

經濟部



廢水處理常用化學藥劑應用手冊

(2006年更新版)

 經濟部工業局



序

國內環保法令日益趨嚴，業界持續有提升環保技術能力之需求，本局透過環保技術叢書的編撰，以有效傳達各類環保技術知識經驗予廠商參考，使環保技術有效擴散應用，協助業界作好污染防治工作。

為加強業界對於廢水處理藥劑的瞭解與運用，本局已於民國 77 年出版「廢水處理常用化學藥劑」與民國 83 年出版「廢水處理常用化學藥劑手冊」供業者參考；惟本局在進行廢水處理技術輔導時，發現廠商對於廢水處理藥劑的採購、供應商資訊及相關安全守則等部分資訊尚屬缺乏，而原技術叢書的部分內容須修正更新。

有鑑於此，本局特於 95 年「產業綠色技術輔導與推廣計畫」項下，更新「廢水處理常用化學藥劑手冊(2006 年更新版)」叢書內容，擴充廢水處理常用化學藥劑之物質安全資料表，並更新部份廠商名錄與採購資訊，供業界於實務上應用。

本技術叢書更新編撰過程，承蒙審查委員及執行單位財團法人台灣產業服務基金會全力參與編輯與審查工作，使得本技術手冊得以順利編輯完成，謹致上最誠摯的謝忱。

經濟部工業局謹識

中華民國 95 年 12 月

廢水處理常用化學藥劑應用手冊

(2006 年更新版)

第一章	前言	1
第二章	廢水常用化學藥劑種類、功能及原理	2
2.1	中和劑	2
2.2	混凝劑	6
2.3	沉澱劑	9
2.4	重金屬捕集劑	14
2.5	助凝劑	17
2.6	氧化還原劑	21
2.7	營養劑	26
2.8	消毒劑	29
2.9	吸附劑	33
第三章	廢水常用化學藥劑特性	40
3.1	氫氧化鈉	40
3.2	硫酸	42
3.3	鹽酸	44
3.4	石灰	47
3.5	蘇打灰	53
3.6	多元氯化鋁	55
3.7	硫酸鋁	58
3.8	硫酸鐵	63
3.9	氯化鐵	65
3.10	高分子助凝劑	67
3.11	二氧化氯	70
3.12	次氯酸鈉	73
3.13	次氯酸鈣	75
3.14	硫酸亞鐵	77
3.15	活性碳	80
3.16	離子交換樹脂	84

參考文獻.....	89
附件一 廢水常用化學藥劑參考價格.....	1
附件二 國內廢水處理化學藥劑供應商名錄.....	2
附件三 廢水常用化學藥劑安全資料.....	12
附件四 單元操作.....	51
一、中和滴定實驗.....	51
二、杯瓶實驗.....	52
三、氧化實驗.....	57
四、活性碳吸附實驗.....	63
五、離子交換樹脂吸附實驗.....	67
附件五 廢水處理常用化學藥劑.....	73
附件六 標準還原電位.....	75
附件七 活性碳對典型有機化合物之吸附能力.....	79

第一章 前 言

本手冊更新自早期「工業污染防治技術服務團」累積多年輔導工廠的經驗，並集結相關研究調查專案所彙編之「廢水常用化學藥劑手冊」民國 83 年版，提供工廠在運用廢水處理化學藥劑時參考。

為防止廢水污染，保障公共衛生、維護環境品質，並確保水資源的清潔，在廢水處理的操作過程中，經常需要添加各類化學藥劑，以達到去除各種不同污染物質的處理目的，諸如酸鹼值調整、化學混凝、化學沈澱、氧化還原、消毒等。但用於廢水處理之化學藥劑的種類和型式很多，每種藥劑對不同種類廢水的處理用途及效果也有所差異，加上藥品供應商所提供之藥劑成份、濃度及價格不一。因此，工廠必須對化學藥劑特性、處理效果、加藥方式、反應原理及操作控制等加以瞭解，才能有效且經濟地處理廢水。本手冊主要內容分為本文與附件。

本文第一部份為廢水常用化學藥劑的種類，是依據廢水處理的目的區分為中和劑、混凝劑、沈澱劑、助凝劑、消毒劑、吸附劑、營養劑、氧化還原劑及重金屬捕集劑等 9 類，並分別詳述其反應原理、常用類別及操作概要應注意事項，期使讀者能夠通盤瞭解各類藥劑的處理用途及操作特性。第二部份為廢水常用化學藥劑的特性，分別彙整各類常用化學藥劑的型態、成份、物化性質及適用條件等詳加說明。

附件部份包括：廢水常用化學藥劑的參考價格、參考價格、供應商名錄及使用安全準則等，其中安全準則的說明是以物質安全資料表(Material Safety Data Sheets, MSDS)作為安全規範的介紹；另外，亦提供廢水常用化學藥劑的單元操作實驗準則，期能提供多元化的資訊予使用者參考。

第二章 廢水常用化學藥劑種類、功能及原理

2.1 中和劑

2.1.1 原理概述

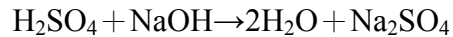
中和是在偏酸或偏鹼的廢水中，加入適量的鹼液或酸液，將廢水之酸鹼值調整至 7.0 左右的狀態，但廢水處理的領域中，中和的主要目的是將廢水之酸鹼值調整至適合於後續處理單元之操作條件，因此又可稱為 pH 調整。例如混凝沉澱或去除磷、重金屬等物質時，需將 pH 值上升或下降至某一適當範圍，使物質的溶解度為最小而達到處理目的。

相當多的廢水，特別是工業廢水，含有酸性和鹼性物質，在排入承受水體或予以化學、生物處理前，必須先加以中和，各種處理單元都有其最適宜的酸鹼值操作條件，且於此酸鹼條件下，才能獲得最佳的處理效率。例如，廢水進入生物處理單元之前，必須將廢水之 pH 值調整至適合於微生物生長的條件，一般約在 6.5~8.0 之間，若過於偏鹼或偏酸，對微生物均有抑制作用，進而影響生物處理功能。又如電鍍工廠之含氰廢水進行氧化處理時，第一階段氧化反應之操作條件，pH 值需調整至 10.5 左右，第二階段氧化反應則需調整至 8.5，才能安全且有效地將氰化物氧化分解成無害的 N_2 及 CO_2 。放流水標準之 pH 限值為 6.0~9.0，經處理後之放流水需調整在此一限值內才符合標準。因此不論是採生物處理或物化處理，其處理效率都受到 pH 值的影響，故 pH 調整在廢水處理上是非常重要的操作單元。

pH 調整過程中，添加鹼液或酸液與廢水中之酸性物質的氫離子或鹼性物質的氫氧離子發生中和反應，生成水和鹽類，以達到調整廢水中酸鹼值之目的。對於不同特性的廢水，即使其原廢水水質 pH 值均相同，但在進行 pH 調整時所需的加藥量並不一定等量，此與廢水所含酸鹼物質為強或弱酸鹼鹽類有關，另廢水中是否含重金屬離子等緩衝物質亦為重要影響因素。

因此，在 pH 調整操作上，必須獲知達到設定之最佳 pH 值範圍所需之加藥量及反應時間，並考慮操作難易度及經濟性等因素，以作為選擇適合之酸鹼劑的依據。

中和反應，是指水中酸性物質的氫離子與鹼性物質的氫氧離子反應生成水和鹽類，例如氫氧化鈉(NaOH)和硫酸(H_2SO_4)的反應：



中和的程度，可以用 pH 值來測量。所謂 pH，是指水中所含氫離子濃度的大小，其定義為：

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

當 $\text{pH}=7$ 時為中性， $\text{pH}>7$ 為鹼性，而 $\text{pH}<7$ 為酸性。中和處理型式甚多，主要可有：

- a. 將酸、鹼廢水予以混合。這種方法需有足夠的調勻容量以達到所需中和之程度。
- b. 利用各種化學藥劑使酸性或鹼性的廢水起中和反應，調節 pH 值於適宜範圍。

2.1.2 常用的中和劑

中和劑可分為鹼劑及酸劑 2 大類，pH 調整常用的中和劑種類及特性如表 2.1 所示，各類藥劑之成份、適用條件及參考價格等，後續另行專章討論，此處就廢水常用之鹼劑及酸劑種類作綜合性介紹：

1. 鹼劑

鹼劑常用於調整如食品業、化工業、金屬表面處理業等具酸性之廢水，或調整廢水 pH 值至所設定之範圍。一般常用的鹼劑可分成 2 類：

(1) 鹽基性鈉化合物(sodium alkalis)

主要有氫氧化鈉(NaOH)、蘇打灰(Na_2CO_3)及碳酸氫鈉(NaHCO_3)等，由於此類化合物的溶解度高、反應速率快，所以在調配、加藥等操作上非常方便，且易於輸送及儲存，所產生之污泥量較少，故為使用最廣的鹼劑，但價格較其他類鹼劑高，為其缺點。

(2) 鹽基性鹼土類化合物(lime bases)

如生石灰(CaO)、熟石灰($\text{Ca}(\text{OH})_2$)等。此類鹼劑價格便宜，在廢水處理上使用相當廣泛，唯使用此類鹼劑時須加水轉化成水合形式的氫氧化鈣，又因溶解度低，反應時間較長，相關之藥液槽及反應槽均需設置攪拌設備以維持其溶解性及反應速率。且於中和反應過程中會產生不溶性之鹼土金屬鹽類，如碳酸鈣、氫氧化鎂等物質，增加污泥產生量，造成污泥處置困擾之缺點。

表 2.1 pH 調整常用的中和劑種類及特性

種 類	名 稱	化學式	一般使用濃度(%)	特 性
酸 劑	硫 酸	H ₂ SO ₄	10~20	溶解度及反應速率大；液態，控制容易，但較危險。
	鹽 酸	HCl	10~15	溶解度及反應速率大；液態，控制容易，但較危險。
鹼 劑	苛性鈉	NaOH	15~20	溶解度及反應速率大，加藥容易。
	碳酸鈉	Na ₂ CO ₃	5~10	溶解度及反應速率大，加藥容易。
	生石灰	CaO	10~20	溶解度及反應速率小；以泥漿狀供藥，須設有攪拌設備。
	消石灰	Ca(OH) ₂	10~15	溶解度及反應速率小；以泥漿狀供藥，須設有攪拌設備。

2.酸劑

pH 調整常用的酸劑可分為強酸及二氧化碳（弱酸）兩類。各有其優缺點，應依廢水特性選擇較適合者使用。

(1)強酸

pH 調整所使用的酸劑以硫酸最為普遍，其次為鹽酸，採用此類強酸之優點是反應速率快，效果良好且操作容易。但如廢水中已含有高濃度的硫酸鹽或氯離子時，則宜採用其他的酸劑，因高濃度的硫酸鹽或氯離子皆會對生物處理單元中的微生物產生抑制作用。此外，由於鹽酸易揮發出酸氣，在使用時應考慮廢氣處理問題。

(2)二氧化碳

採用二氧化碳作為 pH 調整藥劑，是一種相當安全的方法，如能利用工廠內含有高濃度二氧化碳的煙道廢氣(flue gas)，則可以節省 pH 調整的藥劑費用。但其 pH 調整效果不如強酸快速，且 pH 值最低只能調至 4.5 左右，在廢水處理上所能調整之酸鹼度範圍較窄，為其主要缺點。

2.1.3 操作概要

廢水處理單元之最佳操作 pH 值理論上是一個定值，但實際操作時，因廢水 pH 值隨時在變化，為便於 pH 值調整時的加藥控制，在程序操作上，可採用 pH 控制器進行量測並控制定量加藥機自動加藥，由於控制器的操作精密度無法設於一定值，因此一般將其設定在最佳值±0.5 的範圍內。

在初期操作時，如欲精確控制酸鹼加藥量，最有效的方法是先求得欲處理之

廢水的 pH 滴定曲線，該曲線之縱座標是 pH 值，橫座標是酸鹼劑的加藥量，由此曲線便可迅速算出該廢水之 pH 值調整至設定值所需的酸或鹼加藥量。圖 2.1 即為某電鍍工廠含鉻廢水之酸化滴定曲線，由圖上可知該廢水欲調整至 pH=3 時，每公升廢水需添加 26ml 之 0.1N 硫酸。由於各工廠之廢水特性不同，故 pH 滴定曲線不能互相沿用，必須個別求得，方能採用。

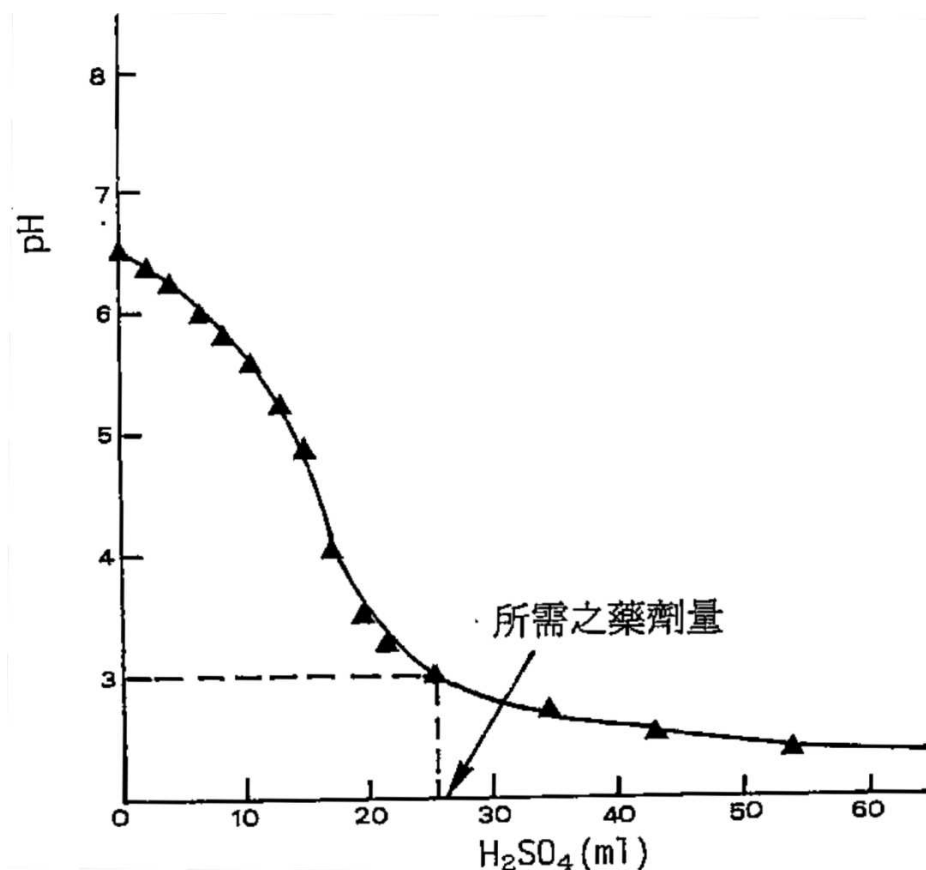


圖 2.1 含鉻廢水之酸化滴定曲線

2.2 混凝劑

2.2.1 原理概述

混凝的主要目的為去除散佈於廢水中之微小懸浮粒子，以降低廢水的濁度。而廢水的濁度主要係由無機性固體物（如黏土和粉土微粒）或有機性的微生物（如細菌和藻類等）所引起。化學混凝即於廢水中加入混凝劑，以中和懸浮粒子的帶電性，並與廢水中所含的鹼度起化學反應，藉壓縮粒子擴散層，吸附及電價中和與沉澱物掃曳作用，以破壞懸浮粒子間的穩定性，使粒子間的排斥作用降低，進而凝集成較大的膠羽，再藉由重力沉澱方式加以去除之。

懸浮粒子之所以長時間懸浮於水中，不易被沉降去除，主要是由於粒子本身具有下列 3 項阻礙沉澱的因素：

1. 懸浮粒子表面均帶有相同的電荷（多數為負電荷），由於同電相斥原理，使得粒子互相排斥，而懸浮於水中。
2. 比表面積(specific surface area)過大，使得下沉阻力增大。通常懸浮粒子體積愈小，除重量輕不易靠重力自然下沉外，其比表面積也相對愈大，在水中下沉時，因水的黏滯度(viscosity)所生的阻力也就愈大，粒子將愈難下沉。
3. 粒子表面的親水性(hydrophilicity)或疏水性(hydrophobicity)、表面張力(surface tension)、凡得瓦爾力(var der Waals forces)及界達電位(zeta potential)等，造成粒子表面水合化(hydration)現象，使其不易與水分離而沉澱。

混凝的功用即在消除上述各種阻礙粒子下沉的原因，使水中的懸浮粒子得以沉澱。混凝作用所添加的藥劑，通稱混凝劑，而混凝劑經水解後，可產生與顆粒表面剛好相反的電荷，以達到電荷中和的目的，同時在廢水中含有足量鹼度的條件下，混凝劑水解後產生的金屬陽離子，會形成金屬氫氧化物如 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 及 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 之膠羽，並利用這些膠羽與懸浮顆粒產生架橋(bridging)、吸附(adsorption)及捕集(capture)等作用，將懸浮顆粒聚集成一個較大的顆粒，由於增大顆粒的體積，相對降低了其總比表面積，沉降阻力也隨之降低；而顆粒表面化水化的程度也因電荷的中和及顆粒的增大得以降低。

2.2.2 常用的混凝劑

由於大部份的懸浮固體（尤其無機性者），其表面均帶負電荷，因此，有效的混凝劑在經水解後，須能產生帶有正電荷的金屬陽離子，方能達到電荷中和的目的。

常用的混凝劑中所含的金屬陽離子有鋁離子(Al^{3+})、鐵離子(Fe^{2+} 、 Fe^{3+})與鈣離

子(Ca^{2+})等。而最常用含鋁離子之混凝劑有硫酸鋁（俗稱明礬）和多元氯化鋁（polyaluminum chloride, PAC）；含三價鐵離子之混凝劑有氯化鐵(FeCl_3)和硫酸鐵 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ ，而含二價鐵離子的則有硫酸亞鐵(FeSO_4)；含鈣離子的有石灰(CaO)。上述常用之混凝劑種類及特性，綜合整理如表 2.2。

表 2.2 常用的混凝劑種類及特性

種類	名稱	化學式	適用 pH 值 操作條件	特 性
鋁離子	硫酸鋁	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	4.5~7.9	混凝適宜之 pH 值接近中性，適用於生物處理的前處理單元
	多元氯化鋁	$\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$	6.0~9.0	具有鹽基性鹽類，鹼度消耗少，且具有高價陽離子，架橋能力強，膠羽形成快
三價鐵	氯化鐵	FeCl_3	5.0~11.0	最佳的 pH 值範圍較廣，所形成的膠羽體積大而重，沉降性及脫水性佳，但腐蝕性高
	硫酸鐵	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	8.0~8.5	最佳的 pH 值範圍較廣，所形成的膠羽體積大而重，沉降性及脫水性佳，但腐蝕性高
二價鐵	硫酸亞鐵	FeSO_4	8.5~11.0	可還原水中的氧化物，所形成的水合物須再進一步氧化成三價鐵的水合物，其他特性則與三價鐵相同
鈣離子	石灰	CaO 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$	7.5~11.0	在高 pH 值操作可釋出污泥中的氮氣，且可去除水中的磷、氨等物質

1.硫酸鋁

採用硫酸鋁做為混凝劑時，因會消耗廢水中的氫氧離子，導至鹼度降低，若廢水中的鹼度是含鈣鹼度如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ，則會產生不溶性的硫酸鈣污泥；若是含鈉鹼度如 NaOH ，則所生成的是溶解性的硫酸鈉，因此，採用硫酸鋁時，應以苛性鈉或蘇打灰做為鹼度之來源，以減少污泥產生量，避免污泥處理及處置的困擾。

若廢水中已含有高濃度的硫酸鹽時，則不宜再採用硫酸鋁為混凝劑，以免廢水中硫酸鹽濃度更高，影響後續生物處理的功能。雖然硫酸鋁用以去除廢水中的濁度效果頗佳，但其缺點是最適宜之 pH 值操作條件約在 6~7 之間，操作範圍狹小，且所形成的膠羽膨鬆、質輕、不易沉澱且脫水性不佳。

2.多元氯化鋁

爲一鹼性多核錯化物，含有 10~15%之氧化鋁，在廢水中會形成多核之高陽電荷聚合體，凝集效果較硫酸鋁爲佳，且架橋能力強，膠羽形成快，沉降性高，膠凝時間短，在低溫下混凝效果不受影響，並具有較寬的 pH 值操作範圍，約在 6~9 之間。

3.氯化鐵

爲最常用的鐵系混凝劑，在廢水中的反應機制與鋁鹽頗爲相似，主要差別在於其 pH 值操作範圍較廣，約在 5~11 之間，所形成的膠羽之分子量較大，故沉降性良好且脫水性佳，可有效去除有機性色度及臭味，但因具有腐蝕性，反應槽體及機械設備需採耐腐蝕材質或塗裝，且操作時應特別小心。此外，其水解後產生的氯離子會干擾化學需氧量的檢測，若廢水中的氯離子偏高或需加入較大量的混凝劑時，宜採用其他的混凝劑如硫酸鐵等。

4.硫酸鐵

其特性與氯化鐵相近，因會解離出硫酸根，故廢水中若含有鈣鹽、污泥產生量較氯化鐵多。且適宜的 pH 值操作範圍較小，約在 8~8.5 之間。

5.硫酸亞鐵

其與廢水中鹼度反應生成之 Fe(OH)_2 ，須再進一步氧化生成 Fe(OH)_3 ，才具有混凝效果，而氧化過程需在 pH 值大於 8 的條件下才能進行，因此其適用之 pH 值較其他混凝劑爲高，約在 8.5~11 之間。在反應過程中不會產生二氧化碳，對於設備較不具腐蝕，且與廢水中的鹼度反應生成之不溶性的硫酸鹽較硫酸鋁少。

6.石灰

由於價格便宜，被廣泛使用於淨水處理的硬水軟化，使用於廢水處理時，因能與溶解於廢水中的鹼度及磷酸鹽反應生成不溶性的碳酸鈣(CaCO_3)及氫氧磷灰鈣 $[\text{Ca(OH)(PO}_4)_3]$ ，藉由這些化合物於沉澱時的掃曳作用以去除廢水中的濁度，其適宜的 pH 值操作條件在 8~9.6 之間，使用時一般調配成 6%以下之漿體。

2.2.3 操作概要

化學混凝之單元操作，是由快混、慢混及沉澱等 3 個單元所組成。混凝劑則是添加於快混單元中，而快混之攪拌方法有機械式、阻流壁式、低揚程泵吐出口能量利用式、空氣攪拌式及管路攪拌式等。快混之目的在使混凝劑與廢水快速混合，因此對於注藥位置，廢水流入位置及流出位置皆需加以注意，以能達到充分

攪拌並避免發生短流者為佳。一般快混單元之水力停留時間在 1~5 分鐘，小規模者可到 10~15 分鐘，需注意時間不可過長，避免形成之膠羽再被破壞。槽內速度坡降(G 值)應在 250sec^{-1} 以上，一般在 $300\sim 1,000\text{sec}^{-1}$ 之間。

影響化學混凝效果最重要的 3 項操作因素是混凝劑種類、pH 值及加藥量。因此，為獲知凝集條件，對於欲處理之廢水應先做水質分析及瓶杯試驗(jar test)，以改變各種操作條件所獲得之試驗結果，做為選定混凝劑及決定必要之加藥濃度和添加量的依據，同時除對形成膠羽的大小判定外，對於膠羽的密度也應加以檢討，有關瓶杯試驗的詳細實驗步驟。請參照附件四-2。

2.3 沉澱劑

2.3.1 原理概述

化學沉澱(chemical precipitation)係在廢水中加入沉澱劑，使其與廢水中溶解性的污染物質，如重金屬、硬度及磷酸鹽等起化學反應，形成不溶性的膠羽，再藉著重力沉澱或加壓浮除的方法將該膠羽狀沉澱物加以分離去除，以達到去除污染物質，淨化廢水水質的目的。

一般而言，欲達到良好的化學沉澱效果，須經過「核晶生成」、「晶體成長」及「膠體凝聚」等 3 個階段。

1.核晶生成階段(nucleation stage)

化學沉澱初期的核晶，可由數個沉澱組合物(如 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 的 Pb^{2+} 和 OH^-)之離子對結合而成，稱為均質核晶，也可以由其他種離子對結合而成，稱之為異質核晶。

在廢水處理中，為獲得有效的化學沉澱效果，通常須提供過度超飽和的條件，以滿足核晶形成過程中所需之大量能源。且在溶質過度超飽和的狀態下，異質核晶比均質核晶為低，較不易獲得良好的沉澱效果。因此，在廢水處理操作時，化學沉澱反應槽中一般會視情況添加適量的混凝劑，以提供些許異質顆粒，促成共同沉澱(coprecipitation)反應發生，藉以提高化學沉澱效率。

2.晶體成長階段(crystal growth stage)

沉澱組合物的離子附著於數個核晶後即形成晶體，由於晶體之結構呈格子狀，比表面積遠大於核晶，故晶體表面能聚集大量的核晶，進而形成膠體狀沉澱物質。由此可知，當晶體形成愈多愈大，則化學沉澱反應亦將愈趨完全。

3.膠體凝聚階段(agglomeration stage)

在晶體成長階段所形成的膠體，係為呈針尖狀的細小物質，由於均帶有相同

的電荷，在水中呈穩定狀態，且顆粒細小質輕，在水中沉降速度非常的緩慢，而不易被去除，因此項改變其膠體結構，使其能加速沉降。

改變膠體結構最有效的方法是加入高分子助凝劑(polymer)，使膠體間相互聚集成更大的膠體，並增加其質量，使其得以迅速沉降而被去除。

2.3.2 常用的化學沉澱劑

化學沉澱法依所添加之沉澱劑種類，可區分為氫氧化物沉澱法、碳酸鹽沉澱法及硫化物沉澱法等 3 種。以下即針對這 3 種化學沉澱法所添加的沉澱劑種類及特性分別加以介紹。

1. 氫氧化物沉澱法

此法係於廢水中添加氫氧化鈉(NaOH)或石灰(Ca(OH)₂)等藥劑，藉以提高廢水之 pH 值至鹼性範圍，使廢水中的重金屬離子在最小溶解度時，形成金屬氫氧化物膠羽，經沉澱而被去除。

2. 碳酸鹽沉澱法

在廢水中添加碳酸鈉(Na₂CO₃)或碳酸氫鈉(NaHCO₃)等藥劑，與廢水中之污染物質產生不溶性的碳酸鹽的形式沉降而去除。

3. 硫化物沉澱法

此法是於廢水中添加硫化物，與水中的重金屬形成金屬硫化物，由於大多數金屬硫化物的溶解度比金屬氫氧化物小很多，故硫化物沉澱法比一般氫氧化物沉澱法更能有效地去除廢水中的重金屬離子。

硫化物沉澱法又可依加入廢水中之硫化物溶解性的不同，而區分為兩種不同的方法，一為溶解性硫化物沉澱法，主要是以水溶性的硫化鈉(Na₂S)或硫化氫鈉(NaHS)為沉澱劑，此種方法除了對於電鍍廢水中之三價鉻和鐵的去除效果較差外，與大部份的金屬均能形成穩定的金屬硫化物顆粒，但因此類硫化物之溶解度小，反應速率快，所形成的顆粒細小，趨向於單顆粒沉降特性，沉澱分離效果較差。另一種為不溶性硫化物沉澱法，其係添加微溶性的硫化亞鐵(FeS)為沉澱劑，雖然硫化亞鐵的溶解度低，但仍較大部份的金屬硫化物之溶解度為高，故可釋出硫離子，並與重金屬離子反應生成金屬硫化物。

上述 3 種化學沉澱法之優缺點比較，綜合整理如表 2.3 所示。一般而言，採用氫氧化物沉澱法，加藥時可以 pH 控制器進行量測並控制定量泵自動加藥，故操作簡便。但由於各種金屬氫氧化物的最小溶解度，分別於不同的 pH 值，且 pH 操作範圍甚窄。所以當廢水中含有多種不同的金屬離子時，應注意其 pH 值的控制，必要時需分段操作，控制不同的 pH 值，以去除不同種類之重金屬離

子。如廢水中含有氨、檸檬酸及 EDTA 等錯鹽或螯合劑時，則氫氧化物沉澱法往往無法有效去除廢水中錯合化或螯合化的重金屬離子。碳酸鹽沉澱法，其操作之最佳 pH 值較氫氧化物沉澱法低，可在較低的 pH 值下操作，有效地去除重金屬，且可節省中和出流水所需之酸劑費用，但處理時會有二氧化碳釋出，可能造成污泥上浮或泡沫產生的問題。

表 2.3 常用的沉澱劑種類及優缺點比較

處理方法	氫氧化物沉澱法	碳酸鹽沉澱法	硫化物沉澱法
沉澱劑種類	1.氫氧化鈉(NaOH) 2.石灰[Ca(OH) ₂]	1.碳酸鈉(Na ₂ CO ₃) 2.碳酸氫鈉(NaHCO ₃)	1.硫化鈉(Na ₂ S) 2.硫化氫鈉(NaHS) 3.硫化亞鐵(FeS) 4.硫化物
優點	1.操作簡便 2.藥劑費用低 3.pH 值控制容易	1.沉降之最佳 pH 值較氫氧化物沉降之最佳 pH 值低 2.產生之污泥較氫氧化物污泥密且重，易於沉降分離 3.污泥之脫水性較氫氧化物污泥佳 4.添加碳酸氫鈉具有緩衝能力	1.在低 pH 值，亦有較高之重金屬去除率 2.反應速率快，停留時間短 3.可選擇性的去除和回收金屬 4.金屬硫化物污泥在 pH=5 時，其金屬之溶出量較金屬氫氧化物污泥小 3 倍 5.污泥之濃縮和脫水性較金屬氫氧化物為佳
缺點	1.廢水 pH 值改變時，已形成之金屬氫氧化物膠羽會再度溶解 2.因各種金屬離子之最小溶解度在不同 pH 值操作條件，混合金屬廢水之去除效果不佳 3.錯合劑的存在會影響重金屬之去除效果 4.氰化物干擾重金屬之去除 5.污泥量大，且脫水性較差 6.去除鎳、鋅等金屬離子之理想 pH 值大於 10，處理後之放流水尚需調整 pH 值至符合放流水標準	1.藥劑費用較氫氧化物沉降法貴 2.會釋出二氧化碳，可能產生污泥上浮或泡沫問題	1.藥劑費用較高 2.有 H ₂ S 逸出的危險 3.反應槽需密閉，並應設置排氣及處理設施

硫化物沉澱法，由於硫化物離子之活性大，且多數金屬硫化物的溶解度都相當的低，當廢水中含有錯鹽或螯合劑時，硫化物沉澱法仍能有效地去除廢水中錯合化或螯合化的重金屬離子。但使用本法進行處理時必須特別注意，應避免在酸性的狀態下($\text{pH} < 7$)操作，另外亦必須防止添加過量的硫化物藥劑，以免產生具有惡臭及毒性的硫化氫氣體。

2.3.3 操作概要

兩種化學物質，如果欲在水中結合而產生沉澱反應，則其必要的條件是該兩種化學物質的離子濃度之相乘積必須大於其化合物的溶解度積(solubility product, k_{sp})。例如，廢水中含有可溶性的鉛離子(Pb^{2+})，若欲使其形成氫氧化鉛 $[\text{Pb}(\text{OH})_2]$ 固體而自廢水中沉澱去除，則 Pb^{2+} 離子濃度與 OH^- 離子濃度的平方相乘積 $([\text{Pb}^{2+}] \times [\text{OH}^-]^2)$ 必須大於 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 的溶解度積。由於廢水中的鉛離子為一污染物質，故不可能採增加鉛離子濃度的方法，來增加 $[\text{Pb}^{2+}][\text{OH}^-]^2$ 值，以促成沉澱反應發生，通常是由增加水中的 $[\text{OH}^-]$ 濃度，即添加 NaOH 或由 $(\text{OH})_2$ 等來達到去除鉛離子的目的。

常見化合物的溶解度積常數如表 2.4 所示，由於影響溶解度積的因素很多及實驗測定時難免有誤差，表列數值大都為近似值，可供參考。另由表中可明顯看出，大多數金屬硫化物的溶解度積遠比金屬氫氧化物或碳酸鹽小很多，因此，硫化物沉澱法比一般氫氧化物沉澱法或碳酸鹽沉澱法更能有效的去除廢水中的重金屬離子。

不同類型工廠所排放的廢水特性皆不相同，即使是相同類型的工廠也是一樣，例如電鍍工廠，由於各廠製程之電鍍種類，使用原料及槽液廢棄頻率均有差異，排放廢水所含重金屬種類、濃度等污染成份即不相同。因此，對於欲處理之廢水應先做杯瓶試驗，以選擇最佳的化學沉澱劑的種類及加藥量。同時對於所形成的膠羽之沉降性及污泥產生量均應列為選擇此類藥劑的重要考慮因素。

表 2.4 各種常見化合物之溶解度積常數

化合物	平衡反應	K _{sp} (25°C)
碳酸鹽		
Ag ₂ CO ₃	$\text{Ag}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-}$	6.2×10^{-12}
BaCO ₃	$\text{BaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	8.1×10^{-9}
CaCO ₃	$\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	8.7×10^{-9}
MgCO ₃	$\text{MgCO}_3 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	2.6×10^{-5}
PbCO ₃	$\text{PbCO}_3 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	3.3×10^{-14}
SrCO ₃	$\text{SrCO}_3 \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	1.6×10^{-9}
氯化物		
AgCl	$\text{AgCl} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$	1.56×10^{-10}
CuCl	$\text{CuCl} \rightleftharpoons \text{Cu}^+ + \text{Cl}^-$	1.4×10^{-6}
Hg ₂ Cl ₂	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Hg}^+ + 2\text{Cl}^-$	1.5×10^{-18}
PbCl ₂	$\text{PbCl}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^-$	2.4×10^{-4}
TiCl	$\text{TiCl} \rightleftharpoons \text{Ti}^+ + \text{Cl}^-$	2.2×10^{-4}
氫氧化物		
Ag ₂ O	$1/2 \text{Ag}_2\text{O} + 1/2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^-$	1.9×10^{-8}
Al(OH) ₃	$\text{Al(OH)}_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$	1×10^{-33}
Cd(OH) ₂	$\text{Cd(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 2\text{OH}^-$	1.2×10^{-14}
Cr(OH) ₃	$\text{Cr(OH)}_3 \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^-$	1×10^{-30}
Cu(OH) ₂	$\text{Cu(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^-$	6×10^{-20}
Fe(OH) ₃	$\text{Fe(OH)}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$	1.5×10^{-36}
Fe(OH) ₂	$\text{Fe(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^-$	2×10^{-12}
HgO	$\text{HgO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 2\text{OH}^-$	3×10^{-22}
Mg(OH) ₂	$\text{Mg(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$	1.5×10^{-14}
Mn(OH) ₂	$\text{Mn(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^-$	4.5×10^{-14}
Ni(OH) ₂	$\text{Ni(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^-$	2×10^{-14}
Pb(OH) ₂	$\text{Pb(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^-$	2.5×10^{-16}
Sn(OH) ₂	$\text{Sn(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+} + 2\text{OH}^-$	5×10^{-26}
Zn(OH) ₂	$\text{Zn(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^-$	5×10^{-17}
硫酸鹽		
BaSO ₄	$\text{BaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	1.1×10^{-10}
CaSO ₄	$\text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	6.1×10^{-5}
PbSO ₄	$\text{PbSO}_4 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	1.1×10^{-8}
SrSO ₄	$\text{SrSO}_4 \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$	2.9×10^{-7}
硫化物		
Ag ₂ S	$\text{Ag}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + \text{S}^{2-}$	1.6×10^{-49}
Bi ₂ S ₃	$\text{Bi}_2\text{S}_3 \rightleftharpoons 2\text{Bi}^{3+} + 3\text{S}^{2-}$	5×10^{-33}
CdS	$\text{CdS} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + \text{S}^{2-}$	3.6×10^{-29}
CoS	$\text{CoS} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + \text{S}^{2-}$	1.0×10^{-27}
CuS	$\text{CuS} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-}$	3.5×10^{-38}
FeS	$\text{FeS} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-}$	3.7×10^{-19}
HgS	$\text{HgS} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-}$	1×10^{-50}
MnS	$\text{MnS} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + \text{S}^{2-}$	1.4×10^{-15}
NiS	$\text{NiS} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{S}^{2-}$	1.4×10^{-24}
PbS	$\text{PbS} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-}$	4.2×10^{-28}
ZnS	$\text{ZnS} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-}$	1.2×10^{-23}

2.4 重金屬捕集劑

2.4.1 原理概述

一般去除廢水中重金屬離子的處理方法有化學沉澱法、離子交換樹脂法、電透析法、超過濾法、逆滲透法及活性碳吸附法等。基於設備投資費用、處理技術成熟性及操作難易度的考量，廢水處理上大都普遍採用化學沉澱法。而化學沉澱法又可區分為氫氧化物沉澱法、碳酸鹽沉澱法及硫化物沉澱法等 3 種，可詳細參照 2.3 節所述。

當重金屬廢水中含有氨、檸檬酸鹽(citrate)、乙二胺四醋酸鹽(EDTA)及三乙胺基鹽(NTA)等錯鹽或螯合劑，或含有重金屬汞時，採用一般重金屬氫氧化物沉澱法，往往無法有效去除廢水中錯合化或螯合化的重金屬離子，若採用硫化物沉澱法，雖可達到相當的去除效果，但由於反應生成之膠羽非常細小，具水合膠體顆粒性質，沉降性不佳，且於酸性的狀態下($\text{pH} < 7$)操作時，會有硫化氫毒性氣體產生的危險。為克服上述之缺點而發展出一系列重金屬捕集劑，相關重金屬捕集劑處理法與其他處理法的比較，請參照表 2.5 所示。

一般重金屬捕集劑所含之螯合作用基較廢水中所含之螯合劑與重金屬離子的結合力強，故重金屬捕集劑能有效的去除廢水中的重金屬離子，使形成不溶性且顆粒較大的膠羽，而能加速沉澱分離之。由於重金屬捕集劑與重金屬離子二者間的結合力很強，處理過程中不易受操作條件大幅變動的影響，使得已形成的膠羽有再溶解的情況發生。

2.4.2 常用的重金屬捕集劑

重金屬捕集劑屬於螯合聚合物的一種，母體為直鏈形聚合物，具水溶性且母體表面鍵結有 S 或 N 等螯合作用基，故與金屬離子有極強的親和力，主要用以螯合廢水中之重金屬離子，依其分子量的大小可區分為高分子及低分子重金屬捕集劑兩大類，常用之高分子及低分子重金屬捕集劑示如表 2.6，兩類之主要特性之比較請參考表 2.7 所示。一般而言，低分子重金屬捕集劑會與重金屬以 2:1 的形態形成錯合體，而高分子重金屬捕集劑則與重金屬離子以 1:1 形態形成錯合體，所以處理時採用高分子重金屬捕集劑所需的添加劑量較低分子型少，且生成之膠羽顆粒大，沉降效果較佳。

國內廢水處理上所使用的重金屬捕集劑大都為國外進口，主要來自於日本、美國及德國等，由於重金屬捕集劑大都為專利產品，其主要成份均屬商業機密，製造原廠都以產品代號命名之，國內市售的重金屬捕集劑種類很多，相關產品名稱綜合整理如表 2.8 所示。

2.4.3 操作概要

國內市售的重金屬捕集劑，皆以產品代號表示，且大都未註明主要成份及濃度，由於每種藥劑對不同種類廢水的處理效果有所差異，且藥劑成份濃度不一，在價格上亦有相當大的差別(200~500 元/kg)，因此，在採用重金屬捕集劑處理廢水時，應選擇數種藥劑進行瓶杯試驗，並依據試驗結果，選定最經濟、最有效之重金屬捕集劑。

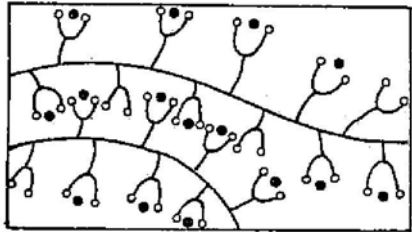
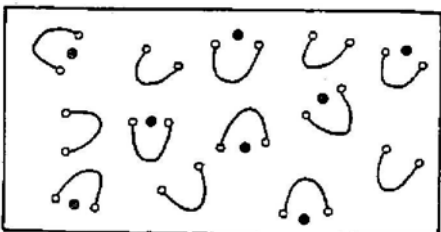
表 2.5 各種重金屬處理法之比較

處理方式 項目		高分子重金屬 捕集法	氫氧化物 沉澱法	硫化物 沉澱法	螯合樹脂 交換法
處理原理		重金屬與捕集劑反應形成不溶性錯合體	添加 NaOH 或 Ca(OH) ₂ 使廢水之 pH 值提升，而形成不溶性重金屬氫氧化物	重金屬與硫化鈉或硫化氫鈉等反應形成不溶性重金屬硫化物	重金屬與螯合樹脂(粒狀)接觸後，形成螯合體而除去重金屬
處理性能	一般重金屬去除效果	佳	好	好	佳
	汞去除效果	佳	不佳	佳	佳
	鹽類影響	會受影響	不受影響	不受影響	不受影響
	有機物影響	不受影響	會受影響	易受影響	不受影響
	膠羽生成	良好	好	細小	—
	沉降性	快	快	緩慢	—
	污泥再溶出	不會再溶出	酸性下會再溶出	不會再溶出	不會再溶出
	連續處理	適合	適合	適合批式處理	適合
成本	初設費用	中等	中等	中等	稍高
	操作費用	比較便宜	非常便宜	比較便宜	高
	污泥處理費用	低	稍高	低	高
二次公害		無	無	有 Na ₂ S 及 H ₂ S 殘留	無
維護管理		稍高	低	稍高	稍高
設置面積		小	小	小	大

表 2.6 常用的高分子及低分子重金屬捕集劑

低 分 子 型		高 分 子 型	
化合物名稱	化學構造式	化合物名稱	化學構造式
乙二胺四乙酸 (ethylene diamine tetraacetic acid)	$\begin{array}{c} \text{HOOCCH}_2 \quad \text{CH}_2\text{COOH} \\ \quad \quad \\ \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} \\ \quad \quad \\ \text{HOOCCH}_2 \quad \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$	聚氮乙烯胺基醋酸鈉 (poly N-ethylene sodium glycine)	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COONa} \end{array} \right]_n$
1,2,二硫醇基丙醇 (1,2-dithioglycerol dimercaprol)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{SH} \quad \text{SH} \quad \text{SH} \end{array}$	聚二乙烯基吡啶甲基 內烯酸 (2-vinyl pyridine methacrylic acid copolymer)	$\left(\text{CH}_2-\text{CN} \right)_n \cdots \left(\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOH}) \right)_n$
硫脲 (thiourea)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{S}=\text{C} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	磺酸鈉纖維素 (cellulose sodium xanthogenate)	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{SNa}$
二乙基二磺磷酸鈉 (diethyl dithio-phosphoric acid)	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5-\text{O} \quad \text{S} \\ \quad \quad \\ \text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{P} \\ \quad \quad \\ \text{SNa} \end{array}$	磺酸鈉澱粉 (starch sodium xanthogenate)	$(\text{starch})-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{SNa}$

表 2.7 高分子及低分子重金屬捕集劑之比較

種類 特性	高分子重金屬捕集劑	低分子重金屬捕集劑
平均分子量	1~20 萬	數百
成 分	含 S、N 螯合基之高分子化合物	含 S、N 之有機化合物
添 加 量	添加量較少	添加量較多
膠 羽 形 成	膠羽較大，沉降性佳	膠羽細小，沉降性較佳
耐 熱 性	良好（~200℃）	普通（150~180℃）
低溫安定性	0℃以下可使用	0℃以下生成結晶沉澱物，不適用
金屬離子反應時之狀態		

●：重金屬離子

☺：螯合基

表 2.8 國內市售重金屬捕集劑名稱

項次	名稱	項次	名稱
1	DISPOZ ACID1	11	TMT-15
2	DISPOZ ACID2	12	NED
3	保淨鐵(ST-1037)	13	L-1
4	Nako-8154	14	MT-1006
5	ARON CHELATE	15	Briquest ADPA-60A
6	S-1	16	Briquest 301-50A
7	T-1	17	Briquest 545-A
8	NEP 100#H	18	PPG
9	NW	19	速淨鐵
10	Bio-Fix	20	ECONO-CAW

2.5 助凝劑

2.5.1 原理概述

當化學混凝或化學沉澱反應所形成的膠體過於細小，或膠體表面均帶有相同的電荷，使得膠體在廢水中呈穩定狀態，趨向於單顆粒沉降特性，而不易被沉澱分離時，最有效的方法是加入助凝劑，藉以改變膠體的結構，促成電荷中和以降低膠體的穩定性，並形成架橋作用將膠體凝聚成較大的膠羽，使其能加速下沉。

通常可作為助凝劑使用之有機高分子，分子結構中須具有能吸附膠體之官能基，進而使高分子吸附膠體後能形成一結合體，同時於該結合體間尚有吸附空位，而構成以高分子助凝劑為橋架之錯化合物。一般高分子助凝劑之功用，除用以產生電荷中和作用外，主要係作為架橋作用之橋架，因其分子量大，且具有長鏈之結構，故經由吸附及架橋作用，得以與廢水中膠體形成大且重而易於沉澱之膠羽。

有關高分子助凝劑破壞廢水中膠體穩定性之架橋模式，如圖 2.2 所示，當高分子助凝劑與廢水中膠體接觸時，分子鏈之一端上的官能基被吸附在膠體表面上，而另一端則伸展在廢水中，如圖中反應 1。若有另一顆具有吸附空位的膠體與伸展在廢水中的另一端上的活性基團相接觸時，就會產生吸框架橋作用，進而形成大的膠羽，如圖中反應 2。如果反應過程中沒有其他具有吸附空位的膠體出現，則伸展在廢水中的分子鏈之另一端，會折回被吸附在同一膠體的其他吸附位置上，以此吸附結合的膠體就不會再起架橋作用，如圖中反應 3。當添加過量的助凝劑時，膠體表面完全吸框架橋作用，而呈飽和狀，使得膠體再穩定，如圖中反應 4。圖中反

應 5 為已形成的穩定性膠羽，因受外力過度的攪拌或攪拌時間過長，造成膠羽破裂。反應 6 則為破裂的膠羽之斷裂鍵再折回與同一膠體相結合，形成再穩定之膠羽。因此，高分子助凝劑之添加量不能過量，且攪拌速度不宜過快，反應時間不能太長，否則都會降低混凝效果。

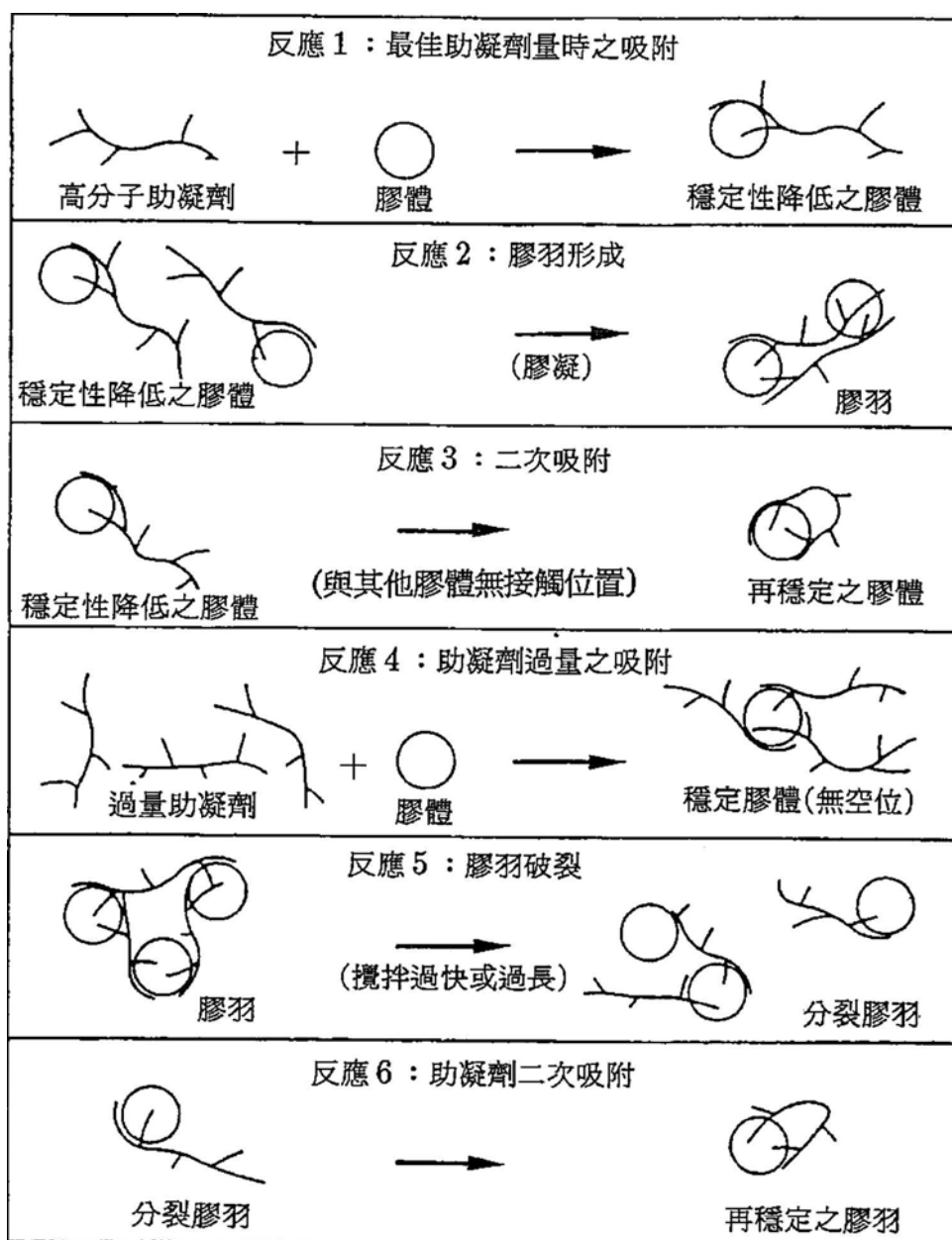


圖 2.2 高分子助凝劑破壞膠體穩定性之架橋模式

2.5.2 常用的高分子助凝劑

高分子助凝劑係為人工合成的有機化合物，如聚丙烯醯胺（polyacrylamide,

PAM))、聚丙烯酸(polyacrylic acid, PAA)、聚磺酸苯乙烯(polystyrene, PSS)、聚二丙烯基、二甲基氨(polydiallyl-dimethylammonium, PDADMA)等，都已廣泛地應用於廢水處理上。高分子助凝劑依離子性區分，可分為陰離子型、陽離子型及非離子型高分子助凝劑 3 大類，常用之各類型高分子助凝劑之結構如圖 2.3 所示。

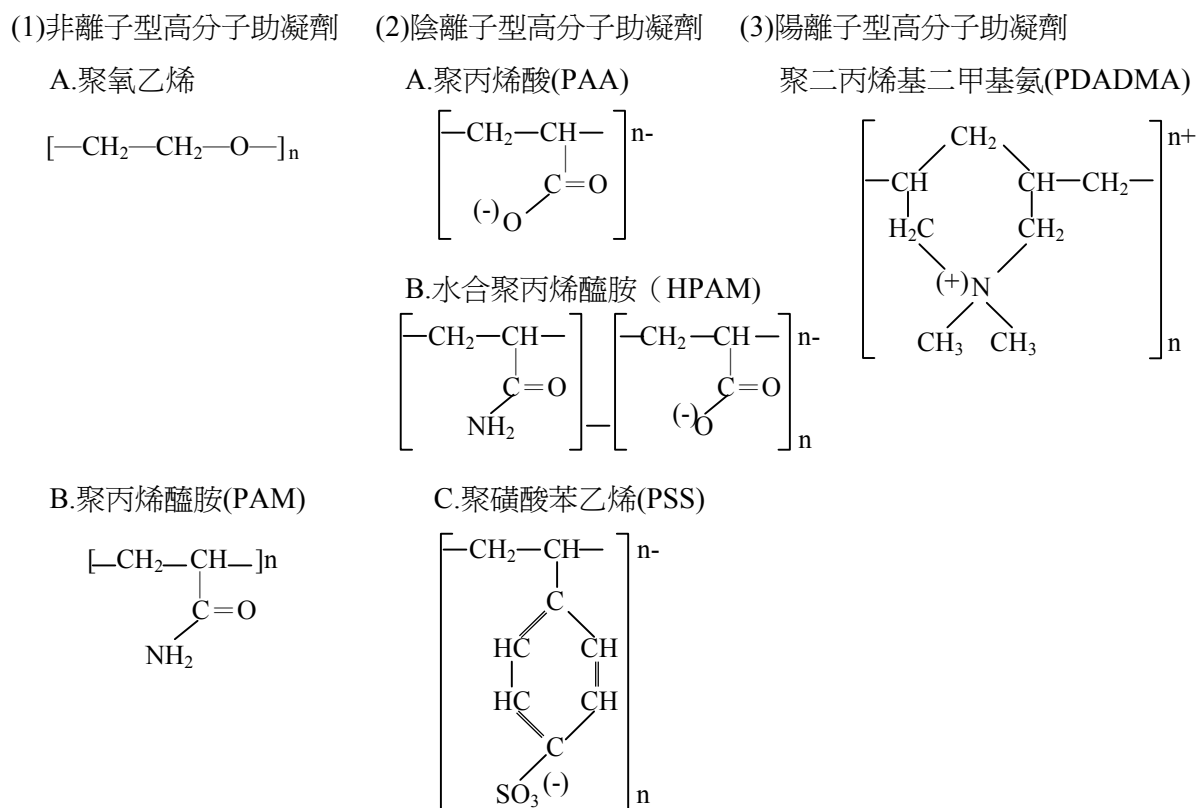


圖 2.3 高分子助凝劑之分類與結構

1.非離子型高分子助凝劑

一般廢水處理較普遍採用的非離子型助凝劑以聚丙烯醯胺(PAM)為主，由於聚丙烯醯胺分子捲曲成團，其分子鏈上之官能基因無法充分伸展，須經水解後，才能發揮有效的凝集效果，適用於處理含無機性污染物或無機性與有機性污染物混合之偏中性廢水，如粘土、礦泥及砂石等廢水。

2.陰離子型高分子助凝劑

水合聚丙烯醯胺是由非離子型聚丙烯醯胺經加鹼水解反應，使該分子中部份醯胺基(—CONH₃)轉化為羧酸鈉(—COONa)，而羧酸鈉會進一步解離成羧酸(—COO⁻)，使得分子鏈分布負電荷而成為陰離子型。陰離子型助凝劑又可分成強陰離子、中陰離子及弱陰離子等類型。

強陰離子型助凝劑，適用行業有砂石廠、水產加工廠及回收微粉碳之廢水處理。中陰離子型助凝劑，對於電鍍、染整、一般化工業、水泥及造紙業等廢水具有良好的助凝效果。而弱陰離子型助凝劑則適用於造紙及表面處理業等廢水。一般而言，陰離子型助凝劑操作之最佳 pH 值控制條件在 7~8 之間。

3.陽離子型高分子助凝劑

以聚丙烯甲醛酸酯系為主要的原料，依離子性強弱區分為強、中、弱陽離子型助凝劑等型的助凝劑，其水溶液的 pH 值在 5~7 間，適用於油漆及食品加工業等廢水，或用於污泥脫水前的調理劑。

2.5.3 操作概要

化學混凝單元係由快混、慢混與沉澱等 3 個單元組成，而高分子助凝劑一般添加於慢混單元，在緩慢攪拌的條件下，使快混時所形成的微小膠羽在慢混單元中，經由不斷的與助凝劑碰撞及接觸而凝聚成較大的膠羽。為達較佳的凝聚效果，慢混宜採用 2 至 3 段攪拌轉速漸減方式操作，其每一階段的攪拌轉速，視池體的體積與形狀而有不同，一般第 1 段轉速約 70 rpm，第 2 段約 50 rpm，第 3 段約 30 rpm，每一階段的水力停留時間為 5~10 分鐘。

由於高分子助凝劑在膠凝過程中，除了發揮吸附架橋作用外，對於廢水中帶電性膠體還可產生電荷中和作用，因此，對於不同污染特性的廢水，應選擇不同類型的高分子助凝劑，有關各類型高分子助凝劑之適用範圍，請參考表 2.9 所示，同時應依杯瓶試驗結果來選定助凝劑的種類及加藥量。一般高分子助凝劑的穩定性隨配製濃度的降低而降低，因此，助凝劑藥液槽的容量不宜過大，避免藥液存放過久而劣化失效，但最小應有 1 日以上的貯存容積。

表 2.9 各類型高分子助凝劑的適用範圍

種類	適用特點	作用	適用對象
陽離子型	含有機性污染物或分散性膠體之偏酸性廢水	提高污泥脫水和過濾效果，及促進水質澄清	生活污水、油漆加工及食品加工等廢水
陰離子型	含無機性污染物（尤其重金屬氫氧化物）及部份有機性污染物之偏鹼性廢水	促進膠羽沉降、浮除及過濾效果	金屬表面處理、電鍍及機械加工等廢水
非離子型	含有機性污染物或無機性與有機性污染物混合之偏中性廢水	促進膠羽沉降及過濾效果	粘土、礦泥及砂石等廢水

2.6 氧化還原劑

2.6.1 原理概述

化學氧化還原是使參與化學反應的物質（元素或分子）的氧化狀態發生變化的一種反應過程，若參與反應的物質於反應後氧化狀態增加，即稱氧化，相反地，反應的物質之氧化狀態減少，則稱為還原。以電子的轉移得失來看，若物質獲得電子，即氧化狀態減少稱為還原，而失去電子，氧化狀態增加則稱氧化。在化學反應過程中氧化與還原作用必同時發生。獲得電子的物質本身被還原稱為氧化劑，失去電子的物質本身被氧化稱為還原劑。利用氧化還原之原理處理廢水，其目的在於使廢水中有害之污染物質轉變成另一種無害之物質，這些污染物包括無機物與有機物；無機物中以 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 CN^- 、 SO_4^{2-} 之氧化及 CrO_4^{2-} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 之還原最常見，有機物則以去除酚、臭、味、色度、毒性有機物及有機物之生物氧化為主。

例如，硫酸銅溶液中加入鐵鹽後，會有金屬銅析出，在氧化還原反應過程中，鐵失去兩個電子氧化成亞鐵離子(Fe^{2+})，鐵即為還原劑；而銅離子(Cu^{2+})則接受 2 個電子還原成元素銅(Cu)，銅離子即為氧化劑。又如電鍍業之鉻系廢水處理，當 pH 值控制在 2.5~3.0 之間，添加硫酸亞鐵(FeSO_4)，可將六價鉻還原成三價鉻，在此一反應過程中，二價鐵(Fe^{2+})因失去一個電子氧化成三價鐵(Fe^{3+})，而六價鉻則接受三個電子還原成三價鉻，在此一處理過程中是以硫酸亞鐵做為還原劑。

化學氧化還原反應中，除了少數幾種化學物質因其氧化還原電位特別高或低，只能將其定位於固定的地位，如臭氧(O_3)、二氧化氯(ClO_2)等物質，其氧化還原電位特高，只能將其用為氧化劑。其他物質則視其所處的環境與其他物質的氧化還原電位的大小來決定其為氧化劑或還原劑。故在廢水處理上應視所欲處理之廢水中的污染物質為何，以慎選適當的氧化劑或還原劑。

氧化還原電位，係表示一物質由氧化態轉變成還原態或由還原態轉變成氧化態之難易度。物質的氧化還原電位是利用電化學方法以氫電極為參考電位基準，在標準狀況下，將氫電極電位設定為零伏特，再將所需測定之許多不同半電池相對於氫電極之電池電位量測而得，而以 $E^\circ(\text{V})$ 表示之。廢水處理常見物質之標準氧化還原電位見表 2.10 所示。

利用氧化還原反應原理來處理廢水，其目的在於使廢水中有害的污染物質轉變成另一種無害的物質，在廢水處理上常見的有針對 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 S^{2-} 及 CN^- 等物質進行氧化反應處理； CrO_4^{2-} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 等物質之還原處理，及去除酚、臭味、色度

與毒性有機物等之氧化處理。

表 2.10 廢水處理常見物質的標準氧化還原電位

半 反 應 式	E° (V)	半 反 應 式	E° (V)
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2.87	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1.18
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2.37	$\text{OCN}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CN}^- + 2\text{OH}^-$	-0.97
$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0.93	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0.763
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0.74	$2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	-0.49
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.44	$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$	-0.41
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0.403	$\text{Ni} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+}$	-0.25
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0.136	$\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0.13
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0.126	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0.000
$\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	+0.08	$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}$	+1.141
$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	+0.15	$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$	-0.153
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0.17	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	-0.337
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	+0.36	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	+0.401
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	+0.535	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.559
$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.588	$2\text{HgCl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{Cl}^-$	+0.63
$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	+0.082	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0.771
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Hg}$	+0.854	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.79
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+0.799	$2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}$	+0.92
$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.94	$\text{NO}_2^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	+1.087	$\text{ClO}_2 + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{ClO}_2^-$	+1.16
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2 \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.195	$\text{OCl}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+1.2
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1.229	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1.33
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+1.359	$\text{HOCl} + \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.49
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51	$\text{HClO}_2 + 3\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.57
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1.77	$\text{Cl}_2 + 4\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.95
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}$	+2.01	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{H}_2$	+2.07
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-$	+2.87	$\text{F}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{HF}^+$	+3.06
$2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CNO}^- + 4\text{OH}^-$	+0.4	$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0.36

2.6.2 常用的氧化還原劑

1. 氧化劑

廢水處理常用的氧化劑有氯、過氧化氫、臭氧、氯系氧化劑及高錳酸鉀等。

(1)氧(oxygen)

在一般溫度和壓力下，氧之反應性相當緩慢。氧化反應常須較高的活化能，主要係因破壞氧原子與氧原子間的鍵結所需的能量相當高(118.9 kcal/mole)。如果在外加觸媒等催化劑的作用，或在高溫高壓的條件下，則可加速反應進行。雖然氧的氧化作用之反應相當緩慢，但就經濟觀點而言，如果在處理某一廢水，氧是有效的氧化劑，則可直接採用曝氣方式將氧以空氣形式注入廢水中進行氧化反應以節省氧化劑費用。一般利用空氣中的氧作為氧化劑的方法包括氧化脫硫、除鐵、除錳、染整廢水催化氧化脫色及高濃度有機廢水濕式氧化處理等。

① 氧化脫硫

空氣氧化脫硫可利用脫硫塔進行，在未加觸媒的情況下，反應溫度控制在 70~90℃時，可將硫氫根(HS^-)或硫離子(S^{2-})氧化成硫酸根離子(SO_4^{2-})。水中氧化脫硫，可添加 Mn^{2+} 以空氣注入廢水中進行氧化，反應時間約 2 小時左右，可使硫氫根或硫離子氧化成硫酸根離子。

② 除鐵除錳

以空氣氧化水中的鐵、錳離子，可將鐵離子在含有鹼度的條件下氧化成氫氧化鐵 $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ ，將錳離子氧化成氧化錳(MnO_2)等不溶性物質而以沉澱去除。

(2)過氧化氫

過氧化氫又稱雙氧水，因過氧化氫於分解後，僅會生成水和氧，使水中不會殘餘其他污染物質，相當適合做為廢水處理之藥劑，其主要的功能乃將具有毒性的物質氧化成不具毒性的物質，如氰化物、酚類等廢水。

(3)臭氧

臭氧為一種強氧化劑，其優點為氧化能力強，反應速率快；將具毒性的有機物分解成可被生物分解之有機物；不會產生有害的有機氯化物（如三鹵甲烷）；臭氧本身容易分解，不會產生永久性的殘留物；可增加水中的溶氧；具有良好的脫色、除臭的效果。近年來於廢水處理上已逐漸被廣泛使用。

(4)氯系氧化劑

氯系氧化劑的種類相當多，如氯、次氯酸、次氯酸鈉、漂白粉、二氧化氯等，各種氯系氧化劑之性質如表 2.11 所示。

廢水處理一般常用的氯系氧化劑有液氯、二氧化氯、漂白粉（次氯酸鈣）和次氯酸鈉等。

① 液氯

氯的價格便宜、使用技術純熟，在化學氧化處理上應用相當廣泛。氯氣為一種具有特殊刺激性味道的黃綠色有毒氣體，經壓縮後變成琥珀色透明液體。

表 2.11 各種氯系氧化劑之性質

名 稱	分子式	含氯量 (wt%)	有效係數	有效氯 (wt%)	Cl ₂ 之克當量
液氯	Cl ₂	-100	1	100	1
次氯酸	HOCl	67.7	2	135.4	1
次氯酸鈉	NaOCl	47.7	2	95.4	1
漂白粉	CaOCl ₂	56	1	56	1
漂粉精	Ca(OCl) ₂	49.6	2	99.2	2
二氧化氯	ClO ₂	52.6	5 (酸性) 1 (中性)	263 52.6	2.5 0.5
亞氯酸鈉	NaClO ₂	39.2	4 (酸性)	156.8	2
一氯胺	NH ₂ Cl	69	2	188	1
二氯胺	NHCl ₂	82.5	2	165	2
三氯胺	NCl ₃	88.5	3	265.5	3

氯加入水中，經水解離子化作用，使其轉換成次氯酸(hypochlorous acid)和次氯酸根(hypochlorite ion)，可將工業廢水中的有毒性物質（如氰化物、酚等）氧化成無毒的物質(CO₂、N₂)。

② 二氧化氯

二氧化氯的還原電位 ($E^{\circ} = -1.95 \sim 1.16V$) 相當高，為一強氧化劑，可將酚與有機物質予以氧化。

③ 次氯酸鈉和次氯酸鈣

次氯酸鈉（鈣）在水中會被水解成次氯酸及次氯酸根，故其作用與液氯相同。

④ 高錳酸鉀

高錳酸鉀也是一種強氧化劑，在廢水處理上常用於除鐵、除硫、除氰、除酚、除臭及殺菌等。高錳酸鉀的溶解度隨溫度升高而增加，20℃時之溶解度為 65g/L；當溫度高至 30℃時，則溶解度達 90g/L。由於高錳酸鉀的價格較其他氧化劑為高，在廢水處理上較少被使用。

