

## 染整業定型機廢氣特性及控制技術

林文川\* 莊錦烽\*

### 摘要

染整業定型機所面臨環保問題主要是排放可見白煙導致不透光率問題，因為定型機廢氣所含粒狀物具有黏稠性，且粒徑大多小於 $1 \mu\text{m}$ ，可行處理方式包括有焚化、靜電集塵及高能量濕式處理等控制技術。在污染防治工作上，管末處理並非唯一可行方式，根本之道應進行製程改善與減廢措施以減少污染排放。由於纖維在織造時所添加之油劑是造成定型機排放污染之主要來源，因此製程改善可從改進精練技術、使用對熱穩定或低濃度藥劑、改變熱源方式或烘乾溫度等廠內措施著手，且上游紡織業開發使用水溶性油劑，亦將有利染整工廠於精練作業藉由洗除以降低織物纖維含油量。

#### 【關鍵詞】

- 1. 空氣污染(air pollution)
- 2. 織物整理(textile finishing)
- 3. 定型機(tenter framer)
- 4. 煙道廢氣(stack gases)
- 5. 不透光率(opacity)

### 一、前言

由於現代燃燒技術之改良與進步，不完全燃燒之情形已可克服，加以固定污染源排放標準逐趨嚴格，致使空氣污染防治設備之使用，工廠煙囪口排放濃

\*中國技術服務社工業污染防治中心工程師

厚黑煙之情況已不多見。然而某些工廠由於產品特性關係，常需於製程中添加油劑、安定劑或其他化學藥劑，導致後續加熱、烘乾過程排放白煙或淡藍色煙霧，造成可見煙柱之不透光問題，其中染整業定型機廢氣即是一明顯例子。國內目前固定污染源空氣污染物排放標準可區分為三類：重量濃度或體積濃度、不透光率及臭氣或厭惡性異味，針對染整業定型機廢氣而言，其粒狀污染物之重量濃度不難符合或達成現行法規所定標準，但大部份定型機廢氣自煙囪排放所具不透光率介於40~60%，尚需有效控制設備或處理系統予以防制，方能達透不光率20%以下之排放標準。再者，由於臭味定量目前尚無絕對之量測方法，使得工廠因臭味問題遭受稽查取締主要起因於居民之抱怨及抗議，因定型機廢氣排放容易夾雜有臭味，加以可見白煙而益增污染排放問題之嚴重性。因此染整業工廠為避免與居民發生環保糾紛及能符合法規標準，定型機廢氣防制為一不容忽視之課題。本文內容主要說明定型機操作特性、白煙形成原因、廢氣排放特性、製程改善與減廢措施及有效控制技術，文中並配合介紹國外防制經驗與措施，以期作為國內染整業及相關主管單位進行空氣污染防治工作之參考與借鏡。

## 二、製程原理

染整業製程繁雜，主要包括有染色工程及整理加工，染色後織物之外觀及觸摸感尚不完整，為使之美化並提高其效用性，亦常施予定型（一般整理）或樹脂加工（處理加工）等整理加工程序。定型係利用織物具熱可塑性，使織物內部纖維分子因受熱鬆弛達某種程度經冷卻以固定其型，而後低於此溫度之熱處理無法改變其型，可分預先施加之預定型與在最後工程施加之整理定型。

預定型乃為避免織布在於精練、染色工程時發生伸縮或變形而施行，一般所稱定型大多指整理定型而言，乃為除掉工程中所生之歪曲或變形並防止製品因洗滌發生變形或伸縮而施行。定型所需之熱源可為瓦斯直接加熱、電力加熱、蒸汽鍋爐或熱媒油爐，利用瓦斯直接燃燒生熱較難控制故甚少使用，採電熱方式於國外可見，可與蒸汽加熱配合使用，而利用蒸汽者則會採用過熱蒸汽以增加產能，目前廣泛採用之方法為吹熱風式之乾熱定型。定型機由於餵布時係以針或夾固定織布而施予適度拉張，同時能收定型定幅之效，故亦稱拉烘機

或定幅烘乾機(stenter or tenter)。實際製程上，整理定型多與樹脂加工之熱處理同時施行，一般在定型機前端設有上漿壓吸裝置，先行使得樹脂液均勻飽和地滲入織布纖維內，俾讓定型程序除有烘乾定幅之功能，並兼有熱處理作用促使纖維樹脂化，以達成樹脂加工之各種效能。

一般投入於樹脂液處理浴中之加工藥劑，乃是一種極為多彩之物質，諸如基本樹脂、防水劑、撥水劑、柔軟劑、硬度感調節用之聚合型樹脂，促進反應之觸媒或增加洗揉牢固性之補助劑等可謂種類繁多，其中以樹脂、觸媒、柔軟劑及撥水劑為主，藥劑配方及用量則視客戶需求而有較大變異性。織布藉由不同功能藥劑之樹脂加工處理後，可達成防縮、防縮、防水、防燃、易洗快乾、永久定型或提高光澤、平滑、觸摸感等多種效果，在其廣泛應用中以改善織物之防縮防縮性最為重要。

### 三、定型機操作特性

定型機系統之構造如圖1所示，主要包括進布裝置、上漿壓吸機、針夾超餵裝置、鏈軌與傳動馬達、幅寬調整裝置、烘乾定型室（機身）、熱供應裝置、冷卻裝置及落布裝置等部份。定型機可視為一種熱氣流之烘箱，織布係由二針（或夾）鏈固定導動，鏈軌為定寬平行通過或環繞於箱內，鏈軌之寬度可視布幅需要予以調整，故經烘乾之布幅為平行鏈所確定。

