



# 染整業水污染防治技術



# 局 長 序

工業發展向爲我國經濟成長之堅固磐石，綜觀國際間已進入開發國家之林者，亦多倚此爲其國家建設動力。溯自工業革命之後，人類之追求文明因未有週詳計畫與評估，或對有限資源過度開發利用而瀕臨耗竭，或囿於污染防治觀念未能普及，導致影響工業之持續發展。四十年來，我國雖已累積傲人的經濟發展經驗與實力，但亦不能免於環境受創的困境。早期工業界致力於生產而忽略污染防治，造成今日工業發展與環境保護間之失衡；在以提高生活品質爲共識的今天，如何引導工業之適度發展，而不以有限的環境資源作爲交換，落實減廢與污染防治應爲產業未來努力方向。

本局工業污染防治技術服務團多年來，肩負著協助產業進行污染防治以促進產業發展的重責大任，深入各行業進行輔導，工作務實，不僅爲業者解決了污染問題，也有助於產業的轉型升級，更帶來了永續經營的契機，深獲業界讚許與肯定。今服務團整合包括各類別行業之實用化技術、操作管理上所需之各項資訊及實際案例彙編等，出版系列技術手冊，內容相當充實、精要，爲一深具參考價值之專業文獻，深盼業者能從中汲取寶貴之技術經驗，以利於實際執行污染防治工作時，能隨時善加利用，也希望服務團能遵照部長「提升技術水準，強化服務品質」的期許，百尺竿頭，更進一步。

最後本人由衷感謝工業污染防治技術服務團相關工作人員對本書的精心籌劃編輯，也向所有參與編輯工作人員，致誠摯的謝忱。

工業局局長

尹啟銘

中華民國八十三年六月



# 序

環境保護與經濟發展兼籌並顧是政府當前的政策，也是全民追求更高生活品質的目標，服務團成立的宗旨即是積極輔導國內工廠推行污染防治工作並提供技術諮詢。在輔導工作進行期間，深覺工業污染防治範疇內之技術資料頗為缺乏，無法滿足工業界從事污染防治實務工作人員之需。有鑑於此，本團自民國75年開始，將各類處理技術分門別類，延聘國內知名專家學者撰寫工業污染防治技術手冊，編印後免費提供相關業者參考，甚受業者喜愛，咸認為是極佳的參考資料。

染整業是國內主要民生工業之一，其賦予紡織品外觀及功能，增加其附加價值，重要性不容忽視。由於該項行業因染整纖維特性不同、製程複雜及產品種類繁多，以致廢水質量差異較大，因此各工廠必須妥善處理，以免污染環境。本團歷年來陸續成立專案輔導染整工廠做好污染防治工作，並廣泛地收集國內外減廢回收及廢水處理技術資料，予以整理彙編成「染整業水污染防治技術」手冊，其內容偏重實務，期能提供各界參考應用，以有效解決染整業之廢水污染問題。

感謝參與本書編寫之鄭仁川、張芳賓、宋欣真、雷憶湘等諸位工程師，在工廠輔導之餘從事資料之蒐集、整理與撰寫，盡心盡力使本手冊得以順利出版，但由於時間匆促，且實務資料蒐集彙整不易，內容如有疏漏之處，尚請不吝指正為感。

工業污染防治技術服務團

楊 勇 發

中華民國八十三年六月





# 目 錄

|                         | 頁 次 |
|-------------------------|-----|
| 第一章 前言-----             | 1   |
| 1.1 緣起-----             | 1   |
| 1.2 產業概況-----           | 1   |
| 1.2.1 工廠規模及其分布情況-----   | 1   |
| 1.2.2 產業現況與未來發展-----    | 3   |
| 第二章 染整業製程-----          | 7   |
| 2.1 染整纖維-----           | 7   |
| 2.1.1 纖維分類-----         | 7   |
| 2.1.2 棉麻纖維-----         | 7   |
| 2.1.3 羊毛纖維-----         | 10  |
| 2.1.4 聚醯胺纖維-----        | 12  |
| 2.1.5 聚酯纖維-----         | 14  |
| 2.1.6 聚丙烯腈纖維-----       | 19  |
| 2.2 染整製程-----           | 20  |
| 2.2.1 棉之染整製程-----       | 22  |
| 2.2.2 羊毛-----           | 34  |
| 2.2.3 合成纖維-----         | 39  |
| 2.2.4 混紡纖維之染整製程-----    | 45  |
| 2.2.5 印染（印花）製程-----     | 51  |
| 2.3 染整製程常用藥劑特性-----     | 55  |
| 2.3.1 酸鹼鹽助染劑-----       | 55  |
| 2.3.2 染料與助劑的配合-----     | 55  |
| 2.3.3 染料、助劑的污染特性分析----- | 59  |
| 第三章 廢水來源及廢水特性-----      | 73  |
| 3.1 廢水來源-----           | 73  |

|                         | 頁次  |
|-------------------------|-----|
| 3.1.1 染棉之廢水來源-----      | 73  |
| 3.1.2 染羊毛之廢水來源-----     | 75  |
| 3.1.3 染合纖之廢水來源-----     | 76  |
| 3.1.4 染混紡之廢水來源-----     | 77  |
| 3.1.5 廢水污染特性-----       | 78  |
| 3.2 廢水污染濃度及單位產品污染量----- | 80  |
| 3.2.1 廢水污染濃度-----       | 80  |
| 3.2.2 單位產品污染量-----      | 88  |
| 第四章 廠內管理與減廢技術-----      | 93  |
| 4.1 廠內管理-----           | 94  |
| 4.1.1 原料管制-----         | 94  |
| 4.1.2 清潔管理-----         | 94  |
| 4.1.3 維護保養-----         | 94  |
| 4.1.4 藥劑的最佳利用-----      | 94  |
| 4.1.5 廢水分流-----         | 94  |
| 4.2 減廢技術-----           | 97  |
| 4.2.1 藥品替代-----         | 97  |
| 4.2.2 製程改善-----         | 98  |
| 4.2.3 設備改善-----         | 100 |
| 4.2.4 回收再利用或循環使用-----   | 104 |
| 4.2.5 合理用水-----         | 106 |
| 4.3 減廢案例-----           | 111 |
| 4.3.1 絞紗染整廠之減廢-----     | 111 |
| 4.3.2 筒紗染整廠之減廢-----     | 118 |
| 4.3.3 針織布浸染廠之減廢-----    | 123 |
| 4.3.4 梭織布印染廠之減廢-----    | 126 |
| 第五章 廢水處理技術-----         | 133 |
| 5.1 廢水處理方法-----         | 133 |

|                            | 頁次  |
|----------------------------|-----|
| 5.1.1 染整廢水之處理方法-----       | 133 |
| 5.1.2 處理方法之設計要點-----       | 140 |
| 5.1.3 各類廢水處理流程-----        | 179 |
| 5.2 污泥處理方式-----            | 181 |
| 5.2.2 污泥處理系統-----          | 201 |
| 5.3 廢水處理設備建造成本及操作成本分析----- | 203 |
| 5.3.1 設置成本-----            | 203 |
| 5.3.2 操作費用-----            | 206 |
| 5.3.3 污染防治對整體產業造成之影響-----  | 211 |
| 第六章 染整廠廢水處理案例探討-----       | 215 |
| 6.1 棉紡染整廠案例-----           | 215 |
| 6.1.1 前言-----              | 215 |
| 6.1.2 製程污染特性-----          | 215 |
| 6.1.3 污染防治與處理成效-----       | 216 |
| 6.1.4 結語-----              | 218 |
| 6.2 毛紡染整廠案例-----           | 219 |
| 6.2.1 前言-----              | 219 |
| 6.2.2 製程污染特性-----          | 219 |
| 6.2.3 污染防治與處理成效-----       | 220 |
| 6.3 尼龍布染整廠案例-----          | 223 |
| 6.3.1 前言-----              | 223 |
| 6.3.2 製程與污染特性-----         | 223 |
| 6.3.3 廠內管理與減廢-----         | 224 |
| 6.3.4 污染防治與處理成效-----       | 225 |
| 6.3.5 結語-----              | 229 |
| 6.4 混紡染整廠案例-----           | 229 |
| 6.4.1 前言-----              | 229 |
| 6.4.2 製程與污染特性-----         | 229 |

|                          | 頁次  |
|--------------------------|-----|
| 6.4.3 廠內管理與減廢-----       | 230 |
| 6.4.4 污染防治與處理成效-----     | 231 |
| 6.4.5 結語-----            | 234 |
| 第七章 污染防治設備操作維護及異常對策----- | 235 |
| 7.1 操作維護-----            | 235 |
| 7.1.1 粗攔污柵-----          | 235 |
| 7.1.2 細篩機-----           | 236 |
| 7.1.3 冷卻塔-----           | 237 |
| 7.1.4 調勻池-----           | 237 |
| 7.1.5 pH調整池-----         | 237 |
| 7.1.6 混凝單元-----          | 239 |
| 7.1.7 沉澱池-----           | 241 |
| 7.1.8 浮除池-----           | 242 |
| 7.1.9 活性污泥法-----         | 242 |
| 7.1.10 接觸曝氣法-----        | 245 |
| 7.1.11 三級處理-----         | 247 |
| 7.1.12 濃縮池-----          | 252 |
| 7.1.13 污泥脫水-----         | 255 |
| 7.2 異常對策-----            | 257 |
| 7.2.1 攔污柵-----           | 257 |
| 7.2.2 冷卻塔-----           | 259 |
| 7.2.3 調勻池-----           | 259 |
| 7.2.4 pH調整池-----         | 260 |
| 7.2.5 快混池-----           | 261 |
| 7.2.6 慢混池-----           | 262 |
| 7.2.7 沉澱池-----           | 263 |
| 7.2.8 浮除池-----           | 266 |
| 7.2.9 活性污泥法-----         | 268 |

|                           | 頁   | 次 |
|---------------------------|-----|---|
| 7.2.10 接觸曝氣法-----         | 281 |   |
| 7.2.11 三級處理-----          | 282 |   |
| 7.2.12 濃縮池-----           | 284 |   |
| 7.2.13 污泥脫水-----          | 286 |   |
| 第八章 染整廢水處理工程規劃設計-----     | 289 |   |
| 8.1 廢水處理工程須掌握之規劃設計重點----- | 289 |   |
| 8.2 廢水處理程序評估技術-----       | 294 |   |
| 8.2.1 最適化流程評估-----        | 294 |   |
| 8.2.2 流程效果驗證評估實驗-----     | 294 |   |
| 8.2.3 可行性評估研究-----        | 294 |   |
| 8.3 處理工程操作維護上之規劃要點-----   | 295 |   |
| 8.3.1 管理架構及人員組織-----      | 295 |   |
| 8.3.2 操作維護人員-----         | 297 |   |
| 8.3.3 操作及維護計畫-----        | 297 |   |
| 8.3.4 實驗室的規劃-----         | 297 |   |
| 8.3.5 記錄系統-----           | 297 |   |
| 8.3.6 操作維護手冊-----         | 298 |   |
| 參考文獻-----                 | 303 |   |



# 表 目 錄

|                               | 頁 次 |
|-------------------------------|-----|
| 表1.1 近年我國梭織布及針織布印染整理產銷統計----- | 5   |
| 表2.1 纖維之分類-----               | 8   |
| 表2.2 棉纖維之物化特性-----            | 9   |
| 表2.3 麻(苧麻)之物化特性-----          | 10  |
| 表2.4 羊之毛長及直徑表-----            | 11  |
| 表2.5 聚醯胺化合物分類表-----           | 12  |
| 表2.6 尼龍mn之融點-----             | 13  |
| 表2.7 尼龍mn之融點-----             | 13  |
| 表2.8 尼龍66之物化性質-----           | 15  |
| 表2.9 尼龍6之物化性質-----            | 16  |
| 表2.10 PET 之物理性質及機械性質-----     | 17  |
| 表2.11 聚酯纖維(Tetoron)之物化特性----- | 18  |
| 表2.12 聚丙烯腈纖維之分類-----          | 19  |
| 表2.13 聚丙烯腈纖維奧隆之物化特性-----      | 20  |
| 表2.14 各種纖維主要適用之染料別一覽表-----    | 31  |
| 表2.15 棉麻染色用染料及助劑-----         | 35  |
| 表2.16 羊毛用染料及助劑-----           | 37  |
| 表2.17 人造纖維染色用染料及助劑-----       | 45  |
| 表2.18 各主要染料常用之糊與所印之纖維-----    | 53  |
| 表2.19 染整製程常用有機酸、有機鹽污染值-----   | 56  |
| 表2.20 染料的種類及編號-----           | 56  |
| 表2.21 各種纖維染整使用助劑分類細目-----     | 58  |
| 表2.22 各種纖維染整使用助劑、染料分類表-----   | 60  |
| 表2.23 直接染料之COD值-----          | 61  |
| 表2.24 反應性染料之COD值-----         | 61  |
| 表2.25 鹽基性染料之COD值-----         | 62  |



|                                      | 頁次  |
|--------------------------------------|-----|
| 表2.26 酸性染料之COD值-----                 | 62  |
| 表2.27 酸性金屬染料之COD值-----               | 63  |
| 表2.28 分散性染料之COD值-----                | 63  |
| 表2.29 酸性染料之COD、BOD、TOC值-----         | 64  |
| 表2.30 鹽基性染料之COD、BOD、TOC值-----        | 65  |
| 表2.31 反應性染料之BOD、COD、TOC值-----        | 66  |
| 表2.32 分散性染料之COD、BOD、TOC值-----        | 67  |
| 表2.33 染色助劑COD範圍表-----                | 69  |
| 表2.34 均染劑、緩染劑等染色助劑之COD、BOD、TOC值----- | 71  |
| 表2.35 皂洗劑之COD、BOD、TOC值-----          | 72  |
| 表3.1 污染物質之來源-----                    | 80  |
| 表3.2 染整業各類纖維工廠原廢水污染濃度-----           | 81  |
| 表3.3 日本染紗之染整廢水量及水質-----              | 85  |
| 表3.4 日本染整廢水量及水質-----                 | 86  |
| 表3.5 染整廠的廢水水質-----                   | 87  |
| 表3.6 某麻紡廠廢水水質情況-----                 | 88  |
| 表3.7 某毛紡織廠各製程單元廢水水量水質表-----          | 89  |
| 表3.8 污染廠單位產品廢水量-----                 | 90  |
| 表3.9 染整業各類纖維樣本工廠之單位產品污染量-----        | 91  |
| 表4.1 含金屬之染料舉例-----                   | 97  |
| 表4.2 浴比對液量、能源、助劑之比較-----             | 103 |
| 表4.3 各類型水洗機之效益分析-----                | 103 |
| 表4.4 簡便水量測定方法-----                   | 107 |
| 表4.5 濃度換算表-----                      | 130 |
| 表5.1 依目的分類之廢水處理方法-----               | 133 |
| 表5.2 依污染物特性分類之處理方法-----              | 134 |
| 表5.3 各處理方法之主要單元-----                 | 134 |
| 表5.4 染整業工廠廢水處理流程與82年環保標準之關係表-----    | 135 |

|       |                                      |     |
|-------|--------------------------------------|-----|
| 表5.5  | 攔污柵概要-----                           | 141 |
| 表5.6  | 沉澱池設計規格-----                         | 145 |
| 表5.7  | 依過濾水水流方向之分類-----                     | 150 |
| 表5.8  | 快濾過濾壓力之分類-----                       | 152 |
| 表5.9  | 濾料的性質-----                           | 152 |
| 表5.10 | 活性碳之形狀及其特性-----                      | 153 |
| 表5.11 | 廢水處理用粒狀活性碳之物性-----                   | 153 |
| 表5.12 | 活性碳吸附法之分類-----                       | 154 |
| 表5.13 | 固定床吸附裝置分類-----                       | 156 |
| 表5.14 | 各種吸附劑對染料之單位吸附量-----                  | 157 |
| 表5.15 | 各種吸附劑去除單位重量染料之成本比-----               | 157 |
| 表5.16 | 用不同種類活性碳之處理操作情況-----                 | 158 |
| 表5.17 | 化學混凝處理染整廢水操作情況-----                  | 161 |
| 表5.18 | 混凝處理染整廢水操作情況-----                    | 162 |
| 表5.19 | 臭氧處理染整廢水操作情況-----                    | 165 |
| 表5.20 | 染色廢水之活性污泥處理效果-----                   | 171 |
| 表5.21 | 活性污泥法處理中相關參數及BOD、COD、色度之去除率-----     | 172 |
| 表5.22 | 廢水管末處理之放流水質及去除率-----                 | 172 |
| 表5.23 | 依接觸材料形狀及接觸面型之分類及一般特性-----            | 173 |
| 表5.24 | 各染整工廠實例資料-----                       | 177 |
| 表5.25 | 污泥處理、處置方法及其功能簡介-----                 | 184 |
| 表5.26 | 各類纖維工廠廢水處理設施設置成本-----                | 206 |
| 表5.27 | 各類纖維工廠廢水處理設施操作費用-----                | 208 |
| 表5.28 | 各類纖維工廠之廢水處理設施操作費用與符合放流水標準工廠之比較表----- | 209 |
| 表5.29 | 各類處理流程操作費用比較表-----                   | 210 |
| 表7.1  | 流量調整池之維護檢查事項-----                    | 239 |
| 表7.2  | 常用混凝劑的性質及規格-----                     | 240 |
| 表7.3  | 助凝劑的應用-----                          | 241 |

|                                  | 頁 次 |
|----------------------------------|-----|
| 表7.4 各類活性污泥法之設計值與操作性質-----       | 243 |
| 表7.5 污泥鑑定表-----                  | 244 |
| 表7.6 操作條件及附著生物量之關係-----          | 246 |
| 表7.7 各種活性碳操作方式之比較-----           | 248 |
| 表7.8 活性碳吸附法之操作管理項目-----          | 248 |
| 表7.9 DAF系統之機件維護-----             | 254 |
| 表7.10 異常對策指引－攔污柵-----            | 258 |
| 表7.11 異常對策指引－冷卻塔-----            | 259 |
| 表7.12 異常對策指引－調勻池-----            | 259 |
| 表7.13 異常對策指引－pH調整池-----          | 260 |
| 表7.14 異常對策指引－快混池-----            | 261 |
| 表7.15 異常對策指引－慢混池-----            | 262 |
| 表7.16 異常對策指引－化學沉澱池-----          | 263 |
| 表7.17 異常對策指引－生物沉澱池-----          | 264 |
| 表7.18 異常對策指引－浮除池-----            | 266 |
| 表7.19 曝氣系統問題與對策-----             | 268 |
| 表7.20 各類活性污泥異常狀況與對策-----         | 270 |
| 表7.21 異常對策指引－接觸曝氣法-----          | 281 |
| 表7.22 異常對策指引－氧化法-----            | 282 |
| 表7.23 異常對策指引－活性碳吸附法-----         | 283 |
| 表7.24 異常對策指引－重力濃縮池-----          | 284 |
| 表7.25 異常對策指引－浮除濃縮池 (DAF)-----    | 285 |
| 表7.26 異常對策指引－帶壓式脫水機-----         | 286 |
| 表7.27 異常對策指引－加壓式脫水機-----         | 287 |
| 表7.28 異常對策指引－污泥乾燥床-----          | 288 |
| 表8.1 於污染防治工程規劃設計階段之工作重點-----     | 290 |
| 表8.2 典型之廢水處理工程規劃設計書應備內容及其說明----- | 291 |

# 圖 目 錄

|                                   | 頁 次 |
|-----------------------------------|-----|
| 圖1.1 台灣區各縣市染整工廠分布統計圖-----         | 2   |
| 圖1.2 台灣區染整工廠資本額統計圖-----           | 4   |
| 圖1.3 台灣區染整工廠分類統計圖-----            | 4   |
| 圖1.4 染整業產品歷年銷售金額統計圖-----          | 5   |
| 圖2.1 Nylon n 之融點-----             | 14  |
| 圖2.2 染整工廠之主要製程及廢水中之污染物-----       | 21  |
| 圖2.3 棉布染整製程及污染源-----              | 23  |
| 圖2.4 毛紗染整製程及污染源-----              | 35  |
| 圖2.5 毛織物染整製程及污染源-----             | 37  |
| 圖2.6 聚醯胺纖維染整製程及污染源-----           | 39  |
| 圖2.7 聚丙烯腈纖維製程及污染源-----            | 42  |
| 圖2.8 聚酯纖維染整製程及污染源-----            | 44  |
| 圖2.9 聚酯／羊毛混紡纖維之染整製程及污染源-----      | 46  |
| 圖2.10 聚酯／棉混紡纖維(T/C)染整製程及污染源-----  | 48  |
| 圖3.1 某棉纖維廠主要製程單元COD污染量及百分比圖-----  | 74  |
| 圖3.2 某棉纖維廠主要製程單元SS污染量及百分比圖-----   | 74  |
| 圖3.3 某羊毛纖維廠主要製程單元COD污染量及百分比圖----- | 75  |
| 圖3.4 某羊毛纖維廠主要製程單元SS污染量及百分比圖-----  | 76  |
| 圖3.5 某合成纖維廠主要製程單元COD污染量及百分比圖----- | 77  |
| 圖3.6 混紡廠主要製程單元COD污染量及百分比圖-----    | 78  |
| 圖3.7 染整業工廠原廢水及放流水之COD濃度累積或然率分布圖   | 82  |
| 圖3.8 染整業工廠原廢水及放流水之BOD濃度累積或然率分布圖   | 83  |
| 圖3.9 染整業工廠原廢水及放流水之SS濃度累積或然率分布圖 -  | 84  |
| 圖3.10 各類纖維原廢水污染濃度P50比較-----       | 84  |
| 圖3.11 染整業工廠單位產品廢水量累積或然率分布圖-----   | 90  |
| 圖4.1 染整製程減廢技術-----                | 93  |

|                                      | 頁   | 次 |
|--------------------------------------|-----|---|
| 圖4.2 各類水管、水龍頭、水塔之洩漏-----             | 95  |   |
| 圖4.3 染整加工廢水之分流-----                  | 96  |   |
| 圖4.4 T/C混紡布分散染料／反應染料染色-----          | 99  |   |
| 圖4.5 熱衝擊法的原理-----                    | 100 |   |
| 圖4.6 傳統皂洗法與熱衝擊法應用於純棉的後處理之比較-----     | 101 |   |
| 圖4.7 垂直式逆流水洗裝置-----                  | 102 |   |
| 圖4.8 水平式逆流水洗裝置-----                  | 102 |   |
| 圖4.9 各織物水份飽和程序-----                  | 104 |   |
| 圖4.10 絲光廢液之NaOH回收-----               | 105 |   |
| 圖4.11 PVA漿料回收流程-----                 | 105 |   |
| 圖4.12 羊毛染色上媒染液再利用流程-----             | 106 |   |
| 圖4.13 用水流程圖(例)-----                  | 109 |   |
| 圖4.14 節水式水栓-----                     | 110 |   |
| 圖4.15 手邊控制栓舉例-----                   | 110 |   |
| 圖5.1 染整廢水處理系統-----                   | 136 |   |
| 圖5.2 溢流堰板之設計例-----                   | 144 |   |
| 圖5.3 整流板例-----                       | 144 |   |
| 圖5.4 加壓法流程-----                      | 145 |   |
| 圖5.5 加壓浮除流程-----                     | 147 |   |
| 圖5.6 長方形浮除槽-----                     | 147 |   |
| 圖5.7 圓形浮除槽-----                      | 148 |   |
| 圖5.8 空氣壓入加壓槽例-----                   | 148 |   |
| 圖5.9 快混池例-----                       | 163 |   |
| 圖5.10 機械式漿板攪拌例-----                  | 163 |   |
| 圖5.11 鋁鹽之水解圖-----                    | 164 |   |
| 圖5.12 $Al(OH)_3(s)$ 之溶解度圖(25°C)----- | 167 |   |
| 圖5.13 $Fe(OH)_2(s)$ 之溶解度圖-----       | 169 |   |
| 圖5.14 鐵系之En-pH圖-----                 | 169 |   |

|                                                     | 頁次  |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 圖5.15 鐵鹽之水解圖-----                                   | 170 |
| 圖5.16 $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ 之溶解度圖----- | 171 |
| 圖5.17 接解曝氣池之形狀及接觸材填充方法-----                         | 174 |
| 圖5.18 鼓風機送風循環方式-----                                | 175 |
| 圖5.19 曝氣機循環方式-----                                  | 176 |
| 圖5.20 泵浦循環方式-----                                   | 176 |
| 圖5.21 棉類染整廢水處理流程-----                               | 180 |
| 圖5.22 毛類染整廢水處理流程-----                               | 180 |
| 圖5.23 合纖類染整廢水處理流程-----                              | 181 |
| 圖5.24 污泥處理與處置流程圖-----                               | 183 |
| 圖5.25 污泥中固體物含量與濃縮後污泥體積減少量之關係-----                   | 186 |
| 圖5.26 重力式濃縮池-----                                   | 186 |
| 圖5.27 溶解空氣浮除單元-----                                 | 187 |
| 圖5.28 溶解空氣浮除系統-----                                 | 188 |
| 圖5.29 離心機-----                                      | 189 |
| 圖5.30 從廢水中去除之物質-----                                | 191 |
| 圖5.31 廢水穩定過程-----                                   | 191 |
| 圖5.32 二階厭氧消化槽-----                                  | 192 |
| 圖5.33 好氧消化槽操作型式-----                                | 193 |
| 圖5.34 污泥熱處理程序(Zimpro法)-----                         | 194 |
| 圖5.35 真空脫水系統-----                                   | 195 |
| 圖5.36 圓筒離心機-----                                    | 196 |
| 圖5.37 加壓脫水機-----                                    | 197 |
| 圖5.38 帶壓脫水系統-----                                   | 198 |
| 圖5.39 典型污泥乾燥床平面與斷面圖-----                            | 200 |
| 圖5.40 僅有化學污泥之處理系統-----                              | 201 |
| 圖5.41 僅有生物污泥之處理系統-----                              | 202 |
| 圖5.42 含化學／生物污泥之處理系統-----                            | 202 |
| 圖5.43 染整工廠廢水量與設置成本之關係-----                          | 204 |

|                                      | 頁 次 |
|--------------------------------------|-----|
| 圖5.44 工程價格指數變化圖-----                 | 205 |
| 圖5.45 染整工廠廢水量與操作費用之關係-----           | 207 |
| 圖5.46 四類纖維工廠單位產品操作費用 $P_{50}$ -----  | 208 |
| 圖5.47 四類纖維工廠單位產品量操作費用 $P_{50}$ ----- | 209 |
| 圖5.48 染整工廠設置成與資本額比值累積或然率分布圖-----     | 212 |
| 圖5.49 染整工廠每公斤布之操作費用累積或然率分布圖-----     | 213 |
| 圖5.50 染整工廠年操作成本與年營業額比值累積或然率分布圖-      | 214 |
| 圖7.1 人工清理式攔污柵例-----                  | 235 |
| 圖7.2 雙鏈式攔污柵例-----                    | 236 |
| 圖7.3 鋼索捲揚式攔污柵例-----                  | 237 |
| 圖7.4 臭氧器之基本構造-----                   | 251 |
| 圖7.5 波板之形狀-----                      | 258 |
| 圖8.1 理想的工廠廢水處理工作流程-----              | 296 |

# 第一章 前言

## 1.1 緣起

中華民國在臺灣地區四十年來的經濟發展成就是世人所周知的，臺灣在由僅靠農產品輸出到今日成為亞洲新興工業地區的過程中，紡織工業不僅以往有極重要的貢獻，即使目前紡織品仍為我國出口工業產品之大宗。所謂染整工業是將紡織品經過退漿、精練、漂白、染色、印花、整理等處理過程，以提高紡織品的美觀、質感或增進其他特殊用途。因此染整業可以說是提高紡織品附加價值的紡織中游工業。目前我國紡織工業正面臨轉型期，提昇染整工業的技術層次，由勞力密集走向技術密集是未來產業的趨勢，但是染整業卻因其用水量大且廢水含染、顏料等，使得廢水外觀顏色多且醒目，一旦排入水體很容易引起視覺上的不悅感，加以所使用的染整化學品種類繁多且部份結構複雜，致使染整業一向被列為高污染工業。尤其近年來環保意識高漲，染整業廢水更是經常成為眾矢之的，做好染整廢水的處理工作關係到未來染整業的發展和紡織業能否脫胎換骨走出夕陽工業的陰影，這也是多年來染整業者努力的目標，有鑑於此，工業污染防治技術服務團（以下簡稱服務團）曾於民國75年出版「染整工廠廢水污染防治」技術手冊，以協助國內染整業者解決水污染問題，但有感於本團近年來輔導染整工廠污染防治工作中所累積收集之處理資料日益增多，為提供更完整之技術手冊乃重新彙整最新資料，希冀以更詳盡、精益之內容，協助染整業者及從事廢水處理工作者在技術上之參考。

## 1.2 產業概況

染整業在整體產業結構中是介於上游紡織和下游成衣服飾的中游產業，上中下游產業間關連性極強，彼此景氣的榮枯息息相關。我國染整業的技術層次在亞洲地區僅次於日本，但其性質除少數大企業為紡織—染整，甚至紡織—染整—成衣之一貫化大廠外，其餘大多屬於代工性質之中、小型工廠。茲將染整業工廠規模分布及產業發展狀況說明於后：

### 1.2.1 工廠規模及其分布情況

根據經濟部工業統計調查聯繫小組編印之中華民國台灣地區各行業工廠名錄顯示，目前染整工廠約330家，各縣市分布情形如圖1.1所示。由圖中可知染整工廠主要分布於北部，尤其是台北縣、桃園縣，分別為107家及116家佔全部工廠近七成左右，其餘則主要分布於台中、彰化及台南縣。至於工廠之規模以資本額統



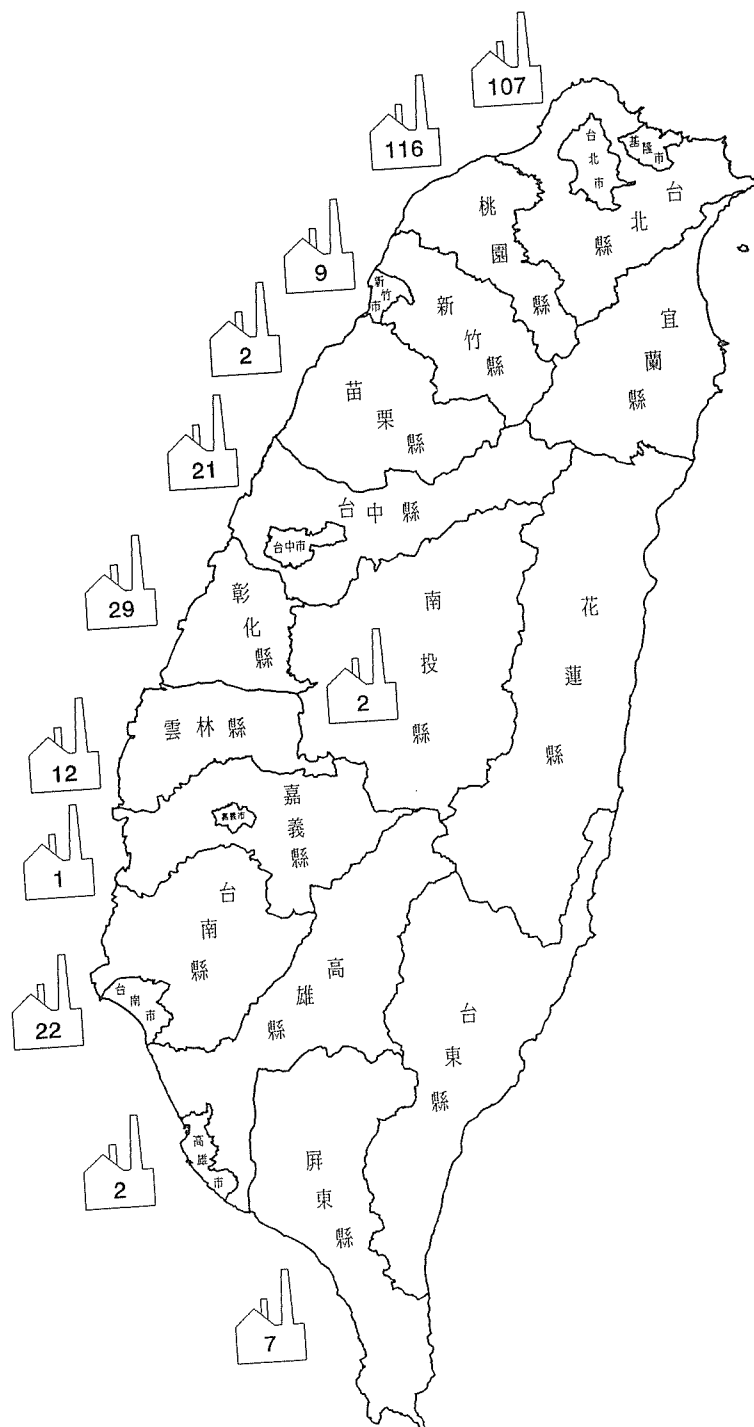


圖1.1 台灣區各縣市染整工廠分布統計圖

計，5,000萬元以下之工廠佔76.97%合計254家，其中資本額小於500萬元者亦佔93家之多，由此可見染整業大多屬中小型企業（如圖1.2 所示）。資本額在 1億元以上之工廠計53家。依據調查結果以合纖類為最多有20家佔37.7%。由於台灣地區為世界第二大合纖生產國僅次於美國，因此，原料之供應最為充足，且生產合纖之工廠，亦常具備染整製程之一貫化生產，致規模較大之染整廠中，以合纖類為主。

染整工廠一般可依使用原料纖維之不同，將之分為棉、毛、合纖、混紡四大類，此四類工廠所佔比例如圖1.3 所示，棉、合纖、混紡三類工廠家數差異不大，皆佔30%上下，以合纖類工廠117家佔35.45%最多，而毛纖維工廠則僅 9家。

### 1.2.2 產業現況與未來發展

近十年來，我國工業環境受到極大的衝擊，如台幣升值、勞工缺乏、工資大幅上漲，致使紡織染整業受到強大的生存考驗，部份業者乃積極展開對東南亞及中國大陸投資，將工廠遷移到海外，然亦有業者致力於提昇產品品質，加速產業結構之調整。以染整業之主要產品針織布及梭織布印染而言，歷年之產銷變化統計如表1.1 所示。

自民國76年至81年間梭織布產量雖有增加之趨勢，81年之增加率卻呈現負值，至於針織布的生產量在78、79年呈現負成長，然80年度卻增加28.9%，81年度亦呈些微成長，而產品單價歷年之變動性亦頗大。由於染整業之產業特性較特殊，再加上近年來外在環境之直接影響，造成染整業景氣已漸趨低迷。若將歷年之梭織布、針織布銷售金額繪成統計圖表，則可顯示自民國71年起，除75年及80年外，呈現下降之趨勢（如圖1.4 所示）。現特將染整業之產業特性、產業所面臨之困難及未來發展策略分述如下：

#### 1. 產業特性

- 加工層次多。
- 受訂單限制，加工產品常少量而多樣化，較難計畫生產。
- 附屬於紡織工業，景氣與上游之紡織業及下游之成衣業息息相關。

#### 2. 產業目前所面臨之困難

- 台幣升值：造成紡織品出口困難，訂單大量減少，工廠開工率降低。
- 人工缺乏：工資不斷提高，成本加重，人工依然缺乏，無法正常生產。
- 進口原料：染料、助劑、特殊化學品大多均須仰賴進口，對外依賴性大。
- 地下工廠之競爭：由於合法工廠需投資污染防治設施，造成其單位產品成本較地下工廠高，以致劣幣驅逐良幣，部份正規經營之廠商因而被淘汰。

#### 3. 染整業未來可能之發展

- 汰舊換新：採用高性能自動化設備，一方面降低生產成本，減少人工不足問題，另一方面可生產高附加價值之產品。

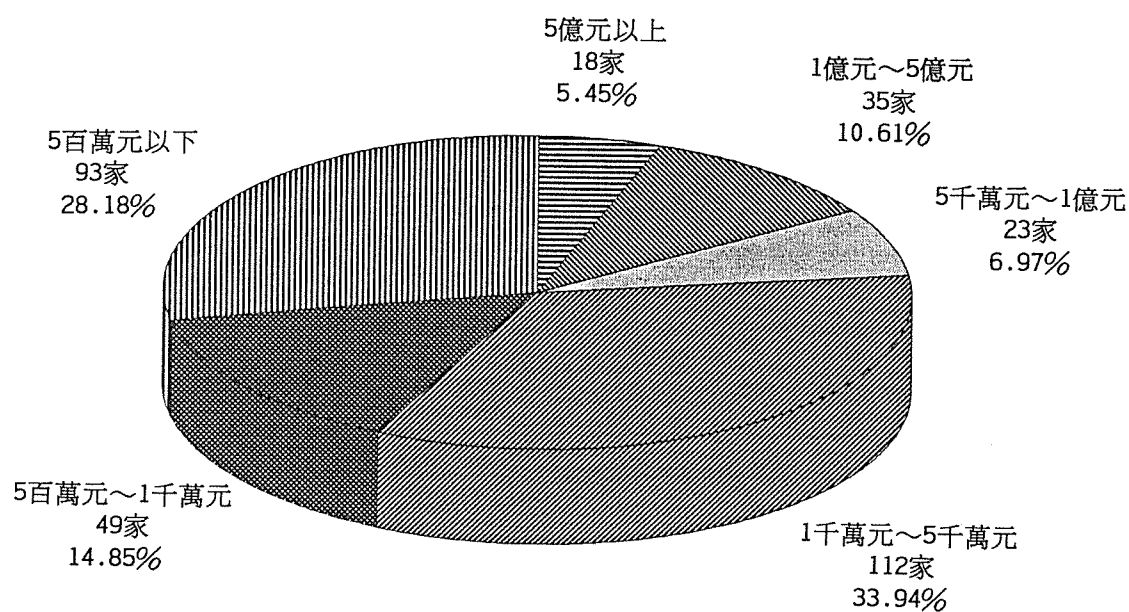


圖1.2 台灣區染整工廠資本額統計圖

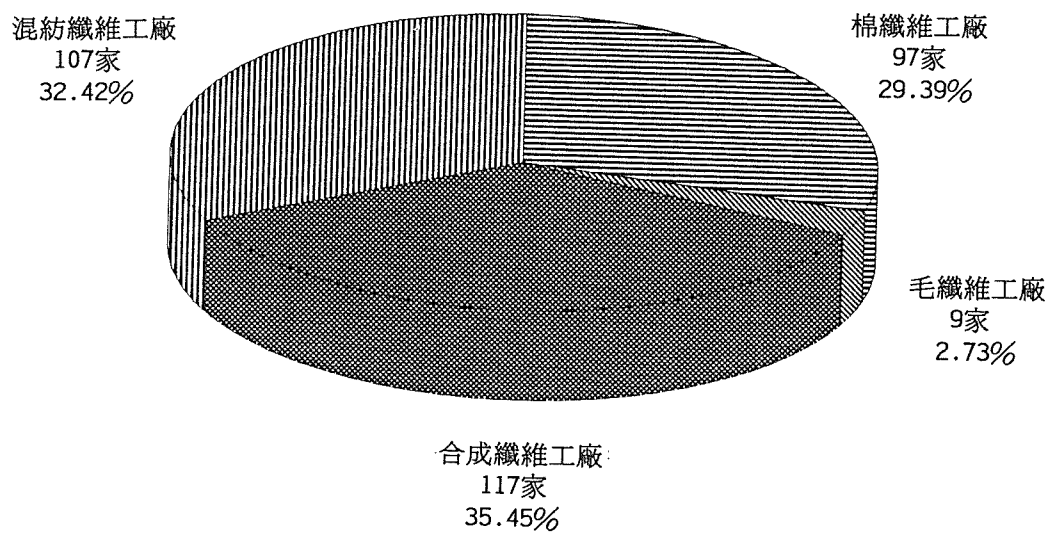


圖1.3 台灣區染整工廠分類統計圖

表 1.1 近年我國梭織布及針織布印染整理產銷統計

| 項目<br>年別 | 梭 織 布 印 染 整 理                              |            |                                     |        |          |        |                              |
|----------|--------------------------------------------|------------|-------------------------------------|--------|----------|--------|------------------------------|
|          | 生 產 量<br>(10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> ) | 增加率<br>(%) | 銷 售 量                               |        |          |        | 產品單價<br>(元/ m <sup>2</sup> ) |
|          |                                            |            | 數量(10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> ) | 增加率(%) | 銷售金額*    | 增加率(%) |                              |
| 76       | 1,184,184                                  | -10.1      | 1,149,098                           | -12.4  | 13,067.0 | -35.6  | 11.4                         |
| 77       | 1,093,169                                  | -5.2       | 1,062,123                           | -7.6   | 11,478.7 | -12.2  | 10.8                         |
| 78       | 1,147,748                                  | 5.0        | 1,157,977                           | 9.0    | 12,574.6 | 9.5    | 10.9                         |
| 79       | 1,252,299                                  | 9.1        | 1,217,256                           | 5.1    | 13,260.1 | 5.5    | 10.9                         |
| 80       | 1,340,939                                  | 7.1        | 1,333,324                           | 9.5    | 15,322.7 | 15.6   | 11.5                         |
| 81       | 1,308,573                                  | -2.4       | 1,287,656                           | -3.4   | 11,817.9 | -22.9  | 9.2                          |
| 項目<br>年別 | 針 織 布 印 染 整 理                              |            |                                     |        |          |        |                              |
|          | 生 產 量<br>(公噸)                              | 增加率<br>(%) | 銷 售 量                               |        |          |        | 產品單價<br>(元/公斤)               |
|          |                                            |            | 數 量(公噸)                             | 增加率(%) | 銷售金額*    | 增加率(%) |                              |
| 76       | 49,019                                     | -10.0      | 51,078                              | -5.6   | 1,685.2  | -12.5  | 33.0                         |
| 77       | 47,918                                     | -2.2       | 48,032                              | -6.0   | 1,418.4  | -15.8  | 29.5                         |
| 78       | 45,637                                     | -4.8       | 50,959                              | 6.1    | 2,505.0  | 76.6   | 49.2                         |
| 79       | 43,602                                     | -4.5       | 49,423                              | -3.0   | 1,892.4  | -24.5  | 38.3                         |
| 80       | 56,215                                     | 28.9       | 57,002                              | 15.3   | 1,799.0  | -4.9   | 31.6                         |
| 81       | 56,314                                     | 0.2        | 55,997                              | -1.8   | 2,046.5  | 13.8   | 36.5                         |

\*：單位為百萬元

[資料來源] 經濟部統計處，工業生產統計月報82年2月

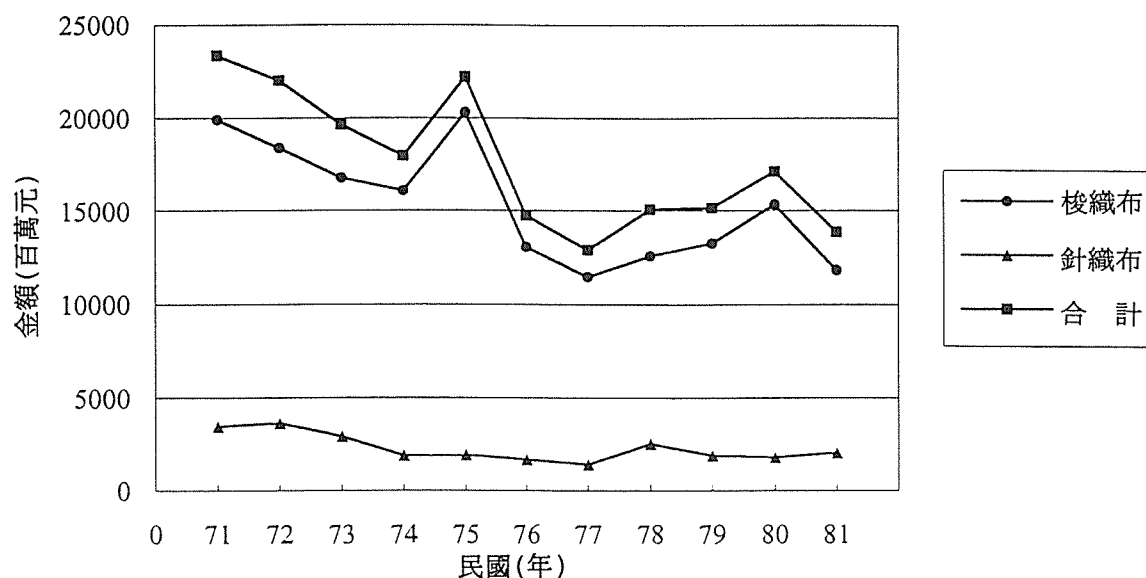


圖 1.4 染整業產品歷年銷售金額統計圖

- 遷廠：將舊設備整廠輸出，移至落後國家或地區生產。
- 引進國外新技術，改進生產技術。
- 配合上游紡織工廠所開發之新產品，研究新的染整加工技術，以提高產品之附加價值。
- 拓展外銷業務：加強對外關係，拓展外銷業務，積極爭取訂單。

由於我國紡織工業正面臨轉型之關鍵時刻，因此其中游之染整業也深受影響，為解決紡織業目前之困境，有賴產業界、政府當局、學術界及相關研究單位等分工合作，以使紡織工業由傳統的衣著工業朝向多元化之高科技纖維或工業纖維發展。

依據工業局工業簡訊之資料顯示<sup>8</sup>，若以纖維別分類，高科技紡織品的範圍可分為：超細纖維類、高強力纖維類、高層次不織布類、複合材料類、醫療衛生纖維類、難燃纖維類、彈性纖維類、變色纖維類、制電纖維類、蓄熱保溫纖維類、芳香纖維類、熱融著纖維類。其中超細纖維類、高強力纖維類、難燃纖維類、彈性纖維類、高層次不織布、複合纖維類及醫療衛生纖維類較適合我國現在及未來之發展，其原料主要為嫚綳、紡絲、合成纖維、混紡等。

因此，染整業為配合此一趨勢需進行生產設備汰舊更新，並提升產品附加價值以及強固經營體質。期使紡織業上、中、下游能建立起同舟共濟的產銷秩序，並亟力朝分散市場之方向努力，如此紡織工業必能再綻光芒。

## 第二章 染整業製程

### 2.1 染整纖維<sup>9</sup>

#### 2.1.1 纖維分類

染整業所使用之纖維可概分為天然纖維及人造纖維兩大類，其中天然纖維又可區分為植物纖維、動物纖維及礦物纖維；而人造纖維則可區分為無機纖維、再生人造纖維、半合成纖維、合成纖維，其詳細之分類可參閱表2.1。

一般較為常用之纖維主要有天然纖維中之棉、麻、羊毛及人造纖維中之聚醯胺纖維、聚酯纖維及聚丙烯腈纖維等合成纖維，本文即就此作深入之探討。

#### 2.1.2 棉麻纖維

##### 1. 棉纖維之種類

台灣不產棉花，紡織用之棉花大都由美國或印度輸入，目前世界紡織業界所用之棉纖維共有六種：海島棉、埃及棉、SXP 棉、祕魯棉、山地棉、短纖維棉。

##### 2. 棉纖維之特性

###### (1) 對酸之特性

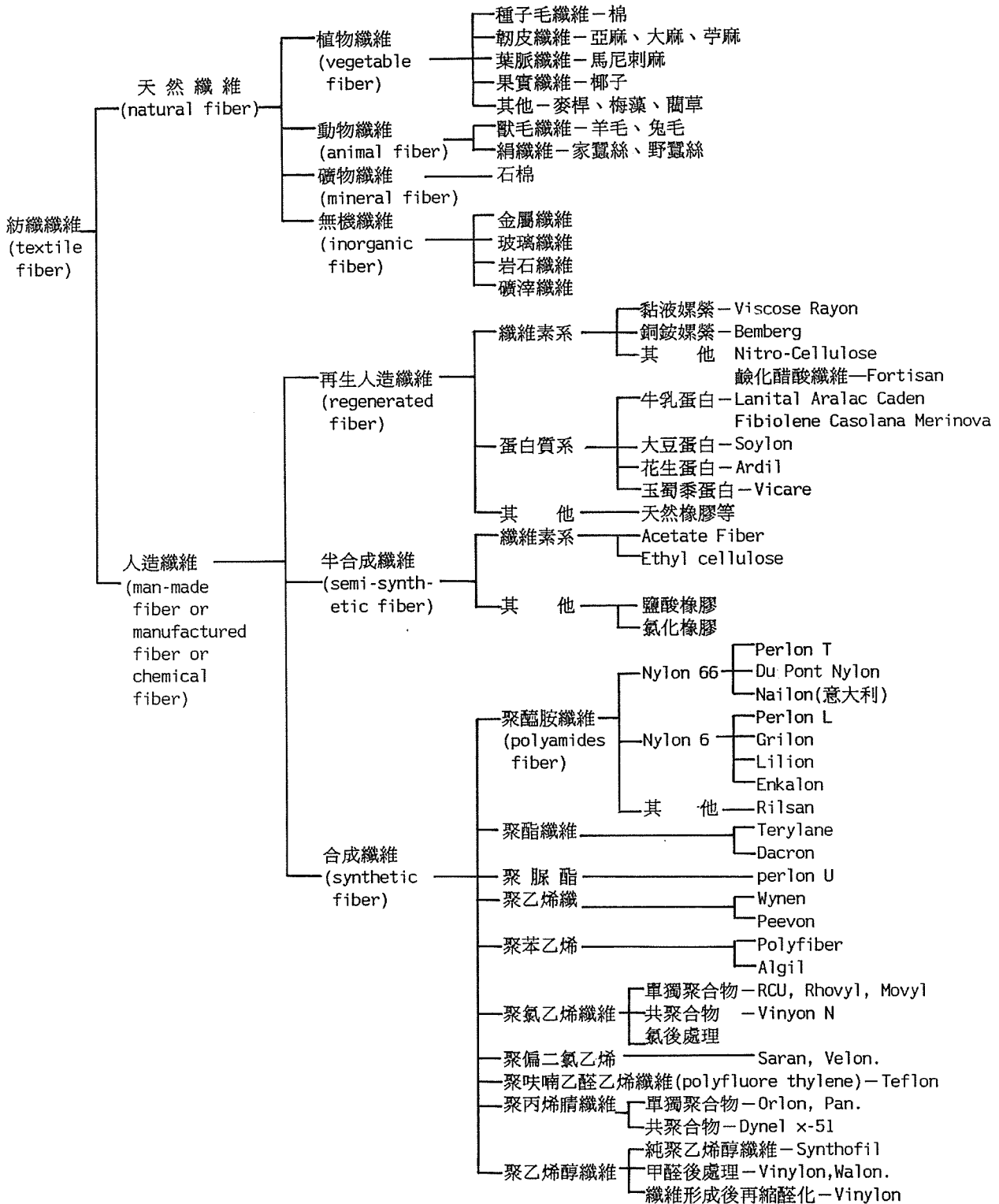
棉纖維對酸之抵抗力弱，用稀鹽酸、稀硫酸等無機酸處理後，能使聚合度降低，銅價增大。經試驗結果，認為無論酸處理之方法如何改變，但棉纖維之強度，銅價與聚合度之間具有一定之關係。

棉纖維用高濃度硫酸處理時，能使纖維膨潤，繼而起溶解現象。如其處理之條件適當，僅使棉纖維膨潤時，則棉纖維可發生與絲光加工(silkett)時同樣之現象。不僅無損於纖維，且增加其光澤、強度與染色力。如用60%的 $H_2SO_4$ 在20℃之下處理棉纖維0.5~2分鐘，則能增加棉之光澤及染色力，且有近似羊毛之觸感。但用60%以上之濃酸處理棉纖維時，因棉纖維之聚合度甚高，雖不致如嫞縐一樣，容易為硫酸所溶解，但必須用低溫及短時間處理，使得棉纖維不致受到嚴重損害。

###### (2) 對鹼之特性

此為棉纖維在染色及加工整理時最重要之特性。不限於棉纖維，一切以纖維素為主要成份之纖維，如浸於鹼液中時，皆有膨潤作用，棉纖維之膨潤度雖比黏液嫞縐及銅鉍嫞縐為小，但用10%以上之NaOH與棉作用時，則斷面積增大、長度縮短。NaOH之濃度至120g/L時，膨潤最大。又溫度較低時，膨潤度亦較大。

表2.1 纖維之分類



### (3)對漂白劑之特性

纖維素一般較能抵抗氧化劑，但在強氧化條件下則會增加氧化纖維度 (oxycellulose)。

其適合之漂白劑有氯氣( $\text{Cl}_2$ )、過氧化氫( $\text{H}_2\text{O}_2$ )及亞氯酸鈉( $\text{NaClO}_2$ )等三種。但使用氯氣，須將氯氣通入 $\text{NaOH}$ 液或碳酸液中，使之成為次亞氯酸鈉( $\text{NaOCl}$ )後，始能作為棉纖維之漂白劑，其反應如下：



### 3. 麻纖維之種類

麻屬於韌皮纖維(bastfiber)類植物，其種類甚多。常見有亞麻(flax)、大麻(hemp)、苧麻(ramie)、黃麻(jute)、赫麻(sun hemp)及馬尼刺麻(manila hemp)等六種。

### 4. 棉麻纖維之物化特性

棉纖維及麻（苧麻）之一般物化特性如表2.2及表2.3中所示。

表2.2 棉纖維之物化特性

|           |                                         |
|-----------|-----------------------------------------|
| 強度(g/D)   |                                         |
| —乾燥時      | 3.0~4.9                                 |
| —潮濕時      | 3.3~6.4                                 |
| 伸度(%)     |                                         |
| —乾燥時      | 3~7                                     |
| —潮濕時      | —                                       |
| 彈性復原(%)   | 74 (2%伸長)<br>45 (5%伸長)                  |
| 剛軟度(g/D)  | 57~60                                   |
| 楊氏係數(g/D) | 68~93                                   |
| 比重        | 1.54                                    |
| 水分率(%)    | 7(20°C, 65%R.H.)                        |
| 吸水能力      | 24~27(95%R.H.)                          |
| 耐熱性       | 100°C止耐熱性良好<br>120°C, 5hr變黃色<br>168°C分解 |
| 耐光性       | 強度降低，有變黃色之傾向                            |
| 耐酸性       | 遇熱的稀酸即分解，冷的濃酸亦分解，但對冷的弱酸不受影響             |
| 耐鹼性       | 氫氧化鈉可使膨潤，但不受損傷                          |



表2.3 麻(苧麻)之物化特性

|           |              |
|-----------|--------------|
| 强度(g/D)   |              |
| —乾燥時      | 3.5          |
| —潮濕時      | 7.7          |
| 伸度(%)     |              |
| —乾燥時      | 1.8          |
| —潮濕時      | 2.2          |
| 彈性復原(%)   | 48(2%伸長)     |
| 楊氏係數(g/D) | —            |
| 比重        | 1.5          |
| 公定水分率(%)  | 12.0         |
| 吸水能力      | 31(100%R.H.) |
| 耐熱性       | —            |
| 耐光性       | 成黃褐色而強力降低    |
| 耐酸性       | —            |
| 耐鹼性       | —            |
| 耐有機溶劑     | 不溶於普通溶劑      |

### 2.1.3 羊毛纖維

#### 1. 種類

羊毛因綿羊種類之不同，而使其大小及長度互異，示於表2.4。

#### 2. 主要特性

##### (1) 對於水及蒸汽之作用

羊毛對於水及蒸汽之作用極為重要；例如羊毛纖維因吸收水而增加可塑性，並增加對染料之親和力，此時，使纖維膨潤。又羊毛在蒸餾水中煮沸 2 小時，能失去重量之 0.25%，如煮沸 12 小時，則織物之強度減低 29%，又如加壓力，加熱至 125℃ 時，則溶解於水。如將羊毛放入 120℃ 之水蒸汽中雖極短時間，亦受損傷。故水及蒸汽對羊毛之作用，不僅使羊毛變質，且將使羊毛之組織破壞。

##### (2) 對酸之作用

未離解之酸能與羊毛結合，使纖維顯著的膨脹。

##### (3) 鹽基的作用

羊毛容易被鹼性水溶液所分解。如用 5%NaOH 一同煮沸，則羊毛中之二硫基結合因對鹼性極不安定。在初期之反應為急速失去硫黃，約失去最初的半量時，形成  $[H_2OOC-CH(NH_2)-(CH_2)_2S]$  之構造。

表2.4 羊之毛長及直徑表

| 羊 種 別             | 毛 長(cm)   | 直 徑 (mm)                           |
|-------------------|-----------|------------------------------------|
| Lincoln           | 20.3~30.5 | $\frac{1}{400} \sim \frac{1}{500}$ |
| Liecester         | 15.2~38.1 | $\frac{1}{500} \sim \frac{1}{600}$ |
| Cotswold          | 20.3~35.6 | $\frac{1}{600} \sim \frac{1}{650}$ |
| Border-Leicester  | 12.7~25.4 | $\frac{1}{600} \sim \frac{1}{650}$ |
| Kent (Romny Mash) | 5.1~20.3  | $\frac{1}{650} \sim \frac{1}{900}$ |
| South Down        | 5.1~12.7  | $\frac{1}{900} \sim \frac{1}{950}$ |
| Shropshire        | 5.1~10.2  | $\frac{1}{700} \sim \frac{1}{750}$ |
| Suffork Down      | 7.6~12.7  | $\frac{1}{723}$                    |
| Cheviot           | 10.2~12.7 | $\frac{1}{681}$                    |
| Herwick           | 10.2~12.7 | $\frac{1}{525}$                    |

## (4) 金屬鹽等之作用

中性之金屬鹽類對羊毛質地無重大影響，如羊毛與NaCl、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、KCl、MgSO<sub>4</sub> 等共同煮沸，全無反應。又如與CaCO<sub>3</sub>、MgCl<sub>2</sub>等共同長時間煮沸，只不過變黃而已。羊毛染色時，雖以Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>為助劑。但用量在 5%以上時，則使羊毛之手觸感不佳，而與酸共存時，可稍防止。

## (5) 氧化劑之作用

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、KMnO<sub>4</sub>、K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>等氧化劑對羊毛之影響，雖因其濃度、溫度、pH之不同而異，但皆能使羊毛受損傷。

## (6) 還原劑之作用

還原劑對羊毛之作用為切斷其二硫基結合，並使羊毛脆化。

## (7) 鹵素之作用

Cl、Br、I 等鹵素族元素能使羊毛纖維顯著變化，手觸堅硬，光澤增加，染色速度增大。

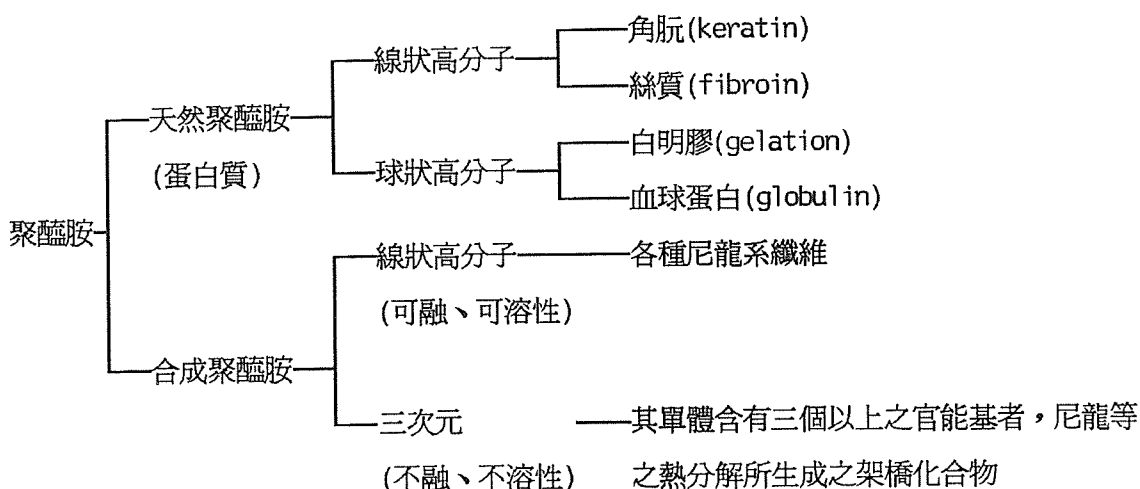
#### 2.1.4 聚醯胺纖維

##### 1. 種類

所謂聚醯胺纖維是主鍵上含有醯胺基( $-\text{CONH}-$ )之聚合物。商品名稱爲尼龍(nylon)，亦有俗稱耐隆。

在聚醯胺化合物中，有天然及人造二種：在天然者爲蛋白質，人造者爲合成聚醯胺纖維及樹脂。其構造可分類如表2.5所示。

表2.5 聚醯胺化合物分類表



據杜邦公司對尼龍所下之定義：「醯胺基( $-\text{CONH}-$ )與烴基之合成聚合物成爲線狀高分子化合物者稱爲尼龍」。

在表2.5 中，能符合此定義者，只有線狀聚醯胺一種；即爲有 $[-\text{CONH}-\text{R}-\text{CONH}-\text{R}'-\text{CONH}-]$ 構造之聚合物。

##### 2. 特性

聚醯胺纖維(尼龍)一般皆具高融點，難溶於一般有機及無機溶劑中，但可溶於熱的蟻酸以及碳酸中。因其構造單位爲對稱性而無分枝，當其融熔後引伸時，可得到強力的纖維或膜。但如使用像 $\beta$ -甲基己二酸( $\beta$ -methyladipic acid)等有分枝之單體時，則聚醯胺纖維將成爲較低融點及溶解度較大之化合物。

如在聚醯胺纖維之分子內，導入環狀之構造單位，則將使此聚醯胺纖維成爲有更高之融點，對溶劑之溶解度減少，而加工較爲困難之化合物。又導入芳香族之環狀化合物時，如爲對位換置，則融點最高，間位換置次之，而鄰位換置時爲最低。

尼龍之構造可分為Nylon mn及Nylon n兩種，如為Nylon mn 時，則偶數－偶數之結合時，融點最高；如為Nylon n，則n為奇數時，比其前後偶數之融點為高。例如Nylon 66之融點為265℃，比其前後之Nylon 55之198℃及Nylon 77之214℃高得多；而Nylon 7要比Nylon 6及Nylon 8之融點高。其有關融點之比較，可參考表2.6、2.7及圖2.1所示。

表2.6 尼龍mn之融點

| 構造單位：HN(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> NH・OC(CH <sub>2</sub> ) <sub>n-2</sub> CO |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| n \ m                                                                             | 3   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 18  | 20  |  |
| 2                                                                                 |     |     | 297 |     |     |     | 276 |     | 261 |     |     |     |     |  |
| 4                                                                                 |     |     | 278 | 233 | 250 | 223 | 239 | 208 |     |     |     |     |     |  |
| 5                                                                                 | 191 | 198 | 223 | 183 | 202 | 178 | 195 | 173 |     | 176 | 178 | 167 |     |  |
| 6                                                                                 |     |     | 265 | 228 | 232 | 226 | 223 |     | 217 |     |     |     | 189 |  |
| 7                                                                                 |     |     | 250 | 214 | 230 | 201 | 208 |     |     |     |     |     |     |  |
| 8                                                                                 |     |     | 250 |     | 225 | 206 | 210 |     | 202 |     |     |     | 179 |  |
| 9                                                                                 |     |     | 230 |     |     | 165 | 179 |     |     |     |     |     |     |  |
| 10                                                                                |     |     | 236 |     | 217 |     | 203 | 175 | 191 |     |     |     | 171 |  |
| 11                                                                                |     |     |     |     |     |     | 169 |     |     |     |     |     |     |  |
| 12                                                                                |     |     | 210 |     |     |     | 173 |     |     |     |     |     |     |  |

表2.7 尼龍 n之融點

| n   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 17  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 融 點 | 340 | 265 | 259 | 215 | 225 | 175 | 197 | 176 | 187 | 180 | 150 |

尼龍之種類甚多，現在已經發明之尼龍，有數十種之多，但已經工業化並在各國大量生產者只有尼龍66、尼龍 6二種，其物化性質如表2.8及表2.9中所示。

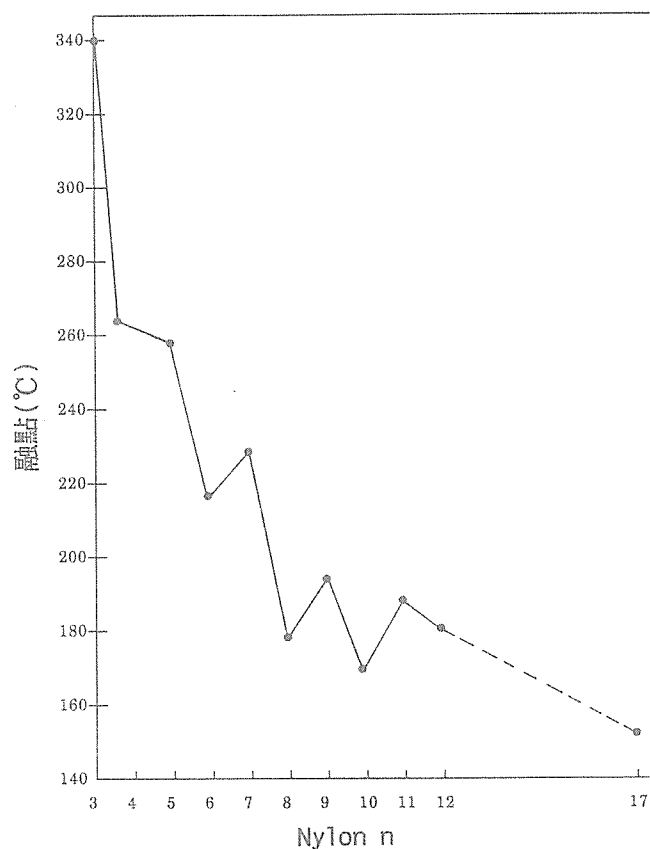


圖2.1 Nylon n 之融點

### 2.1.5 聚酯纖維

#### 1. 種類

聚酯纖維(polyester fiber, PET) 為主鏈上含有羧酸酯基—CO·OR—的聚合物。其代表物為對苯二甲酸(teraphthalic acid)與乙二醇(ethylene glycol)縮合而得之聚酯纖維。此種纖維之商品名稱在英國稱作Terylene(1947)，在美國稱Dacron(Du Pont, 1953)，在日本稱Tetoron (日本帝人, 1958)在中國稱華隆(華隆公司, 1965)，台麗稜(南亞, 1969)等，名稱雖不同，實為同一主要原料合成之聚酯纖維。因此本節分為「PET纖維」及「改質PET纖維」兩部份，加以說明。

表2.8 尼龍66之物化性質

| 項 次      | (普通)                                                                               | (強力)    | 短纖維     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| 強度(g/D)  |                                                                                    |         |         |
| —乾燥時     | 4.5~5.8                                                                            | 6.0~9.5 | 4.0~7.2 |
| —濕潤時     | 4.1~5.2                                                                            | 5.2~8.0 | 3.6~6.2 |
| 伸度(%)    |                                                                                    |         |         |
| —乾燥時     | 26~32                                                                              | 16~26   | 18~40   |
| —濕潤時     | 30~38                                                                              | 18~32   | 20~46   |
| 彈性回復(%)  | 100                                                                                | (4%伸長)  |         |
| 剛軟度(g/D) | 18                                                                                 | 35~48   | 10~45   |
| 比重       | 1.14                                                                               |         |         |
| 水分率(%)   | 4.5                                                                                |         |         |
| 耐熱性      |                                                                                    |         |         |
| —軟化點(°C) | 230                                                                                |         |         |
| —融熔點(°C) | 248~260                                                                            |         |         |
| 可燃性      | 徐徐融熔，無火焰                                                                           |         |         |
| 耐酸性      |                                                                                    |         |         |
| —強酸      | 部分分解                                                                               |         |         |
| —弱酸      | 無變化                                                                                |         |         |
| 耐鹼性      |                                                                                    |         |         |
| —強鹼      | 良好，有抵抗力                                                                            |         |         |
| —弱鹼      | 良好，有抵抗力                                                                            |         |         |
| 耐氧化劑     | 通常有抵抗力                                                                             |         |         |
| 耐有機溶劑    | 通常有抵抗力（但被90%蟻酸分解）                                                                  |         |         |
| 耐光性      | 長時間曝露時失去強度                                                                         |         |         |
| 電氣性質     |                                                                                    |         |         |
| —抵抗性     | 18%R.H. $4 \times 10^{14} \Omega \text{cm}$<br>濕潤 $5 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ |         |         |
| —誘電係數    | 1,000c/s<br>18%R.H. 5.0 (22°C)                                                     |         |         |
| 染色性      | 分散染料、酸性染料及直接染料之一部分能染色                                                              |         |         |

表2.9 尼龍 6 之物化性質

| 項 次       | 普通                                                                       | 強力      | 短纖維     |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| 強度 (g/D)  |                                                                          |         |         |
| —乾燥時      | 4.2~5.8                                                                  | 6.8~8.7 | 3.8~5.5 |
| —濕潤時      | 4.0~5.3                                                                  | 5.4~7.6 | 3.4~5.0 |
| 伸度 (%)    |                                                                          |         |         |
| —乾燥時      | 24~40                                                                    | 16~17.5 | 37~46   |
| —濕潤時      | 28~43                                                                    | 18~24   | 42~50   |
| 彈性回復 (%)  | 100(4%伸長)                                                                |         |         |
| 剛軟度 (g/D) | 23                                                                       | 48      | 17~20   |
| 比重        | 1.14                                                                     |         |         |
| 水分率 (%)   | 4.0~5.0                                                                  |         |         |
| 耐熱性       |                                                                          |         |         |
| —變黃       | 150°C, 5hr                                                               |         |         |
| —軟化點 (°C) | 180°C                                                                    |         |         |
| —融熔點 (°C) | 215~220°C                                                                |         |         |
| 可燃性       | 一面融溶，一面燃燒，但並不顯著延燒                                                        |         |         |
| 耐酸性       |                                                                          |         |         |
| —強酸       | 對強酸抵抗力甚弱，遇濃蟻酸即起分解，遇濃硫酸、濃鹽酸、濃硝酸時一部分起分解，繼而溶解有抵抗力，遇 7%鹽酸、20%硫酸、10%硝酸時，其強度不變 |         |         |
| —弱酸       |                                                                          |         |         |
| 耐鹼性       |                                                                          |         |         |
| —強鹼       | 有抵抗力                                                                     |         |         |
| —弱鹼       | 有抵抗力，遇50%NaOH溶液、28%氨水溶液時，其強度不變                                           |         |         |
| 耐酸化劑      | 有抵抗力                                                                     |         |         |
| 耐有機溶劑     | 通常有抵抗力，但可被90%蟻酸分解                                                        |         |         |
| 耐光性       | 長時間曝露時，失去強度，有時稍變黃                                                        |         |         |
| 電氣性質      |                                                                          |         |         |
| —抵抗力      | 18%R.H. $4 \times 10^{14} \Omega \text{cm}$ 有抵抗力                         |         |         |
| —誘電係數     | 濕潤 $5 \times 10^{10} \Omega \text{cm}$ 有抵抗力                              |         |         |
| 染色性       | 分散染料、酸性染料及直接染料之一部分能染色                                                    |         |         |

### (1)PET纖維

PET 纖維之性質與其分子量對紡絲、引伸度等之成型加工條件有極密切之關係，其特性示於表2.10。

表2.10 PET之物理性質及機械性質

|      |                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------|
| 斷面   | 圓形                                                               |
| 比重   | 1.38~1.40(20°C)                                                  |
| 比熱   | 0.32 cal/g/°C                                                    |
| 融熔潛熱 | 11~16 cal/g                                                      |
| 熱傳導度 | $2 \times 10^{-4}$ cal/sec-cm-°C                                 |
| 軟化溫度 | 250°C                                                            |
| 黏著溫度 | 230~240°C                                                        |
| 吸濕性  | 0.4% (65%R.H., 25°C)                                             |
| 電絕緣性 | 極優                                                               |
| 沸水收縮 | 長纖維 7%，短纖維 0%                                                    |
| 膨脹率  | $1.6 \times 10^{-4}$ (60°C以下)<br>$3.7 \times 10^{-4}$ (90~190°C) |
| 屈折率  | 平行1.72(20°C)<br>直角1.54(20°C)                                     |
| 複屈折率 | 0.18                                                             |
| 強度   | 2.0~9.5g/D(因製造條件而不同)                                             |
| 引伸度  | 8~80%(因製造條件而不同)                                                  |
| 楊氏係數 | 300~1,800kg/mm(因製造條件而不同)                                         |
| 耐熱性  | 優良                                                               |

PET之性質與羊毛相似，故易與羊毛嫆縈及棉等混紡。此為PET最主要特性之一。又PET 無論在潮濕及乾燥時，對皺及撓曲之抵抗力均大，又吸水率極低，故極易乾燥。其引伸度僅次於尼龍，且在潮濕時，其引伸度毫不降低。又在熱定型後，非常安定，雖經洗滌摩擦，絕不變形。至於其具有優良之耐熱性，更非其他纖維所能企及。

### (2)改質PET 纖維

聚酯纖維因有優良之性能，不論作為衣料或工業上之用途，均極為廣泛。但因有多種多樣之用途，故常有改善其性能之需求。現在各製造業者均傾



其全力於改善性能，以增進聚酯纖維之染色性，毛團脫落性及對棉纖維之混紡性，以擴展用途及銷路。改善聚酯纖維性能之方法不外下列三種：

- 除PET 主要成份之對苯二甲酸及乙二醇外，添加其他成份之聚合法。
- 紡絲條件之變更，及纖維之藥品後處理法。
- 開發與PET 之構造完全不同之聚酯纖維法。

## 2. 特性

除上述PET 外，尚有其他聚酯纖維，如哥德盧聚酯纖維、聚酯醚纖維等，其共同之物化特性如表2.11所示。

表2.11 聚酯纖維(Tetoron)之物化特性

| 項次         | 普通                              | 強力      | 短纖維     |
|------------|---------------------------------|---------|---------|
| 強度(g/D)    |                                 |         |         |
| — 乾燥時      | 4.4~5.0                         | 6.3~7.8 | 3.2~4.3 |
| — 濕潤時      | 4.4~5.0                         | 6.3~7.8 | 3.2~4.3 |
| 伸度(%)      |                                 |         |         |
| — 乾燥時      | 20~25                           | 10~15   | 24~36   |
| — 濕潤時      | 20~25                           | 10~15   | 24~36   |
| 彈性回復(2%伸長) | 98                              | 100     | —       |
| 剛軟度(g/D)   | 21                              | 54~65   | 12      |
| 比重         | 1.38                            |         |         |
| 水分率(%)     | 0.4~0.8                         |         |         |
| 耐熱性        |                                 |         |         |
| — 熱時長期曝露   | 強度回復很快                          |         |         |
| — 軟化點(°C)  | 238~240°C時成棒狀                   |         |         |
| — 熔融點(°C)  | 255~260°C                       |         |         |
| 可燃性        |                                 |         |         |
| 耐酸性        |                                 |         |         |
| — 強酸       | 一面融熔，一面徐徐燃燒，無自燃性，有抵抗性，溶於96%硫酸   |         |         |
| — 弱酸       | 有抵抗性，遇35%鹽酸，75%硫酸，60%硝酸時，強度不受影響 |         |         |
| 耐鹼性        |                                 |         |         |
| — 強鹼       | 在室溫下有普通抵抗性                      |         |         |
| — 弱鹼       | 有抵抗性，遇10%苛性蘇打溶液，28%氨水，強度不變      |         |         |
| 耐酸化劑       | 有抵抗性                            |         |         |
| 耐有機溶劑      | 通常有良好抵抗性                        |         |         |
| 耐光性        | 強度降低，稍變黃；如將光線透過玻璃時，則有抵抗性        |         |         |
| 電氣性質—誘電係數  | 3.8(乾時60c/s)                    |         |         |
| 染色性        | 分散染料、酸性染料、顯色染料等均可以染色            |         |         |

## 2.1.6 聚丙烯腈纖維

### 1. 種類

聚丙烯腈纖維為高融點聚合物，例如奧隆(Orlon)之融點為238~249℃，其他聚丙烯腈纖維之融點約在240℃左右，故加熱至融點時容易變質，不能熔融紡絲，一般均採用溶液紡絲法。西元1948年，美國杜邦公司(Du Pont)之G.H. Iatham氏發現二甲基甲醯胺為聚丙烯腈之最佳溶液，至1950年杜邦公司即開始大量生產，命名為奧隆(Orlon)。因丙烯腈之單獨聚合物為難染性，故除奧隆及極少數之商品外，現在市場上出售之聚丙烯腈纖維皆為共聚合物(copolymer)。如維尼隆N(vynlon N)及壓克力隆(acrilan)等均為丙烯腈之共聚合物，例如維尼隆N為丙烯腈與醋酸乙烯酯，壓克力隆為丙烯腈與苯乙烯之共聚合纖維。共聚合之意義在於改進染色性、溶質性質及光澤等，但各廠對所使用之共聚合原料均極端保守秘密，不作明確之說明。美國之製造廠商將丙烯腈纖維依其含量分類，凡丙烯腈含量達85%時稱為聚丙烯腈纖維(acrylic fiber)，而含量在35~85%之間者稱為改質聚丙烯腈纖維(modacrylic fiber)。表2.12為製造業者對丙烯腈之分類表。

表2.12 聚丙烯腈纖維之分類

| 學術上分類    | Acrylic                                | Acrylic                            | Modacrylic                                  |
|----------|----------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| 商業上分類    | I                                      | II                                 | III                                         |
| 丙烯腈含量(%) | 95~100                                 | 85~95                              | 35~85                                       |
| 商品名稱     | 奧隆、開司米隆、<br>都拉隆(dral'on)<br>、麗隆(redon) | 毛麗絨、愛絲隆、<br>壓克麗隆、克麗絲<br>隆(creslan) | 嘉尼嘉隆(kanekalon)<br>丹尼(dyne1)、<br>維麗爾(verel) |

### 2. 特性

表2.13 為聚丙烯腈之單一聚合物奧龍(Orlon)之物化特性。

表2.13 聚丙烯腈纖維奧隆之物化特性

|            |                      |
|------------|----------------------|
| 強度 (g/D)   |                      |
| — 乾燥時      | 2.2~2.6              |
| — 濕潤時      | 1.8~2.1              |
| 伸度 (%)     |                      |
| — 乾燥時      | 24~28                |
| — 濕潤時      | 28~34                |
| 彈性回復 (%)   | 98 (2% 伸長)           |
|            | 75 (8% 伸長)           |
| 剛軟度 (g/D)  | 10                   |
| 比重         | 1.16                 |
| 水分率 (%)    | 1.5                  |
| 耐熱性        |                      |
| — 熱時長期曝露   | 強力之回復良好              |
| — 軟化點 (°C) | 150°C以上              |
| — 融點 (°C)  | 238~249°C成棒狀         |
| 可燃性        | 大致與棉相同               |
| 耐酸性        |                      |
| — 強酸       | 有抵抗性(溶於96%之硫酸)       |
| — 弱酸       | 有抵抗性                 |
| 耐鹼性        |                      |
| — 強鹼       | 在沸點時耐鹼性降低            |
| — 弱鹼       | 有抵抗性                 |
| 耐有機溶劑      | 有抵抗性                 |
| 耐光性        | 有抵抗性                 |
| 電氣性質—誘電係數  | 6.5(乾時60c/s)         |
| 染色性        | 分散染料、陽離子染料及酸性染料等均可染色 |

## 2.2 染整製程

染整製程一般可概分為染前處理（準備工程）、印染過程（含染色或印花工程）及染後處理（整理加工）三大部份，染前處理之主要目的在去除纖維上之雜質，以免影響染色或印花工程，而染後處理之主要目的則在增加纖維之使用性或為某種特殊用途所做之特殊加工，如防火、防水、透氣等。因染整之製程及藥劑之使用主要係依纖維之種類區分，故本節即依主要纖維種類，棉、毛、人造纖維及混紡纖維等分別敘述。染整工廠之主要製程及廢水中之污染物如圖2.2 所示。

廢水主要成分

主 要 製 程

主要添加藥劑

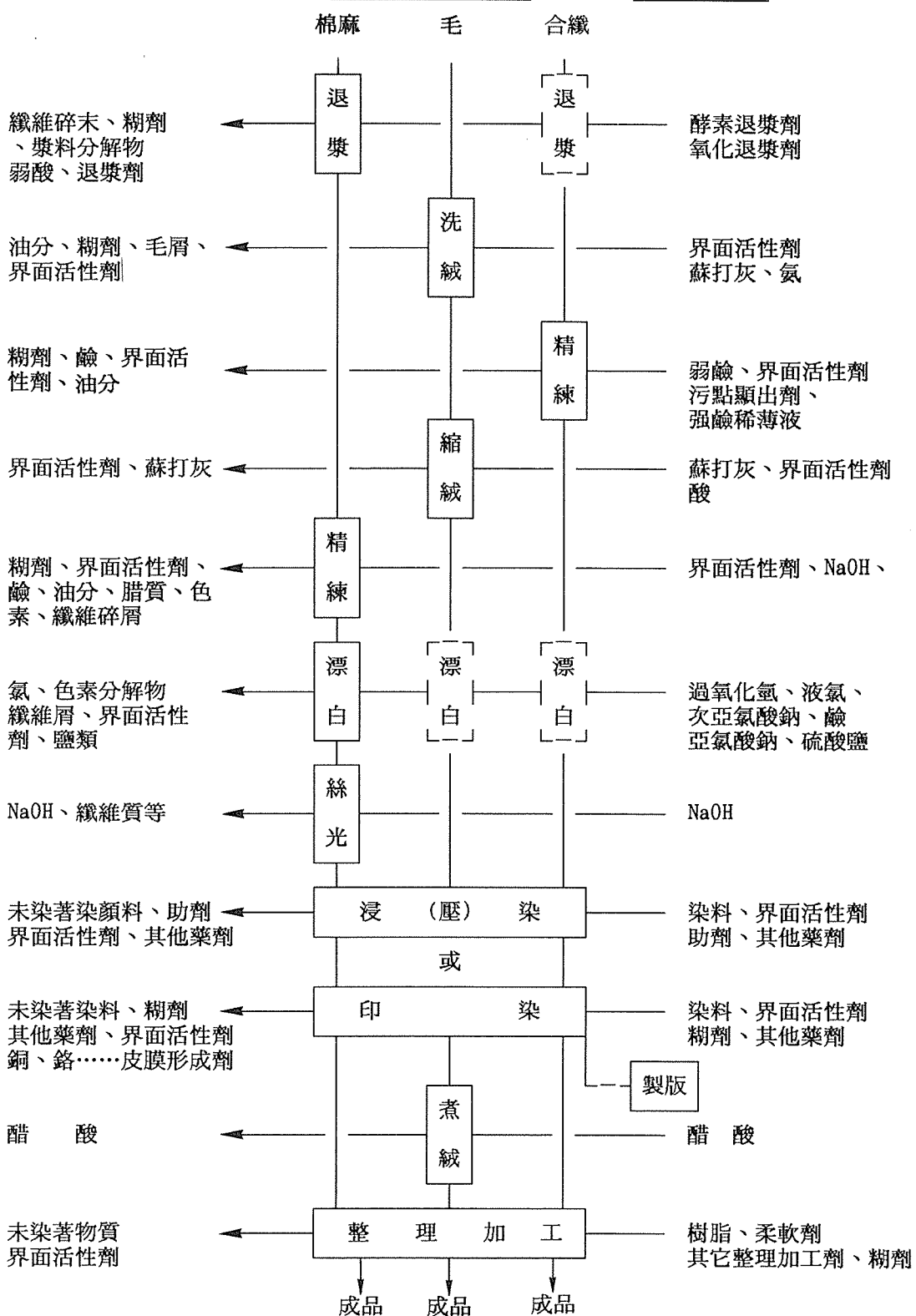


圖2.2 染整工廠之主要製程及廢水中之污染物

### 2.2.1 棉之染整製程

棉屬天然纖維，一般胚布上含有天然雜質及紡織過程所添加之物質必須於染色前予以去除，而其適用之染料種類亦頗多，加上各種後處理使棉纖維之染整加工幾乎包含了所有各種染整工程，故本文在製程介紹上將棉纖維做較詳細地介紹，此後各章節類似部份則稍做刪減，以免贅言過多。

棉布之染整製程如圖2.3 所示，由圖可知，廢水之發生源，主要為退漿、精練、絲光、漂白、染色等步驟、以下將就各主要污染源加以探討。

#### 1. 退漿

棉布織造時須在經紗上浸以漿料，使紗上之短纖貼伏，防止毛羽產生，並增加經紗在織造時之強度、平滑性和柔軟性，以降低斷頭率，提高製造效率。棉織物使用之漿料，係由下料之漿料及助劑所組成，其中又以澱粉為主要成份。

- 漿料：玉米、小麥、洋芋澱粉、太白粉、糊劑、合成澱粉、聚乙烯醇(PVA)、羧甲基纖維素(CMC)等。
- 助劑：甘油、牛油與石腊等柔軟平滑劑，滑石粉與陶土等增量劑，氯化鋁與五氯苯酚(PCP)等防腐劑。

這些附著在纖維上之漿料及助劑會妨礙織物之漂白或染色，形成後續工程之障礙，必須從織物上予以去除，是謂「退漿」。

退漿之方式，係利用退漿劑將不溶於水之漿料分解成水溶性之小分子，一般有酵素退漿法及氧化退漿法兩種，無論使用那一種方法，都必須注意讓漿料完全地膨潤，且讓漿料與退漿劑能完全地溶合在一起；使溶液中之退漿劑能在織物中充分作用以除去漿料。有關兩大類退漿劑分述如下：

##### (1) 酵素退漿劑

主要為麥芽澱粉酵素及細菌澱粉酵素，適用於澱粉類漿料之退漿。酵素為一種催化物，在反應中其本身不起化學變化，但在不良環境下，構造會受破壞而失去催化作用，最適宜之操作條件為pH 6.8~7.2及70℃。

##### (2) 氧化退漿劑

近來由於合成漿料如PVA 之使用增加，酵素退漿劑無法將織品經紗之漿料全部除去；必須使用氧化劑加以分解去除。如：過硫酸銨 $((\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8)$ 在90℃，弱鹼性下，只需30秒即可使PVA 分解去除；另外亞溴酸鈉 $(\text{NaBrO}_2)$ 在pH9~10時對澱粉、PVA及CMC(carboxy methyl cellulose) 等漿料，均可達到退漿之目的。此外尚兼有精練之作用，使退漿和精練同時完成，達致連續化、迅速、省時之要求。

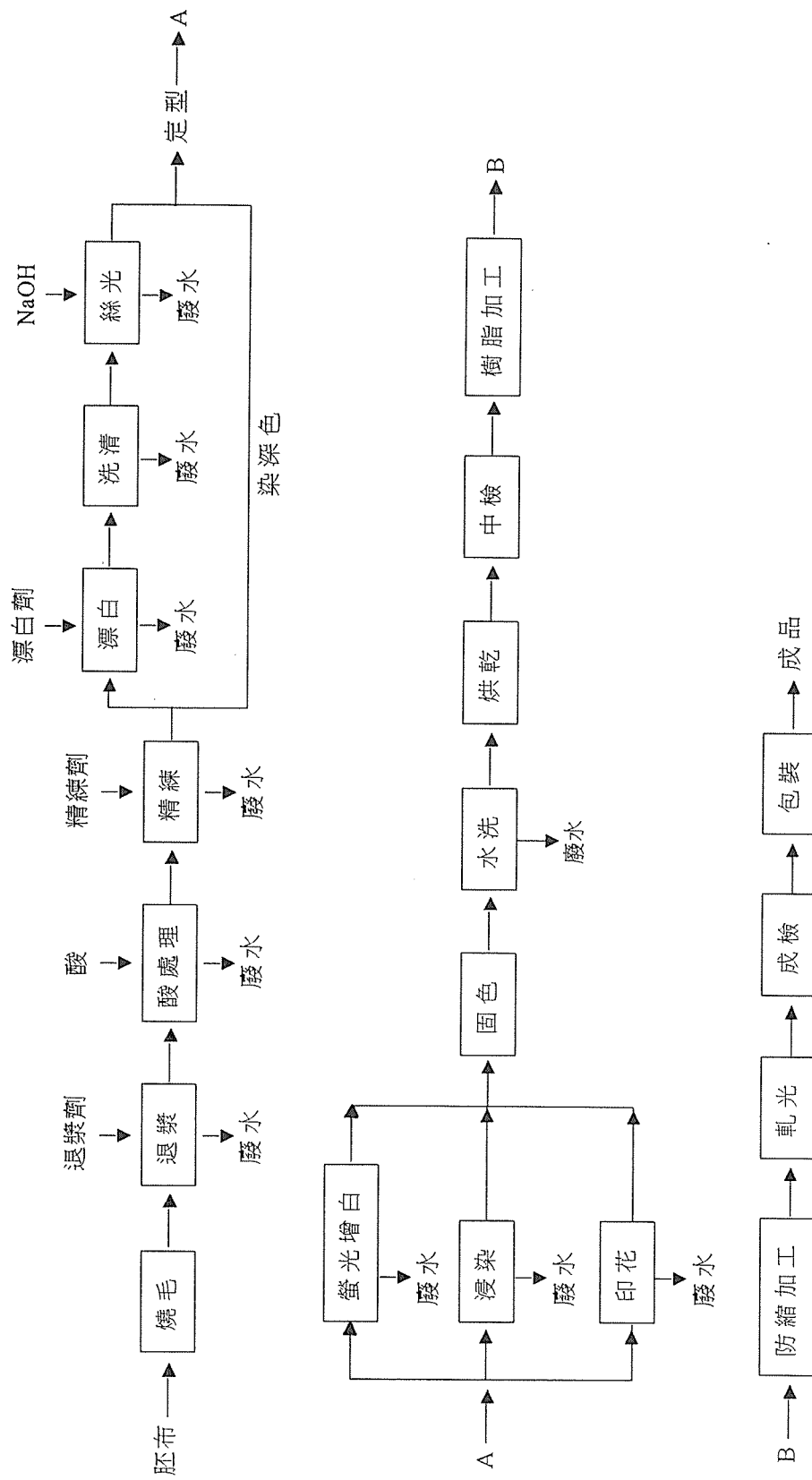


圖 2.3 棉布染整製程及污染源

由上述可知，退漿時其廢水成份以漿料分解物為主，澱粉類漿料分解後產生低分子之葡萄糖，大量消耗水中之氧，造成水質中高濃度之BOD，但合成漿料之退漿一般漿料並未分解成小分子，仍是以大分子存在，僅是轉變為水溶性，故其廢水中BOD值一般極低，但卻有高濃度之COD。目前國內漿料之使用大多為混合漿料，退漿廢水中COD之去除，已成目前染整廢水處理之重要課題。除BOD及COD外，退漿廢水亦常呈弱鹼性( $\text{pH}\approx 7.2\sim 9.0$ )，並含有大量脫落之棉絮及雜質。

## 2. 精練

除了天然纖維本身含有不純物（一次不純物）之外，於紡紗、織造等工程中，因漿料與助劑之添加或在操作中附著機械油、鐵銹、油污等亦會增加不純物（二次不純物）。這些不純物存在會影響後續工程之進行，故必須予以去除；去除漿料之工程已於前節敘述，於「退漿」後，為去除纖維所含之一次不純物及二次不純物所進行之工程，謂之「精練」。

棉纖維之耐鹼性很強，可使用高溫苛性鈉處理，苛性鈉可促使非水溶性之果膠醣轉化成水溶性之果膠酸鈉，同時也可使棉臘與脂肪質水解成水溶性物質予以去除。但一般苛性鈉的滲透性及乳化力並不很好，因此須併用陰離子界面活性劑，以促使一次或二次不純物之乳化和分散。一般精練液之組成如下：

碳酸鈉：0.5~1.0%

陰／非離子型界面活性劑：2.0~4.0／0.5~2.0 g/L

氫氧化鈉：3%／1.5~2%

(親疏平衡(HLB)以14~15為宜)

加壓釜精練時須把釜內空氣排除，避免棉纖維因空氣中之氧與鹼在高溫下生成氧化纖維而脆化，因此有時會在精練液中加入亞硫酸氫鈉( $\text{NaHSO}_3$ )或低亞硫酸鈉( $\text{NaS}_2\text{O}_4$ )等還原劑，以防止氧化發生。

綜合上述，精練廢水所含之污染物質以油劑、鹼類及界面活性劑為主，加上由棉纖維所去除之果膠質、脂肪棉臘、蛋白質以及灰分，使得廢水具較高的BOD、COD值。

## 3. 漂白

纖維所含之天然色質或沾染之色料，經過前幾道工程之處理後，有些雜質仍無法完全去除，因此必需採用氧化或還原之方法，並輔以精練，使織物具有潔白之色度，稱為漂白工程。漂白處理方式視所使用之漂白劑而定，常用的漂白劑種類及漂白法如下：

### (1) 常用漂白劑

- 氧化型漂白劑：過氧化物（如過氧化氫、過氧化鈉、過硼酸鈉、高錳酸鉀等）、氯化物（如次氯酸鹽、亞氯酸鈉、芳香族氯醌胺(aromatic chlor-

anid))。

還原型漂白劑：低亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉等。

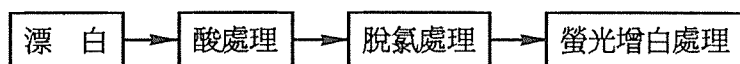
## (2)常用漂白法

### ①過氧化氫與氧化鈉漂白法

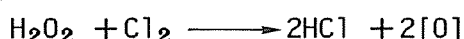
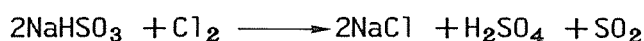
過氧化氫之用於織物漂白，係由 $H_2O_2$ 可解離成具氧化力之 $HO_2^-$  (perhydroxide ion)漂白織物；然 $H_2O_2$ 自身也會分解成 $O_2$ 及 $OH^-$ ，如此則對漂白毫無作用，造成 $H_2O_2$ 之浪費；一般而言， $H_2O_2$ 之分解會隨溫度上升而增加，鹼性中有利於 $H_2O_2$ 的活化，故 $H_2O_2$ 漂白浴之pH值控制在10.5~11.5較佳。又 $H_2O_2$ 會因鐵、鈣、鎂、銅、鈷、鎳、錳等金屬離子之存在而加速分解，故需再行添加安定劑如矽酸鈉(sodium silicate,  $Na_2SiO_3$ )或金屬離子封鎖劑如焦磷酸鈉( $Na_3P_2O_7$ )、三聚磷酸鈉( $Na_5P_3O_{10}$ )、EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid, 亞乙基二胺四乙酸)等。藉著安定劑與 $H_2O_2$ 形成錯鹽或安定劑與金屬離子形成錯鹽兩種功能來維持 $H_2O_2$ 之活性。

### ②次氯酸鹽漂白法

本法主要以次氯酸鈣(calcium hypochloride,  $Ca(OCl)_2$ )及次氯酸鈉(sodium hypochloride,  $NaClO$ )為主，其程序共分為四個步驟，分別說明如下：



- 漂白：次氯酸鹽之漂白作用是依漂白浴中發生有效氯含量之多寡來決定；市售品一般有效氯含量之重量百分比為38~39%，高純度漂白粉則為60~70%，由於次氯酸鹽之分解速率與濃度成正比，故濃度愈高漂白能力愈強，又在酸性浴中或在高溫下，織物所受到之漂白作用過於激烈，會使纖維發生脆裂，故採用次氯酸鹽作為漂白劑之操作條件應以常溫、稀薄濃度且pH值在9.5~10.5為宜。
- 酸處理：漂白後，雖經過水洗，但纖維內仍殘留部分次氯酸鹽，故添加1~2° Tw之鹽酸，在室溫下處理30~40分鐘，則可使其完全分解成氯氣，不但能促進漂白作用並可改善織物之手感及光澤。
- 脫氯處理：氯殘留於織物上會使織物變黃，影響織物品質；一般係以硫代硫酸鈉或亞硫酸氫鈉等還原劑或過氧化氫來脫氯；使用過氧化氫除可脫氯外，並可增進漂白效果。其反應式如下：





- 螢光增白：織物欲呈現白色、淺色或亮麗色，則須使用螢光增白劑，其加工條件為使用 0.05~0.5%之螢光增白劑，10~15%之無水硫酸鈉，浴比為1:20左右於常溫下處理20~30分鐘；一般常用之螢光增白劑，如 Blankophor BR、Lencophor BR、Pontamine White BR等，均為Diamino Stilbene衍生物；Uvitex Ws則為Imidazol衍生物。

#### ③亞氯酸鈉漂白法

亞氯酸鈉漂白劑能適合較廣之漂白條件（例如漂白時間，溫度以及pH值等），且不會有顯著之副作用；一般係用有機酸（如醋酸、蟻酸、草酸），無機酸（如硫酸、鹽酸、磷酸）或有機酸酯（如酒石酸乙酯）等來調整pH值在3~4之間，並以pad-steam方式施予漂白。然為防止二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )之外洩（會刺激人體皮膚或黏膜），在壓吸漂白液時，必須控制漂白液之pH值在中性或弱鹼性下，於密閉蒸熱高溫處理時，有機酸脂因受熱而水解，慢慢產生酸而使pH值下降至3~4，再進行漂白。此外，亦有使用次氯酸鈉與亞氯酸鈉混合液者，其比率為1~5:1，pH值為9~10，其結果較單獨使用次氯酸鈉者均勻且可節省30%之有效氯。

#### ④芳香族氯醯胺漂白法

芳香族氯醯胺(aromatic chloramides)須在高溫下方具有氧化作用，故一般常在練釜液中添加；其漂白可同時增加精練效果，其成分為對甲苯磺氯醯胺鈉鹽(sodium salt of P-toluene sulphochloramide, chloramine T)。

#### ⑤還原漂白法

還原漂白劑是利用其還原力使色質還原而達到脫色漂白之效果，所以漂白後織物如久置空氣中，會因緩慢氧化而使部份色質回復原來之色澤，故漂白效果並非永久性；再加上還原漂白劑潮解性強，易與空氣潮解氧化而失去其還原能力，所以在漂白工程上甚少採用。

經由上列各項處理方式可知，漂白廢水主要成份以含氯及不含氯之漂白劑為污染源之大宗，漂白處理後，含氯系列之漂白劑必須再經脫氯處理；如使亞氯酸鈉漂白，為防止二氧化氯之侵蝕，尚須加入以硝酸鹽為主成分之防蝕劑；加入作為緩衝劑的磷酸鹽及低pH值所使用的烷基芳香族磺酸系(alkyl arylsulfonic)之滲透劑。尤其在一浴之精練、漂白製程，滲透劑之使用更顯得重要。此外，若使用過氧化物漂白法，殘餘之未反應過氧化物會造成廢水中之COD，必須先使其分解。

### 4. 絲光

棉纖維完全成長後，由於細胞壁中導管束之排列，而使纖維細胞壁產生旋繞，造成纖維橫斷面生縮縐不規則之橢圓型，當棉纖維浸入濃鹼液時會發生膨

潤現象，本來扁平帶狀之斷面呈圓形化且表面平滑，光澤增強，染色性及染色速率增加。絲光加工之方法分為乾式及溼式兩種，若使用溼式加工則漂白工程後之烘乾工程可省略。絲光處理之方法為使用  $25\sim 30^{\circ}\text{Be}'$  ( $18.7\sim 23.5\%$ ) 之苛性鈉，溫度為  $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，因棉纖維對苛性鈉之吸著性較高，壓吸之後會使浸液槽中苛性鈉之濃度稍為降低，所以追加之補充液濃度要提高  $2\sim 3^{\circ}\text{Be}'$  以保持槽內苛性鈉濃度。