2. 還原劑

還原劑主要用於去除廢水中的氧化態物質，如電鍍廢水中的六價鉻、重金屬離子與脫氯等。常用的還原劑有硫酸亞鐵、元素鐵（鐵粉、鐵屑）、元素鋅、二氧化硫與亞硫酸鈉等。

(1) 硫酸亞鐵

硫酸亞鐵可以將廢水中的六價鉻(H_2CrO_4)還原成三價鉻 $[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3]$ ，再利用水中的鹼度或添加足夠的鹼度使三價鉻形成氫氧化鉻 $[\text{Cr}(\text{OH})_3]$ 沉澱去除之。

(2) 二氧化硫

二氧化硫在水中會水解成亞硫酸根，利用亞硫酸根的還原力，可將含鉻廢水之六價鉻還原成三價鉻。

(3) 亞硫酸鈉及亞硫酸氫鈉

此二種藥劑在水中也會被水解成亞硫酸根，故在廢水處理功用上與二氧化硫相似。

2.6.3 操作概要

廢水處理上選擇氧化劑及還原劑應考慮的因素有：

1. 對廢水中特定之污染物質應具有良好的反應作用。
2. 反應後之生成物應為無害或易被後續處理單元處理。
3. 價格便宜，來源方便。
4. 常溫下反應速率快。
5. 無需大幅調整 pH 值。

廢水處理常見採用氧化、還原處理法為氰化物之氧化及六價鉻之還原，此類廢水於氧化及還原所採用之藥劑及處理所需之理論加藥量如表 2.12 及表 2.13 所示。除應依上述 5 項因素來選擇藥劑外，對於氧化還原處理後，進行化學沉澱反應時，形成污泥的沉降性及產生量也應加以檢討，且氧化、還原反應過程可藉氧化還原電位計(ORP 計)量測並控制加藥泵自動加藥，以避免加藥量之浪費。

表 2.12 氰化物氧化之理論加藥量

氧 化 劑	氧化分解 1kg CN^- 所需加藥量(kg)	
	氧化成氰酸	氧化成 CO_2 及 N_2
Cl_2	2.73	6.83
HOCl	2.00	5.00
NaOCl	2.85	7.15
$\text{Ca}(\text{OCl})_2$	2.75	6.90
O_3	1.86	2.02

表 2.13 鉻酸還原之理論加藥量

還 原 劑	還原 1kg CrO ₃ 所需加藥量(kg)	
	還 原 劑	H ₂ SO ₄
Fe	0.56	2.94
FeSO ₄ · 7H ₂ O	8.43	2.94
Na ₂ SO ₃	1.89	1.47
NaHSO ₃	1.56	0.74
SO ₂	0.96	—

2.7 營養劑

2.7.1 原理概述

生物處理係藉由微生物之新陳代謝作用來分解廢水中之有機物，以達到去除有機污染物的目的。而微生物在對有機物進行代謝作用時，需要少量的氮、磷及微量的無機元素等物質，以作為微生物的生命基礎之細胞核與酶的組成元素。若欠缺這些營養成份，微生物之增殖及酶的生成會受到抑制，進而降低了對有機物的分解功能。因此，維持廢水中適量的營養成份，是影響生物處理功能的重要因素之一。

一般生活污水均含有足夠的營養物質，無需再補充營養鹽，即能滿足生物處理系統的運轉。但工業廢水，如石化業、有機合成工業、食品業及紙漿業等工廠排放的廢水中幾乎不含氮、磷等物質，故在進行生物處理時，除可與生活污水合併一起處理外，若單獨處理則需另外添加適量營養鹽。一般認為，生物處理系統欲得良好之處理功能，廢水中之 BOD₅：N：P 之比值應維持約 100：5：1。

在活性污泥處理系統中，為維持良好的處理效率微生物必需有適當的營養鹽供應，圖 2.4 為活性污泥處理系統中有無添加營養鹽對 BOD₅ 去除率的關係，可明顯地比較出於適當供應營養鹽的條件下，處理系統有較佳的處理效率。

另根據 Sherrad.J.H 等人研究結果，生物處理系統維持微生物代謝功能所需的 BOD₅：N：P 之比值，隨著污泥停留時間的長短而有所不同，如表 2.14 所示，一般污泥停留時間愈長，則處理系統所需的營養鹽就愈低，反之，污泥停留時間愈短，則所需之營養鹽就愈高。

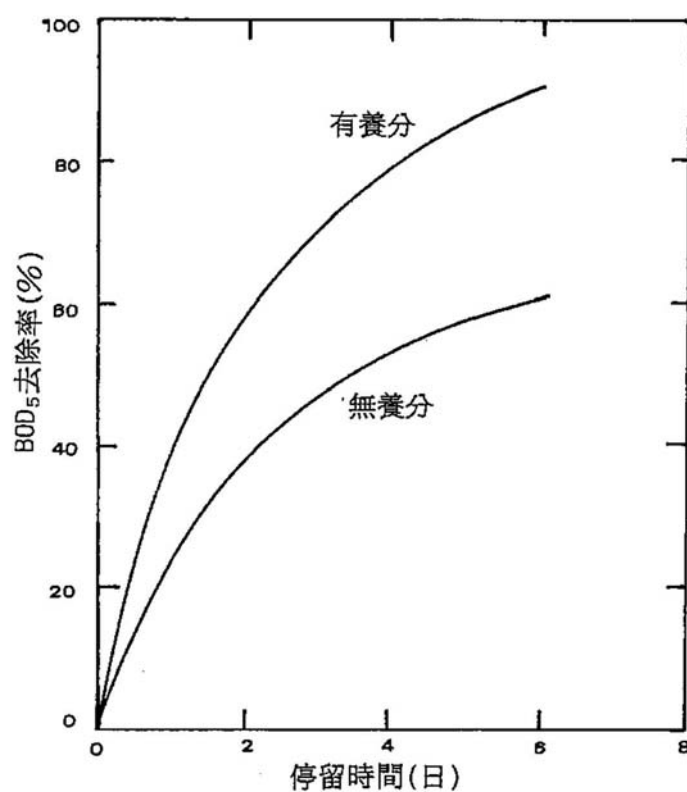


圖 2.4 活性污泥處理系統中添加養分對 BOD₅ 去除率之影響

表 2.14 污泥停留時間與 BOD₅ : N : P 比值之關係

污泥停留時間 (θ · 天)	BOD ₅ : N : P
3	106 : 5.4 : 1
6	120 : 5.4 : 1
10	142 : 5.4 : 1
15	170 : 5.4 : 1
20	194 : 5.4 : 1

2.7.2 常用的營養劑

廢水處理中常用的營養劑有磷酸、磷酸二氫銨、磷酸二氫鉀、磷酸二氫鈉、磷酸三鈉及尿素等物質，其基本特性綜合整理如表 2.15 所示。

表 2.15 常用營養劑的特性

名 稱	化 學 式	密度(g/ml)	1%溶液的 pH 值	特 性
磷 酸	H ₃ PO ₄	1.63	—	在 20℃，50%及 75%為無色無味液體，100%為透明晶體，溶於水與乙醇
磷 酸 氫 鉅	(NH ₄) ₂ HPO ₄	1.62	8	白色晶體粉末，溶於水
磷酸二氫鉅	NH ₄ H ₂ PO ₄	1.803	4.5	白色晶體粉末，溶於水
磷酸二氫鈉	NaH ₂ PO ₄	2.04	4.5	白色晶體粉末，溶於水
磷酸氫二鈉	Na ₂ HPO ₄	1.52	8.9	白色晶體粉末，易溶於水
磷 酸 三 鈉	Na ₃ PO ₄	1.62	12	無色晶體，溶於水
尿 素	CO(NH ₂) ₂	1.335	—	白色結晶粉末，幾乎無味，溶於水
硫 酸 鉅	(NH ₄) ₂ SO ₄	1.77	—	微褐灰色晶體，溶於水

1.磷酸

磷酸(phosphoric acid)為無色無味易起泡液體或透明晶體，其黏滯度大小與濃度及溫度有關。在溫度 20℃，濃度 75%以下的溶液為易流動液體，如超過 80%以上則黏滯度大為增加。由於磷酸具強酸性，添加於廢水中會改變其酸鹼值，以致影響進入生物處理系統的水質，因此若採用磷酸做為營養鹽，則需注意添加後水質酸鹼度的變化。

2.磷酸氫鉅

磷酸氫鉅(ammonium phosphate, dibasic)為白色晶體或粉末，由於溶於水中呈微鹼性，且由於同時含有氮及磷鹽，故非常適合用於生物處理系統之營養鹽，唯需注意其添加劑量。

3.尿素

尿素(urea)，為白色結晶粉末，幾乎無味，比重為 1.335，易溶於水，在廢水處理上是為常用於補充生物處理系統氮素的主要營養劑。

2.7.3 操作概要

一般認為，生物處理系統欲得到良好的處理功能，廢水中之 BOD₅：N：P 應維持在 100：5：1。表 2.16 為紙漿廢水採活性污泥法處理時，廢水中營養鹽含量與 BOD₅ 去除率的試驗結果，表中顯示在未添加 N、P 營養鹽時，原廢水直接進行處理之 BOD₅ 去除率僅 74.2%，隨著 N、P 添加量的增加，BOD₅ 之去除率亦隨之

提昇，當 N、P 添加量達到 $BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1$ 之比值時，其 BOD 去除率可高達 98.9%。

表 2.16 活性污泥法處理紙漿廢水之營養鹽添加與 BOD_5 去除率關係

$BOD_5 : N : P$	BOD_5		
	原廢水(mg/L)	放流水(mg/L)	去除率(%)
100 : 5 : 1	880	11	98.8
100 : 2 : 0.5	880	18	98.6
100 : 1 : 0.2	880	77	91.2
100 : 0.5 : 0.1	880	130	85.2
未添加	880	227	74.2

由於 N、P 等營養劑皆易溶於水，故可將定量的營養劑溶於清水中，並計算所需之添加量，再定量的添加於生物處理系統中。有許多種計算營養鹽的添加量方式，一般較普遍採用的是直接分析原廢水的 BOD_5 值及 N、P 之含量，再依 $BOD_5 : N : P$ 為 100 : 5 : 1 的比值添加不足之量即可。

2.8 消毒劑

2.8.1 原理概述

消毒(disinfection)是將廢水中之致病微生物加以破壞或使其失去活性，所以不需達到完全滅菌(sterilization)的程度。在廢水處理中，一般要求將細菌，病毒和阿米巴囊三類病菌破壞。消毒方法一般可分為物理及化學法兩種。物理法主要有加熱、冷凍、輻射、紫外線及超音波等方法。化學法則是採用各種化學藥劑進行消毒。表 2.17 為常用消毒方法之比較。由於化學法之操作控制較容易，且初設費用便宜，故普遍應用於廢水處理上。

以化學消毒劑破壞病原性微生物，其反應機制目前仍未明瞭，但證據顯示，大部份之消毒劑會與微生物的細胞蛋白質產生作用，以達到破壞蛋白質的目的，特別是使細胞酵素系統失去活性，進而使微生物無法維持生命。

消毒效果除與採用的消毒劑濃度及反應時間有關外，關於環境的影響包括溫度、pH 值、水質狀況及混合與接觸方法等，詳細說明如下：

1.溫度

溫度對不同的消毒劑有不同的影響，一般而言，溫度愈高時消毒劑之滲透力愈強，且與細胞酵素之化學反應速率愈快，則殺菌消毒之速率愈快。相反地，溫

度愈低，效果愈差。

表 2.17 各種消毒方法的比較

項 目		液 氯	臭 氧	紫外線照射	加 熱	鹵 素 (Br ₂ 、I ₂)	金屬離子 (銀、汞、銅等)
使用劑量(mg/L)		10.0	10.0	—	—	—	—
接觸時間(min)		10~30	5~10	短	10~20	10~30	120
效 率	對細菌	有效	有效	有效	有效	有效	有效
	對病毒	部分有效	有效	部分有效	有效	部分有效	無效
	對芽孢	無效	有效	無效	無效	無效	無效
優 點		便宜、使用技術成熟、有後續消毒作用	除色、嗅、味、效果好，現場製造溶解氧增加，無毒	快速、無化學藥劑	簡單	同氯，對眼睛影響較小	有長期後續消毒作用
缺 點		對某些病毒、芽孢無效，殘毒，產生臭味	比氯貴，無後續作用	無後續作用，無大規模應用，對濁度要求高	加熱慢，價格貴，能源消耗高	反應慢，比氯貴	反應慢，價格貴，易受胺及其他污染物干擾
用 途		常用方法	應用日益廣泛，與氯結合生產高品質用水	試驗室及小規模應用；目前美國逐漸應用於大型社區廢水處理廠	適用於家庭用水消毒	適用於游泳池用水、消毒	—

2. pH 值

pH 值對氯系消毒劑影響相當大，因 pH 值愈高，次氯酸根離子(OCl⁻)所佔的百分率愈高，由於 OCl⁻之殺菌能力較次氯酸(HOCl)小，故殺菌效果愈差。但對臭氧的影響則較少。

3.水質

廢水水質對消毒劑的消耗量及消毒效果有較大的影響。若廢水中含有有機物、懸浮固體及其他污染物質都可能會消耗消毒劑，或因在細胞外壁形成保護膜或隱蔽細菌，而阻止消毒劑進入菌體，使得消毒效果大為降低。

4.混合與接觸方法

混合效果的好壞直接影響消毒劑與細胞的接觸，尤其對難溶於水的消毒劑如

臭氧之質傳效果影響更大。

2.8.2 常用的消毒劑

常用的消毒劑可分為氯系消毒劑及臭氧 2 大類。理想消毒劑和常用消毒劑特性比較示於表 2.18。

1. 氯系消毒劑

常用於消毒的氯化劑包括液氯、次氯酸鈉（漂白水）、次氯酸鈣（漂白粉）及二氧化氯等。氯系消毒劑在水中會水解生成次氯酸及次氯酸根離子，水中如含有有機氮或氨，則次氯酸會與氨氮反應生成一氯胺、二氯胺或三氯胺及氮氣，而消耗氯的使用量。水中之氯、次氯酸、次氯酸根離子稱為自由餘氯，氯胺則稱為結合餘氯，二者之和則稱總餘氯。而自由餘氯的殺菌力比結合餘氯要高，其中次氯酸又比次氯酸根為高。

2. 臭氧消毒劑

由於近年來研究單位發現含氯的消毒劑會生成有機氯化物，可能有致癌的危險，且水中的病毒對氯系消毒劑有較大的抗藥性，因此臭氧被認為是替代氯系消毒劑的最佳藥劑。臭氧具有極強的氧化能力，能破壞並氧化微生物的細胞膜、細胞質、酶系統及核酸，使細菌及病毒迅速死亡。因此採用臭氧消毒具有殺菌效率高，對大腸菌群、病毒及芽孢等都有很強的殺菌作用；易分解成氧氣，不產生永久性殘留物及造成二次污染；增加放流水的溶氧，去除色、臭味及微量的有害化合物等優點。但由於其設備的造價及操作費用較高，限制了臭氧在污水消毒上的應用。

表 2.18 理想與常用化學消毒藥劑特性之比較

特 性	理想消毒劑	氯氣 (Cl ₂)	次氯酸鈉 (NaOCl)	次氯酸鈣 (Ca(OCl) ₂)	二氧化氯 (ClO ₂)	臭 氧 (O ₃)
對微生物毒性	在高稀釋度下 應仍具高毒性	高	高	高	高	高
溶解度	必須溶於水或 細胞組織	微量	高	高	高	高
穩定度	儲存時殺菌力 損失少	穩定	稍不穩定	相當穩定	不穩定，使 用時才可生 產	不穩定，使 用時才可生 產

特 性	理想消毒劑	氯氣 (Cl ₂)	次氯酸鈉 (NaOCl)	次氯酸鈣 (Ca(OCl) ₂)	二氧化氯 (ClO ₂)	臭 氧 (O ₃)
對高等動物 毒性	對微生物應具 毒性而對人類 及其他動物則 無毒性	對高等動 物甚毒	毒	毒	毒	毒
均勻性	溶液成份應設 均勻	均勻	均勻	均勻	均勻	均勻
其他物質之 作用	除細菌細胞外 應不被其他有 機質吸收	會氧化有機 物	活性氧化 劑	活性氧化 劑	高	會氧化有機 物
在周圍溫度 下之毒性	於周圍溫度範 圍內應有	高	高	高	高	甚高
滲透力	應具有滲透表 面能力	高	高	高	高	高
腐蝕性/沾 染性	不應損毀金屬 及沾染衣物	高腐蝕性	腐蝕	腐蝕	高腐蝕性	高腐蝕性
除臭能力	於殺菌時應能 除臭	高	中等	中等	高	高
供應情況	可大量供應而 具合理價格	價廉	價格中下	價格中下	價格中等	昂貴

2.8.3 操作概要

消毒劑的加藥方式因採用的藥劑種類之不同而異，一般常用消毒劑之加藥方式分述如下：

1.液氯消毒

液氯加藥系統主要由貯氯瓶、加氯機及消毒接觸槽等組成，所需的液氯可由生產工廠提供，一般處理水的加氯量為 40～50mg/L，若為二級處理的出流水則加氯量約 20～25mg/L。

2.次氯酸鈉消毒

通常市面上所供應的次氯酸鈉溶液的有效含氯量約為 8～12%，不需稀釋即可直接使用，但由於藥劑易衰退失效，故貯存及運輸不易，一般使用量較大的處理廠可採用次氯酸鈉發生器於現場製造及使用。

3.次氯酸鈣

次氯酸鈣可與其他填充物壓製成錠劑，因為錠劑之使用方法較簡易，只需將錠劑放置於消毒器內（如圖 2.5 所示），並將消毒器設置於管渠中，使處理水流經消毒器，利用其自動溶解達到定量加藥的目的。

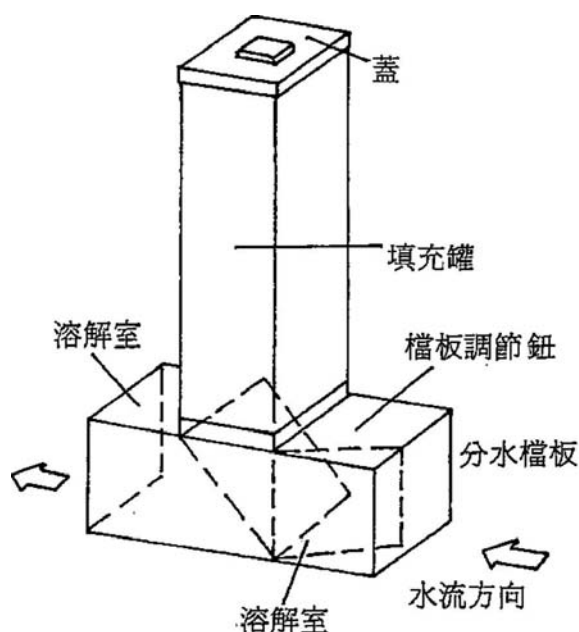


圖 2.5 次氯酸鈣錠消毒器示意圖

4.臭氧消毒

臭氧消毒可適用於任何水質的消毒，尤其對放流水質要求高者更佳。由於水中含有任何污染物質即會消耗臭氧，在進行消毒前，需進行預處理。一般一級處理出流水之加藥量為 30~50mg/L，而二級處理出流水則為 15~20mg/L。當反應器採填充料塔時接觸時間需 30 分鐘以上，若採機械式的渦輪注入器時反應時間則為 10~12 分鐘。

2.9 吸附劑

2.9.1 原理概述

吸附過程係在兩相界面上，一相中的物質或溶液中的溶質向另一相轉移或聚集，使得兩相中物質濃度發生變化的過程。吸附可以發生在液—固、氣—固等之界面上，可視為一種表面現象。廢水處理採用活性碳或離子交換樹脂吸附廢水中之污染物質即為液—固吸附。吸附作用係發生於吸附劑之表面上，依據吸附劑表面吸附力之不同，吸附可分為物理吸附、化學吸附及離子交換吸附等 3 種類型。

1.物理吸附

物理吸附主要作用是由凡得瓦爾力(var der Waals force)所形成，當吸附質通過吸附劑時，二者分子間所帶的電子將產生連續波動，進而產生暫時性及迅速變動的偶極矩(dipole moment)與 4 偶極矩(quadroupe moment)，而構成物理吸附。這種吸引力在偶極矩與 4 偶極矩之間或與共價性、金屬性及離子性之固體表面間之相互作用上，為非專一性。物理吸附時，一種吸附劑可以吸附多種物質，但依吸附質性質之不同，吸附量也有所差別，此種現象與吸附劑之比表面積及孔細大小分佈等有密切的關係。

2.化學吸附

化學吸附是吸附質與吸附劑表面之間，因親和力產生分子軌域重疊的作用，使得吸附質與吸附劑之間形成化學鍵結。化學吸附是一種選擇性吸附，吸附性穩定，不易解離。吸附劑表面和吸附質二者之化學性質與化學吸附有直接的影響。

3.離子交換吸附

即一物質之離子由於靜電引力集聚在吸附劑表面之帶電作用基上，在吸附過程中，吸附一個離子，則吸附劑同時會釋放出一個等量的離子。此種作用比物理吸附較具專一性；尤其在偶極分子與離子固體物之間更為顯著。靜電吸引力大小與固體表面電場強度及分子被極化程度有關。靜電吸引力在極性及非極性分子與共價性的固體之間無明顯作用，此乃因為缺少電場的作用。

2.9.2 常用的吸附劑

自然環境中存在之動植物及礦物等，經適當的處理都可被研製成吸附劑，本節則主要介紹活性碳及離子交換樹脂二種廢水處理較常用的吸附劑。

1.活性碳

活性碳外觀為暗黑色，具有良好的吸附能力，化學穩定性佳，可耐強酸及強鹼，並能承受水浸及高溫。

活性碳在製造過程中，由於原料中揮發性有機物被去除，使得晶格間形成許多大小，形狀不同的孔隙，這些孔隙的比表面積一般可高達 $500\sim 1,700\text{cm}^2/\text{g}$ 。

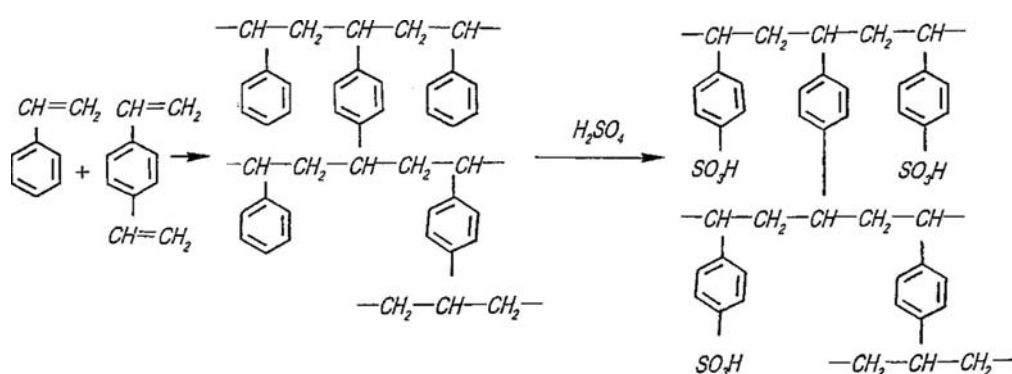
即使比表面積相同的碳，對同一物質的吸附量也可能不相同。此與活性碳的孔隙大小分佈及構造有關。其孔隙構造又隨活性碳之原料，活化程度及活化條件不同而異。一般依孔隙半徑的大小分為三種：半徑在 $100\sim 1,000\text{nm}$ 為大孔隙；半徑在 $2\sim 100\text{nm}$ 為中孔隙（又稱過渡孔）；小於 2nm 為小孔隙。

活性碳的元素組成中，碳約占 $70\sim 90\%$ 。此外還含有兩種物質，一是原即存在於原料中，因碳化不完全而又殘留於活性碳之孔隙中，或在活化時以化學鍵

結合之氫及氧。另一種是灰分，灰分的含量及組成隨原料之種類而異，椰殼碳之灰分在 3% 左右，煤質碳則有高達 20~30%。而活性碳中的氫與氧對其吸附性及其他特性有很大的影響，由於在活化過程中，氫、氧與碳以化學鍵結合而形成如羧基、羥基、醚、酯及環狀化合物等有機官能基型式。

2. 離子交換樹脂

離子交換樹脂是由人工合成之帶有作用基並具有立體網狀結構的高分子聚合物。通常是以苯乙烯(styrene)及二乙烯苯(DVB)共聚合而成的球形樹脂母體，並在其表面鏈結上可溶性的離子作用基。如由苯乙烯與二乙烯苯共聚合成的樹脂中，加入硫酸進行磺化就可製得強酸性陽離子交換樹脂，其反應如下：



離子交換樹脂一般可依樹脂的網狀結構及作用基之不同，來加以分類。依樹脂之網狀結構分類：

- (1)凝膠型樹脂(gel 型)：其外觀透明。
- (2)大孔型樹脂(MR 型)：在濕態下外觀為不透明乳白色，比表面積大於 $5m^2/g$ ，孔徑大於 5mm。

依樹脂之作用基分類：

- (1)由強酸性陽離子交換樹脂

強酸性陽離子樹脂常用者有 H 型及 Na 型等兩種型式，其 pH 值在 0~14 範圍內皆可與任何陽離子進行交換。

一般而言，Na 型樹脂在耐熱性與化學性能之穩定性比 H 型高。H 型的樹脂可用鹽酸或硫酸進行再生，而 Na 型樹脂則以氯化鈉進行再生。

- (2)弱酸性陽離子交換樹脂

一般弱酸性陽離子樹脂對多價金屬離子的選擇性吸附比強酸性陽離子樹脂大很多，幾乎可以完全吸附。而且交換容量也增大許多，相當適合用於廢水處理。通常此類樹脂均以 Na 型來吸附重金屬。再生時需先置換成 H 型，然後再復原成 Na 型。

(3)強鹼性陰離子交換樹脂

此類樹脂係將苯乙烯與二乙烯苯的共聚物，經「二氯甲基化」作用後，再用三甲基胺進行胺化反應，即得交換基團為「季胺」的 I 型強鹼性陰離子樹脂。若用二甲基醇胺代替三甲基胺時，可研製為 II 型的樹脂。一般 I 型樹脂的鹼性強度較 II 型為強。I 型及 II 型樹脂不但能吸附水中的氯離子、硫酸根離子等強酸，對弱酸如碳酸與硼酸等亦有很好的吸附能力；一般皆用氫氧化鈉做為再生液。

(4)弱鹼性陰離子交換樹脂

弱鹼性陰離子樹脂對於碳酸、矽酸等弱酸幾乎都不吸附，因此多用在去除鹽類、鉻酸、氰化錯合物等。其吸附的 pH 範圍較窄在 0~9 之間，可用鹽酸進行再生。

(5)螯合樹脂

螯合樹脂之作用基會與金屬離子形成螯合鍵，其在低 pH 值條件下。螯合樹脂對重金屬離子如 Ni^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Hg^{2+} 等，具有高的親和力及選擇性，因此，可應用於處理毒性較大之含低濃度重金屬廢水。亞氨基醋酸型樹脂為此類樹脂中具代表性的螯合樹脂。

2.9.3 操作概要

1.活性碳

在廢水處理中，依水流的動態，活性碳吸附操作可分靜態吸附和動態吸附兩種。靜態吸附操作又可稱批式操作；動態吸附操作依活性碳的狀態又可分為固定床、移動床和流體化床 3 種型式。

試驗數據之整理則需經由模式之推導加以應用，以下即為 3 種常見之吸附模式。

(1)Freundlich 恆溫吸附經驗式

吸附方程式：

$$\frac{X}{m} = q_e = k C_f^{1/n}$$

C_f ：平衡濃度(mg/L)

q_e ：平衡濃度(C_f)下吸附容量(mg/g)

k, n ：常數

x ：被吸附質之量(mg/L)

m ：吸附劑之量(mg/L)

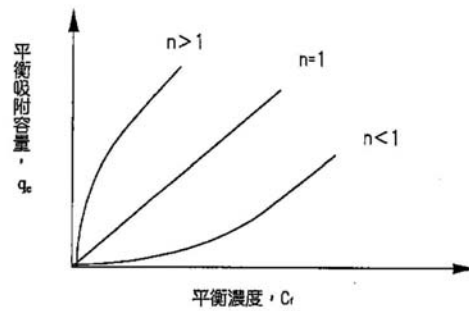


圖 2.6a 活性碳吸附曲線

$n > 1$ 有為利吸附(favorable adsorption)

$n = 1$ 為直線吸附(linear adsorption)

$n < 1$ 為不利吸附(unfavorable adsorption)

(2)Langmuir 單分子層吸附理論

Langmuir(1918)提出等溫吸附理論，其假設要點：

- 固體表面具有分佈均勻的無數吸附位置，每一個吸附位置只能吸附一個分子。
- 各吸附位置對吸附質之親和力相同。
- 固體表面單分子層吸附最大吸附容量，為單層之飽和吸附容量。
- 吸附之分子不會脫附。

吸附方程式：

$$q_e = \frac{abC_f}{1+aC_f}$$

式中， C_f = 平衡濃度(mg/L)

q_e = 平衡濃度(C_f)下吸附容量(mg/g)

a, b = 常數

吸附曲線：

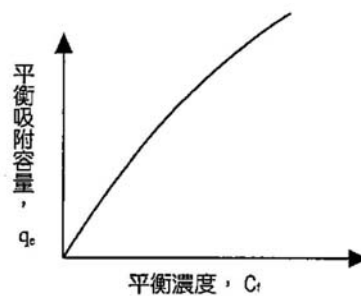


圖 2.6b 活性碳吸附曲線

(3)多分子層吸附模式(B.E.T 吸附方程式)

B.E.T(1938)延伸了 Langmuir 吸附理論至多層分子吸附現象，其基本假設為：

- 在固體表面可吸附數層分子。
- 在每一層吸附現象可以 Langmuir 方程式解釋。
- 在每一層吸附能均相等。

吸附方程式：

$$q_e = \frac{Bq_0C_f}{(C_s - C_f)[1 + (B-1)C_f/C_s]}$$

式中， C_f =平衡濃度(mg/L)

q_e =平衡濃度(C_f)下吸附容量(mg/g)

q_0 =單層飽和吸附容量(mg/g)

C_s =吸附質飽和濃度(mg/L)

B=常數

吸附曲線：

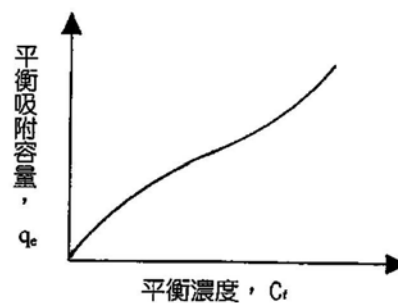


圖 2.6c 活性碳吸附曲線

以上 3 種吸附模式之選用，依吸附劑表面屬於極性或非極性而分別選用。一般活性碳表面屬非極性，吸附有機物可以 Freundlich 或 Langmuir 吸附模式解釋。但具極性之合成吸附劑對有機物之吸附結果，則符合 B.E.T 多分子層吸附模式。

2.離子交換樹脂

離子交換樹脂的應用與樹脂的交換量(exchange capacity)有很直接的關係，選擇交換容量大的樹脂不但可以解決廢水問題，同時可提高操作效率及降低成本。一般交換容量有兩種表示，一為總容量(total capacity, T_c)，一為理論容量，是樹

脂容量的極限值，通常供應廠商會提供該樹脂的理論容量，為理論操作容量 (operating capacity) 或貫穿容量 (break through capacity, BTC)，為操作時樹脂真正能維持的交換量，通常比理論值要小。在計算上是以每單位樹脂交換量多寡為依據，如 eq/l-R, eq/ft³-R, g-CaCO₃/l-R 等。

離子交換樹脂的應用，依操作方式不同分為：(1)批式；(2)流體床式；(3)固定床式；(4)連續式。其中以固定床式的操作最方便，普遍被應用。

第三章 廢水常用化學藥劑特性

3.1 氫氧化鈉

3.1.1 形態及成份

氫氧化鈉又稱苛性鈉(caustic soda)，亦稱為水合鈉(sodium hydrate)，市售有固態無水氫氧化鈉，另一為配製成各種濃度的氫氧化鈉溶液。固態工業級氫氧化鈉的成份一般為在 95%，但由於溶解時會產生高熱，一般而言，在廢水處理上並不實用。而市售氫氧化鈉水溶液濃度以 45%居多，亦有供應其他濃度如 72%、50%、32%及 25%等。主要組成成份如表 3.1 所示。

表 3.1 工業級氫氧化鈉的組成成份

成份 \ 形 態	固 態 狀	溶 液 狀
NaOH (%)	95 或 98	25 或 32 或 45 或 72
Na ₂ SO ₄ (%)	< 0.01	< 0.01
Na ₂ CO ₃ (%)	< 1	< 1
NaCl (mg/L)	< 200	< 100
Fe (mg/L)	< 20	< 10
Cu (mg/L)	0.05	0.05
Mn (mg/L)	0.1	0.1
Hg (mg/L)	0.1	0.1

3.1.2 物化性質

氫氧化鈉的化學式為 NaOH，分子量 40，常溫常壓下為白色米狀或珠狀固體，其化學性質相當穩定，但在潮濕空氣中會吸收水份及二氧化碳而潮解。氫氧化鈉易溶於水，溶解度在 20℃時為 42%，在水中為放熱反應，比重為 2.13。

市售氫氧化鈉溶液濃度由 27~73%皆有，常見的濃度為 45%，此溶液較水重約 50%，當溫度在 10~100℃之間，其比重約為 1.53~1.47。鹼性極強，1%濃度氫氧化鈉溶液之 pH 值高達 12.9，而黏滯度隨著溶液的濃度與溫度而有所不同。如圖 3.1 所示。

有關氫氧化鈉的物化性質，請參見表 3.2。

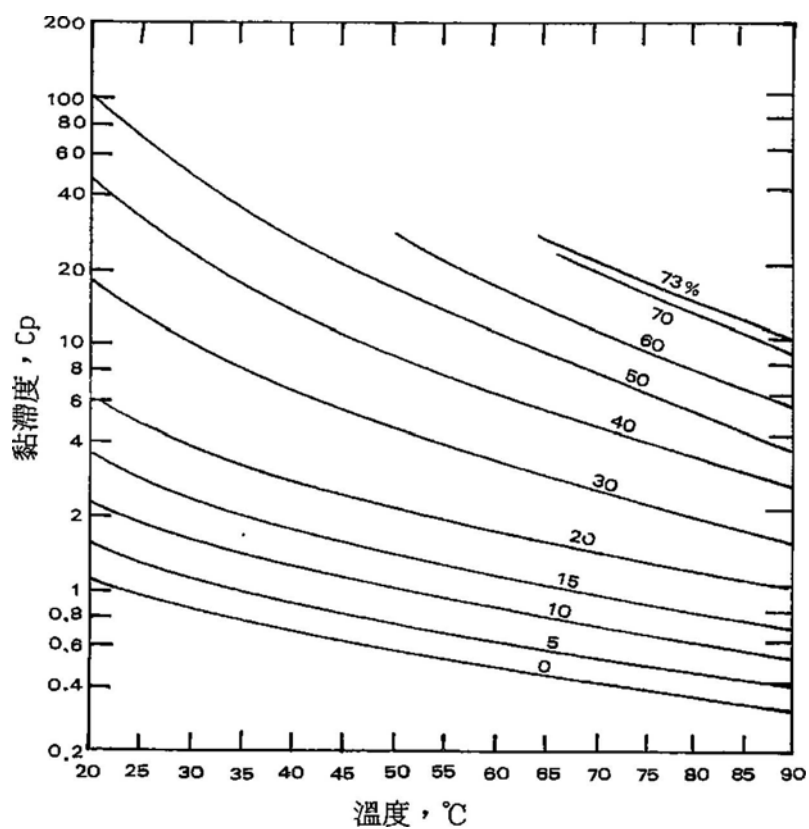


圖 3.1 氫氧化鈉溶液之黏滯度

表 3.2 氫氧化鈉的物化性質

性 質 \ 形 態	固 態 狀	溶 液 狀
分 子 式	NaOH	NaOH
分 子 量	40	40
濃 度	95%	73~25%
形 狀	粒 狀	溶 液
顏 色	白 色	無 色
比 重	2.13	1.53 (10°C)
溶 解 度	40% (20°C)	—
吸 濕 性	強	—
腐 蝕 性	強	強
pH 值	—	12.9 (1%)
化 學 穩 定 性	穩 定	穩 定

3.1.3 用途

1.功能

氫氧化鈉是廢水處理上最常用的化學藥劑之一，主要做為中和劑用以調整廢水之 pH 值，使水體達到欲處理的酸鹼值，因氫氧化鈉溶於水中會釋出氫氧離子 (OH^-) 用以中和廢水中的氫離子 (H^+)，以提高廢水 pH 值之目的。對於處理含重金屬廢水，氫氧化鈉為一最佳的沉澱劑，因其所提供的氫氧離子會與重金屬離子，產生不溶性的重金屬氫氧化物，達到去除重金屬的功能。

2.適用條件

氫氧化鈉為一強離子性的鹼性物質，反應速率相當的快速，且產生的污泥量少，欲快速調整廢水之酸鹼值則氫氧化鈉為一適當的中和劑，且適用於各類型工廠。

3.藥液配製

採用市售之氫氧化鈉水溶液，有些無需稀釋即可直接使用，但為配合廢水特性或避免濃度過高易發生 NaOH 結晶析出，一般稀釋成 15~20% 的濃度，因稀釋過程會產生高熱，正確之稀釋方式應將高濃度氫氧化鈉水溶液徐徐加入適量的水中，以避免局部大量放熱造成危險。

3.1.4 使用及貯存安全

45% 氫氧化鈉溶液於 10°C 以下，即會開始析出 NaOH 結晶，所以貯存時必須保持溫度於 20°C 以上，一般以 20% 濃度貯存。由於氫氧化鈉溶液具有腐蝕性，故其輸送管路、貯槽、輸送泵須採用 PVC、玻璃纖維及橡膠等耐蝕材質，在貯槽周圍應有圍堵外洩之防溢堤設置。若為固態氫氧化鈉，因會與水發生劇烈放熱反應，故應貯存於防水容器中，並貯放於陰涼、乾燥之處，且不可與易燃物質一起存放。

氫氧化鈉對於皮膚及眼睛極具腐蝕性，在配製及加藥操作時須特別小心，並應配戴安全護目鏡、防滲手套、防護衣及工作鞋，以免灼傷。

3.2 硫酸

3.2.1 形態及成份

硫酸(sulfuric acid)是工業上使用最廣泛的化學藥品，常溫常壓下為液態，市面上供應的硫酸濃度種類很多，在廢水處理上可採用 98% 濃硫酸，再依需要稀釋成適當的濃度，一般之使用濃度為 20~30%。因硫酸的濃度與比重有一定的關係，

如表 3.3 所示，調配稀釋時可使用比重計或波美計調整至適當濃度後使用。

3.2.2 物化性質

硫酸的化學式為 H_2SO_4 ，分子量 98，高濃度時為濃稠油狀液體，依其純度之高低，顏色呈透明至暗棕色。具強腐蝕性，可侵蝕溶解大多數的金屬，93.2%以上之高濃度硫酸對鐵材不具腐蝕性，但濃度低於 93.2%時，則腐蝕力甚強。其物化性質如表 3.4 所示。

3.2.3 用途

1. 功能

硫酸在廢水處理上主要做為中和劑使用，用以調整廢水之酸鹼值，一般添加於處理系統中之 pH 調整槽、反應槽及中和放流槽中。

2. 適用條件

硫酸適用於各行業廢水之酸鹼值調整，反應時間一般控制於 5~30 分鐘，由於各類廢水的污染特性不同，每調降 pH 值，所需的添加量也有所差異，處理時可使用 pH 控制計自動監測及控制加藥泵之動作。

3. 藥液配製

一般為適應不同濃度的廢水，並能正確的控制加藥量，需將高濃度的硫酸稀釋成 20~30%。由於硫酸與水混合時，會釋放出高熱，引起噴濺，在稀釋時，必須將濃硫酸加入水中，不可反之將水加入濃硫酸中。

表 3.3 硫酸溶液濃度與比重的關係

比 重 (20°C/4°C)	波美計	H ₂ SO ₄ 濃度		比 重 (20°C/4°C)	波美計	H ₂ SO ₄ 濃度	
		%H ₂ SO ₄	g/L			%H ₂ SO ₄	g/L
1.005	0.7	1	10.05	1.445	44.7	55	794.9
1.018	2.6	3	30.55	1.466	46.1	57	835.7
1.032	4.5	5	51.59	1.487	47.5	59	877.6
1.045	6.3	7	73.17	1.509	48.9	61	920.6
1.059	8.1	9	95.32	1.531	50.3	63	964.5
1.073	9.9	11	118.0	1.553	51.7	65	1,010
1.087	11.7	13	141.4	1.576	53.0	67	1,056
1.102	13.4	15	165.3	1.599	54.3	69	1,103
1.117	15.2	17	189.9	1.622	55.6	71	1,152
1.132	16.9	19	215.0	1.646	56.9	73	1,201
1.147	18.6	21	240.9	1.669	58.1	75	1,252
1.163	20.3	23	267.4	1.693	59.3	77	1,303

比 重 (20°C/4°C)	波美計	H ₂ SO ₄ 濃度		比 重 (20°C/4°C)	波美計	H ₂ SO ₄ 濃度	
		%H ₂ SO ₄	g/L			%H ₂ SO ₄	g/L
1.178	21.9	25	294.6	1.716	60.5	79	1,355
1.194	23.6	27	322.4	1.738	61.6	81	1,408
1.210	25.2	29	351.0	1.759	62.6	83	1,460
1.227	26.8	31	380.3	1.779	63.5	85	1,512
1.243	28.4	33	410.3	1.795	64.2	87	1,562
1.260	29.9	35	441.0	1.809	64.8	89	1,610
1.227	31.4	37	472.5	1.819	65.3	91	1,656
1.294	33.0	39	504.7	1.828	65.7	93	1,700
1.312	34.5	41	537.8	1.834	65.9	95	1,742
1.329	35.9	43	571.6	1.836	66.0	97	1,781
1.348	37.4	45	606.4	1.834	65.9	99	1,816
1.366	38.9	47	642.2	1.830	65.8	100	1,831
1.385	40.3	49	678.8				
1.405	41.8	51	716.5				
1.425	43.2	53	755.1				

表 3.4 硫酸的物化性質

項 次	物 化 性 質
分 子 式	H ₂ SO ₄
分 子 量	98
濃 度 (%)	98
顏 色	無色至棕色
腐 蝕 性	強
溶 解 度	高
脫 水 性	有
比 重 (純)	1.84

3.2.4 使用及貯存安全

硫酸具強烈腐蝕性及吸濕性，須乾燥貯存並保存於密閉的容器內，濃度在 93.2%以上之硫酸對鐵材不具腐蝕性，可貯存於鋼鐵材質的桶槽內，濃度低於 93.2%以下，則對鐵材之腐蝕力甚強，須貯存在有橡膠、玻璃或塑膠襯裡的容器。

硫酸稀釋時會產生激烈的放熱反應，易造成灼傷及分解衣服、皮鞋，在操作時應配戴安全護目鏡、防滲手套、防護衣、工作靴、口罩等防護設備，不慎噴濺時，應立即以溫水緩和沖洗 20 分鐘以上。

3.3 鹽酸

3.3.1 形態及成份

鹽酸(hydrochloric acid)之學名為氫氯酸，一般市售工業級鹽酸溶液之濃度為35%，如表 3.5 所示，由於鹽酸易揮發產生臭煙氣味，在使用時為降低此一現象發生，都將其稀釋成 10~20%左右的濃度。

表 3.5 工業級鹽酸溶液的組成成份

成 份	含 量
氯 化 氫 (HCl)	30~38%
硫 酸 根 (SO_4^{2-})	0.012%
砷	< 2mg/L
鐵	< 30mg/L
汞	< 0.1mg/L

鹽酸的濃度與比重約成一線性關係，如表 3.6 所示。在配製及使用時可利用比重計或波美計正確調整其濃度後使用之。

表 3.6 鹽酸溶液濃度與比重的關係

比 重 (20°C/4°C)	波美計	HCl濃度	
		%HCl	g/L
1.0032	0.5	1	10.03
1.0082	1.2	2	20.16
1.0181	2.6	4	40.72
1.0279	3.9	6	61.67
1.0376	5.3	8	83.01
1.0474	6.6	10	104.7
1.0574	7.9	12	126.9
1.0675	9.2	14	149.5
1.0776	10.4	16	172.4
1.0878	11.7	18	195.8
1.0980	12.9	20	219.6
1.1083	14.2	22	243.8
1.1187	15.4	24	268.5

比 重 (20°C/4°C)	波美計	HCl濃度	
		%HCl	g/L
1.1290	16.6	26	293.5
1.1392	17.7	28	319.0
1.1493	18.8	30	344.8
1.1593	19.9	32	371.0
1.1691	21.0	34	397.5
1.1789	22.0	36	424.4
1.1885	23.0	38	451.6
1.1980	24.0	40	479.2

3.3.2 物化性質

鹽酸的化學式為 HCl，分子量 36.46，其物化性質如表 3.7 所示。為無色或淡黃色之發煙液體，其刺激性易溶於水中，呈放熱反應，是一高腐蝕性之強酸。

表 3.7 鹽酸溶液的物化性質

項 次	物 化 性 質
分 子 式	HCl
分 子 量	36.46
濃 度	30~38%
形 狀	發煙液體
顏 色	無色或淡黃色
味 道	刺激性酸味
腐 蝕 性	強烈
溶 解 度	高
穩 定 性	穩定
毒 性	毒
比 重	1.19

3.3.3 用途

1.功能

鹽酸在廢水處理上的功用與硫酸相同，主要添加於 pH 調整槽及中和放流槽用以調整廢水的酸鹼值。

2.適用條件

鹽酸適用於任何工業廢水之 pH 值調整，如果廢水中含有高濃度的硫酸鹽，則會對生物處理系統之微生物產生抑制作用，生物處理單元前之 pH 值調整，即不宜採用硫酸作為 pH 調整劑，可採用鹽酸，但若廢水中含有高濃度的氯離子則會干擾 COD 的檢測值，就不適合使用鹽酸。

3.藥液配製

市售鹽酸溶液 35~38%濃度下，會產生逸散性的鹽酸氣體，具有刺激性酸味，亦稱發煙鹽酸。在廢水處理使用上，由於藥液濃度高可能會有超量加藥的情形，相反地，濃度低則對高濃度之廢水有難以調整的問題，因此，應依實驗或依同類廢水之處理經驗探討其適當濃度。一般鹽酸之使用濃度為 10~20%。鹽酸在稀釋過程中會產生高熱，應將鹽酸緩緩加入水中，切勿將水加入濃鹽酸中，避免局部放熱發生危險。

3.3.4 使用及貯存安全

鹽酸具強腐蝕性，在貯存、運送、配製及操作時，與液體接觸的槽體需採用玻璃、橡膠內襯的鋼材或塑膠等耐蝕材質。貯存區應設有預防貯槽破裂或鹽酸滲漏之阻絕區。

吸入鹽酸會刺激上呼吸道，造成哽塞感、咳嗽、並灼傷咽喉。皮膚接觸會使之灼傷或發炎；眼睛過量曝露可能造成灼傷、失明。不慎被鹽酸噴濺，應立即以大量溫水沖洗 15 分鐘以上，並於沖洗時脫去受污染衣物，嚴重時應立即送醫急救。在操作時應配戴呼吸器、橡膠、聚乙烯醇、聚氯乙烯等材質的防滲手套、連身式防護衣及工作鞋，以確保操作人員之安全。

3.4 石灰

3.4.1 形態及成份

石灰(lime)是由石灰石在高溫下鍛燒而成，主要成份為氧化鈣(CaO)和少量的氧化鎂(MgO)。

作為化學目的使用的石灰是在高溫下鍛燒高品質之石灰石而製成，其產品稱為生石灰，主要成分為氧化鈣(CaO)和少量的氧化鎂(MgO)。高鈣生石灰含 0.5 至 2.5%氧化鎂，含鎂生石灰含 35 至 40%氧化鎂。生石灰加藥時，一般配製成漿狀體又稱為石灰乳，因石灰是微溶於水，固體含量可高至 45%。又因石灰灰塵和漿體都具鹼性，在飽和溶液時其 pH 值約為 12.4，故操作時必須穿戴保護衣物和護目

鏡，以防止皮膚和眼睛灼傷，如與石灰接觸，須立刻以清水沖洗。

市面上之生石灰，其 CaO 含量大約在 70 至 96%，若含量在 88% 下，通常被認為低於廢水處理可使用標準，若含量低於 75% 以下，必須避免使用，因含有過多粗砂且水化困難。石灰之貯存，必須置於乾燥之處，避免吸入水份，貯存期限可長至一年而不變質。有關工業級石灰的主要成份如表 3.8 所示。

表 3.8 工業級石灰的組成成份

成 份	含 量
氧 化 鈣 (CaO)	70~96
氧 化 矽 (SiO)	0.3
氧 化 鐵 (Fe_2O_3)	0.05
氧 化 鋁 (Al_2O_3)	0.35
氧 化 鎂 (MgO)	0.5~40
磷 (P)	0.01
硫 (S)	0.05

單位：wt%

為了廢水處理之目的，生石灰必須轉化成水合形式 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ ，即熟石灰。熟石灰可從市面上購得，亦可在廢水處理廠直接將生石灰加水而得。熟石灰之灰塵和漿體亦具鹼性，飽和溶液之 pH 值與生石灰相同。因熟石灰為水合石灰，所以僅需足夠水量即可形成石灰乳之型態，一般調配時，在溶解槽中之停留時間通常為五分鐘，在最大加藥率下，配成 6% 之漿體。表 3.9 為各種石灰之特性。

表 3.9 各種石灰之特性

名稱和化學 分子式	物 理 和 化 學 特 性			
	外觀和性質	重量(lb/ft)	商品強度	水中溶解度 (g/100ml@25°C)
生石灰 Quick lime CaO	1.白色，塊狀至粉末 2.不穩定，鹼性刺激 3.水化成氫氧化物漿體，釋出熱 4.空氣水化成 CaCO_3 ，飽和溶液 pH 值為 12.4	55~75	70 至 96%CaO (低於 88%為低品質)	1. 反應生成 Ca(OH)_2 2.每磅生石灰形成 1.16 至 1.32 磅的 Ca(OH)_2 ，含 2~12%粗砂
回收石灰 Recovered Lime CaO	1.淺灰色，茶色 2.和生石灰同性質		75 至 90% CaO	同生石灰
含鎂石灰 Dolomitic Lime CaO	1.除了 MgO 水化緩慢，外觀和性質與生石灰相同	圓石，60~65 粒狀，50~75 塊狀，50~65 粉末，37~63 平均 60	CaO 55 至 57.5% MgO	水化形成 Ca(OH)_2 漿體及水化緩慢的 MgO
熟石灰 Hydrated Lime Ca(OH)_2	1.白色，通過 300~400 mesh 粉末，無塊狀 2.鹼性，粉塵具刺激性 3.從空氣中吸收 H_2O 和 CO_2 形成 $\text{Ca(HCO}_3)_2$ 4.飽和溶液 pH=12.4	35~50	Ca(OH)_2 82~98% CaO 62~74%	0.18@0°C 0.16@20°C 0.15@30°C 0.077@100°C
碳化石灰 Carbide Lime Ca(OH)_2	1.粗顆粒，灰色粉末 2.灰色漿體(35%固體)	30~55	95%， Ca(OH)_2	同 Ca(OH)_2
含鎂水化石灰 Dolomitic hydrated Lime $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Mg(OH)}_2$	1.茶色至白色粉末，無塊狀，200mesh 2.鹼性，粉塵具刺激性 3.飽和溶液，pH=12.4	單水分子， 25~37 雙水分子， 27~43	單水分子 Ca(OH)_2 ，62% MgO，34% 雙水分子 Ca(OH)_2 ，54% Mg(OH)_2 ，34%	同 Ca(OH)_2
石灰石 limestone CaCO_3	1.白色非結晶形粉末 2.飽和溶液 pH=9~9.5	粉末，35~60 顆粒，100~115	96~99%	0.0013@20°C 0.002@100°C
白雲石 Dolomite $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	1.白色灰色茶色 2.飽和溶液 pH=9~9.5	85~95	不定	約和石灰石相同

3.4.2 物化性質

石灰，狹義指氧化鈣(CaO)，又稱為生石灰，在常溫下為白色或灰白色固體，若含鐵時則稍帶黃色或棕色。於廢水處理使用時須加水轉化成水合形式的熟石灰，即氫氧化鈣，通常每公斤的生石灰可形成 1.16~1.32 公斤的氫氧化鈣，而氫氧化鈣亦可直接由市面上購得，其溶解度隨著溫度的不同而略有變化，由圖 3.2 可知，氫氧化鈣的溶解度隨溫度升高而降低，在溫度 20°C 時之溶解度為 1.6g/L ，飽和溶液時的 pH 值為 12.4。有關石灰之物化性質請參見表 3.10 所示。

3.4.3 用途

1. 功能

石灰是廢水處理上使用最廣泛的化學藥劑之一，常用作沉澱劑、混凝劑、中和劑、污泥調理劑及去除磷酸鹽等藥劑使用。

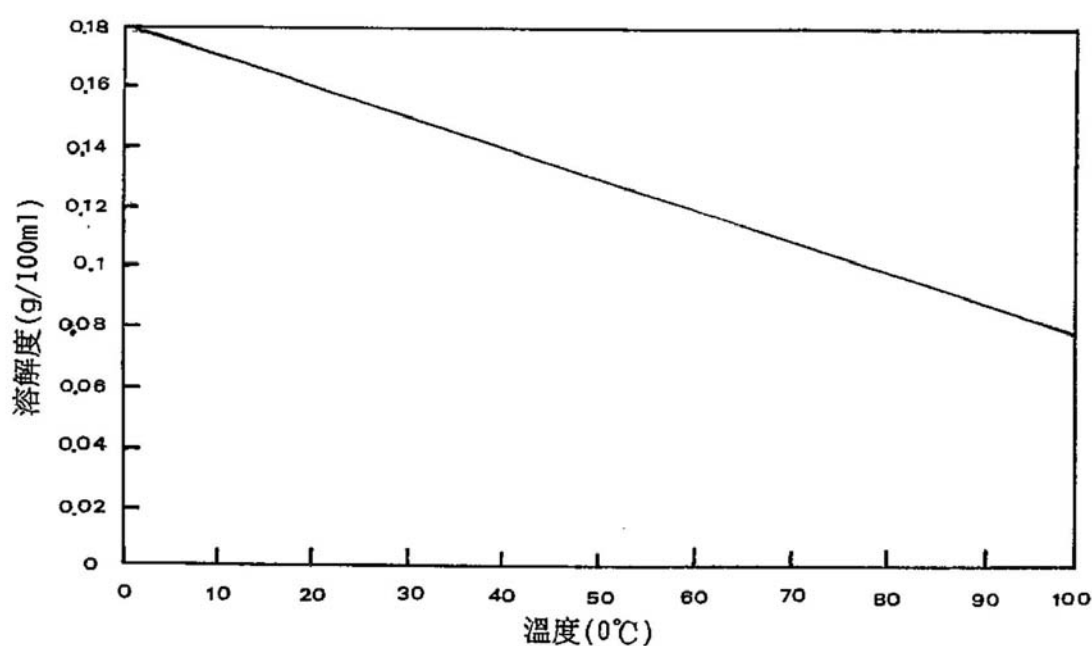
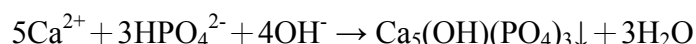


圖 3.2 氫氧化鈣溶解度與溫度之關係

表 3.10 石灰的物化性質

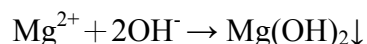
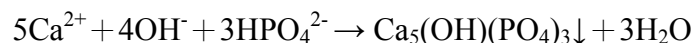
性 質 \ 種 類	生 石 灰	熟 石 灰
分 子 式	CaO	Ca(OH) ₂
分 子 量	56	74
氧 化 鈣 含 量 (%)	70~96	67~74
形 狀	塊狀、粉末	粉 末
顏 色	白色、灰色	白 色
飽 和 溶 液 pH 值	12.4	12.4
密 度(kg/m ³)	1,077~1,201	561~881
溶於水中釋放熱量	會	不 會
與空氣和水之反應物	CaCO ₃	Ca(HCO ₃) ₂

- (1)石灰做為沉澱劑時，因能與溶解於廢水中的鹼度(alkalinity)和磷酸鹽反應生成碳酸鈣及羥基磷酸鈣(calcium hydroxyapatite)之沉澱物，主要反應式如下：



由上列反應式中可得知，隨著廢水中鹼度增加而提高對磷的去除效果，一般操作 pH 值在 9.5~10 時，可有效去除磷酸鹽。

- (2)石灰做為混凝劑，是因石灰能與廢水中的鹼度形成沉澱化合物如：CaCO₃、Mg(OH)₂ 等，再藉由這些沉澱物於沉澱過程中之掃曳作用，同時去除廢水中微細的懸浮固體物，以降低廢水中的濁度。因石灰能和溶解於廢水之鹼度(alkalinity)和磷反應生成碳酸鈣，氫氧磷灰鈣(calcium hydro xyapatite)和氫氧化鎂之沉澱物：



此等沉澱化合物的生成，當其沉降時，藉掃曳作用可同時去除水中之濁度；而氫氧化鎂為凝膠狀沉澱物，沉降時可同時去除水中微細膠體粒子，但因凝膠狀性質，污泥濃縮和脫水較為困難；上式中之第二個反應結果可從廢水中除磷。一般而言，磷之去除隨 pH 值升高而增加，大約在 pH>9.5 時，主要的正磷酸鹽(orthophosphate)可以完全轉化成不溶解形式而沉降，但沉降一定數量之磷，所要求的真正 pH 值和所需加入之石灰量以提升 pH 值，將隨廢水

的成分而異。以石灰除磷最主要的影響因素是廢水的鹼度，在低鹼度 (150mg/L 或更少)時，除非調整至高 pH，否則所形成的可沉降顆粒，由於較濃密的 CaCO_3 沉澱物所佔比率較少，導至混凝效果不佳，如果有足夠數量的 CaCO_3 做為助凝劑(coagulant aid)，將大大地增進氫氧磷灰鈣沉降。在高鹼度時，pH 在 9.5 至 10 將可有效地去除磷。

- (3)石灰是污泥調理常用的化學藥劑之一，主要用以調整污泥的 pH 值，使已消化污泥在高鹼度的條件下釋出氨氣，以減少臭味，並提高污泥過濾脫水效果。

當石灰和氫氧化鈣加入污泥中，氫氧化鈣與次碳酸鈣反應生成不溶解的碳酸鈣(CaCO_3)。在高 pH 值情況下亦有助於從已消化污泥中釋出氨。同時使用石灰作為污泥的調理劑，可達到之目的有：a.增加污泥的孔隙率，b.減少污泥組織的壓縮性，c.使污泥脫水，d.升高 pH 值，e.幫助控制臭味，f.提供消毒，g.膠凝微細顆粒。

通常石灰和氯化鐵同時使用於真空過濾或壓濾污泥脫水。在某些情況，當污泥是非常難脫水時，單獨使用高藥量的石灰可有助於過濾。

2.適用條件

石灰在廢水處理流程中的添加位置，依其用途而異，做為中和劑則添加於 pH 調整槽，作為混凝劑或沉澱劑則添加於快混槽或反應槽，如作污泥調理劑使用，則添加於污泥調理槽。石灰用於處理各類廢水之一般添加量如下：

- (1)電鍍業及金屬表面處理業等廢水，常以石灰作 pH 調整劑兼混凝劑使用，一般加藥量為 50~150mg/L（以 CaO 計）。
- (2)用於去除水中磷酸鹽的石灰加藥量約在 250~400mg/L 之間。
- (3)污泥調理多採石灰與氯化鐵合併使用，對於不同特性污泥，石灰配合氯化鐵的加藥量如下：
 - ①生（初沉）污泥：石灰 90~126 公斤/噸·污泥，氯化鐵 36~54 公斤/噸·污泥。
 - ②生（初沉加活性）污泥：石灰 99~144 公斤/噸·污泥，氯化鐵 36~63 公斤/噸·污泥。
 - ③消化（初沉加活性）污泥：石灰 99~270 公斤/噸·污泥，氯化鐵 36~90 公斤/噸·污泥。

3.藥液配製

石灰於廢水處理使用時必須轉化成水合形態的熟石灰，或可由市面購買熟石灰直接使用，一般水合化的熟石灰在配製時僅需足夠的水量，並在溶解槽內充分攪拌 5 分鐘，即可配製成漿狀的石灰乳。

3.4.4 使用及貯存安全

石灰會吸收空氣中的水份與二氧化碳反應成碳酸鈣或碳酸氫鈣而變質，故必須貯存於通風乾燥之處所，避免吸入水份，則貯存期限可長達 1 年。固態及漿體狀石灰都屬強鹼性，具腐蝕性，輸送或貯存之槽體應採用橡膠、不銹鋼、玻璃纖維及 PVC 等耐蝕材質。其對人體的眼睛、鼻子和呼吸系統具有強烈的刺激性，操作時必須穿戴保護衣物、配戴口罩、防滲手套及護目鏡保護之，如不慎與石灰接觸時，須立即以清水沖洗。

3.5 蘇打灰

3.5.1 形態及成份

蘇打灰(soda ash)是碳酸鈉(sodium carbonate)的俗稱，為白色固體粉末，一般工業級蘇打灰的碳酸鈉含量在 98%以上，如表 3.11 所示。市售的蘇打灰有兩種型式，一為輕蘇打灰，密度在 560 至 800kg/m³；另一為重蘇打灰，密度為 960~1,216kg/m³。由於重蘇打灰在進行藥液配製時，較不會產生灰塵，且藥液流動性佳，在廢水處理上較普遍被使用。

表 3.11 工業級蘇打灰的組成成份

成 份	含 量
碳 酸 鈉	>98%
硫 酸 鈉	0.1%
氯 化 鈉	300mg/L
鐵	5mg/L
含 水 率	<0.02%

3.5.2 物化性質

蘇打灰的化學式為 Na₂CO₃，分子量 106，在常溫常壓下為白色固體粉末，其物化性質如表 3.12 中所示。可溶於水，溶解度約為 6%，即每公升水中約可溶解 0.06kg 的蘇打灰，溶解時間需 20 分鐘。碳酸鈉溶液的黏滯度隨著濃度及溫度的不同而改變，溫度 32℃，6%碳酸鈉溶液的黏滯度為 1.3kg.sec/m² 左右。1%碳酸鈉溶液之 pH 值約為 11.2，故碳酸鈉為一鹼性化合物，若溶於含有石灰的水溶液中會生成苛性鈉，則具強腐蝕性。

3.5.3 用途

1.功能

蘇打灰與苛性鈉相同，常添加於 pH 調整槽，用於調整廢水之酸鹼度 由於其在廢水處理過程中所產生的污泥量少，故普遍被使用為中和藥劑之一。

2.適用條件

蘇打灰的適用條件與氫氧化鈉相同，請參見 3.1 節中所述。

3.藥液配製

蘇打灰為固體粉末狀，如直接用於廢水之 pH 值調整，除加藥困難外 亦不易正確控制加藥量，在廢水處理使用時，需配製成水溶液，配製方式是將定量的蘇打灰加入清水中，並予以充分攪拌，攪拌時間約需 20 分鐘。由於藥液的粘滯度與濃度成正比，若粘滯度過大常會導致加藥管線阻塞，進而影響加藥量，因此應適當調配藥液濃度一般使用濃度控制在 6%左右，即於每公升的清水中加入 0.06kg 的蘇打灰。

表 3.12 蘇打灰的物化性質

項 次	物 化 性 質
分 子 式	Na_2CO_3
濃 度 (%)	>98
形 狀	粉末狀
顏 色	白 色
味 道	無 臭
腐 蝕 性	微
穩 定 性	穩 定
吸 水 性	高
溶 解 度 (%)	6
毒 性	低
密 度 (mg/m^3)	960~1,216
pH 值 (1%溶液)	11.2

3.5.4 使用及貯存安全

蘇打灰吸水性強，易與空氣中的水分及二氧化碳反應，生成較不具活性的碳酸氫鈉(NaHCO_3)，需貯存於乾燥之處所，且開封後應再予以密封。

蘇打灰之灰塵及其水溶液，對於皮膚、眼睛、鼻子及肺部均具有刺激性，在操作時應配戴防滲手套、安全眼鏡及連身防護衣。不慎接觸時，應立即以大量清水沖洗之。

3.6 多元氯化鋁

3.6.1 形態及成份

多元氯化鋁(polyaluminium chloride)一般簡稱 PAC，市面上之供應形態有固體及水溶液 2 種，如表 3.13 所示。PAC 的成份以氧化鋁的含量來表示。一般固體粉末狀 PAC 之氧化鋁含量約為 30%，多自國外進口。溶液狀 PAC 之氧化鋁含量則在 10~12%或 18%，以國內廠商生產提供為主。

表 3.13 多元氯化鋁的組成成份

成份 \ 形 態	固 體 狀	溶 液 狀
氧化鋁(Al_2O_3)含量	30~35%	10~12%或 18%
氨態氮含量	<0.01%	<0.01%
硫酸根離子含量	<3.5%	<3.5%
砷(As)	<20 mg/L	<5 mg/L
鐵(Fe)	<75 mg/L	<0.01mg/L
汞(Hg)	<0.6 mg/L	<0.2 mg/L
鉻(Cr)	<50 mg/L	<10 mg/L
鉛(Pb)	<30 mg/L	<10 mg/L

3.6.2 物化性質

多元氯化鋁通常以 $[\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}]$ 表示，為強鹽基性多核聚合體，分子量約 1,000 左右，在廢水中會形成多核之高陽電荷聚合體，如 $[\text{Al}_6(\text{OH})_{15}]^{3+}$ 、 $[\text{Al}_8(\text{OH})_{20}]^{4+}$ 、 $[\text{Al}_{13}(\text{OH})_{34}]^{5+}$ 等，凝集作用強，去除廢水中之濁度效果較一般硫酸鋁高 1.5~3 倍以上，多元氯化鋁之物化性質如表 3.14 所示。

表 3.14 多元氯化鋁的物化性質

性 質 \ 形 態	固 體 狀	溶 液 狀
分 子 式	$[\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}]$	$[\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}]$
分 子 量	>1,000	>1,000
氧 化 鋁 (Al_2O_3)	30~35%	10~18%
形 狀	粉末狀	溶液狀
顏 色	乳黃	無色透明或稍帶黃棕色
比 重	0.85±0.05	>1.19
鹼 度 (%)	40~60	45~65
p H 值	—	3.5~5
吸 濕 性	易	—
腐 蝕 性	有	有
溶 解 性	高	高

