

經濟部工業局
化學材料製造業污染防治法規與
處理技術手冊

出版機關： 經濟部工業局

出版年月：中華民國 103 年 12 月

序

工業乃是我國經濟發展之重點項目，舉凡各工業上中下游供應鏈等產品，均與人類日常生活密不可分，對於促進人類文明，其功厥偉。然其巨大產量附帶而來之水污染、空氣污染及固體廢棄物污染，若未能妥善而有效的處理，對環境造成之衝擊反成為文明人類之夢靨。

近年因環保議題日漸受到關注，民眾環保意識高漲，亦帶動工業供應鏈積極投入環保投資之觀念，經濟部工業局（以下簡稱本局）身為工業主管機關，除積極協助推動產業發展外，並透過產業綠色技術提升的各項輔導、宣導與推廣作為，協助產業推動相關污染防治技術等措施，以因應國際環保趨勢及提升產業競爭力，達到企業永續發展之目標。

本局積極輔導產業從減少原料、藥品損失、減少用水量、減少溢漏等綠色生產觀念之導入，並加強操作維護管理、製程改善等方面著手之外，更重要的是將污染防治納入內部成本(on-site costs)考慮，尤其在能源、藥品、原料和人工成本均上漲之今日，業者尤應如此，以期降低生產成本，保持產品品質與減少管末處理之污染負荷，來維持市場之競爭能力，並善盡維護環境品質之社會責任。

多年來，本局積極輔導產業界進行污染防治工作，早期即有編訂相關行業技術手冊供業者參考，惟考量部分行業近幾年製程更新、廢水處理方式與技術精進、以及因應環保法令趨嚴管理，特邀集業界相關專家學者，著手進行技術手冊彙編；並依產業污染特性增列常用之處理系統及相關異常對策案例，提供納管廠商參考應用。

本手冊編撰作業，感謝游勝傑、蘇銘千、王雅玟委員與其他委員等參與編輯工作，並承蒙多位審查委員指導，使得本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 謹誌
中華民國 103 年 12 月

目錄

第一章	前言	1-1
1.1	緣起	1-1
1.2	行業介紹	1-1
第二章	環保法規	2-1
2.1	廢水污染防治	2-1
2.1.1	水污染防治法及其相關法規重點摘要	2-1
2.1.2	常見違法案例說明	2-15
2.2	廢氣污染防制	2-18
2.2.1	固定污染源防制	2-18
2.2.2	常見空污違法案例說明	2-25
2.3	其他污染管制	2-31
2.3.1	廢棄物污染防制	2-31
2.3.2	土壤污染整治	2-48
第三章	製程與污染特性	3-1
3.1	製程概述	3-1
3.2	污染來源與污染特性	3-8
3.2.1	水污染來源與特性	3-8
3.2.2	空氣污染來源與特性	3-13
第四章	水污染防治處理技術	4-1
4.1	處理原理	4-1
4.1.1	物理處理	4-1
4.1.2	化學處理	4-1
4.1.3	生物處理	4-2
4.2	處理方法	4-4
4.2.1	物理方法	4-4
4.2.2	化學方法	4-14
4.2.3	生物方法	4-26
第五章	空氣污染防制處理技術	5-1
5.1	處理原理	5-1
5.2	處理方法及流程	5-1
5.2.1	局部排氣系統	5-1
5.2.2	袋式集塵器	5-14
5.2.3	濕式洗塵器	5-27
5.2.4	熱破壞原理	5-38

5.2.5	冷凝原理.....	5-42
5.2.6	吸附原理.....	5-43
5.2.7	吸收原理.....	5-46
第六章	污染防治處理設備之操作管理.....	6-1
6.1	處理設備操作與維護.....	6-1
6.1.1	水污染處理設備操作與管理.....	6-1
6.1.2	空污處理設備操作與管理.....	6-24
6.2	處理單元之異常對策.....	6-39
6.2.1	水污染處理單元之異常對策.....	6-39
6.2.2	空污處理單元之異常對策.....	6-54
第七章	廢水處理案例介紹.....	7-1
7.1	前言.....	7-1
7.2	製程與污染特性.....	7-1
7.3	污防設施操作與處理成效.....	7-5
參考文獻	i

圖目錄

圖 1.2-1	石化產業領域涵蓋範圍	1-4
圖 1.2-2	丁苯橡膠之製造流程	1-6
圖 2.1.1-1	水污染防治法規架構圖	2-2
圖 2.1.1-2	水措計畫及許可申請流程	2-3
圖 2.2-1	空氣污染防制法及相關子法架構圖	2-18
圖 2.3.1-1	廢棄物清理法及相關子法架構圖	2-31
圖 2.3.2-1	土壤及地下水污染整治法及相關子法之架構	2-49
圖 3.1-1	聚酯纖維製造流程圖	3-4
圖 3.1-2	有機肥料基本製程	3-5
圖 3.1-3	典型聚酯樹脂製成	3-6
圖 3.1-4	常見塑膠製品製成：(a)雙面膠帶製程；(b)PVC 套管製程	3-7
圖 3.1-5	矽橡膠製程	3-8
圖 4.2.1-1	快濾過濾池形式	4-5
圖 4.2.1-2	水中常見污染物與處理方法	4-8
圖 4.2.1-3	逆滲透膜之原理	4-10
圖 4.2.1-4	MF/RO 薄膜分離法水再生流程	4-12
圖 4.2.1-5	電透析法原理圖	4-13
圖 4.2.2-1	電荷之中和	4-14
圖 4.2.2-2	架橋作用概念	4-14
圖 4.2.2-3	杯瓶試驗裝置	4-17
圖 4.2.2-4	混凝沉澱系統流程圖	4-18
圖 4.2.2-5	攪拌設備之形式	4-19
圖 4.2.2-6	去除懸浮物為主的三級處理流程	4-20
圖 4.2.2-7	凝聚反應槽：(1)槳板式(雙槽)；(2)螺旋式(單槽)攪拌器	4-20
圖 4.2.2-8	活性炭吸附裝置	4-22
圖 4.2.2-9	多段直列吸附槽	4-23
圖 4.2.2-10	臭氧注入方法	4-23
圖 4.2.2-11	FBR-Fenton 法示意圖	4-25
圖 4.2.3-1	批次式活性污泥法種類及操作程序	4-27
圖 4.2.3-2	(a)側流式(b)沉浸式 MBR	4-29
圖 4.2.3-3	接觸曝氣法之 BOD、氮去除特性	4-29
圖 4.2.3-4	接觸曝氣法各種曝氣方式	4-30
圖 5.2.1-1	吹出氣流與吸引氣流差異示意圖	5-2
圖 5.2.1-2	邊長比為 1：2 之矩形開口部吸引氣流之等速剖面圖	5-2

圖 5.2.1-3	簡單圓形開口氣罩.....	5-4
圖 5.2.1-4	簡單矩形開口氣罩.....	5-4
圖 5.2.1-5	錐式氣罩入口壓力損失係數.....	5-7
圖 5.2.1-6	直葉型風車.....	5-12
圖 5.2.1-7	曲葉型風車(通稱透浦風車(turbo blowers)).....	5-12
圖 5.2.1-8	環型風車.....	5-12
圖 5.2.1-9	風車選用.....	5-13
圖 5.2.2-1	濾袋及其支架.....	5-15
圖 5.2.2-2	濾袋及漏斗.....	5-16
圖 5.2.2-3	內部過濾(微粒被收集在濾袋內部).....	5-17
圖 5.2.2-4	濾袋屋之粉塵進口.....	5-18
圖 5.2.2-5	濾袋附件.....	5-18
圖 5.2.2-6	漏斗.....	5-19
圖 5.2.2-7	濾餅過濾現象.....	5-20
圖 5.2.2-8	毛氈式的濾材.....	5-21
圖 5.2.2-9	振盪洗袋法.....	5-23
圖 5.2.2-10	反洗空氣洗袋法.....	5-24
圖 5.2.2-11	脈衝噴氣式集塵器裝置圖.....	5-25
圖 5.2.2-12	脈衝噴氣式集塵器之空氣供應系統.....	5-26
圖 5.2.3-1	濕式洗塵器的除塵原理.....	5-29
圖 5.2.3-2	流動床洗塵器之收集效率與微粒粒徑(Dp)的關係.....	5-30
圖 5.2.3-3	多孔平板洗滌器.....	5-31
圖 5.2.3-4	泡罩之衝擊表面詳圖.....	5-32
圖 5.2.3-5	典型的文氏洗滌器.....	5-33
圖 5.2.3-6	可變喉口之文氏洗滌器.....	5-34
圖 5.2.3-7	衝擊噴水式噴頭及螺旋式噴頭.....	5-36
圖 5.2.3-8	簡單之噴霧塔.....	5-36
圖 5.2.3-9	除霧器.....	5-37
圖 5.2.4-1	各式焚化控制設備.....	5-40
圖 5.2.5-1	揮發性有機物冷凝回收系統.....	5-43
圖 5.2.6-1	活性碳吸附回收系統示意圖.....	5-46
圖 5.2.7-1	填充洗滌塔廢氣處理系統.....	5-47
圖 6.1.1-1	板框壓濾式污泥脫水機.....	6-16
圖 6.1.1-2	板框壓濾式脫水機操作程序.....	6-17
圖 6.2.2-1	運轉狀態判定圖.....	6-59
圖 7.3-1	有機廢水處理流程.....	7-6
圖 7.3-2	重金屬廢水處理流程.....	7-6

圖 7.3-3	含酚廢水處理流程.....	7-7
圖 7.3-4	含氰廢水處理流程.....	7-7
圖 7.3-5	含清潔劑廢水處理流程.....	7-8
圖 7.3-6	案例一—橡膠製品業廢水處理流程.....	7-9
圖 7.3-7	案例二—化學材料製造業廢水處理流程.....	7-10
圖 7.3-8	案例三—樹脂製造廠廢水處理流程.....	7-11
圖 7.3-9	案例四—膠布(皮)工業綜合廢水處理流程.....	7-12
圖 7.3-10	案例五—合成樹脂業 UASB 系統處理流程.....	7-13
圖 7.3-11	案例六—樹脂製造業 AFB 處理流程.....	7-15
圖 7.3-12	案例七—合成樹脂業 AFB 處理流程.....	7-17

表目錄

表 1.2-1	化學材料製造業類別及定義	1-2
表 2.1.1-1	專責人員類別規定彙整表	2-4
表 2.1.1-2	化工業放流水標準	2-5
表 2.1.1-3	石油化學業放流水標準	2-8
表 2.3.1-1	化材業製程有害事業廢棄物	2-34
表 2.3.2-1	土壤及地下水污染整治法裁罰基準案例	2-56
表 3.2-1	典型工業廢水污染物處理方法	3-9
表 3.2-2	石化原料業廢水來源及特性	3-11
表 3.2-3	合成樹脂業廢水主要污染源及特性	3-12
表 3.2-4	塑膠製品工業廢水來源及污染特性	3-12
表 4.1.1-1	污水處理場物理處理單元預期操作功能	4-1
表 4.1.2-1	污水處理廠化學處理單元基本原理	4-2
表 4.1.3-1	廢水生物處理基本程序	4-3
表 4.2.1-1	薄膜處理程序及其特性	4-8
表 4.2.1-2	各種薄膜之過濾特性	4-8
表 4.2.1-3	各種膜的分離去除特性	4-9
表 4.2.1-4	薄膜處理水水質	4-11
表 4.2.2-1	常用的混凝劑種類及特性	4-16
表 4.2.2-2	各類型高分子助凝劑的適用範圍	4-17
表 4.2.3-1	一般活性污泥法設計參數	4-26
表 5.2.1-1	不同污染源狀態下之捕捉速度	5-3
表 5.2.1-2	不同邊比 r 之 b 值	5-5
表 5.2.1-3	氣罩入口之壓力損失	5-6
表 5.2.1-4	濾袋使用之典型纖維材料	5-22
表 5.2.1-5	典型的空氣—濾布比(A/C)	5-27
表 5.2.1-6	淨濾布面積 An 與因子 f 之關係表	5-27
表 5.2.3-1	平板洗滌器之操作特性	5-32
表 5.2.3-2	文氏洗滌器之操作特徵	5-35
表 5.2.3-3	噴霧塔之操作特徵	5-37
表 5.2.4-1	常見碳氫化合物的燃燒範圍	5-39
表 5.2.6-1	影響吸附的因子	5-45
表 6.1.1-1	帶壓脫水設備之特性	6-14
表 6.1.1-2	泵浦之構造分類	6-23
表 6.1.1-3	泵浦用途分類及使用材質	6-24
表 6.1.2-1	熱破壞防制設備維護、保養及功能查核要點	6-36
表 6.1.2-2	冷凝防制設備維護、保養及功能查核要點	6-37
表 6.1.2-3	吸收設備維護、保養及功能查核要點	6-37
表 6.1.2-4	吸附設備維護、保養及功能查核要點	6-38
表 6.2.1-1	化學沉降/混凝沉澱設施之維護檢查項目	6-39
表 6.2.1-2	過濾系統異常現象及對策	6-40

表 6.2.1-3	膜分離之異常現象及對策.....	6-41
表 6.2.1-4	活性污泥異常現象之主要原因及其對策.....	6-42
表 6.2.1-5	絲狀微生物膨化原因及防治.....	6-44
表 6.2.1-6	板框壓濾式脫水機異常主要原因及對策.....	6-46
表 6.2.1-7	帶濾式污泥脫水機異常對策.....	6-46
表 6.2.1-8	電磁流量計常見的故障與排除.....	6-47
表 6.2.1-9	超音波流量計常見的故障與排除方法.....	6-48
表 6.2.1-10	渦輪式流量計常見的故障與排除方法.....	6-49
表 6.2.1-11	pH 監測計、ORP 監測之故障原因及處置方法.....	6-49
表 6.2.1-12	溶氧計常見的故障與排除方法.....	6-51
表 6.2.1-13	液位計常見的故障與排除方法.....	6-52
表 6.2.1-14	泵浦故障原因及對策(例：自動控制系統).....	6-52
表 6.2.2-1	風管系統內之缺失與改善對策.....	6-58
表 6.2.2-2	風車相關缺失及改善對策.....	6-62
表 6.2.2-3	異味處理系統失效可能原因及緊急應變整備方案.....	6-63
表 7.2-1	化材業廢水來源、特性及可行處理方式.....	7-3
表 7.2-2	排放各類污染物質之化學工業類別.....	7-4
表 7.3-1	案例一—橡膠製品業處理前後之廢水水質.....	7-9
表 7.3-2	案例三—樹脂製造廠原廢水水質.....	7-11
表 7.3-3	案例六—樹脂製造廠廢水特性.....	7-15
表 7.3-4	案例六—樹脂製造廠原廢水水質.....	7-15
表 7.3-5	案例七—樹脂製程洗槽廢水水質.....	7-17

第一章 前言

1.1 緣起

工業乃是我國經濟發展之重點項目，舉凡各工業上中下游供應鏈等產品，均與人類日常生活密不可分，對於促進人類文明，其功厥偉。然其巨大產量附帶而來之水污染、空氣污染及固體廢棄物污染，若未能妥善而有效的處理，對環境造成之衝擊反成為文明人類之夢靨。

近年來，因環保議題日漸受到關注，民眾環保意識高漲，亦帶動工業供應鏈積極投入環保投資之觀念，從減少原料、藥品損失、減少用水量、減少溢漏等綠色生產觀念之導入，並加強操作維護管理、製程改善等方面著手之外，更重要的是將污染防治納入內部成本(on-site costs)考慮，尤其在能源、藥品、原料和人工成本均上漲之今日，業者尤應如此，以期降低生產成本，保持產品品質與減少管末處理之污染負荷，來維持市場之競爭能力，並善盡維護環境品質之社會責任。

台灣地區由於地狹人稠，任何污染問題若未能積極謀求改善，勢必對周遭環境造成極大的影響，因而尤應改變以往經濟發展重於環境保育之心態，著手進行污染防治工作，以為後代子孫留下一片乾淨之青山綠水。

爰此，本手冊彙整相關環保法規的修訂情形，及產業易產生污染之處理技術，編撰「化學材料製造業污染防治法規與處理技術手冊」，彙整較新穎之防治技術內容及案例說明，提供產業污染防治之參考使用。

1.2 行業介紹

據民國 89 年工業局統計資料，材料與製程產業產值約為新台幣 23,401.5 億元，化工產業上中下游產值達新台幣 16,180 億元，約占材料與製程產業產值之 69%；又據環保署定義化學材料製造業(以下簡稱化材業)，凡從事基本化學材料、石油化工原料、肥料、合成樹脂、塑膠及橡膠、人造纖維等製造之行業均屬之，足見該產業涵蓋範圍之廣。

化材業所產生的材料不僅應用於化學工業，於能源、生技醫藥、光電、資訊電子等高科技產業亦不可或缺，尤高科技產業若要有突破性之發展，往往需以化學、化工之技術為基礎，進行特殊材料之研發及改良，足見化學材料業於我國工業及經濟之發展所扮演之重要角色。

台灣歷經亞洲金融風暴後，國內經濟自民國 89 年起已逐漸穩定，在電子產業蓬勃發展及相關技術研發之帶動下，我國化學材料製造產業需求量節節增加、產值大幅成長，且因其乃高科技業及各項工業發展之基，為國家未來產業研究發展之重點領域，前途看漲。

化材業可依據行政院主計處公告(100 年 3 月)之行業標準分類表(表 1.2-1)進行定義，其產業特色包括：

1. 產品種類繁多，變化快速，特化業產品被替代性小，受景氣影響較大宗化學品小；
2. 各單項產品量少，若干產品共用同一生產設備，產品可機動調整，固定投資較石化業小；
3. 附加價值高，原物料製程成本占銷售值比例低，利潤率較高；

表 1.2-1 化學材料製造業類別及定義

分類編號				行業名稱及定義
大類	中類	小類	細類	
C	18			化學材料製造業 從事基本化學材料、石油化工原料、肥料、合成樹脂、塑膠及橡膠、人造纖維等製造之行業。
		181	1810	基本化學材料製造業 從事以化合、分解、分餾、蒸發、萃取等物理或化學反應方法產生基本化學原料之行業，如化學元素、無機酸、強鹼等製造。
		182	1820	石油化工原料製造業 從事以石油或天然氣產製石化基本原料及中間產品之行業，如甲醛、乙苯及丙酮等製造。
		183	1830	肥料製造業

分類編號				行業名稱及定義
大類	中類	小類	細類	
				從事以化學方法製造化學肥料與土壤改進劑等行業，如氮肥、磷肥、尿素、天然磷酸鹽、天然鉀鹽及硝酸鹽鉀肥等製造。有機肥料之製造亦歸入本類。
		184		合成樹脂、塑膠及橡膠製造業 從事合成樹脂、塑膠及橡膠製造之行業。
			1841	合成樹脂及塑膠製造業 從事合成樹脂及塑膠製造之行業，如聚乙烯、聚丙烯，聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚醋酸乙烯、酚醛樹脂、環氧樹脂、醇酸樹脂、聚酯樹脂、矽樹脂、離子交換樹脂等製造。
			1842	合成橡膠製造業 從事以化學合成方法製造合成橡膠或彈性物質之行業，如橡膠乳液、氟橡膠、矽橡膠等製造。
		185	1850	人造纖維製造業 從事以化學方法製造合成或再生纖維棉及絲之行業，如醋酸纖維、聚酯纖維、螺縲纖維、硝化纖維、銅鉍纖維、尼龍纖維、酪素纖維、聚丙烯纖維、聚丙烯腈(亞克力)纖維、碳纖維及聚氨基甲酸酯(PU)纖維等製造。

資料來源：中華民國行業標準分類(第9次修訂版)，行政院主計處編印

4.技術密集，技術不易開發，亦不易取得，因此技術研發能力是特化業成功的關鍵；

5.強調技術及售後服務，產品的應用技術十分重要，常常與客戶端共同研發。

以下針對化材業中之石油化學工業、合成樹脂/塑膠及橡膠製造業、人造纖維製造業等4項為例，就其製程特性進行簡介。

一、石油化學工業

石油化學工業為化學工業中最為重要之基礎，以碳氫化合物為材料，產業領域及其製品涵蓋範圍廣泛(如圖 1.2-1)。

可依產品之結構特性與用途，將石油化學品分為上、中、下游三種。上游石油化學產品又可稱為石化基本原料，係指來自天然氣、液化天然氣、煉油廠之煉油氣、液化石油氣、輕油、製氣油及重組油等之裂解與芳香烴萃取所生產之石化原料，如：合成氣、一氧化碳、乙烷、丙烷、丁烷、異丁烷、乙烯、丙烯、丁烯、丁二烯、苯、甲苯、對二甲苯等；中游產品係指石化基本原料再反應而得之中間原料，可做為下游石化產品之加工材料；下游產品則包括塑膠、橡膠、合成纖維等終端產品，為其他產業(包括肥料工業、合成清潔劑、界面活性劑、染料、塗料、殺蟲劑與除草劑、黏著劑、塗料、溶劑、醫藥等)之原料。

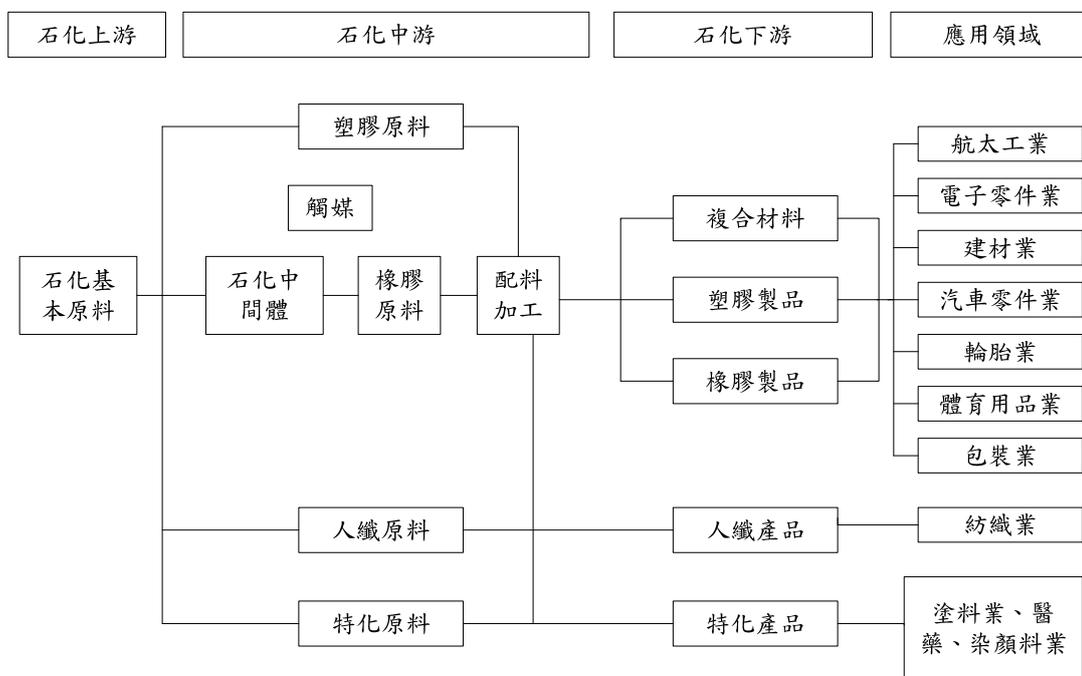


圖 1.2-1 石化產業領域涵蓋範圍

二、合成樹脂/塑膠業

合成樹脂(synthetic resin)乃利用單體物質進行合成，並獲得類似於天然樹脂之聚合物，其形態可為液態或固態，為製造塑膠、合成纖維、合成橡膠、高分子接著劑、高分子塗料及離子交換樹脂...等產品之重要原料。塑膠(Plastic)則係以合成樹脂或天然聚合物為主要成分，加入其他助劑或摻配料，於一定條件下(溫度、壓力)進行塑形，其產品於

常溫下可保持形狀不變。

塑膠依照其材料特性有各種不同的分類方法，其製程方式亦有所差異，一般依受熱後之變化可將其產品分為熱塑性塑膠(thermoplastic plastics)及熱固性塑膠(thermosetting plastics)兩類，其特性分述如下：

(1)熱塑性塑膠

此類塑膠受熱後軟化、冷卻後變硬，可承受重複受熱與塑型。熱塑性塑膠占塑膠總量 70% 以上，聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙稀等均屬熱塑性塑膠之列；其中又以聚乙烯為(Polyethylene, PE)為現今用量最多、最為普遍之塑膠，全球聚乙烯總產量約占全球塑膠產品之 40% 以上(約 60 百萬公噸)。

(2)熱固性塑膠

於一定溫度下受熱或藉其他方法定型成為不溶之塑膠製品，無法經再加熱進行再次塑型，該類塑膠產品耐熱性較高、機械性能好，酚醛、尿醛、環氧及不飽和聚醯等均屬熱固性塑膠之列；以酚甲醯樹脂為例，俗稱電木，主要用途為提供製造電子積層板、接著劑、成型材料、塗料等所使用，國內產量每年約 13 萬公噸。

三、橡膠製造業

橡膠是一種彈性體，定義較嚴格，經施力、釋放後須在一定時間內恢復原狀，可分為天然橡膠及合成橡膠，另依材料性質及製程又可分為熱塑性橡膠，其產業結構如圖 1.2-2。

天然橡膠係指由植物中所獲得之橡膠，自然界能進行生物合成橡膠之植物約有 200 多種，惟具採集價值之種類稀少，故我國橡膠工業仍以石化原料生產合成橡膠為主。

合成橡膠是以天然氣、石油等為原料，生產出丁二烯、異戊二烯、氯丁二烯、苯乙烯、異丁烯、丙烯晴等單體，經聚合反應得聚合物，其中以丁二烯為較重要之原料。

常用之合成橡膠有苯乙烯-丁二烯橡膠(即丁苯橡膠，SBR)、順聚丁二烯橡膠(順丁橡膠或 BR)、聚氯丁二烯(氯丁橡膠或 CR)等；以丁苯橡膠為例，苯乙烯-丁二烯橡膠乃苯乙烯和丁二烯經加成聚合反應所

得之共聚合物，簡稱丁苯橡膠，為國內目前產量最多之合成橡膠，約占合成橡膠之 60%。

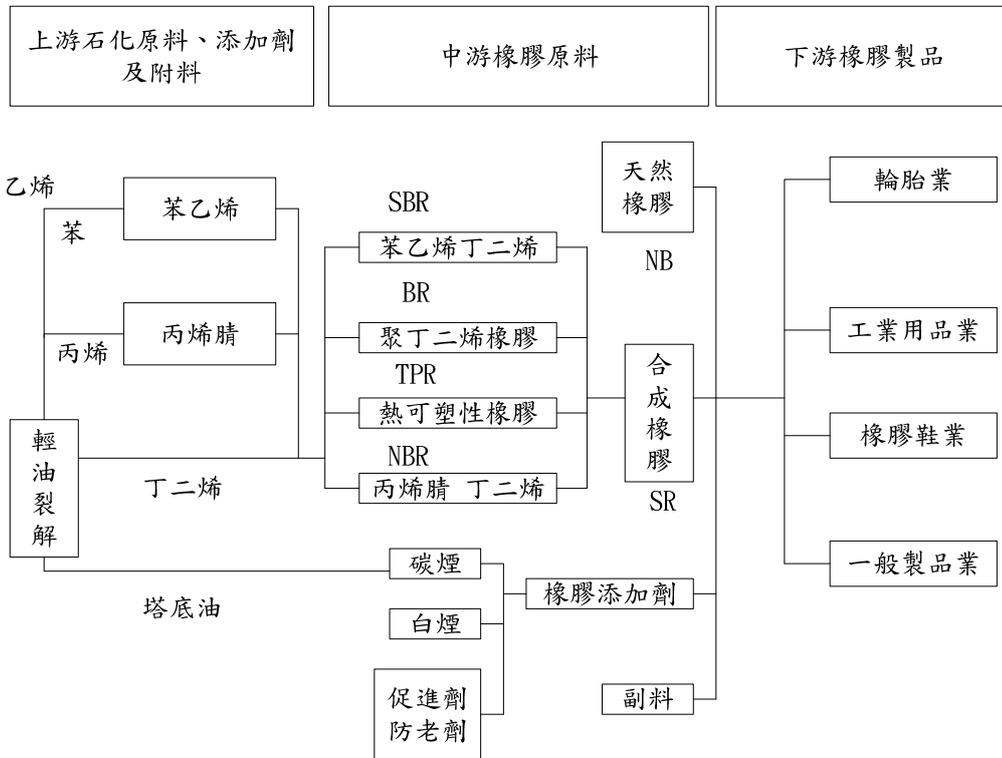


圖 1.2-2 丁苯橡膠之製造流程

四、人造纖維製造業

化學纖維依其特性分類可分為再生纖維、半合成纖維。化學纖維的製造為將原料的高分子以溶劑溶解或加熱熔融後紡絲口押出。再使其凝固或固化製成之纖維，此流程即為紡絲。

具可紡性之高分子種類繁多，能形成纖維。關於紡絲法。主要的紡絲法有溶液紡絲法和熔融紡絲法，前者又分為乾式和濕式紡絲法。對於三大合成纖維的聚酯、聚醯胺、聚丙烯睛而言，前兩種是以熔融法所製造，而聚丙烯脂纖維則是以濕式或乾式紡絲法製造。

第二章 環保法規

本章特針對化材業之環保法規如水污染防治法、空氣污染防治法、廢棄物清理法與土壤及地下水整治法，就其相關法規分析，且將近日修正之裁處不法利得的作業要點與裁罰基準或裁罰準則詳細說明，並列舉違反相關案例。

2.1 廢水污染防治

化材業產生之廢水應依循其廢水特性完整規劃及處理，並應遵循水污染防治法及其相關法規辦法，確實處理與管理，以達到污染防制與環境保護之目的。

本節彙整現行與化材業相關之水污染防治法規架構、說明及常見違法案例。

2.1.1 水污染防治法及其相關法規重點摘要

根據水污染預防與管理之相關法規，彙整法規架構如圖 2.1.1-1，以水污染防治法為法源，含括水污染排放標準和各項管理辦法等法規命令。



圖 2.1.1-1 水污染防治法規架構圖

水污染防治法中明訂事業的定義與類別，需遵循的法規如圖 2.1.1-1 架構所示。

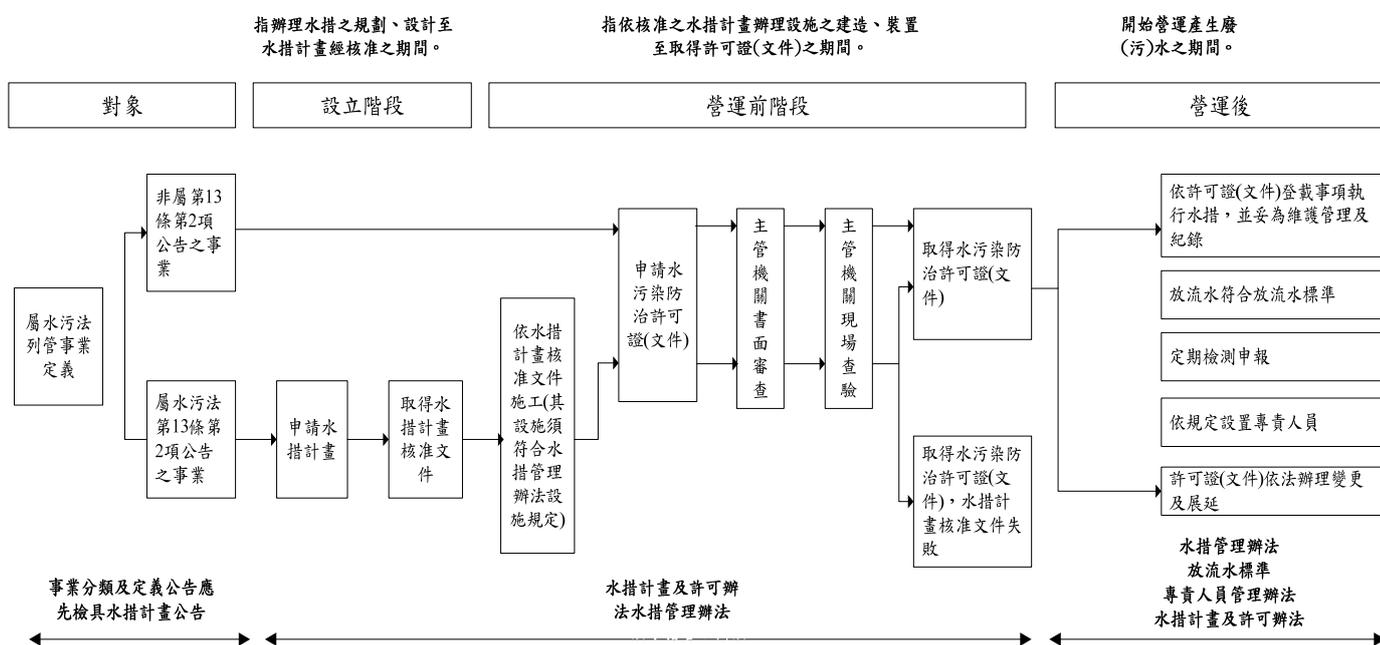
依水污法規定，事業於設立或變更前應先檢具水污染防治措施計畫及相關文件，送當地主管機關審查核可後發給排放許可證。既設事業須申請排放許可，對於污染工程改善計畫書需經專業技師簽證。排放許可證之有效期限為 5 年，期滿仍繼續使用者，應自期滿 6 個月前起算 5 個月之期間內，向當地主管機關申請核准展延。每次展延不得超過 5 年。

依事業特性設置水污染防治設備，正常運作排放廢(污)水須符合放流水標準外，應依廢(污)水特性及產生量設置專責人員、定期申報廢(污)水處理設施之操作、放流水質水量之檢驗測定、用水及用電紀錄及其他有關廢(污)水處理之文件。

一、水污染防治措施計畫及許可申請

『水污染防治措施計畫及許可申請審查辦法』依污染防治法第 13 條第 3 項、第 4 項、第 14 條第 3 項、第 19 條準用第 14 條及第 20 條第 2 項規定訂定之。

詳列事業的申請程序與應附文件資料，另根據排放量及擬排放水體種類而申請排放許可。此外若申請採用土壤處理、回收使用等，均依本辦法之內容備妥文件申請。申請水措計畫及許可申請流程如圖 2.1.1-2。



資料來源：江育德，2014

圖 2.1.1-2 水措計畫及許可申請流程

二、廢水處理專責人員

事業設有水污染防治設備，則應須參照『環境保護專責單位或人員設置及管理辦法』，應依廢(污)水特性及產生量決定須設置專責單位、甲級或乙級專責人員。事業需設置專責人員之目的，係專責協助事業及污水下水道系統辦理廢污水處理、操作、維護、記錄、申報、改良及其他相關工作，間接減少污染情事發生。而其規模及專責人員類別如表 2.1.1-1 所示。

表 2.1.1-1 專責人員類別規定彙整表

廢(污)水特性規模及產生量	排放一般物質	排放有害物質
應設專責單位之水量規模	> 5,000 (CMD)	> 1,000 (CMD)
應設甲級專責人員	2,000 ~ 4,999 (CMD)	200 ~ 999 (CMD)
應設乙級專責人員 (委託處理或納入下水道系統)	100 ~ 1,999 (CMD) (> 300 CMD)	< 199 (CMD) (> 100 CMD)

三、操作、檢測及申報管理

事業應設有功能足夠的水污染防治設備且需正常運作，定期檢修各單元機械設備運作功能是否正常，定期實施保養及適時維修，並依據『水污染防治措施及檢測申報管理辦法』的各項規定，作成紀錄保存 3 年以備查閱。

廢水管制範疇包含作業廢水、洩放廢水、未接觸的冷卻水及逕流廢水，對逕流廢水之削減規定也應依本法申報。各項水措應定期檢查申報，申報內容包含：服務規模、廢水產生量及水質、處理水量及水質、使用藥劑、處理單元操作參數、操作方式、每月操作維護費、專用電錶電量、污泥產生量等資料。排放地面水體者應申報排放廢水水量及水質、流量計每月讀數及校正維護情形等。若回收及貯留須申報如每月回收使用水量、水質及進流端流量計校正維護情形。

原廢水質採每 6 個月檢測一次；排放地面水體者設有專責單位或甲級專責人員應每 3 個月檢測一次，應設置乙級專責人員或免置專責人員者僅需每 6 個月檢測一次。納管下水道系統者為每 6 個月檢測一次，但若下水道主管機關另有規定則需依其規定辦理。申報頻率依其規定每季或每 6 個月檢測一次；每半年或每年申報辦理。若遇緊急疏漏致污染水體之虞，應採緊急措施且事件發生後 3 小時內通報，應變後 10 日內提報緊急應變記錄及處理報告。

四、放流水標準

化材業之水污染排放標準依其放流水體之差異可分為：放流水標準、海洋放流管線放流水標準、地面水體分類、水質標準和事業特別訂定之標準，本節僅對放流水標準予以說明。至於地面水體分類及水質標準依個案而異，本節不再另述。

化材業一般管制項目又可分為化工業放流水標準及石油化學業放流水其標準，分別如表 2.1.1-2 及 2.1.1-3 所示。但特定區域另定有排放標準者，依其規定。

表 2.1.1-2 化工業放流水標準

項目	限值	備註
水溫	攝氏 10 度	適用放流水排放至非海洋之地面水體者。
	攝氏 35 度(適用於 10 月至翌年 4 月)	適用放流水排放至非海洋之地面水體者。
	攝氏 42 度，且放流口水溫距排放口 500 公尺處之表面水溫差不得超過 4 度	適用放流水直接排放於海洋者。
pH 氫離子濃度指數	6.0 ~ 9.0	
氟鹽	15	
硝酸鹽氮	50	
氨氮	10	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區內之事業。
	20	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區外之新設事業。
	20	一、適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區外之非高含氮製程既設事業，自中華民國 103 年 7 月 1 日施行。 二、涉及工程等改善措施者，於中華民國 103 年 3 月 31 日前提出放流水污染物削減管理計畫，經直轄市、縣(市)主管機關核定並依計畫內容執行者，自中華民國 106 年 12 月 31 日施行。
	150	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區

項目	限值	備註
		外之高含氮製程既設事業，自中華民國 105 年 12 月 31 日施行。
	60	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區外之高含氮製程既設事業，自中華民國 107 年 12 月 31 日施行。
正磷酸鹽(以三價磷酸根計算)	4.0	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區內之事業。
酚類	1.0	
陰離子介面活性劑	10	
氰化物	1.0	
油脂(正己烷抽出物)	10	
溶解性鐵	10	
溶解性錳	10	
鎘	0.03	
鉛	1.0	
總鉻	2.0	
六價鉻	0.5	
甲基汞	0.0000002	
總汞	0.005	
銅	3.0	
鋅	5.0	
銀	0.5	
鎳	1.0	
硒	0.5	
砷	0.5	
硼	1.0	
硫化物	1.0	
甲醛	3.0	
多氯聯苯	0.00005	
戴奧辛	10 (pg I-TEQ/L)	適用於中華民國 101 年 10 月 12 日前已完成工程招標、建造中或已完成建造之氯乙炔製造事業。
	5	適用於中華民國 101 年 10 月 12 日前尚未完成規劃者，或已完成規劃，但尚未完成工程招標之氯乙炔製造事業。
生化需氧量	30	

項目	限值	備註
化學需氧量	100	
懸浮固體	30	
真色色度	550	
鈷	1.0	適用基本化學原料製造業、其他化學材料製造業、塗料、染料及顏料製造業、其他化學製品製造業和電池製造業，自中華民國 103 年 7 月 1 日施行。
鉍	2.0	適用基本化學原料製造業、人造纖維製造業、合成樹脂、塑膠及橡膠製造業、其他化學材料製造業、塗料、染料及顏料製造業、清潔用品製造業、化妝品製造業、其他化學製品製造業和電池製造業，自中華民國 103 年 7 月 1 日施行。
二氯甲烷	0.2	
三氯甲烷	0.6	
苯	0.05	一、適用基本化學原料製造業、合成樹脂、塑膠及橡膠製造業、其他化學材料製造業、塗料、染料及顏料製造業、化妝品製造業、其他化學製品製造業，自中華民國 103 年 7 月 1 日施行。 二、前述業別其 1,2-二氯乙烷和氯乙烯涉及工程等改善措施者，於中華民國 103 年 3 月 31 日前提出放流水污染物削減管理計畫，經直轄市、縣(市)主管機關核定並依計畫內容執行者，自中華民國 105 年 7 月 1 日施行。
乙苯	0.4	
1,2-二氯乙烷	0.1	
氯乙烯	0.1	
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	0.2	
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	0.4	
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	0.4	
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)	0.4	
鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)	0.6	
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)	0.2	
硝基苯	0.4	
三氯乙烯	0.3	

除水溫、pH、真色色度及戴奧辛外，其他水質項目之單位為 mg/L。

表 2.1.1-3 石油化學業放流水標準

項目	限值	備註
水溫	攝氏 38 度(適用於 5 月至 9 月)	適用放流水排放至非海洋之地面水體者。
	攝氏 35 度(適用於 10 月至翌年 4 月)	適用放流水排放至非海洋之地面水體者。
	攝氏 42 度，且放流口水溫距排放口 500 公尺處之表面水溫差不得超過 4 度	適用放流水直接排放於海洋者。
氫離子濃度指數	6.0~9.0	
硝酸鹽氮	50	
氨氮	10	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區內之事業。
	20	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區外之新設事業。
	20	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區外之非高含氮製程既設事業，自中華民國 101 年 7 月 1 日施行。
	150	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區外之高含氮製程既設事業，自中華民國 103 年 12 月 31 日施行。
	60	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區外之高含氮製程既設事業，自中華民國 105 年 7 月 1 日施行。
正磷酸鹽(以三價磷酸根計算)	4.0	適用排放廢(污)水於水源水質水量保護區內之事業。
酚類	1.0	
陰離子介面活性劑	10	
油脂(正己烷抽出物)	10	
硫化物	1.0	
化學需氧量	100	
懸浮固體	30	
真色色度	550	
苯	0.05	一、自中華民國 101 年 7 月 1 日施行。 二、涉及工程等改善措施者，於中華民國 101 年 3 月 31 日前提出放流水污染物削減管
乙苯	0.4	

項目	限值	備註
		理計畫，經直轄市、縣(市)主管機關核定並依計畫內容執行者，自中華民國103年7月1日施行。
二氯甲烷	0.2	一、適用石油化學基本原料製造業、石油化學中游產品製造業、石油化學下游產品製造業，自中華民國101年7月1日施行。 二、前述業別涉及工程等改善措施者，於中華民國101年3月31日前提出放流水污染物削減管理計畫，經直轄市、縣(市)主管機關核定並依計畫內容執行者，其二氯甲烷、三氯甲烷、1,2-二氯乙烷和氯乙烯之管制，自中華民國103年7月1日施行。
三氯甲烷	0.6	
1,2-二氯乙烷	0.10	
氯乙烯	0.10	
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	0.2	
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	0.4	
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	0.4	
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)	0.4	
鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)	0.6	
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)	0.2	

註:除水溫、pH、真色色度外，其他水質項目之單位為 mg/L。

若採海洋放流則需符合海洋放流管線放流水標準。(中華民國100年12月1日行政院環境保護署環署水字第1000103917號令修正發佈全文第5條；並修正名稱，原法規名稱「海洋放流水標準」)。

五、其他相關辦法應分別符合其規定辦理

(一)土壤處理

- 1.事業若採土壤處理則依水污染防治法第24條事業或污水下水道系統產生之廢(污)水，應經前處理至符合土壤處理標準，始得採行土壤處理。
- 2.其土壤處理設施之詳細標準請參照水污染防治措施及檢測申報管理辦法第24條。
- 3.第28條事業或污水下水道系統採土壤處理者，應於排放廢(污)水於土壤前，設置採樣口，採樣口之詳細規範請參照水污染防治措施及檢測申報管理辦法第28條所列之規定。

(二)以管線排放海洋

事業或污水下水道系統以海放管排放廢(污)水於海洋者，應依下列規定辦理：

- 1.海放管設置或變更施工應於完工後 30 日內，報請主管機關備查。
- 2.每年應定期檢視海放管結構，確認最初稀釋率達 100 倍以上之功能，作成紀錄，並保存 3 年，以備查閱。
- 3.海放管因故障、損壞，有影響排放或船舶航行安全之虞者，應立即進行修復或清除，並於發現故障、損壞後 3 小時內，通知主管機關。
- 4.無法排放於海洋時，得由主管機關許可之放流口，排放於地面水體。但排放期間超過 90 日者，應向核發機關辦理許可證(文件)之變更。
- 5.事業或污水下水道系統應記錄海放管故障或損壞之發生時間、通知時間、發生原因、修復狀況，並保存 3 年，以備查閱。

(三)回收使用

- 1.事業或污水下水道系統產生之廢(污)水，應處理至符合放流水標準始得回收使用，並於回收使用前，設置採樣口。但作為洗滌塔或其他污染防治設備、製程之用，不在此限。
- 2.回收使用作為沖洗作業環境內辦公場所、員工宿舍及其他活動場所之室內用水，應符合建築物污水處理設施之放流水標準。前項回收使用之廢(污)水應避免與人體接觸影響健康。
- 3.回收使用廢(污)水者，應於廢(污)水產生及處理後，設置獨立專用累計型水量計測設施；回收前，設置回收使用之獨立專用累計型水量計測設施。

(四)自動監測(視)及連線傳輸

事業及污水下水道系統依前條設置之水量、水質自動監測

設施、攝錄影監視設施及連線傳輸設施，其種類、設置位置及自動監測項請參照污染防治措施及檢測申報管理辦法第106條第1項之規定。

六、違反水污染防治法

(一)違反水污染防治法罰鍰額度裁罰準則

- 1.依水污染防治法第 66 條之 1 規定訂定，罰鍰額度除依附表所列情事裁處外，依行政罰法第 18 條第 1 項規定，應審酌違反本法義務行為應受責難程度、所生影響及因違反本法義務所得之利益，並得考量受處罰者之資力。
- 2.若排放廢(污)水有嚴重影響人體健康卻未立即採緊急應變措施因而致人於死者、不實申報或虛偽記載者、無證排放廢水有害健康物質超過放流水標準者等，其數刑罰得判無期徒刑、有期徒刑、拘役、罰金。
- 3.排放廢水超過放流水標準者、未依法取得許可證者、繞流排放者等採行政罰，得處以 60 萬元以下罰鍰、屆期未改按日連罰、命停工停業、廢止許可證。

(二)新近裁罰修正重點

- 1.針對限期改善取消所有違規均給予限期的規定，修改為有必要者方給予改善期限，且改善期間以未進行污染改善及控管，致違規原因持續或更形惡化作為判定處分原則，按日連續處罰起始日也修正為限期改善屆滿之翌日。
- 2.有關違規改善之檢具文件，修正為需就違規原因改善，且違規原因改善證明文件須經專責人員或技師認證。
- 3.在罰鍰額度上納入不當利得的考量，也就是罰鍰額度應依附表所列情事裁處外，依行政罰法第 18 條第 1 項規定，應審酌違反本法義務行為應受責難程度、所生影響及因違反本法義

務所得之利益，並得考量受處罰者之資力。

- 4.此外修正限改期間若未進行污染及控管，導致違規行為持續甚至惡化者，得依違規行為按次處罰，以確保改善期間被視為法律假期的誤解。

(三)不法利得：水污法作業要點及裁罰準則

重大違反環境法案件，常伴隨著依法應支出而未支出之防治(制)措施成本，這些應支出而未支出之成本，遠遠超過環境法上罰鍰最高額，而應支出而未支出的成本與行政罰鍰二者之間價差即為不法利得。以往環境執法習慣採行管末採樣、檢驗，並與各項標準相較，藉以判定是否違法；此方式欠缺查核深度，難以發現違法及不法利得的全面貌，造成稽查處分率偏低；又，即便查獲違法，僅依環境法規定裁處罰鍰，受法定罰鍰範圍限制，無法追繳因違法所受不法利得。故現行以深度稽查亟需採具經濟制裁功能之行政裁罰手段，以污染者惡意污染之所得利益，加以加重罰鍰或追繳。

1.違反水污染防治法裁處不法利得稽查及裁處作業要點(101年1月13日修正)

- 一、為強化水污染防治法對事業及工業區專用污水下水道系統稽查及裁處執法工作。
- 二、主管機關查核比對認定事業或下水道系統有功能不足、未正常操作或繞流排放之虞時，應依本作業要點辦理稽查及裁處。
- 三、主管機關派員稽查事業或下水道系統檢查廢(污)水處理設施各項處理單元。
- 四、前點檢查結果，有任何未依照規定者，稽查人員予以詳細記錄相關事實與判斷於稽查紀錄後，應採樣檢測事業或下水道系統之放流水水質。

五、主管機關於稽查現場已確認前項處分之事實證據者，於現場作成限期改善處分之通知書，核給改善期間，並告知其應檢具完成改善之相關證明文件。

六、採樣檢測放流水之結果不符合放流水標準時，應通知事業或下水道系統，於 15 日內，陳述並佐證不符合放流水標準之原因。

2.違反水污染防治法罰鍰額度裁罰準則(97 年 5 月 13 日)

第 1 條 本準則依水污染防治法(以下簡稱本法)第 66 條之 1 規定訂定之。

第 2 條 違反本法規定者，罰鍰額度除依附表所列情事裁處外，依行政罰法第 18 條第 1 項規定，應審酌違反本法義務行為應受責難程度、所生影響及因違反本法義務所得之利益，並得考量受處罰者之資力。

第 3 條 一行為違反本法數個規定，應依法定罰鍰額最高之規定及附表所列情事計算罰鍰額度裁處之。

根據本裁罰準則，違法規定者將依照各類情形來決定罰鍰金額，其包括污染源規模或類型、違規紀錄、承受水體或環境類型、其他等，以下列舉出 3 類常見的違法事項：(1) 排放廢(污)水不符合放流水標準；(2) 疏漏污染物或廢(污)水至水體；(3) 處理設施未維持正常操作，依據上述類別彙整並列舉說明如下：

(1) 違反水污法第 7 條第 1 項，事業、污水下水道系統或建築物污水處理設施排放廢(污)水不符合放流水標準，若事業或污水下水道系統為應設置環境保護專責單位者，處 9 萬元以上 12 萬以下；排放之廢(污)水中任一污染物最高濃度為放流水標準限值 6 倍以上者，處 12 萬元以上 36 萬元以

下；自本次違反之日起，往前回溯 6 個月內違反相同條款次數乘以 6 萬元；排放廢(污)水之承受水體屬地面水體分類甲類水體水系，處 6 萬元以上 8 萬元以下；繞流排放廢(污)水者，處 12 萬元以上 36 萬元以下。全部罰鍰金額為 6 萬元以上，60 萬元以下。

(2)違反水污法第 28 條第 1 項，事業或污水下水道系統疏漏污染物或廢(污)水至水體之虞者，應採行緊急應變措施，若事業或污水下水道系統為應設置環境保護專責單位者，處 18 萬元以上 24 萬元以下；疏漏污染物或廢(污)水有不符合放流水標準時，處 6 萬元以上 18 萬元以下；自本次違反之日起，往前回溯 6 個月內違反相同條款次數乘以 6 萬元；排放廢(污)水之承受水體屬地面水體分類甲類水體水系，處 6 萬元以上 8 萬元以下；未通報且未採取緊急應變措施者，處 9 萬元以上 12 萬元以下。全部罰鍰金額為 1 萬元以上，60 萬元以下。

(3)違反水污染防治措施及檢測申報管理辦法第 14 條，廢(污)水(前)處理設施未維持正常操作，若事業或污水下水道系統為應設置環境保護專責單位者，處 9 萬元以上 12 萬元以下；排放之廢(污)水中任一污染物最高濃度為放流水標準限值 6 倍以上者，處 12 萬元以上 36 萬元以下；自本次違反之日起，往前回溯 6 個月內違反相同條款次數乘以 6 萬元；排放廢(污)水之承受水體屬地面水體分類甲類水體水系，處 6 萬元以上 8 萬元以下；屬於廢(污)水或污泥處理設備功能不足者，處 30 萬元以上。全部罰鍰金額事業為 1 萬元以上，60 萬元以下；污水下水道系統為 6 萬元以上，60 萬元以下。

2.1.2 常見違法案例說明

經統計化材業常見水污染防治違反案例，主要以違反超過放流水標準、處理設施功能不足、處理設施未正常操作或維護保養、管線及設備標示不清、繞流偷排、未妥善取得操作許可或擅自變更、未設置符合資格之專責人員及因突發事故或輸送或貯存設備有疏漏致污染水體而未及時通報等。以下分別說明：

- 一、排放水質超出放流水標準、處理設施功能不足或未正常操作與妥善維護，常見因設施未維持正常操作、處理設施功能不足等問題，所造成發生排放水質超過放流水標準時，根據調查最常發生排放水質超標的項目為 COD 根據水污法第 7 條第 1 項一事業、污水下水道系統或建築物污水處理設施，排放廢(污)水於地面水體者，應符合放流水標準。得依第 40 條事業或污水下水道系統：處新臺幣 6 萬元以上 60 萬元以下罰鍰，並通知限期改善，屆期仍未完成改善者，按日連續處罰；情節重大者，得命其停工或停業；必要時，並得廢止其排放許可證、簡易排放許可文件或勒令歇業。

若因處理設施功能不足導致污染水體事件，則違反「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」第 12 條—廢(污)水(前)處理設施應具備足夠之功能及設備。

此外，未正常操作與妥善維護也是常見之違規情形，其法源依據為「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」第 14 條—廢(污)水(前)處理設施，應維持正常操作，定期實施保養及適時維修，並作成紀錄，保存 3 年，以備查閱。

- 二、設施、管線標示不清或未設置放流口告示牌及流量計根據「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」第 50 條一事業或污水下水道系統設置之下列水污染防治設施及管線，應清楚標示其名稱與管線內流體名稱及流向。此外，第 53 條一事業或污水下水道系統之放

流口應符合設置位置、明確告示牌及獨立專用放流水錶等規定。

三、排放許可的申請、變更或其他違反事項

常見因排放現況與原登記不符的狀況，違反第 14 條第 2 項：前項登記事項有變更時，非於中央主管機關所定期限內辦理變更登記，其排放廢(污)水，不得與原登記事項抵觸。得根據第 45 條處新臺幣 1 萬元以上 60 萬元以下罰鍰，並通知限期補正，屆期仍未補正者，按次處罰。

若發現無許可排放或違反許可登記事項，則違反水污法第 14 條第 1 項及第 2 項規定—事業排放廢(污)水於地面水體者，應向直轄市、縣(市)主管機關或中央主管機關委託之機關申請，經審查登記，發給排放許可證或簡易排放許可文件後，始得排放廢(污)水。並得依第 45 條—違反第 14 條第 1 項，處新臺幣 6 萬元以上 60 萬元以下罰鍰，並通知限期補正，屆期仍未補正者，按次處罰。

四、繞流偷排、未經許可貯留廢水、輸送或貯存設備有疏漏致污染水體而未及時通報前者違反「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」第 52 條第 1 項—事業或污水下水道系統應以核發機關許可之放流口排放。但緊急情形非以繞流排放，不足以搶救人員或處理設施者，不在此限。若未經許可貯留廢水，應依第 20 條第 1 項：事業或污水下水道系統貯留或稀釋廢水，應申請直轄市或縣(市)主管機關許可後，始得為之。得依第 48 條處新臺幣 3 萬元以上 30 萬元以下罰鍰，並通知限期補正或完成改善，屆期仍未補正或完成改善者，按日連續處罰。

若因疏漏導致污染水體，根據水污法第 28 條第 1 項—事業或污水下水道系統設置之輸送或貯存設備，有疏漏污染物或廢(污)水至水體之虞者，應採取維護及防範措施；其有疏漏致污染水體者，應立即採取緊急應變措施，並於事故發生後 3 小時內，通知當地主管機關。

五、未確實設置專責人員

產業設有污染防治設施且符合需設置各級專責人員，但未確實設置則違反第 21 條第 1 項一事業或污水下水道系統應設置廢(污)水處理專責單位或人員。須處以新臺幣 1 萬元以上 10 萬元以下罰鍰，並通知限期補正或改善，屆期仍未補正或完成改善者，按日連續處罰。

六、不法利得

為遏止事業規避水污染防治責任，因此訂定違反水污染防治法裁處不法利得稽查及裁處作業要點，說明如下：

(一)當不法利得低於法定最高罰鍰額度者：依「裁量基準」或「裁罰準則」該罰鍰逾法定罰鍰最高額者，以法定罰鍰最高額裁處之。未達法定罰鍰最低額者，以法定罰鍰最低額裁處之。

(二)當不法利得高於法定最高罰鍰額度者：以不法利得裁處之。

例如○○公司為污水廠代操作廠商，每日處理污水總量 30,000 多噸，但因處理容量功能不足，自 94 年 9 月起每日僅處理 15,000 噸，其餘污水都暫存於調勻池，至傍晚再經由私自埋設地下管線偷排入海。

依據行政罰法第 20 條，以污泥產生量、清運量、儲存量，計算短少污泥量，以此換算為未妥善處理的廢污水量，乘以每噸廢水收費金額，計算不法利益裁罰○○公司。

此外，查獲桃園縣○○公司未經核准排放廢污水於雨水下水道，經舉證函送桃園縣政府環保局於 101 年 9 月 10 日及 11 月 14 日依違反水污法裁處 1 萬元及 3 萬元罰鍰。

2.2 廢氣污染防治

化材業之空氣污染排放標準和處理辦法、管制架構如圖 2.2-1。



圖 2.2-1 空氣污染防治法及相關子法架構圖

2.2.1 固定污染源防制

空氣污染防治法為空氣污染相關法規之法源依據，本手冊僅針對事業需遵守的固定污染源為說明討論的內容。分別就固定污染源防制、空氣品質及裁處規定，詳細說明如後。

一、空氣污染排放標準

(一)非特定行業之排放標準

由於化材業涵蓋範圍相當廣，包含基本化學材料製造、石油化工原料製造、人造纖維製造、肥料製造、合成樹脂、塑膠及橡膠製

造業等，因此在空氣污染排放標準將其分類如下所示，其詳細內容，可參考環保署環保法規系統之空氣污染防制部分。

1. 固定污染源空氣污染物排放標準(102.04.24.修正)
2. 揮發性有機物空氣污染管制及排放標準(102.01.03.修正)
3. 聚氨基甲酸酯合成皮業揮發性有機物空氣污染管制及排放標準(92.01.29.修正)
4. 蒙特婁議定書列管化學物質管理辦法(96.05.04.訂定)
5. 溴化甲烷管理辦法(92.05.21.訂定)
6. 氟氯烴消費量管理辦法(103.10.23.修正)

(二)特定行業別法規管制對象

化材業若為特定行業別法規管制對象，需注意氮氧化物、硫氧化物、粒狀污染物及揮發性有機空氣污染物之排放：

1.氮氧化物、硫氧化物及粒狀污染物：

化材業若設有鍋爐或汽電共生等設備，其電力設施須符合依「空氣污染防制法」第 20 條第 2 項規定訂定之電力設施空氣污染物排放標準其詳細排放標準請參照此標準第 4 條之附表。

2.揮發性有機空氣污染物：

化材業需注意針對其特定行業別訂有之排放標準，其製程、裝載及儲存需遵守依空氣污染防制法第 20 條第 2 項、第 22 條及第 23 條規定訂定之揮發性有機物空氣污染管制及排放標準。

二、空氣品質監測

依照固定污染源空氣污染物自動監測管理辦法監測設施之種類及量測項目如下：

(一)粒狀污染物不透光率監測設施，其量測項目為不透光率。

- (二)氣狀污染物監測設施，其量測項目為：二氧化硫、氮氧化物(一氧化氮及二氧化氮)、一氧化碳、總還原硫(包括硫化氫、甲基硫醇、硫化甲基及二硫化甲基、氯化氫、揮發性有機物，其他經中央主管機關指定之種類及項目。
- (三)當 2 個以上適用相同排放標準之固定污染源，其排放氣體混合後經 1 個排放口排放時，得於混合後之排放管道設置監測設施，而當同一污染源之排放氣體經 2 個以上排放管道排放時，每一排放管道應設置監測設施。但排放量較小之排放管道，經主管機關核准者，得免予設置。
- (四)2 個以上之排放管道，其排放氣體來自相同型式、規模、操作條件及污染防制設備之固定污染源，得共同設置單一監測設施進行量測，且其連續監測時間應平均分配。

三、既存固定污染源污染物排放量認可準則

於未符合空氣品質標準之總量管制區內，公私場所未指定公告之既存固定污染源者，應依公告實施總量管制之日起 1 年內，向地方主管機關申請認可其全廠(場)及個別污染源之污染物年排放量。本準則適用於粒狀污染物、硫氧化物、氮氧化物及揮發性有機物等四類污染物排放量認可申請。公私場所申請污染物排放量認可時，應檢具申請表及排放量相關佐證資料。但公私場所依前條第 1 項規定申請者，得免附排放量相關佐證資料。

四、固定污染源設置與操作許可證管理辦法

固定污染源經認定為第 1 類固定污染源或第 2 類固定污染源之公私場所，申請固定污染源設置許可證時，應填具申請表，連同經依法登記執業之環境工程技師或其他相關專業技師簽證之空氣污染防制計畫，向直轄市、縣(市)主管機關或中央主管機關委

託之政府其他機關申請之。空氣污染防治計畫其應包括內容應依循固定污染源設置與操作許可證管理辦法第 6 條之規定，取得設置許可證後方能進行固定污染源設備安裝或建造。

公私場所有數固定污染源，其形式、規模、操作條件及污染防治設施均相同者，得准用固定污染源自行或委託檢測及申報管理辦法規定，申報經審核機關核准，擇一定數量污染源進行檢測作業。