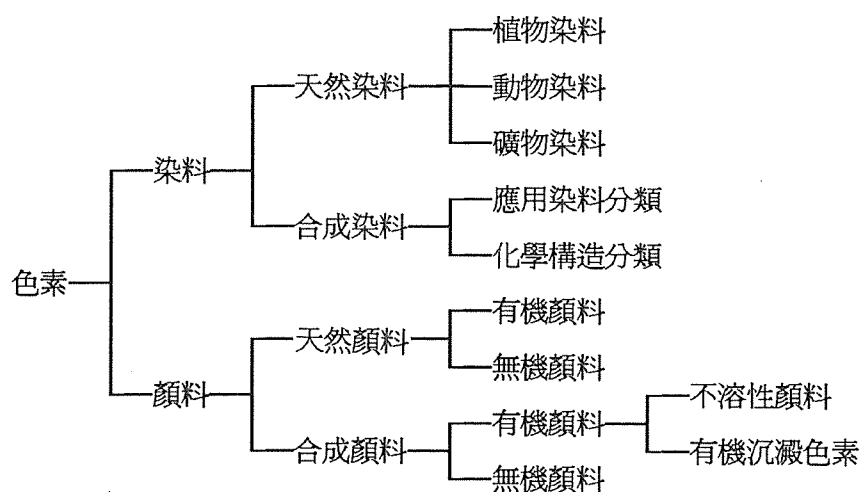
由以上可知，絲光殘液含有大量高濃度之苛性鈉，( $\text{pH}\approx 12$ )，影響廢水水質甚鉅，且需投入大量之酸予以中和；若使用鹼液回收設備，則可減少60%之絲光殘液，不僅降低生產成本且減少廢水之處理費用，其回收方式於第四章減廢技術中有詳細說明與實例。

#### 5. 染色<sup>7,11,14</sup>

染色之目的在使纖維產生各種美觀之顏色，顏色之來源即為染料。因為染色排水中含有纖維未吸收之染料，不但造成染整廢水之多彩顏色，也為其COD之部份來源，故在本節討論染色工程及其污染情形之前，對於染料化學有先瞭解之必要。

染料為色素之一種，根據定義，所謂色素乃指對可見光線具有強大選擇性吸收而呈現其餘色之物質，此類物質主要有染料與顏料兩大系統，兩類均有無機及有機之分，其間之區別及分類如下：

- 染料：能為纖維吸收而不易褪色之色素。
- 顏料：非水溶性之色素。



染料有天然染料與合成染料之分，於早期人類便自天然動、植物或礦物中萃取染料予以利用，例如：靛藍(indigos) 即為人類常用之植物染料、泰爾紫(tyrian purple)則為取自貝殼類分泌物，茜草色素(洋紅, alizarin)為茜草根之萃取物。西元1856年英人亨利威廉姆柏肯(H.W.Perkin)，自煤焦油(coal tar)製造出第一個合成染料Mauve (鹽基紫)後，合成染料之研究發展製造一日千里，挾其價格便宜、顏色種類繁多之優勢，目前合成染料(synthetic dyes)幾已完全替代天然染料了。

有機合成染料化學構造，分為助色團(auxochrome)及色原體(chromogen)兩大主要部份，色原體則係由發色基及不飽和有機環狀化合物(芳香族化合物)所組成。因芳香族化合物能吸收可見光波區或接近該區之光波，如芳香族化合物之核碳原子直接連接某些根團，則使生成之化合物對可見光波做選擇性地吸收、反射或傳送而令接受照射之物顯出顏色。主要之發色基如下：

|       |                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 亞 硝 基 | $-\text{N}=\text{O}$ Nitroso group                                                       |
| 硝 基   | $-\text{NO}_2$ Nitro group                                                               |
| 羰 基   | $=\text{C}=\text{O}$ Carbonyl group                                                      |
| 亞 氮 基 | $=\text{C}=\text{NH}$ Imino group                                                        |
| 雙 酮 基 | $\begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \text{C}=\text{O} \end{array}$ Diketonic group    |
| 乙 烯 基 | $=\text{C}=\text{C}=$ Ethylene group                                                     |
| 不飽和酮基 | $-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{O}$ Unsaturated ketonic group                         |
| 硫 羰 基 | $=\text{C}=\text{S}, \equiv\text{C}-\text{S}-\text{S}-\text{C}\equiv$ Thiocarbonyl group |
| 偶 氮 基 | $-\text{N}=\text{N}-$ Azo group                                                          |
| 氧化偶氮基 | $\begin{array}{c} -\text{N}=\text{N}- \\    \\ \text{O} \end{array}$ Azoxy group         |

發色基與苯、萘、蒽、酮等芳香族環狀不飽和化合物構成色原體，再與助色團結合而成染料分子，主要之助色團如下：

|     |                     |                  |
|-----|---------------------|------------------|
| 羥基  | - OH                | Hydroxyl Group   |
| 胺基  | - NH <sub>2</sub>   | Amino Group      |
| 氫硫基 | - SH                | Sulfhydryl Group |
| 甲氧基 | - OCH <sub>3</sub>  | Methoxy Group    |
| 羧基  | - COOH              | Carboxyl Group   |
| 磺酸基 | - SO <sub>3</sub> H | Sulfo Group      |

有機合成染料製造時以苯、甲苯、二甲苯、酚、甲酚、吡啶、萘、蒽等芳香族烴為母體，經無機及有機藥品作用而合成，因其芳香族烴早期均來自煤焦 (coal tar)，故亦稱煤焦染料，但現已可自石油化學工業產品獲得。至於無機原料則有酸、鹼、鹽類、氯化物、硫化物、鋅、鐵、鋁、銅、鉻等金屬及其鹽類。

染料之合成除以上原料外，尚須染料中間物，此等物質包括：

|       |                    |
|-------|--------------------|
| 硝基化合物 | Nitro Compound     |
| 磺酸類   | Sulfonate Compound |
| 鹵化物   | Halide Compound    |
| 胺基類   | Amino Compound     |
| 羥基類   | Hydroxyl Compound  |
| 羧基類   | Carboxyl Compound  |

染料之用途甚廣，但以使用於紡織工業為大宗，約佔總量之75%，以下乃將應用上常見之各大類染料分別概略說明：

#### (1) 鹽基性染料

因染料溶於水解離成染料陽離子，又稱為陽離子性染料，自聚丙烯腈纖維（壓克力）發明且用作紡織原料，鹽基性染料是唯一最適用之染料，故亦稱壓克力染料，大多具有毒性。

#### (2) 酸性染料

酸性染料之名稱，既表示出染料使用酸浴染色之特性，亦顯示染料之化學構造具磺酸基（-SO<sub>3</sub>H）而呈陰離子之含義。溶解性良好，毒性小，應用於羊毛、蠶絲等動物纖維、聚醯胺纖維（尼龍）之染色，食品工業亦有應用，台灣之羊毛、尼龍染整廠大多使用此類染料。

### (3) 金屬複合染料

含有鉻，故有毒性，金屬與染料之結合有「染料—鉻」及「染料—鉻—染料」等型態，應用於羊毛及尼龍染色。

### (4) 酸性鉻媒染料

此類染料其直接固著力極弱，必須藉媒染劑（鉻）之助方能顯示染著固牢之性能，含有 $-SO_3H$ 或 $-COOH$ 官能基，因含有重鉻酸根，故有毒性，一般應用於羊毛纖維及皮革之染色，其色之堅牢度為毛系染料之冠。

### (5) 靛染料

由其化學構造可分為靛藍(indigo)系以及蒽醌(anthraquinone)系等。不直接溶於水，須經還原溶於鹼性液，應用於棉及混紡纖維之染色，染後不易褪色，廢水不易氧化，為堅牢度最佳之棉類纖維用染料。

### (6) 硫化染料

硫化染料經還原而溶解，然後為棉類纖維吸收再氧化顯色，其成份含有硫，吸收率低，染後不易褪色，但易造成污染問題。因其價格低廉，故仍多用於棉、人造棉及造紙方面之染色。

### (7) 萘酚染料

一稱不溶性偶氮染料，此類染料因顯色液槽用冰降溫而俗稱冰染料，由兩化合物相合而成不溶性染料，用於棉布燈心絨或蠶絲，過去台灣較常用，現已很少使用。

### (8) 分散性染料

不溶於水，不易分解及氧化，吸收率低，但為聚酯纖維（特多龍）唯一染色之染料，少數用於奧龍、尼龍之染色，其染色為吸附作用，和一般水溶性染料不同，分散性染料依化學構造，可分為硝基系、偶氮系及蒽醌系等分散性染料。

### (9) 直接染料

易分解、牢靠度差、毒性小、價格低廉，能染許多纖維，但較適用於棉及蠶絲纖維。

### (10) 反應性染料

染料分子與纖維反應，形成共價結合而固著，依其化學構造可分為偶氮系及蒽醌系反應性染料，具有酸性反應者，牢靠度大，但吸收率小於30%，應用於棉及混紡纖維，亦可染蠶絲、羊毛等動物纖維。

### (11) 顏料

不溶於水，以非紡織應用為主，如油漆、塑膠之染色，應用於紡織物印染者謂之微粒染料，其固定於纖維織物須有粘膠劑之助力。

## (12) 螢光劑

爲無色，可吸收紫外線，發出波長較短之藍光，使紡織物顯出優異之白色，使用方法類似染料之浸染與壓染。

爲了方便讀者查考，茲將各種纖維適用之染料別整理如表2.14。將染料化學做一介紹後，接著說明棉纖維之各種染料染色法，棉係纖維素纖維，同類型者尚有亞麻、苧麻等天然纖維素及嫫縈、銅鉍嫫縈等再生纖維素纖維，於濕潤狀態下呈膨潤狀，故易使染料進入纖維內部擴散而達到染色之目的。故適用之染料種類頗多，以下就國內常用之染料分別一一介紹。

表2.14 各種纖維主要適用之染料別一覽表

| 染 料<br>纖 維 | 鹽<br>基<br>性<br>染<br>料 | 酸<br>性<br>染<br>料 | 金<br>屬<br>性<br>染<br>料 | 酸<br>性<br>鉻<br>媒<br>染<br>料 | 甕<br>染<br>料 | 硫<br>化<br>染<br>料 | 萘<br>酚<br>染<br>料 | 分<br>散<br>性<br>染<br>料 | 直<br>接<br>染<br>料 | 反<br>應<br>性<br>染<br>料 |
|------------|-----------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| 棉、麻        | ✓                     |                  |                       |                            | ✓           | ✓                | ✓                |                       | ✓                | ✓                     |
| 蠶絲、羊毛      | ✓                     | ✓                | ✓                     | ✓                          | ✓           |                  |                  |                       | ✓                | ✓                     |
| 聚醯胺(尼龍)    | ✓                     | ✓                | ✓                     |                            | ✓           | ✓                | ✓                | ✓                     | ✓                | ✓                     |
| 聚丙烯腈(亞克力)  | ✓                     |                  |                       |                            | ✓           |                  | ✓                |                       |                  |                       |
| 聚酯(特多龍)    |                       |                  |                       |                            |             |                  |                  | ✓                     |                  |                       |

## (1) 直接染料之染色

直接染料之染色方法係將溶解完全之染料及助劑添加入染浴中，再將棉纖維投入染浴中，控制其升溫速率，注意避免染斑之發生，升溫至90~98℃再持溫20~40分鐘後取出被染物，待冷卻後水洗、乾燥。

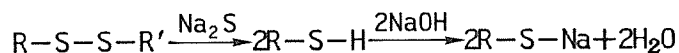
所添加之助劑包括有硫酸鈉、氯化鈉、碳酸鈉、土耳其紅油及非離子界面活性劑。

因直接染料對棉纖維的結合力僅是凡得瓦爾力(Van der Waal's force)之物理性結合，故對於水洗、洗濯之堅牢度不佳，須再施予硫酸銅、重鉻酸鉀等之後處理工程。其方法係在硫酸銅濃度1~2%或重鉻酸鉀1~2%，9° Tw醋酸2~5%之處理浴中，以浴比 1 : 20將染色物放入並緩慢升溫至50~60℃，再以此溫度狀態下處理10~20分鐘後，取出染色物並加以水洗，可增進織

物之日光、水洗及洗濯堅牢度，另亦有使用40%濃度福馬林1~3%，9° Tw醋酸1~2%，浴比 1:20~40之處理浴，再以60~70℃處理15~20分鐘後，取出染色物並予以充分之水洗，經由本法處理，可顯著增進水洗及洗濯堅牢度。

## (2) 硫化染料之染色

本系列染料化學結構中，具有很多硫之結合，且染料不溶於水，染色時須與還原劑硫化鈉混合，注入熱水使其充分溶解配製成染浴，此時硫化鈉會將染料還原成可溶於水之無色鈉鹽，其作用如下式：



此種無色鈉鹽對纖維素纖維具有親和力，可充分吸收於纖維後，再經氧化作用，則可恢復其原來不溶性之硫化染料，而達到染色之目的。因硫化染料之無色鈉鹽對纖維素纖維之染著性不大，染料之吸收量較少，故在染深色時須使用較多量之染料及藥劑。同時在染浴中添加硫酸鈉、氧化鈉等中性鹽以降低染料之溶解度，提高染料之吸著量。雖然如此，在染色後之殘浴中，仍會有大量之染料殘留，因此，可在殘液中追加適量之染料及藥劑重覆使用，以防止染料、藥劑之浪費，其補充量視實際需要而定，一般而言，染料及硫化鈉補充量各為最初用量之70~80%，碳酸鈉及硫酸鈉各為10~20%。又染色時，應注意隱色系鹽之染色不均及染浴表面上因氧化而產生之染斑，為防止染色不均，通常會在染浴中添加陰離子界面活性劑，例如添加烷基萘磺酸鹽(alkylnaphthalene sulfonate)0.2g/L，可增加染料之滲透性，以提高均染性。至於氧化顯色時，使用重鉻酸鉀10~30g/L，冰醋酸20~40g/L之溶液，於60~70℃下經10~15分鐘處理，以達到染料完全氧化之目的，然此亦是染色助劑中鉻離子之主要來源之一，會造成染液廢水之重金屬污染，需特別注意，一般應改用雙氧水或空氣氧化為宜。

## (3) 甕染料

甕染料（包括士林染料、靛藍染料）在化學構造上可分為靛藍系及蔥醌系甕染料二大類，二者在鹼之使用量及還原、染色之溫度上亦有所差異。此類染料如同硫化染料亦不溶於水，無法直接對纖維素纖維進行染色，需在鹼浴下，以低亞硫酸鈉鹽還原劑進行還原使其對纖維素具有親和力，再將纖維浸入此溶液中加以吸收，接著進行氧化作用，使其在纖維上恢復不溶性之染料特性，而達成染色之目的。本系列染料之染色法，依各染料之甕化性不同，分為普通染法，(IN method)、溫染法(IW method)及冷染法(IK method)等三種。染色時首先利用低亞硫酸鈉(sodium hydrosulfite)和氫氧化鈉將染料製成可溶性之溶液，再將棉纖維浸入此還原液後予以取出，使其氧化並

發色。在進行將此種染料還原並做成染浴時，須製成高濃度之貯藏原液，再將此液加入染浴中使用。貯藏原液之配製係將染料1kg以溫水(約60℃)100ml及氫氧化鈉77° Tw溶液2~3L充分混合均勻，再加入低亞硫酸鈉2kg之比例，予以緩慢充分攪拌而成；染色時，染浴須先加入少量之氫氧化鈉及還原劑，在還原溫度中緩慢攪拌，以消除水中之溶氧，一般在染色開始時是染著最敏感時刻，所以必須快速操作且須避免接觸空氣，防止不必要之氧化發生，以免造成染色不均之後果，或者可加入對染料具有親和性之非離子界面活性劑0.5~2.0ml/L染浴量，降低染色之初期染著速度，以獲得較佳之均染效果。

染料之使用量，淺色時採用0.5~1.0% (o.w.f.)，中色為 1.5~2.5% (o.w.f.)，深色為3~5% (o.w.f.)。此外，市售者尚有糊狀染料，其濃度為粉末染料之1/4~1/8濃度，所以使用量雖高達12.5~25%，但染料粒子細緻較粉末式者更易還原。又充分氧化後需再經水洗及稀酸來中和鹼之殘留（硫酸用量1ml/L），最後再皂洗。皂洗工程可增進染料之發色與堅牢度。

#### (4)反應性染料

隨著消費者對天然纖維喜好有顯著增加之趨勢，特別是在染深色和鮮明色之染色上，以具有技術性、經濟性之反應性染料為使用之主流。本系列之染色性依其反應基團之反應力可區分為低溫型、中溫型及高溫型反應性染料，其代表性之染料包括：二氯三氮吡系(dichlorotriazine type)、乙基磺系(vinyl sulfone type)及單氯三氮吡(monochlorotriazine type)等，在染色程序間，反應性染料可與纖維結合，也可與水反應，染料對水與對纖維之反應是競爭的，因此造成反應性染料之上色率僅及60~70%，其餘之染料30~40%被浪費掉而排入廢水中，因此，對於浸染染色之通則中，係先在中性浴或酸性浴中加入鹽類，使染料儘可能吸附在纖維上，當染料未反應或僅緩慢反應之情況下，先進行均染作用，爾後，逐次加入鹼液，使成鹼性浴完成反應固著，故將反應性染料對纖維素纖維染色所需要中性鹽之濃度為直接性染料之3~4倍之多，而且鹽類、染料和鹼之添加方式亦有好幾種，但是通常在染料加入後才加入鹽類，升溫至染色溫度60~80℃進行均染化階段，約15~30分鐘後再加入鹼，第一次添加碳酸鈉 1~3g/L，使pH達到10左右，約20~30分鐘後，再加入另一鹼性更高之氫氧化鈉，使pH值達到11，以便順利完成反應固著，達到染色目的。

在反應性染料之應用，水洗處理是必備的工程之一，同時也是影響產品品質關鍵步驟中問題較大之工程，若洗濯不足對其水洗堅牢度有深遠之影響，而其洗濯效果，因洗劑之使用、溫度、液量、pH值和洗淨浴之鹽濃度不同均會有所差異，由於這些影響因素之複雜性，使得水洗次數高達 9~12次之多，為節約用水應注意下列各點：



- 染液排出後，需除去大部份之鹽，並進行熱浴與冷浴之交替洗濯，因為鹽之存在會顯著降低洗濯效果。
- 不應將新鮮和用過的水混合起來使用，以免降低其清洗效率。
- 所需之熱浴數主要決定於色澤之深淺及染料之特性，以確保表面未固著之染料完全洗除。
- 洗浴之最佳溫度決定於染料性質，但至少其中一浴應接近沸點，停留時間則決定於織物之運轉性能、移動之速度及水洗速度而定，但最重要者還是取決於染料性質。

因此，選擇一種染料時，易洗之性質是特別重要的。在這方面可選擇使用乙基噻系之染料，其具有中等直接性，高上色率及良好擴散性能，最重要是本系列染料在活性之狀態中對纖維素纖維之直接性高，但在加水分解之狀態中則大幅降低，此為其特徵，因此，其一般流淨性(wash off)佳。

#### (5) 萘酚染料

萘酚染料之施染方式與一般染料不同，染料是由底劑及顯色劑兩成分所構成，係將此兩成份分別吸著於纖維，使其在纖維中生成不溶性偶氮色素而染色。底劑又稱偶合成分(coupling component)，係萘酚As類( $\beta$ -Naphthol)，本身不溶於水，但在氫氧化鈉水溶液中加熱之，則成水溶性。將纖維浸漬於萘酚As類之水溶液中，進行染著吸附之程序謂之打底；將已打底之纖維，再置於顯色基之重氮化液中，則在纖維中生成不溶性偶氮色素，謂之顯色，此偶氮色素因無水溶性基，故生成於纖維內部時，其水洗堅牢度高。

顯色鹽為一複雜混合物，其中頗多混有金屬鹽，會與打底留存之氫氧化鈉作用，生成氫氧化物或氧化物沉積，因此顯色後染織物需再經短暫曝氣及鹽酸液或亞硫酸鹽溶液淋洗，前者為彌補偶合作用之不完全，後者促使存在於織物之金屬氧化物或金屬氫氧化物之易於洗除，以增進光澤。

將以上敘述及其他染料之有關資料，整理如表2.15，由以上染色工程觀之，由於使用之染料性質不同，並為增進染色效果，需要加入不同之染色助劑，用為均染、緩染、促染或染料溶解、分散、浸透、乳化、固色、氧化、還原及金屬封鎖等作用，此亦是染色廢水中pH、BOD及COD之主要來源，至於染料本身，因染料使用之濃度及對纖維之吸收率不同，而在廢水中有不同程度之殘留。

#### 2.2.2 羊毛

羊毛之紡織染整業一般可依纖維形態分為原毛、毛條、毛紗及毛織物，其中原毛及毛條之處理一般歸入毛條業，其廢水中含大量羊毛脂、黏附之砂土、加入

之精練劑、合成洗劑及有機溶劑等。以下將就歸入染整業之毛紗、毛織物之染整工程做一介紹。

表2.15 棉麻染色用染料及助劑

| 染 料   | 助 劑                                       |
|-------|-------------------------------------------|
| 苯胺染料  | 苯胺鹽酸鹽、硫酸銅、黃血鹽、氯酸鈉、顏料、肥皂                   |
| 鹽基性染料 | 單寧、吐酒石、醋酸、整理油劑                            |
| 顯色染料  | 氯酸鈉、鹽酸或硫酸、顯色劑( $\beta$ -萘酚)、亞硫酸鈉、界面活性劑、肥皂 |
| 直接染料  | 碳酸鈉、食鹽、芒硝、界面活性劑                           |
| 靛藍染料  | 氯酸鈉、保險粉、柔軟劑、界面活性劑                         |
| 萘酚染料  | 氫氧化鈉、界面活性劑、醇、肥皂、蘇打灰、食鹽、鹼類                 |
| 硫化染料  | 醋酸鈉、亞硝酸鈉                                  |
| 甕 染 料 | 硫化鈉、碳酸鈉、食鹽                                |
| 可溶甕染料 | 氫氧化鈉、保險粉、界面活性劑、重鉻酸鉀、過氧化氫、過硼酸鈉             |
| 顏 料   | 食鹽、芒硝、界面活性劑、氯酸鈉、亞硝酸鈉、重鉻酸鉀                 |
| 反應染料  | 樹脂、礦油、界面活性劑、漿料                            |
|       | 氫氧化鈉、蘇打灰、芒硝、界面活性劑                         |

### 1. 毛紗

毛紗之染整製程如圖2.4所示，由圖2.4可知，廢水主要來源為精練、漂白、染色等步驟，以下就各主要污染源加以探討。

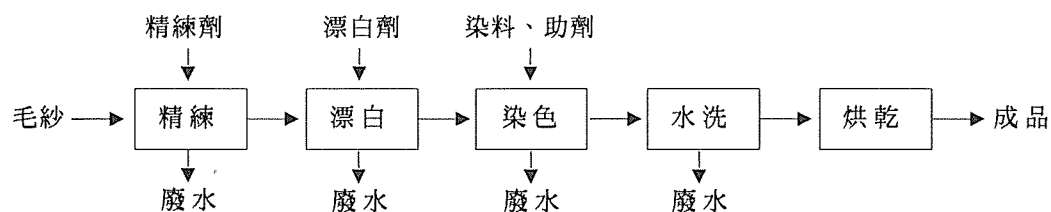


圖2.4 毛紗染整製程及污染源

- 精練：將附著之液體石蠟、不揮發性植物油、陰離子性或非離子活化劑、乳化之紡紗油及錠子油去除。

藥劑：梳毛紗0.1~1g/L界面活性劑

紡毛紗1~2g/L界面活性劑

條件：45℃下處理30~40分鐘後再予以充分水洗。

由上述可知，精練廢水中之污染物主要為毛紗之不純物，以油脂類為主，並含有精練使用之界面活性劑。

- 漂白：去除色素

藥劑：以 $H_2O_2$ 行氧化漂白或以亞硫酸氫鈉及低亞硫酸鹽進行還原漂白。

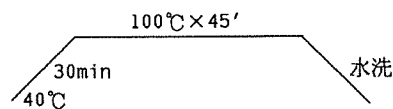
廢水中之污染物以漂白劑及鹼為主。

- 染色：

#### (1)酸性染料

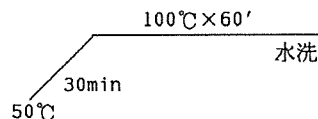
##### ①均染性—強酸性浴法 (pH：2~3)

|          |         |
|----------|---------|
| 染料       | 適量      |
| 硫酸 (95%) | 3~5%    |
| 結晶硫酸鈉    | 15%     |
| 浴比       | 1:30~50 |



##### ②半均染性—弱酸性浴法 (pH：3~4)

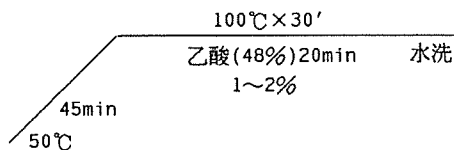
|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 染料                       | 適量      |
| 甲酸 (40%)                 | 2~4%    |
| [or 乙酸 (48%) 或 磷酸 (75%)] |         |
| 浴比                       | 1:30~50 |



##### ③不均染性—中性浴法 (pH：6~7)

鉍鹽法

|          |         |
|----------|---------|
| 染料       | 適量      |
| 乙酸鉍      | 2~5%    |
| (or 硫酸鉍) |         |
| 浴比       | 1:30~50 |



硫酸鈉法—染料、結晶硫酸鈉

#### (2)金屬錯鹽酸性染料

##### ①1:1型—[染料、硫酸]或

[染料、硫酸、非離子界面活性劑]。

##### ②1:2型—染料、乙酸鉍、乙酸 (80%)、結晶硫酸鈉、非離子或陰離子界面活性劑。

##### ③酸性媒染染料：染料、乙酸 (48%)、結晶硫酸鈉、重鉻酸鉀。

(4)反應性染料：染料、乙酸、乙酸鉍、結晶硫酸鈉。

(5)鹽基性染料：染料、乙酸。

由上述知染色廢水中之污染物主要為未被纖維吸收之染料及所添加之助劑，其種類視染料之不同而異，整理如表2.16。

## 2. 毛織物

毛織物之染整製程如圖2.5所示，由圖2.5知，主要污染來源為洗污、洗絨、炭化、縮絨及漂白、染色，其中染色工程和前節類似不再贅述，其他說明如下：

表2.16 羊毛用染料及助劑

| 染料            | 助劑                         |
|---------------|----------------------------|
| 酸性染料          | 硫酸、醋酸、芒硝、醋酸鉍、磷酸鉍、硫酸鉍、界面活性劑 |
| 1:1 型金屬複合酸性染料 | 硫酸、醋酸鈉、界面活性劑               |
| 1:2 型金屬複合酸性染料 | 硫酸鉍、芒硝、界面活性劑               |
| 酸性媒染染料        | 重鉻酸鈉、醋酸、芒硝、界面活性劑           |

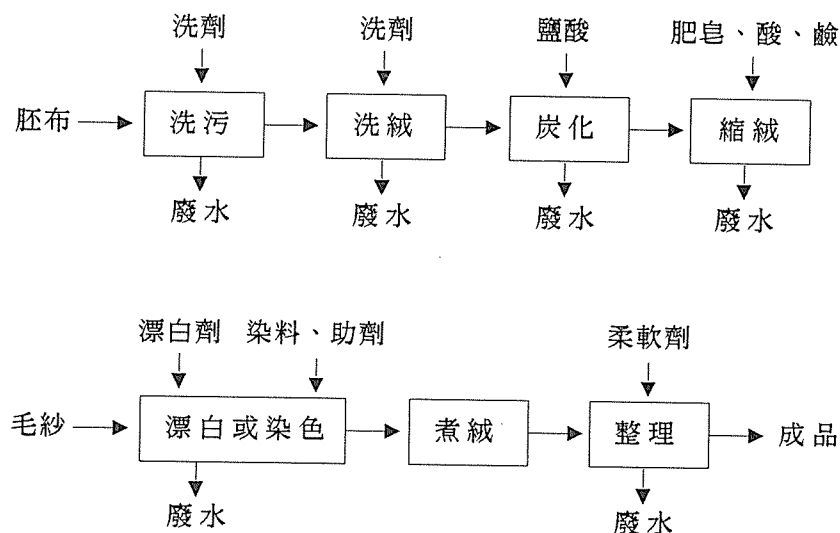


圖2.5 毛織物染整製程及污染源

1. 洗污：去除在織造過程中所污染之油污、鐵銹等。

藥劑：油污—用肥皂或含有 $C_{12} \sim C_{18}$ 之混合脂肪酸鈉鹽處理之。

鐵銹—用草酸溫液處理之。

2. 洗絨：去除油類、漿料、機械油、毛屑。

藥劑：洗劑（肥皂、蘇打灰、氨水、合成洗劑）或弱鹼。

條件：

(1) 溫水洗在 $45^{\circ}\text{C}$ 下處理10~30分鐘後排水，再以冷水洗之。

(2) 洗絨：碳酸鈉2~6%，陰離子界面活性劑2%，在 $45^{\circ}\text{C}$ 下處理20~40分鐘。

(3) 水洗：在 $45^{\circ}\text{C}$ 下處理20~40分鐘及冷水處理20~30分鐘。

3. 漂白：去除黃色素。

藥劑：以 $\text{H}_2\text{O}_2$ 氧化漂白或用亞硫酸氫鈉或低亞硫酸鹽進行還原漂白。

條件：

(1) 過氧化氫(35%)：15~20g/L

焦磷酸鈉：1~2g/L

氨水(25%)：0.5~15g/L

pH：9~9.5

浴量：1:20

（在 $45 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 處理6~12小時；在室溫下過夜，或在 $50 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 下處理2~4小時，再水洗之）。

(2) 亞硫酸氫鈉 $2^{\circ}\text{Be}'$ 室溫下浸漬3hr後水洗。

(3) 草酸2%在 $40^{\circ}\text{C}$ 下處理20分鐘。

(4) 通過 $80^{\circ}\text{C}$ 熱水，施行二氧化硫脫臭並水洗之。

(5) 螢光增白劑0.2~0.5%在 $40 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 下處理30~60分鐘。

4. 炭化：去除植物性纖維。

藥劑：以無機酸或其鹽類等施行炭化。

條件：

(1) 酸處理：稀 $\text{H}_2\text{SO}_4$  5~6  $\text{Be}'$ （薄織物 $1.5^{\circ}\text{Be}'$ ）處理30分鐘。

(2) 在 $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 下乾燥1hr或 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ，1hr（視織物而定）。

(3) 打絨—縮絨機中搓揉15~20分鐘。

(4) 中和

• 水洗：20~30分鐘，使酸濃度降至3%以下。

• 鹼處理：碳酸鈉2.5%，20~30分鐘。

• 水洗：20~30分鐘

5. 縮絨：使纖維互相黏合。

藥劑：肥皂、稀酸（稀硫酸、醋酸）、鹼劑（碳酸鈉）。

各步驟之主要污染情況有：pH值高（呈鹼性）、溫度高、羊毛脂、砂土、紡紗油、界面活性劑、落毛與纖維屑（懸浮固體物）、高BOD與COD以及產生泡沫等。另外染色後之整理加工污染物則有：樹脂、柔軟劑、糊劑及其他整理加工劑等。

### 2.2.3 合成纖維

合成纖維為人造纖維不含天然雜質，係純化學化合物所組成，但在製造抽絲過程通常會加入靜電防止劑、平滑劑、柔軟劑等油劑，此類添加物在前處理工程被洗出而排入廢液中，另外在合成過程存在之低分子量聚合體，在染色過程之高溫下亦會被析出。例如聚酯纖維之寡聚合物(oligomer)，此為纖維本質上與天然纖維之不同處，目前最主要之人造纖維包括嫘縈、銅鉍嫘縈、聚酯纖維、醋酸纖維、聚醯胺纖維、聚乙烯醇纖維(vinylon)、聚丙烯腈纖維、聚氯乙烯纖維(polyvinyl chloride)、聚偏二氯乙烯(polyvinylidene chloride)、聚丙烯纖維(polypropylene)、聚胺基甲酸乙酯纖維(polyurethane spandex)等，其中嫘縈與銅鉍嫘縈係再生纖維素纖維，可參照前述棉之部分。本文僅就三大合纖聚醯胺纖維（俗稱耐龍或尼龍）、聚丙烯腈（俗稱壓克力纖維或奧龍）、聚酯纖維（俗稱達克龍或特多龍）說明如下：

#### 1. 聚醯胺纖維（尼龍）

聚醯胺纖維之染整製程如圖2.6，由流程圖知主要污染來自退漿、精練、漂白、螢光增白及染色等步驟，分述如下：

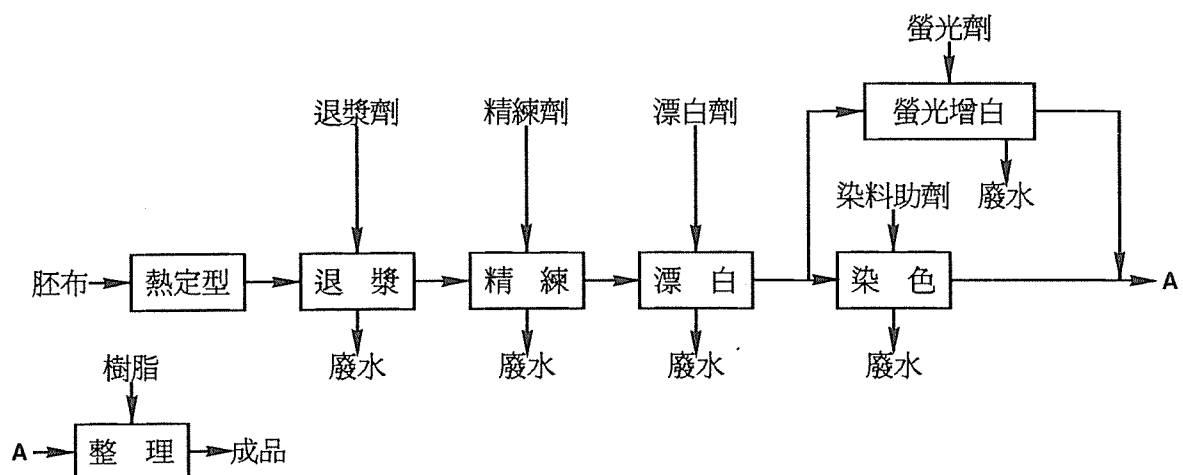


圖2.6 聚醯胺纖維染整製程及污染源

#### (1)熱定型

尼龍(nylon) 具熱定性，故在加工前，為防止縐折發生及良好尺寸安定性，一般先行熱定型，其目的在除去殘留收縮及提高防縐性，本步驟為物理性處理，故污染性低。

#### (2)退漿

尼龍織物使用之漿料多屬合成漿料，如聚乙烯醇系、乙酸乙烯酯系、丙烯酸系等。如無預先定型者以70℃熱水洗即可退漿，但經熱定型或長時間放置會使合成漿料結晶化，導至退漿困難，須在洗劑中添加鹼液(pH=10~11)或提高溫度處理。混紡織品使用澱粉系糊料，則須採用酵素退漿法。

#### (3)精練

其目的是除去紡絲油劑、靜電防止劑、糊劑及污物，常須添加鹼劑如碳酸鈉、焦磷酸鈉，以增加洗淨效果，故可與退漿工程同浴處理。若與羊毛之混紡織物，因羊毛耐鹼性弱，僅添加馬賽皂或高級醇硫酸酯2~3g/L，烷基酚系非離子界面活性劑1~2g/L，於70~90℃溫度下處理20~30分鐘即可。

#### (4)漂白

尼龍無須特別漂白，除非要染鮮明色澤、淺系列色彩或因熱定型溫度太高而變黃之織物，可經漂白處理。適用之漂白劑有亞氯酸鈉、過氧化氫等氧化劑以及低亞硫酸氫鈉等還原劑。

#### (5)螢光增白

選用耐鹼性、耐氧化性之螢光增白劑可與氧化漂白劑併用。

[例] 以25%NaClO<sub>2</sub> 2~3g/L，poly phosphate 1~2g/L，螢光增白劑0.5~1.0% (o.w.f)，pH=3.5~4.0，90~95℃，經30~60分鐘處理後脫氯。

#### (6)染色

聚醯胺纖維以Nylon 6及Nylon66為代表，主要化學構造係線狀分子鏈中具有多數醯胺基—NHCO—，各分子末端具有羧基(—COOH)及胺基(—NH<sub>2</sub>—)，與染料結合之官能基和天然蛋白質纖維完全相同，但其主鏈中之—CH<sub>2</sub>—基較蛋白質纖維長而賦予聚醯胺纖維某種程度之疏水性。由於尼龍與染料之結合基—末端胺基之量約只為羊毛之1/10，故其均染性較羊毛為差，易引起阻染(blocking)現象，無法獲致深色。一般聚醯胺纖維之染色，以酸性染料、金屬複合酸性染料、分散性染料最為常用，亦有使用酸性媒染染料、直接染料及反應性染料。

##### ①酸性染料

與羊毛染色相似，同樣地依染料之性質調整染浴pH值進行染色。

- 酸性浴染色—均染型酸性染料

- 弱酸性浴染色—半均染型酸性染料

- 中性浴染色—不均染型酸性染料

## ②金屬複合酸性染料

- 1:1型金屬複合酸性染料—以酸性浴染色，水洗時以乙酸钠中和之，然後再水洗。

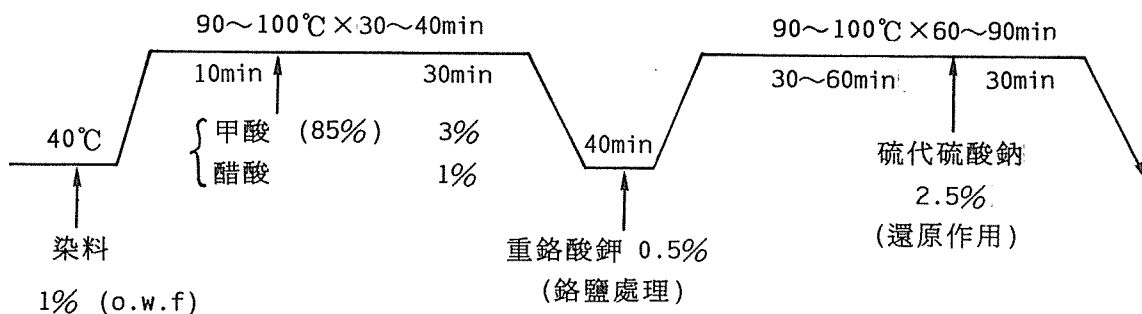
- 1:2型金屬複合酸性染料—對尼龍的飽和染著量大，但初期染著大，擴散速度小，故以中性浴染色，堅牢度良好，適於染深色。

## ③分散性染料

係將染料以分散劑分散於染浴中染色，染色溫度升高則可提高染色速度，雖具有相當的親和性，但其飽和值低，僅適用於中淺色使用。

## ④酸性媒染染料

染色後再經鉻鹽處理，最後再以硫代硫酸鈉還原之。



## ⑤反應性染料

需適當的選擇染料，若未充分的反應固著，則堅牢度較差；首先在酸性浴 (pH=3.5~4) 染色中充分吸著，爾後在鹼性浴 (pH=10~10.5) 與纖維行反應固著。

## 2. 聚丙烯腈纖維（壓克力）

聚丙烯腈纖維之染整製程如圖2.7，由圖2.7知主要污染源來自退漿、精練、漂白及染色等步驟，各步驟分述如下：

### (1)熱定型

聚丙烯腈纖維在80°C以上高溫時，易受張力而伸長，因此，在加熱時不



宜施加張力，另於熱鹼液中亦會變黃。

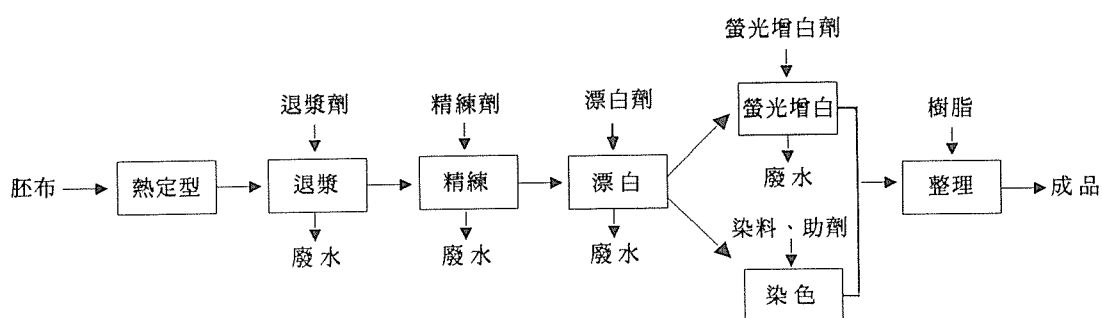


圖2.7 聚丙烯腈纖維染整製程及污染源

## (2) 退漿、精練

聚丙烯腈織物之漿料，以聚乙烯醇為主，再配合澱粉漿料及丙烯腈漿料混合使用，練漂方式可使用winch染色機或pad-steam連續法但須在無張力下處理，退漿精練配方以非離子界面活性劑 0.7~1.0g/L，溫度70℃，20~30分鐘處理以去除紡紗、織布時的油劑等污物。若與棉或嫫縈混紡時則添加 5~10g/L酵素退漿劑。

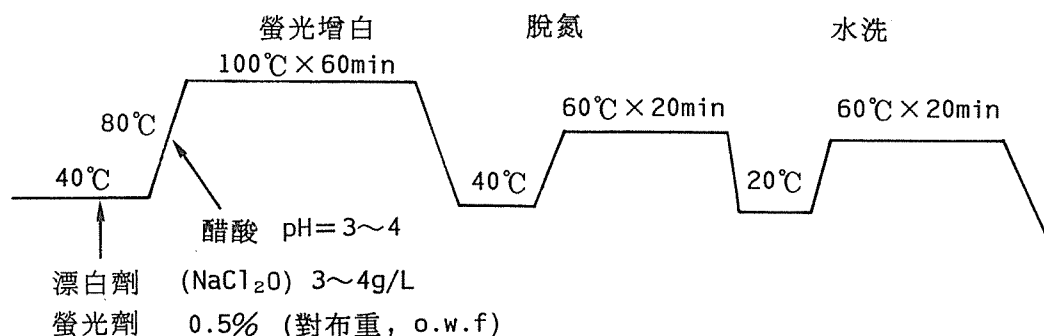
## (3) 漂白

漂白時，最常用亞氯酸鹽作漂白劑，其處理條件如下：

80%NaClO<sub>2</sub> 0.8~1.0g/L，pH=3.5，85℃溫度下處理60分鐘，再以NaS<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2~3g/L，60℃溫度下處理20分鐘進行脫氯處理及水洗。

## (4) 螢光增白

為提高漂白織物的白度，施以螢光增白處理，但因要求白度程度之不同，有時省去漂白工程，處理範例如下：



### (5)染色

由於聚丙烯腈纖維之種類繁多，其染色法各不相同，主要係以鹽基性染料進行染色，因其對纖維之親和力甚強，染色時在纖維表面已染著之染料，不易擴散至內部，缺乏移染性，故在染色初期必須在染浴中添加抑制染著之緩染劑，以獲得均染之目的，參考配方如下：鹽基性染料適量以醋酸調合，加沸水使之溶解，染浴以醋酸及醋酸鈉調pH值至4.5~5.0，加入陽離子性界面活性劑(為親纖維型之緩染劑)0.5~2.0%，再將染浴加熱至60~70°C，投入纖維並緩慢升溫至沸騰，持溫60分鐘，因纖維在80°C以上時會有急速染著現象，故在70~90°C加溫應予注意，宜慢慢地升溫。其次，亦有以分散性染料對聚丙烯腈纖維染色，其染色性良好但堅牢度不佳，其染色方法為在染浴中加入適量分散性染料，肥皂 5~8g/L，形成懸浮液，持續攪拌並加熱至50°C，投入纖維持溫15分鐘，再升溫至70~80°C持溫30分鐘，即可完成染色。

### 3. 聚酯纖維(特多龍)

聚酯纖維染整製程如圖2.8。圖中顯示主要污染源係來自退漿、精練、漂白、染色等步驟，各步驟分述如下：

#### (1)熱定型

聚酯纖維雖較能耐酸、鹼及氧化劑，但在熱鹼液中亦會水解，例如浸漬於40g/L的NaOH中以100°C×60分鐘處理，約減輕10%，一般熱定型條件為180~200°C×30 sec若處理不當則染色時會造成染色不均之現象。

#### (2)退漿、精練

如同尼龍，可以一浴法施行退漿精練，由於熱定型處理溫度高，使丙烯酸漿料發生聚合，油劑亦會因高熱而滲透至內部，難以除掉，僅使用非離子性精練劑尚嫌不足，需添加鹼劑配合使用，參考配方如下：非離子性界面活性劑1~2g/L, NaOH(或Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)1~2 g/L, 98°C×20~30分鐘，爾後水洗之。

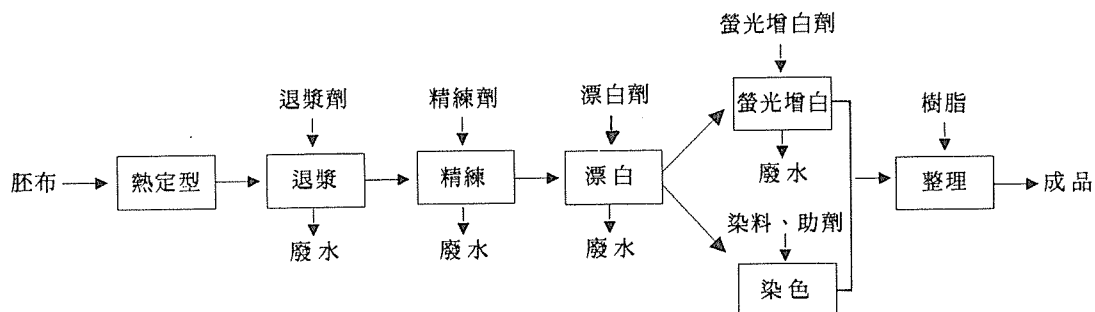


圖2.8 聚酯纖維染整製程及污染源

### (3)漂白

纖維本身具有白度，無需特別漂白處理，但欲得較高白度時則施予漂白，由於纖維分子排列緻密，漂白劑滲入困難，故須在高溫下，藉分子之熱運動或膨潤劑，以促進其內部擴散，漂白時以亞氯酸鹽加膨潤劑進行之，再以過氧化氫行脫氯處理，參考配方如下：NaClO<sub>2</sub> 3~4g/L，醋酸 2g/L，氯苯（膨潤劑）3g/L，pH值3~4，處理條件100℃×30~60分鐘水洗之。

### (4)螢光增白

處理方式仿照分散性染料染色方式，可分為導染劑法、高溫染色法及熱熔染色法，以熱熔法為例，其過程如下：

燒毛——連續退漿精練——熱定型——螢光增白劑壓吸——  
——乾燥(100~120℃)——熱熔(160~180℃×30~60秒)——皂洗

### (5)染色

聚酯纖維係屬強疏水性纖維，公定含水率僅 0.4%，故直接染料、酸性染料及其他水溶性分子量之大染料均難以滲入纖維內部，僅可用分子量較小之分散性染料，藉由高溫或導染劑之作用，方可促進染料擴散完成染色目的。前者係在高溫染色機上以120~130℃處理 20~30分鐘，爾後再以保險粉 1~2g/L，氫氧化鈉1~2g/L，在70~80℃溫度下處理20分鐘，進行還原洗淨，以去除附著於纖維表面之染料；後者則在 100℃下添加導染劑（如鄰苯基

苯酚Ortho-phenyl phenol，簡稱OPP) 3~5 g/L，持溫30分鐘，完成染色後，再經還原法除去殘留導染劑及膨潤劑，條件藥劑同前。由於分散性染料具昇華性，故可應用熱熔染色法進行染色，可適用於大量生產之連續式染色法，其流程如下：

前處理布——壓吸槽(壓吸率35~60%)——預備乾燥(60~70℃)——固色處理(180~210℃×30秒)——還原洗淨——水洗

壓吸液之參考配方：置入適量分散性染料，尿素10g/L，分散劑 2g/L，pH值調整為5~6，並加入海藻酸鈉或是CMC 等糊劑，以防止移染現象所造成染色不均之後果。

各種人造纖維適用染料及助劑整理如表2.17。

## 2.2.4 混紡纖維之染整製程

### 1. 聚酯／羊毛混紡纖維(T/W)

聚酯／羊毛混紡纖維之染整製程如圖2.9，由圖知主要污染源為洗絨、漂白、染色及皂洗等步驟，分別說明如下：

表2.17 人造纖維染色用染料及助劑

| 染料名稱     | 適用纖維             | 助劑                                                           |
|----------|------------------|--------------------------------------------------------------|
| 分散染料     | 醋酸纖維、尼龍、腈烯       | 界面活性劑、導染劑(聚酯用)、亞硫酸氫鈉、硫酸銨                                     |
| 酸性染料     | 尼龍、部分腈烯          | 芒硝、有機酸、界面活性劑、單寧、吐酒石( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6$ )、冰醋酸 |
| 金屬複合酸性染料 | 尼龍、部分腈烯、米尼龍      | 芒硝、有機酸、界面活性劑                                                 |
| 鹽基性染料    | 腈烯               | 有機酸、染料溶劑                                                     |
| 硫化染料     | 維尼龍、部分尼龍         | 硫化鈉、界面活性劑                                                    |
| 不溶性偶氮染料  | 維尼龍、部分尼龍、醋酸纖維、聚酯 | 酸、亞硝酸、界面活性劑                                                  |
| 遷染料      | 維尼龍、聚酯、部分尼龍、腈烯   | 亞硫酸氫鈉、苛性鈉、界面活性劑                                              |
| 反應染料     | 纖維素纖維、維尼龍        | 鹼、界面活性劑、芒硝                                                   |

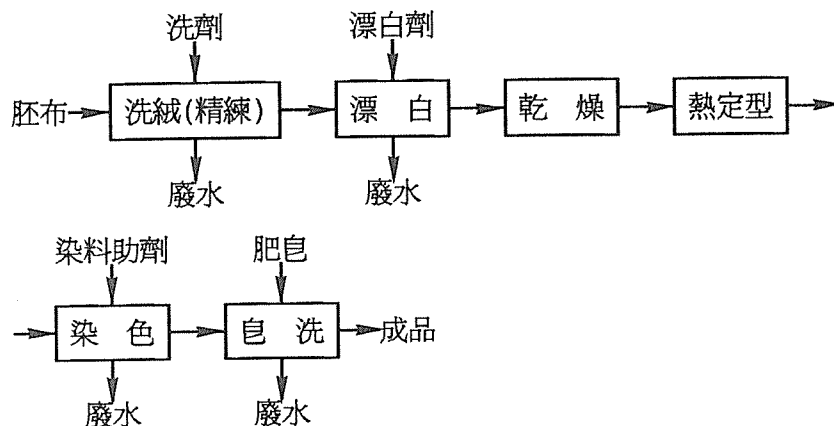


圖2.9 聚酯／羊毛混紡纖維之染整製程及污染源

#### (1)洗絨（精練）

聚酯／羊毛混紡紗之洗絨（精練）和純羊毛之處理類似，在染紗機以氨水(ammonia)控制pH值在8~9，加入1.0~15 g/L精練劑（如Diadarin EWN），在50℃下處理20分鐘，然後再以溫水、冷水洗清即可。如為混紡梭織物或針織物，可在精練時，以溶劑補助方式除去雜質。又如含油脂不純物甚高之混紡織物，則可在精練前以未稀釋之精練劑局部處理或以水稀釋為1:1~1:5比例，20~40g/L之精練劑壓軋捲置12小時後再水洗。

#### (2)漂白

漂白及螢光增白工程係根據所需增白程度決定之，一般而言，聚酯纖維本身的白度是足夠的，故漂白作業主要針對羊毛部分而言，如何選擇漂白方法則有賴於羊毛本身的天然色澤和其所需的白度程度而定。

如混紡織物含有大量的不純物，則必需先精練後漂白，否則可採取一浴精練漂白，目前最普遍且節省的羊毛漂白方式係採用雙氧水之氧化漂白法，以10~25ml/L雙氧水(35%)，1.5~2g/L焦磷酸鈉或氨水，0.5~1.0g/L精練劑(Diadarin EWN 200%)控制pH 值在9~9.5，浴比1:10~40，於50℃ 持溫1~5小時或以冷槽過夜處理12小時以上，然後以溫水、冷水清洗之。另外欲獲得較安定的白度則可採用還原漂白法，目前除了保險粉外，一般係使用含有磷酸鹽者(如Blanket IN)以獲得安定效果。

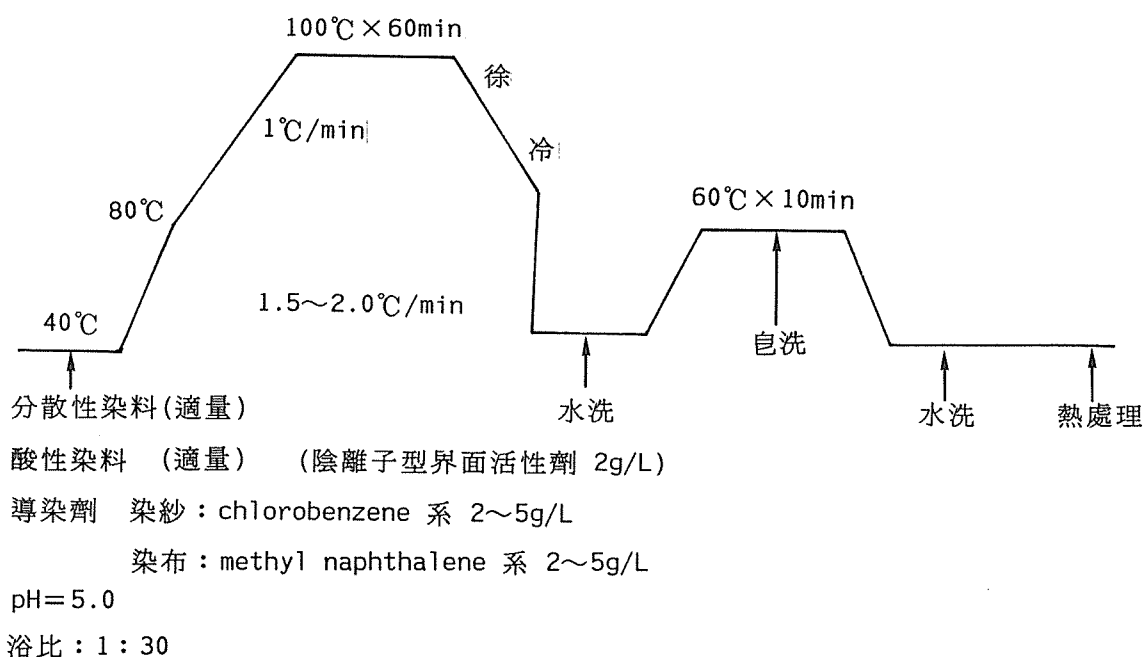
### (3) 乾燥及熱定型

聚酯／羊毛混紡織物在染色前幾乎都先經熱定型，根據纖維的種類其溫度介於175～195℃，定型時間15～30秒處理之。

### (4) 染色

聚酯／羊毛混紡織物的染色，可分為一浴法及二浴法，其中一浴法又可分為常溫常壓導染劑法及高溫導染劑法，前者染色法之主要特點係：

- ①本染色法不損害羊毛之柔軟性。
- ②可省略還原洗淨工程，故皂洗劑的選擇成為染色堅牢度成效良否的關鍵所在。
- ③不易獲得深色染，僅適用淺～中色之染色。
- ④染色升溫曲線表示如下圖所示。



高溫導染劑一浴染色則係將染色溫度提高於105～110℃進行染色，以獲得深色染，且可得較佳之濕潤堅牢度及昇華堅牢度，但因採用高溫染色會造成羊毛之損傷，需添加適當之羊毛保護劑（例如烷基磺酸鹽、甲醛衍生物樹脂），此外，並需嚴格地選用污染性較低之分散性染料及適宜之導染劑。至於染色後之皂洗工程，主要是去除羊毛纖維上污染之分散性染料，故考慮皂

洗劑之選用，須不損及羊毛纖維上染著酸性染料之堅牢度且不損傷羊毛之柔軟性，一般係採用陰離子型或非離子型界面活性劑2g/L，浴比1:30，於60℃經10~20分鐘之皂洗處理。

二浴染色法係先使用分散性染料對聚酯纖維部分進行導染劑染色，染色後再施以還原洗淨處理，接著再使用酸性染料進行羊毛纖維部分之染色，然當進行羊毛之染色時，由於染著聚酯纖維之分散性染料，會遷徙至羊毛纖維而造成污染，導致堅牢度問題之發生，因此，除非是特殊之色相諸如翠藍、鮮綠、深紅及大黑色等，須以二浴法作業外，大都採行一浴一段法來進行染色。

## 2. 聚酯／棉混紡纖維(T/C)

聚酯／棉混紡織物之加工方式繁多，包括二浴二段染色法、一浴二段染色法及一浴一段染色法。所使用之染料涵蓋分散性染料、直接性染料、反應性染料、硫化染料、遷染料、萘酚染料等，為染整業之大宗，但依工程合理化之觀點看，則以工廠採用連續式染色法為佳，以下僅就聚酯／棉混紡織物之連續染色程序作一說明。其流程如圖2.10，分項說明如下：

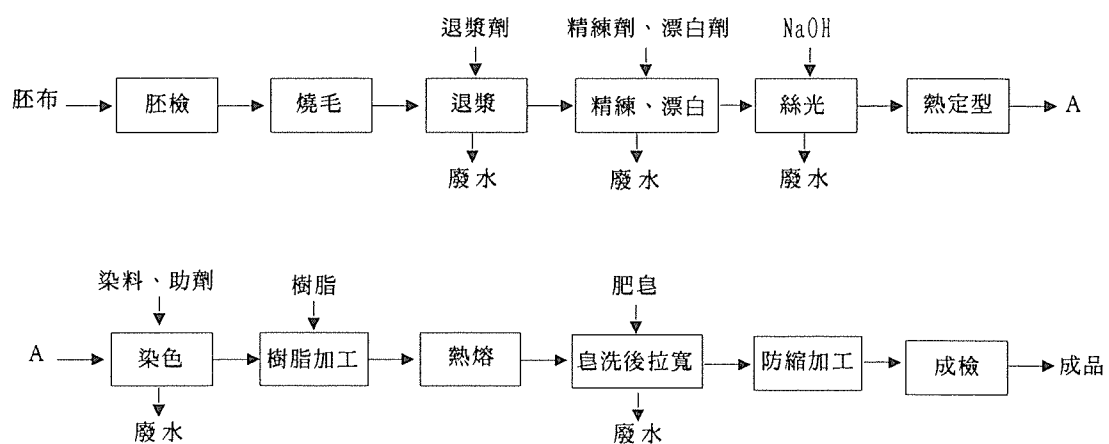


圖2.10 聚酯／棉混紡纖維(T/C)染整製程及污染源

### ①胚檢、燒毛

不良之原胚，無論如何好之染色及樹脂加工均無法獲得高品質之織物，故原胚之檢查十分重要。燒毛是爲了防止織物表面之毛羽引起移染作用而產生染班，然燒毛不均勻或過量均會使織物之強度降低及部分硬化，故均勻而安定之火焰及適當之布速是必需的，又織物表面毛羽甚多時，可在燒毛前先行剪毛，以防止聚酯纖維發生熔融球，提高產品品質及手感。此步驟不產生廢水。

### ②退漿、精練、漂白主要布匹之處理加工程序如下：

- 漂白布：燒毛→退漿(氧化退漿劑)→精練(氫氧化鈉)→第一次漂白(亞氯酸鈉)→第二次漂白(雙氧水)→絲光→前熱定型→螢光增白
- 染色布：燒毛→退漿精練(氫氧化鈉+氧化退漿劑+精練劑)→漂白(雙氧水或亞氯酸鈉)→絲光→前熱定型→染色

一般棉織物所使用之漿料以澱粉爲主體，然聚酯／棉混紡織物爲了使聚酯毛羽之接著效果提高，通常使用 PVA (聚合度1,500~2,000)、澱粉及少量丙烯酸糊等漿料混合使用，故必須使用亞溴酸鈉( $\text{NaBrO}_3$ )或過氧化系退漿劑，在精練時採連續方式於同浴中實施，其參考配方如下：氧化型退漿劑15g/L，氫氧化鈉20g/L，精練劑10g/L，金屬離子封鎖劑2g/L。經上述處理液浸漬壓吸後，進行  $100^\circ\text{C} \times 30 \sim 60$ 分鐘蒸煮處理。(檢查漿料是否完全退除可用0.1N稀碘液測試，若有澱粉殘留時呈現紫色反應，在此試液中再添加硼酸液，若有PVA 殘存時呈現藍色反應)。

關於聚酯／棉混紡織物之漂白，因聚酯纖維爲人造纖維，並不會有太多的不純物，而棉纖維精練後仍殘留有色素和棉籽則需漂白處理，然當高濃度染色時，因胚布之白度對染色物無太大影響，則可將漂白過程省略，一般採用之漂白劑爲過氧化氫或亞氯酸鈉，若使用亞氯酸鈉( $\text{NaClO}_2$ )對棉脆變性較低，質地柔軟且白度亦較佳，但因對設備具腐蝕性，須使用鈦類合金之材質致使設備費增高，故目前連續漂白之作業主要係採用白度略遜，而適用性良好之過氧化氫漂白，其參考配方如下：過氧化氫( $\text{H}_2\text{O}_2$ 35%) 30g/L，安定劑5g/L，金屬離子封鎖劑2g/L，氫氧化鈉1g/L(pH=11)，經上述處理液浸漬後，再經 $100^\circ\text{C} \times 30 \sim 60$ 分鐘蒸煮處理。

### ③絲光

聚酯／棉混紡織物之絲光機有鏈條式及無鏈條式二種，以鏈條式使用較多，常在有張力下進行絲光作用，其目的在於提高染色性及手感之改善處理方式，係在氫氧化鈉(20~24° Be') 存在下於室溫處理20~30秒，絲光後再進行中和、水洗，以完全除去殘留之鹼和鹽類。



#### (4)熱定型

熱定型的目的為能去除潛在的歪斜布，及增加尺寸安定性且能防止折痕，尤其是熱熔法的連續染色，為了防止皺紋之發生，一定要在染色前施以熱定型，熱定型之條件為 $180\sim 200^{\circ}\text{C}\times 20\sim 30$ 秒，但對質地薄而鬆的織物，熱收縮會使組織不安定，則宜在燒毛前施以熱定型。

#### (5)染色

當考慮聚酯／棉混紡織物連續染色(壓染)時，要使分散性染料固著在聚酯纖維上採用下列程序：壓吸→乾燥→高溫熱熔，若再與染棉用反應性染料相結合，整個工程就成為：

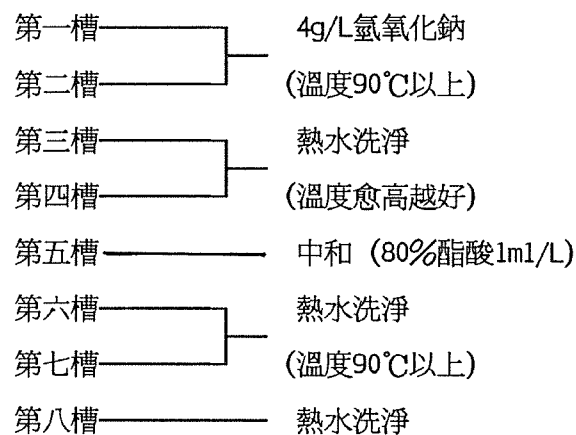
①壓吸(分散性染料，反應性染料)→乾燥→高溫熱熔→壓吸(鹼液)→蒸發。

②壓吸(分散性染料)→乾燥→高溫熱熔→壓吸(反應性染料，鹼)→乾燥→高溫熱熔。

以上兩種工程已使用一段時期且皆能獲致滿意的結果，而目前為業界所需求者為能使分散性與反應性染料同時固色之一浴一段式工程：

壓吸〔分散性染料，反應性染料，鹼，雙氰氨(dicyandiamide)〕→紅外線預乾(乾燥)→高溫熱熔( $210^{\circ}\text{C}\times 60$ 秒)→洗淨(8槽開幅式水洗機)

洗淨在本工程中非常重要，主要目的係洗除未固著之分散性染料與反應性染料，各槽之條件如下：



#### (6)樹脂加工

聚酯／棉混紡織物樹脂加工要求的性能包括：

- 高度之防皺性
- 高度之防縮性
- 不影響色相及白度
- 具耐洗免燙性

- 具防污性
- 不使織物強度及堅牢度降低
- 加工布上之甲醛量低於標準量
- 能達到要求之手感（如觸感、硬度或柔軟度、麻紗感等）
- 其他防水、防油、防火等特殊加工

常使用之藥劑為樹脂，包括縮合型樹脂（如尿素甲醛高縮合物熱硬化性樹脂）及重合型樹脂（如polyacrylate ester聚丙烯腈酯型、polyamide 聚醯胺型、polyurethane聚脲酯水溶型及乳化型等熱可塑性樹脂）以及金屬鹽觸媒劑、次亞硝酸鉛、氯化鎂等；尚有柔軟劑、防水劑等，一般為Silicone softener矽化物軟化器型、Alkyl Amide鹵化醯胺型柔軟劑及polyethylene 聚乙烯型乳化柔軟劑等。其熱熔條件依所使用樹脂及觸媒劑而定，包括 140℃×5分，150℃×3分，160℃×2分，170℃×1分等，至於後處理的皂洗工程，在洗除殘留未反應樹脂、觸媒等藥劑外，並能洗除殘留之游離甲醛，同時需注意皂洗後不使織物手感發生異常變化。

#### 2.2.5 印染（印花）製程

各種布料在著色之方法上均可視需要選擇浸染或印染，前節所介紹者均為浸染，本節將針對印染做一介紹。印染之整體染整過程除染色之步驟外，其餘前處理、後處理等均與浸染相同或類似。印染與浸染在著色上之區別，主要有以下各項：

- 印花是區域著色（部份著色）與色的組合效果的技術，浸染祇是織物全體著色且僅呈現單一彩色之效果，不可能利用浸染技術令織物產生不同色澤之組合。
- 媒劑之差異，印花所用之媒劑以糊為主體，而染色則以水為主要媒劑。
- 施工方式不同，織物要確保練漂等準備工程之優良效果，且為開幅接受施印，織物之著色有許多方式，可以將原色消除，或部份地保留胚布不著色，以及令織物直接印著所需之色。
- 染料應用方式之差別，印花染料之著色必須經過兩個步驟，施印與固色，而浸染則可二步或一步完成。
- 機械設備與操作之不同，任何印花機器皆必須具備有設計圖案花式之印輥或印版。

印染原是一種手工技藝，現代則已進步到機器印染，且採用自動控制，依機器之不同有各種方法：凸模機器印染法、凹模機器印染法、平版紗網印染法或平版紗框印染法、網輥印染法、輥筒印染法及移轉印染法（或紙印法或昇華移印法）等。而印染之方式則有：直接印染方式、消色印染方式、防遏印染方式與特效印染方式等四類。

### 1. 直接印染方式(簡稱直接印染)

這是利用不同之印染方法，將設計之圖樣及色彩，由印染色糊所供給直接呈顯於織物。雖然因染料性質之不同，顯色之方法與過程有異，但最後顯出於織物之色澤仍為該染料之色並無改變，例如選用一種紅色甕染料(vat red)印花，雖然染料要經還原作用，而呈現出甕色(vat color)，然後再經氧化作用生成其本身紅色固定於織物，此紅色是該染料之本身在織物上應呈現之正確色澤，這一印花施工過程謂之直接印染方式之印染或直接方式之印染。

### 2. 消色印染方式(亦稱拔色印染方式)

織物原來就染著了顏色，若是應用印染之方式，按照所設計之圖樣將一種印糊印於色胚上，經過適當處理方法之處理，結果色布依照印上去之圖樣失去其所染之色，是謂消色印染方式或拔印方式之印花。通常消去原染之色而呈現白底色者稱為白色拔印，如果用於印花之糊中調入其他色染料，設為紅色，則此色糊印於黃色胚布，結果黃色被消除，而布上被消除黃色圖樣的區域代以紅色（色糊中染料之色），那麼這種方式，叫做套色之消色印花方式。我國印花工廠通稱前者為吊白拔印，後者為套色拔印。

### 3. 防退印染方式

這種印染方式恰好與消色印染方式相反，亦即以防止纖維著色之印糊施印，然後進行染色，印花之區域保持白底或染著印糊所加入之某些染料之色澤。

### 4. 特效印染方式

織物利用印花之方法而謀求特殊之效果，這種印花亦有列入織物整理工程範圍中論述，例如燒印(burn-off printing)是將印花之圖樣區域中之纖維完全破壞，而邊緣封密成為空花式樣，其他如腊印(wax printing)、纖毛印花（或植毛印花，flock printing）及縐印(crepon or ripple printing)等。

印染媒劑為糊，而糊之品質及選擇之良窳將影響印染效果之好壞。染料與糊是否能相融配合，通常需考慮下列三方面之條件：

- ①染料固色及顯色所採用之助劑，糊是否能適合。
- ②所印之纖維織物能否黏著不脫落以及黏著經固色後清除性是否佳。
- ③糊是否能適應染料固色所用之方法，如蒸煮、熱處理及高溫等。表2.18為各主要染料最常用之糊與所印之纖維。

印染工程必須經過兩個步驟，施印與固色，施印之方法如前述，固色之方法則有下列數種：

#### 1. 飽和溫蒸氣蒸處固色法

除顏料外，適於所有之染料印花固色（分散性染料效果不佳），蒸氣溫度100~102℃，大氣壓力，飽和濕蒸氣，蒸處時間最短 3分鐘，最長45~60分鐘中（酸性染料印羊毛）。

表2.18 各主要染料常用之糊與所印之纖維

| 染料種類     | 纖維                 | 糊劑                       |
|----------|--------------------|--------------------------|
| 鹽基性染料    | 聚丙烯腈纖維類            | 澱粉類、天然膠類、昆布膠類            |
| 酸性染料     | 羊毛、其他蛋白纖維及聚醯胺纖維    | 結晶膠、刺槐豆膠類、昆布膠類           |
| 甕染料      | 棉、再生植物纖維素纖維及其他類似纖維 | 澱粉及其導生物類、天然膠類            |
| 萘酚染料     |                    | 天然膠類、昆布膠類                |
| 直接染料     |                    | 澱粉及其導生物類結晶膠、天然膠類         |
| 反應性染料    | 棉                  | 刺槐豆膠及其他天然膠類、昆布膠類         |
| 分散性染料    | 多元酯纖維、醋酸酯纖維及其他合纖   | 刺槐豆膠及其他天然膠類、昆布膠類<br>合成膠類 |
| 微粒染料(顏料) | 各種纖維               | 纖維素導生物類、合成膠類             |
| 螢光劑      | —                  | 天然膠類、澱粉導生物類、昆布膠類、合成膠類    |

## 2. 熱氣流熱處固色法

對顏料、分散性染料及反應性染料有效外，其他染料均不適用，所用之條件溫度為160~185℃，大氣壓力，熱處時間最短30秒，最長3分鐘。

## 3. 過熱蒸氣蒸處固色處理法

適用此法固色之染料印花品為分散性染料、反應性染料、顏料及甕染料等之印品固色於大氣壓力下，蒸氣溫度自120~180℃，蒸處之時間自10分鐘或長達60分鐘不等。

## 4. 高溫高壓飽和蒸氣蒸處固色法

此法利用特殊蒸箱，將其中空氣抽出，成為真空（一般壓力為60~70mmHg低壓）送入蒸氣蒸處，實際應為真空高溫固色，適用於分散性染料、反應性染料、甕染料、顏料等之印花品固色，溫度可高達145℃，蒸處時間自10分鐘至45分鐘，其他各種染料可以調節溫度降低而適用之。

印染工程除染料、糊劑外尚需助劑之協助，以得到良好之效果，印花助劑的種類就其作用之對象可分為三類：

(1)染料直接之助劑，此類助劑是染料染著色所不可缺少者。例如甕染料還原及

溶解所需之還原劑與氫氧化鈉，缺少即不可能染色，又如禁酚之溶解，顯色基之偶氮化作用等所需之助劑。

(2)協助解決染色之困難需用之助劑，如促進吸收，均染劑、滲透濕潤劑等，是爲了改進染色技術上某種困難而採用。

(3)幫助糊發揮其最佳之功能，如消泡劑、乳化劑等，因爲印花之媒劑爲糊，故應以不損及糊爲主來選擇助劑。各類印染常用之助劑如下列敘述：

①軟水劑：一般製糊宜用軟水，以免影響對於硬水敏感之染料、糊劑及助劑而減低或失去效用，硬水軟化是印染工廠所不可少之工程，若對所用之水不能確定其硬度是否適當，可先行測檢，如有需要，可加入六偏磷酸鈉(Calgon)以軟化之，此劑有軟化水之功用而不產生副作用，一般用量約0.2~0.4%（重量）。

②pH調節劑：印糊之酸鹼度，有兩方面，一方面是原糊之pH調節，常用之助劑爲醋酸及純鹼( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、碳酸氫鈉( $\text{NaHCO}_3$ )與氨液，另一方面是染料固色所需之酸鹼，除前述之藥劑外，亦可用苛性鹼、硫酸、蟻酸等。還有一種製造酸或鹼之助劑亦常因需要而應用。

③滲透、濕潤、均染及分散劑：分散性染料印染糊中必定添加分散劑，其他助劑則需謹慎使用，以免引起滲漏。

④消泡劑：印糊不可有氣泡存在，但很多糊之調製由於高速攪拌及某些藥劑而易於起泡，須用消泡劑以消除氣泡。消泡劑(defoaming or antifoaming agent)主要有：含矽之消泡劑、分子重量中等之脂肪醇(fatty alcohol)類、低烷磷酸酯類及高分子量之磺酸或硫酸單酯類等四類。

含矽消泡劑是最常用之一種，但此類消泡劑不宜用於分散性染料之染糊中。

⑤吸濕劑：保持適當之水分以利於固色，此爲水溶性染料不可忽視者。尿素爲經濟又有效之吸濕劑。

⑥具滑潤、保濕作用之助劑如甘油(glycerine)可幫助糊之保濕及潤滑，織物不易脆裂、不粘印版及易洗落。

⑦促進染料之染著率，如中性鹽類其效用似於染浴中所發揮者，惟需注意對糊本身黏稠度之影響。

⑧各種消色與防染劑：這是消色印花糊與防遏印花糊之主要作用助劑，其作用爲除色及防染，一般爲還原或氧化等藥劑以及促進此等作用之藥劑。

⑨薄膜締造助劑，某些印糊因缺糊劑而用適當之人造樹脂，使印漿於印區形成膜層以安定染料之位置及分布，有些糊之黏稠度不佳而需添加粘束劑(binder)改善之，或其他可以造成膠粘體之助劑加入粘束劑可增加其黏稠度。

⑩其他各種助劑：某些染料製造公司為使其染料發揮最佳之印染效果，常提供特殊適應之有效助劑。

印染廢水之主要來源則為洗滌網版、滾筒、周邊多餘之印花漿及配製過量印花漿之傾棄、容器之洗滌等，其與浸染廢水最大之不同在於含大量糊劑及特殊助劑，其廢水COD 一般較浸染為高。

## 2.3 染整製程常用藥劑特性

染整製程所排出的廢水中污染來源可分為四大類：

- 纖維尤其是天然纖維的不純物。
- 紡紗、織布等前加工過程中加入的油劑、漿料。
- 染色工程中使用的助劑、鹽類、酸鹼。
- 染料—染色時未被吸著的殘液及皂洗時被再度洗出的染料成份。

其中前兩項是來自纖維本身或紡織工程，無法由染整製程控制或減少，而後兩項即是本節要介紹的染整製程常用的藥劑。可經由瞭解這些藥劑的污染特性來達成改進操作方法，選擇低污染性藥劑等策略而減少污染的排放，提高廢水處理的效率。

### 2.3.1 酸鹼鹽助染劑

不同種類的染料施染各種纖維時，因染料和纖維的性質，而須採用酸性染浴或中性染浴、鹼性染浴。例如常用的酸性染料染羊毛時須於酸性浴中，而直接染料染棉時則須於中性鹽浴中。

酸的作用在於直接助染，但因為纖維與染料性質及其他條件的限制，染色作為助劑用的酸限於硫酸、蟻酸及醋酸等，鹼則有純鹼(NaOH)、燒鹼(NaHCO<sub>3</sub>)等鹼劑。

纖維與水浴中解離之直接染料均以帶負電荷型態存在，由於鹽類在助劑上的作用即是中和帶負電荷的纖維，因此，添加酸鹼鹽助染劑可提升纖維對直接染料之吸著率。

常用的鹽類有食鹽(NaCl)、芒硝(或福元明粉Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、硫酸銨、醋酸銨等無機鹽類，但有機鹽如醋酸在使用比例上也佔相當大的比例，表2.19為染整製程上常用的有機酸類、鹽類的COD、BOD污染值可供參考。

### 2.3.2 染料與助劑的配合

染整製程中除了上述調節染浴pH值，促進染料吸著的酸、鹼、鹽類外，染料是最主要的作用藥劑。但是隨著染整製程的研發改進助劑的添加已不可或缺。為達成保護纖維，使染料均勻、堅牢的固著於纖維上，促進染料安定及提高染料被吸收的效率等目的之藥劑統稱為助劑。

表2.19 染整製程常用有機酸、有機鹽污染值

| 物質名稱 |     | COD (mg/L) | BOD (mg/L) |
|------|-----|------------|------------|
| 醋    | 酸   | 79         | 760        |
| 甲    | 酸   | 49         | 240        |
| 醋    | 酸 鈉 | 29         | 420        |
| 醋    | 酸 鉍 | 45         | 660        |
| 硫    | 酸 鉍 | 50         | —          |
| 乙    | 醇   | 220        | 1,340      |
| 乙    | 二 醇 | 1,000      | 260        |
| 甘    | 油   | 630        | 800        |
| 甲    | 醛   | 460        | 450        |
| 酒    | 石 酸 | 490        | 300        |
| 檸    | 檬 酸 | 400        | 400        |
| 苯    | 甲 醇 | 97         | 1,550      |
| 尿    | 素   | 52         | 90         |

[註] COD值為KMnO<sub>4</sub> 試劑法測試所得

染料的種類依使用方法的分類可分為10類，其性質和應用在2.2 節中已有所說明，本節為配合助劑的使用，特將染料予以編號如下表2.20。

表2.20 染料的種類及編號

|           |          |
|-----------|----------|
| (A)酸性染料   | (F)鹽基性染料 |
| (B)酸性媒染染料 | (G)甕染料   |
| (C)酸性金屬染料 | (H)萘酚染料  |
| (D)反應性染料  | (I)硫化染料  |
| (E)直接染料   | (J)分散性染料 |

助劑的種類繁多，在染色工程中較重要的助劑種類和功能分述如下：

#### 1. 均染劑 (leveling agent)

在染色時，染著速率會隨染浴溫度升高而快速增加，容易造成吸收不均勻與表面吸附現象。均染劑作用為降低染著速率，或妨礙染料的活動，以達到均染的效果。但不降低最後之染著量。具同樣效果之助劑有三種型式：

- 均染劑：降低速率的方法為使染料聚結、分子變大，當溫度升高時，大分子

再行分離，此時纖維已經充分濕潤，達到均染效果。

- 緩染劑(retarder)：染丙烯酸纖維時，纖維親和性緩染劑先與纖維結合，或是染料親和性緩染劑先與染料結合，以緩衝染料的吸收，待溫度升高時，緩染劑即與染料或纖維分離，而達到均染的目的。
- 移染劑(migrater)：使染於纖維上染料之移染性增大。

## 2. 媒染劑

對纖維缺乏親和性的染料，須使用助劑作為纖維與染料間之媒介，以達到染色的目的，此類助劑即為媒染劑，常用的媒染劑如下：

- 重鉻酸鉀：羊毛和酸性媒染染料染色時使用，但金屬複合酸性染料係將鉻和酸性染料合而為一，可不必使用助劑。
- 鋁、鐵、銅等化合物：此類化合物較常用者有硫酸鐵、硫酸銅、醋酸鋁、醋酸銅等。
- 鞣酸（單寧酸）與吐酒石：用於鹽基性染料染棉時。

## 3. 導染劑(carrier)

導染劑為染聚酯纖維時因纖維結晶度高，須先用分子構造小的導染劑滲透，使聚酯纖維組織鬆弛增大間隙，染料能擴散入纖維。常用的導染劑成份有聯苯(diphenyl)、安息香酸(renzore acid)、鄰酚苯(O-phenylphenol)。

## 4. 濕潤劑、滲透劑(wetting agent、penetrating agent)

濕潤劑和滲透劑主要是降低纖維的表面張力；使之容易潤濕，染料才能充分進入纖維內部，常用成份均屬界面活性劑。

## 5. 染料溶解劑、分散劑

染料不溶於水，纖維就無法吸收。如分散性染料不溶於水，在染浴中係以分散的型態存在，所以須添加分散劑使其均勻分散在染浴中，常用分散劑的成份是二萘甲烴磺酸鈉。而甕染料須用低亞硫酸鹽( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ )或亞硫酸氫鈉( $\text{NaHSO}_3$ )與氫氧化鈉( $\text{NaOH}$ )的混合液來溶解。

## 6. 染色堅牢度增進劑

織物經染色堅牢度增進劑處理後可防止其浸於水或肥皂液時，因脫色而污染其他纖維。常用的有：

- 直接染料：以銅鹽類、甲醛、陽離子固著劑。
- 聚醯胺纖維以酸性染料染色：以鞣酸及吐酒石處理。

染整助劑的詳細分類，以國內較完整的染整手冊助劑篇為例可分為四大項56類，其細目如表2.21所示。



表2.21 各種纖維染整使用助劑分類細目

|                                                        |  |
|--------------------------------------------------------|--|
| <u>I、紡織工程用藥劑(chemicals for spinning)</u>               |  |
| • 合毛油(spinning oil)                                    |  |
| • 漿紗用劑(sizing assistants)                              |  |
| • 針織用油(knit oil)                                       |  |
| <u>II、準備工程用藥劑(chemicals for preparing)</u>             |  |
| • 去油紗劑(detergency builder)                             |  |
| • 退漿劑(desizing Ag.)                                    |  |
| • 精練劑(scouring Ag.)                                    |  |
| • 精練滲透劑(scouring-wetting Ag.)                          |  |
| • 滲透劑(wetting Ag.)                                     |  |
| • 絲光用滲透劑(silking penetrating Ag.)                      |  |
| • 減量加工助劑(alkali treatment Acc.)                        |  |
| • 水質改良劑(water treatment Acc.)                          |  |
| • 洗淨劑(washing Ag.)                                     |  |
| • 缸體洗淨劑(machine clearing Ag.)                          |  |
| • 防氈劑、縮絨劑(antifelting、milling Ag.)                     |  |
| • 金屬離子封鎖劑、螯合物分散劑(sequestering、chelated dispersing Ag.) |  |
| • 漂白劑、漂白助劑(bleaching Ag.、bleaching assistant)          |  |
| • 漂白安定劑(bleaching stabilization Ag.)                   |  |
| • 雙氧水去除劑(stripping hydrogen peroxide Ag.)              |  |
| • 濃染劑、增艷劑、消艷劑                                          |  |
| (dyeing accelerators、lustering Ag.、delustering Ag.)    |  |
| <u>III、印染用藥劑(chemicals for dyeing &amp; printing)</u>  |  |
| • 助溶劑、壓染助劑(dissolution Ag.、padding accelerator)        |  |
| • 乳化劑、乳化分散劑(emulsifiers、emulsive dispersing Ag.)       |  |
| • 分散劑(dispersing Ag.)                                  |  |
| • 分散均染劑(dispersing-levelling Ag.)                      |  |
| • 均染劑(levlling Ag.)                                    |  |
| • 緩染劑(retarding Ag.)                                   |  |
| • 導染劑(carrier)                                         |  |
| • 消泡劑(defoaming Ag.)                                   |  |
| • 調酸劑、緩衝劑(pH controlling Ag.、buffer Ag.)               |  |
| • 纖維保護劑(textile protective Ag.)                        |  |
| • 沉澱防止劑(suspending Ag.)                                |  |
| • 移行防止劑(antimigrating Ag.)                             |  |
| • 還原劑(reducing Ag.)                                    |  |

續表2.21

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 氧化劑(oxidants)</li> <li>• 還原洗淨劑(reduction clearing Ag.)</li> <li>• 單聚物去除劑(oligomer removers)</li> <li>• 皂洗劑(soaping Ag.)</li> <li>• 固色劑、牢度增進劑(fixing Ag. fastness accelerators)</li> <li>• 印染糊劑、增稠劑(printing thickener、thickening Ag.)</li> <li>• 接著劑(binders)</li> <li>• 拔染劑、剝色劑(discharging Ag.Stripping Ag.)</li> <li>• 防染劑</li> <li>• 印染用助劑(printing assitants)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><u>IV、整理加工用藥劑(chemicals for finishing)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 浴中柔軟劑(dyebath lubricants)</li> <li>• 柔軟劑、柔軟平滑劑(softening Ag.、softening lubricating Ag.)</li> <li>• 平滑劑(lubrication Ag.)</li> <li>• 靜電防止劑(anti static Ag.)</li> <li>• 樹脂加工劑、觸媒劑、塗佈加工劑<br/>(resin fimining Ag.、catalytic Ag.、coating Ag.)</li> <li>• 撥水劑、撥油劑、防水劑<br/>(water repelling Ag.、oil repelling Ag.、water proofing Ag.)</li> <li>• 防污加工劑(soil resisting Ag.)</li> <li>• 防火加工劑(antiflaming Ag.)</li> <li>• 衛生加工劑(sanitary finishing Ag.)</li> <li>• 植毛劑(flocking Ag.)</li> <li>• 起毛劑(raising oiling Ag.)</li> <li>• 彈性加工劑(stretch finishing Ag.)</li> <li>• 塗佈加工(coating finishing Ag.)</li> <li>• 特殊用劑(special finishing Ag.)</li> </ul> |

表2.22為各種纖維染整使用助劑、染料分類，表中所列的各種助劑及染料為可搭配使用的類型，一般實際使用狀況和用量視各染整廠的經驗而定。

### 2.3.3 染料、助劑的污染特性分析

直接分析染料、助劑的COD、BOD值雖然無法百分之百代表染整製程中所排出的污染量，但是這些數值可供參考是否有調整更換為污染性較低之染料、助劑的可能性，尤其是助劑方面，如果使用的助劑COD 值高於平均值甚多，則可考慮更換同一類的助劑，如果使用效果及添加劑量相同的話，就可以降低污染量的排出

表2.22 各種纖維染整使用助劑、染料分類表

| 程序<br>藥品<br>纖維 | 退漿  | 洗絨             | 精練                      | 縮絨    | 漂白              | 絲<br>光  | 染<br>色                                                                       | 煮<br>絨                     | 整理加工                                            |
|----------------|-----|----------------|-------------------------|-------|-----------------|---------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|
| 羊毛             |     | 4,6,7,<br>8,12 |                         | 14,15 | 16,17,<br>18,19 |         | 20,22,23,24,26,27,28,29<br>32,33,34,36,37,40,41                              | A,B,C,<br>D,E,F,<br>Z<br>G | 43,44,45,46,47<br>48,49,51,54                   |
| 棉、麻            | 4,5 |                | 6,7,8,<br>10,12,<br>15, |       | 16,17,<br>18,19 | 9,<br>S | 20,21,22,23,24,25,26,27,<br>28,29,30,31,32,33,34,35,<br>36,37,38,39,40,41,42 | D,E,F,<br>G,H,I            | 43,44,45,46,47<br>48,49,50,51,52<br>53,54,55,56 |
| 聚醯胺<br>纖維      | 4,5 |                | 6,7,8,<br>10,12,<br>15, |       | 16,17,<br>18,19 |         | 20,21,22,23,24,25,26,27,<br>28,29,30,31,32,33,34,35,<br>36,37,38,39,40,41,42 | A,C,J                      | 43,44,45,46,47<br>48,49,50,51,52<br>53,54,55,56 |
| 聚酯<br>纖維       | 4,5 |                | 6,7,8,<br>10,12,<br>15, |       | 16,17,<br>18,19 |         | 20,21,22,23,24,25,26,27,<br>28,29,30,31,32,33,34,35,<br>36,37,38,39,40,41,42 | D,E,J                      | 43,44,45,46,47<br>48,49,50,51,52<br>53,54,55,56 |
| 聚丙烯<br>腈纖維     | 4,5 |                | 6,7,8,<br>10,12,<br>15, |       | 16,17,<br>18,19 |         | 20,21,22,23,24,25,26,27,<br>28,29,30,31,32,33,34,35,<br>36,37,38,39,40,41,42 | A,C,F<br>J                 | 43,44,45,46,47<br>48,49,50,51,52<br>53,54,55,56 |

[註] S：氫氧化鈉 Z：醋酸

。表2.23～表2.28是工業局工業污染防治技術服務團所做國內使用量較高的染料COD值分析結果<sup>17</sup>，而表2.29～表2.35則是日本分析之資料提供比較參考之用<sup>18</sup>。

表2.23 直接染料之COD值

| 染料名稱                  | Color Index | COD (mg/L) | 備註 |
|-----------------------|-------------|------------|----|
| Yellow TG 130%        | Yellow 11   | 963        |    |
| Super Yellow-RL       | Yellow 86   | 1,004      |    |
| Yellow PG             | Yellow 142  | 832        |    |
| Fast Orange S         | Orange 26   | 1,447      |    |
| Supra Orange-2GL 125% | orange 39   | 903        |    |
| Light Scarlet-F2G     | Red 224     | 465        |    |
| Light Rose-FR         | Red 227     | 304        |    |
| Supra Blue-BRL H/C    | Blue 201    | 875        |    |
| Supra Blue 4G         | Blue 202    | 659        |    |
| Fast Black-VSF        | Black 22    | 798        |    |
| Deep Black EX         | Black 38    | 884        |    |

[註] 配製為1,000mg/L染料溶液，所測得之COD值

表2.24 反應性染料之COD值

| 染料名稱           | Color Index | COD (mg/L) | 備註 |
|----------------|-------------|------------|----|
| Yellow P-4G    | Yellow 18   | 798        |    |
| Yellow SP-8G   | Yellow 85   | 596        |    |
| Yellow H-4ER   | Yellow 84   | 511        |    |
| Orange H-ER    | Orange 84   | 834        |    |
| Brill Red P-B  | Red 24      | 1,044      |    |
| Scarlet E-2G   | Red 43      | 770        |    |
| Red E-S3B      | Red 120     | 634        |    |
| Navy P-2RL     | Blue 13     | 611        |    |
| Turq.P-A       | Blue 71     | 771        |    |
| Navy H-ER 150% | Blue 171    | 550        |    |
| Brown P-2R     | Brown 17    | 661        |    |
| Black B        | Black 5     | 746        |    |
| Black P-BR     | Black 8     | 645        |    |

[註] 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之COD值

表2.25 鹽基性染料之COD值

| 染料名稱                   | Color Index | COD (mg/L) | 備註 |
|------------------------|-------------|------------|----|
| Golden Yellow-GLH 200% | Yellow 28   | 972        |    |
| Yellow 3GNH 200%       | Yellow 51   | 882        |    |
| Orange GLH             | Orange 21   | 757        |    |
| Yellow 3RL 300%        | Orange 40   | 1,064      |    |
| Red GTLH 200%          | Red 18      | 721        |    |
| Red KGLH               | Red 69      | 571        |    |
| Blue GRLH 200%         | Blue 41     | 753        |    |
| Blue GRLH              | Blue 54     | 352        |    |
| Black MXH Conc         | —           | 649        |    |
| Black R-ER             | —           | 695        |    |

[註] 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之COD值

表2.26 酸性染料之COD值

| 染料名稱                 | Color Index | COD (mg/L) | 備註 |
|----------------------|-------------|------------|----|
| Yellow NFG           | Yellow 49   | 610        |    |
| Fast Yellow TW       | Yellow 61   | 1,067      |    |
| Yellow 5GW           | Yellow 127  | 1,059      |    |
| Yellow B-4RK 250%    | Yellow 219  | 1,247      |    |
| Orange GS            | Orange 56   | 903        |    |
| Yellow N3R           | Orange 67   | 859        |    |
| Fast Orange-TW       | Orange 156  | 1,202      |    |
| Orange 3G            | Orange 156  | 1,144      |    |
| Brill Pink -3B 25%   | Red 52      | 679        |    |
| Fast Red TW          | Red 118     | 1,397      |    |
| Brill Red 2B         | Red 249     | 1,119      |    |
| Folxine NK           | Red 257     | 636        |    |
| Red A -2B            | Red 266     | 1,313      |    |
| Rubine 5BLF 200%     | Red 299     | 1,506      |    |
| Brill Blue-2RFF 200% | Blue 62     | 1,467      |    |
| Blue NR              | Blue 129    | 653        |    |
| Turq.Blue 3G         | Blue 185    | 449        |    |
| Brill Blue -N-FL     | Blue 278    | 278        |    |
| Black TLB            | Black 109   | 907        |    |
| Black TLR            | Black 110   | 1,570      |    |

[註] 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之COD值

表2.27 酸性金屬染料之COD值

| 染料名稱                | Color Index | COD (mg/L) | 備註 |
|---------------------|-------------|------------|----|
| Yellow S-GR-200-Grs | Yellow 123  | 996        |    |
| Yellow S-2GL        | Yellow 235  | 889        |    |
| Red G               | Red 315     | 579        |    |
| Red S-G             | Red 399     | 592        |    |
| Turq Blue 5G        | Blue 185    | 432        |    |
| Navy M-BD           | Blue 193    | 864        |    |
| Brown RL 143%       | Brown 297   | 513        |    |
| Brown-M-BL          | Brown 355   | 848        |    |
| Black M-R-Grs       | Black 172   | 996        |    |
| Black S-DL          | Black 194   | 966        |    |

[註] 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之COD值

表2.28 分散性染料之COD值

| 染料名稱                   | Color Index | COD (mg/L) | 備註 |
|------------------------|-------------|------------|----|
| Yellow 2Gw             | Yellow 54   | 1,567      |    |
| Yellow-E-3GL           | Yellow 64   | 705        |    |
| Brill Yellow-10GF 200% | Yellow 82   | 1,220      |    |
| Orange RC 200%         | Orange 25   | 1,359      |    |
| Orange C-GR-Grs        | Orange 29   | 1,352      |    |
| Brill Red 2B           | Red 60      | 1,374      |    |
| Rubine FL              | Red 73      | 1,402      |    |
| Turq Blue GL-S 300%    | Blue 60     | 729        |    |
| Blue-E-BG              | Blue 73:1   | 790        |    |
| Light Blue BGL-S 200%  | Blue 87     | 705        |    |
| Brown GR-SE            | Brown 1     | 746        |    |
| Brown C-3G 200%Grs     | Brown 19    | 1,338      |    |
| Black BSF 300%         | Black 1     | 1,332      |    |
| Black PBSF             | Black 10    | 1,183      |    |

[註] 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之COD值

表2.29 酸性染料之COD、BOD、TOC值

單位：mg/L

| 染料名稱                         | Color Index | COD   | BOD | TOC |
|------------------------------|-------------|-------|-----|-----|
| Mitsui Acid Black GL         | Black 52:1  | 450   | 26  | 250 |
| vedeo Nylon Fast Nave Blue R |             | 300   | 55  | 120 |
| Nave Blue B                  |             | 540   | 41  | 310 |
| Brill Blue BL                |             | 230   |     | 280 |
| Brill Blue RR                |             | 230   |     | 250 |
| Lanyl Yellow G EX.Conc.      | Yellow 116  | 560   | 190 | 330 |
| Supramin Red BNG             |             | 310   | 12  | 200 |
| Suprnol Orange GS            | Orange 33   | 770   | 20  | 410 |
| Irgalan Violet F2BL          |             | 670   | 460 | 400 |
| Xylene Cyanol FF             | Blue 3      | 694   | 2   | 530 |
| Aizen Brill Acid Blue AFH    | Blue 7      | 597   | 15  |     |
| New Coccine                  | Red 18      | 738   | 1   | 322 |
| Amaranth                     | Red 27      | 699   | 1   | 359 |
| Methyl Orange                | Orange 52   | 1,122 | 5   | 644 |
| Tartrazine                   | Yellow 23   | 679   |     |     |
| Kayaku Acid Brill Fcavine FF | Orange 51   | 320   |     |     |
| Kayanol Yellow NFG           | Yellow 49   | 820   |     |     |
| Red NBR                      | Red 366     | 710   |     |     |
| Floxine NK                   | Red 257     | 790   |     |     |
| Blue N2G                     | Blue 40     | 810   |     |     |
| Kayanol Mill Brown RX        | Blue 129    | 610   |     |     |
| Red RS125                    | Red 114     | 460   |     |     |
| Yellow 5GW                   | Yellow 127  | 710   |     |     |
| Black TLB                    | Black 109   | 710   |     |     |
| Black TLR                    | Black 110   | 610   | 150 | 440 |
| Blue GW                      | Blue 127    | 650   |     |     |
| Kayakalan Yellow GL          | Yellow 161  | 620   |     |     |
| Bordeaux BL                  | Red 256     | 770   |     |     |
| Grey BL                      | Black 112   | 530   |     |     |

[註] 1. COD值KMnO<sub>4</sub> 試劑法求出

2. 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之污染值

表2.30 鹽基性染料之COD、BOD、TOC值

單位：mg/L

| 染料名稱                    | COD      | BOD | TOC |
|-------------------------|----------|-----|-----|
| Acryl Brown B           | 410      | 180 | 260 |
| Cathion Yellow K3R      | 440      | 260 | 320 |
| Yellow GLH              | 650      |     |     |
| Brown B                 | 370      | 60  | 230 |
| Red GTLH                | 841      | 0   |     |
| Red KGL                 | 190      | 0   | 140 |
| Red K-GLH               | 200(540) | 40  | 180 |
| Gray G                  | 440      | 90  | 210 |
| Blue K2G                | 220      | 0   | 130 |
| Blue K-2GLH             | 220      | 0   | 140 |
| Blue NBCH               | 590      |     |     |
| Black SBH               | 860      |     |     |
| Diacryl Yellow 2RW      | 390      | 100 | 310 |
| Nichilon Yellow 3GL 200 | 790      | 130 | 480 |
| Red GTLH 200            | 150      | 50  | 550 |
| Pink BN                 | 620      | 300 | 420 |
| Gray TS                 | 370      | 70  |     |
| Green 2YGH              | 450      | 0   | 480 |
| Navy Blue KP            | 500      | 0   | 330 |
| Black Pot 200           | 220      |     |     |
| Kayacryl Yellow 2GL     | 560      |     |     |
| Yellow 2RL              | 760      |     |     |
| Orange GG               | 620      |     |     |
| Red GRL                 | 510      |     |     |
| Blue GRL                | 510      |     |     |
| Navy Blue RL            | 540      |     |     |
| Black NL                | 650      |     |     |
| Black NP                | 550      |     |     |
| CI Basic Green 1        | 832      | 2   | 716 |
| CI Basic Violet 1       | 1,416    | 2   | 804 |
| CI Basic Violet 3       | 1,490    | 3   | 796 |
| CI Basic Blue 9         | 1,210    | 2   | 722 |