3.6.3 用途

1.功能

多元氯化鋁在廢水處理上是一使用相當普遍的混凝劑，其經水解後可產生帶高正電荷之聚合物，並與廢水中帶負電荷之雜質，產生電荷中和，同時會與廢水中的鹼度反應形成氫氧化鋁膠羽，並利用此類膠羽產生架橋、附著及捕集作用使膠羽顆粒增大，以利沉澱去除污染物質。PAC 具有相當特殊的吸附活性，當膠羽被破碎後亦能迅速地再凝聚，且 PAC 為一強鹽基性鹽類，不會消耗廢水中太多的鹼度，一般而言，添加 1mg/L 的 PAC 只消耗廢水中 0.15mg/L 的碳酸鈣鹼度。

PAC 有效凝集的適宜 pH 值操作條件在 6~9 之間，反應過程不受水溫的影響，即使在 10℃ 的水溫下亦能獲得良好的凝集效果。

2.適用條件

PAC 的用途相當廣泛，除了可用於淨（上）水、工業用純水、飲用水處理外；也可用於生活污水、高濁度的土木工程廢水等，在工業廢水處理上則有用於鋼鐵廠冷熱鑄水、造紙廢水、染整廢水、食品廢水、電鍍廢水、製革廢水、塗裝廢水等處理上。其一般常用 PAC 的加藥量如下(實際加藥量仍需由杯瓶試驗確認)：

- (1)處理染整廢水 PAC 的添加劑量約 200~1,000mg/L，操作 pH 值控制在 7.0~8.0。
- (2)處理精煉油脂業廢水 PAC 的添加劑量約 50~100mg/L，pH 值控制在 9.0 左右，COD 去除率可達 78~93%。
- (3)處理製革業廢水 PAC 的添加劑量約 500~1,500mg/L，pH 值控制在 7.5 左右，COD 去除率約 30~70%。
- (4)處理造紙業廢水 PAC 的添加劑量約 200~600mg/L，pH 值控制在 7.0~8.0。
- (5)處理塗裝業廢水 PAC 的添加劑量約 200mg/L 左右，pH 值控制在 7.0~8.0。
- (6)處理食品廢水 PAC 的添加劑量約 20~80mg/L，pH 值控制在 7.0~8.0。

3.藥液配製

固體粉末狀的 PAC 為便於添加及控制加藥量，需將其溶於水中，配製比例可將 1kg 的 PAC 溶解在 10kg 的清水中。而市面上出售的 PAC 原液中所含氧化鋁濃度在 10~18%，則無需稀釋即可直接使用，但如為配合特殊廢水特性而必須稀釋使用時，對原液之稀釋濃度最好控制在 50%以上或 5%以下。因為 5~50%的稀釋液會因水解而產生白濁狀，以致降低其效用，應避免使用。

由於 PAC 具有強力聚合作用，會與其他化學藥劑產生不溶性的化合物而失去效用，應避免與其他化學藥劑混合使用。

3.6.4 使用及貯存安全

固體粉末狀 PAC 安定性很高，但具有高度吸濕性，故在藥品開封後應再予以密封，並置於通風乾燥之處，則貯存期限可達 2 年，不會變質。

PAC 溶液具腐蝕性，其貯存槽體、加藥泵、輸送管線等均需採用塑膠等耐蝕性材質，由於 PAC 在溫度 40℃ 以上的環境時較不穩定，故應避免置於高溫環境。使用時如不慎接觸，應用清水充分沖洗之。

3.7 硫酸鋁

3.7.1 形態及成份

硫酸鋁(aluminium sulfate)俗稱明礬，而市面上之供應形態有固體狀和溶液狀兩種，固體狀又可依其顆粒大小分為塊狀、粒狀、米狀及粉末狀四種等級，其中以粒狀及米狀最普遍被使用。硫酸鋁的有效成份以氧化鋁的含量來表示，一般市售工業級硫酸鋁的成份，固體狀硫酸鋁之 Al_2O_3 含量在 17%左右，而溶液狀者則在 7%左右，如表 3.15 所示。

表 3.15 工業級硫酸鋁的組成成份

成 份 \ 形 態	固 體 狀	溶 液 狀
氧 化 鋁(Al_2O_3)	17%	7%
三氧化鐵(Fe_2O_3)	<0.01%	<0.01%
不 容 份	<0.4%	—
顆 粒 大 小(mesh)	4 或 10	—

固體硫酸鋁依其顆粒大小有 4 種等級，如表 3.16 所示。

表 3.16 固體硫酸鋁等級分析

等級	靜止角(Angle of repose)	體密度(bulk density) lb/ft ³
塊狀粒狀	—	62~68
米狀	43°	60~71
粉狀	38°	57~71
	65°	38~45

以上每一等級最少含 Al_2O_3 鋁量為 27%，三氧化鐵(Fe_2O_3)含量最高為 0.75%。固體硫酸鋁在不同溫度之溶解度如下：

表 3.17 固體硫酸鋁溶解度分析

溫 度		溶解度	
°F	°C	lb/gal	kg/L
32	0	6.03	0.72
50	10	6.56	0.79
68	20	7.28	0.87
86	30	8.45	1.01
104	40	10.16	1.22

3.7.2 物化性質

硫酸鋁的化學式為 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ，含 18 個結晶水，分子量約 666，常溫常壓下為白色或乳白色固體，溶解度隨溫度之不同而有差異，如圖 3.3 所示，在 20°C 時溶解度約 0.87kg/L 。1%硫酸鋁溶液之 pH 值約為 3.5。當硫酸鋁溶液中所含 Al_2O_3 的濃度超過 8.4%時，容易析出結晶體；濃度過低時，又會因水解反應形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 膠羽，而失去效用，故市售硫酸鋁溶液中所含 Al_2O_3 的濃度在 7~8%之間，以適合輸送及貯存。有關硫酸鋁之物化性質請參照表 3.18 所示。

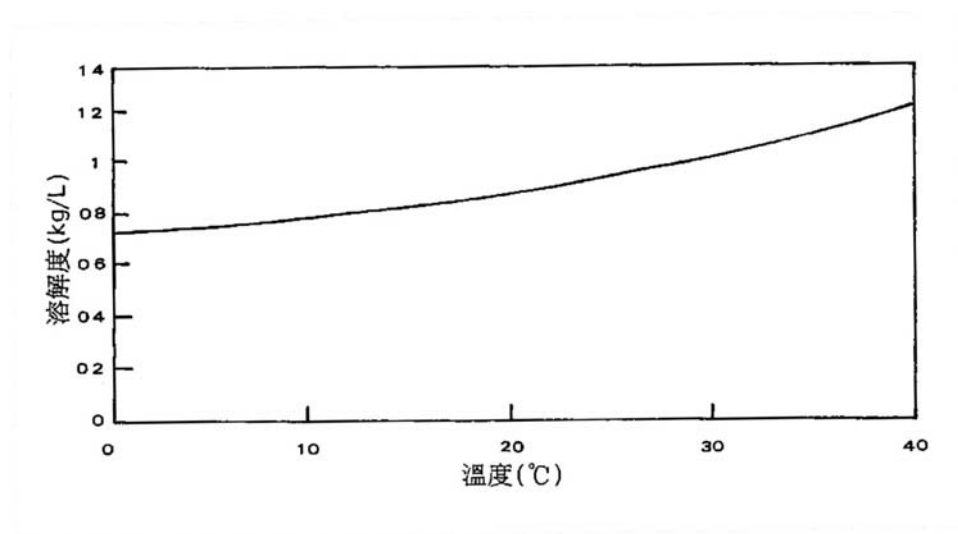


圖 3.3 硫酸鋁的溶解度與溫度之關係

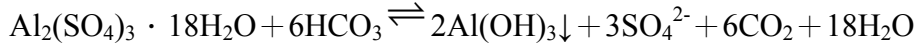
表 3.18 硫酸鋁的物化性質

性 質 \ 形 態	固 體 狀	溶 液 狀
分 子 式	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
分 子 量	666	666
硫 酸 鋁 含 量	>99wt%	49 wt%
氧 化 鋁 含 量	17 wt%	7 wt%
形 狀	粒狀、粉末狀	溶 液
顏 色	乳 白	淡白色
味 道	甜 味	甜 味
吸 濕 性	易	—
腐 蝕 性	無	微

3.7.3 用途

1.功能

硫酸鋁是廢水處理上常用的混凝劑之一，於混凝反應中，除會水解出帶正電的鋁離子以中和帶負電的膠體粒子外，才會與水中的鹼度形成氫氧化鋁膠羽藉由吸附及捕集等作用，達成混凝效果，其反應式如下：



硫酸鋁在水中除形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 外，因鋁是兩性的金屬，在不同 pH 值操作條件下還可能形成其他錯離子，如 $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ，如圖 3.4 所示。為獲得最佳的混凝效果，最適宜的 pH 值操作範圍在 5.5~8.0 之間。

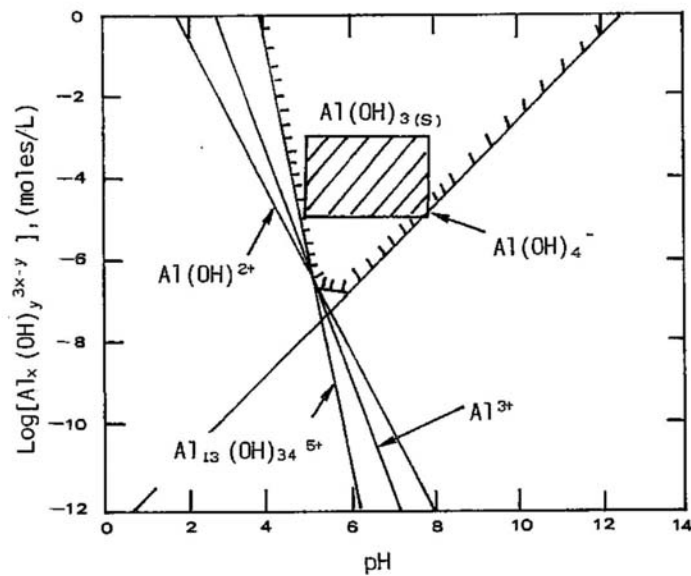
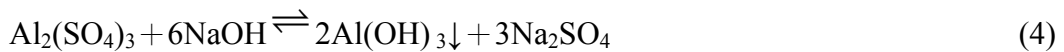
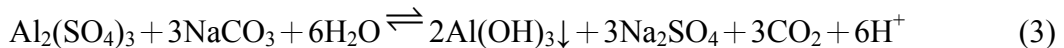
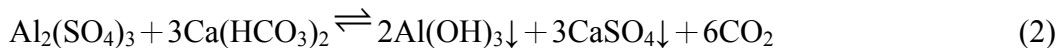
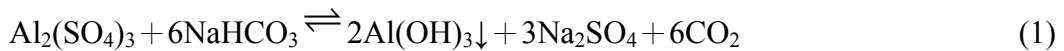


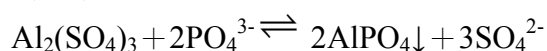
圖 3.4 鋁鹽在不同 pH 值時各種錯鹽分佈情形

由於硫酸鋁在廢水中形成氫氧化鋁時，會消耗水中的氫氧離子，導至鹼度降低，若廢水中所含之鹼度不足時，則需另加入碳酸氫鈉、碳酸氫鈣、氫氧化鈉、氫氧化鈣或碳酸鈉等以調整廢水中的 pH 值，達到最佳的操作條件。各種反應如下：



由以上反應式可知，若廢水中的鹼度是含鈣鹼度，如反應式(2)及(5)，則會生成不溶性的硫酸鈣(CaSO_4)污泥，但若廢水中鹼度是含鈉鹼度，如反應式(1)、(3)及(4)，則所生成的是溶解性硫酸鈉(Na_2SO_4)，因此，採用氫氧化鈉做為鹼度來源，一般約可減少一半的污泥量。惟需注意若廢水中已含有高濃度的硫酸鹽時，則不宜採用硫酸鋁做為混凝劑，以避免廢水中的硫酸鹽濃度更為增高，而影響後續生物處理系統功能。

硫酸鋁亦會與廢水中的磷反應成不溶性的磷酸鋁，以去除廢水中的磷酸鹽，其反應式如下：



由於磷酸鋁在 pH 值在 5.5~6.5 之間的溶解度最低，故操作 pH 值應控制在此一範圍內。理論上去除 1kg 磷酸鹽需 0.68kg 硫酸鋁（不含結晶水），由於廢水中還有其他污染物質會消耗部份硫酸鋁，故實際處理時加藥量需 2~3kg。

2.適用條件

硫酸鋁作為混凝劑使用時，需添加於化學混凝反應中的快混單元，使其能均勻的散佈在廢水中，經水解及化學反應後，可發揮良好的混凝效果。硫酸鋁作為混凝劑的優缺點分析如表 3.19。

表 3.19 硫酸鋁作為混凝劑之優缺點

優 點	缺 點
1.價格低廉。 2.對於造成廢水中濁度及色度的懸浮粒子有良好的去除效果。 3.貯存與操作容易。 4.無毒性。 5.混凝最適宜的 pH 值在中性左右，非常適合用於生物處理系統的前處理，且處理後之出流水不需 pH 調整即可直接排放。	1.生成的膠羽膨鬆質輕、沉降性較差且脫水性不佳。 2.去除色度的效果比去除濁度的效果差。 3.適宜的 pH 值操作範圍狹小。

硫酸鋁較普遍被使用在處理染整、製革及造紙等行業之廢水，由於造紙廢水添加硫酸鋁經化學混凝所產生的沉澱物，具有回收再利用價值，故此行業採用最為廣泛，硫酸鋁用於處理各行業廢水，一般常用的添加量如下：

- (1)處理染整業廢水的添加量約 700~1,000mg/L。
- (2)處理製革業廢水的添加量約 800~1,500mg/L。
- (3)處理造紙業（不含製漿業）廢水的添加量約 80~150mg/L。

3.藥液配製

由於硫酸鋁溶液中之 Al_2O_3 含量超過 8.4%時，會有結晶析出，易導致加藥設備阻塞，若 Al_2O_3 含量過低，則會有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 膠羽生成造成藥液失效，因此為便於藥液添加及控制，市售之硫酸鋁溶液其 Al_2O_3 含量為 7~8%，可直接使用之，採用固態硫酸鋁則需配製成水溶液（一般可配成濃度 8.3% Al_2O_3 溶液），調配方式是先將一部份的清水注入配藥槽或藥液槽中，加入定量的硫酸鋁（0.87kg $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}/\text{L} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ），予以充分攪拌，直到硫酸鋁完全溶解後，再加入足量的清水即可。

3.7.4 使用及貯存安全

固態硫酸鋁不具腐蝕性，但於潮濕環境會吸收空氣中的水氣而潮解，則具有腐蝕性，故應貯存於乾燥陰涼之處。此外，配製及貯存硫酸鋁溶液之槽體應採用耐酸性材質，如塑膠、PVC 及合成樹脂等。

在配製藥液時，硫酸鋁粉末會產生明礬灰塵，易對眼睛及呼吸系統造成刺激，操作時應配戴口罩、護目眼鏡及橡膠手套。

3.8 硫酸鐵

3.8.1 形態及成份

市面上出售的硫酸鐵(iron sulfate)，一般含有 2 個、3 個或 9 個結晶水之固體顆粒。含 3 個水分子的硫酸鐵結晶固體中之硫酸鐵含量約 68%，鐵離子含量為 18.5%左右；而含 2 個水分子者之硫酸鐵含量在 76%以上，鐵離子含量約 21%，另市售的硫酸鐵溶液之濃度約為 45%。各類型硫酸鐵之組成成份如表 3.20 所示。

表 3.20 各類型硫酸鐵的組成成份

成份 \ 形態	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq})$
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 含量	68	> 76	45
Fe^{3+}	18.5	21	12
礬 土	1.0	—	—

註：組成成份單位為 wt%

3.8.2 物化性質

硫酸鐵的化學式為 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，依所含結晶水的多寡，顏色亦有所不同，含 2 個結晶水者為灰白色，含 3 個結晶水者為紅灰色。因硫酸鐵結晶固體顆粒已部份水合化，故僅具輕微的吸濕性，吸收水份後會結成塊狀。其比重為 2.0～2.1，易溶於水，水溶液呈酸性，具腐蝕性。其物化性質如表 3.21 所示。

表 3.21 硫酸鐵之物化性質

性 質 \ 形 態	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq})$
分 子 量	380	398	344
比 重	2.0～2.1	2.0～2.1	—
形 狀	固體結晶	固體結晶	液體
顏 色	灰白色	紅灰色	褐紅色
溶 解 度	高	高	高
密 度 (kg/m^3)	3.75～4.625	4.875～5.625	—
毒 性	低	低	低
吸 濕 性	輕微	輕微	—
溶 解 度	易溶於水	易溶於水	—

3.8.3 用途

硫酸鐵的用途與氯化鐵大致相同，請參照 3.9.3 節所述。唯於選用時，如果廢水中含有高濃度的氯離子，為避免影響生物處理系統功能或干擾 COD 值檢測，則宜採用硫酸鐵，若廢水中含有高量的硫酸鹽，才會影響生物處理效果，則宜採用氯化鐵。

3.8.4 使用及貯存安全

固態硫酸鐵具微吸濕性，但在潮濕的環境，仍會吸收空氣中的水份而結成塊狀。故應貯存於乾燥通風之處所。硫酸鐵水溶液呈酸性，具腐蝕性，在運送及貯存時與液體接觸部份的槽體材質需採用塑膠或內襯 PE 的鐵材；操作使用硫酸鐵應注意的安全事項與硫酸鋁相同。

3.9 氯化鐵

3.9.1 形態及成份

氯化鐵(ferric chloride)有溶液狀、水合結晶塊狀及無水結晶顆粒狀 3 種主要型態。一般氯化鐵溶液的濃度為 20~45%(FeCl₃ wt%)，而水合結晶狀氯化鐵含量約 60%，無水氯化鐵則約 96%左右，主要的成份如表 3.22 在所示。

表 3.22 工業級氯化鐵的組成成份

成份 \ 形態	無水氯化鐵	水合氯化鐵	氯化鐵溶液
FeCl ₃ (wt%)	96~97	60	20~45
Fe (wt%)	33~33.3	20.5	7~15.4
FeCl ₂ (wt%)	<0.3	<0.3	<0.3
HCl (wt%)	<0.25	<0.25	<0.25

3.9.2 物化性質

無水氯化鐵的化學式為 FeCl₃，分子量 162.5，而水合結晶氯化鐵含有 6 個結晶水，化學式為 FeCl₃ · 6H₂O，分子量 270.5。無水氯化鐵有很強的吸濕性，具腐蝕性，溶於水中會產生大量的高熱。水合結晶體氯化鐵在溫度大於 38℃時會熔解。氯化鐵的溶解度與溫度大約成一線性關係，隨溫度增高而溶解度增大。氯化鐵在 1%濃度時，其 pH 值約 2.0。氯化鐵的物化性質如表 3.23。

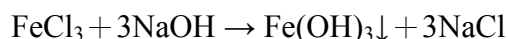
表 3.23 氯化鐵的物化性質

性質 \ 形態	無水氯化鐵	水合氯化鐵	氯化鐵溶液
分子式	FeCl ₃	FeCl ₃ · 6H ₂ O	FeCl ₃ (aq)
分子量	162.5	270.5	162.5
FeCl ₃ 含量(%)	96~97	60	20~45
Fe 含量(%)	33~33.3	20.5	7~15.4
形狀	顆粒狀	塊 狀	溶 液
顏色	黑綠色	黃 色	黃棕色
密度(kg/m ³)	1,361~1,441	960~1,024	1,341~1,484
吸濕性	易	易	—
水解熱(kcal/kg)	196	21	—

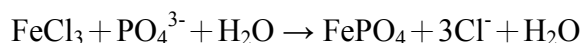
3.9.3 用途

1. 主要反應

氯化鐵在廢水處理上，常作為混凝劑、沉澱劑及污泥調理劑使用，一般氯化鐵作混凝劑時之混凝反應機制類似於硫酸鋁，係鐵離子在 pH 值 5.0~11.0 之操作條件下，與水中鹼度產生水合反應，形成氫氧化鐵[Fe(OH)₃]，並與水中的懸浮固體和膠體粒子共沉降。主要的反應式如下：



氯化鐵做為沉澱劑時，才會與水的磷酸鹽或硫化物形成不溶性的化合物，以去除廢水中的污染物質，例如氯化鐵在 pH4.5~5.0 的操作條件下，會與磷酸鹽形成磷酸鐵，使之沉澱去除。主要反應式如下：



2. 適用條件

氯化鐵用於廢水處理的行業及添加劑量為：

- (1)染整廢水處理之 pH 值控制於 6~9，添加量約 500~1,000mg/L，可形成不易破碎及沉澱性良好的膠羽，並具有良好的脫色效果。
- (2)洗毛廢水處理之 pH 值控制於 7~8，添加量約 800~1,300mg/L，BOD₅的去除率可達 59~84%。
- (3)製革廢水處理，添加 500~1,000mg/L 的氯化鐵及 300~500mg/L 的 PAC，可去除廢水中的硫化物及 30~70%的 COD。
- (4)製糖、纖維製板、電鍍、金屬表面處理及印刷電路板等行業的廢水處理亦普遍以氯化鐵作為混凝劑。

3. 藥液配製

工業級氯化鐵溶液的濃度約 20~45%，一般無需調配可直接使用，但仍應依欲處理之廢水污染濃度高低，稀釋調整至適當濃度後使用之。若採用固體的氯化鐵，則需加水攪拌溶解，配製濃度為 20~25%(wt)。

3.9.4 使用及貯存安全

固體的氯化鐵，具有吸濕性，會吸收空氣中的水份而潮解，且在 36℃的溫度下會熔解，須貯存於乾燥陰涼處。氯化鐵溶液具腐蝕性，所以在貯存、配製及操作時，接觸溶液部份之槽體需採用環氧樹脂、橡膠等耐蝕材質。

氯化鐵溶液對人體的皮膚具有傷害，操作時應配帶橡膠手套及防護衣物，避免與皮膚、眼睛接觸，若不慎食入應設法嘔吐誘出。

3.10 高分子助凝劑

3.10.1 形態及成份

有機高分子助凝劑，於市面上之形態有固態粉體狀、乳化狀及溶液狀三種。其中固態粉體狀多來自國外進口，且以歐美及日本為主，而乳化狀及溶液狀則為國內製造廠供應品。

一般市售的高分子助凝劑的成份有聚丙烯醯胺、聚丙烯酸、聚乙烯亞胺等，其中以聚丙烯醯胺類使用最廣泛。乳化狀助凝劑濃度一般約 30~40%，溶液狀濃度約 2~5%左右，而粉狀則約 90%以上。

3.10.2 物化性質

不同原料製成的高分子助凝劑所形成的分子式及分子量有相當大的差異，如表 3.24。一般而言，高分子助凝劑的分子量高達 $10^5 \sim 10^8$ 。外觀上，粉體狀為白色粉末，乳化狀則為乳白色液體，而溶液狀則為無色透明黏液。由於高分子助凝劑大都為專利產品，藥品的成份均屬商業機密，且依不同特性廢水的處理用途，而有各種適用的助凝劑，因此，產品都以英文字母輔以阿拉伯數字之代號命名；如 A-123，一般而言，以 A 表示陰離子高分子助凝劑；以 C 表示陽離子高分子助凝劑；非離子高分子助凝劑是以 N 表示之。有些廠為再區分其形態，在字首前加上 F 或 P 表乳化狀或溶液狀；N 則表示固態粉末狀。

3.10.3 用途

1.功能

高分子助凝劑係使水中的懸浮粒子，經由表面電性中和及高分子助凝劑所具有活性官能基之吸附架橋作用，促使懸浮粒子得以快速凝集成較大的膠羽，使其加速沉降，提高化學混凝沉澱處理效率。

2.適用條件

高分子助凝劑在凝聚的過程中，除了發揮連接架橋作用外，對於帶電荷的粒子同時發揮電中和作用，因此，對於不同特性的廢水，應選擇不同類型的高分子助凝劑。在選用高分子助凝劑時，應先進行瓶杯試驗，必選用最適當的助凝劑種類及添加量。

一般而言，陰離子型高分子助凝劑適用於含無機性污染物、重金屬氫氧化物及部份有機性污染物之偏鹼性廢水，如鋼鐵、電鍍、機械加工、金屬表面處理等行業的廢水。對於含有機性污染物或分散性膠體之偏酸性廢水，如油漆及食品加工等廢水、生活污水、污泥調整則宜採用陽離子型高分子助凝劑。對於含無機性污染物或無機性與有機性污染物混合之偏中性廢水，如黏土、礦泥、土木、及砂石廢水可採用非離子性高分子助凝劑。一般高分子助凝劑作為化學混凝沉澱處理之助凝劑使用時之添加量約 0.1~3mg/L；作為污泥調理劑時為 0.1~1%乾燥污泥。

3.藥液配製

高分子助凝劑在使用前，應先稀釋到 0.1~0.5%的濃度以 0.2%最適宜。稀釋方式為於藥液槽內注入一半的水量，啟動攪拌機，徐徐加入預先稱好的藥劑，並同時補足所需水量，持續攪拌到完全均勻溶解為止。一般乳化狀約需 15~30 分鐘，粉末狀約 60~90 分鐘，調配過程所使用的攪拌機，不能具有高剪力或轉速高於 400rpm，適當轉速約 60~120rpm；由於高分子助凝劑溶液之黏稠性高，輸送泵宜使用正向位移泵(positive displacement pump)，但須避免使用齒輪泵(gear pump)，以免因助凝劑降解而減少凝聚效果，且藥液槽的容量不宜過大，以避免藥劑存放過久而劣化失效，但最小應有 1 日以上的貯存量。

3.10.4 使用及貯存安全

粉末狀高分子助凝劑的吸溼性高，易受潮，開封使用過後須立即密封並應貯存於乾燥及陰涼之處。

乳化狀的高分子助凝劑，無粉末狀易受潮之慮，亦應存放於室內陰涼處，勿

接近熱源或直接於日光下曝曬。

由於高分子助凝劑真黏滑性，易造成滑倒，故溢漏時應迅速清除，一般高分子助凝劑為低毒性且不具刺激性，但使用時仍應與廠商討論有關之安全知識。

3.11 二氧化氯

3.11.1 形態及成份

二氧化氯(chlorine dioxide)有氣體和水溶液兩種形態，由於氯態之二氧化氯具有極強的氧化力，相當不穩定且具爆炸性，在廢水處理上甚少被使用。一般市售工業級二氧化氯溶液之濃度在 5~6%，其成份如表 3.26 所示。

表 3.26 二氧化氯溶液的組成成份

成 份	含 量
二氧化氯(ClO_2)	5~6%
Na_2CO_3	<4%
Na_3PO_4	<0.1%
水 份(H_2O)	>95%以上

3.11.2 物化性質

二氧化氯化學式為 ClO_2 ，常溫常壓下為深黃紅色氣體，帶有強烈味道，較氯氣更具刺激性與毒性，其物化性質如表 3.27 所示。二氧化氯易溶於水，水溶液呈黃色或黃褐色，溶解度約為 2.9g/L，不會與水產生化學反應，水溶液中通入少量的空氣，即可將二氧化氯脫除。

二氧化氯為一種極強的氧化劑，氧化能力是氯的 2.5 倍，當溫度升高或曝露於日光中會產生光爆現象，且會與有機物產生激烈的氧化反應。

表 3.27 二氧化氯的物化性質

性 質 \ 形 態	氣 體	液 體
分 子 式	ClO ₂	ClO ₂
分 子 量	67.5	67.5
濃 度 (%)	<10	5~6
密 度 (g/m ³)	2.4	—
比 重	—	1.06~1.10
酸 鹼 值	—	7.1±0.3
溶 解 度 (g/L)	2.9	極 易
顏 色	深黃紅色	黃~黃褐色
味 道	刺激性	刺激性
腐 蝕 性	強	強

註：物化性質係於 20℃ 測定

3.11.3 用途

1.功能

二氧化氯是一強氧化劑，在廢水處理上可將無機鹽類、惡臭、有毒物質（乙硫酸類及硫化氫等）、氮化合物、胺酸、重金屬、氰化物等予以氧化分解去除，亦可作殺菌劑使用，以去除廢水中的病原細菌、濾過性病毒、酵母黴菌、苔等。

(1)在實際操作顯示，二氧化氯在 pH 值 7.0 的反應條件下，與氯的殺菌效率大致相同，當 pH 值升至 8.5 時，二氧化氯的殺菌力則大為提升；當 pH 降至 6.5 時，二氧化氯的殺菌能力則大幅衰退，甚至比氯氣還差，如圖 3.5 所示。

(2)二氧化氯可用以氧化廢水中的重金屬乃至腐植酸內的重金屬離子，使成為氧化態的金屬離子，利於後續化學混凝沉澱處理，而得以分離去除之。如錳、鐵等，有關二氧化氯氧化鐵、錳離子之操作條件如表 3.28。

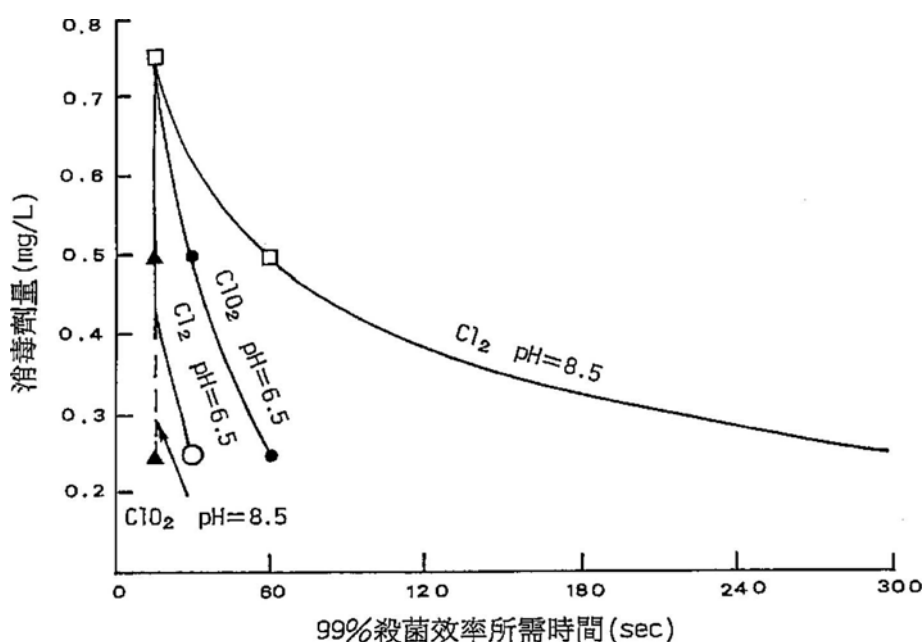


圖 3.5 二氧化氯和氯相對之殺菌效率

表 3.28 二氧化氯氧化鐵、錳之操作條件

金屬離子 操作條件	錳	鐵
ClO ₂ /重金屬比值	0.83	0.80
pH 值	7~8	>7
反應時間（分鐘）	15	15

(3) 二氧化氯亦能將某些有機物氧化成另一形態的化合物，使之能被後續處理單元處理之。如氨(ammonia)可被氧化成氮氣或硝酸鹽；甲基醛(acetaldehyde)被氧化成乙酸；二甲基硫化物(dimethylsulfide)及二甲基二硫化物(dimethyldisulfide)被氧化成硫元素及甲醇；硫化氫(hydrogensulfide)被氧化成硫酸；甲硫醇(methylmercaptan)被氧化成硫元素及甲醇等。

2. 適用條件

二氧化氯在廢水處理使用上作為氧化劑時，係添加於化學反應單元；作為消毒劑則於放流之前添加，且處理單元應有攪拌設備及足夠的反應時間，才能達到預期的處理效果。

一般水產加工業的廢水添加二氧化氯約為 60~300mg/L，而大部份工廠，如化工業、食品業、製藥業及電鍍業等，為去除廢水中之臭味、殺菌等則需添加 100~300mg/L，實際添加量應依各類工廠排放廢水的污染物濃度適量調整。

3.11.4 使用及貯存安全

二氧化氯溶液置放於大氣中或高溫下，因化學性質相當不穩定，會與酸或有機物質產生激烈反應，甚至發生爆炸，於貯存時應予密封，並置蔭暗通風良好之處所，且勿與可燃性化合物共同儲存。二氧化氯對眼睛、皮膚及黏膜有刺激性，浸入血液中會引起血液病變，故操作人員應配帶呼吸防護器，防滲手套（以 PVC 製），如果不慎皮膚受污染，應立即用清水清洗；誤服時，則喝大量的水及碳酸鈉（蘇打），並立即就醫。貯存時若發生溢漏時，可用大量水沖洗稀釋之。

3.12 次氯酸鈉

3.12.1 形態及成份

次氯酸鈉(sodium hypochlorite)俗稱漂白水，供應型態有固體和水溶液 2 種。次氯酸鈉的有效成份以有效氯含量來表示，一般市售工業級次氯酸鈉固體狀之有效氯含量約 95%左右，而溶液狀則含有 10%左右的有效氯，如表 3.29 所示。

表 3.29 工業級次氯酸鈉的組成成份

成份 \ 形態	固 體 狀	溶 液 狀
含 氯 量(%)	90~98	6~12
含 水 量(%)	—	86
NaOH (%)	0.8~2.5	0.8~2.5

3.12.2 物化性質

次氯酸鈉的化學式為 NaOCl ，分子量為 84.5，在常溫下呈固體狀，外觀顏色為白灰色，可溶於水，但在溶液中相當不穩定，易與空氣作用氧化而失去效用，且在溫度超過 30°C 的水中會被分解，因此，次氯酸鈉的水溶液一般控制 pH 值於 11 左右，以增加其穩定性。有關次氯酸鈉的物化性質如表 3.30 所示。

表 3.30 次氯酸鈉的物化性質

性 質 \ 形 態	固 態	溶 液
分 子 式	NaOCl	NaOCl
分 子 量	84.5	84.5
有效氯含量 (%)	90~98	6~12
形 狀	粉末狀	溶 液
顏 色	灰白	淡黃透明
味 道	刺激性甜味	淡黃透明
腐 蝕 性	有	有
溶 解 度	高	高
穩 定 性	不穩定	高
毒 性	毒	毒
滲 透 力	高	高
比 重	—	1.22

3.12.3 用途

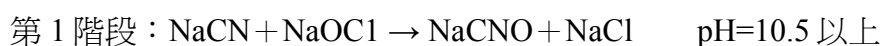
1.功能

次氯酸鈉在廢水處理上可做為氧化劑及消毒劑使用，因次氯酸鈉溶於水中經水解作用會形成次氯酸與次氯酸根，具有滲透破致病微生物之細胞蛋白的能力，進而使微生物無法維持生命，達到消毒的效果，此外，次氯酸為一強氧化劑，才能氧化廢水中其他污染物質。

2.適用條件

一般次氯酸鈉用於去除廢水中的污染物質及加藥量有：

- (1)生物處理後之出流水消毒，添加含有 10%有效氯的次氯酸鈉溶液約 30~100mg/L，細菌去除率約 70~99%。
- (2)初沉池之出流水消毒，次氯酸鈉所需之添加量，約 50~100mg/L，細菌去除率達 70%左右。
- (3)含氰(CN⁻)廢水在鹼性條件之下，使用次氯酸鈉進行兩階段氧化氰化物。第一階段先將 CN⁻氧化成 CNO⁻，第 2 階段再將 CNO⁻氧化分解成為無害的 N₂ 與 CO₂，各階段之氧化反應式如下：



第 2 階段： $2\text{NaCNO} + 3\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{NaCl} + 2\text{NaHCO}_3$ pH=7.5~8

理論上 1g 的 CN^- 完全被氧化所需的次氯酸鈉量約為 60g。

(4) 電鍍廢水含氰化物錯鹽如氰化鋅及氰化銅之處理，其反應式及理論加藥量如下：



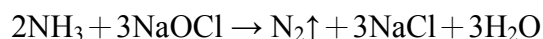
理論上去除 1g 的氰化鋅錯鹽需 9.1g 的次氯酸鈉



理論上去除 1g 的氰化銅錯鹽需 13.6g 的次氯酸鈉

(5) 電鍍廢水無電解鍍液之去磷處理，無電解鍍液經稀釋後磷含量 130mg/L，經添加 1,625mg/L 次氯酸鈉，在 pH=3 之操作條件下，反應完全後，再加入氫氧化鈣進行化學混凝沉澱，處理後之出流水磷濃度可降至 1mg/L。

(6) 廢水中含 $\text{NH}_3\text{-N}$ 可添加次氯酸鈉，使之氧化成氯胺(NH_2Cl , NHCl_2 , NCl_3)後，氯胺會再進一步被氧化生成 N_2 氣體而分離，其反應式如下：



3. 藥液配製

次氯酸鈉如用作氧化劑或消毒劑使用，以溶液狀較易操作，若採用固態次氯酸鈉，應依比例溶解稀釋成含有 12% 的有效氯之次氯酸鈉溶液，市售次氯酸鈉溶液一般含有 10% 以上的有效氯，可無需稀釋直接使用，但由於在儲存期間其含氯量會逐漸衰減，因此，不宜保存過久。

3.12.4 使用及貯安全

次氯酸鈉溶液具腐蝕性，且溶液中如含有金屬離子則會增加其不穩定性，故儲存槽體應採 PVC 式玻璃纖維等材質。在超過 30℃ 溫度的環境下，其含氯量會快速衰減，故宜儲存於陰涼之處，同時儲存時間不宜超過 60 至 90 天。

由於次氯酸鈉會刺激皮膚、眼睛及肌肉，在配製或操作時，必需配戴橡皮手套、防護衣物、護目鏡及口罩等防護裝備。如不慎皮膚接觸時，應迅速用大量清水沖洗。

3.13 次氯酸鈣

3.13.1 形態及成份

次氯酸鈣(calcium hypochlorite)，一般俗稱強力漂白粉，為白色粉末狀。在廢

水處理上為便於使用，多被壓製成錠劑，稱之為氯錠。一般工業級次氯酸鈣的有效氯含量為 70%（理論值可達 99.2%），石灰含量少於 3~5%。

3.13.2 物化性質

次氯酸鈣化學式為 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ，呈白色的粉末狀，不易吸濕，比重 2.35，在 100℃ 時會被分解。可溶解於水中，水溶液呈透明澄清。其物化性質如表 3.32 所示。

表 3.32 次氯酸鈣的物化性質

項 次	物 化 性 質
分 子 式	$\text{Ca}(\text{OCl})_2$
分 子 量	143
比 重	2.35
有 效 氯 含 量	70%
形 狀	粉末狀（可製成錠劑）
顏 色	白色
腐 蝕 性	具腐蝕性
溶 解 度	高
穩 定 性	相當穩定
毒 性	具毒性
滲 透 力	強
氧 化 力	強

3.13.3 用途

次氯酸鈣於廢水處理上除可當做消毒劑外，因其具有相當強的氧化能力，亦可做為氧化劑使用。其主要作用與次氯酸鈉相同，當次氯酸鈣溶於水中後形成次氯酸與次氯酸根，才有氧化及消毒的效果。

次氯酸鈣除可配製成水溶液定量注入廢水中之外，亦可製成錠劑置於消毒器內，利用水流沖擊的力量自行溶解，達到定量加藥的目的。

一般採用次氯酸鈣以固態錠劑為主，因此無需調配藥劑，可直接投入加藥系統中，對操作人員來說為一相當便利操作的一種藥劑，操作人員只需隨時注意藥劑的剩餘量，定期補充即可。

3.13.4 貯存及使用安全

由於次氯酸鈣相當穩定，在正常的儲存情況，一年有效氯之衰減僅約 3～5%，故其儲存期限較次氯酸鈉長。

次氯酸鈣亦具腐蝕性，故應置於不銹鋼桶，塑膠或玻璃瓶中。由於其對皮膚、眼睛有刺激性，故在操作時需配戴橡皮手套、圍裙、護目鏡等防護裝備。若不慎接觸時，應立刻以清水沖洗。

3.14 硫酸亞鐵

3.14.1 形態及成份

硫酸亞鐵(ferrous sulfate)俗稱綠礬(copperas)，市面上出售的形態有含 1 個結晶水($\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)及 7 個結晶水($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)的固體顆粒兩種，用於廢水處理以 7 個結晶水的硫酸亞鐵居多，其中硫酸亞鐵的含量約 55～58%，亞鐵含量約 18～20%，主要成份如表 3.33 所示。

3.14.2 物化性質

固態硫酸亞鐵為微綠或黃棕色結晶顆粒，分子量 278，比重為 1.89，在 300℃ 時會失去 7 個結晶水。結晶顆粒無味，可溶於水，水溶液具有苦澀味且呈酸性。10%(wt)的水溶液之 pH 值約為 3.7，具有腐蝕性，其主要物化性質如表 3.34 所示。

表 3.33 硫酸亞鐵的組成成份

成 份	含 量
FeSO_4	55～58
Fe^{2+}	18～20
TiO_2	<0.5
NH_3	<0.3
Fe^{3+}	<0.4
Zn^{2+}	<0.02
H_2O	<5

註：單位為 wt%

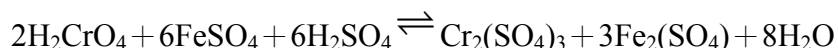
表 3.34 硫酸亞鐵的物化性質

項次	物化性質
分子式	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
分子量	278
比重	1.89
酸鹼值(10%)	3.7
顏色	微綠色或棕黃色
味道	無味
腐蝕性	具腐蝕性
毒性	低
溶解性	易

3.14.3 用途

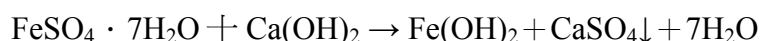
1.功能

硫酸亞鐵在廢水處理上，可作為還原劑、混凝劑及沉澱劑使用，作為還原劑時，主要用以還原水中的氧化物質，如六價鉻、氯及其他氧化態重金屬。對於六價鉻之還原處理，pH 值應控制在 2.5~3.0 之酸性條件下，使澄黃色的六價鉻還原為綠色的三價鉻，其主要反應式如下：



理論上，還原 1 公斤的 CrO_3 所需 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 為 8.43 公斤，由於廢水中還含有其他離子成份會消耗部份還原劑，故在實際處理時加藥量會高於理論值，為有效控制還原劑的添加量可使用氧化還原電位計自動控制加藥泵之動作。

硫酸亞鐵用作混凝劑時，須與水中之鹼度形成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，並再經氧化成為 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 才具有混凝效果，故會消耗水中的鹼度及氧，且氧化過程中 pH 值須控制在 8.0 以上，故硫酸亞鐵之適宜的 pH 值操作條件在 8.5~11 之間，較其他鐵系混凝劑操作範圍窄，當廢水中的鹼度不足時，須以石灰或氫氧化鈉調整之，且應提供足夠的氧，才能達到預期的處理效果。其主要反應式如下：



硫酸亞鐵用作沉澱劑，其主要是與廢水中的污染物，如磷酸鹽、硫化物等產生化學反應形成不溶性的沉澱物。如廢水中含有硫化物，則加入硫酸亞鐵會形成溶解度甚小的硫化亞鐵，而達到去除水中硫化物的目的。

硫酸亞鐵的特點除價格便宜外，在處理過程中不會產生二氧化碳，對機械設備的腐蝕性相對降低，且處理效果受溫度變化的影響小。

2. 適用條件

硫酸亞鐵對於各類廢水的操作條件及加藥量如下：

- (1) 硫酸製造廠對於高濃度的砷、氟之廢水以石灰及硫酸亞鐵做為混凝劑，可有效的去除水中的氟及砷達放流水標準，對其他金屬離子如鋅、銅及鎘等去除率可達 98% 以上，對汞之去除率約 80%。
- (2) 染整廢水採用硫酸亞鐵為混凝劑，其適宜的 pH 值操作條件為 8.5~11，硫酸亞鐵的加藥量約 1,000mg/L，並需適量地加以曝氣，其所需之空氣供給量約 0.03mgO₂ / mgFeSO₄ · 7H₂O。
- (3) 洗毛廢水採用硫酸亞鐵做為混凝劑時，其 BOD₅ 的去除效率可達 50~80%。
- (4) 製革廢水中的硫離子污染物質可加入硫酸亞鐵去除之，加藥量需 500mg/L 以上，才能獲得有效的去除效果。
- (5) 鉻系廢水之還原處理，可採用硫酸亞鐵為還原劑，其加藥量依廢水中的六價鉻含量不同而異，如表 3.35 所示，還原反應 pH 值在 2~3 之酸性條件下進行，硫酸亞鐵加藥量與廢水中六價鉻之重量比在 30~50 之間。

3. 藥液配製

一般市售的硫酸亞鐵為結晶狀固體，使用時為方便加藥及正確控制加藥量，均將其配製成水溶液，其溶解度與溫度的關係如圖 3.16 所示。

表 3.35 硫酸亞鐵加藥量與六價鉻含量之理論比值

廢水含 Cr ⁶⁺ 濃度(mg/L)	FeSO ₄ · 7H ₂ O / Cr ⁶⁺ (重量比)
< 25	40~50
25~50	35~40
> 50	30

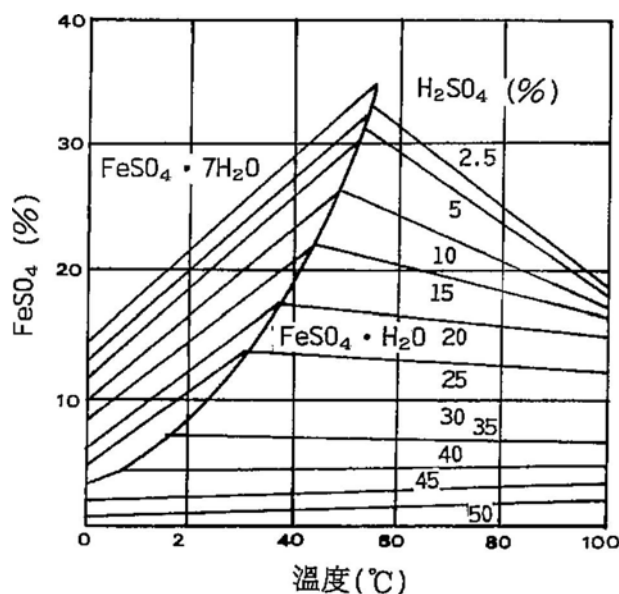


圖 3.6 各種溫度下硫酸亞鐵在硫酸溶液中的溶解度

3.14.4 使用及貯存安全

硫酸亞鐵具吸濕性，在溫度 20℃ 以上時呈塊狀，在潮濕環境下易發生水合，應貯存於乾燥陰涼之處所。硫酸亞鐵水溶液易被空氣中的氧氣所氧化，配製時不宜採用曝氣攪拌，應採機械式攪拌，且一次配製量不宜太多，以免貯放時間過長，變質劣化失去效用。

硫酸亞鐵水溶液呈酸性，具有腐蝕性，其藥液儲槽應採用 PVC 或玻璃纖維等耐酸性材質，另外在配製或操作時應穿戴橡皮手套及防護衣，如不慎與皮膚或眼睛接觸，應立即以大量清水沖洗乾淨。

3.15 活性碳

3.15.1 形態及成份

活性碳(activated carbon)為一多孔性的物質，主要由碳分子所組成，具有某些官能基及孔隙為作用基，藉著物理吸附或化學作用來吸附物質。依其形狀及用途常見的可分為 3 種：

1. 粉末狀活性碳(powder activated carbon, PAC)：此乃活性碳經磨碎篩選後，其顆粒粒徑小於 325mesh (0.043m/m)的活性碳粉末，約佔總活性碳量 60～75%者。
2. 顆粒狀活性碳(granular activated carbon, GAC)：係指粒徑大於 40mesh (0.42m/m)的活性碳顆粒，其主要原料由木屑、褐煤、泥碳或椰子殼經乾餾、熱解製成，此類型活性碳之種類最多，使用也最廣泛。
3. 纖維狀活性碳(fiber activated carbon, FAC)：是一種最新發展出來的活性碳產品，

以人工合成的聚丙烯腈、苯酚纖維等為原料，經再次加工製成纖維狀不織布，以適合各種不同用途，由於其比表面積相當大，且壓損甚小，目前多用於廢氣處理上。

3.15.2 物化性質

活性碳的性質依其原料種類、製造方式及形狀而有不同，於廢水處理使用時，主要有 4 項物理性質可做為選擇活性碳的參考依據。

- 1.比表面積(specific surface area)：一般而言，比表面積愈大者，其吸附能力愈大，市面上常見的活性碳比表面積約在 500~1,300m²/g 之間，纖維狀活性碳甚至可高達 2,500m²/g。
- 2.磨耗率(abrasion number)和硬度(hardness number)：為用以表示活性碳的抗磨損程度，因為活性碳在反洗及再生過程中，受水力或機械攪拌而破損，當值愈大則愈不易耗損。一般磨耗率約在 5~15%之間。
- 3.碘值(iodine number)：表示活性碳吸附低分子量（小分子）能力的指標，一般值約在 600~1,000 之間。
- 4.糖蜜值(molasses decolorizing index)：為活性碳有效吸附高分子量（大分子）能力的指標，一般值約在 100~500 之間。

各類活性碳之物理性質，如表 3.36 所示，其中以粉末及顆粒狀活性碳於廢水處理上使用最為廣泛。

表 3.36 活性碳的物理性質

性 質 \ 形 狀	粉末狀	顆粒狀	纖維狀
粒 徑 (mesh)	< 325	> 40	—
比 重	0.25~0.41	0.18~0.48	0.45
比 表 面 積 (m ² /g)	750~820	1,100~1,300	800~1,550
壓 力 損 失	大	中	小
吸 附 力	強	中	強
吸 附 容 量	小	大	大
再 生	不易	易	易

由於不同原料製成的活性碳，其物理性質亦有相當大的差異，故應依本身廢水特性選用適當材質的活性碳，才能發揮其最佳的處理效率及降低操作成本。表 3.37 為不同原料材質活性碳的物理性質及吸附特性。褐煤及椰殼製成的活性碳吸

附容量最大，但對小分子的吸附能力，則以煤及木材製成的活性碳最大，但其硬度卻最差。

表 3.37 各種不同材質活性碳的物理性質與吸附特性

原料	比表面積		細孔容積・細孔分佈			碘值 (g/L)	酚值 (mg/L)	ABS 值 (mg/L)	亞甲藍 脫色能力(ml)
	BET 法 (m ² /g)	惠勒法 (m ² /g)	7.5~75 (Å)	75~75,000 (Å)	7.5~75,000 (Å)				
褐煤	1,308	1,731	1.05	1.00	2.05	4.52	58.1	37.5	290
椰殼	1,128	1,145	0.55	0.22	0.77	3.56	34.6	42.5	280
煙煤	967	997	0.52	0.50	1.02	3.79	31.0	47.9	230
煙煤	914	865	0.47	0.32	0.79	5.06	30.5	43.7	210
椰殼	832	712	0.36	0.24	0.60	3.99	36.8	62.2	200
煙煤	812	769	0.45	0.50	0.95	5.00	33.3	57.7	160
椰殼	807	583	0.30	0.24	0.56	4.20	30.5	77.6	190
木材	800	845	0.45	0.34	0.79	5.34	40.5	62.5	190
褐煤	795	651	0.39	0.69	1.08	4.52	34.6	79.0	160
煙煤	778	731	0.41	0.37	0.78	5.35	36.0	51.2	190
煤	631	326	0.25	0.25	0.50	5.34	25.0	132.4	120

註：BET 為 Brunauer-Emmett-Teller 的縮寫

碘值：由 240g/L 減少到 0.05g/L 所需的活性碳量(g/L)

酚值：由 200ppb 減少到 20ppb 所需的活性碳量(mg/L)

ABS 值：由 5ppm 減少到 0.5ppm 所需的活性碳量(mg/L)

亞甲藍脫色能力：每 g 活性碳吸附亞甲藍（濃度為 1.2g/L）的 ml 數

3.15.3 用途

1.功能

工業廢水中含有低濃度之溶解性有機物或有毒物質，如色度、農藥、清潔劑 (ABS)、芳香族類及其他環類有機物，甚至某些重金屬均可藉活性碳的吸附作用予以去除，尤其對一些不易為傳統化學混凝處理或生物處理所去除之污染物，活性碳大多能發揮良好的效果，因此，活性碳是廢水處理上被使用相當普遍的吸附劑之一。

2.適用條件

活性碳在廢水處理工程使用甚廣，才頗具成效，但並非對所有有機物都有很好的去除效果，因其適用範圍有一定的限制，不能將其視為萬靈丹，一切想靠其吸附處理，必須參考活性碳的基本性質及廢水特性，以選擇適合的活性碳；並由

吸附方式與再生方法兩方面進行探討，來設計最適宜的活性碳吸附設施，才能達到有效且經濟的處理成效。

關於活性碳吸附能力的實用資料尚屬有限，常用於不同行業之廢水處理有：

- (1)含分散性染料的染整廢水，pH 值控制在 5.5～6.8，其吸附能力為每公升的活性碳可吸附 0.06～0.69 公斤的染料。
- (2)含酸性染料的染整廢水，pH 控制在 5.2 左右，其吸附能力為每公升的活性碳吸附約 0.47 公斤的染料。
- (3)含鹽基性染料的染整廢水，pH 控制在 7.5 左右，其吸附能力為每公升的活性碳可吸附 0.21～0.29 公斤的染料。
- (4)含分散性及酸性染料的染整廢水，pH 控制在 6.4 左右，其吸附能力為每公升的活性碳吸附約 2.1×10^{-5} ～0.02 公斤的染料。
- (5)含分散性及直接性染料的染整廢水，pH 控制在 5.8 左右，其吸附能力每公升活性碳吸附約 0.51～0.62 公斤的染料。
- (6)含鹽基性及酸性染料的染整廢水，pH 控制在 5.7 左右，其吸附能力為每公升活性碳吸附約 0.14 公斤的染料。
- (7)活性碳對於農藥廢水中的有機物具有良好的吸附效果，一般對於低濃度廢水 ($\leq 100\text{mg/L}$) 去除率可達 99% 以上。活性碳對於有機物的吸附率可參考附件四-8。
- (8)酚類化合物廢水中如酚、二氯化酚、氯甲酚、2,4-二甲基酚及亞硝基酚等物質，使用活性碳處理之去除率可達 99% 以上。
- (9)活性碳對於銻(Sb)、砷(As)、鉍(Bi)、鉻(Cr^{6+})、錫(Sn)、銀(Ag)、汞(Hg)、鈷(Co)、鋯(Zr)等重金屬，亦具有良好的吸附能力。
- (10)顆粒活性碳可用於厭氧生物擔體，處理效率可提升 60% 左右。
- (11)粉末活性碳可用於好氧生物處理的生物擔體。處理煉油廢水時，在 HRT = 10 小時，SRT = 15 天之操作條件下，活性碳添加量為 100mg/L，可提高溶解性 COD 之去除率約 13.7%。

3.操作方式

粉末狀活性碳可以定量方式直接添加於混凝槽或活性污泥槽中，以吸附有機物及增加脫色效果，反應後以沉澱方式予以分離。顆粒狀活性碳，由於吸附飽和較慢，故多以塔槽充填吸附，當活性碳飽和後再予以更換再生使用。

3.15.4 使用及貯存安全

使用粉末活性碳，由於粉末易到處飛揚，對操作人員的呼吸系統會造成傷害，故在操作時應小心添加活性碳，操作人員需配戴口罩。

3.16 離子交換樹脂

3.16.1 形態及成份

離子交換樹脂係人工合成之高分子聚合體，通常是以苯乙烯鏈(polystyrene chains)藉二乙烯苯鏈結(divinyl benzene crosslinks)而成的母體，並在母體表面鏈結上溶解性的離子作用基而成。樹脂上作用基的總數和型式決定樹脂的交換容量和離子選擇性，聚合母體則具有不溶解性之韌度，一般依樹脂之作用基不同可區分為：

1. 強酸性陽離子樹脂。
2. 弱酸性陽離子樹脂。
3. 強鹼性陰離子樹脂。
4. 弱鹼性陰離子樹脂。
5. 螯合樹脂。
6. 兩性樹脂。
7. 氧化還原樹脂。

其中以前 4 類的離子交換樹脂，在廢水處理上最普遍被使用。

3.16.2 物化性質

離子交換樹脂可依其結構與孔隙大小區分為凝膠型(gel)與巨大網目(macroporous)或稱多孔型 2 類，凝膠型的孔隙小於 40Å，適用於交換無機性離子；多孔型的孔隙較大，適用於交換較大的有機性離子，但再生效率不高。

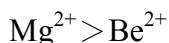
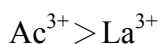
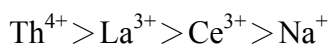
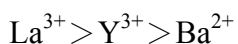
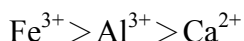
一般強酸性及強鹼性離子交換樹脂適宜之 pH 值操作條件很廣，但交換容量較小，且再生頻率高。弱酸及弱鹼性樹脂則具較高的交換容量。各類離子交換樹脂之物化性質如表 3.39 所示。

表 3.39 離子交換樹脂的物化性質

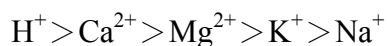
種 類 性 質	陽離子交換樹脂		陰離子交換樹脂		
	強酸性	弱酸性	強鹼性(I)	強鹼性(II)	弱(中)鹼性
母 體	聚苯乙烯樹脂	聚甲基丙烯酸、 聚丙烯樹脂	聚苯乙烯樹脂	聚苯乙烯樹 脂	聚苯乙烯樹脂 聚丙烯樹脂
官 能 基	SO ₃ M	COOM	N=(CH ₃) ₂ · X	N= (CH ₃) ₂ · X CH ₂ OH	N=(CH ₃) ₂
產 品 型 式	Na	H	Cl	Cl	OH
填充密度(g/L)	740~860	660~750	670~720	670~705	610~720
真實密度(g/L)	1.21~1.32	1.19~1.25	1.17~1.11	1.09~1.12	1.04~1.06
有效粗徑(m/m)	0.4~0.6	0.3~0.6	0.3~0.6	0.3~0.6	0.3~0.6

性 質 \ 種 類	陽離子交換樹脂		陰離子交換樹脂		
	強酸性	弱酸性	強鹼性(I)	強鹼性(II)	弱(中)鹼性
最高操作溫度 (°C)	120~150	0.3~0.6	40 (OH) 80 (Cl)	40 (OH) 60~80 (Cl)	60~100
pH 範圍	0~14	4~14	0~14	0~14	0~9
膨 潤 率 (%)	3~10	60~100	3~25	10~20	15~30

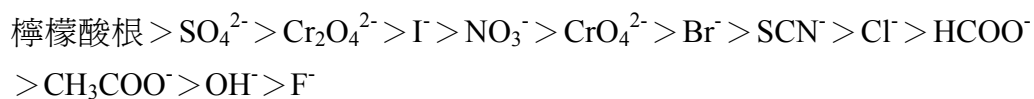
一般強酸性陽離子交換樹脂對重金屬的相對親和力如下：



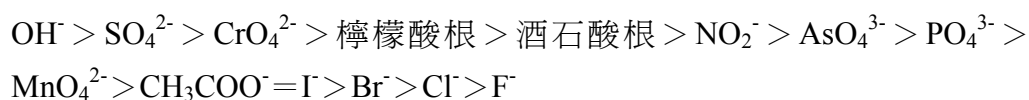
弱酸性離子交換樹脂在 pH 值 6~7 時，對 Cu、Co、Ni、Zn 有很高的選擇性，對一般的重金屬離子的親和力如下：



強鹼性陰離子交換樹脂(I 型)的親和力如下：



弱鹼性陰離子樹脂對於酸度越高，價數越高的越容易交換，其親和力如下：



3.16.3 用途

1.功能

離子交換樹脂主要可用以吸附或吸收溶液中之離子，方可當作固體酸、鹼劑使用，如表 3.40 所示。在廢水處理上主要是應用離子交換樹脂的吸附、吸收能力，以去除廢水中的污染物質，或將廢水中有用的物質予以濃縮回收。

表 3.40 離子交換樹脂的功能與用途

功 能	用 途	目 的		應 用 實 例
離子交換 吸附、吸收	不純物的去除	脫 鹽	以氫離子、氫氧離子和不純離子進行交換	水、糖液、福馬林、藥液的脫鹽處理，廢水處理
		鹽交換	以無害的離子和不純物進行交換	水的軟化，糖液的脫色與軟化，重金屬的去除
		以吸附或吸收的方式，去除溶液中的不純物		有機溶劑的脫水，藥液的脫色
吸附、吸收	有用物質的濃縮、回收	利用離子的交換與吸附，捕捉溶液中的有用物質，再溶離、濃縮、回收		胺基酸、核酸、有機酸的精製，貴重金屬的回收
離子的排除，分子的篩選，酸阻滯	層析分離	利用樹脂內外相分配係數之差，以層析展開來分離目的物		果糖--葡萄糖的分離，糖、甘油的脫鹽，金屬與酸的分離
固體酸、鹼	觸媒	利用樹脂的酸鹼性質，當作觸媒使用		酯化，水解，烷化，糖的轉化觸媒
固定化	擔體	將特定物質固定於樹脂，以當作觸媒或吸附劑使用		固定化酵素，固定金屬觸媒

資料來源：離子交換樹脂—草野裕志（高機能水處理劑）

2.適用條件

離子交換樹脂的用途相當廣泛，除用於淨水及廢水處理外，應用於製程上可分離、精製及回收有用的物質，並作為酸鹼觸媒使用等。早期離子交換樹脂主要用於水處理的軟化、脫鹽、純水製造等，以及製程上的使用。近年來為因應環保要求及技術的提昇，在廢水處理方面，離子交換樹脂也逐漸受到重視，尤其是對含重金屬廢水的處理及回收。

由於離子交換樹脂對於各種重金屬離子具有不同的處理效果，如含鉛離子的廢水適合採用弱鹼性陰離子交換樹脂，對氯化鉛等化合物則宜採用強鹼性陰離子交換樹脂，因此，應依廢水中所含重金屬離子的種類、特性及濃度，以選用適合的離子交換樹脂，對於各種不同重金屬適宜採用的離子交換樹脂請參見表 3.41 所示。

一般行業廢水建議選用之離子交換樹脂類型如下：

- (1)人造絲紡織業之含氨銅廢水可採用強酸性陽離子交換樹脂。
- (2)化學纖維業之含氯化鋅廢水可採強酸性陽離子交換樹脂。

- (3)含汞廢水可採強鹼性陰離子交換樹脂、硫基聚乙烯樹脂或聚氯乙烯、乙二胺、二硫化碳及氫氧化鈉的縮合物，皆可得良好去除效果，吸附率達 99.9%。
- (4)電鍍業之含六價鉻廢水可採強酸性陽離子交換樹脂配合強鹼或弱鹼性離子交換樹脂。
- (5)電鍍業之含鎳離子廢水可採弱酸或強酸性陽離子交換樹脂。
- (6)電鍍業之含氰離子廢水可採用強鹼性陰離子交換樹脂。
- (7)電鍍業之含鎘離子廢水可採含硫氨基樹脂或氨基乙酸結構的螯合樹脂吸附效率可達 99%。
- (8)照相印刷業之含銀離子廢水可採用強酸或弱酸性陽離子交換樹脂。
- (9)石油精製之含硫化氫、酚廢水可採用氫型弱酸性陽離子交換樹脂和 OH 型弱鹼性陰離子交換樹脂，有良好的處理效果，硫化氫的去除率達 99.74%，酚類化合物的去除率可達 99%。
- (10)鋼鐵酸洗廢水採用弱酸性陽離子交換樹脂處理，鐵離子去除率可達 81.96%，錳離子的去除率則達 95%。

表 3.41 各種金屬離子適宜採用的離子交換樹脂類型

金屬種類	樹脂種類	樹脂類型	pH 值	金屬種類	樹脂種類	樹脂類型	pH 值
銻(銻酸鹽)	SB	Cl	1~14	鉛(Pb ²⁺)	WB	FB、SO ₄	4~6
銻(銻酸鹽)	WB	FB	4~10	鉛(氯化錯化物)	SB	Cl	0~14
砷(砷酸鹽、亞砷酸鹽)	SB	Cl	1~14	汞	WB	FB	5~14
砷(砷酸鹽、亞砷酸鹽)	WB	FB	4~10	汞(氯化錯化物)	SB	Cl	0~14
鋇(Ba ²⁺)	WA	H、Na	1~8	鉬(鉬酸鹽)	WB	FB、SO ₄	3~9
鎘(Cd ²⁺)	WA	H	3~8	鎳(Ni ²⁺)	WA	Na、NH ₄	5~9
鎘(陰離子錯化物)	WB、SB	FB、Cl	6~12	鎳(Ni ²⁺)	WB	FB、SO ₄	4~7
銻(Cs ⁺)	WA	Na	7~14	鉑(陰離子錯化物)	SB	Cl	0~14
鉻(Cr ³⁺)	SA	H	0~5	銻(陰離子錯化物)	SB、WB	Cl、FB	0~14
鉻(鉻酸鹽)	SB、WB	SO ₄ 、Cl	0~14	硒(硒酸鹽)	WB	FB	2~6
鈷(Co ²⁺)	SA	NH ₄	1~8	銀(Ag ⁺)	SA	H、Na	0~7
鈷(Co ²⁺)	WA	Na、H	5~9	銀(Ag ⁺)	WB	FB	5~9
鈷(Co ²⁺)	WB	FB、SO ₄	4~10	銀(陰離子錯化物)	SB、WB	Cl、FB	0~14
鈷(陰離子錯化物)	SB	Cl	強酸	鎢(鎢酸鹽)	SB、WB	Cl、FB	0~14
銅(Cu ²⁺)	WA	H、Na	5~8	鈾(鈾酸鹽)	WB	FB、SO ₄	2~8
銅(Cu ²⁺)	WB	FB、SO ₄	3~10	鋅(Zn ²⁺)	WA	Na	5~10
金(陰離子錯化物)	SB	OH	0~14	鋅(Zn ²⁺)	WB	FB、SO ₄	4~7
鐵(FeCl ₄)	SB	Cl	2~12mol/L HCl	鋅(Zn ²⁺)	SA	H	0~7
鐵(有機螯合物)	WB	FB	3~8				

註：WA—弱酸性陽離子交換樹脂；WB—弱鹼性陰離子交換樹脂；SA—強酸性陽離子交換樹脂
SB—強鹼性陰離子交換樹脂；FB—游離鹼型

參考文獻

1. “Chemicals Used in the Treatment of Water and Wastewater”, Water & Sewage Works, Reference Number, R-240, 1974.
2. Metcalf and Eddy, “Wastewater Engineering”, 2nd Ed., Mc Graw-Hill Book Co., 1979.
3. Weber, W. J., “Physicochemical Processes for Water Quality Control”, in Chap. 9 “Disinfection”, PP. 413~456, Wiley-Interscience, 1972.
4. White, G.C., “Handbook of Chlorination”, Van Nostrand Reinhold Co., PP. 20~21, PP. 611, PP. 344, 1972.
5. Weber, W. J., “Physicochemical Processes for Water Quality Control”, in Chap. 8 “Chemical Oxidation”, PP. 381, Wiley-Interscience, 1972.
6. “Odor Control for Wastewater Facilities”, MP No. 22, Water Pollution Control Federation, PP. 20, 1979.
7. Nobe, C., et. al. “Industrial Odor Control by Oxidation with Ozone”, Proceedings of the 30th Purdue Industrial Waste Conference, PP. 1027, Ann Arbor Science, 1975.
8. Clark, J. W., et. al., “Water Supply and Pollution Control”, 3rd Ed PP. 448, IEP-A Dun-Donnelley Publisher, 1977.
9. Morris, J. C., “Aspects of the Quantitative Assessment of Germicidal Efficiency”, PP. 1-10 in Disinfection: Water and Waste Water, edited by J. D. Johnson, Ann Arbor Science, 1975.
10. “Hydrogen Peroxide” in Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd Ed., vol. 13, PP. 12-13 John Wiley & Sons, 1979.
11. U.S. EPA, “Process Design Manual for Suspended Solids Removal”, in Chap. 5, Storage and Feeding of Chemicals, EPA625/1-75-003a, 1975.
12. “Wastewater Treatment Plant Design”, in Chap. 11, Chemical Treatment, Water Pollution Control Federation, 1977.
13. U.S. EPA, “Process Design Manual for Dewatering Municipal Wastewater Sludges”, in Chap 5, Chemicals Used in Dewatering, EPA625/1.82-014, 1982.
14. Adams, C. E., et. al., “Development of Design and Operational Criteria for Wastewater Treatment”, Enviro Press, Inc., 1981.
15. Sawyer C.N. and McCarty P. L., “Chemistry for Environmental Engineering”, 3rd Ed., McGraw-Hill book Co., 1978.
16. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 15th Ed., American Public Health Association, 1981.