目前工廠定型機所需熱源均來自鍋爐燃燒重油加熱後之熱媒油，藉管路輸送至熱交換器散放熱量，令空氣加熱再經鼓風裝置吹入熱氣流至定型室內，進行烘乾定幅及熱處理，而後熱媒油再送回鍋爐加熱形成一連續循環系統，一般熱媒油之出油溫度較定型操作溫度約高40~60°C。

為配合熱處理時間、布速及溫度之保持平整，定型機大多為7室或8室，亦有長至10室或短至4室以下，一般室數多者可增加產能，惟受限場地空間因素。單一室長約2.5m或3m，每室設有2台熱風循環馬達進行部份熱氣流循環使用，排氣風車裝於頂部以收集各室排氣，大多僅設置1部，亦有少數機台配置2或3部，各室排氣支管皆設有擋板以控制排氣風量，此等廢氣由各室排氣支管匯集後併入主風管經由煙囪直接排放或導至污染防治設備處理。

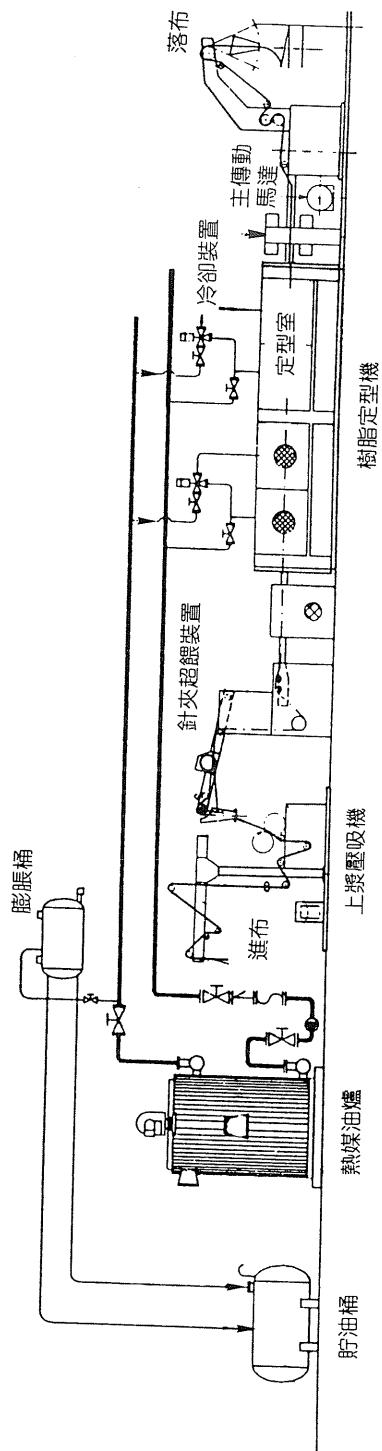


圖 1 樹脂定型機構造及熱媒油循環加熱系統

樹脂定型之操作溫度及處理所需時間，因織物種類、藥劑種類及特殊性能要求等不同而有差異，染整業常見定型操作之程序分類如表 1 所示，一般定型操作溫度範圍為 120~210°C，常見進布速率為 20~60m/min。工廠具有定型機台數大多 1 至 3 台，規模較大工廠有設至 4 或 5 台，機台廠牌國別主要來自國內、西德及日本，定型機操作僅作單純定型並無涉及藥劑處理者如預定型、印花後之烘乾定型，而產品非為織物布匹者諸如紗線、毛線、散纖等之工廠亦無樹脂加工製程。

表 1 一般染整業定型操作之程序分類

織 維 品 名	常 用 染 料	定型機操作溫度
纖維素纖維 (棉、麻、嫘縈)	直接染料 反應染料	120至140°C
蛋白質纖維 (羊毛、蠶絲)	酸性染料 反應染料	130至140°C
聚醯胺纖維 (耐隆)	酸性染料 分散染料	150至160°C
聚酯纖維 (特多隆)	分散染料	180至210°C
醋酸纖維	分散染料	170至180°C
聚丙烯腈纖維 (亞克力)	鹽基性染料	170至180°C

#### 四、廢氣污染特性分析

染整業定型機廢氣污染特性分析如表 2 所示，由於排氣中含無數次微米（粒徑小於  $10^{-6}$ m）粒子因對光線具吸收及散射作用而形成高度不透光率，此等微粒之粒徑主要介於  $0.01\sim 1 \mu m$ ，故輕微質量濃度即可造成可見白煙導致不透光率問題，致定型機廢氣排放容易帶有淡藍色之白煙。

表 2 染整業定型機廢氣污染特性分析

定型操作條件	烘乾定型室大多為7室或8室。 操作溫度120~210°C，常見進布速率20~60m/min。
主要污染物	有機蒸氣、粒狀污染物（包括氣膠、油霧）。
污染形成原因	布料中油脂或蠟質遇高溫揮發，當進入大氣因溫度降至露點以下發生冷凝，形成無數次微米粒子，致容易排放淡藍色白煙。
污染組成	上游紡織之織布油、紡紗油。 精煉清潔用之有機溶劑。 染料及染色助劑（尤其導染劑）。 印花糊劑之尿素、溶劑。 整理加工之樹脂、柔軟劑等聚合物。
污染特性	根據國外文獻指出，粒狀物濃度範圍為70~230mg/m <sup>3</sup> ，粒徑分佈主要介於0.01~1 μ m。

目前染整業定型機廢氣主要問題為煙囪白煙不透光率無法達到20%標準，至於粒狀污染物濃度則大多低於現行空氣污染物排放標準。由於部分業者於民國82年起逐漸遭受環保單位取締，遂以加裝填充式洗滌塔或其他低能量(壓損小於15吋水柱)濕式設備進行改善，但因廢氣中所含油滴粒徑大多小於1 μ m，因此無法達到不透光率20%以下之法規要求。