[註] 1. COD值由KMnO<sub>4</sub> 試劑法求出

2. 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之污染值



表2.31 反應性染料之BOD、COD、TOC值

單位：mg/L

| 染料名稱                      | COD | BOD | TOC |
|---------------------------|-----|-----|-----|
| Diamira Golden Yellow G   | 380 | 30  | 150 |
| Diamira Brill Yellow 7GL  | 430 | 60  | 170 |
| Diamira Yellow GR         | 320 | 0   | 130 |
| Diamira Red B             | 240 |     | 70  |
| Diamira Grey RLN          | 210 | 0   | 180 |
| Diamira Blue R            | 370 |     |     |
| Diamira Turquoise Blus B  | 210 | 40  | 180 |
| Levafix Brill Red E-48    | 540 | 0   | 230 |
| Levafix Yellow EG         | 540 | 0   | 280 |
| Levafix Blue E-FFA        | 480 | 0   | 240 |
| Levafix Brill Bleu E-BRA  | 710 | 0   | 310 |
| Remazol Brill Red F3B     | 310 | 10  | 160 |
| Mikacion Yellow GRS       | 470 |     |     |
| Mikacion Brill Orange 2RS | 420 |     |     |
| Mikacion Brill Red 5BS    | 410 |     |     |
| Mikacion Red GS           | 410 |     |     |
| Mikacion Blus RS          | 280 |     |     |
| Mikacion Blue 2GS         | 180 |     |     |
| Procion Yellow H-A        | 300 |     |     |
| Procion Orange H-GR       | 440 |     |     |
| Procion Red H-8BN         | 580 |     |     |
| Procion Red H-38          | 664 |     |     |
| Procion Turovcise H-A     | 120 |     |     |

[註] 1. COD值由KMnO<sub>4</sub> 試劑法求出

2. 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之污染值

表2.32 分散性染料之COD、BOD、TOC值

單位：mg/L

| 染料名稱                       | COD   | BOD | TOC |
|----------------------------|-------|-----|-----|
| Terasil Navy Blue SGL      | 790   | 46  | 460 |
| Terasic Black SL           | 880   | 37  | 590 |
| Miketon Scarlet 3R         | 810   | 35  | 420 |
| Miketon Red FB             | 860   | 27  | 510 |
| Miketon Red FN             | 800   |     | 510 |
| Miketon Fast Yellow 3G     | 560   | 27  | 390 |
| Miketon Yellow 3G          | 760   |     | 520 |
| Miketon Yellow YL          | 1,100 | 8   | 610 |
| Miketon Black              | 820   |     | 510 |
| Lachil Red GFS             | 500   | 210 | 270 |
| Lachil Yellow GFS          | 1,000 | 85  | 530 |
| Foron Scarlet 3GFL         | 820   | 44  | 390 |
| Resolin Blue FBL           | 820   | 130 | 440 |
| Uvitex ERN CONK.           | 50    | 5   | 20  |
| Diacelliton Yellow G       | 860   | 35  | 560 |
| Diacelliton Brown G        | 780   | 42  | 520 |
| Diacelliton Black 2B       | 780   |     | 500 |
| Dianix Brill Red BS-E      | 950   | 50  | 340 |
| Dianix Brill Pink B-FS     | 840   | 35  | 530 |
| Dianix Red TB-SE           | 920   |     |     |
| Dianix Rubine FG-SE        | 860   | 50  | 340 |
| Dianix Brill Yellow 5G-E   | 860   | 70  | 360 |
| Dianix Yellow G-FS         | 900   |     |     |
| Dianix Yellow AC-E         | 810   | 30  | 330 |
| Dianix Turquoise Blue B-FS | 790   | 130 | 310 |

[註] 1. COD值由KMnO<sub>4</sub> 試劑法求出

2. 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之污染值

續表2.32

單位：mg/L

| 染料名稱                        | COD   | BOD | TOC |
|-----------------------------|-------|-----|-----|
| Dianix Blue EB-E            | 690   | 30  | 280 |
| Dianix Blue FG-SE           | 900   |     |     |
| Dianix Blue 2BFS            | 810   |     | 500 |
| Dianix Black BN-SE          | 850   |     |     |
| Sumikalon Rubine SE-GL      | 840   | 34  | 490 |
| Sumikalon Orange SE-RBL     | 850   | 0   | 380 |
| Sumikalon Yellow SE-GLF     | 750   | 80  | 420 |
| Sumikalon Blue E-R          | 720   | 0   | 350 |
| Kayalon P.RED BR-SF         | 839   | 3   |     |
| Kayalon P.Light Red B-S     | 760   |     |     |
| Kayalon P.Rubine GL-SE      | 790   |     |     |
| Kayalon P.Orange B          | 860   |     | 590 |
| Kayalon P.Yellow YLF-paste  | 1,100 | 9   | 470 |
| Kayalon P.Yellow YL-SE      | 1,180 |     |     |
| Kayalon P.Yellow 5R-SE      | 890   |     |     |
| Kayalon P.Blue GR-E         | 960   |     |     |
| Kayalon P.Blue T-S          | 940   |     |     |
| Kayalon P.Turquoise Blue GL | 690   |     | 410 |
| Kayalon P.Turquoise GL-SP   | 800   |     |     |
| Kayalon P.Navy Blue R-SF    | 800   |     |     |
| Kayalon P.Navy Blue NB-E    | 890   |     |     |
| Kayalon P.Brown GRF         | 820   | 13  | 490 |
| Kayalon P.Black S Conc.     | 660   |     |     |

[註] 1. COD值由KMnO<sub>4</sub> 試劑法求出

2. 配製為1,000mg/L染料溶液所測得之污染值

表2.33 染色助劑COD範圍表

| 助 劑 名 稱     | 分析種類 | COD值範圍 (mg/L) |
|-------------|------|---------------|
| 去油紗劑        | 2    | 248~469       |
| 退漿劑         | 4    | 4~350         |
| 精練劑         | 9    | 304~2176      |
| 精練滲透劑       | 6    | 136~2221      |
| 滲透劑         | 1    | 82            |
| 絲光用滲透劑      | 3    | 47~659        |
| 減量加工助劑      | 2    | 430~1208      |
| 水質改良劑       | 2    | 15~298        |
| 洗淨劑         | 2    | 387~796       |
| 缸體洗淨劑       | 5    | 15~2455       |
| 防氈劑、縮絨劑     | 1    | 108           |
| 金屬離子封鎖劑     | 5    | 7~306         |
| 漂白劑         | 2    | 19~405        |
| 漂白安定劑       | 3    | 4~134         |
| 雙氧水去除劑      | 2    | 37~51         |
| 濃染劑、增艷劑、消艷劑 | 2    | 69~381        |
| 助溶劑、壓染助劑    | 3    | 224~1402      |
| 乳化劑         | 6    | 304~2631      |
| 分散劑         | 6    | 19~732        |
| 分散均染劑       | 6    | 287~2226      |
| 均染劑         | 7    | 545~2538      |
| 緩染劑         | 6    | 557~1265      |
| 導染劑         | 7    | 737~3046      |
| 消泡劑         | 4    | 84~2090       |
| 調酸劑、緩衝劑     | 4    | 15~306        |
| 纖維保護劑       | 2    | 397~837       |
| 沉澱防止劑       | 6    | 102~1309      |
| 移行防止劑       | 3    | 193~288       |
| 還原劑         | 1    | 1114          |
| 氧化劑         | 1    | 94            |
| 還原洗淨劑       | 8    | 423~1291      |
| 單聚物去除劑      | 2    | 75~385        |
| 皂洗劑         | 7    | 51~1660       |
| 固色劑         | 8    | 151~616       |

續表2.33

| 助 劑 名 稱 | 分析種類 | COD值範圍 (mg/L) |
|---------|------|---------------|
| 印染糊劑    | 4    | 223~826       |
| 接著劑     | 5    | 355~1491      |
| 拔染劑     | 6    | 381~776       |
| 防染劑     | 2    | 75~383        |
| 印染用助劑   | 6    | 1122~2259     |
| 浴中柔軟劑   | 10   | 206~2335      |
| 柔軟劑     | 5    | 55~514        |
| 平滑劑     | 4    | 179~356       |
| 靜電防止劑   | 5    | 239~1150      |
| 樹脂加工劑   | 4    | 48~890        |
| 撥水劑     | 5    | 302~504       |
| 防污加工劑   | 1    | 921           |
| 防火加工劑   | 3    | 45~199        |
| 衛生加工劑   | 2    | 188~319       |
| 植毛劑     | 3    | 387~933       |
| 起毛劑     | 3    | 198~557       |
| 彈性加工劑   | 4    | 513~622       |
| 特殊用劑    | 1    | 666           |

[註] COD值由KMnO<sub>4</sub> 試劑法求出

表2.34 均染劑、緩染劑等染色助劑之COD、BOD、TOC值

單位：mg/L

| 染 色 藥 品 名 稱            | 用 途   | 組 成                                              | COD   | BOD   | TOC |
|------------------------|-------|--------------------------------------------------|-------|-------|-----|
| Setamole WS            | 染料分散劑 | B 磺酸                                             | 798   | 0     | 394 |
| Disper-VG              | 染料分散劑 | 特殊A-N                                            | 560   |       |     |
| Nikkasansolt 7000      | 染料分散劑 | A                                                | 180   | 3     | 180 |
| Greacine A             | 染料溶解劑 | thildiethylene glycol                            | 1,043 | 53    | 338 |
| MS powder              | 染料溶解劑 | Metanitrobenzensulfonic acid 鹽                   | 1     | 0     | 171 |
| 苯甲醇                    | 染料溶解劑 | C <sub>8</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> OH | 558   | 1,375 | 770 |
| Danfix 202             | 染料黏著劑 | 鉍鹽，C 系                                           | 23    | 0     | 98  |
| Hifix SL               | 染料黏著劑 | 植物丹寧酸                                            | 353   | 50    | 196 |
| Sanfix 555             | 染料黏著劑 | C 系樹脂                                            | 133   | 1     | 324 |
| Splafix DPC            | 染料黏著劑 | polyamine 縮合體                                    | 92    |       |     |
| AM-117                 | 染料黏著劑 | 鹼劑                                               | 0     | 0     |     |
| Splafix AC-01          | 染料黏著劑 | polyamide 系                                      | 0     | 0     | 0   |
| Tetrocine P-300        | 載 體   | phenylphenole 系                                  | 557   | 23    | 927 |
| Tetrocine K-12         | 載 體   | methylnaphthalin 系                               | 70    | 80    | 138 |
| Tereelcarrier A-88     | 載 體   | 芳香族誘導體                                           | 1,040 |       |     |
| Carriersole 15CDN      | 載 體   | trichlorobenzene                                 | 190   | 0     | 160 |
| Elask-SH               | 載 體   | — — —                                            | 300   | 390   | 420 |
| Leverrin VKU           | 均 染 劑 | A 系藥劑                                            | 511   | 113   | 323 |
| Hiprinter-Q CI Apecial | 均 染 劑 | 高級酒精，N                                           | 550   | 575   | 496 |
| Raffcole AL            | 均 染 劑 | Z                                                | 140   | 75    | 190 |
| Sarsdriyogen P         | 均 染 劑 | A                                                | 130   | 280   | 350 |
| Nikkasanzolt 1200K     | 均 染 劑 | A·N                                              | 630   | 270   | 340 |
| Nichilogen AN          | 均 染 劑 | alkylpyridium 鹽                                  | 30    | 0     | 290 |
| Nichilonzalt           | 均 染 劑 | C                                                | 40    | 0     | 310 |
| Panalon E              | 均 染 劑 | C                                                | 170   | 130   | 270 |
| Maidan N-3             | 均 染 劑 | 弱A                                               | 79    | 56    |     |
| SM-100A                | 均 染 劑 | — — —                                            | 90    | 390   | 150 |
| Nestral SB-16          | 均 染 劑 | A·N                                              | 450   | 320   | 210 |
| Nichilogen PAN         | 均 染 劑 | 鉍鹽                                               | 120   | 50    | 56  |
| YSC 2/3                | 均 染 劑 | 鉍鹽                                               | 140   | 30    | 370 |

[註] 1.COD由KMnO<sub>4</sub> 試劑法求出

2.上表為配製為1000mg/L助劑溶液所測得之污染值

表2.35 皂洗劑之COD、BOD、TOC值

單位：mg/L

| 藥劑名稱            | 用途    | 組成                    | COD | BOD | TOC |
|-----------------|-------|-----------------------|-----|-----|-----|
| Trypol TK       | 皂洗劑   | 特殊 N                  | 895 | 160 | 612 |
| Saizol 2E       |       | 特殊A・N                 | 260 | 75  |     |
| Maisanol ASF    |       | N                     | 482 | 438 |     |
| Ribotol BD100   |       | 特殊 N                  | 329 | 2   | 176 |
| Nonizol SS-T    |       | N                     | 220 | 190 | 90  |
| King oil 8005   |       | N                     | 280 | 30  | 150 |
| Granup Q        |       | N・A                   | 270 | 370 | 110 |
| Uisnol SK conc. | 還原洗淨劑 | 脂肪族含氮                 | 630 | 3   |     |
| Marberin S600   |       | 含氮 N                  | 918 | 1   |     |
| Amidazine       |       | 特殊 N                  | 325 | 0   | 124 |
| Beletex N       | 滲透劑   | POE Alkylphenol ester | 206 | 0   | 126 |
| Polyrol P       |       | 高級胺系                  | 283 | 65  | 258 |
| Polyrol C-1     |       | 特殊離子系油劑               | 284 | 250 | 300 |
| Cleaner-RC      | 去除載體  | 還原劑                   | 60  | 50  | 30  |
| Carrier-534     |       |                       | 700 | 180 | 480 |
| PCN-11          |       |                       | 120 | 90  | 30  |

[註] 1. COD值由KMnO<sub>4</sub> 試劑法求出

2. 上表配製為1000mg/L皂洗劑溶液所測得之污染值

## 第三章 廢水來源及廢水特性

### 3.1 廢水來源<sup>6,7,10,19</sup>

由染整廠之製造程序中可知各單元由於所染之纖維種類不同，所需之製程也互異，又各製造程序為達各種目的所使用之加工方法及添加藥劑亦各不相同，故產生特性極複雜之廢水。

#### 3.1.1 染棉之廢水來源

由前所提圖2.3 可知，染棉之廢水來源主要包括退漿、精練、漂白、絲光、染色、印花和整理加工等步驟所產生之廢水，分別說明如下：

##### 1. 退漿廢水

退漿廢水成份是以澱粉類為主，屬高有機性廢水，退漿廢水的BOD 總量約佔全廠的30~40%，近年有使用合成漿料PVA代替，其BOD值甚低，但COD 值仍高且不易為生物所分解，造成處理上的困擾。

##### 2. 精練廢水

精練廢水成份以油劑、鹼類為主，加上由棉纖維所去除之果膠質、脂肪、棉臘、蛋白質及灰分，使精練廢水具高BOD 值。

##### 3. 漂白廢水

主要為含氯及不含氯之剩餘漂白劑。

##### 4. 絲光廢水

含高濃度的苛性鈉，使廢水呈高鹼性。

##### 5. 染色廢水

含浸染或污染過程中所排放之廢水，其主要成份為殘餘之染料及添加之助劑，棉纖維常使用之硫化染料和反應性染料均屬吸收度染料。

##### 6. 印染廢水

由於所使用之染料顏色較複雜，且壓吸後之殘餘染料較染色高出很多，故其污染度也較大。

##### 7. 整理加工廢水

含各種樹脂、甲醛、表面活性劑，屬間歇排放，其廢水量少。

圖3.1、圖3.2係為國內某棉纖維染整工廠各主要製程單元排出COD 及SS之情況該廠係以棉(C)胚布及聚酯纖維／棉(T/C)胚布為原料，其以棉胚布為主，自動化生產漂白布、染色布、印花布及平板布等，每月生產約 350萬碼布。排出污染源之主要製程單元包括退漿、精練、漂白、染色等程序廢水。以排出COD 污染量



而言，由於本案例廠之產品主要為漂白布、染色布、印花布等三大類，因此污染之主要來源為退漿、漂白及印花三個程序，合計佔總COD 污染量之74%以上。至於SS污染量，除前述三個程序外，絲光及各染色程序亦為SS之主要來源。

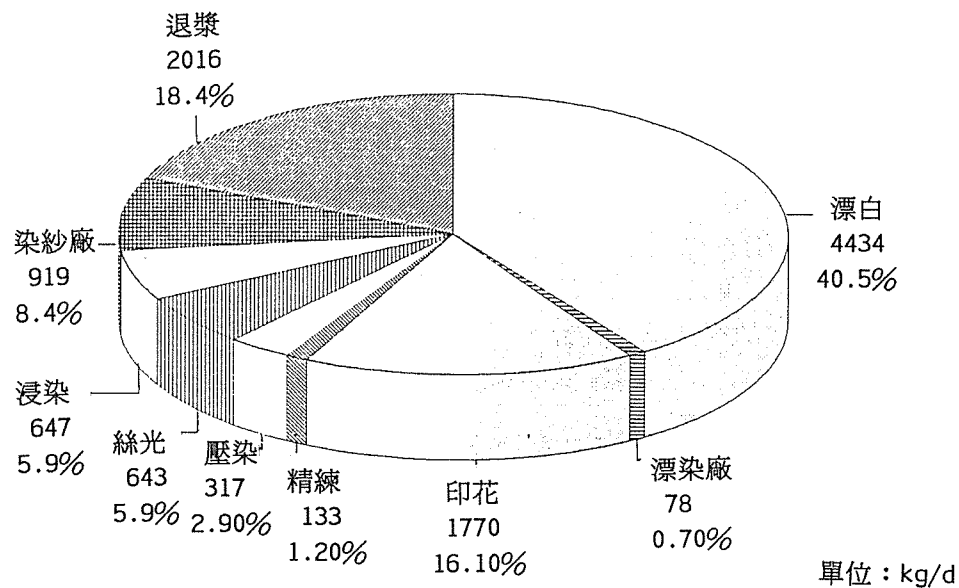


圖3.1 某棉纖維廠主要製程單元COD污染量及百分比圖

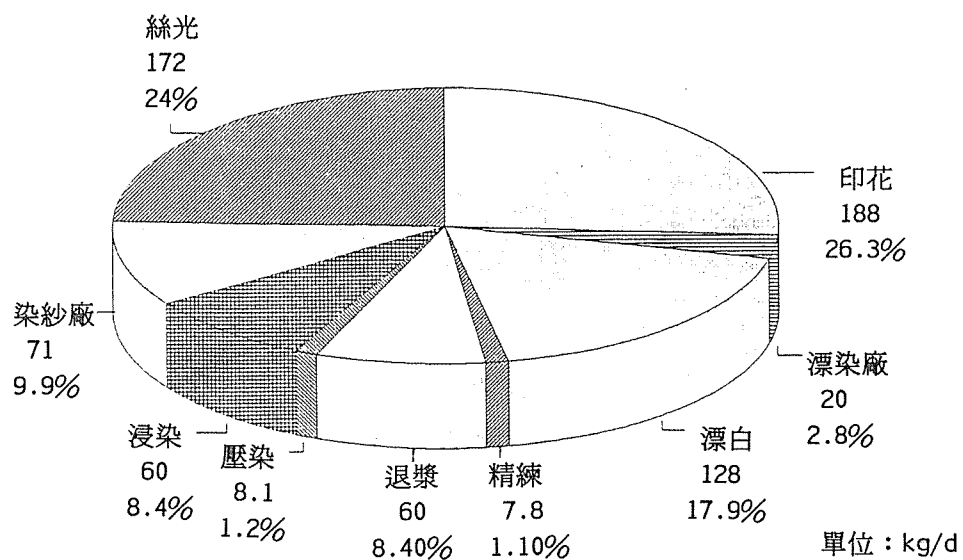


圖3.2 某棉纖維廠主要製程單元SS污染量及百分比圖

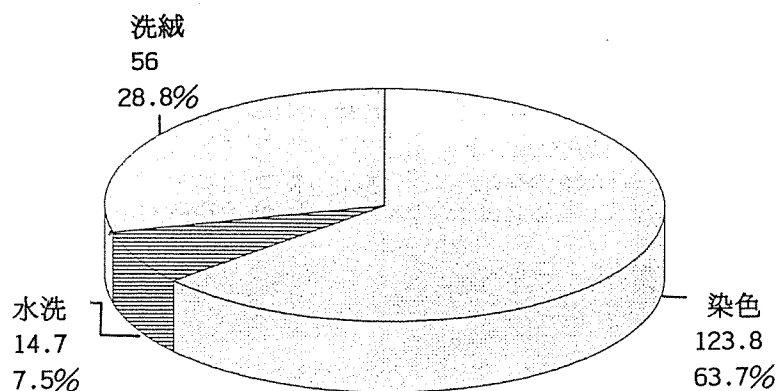
### 3.1.2 染羊毛之廢水來源

由前圖2.5可知，染羊毛之廢水來源主要包括洗絨、縮絨、漂白、清洗、染色、煮絨、整理加工等步驟所產生之廢水，分別說明如下：

1. 洗絨廢水：為污染量極大之廢水，但一般屬毛條業，不在染整廠中進行。
2. 縮絨廢水：污染物主要為界面活性劑及蘇打灰。
3. 漂白廢水：主要為殘餘之雙氧水、亞硫酸氫鈉等。
4. 清洗廢水：羊毛織物染色前須經多次水洗。
5. 染色廢水：羊毛常用染料有酸性、媒染、金屬複合及甕染料。助劑主要有酸類及界面活性劑。
6. 煮絨廢水：污染物為殘餘之無機酸。
7. 整理加工廢水：主要為依不同目的所添加之藥劑，但卻未固著之樹脂、糊劑及界面活性劑。

圖3.3及圖3.4為某羊毛纖維工廠各主要製程單元排出COD及SS之情況。該廠係以進口之羊毛、散毛及國內某廠生產之壓克力紗。經由紡紗、織布、染整等程序製成產品，每月生產毛呢、毛紗約40,000kg製程中主要污染源為染整製程之洗絨、染色、水洗等。由於紡紗、織布、染整為連續生產，染色之原料穩定，故排放之廢水水質亦較穩定。

至於污染產生總量由各製程單元每日排出之COD及SS污染量及其佔該廠污染總量百分比。其中由圖可知COD以染色單元之污染量最大，達63.7%，SS污染之主要來源則為洗絨單元，達62.2%。



單位：kg/d

圖3.3 某羊毛纖維廠主要製程單元COD污染量及百分比圖

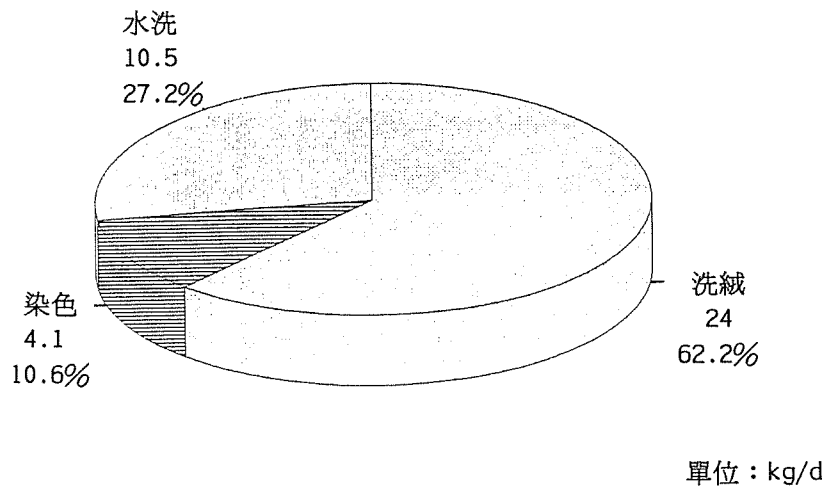


圖3.4 某羊毛纖維廠主要製程單元SS污染量及百分比圖

### 3.1.3 染合纖之廢水來源

#### 1. 退漿廢水

主要污染物包括染料（以合成染料PVA、CMC為主）、退漿劑。

#### 2. 精練廢水

部份人造纖維為去除不純物，使之潔淨，一般採用強鹼及界面活性劑，而廢水成份主要為界面活性劑、鹼、油脂。

#### 3. 漂白廢水

若有需要則添加亞氯酸鈉等漂白劑，及少量螢光染料，故主要成份為殘餘之漂白劑及鹼劑。

#### 4. 染色廢水

主要染料為酸性、鹽基性及分散性染料，其污染物為殘餘之染料、助劑。

#### 5. 印染廢水

主要為纖維與棉所混紡時，才可能需要印染程序，此時其印染廢水則包括未染著之染料及印染後水洗廢水，其成份除未染之染料外，尚包括印染時所需之漿料（含海藻精、其他添加劑）。

#### 6. 整理加工廢水

依使用目的不同，添加不同加工之藥劑，如柔軟劑、樹脂，其污染物主要成份為未附著之物質及界面活性劑。

圖3.5為國內某合纖工廠主要染整製程單元COD之情況，該廠係以染尼龍布為主。尼龍布先經二次退漿，徹底將合成染料洗除後，再添加液鹼進行精練，然後

水洗。再依客戶需求進行漂白、染色、或直接染色之程序，染色後清洗，再行烘乾，然後依客戶要求予以整理加工後即為成品。主要污染源包括退漿、精練、漂白、染色等程序之廢水，一般均為間歇排放。污染物之主要成份為退漿劑、漿料、界面活性劑、染料、助劑等未染著物質以及酸、鹼。

由圖可知各製程單元每日排出之COD 污染量及其百分比，以染色及退漿單元污染總量最高，佔全部污染總量之94.3%。

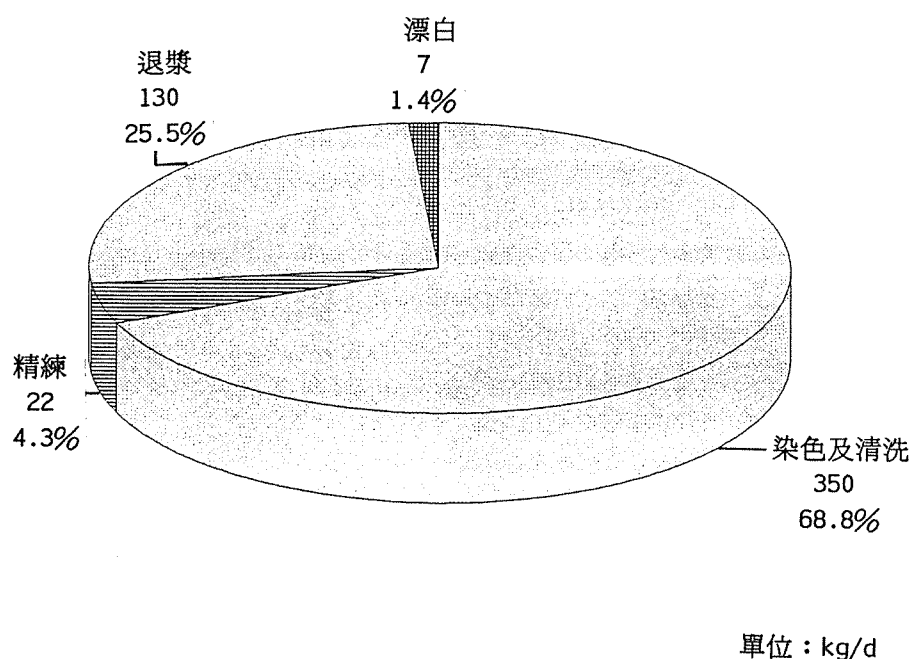


圖3.5 某合成纖維廠主要製程單元COD污染量及百分比圖

#### 3.1.4 染混紡之廢水來源

混紡纖維廢水之來源及污染特性，視混紡纖維種類不同而有差異，但個別之製程及污染來源則與前三類纖維相似。

圖3.6為某一聚酯／棉(T/C)混紡纖維染紗工廠，各主要製程單元COD 污染情況。該廠係主要從事(T/C)紗線之染色加工，採二段二浴法，每月產量182公噸。

該廠廢水主要為製程各單元排出含未完全反應之藥劑及反應後之雜質廢水，另外製程中須多次水洗的清洗廢水污染質較輕，但水量較大，估算完成一次T/C

紗染漂之排水次數約10~19次。以廠內主要的染色機型式而言，每次的染紗量為350~400kg，每次排水量約 3m<sup>3</sup>。主要污染物為有機物及色度，其中有機物來自紗線上的雜質、未被紗線吸收的殘餘染料及助劑等物質，色度則主要來自殘餘的染料。

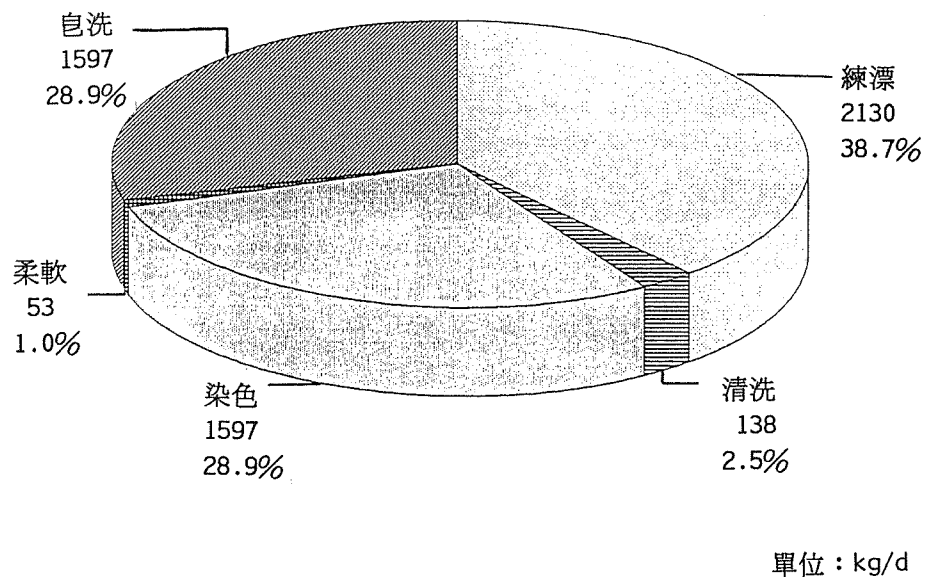


圖3.6 混紡廠主要製程單元COD污染量及百分比圖

由圖可知，各製程單元每日排出之COD 污染量及百分比，以精練、漂白及皂洗製程單元之污染量最大，佔污染總量之96.5%。

#### 3.1.5 廢水污染特性<sup>3,10,11,20,21</sup>

由前面所述可瞭解染整廢水因纖維種類，使用染料、助劑與操作方法之不同而有極大之差異，一般而言其有以下之共同特性：

##### 1. 有機物

廢水中含有漿料（天然／合成）、白明膠(gelatin) 及油脂等有機物質，其生化需氧量及化學需氧量頗高。

## 2. 酸鹼值

精練、染色過程中使用之鹼及酸類，使廢水中呈偏鹼性或偏酸性。

## 3. 透視度

染色或印花過程中，未能為纖維全部吸收而排出之殘餘染料，其廢水呈極鮮明之顏色，並使得化學需氧量高且透視度低，其中尤以透視度問題，常造成廢水處理上之困擾。

## 4. 泡沫

製程中使用之助劑，大都為界面活性劑，在廢水處理時，常易產生大量泡沫，造成操作上及觀瞻上之困擾。

## 5. 限制物質

染料及助劑可能含有如鉻等之毒性物質或如酚等之生物抑制性物質。除此之外，尚含有多量不易被微生物分解之有機物。

## 6. 氮營養劑

由於製程中添加含氮之助劑，以致廢水中含有氮之有機或無機物。

## 7. 高溫

精練、染色過程常在高溫下進行，故其排放廢水溫度較一般廢水高，常需如冷卻水塔等降溫設施。

## 8. 無機鹽類

廢水中之無機鹽類含量相當高。

## 9. 水質不穩定

染整業大多屬代工性質之中小型工廠，受客戶訂單之影響，其廢水水質之差異頗大，造成廢水處理上之一大困擾。

其各項污染物質之來源整理如表3.1，由表可知若染整廢水不經妥善處理即排放，將對環境造成相當程度之影響，其主要項目列舉如下：

### 1. 毒性物質

染整廢水中常含有硫酸、鹽酸、苛性鈉、保險粉、硫化物、鉻及酚等物質，對魚類、水中植物及其他水中生物可能產生影響，甚至可能嚴重破壞生態環境。

### 2. 消耗水中溶氧

退漿、精練、染色等工程之廢水常含有相當高濃度之有機物，同時含有硫化物、亞硫酸鈉等還原性無機物，此兩類物質均會消耗水體中之溶氧，致使水體中溶氧降低，影響魚、貝類之生存。嚴重時，水體中溶氧消耗殆盡，呈腐敗狀態，甚至會由於硫化物轉變為硫化氫，而造成水體產生臭味之問題。

表 3.1 污染物質之來源

| 污染物質  | 污 染 來 源                                                                 |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|
| pH    | 鹼性：精練 $H_2O_2$ 、漂白、氫染料、硫化染料、反應性染料之染色、絲光、還原清洗<br>酸性：酸性染料、鉻染料之染色、醋酸、亞氯酸漂白 |
| 懸浮固體  | 落毛、纖維屑、漿料、助劑                                                            |
| BOD   | 漿料、表面活性劑、油脂、助劑                                                          |
| COD   | 還原性漂白劑、褪色劑及洗滌劑、漿料、染料、醛類物質                                               |
| 六 價 鉻 | 鉻媒染、鉻染料、直接染料固色、可溶性氫染料、氧化染料之氧化發色等                                        |
| 錳、鋅   | 特殊漂白、防染、褪色劑、保險粉                                                         |
| 鐵     | 鐵媒染、植物染料染色、可溶性氫染料之發色                                                    |
| 銅     | 固色劑、金屬錯鹽染料、直接染料後處理防染劑、氧化染料、植物染料之助劑                                      |
| 酚     | 導染劑、印染助劑                                                                |
| 色 度   | 染料、顏料                                                                   |
| 泡 沫   | 清潔劑、鹼、助劑、界面活性劑                                                          |
| 無機鹽   | 各類無機助劑、耗氧無機物、氧化劑                                                        |
| 溫 度   | 染色、精練                                                                   |
| 氮化合物  | 助劑                                                                      |
| 氰化合物  | 染料、助劑                                                                   |

### 3. 色度及油脂

染色廢水色度高，且部分染整廢水油脂濃度很高，此兩者均將減少日光透視度，妨礙水體之光合作用。且當色度在 7 度（鉑鈷單位）以上時，魚類開始忌諱，達 13 度時則逃離，一般而言色度會破壞河川之觀瞻。

### 4. 對農作物之影響

染整廢水常含有多種化學藥劑、高濃度之無機鹽類及酸鹼不定之性質，若任其排入灌溉渠道，必將影響農田土壤之性質，甚至傷害到農作物，而其中含有之重金屬亦可能於農作物中累積，影響其食用性。

## 3.2 廢水污染濃度及單位產品污染量

### 3.2.1 廢水污染濃度

各類纖維染整工廠之污染情況視纖維種類及染整工程之不同而有所差異。依

據服務團82年度就台灣地區染整工廠所進行之調查輔導顯示，廢水污染濃度如表3.2所示。原廢水pH值由5.0~11.5，高pH值主要是棉類纖維工廠之絲光單元所引起的，若使用酸性染料及助劑如醋酸，則原廢水之pH值偏酸性。COD、BOD及SS污染濃度累積或然率分佈如圖3.7、及圖3.8、3.9所示，採對數常態分布其值近似直線，主要是受使用染料及助劑之影響，其次則因廠內管理及製程減廢良窳亦會造成原廢水水質之差異。50家樣本工廠中，COD之範圍310~4,530mg/L，BOD之範圍65~1,600mg/L，SS為9~700mg/L，透視度因受色度及SS之影響，其值約0~9cm。若製程係染深色，則透視度很差，對放流水質造成很大的影響。此外，製程中使用大量的熱能，致原廢水溫度頗高(29~68℃)，若廠內進行熱回收，則不僅可節省能源，且可降低廠內排放水溫度。

表3.2 染整業各類纖維工廠原廢水污染濃度

| 項 目         |                 | pH       | COD<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 透 視 度<br>(cm) | 溫 度<br>(℃) |
|-------------|-----------------|----------|---------------|---------------|--------------|---------------|------------|
| 棉           | 範圍              | 6.0~11.5 | 500~2,800     | 250~1,200     | 100~700      | 0~6           | 30~68      |
|             | P <sub>50</sub> | 9.1      | 1,222.9       | 466.6         | 236.2        | 2.4           | 42.4       |
| 毛           | 範圍              | 6.1~7.7  | 333~630       | 120~258       | 9~180        | 2~9           | 29~45      |
|             | P <sub>50</sub> | 7.0      | 430.8         | 165.6         | 31.9         | 5.0           | 39.8       |
| 合<br>織      | 範圍              | 5.0~10.5 | 310~4,530     | 65~1,600      | 40~350       | 1~8           | 34~60      |
|             | P <sub>50</sub> | 7.4      | 971.5         | 301.0         | 147.1        | 3.6           | 44.3       |
| 混<br>紡      | 範圍              | 6.0~10.5 | 350~1,650     | 138~850       | 75~350       | 1~7           | 30~50      |
|             | P <sub>50</sub> | 8.4      | 818.9         | 266.5         | 198.8        | 2.7           | 43.9       |
| 染<br>整<br>業 | 範圍              | 5.0~11.5 | 310~4,530     | 65~1,600      | 9~700        | 0~9           | 29~68      |
|             | P <sub>50</sub> | 8.2      | 911.7         | 311.8         | 159.3        | 3.1           | 43.2       |

[註] 1. P<sub>50</sub>係指常態累積或然率為50%時相對應之變數值  
2. 共計50家樣本工廠，其中棉、合織、混紡各15家、毛纖維5家工廠

由於原料及製程單元使用藥劑上的差異，四類纖維工廠廢水之污染特性頗有差異。棉纖維工廠由於製程有退漿及絲光單元，致廢水有機物濃度高，且呈鹼性



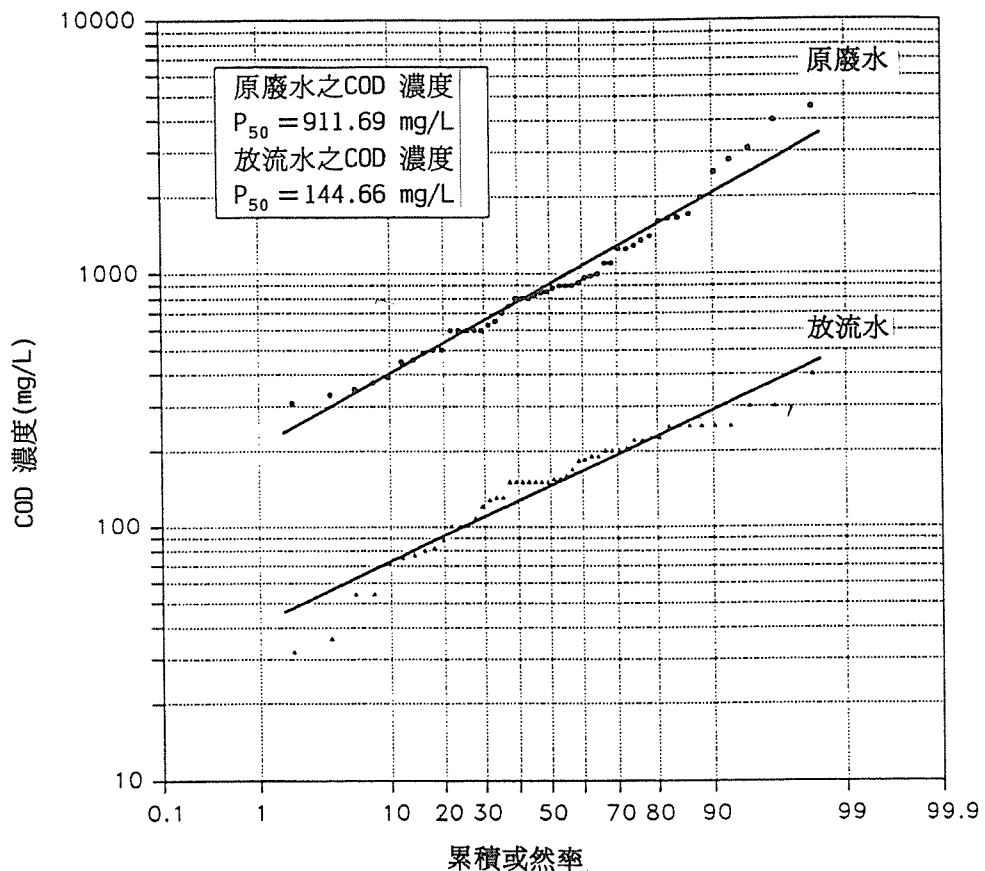


圖3.7 染整業工廠原廢水及放流水之COD濃度累積或然率分布圖

。合纖類工廠廢水之有機物濃度，則視其是否進行退漿單元而有差異。羊毛類工廠由於製程較為單純，有機物之污染濃度低，僅洗絨單元有較多量之SS排出。混紡工廠則視混紡纖維之種類，廢水水質變化頗大。

綜合前述四類纖維染整工廠原廢水水質COD、BOD、SS 之  $P_{50}$  值如圖3.10所示，顯示棉類工廠之BOD、SS 皆居四類工廠之冠，染整工廠中污染較為嚴重者，平均COD 濃度 ( $P_{50}$ ) 為1,365mg/L、BOD 為529mg/L、SS為272mg/L。毛纖維工廠則因製程簡單，產品單純廢水污染濃度較低，COD濃度  $P_{50}$  為442mg/L, SS則僅56mg/L，混紡及合纖類之污染濃度則介於棉及毛纖維間。

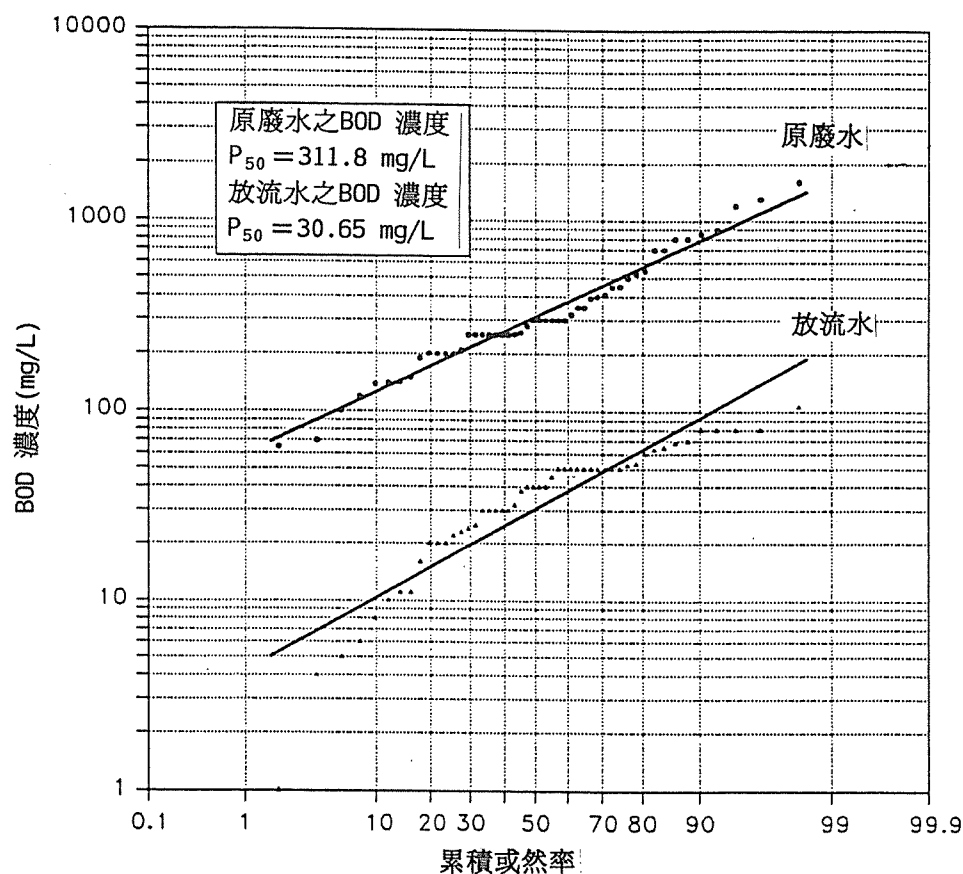


圖3.8 染整業工廠原廢水及放流水之BOD濃度累積或然率分布圖

至於國外之情況以鄰近之日本為例，依日本所做之調查結果則如表3.3、表3.4（須注意日本之COD 值係採用高錳酸鉀試劑法測得，和國內慣用之重鉻酸鉀法不同），以精練、染色單元為主要污染物來源。又根據大陸所研究之資料顯示，染整廠之廢水水質如表3.5 所示，又某麻紡廢水水質及毛紡廠各單元廢水水量水質如表3.6及表3.7所示。

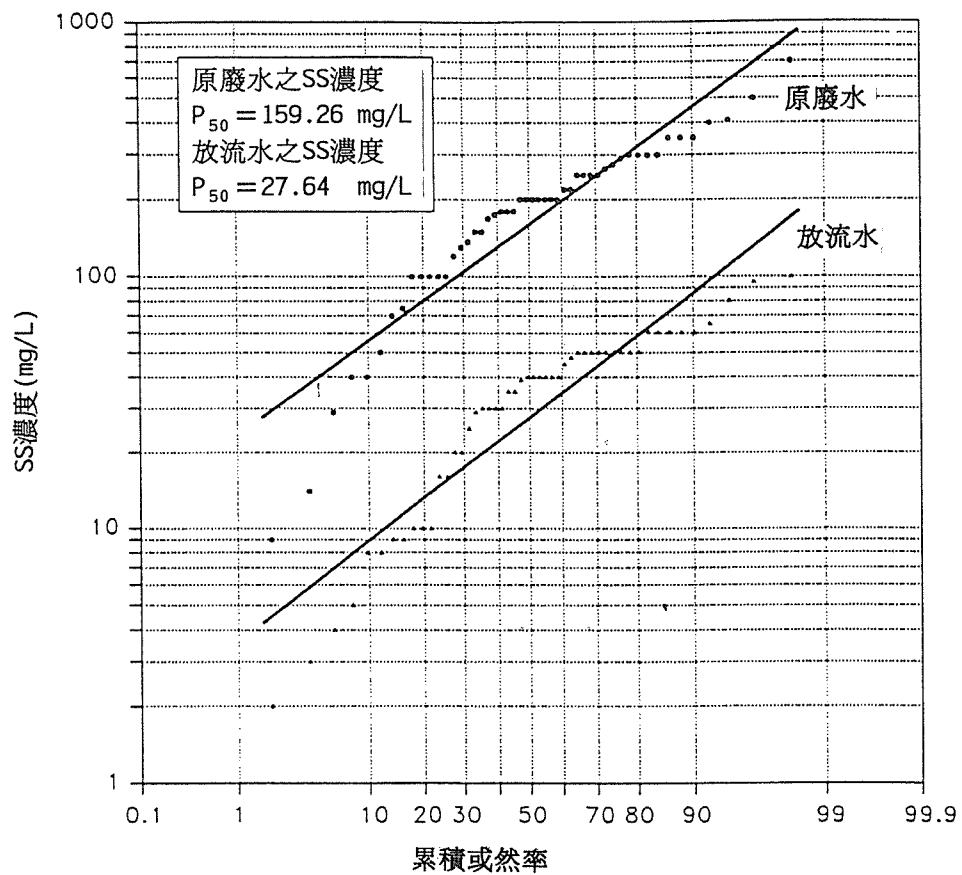


圖3.9 染整業工廠原廢水及放流水之SS濃度累積或然率分布圖

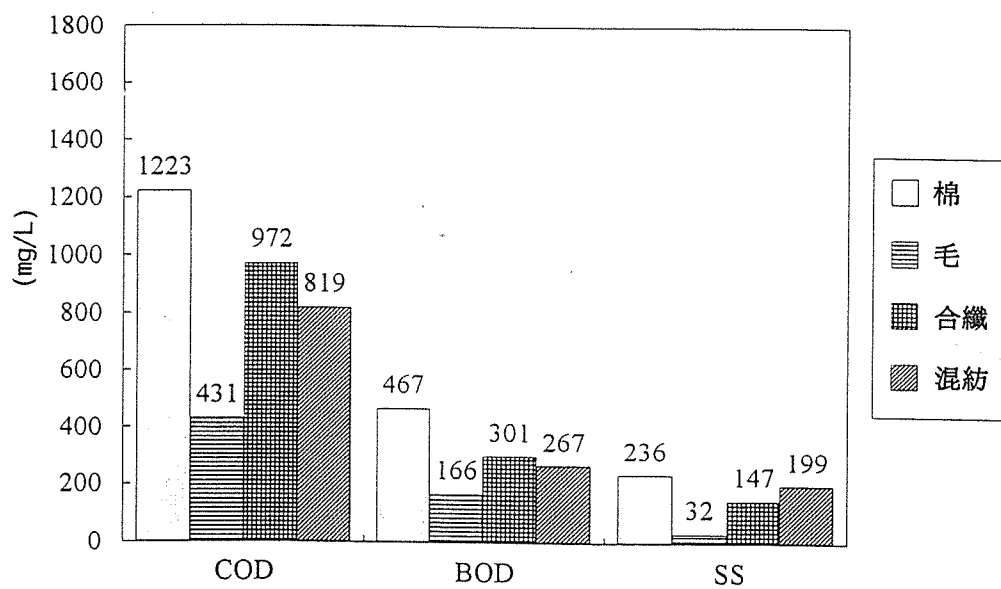


圖3.10 各類纖維原廢水污染濃度 $P_{50}$ 比較

表 3.3 日本染紗之染整廢水量及水質

| 項目<br>製程 | 原廢水量<br>(L/kg產品) | 綜合廢水量<br>(L/kg產品) | 原 廢 水     |             |             | 水 質       |           |            | 綜 合 廢 水    |           |           |           | 水 質       |           | 稀釋倍數 |
|----------|------------------|-------------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
|          |                  |                   | pH        | BOD (mg/L)  | COO (mg/L)  | SS (mg/L) | pH        | BOD (mg/L) | COO (mg/L) | SS (mg/L) | SS (mg/L) | SS (mg/L) | SS (mg/L) | SS (mg/L) |      |
| 精 練      | 10~15            | 45~55             | 13.2      |             | 1,309~1,620 | 10~30     | 12.5~12.9 | 1,240      | 438~518    | 2~13      |           |           |           |           | 3~5  |
| 漂 白      | 10~15            | 75~95             | 11.3      | 430         | 563~728     | 10~70     | 10.4      | 120        | 110~142    | 0~10      |           |           |           |           | 5~9  |
| 直接染色     | 12~15            |                   | 9.3       | 1,800       |             | 269       | 7.0~9.0   | 40~200     | 35~188     |           |           |           |           |           |      |
| 酸性染色     | 12~15            |                   | 4.3~5.7   |             |             |           | 4.3~5.4   | 200~500    | 141~400    |           |           |           |           |           |      |
| 硫化染色     | 20~30            | 100~300           | 11.8~13.1 | 2,210~3,430 | 2,212~2,630 | 20~25     | 10.5~11.4 | 240~1,300  | 70~530     | 5~10      |           |           |           |           | 5~10 |
| 羧基染色     | 20~30            | 60~360            | 12.8~13.2 | 2,080       | 100~622     | 15~25     | 11.3~12.3 | 140        | 20~260     | 0~10      |           |           |           |           | 3~12 |
| 反應染色     | 12~15            | 48~150            | 10.6      |             | 112~811     | 35        | 7.5~9.5   | 180        | 20~130     | 0         |           |           |           |           | 4~10 |
| 分散染色     | 12~15            |                   | 4.2~5.2   | 500~800     | 1,705~2,804 | 0         | 7.0~7.4   | 35~180     | 50~280     | 0         |           |           |           |           | 7~16 |
| 氧化染色     | 20~30            |                   |           | 840         |             |           |           |            |            |           |           |           |           |           |      |
| 苯酚染色     | 20~30            |                   | 4.3~13.0  |             | 4,362~5,847 | 43~426    | 9.5~4.2   | 108        |            |           |           |           |           |           |      |
| 鹽基染色     | 12~15            |                   |           | 780         |             | 630       | 10.0~6.3  | 200        |            |           |           |           |           |           |      |
| 浸 油      |                  |                   | 8.8       |             | 300~810     | 102~196   | 8.9~7.5   |            |            |           |           |           |           |           |      |
| 綜 合      |                  | 200~500           | 3.0~12.8  | 630~1,230   | 300~920     | 200~1,170 | 10.5~6.3  | 80~210     | 90~180     | 50~120    |           |           |           |           | 4~8  |

表3.4 日本染整廢水量及水質

| 項目<br>製程 | 綜合廢水量<br>(L/kg產品) | 原 廢 水    |               |               | 水 質          |           |             | 綜 合 廢 水    |           |  | 水 質 |       | 稀釋倍數 |
|----------|-------------------|----------|---------------|---------------|--------------|-----------|-------------|------------|-----------|--|-----|-------|------|
|          |                   | pH       | BOD (mg/L)    | COD (mg/L)    | SS(mg/L)     | pH        | BOD (mg/L)  | COD (mg/L) | SS(mg/L)  |  |     |       |      |
| 退 漿      | 15~25             | 1.0~14.0 | 15,700~96,600 | 7,300~8,0500  | 4,700~8,800  | 3.8~10.0  | 1,750~6,930 | 247~1,300  | 230~550   |  |     | 8~16  |      |
| 精 練      | 20~40             | 3.8~14.0 | 10,000~39,000 | 1,200~7,000   | 840~2,540    | 6.8~12.8  | 1,020~2,360 | 210~930    | 70~200    |  |     | 6~16  |      |
| 漂 白      | 15~25             | 1.0~14.0 | 780~1,400     | 500~800       | 240~1,230    | 3.0~11.8  | 120~270     | 130~400    | 40~140    |  |     | 4~6   |      |
| 絲 光      | 30~40             | 7.8~14.0 | 1,640~3,080   | 840~3,920     | 190~440      | 9.0~12.8  | 40~300      | 80~620     | 10~190    |  |     | 7~14  |      |
| 直接染色     | 50~65             | 2.5~14.0 | 250~510       | 360~2,880     | 1,200~11,000 | 7.5~10.6  | 70~100      | 100~240    | 90~300    |  |     | 4~11  |      |
| 硫化染色     | 55~70             | 7.5~14.0 | 8,300~19,200  | 11,400~77,200 | 6,300~18,900 | 9.9~11.5  | 438~1,200   | 800~2,200  | 610~1,380 |  |     | 11~18 |      |
| 氫染染色     | 150~180           | 1.0~14.0 | 2,100~4,100   | 710~1,570     | 640~5,500    | 9.6~13.0  | 230~600     | 150~490    | 90~480    |  |     | 5~12  |      |
| 酸性染色     |                   | 1.0~7.8  | 6,390~10,800  | 1,300~2,200   | 150~310      | 3.2~6.0   | 330~1,060   | 130~520    | 20~100    |  |     | 4~14  |      |
| 鹽基性染色    |                   | 1.0~12.8 |               |               |              | 5.4~6.4   | 70~270      | 80~240     | 40~80     |  |     |       |      |
| 分散染色     |                   | 3.1~14.0 | 790           | 790~5,500     | 200~400      | 4.5~10.2  | 180~440     | 150~430    | 40~80     |  |     | 5~12  |      |
| 反應染色     |                   | 11.8     |               | 140~930       |              | 10.6      |             | 20~120     | 0~40      |  |     | 6~8   |      |
| 染色綜合     |                   | 1.0~13.6 | 390~4,640     | 410~5,880     | 200~800      | 4.6~12.6  | 30~290      | 70~350     | 20~90     |  |     | 6~17  |      |
| 反應印染     | 70~150            |          |               |               |              | 9.2~9.8   | 270         | 240        | 101       |  |     |       |      |
| 氫染印染     | 70~150            |          |               |               |              | 11.6~12.0 | 750         | 160        | 90        |  |     |       |      |
| 苯酚印染     | 70~150            | 5.1~11.0 | 210~380       | 120~200       | 180~240      |           |             |            |           |  |     |       |      |
| 印染綜合     |                   | 1.0~14.0 | 980~4750      | 1,000~4,300   | 400~2,300    | 5.7~9.8   | 100~270     | 120~560    | 80~230    |  |     | 5~13  |      |
| 整 理      |                   | 2.9~12.1 | 680~6,210     | 1,000~17,100  | 460~4,400    | 5.9~9.6   | 20~160      | 20~100     | 0~150     |  |     | 25~70 |      |
| 綜 合      | 150~400           | 3.3~14.0 | 1,050~2,150   | 400~6,700     | 540~1,900    | 4.9~12.2  | 150~280     | 60~600     | 30~120    |  |     | 6~12  |      |

[註] \*高錳酸鉀法

\*\*原廢水系指第一次排出水

綜合廢水係指多次水洗之後綜合廢水

表3.5 染整廠的廢水水質

| 項 目    | pH值   | 色 度     | COO     | TOC     | BOD     | 硫化物     | 總 固 體     | 懸浮物     | 酚    | 氰化物  | 總 鉻     |
|--------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|------|------|---------|
| 印 染 廠  | 9~10  | 300~400 | 600~800 | 150~200 | 150~200 | 0.7~1.0 | 900~1200  | 100~120 | 0.05 | 0.04 | 0.2~0.3 |
| 卡其布染色廠 | 10~11 | 400~450 | 600     | 170~220 | 150     | 20~30   | 1800~1200 | 150~200 | 0.02 | 0.01 | 0.005   |
| 人棉印染廠  | 6.5~8 | 500     | 1,200   | 200     | 300     | 2~3     | 2500      | 500     | 0.04 | 0.15 | 0.1     |
| 燈心絨染整廠 | 9~10  | 500~600 | 500~600 | 200~300 | 200~300 | 4~6     | 1800~2000 | 150     | 0.02 | 0.5  | 0.5     |
| 織 襪 廠  | 8~9   | 150~200 | 500~600 | 120~150 | 120~150 | 4~6     | 1200      | 60~80   | 0.3  | 0.02 | 0.1     |
| 印 綢 廠  | 6~7   | 150~200 | 700     | 150     | 250     | 2~3     | 1200      | 250     | 0.4  | 0.05 | 0.02    |

[註] 單位：mg/L (pH 除外)

表3.6 某麻紡廠廢水水質情況

| 項 目          | 煮 練 廢 水      | 浸酸廢水       | 中 段 廢 水     |
|--------------|--------------|------------|-------------|
| 顏 色          | 黑色、棕黑色       | 黃色、橙黃色     | 乳白色、乳黃白色    |
| pH值          | 11.2~11.4    | 2.11~2.89  | 10.11~11.29 |
| 溶 解 氧 (mg/L) | —            | 0.5~1.9    | 4~5.8       |
| 耗 氧 量 (mg/L) | 3,537~19,448 | 610~3,651  | 51~3,094    |
| BOD (mg/L)   | 17,000       | 1,200      | 400~410     |
| 氨 氮 (mg/L)   | 12.6~35.8    | 0.2~0.8    | 0.24~0.40   |
| 總 氮 (mg/L)   | 316~352      | 22~68      | 4.06~6.16   |
| 亞硝酸鹽 (mg/L)  | ND           | ND         | ND          |
| 硝 酸 鹽 (mg/L) | 4.96~7.65    | 2.42~7.08  | 0.59~13.29  |
| 硫 酸 鹽 (mg/L) | 52.8~2,305.5 | 86.4~480.3 | 28.8~100.8  |
| 磷 酸 鹽 (mg/L) | 0.1~36       | 0.4~16     | 0.05~0.5    |
| 氯 化 物 (mg/L) | 800~1,550    | 275~815    | 30~53       |
| 總 固 體 (mg/L) | 34,480       | 4,890      | 3,460       |
| 溶解固體 (mg/L)  | 34,228       | 4,480      | 2,928       |

[註] ND：無法量測

### 3.2.2 單位產品污染量

紡織成品一般主要分為梭織布印染產品與針織布印染產品，前者一般是碼或平方公尺為代表，而為便於整體行業之單位產品污染量統計與比較，皆將之換算為kg，以 1碼布等於0.25kg來估算。染整業工廠單位產品廢水量之累積或然率分佈圖如圖3.11所示，採對數累積或然率分布，82年度所調查之50家樣本工廠中，單位產品廢水量為10~450 L/kg產品 $P_{50}$ 為90 L/kg產品。其最大值與最小值相差達45倍，除因製程與產品之差異外，廠內生產過程用水是否合理化為主要影響之原因。又根據大陸所研究之資料顯示，污染程度之單位產品廢水量如表3.8 所示，單位產品廢水量為80~180 L/kg，較台灣地區之10~450 L/kg產品各廠差距較小。

表3.7 某毛紡織廠各製程單元廢水水量水質表

| 平均日排放量和高濃度廢水水質   |                            |                            |     |            |               |               |               |      |               |               |             |                  |
|------------------|----------------------------|----------------------------|-----|------------|---------------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|-------------|------------------|
| 廢水來源             | 沖洗廢水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 高濃度廢水<br>(m <sup>3</sup> ) | pH  | 水溫<br>(°C) | COO<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | 溶解氧<br>(mg/L) | 透光率  | 揮發酚<br>(mg/L) | 氰化物<br>(mg/L) | 鉻<br>(mg/L) | 氨<br>氮<br>(mg/L) |
|                  | 44.5                       | 7                          | 10  | 50         | 568           | —             | —             | 淺棕色  | —             | —             | —           | —                |
|                  | 35.1                       | 13                         | —   | —          | —             | —             | —             | —    | —             | —             | —           | —                |
|                  | 100.8                      | 3.2                        | 7.5 | 40         | 617           | 224           | —             | —    | 0.5           | 0.23          | 0.06        | 0.78             |
| 煮絨               | 99.6                       | 4.4                        | 6.5 | 95         | 173           | 42            | 1.8           | —    | 0.04          | 0.28          | 0           | 0.78             |
| 前處理              | 85.3                       | 42.7                       | 7.0 | 95         | 523           | 110           | —             | —    | 0.1           | 0.32          | 0           | —                |
| 後處理              | —                          | 40.7                       | 6.5 | 40         | 455           | 112           | —             | —    | 0.01          | 0.03          | 微量          | —                |
| 染色廢水<br>整色<br>染色 | 251.9                      | 43.8                       | 7.0 | 70         | 2,560         | 1,500         | 0             | 2%深藍 | —             | —             | —           | 23.5             |
|                  |                            |                            | 6.5 | 70         | 941           | 286           | —             | 不透光  | 0.09          | 0.06          | —           | 24.0             |
|                  |                            |                            | 4.3 | 70         | 1130          | —             | —             | 不透光  | 0.24          | 0.02          | 0           | —                |

[註] 本廠之年產精紡呢絨為180萬碼



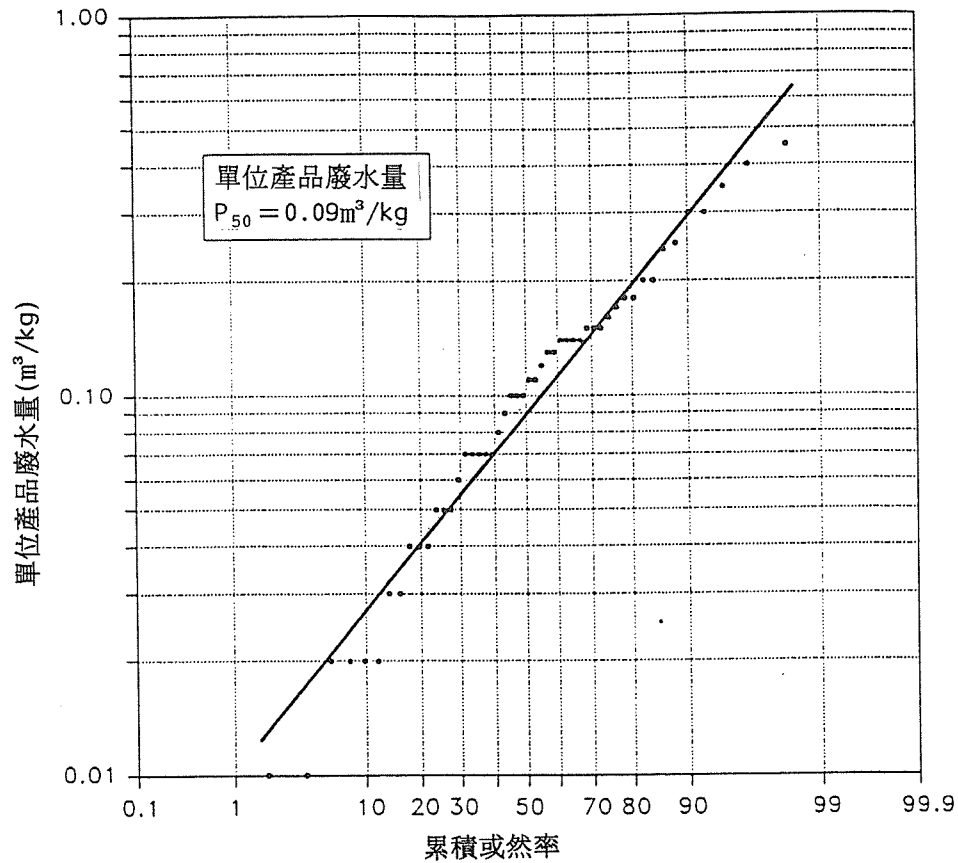


圖3.11 染整業工廠單位產品廢水量累積或然率分布圖

表3.8 染整廠單位產品廢水量

| 用水量<br>(m³/噸紡織品) | 廢水量<br>(m³/噸紡織品)                                   |
|------------------|----------------------------------------------------|
| 100~200          | 80~180<br>其中：染整廢水52~117<br>廢碱液15~34<br>澱粉漿料廢水13~29 |

由於台灣地區之工廠大多採用地下水為主要水源，而近來水資源之取得已日益困難，政府亦愈來愈重視水資源之保護，因此若欲有效減少用水量，進而降低污染量，製程用水合理化及減量化之重要性日益顯著。

四類纖維工廠單位產品之污染量範圍及 $P_{50}$ 如表3.9所示，以平均值 $P_{50}$ 而言顯示毛類纖維工廠單位產品廢水量最高，達180 L/kg產品，這與其製程中有洗絨單元有相當大之關係。

綜合四類纖維之污染特性顯示目前整個染整業每公斤產品平均COD 污染量為80g、BOD為27g、SS為14g。

由表3.9 四類纖維工廠單元產品污染量之差異性顯示，各類纖維工廠因廠內處理製程或所添加染料，助劑之不同，致使污染程度差異頗大。毛纖維類工廠，單位產品用水量居四類纖維之首，主因洗絨單元之用水量大，未來宜加強廠內管理朝向合理用水或水洗水回收循環再用等方向努力，以節省水資源，此外各類纖維應朝向製程改善，增加染料染著率，且在不妨礙產品品質下，儘量減少染料助劑之添加量或採用低污染之藥劑等方向努力，以減少污染產生量。

表3.9 染整業各類纖維樣本工廠之單位產品污染量

| 污染項目<br>工廠種類 |          | 單 位 產 品 污 染 量   |                 |                 |                |
|--------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|              |          | 廢水量<br>(L/kg產品) | COD<br>(g/kg產品) | BOD<br>(g/kg產品) | SS<br>(g/kg產品) |
| 棉            | 範圍       | 30~250          | 42~500          | 13~240          | 4~99           |
|              | $P_{50}$ | 99              | 121             | 46              | 23             |
| 毛            | 範圍       | 20~400          | 14~148          | 6~75            | 0.2~54         |
|              | $P_{50}$ | 180             | 78              | 30              | 6              |
| 合<br>織       | 範圍       | 10~450          | 10~1,800        | 2~720           | 0.5~135        |
|              | $P_{50}$ | 59              | 57              | 18              | 9              |
| 混<br>紡       | 範圍       | 20~200          | 16~195          | 5~61            | 4~53           |
|              | $P_{50}$ | 92              | 75              | 24              | 18             |
| 染<br>整<br>業  | 範圍       | 10~450          | 10~1,800        | 2~720           | 0.2~135        |
|              | $P_{50}$ | 90              | 80              | 27              | 14             |



## 第四章 廠內管理與減廢技術

染整加工之製程特徵就是將原料纖維均一浸漬於染料、藥劑之溶劑中，再經加熱使染料或藥劑反應固著於紗或布上，再經水洗除去未反應物，最後烘乾、整理成產品<sup>22~24</sup>。由於過程中需耗用大量的水及熱能，如未有適當的廠內管理或減廢措施，則將造成管末處理上之負荷，並且增加處理之困難度。同時，染整工廠之污染隨著纖維素材（棉、毛、合成纖維）、加工形態（紗、布）、加工方法（浸染、壓染、印花）、加工工程（退漿、精練、漂白、絲光、染色、印花、整理、洗毛、洗絨、縮絨、煮絨）等不同而有所差異。又因使用的染料、助劑、生產時間、流行季節等關係，使染整廠廢水的顏色與水量變化很大，也使得染整廢水顯得格外不穩定及複雜。

為減少管末處理的困難及操作成本，必需從廠內管理與減廢措施著手，主要之技術如圖4.1所示，計有原料管制、清潔管理、維護保養、藥劑之最佳利用、廢水分流、藥品替代、製程改善、設備改善、回收再利用或循環使用、合理用水等十項，如圖4.1所示，茲將其分別予以說明如下，並在4.3節舉出減廢實例供業者參考。

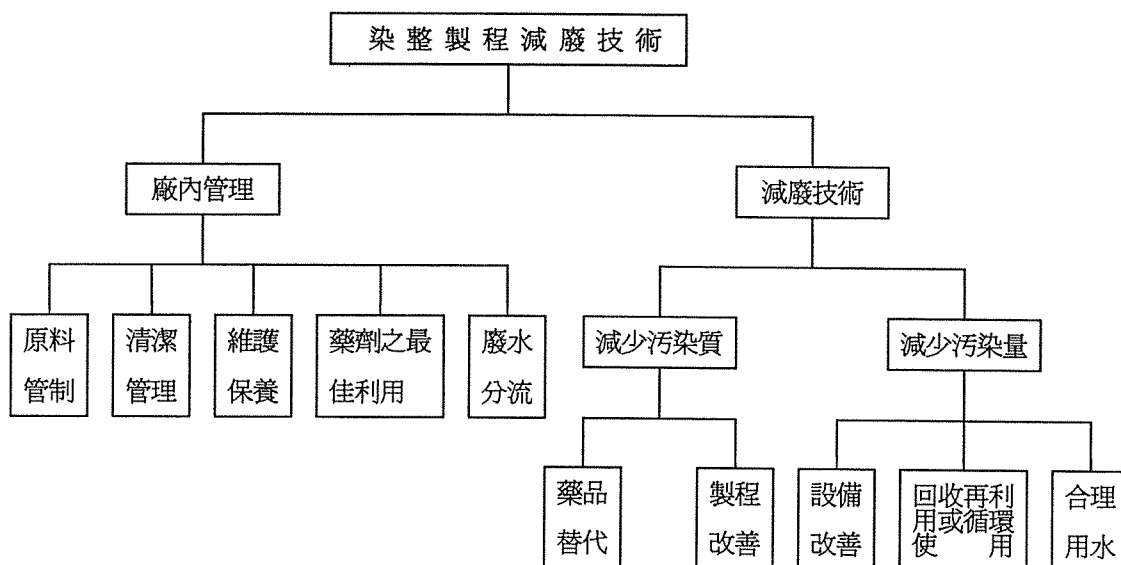


圖4.1 染整製程減廢技術

## 4.1 廠內管理

廠內管理之技術主要為原料管制、清潔管理、維護保養以及藥劑的最佳利用。

### 4.1.1 原料管制

染整加工之原料主要包括水、加工物(紗或布)、染料助劑。因此管制之內容主要為採購時預先篩選，交貨時驗數，良好的庫存管理以及各製程單元標準用水量等方式。如此將可因有效管制原料的品質，而避免無謂浪費。且減少不良品，降低重修率，以達到減廢目的。

### 4.1.2 清潔管理

染整廠之清潔管理並不只維護環境清潔而已，尚包含對各類藥劑殘液之消除、各種用具的清洗及防止藥劑的濺出、傾倒、洩漏到排放管等方式。

在清潔管理時應盡可能以「擦拭」方式將之處理，避免擴散而增加廢水負荷，如樹脂殘液、印花殘糊等不要直接傾入廢水中，儘可能以「擦拭」方式先行處理，不然也需單獨收集貯存，然後再少量且定量排入廢水處理場或先經前處理。

清潔之項目主要包括機器設備、工具、容器、儲存槽、印花板、刮刀。如此將可改善生產效率，並減低因不潔而污染之不良品，降低重修率。

### 4.1.3 維護保養

適當保養設備可確保良好工作情況，減少重修率，降低不良品。除此之外，維護保養工作項目尚包括防止廠內各類水管、蒸氣管、水塔、水龍頭…等之洩漏如圖4.2，這些洩漏常常浪費用水量，也因而增加廢水處理場之負荷。

維護保養時所用化學藥劑也不能隨意排到廢水處理場，儘可能以「擦拭」處理，這些化學藥劑有機器的清淨劑、溶劑、去油劑、潤滑劑等。

### 4.1.4 藥劑的最佳利用

染整加工儘可能避免添加非必要的化學藥劑，如消泡劑，或是不利上色率之均染料、緩染劑，並儘量藉由pH、溫度、水量、鹽類添加予以有效控制。由於這些化學藥劑在染色加工時可能會帶來負面影響，致過多染料殘留於廢水中，應儘量避免使用。並應儘量藉由控制pH值、溫度、水量、鹽類之添加等方式以提高上色率，且可採用自動計量加藥設備，以防止藥劑之浪費及污染物之增加。

### 4.1.5 廢水分流

染整廠各製程單元排放之污染物各不相同，若不做好廢水分流，則將使有害與無害物質或難處理與易處理者相混合，因而產生大量有害或難處理之廢水。

有鑑於此，若能實施廢水分流，先將高濃度廢水回收或再利用。不然至少將染整製程中較高濃度的廢液（染色原殘液及樹脂加工原殘液）及低濃度廢水（染

色後之洗液及漂白殘液) 個別分開處理，如此將可降低處理成本。圖4.3 為一染整加工廠廢水之分流系統。

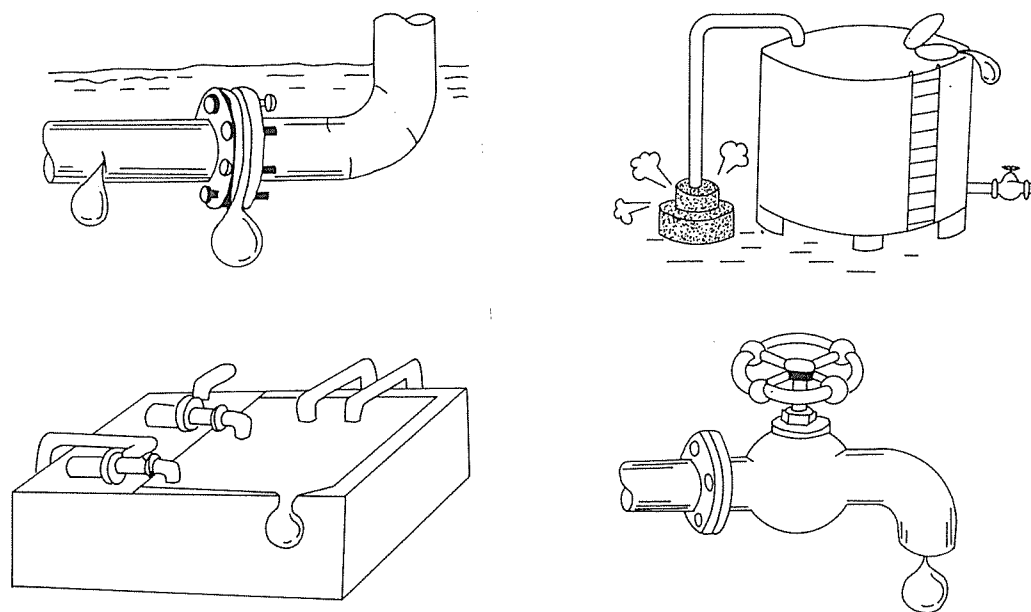


圖4.2 各類水管、水龍頭、水塔之洩漏

#### 1. 循環使用或節省用量

許多廢水經分流後可以再使用，循環或節省用量，例如冷卻水與原廢水分流。或是將製程中低污染度之廢水分流儲存，以便下缸布的水洗，則將可減少用水量。

#### 2. 高低濃度分別處理

對於高低濃度之廢水若能予以分流，個別處理，則將可較易掌握水質特性，進而做適當的規劃與操作，以便減少處理成本。

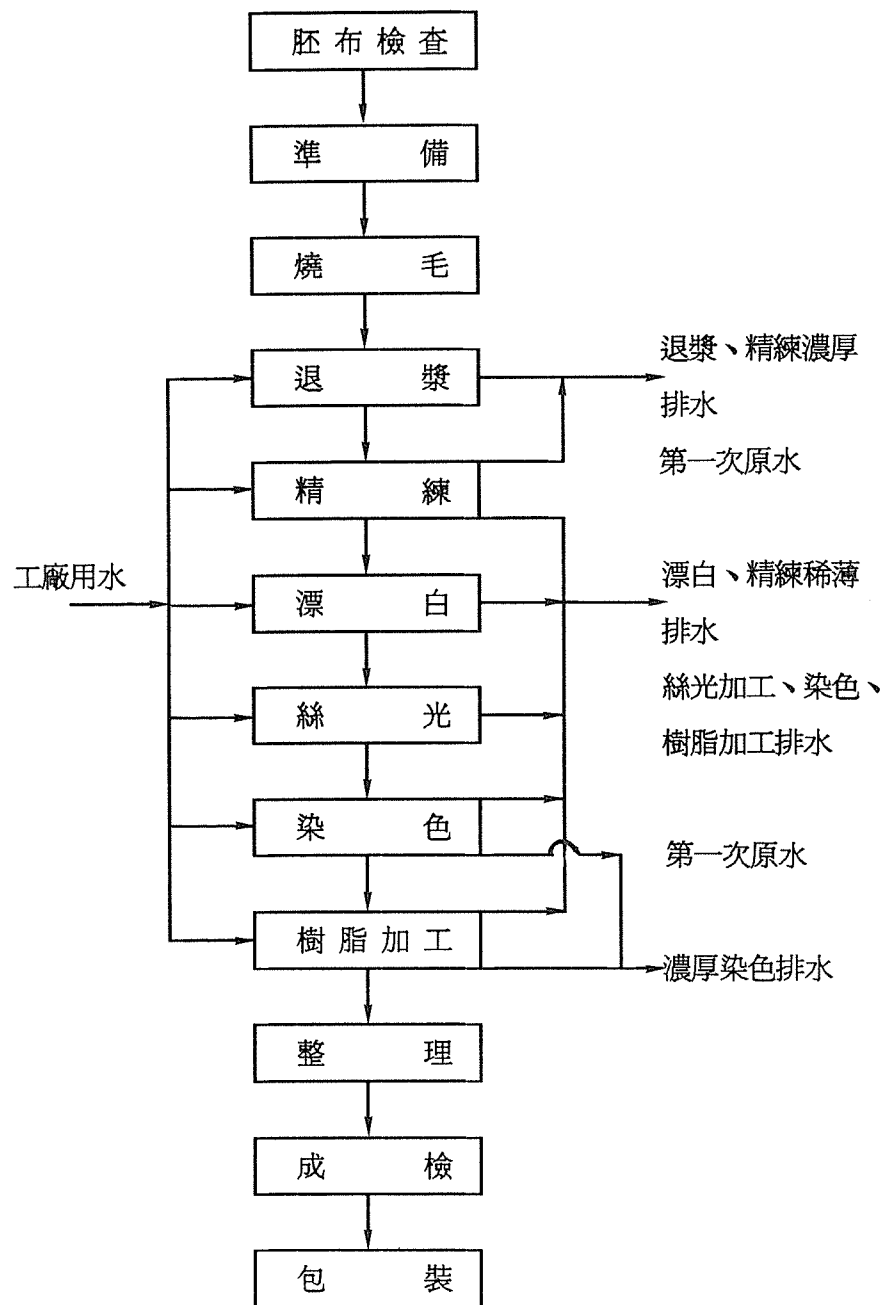


圖4.3 染整加工廢水之分流

## 4.2 減廢技術

減廢技術之主要方針為減少污染質或減少污染量，前者之技術主要包括藥品替代、製程改善，後者之技術則包括設備改善、回收再利用或循環使用及合理用水。分別介紹如下：

### 4.2.1 藥品替代

染整製程中需使用大量水及化學藥劑，包括有染料、助劑，若其中含有高污染有毒、難處理物質，則其排出將對廢水處理場造成不良之影響。

因此在不影響產品品質的條件下，盡可能以低污染之化學藥劑替代，如提高上色率之染料或容易處理之助劑等方式，分述如下：

#### 1. 染料方面

染料除了造成COD、BOD、SS問題外，尚有透視度之問題，其中有些還有金屬物之污染，如表4.1 所示。對於顏料印花之壓克力接著劑(binder)，因其含有高濃度懸浮物及金屬物，盡可能避免使用。且應儘量使用低污染度或高上色率之染料。

表4.1 含金屬之染料舉例

| Dye             | 金屬 | Dye              | 金屬 |
|-----------------|----|------------------|----|
| Vat Blue 29     | 鈷  | Pigment Blue 15  | 銅  |
| Ingrain Blue 14 | 鎳  | Ingrain Blue 5   | 銅  |
| Ingrain Blue 13 | 銅  | Direct Blue 86   | 鈷  |
| Direct Blue 87  | 銅  | Pigment Blue 17  | 銅  |
| Acid Blue 249   | 銅  | Ingrain Blue 1   | 銅  |
| Pigment Blue 15 | 銅  | Pigment Green 37 | 銅  |
| Pigment Blue 7  | 銅  | Ingrain Green 3  | 銅  |
| Solvent Blue 25 | 銅  | Solvent Blue 24  | 銅  |
| Solvent Blue 55 | 銅  | Reactive Blue 7  | 銅  |

#### 2. 助劑方面

染整助劑主要包括界面活性劑（滲透劑、精練劑、均染劑、緩染劑、分散劑、皂洗劑、固色劑……等）及相關的酸、鹼、鹽類。其中界面活性劑不同成份或不同構造，影響污染度較大。如：



(1)直鏈構造者比支鏈構造者較容易作生物處理。

(2)含苯環者之界面活性劑難以生物分解，常被水中魚類吸收而殘留於魚鰓，以致影響其呼吸功能而致死。

### 3. 替代準則

化學藥劑替代的準則計有：

- 低污染藥劑替代高污染藥劑。
- 無毒的藥劑替代有毒的藥劑。
- 易處理的藥劑替代難處理的藥劑。

### 4. 替代方式

可參考2.3 節所提及之染料、助劑特性，予以做適當的比較分析，以選取可行之替代方案，進而減少污染的排放量。

#### 4.2.2 製程改善

染整製程重要控制參數有溫度、時間、壓吸率、浴比及機器運轉速率等，其對廢水的負荷均有實質性的影響。製程改善即是利用相關參數使染整工程能合理化。

##### 1. 製程合併

將原來需二、三個加工程序合併一個程序同時進行，以節省工時、能源、用水量，如圖4.4所示，可由二段二浴法，其需時7.5hr，當量用水量120L/kg減為一浴一段加工時數 4hr，當量用水量則僅為60L/kg。

##### 2. 濕式加工

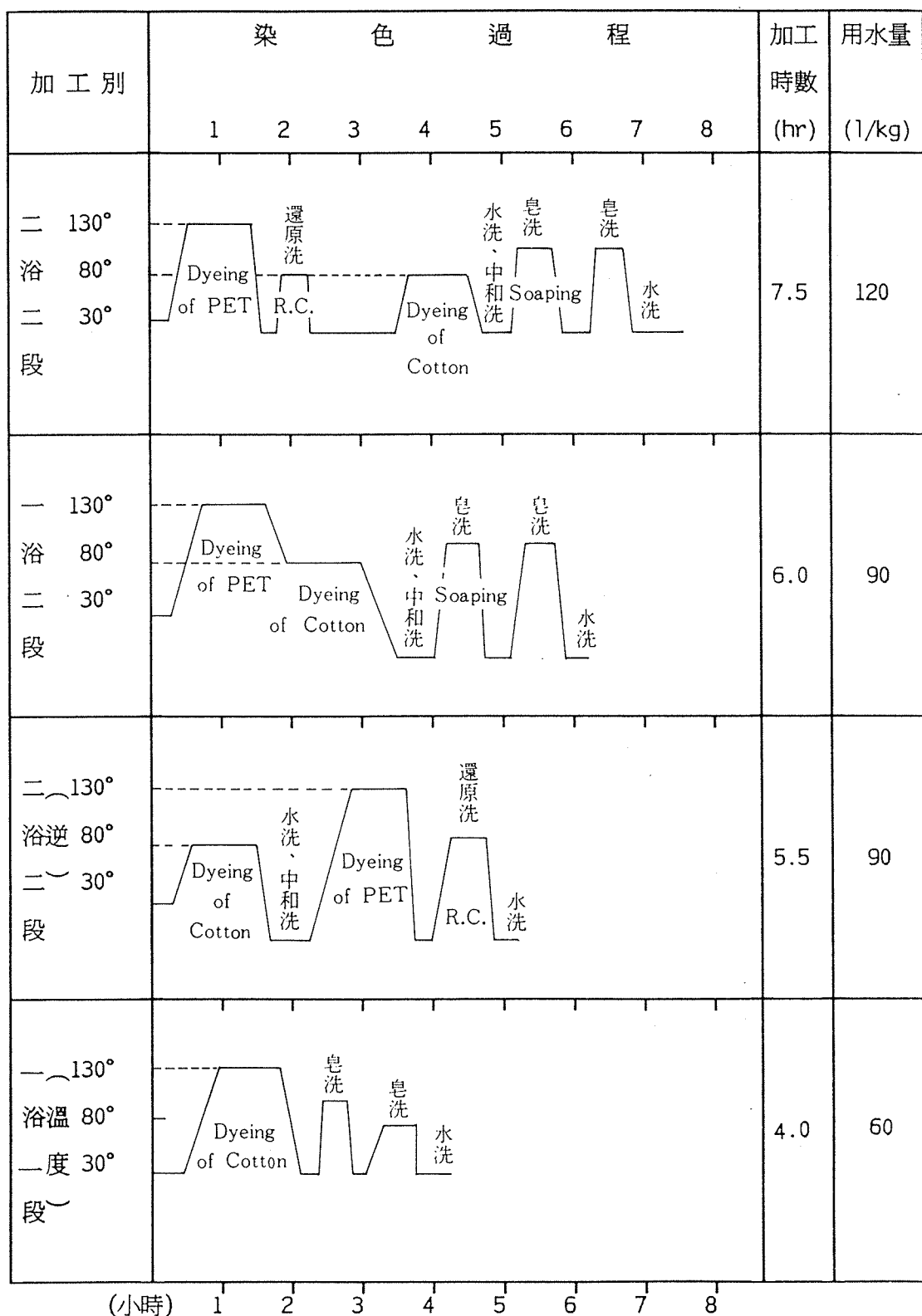
傳統一般之染整製程，在兩個加工程序間須要烘乾，藉適當濃度控制可以不必經烘乾直接以濕對濕方式加工，以節省蒸氣能源，如濕式的絲光加工。

##### 3. 冷壓染色

冷壓染色法(cold pad batch)即是將棉布壓吸→置放(在室溫置8~16hr)→水洗即可。可提高反應染料之上色率，又不必用中性鹽及能源，可降低成本，減少廢水處理負荷。

##### 4. 熱衝擊

熱衝擊(thermo flush)，如圖4.5 所示，利用蒸氣將染色後附著於纖維上之水解物以清水在內部往外部衝擊，在沒有液流循環的情況下很快的排除染機外，可改善反應染料染棉紗後之皂洗，既省時又可減廢。其方法與傳統皂洗方法之比較，如圖4.6 所示，可大量節省用水及蒸氣，也縮短加工時數。



[註] 浴比=1:15

PET: 聚乙鹽纖維

圖4.4 T/C混紡布分散染料/反應染料染色

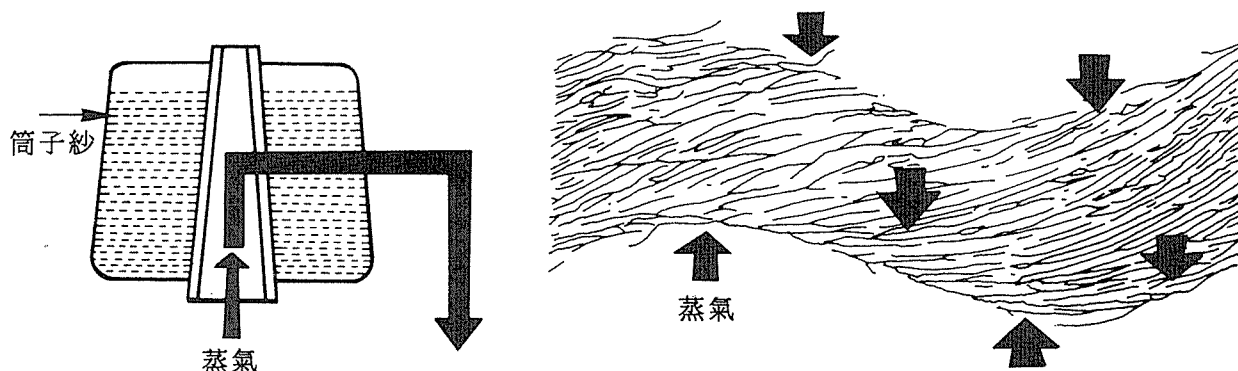


圖4.5 熱衝擊法的原理

#### 4.2.3 設備改善

設備改善可減少污染量，常用之方式為逆流水洗、低浴比化、節水型水洗、真空脫液、設備自動化等，分述如下：

##### 1. 逆流水洗

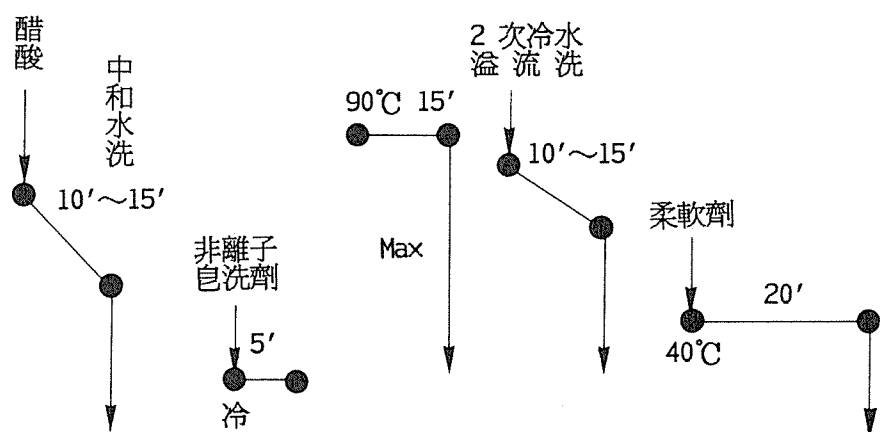
如圖4.7及圖4.8所示，採用逆流水洗裝置，可減少廢水量之產生。此外，水洗之段數（槽數）愈多，對同一洗淨效果之用水量會減少，一般而言，有三段（或以上）水洗槽，即有良好之效果。

##### 2. 低浴比化

早期的液流染色機浴比 1:30，隨著機器進步，染機的浴比也降至 1:10 ~ 5。甚至近年來airflow dye m/c浴比1:2~4，則將可節省大量的染色廢水，也降低大量的廢水。

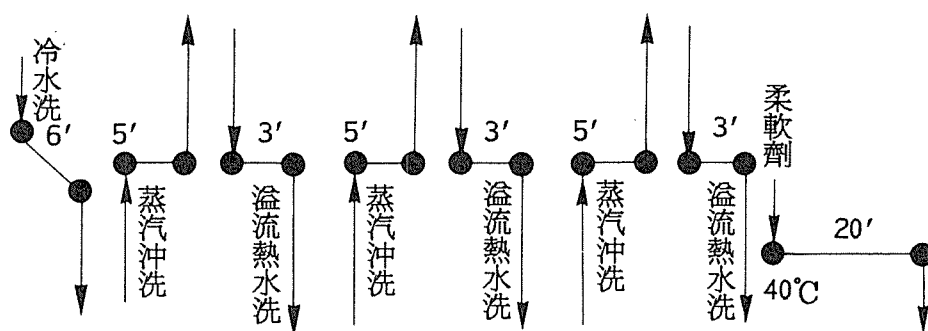
如表4.2 所示，以往染機之浴比 1:30，則燃燒重油要92.0千升，助劑使用量需要 6.0公斤，若浴比降至1:5則其用油才30.7千升，助劑使用量才需要 1.0公斤，不但減少污染也可降低許多生產成本。

# 傳統皂洗法－



# 熱衝擊法－

全程：淺色～深色，  
34' 50'



| 效果 | 原 來  | 改善  | 節省時間          |
|----|------|-----|---------------|
| 淺色 | 100分 | 34分 | 66分<br>66%    |
| 深色 | 195分 | 50分 | 145分<br>74.4% |

圖4.6 傳統皂洗法與熱衝擊法應用於純棉的後處理之比較

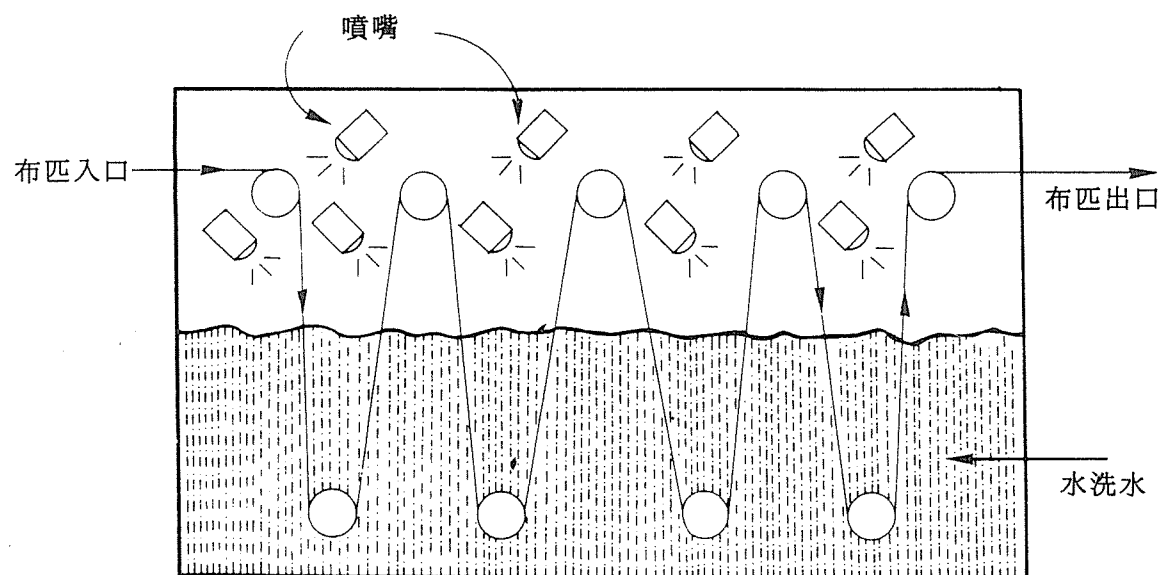


圖4.7 垂直式逆流水洗裝置

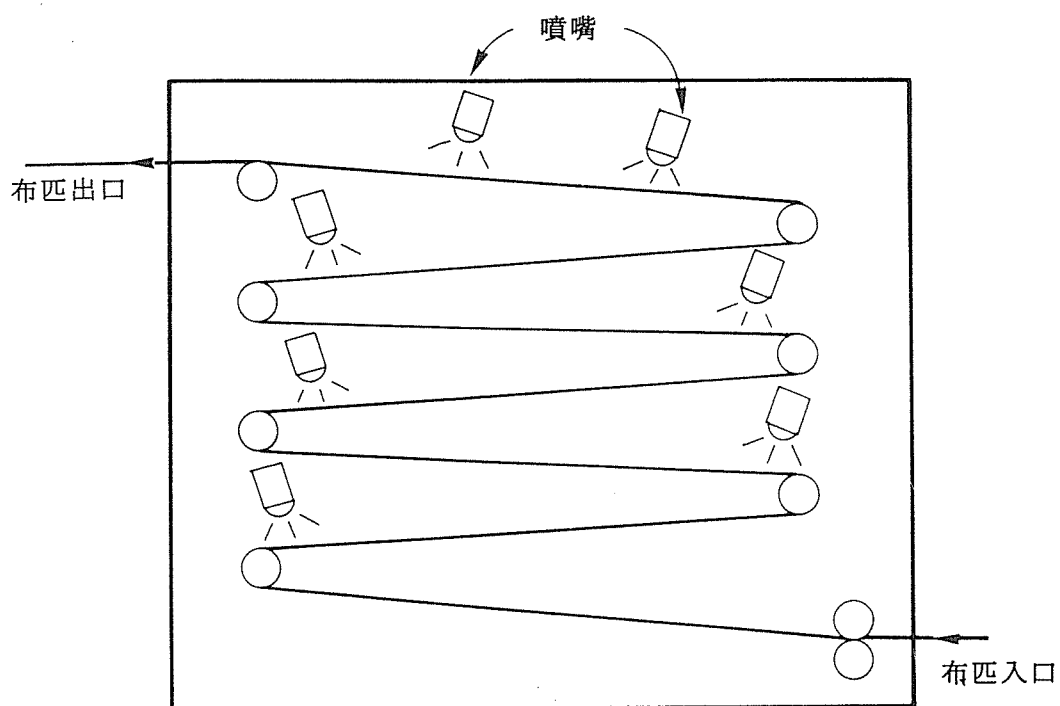


圖4.8 水平式逆流水洗裝置

表4.2 浴比對液量、能源、助劑之比較

| 比 較 項 目                   | 以往染機 1  | 以往染機 2     | 低浴比機    | 超低浴比機   | 備 註                                                                                  |
|---------------------------|---------|------------|---------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 胚布(m/kg)                  |         |            |         |         | 機體有保溫，可防止<br>止放熱80%<br>排出的熱量可回收<br>70%<br>重油10,000kcal/<br>10 <sup>3</sup> L有效利用80%計 |
| 浴比                        | 1 : 30  | 1 : 17 : 5 | 1 : 10  | 1 : 5   |                                                                                      |
| 染色液量(L)                   | 6,000   | 3,500      | 2,000   | 1,000   |                                                                                      |
| 昇溫及持溫時間(min)              | 120     | 90         | 45      | 45      |                                                                                      |
| 130℃昇溫、持溫必要熱量(a)          | 660,000 | 385,000    | 222,000 | 110,000 |                                                                                      |
| 放熱面積(m <sup>2</sup> )(2管) |         |            |         |         |                                                                                      |
| 保溫機體的放熱損(b)               | 13,100  | 9,827      | 4,913   | 4,913   |                                                                                      |
| 排出熱損(c)                   | 63,107  | 36,872     | 21,035  | 10,541  |                                                                                      |
| 染色必要熱量(a+b+c)             | 736,207 | 431,699    | 245,948 | 125,454 |                                                                                      |
| 重油必要量(10 <sup>3</sup> L)  | 92.0    | 54.0       | 30.7    | 15.7    |                                                                                      |
| 助劑使用量(g/L)                | 6       | 3.5        | 2.0     | 1.0     |                                                                                      |