17. “Chlorination Sizing Guide”, Water Engineering & Management, Reference Handbook, R-54, 1983.
18. U.S. EPA, “Chemical Aids Manual for Wastewater Treatment Facilities”, EPA 430/9-79-018, 1979.
19. Churchill, R. J. and Rybacki, R. L., “Polymer Addition Improves Wastewater Treatment Process”, Water & Sewage Works, Reference Number, R-10, 1977.
20. 高肇藩，衛生工程，第 11 章，第 388 頁，國立編譯館，民國 69 年。
21. 歐陽嶠暉，下水道工程學，第 13 章，第 487 頁、第 493 頁，長松出版社，民國 72 年。
22. 工商快訊網頁，<http://business.com.tw/prod/productc1.htm>。

附件一 廢水常用化學藥劑參考價格

藥劑名稱	規格	單位	價格（元）
氫氧化鈉	45%	kg	4.95~6
硫酸	50%	kg	0.7~2
鹽酸	32%	kg	1.4~2
石灰	90%	kg	3~6
多元氯化鋁	10%	kg	2.5
硫酸鋁	7.50%	kg	4
氯化鐵	41%	kg	2.05
助凝劑	陰/陽離子	kg	110~180
二氧化氯	——	kg	30
次氯酸鈉	12%	kg	2.4~3
次氯酸鈣	50%	kg	45
硫酸亞鐵	22%	kg	1.42
活性炭	——	L	20~22
離子交換樹脂	——	L	45

95 年 7 月調查價格

註：以上提供之藥品種類價格僅供參考，詳細型名及報價，依採購數量與藥品供應廠商不同而有所差異。

附件二 國內廢水處理化學藥劑供應商名錄

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
大祥化成股份有限公司	製造	公司：(02)2551-9398 台北市長安東路 1 段 27 號 8 樓 工廠：(03)4782345 桃園縣楊梅鎮瑞原里 19 之 1 號	助凝劑、脫色劑
三凱有限公司	代理	公司：(02)2711-3191 台北市忠孝東路四段 15 號 8 樓之 6	活性碳、水處理劑、金屬表面處理劑、樹脂、乾燥劑
三福化工股份有限公司	製造代理供應	公司：(02)2521-4161 台北市中山北路 2 段 21 號 5 樓 工廠：(06)-5837608 台南縣善化鎮小新里 340 號	氫氧化鈉、二氧化碳、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、助凝劑、亞硫酸鈉、次氯酸鈉、活性碳、氧氣
友偉工業	製造代理	公司：(02)2581-7952 台北市錦州街 159 號 3 樓之 2 工廠：(03)-3296475 桃園縣龜山湖山街 180 巷 29 號	陽離子交換樹脂、無煙煤濾材、活性碳、錳沸石
友發化工股份有限公司	製造	公司：(02)2397-0988 台北市忠孝東路一段 85 號 16 樓 工廠： 新竹縣新竹工業區湖口鄉仁政路 2 號	磷酸鈉鹽、磷酸銨鹽、磷酸鈣鹽、金屬表面處理、磷酸、磷酸鉀鹽

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
台灣節能企業股份有限公司	代理供應製造工程	公司：(02)2715-16158 台北市富錦街 8 號 11 樓之 3 工廠：高雄縣岡山永安工業區永工九路 3 號	助凝劑、硫醇轉化劑、ZEHS2、次氯酸鈉、二氧化氯、消泡劑
台灣拿王股份有限公司	代理	公司：(02)2609-2769 台北縣林口鄉文化二路一段四二號九樓 工廠：高雄市左營區明華一路六八號十一樓	二氧化氯(食品業)
台灣肥料股份有限公司	製造	公司：(02)2542-2231 公司網址 http://www.taifer.com.tw/ 台北市南京東路 2 段 88 號 6 樓 工廠：高雄市左營區明華一路 68 號 11 樓	無機、有機化學肥料之製造、運銷及進出口買賣、三聚氰胺（美耐明）及其下游製品之製造、運銷及進出口買賣
台灣塑膠工業股份有限公司	製造	公司：(02)2712-2211 公司網址 http://www.fpc.com.tw/ 台北市敦化北路 201 號 工廠：高雄市仁武鄉水管路 100 號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、氯氣、次氯酸鈉、石灰
臺灣中華化學工業股份有限公司	製造供應	公司：(03)483-0504 公司網址 http://www.chciw.com.tw/ 工廠：桃園縣觀音鄉觀音工業區經建五路 30 號	無機化學品(硫酸(精製酸)、發煙硫酸、電瓶酸、稀酸、硫酸鋁、氯磺酸、矽酸鈉(水玻璃)有機化學&特用化學品(對甲苯磺醯胺、鄰對甲苯磺醯胺、鄰對甲苯磺醯氨)
台灣志氯化學股份有限公司	製造供應	公司：(07)-8715171 公司網址 http://www.tci-ppg.com.tw/	液氯、液鹼、鹽酸、漂白水、氯氣

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
		高雄市小港區中智街 25 號 (臨海工業區)	
台灣極水股份有限公司	供應工程	公司：(02)2531-6356 台北市中山區吉林路 24 號 5 樓-2	離子交換樹脂、活性碳
台灣鉅邁有限公司	製造代理	公司：(02)26988112 公司網址 http://www.zimmite.com.tw/show.htm 台北縣汐止市新台五路一段 77 號 13 樓之 4	冷卻水處理劑、鍋爐水處理劑、石化製程處理劑、廢水處理劑、燃料處理劑
台灣羅門哈斯化學工業股份有限公司	製造	公司：(02) 2898-1500 公司網址 http://www.chem121.com.tw/Corp/49/ 台北市北投區大業路 452 巷 6 號 2 樓之 A 工廠：嘉義縣民雄工業區中興一街 1 號	水性感壓接著劑(PSA)、貼合用膠(Wet Lamination)、特殊用黏膠、增黏劑、防腐劑
合昌化學工業股份有限公司	製造	公司：(02)2502-8787 台北市松江路 185 號 1303 室 工廠：桃園縣觀音鄉工業一路 14 號	紡織用樹脂、植毛用樹脂、皮革用樹脂、接著劑及相關助劑
台灣卜內門化學工業股份有限公司	代理供應	公司：(03)454-8600 公司網址桃園縣中壢市東園路 52 號	工業用漆、車身修理漆、補土、汽車臘、金屬表面處理劑、油漆溶劑、油漆添加劑及木料著色劑
合禮企業股份有限公司	代理供應	公司：(02) 2898-1500 台北市松山區南京東路 3 段 2 4 8 號 1 3 樓之 2	化學原料批發業、汽油、柴油批發業、石油製品批發業、國際貿易業、塑膠皮、布、板、管材製造業、塑膠膜、袋製造業

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
江發貿易有限公司	代理	公司：(02) 2381-7122 臺北市中正區襄陽路 6 號 8 樓	硫酸亞鐵、硫酸氧鐵、氯化亞鐵
貝民股份有限公司	製造代理	公司：(03)537-1111 新竹市中華路六段 668 號 網址 http://www.beaming.com.tw/	氫氧化鈉、硫酸、硫酸鋁、尿素
利峻企業	製造供應	公司：(02) 2311-8509 臺北市中正區中華路 1 段 9 1 巷 5 號 1 樓	染整助劑：冰醋酸，雙氧水，三聚氰氨，甲醇，甲醛，FRP 浪板
清隆企業股份有限公司	製造代理	公司：(02) 2563-3881 臺北市中山區中山北路 2 段 112 號 11 樓 網址 http://www.mor.com.tw/other/o1/o1.htm	化工原料、紡織機械零組件、不織布用針、半導體及 LCD 製造用資材
勝宇貿易有限公司	代理供應	公司：(02)2365-4628 臺北市中正區南昌路 2 段 1 3 5 號 1 樓	氧化劑、助凝劑、活性炭、消泡劑
裕喬金屬化工股份有限公司	製造代理供應工程	公司：(03)3866323 桃園縣園鄉北港村工四路 7 號	助凝劑、重金屬捕集劑
華夏海灣塑膠股份有限公司頭份廠	製造供應	公司：(037)623391 苗栗縣頭份鎮田寮里民族路 5 7 1 號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、次氯酸鈉
義芳化學工業股份有限公司桃園廠	製造	公司：03-3541944 桃園縣蘆竹鄉海湖村 10 鄰海湖 51 之 3 號	氫氧化鈉、鹽酸、氫氧化鉀、氨、次氯酸鈉
聖益貿易股份有限公司	代理	公司：(02)2511-4879 台北市中山區錦州街 237 號 1 樓	助凝劑、重金屬捕集劑、消泡劑、除臭劑、污泥浮上防止劑、污泥脫水機洗淨劑

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
誠廣實業股份有限公司	代理	公司：(02)23964895 台北市大安區和平東路一段 177 之 4 號 2 樓	重金屬捕集劑、活性炭
福盈份有限公司	製造	公司：(03)3869968 桃園縣大園鄉內海村民權路 7 號	助凝劑、消泡劑
聯夏企業股份有限公司台中廠	製造代理供應	公司：(04)6816685 台中縣大甲鎮日南里工十路 1 2 號	蘇打灰
穗曄實業股份有限公司	供應	公司：(02)25018480 台北市建國北路 2 段 66 號 6 樓 網址： http://www.prior.com.tw/product.htm	高錳酸鉀、亞硫酸鈉、磷酸、離子交換樹脂、活性炭、消泡劑、硫酸錳、氧化鎂
鑫湧企業	代理供應	公司：(02)2226-2525 台北縣中和市民享街 92 巷 34 號 3 樓	助凝劑、殺菌劑
六和化工股份有限公司	代理	公司：(02)25954821 台北市德惠街 9 號 6 樓	離子交換樹脂、活性炭
廣明實業股份有限公司	製造代理	公司：(03)3542111 桃園縣蘆竹鄉 海湖村海山路二段 2 1 1 號	鹽酸、硫酸鋁、助凝劑、活性炭、尿素
衛源實業股份有限公司	製造代理	公司：(03)3294284 桃園縣龜山鄉福源村海萍路 7 號	氫氧化鈉、硫酸、硫酸鋁、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、活性炭、離子交換樹脂、重金屬捕集劑
強薪化工股份有限公司	製造	公司：(02)24080817 北縣金山鄉重和村林口 34 號	硫酸亞鐵
合澤股份有限公司	代理	公司：(07)3521819 高雄縣大社鄉保社村旗楠路 80 巷 7 號	多元氯化鋁、助凝劑、磷酸、磷酸三氫鉀、磷酸氫二鈉、磷酸氫二鉀、磷酸三鈉、消泡劑、重金屬捕集劑、消毒劑

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
化南企業股份有限公司	代理	公司：(02)27152615 台北市復興北路 191 號 15 樓之 5	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、活性碳、磷酸三鈉、消泡劑、離子交換樹脂、次氯酸鈣、重金屬捕集劑、消毒劑、二氧化氯
聖千貿易有限公司	代理	公司：(02)02-25983560 臺北市大同區昌吉街 1 5 號	氫氧化鈉、蘇灰、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、活性碳、磷酸三鈉、磷酸氫二鈉、磷酸氫二鉀、磷酸二氫鈉、磷酸二氫鉀、消泡劑、離子交換樹脂、次氯酸鈣、重金屬捕集劑
千海企業有限公司	代理	公司：(02)27518147 台北市忠孝東路 4 段 293 號 12 樓	活性碳
敬業行有限公司	代理	公司：(02)2751-5170 台北市南京東路 4 段 186 號 9 樓之 12	助凝劑
台福貿易股份有限公司	代理	公司：(02)25519398 長安東路 1 段 27 號 8 樓	助凝劑
四達化學有限公司	代理	公司：(02)27121543 復興北路 369 號 7 樓 5 室	多元氯化鋁、助凝劑
佑頂有限公司	代理	公司：(02)27731603 忠孝東路 4 段 148 號 4 樓之 3	助凝劑、消泡劑、次氯酸鈣、重金屬捕集劑、脫色劑
三雅化工有限公司	代理供應工程	公司：(02)29413648 台北縣中和市保健路 46 巷 39 弄 7 號 1 樓	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸鋁、氯化鐵石灰、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈣、重金屬捕集劑、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
慈光企業有限公司	代理供應	公司：(02)29604777 台北縣板橋市中正路 216 巷 127-1 號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、硫酸硫、氯化鐵、硫酸亞鐵、多元氯化鋁
沛可股份有限公司	代理	公司：(02)22458423 中和市中山路 2 段 133 號 5 樓之 2	助凝劑、消泡劑
青峰化工原料股份有限公司	製造代理	公司：(02)22236007 台北縣中和市中正路 1226 號 5 樓之 1	消泡劑、磷酸、磷酸鹽
協明化工股份有限公司	製造代理	公司：(02)2251-5151 台北市板橋市文化路一段 268 號 14 樓	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、硫代硫酸鈉、磷酸、磷酸鹽系、尿素、次氯酸鈣、次氯酸鈉、陽離子交換樹脂、活性碳、硫酸錳、氧化鎂
台灣開廣股份有限公司	代理	台司：(02)29185336 台北縣新店市寶橋路 235 巷 14 號 5 樓	多元氧化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、活性碳、磷酸、磷酸鹽、消泡劑、離子交換樹脂、重金屬捕集劑、消毒劑、二氧化氯、脫色劑
吉信化工有限公司	製造代理	公司：(02)26897157 臺北縣樹林市工興街二十號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、過氧化氫、過錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、硫化硫酸鈉、磷酸鹽、次氯酸鈉、活性碳、消泡劑、硫酸錳
惠豐化工廠有限公司	製造代理供應	公司：(03)5983355 新竹縣 湖口鄉 鳳山村復興路 6 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、硫化硫酸鈉、磷酸、尿素、次氯

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
			酸鈣、次氯酸鈉、離子交換樹脂、活性碳、硫酸錳、氧化鎂
貴仁實業有限公司	代理	公司：(02)22761800 台北縣新莊市思源路 75 號 1、2 樓	磷酸、磷酸鹽系
中國炭素工業股份有限公司	製造	公司：(02)22913113 台北縣五股鄉凌雲路 2 段 5 號 網址 http://www.carbon.com.tw/	離子交換樹脂、活性碳
中亞興股份有限公司	製造	公司：(02)26412714 台北縣汐止市大同路三段三六九巷七號	脫色劑
利津實業有限公司	製造供應	公司：(03)3253360 桃園縣桃園市莊敬里莊敬路 1 段 168 號 2 樓	脫色混凝劑、氯、脫色劑
宏洋工業股份有限公司	製造供應	公司：(03)4932167 桃園縣楊梅鎮青年路 2 段 299 號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、氯化鐵、多元氯化鋁、助凝劑、磷酸、次氯酸鈉、脫色劑
群化工業工程股份有限公司	製造代理供應工程	公司：(037)639911 苗栗縣竹南鎮崎頂里仁愛路一三五九號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、石灰、多元氯化鋁、助凝劑、過氧化氫
阡百企業有限公司	製造供應	公司：(04)25223058 台中縣豐原市信義街 124 號 1 樓	硫酸、鹽酸、硫酸鋁
宏昌化學工業股份有限公司	製造供應	公司：(05)25322236 雲林縣斗六市西平路一六一號	硫酸鋁、多元氯化鋁
金孚化學工業股份有限公司	製造供應	公司：(05)25843737	硫酸亞鐵

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
	應	雲林縣莿桐鄉大美村大美 21 之 31 號	
馬興化工原料有限公司	代理供應	公司：0 台北市大安區金山南路 2 段 2 1 8 號 3 樓	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鐵、速淨鐵、助凝劑、次氯酸鈉
中懋化學股份有限公司	製造供應	公司：(06)233-3503 台南縣永康市永康工業區經華路 6 號	蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鐵、速淨鐵、助凝劑、次氯酸鈉
瑞康化學有限公司	代理供應	公司： 台南市北區大港里大興街 602 巷 18 號	氫氧化鈉、硫酸鋁、氯化鐵、多元氯化鋁、助凝劑、助凝劑、亞氯酸鈉、磷酸、次氯酸鈉、二氧化氮
宇勝高分子化學股份有限公司	製造	公司：(06)6987947 台南縣官田鄉二鎮村實踐街 9 號	助凝劑
一心實業廠	製造供應	公司：(06)2690000 臺南縣永康市新樹里中山北路七六二巷九號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、多元氯化鋁、助凝劑、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、磷酸、尿素、硫胺、次氯酸鈣、次氯酸鈉
申濤興業有限公司	代理供應	公司：(06)2539224 臺南市安南區海佃路 1 段 158 巷 41 號 1 樓	氫氧化鈉、硫酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、保淨鐵、消泡劑、除色劑
新成興化學原料儀器有限公司	代理	公司：(06)2902211 臺南市民權路二段 102 號 2 樓	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、硫酸鐵、硫酸亞鐵、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、磷酸、磷酸鹽、尿素、次氯酸鈣、次氯酸鈉
亮記貿易有限公司	代理供應	公司：(06)2614161 臺南市新興路 2 1 9 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、過氧化氫、氫、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
三太化工有限公司	代理供應	公司：(07)3719123 高雄市苓雅區中正一路 1 5 1 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、多元氯化鋁、過氧化氫、亞硫酸氫鈉、亞硫酸鈉、磷酸三鈉、尿素、次氯酸鈣、次氯酸鈉
台有化學有限公司	製造	公司： 高雄市自強二路 67 巷 18 號	鋁酸鈉、多元氯化鋁、氯化鋁、消泡劑
台灣氯化工業股份有限公司	製造代理供應	公司：(07)3719123 高雄市正言路 42 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、多元氯化鋁、過氧化氫、亞硫酸鈉、亞亞硫酸氫鈉、磷酸三鈉、尿素、次氯酸鈣、次氯酸鈉
利華工業原料有限公司	供應	公司：(07)311-2176 高雄市三民區達明里松江街 173 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化銑、多元氯化鋁、助凝劑、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、磷酸、磷酸鹽、次氯酸鈉、離子交換樹脂、活性碳、消泡劑、硫酸錳、氧化鎂
建豐企業股份有限公司	製造	公司：(07)8215148 高雄市前鎮區建基街 7 號	氫氧化鈉、硫酸、硫酸鋁
太洋化成股工業	製造	公司：(07)7871295 高雄縣大寮鄉大發工業區中華路 42 號 網址 www.diaion.com.tw/main.htm	離子交換樹脂
中華紙漿股份有限公司	製造	公司：(038)521171 花蓮縣吉安鄉光華村 100 號	石灰、次氯酸鈉、尿素

(資料來源：民國 95 年工商名錄)

附件三 廢水常用化學藥劑安全資料

3.1 物質安全資料表介紹

我國於民國 79 年由行政院勞委會委託研究單位自國外引進物質安全資料表，簡稱 MSDS (Material Safety Data Sheet) 並改為中文格式，民國 82 年 12 月完成第一部國內中文物質安全資料表。89 年更將物質安全資料表改為 16 欄位之格式。ISO 中 MSDS 的十六項內容與國內危害通識規則規定的十項內容，最大的差異是多了環境生態資料與適用法規兩項資料，其餘內容類似，只是順序欄位不同。

危險物及有害物通識規則第 13 條雇主對含有危害物質之每一物品，應提供勞工必要之安全衛生注意事項（簡稱物質安全資料表）。物質安全資料表之法規依據包括：環保署的毒性化學物管理辦法、勞委會的危險物及有害物通識規則、交通部的道路交通安全規則等。

物質安全資料表內容之 16 大項包括：物品與廠商資料、成份辨識資料、危害辨識資料、急救措施、滅火措施、洩漏處理方法、安全處置與儲存方法、暴露預防措施、物理及化學性質、安定性與反應性、毒性資料、生態資料、廢棄處置方法、運送資料、法規資料及其他資料。

3.2 廢水常用化學藥劑之物質安全資料表

由行政院勞工委員會之研究機構-勞工安全衛生研究所，所提供之物質安全資料表參考網址為：<http://www.iosh.gov.tw/msds.htm>

3.2.1 氫氧化鈉

一、物品與廠商資料

序號：0108

物品名稱：氫氧化鈉(SODIUM HYDROXIDE)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：----
緊急聯絡電話/傳真電話：-----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：氫氧化鈉(SODIUM HYDROXIDE)
同義名稱：苛性鈉、燒鹼(Caustic soda 、Caustic flake 、LYE 、Soda lye 、Sodium hydrate 、White caustic 、Hydroxydede sodium (solide)、Sodium hydroxide
化學文摘社登記號碼 (CAS No.): 01310-73-2
危害物質成分 (成分百分比): —

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：會引起失明、永久性傷痕和死亡，煙霧可能引起肺部傷害。
	環境影響：高濃度時對水中生物有害。
	物理性及化學性危害：不會燃燒。高反應性物質，會與水和許多一般常見物質起劇烈反應產生足夠之熱而引燃可燃物質。與許多有機、無機物質接觸可能引起火災或爆炸。與金屬反應釋放可燃性氫氣。極具腐蝕性。
	特殊危害：—
	主要症狀：刺激感、肺積水、水腫、潰瘍、嚴重發紅、瘀傷、嘔吐、腹洩、虛脫。
	物品危害分類：8 （腐蝕性物質）

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸 入：	1.施救前先做好自身的防護措施，以確保自身的安全。2.移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。3.如果呼吸困難，於醫師指示下由受過訓的人供給氧氣。4.避免患者不必要的移動。5.肺水腫的症狀可能會延後出現。6.立即就醫。
皮膚接觸：	1.必要時則戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.立即緩和的吸掉或刷掉多餘的化學品。3.以溫水緩和沖洗受污染部位60 分鐘。4.沖洗時不要間斷。5.沖水中脫掉受污染的衣物、鞋子和皮飾品。6.立即就醫。7.需將污染的衣服、鞋子以及皮飾品須完全洗淨除污後方可再用或丟棄。
眼睛接觸：	1.必要時則戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.立即緩和的吸掉或刷掉多餘的化學品。3.立即將眼皮撐開，以緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛60 分鐘。4.可能情況下可使用生理食鹽水沖洗，且沖洗時不要間斷。5.避免清洗水進入未受影響的眼睛。6.如果刺激感持續，反覆沖洗。7.立即就醫。
食 入：	1.若患者即將喪失意識已失去意識或痙攣，不可經口餵食任何東西。2.以水徹底嗽口。3.切勿催吐。4.給予患者喝240-300 毫升的水，以稀釋胃中的物質。5.若有牛奶可於喝水後再給予牛奶喝。6.若患者自然性嘔吐，讓患者身體向前傾以避免吸入嘔吐物及反覆給水。7.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：嚴重灼傷、潰瘍及永久性發紅，可能導致永久性失明。	
對急救人員之防護：未著全身式化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。避免洗胃及引發嘔吐。	

五、滅火措施

適用滅火劑：針對燃燒物質，選用適當的滅火劑。

滅火時可能遭遇之特殊危害：1.不會燃燒但會與某些物質(如水)反應，產生足夠的熱而引燃附近之易燃物。2.會與某些金屬反應如鋁、錫、鋅，而釋放出易燃性的氫氣。

特殊滅火程序：1.撤退並自安全距離或受保護的地點滅火。2.隔離未著火物質且保護人員。3.安全情況下將容器搬離火場。4.以水滅火需非常小心，必須避免水與氫氧化鈉接觸。5.噴水以冷卻暴露火場的容器。6.高溫下可能產生薰煙，釋放腐蝕性氣體，未著特殊防護設備的人員不可進入。

消防人員之特殊防護裝備：配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器（必要時外加抗閃火鋁質被覆外套）。

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.在污染區尚未完全清理乾淨前，限制人員接近該區。2.確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。

環境注意事項：1.對該區域進行通風換氣。2.撲滅或除去所有發火源。3.移開會與外洩物反應之化學品。4.通知政府安全衛生與環保相關單位。

清理方法：1.圍堵外洩物，鏟起或掃起欲回收或處理之外洩物。2.避免流入下水道及水溝。3.中和處理最後剩量，用水清洗外洩區。4.用沙、泥土或其他惰性物質來圍堵洩漏物。5.溶液可回收利用，或小心地用水稀釋以及用酸（如醋酸或鹽酸）來中和。6.若有大量物質外洩向供應商、消防及緊急應變單位求助。

七、安全處置與儲存方法

處置：

1.此物質具腐蝕性和毒性(致癌物)，需要工程控制及個人防護設備；工作人員應適當受訓並告知此物質之之危險性及安全使用法。2.未著防護設備的人避免接觸此化學品包括受污染的設備。3.若有此物質釋放出應立刻戴上呼吸防護具且離開，直到確定釋放的嚴重性。4.若有溢漏或通風不良應立即呈報。5.操作前檢查容器是否溢漏。6.使用製造商建議的貯存容器。7.儘可能小量操作，操作區應與貯存區分開。8.避免產生粉塵並防止粉塵進入工作區的空氣中。9.使用抗腐蝕的工具或設備將固體分裝到相容物質製程的貯存容器。10.不要與不相容物一起使用。11.與水混合時是將腐蝕性液體加入水中，而非水加入腐蝕液中，加料時應在攪拌下緩慢加入，使用冷水以避免過剩的熱產生。12.容器要標示，不使用時保持容器密閉並避免受損。13.不要將污染的物質倒回源貯存桶。14.不可與水接觸，使用區域張貼“不可使用水”的標誌以避免與水意外接觸。15.操作區和貯存區附近應有立即可得的火災、溢漏等緊急處理設備。

儲存：

1.貯存在陰涼、乾燥、通風良好的地區和遠離不相容物質。2.限量貯存。3.貯存區應標示清楚，無障礙物並允許委任或受過訓的人員進入。4.於適當處張貼警告標示。5.定期檢查容器、貯存區是否溢漏、破損或腐蝕。6.檢查新進容器，確定標示清楚和無受損。7.容器要標示，不使用或空了時應保持容器密閉並避免受損。8.儘可能貯存在原貯存桶或製造商建議的容器內，並保持標示位於可見處。9.貯存區與工作區分開。10.地板應不透水以及沒有龜裂。11.門口應設斜坡、門檻或築溝渠以圍堵或流到安全的地方。12.最好使用鋁合金製成的貯存容器，若溫度不高(40℃以下)也可使用不鏽鋼材質。13.空桶應與貯存區分開。14.貯存區應有適當的消防和溢漏清理設備。15.經常清掃和適當的建構以避免粉塵堆積。16.使用抗腐蝕的建構材料、照明和通風系統。17.貯槽須在地面上，底部整個區域應封住以防滲漏，周圍須有防溢堤能圍堵整個容量。

八、暴露預防措施

工程控制：1.使用抗腐蝕性通風系統並與其他排氣系統分開。 2.使用局部排氣裝置。 3.排氣口直接通到室外。 4.供給足夠新鮮空氣以補足排氣系統抽出空氣。	
控制參數： 八小時日時量平均容許濃度：2 mg/m ³ 短時間時量平均容許濃度：4 mg/m ³ 最高容許濃度：— 生物指標：—	
個人防護設備： 呼吸防護：10 mg/m ³ 以下：一定流量型供氣式呼吸防護具、含有機蒸氣濾罐的動力型空氣淨化式或全面型化學濾罐式呼吸防護具、含有機蒸氣濾罐的防毒面罩、全面型自攜式或供氣式呼吸防護具。 未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氣式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防護具。 逃生：含有機蒸氣濾罐之氣體面罩、逃生型自攜式呼吸防護具。 手部防護：防滲手套。 眼睛防護：化學安全護目鏡、護面罩、洗眼設備。 皮膚及身體防護：連身式防護衣、工作靴。	
衛生措施： 1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。 2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。 3.處理此物後，須徹底洗手。 4.維持作業場所清潔。	

九、物理及化學性質

物質狀態：固體	形狀：粒狀、塊狀、片狀或條狀
顏色：白色	氣味：無味
PH 值：—	沸點/沸點範圍：1390 °C
分解溫度：—	閃火點：— 測試方法：（）開杯（）閉杯
自燃溫度：—	爆炸界限：—
蒸氣壓：0 mmHg	蒸氣密度：—
密度：2.130(水=1)	溶解度：111g/100ml @20 °C(水)

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定
特殊狀況下可能之危害反應：1.強酸、硝基芳香族、有機鹵素化合物、乙二醇和過氧有機物一起激烈、爆炸性反應。2.水—激烈反應、放出大量熱。3.乙醛、丙烯醛、丙烯—引起激烈聚合反應。4.金屬(如鋁、錫、鋅)—產生易燃性、爆炸性的氫氣。5.1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯—形成自燃性化學物質。6.糖如果糖、乳糖和麥芽糖—產生一氧化碳。
應避免之狀況：水、水氣、空氣。
應避免之物質：強酸、水、金屬、有機鹵素、氮、氯有機化合物、鋁、錫、鋅、銅、硝基芳香族、硝基烷類、乙二醇、過氧化物、乙醛、丙烯醛、丙烯、糖。
危害分解物：—

十一、毒性資料

急毒性：	
吸入：	1.具腐蝕性，吸入粉塵及霧滴會刺激鼻、咽及肺。2.曾報導當水倒入粒子時放出的煙霧嚴重損害肺（肺炎）3.吸入煙霧也會導致肺積水，威脅生命。
皮膚：	1.嚴重灼傷、潰瘍及永久性發紅，灼傷不會立即疼痛，可能延遲數小時。2.敷4%水溶液於15分內可破壞皮膚外層硬細胞，60 分後皮膚層完全破壞，當PH=13.5 將液體滴在頭上則頭髮會溶掉頭皮灼傷、禿頭，但會康復。3.敷0.12%溶液於健康的皮膚1 小時內就已受損。
眼睛：	1.受損程度依暴露時間，濃度及滲透度而定，從嚴重刺激、中度發紅到水腫、潰瘍、嚴重發紅、瘀傷等。2.影響視力的情況如綠內障般且癥狀可能遲遲才出現。3.嚴重時逐漸潰瘍及眼睛組織瘀傷可能導致永久性失明。
食入：	1.可能造成嚴重的疼痛並灼傷口、咽及食道，引起嘔吐、腹瀉、虛脫及死亡。 LD50(測試動物、暴露途徑)：40 mg/kg (大鼠，腹內注射) LC50(測試動物、暴露途徑)：—
局部效應：500 mg/24H （兔子、皮膚）造成嚴重刺激。 1 %（兔子、眼睛）造成嚴重刺激。 400 ì g （兔子、皮膚）造成輕微刺激。 50 ì g/24H （兔子、眼睛）造成嚴重刺激。	
致敏感性：—	
慢毒性或長期毒性：1.重覆接觸引起皮膚乾燥、龜裂發炎(皮膚炎)。2.曾食入者，在 12 到 42 年後得食道癌此應與其有關。嚴重熱灼傷部位也引發相似的癌症，可能因組織破壞，形成疤導致癌症而非其本身具致癌性。	
特殊效應：—	

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：
1.氫氧化鈉為固體，在水中溶解度很大。
2.氫氧化鈉若排放到土壤，會吸潮而慢慢瀝濾到土壤中。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1.參考政府相關法規處理。
2.可中和、稀釋後沖入排水溝。
3.可在核准的焚化爐內將其稀釋氣化。
4.高濃度時對水中生物有害。

十四、運送資料

國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質，包裝等級 II 。（美國交通部） 2.IATA/ICAO 分級：8 。（國際航運組織） 3.IMDG 分級：8 。（國際海運組織）
聯合國編號：1823
國內運輸規定：1.道路交通安全規則第84條 2.船舶危險品裝載規則 3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準	道路交通安全規則
事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準	

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999	
製表者單位	名稱：****股份有限公司	
	地址/電話：***** (0*)*****	
製表人	職稱：副工	姓名（簽章）：***
製表日期	95.09.01	

3.2.2 硫酸

一、物品與廠商資料

序號：0112

物品名稱：硫酸(SULFURIC ACID)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：-----
緊急聯絡電話/傳真電話：-----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：硫酸(SULFURIC ACID)
同義名稱：BATTERY ACID、HYDROGEN SULFATE、DIHYDROGEN SULFATE、ELECTROLYTE ACID、SPIRIT OF SULFUR、SULPHURIC ACID、OIL OF VITRIOL、MATTLING ACID
化學文摘社登記號碼（CAS No.）：7664-93-9
危害物質成分（成分百分比）：—

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：吸入或食入可能致死，會腐蝕眼睛、皮膚、呼吸道，可能造成失明、肺水腫（症狀可能延遲發生），含硫酸的無機酸霧滴具致癌性。
	環境影響：—
	物理性及化學性危害：本身不會燃燒，但高溫會分解產生毒氣如硫氧化物。與很多無機或有機化學品接觸，可能導致火災或爆炸，與金屬接觸會釋出易燃氫氣，與水會劇烈反應。
	特殊危害：—
主要症狀：咳嗽、呼吸困難、噁心、嘔吐、牙齒糜爛及變色。	
物品危害分類：8	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸入：	1.移走污染源或將患者移至新鮮空氣處。2.若呼吸困難由受過訓之人員來施予氧氣。3.避免患者不必要的移動。4.立即就醫。5.肺水腫的症狀可能延遲48 小時。
皮膚接觸：	1.必要時戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.以溫水緩和沖洗受污染的不為20-30 分鐘。3.如果刺激感持續，反覆沖洗，沖洗請不要掛斷。4.沖水中脫掉受污染的衣服、鞋子或皮飾品。5.立即就醫。6.需將污染的衣物、鞋子以及皮飾品完全除污後再使用或丟棄。
眼睛接觸：	1.必要時戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.立即將眼皮撐開，用緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛20分鐘。3.可能情況下可使用生理食鹽水沖洗，且沖洗時不要間斷。4.避免清洗水進入未受影響的眼睛。5.如果刺激感持續，反覆沖洗。6.立即就醫。
食入：	1.若患者即將喪失意識、已失去意識或痙攣，不可經口餵食任何東西。2.若患者意識清楚，讓其用水徹底漱口。3.不可催吐。4.給患者喝下240 ~300 毫升的水，以稀釋胃中的物質；若有牛奶，於喝水後再給予牛奶喝下。5.若患者自發性嘔吐，讓其身體向前傾以減低吸入危險，並讓其漱口及反覆給水。6.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：腐蝕造成灼傷、失明、肺水腫	
對急救人員之防護：未著全身式化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：1.患者吸入時，考慮給予氧氣。2.避免洗胃或引發嘔吐。	

五、滅火措施

適用滅火劑：對於周遭之火災,使用合適之滅火劑來滅火	
滅火時可能遭遇之特殊危害：.硫酸不燃，但濃硫酸與易燃物接觸，可能生熱而起火。2.與大部份金屬都可反應生成易燃性氫氣，若引燃可能爆炸。	
特殊滅火程序：1.火災中，可能放出硫氧化物，極具刺激性及毒性，避免吸入。2.儘可能在遠距離且上風處滅火。3.在安全情況下，將容器及未波及之物質移離火場。4.容器可能受熱而爆炸，可噴大量水霧以冷卻容器外側，但切勿讓水與硫酸接觸，因與水會劇烈反應放熱。5.未著特殊防護設備的人員不可進入。	
消防人員之特殊防護裝備：消防人員必須配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器。	

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.限制人員進入，直至外溢區完全清乾淨為止。2.確定是由受過訓之人員負責清理之工作。3.穿戴適當的個人防護裝備。	
環境注意事項：1.對洩漏區通風換氣。2.移開所有引燃源。3.通知政府職業安全衛生與環保相關單位。	
清理方法：1.勿觸碰洩漏物，避免讓其流入下水道或狹隘之處。2.在安全狀況許可的情形下，設法阻止或減少溢漏。3.小量洩漏時，以沙、土或惰性吸收劑圍堵外洩物置於加蓋標識的適當容器內，再用水清洗洩漏區。4.大量洩漏時聯絡消防、緊急處理單位及供應商以尋求協助。	

七、全處置與儲存方法

處置：

1.此物質是腐蝕性和毒性液體，需要工程控制及防護設備，工作人員應適當受訓，並告知物質之危險性和安全使用方法。2.未著防護設備的人避免接觸此化學品包括受污染的社備。3.溢漏或通風不足應立即向上呈報。4.避免產生霧滴並防止霧滴進乳作區的空氣中。5.儘可能小量操作並遠離貯存區。6.大量操作考慮使用密閉系統。7.預防與水接觸。8.不要與不相容物一起使用。9.不要將受污染的物質倒回原貯存容器。10.與水混合時是將腐蝕液體加入水中，而非水加入腐蝕液中，加料時應在攪拌下緩慢加入，使用冷水以避免過剩的熱產生。11.操作前檢查容器是否溢漏。12.搬運此物質時必須有第二層容器保護。13.容器要標示，避免受損，不使用時保持密閉。14.使用抗腐蝕的輸送設備分裝，小量分裝進可能使用自行密閉且輕便的容器。15.不要以空氣或惰性氣體將液體自容器上加壓而輸送出來。16.空的容器可能仍具有危害性的殘留物。17.圓桶的排氣應遵循化學品製造商/供應商的建議，如果貯存的圓桶出現腫脹，立刻與製造商/供應商連繫，以取得處理的操作程序。18.操作區附近應有利即可得的火災、溢漏等緊急處理設備。

儲存：

1.貯存於乾燥、陰涼、通風良好以及陽光無法直接照射的地方和遠離熱、引燃源和不相容。2.儘可能小量貯存，避免大量貯存於室內。3.檢查所有新進容器，確定標示清楚和無破損。4.貯存於原始標示的容器或製造商/供應商所建議的貯存容器。5.標示應避免受損並置於可見處，不使用時保持容器密閉。6.容器置於適當高度以便於操作。7.依化學品製造商/供應商建議的溫度貯存。8.空桶應與貯存區分開。9.空的容器可能仍具有危害性的殘留物，保持密閉。10.定期檢查貯存區是否腐蝕或溢漏。11.貯存區應標示清楚，無障礙物並只允許委任或受過訓的人進入。12.貯存區與工作區分開。13.於適當處張貼警告標示。14.以相容物製成的盤子貯存含有溢漏的物質。15.有立即可得的溢漏吸收劑。16.門口應製門檻、斜坡或築溝渠，以圍堵或流到安全的地方。17.地板應防滲處理以防自地板吸收。18.圓桶的排氣應遵循化學品製造商的建議，如果貯存的圓桶出現腫脹立即與製造商/供應商連繫，以取得處理的操作程序。19.貯存區的牆壁、地板、棚架和配件、應使用抗硫酸腐蝕的材料。20.使用耐燃物質製備的貯存設施。21.貯存區有立即之滅火和溢漏清理設備。22.貯槽需在地面上，底部整個區域應封住以防滲漏，周圍需有防溢堤能圍堵整個容量。

八、暴露預防措施

工程控制：1.使用整體換氣或局部排氣裝置以及密閉製程。2.用抗腐蝕通風系統並與其他排氣通風系統分開。3.排氣口直接通到室外。4.供給充分新鮮空氣以補充排氣系統抽出的空氣。5.受污染的廢棄排至戶外時，應先適當除污。

控制參數： 八小時日時量平均容許濃度：1 mg/m³

短時間時量平均容許濃度：2 mg/m³

最高容許濃度：—

生物指標：—

個人防護設備：

呼吸防護：15mg/m³ 以下:定流量式供氣型呼吸防護具；或含抗酸氣濾罐及高效粒子過濾器的動力型空氣淨化式。含抗酸氣濾罐及高效粒子過濾器之全面型化學濾罐式防毒面罩或呼吸防護具；或全面型空氣呼吸器（自攜式）或全面型供氣式呼吸防護具。

未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氣式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防護具。

逃生：含防酸氣濾罐及高效率濾材的空氣清淨式呼吸防護具、逃生型自攜式呼吸防護具

手部防護：防滲手套，材質以丁基橡膠、天然橡膠、類橡膠、聚乙烯、聚氯乙烯、Teflon、Barricade、4H、CPF 3、Viton、Tellchem HPS、Tychem 10000、Saranex、Responder 等為佳。

眼睛防護：化學安全護目鏡、護面罩

皮膚及身體防護：上述橡膠材質連身式防護衣、工作靴。

衛生措施：

1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。

2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。

3.處理此物後，須徹底洗手。

4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：液體	形狀：油性、吸溼性
顏色：無色至暗褐色	氣味：無味，加熱有窒息味
pH 值：0.3(1N 溶液)	沸點/沸點範圍：274 °C
分解溫度：340 °C	閃火點：/ 測試方法：（） 開杯 （） 閉杯
自燃溫度：—	爆炸界限：/
蒸氣壓：< 0.3 mmHg @25 °C	蒸氣密度：3.4
密度：1.839（水=1）	溶解度：全溶（水）

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定

特殊狀況下可能之危害反應：1.水、丙烯、鹼性溶液、電石、氰酸鹽、雷酸鹽、硝酸鹽、過氧酸鹽、過錳酸鹽、苦味酸鹽、活性金屬、金屬炔化物、金屬電石、表氯烷、苯胺、二乙胺、醇、過氧化氫、氯磺酸、環戊烯、氰氟酸、硝基甲烷、4-硝基甲苯、氧化磷、鉀、鈉、乙二醇、異戊二烯、苯乙烯。：會起激烈或爆炸性反應。2.乙醛、氯丙烯：硫酸存在下會起聚合反應。

3.對大部分金屬（包含不鏽鋼、鋁、鎳及合金）具強烈腐蝕性。其腐蝕性與濃度、溫度、純度有關。

應避免之狀況：水。
應避免之物質：水、丙烯、鹼性溶液、電石、氯酸鹽、雷酸鹽、硝酸鹽、過氯酸鹽、過錳酸鹽、苦味酸鹽、活性金屬、金屬炔化物、金屬電石、表氯烷、苯胺、二乙胺、醇、過氧化氫、氯磺酸、環戊烯、氰氟酸、硝基甲烷、4-硝基甲苯、氧化磷、鉀、鈉、乙二醇、異戊二烯、苯乙烯、乙醛、氯丙烯。
危害分解物：-超過 340 °C 分解成三氧化硫及水。

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1.其蒸氣及霧滴具腐蝕性會嚴重的刺激或損害鼻、口、咽及肺，傷害程度依粒子大、小停留在身體的部位及濃度而異。2.可嚴重傷害肺，引起致命的肺水腫，症狀是咳嗽及呼吸困難。
皮膚：1.濃硫酸具高度腐蝕性會造成嚴重刺激和灼傷，可能留下永久的疤，嚴重酸灼傷可能致死。2.稀硫酸可能造成輕度至中度的刺激。3.長期接觸霧滴會引起皮膚紅，刺激性和灼傷。
眼睛：1.小量濃硫酸接觸會嚴重損傷眼睛且可能失明。2.稀硫酸可引起暫時性傷害，且可能失明。3.霧滴也會引起刺激性。
食入：1.濃硫酸嚴重灼傷口、食道及胃，並會造成噁心、嘔吐、吞嚥困難、喉乾、腹瀉，重則甚至死亡。2.小量酸吸入肺部可嚴重損害肺並可能致死。 LD50(測試動物、吸收途徑)：2,140 mg/kg(大鼠、吞食) LC50(測試動物、吸收途徑)：510 mg/m ³ /2H(大鼠、吸入)
局部效應：250ug(兔子，眼睛)造成嚴重刺激。
致敏感性：可能刺激呼吸道反應過敏。
慢毒性或長期毒性：1.可使皮膚紅、癢及乾燥。2.長期暴露於其蒸氣及霧滴會造成牙齒糜爛及變色。3.IARC 將含硫酸的無機酸霧滴列為可能導致呼吸道癌症的物質（此分類不適用於硫酸或硫酸水溶液）。
特殊效應：20mg/m ³ /7H(懷孕 6-18 天的雌鼠，吸入)造成胚胎發育不正常。

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：
1.因硫酸在體內易被排泄出，故不具蓄積性。
2.因硫酸溶於水，所以當硫酸溢出時，土壤中之水含量 及下雨均可影響溢出硫酸之流佈。
3.一經稀釋後其黏稠度減少，所以在土壤中之流動速度加快。
4.當進入地下水後，它會繼續隨水之方向流動直至其密度大於水。
5.水中之硫酸最後會與 Ca 及 Mg 形成鹽類。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1. 依現行法規處理。
2. 依倉儲條件貯存待處理的廢棄物。
3.小心地加至蘇打灰及消石灰溶液中，再用大量水排至下水溝。

十四、運送資料

國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質，包裝等級 II。(美國交通部) 2.IATA/ICAO 分級：8。(國際航運組織) 3.IMDG 分級：8。(國際海運組織)
聯合國編號：1830
國內運輸規定：1.道路交通安全規則第84 條 2.船舶危險品裝載規則 3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
特定化學物質危害預防標準	勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準
事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準	道路交通安全規則

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.HAZARDTEXT 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 3.RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 4.HSDB 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 5.危害化學物質中文資料庫，環保署	
製表者單位	名稱：*****股份有限公司	
	地址/電話：*****	
製表人	職稱：工程師	姓名(簽章)：***
製表日期	95.09.11	

3.2.3 鹽酸

一、物品與廠商資料

序號：0298

物品名稱：鹽酸(HYDROCHLORIC ACID)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：-----
緊急聯絡電話/傳真電話：-----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：鹽酸(HYDROCHLORIC ACID)
同義名稱：氫氯酸(CHLOROHYDRIC ACID、HYDROCHLORIC ACID SOLUTION、HYDROGEN CHLORIDE、AQUEOUSHYDROGEN CHLORIDE、MURIATIC ACID、

SPIRITS OF SALT)
化學文摘社登記號碼 (CAS No.): 7647- 01- 0
危害物質成分 (成分百分比): —

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：極具腐蝕性，會嚴重刺激鼻紫、喉嚨、眼睛。高濃度暴露可能造成致命的肺水腫、失明、牙齒糜爛。
	環境影響：—
	物理性及化學性危害：與金屬接觸會產生易燃氣體
	特殊危害：—
主要症狀：刺激感、哽感、咳嗽、灼傷、潰瘍、肺水腫、皮膚炎、失明、牙齒變色、慢性支氣管炎。	
物品危害分類：8(腐蝕性物質)	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸 入：	1.移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。2.若無法呼吸，施予人工呼吸；若呼吸困難，提供氧氣。3 維持患者體溫及休息。4.立即就醫。
皮膚接觸：	1.立即以大量溫水沖洗至少20~30 分鐘，並在沖洗時脫去污髒衣物。2.受污染的衣服，須完全洗淨方可再用或丟棄。3.立即就醫。
眼睛接觸：	1.立即撐開眼皮，以溫水緩和沖洗受污染的眼睛20~30 分鐘以上。2.立即就醫。
食 入：	1.若患者即將喪失意識或已喪失意識或痙攣，勿經口餵食任何東西。2.讓患者用水徹底漱口。3.勿催吐。4.讓患者喝2 40 ~300 毫升的水，若有牛奶，喝水後再給喝牛奶。5.若患者自發嘔吐，讓其身體前傾以免吸入嘔吐物，反覆漱口。6.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：極具腐蝕性、可造成致命的肺水腫、甚至可致死。引起灼傷，甚至失明。	
對急救人員之防護：未著全身式化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。避免洗胃及引發嘔吐	

五、滅火措施

適用滅火劑：此物不燃，針對周圍的火災選擇適當的滅火劑。
滅火時可能遭遇之特殊危害：1 .與金屬接觸會產生氫氣。
特殊滅火程序：1.噴水霧冷卻暴露於火場中的容器以防止容器爆裂，並可因此降低或驅散蒸氣。
2.若洩漏，勿對洩漏源直接噴水霧，受過訓之人員可中和洩漏。
消防人員之特殊防護裝備：配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器（必要時外加抗閃火鋁質被覆外套）。

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.限制人員進入，直至外溢區完全清乾淨為止。2.確定是由受過訓之人員負責清理之工作。3.穿戴適當的個人防護裝備。

環境注意事項：1.對洩漏區通風換氣。2.移開所有引燃源。3.通知政府職業安全衛生與環保相關單位。

清理方法：1.不要碰觸外洩物。2.避免外洩物進入下水道、水溝或密閉的空間內。3.在安全許可狀況下設法阻止或減少溢漏。4.用砂、泥土或其他不與洩漏物質反應之吸收物質來圍堵洩漏物。5.少量洩漏：用不會和外洩物反應之吸收物質吸收。已污染的吸收物質和外洩物具有同樣的危害性，須置於加蓋並標示的適當容器裡，用水沖洗溢漏區域。小量的溢漏可用大量的水稀釋。6.大量洩漏：聯絡消防，緊急處理單位及供應商以尋求協助。7.用水沖洗外洩區，但勿讓水滲入容器內。8.大量外洩時可能需噴水霧遏止蒸氣。

七、安全處置與儲存方法

處置：

- 1.避免讓蒸氣或霧滴釋放至工作場所的空氣中，操作區維持通風良好。
- 2.稀釋或製備溶液時，應緩慢的將酸加入水中，以免發生噴濺。
- 3.儘可能採最少用量；在特定而通風處使用。
- 4.容器應標示，不用時應蓋緊，並避免受損。

儲存：

- 1.貯存於陰涼、乾燥、通風區，避免陽光直射或熱源。
- 2.貯桶應先排氣且至少每週檢查內部壓力一次。
- 3.貯存區採用防蝕之建材、照明及通風設備。
- 4.限量貯存，並定期檢查容器是否損害或洩漏。

八、暴露預防措施

工程控制：1.局部排氣裝置。2.最好在密閉系統中作業。

控制參數：

八小時日時量平均容許濃度：—

短時間時量平均容許濃度：—

最高容許濃度：5ppm

生物指標：—

個人防護設備：

呼吸防護：0 ppm 以下：含防HCL 濾罐之化學濾罐式、動力型空氣淨化式、供氣式、自攜式呼吸防護具。

未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氣式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防護具。

逃生：含防酸氣濾罐之氣體面罩、逃生型自攜式呼吸防護具

手部防護：防滲手套，材質以丁基橡膠、類橡膠、Viton、CPF3、Trellchem HPS、Saranex、Barricade、Responder為佳。

眼睛防護：氣密式化學安全護目鏡、全面罩。

皮膚及身體防護：上述橡膠材質連身式防護衣，工作靴
衛生措施：
1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。
2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。
3.處理此物後，須徹底洗手。
4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：液體	形狀：無色或淡黃色具刺鼻味的發煙液體。
顏色：無色或淡黃色發煙液;易潮濕	氣味：刺激性嗆鼻味
pH 值：1.1（0.1N 溶液）	沸點/沸點範圍：108.6℃
分解溫度：—	閃火點： °F 不燃 °C 測試方法：（）開杯 （）閉杯
自燃溫度：/	爆炸界限：/
蒸氣壓：100 mmHg @ 20°C	蒸氣密度：1.268
密度：1.18（水=1）	溶解度：全溶於水

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定
特殊狀況下可能之危害反應：1.避免過度高溫(150 °C 以上)，以免分解生成氫及氯。2.其本身不會聚合，但與某些不相容物（例如環氧化物）接觸，則會發生聚合反應。3.金屬：會反應生成易燃性氫氣。4.鹼(如氫氧化鈉、胺)：劇烈反應生成熱及壓力。5.醛、環氧化物：可能造成劇烈的聚合作用，產生熱及壓力。6.還原劑：起反應，可能釋出熱量，引起火災並放出易燃性氫氣。7.氧化劑：可能起反應，放出熱及具腐蝕性與毒性的氯氣。8.爆炸物：會生熱而造成爆轟。9.乙炔化物、溴化物、碳化物、矽化物：可能反應生成易燃性氣體（例如乙炔）。10.氰化物、硫化物：可能反應生成毒氣（氫化氰或硫化氫）。11.磷化物：可能反應放出毒性且易燃的磷化氫。
應避免之狀況：1.避免過度高溫(150 °C 以上)。2.與某些不相容物（例如環氧化物）接觸。
應避免之物質：1.金屬。2.鹼(如氫氧化鈉、胺)。3.醛、環氧化物。4.還原劑。5.氧化劑。6.爆炸物。7.乙炔化物、 溴化物、碳化物、矽化物。8.氰化物、硫化物。9.磷化物。
危害分解物：—

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1.極具腐蝕性。2.濃溶液(PH ≤ 3)之蒸氣或霧滴會嚴重刺激鼻子，引發喉痛、咳嗽及呼吸困難 (50~100ppm)；暴露時間過久可致鼻、喉灼傷及潰瘍。 3.1000~2000ppm 下數分鐘即可造成致命的肺水腫。但其症狀（如呼吸急促）之症狀可能數小時後才出現。

皮膚	1.會造成嚴重刺激，引起紅腫疼痛、腐蝕性傷害及永久的疤痕，甚至可致死。
眼睛	1.低濃度(10~35ppm)的蒸氣或霧滴會立即使眼睛發紅。2.噴濺到溶液或接觸高濃度的蒸氣或霧滴皆會造成嚴重的刺激，引起灼傷，甚至失明。
食入	1.會腐蝕灼傷口、喉、食道及胃；症狀包括吞嚥困難、噁心、嘔吐、腹瀉，甚至虛脫或死亡。2.吸入肺部會導致嚴重傷害及死亡
	LD50(測試動物、吸收途徑)：900 mg/kg(兔子，吞食)
	LC50(測試動物、吸收途徑)：8300 mg/m ³ /30min(大鼠，吸入)
	LDL0：81 mg/kg(男人)
	LCL0：1300 ppm/30M(人類，吸入)
局部效應：5 mg/30S(兔子，眼睛)造成輕微刺激。	
致敏感性：—	
慢毒性或長期毒性：1.低濃度可使牙齒變棕色；皮膚紅腫、疼痛，引起皮膚炎；並可能造成鼻及牙齦出血或慢性支氣管炎及胃炎。2.高濃度暴露可能造成牙齒糜爛。	
特殊效應：450 mg/m ³ /1H(懷孕1 天雌鼠，吸入)造成胚胎中毒及發育不正常。	
IARC 將之列為 Group 3：無法判斷為人體致癌性。	

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：
1.生物蓄積性：在體內不會蓄積。
2.會滲透土壤中，會溶解土壤中的物質，尤其是碳酸鹽鹼的物質，就某些程度而言，會被中和。
3.LC 50 (鱒魚)：21900ug/L/96H

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1.依照倉儲條件貯存待處理之廢棄物。
2.可考慮將已中和過的廢棄物安全掩埋。
3.小量：可將污染物小心地加入水中，用碳酸鈉或碳酸鈣慢慢中和，但需小心過程中可能會放熱及蒸氣。

十四、運送資料

國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質，包裝等級 II。(美國交通部)
2.IATA/ICAO 分級：8。(國際航運組織)
3.IMDG 分級：8。(國際海運組織)
聯合國編號：1789
國內運輸規定：1.道路交通安全規則第84條
2.船舶危險品裝載規則
3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
特定化學物質危害預防標準	勞工作業環境空氣中有毒物容許濃度標準
道路交通安全規則	事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.HAZARDTEXT 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 3.RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 4.HSDB 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 5.危害化學物質中文資料庫，環保署	
製表者單位	名稱：****股份有限公司 地址/電話：*****	
製表人	職稱：工程師	姓名（簽章）：***
製表日期	95.09.11	

3.2.4 石灰

一、物品與廠商資料

序號：0386

物品名稱：氫氧化鈣(CALCIUM HYDROXIDE)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：-----
緊急聯絡電話/傳真電話：----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：氫氧化鈣(CALCIUM HYDROXIDE)
同義名稱：消石灰,苛性石灰,石灰水、CAUSTIC LIME、CALCIUM HYDRATE、HYDRATED LIME、SLAKED LIME、AGRICULTURAL LIME、BIOCALC、CALVITAL、BELL MINE、CALCIUM DIHYDRATE、CARBOXIDE、KALKHYDRATE、KEMIKAL、MILK OF LIME、ALKALINE EARTH HYDROXIDE
化學文摘社登記號碼（CAS No.）：01305-62-0
危害物質成分（成分百分比）：100

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：非常刺激呼吸道。具腐蝕性，會引起嚴重的皮膚和眼睛灼傷，可能引起失明或永久性傷害。
	環境影響：對水中生物具中度毒性。
	物理性及化學性危害：質地柔軟的顆粒或粉末白色晶體，不會燃燒，高溫下會分解生成刺激性的氧化鈣

特殊危害：－
主要症狀：刺激、腐蝕、灼痛感、胃絞痛、打噴嚏、呼吸困難、咳嗽、化學性支氣管炎、流淚、皮膚癢、皮膚紅及腫脹、腹瀉、嘔吐、虛脫、血壓降低。
物品危害分類：8

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：
吸入：1.移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。2.若呼吸困難供給氧氣。3.立即就醫。
皮膚接觸：1.以溫水沖洗受污染的皮膚至少15分鐘。2.沖水的同時應脫掉受污染的衣物、鞋子、錶帶、皮帶等皮革物。3.如仍有刺激感，立即就醫。
眼睛接觸：1.立即以溫水沖洗至少15分鐘，沖洗同時並應撐開上下眼皮。2.小心勿讓污水進入未受污染的眼睛。3.如仍有刺激感，應反覆沖洗。4.如果可能再以生理時鹽水沖洗受污染的眼睛30分鐘。5.儘速就醫。
食入：1.若患者失去知覺，不得給予任何食物。2.不可催吐。3.若患者仍能進食，給予240至300ml的水，稀釋其胃中的物質。4.若患者嘔吐，應防止其吸入氣管。5.反覆給予開水，儘速就醫。
最重要症狀及危害效應：嚴重情況可能導致胃和食道穿孔。
對急救人員之防護：應穿著C級防護裝備在安全區實施急救。
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣，而且避免洗胃及引發嘔吐。

五、滅火措施

適用滅火劑：選擇適於火場周圍物質之滅火劑；化學乾粉、二氧化碳、海龍、噴水或一般泡沫(小火)；水霧、噴水或一般泡沫(大火)。
滅火時可能遭遇之特殊危害：1.避免溢漏流入下水道或水溝。2.火場中可能釋出腐蝕性煙煙。
特殊滅火程序：1.消防人員應著適當的防護衣並配帶全面型正壓空氣呼吸器(自攜式呼吸防護具SCBA)。2.在安全情況下將容器搬離火場。3.噴水以冷卻暴露火場的容器。
消防人員之特殊防護裝備：消防人員必須著耐化學品的防護衣，並配戴正壓空氣呼吸器(自攜式呼吸防護具)。

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.在污染區尚未完全清理乾淨前，限制人員接近該區。2.確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。
環境注意事項：1.對該區域進行通風換氣。2.撲滅或除去所有發火源。3.通知政府安全衛生與環保相關單位。
清理方法：1.不要碰觸外洩物。2.避免外洩物進入下水道或密閉的空間內。3.在安全許可的情形下，設法阻止或減少溢漏。4.用砂、泥土或其他不與洩漏物質反應之吸收物質來圍堵洩漏物。5.少量洩漏：用不會和外洩物反應之吸收物質吸收。以污染的吸收物質和外洩物具有同樣的危害性，須置於加蓋並標示的適當容器裡，用水沖洗溢漏區域。小量的溢漏可用大量的水稀釋。6.大量洩漏：聯絡消防，緊急處理單位及供應商以尋求協助。

七、安全處置與儲存方法

處置：
1. 不得與會和氫氧化鈣起劇烈反應的物質貯存在相同的地方。
2. 不使用及空桶時，容器亦應關緊。
3. 操作時避免與皮膚、眼睛接觸。
儲存：
1. 貯存在陰涼，乾燥通風良好的地區，遠離熱及不相容物。
2. 貯存在密閉、防水、加標示的容器內。
3. 容器應避免撞擊，損壞。
4. 避免因經常的清掃產生粉塵，貯存區應用適當的結構材質。
5. 限制貯存量。

八、暴露預防措施

工程控制：整體換氣裝置或局部排氣裝置。
控制參數：
小時日時量平均容許濃度：5 mg/m ³ 短時間時量平均容許濃度：10 mg/m ³ 最高容許濃度：— 生物指標：—
個人防護設備：
呼吸防護：1.防粉塵及霧滴之呼吸防護具。2.緊急情況或非一般正常操作(如清理溢漏、反應器和貯槽)：空氣呼吸器(自攜式呼吸防護具SCBA)。
手部防護：防滲手套，材質以天然橡膠、類橡膠為佳。
眼睛防護：1.防塵或防濺化學安全護目鏡。2.全面罩。
皮膚及身體防護：1.防滲之連身式防護衣、圍裙、工作鞋、長手套。2.工作區附近要有淋浴/沖眼設備。
衛生措施：
1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。
2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。
3.處理此物後，須徹底洗手。
4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：固體	形狀：無色的白色或灰色
顏色：白色或灰白色、質地柔軟的顆粒或粉末，或白色晶體。	氣味：無味
pH 值：11.3(0.01 %)	沸點/沸點範圍：分解@580 °C
分解溫度：—	閃火點： °F 不燃°C 測試方法： () 開杯 (√) 閉杯
自燃溫度：/	爆炸界限：/
蒸氣壓：0	蒸氣密度：/
密度：2.24(水=1)	溶解度：0.185 g/100ml 水@0 °C

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定， 會吸收空氣中的二氧化碳產生鹽類。
特殊狀況下可能之危害反應： 1.強酸：會起劇烈反應，釋放熱。2.順丁烯二酸酐(maleic anhydride)：激烈反應。3.硝化有機物：形成爆炸性物質。4.磷：反應生成磷(phosphines)，會在空氣中自燃。5.多氯酚、硝酸鉀：形成高毒性之 tetrachloro-dibbbemydioxide。
應避免之狀況：高溫、產生粉塵。
應避免之物質：1.強酸。2.順丁烯二酸酐。3.硝化有機物。4.磷。5.多氯酚、硝酸鉀。
危害分解物：－

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：刺激鼻子、喉嚨、上呼吸道，引起打噴嚏、呼吸困難、咳嗽，及可能引起化學性支氣管炎。
眼睛接觸：1.疼痛、流淚及嚴重灼傷，嚴重情況可能導致眼睛麻木(由於傷及眼角膜的神經)。2.會與眼睛內的水與蛋白質反應， 生成潮濕塊狀的眼垢， 極難清除，刺激會持續一段時間且眼角膜嚴重灼傷。
皮膚接觸：粉塵和水溶液會刺激皮膚， 導致癢、灼傷、紅和腫脹。
食入：1.口部、喉嚨和食道的灼痛感、腹瀉、嘔吐和虛脫。2.嚴重情況可能導致胃和食道穿孔，引起嚴重胃痛和快速血壓降低。
LD50(測試動物、吸收途徑)：7340 mg/kg(大鼠，吞食)
LC50(測試動物、吸收途徑)：-
局部效應：100 mg (兔子，眼睛) 造成嚴重刺激
致敏感性：－
慢毒性或長期毒性：大範圍和反覆的皮膚接觸有致皮膚炎的潛在可能性。
特殊效應：－

十二、生態資料

可能之環境影響/ 環境流佈：
1. 氫氧化鈣不會有氧化分解。
2. 氫氧化鈣不會有生物累積現象。
3. 對水中生物具中度毒性。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1. 參考相關法規處理。2. 可做為中和劑使用。

十四、運送資料

國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質， 包裝等級 II 。（ 美國交通部）
2.IATA/ICAO 分級：無。（ 國際航運組織）
3.IMDG 分級：無。（ 國際海運組織）
聯合國編號：1759
國內運輸規定：1.道路交通安全規則第84 條

2.船舶危險品裝載規則
3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：
勞工作業環境空氣中有害物質容許濃度標準事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準 道路交通安全規則

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，C C I N F O 光碟，2000-3 2.RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.45 ，2000 3.HSDB 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.45 ，2000		
製表者單位	名稱：****股份有限公司		
	地址/電話：*****1		
製表人	職稱：***	姓名（簽章）： ***	
製表日期	95.09.01		

3.2.5 氯化鐵

一、物品與廠商資料

物 品 名 稱	氯化鐵液 FERRIC CHLORIDE SOLUTION			
物 品 編 號				
製造商或供應商 名 稱	-----	地址	-----	電話 -----
緊 急 連 絡 電 話	----	傳真電話	----	

二、成份辨識資料

中 英 文 名 稱	氯化鐵液 FERRIC CHLORIDE SOLUTION
同 義 名 稱	FERRIC CHLORIDE、IRON(III)CHLORIDE
化學文摘社登記號碼(CAS No.)	07705-85-2
危害物質成分(成分百分比)	FeCl ₃ (40%)