為了確實瞭解染整廠定型機之廢氣排放特性，工業污染防治技術服務團篩選具配合意願工廠進行現場廢氣檢測，歸納排放特性如下：

- 1.廢氣含氧量平均值約為21%，二氧化碳及一氧化碳濃度均低於檢測下限，其氣體組成與大氣相似。
- 2.排氣溫度介於100~155°C，排氣量介於50~210Nm<sup>3</sup>/min。
- 3.廢氣中所含粒狀物具黏稠性，總粒狀物濃度介於25~120mg/Nm<sup>3</sup>，其中粒狀物可區分為過濾性粒子(filterable particle)及冷凝性粒子(condensable particle)兩種，以冷凝後粒狀物濃度佔主要部分，約占總粒狀物濃度之40~90%。此等冷凝後粒狀物濃度依一般傳統檢測方式無法測得，需採加裝冰浴裝置(ice bath)以過濾捕集因溫度所造成之冷凝性粒子進行測定，此為含油霧狀粒狀污染物分析需加以特別注意事項，有關現場廢氣檢測粒狀物之採樣設備配置組成如圖2所示。

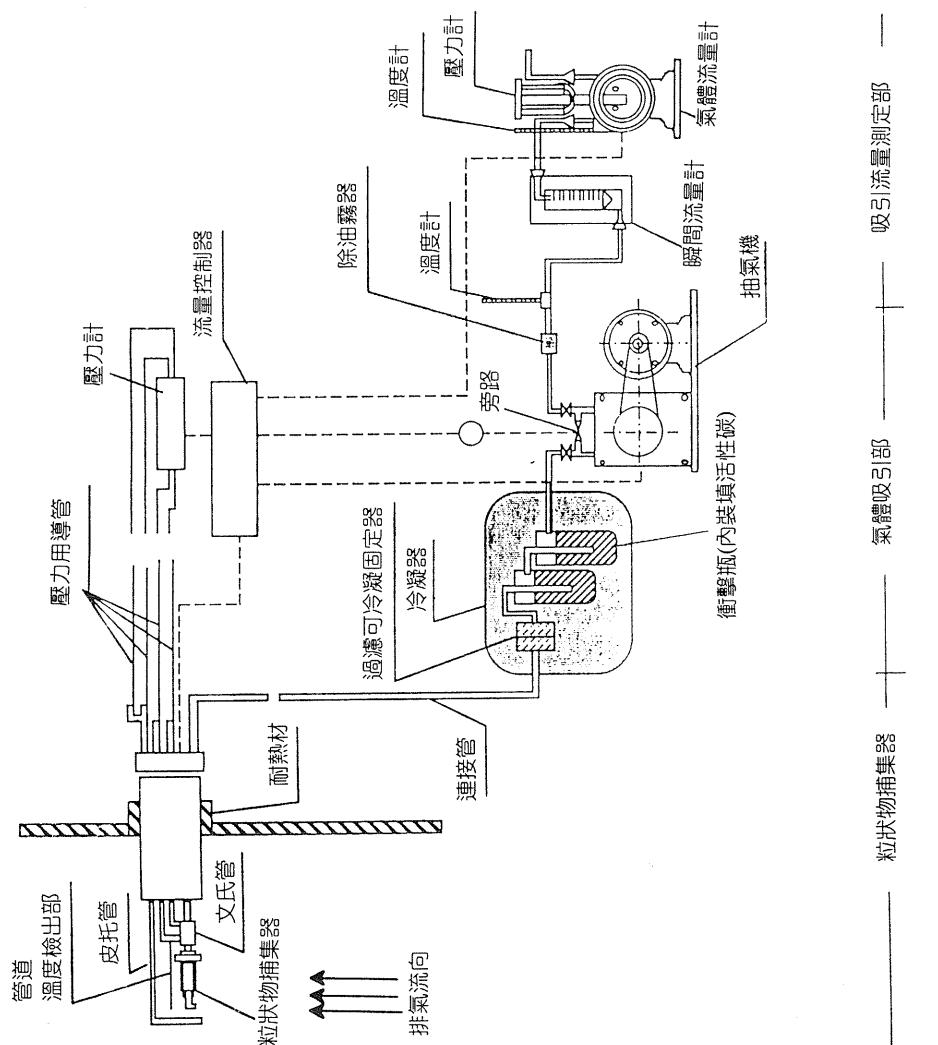


圖 2 粒狀物採樣設備細部配置組成（平衡型）

#### 4.廢氣中油脂化學成分分析

由於廢氣中所含油霧液滴具可燃性，當考慮以焚化技術處理廢氣時，為求瞭解其可燃成份之含量、對燃燒產熱之貢獻及預估二次污染物（如SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>及HCl）濃度，本團採集某一工廠煙囪所滴落之冷凝油脂物質為樣品進行三成份、熱值及元素等化學組成分析。分析結果如表3所示，可知以可燃份為主要部份幾佔98%，但因油脂本身濃度甚低（約25~120mg/Nm<sup>3</sup>），所以焚化設計時廢氣本身熱值可忽略不計。至於二次污染物排放濃度HCl為0.5ppm、SO<sub>2</sub>為2.7ppm、燃料氮氧化物(fuel NO<sub>x</sub>)為0.5ppm及熱氮氧化物(thermal NO<sub>x</sub>)為183ppm，均遠低於現行空氣污染物排放標準。

表3 定型機排氣煙囪滴落冷凝油脂物質之化學組成分析

項 目		測 定 值
三成份 (%)	水 份	1.79
	灰 份	0.20
	可燃份	98.01
熱值 (kcal/kg)	高位發熱量	10,460
	低位發熱量	9,800
元 素 分 析 (%)	C	64.69
	H	12.00
	N	0.32
	O	16.13
	S	4.07
	Cl	0.80