[註] 熱量單位為千卡(kcal)

### 3. 節水型水洗

節水型水洗機係指將乾淨的水從最乾淨的部位流入開始沖洗，再逐次沖洗到最髒的部位，達到水能多次使用最大效益，其效益與傳統式水洗機相比較，由表4.3 知，當量用水量只有傳統式的24%，可節省76%的水量（由傳統式之25L/kg減少為6L/kg）。

表4.3 各類型水洗機之效益分析

| 水洗機類型 \ 評估項目  | 水 量<br>(L/kg) | 蒸 氣<br>(L/kg) |
|---------------|---------------|---------------|
| 擴布式縱向水洗機(傳統式) | 25            | 4.4           |
| 擴布式橫向水洗機      | 17            | 3.1           |
| 高效率水洗機(縱向+橫向) | 6             | 1.8           |

#### 4. 真空脫液

如圖4.9 所示，織物浸到水時，呈一級飽和必須耗費大量能源才能將之烘乾；若先以壓軋法將多餘水份去除，則呈二級飽和，也需要大量能源，才能烘乾，若以真空抽取方式將織物交織格內水份儘可能去除至極限。

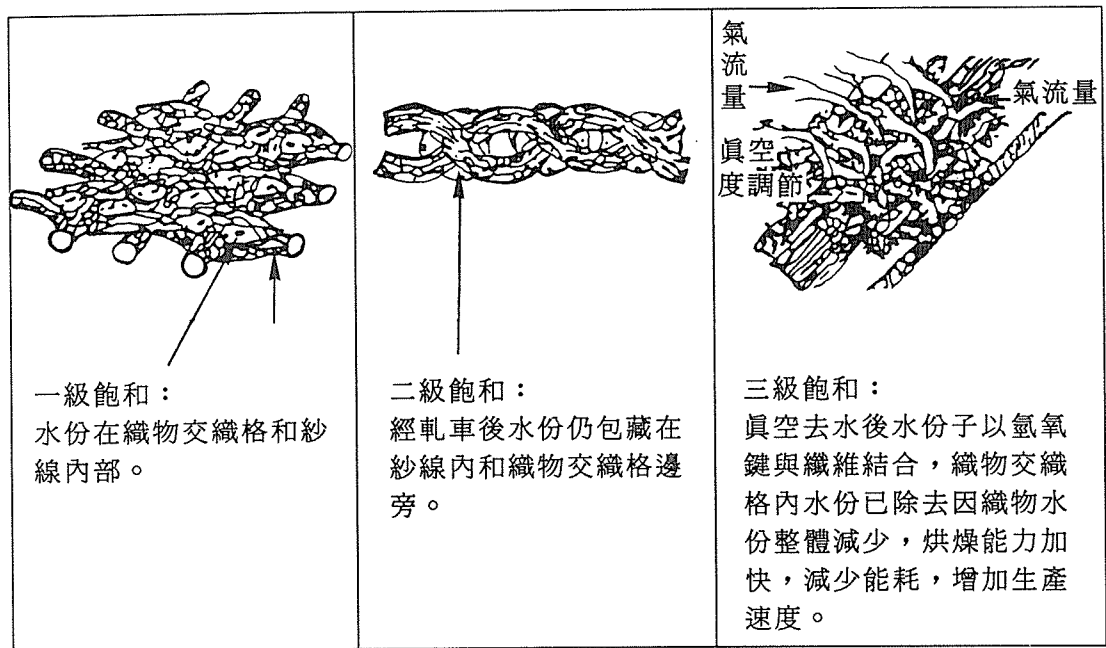


圖4.9 各織物水份飽和程序

#### 5. 設備自動化

染整設備（含周邊設備）自動化可減少人為因素的錯誤，提高產品的一致性，還可減少槽底浴量，降低浪費也減輕污染。如粉體染料全自動計量系統及液體助劑自動計量系統，可提高秤取染料，助劑的精確性，減少因拿錯、秤錯染料助劑而帶來的浪費及污染。

##### 4.2.4 回收再利用或循環使用

染整廠廠內回收再利用或循環使用之方式主要有：

1. 冷卻水、冷凝水之回收再利用，如水及熱能。
2. 系統加工之鹼回收及其殘鹼應用，如圖4.10所示。

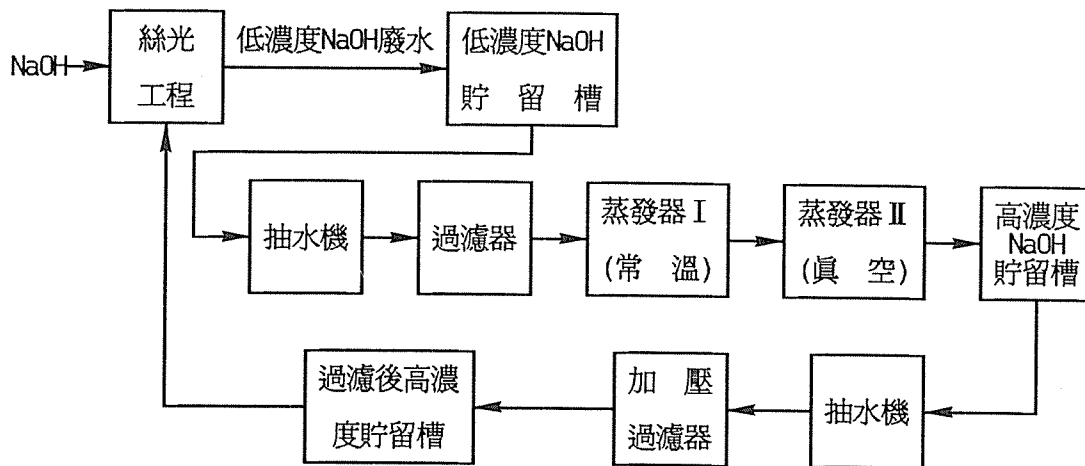


圖4.10 絲光廢液之NaOH回收

3. 前處理或染色後之水洗用水可當下一缸之水洗用水或染色用水。
4. 印花殘糊之再利用。
5. Indigo染料或硫化染料染牛仔布後之回收再利用。
6. 直接性染料、酸性染料、分散性染料之子色殘液回收再利用。
7. P.V.A漿料之回收再利用。

使用膜處理之超過濾法(UF)從退漿廢液中回收PVA，流程如圖4.11所示。

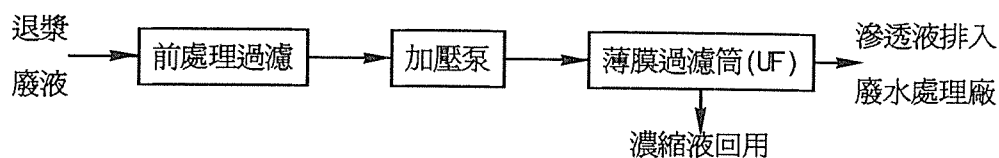


圖4.11 PVA漿料回收流程

8. 熱媒鍋爐廢熱再利用
9. 以循環再利用，使鉻媒染色達到無害化，如圖4.12所示。
10. 脫漿廢液之苛性鈉回收採用濃縮裝置。
11. 印染廢液乳化後作為燃料。
12. 廠內包裝材質如紙箱、鐵桶之回收再利用。
13. 廠外之回收再利用，如廢棄物交換。



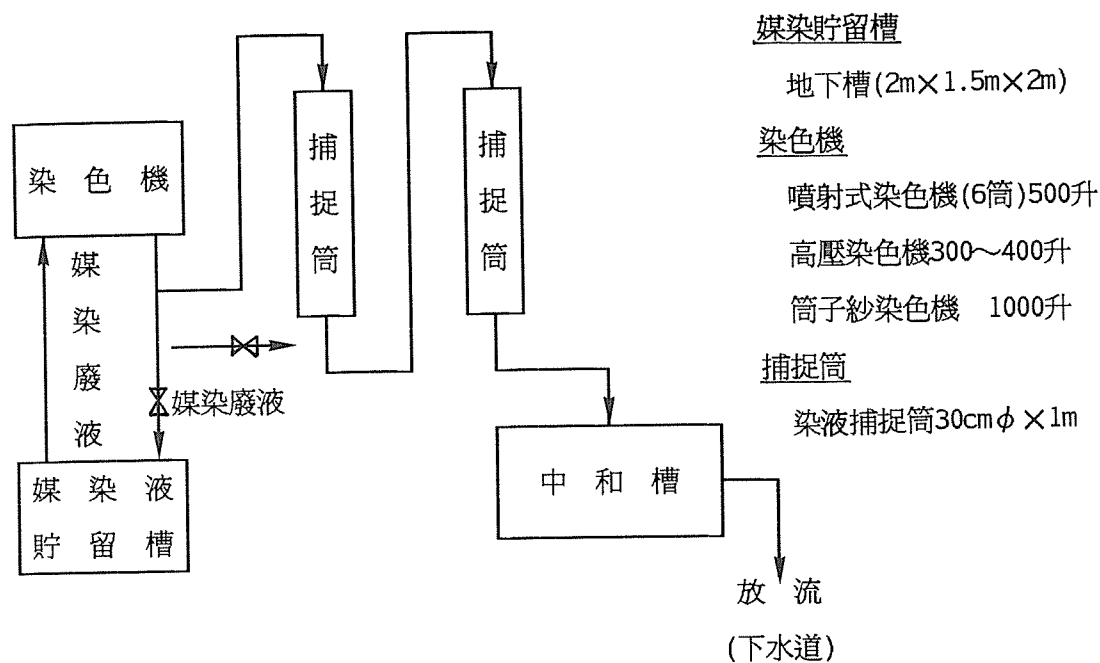


圖4.12 羊毛染色上媒染液再利用流程

#### 4.2.5 合理用水

要進行工業用水使用合理化，首先需要掌握製程單元每一用水處一天之用水量，此為掌握合理用水之關鍵。其實施方法是每一用水處均設置量水器，如此將可得最正確計測，但因經濟上及作業上均有其困難，因此可採用如表4.4 所列簡便水量測定法，據此可測得如圖4.13所示之各製程單元用水情況，做為合理用水措施之施行依據。

工業用水合理化之主要作法是深入生產工程之內部，改善用水方式。其可行之方法如下：

##### 1. 洗淨對象物之減少

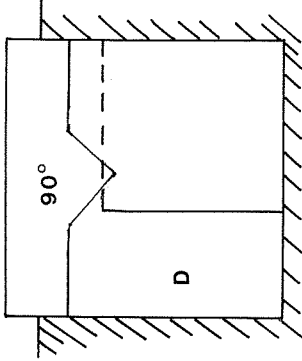
洗淨之目的是對某種物質（洗淨對象物）要清洗乾淨，如果對象物能夠減少，當然相對地洗淨所需水量亦可減少，因此，為了減少洗淨水中帶出之污染物質，首先有必要考慮如何減少洗淨之對象物。

##### 2. 不必要水之避免使用

只有必要時予以供水，不需使用之水則管制供水，其減少之方法如下：

(1) 節水型機器，如節水式水栓，見圖4.14。

表 4.4 簡便水量測定方法

| 區分                    | 測 定 方 法                                                                                                                                                                                                                             | 使 用 器 具                                                                                   | 計 算 方 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 使測<br>用容<br>器之<br>定   | <p>定 5秒鐘間或以上之時間，以容器接受排水或供水測定之。</p> <p>假如直接接受於容器有困難時，參考下述辦法行之。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 打彎了肘型彎管(elbow)或解開管子接頭(union joint)，使可用容器接水之狀態。</li> <li>• 用軟管(hose)連結供排水管，引進容器。</li> <li>• 供排水一旦放入塑膠袋後，再移入容器。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 秒錶</li> <li>• 塑膠桶等容器</li> <li>• 有刻度燒杯</li> </ul> | <p>水量<math>Q(\text{ml/sec}) = V/T</math></p> <p><math>V(\text{ml})</math>：容器接受水量</p> <p><math>t(\text{sec})</math>：容器接受時間</p>                                                                                                                                                                                                                              |
| 設<br>堰<br>來<br>測<br>定 | <p>如下圖之三角堰，設置於水路途中測定<math>D</math>、<math>B</math>、<math>h</math>。</p>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 堰</li> <li>• 捲尺</li> </ul>                       | <p>水量<math>Q(\text{cm}^3/\text{min})</math></p> <p><math>= [81.2 \times 0.24/h + (8.4 \times 12/D)] h</math></p> <p>簡便方法：</p> <p>水量<math>Q(\text{m}^3/\text{min}) = 84h</math></p> <p><math>h</math>：堰之水頭<math>B/3</math>以內及<br/>0.07~0.26m</p> <p><math>B</math>：水路寬(0.5~1.2m)</p> <p><math>D</math>：由水路底面至凹底點之高度<br/>(0.1~0.75m)</p> <p>( )內為上式所適用範圍</p> |

續表 4.4

| 區分                        | 測 定 方 法                                                                                                                                                                              | 使 用 器 具                                                               | 計 算 方 式                                                                                                                                  |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 用計<br>流測<br>速定            | 選直線開放水路，把流速計之回轉器沉於水深 $\times 0.6$ 深度，限時間測其流速計回轉數。                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 流速計</li> <li>• 捲尺</li> </ul> | 水量 $Q(\text{ml/sec}) = A(\alpha N/t + \beta)$<br>$A(\text{m}^2)$ ：開放水路斷面積<br>$t(\text{sec})$ ：數回轉數之時間<br>$\alpha$ 、 $\beta$ ：係數(流速計之固有值) |
| 利槽<br>用之<br>原則<br>有定<br>大 | 如下所列，利用既存之大槽— <ul style="list-style-type: none"> <li>• 關了水栓(pol tap)測定水位降下速度，後乘槽子之斷面積。</li> <li>• 關閉排水口，計測水位上昇速度乘槽子之斷面積。</li> <li>• 槽內之水，予先放出一部份降下水位後，測定其後之水位上昇速度後槽子之斷面積。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 秒錶</li> <li>• 捲尺</li> </ul>  | 水量 $Q(\text{ml/sec}) = V.A$<br>$V(\text{cm/sec})$ ：水位之上昇速度<br>(或降下速度)<br>$A(\text{cm}^2)$ ：槽子斷面積                                         |
| 依測<br>浮<br>標定             | 於直線開放水路上決定1~5m 之距離測定其間浮標流走所需時間。<br>[註] 用此方法可測得水路面之流速，此測定值可以視同水路之平均流速                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 堰</li> <li>• 捲尺</li> </ul>   | 水量 $Q(\text{ml/sec}) = Al/t$<br>$A(\text{m}^2)$ ：開放水路之斷面積<br>$l(\text{m})$ ：浮標所流距離<br>$t(\text{sec})$ ：流走其距離所需時間                         |

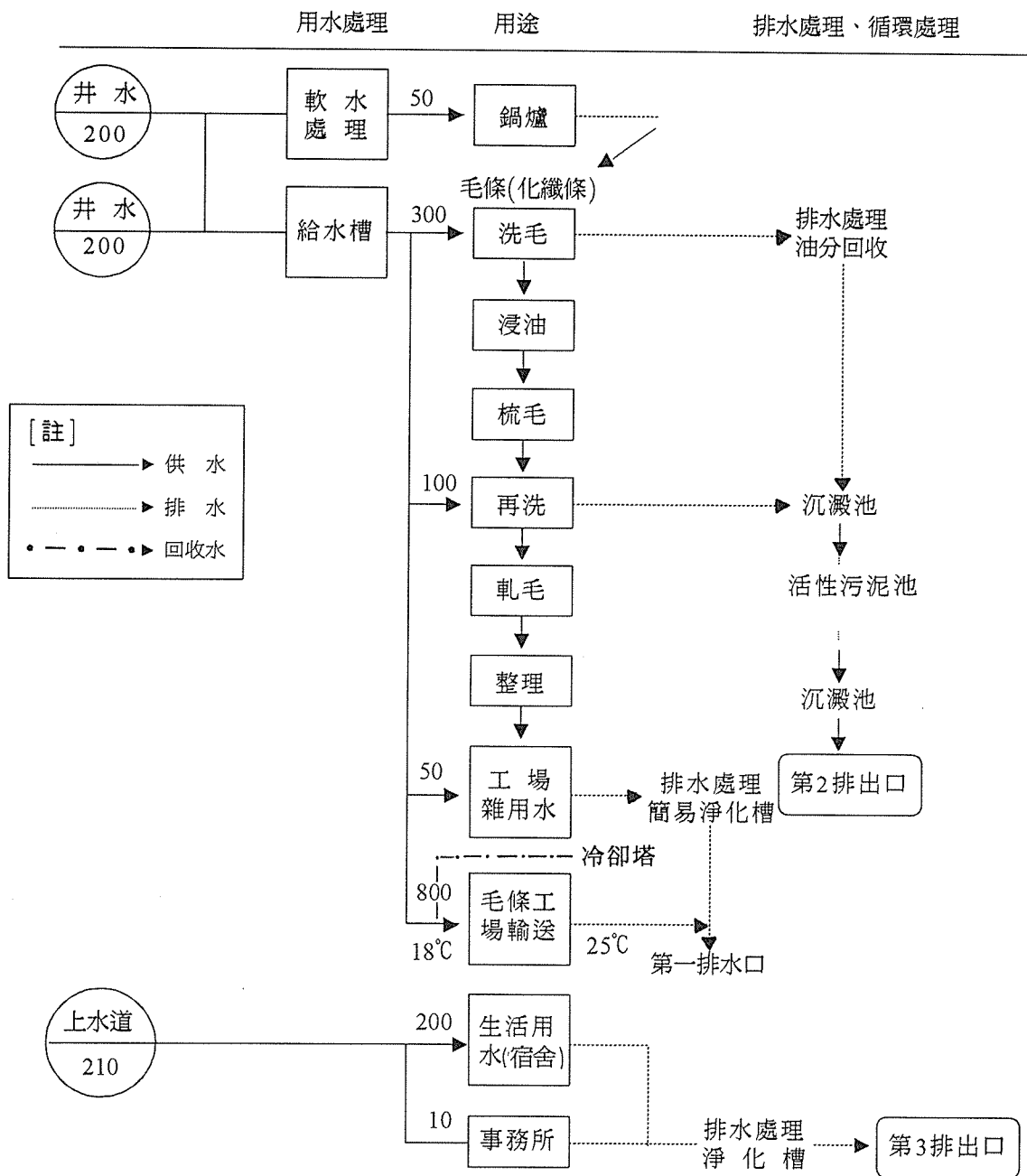


圖4.13 用水流程圖(例)

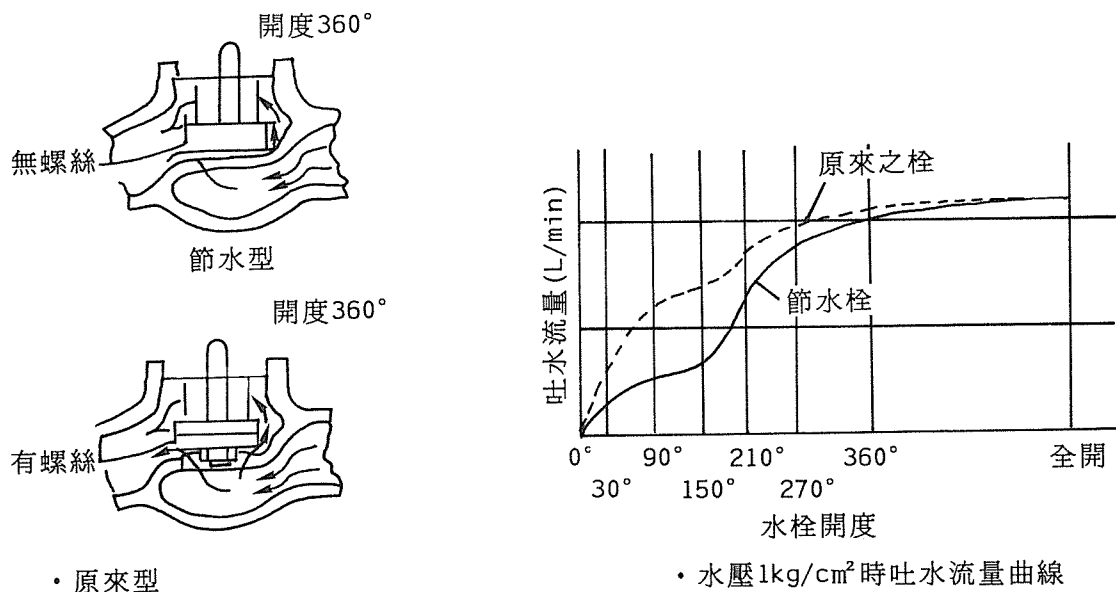


圖4.14 節水式水栓

- (2)手邊控制栓，如圖4.15所示，只要握著手把 (lever)，水會流出或停止，因此可節省不必要水的使用。
- (3)供水自動控制，對各種自動洗淨機，裝設自動感知器，當洗淨用水槽之濃度低於某值時，便會作用電磁活門自動停止供水，以便管制供水量。

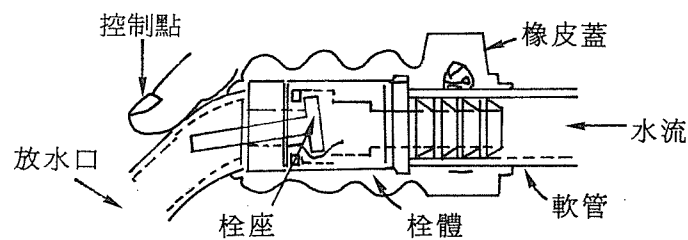


圖4.15 手邊控制栓舉例

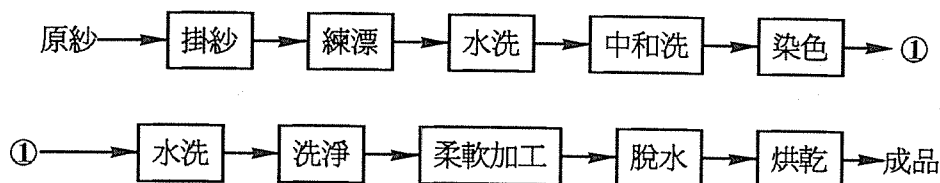
### 4.3 減廢案例<sup>22,28,29,30</sup>

在染整廠所染之纖維形態主要包括紗及布，就紗方面一般可分為絞紗和筒紗兩大類，而在布方面則可分為針織布及梭織布兩大類，本節將就此四類型之染整廠各舉一案例，提供相關業界在執行染整減廢時之參考。

#### 4.3.1 絞紗染整廠之減廢

##### 1. 製程及污染特性概述

某工廠屬代工染絞廠，加工素材有純棉、羊毛、亞克力、尼龍及其混紡之染色製程，其加工流程如下：



該廠最主要污染源為練漂及染色之排放廢水。由於加工素材多變化且複雜。因此色花或追加率都偏高，且其當量用水量約300L/kg。

##### 2. 減廢措施

###### (1) 將現有的設備作部份改善

① 增設自動計量加藥設備（藥劑之最佳利用）

② 將染機（只適合最高98℃的染色製程）作下列修正：

- 排氣管加閥以便密閉。（設備改善）
- 在排氣管上加裝安全閥。（設備改善）
- 溢流管需加閥以便密閉。（設備改善）
- 裝設壓力錶等，使染機可在103~105℃的狀況下操作。（設備改善）

(2) 改善傳統染色製程。（製程改善）

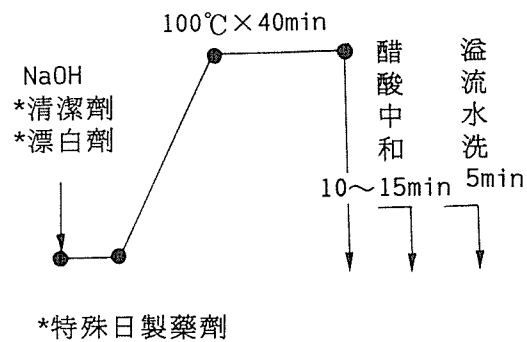
(3) 對管理幹部作適當訓練。（清潔管理）

##### 3. 現存的問題及改善措施

(1) 純棉T/C 紗(絞紗)的練漂製程不妥

### —原來方法

全程：105分鐘

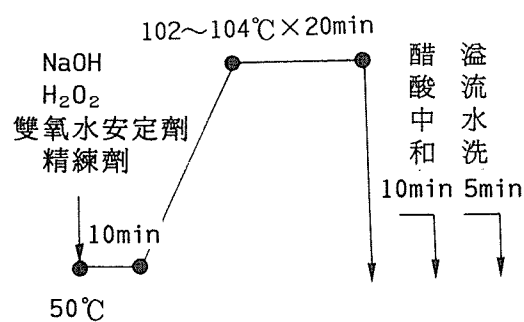


其改善措施如下：

- 利用超沸點(102~104°C)作練漂，並可縮短持溫時間（由40分鐘降為20分鐘）
- 只使用一般的化學藥劑（NaOH、 $H_2O_2$ 、雙氧水安定劑），不必使用特殊藥劑。

### —改善方法

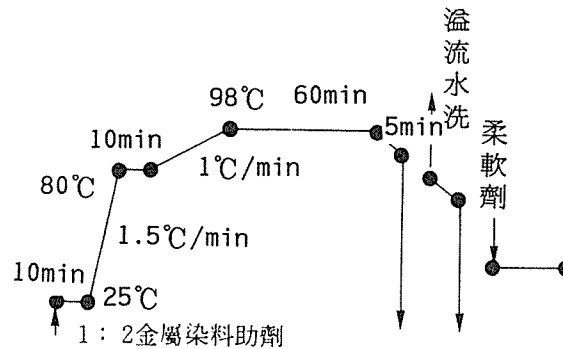
全程：81分鐘



## ②染防縮羊毛（絞紗）製程不當

### —原來方法

全程時間：145分鐘



1：2金屬染料

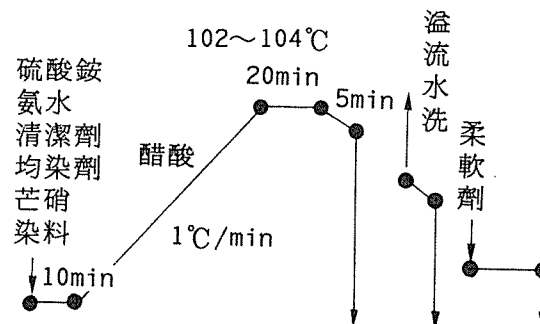
助劑

其改善措施如下：

- 提高持溫溫度
- 縮短持溫時間

—改善方法

全程時間：115分鐘

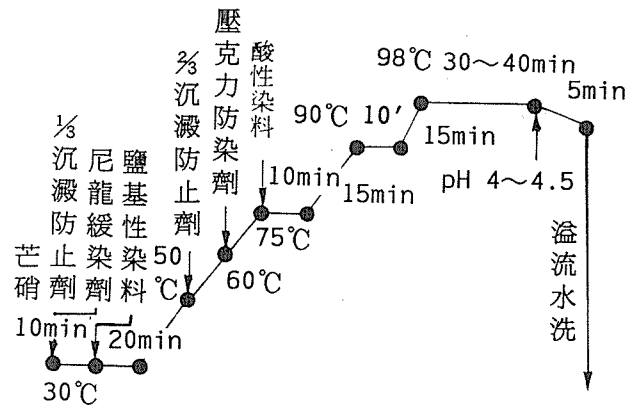




### ③亞克力／尼龍（絞紗）製程不當

#### —原來方法

全程時間：120分鐘

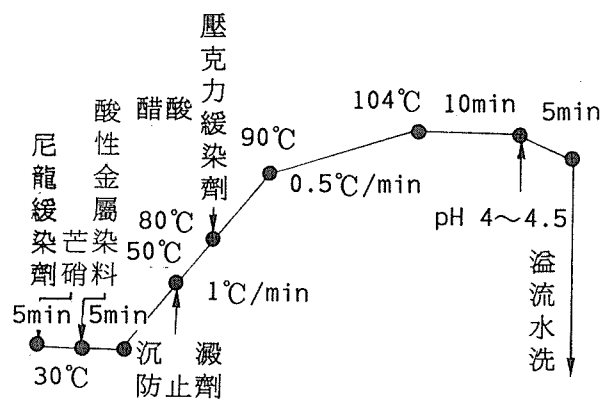


其改善措施如下：

- 提高持溫溫度
- 縮短持溫時間

#### —改善方法

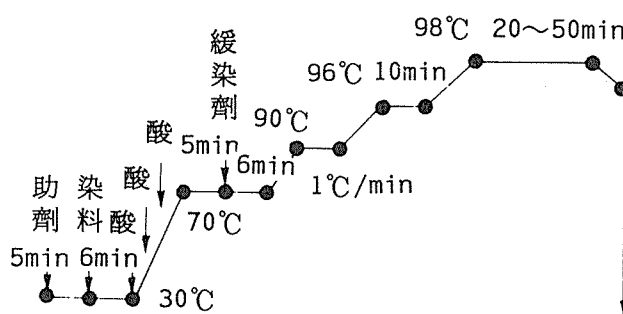
全程時間：85分鐘



#### (4) 亞克力／羊毛(絞紗)30／70之染色製程不當

##### 一 原來方法

全程時間：180分鐘

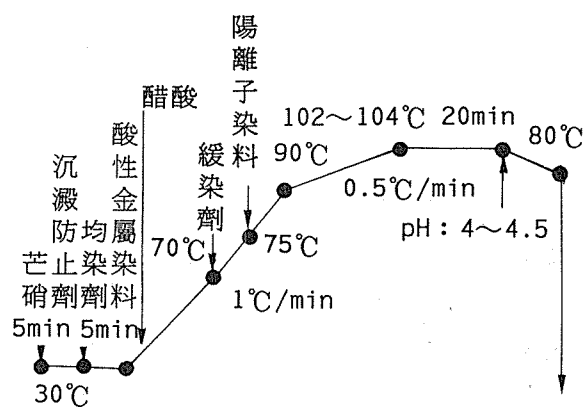


其改善措施如下：

- 提高持溫溫度
- 縮短持溫工時間
- 以最終之pH值(4~4.5)來衡量持溫時間

##### 一 改善方法

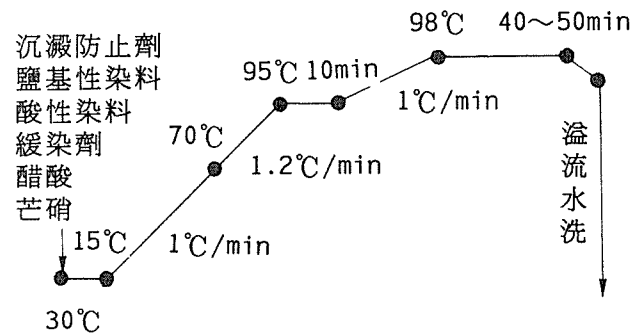
全程時間：120分鐘



(5) 亞克力／羊毛／尼龍(絞紗)之染色製程不妥

一 原來方法

全程時間：130分鐘

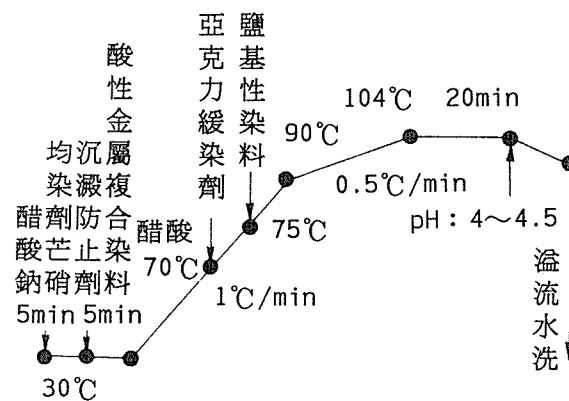


其改善措施如下：

- 提高持溫溫度
- 縮短加工時間
- 以最終之pH值(4~4.5)來衡量持溫時間

一 改善方法

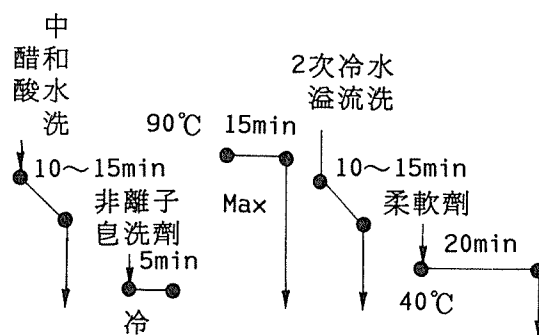
全程時間：118分鐘



(6) 純棉絞紗之後處理製程不妥

傳統の後處理洗必須大量的水來皂洗，將附著於纖維上之水解物去除，

一 原來方法

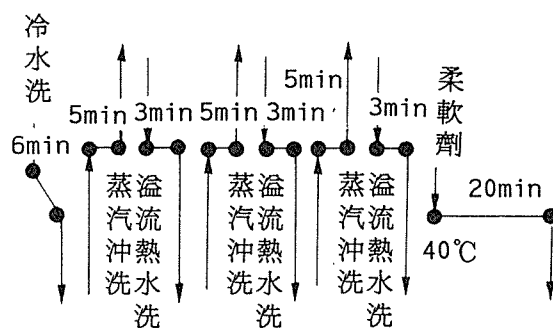


其改善措施如下：

- 以熱衝擊法取代傳統的皂洗方法
- 以蒸氣代替水將附著於纖維上之水解物去除

一 改善方法

全程：淺色～深色  
34min 50min



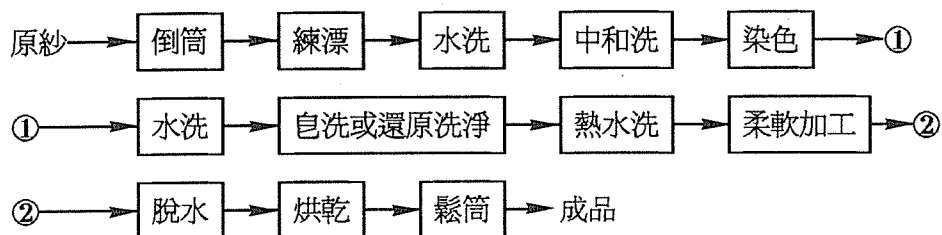
#### 4. 減廢成效

由於絞紗染紗廠將原有的設備及製程作改善，使原有工作時數由14hr/d減少為11hr/d，產量由原來的13萬公斤／月增加為17萬公斤／月，並且色花率，現場追加率也相對降低(品質提高)。尤其是用水量，由1,500ton/d減為900ton/d，其當量用水量由 300 L/kg-紗減少為 138 L/kg-紗，降低廢水處理場污染負荷及操作成本。

##### 4.3.2 筒紗染整廠之減廢

###### 1. 製程及污染特性概述

某工廠屬代工染紗廠，色紗以聚酯／棉、聚酯紗、純綿紗為主，其總產能約 180,000公斤／月。其加工流程如下：



該廠最主要污染源為練漂及染色之排放廢水，由於染色技術不妥當，常發生再現性不良，內外層差及品質不良等問題。為了解決瑕疵，同一加工筒紗必須重複地添加配色或修正，以致增加許多用水量。染色用水量增加，造成廢水量也隨之增加。

###### 2. 減廢措施

(1) 良好操作管理（廠內管理）

(2) 改變既有技術以改善產品品質，減低重修率（製程改善）。

###### 3. 現存的問題及減廢措施

###### (1) 絡筒不良

- 筒紗密度變異約15%（太大，平均密度約300g/dm<sup>3</sup>）。
- 染色中密封不足會有大量的染液洩漏（估計有40~50%的染液沒有通過筒紗）。
- 密度太低，導致變形和不均液流。
- 所用的纖維強化聚丙烯製成之紗管，在高溫染色時會收縮並被分散性染料污染。

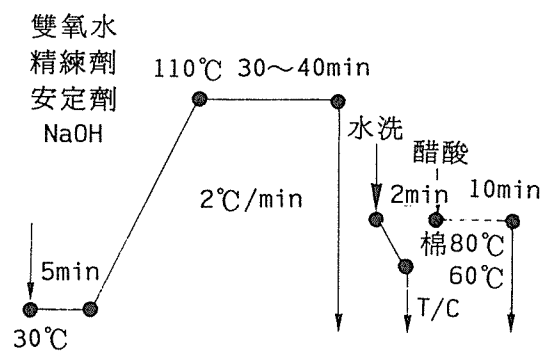
其改善絡筒之方法如下：

- 改用可壓縮之丙烯管，並只限用一次避免紗管在高溫變形及分散染料的污染。

- 進行均勻壓縮，使大部份染液會通過筒紗。
  - 筒紗絡筒密度，加大為 $350\text{g/dm}^3$ ，既可增加產能又避免不均液流。
- (2) 純棉或T/C 紗（筒子紗）練漂不良

#### 一原來方法

全程：102分鐘

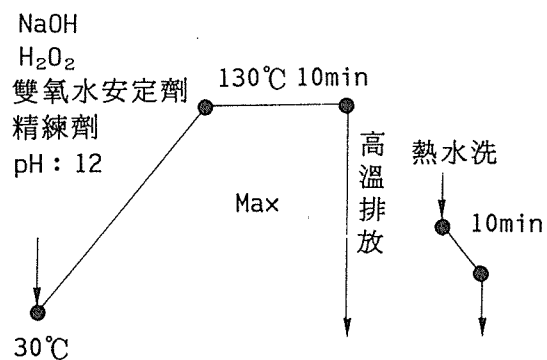


其改善措施如下：

- 提高持溫溫度。
- 高溫排放。
- 省略中和洗程序

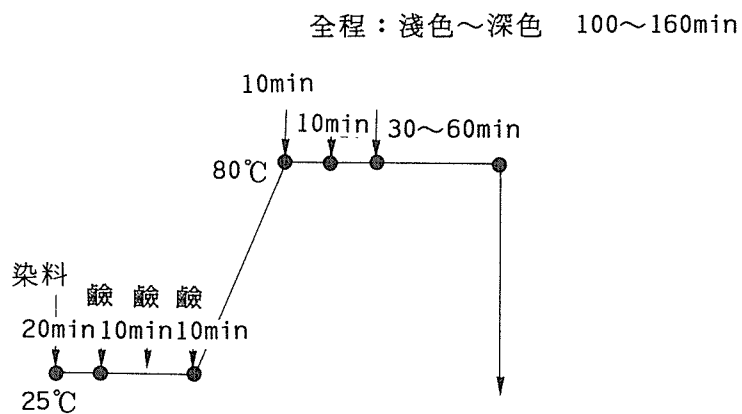
#### 一改善方法

全程：70分鐘



### (3) 染棉製程不當

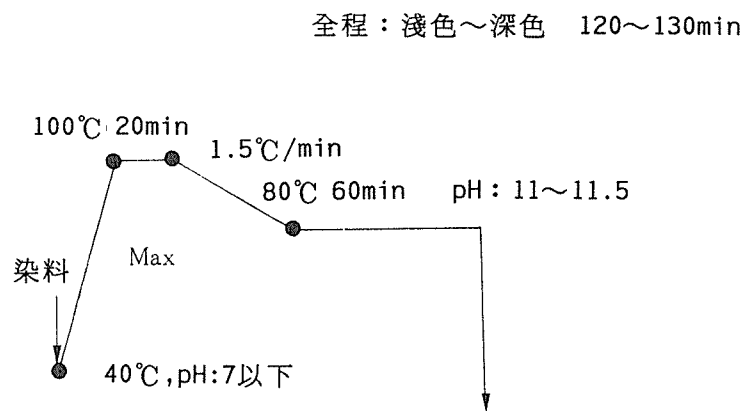
#### 一 原來方法



其改善措施如下

- 提高持溫溫度，提高均染性。
- 以最終pH值(11～11.5)來決定持溫時間。

#### 一 改善方法

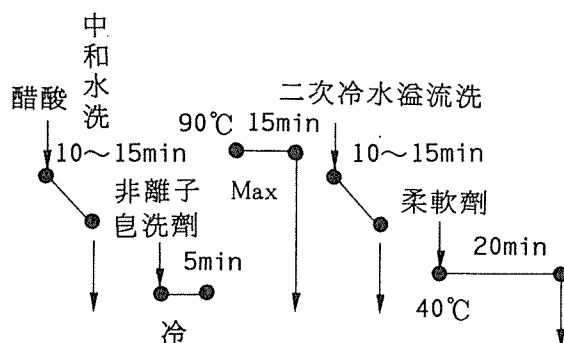


#### (4) 純棉的後處理不佳

傳統的后處理法，必須用大量的水來皂洗將附著於纖維上之水解物去除。

##### — 原來方法

全程：淺色～深色 100～195min

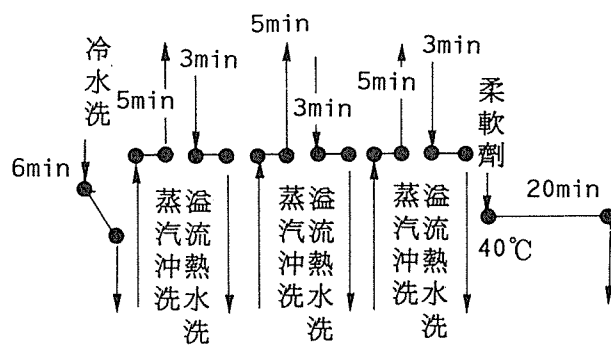


其改善措施如下：

- 以熱衝擊法代替傳統皂洗後處理法。
- 以蒸氣代替水將附著於纖維上之水解物去除。

##### — 改善方法

全程：淺色～深色 34～50min

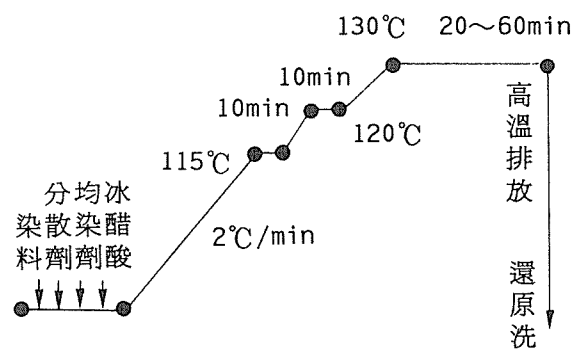




(5) 聚酯紗（筒子紗）之染色製程方法不佳

一 原來方法

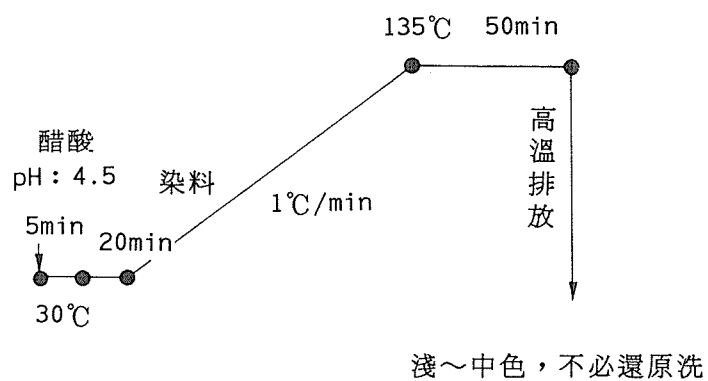
全程：136分鐘



其改善措施如下：

- 提高持溫溫度。
- 高溫排放。
- 染料以自動計量裝置添加。

一 改善方法



#### 4. 減廢成效

##### (1) 改善絡筒的品質

- 降低故障率。
- 將筒紗密度 $300\text{g/dm}^3$ 改成 $350\text{g/gm}^3$ ，同一缸即可增加產量16.7%。

##### (2) 純棉或T/C 紗練漂的品質及經濟效益改善

- 棉紗或T/C 紗可得到較佳的滲透性。
- 較佳的白度。
- 不包括能源、工資、產量的效益—

時間縮短：30分鐘，成本節省：1.5元／公斤-紗。

##### (3) 純棉紗染色的品質及經濟效益改善

- 染色溫度提高至  $100^{\circ}\text{C}$ 可提高染色均勻性。
- 以燒鹼(NaOH)完全取代純鹼( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )。
- 內外層差 $\Delta E < 0.5$ 。
- 節省加工時間，深色可節省30分鐘。
- 成本降低：3.5元／公斤(只以藥劑計算，尚不包括能源、產量節省之效益)

##### (4) 純棉紗後處理的品質及經濟效益改善

- 完全不用任何的化學助劑，只用水和蒸氣。
- 時間節省：淺色46分鐘，深色 145分鐘。
- 成本降低：5元／公斤。

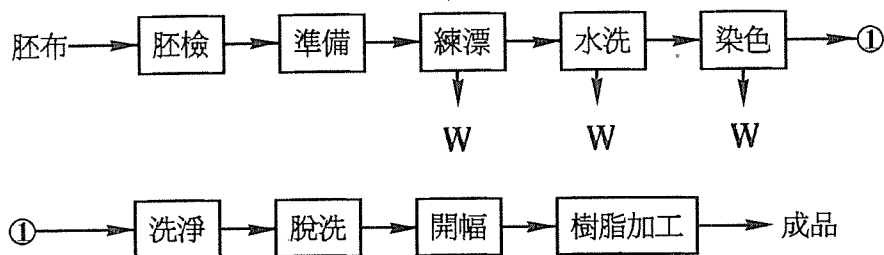
##### (5) 聚酯紗（筒子紗）染色品質及經濟效益的改善

- 壓紗率提升為23%，因此每批染紗量提高 7%。
- 引入自動計量加注染料的觀念。
- 可用超低浴比=1:3.5。
- 省去均染劑。
- 淺、中色省去還原洗淨。
- 內外層差明顯改善。
- 成本降低：4元／公斤。

#### 4.3.3 針織布浸染廠之減廢

##### 1. 製程及污染特性概述

某工廠屬針織布染整代工廠，加工素材以全棉C.V.C，T/C及全聚酯針織布為對象。產量約60萬公斤／月。其加工流程如下：



該廠最主要污染來自練漂及染色之排放廢水。此兩製程污染常佔全廠總污染量的96%以上。

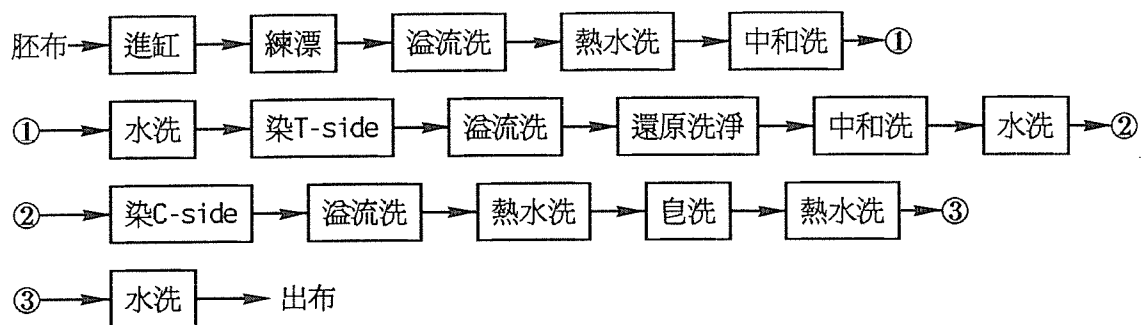
## 2. 減廢措施

- 將練漂及染色兩大製程作工程合併化（製程改善）。
- 對染色後之水洗用水作妥善管制（合理用水）。

## 3. 現存的問題及減廢措施

(1) T/C布或C.V.C布之練漂及分散性染料／反應性染料染色等製程未能合理化。

原製程：

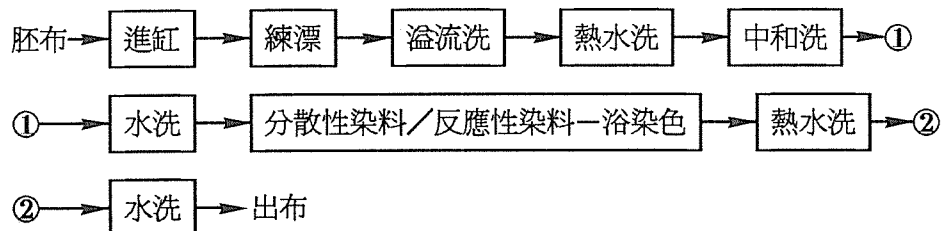


其改善方法為依顏色深淺及品質需求，在練漂、染色等製程作妥當改善。

### ① 淺、中色系

- 選用中性反應性染料，以分散性染料／反應性染料一浴染色。
- 將需要二段染色加工以一段式合併完成，節省大量用水。

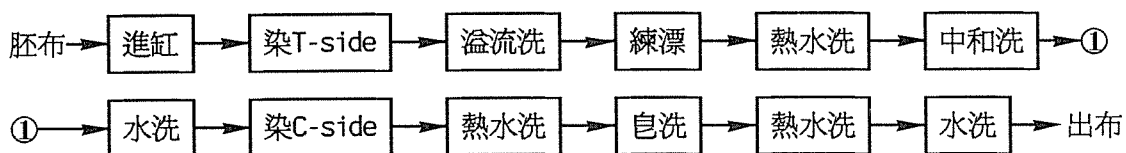
經改善後之製程如下：



## ②黑色、丈青色系

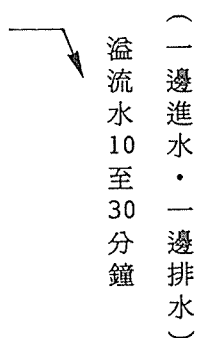
- 將練漂及還原洗淨等製程合併進行。

經改善後之製程如下：



- (2)染色後溢流洗不妥當，浪費大量用水，所浪費之用水常需要1.5~2缸的清水，且以稀釋的方式在洗滌效果欠佳。

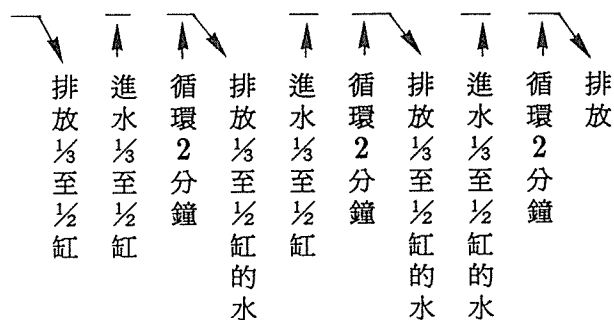
—原有方法



其改善措施如下：

- 中薄的加工布不必藉溢流洗降溫，直接排放不會影響品質。
- 必要溢流者改變控制程式，以間排水間進水方式溢流洗。
- 將混濁的水儘可能排放，再進清水可提高水洗效果。

—改善方法



#### 4. 減廢成效

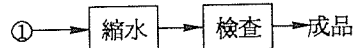
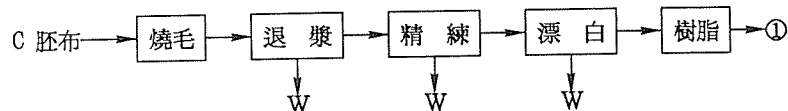
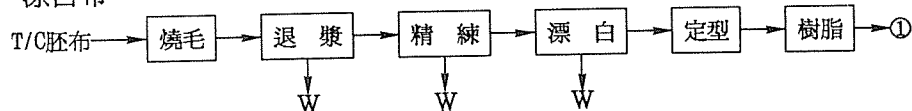
染T/C 布或C.V.C 布由於製程合併以及染色後溢流洗作妥當改善，則T/C 布或C.V.C布之當量用水量由原來的150L/kg，淺中色系降至80L/kg、黑色、丈青色系降至 100L/kg，節省大量用水，也減少廢水的排放量及廢水處理成本。

##### 4.3.4 梭織布印染廠之減廢

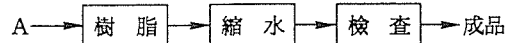
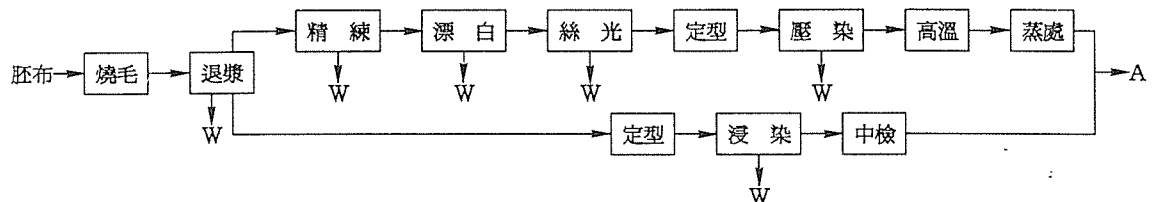
###### 1. 製程及污染特性概述

某工廠屬梭織布印染加工廠，其素材主要為全綿、T/C 以及其他混紡梭織布為對象。產量方面漂白布：42萬碼／月，染色布： 170萬碼／月，印花布：160萬碼／月，平板布：28萬碼／月。其加工流程如下：

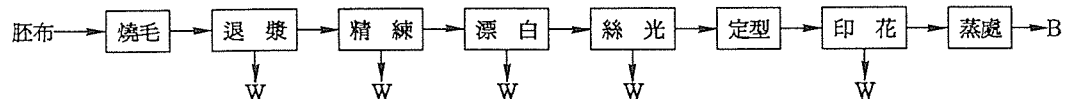
###### • 漂白布



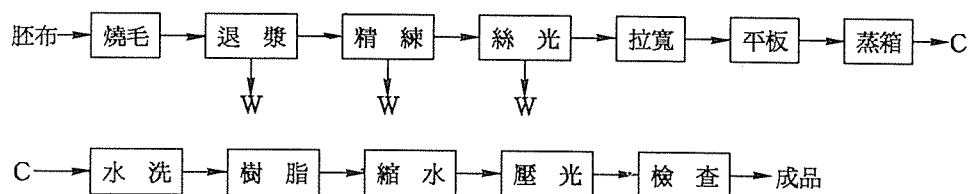
###### • 染色布



###### • 印花布



• 平板布



〔註〕 W表示廢水發生源

該廠最主要污染源來自退漿、精練、染色、印花等高濃度廢水以及其他低濃度廢水。廢水水量分別為1,920CMD及4,200CMD。

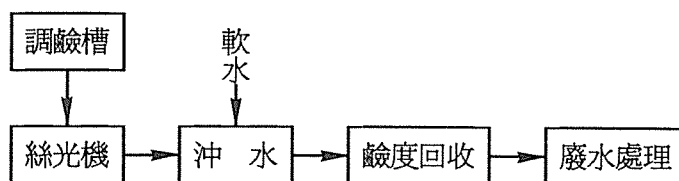
## 2. 減廢措施

- 絲光機廢鹼液回收。(回收再利用或循環使用)
- 全廠用水減量。(合理用水)
- 印花、漿料回收。(回收再利用或循環使用)
- 減少重金屬污染。(藥品替代)
- 染色製程中高壓高溫排放，減少使用化學藥品。(製程改善)

## 3. 現存的問題及減廢措施

(1) 每日產生4Be' (其濃度換算表如表4.5 所示) 鹼度之廢鹼液量72.4m<sup>3</sup>排入廢水槽處理，不僅耗費鹼液及軟水，且增加廢水處理成本。

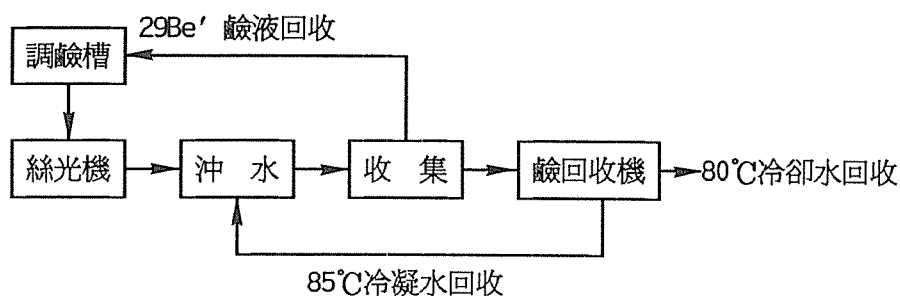
原來程序－



其改善措施如下－

設置鹼液回收系統，利用分餾方法，將廢鹼分離成29Be' 濃度後予以回收再利用。

改善程序－



(2)設備用水較多者計有連續漂白機、水洗機、浸染機、染色蒸煮機、印花機等。

用水量隨各單元酌量使用，無法加以控制，且降溫水未全面加以回收，增加廢水處理成本及生產成本。

其改善措施如下－

- 每一機台裝設流量計，以浴比控制水量。
- 降溫水全面加以回收。

(3)現有印花機 8台，每月所使用漿料平均為9,000kg，剩餘之殘漿約有1,200kg，有一半之殘漿雖已回收，但另一半則流入廢水，以致提高約20%COD 值。

其改善措施如下－

- 印花漿料回收，將各色殘漿收集於不同桶內，俟機再予利用。
- 收集桶利用廢塑膠桶，故不必另外投資。

(4)連續染色中，黑色使用硫化染料，而硫化染料在染色加工中須使用氧化劑重鉻酸鈉，致使重金屬排放至廢水處理廠。

其改善措施如下－

將每月平均約400～800公斤／月之重鉻酸鈉，改以溴酸鈉替代，減少重金屬污染。

(5)於T/C 混紡之T-Side 135℃染色完成後，須要降溫至90℃，再使用NaOH及Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>（保險粉）還原洗以提高牢度品質。

其改善措施如下－

T/C 混紡之T-Side 135℃染色完成後，將染液直接排放以取代降溫工程及NaOH/Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>之還原洗步驟。

#### 4. 減廢成效

##### (1)絲光機廢鹼液回收

- 回收鹼量：68噸／月。
- 冷卻水回收(80℃)：供製程用。
- 冷凝水回收(85℃)：供沖洗用。
- 冷卻冷凝水熱值回收。
- 廢水減量：72.4m<sup>3</sup>/d
- 減少廢水硫酸中和量：6m<sup>3</sup>/d(pH由11降至8)。
- 減少污染源。
- 每月可減少成本費用20萬元，5年內可將機械成本完全回收。

##### (2)全廠用水減量

- 由單位用水量24.3m<sup>3</sup>/碼降為22.6m<sup>3</sup>/碼。
- 每月減少用水量約7,650m<sup>3</sup>。
- 減少廢水處理成本每月約10萬元

(3)印花漿料回收

- 漿料每日節省600kg。
- 月平均COD值由1,755mg/L降為1,369mg/L，降低處理成本。
- 減少廢水污染源。

(4)減少重金屬污染

採用溴酸鈉之藥品成本雖增加，但是廢水處理成本降低。

(5)染色製程中高壓高溫排放減少使用化學藥品

- NaOH及 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 各節省約 700kg/月。
- 製程時間縮短，且用水量減少約1,000m<sup>3</sup>/月。



表 4.5 濃度換算表

| Sp.gr | ° Be'  | ° A.P.I. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.<br>at 60<br>°F.wt.<br>in air | Sp.gr | ° Be' | ° A.P.I. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Sp.gr | ° Be' | ° A.P.I. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Sp.gr | ° Be' | ° A.P.I. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air |  |
|-------|--------|----------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|-------|----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|-------|----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|-------|-------|----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--|
| 60°   | /      |          |                                           |                                               | 60°   | /     |          |                                           |                                             | 60°   | /     |          |                                           |                                             | 60°   | /     |          |                                           |                                             |  |
| 0.600 | 103.33 | 104.33   | 4.9929                                    | 37.350                                        | 0.700 | 70.00 | 70.64    | 5.8268                                    | 43.587                                      | 0.800 | 45.00 | 45.38    | 6.6606                                    | 49.825                                      | 0.900 | 25.56 | 25.72    | 7.4044                                    | 56.062                                      |  |
| 0.605 | 101.40 | 102.38   | 5.0346                                    | 37.662                                        | 0.705 | 68.58 | 69.21    | 5.8685                                    | 43.899                                      | 0.805 | 43.91 | 44.28    | 6.7023                                    | 50.137                                      | 0.905 | 24.70 | 24.85    | 7.5361                                    | 56.374                                      |  |
| 0.610 | 99.51  | 100.47   | 5.0763                                    | 37.973                                        | 0.710 | 67.18 | 67.80    | 5.9101                                    | 44.211                                      | 0.810 | 42.84 | 43.19    | 6.7440                                    | 50.448                                      | 0.910 | 23.85 | 23.99    | 7.5777                                    | 56.685                                      |  |
| 0.615 | 97.64  | 98.58    | 5.1180                                    | 38.285                                        | 0.715 | 65.80 | 66.40    | 5.9158                                    | 44.523                                      | 0.815 | 41.78 | 42.12    | 6.7857                                    | 50.760                                      | 0.915 | 23.01 | 23.14    | 7.6194                                    | 56.997                                      |  |
| 0.620 | 95.81  | 96.73    | 5.1597                                    | 38.597                                        | 0.720 | 64.44 | 65.03    | 5.9935                                    | 44.834                                      | 0.820 | 40.73 | 41.06    | 6.8274                                    | 51.072                                      | 0.920 | 22.17 | 22.30    | 7.6612                                    | 57.310                                      |  |
| 0.625 | 94.00  | 94.90    | 5.2014                                    | 39.910                                        | 0.725 | 63.10 | 63.67    | 6.0352                                    | 45.146                                      | 0.825 | 39.70 | 40.02    | 6.8691                                    | 51.384                                      | 0.925 | 21.35 | 21.47    | 7.7029                                    | 57.622                                      |  |
| 0.630 | 92.22  | 93.10    | 5.2431                                    | 39.222                                        | 0.730 | 61.78 | 62.34    | 6.0769                                    | 45.458                                      | 0.830 | 38.67 | 38.98    | 6.9108                                    | 51.696                                      | 0.930 | 20.54 | 20.65    | 7.7446                                    | 57.934                                      |  |
| 0.635 | 90.47  | 91.33    | 5.2848                                    | 39.534                                        | 0.735 | 60.48 | 61.02    | 6.1186                                    | 45.770                                      | 0.835 | 37.66 | 37.96    | 6.9525                                    | 52.008                                      | 0.935 | 19.73 | 19.84    | 7.7863                                    | 58.246                                      |  |
| 0.640 | 88.75  | 89.59    | 5.3265                                    | 39.845                                        | 0.740 | 59.19 | 59.72    | 6.1603                                    | 46.082                                      | 0.840 | 36.67 | 36.95    | 6.9941                                    | 52.320                                      | 0.940 | 18.94 | 19.03    | 7.8280                                    | 58.557                                      |  |
| 0.645 | 87.05  | 87.88    | 5.3682                                    | 40.157                                        | 0.745 | 57.92 | 58.43    | 6.2020                                    | 46.394                                      | 0.845 | 35.68 | 35.96    | 7.0358                                    | 52.632                                      | 0.945 | 18.15 | 18.24    | 7.8697                                    | 58.869                                      |  |
| 0.650 | 85.38  | 86.19    | 5.4098                                    | 40.468                                        | 0.750 | 56.67 | 57.17    | 6.2437                                    | 46.706                                      | 0.850 | 34.71 | 34.97    | 7.0775                                    | 52.943                                      | 0.950 | 17.37 | 17.45    | 7.9114                                    | 59.181                                      |  |
| 0.655 | 83.74  | 84.53    | 5.4515                                    | 40.780                                        | 0.755 | 55.43 | 55.92    | 6.2854                                    | 47.018                                      | 0.855 | 33.74 | 34.00    | 7.1192                                    | 53.255                                      | 0.955 | 16.60 | 16.67    | 7.9531                                    | 59.493                                      |  |
| 0.660 | 82.12  | 82.89    | 5.4932                                    | 41.092                                        | 0.760 | 54.21 | 54.68    | 6.3271                                    | 47.330                                      | 0.860 | 32.79 | 33.03    | 7.1609                                    | 53.567                                      | 0.960 | 15.83 | 15.90    | 7.9947                                    | 59.805                                      |  |
| 0.665 | 80.53  | 81.28    | 5.5349                                    | 41.404                                        | 0.765 | 53.01 | 53.47    | 6.3688                                    | 47.642                                      | 0.865 | 31.85 | 32.08    | 7.2026                                    | 53.879                                      | 0.965 | 15.08 | 15.13    | 8.0364                                    | 60.117                                      |  |
| 0.670 | 78.96  | 79.69    | 5.5766                                    | 41.716                                        | 0.770 | 51.82 | 52.27    | 6.4104                                    | 47.953                                      | 0.870 | 30.92 | 31.14    | 7.2443                                    | 54.191                                      | 0.970 | 14.33 | 14.38    | 8.0780                                    | 60.428                                      |  |
| 0.675 | 77.41  | 78.13    | 5.6183                                    | 42.028                                        | 0.775 | 50.65 | 51.08    | 6.4521                                    | 47.265                                      | 0.875 | 30.00 | 30.21    | 7.2860                                    | 54.503                                      | 0.975 | 13.59 | 13.63    | 8.1197                                    | 60.740                                      |  |
| 0.680 | 75.88  | 76.59    | 5.6600                                    | 42.340                                        | 0.780 | 49.49 | 49.91    | 6.4938                                    | 48.577                                      | 0.880 | 29.09 | 29.30    | 7.3277                                    | 54.815                                      | 0.980 | 12.86 | 12.89    | 8.1615                                    | 61.052                                      |  |
| 0.685 | 74.38  | 75.07    | 5.7017                                    | 42.652                                        | 0.785 | 48.34 | 48.75    | 6.5355                                    | 48.889                                      | 0.885 | 28.19 | 28.39    | 7.3694                                    | 55.127                                      | 0.985 | 12.13 | 12.15    | 8.2032                                    | 61.364                                      |  |
| 0.690 | 72.90  | 73.57    | 5.7434                                    | 42.963                                        | 0.790 | 47.22 | 47.61    | 6.5772                                    | 49.201                                      | 0.890 | 27.30 | 27.49    | 7.4111                                    | 55.438                                      | 0.990 | 11.41 | 11.43    | 8.2449                                    | 61.676                                      |  |
| 0.695 | 71.44  | 72.10    | 5.7851                                    | 43.275                                        | 0.795 | 46.10 | 46.49    | 6.6189                                    | 49.513                                      | 0.895 | 26.42 | 26.60    | 7.4528                                    | 55.750                                      | 0.995 | 10.70 | 10.71    | 8.2866                                    | 61.988                                      |  |
|       |        |          |                                           |                                               |       |       |          |                                           |                                             |       |       |          |                                           |                                             | 1.000 | 10.00 | 10.00    | 8.3283                                    | 62.300                                      |  |

續表 4.5

| Sp.gr | ° Be' | ° Tw. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.<br>at 60<br>°F.wt.<br>in air | Sp.gr<br>60°<br>/<br>60° | ° Be' | ° Tw. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Sp.gr<br>60°<br>/<br>60° | ° Be' | ° Tw. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Sp.gr<br>60°<br>/<br>60° | ° Be' | ° Tw. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air |
|-------|-------|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.005 | 0.72  | 1     | 8.3700                                    | 62.612                                        | 1.145                    | 18.36 | 29    | 9.5374                                    | 71.344                                      | 1.285                    | 32.16 | 57    | 10.7047                                   | 80.077                                      | 1.425                    | 43.25 | 85    | 11.8721                                   | 88.810                                      |
| 1.010 | 1.44  | 2     | 8.4117                                    | 62.924                                        | 1.150                    | 18.91 | 30    | 9.5790                                    | 71.666                                      | 1.290                    | 32.60 | 58    | 10.7464                                   | 80.389                                      | 1.430                    | 43.60 | 86    | 11.9138                                   | 89.121                                      |
| 1.015 | 2.14  | 3     | 8.4534                                    | 63.236                                        | 1.155                    | 19.46 | 31    | 9.6207                                    | 71.968                                      | 1.295                    | 33.03 | 59    | 10.7881                                   | 80.701                                      | 1.435                    | 43.95 | 87    | 11.9555                                   | 89.433                                      |
| 1.020 | 2.84  | 4     | 8.4950                                    | 63.547                                        | 1.160                    | 20.00 | 32    | 9.6624                                    | 72.280                                      | 1.300                    | 33.46 | 60    | 10.8298                                   | 81.013                                      | 1.440                    | 44.31 | 88    | 11.9972                                   | 89.745                                      |
| 1.025 | 3.54  | 5     | 8.5367                                    | 63.859                                        | 1.165                    | 20.54 | 33    | 9.7041                                    | 72.592                                      | 1.305                    | 33.89 | 61    | 10.8715                                   | 81.325                                      | 1.445                    | 44.65 | 89    | 12.0389                                   | 90.057                                      |
| 1.030 | 4.22  | 6     | 8.5784                                    | 64.171                                        | 1.170                    | 21.07 | 34    | 9.7458                                    | 72.904                                      | 1.310                    | 34.31 | 62    | 10.9132                                   | 81.636                                      | 1.450                    | 45.00 | 90    | 12.0806                                   | 90.369                                      |
| 1.035 | 4.90  | 7     | 8.6201                                    | 64.483                                        | 1.175                    | 21.60 | 35    | 9.7875                                    | 73.216                                      | 1.315                    | 34.73 | 63    | 10.9549                                   | 81.948                                      | 1.455                    | 45.34 | 91    | 12.1223                                   | 90.681                                      |
| 1.040 | 5.58  | 8     | 8.6618                                    | 64.795                                        | 1.180                    | 22.12 | 36    | 9.8292                                    | 73.528                                      | 1.320                    | 35.15 | 64    | 10.9966                                   | 82.260                                      | 1.460                    | 45.68 | 92    | 12.1640                                   | 90.993                                      |
| 1.045 | 6.24  | 9     | 8.7035                                    | 65.107                                        | 1.185                    | 22.64 | 37    | 9.8709                                    | 73.840                                      | 1.325                    | 35.57 | 65    | 11.0383                                   | 82.572                                      | 1.465                    | 46.02 | 93    | 12.2057                                   | 91.305                                      |
| 1.050 | 6.91  | 10    | 8.7452                                    | 65.419                                        | 1.190                    | 23.15 | 38    | 9.9126                                    | 74.151                                      | 1.330                    | 35.98 | 66    | 11.0800                                   | 82.884                                      | 1.470                    | 46.36 | 94    | 12.2473                                   | 91.616                                      |
| 1.055 | 7.56  | 11    | 8.7869                                    | 65.731                                        | 1.195                    | 23.66 | 39    | 9.9543                                    | 74.463                                      | 1.335                    | 36.39 | 67    | 11.1217                                   | 83.196                                      | 1.475                    | 46.69 | 95    | 12.2890                                   | 91.928                                      |
| 1.060 | 8.21  | 12    | 8.8286                                    | 66.042                                        | 1.200                    | 24.17 | 40    | 9.9960                                    | 74.775                                      | 1.340                    | 36.79 | 68    | 11.2634                                   | 83.508                                      | 1.480                    | 47.03 | 96    | 12.3307                                   | 92.240                                      |
| 1.065 | 8.85  | 13    | 8.8703                                    | 66.354                                        | 1.205                    | 24.67 | 41    | 10.0377                                   | 75.087                                      | 1.345                    | 37.19 | 69    | 11.2051                                   | 83.820                                      | 1.485                    | 47.36 | 97    | 12.3724                                   | 92.552                                      |
| 1.070 | 9.49  | 14    | 8.9120                                    | 66.666                                        | 1.210                    | 25.17 | 42    | 10.0793                                   | 75.399                                      | 1.350                    | 37.59 | 70    | 11.2467                                   | 84.131                                      | 1.490                    | 47.68 | 98    | 12.4141                                   | 92.864                                      |
| 1.075 | 10.12 | 15    | 8.9537                                    | 66.978                                        | 1.215                    | 25.66 | 43    | 10.1210                                   | 75.711                                      | 1.355                    | 37.99 | 71    | 11.2884                                   | 84.443                                      | 1.495                    | 48.01 | 99    | 12.4558                                   | 93.176                                      |
| 1.080 | 10.74 | 16    | 8.9954                                    | 67.290                                        | 1.220                    | 26.15 | 44    | 10.1627                                   | 76.022                                      | 1.360                    | 38.38 | 72    | 11.3301                                   | 84.755                                      | 1.500                    | 48.33 | 100   | 12.4975                                   | 93.448                                      |
| 1.085 | 11.36 | 17    | 9.0371                                    | 67.602                                        | 1.225                    | 26.63 | 45    | 10.2044                                   | 76.334                                      | 1.365                    | 38.77 | 73    | 11.3718                                   | 85.067                                      | 1.505                    | 48.65 | 101   | 12.5392                                   | 93.800                                      |
| 1.090 | 11.97 | 18    | 9.0787                                    | 67.914                                        | 1.230                    | 27.11 | 46    | 10.2461                                   | 76.646                                      | 1.370                    | 39.16 | 74    | 11.4135                                   | 85.379                                      | 1.510                    | 48.97 | 102   | 12.5809                                   | 94.112                                      |
| 1.095 | 12.58 | 19    | 9.1204                                    | 68.226                                        | 1.235                    | 27.59 | 47    | 10.2878                                   | 76.958                                      | 1.375                    | 39.55 | 75    | 11.4552                                   | 85.691                                      | 1.515                    | 49.29 | 103   | 12.6226                                   | 94.424                                      |
| 1.100 | 13.18 | 20    | 9.1621                                    | 68.537                                        | 1.240                    | 28.06 | 48    | 10.3295                                   | 77.270                                      | 1.380                    | 39.93 | 76    | 11.4969                                   | 86.003                                      | 1.520                    | 49.61 | 104   | 12.6643                                   | 94.735                                      |
| 1.105 | 13.78 | 21    | 9.2038                                    | 68.849                                        | 1.245                    | 28.53 | 49    | 10.3712                                   | 77.582                                      | 1.385                    | 40.31 | 77    | 11.5386                                   | 86.315                                      | 1.525                    | 49.92 | 105   | 12.7060                                   | 95.047                                      |
| 1.110 | 14.37 | 22    | 9.2455                                    | 69.161                                        | 1.250                    | 29.00 | 50    | 10.4129                                   | 77.894                                      | 1.390                    | 40.68 | 78    | 11.5803                                   | 86.626                                      | 1.530                    | 50.23 | 106   | 12.7477                                   | 95.359                                      |
| 1.115 | 14.96 | 23    | 9.2872                                    | 69.473                                        | 1.255                    | 29.46 | 51    | 10.4546                                   | 78.206                                      | 1.395                    | 41.06 | 79    | 11.6220                                   | 86.938                                      | 1.535                    | 50.54 | 107   | 12.7894                                   | 95.671                                      |
| 1.120 | 15.54 | 24    | 9.3289                                    | 69.785                                        | 1.260                    | 29.92 | 52    | 10.4963                                   | 78.518                                      | 1.400                    | 41.43 | 80    | 11.6637                                   | 87.250                                      | 1.540                    | 50.84 | 108   | 12.8310                                   | 95.983                                      |
| 1.125 | 16.11 | 25    | 9.3706                                    | 70.097                                        | 1.265                    | 30.38 | 53    | 10.5380                                   | 78.830                                      | 1.405                    | 41.80 | 81    | 11.7054                                   | 87.562                                      | 1.545                    | 51.15 | 109   | 12.8727                                   | 96.295                                      |
| 1.130 | 16.68 | 26    | 9.4123                                    | 70.409                                        | 1.270                    | 30.83 | 54    | 10.5797                                   | 79.141                                      | 1.410                    | 42.16 | 82    | 11.7471                                   | 87.874                                      | 1.550                    | 51.45 | 110   | 12.9144                                   | 96.606                                      |
| 1.135 | 17.25 | 27    | 9.4540                                    | 70.721                                        | 1.275                    | 31.27 | 55    | 10.6214                                   | 79.453                                      | 1.415                    | 42.53 | 83    | 11.7888                                   | 88.186                                      | 1.555                    | 51.75 | 111   | 12.9561                                   | 96.918                                      |
| 1.140 | 17.81 | 28    | 9.4957                                    | 71.032                                        | 1.280                    | 31.72 | 56    | 10.6630                                   | 79.765                                      | 1.420                    | 42.89 | 84    | 11.8304                                   | 88.498                                      | 1.560                    | 52.05 | 112   | 12.9978                                   | 97.230                                      |

續表 4.5

| Sp.gr<br>60°<br>/<br>60° | °Be'<br>°Tw. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.<br>at 60<br>°F.wt.<br>in air | Sp.gr<br>60°<br>/<br>60° | °Be'<br>°Tw. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Sp.gr<br>60°<br>/<br>60° | °Be'<br>°Tw. | Lb.per<br>gal.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air | Lb.per<br>cu.ft.at<br>60°F.<br>wt.in<br>air |
|--------------------------|--------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.565                    | 52.35        | 13.0395                                   | 97.542                                        | 1.675                    | 58.43        | 13.9567                                   | 104.404                                     | 1.785                    | 63.77        | 14.8740                                   | 111.265                                     |
| 1.570                    | 52.64        | 13.0812                                   | 97.854                                        | 1.680                    | 58.69        | 13.9984                                   | 104.715                                     | 1.790                    | 63.99        | 14.9157                                   | 111.577                                     |
| 1.575                    | 55.94        | 13.1229                                   | 98.166                                        | 1.685                    | 58.95        | 14.0401                                   | 105.027                                     | 1.795                    | 64.22        | 14.9574                                   | 111.889                                     |
| 1.580                    | 53.23        | 13.1646                                   | 98.478                                        | 1.690                    | 59.20        | 14.0818                                   | 105.339                                     | 1.800                    | 64.44        | 14.9990                                   | 112.200                                     |
| 1.585                    | 53.52        | 13.2063                                   | 98.790                                        | 1.695                    | 59.45        | 14.1235                                   | 105.651                                     | 1.805                    | 64.67        | 15.0407                                   | 112.512                                     |
| 1.590                    | 53.81        | 13.2480                                   | 99.102                                        | 1.700                    | 59.71        | 14.1652                                   | 105.963                                     | 1.810                    | 64.89        | 15.0824                                   | 112.824                                     |
| 1.595                    | 54.09        | 13.2897                                   | 99.414                                        | 1.705                    | 59.96        | 14.2069                                   | 106.275                                     | 1.815                    | 65.11        | 15.1241                                   | 113.136                                     |
| 1.600                    | 54.38        | 13.3313                                   | 99.725                                        | 1.710                    | 60.20        | 14.2486                                   | 106.587                                     | 1.820                    | 65.33        | 15.1658                                   | 113.448                                     |
| 1.605                    | 54.66        | 13.3730                                   | 100.037                                       | 1.715                    | 60.45        | 14.2903                                   | 106.899                                     | 1.825                    | 65.55        | 15.2075                                   | 113.760                                     |
| 1.610                    | 54.94        | 13.4147                                   | 100.349                                       | 1.720                    | 60.70        | 14.3320                                   | 107.210                                     | 1.830                    | 65.77        | 15.2492                                   | 114.072                                     |
| 1.615                    | 55.22        | 13.4564                                   | 100.661                                       | 1.725                    | 60.94        | 14.3737                                   | 107.522                                     | 1.835                    | 65.98        | 15.1909                                   | 114.384                                     |
| 1.620                    | 55.49        | 13.4981                                   | 100.973                                       | 1.730                    | 61.18        | 14.4153                                   | 107.834                                     | 1.840                    | 66.20        | 15.3326                                   | 114.696                                     |
| 1.625                    | 55.77        | 13.5398                                   | 101.285                                       | 1.735                    | 61.34        | 14.4570                                   | 108.146                                     | 1.845                    | 66.41        | 15.3743                                   | 115.007                                     |
| 1.630                    | 56.04        | 13.5815                                   | 101.597                                       | 1.740                    | 61.67        | 14.4987                                   | 108.458                                     | 1.850                    | 66.62        | 15.4160                                   | 114.318                                     |
| 1.635                    | 56.32        | 13.6232                                   | 101.909                                       | 1.745                    | 61.91        | 14.5404                                   | 108.770                                     | 1.855                    | 66.83        | 15.4577                                   | 115.630                                     |
| 1.640                    | 56.59        | 13.6649                                   | 102.220                                       | 1.750                    | 62.14        | 14.5821                                   | 109.082                                     | 1.860                    | 67.04        | 15.4993                                   | 115.943                                     |
| 1.645                    | 56.85        | 13.7066                                   | 102.532                                       | 1.755                    | 62.38        | 14.6238                                   | 109.394                                     | 1.865                    | 67.25        | 15.5410                                   | 116.255                                     |
| 1.650                    | 57.12        | 13.7483                                   | 102.844                                       | 1.760                    | 62.61        | 14.6655                                   | 109.705                                     | 1.870                    | 67.46        | 15.5827                                   | 116.567                                     |
| 1.655                    | 57.39        | 13.7900                                   | 103.156                                       | 1.765                    | 62.85        | 14.7072                                   | 110.017                                     | 1.875                    | 67.67        | 15.6244                                   | 116.879                                     |
| 1.660                    | 57.65        | 13.8317                                   | 103.468                                       | 1.770                    | 63.08        | 14.7429                                   | 110.329                                     | 1.880                    | 67.87        | 15.6661                                   | 117.191                                     |
| 1.665                    | 57.91        | 13.8734                                   | 103.780                                       | 1.775                    | 63.31        | 14.7906                                   | 110.641                                     | 1.885                    | 68.08        | 15.7078                                   | 117.503                                     |
| 1.670                    | 58.17        | 13.9150                                   | 104.092                                       | 1.780                    | 63.54        | 14.8323                                   | 110.953                                     | 1.890                    | 68.28        | 15.7495                                   | 117.814                                     |

資料來源: Prepared by Lewis V. Judson, Ph.D., Chief of Length Section of National Bureau of Standards with the advice and assistance of E.L. Peffer, B.S., A.M., late Chief of Capacity and Density Section, National Bureau of Standards.

$$[\text{註}] \quad ^\circ\text{Be}' = 145 - \frac{145}{\text{sp.gr}} \quad (\text{比水重}) \quad ^\circ\text{Be}' = \frac{140}{\text{sp.gr}} - 130 \quad (\text{比水輕})$$

$$^\circ\text{Tw.} = \frac{\text{sp.gr. } 60/60^\circ\text{F} - 1}{0.005} \quad ^\circ\text{A.P.I.} = \frac{141.5}{\text{sp.gr}} - 131.5$$

## 第五章 廢水處理技術

### 5.1 廢水處理方法<sup>6,31</sup>

染整工業廢水之性質，隨加工之種類、製程，使用染料、助劑、加工劑、紡織纖維等之不同，廢水性質亦有所差異。因此在進行污染防治工作時，需將作業之性質、加工方法、作業流程及加工素材之種類等綜合調查、評估後，選定適當處理程序及處理方法。

一般設計廢水處理時必須注意之事項及執行步驟如下：

- 掌握廢水特性（廢水量、水質、污染負荷量之調查）
- 廢水水質及處理目標值之設定（廢水水質基準、放流水基準）
- 改善生產流程可行性探討（生產流程改善、正確之排放水、未來業務計劃）
- 設計廢水處理時之事前調查（處理方法以實驗證明或佐證、類似性質廢水處理之實例調查與觀摩）。
- 廢水處理方法之選擇（廢水水質與處理方法合適與否，處理方法之界限值與目標值之關係，設備費及維護管理費之考量，污泥產生量及其處理方法之檢討）
- 處理設施之設計（廢水量及水質之確定，各處理設備之容量確定，處理流程之確定，操作管理之對策等）

本章主要著重於廢水處理技術之探討，相關之步驟將在其他章節述及。

#### 5.1.1 染整廢水之處理方法<sup>6,23,32,33</sup>

染整廢水之處理方法大致可分為：物理處理法、化學處理法及生物處理法。其中物理處理法及化學處理法所需處理時間較短，且可用於處理含有毒性物質之廢水，但其操作成本一般則較生物處理高。至於生物處理其所需時間較長，操作運轉費用較低，常被用於降低BOD之處理。

將廢水處理方法依其目的分類如表5.1 所示，而表5.2 則是依污染物的特性將處理方法加以分類。另外關於各類處理方法之主要單元如表5.3 所示。

表5.1 依目的分類之廢水處理方法

| 目的           | 處理方法                       |
|--------------|----------------------------|
| 中和           | pH調整                       |
| 懸浮固體物及膠質物之去除 | 混凝、吸附、沉澱、浮除分離、過濾           |
| 溶解物之去除       | 吸附、氧化還原、離子交換、電透析、生物氧化、生物還原 |

表5.2 依污染物特性分類之處理方法

| 污 染 物 特 性 |       | 處 理 方 法        |
|-----------|-------|----------------|
| 懸浮固體物     | 粗 大   | 攔污柵、自然沉澱       |
|           | 膠 質   | 混凝沉澱、混凝浮除、生物處理 |
| 溶解性物質     | 有 機 物 | 生物處理           |
|           | 無 機 物 | 混凝沉澱           |

表5.3 各處理方法之主要單元

| 處理方法  | 主 要 單 元                                      |
|-------|----------------------------------------------|
| 物 理 法 | 過濾：可回收纖維屑<br>單純沉澱：去除顏料、澱粉<br>吸附：去除顏色         |
| 化 學 法 | 中和法：調整pH值<br>氧化法：脫色、氧化有機物<br>混凝法：脫色、去除油脂、有機物 |
| 生 物 法 | 滴濾法<br>活性污泥法<br>氧化塘<br>迴轉生物圓盤法<br>接觸曝氣法      |

由於染整廢水水質複雜多變，處理時需特別注意廢水水質、水量變化的實地調查，視廢水水質情況標準的不同，一般染整工廠採用之處理流程依據前述物理化學及生物處理單元之組合大致可分為五大類，分別為僅採化學處理程序或生物處理程序者，採化學＋生物處理或生物＋化學處理程序者或化學＋生物＋化學處理程序者。依據服務團82年度進行之調查輔導顯示，在所取之50家樣本工廠中，使用廢水處理流程與符合環保標準之情況列於表5.4 所示。使用化學＋生物處理或生物＋化學處理之工廠共計28家，佔總數56%以上。至於一般的物化、生物處理程序之單元組合如圖5.1 所示，各處理單元之功能及設計基準說明如下：



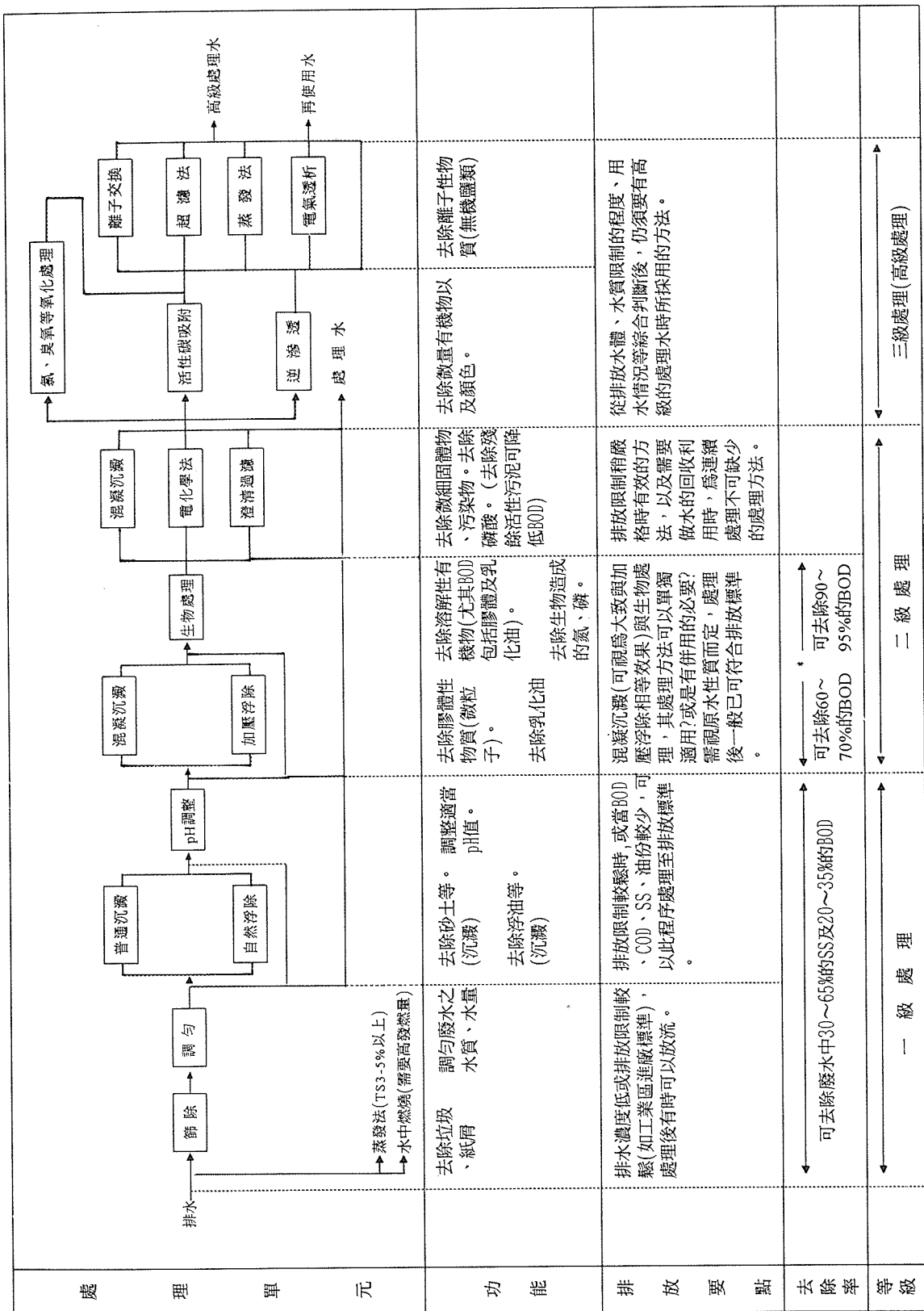


圖 5.1 染整廢水處理系統

## 1. 物理處理法

### (1) 篩除

除去廢水中之較大固體物，如毛料、纖維或黏著質，以減輕後處理之負荷，一般以攔污柵為主，攔污柵依其網目尺寸、裝置、形狀等因素分成不同種類。最常用的有粗攔污柵及旋轉式攔污柵二種。前者又分為人工清理式固定攔污柵及自動清除式可動攔污二種，後者是圓筒形金屬攔柵，係一種迴轉裝置，置於廢水中經由迴轉可將懸浮物質自動篩除，一般細篩之篩距應小於 0.5mm。

### (2) 降溫

處理流程中有生物處理單元時水溫即為其生長速率影響因素之一，染整廢水之高溫宜由熱交換機回收熱能或是冷卻水塔降溫，再經調勻，使溫度降至 35℃ 以下後再排入生物處理池處理。

### (3) 調勻

目的在調勻水質及水量並兼有降溫的功能。染整廢水因水量水質變化極大，工廠若每日工作 8~12hr，宜有 12~24hr 停留時間之容量，視實際排水情況而異，尤其應特別注意水質調勻所需之容積。為達調勻之目的應提供充分之攪拌，一般若採空氣攪拌應有  $0.015\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{min}$  以上的鼓風量，若採用機械攪拌則應有  $0.008\text{kW}/\text{m}^3$  以上的動力。且其曝氣攪拌尚具有氧化廢水中的還原性無機物、硫化染料及甕染料等功用。

### (4) 沉澱

染整廢水一般所含之可沉降懸浮固體物並不多，故較少採用普通沉澱，一般多為化學混凝沉澱池或生物處理後之沉澱池，化學混凝沉澱池之表面積負荷宜維持在  $25\sim 35\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，生物沉澱池則為  $15\sim 20\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

### (5) 浮除

目的在去除不易沉降分離之懸浮性固體物及油脂，染整廢水中之化學混凝劑如使用鋁鹽可得到較輕的膠羽，則使用浮除較沉澱有利。一般氣／固比在 0.01~0.02，加壓水水壓在  $3.5\sim 5\text{kg}/\text{cm}^2$ ，加壓槽停留時間至少 1min，上升速度  $0.02\sim 0.04\text{m}/\text{min}$ 。浮除過程有二種方法，一為用常壓方法，將氣體注入液體中，使之呈飽和以達到減壓之目的。二為用加壓法使空氣飽和後再降至常壓。後者屬於加壓浮除法，此法廣受使用，而前者則屬於真空浮除法。與沉降分離法比較，浮除法分離時間較短，最快只需 2~3min，平均而言，也僅需 30min 即可分離。

### (6) 過濾

與沉澱相比，過濾法所需費用較大，但裝置體積較小，操作迅速，經過濾後的固體物含水量亦小。廢水處理上過濾法可分為重力、加壓及減壓等三



種方法。重力過濾法係使固體物穿過多孔性濾材，以便將所含低濃度懸浮固體物去除之方法。減壓過濾法則適用於濃度高之懸浮固體物或泥漿。如果液體黏度高且固體物質呈微細狀時，適用於加壓過濾。一般染整廠可採用加壓過濾法，即快濾法去除微細之懸浮固體物。

#### (7) 吸附

去除溶解性且難分解之有機物、微量有機物或脫色。一般常用活性碳，設計前應經吸附實驗，以確定吸附量，吸附前應經過濾等之前處理，以避免阻塞吸附床。

#### (8) 逆滲透法

逆滲透法係利用半透膜將廢水中污濁物質去除之方法。一般而言，清水一側會透過半透膜進入濃厚溶液。但逆滲透法係施以大於滲透壓的壓力於濃厚溶液一側而促成滲透流流向清水側，這種現象即為逆滲透。其中半透膜之材質除了醋酸纖維 (cellulose acetate, ca) 外尚有乙基纖維、甲基異丁烯類、碳素及無機結晶體等。

#### (9) 其他

如除油、超過濾、蒸發法等。

### 2. 化學處理法<sup>6, 34~37</sup>

#### (1) pH調整

染整廢水pH值隨加工種類、製程而改變，譬如絲光、精煉、甕染料、硫化染料或反應染料時pH值在10~12以上；而在羊毛碳化過程或酸性染料、鉻染料之染色，pH值在2~3以下，其範圍從強鹼至強酸，故為利於混凝或生物之處理，需選用適宜之中和劑予以調整pH值。或是於放流前做適當之pH調整使其水質符合放流水標準，一般宜有5~10min停留時間並充分攪拌。

#### (2) 混凝

去除廢水中之SS、膠質、油質及脫色，常用混凝劑有多元氯化鋁 (PAC)、硫酸鋁、氯化鐵及硫酸亞鐵，各廠適用之混凝劑種類及使用量應經杯瓶試驗 (jar test) 後決定之。一般而言，快混池宜有5~10 min之停留時間， $G$ 值  $> 300s^{-1}$ ，慢混池宜有15~30min之停留時間， $G$ 值在30~60 $s^{-1}$ 左右。

#### (3) 化學氧化

為利用強氧化劑的氧化能力破壞發色團之鏈結，使色度去除的方法。較常使用之氧化劑主要有臭氧、氯、漂白水、雙氧水等。依研究結果顯示，利用臭氧去除人工配置染整廢水中之色度、酸性染料、分散性染料、直接染料及反應性染料廢水，色度去除率可達90%以上，唯獨硫化染料廢水，因其含有之還原劑大量消耗 $O_3$ ，而使效果大減。又氯雖可有效去除色度，但餘氯對後續生物系統有不利的影響，故只能放在生物處理單元之後，兼具消毒之功

能，操作簡單且效果良好。

#### (4)電化學法

目前已有開發電化學法處理染整廢水，藉電化學反應、氧化反應、還原反應及電化學共凝聚反應以去除污染物，雖已在實驗室證明可行，但實廠操作資料甚少，且未嚴格做成本評估。

#### (5)其他

如離子交換法。

### 3. 生物處理法<sup>6, 13, 38~40</sup>

染整業目前常用之生物處理法，依其使用之頻率高低分析，依次為活性污泥法、接觸曝氣法及生物流動床法等<sup>3</sup>，此外尚有滴濾法、旋轉生物盤法、氧化塘法等，分別介紹如下：

#### (1)活性污泥法

活性污泥法運用於紡織廢水與家庭廢水之混合處理極為成功。1969年時Bright曾研究大規模活性污泥法處理每天有35,000m<sup>3</sup>之染整廢水。此處理廠裝有18座 100馬力(75kW)之曝氣機，可供給4.5天之曝氣容量，並設有沉澱池及污泥曝氣設備等。

染整廢水處理上因廢水中含大量難分解物質，一般使用延長曝氣法處理，1970年Phame研究以延長曝氣系統處理鹼性之棉紡廢水，其BOD去除效率超過95%。1970年Amon美國北卡州之Stockdale Fieldherst 印花廢水處理廠，經由延長曝氣、化學混凝、過濾、氯消毒及污泥焚化等設備完全處理後，其放流水可再循環使用於生產過程。

延長曝氣法曝氣時間自12~72hr，可以不需初步沉澱池及污泥消化，如與都市污水混合處理，可有良好之處理效果，其中有一操作例為處理93%染整廢水（包括硫化染料染色廢水）及7%家庭污水，BOD 可自1,400mg/L降至11mg/L。

#### (2)接觸曝氣法

屬固定生物膜法之一種，可克服活性污泥法常見之膨化現象，使生長較慢之微生物亦能於生物膜上生長，因而存在較多種類之微生物，且原生動物及後生動物較多，形成較長之食物鏈，使污泥產生量較少，而在生態學上，一個生態系統中存在較多生物種即代表安定之生態系。接觸曝氣法之生物膜與一般活性污泥法相比，屬較「老化」之生物污泥，而通常即代表對難分解物質有較好之去除效果。

國內早期因價格因素常用竹枝為接觸材料，但竹枝的單位表面積並不確定，因本身為有機質，使用一段時間後經常有變形、損壞的情形，近年已逐

漸由塑膠接觸材代替，常見的型式有蜂巢管式、平板狀、立體波浪型等，設計上接觸材表面積負荷通常宜小於 $8\text{g BOD}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

### (3) 滴濾法

滴濾法可適應較高之pH值，一般可達8~9。1969年Anon在英國工廠之模廠研究報告中指出，降低廢水pH值並以1:1之迴流污泥應用交替滴濾法可去除BOD達96%。1969年Brown應用兩段滴濾法處理棉紡廢水也有類似之處理效果。此類滴濾池與污泥之循環多為密封式，且用強制通風，在排入滴濾池前已將漂白及染色廢水與家庭污水混合。為考慮處理負荷及建造費用，目前使用之滴濾法濾材多已改為塑膠濾料。滴濾法也可當做其他生物處理之前處理，可得良好之處理效果。

### (4) 流動床法

曝氣槽中填充細顆粒之接觸材，曝氣時接觸材在槽中流動，較無阻塞問題，一般常用之接觸材有貝殼砂、細砂、活性碳等，目前實廠應用並不多。

### (5) 旋轉生物盤法

旋轉生物盤法(RBC)係利用附著於圓盤上之微生物群，以去除廢水中有機物之處理方法。

RBC之圓盤一般以40%之浸水率跨於接觸槽上連續旋轉，並將圓盤分為串聯之數段行之。連續進流數日後盤體表面即可附著一層微生物，利用污水中之有機物以資生長，經約二星期時間微生物膜繼續長厚，並漸趨於穩定。在其長厚的過程，若底層傳氧不足，則將形成厭氧層，失去活性，隨著圓盤旋轉與水體接觸所產生之剪力自盤上剝離，成為槽內塊狀污泥之主要來源。

其優點為耗能小，操作簡單，維護方便，設計之液量面積比G值一般取 $5\sim 9\text{ L}/\text{m}^2$ 。

### (5) 氧化塘法

如廢水量小，並有足夠的用地，則氧化塘將是去除廢水BOD最廉價之方法。氧化塘最適於氣候暖和陽光充足之地方，應用此法時，若廢水色度不高，可將廢水引至1.20公尺深之淺地，若含有染色廢水，則引至0.9m深之池子，廢水在池中之停留時間可高達30天，BOD負荷之範圍為 $55\sim 100\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{d}$ 。此池可以池深或部份迴流廢水來控制，使全池維持於好氧狀態，此法之優點為費用低及操作簡易。