三、危害辨識資料

最 重 要 危 害 效 應	健康危害效應： 急性：1.吸入：上呼吸氣道，導致咳嗽、喉嚨燒傷及窒息之感覺。 2.眼睛、皮膚接觸：(1)液體和液滴可能嚴重刺激、灼傷或傷害眼睛。(2)皮膚與液體接觸引起刺激，長期或反覆暴露可能引起灼傷。 慢性：引起皮膚炎，牙齒造成腐蝕，吞食會造成口腔、食道、胃黏膜燒傷、疼痛。 環境影響：高濃度對水中生態有害。 物理性及化學性危害：屬液體，具強腐蝕性，與強氧化劑接觸可能引起激烈反應釋放有毒氣體。
---------------------------------	---

特殊危害：會刺激眼睛、皮膚、呼吸系統，吞食過多時將導致口腔、食道疼痛、胃黏膜燒傷。
主要症狀：刺激感、咳嗽、呼吸困難、哽塞感、胸疼痛、口渴、嘔心。
物品危害分類：第八類，腐蝕性物質 

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：

吸入：1.將患者移往新鮮空氣處 2.若沒有呼吸，施予人工呼吸 3. 儘速送醫。

皮膚接觸：1.立刻用大量水流清洗 15 分鐘 2.脫除受污染的衣服和鞋子 3.儘速送醫。

眼睛接觸：1.立刻用大量水清洗 15 分鐘以上，並不時翻動上下眼皮 2.儘速送醫。

食入：1.不要催吐。2.若患者意識清醒，喝下大量的水、牛奶或鎂乳劑。3.若患者無意識或痙攣，不要餵食任何東西。4.立即就醫。

最重要症狀及危害效應：及具腐蝕性、可造成致命的肺水腫、引起灼傷、甚至失明。

對急救人員之防護：未著全身式化學防護衣及呼吸防護具之人員不得進入災區搬運傷患。至少應穿著防護裝備，始可在安全區實施傷患急救。

對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。避免洗胃及引發嘔吐。

五、滅火措施

適用滅火劑：此物質不會燃燒，使用適於火場環境的滅火劑。

滅火時可能遭遇之特殊危害：

特殊滅火程序：1.若無法將容器移離現場，使用噴水冷卻容器。2.於火場中，壓縮容器會爆炸有毒之刺激性氣體。

消防人員之特殊防護設備：自攜呼吸防護具、化學防護衣。

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：穿著防酸抗水工作服及防護裝備，包括橡膠手套、橡膠工作靴。

環境注意事項：避免未中和的物質流入下水道、排水溝、地面水及土壤中。

清理方法：1.少量外洩或滴露時，應擦去並丟在合格的廢料容器內。

2.大量外洩時，用土或不可燃的吸附物質築堤圍堵，再以蘇打灰或石灰小心的中和；如使用蘇打灰則須有適當的通風，排去產生的二氧化碳。

七、安全處置與儲存方法

處置：1.在通風好之特定區小量操作，避免生成粉塵及滴霧。2.應備有隨時可用於滅火及處理洩漏之緊急應變設備。

儲存：1.儲存區應提供足夠水量，以處理緊急洩漏。2.對於腐蝕敏感之儀器不應存放於該區。3.避免儲存超過二年。

八、暴露預防措施

工程控制：				
容許濃度			生物指標	
八小時日時量平均容許濃度(TWA)	短時間時量平均容許濃度(STEL)	最高容許濃度(Ceiling)	LD50(測試動物)、吸收途徑	LC50(測試動物)、吸收途徑
-	-	-	-	-
個人防護裝備：				
呼吸防護：酸性氣體濾罐防護器、供氣式呼吸防護具、自攜式呼吸防護具。				
手部防護：天然橡膠防滲手套，連身式防護衣及工作靴，安全淋浴設備。				
眼睛防護：化學護目鏡，護面罩及洗眼設備。				
皮膚及身體防護：橡膠材質之連身防護衣及工作靴。				
衛生措施：1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可穿戴或丟棄。2.操作時禁止抽煙或飲食。3.處理後，儘速洗手。				

九、物理及化學性質

物 質 狀 態	液體	形 狀	
顏 色	紅棕色	氣 味	酸性
pH 值	酸性	沸 點 / 沸 點 範 圍	229℃
分 解 溫 度		閃 火 點	℃ ☐ 開杯 ☐ 閉杯
自 燃 溫 度		爆 炸 界 限 %	上限(UEL) 下限(LEL)
蒸氣壓(mmHG)	50	蒸氣密度(空氣=1)	0.9
密 度 (水 = 1)	1.43	溶 解 度	100%

十、安定性及反應性

安 定 性	正常狀況下安定
特殊狀況下可能之危害反應	
應 避 免 之 狀 況	
應 避 免 之 物 質	1.鹼金屬 2.強氧化劑 3.硫化物 4.磷化物 5.乙炔化合物 6.氯化物 7.碳化物 8.硫酸汞。
危 害 分 解 物	

十一、毒性資料

急 毒 性	
局 部 效 應	5mg/30min(人類，眼睛)會造成輕微刺激。
致 敏 感 性	
慢 毒 性 或 長 期 毒 性	1.低濃度可能造成牙齒變棕色，皮膚紅腫、疼痛，引起皮膚炎，並可能造成鼻及牙齦出血或慢性支氣管炎及胃炎。2.高濃度暴露可能造成牙齒糜爛。
特 殊 效 應	

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：高濃度對水中生態有害。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：1.運用處理該物質的合格方式處理受污染的物質及外洩清理時所用的物質。
2.向中央或地方政府的主管機關諮詢，尋求適當的處理方式。3.空容器會有殘留物、氣體及霧滴，仍須依洩漏處理方式處理。

十四、運送資料

國 際 運 送 規 定	
聯 合 國 編 號	2582
國 內 運 送 規 定	應符合道路交通安全規則之規定。
特殊運送方法及注意事項	運送過程中應防止洩漏。

十五、法規資料

適 用 法 規	1.勞工安全衛生法。2.道路交通安全規則。3.廢棄物清理法。
---------	--------------------------------

十六、其他資料

參 考 文 獻	
製 表 單 位	名稱 *****股份有限公司
	地址 ***** 電話 *****
製 表 人	職稱 *** 姓名 *****
製 表 日 期	民國 95 年 9 月 2 日

3.2.6 二氧化氯

一、物品與廠商資料

物品名稱： 二氧化氯（CHLORINE DIOXIDE）
物品編號： --
製造商或供應商名稱、地址及電話： --
緊急聯絡電話/傳真電話： ---

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：二氧化氯（CHLORINE DIOXIDE）
同義名稱： CHLORINE PEROXIDE、CHLORINE OXIDE
化學文摘社登記號碼(CAS No.)： 10049-04-4
危害物質成分(成分百分比)： <10

三、危害辨識資料

最 重 要 危 害 效 應	健康危害效應： 嚴重刺激呼吸系統，具腐蝕性，高濃度可能造成肺水腫
	環境影響： --
	物理性及化學性危害：為強氧化劑，會引燃可燃物。為一不安定物質，火場中的容器可能會爆炸。
	特殊危害： --
主要症狀：咳嗽、呼吸困難、皮膚刺激及腐蝕、支氣管炎。	
物品危害分類： 5.1（水合物、冷凍），禁止運輸（未水合物）	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸 入：	1.施救前先做好自身的防護措施，以確保自己的安全。2.移走污染源或將患者移到新鮮空氣處。3.若呼吸困難，最好在醫生指示下由受過訓練的人供給氧氣。4.立即就醫。
皮膚接觸：	1.避免直接觸及此物，儘可能戴防滲的防護手套。2.儘速用緩和流動的溫水沖洗患部15～20分鐘。3.沖洗後如刺激感持續，再反覆沖洗。4.脫掉污染的衣物、鞋子及皮飾品。5.儘速就醫。
眼睛接觸：	1.如有刺激感，將患者移離污染區。2.立即將眼皮撐開，用緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛15～20分鐘。3.沖洗時要小心，不要讓含污染物的沖洗水流入未受污染的眼睛。4.立即就醫。
食 入：	1.氣體不適用。2.若食入溶液，讓患者用水徹底漱口。3.不可催吐。4.讓患者喝下240～300毫升（8-10盎司）的水。5.立即就醫。
最重要症狀及危害效應： 中毒症狀包含咳嗽、呼吸困難、肺水腫。	
對急救人員之防護： 應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示： 患者吸入時，考慮給予氧氣。	

五、滅火措施

適用滅火劑：	不燃燒、針對周圍的火災，選用適合的滅火劑。
滅火時可能遭遇之特殊危害：	1.空氣中濃度大於 10%，對熱、靜電、摩擦、污染、撞擊敏感，可能引起爆炸。2.固體受撞擊會爆炸。
特殊滅火程序：	1.切勿移動火場中已受熱的容器。2.為強氧化劑引燃可燃物，火災時應將可燃有機物隔離或移走。
消防人員之特殊防護設備：	---

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：	1.在污染區尚未處理乾淨前，限制人員接近該區。2.確認清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。
環境注意事項：	1.對該區域進行通風換氣，撲滅或除去隔離所有發火源、可燃物、易燃物、

不相容物。2.報告政府安全衛生與環保相關單位。
清理方法： 1.避免外洩物進入下水道、水溝或密閉的空間內。 2.在安全許可的情形下，設法阻止或減少二氧化氯溢漏，並讓漏洩之液體逸散。 3.若液體漏洩時，用不會和外洩物反應的泥土、沙或吸收劑圍堵外洩物。 4.少量溢漏時：用不會和外洩物反應之吸收劑吸收。至於加蓋並標示的適當容器裡，再用水沖洗水溢漏區域。 5.若大量溢漏，通知消防、緊急處理單位及供應商以協助。

七、安全處置與儲存方法

處置： 1.處置時遠離火花、明火及其他發火源，配管及容器要標示。 2.在工作區域內張貼「禁止抽煙」的警告標誌。 3.作業時避免讓釋出的蒸氣和霧滴入工作區的空氣中。 4.在通風適當的特定區內操作並採最小用量。 5.空的貯存容器內可能仍有具危害性的殘留物。 6.生產後馬上使用，儘量不要儲存，若保持陰涼並避光，可加水稀釋，暫時儲存。
儲存： 1.貯區內採用抗蝕性建材，地板不能使用木頭及可燃類、塑膠品，儲存及工作區要有良好的通風。 2.貯存場所考慮裝設測漏與警報系統。 3.如使用溶液，限量儲存。 4.於適當處張貼警示標誌，限制人員接近儲存區。 5.貯存區要與員工緊密之工作區域分開。 6.貯存區及其附近須備立即可用的滅火器材。 7.遵循貯存與處理氧化劑的相關法規。 8.定期檢查貯桶有無缺陷如破損或溢漏等。

八、暴露預防措施

工程控制：1.因此物質具高潛在危害性，可能需嚴格管制，如密閉或嚴格處理。2.單獨使用抗腐蝕性通風系統，直接排放置室外，但排出之廢氣可能需處理，以避免污染環境。			
控制參數：			
八小時日時量平均容許濃度 TWA	短時間時量平均容許濃度 STEL	最高容許濃度 CEILING	生物指標 BEIs
0.1ppm	0.3ppm	--	--
個人防護設備：			
呼吸防護：1ppm以下：含防二氧化氯濾罐之化學濾罐式、供氧式呼吸防護具。			
5ppm以下：含防二氧化氯濾罐之全面型化學濾罐式、全面型供氣式或自攜式呼吸防護具。			
未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氧式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防			

護具。
逃生：防二氧化氮濾罐之氣體面罩、逃生型自攜式呼吸防護具。
手部防護：防滲手套，材質建議以Responder為佳。
眼睛防護：1.化學安全護目鏡。2.全面式護面罩。
皮膚及身體防護：連身式防護衣、工作靴和其他防護衣物。
衛生措施：
1.工作後儘速脫掉污染衣物，洗淨後才可在穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。3.處理此物後，須徹底洗手。4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：氣體	形狀：紅黃色氣體
顏色：紅黃色氣體或黃綠色溶液	氣味：不佳，與氯及硝酸相似
pH 值：在水中形成酸性溶液	沸點/沸點範圍：11 °C
分解溫度：--	閃火點： °F 不燃 °C 測試方法： 開杯 閉杯
自燃溫度：	爆炸界限： /
蒸氣壓： mmHg	蒸氣密度： 2.33
密度：1.642@0 °C(水=1)	溶解度：可溶於水

十、安定性及反應性

安定性：不安定，過光、熱、震盪、靜電、鹼、觸媒及不純物分解
特殊狀況下可能之危害反應：
1.一氧化碳、丁二烯、乙烷、乙烯、甲烷、丙烷、二氟氨、三氟氨：爆炸反應。 2.氫氣：引起爆轟。3.汞：混和搖動會引起爆炸。4.磷、硫及可燃性物質：接觸會引燃。5.強鹼：引發二氧化氮的分解。6.對大部分金屬具高度腐蝕性。
應避免之狀況：震盪、光、熱、靜電
應避免之物質：鹼、觸媒、不純物（如氯化物）、一氧化碳、丁二烯、乙烷、乙烯、甲烷、丙烷、二氟氨、三氟氨、氫氣汞磷、硫及可燃性物質、強鹼。
危害分解物：

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1. 5ppm濃度造成鼻子與喉嚨刺激。2. 19ppm環境下有職業死亡報告。其他中毒症狀包含咳嗽、刺激感、呼吸困難、氣胸、流鼻水、流鼻血、頭痛、嘔吐、支氣管炎、肺水腫等。但引起這些症狀的確實濃度未知。3.二氧化氮的呼吸道刺激比氯嚴重。
皮膚：在會嚴重傷害呼吸道的濃度下會刺激皮膚，高濃度則引起嚴重刺激或腐蝕。
眼睛：低濃度下可能造成刺激，使眼睛看到光圈。
食入：不適用氣體，高濃度溶液對嘴、喉嚨、食道造成腐蝕傷害。高濃度溶液，非常毒。

LD50（測試動物、吸收途徑）：--
LC50（測試動物、吸收途徑）：--
局部效應：100mg（兔子、眼睛）造成輕微刺激。
致敏感性：
慢毒性或長期毒性：大部分研究結果暴露在 0.1ppm 以下濃度，無長期性健康效應（但有報告指出，一位化學家在暴露數年後，造成支氣管炎及肺氣腫）。
特殊效應：571mg/Kg(懷孕 14 天雌鼠，吞食)造成新生鼠中毒。

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：
1.二氧化氯在開放的池塘或貯水槽中無法存留，但在乾淨的分佈系統中可殘存數天。
2.將二氧化氯放入水中，最主要的反應產物為亞氯酸鹽。
3.在體內會很快分解掉，不會蓄積。
4.對水中生物毒性不高。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1.丟棄前參考相關法規。
2.含二氧化氯的廢水不可流入下水道，應先處理以破壞二氧化氯。
3.需要已受過訓練的專業人員穿戴適當裝備方可處理廢棄物。

十四、運送資料

國際運送規定：--
聯合國編號：9191（水合物、冷凍），禁止運輸（未水合物）
國內運送規定：
1.道路交通安全規則第 84 條
2.船舶危險品裝載規則
3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：

十五、法規資料

適用法規：
1.勞工安全衛生法。2.道路交通安全規則。3.廢棄物清理法。

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.RTECS 資料庫 TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 3.HSDB 資料庫 TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999
------	--

	4.危害化學物質中文資料庫，環保署	
製表單位	名稱：*****	
	地址/電話：*****	
製表人	職稱：***	姓名(簽章)：*****
製表日期	95.09.01	

3.2.7 次氯酸鈉

一、物品與廠商資料

序號：0627

物品名稱：次氯酸鈉 (SODIUM HYPOCHLORITE)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：生揚化工。桃園縣龍潭鄉中興路 412 號。(03)4990246。
緊急聯絡電話/傳真電話：(03)4990246。(03)4807476。

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：次氯酸鈉 (SODIUM HYPOCHLORITE)
同義名稱：漂白液、BLEACH、HYPOCHLOROUS ACID、SODIUM SALT、LIQUID BLEACH (NaOCL)、SODIUM OXYCHLORIDE
化學文摘社登記號碼 (CAS No.)：07681-52-9
危害物質成分 (成分百分比)：100

三、危害辨識資料

最重要危害與效應	健康危害效應：吸入會刺激鼻及喉，濃度高時會嚴重傷害肺部。其霧滴或液體會刺激眼睛。霧滴及溶液會刺激皮膚，可能造成化學灼傷。食入會造成刺激粘膜、口腔及胃疼發炎，噁心、休克、精神混亂、昏迷、甚至死亡，也可能引起食道或胃穿孔。
	環境影響：
	物理性及化學性危害：1.溫度超過 40 °C 及光照會加速分解。2.可燃物及易燃物會增加火災及爆炸危險。
	特殊危害：
主要症狀：刺激鼻喉、刺激眼睛、刺激皮膚造成化學灼傷、食入造成刺激粘膜、口腔及胃疼發炎，噁心、休克、精神混亂、昏迷、甚至死亡，也可能引起食道或胃穿孔。	
物品危害分類：—	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：
吸入：1.救援者先穿戴適當的防護裝備，確保自身安全。2.移除污染源，或將患者移

至新鮮空氣處。3.若患者呼吸停止，施予人工呼吸。4.若患者心跳停止，施予心肺復甦術。5.由專業人員給予氧氣6.立即就醫。	
皮膚接觸：	1.必要時戴防滲手套以避免直接與化學品接觸。2.用溫水緩和沖洗污染部位20分鐘以上。3.在沖水中脫掉污染的衣鞋及皮革製品。4.立即就醫。
眼睛接觸：	1.立即撐開眼皮，用溫水緩和沖洗污染部位20分鐘以上。2.勿使污染的水流入未受化學品污染的眼睛。3.若仍有刺激，反覆沖洗。4.立即就醫。
食入：	1.若患者意識不清、無意識或痙攣，勿餵食任何東西。2.用水徹底漱口，勿催吐。3.給患者喝下240至300ml水。4.若患者自發嘔吐，讓其身體前傾，避免吸入嘔吐物。5.反覆給水。6.若呼吸停止，由專業人員施予人工呼吸。7.若心跳停止，則施予心肺復甦術。8.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：	
對急救人員之防護：	
對醫師之提示：	

五、滅火措施

適用滅火劑：—
滅火時可能遭遇之特殊危害：1.次氯鈉不會燃燒，但為氧化劑可助燃。 2.可用水冷卻容器，但須在安全距離，因容器可能爆炸。
特殊滅火程序：
消防人員之特殊防護裝備：—

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.在污染區尚未完全清理乾淨前，限制人員接近該區。2.確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。
環境注意事項：1.對該區域進行通風換氣。2.撲滅或移開所有引火源。3.報告政府安全衛生與相關單位。
清理方法： 1.外洩物未完全清理乾淨前，禁止進入洩漏區。 2.只允受過訓之人員清理外洩。 3.移除所有引火源，並隔離可燃或易燃物。 4.使外洩區通風。 5.在安全情況下設法阻漏。 6.防止外洩物流入下水道或閉窄空間。 7.用土、砂或不與外洩物反應的吸收性物質圍堵外洩物。 8.小量外洩時用惰性吸收劑吸收，並置於適當容器中加蓋標示。 9.用水沖洗外洩區。 10.大量外洩須通知火災救援或緊急處理中心。 11.已含污染物之吸收劑可能和外洩物具同等危害。

七、安全處置與儲存方法

處置：

1.遠離所有火源與熱源。 2.避免產生霧滴，並盡可能少量操作。 3.需有防火防洩等緊急設備。 4.容器需加標示並保持緊密。 5.所有操作器具皆須無污染物。
儲存： 1.貯存於陰涼、乾燥處，避免陽光直射。 2.容器須加標示且緊密，未使用時亦應加蓋，並防止碰撞。 3.遠離不相容物並與一般作業區分開。 4.遠離熱源、火焰或火花。 5.使用抗腐之建材及照明、通風系統。 6.限量儲存，並限制人員進出儲存區。 7.定期檢查有無洩漏或破損，並避免久儲過期。

八、暴露預防措施

工程控制：1.稀釋通風系統。2.當需加強或會產生霧滴時，需用局部排氣通風。3.通風系統需用抗腐蝕材質，且與其他排氣系統分開。
控制參數： 八小時日時量平均容許濃度：— 短時間時量平均容許濃度：— 最高容許濃度：— 生物指標：—
個人防護設備： 呼吸防護：1.防氯之化學濾罐呼吸防護具。2.供氣式呼吸防護具。3.自攜式呼吸防護具。 手部防護：防滲手套。 眼睛防護：1.化學安全護目鏡。2.面罩。 皮膚及身體防護：1.防滲連身工作服。2.工作靴。3.防護衣。材質以天然橡膠、氯丁橡膠、聚氯乙烯(PVC)類與PVC摻合等為佳。
衛生措施：1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。3.處理此物後，須徹底洗手。4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：液體	形狀：水樣液體
顏色：綠色至黃色	氣味：氯味（漂白劑）
pH 值：	沸點/沸點範圍：>40°C 分解
分解溫度：	閃火點：— °F — °C 測試方法：開杯 閉杯
自燃溫度：—	爆炸界限：—

蒸氣壓：— mmHG	蒸氣密度：—
密度：1.1（水=1）	溶解度：全溶

十、安定性及反應性

安定性：不穩定性
特殊狀況下可能之危害反應：1.可燃物及易燃物會增加火災及爆炸危險。2.氮化合物（如胺、尿素、氨、異氰酸等）會形成有毒的氯胺。3.鉍鹽，若有酸，則會形成爆炸性三氯化氮。4.酸（尤其是鹽酸）會放出氯氣。5.甲醇會形成爆炸性的次氯酸甲酯。6.金屬（特別是銅、鎳、鈷）會加速次氯酸鈉分解。7.本溶液腐蝕多屬金屬。
應避免之狀況：溫度超過 40 °C 及光照
應避免之物質：1.可燃物及易燃物。2.氮化合物（如胺、尿素、氨、異氰酸等）。3.鉍鹽。4.酸（尤其是鹽酸）。5.甲醇。6.金屬（特別是銅、鎳、鈷）。
危害分解物：燃燒或熱分解會產生氯氣、氧氣。

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1.霧滴會刺激鼻及喉。2.與酸混合或加熱至40°C以上會放出氯氣。3.氯氣會刺激鼻及喉，濃度高時會嚴重傷害肺部。4.與含氮化合物（如胺）混合，會放出氯胺蒸氣，也只刺激性。
眼睛接觸：1.其霧滴或液體會刺激眼睛，若濃度高且未立即處理，會嚴重傷害眼睛。2.氯及氯胺蒸氣也具刺激性。
皮膚接觸：1.霧滴及溶液會刺激皮膚。2.嚴重時可能造成化學灼傷。
食入：1.刺激粘膜、口腔及胃疼發炎，噁心、休克、精神混亂、昏迷、甚至死亡。2.可能引起食道或胃穿孔。
LD50：5800 mg/kg(大鼠，吞食)
局部效應：
致敏感性：
慢毒性或長期毒性：1.過敏性接觸性皮膚炎。2.可能影響呼吸系統。
特殊效應：

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1.用安全掩埋處理
2.小量的次氯酸鈉可用還原劑（如硫代硫酸鈉、焦亞硫酸鈉或亞鐵鹽）破壞。用亞硫酸氫鹽或鐵鹽時須加 2M 的硫酸催化，再將混合液置入裝水的大容器中並用蘇打（硫酸鈉）中和。

十四、運送資料

國際運送規定：
聯合國編號：1791-60
國內運輸規定：1. 道路交通安全規則第 84 條 2. 船舶危險品裝載規則 3. 台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
有機溶劑中毒預防規則	勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準
道路交通安全規則	事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

十六、其他資料

參考文獻	
製表者單位	名稱： *****股份有限公司
	地址： *****
	電話： *****
製表人	職稱： *** 姓名（簽章）： ***
製表日期	95.09.11

3.2.8 次氯酸鈣

一、物品與廠商資料

序號：189

物品名稱：次氯酸鈣（CALCIUM HYPOCHLORITE）
物品編號：--
製造商或供應商名稱、地址及電話：--
緊急聯絡電話/傳真電話：---

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：次氯酸鈣（CALCIUM HYPOCHLORITE）
同義名稱：CALCIUM OXYCHLORIDE、BLEACHING POWDER、CHLORINATED LIME
化學文摘社登記號碼（CAS No.）：07778-54-3
危害物質成分（成分百分比）：70

三、危害辨識資料

最重	健康危害效應：吸入會刺激鼻子、眼睛及皮膚。大量暴露可能造成肺水腫。
要危	環境影響：釋放至土壤中，會與土壤濕氣反應釋出氨氣，對植物、動物有害。
害與	物理性及化學性危害：為氧化性物質。與易燃物接觸會迅速著火。火場中可能釋出
效應	毒氣。與水或濕氣接觸可能產生易燃或毒性氣體。
	特殊危害：--
主要症狀：刺激感、呼吸困難。	
物品危害分類：5.1（氧化性物質）	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸入：	1.移除污染源，或將患者移至新鮮空氣處。2.立即就醫。
皮膚接觸：	1.用溫水緩和沖洗污染部位20～30分鐘。2.在沖水中脫掉污染的衣鞋及皮革製品。3.立即就醫。
眼睛接觸：	1.立即撐開眼皮，用溫水緩和沖洗污染部位20～30分鐘。2.勿使污染的水流入未受化學品污染的眼睛。3.若仍有刺激，反覆沖洗。4.立即就醫。
食入：	1.若患者意識不清、無意識或痙攣，勿餵食任何東西。2.用水徹底漱口，勿催吐。3.給患者喝下240至300ml水。4.若患者自發嘔吐，讓其身體前傾，避免吸入嘔吐物。5.反覆給水。6.若呼吸停止，由專業人員施予人工呼吸。7.若心跳停止，則施予心肺復甦術。8.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：與酸混合會釋出氨氣、濃溶液會造成灼傷。	
對急救人員之防護：應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。吞食時，考慮洗胃。	

五、滅火措施

適用滅火劑：水霧	
滅火時可能遭遇之特殊危害：為一強氧化劑，會與可燃、有機物或氧化劑形成爆炸性混合物，須特別注意。	
特殊滅火程序：1.不可燃，選用對於周遭之火災合適之滅火劑，亦可用水霧撲滅含此物質之火災。2.用噴水霧來冷卻容器，以防破裂並降低蒸氣量。3.遠離貯槽兩端。4.儲槽區之大型火災，使用無人操作之水霧控制架或自動搖擺消防水瞄。若不可行則儘可能撤離火場並允許火燒完。	
消防人員之特殊防護裝備：配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器（必要時外加抗閃火鋁質被覆外套）。	

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.限制人員進入，直至外溢區完全清乾淨為止。2.確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。	
環境注意事項：1.對該區域進行通風換氣。2.撲滅或移開所有引火源，並移走可燃物。3.通知政府職業安全衛生與環保相關單位。	
清理方法：	
1.不要碰觸洩漏物。2.防止外洩物流入下水道或閉窄空間。3.將其鏟入乾淨且乾燥之容器	

內並加標示，再用水清洗外洩區。4.將可燃物移離外洩物。5.小量漏洩：(1) 使用乾淨且乾燥的鏟子及掃帚收集外洩物於一含有水之容器內。(2) 小心加入過氧化氫（每磅次氯酸鈣加入 0.47 公升 35%過氧化氫溶液），與次氯酸鈣反應生成氯化鈣及氧氣。亦可使用亞硫酸鈉或亞硫酸氫鈉取代過氧化氫進行分解。(3) 唯用亞硫酸鈉或亞硫酸氫鈉還原後之溶液，須用稀鹽酸或稀硫酸小心中和。(4) 在中和時、除污時會放出氧氣，因此須在開放容器內有良好的通風，並遠離發火源處所為之。6.大量：聯絡緊急處理單位或供應商，協助處理。

七、安全處置與儲存方法

處置：

- 1.在通風良好處所下採最少量使用，作業時避免產生粉塵。
- 2.置備隨時可以防火災、洩漏之緊急應變處理裝備。
- 3.溶解時應將此固體緩慢小心地加入水中，勿將水加入此固體中。
- 4.含不純物-次氯酸鎂時，此不純物易起反應造成危險，應避免。
- 5.貯存於新的且緊密之容器內，並遠離不相容物不要受到污染。
- 6.儲存於陰涼、乾燥且通風良好處，避免陽光照射。

儲存：

- 1.儲存區須使用不燃且防蝕地板及有經認可之排水設施。
- 2.避免容器遭受碰撞或破裂。
- 3.勿長期貯存。
- 4.定期小心地檢查容器是否有損傷或腐蝕。
- 5.儲存區須使用防蝕之設備。
- 6.不使用時容器緊密。

八、暴露預防措施

工程控制：局部排氣裝置或整體換氣裝置。

八小時日時量平均容許濃度 TWA	短時間時量平均容許濃度 STEL	最高容許濃度 CEILING	生物指標 BEIs
--	--	--	--

個人防護設備：

呼吸防護：1.具過濾粉塵及酸性氣體濾毒罐之呼吸防護具。

手部防護：丁基橡膠、天然橡膠、氯丁橡膠、聚乙烯、聚氯乙烯（PVC）等材質之防滲手套。

眼睛防護：1.化學安全護目鏡。2.面罩。

皮膚及身體防護：1.防滲連身工作服。2.工作靴。3.防護衣。材質以天然橡膠、氯丁橡膠、聚氯乙烯(PVC)類與PVC摻合等為佳。

衛生措施：1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。3.處理此物後，須徹底洗手。4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：固體	形狀：白色具氯氣味固體
顏色：白色	氣味：氯氣味
pH 值：11.5（5%溶液）	沸點/沸點範圍：分解℃
分解溫度：	閃火點：— °F — °C 測試方法：開杯 閉杯
自燃溫度：—	爆炸界限：—
蒸氣壓：— mmHg	蒸氣密度：—
密度：2.35（水=1）	溶解度：21.5g/100ml @ 0°C（水）

十、安定性及反應性

安定性：不安定，會快速進行化學轉換，但不會爆裂。
特殊狀況下可能之危害反應：1.避免將水加入次氯酸鈣，以免生熱而引發危險的分解作用。 2.易燃物及可燃物：迅速著火。3.氨、尿素及胺：生成具反應性及有毒之氯胺，並放出氮氣。 4.酸：放出氯氣。5.金屬氧化物：造成激烈的分解反應。6.會腐蝕某些金屬（如：銅、鎳、鋁等）。
應避免之狀況：--
應避免之物質：1. 易燃物及可燃物。2.氨、尿素及胺。3.酸。4. 金屬氧化物。5.會腐蝕某些金屬（如：銅、鎳、鋁等）。
危害分解物：氯氣、氧氣、氯酸鈣。

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1.粉塵及霧滴會刺激鼻子、喉嚨及上呼吸道。2.與酸混合會放出氯氣，刺激鼻子及咽喉，濃度高時會嚴重傷害肺部。
眼睛接觸：1.粉塵或霧滴會刺激眼睛。2.濃溶液會造成嚴重灼傷，若不馬上醫治會導致永久性傷害。
皮膚接觸：1.粉塵及溶液會刺激皮膚。2.嚴重時可能造成化學性灼傷。
食入：1.會灼傷口腔及消化系統，症狀包括胃痛、嘔吐、呼吸困難、困惑、精神錯亂，嚴重時會導致昏睡及死亡。
LD50（測試動物、吸收途徑）：850 mg/kg(大鼠，吞食)
LC50（測試動物、吸收途徑）：--
局部效應：--
致敏感性：--
慢毒性或長期毒性：皮膚刺激感
特殊效應：--

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：

- 1.不會蓄積，因次氯酸鈣會很快與組織反應。
- 2.在水中，次氯酸根離子會與氫離子形成偏次氯酸；而氫氧根離子會與鈣離子結合沈澱。
- 3.釋放至土壤中，會與土壤濕氣反應釋出氯氣，對植物、動物有毒。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：

- 1.處理前先參考現行法規。
- 2.未處理過之次氯酸鈣廢棄物不可直接排放置下水道或水溝。
- 3.經過處理後之廢棄物可採安全之衛生掩埋來處理。

十四、運送資料

國際運送規定：

- 1.DOT49 CFR 將之列為第 5.1 類氧化性物質，包裝等級 II。（美國交通部）
- 2.IATA/ICAO 分級：5.1。（國際航運組織）
- 3.IMDG 分級：5.1。（國際航運組織）

聯合國編號：1748

國內運輸規定：1.道路交通安全規則第 84 條

2.船舶危險品裝載規則

3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則

特殊運送方法及注意事項：--

十五、法規資料

適用法規：

勞工安全衛生設施規則

危險物及有害物通識規則

有機溶劑中毒預防規則

勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準

道路交通安全規則

事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.RTECS 資料庫 TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 3.HSDB 資料庫 TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 4.危害化學物質中文資料庫，環保署	
製表者單位	名稱： *****股份有限公司	
	地址： *****	
	電話： *****	
製表人	職稱： ***	姓名（簽章）： ***
製表日期	95.09.11	

3.2.9 硫酸亞鐵

一、物品與廠商資料

序號： ○○○○

物品名稱：硫酸亞鐵
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：-----
緊急聯絡電話/傳真電話：-----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：硫酸亞鐵(Ferrous Sulfate)
同義名稱：綠礬
化學文摘社登記號碼 (CAS No.)：16547-58-3
危害物質成分 (成分百分比)：10~20

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：皮膚接觸引起輕微刺激，眼睛接觸引起疼痛，吸入會引起噁心
	環境影響：會造成土質酸化
	物理性及化學性危害：一般輕微腐蝕性。
	特殊危害：—
主要症狀：刺激感、眼睛發紅。	
物品危害分類： 8	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸 入：	將患者移至空氣新鮮處休息
皮膚接觸：	用清水清洗至少 1 分鐘
眼睛接觸：	用清水沖洗 5 分鐘，如仍疼痛送醫診治
食 入：	用標準方法催吐，並用 3~4 杯牛奶或開水稀釋腸胃
最重要症狀及危害效應：皮膚刺激發癢	
對急救人員之防護：未著全身性化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：-	

五、滅火措施

適用滅火劑：噴水（一般情形不會發生）
滅火時可能遭遇之特殊危害：預防液體觸及眼睛，並戴安全面罩
特殊滅火程序：依一般滅火方法
消防人員之特殊防護裝備：依一般化學滅火防護

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：身體碰觸立即沖洗乾淨，衣服污染立即更換
環境注意事項：以大量水沖洗或排入水溝或衛生下水道
清理方法：裝入容器，回收再用，或以焚化處理

七、安全處置與儲存方法

處置：
1. 依一般化學標準操作
儲存：
1. 平時保持容器密封，放置於陰涼處，避免陽光照射

八、暴露預防措施

工程控制：－
控制參數：
八小時日時量平均容許濃度：－
短時間時量平均容許濃度：－
最高容許濃度：－
生物指標：－
個人防護設備：
眼部：化學安全護目鏡。
呼吸：合格的呼吸防護具。
手套：防滲手套。
其它：洗眼設備、淋浴設備。
衛生措施：1. 工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員 污染物之危害性。 2. 工作場所嚴禁抽煙或飲食。 3. 處理此物後，須徹底洗手。 4. 維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：液體或結晶狀態	形狀：無
顏色：淡綠色	氣味：輕微刺激
pH 值：－	沸點/沸點範圍：－
分解溫度：－	閃火點： °F / °C 測試方法：（ ） 開杯（ ） 閉杯
自燃溫度：/	爆炸界限：/
蒸氣壓：ND	蒸氣密度：> 1.0
密度：1.22±0.7	溶解度：全溶

十、安定性及反應性

安定性：－
特殊狀況下可能之危害反應：無
應避免之狀況：無
應避免之物質：強氧化物，鹼性物質
危害分解物：硫化物（高溫燃燒時）

十一、毒性資料

急毒性：無
局部效應：皮膚刺激

致敏感性：發癢疼痛
慢毒性或長期毒性：無
特殊效應：無

十二、生態資料

可能之環境影響/ 環境流佈：土壤污染會造成土質酸化

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：廢棄處置方法：裝入容器，回收再用或以焚化處理

十四、運送資料

國際運送規定：—
聯合國編號：9125
國內運輸規定：—
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
勞工作業環境空氣中有毒物容許濃度標準	道路交通安全規則
事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準	

十六、其他資料

參考文獻		
製表者單位	名稱：*****企業有限公司	
	地址/電話：*****	
製表人	職稱：***	姓名(簽章)：*****
製表日期	95.09.01	

附件四 單元操作

一、中和滴定實驗

1.1 實驗設備

1. 1,000ml 燒杯
2. 吸管或滴定管
3. pH 測定器
4. 攪拌器

1.2 實驗步驟

1. 添加 500~1,000ml 廢水於燒杯中。
2. 水樣需連續攪拌，且慢慢添加酸或鹼液，並於每次添加達反應平衡時檢測其 pH 值。
3. 繼續添加酸（鹼）液至 pH 值達 3(10)為止。
4. 廢水之 pH 與酸（鹼）液添加量，繪製成中和曲線。
5. 為求所需之最終 pH，可由另一分開之實驗以校核達成完全反應所需之攪拌時間。

酸液：可用硫酸或鹽酸。

鹼液：可用石灰乳或氫氧化鈉等。

二、杯瓶實驗

2.1 實驗設備

- 1.杯瓶實驗(jar test)儀器
- 2.各種不同的混凝劑和助凝劑；如石灰、明礬、氯化鐵及聚合電解質
- 3.馬錶
- 4.成層沉降裝置。
- 5.量筒及燒杯
- 6.量測 SS、VSS、色度、TOC 及 BOD₅ 等所需設備

2.2 實驗步驟

先決定混凝劑量及適當的操作條件，以達到廢水中欲去除成分物質之最佳膠凝或去除效果。一般而言，在特定情況下（如 pH、溫度、藥劑量）加入混凝劑然後將此混合液快速攪拌後再加入助凝劑並緩慢攪拌。

在決定應用上的最佳混凝劑及適當條件後，其它的設計參數如沉降性質、污泥產量等也應加以測量，膠凝之最佳操作條件可以如下列程序中所示，以杯瓶實驗的儀器或界達電位計來決定。

2.2.1 最佳混凝操作條件之決定—瓶杯實驗

- 1.將廢水有關的重要參數全部列出來，例如色度、BOD、TOC、SS、TDS、濁度。
- 2.選擇一種混凝劑並決定形成膠羽所需之最小藥劑量。將混凝劑以 1ml 之增加量加入 200ml 之原廢水中，再經慢混，直至膠羽出現，並記錄累積加藥量。
- 3.準備廢水的中和曲線並測定所選用混凝劑之酸度或鹼度。混凝劑如石灰和氯化鐵其酸度或鹼度對混凝的過程有重大影響，中和曲線可隨 pH 調整而產生。
- 4.依照第 2.步驟決定了混凝劑劑量後，準備 1 升水樣置於燒杯中；如圖 2.1 所示，將水樣及混凝劑混合，然後將 6 個水樣之 pH 值各相差 1，分別為由 pH = 4 調至 pH = 9。某些混凝劑；例如氯化鐵，則可以在較窄的 pH 範圍內如 pH = 4~7 來試驗，而每一個水樣之 pH 值相差 0.5。

- 5.使水樣快混（最大 rpm）2 分鐘，然後慢混（10~20rpm）15 分鐘，慢混之速率須使膠羽間不致發生剪力。記錄每一個水樣中形成可見膠羽所需之時間，慢混後關機，並讓水樣靜置沉降。
- 6.決定其它重要參數，例如：TOC、上層液之色度，同時測量沉澱之後的 pH，並用這些值作為隨後製作 pH 與其它參數間相關曲線的基準。製作 pH 與 TOC 之關係曲線如圖 2.2 所示。當膠羽正在沉降時，仔細注意在不同 pH 值下的相對沉降狀況，並評定其沉降性是「快」、「慢」或「差」。

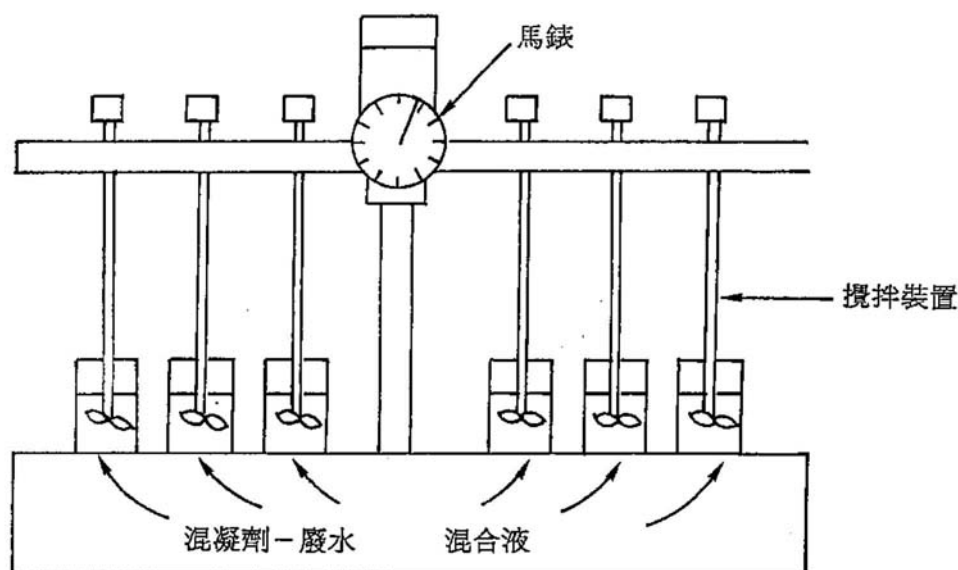


圖 2.1 混凝試驗之瓶杯實驗裝置

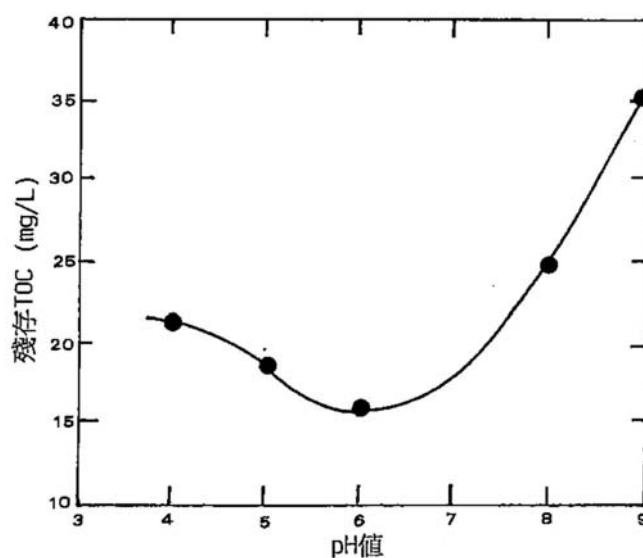


圖 2.2 決定最適當之 pH 值

- 7.再準備 1 升廢水於瓶杯試驗之燒杯內，在每一個燒杯中加入不同的混凝劑量，以便檢驗混凝劑加藥量多寡的效果，一般的原則是依據以步驟 2.所決定的濃度之 25%~200%作混凝劑加藥量試驗。
- 8.混凝劑加入後，將水樣與混凝劑混合並調整 pH 值至步驟 6.之最適當 pH 值°
- 9.重複步驟 5.快速攪拌水樣 2 分鐘，然後慢混約 15 分鐘，再記錄膠羽生成的時間，如果預備加入助凝劑則陽離子型助凝劑應在快混的末端加入，而陰離子型助凝劑則應在慢混進行至一半時加入。
- 10.停止杯瓶試驗的攪拌器，並讓水樣靜置 20 分鐘，在沉澱後，測量上層液中所需之相關參數，並測定每一水樣的 SS 含量。
- 11.由圖 2.3 所示的加藥量與參數間之關係曲線，決定最適當的混凝劑加藥量。
- 12.記錄沉降污泥之高度及濃度。

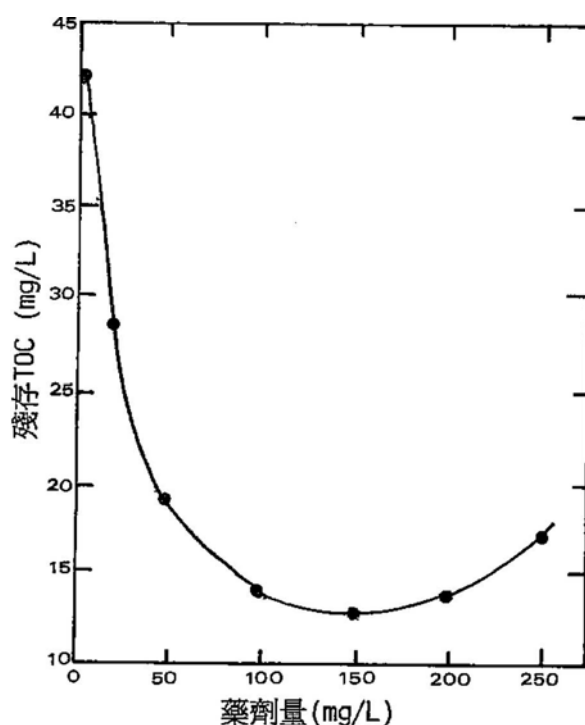


圖 2.3 決定最適當的藥劑量

- 13.用其它適當的混凝劑重複步驟 3.~12，並決定每一種混凝劑的相對經濟效益。例如：某些混凝劑需較大劑量，但卻不需調整 pH，因此其總費用，包括污泥處理在內，可能反較便宜。故在選擇一種混凝劑和建立最適當的加藥量及操作條件後，則可以正確的決定污泥量和沉降性質。
- 14.如適當的混凝劑和助凝劑於 1,500ml 的廢水中，並調整至最適當的 pH 值。
- 15.快速攪拌此溶液，並將 1,000ml 溶液倒入 1 公升的量筒中，慢混 20 分鐘，

如果在量筒中無法形成膠羽，則在燒杯中慢混，再非常慢的將這混合物加量筒中，以免膠羽受剪力而破壞。

- 16.當懸浮污泥沉降時，隨著時間測量污泥界面高度，並以污泥體積(ml)對時間繪製曲線圖，此曲線的直線部分之斜率即為層沉降速率。
- 17.將溶液沉澱 20 分鐘，並記錄沉降污泥體積及污泥濃度，如同上述步驟 12 所示，在不干擾沉降污泥的情況下，小心地將上澄液以虹吸方式吸走，然後取一份污泥樣品用來測 SS 及含水量。

如果在鎂存在的情況下，使用石灰作為混凝劑，則在 $\text{pH}=10$ 以上時，將會生成氫氧化鎂，其有助於水溶液的澄清，但卻會影響污泥的沉降性。因此，最好在脫水操作前加入 CO_2 氣體再次溶解污泥中的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，使其轉變為碳酸鹽。只要將 $\text{pH}=10.5\sim11.5$ 的污泥降到 $\text{pH}=9.5$ ，這步驟即可完成。

混 凝 試 驗 記 錄 表

水樣資料	取樣點：_____								
	水溫：_____濁度：_____色度：_____pH：_____鹼度：_____外觀：_____								
混合試驗結果	加藥劑量 (mg/L)	水 樣 編 號	#1	#2	#3	#4	#5	#6	備 註
									快混：____sec
									____rpm
									快混：____sec
									____rpm
	凝試驗結果	加藥後最初出現膠羽之時間(sec)							沉澱時間： _____min
		攪拌停止時膠羽大小(mm)							沉澱後水溫： _____℃
		膠羽沉至燒杯一半以下之時間(min)							
		沉降後污泥深度(cm)							
		仍留於上澄液之懸浮膠羽量(mg/L)							
		懸浮膠羽大小(mm)							
		沉澱後水之濁度(NTU)							
		過濾水之濁度(NTU)							
		過濾水之色度							
		pH							
		TOC(mg/L)							
	COD(mg/L)								

實驗者：_____

日期：_____

三、氧化實驗

3.1 實驗設備

批式及連續式臭氧氧化設備及相關裝置如圖 3.1 及 3.2 所示，臭氧—廢水接觸槽則另以圖 3.2 示之。臭氧由小型實驗室臭氧生成器取得，如圖 3.3。批式及連續式試驗設備所需裝置包括下列項目：

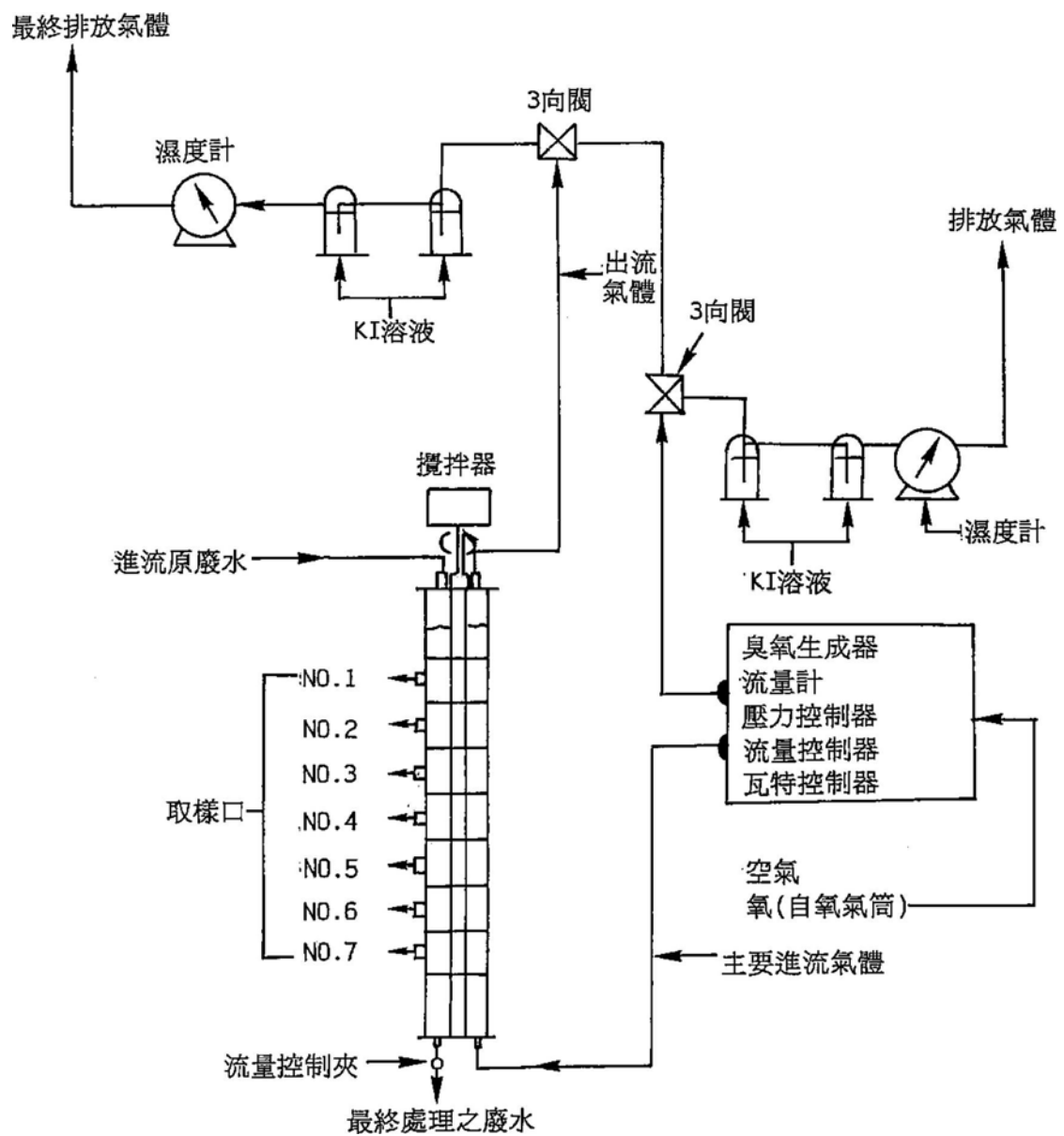


圖 3.1 臭氧氧化法示意圖

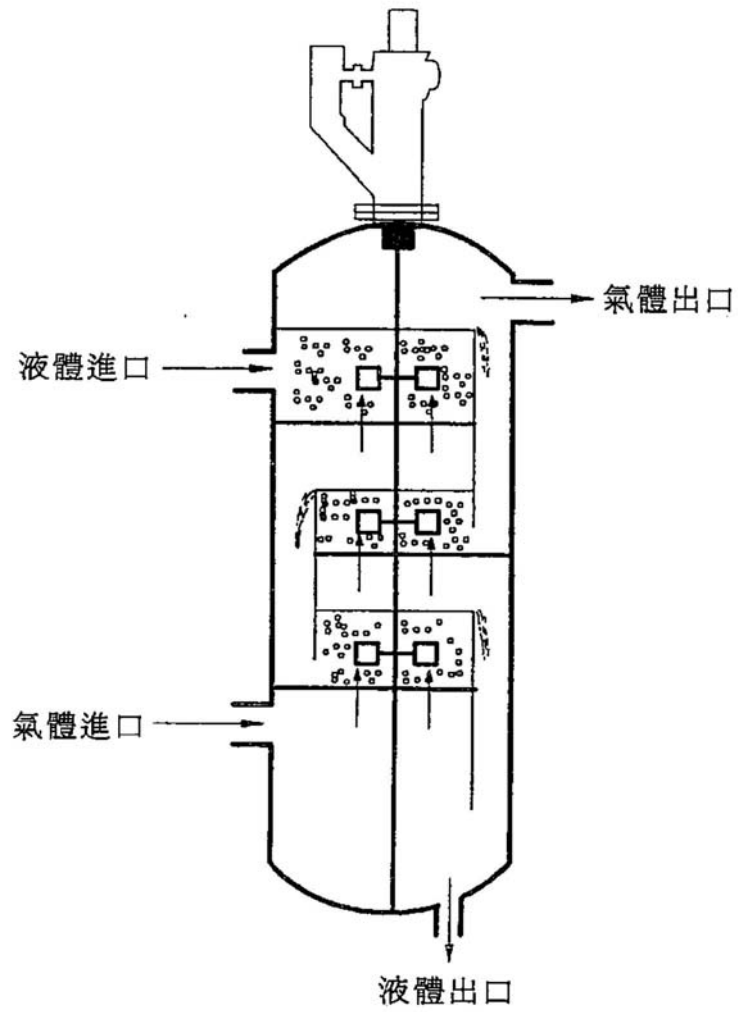


圖 3.2 廢水臭氧氧化接觸槽構造示意圖

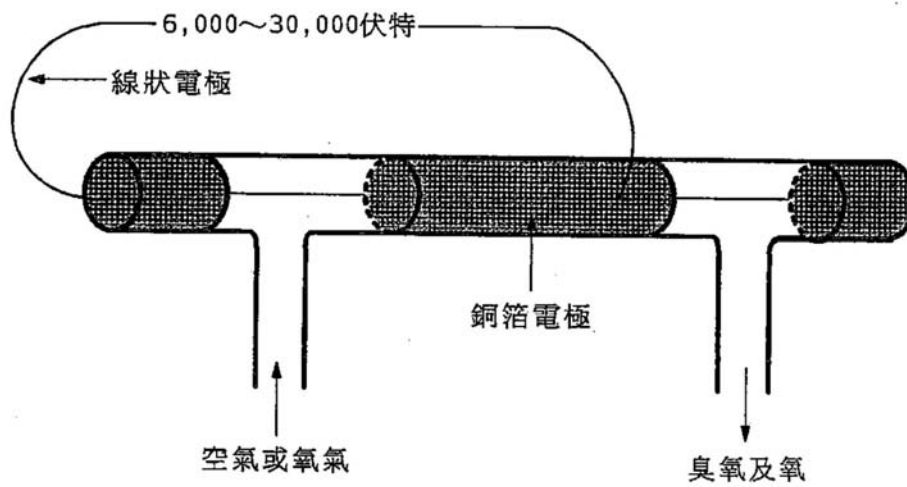
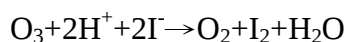


圖 3.3 實驗室用臭氧生成器

3.2 實驗步驟

3.2.1 臭氧偵測之分析方法

偵測水中低濃度 O_3 最常用之方法為「酸性溶液碘化鉀氧化法」，如下式：



此法所遭遇之問題是在中性及鹼性條件下非化學劑量碘的生成。有關水中氧化劑之偵測分析方法摘要如表 3.1。

表 3.1 臭氧檢驗法摘要

檢 驗 方 法	氧 化 方 法	干 擾 或 限 制
碘化鉀法 (在鹼性、酸性、及中性條件)	$2KI \rightarrow I_2$	大部分氧化劑(包括 O_2 在內)會形成干擾結果值通常偏低
亞鐵離子氧化法 (錳氧化法及鄰－聯甲苯胺 (orthotolidine)法)	$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ $Mn^{2+} \rightarrow Mn^{3+}$	
可見光範圍內分光光度計法	波長 $260 \mu m$ ，範圍 2,500～3,000 之莫耳吸光度	1cm cell 之測定限值為 $10^{-3}M$
Leuco Crystal Violet 測試法	還原指示劑： Leuco Crystal Violet	最新技術（尚待調查）
KI 氧化儀器分析法	$2KI \rightarrow I_2$	同 KI 所述

3.2.2 Cl_2 分析法

水及廢水中測試餘氯之幾種方法全世界已有公定。最普遍之方法有：

1. 碘測定法（澱粉－碘化物法）
2. 鄰－聯甲苯胺($C_6H_3(CH_3)NH_2$)₂ 法
3. OTA（鄰－聯甲苯胺－碘化物）法
4. 代 OTA 法（由美軍研發）
5. 巴林法
6. 穩定中和（鄰－聯甲苯胺）（SNORT）法
7. 安培計法

鄰－聯甲苯胺法對餘氯的測定在北美洲是最常用的，然而，巴林 OPD 法在英國及歐洲一些國家為最常見的方法。

3.2.3 其他氧化劑之測試法

1. 過錳酸根(MnO_4^-)

過錳酸根濃度之測試通常用光度分析法（波長大約 $526\ \mu\text{m}$ ）或滴定法。Morgan & Stumm 曾做一廣泛地探討有關稀釋溶液中測定之各種方法。 MnO_4^- 亦可在 MnO_2 及 Cl_2 存在下以酚－砷氧化物安培滴定法決定之。

2. Cl_2O_2

雖然 Cl_2O_2 可與鄰－聯甲苯胺 $[\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)\text{NH}_2]_2$ 或 KI 試劑充分反應，但這些反應在 Cl_2 、 ClO^- 、 OCl_2^- 、 ClO_3^- 存在下很難明確決定 Cl_2O_2 量。一種可單獨決定 Cl_2O_2 之方法為與鉻酸紫－K 反應並以分光光度計測得之，此法不會受到 Cl_2 、 OCl^- 、 ClO_2^- 及 ClO_3^- 之干擾。

3. H_2O_2

Standard Method 中 KI 標準法用來測定 H_2O_2 。然而使用此法必須在除了 H_2O_2 外無任何其它氧化劑之情況下才能使用。

3.2.4 批式程序

臭氧氧化廢水批式程序之組成單元包括：在臭氧生成器中自 O_3 與 O_2 混合氣流中量測 O_3 濃度，接著在 O_3 與已知定量廢水接觸後顯示剩餘 O_3 氣體量。最後即可得知用於還原廢水中 COD、酚、色度之臭氧量。不同的接觸時間與 O_3 負荷可在各種不同的操作變數下（如 pH、溫度）檢測而得。批式測試程序敘述如下：

1. 連接氧氣筒至臭氧生成器上。
2. 在批式臭氧反應槽內裝入 1 升濃度 20g/L 之 KI 溶液。二接觸反應槽須採串聯操作，以確保所有流出氣體中之 O_3 皆可被完全吸收，以利分析。
3. 於接觸槽中注入 3 升廢水，此廢水須已經過 BOD、COD、酚等水質檢驗，已知其廢水特性。
4. 調節臭氧生成器之氣體流量以達到第一流量計所需之流速，此時，將氣流洩出至與大氣壓力平衡之狀態。
5. 打開第一個閥，導引氣體使其流過第一試劑反應槽。通入正好 3 公升之氣體，

使流過試劑反應器，用濕度計來作檢測。

- 6.當 3 升之氣體與試劑接觸後，導引氣體使流過廢水水樣。
- 7.在一定接觸時間(5min~5hrs)後，使水樣臭氧化，繼續使氣體流至第二試劑反應槽。
- 8.接觸時間結束時，關掉第一個閥以避免氣體流入反應槽，移出第一槽及第二槽之試劑，以 0.1N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準溶液滴定。記錄第二濕度計之值，以取得整個系統氧化過程之全部氣體流量。量測廢水水樣剩餘之 COD 及其他相關組成。
- 9.改變接觸時間與 O_3 量，重覆 2~8 之步驟， O_3 量可藉提高氣體流速及增加氣體中 O_3 度來控制，或藉著在 O_3 生成器上使用較大之電壓才可。

一般而言，氣體流量是用來控制程序所用之 O_3 量，然而藉著改變系統的氣體流速之同時，有可能亦引起氣泡大小及混合程度的變化，因此整個實際的試驗狀況都可能跟著改變，其他情況像 pH 值、溫度則可在 O_3 濃度一定下估計。

批式試驗並可檢測 O_3 負荷能力與在各種操作情況下之接觸時間，批式試驗適於描述在某些操作狀況下之系統，至於用來設計整個最終系統則是毫無意義的。

3.2.5 連續式程序

在批式試驗有結論後，連續流反應槽可在逆流狀況下測定最適操作條件，在此操作必須是連續的。連續程序之操作與圖 4.2 批式試驗類似，但除了反應槽。可使用小型之連續流反應槽（直徑約 75~150mm 深度約 90~120cm）。此型之反應槽可用來發展設計最佳系統狀況。大部分接觸槽適合的 O_3 利用率會有些許差異，設計前可向製造商查詢。圖 3.2 及 3.3 之模型廠為用來進行流量 11CMD(2gpm)，色度 5,000~6,000mg/L APHA 單位之廢水脫色試驗的。連續式操作程序如下：

- 1.將廢水以計算好之流量從槽頂注入，估算所須之接觸時間

例如：直徑 7.5 公分之接觸槽水深為 1.2 公尺所須反應時間為 10min 時，則其流量為：

$$\text{接觸面積} = \frac{\pi}{4} (7.5)^2 = 44.18 \text{cm}^2$$

$$\begin{aligned}\text{體積} &= 44.18 \times (1.2 \times 100) \\ &= 5,301 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$= 5,301 \text{ ml}$$

$$\text{泵浦流速} = 5,301 \text{ ml}/10\text{min}$$

$$= 530.1 \text{ ml}/\text{min}$$

- 2.同批式程序所述，估算氣體流中 O_3 濃度。
- 3.導引氣體流至反應槽，此時廢水依所須流量流入，洩出槽中氣體至大氣中。
- 4.經一停留時間，使系統在穩定流況(steady-state)後，用閥導引氣體使流過第二試劑接觸槽、濕度計，以便測 O_3 濃度及氣體流量。接觸槽通常將操作壓力設定在 $0.41 \sim 0.61\text{atm}$ ($6 \sim 9\text{psig}$)。
- 5.持續測試至第一個試劑接觸槽呈飽和狀態。試劑量至少需能供持續 1 次停留時間之用量。
- 6.同時關閉氣體流及廢水流。量測試驗過程中打入之廢水量，並且記錄通過樣品的氣體量。分析廢水水樣特定成分及量測試劑溶液中 O_3 濃度。
- 7.改變各操作狀況，重覆步驟 1.~6.。

四、活性碳吸附實驗

4.1 實驗設備

4.1.1 實驗室規模之等溫吸附試驗

- 1.振盪器(shaker)或杯瓶試驗(jar test)設備。如圖 4.1 所示。
- 2.選用粉狀或顆粒狀活性碳。
- 3.燒杯、定量吸管及其他玻璃器皿。

4.1.2 模廠規模之活性碳管柱試驗

在進行完畢吸附可行性評估之後則利用管柱實驗求取最適之操作容量及接觸時間，以求去除污染物所需之管柱大小、數量、接觸時間。模廠規模活性碳管柱所需之設備如下：

- 1.準備三個至六個塑膠丙烯酸壓克力管柱，尺寸為直徑 7.6 至 15.2 公分與管深 180 公分。並附有連接管、調整閥、壓力計與抽水器等，以便進行反沖洗操作，而每根管柱皆須附有壓力計。（請參見圖 4.2）
- 2.選用顆粒狀活性碳。
- 3.裝填有分級砂層之過濾管柱（視需要而定）。
- 4.每根管柱須有取樣裝置（如採樣口）。
- 5.流量測定設備。

4.2 實驗步驟

4.2.1 實驗室等溫吸附試驗

- 1.將 6 個至 8 個三角錐瓶（振盪試驗用）或燒杯（杯瓶試驗用）加入固定體積的廢水，而此廢水之初始 BOD、COD 或 TOD 等濃度，應先精確地加以測定。若需要的話，其他項目如色度或 MBAS（甲基藍活化基質）等應加以測定。
- 2.以既定的不同之 X/M 初始比值，稱取不同重量，預前清洗過的試驗用活性

碳加入於各容器中，此 X/M 值範圍可在每公斤活性碳約 0.05 至 5 公斤 COD 之範圍內。

若廢水中含有任何揮發性化合物存在，則在攪拌過程中會被以氣提(air stripping)方式去除。因此需再準備一組「空白試驗」(容器內僅含有廢水而無活性碳)以修正容器內廢水在攪拌過程中消失之有機物量。