#### 五、製程改善與減廢措施

纖維在紡紗過程及編織、織布等織造過程中，為了防止靜電產生及提高集束性、平滑性、耐摩性等作業性能，需經浸漬壓吸或噴霧潤滑油劑之給油處理。根據外國研究指出，此等添加於纖維紗線間之油劑諸如紡紗油（合毛油）、織布油（針織油）或其他加工用油等，其在定型過程因受高溫造成污染之貢獻量要比現場處理所添加之樹脂加工藥劑造成者為多，因為油劑在105°C

至145°C範圍下有大部份均會蒸發，即使布料含油量低至0.5%亦是污染主要貢獻者，而台灣工廠之合纖織品於精練前之含油量多在3~5%。除了油劑（油脂、蠟質）及樹脂加工劑之外，幾乎所有在準備工程及染色工程中使用之有機化學藥劑若沒自布料中充分洗除，或多或少在定型過程中都可能造成污染排放，故可行之製程改善與減廢措施如下：

- 1.改進精練技術及前處理程序，或於定型前加入高換水率之最終洗滌作業，以加強油蠟及藥劑等殘存物之去除。
- 2.使用熱穩定之整理加工劑，例如避免使用非矽酮類藥劑，而改採具耐溫性之矽酮類藥劑。
- 3.使用具有在最低濃度即可充份發揮效能特性之整理加工劑，或尋求合理有效之最佳藥劑配方，以免藥劑量過度使用，致使污染排放量增加。
- 4.儘量降低定型機之烘乾溫度及熱處理時間，或者改變熱源供應方式如紅外線。
- 5.定期檢查清理定型機台內部，有足夠風速造成熱氣流加強溫度分佈均勻，避免織物局部受熱過度。
- 6.上游紡織業使用水溶性之紗油、織布油，以利準備工程中精練作業之進行去除。

## 六、有效控制技術

由於染整業定機型廢氣中所含粒狀污染物之粒徑大多小於 $1\mu m$ ，因此必須選用高效率污染防治設備方能達到去除白煙之效果。目前國內部份工廠選用填充式洗滌塔進行定型機廢氣處理，由於填充式洗滌塔在除塵應用上，主要可收集粒徑大於 $3\mu m$ 之微粒，以及大部份介於 $1\sim 2\mu m$ 之微粒，即其所能去除之最小粒徑在 $1.5\mu m$ 左右，對於定型機廢氣中次微米粒子之去除效率不足，經處理後之排氣普遍仍存有白煙排放困擾，無法根本解決排氣不透光率問題，且系統操作上有填充物容易發生阻塞及需經常清洗維修等缺點。在此必須強調的是針對含具黏稠性油霧(oil mist)之廢氣，除了在裝置控制設備時須考慮去除效率外，亦應同時考量日後操作維護問題，以免設備因維修頻率過高而失去原有效能及耗費過多操作成本。以下針對定型機廢氣處理之可行控制技術，作一簡要說明。

## 6.1 文氏洗滌塔

文氏洗滌塔之處理係利用文氏管喉部之束縮加速廢氣將液體霧化，同時高速廢氣與液滴充分混合，使微粒撞擊至水膜中，而藉後續之氣液分離裝置去除被氣流攜出而帶有塵粒之液滴。

文氏洗滌塔之典型構造及除塵步驟說明如圖3所示，由於文氏洗滌塔除塵效率主要取決於高速廢氣在霧化水滴時通過喉部之壓力損失，因此檢測污染源之粒徑分佈及已知之收集效率曲線（或穿透效率曲線），便可決定為達到法規要求應具去除效率相對所需之壓力損失，繼而決定出喉管速度進行設計喉部尺寸。目前在國內用以推估文氏洗滌塔壓損常見之經驗公式為卡爾方程式 (Calvert's equation)，即壓損與氣體喉部流速之平方及液氣比之乘積成正比：

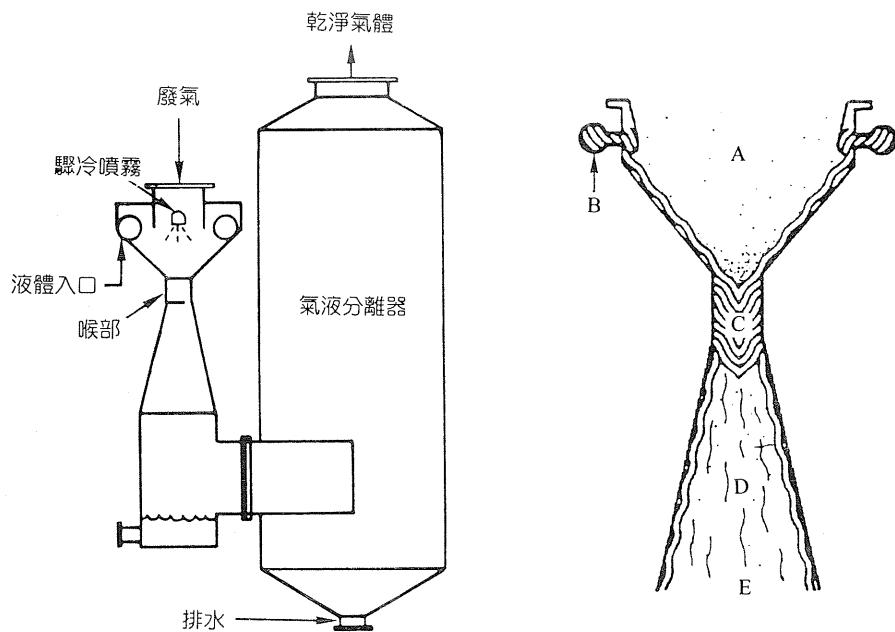
$$\Delta P = 0.103 Vt^2 (L/G)$$

其中， $Vt$ ：喉部流速(m/s)