此外，申請許可證展延者，應填具申請表，向審核機關為之。申請展延操作許可證者，並應檢具 1 年內最近一次之檢測報告，或其他足以說明符合本法相關規定之證明文件。但因停工(業)無法檢具 1 年內最近一次檢測報告者，得報經審核機關同意以替代證明文件辦理。

公私場所固定污染源因產能或產品變動快速，須持續申請許可產能異動或變更者，得一次申請未來 5 年內將達成之產能條件許可或與空氣污染物排放有關之原(物)料、燃料使用量之最大操作條件許可。

另外有關空氣污染物年許可排放量，其推估量需依據連續自動監測 1 年以上結果、試車檢驗報告數據，或主管機關或公私場所自行或委託執行 3 次以上之檢測報告數據；中央主管機關公告之排放係數及控制係數、國內外相關技術論文與測試數據、其他經主管機關認可之排放係數或替代計算方式，作為設置許可證及

操作許可證變更之依據，其增加量百分比計算，應以相同之推估依據計算之。

五、固定污染源自行或委託檢測及申報管理辦法

固定污染源應依主管機關指定公告之污染物項目及頻率，自行或委託經中央主管機關認可之環境檢驗測定機構執行定期檢測，其檢測頻率分為下列 3 級：

- (一)第 1 級：每 3 個月檢測 1 次，於每年 1 月至 3 月、4 月至 6 月、7 月至 9 月及 10 月至 12 月期間內應各執行一次檢測。
- (二)第 2 級：每 6 個月檢測 1 次，於每年 1 月至 6 月期間及 7 月至 12 月期間內應各執行 1 次檢測。但 2 次定期檢測間隔不得超過 9 個月。
- (三)第 3 級：每年檢測 1 次，第 2 年以後之定期檢測，應於相同於第 1 年定期檢測月份之前後 1 個月份期間內進行檢測。

執行定期檢測時，其污染防制設施應維持正常運轉，且同一公私場所有數個相同型式、規模、操作條件及污染防制設備之固定污染源，得依操作許可證許可內容規定或報經當地主管機關核准，擇一定數量以上污染源進行檢測。但連續 2 次檢測之污染源不得相同。其他條件及檢測頻率需求，均依該辦法實施。

六、公私場所固定污染源空氣污染物排放量申報管理

公私場所應申報固定污染源空氣污染物排放量，其空氣污染物種類如下：

- (一)粒狀污染物。
- (二)硫氧化物。
- (三)氮氧化物。
- (四)揮發性有機物。
- (五)甲苯、二甲苯、苯、乙苯、苯乙烯、二氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、三氯甲烷(氯仿)、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、三氯乙烯、四氯乙烯。
- (六)其他經中央主管機關指定之空氣污染物。

應依規定格式採上網申報，並於每年1月底前向直轄市、縣(市)主管機關申報前1年該公私場所全廠(場)之空氣污染物排放量。若未依規定申報空氣污染物排放量者，直轄市、縣(市)主管機關得逕依原(物)料使用量、燃料購買量、產品產量、歷史檢測資料或其他有關資料，計算其空氣污染物排放量。其他狀況可參照該法各項說明申報辦理。

而申請改善排放空氣污染物總量及濃度控管，應依中央主管機關公告或認可之空氣品質模式模擬規範進行模擬，證明其模擬範圍內各受體點或軌跡線或網格之各時段平均空氣污染物濃度，應低於抵換前之各時段平均濃度。並填具申請表檢具規定之文件。

各項申請文件、許可證書、檢測紀錄等均依規定年限保留，若有不實文件，主管機關得撤銷其核准證明。而公私場所違反第9條或第10條第2項規定者，主管機關依本法第56條規定辦理；具有本法第82條第2款至第7款情形之一者，主管機關除得命其停工或停業外，並得廢止其核准證明。

七、環境保護專責單位或人員設置及管理辦法

事業應依規定設置各級專責人員，主要藉由專責人員辦理廠內空氣污染防制設備之操作維護及相關空氣污染防制管理等作業，間接減少污染情事發生，故倘公私場所屬停工停業狀態者，因其並無產生污染之虞，故得於停工期間免設專責人員，惟日後恢復生產時，則仍應於生產前依規定設置專責人員。而其應執行之業務為：

- (一)釐訂空氣污染防制設施及改善計劃，並協調有關部門實施。
- (二)監督空氣污染防制設施之正常運作，並保存相關資料。
- (三)擬定並協調實施突發事故之緊急應變措施。

(四)辦理固定污染源設置、變更及操作許可申請，並監督依許可內容操作。

(五)監督或進行排放管道及周界空氣污染物排放狀況之檢查與鑑定，分析及保存檢測數據，並申報污染源之資料。

(六)其他有關空氣污染防制管理事項。

八、違反空氣污染防制法

若違反空氣污染防制法第 32 條第 1 項未立即採取緊急應變措施或不遵行主管機關依第 32 條第 2 項所為之命令，因而致人於死者，處無期徒刑或 7 年以上有期徒刑，得併科新臺幣 500 萬元以下罰金；致重傷者，處 3 年以上 10 年以下有期徒刑，得併科新臺幣 300 萬元以下罰金；致危害人體健康導致疾病者，處 5 年以下有期徒刑，得併科新臺幣 200 萬元以下罰金。

其他違反規定之裁處則依「公私場所違反空氣污染防制法應處罰鍰額度裁罰準則」、「違反空氣污染防制法按日連續處罰執行準則」之各項規定辦理。

九、不法利得

公私場所違反空氣污染防制法應處罰鍰額度裁罰準則(102 年 3 月 4 日修正)：

第 1 條 本準則依空氣污染防制法(以下簡稱本法)第 75 條第 2 項規定訂定之。

第 2 條 本準則適用於公私場所之固定污染源及檢驗測定機構違反本法時應處罰鍰之裁罰。

第 3 條 違反本法各處罰條款，除本法另有規定者外，以附表所列之裁罰公式計算應處罰鍰。但經主管機關認定，屬本法第

82 條各款規定情節重大情形之一者，得以該處罰條款之最高罰鍰裁罰。

主管機關裁處時，除依前項規定計算罰鍰額度外，並應依行政罰法第 18 條第 1 項規定，審酌違反本法上義務行為應受責難程度、所生影響及因違反本法義務所得之利益，並得考量受處分者之資力，予以論處。

根據本裁罰準則，違法規定者將依照各類情形來決定罰鍰金額，其包括污染程度、危害程度、污染特性等，以下列舉出 2 類常見的違法事項：(1)排放污染物未符合排放標準；(2)防制設施或監測設施未正常運作，根據附表列舉說明如下。

(1)違反空污法第 20 條第 1 項，排放污染物未符合排放標準，若事業排放粒狀污染物不透光率排放濃度超過排放標準之程度達 450% 者，係數為 3.0；超過排放標準之污染物屬毒性污染物者，係數為 1.5；違反本法發生日(含)前 1 年內違反相同條款累積次數，其全部罰鍰金額為 3.0 乘以 1.5 乘以次數再乘以 10 萬元(非工商廠、場為 2 萬元)。

(2)違反空污法第 23 條第 1 項，未維持防制設施或監測設施正常運作，若事業之防制設施或監測設施應運作而未運作者，係數為 2.0；未正常運作之防制設施係用於抑制或減少毒性污染物者，係數為 1.5；違反本法發生日(含)前 1 年內違反相同條款累積次數，其全部罰鍰金額為 2.0 乘以 1.5 乘以次數再乘以 10 萬元(非工商廠、場為 2 萬元)。

2.2.2 常見空污違法案例說明

經統計化材業常見空氣污染防制違反案例，主要以違反空氣污染排放標準(空氣污染防制法第 20 條)、空氣污染防制設施或監測設施沒有正常運作(第 23 條)、固定污染源新增或變更場內設施未依規

定申請(第 23 條)、違反各級防治區內之總量管制行為(第 31 條)與公私場所之固定污染源因突發事故,大量排放空氣污染物時(第 32 條),為常見的違反事項,以下分別說明:

一、違反空氣污染排放標準

空氣污染防制法 20 條公私場所固定污染源排放之空氣污染物,應符合排放標準(固定污染源空氣污染物排放標準)。另依特定業別、設施、污染物項目擬訂個別較嚴之排放標準。(例如:光電材料及元件製造業空氣污染物排放標準)。

某工廠從事其他(醋酸乙烯/丙烯醇)化學製造程序,經稽查設備元件時,有 4 點淨檢測值分別為 12,251 ppm、17,426 ppm、9,262 ppm 及 3,220 ppm,皆超過 2,000 ppm,已違反空氣污染物排放標準與揮發性有機物空氣污染物管制及排放標準第 29 條(設備元件淨檢值不得大於 2,000 ppm-高雄市加嚴標準)。

因此其改善注意事項可由原物料、燃料及產品量應依許可核定量操作,不可超出許可核定量。污染防制設備應正常有效操作,避免產生大量溢散。同時平日需注意設備及維護與保養,並確實做好維修保養記錄及內部管理稽核作業,確保設備正常運作避免違反排放標準。

二、空氣污染防制設施或監測設施未正常運作

公私場所應有效收集各種空氣污染物,並維持其空氣污染防制設施或監測設施之正常運作;其固定污染源之最大操作量,不得超過空氣污染防制設施之最大處理容量。固定污染源及其空氣污染物收集設施、防制設施或監測設施之規格、設置、操作、檢查、保養、紀錄及其他應遵行事項之管理辦法,由中央主管機關定之。一般空污防制設施常見的缺失可歸納如下:

(一)防制設備故障或未運轉其污染源仍繼續運作。

- (二)未依許可核定內容裝設儀錶或監測儀錶損壞。
- (三)操作參數未在許可範圍內操作(壓差、pH、電壓、流量)。
- (四)未依規定時間內進行耗材更換，如濾袋、洗滌液、活性碳等。

若防制設備故障無法操作時，前端污染設備應一併停止操作，待防制設備維修後得正常操作時，前端污染設備才可進行操作。現場設備應與許可證登載設備內容一致，同時現場人員應確實記錄操作項目及各項操作參數、條件與結果。

防制設備之操作條件中，若有核定耗材之更換頻率(如濾袋更換、洗滌液更換、活性碳更換等)，應遵照核定時間內進行更換，並記錄更換時間及留存購買收據，以供後續查驗佐證。

因此若違反上述第 20 條與第 23 條的規定，依照空氣污染防治法第 56 條其違反者為工商廠，處新臺幣 10 萬元以上 100 萬元以下罰鍰。依前項處罰鍰者，並通知限期補正或改善，屆期仍未補正或完成改善者，按日連續處罰；情節重大者，得命其停工或停業，必要時，並得廢止其操作許可證或令其歇業。第 1 項情形，於同一公私場所有數固定污染源或同一固定污染源排放數空氣污染物者，應分別處罰。

三、固定污染源新增或變更場內設施未依規定申請

公私場所具有經中央主管機關指定公告之固定污染源，應於設置或變更前，檢具空氣污染防制計畫，向直轄市、縣(市)主管機關或中央主管機關委託之政府其他機關申請核發設置許可證，並依許可證內容進行設置或變更。

前項固定污染源設置或變更後，應檢具符合本法相關規定之證明文件，向直轄市、縣(市)主管機關或經中央主管機關委託之政府其他機關申請核發操作許可證，並依許可證內容進行操作。常見缺失可歸納如下：

- (一)現場增設、漏列或移除污染源設備、防制設施。
- (二)或排放管道時，導致許可登載內容不符。
- (三)物質流向或廢氣流向錯誤。
- (四)防制設備及污染設備形式更換與許可不符。

某工廠經許可查核時，發現工廠新申請之廢酸純化暨再生處理程序，尚未取得固定污染源設置許可證，即已裝設儲槽及部分污染源設備，已違反空氣污染防制法第 24 條第 1 項及固定污染源設置與操作許可證管理辦法第 11 條之應取得設置許可證後，始得進行設備安裝或建造。

當工廠現場的製程設備(如污染設備、防制設備、管道等)有變動時(如增加、設備形式改變或流向改變等)，需先提送操作許可證異動或設置許可證變更申請，並取得主管機關認可後，才能進行製程變動。工廠若預計新增製程時，需先提送設置許可證申請，並取得主管機關認可後，才能建造及設置設備。

違反上述規定時得依空氣污染防制法第 57 條之公私場所未依第 24 條第 1 項或第 2 項取得許可證，逕行設置、變更或操作者，其違反者為工商廠、場，處新臺幣 10 萬元以上 100 萬元以下罰鍰，並命停工及限期申請取得設置或操作許可證。

四、違反各級防制區內之總量管制行為

依空氣污染防制法第 31 條，在各級防制區及總量管制區內，不得有下列行為：

- (一)從事燃燒、融化、煉製、研磨、鑄造、輸送或其他操作，致產生明顯之粒狀污染物，散布於空氣或他人財物。
- (二)從事營建工程、粉粒狀物堆置、運送工程材料、廢棄物或其他

工事而無適當防制措施，致引起塵土飛揚或污染空氣。

- (三)置放、混合、攪拌、加熱、烘烤物質或從事其他操作，致產生惡臭或有毒氣體。
- (四)使用、輸送或貯放有機溶劑或其他揮發性物質，致產生惡臭或有毒氣體。
- (五)其他經主管機關公告之空氣污染行為。

前項空氣污染行為，係指未經排放管道排放之空氣污染行為。
第 1 項行為管制之執行準則，由中央主管機關定之。

違反上述規定時得依空氣污染防制法第 60 條違反第 31 條第 1 項各款情形之一者，其違反者為工商廠、場，處新臺幣 10 萬元以上 100 萬元以下罰鍰。

依前項處罰鍰者，並通知限期改善，屆期仍未完成改善者，按日連續處罰；情節重大者，得命其停止作為或污染源之操作，或命停工或停業，必要時，並得廢止其操作許可證或勒令歇業。

五、公私場所之固定污染源因突發事故大量排放空氣污染物

公私場所之固定污染源因突發事故，大量排放空氣污染物時，依空氣污染防制法第 32 條，負責人應立即採取緊急應變措施，並於 1 小時內通知當地主管機關，且主管機關除命其採取必要措施外，並得命其停止該固定污染源之操作。

某工廠之氯乙烯化學製造程序，其尾氣產生量驟降，尾氣分解爐氣燃比失衡，致管道排放黑煙散布於空氣，本次異常排放未依空污法第 32 條規定，於故障發生後 1 小時內通知當地主管機關(如傳真、電話)。

依照空氣污染第 46 條違反第 32 條第 1 項未立即採取緊急應變措施或不遵行主管機關依第 32 條第 2 項所為之命令，因而致人

於死者，處無期徒刑或 7 年以上有期徒刑，得併科新臺幣 500 萬元以下罰金；致重傷者，處 3 年以上 10 年以下有期徒刑，得併科新臺幣 300 萬元以下罰金；致危害人體健康導致疾病者，處 5 年以下有期徒刑，得併科新臺幣 200 萬元以下罰金。

依照空氣污染防制法第 61 條違反第 32 條規定者，處新臺幣 10 萬元以上 100 萬元以下罰鍰；情節重大者，得命其停工或停業，必要時，並得廢止其操作許可證或勒令歇業。

若公私場所不遵行主管機關依本法所為停工或停業之命令者，則依照空氣污染防制法第 49 條公司場所不遵行主管機關依本法所為停工或停業之命令者，處負責人 1 年以下有期徒刑、拘役或併科新臺幣 20 萬元以上 100 萬元以下罰金。

不遵行主管機關依第 32 條第 2 項、第 60 條第 2 項所為停止作為之命令者，處 1 年以下有期徒刑、拘役或併科新臺幣 20 萬元以上 100 萬元以下罰金。

2.3 其他污染管制

2.3.1 廢棄物污染防治

廢棄物管制及處理相關法規之法源依據為廢棄物清理法，本手冊僅針對事業需遵守的事業廢棄物之處理為說明討論的內容。分別就有害事業廢棄物認定及管制、事業廢棄物之清除處理及裁處規定和資源再利用進行說明。事業廢棄物清理之辦法管制於廢棄物清理法其架構如圖 2.3.1-1 所示。



圖 2.3.1-1 廢棄物清理法及相關子法架構圖

一、有害事業廢棄物之分類

化材業與有害事業廢棄物相關性，主要為製程中是否使用任何公告之列管化學物質。需依廢棄物清理法第 2 條第 2 項規定，訂定有害事業廢棄物認定標準，而廢棄物清理法第 3 條和第 4 條

將事業廢棄物中分出有害事業廢棄物。其中有害事業廢棄物認定標準第 2 條規定，有害事業廢棄物以下列方式依序判定：

- 一、列表之有害事業廢棄物。
- 二、有害特性認定之有害事業廢棄物。
- 三、其他經中央主管機關公告者。

列表相關之有害事業廢棄物種類如下：

- 一、製程有害事業廢棄物：指附表 1 所列製程產生之廢棄物。
- 二、混合五金廢料：依貯存、清除、處理及輸出入等清理階段危害特性判定。

有害特性認定之有害事業廢棄物種類如下：

- 一、毒性有害事業廢棄物：
 - (一)依毒性化學物質管理法公告之第 1 類、第 2 類及第 3 類毒性化學物質之固體或液體廢棄物。
 - (二)直接接觸前目毒性化學物質之廢棄盛裝容器。
- 二、溶出毒性事業廢棄物：指事業廢棄物依使用原物料、製程及廢棄物成分特性之相關性選定分析項目，以毒性特性溶出程序(以下簡稱 TCLP)，直接判定或先經萃取處理再判定之萃出液，其成分濃度超過附表四之標準者。
- 三、戴奧辛有害事業廢棄物：指事業廢棄物中含 2,3,7,8-氯化戴奧辛及喃同源物等 17 種化合物之總毒性當量濃度超過 1.0 g I-TEQ/g 者。
- 四、多氯聯苯有害事業廢棄物：指多氯聯苯重量含量在百萬分之五十以上之廢電容器(以絕緣油重量計)、廢變壓器(以變壓器油重量計)或其他事業廢棄物。
- 五、腐蝕性事業廢棄物：指事業廢棄物具有下列性質之一者：

(一)廢液氫離子濃度指數(pH 值)大於等於 12.5 或小於等於 2.0；或在攝氏溫度 55 度時對鋼(中華民國國家標準鋼材 S20C)之腐蝕速率每年超過 6.35 毫米者。

(二)固體廢棄物於溶液狀態下氫離子濃度指數(pH 值)大於等於 12.5 或小於等於 2.0；或在攝氏溫度 55 度時對鋼(中華民國國家標準鋼材 S20C)之腐蝕速率每年超過 6.35 毫米者。

六、易燃性事業廢棄物：指事業廢棄物具有下列性質之一者：

(一)廢液閃火點小於攝氏溫度 60 度者。但不包括乙醇體積濃度小於百分之二十四之酒類廢棄物。

(二)固體廢棄物於攝氏溫度 25 度加減 2 度、一大氣壓下(以下簡稱常溫常壓)可因摩擦、吸水或自發性化學反應而起火燃燒引起危害者。

(三)可直接釋出氧、激發物質燃燒之廢強氧化劑。

七、反應性事業廢棄物：指事業廢棄物具有下列性質之一者：

(一)常溫常壓下易產生爆炸者。

(二)與水混合會產生劇烈反應或爆炸之物質或其混合物。

(三)含氰化物且其氫離子濃度指數(pH 值)於 2.0 至 12.5 間，會產生 250 mgHCN/kg 以上之有毒氣體者。

(四)含硫化物且其氫離子濃度指數(pH 值)於 2.0 至 12.5 間，會產生 500 mgHS/kg 以上之有毒氣體者。

八、石棉及其製品廢棄物：指事業廢棄物具有下列性質之一者：

(一)製造含石棉之防火、隔熱、保溫材料及煞車來令片等磨擦材料研磨、修邊、鑽孔等加工過程中產生易飛散性之廢棄物。

(二)施工過程中吹噴石棉所產生之廢棄物。

(三)更新或移除使用含石綿之防火、隔熱、保溫材料及煞車來令片等過程中，所產生易飛散性之廢棄物。

(四)盛裝石綿原料袋。

(五)其他含有百分之一以上石綿且具有易飛散性質之廢棄物。

事業之有害事業廢棄物須依廢棄物清理法第37條第2項規定訂定之有害事業廢棄物檢測及紀錄管理辦法進行檢測。

在有害廢棄物認定標準中，化材業可能產生之廢棄物說明如下表 2.3.1-1。

表 2.3.1-1 化材業製程有害事業廢棄物

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
基本化學工業及其他具有右列製程產生之廢棄物之行業	一、以汞電極法製氣之廢水處理污泥	汞	mercury.	(T)
	二、製造甲乙基吡啶之汽提塔殘留物	三聚乙醛、吡啶類、2-皮考林	paraldehyde; pyridines; 2-picoline.	(T)
	三、製造苯胺之蒸餾殘留物	苯胺、二苯胺、硝基苯、苯二胺	aniline; diphenylamine; nitrobenzene; phenylenediamine.	(T)
	四、製造苯胺之萃取殘留物	苯胺、硝基苯、苯二胺	aniline; nitrobenzene; phenylenediamine.	(T)
	五、製造硝基苯及苯胺之混合廢液	苯胺、苯、二苯胺、苯二胺	aniline; benzene; diphenylamine; phenylenediamine.	(T)
	六、製造氯苯之水洗步驟分流液、蒸餾或分餾塔殘留物	苯、二氯苯、三氯苯、四氯苯、五氯苯、六氯苯、氯苯	benzene; dichlorobenzene; trichlorobenzene; tetrachlorobenzene; pentachlorobenzene; hexachlorobenzene; chlorobenzene.	(T)
	七、製造氯苯清洗反應器之廢液	苯、氯苯、二氯苯、2,4,6-三氯酚	benzene; chlorobenzene; dichlorobenzene; 2,4,6,-trichlorophenol.	(T)
	八、以甲苯硝化製造二硝基甲苯之廢液	2,4-二硝基甲苯	2,4-Dinitrotoluene.	(C) (T)
	九、以乙烯溴化製造二溴乙烷之滌氣塔廢液	二溴乙烷	Ethylene dibromide	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
	十、同九製程中純化二溴乙烷產生之廢吸收劑	二溴乙烷	Ethylene dibromide	(T)
	十一、同九製程中純化二溴乙烷產生之蒸餾殘渣	二溴乙烷	Ethylene dibromide	(T)
	十二、以硝化苯的製程生產硝基苯之蒸餾殘渣	間-二硝基苯、2,4-二硝基甲苯	m-dinitrobenzene; 2,4-dinitrotoluene.	(T)
	十三、生產二異氰酸甲苯之離心或蒸餾殘渣	二異氰酸甲苯、2,4-二胺甲苯	toluene diisocyanate; toluene-2,4-diamine.	(R) (T)
	十四、以碳酸聯胺生產1,1-二甲基聯胺(UDMH)之分離底渣、氣體濃縮底渣及廢過濾器	1,1-二甲基聯胺	1,1-dimethylhydrazine (UDMH).	(C) (I) (T)
	十五、用氫化二甲基甲苯生產二胺甲苯的乾燥柱反應廢液、輕質或重質殘渣	2,4-二胺甲苯, 鄰-甲苯胺、對-甲苯胺	2,4-toluenediamine; o-toluidine; p-toluidine;	(T)
	十六、以二胺甲苯光氣法生產二異氰酸鹽之溶劑回收有機濃縮物	四氯化碳、四氯乙烯、氯仿、光氣	carbon tetrachloride; tetrachloroethylene; chloroform; phosgene.	(T)
	十七、生產2,4,6-三溴酚之地板清掃物、廢產品和廢過濾器	2,4,6-三溴酚	2,4,6-tribromophenol.	(T)
	十八、生產 α -(或甲基)氯甲苯、環氯甲苯、氯化苯和其官能基之混合物之蒸餾底渣	三氯苯、氯苯、氯仿、氯化甲烷、氯苯、1,4-二氯苯、六氯苯、五氯苯、1,2,4,5-四氯乙烯、甲苯、四氯化碳	benotrichloride; chlorobenzene; chloroform; chloromethane; 1,4-dichlorobenzene; hexachlorobenzene; pentachlorobenzene; 1,2,4,5-tetrachloroethylene; toluene; carbon tetrachloride.	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
	十九、以石墨作為陽極之橫隔製程純化氯所產生之含氯碳氫廢棄物	氯仿、四氯化碳、六氯乙烷、三氯乙烷、四氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷	chloroform; carbon tetrachloride; hexachloroethane; trichloroethane; tetrachloroethylene; 1,2-dichloroethane; 1,1,2,2-tetrachloroethane.	(T)
	二十、製造氧化銻所產生之集塵灰、底渣及其中間產物廢棄物	砷、鉛、銻	arsenic; lead; antimony.	(T)
石油化工原料製造業及其他具有右列製程產生之廢棄物之行業	一、以乙烯製造乙醛之蒸餾殘留物	氯仿、甲醛、氯化次甲基、氯甲烷、三聚乙醛、甲酸、氯乙醛	chloroform; formaldehyde; methylene chloride; methyl chloride; paraldehyde; formic acid; chloroacetaldehyde.	(T)
	二、製造丙烯腈中之廢水汽提廢液	丙烯腈、乙腈、氫氰酸	acrylonitrile; acetonitrile; hydrocyanic acid.	(R) (T)
	三、製造丙烯腈中之乙腈塔底部廢液	氫氰酸、丙烯腈、乙腈	hydrocyanic acid; acrylonitrile; acetonitrile.	(R) (T)
	四、製造丙烯腈之乙腈純化塔底殘留物	乙腈、丙烯醯胺	acetonitrile; acrylamide.	(T)
	五、氯苯蒸餾殘渣	氯化甲基苯、氯苯、甲苯、三氯甲苯	benzyl chloride; chlorobenzene; toluene; benzotrichloride.	(T)
	六、製造四氯化碳之蒸餾殘渣	六氯苯、六氯丁二烯、四氯化碳、六氯乙烷、四氯乙烯	hexachlorobenzene; hexachlorobutadiene; carbon tetrachloride; hexachloroethane; tetrachloroethylene.	(R) (T)
	七、製造環氧氯化丙烷之純化塔底殘留物	3-氯-1,2-環氧丙烷、含氯醚類〔二氯甲醚、2-氯乙醚〕、三氯丙烷、二氯丙醇	epichlorohydrin; chloroethers[bis(chloromethyl) ether and bis(2-chloroethyl) ethers]; trichlorORPopane; dichlorORPopanol.	(T)
	八、製造氯乙烷之分餾塔重餾分	1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、六氯丁二烯、六氯苯	1,2-dichloroethane; trichloroethylene; hexachlorobutadiene; hexachlorobenzene.	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
	九、製造二氯乙烷之蒸餾重餾分	二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烷類(1,1,2,2-四氯乙烷、1,1,1,2-四氯乙烷)、三氯乙烯、四氯乙烯、四氯化碳、氯仿、氯乙烯、1,1-二氯乙烯	dichloroethane; 1,1,1-trichloroethane, 1,1,2-trichloroethane; tetrachloroethanes (1,1,2,2-tetrachloroethane and 1,1,1,2-tetrachloroethane); trichloroethylene; tetrachloroethylene; carbon tetrachloride; chloroform; vinyl chloride; vinylidene chloride (1,1-DEC).	(T)
	十、製造氯乙烯單體之氯乙烯蒸餾重餾分	二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烷類(1,1,2,2-四氯乙烷、1,1,1,2-四氯乙烷)、三氯乙烯、四氯乙烯、四氯化碳、氯仿、氯乙烯、1,1-二氯乙烯	dichloroethane; 1,1,1-trichloroethane, 1,1,2-trichloroethane; tetrachloroethanes (1,1,2,2-tetrachloroethane and 1,1,1,2-tetrachloroethane); trichloroethylene; tetrachloroethylene; carbon tetrachloride; chloroform; vinyl chloride; vinylidene chloride (1,1-DEC).	(T)
	十一、製造氟甲烷之水溶性銻觸媒廢棄物	銻、四氯化碳、氯仿	antimony; carbon tetrachloride; chloroform.	(T)
	十二、以異丙苯製造酚及丙酮之蒸餾殘渣	酚、焦油類(多環芳香類)	phenol; tars(polycyclic aromatic hydrocarbons).	(T)
	十三、以鄰二甲苯製造鄰苯二甲酐之蒸餾輕餾分	鄰苯二甲酐、順丁烯二酐	phthalic anhydride; maleic anhydride.	(T)
	十四、以鄰二甲苯製造鄰苯二甲酐之蒸餾殘留物	鄰苯二甲酐	phthalic anhydride.	(T)
	十五、製造三氯乙烷及過氯乙烯之塔底殘留物	六氯苯、六氯丁二烯、六氯乙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、二氯乙烯	hexachlorobenzene; hexachlorobutadiene; hexachloroethane; 1,1,1,2-tetrachloroethane; 1,1,2,2-tetrachloroethane; vinylidene chloride.	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
	十六、以苯硝化製造硝基苯之蒸餾殘留物	間-二硝基苯、2,4-二硝基甲苯	m-dinitrobenzene; 2,4-dinitrotoluene	(T)
	十七、製造吡啶所產生之汽提廢棄物	三聚乙醛、吡啶類、2-皮考林	paraldehyde; pyridines; 2-picoline.	(T)
	十八、製造1,1,1-三氯乙烷之廢觸媒、汽提廢棄物、蒸餾重餾分及重質廢棄物	1,1,1-三氯乙烷、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、二氯乙烯、氯仿、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷	1,1,1-trichloroethane; vinyl chloride; 1,2-dichloroethane; vinylidene chloride; chloroform; 1,1,1,2-tetrachloroethane; 1,1,2,2-tetrachloroethane.	(T)
	十九、製造鄰苯二甲酐之輕質蒸餾殘留物及蒸餾殘留物	鄰苯二甲酐、順丁烯二酐	phthalic anhydride; maleic anhydride.	(T)
	二十、製造氨基甲酸酯之重餾、底渣、輕餾分、溶解過濾傾析等有機廢棄物	免賴得、加保利、貝芬替、加保扶、丁基加保扶、甲醛、二氯甲烷、三乙胺、四氯化碳、吡啶類	benomyl; carbaryl; carbendazim; carbofuran; carbosulfan; formaldehyde; methylene chloride; triethylamine; carbon tetrachloride; pyridine	(T)
	二十一、生產聯二硫氨基甲酸及其鹽類於過濾、蒸發和離心等製程之袋式集塵灰和殘留物	銻、砷、二甲基二硫氨基甲酸鋅	antimony; arsenic; ziram.	(T)
	二十二、以氯化汞觸媒之乙炔製程製造氯乙烯單體之廢水處理污泥	汞	mercury.	(T)
塗料、漆料及相關產品製造業及其他具有右列	清洗含顏料、乾燥劑、鉻鉛安定劑塗料等配方所用容器內之廢溶劑及污泥、廢鹼及污泥、廢液及污	鉛、六價鉻	lead; hexavalent chromium.	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
製程產生之廢棄物之行業	泥			
農藥及環境衛生用藥製造業及其他具有右列製程產生之廢棄物之行業	一、以砷或有機砷製造農藥之殘留物	砷	arsenic.	(T)
	二、以砷或有機砷化合物生產藥品時蒸餾苯胺化合物產生之蒸餾殘渣或活性炭除色後之殘渣	砷	arsenic.	(T)
	三、製造木榴油之廢水處理污泥	木榴油、屈、萘、苯駢萘、苯(b)二苯駢、苯(a)芘、蒽、(1,2,3-cd)芘、苯(a)駢萘、二苯駢(a)駢萘、萘烯	creosote; chrysene; naphthalene; fluoranthene; benzo(b) fluoranthene; benzo(a) pyrene; indeno(1,2,3-cd) pyrene; benzo(a) anthracene; dibenzo(a)anthracene; acenaphthalene.	(T)
	四、二硫松製造之甲苯回收蒸餾塔底殘留物	甲苯、二硫磷酸、硫磷酸酯類	toluene; phosphorodithioic; phosphorothioic acid esters.	(T)
	五、二硫松製造之廢水處理污泥	甲苯、二硫磷酸、硫磷酸酯類	toluene; phosphorodithioic; phosphorothioic acid esters.	(T)
	六、福瑞松製造之清洗及汽提廢液	福瑞松、甲醛、二硫磷酸、硫磷酸酯類	phorate; formaldehyde; phosphorodithioic; phosphorothioic acid esters.	(T)
	七、福瑞松製造之二乙基磷酸氫二硫代硫酸過濾之濾餅	二硫磷酸、硫磷酸酯類	phosphorodithioic; phosphorothioic acid esters.	(T)
	八、福瑞松製造之廢水處理污泥	福瑞松、甲醛、二硫磷酸、硫磷酸酯類	phorate; formaldehyde; phosphorodithioic; phosphorothioic acid esters.	(T)
	九、2,4-D製造中之2,6-二氯酚廢棄物	2,4-二氯酚、2,6-二氯酚、2,4,6-三氯酚	2,4-dichlorophenol; 2,6-dichlorophenol; 2,4,6-trichlorophenol.	(T)
	十、2,4-D製造中之未處理廢液	2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚	2,4-dichlorophenol; 2,4,6-trichlorophenol.	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
	十一、製造氣丹過程中氯化環二烯之過濾殘渣、浮渣及廢水處理污泥	六氯環戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene.	(T)
	十二、毒殺芬製造之廢水處理污泥	毒殺芬	toxaphene.	(T)
	十三、2,4,5-T製造過程中四氯苯之蒸餾殘渣廢棄物	六氯苯、對二氯苯、2,3,7,8-氯化戴奧辛及呋喃同源物	Hexachlorobenzene; o-dichlorobenzene; 2,3,7,8-TCDD (All tetrachlorodibenzo-p-dioxins)&TCDF(All tetrachlorodibenzo-furans).	(T)
	十四、製造乙烯氨基甲酸酯鹽及其鹽類之廢水處理浮渣、濾出液、分離底渣、氣體濃縮底渣、廢過濾器、集塵灰及其殘留物	乙硫脲	ethylene thiourea.	(T)
	十五、製造溴化甲烷中硫酸乾燥機和反應器產生之廢吸收劑及分離廢水	二甲基硫酸鹽、甲基溴化物	dimethyl sulfate; methyl bromide.	(T)
製藥業及其他具有右列製程產生之廢棄物之行業	一、製造動物用藥所產生之含砷或有機砷化合物之廢水處理污泥	砷	arsenic.	(T)
	二、以苯胺化合物蒸餾製造動物用藥所產生含砷或有機砷化合物之蒸餾殘渣	砷	arsenic.	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
	三、製造動物用藥所產生之含砷或有機砷化合物之活性炭脫色殘渣	砷	arsenic.	(T)
其他化學製品製造業及其他具有右列製程產生之廢棄物之行業	一、鉛基引爆劑之製造、配方、裝載之廢水處理污泥	鉛	lead.	(T)
	二、製造鉻黃及鉻橙顏料之廢水處理污泥	六價鉻、鉛	hexavalent chromium; lead.	(T)
	三、製造鉬橙顏料之廢水處理污泥	六價鉻、鉛	hexavalent chromium; lead.	(T)
	四、製造鉍黃顏料之廢水處理污泥	六價鉻	hexavalent chromium.	(T)
	五、製造鉻綠顏料之廢水處理污泥	六價鉻、鉛	hexavalent chromium; lead.	(T)
	六、氧化鉻綠顏料(含水及無水)製造之廢水處理污泥	六價鉻	hexavalent chromium.	(T)
	七、鐵藍顏料製造之廢水處理污泥	氰化物(錯合物)、六價鉻	cyanide(complexed); hexavalent chromium.	(T)
	八、氧化鉻綠顏料製造之烘箱殘留物	六價鉻	hexavalent chromium.	(T)
	九、使用含鉻和鉛之色素、乾燥劑、肥皂或安定劑製造墨水時，從清洗缸和設備產生之溶劑、鹼洗污泥或污泥	鉛、六價鉻	lead; hexavalent chromium.	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
石油煉製業及其他具有右列製程產生之廢棄物之行業	一、石油煉製業之浮除物	六價鉻、鉛、苯	hexavalent chromium; lead; benzene.	(T)
	二、石油煉製業之廢油乳化物	六價鉻、鉛、苯	hexavalent chromium; lead; benzene.	(T)
	三、石油煉製業之熱交換器清洗污泥	六價鉻、苯	hexavalent chromium; benzene.	(T)
	四、石油煉製業油水分離設備產生之污泥	六價鉻、鉛、苯	hexavalent chromium; lead; benzene.	(T)
	五、石油煉製業加鉛之成品油貯存槽之槽底殘留物	鉛、苯	lead; benzene.	(T)
	六、石油煉製業之原油貯槽之槽底沈降物	苯	benzene.	(T)
	七、石油煉製作業之油污槽底泥、過濾或分離之廢棄物	苯(a)芘、二苯(a,h)駢萸、苯駢(a)萸、苯(b)駢萸	benzo(a)pyrene; dibenz(a,h)anthracene; benzo(a)anthracene; benzo(b)fluoranthene.	(T)
其他石油及煤製品製造業及其他具有右列製程產生之廢棄物之行業	一、煉焦之氨蒸餾塔污泥	氰化物、萘、酚類化合物、砷	cyanide; naphthalene; phenolic compounds; arsenic.	(T)
	二、煉焦之傾析器塔泥或污泥	酚、萘	phenol; naphthalene.	(T)
	三、回收煤碳焦油或回收輕油或石腦油精之製程殘渣、焦油貯存槽殘留物	苯、苯(a)駢萸、苯(a)芘、二苯(b)駢萸、苯(k)駢萸、二苯(a,h)駢萸、萘酮(1,2,3-cd)芘	benzene; benzo(a)anthracene; benzo(a)pyrene; benzo(b)fluoranthene; benzo(k)fluoranthene; dibenz(a,h)anthracene; indeno(1,2,3-cd)pyrene.	(T)
廢棄物處理業及其他具有右列製程產生之廢棄物之行業	一、含汞廢料回收產生之殘渣或污泥	汞	mercury.	(T)
	二、廢料回收產生之金屬固體殘留物	鉛、鎘、鉻	lead; cadmium; chromium.	(T)

行業別	製程產生之廢棄物	成分		危害性 ^(註)
		中文	英文	
	三、廢料回收產生之酸性廢液或污泥	銅、鉛、鎘、鉻	copper; lead; cadmium; chromium.	(T)
	四、廢電線電纜粉碎分選回收產生之集塵灰	銅、鉛	copper; lead.	(T)

註：危害性表示：(I)：易燃性；(C)：腐蝕性；(R)反應性；(T)：毒性。

資料來源：有害事業廢棄物認定標準，行政院環保署，98年6月。

二、事業廢棄物之處理辦法

一般廢棄物和有害事業廢棄物之處理途徑可分為清除、處理、輸出入、再利用。分別說明如下：

(一)清除、處理辦法

事業廢棄物之清除處理依廢棄物清理法第28條事業廢棄物之處理方式，應以自行清除、處理或委託清除、處理來進行事業廢棄物之處理。

而事業擁有自行處理之設施則須依廢棄物清理法第28條第2項規定訂定之事業自行清除處理事業廢物許可管理辦法，與事業自行清除處理事業廢物許可管理辦法第5條事業應取得直轄市、縣(市)主管機關核發之自行清除、處理或清理許可後，始得自行清除、處理事業廢棄物。

事業自行清除、處理之清除機具、處理設施或設備，應符合事業自行清除處理事業廢物許可管理辦法第4條第36條之規定。

而事業須依廢棄物清理法第31條第1項第1款規定，檢具事業廢棄物清理計畫書，送直轄市、縣(市)主管機關或中央主管機關委託之機關審查核准後，始得營運；廢棄物清理法第31條第1項第2款規定，依中央主管機關規定之格式、項目、內容、頻率，以網路傳輸方式，向直轄市、縣(市)主管機關申報其廢棄物之產出、貯存、清除、處理、再利用、輸出、輸入、過境

或轉口情形。

(二)事業廢棄物之輸出入

事業輸入、輸出、過境、轉口事業廢棄物皆須依廢棄物清理法第38條第2項、第4項規定訂定之事業廢棄物輸入輸出管理辦法來執行廢棄物之輸入、輸出、過境及轉口，應依事業廢棄物輸入輸出管理辦法規定申請許可後，始得為之。

但經中央主管機關依廢棄物清理法第38條第3項規定公告之廢棄物種類，禁止輸入且廢棄物之輸入、輸出，應於辦理貨品進出口通關手續時，於報關文件上依中央主管機關規定之分類方式，據實填報廢棄物名稱。

(三)事業廢棄物之再利用

事業將事業廢棄物申請再利用，須依照廢棄物清理法第39條第2項規定訂定之事業廢棄物再利用管理辦法申請及再利用。

三、事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準

事業廢棄物之處理需符合廢棄物清理法第36條第2項規定訂定之事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準，其中又分為貯存、清除、事業廢棄物之中間處理、事業廢棄物之最終處置，各項重點如下：

(一)貯存

一般事業廢棄物及有害事業廢棄物之貯存方法，應符事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第6條、第7條，並貯存以1年為限，其須延長者，應於期限屆滿2個月前向貯存設施所在地之地方主管機關申請延長，並以一次為限，且不得超過1年。而貯存設施，應符合事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第10條之規定。

有害事業廢棄物因事業無法自行處理、國內無處理機構可供委託處理或其他特殊情形，致無法於期限內處理者，事業得檢具貯存計畫書送至中央目的事業主管機關初審同意後，由中央目的事業主管機關轉中央主管機關複審同意後，得延長其貯存期限。

(二)清除

清除事業廢棄物之車輛、船舶或其他運送工具於清除過程中，應防止事業廢棄物飛散、濺落、溢漏、惡臭擴散、爆炸等污染環境或危害人體健康之情事發生。污泥於清除前，應先脫水或乾燥至含水率85%以下；未進行脫水或乾燥至含水率85%以下者，應以槽車運載。且不具相容性之事業廢棄物不得混合清除。清除有害事業廢棄物之車輛應符合事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第16條之規定。

事業自行或委託清除機構清除有害事業廢棄物至該機構以外之貯存或處理場所時，須填具1式6聯之遞送聯單。其詳細標準請參考事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第17條。

(三)事業廢棄物之中間處理

事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第19條所列出之一般事業廢棄物除再利用或中央主管機關另有規定外，應先經其標準所規定之中間處理。

有害事業廢棄物除再利用或中央主管機關另有規定外，應先經中間處理。其詳細方法請參照事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第20條，其中有害事業廢棄物採熱處理法者，應提出試運轉計畫，報請直轄市或縣(市)主管機關核可後，依試運轉計畫進行試運轉。其詳細申請辦法請參照事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第22條。事業廢棄物之中間處理設施，

應符合事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第23條之規定。

(四)事業廢棄物之最終處置

事業之廢棄物最終處置應交給符合事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第30至41條之處理事業廢棄物業者。

四、廢棄物清理專業技術人員管理辦法

事業廢棄物之處理須依照廢棄物清理法第44條所訂定之廢棄物清理專業技術人員管理辦法設置專職人員執行廢棄物之處理。

五、違反廢棄物清理法

事業違反廢棄物清理法須依廢棄物清理法第61條規定訂定之違反廢棄物清理法按日連續處罰執行準則來進行處分。

根據廢棄物清理法第45條，違反廢棄物清理法第12條、第18條第1項、第28條第1項、第7項、第36條第1項、第38條第1項、第39條第1項或第41條第1項規定，因而致人於死者，處無期徒刑或7年以上有期徒刑，得併科新臺幣1,500萬元以下罰金；致重傷者，處3年以上10年以下有期徒刑，得併科新臺幣900萬元以下罰金；致危害人體健康導致疾病者，處5年以下有期徒刑，得併科新臺幣600萬元以下罰金。

六、常見違法案例說明

廢棄物清除處理常見之違法案例，包含：清運、清除或處理的廢棄物未依規定填具聯單申報、非法棄置致環境污染、事業廢棄物之貯存為申請許可、清除或處理方法及設施未依規定設置、違反有害廢棄物輸出入辦法等，以下簡要說明：

(一)清運、清除或處理的廢棄物未依規定填具聯單申報

根據廢棄物清理法第9條規定主管機關得自行或委託執行

機關派員攜帶證明文件，進入公私場所或攔檢廢棄物清除機具，檢查、採樣廢棄物貯存、清除、處理或再利用情形，並命其提供有關資料；廢棄物清除機具應隨車持有載明廢棄物、剩餘土石方產生源及處理地點之證明文件，以供檢查。其證明文件依廢棄物清理法第31條第1項第2款申報廢棄物情形所列印之遞送聯單；依事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準規定所填具有害事業廢棄物之遞送聯單，其他主管機關所定或認定之格式或文件。

常見案例如載送有害廢棄物之貨車未隨車攜帶清運聯單，違反廢清法第9條規定，則依廢棄物清理法第49條，處新臺幣6萬元以上30萬元以下罰鍰，並得沒入清除機具、處理設施或設備。

(二)非法棄置致環境污染

根據廢棄物清理法第27條任意棄置廢棄物造成地面污染等行為，則依廢棄物清理法第50條處新臺幣1,200元以上6,000元以下罰鍰。經限期改善，屆期仍未完成改善者，得按日連續處罰。

(三)事業廢棄物之貯存、清除或處理方法及設施未依規定設置

廢清法第36條規定事業廢棄物之貯存、清除或處理方法及設施，應符合中央主管機關之規定。如有害事業廢棄物應與一般事業廢棄物分開貯存、明顯標示、避免溢散污染、貯存容器或設施應與有害事業廢棄物具有相容性即保護措施避免污染。貯存以1年為限，其須延長者，應於期限屆滿2個月前向貯存設施所在地之地方主管機關申請延長，並以1次為限，且不得超過1年。

曾發生之案例「申請承租空閒倉庫惡意堆放大量事業廢棄物」，得依廢棄物清理法第46條，處1年以上5年以下有期徒刑，

得併科新臺幣300萬元以下罰金，其他行為詳列於第46條請自行參考。

(四)違反有害廢棄物輸出入辦法

事業廢棄物之輸入、輸出、過境、轉口，依廢棄物清理法第 38條應向直轄市、縣(市)主管機關申請核發許可文件，始得為之；其屬有害事業廢棄物者，並應先經中央主管機關之同意。

已發生案例如「OO公司違法輸出有害事業廢棄物之貨物含銅成分均超過20%」，根據廢棄物清理法第53條處新臺幣6萬元以上30萬元以下罰鍰。經限期改善，屆期仍未完成改善者，按日連續處罰。情節重大者，並得命其停工或停業。

2.3.2 土壤污染整治

土壤及地下水污染整治法之架構如圖 2.3.2-1 所示，事業若發生土壤、地下水污染事件，需根據主管機關的相關規定，應由圖 2.3.2-1 之相關子法依據法規規定，分別說明如下。



圖 2.3.2-1 土壤及地下水污染整治法及相關子法之架構

一、防治措施

為防止事業使用之土地轉移時產生的污染事宜，根據土壤及地下水污染整治法第 8 條「讓與人」(即土地所有人)應提供土壤污染評估調查及檢測資料(以下簡稱評估調查資料)，報請所在地主管機關備查：

第 8 條中央主管機關公告之事業所使用之土地移轉時，讓與人應提供土壤污染評估調查及檢測資料，並報請直轄市、縣(市)主管機關備查。

土地讓與人未依前項規定提供受讓人相關資料者，於該土地公告為控制場址或整治場址時，其責任與本法第 31 條第 1 項所定之責任同。

而指定公告之事業於設立、停業或歇業前，需依第 9 條「應檢具用地之土壤污染檢測資料，報請所在地主管機關備查後，始

得向目的事業主管機關申辦有關事宜」，條文詳列如下。

第 9 條中央主管機關公告之事業有下列情形之一者，應於行為前檢具用地之土壤污染評估調查及檢測資料，報請直轄市、縣(市)主管機關或中央主管機關委託之機關審查：

- 一、依法辦理事業設立許可、登記、申請營業執照。
- 二、變更經營者。
- 三、變更產業類別。但變更前、後之產業類別均屬中央主管機關公告之事業，不在此限。
- 四、變更營業用地範圍。
- 五、依法辦理歇業、繳銷經營許可或營業執照、終止營業(運)、關廠(場)或無繼續生產、製造、加工。

前條第 1 項及前項土壤污染評估調查及檢測資料之內容、申報時機、應檢具之文件、評估調查方法、檢測時機、評估調查人員資格、訓練、委託、審查作業程序及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

此外根據土壤及地下水污染整治法第 9 條第 2 項規定「土壤污染評估調查人員管理辦法」，訂定評估調查人員之資格、訓練內容、執行調查工作應注意事項及不得違反事項等管理辦法。

二、監測標準、管制標準

各級主管機關應定期檢測轄區內土壤及地下水品質，若污染濃度達「土壤或地下水污染管制標準」者，應採取適當措施，追查污染責任，直轄市、縣(市)主管機關並應陳報中央主管機關。若有污染，但污染濃度低於「土壤或地下水污染管制標準」而達「土壤或地下水污染監測標準」者，應持續定期監測，並將監測結果公告及報請中央主管機關備查(土污法第 6 條第 1 項)。若拒

絕接受主管機關查證，可依土污法第 38 條處罰該土地所有人。

各級主管機關一旦發現土壤或地下水有受污染之虞時，應立即進行查證(土污法第 12 條第 1 項)，若經查證後確認土壤或地下水的污染已達土污法所管制之標準者，則應展開一連串的行政管制措施，並應進一步追查並確認污染整治責任人。

高污染潛勢事業具有提供土壤污染評估調查資料的義務，根據土污法第 9 條中央主管機關公告之事業有下列情形，「依法辦理事業設立許可、登記、申請營業執照、變更經營者、變更事業類別、變更營業用地範圍、依法辦理歇業、繳銷經營許可或營業執照、終止營業(運)、關廠(場)或無繼續生產、製造、加工」之一者，應於行為前檢具用地之土壤污染評估調查及檢測資料，報請直轄市、縣(市)主管機關或中央主管機關委託之機關審查：土壤污染評估調查及檢測資料之內容、申報時機、應檢具之文件、評估調查方法、檢測時機、評估調查人員資格、訓練、委託、審查作業程序及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

若事業未依規定檢具用地之土壤污染評估調查資料報請審查者，依法可處 15 萬元以上 75 萬元以下之罰鍰，並通知限期補正，屆期未補正者得按次處罰(土污法第 40 條第 1 項)。

三、污染場址整治作業與評估

(一)控制場址

各級主管機關一旦發現事業所屬土壤或地下水有受污染之虞時，應立即進行查證(土污法第 12 條第 1 項)，若經查證後，場址之土壤污染或地下水污染來源明確，其土壤或地下水污染物濃度達土壤或地下水污染管制標準者，依土污法第 12 條第 2 項規定，直轄市、縣(市)主管機關應將該場址公告為土壤、地下水污染控制場址。

土污法第 13 條規定控制場址未經公告為整治場址者，直轄

市、縣(市)主管機關應命污染行為人或潛在污染責任人於6個月內完成調查工作及擬訂污染控制計畫，並送直轄市、縣(市)主管機關核定後實施。如果是污染行為人或潛在污染責任人進行調查工作，費用即由其自行負擔。

(二) 整治場址

依土污法第12條第3項規定，當該場址被公告為控制場址之後，須進行初步評估，若有「土壤及地下水污染控制場址初步評估辦法」第2條的各項情形時，直轄市、縣(市)主管機關即報請中央主管機關審核，由中央主管機關公告為土壤、地下水污染整治場址。

土污法第14條規定整治場址的污染行為人或潛在污染責任人，應在直轄市、縣(市)主管機關通知後3個月內，提出土壤、地下水污染調查及評估計畫，經直轄市、縣(市)主管機關核定後據以實施。

如果污染行為人或潛在污染責任人不遵循直轄市、縣(市)主管機關的指示提出調查及評估計畫時，直轄市、縣(市)主管機關得通知污染土地關係人提出調查及評估計畫。直轄市、縣(市)主管機關應調查整治場址之土壤、地下水污染範圍及評估對環境的影響，並將調查及評估結果，報請中央主管機關評定處理等級。

如果是污染行為人、潛在污染責任人和污染土地關係人提出調查及評估計畫，費用即由其負擔。如果是直轄市、縣(市)主管機關進行調查及評估並支出費用，依土污法第28條、第43條及第31條規定，其費用得由土污基金支應。

依土污法第21條的規定，污染行為人或潛在污染責任人應該依土污法第14條之調查評估結果，在收到直轄市、縣(市)主管機關通知後6個月內提出污染整治計畫，並送直轄市、縣(市)

主管機關核定後實施；直轄市、縣(市)主管機關則應將核定的整治計畫報請中央主管機關備查，並將計畫及審查結論摘要公告。

土壤、地下水污染整治計畫之提出者，如因地質條件、污染物特性或污染整治技術等因素，無法整治至污染物濃度低於土壤、地下水污染管制標準者，得依土污法第24條第8項規定，報請中央主管機關核准後，依環境影響與健康風險評估結果，提出土壤、地下水污染整治目標。辦理健康風險評估作業之相關評估內容及鑑定，且其評估方法應依中央主管機關之公告辦理，內容應包含危害鑑定、劑量反應評估、暴露量評估與風險特徵描述等4項內容，經直轄市、縣(市)主管機關，邀請專家、學者、相關機關、團體之代表及其他利害關係者等舉行公聽會，並於公聽會辦理後30日內作成紀錄，併同風險評估報告送交中央主管機關，經審查、公聽等程序，決定是否核定其整治目標。

而依據「土壤及地下水污染整治場址環境影響與健康風險評估辦法」第11條，當提出者應於風險評估報告審查通過，並經中央主管機關核定整治目標後，應辦理說明會，邀集污染場址之利害關係者，說明風險評估執行結果與整治作業配合方式，並將相關資訊以網際網路、書面及其他方式公開。

而第31條規定，其費用得由土污基金支應後，再由直轄市、縣(市)主管機關限期命污染行為人、潛在污染責任人或未盡善良管理人注意義務之污染土地關係人繳納。

四、不法利得

違反土壤及地下水污染整治法裁罰基準(101年4月17日修正)說明如下：

- 一、為使主管機關對違反土壤及地下水污染整治法(以下簡稱本法)之案件，裁處罰鍰符合比例原則，特訂定本基準。

- 二、違反本法規定之行為，其罰鍰額度應由主管機關依本法所定之額度及附表所列情事裁處之。但違反本法規定，經主管機關認定為情節重大者，主管機關得逕依本法所定之最高額度裁處之。
- 三、一行為違反本法數個規定，應依法定罰鍰額最高之規定及附表所列情事計算罰鍰額度裁處之。但裁處之額度，不得低於各該規定之罰鍰最低額。
- 四、一行為違反本法數個規定，且其法定罰鍰額均相同者，應先依附表所列情事分別計算罰鍰額度，再依罰鍰額度最高者裁處之。
- 五、依本基準計算之罰鍰逾該法定罰鍰額上限者，以該法定罰鍰額上限裁處之。
- 六、違反本法按次處罰規定，經主管機關或目的事業主管機關命停工、停業或歇業者，自其停工、停業或歇業日起，停止按次處罰。
- 七、主管機關對違反本法規定之行為，其罰鍰額度除依第 2 點至第 5 點規定辦理外，並應審酌違反本法規定行為之污染程度、危害程度、應受責難程度、所生影響及因違反本法規定所得之利益，並得考量受處罰者之資力，予以裁處。

前項所得之利益超過法定罰鍰最高額時，得於所得利益之範圍內酌量加重，不受法定罰鍰最高額之限制。違反本法規定之行為應受處罰，而他人受有行政罰法第 20 條第 1 項、第 2 項規定之財產上利益而未受處罰時，主管機關得追繳其所受財產上之利益。
- 八、前點所得利益之期間計算，應自主管機關監督查核其違反本

法規定之日起，往前回溯計算至主管機關認定其違反本法規定之日止。

前項所得利益之計算，應包含設置應支出而未支出之設施成本、操作成本與其他應執行而未執行之事項等可得計算之經濟利益及前項所受利益之計算期間所生之孳息。設施成本得以設施總成本按公共財產之法定折舊年限或設計使用年限，攤提計算。

九、主管機關依本法第 40 條第 1 項按次裁罰，且經主管機關認定相對人無補正之可能者，主管機關得依行政執行法第 29 條規定委託第 3 人或指定人員代履行之，並停止按次處罰。

違反土壤及地下水污染整治法裁罰基準的規範方式，與水污及空污略有不同，乃依其所違反的條款分別列舉條款內容、依據及罰鍰額、裁罰基準。

以下列舉 3 類常見之違法事項：(1)控制場址應於通知後 6 個月內提出調查工作及擬訂污染控制計畫；(2)整治場址應於通知後 6 個月內提出調查工作及擬訂污染整治計畫；(3)污染土地關係人未盡善良管理人之注意義務，致土地經公告為污染整治場址，分別說明及裁罰狀況如表 2.3.2-1。

其中首次違反或是連續累犯均有加重處罰的依據，且如違反第 41 條第 3 項：污染土地關係人未盡善良管理人之注意義務，致土地經公告為污染整治場址，若涉及衍生污染農、漁、牧產品而需銷毀，得加重罰鍰，且單一污染物超過 1 萬倍以上可採最高裁罰。

表 2.3.2-1 土壤及地下水污染整治法裁罰基準案例

違反的條款	依據及罰鍰額	裁罰基準
<p>第13條第1項： 控制場址未經公告為整治場址者，污染行為人或潛在污染責任人未於6個月內完成調查工作及擬訂污染控制計畫，並送直轄市、縣(市)主管機關核定實施者。</p>	<p>第37條： 新臺幣100萬元以上500萬元以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 行為人首次違反本項規定主管機關得視情節輕重裁罰100萬元至500萬元，原則以最輕額裁處。 2. 依本法規定未達應公告為整治場址者，經直轄市、縣(市)主管機關限期命補正而不補正或未補正完成者，每次得依前次裁罰金額加計50萬元； 3. 依土壤及地下水污染控制場址初步評估辦法第7條規定而未公告為整治場址者，每次得依前次裁罰金額加計100萬元。
<p>第22條第1項： 整治場址之污染行為人或潛在污染責任人未依第14條之調查評估結果，於直轄市、縣(市)主管機關通知後6個月內，提出土壤、地下水污染整治計畫，經直轄市、縣(市)主管機關核定後據以實施者。</p>	<p>第37條： 新臺幣100萬元以上500萬元以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 行為人首次違反本項規定主管機關得視情節輕重裁罰100萬元至500萬元，原則以最輕額裁處。 2. 未提送整治計畫，經直轄市、縣(市)主管機關限期命補正而不補正或未補正完成者，每次得依前次裁罰金額加計100萬元。
<p>違反第41條第3項： 一、未經公告為整治場址之污染行為人因其行為致土地經公告為污染控制場址。 二、污染土地關係人未盡善良管理人之注意義務，致土地經公告為污染整治場址。</p>	<p>第41條第3項： 新臺幣10萬元以上50萬元以下</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 行為人違反本項規定主管機關得視情節輕重裁罰10萬元至50萬元，原則以最輕額裁處。 2. 個案場址污染結果造成衍生之農、漁、牧產品污染而須銷燬者，得於原裁罰金額加計30萬元以下罰鍰；單一污染物質濃度超過管制標準1萬倍者得以最高罰鍰額裁處。

第三章 製程與污染特性

3.1 製程概述

我國行業標準分類將化學材料製造業分為基本化學材料製造、石油化工原料製造、人造纖維製造、肥料製造、合成樹脂、塑膠及橡膠製造業等，以下就各產業及代表產品製程進行概述。

一、基本化學材料製造

以基本化學材料製造業來說，係以化合、分解、分餾、蒸發、萃取等物理或化學反應方法生產基本化學原料，主要產品有化學元素、無機酸、強鹼等，可應用於工程塑膠、電子材料、成型材料、塑料添加、接著劑、藥用中間體、工業中間體、水處理、包裝材料、紡織及樹脂化學材料等，應用範圍廣，是國內電腦、電器、半導體、印刷電路板、建築、鑄造、塗料、木工、織品、醫學、皮革、農藥等產業之基礎，化學材料製造業者主要係依市場或客戶端之需求進行研發、生產及製造，其產品多為直接或間接使用於後端加工產品上。

二、石油化工原料製造

石油化工原料製造業方面，凡從事由石油或天然氣產製石化基本原料及中間產品之行業均屬之，其生產規模龐大，上、中游工廠種類多且產品複雜，除不同產品製程不同外，同產品亦有不同製程，產品種類包括酚、一碳(甲酸、甲醛、甲醇)、二碳(乙苯、乙炔、乙醛、乙醚)、三碳(丙烯、丙酮)、四碳(丁醇)、甘油、苯胺、烷烴、液氨、乙二醇、乙酸酯、丙二酚、丙烯晴、水楊酸、多元醇、合成氨、芳香烴、苯乙烯、高級醇、烷基苯、異丙苯、異丙醇、氯乙烯、鹵化烴、氯丙烯、環己酮、甲酸乙酯、乙酸乙酯、丙二醇類、丁烯二酐、丁酸乙酯、己內醯胺、四氯化碳、異戊四醇、異氰酸酯、氯化甲烷、過氧化氫、醋酸乙烯、環氧乙烷、環氧丙烷、不飽和醇類、安息香酸鈉、對苯二甲酸、偏二氯乙烯、環氧氯丙烷、烯烴及雙

烯烴、醋酸及醋酸酐、丙烯酸及其酯類、己二酸及己二胺、對苯二甲酸二甲酯等，為多種工業之原料，與民生消費品之生產製造亦息息相關。在台灣，其因包含資訊電子電機及特用化學等新興工業，故亦為我國政府重點關注及培育之產業。

石油化工原料製造業產品種類繁多，以下簡述幾類石化原料產品及其製程。以甲烷衍生石化產品為例，如三聚氰胺、甲醇、甲醛、異戊四醇等均屬之，以三聚氰胺及甲醇為例，三聚氰胺之製造乃以尿素為原料(最經濟)，經高溫脫氨、聚合、酸化、水解等程序得粗製品，再藉冷卻、過濾、洗滌、分離、乾燥得成品；甲醇則係以 CO_2 和 H_2 合成(稱 CDH 法)，先將 CO_2 和 H_2 壓縮到 12 MPa，在 280°C 下通過觸媒，反應生成甲醇和水，經蒸餾得燃料級甲醇或化學級甲醇。