## 5.1.2 處理方法之設計要點<sup>12,32,33,41~43</sup>

各處理方法之主要設計要點分述如下：

### 1. 篩除

常用者為攔污柵，其種類很多，依用途、形狀、方式等有各種分類，其設計概要整理如表5.5所示。

表 5.5 攔污柵設計概要

| 形式分類        |             | 構 造 及 特 徵                                                                                                                                                                                                                                   | 備 註                                                                                         |
|-------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 棒<br>狀      | 豎<br>立<br>型 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 棒間隔<br/>極粗攔污柵間隔50mm以上，粗攔污柵50~20mm，細攔污柵20mm以下</li> <li>• 篩渣去除方法<br/>大型處理設施大都採用機械或自動除渣機；而固定式小型者則以人工清理</li> <li>• 傾斜角度：人工清理者45~60度，機械式70度左右</li> <li>• 水流流過速度：40cm/s左右<br/>強度：水位差60cm左右之強度</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 機械式自動清理篩渣處理量在1000 m<sup>3</sup>/hr以上者較多</li> </ul> |
|             | 橫<br>向<br>型 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 棒間隔：0.5~2.0cm</li> <li>• 去除方法：廢水自上部流入去除渣物，因之必須提升水位</li> <li>• 除渣方法：有自動式及人工式</li> </ul>                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 大都使用於小規模設施</li> <li>• 必須揚水</li> </ul>              |
| 攔<br>污<br>柵 | 弧<br>狀<br>型 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 棒間隔：1.5~10mm</li> <li>• 除渣方法：機械式除渣為主</li> <li>• 可去除較小的固體物</li> </ul>                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 大都使用於小規模設施</li> </ul>                              |
|             | 筒<br>狀<br>型 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 棒間隔：<br/>篩棒排列於圓筒內，其間隔與其他相同</li> <li>• 除渣方式：<br/>被篩離之固體物於圓筒內呈塊狀，而自動排出之，同時具有自行清掃的功效，不像其他形式有阻塞現象</li> </ul>                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 可變更回轉速度，調整處理量</li> <li>• 大小規模皆可設置</li> </ul>       |

續表 5.5

| 形式分類                       |                  | 構 造 及 特 徵                                                                                                                                                                                                           | 備 註                                                                                 |
|----------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 網<br>狀<br>攔<br>污<br>設<br>備 | 金<br>屬<br>網<br>型 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 間隔<br/>與棒狀豎立型相同，有粗攔污<br/>柵、細攔污柵</li> <li>• 除渣方法<br/>粗攔污柵大都採用機械自動清<br/>理</li> <li>• 構造簡單，可輕易拆下清掃</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 粗、細固體物欲分別去<br/>除時可以粗細網並列配<br/>置</li> </ul> |
|                            | 移<br>動<br>型      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 間隔：視廢水性質及擬去除固<br/>體之大小可任意設定</li> <li>• 除渣方法：被篩離物積於篩網<br/>上，當篩網移動至下側即行自<br/>動掉落去除</li> <li>• 為呈水平裝置之篩網，向流下<br/>方向約上升 5 度的角度</li> <li>• 為防止阻塞，可自內側加壓空<br/>氣或水使其脫離</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 適合於小規模工廠廢水<br/>處理</li> </ul>               |

## 2. 調勻

由於染整製程一般為批式排放，水質及水量變化極大，且為利於後續之 pH 調整及加藥之自動控制，必需設置調勻槽，一般常見的均為流量調整池，其為藉涵容流量的變化，以便調整流量均勻送水進入後續處理設施，以達安定處理之處理單元。

一般設計水力停留時間約在 12~24hr，其中部份工廠若所染之素材固定，廢水排放穩定，則可能只需 12 小時以下之停留時間便可有效調勻水質、水量，但若所染料之素材變異性大，廢水排放頻率及排放量不穩定，則便可能需要 24 hr 以上之停留時間，以便有效調勻水質、水量。

因此，欲設計適當的調勻池則需針對廠內製程進行調查，事先瞭解各股廢水之水質、水量後，才能設計出足夠容量的調勻池。

除需足夠之槽體容積外，調勻池尚需完善之攪拌設備，以防止懸浮物發生沉積或有機物腐敗，常見之攪拌方式有散氣式、泵循環式及機械攪拌式等。

又流量調整池之形狀可為圓形、矩形或正方形，以攪拌容易，能適應水位、流量考慮之。水深視揚水量的變化以 3~5m，出水高度40~50cm為宜。底部以能使沉降之懸浮物容易去除之形狀為佳。若設於地面下，則應覆以格子狀蓋或覆板。設置覆板時應設有維護管理之出入口及排氣孔。此外時尚需考慮其水溫狀況是否合乎後續處理單元之設計需求。

### 3. 沉澱

沉澱處理為利用懸浮液中之粒子和液體的密度差（比重差），使顆粒沉降達到固液分離的物理處理方法。

沉澱池內之粒子的沉降有下列四種現象：

#### (1) 自由沉降

粒子不受其他粒子的影響而沉降之現象，一般沉砂池及最初沉澱池屬於此類。

#### (2) 凝聚沉降

具凝聚性之顆粒於沉降之過程，與其他之粒子凝聚沉降之現象。一般活性污泥法之最終沉澱池及凝聚沉澱池內可看出此種現象。

#### (3) 層沉澱（界面沉降、干擾沉降）

粒子間成層而與液體呈清晰的界面而沉降之現象，主要可於沉澱池之下部濃縮部份之固液境界部看出。

#### (4) 壓密

粒子經濃縮至高濃度之部份，相互之間由於粒子之重疊重力而將其間隙水壓出之壓密狀態之現象，濃縮部份之底部可看出此種現象。

池澱池可為長方型、正方型或圓型。通常以表面溢流率( $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ )及停留時間(hr)為設計依據，一般而言，沉澱槽停留時間在 3小時以上，且其表面負荷在 $20\sim 30 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 左右。而出流之堰負荷為有效防止沉降污泥上浮，一般終沉池在 $150\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 以下，且為使溢流能夠均勻，避免短流現象，則可採用可調整式之溢流堰板，其設計例如圖5.2 所示。為確保流入水水流均勻，可於沉澱池流入部之水流直角上設置整流板或阻流板，圖5.3 為阻流板及有孔整流板之應用例。又在設計上槽體若無裝設機械刮泥設備時，其底部應設計傾斜60度以上之污泥斗，以利排泥。一般沉澱池設計規格如表5.6所示。

### 4. 浮除

常用之浮除法為加壓浮除法，其適當之加壓方式應依廢水之性質、濃度等因素來選擇，其流程可參考圖5.4。

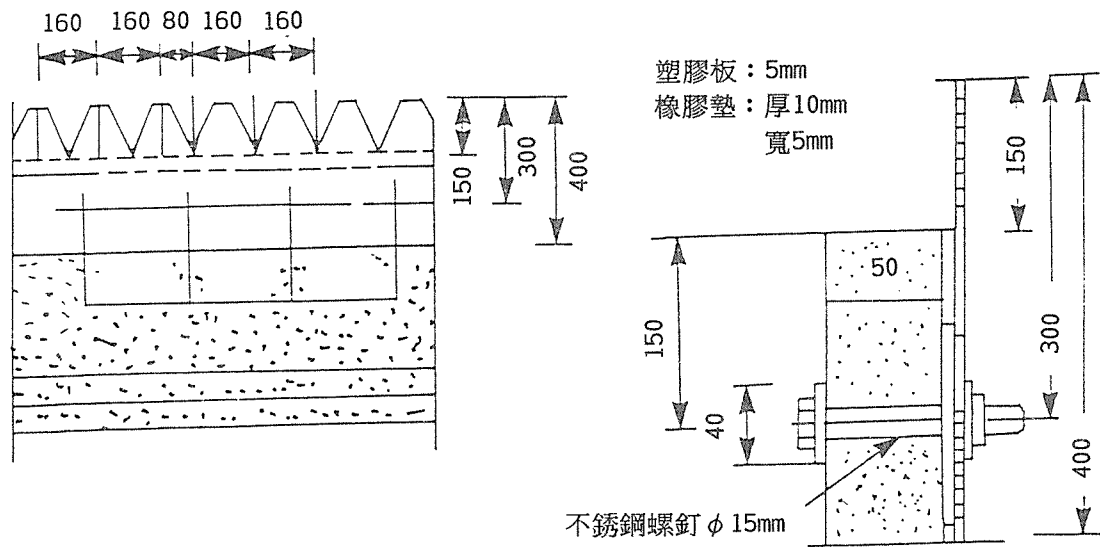


圖5.2 溢流堰板之設計例

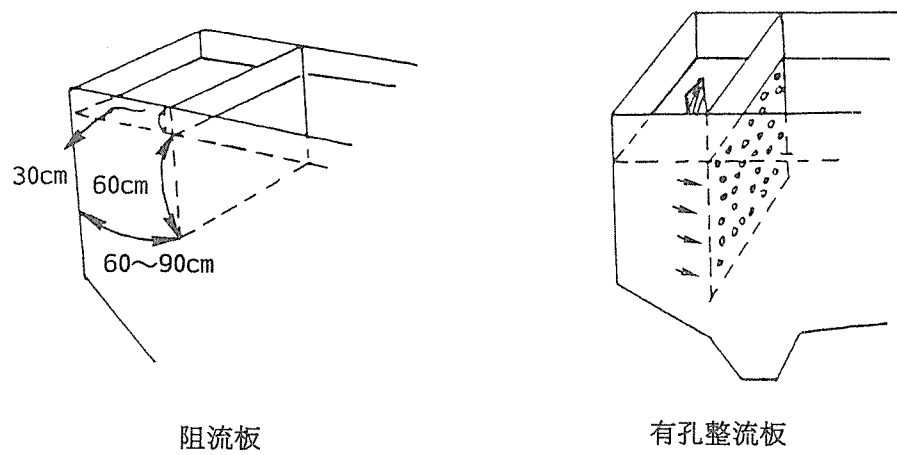
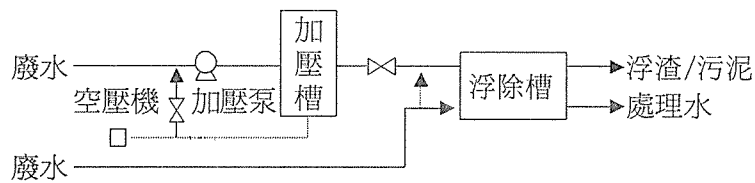


圖5.3 整流板例

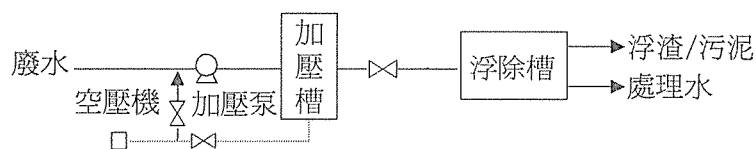
表5.6 沉澱池設計規格

| 設計規格        | 最 初 沉 澱 池          |     |       |     | 最終沉澱池   |
|-------------|--------------------|-----|-------|-----|---------|
|             | 分 流 式              |     |       | 合流式 |         |
|             | 沉澱法                | 滴濾法 | 活性污泥法 |     |         |
| 停留時間(hr)    | 3.0                | 2.0 | 1.5   | 3.0 | 2.5     |
| 有效水深(m)     | 2.5~4.0            |     |       |     | 2.5~4.0 |
| 表面積負荷(m/d)  | 25~50              |     |       |     | 20~30   |
| 溢流堰負荷m³/m-d | ≤250               |     |       |     | ≤150    |
| 長寬比         | 3:1~5:1            |     |       |     | 同 左     |
| 出水高度(m)     | 0.4~0.6            |     |       |     | 同 左     |
| 池底坡度        | 長方形 1/100~2/100    |     |       |     | 同 左     |
|             | 圓・正方形 5/100~10/100 |     |       |     | 同 左     |
| 刮泥速度(m/min) | 長方形沉澱池 0.3~1.2     |     |       |     | 同 左     |
|             | 圓形・正方形沉澱池 周邊速度≤3   |     |       |     |         |
| 排泥管管徑(mm)   | ≤200               |     |       |     | 同 左     |

部分加壓法



全加壓法





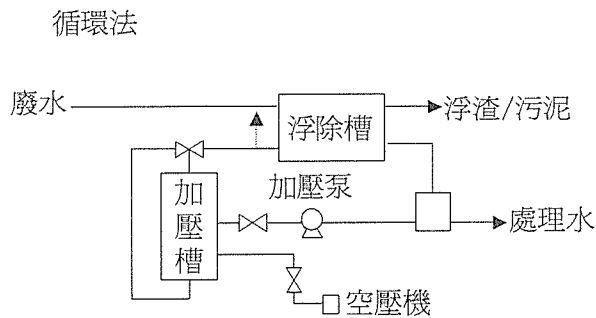


圖5.4 加壓法流程

- 部份加壓法
- 全加壓法
- 循環法

加壓浮除之流程一般如圖5.5 所示。槽本體上尚附有上浮浮渣撇除設備、分離水排水、沉降污泥及加壓水之流入裝置等。

浮除槽一般為長方形或圓形構造，如圖5.6及圖5.7所示。長方形之槽深 2～4m，槽寬 3～6m，長自數m～20m左右為多，而圓形槽則以中央進水井流入加壓水及廢水，上浮浮渣由中央驅動撇除板將其刮至渣斗，為防止撇除不平均一般採用撇除方式代替之。

一般空氣壓入加壓槽之方式如圖5.8 所示，又加壓水壓力之降低使產生微細氣泡以附著於廢水，為加壓浮除重要的操作。氣泡由減壓裝置之孔蝕現象所產生，於通過隔閥減壓時由於強烈的作用使氣泡會合，致易產生 0.5mm以上之粗大氣泡。因此為使上浮產生有效微細氣泡，以緩和孔蝕現象為宜，必須使加壓水之吐出流速突然下降，分散加壓水以降低氣泡密度。

使用隔閥之例子很多，但於考慮氣泡之利用效率，有使用噴射器吸入廢水同時進行減壓的，也有利用特殊噴嘴噴入浮除槽進流堰等方式。粗大氣泡產生量多時，會浪費加壓水，故須選擇能產生微小氣泡之方式為宜。

## 5. 過濾

部份染整廠之過濾可採用快濾法去除微細之懸浮固體物。廢水處理以快濾處理之方法可分為下列兩種：

- 二級處理水直接以快濾過濾方式處理。

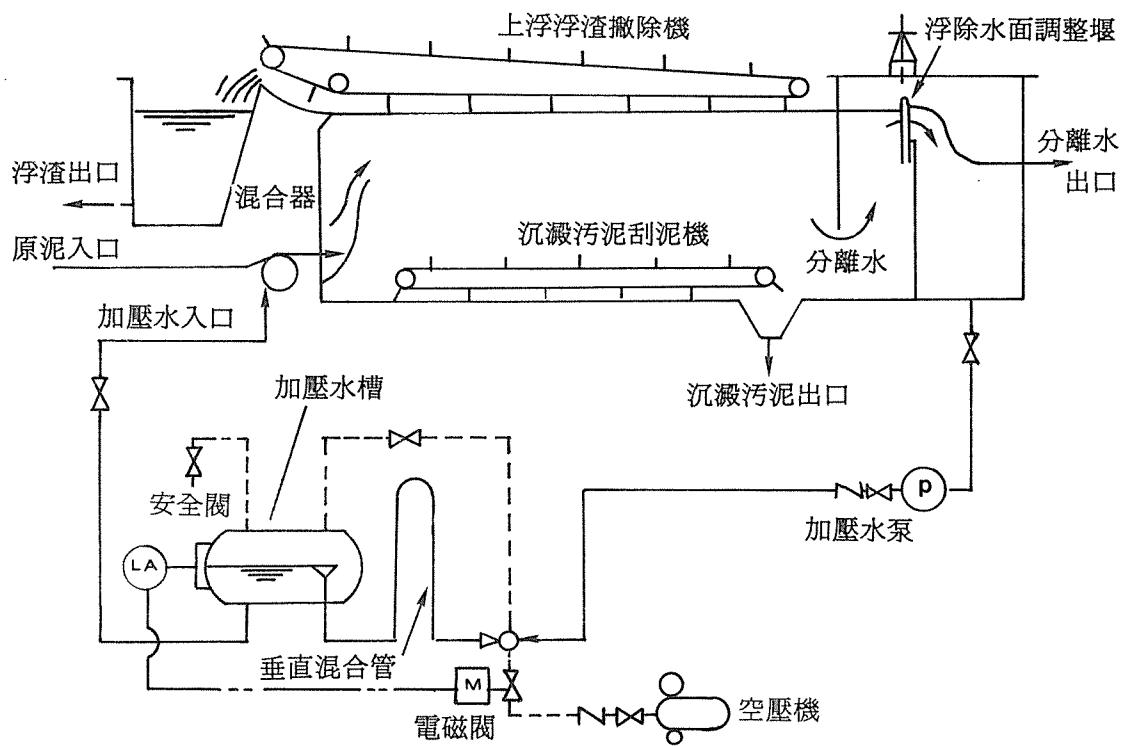


圖5.5 加壓浮除流程

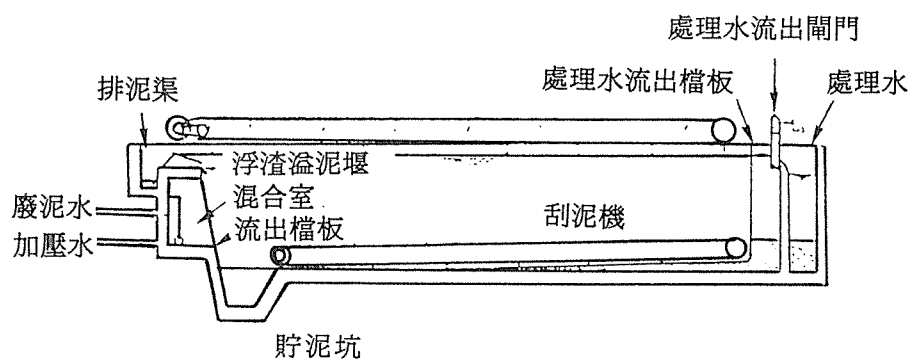


圖5.6 長方形浮除槽

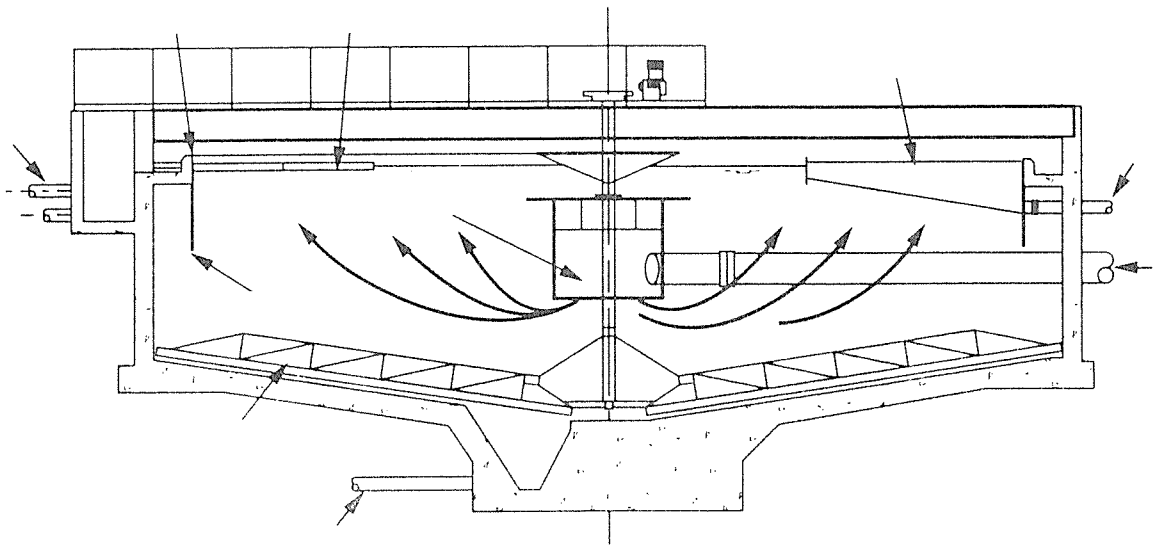


圖5.7 圓形浮除槽

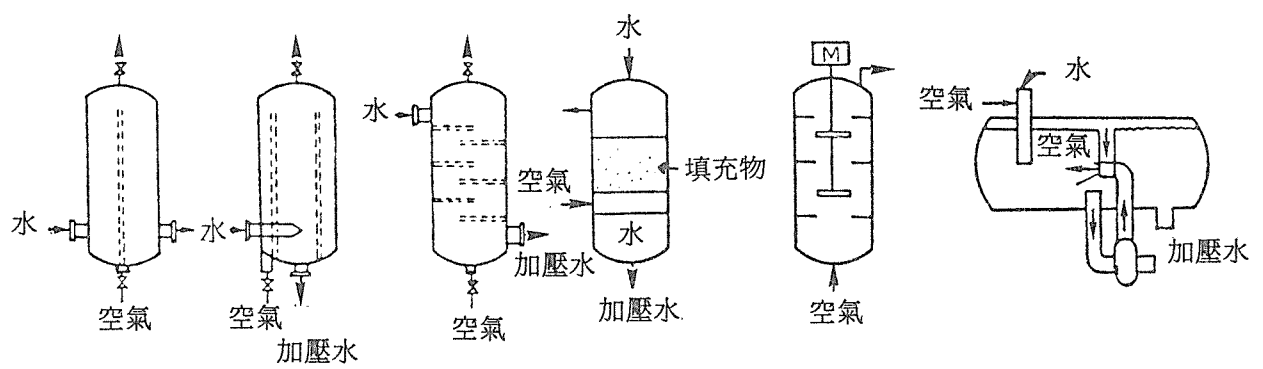


圖5.8 空氣壓入加壓槽例

• 二級處理水經混凝沉澱或接觸曝氣之處理後，再進行快濾處理之方法。

採用快濾法處理時，應掌握二級處理水等原水之懸浮物質及溶解性物質之濃度，並充分檢討過濾是否能達到濾除效果始採用之。若二級處理後之原水中懸浮物質過多，易造成濾材阻塞，過濾濾程時間縮短等問題發生。又因溶解性物質無法藉砂濾去除之，故需配合生物處理法或活性碳吸附法加以去除之。

快濾法之過濾程序依過濾水之水流方向及過濾壓力而分類之。若依過濾水之水流方向予以分類可分為：向下流式、向上流式、雙向流式及水平流式等四類，其概要如表5.7所示。

若依過濾壓力分類，則有重力式和壓力式等。其概要如表5.8所示。

一般而言，廢水之過濾速度，在平均水量為150~200m/d，而最大水量則以300~400m/d為範圍，大規模處理設施可用200m/d之過濾速度。

為防止過濾時濾層在短時間內發生阻塞，濾料之種類多採複數層二層或三層，盡可能使各層皆可發揮捕捉粒子之作用，並增長過濾濾程時間。

通常濾料的組合為：

(1)無煙煤+砂(二層過濾)

(2)無煙煤+砂+柘榴石(三層過濾)

但向上流式者，則採用均勻係數較大的砂做為單層的濾層。又濾料的性質需注意其粒徑、比重、強度等，其概要如表5.9所示。

## 6. 吸附<sup>41,43</sup>

常用活性碳來進行吸附處理，一般而言，活性碳內含有極多數量之細孔，其為活性碳於賦活（活性化）時，碳成份被去除，而產生很多孔隙。活性碳因具很多細孔，因此其表面積多達500~1,700m<sup>2</sup>/g，單位重量之活性碳其表面積愈大吸附容量愈大。

活性碳是以鋸木屑、木材、椰子殼等之植物質或煤碳、石油殘渣、油碳等礦物質為原料，經脫水、碳化及賦活之製造過程而製成。

活性碳之形狀可分為粉狀活性碳及粒狀活性碳。廢水處理多使用粒狀活性碳，其特性示如表5.10。廢水處理所使用粒狀活性碳之一般物理性質可參圖表5.11。

表5.7 依過濾水水流方向之分類

| 過濾方式             | 概 要                                                                                                                                                                                                                                                                         | 略 圖 |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 向<br>下<br>流<br>式 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水由濾層之上部流入，在濾層內向下流達到過濾。</li> <li>2. 依過濾壓力可分為重力式及壓力式。</li> <li>3. 一般粒子的捕捉乃於濾層表面，因過濾阻力會隨過濾處理量而逐漸增大，過濾時間會有減短之傾向。</li> <li>4. 為提升粒子的捕捉能力，可採用多層式過濾方式。</li> </ol>                                                                        |     |
| 向<br>上<br>流<br>式 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 藉泵抽送之原水，自濾層下部向上部依濾料大小之順序通過礫石→粗砂→砂等過濾之。</li> <li>2. 粒子徑較大的粒子於礫石層或粗砂層被捕捉，其次微細之粒子則於砂層被濾除，而於過濾層去除全體的粒子，過濾持續時間可較長。</li> <li>3. 當濾層被阻塞，濾層過濾漸不容易時，會因流入水造成濾層的流動化，則所捕捉的粒子有外洩流出之問題。</li> <li>4. 為防止濾層的流動，可於濾層上部設置格子狀的板或增加濾層粗砂之厚度</li> </ol> |     |

續表 5.7

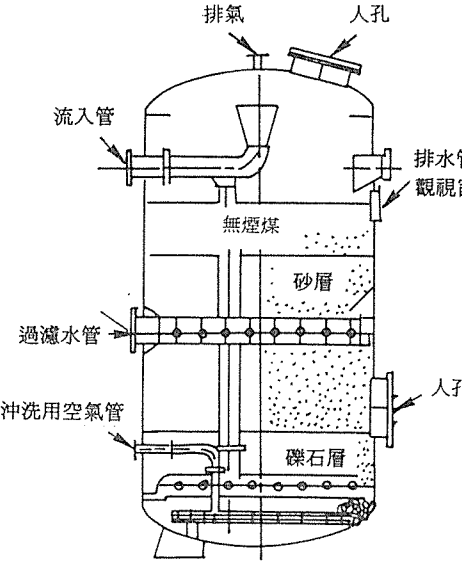
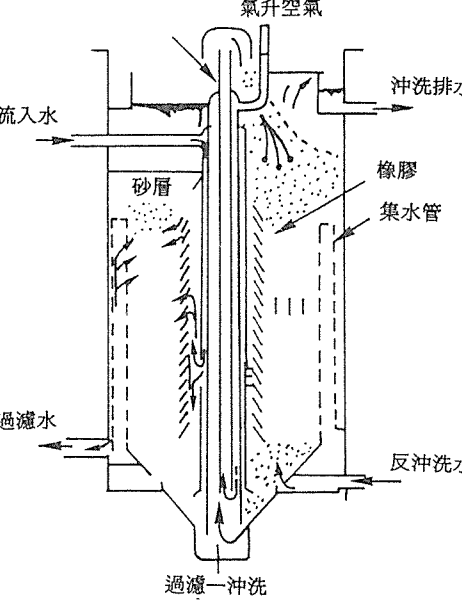
| 過濾方式             | 概 要                                                                                                                                                                                                                                             | 略 圖                                                                                  |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 雙<br>向<br>流<br>式 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水流自濾層的上部及下部兩方向流入，於過濾槽之中央部將過濾水集中。上層部屬向下流式，下層部則為向上流式。</li> <li>2. 本方式為抑制向上流式過濾時濾層之膨脹而發展出者，過濾速度大且不易發生濾材的膨脹。</li> <li>3. 濾層的上部為無煙煤及砂，下部則為砂或砂及礫石，比向下式可捕捉粒子量大數倍。</li> <li>4. 沖洗則以空氣及水，與過濾同方向進行之。</li> </ol> |   |
| 水<br>平<br>流<br>式 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 如右圖例，為自圓筒的過濾槽的中央部流向圓周部，於其間達到過濾。</li> <li>2. 與向下流或向上流相比較，濾層整體具捕捉粒子的機制，且捕捉量大。</li> <li>3. 本方式增加其高度，則可增過濾面積，而可減少設施所需佔用之面積。</li> </ol>                                                                    |  |

表5.8 快濾過濾壓力之分類

| 重 力 式                                                                                                                                                                                                                                                | 壓 力 式                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在自來水淨水上用得很多</li> <li>• 沖洗方式有機械攪拌式及壓縮空氣法</li> <li>• 過濾池為開放型，故過濾狀況的監視及檢查維修容易</li> <li>• 藉過濾池內的水位與流出端水位之水頭差以行過濾，一般水頭為2~2.5m 左右</li> <li>• 如要增大水頭差，就必須增加濾池深度</li> <li>• 於混凝土等之槽底部設集水設備，而於其上部設礫石、砂之濾層</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 廢水處理廠大規模設施以外，多採用之</li> <li>• 過濾為藉泵以提升流入水的壓力，槽體多為鋼板製</li> <li>• 過濾槽為密閉型，因此濾層的監視及維修檢查不方便</li> <li>• 與重力式相比較，過濾速度可提高2~3倍</li> <li>• 濾層可為砂之單層，或無煙煤、砂、礫石等之多層</li> </ul> |

表5.9 濾料的性質

| 無 煙 煤                                                                                                                                                                                                              | 砂                                                                                                                                                                             | 柘 榴 石                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 品質良好者</li> <li>• 比重在1.4以上</li> <li>• 鹽酸可溶率1.5%以下</li> <li>• 磨減率1%以下</li> <li>• 有效直徑1.6~2.0mm</li> <li>• 無煙煤的有效直徑為砂之有效直徑的2.7倍以下</li> <li>• 均勻係數接近於1(一般使用1~4以下者)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 堅硬均質者</li> <li>• 比重2.55~2.65</li> <li>• 鹽酸可溶率在3.5%以下</li> <li>• 磨減率3%以下</li> <li>• 強熱減少量在0.7%以下</li> <li>• 有效直徑0.45~0.7mm</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 不純物少</li> <li>• 比重在3.8以上</li> <li>• 鹽酸可溶率在5%以下</li> </ul> |

表5.10 活性碳之形狀及其特性

| 形 狀    | 製 造 方 法                                  | 特 性                                                                                                                                                 |
|--------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 粒<br>狀 | 原碳予以粉狀化後，與其他原料混合，再以成形機形成粒狀後再碳化，其後以水蒸氣賦活之 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 吸附速度較粉狀為慢</li> <li>• 與水的分離較容易</li> <li>• 再生容易</li> <li>• 填充於吸附塔以流體床使用之</li> <li>• 與粉狀相比較，其搬送較方便</li> </ul> |
| 粉<br>狀 | 不需造粒等加工而可賦活之                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 吸附速度快</li> <li>• 使用時不需複雜的裝置，以接觸過濾達到吸附</li> <li>• 有飛散之問題，搬送較不方便</li> </ul>                                  |

表5.11 廢水處理用粒狀活性碳之物性

| 項 目     | 物 性 值                       |
|---------|-----------------------------|
| 表 面 積   | 500~1,700 m <sup>2</sup> /g |
| 細 孔 容 積 | 0.6~1.5 cm <sup>3</sup> /g  |
| 粒 徑     | 8~30 mesh                   |
| 粗 比 重   | 0.4~0.5 g/cm <sup>3</sup>   |
| 真 比 重   | 2.0~2.2 g/cm <sup>3</sup>   |

活性碳吸附法若依吸附裝置之方式分類之，有四種，其概要如表5.12。  
 廢水處理常用之固定床吸附裝置之分類示如表5.13。



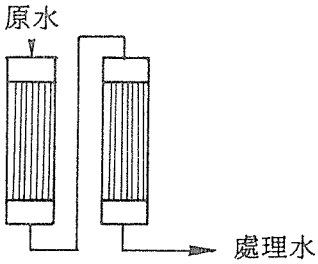
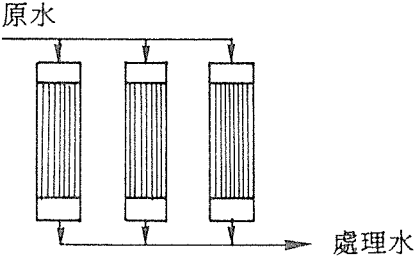
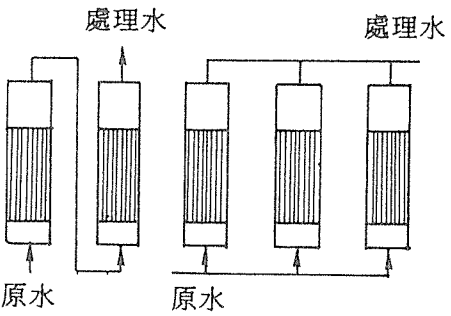
表5.12 活性碳吸附法之分類

| 名稱   | 概 要                                      | 形 狀 | 接觸時間 | 設備費 | 設置面積 | 使用期 | 簡 圖 |
|------|------------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 接觸過濾 | 粉狀活性碳直接投入凝聚沉澱設施，於攪拌之同時達吸附效果，吸附後之活性碳予以分離之 | 粉 狀 | 長    | 便宜  | —    | 短   | —   |
| 固定床  | 填充粒狀活性碳於塔或槽內，其流水方向有向上流及向下流，壓力或重力式及加壓式等分類 | 粒 狀 | 短~長  | 比較高 | 比較大  | 長 期 |     |

續表 5.12

| 名稱  | 概 要                                     | 形 狀 | 接觸時間 | 設備費 | 設置面積 | 使用期 | 簡 圖 |
|-----|-----------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 移動床 | 水以加壓狀態向上流，活性炭自塔之上部連續投入，自下部排出。亦有間歇投入及排出者 | 粒 狀 | 短~長  | 比較高 | 可較小  | 長 期 |     |
| 流動床 | 由於係向上流故可使活性炭維持流動狀態，使水與活性炭在流動中相接觸達吸附     | 粒 狀 | 短    | 比較高 | 比較大  | 長 期 |     |

表5.13 固定床吸附裝置分類

| 方 式         | 概 要                                                                                                                                            | 略 圖                                                                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 向<br>下<br>流 | <p>串聯式</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 僅一塔或是多塔串聯</li> <li>2. 一塔者使用於被吸附物質濃度低或易吸附者。</li> <li>3. 複數塔者，以被吸附物質濃度高者或吸附差者用之。</li> </ol> |    |
|             | <p>並聯式</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 被吸附物質濃度低或吸附性佳者用之</li> <li>2. 處理大量水時用之</li> </ol>                                          |   |
| 向<br>上<br>流 | <p>串聯式及並聯式</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 一塔或多塔者</li> <li>2. 串聯與並聯同為向下流式</li> <li>3. 活性炭可膨脹10%，因此必須注意流速，以防活性炭流出</li> </ol>      |  |

活性碳等吸附劑對各類染料之處理效率如表5.14～表5.16所示。

由表顯示活性碳對染料具相當良好之吸附效果。然由於活性碳之費用相當高，且目前國內之再生技術並不純熟且不普遍，因此工廠無法現地再生，更換費用亦相當高，因此目前國內之工廠無法使用此法做為主要去除污染物之單元，少數將之做為放流前之把關程序。

表5.14 各種吸附劑對染料之單位吸附量<sup>44</sup>

| 染料<br>吸附劑 | 酸性染料<br>(C.I. Acid<br>Blue 25) | 直接性染料<br>(C.I. Direct<br>Blue 1) | 鹽基性染料<br>(C.I. Basic<br>Blue 69) | 分散性染料<br>(C.I. Disperse<br>Blue 7) |
|-----------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 脫色碳       | 82.75                          | 35.055                           | 985                              | 810                                |
| 富勒土       | 63                             | 5                                | 827                              | 201                                |
| 矽土        | 23                             | 2                                | 35                               | —                                  |
| 木炭        | 53.5                           | 30                               | 120                              | 60                                 |
| 泥炭        | 99.0                           | 33                               | 660                              | 135                                |
| 礬土        | 96.0                           | 13                               | —                                | 22.5                               |
| 矽藻土       | —                              | —                                | 200                              | 55                                 |

[註] 單位吸附量(X/M)=去除g染料/kg吸附劑

表5.15 各種吸附劑去除單位重量染料之成本比<sup>44</sup>

| 染料<br>吸附劑 | 吸附劑<br>成本比 | 酸性染料<br>(C.I. Acid<br>Blue 25) | 直接性染料<br>(C.I. Direct<br>Blue 1) | 鹽基性染料<br>(C.I. Basic<br>Blue 69) | 分散性染料<br>(C.I. Disperse<br>Blue 7) |
|-----------|------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 脫色碳       | 1          | 1.0                            | 1.0                              | 1.0                              | 1.0                                |
| 富勒土       | 0.66       | 1.517                          | 4.267                            | 0.785                            | 2.66                               |
| 矽土        | 1.50       | 5.397                          | 26.28                            | 42.22                            | —                                  |
| 木炭        | 0.01       | 0.0155                         | 0.0117                           | 0.082                            | 0.13                               |
| 泥炭        | 0.04       | 0.334                          | 0.0425                           | 0.06                             | 0.24                               |
| 礬土        | 1.82       | 1.5687                         | 4.907                            | —                                | 65.5                               |
| 矽藻土       | 0.5        | —                              | —                                | 2.46                             | 7.36                               |

表 5.16 用不同種類活性碳之處理操作情況<sup>45</sup>

| 活性碳處理操作                           | 活性碳操作情況                |           | 褐煤(lignite carbon) |                             |              |                             | 瀝青煤 (bituminous coal carbon) |                             |              |                             |
|-----------------------------------|------------------------|-----------|--------------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
|                                   |                        |           | 8×35Mesh           |                             |              |                             | 8×30Mesh                     |                             |              |                             |
|                                   | 活性碳使用量<br>(lb/1000gal) | 接觸<br>pH值 | 色度去除<br>率(%)       | 吸附能力<br>(lb/1000gal<br>活性碳) | 色度去除<br>率(%) | 吸附能力<br>(lb/1000gal<br>活性碳) | 色度去除<br>率(%)                 | 吸附能力<br>(lb/1000gal<br>活性碳) | 色度去除<br>率(%) | 吸附能力<br>(lb/1000gal<br>活性碳) |
| 染料分類                              |                        |           |                    |                             |              |                             |                              |                             |              |                             |
| 分散性染料<br>(red disperse)           | 267                    | 6.8       | 100                | 0.71                        | 27           | 0.25                        | 58                           | 0.14                        |              |                             |
| 酸性染料<br>(red acid)                | 33                     | 5.2       | 100                | 4.54                        | 95           | 3.88                        | 96                           | 390                         |              |                             |
| 分散性染料<br>(navy disperse)          | 134                    | 5.5       | 100                | 0.50                        | 49           | 0.37                        | 51                           | 0.61                        |              |                             |
| 分散性染料<br>(royal blue disperse)    | 267                    | 5.0       | 100                | 0.80                        | 50           | 0.85                        | 49                           | 0.81                        |              |                             |
| 鹽基性及酸性染料<br>(basic and acid)      | 8                      | 5.7       | 100                | 1.16                        | 100          | 1.16                        | 100                          | 1.16                        |              |                             |
| 鹽基性染料<br>(orange basic)           | 17                     | 7.3       | 80                 | 1.76                        | 100          | 2.33                        | 98                           | 2.43                        |              |                             |
| 分散性染料及酸性染料<br>(disperse and acid) | 67                     | 6.4       | 100                | $8.2 \times 10^{-4}$        | 100          | 0.16                        | 100                          | $4 \times 10^{-4}$          |              |                             |

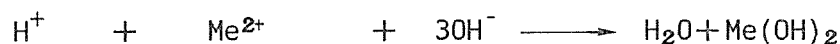
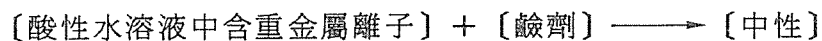
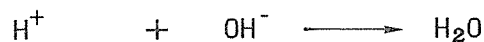
續表 5.16

| 活性碳處理操作                            | 活性碳操作情況                |           | 褐煤 (lignite carbon) |                             | 瀝青煤 (bituminous coal carbon) |                             |
|------------------------------------|------------------------|-----------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                                    | 活性碳使用量<br>(lb/1000gal) | 接觸<br>pH值 | 8×35Mesh            |                             | 8×30Mesh                     |                             |
|                                    |                        |           | 色度去除<br>率(%)        | 吸附能力<br>(lb/1000gal<br>活性碳) | 色度去除<br>率(%)                 | 吸附能力<br>(lb/1000gal<br>活性碳) |
| 染料分類                               |                        |           |                     |                             |                              |                             |
| 褐紅色 (maroon<br>premetalized)       | 67                     | 6.8       | 100                 | 2.99                        | 98                           | 1.45                        |
| 分散性及直接性染料<br>(disperse and direct) | 134                    | 5.8       | 100                 | 5.21                        | 96                           | 4.61                        |
| 分散性染料<br>(black disperse)          | 67                     | 6.2       | 100                 | 4.19                        | 100                          | 5.78                        |
| diazo bathef 10                    | 8                      | 6.8       | 100                 | 3.68                        | 100                          | 3.68                        |
| 上述11種混合                            | 33                     | 6.6       | 100                 | 5.22                        | 94                           | 4.64                        |

## 7. pH調整

pH之調整，為於酸性或鹼性之水溶液中，添加酸劑或鹼劑，以調整氫離子濃度為目的之操作。

調整水溶液之pH值時，有時即使同一pH值而其調整所需之藥劑量並不一定，此乃水溶液中所含之酸或鹼為強酸或強鹼，弱酸或弱鹼等而異，且水溶液中是否含有金屬離子等之緩衝物質亦異。例如：



由上例中知含有金屬離子之酸性水需要較多的鹼劑。

因此在調整pH值時，必須先調整到目的的pH值所需之藥劑量、反應時間，並考慮污泥之沉降性及產生量，操作之難易程度、經濟性等，以選定使用藥劑。

染整廢水因製程之不同，所排放之廢水可能偏酸性或偏鹼性，因此需添加蘇打類、液等酸鹼性藥劑，或是硫酸、碳酸等酸性藥劑。

## 8. 混凝

混凝單元包括快混及慢混二步驟，以便形成粗大膠羽，其間由於所添加之藥劑不同，所得之去除效果也不同，其最適加藥量可由杯瓶試驗求出。

化學混凝對於色度之去除常可維持相當滿意之結果；但值得注意的是對於COD及BOD之去除率則較為低落，故染整廢水之處理欲達到放流水標準，一般皆以化學混凝法為前處理，繼之以生物處理或其它物化處理。一般常見混凝藥劑之處理效果如表5.17、5.18所示。

### (1) 快混池

快速攪拌方法有機械式、阻流壁式、低揚水泵吐出口能量利用式及管路攪拌等。快混之目的，在使混凝劑與廢水快速混合，因此注藥位置，流入位置及流出位置皆需充分注意，以能達到充分攪拌避免發生短流為宜。一般停留時間1~5min（小規模者10~15min），槽內流速以1.5m/sec以上，使用阻流壁時應避免水量與水質變化太大而需先予均勻化。圖5.9 為機械式快混池例。

一般而言，快混池所需攪拌速度坡降  $G=300\sim1000\text{sec}^{-1}$ ，若採用機械攪拌其轉速約在80~100rpm左右。

### (2) 慢混池

慢混攪拌裝置有機械式、阻流式及水流式等。一般以使用機械式槳板攪拌機較多。機械式槳板攪拌機，其攪拌以橫向為主，上下方向較少，為達充分凝聚效果，其流入位置於底部，流出口則設置於水面附近，如圖5.11。

凝聚形成的粒子，通常在流速9cm/sec 以下時發生沉澱，75cm/sec以上時則被破壞，故應維持流速在15~60cm/sec之範圍。停留時間以 10~30min 為宜。

槳板之寬度為攪拌槽的直徑之80~90%左右，槳板之斷面一般為水路斷面之10~25%。

且其至沉澱池之導水渠以能使已形成膠羽不受破壞而注入之，與沉澱槽之水位差以盡量愈小為宜。一般而言，慢混池所需攪拌速度坡降  $G=20\sim80\text{ sec}^{-1}$ ， $Gt$ 值約在 $10^4\sim10^5$ ，機械攪拌之轉速約在15~30rpm左右。

表5.17 化學混凝處理染整廢水操作情況<sup>12</sup>

| 廢水  | 混凝劑                            | 加藥量<br>(mg/L) | pH 值 |      | 初始 BOD<br>(mg/L) | 初始色度<br>(ADMI) | 去除率 % |      |
|-----|--------------------------------|---------------|------|------|------------------|----------------|-------|------|
|     |                                |               | 初 始  | 終 期  |                  |                | BOD   | 色 度  |
| *A  | FeSO <sub>4</sub>              | 700           | 10.2 | 10.2 | 1.028            | 40,000         | 41.5  | 91.0 |
|     | Lime                           | 700           |      |      |                  |                |       |      |
| A   | Alum                           | 2,510         | 10.2 | 6.0  | 1.028            | 40,000         | 42.7  | 97.5 |
|     | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 780           |      |      |                  |                |       |      |
| A   | CaCl <sub>2</sub>              | 2,950         | 10.2 | 8.4  | 1,028            | 40,000         | 42.5  | 85   |
| **B | FeSO <sub>4</sub>              | 700           | 11.0 | 10.2 | —                | —              | 42.5  | 80   |
| B   | FeSO <sub>4</sub>              | 490           | 11.0 | 11.0 | —                | —              | 52.5  | 80   |
|     | Lime                           | 490           |      |      |                  |                |       |      |
| B   | Alum                           | 2,000         | 11.0 | 5.7  | —                | —              | 56.9  | 90   |
|     | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 800           |      |      |                  |                |       |      |

\*廢水A—係來自硫化(Sulfur)及靛藍(Indigo)染料廠

\*\*廢水B—係來自甕(Vat)、硫化(Sulfur)及靛藍(Indigo)等染料廠



表5.18 混凝處理染整廢水操作情況<sup>47</sup>

| 廢水染料類別                                                                         | 混凝劑最佳使用量<br>(mg/L)                                      | 色 度  |     |            | COD           |               |            | 最適當pH值     |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------|-----|------------|---------------|---------------|------------|------------|
|                                                                                |                                                         | 處理前  | 處理後 | 去除率<br>(%) | 處理前<br>(mg/L) | 處理後<br>(mg/L) | 去除率<br>(%) |            |
| 毛氈整理工廠<br>(rug finishing<br>plant)<br>含酸性、鹽基性<br>直接性染料                         | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : 250   | 0.25 | —   | 90         | 584           | 360           | 33         | 7.5~11     |
|                                                                                | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : 450   | 0.33 | —   | 91         | 578           | 370           | 30         | 4~5及10~11  |
|                                                                                | Alum : 300                                              | 0.25 | —   | 86         | 584           | 330           | 39         | 5~9        |
|                                                                                | Alum : 500                                              | 0.33 | —   | 91         | 578           | 380           | 28         | 6~10       |
|                                                                                | Lime : 1,200                                            | 0.25 | —   | 68         | 584           | 380           | 30         |            |
|                                                                                | Lime : 800                                              | 0.33 | —   | 91         | 578           | 370           | 30         |            |
| 針織工廠<br>(hosiery mill)<br>含硫化、甞、鹽<br>基性、分散性染<br>料                              | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : 500   | 1.28 | —   | 81         | 1,300         | 650           | 46         | 4~5及7.5~10 |
|                                                                                | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : 500   | 0.65 | —   | 89         | 785           | 410           | 49         | 3~4及9~11   |
|                                                                                | Alum : 500                                              | 1.28 | —   | 81         | 1,300         | 690           | 43         | 4.5~5.5    |
|                                                                                | Alum : 500                                              | 0.65 | —   | 89         | 785           | 480           | 40         | 8.5~10     |
|                                                                                | Lime : 700                                              | 1.28 | —   | 65         | 1,300         | 850           | 29         |            |
|                                                                                | Lime : 2,000                                            | 0.65 | —   | 65         | 785           | 480           | 40         |            |
| 紡織整理廠<br>(textile fini-<br>shing mill)<br>含顏料性偶氮染<br>料(pigmented<br>azoic dye) | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : 1,000 | 5.2  | —   | 91         | 2,570         | 1,100         | 58         |            |
|                                                                                | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : 250   | 1.84 | —   | 95         | 825           | 500           | 38         | 9.5~11     |
|                                                                                | Alum : 600                                              | 5.2  | —   | 94         | 2,570         | 1,250         | 52         |            |
|                                                                                | Alum : 250                                              | 1.84 | —   | 95         | 825           | 550           | 31         | 6~9        |
|                                                                                | Lime : 1,500                                            | 5.2  | —   | 88         | 2,570         | 1,500         | 42         |            |
|                                                                                | Lime : 600                                              | 1.84 | —   | 78         | 825           | 400           | 50         |            |
| 上述針織工廠及<br>紡織整理廠                                                               | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : 1,000 | 4.6  | —   | 87         | 1,570         | 1,100         | 31         | 9~11       |
|                                                                                | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : 1,000 | 0.7  | —   | 75         | 220           | 140           | 36         |            |
|                                                                                | Alum : 750                                              | 4.6  | —   | 89         | 1,570         | 900           | 44         | 5~6        |
|                                                                                | Alum : 500                                              | 0.7  | —   | 77         | 220           | 140           | 36         |            |
|                                                                                | Lime : 2,500                                            | 4.6  | —   | 87         | 1,570         | 900           | 44         |            |
|                                                                                | Lime : 3,000                                            | 0.7  | —   | 89         | —             | —             | —          |            |

## 9. 化學氧化

化學氧化可用於染整廢水之處理，除可脫色外，並可去除廢水中無法以簡單物理處理方法去除之溶解性無機有毒物質。氧化劑種類包括氯系氧化劑（如液氯、漂白粉、漂白液等）及臭氧。

各種氧化劑簡介如下：

(1) 二氧化氯(ClO<sub>2</sub>)係氯與亞氯酸鈉反應之氣體產物，無法裝載，須於使用地點適時製造，但可先溶於水，價格較貴，適用於特殊廢水，如酚類廢水處理。

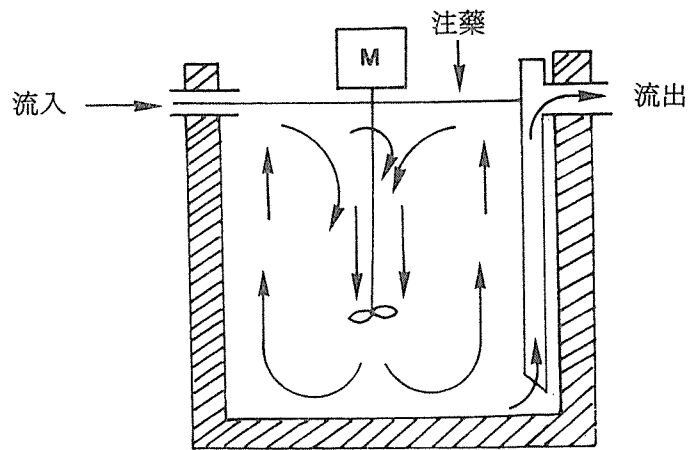


圖5.9 快混池例

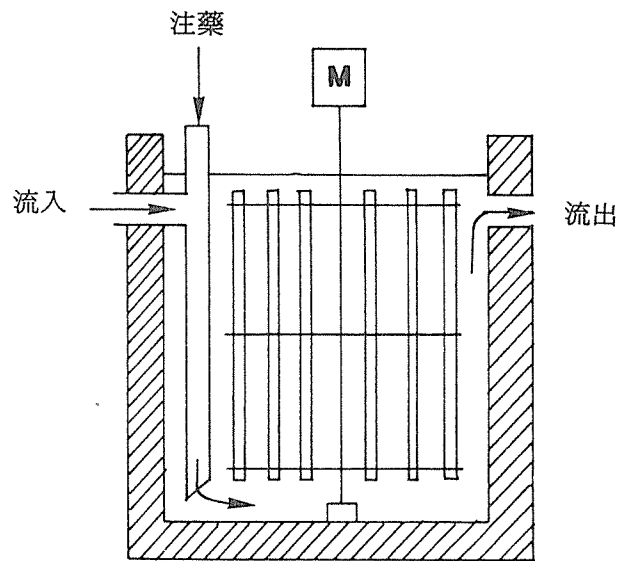


圖5.10 機械式槳板攪拌例

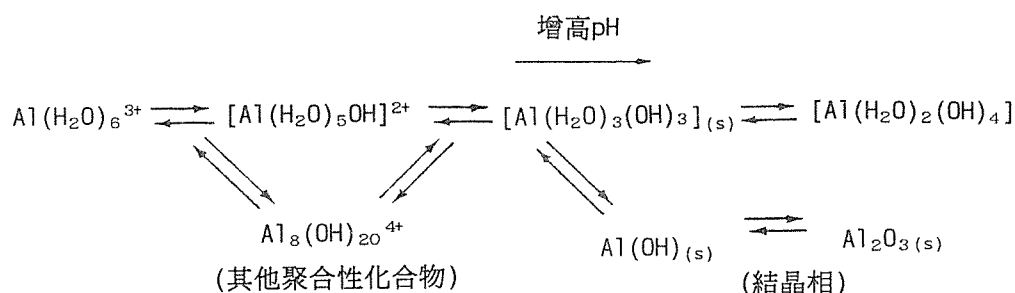


圖5.11 鋁鹽之水解圖

- (2)漂白粉：液態氯廣泛使用後，漂白粉只用於小規模之處理場。商用之漂白粉成分為 $\text{CaOCl}_2$ ，有效氯35~38%，強力漂白粉 $\text{Ca(OCl)}_2$ 之有效氯70%。另有次氯酸鈉 $\text{NaOCl}$ ，有效氯為2~15%，但污泥生成量較少。
- (3)液氯：為最經濟之氯處理藥劑，由氣體之氯受壓液化而得，有毒性，使用時應小心。
- (4)臭氧：為一種價格貴且具選擇性之強氧化劑，必須於處理廠內製造，可購置臭氧製造器製成臭氧與氧或空氣之混合物。臭氧與廢水接觸之方法甚多，但廣泛應用者為開孔擴散板，利用壓力將臭氧注入廢水中。

其中臭氧處理各種染整廢水之去除效率如表5.19所示，通常Ozonation僅發生脫色作用，並不能使COD達到放流水標準。因此一般可使用在化學混凝及生物處理之後，作為輔助之處理單元。

#### 10 電化學法<sup>27</sup>

電化學法即為電解浮除（電化膠凝）法，其主要乃藉電解作用使廢水中之有機或無機物質產生凝聚作用，不論是否有外加混凝劑，在電化膠凝槽中，廢水中之污染物顆粒與電解作用所產生之微氣泡結合，形成一穩定之兩相結合物（two phase composite），此兩相結合物浮除後，即可達到污染物回收或去除之目的。

電解浮除法之優點如下：

- 節省人力。
- 無需或僅需添加少量混凝劑。
- 適用於多種工業廢水。
- 可回收有價物質。
- 若進流水質穩定且電極之清洗與擺置狀況控制良好時，僅需控制電流，操作簡易。

表5.19 臭氧處理染整廢水操作情況

| 廢水染料類別                           | 臭氧<br>加藥量<br>(mg/L) | 廢水濃度 (COD)    |               |            | 廢水濃度 (色度)     |               |            | 廢水濃度 (BOD)    |               |            |
|----------------------------------|---------------------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|------------|
|                                  |                     | 處理前<br>(mg/L) | 處理後<br>(mg/L) | 去除率<br>(%) | 處理前<br>(mg/L) | 處理後<br>(mg/L) | 去除率<br>(%) | 處理前<br>(mg/L) | 處理後<br>(mg/L) | 去除率<br>(%) |
| 毛氈工廠染洗廢水                         | 50                  | 1,200         | 1,400         | —          | 1,850 (ADMI)  | 100 (ADMI)    | 94         | —             | —             | —          |
| 染色廢水                             | —                   | 120~170       | 100~150       | —          | 0.2~0.35      | 0.05~0.1      | —          | 8~15          | 4~10          | —          |
| 紡織廢水 (dalton ga.)                | 45                  | 156           | 94            | 40         | 275 (APHA)    | 30 (APHA)     | 89         | 21            | 21            | 0          |
| 分散性染料<br>(disperse yellow 42)    | 127                 | 149           | 83            | 44         | —             | —             | —          | —             | —             | —          |
| 分散性染料<br>(disperse yellow 26)    | 132                 | 147           | 62            | 57         | —             | —             | —          | —             | —             | —          |
| 分散性染料<br>(disperse orange 44)    | 140                 | 83            | 52            | 37         | —             | —             | —          | —             | —             | —          |
| 反應性染料<br>(romazol red violet RB) | 132                 | 57            | 21            | 63         | —             | —             | —          | —             | —             | —          |
| 直接性染料<br>(phenamine orange WS)   | 108                 | 79            | 33            | 58         | —             | —             | —          | —             | —             | —          |
| 分散性染料<br>(direct blue 120A)      | 118                 | 56            | 21            | 62         | —             | —             | —          | —             | —             | —          |
| 酸性染料<br>(acid yellow 121)        | 118                 | 59            | 47            | 10         | —             | —             | —          | —             | —             | —          |

電解浮除（電化膠凝）之原理如下：

(1) 電極反應

① 陰極反應

於酸性條件下



若水中無溶氧，則



於中性或鹼性條件下， $H_2$ 及 $OH^-$ 皆可能產生



所產生之氫氣泡可與污染顆粒形成膠羽結合而浮除，且pH值隨電解作用而上升。

② 陽極反應

當陽極採用鋁時，



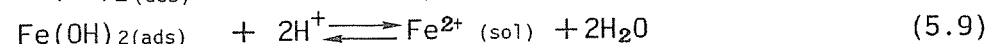
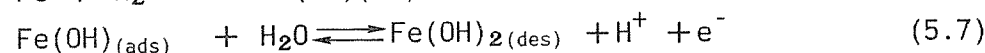
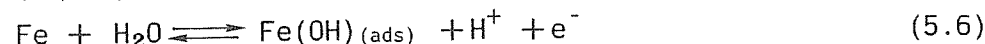
溶出之 $Al^{3+}$ 將與水於不同pH值下錯合成不同型式之錯合物，而達成混凝效果。

當陽極採用鐵時

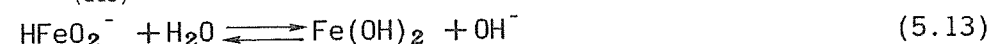
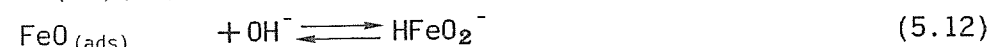
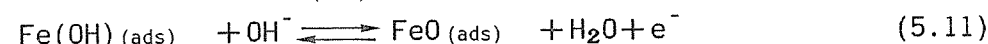
於酸性條件下，



於中性條件下，



於鹼性條件下，



[註] ads：吸附於電極表面

des：自電極表面脫附

sol：溶於水溶液中

產生之 $Fe(OH)_2(s)$ 可對污染物起膠凝作用。而 $Fe^{2+}$ 於不同水質條件下可氧化成 $Fe^{3+}$ ，進而與水分子錯合成不同型式之錯合物後，產生膠凝作用。

## (2) 與犧牲陽極有關之化學現象

### ① 陽極採用鋁電極

鋁陽極經由電解反應產生 $\text{Al}^{3+}$ ，進而與水錯合成 $\text{Al}(\text{OH})_6^{3+}$ ，此類錯合物再經一連串水解作用， $\text{H}_2\text{O}$ 分子被 $\text{OH}^-$ 離子所取代，因而形成不同之溶解性物質，包括單核或多核。圖5.11及5.12分別為鋁鹽之水解圖及溶解度圖。雖此類生成物可能只帶一或二個正電荷，然由於其對負電荷膠體表面之吸附性甚強，仍可有效作為混凝劑。由圖5.13可知， $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$  最小之溶解度範圍約介於 $\text{pH}: 5.4 \sim 7.8$ 之間，於 $\text{pH}: 5.5$ 以下之主要物為正電荷。

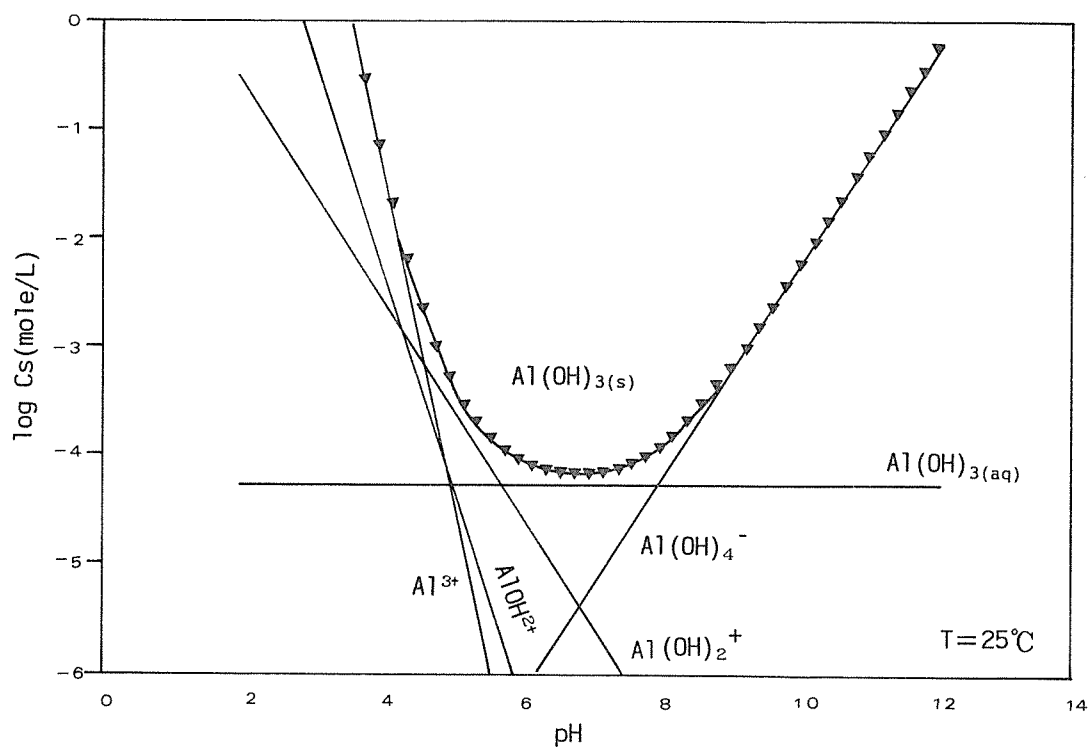


圖5.12  $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$ 之溶解度圖(25°C)

Stumm及O'Melia認為鋁鹽對膠體去穩定之機制主要有二：

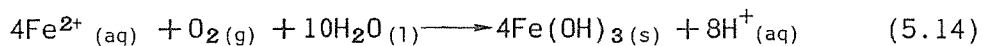
- 吸附及電性中和(adsorption and charge neutralization)
- 沉澱網除(enmeshment in a precipitate)。

當水中鋁鹽濃度未達溶解度極限，則混凝機制以前者為主；若水中鋁鹽濃度超過 $Al(OH)_3(s)$ 之溶解度極限，則可迅速發生沉澱，膠體可作為此等沉澱物之凝結核粒，藉由沉澱物於沉降過程中將膠體網羅，此種膠體之去除方式通稱為掃集膠羽(sweep floc)混凝，亦即為沉澱網除。

簡言之，混凝機制由pH值、混凝劑量及膠體濃度所決定。

## ②陽極採用鐵電極

鐵陽極經由電解作用溶出 $Fe^{2+}$ ，當陽極附近無溶氧，pH也夠高，且溶出 $Fe^{2+}$ 之濃度超過 $Fe(OH)_2(s)$ 之溶解度極限，則可能生成 $Fe(OH)_2(s)$ ，具有混凝效果， $Fe(OH)_2(s)$ 之溶解度圖如圖5.13所示，由圖5.13可知 $Fe^{2+}$ 於pH7.0以上始有膠羽產生，最小溶解度接近於pH12.0，於pH9.5以下， $Fe(OH)_2(s)$ 之溶解度大，混凝效果不佳，必須於高鹼度之原水中方具有混凝效果。 $Fe^{2+}$ 可經由水中溶氧氧化或經電解氧化成 $Fe^{3+}$ ，圖5.15為鐵系之En-pH圖，即不同電位及pH時所存在之鐵系物種圖，由圖可知，於pH大於2之中，主要鐵物種(species)為 $Fe^{2+}$ 、 $FeCO_3$ 、 $Fe(OH)_2$ 及 $Fe(OH)_3$ ；水中pH大於5而有相當量之溶氧或En值較大時， $Fe(OH)_3$ 為主要之鐵物種。當水中含氧時，反應如5.14式所示：



理論上，每0.14mg/L之氧氧化1mg/L之 $Fe^{2+}$ 。若鹼度不足，則在反應過程中氫離子濃度會增加，結果將使pH降低及反應速率減小，其反應速率式如下：

$$\frac{d [Fe^{2+}]}{dt} = -k[Po_2][OH^-]^2[Fe^{2+}] \quad (5.15)$$

式中， $\frac{d [Fe^{2+}]}{dt} = Fe^{2+}$ 之氧化速率(moles/L-min)

k=速率常數

$$= 8(\pm 2.5) \times 10^{13} \text{ L}^2/(\text{atm} \cdot \text{min} \cdot \text{mol}^2) (\text{於} 20^\circ\text{C})$$

$Po_2$ =氧分壓(atm)

$[OH^-]$ =氫氧離子濃度(moles/L)

$[Fe^{2+}]$ =任何時間之 $Fe^{2+}$ 濃度(moles/L)

Ghosh 發現，高鹼度對 $Fe^{2+}$ 之氧化速率會有所影響，若水之緩衝強度大於 $4.0 \times 10^{-3} \text{ eq/L-pH}$ ，則需對式5.15做一適度之修正：

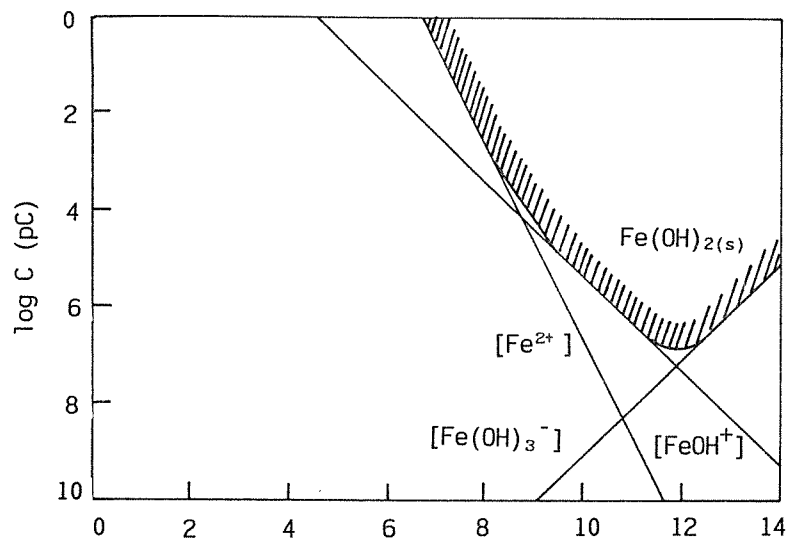


圖5.13  $\text{Fe(OH)}_2(\text{s})$ 之溶解度圖

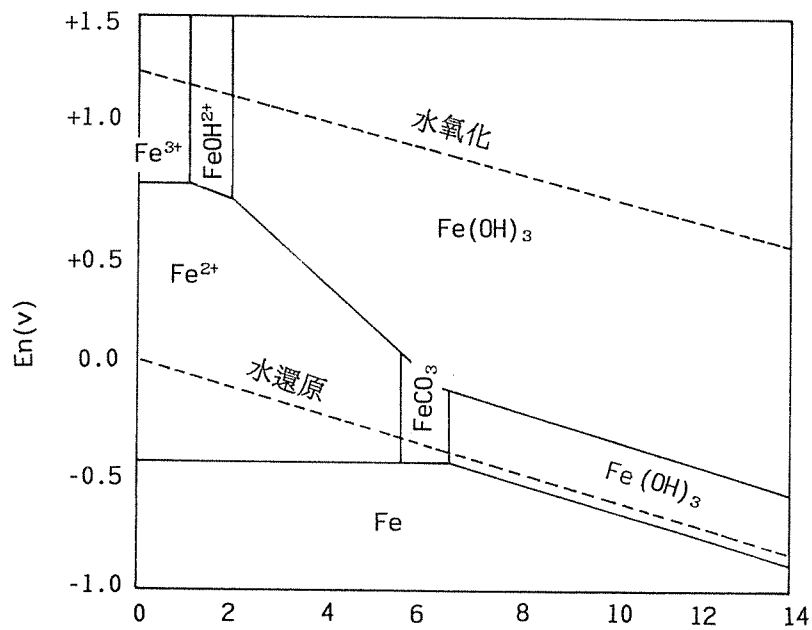


圖5.14 鐵系之En-pH圖<sup>23</sup>



$$\frac{d [\text{Fe}^{2+}]}{dt} = -k_1 [\beta]^{12} [\text{Po}_2][\text{OH}^-]^2[\text{Fe}^{2+}] \quad (5.16)$$

式中  $\beta$  = 緩衝強度 (eq/L-pH)

$k_1$  = 反應速率常數，

$= 1.3 \times 10^{15} \text{ L}^2 / (\text{atm} \cdot \text{min} \cdot \text{mole}^2)$  (於 pH: 5.5~7.2)

$\beta = 4.0 \times 10^{-3} \sim 1.5 \times 10^{-2} \text{ eq/L-pH}$ 。

一般而言，真正之氧化速率乃小於式 5.15 及 5.16 所估計者。例如低鹼度水即屬此種情況（對於氧化反應引起之局部酸度改變，緩衝反應較慢）。事實上，低於 pH: 5.5 之速率可忽略（半生期達數年），水中所含有機物亦會減慢  $\text{Fe}^{2+}$  之氧化速率。以純氧通入水中，在低 pH 值時， $\text{Fe}^{2+}$  鹽溶液仍相當穩定，當 pH 小於 4 時，每天氧化之  $\text{Fe}^{2+}$  鹽少於 0.1%，然而 pH 大於 6 到 8 時， $\text{Fe}^{2+}$  氧化成  $\text{Fe}^{3+}$  之速率則極快。

當  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化成  $\text{Fe}^{3+}$  時， $\text{Fe}^{3+}$  亦會與水錯合成  $\text{Fe}(\text{OH})_6^{3+}$ ，圖 5.15 及圖 5.17 分別為鐵鹽之水解圖及溶解度圖，由圖 5.16 可知，pH 於 8.0 以下之主要物種為帶正電之鐵離子。鐵鹽之主要混凝機制與鋁鹽相同，惟三價鐵鹽有較廣之適宜 pH 值範圍 (4.0~11.0)，所生膠羽量及比重亦較鋁鹽大。

## 11 活性污泥法

使用於處理染整廢水之活性污泥法，一般採用延長曝氣法，表 5.20、5.21 為活性污泥在不同操作條件下之處理效果，表 5.22 為各種不同處理程序之處理效果之比較，當活性污泥分解較慢，其曝氣時間需時 1~3 天，此時對於顏色也有 70~75% 之去除效果。

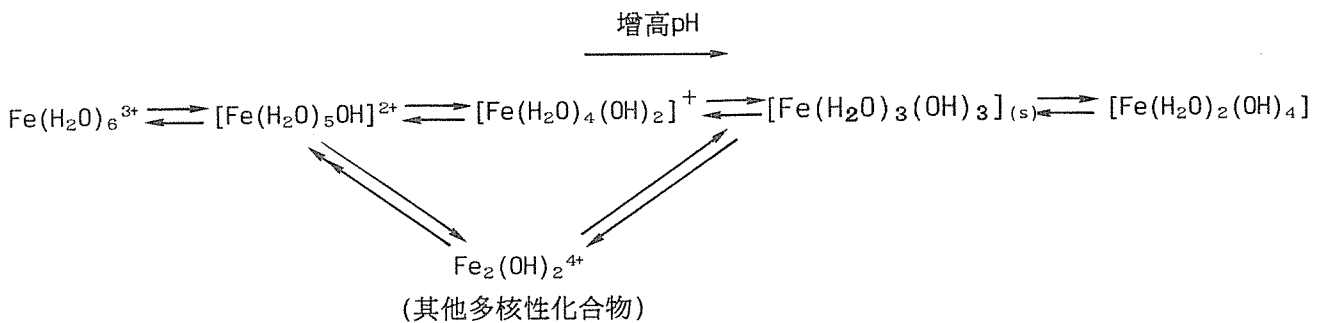


圖 5.15 鐵鹽之水解圖

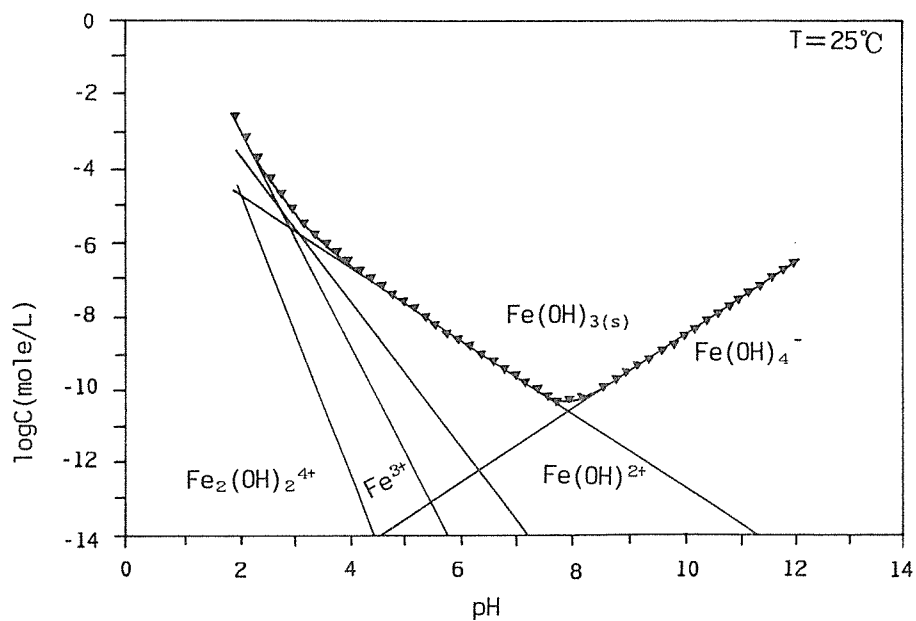


圖5.16  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ 之溶解度圖

表5.20 染色廢水之活性污泥處理效果

| 廢 水            |        | 退 漿   |       | 甕染料+污水 |     |     | 染色+ | 退漿、染 |
|----------------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-----|------|
|                |        | A     | B     | A      | B   | C   | 漂 白 | 色、整理 |
| 曝 氣 時 間 (hr)   |        | 36    | 20    | 36     | 24  | 16  | 4   | 36   |
| pH             | 處 理 前  | 6.2   | 5.3   | 9.4    | 8.2 | 9.2 | 6.2 | 5.1  |
|                | 處 理 後  | 7.5   | 6.9   | 8.1    | 7.7 | 8.1 | 6.8 | 6.9  |
| BOD<br>(mg/L)  | 處 理 前  | 1,800 | 2,100 | 380    | 370 | 400 | 440 | 780  |
|                | 處 理 後  | 17    | 193   | 23     | 25  | 140 | 125 | 45   |
|                | 除去率(%) | 99    | 91    | 94     | 93  | 65  | 72  | 96   |
| 色 度<br>(ADMI值) | 處 理 前  | —     | —     | 500    | 450 | 600 | —   | 500  |
|                | 處 理 後  | —     | —     | 120    | 140 | 240 | —   | 120  |
|                | 除去率(%) | —     | —     | 76     | 69  | 60  | —   | 76   |
| 懸浮固體<br>(mg/L) | 處 理 前  | 236   | 368   | 140    | 132 | 128 | 132 | 132  |
|                | 處 理 後  | 54    | 102   | 12     | 40  | 79  | 52  | 52   |
|                | 除去率(%) | 77    | 72    | 92     | 70  | 41  | 59  | 61   |

表5.21 活性污泥法處理中相關參數及BOD、COD、色度之去除率

| 試驗 | MLSS<br>(mg/L) | 水力停留<br>時間， $\theta$<br>(hr) | 食微比<br>(F/M, kgBOD/<br>kg MLSS-d) | 去除率 (%) |      |      |
|----|----------------|------------------------------|-----------------------------------|---------|------|------|
|    |                |                              |                                   | COD     | BOD  | 色度   |
| 1  | 2,000          | 7                            | 1.37                              | 74      | 50   | 40   |
| 2  | 3,200          | 12                           | 0.50                              | 80      | 90   | 75   |
| 3  | 4,400          | 36                           | 0.12                              | 84      | 97   | 76   |
| 4  | 4,000          | 74                           | 0.06                              | 88.5    | 98.4 | 78.7 |

表5.22 廢水管末處理之放流水質及去除率

| 處理方法                         | 放流水質   |        |        |       | 去除率 (%) |     |      |      |
|------------------------------|--------|--------|--------|-------|---------|-----|------|------|
|                              | COD    | BOD    | SS     | 色度    |         |     |      |      |
|                              | (mg/L) | (mg/L) | (mg/L) | ADMI值 | COD     | BOD | SS   | 色度   |
| • 廢水調勻                       | 2,950  | 810    | 254    | 1,500 | —       | —   | —    | —    |
| • 調勻+初步沉澱                    | 2,800  | 960    | 200    | 1,500 | 5.1     | 15  | 21.2 | —    |
| • 調勻+初步+生物處理                 | 434    | 65     | 90     | 334   | 85.3    | 92  | 64.6 | 77.7 |
| • 調勻+初步+生物處理<br>+化學處理        | 228    | 24     | 48     | 129   | 92.3    | 97  | 81.1 | 91.4 |
| • 調勻+初步+生物處理<br>+化學處理+過濾     | 220    | 16     | 12     | 128   | 92.5    | 98  | 95.3 | 91.5 |
| • 調勻+初步+生物處理<br>+化學處理+過濾+活性碳 | 150    | 8      | 10     | 78    | 94.9    | 99  | 96.1 | 95.3 |

## 12接觸曝氣法

接觸曝氣法所使用之接觸材料以碎石等天然材料及各種塑膠成型物質為主，尤其塑膠等接觸材料的材質、形狀之不同，而有各種種類，其一般特性及分類如表5.23。

表5.23 依接觸材料形狀及接觸面型之分類及一般特性

| 接觸面型<br>形狀 | 不定形型 | 規則性<br>附著面型 | 不規則面之<br>規則配列型 |
|------------|------|-------------|----------------|
| 平板、波板      |      | ●           |                |
| 網狀         |      | ●           |                |
| 管狀         |      | ●           |                |
| 繩狀         |      |             | ●              |
| 成型粒狀       | ●    |             |                |
| 棒狀         |      |             | ●              |

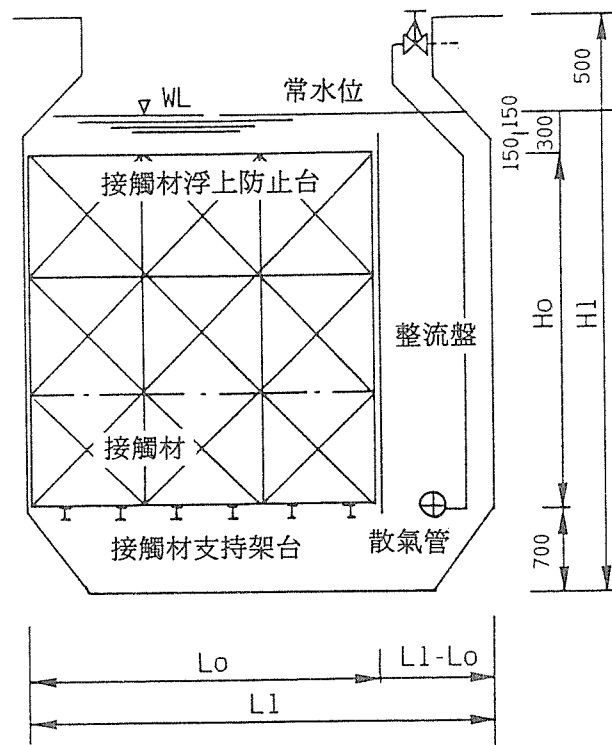
目前所使用之各種接觸材料之分類，分類為：

- (1)粒狀不定形（形狀不均勻）：礫石、碎石、坑火石、焦煤、貝殼、煤碳渣、木片、塑膠片等。
- (2)成型粒狀（形狀均勻）：管片、變形管片、桿環。
- (3)棒狀、繩狀體：木棒、枝篠、多環繩等。
- (4)有孔管體：蜂巢管、多孔性圓筒。
- (5)平板、波浪板、網狀：石綿板、木板、塑腸網、塑膠浪板。

接觸曝氣池的形狀、大小應依所需接觸時間循環流方式等處理之實驗結果決定，其中以能獲得穩定之處理效果，並使廢水與生物膜能均勻接觸者為宜。

因此一般垂直循環流，其平面形狀以 $3\text{m} \times 3\text{m} \sim 10\text{m} \times 10\text{m}$ 為宜。而高度以考慮接觸材之堆置及載至，一般以不大於 $4\text{m}$ 為宜，其中接觸材以 $3\text{m}$ 高，而在接觸材上有 $50\text{cm}$ 之水位。

典型之單側曝氣型曝氣池形狀及接觸材料之配置方法如圖5.17。由於接觸材料之形狀並不一定，因此一般設計都以單位接觸曝氣池容積BOD 負荷設計之。惟接觸曝氣法以附著於接觸材料表面之微生物來處理基質，因此其評估仍以單位接觸材料容積之BOD容積負荷及單位面積之BOD面積負荷較為適當。因此其評估仍以單位接觸材料容積之BOD 容積負荷及單位面積之BOD 面積負荷較為適當。



[說明]

$H_0$  : 接觸材堆積高度(m)

$L_1$  : 接觸曝氣池寬 $\leq (0.5 \sim 1.0)H_1$

$H_1$  : 有效水深 $= H_0 + 1000(\text{mm})$

$(L_1 - L_0)$  : 散氣部寬約為500~1000mm

$L_0$  : 接觸材寬 $\leq (0.4 \sim 0.75)H_1$

接觸材佔曝氣槽容積比55%以上

圖5.17 接觸曝氣池之形狀及接觸材填充方法

• BOD 容積負荷

$$L_v = 1000 \cdot \frac{Q \cdot B_c}{V}$$

式中，

$L_v$  : BOD 容積負荷 ( $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ )

$B_c$  : 進流水BOD 濃度 ( $\text{mg}/\text{L}$ )

$Q$  : 進流量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

$V$  : 接觸曝氣池容積 ( $\text{m}^3$ )

• BOD 面積負荷

$$L_s = \frac{Q \cdot B_c}{A}$$

式中，

$L_s$  : BOD 面積負荷 ( $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ )

$A$  : 接觸材表面積 ( $\text{m}^2$ )

各種接觸材料之設計負荷，依其比表面積、接觸材料內之循環水流速、供氧量及曝氣槽形狀、填充接觸材料等條件之不同，其BOD 負荷與去除率也異，因此應依據模廠實驗操作後決定之為宜。

接觸曝氣池的曝氣方式可分為鼓風機曝氣循環方式、曝氣機循環方式及泵浦循環方式。如圖5.18、圖5.19及圖5.20。在設計應用時需考慮經濟性、處理效果及操作管理方便等因素決定之。

其在染整廢水中之處理實例資料如表5.24所示。

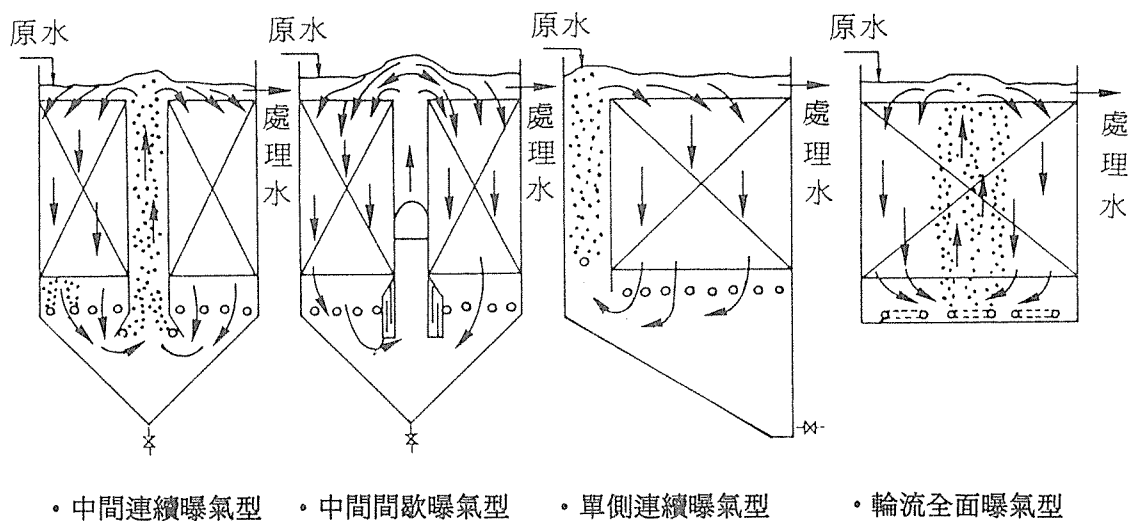


圖5.18 鼓風機送風循環方式

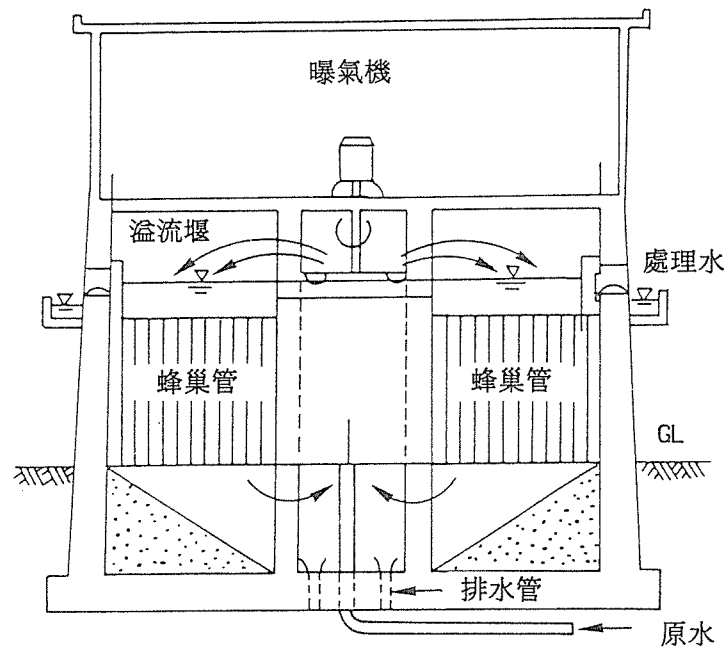


圖5.19 曝氣機循環方式

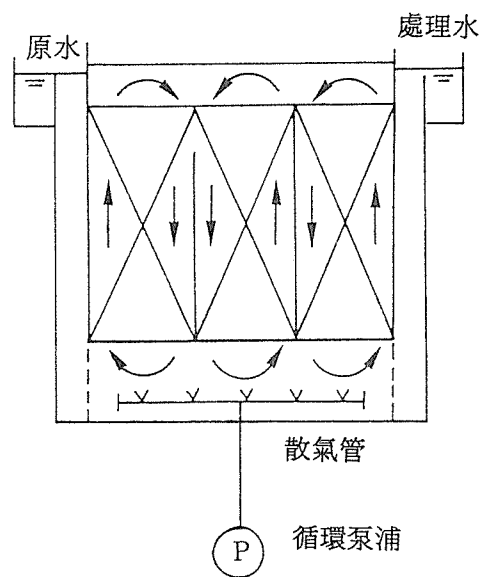


圖5.20 泵浦循環方式

表5.24 各染整工廠實例資料

| 說明                                            | A廠        | B廠        | C廠          | D廠        | E廠      | E廠                | G廠               |
|-----------------------------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|---------|-------------------|------------------|
| 主要產品                                          | 尼龍襪襪      | 尼龍襪襪      | 染色棉布、T/C布、紗 | 印花棉布、T/C布 | 毛紗、毛呢   | 染色特多龍布            | 染色尼龍布            |
| 主要處理單元                                        | 生物+化學     | 生物+化學     | 生物+化學       | 生物+化學     | 生物      | 生物                | 生物+化學            |
| 接觸材種類                                         | PVC 立體波浪型 | PP立體網狀    | 竹枝          | 竹枝        | PP圓巢狀   | 竹枝                | PVC 立體波浪型        |
| 比表面積<br>( $\text{m}^2/\text{m}^3$ )           | 133       | 60        | —           | —         | 60~80   | —                 | —                |
| 體積 ( $\text{m}^3$ )                           | 37.5      | 225       | 675         | 862.5     | 711     | 4                 | 0.018            |
| BOD 負荷<br>( $\text{kg}/\text{m}^3\text{-d}$ ) | 1.1~2.4   | 0.35~0.57 | 3.0         | 3.1       | 0.3~0.7 | 0.52~1.5<br>(COD) | 2.6~5.8<br>(COD) |
| 進流水<br>量<br>(CMD)                             | 70        | 120       | 4,110       | 4,200     | 1,500   | 模 廠               | 模 廠              |



續表 5.24

| 說明        | A廠          | B廠          | C廠    | D廠          | E廠        | F廠        | G廠        |
|-----------|-------------|-------------|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 進流水質      |             |             |       |             |           |           |           |
| COD(mg/L) | 1,500~2,000 | 2,153~2,670 | 2,000 | 1,600~2,000 | 480~1,000 | 521~1,500 | 850~1,897 |
| 透視度(cm)   | 0           | 0           | 3     | 2~4         | 4~5       | 0~2       | 0         |
| pH        | 6.5~7.2     | 6.4~6.8     | 11~13 | 13          | 6~7       | 5.5~9.3   | 10~11     |
| SS(mg/L)  | 30~47       | 45~62       | 60    | 105~500     | 30~250    | 20~250    | 74~246    |
| BOD(mg/L) | 600~900     | 651~850     | 600   | 600~800     | 140~350   | 210~1,050 | 199~413   |
| T(°C)     | 33          | —           | —     | —           | —         | —         | 45~53     |
| COD(mg/L) | 630~1,400   | 256~610     | —     | —           | 88~100    | 26~180    | 376~674   |
| 透視度(cm)   | —           | 6~10        | —     | —           | >15       | >20       | 10        |
| pH        | 6.5~7.2     | 6.5~7.1     | —     | —           | 6~7       | —         | —         |
| SS(mg/L)  | 25~30       | 12~20       | —     | —           | <5        | —         | —         |
| BOD(mg/L) | 126~198     | 85~127      | 90    | —           | 6~30      | —         | —         |
| T(°C)     | 30          | —           | —     | —           | —         | —         | —         |
| COD(mg/L) | 140~294     | 50~85       | <250  | 180~240     | —         | —         | <250      |
| 透視度(cm)   | >20         | >30         | >15   | 16~25       | —         | —         | ≥15       |
| pH        | 5.8~6.4     | 6.5~6.8     | 5~9   | 6~8         | —         | —         | —         |
| SS(mg/L)  | 10~25       | 3~11        | <200  | 80          | —         | —         | —         |
| BOD(mg/L) | 67~81       | 18~28       | <80   | 50~80       | —         | —         | —         |
| T(°C)     | 28          | —           | —     | —           | —         | —         | —         |
| 生物處理後水質   |             |             |       |             |           |           |           |
| 化學處理後水質   |             |             |       |             |           |           |           |

### 5.1.3 各類廢水處理流程<sup>3,23,48</sup>

由於染整素材之不同，其整造程序也有所差異，因此，產生之廢水水質當然也有所不同，有鑑於此，處理之初宜做好水質水量之調查，並依據下列處理原則設計處理流程。

#### (1)處理系統規劃時須考慮操作之彈性

目前染整廢水處理失敗率高之原因常由於業者在環保壓力下急就章地應付心態下設置處理設施，並在節省經費的考慮下，致使當製程異動或產量增加即會造成處理設施容量不足的狀況，面臨日益嚴格的環保要求須再次投資而形成浪費，因此規劃時即須考慮既設的處理設施可重新調整組合或是可彈性改變不同處理條件以及預留處理容量等因應措施，如此方能配合不同時期的污染負荷要求。

#### (2)節省操作費用

依據實廠處理經驗評估染整廢水的處理流程若先以生物處理再經物化混凝沉澱處理可節省加藥費用，但此種流程須是廢水中不含抑制微生物正常生長的成分且調勻池須正常發揮調勻水質的功能，維持生物處理單元的負荷變動不致過於激烈，才能發揮正常去除率。

#### (3)確保放流水質

對於不適於生物分解之廢水，需先用物化混凝沉澱處理後再經生物處理，其處理水質若仍不符合放流水質，則需考慮增設三級（高級）處理，以便去除COD，提高透視度，確保放流水質。

### 1. 棉

一般棉類之染整廢水含有天然雜質及漿料、鹼、染料、助劑等添加物質，其廢水濃度較高，COD 約在1,500~3,000mg/L之間，處理上屬染整廢水中較難處理之一種，一般需要生物處理+化學混凝沉澱(浮除)，至於三級處理之需要與否，則視各廠之水質而異，應先經可行性試驗決定。混凝劑之選用一般PAC可有良好效果，但若使用硫化染料或反應性染料則以亞鐵鹽效果較佳，在流程之選擇上若使用硫化染料需考慮其對生物處理之毒性，評估是否將化學混凝法放在生物處理之前，一般情況則以化學混凝法放在後較佳。其處理流程見圖

5.21。

### 2. 毛

一般毛類之染整廢水其污染物濃度較低，COD 約在300~600mg/L，依目前實際操作資料，單獨採物化處理或生物處理均能將廢水處理至放流水標準，但物化處理法產生大量污泥，其處理及處置問題為其一大缺點，兩種處理方法之流程見圖5.22。

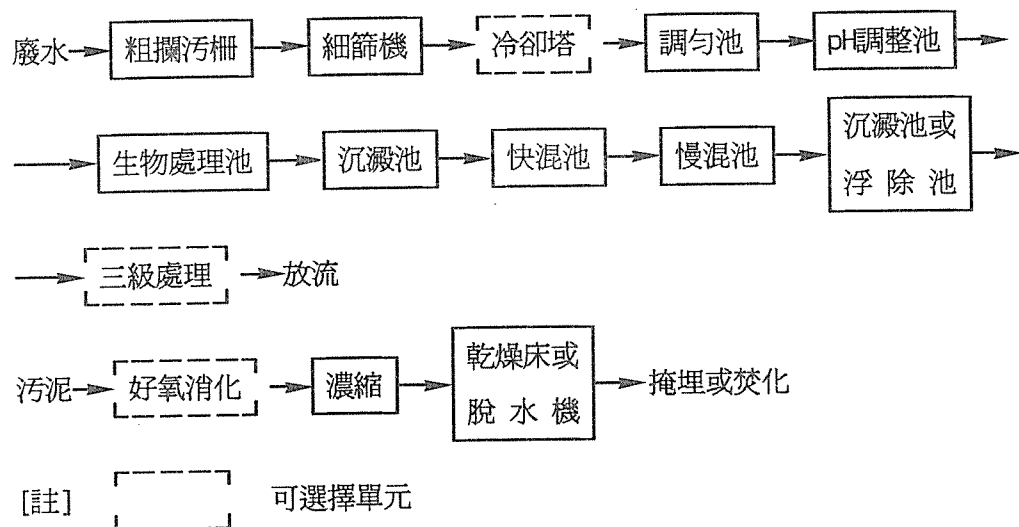
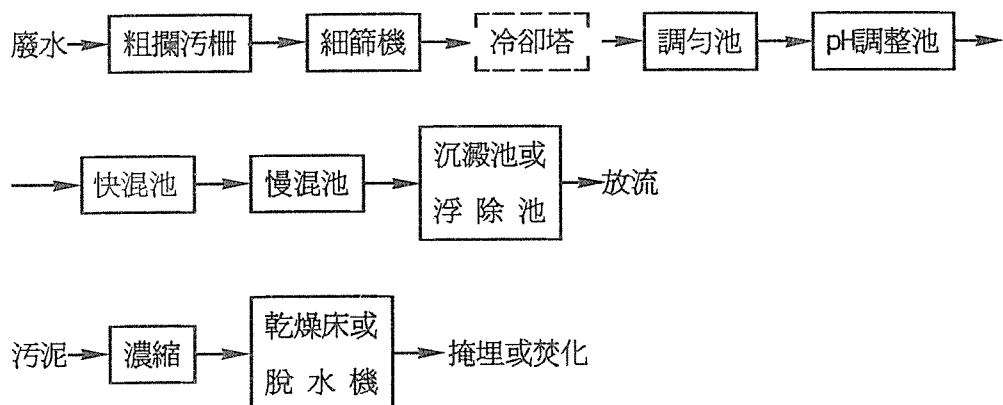


圖5.21 棉類染整廢水處理流程

• 物化處理法



• 生物處理法

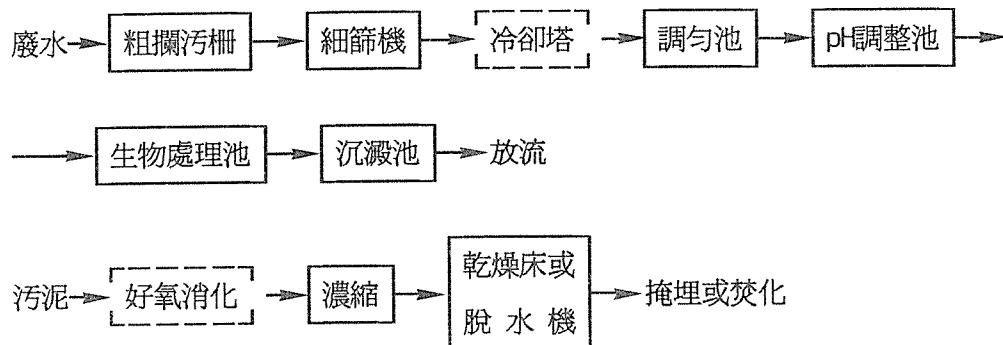


圖5.22 毛類染整廢水處理流程

### 3. 合成纖維

一般合成纖維因不含天然雜質，若染色前之程序簡單且使用之染料較少，吸收度高者，此時工廠廢水濃度較低，COD約在300~500 mg/L間，通常使用化學混凝沉澱或浮除法即可將廢水處理至合乎放流水標準，一般混凝劑使用PAC可得良好效果，又若使用鹽基性染料時則以亞鐵鹽或鐵鹽之效果較佳。但工廠若有退漿或印花等較複雜之程序，則其污染濃度較高，此時則需增設二級生物處理才能使處理水合乎82年放流水標準，依服務團82年度的統計資料顯示，其 $COD=310\sim4,530\text{mg/L}$  ( $P_{50}=1,375\text{mg/L}$ )，一般宜有生物處理程序，甚至後續處理單元始能確保處理水質符合放流水標準。其處理流程見圖5.23。