$L/G$ ：液氣比(L/m<sup>3</sup>)

$\Delta P$ ：壓損(mm Aq)

根據國外使用經驗，以文氏洗滌塔處理染整業定型機廢氣所需之壓損為 1,000~1,800mm Aq(40~70 in H<sub>2</sub>O)，造成處理系統操作壓損有所差異之主要原因，在於不同織布定型加工製程所排放廢氣特性不同，其油霧中粒徑分佈亦迥異，因此所需文氏洗滌塔壓損亦不同，但有一共同特點是高動力耗能為其主要缺失。最近國外為增進濕式處理設備去除次微米粒子之控制效率，從事研究藉由凝聚(coagulation)作用及低溫超飽和(supersaturation)調理，期使次微米粒狀物因受冷凝水滴之包圍而增長粒徑尺寸，經試驗結果證實為一有效且易於施行之方法。因此可於文氏洗滌塔之前設置氣體調理裝置，例如噴霧式洗滌塔，以提供充分時間及環境讓氣態污染物質凝縮結核成液滴，並足以增濕成長至較大粒徑之微粒，以提高文氏洗滌塔之去除效率。值得注意是設計文氏洗滌塔處理系統時，須確保氣液分離器或除霧器之除霧效能，以免再度造成白煙排放問題。



- [註] A.收縮段：廢氣進入並在收縮截面被加速。  
B.液體入口：洗滌液均勻導入收縮截面因受重力與速度壓力作用而朝向喉管。  
C.喉管：廢氣及洗滌液進入喉管因遭受高能量與極大之擾動而混合。  
D.擴散段：氣體及液滴進入擴張段再行進一步碰撞與聚結而產生更大之液滴。  
E.氣液分離器：使得液滴自氣流中被移除。

圖 3 典型文氏洗滌塔之構造

## 6.2 旋渦式洗滌塔與靜電濾布組合

定型機廢氣處理為降低控制設備之維修頻率，可採中低效率旋渦式洗滌塔(vortex scrubber)當作前處理設備，約可去除70%粒狀物濃度以減低後續處理設備之污染物負荷，後續再配合以靜電過濾器(electrostatic filter)處理達到法規所需求。

在德國之空氣污染防治係由「TA Luft」（空氣污染防治技術指導單位，Technical Directive on Air Pollution Control)負責管制，有關染整業廢氣洗滌廢液須先經處理後，始得排入污水下水道中，其每噸廢液所需處理經費約為800~1,500馬克，一般中型工廠每月約處理10噸洗滌廢液，總計一年約需耗費96,000~180,000馬克（約新台幣160~300萬元）之處理成本，因此為了降低洗滌廢水量，乃設計旋渦式洗滌塔系統進行處理，根據如圖4所示處理流程，廢水處理費用可降至每年9,600~18,000馬克（約新台幣16~30萬元）。

旋渦式洗滌塔係將廢氣導入塔內，藉由旋轉空氣與水形成旋渦將污染物去除，以達到分離粉塵及油霧之目的，並利用廢氣溫度蒸發洗滌液以初步濃縮廢水。當廢氣量低於設計處理量，空氣可由旁通閥(bypass valve)進入風管以補增氣體量。除塵機制包括：

- 微粒被水滴包圍，因重量增加而沉降。
- 水溶性氣體以吸收方式溶入洗滌液。
- 因溫度降至露點(50~60°C)以下，大部份蒸氣凝結形成液滴。

為將排出廢液再行進一步濃縮，處理系統配置有薄膜蒸發器(thin film evaporator)利用蒸汽進行連續蒸發洗滌廢液。旋渦式洗滌塔底部配備有廢液濃度監測控制裝置，一旦排出廢液濃度達到設計處理量，廢液即會自動輸送至薄膜蒸發器進行濃縮。當濃縮操作進行時，蒸發器內廢液所含水份會大量蒸發，此等揮發氣體及蒸氣則重新導入洗滌塔中，以防止發生逸散性臭味並可節省水量，且其內部以旋轉括板去除薄膜上所積聚之水中殘餘物，以免產生塵餅。由蒸發器底端所排放含高污染物濃度之濃縮廢液及污泥，其體積可降至原有廢液體積之1/10，約每季至每半年以貯桶型式送至代處理業，以燃燒法加以處理。