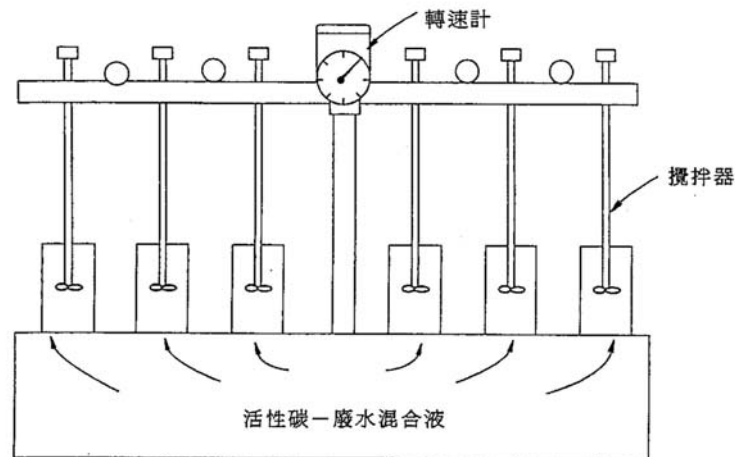


圖 4.1 實驗室規模用於測定活性碳吸附等溫之瓶杯試驗機

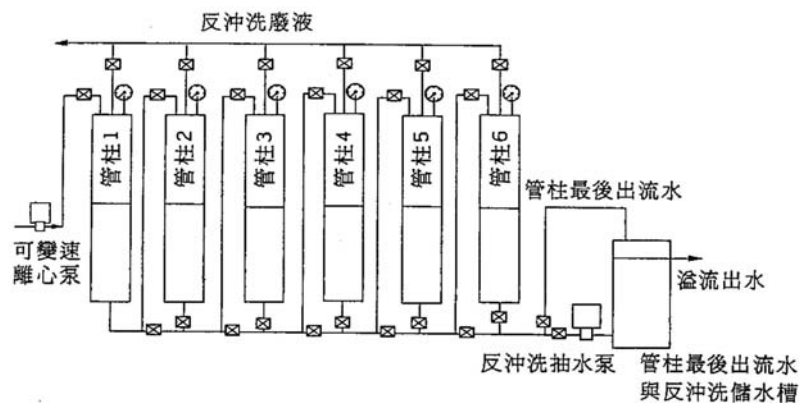


圖 4.2 模廠規模活性碳管柱之流程圖

- 3.開始進行三角錐瓶振盪或攪拌並連續測定有機物濃度隨時間之變化。取出分析用之試驗水樣總體積，不可超過原試驗水總體積的 5%，最好的分析方式為使用僅須微量水樣的 TOC 或 TOD 測定方法，而且所有分析的水樣須預先過濾後再行測定。
- 4.直到三角錐瓶或燒杯內有機物濃度達穩定平衡時，記錄反應時間並註明平衡

濃度大小。

- 5.以試驗所得 X/M 比值對平衡濃度(C)作圖於對數紙上， X/M 縱座標， C 為橫座標，而得等溫吸附曲線，用以判斷其是否可用吸附法處理。每個三角錐瓶或燒杯之試驗結果皆代表對數圖上一點之座標。

4.2.2 活性碳管柱之模廠試驗

- 1.裝置好塑膠壓克力活性碳管柱，如圖 4.2 所示。裝置時應儘量接近進流原水儲存槽，以減少抽水時之水頭損失。使用可變速離心抽水泵以利於彈性操作。若進流廢水中懸浮固體量(SS)或油脂含量過高($> 50\text{mg/L}$)，則須加裝一根預先過濾管柱，以減少所需反沖洗次數。
- 2.整個管柱系統皆須有連接管與控制閥門，以便於個別管柱之採樣與反沖洗操作。一般以向下流操作，若研究需要亦可以向上流(upflow)方式操作。
- 3.將各管柱裝填入定量的試驗活性碳，每根管柱所裝填之活性碳量相同。並在管柱外加以塗黑或包覆，避免光線照射入管內，如此可減少管內藻類生長機會與反沖洗頻率。
- 4.於既定的流速與初始條件下開始操作，並於各管柱出流水採樣分析水質變化（每天至少一次）。若需要混合水樣(composite samples)，則可以電磁閥(solenoid valves)操作輸送各水樣至混合水樣儲水槽內。收集的水樣之水質分析項目可參考以下參數：
 - (1) BOD_5 。
 - (2)COD。
 - (3)TOD。
 - (4)TOC。
 - (5)酚類化合物(phenolic materials)。
 - (6)色度(color)。
 - (7)MBAS。
 - (8)總凱氏氮(TKN)。
 - (9)特定有機物或無機物成份。
- 5.由最後一根管柱流出水須收集在 208 公升（55 加侖）儲水桶內，以作為反沖洗水源之用，每根管柱皆能以例行條件或特定的壓力差進行反沖洗操作。
- 6.操作試驗須能持續直到貫穿曲線完成。例如，須使最後一根管柱出流水中被去除最慢之成份濃度，達到接近第一根管柱進流水濃度。

五、離子交換樹脂吸附實驗

5.1 實驗設備

略。

5.2 實驗步驟

在設計一個離子交換系統時，須考慮很多因數；如交換容量，及特定參數效應如 pH 值及溫度對樹脂移除特性之影響，再生藥劑的種類及濃度，以及樹脂的磨損率。以下的試驗步驟及數據分析是根據利用 Clinoptilolite（一種天然無機沸石）去除氨所得到的結果。雖然 Clinoptilolite 是一種沸石，不是樹脂，但所有的交換性物質不管是樹脂或是沸石，在本文中均以「樹脂」稱之。以下討論之程序方法對天然及合成樹脂皆可適用。在此，可以利用 Clinoptilolite 去除氨之步驟來說明試驗的步驟及分析結果。五個實驗過程簡述如下：

- 1.測定樹脂的交換容量。
- 2.評估 pH 值對交換容量之影響。
- 3.評估兩種型式的再生藥劑。
- 4.最適之再生藥劑量。
- 5.測定樹脂磨損性質。

5.2.1 測定樹脂交換容量

爲了正確測定樹脂交換容量，樹脂一定要先洗淨、烘乾，再用廢水或是欲測試的成份使其飽和，然後利用再生劑再生，其步驟如下：

- 1.選擇清淨的Clinoptilolite樹脂，然後在歐蘭麥氏(Erlenmeyer)瓶中洗淨去除細料。
- 2.浸泡在 1MNaCl 溶液裡 2 天，使其均衡飽和(不同樹脂，則使用不同之再生劑)。
- 3.用蒸餾水清洗樹脂，直到去除所有再生劑。利用 AgNO₃ 或電導度測量餘氯。
- 4.先將樹脂風乾，然後放在 105℃ 烘箱內烘乾過夜。
- 5.放置 10~20 克的樣品於 20ml 滴定管內，然後再 1M 的 NH₄Cl 以 50mg/hr 的流速使其飽和，連續 2 天。
- 6.飽和後，用蒸餾水清洗樹脂，連續 2 天。因離子交換樹脂之特質，故氨（或

其它成份) 將不致溶至蒸餾水中。

7. 測試樹脂中氨的含量。如以下三個方法之一。

- (1) 在一個凱氏(Kjeldahl)瓶中放置所要測試之樹脂，直接用蒸餾法加以蒸餾。
- (2) 利用 0.5M NaCl (以 50ml/hr 的流速進行 2 天)，溶提樹脂中之氨，然後測試溶出液氨之含量。
- (3) 改用 0.25M CaCl₂ 同(2)法進行測試。

5.2.2 評估 pH 值對交換效率的影響

當使用離子交換樹脂時，許多成份；尤其是氨，很容易受pH值影響，因此最適操作條件(pH值或特定鹽類效應)可藉由批式及連續式實驗評定。其實驗步驟如下：

1. 如前項實驗 (步驟 1. 至 4.) 準備樹脂。
2. 於 125ml 之 Erlenmeyer 燒瓶中，放置 100ml 之廢水及 0.5g 樹脂，並使用橡皮塞塞住，必須設定一不具樹脂之調整裝置以檢測氨之氣提(air stripping)。
3. 調整 pH 值至不同程度。
4. 將燒瓶振盪 2 小時後，測定殘留氨或其它相關成份。
5. 從下列批式試驗，可確定最適 pH 值範圍。
 - (1) 如圖 5.1 裝置，1.8 公尺之樹脂交換床。

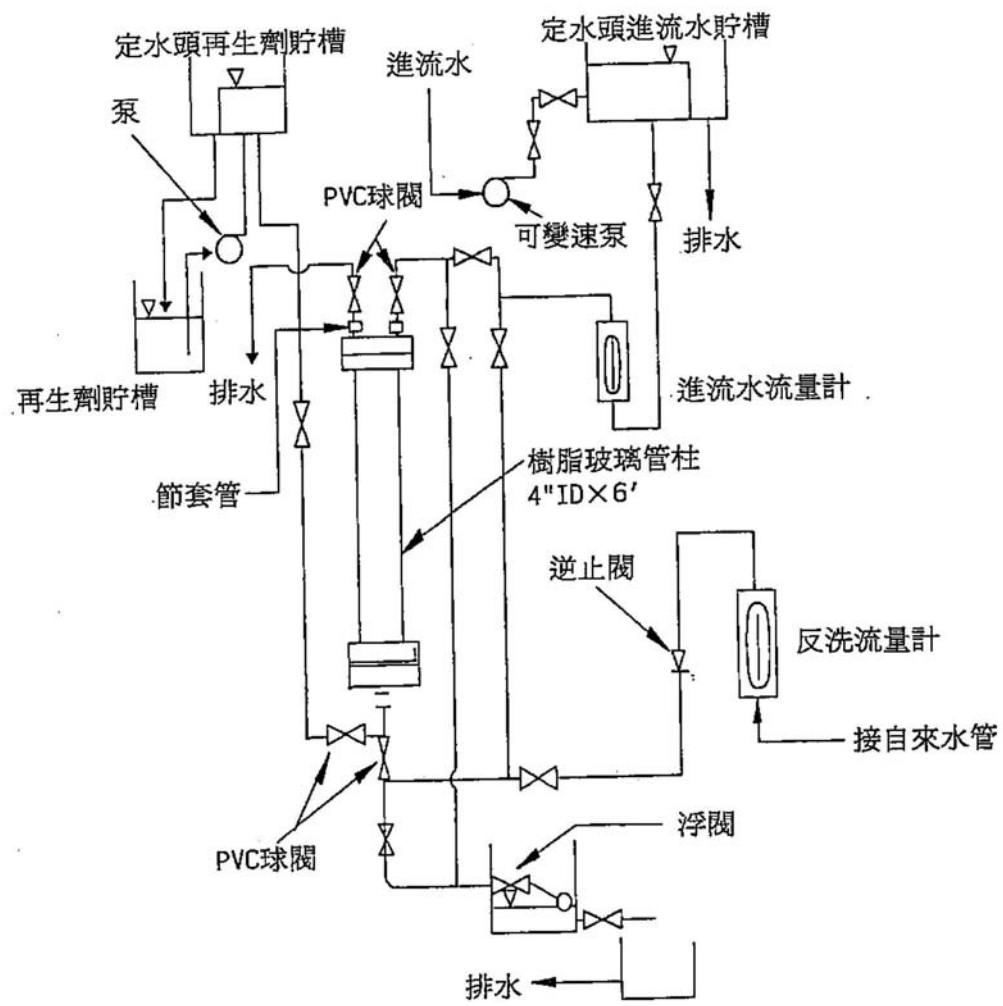


圖 5.1 實驗室離子交換系統概圖

- (2)以 18BV (交換床體積，bed volumes)/hr 進流廢水。
- (3)放出流水中檢測氨之濃度。
- (4)用 0.35M NaCl 以 30BV 再生交換床。再用蒸餾水沖洗。
- (5)改變進流水 pH 值重覆上述步驟。

樹脂之貫穿(breakthrough)及耗盡(exhaustion)發生在樹脂完全耗盡且出流水與進流水氨濃度相等時，亦可設定交換床體，在特定出流濃度時為貫穿(breakthrough)，如設定為 $1\text{mg}/1\text{NH}_3-\text{N}$ 。

5.2.3 再生劑之評估

樹脂管柱實驗可有效用來評估樹脂上最初之反離子之有效性，及檢測操作之耗竭點。以 Clinoptilolite 為例，鈉及鈣是其有效之反離子(counter ion)。由此可據以評定樹脂之最有效型式，如用於去除氨之 Na 型或 Ca 型樹脂。再生劑評估之實驗步驟如下：

- 1.於 3 呎之床體中裝入足夠之 Clinoptilolite。
- 2.用 40BV 的 0.35M NaCl 溶液(pH=12.0)再生，得 Na 型之樹脂。
- 3.以含 20mg/L 氨之廢水進流入床體，直到樹脂耗竭為止。
- 4.用 50BV 的 0.17M CaCl_2 溶液(pH=12.2)再生樹脂，以得 Ca 型之樹脂。
- 5.重覆步驟 3。

5.2.4 再生劑使用之最佳操作條件

在測定樹脂最適操作範圍及選定最有效之再生劑後，必須確立再生程序；包括再生劑的流速、強度、pH 及使用量。

前述之試驗初步評估必須測定床體耗竭或貫穿所需之大約時間，如以 Clinoptilolite 及含 20ml/g 氨之水樣試驗，約 180BV 會發生貫穿，因此，床體可設定為進流 15 BV/hr 操作 12 小時，然後立即再生處理。以此方式將實驗過程簡化，且在每一次再生前，床體在相同氨濃度下操作。

- 1.變化再生劑進流速率由 4 至 30BV/hr 測量再生劑流速效應。並用 0.1M NaCl 溶液隨時檢測再生過程之氨濃度。
- 2.在最適流速下，評估再生劑強度及 pH 之效益：
 - (1)在 0.1M NaCl 再生溶液中，用 NaOH 調整其 pH 值為 11.5、12.0 及 12.5。
 - (2)在最適之進流速率下，如 15BV/hr，再生樹脂管柱，且隨時間檢測溶出之氨濃度。

(3)改變 NaCl 濃度為 0.2、0.35、0.5 及 1.5M，重覆上述步驟。

(4)在同一試程中僅針對 NaCl 濃度調整 pH 值。

5.2.5 樹脂磨耗特性之測定

在求最適之再生方法時，基本上亦應考慮樹脂潛在之磨耗特性。使用高濃度之再生劑會使樹脂縮小，相反的使用太稀之再生劑會使樹脂膨脹。而持續的縮小或膨脹則會加快磨損速率，因此，再生劑之效率、濃度及樹脂之磨耗速率有一最適關係。另外，pH 效應對某些樹脂有害，特別是 Clinoptilolite（高 pH 值會導致高磨損率）。故磨耗試驗為將樹脂在濃縮、高 pH 值之再生劑及蒸餾水中交替試驗。此試驗可採批式或連續式進行。

- 1.於 12 個 125 毫升的燒瓶中各加入 1 公克之 Clinoptilolite (20x50mesh)。
- 2.加 100ml 2%的 NaOH 溶液（pH 約 13.3）至其中 8 個燒瓶中（試驗樣品）於另 4 個燒瓶中加入 100ml 的蒸餾水（空白試驗），測定機械磨耗速率。
- 3.於一手搖式(werist-action)振盪器中放入 12 個燒瓶，振盪 2 小時將其中 8 個試驗燒瓶中之 NaOH 溶液倒出，加入 100ml 蒸餾水洗滌振盪 2 小時，於另 4 個空白試樣中亦須更換蒸餾水，以使誤差減小。
- 4.重覆步驟 2、3.當循環 5、7、25 及 50 次後，各移除一個空白試樣及 2 個試驗樣品。
- 5.將上述樣品在 105℃ 下烘乾過夜，以 20x50mesh 過篩。樣品減少之重量即為樹脂之磨耗量。

附件五 廢水處理常用化學藥劑

化學品	俗名	典型規格	當量重	單位重 (kg/L)	1%溶液之 pH 標值	溶 液
Aluminum sulfate $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$	濾礬	塊狀—17% Al_2O_3	100 ⁽¹⁾	7.2	3.4	0.504kg/L(16°C)
		液態—8.5% Al_2O_3		1.32		
Bentonitic clay	皂土	—	—	7.2	—	不 溶
Calcium carbonate CaCO_3	石灰石	96% CaCO_3	50	9.6	9	不 溶
Calcium hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$	消石灰 消化石灰	96% $\text{Ca}(\text{OH})_2$	40 ⁽¹⁾	4.8	12	不 溶
Calcium hypochlorite $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	強力漂白粉	70% Cl_2	103	6.6	6~8	30%(16°C)
Calcium oxide(CaO)	煅燒石灰 生石灰	90% CaO	30 ⁽¹⁾	7.2	12	消化爲 10~20%
Calcium sulfate $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	石膏	90%石膏	86 ⁽¹⁾	6.6	5~6	不 溶
Chlorine (Cl_2)	氯	氣態—99.8% Cl_2	35.5	gas	—	0.0084kg/L(16°C)
Copper sulfate $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	藍礬	98%純度	121 ⁽¹⁾	9	5~6	0.240kg/L(16°C)
Dolomitic lime $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgO}$	鎂質石灰	36~40%MgO	67 ⁽²⁾	4.8	12.4	不 溶
Ferric chloride $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	氯化鐵	塊狀—20%Fe	91 ⁽¹⁾	8.4	3~4	45%(16°C)
		液狀—20%Fe		1.56		
Ferric sulfate $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	硫酸鐵	18.5%Fe	51.5 ⁽¹⁾	8.4	3~4	30%(16°C)
Ferrous sulfate $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	綠礬	20%Fe	139 ⁽¹⁾	8.4	3~4	0.120kg/L(16°C)
Hydrochloric acid HCl	鹽酸	30%HCl 20° Baume	120 ⁽¹⁾	1.152	1~2	35%(16°C)
Sodium aluminate NaAlO_2	鋁酸鹽	片狀—46% Al_2O_3	100 ⁽¹⁾	6	11~12	40%(16°C)
		液態—26% Al_2O_3		1.56		
Sodium chloride NaCl	岩鹽 鹽	98%純度	58.5	7.2	6~8	0.432kg/L(16°C)
Sodium carbonate Na_2CO_3	蘇打灰	98%純度	53	7.2	11	0.180kg/L(16°C)
		58% Na_2O				
Sodium hydroxide	苛性鈉	片狀—99%NaOH		7.8	12.8	70%(16°C)

化學品	俗名	典型規格	當量重	單位重 (kg/L)	1%溶液之 pH 標值	溶 液
NaOH		液態—50~70%	40	1.44		
Sodium phosphate Na ₂ HPO ₄	二鈉磷酸鹽	49%P ₂ O ₅	47.3	6.6	9	20%(16℃)
Sodium metaphosphate NaPO ₃	六偏磷酸鹽 蠶油	66%P ₂ O ₅	34	5.64	5~6	0.120kg/L(16℃)
Sulfuric acid H ₂ SO ₄	硫酸	94~96% 66° Baume	50 ⁽¹⁾	1.8	1~2	—
註：(1)商品有效當量重 (2) Ca(OH) ₂ 基有效當量重						

附件六 標準還原電位

(standard reduction potential)

電 極 半 反 應	E° (Volts)
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+0.799
$\text{Ag}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}^+$	+1.98
$\text{AgCl}_{(\text{s})} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0.22
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$	-1.66
$\text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al} + 4\text{OH}^-$	-2.35
$\text{As} + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{AsH}_3$	-0.60
$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0.56
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}$	+1.50
$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ba}$	-2.90
$\text{Be}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Be}$	-1.85
$\text{BiO}^+ + 2\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Bi} + \text{H}_2\text{O}$	+0.28
$\text{Br}_{2(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	+1.09
$2\text{HBrO}_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Br}_{2(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.57
$2\text{BrO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Br}_{2(\text{aq})} + 4\text{OH}^-$	+0.43
$\text{BrO}_3 + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Br}_{2(\text{aq})} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.50
$\text{BrO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{BrO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.76
$\text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}$	-0.10
$\text{C} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_{4(\text{g})}$	-0.13
$\text{C}_2\text{H}_{4(\text{g})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_{6(\text{g})}$	+0.52
$\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_{4(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}$	-0.59
$\text{HCHO}_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{aq})}$	-0.19
$\text{HCOOH}_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HCHO}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}$	-0.06
$\text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HCOOH}_{(\text{aq})}$	-0.20
$2\text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_{4(\text{aq})}$	-0.49
$\text{CNO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CN}^- + 2\text{OH}^-$	-0.97
$(\text{CNS})_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CNS}^-$	+0.77
$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_{2(\text{aq})}$	+0.70
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2.87
$\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{s})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca} + 2\text{OH}^-$	-3.03
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0.40
$\text{Ce}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ce}$	-2.33
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+}$	+1.49
$\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+1.360
$\text{HClO} + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1.64

註：測定溫度：25°C

(續)

電 極 半 反 應	E° (Volts)
$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.47
$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.19
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}$	-0.277
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	+1.82
$\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0.17
$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0.91
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0.74
$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$	-0.41
$1/2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 7\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 7/2\text{H}_2\text{O}$	+1.33
$\text{Cs}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cs}$	-2.92
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0.521
$1/2\text{Cu}_2\text{O} + 1/2\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{OH}^-$	-0.358
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0.337
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$	+0.15
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Cu}_2\text{O} + \text{OH}^- + 1/2\text{H}_2\text{O}$	-0.080
$\text{Cu}^{2+} + \text{I}^- + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{CuI}$	+0.86
$2\text{D}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{D}_2$	-0.003
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-$	+2.87
$\text{F}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{HF}_{(\text{aq})}$	+3.06
$\text{F}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{F}^-$	+2.15
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.440
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0.771
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	+0.36
$\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+2.2
$\text{FeO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{FeO}_2^- + 4\text{OH}^-$	+0.9
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0.000
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	+0.828
$\text{H}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}^-$	-2.25
$1/2\text{Hg}_2^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}$	+0.789
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}$	+0.854
$\text{Hg}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Hg}_2^{2+}$	+0.920
$1/2\text{Hg}_2\text{Cl}_{2(\text{s})} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg} + \text{Cl}^-$	+0.27
$\text{I}_2(\text{aq or as I}_3^-) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	+0.54
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.20
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2.92
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$	-3.03
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2.37
$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-2.69

(續)

電 極 半 反 應	E° (Volts)
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1.18
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51
$\text{N}_2\text{H}_5^+ + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{NH}_4^+$	+1.27
$\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{aq})} + 2\text{OH}^-$	-0.1
$\text{N}_2 + 5\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+$	-0.23
$\text{HN}_{3(\text{aq})} + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{N}_2$	+1.96
$\text{HN}_{3(\text{aq})} + 11\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{NH}_4^+$	+0.69
$1/2\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3\text{OH}^+$	-1.89
$3/2\text{N}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{HN}_3$	-3.40
$1/2\text{N}_2 + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$	+0.27
$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.29
$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1.00
$\text{NO}_2^- + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{HNO}_2$	+1.07
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	+0.81
$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.94
$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0.01
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{NO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.24
$\text{NO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_{3(\text{aq})} + 9\text{OH}^-$	-0.13
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2.71
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0.250
$\text{NiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CH})_2 + 2\text{OH}^-$	+0.49
$\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1.77
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1.229
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	+0.401
$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	+0.68
$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2.07
$\text{P} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PH}_3 + 3\text{OH}^-$	-0.89
$\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{P} + 2\text{OH}^-$	-2.05
$\text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HPO}_3^{2-} + 3\text{OH}^-$	-1.12
$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-0.28
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0.126
$\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}$	+1.69
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.46
$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	+0.28
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_{4(\text{s})} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.685
$\text{Ra}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ra}$	-2.92
$\text{Rb}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Rb}$	-2.92
$\text{S} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-}$	-0.48

(續)

電 極 半 反 應	E° (Volts)
$S + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2S$	+0.14
$2H_2SO_3 + 2H^+ + 4e^- \rightleftharpoons S_2O_3^{2-} + 3H_2O$	+0.40
$2SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e^- \rightleftharpoons S_2O_3^{2-} + 6OH^-$	-0.58
$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons S + 3H_2O$	+0.47
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2SO_3 + H_2O$	+0.17
$SO_4^{2-} + H_2O + 2e^- \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0.93
$S_4O_3^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons 2S_2O_3^{2-}$	+0.09
$S_2O_6^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons 2S_2O_4^{2-}$	+2.01
$Sb + 3H^+ + 3e^- \rightleftharpoons SbH_{3(g)}$	-0.51
$SbO^+ + 2H^+ + 3e^- \rightleftharpoons Sb + H_2O$	+0.21
$Sb_2O_5 + 6H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2SbO^+ + 3H_2O$	+0.58
$Se + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2Se_{(g)}$	-0.40
$Se + 2e^- \rightleftharpoons Se^{2-}$	-0.92
$SiO_3^{2-} + 3H_2O + 4e^- \rightleftharpoons Si + 6OH^-$	-1.70
$Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$	-0.14
$Sn^{4+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}$	+0.15
$Sn(OH)_6^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons SnO(OH)^- + H_2O + 3OH^-$	-0.90
$Sr^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sr$	-2.89
$Te + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2Te_{(g)}$	-0.72
$Te + 2e^- \rightleftharpoons Te^{2-}$	-1.14
$TeO_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons Te + H_2O$	+0.59
$Th_4^+ + 4e^- \rightleftharpoons Th$	-1.90
$Ti^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ti$	-1.63
$TiO^{2+} + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons Ti^{3+} + H_2O$	+0.1
$TiO^{2+} + 2H^+ + 4e^- \rightleftharpoons Ti + H_2O$	-0.89
$Ti_3^+ + 2e^- \rightleftharpoons Ti^+$	+1.25
$U^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons U$	-1.80
$U^{4+} + e^- \rightleftharpoons U^{3+}$	-0.61
$UO_2^{2+} + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons U^{4+} + 2H_2O$	+0.62
$V^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons V$	-1.2
$V^{3+} + e^- \rightleftharpoons V^{2+}$	-0.26
$VO^{2+} + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons V^{3+} + 2H_2O$	+0.34
$XeO_{3(g)} + 6H^+ + 6e^- \rightleftharpoons Xe + 3H_2O$	+1.8
$H_4XeO_6 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons XeO_3 + 3H_2O$	+2.3
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	-0.763

資料來源： Seiley, N. J., Experimental Approach to Electrochemistry, John Wiley and Sons, New York, N. Y. (1977).

附件七 活性碳對典型有機化合物之吸附能力

化 合 物	分子量	溶解度	Co	Ce	吸附容量	吸附率
		(%)	(mg/L)	(mg/L)	*	(%)
醇類						
甲醇	32.0	∞	1,000	964	0.007	3.6
乙醇	46.1	∞	1,000	901	0.020	10.0
丙醇	60.1	∞	1,000	811	0.038	18.9
丁醇	74.1	7.7	1,000	466	0.107	53.4
正戊醇	88.2	1.7	1,000	282	0.155	71.8
正己醇	102.2	0.58	1,000	45	0.191	95.5
異丙醇	60.1	∞	1,000	874	0.025	12.6
丙烯醇	58.1	∞	1,000	789	0.024	21.9
異丁醇	74.1	8.5	1,000	581	0.084	41.9
第三丁醇	74.1	∞	1,000	705	0.059	29.5
2-乙基丁醇	102.2	0.43	1,000	145	0.170	85.5
2-乙基己醇	130.2	0.07	700	10	0.138	98.5
醛類						
甲醛	30.0	∞	1,000	908	0.018	9.2
乙醛	44.1	∞	1,000	881	0.022	11.9
丙醛	58.1	22	1,000	723	0.057	27.7
丁醛	72.1	7.1	1,000	472	0.106	52.8
丙烯醛	56.1	20.6	1,000	694	0.061	30.6
巴豆醛	70.1	15.5	1,000	544	0.092	45.6
苯甲醛	106.1	0.33	1,000	60	0.188	94.0
三聚乙醛	132.2	10.5	1,000	261	0.148	73.9
胺類						
二正丙胺	101.2	∞	1,000	198	0.174	80.2
丁胺	73.1	∞	1,000	480	0.103	52.0
二正丁胺	129.3	∞	1,000	130	0.174	87.0
丙烯胺	57.1	∞	1,000	686	0.063	31.4
1,2,-乙二胺	60.1	∞	1,000	983	0.021	10.7
二乙基三胺	103.2	∞	1,000	706	0.062	29.4
單乙醇胺	61.1	∞	1,012	939	0.015	7.2
二乙醇胺	105.1	95.4	996	722	0.057	27.5
三乙醇胺	149.1	∞	1,000	670	0.067	33.0
單異丙醇胺	75.1	∞	1,000	800	0.040	20.0
二異丙醇胺	133.2	87	1,000	543	0.091	45.7

(續)

化 合 物	分子量	溶解度 (%)	Co	Ce	吸附容量*	吸附率 (%)
			(mg/L)	(mg/L)		
吡啶及 1,4 氧氮六環物						
吡啶	79.1	∞	1,000	527	0.095	47.3
2-甲基-5-乙基吡啶	121.2	微 溶	1,000	107	0.179	89.3
N-甲基-1,4-氧氮六環	101.2	∞	1,000	575	0.085	42.5
N-乙基-1,4-氧氮六環	115.2	∞	1,000	467	0.107	53.3
芳香類						
苯	78.1	0.07	416	21	0.080	95.0
甲苯	92.1	0.047	317	66	0.050	79.2
乙苯	106.2	0.02	115	18	0.019	84.3
酚	94.0	6.7	1,000	194	0.161	80.5
對苯二酚	110.1	6.0	1,000	167	0.167	83.3
苯胺	93.1	3.4	1,000	251	0.150	74.9
乙烯苯	104.2	0.03	180	18	0.028	88.8
硝基苯	123.1	0.19	1,023	44	0.196	95.6
酯類						
醋酸甲酯	74.1	31.9	1,030	760	0.054	26.2
醋酸乙酯	88.1	8.7	1,000	495	0.100	50.5
醋酸丙酯	102.1	2	1,000	248	0.149	75.2
醋酸丁酯	116.2	0.68	1,000	154	0.169	84.6
第一醋酸戊酯	130.2	0.2	985	119	0.175	88.0
醋醋異丙酯	102.1	2.9	1,000	319	0.137	68.1
醋醋異丁酯	116.2	0.63	1,000	180	0.164	82.0
醋酸乙烯酯	86.1	2.8	1,000	357	0.129	64.3
乙酸甲氧基乙酯	132.2	22.9	1,000	342	0.132	65.8
丙烯乙酯	100.1	2.0	1,015	226	0.157	77.7
丙烯丁酯	128.2	0.2	1,000	43	0.193	95.9
醚類						
異丙醚	102.2	1.2	1,023	203	0.162	80.0
丁醚	130.2	0.03	197	0	0.039	100.0
二氯異丙醚	171.1	0.17	1,008	0	0.200	100.0
乙二醇及乙二醇醚類						
1,2-乙二醇	62.1	∞	1,000	932	0.0136	6.8
二甘醇	106.1	∞	1,000	738	0.053	26.2
三甘醇	105.2	∞	1,000	477	0.105	52.3
四甘醇	194.2	∞	1,000	419	0.116	58.1
丙二醇	76.1	∞	1,000	884	0.024	11.6
雙-β-羥基-n-丙醚	134.2	∞	1,000	835	0.033	16.5

(續)

化 合 物	分子量	溶解度 (%)	Co	Ce	吸附容量*	吸附率 (%)
			(mg/L)	(mg/L)		
4-甲基 2,4-戊二醇	118.2	∞	1,000	386	0.122	61.4
甲氧基乙醇	76.1	∞	1,024	886	0.028	13.5
乙氧基乙醇	90.1	∞	1,022	705	0.063	31.0
丁氧基乙醇	118.2	∞∞	1,000	441	0.112	55.9
己氧基乙醇	146.2	0.99	975	126	0.170	87.1
乙氧基三乙二醇	178.2	∞	1,000	303	0.139	69.7
<u>鹵化物</u>						
二氯乙烯	99.0	0.81	1,000	189	0.163	81.1
二氯丙烯	113.0	0.30	1,000	71	0.183	92.9
<u>酮類</u>						
丙酮	58.1	∞	1,000	782	0.043	21.8
甲基丙酮	72.1	26.8	1,000	532	0.094	46.8
丙基丙酮	86.1	4.3	1,000	305	0.139	69.5
丁基丙酮	100.2	微 溶	988	191	0.159	80.7
異丁基丙酮	100.2	1.9	1,000	152	0.169	84.8
甲異茂酮	114.2	0.54	986	146	0.169	85.2
二異丁基丙酮	142.2	0.05	300	0	0.060	100.0
環己酮	98.2	2.5	1,000	332	0.134	66.8
苯己酮	120.1	0.55	1,000	28	0.194	97.2
異佛爾酮	138.2	1.2	1,000	34	0.193	96.6
<u>有機酸</u>						
甲酸	46.0	∞	1,000	765	0.047	23.5
乙酸	60.1	∞	1,000	760	0.048	24.0
丙酸	74.1	∞	1,000	674	0.065	32.6
丁酸	88.1	∞	1,000	405	0.119	59.5
戊酸	102.1	2.4	1,000	203	0.159	79.7
己酸	116.2	1.1	1,000	30	0.194	97.0
丙烯酸	72.1	∞	1,000	355	0.129	64.5
苯甲酸	122.1	0.29	1,000	89	0.183	91.1
<u>氧化物</u>						
氧化炳烯	58.1	40.5	1,000	739	0.052	26.1
氧化乙烯苯	120.2	0.3	1,000	47	0.190	95.3

〔註〕*：吸附容量以（化合物克數／活性碳克數）表示

由批式試驗所得之等溫吸附平衡曲線，可預測活性碳去除效率。Freundlich 等溫吸附方程式 $1/n$ 通常可描述應用於工業廢水之吸附現象，其方程式如下：

$$X/M = KC^{1/n}$$

式中，

X：污染物被吸附之量

M：活性碳重量

C：溶液中污染物之平衡濃度

K,n：常數

廢水處理常用化學藥劑應用手冊，2006 年更新版
／黃馨儀等編撰 --初版-- 臺北市：工業局，
民 95

面；公分

ISBN 978-986-00-7918-0(平裝)

1.污水處理 2.工業廢棄物技術

445.93

95024595

廢水處理常用化學藥劑應用手冊(2006 年更新版)

出版日期：中華民國 95 年 12 月

發行人：陳昭義

總編輯：陳文輝

審查委員：李公哲、周明顯、林明傳、林華宇、陳見財、陳秋楊、
曾四恭、萬騰州(依姓氏筆劃排列)

編撰：黃馨儀 (依姓氏筆劃排列)

發行所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

TEL：(02)2754-1255

FAX：(02)2703-0160

<http://www.moeaidb.gov.tw>

出版所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

TEL：(02)2754-1255

FAX：(02)2703-0160

<http://www.moeaidb.gov.tw>

財團法人台灣產業服務基金會

台北市大安區 106 四維路 198 巷 39 弄 14 號 1 樓

TEL：(02)2325-5223

FAX：(02)2784-4186

<http://www.ftis.org.tw>

印刷承製：貿聖印刷有限公司

工本費：新台幣肆佰元整

版權所有 翻印必究

GPN：1009503867

ISBN：13：978-986-00-7918-0

ISBN：10：986-00-7918-8

附件一 廢水常用化學藥劑參考價格

藥劑名稱	規格	單位	價格（元）
氫氧化鈉	45%	kg	4.95~6
硫酸	50%	kg	0.7~2
鹽酸	32%	kg	1.4~2
石灰	90%	kg	3~6
多元氯化鋁	10%	kg	2.5
硫酸鋁	7.50%	kg	4
氯化鐵	41%	kg	2.05
助凝劑	陰/陽離子	kg	110~180
二氧化氯	——	kg	30
次氯酸鈉	12%	kg	2.4~3
次氯酸鈣	50%	kg	45
硫酸亞鐵	22%	kg	1.42
活性炭	——	L	20~22
離子交換樹脂	——	L	45

95 年 7 月調查價格

註：以上提供之藥品種類價格僅供參考，詳細型名及報價，依採購數量與藥品供應廠商不同而有所差異。

附件二 國內廢水處理化學藥劑供應商名錄

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
大祥化成股份有限公司	製造	公司：(02)2551-9398 台北市長安東路 1 段 27 號 8 樓 工廠：(03)4782345 桃園縣楊梅鎮瑞原里 19 之 1 號	助凝劑、脫色劑
三凱有限公司	代理	公司：(02)2711-3191 台北市忠孝東路四段 15 號 8 樓之 6	活性碳、水處理劑、金屬表面處理劑、樹脂、乾燥劑
三福化工股份有限公司	製造代理供應	公司：(02)2521-4161 台北市中山北路 2 段 21 號 5 樓 工廠：(06)-5837608 台南縣善化鎮小新里 340 號	氫氧化鈉、二氧化碳、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、助凝劑、亞硫酸鈉、次氯酸鈉、活性碳、氧氣
友偉工業	製造代理	公司：(02)2581-7952 台北市錦州街 159 號 3 樓之 2 工廠：(03)-3296475 桃園縣龜山湖山街 180 巷 29 號	陽離子交換樹脂、無煙煤濾材、活性碳、錳沸石
友發化工股份有限公司	製造	公司：(02)2397-0988 台北市忠孝東路一段 85 號 16 樓 工廠： 新竹縣新竹工業區湖口鄉仁政路 2 號	磷酸鈉鹽、磷酸銨鹽、磷酸鈣鹽、金屬表面處理、磷酸、磷酸鉀鹽

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
台灣節能企業股份有限公司	代理供應製造工程	公司：(02)2715-16158 台北市富錦街 8 號 11 樓之 3 工廠：高雄縣岡山永安工業區永工九路 3 號	助凝劑、硫醇轉化劑、ZEHS2、次氯酸鈉、二氧化氯、消泡劑
台灣拿王股份有限公司	代理	公司：(02)2609-2769 台北縣林口鄉文化二路一段四二號九樓 工廠：高雄市左營區明華一路六八號十一樓	二氧化氯(食品業)
台灣肥料股份有限公司	製造	公司：(02)2542-2231 公司網址 http://www.taifer.com.tw/ 台北市南京東路 2 段 88 號 6 樓 工廠：高雄市左營區明華一路 68 號 11 樓	無機、有機化學肥料之製造、運銷及進出口買賣、三聚氰胺（美耐明）及其下游製品之製造、運銷及進出口買賣
台灣塑膠工業股份有限公司	製造	公司：(02)2712-2211 公司網址 http://www.fpc.com.tw/ 台北市敦化北路 201 號 工廠：高雄市仁武鄉水管路 100 號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、氯氣、次氯酸鈉、石灰
臺灣中華化學工業股份有限公司	製造供應	公司：(03)483-0504 公司網址 http://www.chciw.com.tw/ 工廠：桃園縣觀音鄉觀音工業區經建五路 30 號	無機化學品(硫酸(精製酸)、發煙硫酸、電瓶酸、稀酸、硫酸鋁、氯磺酸、矽酸鈉(水玻璃)有機化學&特用化學品(對甲苯磺醯胺、鄰對甲苯磺醯胺、鄰對甲苯磺醯氨)
台灣志氯化學股份有限公司	製造供應	公司：(07)-8715171 公司網址 http://www.tci-ppg.com.tw/	液氯、液鹼、鹽酸、漂白水、氯氣

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
		高雄市小港區中智街 25 號 (臨海工業區)	
台灣極水股份有限公司	供應工程	公司：(02)2531-6356 台北市中山區吉林路 24 號 5 樓-2	離子交換樹脂、活性碳
台灣鉅邁有限公司	製造代理	公司：(02)26988112 公司網址 http://www.zimmite.com.tw/show.htm 台北縣汐止市新台五路一段 77 號 13 樓之 4	冷卻水處理劑、鍋爐水處理劑、石化製程處理劑、廢水處理劑、燃料處理劑
台灣羅門哈斯化學工業股份有限公司	製造	公司：(02) 2898-1500 公司網址 http://www.chem121.com.tw/Corp/49/ 台北市北投區大業路 452 巷 6 號 2 樓之 A 工廠：嘉義縣民雄工業區中興一街 1 號	水性感壓接著劑(PSA)、貼合用膠(Wet Lamination)、特殊用黏膠、增黏劑、防腐劑
合昌化學工業股份有限公司	製造	公司：(02)2502-8787 台北市松江路 185 號 1303 室 工廠：桃園縣觀音鄉工業一路 14 號	紡織用樹脂、植毛用樹脂、皮革用樹脂、接著劑及相關助劑
台灣卜內門化學工業股份有限公司	代理供應	公司：(03)454-8600 公司網址桃園縣中壢市東園路 52 號	工業用漆、車身修理漆、補土、汽車臘、金屬表面處理劑、油漆溶劑、油漆添加劑及木料著色劑
合禮企業股份有限公司	代理供應	公司：(02) 2898-1500 台北市松山區南京東路 3 段 2 4 8 號 1 3 樓之 2	化學原料批發業、汽油、柴油批發業、石油製品批發業、國際貿易業、塑膠皮、布、板、管材製造業、塑膠膜、袋製造業

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
江發貿易有限公司	代理	公司：(02) 2381-7122 臺北市中正區襄陽路 6 號 8 樓	硫酸亞鐵、硫酸氧鐵、氯化亞鐵
貝民股份有限公司	製造代理	公司：(03)537-1111 新竹市中華路六段 668 號 網址 http://www.beaming.com.tw/	氫氧化鈉、硫酸、硫酸鋁、尿素
利峻企業	製造供應	公司：(02) 2311-8509 臺北市中正區中華路 1 段 9 1 巷 5 號 1 樓	染整助劑：冰醋酸，雙氧水，三聚氰氨，甲醇，甲醛，FRP 浪板
清隆企業股份有限公司	製造代理	公司：(02) 2563-3881 臺北市中山區中山北路 2 段 112 號 11 樓 網址 http://www.mor.com.tw/other/o1/o1.htm	化工原料、紡織機械零組件、不織布用針、半導體及 LCD 製造用資材
勝宇貿易有限公司	代理供應	公司：(02)2365-4628 臺北市中正區南昌路 2 段 1 3 5 號 1 樓	氧化劑、助凝劑、活性炭、消泡劑
裕喬金屬化工股份有限公司	製造代理供應工程	公司：(03)3866323 桃園縣園鄉北港村工四路 7 號	助凝劑、重金屬捕集劑
華夏海灣塑膠股份有限公司頭份廠	製造供應	公司：(037)623391 苗栗縣頭份鎮田寮里民族路 5 7 1 號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、次氯酸鈉
義芳化學工業股份有限公司桃園廠	製造	公司：03-3541944 桃園縣蘆竹鄉海湖村 10 鄰海湖 51 之 3 號	氫氧化鈉、鹽酸、氫氧化鉀、氨、次氯酸鈉
聖益貿易股份有限公司	代理	公司：(02)2511-4879 台北市中山區錦州街 237 號 1 樓	助凝劑、重金屬捕集劑、消泡劑、除臭劑、污泥浮上防止劑、污泥脫水機洗淨劑

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
誠廣實業股份有限公司	代理	公司：(02)23964895 台北市大安區和平東路一段 177 之 4 號 2 樓	重金屬捕集劑、活性炭
福盈份有限公司	製造	公司：(03)3869968 桃園縣大園鄉內海村民權路 7 號	助凝劑、消泡劑
聯夏企業股份有限公司台中廠	製造代理供應	公司：(04)6816685 台中縣大甲鎮日南里工十路 1 2 號	蘇打灰
穗曄實業股份有限公司	供應	公司：(02)25018480 台北市建國北路 2 段 66 號 6 樓 網址： http://www.prior.com.tw/product.htm	高錳酸鉀、亞硫酸鈉、磷酸、離子交換樹脂、活性炭、消泡劑、硫酸錳、氧化鎂
鑫湧企業	代理供應	公司：(02)2226-2525 台北縣中和市民享街 92 巷 34 號 3 樓	助凝劑、殺菌劑
六和化工股份有限公司	代理	公司：(02)25954821 台北市德惠街 9 號 6 樓	離子交換樹脂、活性炭
廣明實業股份有限公司	製造代理	公司：(03)3542111 桃園縣蘆竹鄉 海湖村海山路二段 2 1 1 號	鹽酸、硫酸鋁、助凝劑、活性炭、尿素
衛源實業股份有限公司	製造代理	公司：(03)3294284 桃園縣龜山鄉福源村海萍路 7 號	氫氧化鈉、硫酸、硫酸鋁、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、活性炭、離子交換樹脂、重金屬捕集劑
強薪化工股份有限公司	製造	公司：(02)24080817 北縣金山鄉重和村林口 34 號	硫酸亞鐵
合澤股份有限公司	代理	公司：(07)3521819 高雄縣大社鄉保社村旗楠路 80 巷 7 號	多元氯化鋁、助凝劑、磷酸、磷酸三氫鉀、磷酸氫二鈉、磷酸氫二鉀、磷酸三鈉、消泡劑、重金屬捕集劑、消毒劑

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
化南企業股份有限公司	代理	公司：(02)27152615 台北市復興北路 191 號 15 樓之 5	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、活性碳、磷酸三鈉、消泡劑、離子交換樹脂、次氯酸鈣、重金屬捕集劑、消毒劑、二氧化氯
聖千貿易有限公司	代理	公司：(02)02-25983560 臺北市大同區昌吉街 1 5 號	氫氧化鈉、蘇灰、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、活性碳、磷酸三鈉、磷酸氫二鈉、磷酸氫二鉀、磷酸二氫鈉、磷酸二氫鉀、消泡劑、離子交換樹脂、次氯酸鈣、重金屬捕集劑
千海企業有限公司	代理	公司：(02)27518147 台北市忠孝東路 4 段 293 號 12 樓	活性碳
敬業行有限公司	代理	公司：(02)2751-5170 台北市南京東路 4 段 186 號 9 樓之 12	助凝劑
台福貿易股份有限公司	代理	公司：(02)25519398 長安東路 1 段 27 號 8 樓	助凝劑
四達化學有限公司	代理	公司：(02)27121543 復興北路 369 號 7 樓 5 室	多元氯化鋁、助凝劑
佑頂有限公司	代理	公司：(02)27731603 忠孝東路 4 段 148 號 4 樓之 3	助凝劑、消泡劑、次氯酸鈣、重金屬捕集劑、脫色劑
三雅化工有限公司	代理供應工程	公司：(02)29413648 台北縣中和市保健路 46 巷 39 弄 7 號 1 樓	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸鋁、氯化鐵石灰、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈣、重金屬捕集劑、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
慈光企業有限公司	代理供應	公司：(02)29604777 台北縣板橋市中正路 216 巷 127-1 號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、硫酸硫、氯化鐵、硫酸亞鐵、多元氯化鋁
沛可股份有限公司	代理	公司：(02)22458423 中和市中山路 2 段 133 號 5 樓之 2	助凝劑、消泡劑
青峰化工原料股份有限公司	製造代理	公司：(02)22236007 台北縣中和市中正路 1226 號 5 樓之 1	消泡劑、磷酸、磷酸鹽
協明化工股份有限公司	製造代理	公司：(02)2251-5151 台北市板橋市文化路一段 268 號 14 樓	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、硫代硫酸鈉、磷酸、磷酸鹽系、尿素、次氯酸鈣、次氯酸鈉、陽離子交換樹脂、活性碳、硫酸錳、氧化鎂
台灣開廣股份有限公司	代理	台司：(02)29185336 台北縣新店市寶橋路 235 巷 14 號 5 樓	多元氧化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、活性碳、磷酸、磷酸鹽、消泡劑、離子交換樹脂、重金屬捕集劑、消毒劑、二氧化氯、脫色劑
吉信化工有限公司	製造代理	公司：(02)26897157 臺北縣樹林市工興街二十號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、過氧化氫、過錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、硫化硫酸鈉、磷酸鹽、次氯酸鈉、活性碳、消泡劑、硫酸錳
惠豐化工廠有限公司	製造代理供應	公司：(03)5983355 新竹縣 湖口鄉 鳳山村復興路 6 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、硫化硫酸鈉、磷酸、尿素、次氯

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
			酸鈣、次氯酸鈉、離子交換樹脂、活性碳、硫酸錳、氧化鎂
貴仁實業有限公司	代理	公司：(02)22761800 台北縣新莊市思源路 75 號 1、2 樓	磷酸、磷酸鹽系
中國炭素工業股份有限公司	製造	公司：(02)22913113 台北縣五股鄉凌雲路 2 段 5 號 網址 http://www.carbon.com.tw/	離子交換樹脂、活性碳
中亞興股份有限公司	製造	公司：(02)26412714 台北縣汐止市大同路三段三六九巷七號	脫色劑
利津實業有限公司	製造供應	公司：(03)3253360 桃園縣桃園市莊敬里莊敬路 1 段 168 號 2 樓	脫色混凝劑、氯、脫色劑
宏洋工業股份有限公司	製造供應	公司：(03)4932167 桃園縣楊梅鎮青年路 2 段 299 號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、氯化鐵、多元氯化鋁、助凝劑、磷酸、次氯酸鈉、脫色劑
群化工業工程股份有限公司	製造代理供應工程	公司：(037)639911 苗栗縣竹南鎮崎頂里仁愛路一三五九號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、石灰、多元氯化鋁、助凝劑、過氧化氫
阡百企業有限公司	製造供應	公司：(04)25223058 台中縣豐原市信義街 124 號 1 樓	硫酸、鹽酸、硫酸鋁
宏昌化學工業股份有限公司	製造供應	公司：(05)25322236 雲林縣斗六市西平路一六一號	硫酸鋁、多元氯化鋁
金孚化學工業股份有限公司	製造供應	公司：(05)25843737	硫酸亞鐵

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
	應	雲林縣莿桐鄉大美村大美 21 之 31 號	
馬興化工原料有限公司	代理供應	公司：0 台北市大安區金山南路 2 段 2 1 8 號 3 樓	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鐵、速淨鐵、助凝劑、次氯酸鈉
中懋化學股份有限公司	製造供應	公司：(06)233-3503 台南縣永康市永康工業區經華路 6 號	蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鐵、速淨鐵、助凝劑、次氯酸鈉
瑞康化學有限公司	代理供應	公司： 台南市北區大港里大興街 602 巷 18 號	氫氧化鈉、硫酸鋁、氯化鐵、多元氯化鋁、助凝劑、助凝劑、亞氯酸鈉、磷酸、次氯酸鈉、二氧化氮
宇勝高分子化學股份有限公司	製造	公司：(06)6987947 台南縣官田鄉二鎮村實踐街 9 號	助凝劑
一心實業廠	製造供應	公司：(06)2690000 臺南縣永康市新樹里中山北路七六二巷九號	氫氧化鈉、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、多元氯化鋁、助凝劑、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、磷酸、尿素、硫胺、次氯酸鈣、次氯酸鈉
申濤興業有限公司	代理供應	公司：(06)2539224 臺南市安南區海佃路 1 段 158 巷 41 號 1 樓	氫氧化鈉、硫酸、硫酸鋁、氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、石灰、多元氯化鋁、助凝劑、次氯酸鈉、保淨鐵、消泡劑、除色劑
新成興化學原料儀器有限公司	代理	公司：(06)2902211 臺南市民權路二段 102 號 2 樓	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、硫酸鐵、硫酸亞鐵、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、磷酸、磷酸鹽、尿素、次氯酸鈣、次氯酸鈉
亮記貿易有限公司	代理供應	公司：(06)2614161 臺南市新興路 2 1 9 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、過氧化氫、氫、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉

廠商名稱	業別	地址/電話	供應藥劑
三太化工有限公司	代理供應	公司：(07)3719123 高雄市苓雅區中正一路 1 5 1 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、多元氯化鋁、過氧化氫、亞硫酸氫鈉、亞硫酸鈉、磷酸三鈉、尿素、次氯酸鈣、次氯酸鈉
台有化學有限公司	製造	公司： 高雄市自強二路 67 巷 18 號	鋁酸鈉、多元氯化鋁、氯化鋁、消泡劑
台灣氯化工業股份有限公司	製造代理供應	公司：(07)3719123 高雄市正言路 42 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、多元氯化鋁、過氧化氫、亞硫酸鈉、亞亞硫酸氫鈉、磷酸三鈉、尿素、次氯酸鈣、次氯酸鈉
利華工業原料有限公司	供應	公司：(07)311-2176 高雄市三民區達明里松江街 173 號	氫氧化鈉、蘇打灰、硫酸、鹽酸、硫酸鋁、氯化銑、多元氯化鋁、助凝劑、過氧化氫、高錳酸鉀、亞硫酸鈉、亞硫酸氫鈉、磷酸、磷酸鹽、次氯酸鈉、離子交換樹脂、活性碳、消泡劑、硫酸錳、氧化鎂
建豐企業股份有限公司	製造	公司：(07)8215148 高雄市前鎮區建基街 7 號	氫氧化鈉、硫酸、硫酸鋁
太洋化成股工業	製造	公司：(07)7871295 高雄縣大寮鄉大發工業區中華路 42 號 網址 www.diaion.com.tw/main.htm	離子交換樹脂
中華紙漿股份有限公司	製造	公司：(038)521171 花蓮縣吉安鄉光華村 100 號	石灰、次氯酸鈉、尿素

(資料來源：民國 95 年工商名錄)

附件三 廢水常用化學藥劑安全資料

3.1 物質安全資料表介紹

我國於民國 79 年由行政院勞委會委託研究單位自國外引進物質安全資料表，簡稱 MSDS (Material Safety Data Sheet) 並改為中文格式，民國 82 年 12 月完成第一部國內中文物質安全資料表。89 年更將物質安全資料表改為 16 欄位之格式。ISO 中 MSDS 的十六項內容與國內危害通識規則規定的十項內容，最大的差異是多了環境生態資料與適用法規兩項資料，其餘內容類似，只是順序欄位不同。

危險物及有害物通識規則第 13 條雇主對含有危害物質之每一物品，應提供勞工必要之安全衛生注意事項（簡稱物質安全資料表）。物質安全資料表之法規依據包括：環保署的毒性化學物管理辦法、勞委會的危險物及有害物通識規則、交通部的道路交通安全規則等。

物質安全資料表內容之 16 大項包括：物品與廠商資料、成份辨識資料、危害辨識資料、急救措施、滅火措施、洩漏處理方法、安全處置與儲存方法、暴露預防措施、物理及化學性質、安定性與反應性、毒性資料、生態資料、廢棄處置方法、運送資料、法規資料及其他資料。

3.2 廢水常用化學藥劑之物質安全資料表

由行政院勞工委員會之研究機構-勞工安全衛生研究所，所提供之物質安全資料表參考網址為：<http://www.iosh.gov.tw/msds.htm>

3.2.1 氫氧化鈉

一、物品與廠商資料

序號：0108

物品名稱：氫氧化鈉(SODIUM HYDROXIDE)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：----
緊急聯絡電話/傳真電話：-----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：氫氧化鈉(SODIUM HYDROXIDE)
同義名稱：苛性鈉、燒鹼(Caustic soda 、Caustic flake 、LYE 、Soda lye 、Sodium hydrate 、White caustic 、Hydroxydede sodium (solide)、Sodium hydroxide
化學文摘社登記號碼 (CAS No.): 01310-73-2
危害物質成分 (成分百分比): —

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：會引起失明、永久性傷痕和死亡，煙霧可能引起肺部傷害。
	環境影響：高濃度時對水中生物有害。
	物理性及化學性危害：不會燃燒。高反應性物質，會與水和許多一般常見物質起劇烈反應產生足夠之熱而引燃可燃物質。與許多有機、無機物質接觸可能引起火災或爆炸。與金屬反應釋放可燃性氫氣。極具腐蝕性。
	特殊危害：—
	主要症狀：刺激感、肺積水、水腫、潰瘍、嚴重發紅、瘀傷、嘔吐、腹洩、虛脫。
	物品危害分類：8 （腐蝕性物質）

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸 入：	1.施救前先做好自身的防護措施，以確保自身的安全。2.移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。3.如果呼吸困難，於醫師指示下由受過訓的人供給氧氣。4.避免患者不必要的移動。5.肺水腫的症狀可能會延後出現。6.立即就醫。
皮膚接觸：	1.必要時則戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.立即緩和的吸掉或刷掉多餘的化學品。3.以溫水緩和沖洗受污染部位60 分鐘。4.沖洗時不要間斷。5.沖水中脫掉受污染的衣物、鞋子和皮飾品。6.立即就醫。7.需將污染的衣服、鞋子以及皮飾品須完全洗淨除污後方可再用或丟棄。
眼睛接觸：	1.必要時則戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.立即緩和的吸掉或刷掉多餘的化學品。3.立即將眼皮撐開，以緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛60 分鐘。4.可能情況下可使用生理食鹽水沖洗，且沖洗時不要間斷。5.避免清洗水進入未受影響的眼睛。6.如果刺激感持續，反覆沖洗。7.立即就醫。
食 入：	1.若患者即將喪失意識已失去意識或痙攣，不可經口餵食任何東西。2.以水徹底嗽口。3.切勿催吐。4.給予患者喝240-300 毫升的水，以稀釋胃中的物質。5.若有牛奶可於喝水後再給予牛奶喝。6.若患者自然性嘔吐，讓患者身體向前傾以避免吸入嘔吐物及反覆給水。7.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：嚴重灼傷、潰瘍及永久性發紅，可能導致永久性失明。	
對急救人員之防護：未著全身式化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。避免洗胃及引發嘔吐。	

五、滅火措施

適用滅火劑：針對燃燒物質，選用適當的滅火劑。

滅火時可能遭遇之特殊危害：1.不會燃燒但會與某些物質(如水)反應，產生足夠的熱而引燃附近之易燃物。2.會與某些金屬反應如鋁、錫、鋅，而釋放出易燃性的氫氣。

特殊滅火程序：1.撤退並自安全距離或受保護的地點滅火。2.隔離未著火物質且保護人員。3.安全情況下將容器搬離火場。4.以水滅火需非常小心，必須避免水與氫氧化鈉接觸。5.噴水以冷卻暴露火場的容器。6.高溫下可能產生薰煙，釋放腐蝕性氣體，未著特殊防護設備的人員不可進入。

消防人員之特殊防護裝備：配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器（必要時外加抗閃火鋁質被覆外套）。

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.在污染區尚未完全清理乾淨前，限制人員接近該區。2.確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。

環境注意事項：1.對該區域進行通風換氣。2.撲滅或除去所有發火源。3.移開會與外洩物反應之化學品。4.通知政府安全衛生與環保相關單位。

清理方法：1.圍堵外洩物，鏟起或掃起欲回收或處理之外洩物。2.避免流入下水道及水溝。3.中和處理最後剩量，用水清洗外洩區。4.用沙、泥土或其他惰性物質來圍堵洩漏物。5.溶液可回收利用，或小心地用水稀釋以及用酸（如醋酸或鹽酸）來中和。6.若有大量物質外洩向供應商、消防及緊急應變單位求助。

七、安全處置與儲存方法

處置：

1.此物質具腐蝕性和毒性(致癌物)，需要工程控制及個人防護設備；工作人員應適當受訓並告知此物質之之危險性及安全使用法。2.未著防護設備的人避免接觸此化學品包括受污染的設備。3.若有此物質釋放出應立刻戴上呼吸防護具且離開，直到確定釋放的嚴重性。4.若有溢漏或通風不良應立即呈報。5.操作前檢查容器是否溢漏。6.使用製造商建議的貯存容器。7.儘可能小量操作，操作區應與貯存區分開。8.避免產生粉塵並防止粉塵進入工作區的空氣中。9.使用抗腐蝕的工具或設備將固體分裝到相容物質製程的貯存容器。10.不要與不相容物一起使用。11.與水混合時是將腐蝕性液體加入水中，而非水加入腐蝕液中，加料時應在攪拌下緩慢加入，使用冷水以避免過剩的熱產生。12.容器要標示，不使用時保持容器密閉並避免受損。13.不要將污染的物質倒回源貯存桶。14.不可與水接觸，使用區域張貼“不可使用水”的標誌以避免與水意外接觸。15.操作區和貯存區附近應有立即可得的火災、溢漏等緊急處理設備。

儲存：

1.貯存在陰涼、乾燥、通風良好的地區和遠離不相容物質。2.限量貯存。3.貯存區應標示清楚，無障礙物並允許委任或受過訓的人員進入。4.於適當處張貼警告標示。5.定期檢查容器、貯存區是否溢漏、破損或腐蝕。6.檢查新進容器，確定標示清楚和無受損。7.容器要標示，不使用或空了時應保持容器密閉並避免受損。8.儘可能貯存在原貯存桶或製造商建議的容器內，並保持標示位於可見處。9.貯存區與工作區分開。10.地板應不透水以及沒有龜裂。11.門口應設斜坡、門檻或築溝渠以圍堵或流到安全的地方。12.最好使用鋁合金製成的貯存容器，若溫度不高(40℃以下)也可使用不鏽鋼材質。13.空桶應與貯存區分開。14.貯存區應有適當的消防和溢漏清理設備。15.經常清掃和適當的建構以避免粉塵堆積。16.使用抗腐蝕的建構材料、照明和通風系統。17.貯槽須在地面上，底部整個區域應封住以防滲漏，周圍須有防溢堤能圍堵整個容量。

八、暴露預防措施

工程控制：1.使用抗腐蝕性通風系統並與其他排氣系統分開。 2.使用局部排氣裝置。 3.排氣口直接通到室外。 4.供給足夠新鮮空氣以補足排氣系統抽出空氣。	
控制參數： 八小時日時量平均容許濃度：2 mg/m³ 短時間時量平均容許濃度：4 mg/m³ 最高容許濃度：— 生物指標：—	
個人防護設備： 呼吸防護：10 mg/m³ 以下：一定流量型供氣式呼吸防護具、含有機蒸氣濾罐的動力型空氣淨化式或全面型化學濾罐式呼吸防護具、含有機蒸氣濾罐的防毒面罩、全面型自攜式或供氣式呼吸防護具。 未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氣式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防護具。 逃生：含有機蒸氣濾罐之氣體面罩、逃生型自攜式呼吸防護具。 手部防護：防滲手套。 眼睛防護：化學安全護目鏡、護面罩、洗眼設備。 皮膚及身體防護：連身式防護衣、工作靴。	
衛生措施： 1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。 2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。 3.處理此物後，須徹底洗手。 4.維持作業場所清潔。	

九、物理及化學性質

物質狀態：固體	形狀：粒狀、塊狀、片狀或條狀
顏色：白色	氣味：無味
PH 值：—	沸點/沸點範圍：1390 °C
分解溫度：—	閃火點：— 測試方法：（）開杯（）閉杯
自燃溫度：—	爆炸界限：—
蒸氣壓：0 mmHg	蒸氣密度：—
密度：2.130(水=1)	溶解度：111g/100ml @20 °C(水)

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定
特殊狀況下可能之危害反應：1.強酸、硝基芳香族、有機鹵素化合物、乙二醇和過氧有機物一起激烈、爆炸性反應。2.水—激烈反應、放出大量熱。3.乙醛、丙烯醛、丙烯—引起激烈聚合反應。4.金屬(如鋁、錫、鋅)—產生易燃性、爆炸性的氫氣。5.1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯—形成自燃性化學物質。6.糖如果糖、乳糖和麥芽糖—產生一氧化碳。
應避免之狀況：水、水氣、空氣。
應避免之物質：強酸、水、金屬、有機鹵素、氮、氧有機化合物、鋁、錫、鋅、銅、硝基芳香族、硝基烷類、乙二醇、過氧化物、乙醛、丙烯醛、丙烯、糖。
危害分解物：—

十一、毒性資料

急毒性：	
吸入：	1.具腐蝕性，吸入粉塵及霧滴會刺激鼻、咽及肺。2.曾報導當水倒入粒子時放出的煙霧嚴重損害肺（肺炎）3.吸入煙霧也會導致肺積水，威脅生命。
皮膚：	1.嚴重灼傷、潰瘍及永久性發紅，灼傷不會立即疼痛，可能延遲數小時。2.敷4%水溶液於15分內可破壞皮膚外層硬細胞，60 分後皮膚層完全破壞，當PH=13.5 將液體滴在頭上則頭髮會溶掉頭皮灼傷、禿頭，但會康復。3.敷0.12%溶液於健康的皮膚1 小時內就已受損。
眼睛：	1.受損程度依暴露時間，濃度及滲透度而定，從嚴重刺激、中度發紅到水腫、潰瘍、嚴重發紅、瘀傷等。2.影響視力的情況如綠內障般且癥狀可能遲遲才出現。3.嚴重時逐漸潰瘍及眼睛組織瘀傷可能導致永久性失明。
食入：	1.可能造成嚴重的疼痛並灼傷口、咽及食道，引起嘔吐、腹瀉、虛脫及死亡。 LD50(測試動物、暴露途徑)：40 mg/kg (大鼠，腹內注射) LC50(測試動物、暴露途徑)：—
局部效應：500 mg/24H （兔子、皮膚）造成嚴重刺激。 1 %（兔子、眼睛）造成嚴重刺激。 400 ì g （兔子、皮膚）造成輕微刺激。 50 ì g/24H （兔子、眼睛）造成嚴重刺激。	
致敏感性：—	
慢性或長期毒性：1.重覆接觸引起皮膚乾燥、龜裂發炎(皮膚炎)。2.曾食入者，在 12 到 42 年後得食道癌此應與其有關。嚴重熱灼傷部位也引發相似的癌症，可能因組織破壞，形成疤導致癌症而非其本身具致癌性。	
特殊效應：—	

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：
1.氫氧化鈉為固體，在水中溶解度很大。
2.氫氧化鈉若排放到土壤，會吸潮而慢慢瀝濾到土壤中。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1.參考政府相關法規處理。
2.可中和、稀釋後沖入排水溝。
3.可在核准的焚化爐內將其稀釋氣化。
4.高濃度時對水中生物有害。

十四、運送資料

國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質，包裝等級 II 。（美國交通部） 2.IATA/ICAO 分級：8 。（國際航運組織） 3.IMDG 分級：8 。（國際海運組織）
聯合國編號：1823
國內運輸規定：1.道路交通安全規則第84條 2.船舶危險品裝載規則 3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準	道路交通安全規則
事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準	

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999	
製表者單位	名稱：****股份有限公司	
	地址/電話：***** (0*)*****	
製表人	職稱：副工	姓名（簽章）：***
製表日期	95.09.01	

3.2.2 硫酸

一、物品與廠商資料

序號：0112

物品名稱：硫酸(SULFURIC ACID)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：-----
緊急聯絡電話/傳真電話：-----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：硫酸(SULFURIC ACID)
同義名稱：BATTERY ACID、HYDROGEN SULFATE、DIHYDROGEN SULFATE、ELECTROLYTE ACID、SPIRIT OF SULFUR、SULPHURIC ACID、OIL OF VITRIOL、MATTLING ACID
化學文摘社登記號碼（CAS No.）：7664-93-9
危害物質成分（成分百分比）：—

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：吸入或食入可能致死，會腐蝕眼睛、皮膚、呼吸道，可能造成失明、肺水腫（症狀可能延遲發生），含硫酸的無機酸霧滴具致癌性。
	環境影響：—
	物理性及化學性危害：本身不會燃燒，但高溫會分解產生毒氣如硫氧化物。與很多無機或有機化學品接觸，可能導致火災或爆炸，與金屬接觸會釋出易燃氫氣，與水會劇烈反應。
	特殊危害：—
	主要症狀：咳嗽、呼吸困難、噁心、嘔吐、牙齒糜爛及變色。
	物品危害分類：8