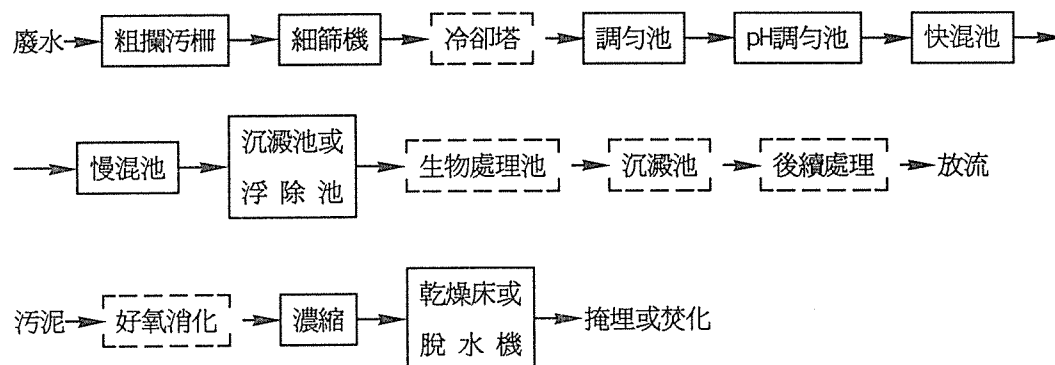


圖5.23 合纖類染整廢水處理流程

### 4. 混紡纖維

混紡纖維其染整廢水之性質視其所混紡之天然纖維及合成纖維種類而異，可參照前述之方法處理。

## 5.2 污泥處理方式

廢水處理過程中，會產生無機或有機性污泥，原則上應將污泥予以妥善地濃縮、脫水處理。一般而言，廢水處理設施產生之污泥與所使用之處理單元息息相關，如生物處理之活性污泥法產生之污泥量，遠較接觸曝氣法為高，採用化學混凝、沉澱／浮除亦會產生大量之污泥。因此，污泥處理方式，需依據前段之廢水處理流程使用之單元來決定之。

一般污泥處理之原則主要包括，固液分離及減量化、污泥無害化、污泥消化或穩定等要素。一般染整業所採用污泥處理單元之流程及其設置要點如圖5.24及表5.25所示。圖5.25所示之各單元操作可做不同組合，主要視污泥之種類、特性及最終處置方法而定。

目前台灣地區染整工廠之污泥處理在經脫水後污泥餅含水率約在80~85%左右，大多數工廠即委由代清除業者或送至地區衛生掩埋（經由溶出試驗為無有害物質者），鮮有在工廠內現場(on-site)進行後續之乾燥、堆肥、熱處理及最終處置等程序。

茲將各主要處理單元之原理及目的說明如下：

#### 1. 預先處理

預先處理包括粉碎、除砂、混合及貯存，目的在於提供定量的進料污泥。

#### 2. 濃縮

濃縮之目的為：

- (1)改進消化槽之操作和減少投資成本。
- (2)減少污泥體積致有利於進一步的土地或海洋處置。如圖5.25所示，得知降低一點點的生污泥含水量即可減少大量的污泥體積。
- (3)提高污泥脫水系統之經濟性。

一般可藉重力式、浮除式或離心法達成濃縮效果，茲分述如下：

##### (1)重力濃縮

生污泥由進料井引入濃縮池，利用具有衍架或垂直欄柵的污泥收集裝置，慢慢的攪拌污泥，由開口向上的明渠使水逸出並促成稠密狀，上澄液再回流至調勻池。底部濃縮污泥則抽至消化池或污水設備，因此，需有貯存污泥的空間，如圖5.26。

##### (2)浮除濃縮

浮除濃縮的方法有空氣浮除法、溶解空氣浮除法、真空浮除法、生物浮除法。以溶解空氣浮除法較常用，是將3~6kg/cm<sup>2</sup>之空氣打入污泥中，使大量空氣溶入液中，然後再將污泥導入未加蓋之槽內；在大氣壓下，空氣自液中再溶出，形成小氣泡附著在污泥上，由於氣泡之上浮，而將污泥一併帶至液面處形成污泥氈，以刮泥器刮除後，進一步處理。浮除單元如圖5.27所示。浮除法對於活性污泥之濃縮甚為有效，不似使用重力濃縮時，由於污泥沉降壓密不良，常常造成濃縮效果不佳。

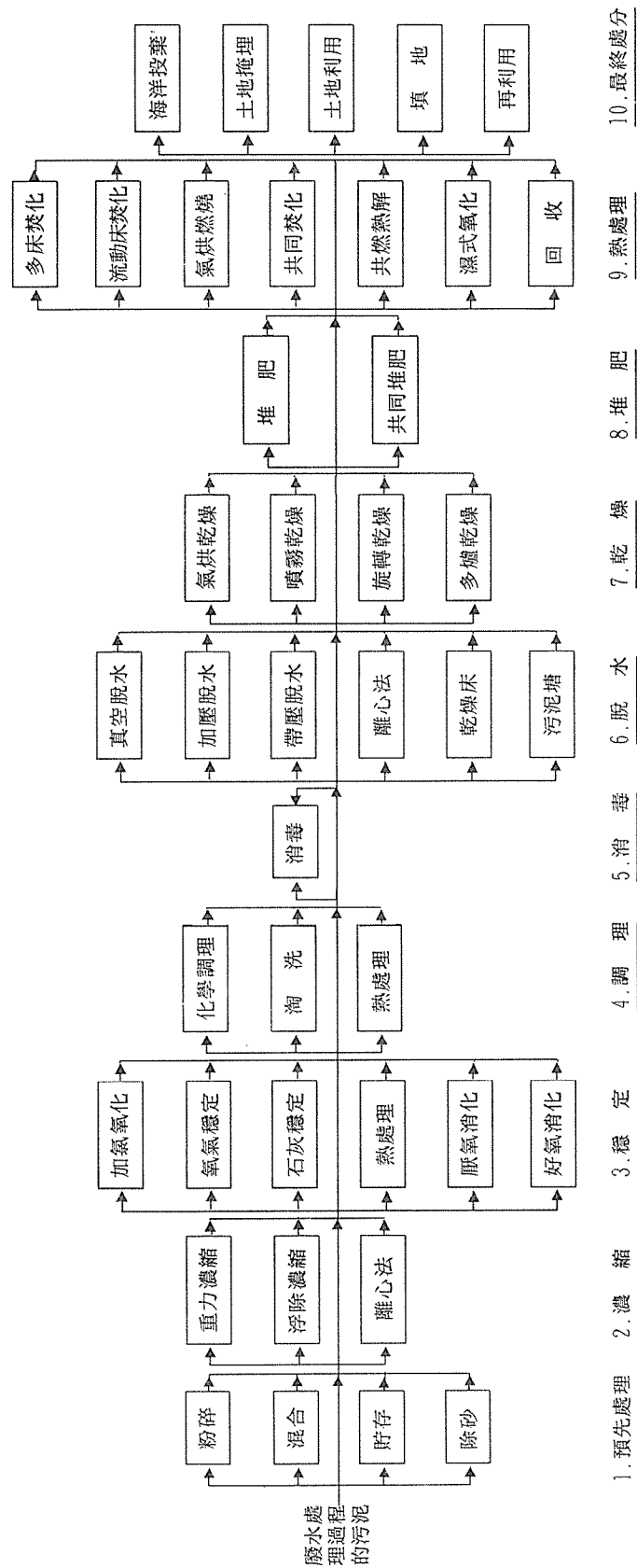


圖5.24 污泥處理與處置流程圖

表5.25 污泥處理、處置方法及其功能簡介

| 處 理 單 元                                                                                                                            | 功 能                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <u>預先處理</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 污泥粉碎</li> <li>• 污泥混合</li> <li>• 污泥除砂</li> <li>• 污泥貯存</li> </ul>               | 減低污泥顆粒之大小使便於濃縮，並減少污泥體積                                         |
| <u>濃 縮</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 重力</li> <li>• 浮除</li> <li>• 離心</li> </ul>                                      | 藉固體與水之分離而增加污泥濃縮之效率，減少污泥之體積                                     |
| <u>穩 定</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 加氯氧化</li> <li>• 石灰穩定</li> <li>• 熱處理</li> <li>• 厭氧消化</li> <li>• 好氧消化</li> </ul> | 使生污泥轉換成較穩定之污泥，以減少臭味並使污泥中致病原菌之含量降低                              |
| <u>調 理</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 化理調理</li> <li>• 洗滌</li> <li>• 熱處理</li> </ul>                                   | 改變污泥之物理及化學性質，使污泥易於脫水。例如：化學調理，係在污泥中添加高分子及無機化學藥品，而改變污泥處理之速度及濃縮效率 |
| <u>消 毒</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 高溫殺菌</li> <li>• 高pH值</li> <li>• 加氯消毒</li> <li>• 化學藥品</li> <li>• 輻射線</li> </ul> | 進行消毒，使接觸到病菌的機會減至最小，以便再利用。                                      |

續表5.25

| 處 理 單 元                                                                                                                                                    | 功 能                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <u>脫 水</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 真空脫水</li> <li>• 加壓脫水</li> <li>• 帶壓脫水</li> <li>• 離心脫水</li> <li>• 乾燥床</li> <li>• 污泥塘</li> </ul>          | 除去污泥中之含水量，以減少污泥之體積；脫水後之污泥餅一般將依其物理特性採用較為適當之最終處置，例如：衛生掩埋、土地利用、乾熱及焚化等       |
| <u>乾 燥</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 氣烘乾機</li> <li>• 噴霧乾燥(spray dryer)</li> <li>• 迴轉乾燥(rotary dryer)</li> <li>• 多爐乾燥(tray dryer)</li> </ul> | 藉加入熱量減少污泥中之含水量，使便於焚化或熱解等單元之操作                                            |
| <u>堆 肥</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 堆肥</li> <li>• 共同堆肥</li> </ul>                                                                          | 將污泥中的有機物分解為穩定的腐植質狀的物質，可做為土壤改良劑                                           |
| <u>熱 處 理</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 焚化(incineration)</li> <li>• 濕式氧化(wet air oxidation)</li> <li>• 熱解(pyrolysis)</li> </ul>              | 藉加入之熱量去除污泥中殘留之水分，同時將經氧化或熱解作用污泥中含有之有機物分解成為穩定之氣體                           |
| <u>最後處置</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 土地掩埋</li> <li>• 土地利用</li> <li>• 再利用</li> <li>• 投海投棄</li> <li>• 填地</li> </ul>                          | 污泥經濃縮、穩定、脫水、乾燥及減量後。一般而言，均已達到污泥安定化及減量化之目的，然而仍剩下若干無機性之物質，需要處置，以確實完成污泥之處理問題 |



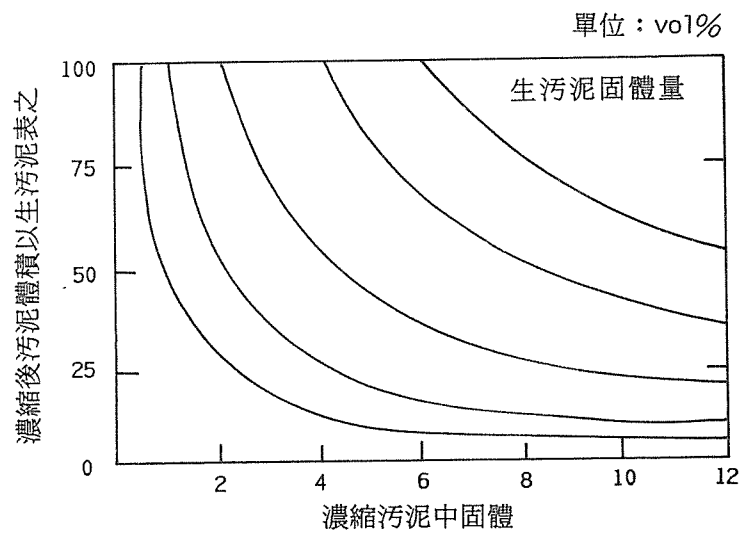
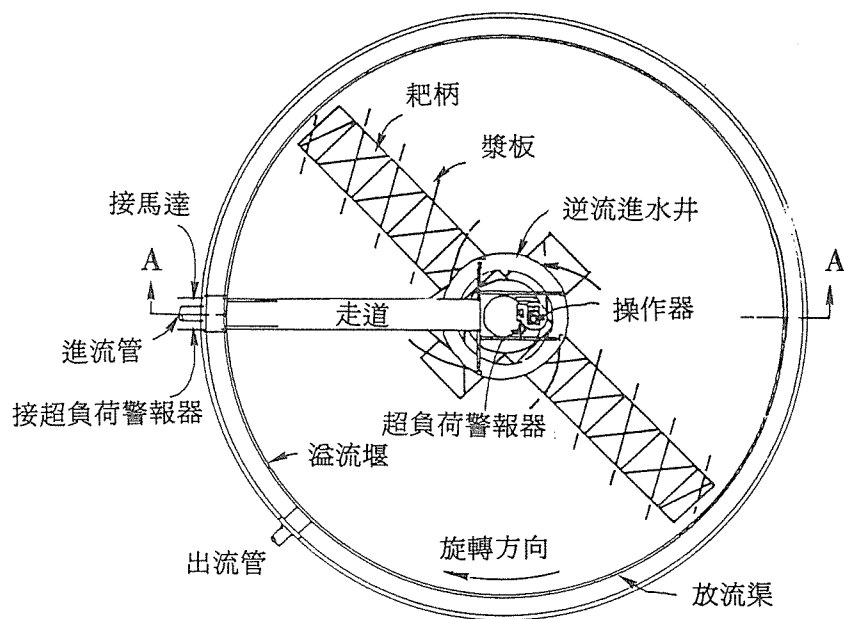
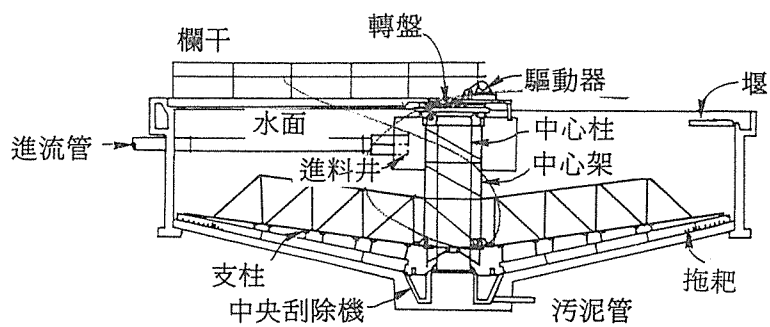


圖5.25 污泥中固體物含量與濃縮後污泥體積減少量之關係





• 斷面圖 | A -- A

圖5.26 重力式濃縮池

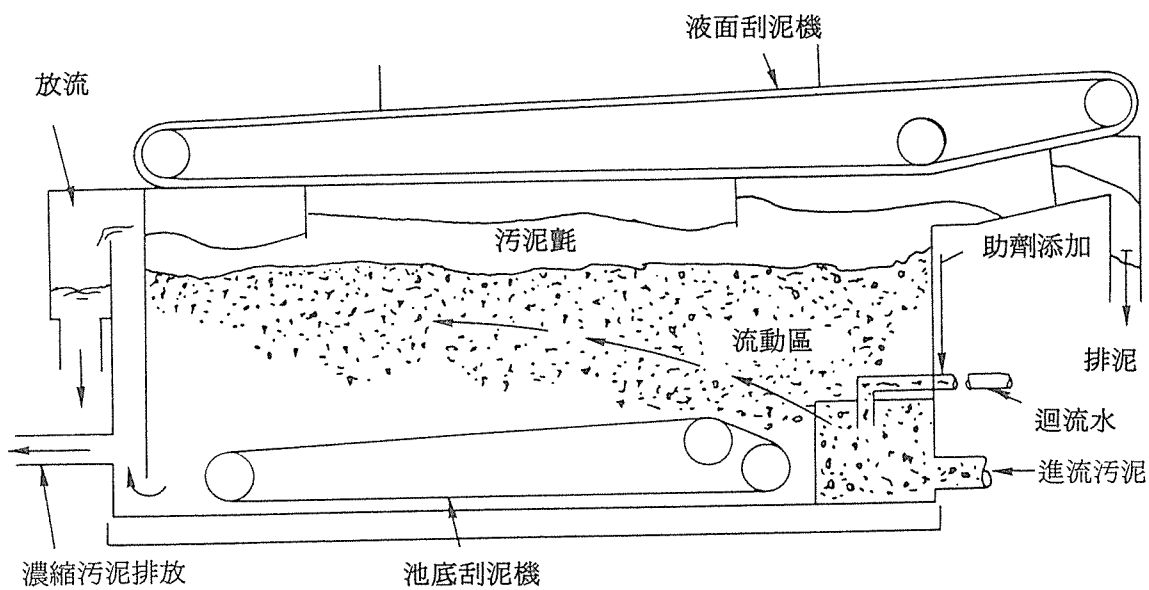


圖5.27 溶解空氣浮除單元

圖5.28為一浮除系統，浮除單元之部分出水被泵回有4~5kg/cm<sup>2</sup>壓力之停留槽內，在泵出口管線上，定量注入空氣，並由再曝氣泵加以混合。（有些設計上，並未使用再曝氣泵，直接利用迴流泵之水流來混合）。出水迴流量可以為進水之 30~150%，迴流水與污泥在進入浮除單元前之混合槽中混合。假若使用浮除助劑，則亦在此處混入，污泥上浮至污泥氈處被刮除，處理水則自溢流堰溢出。底部亦會有一些沉降之污泥及沉砂，需以底部污泥收集器收集排出。

污泥氈之厚度一般在0.2~0.6 m，污泥與氣泡之浮力使污泥氈上浮在液面處，使水與污泥分離。停留時間在浮除單元中並不是很重要的參數，重點在污泥上升速度要夠快而且污泥氈不破裂。

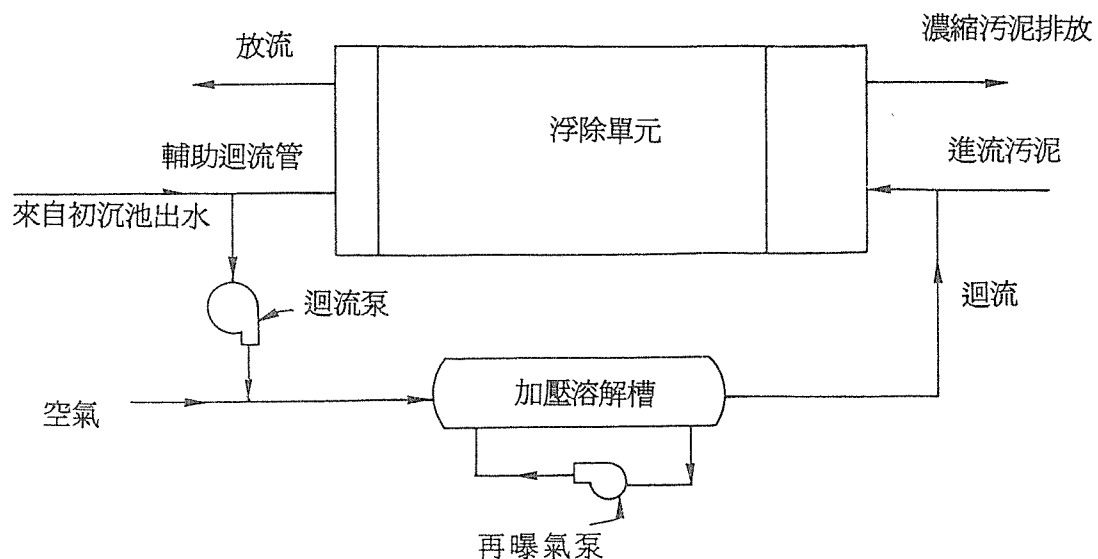


圖5.28 溶解空氣浮除系統

### (3) 離心濃縮

離心法用於污泥濃縮及脫水，在濃縮污泥方面有三種型式：噴嘴盤、固體碗式及籃式離心機。如圖5.29。

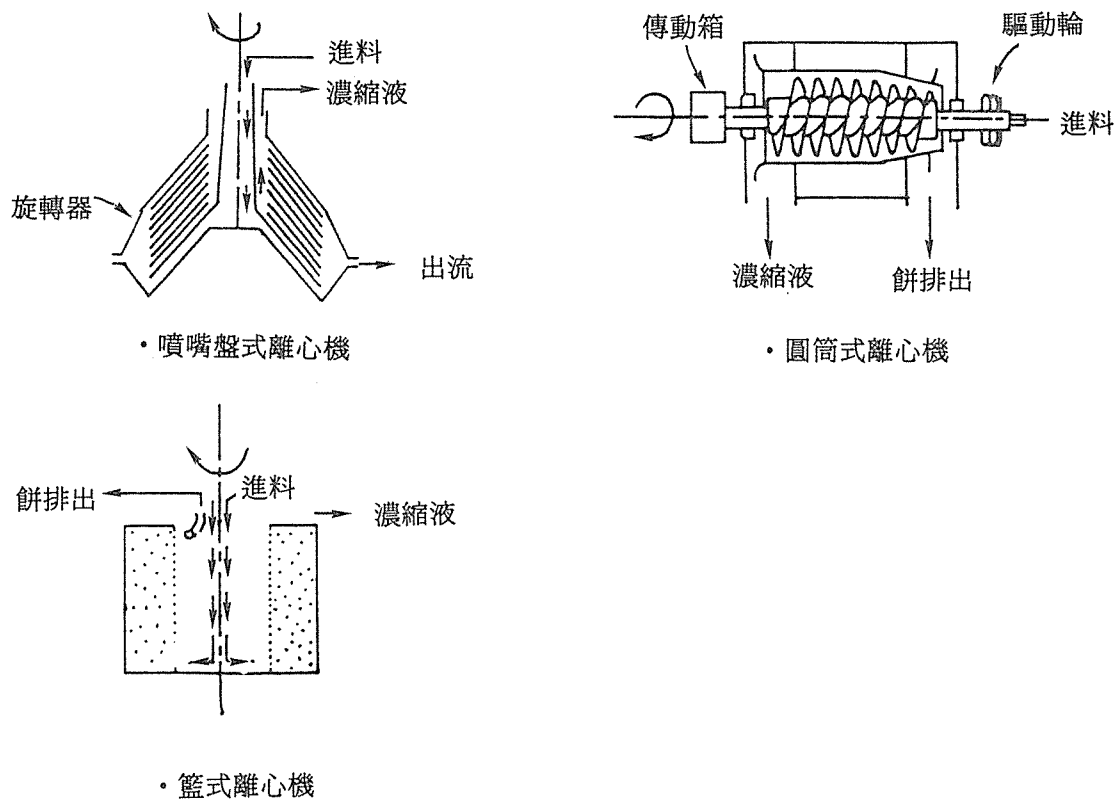


圖5.29 離心機

噴嘴盤式離心機，液體由中央軸下流而在盤間往上，逐漸澄清，固體被濃縮由噴嘴排出，由於噴口孔徑小，需先將污泥粉碎以防阻塞。圓筒式離心機，污泥連續進料，固體在周圍濃縮，然後排出。籃式離心機屬分批式，待濃縮完成將濃縮污泥清出。

### 3. 污泥穩定

污泥穩定化，目的為：減少病原、寄生蟲，除去臭味，抑制或減少腐敗，有機物氧化，污泥利用和減小體積。

污泥穩定的方法有：加氯氧化、氧氣穩定法、石灰穩定、熱處理、厭氧消化及好氧消化法。分別於後詳述。

#### (1) 加氯氧化法

在密閉式的反應槽加入高劑量的氯，以達到污泥穩定的目的。通常利用加氯氧化的污泥，在砂床之脫水性良好，可長期穩定。

但利用過濾脫水，則因低pH值會妨礙化學調理而不易脫水。一般pH > 4才可用化學調理。

#### (2) 氧氣穩定法

氧可經由生物及化學方法穩定污泥。生物法類似好氧消化，不同點為用純氧代替空氣而已。如Unox及Marox系統可穩定污泥之限度至5%固體，如此高濃度產生大量生物能，溫度升高，反應也隨之加快。

化學法乃利用高溫高壓及足夠反應時間內，讓氧穩定污泥。如Zimpro過程利用壓力150~3,000 psi及蒸汽加高溫度以自然維持氧化反應。此法之污泥無菌且易脫水。

熱穩定污泥易壓縮，經真空過濾固體可達50%，濾液BOD：2,500mg/L，因此設計時應包括此項負荷。

#### (3) 石灰穩定法

石灰用於污泥穩定，可作廁所除臭，殺死病菌。當加入足夠濃度的石灰，可提高pH、殺菌並防止臭味產生。且生石灰有脫水功能， $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$ ，因而成為污泥穩定的良好方法。

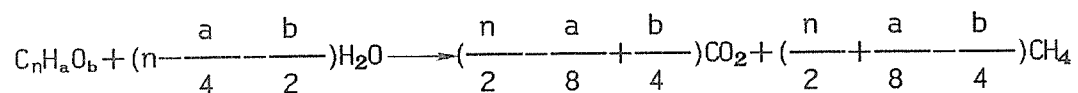
污泥穩定的重要功能之一為消滅病原體，在高pH值11~11.5及15°C下停留4小時可殺死所有大腸菌，因此需維持一定加藥量以維持pH值達到穩定目的。

#### (4) 熱處理

熱處理乃利用高溫260°C、高壓2.75MN/m<sup>2</sup>下加熱污泥以達到穩定及調理功能。

#### (5) 厭氧消化

如圖5.30所示，初級污泥及生物性污泥進入厭氧消化槽進行自然分解，此時只有有機部份能被細菌分解，無機物質不被生物處理而造成許多問題。其原理乃是利用污泥中之有機物作為微生物之食物，複雜之有機物如碳水化合物、蛋白質、脂肪等經由厭氧分解可成為簡單之穩定物質，如甲烷(CH<sub>4</sub>)及CO<sub>2</sub>，其反應式為：



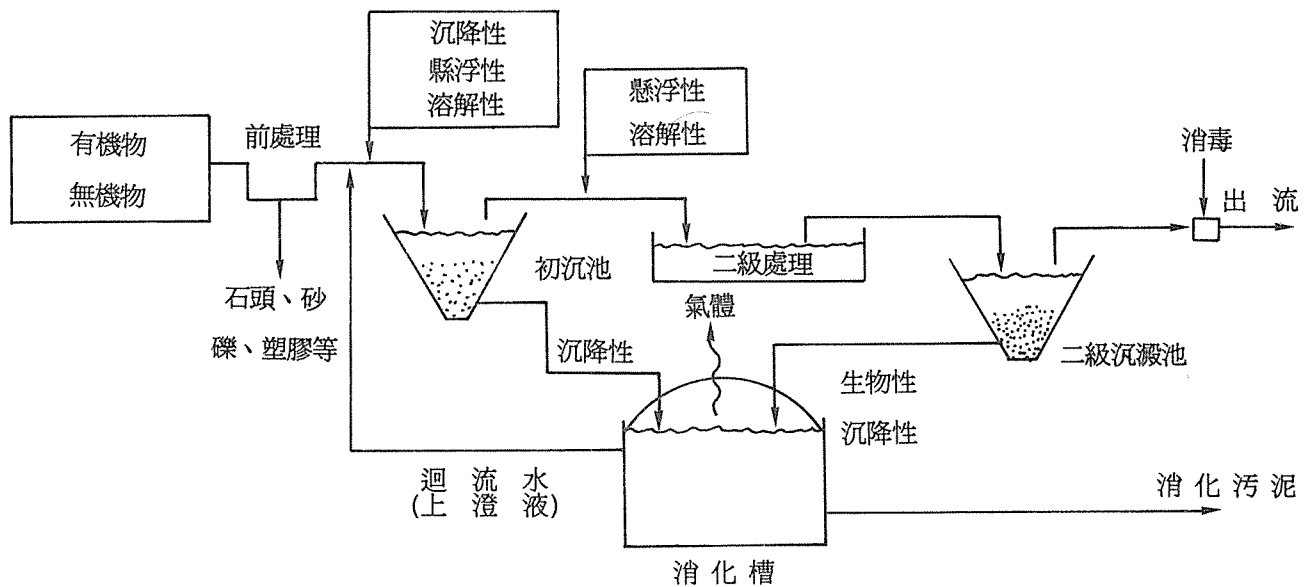


圖5.30 從廢水中去除之物質

厭氧的過程分為兩個階段，如圖5.31及圖5.32，在第一階段，酸形成菌將複雜的有機物水解發酵成簡單之有機酸。第二階段中，甲烷形成菌再將有機酸轉化成甲烷及 $\text{CO}_2$ ，此時廢水達到穩定，厭氧消化作用完成。

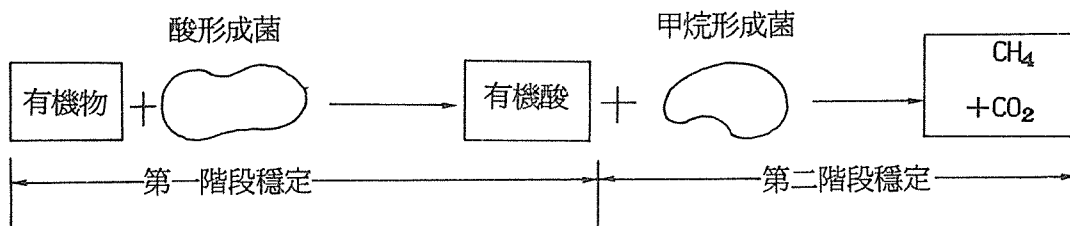


圖5.31 廢水穩定過程

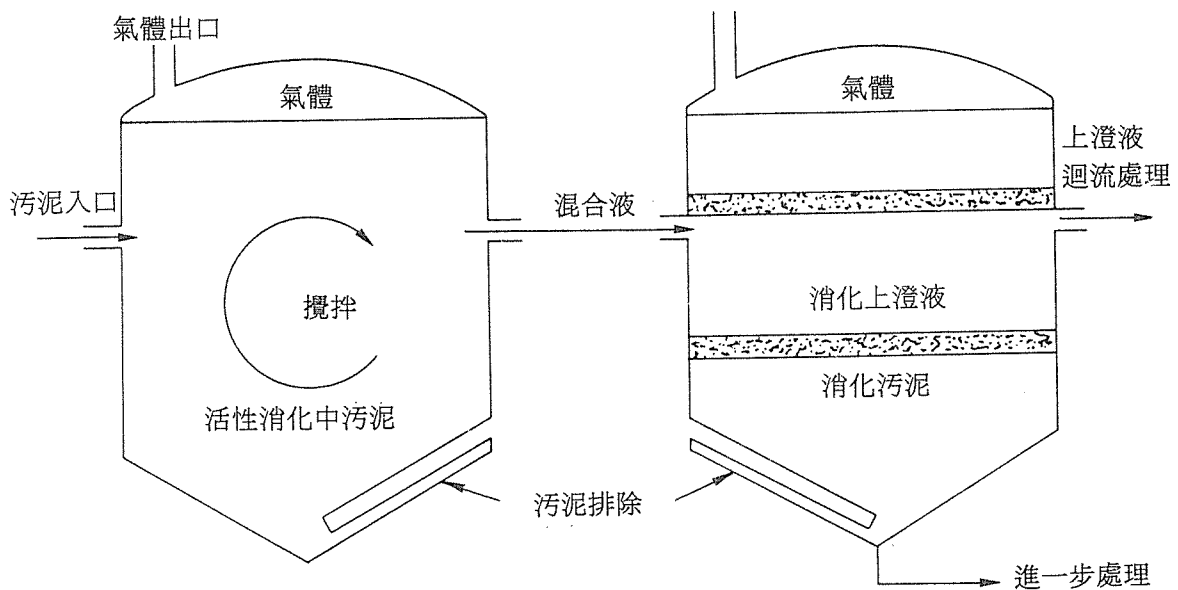
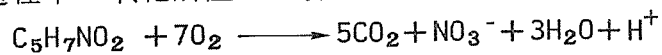


圖5.32 二階厭氧消化槽

#### (6) 好氧消化

好氧消化是另一種穩定有機污泥的方法，可處理①活性污泥，②活性污泥或滴濾池污泥與初級污泥的混合液，③沒有初級沉澱處理廠的活性污泥。過去好氧消化主要用於小廠，特別是使用延長曝氣及接觸穩定法的小廠。

好氧消化與活性污泥相似，當供給可利用的基質耗盡時，微生物開始消耗體內的細胞質，以提供細胞生存所需的能量，此時微生物處於內呼吸期。細胞組織氧化成二氧化碳、水及氨。但事實上，只有75至80%的細胞組織能被氧化，剩餘20至25%由惰性成分及非生物分解性的有機化合物組成。在消化過程中，氧化所產生的氨再被氧化成硝酸鹽，總反應如下：



當廢水中的鹼度無法緩衝時，pH值降低，此時需添加化學藥劑以維持pH值。

當活性污泥或滴濾池污泥與初級污泥混合而好氧消化處理時，初級污泥同時也產生有機物氧化及細胞組織內呼吸作用。

好氧消化可採分批式或連續式，如圖5.33所示。

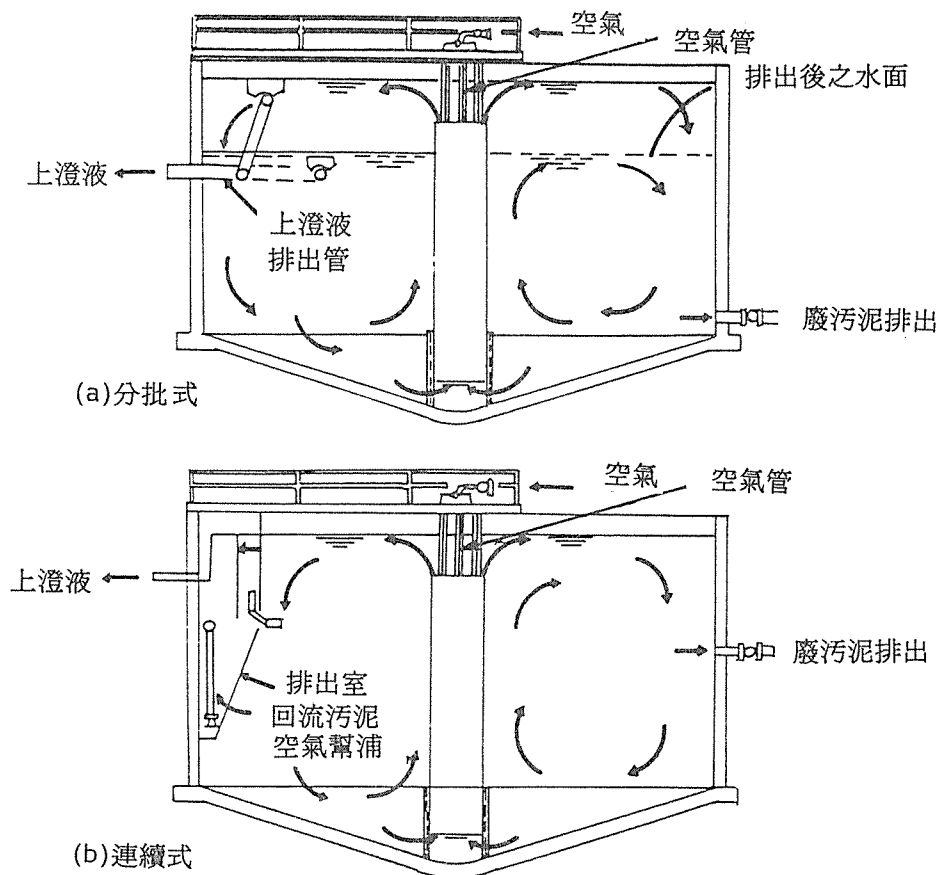


圖5.33 好氧消化槽操作型式

#### 4. 調理

污泥調理的目的是為了改善污泥的脫水性質。調理方法有下列數種：

##### (1) 化學調理

利用化學藥品改變污泥的脫水性是一種經濟的污泥調理方法，因可增加污泥脫水性與產量。化學藥品可使污泥混凝並釋出污泥的吸收水，對於真空脫水與離心脫水很有幫助。

##### (2) 淘洗

污泥淘洗係利用鹼度較低的水或處理水洗滌以減少鹼度；洗除膠狀物質，以節省混凝劑的使用量及提高過濾效率。



### (3) 熱處理

污泥熱處理為將污泥加熱至高溫，使污泥中之膠狀性或膠凝性物質的本質發生變化，成為易於過濾及濃縮的污泥，提高污泥之脫水性。方法包括：Porteus法和低壓Zimpro法。如圖5.34所示。

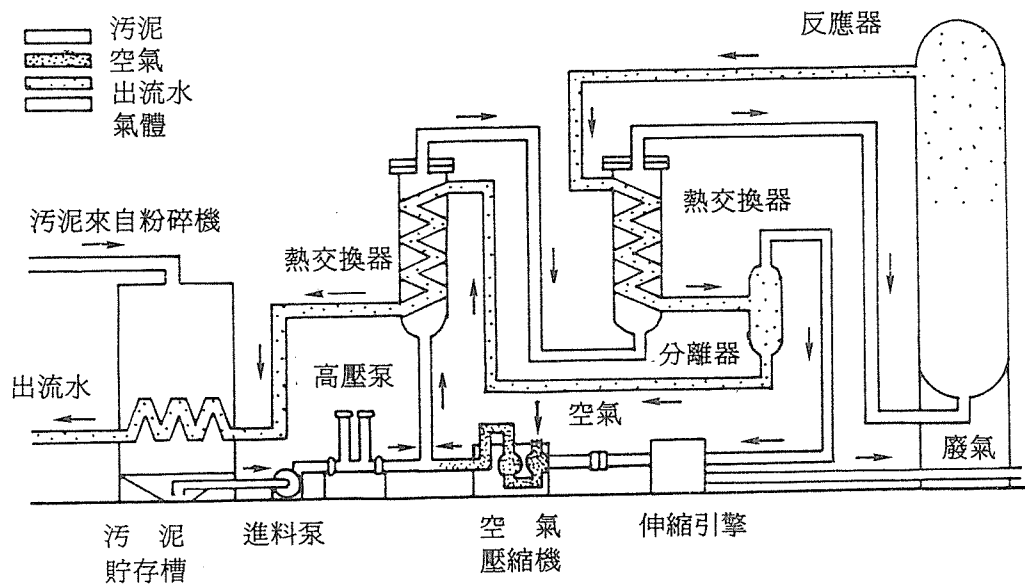


圖5.34 污泥熱處理程序(Zimpro法)

### 5. 消毒

污泥消毒為再利用的重要程序，如土地利用，進行消毒使接觸到病菌的機會減至最小。消毒方法有：

- (1) 在70°C高溫殺菌30分鐘。
- (2) 高pH處理，如加石灰，在pH>12.0下3小時。
- (3) 加氯消毒。
- (4) 其他化學藥品消毒。
- (5) 利用高能量之輻射線消毒。

## 6. 污泥脱水

脱水是减少污泥含水量的物理单元操作。

### (1) 真空脱水

真空脱水为在沟式及多孔式之圆筒上套以滤布，回转时，内部以真空泵减压，当圆筒浸在污泥时，污泥藉真空作用被滤布面吸著，继续回转圆筒离开污泥时，吸著于滤布面之污泥被脱水分离。如图5.35。

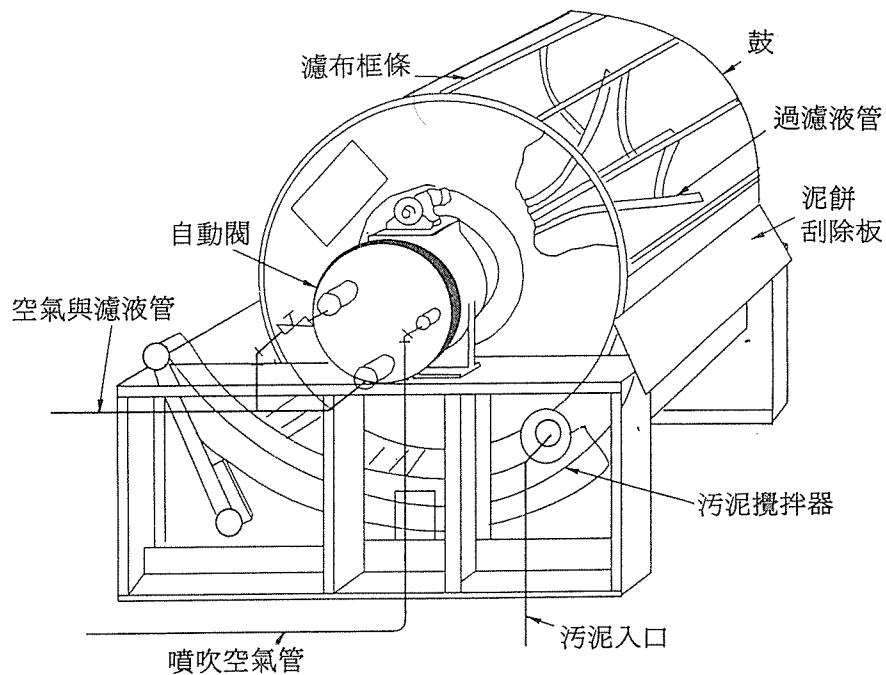


圖5.35 真空脱水系統機

### (2) 離心脱水

離心脱水為利用離心力使污泥中的水分分離而脱水，一般採用圓筒式離心機如圖5.36所示，另有籃式離心機及盤式離心機。

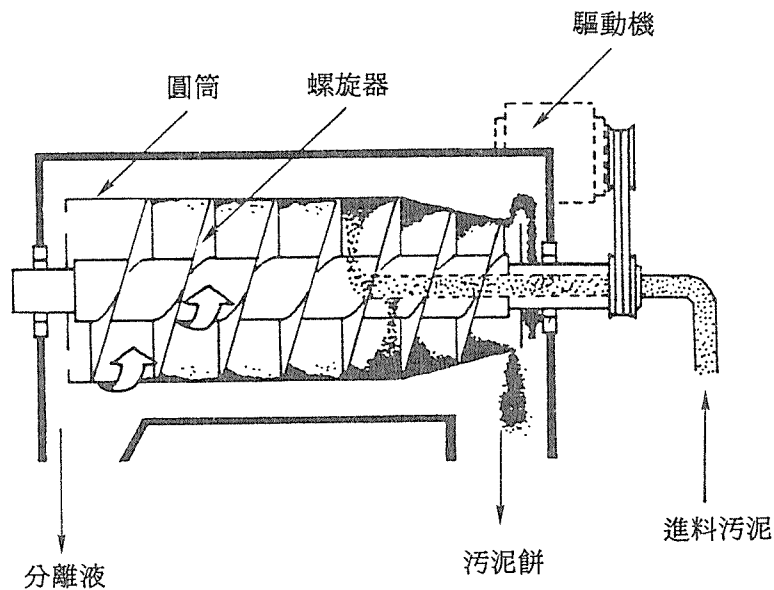


圖5.36 圓筒離心機

### (3)加壓脫水

加壓脫水有各種不同型式，一般濾布使用合成纖維濾布，經長時間使用後，布面孔隙阻塞，應洗滌或更換。如圖5.37所示。

### (4)帶壓脫水

在濾布上備用滾輪、驅動設備，以輸送污泥並予脫水，經常與真空過濾合併使用。如圖5.38所示。

### (5)乾燥床

污泥乾燥床用來乾燥污泥，污泥以20至30cm厚置放在乾燥床中，經乾燥後移去作為土地掩埋用或作為肥料。如圖5.39所示。

### (6)污泥塘

污泥塘亦用以消化污泥脫水，唯不適宜未預先處理之污泥以防發生惡臭。

## 7. 乾燥

污泥乾燥主要目的在進一步蒸發水氣，降低水分含量，以利焚化或製成肥料。一般常用之機械乾燥設備乃利用補助燃料來增加周圍空氣的蒸氣收容量和蒸發的潛熱。

## 8. 堆肥

堆肥為一種好氧、高溫的生物分解過程，將污泥中的有機物分解為穩定的腐植質狀的物質，經堆肥後之污泥可做為土壤改良劑。

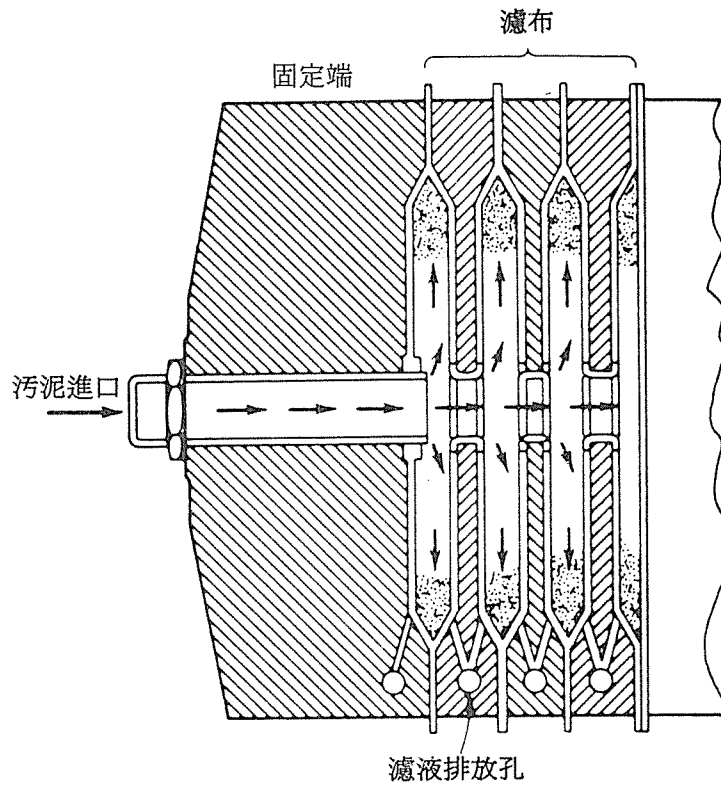


圖5.37 加壓脫水機

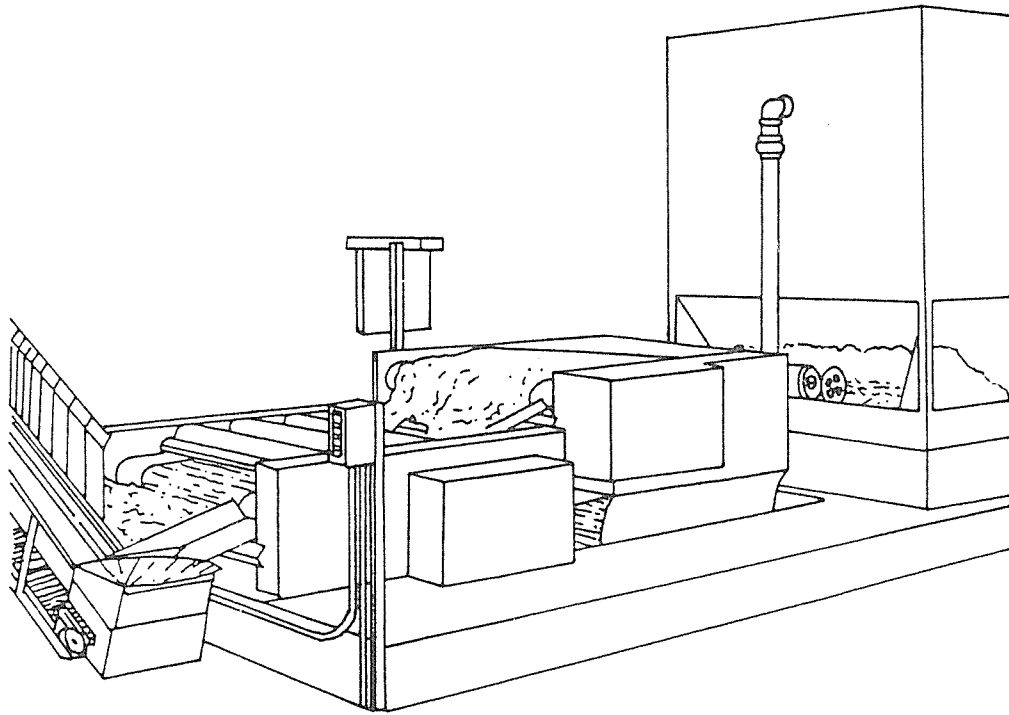
#### 9. 熱處理

污泥之熱處理目的乃在減少固體量以利處分。包括①利用焚化或濕化氧化將有機固體轉化成水及二氧化碳等。②利用熱解產生熱值。

#### 10 最終處置

經過處理過達穩定化的污泥，需最終處分以達安定化，合乎衛生。最終處分的方法，視污泥穩定的型式及減少的體積量而決定：

(1)填地：為將脫水污泥餅或焚化之灰燼填於窪地或海岸。



• 移幕式濃縮機

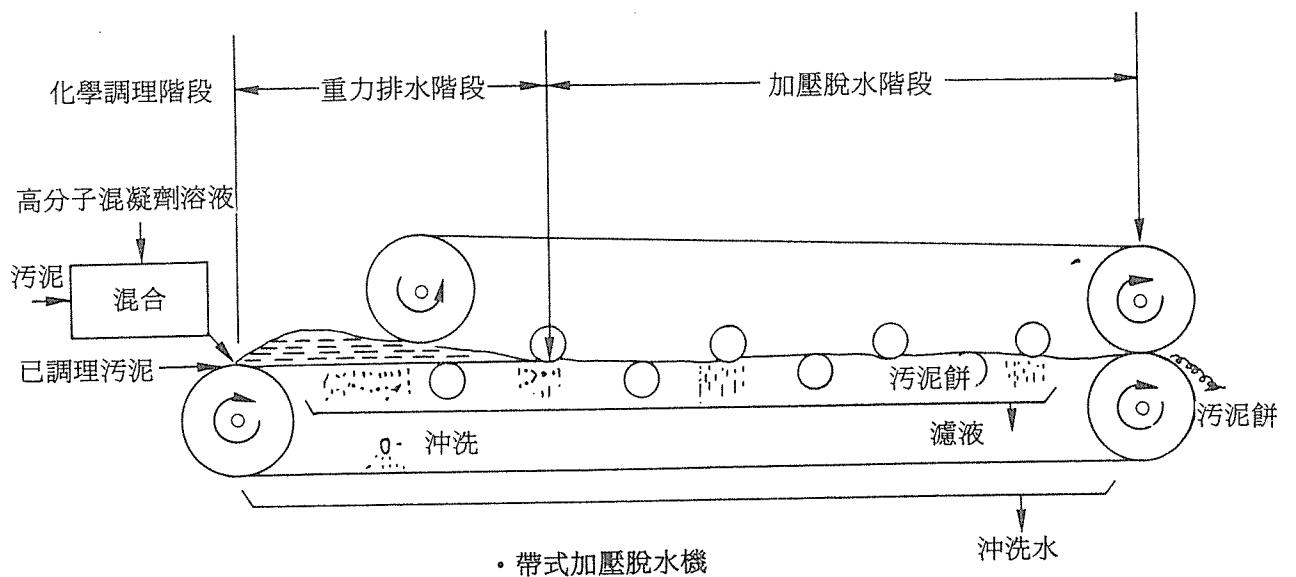
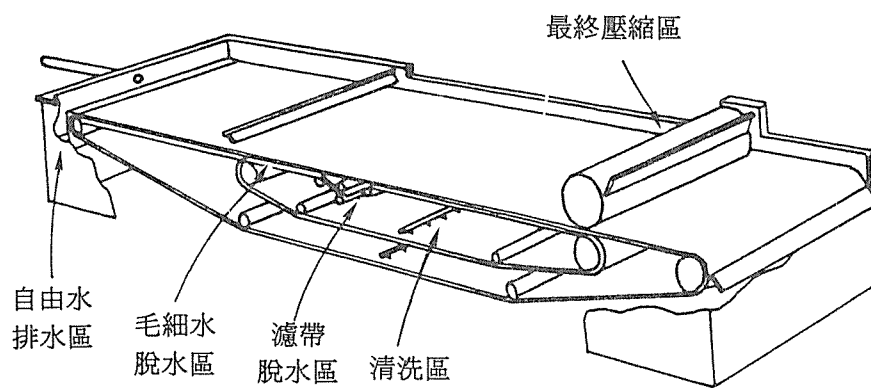
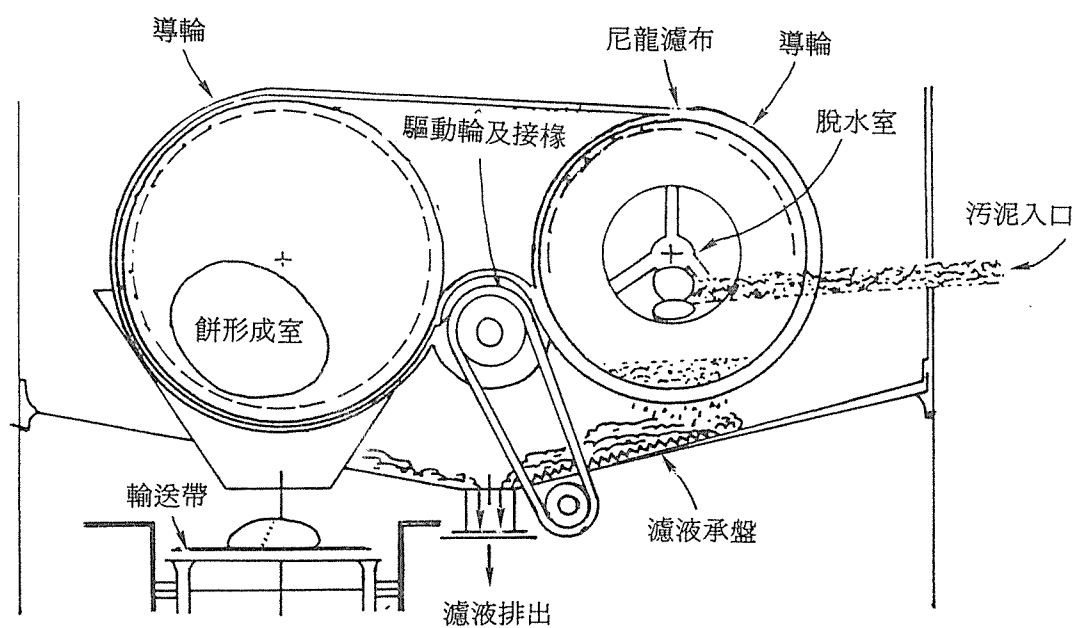


圖5.38 帶壓脫水系統



• 毛細脫水機



• 旋轉力脫水機

圖5.38 帶壓脫水系統(續)

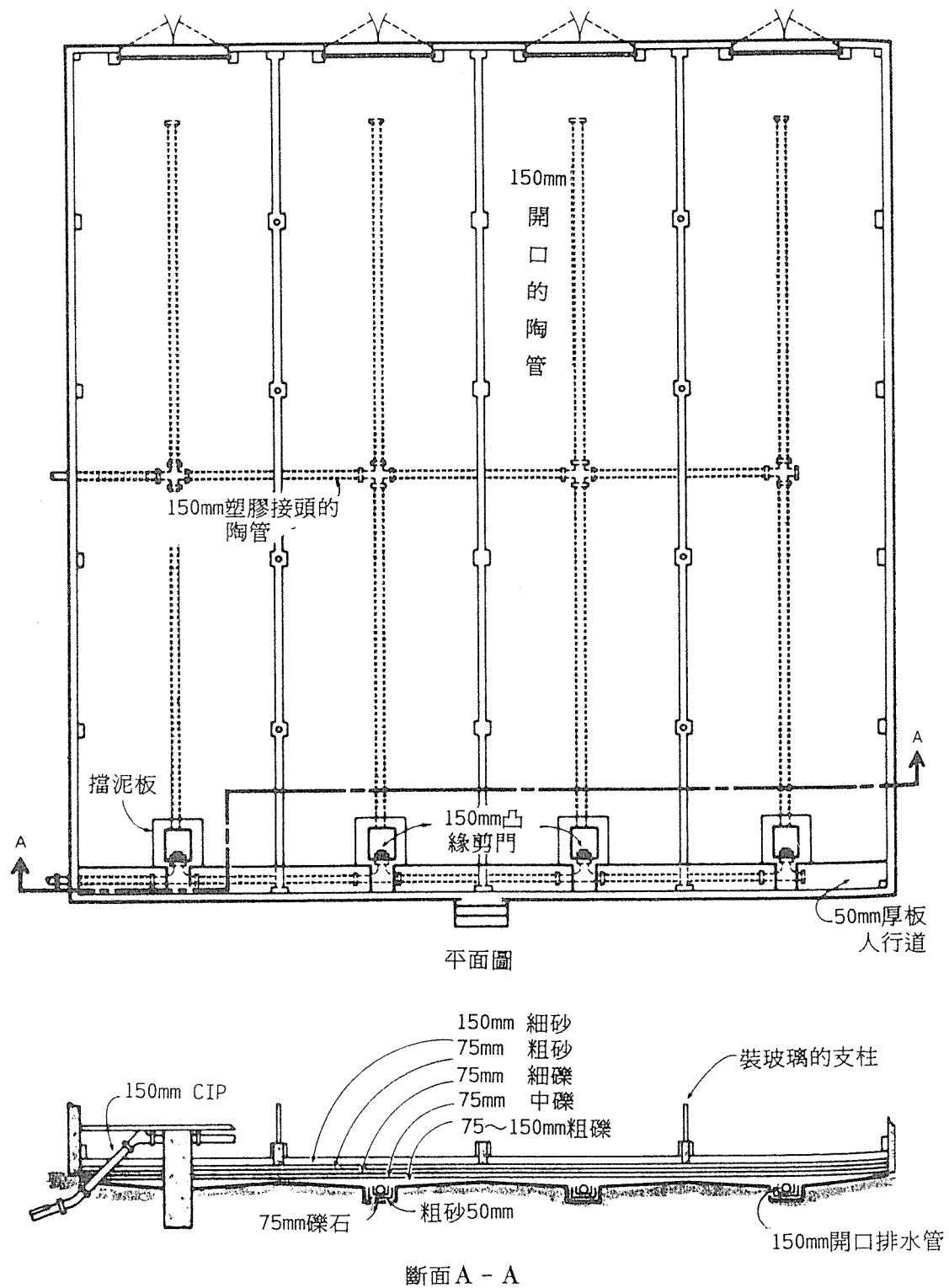


圖5.39 典型污泥乾燥床平面與斷面圖

- (2)土地掩埋：利用衛生掩埋法將脫水污泥餅或灰燼及一般廢棄物以覆土分層掩埋。
- (3)土地利用：污泥堆肥化後可做為肥料運用於綠地、農地之土壤改良。
- (4)海洋投棄：投棄之污泥應對於海洋環境生態無重大影響，投棄的方法可利用污泥搬運船運至海洋倒棄，或利用海洋放流管拋棄之。
- (5)再利用：脫水污泥餅焚化成灰燼後，已有作為營建材料及其他方面利用的研究。

### 5.2.2 污泥處理系統

染整廢水之污泥處理主要依據廢水處理系統之方式而異，若染整廢水處理僅採用化學處理則其污泥不宜採用含生物處理方式，如厭氧、好氧消化、堆肥等。若僅採用生物處理，則其污泥則宜採用含生物處理方式。又若兩者均採用時，則其污泥特性因含有化學污泥及生物污泥，是故其處理系統則較為複雜。各種污泥之處理系統分別介紹如下：

#### 1. 僅有化學污泥

一般可行之污泥處理系統如圖5.40所示。各處理單元使用情形分別說明如下：

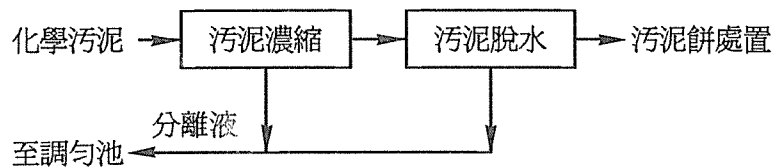


圖5.40 僅有化學污泥之處理系統

#### (1)污泥濃縮方面

部份工廠因場地有限，或設計不良造成污泥濃縮效果不佳，僅具污泥貯存功能，影響後續脫水效率。污泥濃縮後之上澄液需迴流至調勻池處理。

#### (2)污泥脫水方面

一般以採用污泥脫水機處理為宜，但若有足夠的土地及陽光則可考慮採用污泥乾燥床。其分離液需迴流至調勻池處理。採用污泥脫水機處理時，其



前需有化學調理步驟，以利於後續脫水處理。

## 2. 僅有生物污泥

一般可行之污泥處理系統如圖5.41所示。各處理單元使用情形分別說明如下：

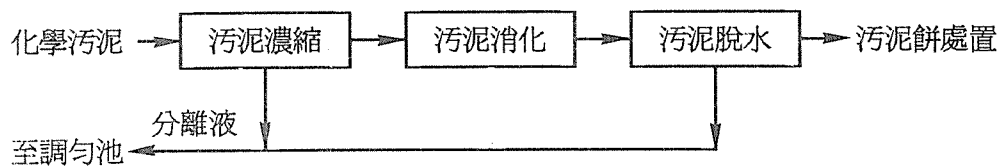


圖5.41 僅有生物污泥之處理系統

### (1) 污泥濃縮方面

部份污泥濃縮池僅具污泥貯存功能，其上澄液需迴流至調勻池處理。

### (2) 污泥消化方面

部份工廠採用喜氣消化時，則此單元需設置在污泥濃縮池之前，若採用厭氣消化，則所需之面積將很大。

### (3) 污泥脫水方面

由於生物污泥含水率高，若不設置污泥濃縮、污泥消化單元，則不易脫水。若採用污泥脫水機處理時，其前需有化學調理步驟，若採用污泥乾燥床則需足夠之土地及陽光。

## 3. 含化學／生物污泥

一般可行之污泥處理系統如圖5.42所示。各處理單元使用情形分別說明如下：

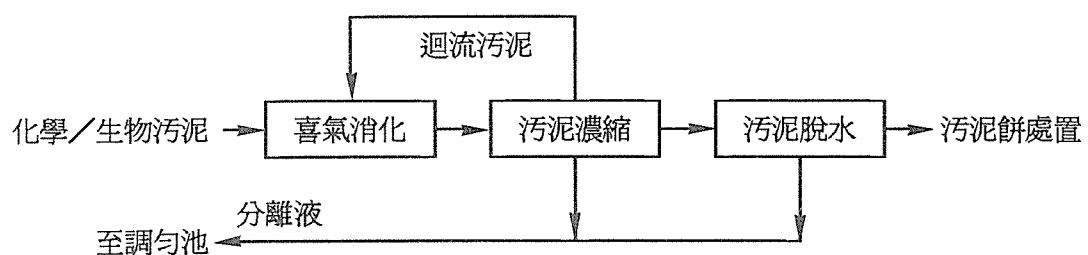


圖5.42 含化學／生物污泥之處理系統

#### (1) 喜氣消化

對污泥產生有機物氧化及細胞組織內呼吸作用，使污泥脫水性較佳。

#### (2) 污泥濃縮

兼具污泥沉澱／浮除及濃縮之功能，部份濃縮污泥迴流至喜氣消化池以維持池中之固體物濃度。

#### (3) 污泥脫水

一般宜採用污泥脫水機處理，其前需有化學調理步驟。或是採用污泥乾燥床。

### 5.3 廢水處理設備建造成本及操作成本分析

廢水污染防治成本是業者最關切的問題之一，而國內有關此方面之資料諸多闕如，因此，服務團於82年度就國內之染整業者廢水處理成本進行統計分析，採取50家有效樣本，依使用原料纖維不同，分為棉、毛、合纖、混紡四類，除毛纖維有5家樣本工廠外，餘者皆15家。

廢水污染防治成本包含廢水處理設施之設置及操作成本，前者主要包含土木、機械及污泥處理設施費用，後者則含藥品費、電力費及操作人員人事費與維修費用。本年度進行之調查統計分析工作對於設置成本主要含前述三大部份；操作費用則指藥品費及電力費兩者之總和。

#### 5.3.1 設置成本

調查之樣本工廠皆已設置廢水處理設施，其設置成本與設計廢水量之關係如圖5.43所示。縱座標與橫座標皆取對數座標，經分別以簡單線性與多項式迴歸分析結果，以簡單線性迴歸呈較佳之相關性，如下式，可做為推估廢水污染防治設施設置成本之一參考依據。

$$Y = 1.16901X - 438.935$$

$$r^2 = 0.713645$$

其中，Y：設置成本(萬元)

X：廢水量(噸／天)

至於各相關設備之建造費推估，可參酌李氏與蘇氏之研究結果<sup>53</sup>。染整廢水管末處理各相關設備之建造費用如下：

$$\text{初級處理} : C = 3.163 \times Q^{0.798}$$

$$\text{二級處理(活性污泥法)} : C = 13.95 \times Q^{0.729}$$

$$\text{過濾(二級處理後)} : C = 2.32 \times Q^{0.714}$$

$$\text{混凝沉澱} : C = 0.396 \times Q^{0.883}$$

$$\text{活性碳吸附} : C = 7.70 \times Q^{0.732}$$

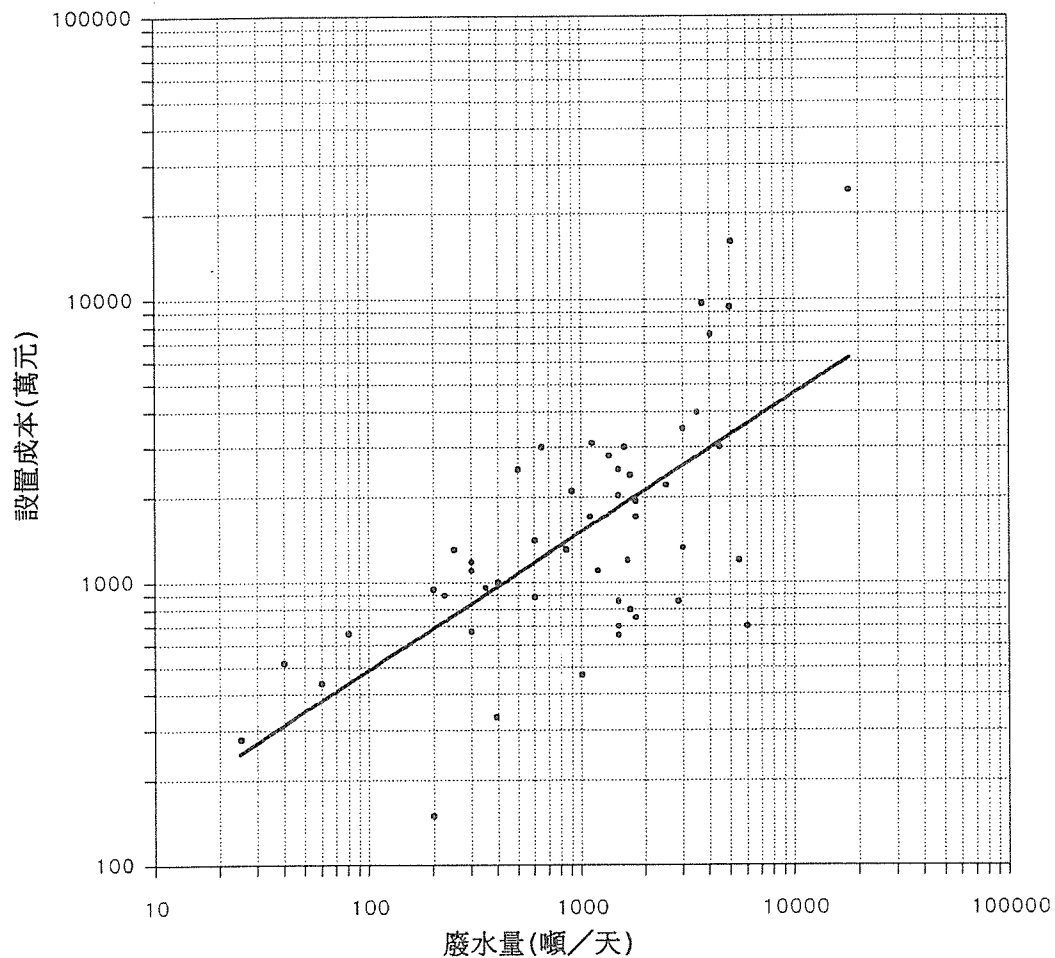


圖5.43 染整工廠廢水量與設置成本之關係

其中，C：污水處理廠總設置費用(萬元)－以民國70年6月物價為準

Q：廢水量(噸/天)

式中活性污泥法總工程費係指二級處理活性污泥法全廠之費用，含攔污柵、初沉池、曝氣池、終沉池及污泥處理等。若將上述各式分別取對數如下：

$$C = a \times Q^b$$

$$\log C = \log a + b \log Q$$

$$\log C = A + b \log Q$$

則各處理設備之推估模式與本年度所得總設置費關係式(圖5.43)相似，皆是呈簡單線性模式。

由於上述設置費用估算式係以民國70年 6月物價為準，若欲換算為80年 6月之物價，可採用中國工程師學會所編訂的「台灣工程價格指數」如圖5.44所示，調整物價基準。由圖5.44工程價格指數變化圖顯示80年 6月之工程價格指數為70年 6月之1.043倍，據以推估管末處理各相關設備之建造費用如下：

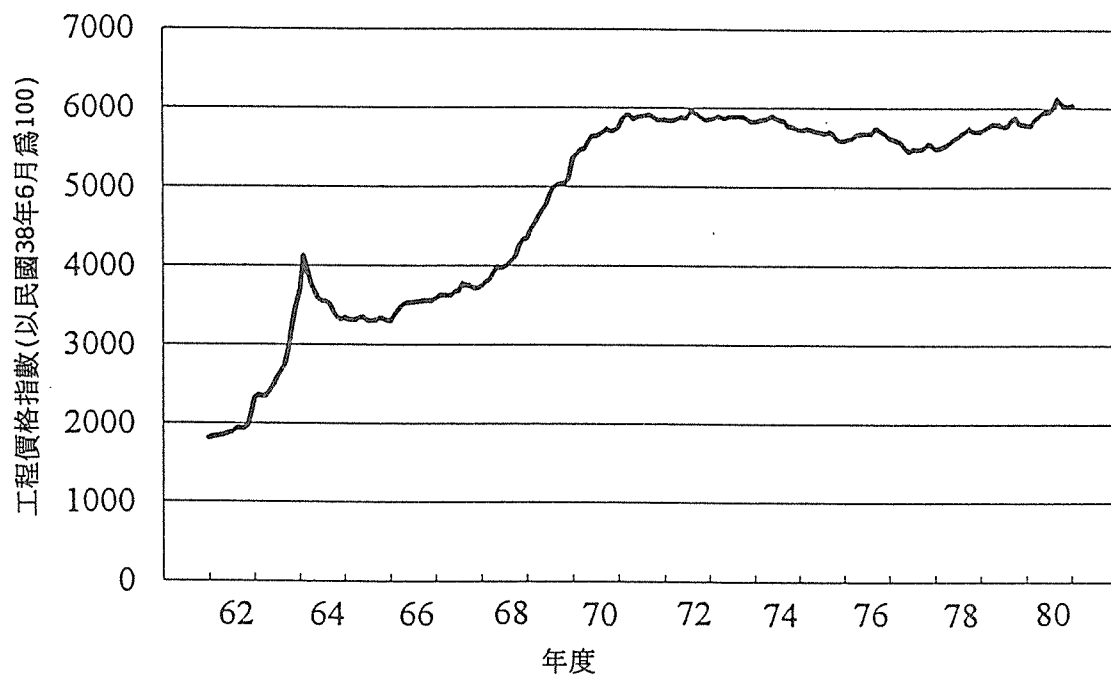


圖5.44 工程價格指數變化圖

初級處理： $C=3.299 \times Q^{0.798}$

二級處理(活性污泥法)： $C=14.551 \times Q^{0.729}$

過濾(二級處理後)： $C=2.420 \times Q^{0.714}$

混凝沉澱： $C=0.413 \times Q^{0.883}$

活性炭吸附： $C=8.032 \times Q^{0.732}$

其中，C：污水處理廠總設置費用(萬元)－以民國80年6月工程價格指數推估

Q：廢水量(噸/天)

可做為染整業工廠進行污染防治工作成本估算時之參考。

若將設置成本細分為土木、機械及污泥處理設施費用，各類纖維樣本工廠之單位廢水量設置成本如表5.26所示。以  $P_{50}$  來看，各類纖維工廠之機械與土木設備費用相當，而以機械設備費用略高，就整個染整業而言，機械費用較土木費用高約20%，單位廢水量之機械設備費用為 1.2萬元/CMD，土木費用為 0.95萬元/CMD，污泥處理費用為 0.32萬元/CMD，合計2.45萬元/CMD。在四類纖維工廠之總設置費用，以毛及合纖類工廠較高， $P_{50}$  分別為3.4及3.33萬元/CMD。究其原因主要在於毛類工廠廢水之水質雖然單純、易處理，但設置之處理程序完整，廢水處理水質十分良好，在本次之調查所取之樣本工廠皆符合82年放流水標準，此外，工廠一般總廢水量較小，致單位廢水量設置費用較高。合纖類工廠則由於原料種類繁多，廢水水質複雜，廢水處理流程較為繁瑣，因此廢水處理之設置成本較高。

表5.26 各類纖維工廠廢水處理設施設置成本

| 項次       |                 | 棉        | 毛         | 合 纖     | 混 紡       | 染 整 業   |
|----------|-----------------|----------|-----------|---------|-----------|---------|
| 機械設備費    | 範圍              | 0.11~2.6 | 0.11~3.2  | 0.08~6  | 0.16~2.67 | 0.08~6  |
| (萬元/CMD) | P <sub>50</sub> | 0.96     | 1.21      | 1.74    | 0.88      | 1.2     |
| 土木設備費    | 範圍              | 0.07~2   | 0.16~4    | 0.03~5  | 0.12~2.2  | 0.03~5  |
| (萬元/CMD) | P <sub>50</sub> | 0.82     | 1.24      | 1.23    | 0.69      | 0.95    |
| 污泥處理費    | 範圍              | 0.04~0.6 | 0.03~4    | 0 ~2    | 0.04~0.58 | 0 ~2    |
| (萬元/CMD) | P <sub>50</sub> | 0.2      | 0.75      | 0.42    | 0.16      | 0.32    |
| 合 計      | 範圍              | 0.22~5   | 0.3 ~11.2 | 0.12~13 | 0.43~5.2  | 0.12~13 |
| (萬元/CMD) | P <sub>50</sub> | 1.98     | 3.4       | 3.33    | 1.73      | 2.45    |

### 5.3.2 操作費用

廢水處理設施之操作費用與廢水量之關係如圖5.45所示，亦以簡單線性迴歸之相關性較佳，如下式，可做為推估廢水處理操作費用之一參考依據。

$$Y = 14.3225X - 290.813$$

$$r^2 = 0.629624$$

其中，Y：操作費用(元/天)

X：廢水量(噸/天)

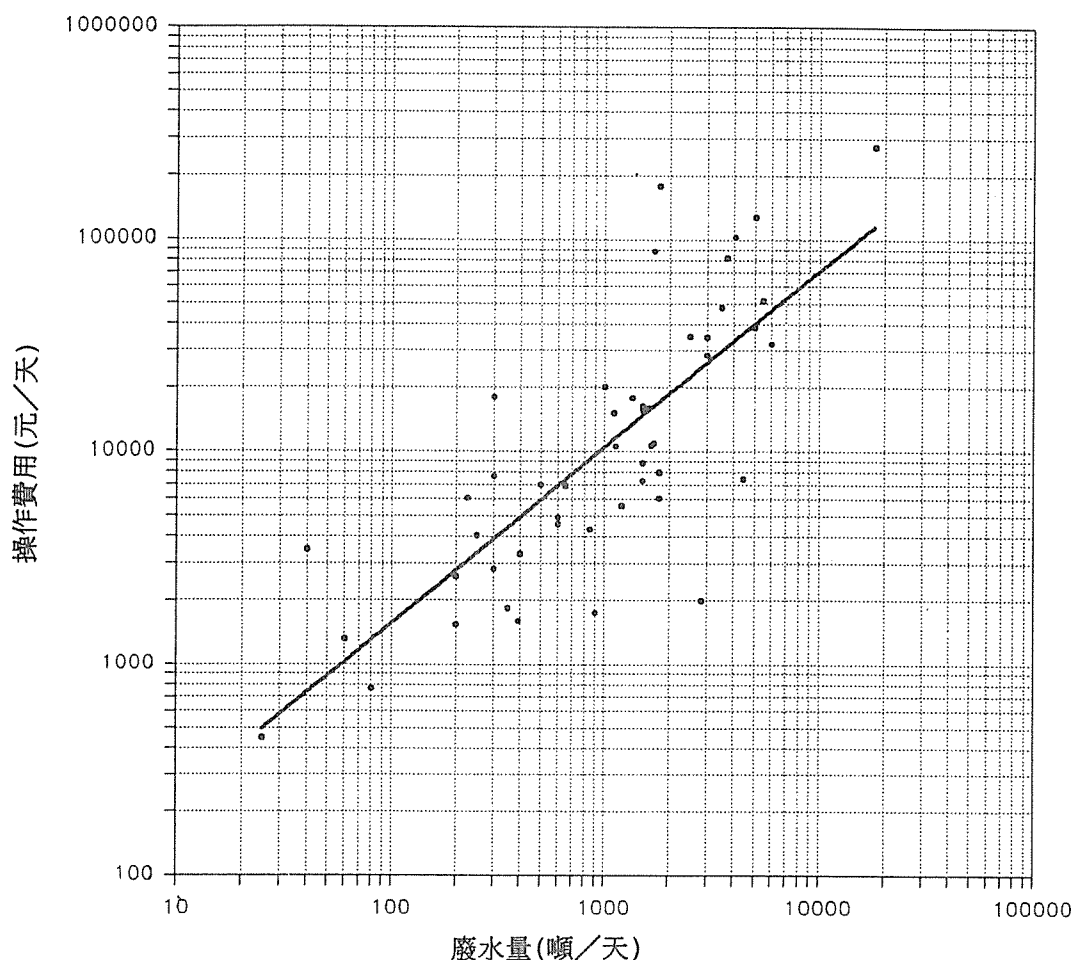


圖5.45 染整工廠廢水量與操作費用之關係

各類纖維50家樣本工廠廢水處理之操作費用（藥品費及電力費）範圍及  $P_{50}$  如表5.27所示，除毛類纖維工廠藥品費及電力費相當，分別為  $3.98\text{元}/\text{m}^3$  廢水外，其餘類別工廠皆是以藥品費為主要操作費用來源，尤以棉類工廠藥品費  $13.83\text{元}/\text{m}^3$  佔總操作費  $16.37\text{元}/\text{m}^3$  之80%強。而就整個染整業而言，操作費用中之藥品費 ( $10.91\text{元}/\text{m}^3$ ) 佔總操作費用 ( $16.19\text{元}/\text{m}^3$ ) 約60%強。在此需特別說明的是，合纖工廠之操作費用  $P_{50}$  為  $20.3\text{元}/\text{m}^3$  居四類纖維之首，主要是因為其水質依原料纖維種類產品要求，使用之染料、助劑不同，變化頗大，造成處理之困難度，操作費用較高。在合纖樣本工廠中，藥品費最大值  $76.93\text{元}/\text{m}^3$ ，主要係有一樣本工廠使用活性碳吸附，並定期更換，由於活性碳費用極高，致操作費用高。

在染整廢水處理設施之操作上，藥品費之主要來源是化學混凝處理單元之加藥，因此在廢水處理流程之規劃及設施之操作，如何使藥劑做最有效之利用，並在最經濟之情況下操作，實為大家共同努力之目標。

表5.27 各類纖維工廠廢水處理設施操作費用

| 項次                  | 棉                     | 毛         | 合 織        | 混 紡        | 染 整 業      |
|---------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|------------|
| 藥 品 費               | 範圍 0~55.56            | 0 ~4.40   | 0.1~76.93  | 0 ~24.07   | 0~76.93    |
| (元/m <sup>3</sup> ) | P <sub>50</sub> 13.83 | 3.98      | 10.8       | 9.61       | 10.91      |
| 電 力 費               | 範圍 0.16~14            | 0.7~13.76 | 0.67~88.38 | 0.49~52.04 | 0.16~88.38 |
| (元/m <sup>3</sup> ) | P <sub>50</sub> 3.47  | 3.68      | 9.5        | 6.29       | 6.15       |
| 合 計                 | 範圍 3.36~60            | 0.7~17.98 | 1.68~99.9  | 4.89~52.04 | 0.7 ~99.9  |
| (元/m <sup>3</sup> ) | P <sub>50</sub> 16.37 | 6.07      | 20.3       | 15.27      | 16.19      |

四類纖維工廠單位廢水量及單位產品之操作費用 P<sub>50</sub> 比較如圖5.46、圖5.47所示，由於毛類纖維工廠之水質單純，濃度低，所需操作費用在四類纖維中屬最低者，分別為6.07元/m<sup>3</sup>廢水及0.77元/kg產品，其他三類纖維之操作費用則相距不遠，單位廢水量之操作費用約15~20元/m<sup>3</sup>，每kg產品分擔操作費用1.5~2.0元。

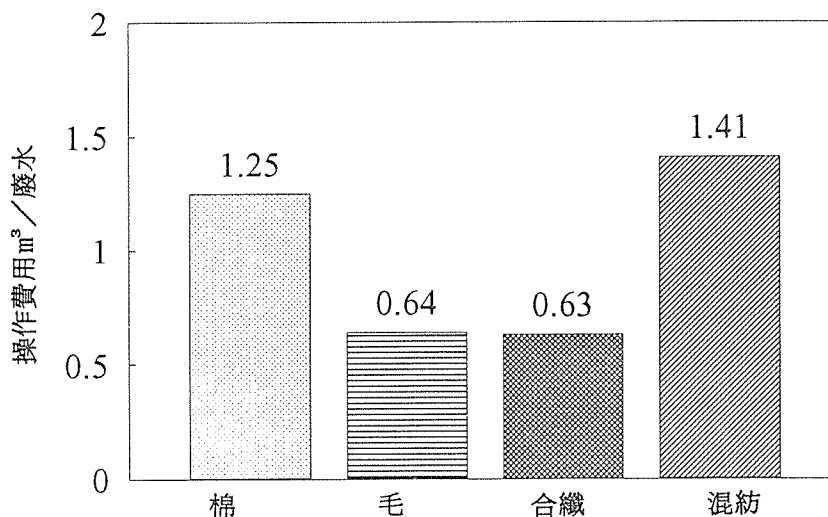


圖5.46 四類纖維工廠單位產品操作費用 P<sub>50</sub>

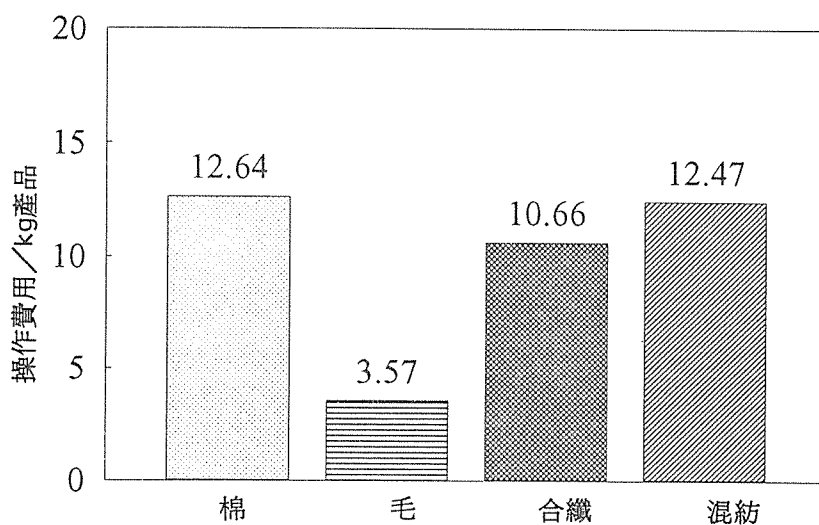


圖5.47 四類纖維工廠單位產品量操作費用P<sub>50</sub>

前述為調查統計之50家樣本工廠依纖維分類其操作廢水處理設施費用之分析，若將其中符合放流水標準之工廠33家分別予以統計，如表5.28所示，其 P<sub>50</sub> 值為 18.32元/m<sup>3</sup>廢水較全部樣本工廠之P<sub>50</sub> 16.19元/m<sup>3</sup>廢水為高，尤以棉及合纖類工廠每噸廢水之操作費用高出4~5元。顯示未符合放流水標準之工廠欲做好廢水處理工作，則除應對污染防治設施進行必要之改善外，仍需努力加強操作條件之妥善控制。

表5.28 各類纖維工廠之廢水處理設施操作費用與符合放流水標準工廠之比較表

| 項次                                 |                 | 棉          | 毛          | 合纖         | 混紡         | 染整業       |
|------------------------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 符合放流水標準之工廠之操作費用(元/m <sup>3</sup> ) | 範圍              | 3.36~60.00 | 0.70~17.98 | 1.68~99.90 | 9.40~6.85  | 0.70~99.9 |
|                                    | P <sub>50</sub> | 20.21      | 6.07       | 25.03      | 15.24      | 18.32     |
| 全部樣本工廠之操作費用(元/m <sup>3</sup> )     | 範圍              | 3.36~60.00 | 0.70~17.98 | 1.68~99.90 | 4.89~52.04 | 0.70~99.9 |
|                                    | P <sub>50</sub> | 16.37      | 6.07       | 20.3       | 15.27      | 16.19     |



若以五類處理流程之操作費用做一比較，由表5.29得知，以採化學處理＋生物處理＋化學處理之 5家樣本工廠其操作成本最高， $P_{50}$  達35.55元/ $m^3$ 廢水，其中符合放流水標準者為42.51元/ $m^3$ 廢水，主因採用此流程之工廠，廢水污染濃度高，水質複雜、較難處理且化學混凝單元操作上藥劑之添加可能未做最佳之控制等因素所致。僅採生物處理者 4家工廠因使用之藥品少，主要之操作費用來自電力費，因此 $P_{50}$  為 2.7元/ $m^3$ 廢水，其中符合放流水標準者， $P_{50}$  為1.45元/ $m^3$ 廢水。而僅採化學處理單元者操作費用 $P_{50}$  為 19.49元/ $m^3$ 廢水，於五類處理流程中僅次於採化學＋生物＋化學處理者，其中符合放流水標準之操作費用達28.32元/ $m^3$ ，此種處理流程對於污染物之去除主要是藉由化學藥品之作用，因此該項費用主要以藥品費計算。由於染整廢水之水質一般而言頗為複雜，污染濃度高，除部份工廠如毛類纖維之水質較為單純可僅採生物處理單元外，餘者多需與化學處理配合，以有效處理廢水。

表5.29 各類處理流程操作費用比較表

| 項 次                                   |          | 化學處理<br>單 元 | 生物處理<br>單 元 | 化學處理<br>＋<br>生物處理單元 | 生物處理<br>＋<br>化學處理單元 | 化學處理＋<br>生物處理＋<br>化學處理單元 |
|---------------------------------------|----------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 符合放流水<br>標準之工廠<br>操作費用<br>(元/ $m^3$ ) | 範圍       | 4.09～99.9   | 0.70～1.96   | 3.36～26.85          | 5.08～25.47          | 7.72～87.02               |
|                                       | $P_{50}$ | 28.32       | 1.45        | 16.45               | 11.27               | 42.51                    |
| 全部樣本工<br>廠之操作費<br>用(元/ $m^3$ )        | 範圍       | 4.09～99.9   | 0.70～6.48   | 3.36～26.85          | 5.08～25.47          | 7.69～87.02               |
|                                       | $P_{50}$ | 19.49       | 2.7         | 14.26               | 12.15               | 35.55                    |

表5.29資料亦顯示，若是將化學處理與生物處理做一有效之搭配，則可使操作費用做一最經濟有效之發揮。工廠採用先化學後生物處理流程，其特點主要為先以化學混凝單元將污染物預先移除，使廢水污染濃度降低以免因進入生物處理單元之濃度太高，或因處理設施之調勻池有效容積不足，水力停留時間過短無法有效調勻水質，以致進入生物處理單元之廢水濃度變化過大，而影響生物功能之發揮，處理流程之控制重點主要在於化學處理單元之處理效率，因此為達較佳之處理效率其加藥量較高。其操作成本14.26元/ $m^3$ 廢水，較先採生物後化學處理流

程者之 12.15元/m<sup>3</sup> 廢水為高。先採生物後化學處理流程者由於主要是以生物處理來將有機污染物移除，化學處理則主要是將剩餘污染物去除，做為一把關之單元，因此操作費用較低。若以符合放流水標準之工廠操作費用做一比較，採先化學後生物者為16.45元/m<sup>3</sup>廢水，而採先生物後化學者為11.27元/m<sup>3</sup>，兩者相差達5.18元/m<sup>3</sup>廢水。

### 5.3.3 污染防治對整體產業造成之影響

為維護及改善環境品質、減少污染物之排放，業者於污染防治設備之投資可能直接造成生產成本之增加，降低產品之競爭力，甚至減少利潤，對產業可能發生不利之影響是無可諱言的。依據服務團82年度之調查統計結果顯示，若將廢水處理設置成本與資本額比值繪於對數累積或然率分布圖，顯示其分布近似直線， $P_{50}$  為0.08，如圖5.48所示。表示若資本額為5,000萬元之工廠，平均投資在廢水處理設施之設置費用為400萬元。至於廢水處理之操作成本，50家樣本工廠每公斤產品分擔之廢水處理操作費用，在對數累積或然率之分布近似直線，範圍為0.09~19元/kg產品如圖5.49所示， $P_{50}$  為0.93元/kg產品。至於操作費用與營業額比值之累積或然率分布圖如圖5.50所示， $P_{50}$  為0.01，顯示若年營業額5,000萬元，則廢水處理設施操作費用為50萬元，此值尚不含人事及機械設備之維修費，對於業者來說是一項沉重的成本負擔。

然由於污染防治工作之進行，亦將可改善工作環境，而使得生產效率提高，並迫使業者對製程深入檢討及改善，以便對於各項資源能予以充份回收再利用，促使產品品質提高或生產成本為之降低，此種良性之改善亦逐漸為業者所接受，且已有相當多的實例為大家有目共睹。由此可見，污染防治對產業之發展實具有正面之意義，即所謂之「經濟發展與環境保護兼籌並顧」。

在民衆環保意識日益升高，環保標準漸趨嚴格之今日，業者惟有在做好污染防治之情況下，才能確保產業之永續經營與發展。

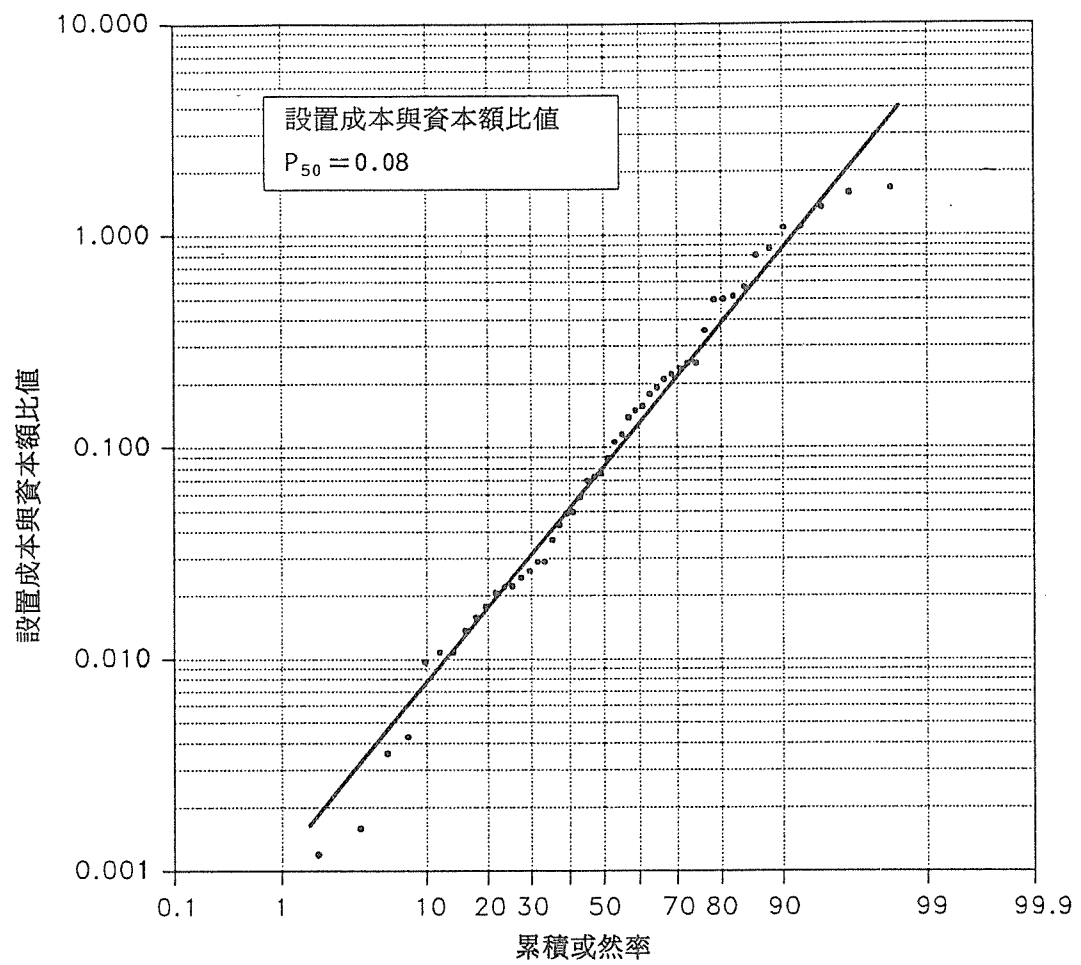


圖5.48 染整工廠設置成本與資本額比值累積或然率分布圖

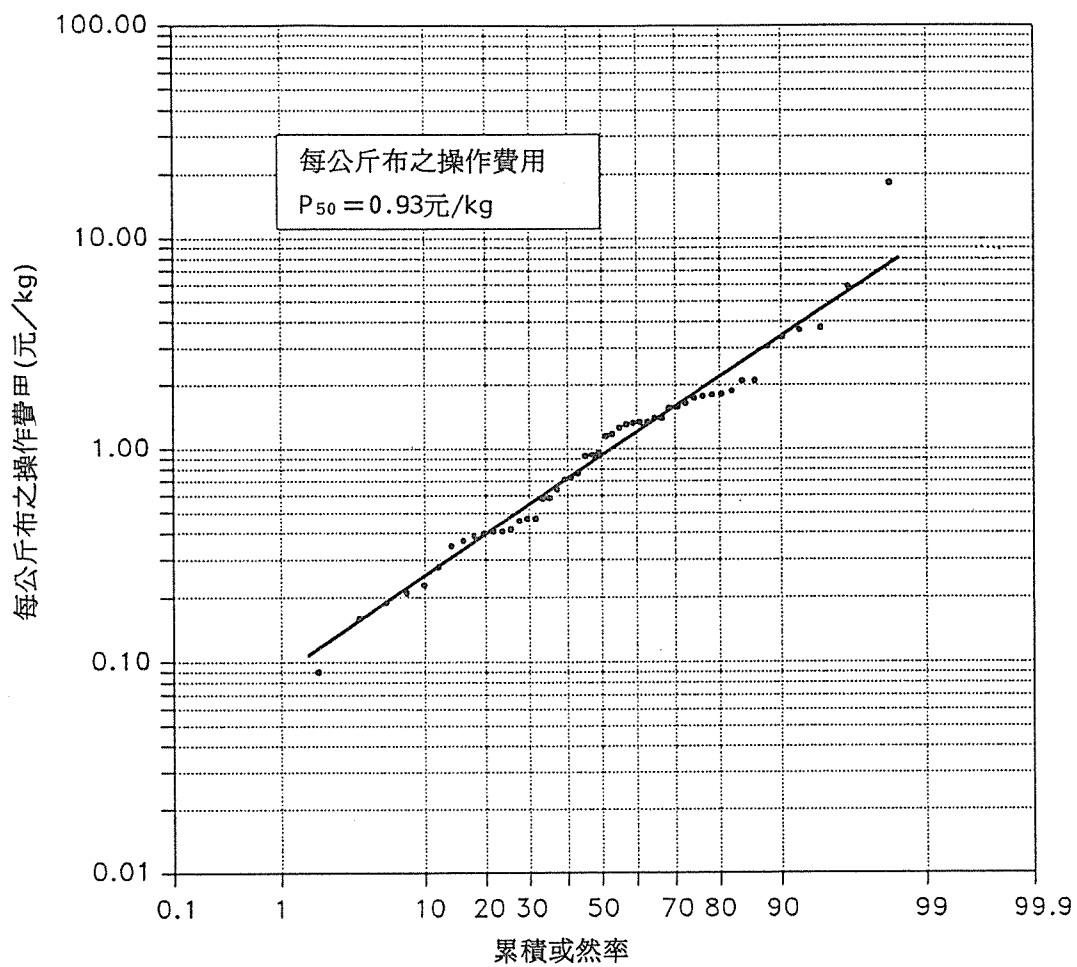


圖5.49 染整工廠每公斤布之操作費用累積或然率分布圖

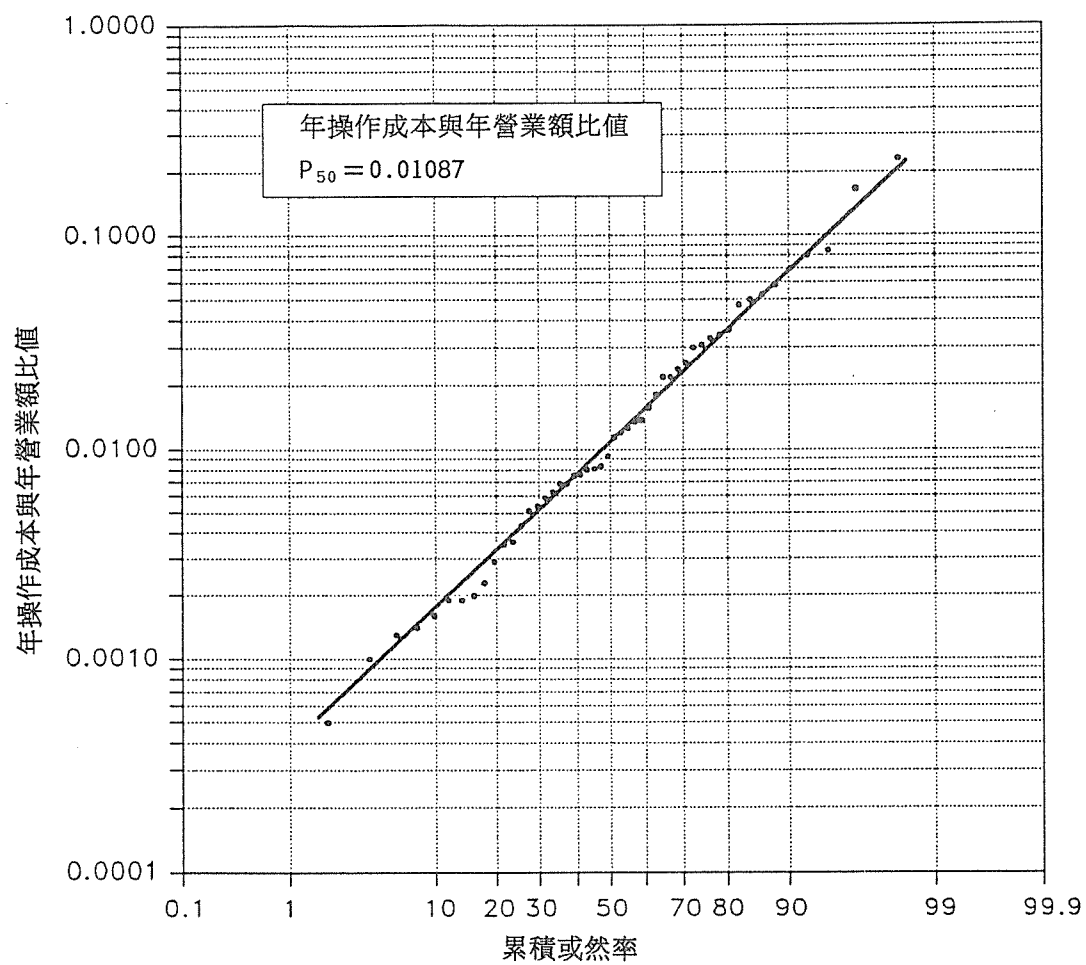


圖5.50 染整工廠年操作成本與年營業額比值累積或然率分布圖

## 第六章 染整廠廢水處理案例探討

染整廢水的處理方法已於第五章中說明，本章則以被染物纖維材質分類介紹目前國內常見的染整廢水處理廠實例，以落實對染整廢水處理技術的瞭解<sup>58~60</sup>。