近年來由於環保要求愈來愈高，德國染整廠雖無不透光率壓力，但為避免與居民引起環保糾紛，染整廠仍以無煙排放為自我要求，但旋渦式洗滌塔對污

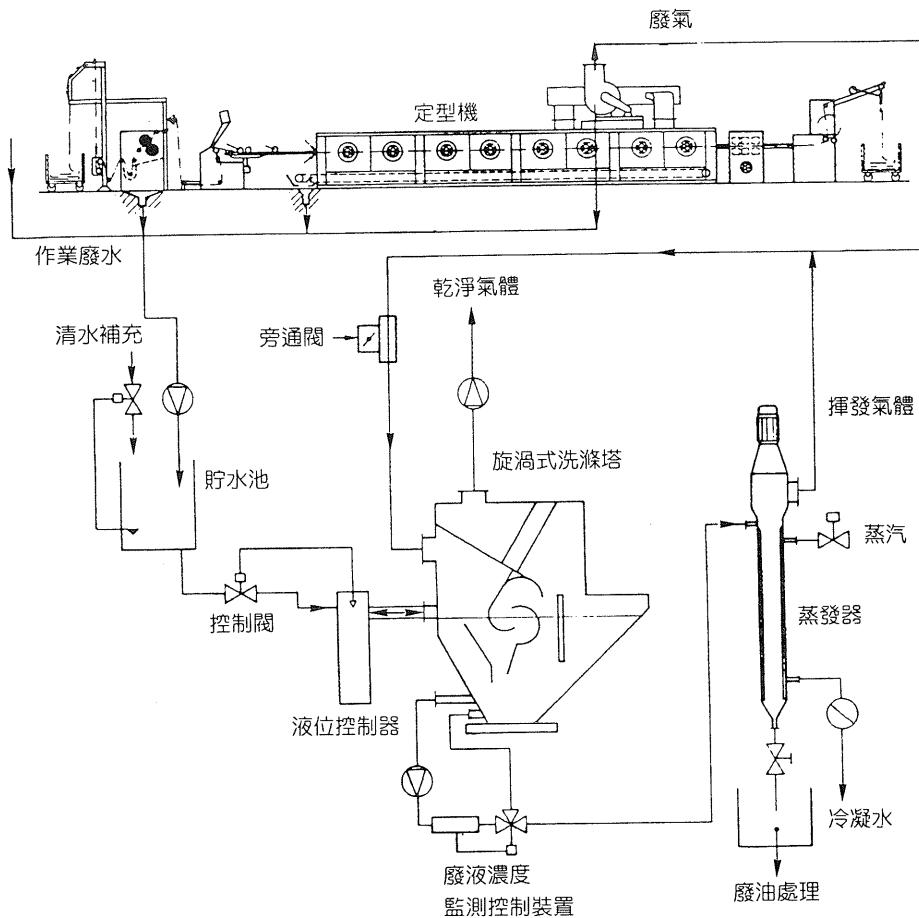


圖 4 旋渦式洗滌塔(vortex scrubber)系統配置

染負荷較為輕微之製程，雖可達到不透光率標準，然對於紡紗油添加比例較高或未經精練之工廠，則無法達到應有之去除效率。因此，最近有在發展洗滌塔後端加裝靜電過濾器之趨勢，以達到煙囪頂部乾淨無煙要求。

靜電過濾器之集塵步驟可區分為兩段式收集過程，第一部分為包含極線離子游離區（與正極直流電壓相接），與帶相反電荷接地電極平行，當廢氣中油霧通過放電裝置時，將會接收到單極電荷（正電或負電）而帶電。第二部分為收集區，乃板狀正極板或負極板，且極板須予以接地，當廢氣中油滴流經收集區時將會被收集至電性相反之極板上。

靜電過濾器可有效去除粒徑介於 $0.03\sim 60\mu m$ 之微粒，對於廢氣中油霧微粒之負荷可處理至 $50mg/m^3$ ，如果微粒濃度過高，則必須採取前處理設備（如旋渦式洗滌塔）預先處理，以免影響油霧之去除效率。靜電過濾器使用時必須注意廢氣足以均勻分佈整個收集區域，以免發生短流現象，且操作溫度不可大於 $70^\circ C$ ，廢氣相對濕度亦應低於露點以下，但須保持在20%以上。當設備斷面流速約為 $2.5m/sec$ 時，對於一般氣懸膠(aerosol)之去除效率可達95%以上，而所需壓損僅約 $90Pa(9mmAq)$ ，有關斷面流速與油霧去除效率及壓力損失之關係分別如圖5及圖6所示。

值得一提的是德國對於染整廠定型機之廢氣管制，乃著重於廢氣所含空氣毒性物質(air toxics)之管理，空氣污染主管當局係將廢氣中有害空氣污染物種類劃分為三個等級予以管制：

- 等級一：廢氣每 $m^3$ 體積之含碳量小於 $20mg$ 。
- 等級二：廢氣每 $m^3$ 體積之含碳量小於 $100mg$ 。
- 等級三：廢氣每 $m^3$ 體積之含碳量小於 $150mg$ 。

等級一廢氣由於需求去除效率較高，僅能採焚化方法方能達到法規要求，但因焚化法操作費用過高，且可能有氮氧化物及氯化氫等二次污染問題發生，一般較不為業者所考慮。而染整業定型機廢氣所含空氣毒性物質一般屬於等級二及等級三兩類，且主要以等級二為處理重點，然目前在執行上，由於製程中所排放毒性物質之認定與稽查程序，對工廠及環保單位而言均極繁瑣，有關主管單位正著手針對所有空氣毒性物質研擬單一總排放濃度，以簡化管制人力及節省工廠之書面作業。

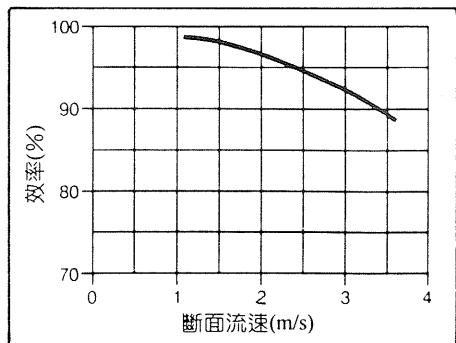


圖 5 靜電過濾器斷面流速與效率關係

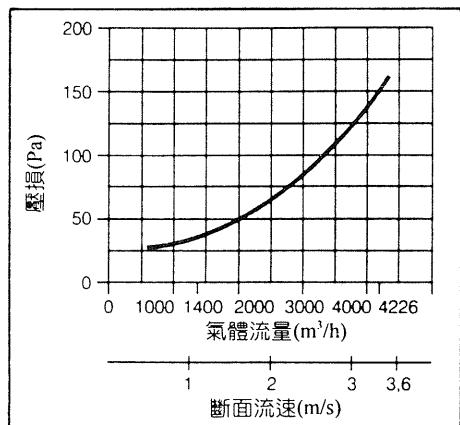


圖 6 靜電過濾器斷面流速與壓損關係

### 6.3 濕式靜電集塵機

靜電集塵機主要功用在於收集次微米粒子，乃是利用極線電暈放電，使廢氣中微粒在離子化氣體(ionized gas)中因撞擊離子而帶有電荷，再利用靜電力促使微粒移向具相反電荷之收集極板而去除之。傳統採乾式靜電集塵機處理，油脂本身之流動性雖有助於極板上沉降物質之移除，但仍須配備蒸氣裝置定期進行清洗極板，清洗週期隨廢氣所含油脂濃而有所不同，依據國外經驗約1~6週。然採濕式靜電集塵機由於極板表面保有水膜，黏著性油脂較不易積聚，且無粒狀物再逸散現象及不受其比電阻之影響，但需考慮洗滌廢液處理。