另乙烯衍生石化產品，舉凡五大泛用塑膠中四大類 PE、PVC、PS 及 ABS、重要人纖原料 EG 及用途廣泛的高級醇等皆涵括其內，以低密度聚乙烯為例，高壓法製造，將乙烯壓縮至 1,000~3,000 大氣壓下以強氧化劑(如 O_2 、peroxide 等)為起始劑，使其在 $30\text{-}100^\circ\text{C}$ 溫度下產生自由基並相互聚合，反應器為壓力鍋(autoclave)，可產生較多之分枝短鏈，適合於射出、擠壓、吹氣成形。

三碳衍生石化產品，如聚丙烯、丙烯晴、丙烯醯胺、丙烯酸等，以 AN 之製法為例，係以丙烯及氨為原料，與空氣、水蒸汽按配比進入流體化床或固定床反應器，在磷鉬酸鈹系或錒鐵系觸媒存在下進行氨氧化反應，所得混合氣體經酸洗除去未反應氨，經水吸收丙烯晴得到濃度 70% 左右的 AN 水溶液，再經萃取分離乙晴，脫氫氰酸、脫氰醇後，再脫水精餾而得。

四碳烴化合物包含丁二烯(1,3-butadiene)、異丁烯、正丁烯(正-1-丁烯、順,正-2-丁烯、反,正-2-丁烯)、異丁烷及正丁烷等基本石化原料，其來源有輕油裂解產生的四碳烴或殘渣油裂解所生產之四碳烴、煉油廠流體觸媒裂解(FCC)所產生及煉油廠原油蒸餾(topping)直接分餾出來的產品。

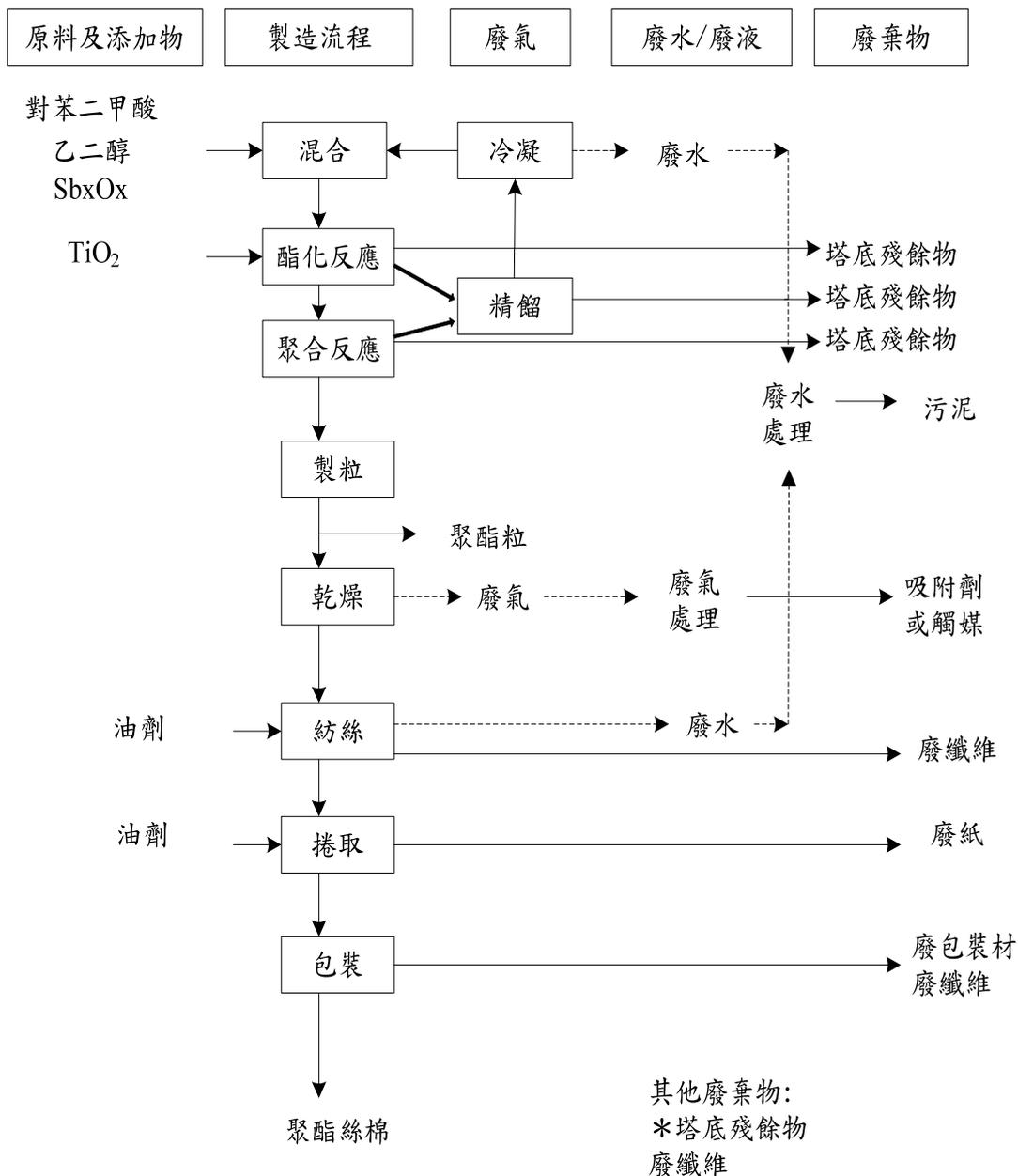
另五碳及九碳烴衍生石化產品、芳香烴類衍生產品(如苯、甲苯、二甲苯及其衍生物等)、酚類化學物質等亦均屬石油化工原料製造業之產品。

三、人造纖維製造

人造纖維包含醋酸纖維製造、聚酯纖維製造、嫘縈纖維製造、硝化纖維製造、銅銨纖維製造、尼龍纖維製造、酪素纖維製造、硬化纖維製造、聚丙烯纖維製造、聚丙烯晴纖維製造、聚乙烯醇纖維製造、溶劑再生纖維製造、彈性纖維製造、聚氨基甲酸酯(PU)纖維製造等，若以製造方式來進行分類，大致可分為熔融紡絲(固態聚合體被熔融後，由細小孔洞擠出至冷空氣中，硬化成連續性長纖維，尼龍、聚酯、烯烴類、莎綸等均屬之)、乾式紡絲(溶於溶劑中的高分子紡絲液，從細小孔洞被擠至熱空氣中。

在熱空氣中溶劑蒸發，液體被固化成連續的纖維絲，如嫘縈、彈性纖維、壓克力纖維等)及濕式紡絲(將高分子紡絲液從細小孔洞中擠出至另一種溶液內，使高分子紡絲液在此凝固成連續纖維絲，如醋酸纖維素纖維、壓克力纖維、改質壓克力、彈性纖維、三醋酸纖維素纖維、維尼綸等)三類。該產業乃紡織業之骨幹，屬紡織業上游產業，可分成合成纖維及再生纖維；其中合成纖維係由石化中間原料所製成，包括聚酯纖維、聚胺纖維(尼龍纖維)及亞克力纖維(聚丙烯晴)，再生纖維則以嫘縈纖維為主。

以酯纖維(Polyester Fiber)之製程為例，乃以純對苯二甲酸(Pure terephthalic acid，簡稱PTA，利用對二甲苯(PX)和觸媒，加入醋酸當溶媒之下，在高溫與加壓下進行氧化精製而成)及乙二醇(Ethylene glycol，簡稱EG，以乙烯氧化為環氧乙烷，再經水合反應製取而成，或將乙烯置於醋酸溶液中，經觸媒氧化成為乙酸二酯，再經加水分解後製得)為原料，製造流程如圖 3.1-1 所示。



資料來源：事業廢棄物行業製程技術手冊，93年12月。

圖 3.1-1 聚酯纖維製造流程圖

四、肥料製造

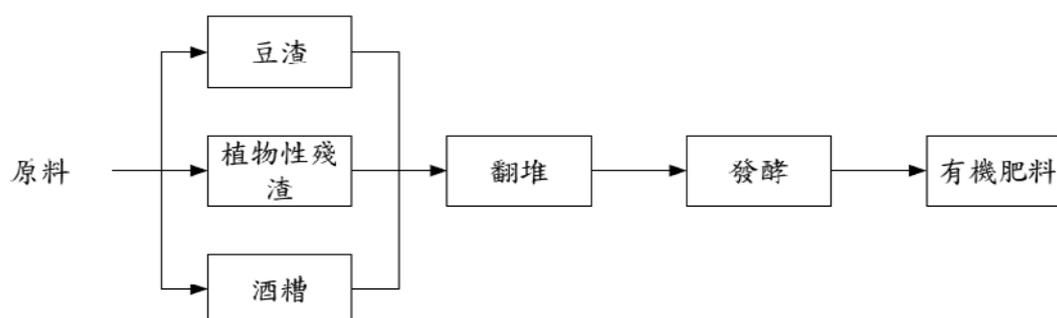
肥料種類繁多，依其來源、性質、成分及肥效而有所差異。國際間曾依肥料供給植物養分之特性(即肥料之營養分)擬訂一肥料和土壤改良劑分類表，其中有關肥料的分類為：無機肥料、有機肥料和有機無機肥料三種。

無機肥料中又可細分為大量元素肥料(氮、磷、鉀)、中量元素肥料(鈣、鎂、鈉、硫)及微量元素肥料(鐵、錳、鋅、銅、鉬、硼、氯)，其中氮肥可

促使枝葉茂盛、莖梗強健，磷肥有利於花或果實碩大，鉀肥則可增進葉簇色澤美觀及根部發展；大量元素肥料中，可依其養分元素之多寡，進一步再分為單元肥料(僅含一種養分元素)和複合肥料(含兩種或兩種以上養分元素)，前者如氮肥、磷肥及鉀肥，後者如氮磷、二元複合肥(氮鉀肥、磷鉀肥)及三元複合肥(氮磷鉀肥)。有機肥料包含有機氮肥、合成有機氮肥等；有機無機肥，則為半有機肥料，係由有機肥料與無機肥料通過機械混合或化學反應而成之肥料。

由肥料成分可將之分為單質肥料(氮肥、粉狀/粒狀過磷酸鈣、鉀肥、硫酸鉀)及複合肥料(NPK、DAP、MAP)。以複合肥料為例，其與一般氮磷鉀等單質肥料不同，係含有兩種以上元素之肥料，多呈粒狀，色澤因磷礦石來源不同而略有差異，呈淺灰至淺黃色，其製法乃先以液氮製成硝酸，將磷礦以硝酸進行酸解，再依次加入液氮、硫酸及氧化鉀製成漿狀，再經粒化、乾燥製成，又可依元素料之比例不同而有所差異，如 20-5-10，18-8-8 等之複合肥料，可依作物需求選用。

有機肥料之製造原理則是將天然原物料聚集、堆積，經微生物分解、腐熟轉成植物體容易吸收之型態而得，圖 3.1-2 為有機肥料製造業之基本流程，堆肥製造過程中，微生物繁殖種類會隨養分之不同而有所變化，故不同之環境控制，其所得之有機肥料成分及用途亦將有所不同。



資料來源：事業廢棄物查核與輔導及清理管理技術整合應用專案工作計畫，97 年 7 月。

圖 3.1-2 有機肥料基本製程

五、合成樹脂

合成樹脂係由石油或天然氣製造之石化基本原料，如甲烷、乙烷、乙

烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯...等，經特定製程而得。合成樹脂製程中，可先得中間原料（單體），再將其經聚合等程序後，得合成樹脂化學品，不同單體所聚合而成之樹脂各有不同，種類繁雜，其較具代表性之合成樹脂製成如圖 3.1-3 所示。

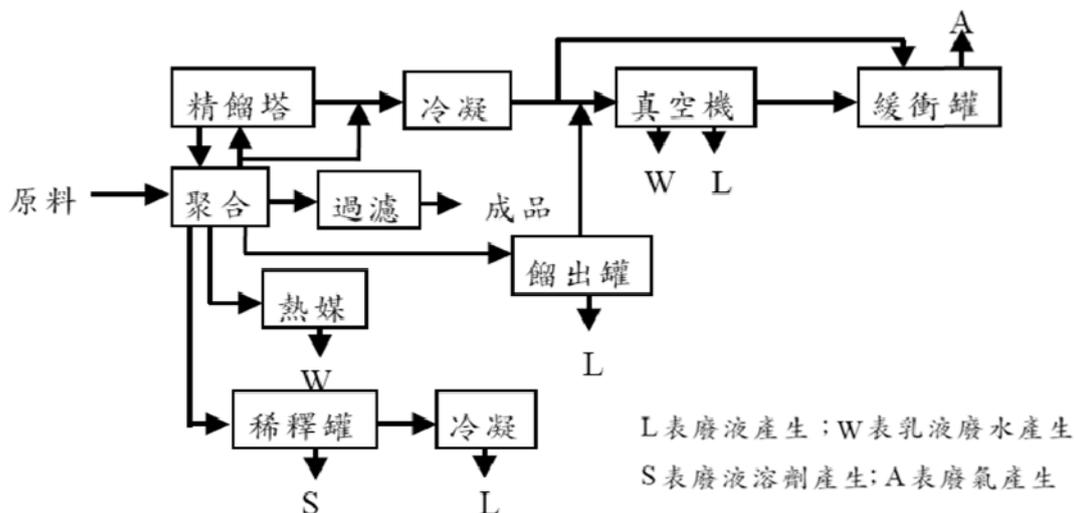
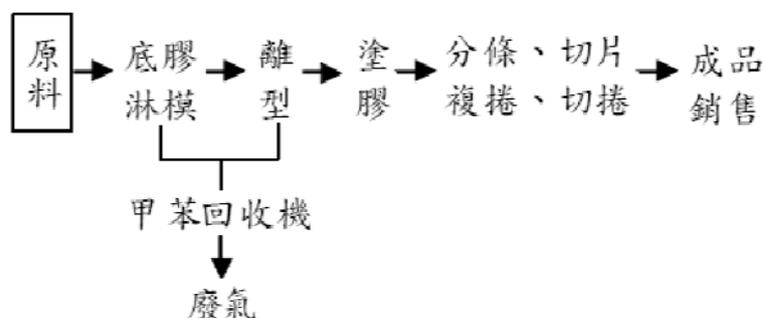


圖 3.1-3 典型聚酯樹脂製程

六、塑膠及橡膠製造業

塑膠製造業所使用之原料與製程特性技術的種類繁多，產品更可應用於生活周遭的食、衣、住、行等方面，常見之產品有 PS 塑膠製品、壁紙、塑膠手套、PE 包裝袋、壓克力、膠帶(PVC 電器膠帶、OPP 膠帶、雙面膠帶)、飾品、玩具、泡棉(PVA)、PVC 套管、拉鍊、防水/火布、零件...等，各項產品所需之製成亦有所差異。圖 3.1-4 為常見雙面膠帶及 PVC 套管之製程。



(a)雙面膠帶製程



(b)PVC 套管製程

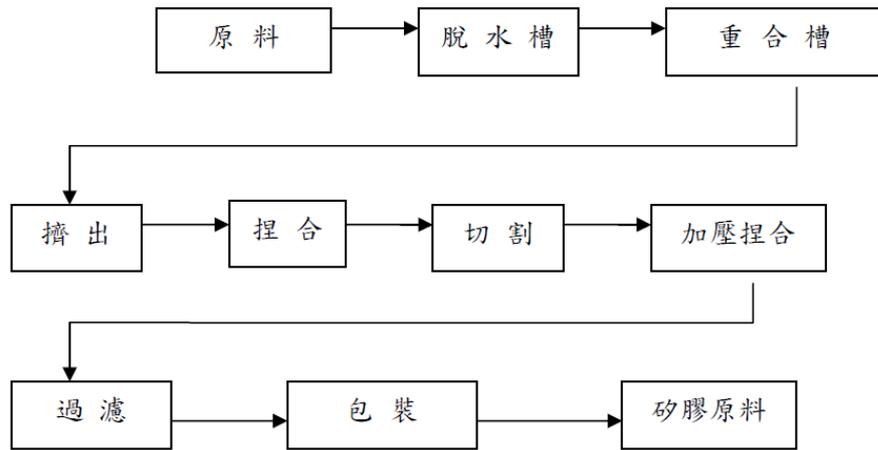
圖 3.1-4 常見塑膠製品製程：(a)雙面膠帶製程；(b)PVC 套管製程

工業橡膠製品主要包含橡膠管、輸送帶、密封材、建築用配件、車用配件、機械用配件、電機電子用配件等，其他如橡膠板、塊、條、絲、保健衛生用品、地板貼面、繩索、滾筒、床墊、紡織品等生活必需品，亦均為橡膠製造業之重要產品，與民眾生活息息相關。

合成橡膠是利用石油化學工業所產生之中間原料加以聚合而成，屬石化工業之一環，為石油、煤等資源所提煉之基本元素，具耐熱、耐油、對氣溫適應性大、抗化學藥性強，於加工時配以其他副原料，將更可發揮其特性。

合成橡膠之種類繁多，國內生產以丁二烯-苯乙烯橡膠(SBR)、腈橡膠(NBR)、順丁二烯橡膠(BR)、矽橡膠等為主，多依指定用途和性能佳以研發製造。橡膠製品製造之主要製程單元有開模、備料、混煉、裁切、加硫、品管、二次加硫、包裝等過程，其間再依不同需求、功能、造型等添加特殊處理方式，以混煉單元為例，即為將所需之原料加以混合之過程，產品有特殊顏色需求時，亦係於此階段進行配色。

以矽橡膠製成為例(圖 3.1-5)，主要原物料為矽油、二氧化矽、烷基氯化物及銅(觸媒)，以矽元素及烷之氯化物於銅觸媒環境下，生成 SiCl_4 、 $\text{CH}_3\text{Si-HCl}_2$ 、 CH_3SiCl_3 及 $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}$ 等物質，再分離其中之二甲基二氯矽烷，經水解縮合及交聯劑反應依序形成矽氧烷及矽橡膠。



資料來源：事業廢棄物行業製程參考手冊，94 年 12 月。

圖 3.1-5 矽橡膠製程

3.2 污染來源與污染特性

3.2.1 水污染來源與特性

工業用水的種類可歸納為，間接冷卻用水、製程用水、鍋爐用水及生活用水等四大類：

一、間接冷卻用水(Indirect Cooling Water)

間接冷卻用水係指在工業生產中，為吸收或轉移生產設備多餘之熱量，維持正常溫度下工作所用之水。

二、製程用水(Process Water)

此部分包括工業生產中，用以製造、加工產品及製造、加工過程有關之用水。一般可再加以細分為：直接冷卻用水、原料用水、原料及產品清潔用水、廠房及生產機具清潔用水、傳送原料及產品用水、物理及化學反應用水等。

三、鍋爐用水(Boiler Water)

為生產或發電所需蒸氣，及發生工業蒸氣的鍋爐進行汽化或已經汽化時所用之水稱之。

四、生活用水(Sanitary Water Use)

此部分包含衛生用水、景觀用水、消防用水及維修所需之用水。

五、其他用水(Other Water Use)

其他用水雖不必然為經常性用水，但將此種用水單獨列出，可避免用水統計之混淆。

考量工業廢水種類繁多，其處理法亦頗為複雜，於處理技術上尚須依照各行業之製程及其廢水特性決定適當之處理程序及單元。

一般廢水處理方法不外乎為物理、化學及生物處理；若依污染物性質之不同則可分為懸浮固體物、無機物及有機物之處理；而依處理程度之不同則可分為初級處理、二級處理(生物處理)及高級處理。一般而言，廠商妥善操作至二級處理時大都可達到政府規定之放流水標準或工業區污水處理廠之納管標準。

表 3.2-1 彙整典型廢水污染物之處理方法供參考，後續亦將針對化學材料製造業之相關製成及其廢水來源與特性進行說明。

表 3.2-1 典型工業廢水污染物處理方法

污染物種類	處理方法
酸、鹼	中和
懸浮固體物(SS)	自然沉澱、化學混凝沉澱、過濾
生化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)	活性污泥法、接觸曝氣法、PACT法、厭氧污泥床、厭氧濾床、厭氧流體化床、活性炭吸附、化學氧化、化學混凝沉澱、逆滲透
油脂	自然浮除、化學混凝浮除
氮化合物	生物脫硝、離子交換、活性炭吸附、逆滲透
酚	活性污泥法、接觸曝氣法、厭氧污泥床、厭氧濾床、厭氧流體化床、活性炭吸附
氰	二段式鹼氣法、離子交換樹脂床、電透析
鉻	亞硫酸鹽還原法後接化學沉降、離子交換樹脂床
鐵	自然沉澱、化學沉降、
其他重金屬	化學沉降、離子交換樹脂床
硫化物	化學氧化
色度	化學氧化、活性炭吸附、逆滲透

化材業因其製程複雜，須多種化學物品、溶劑參與反應，故其廢水來源以製程用水為大宗。化材製程產生之廢棄物含各式各樣化學品，部分具腐蝕性，溶劑類則有易燃或爆炸性。

化材業廢水特性除一般項目水溫、pH、COD、SS 等之外，近年來因石化產業 VOC/塑化劑污染事件，及高科技產業製程用藥複雜，環保署對於石化業、石化專區、以及半導體業，獨立訂定該產業之放流水標準，特別將含氮物質(氨氮和硝酸鹽氮)、VOC(含氯和含苯有機化合物)以及 SVOC(鄰苯二甲酸酯類塑化劑)等項目訂定放流水標準，所以化材業者須特別注意該些污染物的處理。

另，化材業可能有含重金屬離子之廢水，於一般生物廢水處理廠中較難去除，須利用適當之化學處理方式，將重金屬形成難溶解之沉澱物進而加以分離，如含銅離子(Cu^{2+})之廢水，可以氫氧化物處理得固體氫氧化銅，將銅離子分離。

而化材業所產生之氟鹽廢水，如：半導體相關產業，則可以石灰乳中和，形成含氟化鈣(CaF_2)污泥，此方法約可將氟離子濃度降至 15 mg/L 以下，達放流水標準($\text{F}^- < 15 \text{ mg/L}$)，另亦可於系統中加入適當混凝劑(如硫酸鋁、氯化鐵、多元氯化鋁等)，使其凝集、沉澱，並加以分離之。

含氰離子(CN^-)之製程廢水，則可採氧化方式進行處理；電鍍廢水中之六價鉻(Cr^{6+})離子，則須於排入一般廢水處理池之前予以，可藉由在 pH 控制為 2~3 時加入還原劑，使其還原為較低毒性之三價鉻，再以鹼處理，使生成氫氧化鉻而沉澱、分離。

石化工業廢水之性質複雜，但其共通性為除了含有油、硫、酚、氰化物、COD 外，還含有多種有機化學產品，如多環芳烴化合物、芳香胺類化合物、環化合物等，該些污染物可概括分為烴類和可溶解之有機與無機成分，其中可溶解之無機組成分主要為硫化氫、氮化合物及微量重金屬；可溶解有機物則大多能為微生物所分解。

石油化工原料製造製程種類繁多，單元操作所使用之化學原料亦不盡相同，因此必須針對不同性質之廢水分類處理。製程產出的廢水可分為作業廢水、洩放廢水、非接觸冷卻水等，表 3.2-2 為石化原料業廢水來源及特性，該些事業廠區內另有生活廢水及逕流廢水需要處理。

表 3.2-2 石化原料業廢水來源及特性

廢水系統	主要來源	主要污染物
含油廢水	程序過程與油品接觸的各類水、油品洗滌水、油泵軸封水、化驗室排水等	油、硫、酚、氰、COD、BOD
製程廢水	製程用水、洗滌水等	酚、醛、COD、BOD
循環水排污	循環冷卻水	油、水質穩定劑等
生活污水	生活設施排水	BOD
酸鹼廢水 I	軟化水處理排水	酸、鹼
酸鹼廢水 II	程序酸洗、鹼洗後的水	酸、鹼、油、COD
含鉻廢水	機修電鍍排水	六價鉻
含硫廢水	油品、油氣冷凝分離水、洗滌水	硫、油、COD
含酚廢水	催化裂化及苯酚、丙酮、間甲酚、等生產裝置廢水	酚
含氰廢水	催化裂化、丙烯氰及化纖廢水	氰
含醛廢水	氯丁橡膠、乙醇、丁辛醇生產廢水	醛
含苯廢水	苯烴化、苯乙烯、芳香烴生產廢水	苯、甲苯、乙苯、導丙苯、苯乙烯
含氟廢水	烷基苯生產廢水	氟
含有機氯廢水	環氧乙烷、環氧丙烷及環氧氯丙烷、氯乙烯生產廢水	有機氯
含油廢水	油品油氣冷凝水、洗滌水	油
高 COD 廢水	對苯二甲酸、甲酯廢水	COD

資料來源：產業污染防治手冊—石油化工製造業，89 年 12 月。

合成樹脂工廠廢水特性，因工廠的製程產品及管理等因素，而有非常大的不同，而廢水的水質，基本上除了會有原料、輔料、中間製品以及成品之化學物品外，還可能有油類、酸鹼、鹽類、硫化物、氫化合物及有毒物質(酚、重金屬、氰化物及溶劑)等，污染物質十分複雜，表 3.2-3 為合成樹脂業廢水主要污染源及特性。

塑膠製品工業常見之加工技術可分類成押出加工、模塑加工、塗佈加

工、發泡加工、熱成型和壓延加工等。其加工過程中主要污染物為油脂、懸浮劑、界面活性劑、催化劑、填充劑、廢溶劑、少量未反應之單體(或中間產物)、部分聚合體產品微粒、冷卻水塔之洩放廢水及員工日常所產生之生活廢水，表 3.2-4 為塑膠製品業廢水污染特性及來源。

表 3.2-3 合成樹脂業廢水主要污染源及特性

污染物	主要來源
酚	生產苯酚、壬酚、丙酮等之廢水
醛	生產氯丁橡膠、乙醇等廢水
苯、甲苯、乙苯、苯乙烯等	苯乙烯、丁二烯橡膠、生產芳香族等產品之廢水
有機氯	氯醇法生產環氧乙烷、環氧丙烷及環氧氯丙烷，生產氯乙烯廢水
高 COD 廢水	生產苯二甲酸、酯類廢水
氰化物	生產丙烯晴等之廢水

資料來源：行業製程減廢及污染防治技術—合成樹脂業介紹。

表 3.2-4 塑膠製品工業廢水來源及污染特性

加工方式	主要廢水污染來源	廢水特性
押出加工	清洗水 冷卻水塔之洩放廢水 逕流廢水 員工生活廢水	少量懸浮固體 懸浮固體 油脂或懸浮固體 有機性廢水(BOD)
模塑加工	機台受損洩露或修護 冷水塔之洩放廢水 廢氣洗滌水 逕流廢水 員工生活廢水	油脂或懸浮固體 懸浮固體 油脂或懸浮固體 油脂或懸浮固體 有機性廢水(BOD)
塗佈加工	冷卻水塔之洩放廢水 高有機物(廢溶劑) 廢氣洗滌水 逕流廢水 員工生活廢水	懸浮固體 高 BOD，含毒性廢水 高/低 pH 油脂或懸浮固體 油脂或懸浮固體 有機性廢水
發泡加工	冷卻水塔之洩放廢水	懸浮固體

加工方式	主要廢水污染來源	廢水特性
	高有機物(廢溶劑) 逕流廢水 員工生活廢水	高 BOD，含毒性廢水 油脂或懸浮固體 有機性廢水
熱成型	壓延加工 冷卻水塔之洩放廢水 機台受損洩露或修護 廢氣洗滌水 逕流廢水 員工生活廢水	直接接觸冷卻水 懸浮固體 油脂或懸浮固體 油脂或懸浮固體 油脂或懸浮固體 有機性廢水(BOD) 少量懸浮固體(單體)

資料來源：行業製程減廢及污染防治技術－塑膠製品業介紹。

3.2.2 空氣污染來源與特性

本章節將說明化學製品製造業產值前二大之製程如塗料業(占化學製品業中 23.1%)及製藥業(占 31.2%)之空氣污染來源和特性。

塗料在製造上一般是依展色劑種類區分，因展色劑的不同，塗料的配方也隨之而異。大部分之塗料利用溶劑的揮發達到乾燥的目的，因使用之展色劑多為非水溶性有機物質，因此須採用有機溶劑，即使在水性塗料及電著底漆中，為增進展色劑的水溶性，仍摻有微量(約 0.5~2wt%)之水溶性有機溶劑。因此除粉體塗料外，塗料均或多或少含有有機溶劑。其主要污染物來源說明如下：

1. 粒狀污染物

表面塗裝的程序中，在噴塗的過程中由塗裝系統所噴出的漆粒，若沒有與被噴塗的工件(workpiece)接觸以及在過量的噴塗(overspray)的情形下，所產生逸散的塗料粒子將形成粒狀污染物。然而，在粉體塗料的塗裝上，卻只有粉塵污染的疑慮，但一般都採取回收的方式再利用。綜觀而言，表面塗裝作業所產生的粒狀污染物僅侷限於部分程序，可以用各種集塵設施加以控制，而且其危害性不若揮發性有機物所造成的嚴重，所以較不受矚目。

2. 臭味氣體

一般從噴霧塗裝工廠產生之臭氣的來源主要為有機溶劑及塗料本身所含成分，也常伴隨有機溶劑而產生，主要產生製程為塗裝室及烘乾爐等，而這些地方所產生之臭氣大都是有關甲醛之類，但因反應不同所產生之結果也各不相同，塗料中常見產生臭氣的物質，如表 3.2-1 所示。

3. 揮發性有機污染物

表面塗裝所有使用之塗料是由凝結原料(樹脂或纖維素)、顏料、溶劑以及各類添加劑所組成，加上塗裝前的前處理如清洗脫脂、稀釋劑的調配等都需要使用有機溶劑，因此在塗裝的過程中揮發性的有機溶劑將會揮發逸散出來，形成所謂的揮發性有機物質(Volatile Organic Compounds, VOCs)；此外於表面塗裝的程序中只要利用到有機溶劑的部分就有可能造成揮發性有機物質的逸散，諸如前處理去脂、塗裝設備的清潔、換色清洗等步驟都會造成揮發性有機化合物的逸散。

現今塗料中除了粉體塗料、水性塗料及無溶劑型塗料之外，幾乎皆無法避免使用有機溶劑，而一般較常用的有機溶劑有甲苯、二甲苯、丁醇、丙酮、甲乙酮、甲基異丁酮、乙酸酯類及賽璐素(cellosolves)等。

塗裝過程必需使用塗料，塗料是由凝結原料(大部分為樹脂類及纖維素)、顏料、溶劑、展色劑及各種不同的可塑劑、硬化劑等組成，因此一般塗料本身即含有有機溶劑存在；此外，在塗料使用之前必須添加特定之有機溶劑，以改善其塗膜特性者稱為稀釋劑(thinner)。

溶劑之添加量視塗料本身之黏度與塗裝方式而異，高黏度之塗料與使用噴塗方式者所需之稀釋溶劑量較大。

若塗膜要求厚度薄而且質地細緻，如鉛筆之底塗，則可能採低濃度多次的塗裝，如此亦會提高稀釋溶劑之使用量，可見塗裝與溶劑密不可分之關係。由於大部分有機溶劑之沸點較低，塗料裡之有機溶劑

極易揮發或隨固形物逸散，形成所謂之揮發性有機物質，此為塗料製程之污染特性。

製藥業包括原料藥製造業、中藥業及西藥業。依產業性質區分，可分為原料藥製造業及製劑業。原料藥製造業屬製藥業之中上游工業，西藥以天然物質及化學物作為製造原料藥之材料；中藥則以植物為主，少部分以礦物、動物為原料。所謂原料藥意指具有效能之主要成分，製造方法有有機合成法、發酵法等，經萃取、純化、濃縮等步驟製造藥品原料。

目前各國使用之原料藥約有 4,000 種，國內使用約 1,000 種。製劑業屬於製藥業之下游工業，將原料藥加入賦型劑、乳化劑等物，依用藥需求而產生不同的藥劑型式，如錠劑、丸劑、散劑、液劑、軟膏等。其製程說明如下：

1.原料藥製造業

原料藥之製造方法以有機合成法為主，其他常用方法如發酵法、合併有機合成法...等。以有機合成法為例，有機合成法為一化學合成反應，化學原料經過合成、脫水、萃取、離心、結晶...等步驟，再烘乾加以分裝。製程中使用之溶劑包括有機溶劑、水或酸。

2.製劑業

製劑業是將原料藥經過製造機器加工成型後供人使用，因產品不同而製程各異，種類繁多，僅以較為熟知之錠劑及液劑製程作為說明。錠劑製程：原料藥粉末經混合後製粒、乾燥、壓錠、包裝後即為成品；液劑製程：原料藥與蒸餾水混合，經過濾後充填於滅菌容器中，再將容器熔閉密封，經檢查後即進行包裝。

製藥業之空氣污染源及廢氣特性：

1.原料藥製造業

原料藥製造業產生之空氣污染物包括有機廢氣、酸氣及粉塵。製程中容易產生有機廢氣逸散之程序以合成反應及過濾為主，其他產生源如乾燥、蒸餾過程。分述如下：

- (1) 合成反應需使用有機溶劑(醇類、苯、甲苯、二氯甲烷...等)與酸性物質(硫酸、鹽酸..等)，如以人工投料，需將投料口打開，容易使反應槽內部之有機廢氣逸散。一般反應槽內部設有攪拌器，反應槽運轉時，排氣口排出之廢氣為另一污染源。
- (2) 過濾、蒸餾時由有機廢氣自排氣孔、熱交換器排放。
- (3) 乾燥機排出之廢氣。
- (4) 員工清洗管線、反應槽時造成之有機廢氣逸散。
- (5) 製程中常使用酸性溶劑進行再溶解或結晶反應，而可能排放酸氣。
- (6) 粉塵逸散產生於下料、成品包裝或過篩。

原料藥製造業使用之溶劑種類，包括胺類、醇類、烷類、酮類、苯類與酯類等化合物。其中以醇類及苯類使用量較大，醇類有機廢氣可溶於水，一般以冷凝回收或由濕式洗滌塔吸收成為廢水排放，故用量雖大但排放量不高。苯類有機溶劑難溶於水，處理方式多為低溫冷凝回收再利用，但部分業者使用量不高，並未設適當之處理設備而直接排放。就排放量而言，大部分業者以濕式洗滌塔處理廢氣，但烷類與苯類有機廢氣水溶性不佳，相較之下烷類(約 349 噸/年)與苯類(約 292 噸/年)之排放量較其他有機溶劑來得高。故二者為原料藥製造業主要之空氣污染物。

2. 製劑業

製劑業產生之空氣污染物主要為粉塵與有機廢氣。業者使用之原料藥有液體與粉(粒)體二種，依比例與賦型劑等物混合調製成一般用藥。由產品之型式區分，可分為固體製劑及液體製劑。固體製劑可能產生粉塵之區域為：

- (1) 混合、製粒階段：原料藥粉末加入少量的水或有機溶劑進行製粒，製粒機雖設有濾網過濾空氣中粉塵，若無定期清理易使濾網阻塞，效率降低。
- (2) 製錠過程：原料藥多為粉狀或粒狀，倒入儲料槽時，容易使粉末揚起，且打錠機運轉時亦有粉塵逸散之情形發生。
- (3) 目前產品包裝仍以人工操作居多，若操作不當或室內集氣設備效率不佳，打錠室空氣中容易瀰漫粉塵。液體類製劑之原料多為液態，因需求可能摻有少量醇類化合物，但製程為密封狀態，較少逸散之情形發生。製劑業之有機廢氣來自製粒及膜衣錠製程。製粒過程中多數廠商以蒸餾水作為助溶劑，僅有少數廠商使用乙醇作為助溶劑，但使用量低，未處理即排放。製劑業使用之有機溶劑有乙醇、二氯甲烷、異丙醇及丙酮等，以乙醇為主。

第四章 水污染防治處理技術

4.1 處理原理

4.1.1 物理處理

物理處理單元包括：篩除、沉砂池、調勻池、混合、沉澱、浮除及過濾等，處理單元預期操作功能如表 4.1.1-1 所示。

表 4.1.1-1 污水處理場物理處理單元預期操作功能

單元操作	預期操作功能	設計型式
篩除	藉阻截作用去除水中大塊固體物	攔污柵
沉砂池	去除廢水中所含之砂土	沉砂池
調勻池	調節廢水流量及生物需氧量(BOD)與懸浮固體物(SS)之負荷	調勻池
混合	混合水中之化學藥品及氣體，並使固體顆粒呈懸浮狀	攪拌機
沉澱	去除水中易沉降之懸浮固體物並具污泥濃縮作用	沉澱池
浮除	分離與水比重相近之固體物與顆粒，亦可做生物污泥之濃縮用	浮除池
過濾	去除經生物或化學處理過之微細懸浮微粒	過濾池
濾膜	去除水中微細之粒子、膠體、大分子有機物及離子等成分	薄膜模組

資料來源：廢水處理單元-物理處理，廢水專責人員訓練教材，2006年4月資料

4.1.2 化學處理

為了淨化水質，減少水污染負荷，將有害物質轉化無害物質，必須在都市污水或工業廢水管末處裡的操作過程中添加化學藥品，進行下列各項不同目的之處理或操作，包括：中和、混凝與膠凝、沉澱、離子交換、吸附、氧化還原及消毒，處理單元基本原理如表 4.1.2-1 所示。

表 4.1.2-1 污水處理廠化學處理單元基本原理

單元操作	基本原理
中和	將水中酸性物質之氫離子(H ⁺)與鹼性物質之氫氧離子(OH ⁻)，相互反應成水或鹽類的化學反應。
混凝與膠凝	利用化學藥品，使廢水中膠體粒子或分子性粒子等凝結成較大的物體，使其容易沉澱而與液體分離的方法。
沉澱	化學沉澱係利用化學藥劑之添加於廢水中，使污染物發生化學反應而生成溶解度低的沉澱物，而予以去除。
離子交換	所謂離子交換係將水溶液中之離子，在水溶液中與固體(離子交換樹脂, ion exchange resin)間進行可逆之交換反應。
吸附	常見的吸附方式係利用活性碳當作吸附劑，將污染物累積在活性碳表面，因活性碳為一種多孔性具有極大表面積的材料，當空氣或水中微量有機污染物接觸活性碳時，會被活性碳吸引，進而停留在碳表面，達去除污染物之目的。
氧化還原	廣義的氧化為一物質失去電子，即物質的氧化狀態增加，相反的，還原為另一物質獲得電子，即物質的氧化狀態減少，氧化與還原在一反應中必同時發生，利用氧化還原原理以處理廢水，其目的在於使廢水中含有害物質轉變成另一種無害物質。
消毒	消毒係將水中之致病微生物破壞使其失去活性，但不一定完全滅菌，消毒的方法可分為化學藥劑法、物理法、機械法和輻射法，其中化學藥劑法最普遍應用於廢水處理。

資料來源：廢水處理單元-化學處理，廢水專責人員訓練教材，2006年4月資料

4.1.3 生物處理

生物處理法係利用微生物分解廢水中複雜的有機化合物，以代謝作用來處理廢水，此法對處理一般家庭廢水及有機性工業廢水最具經濟效益。生物處理可分為好氧性處理(aerobic process)及厭氧性處理(anaerobic process)。

一、好氧性處理

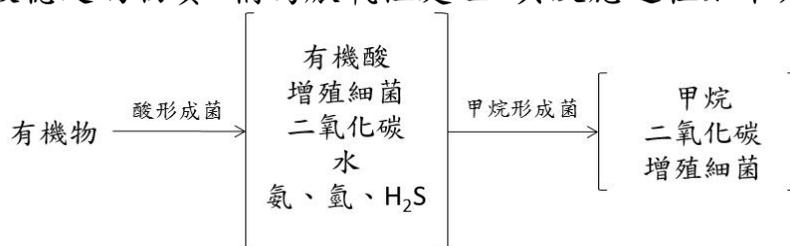
在廢水之好氧處理中，廢水之有機物(包括碳水化合物、蛋白質及脂肪)被好氧性微生物分解，其反應過程如下列所示：

有機物+微生物+氧



二、厭氧性處理

利用微生物在缺氧情況下分解廢水中有機物，產生甲烷、二氧化碳、氨及硫化氫等，最後並殘留不被分解的有機物如腐植土，或為比較穩定的物質，稱為厭氧性處理，其反應過程如下列所示：



廢水生物處理方法依廢水特性，去除物質欲處理程度而有不同的選擇，常見的廢水生物處理程序，依好氧系統、厭氧系統以及懸浮生長式系統與附著生長式系統列於表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 廢水生物處理基本程序

型式	名稱	用途
1.好氧系統		
(1)懸浮生長式	活性污泥系統	去除含碳 BOD、硝化作用
	氧化塘	去除含碳 BOD
	曝氣氧化塘	去除含碳 BOD
	氧化渠	去除含碳 BOD、硝化作用
	氧化深渠	去除含碳 BOD、硝化作用
	回分式活性污泥法(SBR)	去除含碳 BOD、硝化作用
(2)附著生長式	滴濾池	去除含碳 BOD、硝化作用
	旋轉生物圓盤法(RBC)	去除含碳 BOD、硝化作用
	接觸曝氣法	去除含碳 BOD
	填充塔式反應槽 (置於活性污泥系統之前)	去除含碳 BOD
	生物網膜(BioNET)	去除含碳 BOD

型式	名稱	用途
(3)組合式	滴濾池+活性污泥系統	去除含碳 BOD、硝化作用
	活性污泥系統+滴濾池	去除含碳 BOD、硝化作用
(4)介於懸浮生長式與附著生長式之間	流體化床	去除含碳 BOD、硝化作用
2.厭氧系統		
(1)懸浮生長式	厭氧接觸系統	去除含碳 BOD、脫硝作用
	厭氧污泥床	去除含碳 BOD、脫硝作用
	厭氧消化槽	穩定作用、去除 VSS
(2)附著生長式	厭氧濾床	去除含碳 BOD、穩定作用及氮化作用
(3)介於懸浮生長式與附著生長式之間	厭氧流體化床	去除含碳 BOD、穩定作用

資料來源：生物處理單元-物理處理，廢水專責人員訓練教材，2006年4月資料

4.2 處理方法

4.2.1 物理方法

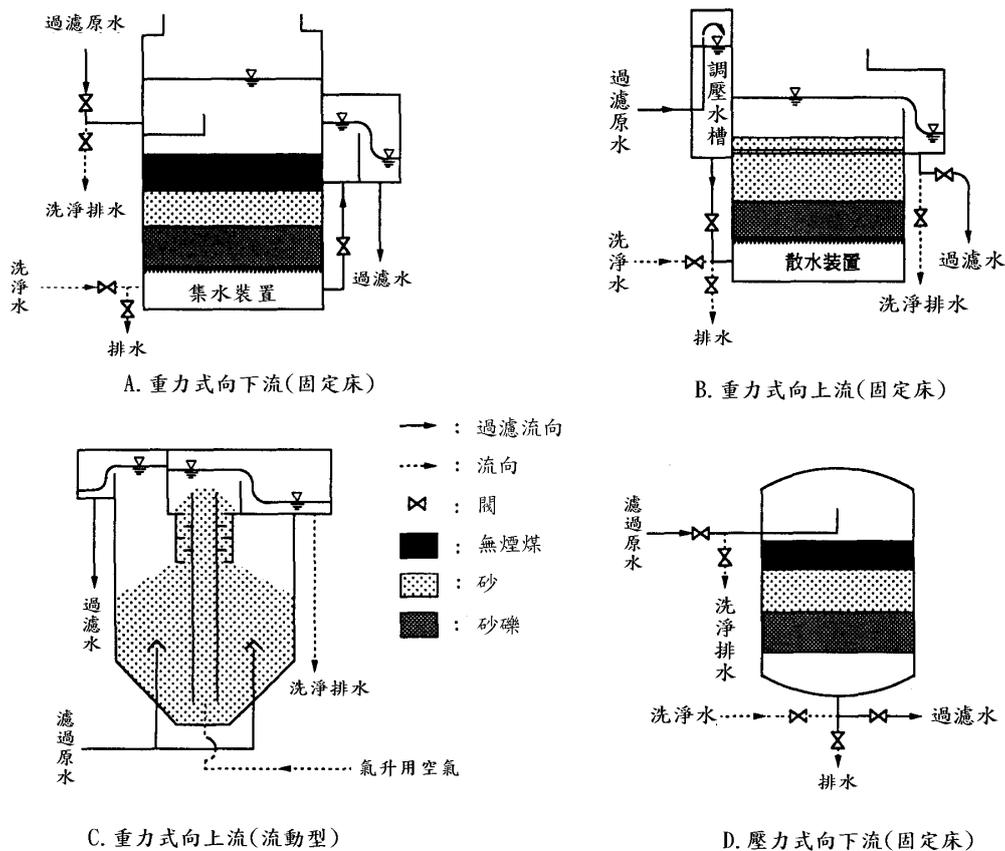
一、砂濾

污水處理水再利用多採快濾處理。快濾為以 30~100 cm 高之粒狀濾料，並以 $100\sim600\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之濾速，藉物理性的阻留作用及沉澱作用，將懸浮物質加以捕捉，使自水中分離之，其過程包括將懸浮物質的「移送」至濾材表面及其到達濾材後以「附著」而分離之程序。

一般二級水再生處理廠放流水中殘留之懸浮性物質，其直徑約自數 mm 至數 100 μm 之微生物膠羽為多，而濾材在 0.5 mm 至數 mm 之範圍，則其去除效果就不受濾材大小所影響，依據經驗在上述之濾材條件下，可去除之懸浮微粒下限值為 10 μm ，因此幾乎經快濾後，殘留於二級處理放流水中之懸浮物大半已被去除。

但若為特殊情況，要去除 10 μm 以下之微粒，則可先提升懸浮微粒之粒徑，再予快濾之，快濾過濾型式如圖 4.2.1-1。

快濾最直接的處理效果為去除二級處理放流水中殘留之 SS，併同去除 SS 中所含之有機物、磷、氮化物等，因此若 SS 以外的懸浮性物質佔高比率時可有效的予以去除之。亦可為去除二級處理水之懸浮性 BOD。



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.1-1 快濾過濾池形式

過濾方式有重力式及壓力式，依其過濾方向和濾層之形態而異，各種過濾構造示如圖 4.2.1-1，其選定應依設置條件、計畫回收水量、維護操作等決定之。濾層之設計以能具高去除 SS 之能力選擇之。過濾速度依流入水及處理水水質、SS 去除能力及過濾持續時間決定之。固定床之濾層清洗，視反沖洗效果，以空氣及過濾水為之。

快濾過濾之設計水量、水質，原則上以最大日污水量設計，處理原水原則上以二級處理水 SS 為 20 mg/L 為設計依據，原則上以每池最大 80 m²，過濾速度依水質、濾層有效利用及過濾持續時間決定之，原則上最大日以 300 m/d，最大小時 45 m/d 設計，反沖洗以每日一次，並以過濾水為水源設計之。

快濾對於二級處理水之再利用處理，最大之效果為：增進清澈度、提高使用者之接受性，及減少再生水之消毒藥劑量，並提升消毒效果。其種類與形式可分為：

- 重力式、壓力式：以確保濾壓的方法
- 向下流、向上流、水平流、上下向流：依過濾方向分
- 固定床、移動床：濾層之運動方法

綜上，各種類與形式，可將快濾設施依其運作方式分為多種，以下就常用之幾種進行簡要說明：

(一)重力式向下流過濾

重力式向下流(固定床)式之設施，為以無煙煤及細砂而成兩層過濾為標準，濾層的厚度約為無煙煤厚度的60%以下。無煙煤的有效直徑為1.5~2.0 mm為標準，砂的有效直徑的2.7倍以下。無煙煤及砂之均勻係數以1.4以下。無煙煤及砂層的濾層厚度為60~100 cm。支承礫石之粒徑及厚度，應配合下部的洗淨及反沖洗速度和空氣清洗速度決定之。

(二)重力式向上流過濾

依圖4.2.1-1(B)向上流過濾時，應於過濾池的前後設置過篩或細篩。濾層由下部的支承砂礫及上部的砂組成之。支承砂礫的粒徑，粗粒者置於下層，細粒者置於上層。濾層以單層，砂的厚度以1.0~1.8 m為標準。濾材的有效直徑為1~2 mm，均勻係數為1.4以下為標準。

(三)向上流流動床過濾

其形式如圖4.2.1-1(C)，過濾池之前後設置細過篩設備。濾材以砂粒，有效徑1.0 mm為標準。以砂構成單層過濾，濾層厚度以1 m為標準。砂的均勻係數以1.4以下為宜。設置氣升設備及所需空氣源。

(四)壓力式向下流過濾

其形式如圖4.2.1-1(D)，以砂及無煙煤形成兩層式的濾層，砂層的厚度為無煙煤厚度的60%以下。無煙煤的有效粒徑為1.5~2.0 mm為標準，砂的有效粒徑的2.7倍以下。無煙煤及砂的均勻係數以1.4以下。無煙煤及砂所形成之濾層厚度以60~100cm。支承礫石之粒徑及厚度，應配合下部的清洗及反沖洗速度和空氣清洗速度決定之。支承礫石，粗者在下層，細者在上層為標準。供水方式依各設施所需利用水量、供水壓力及設置條件決定之。

(五)纖維過濾

濾層為由PP或PE纖維濾料粒、球、片或絲構成之壓力式高速過濾，有效濾層為1.0~1.5 m者，最大過濾速度可達720~1,200 m。供水方法依各設施所需利用水量、供水壓力及設置條件決定之。

二、薄膜處理

薄膜處理可定義為利用一非移動性質(Immobilized Material)，作為水中分子或離子成分由一相流向另一相的屏障，以達分離效果之處理程序。

為達分離的效果，薄膜必須具有高度選擇性及滲透性，能讓部分物質快速通過，而其他物質則無法通過。常見之薄膜處理程序如表 4.2.1-1 所示，其中以電析(Electrodialysis)、逆滲透(Reverse

Osmosis)及超過濾(Ultrafiltration)最為常用。

圖 4.2.1-2 則是常用分離程序適用的範圍。各種薄膜之過濾壓力及分離物質可參考表 4.2.1-2 及表 4.2.1-3。

表 4.2.1-1 薄膜處理程序及其特性

程序	說明	驅動力
逆滲透	逆滲透膜對水分子具有選擇性 (即僅讓水分子過)	壓力梯度
超過濾	由分子大小、形狀決定。	壓力梯度
電透析	對離子成分具選擇性及滲透性。	電動勢能
透析	對溶質傳輸具選擇性。	濃度梯度
凝膠層析	阻滯高子量溶質的貫穿。	濃度梯度
電極分離	分離鹽類物質及膠體	電動勢能
離子電極	對特定離子具選擇性。	濃度(活性)梯度

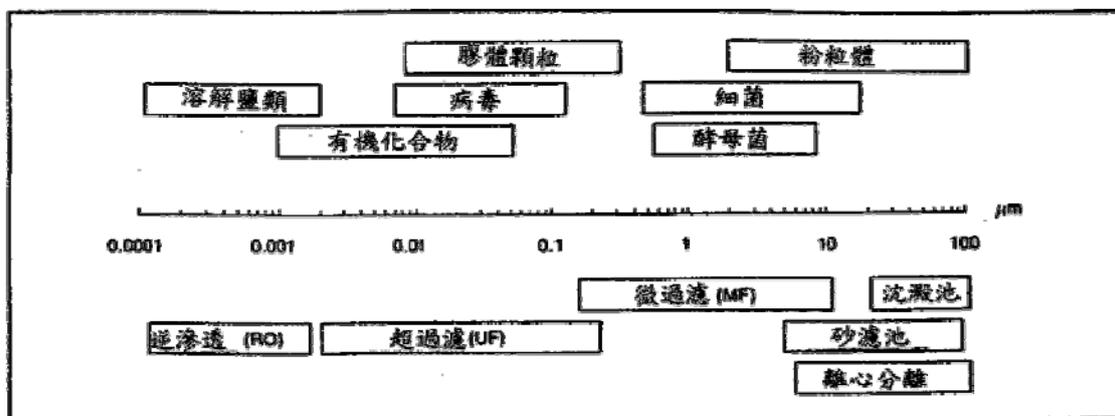


圖 4.2.1-2 水中常見污染物與處理方法

表 4.2.1-2 各種薄膜之過濾特性

種類	過濾壓力	主要分離對象
微過濾 (Micro Filtration)	1~5(kgf/cm ²)	微粒子
超過濾 (Ultra Filtration)	1~10(kgf/cm ²)	膠凝狀
逆滲透 (Reverse Osmosis)	5~100(kgf/cm ²)	鹽類、離子

表 4.2.1-3 各種膜的分離去除特性

項目/膜種類	MF	UF	RO
濁度	○	○	○
色度	△	△	○
臭度	×	×	○
SS	○	○	○
TDS	×	×	○
發泡成分	×	×	○
菌類	○	○	○
病原菌	×	○	○
N	×	×	○
P	×	×	○
TOC	×	×	○
BOD	△	△	○
COD	△	△	○

註：「○」表可分離去除，「△」表部分分離去除，「×」表無法分離去除。

薄膜依其孔徑大小，可分為 MF、UF 及 RO 等三種，以下就其三種薄膜進行簡述：

(一)微濾膜(MF)

微濾膜之去除物質為0.01~0.1 μm之微細至1~50 μm孔徑，可藉顯微鏡直接觀測之物質，其去除視孔徑而定，但亦受物質極性影響，一般去除懸浮物質、膠狀質之一部分及細菌等。

微濾膜之過濾原理與一般過濾理論相同，孔徑較大物質附於濾膜表面，而很快至完全阻塞，比膜孔徑小的物質，則經由微細孔之中間，呈靜電力而附著去除。可分離微粒子、藻類、大腸菌、霍亂、傷寒及病毒等。

(二)超濾膜(UF)

超濾膜過濾界於微濾膜及逆滲透之間，雖沒有逆滲透之緻密，但其孔則無法藉顯微鏡量測之，因之可處理各種分子量之特定高分子水溶液，其透過率之量測成為特過性之指標。超濾膜之原理與微濾膜相同。

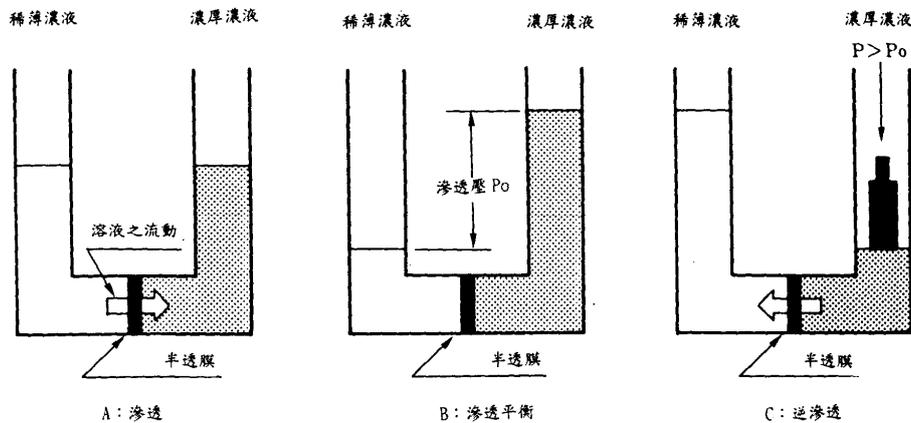
分離之性能主要為分子量在1,000~300,000 Dalton程度之高分子量物質為對象，可做為蛋白質之分離、濃縮、醱酵物質之分離、濃縮、精製、酵素、病毒、核酸等之分離、濃縮、精製、油分離、膠狀物質之去除、放射性物質之去除。

(三)逆滲透膜(RO)

逆滲透以去除如食鹽之鈉離子為對象。其原理示如圖4.2.1-3。於容納有純水的槽，置只有水可透過之半透膜，使與食鹽水槽相連接，純水則透過膜流向食鹽水之槽，食鹽水之水位因而上升，該上升的水位稱為滲透壓。若於食鹽水槽加壓，則食鹽水中的水就透過膜而再回至純水槽，此一現象稱為逆滲透，而利用此一現象以處理水。逆滲透之驅動力為壓力差。

含有鹽分的水，依濃度而有固定的滲透壓，若於滲透壓膜上加入逆滲透壓以上的壓力，則水分就自膜的相反測流出，惟需有滲透壓的2~3倍的壓力。

一般溶解於水之無機鹽濃度1,000 mg/L，則須以0.7 kgf/cm²，海水因濃度高至35,000 mg/L，滲透壓約需25 kgf/cm²，因之虞高鹽分之水中製造純水需較高的壓力，逆滲透被利用為海水淡化利用之。



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.1-3 逆滲透膜之原理

膜處理法之基本流程，基本上為減低負荷及防止膜的破損，必須先經前處理，以去除溶解物質為目的的程序，應與膜處理程序分開，而膜的部分，上述三種 MF、UF、RO 膜皆可適用，又不同薄膜之處理水水質可參考表 4.2.1-4。

表 4.2.1-4 薄膜處理水水質

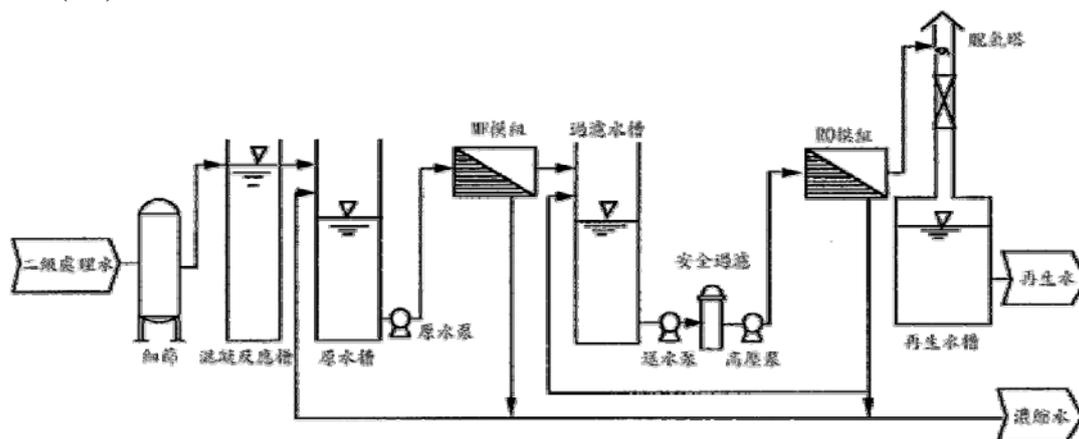
項目	MF 膜/UF 膜處理水	RO 膜處理水	備註
pH	5.8~8.6	5.8~8.6	為提高消毒效果，pH 不宜降至 8.0 以下，依進流水而稍異。
大腸菌群數 (CFU/100 mL)	未檢出	未檢出	
濁度(NTU)	1 以下	1 以下	
色度	15 以下(添加混凝劑)	1 以下	
BOD (mg/L)	3 以下	1 以下	
COD (mg/L)	10 以下	1 以下	
MBAS (mg/L)	0.3 以下	0.05 以下	
蒸發餘留物 (mg/L)	二級處理水相同	14~138	
鹼度 (mg/L as CaCO ₃)	二級處理水相同	6~13	
硬度 (mg/L as CaCO ₃)	二級處理水相同	1~18	
氯離子 (mg/L)	二級處理水相同	8~35	
總氮 (mg/L)	二級處理水相同	0.7~7.9	
總磷 (mg/L)	未添加混凝劑則與二級處理水相同	0.03 以下	
	添加混凝劑則 0.04~0.2		

薄膜分離系統由前處理、供水泵、薄膜及後處理所組成，如圖 4.2.1-4，其應用應注意：

- (一)二級處理水先經混凝沉澱、MF 等處理後，並調整 pH 等，並選擇合乎膜之特性處理之。
- (二)依水透過流速求出膜面積，並求出膜組數，而水透過流速則為重要設計因子，應依實驗求出之。
- (三)水回收率也即濃縮率愈高，膜面將呈垢化，分離性會降低，因

之應設定不超過溶質之溶解度的濃縮倍數。

- (四)操作壓力從膜之水透過流速，為與膜作用的有效壓力成比例，依膜組之入出口平均操作壓力為壓力，而於出口以孔口或壓力調整閥控制之。
- (五)由於逆滲透膜膜面附近之溶質停滯，為使其流動，因之膜面上應有一定以上的流速，依該一流速決定供給泵揚水量。
- (六)RO 膜組因具 CO₂ 氣體容易通過之特性，使得透過水中溶解多量的 CO₂ 到 pH 稍降低，故應以脫氣塔或曝氣等方式去除水中的 CO₂。
- (七)膜面附著物除反洗外，應定期以藥劑清洗。



資料來源：下水道工程學第五版。

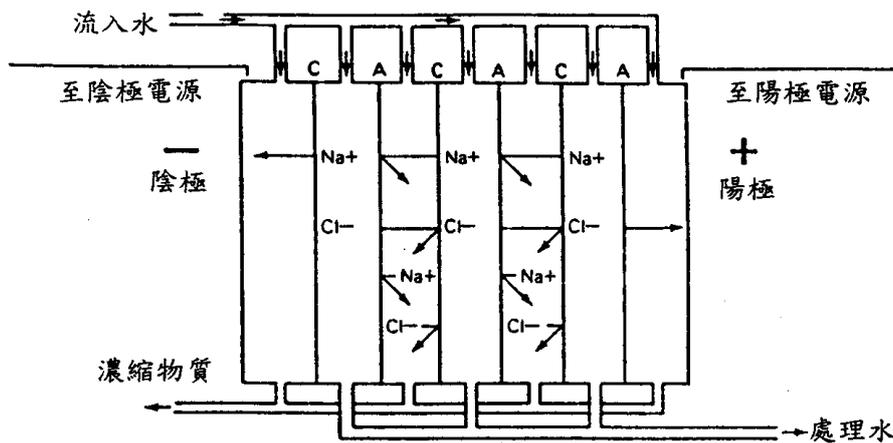
圖 4.2.1-4 MF/RO 薄膜分離法水再生流程

除前述 MF、UF 及 RO 薄膜處理法外，另有利用電流誘導離子與溶劑分離之電透析法(Electrodialysis)，亦為薄膜處理之一種，乃係將陽離子和陰離子膜交互排列，並通以電流使離子向二極運動，利用陽離子膜只容許陽離子，陰離子膜只容許陰離子通過的特性，使容許離子離開區間的濃度降低，而不容許離子離開區間之離子濃度提高，以達部分分離之淨化目的，如圖 4.2.1-5 所示。