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸入：	1.移走污染源或將患者移至新鮮空氣處。2.若呼吸困難由受過訓之人員來施予氧氣。3.避免患者不必要的移動。4.立即就醫。5.肺水腫的症狀可能延遲48 小時。
皮膚接觸：	1.必要時戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.以溫水緩和沖洗受污染的不為20-30 分鐘。3.如果刺激感持續，反覆沖洗，沖洗請不要掛斷。4.沖水中脫掉受污染的衣服、鞋子或皮飾品。5.立即就醫。6.需將污染的衣物、鞋子以及皮飾品完全除污後再使用或丟棄。
眼睛接觸：	1.必要時戴防滲手套以避免觸及該化學品。2.立即將眼皮撐開，用緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛20分鐘。3.可能情況下可使用生理食鹽水沖洗，且沖洗時不要間斷。4.避免清洗水進入未受影響的眼睛。5.如果刺激感持續，反覆沖洗。6.立即就醫。
食入：	1.若患者即將喪失意識、已失去意識或痙攣，不可經口餵食任何東西。2.若患者意識清楚，讓其用水徹底漱口。3.不可催吐。4.給患者喝下240 ~300 毫升的水，以稀釋胃中的物質；若有牛奶，於喝水後再給予牛奶喝下。5.若患者自發性嘔吐，讓其身體向前傾以減低吸入危險，並讓其漱口及反覆給水。6.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：腐蝕造成灼傷、失明、肺水腫	
對急救人員之防護：未著全身式化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：1.患者吸入時，考慮給予氧氣。2.避免洗胃或引發嘔吐。	

五、滅火措施

適用滅火劑：對於周遭之火災,使用合適之滅火劑來滅火	
滅火時可能遭遇之特殊危害：.硫酸不燃，但濃硫酸與易燃物接觸，可能生熱而起火。2.與大部份金屬都可反應生成易燃性氫氣，若引燃可能爆炸。	
特殊滅火程序：1.火災中，可能放出硫氧化物，極具刺激性及毒性，避免吸入。2.儘可能在遠距離且上風處滅火。3.在安全情況下，將容器及未波及之物質移離火場。4.容器可能受熱而爆炸，可噴大量水霧以冷卻容器外側，但切勿讓水與硫酸接觸，因與水會劇烈反應放熱。5.未著特殊防護設備的人員不可進入。	
消防人員之特殊防護裝備：消防人員必須配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器。	

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.限制人員進入，直至外溢區完全清乾淨為止。2.確定是由受過訓之人員負責清理之工作。3.穿戴適當的個人防護裝備。	
環境注意事項：1.對洩漏區通風換氣。2.移開所有引燃源。3.通知政府職業安全衛生與環保相關單位。	
清理方法：1.勿觸碰洩漏物，避免讓其流入下水道或狹隘之處。2.在安全狀況許可的情形下，設法阻止或減少溢漏。3.小量洩漏時，以沙、土或惰性吸收劑圍堵外洩物置於加蓋標識的適當容器內，再用水清洗洩漏區。4.大量洩漏時聯絡消防、緊急處理單位及供應商以尋求協助。	

七、全處置與儲存方法

處置：

1.此物質是腐蝕性和毒性液體，需要工程控制及防護設備，工作人員應適當受訓，並告知物質之危險性和安全使用方法。2.未著防護設備的人避免接觸此化學品包括受污染的社備。3.溢漏或通風不足應立即向上呈報。4.避免產生霧滴並防止霧滴進乳作區的空氣中。5.儘可能小量操作並遠離貯存區。6.大量操作考慮使用密閉系統。7.預防與水接觸。8.不要與不相容物一起使用。9.不要將受污染的物質倒回原貯存容器。10.與水混合時是將腐蝕液體加入水中，而非水加入腐蝕液中，加料時應在攪拌下緩慢加入，使用冷水以避免過剩的熱產生。11.操作前檢查容器是否溢漏。12.搬運此物質時必須有第二層容器保護。13.容器要標示，避免受損，不使用時保持密閉。14.使用抗腐蝕的輸送設備分裝，小量分裝進可能使用自行密閉且輕便的容器。15.不要以空氣或惰性氣體將液體自容器上加壓而輸送出來。16.空的容器可能仍具有危害性的殘留物。17.圓桶的排氣應遵循化學品製造商/供應商的建議，如果貯存的圓桶出現腫脹，立刻與製造商/供應商連繫，以取得處理的操作程序。18.操作區附近應有利即可得的火災、溢漏等緊急處理設備。

儲存：

1.貯存於乾燥、陰涼、通風良好以及陽光無法直接照射的地方和遠離熱、引燃源和不相容。2.儘可能小量貯存，避免大量貯存於室內。3.檢查所有新進容器，確定標示清楚和無破損。4.貯存於原始標示的容器或製造商/供應商所建議的貯存容器。5.標示應避免受損並置於可見處，不使用時保持容器密閉。6.容器置於適當高度以便於操作。7.依化學品製造商/供應商建議的溫度貯存。8.空桶應與貯存區分開。9.空的容器可能仍具有危害性的殘留物，保持密閉。10.定期檢查貯存區是否腐蝕或溢漏。11.貯存區應標示清楚，無障礙物並只允許委任或受過訓的人進入。12.貯存區與工作區分開。13.於適當處張貼警告標示。14.以相容物製成的盤子貯存含有溢漏的物質。15.有立即可得的溢漏吸收劑。16.門口應製門檻、斜坡或築溝渠，以圍堵或流到安全的地方。17.地板應防滲處理以防自地板吸收。18.圓桶的排氣應遵循化學品製造商的建議，如果貯存的圓桶出現腫脹立即與製造商/供應商連繫，以取得處理的操作程序。19.貯存區的牆壁、地板、棚架和配件、應使用抗硫酸腐蝕的材料。20.使用耐燃物質製備的貯存設施。21.貯存區有立即之滅火和溢漏清理設備。22.貯槽需在地面上，底部整個區域應封住以防滲漏，周圍需有防溢堤能圍堵整個容量。

八、暴露預防措施

工程控制：1.使用整體換氣或局部排氣裝置以及密閉製程。2.用抗腐蝕通風系統並與其他排氣通風系統分開。3.排氣口直接通到室外。4.供給充分新鮮空氣以補充排氣系統抽出的空氣。5.受污染的廢棄排至戶外時，應先適當除污。

控制參數： 八小時日時量平均容許濃度：1 mg/m³

短時間時量平均容許濃度：2 mg/m³

最高容許濃度：—

生物指標：—

個人防護設備：

呼吸防護：15mg/m³ 以下:定流量式供氣型呼吸防護具；或含抗酸氣濾罐及高效粒子過濾器的動力型空氣淨化式。含抗酸氣濾罐及高效粒子過濾器之全面型化學濾罐式防毒面罩或呼吸防護具；或全面型空氣呼吸器（自攜式）或全面型供氣式呼吸防護具。

未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氣式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防護具。

逃生：含防酸氣濾罐及高效率濾材的空氣清淨式呼吸防護具、逃生型自攜式呼吸防護具

手部防護：防滲手套，材質以丁基橡膠、天然橡膠、類橡膠、聚乙烯、聚氯乙烯、Teflon、Barricade、4H、CPF 3、Viton、Tellchem HPS、Tychem 10000、Saranex、Responder 等為佳。

眼睛防護：化學安全護目鏡、護面罩

皮膚及身體防護：上述橡膠材質連身式防護衣、工作靴。

衛生措施：

1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。

2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。

3.處理此物後，須徹底洗手。

4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：液體	形狀：油性、吸溼性
顏色：無色至暗褐色	氣味：無味，加熱有窒息味
pH 值：0.3(1N 溶液)	沸點/沸點範圍：274 °C
分解溫度：340 °C	閃火點：/ 測試方法：（） 開杯 （） 閉杯
自燃溫度：—	爆炸界限：/
蒸氣壓：< 0.3 mmHg @25 °C	蒸氣密度：3.4
密度：1.839（水=1）	溶解度：全溶（水）

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定

特殊狀況下可能之危害反應：1.水、丙烯、鹼性溶液、電石、氰酸鹽、雷酸鹽、硝酸鹽、過氧酸鹽、過錳酸鹽、苦味酸鹽、活性金屬、金屬炔化物、金屬電石、表氯烷、苯胺、二乙胺、醇、過氧化氫、氯磺酸、環戊烯、氰氟酸、硝基甲烷、4-硝基甲苯、氧化磷、鉀、鈉、乙二醇、異戊二烯、苯乙烯。：會起激烈或爆炸性反應。2.乙醛、氯丙烯：硫酸存在下會起聚合反應。

3.對大部分金屬（包含不鏽鋼、鋁、鎳及合金）具強烈腐蝕性。其腐蝕性與濃度、溫度、純度有關。

應避免之狀況：水。
應避免之物質：水、丙烯、鹼性溶液、電石、氯酸鹽、雷酸鹽、硝酸鹽、過氯酸鹽、過錳酸鹽、苦味酸鹽、活性金屬、金屬炔化物、金屬電石、表氯烷、苯胺、二乙胺、醇、過氧化氫、氯磺酸、環戊烯、氰氟酸、硝基甲烷、4-硝基甲苯、氧化磷、鉀、鈉、乙二醇、異戊二烯、苯乙烯、乙醛、氯丙烯。
危害分解物：-超過 340 °C 分解成三氧化硫及水。

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1.其蒸氣及霧滴具腐蝕性會嚴重的刺激或損害鼻、口、咽及肺，傷害程度依粒子大、小停留在身體的部位及濃度而異。2.可嚴重傷害肺，引起致命的肺水腫，症狀是咳嗽及呼吸困難。
皮膚：1.濃硫酸具高度腐蝕性會造成嚴重刺激和灼傷，可能留下永久的疤，嚴重酸灼傷可能致死。2.稀硫酸可能造成輕度至中度的刺激。3.長期接觸霧滴會引起皮膚紅，刺激性和灼傷。
眼睛：1.小量濃硫酸接觸會嚴重損傷眼睛且可能失明。2.稀硫酸可引起暫時性傷害，且可能失明。3.霧滴也會引起刺激性。
食入：1.濃硫酸嚴重灼傷口、食道及胃，並會造成噁心、嘔吐、吞嚥困難、喉乾、腹瀉，重則甚至死亡。2.小量酸吸入肺部可嚴重損害肺並可能致死。 LD50(測試動物、吸收途徑)：2,140 mg/kg(大鼠、吞食) LC50(測試動物、吸收途徑)：510 mg/m ³ /2H(大鼠、吸入)
局部效應：250ug(兔子，眼睛)造成嚴重刺激。
致敏感性：可能刺激呼吸道反應過敏。
慢毒性或長期毒性：1.可使皮膚紅、癢及乾燥。2.長期暴露於其蒸氣及霧滴會造成牙齒糜爛及變色。3.IARC 將含硫酸的無機酸霧滴列為可能導致呼吸道癌症的物質（此分類不適用於硫酸或硫酸水溶液）。
特殊效應：20mg/m ³ /7H(懷孕 6-18 天的雌鼠，吸入)造成胚胎發育不正常。

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：
1.因硫酸在體內易被排泄出，故不具蓄積性。
2.因硫酸溶於水，所以當硫酸溢出時，土壤中之水含量 及下雨均可影響溢出硫酸之流佈。
3.一經稀釋後其黏稠度減少，所以在土壤中之流動速度加快。
4.當進入地下水後，它會繼續隨水之方向流動直至其密度大於水。
5.水中之硫酸最後會與 Ca 及 Mg 形成鹽類。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1. 依現行法規處理。
2. 依倉儲條件貯存待處理的廢棄物。
3.小心地加至蘇打灰及消石灰溶液中，再用大量水排至下水溝。

十四、運送資料

國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質，包裝等級 II。(美國交通部) 2.IATA/ICAO 分級：8。(國際航運組織) 3.IMDG 分級：8。(國際海運組織)
聯合國編號：1830
國內運輸規定：1.道路交通安全規則第84 條 2.船舶危險品裝載規則 3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
特定化學物質危害預防標準	勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準
事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準	道路交通安全規則

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.HAZARDTEXT 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 3.RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 4.HSDB 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 5.危害化學物質中文資料庫，環保署	
製表者單位	名稱：*****股份有限公司	
	地址/電話：*****	
製表人	職稱：工程師	姓名(簽章)：***
製表日期	95.09.11	

3.2.3 鹽酸

一、物品與廠商資料

序號：0298

物品名稱：鹽酸(HYDROCHLORIC ACID)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：-----
緊急聯絡電話/傳真電話：-----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：鹽酸(HYDROCHLORIC ACID)
同義名稱：氫氯酸(CHLOROHYDRIC ACID、HYDROCHLORIC ACID SOLUTION、HYDROGEN CHLORIDE、AQUEOUSHYDROGEN CHLORIDE、MURIATIC ACID、

SPIRITS OF SALT)
化學文摘社登記號碼 (CAS No.): 7647- 01- 0
危害物質成分 (成分百分比): —

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：極具腐蝕性，會嚴重刺激鼻紫、喉嚨、眼睛。高濃度暴露可能造成致命的肺水腫、失明、牙齒糜爛。
	環境影響：—
	物理性及化學性危害：與金屬接觸會產生易燃氣體
	特殊危害：—
主要症狀：刺激感、哽感、咳嗽、灼傷、潰瘍、肺水腫、皮膚炎、失明、牙齒變色、慢性支氣管炎。	
物品危害分類：8(腐蝕性物質)	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸 入：	1.移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。2.若無法呼吸，施予人工呼吸；若呼吸困難，提供氧氣。3 維持患者體溫及休息。4.立即就醫。
皮膚接觸：	1.立即以大量溫水沖洗至少20~30 分鐘，並在沖洗時脫去污髒衣物。2.受污染的衣服，須完全洗淨方可再用或丟棄。3.立即就醫。
眼睛接觸：	1.立即撐開眼皮，以溫水緩和沖洗受污染的眼睛20~30 分鐘以上。2.立即就醫。
食 入：	1.若患者即將喪失意識或已喪失意識或痙攣，勿經口餵食任何東西。2.讓患者用水徹底漱口。3.勿催吐。4.讓患者喝2 40 ~300 毫升的水，若有牛奶，喝水後再給喝牛奶。5.若患者自發嘔吐，讓其身體前傾以免吸入嘔吐物，反覆漱口。6.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：極具腐蝕性、可造成致命的肺水腫、甚至可致死。引起灼傷，甚至失明。	
對急救人員之防護：未著全身式化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。避免洗胃及引發嘔吐	

五、滅火措施

適用滅火劑：此物不燃，針對周圍的火災選擇適當的滅火劑。
滅火時可能遭遇之特殊危害：1 .與金屬接觸會產生氫氣。
特殊滅火程序：1.噴水霧冷卻暴露於火場中的容器以防止容器爆裂，並可因此降低或驅散蒸氣。 2.若洩漏，勿對洩漏源直接噴水霧，受過訓之人員可中和洩漏。
消防人員之特殊防護裝備：配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器（必要時外加抗閃火鋁質被覆外套）。

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.限制人員進入，直至外溢區完全清乾淨為止。2.確定是由受過訓之人員負責清理之工作。3.穿戴適當的個人防護裝備。

環境注意事項：1.對洩漏區通風換氣。2.移開所有引燃源。3.通知政府職業安全衛生與環保相關單位。

清理方法：1.不要碰觸外洩物。2.避免外洩物進入下水道、水溝或密閉的空間內。3.在安全許可狀況下設法阻止或減少溢漏。4.用砂、泥土或其他不與洩漏物質反應之吸收物質來圍堵洩漏物。5.少量洩漏：用不會和外洩物反應之吸收物質吸收。已污染的吸收物質和外洩物具有同樣的危害性，須置於加蓋並標示的適當容器裡，用水沖洗溢漏區域。小量的溢漏可用大量的水稀釋。6.大量洩漏：聯絡消防，緊急處理單位及供應商以尋求協助。7.用水沖洗外洩區，但勿讓水滲入容器內。8.大量外洩時可能需噴水霧遏止蒸氣。

七、安全處置與儲存方法

處置：

- 1.避免讓蒸氣或霧滴釋放至工作場所的空氣中，操作區維持通風良好。
- 2.稀釋或製備溶液時，應緩慢的將酸加入水中，以免發生噴濺。
- 3.儘可能採最少用量；在特定而通風處使用。
- 4.容器應標示，不用時應蓋緊，並避免受損。

儲存：

- 1.貯存於陰涼、乾燥、通風區，避免陽光直射或熱源。
- 2.貯桶應先排氣且至少每週檢查內部壓力一次。
- 3.貯存區採用防蝕之建材、照明及通風設備。
- 4.限量貯存，並定期檢查容器是否損害或洩漏。

八、暴露預防措施

工程控制：1.局部排氣裝置。2.最好在密閉系統中作業。

控制參數：

八小時日時量平均容許濃度：—

短時間時量平均容許濃度：—

最高容許濃度：5ppm

生物指標：—

個人防護設備：

呼吸防護：0 ppm 以下：含防HCL 濾罐之化學濾罐式、動力型空氣淨化式、供氣式、自攜式呼吸防護具。

未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氣式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防護具。

逃生：含防酸氣濾罐之氣體面罩、逃生型自攜式呼吸防護具

手部防護：防滲手套，材質以丁基橡膠、類橡膠、Viton、CPF3、Trellchem HPS、Saranex、Barricade、Responder為佳。

眼睛防護：氣密式化學安全護目鏡、全面罩。

皮膚及身體防護：上述橡膠材質連身式防護衣，工作靴
衛生措施：
1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。
2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。
3.處理此物後，須徹底洗手。
4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：液體	形狀：無色或淡黃色具刺鼻味的發煙液體。
顏色：無色或淡黃色發煙液;易潮濕	氣味：刺激性嗆鼻味
pH 值：1.1（0.1N 溶液）	沸點/沸點範圍：108.6℃
分解溫度：—	閃火點： °F 不燃 °C 測試方法：（）開杯 （）閉杯
自燃溫度：/	爆炸界限：/
蒸氣壓：100 mmHg @ 20℃	蒸氣密度：1.268
密度：1.18（水=1）	溶解度：全溶於水

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定
特殊狀況下可能之危害反應：1.避免過度高溫(150 °C 以上)，以免分解生成氫及氯。2.其本身不會聚合，但與某些不相容物（例如環氧化物）接觸，則會發生聚合反應。3.金屬：會反應生成易燃性氫氣。4.鹼(如氫氧化鈉、胺)：劇烈反應生成熱及壓力。5.醛、環氧化物：可能造成劇烈的聚合作用，產生熱及壓力。6.還原劑：起反應，可能釋出熱量，引起火災並放出易燃性氫氣。7.氧化劑：可能起反應，放出熱及具腐蝕性與毒性的氯氣。8.爆炸物：會生熱而造成爆轟。9.乙炔化物、溴化物、碳化物、矽化物：可能反應生成易燃性氣體（例如乙炔）。10.氰化物、硫化物：可能反應生成毒氣（氫化氰或硫化氫）。11.磷化物：可能反應放出毒性且易燃的磷化氫。
應避免之狀況：1.避免過度高溫(150 °C 以上)。2.與某些不相容物（例如環氧化物）接觸。
應避免之物質：1.金屬。2.鹼(如氫氧化鈉、胺)。3.醛、環氧化物。4.還原劑。5.氧化劑。6.爆炸物。7.乙炔化物、溴化物、碳化物、矽化物。8.氰化物、硫化物。9.磷化物。
危害分解物：—

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1.極具腐蝕性。2.濃溶液(PH ≤ 3)之蒸氣或霧滴會嚴重刺激鼻子，引發喉痛、咳嗽及呼吸困難 (50~100ppm)；暴露時間過久可致鼻、喉灼傷及潰瘍。 3.1000~2000ppm 下數分鐘即可造成致命的肺水腫。但其症狀（如呼吸急促）之症狀可能數小時後才出現。

皮膚	1.會造成嚴重刺激，引起紅腫疼痛、腐蝕性傷害及永久的疤痕，甚至可致死。
眼睛	1.低濃度(10~35ppm)的蒸氣或霧滴會立即使眼睛發紅。2.噴濺到溶液或接觸高濃度的蒸氣或霧滴皆會造成嚴重的刺激，引起灼傷，甚至失明。
食入	1.會腐蝕灼傷口、喉、食道及胃；症狀包括吞嚥困難、噁心、嘔吐、腹瀉，甚至虛脫或死亡。2.吸入肺部會導致嚴重傷害及死亡
	LD50(測試動物、吸收途徑)：900 mg/kg(兔子，吞食)
	LC50(測試動物、吸收途徑)：8300 mg/m ³ /30min(大鼠，吸入)
	LDL0：81 mg/kg(男人)
	LCL0：1300 ppm/30M(人類，吸入)
局部效應：5 mg/30S(兔子，眼睛)造成輕微刺激。	
致敏感性：—	
慢毒性或長期毒性：1.低濃度可使牙齒變棕色；皮膚紅腫、疼痛，引起皮膚炎；並可能造成鼻及牙齦出血或慢性支氣管炎及胃炎。2.高濃度暴露可能造成牙齒糜爛。	
特殊效應：450 mg/m ³ /1H(懷孕1 天雌鼠，吸入)造成胚胎中毒及發育不正常。	
IARC 將之列為 Group 3：無法判斷為人體致癌性。	

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：
1.生物蓄積性：在體內不會蓄積。
2.會滲透土壤中，會溶解土壤中的物質，尤其是碳酸鹽鹼的物質，就某些程度而言，會被中和。
3.LC 50 (鱒魚)：21900ug/L/96H

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1.依照倉儲條件貯存待處理之廢棄物。
2.可考慮將已中和過的廢棄物安全掩埋。
3.小量：可將污染物小心地加入水中，用碳酸鈉或碳酸鈣慢慢中和，但需小心過程中可能會放熱及蒸氣。

十四、運送資料

國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質，包裝等級 II。(美國交通部)
2.IATA/ICAO 分級：8。(國際航運組織)
3.IMDG 分級：8。(國際海運組織)
聯合國編號：1789
國內運輸規定：1.道路交通安全規則第84條
2.船舶危險品裝載規則
3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
特定化學物質危害預防標準	勞工作業環境空氣中有毒物容許濃度標準
道路交通安全規則	事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.HAZARDTEXT 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 3.RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 4.HSDB 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 5.危害化學物質中文資料庫，環保署	
製表者單位	名稱：****股份有限公司 地址/電話：*****	
製表人	職稱：工程師	姓名（簽章）：***
製表日期	95.09.11	

3.2.4 石灰

一、物品與廠商資料

序號：0386

物品名稱：氫氧化鈣(CALCIUM HYDROXIDE)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：-----
緊急聯絡電話/傳真電話：----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：氫氧化鈣(CALCIUM HYDROXIDE)
同義名稱：消石灰,苛性石灰,石灰水、CAUSTIC LIME、CALCIUM HYDRATE、HYDRATED LIME、SLAKED LIME、AGRICULTURAL LIME、BIOCALC、CALVITAL、BELL MINE、CALCIUM DIHYDRATE、CARBOXIDE、KALKHYDRATE、KEMIKAL、MILK OF LIME、ALKALINE EARTH HYDROXIDE
化學文摘社登記號碼（CAS No.）：01305-62-0
危害物質成分（成分百分比）：100

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：非常刺激呼吸道。具腐蝕性，會引起嚴重的皮膚和眼睛灼傷，可能引起失明或永久性傷害。
	環境影響：對水中生物具中度毒性。
	物理性及化學性危害：質地柔軟的顆粒或粉末白色晶體，不會燃燒，高溫下會分解生成刺激性的氧化鈣

特殊危害：－
主要症狀：刺激、腐蝕、灼痛感、胃絞痛、打噴嚏、呼吸困難、咳嗽、化學性支氣管炎、流淚、皮膚癢、皮膚紅及腫脹、腹瀉、嘔吐、虛脫、血壓降低。
物品危害分類：8

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：
吸入：1. 移除污染源或將患者移至新鮮空氣處。2. 若呼吸困難供給氧氣。3. 立即就醫。
皮膚接觸：1. 以溫水沖洗受污染的皮膚至少15分鐘。2. 沖水的同時應脫掉受污染的衣物、鞋子、錶帶、皮帶等皮革物。3. 如仍有刺激感，立即就醫。
眼睛接觸：1. 立即以溫水沖洗至少15分鐘，沖洗同時並應撐開上下眼皮。2. 小心勿讓污水進入未受污染的眼睛。3. 如仍有刺激感，應反覆沖洗。4. 如果可能再以生理時鹽水沖洗受污染的眼睛30分鐘。5. 儘速就醫。
食入：1. 若患者失去知覺，不得給予任何食物。2. 不可催吐。3. 若患者仍能進食，給予240至300ml的水，稀釋其胃中的物質。4. 若患者嘔吐，應防止其吸入氣管。5. 反覆給予開水，儘速就醫。
最重要症狀及危害效應：嚴重情況可能導致胃和食道穿孔。
對急救人員之防護：應穿著C級防護裝備在安全區實施急救。
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣，而且避免洗胃及引發嘔吐。

五、滅火措施

適用滅火劑：選擇適於火場周圍物質之滅火劑；化學乾粉、二氧化碳、海龍、噴水或一般泡沫(小火)；水霧、噴水或一般泡沫(大火)。
滅火時可能遭遇之特殊危害：1. 避免溢漏流入下水道或水溝。2. 火場中可能釋出腐蝕性煙煙。
特殊滅火程序：1. 消防人員應著適當的防護衣並配帶全面型正壓空氣呼吸器(自攜式呼吸防護具SCBA)。2. 在安全情況下將容器搬離火場。3. 噴水以冷卻暴露火場的容器。
消防人員之特殊防護裝備：消防人員必須著耐化學品的防護衣，並配戴正壓空氣呼吸器(自攜式呼吸防護具)。

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1. 在污染區尚未完全清理乾淨前，限制人員接近該區。2. 確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3. 穿戴適當的個人防護裝備。
環境注意事項：1. 對該區域進行通風換氣。2. 撲滅或除去所有發火源。3. 通知政府安全衛生與環保相關單位。
清理方法：1. 不要碰觸外洩物。2. 避免外洩物進入下水道或密閉的空間內。3. 在安全許可的情形下，設法阻止或減少溢漏。4. 用砂、泥土或其他不與洩漏物質反應之吸收物質來圍堵洩漏物。5. 少量洩漏：用不會和外洩物反應之吸收物質吸收。以污染的吸收物質和外洩物具有同樣的危害性，須置於加蓋並標示的適當容器裡，用水沖洗溢漏區域。小量的溢漏可用大量的水稀釋。6. 大量洩漏：聯絡消防，緊急處理單位及供應商以尋求協助。

七、安全處置與儲存方法

處置：
1. 不得與會和氫氧化鈣起劇烈反應的物質貯存在相同的地方。
2. 不使用及空桶時，容器亦應關緊。
3. 操作時避免與皮膚、眼睛接觸。
儲存：
1. 貯存在陰涼，乾燥通風良好的地區，遠離熱及不相容物。
2. 貯存在密閉、防水、加標示的容器內。
3. 容器應避免撞擊，損壞。
4. 避免因經常的清掃產生粉塵，貯存區應用適當的結構材質。
5. 限制貯存量。

八、暴露預防措施

工程控制：整體換氣裝置或局部排氣裝置。
控制參數：
小時日時量平均容許濃度：5 mg/m ³ 短時間時量平均容許濃度：10 mg/m ³ 最高容許濃度：— 生物指標：—
個人防護設備：
呼吸防護：1.防粉塵及霧滴之呼吸防護具。2.緊急情況或非一般正常操作(如清理溢漏、反應器和貯槽)：空氣呼吸器(自攜式呼吸防護具SCBA)。
手部防護：防滲手套，材質以天然橡膠、類橡膠為佳。
眼睛防護：1.防塵或防濺化學安全護目鏡。2.全面罩。
皮膚及身體防護：1.防滲之連身式防護衣、圍裙、工作鞋、長手套。2.工作區附近要有淋浴/沖眼設備。
衛生措施：
1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。
2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。
3.處理此物後，須徹底洗手。
4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：固體	形狀：無色的白色或灰色
顏色：白色或灰白色、質地柔軟的顆粒或粉末，或白色晶體。	氣味：無味
pH 值：11.3(0.01 %)	沸點/沸點範圍：分解@580 °C
分解溫度：—	閃火點： °F 不燃°C 測試方法： () 開杯 (✓) 閉杯
自燃溫度：/	爆炸界限：/
蒸氣壓：0	蒸氣密度：/
密度：2.24(水=1)	溶解度：0.185 g/100ml 水@0 °C

十、安定性及反應性

安定性：正常狀況下安定， 會吸收空氣中的二氧化碳產生鹽類。
特殊狀況下可能之危害反應： 1.強酸：會起劇烈反應，釋放熱。2.順丁烯二酸酐(maleic anhydride)：激烈反應。3.硝化有機物：形成爆炸性物質。4.磷：反應生成磷(phosphines)，會在空氣中自燃。5.多氯酚、硝酸鉀：形成高毒性之 tetrachloro-dibbbemydioxide。
應避免之狀況：高溫、產生粉塵。
應避免之物質：1.強酸。2.順丁烯二酸酐。3.硝化有機物。4.磷。5.多氯酚、硝酸鉀。
危害分解物：－

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：刺激鼻子、喉嚨、上呼吸道，引起打噴嚏、呼吸困難、咳嗽，及可能引起化學性支氣管炎。
眼睛接觸：1.疼痛、流淚及嚴重灼傷，嚴重情況可能導致眼睛麻木(由於傷及眼角膜的神經)。2.會與眼睛內的水與蛋白質反應， 生成潮濕塊狀的眼垢， 極難清除，刺激會持續一段時間且眼角膜嚴重灼傷。
皮膚接觸：粉塵和水溶液會刺激皮膚， 導致癢、灼傷、紅和腫脹。
食入：1.口部、喉嚨和食道的灼痛感、腹瀉、嘔吐和虛脫。2.嚴重情況可能導致胃和食道穿孔，引起嚴重胃痛和快速血壓降低。
LD50(測試動物、吸收途徑)：7340 mg/kg(大鼠，吞食)
LC50(測試動物、吸收途徑)：-
局部效應：100 mg (兔子，眼睛) 造成嚴重刺激
致敏感性：－
慢毒性或長期毒性：大範圍和反覆的皮膚接觸有致皮膚炎的潛在可能性。
特殊效應：－

十二、生態資料

可能之環境影響/ 環境流佈：
1. 氫氧化鈣不會有氧化分解。
2. 氫氧化鈣不會有生物累積現象。
3. 對水中生物具中度毒性。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1. 參考相關法規處理。2. 可做為中和劑使用。

十四、運送資料

國際運送規定：1.DOT 49 CFR 將之列為第8 類腐蝕性物質， 包裝等級 II 。（ 美國交通部）
2.IATA/ICAO 分級：無。（ 國際航運組織）
3.IMDG 分級：無。（ 國際海運組織）
聯合國編號：1759
國內運輸規定：1.道路交通安全規則第84 條

2.船舶危險品裝載規則
3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：
勞工作業環境空氣中有害物質容許濃度標準事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準 道路交通安全規則

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，C C I N F O 光碟，2000-3 2.RTECS 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.45 ，2000 3.HSDB 資料庫，TOMES PLUS 光碟，Vol.45 ，2000		
製表者單位	名稱：****股份有限公司		
	地址/電話：*****1		
製表人	職稱：***	姓名（簽章）： ***	
製表日期	95.09.01		

3.2.5 氯化鐵

一、物品與廠商資料

物 品 名 稱	氯化鐵液 FERRIC CHLORIDE SOLUTION			
物 品 編 號				
製造商或供應商 名 稱	-----	地址	-----	電話 -----
緊 急 連 絡 電 話	----	傳真電話	----	

二、成份辨識資料

中 英 文 名 稱	氯化鐵液 FERRIC CHLORIDE SOLUTION
同 義 名 稱	FERRIC CHLORIDE、IRON(III)CHLORIDE
化學文摘社登記號碼(CAS No.)	07705-85-2
危害物質成分(成分百分比)	FeCl ₃ (40%)

三、危害辨識資料

最 重 要 危 害 效 應	健康危害效應： 急性：1.吸入：上呼吸氣道，導致咳嗽、喉嚨燒傷及窒息之感覺。 2.眼睛、皮膚接觸：(1)液體和液滴可能嚴重刺激、灼傷或傷害眼睛。(2)皮膚與液體接觸引起刺激，長期或反覆暴露可能引起灼傷。 慢性：引起皮膚炎，牙齒造成腐蝕，吞食會造成口腔、食道、胃黏膜燒傷、疼痛。 環境影響：高濃度對水中生態有害。 物理性及化學性危害：屬液體，具強腐蝕性，與強氧化劑接觸可能引起激烈反應釋放有毒氣體。
---------------------------------	---

特殊危害：會刺激眼睛、皮膚、呼吸系統，吞食過多時將導致口腔、食道疼痛、胃黏膜燒傷。
主要症狀：刺激感、咳嗽、呼吸困難、哽塞感、胸疼痛、口渴、嘔心。
物品危害分類：第八類，腐蝕性物質 

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：
吸入：1.將患者移往新鮮空氣處 2.若沒有呼吸，施予人工呼吸 3. 儘速送醫。
皮膚接觸：1.立刻用大量水流清洗 15 分鐘 2.脫除受污染的衣服和鞋子 3.儘速送醫。
眼睛接觸：1.立刻用大量水清洗 15 分鐘以上，並不時翻動上下眼皮 2.儘速送醫。
食入：1.不要催吐。2.若患者意識清醒，喝下大量的水、牛奶或鎂乳劑。3.若患者無意識或痙攣，不要餵食任何東西。4.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：及具腐蝕性、可造成致命的肺水腫、引起灼傷、甚至失明。
對急救人員之防護：未著全身式化學防護衣及呼吸防護具之人員不得進入災區搬運傷患。至少應穿著防護裝備，始可在安全區實施傷患急救。
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。避免洗胃及引發嘔吐。

五、滅火措施

適用滅火劑：此物質不會燃燒，使用適於火場環境的滅火劑。
滅火時可能遭遇之特殊危害：
特殊滅火程序：1.若無法將容器移離現場，使用噴水冷卻容器。2.於火場中，壓縮容器會爆炸有毒之刺激性氣體。
消防人員之特殊防護設備：自攜呼吸防護具、化學防護衣。

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：穿著防酸抗水工作服及防護裝備，包括橡膠手套、橡膠工作靴。
環境注意事項：避免未中和的物質流入下水道、排水溝、地面水及土壤中。
清理方法：1.少量外洩或滴露時，應擦去並丟在合格的廢料容器內。 2.大量外洩時，用土或不可燃的吸附物質築堤圍堵，再以蘇打灰或石灰小心的中和；如使用蘇打灰則須有適當的通風，排去產生的二氧化碳。

七、安全處置與儲存方法

處置：1.在通風好之特定區小量操作，避免生成粉塵及滴霧。2.應備有隨時可用於滅火及處理洩漏之緊急應變設備。
儲存：1.儲存區應提供足夠水量，以處理緊急洩漏。2.對於腐蝕敏感之儀器不應存放於該區。3.避免儲存超過二年。

八、暴露預防措施

工程控制：				
容許濃度			生物指標	
八小時日時量平均容許濃度(TWA)	短時間時量平均容許濃度(STEL)	最高容許濃度(Ceiling)	LD50(測試動物)、吸收途徑	LC50(測試動物)、吸收途徑
-	-	-	-	-
個人防護裝備：				
呼吸防護：酸性氣體濾罐防護器、供氣式呼吸防護具、自攜式呼吸防護具。				
手部防護：天然橡膠防滲手套，連身式防護衣及工作靴，安全淋浴設備。				
眼睛防護：化學護目鏡，護面罩及洗眼設備。				
皮膚及身體防護：橡膠材質之連身防護衣及工作靴。				
衛生措施：1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可穿戴或丟棄。2.操作時禁止抽煙或飲食。3.處理後，儘速洗手。				

九、物理及化學性質

物質狀態	液體	形態	狀
顏色	紅棕色	氣味	酸性
pH 值	酸性	沸點 / 沸點範圍	229℃
分解溫度		閃火點	℃ ☐ 開杯 ☐ 閉杯
自燃溫度		爆炸界限 %	上限(UEL) 下限(LEL)
蒸氣壓(mmHG)	50	蒸氣密度(空氣=1)	0.9
密度(水=1)	1.43	溶解度	100%

十、安定性及反應性

安定性	正常狀況下安定
特殊狀況下可能之危害反應	
應避免之狀況	
應避免之物質	1.鹼金屬 2.強氧化劑 3.硫化物 4.磷化物 5.乙炔化合物 6.氯化物 7.碳化物 8.硫酸汞。
危害分解物	

十一、毒性資料

急性毒性	
局部效應	5mg/30min(人類，眼睛)會造成輕微刺激。
致敏性	
慢毒性或長期毒性	1.低濃度可能造成牙齒變棕色，皮膚紅腫、疼痛，引起皮膚炎，並可能造成鼻及牙齦出血或慢性支氣管炎及胃炎。2.高濃度暴露可能造成牙齒糜爛。
特殊效應	

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：高濃度對水中生態有害。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：1.運用處理該物質的合格方式處理受污染的物質及外洩清理時所用的物質。
2.向中央或地方政府的主管機關諮詢，尋求適當的處理方式。3.空容器會有殘留物、氣體及霧滴，仍須依洩漏處理方式處理。

十四、運送資料

國際運送規定	
聯合國編號	2582
國內運送規定	應符合道路交通安全規則之規定。
特殊運送方法及注意事項	運送過程中應防止洩漏。

十五、法規資料

適用法規	1.勞工安全衛生法。2.道路交通安全規則。3.廢棄物清理法。
------	--------------------------------

十六、其他資料

參考文獻	
製表單位	名稱 *****股份有限公司
	地址 ***** 電話 *****
製表人	職稱 *** 姓名 *****
製表日期	民國 95 年 9 月 2 日

3.2.6 二氧化氯

一、物品與廠商資料

物品名稱： 二氧化氯（CHLORINE DIOXIDE）
物品編號： --
製造商或供應商名稱、地址及電話： --
緊急聯絡電話/傳真電話： ---

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱： 二氧化氯（CHLORINE DIOXIDE）
同義名稱： CHLORINE PEROXIDE、CHLORINE OXIDE
化學文摘社登記號碼(CAS No.)： 10049-04-4
危害物質成分(成分百分比)： <10

三、危害辨識資料

最重要危害效應	健康危害效應：嚴重刺激呼吸系統，具腐蝕性，高濃度可能造成肺水腫
	環境影響：--
	物理性及化學性危害：為強氧化劑，會引燃可燃物。為一不安定物質，火場中的容器可能會爆炸。
	特殊危害：--
主要症狀：咳嗽、呼吸困難、皮膚刺激及腐蝕、支氣管炎。	
物品危害分類：5.1（水合物、冷凍），禁止運輸（未水合物）	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸入	1.施救前先做好自身的防護措施，以確保自己的安全。2.移走污染源或將患者移到新鮮空氣處。3.若呼吸困難，最好在醫生指示下由受過訓練的人供給氧氣。4.立即就醫。
皮膚接觸	1.避免直接觸及此物，儘可能戴防滲的防護手套。2.儘速用緩和流動的溫水沖洗患部15～20分鐘。3.沖洗後如刺激感持續，再反覆沖洗。4.脫掉污染的衣物、鞋子及皮飾品。5.儘速就醫。
眼睛接觸	1.如有刺激感，將患者移離污染區。2.立即將眼皮撐開，用緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛15～20分鐘。3.沖洗時要小心，不要讓含污染物的沖洗水流入未受污染的眼睛。4.立即就醫。
食入	1.氣體不適用。2.若食入溶液，讓患者用水徹底漱口。3.不可催吐。4.讓患者喝下240～300毫升（8-10盎司）的水。5.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：中毒症狀包含咳嗽、呼吸困難、肺水腫。	
對急救人員之防護：應穿著C級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。	

五、滅火措施

適用滅火劑：不燃燒、針對周圍的火災，選用適合的滅火劑。
滅火時可能遭遇之特殊危害：1.空氣中濃度大於10%，對熱、靜電、摩擦、污染、撞擊敏感，可能引起爆炸。2.固體受撞擊會爆炸。
特殊滅火程序：1.切勿移動火場中已受熱的容器。2.為強氧化劑引燃可燃物，火災時應將可燃有機物隔離或移走。
消防人員之特殊防護設備：---

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.在污染區尚未處理乾淨前，限制人員接近該區。2.確認清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。
環境注意事項：1.對該區域進行通風換氣，撲滅或除去隔離所有發火源、可燃物、易燃物、

不相容物。2.報告政府安全衛生與環保相關單位。
清理方法： 1.避免外洩物進入下水道、水溝或密閉的空間內。 2.在安全許可的情形下，設法阻止或減少二氧化氯溢漏，並讓漏洩之液體逸散。 3.若液體漏洩時，用不會和外洩物反應的泥土、沙或吸收劑圍堵外洩物。 4.少量溢漏時：用不會和外洩物反應之吸收劑吸收。至於加蓋並標示的適當容器裡，再用水沖洗水溢漏區域。 5.若大量溢漏，通知消防、緊急處理單位及供應商以協助。

七、安全處置與儲存方法

處置： 1.處置時遠離火花、明火及其他發火源，配管及容器要標示。 2.在工作區域內張貼「禁止抽煙」的警告標誌。 3.作業時避免讓釋出的蒸氣和霧滴入工作區的空氣中。 4.在通風適當的特定區內操作並採最小用量。 5.空的貯存容器內可能仍有具危害性的殘留物。 6.生產後馬上使用，儘量不要儲存，若保持陰涼並避光，可加水稀釋，暫時儲存。
儲存： 1.貯區內採用抗蝕性建材，地板不能使用木頭及可燃類、塑膠品，儲存及工作區要有良好的通風。 2.貯存場所考慮裝設測漏與警報系統。 3.如使用溶液，限量儲存。 4.於適當處張貼警示標誌，限制人員接近儲存區。 5.貯存區要與員工緊密之工作區域分開。 6.貯存區及其附近須備立即可用的滅火器材。 7.遵循貯存與處理氧化劑的相關法規。 8.定期檢查貯桶有無缺陷如破損或溢漏等。

八、暴露預防措施

工程控制：1.因此物質具高潛在危害性，可能需嚴格管制，如密閉或嚴格處理。2.單獨使用抗腐蝕性通風系統，直接排放置室外，但排出之廢氣可能需處理，以避免污染環境。			
控制參數：			
八小時日時量平均容許濃度 TWA	短時間時量平均容許濃度 STEL	最高容許濃度 CEILING	生物指標 BEIs
0.1ppm	0.3ppm	--	--
個人防護設備：			
呼吸防護：1ppm以下：含防二氧化氯濾罐之化學濾罐式、供氧式呼吸防護具。			
5ppm以下：含防二氧化氯濾罐之全面型化學濾罐式、全面型供氣式或自攜式呼吸防護具。			
未知濃度：正壓自攜式呼吸防護具、正壓全面型供氧式呼吸防護具輔以正壓自攜式呼吸防			

護具。 逃生：防二氧化氮濾罐之氣體面罩、逃生型自攜式呼吸防護具。 手部防護：防滲手套，材質建議以Responder為佳。 眼睛防護：1.化學安全護目鏡。2.全面式護面罩。 皮膚及身體防護：連身式防護衣、工作靴和其他防護衣物。 衛生措施： 1.工作後儘速脫掉污染衣物，洗淨後才可在穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。3.處理此物後，須徹底洗手。4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：氣體	形狀：紅黃色氣體
顏色：紅黃色氣體或黃綠色溶液	氣味：不佳，與氯及硝酸相似
pH 值：在水中形成酸性溶液	沸點/沸點範圍：11 °C
分解溫度：--	閃火點： °F 不燃 °C 測試方法： 開杯 閉杯
自燃溫度：	爆炸界限： /
蒸氣壓： mmHg	蒸氣密度： 2.33
密度：1.642@0 °C(水=1)	溶解度：可溶於水

十、安定性及反應性

安定性：不安定，過光、熱、震盪、靜電、鹼、觸媒及不純物分解
特殊狀況下可能之危害反應： 1.一氧化碳、丁二烯、乙烷、乙烯、甲烷、丙烷、二氟氨、三氟氨：爆炸反應。 2.氫氣：引起爆轟。3.汞：混和搖動會引起爆炸。4.磷、硫及可燃性物質：接觸會引燃。5.強鹼：引發二氧化氮的分解。6.對大部分金屬具高度腐蝕性。
應避免之狀況：震盪、光、熱、靜電
應避免之物質：鹼、觸媒、不純物（如氯化物）、一氧化碳、丁二烯、乙烷、乙烯、甲烷、丙烷、二氟氨、三氟氨、氫氣汞磷、硫及可燃性物質、強鹼。
危害分解物：

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1. 5ppm濃度造成鼻子與喉嚨刺激。2. 19ppm環境下有職業死亡報告。其他中毒症狀包含咳嗽、刺激感、呼吸困難、氣胸、流鼻水、流鼻血、頭痛、嘔吐、支氣管炎、肺水腫等。但引起這些症狀的確實濃度未知。3.二氧化氮的呼吸道刺激比氯嚴重。 皮膚：在會嚴重傷害呼吸道的濃度下會刺激皮膚，高濃度則引起嚴重刺激或腐蝕。 眼睛：低濃度下可能造成刺激，使眼睛看到光圈。 食入：不適用氣體，高濃度溶液對嘴、喉嚨、食道造成腐蝕傷害。高濃度溶液，非常毒。

LD50（測試動物、吸收途徑）：--
LC50（測試動物、吸收途徑）：--
局部效應：100mg（兔子、眼睛）造成輕微刺激。
致敏感性：
慢毒性或長期毒性：大部分研究結果暴露在 0.1ppm 以下濃度，無長期性健康效應（但有報告指出，一位化學家在暴露數年後，造成支氣管炎及肺氣腫）。
特殊效應：571mg/Kg(懷孕 14 天雌鼠，吞食)造成新生鼠中毒。

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：
1.二氧化氯在開放的池塘或貯水槽中無法存留，但在乾淨的分佈系統中可殘存數天。
2.將二氧化氯放入水中，最主要的反應產物為亞氯酸鹽。
3.在體內會很快分解掉，不會蓄積。
4.對水中生物毒性不高。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1.丟棄前參考相關法規。
2.含二氧化氯的廢水不可流入下水道，應先處理以破壞二氧化氯。
3.需要已受過訓練的專業人員穿戴適當裝備方可處理廢棄物。

十四、運送資料

國際運送規定：--
聯合國編號：9191（水合物、冷凍），禁止運輸（未水合物）
國內運送規定：
1.道路交通安全規則第 84 條
2.船舶危險品裝載規則
3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：

十五、法規資料

適用法規：
1.勞工安全衛生法。2.道路交通安全規則。3.廢棄物清理法。

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.RTECS 資料庫 TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 3.HSDB 資料庫 TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999
------	--

	4.危害化學物質中文資料庫，環保署	
製表單位	名稱：*****	
	地址/電話：*****	
製表人	職稱：***	姓名(簽章)：*****
製表日期	95.09.01	

3.2.7 次氯酸鈉

一、物品與廠商資料

序號：0627

物品名稱：次氯酸鈉 (SODIUM HYPOCHLORITE)
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：生揚化工。桃園縣龍潭鄉中興路 412 號。(03)4990246。
緊急聯絡電話/傳真電話：(03)4990246。(03)4807476。

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：次氯酸鈉 (SODIUM HYPOCHLORITE)
同義名稱：漂白液、BLEACH、HYPOCHLOROUS ACID、SODIUM SALT、LIQUID BLEACH (NaOCL)、SODIUM OXYCHLORIDE
化學文摘社登記號碼 (CAS No.)：07681-52-9
危害物質成分 (成分百分比)：100

三、危害辨識資料

最重要危害與效應	健康危害效應：吸入會刺激鼻及喉，濃度高時會嚴重傷害肺部。其霧滴或液體會刺激眼睛。霧滴及溶液會刺激皮膚，可能造成化學灼傷。食入會造成刺激粘膜、口腔及胃疼發炎，噁心、休克、精神混亂、昏迷、甚至死亡，也可能引起食道或胃穿孔。
	環境影響：
	物理性及化學性危害：1.溫度超過 40 ℃ 及光照會加速分解。2.可燃物及易燃物會增加火災及爆炸危險。
	特殊危害：
主要症狀：刺激鼻喉、刺激眼睛、刺激皮膚造成化學灼傷、食入造成刺激粘膜、口腔及胃疼發炎，噁心、休克、精神混亂、昏迷、甚至死亡，也可能引起食道或胃穿孔。	
物品危害分類：—	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：
吸入：1.救援者先穿戴適當的防護裝備，確保自身安全。2.移除污染源，或將患者移

至新鮮空氣處。3.若患者呼吸停止，施予人工呼吸。4.若患者心跳停止，施予心肺復甦術。5.由專業人員給予氧氣6.立即就醫。	
皮膚接觸：	1.必要時戴防滲手套以避免直接與化學品接觸。2.用溫水緩和沖洗污染部位20分鐘以上。3.在沖水中脫掉污染的衣鞋及皮革製品。4.立即就醫。
眼睛接觸：	1.立即撐開眼皮，用溫水緩和沖洗污染部位20分鐘以上。2.勿使污染的水流入未受化學品污染的眼睛。3.若仍有刺激，反覆沖洗。4.立即就醫。
食入：	1.若患者意識不清、無意識或痙攣，勿餵食任何東西。2.用水徹底漱口，勿催吐。3.給患者喝下240至300ml水。4.若患者自發嘔吐，讓其身體前傾，避免吸入嘔吐物。5.反覆給水。6.若呼吸停止，由專業人員施予人工呼吸。7.若心跳停止，則施予心肺復甦術。8.立即就醫。
最重要症狀及危害效應：	
對急救人員之防護：	
對醫師之提示：	

五、滅火措施

適用滅火劑：—
滅火時可能遭遇之特殊危害：1.次氯鈉不會燃燒，但為氧化劑可助燃。 2.可用水冷卻容器，但須在安全距離，因容器可能爆炸。
特殊滅火程序：
消防人員之特殊防護裝備：—

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1.在污染區尚未完全清理乾淨前，限制人員接近該區。2.確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3.穿戴適當的個人防護裝備。
環境注意事項：1.對該區域進行通風換氣。2.撲滅或移開所有引火源。3.報告政府安全衛生與相關單位。
清理方法： 1.外洩物未完全清理乾淨前，禁止進入洩漏區。 2.只允受過訓之人員清理外洩。 3.移除所有引火源，並隔離可燃或易燃物。 4.使外洩區通風。 5.在安全情況下設法阻漏。 6.防止外洩物流入下水道或閉窄空間。 7.用土、砂或不與外洩物反應的吸收性物質圍堵外洩物。 8.小量外洩時用惰性吸收劑吸收，並置於適當容器中加蓋標示。 9.用水沖洗外洩區。 10.大量外洩須通知火災救援或緊急處理中心。 11.已含污染物之吸收劑可能和外洩物具同等危害。

七、安全處置與儲存方法

處置：

1.遠離所有火源與熱源。 2.避免產生霧滴，並盡可能少量操作。 3.需有防火防洩等緊急設備。 4.容器需加標示並保持緊密。 5.所有操作器具皆須無污染物。
儲存： 1.貯存於陰涼、乾燥處，避免陽光直射。 2.容器須加標示且緊密，未使用時亦應加蓋，並防止碰撞。 3.遠離不相容物並與一般作業區分開。 4.遠離熱源、火焰或火花。 5.使用抗腐之建材及照明、通風系統。 6.限量儲存，並限制人員進出儲存區。 7.定期檢查有無洩漏或破損，並避免久儲過期。

八、暴露預防措施

工程控制：1.稀釋通風系統。2.當需加強或會產生霧滴時，需用局部排氣通風。3.通風系統需用抗腐蝕材質，且與其他排氣系統分開。
控制參數： 八小時日時量平均容許濃度：— 短時間時量平均容許濃度：— 最高容許濃度：— 生物指標：—
個人防護設備： 呼吸防護：1.防氯之化學濾罐呼吸防護具。2.供氣式呼吸防護具。3.自攜式呼吸防護具。 手部防護：防滲手套。 眼睛防護：1.化學安全護目鏡。2.面罩。 皮膚及身體防護：1.防滲連身工作服。2.工作靴。3.防護衣。材質以天然橡膠、氯丁橡膠、聚氯乙烯(PVC)類與PVC摻合等為佳。
衛生措施：1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。3.處理此物後，須徹底洗手。4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：液體	形狀：水樣液體
顏色：綠色至黃色	氣味：氯味（漂白劑）
pH 值：	沸點/沸點範圍：>40°C 分解
分解溫度：	閃火點：— °F — °C 測試方法：開杯 閉杯
自燃溫度：—	爆炸界限：—

蒸氣壓：— mmHG	蒸氣密度：—
密度：1.1（水=1）	溶解度：全溶

十、安定性及反應性

安定性：不穩定性
特殊狀況下可能之危害反應：1.可燃物及易燃物會增加火災及爆炸危險。2.氮化合物（如胺、尿素、氨、異氰酸等）會形成有毒的氯胺。3.鉍鹽，若有酸，則會形成爆炸性三氯化氮。4.酸（尤其是鹽酸）會放出氯氣。5.甲醇會形成爆炸性的次氯酸甲酯。6.金屬（特別是銅、鎳、鈷）會加速次氯酸鈉分解。7.本溶液腐蝕多屬金屬。
應避免之狀況：溫度超過 40 °C 及光照
應避免之物質：1.可燃物及易燃物。2.氮化合物（如胺、尿素、氨、異氰酸等）。3.鉍鹽。4.酸（尤其是鹽酸）。5.甲醇。6.金屬（特別是銅、鎳、鈷）。
危害分解物：燃燒或熱分解會產生氯氣、氧氣。

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1.霧滴會刺激鼻及喉。2.與酸混合或加熱至40°C以上會放出氯氣。3.氯氣會刺激鼻及喉，濃度高時會嚴重傷害肺部。4.與含氮化合物（如胺）混合，會放出氯胺蒸氣，也只刺激性。
眼睛接觸：1.其霧滴或液體會刺激眼睛，若濃度高且未立即處理，會嚴重傷害眼睛。2.氯及氯胺蒸氣也具刺激性。
皮膚接觸：1.霧滴及溶液會刺激皮膚。2.嚴重時可能造成化學灼傷。
食入：1.刺激粘膜、口腔及胃疼發炎，噁心、休克、精神混亂、昏迷、甚至死亡。2.可能引起食道或胃穿孔。
LD50：5800 mg/kg(大鼠，吞食)
局部效應：
致敏感性：
慢毒性或長期毒性：1.過敏性接觸性皮膚炎。2.可能影響呼吸系統。
特殊效應：

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：
1.用安全掩埋處理
2.小量的次氯酸鈉可用還原劑（如硫代硫酸鈉、焦亞硫酸鈉或亞鐵鹽）破壞。用亞硫酸氫鹽或鐵鹽時須加 2M 的硫酸催化，再將混合液置入裝水的大容器中並用蘇打（硫酸鈉）中和。

十四、運送資料

國際運送規定：
聯合國編號：1791-60
國內運輸規定：1. 道路交通安全規則第 84 條 2. 船舶危險品裝載規則 3. 台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則
特殊運送方法及注意事項：

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
有機溶劑中毒預防規則	勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準
道路交通安全規則	事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

十六、其他資料

參考文獻	
製表者單位	名稱： *****股份有限公司
	地址： *****
	電話： *****
製表人	職稱： *** 姓名（簽章）： ***
製表日期	95.09.11

3.2.8 次氯酸鈣

一、物品與廠商資料

序號：189

物品名稱：次氯酸鈣（CALCIUM HYPOCHLORITE）
物品編號：--
製造商或供應商名稱、地址及電話：--
緊急聯絡電話/傳真電話：---

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：次氯酸鈣（CALCIUM HYPOCHLORITE）
同義名稱：CALCIUM OXYCHLORIDE、BLEACHING POWDER、CHLORINATED LIME
化學文摘社登記號碼（CAS No.）：07778-54-3
危害物質成分（成分百分比）：70

三、危害辨識資料

最重	健康危害效應：吸入會刺激鼻子、眼睛及皮膚。大量暴露可能造成肺水腫。
要危	環境影響：釋放至土壤中，會與土壤濕氣反應釋出氨氣，對植物、動物有害。
害與	物理性及化學性危害：為氧化性物質。與易燃物接觸會迅速著火。火場中可能釋出
效應	毒氣。與水或濕氣接觸可能產生易燃或毒性氣體。
	特殊危害：--
主要症狀：刺激感、呼吸困難。	
物品危害分類：5.1（氧化性物質）	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸入	1. 移除污染源，或將患者移至新鮮空氣處。2. 立即就醫。
皮膚接觸	1. 用溫水緩和沖洗污染部位20～30分鐘。2. 在沖水中脫掉污染的衣鞋及皮革製品。3. 立即就醫。
眼睛接觸	1. 立即撐開眼皮，用溫水緩和沖洗污染部位20～30分鐘。2. 勿使污染的水流入未受化學品污染的眼睛。3. 若仍有刺激，反覆沖洗。4. 立即就醫。
食入	1. 若患者意識不清、無意識或痙攣，勿餵食任何東西。2. 用水徹底漱口，勿催吐。3. 給患者喝下240至300ml水。4. 若患者自發嘔吐，讓其身體前傾，避免吸入嘔吐物。5. 反覆給水。6. 若呼吸停止，由專業人員施予人工呼吸。7. 若心跳停止，則施予心肺復甦術。8. 立即就醫。
最重要症狀及危害效應：與酸混合會釋出氨氣、濃溶液會造成灼傷。	
對急救人員之防護：應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：患者吸入時，考慮給予氧氣。吞食時，考慮洗胃。	

五、滅火措施

適用滅火劑：水霧	
滅火時可能遭遇之特殊危害：為一強氧化劑，會與可燃、有機物或氧化劑形成爆炸性混合物，須特別注意。	
特殊滅火程序：1. 不可燃，選用對於周遭之火災合適之滅火劑，亦可用水霧撲滅含此物質之火災。2. 用噴水霧來冷卻容器，以防破裂並降低蒸氣量。3. 遠離貯槽兩端。4. 儲槽區之大型火災，使用無人操作之水霧控制架或自動搖擺消防水瞄。若不可行則儘可能撤離火場並允許火燒完。	
消防人員之特殊防護裝備：配戴全身式化學防護衣及空氣呼吸器（必要時外加抗閃火鋁質被覆外套）。	

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：1. 限制人員進入，直至外溢區完全清乾淨為止。2. 確定清理工作是由受過訓練的人員負責。3. 穿戴適當的個人防護裝備。	
環境注意事項：1. 對該區域進行通風換氣。2. 撲滅或移開所有引火源，並移走可燃物。3. 通知政府職業安全衛生與環保相關單位。	
清理方法：	
1. 不要碰觸洩漏物。2. 防止外洩物流入下水道或閉窄空間。3. 將其鏟入乾淨且乾燥之容器	

內並加標示，再用水清洗外洩區。4.將可燃物移離外洩物。5.小量漏洩：(1) 使用乾淨且乾燥的鏟子及掃帚收集外洩物於一含有水之容器內。(2) 小心加入過氧化氫（每磅次氯酸鈣加入 0.47 公升 35%過氧化氫溶液），與次氯酸鈣反應生成氯化鈣及氧氣。亦可使用亞硫酸鈉或亞硫酸氫鈉取代過氧化氫進行分解。(3) 唯用亞硫酸鈉或亞硫酸氫鈉還原後之溶液，須用稀鹽酸或稀硫酸小心中和。(4) 在中和時、除污時會放出氧氣，因此須在開放容器內有良好的通風，並遠離發火源處所為之。6.大量：聯絡緊急處理單位或供應商，協助處理。

七、安全處置與儲存方法

處置：

- 1.在通風良好處所下採最少量使用，作業時避免產生粉塵。
- 2.置備隨時可以防火災、洩漏之緊急應變處理裝備。
- 3.溶解時應將此固體緩慢小心地加入水中，勿將水加入此固體中。
- 4.含不純物-次氯酸鎂時，此不純物易起反應造成危險，應避免。
- 5.貯存於新的且緊密之容器內，並遠離不相容物不要受到污染。
- 6.儲存於陰涼、乾燥且通風良好處，避免陽光照射。

儲存：

- 1.儲存區須使用不燃且防蝕地板及有經認可之排水設施。
- 2.避免容器遭受碰撞或破裂。
- 3.勿長期貯存。
- 4.定期小心地檢查容器是否有損傷或腐蝕。
- 5.儲存區須使用防蝕之設備。
- 6.不使用時容器緊密。

八、暴露預防措施

工程控制：局部排氣裝置或整體換氣裝置。

八小時日時量平均容許濃度 TWA	短時間時量平均容許濃度 STEL	最高容許濃度 CEILING	生物指標 BEIs
--	--	--	--

個人防護設備：

呼吸防護：1.具過濾粉塵及酸性氣體濾毒罐之呼吸防護具。

手部防護：丁基橡膠、天然橡膠、氯丁橡膠、聚乙烯、聚氯乙烯（PVC）等材質之防滲手套。

眼睛防護：1.化學安全護目鏡。2.面罩。

皮膚及身體防護：1.防滲連身工作服。2.工作靴。3.防護衣。材質以天然橡膠、氯丁橡膠、聚氯乙烯(PVC)類與PVC摻合等為佳。

衛生措施：1.工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。2.工作場所嚴禁抽煙或飲食。3.處理此物後，須徹底洗手。4.維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：固體	形狀：白色具氯氣味固體
顏色：白色	氣味：氯氣味
pH 值：11.5（5%溶液）	沸點/沸點範圍：分解℃
分解溫度：	閃火點：— °F — °C 測試方法：開杯 閉杯
自燃溫度：—	爆炸界限：—
蒸氣壓：— mmHg	蒸氣密度：—
密度：2.35（水=1）	溶解度：21.5g/100ml @ 0°C（水）

十、安定性及反應性

安定性：不安定，會快速進行化學轉換，但不會爆裂。
特殊狀況下可能之危害反應：1.避免將水加入次氯酸鈣，以免生熱而引發危險的分解作用。 2.易燃物及可燃物：迅速著火。3.氨、尿素及胺：生成具反應性及有毒之氯胺，並放出氮氣。 4.酸：放出氯氣。5.金屬氧化物：造成激烈的分解反應。6.會腐蝕某些金屬（如：銅、鎳、鋁等）。
應避免之狀況：--
應避免之物質：1. 易燃物及可燃物。2.氨、尿素及胺。3.酸。4. 金屬氧化物。5.會腐蝕某些金屬（如：銅、鎳、鋁等）。
危害分解物：氯氣、氧氣、氯酸鈣。

十一、毒性資料

急毒性：
吸入：1.粉塵及霧滴會刺激鼻子、喉嚨及上呼吸道。2.與酸混合會放出氯氣，刺激鼻子及咽喉，濃度高時會嚴重傷害肺部。
眼睛接觸：1.粉塵或霧滴會刺激眼睛。2.濃溶液會造成嚴重灼傷，若不馬上醫治會導致永久性傷害。
皮膚接觸：1.粉塵及溶液會刺激皮膚。2.嚴重時可能造成化學性灼傷。
食入：1.會灼傷口腔及消化系統，症狀包括胃痛、嘔吐、呼吸困難、困惑、精神錯亂，嚴重時會導致昏睡及死亡。
LD50（測試動物、吸收途徑）：850 mg/kg(大鼠，吞食)
LC50（測試動物、吸收途徑）：--
局部效應：--
致敏感性：--
慢毒性或長期毒性：皮膚刺激感
特殊效應：--

十二、生態資料

可能之環境影響/環境流佈：

- 1.不會蓄積，因次氯酸鈣會很快與組織反應。
- 2.在水中，次氯酸根離子會與氫離子形成偏次氯酸；而氫氧根離子會與鈣離子結合沈澱。
- 3.釋放至土壤中，會與土壤濕氣反應釋出氯氣，對植物、動物有毒。

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：

- 1.處理前先參考現行法規。
- 2.未處理過之次氯酸鈣廢棄物不可直接排放置下水道或水溝。
- 3.經過處理後之廢棄物可採安全之衛生掩埋來處理。

十四、運送資料

國際運送規定：

- 1.DOT49 CFR 將之列為第 5.1 類氧化性物質，包裝等級 II。（美國交通部）
- 2.IATA/ICAO 分級：5.1。（國際航運組織）
- 3.IMDG 分級：5.1。（國際航運組織）

聯合國編號：1748

國內運輸規定：1.道路交通安全規則第 84 條

2.船舶危險品裝載規則

3.台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則

特殊運送方法及注意事項：--

十五、法規資料

適用法規：

勞工安全衛生設施規則

危險物及有害物通識規則

有機溶劑中毒預防規則

勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準

道路交通安全規則

事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

十六、其他資料

參考文獻	1.CHEMINFO 資料庫，CCINFO 光碟，99-2 2.RTECS 資料庫 TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 3.HSDB 資料庫 TOMES PLUS 光碟，Vol.41，1999 4.危害化學物質中文資料庫，環保署	
製表者單位	名稱： *****股份有限公司	
	地址： *****	
	電話： *****	
製表人	職稱： ***	姓名（簽章）： ***
製表日期	95.09.11	

3.2.9 硫酸亞鐵

一、物品與廠商資料

序號： ○○○○

物品名稱：硫酸亞鐵
物品編號：
製造商或供應商名稱、地址及電話：-----
緊急聯絡電話/傳真電話：-----

二、成分辨識資料

純物質：

中英文名稱：硫酸亞鐵(Ferrous Sulfate)
同義名稱：綠礬
化學文摘社登記號碼 (CAS No.)：16547-58-3
危害物質成分 (成分百分比)：10~20

三、危害辨識資料

最重 要危 害與 效應	健康危害效應：皮膚接觸引起輕微刺激，眼睛接觸引起疼痛，吸入會引起噁心
	環境影響：會造成土質酸化
	物理性及化學性危害：一般輕微腐蝕性。
	特殊危害：—
主要症狀：刺激感、眼睛發紅。	
物品危害分類： 8	

四、急救措施

不同暴露途徑之急救方法：	
吸 入：	將患者移至空氣新鮮處休息
皮膚接觸：	用清水清洗至少 1 分鐘
眼睛接觸：	用清水沖洗 5 分鐘，如仍疼痛送醫診治
食 入：	用標準方法催吐，並用 3~4 杯牛奶或開水稀釋腸胃
最重要症狀及危害效應：皮膚刺激發癢	
對急救人員之防護：未著全身性化學防護衣及空氣呼吸器之人員不得進入災區搬運傷患，應穿著 C 級防護裝備在安全區實施急救。	
對醫師之提示：-	

五、滅火措施

適用滅火劑：噴水（一般情形不會發生）
滅火時可能遭遇之特殊危害：預防液體觸及眼睛，並戴安全面罩
特殊滅火程序：依一般滅火方法
消防人員之特殊防護裝備：依一般化學滅火防護