濕式靜電集塵機構造如圖7所示，係使用多階段之處理方式來捕集粒狀物。當粒子到達充電區域上游，粒子因通過電暈放電而被充電，電暈乃由放電桿上之多點放電碟所形成，充電粒子繼而進入收集階段，被吸引至集塵板或集塵管內壁，再藉由集塵板上之水膜將沉降微粒物質沖刷下來，水膜之形成是噴霧水氣上升凝結在管壁表面所產生，此等現象不斷持續重複在每一根集塵管進行，且每一組集塵管皆有一根放電管。

濕式靜電集塵機本身具有收集液態粒狀物與去除腐蝕性、毒性、少量臭味廢氣功能，不僅效率高且操作壓損小，目前對於粒徑微細、黏著性廢氣處理有愈來愈廣之勢。以美國對於染整廠之應用經驗，處理具黏著性含蠟狀物質之定型機廢氣，若廢氣中蠟之熔點低於80°C(180°F)，操作時須注意事項有：

- 1.正常操作時，極板洗滌水必須預先加熱至50~55°C以防廢氣中蠟狀物產生冷凝結塊，致阻塞設備而無法操作。
- 2.風車停機時，以80~90°C熱水由上至下噴洗或沖洗極板。
- 3.部份工廠如有蒸氣來源，則可引進蒸氣以噴嘴清洗設備，以預熱鋼板及去除所積聚附著之蠟狀物。
- 4.最好能備有2個循環水槽，一為正常操作時使用，另一為清洗設備用，且清水溫需達蠟之熔解80°C以上。

濕式靜電集塵機之初設成本較高，且與需處理之風量成正比例，故儘可能調低定型機之排氣風量（加大回收熱氣流），但須保持一最低風速以免風管中冷凝油脂倒流沾滴布料，同時需考慮高溫氣流吸濕後之實際風量。為降低靜電集塵機本體之處理負荷，前段宜增設預先過濾裝置。

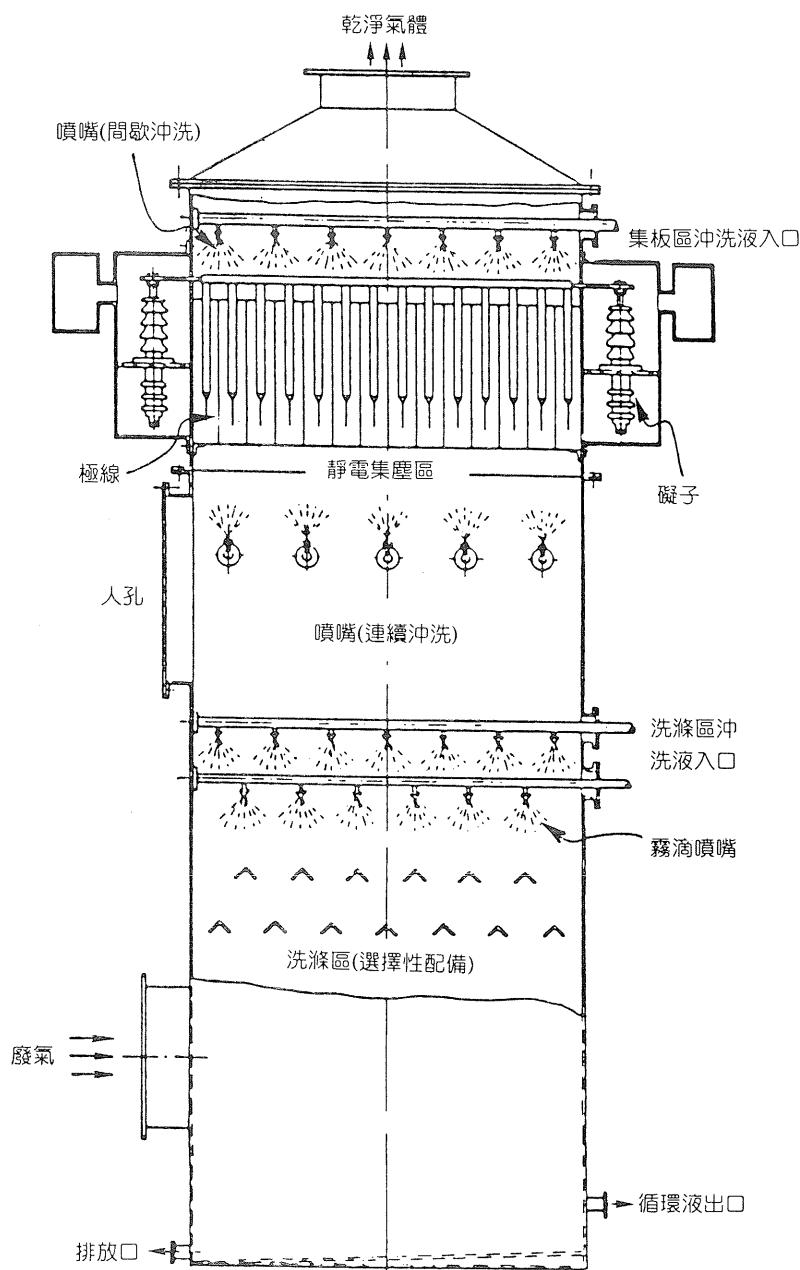


圖 7 方管、垂直氣流、噴霧沖洗型濕式靜電集塵機

廢氣進入溫度宜需降至 $40\sim60^{\circ}\text{C}$ ，適宜溫度視廢氣特性而定，不宜太低或過高，以使油脂冷凝現象容易發生，以增長粒徑而便於收集，且不致產生結塊或形成黏稠狀態降低流動性，造成沉降物質之移除困難，除此可同時進行熱回收。