良好的電透析膜須具備高度離子選擇(透過)性，低電阻、低

水通量，物化性質穩定(尤以抗氧化性為最)、避免極化及積垢產生及足夠之機械強度等特性。因於電透析薄膜僅容許一種離子通過，因此極化現象可定義為當離子增加的速度大於被送走的速度，使離子在膜邊界層有累積的現象。當極化現象發生時，需要更高的電流來帶動離子，而當電流強度超過臨界點，將產生如下現象：

- (一)電阻增加，導致能源消耗增加。
- (二)發生水解作用，使薄膜一邊的 pH 值升高，另一邊降低，升高之一端將造成溶液中 CaCO_3 ， CaSO_4 等沉澱，降低分離及純化效果。



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.1-5 電透析法原理圖

4.2.2 化學方法

一、混凝沉澱

凝聚為降低粒子表面之電位，以形成複雜化合物之現象，此乃高分子凝聚劑之主要作用，同時包含有架橋作用的現象。

水中的微粒子，其表面大多具同一電荷，而粒子間產生靜電的排斥作用。粒子之帶電荷，主要由於粒子表面之親水性所形成，粒子之帶電表面因吸引相反符號的離子，導致相同電荷之離子發生排斥，使得表面及內部各個的離子濃度不同。

這種膠體粒子間之排斥力的指標，以界達電位表之，此為粒子之表面所附著之外側水層之電位。降低其電位則粒子間的排斥力消失而粒子間相互附著，因之必須添加具相反符號的離子。帶負電之膠狀液體必須添加陽離子性凝聚劑，如圖 4.2.2-1 為電荷中和之現象。

凝聚的發生大多起自界達電位 20~50 mV，而於±5 mV 時由於電荷中和之進行而達完全凝聚。凝聚的另一現象為架橋作用，高分子凝聚劑之分子中各具若干極性基，該極性基被帶電荷的粒子所吸附，使粒子之間發生架橋作用而達粗大化。(如圖 4.2.2-2)。

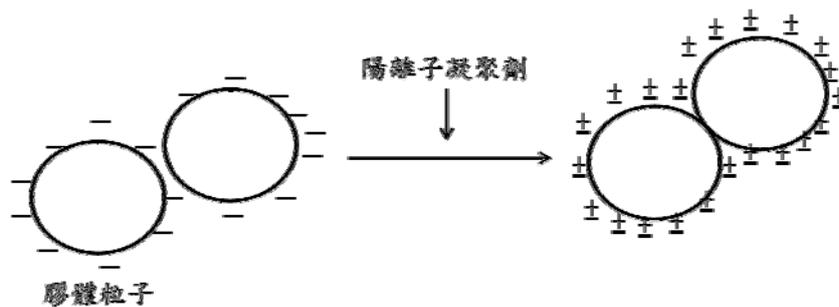


圖 4.2.2-1 電荷之中和

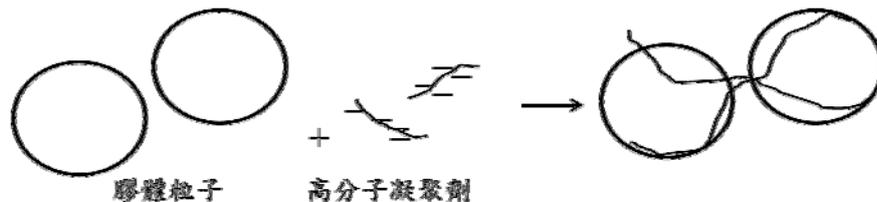
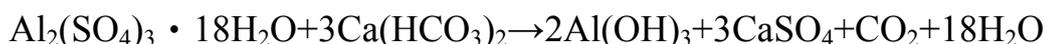


圖 4.2.2-2 架橋作用概念

過去一般以使用無機性凝聚劑較多，近年來由於高分子凝聚劑的進步，此等凝聚劑可單獨使用或與不同性質的無機性凝聚劑併用，而使其利用性更大。一般凝聚劑的分類如下：

(一)無機凝聚劑：無機性凝聚為多價金屬離子之鹽，經加水分解而成膠狀粒子產生相反符號之較大電荷，一般使用者有硫酸鋁、硫酸亞鐵。以硫酸鋁為例，其作用如下：



由於氫氧化鋁具正電荷而產生凝聚，且由於加水分解而消耗水中的鹼分，致pH降低，有時必須補充鹼劑。

(二)有機高分子凝聚劑：有機高分子凝聚劑，有天然存在物質而具凝聚性質者及人工合成者，現在一般以使用合成者較多。

依高分子凝聚劑(polymer)所具有的性質，可區分為陰離子性凝聚劑、陽離子性凝聚劑及非離子性凝聚劑，且各有其特性。高分子凝聚劑同時具有電荷的中和作用及架橋作用，其特性如下：

- a. 硫酸鋁不易處理之廢水，添加高分子凝聚劑具有效果
- b. 所添加的凝聚劑不會有析出現象(鋁鹽則有沉澱析出之現象)
- c. pH 不發生變化
- d. 污泥產生量比添加鋁鹽者少
- e. 可改善脫水性
- f. 不增加離子(因凝聚劑)
- g. 不易受共存鹽類、pH、溫度之影響

凝聚劑之添加及所需之用量，一般可藉杯瓶試驗(jar test)來決定最佳加藥量操作條件。由試驗所得到之加藥量約將比實際所需略為多些。杯瓶試驗步驟如下：

1. 取 200 mL 水樣於燒杯中，加少量混凝劑後，快混 1 分鐘，慢混 3 分鐘。若無膠羽產生則增加混凝劑劑量重覆此步驟直到產生膠羽。

2. 用 6 個燒杯各置 1,000 mL 水樣，以 H₂SO₄ 或 NaOH 調整 pH 值分別為 4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0。
3. 以步驟(1)得之混凝劑劑量分別加入各燒杯
4. 以轉速 80~100 rpm 快混 1~5 分鐘後，轉速改為 25 rpm 慢混 10~30 分鐘
5. 停止攪拌，靜置 10~30 分鐘，取上層澄清液分析水質
6. 選定最適宜之 pH 值後，重覆步驟(2)、(4)、(5)，但使用不同的混凝劑劑量，觀察生成之膠羽大小、沉降速度，並分析上層澄清液以決定有效而經濟之加藥量。

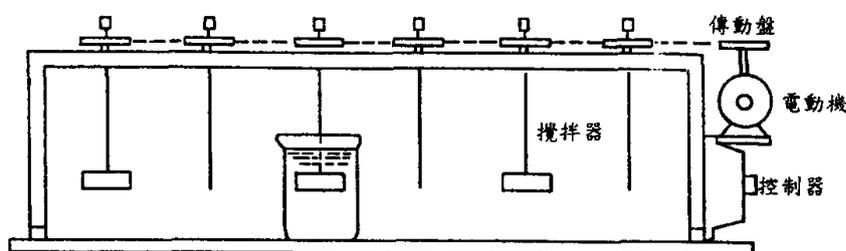
常用之混凝劑及助凝劑如表 4.2.2-1 及 4.2.2-2；本杯瓶試驗裝置 (jar tester)，如圖 4.2.2-3 所示。

表 4.2.2-1 常用的混凝劑種類及特性

種類	名稱	化學式	適用 pH 值	特性
鋁離子	硫酸鋁	Al ₂ (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	Al _n (OH) _m 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	Fe ₂ (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一步氧化成三價鐵的水合物，其他特性則與三價鐵同
鈣離子	石灰	CaO 或 Ca(OH) ₂	7.5~11.0	在高 pH 值操作可釋出污泥中的氨氣，且可去除水中的磷、氮等物質

表 4.2.2-2 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	含有無機性污染物(尤其重金屬氫氧化物)及部分有機性污染物之偏酸性廢水	促進膠羽沉降、浮除過濾效果	金屬表面理、電鍍及機械加工等廢水
非離子型	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	促膠羽沉降及過濾效果	粘土、礦泥及砂石等廢水



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.2-3 杯瓶試驗裝置

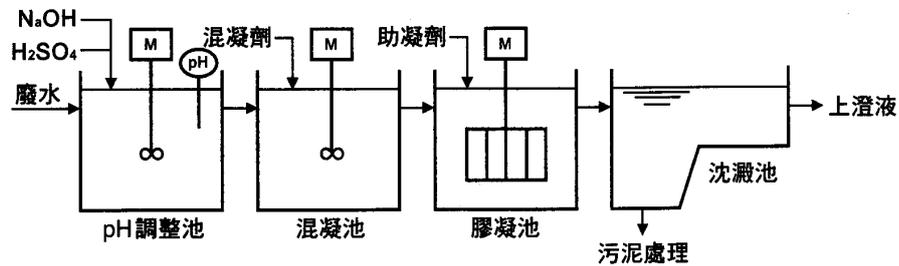
凝沉沉澱之目的，在使無法藉單純沉澱去除的懸浮物質，經由凝聚予以沉澱分離，其內容包括促進沉降、促進清澄化、提高過濾效果及改善脫水性等。

- (一)促進沉降：在使微細粒子、懸浮物質、膠體性物質等粗大化以促進沉降，縮短沉澱時間，減少處理裝置之容積。
- (二)改善上澄水之清澄性：可達到微細粒子的沉澱及脫色等效果，使水質清澈。
- (三)提高過濾性：添加凝聚劑改善過濾性，獲致較佳的過濾效率。
- (四)改善沉澱污泥之濃縮性：添加凝聚劑改善污泥之濃縮脫水性，獲得含水率較低的污泥。

由於凝聚有上述之效果，得以提高物理處理之效率，且近年來由

於藥劑的改良，而得獲致更具效果的凝聚劑。其應用除單純做為沉澱分離之目的外，尚可做處理水除磷等各種處理之用。

混凝沉澱設施包括由快混槽、慢混槽及沉澱槽所成之分離型，若三者成一體之裝置即為所稱之高速混凝沉澱裝置。分離型之凝聚槽有利用堰、水流或利用機械攪拌機等以行凝聚反應。圖 4.2.2-4 為分離型機械式凝聚沉澱設施，圖中凝聚設施之配置以分成 2 段凝聚為佳，在第 1 段中先加入混凝劑快速攪拌使其與廢水相接觸混合，第 2 段則為添加助凝劑進行慢混以促進膠羽的形成。



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.2-4 混凝沉澱系統流程圖

流體混合所需攪拌程度，主要之控制參數為速度坡降(velocity gradient)，G 值之定義如下：

$$G = \left(\frac{P}{\mu V} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (式 4-1)$$

- G = 速度坡降(sec⁻¹)
- P = 輸入槽中之攪拌動力(W)
- μ = 液體絕對黏度(N-S/ m²)
- V = 槽中流體體積(m³)

因此，可由槽中流體體積及速度坡降決定所需攪拌動力(P)

$$P = \mu V G^2 \dots\dots\dots (式 4-2)$$

若攪拌採用曝氣方式，則曝氣量由(4-3)式決定之：

$$P = 39024 Q a \log \left(\frac{h+10.36}{10.36} \right) \dots\dots\dots (式 4-3)$$

- P = 所需攪拌動力(W)
- Qa = 所需曝氣量(m³/ min)

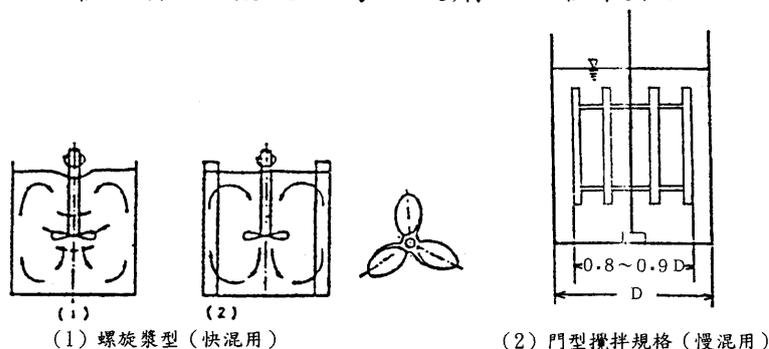
H=散氣管浸水深度

廢水處理中常用的機械攪拌設備主要為螺旋槳攪拌機(propeller mixer)及輪葉攪拌機(turbine mixer)。快混池一般採用螺旋槳式攪拌機，輪葉式攪拌機則常用於膠凝池，輪葉式攪拌機轉動時常會形成渦流而影響攪拌效率，因此，設計時受池的幾何形狀而變，且一般常設置擋板以阻止渦流的產生。圖 4.2.2-5 為典型的攪拌機，輪葉及擋板與池幾何形狀之關係。

一般三級處理程序對於懸浮物及膠狀物去除流程如圖 4.2.2-6；凝聚反應槽如圖 4.2.2-7。在繼二級處理後，本程序幾乎可去除全部溶解物質，獲較良好水質。若三級處理水之水質要求較低時，可省去過濾階段，或二級處理水之濁度較低時，僅經凝聚、沉澱也可獲得良好的水質。

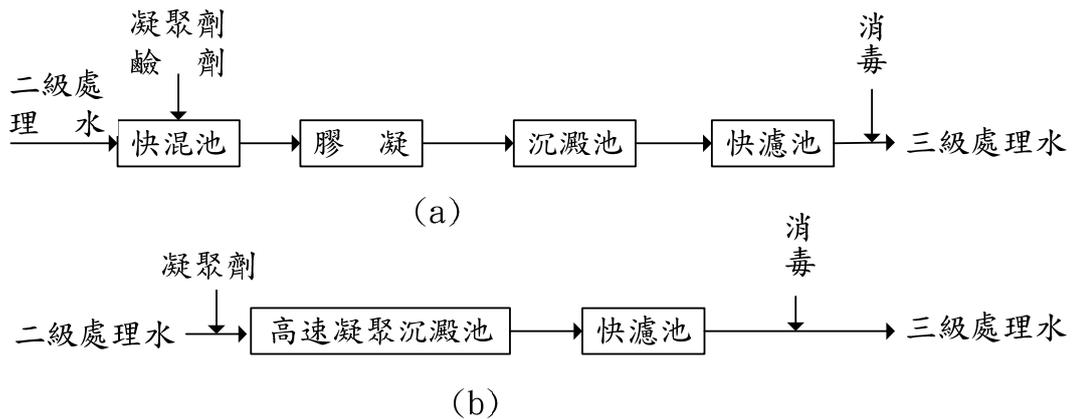
一般使用之無機混凝劑有 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ， FeCl_3 及 PAC 等。混凝及膠凝單元設計上考慮參數為表示攪拌狀況之速度坡降 G 值及水力停留時間。混凝池之水力停留時間約 1~3 分鐘，所需攪拌速度坡降 $G=300\sim1,000 \text{ sec}^{-1}$ 。

一般圓型混凝池比方型或長型效率高，圓型池其水深應等於其直徑；膠凝池之水力停留時間通常在 20~30 分鐘，速度坡降 $G=20\sim80 \text{ sec}^{-1}$ ，Gt 值在 104~105；以石灰為混凝劑時，因固形物比重大，應使用較高之 G 值；若以硫酸鋁為混凝劑，G 值較低。



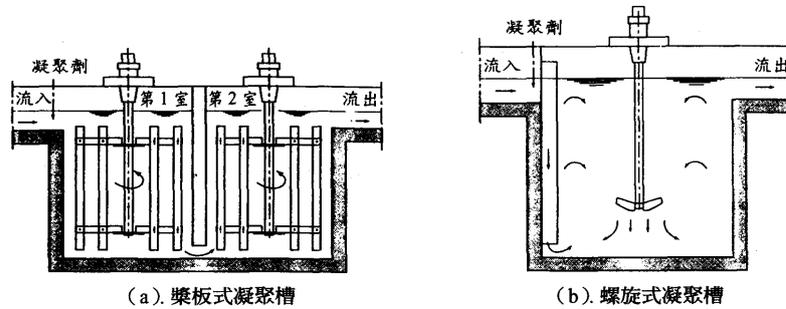
資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.2-5 攪拌設備之形式



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.2-6 去除懸浮物為主的三級處理流程



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.2-7 凝聚反應槽：(1)槳板式(雙槽)；(2)螺旋式(單槽)攪拌器

二、活性炭吸附

二級處理放流水中，尚殘存有機物量約 50~120 mg/L，及其他微量的色度和臭味等。此等物質雖可以混凝、沉澱、過濾等處理法去除之，但仍無法完全去除。而逆滲透法，蒸發法及冷凍法或可去除，惟處理上並不經濟，而活性炭吸附法則可經濟的去除該等物質，為其最大優點，可分為粒狀碳及粉狀碳兩種。

粒狀碳之粒徑約 0.6~1.5 mm，為裝置於塔狀之容器中，將欲處理的水自塔之頂部或底部引入，予以接觸操作處理之方法。經長時間使用後則失去吸附能力，需將活性炭自塔內取出再生(regeneration)。

粉狀碳為非常微細的碳粒，容易飛散，通常含有 30~50%的水，以利使用。使用時與混凝劑相同，於注入欲處理之水中，予以攪拌接觸，再沉澱之處理方法。粉狀碳不再生，因此使用過後就需廢棄。

活性碳細孔之分類，依 1972 年國際所訂之分類，各種細孔直徑分別為：

(一) Macropore：細孔直徑 500 Å 以上

(二) Mesopore：細孔直徑 20~500 Å

(三) Micropore：細孔直徑 8~20 Å

(四) Sub-micropore：細孔直徑 8 Å 以下

活性碳粒上有直徑 $10\sim 10^5$ Å 之無數細孔，比表面積約達 $500\sim 1500$ (m^2/g)，活性碳之吸附能力即賴這些微細的小孔。

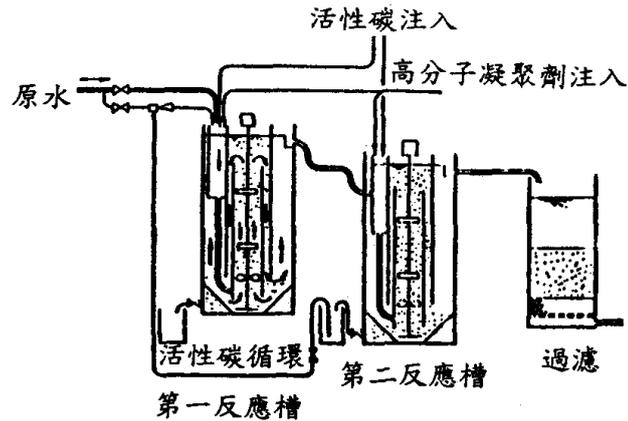
活性碳的性質依細孔大小之分布，活性碳之粒度，賦活之方式等而異，又被吸附物質對於水之溶解度、分子的大小、pH 濃度、溫度等之不同，活性碳之吸著力亦異。因此活性碳處理裝置設計時，必須先行吸附實驗，做為設計依據。活性碳吸附特性一般以 Freundlich 之吸附等溫式表之。

$$\frac{X}{M} = KC^n \dots\dots\dots (式 4-1)$$

- M：活性碳重量(mg /100mL)
- X：被吸附物質(mg)
- C：去除物質殘存濃度(mg /L)
- 1/n： $\frac{X}{M}$ 與 C 所呈吸附等溫線斜率

粉狀活性碳之接觸槽，需有攪拌槽，其構造與給水工程之慢混池相同。攪拌接觸、吸附之後，活性碳粉需自水中分離之，故需有沉澱池，因此具有攪拌、接觸及沉澱分離功能之高速膠凝沉澱池也可做為活性碳吸附槽。

為充分發揮活性碳之吸附能力，以降低處理水之濃度，則可設置多段槽，而於後段使用過後之活性碳引入前段，這種稱為向流式多段吸附裝置。圖 4.2.2-8 為利用高速膠凝沉澱池之二段向流式多段吸附裝置。



資料來源：下水道工程學第五版。

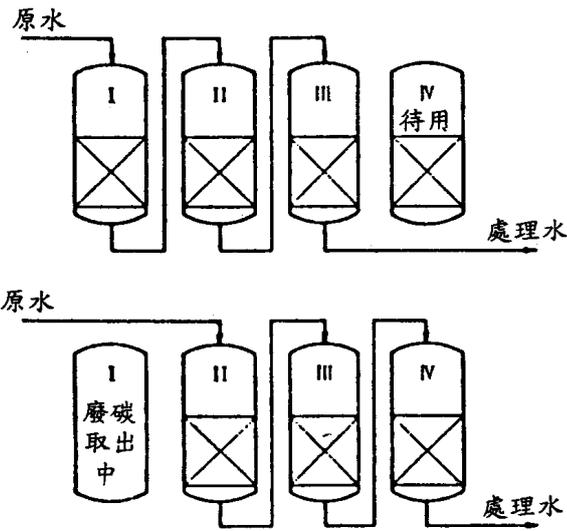
圖 4.2.2-8 活性炭吸附裝置

活性炭處理之固定層吸附槽與快濾池相同，於槽內填充粒狀活性炭過濾。由於處理水之懸浮物污染活性炭層，通水阻力增大，而需反沖洗，並為破壞表面之泥球，必須設置表面沖洗設備，此等設備也與快濾池相同。

固定層吸附槽，當被吸附物飽和時，活性炭(廢碳)應換新碳，廢碳則送再生工廠進行再生。為提高活性炭之負荷量，接觸都採多段直列式。圖 4.2.2-9 為多段直列式活性炭吸附裝置，最初以 I → II → III 之順序通水，當第 I 段之出水濃度超過容許度時，第 I 塔就必須停止操作，更換新碳，而改以 II → III → IX 之順序通水操作。

粒狀活性炭，當其吸附量達到飽和時，就必須取出再生。再生方法有濕式氧化法、藥品再生法、生物再生法，而以熱處理法最為普遍。

熱處理法，為將廢碳投入再生爐，首先於 100~150°C 下乾燥之，繼再於 300~700°C 之高溫下使揮發物揮發，而後升溫度至 700~1,000°C，以水蒸氣或二氧化碳予以賦活。再生爐內應避免空氣流入，以防止活性炭發生燃燒。



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.2-9 多段直列吸附槽

三、臭氧處理

臭氧處理主要利用水與臭氧充分接觸，藉臭氧之氧化力以去除污染物質，其注入水中之方法如圖 4.2.2-10，可分為加壓法及散氣法。加壓法為將加壓之水經噴壓器，利用噴嘴噴出、並與臭氧混合後，於反應槽底部流出，優點為氣液混合效果好，然需加壓泵將水加壓(2~3 kg/cm²)，所需之臭氧量約為處理水量之 2~3 倍，臭氧總濃度應以 20 g/Nm³ 注入(限界為 40~60 g/m³)。

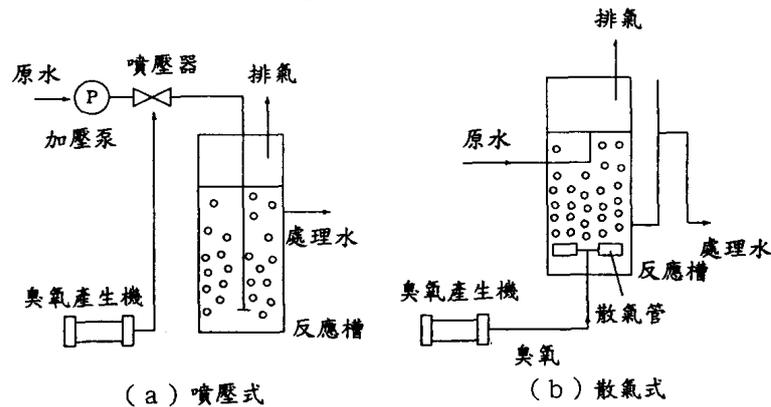


圖 4.2.2-10 臭氧注入方法

散氣式係於反應槽底部設置散氣設備，將臭氧以微細氣泡狀散出，於反應槽中與水接觸溶解，所需動力費較低、操作較容易，應用較廣。應用實為提升臭氧之吸收效率，反應槽一般深度為 3~5 m，且為防腐

蝕，多以不銹鋼材、FRP 材或混凝土材等材料，散氣管亦使用耐腐蝕之陶製散氣管為宜。

臭氧在三級處理之目的為脫色及除臭，臭氧與流入水中之亞硝酸鹽、硫化氫等無機物及有機物相反應而消耗，因之注入量應依處理水之性質、處理目的、處理程度而異，應依試驗結果而定，一般生物處理所需之臭氧注入量約 10 g/m^3 。接觸反應時間為 10~15 分鐘。

臭氧處理所需之停留時間(接觸時間)依處理水之水量、水質及臭氧注入速率而有所不同；另處理水之水溫、pH 將影響水中殘餘之臭氧量，一般約將設置貯留槽，使處理水停留約 10~20 分鐘，以利殘餘臭氧充分分解、逸散；又由反應槽所排出之臭氧(約 5~20%)，若任由其散入大氣，恐造成人體危害，應將之妥善處理至 0.01 ppm 以下為宜。

四、Fenton 化學氧化處理

雖然生物處理是針對大部分有機廢水最經濟有效的處理方式，但目前台灣有很多產業的廢水處理場須增設高級廢水處理單元才能達到現行的放流水標準，至今已發展的高級廢水處理技術包括臭氧氧化法、活性炭吸附法、薄膜分離法、濕式氧化法及 Fenton 氧化法等，其中 Fenton 氧化法($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$)被認為是一種有效、簡單且經濟的方法。Fenton 氧化法的反應式如下式，所產生·OH 的氧化能力在所有氧化劑中排第二，僅次於氟。



影響 Fenton 法氧化反應效果與速率的因子有下列幾項：(1)反應物本身的特性、(2) H_2O_2 的劑量、(3) Fe^{2+} 的濃度、(4)pH 值、(5)反應時間及(6)溫度等。Fenton 法反應的 pH 值一般約在 3~4。

Fenton 氧化法雖有高效率、低操作費的優點，但同時因其會產生大量的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 污泥，成為應用時的一大缺點。因此，我國工業技術研究院開發改良式低污泥的廢水高級氧化處理技術-Fenton 家族處理

技術，其中應用於低濃度有機廢水的為 FBR-Fenton 法，此技術應用原理與 Fenton 化學氧化技術類似，二者反應時均會產生氫氧自由基以氧化水中有機污染物。

FBR-Fenton 係利用流體化床的方式使 Fenton 法所產生之三價鐵大部份得以結晶或沈澱披覆在流體化床之擔體表面上，是一項結合了同相化學氧化(Fenton 法)、異相化學氧化($\text{H}_2\text{O}_2/\text{FeOOH}$)、流體化床結晶及 FeOOH 的還原溶解等功能的新技术，此方法的示意圖如圖 4.2.2-11 所示。

這項技術將傳統的 Fenton 氧化法作了大幅度的改良，如此可減少 Fenton 法大量的化學污泥產量，同時在擔體表面形成的鐵氧化物具有異相催化的效果，而流體化床的方式亦促進了化學氧化反應及質傳效率，使 COD 去除率提昇。

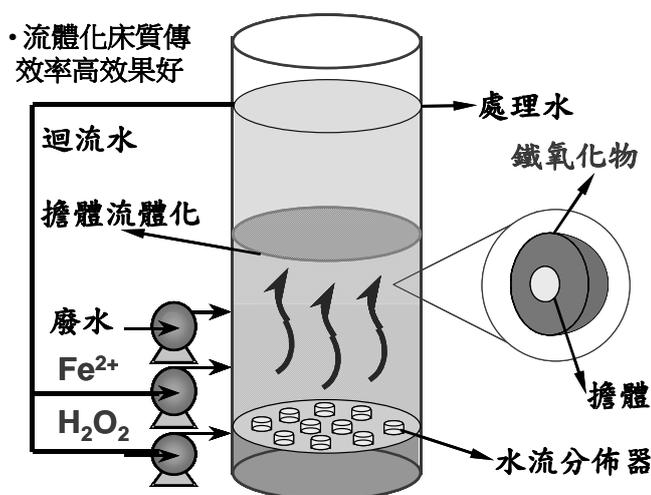


圖 4.2.2-11 FBR-Fenton 法示意圖

FBR-Fenton 處理技術可應用於各行業生物難分解廢水的 COD、泡沫及色度去除，多用於生物處理後的水質把關，以使放流水符合現行標準，可應用的廢水包括石化、化工、人纖、紡織、染整、印刷電路板、製藥、皮革業等廢水。

4.2.3 生物方法

一般生物處理常用標準活性污泥法、批次式活性污泥法、活性污泥膜濾法以及接觸曝氣法等。

一、標準活性污泥法(Conventional activated sludge process)

迴流污泥自曝氣槽之流入端與最初沉澱池沉澱後之下水，一併流入曝氣槽，藉水平流動而經一定時間曝氣之方式。曝氣槽之流出水導入最終沉澱池沉澱分離懸浮物質，上澄水即為處理水，沉澱之懸浮物則一部分以迴流污泥迴流曝氣槽。其設計參數如表 4.2.3-1 所示。

標準活性污泥法曝氣槽流入部及流出部之 BOD 污泥負荷及生物相皆不相同，將曝氣槽流出之生物再加迴流利用，要使其再開始活動需要一段時間，故若流入下水水質變化太大時，常有無法適應的現象。曝氣槽混合液消耗氧量，以槽之流入區較多，愈向流出區愈小。為改良本法同一曝氣量之缺點，依曝氣槽內混合液消耗氧量，調整空氣供給量之方式，稱為遞減曝氣法，此法因曝氣適當，顯有抑制硝化菌繁殖的效果。

近年來有為提升污水處理之操作穩定性，而於標準活性污泥法反應槽之前端隔離出一菌種選擇段(Selector)，使進流水及迴流污泥處於厭氧狀態並加攪拌下，以抑制糸狀菌的增殖，防止發生膨化之措施，其混合停留時間一般約 20~30 分鐘。

表 4.2.3-1 一般活性污泥法設計參數

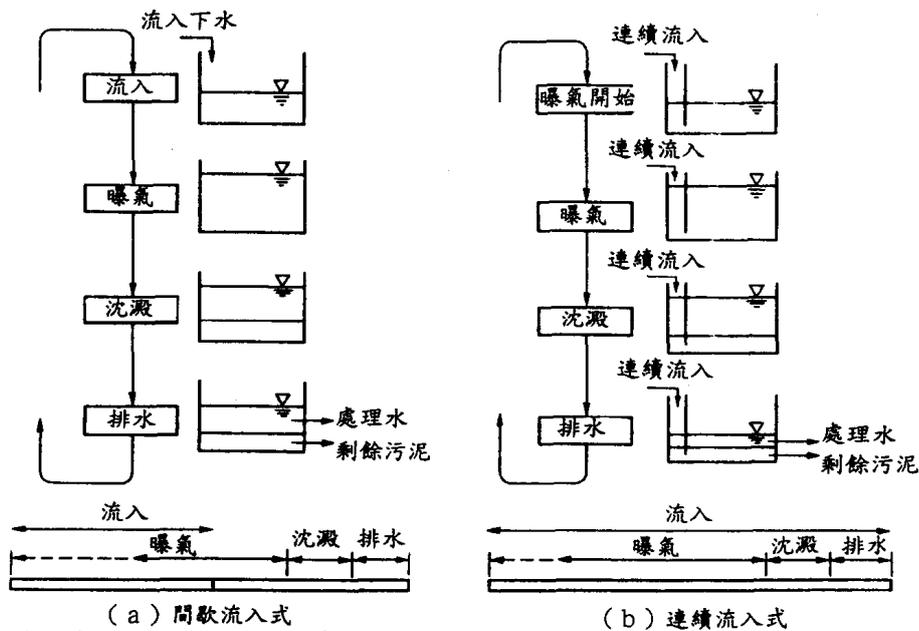
處理方式	食微比 (KgBOD/Kg MLSS · Day)	混合液懸浮 固體濃度 (MLSS) (mg/L)	反應槽 水深 (m)	水力停 留時間 (HRT) (hr)	污泥停留 時間 (SRT) (day)	迴流污泥率 (%)
標準活性 污泥法	0.2~0.4	1,500~ 2,000	4~6	6~8	3~6	25~50
批次式活性 污泥法 (SBR)	0.2~0.4 (高負荷型)	1,500~ 2,000 (高負荷型)	4~5	24~48	—	排水比 1/6~1/3 (高負荷型)

處理方式	食微比 (KgBOD/Kg MLSS · Day)	混合液懸浮 固體濃度 (MLSS) (mg/L)	反應槽 水深 (m)	水力停 留時間 (HRT) (hr)	污泥停留 時間 (SRT) (day)	迴流污泥率 (%)
	0.03~0.05 (低負荷型)	2,000~ 3,000 (低負荷型)				排水比 1/4~1/2 (低負荷型)
活性污泥 膜濾法 (MBR)	低 (依 MLSS 而定)	8,000~15,000	依膜材 而定	3~6	長 (依 MLSS 而定)	無

二、批次式活性污泥法(Sequencing batch reactor)

批次式活性污泥法為活性污泥法的修正法，基本上為曝氣槽兼具沉澱槽之用，而依其流入水為間歇流入或連續流入而有不同操作，間歇流入者其操作分污水流入、反應、沉澱、放流及靜待五個階段進行。

由污水流入至靜待為一循環，其一循環之操作包括曝氣及攪拌設備皆在一個反應槽內依次進行，而以連續循環操作之。本法不需要如同一般活性污泥法需另設置最終沉澱池及迴流污泥泵。進流方式連續流入者，則需有避免影響沉澱之阻流設施，如圖 4.2.3-1。本法多利用於小規模處理設施，並以全自動控制操作之。



資料來源：下水道工程學第五版。

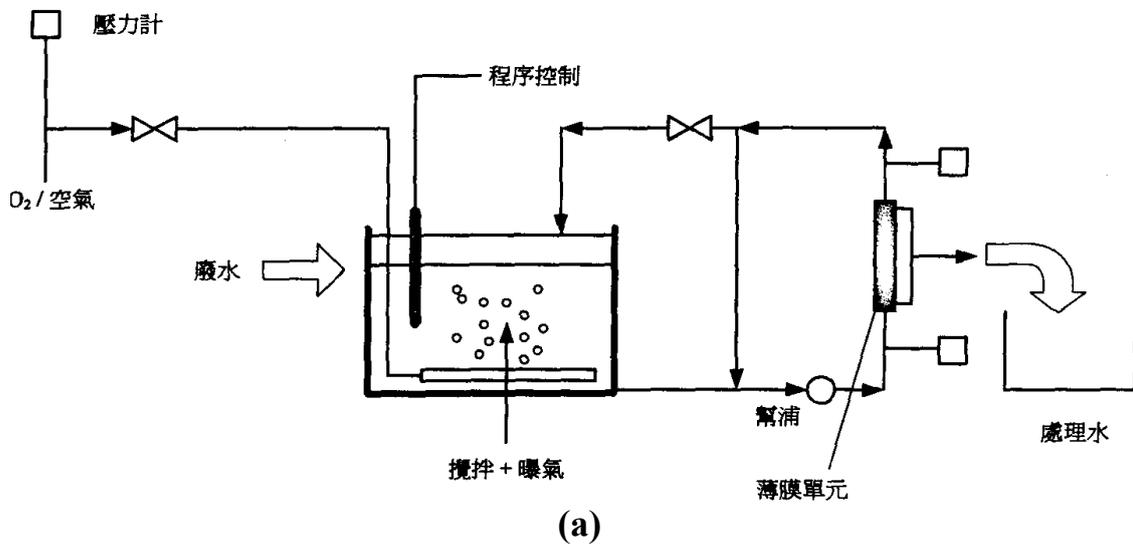
圖 4.2.3-1 批次式活性污泥法種類及操作程序

三、活性污泥膜濾法(Membrane bio-reactor, MBR)

本法為於傳統活性污泥曝氣槽中加裝數組膜組而成，膜組可分為中空絲或片板兩種，操作時利用透膜壓力為驅動力，將經過活性污泥處理過的混合液過濾而得到過濾液放流水。由於一般使用薄膜的孔隙約僅有 $0.1\sim 0.4\ \mu\text{m}$ ，因之所得放流水水質甚佳，其處理水甚至能達到回收再利用的水質標準，因之近年來普遍被利用於小規模污水廠。惟膜板必須定時反沖洗及藥洗。

活性污泥膜濾系統，進流水應先經細篩分離，穩定流量，內置中空絲膜或片板膜，放流水由膜分離之，可維持高濃度的懸浮固體液。

就一般用於污水處理之固液分離程序的 MBR 而言，可依照薄膜置入活性污泥法的位置有可區分成側流式(side stream, 或稱為外部迴流式 external recirculated) 沉浸式(immersed/submerged, 或稱為整合式 integrated) 兩類，如圖 4.2.3-2 所示。



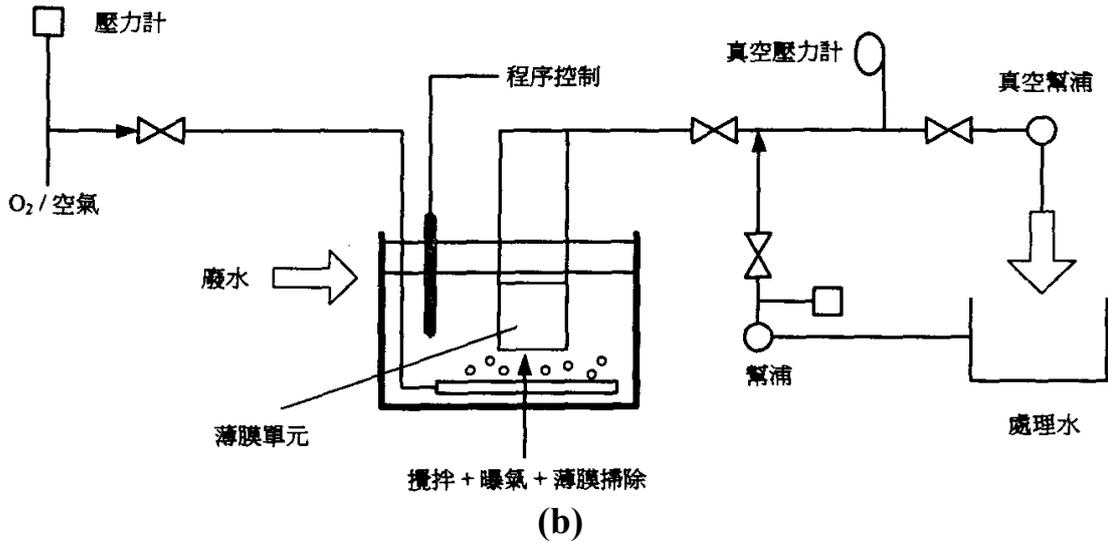
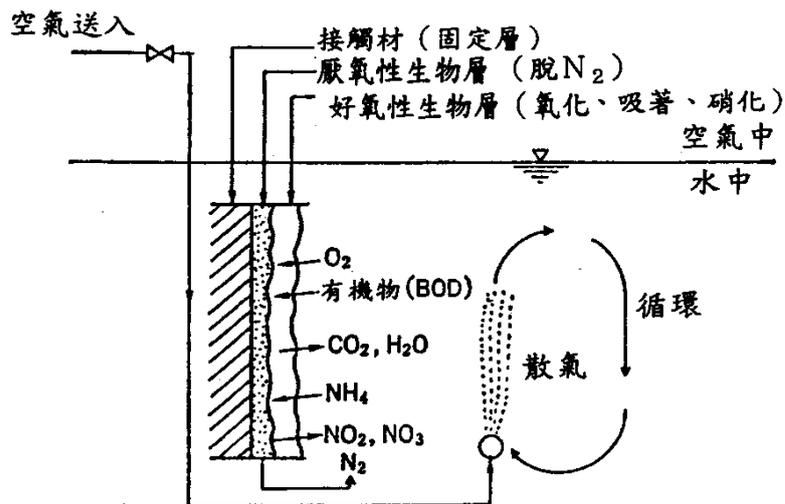


圖 4.2.3-2 (a)側流式(b)沉浸式 MBR

四、接觸曝氣法(Contact aeration)

接觸曝氣法乃是將接觸材料浸於曝氣槽內之污水中，並在槽內給予充分曝氣，使流入的廢水充分攪拌循環流動，而與接觸材料相接觸。經一段時間後，接觸材料表面開始生長附著生物性污泥(微生物)而形成生物膜，利用該生物膜在好氧性狀態下吸附、氧化廢水中有機物質的處理方法。接觸曝氣法之去除 BOD 及去除氮的模式示如圖 4.2.3-3 所示。



資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.3-3 接觸曝氣法之 BOD、氮去除特性

本法之優點包括：

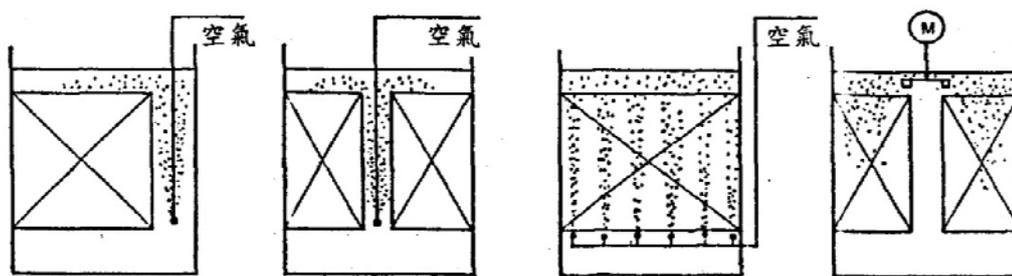
- (一)不需調整 MLSS 濃度，也不需迴流污泥，操作管理容易。
- (二)可承受 BOD 負荷的變動，獲穩定之處理水。
- (三)剩餘污泥量少，污泥處理單元甚至可不需終沉池。
- (四)沒有污泥膨化問題。
- (五)好氧層生物之底下，形成厭氧生物層，可達脫硝效果。

惟其缺點為：

- (一)接觸材上附著之生物量為操作條件，無法調整控制。
- (二)負荷過高時，有生物膜阻塞問題。
- (三)接觸材為固定於曝氣槽，因此欲達接觸材內之均勻曝氣不易。

本法之曝氣方式如圖 4.2.3-4 所示，有側面曝氣以形成旋迴流方式、槽中心曝氣於兩側形成旋迴流之中心曝氣方式、於槽底全面曝氣方式，以及於水面機械曝氣等方式。

無論採用何種曝氣方式，以能達到污水與空氣在反應槽內均勻混合及旋回流動。底部全面曝氣方式，應防止接觸材表面附著之生物剝落、接觸材破損、變形或接觸材上浮等。



(A) 側面曝氣方式 (B) 中心曝氣方式 (C) 全面曝氣方式 (D) 機械曝氣方式

資料來源：下水道工程學第五版。

圖 4.2.3-4 接觸曝氣法各種曝氣方式

第五章 空氣污染防制處理技術

5.1 處理原理

化材業因範疇較廣泛，有關各項製程所逸散之空氣污染物，其控制方法有：加強設備操作維護、製程改善及增設收集處理設備。

其中增設收集及處理設備為最後之手段，工廠面對逸散性污染源控制，首要之務，應先檢討平日之設備維護工作是否落實，進而檢討製程改善之可行性，最後再考慮是否增設收集及處理設備。

化材業常見之空氣污染防制設備有濕式洗滌塔、焚化爐、袋式集塵器、活性炭吸附槽等。依製程差異而有不同型式搭配使用，具回收價值之溶劑以冷凝或蒸餾方式回收，其他廢氣則以焚化、濕式洗滌或活性炭吸附處理。以下處理技術將針對局部排氣系統、袋式集塵器、濕式洗滌塔、熱處理、吸附、吸收及冷凝分別說明。

5.2 處理方法及流程

5.2.1 局部排氣系統

局部排氣系統包括：氣罩、風管、廢氣處理設備、風車及煙囪(排放管道)等，以下分別說明局部排氣系統中各項單元功能：

一、氣罩

氣罩之功能在於捕集逸散源之空氣污染物，其性能對於系統的經濟性及效率有直接的影響，一般氣罩之設置，乃需確保在最小的抽氣風量下達最高之捕集效率。由於污染源設備結構及生產操作特性均有所不同，氣罩的樣式相當多樣。

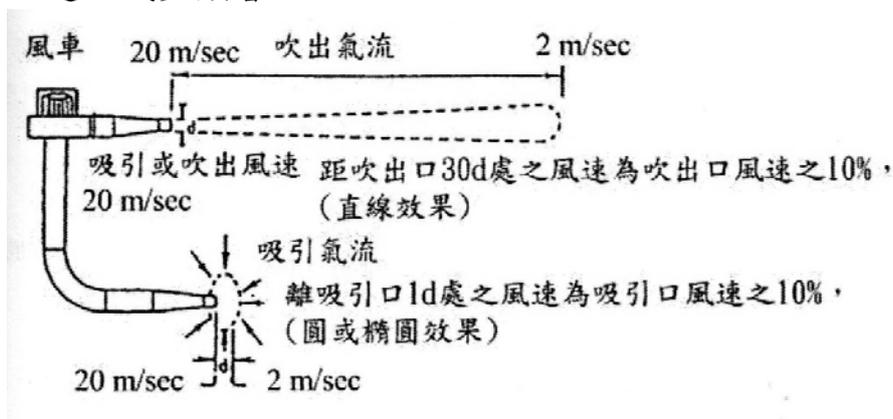
(一)氣罩設置目的與性質

氣罩設置之目的為將局部發生之粉塵或氣體，於其擴散於空氣中受稀釋之前，儘可能以高濃度捕捉收集，以防止環境之污染。而具有擴散性之粉塵或氣體，更需儘可能以小風量將其全部捕集，

為此，氣罩之設置在不妨礙作業前提下，應儘可能接近於污染發生源，且以圍板包圍減少其開口部面積，然需兼顧作業之方便性。

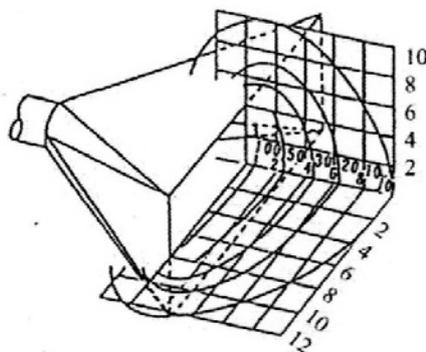
圖5.2.1-1為吹出氣流與吸引氣流之差異示意圖，其表示吹出氣流有長距離直線推進效果，即在其軸上距吹出口口徑之30倍距離處，仍能保有吹出時之1/10風速；然吸引氣流則不同，在吸引口周圍之相等吸引流速平面形成近似橢圓或圓形之形狀，而在中心軸上離吸引口約相等於一個口徑距離處，其風速已減弱至吸引口風速之1/10。

圖5.2.1-2係邊長比為1：2之矩形開口部吸引氣流之等速剖面圖，圖中之數字乃指距中心軸與開口面之距離，及其位置之吸引流速對開口部等速之百分比，由此可知距離開口部愈遠，其吸引流速之減少顯著。



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.1-1 吹出氣流與吸引氣流差異示意圖



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.1-2 邊長比為 1：2 之矩形開口部吸引氣流之等速剖面圖

(二) 氣罩設計原則

局部排氣主要乃利用氣罩收集空氣污染物，氣罩設計得合理，使用較小風量即可有效控制污染物的逸散。反之，用很大的排風量也不一定達到預期的效果。設計時注意以下幾點：

1. 氣罩應儘可能將污染源包圍起來，使污染物的擴散在最小範圍內，以能防止橫向氣流干擾，減少抽氣量。
2. 氣罩抽氣方向儘可能與污染源氣流運動方向一致，充分利用污染氣流的初始動能。
3. 儘量減少集氣罩的開口面積，以減少抽氣量。
4. 集氣罩的吸氣氣流不允許先經工人的呼吸區再進入氣罩。

(三) 氣罩的設計

氣罩的設計主要包含：捕捉速度、風量設計和氣罩入口損失計算等。捕捉速度或稱控制速度，係將位於污染發生源近處或位於包圍型氣罩開口面處正要逸散或擴散之粉塵或氣體，將之吸引導入氣罩開口面內所需之氣流風速稱之。

換言之，即氣罩開口面之吸引風速，必須足以將距氣罩開口面某距離之移動對象物質，以大於捕捉速度之氣流吸引至開口面，而此捕捉速度乃依發生源之狀態及捕捉對象之性質而決定。

表5.2.1-1係不同污染源狀態下之捕捉速度建議範圍，氣罩之形狀與風量，即以捕捉點之風速大於捕捉速度之原則而設計。

表 5.2.1-1 不同污染源狀態下之捕捉速度

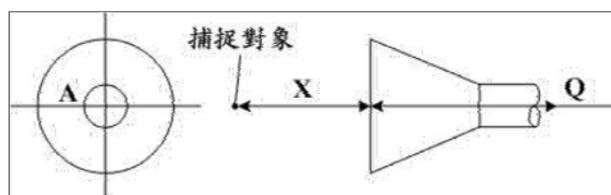
發生或擴散之狀態	實例	捕捉速度 V(m/s)
以無實質速度之狀態逸散於靜止狀態之空氣中	由儲槽蒸發、油脂熔解、其他	0.3~0.5
以低速逸散於較靜止空氣中	噴霧房、間歇式裝箱(容器)、低速輸送機輸送、焊接、鍍金、酸洗	0.5~1

發生或擴散之狀態	實例	捕捉速度 V(m/s)
以活潑之發生擴散於有急速氣流之空氣中	狹長噴漆房內之噴漆、裝袋、輸送機裝卸、粉碎機	1~3
以甚快初速放出於有甚快速氣流之空氣中	研磨、研磨噴砂、滾筒打磨(tumbling)	3~10

密閉或箱式氣罩之抽引風量，可以開口面吸引風速大於捕捉速度之原則計算，設計時並應考量氣流分布之均勻性。

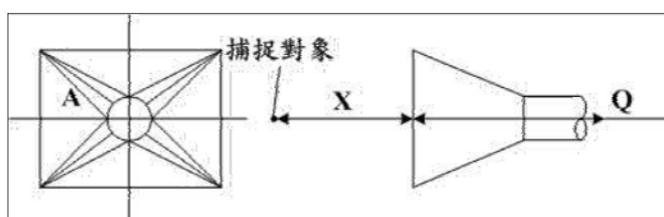
接受型外部氣罩之形狀一般由發生氣流或粉塵之狀態所決定，而其開口面之風速應大於所發生之向量。捕捉型外部氣罩之捕捉點均在開口面外各處，故其形狀及吸引風量須以各捕捉點之風速大於捕捉速度之原則設計及計算。

詳細數據則應由相似形狀氣罩之等速剖面圖(圖5.2.1-2)求之，惟為實際設計之方便，可依下列不同形狀之氣罩(圖5.2.1-3、圖5.2.1-4)而近似估算。



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.1-3 簡單圓形開口氣罩



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.1-4 簡單矩形開口氣罩

A：開口面積

X：開口面與捕捉對象間之軸上距離

Vc：軸上距開口面 X 處之捕捉速度

Q : 簡單圓形開口吸引風量 = $(10X^2+A) \times Vc$

有凸緣圓形開口吸引風量 = $0.75 \times (10X^2+A) \times Vc$

簡單矩形開口吸引風量 = $(1/bX^2+A) \times Vc$

有凸緣圓形開口吸引風量 = $0.75 \times (1/bX^2+A) \times Vc$

(其中，b 值依邊長比之不同而異，表 5.2-2)

表 5.2.1-2 不同邊比 r 之 b 值

r	b	r	b
0.1	0.020	0.6	0.071
0.2	0.037	0.7	0.075
0.3	0.049	0.8	0.078
0.4	0.059	0.9	0.081
0.5	0.065	1.0	0.083

理論上計算靜止之氣體被吸入氣罩進入風管時，若無摩擦損失，則氣罩與風管接觸點附近之靜壓(SP)與風管中之速度壓力(VP)應相等。而實際上當氣體進入氣罩時，由於氣罩之形狀會造成紊流，使部分之速度壓力變成熱能損失，此即稱之為氣罩入口壓力損失，以 h_i 為代表，則：

$$h_i = SP - VP$$

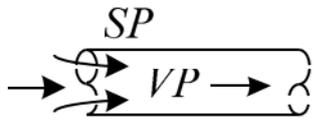
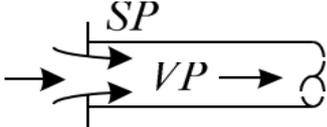
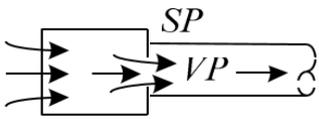
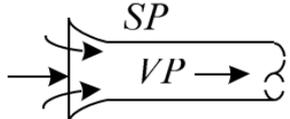
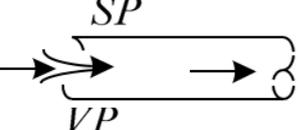
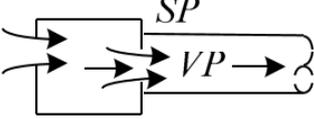
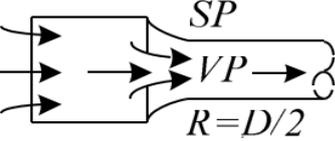
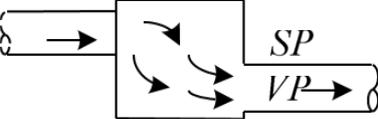
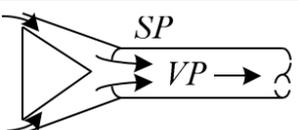
$$h_i = F \times VP = (1/C_i^2 - 1) \times VP$$

C_i : 入口係數

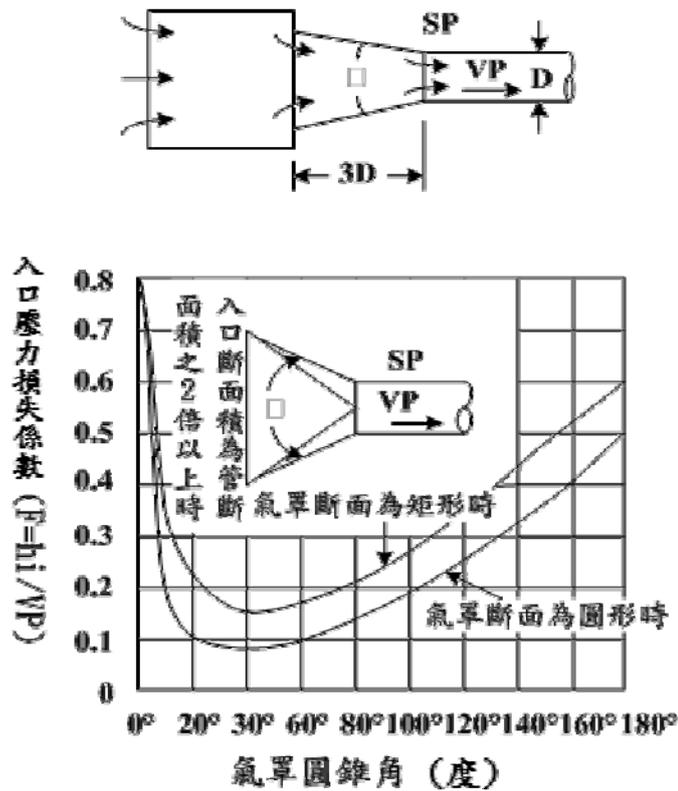
$F = (1/C_i^2 - 1)$: 氣罩入口壓力損失係數。

依實際而求得各種氣罩之 C_i 及 F 值如表 5.2.1-3 及圖 5.2.1-5 所示。

表 5.2.1-3 氣罩入口之壓力損失

圖例	名稱	入口係數 C_i	入口壓力損失係數 $h_i/(VP) = F$
	直管	0.72	0.93
	有凸緣直管	0.82	0.49
	附有直管之廂型氣罩	0.82	0.49
	附有喇叭管之直管	0.98	0.04
	附有孔口之直管，(VP 以孔口為準)	0.60	1.78
	附有孔口及凸緣之直管	0.55	約 2.3 或 1.78(孔口 VP)+0.49(直管 VP)
	附有廂形抽氣罩及喇叭管之直管	0.97	0.06~0.10
	陷捕器或沉降室	~ 0.63	1.5
	複式氣罩 (內附圓錐部)	~ 0.70	1.0

註： $1/C_i^2 = 1 + F$



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.1-5 錐式氣罩入口壓力損失係數

二、風管

在局部排氣系統中用以輸送氣流的管道稱為風管，其目的在使系統成為一體。設置風管應避免污染物沈積於管內，且避免風管壓力損失過大以增加系統壓損。

風管管內風速，集塵裝置風管內之風速必須具有足以搬送所含粉塵之速度，以防止粉塵沈積於風管中，而減少風管之有效送風面積，增加壓力損失及清理維護工作。

但風速若太大，則會增加風壓損失及對風管之磨損，故工業用集塵裝置風管內風速一般約控制於 15~25 m/s 間。將粉塵以不致於沈積之狀態搬送所需氣流速度與粉塵之性質及粒徑有關。若採用高風速時可用小口徑風管以節省設備費用，但因壓力損失與風速之平方成正比，致風車所需動力增大，兩者間之選擇依條件之不同而異，例如須 24 小時連續運轉輸送大風量，且風車之動力費用佔運轉成本之大部分時，

宜採用低風速。

風管壓力損失，風管之壓力，可分為兩種，即靜壓和動壓，靜壓用以產生系統之初速度及克服氣流之摩擦阻力和紊流。動壓又稱為速度壓力，即氣流運動所造成之壓力，若將氣流視為密度 1.2 kg/m^3 之空氣，則其和風速之關係，可用下式表示之：

$$V = 4.043 \times VP^{0.5}$$

V：風速(m/s)

VP：速度壓力(mmH₂O)

計算風管之壓力損失時，若氣體含塵濃度在 30 g/Nm^3 以下，通常可忽視其濃度之影響，以下僅就一般氣流進行探討，如需高含塵濃度之資料，可另參照有關氣力輸送裝置之文獻。

圓形直管壓力損失：由於氣流在風管內流動產生摩擦，而造成壓力損失，此摩擦壓力損失可應用 Fanning 公式計算而得：

$$h = DP/r = 2 \times f \times (L/D) \times u^2/g$$

h = 摩擦損失水頭(mmH₂O)

DP = 摩擦壓力損失(kg/m²)

r = 流體之密度(kg/m³)

L = 管長(m)

f = 摩擦係數

D = 管徑(m)

u = 風速(m/s)

g = 重力加速度 = 9.8 m/s^2

至於管入口、擴大管、漸縮管、彎管及合流管等之摩擦損失，亦可依下式求得：

$$h = DP/r = K \times u^2/2g$$

K：抵抗係數，可針對不同形狀而由實驗數值獲得。

長方形風管之壓力損失，若風管斷面形狀屬長方形時，則應換算

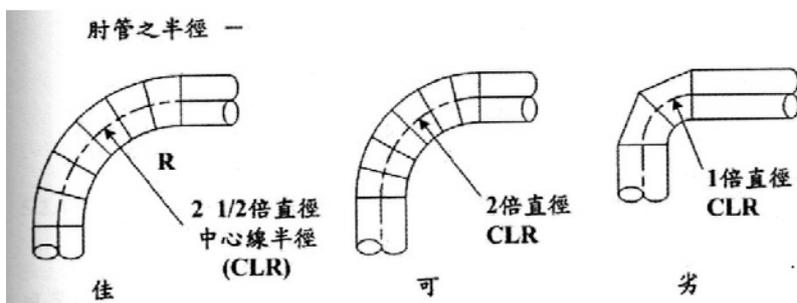
為相同風量、相同單位長度壓力損失之圓形風管直徑計算，其直徑換算可依下式計算：

$$De = 2ab/(a+b)$$

De：換算之等似直徑(equivalent diameter)，a、b 為長方形邊長。

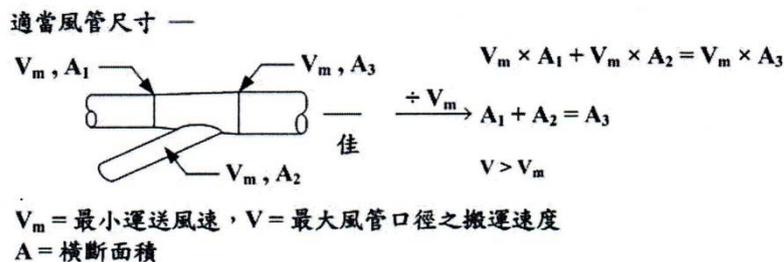
風管之設計原則：

(一)若空間允許，肘管之 R/D 值最好能大於 2。



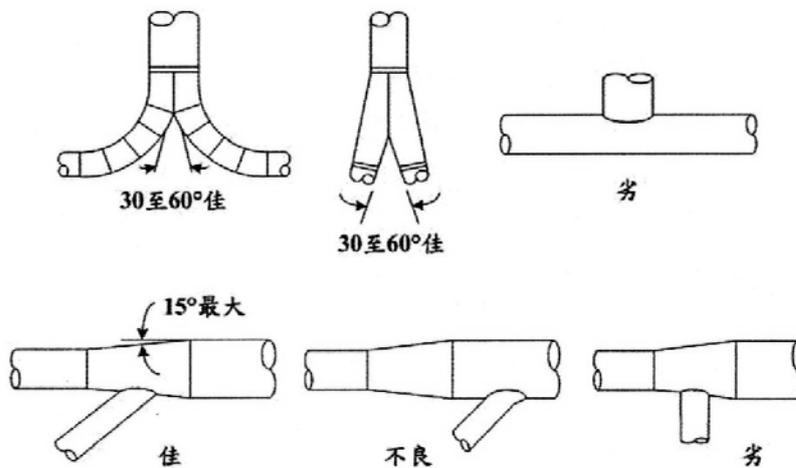
資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