### 6.1 棉紡染整廠案例

#### 6.1.1 前言

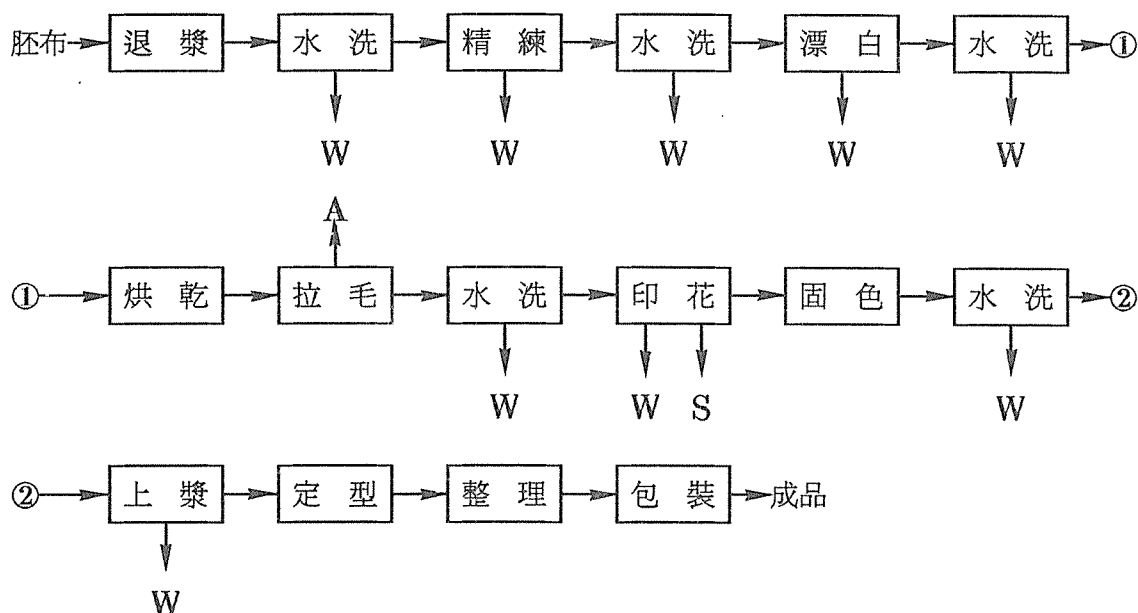
某染整廠係以純綿梭織布印花為主，產量約每月 120萬碼，染料以酸性和直接染料為主每月用量約1,250kg，另顏料用量每月約2,800kg。

#### 6.1.2 製程污染特性

##### 1. 製程概述

梭織布經酵素退漿劑退漿，再經精練、漂白、拉毛等步驟整理後，以印花方式染色，再依客戶需求進行不同種類的整理加工即是成品。

##### 2. 製程及污染來源



##### 3. 污染源概述

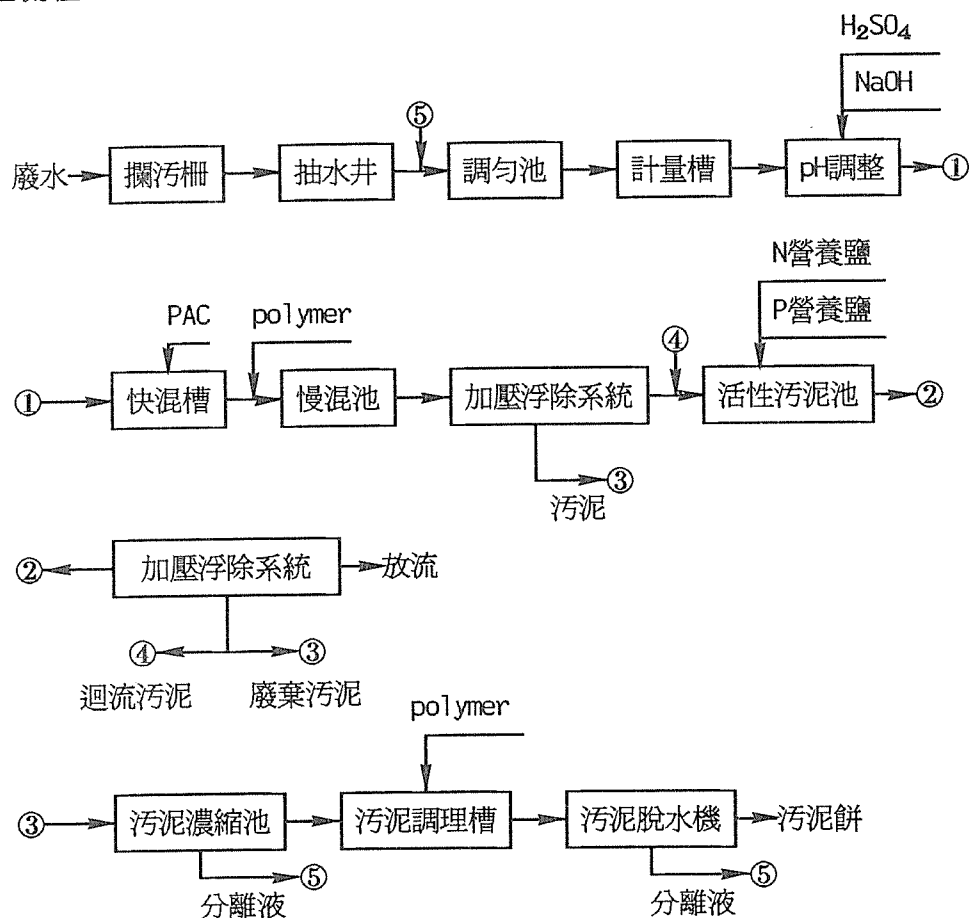
主要污染源包括退漿、精練、漂白、印花等加工程序之廢水，印花過程中刮刀所刮除下來及滾筒、貯槽所剩的染料及糊劑的調合物以固廢型態處理可減低廢水處理的負荷。污染物成份以漿料、界面活性劑、染料、助劑等由胚布去除或未被吸著的有機成份，另外添加殘留的氧化、還原性藥劑，酸、鹼亦是廢水中必須處理的成份。

### 6.1.3 污染防治與處理成效

#### 1. 特色

廢水處理採用先混凝浮除的物化處理再活性污泥的生物處理系統。因考慮用地問題固液分離均採加壓浮除設備。

#### 2. 處理流程



#### 3. 控制重點

- (1)快混池：分為兩池採用曝氣攪拌，於第一池添加多元氯化鋁 (PAC as 10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )，第二池的出口處添加高分子助凝劑 2mg/L，以利藥劑擴散。
- (2)加壓浮除系統：以處理水迴流，迴流比50%。
- (3)活性污泥池：食微比0.15kg BOD/kg MLSS-d。

#### 4. 主要設備

| 設備名稱 |             | 數量 | 材質／構造          | 規格／尺寸                     |
|------|-------------|----|----------------|---------------------------|
| 機械設備 | 粗柵          | 1  | SUS304         | 間距10~20min                |
|      | 原水泵(抽水井)    | 2  | 無阻塞沉水式不銹鋼主軸    | 50m³/hr×5hp×12m           |
|      | 原水泵(調整池)    | 2  | 本體鑄鐵不銹鋼主軸，槳葉   | 33.3m³/hr×2hp×6m          |
|      | 表面曝氣機(調整池)  | 2  | 本體鑄鐵不銹鋼主軸，槳葉   | 3hp                       |
|      | 計量槽         | 1  | 矩形堰SUS304不銹鋼   |                           |
|      | pH自動控制儀     | 1  |                |                           |
|      | 膠羽機(混池)     | 1  | SUS304不銹鋼主軸及槳葉 | 1hp附減速機                   |
|      | 加壓浮除設備(A)   | 1  |                | 3hp加壓泵，1hp刮除器乙套           |
|      | 污泥泵         | 1  | 無阻塞沉水式不銹鋼主軸，葉片 | 6m³/hr×1hp×8m             |
|      | 沉水噴流式曝氣機    | 3  | 無阻塞沉水式不銹鋼主軸，葉片 | 7 1/2hp SJ-7型             |
|      | 消泡裝置        | 1  |                | 1hp                       |
|      | 加壓浮除設備(B)   | 1  |                | 5hp加壓泵，1hp刮除器乙套           |
|      | 污泥泵         | 1  | 本體鑄鐵不銹鋼主軸，槳葉   | 6m³/hr×1hp×8m             |
|      | 污泥泵(污泥濃縮池)  | 1  | 本體鑄鐵不銹鋼主軸，槳葉   | 1m³/hr×1/2hp×10m          |
|      | 攪拌設備(污泥調整池) | 1  | SUS304主軸，槳葉    | 1/4hp                     |
|      | 加藥泵         | 7  |                | 4,200ml/min×1,640ml/min×4 |
|      |             |    |                | 108ml/min×2               |
|      | 污泥脫水機       | 1  |                | 帶濾式，1m³/hr×4 1/2hp        |
|      | 污泥調理池       | 1  | SUS304不銹鋼      |                           |
|      | 魯氏鼓風機       | 1  |                | 2hp                       |
| 土木設備 | 抽水井         | 1  | RC構造           | V=3m³                     |
|      | 調整池         | 1  | RC構造           | V=200m³                   |
|      | pH調整池       | 1  | RC構造           | V=8.4m³                   |
|      | 快混池         | 2  | RC構造           | V=1.1m³                   |
|      | 慢混池         | 1  | RC構造           | V=8.4m³                   |
|      | 加壓浮除池(A)    | 1  | RC構造           | V=21m³                    |
|      | 活性污泥池       | 1  | RC構造           | V=800m³                   |
|      | 加壓浮除池(B)    | 1  | RC構造           | V=32m³                    |
|      | 污泥濃縮池       | 1  | RC構造           | V=25m³                    |



## 5. 設計水質及水量

| 項 目      |       | pH                   | COD<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 透視度<br>(cm) |
|----------|-------|----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 設計<br>水質 | 處 理 前 | 6~11                 | 1,350         | 600           | 90           | <15         |
|          | 處 理 後 | 5~9                  | <200          | <100          | <200         | >15         |
| 設 計 水 量  |       | 800m <sup>3</sup> /d |               |               |              |             |

## 6. 初設成本及操作費用

設置日期：75年 7月

| 項 目    | 初 設 成 本     | 操 作 費 用              |                      |
|--------|-------------|----------------------|----------------------|
|        |             | 藥 品 費                | 電 力 費                |
| 費 用    | 850 萬元      | 57,000元/月            | 38,750元/月            |
| 單位處理成本 | 1.06 萬元/CMD | 3.83元/m <sup>3</sup> | 2.58元/m <sup>3</sup> |

## 7. 處理成效

| 項 目              |       | pH                               | COD<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 透視度<br>(cm) |
|------------------|-------|----------------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 實<br>際<br>水<br>質 | 處 理 前 | 5~10                             | 1,250         | 600           | 180          | 2~3         |
|                  | 處 理 後 | 6~9                              | 220           | 80            | 90           | 13~17       |
| 實 際 水 量          |       | 550~700m <sup>3</sup> /d(24小時操作) |               |               |              |             |

### 6.1.4 結語

該廠因廢水處理設備設置時間較早，處理成效僅能符合現行標準，且透視度項目經常合及格邊緣，爲了達到82年的放流水標準須進行處理設備功能提昇，如試用其他種類的混凝劑或改變加藥量、加藥條件，或者增加處理單元，如化學氧化以提高色度的去除和進一步降低COD。

## 6.2 毛紡染整廠案例

### 6.2.1 前言

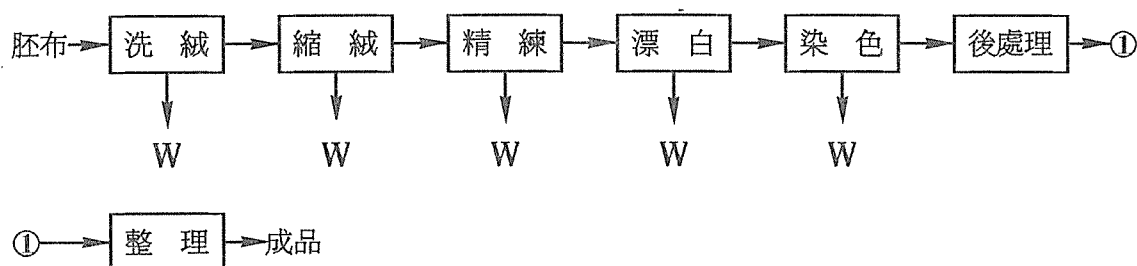
某染整廠專門從事毛紗、毛料的染色、整理，平均月產量毛紗、毛料約各12萬公斤，使用染料種類有酸性染料、酸性媒染染料、鹽基性染料等，平均每月染料用量約 5,000kg。助劑使用種類則有羊毛保護劑、消泡劑、均染劑、導染劑等。

### 6.2.2 製程污染特性

#### 1. 製程概述

毛紗或毛料經過洗絨以去除毛屑、紡織用的油類、漿料再經縮絨步驟使纖維互相氈合，接著加入鹼劑、界面活性劑進行精練步驟，然後視情況漂白及染色、整理加工即完成染整的加工程序。因原毛的處理屬於毛條業範圍，所以此處的染整加工污染值並不會特別高。

#### 2. 製程及污染來源



#### 3. 污染源概述

主要污染源包括洗絨、縮絨、精練、漂白、染色、整理加工等程序之廢水，污染物之主要成份為染料、助劑、界面活性劑、羊毛上的雜質、柔軟劑等加工整理用之藥劑、酸及鹼。

#### 4. 污染特性

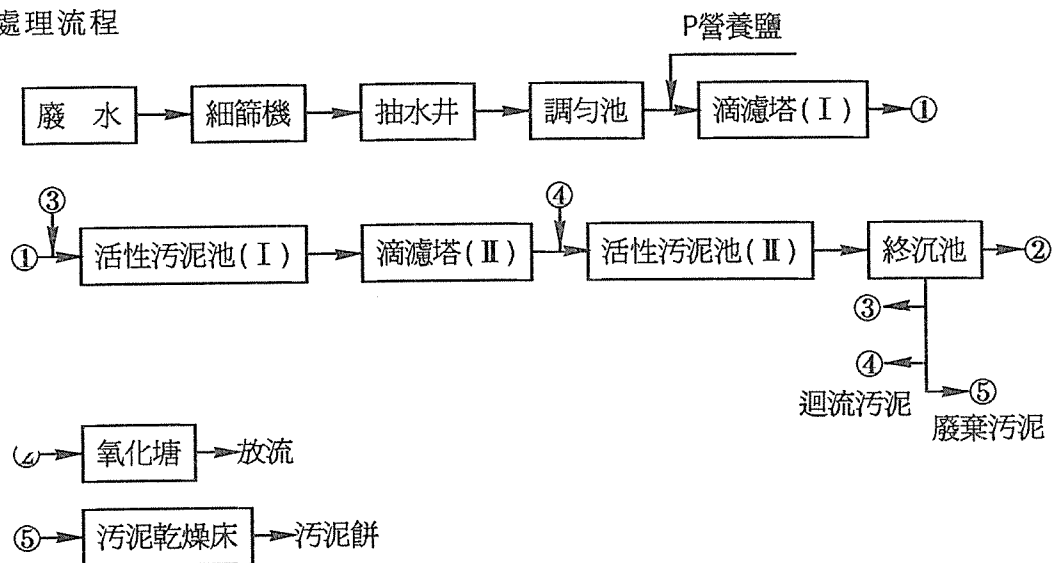
| 主要污染種類    | 污 染 來 源                         | 廢 水 量                                                   | 廢 水 水 質                        |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 精 練 廢 水   | 添加液鹼、界面活性劑等藥劑                   | 4m <sup>3</sup> /批次                                     | pH:7~9<br>COD:1,145~2,558mg/L  |
| 精練水洗廢水    | 清洗毛紗上殘餘液鹼、精練劑                   | 7m <sup>3</sup> /批次<br>+<br>3~10m <sup>3</sup><br>連續水洗水 | pH:7~9<br>COD:86~2,390mg/L     |
| 染 色 廢 水   | 添加酸性、酸性媒染、鹽基性染料、助劑、酸性吸著劑等未被吸之藥劑 | 4m <sup>3</sup> /批次                                     | pH:2~10.5<br>COD:760~9,760mg/L |
| 後 處 理 廢 水 | 添加媒染劑，固色劑等藥劑                    | 4m <sup>3</sup> /批次                                     | pH:4.5~7<br>COD:30~5,801mg/L   |
| 後處理水洗廢水   | 毛紗上殘餘之後處理藥劑                     | 7m <sup>3</sup> /批次<br>+<br>3~10m <sup>3</sup><br>連續水洗水 | pH:5~7<br>COD:150~810mg/L      |
| 整理加工之柔軟廢水 | 添加柔軟劑等加工整理藥劑                    | 4m <sup>3</sup> /批次                                     | COD值平均120mg/L                  |

#### 6.2.3 污染防治與處理成效

##### 1. 特色

廢水處理採用二段式生物處理系統，均先經過滴濾塔再經過活性污泥池，因規劃設計時未有透視度規定，改善計劃中乃利用舊有設備增設氧化塘，以提高放流水透視度。

## 2. 處理流程



## 3. 設計水質及水量

| 項 目      |       | pH                     | COD<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 透視度<br>(cm) |
|----------|-------|------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 設計<br>水質 | 處 理 前 | 6.5~8                  | 200~600       | 100~300       | 100~170      | <15         |
|          | 處 理 後 | 5~9                    | <200          | <80           | <200         | >15         |
| 設 計 水 量  |       | 3,000m <sup>3</sup> /d |               |               |              |             |

## 4. 初設成本及操作費用

設置日期：75年10月

| 項 目    | 初 設 成 本     | 操 作 費 用              |                   |
|--------|-------------|----------------------|-------------------|
|        |             | 藥 品 費                | 電 力 費             |
| 費 用    | 1,100萬元     | 8,100元/月             | 15,000元/月         |
| 單位處理成本 | 0.37 萬元/CMD | 0.09元/m <sup>3</sup> | 2元/m <sup>3</sup> |

## 5. 主要設備

| 設備名稱 |           | 數量  | 材質／構造         | 規格／尺寸                               |
|------|-----------|-----|---------------|-------------------------------------|
| 機械設備 | 廢水泵浦(調勻池) | 2   | SUS304主軸及槳葉   | 2.1m <sup>3</sup> /min×10Hp×14m     |
|      | 人工清除攔污柵   | 1   | SUS304        | 柵距≤10mm                             |
|      | 液位控制器     | 3   |               |                                     |
|      | 高速表面曝氣機   | 2   |               | 10Hp                                |
|      | 循環泵浦(滴濾塔) | 2   | 本體鑄鐵，不銹鋼主軸及槳葉 | 2.2m <sup>3</sup> /min×10Hp×8m      |
|      | 散水頭       | 32  |               | 1" φ                                |
|      | 鼓風機       | 2   |               | 5m <sup>3</sup> /min×10Hp×4500m/mAq |
|      | 散氣機       | 126 |               | 3CFS                                |
|      | 刮泥機       | 1   | 中央驅動型         | 週邊速度3m/min以下                        |
|      | 污泥泵       | 2   | 主軸及槳葉SUS304   | 1m <sup>3</sup> /min×5Hp×10m        |
|      | 浮渣泵       | 1   |               | 1Hp                                 |
|      | 廢水泵(抽水井)  | 2   | 主軸及槳葉材質SUS304 | 2.4m <sup>3</sup> /min×10Hp×7m      |
|      | 營養鹽加藥泵    | 1   | 隔膜手調式         | 100~1,000ml/min                     |
|      | 加藥貯槽      | 1   | PE材質          | 3m <sup>3</sup>                     |
|      | 抽水井       | 1   | RC構造          | 3m×3m×2.5m                          |
| 土木設備 | 調勻池       | 2   | RC構造          | 12m×10.5m×4.5m                      |
|      | 滴濾塔       | 2   | RC構造          | 12m×6m×5.7m                         |
|      | 活性污泥池     | 2   | RC構造          | 6m×7.5m×4.5m                        |
|      | 終沉池       | 1   | RC構造          | 12m φ ×3.3mH                        |
|      | 污泥乾燥床     | 5   | RC構造          | 3m×1.9m×1.5m                        |

## 6. 處理成效

| 項目   |     | pH                     | COD<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 透視度<br>(cm) |
|------|-----|------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 實際水質 | 處理前 | 5~9                    | 600           | 300           | 180          | 2~5         |
|      | 處理後 | 6~9                    | 150~300       | <50           | <120         | 7~25        |
| 實際水量 |     | 3,000m <sup>3</sup> /d |               |               |              |             |

## 7. 結語

該廠於設計規劃階段因法規未訂定透視度項目，且以模型試驗的結果：生物處理系統去除效率均能達到COD、BOD的放流標準，所以設計生物處理系統有操作費低廉的優點，但面臨透視度的法令規定臨時以舊有設備增設氧化塘的處理效果不穩定，且因染整廢水水質變化大，稍不留意生物系統即可能異常而降低處理效率，所以設計廢水處理設施時須注意系統操作的穩定性和可靠性，以確保處理成效。

## 6.3 尼龍布染整廠案例

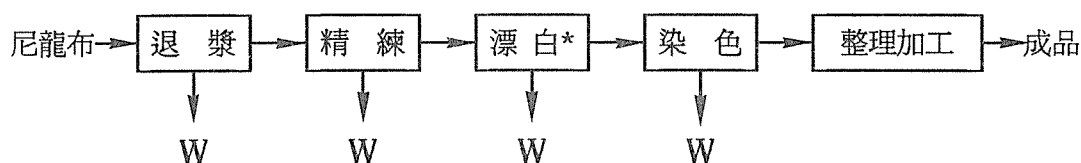
### 6.3.1 前言

某染整廠係以染尼龍布為主，胚布來自各大小型紡織廠。染料類別依客戶要求而異，主要為分散性及酸性染料，平均每月使用量分散性染料約為 330kg，酸性染料約為 715kg。該廠以代工方式進行尼龍布之染整工程，平均尼龍梭織布染整之產量約為75萬碼／月。

### 6.3.2 製程與污染特性

#### 1. 製程概述

尼龍布先經退漿二次徹底將合成染料洗除後，再添加液鹼進行精練，然後水洗。再依客戶需求進行漂白、染色，或直接染色之程序，染色後清洗，再行烘乾，然後依客戶要求予以整理加工後即為成品。以下即為其製程及污染來源：



\*：部份尼龍布未經漂白程序

[註] W：廢水

#### 2. 污染源概述

主要污染源包括退漿、精練、漂白、染色、整理加工等程序之廢水，一般均為間歇排放，污染物之主要成份為退漿劑、漿料、界面活性劑、染料、助劑等未染著物質以及酸、鹼。

### 3. 污染特性

| 主要污染種類  | 污 染 來 源                                | 廢 水 量                    | 廢 水 水 質                                       |
|---------|----------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|
| 退 漿 廢 水 | 添加氧化退漿劑、液鹼等藥劑之退漿程序廢水                   | 10~40 m <sup>3</sup> /d  | pH：8~10<br>COD：6,000~7,000mg/L<br>透視度：15~20cm |
| 精 練 廢 水 | 添加液鹼、蘇打灰、界面活性劑等藥劑之精練程序含水洗廢水            | 25~60 m <sup>3</sup> /d  | pH：10~12<br>COD：400~700mg/L<br>透視度：15~20cm    |
| 漂 白 廢 水 | 添加亞氯酸鈉、緩衝劑等藥劑之漂白程序水洗廢水                 | 5~45 m <sup>3</sup> /d   | pH：7~8<br>COD：200~500mg/L<br>透視度：25~30cm      |
| 染 色 廢 水 | 添加酸性、分散性染料、弱酸界面活性劑、助劑及其它藥劑之染色程序廢水及皂洗廢水 | 70~145 m <sup>3</sup> /d | pH：3~6<br>COD：1,000~6,000mg/L<br>透視度：0~14cm   |
| 整理加工廢水  | 添加整理加工劑、樹脂等藥劑之整理加工程序                   | 1~3 m <sup>3</sup> /批次   | 因客戶要求之條件而異                                    |

### 6.3.3 廠內管理與減廢

#### 1. 特色

進行原料管制，並採用最適當之藥劑，以確保產品品質並減少藥劑之使用量及浪費，且以高溫缸染色，降低染色殘液中染料的含量。

## 2. 措施及成效

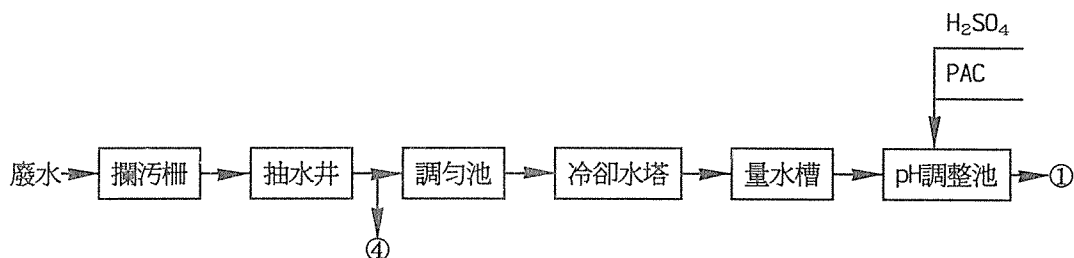
| 減 廢 措 施        | 內 容 說 明                                                 | 成 效                               |
|----------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 原料管制           | 針對製造程序所使用之原料（如加工布料、染料、助劑等）進行預先篩選、庫存管理並對各製程單元標準用水量進行管制措施 | 可有效管制原料的品質，避免無謂浪費，且可減低不良品，降低重修率   |
| 退漿程序採用氧化退漿劑    | 在鹼性溶液中退漿，可同時有精練效果                                       | 可減少藥劑之更換，以降低污染排放量                 |
| 以分散性染料取代部份酸性染料 | 由於纖維製造過程的原因，而會引起酸性染料之淡色染斑時，則宜使用分散性染料                    | 可確保產品品質，防止廢料的產生                   |
| 部份染色程序採用高溫紅染色  | 部份尼龍布料採用高溫紅染色，由於其上色率較常溫紅染色率高，因此其殘餘之染料量較少                | 可減少染料使用量，也降低染色殘液中染料的含量，從而降低廢水的污染度 |

### 6.3.4 污染防治與處理成效

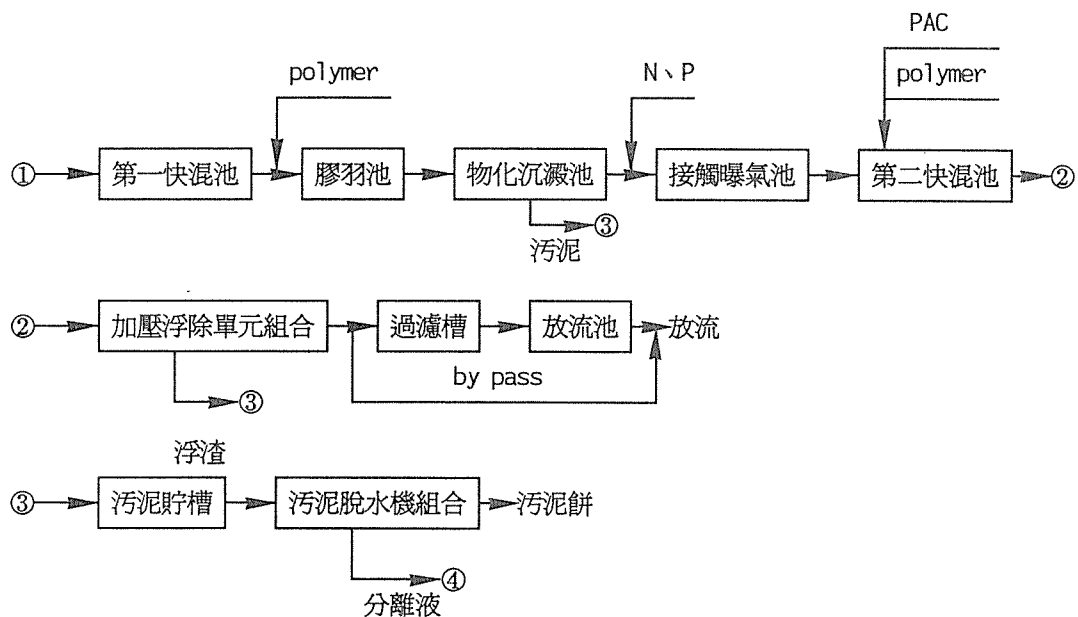
#### 1. 特色

廢水處理採用物化混凝＋接觸曝氣＋物化混凝之處理系統，其處理後之放流水水質可符合82年放流水標準。

#### 2. 處理流程







### 3. 控制重點

- ① pH調整池：pH調整於7~8之間，添加多元氯化鋁 (PAC，10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 藉由曝氣攪拌方式，使其藥劑均勻擴散。
- ② 第一快混池：於出口處添加高分子助凝劑2~3mg/L。
- ③ 接觸曝氣池：於進口處添加營養劑。
- ④ 第二快混池：添加PAC溶液350mg/L，polymer約1~3mg/L。

### 4. 設計水質及水量

| 項 目              |       | pH                   | COD<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 透視度<br>(cm) | 溫 度<br>(°C) |
|------------------|-------|----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|-------------|
| 設<br>計<br>水<br>質 | 處 理 前 | 10~11                | 1,400         | 410           | 137          | 1~5         | 50~55       |
|                  | 處 理 後 | 6~9                  | 200           | 50            | 50           | 215         | >35         |
| 設 計 水 量          |       | 270m <sup>3</sup> /d |               |               |              |             |             |

# 5. 主要設備

| 設 備 名 稱     |           | 數量  | 材 質／構 造     | 規 格 ／ 尺 寸                    |
|-------------|-----------|-----|-------------|------------------------------|
| 機 械 儀 錶 設 備 | 人工清除攔污柵   | 1   | SS304       | 柵距≤10mm                      |
|             | 抽水井泵浦     | 2   |             | Q≥1.5m³/min                  |
|             | 調勻池鼓風機    | 1   |             | Q≥2m³/min×4000 mmAq          |
|             | 調勻池散氣器    | 40  |             | 0.1m³/min (每只)               |
|             | 冷卻水塔      | 1   |             | Q≥11.25 m³/hr                |
|             | 量水槽       | 1   | SS304       | V=0.56m³之90° V型堰             |
|             | pH控制器組合   | 1   |             |                              |
|             | pH調整加藥泵   | 2   | 隔膜式         | Q≤485ml/min                  |
|             | 藥品貯槽      | 4   | PE材質        | V=1m³(每座)                    |
|             | 第一快混池攪拌設備 | 1   |             | 0.1m³風量/min                  |
|             | 第一快混池加藥泵  | 2   | 隔膜式         | Q≤485ml/min                  |
|             | 膠羽池攪拌設備   | 1   |             | 0.1m³/min                    |
|             | 高分子加藥泵    | 2   | 隔膜式         | Q≤485ml/min                  |
|             | 污泥泵       | 1   | 氣昇式         | 2" φ                         |
|             | 接觸曝氣池曝氣系統 | 1   |             | 140 只曝氣器，每只散氣風量<br>0.1m³/min |
|             | 接觸曝氣池鼓風機  | 2   |             | 9.2m³/min×15Hp×4000mmAq      |
|             | 接觸曝氣池接觸材  | 146 | PVC         | 0.64m×0.46m×1.2m (每塊)        |
|             | 揚水泵       | 2   | 沉水式         | 0.4m³/min×1Hp×2000mmAq       |
|             | 第二快混池     | 1   | SS-41,FRP內襯 | V=0.5m³                      |
|             | 第二快混池攪拌設備 | 1   |             | 0.1m³/min                    |
|             | 第二快混池加藥泵  | 1   | 隔膜式         | Q≤485ml/min                  |
|             | 加壓浮除單元組合  | 1   |             |                              |
|             | 加壓槽       | 1   | SS-41,FRP內襯 | 0.65mφ×1.5mH                 |
|             | 加壓泵       | 1   |             | 4m³/min×5Hp×4000 mmAq        |
|             | 空氣壓縮機     | 1   |             | 102l/min×1/2Hp×7kg/cm²       |
|             | 加壓浮上槽     | 1   | SS-41,FRP內襯 | 2.85mφ×3mH                   |

| 設 備 名 稱                    |          | 數 量 | 材 質 / 構 造    | 規 格 / 尺 寸                                  |
|----------------------------|----------|-----|--------------|--------------------------------------------|
| 機<br>械<br>儀<br>表<br>設<br>備 | 高分子加藥泵   | 1   | 隔膜式          | $Q \leq 485 \text{ ml/min}$                |
|                            | 浮渣撇除機    | 1   | 中央驅動型        | $1 \text{ RPM} \times 1/2 \text{ Hp}$      |
|                            | 過濾槽      | 1   | SS304        | $1.0 \text{ m} \phi \times 2 \text{ m SH}$ |
|                            | 放流池      | 1   | SS-41, FRP內襯 | $V = 0.56 \text{ m}^3$                     |
|                            | 污泥貯槽攪拌設備 | 1   |              | $0.1 \text{ m}^3/\text{min}$ (每只)          |
|                            | 污泥脫水機組合  | 1   | 單濾布帶壓式       | $30 \sim 60 \text{ kg DS/hr}$              |
|                            | 抽水井      | 1   | RC構造         | $V = 5.6 \text{ m}^3$                      |
| 土<br>木<br>設<br>備           | 調勻池      | 1   | RC構造         | $V = 178.5 \text{ m}^3$                    |
|                            | pH調整池    | 1   | RC構造         | $V = 3.75 \text{ m}^3$                     |
|                            | 第一快混池    | 1   | RC構造         | $V = 1.88 \text{ m}^3$                     |
|                            | 膠羽池      | 1   | RC構造         | $V = 5.6 \text{ m}^3$                      |
|                            | 接觸曝氣池    | 1   | RC構造         | $V = 227.5 \text{ m}^3$                    |
|                            | 污泥貯槽     | 1   | RC構造         | $V = 13.8 \text{ m}^3$                     |

#### 6. 初設成本及操作費用

設置日期：81年 2月

| 項 目    | 初 設 成 本     | 操 作 費 用             |                     |
|--------|-------------|---------------------|---------------------|
|        |             | 藥 品 費               | 電 力 費               |
| 費 用    | 580 萬元      | 30,500元/月           | 8,100元/月            |
| 單位處理成本 | 2.15 萬元/CMD | 8.13元/ $\text{m}^3$ | 2.03元/ $\text{m}^3$ |

#### 7. 處理成效

| 項 目              |       | pH                                  | COD<br>(mg/L) | 透視度<br>(cm) | 溫 度<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|------------------|-------|-------------------------------------|---------------|-------------|-------------------------------|
| 實<br>際<br>水<br>質 | 處 理 前 | 8~13                                | 1,000~1,900   | 1~2         | 45~55                         |
|                  | 處 理 後 | 6~8                                 | 60~100        | 15~30       | 28~33                         |
| 實 際 水 量          |       | $150 \text{ m}^3/\text{d}$ (24小時操作) |               |             |                               |

### 6.3.5 結語

該廠由於屬代工性質之染整廠，原料胚布品質及產量較難掌握，因此廢水水質及水量之異動性較大，又因該廠廠地有限，調勻池容量較小，所以在操作上較為繁雜，但只要能詳加記錄各項加藥量及處理操作程序，則可使放流水質更為穩定。

## 6.4 混紡染整廠案例

### 6.4.1 前言

某染整廠係以從事紗線染色為主，紗線種類主要為 T/C混紡紗線，少部份為純綿紗線。紗線來源部份為關係企業的紡紗廠產品，大部份為外廠委託加工染整，此種以代工染整為主係國內染整廠典型的經營型態，目前每月加工量約40萬磅紗線。

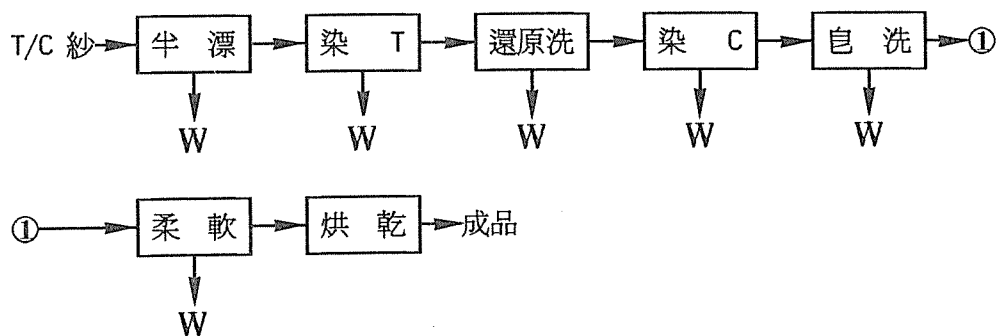
### 6.4.2 製程與污染特性

#### 1. 製程概述

廠內目前有12部高溫高壓筒子紗式染色機，染色時紗線先製成筒式紗置於染色機中，再視進行的步驟注入漂白劑或精練劑或染料、助劑等藥劑，然後升溫、升壓至所須條件並保持一段特定時間，如此按所須步驟逐次完成。因此排水特性為批式(batch) 操作程序中批次排出廢水。

#### 2. 製程及污染來源

T/C 紗染色時係採二段二浴法，主要流程如下：



[註] W：廢水

#### 3. 污染源概述

廢水主要來自製程各步驟排出含未完全反應之藥劑及反應後之雜質的製程廢水，另外製程中須多次水洗的清洗廢水污染質較輕，但水量較大，估算完成一次T/C 紗染漂依顏色深淺及操作經驗而定，排水次數約10~19次。以廠內主

要的染色機型式而言，每次染紗量為350~400kg，每次排水量約 3m<sup>3</sup>。主要污染物為有機物和色度，其中有機物來源有精練時來自紗線上的雜質、未被紗線吸收的殘餘染料及助劑等物質，色度則主要來自殘餘的染料。

#### 4. 污染特性

| 主要污染種類        | 污 染 來 源                                                                 | 廢 水 量                    | 廢 水 水 質                                                                |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 半漂廢水          | 添加NaOH，H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ，<br>安定劑等藥劑之精<br>練、漂白程序廢水          | 約3m <sup>3</sup> /批次     | pH：10~12<br>COD：約2,000mg/L<br>透視度高                                     |
| 染色廢水          | 添加分散性、反應<br>性染料、醋酸、均<br>染劑、分散劑、芒<br>硝，NaHCO <sub>3</sub> 等藥劑<br>之染色程序廢水 | 約3m <sup>3</sup> /批次     | pH：10~11<br>COD：250~2,200mg/L<br>透視度：0~20cm以上<br>(視顏色、染料量、染色<br>溫度而異)  |
| 皂洗廢水          | 添加皂洗劑之皂洗<br>程序廢水                                                        | 約3m <sup>3</sup> /批次     | pH：7~8<br>COD：1,000~2,000mg/L<br>透視度：15~30cm以上<br>(視顏色、染料量、染色<br>溫度而異) |
| 整理加工之<br>柔軟廢水 | 添加柔軟劑之柔軟<br>程序廢水                                                        | 約3m <sup>3</sup> /批次     | pH：7~8<br>COD：<50mg/L<br>透視度：>30cm                                     |
| 清洗廢水          | 各項製程間的清洗<br>程序                                                          | 約15~30m <sup>3</sup> /批次 | pH：7~8<br>COD：<50~200mg/L<br>透視度：>30cm                                 |

#### 6.4.3 廠內管理與減廢

##### 1. 特色

減少生產高污染產品，並使用新產品染料，以減少廢水量。

## 2. 措施及成效

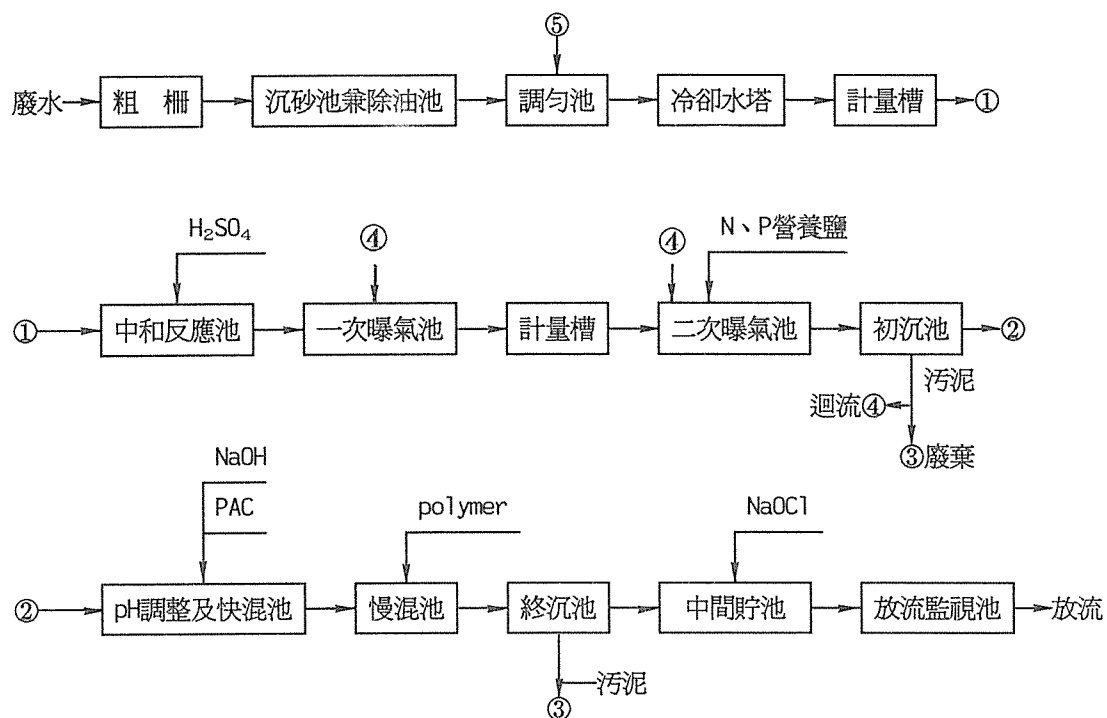
| 減 廢 措 施         | 內 容 說 明                                                             | 成 效                                |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 減少硫化染料之使用       | 硫化染料價廉且為純綿纖維深色系的優良染料，但其單位污染量大且難處理。廠方部份以反應性染料替代並限制每天使用硫化染料不超過2部染色機的量 | 減少廢水的 COD值，且使廢水水質較為穩定，有助於管末處理效果的穩定 |
| 採用新產品染料，可縮減製程步驟 | T/C 混紡紗染色時，採用新產品染料，不須還原洗步驟                                          | 減少廢水量的產生                           |

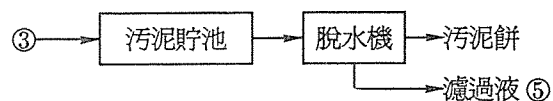
### 6.4.4 污染防治與處理成效

#### 1. 特色

廢水處理採用先生物處理再化學混凝沉澱，因有硫化染料乃於活性污泥池前設置預曝氣氧化單元以提高還原性物質，因設計容量足夠，處理效果可達82年放流水標準。

#### 2. 處理流程





### 3. 控制重點

- (1) 中和反應槽：pH值調整於7~7.5之間，以利生物分解。
- (2) 曝氣池：溶氧量控制於2mg/L以上。
- (3) pH調整及快混池：將pH控制在6.5~7，加入多元氯化鋁 (PAC，10% $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 約800mg/L。
- (4) 慢混池：添加高分子助凝劑2mg/L。

### 4. 設計水質及水量

| 項 目      |       | pH                     | COD<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 透視度<br>(cm) |
|----------|-------|------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 設計<br>水質 | 處 理 前 | 8~10                   | <1,200        | <750          | <50          | 0           |
|          | 處 理 後 | 6~8                    | <200          | <50           | <50          | >15         |
| 設 計 水 量  |       | 2,000m <sup>3</sup> /d |               |               |              |             |

### 5. 初設成本及操作費用

設置日期：80年 3月

| 項 目    | 初 設 成 本    | 操 作 費 用              |                     |
|--------|------------|----------------------|---------------------|
|        |            | 藥 品 費                | 電 力 費               |
| 費 用    | 17,000萬元   | 300,000元/月           | 80,000元/月           |
| 單位處理成本 | 0.85萬元/CMD | 10.5元/m <sup>3</sup> | 2.8元/m <sup>3</sup> |

## 6. 主要設備

| 設備名稱    |               | 數量 | 材質／構造                     | 規格／尺寸                                                          |
|---------|---------------|----|---------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 機械儀器錶設備 | 粗柵            | 1  | SUS 304材質                 | 間距2cm                                                          |
|         | 原廢水泵          | 2  | 沉水式，主體鑄鐵，<br>主軸SUS 304 材質 | 60m³/hr×5Hp×10mH                                               |
|         | 冷卻水塔          | 1  | FRP                       | 額定水量1,000m³/hr                                                 |
|         | 中和反應池攪拌機      | 1  | 槳葉及軸心<br>SUS 304材質        | 350rpm×2Hp                                                     |
|         | 中和反應池pH計      | 1  |                           |                                                                |
|         | 一次曝氣池揚水泵      | 2  | 沉水式，本體鑄鐵，<br>主軸SUS 304材質  | 60m³/hr×5Hp×10mH                                               |
|         | 鼓風機           | 4  | 魯氏                        | 20m³/min×30Hp×0.4kg/cm²                                        |
|         | 沉澱池刮泥機        | 2  | 中央驅動型                     | 週邊速度3m/min以下，2Hp                                               |
|         | 沉澱池污泥泵        | 2  |                           | 24m³/hr×3Hp×10mH                                               |
|         | 快混攪拌機         | 1  | 槳葉及軸心SUS 304 材質           | 350rpm×2Hp                                                     |
|         | 慢混攪拌機         | 1  | 槳葉及軸心SUS 304 材質           | 200rpm×2Hp                                                     |
|         | 污泥抽送泵         | 2  |                           | 5m³/hr×1Hp×8mH                                                 |
|         | 加藥機           | 5  | 隔膜手調式                     | 100~1,000ml/min 1台<br>200~2,000ml/min 3台<br>600~6,000ml/min 1台 |
|         | 加藥貯槽          | 5  | PE材質                      | 5m³/3座，3m³/2座                                                  |
|         | polymer自動溶解裝置 | 1  | —                         | 400l/hr×0.75kw                                                 |
| 土木設備    | 沉砂兼隔板除油池      | 1  | RC構造                      | V=25m³                                                         |
|         | 調整池           | 1  | RC構造                      | V=1,400m³                                                      |
|         | 中和反應槽         | 1  | RC構造                      | V=8m³                                                          |
|         | 一次曝氣槽         | 1  | RC構造                      | V=700m³                                                        |
|         | 二次曝氣槽         | 1  | RC構造                      | V=1,400m³                                                      |
|         | 沉澱池           | 1  | RC構造                      | 12mφ×3mSWD                                                     |
|         | 快混及pH調整池      | 1  | RC構造                      | V=15m³                                                         |
|         | 慢混池           | 1  | RC構造                      | V=7m³                                                          |
|         | 沉澱池           | 1  | RC構造                      | 8mφ×3mSWD                                                      |
|         | 中間貯池          | 1  | RC構造                      | V=7m³                                                          |
|         | 放流監視池         | 1  | RC構造                      | V=75m³                                                         |
|         | 污泥貯槽          | 1  | RC構造                      | V=200m³                                                        |



## 7. 處理成效

| 項 目      |       | pH                              | COD<br>(mg/L) | BOD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 透視度<br>(cm) |
|----------|-------|---------------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 實際<br>水質 | 處 理 前 | 8~9                             | 300~350       | —             | —            | —           |
|          | 處 理 後 | 6~7                             | <100          | <50           | <50          | >30         |
| 實 際 水 量  |       | 1,100m <sup>3</sup> /d (24小時操作) |               |               |              |             |

### 6.4.5 結語

該廠於廢水處理設備規劃階段即考慮到未來產量的變化而預留處理容量，且製程上亦能顧及廢水處理的難易而調整使用染料的種類和數量，所以能夠避免一般染整廢水質、量均變化大的特性，並能獲得穩定的處理效果。

## 第七章 污染防治設備操作維護及異常對策

### 7.1 操作維護

染整業之廢水處理場中，各處理單元除需有良好之硬體構造外，尚需要有完善之操作維護，依據「事業或污水下水道系統廢(污)水處理專責單位或人員設置辦法」第四條及第五條之規定設置廢(污)水處理專責單位甲、乙級廢(污)水處理技術員，以確保處理成效，此介紹處理流程中各主要處理單元之操作維護要領。

#### 7.1.1 粗攔污柵<sup>42</sup>

##### 1. 操作方面

一般屬人工清理式攔污柵，利用熊手型扒具、鳶口型抓具等工具以人工清理篩渣之方式，如圖7.1 所示。

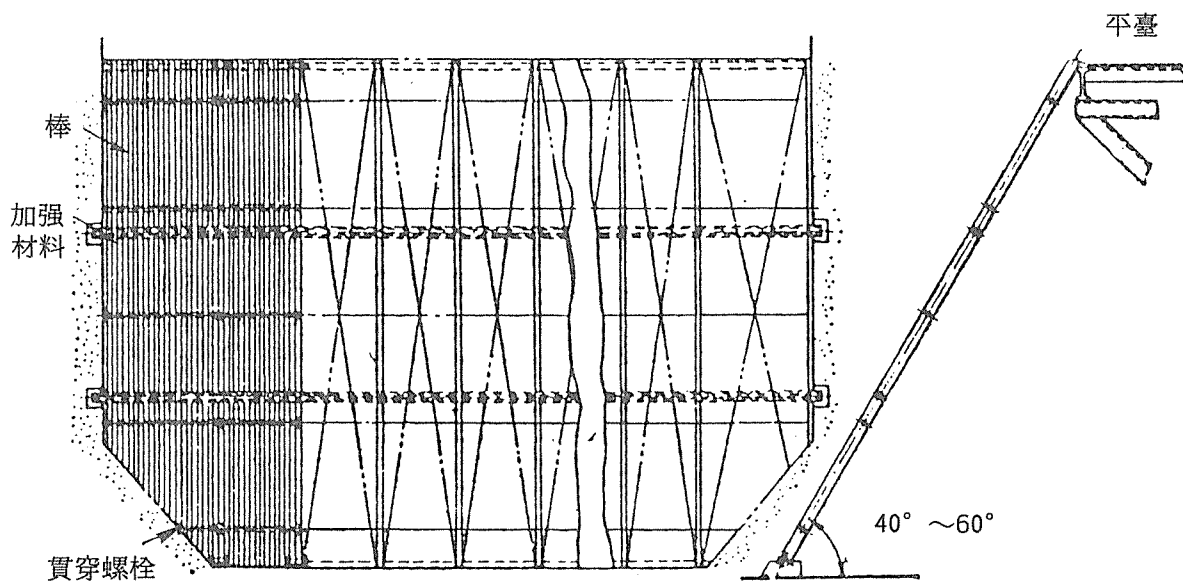


圖7.1 人工清理式攔污柵例

其操作要領如下：

- 篩渣之清理應備有熊手型扒具或鳶口型抓具。
- 爲防工作人員作業中滑倒，應有工作平台。
- 工作時要有適當之照明設備。
- 清理時應將攔污柵表面之篩渣平均清除之。

## 2. 維護方面

主要爲篩渣之清除，其方法如下：

- 小規模的處理設施，應定時清理之。
- 倘篩渣未能適時清理，致上游水位積高時，由於水壓力益增扒除之不易。

### 7.1.2 細篩機<sup>42</sup>

常用之型式爲雙鏈式攔污柵及鋼索捲揚式攔污柵，如圖7.2及圖7.3所示，其操作維護要領如下：

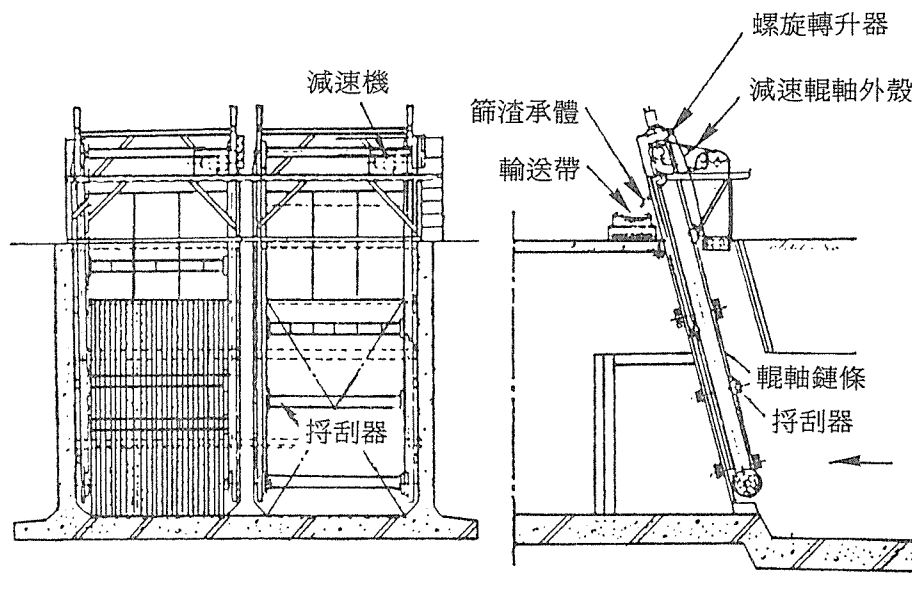


圖7.2 雙鏈式攔污柵例

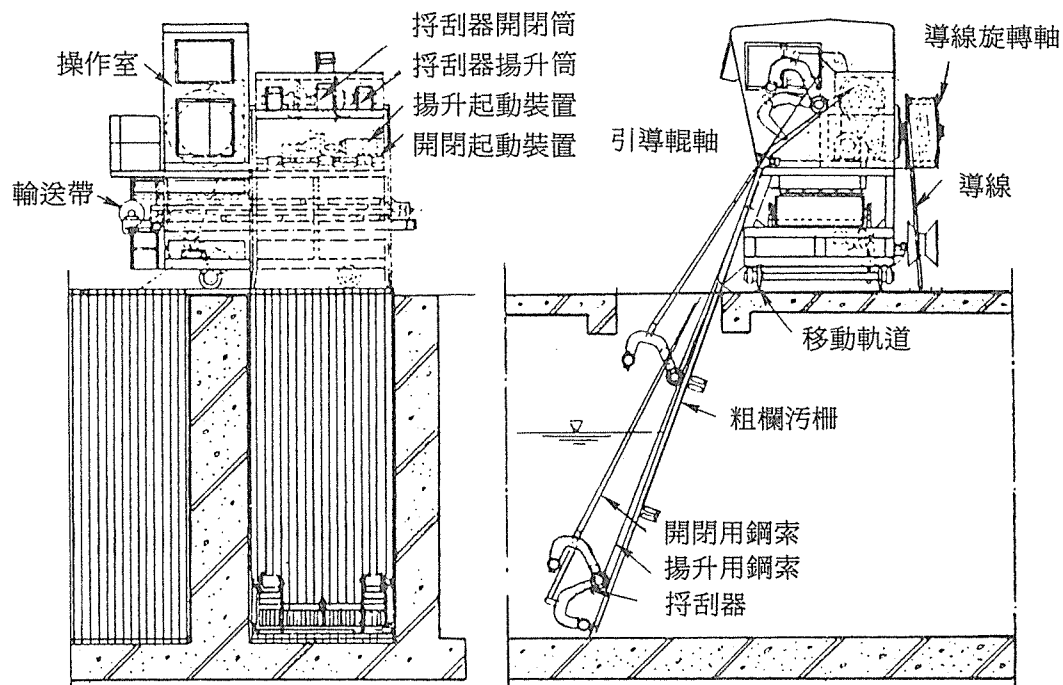


圖7.3 鋼索捲揚式攔污柵例

#### 1. 操作方面

- 移動式搔集揚升作業，應於揚升裝置充分固定時行之。
- 應避免因引導輥軸之自重經由捋刮器過份壓住攔污柵面，由於粗大固體物會使捋刮器脫離柵棒而橫向移動，自柵棒上端之落物口處脫線，則需加調整。
- 左右各輥軸，有時因被雜物卡住致捋刮器發生傾斜，造成折斷，有時捋刮器突然恢復至水平所造成的衝擊，致鋼索斷裂，尤其是小型者應加以注意。
- 粗大雜物對攔污柵面造成過負荷而停止耙除時，可將捋刮器逆轉，惟需加注意避免因逆轉動力導致機具遭破損。

#### 2. 維護方面

- 依據設備維護說明書，定期給回轉力運接器、減速機、緩衝機等補給潤滑油及起動用油。油脂配管之漏油會導致斷油，縮短機械使用壽命，此點應加以注意。
- 保持鏈條適當之鬆緊度及捋刮器之水平狀態，必要時應做張力調節或將過鬆之鏈條環節切除以調整之。

- 鏈條及接榘之磨損，會導致運轉中之鏈條折斷、接榘之滑落（空轉）等，應加以注意。鋼索如有磨損，應即修護。
- 應隨時檢查捋刮器、輥軸、移動軌道及軌道夾鉗之操作狀態。且接榘及棒之接合狀況，鏈條之運轉狀況，應加以注意。

#### 7.1.3 冷卻塔

冷卻塔包括氣冷式、水冷式之熱交換器及一般常見之冷卻水塔，其中冷卻水塔之操作維護要領如下：

##### 1. 操作方面

若後續調勻池已能發揮足夠的降溫效果，則冷卻水塔可停止操作，或是廢水溫度不太高時，則可採行部份廢水進水冷卻水塔，部份廢水則直接排入調勻池，否則需全量排入冷卻水塔降溫。

##### 2. 維護方面

除外觀、閥門需定期維護保養外，內部接觸材則需定期清洗或更換，以確保冷卻效果。且所採用之接觸材其孔隙應比淨水用的冷卻水塔孔隙大，以免因纖維碎屑之阻塞而需經常清理。

#### 7.1.4 調勻池<sup>42</sup>

##### 1. 流量調整池操作管理上應注意事項包括：

- 揚水泵是否故障或異常現象（異音、振動、異常溫度）。
- 備用泵、緊急用泵是否正常而可隨時起動操作。
- 揚水泵等之起動及停止之水位。
- 水位計之設置位置。
- 水位計檢測部之清潔狀況。
- 流量調整池內之攪拌設備之狀況。
- 攪拌設備之操作狀況。
- 分水計量槽之分水堰溢流狀況是否均勻。
- 分水計量槽送至後續處理設施之水質是否一定。

##### 2. 維護方面

流量調整池、分水計量槽及水位計等之維護檢查事項如表7.1所示。

#### 7.1.5 pH調整池<sup>42</sup>

##### 1. 操作方面

- pH調整池主要依據廢水之pH值予以適當的調整，若廢水呈酸性則常用石灰、蘇打灰、苛性鈉(NaOH)予以調整，又若廢水呈鹼性則使用硫酸、鹽酸或煙道氣(flue gases，含14%CO<sub>2</sub>)予以調整。

表 7.1 流量調整池之維護檢查事項

|                       | 流 量 調 整 池                                                                                                                                                    | 分 水 計 量 槽                                                                                                                                            | 水 位 計                                                                                                            |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日<br>檢<br>查<br>事<br>項 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 泵是否設定水位正常操作</li> <li>• 備用泵之操作時間</li> <li>• 緊急用泵之可運轉狀況</li> <li>• 有無堆積物</li> <li>• 有無發生臭氣</li> <li>• 攪拌狀況</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水面之波動狀況</li> <li>• 堰是否水平設（堰之溢流是否均均）</li> <li>• 送水用及迴流用堰之水位高</li> <li>• 流量校核</li> <li>• 堰上是否有雜物附著</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水位計之設置位置是否正確</li> <li>• 水位計之固定栓，有否鬆動</li> <li>• 水位計之操作狀況是否正常</li> </ul> |
| 月事<br>維<br>護<br>項     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 堆積物之清理</li> <li>• 散氣管等攪拌設備之清理</li> </ul>                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 堰高度之調整</li> <li>• 堰之清理</li> </ul>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 檢測部的清理</li> </ul>                                                       |

- 所謂適當之pH值，乃是依據後續化學混凝或生物處理之條件而異，而在化學混凝處理上則需考慮各種混凝劑之特性，以便獲致良好之膠羽；而在生物處理上則一般需維持在中性（pH=6~8）。
- 各種酸鹼藥劑之加藥量可由pH自動檢測器予以控制在適當值。
- 操作時應注意池內攪拌設備是否正常，停留時間是否足夠，且池體應有耐酸防蝕之處理。

## 2. 維護方面

- 定期檢查加藥泵是否正常，加藥管是否堵塞，並予以適當維護保養。
- 各類酸、鹼藥劑需妥善貯存。
- pH檢測器需定期清洗維護，以確保功能正常。
- 定期檢查攪拌設備，如曝氣鼓風機、攪拌器、散氣管、攪拌葉。

### 7.1.6 混凝單元<sup>42,57,61</sup>

#### 1. 操作方面

##### (1) 攪拌速度

為達到預期之混凝效果，其攪拌速度需適當，一般若採用機械攪拌，則其快混池之攪拌速度約為80~100rpm，慢混池之攪拌速度約為10~30rpm。

## (2)藥劑溶解槽

高分子凝聚劑等藥劑之溶解不易，溶解時必須予以機械攪拌。槽的大小於避免藥劑劣化之範圍內，而不宜過大，但最小應有 1日以上的貯存容積。

(3)注入控制方法有三種：定量注入、與pH計連續注入、比例注入等三種。以上三種注入方法，各有其優缺點，一般多採用定量注入。

凝聚之添加量，不宜超過安全量，否則會造成反效果，此點操作者應時常加以注意。

## 2.維護方面

為獲得良好的凝聚狀態，日常之維護管理甚為重要。混凝效果受廢水之濃度、水溫、pH、膠體等之影響，且混凝劑之溶解方法、添加量、藥劑的性質、濃度等也會影響凝聚效果，為維持一定條件下操作，必須注意日常的檢查，以及定期清理修補。

常用之混凝劑性能及規格如表7.2所示、而助凝劑之應用則如表7.3。

表7.2 常用混凝劑的性質及規格

| 混 凝 劑<br>之 種 類 |      | 硫 酸 鋁                      | 硫酸鋁溶液                  | 多元氯化鋁 (PVC)              | 硫酸第一鐵                | 硫酸第二鐵            |
|----------------|------|----------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|------------------|
| 分 子 式          |      | $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ | $Al_2(SO_4)_3$<br>(溶液) | $[Al_2(OH)_nCl_{2-n}]_m$ | $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ | $Fe_2(SO_4)_3$   |
| 分 子 量          |      | (n=18時)666                 | —                      | 1000以下                   | 278                  | 400              |
| 形 狀            |      | 固體                         | 液體                     | 液體                       | 結晶粒狀                 | 粉狀或粉末            |
| 溶 解 度<br>%     | 0°C  | 60.8                       | —                      | —                        | 28.7                 | 溶<br>解<br>性<br>大 |
|                | 10°C | 65.3                       | —                      | —                        | 37.5                 |                  |
|                | 20°C | 71.0                       | —                      | —                        | 48.5                 |                  |
|                | 30°C | 78.8                       | —                      | —                        | 60.5                 |                  |
| 規 格            |      | CNS K 981                  | JWWA K109              | JWWA K114                | JIS K1446            |                  |
| 種 類            |      | 1 號 2號                     |                        |                          |                      | 1 B              |

表 7.3 助凝劑的應用

| 藥 品              | 劑量範圍 (mg/L) | pH   | 註 釋                                    |
|------------------|-------------|------|----------------------------------------|
| 陰離子聚合物           | 2~5         | 沒有改變 | 膠體混凝或與金屬一起助凝應避免惰性化<br>合物的形成，如含鉛膠羽之助凝   |
| 陽離子與某些<br>非離子聚合物 | 0.25~1.0    | 沒有改變 | 做為助凝劑，加速混凝沉澱並加強膠羽的<br>緊密性以利過濾，如污泥脫水之調理 |

因各廠高所生產造之高分子助凝劑種類型式甚多，在選擇使用助凝劑於廢水處理前，必須從廠商之處獲得資料以瞭解其特性，包括：聚合物名稱、型式、物理和化學性質、溶解所需時間、加藥控制方式和所需濃度及數量等，以做為在操作維護上之參考依據。

#### 7.1.7 沉澱池<sup>42,62</sup>

##### 1. 操作方面

沉澱池之操作管理主要為沉澱時間之調整、刮泥機之集泥、排泥等。

##### (1) 沉澱時間之調整

凝聚沉澱時間若過短，其流出水之SS會較高，將增加後續處理之負荷，若後續為活性污泥法，則除了會縮短其污泥齡外，並降低活性度。反之若沉澱時間過長，則SS之去除率高，曝氣池流入水之SS較低，容易導致活性污泥之膨化現象。

閘門之開啓狀況會造成亂流、渦流現象，一般可以整流牆或隔板防止。

##### (2) 污泥刮泥機

由於染整廠之廢水量很大，多數工廠均應設置污泥刮泥機集泥。

污泥刮泥機操作方式，有連續操作方式及間歇性操作方式，兩者皆應依污泥刮泥機之構造、流入水水質、控制方式等因素決定之。後者之操作應配合污泥泵之操作進行。

##### (3) 沉澱污泥之排除

污泥可經由重力流方式或是利用污泥泵排泥，使其流至污泥濃縮池或好氧消化槽處理。若採用污泥泵排泥者，一般宜以少量間歇排出。污泥泵每次起動以能連續操作 5分鐘以上為宜，且可以定時器設定時間間隔操作之，並依污泥產生量調整其排泥間隔。

##### 2. 維護方面

為使沉澱池能維持良好狀態操作，必須訂定日常檢查事項維護之。驅動部



份也應定期檢查。

沉澱池應以一定之檢查表格，做定期性的點檢及清理、調整，其日常點檢事項包括：

- 流入量之校核（流入量、尖峰量、高流量持續時間）。
- 沉澱池內水流之異常的校核（偏向流、捲升流）。
- 溢流堰之水平狀況（有無污泥流出）。
- 有無污泥流失（有無水量過大、鬆化等）。
- 污泥容積之量測（30分鐘SV）。
- 有無污泥上浮。
- 有無污泥之異常堆積（污泥抽出量）。
- 污泥刮泥機是否正常運轉（有無異音）。
- 排泥泵有無異常（壓力計及電流值校核）。

#### 7.1.8 浮除池<sup>42</sup>

##### 1. 操作方面

常用之浮除法為加壓浮除池，其操作要領如下：

- 檢核膠羽之上浮性，設定最適浮除條件。
- 檢核管路上之流量、濃度、壓力等量測器是否正常操作，同時量測空氣溶解量。
- 量測必要之操作指標，如空氣溶解量等。
- 記錄量測值，由長期記錄，提供做為有效操作之控制指標。

##### 2. 維護方面

- 定期維護保養加壓水槽、撇泥機、加壓泵。
- 每日檢查加壓水壓力、氣固比及污泥上浮狀況。
- 清理污泥斗及污泥管路，以避免堵塞現象的發生。

#### 7.1.9 活性污泥法<sup>11,23,38,64,65</sup>

染整工廠常用之生物處理法包括活性污泥法及接觸曝氣法。茲就活性污泥法之操作維護內容分述如下：

##### 1. 操作方面

曝氣池操作之基本要項有：微生物、氧氣及適量可作為營養劑之有機物以及攪拌作用等。

各種活性污泥法之操作性質如表7.4所示。

表7.4 各類活性污泥法之設計值與操作性質

| 項<br>目        | BD汚泥負荷<br>F/M<br>(kg BOD <sub>5</sub> /kg MLSS-d) | BD容積負荷<br>F/V<br>(kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> -d) | 汚泥齡<br>$\theta_c$<br>(day)       | 污泥停留時間<br>SRT<br>(day)            | 曝氣時間<br>t<br>(hr)               | MLSS<br>X<br>(mg/L) | 污泥回流比<br>RQ       | 污泥容積指<br>標<br>SVI<br>(ml/gMLSS) | BD法效率<br>(%)                 | 需 氧 量<br>kgO <sub>2</sub> /kgBOD<br>去除量 | 曝氣量<br>mgO <sub>2</sub> /gMLSS-<br>hr | 送 風 量<br>m <sup>3</sup> /流入量 | 剩餘污泥<br>產生率<br>(%)           | 殘餘污泥<br>kg/kgBOD<br>去除量 |
|---------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 計算法           | $\frac{X_0}{X \cdot t}$                           | $\frac{X_0}{V \cdot t}$                                   | $\frac{X_v \cdot V}{\Delta X_v}$ | $\frac{X \cdot V}{Q_t \cdot X_v}$ | $\frac{V \times 24}{Q_0(1+RQ)}$ |                     | $\frac{Q_r}{Q_0}$ | $\frac{S_v \times 10^4}{X}$     | $\frac{S_x}{X_0} \times 100$ | $\frac{R_x}{S_x \cdot Q}$               | $\frac{R_x}{X \cdot V}$               | $\frac{B}{Q_0}$              | $\frac{Q_w}{Q_0} \times 100$ | $\frac{X_w}{S_x}$       |
| 標準活性污泥法       | 0.15~0.4                                          | 0.3~1.0                                                   | 4~15                             | 5~15                              | 4~8                             | 1500~4000           | 0.15~0.5          | 50~150                          | 85~95                        | 0.8~1.1                                 | 7~15                                  | 3~7                          | 1~2                          | 0.4~0.6                 |
| 修正曝氣法         | 1.5~5.0                                           | 1.2~2.4                                                   | —                                | 0.2~0.2                           | 1.5~3.0                         | 200~500             | 0.05~0.15         | 50~100                          | —                            | —                                       | —                                     | 2~4                          | 1~2                          | —                       |
| 延長曝氣法         | ≤0.15                                             | 0.1~0.4                                                   | ≥20                              | 20~30                             | 16~36                           | 2000~5000           | 0.75~3.0          | 40~100                          | 75~90                        | 1.4~1.5                                 | 3~8                                   | 10~20                        | 0.25                         | 0.15~0.3                |
| 階梯曝氣法         | 0.2~0.5                                           | 0.3~1.0                                                   | 3~15                             | 5~15                              | 3~8                             | 2000~4000           | 0.2~0.8           | 50~150                          | 85~95                        | 0.8~1.1                                 | 7~15                                  | 3~7                          | 1~2                          | —                       |
| 接觸<br>穩定<br>法 | 0.2~2.0                                           | 0.8~5.6                                                   | 5~15                             | 5~15                              | 0.5~3.0                         | 1000~4000           | 0.5~1.0           | 50~100                          | 80~95                        | 0.4~0.6                                 | 20~30                                 | 0~14                         | 0.25                         | —                       |
|               |                                                   | 1.0~1.2                                                   |                                  |                                   | 3.0~6.0                         | 4000~10000          |                   |                                 |                              | 0.3~0.5                                 | 10~30                                 |                              |                              |                         |
| 高濃度曝氣法        | 0.4~1.5                                           | 0.6~16                                                    | 2~15                             | 5~10                              | 0.5~0.4                         | 3000~10000          | 0.3~0.5           | 50~100                          | 75~90                        | 0.7~0.9                                 | 15~25                                 | 5~8                          | —                            | 0.5~0.7                 |
| 氧化渠法          | 0.03~0.05                                         | 0.1~0.2                                                   | —                                | 20~30                             | 24~28                           | 3000~4000           | 0.2~0.7           | 50~100                          | —                            | —                                       | —                                     | —                            | 0.25                         | —                       |
| 分批式活性<br>污泥法  | 0.05~0.5                                          | 0.15~0.40                                                 | 10~40                            | —                                 | 8~24                            | 4000~10000          | —                 | 50~100                          | 80~90                        | —                                       | —                                     | —                            | —                            | —                       |

〔註〕 O<sub>2</sub>：密度於0°C，760mm=1.42g/L  
X<sub>0</sub>：放流BOD(mg/L)  
Q<sub>0</sub>：廢棄污泥量(m<sup>3</sup>/d)  
S<sub>v</sub>：30分鐘沉澱污泥量(%)  
R<sub>x</sub>：總需氧量(kgO<sub>2</sub>/d)  
X<sub>v</sub>(MLVSS)=0.8×MLSS  
V：曝氣槽容積(m<sup>3</sup>)  
X<sub>v</sub>：廢棄污泥濃度(mg/L)  
S<sub>x</sub>：BOD去除量(=X<sub>0</sub>-X<sub>e</sub>)  
B：送風量(m<sup>3</sup>/d)  
X<sub>0</sub>：進流BOD(mg/L)  
ΔX<sub>v</sub>：總剩餘揮發性污泥產生量(kgVSS/day)  
Q<sub>r</sub>：迴流污泥量(m<sup>3</sup>/d)  
X：生物所能分解之MLSS  
Q<sub>0</sub>：流入污水量(m<sup>3</sup>/d)

## 2. 維護方面

### (1) 污泥鑑別

在平日維護時，操作人員必須先瞭解鑑別各種污泥。根據 Wesley O. Pipes 之建議，污泥可分為如表 7.5 之幾種類型，據以改變操作條件。

表 7.5 污泥鑑定表

| 污 泥 種 類           | 鑑 別 依 據                                                                         |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| • 正常污泥(膠羽形成者)     | 金黃棕色，有霉臭味，上澄液略呈混濁帶淡棕色和金黃色。具有良好的沉降性；SVI=90~120，沉降計(SV <sub>30</sub> )在30~40 %    |
| • 細小膠羽污泥（多量固體物流出） | 上澄液常有細小懸浮污泥顆粒，兩種情況：<br>• 灰黑色，惰性，低BOD，污泥老化<br>• 無正常污泥相似，淡棕色但有部份不能沉降，高 BOD，污泥未成熟  |
| • 翻騰污泥(固體物沖失)     | 正常污泥但不沉降，由於水力超負荷或部份沉澱池間流量分配不均。（如二個以上沉澱池）                                        |
| • 厭氧腐敗污泥          | 腐敗污泥一呈暗棕色至黑色。由於可沉降污泥停留時間過長致分解產生CO <sub>2</sub> 氣體附於污泥表面                         |
| • 過量曝氣污泥          | 正常污泥中含有氣泡，由於含油脂會影響氣泡釋出所致                                                        |
| • 分散性成長的污泥        | 顏色一白色、棕色、灰色或黑色。不沉降一顆粒經過30分鐘靜置仍然懸浮於水中。此為在混合液中微生物生態系尚未形成，一般在廢水中溶解有機物濃度相當高時會產生此種現象 |
| • 失去膠凝作用污泥        | 污泥遭受某種異變所致。上澄液極端混濁且不易沉降。為暫時性現象，當異變過後污泥即會形成                                      |

### (2) 曝氣設備

曝氣池內產生出氣泡之正常狀態為整槽散佈均勻，但有時會有局部性大空氣泡的出現或少份出氣量較小等現象。前者大概是由於散氣設備破損，後

者則由於堵塞的緣故。須經常檢查維護散氣設備，隨時排除故障，必要時將水自槽內完全排出，實施檢點修復工作。  
時將水自槽內完全排出，實施檢點修復工作。

#### 7.1.10 接觸曝氣法<sup>41,42,63</sup>

##### 1. 操作方面

傳統接觸曝氣法最大的操作問題為阻塞，因此反沖洗為首要工作。

##### (1) 反沖洗之必要性

在二級處理之設施，雖在一般設計負荷 $0.4\sim 0.5\text{kg BOD/m}^3\cdot\text{d}$ ，充填率 $50\sim 60\%$ 之條件下，幾乎剩餘污泥很少，也不至於有生物膜過份蓄積造成阻塞之問題。但為維持生物膜之生物代謝機能，則必須能達到接觸材內均勻的循環接觸，若能適時且適當的反沖洗，去除部份過於肥大的生物膜及附著的固體物，則將具有很大的效果。

至於非以去除SS及BOD為目的三級處理，於SS之捕捉達到飽和點之前有予以反沖洗之必要。

##### (2) 反沖洗的時機

反沖洗為在必要時機之前，進行定期適度的反沖洗，以免處理效率降低。

。在一般日常管理中，發現有下列現象時，應即進行反沖洗。

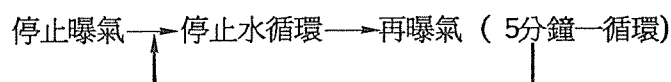
- 曝氣池內接觸材上之水位上升。
- 曝氣池內SS之濃度增加。
- 曝氣池內有黑色異味之SS出現，感覺上為厭氧臭氣。
- 曝氣池內呈現氣泡，處理水的透視度下降。
- 氣升曝氣在曝氣部之水位上升。

##### (3) 反沖洗方法

##### ① 反沖洗概要

一般反沖洗皆以空氣行之。反沖洗通氣管皆設置於接觸材料之下，管之間隔為 $150\sim 300\text{mm}$ ，空氣噴出口直徑 $3\sim 5\text{mm}$ （負荷高時可大些），且能均勻散出最為重要。送氣管之分支管的距離以不太長為宜。

三級處理者也可不設置反沖洗送風設備，而將曝氣設備的操作條件予以改變，使其達成衝擊流，以使多餘污泥量剝離，惟其剝離污泥量較設置反沖洗者少。



## ②反沖洗送氣時間

反沖洗送風可使用曝氣用之空氣，一般反沖洗15分鐘，惟應視污泥剝落狀態調整之。

## ③反沖洗操作程序

反沖洗之操作依其為二級處理或三級處理、負荷條件、有無沉澱池、處理水質、附屬設備狀況，而分為兩種操作程序：

- 自曝氣池直接排除反沖洗污泥者

停止流入原水→停止曝氣→切換送風閥→反沖洗→污泥沉澱濃縮→排泥→原水引入(至平常水位)→曝氣(約30~60分鐘)→原水繼續引入

採用本法時由於排泥會使曝氣池的水位降低，致增加接觸材料架台的載重，故設計施工時應加以注意，以使全池能均勻反沖洗為宜。

- 自沉池槽排除反沖洗污泥者

停止流入原水→停止曝氣→切換送風閥→反沖洗→曝氣→原水連續流入→反沖洗污泥排入沉澱槽

採用本法時，其污泥之排出約需1~2日，曝氣池在此期間SS較多，處理水之SS濃度也較高，惟為半連續操作，故較上述直接自曝氣池排泥者為簡便。

而染整廢水在不同操作條件下與附著生物量之關係如表7.6所示。

表7.6 操作條件及附著生物量之關係

| 水 質 濃 度                                |                                        | BOD 負 荷                                  |                                         | 接觸材附著污泥量                     |                   | 供 給                                              | 接觸材<br>間 隙 |
|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------|------------|
| 進 流 水<br>BOD 濃度<br>(g/m <sup>3</sup> ) | 處 理 水<br>BOD 濃度<br>(g/m <sup>3</sup> ) | 進流水負荷量<br>(kg BOD/<br>m <sup>3</sup> -d) | 去除負荷量<br>(kg BOD/<br>m <sup>3</sup> -d) | 濕污泥量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 污 泥<br>含水率<br>(%) | 氧 量<br>(kg O <sub>2</sub><br>/m <sup>3</sup> -d) |            |
| 1,000                                  | <30                                    | 0.80                                     | 0.78                                    | 138                          | 96                | 1.24                                             | 33         |
| 950                                    | <30                                    | 0.80                                     | 0.77                                    | 125                          | 96                | 1.16                                             | 33         |
| 800                                    | <20                                    | 0.80                                     | 0.78                                    | 125                          | 96                | 1.20                                             | 33         |

## 2. 維護方面

接觸曝氣法在維護管理上，應盡可能減少其問題點，並發揮接觸曝氣法之優點，其必須注意之事項如下：

### (1) 原水

- 本法雖被認為較能承受負荷之變化，但在可能範圍內以維持均勻流量及水質處理為宜。
- 原水中的有機、無機固體物應先予篩除，尤其是纖維狀固體物容易造成接觸材料之阻塞，更應注意。
- 維持N、P的平衡，不足時應予添加，尤其染整廢水原水水質之變化大時，應加以注意。

### (2) 曝氣池

- 經常觀察曝氣池內的狀態（色澤、發泡、臭氣、懸浮污泥等）及曝氣狀況，如有所異常時應詳加注意並採取對策（如反沖洗等）。
- 送風量突然增大，會造成生物膜的剝離，欲增加送風量時應緩慢為之。
- 採直接自曝氣池排出反沖洗污泥者，由於附著污泥會增加接觸材架台的載重，故應以適當反沖洗之。尤其當槽內的水排空時，應隨著水的排出自上方以壓力水噴洗之，使附著之污泥得以充分剝落。

### (3) 沉澱池

- 與曝氣池相同應經常注意觀察，如有不正常即行採取對策。
- 通常操作管理時應注意避免污泥過量貯存，浮渣的排除等，以防止腐敗溢流之現象產生。

#### 7.1.11 三級處理<sup>41,42,57,61</sup>

染整廢水一般為去除微量有機物或顏色時，則需進行三級處理，常見之三級處理法包括活性碳吸附法及氧化法，其餘方法則較為少用。

### 活性碳吸附法一

#### 1. 操作方面

各種活性碳操作方式之比較如表7.7所示。

當活性碳之吸附能力降低，應即行再生或換新碳。通常粒狀活性碳行再生，粉狀碳則予廢棄或再生使用之。

再生可委託辦理或自行設置再生設備再生之，以每日所需再生量，評估其經濟性後決定之。活性碳之再生一般採用加熱再生法，本法可分為三階段：

第1階段則為活性碳水分之蒸發。

第2階段則為被吸附有機物質之碳化。

第3階段活性碳內殘渣物之氣化並達活性化。

表7.7 各種活性碳操作方式之比較

|                            |                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平行（並聯）吸附                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 適用於大體積</li> <li>• 往下流時，適用於較平均懸浮粒子(65~70mg/L)高的固體物</li> <li>• 費用較其他操作方式低</li> <li>• 因流出物是來自不同管柱的混合體，故較不適合流出的限制值低的情形</li> </ul>        |
| 連續（串聯）吸附                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 大體積系統者</li> <li>• 使用逆流式活性碳</li> <li>• 流出物的濃度較低</li> <li>• 適用於往下流而較平均懸浮粒子(65~70mg/L)大的固體物</li> <li>• 費用較並聯吸附昂貴</li> </ul>             |
| 流動床式                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用逆流式活性碳(最有效率的使用活性碳)</li> <li>• 懸浮固體必須極微量(&lt;10mg/L)</li> <li>• 最適用於小體積系統</li> <li>• 初設成本及操作費用比較高</li> <li>• 並聯與串聯吸附皆可使用</li> </ul> |
| 膨脹往上流<br>(upflow-expanded) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 逆洗式使用活性碳(如果是串聯法)</li> <li>• 能處理大的懸浮固體(被允許通過的)</li> <li>• 床中流量大者(~6lcm/min)</li> </ul>                                                |

加熱再生法將其再生方式分類之，粒狀活性碳有多段式、旋轉式、流動床式及移動床式。粉狀活性碳則有流動床式和噴霧式二種。

再生後之活性碳雖其吸附能力大部份已恢復，但在再生時因加熱而約損失3~10%，此一損失部份必須以新碳補充之。而再生時應盡量減少損失為宜。

## 2. 維護方面

活性碳吸附裝置於通水一段時間後，其吸附能力將降低，因此應經常測原水和處理水之COD值，以推測活性碳之再生時間。又通水時間愈長，則水損失頭增大甚至也可發現活性碳發生軟泥，故應適時沖洗之。

活性碳再生時應確實掌握其再生損失，以補充新碳，同時也應掌握活性碳之吸附性及其性質。

活性碳的吸附槽及漏斗等之搬送多採泥漿狀，因此對配管及槽有磨損致造成腐蝕之虞，應定期檢查，予以塗襯或更換。

設置有再生爐者，於操作時及停止時皆應予以檢查，以防發生故障，表7.8為操作管理項目的內容。

表7.8 活性碳吸附法之操作管理項目

| 項 目        | 每日檢查項目 | 隨時或每月 1次 | 6個月～1年1 次 |
|------------|--------|----------|-----------|
| 處 理 水 質    | ●      |          |           |
| 吸 附 狀 況    | ●      |          |           |
| 活性碳有無流出    | ●      |          |           |
| 水 頭 損 失    | ●      |          |           |
| 沖 洗 次 數    | ●      |          |           |
| 沖 洗 狀 況    | ●      | ●        |           |
| 再生狀況及損失    | ●      | ●        |           |
| 再生爐之操作     | ●      | ●        |           |
| 再生爐之檢查     |        | ●        | ●         |
| 泵 、 閥 等    | ●      |          |           |
| 配管、槽等磨耗及腐蝕 |        |          | ●         |

#### 氧化法一

染整廢水處理常用之氧化劑有二氧化氯、次氯酸鈣（漂白粉）、次氯酸鈉（漂白水）、液氯及臭氧，其操作維護要領如下：

##### 1. 操作方面

##### (1) 二氧化氯(chlorine dioxide)

二氧化氯同氯一樣，有氣體和水溶液兩種。但氣體的二氧化氯在商業上不被使用，因其極不穩定且具有爆炸性。在水及廢水處理操作中，一般僅使用水溶液的二氧化氯，其係在操作現場以亞氯酸鈉溶液，加入氯氣而生成者。其反應為：





二氧化氯氣體為深黃綠色並帶有強烈味道，其較氯氣更具刺激性及毒性。其溶解度在室溫和30mmHg壓力下為2.9g ClO<sub>2</sub>/L，密度為2.4，沸點為11℃，熔點為-59℃。當溫度升高，曝露於光中，或與有機物質接觸時，皆會產生爆炸。

## (2) 次氯酸鹽 (hypochlorite)

次氯酸鹽可分為普通漂白粉 (chlorinated lime)，次氯酸鈣 (calcium hypochlorite，通稱強力漂白粉) 及次氯酸鈉 (sodium hypochlorite)。

普通漂白粉係消石灰與氯在微量水之存在下，反應生成之CaCl(OCl)：



一般工業成品，含有約有70%的CaCl(OCl)，20%Ca(OH)<sub>2</sub>和一些碳酸鹽。其有效氯含量大約僅35%（理論值為56%），儲存期間，因受溫度、光線、水分等影響，致使有效氯之含量逐漸減低，經年消失95%之有效氯。普通漂白粉末中，未反應之石灰及雜質多，致使溶解時殘渣較多。而次氯酸鈣，係石灰漿中通入氯氣，再去除CaCl<sub>2</sub>，Ca(OH)<sub>2</sub>，精製為Ca(OCl)<sub>2</sub>，一般稱為強力漂白粉，為白色粉狀，不易吸濕，性質安定，其有效氯含量約為70%（理論值為99.2%）。石灰Ca(OH)<sub>2</sub>含量少於3至5%（故殘渣或污泥量少）。

次氯酸鈉係由氯和蘇打 (caustic soda) 在水溶液中反應生成：



商用次氯酸鈉，或稱漂白水 (liquid bleach)，通常含有5~16%之有效氯（重量比），必須存放於特殊容器，其性質較次氯酸鈣不穩，且易分解，如在製造過程中，控制其鹼度，使pH值接近11.0，並不含有金屬離子，可增加其穩定性。

## (3) 氯 (chlorine)

氯原子Cl，其原子數為17，原子量為35.457。氯分子Cl<sub>2</sub>，其分子量為70.914。氯在元素狀態時，為一黃綠色氣體，它能很快地被壓縮成琥珀色液體，在大氣壓 (atmospheric pressure) 和溫度-150°F (-100.98℃) 時凝固。氯氣在溫度49.3°F (9.5℃) 和大氣壓下，含有水份時，變為Cl<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O之水狀結晶。一般商用上，氯通常以液氯壓縮在鋼瓶內使用。液態氯大約較水重1.5倍，氣態氯較空氣重2.5倍。

## (4) 臭氧 (ozone)

臭氧O<sub>3</sub>，分子量為48，是氧之同素異形體。其特性為具有刺激性臭味之不穩定藍色氣體。在大氣層之上層（等溫層），約海平面60,000至90,000呎以上，臭氧自然發生，其濃度為10至12ppm（體積比）。

臭氧之製造，最普遍的方法乃是應用電暈放電原理(corona discharge principle)，即在兩固定電極間，藉電介體(dielectric) 高壓電流(4,000 ~30,000V)，將空氣(air)中之氧( $O_2$ )轉化成臭氧( $O_3$ )，如圖7.4所示。若以空氣為原料製造臭氧時，在溫暖或潮溼的環境下，臭氧會迅速分解成氧分子，而減少臭氧的產生量，同時，若有水分存在，會與氮化合物作用，轉變成硝酸而腐蝕電極。因此，為增加產量和防止腐蝕，在臭氧器(ozonator)之前，通常設有空氣過濾器(air filter)，空氣壓縮器(compressor)，冷凍和乾燥器(cooler and drier)，以防止灰塵進入及吸收水分。同時臭氧器本身亦需裝設冷卻系統，以減少放電時產生之高熱。

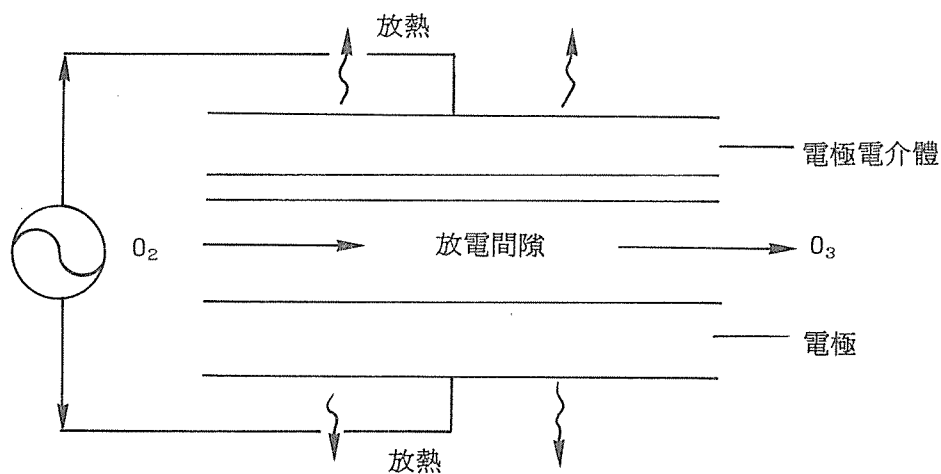


圖7.4 臭氧器之基本構造

## 2. 維護方面

### (1) 二氧化氯

二氧化氯在水溶液中完全無害。雖然其易溶於水，但不與水產生化學反應，故只要在水中通入小量之空氣，即可將其從溶液中脫除，因此，在開放式容器(open vessel)，其性質不穩定且強度會減弱。如果適當的儲存在暗處，二氧化氯水溶液可保持其強度至數個月以上。

## (2)次氯酸鹽

次氯酸鹽在正常儲存情況，經年消失大約僅3~5%之有效氯。

而次氯酸鈉儲存溫度不可超過85°F (30°C)，否則增加其分解率，一般宜儲存在陰冷之處，同時儲存期限不宜超過60~90天。

不論何種次氯酸鹽，皆具有某些程度的腐蝕性，且接觸時會刺激皮膚、眼睛及肌肉。所以在配製或處理次氯酸鹽溶液時，必需配戴橡皮手套、圍裙、護目鏡等保護裝備。皮膚接觸到時，必須迅速用水沖洗。

## (3)液氯

液氯在一般的大氣溫度和壓力下會很快的蒸發，產生刺激性的味道，吸入少量，可致咳嗽、流淚、喉痛，多量則引起嘔吐，甚至窒息而死，皮膚觸及液氯，則有似灼傷之劇痛，故在使用時應特別注意安全措施，不能洩漏。

## (4)臭氧

在地面上，臭氧之濃度少於0.01 ppm時，通常完全無害。若臭氧之含量在大氣層中超過0.25ppm，則被認為對人體有害。當濃度在1.0 ppm時，則相當地有害健康。因此，在製造過程及所產生之臭氧，其維護保養相形重要，一般只要不直接接觸臭氧，並且保持製造場所之通風，則將可避免意外事故的發生。

### 7.1.12 濃縮池<sup>42,66</sup>

#### 重力濃縮池一

其操作維護方法如下：

##### 1. 操作方面

重力濃縮槽之目的在濃縮污泥，以減少污泥容積，其方法屬沉澱處理操作管理之要項也與沉澱池之管理相同。但重力濃縮池之沉降與凝聚相較，仍以壓密為主，因此其管理多少與沉澱池之管理不同。

##### (1)正確之沉澱操作

污泥之沉降不僅受表面積負荷之影響，同時亦受停留時間之影響，因此在操作管理上要注意停留時間，停留時間可由下式求之：

$$\text{停留時間} = \frac{\text{濃縮槽容積}(\text{m}^3) \times 24}{\text{投入污泥量}(\text{m}^3/\text{d})} (\text{hr})$$

停留時間過短，將無法達到所定之濃度，過長則由於沉降、壓密致污泥產生腐敗而上浮，尤其是在夏天容易腐敗需加注意。

適當的停留時間依水溫、污泥濃度、性質等而有很大的差異，各廢水處理設施應依季節進行沉降實驗予以決定之。一般可依池之水面及溢流狀態、後續處理（消化、脫水等）狀態予以觀察調整之。

表面積負荷以能使污泥不自槽中上浮溢流，適當控制其濃度，由於投入污泥固體物比影響污泥量，故一般以固體物負荷做為管理指標。槽之固體物負荷由下式求之：

$$\text{固體物負荷} = \frac{\text{投入污泥量 (m}^3/\text{d)} \times \text{固體物比 (kg/m}^3\text{)}}{\text{槽之表面積 (m}^2\text{)}} \quad (\text{kg/m}^2\text{-d})$$

確保濃縮之適當固體物負荷依廢水處理設施之污泥濃度、種類等而異，一般以 $60 \sim 90 \text{ kg/m}^2\text{-d}$ 為宜。

重力濃縮池為確保其沉澱，以固體物負荷、停留時間做為操作管理指標，但若污泥中有機成分過高則不易濃縮，且因污泥易於腐敗、上浮，此時重力濃縮池不易達到一般所訂 4% 之濃縮污泥濃度。

停留時間及固體物負荷依投入之污泥決定，惟必須與最初沉澱池連帶操作，一般以下述方式操作之：

- 投入時間宜短、投入次數宜多，以求槽負荷之平均化。
- 最初沉澱池污泥之濃度低時宜多量，高時則宜少量。

## (2) 濃縮污泥之抽出

濃縮污泥一般以定時器及濃度計自動間歇性排泥，濃縮污泥以能濃度高，且一定濃度多次抽出，對於後續處理設施較佳，每次抽取時間以能愈短愈好，又抽泥時由排泥閥全開，增加排出管內之流速，以防止砂土及粗固體物之阻塞。

## (3) 污泥搔泥設備之操作

污泥搔泥設備之懸臂上，一般皆附有浮渣搔集器，故為去除浮渣以連續操作為宜。又污泥經緩慢攪拌可促進濃縮效果，故仍以連續操作為宜。

## 2. 維護方面

其日常操作和維護項目如下：

- 每日以橡膠清潔器 (squeezer) 清理所有垂直壁和渠道，並迅速以水喉沖洗和清理洩漏污泥。
- 每日檢視污泥高度，污泥高度必須保持遠低於濃縮槽頂。污泥廢棄量必須妥善控制，以維持適當的污泥層 (sludge blanket)。
- 每日檢查電動馬達的操作、軸承溫度、超載偵側器和不尋常的噪音。
- 每週檢查齒輪減速器的油位，如有需要應即添加，並每季應換油，此外每週潤滑生鏽的齒輪。
- 每年排空濃縮池一次，以便檢查水面以下之混凝土結構體和刮泥設備。檢查刮泥設備是否生鏽和腐蝕並調整刮泥設備，襯補混凝土，若為金屬結構，則金屬表面必須檢查是否生鏽，並予以適當之清理和油漆。

## 浮除濃縮池一

污泥浮除濃縮法包括了生物浮除(biological flotation)、散氣浮除 (dispersed air flotation)、真空浮除(vacuum flotation)、溶解空氣浮除 (dissolved air flotation, DAF)四種應用技術。其中又以溶解空氣浮除濃縮DAF 較為常見，其操作維護方法如下：

### 1. 操作方面

DAF系統的操作，主要受到進流污泥濃度及其他性質的影響。以活性污泥為例，當進流污泥之固體物濃度為0.4~1.0%時，對浮除的效率不會有太大的影響；但是若進流污泥濃度為2.0%以上，由於顆粒與氣泡接觸黏著的效率降低，會使浮除的效果受到影響。雖然較稀薄的溶液會有較好的浮除效果，但污泥濃度太低時，生物處理系統為了維持一定的廢棄污泥量，將使得濃縮槽的水力負荷過高，而影響浮除固體物濃度和澄清液水質，相對的在設計上為了克服高水力負荷問題，就必須採用較大的浮除槽面積。

### 2. 維護方面

DAF系統的維護也是決定處理效果的重要因素。由於浮除濃縮設備是由無許多機械配件組合而成的，惟有定期的檢視和保養才能使系統經常保持最佳的操作狀態，並減少因機械故障而導致系統失敗的可能。表7.9 為DAF 系統之各項機件的維護項目。

表7.9 DAF系統之機件維護

| 機 件   | 維 護 項 目                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 馬達組件  | <ul style="list-style-type: none"><li>齒輪箱潤滑</li><li>軸心在扭力負荷：可由扭力指示器得知是否已超負荷</li><li>刮杓、鏈條、輪帶定期檢視</li><li>鏈輪、輪帶箱定期調整</li></ul> |
| 空氣壓縮機 | <ul style="list-style-type: none"><li>空氣壓縮機除油及除濕器定期清理</li><li>流量計定期校正</li></ul>                                               |
| 加壓抽水機 | 水封（其他保養指示應由製造商提供）                                                                                                             |

### 7.1.13 污泥脱水<sup>42,51</sup>

污泥脱水常用之方式包括机械脱水之带压式脱水机、袋滤式脱水机及天然脱水之污泥干燥床，其操作维护方法如下：

#### 带压式脱水机—

##### 1. 操作方面

带压式脱水机之运转，首先为使机体空转并排出滤布清洗水，其次调整滤布之张力同时设定滤布移行速度。在此其间应避免滤布发生皱褶。然后各少量供给污泥（已添加药剂者），注意过滤状况并增加至标准供给量。注药率是否适当可从重力区的过滤状况判断之。注药率适当则在重力区很容易由目视看出胶羽形成状况，且水的分离状况良好。若分离不良时则污泥会于后续之压榨脱水区滤布之两侧溢流出。停止操作则先停止供给污泥而至滤布上之污泥全部排出始停止。若长时间停止操作需放鬆滤布的张力。

带压式脱水机操作上应注意事项包括：

- 滤布上供给污泥的厚度应均匀，若厚度不均不仅在厚的一侧脱水泥饼含水率高，同时也是造成蛇形的原因之一。
- 污泥浓度变化大时，应减少污泥供给量，以避免污泥自两侧溢出。
- 脱水泥饼的剥离，是否上下滤布皆均等应加以注意。剥离不佳时则污泥被滤布清洗冲出，造成SS回收率降低。
- 增快滤布移行速度可加速过滤速度，惟速度若太快，脱水泥饼含水率将增加，以致不易剥离。
- 滤布之阻塞比起使用无机性混凝剂脱水较少，但应注意。
- 滤布清洗喷嘴有无阻塞，一旦滤布有所破损应立即停止供给污泥并停止脱水机操作。
- 带压式脱水机由于使用多數的轆輪，對於其旋轉狀態應加以注意，旋轉不良常會導致蛇行及轆軸折損。
- 脱水机之集水板容易堆積污泥需加以注意。