六、洩漏處理方法

個人應注意事項：身體碰觸立即沖洗乾淨，衣服污染立即更換
環境注意事項：以大量水沖洗或排入水溝或衛生下水道
清理方法：裝入容器，回收再用，或以焚化處理

七、安全處置與儲存方法

處置：
1. 依一般化學標準操作
儲存：
1. 平時保持容器密封，放置於陰涼處，避免陽光照射

八、暴露預防措施

工程控制：－
控制參數：
八小時日時量平均容許濃度：－
短時間時量平均容許濃度：－
最高容許濃度：－
生物指標：－
個人防護設備：
眼部：化學安全護目鏡。
呼吸：合格的呼吸防護具。
手套：防滲手套。
其它：洗眼設備、淋浴設備。
衛生措施：1. 工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員 污染物之危害性。 2. 工作場所嚴禁抽煙或飲食。 3. 處理此物後，須徹底洗手。 4. 維持作業場所清潔。

九、物理及化學性質

物質狀態：液體或結晶狀態	形狀：無
顏色：淡綠色	氣味：輕微刺激
pH 值：－	沸點/沸點範圍：－
分解溫度：－	閃火點： °F / °C 測試方法：（ ） 開杯（ ） 閉杯
自燃溫度：/	爆炸界限：/
蒸氣壓：ND	蒸氣密度：> 1.0
密度：1.22±0.7	溶解度：全溶

十、安定性及反應性

安定性：－
特殊狀況下可能之危害反應：無
應避免之狀況：無
應避免之物質：強氧化物，鹼性物質
危害分解物：硫化物（高溫燃燒時）

十一、毒性資料

急毒性：無
局部效應：皮膚刺激

致敏感性：發癢疼痛
慢毒性或長期毒性：無
特殊效應：無

十二、生態資料

可能之環境影響/ 環境流佈：土壤污染會造成土質酸化

十三、廢棄處置方法

廢棄處置方法：廢棄處置方法：裝入容器，回收再用或以焚化處理

十四、運送資料

國際運送規定：—
聯合國編號：9125
國內運輸規定：—
特殊運送方法及注意事項：—

十五、法規資料

適用法規：	
勞工安全衛生設施規則	危險物及有害物通識規則
勞工作業環境空氣中有毒物容許濃度標準	道路交通安全規則
事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準	

十六、其他資料

參考文獻		
製表者單位	名稱：*****企業有限公司	
	地址/電話：*****	
製表人	職稱：***	姓名(簽章)：*****
製表日期	95.09.01	

附件四 單元操作

一、中和滴定實驗

1.1 實驗設備

1. 1,000ml 燒杯
2. 吸管或滴定管
3. pH 測定器
4. 攪拌器

1.2 實驗步驟

1. 添加 500~1,000ml 廢水於燒杯中。
2. 水樣需連續攪拌，且慢慢添加酸或鹼液，並於每次添加達反應平衡時檢測其 pH 值。
3. 繼續添加酸（鹼）液至 pH 值達 3(10)為止。
4. 廢水之 pH 與酸（鹼）液添加量，繪製成中和曲線。
5. 為求所需之最終 pH，可由另一分開之實驗以校核達成完全反應所需之攪拌時間。

酸液：可用硫酸或鹽酸。

鹼液：可用石灰乳或氫氧化鈉等。

二、杯瓶實驗

2.1 實驗設備

- 1.杯瓶實驗(jar test)儀器
- 2.各種不同的混凝劑和助凝劑；如石灰、明礬、氯化鐵及聚合電解質
- 3.馬錶
- 4.成層沉降裝置。
- 5.量筒及燒杯
- 6.量測 SS、VSS、色度、TOC 及 BOD₅ 等所需設備

2.2 實驗步驟

先決定混凝劑量及適當的操作條件，以達到廢水中欲去除成分物質之最佳膠凝或去除效果。一般而言，在特定情況下（如 pH、溫度、藥劑量）加入混凝劑然後將此混合液快速攪拌後再加入助凝劑並緩慢攪拌。

在決定應用上的最佳混凝劑及適當條件後，其它的設計參數如沉降性質、污泥產量等也應加以測量，膠凝之最佳操作條件可以如下列程序中所示，以杯瓶實驗的儀器或界達電位計來決定。

2.2.1 最佳混凝操作條件之決定—瓶杯實驗

- 1.將廢水有關的重要參數全部列出來，例如色度、BOD、TOC、SS、TDS、濁度。
- 2.選擇一種混凝劑並決定形成膠羽所需之最小藥劑量。將混凝劑以 1ml 之增加量加入 200ml 之原廢水中，再經慢混，直至膠羽出現，並記錄累積加藥量。
- 3.準備廢水的中和曲線並測定所選用混凝劑之酸度或鹼度。混凝劑如石灰和氯化鐵其酸度或鹼度對混凝的過程有重大影響，中和曲線可隨 pH 調整而產生。
- 4.依照第 2.步驟決定了混凝劑劑量後，準備 1 升水樣置於燒杯中；如圖 2.1 所示，將水樣及混凝劑混合，然後將 6 個水樣之 pH 值各相差 1，分別為由 pH = 4 調至 pH = 9。某些混凝劑；例如氯化鐵，則可以在較窄的 pH 範圍內如 pH = 4~7 來試驗，而每一個水樣之 pH 值相差 0.5。

- 5.使水樣快混（最大 rpm）2 分鐘，然後慢混（10~20rpm）15 分鐘，慢混之速率須使膠羽間不致發生剪力。記錄每一個水樣中形成可見膠羽所需之時間，慢混後關機，並讓水樣靜置沉降。
- 6.決定其它重要參數，例如：TOC、上層液之色度，同時測量沉澱之後的 pH，並用這些值作為隨後製作 pH 與其它參數間相關曲線的基準。製作 pH 與 TOC 之關係曲線如圖 2.2 所示。當膠羽正在沉降時，仔細注意在不同 pH 值下的相對沉降狀況，並評定其沉降性是「快」、「慢」或「差」。

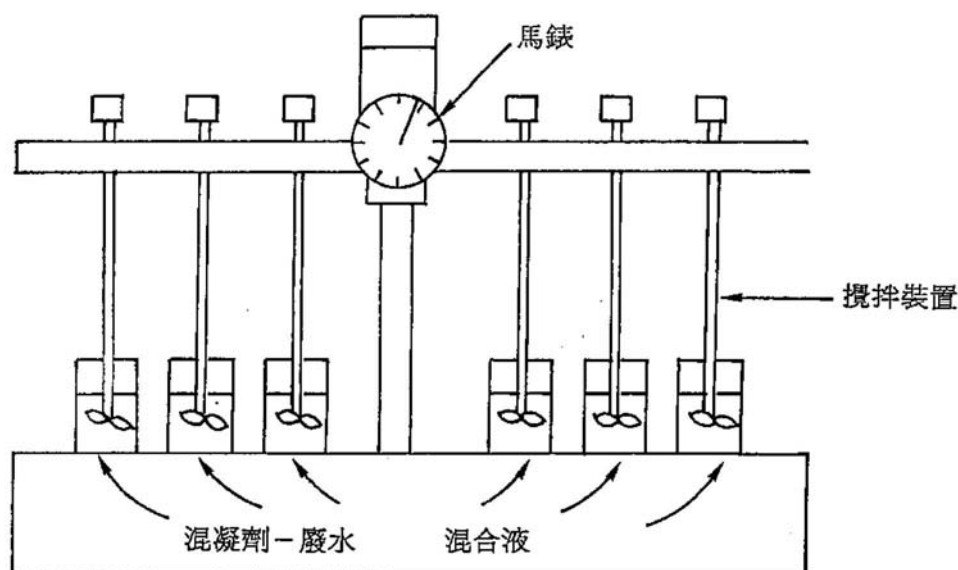


圖 2.1 混凝試驗之瓶杯實驗裝置

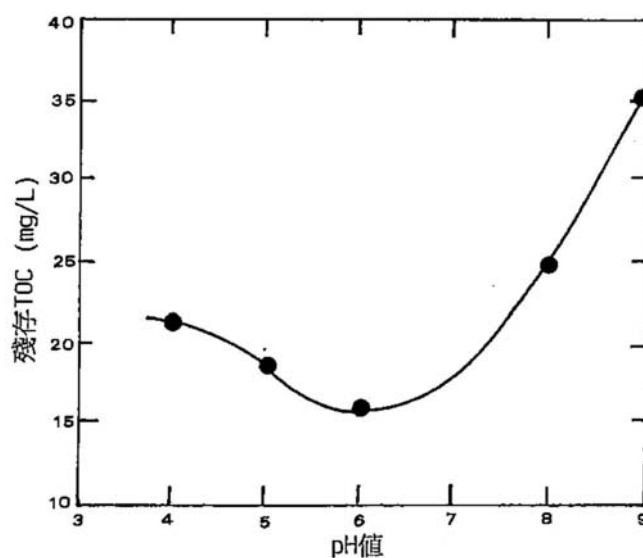


圖 2.2 決定最適當之 pH 值

- 7.再準備 1 升廢水於瓶杯試驗之燒杯內，在每一個燒杯中加入不同的混凝劑量，以便檢驗混凝劑加藥量多寡的效果，一般的原則是依據以步驟 2.所決定的濃度之 25%~200%作混凝劑加藥量試驗。
- 8.混凝劑加入後，將水樣與混凝劑混合並調整 pH 值至步驟 6.之最適當 pH 值°
- 9.重複步驟 5.快速攪拌水樣 2 分鐘，然後慢混約 15 分鐘，再記錄膠羽生成的時間，如果預備加入助凝劑則陽離子型助凝劑應在快混的末端加入，而陰離子型助凝劑則應在慢混進行至一半時加入。
- 10.停止杯瓶試驗的攪拌器，並讓水樣靜置 20 分鐘，在沉澱後，測量上層液中所需之相關參數，並測定每一水樣的 SS 含量。
- 11.由圖 2.3 所示的加藥量與參數間之關係曲線，決定最適當的混凝劑加藥量。
- 12.記錄沉降污泥之高度及濃度。

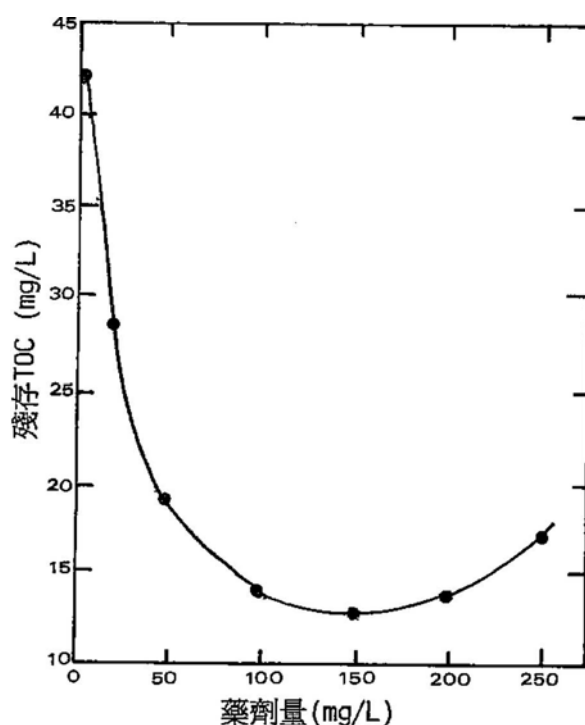


圖 2.3 決定最適當的藥劑量

- 13.用其它適當的混凝劑重複步驟 3.~12，並決定每一種混凝劑的相對經濟效益。例如：某些混凝劑需較大劑量，但卻不需調整 pH，因此其總費用，包括污泥處理在內，可能反較便宜。故在選擇一種混凝劑和建立最適當的加藥量及操作條件後，則可以正確的決定污泥量和沉降性質。
- 14.如適當的混凝劑和助凝劑於 1,500ml 的廢水中，並調整至最適當的 pH 值。
- 15.快速攪拌此溶液，並將 1,000ml 溶液倒入 1 公升的量筒中，慢混 20 分鐘，

如果在量筒中無法形成膠羽，則在燒杯中慢混，再非常慢的將這混合物加量筒中，以免膠羽受剪力而破壞。

- 16.當懸浮污泥沉降時，隨著時間測量污泥界面高度，並以污泥體積(ml)對時間繪製曲線圖，此曲線的直線部分之斜率即為層沉降速率。
- 17.將溶液沉澱 20 分鐘，並記錄沉降污泥體積及污泥濃度，如同上述步驟 12 所示，在不干擾沉降污泥的情況下，小心地將上澄液以虹吸方式吸走，然後取一份污泥樣品用來測 SS 及含水量。

如果在鎂存在的情況下，使用石灰作為混凝劑，則在 $\text{pH}=10$ 以上時，將會生成氫氧化鎂，其有助於水溶液的澄清，但卻會影響污泥的沉降性。因此，最好在脫水操作前加入 CO_2 氣體再次溶解污泥中的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，使其轉變為碳酸鹽。只要將 $\text{pH}=10.5\sim 11.5$ 的污泥降到 $\text{pH}=9.5$ ，這步驟即可完成。

混 凝 試 驗 記 錄 表

水樣資料	取樣點：_____									
	水溫：_____濁度：_____色度：_____pH：_____鹼度：_____外觀：_____									
混凝試驗結果	加藥劑量 (mg/L)	水樣編號	#1	#2	#3	#4	#5	#6	備註	
									快混：____sec	
									____rpm	
									快混：____sec	
									____rpm	
	凝試驗	加藥後最初出現膠羽之時間(sec)								沉澱時間： _____min
		攪拌停止時膠羽大小(mm)								
		膠羽沉至燒杯一半以下之時間(min)								沉澱後水溫： _____℃
		沉降後污泥深度(cm)								
		仍留於上澄液之懸浮膠羽量(mg/L)								
		懸浮膠羽大小(mm)								
		沉澱後水之濁度(NTU)								
	果	過濾水之濁度(NTU)								
		過濾水之色度								
		pH								
		TOC(mg/L)								
		COD(mg/L)								

實驗者：_____

日期：_____

三、氧化實驗

3.1 實驗設備

批式及連續式臭氧氧化設備及相關裝置如圖 3.1 及 3.2 所示，臭氧—廢水接觸槽則另以圖 3.2 示之。臭氧由小型實驗室臭氧生成器取得，如圖 3.3。批式及連續式試驗設備所需裝置包括下列項目：

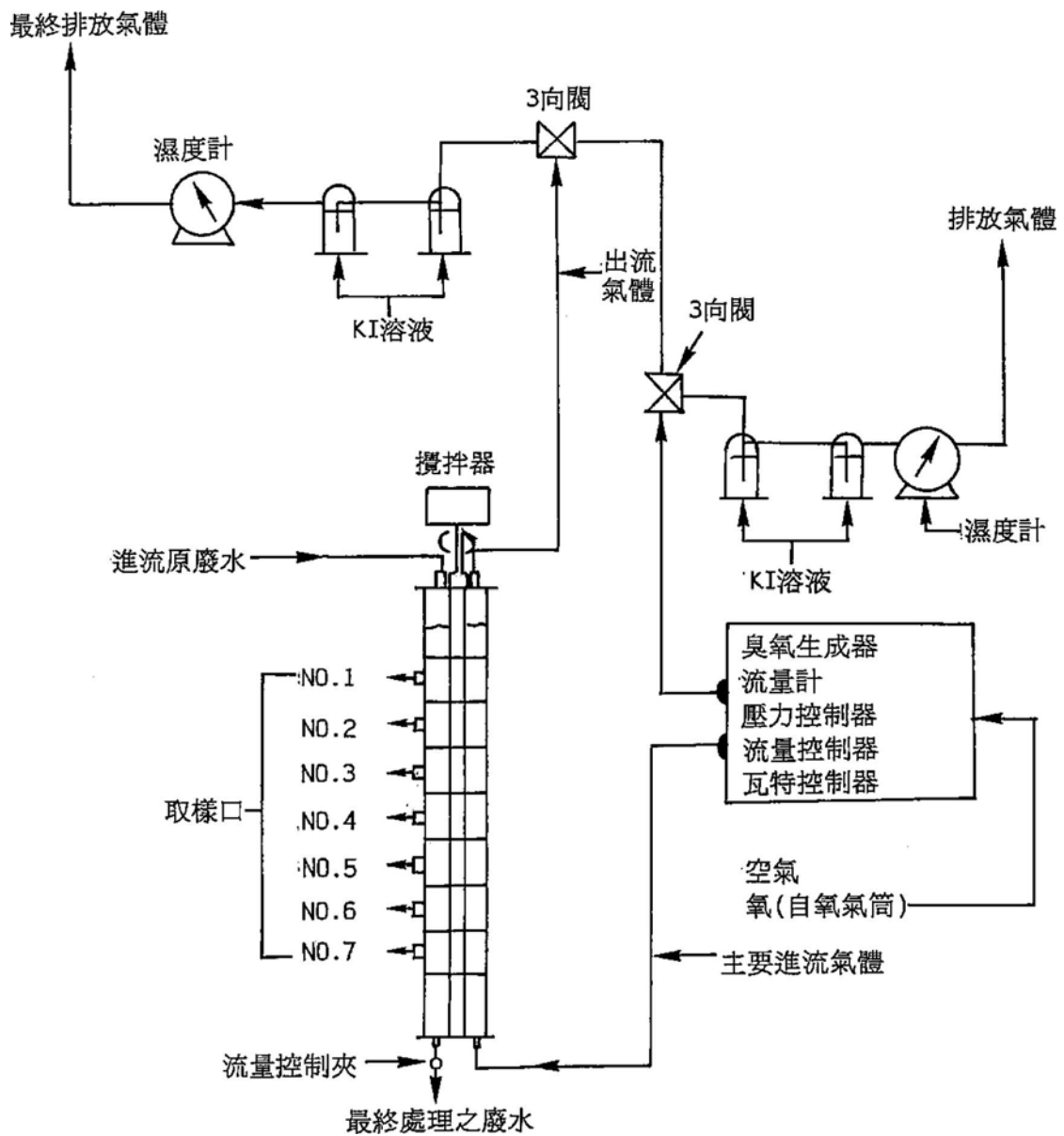


圖 3.1 臭氧氧化法示意圖

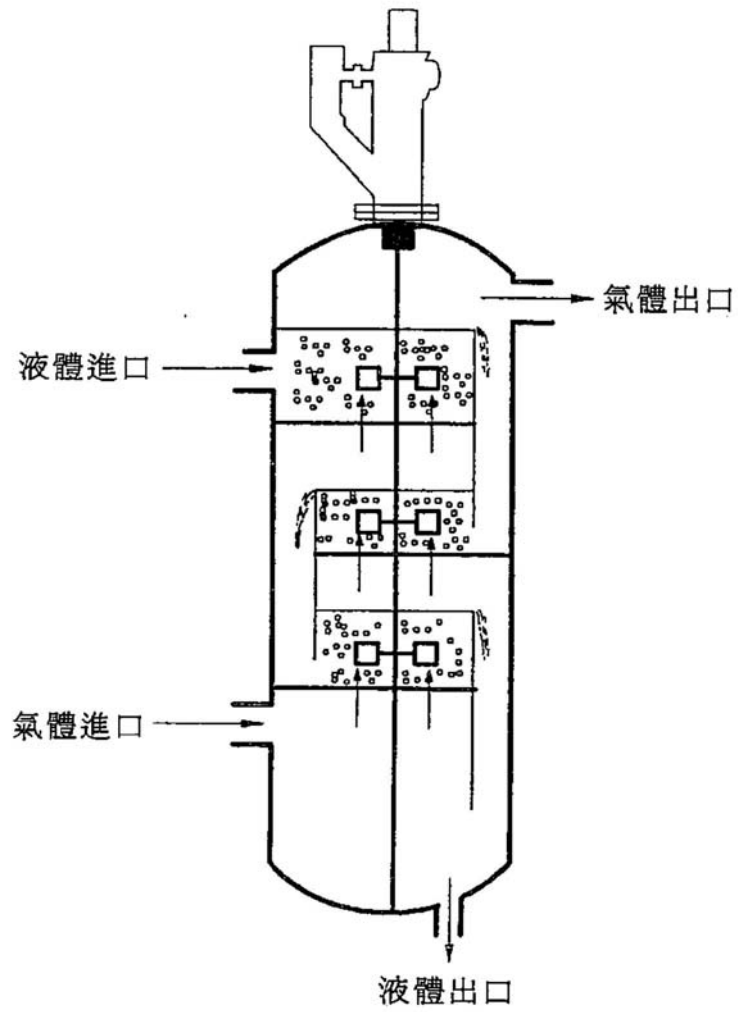


圖 3.2 廢水臭氧氧化接觸槽構造示意圖

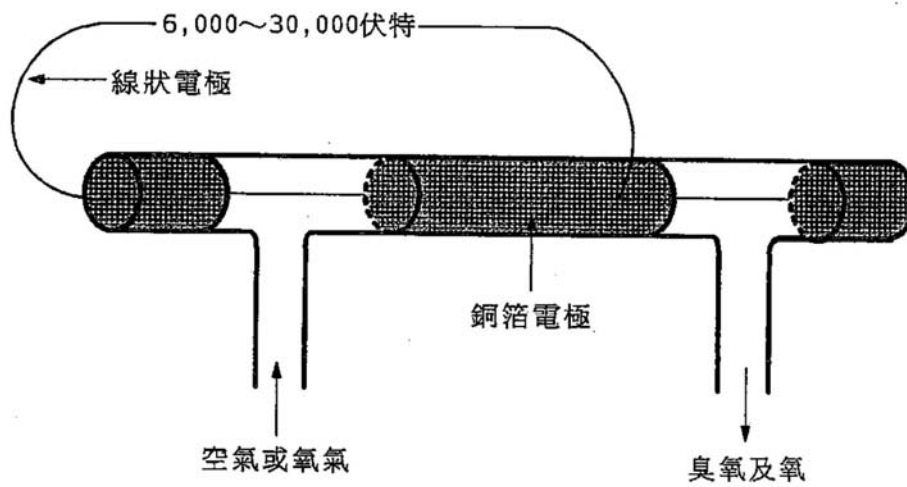
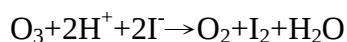


圖 3.3 實驗室用臭氧生成器

3.2 實驗步驟

3.2.1 臭氧偵測之分析方法

偵測水中低濃度 O_3 最常用之方法為「酸性溶液碘化鉀氧化法」，如下式：



此法所遭遇之問題是在中性及鹼性條件下非化學劑量碘的生成。有關水中氧化劑之偵測分析方法摘要如表 3.1。

表 3.1 臭氧檢驗法摘要

檢 驗 方 法	氧 化 方 法	干 擾 或 限 制
碘化鉀法 (在鹼性、酸性、及中性條件)	$2KI \rightarrow I_2$	大部分氧化劑(包括 O_2 在內)會形成干擾結果值通常偏低
亞鐵離子氧化法 (錳氧化法及鄰－聯甲苯胺 (orthotolidine)法)	$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ $Mn^{2+} \rightarrow Mn^{3+}$	
可見光範圍內分光光度計法	波長 $260 \mu m$ ，範圍 2,500～3,000 之莫耳吸光度	1cm cell 之測定限值為 $10^{-3}M$
Leuco Crystal Violet 測試法	還原指示劑： Leuco Crystal Violet	最新技術（尚待調查）
KI 氧化儀器分析法	$2KI \rightarrow I_2$	同 KI 所述

3.2.2 Cl_2 分析法

水及廢水中測試餘氯之幾種方法全世界已有公定。最普遍之方法有：

1. 碘測定法（澱粉－碘化物法）
2. 鄰－聯甲苯胺($C_6H_3(CH_3)NH_2$)₂ 法
3. OTA（鄰－聯甲苯胺－碘化物）法
4. 代 OTA 法（由美軍研發）
5. 巴林法
6. 穩定中和（鄰－聯甲苯胺）（SNORT）法
7. 安培計法

鄰－聯甲苯胺法對餘氯的測定在北美洲是最常用的，然而，巴林 OPD 法在英國及歐洲一些國家為最常見的方法。

3.2.3 其他氧化劑之測試法

1. 過錳酸根(MnO_4^-)

過錳酸根濃度之測試通常用光度分析法（波長大約 $526\ \mu\text{m}$ ）或滴定法。Morgan & Stumm 曾做一廣泛地探討有關稀釋溶液中測定之各種方法。 MnO_4^- 亦可在 MnO_2 及 Cl_2 存在下以酚－砷氧化物安培滴定法決定之。

2. Cl_2O_2

雖然 Cl_2O_2 可與鄰－聯甲苯胺 $[\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)\text{NH}_2]_2$ 或 KI 試劑充分反應，但這些反應在 Cl_2 、 ClO^- 、 OCl_2^- 、 ClO_3^- 存在下很難明確決定 Cl_2O_2 量。一種可單獨決定 Cl_2O_2 之方法為與鉻酸紫－K 反應並以分光光度計測得之，此法不會受到 Cl_2 、 OCl^- 、 ClO_2^- 及 ClO_3^- 之干擾。

3. H_2O_2

Standard Method 中 KI 標準法用來測定 H_2O_2 。然而使用此法必須在除了 H_2O_2 外無任何其它氧化劑之情況下才能使用。

3.2.4 批式程序

臭氧氧化廢水批式程序之組成單元包括：在臭氧生成器中自 O_3 與 O_2 混合氣流中量測 O_3 濃度，接著在 O_3 與已知定量廢水接觸後顯示剩餘 O_3 氣體量。最後即可得知用於還原廢水中 COD、酚、色度之臭氧量。不同的接觸時間與 O_3 負荷可在各種不同的操作變數下（如 pH、溫度）檢測而得。批式測試程序敘述如下：

1. 連接氧氣筒至臭氧生成器上。
2. 在批式臭氧反應槽內裝入 1 升濃度 20g/L 之 KI 溶液。二接觸反應槽須採串聯操作，以確保所有流出氣體中之 O_3 皆可被完全吸收，以利分析。
3. 於接觸槽中注入 3 升廢水，此廢水須已經過 BOD、COD、酚等水質檢驗，已知其廢水特性。
4. 調節臭氧生成器之氣體流量以達到第一流量計所需之流速，此時，將氣流洩出至與大氣壓力平衡之狀態。
5. 打開第一個閥，導引氣體使其流過第一試劑反應槽。通入正好 3 公升之氣體，

使流過試劑反應器，用濕度計來作檢測。

- 6.當 3 升之氣體與試劑接觸後，導引氣體使流過廢水水樣。
- 7.在一定接觸時間(5min~5hrs)後，使水樣臭氧化，繼續使氣體流至第二試劑反應槽。
- 8.接觸時間結束時，關掉第一個閥以避免氣體流入反應槽，移出第一槽及第二槽之試劑，以 0.1N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準溶液滴定。記錄第二濕度計之值，以取得整個系統氧化過程之全部氣體流量。量測廢水水樣剩餘之 COD 及其他相關組成。
- 9.改變接觸時間與 O_3 量，重覆 2~8 之步驟， O_3 量可藉提高氣體流速及增加氣體中 O_3 度來控制，或藉著在 O_3 生成器上使用較大之電壓才可。

一般而言，氣體流量是用來控制程序所用之 O_3 量，然而藉著改變系統的氣體流速之同時，有可能亦引起氣泡大小及混合程度的變化，因此整個實際的試驗狀況都可能跟著改變，其他情況像 pH 值、溫度則可在 O_3 濃度一定下估計。

批式試驗並可檢測 O_3 負荷能力與在各種操作情況下之接觸時間，批式試驗適於描述在某些操作狀況下之系統，至於用來設計整個最終系統則是毫無意義的。

3.2.5 連續式程序

在批式試驗有結論後，連續流反應槽可在逆流狀況下測定最適操作條件，在此操作必須是連續的。連續程序之操作與圖 4.2 批式試驗類似，但除了反應槽。可使用小型之連續流反應槽（直徑約 75~150mm 深度約 90~120cm）。此型之反應槽可用來發展設計最佳系統狀況。大部分接觸槽適合的 O_3 利用率會有些許差異，設計前可向製造商查詢。圖 3.2 及 3.3 之模型廠為用來進行流量 11CMD(2gpm)，色度 5,000~6,000mg/L APHA 單位之廢水脫色試驗的。連續式操作程序如下：

- 1.將廢水以計算好之流量從槽頂注入，估算所須之接觸時間

例如：直徑 7.5 公分之接觸槽水深為 1.2 公尺所須反應時間為 10min 時，則其流量為：

$$\text{接觸面積} = \frac{\pi}{4} (7.5)^2 = 44.18 \text{cm}^2$$

$$\begin{aligned}\text{體積} &= 44.18 \times (1.2 \times 100) \\ &= 5,301 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$= 5,301 \text{ ml}$$

$$\text{泵浦流速} = 5,301 \text{ ml}/10\text{min}$$

$$= 530.1 \text{ ml}/\text{min}$$

- 2.同批式程序所述，估算氣體流中 O_3 濃度。
- 3.導引氣體流至反應槽，此時廢水依所須流量流入，洩出槽中氣體至大氣中。
- 4.經一停留時間，使系統在穩定流況(steady-state)後，用閥導引氣體使流過第二試劑接觸槽、濕度計，以便測 O_3 濃度及氣體流量。接觸槽通常將操作壓力設定在 $0.41 \sim 0.61\text{atm}$ ($6 \sim 9\text{psig}$)。
- 5.持續測試至第一個試劑接觸槽呈飽和狀態。試劑量至少需能供持續 1 次停留時間之用量。
- 6.同時關閉氣體流及廢水流。量測試驗過程中打入之廢水量，並且記錄通過樣品的氣體量。分析廢水水樣特定成分及量測試劑溶液中 O_3 濃度。
- 7.改變各操作狀況，重覆步驟 1.~6.。

四、活性碳吸附實驗

4.1 實驗設備

4.1.1 實驗室規模之等溫吸附試驗

- 1.振盪器(shaker)或杯瓶試驗(jar test)設備。如圖 4.1 所示。
- 2.選用粉狀或顆粒狀活性碳。
- 3.燒杯、定量吸管及其他玻璃器皿。

4.1.2 模廠規模之活性碳管柱試驗

在進行完畢吸附可行性評估之後則利用管柱實驗求取最適之操作容量及接觸時間，以求去除污染物所需之管柱大小、數量、接觸時間。模廠規模活性碳管柱所需之設備如下：

- 1.準備三個至六個塑膠丙烯酸壓克力管柱，尺寸為直徑 7.6 至 15.2 公分與管深 180 公分。並附有連接管、調整閥、壓力計與抽水器等，以便進行反沖洗操作，而每根管柱皆須附有壓力計。（請參見圖 4.2）
- 2.選用顆粒狀活性碳。
- 3.裝填有分級砂層之過濾管柱（視需要而定）。
- 4.每根管柱須有取樣裝置（如採樣口）。
- 5.流量測定設備。

4.2 實驗步驟

4.2.1 實驗室等溫吸附試驗

- 1.將 6 個至 8 個三角錐瓶（振盪試驗用）或燒杯（杯瓶試驗用）加入固定體積的廢水，而此廢水之初始 BOD、COD 或 TOD 等濃度，應先精確地加以測定。若需要的話，其他項目如色度或 MBAS（甲基藍活化基質）等應加以測定。
- 2.以既定的不同之 X/M 初始比值，稱取不同重量，預前清洗過的試驗用活性

碳加入於各容器中，此 X/M 值範圍可在每公斤活性碳約 0.05 至 5 公斤 COD 之範圍內。

若廢水中含有任何揮發性化合物存在，則在攪拌過程中會被以氣提(air stripping)方式去除。因此需再準備一組「空白試驗」(容器內僅含有廢水而無活性碳)以修正容器內廢水在攪拌過程中消失之有機物量。

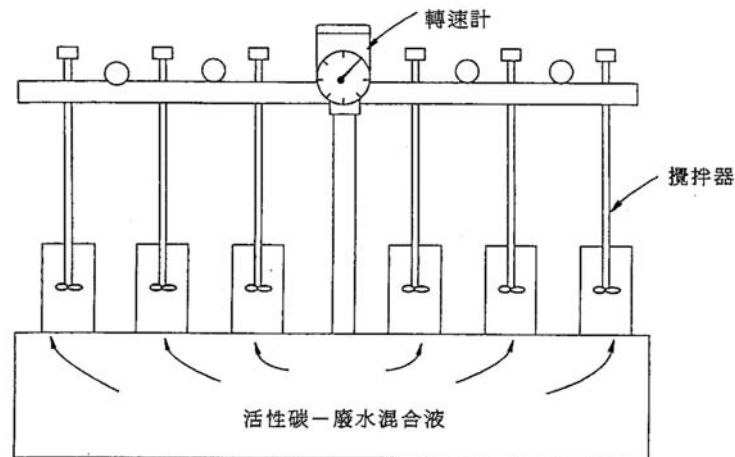


圖 4.1 實驗室規模用於測定活性碳吸附等溫之瓶杯試驗機

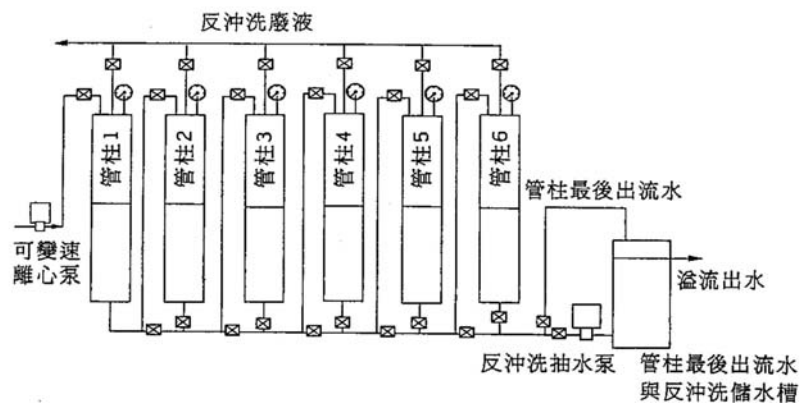


圖 4.2 模廠規模活性碳管柱之流程圖

- 3.開始進行三角錐瓶振盪或攪拌並連續測定有機物濃度隨時間之變化。取出分析用之試驗水樣總體積，不可超過原試驗水總體積的 5%，最好的分析方式為使用僅須微量水樣的 TOC 或 TOD 測定方法，而且所有分析的水樣須預先過濾後再行測定。
- 4.直到三角錐瓶或燒杯內有機物濃度達穩定平衡時，記錄反應時間並註明平衡

濃度大小。

- 5.以試驗所得 X/M 比值對平衡濃度(C)作圖於對數紙上， X/M 縱座標， C 為橫座標，而得等溫吸附曲線，用以判斷其是否可用吸附法處理。每個三角錐瓶或燒杯之試驗結果皆代表對數圖上一點之座標。

4.2.2 活性碳管柱之模廠試驗

- 1.裝置好塑膠壓克力活性碳管柱，如圖 4.2 所示。裝置時應儘量接近進流原水儲存槽，以減少抽水時之水頭損失。使用可變速離心抽水泵以利於彈性操作。若進流廢水中懸浮固體量(SS)或油脂含量過高($> 50\text{mg/L}$)，則須加裝一根預先過濾管柱，以減少所需反沖洗次數。
- 2.整個管柱系統皆須有連接管與控制閥門，以便於個別管柱之採樣與反沖洗操作。一般以向下流操作，若研究需要亦可以向上流(upflow)方式操作。
- 3.將各管柱裝填入定量的試驗活性碳，每根管柱所裝填之活性碳量相同。並在管柱外加以塗黑或包覆，避免光線照射入管內，如此可減少管內藻類生長機會與反沖洗頻率。
- 4.於既定的流速與初始條件下開始操作，並於各管柱出流水採樣分析水質變化（每天至少一次）。若需要混合水樣(composite samples)，則可以電磁閥(solenoid valves)操作輸送各水樣至混合水樣儲水槽內。收集的水樣之水質分析項目可參考以下參數：
 - (1) BOD_5 。
 - (2)COD。
 - (3)TOD。
 - (4)TOC。
 - (5)酚類化合物(phenolic materials)。
 - (6)色度(color)。
 - (7)MBAS。
 - (8)總凱氏氮(TKN)。
 - (9)特定有機物或無機物成份。
- 5.由最後一根管柱流出水須收集在 208 公升（55 加侖）儲水桶內，以作為反沖洗水源之用，每根管柱皆能以例行條件或特定的壓力差進行反沖洗操作。
- 6.操作試驗須能持續直到貫穿曲線完成。例如，須使最後一根管柱出流水中被去除最慢之成份濃度，達到接近第一根管柱進流水濃度。

五、離子交換樹脂吸附實驗

5.1 實驗設備

略。

5.2 實驗步驟

在設計一個離子交換系統時，須考慮很多因數；如交換容量，及特定參數效應如 pH 值及溫度對樹脂移除特性之影響，再生藥劑的種類及濃度，以及樹脂的磨損率。以下的試驗步驟及數據分析是根據利用 Clinoptilolite（一種天然無機沸石）去除氨所得到的結果。雖然 Clinoptilolite 是一種沸石，不是樹脂，但所有的交換性物質不管是樹脂或是沸石，在本文中均以「樹脂」稱之。以下討論之程序方法對天然及合成樹脂皆可適用。在此，可以利用 Clinoptilolite 去除氨之步驟來說明試驗的步驟及分析結果。五個實驗過程簡述如下：

- 1.測定樹脂的交換容量。
- 2.評估 pH 值對交換容量之影響。
- 3.評估兩種型式的再生藥劑。
- 4.最適之再生藥劑量。
- 5.測定樹脂磨損性質。

5.2.1 測定樹脂交換容量

爲了正確測定樹脂交換容量，樹脂一定要先洗淨、烘乾，再用廢水或是欲測試的成份使其飽和，然後利用再生劑再生，其步驟如下：

- 1.選擇清淨的Clinoptilolite樹脂，然後在歐蘭麥氏(Erlenmeyer)瓶中洗淨去除細料。
- 2.浸泡在 1MNaCl 溶液裡 2 天，使其均衡飽和(不同樹脂，則使用不同之再生劑)。
- 3.用蒸餾水清洗樹脂，直到去除所有再生劑。利用 AgNO_3 或電導度測量餘氯。
- 4.先將樹脂風乾，然後放在 105°C 烘箱內烘乾過夜。
- 5.放置 10~20 克的樣品於 20ml 滴定管內，然後再 1M 的 NH_4Cl 以 50mg/hr 的流速使其飽和，連續 2 天。
- 6.飽和後，用蒸餾水清洗樹脂，連續 2 天。因離子交換樹脂之特質，故氨（或

其它成份) 將不致溶至蒸餾水中。

7. 測試樹脂中氨的含量。如以下三個方法之一。

- (1) 在一個凱氏(Kjeldahl)瓶中放置所要測試之樹脂，直接用蒸餾法加以蒸餾。
- (2) 利用 0.5M NaCl (以 50ml/hr 的流速進行 2 天)，溶提樹脂中之氨，然後測試溶出液氨之含量。
- (3) 改用 0.25M CaCl₂ 同(2)法進行測試。

5.2.2 評估 pH 值對交換效率的影響

當使用離子交換樹脂時，許多成份；尤其是氨，很容易受pH值影響，因此最適操作條件(pH值或特定鹽類效應)可藉由批式及連續式實驗評定。其實驗步驟如下：

1. 如前項實驗 (步驟 1. 至 4.) 準備樹脂。
2. 於 125ml 之 Erlenmeyer 燒瓶中，放置 100ml 之廢水及 0.5g 樹脂，並使用橡皮塞塞住，必須設定一不具樹脂之調整裝置以檢測氨之氣提(air stripping)。
3. 調整 pH 值至不同程度。
4. 將燒瓶振盪 2 小時後，測定殘留氨或其它相關成份。
5. 從下列批式試驗，可確定最適 pH 值範圍。
 - (1) 如圖 5.1 裝置，1.8 公尺之樹脂交換床。

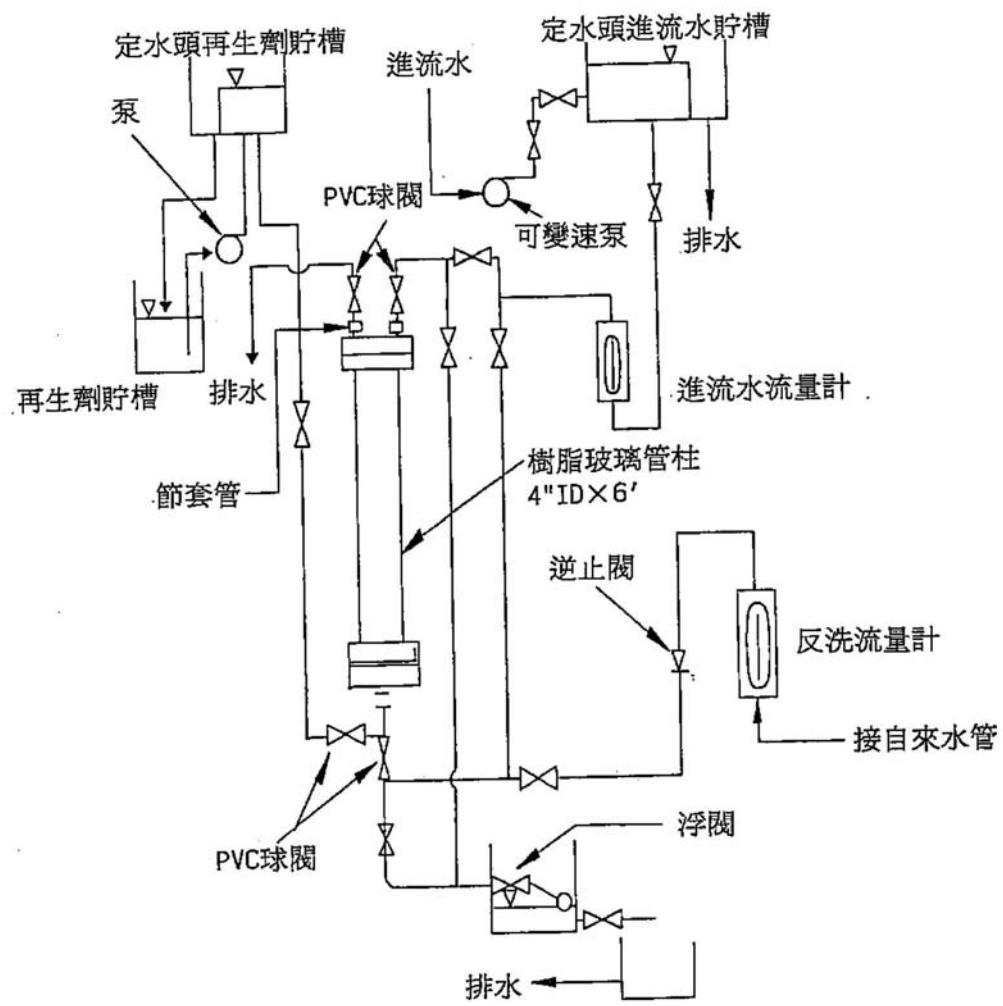


圖 5.1 實驗室離子交換系統概圖

- (2)以 18BV (交換床體積，bed volumes)/hr 進流廢水。
- (3)放出流水中檢測氨之濃度。
- (4)用 0.35M NaCl 以 30BV 再生交換床。再用蒸餾水沖洗。
- (5)改變進流水 pH 值重覆上述步驟。

樹脂之貫穿(breakthrough)及耗盡(exhaustion)發生在樹脂完全耗盡且出流水與進流水氨濃度相等時，亦可設定交換床體，在特定出流濃度時為貫穿(breakthrough)，如設定為 1mg/1NH₃-N。

5.2.3 再生劑之評估

樹脂管柱實驗可有效用來評估樹脂上最初之反離子之有效性，及檢測操作之耗竭點。以 Clinoptilolite 為例，鈉及鈣是其有效之反離子(counter ion)。由此可據以評定樹脂之最有效型式，如用於去除氨之 Na 型或 Ca 型樹脂。再生劑評估之實驗步驟如下：

- 1.於 3 呎之床體中裝入足夠之 Clinoptilolite。
- 2.用 40BV 的 0.35M NaCl 溶液(pH=12.0)再生，得 Na 型之樹脂。
- 3.以含 20mg/L 氨之廢水進流入床體，直到樹脂耗竭為止。
- 4.用 50BV 的 0.17M CaCl₂ 溶液(pH=12.2)再生樹脂，以得 Ca 型之樹脂。
- 5.重覆步驟 3。

5.2.4 再生劑使用之最佳操作條件

在測定樹脂最適操作範圍及選定最有效之再生劑後，必須確立再生程序；包括再生劑的流速、強度、pH 及使用量。

前述之試驗初步評估必須測定床體耗竭或貫穿所需之大約時間，如以 Clinoptilolite 及含 20ml/g 氨之水樣試驗，約 180BV 會發生貫穿，因此，床體可設定為進流 15 BV/hr 操作 12 小時，然後立即再生處理。以此方式將實驗過程簡化，且在每一次再生前，床體在相同氨濃度下操作。

- 1.變化再生劑進流速率由 4 至 30BV/hr 測量再生劑流速效應。並用 0.1M NaCl 溶液隨時檢測再生過程之氨濃度。
- 2.在最適流速下，評估再生劑強度及 pH 之效益：
 - (1)在 0.1M NaCl 再生溶液中，用 NaOH 調整其 pH 值為 11.5、12.0 及 12.5。
 - (2)在最適之進流速率下，如 15BV/hr，再生樹脂管柱，且隨時間檢測溶出之氨濃度。

(3)改變 NaCl 濃度為 0.2、0.35、0.5 及 1.5M，重覆上述步驟。

(4)在同一試程中僅針對 NaCl 濃度調整 pH 值。

5.2.5 樹脂磨耗特性之測定

在求最適之再生方法時，基本上亦應考慮樹脂潛在之磨耗特性。使用高濃度之再生劑會使樹脂縮小，相反的使用太稀之再生劑會使樹脂膨脹。而持續的縮小或膨脹則會加快磨損速率，因此，再生劑之效率、濃度及樹脂之磨耗速率有一最適關係。另外，pH 效應對某些樹脂有害，特別是 Clinoptilolite（高 pH 值會導致高磨損率）。故磨耗試驗為將樹脂在濃縮、高 pH 值之再生劑及蒸餾水中交替試驗。此試驗可採批式或連續式進行。

- 1.於 12 個 125 毫升的燒瓶中各加入 1 公克之 Clinoptilolite (20x50mesh)。
- 2.加 100ml 2%的 NaOH 溶液（pH 約 13.3）至其中 8 個燒瓶中（試驗樣品）於另 4 個燒瓶中加入 100ml 的蒸餾水（空白試驗），測定機械磨耗速率。
- 3.於一手搖式(werist-action)振盪器中放入 12 個燒瓶，振盪 2 小時將其中 8 個試驗燒瓶中之 NaOH 溶液倒出，加入 100ml 蒸餾水洗滌振盪 2 小時，於另 4 個空白試樣中亦須更換蒸餾水，以使誤差減小。
- 4.重覆步驟 2、3.當循環 5、7、25 及 50 次後，各移除一個空白試樣及 2 個試驗樣品。
- 5.將上述樣品在 105℃ 下烘乾過夜，以 20x50mesh 過篩。樣品減少之重量即為樹脂之磨耗量。

附件五 廢水處理常用化學藥劑

化學品	俗名	典型規格	當量重	單位重 (kg/L)	1%溶液之 pH 標值	溶 液
Aluminum sulfate $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$	濾礬	塊狀—17% Al_2O_3	100 ⁽¹⁾	7.2	3.4	0.504kg/L(16°C)
		液態—8.5% Al_2O_3		1.32		
Bentonitic clay	皂土	—	—	7.2	—	不 溶
Calcium carbonate CaCO_3	石灰石	96% CaCO_3	50	9.6	9	不 溶
Calcium hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$	消石灰 消化石灰	96% $\text{Ca}(\text{OH})_2$	40 ⁽¹⁾	4.8	12	不 溶
Calcium hypochlorite $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	強力漂白粉	70% Cl_2	103	6.6	6~8	30%(16°C)
Calcium oxide(CaO)	煅燒石灰 生石灰	90% CaO	30 ⁽¹⁾	7.2	12	消化爲 10~20%
Calcium sulfate $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	石膏	90%石膏	86 ⁽¹⁾	6.6	5~6	不 溶
Chlorine (Cl_2)	氯	氣態—99.8% Cl_2	35.5	gas	—	0.0084kg/L(16°C)
Copper sulfate $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	藍礬	98%純度	121 ⁽¹⁾	9	5~6	0.240kg/L(16°C)
Dolomitic lime $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgO}$	鎂質石灰	36~40% MgO	67 ⁽²⁾	4.8	12.4	不 溶
Ferric chloride $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	氯化鐵	塊狀—20%Fe	91 ⁽¹⁾	8.4	3~4	45%(16°C)
		液狀—20%Fe		1.56		
Ferric sulfate $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	硫酸鐵	18.5%Fe	51.5 ⁽¹⁾	8.4	3~4	30%(16°C)
Ferrous sulfate $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	綠礬	20%Fe	139 ⁽¹⁾	8.4	3~4	0.120kg/L(16°C)
Hydrochloric acid HCl	鹽酸	30%HCl 20° Baume	120 ⁽¹⁾	1.152	1~2	35%(16°C)
Sodium aluminate NaAlO_2	鋁酸鹽	片狀—46% Al_2O_3	100 ⁽¹⁾	6	11~12	40%(16°C)
		液態—26% Al_2O_3		1.56		
Sodium chloride NaCl	岩鹽 鹽	98%純度	58.5	7.2	6~8	0.432kg/L(16°C)
Sodium carbonate Na_2CO_3	蘇打灰	98%純度	53	7.2	11	0.180kg/L(16°C)
		58% Na_2O				
Sodium hydroxide	苛性鈉	片狀—99%NaOH		7.8	12.8	70%(16°C)

化學品	俗名	典型規格	當量重	單位重 (kg/L)	1%溶液之 pH 標值	溶 液
NaOH		液態—50~70%	40	1.44		
Sodium phosphate Na ₂ HPO ₄	二鈉磷酸鹽	49%P ₂ O ₅	47.3	6.6	9	20%(16°C)
Sodium metaphosphate NaPO ₃	六偏磷酸鹽 蠶油	66%P ₂ O ₅	34	5.64	5~6	0.120kg/L(16°C)
Sulfuric acid H ₂ SO ₄	硫酸	94~96% 66° Baume	50 ⁽¹⁾	1.8	1~2	—
註：(1)商品有效當量重 (2) Ca(OH) ₂ 基有效當量重						

附件六 標準還原電位

(standard reduction potential)

電 極 半 反 應	E° (Volts)
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+0.799
$\text{Ag}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}^+$	+1.98
$\text{AgCl}_{(\text{s})} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0.22
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$	-1.66
$\text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al} + 4\text{OH}^-$	-2.35
$\text{As} + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{AsH}_3$	-0.60
$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0.56
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}$	+1.50
$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ba}$	-2.90
$\text{Be}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Be}$	-1.85
$\text{BiO}^+ + 2\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Bi} + \text{H}_2\text{O}$	+0.28
$\text{Br}_{2(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	+1.09
$2\text{HBrO}_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Br}_{2(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.57
$2\text{BrO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Br}_{2(\text{aq})} + 4\text{OH}^-$	+0.43
$\text{BrO}_3 + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Br}_{2(\text{aq})} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.50
$\text{BrO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{BrO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.76
$\text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}$	-0.10
$\text{C} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_{4(\text{g})}$	-0.13
$\text{C}_2\text{H}_{4(\text{g})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_{6(\text{g})}$	+0.52
$\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_{4(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}$	-0.59
$\text{HCHO}_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{aq})}$	-0.19
$\text{HCOOH}_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HCHO}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}$	-0.06
$\text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HCOOH}_{(\text{aq})}$	-0.20
$2\text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_{4(\text{aq})}$	-0.49
$\text{CNO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CN}^- + 2\text{OH}^-$	-0.97
$(\text{CNS})_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CNS}^-$	+0.77
$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_{2(\text{aq})}$	+0.70
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2.87
$\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{s})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca} + 2\text{OH}^-$	-3.03
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0.40
$\text{Ce}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ce}$	-2.33
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+}$	+1.49
$\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+1.360
$\text{HClO} + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1.64

註：測定溫度：25°C

(續)

電 極 半 反 應	E° (Volts)
$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.47
$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.19
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}$	-0.277
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	+1.82
$\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0.17
$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0.91
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0.74
$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$	-0.41
$1/2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 7\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 7/2\text{H}_2\text{O}$	+1.33
$\text{Cs}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cs}$	-2.92
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0.521
$1/2\text{Cu}_2\text{O} + 1/2\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{OH}^-$	-0.358
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0.337
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$	+0.15
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Cu}_2\text{O} + \text{OH}^- + 1/2\text{H}_2\text{O}$	-0.080
$\text{Cu}^{2+} + \text{I}^- + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{CuI}$	+0.86
$2\text{D}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{D}_2$	-0.003
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-$	+2.87
$\text{F}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{HF}_{(\text{aq})}$	+3.06
$\text{F}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{F}^-$	+2.15
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.440
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0.771
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	+0.36
$\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+2.2
$\text{FeO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{FeO}_2^- + 4\text{OH}^-$	+0.9
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0.000
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	+0.828
$\text{H}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}^-$	-2.25
$1/2\text{Hg}_2^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}$	+0.789
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}$	+0.854
$\text{Hg}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{Hg}_2^{2+}$	+0.920
$1/2\text{Hg}_2\text{Cl}_{2(\text{s})} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg} + \text{Cl}^-$	+0.27
$\text{I}_2(\text{aq or as I}_3^-) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	+0.54
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.20
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2.92
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$	-3.03
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2.37
$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-2.69

(續)

電 極 半 反 應	E° (Volts)
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1.18
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51
$\text{N}_2\text{H}_5^+ + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{NH}_4^+$	+1.27
$\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{aq})} + 2\text{OH}^-$	-0.1
$\text{N}_2 + 5\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+$	-0.23
$\text{HN}_{3(\text{aq})} + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{N}_2$	+1.96
$\text{HN}_{3(\text{aq})} + 11\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{NH}_4^+$	+0.69
$1/2\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3\text{OH}^+$	-1.89
$3/2\text{N}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{HN}_3$	-3.40
$1/2\text{N}_2 + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$	+0.27
$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.29
$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1.00
$\text{NO}_2^- + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{HNO}_2$	+1.07
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	+0.81
$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.94
$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0.01
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{NO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons 1/2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	+1.24
$\text{NO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_{3(\text{aq})} + 9\text{OH}^-$	-0.13
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2.71
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0.250
$\text{NiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CH})_2 + 2\text{OH}^-$	+0.49
$\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1.77
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1.229
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	+0.401
$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	+0.68
$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2.07
$\text{P} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PH}_3 + 3\text{OH}^-$	-0.89
$\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{P} + 2\text{OH}^-$	-2.05
$\text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{HPO}_3^{2-} + 3\text{OH}^-$	-1.12
$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-0.28
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0.126
$\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}$	+1.69
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.46
$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	+0.28
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_{4(\text{s})} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.685
$\text{Ra}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ra}$	-2.92
$\text{Rb}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Rb}$	-2.92
$\text{S} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-}$	-0.48

(續)

電 極 半 反 應	E° (Volts)
$S + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2S$	+0.14
$2H_2SO_3 + 2H^+ + 4e^- \rightleftharpoons S_2O_3^{2-} + 3H_2O$	+0.40
$2SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e^- \rightleftharpoons S_2O_3^{2-} + 6OH^-$	-0.58
$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons S + 3H_2O$	+0.47
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2SO_3 + H_2O$	+0.17
$SO_4^{2-} + H_2O + 2e^- \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0.93
$S_4O_3^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons 2S_2O_3^{2-}$	+0.09
$S_2O_6^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons 2S_2O_4^{2-}$	+2.01
$Sb + 3H^+ + 3e^- \rightleftharpoons SbH_{3(g)}$	-0.51
$SbO^+ + 2H^+ + 3e^- \rightleftharpoons Sb + H_2O$	+0.21
$Sb_2O_5 + 6H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2SbO^+ + 3H_2O$	+0.58
$Se + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2Se_{(g)}$	-0.40
$Se + 2e^- \rightleftharpoons Se^{2-}$	-0.92
$SiO_3^{2-} + 3H_2O + 4e^- \rightleftharpoons Si + 6OH^-$	-1.70
$Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$	-0.14
$Sn^{4+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}$	+0.15
$Sn(OH)_6^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons SnO(OH)^- + H_2O + 3OH^-$	-0.90
$Sr^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sr$	-2.89
$Te + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2Te_{(g)}$	-0.72
$Te + 2e^- \rightleftharpoons Te^{2-}$	-1.14
$TeO_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons Te + H_2O$	+0.59
$Th_4^+ + 4e^- \rightleftharpoons Th$	-1.90
$Ti^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ti$	-1.63
$TiO^{2+} + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons Ti^{3+} + H_2O$	+0.1
$TiO^{2+} + 2H^+ + 4e^- \rightleftharpoons Ti + H_2O$	-0.89
$Ti_3^+ + 2e^- \rightleftharpoons Ti^+$	+1.25
$U^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons U$	-1.80
$U^{4+} + e^- \rightleftharpoons U^{3+}$	-0.61
$UO_2^{2+} + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons U^{4+} + 2H_2O$	+0.62
$V^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons V$	-1.2
$V^{3+} + e^- \rightleftharpoons V^{2+}$	-0.26
$VO^{2+} + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons V^{3+} + H_2O$	+0.34
$XeO_{3(g)} + 6H^+ + 6e^- \rightleftharpoons Xe + 3H_2O$	+1.8
$H_4XeO_6 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons XeO_3 + 3H_2O$	+2.3
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	-0.763

資料來源： Seiley, N. J., Experimental Approach to Electrochemistry, John Wiley and Sons, New York, N. Y. (1977).

附件七 活性碳對典型有機化合物之吸附能力

化 合 物	分子量	溶解度 (%)	Co	Ce	吸附容量 *	吸附率 (%)
			(mg/L)	(mg/L)		
醇類						
甲醇	32.0	∞	1,000	964	0.007	3.6
乙醇	46.1	∞	1,000	901	0.020	10.0
丙醇	60.1	∞	1,000	811	0.038	18.9
丁醇	74.1	7.7	1,000	466	0.107	53.4
正戊醇	88.2	1.7	1,000	282	0.155	71.8
正己醇	102.2	0.58	1,000	45	0.191	95.5
異丙醇	60.1	∞	1,000	874	0.025	12.6
丙烯醇	58.1	∞	1,000	789	0.024	21.9
異丁醇	74.1	8.5	1,000	581	0.084	41.9
第三丁醇	74.1	∞	1,000	705	0.059	29.5
2-乙基丁醇	102.2	0.43	1,000	145	0.170	85.5
2-乙基己醇	130.2	0.07	700	10	0.138	98.5
醛類						
甲醛	30.0	∞	1,000	908	0.018	9.2
乙醛	44.1	∞	1,000	881	0.022	11.9
丙醛	58.1	22	1,000	723	0.057	27.7
丁醛	72.1	7.1	1,000	472	0.106	52.8
丙烯醛	56.1	20.6	1,000	694	0.061	30.6
巴豆醛	70.1	15.5	1,000	544	0.092	45.6
苯甲醛	106.1	0.33	1,000	60	0.188	94.0
三聚乙醛	132.2	10.5	1,000	261	0.148	73.9
胺類						
二正丙胺	101.2	∞	1,000	198	0.174	80.2
丁胺	73.1	∞	1,000	480	0.103	52.0
二正丁胺	129.3	∞	1,000	130	0.174	87.0
丙烯胺	57.1	∞	1,000	686	0.063	31.4
1,2,-乙二胺	60.1	∞	1,000	983	0.021	10.7
二乙基三胺	103.2	∞	1,000	706	0.062	29.4
單乙醇胺	61.1	∞	1,012	939	0.015	7.2
二乙醇胺	105.1	95.4	996	722	0.057	27.5
三乙醇胺	149.1	∞	1,000	670	0.067	33.0
單異丙醇胺	75.1	∞	1,000	800	0.040	20.0
二異丙醇胺	133.2	87	1,000	543	0.091	45.7

(續)

化 合 物	分子量	溶解度 (%)	Co	Ce	吸附容量*	吸附率 (%)
			(mg/L)	(mg/L)		
吡啶及 1,4 氧氮六環物						
吡啶	79.1	∞	1,000	527	0.095	47.3
2-甲基-5-乙基吡啶	121.2	微 溶	1,000	107	0.179	89.3
N-甲基-1,4-氧氮六環	101.2	∞	1,000	575	0.085	42.5
N-乙基-1,4-氧氮六環	115.2	∞	1,000	467	0.107	53.3
芳香類						
苯	78.1	0.07	416	21	0.080	95.0
甲苯	92.1	0.047	317	66	0.050	79.2
乙苯	106.2	0.02	115	18	0.019	84.3
酚	94.0	6.7	1,000	194	0.161	80.5
對苯二酚	110.1	6.0	1,000	167	0.167	83.3
苯胺	93.1	3.4	1,000	251	0.150	74.9
乙烯苯	104.2	0.03	180	18	0.028	88.8
硝基苯	123.1	0.19	1,023	44	0.196	95.6
酯類						
醋酸甲酯	74.1	31.9	1,030	760	0.054	26.2
醋酸乙酯	88.1	8.7	1,000	495	0.100	50.5
醋酸丙酯	102.1	2	1,000	248	0.149	75.2
醋酸丁酯	116.2	0.68	1,000	154	0.169	84.6
第一醋酸戊酯	130.2	0.2	985	119	0.175	88.0
醋醋異丙酯	102.1	2.9	1,000	319	0.137	68.1
醋醋異丁酯	116.2	0.63	1,000	180	0.164	82.0
醋酸乙烯酯	86.1	2.8	1,000	357	0.129	64.3
乙酸甲氧基乙酯	132.2	22.9	1,000	342	0.132	65.8
丙烯乙酯	100.1	2.0	1,015	226	0.157	77.7
丙烯丁酯	128.2	0.2	1,000	43	0.193	95.9
醚類						
異丙醚	102.2	1.2	1,023	203	0.162	80.0
丁醚	130.2	0.03	197	0	0.039	100.0
二氯異丙醚	171.1	0.17	1,008	0	0.200	100.0
乙二醇及乙二醇醚類						
1,2-乙二醇	62.1	∞	1,000	932	0.0136	6.8
二甘醇	106.1	∞	1,000	738	0.053	26.2
三甘醇	105.2	∞	1,000	477	0.105	52.3
四甘醇	194.2	∞	1,000	419	0.116	58.1
丙二醇	76.1	∞	1,000	884	0.024	11.6
雙-β-羥基-n-丙醚	134.2	∞	1,000	835	0.033	16.5

(續)

化 合 物	分子量	溶解度 (%)	Co	Ce	吸附容量*	吸附率 (%)
			(mg/L)	(mg/L)		
4-甲基 2,4-戊二醇	118.2	∞	1,000	386	0.122	61.4
甲氧基乙醇	76.1	∞	1,024	886	0.028	13.5
乙氧基乙醇	90.1	∞	1,022	705	0.063	31.0
丁氧基乙醇	118.2	∞∞	1,000	441	0.112	55.9
己氧基乙醇	146.2	0.99	975	126	0.170	87.1
乙氧基三乙二醇	178.2	∞	1,000	303	0.139	69.7
<u>鹵化物</u>						
二氯乙烯	99.0	0.81	1,000	189	0.163	81.1
二氯丙烯	113.0	0.30	1,000	71	0.183	92.9
<u>酮類</u>						
丙酮	58.1	∞	1,000	782	0.043	21.8
甲基丙酮	72.1	26.8	1,000	532	0.094	46.8
丙基丙酮	86.1	4.3	1,000	305	0.139	69.5
丁基丙酮	100.2	微 溶	988	191	0.159	80.7
異丁基丙酮	100.2	1.9	1,000	152	0.169	84.8
甲異茂酮	114.2	0.54	986	146	0.169	85.2
二異丁基丙酮	142.2	0.05	300	0	0.060	100.0
環己酮	98.2	2.5	1,000	332	0.134	66.8
苯己酮	120.1	0.55	1,000	28	0.194	97.2
異佛爾酮	138.2	1.2	1,000	34	0.193	96.6
<u>有機酸</u>						
甲酸	46.0	∞	1,000	765	0.047	23.5
乙酸	60.1	∞	1,000	760	0.048	24.0
丙酸	74.1	∞	1,000	674	0.065	32.6
丁酸	88.1	∞	1,000	405	0.119	59.5
戊酸	102.1	2.4	1,000	203	0.159	79.7
己酸	116.2	1.1	1,000	30	0.194	97.0
丙烯酸	72.1	∞	1,000	355	0.129	64.5
苯甲酸	122.1	0.29	1,000	89	0.183	91.1
<u>氧化物</u>						
氧化炳烯	58.1	40.5	1,000	739	0.052	26.1
氧化乙烯苯	120.2	0.3	1,000	47	0.190	95.3

〔註〕*：吸附容量以（化合物克數／活性碳克數）表示

由批式試驗所得之等溫吸附平衡曲線，可預測活性碳去除效率。Freundlich 等溫吸附方程式 $1/n$ 通常可描述應用於工業廢水之吸附現象，其方程式如下：

$$X/M = KC^{1/n}$$

式中，

X：污染物被吸附之量

M：活性碳重量

C：溶液中污染物之平衡濃度

K,n：常數

廢水處理常用化學藥劑應用手冊，2006 年更新版
／黃馨儀等編撰 --初版-- 臺北市：工業局，
民 95

面；公分

ISBN 978-986-00-7918-0(平裝)

1.污水處理 2.工業廢棄物技術

445.93

95024595

廢水處理常用化學藥劑應用手冊(2006 年更新版)

出版日期：中華民國 95 年 12 月

發行人：陳昭義

總編輯：陳文輝

審查委員：李公哲、周明顯、林明傳、林華宇、陳見財、陳秋楊、
曾四恭、萬騰州(依姓氏筆劃排列)

編撰：黃馨儀 (依姓氏筆劃排列)

發行所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

TEL：(02)2754-1255

FAX：(02)2703-0160

<http://www.moeaidb.gov.tw>

出版所：經濟部工業局

台北市信義路三段 41-3 號

TEL：(02)2754-1255

FAX：(02)2703-0160

<http://www.moeaidb.gov.tw>

財團法人台灣產業服務基金會

台北市大安區 106 四維路 198 巷 39 弄 14 號 1 樓

TEL：(02)2325-5223

FAX：(02)2784-4186

<http://www.ftis.org.tw>

印刷承製：貿聖印刷有限公司

工本費：新台幣肆佰元整

版權所有 翻印必究

GPN：1009503867

ISBN：13：978-986-00-7918-0

ISBN：10：986-00-7918-8