(二)適當之風管尺寸，以確保風管內風速能維持於所選用之搬運速度或較高值。



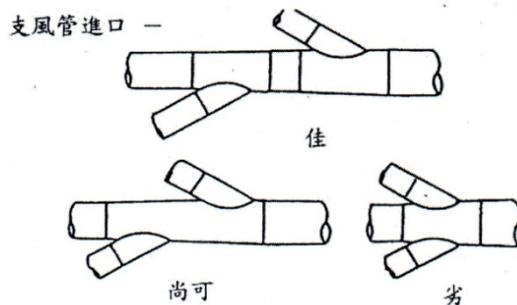
資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

(三)支風管應以小於 60°角進入漸擴之主風管中。



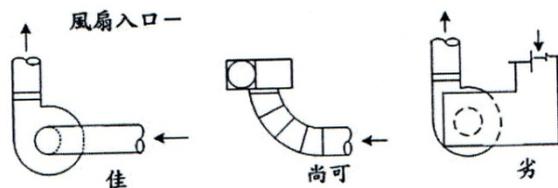
資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

(四)兩支風管不可對向於一點進入主風管中。



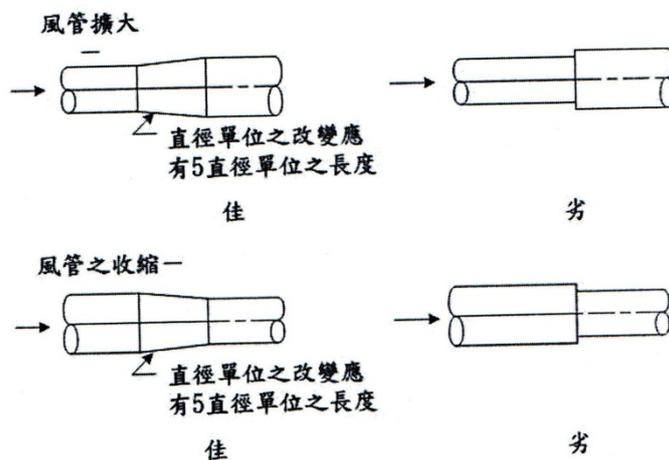
資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

(五)風扇入口最好為直管入口,如必須為肘管入口,則要有一入口箱,箱內有順風片,以消除空氣之旋轉或加諸於風扇葉輪上有不平均負荷,但入口箱仍不適用於含粉塵之氣流。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

(六)風管之擴大與收縮,其直徑單位之改變應有大於 5 直徑單位之長度。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

三、廢氣處理設備

經氣罩所收集之污染物濃度若超過排放標準時,需先經廢氣處理設備處理之,始得以排放。廢氣處理設備之選擇需考慮污染物濃度、污染物特性、廢氣特性、環保法令要求、設置及操作費用與污染物最

終處置等各項條件。

四、風車

風車為局部排氣系統之動力來源，風車之抽引風量需足以確保氣罩所需之最小抽引風車；且風車靜壓需大於系統中各單元之壓力損失總和。

風車之壓力、風量及動力，風車性能(performance)依氣體溫度、氣體密度、輸送量、風阻、葉輪轉速等因素而定。對一風車，轉速改變時：(1)氣體輸送量與轉速成正比；(2)總靜壓與轉速比之平方成正比；(3)馬力需求與速比之三次方成正比。一般而言，總風阻在 1,000 mmAq 以下時，氣體獲得之功率(power)為氣體流量(Q)及總風阻(P)等二者之乘積：

氣體獲得功率(watt) = 氣體流量(Q, m³/s)×總風阻(P, N/m²)

電力輸送至馬達，馬達轉動帶動葉輪，葉輪再對輸送氣體作功。

考量上述能量傳送及風車之熱損，風車效率定義為：

風車效率(E) = 氣體獲得功率/輸入轉軸功率

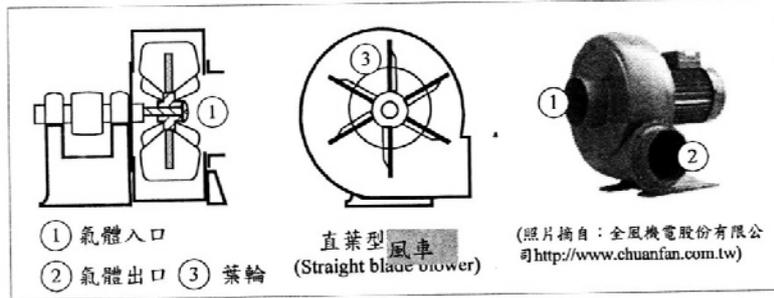
因此，輸入轉軸之功率為：

輸入轉軸功率(watt) = 氣體獲得功率(watt)/風車效率 E

另外，風車效率為 40~80%，一般定為 65%。設若 E=65%，則下式可用以估算輸入轉軸之功率：

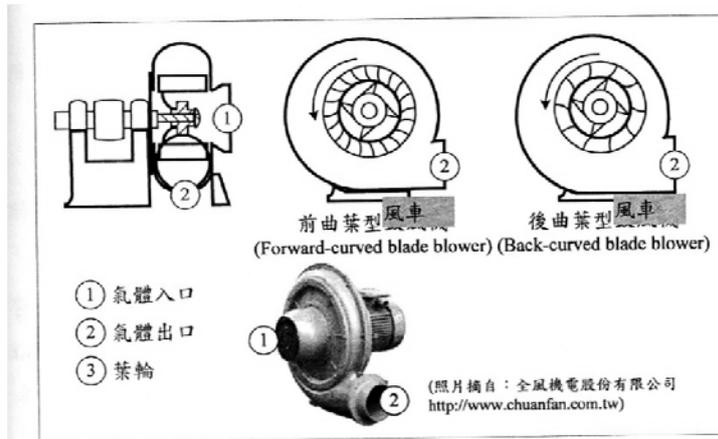
輸入轉軸功率(kW) = 0.000181×總壓力 P (mmAq)×風量 (m³/min)×35.3 ft³/m³÷25.4 mm/inch

風車種類，空污防制工程常用的風車為低中壓型風車，此類風車分為離心(centrifugal)及正向位移(positive displacement)二型。依葉片形式，離心型分直葉、前曲葉、後曲葉三型(圖 5.2.1-6~圖 5.2.1-7)；正向位移型則多為環型風車(圖 5.2.1-8)，用於廢水廠之魯式風車(roots blowers)較少用。



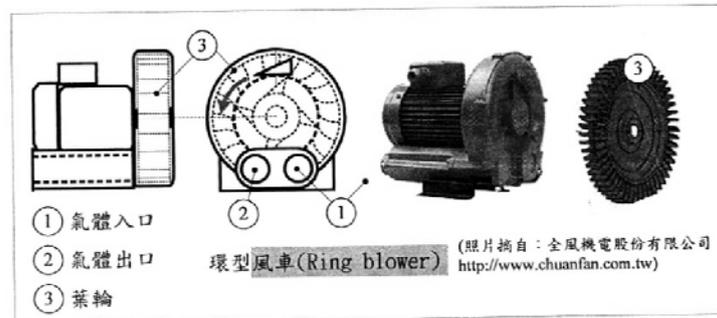
資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.1-6 直葉型風車



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

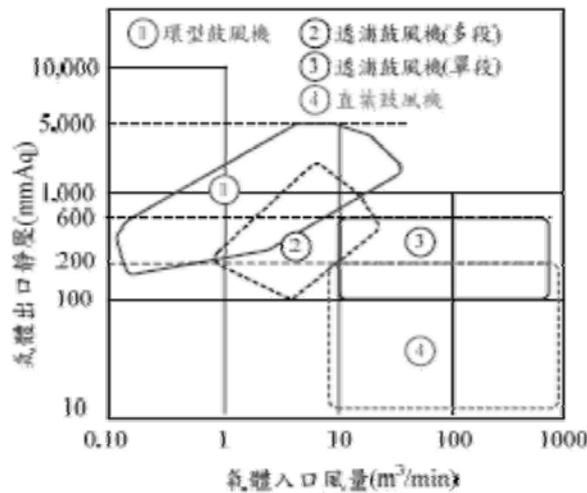
圖 5.2.1-7 曲葉型風車(通稱透浦風車(turbo blowers))



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.1-8 環型風車

風車選用原則如圖 5.2.1-9 所示。環型風車用於低風量(<30 m³/min)及較高風阻(200~5,000 mmAq，水柱高)；透浦(turbo)風車用於廣風量(5~1,000 m³/min)及中風阻(100~600 mmAq)；直葉風車用於廣風量(5~1,000 m³/min)及低風阻(<200 mmAq)。實務上，各型風車之選用須參考供應商型錄及設計者經驗。



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.1-9 風車選用

五、煙囪(或固定排放管道)

經氣罩收集及廢氣處理設備處理後之廢氣，通常經固定排放管道排放，即所謂煙囪。

煙囪需設置「煙道採樣平台」，採樣平台需長 1 米、寬 1 米、高 1 米，載重需大於 200 kg，採樣口高過欄杆 20 公分，高度大於 2 米者，爬梯需設護欄。

採樣平台每年需保養及填寫保養記錄表。煙囪高度需符合現行空氣污染物排放標準之各項規定，以確保由煙囪排放之空氣污染物足以有效擴散。

煙囪之設置高度需符合現行空氣污染物排放標準之各項規定，以確保由煙囪排放之空氣污染物足以有效擴散。

局部排氣系統乃藉由氣罩收集製程中所逸散之空氣污染物，再經由風管輸送，使廢氣經處理設施處理，再予以排放，系統中所需動力則由風車提供。局部排氣系統為工業製程逸散源最直接、最有效的廢氣收集方式，為能確實有效收集廢氣，以控制工業製程的各項逸散源，必須瞭解局部排氣的種類、設計原則、氣罩抽氣量的推估及系統的安排等。

5.2.2 袋式集塵器

袋式集塵器亦稱為濾袋屋，是收集微粒最常用的方法之一，其除塵效率是所有集塵器最高者，袋式集塵器使用的濾布有二種：一為可丟棄者，另一為可重覆使用者。

可丟棄者一般用於室內空氣過濾，它可以作成濾墊或厚濾床(0.3 公尺以上的厚度)的型式。濾墊用玻璃纖維棉作成，外面框以鐵架補強。厚濾床則使用玻璃纖維、玻璃纖維紙或其他惰性材料(如細鋼絲)，此諸濾材對粒徑大於 0.3 μm 以上的微粒，收集效率很高(可達 99.97%)，但是當微粒已累積至相當量或壓力降增至很高時，則必須更換濾材。

工廠的廢氣處理需使用可重覆使用的濾布材料。微粒被濾布收集，穿過濾布的氣體變成乾淨氣體。可重覆使用的濾布濾材中，被收集的微粒需自濾布上清除。洗袋的方式有機械振盪式、脈衝噴氣式及反洗空氣式三種，以脈衝噴氣式濾袋屋的過濾及洗袋效果最好，最為常用。被清除的微粒掉入下方的漏斗後，定期排出或回收使用。

微粒被乾淨濾材收集的機制，最主要者有慣性衝擊、直接截留和擴散三種。當過濾進行時，粉塵餅遂漸增厚，此時粉塵餅的過濾會變成最主要的過濾機制。其他比較次要的收集機制如重力沉降、微粒聚結(或凝結)和靜電吸引等，亦可增加微粒的收集效率。

多個微粒因外力(如音波)聚結成較大的微粒時，收集效率會增高。微粒亦可被帶電荷的濾材吸引而提高效率，這種靜電吸引效應對次微米微粒的過濾效率之提高較為顯著。靜電效應在室內空氣清靜機及空調箱過濾之應用較多，在工業用的濾袋屋上很少使用。重力沉降的收集機制對大微粒於低的過濾速度，及濾材呈水平擺置時較為重要。

袋式集塵器利用過濾作用(直接截取)原理來收集直徑大於 0.3 μm 之粉塵，去除率>99%。廢氣通過袋式集塵器前需將廢氣降溫，可利用廢氣稀釋、輻射冷卻及蒸氣冷卻作為前處理。袋式集塵器的優缺點如下：

優點：(1)設置空間需求小。(2)除塵效率高，>99%。(3)設備成本低。
(4)可回收塵料。

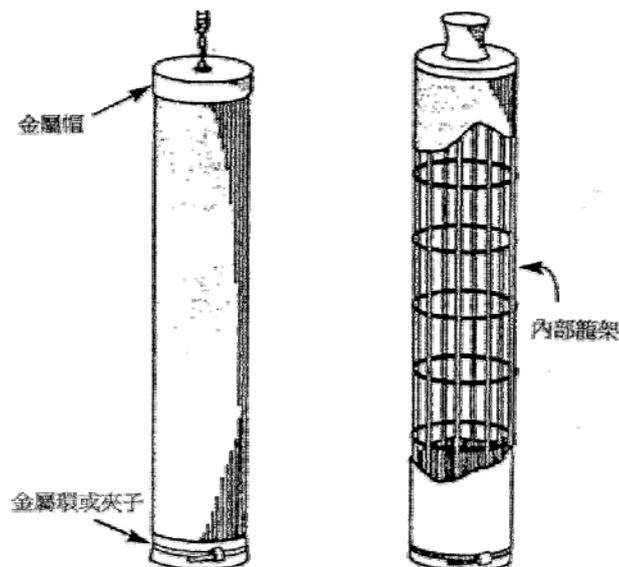
缺點：(1)不適用高溫廢氣。(2)對濕度敏感。(3)需常清理。(4)濾布老化更新成本高。(5)過濾有機質易生爆炸。(6)對過濾速度敏感。

(1)袋式集塵器之系統及構造

可重覆使用的袋式過濾系統稱為袋式集塵器系統。袋式集塵系統包括下列組件：

- 1.濾袋及支架。
- 2.濾袋清洗設備。
- 3.收集漏斗。
- 4.外殼。
- 5.抽(送)風車。

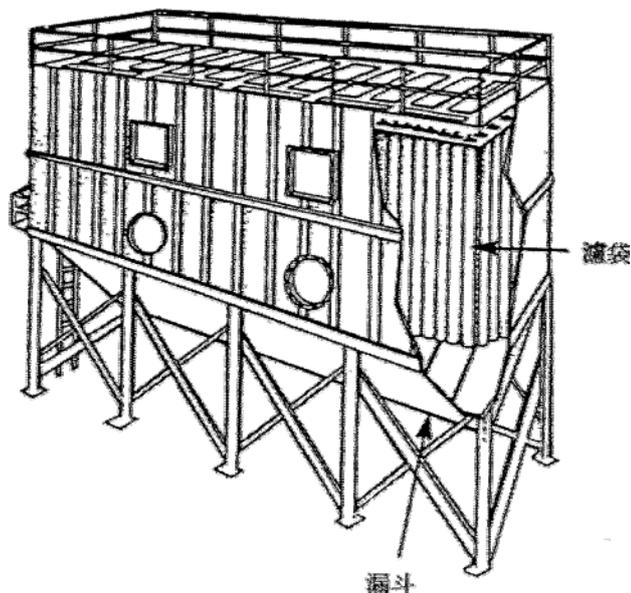
微粒的收集表面包括濾袋和一些支撐濾袋的支架。濾布可用上下兩個鐵環或以鐵籠支撐(圖 5.2.2-1)。大型濾袋屋由數個隔間組成，以便於維護，每個隔間內含許多布管。



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-1 濾袋及其支架

袋式集塵器由數百或數千個垂直懸掛的濾袋構成。當粉塵累積至一定厚度時，粉塵被逆洗清除至下方漏斗，再利用氣壓或螺旋輸送器自漏斗中排出。集塵器外殼用薄鋼板製成，以保護濾袋免受氣候影響(圖 5.2.2-2)。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

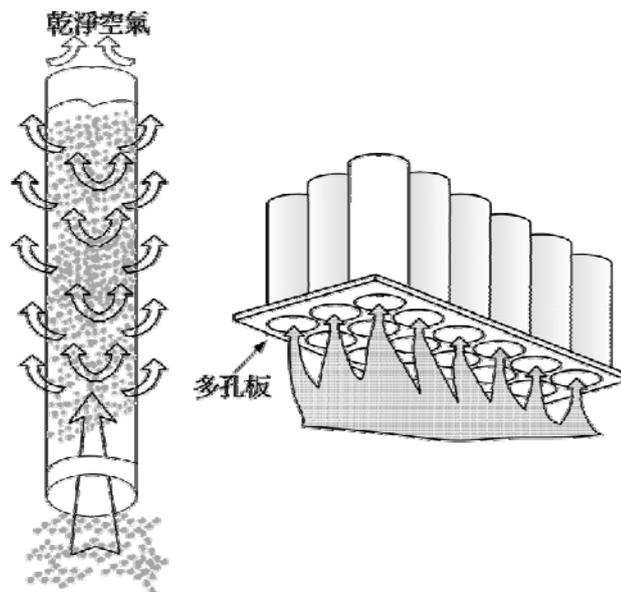
圖 5.2.2-2 濾袋及漏斗

(2) 過濾方式

袋式集塵器依廢氣過濾方向分成兩種方式，一是內部過濾，另一是外部過濾。機械振盪式及反洗空氣式濾袋屋為內部過濾，而脈衝噴氣式濾袋屋則為外部過濾。

內部過濾方式中，含微粒氣體由濾袋下方或上方經由多孔板或擴散翼進入濾袋內部，微粒在濾袋內部被收集，如圖 5.2.2-3 所示。

其中，多孔板是一個環繞著濾袋口的薄鋼板，它將乾淨氣體與濾袋屋的進氣口隔開。髒氣體經過微粒被收集在濾袋內部，乾淨空氣則從濾袋外部逸出。



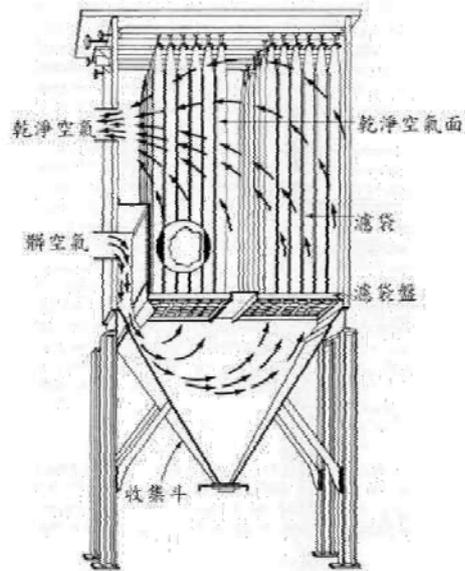
資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-3 內部過濾(微粒被收集在濾袋內部)

在外部過濾系統，微粒收集在濾袋外部。髒空氣自濾袋外部流進濾袋，乾淨的空氣從內部上方逸出。濾袋內部需使用鐵籠或數個鐵環支撐，否則濾袋容易損壞。

廢氣之進氣口依濾袋屋之型式與製造商之不同而異。若進氣口在上方，向下流動的氣體會有一點清洗濾袋的作用，濾袋上粉塵清洗時隔可長一點；若廢氣由下方進入，進氣口通常就位於漏斗上方(圖 5.2.2-4)。

下方進氣式在設計及製造上比上方者容易一些，但是應注意氣體流動方向及分布情形，免得將粉塵自漏斗中再揚起。為了使含有粉塵的廢氣能夠均勻分布在每個濾袋，在漏斗內靠近進氣管的地方通常會裝設擋板，使氣流分散。

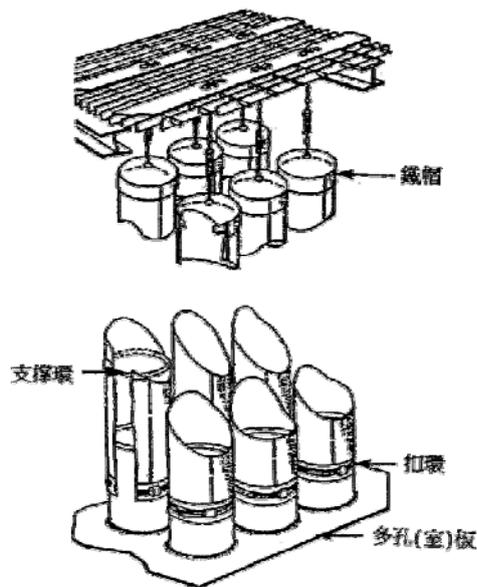


資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-4 濾袋屋之粉塵進口

(3) 濾袋與其配件

濾管長度及直徑依設計及製造商之不同而異，通常長度在 3~12 公尺、直徑在 0.15~0.45 公尺間。濾袋通常垂直懸掛，下方或上方用鐵環、鐵帽、夾具或扣環等支持(圖 5.2.2-5)。多孔銅板也用在某些系統作為濾袋支撐之用。外部過濾系統之濾袋內部用鐵籠支持，濾布則用扣環夾撐在鐵籠上。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

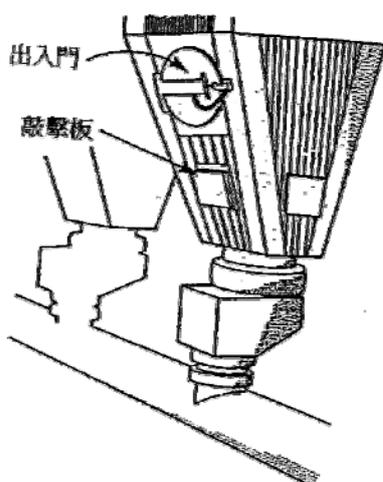
圖 5.2.2-5 濾袋附件

(4)外殼

袋式集塵器由堅固的鋼板構成。它可以是處理廢氣量小時用的獨立單元，或廢氣量大時用的多個分隔室的組合。廢氣流量小的場合有噴漆或研磨等操作的廢氣排放；流量大的場合有工業鍋爐或煉鋼廠等。高溫廢氣若含水分，應考慮在濾袋屋外部使用絕緣材料，以免因氣體冷卻時水氣及酸霧凝結在壁上，加速濾袋屋的腐蝕及損壞。

(5)漏斗

漏斗是儲存粉塵的裝置。通常漏斗內部設計成 60° 的斜坡，讓粉塵能從上方自由的掉到漏斗的底部。有些製造商在漏斗上裝了打擊板、振動器、敲擊器或搗灰孔等，以促進粉塵的排放。打擊板只是鎖在或焊在漏斗外壁的金屬板，若是粉塵阻塞，可以用木槌敲擊打擊板，讓粉塵掉到下方的排放裝置。漏斗外壁經常裝有保養檢查用的門或是孔，詳如圖 5.2.2-6 所示。



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-6 漏斗

(6)濾布材料與濾袋清洗

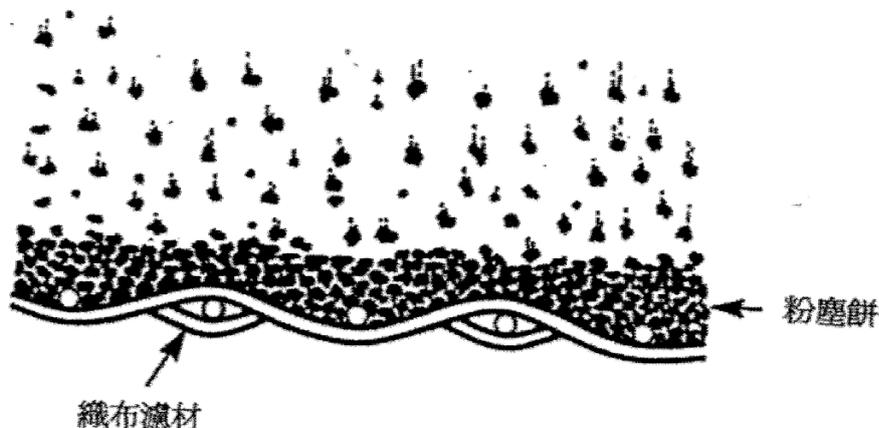
濾袋使用二種濾材：織布型(woven)或毛氈型(felted)兩種。織布型濾材是由細紗編織而成，毛氈型濾材是將不規則的纖維壓縮成濾墊並用較鬆散的編織材料作背襯。織布型的濾材適用於低能量之清洗法，如振盪式或反洗空氣式濾袋屋；毛氈型濾材則適用於高能量清洗方法，如脈

衝噴氣式濾袋屋。

織布型的濾材真正過濾的表面是堆積的粉塵餅(filter cake)。濾袋捕捉過濾初期時的微粒，除塵效率較差，當微粒由於衝擊、擴散及截留等機制被捕捉時，織布的空隙便逐漸被填滿，這個過程稱為濾餅過濾(圖 5.2.2-7)。

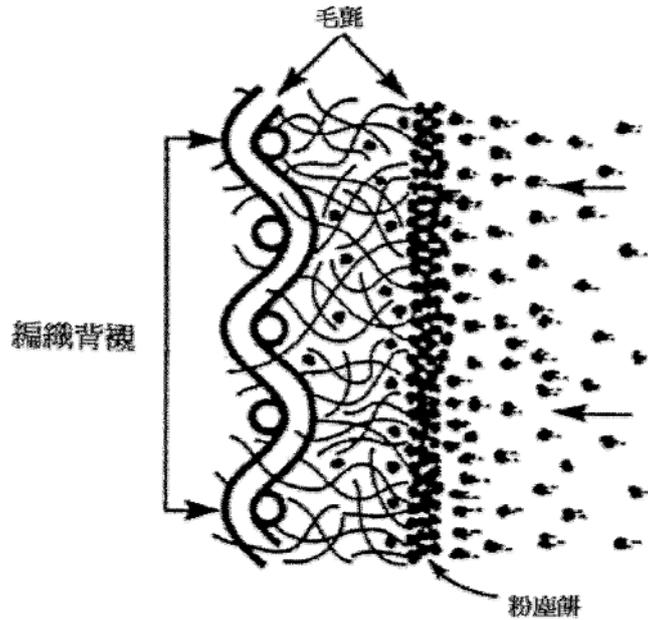
當塵餅產生後，除塵效率變得很高，甚至可達 100%，這時的壓降增加太多，需要進行洗袋。有效的過濾時間依微粒之濃度而異，從 15~20 分鐘至數小時之久都有可能。

毛氈型濾材是由不規則方向的纖維壓縮在編織背襯上，毛氈與編織背襯之間以化學、加熱樹脂或縫合等法接合。與織布型濾材不同的是，這種毛氈式濾材的每根纖維都是收集粉塵的標的，即使是小微粒在過濾開始時會在濾材表面上被收集(圖 5.2.2-8)，效率即很高，當粉塵餅形成時，濾餅過濾的除塵效率變得更高，接近 100%。毛氈型的濾材較厚，厚度約織布型濾材的 2~3 倍。



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-7 濾餅過濾現象



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-8 毛氈式的濾材

毛氈式濾材通常使用脈動噴氣式洗袋法，此法在每單位濾布面積上能處理的空氣量較振盪式或反洗式之洗袋法為高。毛氈型濾布不適用於處理含高濕度的廢氣(尤其當微粒是親水性時)，以免濾布阻塞而無法使用。

(7) 纖維種類

濾布使用之纖維材料依工業應用上之不同而異，分成天然及人造纖維兩種，目前以人造纖維的使用最為普遍。天然纖維由棉花或羊毛作成，價格低廉，但氣體溫度不能超過 100°C，且耐磨性差。

人造纖維的耐溫性及耐蝕性較天然纖維佳，其中聚脂纖維 (polyester)、諾美克斯 (Nomex, aromatic polyamide)、桑通 (Ryton, polyphenylene sulfide)、P-84 (polyimide) 等常被採用，具良好的耐溫性及耐磨性，人造纖維以聚脂纖維的價格最低。鐵弗龍 (Teflon) 及玻璃纖維 (Fiberglass) 之耐溫性可高達 260°C，且耐酸性高，但價格昂貴。表 5.2.1-4 列出各種纖維材料之溫度上限、耐酸鹼性、抗磨性。

表 5.2.1-4 濾袋使用之典型纖維材料

濾布種類	最高耐溫(°C)	抗酸性	抗鹼性	抗撓曲磨損性
棉花(cotton)	82	差	很好	很好
聚丙烯(polypropylene)	88	好-絕佳	很好	絕佳
尼龍(Nylon)	93~107	差-普通	好-絕佳	絕佳
奧龍(Orlon ^R)	116	好-絕佳	普通-好	好
壓克力(acrylic)	127	好	普通	好
聚脂纖維(polyester)	150	普通	普通	絕佳
諾美克斯(Nomex ^R)	204	普通	佳	絕佳
桑通(Ryton ^R)	180	絕佳	絕佳	佳
P-84 ^R	240	佳	普通	普通
鐵弗龍(Teflon ^R)	232	絕佳	絕佳	普通
玻璃纖維(Fiberglass ^R)	260	差	普通	普通

註：R：註冊商標

濾布在使用前通常需經過預先處理，如水洗、烘乾及熱固加工，以增進機械及尺寸方面的穩定性，避免使用時尺寸縮小；另外，表面也須經加工處理，如樹脂加工、牙光加工、燒毛加工等，以提高過濾及洗袋之性能，延長濾布的壽命。例如用矽脂處理過的濾布在粉塵餅去除時效果較佳。

(8) 濾袋損壞的機構

濾袋破損更換佔了濾袋屋操作成本的最大比例。縮短濾袋壽命的原因主要有三種：刮損、熱損及化學侵蝕。選擇濾袋時最主要的設計參數是廢氣溫度，它決定了濾袋的材質。有時降低氣體溫度以防止熱損雖然可行，但是要注意濕氣及酸霧凝結所造成的腐蝕問題。

濾袋最常碰到的另一個問題是刮損。刮損是由於布管的距離太近，導致濾袋在洗袋時互相摩擦或是濾袋與支撐物間摩擦。

例如在振盪洗袋時，若振盪太劇烈，濾袋連接支持物之處容易破裂；若採脈衝噴氣洗袋，濾袋可能因不斷與鐵籠作微小的摩擦而導致損壞。因此若是濾袋屋設計不當，使用太高的過濾速度，使得粉塵餅形成很快，需經常洗袋時，濾袋刮損的情形就會很嚴重，濾袋壽命會大幅縮短。在

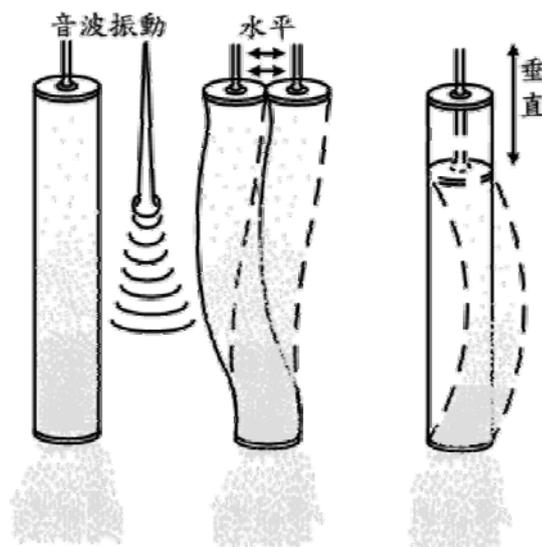
正常的設計及操作狀況下，濾袋應可使用一年以上或是更長的時間。

(9) 濾袋清洗

濾袋之清洗方式依時間順序區分為間歇性、週期性及連續性洗袋等三種。間歇性法是在需要時才洗袋，洗袋時需停止操作，濾袋一排一排或同時被清洗，此法適用於批式生產製程。週期性法用於具有多個分隔室(濾室)的濾袋屋除塵設備，洗袋時將廢氣自欲清洗的那個分隔室轉入其他已清洗好的分隔室，過濾因而不會中斷，一個分隔室清洗完之後再轉至其他分隔室清洗，週而復始。

連續洗袋是一種自動的方法。常用的例子有脈衝噴氣式法。此法最大的好處是過濾不受影響，在每一個時段裡，總有一排濾袋正在接受清洗，其他濾袋則正常操作。大型的濾袋屋通常設計成許多的分隔室，若某一分隔室的濾袋破損，僅需將該部分停機修理即可。

濾袋清洗的方式常用者包括機械振盪、反洗空氣及脈衝噴氣式三種。機械振盪法(圖 5.2.2-9)可藉手動來達成，但大型濾袋屋通常使用機械振盪，振盪可以水平或上下方向為之。在振盪洗袋法裡，濾袋的上方密封連接扣環或掛鉤，下方則敞開連接多孔板。

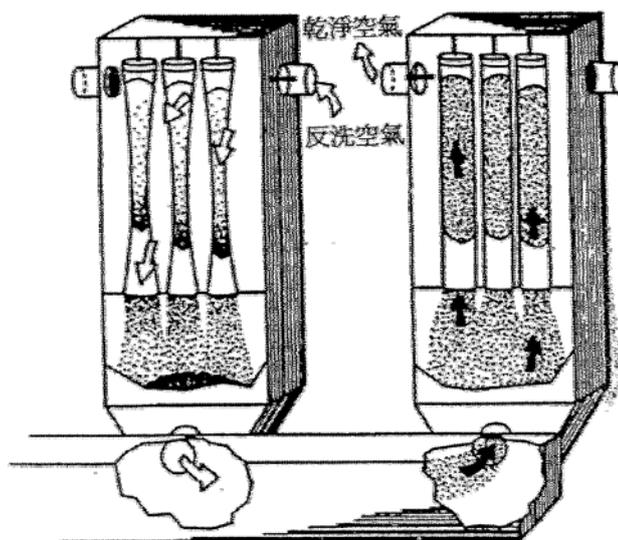


資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-9 振盪洗袋法

振盪的力量及頻率依製造商之設計及粉塵餅之性質而異。若是收集黏性大的粉塵，振盪所需力量太大，容易損壞濾布，因此振盪式清洗法不適用於收集黏性大的粉塵。有一些設計使用如圖 5.2.2-9 所示的音波振盪來進行洗袋，由於音波頻率低，不至於發生可感知的噪音，目前此法並不常用。

反洗空氣法是最簡單的方法之一(圖 5.2.2-10)。在此法中，廢氣暫時停止進入濾袋屋，在過濾的反方向引入低壓之乾淨空氣使濾袋凹陷，黏於其上的粉塵餅便自然破裂並掉落漏斗中。由於洗袋之力量溫和，若使用反洗空氣法時，可以使用抗磨性較差的濾材如 Fiberglass 等。使用反洗空氣式洗袋法時，通常將濾袋屋分成多個濾室。當一個濾室被清洗時，其他濾室仍可照常運作。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

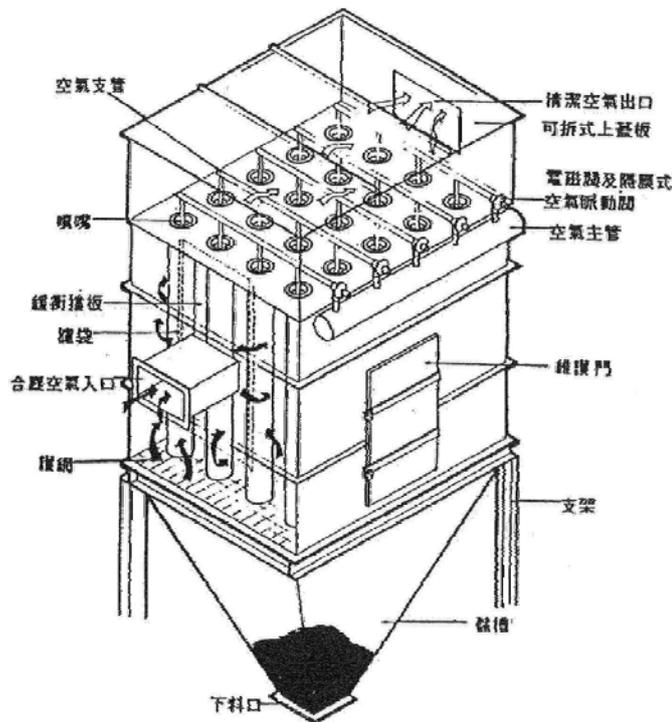
圖 5.2.2-10 反洗空氣洗袋法

在袋式集塵器中，空氣-濾布比(air to cloth ratio, A/C 比)是一個很重要的操作參數。A/C 比定義為單位濾布面積所通過的氣體流率，其單位為 $(\text{cm}^3/\text{sec})/\text{cm}^2$ 。A/C 比與過濾速度之意義相同。

反洗空氣式的濾袋屋 A/C 比較低，在 0.5~1.5 cm/s 間。比較之下，振盪式的濾袋屋過濾速度較高，其值在 1.0~3.0 cm/s 間。過濾速度高(或 A/C 比高)，表示單位濾布面積可以處理較大流量的氣體，因此就處理相

同的廢氣流量而言，反洗空氣式濾袋屋之體積比振盪式者龐大。

第三種濾袋清洗法是常用的脈衝噴氣法。現在的濾袋屋絕大部分使用此方式洗袋。高壓的空氣經由濾袋上方的文氏管由上往下噴出，形成壓力波往下方移動，濾袋遇此壓力波時會膨脹，附著於其外的濾餅隨即破裂掉入漏斗之中(圖 5.2.2-11)。壓力波到達濾袋底部再折回之時間約 0.3~0.5 秒。在有些設計中，並未使用文氏管，空氣脈衝直接由吹管上之噴嘴噴入濾袋中，進行洗袋。



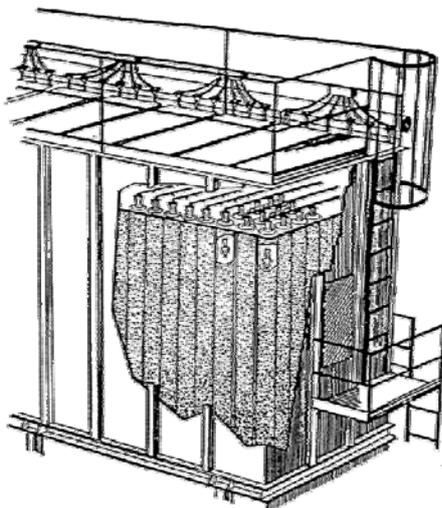
資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-11 脈衝噴氣式集塵器裝置圖

脈衝噴氣反洗系統設計時，需注意噴出氣體強度需足使壓力波到達袋底且能使濾餅裂開。空氣由一排濾袋上方的共用管路中供應，經由每個濾袋上方的文氏管產生強氣流。使用的壓力在 414~689 kPa 間(見圖 5.2.2-12)。

脈衝噴氣洗袋法使用之濾袋直徑在 0.10~0.15 公尺間，長度為 3.05~3.66 公尺，也可長達 7.6 公尺。相對之下，機械振盪式及反洗式之濾袋比較大，其直徑在 0.15~0.45 公尺間，長度可達 12 公尺。脈衝噴氣式的過濾速度之設計值比其他方式為高，在 1.0~7.5 cm/s 間。因為強壓

力波的關係，濾材需使用毛氈式的材料，比較耐用。由於沒有可動的機械零件，同時清洗的時間很短暫，此方法廣受歡迎，但是濾布之抗拉強度要求較高，才能應付強壓力波的衝擊。使用脈衝噴氣方法若能減少洗袋的頻率，濾布壽命可延長。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.2-12 脈衝噴氣式集塵器之空氣供應系統

(10)過濾速度

如前所述，過濾速度與空氣-濾布比(A/C)是相同的。過濾速度愈高，表示濾布的使用面積較少，初設成本較低，但是太高的過濾速度會使洗袋的頻率增加，濾袋的壽命會縮短，反而增加更換濾袋的費用。過濾速度 V_f 可以用下式表示：

$$V_f = Q/A_c$$

$$Q = \text{氣體之體積流率}(\text{cm}^3/\text{s})$$

$$A_c = \text{濾布表面積}(\text{cm}^2)$$

空氣-濾布比(A/C)是單位濾布表面積所能過濾之空氣流量，與過濾速度具相同之物理意義。A/C 比隨不同之濾袋屋設計而異(表 5.2.1-5)。機械振盪式與反洗空氣式之濾袋屋 A/C 較小，分別小於 3 與 1.5 cm/s；脈衝噴氣式之 A/C 較大，在 1.0~7.5 cm/s 間；對於燃燒廢氣之處理，通常使用的 A/C 在 1.0~2.0 cm/s 間。亦即對同一廢氣流量而言，脈衝噴氣

式濾袋屋比其他兩種濾袋屋體積來的小。

A/C(或過濾速度)是設計及操作濾袋屋之重要參數。假若操作時 A/C 過高，粉塵餅可能會被緊壓在濾袋上，造成嚴重的壓力降，而且粉塵餅可能過早破裂，造成效率降低。A/C 比低之濾袋屋的問題是濾袋屋之體積會變得龐大一些。

表 5.2.1-5 典型的空氣—濾布比(A/C)

濾袋	
屋洗袋方式	A/C 範圍(cm/s)
振盪式	1.0-3.0
反洗空氣式	0.5-1.5
脈衝噴氣式	1.0-7.5

高的 A/C 將造成壓力降過高，效率降低，粉塵阻塞，以及因高應力導致濾袋提前破損等。由氣布比 A/C 可以決定總濾布面積，考慮安全係數，總濾布面積 A 必須比淨濾布面積 A_n 大，以一大於 1.0 的因子 f 乘上 A_n ，可得總濾布面積 A，安全因子 f 可由表 5.2.1-6 查得。

表 5.2.1-6 淨濾布面積 A_n 與因子 f 之關係表

淨濾布面積 A_n (m ²)	淨濾布面積 A_n (ft ²)	Factor f
1 ~371	<4,000	2.0
372 ~1,114	4,000 ~12,000	1.5
1,115 ~2,229	12,000~24,000	1.25
2,230~3,344	24,000~36,000	1.17
3,345~4,459	36,000~48,000	1.125
4,460~5,574	48,000~60,000	1.11
5,575~6,689	60,000~72,000	1.10
6,690~7,803	72,000~84,000	1.09
7,804~8,918	84,000~96,000	1.08
8,919~10,033	96,000~108,000	1.07
10,034~12,263	108,000~132,000	1.06
12,264~16,722	132,000~180,000	1.05
> 16,723	> 180,000	1.04

5.2.3 濕式洗塵器

濕式洗塵器(又稱為洗滌器)種類很多，它是利用液體(通常為水)去

除微粒或有害氣體的設備。濕式洗塵器的最大的特點是可同時去除粒狀及氣狀污染物。濕式洗塵器的設計彈性比其他污染控制設備大，除塵效率也可以設計得很高，但會衍生出其他問題，譬如對除塵效率要求高時則壓力降太大、操作成本較高、產生的副產品不易處理、空氣污染問題可能轉化成水污染及工廠需要有廢水處理設備等。濕式洗塵器(如填充塔)去除有害酸鹼氣體是目前最廣為使用的方式，此時可能有部分的大微粒會同時被去除，但是對於小於 1 μm (次微米)的微粒的去除效果不佳。

濕式洗塵器與其他控制設備相比，有如下的優點：

1. 空間需求小：整個系統可以設計在地面窄小、屋頂不高的地方。
2. 沒有二次粉塵產生：被收集的粉塵不會再逸出或再進入系統中。
3. 可同時收集微粒和氣體：對規模小的工業比較經濟，不需再投資不同的設備來收集微粒及氣體。尤其是焚化爐排氣處理更適合使用。
4. 可處理高溫、高濕氣體：可以避免ESP 及袋式集塵器之溫度限制以及凝結問題，因在濕式洗滌器中氣體受冷且積塵不斷的被洗除。
5. 使氣體加濕：噴水過程使氣體溫度降低，體積流率減小，故風車及管道尺寸可以減小。
6. 火災及爆炸性災害最小：因為利用噴水洗塵，故其他乾式集塵器特有的火災及爆炸事件，在濕式洗塵器很少發生。

但濕式洗塵器亦有下列缺點：

1. 腐蝕：水及被吸收之氣體可能產生腐蝕性的酸液，選用材料時需特別的注意。
2. 白煙：自濕式洗塵器排出之高濕度氣體會形成可見的蒸氣柱，此問題以冬天最嚴重。
3. 壓力降及功率需求高：只有當壓力降高的時候，濕式洗塵器的除塵效

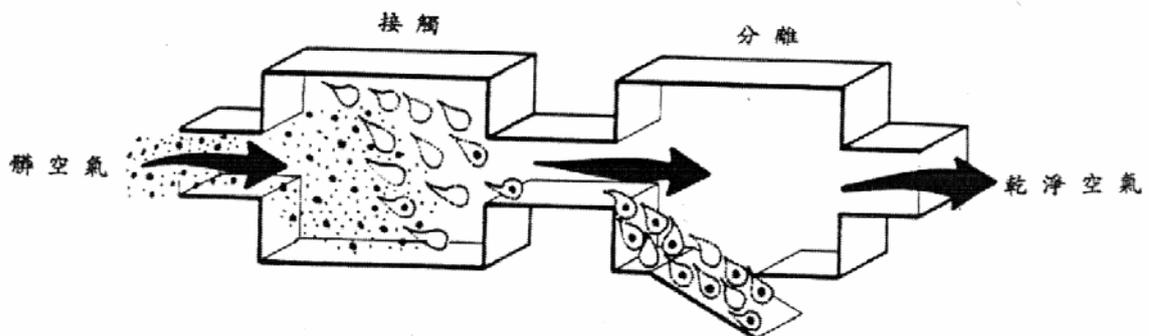
率才會高，因此操作成本會相對提高。

- 4.水污染：通常需使用廢水處理設備處理排出的廢水，以符合廢水排放標準，因此若工廠無廢水處理設備時，需增加廢水處理設備。
- 5.難回收副產品：因為污泥脫水及乾燥之成本高，粉塵之回收再利用比較困難。

濕式洗塵器之除塵原理是使粉塵微粒與 50 至 500 μm 直徑的水滴接觸而被收集。這些含微粒之大水滴藉著重力、與擋板衝擊或離心力自廢氣中分離，而達除塵目的。

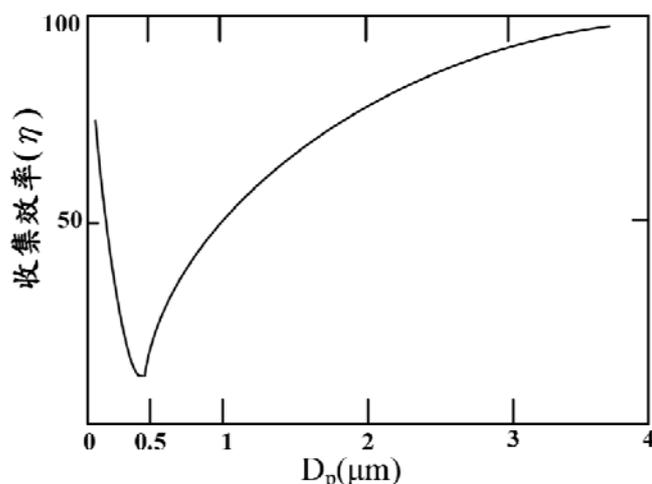
圖 5.2.3-1 所示，為一般濕式洗塵器內的兩個區域：接觸區及分離區。液滴經由噴嘴、文氏管或機械帶動的轉子產生，在接觸區內微粒藉由三種機制與水滴接觸，即慣性衝擊(inertial impaction)，直接截留(direct interception)及擴散(diffusion)慣性衝擊是粒徑大於 1 μm 以上微粒之最重要收集機制；直接截留對粒徑接近於水滴粒徑之微粒比較重要。在濕式洗塵器內，水滴粒徑通常大於 50 μm ，但微粒粒徑則通常小於 5 μm ，故直接截留並非重要的除塵機制。

由於擴散效應，小微粒接觸水滴的機會也很大，導致收集效率的增加。圖 5.2.3-2 顯示一個流動床洗塵器之收集效率與粒徑的關係。由圖可見，很大及很小的微粒分別因為慣性衝擊及擴散的收集機制比較重要的緣故，收集效率比較高。



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.3-1 濕式洗塵器的除塵原理



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.3-2 流動床洗塵器之收集效率與微粒粒徑(Dp)的關係

(1) 濕式洗塵器系統

商用的濕式洗塵器系統含有下列諸項組件中的部分：噴嘴、文氏縮管、衝擊面(如擋板、填充物、泡罩等)、旋風集塵器等。由上列組件之不同組合便可變成數種不同的濕式洗塵器。

洗塵器利用氣體之壓力降(ΔP)可分低能量($\Delta P < 2$ 公分水柱 (cmH₂O))，中能量($\Delta P: 2 \sim 6$ cmH₂O)及高能量($\Delta P: > 6$ cmH₂O)(註 1 cmH₂O = 98 Pa)。大部分濕式洗塵系統遵循收集效率隨功率消耗(與 ΔP 成正比)增加而增加的原則。氣體之壓降愈大表示除塵效率愈佳，但操作成本也會愈高。

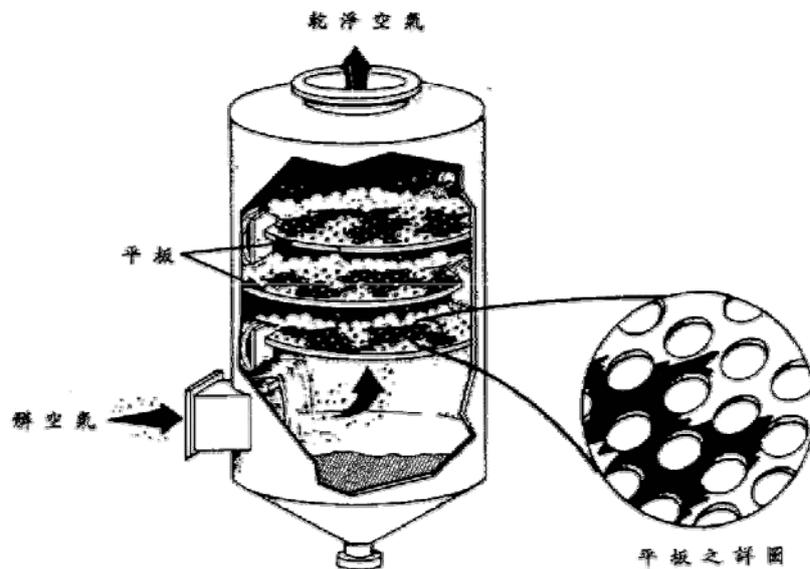
濕式洗塵器依能量消耗方式分為氣相接觸式、液相接觸式、氣液相接觸式及機械補助式等四種：

(1-1) 氣相接觸式洗塵系統

利用製程排出的廢氣提供微粒及液體接觸能量者稱為氣相接觸洗塵系統。當氣流通過一個液面時，液體被剪力打碎變成液滴。氣體中的微粒被液滴收集，最後液體被旋風或重力方式除去。剪力的產生方法有許多種，氣體可以強行通過自平板流下之液體，或氣體從覆有液體之平板上的小洞吹出或文氏管(venturi tube)等均能產生液滴。這類洗塵器包

括平板洗滌器 (plate scrubbers)及文氏洗滌器(venturi scrubbers)。

平板洗滌器如圖 5.2.3-3 所示。在逆流式的系統中，水由上往下流，廢氣由下往上流動。當廢氣穿過小孔時霧化孔中的液體，廢氣中之微粒打擊在液滴上而被收集。平板上每平方公尺含 6,500~3,2000 個小孔。在對流式的設計中，最乾淨的液體在最上方的平板上收集最乾淨之氣體中之微粒。與氣體吸收不同的是，這個系統通常 2~3 個即足夠。對微粒之收集而言，增加平板數目並不能顯著的提高除塵效率。

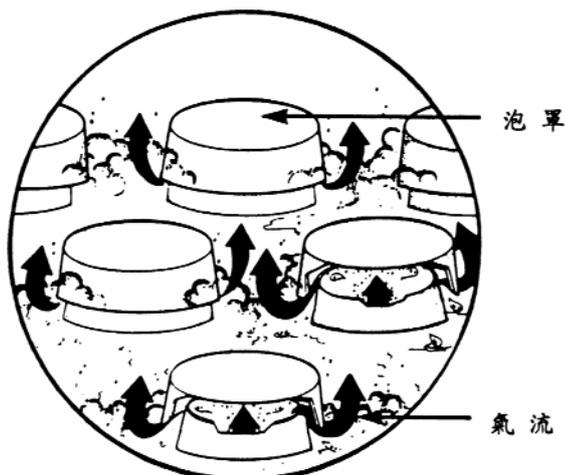


資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.3-3 多孔平板洗滌器

減少孔徑以及增加平板上小孔的數目皆可提高除塵效率，在每個小孔上加裝衝擊板也可提高除塵效率，固定的衝擊擋板迫使氣流之方向改變，使微粒更易於接觸液滴。氣體通過小孔之速度在 370~610 cm/s 間，小孔孔徑為 0.32~0.64 cm 間。氣體流向被迫改變的結果是液體霧化之效果增加，平板上方也產生紊流泡沫，這些現象都會使微粒與氣體之接觸機會大增，效率可以提高，但是壓力降會增加。

平板洗滌器之問題出在氣體流量降低時，液體會自小孔中向下流出，因而降低衝擊的速度、泡沫量及收集效率。當製程之排氣流量不穩定或太低時，可以使用如圖 5.2.3-4 所示泡罩式之衝擊面。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

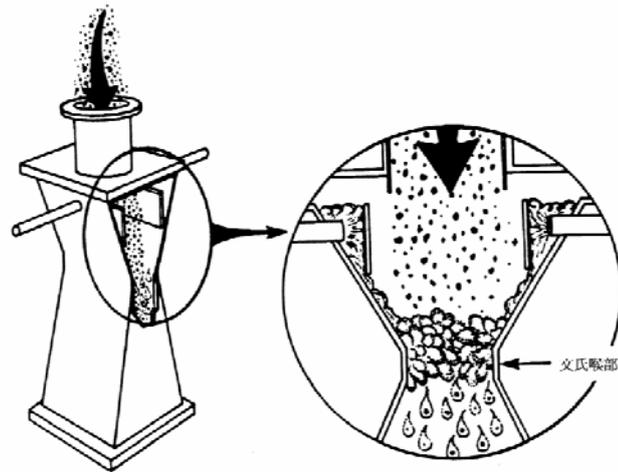
圖 5.2.3-4 泡罩之衝擊表面詳圖

平板洗滌器是中能量型之洗滌器，除塵效率中等。當它使用於高濃度之粉塵、黏性粉塵或結垢性粉塵時可能會阻塞平板上的小孔。它適用於同時去除氣體污染物及粒狀污染物。表 5.2.3-1 列舉一般平板洗滌器之操作特性，平板洗滌器無法去除小於 1.0 μm 之微粒。

表 5.2.3-1 平板洗滌器之操作特性

壓降(ΔP)	液/氣比 (L/G)	液體入口 壓力(PL)	截取直徑 (DPcut)	應用
每盤2.5~20 公分水柱高	0.3~1.2 公升/m ³	< 0.33 kg/cm ²	> 2.0 μm	煤碳乾燥機、煉鋼煅燒 爐、鍋爐、化工製程、 煉油廠、焚化廠

圖 5.2.3-5 顯示了最簡單的文氏洗滌器的示意圖。文氏洗滌器是所有濕式洗塵器中，效率可提升至最高者，也是唯一可以去除次微米微粒者，雖然欲達到高的除塵效率時，文氏洗滌器需要大的壓力差，但是因為系統之彈性使它的運用範圍很廣。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

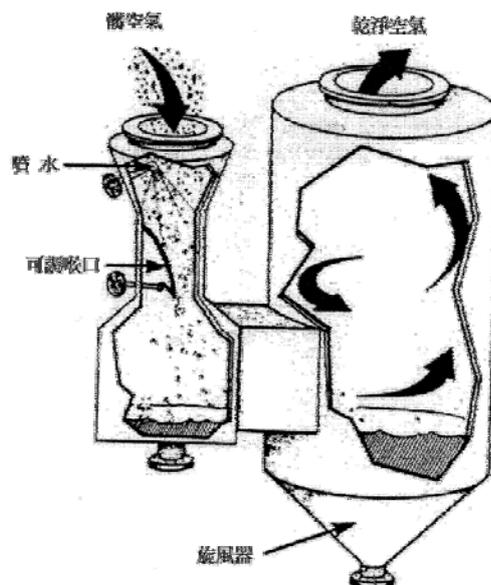
圖 5.2.3-5 典型的文氏洗滌器

文氏管是利用氣體通過窄小的喉部，產生高速氣流，剪斷並打碎注入管壁之液體，因而產生液滴。氣體通過窄小的喉部時，速度可高達 61~244 m/s(200~800 ft/s)。

這個高速氣流亦產生了小的液滴，因而可以增加收集效率。在喉部產生的無數液滴以及喉部的紊流使微粒與水霧碰撞之機會大增。注水量與液滴之產生有關，通常增加液/氣量之比可以提高除塵效率。但水量超過某個上限值時，除塵效率就不再增加。含塵粒之液滴最後仍需被排除。液滴直徑通常在 50~500 μm 間，因直徑大容易被旋風集塵器及除霧器的複合系統去除。

商用文氏洗滌器有許多不同種類，差異在注水方式及喉部設計。譬如有的液體注入方式是由上而下旋轉進入喉部，潤濕喉部後，再被高速氣體霧化。

在噴水式的文氏洗滌器中，以 0.33~1.0 kg/cm^2 的低壓水噴入喉管之中，能使液體在大一點的喉口中更均勻的分布。液體霧化之效果來自噴嘴及高速氣流，但仍以高速氣流之霧化為主。文氏洗滌器需維持一定之氣體壓力差(或氣體流量)以保持相當之除塵效率，有一些洗滌器係專為氣體流量隨時間改變之製程而設計，圖 5.2.3-6 即是這一類的設計。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.3-6 可變喉口之文氏洗滌器

雖然文氏洗滌器主要用於去除粉塵微粒，但亦可用於吸收氣狀污染物，其優點是結垢及粉塵阻塞的問題比較少。唯氣體吸收需要的接觸時間較長，吸收效率才會提高，然而在文氏管喉部氣體與液體接觸時間很短暫，使氣體吸收效率難以提高。

另外，夾帶粉塵之高速氣體往往造成文氏洗滌器內喉部及其他表面被刮損。因此，文氏管之喉口經常需塗覆碳化金屬類之硬質材料，以防刮損產生。在洗滌器下方通往旋風器之肘管充水，也可防止因微粒直接打擊表面造成刮損的現象。在一些用噴嘴噴水的設計中，若使用循環水可能會阻塞噴嘴，需定期作檢查維修。

文氏洗滌器之操作條件隨應用及設計方式之不同而異。表 5.2.3-2 是文氏洗滌器操作之範圍，文氏洗滌器可以去除次微米的微粒，但是壓力降需 $>100\sim 200\text{ cmH}_2\text{O}$ 。

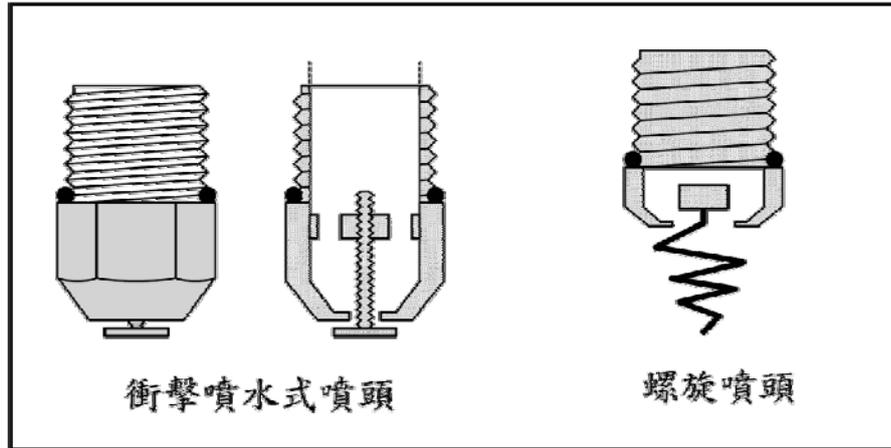
表 5.2.3-2 文氏洗滌器之操作特徵

壓力降 (ΔP)	液/氣比 (L/G)	液體入口 壓力(PL)	截取直徑 (D_{Pcut})	應用
12.5~254 cmH ₂ O	0.67~2.67 公升/m ³	<0.07~1.0 kg/cm ²	0.2 μ m (依壓降而定)	紙漿及製紙工 業酸液廠 採礦工業 乾燥機 非鐵金屬工業 製鐵及煉鋼工業 火力及工業鍋爐 焚化爐 化工

(1-2)液相接觸式洗塵系統

前一節所述之氣相接觸式洗滌器係利用製程排氣霧化液體，再利用液滴收集粉塵。液相接觸式洗滌器則利用噴嘴霧化液滴，與氣體中的微粒碰撞接觸而除塵，因此主要的能量消耗於水的霧化，氣體的壓力降不高，消耗的能量也較少，且除塵率效率不佳，無法去除次微米微粒。

噴嘴包括衝擊噴水式、圓錐式、螺旋式(圖 5.2.3-7)等三種。在衝擊式噴嘴中，高壓的液體撞擊一個平板或者一根針產生均勻粒徑之水滴。圓錐式的噴嘴中，中心之水柱與噴嘴壁上旋轉之水流碰擊而產生水滴。螺旋式的噴嘴產生較寬角度的水霧，阻塞問題也比較少。液相接觸式洗滌器最主要者為噴霧塔。