##### 2. 维护方面

带压式脱水机日常主要检查事项如下：

- 各轆軸之給油狀況及有無旋轉。
- 濾布清洗噴嘴之噴射狀況，一般以噴洗壓力及水量判斷之。
- 濾布有無皺摺及蛇行。
- 集水板污泥堆積狀況。
- 各轆軸之污泥附著狀況。
- 脱水泥饼剥离用刮板之破损及渣物附著狀況。

其他應定期檢查事項包括：

- 濾布更換時間約5,000~8,000hr。
- 各輟軸有無損耗或附著污泥。
- 濾布清洗噴嘴的清理。

#### 加壓式脫水機－

##### 1. 操作方面

加壓式脫水機的構造較為複雜，且其脫水程序為間歇性，而操作中有起動，停止以及開閉等頻繁之循環，因此對於各單元應確實操作始能脫水。

惟近年來有漸以定時器及控制開關組合，而以自動操作者漸多。但在自動操作中若遇異常現象，應即改為人工操作並作適當的因應對策。

加壓脫水之操作良好與否非到一循環無法判斷，故無論人工操作或自動操作每次於一循環終了，應即檢查脫水泥餅之狀況是否合乎設定脫水條件。每一循環所需時間受污泥之性質、藥劑添加率及濾布種類之影響，事先應先做加壓過濾試驗以決定之。

又污泥壓入時間及壓榨時間受脫水性的影響應加以注意，過濾機停止操作時，其污泥供給水、過濾室、濾布等皆應完全清洗，再將油壓設備之壓力降低。低之。

加壓式脫水機運轉時應注意事項包括：

- 污泥壓入泵、油壓裝置等附屬設備，各設備之操作機能皆應維持正常狀態，任何一個不正常就無法脫水。
- 濾板的移動是否順暢，油壓是否正常，濾布是否皺摺皆應加以檢查，濾板若未完全緊閉污泥有散出之虞應加以注意。
- 必須注意污泥壓入泵壓力計之指示，污泥供給系統之阻塞（壓力上升）或漏失（壓力下降）皆應加以注意。

另吐出壓力之變化及濾液量之變化，皆應依過濾時間之經過加以記錄，對於濾布阻塞及機器異常的發現甚有幫助。

- 送風機相關之閥是否正常動作，並注意空氣、污泥、濾液有否散出。
- 確認壓榨壓力是否正常，壓榨時壓榨用閥應完全緊閉否則污泥會發生逆流造成管體阻塞。
- 確認濾液開啓時各濾室剝離之脫水泥餅剝離狀況是否一樣。
- 脫水泥餅之惡化，或過濾室未有脫水泥餅時應即停止操作，並調查其原因。
- 注意濾布的移動（移動式者）及濾布清洗狀況是否正常。
- 由於污泥的性質或濃度，或由於藥劑添加量不適當，致使脫水泥餅未達所定要求時，應延長壓榨時間或污泥壓入時間以改善之。
- 加壓式脫水機運轉中。應能辨別其正常音及異音，並注意有無異音發生。

## 2. 維護方面

加壓式脫水機型式很多，依製造廠牌之不同構造亦略異。檢查作業應依各製造廠之說明書為之。日常檢查主要項目包括：

- 各主要部分給油狀況的檢查，尤其濾板關閉柱體及驅動部為重點。
- 油壓裝置之過濾器之檢查以及油面的確認。
- 開關裝置、壓力計之檢測器及量測器之操作是否正常。
- 各種閥、配管有無漏損。
- 供給污泥壓力、壓榨壓力、油壓壓力、濾布清洗壓力、過濾時間（一循環）等應不斷注意，以防止發生異常。
- 機體及各零件之螺栓有無鬆脫。

定期檢查項目包括：

- 濾布應定期清洗和換新。
- 污泥壓入管及液溝常易附著污垢，應定期清理之。
- 濾板由於係高壓緊閉，因此應注意濾板有無裂傷。長期間使用框體會變形，檢查時應加以注意。

### 污泥乾燥床－

污泥乾燥床，在操作管理上較一般機械脫水容易，但受天候、氣溫、濕度等自然條件之影響很大。

操作維護上應注意事項包括下列各項：

- 注入污泥以不攪亂砂面而能均勻流入為宜。
- 乾燥過程每日測定其含水率以確認乾燥狀況。當達到所定含水率時，就將脫水泥餅搔起，盡可能不要附有砂粒。
- 濾砂由於多少會附著污泥上而搬出，應定期補充之。
- 污泥注入前，應以扒子將砂面搔動，對於透水性較差者，其表面應換以新砂。
- 當污泥表面乾燥後，表面會形成堅硬的皮膜，但內部則尚為含水狀態時，應將其表面以波板（圖7.5）予以剝裂，使下層含水狀態的污泥上升，以促進乾燥。

## 7.2 異常對策

### 7.2.1 攔污柵

包括粗攔污柵及細篩機之異常對策如表7.10所示。



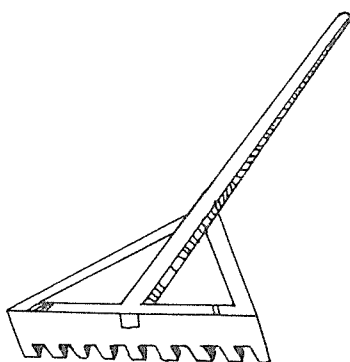


圖7.5 波板之形狀

表7.10 異常對策指引－攔污柵

| 異常狀況      | 可能原因                                                                                   | 檢測項目                                                                                       | 對策                                                                                     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 惡臭發生      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 篩渣太久沒清除或清除不夠徹底</li> <li>• 機械除渣停止操作</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 用目測方式詳細檢查攔污柵是否有篩渣累積</li> <li>• 檢查其相關設備</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 將篩渣徹底清除</li> <li>• 維修或更換使其正常操作運轉</li> </ul>   |
| 前後水位差過高   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 篩渣太久沒清除或清除不夠徹底</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 用目測方式詳細檢查攔污柵是否有篩渣累積</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 將篩渣徹底清除</li> </ul>                            |
| 粗大雜物卡住攔污柵 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 異常之粗大雜物滲入</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 目測</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 將粗大雜物予以清除</li> </ul>                          |
| 機械攔污柵無法操作 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 異常之粗大雜物滲入</li> <li>• 機械除渣停止操作</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 目測</li> <li>• 檢查其相關設備</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 將粗大雜物予以清除</li> <li>• 維修或更換使其正常操作運轉</li> </ul> |

### 7.2.2 冷卻塔

其異常對策如表7.11所示。

表7.11 異常對策指引－冷卻塔

| 異常狀況         | 可 能 原 因                                                                                      | 檢 測 項 目                                                                                      | 對 策                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 無法降溫         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 接觸材堵塞</li> <li>• 冷卻容量不足</li> <li>• 灑水不均勻</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 檢查接觸材</li> <li>• 計算冷卻容量</li> <li>• 檢查灑水器</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 清理或更換接觸材</li> <li>• 加大冷卻容量或增設冷卻塔</li> <li>• 維修或更換灑水器</li> </ul> |
| 無法正常<br>操作運轉 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 抽水泵浦故障</li> <li>• 管路堵塞</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 檢查抽水泵浦</li> <li>• 檢查管路</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 維修或更換抽水泵浦</li> <li>• 清洗管路</li> </ul>                            |

### 7.2.3 調勻池

其異常對策如表7.12所示。

表7.12 異常對策指引－調勻池

| 異常狀況       | 可 能 原 因                                                                                                  | 檢 測 項 目                                                                          | 對 策                                                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 出流水質<br>不均 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 部份攪拌設備故障，致調勻效果不佳</li> <li>• 停留時間太短</li> <li>• 未設攪拌設備</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 檢查攪拌設備</li> <li>• 檢查流況以及停留時間</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 修護或更換攪拌設備</li> <li>• 增加調勻池體積</li> <li>• 增設攪拌設備</li> </ul> |

#### 7.2.4 pH調整池

其異常對策如表7.13所示。

表7.13 異常對策指引－pH調整池

| 異常狀況               | 可 能 原 因                                                                                                                                   | 檢 測 項 目                                                                                                             | 對 策                                                                                                                             |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 出流水pH<br>值不穩定      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 部份攪拌設備故障致pH調勻效果不佳</li> <li>• 設計不佳致有短流</li> <li>• 藥劑之濃度或加藥量不適當</li> <li>• 加藥泵損壞或故障無法使用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 檢查攪拌設備</li> <li>• 檢查流況</li> <li>• 檢查藥劑之濃度或加藥設備</li> <li>• 檢查加藥泵</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 修護或更換攪拌設備</li> <li>• 改善流況，避免短流</li> <li>• 修正藥劑濃度或更換加藥設備</li> <li>• 修護或更換加藥泵</li> </ul> |
| 後續單元<br>去除效果<br>不佳 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH指示計之值與實際值有誤</li> </ul>                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 檢查pH指示計</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 修護或更換pH指示計</li> </ul>                                                                  |

### 7.2.5 快混池

其異常對策如表7.14所示。

表7.14 異常對策指引－快混池

| 異常狀況          | 可 能 原 因                                                                                                                                                           | 檢 測 項 目                                                                                                                                                                                                     | 對 策                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 不良的膠羽形成及沉澱的性質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>快混時化學藥品沒有足夠的分散</li> <li>快混時間過長</li> <li>不適當的混凝藥劑量</li> <li>混凝劑加藥地點不適當</li> <li>助凝劑加藥機不恰當</li> <li>槽體設計不良，以致造成短流</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>化學藥品在快混池中分散不均</li> <li>在快混池中將形成的膠羽被打破</li> <li>杯瓶試驗(jar test)</li> <li>檢查混凝劑加藥地點是否會造成未經攪拌即流出之狀況</li> <li>檢查助凝劑之加藥地點是否會干擾混凝膠羽之形成</li> <li>檢查進出口兩端是否為槽體之斜對角</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>增加快混機構的攪拌程度</li> <li>減少快混時間（一般在1~5min)</li> <li>根據每一次的杯瓶試驗以決定正確的混凝劑量</li> <li>更改加藥地點，一般混凝劑之加藥地點為進口處附近</li> <li>更改加藥地點，一般助凝劑之加藥地點為池之出口處附近或是至慢混池之管中</li> <li>可增設隔板，以改善流況，避免短流</li> </ul> |

### 7.2.6 慢混池

其異常對策如表7.15所示。

表7.15 異常對策指引－慢混池

| 異常狀況                 | 可 能 原 因                                                                                                                                         | 檢 測 項 目                                                                                                                                           | 對 策                                                                                                                              |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 不良的膠羽形成              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 膠羽攪拌機攪拌速率過快</li> <li>• 槽體設計不良，以致造成短流</li> <li>• 採用曝氣攪拌，無法形成粗大膠羽</li> <li>• 攪拌葉型式不佳，無法有效形成膠羽</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 攪拌機速率</li> <li>• 檢查進出口二端是否為槽體之斜對角</li> <li>• 核算速度坡降G 值是否在<math>20\sim70\text{sec}^{-1}</math></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 減低混凝攪拌機的速度</li> <li>• 可增設隔板，以改善流況，避免短流</li> <li>• 改用機械攪拌</li> <li>• 更換適當之攪拌葉</li> </ul> |
| 有良好的膠羽形成但在沉澱池的沉降效果不佳 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在膠凝單元及沉澱單元之間的速率過高</li> <li>• 膠凝後之膠羽以泵浦抽送至沉澱單元，以致破壞膠羽</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 膠凝及沉澱單元之間的水流速度</li> <li>• 檢查膠羽是否不易沉降</li> </ul>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 減低流速，使其不致破壞膠羽</li> <li>• 加高膠凝單元之高程，使其出水採重力流方式流至沉澱單元</li> </ul>                          |

### 7.2.7 沉澱池

其異常對策如表7.16及表7.17所示。

表7.16 異常對策指引－化學沉澱池

| 異常狀況        | 可 能 原 因                                                                                                                            | 檢 測 項 目                                                                                                  | 對 策                                                                                                                                         |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 污泥上浮        | <ul style="list-style-type: none"> <li>刮泥板磨損或故障</li> <li>排泥管阻塞或排泥量少</li> <li>污泥斗傾斜角度不足</li> <li>入口阻流板損壞</li> <li>水力負荷過大</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>目測刮泥板</li> <li>污泥泵輸出量，排泥管徑大小</li> <li>阻流板</li> <li>進流量</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>修理或更換</li> <li>以逆流清理管線，更換較大排泥管理</li> <li>提高傾斜度至60度以上</li> <li>修理或更換</li> <li>如使用複數池使分水更均勻</li> </ul> |
| 刮泥機停止運轉     | <ul style="list-style-type: none"> <li>插梢、刮泥板損壞</li> <li>破片、異物掉入池底</li> <li>過度污泥堆積</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>插梢、刮泥板</li> <li>刮泥板</li> <li>探測池底</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>修理或更換損壞零件</li> <li>去除破片、異物</li> <li>增加排泥頻率</li> </ul>                                                |
| 污泥中固體含量低於要求 | <ul style="list-style-type: none"> <li>水力超負荷</li> <li>短流</li> <li>抽泥過量</li> </ul>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>進流量</li> <li>染料或其他水流追蹤劑</li> <li>排泥泵操作頻率、時間、SS濃度</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>如使用複數池，使分水更均勻</li> <li>調整溢流堰位置或更換阻流板</li> <li>減低排泥頻率及時間</li> </ul>                                   |
| 短流          | <ul style="list-style-type: none"> <li>溢流堰出水不均</li> <li>阻流板損壞</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>堰設置位置</li> <li>阻流板</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>調整堰位置</li> <li>修理或更換</li> </ul>                                                                      |
| 水流湧動        | <ul style="list-style-type: none"> <li>進流速度過大</li> </ul>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>進流速度</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>減低進流速度</li> </ul>                                                                                    |
| 進水渠中過度沉澱    | <ul style="list-style-type: none"> <li>流速過低</li> </ul>                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>流速</li> </ul>                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>增加流速</li> </ul>                                                                                      |
| 油封洩漏        | <ul style="list-style-type: none"> <li>油封失效</li> </ul>                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>油封</li> </ul>                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>更換油封</li> </ul>                                                                                      |
| 軸承或萬向接頭失效   | <ul style="list-style-type: none"> <li>過度磨損</li> <li>缺乏潤滑</li> </ul>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>潤滑作業</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>更換接頭或軸承</li> <li>潤滑接頭、軸承</li> </ul>                                                                  |
| 污泥泵軸鎖住      | <ul style="list-style-type: none"> <li>填塞調整不當</li> </ul>                                                                           |                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>調整填塞</li> </ul>                                                                                      |

表7.17 異常對策指引－生物沉澱池

| 異常狀況                                                     | 可能原因                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 檢測項目                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 對策                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>污泥漂浮在生物沉澱池的表面</p> <p>生物沉澱池溢流水中有針狀膠羽-SVI值良好，但放流水混濁</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 「污泥鬆化」－絲狀菌在混合液中佔優勢</li> <li>• 「上浮污泥」－生物沉澱池有脫硝作用發生；氮氣氣泡附著在污泥顆粒上；污泥塊上浮</li> <li>• 木製刮板破裂或彎曲</li> <li>• 污泥收集器動作太慢（腐敗的污泥）</li> <li>• 過分曝氣的污泥</li> <li>• 過量的攪動</li> <li>• SRT 過長</li> <li>• 曝氣槽形成厭氧狀態</li> <li>• 毒性物質負荷突增造成的影響</li> <li>• 短流造成固體物流出堰外</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 污泥容積指標(SVI)－假如小於100，「污泥鬆化」則不像是可能的原因；顯微鏡的觀察也可以用來判定絲狀菌的狀況</li> <li>• 沉澱池進流水的硝酸鹽濃度；假如<math>\text{NO}_3^-</math>的濃度測不出來，則「上浮污泥」就不是原因</li> <li>• 目測</li> <li>• 污泥收集的頻率與速率（污泥呈黑色且有腐敗臭味）</li> <li>• 混合液懸浮固體物濃度(MLSS)</li> <li>• 曝氣槽中的溶氧</li> <li>• 利用顯微鏡檢查污泥中活性低的原生動物</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一若溶氧小於 <math>1\text{mg/L}</math>則增加曝氣池的溶氧</li> <li>一提升pH值到 7</li> <li>一補充不足的營養物以使 <math>\text{BOD}_5</math> 與營養物的比值不超過 <math>\text{BOD}_5 : \text{T-N} : \text{P} : \text{Fe} = 100 : 5 : 1 : 0.5</math></li> <li>一加入 <math>5 \sim 60\text{mg/L}</math> 的氯到迴流污泥中直到 <math>\text{SVI} &lt; 150</math></li> <li>一加入 <math>50 \sim 200\text{ mg/L}</math> 的過氧化氫到曝氣池中直到 <math>\text{SVI} &lt; 150</math></li> <li>一增加污泥停留時間(SRT)</li> <li>一增加污泥迴流率</li> <li>• 一增加迴流污泥量</li> <li>一增加曝氣池的溶氧</li> <li>一減少SRT</li> <li>• 修理或更換刮板</li> <li>• 一增加污泥收集的頻率及速率</li> <li>一設置液面擋板以避免污泥進入放流池</li> <li>• 減少曝氣池的攪拌</li> <li>• 減少曝氣攪拌</li> <li>• 增加污泥的廢棄量以降低SRT</li> <li>• 增加曝氣槽的溶氧</li> <li>• 可能的話由別的處理場重新移入植種污泥；加強廢水排入之管制</li> <li>• 調整堰的水位以避免造成短流</li> </ul> |
| 堰體污穢阻塞                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 污水中固體物的累積或水生物在堰體中生長</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 目測</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一經常且全面的清除堰的表面</li> <li>一除了經常及全面性的刮洗外，再加預先加氯</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

續表 7.17

| 異常狀況               | 可 能 原 因                                                                                                                                            | 檢 測 項 目                                                                                                                                                                      | 對 策                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 污泥孔阻塞              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 易堵塞的物質含量多</li> <li>• 排放管速度低</li> </ul>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 目測</li> <li>• 污泥排放率及流速</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 用人工或液壓、氣壓等的清除堵塞的物質</li> <li>• 一反沖洗阻塞的管路</li> <li>• 一泵送污泥的頻率增加</li> <li>• 一更改污泥管</li> </ul>                                                                                                          |
| 經由沉澱池的水流短流         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 過量的水力負荷</li> <li>• 堰沒有水平</li> <li>• 設備故障</li> <li>• 由於大型固體物或淤積造成水力停留時間縮短</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 目測</li> <li>• 目測</li> <li>• 目測</li> </ul>                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 增加處理的單元</li> <li>• 使堰成水平</li> <li>• 更換或修理損壞的刮除器等設備</li> <li>• 一去除過量的累積固體物</li> <li>• 一操作除砂池</li> </ul>                                                                                              |
| 耙除設備的扭矩太大          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 污泥刮除機負荷過量</li> </ul>                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 刮泥機停止；馬達超負荷扭矩表指示過量的高扭矩指數</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一檢查以及修理或更換有缺陷或損壞的零件</li> <li>• 一增加刮泥機操作時間或經常在高速率的狀況下泵送污泥</li> <li>• 一將池水排乾並檢查可能掉入池中的物體</li> </ul>                                                                                                   |
| 沉澱池中膠羽破裂           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 毒性或酸性廢物進入系統中</li> <li>• 曝氣槽產生厭氧狀態</li> <li>• 曝氣槽超負荷</li> <li>• 不適當的氮或磷的供應</li> <li>• 刮流造成過大的剪力</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在沉澱污泥上方的上澄液混濁程度均勻</li> </ul>                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 管制廢水之排入</li> <li>• 增加曝氣的溶氧</li> <li>• 設置更多的槽體</li> <li>• 加藥補充營養劑的缺乏</li> <li>• 減少攪動程度</li> </ul>                                                                                                    |
| 污泥氈均勻地佈滿整個生物沉澱池的堰體 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 不適當的污泥迴流率</li> <li>• 沉澱池的流量分布不平均導致水力的超負荷</li> <li>• 沉澱池尖峰流量超負荷</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 污泥迴流泵的輸出，或污泥氈的深度</li> <li>• 測各沉澱池的流量</li> <li>• 假若尖峰流量的水力溢流率大於 <math>40\text{m}^3/\text{m}^2\text{-day}</math> 時，則這可能是原因</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一假若迴流泵浦故障，更換另一台泵浦以便進行修護</li> <li>• 一假如泵浦在迴流污泥增加速率及測試污泥氈深度的例行操作上處於良好的狀況時，維持 <math>0.3\sim 0.9\text{m}</math> 的污泥氈深度。當污泥氈深度增加，則增加迴流率</li> <li>• 調整閥門或進流閘門以平均分配流量</li> <li>• 設置流量調節設備或擴充處理場</li> </ul> |
| 污泥翻騰               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 湧流</li> <li>• 密度流</li> <li>• 污泥刮除器的攪動</li> </ul>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 目測污泥狀況</li> </ul>                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 減少水力的激增狀況</li> <li>• 儘量減少污泥的深度</li> <li>• 減低刮除器的速度</li> </ul>                                                                                                                                       |



### 7.2.8 浮除池

其異常對策如表7.18所示。

表7.18 異常對策指引－浮除池

| 異常狀況         | 可 能 原 因                                                                                                                    | 檢 測 項 目                                                                                                                      | 對 策                                                                                                               |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 上浮膠羽<br>過稀   | <ul style="list-style-type: none"> <li>刮除速度過快</li> <li>超負荷</li> <li>助劑添加量太少</li> <li>空氣對固體比例太高</li> <li>溶解空氣量不足</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>外觀檢視</li> <li>上升速度</li> <li>助劑泵浦之適當操作與率定</li> <li>上浮物呈泡沫狀</li> <li>(參考第二項)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>視需要調整</li> <li>停機、使單元澄清或使用輔助迴流水噴沖</li> <li>視需要調整</li> <li>減少空氣量</li> </ul> |
| 溶解空氣<br>量不足  | <ul style="list-style-type: none"> <li>再曝氣泵停止、阻塞或失效</li> <li>誘導器阻塞</li> <li>空氣供給設備失靈</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>泵之狀況</li> <li>外觀檢試</li> <li>壓縮機管線與控制盤</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>如果有必要加以清洗</li> <li>清洗誘導器</li> <li>如有必要加以修理</li> </ul>                      |
| 放流水固<br>體物過高 | <ul style="list-style-type: none"> <li>超負荷</li> <li>助劑添加量太少</li> <li>刮板停止或太慢</li> <li>空氣對固體之比例過低</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>上升速度</li> <li>助劑泵浦之適當操作與率定</li> <li>刮板之操作</li> <li>上浮之效果差、有固體物沉降</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>停機、使單元澄清或使用輔助迴流水噴沖</li> <li>視需要調整</li> <li>調整速度</li> <li>增加空氣量</li> </ul>  |
| 刮板破裂         | <ul style="list-style-type: none"> <li>刮板調整不當</li> <li>下壓軌道太高</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>外觀檢視</li> <li>外觀檢視</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>調整之</li> <li>調整之</li> </ul>                                                |
| 刮板彎折         | <ul style="list-style-type: none"> <li>刮板調整不當</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>外觀檢視</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>調整之</li> </ul>                                                             |
| 停留槽內<br>水位低  | <ul style="list-style-type: none"> <li>迴流泵無法操作或阻塞</li> <li>水位控制系統失效</li> </ul>                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>泵之操作</li> <li>水位控制系統</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>視需要加以檢視及清洗</li> <li>視需要加以修理</li> </ul>                                     |

續表 7.18

| 異常狀況         | 可 能 原 因                                                                                          | 檢 測 項 目                                                                                                 | 對 策                                                                                               |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 停留槽內<br>水位過高 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 空氣壓力低</li> <li>• 水位控制系統失效</li> <li>• 空氣注入量不足</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 壓縮機與管線</li> <li>• 水位控制系統</li> <li>• 壓縮機與管線</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 視需要加以修理</li> <li>• 視需要加以修理</li> <li>• 視需要加以修理</li> </ul> |
| 迴流泵容<br>量低   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 槽壓力過高</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 背壓</li> </ul>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 調整背壓閥</li> </ul>                                         |
| 上升速率<br>過低   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 超負荷</li> <li>• 溶解空氣量不足</li> <li>• 助劑添加量過少</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 上升速度</li> <li>• (參考第二項)</li> <li>• 助劑泵之適當操作與率<br/>定</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 停機，使單元澄清或使<br/>用輔助迴流水噴洗</li> <li>• 視需要調整</li> </ul>      |

### 7.2.9 活性污泥法

活性污泥法系統操作時所產生之問題及其可能之對策見表7.19及表7.20。

表7.19 曝氣系統問題與對策

| 異常狀況                             | 可能原因                               | 檢測項目                                                                                                         | 對策                                                                                                                                             |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 沸滾現象，曝氣池表面有劇烈的攪流，出現大於1.8公分或更大的氣泡 | 1a過度曝氣，致溶氧過高或膠羽被剪碎破壞               | 1a通常曝氣池內溶氧濃度應維持在1.0~3.0mg/L之間                                                                                | 1a降低空氣流量，以維持溶氧在適當範圍                                                                                                                            |
| 曝氣池表面曝氣不均勻，池中有死角或不充分的攪拌混合        | 2a散氣器堵塞<br><br>2b曝氣不足而致溶氧過低或有腐敗的臭味 | 2a①檢查維護卡上次散氣器清理日期<br>②當場檢查池中之散氣器是否堵塞<br><br>2b①檢查溶氧，整個池子溶氧應在1.0~3.0mg/L間<br>②檢查曝氣池是否充分混合<br>③檢查迴流污泥量和終沉池污泥厚度 | 2a①若已經一年沒清理，就該清理了<br>②若有好多個堵塞，則將池裡全部的散氣器清理<br><br>2b①增加空氣流量，以維持適當溶氧濃度<br>②計算散氣器支管之單位長度空氣流量，每公尺長度最少應在0.185CMM以上<br>③調整迴流污泥量，以維持終沉池污泥厚度在0.3~1m之間 |

續表 7.19

| 異常狀況                                                                 | 可 能 原 因                                                         | 檢 測 項 目                                                                                                                        | 對 策                                             |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 有機負荷<br>或水力負<br>荷無明顯<br>改變下，<br>使用過量<br>的空氣，<br>仍難以維<br>持適當的<br>溶氧濃度 | 3a曝氣系統管線洩漏                                                      | 3a檢查管線和接點，聽聽<br>是否有漏氣聲或用肥皂<br>水試驗接頭處是否起泡<br>沫                                                                                  | 3a鎖緊接頭螺栓或更換接<br>頭墊圈                             |
|                                                                      | 3b散氣器堵塞，空氣<br>從散氣器支管經由<br>噴氣孔噴出，導致<br>散氣器支管附近水<br>面產生局部翻騰現<br>象 | 3b①檢查維護記錄散氣器<br>上次清理時間<br>②現場檢查散氣器堵塞<br>情形                                                                                     | 3b①若有一年未清理，立<br>即清理<br>②若有多次堵塞，清理<br>池中之全部散氣器   |
|                                                                      | 3c氧氣傳送不當或不<br>足                                                 | 3c①檢查曝氣系統功能<br>—散氣式曝氣系統供<br>氣標準每去除 1kg<br>BOD 約為50~90m <sup>3</sup><br>之空氣<br>—機械式曝氣系統供<br>氣標準約每去除<br>1kg BOD需 0.4~<br>0.5kg氧氣 | 3c①更換效率較高之散氣<br>器或機械式曝氣機<br>②增加更多的散氣器或<br>曝氣機   |
|                                                                      | 3d廠內迴流水增高有<br>機負荷 (BOD, COD<br>, 懸浮固體物)                         | 3d檢查有機負荷是否嚴重<br>影響全廠程序負荷                                                                                                       | 3d若有機負荷超過25%，<br>需尋求最佳控制方式，<br>或提昇某些單元的操作<br>功能 |

表7.20 各類活性污泥異常狀況與對策

1. 污泥膠羽輕而流出

| 異常狀況                                    | 可 能 原 因                | 檢 測 項 目                                                                                                                                      | 對 策                                                                       |
|-----------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 終沉池局部有雲狀的均質污泥群上浮。混合液做沉降試驗時，沉降相當良好，上澄液清澈 | 1a設備故障                 | 1a①參考表7.22現象1a和現象2a<br>②檢查下列設備是否正常運轉：<br>—校正流量計<br>—迴流污泥或廢棄污泥泵和輸送管線之全部或有部份堵塞<br>—污泥收集系統機件，如刮板、鏈條和鏈齒輪橡膠滾軸的破損或磨損，排泥管的堵塞<br>③檢查終沉池之污泥去除速率和污泥氈厚度 | 1a②修理或更換運轉不正常的設備<br><br>③調整迴流污泥量與污泥收集機構的速度，以維持污泥厚度                        |
|                                         | 1b空氣或氣體陷入污泥膠羽中，或發生脫氮現象 | 1b①做污泥沉降性試驗，並在污泥沉降時輕微的攪拌，看是否釋出氣泡<br>②若有氣泡釋出，檢查終沉池放流水硝酸鹽濃度，以確定處理程序是否有硝化作用                                                                     | 1b①若無硝化作用，參考上述可能原因a.，和本表之 6異常狀況1<br><br>②若處理程序有硝化情形，參考本表之 3可能原因a          |
|                                         | 1c溫度的對流                | 1c①檢查終沉池縱剖面之溫度和溶氧濃度變化<br><br>②檢查終沉池進門和出門檔板是否使污泥均勻分布                                                                                          | 1c①若終沉池表面和底部的溫度差超過1~2度，若可能應增用一個曝氣池和終沉池<br>②調整或增設終沉池檔板<br>③參考前述可能原因1a①和1a② |

續表7.20

| 異常狀況                                       | 可 能 原 因                       | 檢 測 項 目                                                                            | 對 策                                                                                                       |
|--------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | 1d由於水力超負荷引起污泥流失               | 1d檢查曝氣槽和沉澱池之水力停留時間，及沉澱池表面溢流率                                                       | ①如水力負荷超過設計容量，若可能應增用一個曝氣池和終沉池<br>②減少迴流污泥量，以維持終沉池較高污泥氈厚度<br>③若可能，將程序改為污泥再曝氣，或接觸穩定方式<br>④參考前述可能原因1b①、1b②和1c② |
| 沉澱池有局部的絨毛般的均質污泥上浮。混合液做沉降性試驗時，沉降緩慢，上澄液有零散污泥 | 2a曝氣池超負荷（MLSS濃度太低）導致污泥不成熟，密度低 | 2a檢查並監視下列變異傾向<br>①MLVSS 濃度的減少<br>② $\theta_c$ 的減少<br>③F/M 值的增加<br>④需降低供應空氣，以維持溶氧濃度 | 2a以每天不超過10%之情形下減少廢棄污泥量，使處理程序恢復最佳操作狀況                                                                      |

## 2. 污泥膨化

| 異常狀況                                            | 可 能 原 因          | 檢 測 項 目                                                                                                 | 對 策                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 均質雲霧狀翻滾的污泥上浮遍及整個終沉池。混合液做沉降試驗時沉降緩慢，且不緊密，但上澄液相當清澈 | a. 不適當的有機負荷或溶氧濃度 | a. 檢查並監視下列變異傾向<br>①MLVSS 濃度的減少<br>② $\theta_c$ 的減少<br>③F/M 值的增加<br>④溶氧濃度的改變<br>⑤正常情況下，SVI 突然增高          | a. ①以每天不超過10%之情況下減少廢棄污泥量，直到處理程序達到正常控制為止<br>②暫時增加迴流污泥量以減少終沉池的污泥越流，直到正常操作控制為止<br>③整個曝氣池溶氧濃度應大於 0.5mg/L，最好在1~3mg/L間<br>④若無絲狀菌存在，參考上述可能原因a.                              |
|                                                 | b. 絲狀菌           | b. ①顯微鏡觀察混合液和迴流污泥，設法鑑定絲狀菌是黴菌或細菌<br>②若鑑定是黴菌，檢查可能引起問題之工廠的排放廢水<br>③若鑑定是細菌。檢查進流廢水和廠內迴流到處理程序的迴流水，以找出大量絲狀菌的來源 | b. ①強制執行工業廢水管理條例，排除該類廢水干擾，同時參考下面對策④<br>②進流廢水加 5~10 mg/L氯，若需更高的加藥量，要特別小心，每次應以1~2mg/L之增加<br>③迴流污泥加氯量約為2~3kg/1000kg MLVSS一天<br>④若廠內迴流發現絲狀菌，則需將系統操作於最佳狀況或提升廠內其他處理單元的操作功能 |
|                                                 | c. 廢水中缺乏養分       | c. ①檢查進流廢水養分含量BOD 對總氮、磷、鐵的比是100 : 5 : 1 : 0.5                                                           | c. ①若養分含量低於平均值，必須檢驗進流水以計算所需之加藥量。缺氮加無水氨，缺磷加三鈉磷酸鹽，缺鐵加氯化鐵                                                                                                               |

| 異常狀況 | 可 能 原 因                                 | 檢 測 項 目                                                                                                 | 對 策                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>d.曝氣池溶氧濃度過低</p> <p>e.曝氣池pH值低於6.5</p> | <p>②每小時做一次混合液沉降性試驗</p> <p>d.檢查曝氣池不同位置之溶氧濃度</p> <p>e.①監視進流廢水之pH值</p> <p>②檢查是否因廢水溫度適合或F/M 負荷太低需引起硝化作用</p> | <p>②觀察加入營養劑後之污泥沉降性是否已獲得改善</p> <p>d.①若平均溶氧濃度少於0.5mg/L 增加通氧量，直到整個池子溶氧增高到1~3mg/L之間</p> <p>②若池內某些地方溶氧濃度接近零，但有些地方溶氧濃度卻高於1.0 mg/L，則需平衡空氣擴散系統配置或清理散氣器。參考表7.22之異常狀況2</p> <p>e.①一若pH值低於6.5 進行工廠廢水水質調查找出來源，若可能，停止納入或於源頭先加以pH調整</p> <p>一若上法無法施行，則在曝氣池進流水添加鹼性藥劑，如苛性鈉（片鹼或液鹼）或石灰，以提高pH值</p> <p>②一若不需硝化作用，以每天不超過10%之情況下增加廢棄污泥量，以阻止硝化作用</p> <p>一若需硝化作用，則加鹼性藥劑如苛性鈉或石灰於曝氣池水進流以提高pH值</p> |



### 3. 污泥上浮

| 異常狀況                                                                            | 可 能 原 因                                 | 檢 測 項 目                                                                                                                                    | 對 策                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 污泥塊（小至高爾夫球，大至籃球）上浮而散佈在終沉池表面且表面有氣泡。混合液做沉降性試驗時，沉降良好，但部分或全部沉降污泥在試驗開始後 4 小時內又上浮到水面上 | <p>a. 終沉池發生脫氮現象</p> <p>b. 終沉池發生腐敗現象</p> | <p>a. ①檢查終沉池放流水硝酸鹽濃度是否增加</p> <p>②檢查負荷情形</p> <p>③檢查曝氣槽溶氧濃度和溫度</p> <p>④檢查迴流污泥量和終沉池污泥氈厚度</p> <p>b. ①參考表 7.22 異常狀況 2</p> <p>②參考 a. ③和 a. ④</p> | <p>a. ①每天以不超過 10% 之量增加廢棄污泥量，以減低或去除硝化作用。若需硝化作用則減至最低許可程度</p> <p>②維持適合之廢棄污泥量，以保持適當的 <math>\theta_c</math> 和 F/M 值</p> <p>③維持溶氧濃度在最低 1.0mg/L 以上，且曝氣池需有充份攪拌混合</p> <p>④調整迴流污泥量，使終沉池污泥氈厚度維持在 0.3~1m 之間</p> |

### 4. 污泥腐敗

| 異常狀況           | 可 能 原 因                                                  | 檢 測 項 目                                                                                            | 對 策                                                                      |
|----------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 污泥發生腐敗，變黑及不快臭氣 | <p>a. 曝氣停止（在夏天 1 天，冬天 2 天以上就發生腐敗）</p> <p>b. 污泥停留時間太長</p> | <p>a. ①氧氣不足</p> <p>— 曝氣量不足</p> <p>— 曝氣設備故障或停電</p> <p>②沉澱池內長期貯積污泥</p> <p>b. ①曝氣池、沉澱池之構造有缺陷或槽體太大</p> | <p>a. ①停止污水流入，增加曝氣，再依恢復程度調節流入水量</p> <p>②增加迴流污泥量，加強排泥</p> <p>b. 改善構造物</p> |

## 5.處理水混濁

| 異常狀況                                        | 可 能 原 因                                                                                         | 檢 測 項 目                                                                                                                                                                                  | 對 策                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 終沉池放流水呈雲霧狀且含有懸浮物<br>c.混合液做沉降試驗時，沉降不良上澄液呈雲霧狀 | a.操作運轉初期，曝氣池MLSS濃度低<br>b.有機負荷增加<br><br>c.排入毒性物質<br><br>d.過度曝氣，使混合液膠羽被剪碎、破壞<br><br>e.曝氣池溶氧濃度維持不當 | a.參考本表之6異常狀況1<br><br>b.①顯微鏡觀察混合液和迴流污泥，檢查是否有原生動物存在<br>②檢查處理程序中之有機負荷<br><br>③檢查曝氣池溶氧濃度<br><br>c.顯微鏡觀察混合液和迴流污泥，檢查原生動物是否不活動<br><br>d.顯微鏡觀察混合液，檢查是否有分散或碎裂的膠羽和活動的原生動物存在<br><br>e.參考表7.22之異常狀況2 | b.①若無原生動物存在，可能為有機負荷突增<br><br>②每天以不超過10%之量減少廢棄污泥量，使處理系統回復正常負荷，使終沉池污泥氈維持0.3~1m 厚度<br>③調整空氣流量，使溶氧維持在1~3mg/L之間<br><br>c.①若原生動物不活動，可能最近有毒性物質排入處理程序中<br>②參考本表之 6異常狀況1c.<br><br>d.參考表7.22之異常狀況a. |

## 6. 污泥變色及泡沫

| 異常狀況                    | 可能原因                                             | 檢測項目                                                                                                                      | 對策                                                                                                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 曝氣池表面出現白色、濃厚翻滾或肥皂泡沫似的泡沫 | 1a 由於剛開始操作運轉，曝氣池超負荷 (MLVSS 太低)，此為常見情形不需驚慌        | 1a ① 檢查曝氣池 BOD 負荷 (kg/d) 和池中之 MLVSS 量。計算 F/M，以確定現有 BOD 負荷下應有之 MLVSS 含量<br><br>② 檢查終沉池放流水是否挾帶污泥而呈現混濁情形<br><br>③ 檢查曝氣池內溶氧濃度 | 1a ① 計算 F/M 和所需 MLVSS 含量後，必然發現 F/M 比值太高，MLVSS 含量過低。因此，不可從程序中廢棄污泥。若已開始排放污泥，則儘量維持最低排放量<br><br>② 維持足夠的迴流污泥量，以減低污泥挾帶。於尖峰流量期間更需特別注意<br><br>③ 設法維持溶氧濃度在 1~3mg/L 之間。並且注意曝氣池內有充分的攪拌混合 |
|                         | 1b 過度的廢棄污泥造成曝氣池超負荷 (MLVSS 過低)                    | 1b 檢查並監視下列變化傾向<br>① MLVSS 濃度的減少<br>② $\theta_c$ 的減少<br>③ F/M 值的增高<br>④ 需減少空氣量，以維持溶氧濃度<br>⑤ 廢棄污泥量的增加                       | 1b ① 廢棄污泥量每天減少不超過 10%，直到程序達到正常控制為止<br>② 增加迴流污泥量，以減低終沉池污泥溢出量，並維持終沉池污泥氈厚度在池底上 0.3~1m 間                                                                                          |
|                         | 1c 劇毒性物質流入，諸如重金屬或殺菌劑，或低溫廢水或因廢水溫度變化過大而影響 MLSS 的減低 | 1c ① 採取 MLSS 水樣，採驗金屬、殺菌劑和溫度<br><br>② 偵測監視進流水溫度是否劇烈變化                                                                      | 1c ① 重新馴養活性污泥，若可能則廢棄全部污泥，且不再迴流到廠內其他單元，並從他廠運取污泥植種<br>② 積極執行工業廢水管制條例                                                                                                            |
|                         | 1d 終沉池發生污泥水力流失                                   | 1d 檢查曝氣池水力停留時間和終沉池表面溢流率                                                                                                   | 1d 參考本表之 1 異常狀況 1                                                                                                                                                             |

| 異常狀況            | 可 能 原 因                              | 檢 測 項 目                                                                                                                                                | 對 策                                                                                                               |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | 1e不適當的進流廢水或迴流污泥流量分配，使部份曝氣池產生泡沫       | 1e①檢查並監視每個曝氣池MLSS濃度是否有顯著的差異<br>②檢查並監視終沉池進流水和迴流污泥流入每個池子的流量                                                                                              | 1e①每個曝氣池的MLSS、迴流污泥濃度以及溶氧濃度應幾乎相同<br>②視需要調整分配設備，維持進流廢水和迴流污泥流入每個曝氣槽的流量都相同                                            |
| 曝氣池表面有閃亮的黑色泡沫   | 2a由於污泥廢棄量的不足，使曝氣池接近負荷過低現象 (MLSS濃度太高) | 2a檢查並監視下列變化傾向<br>①MLVSS 濃度的增加<br>② $\theta_r$ 的增加<br>③F/M值的減少<br>④必須增加空氣量才能維持溶氧濃度<br>⑤廢棄污泥量之減少                                                         | 2a①每天以不超過10%之量增加廢棄污泥量，直到整個程序達到正常控制為止，使曝氣池表面出現適量的淡褐色泡沫<br>②進一步的檢查和補救參考本表之 3和 5<br>③對數個池子並聯的操作方式參考上述異常狀況1 可能原因1e之對策 |
| 曝氣池表面有浮渣似的暗褐色泡沫 | 3a由於不適當的廢棄污泥控制操作，使曝氣池負荷過低 (MLSS濃度過高) | 3a檢查並監視下列變異傾向<br>①MLVSS 濃度的增加<br>② $\theta_r$ 的增加<br>③F/M值的減少<br>④需增加空氣量，以維持溶氧濃度<br>⑤廢棄污泥量的減少<br>⑥終沉池放流水硝酸鹽濃度超過1.0mg/L<br>⑦終沉池放流水需氧量增加<br>⑧曝氣池放流水pH值降低 | 3a①每天以不超過10%之量增加廢棄污泥量，直到程序達到正常控制為止，且曝氣槽表面出現適量的淡褐色泡沫<br>②更進一步的檢查和補救參考本表之 3和 7<br>③對數個池子並聯的操作方式參考上述異常狀況1 可能原因1e之對策  |

| 異常狀況                                           | 可 能 原 因     | 檢 測 項 目           | 對 策 |
|------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----|
| 曝氣池表面有暗褐色，黑色肥皂泡沫似的泡沫。混合液呈似黑色的深暗褐色，從曝氣池散出腐臭或酸臭味 | 4a曝氣池發生厭氧現象 | 4a參考表7.22之異常狀況2和3 |     |

## 7. 污泥解體

| 異常狀況                                                                                  | 可 能 原 因                             | 檢 測 項 目                                                                                                                                           | 對 策                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 微小分散的膠羽（約針尖的大小）漫佈在整個終沉池，水面浮有堆積的小污泥團，而從溢流堰排放。混合液做沉降試驗時沉降相當良好，污泥密集在底部，而微小膠羽顆粒懸浮在清澈的上澄液中 | a. 由於程序中的污泥老化，使曝氣池趨近負荷過低（MLSS 濃度較高） | a. 檢查並監視下列變異傾向<br>① MLVSS 濃度的增加<br>② $\theta_c$ 的增加<br>③ F/M 值的減少<br>④ 需增加曝氣量才能維持溶氧濃度<br>⑤ 廢棄污泥量的減少<br>⑥ 有機負荷（終沉池進流水 BOD/COD）的減少<br>b. 檢查曝氣池是否有泡沫 | a. ① 每天以不超過 10% 的量增加廢棄污泥量，使程序恢復最佳之平均有機負荷操作控制<br><br>② 參考本表之 6 任何有關曝氣池之泡沫問題<br>③ 調整迴流污泥量，使終沉池污泥氈維持 0.3~1 公尺厚度<br>④ 參考表 7.22 之其他解決辦法 |

## 8. pH 異常

| 異常狀況  | 可 能 原 因                          | 檢 測 項 目                                       | 對 策                                                                         |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| pH 下降 | a. 終沉池進行硝化作用<br><br>b. 曝氣池混入酸性物質 | a. 檢查終沉池放流水硝酸鹽濃度是否增加<br><br>b. 檢查曝氣池進流處之 pH 值 | a. 進行下列對策<br>① 維持適當 MLSS 濃度<br>② 控制曝氣量（放風、分批曝氣等）<br>③ 增加迴流污泥量<br>b. 管制流入水水質 |

## 9. 污泥分散

| 異常狀況                                                                        | 可 能 原 因                       | 檢 測 項 目                                                                                                                                           | 對 策                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 小顆粒灰狀物質漂浮在終沉池表面                                                             | 1a開始有脫氮現象                     | 1a攪動沉降試驗後上浮表面的污泥30分鐘                                                                                                                              | 1a若膠羽放出氣泡而沉降，參考本表之 3可能原因 <sup>a</sup>                                                                                                             |
| 大約 6mm 或更大的零散膠羽顆粒散佈在整個終沉池，而且從溢流堰流失。混合液做沉降試驗時，沉降良好，但底部污泥壓密不良，清澈的上澄液中有成片的懸浮膠羽 | 2a因有機負荷的改變，使曝氣池負荷稍高(MLSS濃度稍低) | 2a①檢查並監視下列變異傾向<br>— MLVSS 濃度的減少<br>— $\theta_c$ 的減少<br>— F/M值的增加<br>— 減少曝氣量才能維持溶氧濃度<br>— 廢棄污泥量的增加<br>— 有機負荷（終沉池進流水BOD/COD）的增加或減少<br>②檢查曝氣池是否有泡沫產生 | 2a①每天以不超過10%之量減少廢棄污泥量，使程序恢復最佳之平均有機負荷操作控制<br><br>②參考本表之 6任何有關曝氣池之泡沫問題<br>③調整迴流污泥量，使終沉池污泥氈維持0.3~1m尺厚度<br>④減少曝氣空氣量，使曝氣池最低溶氧維持在1.0mg/L。參考表7.22之其他解決辦法 |

### 7.2.10 接觸曝氣法

其異常對策如表7.21所示。

表7.21 異常對策指引－接觸曝氣法

| 異常狀況                                 | 可 能 原 因                                                    | 檢 測 項 目                                                                        | 對 策                                                                                  |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 處理效率<br>低                            | 1a有機負荷過高<br>1b水力負荷過高<br>1cpH過高或過低<br>1d生物膜不正常剝落<br>1e營養劑不足 | 1a檢查尖峰有機負荷<br>1b檢查尖峰水力負荷<br>1c檢測pH值<br>1d同第 4項<br>1e核算營養劑之添加量，<br>使BOD:N:P=5:1 | 1a提高前處理功能或擴大<br>處理容量<br>1b減少過多流量<br>1c調整pH值<br>1d同第 4項<br>1e若不足則缺氮可加無水<br>氨，缺磷加三鈉磷酸鹽 |
| 生物膜過<br>度剝落                          | 2a毒性物質流入<br>2bpH變化過劇                                       | 2a找出物質種類及來源<br>2bpH高於10或低於 5會引<br>起剝落                                          | 2a消除毒性物質或調節流<br>量使濃度降至生物可馴<br>養之程度<br>2b控制適當pH值                                      |
| 表面出現<br>白色，濃<br>厚翻滾或<br>肥皂泡沫<br>似的泡沫 | 3a製程所添加之界面<br>活性劑所造成<br>3b由於剛開始操作運<br>轉，微生物量低，<br>造成超負荷    | 3a檢查泡沫是否為界面活<br>性劑所引起<br>3b檢查槽中BOD 負荷                                          | 3a可採用消泡水或消泡劑<br>3b減少污泥排放量                                                            |
| 生物膜不<br>正常剝落                         | 4a毒性物質流入<br>4b反沖洗不當<br>4c曝氣量異常                             | 4a找出物質種類及來源<br>4b檢查反沖洗頻率及方式<br>4c檢查曝氣量及曝氣管配<br>置                               | 4a消除毒性物質或調節流<br>量使濃度降至生物可馴<br>養之程度<br>4b修正反沖洗頻率或方式<br>4c維護適當之曝氣量及曝<br>氣管配置           |



### 7.2.11 三級處理

#### 1. 活性碳吸附法

其異常對策如表7.22所示。

#### 2. 氧化法

其異常對策如表7.23所示。

表7.22 異常對策指引－氧化法

| 異常狀況   | 可能原因                   | 檢測項目       | 對策             |
|--------|------------------------|------------|----------------|
| 出流水質不佳 | 1a含氯之氧化劑加藥量過大，致COD 值偏高 | 1a檢測含氯量    | 1a減少加藥量        |
|        | 1b氧化劑加藥量不足，致透視度偏低      | 1b檢查氧化劑加藥量 | 1b依杯瓶試驗求出最適加藥量 |
|        | 1c藥劑所添加之地點不適當          | 1c檢查加藥地點   | 1c加藥地點宜在進流口附近  |
|        | 1d攪拌效果不佳               | 1d檢查攪拌設備   | 1d維修或更換攪拌設備    |

表 7.23 異常對策指引－活性碳吸附法

| 異常狀況                               | 可 能 原 因                                                             | 檢 測 項 目                                                                 | 對 策                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 水頭損失<br>過大                         | 1a進流水濁度過高<br>1b生物繁殖、累積<br><br>1c活性碳破碎、大量<br>細粒阻塞<br>1d進出水口攔污柵阻<br>塞 | 1a濁度，SS<br>1b目測，出流水H <sub>2</sub> S之臭<br>味<br><br>1c顆粒分級分析並與原規<br>範資料比對 | 1a加強前處理操作<br>1b以上流膨脹式操作使固<br>體物可連續沖洗；而下<br>流式者則提高反洗頻率<br>並改善上游端BOD 之去<br>除情形<br>1c去除過細碳粒，有必要<br>時更換硬度較高之碳粒<br>1d清洗攔污柵                                                |
| 桶槽內硫<br>化氫                         | 2a進流水中DO值及硝<br>酸鹽濃度太低或無<br>2b進流水中的BOD 過<br>高<br><br>2c接觸時間過長        | 2a進流水DO<br>2b進流水BOD<br><br>2c接觸時間，30～60min<br>是典型之上限                    | 2a在上流式桶槽，加入氧<br>、空氣或硝酸鈉<br>2b假如可能的話，加入臭<br>氧、硝酸鹽或氧氣，以<br>保持桶槽內之喜氣狀況<br>。改善上游端溶解性<br>BOD 之去除，以去除硫<br>化物，加鐵鹽沉降或加<br>氯處理<br>2c①停用部份接觸桶槽以<br>減少接觸時間<br>②加強反洗之頻率及劇<br>烈強度 |
| 再生後單<br>位活性碳<br>去除之<br>COD 量大<br>減 | 3a活性碳阻塞、效率<br>降低                                                    | 3a單位活性碳COD 去除量                                                          | 3a評估與調整再生系統提<br>高效率                                                                                                                                                  |
| 桶槽腐蝕                               | 4a桶槽內有H <sub>2</sub> S<br>4b鐵槽內襯不良                                  | 4a H <sub>2</sub> S，DO                                                  | 4a參考第 2項<br>4b重新做內襯                                                                                                                                                  |

### 7.2.12 濃縮池

#### 1. 重力濃縮池

其異常對策如表7.24所示。

表7.24 異常對策指引－重力濃縮池

| 異常狀況        | 可 能 原 因                                         | 檢 測 項 目                                                | 對 策                                                                                            |
|-------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 有腐敗臭味，污泥上浮  | 1a排泥速率過低<br>1b溢流率太小                             | 1a污泥氈高度過高<br>1b保持適當之溢流率                                | 1a增加排泥速率<br>1b增加進流量，必要時可混入終沉池出流水<br>1c進流污泥加氯，並保持出流污泥有1mg/L 之餘氯<br>1d在水面下0.3~0.6m 處，注入空氣或在濕井中注入 |
| 濃縮之污泥過稀     | 2a溢流率過高<br>2b排泥率過高<br><br>2c發生短流                | 2a檢核水力及固體負荷<br>2b保持最低之污泥深度0.9m<br>2c觀察池面，有不正常之固體自溢流堰溢出 | 2a降低進流污泥之泵送率<br>2b降低濃縮污泥之排出率<br><br>3c改變溢流堰之設置，修改或更換隔板                                         |
| 污泥收集裝置扭矩超負荷 | 3a設備停機一段時間後，大量污泥淤積<br>3b大量之阻塞物壅塞<br><br>3c溢流率太小 | 3a檢測收集器臂前方之探棒<br><br><br>3c保持適當之溢流率                    | 3a攪拌收集器臂前之污泥層<br>3b清除壅塞物，用鈎或排乾池水<br>3c增加進流量，必要時可以混入終沉池出流水                                      |
| 堰上生物生長      | 4a廢水中之固體物累積致使生物生長                               | 4a檢視表面                                                 | 4a定期徹底清洗堰表面                                                                                    |
| 污泥管線與泵阻塞    | 5a泵送之污泥濃度過高                                     |                                                        | 5a沖洗管線                                                                                         |

## 2. 浮除濃縮池

一般常用溶解空氣浮除法 (DAF), 其異常對策如表 7.25 所示。

表 7.25 異常對策指引－浮除濃縮池 (DAF)

| 異常狀況              | 可 能 原 因                | 檢 測 項 目               | 對 策                         |
|-------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 固體物負荷增大，<br>污泥量增大 | 1a 進流固體物濃度高<br>>2.0%   | 1a 污泥濃度<br><br>1b 污泥量 | 1a 加入高分子凝聚劑<br><br>1b 降低污泥量 |
| 水流有擾動現象           | 2a 水力負荷過大              | 2a 水力負荷               | 2a 加入調理藥劑或降低水力負荷            |
| 污泥層增厚自隔板下溢流而出     | 3a 流入膨化污泥<br>(SVI>200) | 2a 檢測 SVI 值           | 2a 加入調理藥劑或改善生物處理功能          |
| 抽水機阻塞，管線及槽壁磨損     | 4a 流入粗大物               | 2a 檢查抽水機、管線及槽壁        | 2a 裝設攔污柵，避免採用全加壓法           |
| 浮除池底部泥砂淤積         | 5a 流入過多泥砂              | 2a 檢測進流污泥濃度           | 2a 浮除池底部必須設置刮泥設備            |

### 7.2.13 污泥脱水

#### 1. 帶壓式脫水機

其異常對策如表7.26所示。

表7.26 異常對策指引－帶壓式脫水機

| 異常狀況     | 可能原因                                          | 檢測項目                                            | 對策                                               |
|----------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 滾軸旋轉不良   | 1a軸承磨損<br>1b給油不充足<br>1c滾軸彎曲                   | 1a軸承<br>1b給油設備及給油量                              | 1a更換<br>1b檢查及補給<br>1c更換或修正                       |
| 污泥自兩側溢流  | 2a供給污泥量過多<br>2b凝聚混合不良<br>2c藥劑添加率不適當           | 2a供給污泥設備<br>2b藥劑添加裝置<br>2c藥劑濃度及藥劑添加裝置           | 2a調整至最適量<br>2b調整加藥量或混凝設備<br>2c調整添加率或藥劑添加裝置       |
| 濾布蛇行     | 3a蛇形修正裝置不良<br>3b污泥未均勻分布<br>3c滾軸磨損<br>3d濾布發生皺摺 | 3a蛇形修正裝置<br>3b污泥分配裝置<br>3c滾軸<br>3d濾布轉速，濾布蛇行修正裝置 | 3a調整<br>3b調整或更換<br>3c更換或修正<br>3d調整轉速及修正裝置或更換，修正  |
| 脫水泥餅剝離不良 | 4a濾布阻塞<br>4b刮板磨耗太快<br>4c濾布移行速度過快<br>4d脫水泥餅過薄  | 4a濾布<br>4b刮板位置<br>4c濾布移行速度<br>4d進流污泥濃度及濾布移行速度   | 4a清理、清洗或更換<br>4b調整刮板位置或更換刮板<br>4c調整至適當速度<br>4d調整 |
| 集水板阻塞    | 5a脫水泥餅剝離不良，污泥堆積<br>5b集水板上堆積污泥                 | 5a同第4項<br>5b集水板                                 | 5a同第4項<br>5b清理                                   |

## 2. 加壓式脫水機

其異常對策如表7.27所示。

表7.27 異常對策指引－加壓式脫水機

| 異常狀況                | 可 能 原 因                        | 檢 測 項 目                  | 對 策                                        |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|
| 板框無法<br>密閉          | 1a定位不當<br>1b不當之縫隙              | 1a定位<br>1b固定突座           | 1a板框重新定位<br>1b調整固定突座之縫隙                    |
| 泥餅排放<br>困難          | 2a不當之預覆<br>2b不當之調理             | 2a預覆設備<br>2b調理劑種類與加藥量    | 2a增加預覆量<br>2b實驗決定適當藥劑及量                    |
| 壓濾週期<br>過長          | 3a不當之調理<br>3b添加之污泥過稀           | 3a調理劑量<br>3b濃縮單元之操作      | 3a改變加藥量<br>3b改進濃縮之效果                       |
| 過濾泥餅<br>黏著在輸<br>送器上 | 4a調理劑不當                        | 4a調理劑量                   | 4a減少殘灰，增加無機調<br>理劑                         |
| 預覆壓力<br>漸增          | 5a不當之污泥調理<br>5b不當之預覆<br>5c濾布阻塞 | 5a調理劑量<br>5b預覆操作<br>5c濾布 | 5a改變劑量<br>5b減低預覆量幾次，尋求<br>最適之預覆量<br>5c清洗濾布 |
| 經常的濾<br>布阻塞         | 6a預覆不當<br>6b未用預覆時，初始<br>添加率過高  | 6a預覆操作                   | 6a增加預覆<br>6b起始操作緩慢                         |
| 泥餅含水<br>率高          | 7a不當之調理<br>7b操作週期太短            | 7a調理劑量<br>7b濾液量與泥餅含水率    | 7a改變調理劑量<br>7b延長循環時間                       |
| 污泥自板<br>框溢出         | 8a板框間有障礙物                      |                          | 8a停機，清除障礙物                                 |

### 3. 污泥乾燥床

其異常對策如表7.28所示。

表7.28 異常對策指引－污泥乾燥床

| 異常狀況        | 可能原因             | 檢測項目                         | 對策                                           |
|-------------|------------------|------------------------------|----------------------------------------------|
| 脫水時間<br>過長  | 1a污泥深度過大         | 1a污泥層厚度（通常注入<br>污泥深度至20cm左右） | 1a原有泥餅清除後，重新<br>排入較少量之污泥                     |
|             | 1b乾燥床未適當清理       | 1b檢視未加污泥之空床                  | 1b污泥乾燥後，移除污泥<br>與髒砂，更換1~2m 之<br>乾淨砂          |
|             | 1c排水管阻塞或破裂       |                              | 1c沖洗排水管，檢試砂床<br>，如有必要，更換濾料                   |
|             | 1d床體太小           | 1d添加聚合物                      | 1d通常2~15kg/1000kg<br>(乾污泥)的陽離子聚合<br>物可以改善脫水率 |
|             | 1e氣候條件           | 1e溫度、降雨                      | 1e床體加蓋                                       |
| 污泥添加<br>管阻塞 | 2a管內砂粒與固體物<br>累積 | 2a檢視排泥狀況                     | 2a開始操作時，閥門全開<br>，便於管體清洗，假若<br>有必要沖洗之         |
| 添加污泥<br>過稀  | 3a污泥濃縮效果不佳       | 3a檢查濃縮池                      | 3a同表7.28或表7.29所示                             |

## 第八章 染整廢水處理工程規劃設計

根據服務團的輔導經驗以及問卷調查結果，業者在面臨染整廢水的處理問題上普遍認為最大困難分別為處理成本太高和處理技術不足。事實上，染整廢水水質、水量變化甚大，原本即屬難處理的工業廢水之一，為使管末處理設備能發揮預期處理成效，在規劃設計階段即應考慮充裕之設備容量和單元功能之彈性操作，並將詳實調查之水質、水量現況和可能的變動情形均計入規劃中，才能獲得穩定的處理效果，過去常見的情形為規劃階段未詳實調查或因眼光不夠長遠，在管末處理設備完成後常會有設備容量不足或水質、水量因製程變動而改變等原因，致使處理水質不能達到預期排放標準，而必須增改建處理單元，甚至一而再的重新設置處理設備，致使業者認為國內處理技術不足或排放標準過高，而另外之情形即是規劃設計時依據用地或建造費用等考慮因素來選擇單元，但卻未顧及操作成本，以致等到運轉操作時才發覺操作成本過高。要解決這些問題工廠就必須在處理工程規劃設計階段即需有效掌握、瞭解、配合水處理工程公司的調查、檢驗、處理方案評估等工作，才能獲得滿意的處理工程品質。本章擬就現有染整廢水在規劃上常見的問題提出說明和建議，並說明在廢水處理工程規劃上應注意之事項以及處理程序之規劃評估技術。

### 8.1 廢水處理工程須掌握之規劃設計重點<sup>70,71</sup>

國內近年來環保意識的抬頭，使得過去的不重視污染防治的工廠面臨了來自政府環保單位取締，和民衆要求環境品質的抗爭壓力，但由於目前業者在污染防治設備投資上具有下列的特性：

1. 業者必須在政府或民間所訂定的期限內，完成污染防治方案的決策和工程，由於過去對這些工作的輕忽，使得所能利用的時間通常是很短促。
2. 業者由於對污染防治技術及設備不熟悉，亦缺乏類似的處理經驗，廠方人員不像對生產設備的熟悉，因此在確定工程公司所提的處理方案時沒有足夠的資訊加以評斷。
3. 污染防治設備效果必須滿足政府所訂定的排放標準。由於污染防治設備並非營利性的生產設備，當功能未符合設計要求時，對工廠而言即使能以不支付尾款來懲罰工程公司，但對已經損失的期限時間和修改增建設備的費用，都對工廠造成困擾和損失。
4. 污染防治設備必須兼顧多種法令規定要求：進行廠內廢水處理時可能會產生污泥廢棄物或噪音、臭味等其他型式的污染，這些污染同樣有法規限制，因此在



投資污染防治設備時須考慮到不能造成二次污染且需留意相關法規標準可能的異動，以便事先規劃。

由於這些特性使得業者在執行污染防治工作時常面臨不知如何著手，以及往往忽略了本身在規劃設計階段的參與和施工品質的監督、控制，至工程完成發現不符合預期目標或無法順利接手操作而產生糾紛。以下謹根據工業污染防治技術服務團多年來輔導工廠改善污染的經驗，介紹製訂污染改善計畫及掌握工程品質的方法，表8.1是污染防治工程規劃設計階段業者所必須參與的工作。

表8.1 於污染防治工程規劃設計階段之工作重點

| 工 作 要 項                    | 工 作 內 容                                                                                                                                              | 對 外 連 繫 對 象                                                                                                                        |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • 成立污染防治計劃推動小組             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 工作分配及授權</li> <li>• 通盤了解法令規章，訂定工作目標</li> <li>• 宣導、溝通污染防治觀念</li> <li>• 整理廠內資料—生產情形、土地使用、水電公用設施分配概況</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 聘請學者、專家講解法令規章、污染防治原理</li> <li>• 申請工業污染防治技術服務團書面資料、現場輔導</li> <li>• 同業間經驗交流、實績觀摩</li> </ul> |
| • 調查廠內污染來源                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 清查廠內污染源的質與量</li> <li>• 探討生產條件和污染產生量的關係</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 聘請顧問公司執行，廠內人員配合</li> </ul>                                                                |
| • 廠內管理及減廢措施                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 改進操作方式，加強管理以減少污染物產生</li> <li>• 改變操作條件，更改製程</li> <li>• 製程中回收再利用</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 聘請製程減廢專家、參考同業經驗或文獻資料調整生產、管理方式或製造流程，並配合清查污染質、量變化的調查</li> </ul>                             |
| • 審核處理程序評估報告並選擇適切之處理流程組合方案 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 由顧問公司提出處理程序評估報告，並由這些處理程序組成數個方案，提出這些方法的各項評估內容供業者選擇</li> <li>• 業者自行審核或委聘專家協助審核</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 聘請專家協助審核</li> <li>• 申請工業污染防治技術服務團協助審核規劃書</li> <li>• 顧問公司提供工程實績參觀比較</li> </ul>             |

當這些工作完成時顧問公司等規劃設計單位即應提出一份處理工程規劃書，典型的工程規劃書內容應包括的內容如表8.2 所示。

表8.2 典型之廢水處理工程規劃設計書應備內容及其說明

| 應 備 內 容         | 說 明                                    |
|-----------------|----------------------------------------|
| <u>前言</u>       |                                        |
| • 計劃緣由          |                                        |
| • 建議書內容簡介       |                                        |
| <u>工廠現況</u>     |                                        |
| • 產品種類          | 包含產品、可能造成污染之中間產物及副產品                   |
| • 生產原料          | 化學原料附化學名稱、分子式特性資料                      |
| • 生產流程          | 附流程圖，並說明生產型態（連續或批次）及設備種類               |
| • 生產量           | 目前及未來可能之擴充計劃                           |
| • 季節變化          | 產量、產品隨季節或時間變化情形說明                      |
| • 廠房、設備及廢水管配置圖  |                                        |
| <u>廢水特性</u>     |                                        |
| • 廢水排放源         | 配合生產流程圖及平面佈置圖顯示                        |
| • 排放特性          | 含排放頻率、時間                               |
| • 廢水水量          | 連續性製程至少須有連續三天連續測度並估計未來變化               |
| • 廢水水質          | 須含各股廢水水質及混合水樣水質                        |
| <u>廢水處理工程構想</u> |                                        |
| • 現行法規標準        | 註明承受水體及其法定放流標準                         |
| • 設計廢水水質        | 另應說明設計值對未來擴充計劃及放流水標準之彈性                |
| • 設計廢水水量        | 另應說明設計值對未來擴充計劃及放流水標準之彈性                |
| • 處理後放流水水質      |                                        |
| • 處理流程及彈性       | 須含處理流程圖及質能平衡表                          |
| • 平面配置圖         |                                        |
| • 主要設備          | 附主要設備表並明示設備名稱、數量、型式、廠牌、型號、馬力數及型錄或技術資料等 |
| • 操作維護基本構想      | 人員數量、所需資格及訓練計劃                         |

續表 8.2

| 應 備 內 容         | 說 明                               |
|-----------------|-----------------------------------|
| <u>費用估計</u>     |                                   |
| • 初設費用          | 須分項列明設備管線、土木建築、電氣儀控、試車及啟動操作等各項費用  |
| • 運轉費用          | 含電力費用及藥品、經常性消耗器材費用                |
| <u>施工計劃</u>     |                                   |
| • 工期            | 說明工程總工期，必要時分工作階段說明預定進度            |
| • 臨時應急措施        | 應說明廢水處理設施未完成前，將採何種應急措施，以改善污染現況    |
| • 驗收辦法          |                                   |
| <u>服務費用</u>     |                                   |
| • 工作項目          | 應特別注意界定承包商與業主之責任分界點               |
| • 服務費用          |                                   |
| • 付款辦法          | 應另說明進度計算方式及尾款比例                   |
| • 保證、保固及賠償      |                                   |
| • 售後服務計劃        | 方式、項目、期限、頻率、費用                    |
| • 報價有效期間        |                                   |
| <u>承包商資料</u>    |                                   |
| • 公司簡介          |                                   |
| • 組織人力及主要工作人員簡介 |                                   |
| • 同類工程實績        |                                   |
| <u>其他</u>       | 本工程特殊事項之資料及說明，有助於業主對建議書內容及特點有所了解者 |

[註] 非連續性(批次)生產製程應就每類產品每批次排放廢水提供水質、水量資料

上述的作法是採規劃設計和施工分開不同單位執行，顧問公司雖不負責施工，但仍應負責監工和最後的試車。目前國內居多數的中、小型工廠其廢水處理工程則大多採統包(turn-key)的方式進行，即從設計到施工均由同一承包商進行，

此種方式的優點是時效上較快速，責任較易釐清和不用另外支付在評估研究和規劃設計等工作上的費用。但此種方式的缺點在本章一開始即已經說明，尤其國內染整廢水的許多失敗案例即在於設計時未對廢水特性及所須的處理程序深入評估，致使處理效果不能達到預期標準，形成投資浪費。如果業者採取的是目前統包的形式從事污染防治工程，則為達到良好工程品質的要求，建議下列的做法供參考：

#### 1. 慎選承包商、嚴審工程規劃書

由於承包商從事於實地調查、規劃的時間很短，所以承包商過去的工程實績品質可做為很重要的參考，尤其如果有類似染整廢水的處理經驗更佳，但工程實績必須實地勘查才能確實瞭解實際操作運轉情形，不能只憑書面資料及家數來認定。另外工程規劃書的審核結果也是觀察工程公司能力的指標，而規劃書應包含一套設備的設計理念，其內容是否適當在在影響設備運轉功能、成本及處理成效，所以在選擇承包商時應詳細參閱工程規劃書內容及設備規格再衡量價格，不可僅以價格做為考慮的唯一標準，此外操作成本的評估是否確實，影響到運轉後的長期支出，此也是評核規劃書的重點。染整廢水水質、水量變化大所以規劃書中若無實驗室初步處理程序評估的數據，最好能由得標廠商進行功能實驗以便獲得數據後再做設計，如此可減少風險。

#### 2. 參考專家、顧問或有關單位之意見

大多數的工廠，對於污染防治技術不熟悉，面對工程規劃書不知如何審核，必須借重專家、學者之學識及經驗或諮詢有關單位之意見。在審核階段可求教於學術機構的學者、專家或聘請顧問進行整廠診斷規劃審查等工作。另一管道則是工業局委辦的工業污染防治技術服務團提供免費的規劃書審核工作，研提評核意見供工廠參考，業者可由這些意見瞭解工程規劃書的優劣。再將這些意見提供工程公司修改設計提出說明，據以瞭解工程公司的設計能力。

#### 3. 嚴格監督施工，確保工程品質

工程如果採取統包方式則業者必須自行負責監工，施工階段應監督承包廠商按計劃圖說施工，各項配合工程（土木、管線、電氣、實驗室）是否有詳細之規範及進度。施工中若發現設備安裝位置有不便於日後之操作、維修，在不減低處理效果情況下，即應於施工中予以配合修正，以免完工後造成操作人員之不便。

#### 4. 擬訂試車計畫及操作維護制度

污染防治設備完工後，應針對單元機械功能及整體設備功能擬訂試車計畫，進行試車運轉，根據試車結果來進行操作條件之確認及修正，才能使設備發揮最大功能。試車時不僅要求放流水水質能合乎預期處理目標，而每一單元之

功能應須接近原先設計時範圍。才能視為處理功能良好，否則大部份的去除功能由少數單元承受，即使放流水能達到標準，也容易因負荷變動而使處理效果不穩定。過去有許多實例是承包商試車時雖可發揮效果，但交由工廠自行操作時處理成效即不理想。故在完成驗收前，承包商應檢附完整的操作維護手冊，並將設備有關竣工圖說交付工廠，協助訓練操作人員、化驗人員，並建立操作維護制度。一般而言，操作維護制度至少應包括標準的操作方法與程序、變異確認與故障、設備預防保養及維護等。8.4 節中將詳列操作維護上的規劃要點。

#### 5. 成立污染處理專責部門或聘雇專責人員

雖然目前的處理設備自動化程序逐漸提高，所需的操作人力也日益減少，但自動設備所能設定的條件相當固定，仍須人為配合調整，才能使操作成本達到最低以及設備運轉保持在最佳狀況，且根據「事業或污水下水道系統廢(污)水處理專責單位或人員設置辦法」規定除非廢水量在五十立方公尺以下且不含公告的有毒物質，否則均須視廢水量設置廢水處理專責單位或人員，因此工廠宜事先派人受訓取得廢水處理技術員資格或直接聘任，並且最好能在工程規劃、設計、施工、試車均能全程參與，以便在往後的操作、維護工作上會較為得心應手。

## 8.2 廢水處理程序評估技術<sup>72,73</sup>

廢水處理程序評估指的是在設計規劃處理流程所做的資料收集，實驗檢測，分析推算以提供正確的資訊作為決策的參考，依個案情形、層次不同可分為三類：

### 8.2.1 最適化流程評估

對於工廠廢水的處理程序有多種組合的選擇，而對這些選擇我們都確知能達到處理效果，評估的目的是要符合某種目標的「最適化」，這些目標可能包括經濟方面（建造成本和操作成本）、土地需求、操作彈性、穩定性、操作技術層次、噪音、臭味等，需要從事特定資料的蒐集以便進行此類評估作業。

### 8.2.2 流程效果驗證評估實驗

對於工廠廢水性質及各種處理程序所能達成的效果雖已有部分資料，但有時因工廠的特殊要求，如土地不足或希望降低初期投資成本等因素，而需對部份單元的設計參數採用異於一般的設計範圍，在非常態的設計條件下，無法預估能否達成預期的效果，因此需要進行「流程效果驗證評估實驗」。

### 8.2.3 可行性評估研究

在初步調查及分析廢水的來源及其性質之後，對於採用何種處理程序有基本的構想，但是對於這些處理流程能否達到預期處理效果仍未確定，因此需進行程

序評估研究，經由實驗以驗證構想的處理流程是否可行，這是屬於「可行性評估研究」範疇。

染整廢水由於各製程排出的廢水水質、水量變化很大，且有色度問題，通常使用的處理單元頗多，因此在規劃設計時如能經過處理程序評估階段，對處理效果的掌握和建造、操作成本的降低有很大的助益。例如在規劃廢水量大的染整廠廢水處理系統時，若能經由各股廢水水質、水量調查及處理方案評估則部份整理加工程序之廢水可規劃分流直接排放，減少所須處理容量和建造成本，而「可行性評估研究」則可評估使用混凝單元的除色效果，求得最佳混凝劑種類和操作條件，以及是否須另加化學氧化或活性炭單元來達成脫色效果，以便規劃時能一併考慮設計。

綜合上述，工廠廢水處理工程的理想工作流程表示如圖8.1。

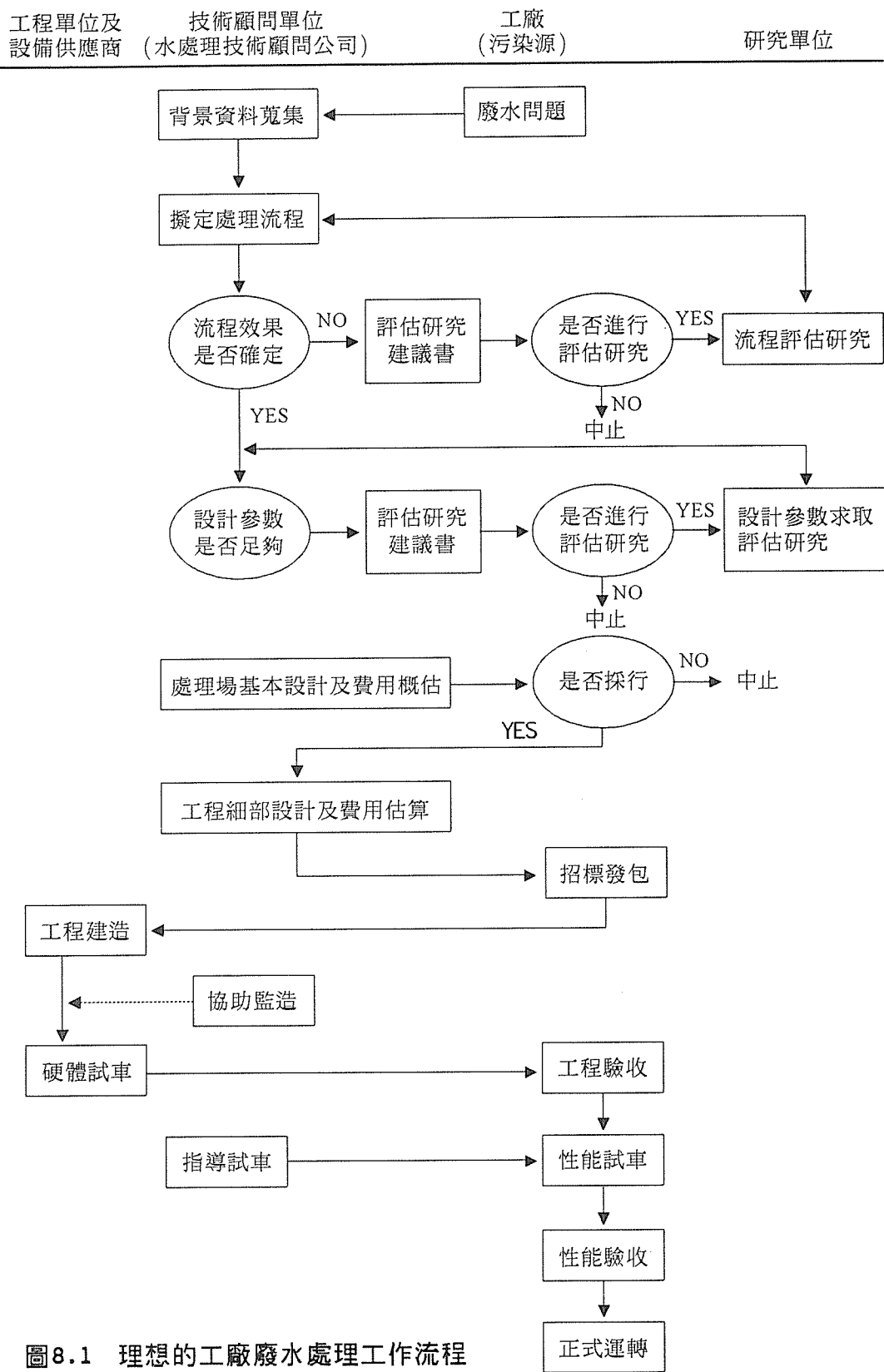
這種工作流程主要是將規劃設計與工程施工分段進行，規劃設計階段技術顧問單位須站在工廠的立場進行適當的處理流程規劃方案供廠方選擇，若是現有經驗上無法確認效果的處理流程則建議工廠先進行研究計畫，取得資料再進行工程化，較能降低運轉後不能達到放流水標準的風險。當然這套工作流程在現行的國內環境實施起來可能還有困難，例如程序評估的費用在小型工廠的投資費用所佔比例可能過高，大部分國內工廠還沒有花錢去購買技術軟體的認知，另外國內處理公司一般皆兼有規劃設計及施工的角色，在分工上有困難。但是除非廢水性質相當單純且穩定，否則類似染整廢水的處理工程要避免失敗的發生，在評估規劃階段就必須下更大的功夫。

### 8.3 處理工程操作維護上之規劃要點<sup>74</sup>

廢水處理設備的操作維護工作一直是國內業者在廢水處理工作上最弱的一環，如何使處理設備發揮其原本的設計功能須靠良好的操作維護工作，良好的操作維護工作需要事先完備的規劃，其要點包括：

#### 8.3.1 管理架構及人員組織

工廠的廢水處理場須面對的工作包括設備的操作、維護，水質的檢驗甚至對鄰近居民的公關工作，因此組合成員可能包括操作人員、電氣人員、化驗人員等，成員間的協調指揮、工作分配監督都需要有組織的組成和管理。在一般工廠中負責協調、督導的工作可能須由廠長或副廠長擔任。詳細工作區分可分組為行政採購組、操作組、維修組、化驗室等單位，除了操作組須專任外，其餘可視廠內情況由類似功能的部門兼任，管理者須釐清各組的工作職責，規劃工作目標，以期使處理設備達到良好的操作管理。



### 8.3.2 操作維護人員

根據「事業或污水下水道系統廢(污)水處理專責單位或人員設置辦法」第三、第四條規定：事業或污水下水道系統，其廢(污)水產生量在  $5,000\text{m}^3/\text{d}$  以上者，應設置廢(污)水處理專責單位，而專責單位應包括業務主管一人（應具有甲級廢(污)水處理技術員資格），甲級、乙級廢(污)水處理技術員各一人以上。廢水量  $2,000\text{m}^3/\text{d}$  以上，未滿  $5,000\text{m}^3/\text{d}$  者，應設置甲級廢(污)水處理技術員， $50\text{m}^3/\text{d}$  以上，未滿  $2,000\text{m}^3/\text{d}$  者，應至少設置乙級以上廢(污)水處理技術員。第五條規定廢水若含公告中的十項有害物質之一，則專責人員設置條件為廢水量  $1,000\text{m}^3/\text{d}$  以上者應設置廢(污)水處理專責單位， $200\text{m}^3/\text{d}$  以上，未滿  $1,000\text{m}^3/\text{d}$  者，應設置甲級廢(污)水處理技術員，未滿  $200\text{m}^3/\text{d}$  者，應至少設置乙級以上廢(污)水處理技術員。以上這些規定是法令所需的最低要求，工廠在找尋這些專責人員時如能聘請有實務經驗的人員將對操作運轉的可靠性有良好的提升效果。若有經驗者不易徵聘則可將廠內相關技術人員送至訓練班受訓，以便取得資格證書，並且接受承包工程公司在試車階段的操作實務訓練，如此將可獲得良好且適任之操作維護人員。

### 8.3.3 操作及維護計畫

廢水處理設施和工廠的生產設施相同，應予以充分的維護保養管理，才能維持其應有之處理功能。操作維護計畫的目的在達到下列效果：

- 確保正常操作狀態，維持良好的效率，達到穩定的處理效果。
- 防止抽水機、攪拌機、送風機、控制裝置等機器設備的損傷、故障。
- 延長處理設備的使用壽命。

所以舉凡機器的檢查、調整、修理等維護檢查作業、曝氣量的調整、處理藥品的補充等處理設施的操作管理，以及原廢水、處理水的水質、水量檢測等水質管理均屬操作維護的範圍，而一般這些作業都須以日、週、月或年為週期訂定計畫來進行。

### 8.3.4 實驗室的規劃

要設置一實驗室，首先要知道的資料是取樣點、取樣頻率及分析項目，然後據以估計所需的設備、人力，最後再決定所需的空間及藥品用量與貯藏量。

### 8.3.5 記錄系統

建立完整記錄系統，隨時可提供廢水處理場現有之設備狀況，操作情形、人力運用及歷年來的運轉情況，以利於下列情況：

- 擬定年度操作維護計畫之用。
- 協助有關人員，從事推展進行污水處理場運轉工作，避免混淆及遺漏。



- 做為故障排除及異常情況時，擬定適當對策之依據或參考。
- 擴廠或更新設備時，可根據所記錄之資料，選擇廠牌、處理程序、設備型式等。

記錄系統的種類一般可分為：

#### 1. 設備資料記錄系統

本項系統之建立係針對處理場中之每項處理設備建立資料，以利在操作維護時能立即有效的獲得有關之資料或零件、備品等，以便進行操作維修工作。

#### 2. 操作維護記錄

包括：操作維護日記、異常狀況累計表、維護記錄卡及修護記錄表以備查詢追蹤之用。

#### 3. 取樣分析記錄

### 8.3.6 操作維護手冊<sup>75</sup>

編寫操作維護手冊的目的是使廢水處理場之操作維護人員在工作上有一套可以遵循的步驟，使其對處理設備之功能及操作維護程序有正確之瞭解，有足夠之資料以建立操作維護技術及有效的進行操作維護工作，所以操作維護手冊之編寫內容應正確、詳細及易於瞭解，良好的操作維護手冊應該是設計工程師與資深操作人員經驗共同結合的成果。一本完整之操作維護手冊應涵蓋的內容建議如下：

簡 介 —

#### 1. 操作及管理之職責

(1) 操作員職責：①條列操作員一般職責。②列出可提供操作員短期課程或訓練之單位。③建議與污水處理廠相關之期刊。

(2) 處理系統管理職責 — 予以條列式說明。

#### 2. 廢水處理場之處理方法和處理後之放流水限值

(1) 描述主要之處理單元。

(2) 處理後之放流水限值 — 說明該廠適用國家放流水標準或承受水體標準。

#### 3. 描述廢水處理設備型式和處理流程

(1) 廢水處理設備型式 — 仔細描述各獨立單元：①前處理②初級處理或化學處理

③二級處理④三級處理⑤消毒⑥污泥處理及處置。

(2) 處理流程 — 包括基本流程圖。

相關之限制及標準 —

#### 1. 放流口之許可證及相關法令。

#### 2. 當原廢水溢流或放流水不合格時之呈報程序（目前國內無類似規定）：

(1) 包括複印政府相關法令及溢流或繞流排放所需報告之條例。

(2) 條列報告之程序，包含各單位聯絡電話號碼和報告格式之樣本。

### 3.放流水質標準

#### 廢水處理系統操作及控制之描述－

##### 1.一般說明－各主要處理單元應依流程順序分別討論

- (1)詳細描述並討論主要之各處理單元，說明設計處理效率。
- (2)討論前後處理單元之相關性。
- (3)分類並詳細敘述相類似單元關係及處理單元程序控制方式。
- (4)主要設備之組成明細表。
- (5)一般操作問題－說明各單元可能發生之問題，問題之起因及預防控制之技術。
- (6)實驗室控制－列出所需化驗之項目並說明化驗結果與單元操作間之關係。
- (7)啟動操作之方法。

##### 2.操作說明

- (1)正常操作狀況：①閘之開關②制水閘門之設定③堰之高程④刮泥機之速度⑤泵浦動作之設定⑥污泥迴流比⑦MLSS之控制濃度⑧其他。
- (2)替代操作方案－列出所有之操作替代方案，並以圖表討論說明。
- (3)緊急狀況之操作程序及安全設施使用說明。

#### 污泥處理系統操作及控制之描述－

##### 1.一般說明－各主要污泥處理系統應依流程分別說明討論

- (1)詳細描述每一個主要處理單元，並說明污泥特性之變化。
- (2)討論前後處理單元之相關性。
- (3)分類並詳細敘述相類似單元之關係及處理單元／程序控制方式。
- (4)主要設備之組成明細表。
- (5)一般操作問題－說明各單元可能發生之問題，問題之起因及預防控制之技術。
- (6)實驗室控制－列出所需化驗之項目並說明化驗結果與單元操作間之關係。
- (7)啟動操作之方法。

##### 2.操作說明

- (1)正常操作狀況：①閘之開關狀況②加熱需要③污泥氈厚度④污泥泵浦操作時程⑤集泥設備及攪拌速度⑥脫水設備之操作時間。
- (2)替代操作方案－列出所有操作替代方案並以圖表討論說明。
- (3)緊急狀況之操作程序及安全設施使用說明。

#### 人事組織－

- 人力需求
- 人員資格要求
- 資格考試相關規定

#### 實驗室控制一

- 說明實驗室分析之目的
- 採樣計畫
- 化驗參考資料
- 解釋化驗項目之定義及在環境工程上之運用
- 化驗報告之標準表格

#### 操作記錄一

- 工作日誌
- 化驗室報表
- 呈報政府機構之月報表
- 年報
- 維修記錄
- 操作費用及記錄保存方式
- 個人記錄
- 緊急狀況記錄

#### 維修計畫一

- 一般說明
- 設備記錄系統
- 計畫及時程
- 儲存及保管系統
- 維修人員
- 維修工作之費用及預算
- 雜項維修記錄
- 家管作業
- 特殊工具和設備
- 潤滑
- 主要設備資料
- 保固證書
- 維修保養合約

#### 緊急狀況應變措施一

- 列出系統缺失分析之結果
- 列出減低系統發生缺失之方法
- 列出互助合作協議
- 緊急應變設備庫存

- 建立記錄保存制度
- 事業廢棄物貯存與監測措施
- 與當地警察及消防隊建立連線
- 賦予污水廠人員緊急應變職責
- 設置緊急應變處理中心
- 列出預備操作人員資格要求
- 確定緊急應變計畫並按時修訂更新

#### 安全準則一

- 一般準則
- 下水道系統維修安全
- 電氣之危險
- 機械設備之危險
- 爆炸及起火之危險
- 病菌之感染
- 氯氣之危險
- 缺氧及有害氣體
- 化驗室之危險物質
- 安全設施
- 處理流程之化學藥品使用
- 參考資料

#### 公共設施一

- 一般說明
- 電氣
- 電話
- 天然瓦斯
- 自來水
- 燃料油

#### 電氣系統一

- 一般說明
- 電源
- 電力分配系統
- 監控系統
- 備用電源

## 附 錄一

- 基本流程圖、繞流管線圖、水力剖面圖
- 閥件指引
- 所有表格之樣本
- 污水廠操作用化學藥品
- 化驗室用化學藥品
- 緊急應變計畫
- 細部設計使用參數
- 設備供應商名錄
- 製造廠商之設備手冊
- 零件及服務
- 竣工圖
- 製造圖
- 安裝圖
- 施工照片
- 保固證書
- 呈報監管單位之格式
- 管線顏色規範
- 塗裝規範
- 參考資料

## 參考文獻

1. 紡織工業調查報告—染整工業，中華民國紡織業外銷拓展會，77年6月。
2. 中華民國台灣地區各行業工廠名錄，經濟部工業統計調查聯繫小組編印，80年12月。
3. 中國技術服務社工業污染防治技術服務團，第三批列管工廠輔導專案(附件一)染整業輔導報告，經濟部工業局，79年6月。
4. 中華民國台灣地區工業生產統計月報 282期，經濟部統計處編印，82年2月。
5. 陳光榮，國內染料工業之現況及展望，化學工業資訊月刊，第二卷第三期，pp66~75，77年3月。
6. 楊萬發、林坤讓、鄭仁川、張芳賓，國內染整廢水處理現況，第一屆中歐近代工程技術研討會，中國工程師學會，80年12月。
7. 中國技術服務社工業污染防治技術服務團，染整業污染防治輔導綜合報告，經濟部工業局，77年6月。
8. 洪輝嵩，我國高科技紡織品現況與未來展望，工業簡訊，第二十一卷第十期，pp25~34，80年10月。
9. 劉熾章，纖維理化，新學識文教出版中心，修訂三版，79年3月。
- 9 松本健次，染色工業と排水公害，中小企業技術振興協會專門委員會，64年11月。
- 11 楊萬發，染整工廠廢水處理污染防治，工業污染防治技術手冊之二，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服社編印，75年5月。
- 12 U.S Environmental Protection Agency. Technology Transfer. Textile Processing Industry. 658,160. 1978.
- 13 劉興業、李錦榮，染整加工業，專上圖書有限公司，初版，79年7月。
- 14 彭正中、周玲玉，合成染料，台灣中華書局，71年9月。
- 15 染整廢水處理技術研討會資料，經濟部工業污染防治技術服務團，74年4月。
- 16 中國技術服務社工業污染防治技術服務團，染料、助劑對環境污染之影響研究綜合報告，經濟部工業局，ICP-80F-011，80年6月。
- 17 中國技術服務社工業污染防治技術服務團，加強「染料、助劑對環境污染之影響」研究綜合報告，經濟部工業局，IPC-81F-012，81年6月。
- 18 染整工業，工業減廢技術手冊之一，經濟部環保署工業減廢聯合輔導小組，82年6月。
- 19 U.S Environmental Protection Agency. Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Textile Mills Point Source Category PB83-11687, 1982.

- 20潘南鵬、張忠祥等，水污染防治手冊，二版，上海科學技術出版社，pp848～893，79年5月。
- 21楊萬發，有效防治台灣地區水污染訂定合理放流水標準之研究－紡織染整業，行政院環境保護署，78年6月。
- 22陳慶祥，染整工業減廢技術簡介，減廢資訊雙月刊，第20期，經濟部工業局，pp5～32，80年12月。
- 23鄭仁川，解決染整廢水問題的可行方案，工業污染防治報導，第48、49期，中國技術服務社，81年3、4月。
- 24志滿津發司，如何降低污染負荷－減廢方法及技術，工業減廢示範推廣計畫，中鼎工程股份有限公司，80年6月。
- 25林志森，工業廢水廠內改善措施，工業污染防治，第1期，pp34～38，經濟部工業局，71年1月。
- 26鄭從文，染紗工廠的水污染防治，工業污染防治，第6期，pp25～26，經濟部工業局，72年4月。
- 27紡織工業減廢技術手冊，工業減廢技術手冊之一，經濟部、環保署工業減廢聯合輔導小組，80年4月。
- 28陳慶祥，絞紗染廠之製程改善之減廢，減廢資訊雙月刊，第20期，經濟部工業局，pp47～52，80年12月。
- 29陳慶祥，筒紗染紗染色製程改善之減廢，減廢資訊雙月刊，第21期，經濟部工業局，pp24～29，81年2月。
- 30陳慶祥，針織布浸染廠染色製程合理化之減廢，減廢資訊雙月刊，第21期，經濟部工業局，pp30～33，81年2月。
- 31Metcalf & Eddy, Inc., Wastewater Engineering: Treatment Disposal Reuse McGraw-Hill Book Company 1979.
- 32楊萬發，染整廢水處理技術，染整業廢水處理技術研討會講義，經濟部工業局工業污染防治技術服務團，78年1月。
- 33黃汝賢，電解浮除（電化膠凝）處理粗紙製漿黑液之可行性，國立成功大學環境工程研究所研究報告第123號，80年12月。
- 34楊萬發譯，水及廢水處理化學，國立編譯館，76年7月。
- 35李俊德、張皓，織染廢水臭氧脫色處理之研究，第一屆廢水處理技術研討會論文集，65年9月。
- 36Perkins, W.S., J.F. Judkins and W. D. Perry, Removal of Dyebath Water by Chlorination or Ozonation, University of Auburn August 1980.

- 37黃汝賢、陳慧英、陳正胤，Acid red114 染料廢水處理可行性之研究，第十二屆廢水處理技術研討會論文集，pp245~265，76年9月。
- 38鄭仁川，活性污泥法之設計與應用，工業污染防治，第41期，經濟部工業局，81年 1月。
- 39高肇藩、張祖恩，水污染防治，中國土木水利工程學會，76年4月。
- 40黃汝賢、陳哲晴、郭志豪，活性污泥系統處理染整廢水，第十五屆廢水處理研討會論文集，79年9月。
- 41雷憶湘，接觸氧化法在染整廢水處理上之應用簡介，工業污染防治報導，第38、39期，中國技術服務社，80年5、6月。
- 42歐陽嶠暉，廢水處理廠操作管理，工業污染防治技術手冊之二十五，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，79年6月。
- 43歐陽嶠暉，迴轉生物盤處理法，工業污染防治技術手冊之二十九，經濟部工業污染防治服務團，財團法人中國技術服務社編印，79年11月。
- 44Mckay, G.M.S. Otterburn and A.G. Sweeney The Removal of Color from Effluent Using Various Adsorbents: Some Preliminary Economic Considerations. J.S.D.C 8.357,1987.
- 45Ddjihn,P.B. and R.A. Hutchins. Treatment of Dye Wastes with Granular Activated Carbon. Text. Chem. & Colorist. 8-4.69,1976.
- 46Digiano,F.A., W.H. Frye and A. S. Natter. Factors Affecting Removal of Textile Dyes by Corbon Adsorption. Amer. Dyestuff Report. 1975.
- 47Olthof,M. and W.W. Eckenfelder. Coagulation of Textile Wastewater. Text. Chem. & Colorist. 817,100. 1976.
- 48洪輝嵩，染整業廢水處理，環保新向旬刊，第27期，p3，80年9月。
- 49曾迪華，廢水處理產生污泥之最佳處理及處分評估（染整業、製革業、紙漿業、食品業），國立中央大學土木工程學研究所，74年11月。
- 50楊萬發，污泥厭氧消化，工業污染防治技術手冊之十一，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，76年6月。
- 51曾迪華，污泥脫水處理，工業污染防治技術手冊之十四，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，77年4月。
- 52張鎮南，污泥好氧消化，工業污染防治技術手冊之二十八，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，79年8月。
- 53李公哲，染整廢水管末處理與廠內改善策略之經濟分析，土木水利第十一卷第四期，pp3~23，74年2月。



- 54國內自製污染防治設備市場調查輔導專案綜合報告，經濟部工業局污染防治技術服務團，IPC-79F-005，79年6月。
- 55張鎮南，臺灣省染整廢水解決方案之研究，臺灣省環境保護處，77年6月。
- 56王明揚，如何由管理上做到污染防治，工業污染防治技術手冊之五，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，76年2月。
- 57曾迪華，廢水處理常用化學藥劑，工業污染防治技術手冊之十五，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，77年2月。
- 58秦裕珩，紡織工業廢水的處理與利用，水污染防治手冊第36章，上海科學技術出版社，78年8月。
- 59莊順興，染整工業廢水規劃處理案例，環境新向，pp16～19，81年5月。
- 60工業污染防治實例彙編，pp29～40，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，81年6月。
- 61蔣本基，化學混凝處理單元之設計與操作，工業污染防治技術手冊之二十六，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，76年5月。
- 62楊萬發，廢水沉澱處理，工業污染防治技術手冊之二十，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，77年6月。
- 63歐陽嶠暉，生物接觸曝氣法，工業污染防治技術手冊之十二，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，81年再版，81年3月。
- 64陳秋揚，廢水處理曝氣系統，工業污染防治技術手冊之十九，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，77年6月。
- 65歐陽嶠暉，活性污泥操作維護手冊，工業污染防治技術手冊之八，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，76年5月。
- 66張鎮南、余瑞芳、陳瑞亮，先生物處理之染整廢水之脫色反應，國科會，NSC-80-0410-E029-01，80年11月。
- 67如何解決印染廢水的透視度問題，改善染整業廢水透視度計畫，經濟部工業局，中國紡織工業研究中心，80年11月。
- 68曾迪華，污泥濃縮處理，工業污染防治技術手冊之二十七，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，79年8月。
- 69林坤讓、吳俊耀、鄭仁川、張芳賓、蔡啓泰，廢水處理單元設計及異常對策，經濟部工業污染防治技術服務團，財團法人中國技術服務社編印，81年5月。
- 70曾聰智，工業污水處理工程的規劃與設計，工業污染防治，第5期，pp140～150，73年1月。
- 71陳耀仁，如何從事污染改善及掌握污染防治設施工程品質，電鍍及金屬表面處理業廢水處理技術講習會，pp56～61，工業污染防治技術服務團，79年12月。
- 72邱創汎，廢水廢理程序評估技術，化工資訊第5卷第7期，pp28～49，80年7月。

73廢水處理程序評估技術研討會，工研院化工所，81年6月。

74蘇國恭，染整廢水處理設備之操作與維護，染整廢水處理技術研討會資料，附錄IN0.8，中國技術服務社，74年4月。

75雷憶湘，典型操作維護手冊應具備之內容，工業污染防治報導，第30期，中國技術服務社，79年9月。



## 染整業水污染防治技術

出版日期：中華民國八十三年六月

發行人：尹啓銘

總編輯：楊萬發

編輯企劃：翁志聖、余騰耀、林坤讓

執行編輯：謝淑華

美術編輯：蘇雪華

發行所：經濟部工業局

台北市信義路三段41-3號

(02)754-1255

出版所：工業污染防治技術服務團

台北市敦化南路二段77號16樓

(02)325-5486

打字排版：星光電腦科技有限公司

印刷承製：集思創意設計印刷股份有限公司