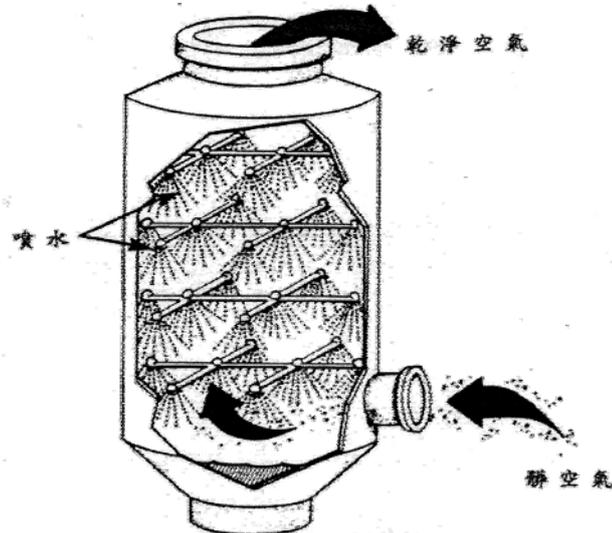


資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.3-7 衝擊噴水式噴頭及螺旋式噴頭

噴霧塔又稱為重力噴霧塔、噴霧洗滌器或噴霧室，基本設計如圖 5.2.3-8 所示。液體由一排或多排噴嘴中噴出於圓柱型或長方型的噴霧室中。水霧與通常是逆流而上的髒空氣接觸，便能除去其中所含的微粒。

若是洗滌液重覆循環使用，噴嘴易被阻塞。因此本系統使用乾淨的水來作噴霧會較無問題。噴霧塔是低能量之裝置，其能量消耗比文氏洗滌器低很多，通常壓力降為 2.5 cmH₂O。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.3-8 簡單之噴霧塔

噴霧塔之除塵效率比其他高能量設備低。一般而言，噴霧塔對 10~25 μm 粗微粒之收集是可行的。增加噴水之壓力雖可產生較細的液滴，進而

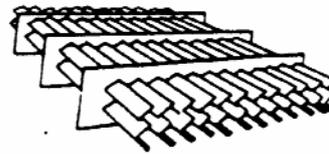
除去較小的微粒。但當水滴變小時，其終端沉降速度降低，氣體與液體之相對碰撞速度便降低，可能會降低除塵效率。一般而言，發現重力噴霧塔之最佳液滴直徑範圍為 500~1,000 μm 間。Bethea (1978)發現當噴水壓力高達 20~30 kg/cm^2 時，產生之水霧中含有十分小的水滴，此時收集機構有別於撞擊收集，因此效率可提高很多。

製程排氣進入截面積大的噴霧塔後膨脹，且被水霧冷卻。因此大流量之廢氣可以在噴霧塔中經調理後，再排出或再引入小一點的高效率設備中再處理。噴霧塔中氣體流速很低，在 0.61~1.5 m/s 間。若是氣體流速太高，會將小水滴帶入出口之氣流中。

噴霧塔之出氣口通常含有水霧，可用除霧器去除。圖 5.2.3-9 所示者為鋼絲網及“S”或 Chevron 曲線型的除霧器，置於噴霧塔的最上方，作排氣之最後處理。其他洗滌器也需要加裝除霧器，避免水滴從排氣口排出來。



鐵絲網



"S" 或 Chevron 曲線

資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.3-9 除霧器

噴霧塔是去除大微粒的低成本設備，它亦可用以調理製程排氣(降溫及加濕)。表 5.2.3-3 列出其操作特徵，由此可知，噴霧塔以去除數微米以上的大微粒為主。

表 5.2.3-3 噴霧塔之操作特徵

壓力降	液/氣比	液體入口壓	截取直徑	應用
1.28~7.62 公分水柱高	0.67~2.67 L/m^3	0.68~27 kg/cm^2	2~8 μm	採礦製鐵及煉鋼鍋爐及焚化爐、化工

5.2.4 熱破壞原理

燃燒是一種快速的氧化反應。物質燃燒，須具備燃燒三要素：助燃之空氣、可燃之物質及燃點溫度。欲使氣狀污染物完全燃燒，並轉化為無害物質，燃燒過程必須具備下列四個要件：

- (1)空氣：物質燃燒必須供應足夠的空氣量(或氧氣量)才可使氧化反應完全。若空氣量供應不足，則使燃燒不完全，易產生黑煙、一氧化碳或其他污染物；若空氣供應量過大，則會降低爐溫、增加排放量及爐內熱量損失。因此，供應適量的空氣量十分重要。
- (2)溫度：可燃物只有達到自燃點以上才能與氧氣反應而燃燒。所謂自燃點亦稱著火溫度，係指在該溫度時，物質不需要外來火源即可發火的溫度，亦為在氧氣存在下，可燃物開始燃燒所必須達到的最低溫度。部分揮發性有機物及輔助燃料之自燃點。若廢氣中揮發性有機物濃度不高，則污染物燃燒產生之熱對廢氣溫度提升相當有限，尚需添加輔助燃料，才能維持所需之燃燒溫度。
- (3)時間：燃燒室內所有可燃物(含揮發性有機物及輔助燃料)在高溫區的氣體停留時間，應超過其後氧化反應所需時間，使燃燒室內所有可燃物有充足時間完全反應。燃燒室的大小及形狀決定於氣體停留時間。
- (4)混合：可燃物與空氣中的氧充分混合，使氧化反應迅速且完全。混合程度取決於氣流的紊流強度。

其中，溫度(temperature)、停留時間(time)與紊流強度(turbulence)合稱為燃燒的3T 原則，每個條件皆可視需要情況加以修正，並準確控制，以使揮發性有機物完全燃燒，達到預期之處理效果。

燃燒下限，或稱為爆炸下限(lower explosive limit, LEL)，為使可燃物燃燒之最小氣體體積濃度分率。濃度在LEL以下時，因可燃物濃度不足，即使接觸火源，也不發生燃燒。燃燒上限，或稱為爆炸上限(upper explosive limit, UEL)，為使可燃物燃燒之最大氣體體積濃度分率。

濃度在UEL之上時，即使接觸火源，亦不燃燒。可燃氣體與空氣於一定溫度下混合時，其體積濃度分率必須在LEL及UEL間才可燃燒，此稱為燃燒範圍。表5.2.4-1為碳氫化合物在1大氣壓及25°C之空氣中之燃燒範圍，這些值受溫度及壓力的影響。

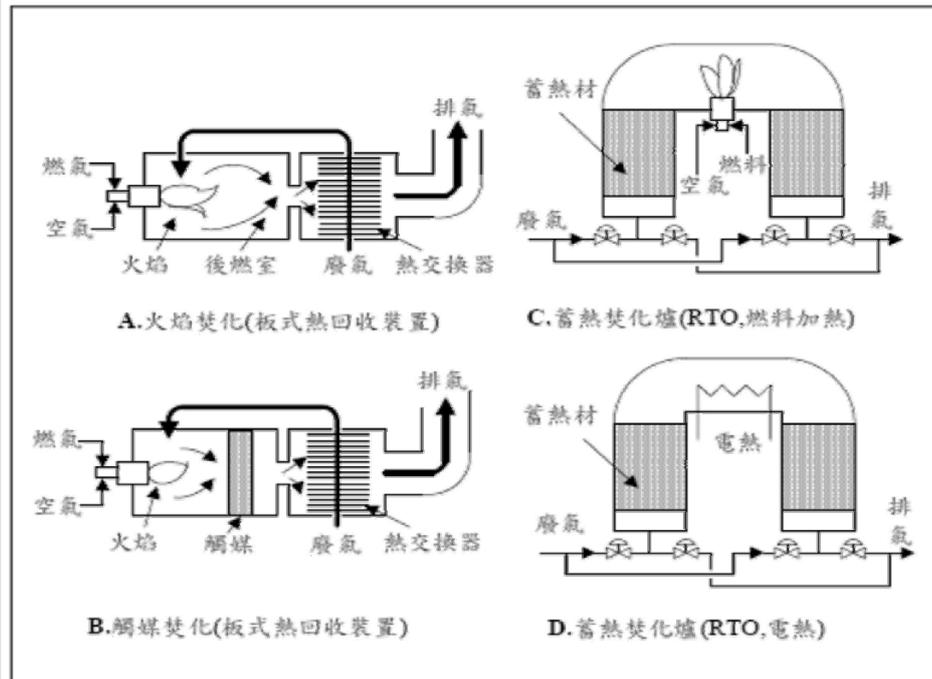
一般而言，壓力增加，燃燒範圍亦增加，唯其影響較小可忽略。當溫度升高時，LEL值減小且UEL值增加，使燃燒範圍增加。一般而言，空氣溫度每升高100°C，燃燒下限減少8%，而燃燒上限增加8%。

圖5.2.4-1顯示各型焚化控制設備。依觸媒之有無，焚化一般分為無觸媒熱焚化(簡稱熱焚化)及觸媒焚化二種。依熱回收方式，焚化設施又可分熱回收型(thermal recuperative)及蓄熱型(thermal regenerative)。

熱回收型者以表面式熱交換器(surface heat exchanger)回收焚化設施高溫排氣熱量，一般熱回收率<70%；蓄熱型者以陶瓷或石質蓄熱材回收排氣熱量，一般熱回收率可達90%以上。

表 5.2.4-1 常見碳氫化合物的燃燒範圍

物質名稱	LEL	UEL	物質名稱	LEL	UEL
氫	4.00	75.0	苯	1.40	7.90
一氧化碳	12.5	74.0	甲苯	1.27	7.10
甲烷	5.00	15.0	二甲苯(o,m)	1.00	6.40
乙烷	3.00	12.4	二甲苯(p)	1.00	6.60
丙烷	2.10	9.50	異丁烷	0.90	6.50
丁烷	1.86	8.40	環己烷	1.26	7.80
己烷	1.20	7.40	甲基環己烷	1.10	6.70
環氧乙烷	3.00	100	甲醇	6.72	36.0
乙炔	2.50	100	乙醇	3.30	19.0
乙烯	2.70	36.0	二甲醚	2.00	27.0
丙烯	2.00	11.0	二乙醚	1.70	27.0
1-丁烯	1.60	10.0	乙醛	3.97	36.0
2-丁烯	1.70	9.70	丙酮	2.55	13.0
1,3-丁二烯	2.00	12.0	丁酮	1.80	10.0
汽油	1.00	7.10	聯氨	4.00	100



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.4-1 各式焚化控制設備

(1)熱焚化

熱焚化可應用於揮發性有機物及有機氣膠等污染問題。於廢氣含大量粒狀物或金屬等可能毒化觸媒成分之情況，更顯見其適用性。熱焚化法之優點為適於處理各類有機廢氣及異味氣體，處理效果極佳且可回收廢熱利用(如圖5.2.4-1-A)。但缺點為燃料費及操作成本高，同時若無連續且高濃度之廢氣來源，則會造成能源之浪費。

一般熱焚化之火焰溫度可達 $1,370^{\circ}\text{C}$ ($2,500^{\circ}\text{F}$)。混合氣體在後燃室燃燒溫度為 $650\sim 820^{\circ}\text{C}$ ($1,200\sim 1,500^{\circ}\text{F}$)，氣體停留時間為 $0.3\sim 0.5$ 秒，氣流速度為 $3\sim 15$ m/s。在上述條件下，異味物質之去除率可達99%以上，燃燒產物通常為水、二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物等。

熱焚化一般可有效改善由各種成分所致之高濃度臭氣問題，但相當耗費燃料，燃燒不完全時，可能產生甲醛、有機酸、芳醛(aromatic aldehydes)、不飽合醛類及酸類(a,b-unsaturated aldehydes and acids)、次氧化物(suboxides)等二次污染物，其中有機酸具酸臭味，不飽合醛酸類具刺激味

(irritating pungency)，次氧化物具燒焦味。因此，燃燒器應設計使含惡臭物質廢氣直接通過火焰，並使氣體在後燃器有足夠溫度、停留時間及氣流強度，以提高去除率。

(2) 觸媒焚化

觸媒焚化可有效改善由VOCs所致之臭氣問題。觸媒焚化之混合氣體通常需預熱至後燃室燃燒溫度為350~425°C (650~800°F)，氣體以3~15 m/s之流速通過一觸媒層，於燃燒室內停留時間為0.1~0.3秒。觸媒焚化一般使用貴金屬觸媒(主要為鉑Pt、鈀Pd、銠Rh)或一般金屬氧化物觸媒(主要為Cr₂O₃/Al₂O₃、CO₂O₃/MgO)，異味物質之去除率可達95%。燃燒室後可安裝熱回收裝置，以回收廢熱(圖5.2.4-1-B)。

一般而言，在同樣操作條件下，有機物之觸媒焚化難易程度由易而難依次為：醇、醛、芳香烴、酮、乙酸、脂肪烴、氯烴。廢氣通常採過濾設備去除粒狀物質，以預熱設備使脂肪類、多環芳香烴等物質之液滴或固體氣膠在接觸觸媒表面之前即揮發氣化。若含有可能對觸媒造成毒化或影響其性能之成分，則必須先予排除，以延長觸媒使用年限。

觸媒毒化或失效之原因略為：(1)載體燒結：一般支撐貴金屬觸媒之載體為沸石(主成分為矽酸鋁silica aluminate)、氧化鋁、氧化矽，這些氧化物的散熱性能多不佳，在高放熱的觸媒反應中，常會在觸媒表面形成一些高熱點(hot-spot)，嚴重時便會造成原本分散在載體表面的觸媒燒結(分散良好的活性觸媒成分熱凝結)，或造成貴金屬與載體產生活性較低的合金，觸媒效能因而降低。因應對策為控制進氣VOCs濃度及進氣預熱溫度。(2)阻塞：觸媒係依廣大的表面積與流體接觸以得到VOCs去除效果，若表面被粉塵或積碳覆蓋阻塞，便無法發揮功效。因應對策為將氣體粉塵先行過濾，並定期以蒸汽或空氣將觸媒表面的粉塵吹除。(3)毒化：觸媒接觸到一些特定元素，如鉛、銻、氯、硫、磷等時，觸媒的活性金屬會與該等特定元素產生合金或化合物，觸媒活性會降低甚至完全喪失。因應對策為將特定元

素先行由進氣中去除，或選用較耐特定元素之一般金屬氧化物觸媒。(4) 破損：塊狀觸媒受到撞擊、粒狀觸媒相互碰撞、或熱脹冷縮破碎時，會影響氣體壓損，另使欲處理氣體無法均勻接觸到觸媒，影響VOCs去除效率。因應對策為更換觸媒塊或篩除破碎觸媒粉粒，另可選用適當載體，使其能承受所需應力及熱脹冷縮衝擊。

(3) 蓄熱式焚化

熱式焚化法(regenerative thermal oxidation, RTO)為一種高熱回收率焚化裝置(圖5.2.4-1-C、D)，它是屬於熱焚化的一種衍生體，以提供廢氣燃燒、回收廢熱、減少熱能損失為主要目的。當進氣中缺乏足夠的可燃物維持燃燒時，則需增加額外的燃料或以電熱加熱氣體。

一般蓄熱式焚化系統至少包括二個蓄熱床、進氣控制設備、加熱及溫度控制設備。蓄熱床內填充石質或陶瓷蓄熱材料，欲處理氣體先進入一已預熱至一定溫度的蓄熱床(A床)，以反應去除其中之VOCs，反應後高溫氣體通過另一蓄熱床(B床)時，氣體熱能傳入原已冷卻之蓄熱材，即高溫氣體之顯熱已被儲存，氣體則以較低的溫度排放。待一定時間後，欲處理氣體則導入該高溫床(B床)預熱，反應後高溫氣體能量則儲存於A床，完成一操作循環(operation cycle)。

預熱室中填充陶瓷材質或能耐高溫的填充物，其蓄熱效果甚佳，熱回收率可達90%以上。故僅須極少量的輔助燃料，即可將揮發性有機物完全破壞去除，設備使用年限可高達20年。

5.2.5 冷凝原理

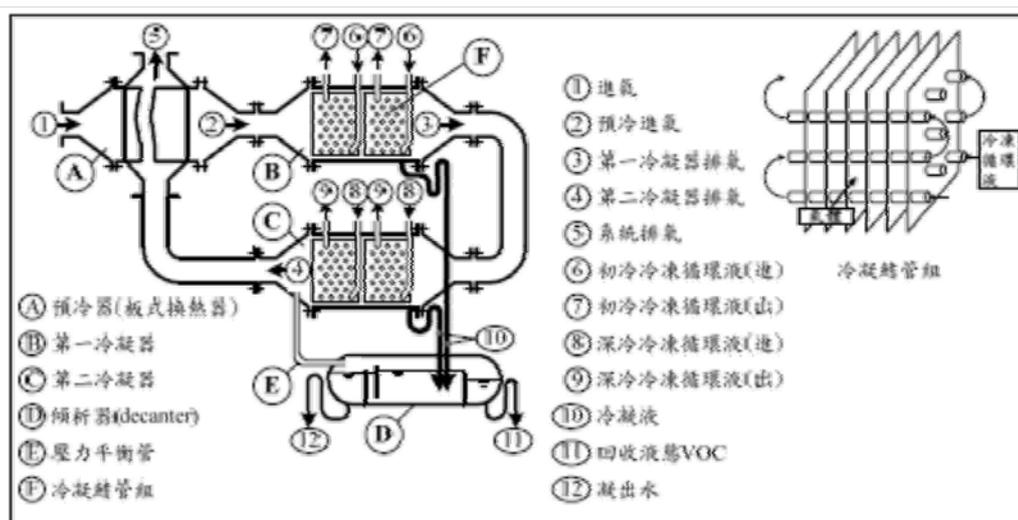
冷凝器(condenser)屬於熱交換器的一種。其原理係利用熱量交換，達到冷卻、降溫、結露。因此溫度降低後，沸點較高的物質結露冷凝發生相變化變成液體狀而與氣體分離，氣體本身的體積也減少。冷凝作用包括兩種方式：(1)在定壓下，降低系統溫度、(2)在定溫下，增加系統壓力。由於加壓所需設備較多且操作成本較貴，一般使用降溫方式以達到冷凝之目

的。

一般冷凝回收系統如圖5.2.5-1所示，高溫或常溫排氣通過預冷器先行冷卻後，流入第一冷凝器去除大部分水分及部分VOCs，再經第二冷凝將大部分VOCs冷凝成液體

。視法令需求及其他實際需要，經冷凝系統處理後之排氣可逕排大氣或作進一步處理。冷凝液流入傾析器中，經沉除水分後，可得回收之VOCs。第一及第二冷凝器內裝鰭管或板管式冷卻裝置，以冷凍循環液製作冷媒。

冷凝回收技術一般使用於揮發性有機物濃度5,000 ppm以上之排氣處理，例如貯槽、油品罐裝、製程等排氣。冷凝回收亦適用於回收排氣中低濃度、高單價揮發性有機物。



資料來源：行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.5-1 揮發性有機物冷凝回收系統

冷凍機壓縮機及冷媒循環幫浦等馬達均需防爆等級，以防溶劑洩漏時引爆。進氣如含氧，VOCs濃度需嚴守<25%LEL之要求；如為不含氧之氮封貯槽排氣，仍需嚴防其洩漏至大氣所引發之爆炸危險。

5.2.6 吸附原理

以吸附法去除VOCs，乃利用可與VOCs進行物理結合之物質為吸附劑，將VOCs去除或回收。吸附現象乃吸附劑(adsorbent)表面對外來吸附質

(adsorbate)分子之親和力(affinity)作用。吸附劑表面具有許多活性點(active site)，每個活性位置均可進行吸附作用，而吸附作用即是利用固體表面力，將流體中某些物質吸著並集中於固體表面活性位置的現象。

一般而言，吸附法如用於回收VOCs，具適用範圍大與操作費用低等優點。吸附為一放熱反應，且其效能隨溫度之升高而降低，故操作前應預先冷卻廢氣溫度以提高吸附效率。影響吸附之因子如表5.2.6-1所示。

活性碳吸附系統常應用於VOCs的控制，如脂肪族、芳香族、有機氯化物、酮類、醇類(甲醇除外)及酯類等的吸附控制。不適合活性碳吸附處理之VOCs包括：(1)反應性化合物：有機酸、醛類、部分酮類、某些單體；(2)高沸點物質：可塑劑、樹脂類、長鏈碳氫化合物(碳數>14)、酚類、二元醇、胺類。

目前國內業界普遍使用固定式活性碳吸附床，處理控制製程中VOCs廢氣。一般吸附系統為固定式再生床，為便於更換吸附劑，亦有採用抽取式或纖維濾網式之吸附設施。一固定床有機溶劑吸附回收系統如圖5.2.6-1所示。一般固定床式吸附設備操作條件如下：

- (1) 廢氣空塔速度0.2~0.5 m/s。
- (2) 廢氣空塔停留時間1~2秒。
- (3) 廢氣通過碳床壓損70~150 mmH₂O。

一般吸附能力隨平衡VOCs濃度之增加、溫度及濕度之降低而增加。吸附操作溫度宜維持在40°C以下，若廢氣含有大量水分，將在活性碳表面凝結，使污染物質吸附效果下降。此外，灰塵、煙霧、雜質若覆蓋在吸附劑表面亦會降低吸附能力，故皆必須先將干擾物質除去。

若考慮回收VOCs，進口廢氣濃度宜在300~5,000 ppmv(即分壓0.23~3.8 mmHg)間。若考量工業安全，通常進流廢氣的VOCs濃度須低於25%之LEL。吸附操作一段時日後吸附劑會達飽和狀態，此時須更換或再生吸附劑。再

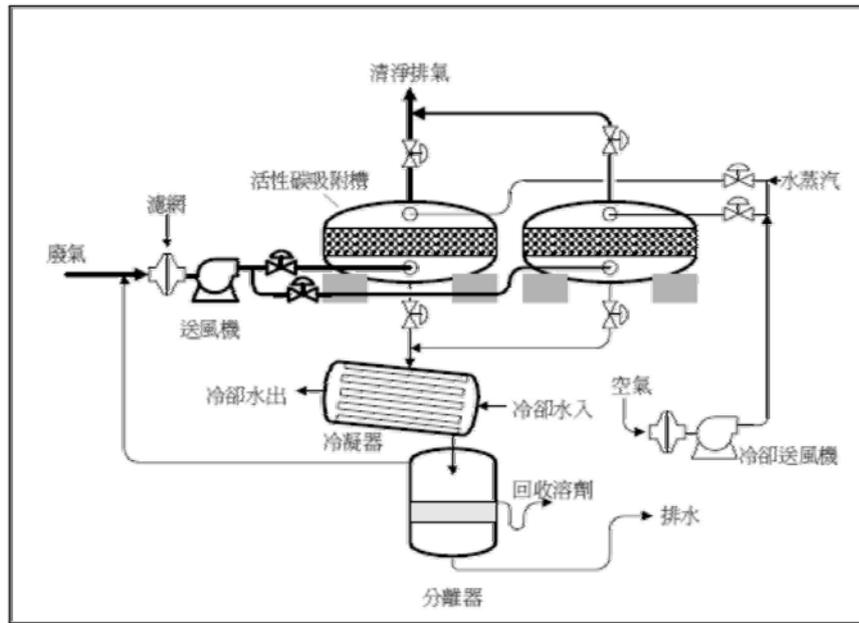
生之方法，一般採用水蒸氣進行脫附，以提供VOCs脫附所需蒸發熱及吹驅力(將脫附的VOCs從活性碳層內吹出來)。吸附劑內VOCs蒸氣經冷凝及重力分離後，可回收VOCs。

對於高風量低濃度之揮發性有機廢氣，可採用濃縮處理技術，沸石濃縮轉輪(zeolite rotary adsorber)即為典型的例子。沸石轉輪濃縮器之目的為將大流量、低濃度VOCs廢氣轉換成小流量高濃度氣流，使系統處理較經濟。沸石轉輪之核心單元為蜂巢狀轉輪，其中具疏水性沸石，可選擇性吸附欲去除之VOCs。

沸石轉輪適用風量為2~100 m³/sec，VOCs濃度為0~1,500 mg/Nm³，轉輪轉速2~5轉/小時。當轉輪轉動時，轉輪持續通過吸附區及脫附區，換言之吸附與脫附同時進行，因此整體系統之操作無須間斷，可以連續處理。沸石轉輪可得濃縮比約6~15倍之高濃度VOCs氣流。濃縮後物質可考慮回收，或以燃燒或觸媒加以氧化。若選擇焚化方式，可以熱交換器預熱進氣，同時當作脫附氣體之加熱熱源。

表 5.2.6-1 影響吸附的因子

吸附劑性質	比表面積	比表面積愈大，飽和吸附容量愈高。
	孔隙大小	孔隙愈小，單位比表面積愈大，吸附容量愈高。
	表面官能基及極性	在原活性碳表面是呈非極性，故對非極性的有機分子具有極高的親和力。當活性碳表面被氧化物如臭氧、高錳酸鉀及氯等氧化時，則有一部分表面變成極性。
吸附質性質	分子大小	適合吸附物質之分子量約介於45~200間，且分子量愈大者，被吸附能力愈佳。
	沸點	適合吸附物質之沸點約介於20~175℃間，且沸點愈高，吸附能力愈佳。
	溶解度	溶解度愈大其受濕度之影響愈大。
	官能基及極性	同系分子中，具某特定官能基愈多者與低極性化合物(甲醇除外)吸附能力愈佳。
	濃度	進流 VOCs 濃度愈大，其吸附貫穿時間愈短。
環境因子	溫度	因吸附為放熱反應，故溫度愈低愈有利吸附作用。
	濕度	相對濕度愈大，活性碳飽和吸附容量愈低，且吸附質濃度愈低或溶解度愈大者其受影響愈大。
	流量	流量增大會使貫穿時間縮短。
	熱傳效果	選擇吸附塔半徑及管壁厚度較小者，可增加散熱作用，提高吸附效果。



資料來源: 行政院環境保護署環境保護人員訓練所專責人員訓練教材

圖 5.2.6-1 活性炭吸附回收系統示意圖

5.2.7 吸收原理

吸收程序為典型化工單元操作之一，亦可稱之為洗滌，為氣態污染物於廢氣與洗滌液接觸時，藉由分子擴散、紊流等質量傳送及化學反應等現象傳入洗滌液，使污染物質分離而去除，以達到淨氣的效果。以吸收的方式控制氣狀污染物，其操作方式係將含有污染物之排氣導入吸收設備，使其與吸收劑接觸而除去污染物，排出已淨化之空氣，吸收法常應用於去除低沸點碳氫化合物及異味物質。

吸收單元的主體為吸收塔，伴隨溶質之廢氣從吸收塔底進入，而吸收劑從塔頂進入，以進行氣、液相之接觸。經處理過乾淨氣體自塔頂流出，可逕行排放或導入其他單元處理，而從塔底流出之液體則需送入再生單元處理。

吸收可區分為物理吸收與化學吸收二種。物理吸收主要是藉由污染物在液體中的溶解度，而達到去除空氣污染物的目的；化學吸收之速率，主要依吸收劑與氣體污染物之反應速率決定。以水為吸收劑時，除非被吸收之氣體在水中會產生水解反應或與水發生化學反應，否則應屬物理吸收之

範圍。

通常化學吸收可藉升高操作溫度、壓力來增加反應速率，不過同時卻降低了物理吸收的速率；物理吸收在較低溫操作下可達到較佳的去除效果。一般而言，化學吸收可使污染物濃度趨近於零排放，而物理吸收只能把污染物濃度降低至某程度，因此化學吸收在某些氣體污染物的控制及應用上相當重要。

常用的洗滌設備為填充塔(圖5.2.7-1)，典型之填充塔吸收設備，其內部放入具有大表面積之充填物，以增加氣、液接觸效果。吸收液從塔頂往下流，廢氣向上流，臭氣與吸收液充分接觸而反應去除。吸收液與廢氣流量比例(液/氣比)一般為 $1\sim 3\text{ L/m}^3$ ，填料高度一般為 $2\sim 5$ 公尺，氣體空塔流速一般為 $0.5\sim 1$ 公尺/秒。若需使用大量之吸收液進行吸收，則此吸收程序就不經濟，因其吸收液會造成二次污染，且動力費可觀。

最常用的物理吸收劑是水。水除了價廉易取得外，亦可溶解相當多種類的物質。選用時，首應考慮液體對所欲去除之氣體之溶解度(或亨利常數)，其水溶性會影響使用吸收劑量之多寡。亨利常數其值愈大，表示水溶性愈差。通常亨利常數大於 0.01 之揮發性有機物，表示其水溶性不佳，不適合採用水作為吸收劑。若液/氣比設為 1 L/m^3 ，VOCs的亨利常數(m)需小於 0.007 ，方適以水作為吸收劑。

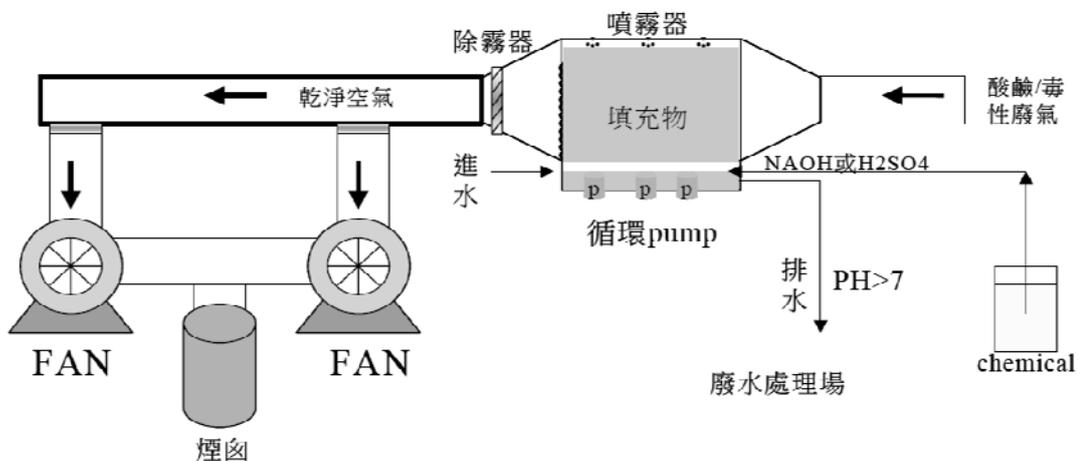


圖 5.2.7-1 填充洗滌塔廢氣處理系統

第六章 污染防治處理設備之操作管理

6.1 處理設備操作與維護

6.1.1 水污染處理設備操作與管理

一、物理化學處理單元

(一)中和處理

中和處理係利用酸、鹼藥劑進行中和反應，調節廢水pH值至適宜範圍，一般廢水中和處理大多利用pH控制設備控制酸、鹼加藥量，pH控制設備包括pH控制面板、導線及pH電極所組成，藉由設定pH加藥範圍，在廢水pH值小於設定值時，啟動加藥設備自動加入鹼性藥劑，反之，在廢水pH值大於設定值時，即自動加入酸性藥劑，以控制廢水pH值在適宜範圍內。在化學中和處理程序中，須考慮之因素包括化學中和滴定曲線之建立、酸鹼中和藥劑之選擇及一般操作注意事項。

1.化學中和滴定曲線之建立

廢水處理廠中和處理單元功能的發揮，需依賴良好之儀表監測系統和完善之QA/QC操作維護制度，藉由現場實際水樣之中和滴定實驗預估加藥濃度與劑量，並作為未來應變之參考。

2.酸鹼中和藥劑之選擇

一般常用酸鹼中和藥劑及其中和因子，在選擇酸鹼中和藥劑時，須考慮酸鹼中和藥劑是否與酸鹼廢水起有害反應及其經濟性，以達到廢水中和之目的。

3.一般操作注意事項

(1)廢水收集系統

一般工業廢水常包含酸性及鹼性廢水，如分開收集及加藥，將會導致藥劑浪費之情形，故在進行廢水中和處理時，應先行考慮酸性廢水及鹼性廢水之特性，在不同性質廢水混合收集不

引起有害物質反應下，應利用酸性廢水中和鹼性廢水，在廢水中和後尚無法達到適宜 pH 後，再進行加入酸、鹼性藥劑，避免引起過量加藥之情形。

(2)pH 加藥控制

依後續處理單元或放流水質標準，設定 pH 加藥控制範圍，以符合經濟加藥之原則。

(3)pH 電極校正及清洗

操作時 pH 電極須保持在水面下，以防止 pH 電極劣化，另 pH 電極須定期校正及清洗，以準確測得廢水實際 pH 值，避免浪費加藥及水質不符之情形。

(二)混凝膠凝操作

混凝膠凝處理之操作包括混凝劑之選擇及加藥濃度、快慢混操作之條件要點說明如下：

1.混凝劑之選擇及加藥濃度

混凝劑的選擇依去除物質的種類、量、膠體粒子濃度、水溫、pH、共存鹽類及懸浮物質等而定。膠體粒子少者，較難形成良好之凝聚效果，而必須添加混凝劑以促進之。

在採用無機性混凝劑時，鹼度具有重要的意義。為獲知凝聚條件，對於欲處理水應先做瓶杯試驗，以改變各種操作條件所獲得之試驗結果，做為選定混凝劑及加藥濃度之依據。同時除膠羽的大小外，對於膠羽的密度也應加以檢討。

當使用無機性混凝劑時，若添加量過多，將使膠體顆粒電位發生逆轉，再度成為安定化之狀態。使用高分子助凝劑時亦相同，若過度加藥會使膠羽表面被高分子助凝劑包覆，而形成再穩定現象，而失去架橋作用；若形成之膠羽過度攪拌，也會導致膠羽破壞而成為微細狀態，因此適當的慢混攪拌強度選定也甚為重要。

目前較為常用混凝劑為石灰、多元氯化鋁(PACl)、鋁及鐵鹽，各種常用混凝劑之加藥範圍及適宜 pH，其中鋁鹽及鐵鹽之膠羽相當脆弱，可加入 0.2~1.0 mg/L 之長鏈陰離子性或非離子性聚合物(polymer)，可使膠羽在整個膠羽化時間內聚集在一起且變大，另廢水中如有界面活性劑存在時，易使膠體趨於穩定，將增加混凝劑加藥量。

2. 快慢混操作條件

- (1)快混：快混之目的，在於使混凝劑與廢水迅速混合，因此注藥位置、進流點、出流點皆需充分注意，以達到充分攪拌並避免發生短流現象；一般停留時間約為 1~5 min，槽內流速通常為 1.5 m/sec 以上。
- (2)慢混：慢混之目的，是要獲得接觸的機會及迅速的凝集，但不能使其破壞已形成的膠羽，慢混凝聚所形成之粒子，通常於流速在 9 cm/sec 以下時發生沉澱，流速 75 cm/sec 以上時則被破壞，故應維持流速在 15~60 cm/sec 之範圍。一般停留時間以 20~30 分鐘為宜。

3. 操作要點

- (1)控制最佳加藥量：混凝沉澱所需加藥(高分子助凝劑)量通常由瓶杯試驗(jar test)來決定最佳加藥量操作之條件，並視現場膠羽之情形調整加藥量，瓶杯試驗步驟如下：
 - A.取 200 mL 水樣於燒杯中，加少量混凝劑後，快混 1 分鐘，慢混 3 分鐘，若無膠羽產生則增加混凝劑劑量重複此步驟直到產生膠羽。
 - B.用 6 個燒杯各置 1,000 mL 水樣，以 H₂SO₄ 或 NaOH 調整 pH 值分別為 4.0，5.0，6.0，7.0，8.0，9.0。
 - C.以步驟 A 得之混凝劑劑量分別加入各燒杯。
 - D.以轉速 80~100 rpm 快混 1~5 分鐘後，轉速改為 25 rpm 慢混

10~30 分鐘。

E.停止攪拌，靜至 10~30 分鐘，取上層澄清液分析水質。

F.選定適宜 pH 值後，重複步驟(B)、(D)、(E)，但使用不同混凝劑劑量。

觀察生成之膠羽大小、沉降速度，並分析上層澄清液以決定有效經濟之加藥量。

(2)加藥操作：

A.高分子助凝劑不易溶解，在泡藥時須藉由機械或曝氣攪拌，以均勻溶解，另藥劑應避免存放過久而劣化失效。

B.操作時，應視處理水量、水質及膠羽形成情形調整加藥量，並不定期量測實際加藥量，以達到最佳加藥量。

C.控制 pH 值，以達到最佳混凝沉降之條件。

(3)觀察膠羽生成之大小及沉降速度，並適時調整操作條件。

(三)化學氧化還原處理

化學氧化或還原處理，通常運用廢水中含有無法以物理方法去除之溶解性無機有毒物質，化學氧化常用氧化劑包括液氯(chlorine)、漂白粉(NaOCl)及臭氧(O₃)；由Oxidation(氧化)、Reduction(還原)、Potential(電位)的字母組合而成ORP氧化還原電位計，可用來測量物質的氧化程度、還原(抗氧化)程度以數值mv單位表示。

具有氧化能力者以+(正)表示。具有還原能力者以-(負)表示。通常在進行氧化還原反應時，均會監測及控制其有適當之電位，若有變化則以添加氧化或還原劑來調整其電位，來達到氧化還原之目的，追逐加藥將使水中鹽類濃度增加，造成二次污染。

廢水中常見化學氧化處理流程包括次氯酸鈉處理電鍍廢水及臭氧處理程序。臭氧處理裝置實際應用包括下列三種方式：(1)從空氣中製造(2)由純氧製造，並將多餘的氧氣循環回到臭氧產生系

統(3)從純氧活性污泥系統所需的純氧中製造臭氧，並將臭氧分解後所得之氧氣，再循環回活性污泥系統中。

化學還原常用還原劑包括二氧化硫、亞硫酸鹽及硫酸亞鐵等；廢水處理中通常如電鍍業鉻系廢水及氰系廢水均會以ORP為控制要項。含鉻廢水處理程序即為典型化學還原處理程序，處理過程係利用還原劑如 SO_2 、 FeSO_4 、 Na_2SO_3 、 NaHSO_3 等，將六價鉻離子還原成三價鉻離子，再利用鹼性藥劑如石灰、消石灰及氫氧化鈉等，以形成不溶性之 $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 沉澱去除。

(四)除油

廢水中常見油脂污染主要來自餐廳廚房廢水、機械加工物件清洗廢水、機械保養維修等，常見油脂去除方法包括曝氣、重力分離，其操作說明如下。

- 1.曝氣：利用散氣設備提供曝氣量，使廢水中油脂上浮，並利用浮渣去除裝置去除廢水中浮油。
 - (1)啟動鼓風機，送風量控制在 0.2 m^3 空氣量/ m^3 廢水。
 - (2)停留時間控制在 3 分鐘。
 - (3)視浮油多寡，調整浮渣去除裝置操作頻率。
- 2.重力分離：利用油水分離設備將油脂去除，並可藉由增設加熱設備及吸附材料以增加油脂去除效率。
 - (1)定期清理油脂分離設備。
 - (2)具有吸附材料之油脂截留槽，視吸附材料之吸附油份之情形，定期更換吸附材料。
 - (3)排水量較大時，將造成油水分離設備效果不佳，故應視排水之情形，調整操作頻率。
- 3.撇清池：撇清池用以去除較輕之上浮物質，池的形狀可為矩形或圓形，停留時間 1~15 分鐘，水深 2.5 m，附有撇清裝置，為增進效果，也可於每立方公尺廢水中通入空氣 $0.35\sim 0.75 \text{ m}^3$ ，有時加

入少量之氯效果更佳。

(五)調整池

調整池設置的目的主要係在減少或控制廢水水量或水質之變異現象，提供最佳之操作條件以利後續處理單元之正常操作。進一步而言，其主要功能可包括下列：

- 1.提供足夠之緩衝空間平衡有機負荷，減少生物處理單元之突增負荷。
- 2.提供適宜之 pH 控制，減少所需要之化學藥品。
- 3.降低流量對後續物理、化學及生物處理單元之衝擊，同時可提供適切之加藥量。
- 4.即使當工廠無廢水排入時，仍能提供連續之正常操作功能。
- 5.防止或平衡高濃度之毒性物質進入生物處理單元。

調整池常用調勻設施包括鼓風機、螺旋式水平攪拌機、水流噴射式攪拌機及表面曝氣攪拌機械等型式。

(六)快濾設施

過濾之原理係廢水通過濾層時，利用濾層對污水中懸浮性粒子之阻絕作用，使乾淨水通過濾層，懸浮性粒子被阻留於濾層中而被去除。過濾之功能主要為去除廢水中之懸浮性粒子及其所造成之BOD及COD，溶解性物質則無法藉過濾去除。

1.快濾設施種類

依過濾水之水流方向可分為向下流、向上流、雙向流及水平流等四種型式：

(1)向下流式

- A.污水由濾層之上部流入，在濾層內向下流達到過濾。
- B.依過濾壓力可分為重力式及壓力式。
- C.粒子的捕捉乃於濾層表面，因此過濾阻力增大，有濾程(filter run)時間減短之情況。

D.為提升粒子的捕捉能力，多採用多層式過濾方式。

(2)向上流式

A.藉泵所抽送的原水，自濾層下部向上部依礫石、粗砂、砂之順序過濾。

B.粒徑較大的粒子於礫石層或粗砂層被捕捉，較微細的粒子則於砂層被捕捉。於過濾層去除全部的粒子，過濾持續時間可較長。

C.當濾層被阻塞，濾層過濾漸不容易時，會因流入水造成濾層的流動化，所捕捉的粒子有外洩流出之問題。

D.為防止濾層的流動，可於濾層上部設置格子狀的板或增加濾層粗砂之厚度。

(3)雙向流式

A.水流自濾層的上部及下部兩方向流入，於過濾槽的中央將過濾水集中。上層屬向下流式，下層則為向上流式。

B.過濾速度大，可抑制向上流式過濾濾層之膨脹。

C.濾層的上部為無煙煤及砂，下部則為砂或砂及礫石，比向下式可捕捉粒子量大數倍。

D.以空氣及水沖洗，與過濾同方向進行。

(4)水平流式

A.自圓筒過濾槽的中央部流向圓周部，於其間達成過濾。

B.與向下流或向上流比較，濾層整體具捕捉粒子的機制，且捕捉量大。

C.本方式增加高度，可增加過濾面積，而減少設施面積。

(七)薄膜處理法

薄膜分離法可過濾水中微粒，對於水中有機物質去除率高達90%以上，並具有去除臭味及色度之功能。

薄膜分離技術是利用不同成分穿透膜速率上的差異來達到分離的效果，依膜孔徑大小可區分為微過濾(microfiltration)、超過濾(ultrafiltration)、奈米過濾(nanofiltration)、及逆滲透(reverse osmosis)，其中微過濾孔徑大小為0.1~10 μm 、超過濾孔徑大小為1~100 μm 、逆滲透膜的孔徑小於1 μm 、奈米過濾孔徑大小介於逆滲透膜及超過濾膜之間。

薄膜分離主要使用薄膜為分離介質，並以壓力差為驅動力以進行固液分離。除採用橫流過濾的方式進行操作外，延長薄膜使用壽命及降低能量消耗，為該程序是否經濟可行之主要因素。

在選擇薄膜時，需先對廢水成分進行了解，如pH值、親疏水性、是否含有機溶劑或特殊成分(與膜材的化學穩定性有關)、是否有特殊官能基(可能與膜材有特殊的吸附現象)，以及與膜孔大小選擇有關的資料，如粒子(溶質)的粒徑(或分子量)，粒子的濃度及帶電性等。

同時也要確認進行廢水處理時，所使用的壓力及溫度範圍。依據操作時的溫度、壓力，配合廢水的pH值、化學成分等條件，選擇合用的材料，再由廢水中粒子的粒徑及特性選擇適當的薄膜孔徑。

應依膜透過率及過濾壓差，適當定期清洗濾膜，以維持處理效率，而造成薄膜阻塞之物質大致上可分為膠體阻塞及生物阻塞，相關說明如下：

1. 膠體阻塞

(1) 懸浮固體之阻塞

此種阻塞可由 5~10 μm 之捲筒式過濾器移除。

(2) 膜面沉積

如 CaCO_3 、 CaSO_4 、 SiO_2 沉澱等，可由前處理利用離子交換將 Ca^{2+} 等離子軟化，或調整 pH 及加入防垢劑等方式，以避

免膜面沉積。

(3)金屬氧化物之沉澱

Fe、Mn、Al 等金屬氧化物在膜面會產生沉澱物，可於前處理使用混凝、膠凝及過濾法改善。

2.生物阻塞

微生物存在會導致壓力下降及鹽去除率下降，並可能導致膜損害，利用加氯、臭氧或 UV 方式可抑制微生物生長，以避免膜面生物阻塞，其異常現象對策如表 6.1.1-2 所示。

(八)活性碳吸附設施

活性碳應用於廢水處理可分為兩個主要類別：當做高級廢水處理，及當做獨立的物化處理單元；在高級廢水處理過程中，活性碳被使用以吸附方式來處理不易為生物分解之有機物。在獨立物化處理單元中，原水通常需經過混凝及沉澱(或再加上過濾)後，才通過活性碳床，但並未使用二級生物處理單元尚作前處理步驟。

活性碳之現場操作一般可分為接觸系統與再生系統。廢水通過一充滿粒狀活性碳或粉狀活性碳的容器經過足夠的接觸時間後，不純物可經由吸附而被去除。

活性碳系統通常係使用數個管柱或床體當作接觸槽，大部分的接觸管柱不是開口式混凝土重力型式，就是適用向上流式及向下流式操作的鋼鐵高壓容器。

當活性碳失去其吸附能力後，則需將接觸槽從操作中移至再生系統進行活性碳之再生。在水力反沖洗及再生過程中所失去的活性碳可以新鮮碳粒補充之。活性碳一般可為粒狀GAC直徑約為0.8 mm或粉狀PAC兩種，其中粒狀活性碳吸附常使用於管柱型之接觸床中通常為20~40 min之接觸時間。而粉狀活性碳微粒非常細微，通常不使用於管柱中，而直接加入廢水中，以混凝及沉澱的方法

加以去除，因為粉狀活性碳的再生及回收不易，在廢水處理中其使用不如粒狀活性碳普遍，

二、生物處理單元

廢水二級處理主要處理方式為生物處理，可分為好氧性處理法及厭氧性處理法兩大類，每一類又可依微生物生長方式，分為懸浮生長式及附著生長式，懸浮生長式的微生物是在水中保持懸浮狀態，附著生長式的微生物是附著於惰性介質上，又稱為固定膜式。

(一)活性污泥法

活性污泥係由好氧性細菌、原生動物等微生物、溶解性有機物及被吸附的懸浮物質所形成，具有吸附、氧化廢(污)水中的有機物，使達到安定化的機能，廢水在適當之pH值、溫度及食微比條件下，經由強制曝氣提供廢(污)水中之溶氧(1~3 mg/L)，使微生物被活化而淨化水質之方法稱為活性污泥法。

1.活性污泥之馴養

活性污泥之形成與化學反應不同，在化學反應中，反應條件改變立刻發生不同的反應。但活性污泥之環境條件一有改變，為適應新條件，活性污泥中的微生物種類及量則徐徐發生變化，而漸次形成新條件之安定化污泥，惟其所需時間甚長。活性污泥的馴養有下列三原則：

- (1)活性污泥之形成，其馴養先在 BOD 負荷 0.2 kg/m^3 以下之條件進行，俟 MLSS 達到 500~1,000 mg/L 時，再依設計值漸次提高。
- (2)迴流污泥量在活性污泥馴養完成前，迴流量應大於設計量(迴流污泥量通常為全量迴流，使活性污泥在曝氣池與終沉池中累積，不排出系統外)，俟污泥形成後再以設計量操作。
- (3)測定 SV30 及 MLSS，設定適當負荷量及操作方法，依污泥沉降狀態，維持 DO 在 1 mg/L 以上操作之。

污泥之形成方法有兩種：第一種是每日分批引入定量的廢

水，連續流入並予曝氣，使污泥自然形成。第二種方法為取自相近似水質的處理廠之污泥或添加植種物質，使其形成適合處理水水質的污泥。大規模的處理廠可採用前述第一種方法馴養污泥，小規模處理廠則以後者速度較快。

2. 操作控制

活性污泥法之操作控制，目的即將活性污泥系統之運作，控制在設計值範圍內，使系統可正常運轉，並使處理水質達到最佳放流水質。而活性污泥的性狀視微生物生長情況而定，要使微生物生長得好，食物分配要適中，亦即維持適當的食微比(F/M)和污泥停留時間。F/M 和 SRT 是控制處理系統的兩個重要指標。

當環境因素控制適當時，F/M 和 SRT 有下列效能：

- (1) 兩者皆為最適操作，可達放流水標準。
 - (2) 兩者均可維持良好的放流水質和污泥穩定性。
 - (3) 兩者均能調整生長速率、代謝和穩定有機物。
 - (4) 兩者均能顯示穩定有機物和獲得沉降性佳污泥品質所需之微生物量。
 - (5) 藉廢棄污泥的排除可控制適當的微生物量：
 - A. 欲維持原狀——排除每天的淨增量。
 - B. 欲增加——減少排棄量。
 - C. 欲減少——增加排棄量。
 - (6) 由於彼此相互關連，每改變一個控制參數，另一參數也跟著改變。
 - (7) 控制點一旦定好，須讓其保持定常狀態，直到放流水質或污泥特性需要改變才改變。
3. 各種活性污泥法處理方式實際操作時，須依流入水質、水量、季節及活性污泥狀態進行調整，以維持良好處理效率。

(二)生物接觸曝氣法

接觸曝氣法為提升處理機能而開發出有各種修正法，其構造種類很多，主要依接觸材的狀態而區分，接觸材固定於水中者稱為固定床接觸曝氣法，接觸材藉水流於槽內流動者稱流動床式接觸曝氣法，而後者又可分為有向上流式及完全混合式(於曝氣槽內投入接觸材粒子)兩種。

本法又依氧的供給形態，可分為完全不供給氧者(厭氣濾床法)、供給空氣者(空氣曝氣)及供給純氧者(純氧曝氣)等，供給方法有散氣式及機械曝氣式。另固定床之曝氣有曝氣循環型、直接曝氣型及槽外曝氣型等曝氣方式。

1.操作維護

(1)曝氣狀況之監視

接觸曝氣槽內狀況之監視，包括混合液之色澤、泡沫、有無臭氣、污泥之發生狀況等。接觸曝氣槽在正常狀態下，幾乎與沉澱流出水相同，懸浮污泥量少。懸浮物質異常多且如活性污泥法之曝氣槽混合液狀態時，乃由於負荷過高或剝離之污泥輸送不易，應檢討其原因改善之。

至於曝氣狀況，則應觀測其旋回流狀況，查看散氣管有無阻塞。

(2)接觸材之反沖洗及剝離污泥之抽送

觀察槽內懸浮污泥之發生狀況及接觸材之阻塞狀況，定期反沖洗以去除過厚的附著污泥。

(3)接觸材之維護

塑膠製接觸材料應無破損之虞，但當有砂或泥土堆積於其底部而欲加清理時，就需加以注意，對於有破損之處應加更換。

(三)薄膜生物處理設施

薄膜生物處理程序是使用一組微過濾薄膜膜組或超過濾薄膜取代傳統生物沉澱池，並與生物曝氣池連結成迴路系統，利用薄膜的分離能力阻隔微生物及懸浮顆粒的流失並提高放流水品質。通常應用於二級生物處理，具有生物處理與薄膜過濾之特性，其處理水質可達到接近三級處理之性能，為較新之生物處理技術。

通常利用超過濾或微過濾薄膜分離濃縮生物污泥，具得到水質良好之出流水及使生物反應槽內MLSS提高達10,000~30,000 mg/L之功效，具有佔地面積小與污泥產生量少之優點，因此土地成本與污泥處置成本均較傳統活性污泥程序少，出流水具有回收再利用之潛力，在目前水源缺乏之狀況下，本技術更具有實用價值。

MBR依其薄膜放置位置可區分為兩類，即支流式MBR及浸入式MBR，支流式MBR是將活性污泥在高速(通常大於2 m/s)流速下，用幫浦將污泥抽至管狀或平版模組中，會產生較大壓降及高透膜壓力，為典型橫流式模組。

而浸入式MBR，是將中空纖維或平版模組浸沒於曝氣槽中，使處理水以真空抽取方式穿過薄膜。

MBR 其投資成本、操作成本較傳統沉澱池高且薄膜積垢須定期反洗、操作技術較傳統沉澱池高。

三、污泥處理

(一)污泥脫水

脫水方法有機械脫水及自然曬乾兩種；機械脫水方法用地省、脫水時間短且不受天候影響，為其最大的優點。在選擇污泥脫水設備時須注意下列項目：

- 在符合污泥產生量之需求下，設備儘量小型化。
- 設備處理量具彈性，操作簡便。
- 設備處理效率高，污泥餅含水率低。

符合上述需求之污泥脫水設施有帶濾式脫水機或板框壓濾式脫水機，以下就脫水機之操作管理加以說明：

1. 帶壓脫水機(Belt Press)

污泥機械脫水可在短時間內處理大量污泥，其方法包括：帶壓脫水設施、離心分離設施、加壓過濾機、真空過濾機，機械脫水設備，以普遍常用帶壓脫水設施之介紹，其特性如表 6.1.1-1 所示。

表 6.1.1-1 帶壓脫水設備之特性

項目	帶壓脫水
凝聚劑使用種類及比率	高分子凝聚劑(1%)
操作特性	1.構造簡單 2.濾布過長時有蛇行問題
泥餅含水率(%)	76~78
附屬設備	較少，需面積稍大
電力消耗	少
使用情形	多

帶壓脫水設備操作如下：

(1) 帶壓脫水機之操作參數

- A. 污泥進料濃度：30,000~50,000 mg/L
- B. 高分子助凝劑加藥率：2~6 g/kg 乾污泥
- C. 固體物捕獲率：90~95%
- D. 污泥餅含水率：70~80%
- E. 污泥調理膠凝時間：> 30 sec
- F. 輪帶速度：1~3 m/min
- G. 水污泥固體物量：150~250 kg/h
- H. 其餘項目如污泥進料泵流量、清洗水流量及壓力等，應依

設備原製造廠之建議值操作。

- (2) 首先先排除脫水機濾布上清洗水，接著調整濾布的張力及移行速度，且注意濾布是否平整應避免濾布發生皺摺，操作時應注意加入污泥的量及其過濾狀況。
- (3) 污泥必需先經調理加藥才易於脫水，污泥在重力濃縮池膠羽形成狀況及沈降情形，可判斷注藥率是否適當及分離狀況是否良好；若分離不良污泥會於帶壓脫水濾布之兩側溢流出。
- (4) 停止操作時應先停止供給污泥，並待濾布上之污泥全部排出後停機。若長時間停止操作應放鬆濾布的張力。

為增進帶濾式污泥脫水機之操作效果，於操作時應注意下列各點：

- A. 污泥調理須有充分之接觸時間，高分子助凝劑之加量不可過多，以免阻塞濾布；亦不可過少，以免污泥由濾布邊緣漏出。
- B. 調理後之污泥進入重力脫水段，應分配均勻，避免濾布產生偏移或皺摺。
- C. 滾輪兩側之張力應均衡，避免濾布產生偏移或皺摺。
- D. 濾布偏移時，應以濾布偏移矯正裝置修正。
- E. 濾布行走速度應於正常值內。
- F. 使用適當的濾布，可增加固體物截獲和脫水機的容量。
- G. 增加清洗濾布頻率，可增加脫水機處理容量，污泥乾燥程度和濾布壽命。

帶壓脫水設備檢查事項如下：

- A. 各滾軸之給油狀有無旋轉。
- B. 濾布清洗噴嘴之噴射狀況及清理。
- C. 濾布有無皺摺及蛇行及濾布更換時間約 5,000~8,000 小時。
- D. 集水板污泥堆積狀況及各滾軸之污泥附著狀況。

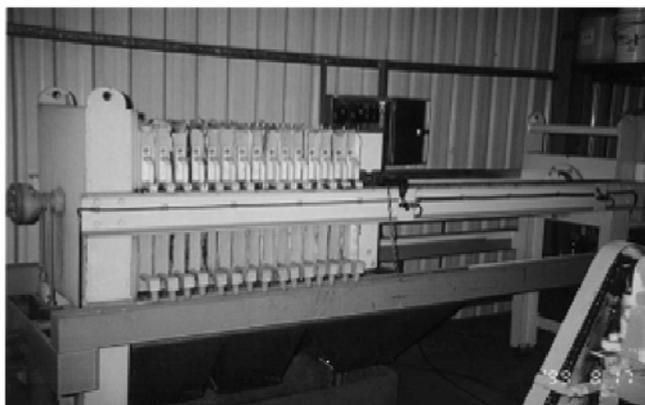
E.脫水污泥餅剝離用刮板之破損及渣物附著狀況。

2.板框壓濾式脫水機

板框壓濾式脫水機為不須添加高分子聚合物之脫水機，其特性為脫水程序屬間歇操作、脫水泥餅之含水率低、單位過濾速度快之設備。

(1)構造

板框壓濾式脫水機之構造如圖 6.1.1-1 所示，為一組濾板，濾框之內側上覆以濾布，濾板間所形成的過濾室依所需要的容量排列過濾室之數目。板框壓濾式脫水機之脫水方式有單式及複式，濾布裝置方式有固定式及移動式，濾板之擠壓方式有手動式、油壓式及電動式，過濾室之組合則有橫軸式及豎軸式。



資料來源：金屬表面處理業廢水前處理技術手冊-電鍍業/100 年 6 月

圖 6.1.1-1 板框壓濾式污泥脫水機

板框壓濾式脫水機之基本操作程序為利用污泥進料泵將污泥壓入過濾室，加壓於濾板，藉濾布的過濾作用以分離水分，操作程序如圖 6.1.1-2，說明如下：

A.濾框以約 150 kg/cm^2 之高油壓緊閉，污泥則以約 $4\sim 6 \text{ kg/cm}^2$ 之壓力壓入。

B.壓榨方法一般多使用離心泵將壓力水壓入濾室內，藉壓榨設備進行壓榨，供給壓力為 $15\sim 20 \text{ kg/cm}^2$ ，空氣供給設備送風時應避免自排水管散出污水。

C.濾框開框之同時移動濾布，使脫水泥餅剝離而移出。

D.濾布進行自動清洗並完成一循環之操作。一循環所需時間約 20~40 分鐘。

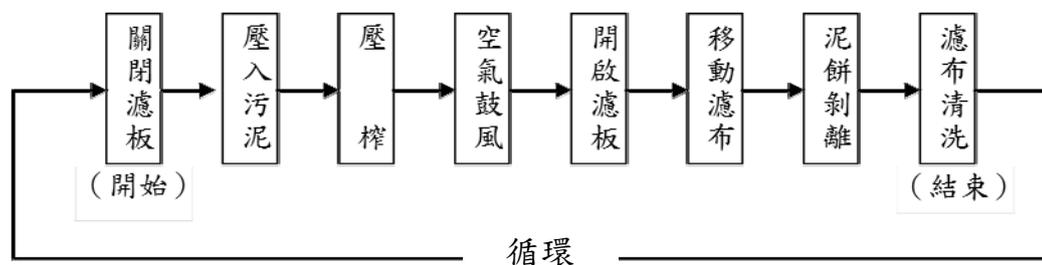


圖 6.1.1-2 板框壓濾式脫水機操作程序

(2) 附屬設備

板框壓濾式脫水機之附屬設備有污泥進料泵、壓榨用壓力水泵、送風用空壓機、濾布清水泵、油壓泵及油壓設備等。

A. 污泥進料泵：污泥進料泵多為往復式定量泵，所需壓力較高，約 $4\sim 6 \text{ kg/cm}^2$ 。

B. 壓縮用壓力水泵及濾布清洗水泵：多為單發或多段式離心泵。

C. 送風用空氣壓縮機：空氣壓縮機吐出壓力 7 kg/cm^2 ，必須設置壓力槽。

四、常用儀表

(一) 水量監測設備

流量計一般用以量測封閉管道或明渠中的流體流量。污水處理廠常用的三種流量計：電磁流量計、超音波流量計及渦輪式流量計。

1. 電磁流量計

由檢出器(或稱傳感器)及變換器(或稱轉換器)所組成。檢出器包括磁路裝置、測量導管、電極、訊號線等裝置。其檢測原理係根據檢出器依電磁感應定律作用而產生。

電磁流量計在非磁性材料製成的管道內，流過的導電液體以無數連續導電圓盤，等效長度為 D 的導體做垂直於磁場方向的運動，液體圓盤切割磁力線，按電磁感應定律，產生感應電動勢 E 。

2. 超音波流量計

污水處理廠常用的超音波流量計分為都卜勒效應法及傳播速度差法(包括時間差法、相位差法和頻率差法)，分別介紹如下：

(1) 都卜勒超音波流量計

都卜勒超音波流量計感測元件，由變換器及換能器(一對發射器-接收器)組成。發射器連續向管路流體中的顆粒發射頻率為 $0.5\sim 10$ MHz 的超音波，其超音波束遇到流體中運動著的顆粒或者氣泡，再反射回來由接收器接收，發射信號與接收信號的都卜勒頻率偏移與流速成正比。所以一般而言都卜勒超音波流量計主要適合應用於含有氣泡或懸浮顆粒的液體。

(2) 時間差法超音波流量計

超音波感測元件，由一對超音波發射器-接收器組成。在流量感測應用上，主要是利用傳導時間(transient time)之流速量測方法，分別量測上、下游感測器中，順流與逆流傳導訊號之差異，藉以測定流量之大小與方向。

(3) 使用超音波流量計應注意下列各項，才能測得正確流量。

- A. 超音波流量計適用於測量任何流體流量，特別是腐蝕性、高黏度、非導電液體。
- B. 換能器的安裝相當重要，應嚴格要求依說明書安裝。
- C. 變換器應安裝於振動小、衝擊小、檢修方便的地點。
- D. 變換器與換能器間應使用屏蔽電纜連接。
- E. 流體中無氣泡或懸浮顆粒，都卜勒超音波流量計將無法使

用。

3. 渦輪式流量計(Rota Meter)

渦輪式流量計為機械式流量感測器，最簡單的構造為一個渦輪加上齒輪組的儀表即可測量流量，另外可使用電磁元件或光遮斷元件直接測得轉速，流速大致上與轉速成正比。渦流式流量計是利用通過測定置於流體中的渦輪轉速來反映流體流量，渦輪流量計由渦輪流量傳感器和顯示儀表所組成。顯示儀表主要用以指示、計算和控制。傳感器主要包括殼體、導流架、葉輪、軸承和電磁轉換器所組成。使用渦輪式流量計應注意下列各項，才能測得正確流量：

- (1) 精確度受被測流體黏度影響較大，口徑越小則黏度影響越大。
- (2) 當流體溫度變化較大時，會造成傳感器內部尺寸變化，此時應考慮進行必要修正。
- (3) 儀表的使用範圍應在儀表性曲線的線性部分。
- (4) 使用於污水量測時，儀表前需加裝過濾器。
- (5) 渦輪流量傳感器於使用中切忌有高速氣流引入，因此需要在傳感器前加裝消氣器。

(二) 水質監測設備

1. pH 計及 ORP 計

偵測器機能須靠日常正確管理並使其維持安定狀態，為廢水處理設施運轉正常之重要維護管理項目之一。pH 計、ORP 計之維護，可分成受信部、中繼部及發信部三部分，如有缺點發生時，應迅速查明究屬那一部分出問題，並儘速修復。以下三部分所構成：

- (1) 指示器及記錄器－受信部。

pH 計、ORP 計之受信部具有接收從電極傳來電位變化信號，反映為機械性或電氣性指示之機能。由於受信部為精密儀

器，在設置場所應充分考慮有關有害氣體、濕氣、振動、高溫及強電回路等保護措施。

受信部之維護方面，須核對儀器之設定值是否在正常位置，pH 值、ORP 值是否正確指示出來，且應依據儀器使用說明書，定期以標準液做必要的校正、調整。

(2) 專用電纜 (含配線盒 connector box) — 中繼部。

pH 計、ORP 計之接續電纜如無法保持高絕緣性，即會引起指示不良，故應定期測定及檢查絕緣電阻使其保持高絕緣性。專用電纜之心線間絕緣電阻在 105 MΩ/100 m 以上。

(3) 電極(含電極支架) — 發信部。

pH 計、ORP 計之發信部由電極、支架、配線組成，經由專用電纜，液體的電位變動不停地傳達至受信部。

此為廢水處理自動控制之最重要部分，應對電極實施日常清洗維護，必要時應予修理，並利用標準液校正，發現有破損、劣化加速，應立即更換。此外，若電極被油污附著，則將難以顯示正確值，故至少須一週洗淨電極一次，並用標準液校正。

清洗電極時，若油污附著量甚少，則可用脫脂棉沾清水擦拭；若油污附著量多，則用脫脂棉沾肥皂水或清潔劑擦拭後，在用水清洗；若有沉澱物附著/固著時，則將電極置於 15 倍稀釋率鹽酸中並用脫脂棉擦拭。清洗電極時，須特別注意勿損及電極前端的玻璃膜。

電極之壽命約一年。電極的液絡部與被檢液在電流上應相通，但因氯化鉀溶液會由此流出，故每週應補充一次氯化鉀飽和溶液。有時電極內部會殘留氯化鉀結晶或內部液體遭受污染，此時氯化鉀溶液應全部倒出，重新再加入。

2. 溶氧計

溶解於水中的游離氧俗稱溶解氧。其測定一般用薄膜法和

碘量法。本節說明薄膜法之溶氧計。根據儀器不同結構原理，可分為極譜式和原電池式。

(1)極譜式

儀器由薄膜電極和指示儀表組成。薄膜電極由工作電極和對電極組成。電極內部電解液為氯化鉀或氫氧化鉀，外部用厚度為 25~50 μm 的聚乙烯或聚四氟乙烯薄膜，使水中溶解氧滲透進入電極內部。當電極兩端加 0.5~0.8 V 電壓時，透過薄膜的溶解氧在工作電極被還原，產生與其濃度成比例的擴散電流，電流通過外部電路(指示儀器)測得，並顯示出水中溶解氧的濃度。為了消除溫度影響，電極內配置一個熱敏電阻。

(2)原電池式

原電池式以銀為陽極，鉛為陰極，銀和鉛浸在氫氧化鉀電解質中，外層是透氣薄膜，在銀陽極溶解氧被還原，在鉛陰極發生氧化，兩極電動勢為 0.7~0.9 V，電極的老化是一正常的現象，適當的電極保養是必要的工作，正確使用與保養可使電極的使用壽命延長。

3.液位計

液位計一般分為直讀式與推論式兩種。直讀式液位計構造較簡單，通常用於現場指示，如：翻板式液位計。推論式則常用於遠距指示、記錄、控制，如：電容式液位計、超音波液位計。

(1)翻板式液位計

翻板示液位計適用於需直讀且當液體具腐蝕性、毒性或其他危險性場所。磁性浮子裝在旁通連接由非磁性材料製成之筒體中，筒體外安裝磁性翻板指示器及限位開關。

由極薄的磁金屬片製成的翻板，正反面塗有不同顏色，當磁性浮子經過某翻板時，在相互磁場作用下，磁性翻板翻轉，

因此液面以下與液面以上的翻板呈現不同顏色，可清晰地指示出液面位置。當浮子經過限位開關安裝位置時，限位開關觸點狀態改變，發出相應液位控制訊號。

(2)電容式液位計

電容式液位計電極置於儲存液中，當兩電極板加一電壓時，由液體構成一通路，電子通過的數目由電壓、電極面積、儲存液特性和兩極板間距決定。當液面越高，電子通過數目愈多，因此能作測量或控制之用。

(3)超音波液位計

超音波液位計為超音波液位計之結構與測量原理。音波轉換器向感測目標液面發射音波，音波遇到目標液面產生反射，反射音波被接收器接收，音波發射至接收所消耗之時間與其旅行之距離成比例。因音波在某一狀況下某一介質中的傳送速率為一定，故由其旅行距離可定出液面位置。一般使用時應注意下列各項，才能測得正確數值：

- A. 液位計應固定，避免隨流體漂流(尤其是浮球式液位計)。
- B. 量測污泥液位時，液位計應置於一套筒內，避免隨流體漂流。
- C. 翻板式液位計之磁性浮子於套筒內應避免堵塞，否則測值與實際值將有誤差。

(三)泵浦及攪拌設備

1.攪拌設備

調勻設施包括鼓風機、螺旋式水平攪拌機、水流噴射式攪拌機及表面曝氣攪拌機械等型式，而較常用的型式有離心式鼓風機及魯式鼓風機。

(1)離心式鼓風機

離心式鼓風機又稱輪機式鼓風機，係利用葉輪葉片迴轉產

生壓力，空氣由軸方向之孔眼進入葉輪，然後氣流變為徑向進入葉輪並向鼓風機外殼之內圍加速；離心式鼓風機之優點乃因其為變量定壓之機器，在進氣嘴調整即可改善容量或可在葉輪壓力側放置散氣器，如此可將額定容量降低至約 45% 且達到節省動力之效果。

(2) 魯氏鼓風機

魯氏鼓風機係藉兩個轉子以相反方向旋轉而壓縮空氣，然而兩轉子在高速旋轉時並不互相接觸，保持 0.1~0.3 mm 的間隙，轉子之間不需添加潤滑油，所以能傳送潔淨不含油氣之乾淨空氣。

2. 泵浦設備

廢水處理廠使用泵浦種類繁多，由於泵浦須輸送腐蝕性廢水、各種藥液及污泥等，有耐酸、鹼不銹鋼製者，有合成樹脂製的泛用泵浦或特殊泵浦等。處水處理廠主要使用之泵浦構造分類如表 6.1.1-2 及 6.1.1-3 所示。

表 6.1.1-2 泵浦之構造分類

泵浦分類	種類
渦捲泵浦 (離心泵浦)	利用迴轉葉片的離心力，一般採用揚液泵浦為渦漩(volute)泵浦
往復泵浦	利用活塞運動傳送液體，故輸送量較少；有高壓式泵浦、活塞泵浦、柱塞泵浦、隔膜泵浦等，適於定量注入使用(輸送量可調整)
特殊泵浦	使用於粘稠液(油、凝集劑)及污泥排泥；有齒輪泵浦、螺旋泵浦、瓣旋(roots)泵浦等

表 6.1.1-3 泵浦用途分類及使用材質

用途	主要使用泵浦	主要使用材質
藥液注入用	磁性泵浦 隔膜泵浦	SUS27、32 合成樹脂、合成橡膠
酸廢水用	耐酸渦捲泵浦 (主要為自吸式)	SUS27、32 硬質 PVC
鹼廢水用	耐鹼渦捲泵浦 (主要為自吸式)	鑄鐵 硬質 PVC
污泥用	瓣旋泵浦	鑄鐵
一般廢水用	汎用渦捲泵浦	鑄鐵

(1) 泵浦日常管理

泵浦如使用方法、材質選擇錯誤時，固形異物吸入會促進腐蝕、摩擦，使泵浦之輸送能力降低，故應注意正確使用。泵浦的日常管理確認項目為揚水量、壓力檢查及填料蓋、機械軸封等之洩漏。

(2) 泵浦保養管理

泵浦的故障，除選擇錯誤以外，單純異常原因居多，但如忽略在異狀發生時即予適當判斷，迅速採取故障排除的話，會造成泵浦本體及馬達高熱，甚至導致損壞。

6.1.2 空污處理設備操作與管理

一、袋式集塵器

1. 影響濾袋壽命的因素

(1) 廢氣量

因袋式集塵器之設計集塵面積，完全決定於氣布比(A/C ratio)。若因製程的不穩定造成氣布比超過原設計值，則可導致廢氣通過濾袋表面速度加快，因而造成塵粒磨損纖維及纖維張力受損，導致濾袋易於損壞，且若含塵濃度不變時將導致濾袋壓差迅速增加，因而造成洗袋次數增加易使濾布鬆散，且因廢氣快速通過濾袋易

造成小顆粒卡在纖維內層，導致濾袋阻塞。

(2) 廢氣溫度

因袋式集塵器的濾袋材質須因應製程廢氣溫度而定，若因製程的不穩定，溫度上下超過袋子所能承受最高或最低值時，纖維將增長而失去彈性，可能導致濾袋的損壞。高溫導致濾袋融化破洞，低溫導致露點發生，尤其是溫度升降很大時，會造成一些區域性低溫，產生腐蝕現象。

(3) 水分

水分是濾袋的最大剋星，水分常會因為低溫而發生凝結水，造成濾袋堵塞，若凝結水與灰餅相結合更易導致壓差發生，造成袋子損壞，纖維失去彈性而破裂，凝結水常常發生的位置為艙蓋口、灰斗、流體死角等地方。

(4) 廢氣化學性

廢氣中或多或少含有些酸鹼性物質，隨著這些化學物質濃度不同造成露點的改變，若一般操作啟動或停機時則常常操作在露點以下，則氣體中的 SO_2 遇水變成 H_2SO_4 ，若沾在袋子上，造成纖維溶化拉長失去彈性而破洞，若煙氣中含 HF 則會使玻璃纖維濾袋損壞。例如玻璃纖維濾袋暴露在 HF 含量200 ppm以下之 260°C 煙氣，操作可維持2年；在同溫，若 HF 達1,200 ppm，最多持續2個月。

(5) 塵粒濃度及特性 塵粒濃度、粒徑分布及硬度的大小影響著洗袋頻率。若清潔頻率過高，易使織布類的濾袋組織鬆散，造成小顆粒的滲透；粒徑若過小易造成濾袋阻塞，粒徑過大的飛灰則容易磨損濾袋；硬度大的顆粒則易造成濾袋的磨損；塵粒若具有黏性則容易造成黏性的灰餅，將造成濾袋清潔的困難，嚴重時可導致濾袋阻塞失去功能；塵粒中若含有火星則可能將濾袋燒破，嚴重的可引發塵爆等問題，最好先使用旋風集塵器去除之。

(6) 濾袋所造成的壓差氣體流經濾布時，因受纖維的阻礙一定會產生壓力差，因此壓力差是濾袋狀況的指標，為維持良好的操作狀況，一定範圍的壓力差是必然的，而壓力差也因為袋濾器種類，氣布比、濾布種類不同而不同，其大約範圍為 5~15 公分水柱，若發生壓力差過大時則表示濾袋阻塞，若壓差過小時則表示濾袋破洞。

(7) 出灰系統

積灰斗中的灰若不即時清除，且灰斗內溫度若低於露點時，極易造成架橋結塊，阻塞出口管路，腐蝕外殼等問題，且堆在灰斗內的灰又極易受氣體的影響而飛揚，造成塵粒濃度增加。若積灰高及濾袋時更會減少集塵面積造成氣布比增加，因此灰斗內積灰需定期排放。

2. 操作程序

袋式集塵器之操作過程可分為啟動、一般操作及停機等三項，分別介紹如下：

(1) 啟動

不正常的啟動程序，會影響到許多的濾袋，同時也會減短濾袋的壽命增加運轉的成本，故啟動前應先檢查所有的橡皮封、分布器元件、煙道、螺栓、濾袋、擋板、固定濾袋元件、清潔系統、出灰系統、各儀錶功能，並更換需換的備件，檢查風車及擋板(damper)等設備是否一切正常，且人員工具完全離開後，方可蓋上艙門開始啟動風車。若袋式集塵機系統中有換袋子，新袋子一開始若受大量塵粒負載很容易磨損(因新袋子壓差最低，大量氣流流經該袋造成氣布比，增加極易磨損)。

有兩種方法可處理此問題，一是讓袋濾器由輕負載開始慢慢升載(如果允許的話)，另一是先將新濾袋預覆(precoat)一層灰(如高嶺土或石灰石粉末)，造成濾袋表面有阻力即可。

露點也是重要的考慮因素，因為啟動時很容易在露點溫度下操作，加上袋濾器因長時間停機濾袋表面會有冷凝水，若有大量灰塵進入濾袋時將在濾袋表面造成泥狀物，而塞住了濾袋，此時可用石灰石粉末預覆一層，因石灰石遇水會凝固，但當升溫則容易烘乾而流動。

對於含有較黏性顆粒(如瀝青及火星)的燃氣，均可使用此法，以防止濾袋被阻塞燒破，若是濾袋屋之前裝設旋風集塵器，也可避免一部分這種問題的發生。

因啟動時不完全的燃燒將會產生黏性的未燃碳物質，黏在濾袋上或落在灰斗中，無形之中容易造成二次燃燒，因此，繞流(bypass)這些燃燒排氣直到穩定的燃燒後再將部分排氣導入，使濾袋預熱直到袋濾器熱平衡後，再完全導入。

脈衝式濾袋屋在啟動時應注意下列項目：

- A.待壓差升到 7.5~10 公分水柱時將進口擋板全開。
- B.在開機時不要使用計時器控制脈衝系統，待壓差達 10~12.5 公分水柱時才開始使用脈衝系統。
- C.啟動時若是為了乾燥濾袋，則除了風車不開外其餘所有附屬設備均開啟。
- D.啟動風車時擋板應全關，以避免過載。
- E.使用脈衝噴氣式洗袋設備，並保持壓差在設定值內操作，壓縮空氣越強週期越短，壓差則越小，反之壓差越大。

反洗空氣式濾袋屋在啟動時應注意下列項目：

- A.使用灰斗加熱器預熱濾袋。
- B.濾袋在沒有預熱前不可將廢氣導入。
- C.使用瓦斯或燃油鍋爐預熱煙道管。
- E.使用瓦斯或燃油鍋爐預熱濾袋。

F.預覆濾袋表層。

G.檢測濾袋表面確實預覆一層。

(2)一般操作

在正常情況下操作袋式集塵器，應隨時注意集塵器的出口之不透光計(若有裝設時)，並固定自動記錄長時間追蹤，若發生破袋致針孔出現時，不透光計的讀值會上升以供判別。

每個濾室的壓差也是觀察濾袋器狀況的指標，並應自動記錄各室狀況，因而判斷那一室有袋子破裂或阻塞(不過當溫度變化時也會影響壓差)。另外利用風車馬達的電流也可判斷壓差的狀況。廢氣風量、溫度則應隨時注意並自動記錄。至於粉塵粒徑分布，進口塵粒濃度、水分、化學性也應該保持記錄，所有操作記錄均應長時間保存，以供日後參考。

每一班均應有人做例行檢查清潔系統及出灰系統，以保持良好的操作狀態。

A.脈衝噴氣式一般操作時應注意事項

- (A)在清灰時，壓差計也應跳一下，若沒反應，應拆去與大氣接通的一端，看是否有壓差，若沒則表示濾袋阻塞。
- (B)在沒有清灰時，檢查空氣儲存器內壓力有無下降，決定膜片閥有無洩漏。
- (C)在清灰時，傾聽各膜片閥及電磁閥，動作需乾脆而不延遲。
- (D)在清灰時，不透光計讀值應上升一些，但如有破洞時則應上升許多。
- (E)檢查壓縮空氣儲存槽內是否有水或油，若有則應加裝祛水器及祛油器。

B.反洗空氣式或機械震動式一般操作時應注意事項

- (A)檢查差壓計是否有阻塞，方法同脈衝噴氣式。
- (B)在振動洗袋時差壓計應為 0，若仍有壓差表示擋板洩漏。
- (C)在反洗空氣式洗袋時產生逆壓造成壓差減少。
- (D)檢查預覆層系統，此系統僅應操作在清灰週期時。

(3)停機操作

停機時最應注意的是露點問題，因此沖吹(purge)濾袋以將酸性物質及水分排出袋濾器為第一優先，在停機後應先清潔所有濾袋二個週期，待濾袋表面的灰餅完全清除，再清除所有灰斗的灰，以防止灰塵再度上揚，且可避免因停機降溫而造成的結塊及人員進入造成傷害。

二、濕式洗塵器

各種不同的濕式洗塵器，在實際操作上發生的問題都不盡相同，雖然濕式洗塵器是較簡單的空污設備，但仍需適當的維護以確保長期操作壽命與順利運轉。適當的設計與設置雖然有助於集塵系統之完整性及除塵效率的提高，但是仍需做到定期的檢視與維護，以維持最佳的操作效率。不適當的操作性能可由下列各種跡象中發現：

- 1.不適當的系統設計或操作。
- 2.製造系統改善導致設備功能及效率無法發揮。
- 3.設備之機械狀況損壞導致性能無法符合原有要求。

在除塵技術上使用濕式收集法較其他設備有更多的異常現象，其主要問題大部分是由水引起的。例如供水、排水設備的機件磨損、控制不良、水位不夠、排氣管之阻塞、腐蝕等問題。

尤其是採用噴水或噴霧方式時，常會有噴嘴阻塞現象。此外，所收集之塵粒以污泥狀態排除時需考慮污水及污泥的處理。由於本型式

之設備費不高，但操作費及污水處理費用大，所以在規劃前必須事先做好詳細的評估。

應用在有害氣體吸收時所考慮的經濟因素包括有初設費的高低、維護操作費用以及使用年限等問題。而機件受到吸收液的酸鹼度影響，在馬達、風箱、噴嘴處會有腐蝕、結垢等問題。

綜上所述，濕式洗塵器中發生的問題不外乎腐蝕、固體微粒的堆積、機件磨損以及噴嘴的堵塞等。為減少廢液量常將洗滌液循環使用，因此阻塞的原因除了由於噴嘴、管線不適當以外，洗滌液中固體含量太高、不良的操作與設計等都是問題的來源。

這個現象可以由噴出液滴的形式觀察得知，另外液體量減少也是一種徵兆。所以應該選用適當的噴嘴及管線，並且經常清洗，同時適時地排放廢液。

固體微粒的堆積係導因於物理沉澱或是化學反應所產生，一般發生在紊流狀況較低的地方，如管線、導管或偵測儀器的管線上。可以增加氣液比、控制 pH 以及添加化學藥劑等方式來改善操作狀況。

當氣體中含有酸性物質或電解質時最易發生腐蝕，可用 pH 控制或選用適當材質來改善。若氣體中含有易引起磨擦的物質，當氣體在紊流狀態中或突然改變流動方向時易產生磨擦而磨損機件。這個現象常發生在文氏喉管、靠近離心收集氣進口處的壁面以及彎管等地方，故應使用預處理設備和彎度較小的導管。此外，風車和泵等旋轉設備亦較易磨損。

1. 操作前檢查

濕式洗塵器安裝完成後，系統正式運轉前各單元設備應進行下列各項檢查：

- (1) 洗滌塔內應先注滿清水後再予以排放，以清除洗滌塔內的髒物或其他雜物。
- (2) 清除管線及風車內部的積垢或雜物。

- (3)用手撥動風車的葉片，以確定葉片可正常轉動，且不會觸及風車進口或機殼。
- (4)檢查風車皮帶的張力，若太鬆弛應立即調整至適當的緊度；另注意皮帶如磨損，應即更換。
- (5)啟動風車電源開關，以確定風車葉片轉動正常。
- (6)檢查泵循環是否順暢及泵馬達的對心準確度。
- (7)若泵具有填料箱封函，應檢查其確實已安裝密封函。
- (8)用手轉動的轉軸，確定所有轉動部分皆可正常轉動。
- (9)拆除泵的連接套筒，並輕觸按鈕短暫啟動泵以確定葉片可以正常轉動，若轉動方向相反，泵可能造成嚴重損壞。當確定一切轉動正常後，重新接回連接套筒。
- (10)檢查泵軸承以確定已加注潤滑油。
- (11)若泵使用機械軸封，需加潤滑劑，或連續的以清水沖洗。故水量需調整至適當需要量。
- (12)關閉洗滌塔的排放閥，並於洗滌塔內注滿清水，直至注入水開始自溢流連接管流出。
- (13)調整連續進入洗滌塔的補充水量。
- (14)開啟循環管線上的所有閥門，並開啟循環泵。這時洗滌塔內的水量會稍微下降，因為部分水會流入管線內或填充料內。這是正常現象，當操作幾分鐘後，水位又會回升至溢流位置。
- (15)利用循環管線上的節流閥設定循環水量。
- (16)若有洩漏，應檢查循環管上及法蘭迫緊處是否有洩漏處。
- (17)觀察洗滌塔內的噴霧或分流板，以確定水量能均勻分布，若有分布不均的現象，應予以調整。
- (18)關閉洗滌塔的維修門，並打開系統上所有的閥門，但風車進口端的擋板仍應保持關閉，啟動風車然後逐漸打開進口擋板至設計的需求風量。

- (19)調整系統擋板使系統風量符合設計的需求風量。
- (20)檢查風車的過量噪音與振動原因，並予以調整維護，以避免造成對心偏離。
- (21)檢查所有儀器並記錄系統的功能。
- (22)啟動循環泵及風車運轉 2 小時後停機，並排放洗滌塔內的洗滌水。
- (23)重新檢查噴霧嘴及過濾器有無阻塞，並予以清除。

2. 啟動與停機

濕式洗塵器之功能可能為吸收或洗塵，其啟動之程序各不相同，停機的程序則相同，分別如下所述：

(1) 吸收功能之正常啟動程序

- A. 關閉水槽排水閥並注滿至溢流位置為止。
- B. 打開補助閥。其水量已於事先設定好。
- C. 啟動泵，預先設定好節流閥。泵轉動 2~3 分鐘後再啟動風車。
一般均先啟動泵再開風車，系統關閉時則先關風車再關泵。
- D. 啟動化學注料系統，注意藥桶要有藥品。
- E. 檢查所有的液體流量、氣體流量、壓力及壓力之減降大小。

(2) 除塵功能之正常啟動程序

- A. 由正常操作控制注入液體至預先設定的量。
- B. 啟動所有泵的軸封及風車冷卻水的液體控制系統。
- C. 關閉所有液體洩漏後啟動循環泵。
- D. 調整液體流量到設計值。
- E. 檢查系統跳脫裝置並依初設程序啟動洗塵系統。
- F. 啟動風車並檢查振動狀況。若有進氣調節閥，在風車轉速正常

前勿開啟閘門。

G.檢查重要操作變數(如氣體飽和溫度、液體流量、液面高度、風車壓力變化、管線壓力減降及洗滌器整體壓力減降)。

H.緩慢開啟排放系統以便慢慢地提高污泥濃度。測定最終濃度作為查核放流率計算之用。

I.調整補充水流量以維持液體需要量。

(3)正常停機

A.關掉風車及風車冷卻系統並自洗滌系統分離出來。

B.維持液體系統運轉一陣子，以冷卻洗滌器並可藉以降低污泥濃度。

C.關閉補充水系統，然後讓系統的水正常洩漏。

D.當液面降至最小水位時(泵會有噪音發生)，立即關閉泵，然後關閉泵軸封水。

E.打開系統的人孔，洩氣閥及其他排水孔口。若有爆炸之虞時需先以惰性氣體淋洗一次。在任何狀況下若欲進入內部檢查前均須以空氣淋洗。

3.濕式洗塵器之維護

濕式洗塵器啟動後系統循環水量及風量應重新檢查其是否符合系統的設計要求。連續操作二週後，應停機檢查噴霧嘴有無堵塞及重新安排填充料之高度是否維持設計之要求。

通常這些現象於啟動的前二週最容易發生。在正常操作下，每天應檢查循環水至分流系統的情形及補充水量。若有使用化學藥劑，每天應檢查藥劑的適量填充量。並且每天紀錄各儀錶的讀數，如壓力計、溫度計、流量計等，且分析有無異常狀況。

下列項目係針對一般洗塵器檢視所發現的典型問題來源，除須定

期檢查外，並得依手冊上的建議做適當的保養工作。

- (1)在氣流下游及液體流速加速度的地方經常發現嚴重的磨蝕。
- (2)檢查洗塵器內表面的腐蝕狀況。(一至三個月一次)
- (3)檢查是否有過量的堆積現象，特別是在乾/濕交界區。(三個月到半年)
- (4)檢查是否有過量的結垢現象，這可能受到諸如溫度、pH、灰塵化學組成或補充水之化學成分，迴流率降低、負荷增加或固粒子去除系統故障等操作程序改變之影響。
- (5)檢查噴嘴是否結垢，有雜質堆積或者損壞。
- (6)檢查沖刷管線是否有堆積現象，可預留清潔孔管線在不停機狀況下進行清理的工作。(一到三個月一次)
- (7)檢查管線及容器內之腐蝕及洩漏現象。特別是有防蝕襯裏的管線，應預防有老化衰退的現象。(一至三個月一次)
- (8)檢查除液滴器的操作。液滴的形成可能由於氣流量過大、除液滴器阻塞或出風口的冷凝作用。應檢查支撐結構並順利的操作。(三個月到半年一次)
- (9)檢查泵的磨蝕狀況、軸封水、墊片及操作平滑性。(每週一次)
- (10)檢查節流閥及閥聯接點的磨蝕及積垢現象。(每月一次)
- (11)檢查風車潤滑、風車軸承冷卻系統、皮帶磨蝕及張力和導翼的腐蝕/沖蝕程度。(每週一次)
- (12)檢視在主要放流狀況下之內表面及槽支撐狀況。(半年一次)
- (13)檢視所有程序及控制管線、導風管及外接頭的漏水現象。(半年一次)
- (14)檢視所有儀器的操作設定狀況。
- (15)檢視和天氣有關的問題，如冰凍時對管線須有適當的保護或加熱程序。

濕式洗塵器之功能查核與故障緊急應變整備 正常操作注意事項：

濕式洗塵器之操作問題包括固體顆粒堆積、機件磨損、腐蝕、噴霧嘴堵塞、液體循環不順暢或桶槽洩出泡沫等問題：

- (1)濕區及乾區形成：濕式洗塵器可能設計不當而造成乾區，致使含塵氣流與無法洗滌之內壁接觸而堆積。可延長導管至洗塵器內或使塔內壁保持完全濕潤。
- (2)噴嘴堵塞：堵塞原因包括噴嘴選擇不當、噴嘴口大小、洗滌液太濃、接頭設計不良及原操作不正常、化學藥劑結垢及機件無法操作等問題。
- (3)流量不穩定：受外界壓力影響導致流量不穩定，可以擋板及節流閥調整適當之流量解決。
- (4)積垢：通常由於洗滌液之化學成分、溶解度、溫度及 pH 值等問題影響而內壁形成積垢現象。除非積垢產生於操作使用處，否則並無影響。結構可以在設計及程序上予以改良。
- (5)局部腐蝕：腐蝕是降低洗滌塔操作壽命之主要因素。平常應避免凹槽處積水，同時有粉塵附著處應予以充分沖洗。
- (6)儀器配件阻塞：儀器配件阻塞情形是系統上最嚴重的問題，因此通常以特殊之設計配件與接頭取代一般之標準配備。
- (7)槽體產生漩渦：漩渦常發生在旋風式的洗塵器。洗滌液形成漩渦會造成嚴重的磨蝕及排水問題，可以反渦流及大量排水方式解決。
- (8)小液滴：液滴分離器操作不當時易產生小液滴。幾乎所有洗塵器都有這樣的問題，只能以適量之設計使降低至最小程度。
- (9)霧化：排水不當與流量不規則會在液滴去除裝置上方發生再霧化作用。同時會發生於高流速煙囪或因配件突出而產生高速氣流之處。
- (10)液氣分布不良：任何洗塵器均需有適當的氣液分布。不良之原因可能有隔板設計不良、粉塵堆積、機件故障、腐蝕、接頭鬆脫或設計不當。

- (11)熱衝擊效應：當熱氣流遇到冷的洗滌液時會產生熱衝擊效應，適當之設計使溫度逐漸降低勿急速改變，可以分類冷卻方向解決。
- (12)阻封損失：在濕式洗塵器接頭處通常以液體為阻封，阻封應於冷卻器頂部或溢流接口處。為避免氣體的洩漏必須做好阻封，阻封效應不良時常造成堵塞及機件故障。
- (13)磨蝕：除非是局部集中的腐蝕否則並無影響。不幸的是濕式洗塵器磨蝕部分通常在操作位置。故只有經常更換磨蝕嚴重之處，高粉塵濃度常引起嚴重的磨蝕。
- (14)振動：濕式洗塵器之風車及泵經常發生振動問題，通常以監測器控制及經常地做防止振動方面之保養。

三、熱破壞防制設備之操作維護

表 6.1.2-1 熱破壞防制設備維護、保養及功能查核要點

設施	維護保養	功能查核
熱焚化	<ol style="list-style-type: none"> 1.焚化設施定期查核及保養 2.馬達及風車運轉是否有異音 	<ol style="list-style-type: none"> 1.焚化溫度是否足夠 2.停留時間是否足夠 3.混合是否均勻 4.空氣加入量
觸媒焚化	<ol style="list-style-type: none"> 1.焚化設施定期查核及保養 2.觸媒定期更新避免老化 3.過濾裝置定期更新 4.廢觸媒處置 	<ol style="list-style-type: none"> 1.停留時間是否足夠 2.混合是否均勻 3.空氣加入量 4.觸媒是否須更新 5.溫度控制
蓄熱焚化	<ol style="list-style-type: none"> 1.焚化設施定期查核及保養 2.蓄熱材定期維護 3.氣體交換控制閥維護 	<ol style="list-style-type: none"> 1.焚化溫度是否足夠 2.停留時間是否足夠 3.壓降 4.熱回收率 5.蓄熱材清潔

四、冷凝防制設備之操作維護

表 6.1.2-2 冷凝防制設備維護、保養及功能查核要點

設施	維護保養	功能查核
冷凝管外侵蝕	蒸汽含有水分避免高速排入冷凝器時撞及冷凝管	蒸汽排入冷凝器速度
冷凝管入口內部侵蝕	1. 冷凝水避免高流速 2. 冷凝管避免有懸浮固體物 3. 冷凝水須加以處理	1. 冷凝水流入速度 2. 冷凝水水質
冷凝管破管或凝管接合處洩漏	採用管塞(plug)將此冷凝導管塞住	溫度差
冷凝器管板腐蝕	冷凝器管板定期維護	避免冷凝水產生之漩渦

五、吸收防制設備之操作維護

表 6.1.2-3 吸收設備維護、保養及功能查核要點

設施	維護保養	功能查核
機件侵蝕及(或腐蝕)	1. 採用抗侵蝕及腐蝕之材料或加以塗裝 2. 避免殘留液體之存在 3. 清除積垢	機件是否磨損(侵蝕或腐蝕)
噴嘴阻塞導泵送異常、化積垢密封及械失效	1. 可擇用開口較大之噴嘴 2. 加強沈殿池之功能以減少吸收液之懸浮固體含量 3. 清潔阻塞	1. 噴嘴是否阻塞或損壞 2. 是否積垢
塔內壁積垢	適當的製程控制或調整吸收液加以抑制	塔內面是否腐蝕積塵
水槽漩渦導異常磨損及漏	安裝防止漩渦板或快速連續洩放	管路及容器是否腐蝕或洩漏
氣液流動不衡	調整閥門或緩衝器流量	氣液分離器結構支架是否固定良好、氣體流率是否過高
氣液分離不致排氣有霧	改進或清潔除霧器、降低氣流流率	出口導管是否有凝結現象

設施	維護保養	功能查核
氣體洩漏	加強以封膠將管路接合處密封、修理破裂或洩漏之管路以防止洩漏	管路及容器是否腐蝕或洩漏
壓力降過低、過高	1.檢查氣流流率是否過低、調整風車驅動皮帶及速度、清潔氣體入口管道、檢查入口靜壓是否過低 2.檢查氣流流率是否過高、調整風車驅動皮帶及速度、清潔吸收塔	
泵浦與風車動	經由調整及定期保養加以控制	1.泵浦是否磨損或密封不佳 2.風車之潤滑液及軸承冷卻液是否不足皮帶是否磨損及葉輪是否浸蝕或腐蝕
熱震	使用多重冷卻界面將熱氣逐漸冷卻，而非突然改變溫度	

六、吸附防制設備之操作維護

表 6.1.2-4 吸附設備維護、保養及功能查核要點

設施	維護保養	功能查核
導管	塵埃聚集狀況並定期清洗接觸部分狀況	吸附系統阻力
吸附床	應緩慢注水冷卻以免著火	1.避免碳床溫度超過 150°C 2.避免大量水氣瞬間產生，導致吸附床破裂
鼓風機	1.檢視塵埃聚集狀況並定期清洗 2.軸承及潤滑油補注 3.皮帶是否鬆弛	定期以壓差計量測

6.2 處理單元之異常對策

6.2.1 水污染處理單元之異常對策

一、物化處理單元

(一) 混凝膠凝處理

化學沉降/混凝沉澱效果受進流廢水之濃度、pH及膠羽型態等之影響，且與混凝劑、助凝劑之添加方式、藥劑的性質、濃度亦有相當大的關係。為使化學沉降/混凝維持在穩定條件下操作，必須注意各項設施的維護管理工作，相關的維護檢查項目示於表 6.2.1-1。

表 6.2.1-1 化學沉降/混凝沉澱設施之維護檢查項目

單元	日常檢查項目	週/月檢查項目
快混槽	1. 混凝劑使用量(消耗量)及藥劑之補充 2. 混凝劑濃度 3. 混凝劑注入量之檢核 4. pH 值檢查 5. 攪拌狀態的檢查(是否維持適當攪拌強度)	1. 加藥泵、電磁閥之檢查(是否正常操作、洩漏等) 2. 加藥管線阻塞、破壞之檢查、清洗或更換 3. 藥液槽之檢查、清洗 4. 攪拌機翼板之檢查，附著物之去除或補修 5. 漏電之檢查及修護
慢混槽	1. 助凝劑使用量(消耗量)及藥劑之補充 2. 助凝劑濃度 3. 助凝劑注入量之檢核 4. 膠羽生成狀態的檢查(膠羽之大小及形狀等) 5. 攪拌狀態的檢查(是否維持適當攪拌強度)	1. 加藥泵、電磁閥之檢查(是否正常操作、洩漏等) 2. 加藥管線阻塞、破壞之檢查、清洗或更換 3. 藥液槽之檢查、清洗 4. 攪拌機翼板之檢查，附著物之去除或補修 5. 漏電之檢查及修護
沉澱池	1. 流入水量之校核 2. 沉澱池內水流是否有異常現象(如偏向流、捲升流等) 3. 溢流堰之水平狀況(出水是否均勻、污泥有無流出) 4. 有無污泥上浮或流出(水量過大、膠羽形)	1. 污泥泵阻塞、磨損之檢查 2. 污泥泵排泥量之校核 3. 刮泥機之磨損、彎折及腐蝕情形 4. 流出渠浮渣及沉積物之清掃 5. 浮渣及浮泥之去除 6. 溢流堰之清掃及水平調整

單元	日常檢查項目	週/月檢查項目
	成不良、污泥上浮) 5.有無污泥異常堆積 6.刮泥機是否正常運轉(有無異音) 7.污泥泵有無異常(壓力計及電流值校核)	7.補注油料(鏈條、軸承、馬達、減速機等)

資料來源：金屬表面處理業廢水前處理技術手冊-電鍍業/100年6月

(二)快濾系統

過濾系統為增進過濾效果，於操作時應注意下列各點。

- 1.過濾進流泵之啟動／停止次數，不可太頻繁，一般最短抽水循環時間(兩次啟動或兩次停止之間隔時間)為 15 分鐘。
- 2.水頭損失達設定值應即進行反沖洗。最好每天反沖洗一次。
- 3.反沖洗時，注意砂層膨脹應達 20~30%。
- 4.反沖洗時若發生砂層流失，應定時補砂。
- 5.過濾進流泵應交替運轉使用，避免不常使用之備用泵於需要啟動時無法使用。
- 6.若砂濾無法達成去除微細粒子之目的，則應於砂濾單元前加混凝系統以增加處理效果。

過濾系統操作過程產生之異常現象及對策，整理如表6.2.1-2所示。

表 6.2.1-2 過濾系統異常現象及對策

異常內容	原因	對策
1. 控制盤啟動後，過濾進流泵或反沖洗泵不運轉	1a.電力終止 1b.PLC(Programmable Logic -Controller)故障 1c.過濾進流池或反沖洗水池低液位	1a.檢查電力設施 1b.檢修PLC(Programmable Logic -Controller) 1c.檢查水池液位
2. 過濾進流泵或反沖洗泵啟動後，過濾桶之水頭損失不變	2a.蓄水槽低液位 2b.過濾進流泵或反沖洗泵進、出口端閘未開 2c.過濾桶壓力感測器故障 2d.管線破裂	2a.檢查水池液位 2b.開啟過濾進流泵或反沖洗泵進、出口端閘 2c.檢修過濾桶壓力感測器 2d.檢修管線系統

異常內容	原因	對策
3. 過濾進流泵或反沖洗泵啟動／停止頻繁	3a.過濾桶之水頭損失設定值不正確 3b.PLC(Programmable Logic -Controller)故障	3a.重新設定過濾桶之水頭損失設定值 3b.檢修PLC(Programmable Logic -Controller)
4. 過濾進流泵或反沖洗泵不依水頭損失設定值高點／低點進行啟動／停止之動作	4a.過濾桶壓力感測器之訊號傳送故障 4b.PLC(Programmable Logic -Controller)故障	4a.檢修過濾桶壓力感測器之訊號傳送 4b.檢修PLC(Programmable Logic -Controller)
5. 低液位時，過濾進流泵或反沖洗泵不停止	5a.液位計故障 5b.PLC(Programmable Logic -Controller)故障	5a.檢修液位計 5b.檢修PLC(Programmable Logic -Controller)
6. 蜂鳴器不作動	6a.液位計故障 6b. PLC(Programmable Logic -Controller)故障 6c.蜂鳴器故障	6a.檢修液位計 6b.檢修PLC(Programmable Logic -Controller) 6c.檢修蜂鳴器

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97年

(三) 薄膜過濾

微生物存在會導致壓力下降及鹽去除率下降，並可能導致膜損害，利用加氯、臭氧或UV方式可抑制微生物生長，以避免膜面生物阻塞，其異常現象對策如表6.2.1-3所示。

表 6.2.1-3 膜分離之異常現象及對策

現象	原因	對策
膜分離過濾阻力急速上升	流入水水質惡化	1. 膜分離為藉壓力差進行過濾，容易受流入水質所影響，而應先以過篩、砂濾做前處理。 2. 量測並記錄流入水濁度，並監視水質變動。
	洗淨不足	1. 膜於持續進行過濾後，若污染質不被去除，將增加過濾阻力，應定期以藥品化學洗淨膜面附著物質。 2. 洗淨不足時，過濾阻力容易上升，而必須更換新膜。

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97年

二、生物處理單元

活性污泥處理如有異常會立即影響處理水水質，因之，應即刻探

究其原因並採取對策，異常之主要原因大都由於流入水量、水質的變動、處理設施及操作維護不當所致。

活性污泥法異常現象對策如表 6.2.1-4 所示；絲狀微生物膨化原因及防治如表 6.2.1-5 所示。

表 6.2.1-4 活性污泥異常現象之主要原因及其對策

項目	區分	異常之現象	原因	對策	備註
1.	變色	變黑 變白	活性污泥腐敗發生 絲狀菌	參照第 7 項 參照第 3 項	正常活性污泥 為灰褐色-褐色
2.	膠羽 輕	(1) 污泥呈灰黑色，BOD低 (2) 淡棕色，不能沉降或上升，BOD高	(1) 污泥老化 (2) A. 污泥未成熟 B. 水力負荷過高 C. 設備不正常	(1) 增加排泥 (2) A. 增加迴流污泥 B. 調整或減低 C. 檢查溢流堰整流設備是否正常，調整之	上澄液中有細小顆粒
3.	膨化	(1) 活性污泥變白，不調和狀 (2) 沉澱、分離性不良、不壓密 (3) SVI在200以上 (4) 活性污泥由沈澱池溢出，處理水水質不良	(1) 污泥抽除不足致 zooglea 菌異常繁殖 (2) 下述原因致絲狀菌異常繁殖 A. 曝氣量不足 B. MLSS 濃度過高或過低 C. 流入水 BOD 過高 D. 流入水含有害物質 E. pH降低	(1) 排泥 (2) 探究左列原因擬訂對策，為提早恢復正常可採下列措施 A. 投入凝聚劑(硫酸錳、氯化亞鐵、粘土、矽藻土等) B. 添加氯鹽、次氯酸鈉、矽藻土等 C. 添加過氧化氫	以顯微鏡確認其原因為(1)或(2)。若為原因(2)以其恢復較遲，有時甚至需要換污泥
4.	上浮	污泥浮於沉澱池上面流出	(1) 脫氮現象 (2) 活性污泥之腐敗 (3) 膨化 (4) 解體 (5) 沉澱池的缺陷(底部、刮泥機等) (6) 流量變化太大	(1) A. 控制曝氣風量 B. 增加迴流污泥量、排泥 (2) 參照第 7 項 (3) 參照第 3 項 (4) 參照第 6 項 (5) 沉澱池改造、調整 (6) 設置流量調整槽	(1) 有時 pH 下降上浮污泥附著氣泡 (2) 為發生於尖峰流量

項目	區分	異常之現象	原因	對策	備註
5.	混濁	處理水懸浮物濃度高，水色混濁	(1)Protozoa增殖，毒性物質流入 (2)無Protozoa，主要為F/M過高 (3)過度曝氣	(1)預先處理控制 (2)減少流量或增加迴流污泥 (3)減少送風量	通常為暫時性，原因去除即可恢復
6.	解體	污泥被破壞成微細的膠羽現象	(1)過度曝氣 A.曝氣時間過長，過份氧化之狀態 B.BOD負荷過低 (2)特定微生物異常繁殖 (3)有害物質流入 (4)機械性的破損	(1)控制曝氣量，增加流入水量使負荷適當。 (2)增加迴流污泥量 (3)管制有害物質流入 (4)減少攪拌強度	(2)特定微生物為Amoeba，小型鞭毛蟲等
7.	腐敗	污泥發生腐敗，變黑及不快臭氣	(1)氧氣不足 A.曝氣量不足 B.曝氣設備故障或停電 (2)沉澱池內長期貯積污泥 (3)曝氣槽、沉澱池之構造有缺陷	(1)停止污水流入，增加曝氣依恢復程度調節流入水量 (2)增加迴流污泥量，加強排泥 (3)改善構造物	停止曝氣在夏天1天，冬天2天以上就發生腐敗。
8.	發泡	曝氣槽顯著發泡	(1)污水基質之原因 (2)一般清潔劑多量流入	(1)提高MLSS濃度操作 (2)添加消泡劑 (3)設置消泡設備	
9.	異常pH	pH下降	(1)進行硝化 (2)混入酸性物質	(1) A.維持適當MLSS濃度 B.控制曝氣量(放風、分批、曝氣等) C.增加迴流污泥量 (2)管制流入水水質	

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97年

表 6.2.1-5 絲狀微生物膨化原因及防治

原因	防治方法
醱類含量高(BOD過高) 缺乏營養鹽(N、P 等)	加氯、雙氧水、臭氧，設選種槽補充需要的營養鹽
硫化物含量高(有毒物質流入)	用曝氣或沈積法去除硫化物
低溶氧	改善曝氣系統
低 pH	加鹼，如消石灰或氫氧化鈉等
曝氣池中基質濃度低 高食微比(MLSS 過低)	採用栓柱流反應槽或設選種槽設穩定槽，將迴流污泥先曝氣3-6小時後再進曝氣池
低食微比(MLSS 過高)	採用栓柱流反應槽或設選種槽
溫度不適當	加溫

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97 年

三、污泥處理

板框壓濾式脫水機與帶濾式脫水機為工業廢水處理流程最常使用之機械脫水方式，以下針對其操作對策加以說明。

(一)運轉注意事項

板框壓濾式脫水機運轉時應注意事項包括：

1. 污泥進料泵、油壓裝置等附屬設備之操作機能皆應維持正常狀態，任何一項不正常就無法脫水。
2. 濾板的移動是否順暢、油壓是否正常、濾布有否皺摺皆應加以檢查；濾板若未完全緊閉，則污泥有散出之虞。
3. 須注意污泥進料泵壓力計之指示，若壓力上升，則污泥供給系統阻塞；若壓力下降，則污泥供給系統漏失污泥。此外，吐出壓力及濾液量之變化，皆應加以記錄，將對濾布阻塞及機器異常的發現甚有幫助。
4. 送風機相關之閥是否正常動作，並注意空氣、污泥、濾液有否散

出。

5. 確認壓榨壓力是否正常，壓榨時壓榨用閥應完全緊閉，否則污泥會發生逆流，造成管體阻塞。
6. 確認濾液開啟時各濾室剝離之脫水泥餅剝離狀況是否一樣。
7. 脫水泥餅之惡化，或有濾室未產出脫水泥餅，都應停止操作並調查原因。
8. 注意濾布的移動(移動式者)及濾布清洗狀況是否正常。
9. 板框壓濾式脫水機運轉中，應能辨別其正常音及異音，並注意有無異音。

(二) 日常檢查

板框壓濾式脫水機有各種型式，依製造廠牌其構造亦略異。檢查作業應依各製造廠之說明書為之。日常檢查主要項目包括：

1. 各主要部分給油狀況的檢查，尤其以濾板關閉柱體及驅動部為重點。
2. 油壓裝置之過濾器的檢查以及油面的確認。
3. 開關裝置、壓力計之檢測器及量測器之操作是否正常。
4. 各種閥、配管有無漏損。
5. 供給污泥壓力、壓榨壓力、油壓壓力、濾布清洗壓力、過濾時間(一循環)等應經常注意，以防止發生異常。
6. 機體及各零件之螺栓有無鬆脫。

(三) 定期檢查

除日常的檢查項目外，還應進行定期檢查，主要項目有：

1. 濾布應定期清洗和換新，板框壓濾式脫水機濾布必須取下才能酸洗。
2. 污泥進料管及液溝常易附著泥垢，故應定期清理。
3. 由於濾板為高壓緊閉，故應注意濾板有無裂傷。若長時間使用，則框體會變形，故應加以注意、檢查。

(四)異常時的對策

板框壓濾式脫水機異常原因及對策如表6.2.1-6。帶濾式污泥脫水機操作過程產生之異常現象及對策，整理如表6.2.1-7所示。

表 6.2.1-6 板框壓濾式脫水機異常主要原因及對策

異常現象	可能原因	對策
污泥自濾板漏出	● 緊閉壓力不足	● 調查油壓裝置的壓力並調整之
	● 襯墊損傷	● 更換襯墊
	● 濾布折疊或破損	● 修正濾布或更換
	● 濾板間被異物夾住	● 去除異物
脫水泥餅不形成	● 污泥壓入泵阻塞	● 清理污泥壓入泵
	● 供泥管阻塞	● 清理供泥管
	● 管內有空氣混入	● 排除空氣
脫水泥餅過薄	● 污泥壓入泵之壓力降低	● 修理污泥壓入泵
	● 濾布阻塞	● 清理濾布或更換
	● 濾液管阻塞	● 清洗濾板或濾液管
	● 供給污泥之性質惡化	● 調查供給污泥濃度及注藥劑並調整
	● 過濾時間不足	● 增長過濾時間
部分濾室形成軟弱泥餅	● 壓紋齒破損	● 更換紋齒
脫水泥餅含水率不高	● 壓榨壓力下降	● 調查壓入泵、管及閥之漏失。並補修之
	● 供給壓力降低	● 調查空氣壓並調查之
	● 閥類操作不良	● 補修閥或更換
	● 濾布阻塞	● 清洗濾布或更換
	● 供給污泥的性質惡化	● 調整供給污泥濃度及注藥率

資料來源：金屬表面處理業廢水前處理技術手冊-電鍍業/100年6月

表 6.2.1-7 帶濾式污泥脫水機異常對策

異常內容	原因	對策
1. 滾軸旋轉不良	1a.軸承磨損 1b.潤滑油不足 1c.滾軸彎曲	1a.更換新軸承 1b.檢查及補給潤滑油 1c.更換或修正滾軸
2. 污泥自兩側溢流	2a.污泥供給量過多 2b.凝聚混合不良 2c.藥劑添加率不適當	2a.調整污泥量 2b.檢查藥劑添加裝置 2c.檢查藥劑濃度
3. 濾布蛇行	3a.蛇行修正裝置不良	3a.檢查及調整濾布

異常內容	原因	對策
	3b.污泥未均勻分布 3c.滾軸磨損 3d.濾布發生皺摺	3b.檢查污泥分配裝置 3c.更換或修正滾軸 3d.更換或修正濾布
4. 脫水泥餅剝離不良	4a.濾布阻塞 4b.刮板磨耗 4c.濾布移行速度過快 4d.脫水泥餅過薄	4a.清理或更換濾布 4b.更換刮板 4c.調整濾布 4d.調整污泥濃度及濾布移行速度
5. 集水板阻塞	5a.集水板上堆積污泥	5a.清理污泥

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97年

四、常用儀表

(一)水量監測設備

1.電磁流量計

電磁流量計，由檢出器(或稱傳感器)及變換器(或稱轉換器)所組成。檢出器包括磁路裝置、測量導管、電極、訊號線等裝置。其檢測原理係根據檢出器依電磁感應定律作用而產生。則常見的故障及排除方法如表 6.2.1-8 內容所示。

表 6.2.1-8 電磁流量計常見的故障與排除

故障狀況	排除方法
1.有流量，儀表無指示	1a.找出斷路或短路故障點，重新接續 1b.檢查是否有激磁電流 1c.流量計按流向安裝，並正確接線
2.無流量，儀表有指示	2a.零位偏高，或接地不良 2b.干擾信號過大，排除干擾
3.儀表指示值不穩	3a.消除流體中氣泡 3b.如波形有畸變，排除干擾
4.儀表使用一段時間後，準確度降低	4a.管道內壁，結垢導致電極短路 4b.襯裡絕緣不良，電極短路

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97年

2.超音波流量計

使用超音波流量計應注意下列各項，才能測得正確流量。

(1)超音波流量計適用於測量任何流體流量，特別是腐蝕性、高黏度、非導電液體。

(2)換能器的安裝相當重要，應嚴格要求依說明書安裝。

- (3)變換器應安裝於振動小、衝擊小、檢修方便的地點。
- (4)變換器與換能器間應使用屏蔽電纜連接。
- (5)流體中無氣泡或懸浮顆粒，都卜勒超音波流量計將無法使用。

超音波流量計常見的故障及排除方法如表 6.2.1-9 所示。

表 6.2.1-9 超音波流量計常見的故障與排除方法

故障狀況	排除方法
1.瞬時流量值偏大或偏小	1a.重新確定發射器與接收器相對位置的正確性 1b.調整儀表零點
2.累積流量值偏大，瞬時流量正常	2a.變換器常數設定值偏移減小，應調校修正 2b.調準變換器參數
3.累積流量值偏小，瞬時流量擺動	3a.改善換能器耦合狀態 3b.調節換能器相對位置，使信號大、噪音最小，並調整倍頻數

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97年

3. 渦輪式流量計(Rota Meter)

使用渦輪式流量計應注意下列各項，才能測得正確流量：

- (1)精確度受被測流體黏度影響較大，口徑越小則黏度影響越大。
- (2)當流體溫度變化較大時，會造成傳感器內部尺寸變化，此時應考慮進行必要修正。
- (3)儀表的使用範圍應在儀表性曲線的線性部分。
- (4)使用於污水量測時，儀表前需加裝過濾器。
- (5)渦輪流量傳感器於使用中切忌有高速氣流引入，因此需要在傳感器前加裝消氣器。

使用渦輪式流量計應注意，渦輪式流量計主要故障原因及排除方法如表 6.2.1-10 所示。

表 6.2.1-10 渦輪式流量計常見的故障與排除方法

異常狀況	故障原因	排除方法
1. 傳感器或顯示儀表沒有輸出信號	1a.接線不正確 1b.葉輪卡死 1c.檢測線圈斷路或短路 1d.前置放大器沒有電源或電壓太低	1a.重新接線 1b.清潔葉輪或更換 1c.量測線圈 1d.檢查電源
2. 流量為零時仍有信號輸出	2a.外界強磁場干擾 2b.管路振動引起葉輪擺動或引起永久磁鐵與線圈之間有相對運動	2a.裝設磁場保護裝置 2b.重新固定管路
3. 指示流量與實際流量不符	3a.同第二點 3b.前置放大器工作不正常 3c.出口壓力過低 3d.介質黏度高 3e.軸承磨損 3f.葉輪附著雜物、髒物	3a.同第二點 3b.檢測或更換前置放大器 3c.檢查渦輪是否卡死 3d.更換他種流量計 3e.更換軸承 3f.清潔葉輪

(二)水質監測設備

1.pH計及ORP計

pH 監測計、ORP 監測計之電極的液絡部與被檢液在電流上應相通，但因氯化鉀溶液會由此流出，故每週應補充一次氯化鉀飽和溶液。有時電極內部會殘留氯化鉀結晶或內部液體遭受污染，此時氯化鉀溶液應全部倒出，重新再加入。pH 監測計、ORP 監測計常發生之故障原因及處置方法示於表 6.2.1-11。

表 6.2.1-11 pH 監測計、ORP 監測之故障原因及處置方法

故障處所	故障狀況	故障原因	處置方法
pH 計、ORP 計	指針不動	→電源沒接上 →保險絲不良	→以電表確認端子上是否有 AC 110V →更換
	指示不良	校正切換開關	→若校正正常，則檢查檢示部 →若校正不正常，則聯絡製廠商
檢示部(電極)	指針不動(校正正常)	玻璃電極破損(裂痕、針孔)	更換
	指針振動	→配線盒與端子板接線不良	→檢查、修正 →檢查

故障處所	故障狀況	故障原因	處置方法
檢示部(電極)		→比較電極不良 →裂痕 →KCl 不良 →電極內有氣泡 →電極引線繼線 →配線盒與端子板絕緣不良 →電極沒浸到被檢液 →玻璃電極引線的斷電端子不良	→更換 →補充 →去除氣泡 →更換 →測定絕緣電阻 →將電極與液體充分浸漬 →更換
		玻璃電極引線的斷電端子不良	更換
	指示不安定	→接繞端子接觸不良 →比較電極液絡部污染 →高絕緣迴路的絕緣性減低 →玻璃電極帽與引線端子 →配電盒、端子板 →專用電纜線 →被檢液氣泡多 →偶漏電至被檢液 →玻璃電極或專用電纜振動、移動時	→鎖緊 →清洗 →檢查 →鹼液洗淨→乾燥或更換 →鹼液洗淨→乾燥或更換 →鹼液洗淨→乾燥或更換 →消泡 →追查原因或切斷液體迴路 →追查原因並固定
	指示達到安定時間耗時	→高絕緣迴路之絕緣性減低 →玻璃電極污染 →被檢液溫度降低時(5℃以下)高溫用電極於常溫使用	→鹼液清淨→乾燥 →洗淨 →液溫測定，提高液體溫度 →更換低溫內電極 →更換常溫用電極
	無法調查	→玻璃或比較電極性能劣化 →玻璃電極破損(裂痕、針孔) →被檢液滲入比較電極 →高絕緣迴路之絕緣性減低 →標準液 pH 變化 →高溫用電極在低溫時調整	→更換 →更換 →內部液更新 →鹼液洗淨→乾燥 →用新標準液校正 →提高標準液溫度

資料來源：金屬表面處理業廢水前處理技術手冊/100 年

2. 溶氧計

以銀為陽極，鉛為陰極，銀和鉛浸在氫氧化鉀電解質中，外層是透氣薄膜，在銀陽極溶解氧被還原，在鉛陰極發生氧化，兩極電動勢為 0.7~0.9 V，電極的老化是一正常的現象，適當的電極保養是必要的工作，正確使用與保養可使電極的使用壽命延長，溶氧計主要故障原因及排除方法如表 6.2.1-12 所示。

表 6.2.1-12 溶氧計常見的故障與排除方法

現象	原因	排除方法
1. 數字無法顯示	1a. 電源或電路不通	1a. 查電源及保險絲
2. 儀器之讀值在某一個數值固定不變	2a. 大地迴路干擾	2a. 將儀器信號接地線確實接地
3. 儀器讀值顯示為零或超出	3a. 使用非隔離式信號線	3a. 依廠商建議規格使用正確信號線
4. 或低於量測範圍	3b. 信號線連接不正確	3b. 依操作手冊正確接續
5. 數值飄移變化大	4a. 接線盒含有水氣或被腐蝕	4a. 烘乾接線盒，保持乾燥，並應選擇適當地點裝設接線盒
6. 電極反應速度變慢	5a. 電極老化或故障	5a. 更換電極薄膜及填充液
7. 無法零點校正	6a. 電極老化或故障	6a. 更換電極薄膜及填充液

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97 年

3. 液位計

液位計使用時應注意下列各項，才能測得正確數值：

- (1) 液位計應固定，避免隨流體漂流(尤其是浮球式液位計)。
- (2) 量測污泥液位時，液位計應置於一套筒內，避免隨流體漂流。
- (3) 翻板式液位計之磁性浮子於套筒內應避免堵塞，否則測值與實際值將有誤差。

主要故障原因及排除方法如表 6.2.1-13 所示。

表 6.2.1-13 液位計常見的故障與排除方法

現象	原因	排除方法
1. 傳感器或顯示儀表沒有輸出信號	1a.接線不正確 1b.線圈斷路或短路 1c.前置放大器沒有電源或電壓太低	1a.檢查電源及接線 1b.檢查線圈之電流狀況 1c.檢查前置放大器之電源及電壓
2. 液位指示瞬時變動大	2a.液面擾動過大 2b.液面有漂浮物或泡沫	2a.減少液面擾動 2b.清除漂浮物或泡沫
3. 液位指示無變動	3a.感測器附近有雜物 3b.液位已超過呆液位範圍 3c.裝設位置離牆面位置過近	3a.清除雜物 3b.調整呆液位設定值 3c.調整裝設位置
4. 監測值與實際液位不符	4a.參數設定錯誤 4b.感測器未固定	4a.重新設定參數 4b.重新固定感測器

資料來源：廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材/行政院環保署訓練所編著/97年

(三) 泵浦及攪拌設備

泵浦的故障，除選擇錯誤以外，單純異常原因居多，但如忽略在異狀發生時即予適當判斷，迅速採取故障排除的話，會造成泵浦本體及馬達高熱，甚至導致損壞。表6.2.1-14提供其故障原因及對策之實例，經由檢查、修理，大體上泵浦應可維持正常。

表 6.2.1-14 泵浦故障原因及對策(例：自動控制系統)

故障內容	原因	對策
馬達無法啟動	● 馬達故障	● 檢查、修理
	● 忘了按熱繼電器的回復桿	● 按下回復桿
	● 接線不良(含斷線)	● 對照接線圖予以復舊，自動運轉，檢查液面繼電器壓力開關
	● 保險絲斷線(含切斷自動斷路器)	● 更換保險絲(恢復斷路器)
	● 泵浦發熱或咬住異物	● 分解、排除原因
馬達空轉吸不上來	● 吸入入口前的空氣	● 檢查、修理配管，接合法蘭、軸封
	● 沒有灌水，即使灌水也洩漏	● 灌水，檢查泵浦底閥、配管是否洩漏
	● 吸引側配管堵塞/泵浦內有異物	● 從法蘭處開始至泵浦進行清除工作
	● 吐出閥閉塞	● 打開閥
	● 逆迴轉	● 檢查接線
	● 葉片摩擦耗損	● 修理或更換

故障內容	原因	對策
揚程、吐量不足	● 吐出管洩漏	● 修理
	● 迴流管閥忘記關或沒關緊	● 關閉或調整
	● 葉片磨損	● 更換葉片
	● 迴轉數降低	● 檢查輸入電壓
承軸發熱	● 聯結不平衡	● 修正聯結狀況
	● 長時間超負荷運轉或封閉運轉	● 採取迴流或停止封閉運轉
	● 填料蓋墊圈過緊	● 適度鎖緊

資料來源：金屬表面處理業廢水前處理技術手冊-電鍍業/100年6月

6.2.2 空污處理單元之異常對策

1. 氣罩

(1) 維護保養

氣罩之維護保養重點在於檢點氣罩之吸氣氣流之流入狀態，最簡便者仍使用發煙法。但若要知悉控制風速時，則必須使用風速計，例如熱線式風速計(thermoanemometer)等。如含有粒狀物之污染空氣，亦可在現場以強烈光線照射氣罩開口面，以判斷氣罩集氣之良否。以此方式所得之資料，可以判斷氣罩是否有效設置，如有不當，則應尋求其缺失原因。

(2) 缺失

氣罩發生之缺失，其原因如下：

- (A) 風車之排氣量不足。
- (B) 自污染發生源至氣罩開口面之距離過遠。
- (C) 由於風管系統內堆積粒狀物而增加壓力損失，以致無法獲取必要之排氣量。
- (D) 受外來空氣之干擾，致在氣罩開口面及污染發生源附近之氣流無法控制。
- (E) 空氣污染物質之逸散速度過大，而逸散飛向於控制圈外，且其逸散方向與開口面不能在同一方向。
- (F) 因粒狀物控制設備內堆積有粒狀物，增大其壓力損失，以致無法獲取必要之排氣量。
- (G) 風管系統(尤以風車之吸氣口)中，因空氣自中途流入。
- (H) 由於必須增加設備，而在使用中途加裝歧管，受風車風量與風壓之不足影響。
- (I) 在氣罩附近有阻礙物存在。

(J)氣罩型式不適用於該作業。

B.改善對策

進行維護保養時，在檢點發現有上述原因存在時，應即對應各有關之項目，採取下列之必要改善措施。

(A)對於 A 之(A)

對於少許之風量不足，可增加風車之轉數而獲取必要之風量，惟只限於風車之電動機具有能力者為限。超越此情況者，應更換具有必要排氣量及風壓之風車。排氣量降低時，亦應調查其原因(包括皮帶有否鬆懈、軸承之磨耗、風車葉片或套管之粒狀物附著狀況、風車葉片是否有磨耗等。)

(B)對於 A (B)

在不妨礙該作業之範圍內，儘量將氣罩開口面接近發生源。如此仍不可能時，可將氣罩加裝凸緣以提高吸氣效果。

(C)對於 A (C)

在風管系堆積粒狀物等之主要原因，乃由於風管內之搬運速度不足或降低，或由於粒狀物等之物理、化學性(如粘性、帶電等)所引起。搬運速度之不足或降低，可採用如(A)所述之改善步驟，但如因設計當時之風管徑過大而致無法取必要之搬運速度者，則應以排氣量計算風管直徑(此時應注意壓力損失之增加)。此外，尚有氣流中之水蒸氣因溫度降低而凝結，風管系統在必要時應予保溫。

(D)對於 A 之(D)

通常在夏季，由於開啟窗戶等致受外氣之影響，室內空氣之流動加大，與此相較，如在冬季則受此種影響較少。如因受外氣影響，使吸氣效果降低時，應調查氣流方向，如其方向與氣罩開口面成直角者，則無庸顧忌，若自背面或側方

而來者，則應在氣罩周圍設置阻礙板等，防止氣罩開口或發生源附近之干擾氣流。

(E)對於 A 之(E)

空氣污染物逸散速度大時，應考慮變更其作業方式以降低其速度，如無法變更作業方式者，則應將氣罩開口面近接於發生源，或在氣罩附置凸緣，以增加擴散界限區域之控制風速。又開口面與逸散方向不一致時，應適當改變其方向，充分使逸散之污染物之大部分能因自身之運動飛入氣罩內。

(F)對於 A 之(F)

以過濾式除塵者易於濾布堆積粒狀物而增大壓損，而造成排氣量不足。故為防止此種現象，宜在吸氣側與排氣側間開鑿靜壓孔，速接 U 形管，隨時檢點粒狀物控制設備之壓力損失。當其壓力損失增大至原設計之 1.5 倍時應予清掃，但某些裝置亦有附裝自動清掃裝置者。

(G)對於 A 之(G)

由於自風管連接處或破損處流入大量空氣時，將影響氣罩之吸氣效果，故應隨時予以整補。風管系統之過長，或在中途有造成較大壓損之裝置者，在風車吸氣口之漏洩處雖僅流入極小之空氣仍不應予忽視。

(H)對於 A 之(H)

如風車之風壓或風量均有餘裕，而增加歧管者並無大礙。惟通常歧風管之增設均足以影響既設歧風管之排氣量，降低其排氣效果，至此唯有更換具有必要風壓與風量之風車。

(I)對於 A 之(I)

阻礙物極接近氣罩時，將干擾流線，使污染物脫逸於流

線外而易於逸散，且有增加壓損、減低吸氣量，此時應將該阻礙物撤除。

(J)對於 A 之(J)

一般氣罩均有適於一定作業之型式，如選擇不當，則不易產生其必要之效果，故在選擇上應加予留意。

2.風管

(1)維護保養

風管維護保養重點在於風管外觀及內部之狀況，外觀之檢點，仍自外面觀察風管狀況，包括凹陷、破損(磨耗或腐蝕造成之孔穴，人為傷害)、連接處之鬆懈(凸緣面、焊接面)、有否堆積粒狀物(如堆積有粒狀物時，予以輕輕敲擊，則發生鈍音)等；風管內部檢點則以測定風速、磨耗或腐蝕程度以及堆積粒狀物之測定及排氣等為主。

測定風速用儀器，較常使用者如下：

- A.皮托管(pitot tube)：使用於風速 >3 m/s 時。
- B.翼式風速計(anemometer)：使用於風速 >1 m/s 時。
- C.熱線風速計(thermoanemometer)
- D.小風速範圍者， 0.05 m/s $<$ 風速 <1 m/s。
- E.大風速範圍者， 0.05 m/s $<$ 風速 <40 m/s。

(2)缺失與改善對策

風管系統內可能造成之缺失與其主要改善對策，如表 6.2.2-1。

表 6.2.2-1 風管系統內之缺失與改善對策

現象	原因	改善對策
(一)凹陷	1.設置時之衝擊 2.內部之高負壓	1.設置時應留意不使風管受衝擊。 2.增加管厚，或將長方形斷面風管改為圓形斷面風管。 3.以角鋼補強。
(二)破損	1.磨耗 2.腐蝕 3.人為損傷	1.尤其在肘管較為顯著，應使用高一級或高二級管厚之材料。 2.改用耐蝕性材料，或在風管內壁內襯耐蝕性物質。 3.對於堆積有粒狀物時，不應使用鐵鎚等敲打，而應自清潔孔進行清除。
(三)連接處之鬆動	1.遺忘旋緊螺絲 2.因推動造成螺絲或焊處之鬆動 3.堆積粒狀物造成鬆動	1.風管四周應充分調查，有否螺絲未予旋緊。 2.尤其在風車吸氣口較易發生此種現象，是故應墊以彈簧墊圈，或予以充分焊接。 3.風管應有充分之支撐，並使其在連接部分不造成過大之應力。
(四)堆積粒狀物	參照氣罩缺失(C)	參照氣罩改善對策之(C)

3. 空氣污染控制設備

(1) 維護保養

在維護保養時空氣污染控制設備，在此就袋濾集塵機、文氏洗滌塔等粒狀物控制設備，簡要說明應檢點之重點要項：

A. 袋濾集塵機

(A)濾布是否有破孔。(B)濾布裝置部分是否鬆懈或脫落。(C)濾塵箱及粒狀物取出口是否有漏氣。(D)濾布孔是否堵塞。

B. 文氏洗滌塔(A)內壁是否有粒狀物之附著或堆積。(B)洗淨用水是否依規定量噴出，是否均勻。(C)是否有腐蝕處所。

(2) 缺失及改善對策

發現有上述現象時應即補修或予排除。為瞭解粒狀物控制設備之異常及確保正常之運轉，應在裝置前後開啓靜壓孔，以

橡皮或塑膠管連結 U 形管，並視此裝置為局部排氣系統之一部分，由 U 形管顯示之壓差判斷是否發生異常。

為積極防止磨耗引起之損傷，宜在粒狀物控制設備之前端裝設預過濾前處理裝置，先將粗大粒徑之粒狀物去除，藉以減少後續之空氣污染控制設備損耗。

4.風車

(1)維護保養

依處理方式之不同而選用不同機種之風車，一般而言，吸引式風車較易維護且故障少，而壓力式風車則維護工作較繁雜。附著性大之粉塵易附著於風車葉片或轉軸上，當其重量過重而自葉片上脫落時，將使風車轉失去平衡而產生振動，故應定期清理轉軸及葉片上之附著粉塵。

A. 風車產生振動時之維護保養

當風車產生振動時，應立即進行振動測定，並參考圖 6.2.2-1 運轉狀態判定圖實施下列檢查維護工作：

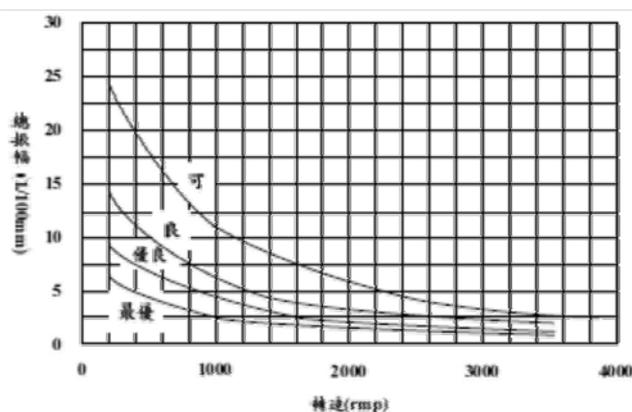


圖 6.2.2-1 運轉狀態判定圖

- (A)未明訂軸承容許溫度之設備在其規定負載狀況下連續運轉時，軸承溫度不得超出周圍空氣度 10°C 以上。軸承溫度可以手觸摸判定，若能繼續觸摸 10 秒以上，則可視為正常。若溫度超出情況嚴重時，則可透過冷卻裝置使軸承降溫至容許範圍內。

(B)軸承必須妥為潤滑，且潤滑油不得洩漏，風車吸引口附近之軸承常受氣流影響而漏油，應特別留意。

(C)由風速、風壓及回轉等所引之振動應輕微，風車運轉必須平順。

(D)風車外殼之接合部分不得漏氣，輸送含塵氣體之風車須注意主軸貫穿部之氣密性。

(E)傳動裝置之動力傳動狀態必須平順。

(F)在規定範圍內之運轉不得產生噪音。

B.風車運轉中及停機時之維護保養

有關風車運轉中及停機時之檢查維護事項如下：

(A)運轉中之檢查維護

- 記錄軸承溫度。
- 記錄軸承振動情形。
- 檢查軸承冷卻水量。
- 檢查軸承潤滑油量。
- 基礎螺栓及襯墊是否鬆動。

(B)停機時之檢查維護

- 檢查軸承冷卻水量。
- 檢查軸承潤滑油量。
- 清理葉片上著之粉塵。
- 檢查葉片磨損情形。
- 基礎螺栓及襯墊是否鬆動。
- 檢查聯軸器襯及螺栓。

(2)缺失及改善對策

A.風車常見缺失之原因

(A)異常振動原因

- 葉片摩擦或損壞至失去平衡。

- 葉片附著粉塵致失去平衡。
- 旋轉軸彎曲。
- 聯結器失去平衡。
- 校正不良。
- 葉片與外殼接觸。
- 墊圈偏心(填密度不均)。
- 顫動。

(B)性能低落原因

- 電源週率降低致電動機轉速度降低。
- 葉片磨損或損壞。
- 擋板操作不良。
- 濾袋壓損異常增大。

(C)軸承部溫度異常上升原因

- 潤滑油劣化。
- 漏油。
- 軸承部進水。
- 軸承冷卻水量不足。
- 校正不良。
- 軸承合金燒毀。

風車相關缺失及改善對策如表 6.2.2-2 所示：

表 6.2.2-2 風車相關缺失及改善對策

現象	原因	改善對策
(一)風車馬達安培數太高/超負荷	1.風車擋板開度太大 2.風車或集塵機維修門洩漏	1.調整擋板適當開度 2.檢查洩漏位置並維修
(二)風車馬達安培數太低	1.風車與馬達轉 2.風車擋板關閉 3.風車傳動皮帶打滑 4.風管積太多粉塵，風速增大，壓損增加 5.風管設計不良，管徑太小 6.系統壓力太高	1.查核風車說明書，重接線路 2.打開擋板，定位並鎖 3.調整皮帶緊度或換新 4.清除風管積塵 5.更換管徑較大之風管 6.檢查風車兩端之靜壓並與原設計資料核對
(三)風車效率不良	進口處產生擾流	檢查進出口壓力 檢查進口管件配置有無不當
(四)風車發生噪音與振動現象	1.葉片附著太厚塵垢 2.機殼內壁局部積垢 3.平衡度偏失 4.軸磨損 5.防振器損壞 6.進出口縮軟管鬆弛	1.定期清除 2.避免內壁有死角或容易產生積垢之設計，並請製造商改善 3.重新核正平衡度 4.更換軸承 5.更換防振器 6.更換伸縮軟管
(五)風車葉片與殼腐蝕/磨蝕	1.風車積水 2.粉塵具腐蝕性 3.粉塵硬度太高	參見(六) 考慮更換耐磨/耐腐蝕鋼板 增覆耐磨蝕外層
(六)風車內部積水	1.密封鬆弛 2.因冷凝造成	1.加強密封之緊迫性或更新 2.風車外殼及進口風管加裝保溫裝置
(七)風車損耗太大	1.風車轉速太快 2.管線設計容量太小 3.風管管徑太小	1.減速 2.檢討設計容量，減低電動機轉速或增大管徑 3.更換成較大管徑之風管

5. 氣狀污染物處理系統

氣狀污染物處理系統失效可能原因及緊急應變整備方案如表 6.2.2-3 所示。

表 6.2.2-3 異味處理系統失效可能原因及緊急應變整備方案

失效現象	失效可能原因	緊急應變整備方案
異味瀰漫 產源周邊	抽風機故障	1. 停止生產作業 2. 查核抽風機電源 3. 啟動備用抽風機 4. 修護故障抽風機
	集氣罩破裂	1. 停止生產作業 2. 修護集氣罩
	集氣空間窗門未關	關閉集氣空間窗門
煙道排放 產源異味	熱破壞系統失效	1. 停止生產作業 2. 查核燃燒溫度、停留時間、熱回收率、觸媒更換頻率是否正常
	冷凝系統失效	1. 停止生產作業 2. 查核冷凝管是否破裂或冷凝器管板腐蝕 3. 查核冷凝水水質
	吸收系統失效	1. 停止生產作業 2. 查核觸媒更換頻率是否正常
	生物處理系統失效	1. 查核微生物生長狀況是否正常 2. 查核處理系統 pH 值
煙道排放 酸味	氮氧化物設備失效	1. 停止生產作業 2. 查核 NH ₃ 是否外洩、添加是否正常 3. 查核觸媒更換頻率是否正常
	硫氧化物設備失效	1. 停止生產作業 2. 查核噴嘴及除霧器有無磨損、阻塞 3. 查核吸收劑用量是否足夠
	無機酸設備失效	1. 停止生產作業 2. 查核洗滌塔噴水系統(水源供應、循環幫浦、噴嘴)有無正常

第七章 廢水處理案例介紹

7.1 前言

工業廢水種類繁多，其處理法亦頗為複雜，於處理技術上還須依照各行業之製程特性決定最適當之處理程序及單元。

一般而言，物理處理主要可用於去除廢水中可沈澱或浮起之物質，將工業廢水中所含之無機固體物、砂礫或纖維物質先行去除，以免造成管線阻塞、槽體沉積及後續處理單元(泵浦/機械設備等)之磨損，同時亦可減輕後續主要處理單元之負荷；化學處理則多利用各類藥劑，達去除工業廢水中顏色、膠體、懸浮固體物、油脂...等物質；生物處理單元係利用微生物可分解有機物之特性進行污染物之去除，可分為好氧處理及厭氧處理兩類，一般處理高濃度有機廢水時，多先以厭氧生物程序接以好氧生物程序進行處理，而處理有機廢水時，則多使用好氧處理單元。

鑒於工業廢水來源、特性及種類繁多，各工廠應先充分瞭解該廠各製程特性及所產廢水特性，選用適當之污染物處理方式及流程，對不相容之製程廢水亦須分門處理，避免不同特性之廢水交互反應造成危害，以藉此將工廠所排放之廢水處理至符合法規標準，並同時達合法及環境保護之目的。

7.2 製程與污染特性

化學工業於台灣經濟發展扮演重要角色，然其亦為高污染排放之產業，其廢水特性如下：

1. 廢水排放量大、化工生產中須進行化學反應，化學反應要在一定的溫度、壓力及催化劑等條件下進行。因此，在生產過程中製程用水及冷卻水用量很大，故廢水排放量大。廢水排放量約占全國工業廢水總量的30%左右，居在各工業系統之首。
2. 污染物種類多：水體中的烷烴、烯烴、鹵化烴、醇、酚、醛、

酮及硝基化合物等有機物和無機物，大多是化學工業生產過程中或一些行業應用化工產品的過程中所排放的。

3. 污染物毒性大，不易生物降解：所排放的許多有機物和無機物中不少是直接危害人體的毒物。許多有機化合物十分穩定，不易被氧化，不易為生物所降解。許多沉澱的無機化物和金屬有機物可通過食物鍊進入人體，對健康極為有害，甚至在某些生物體內不斷累積。
4. 化學工廢水的水量和水質視其原料路線，生產製程方法及生產規模不同而有很大差異，一種化工產品的生產，隨著所用原料的不同，採用生產方法的不同，或生產規模的不同，所排放廢水的水量及水質也不相同。以乙醛生產為例，採用三種不同原料路線和三種不同生產方法，其排放廢水的水質和水量也各異。
5. 污染範圍廣，由於化工具有行業多、廠點多、品種多、生產方法多及原料和能源消耗多等特點造成污染面廣。

化學工業廢水主要來自石油化學工業、煤炭化學工業、酸鹼工業、肥料工業、塑膠工業、製藥工業、染料工業、橡膠工業...等，種類繁雜且各行業廢水特性均不盡相同，故依事業類別將廢水主要污染物特性進行區隔如表 7.2-1。

表 7.2-1 化材業廢水來源、特性及可行處理方式

工業類別	主要廢水來源	廢水的主要特性	主要處理或處置方法
藥品製造業	過濾、洗滌水	高懸浮和可溶性有機物、維他命	蒸發和乾燥
石油煉製業	污泥鹽、油及其他天然氣、酸污泥和來自冶鍊之複雜油	高可溶性之鹽類、高BOD、臭味、酚、硫化物及COD	氧化、回收、鹽之噴射、鹼污泥之酸化或燃燒、乾草過濾
橡膠業	洗滌橡膠汁、凝結橡膠、從粗橡膠滲出之不純物	高BOD和臭味、高懸浮固體、常變之pH極高氯離子	氣曝、氯化、磺化、生物處理
皮革工業	原皮之脫毛、浸水、脫灰及軟化	高總固體物、硬度、鹽類、硫化物、鉻、pH、碳酸鈣及BOD	均衡混合、沉積、生物處理、高速凝結沉澱
染料工業	產品原料之副產物、冷凝水、染料鹽析、壓濾廢水	重金屬及其化合物、酸、鹼、鹽污染物、有機污染物、懸浮微粒	回收、化學處理、生物處理
塗料工業	--	油、酚、醇、醛、SS、六價鉻、鉛、鋅、鎘	均衡混合、化學處理、生物處理
染整工業	精煉漂白、脫水、定型、商品染料、紡織染整助劑	高COD、高色度、鹼度、有機物	化學凝滷、生物活性污泥法、生物接觸曝氣法、活性炭吸附技術、Fenton法
無機鹽工業	產品原料之副產物	六價鉻、元素磷、氟化物、鉛、鋅、氟化物、硫化物、鎘、砷、銅、錳、錫和汞	中和法、石灰-鐵鹽(再加絮凝劑)法
農藥工業	產品原料之副產物、洗滌水	有機磷、甲醇、乙醇、硫化物、對硝基酚鈉、NaCl、NH ₃ -N、NH ₄ Cl、粗酯	水解、生物處理、活性炭吸附、臭氧氧化、焚化處理

化工廢水污染防治之主要措施，首先應改革生產技術和設備，減少污染及廢水外排，並進行綜合利用和回收；須外排之廢水，則應據其特性及水質需求，選用適當之單元進行處理。一級處理以分離水中懸浮固體物、膠體物、浮油或重油等為主，採用水質水量調節、自然沉

澱、上浮、隔油等方法；二級處理以去除生物可降解之有機物和部分膠體物質，減少廢水中生化需氧量和部分化學需氧量，常為生物處理法；生物處理後之廢水，若尚殘餘 COD 及色、嗅、味等問題，則需進一步採用三級處理方法進行處理，三級處理以去除廢水中生物難降解之有機及無機污染物為主，常用之單元有活性碳吸附法、臭氧氧化法、離子交換、膜分離技術等。各類污染物及其來源產業之關係如表 7.2-2。

表 7.2-2 排放各類污染物質之化學工業類別

污染物質	排放之化學工業類別
有機物(COD)	酵母、味精、製糖、紙漿、染織、乳酪、發酵等
懸浮固體(SS)	發酵、釀造、煤氣、造紙(木材化學)、製革、玻璃、纖維等
溶解固體(DS)	化學品製造、醃漬、製革
總固體物(TS)	化學品製造、纖維、染織
色度	電鍍、造紙、染整、製革、味精、酵母
臭味	化學品製造、煉油、煤氣、石油化學
油脂	煉油、製革、煤油
酸	化學品、電鍍、金屬鑄造、亞硫酸紙漿、油脂裂解、
鹼	化學、製革、肥皂、染整、紙漿蒸煮、煤氣廢液、漂液製造、水玻璃(或玻璃)、洗瓶
高溫	石化工業
氨(NH ₃)	煤氣、肥料廠
氯(Cl ⁻)	漂白、鹼氣工廠
硫化物(S ²⁻)	硫化染色、鞣革、煤氣、人造纖維
亞硫酸鹽(SO ₃ ²⁻)	木材加工、紙漿、軟片、漂白、沾膠絲
酚(phenol)	煤氣、化學品、合成樹脂、鞣皮、染料製造、煉油廠
氟化物(F ⁻)	煤氣、化學品、肥料廠、金屬煉製、陶瓷
氰化物(CN ⁻)	煤氣、冶金、煉油
硫酸鹽(SO ₄ ²⁻)	化學製造、金屬浸洗

污染物質	排放之化學工業類別
甲醛(HCHO)	木材加工(木材化學)、合成樹脂、製藥、化學品製造
大腸菌	製革
毒性物質	化學品、製革
銅(Cu)	金屬冶鍊
鉛(Pb)	電池製造、塗料、鉛礦、汽油、油漆
鋅(Zn)	農藥殺蟲劑、煉鋅
砷(As)	製革、塗料、藥品、玻璃、染料
鎘(Cd)	煉鋅、鋅礦、電鍍、礦石
鉻(Cr)	鞣革、染料、化學工業
鐵(Fe)	鐵礦、金屬冶鍊、煉銅
鋇(Ba)	化學製品
硒(Se)	採礦、化學品

7.3 污防設施操作與處理成效

國內工業廢水之排放管制標準以 COD、SS 與重金屬為主，常用且有效之廢水處理技術諸如混凝與膠凝、活性污泥法、活性生物濾床法、薄膜生物反應、接觸曝氣法...等，廢水處理程序更需依廢水特性而有所不同，圖 7.3-1、7.3-2、7.3-3、7.3-4、7.3-5 為針對不同來源廢水之處理流程選擇。後續並針對各類化學工業廢水處理案例進行說明，供使用者作為設置工廠廢水處理系統之參考。

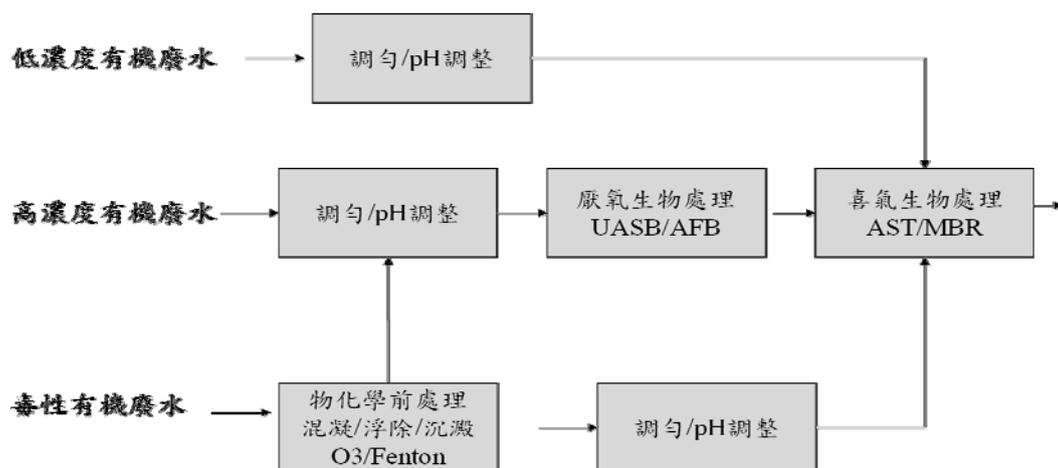


圖 7.3-1 有機廢水處理流程

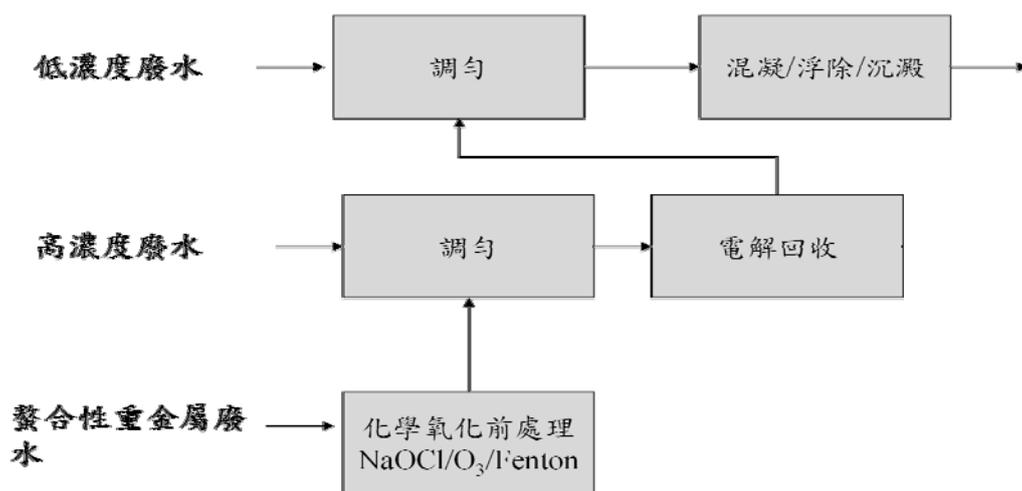


圖 7.3-2 重金屬廢水處理流程

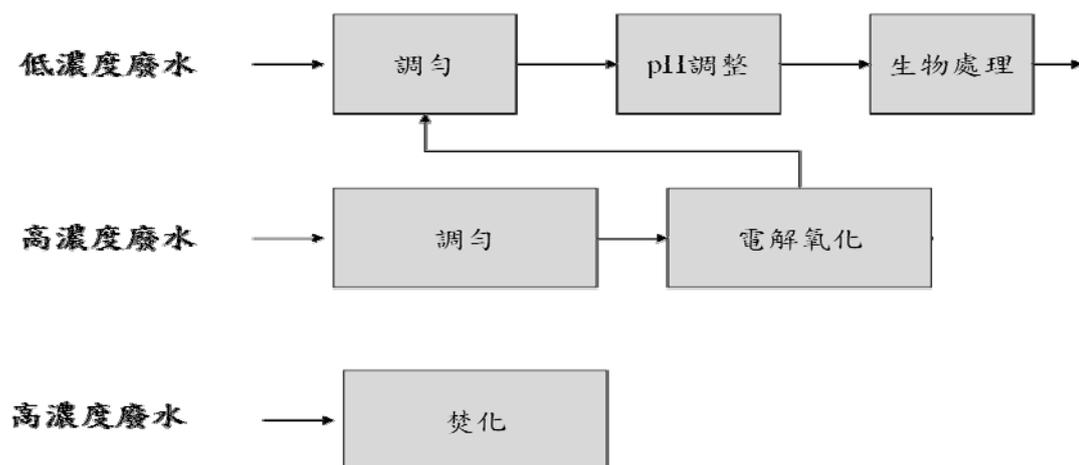


圖 7.3-3 含酚廢水處理流程

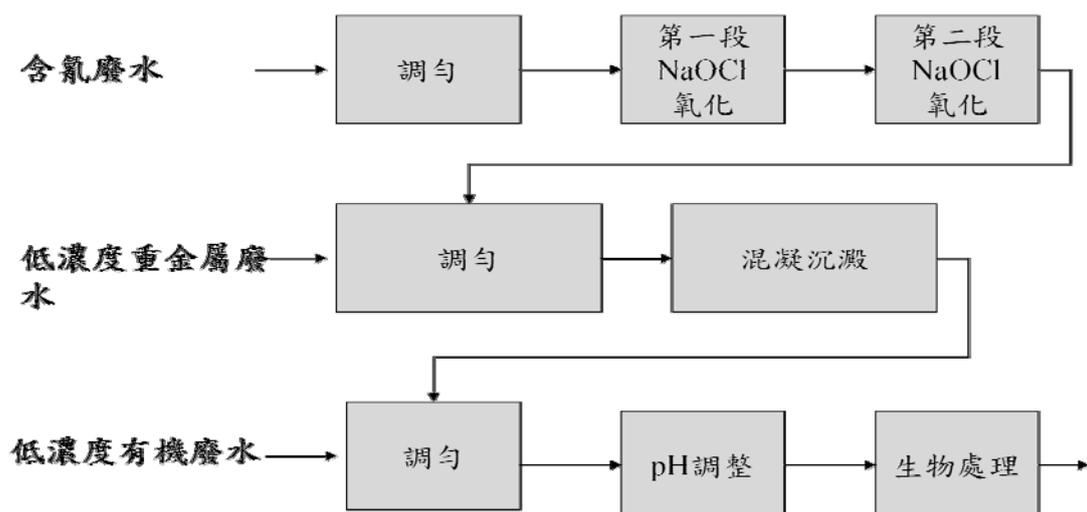


圖 7.3-4 含氰廢水處理流程

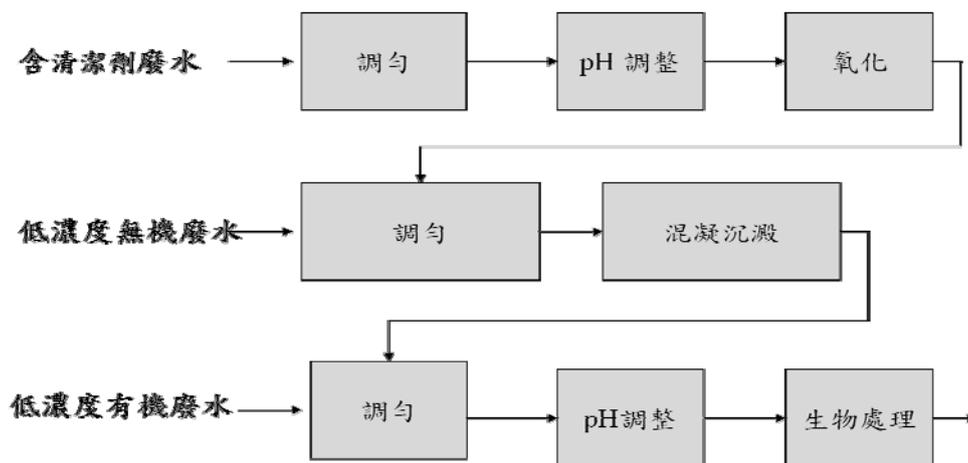


圖 7.3-5 含清潔劑廢水處理流程

案例一 橡膠製品業

該廠位於工業區內，製程原料以甲基丙烯酸甲脂、乳化劑、丁二烯、乳膠等為主，產品則以 SBR、Latex、合成橡膠、乳膠板等為主。

該工廠之製程廢水設計處理量約 1,650 CMD，除乳膠工廠廢水須先進行初沉與固定生物膜之前處理外，其他廢水因污染物成分較複雜，須結合多種不同之生物及化學處理單元，主要流程為化學混凝+SBR(批式活性污泥法)+BioNET+Fenton 化學氧化+砂濾，其中後段之 BioNET+Fenton 化學氧化+砂濾單元，而增設之高級生物處理及化學氧化單元，其廢水處理流程如圖 7.3-7 所示。

該案例較特殊之處係針對生物難分解之物質增設高級生物處理 BioNET 程序及 Fenton 高級氧化程序，將二級生物處理後之廢水進一步處理，提升放流水品質，其原廢水水質及放流水水質如表 7.3-1 所示，該套廢水處理設施處理量 1,600 CMD，進流水 COD 170 mg/L；比較單獨 Fenton 化學氧化處理程序及 BioNET 與 Fenton 串聯之處理程序(均可將 COD 降至 80 mg/L)，可得 BioNET 與 Fenton 單元之串聯成本較單獨 Fenton 處理單元低，約可減少 50% 之高級氧化加藥費用。

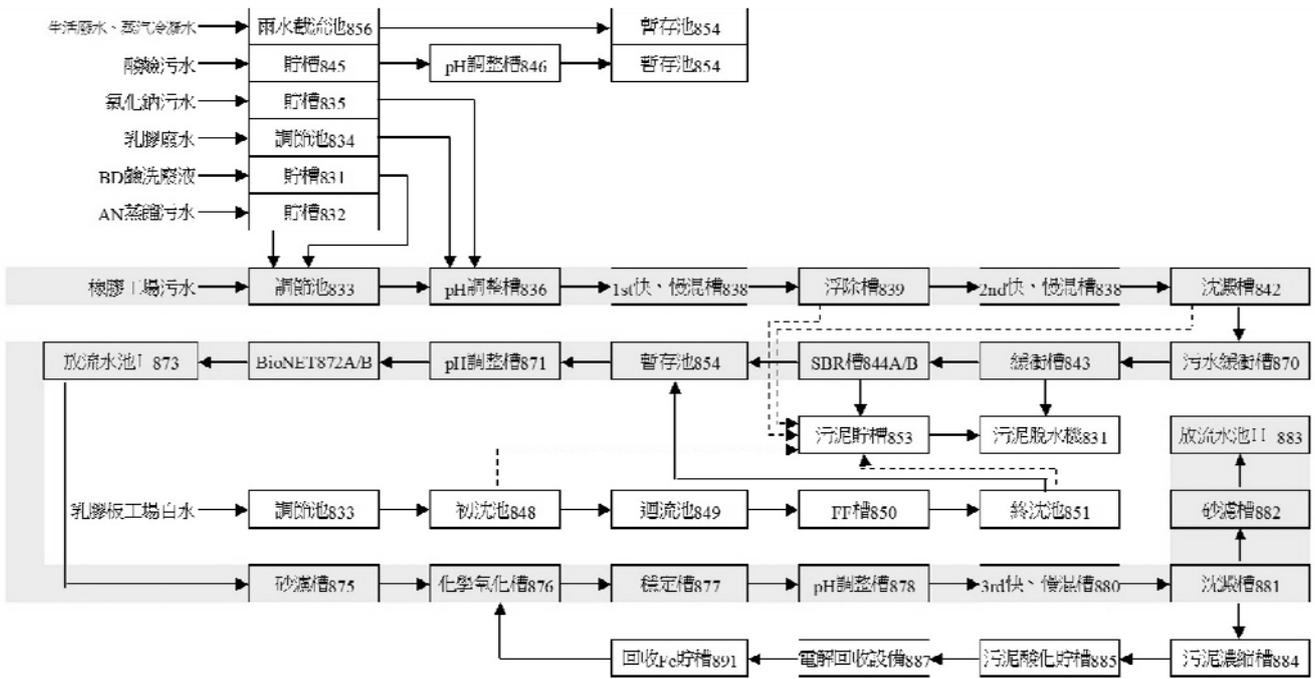


圖 7.3-6 案例一—橡膠製品業廢水處理流程

表 7.3-1 案例一—橡膠製品業處理前後之廢水水質

項目	COD (mg/L)	SS (mg/L)
進流水質(平均)	2,700	600
納管水質(平均)	77	165

案例二 化學材料業

該化學材料製造工廠之廢水來源包括製程廢水、生活污水、油劑廢水等三部分，其主要產品為聚酯絲、聚酯棉及聚酯粒，該廠廢水處理系統所採用之廢水處理設施為傳統之活性污泥系統，由調勻池匯集主要之三股廢水後進入活性污泥池處理，於廢水量大時，以生物膜固定床為輔，處理流程如圖 7.3-7 所示。

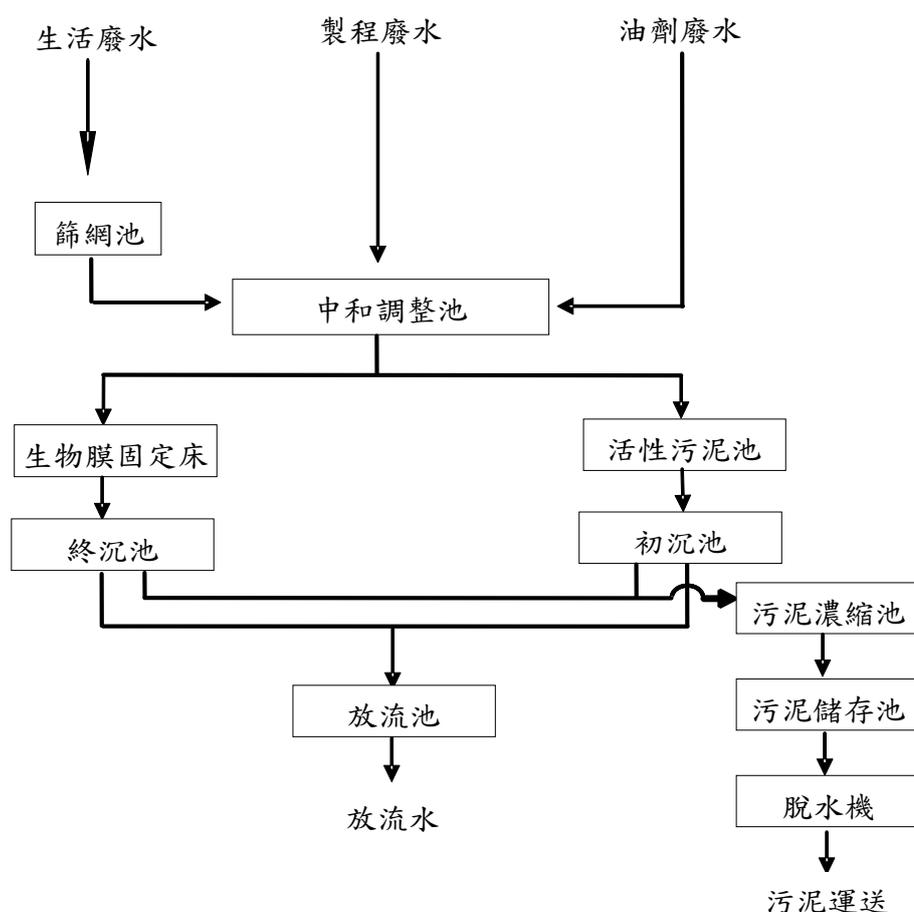


圖 7.3-7 案例二—化學材料製造業廢水處理流程

案例三 樹脂製造廠

本案例為工業用樹脂製造廠，為因應日漸嚴格之廢水水質標準，於 1998 年 11 月完成以厭氧流化床串聯好氧固定生物膜為主之生物處理程序，後續輔以混凝沉澱及砂濾單元之廢水處理場工程，並於 1999 年 5 月達設計值之全量運轉，放流水 COD 可達 130 mg/L 以下，並回收 50% 放流水用於製程序中之真空機水封水。

該案例廢水來源以高溫系聚酯樹脂、油性 PU 樹脂製成及壓克力乳液、胺基樹脂及酚醛樹脂製成為主，全廠綜合廢水量約 450 CMD，其原廢水水質如表 7.3-2，其廢水處理程序如圖 7.3-9 所示，主要處理單

元為厭氧流體化床(AFB)，其後再以接觸氧化槽之生物處理系統為輔，可去除廢水中大部分之 COD，使其廢水可達工業區綜合廢水廠之納管標準。

表 7.3-2 案例三—樹脂製造廠原廢水水質

廢水採樣點	COD (mg/L)	pH 值
A 廠區/工貯槽	1,399 (173~5,407)	5.03~12.49
B 廠區/工貯槽	3,067 (107~40,795)	4.83~12.89
A 廠區/工除臭塔廢鹼液	50,000	13
B 廠區/工除臭塔廢鹼液	60,000	13
綜合廢水池	2,844 (103~17,808)	6.16~12.09

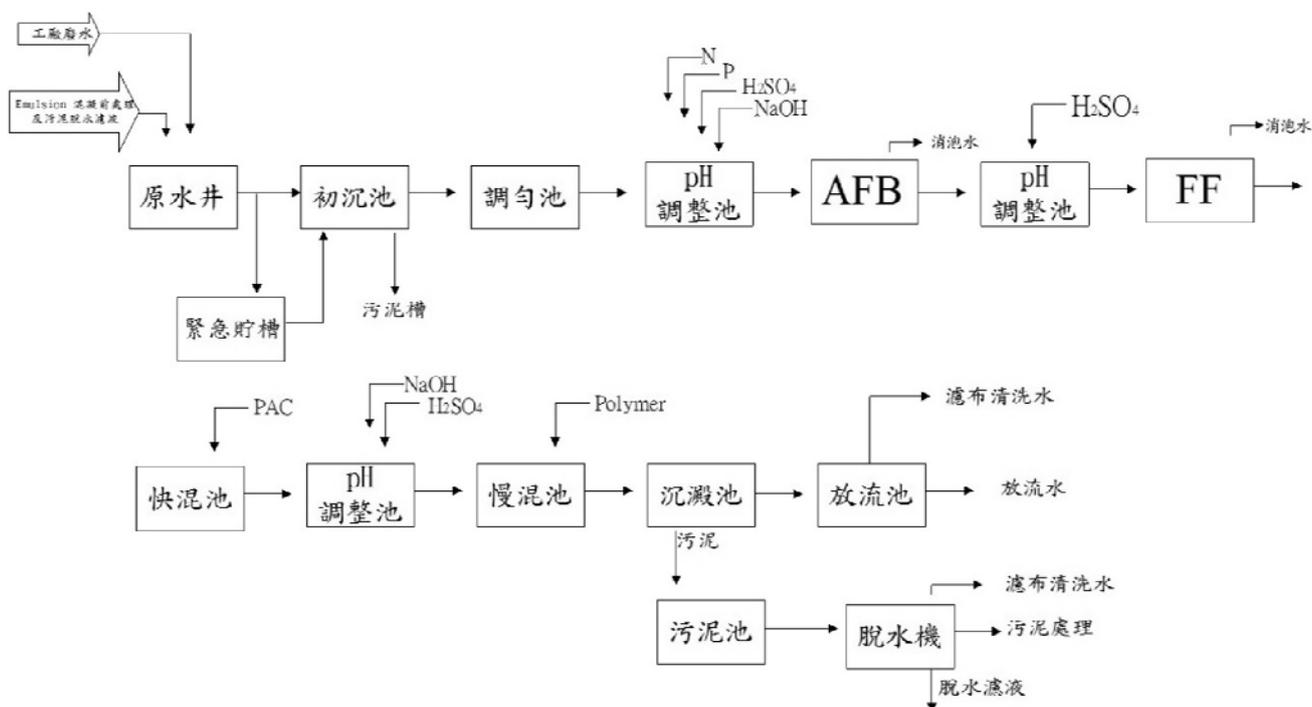


圖 7.3-8 案例三—樹脂製造廠廢水處理流程

案例四 膠布(皮)工業

化材業含括塑膠製品工業，惟塑膠製品工業所使用的原料與製程特性技術之種類繁多，其廢水特性亦互有差異，因此工廠需依其廢水特性及預期處理水質選擇適切之處理程序。

膠布(皮)工業之生產主要以熱塑性樹脂，如 PVC 等與塑化劑、安定劑等各種副原料在混合機中充分摻合混煉，經由馬力機輸送，再經軋輪機、押出機、膠布機等達所需厚度，最後經冷卻後捲取，若因產品需求再經壓花機壓花或印刷。

就其生產特性而言，其製程用水可歸類為達冷卻功能所使用之冷凍水或冷卻水，又因未與原料等接觸，故多可採密閉循環系統予以回收再利用。故若有廢水之發生，其主要來源包括管路洩漏、機台拆修、地面清洗等，廢水特性則含少許 DOP 油脂，故可經油水處理後，即可併入生活廢水處理系統合併處理(圖 7.3-9)。

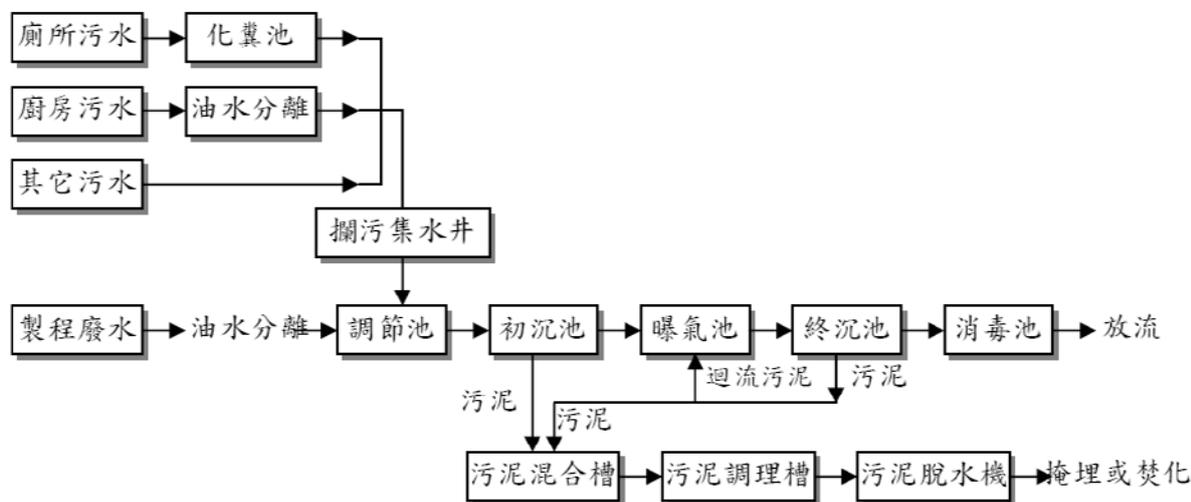


圖 7.3-9 案例四—膠布(皮)工業綜合廢水處理流程

案例五 合成樹脂業(壓克力樹脂)

本案例工廠生產壓克力樹脂為主，其廢水水質水量如下：

(A)製程綜合廢水水量 2,700 m³/day，COD 濃度 4,500 mg/L；

(B)含氧廢水 I 廢水水量 450 m³/day，COD 濃度 2,000 mg/L；

(C)含氧廢水 II 廢水水量 350 m³/day，COD 濃度 3,500 mg/L；

本案例以上流式厭氣污泥槽(UASB)為處理流程(圖 7.3-10)，水量達 3,500 m³/day，顯示案例製程綜合廢水在 COD ≤ 3,000 mg/L 以下時，對甲烷菌不會造成抑制作用，因此適用厭氣處理方式。

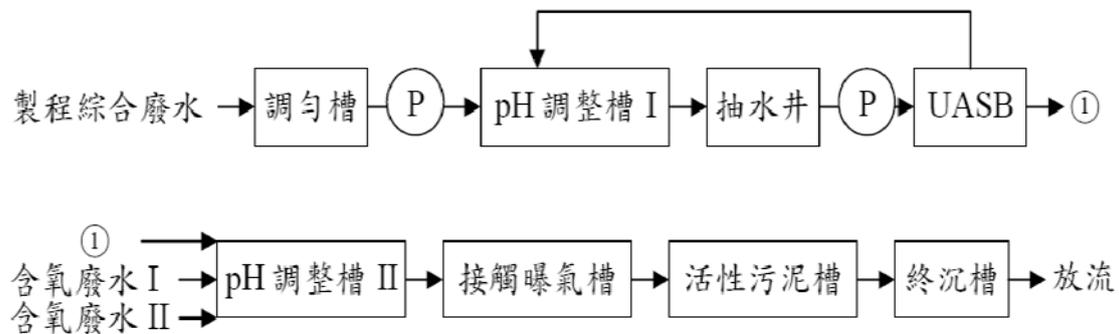


圖 7.3-10 案例五—合成樹脂業 UASB 系統處理流程

詳細 UASB 設計內容資料、控制重點及處理成效如下：

1. 調勻槽-停留時間 12 小時；
2. pH 調整槽 I：厭氣槽 UASB 中 pH 偵測值控制在 7.0~7.5 之間，調整 pH 調整槽的加藥量；
3. UASB：體積負荷 4.5 kg COD/m³.day、水力停留時間 24 小時、COD 去除率為 70%、COD 出流水 < 1,100 mg/L、出流水循環補充厭氣代謝所需鹼度；
4. pH 調整槽 II：提供兩股含氧廢水與 UASB 出流水混合處、調整混合水至適合喜氣生物處理的 pH 範圍 6.8~7.3；
5. 接觸曝氣槽及活性污泥槽：兩段式好氧處理，以因應可能的 UASB 異常故障及製程的異常污染物進入；水力停留時間 24 小

時；

6. 控制重點：體積負荷由 $0.5 \text{ kg COD/m}^3\text{-day}$ 起，依每日出流水質及產氣量穩定性判斷，階段式提升體積負荷至設計值 $4.5 \text{ kg COD/m}^3\text{-day}$ 。當系統發生異常失去功能時，亦需按此程序重新啟動；UASB 槽內鹼度均足夠維持在 $1,000 \text{ mg/L as CaCO}_3$ 以上，不足時，以 pH 偵測值控制鹼加藥補充；UASB 槽內揮發酸應維持在 500 mg/L 以下，以防止厭氣菌受抑制；進流水 SS 應小於 200 mg/L ，防止進水管阻塞；以處理水迴流稀釋，控制 UASB 進流水 COD 小於 $3,500 \text{ mg/L}$ ，並提供定量的鹼度以穩定 UASB 體積負荷；當 UASB 系統故障時，需要補充厭氣污泥時，可以豬糞尿酸酵污泥或者於廠內馴養備用厭氣污泥；
7. 處理成效：有效控制 UASB 進流水 COD 在 $4,000 \text{ mg/L}$ 以下時，COD 去除率達到 $70\sim 80\%$ ；但 COD 超過 $5,000 \text{ mg/L}$ 異常負荷發生時，將使處理成效降至 $20\sim 40\%$ ，尤其是當製程瞬間排出大量生物難分解的物質例如 PVA、Phenol 等。

案例六 合成樹脂業(醇酸樹脂、氨基樹脂、酚醛樹脂)

本案例工廠主要產品有醇酸樹脂、氨基樹脂、酚醛樹脂、以批次方式生產，其廢水來源包括原料溶液中的水分、縮合產生的水及清洗水。縮合反應廢水先經固液分離槽回收樹脂，其餘排入廢水處理場與其他兩股水混合處理，各股水污染成分如表 7.3-3 所示，廢水水量與水質如表 7.3-4 所示。

醇酸與酚醛樹脂廢水 pH 值介於 $1.8\sim 2.4$ 之間，平均 COD 濃度分別為 $104,675 \text{ mg/L}$ 與 $99,996 \text{ mg/L}$ 左右。氨基樹脂廢水 pH 值則居於中性，約在 $6.6\sim 8.1$ 左右，平均 COD 濃度為 $91,071 \text{ mg/L}$ 。

本案例廠廢水水量少，COD 達 $100,000 \text{ mg/L}$ ，屬於高濃度，且含醛類具毒性，因此利用循環稀釋的厭氣流體化床，可因應對毒性與抑

制性物質的緩衝能力。設計處理水量定為 15 m³/天。混合廢水 COD 濃度超過 90,000 mg/L，必須先行以大量的稀釋水稀釋至適當的濃度才能進行厭氣流體化床(AFB)生物處理，利用處理水將原廢水稀釋後再進行厭氣流體化處理及喜氣生物處理(圖 7.3-11)。

表 7.3-3 案例六一樹脂製造廠廢水特性

樹脂種類	污染成分
醇酸樹脂縮合水	鄰苯二甲酸、甘油、乙二醇、丙二醇、二甲苯
氨基樹脂縮合水	福馬林、尿素、二聚氰胺(Melamine)、正丁醇、異丁醇
酚醛樹脂縮合水	福馬林、酚、對四丁基酚、鈉鹽

表 7.3-4 案例六一樹脂製造廠原廢水水質

項目	醇酸樹脂	氨基樹脂	酚醛樹脂
廢水水量(CMD)	3.3	3.3	6.6
pH	1.8-2.4	6.6-8.1	1.8-2.4
COD(mg/L)	104,675	91,071	99,996

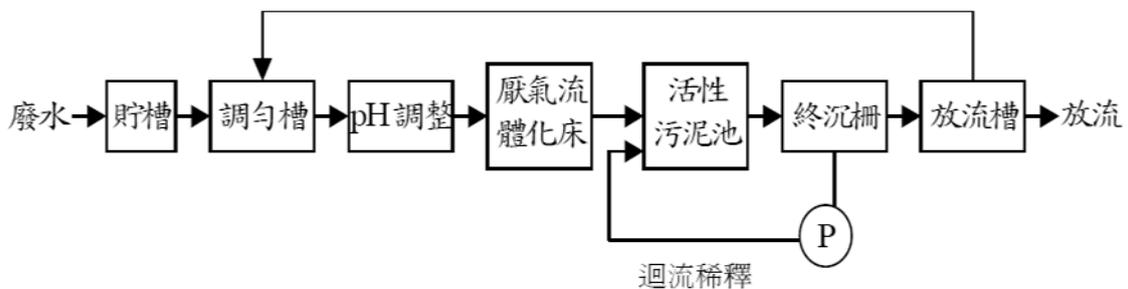


圖 7.3-11 案例六一樹脂製造業 AFB 處理流程

詳細 AFB 設計內容資料、控制重點及處理成效如下：

1. 貯槽：設計三天的水力停留時間(HRT)容量，以作為貯存與初步調整水質之用；
2. 調勻槽：設計有效體積達 600 m^3 ，做為處理水迴流稀釋與第二次水質水量調整之用，將進流水濃度均勻調整在 $3,000 \text{ mg/L}$ COD 左右；
3. pH 調整槽：調整 pH 值至 $7.5\sim 8.5$ ，並補充足夠的鹼度；
4. 厭氣流體化床：進流水 COD $3,000 \text{ mg/L}$ ，體積負荷為 $3.5 \text{ kg COD/m}^3\text{-day}$ ，pH 值控制在 $6.5\sim 7.5$ ，去除率為 70%，出流水 COD 為 900 mg/L ，填充擔體為粒狀活性碳(granular activated carbon, GAC)，乾密度為 0.53 g/cm^3 ，濕密度為 1.35 g/cm^3 ，粒徑範圍在 $20\sim 40 \text{ mesh}$ ($0.42\sim 0.84 \text{ cm}$)，填充率為 20~25%(體積比)；
5. 活性污泥池：進流 COD 濃度為 900 mg/L ，體積負荷為 $0.8 \text{ kg COD/m}^3\text{-day}$ ，污泥負荷為 $0.1\sim 0.16 \text{ kg COD/kg MLSS-day}$ ，迴流比 30~120%；
6. 生物沉澱池考慮 30%的消泡水量，出水量達 670 CMD，溢流率 $18 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-day}$ ；
7. 放流槽：放流水貯槽，同時補充循環水，以調整控制 AFB 進流水 COD 在 $3,500 \text{ mg/L}$ 以下；
8. 控制重點：酚醛樹脂與氨基樹脂的廢水含有酚類的衍生物與較高的醛類的化合物，具有毒性。醇酸樹脂廢水在厭氧生物處理中極易酸化，容易造成厭氣槽酸敗，此三種混合廢水在處理上須注意廢水濃度，毒性以及酸化問題，利用處理水迴流稀釋，以減輕其毒性與酸化程度；確保 AFB 進流 COD 濃度維持在 $3,000 \text{ mg/L}$ 以下，最高不能超過 $3,500 \text{ mg/L}$ ；AFB 厭氣槽內 pH 值監測，維持槽內 pH 值能在 $6.5\sim 7.5$ 之間；將以迴流污泥調整活性污泥池中 MLSS 濃度，控制食微比(F/M)維持在 $0.1\sim 0.16 \text{ kg}$

COD/MLSS-day；

9. 處理成效：處理成效可達 97% 的 COD 去除率，放流水 COD 濃度少於 100 mg/L。

案例七 合成樹脂業 (壓克力系列水性樹脂)

本案例廠生產壓克力系列水性樹脂包括壓克力樹脂、醋酸乙烯壓克力樹脂與苯乙烯壓克力樹脂。其廢水來源有洗槽廢水 100 m³/day、過濾器清洗廢水、洗滌塔廢水 60 m³/day、含蘇打的清槽廢水 10 m³/day、清洗過濾器廢水 140m³/day 以及廠區內洗地廢水 15 m³/day。

其中以洗槽廢水因為產品粘滯性不同、廢水 COD 濃度 44,000~220,000 mg/L 之間變化，各股樹脂洗槽廢水水質特性列示如表 7.3-5 所示。

本案例廢水中殘留高濃度的膠體粒子，TS 含量太高，該膠體粒子無法直接生物分解，因此於生物處理前設置混凝程序，破壞膠體穩定性後，膠凝沈澱，去除 99% 以上之 COD，剩餘少量的 COD 即可用好氧生物處理程序(圖 7.3-12)。

表 7.3-5 案例七—樹脂製程洗槽廢水水質

樹脂\項目	COD (mg/L)	TS (mg/L)	pH
壓克力樹脂	3,500-35,000	2,100-16,000	--
VAC 壓克力樹脂	31,000-157,800	21,000-87,300	--
苯乙烯壓克力樹脂	10,700-180,000	5,580-45,000	--
綜合廢水	10,000-180,000	5,000-25,000	4-9



圖 7.3-12 案例七—合成樹脂業 AFB 處理流程

詳細混凝及接觸曝氣池設計內容資料、控制重點及處理成效如下：

1. 調勻槽：停留時間 24hr；
2. pH 調整槽：停留時間 5 min， $\text{pH}=7.0$ ，以 NaOH (45%) 為 pH 調整藥劑；
3. 混凝槽：停留時間 5 min，槽體 3 m^3 ，混凝劑 20% FeCl_3 ，加藥濃度為每公升廢水含 2.5 g FeCl_3 (20%)，其中 COD 去除率為 99%，TS 去除率 85%
4. 膠凝槽：停留時間 5 min，添加 0.1% polymer，加藥量為 15 L/m^3 廢水；
5. 接觸曝氣槽：體積負荷 $0.6 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{day}$ ，濾料填充率為 50%，氧氣溶解效率 6%，其中控制 COD:N:P 為 100:5:1；
6. 沈澱槽：溢流率保持在 $18 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ ；
7. 控制重點：本案例以混凝程序為主要單元，為穩定去除效果，進流廢水 COD 濃度變化範圍宜在 30% 以下，同時 pH 的調整控制穩定亦是混凝去除 COD 的重要參數；
8. 處理成效：原廢水濃度 COD $10,000\sim 50,000 \text{ mg/L}$ ，經過處理後各階段水質分別為調勻槽 $\text{pH}=7.98\sim 11.6$ ，COD= $7,736\sim 10,288 \text{ mg/L}$ 、化學混凝 $\text{pH}=5.86\sim 7.66$ ，COD= $274\sim 351 \text{ mg/L}$ ，去除率達 96% 以上、接觸曝氣 $\text{pH}=7.16\sim 7.54$ ，COD= $7\sim 26 \text{ mg/L}$ 。

參考文獻

- [1] 行政院環保署水污染防治，<http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/>
- [2] 環保署水保處江育德技正(2014)，水污染防治法規及實務案例說明
- [3] 環保署水保處中華民國(2011)，違反水污染防治法實際案例探討
- [4] 李元陞國立宜蘭大學環工系教授，水污染防治相關法令現場操作及設備常見缺失
- [5] 行政院環保署空氣污染防制，<http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/>
- [6] 臺南市政府環保局空噪科專員林界宏(2014)，空氣污染防制法法規介紹
- [7] 高雄市政府環境保護局(2013)，固定污染源案例宣導說明會
- [8] 行政院環保署 廢棄物清理，<http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/>
- [9] 桃園縣政府環境保護局事業廢棄物管理科徐進財(2013)，違反廢棄物清理法實際案例探討
- [10] 環境保護署環境督察總隊林茂原，廢棄物稽查重點、常見問題及案例分析
- [11] 行政院環保署土壤污染整治，<http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/>
- [12] 行政院環保署(2012)，土壤及地下水污染整治及基金求償手冊
- [13] 96 年度行政院環保署訓練所，廢水處理單元操作維護-廢水處理專責人員訓練教材。
- [14] 經濟部工業局(2011)，化工業廢水前處理設施最佳流程及標準操作手冊

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

化學材料製造業污染防治法規與處理技術手冊
/ 經濟部工業局. -- 初版. -- 臺北市：工業局，
民 103.12
面；公分
ISBN 978-986-04-3683-9 (平裝)
1.水汙染防制 2.空氣汙染防制 3.化學工業
445.9 103025920

化學材料製造業污染防治法規與處理技術手冊

發行人：吳明機

總編輯：游振偉

審查委員：歐陽嶠暉、高思懷、張添晉、李澤民、周明顯、周珊珊、林文發

編撰：王雅玢、康世芳、張維欽、莊順興、游勝傑、蔡勇斌、蘇銘千(依姓氏筆
劃排列)

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)2704-3753

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

出版日期：中華民國 103 年 12 月

版次：初版

GPN：1010302926

ISBN：978-986-04-3683-9

展售處：國家書店：台北市松江路 209 號 1 樓(02-2518-0207)

<http://www.govbooks.com.tw/>

五南文化廣場：台中市軍福七路 600 號(04-2437-8010)

<http://www.wunanbooks.com.tw/>

定價：新台幣參佰元整

著作權利管理資訊：經濟部工業局保有所有權利。欲利用本書或部分內容者，需徵求
經濟部工業局同意或書面授權。

聯絡資訊：圖書室(02)2754-1255 轉 3916