為確保收集效率，廢氣進入靜電收集區應儘量保持有均勻之流速分佈。若廢氣中含有低沸點之油脂物質，由於此等物質不易冷凝而難以去除，致使排氣可能仍不免有臭味產生。

#### 6.4 焚化爐

定型機廢氣中所含油霧液滴具可燃性而可予以焚化處理，其為解決廢氣最根本有效之處理方式，係在添加輔助燃料下將廢氣提高至自燃溫度，使有機物氧化成無害、無毒之物質，缺點為：因為定型樹脂大多含有機矽酮(silicone)會對觸媒造成毒化，且為避免廢氣中高沸點或冷凝性有機物對觸媒產生毒害，不建議使用觸媒式焚化爐(catalytic incinerator)，而直燃式焚化爐(thermal incinerator)之構造如圖8所示，在設計上應注意下列事項：

1. 設計時須準確控制燃燒溫度、停留時間及廢氣擾流等三個主要因素，以使廢氣獲得完全燃燒。
2. 操作條件一般為溫度 $500\sim800^{\circ}\text{C}$ 、停留時間 $0.3\sim0.5$ 秒及混合之流速 $4.5\sim7.6\text{m/sec}$ 。
3. 初設費及操作費皆較昂貴，由於耗費能源很大，因此可考慮於燃燒器之尾部加裝一熱交換器，將已處理過之氣體與尚未處理之廢氣進行熱交換，予以先行預熱廢氣。
4. 已處理過氣體經預熱廢氣後若仍有餘熱，則可再經一熱交換器進行熱回收，可提供定型機內織布烘乾所需熱量或供他用，俾節省燃料消耗。
5. 焚化處理前宜先掌握所用染料及整理加工劑之成份，以避免焚化後產生二次污染物之濃度超過固定污染源排放標準。

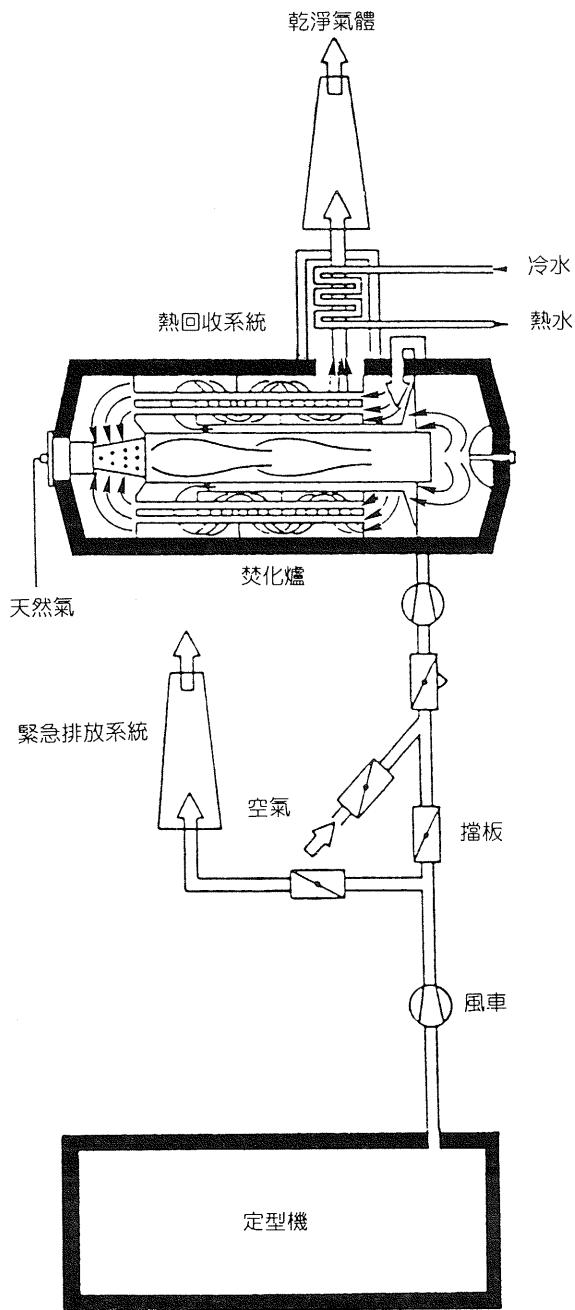


圖 8 直燃式焚化爐系統配置

## 七、結論

染整業主要空氣污染源為烘乾及定型所排放廢氣，主要污染物質為粒徑屬次微米之有機微粒，污染特性隨生產需求有較大差異，主要污染行為是排放可見白煙導致不透光率問題。由於染整業白煙問題為國內空氣污染界之新課題，因此如何選擇一適當且可長期運轉之污染防治設備，為目前業界在定型機廢氣處理上所關心之環保問題。在此必須強調的是，填充式洗滌塔不論從學理或實務觀點分析，均不適合應用於染整業定型機排放白煙之去除，為避免環保投資浪費、建議業者在選用污染防治設備時，宜就設備效率、維修難易與頻率、使用壽命、操作維護費用及空間大小等要素進行整體評估，以免因設備選用不當造成日後困擾。

## 八、參考文獻

- 1.經濟部環保署工業減廢聯合輔導小組，染整工業減廢技術手冊，1993年6月。
- 2.中國紡織工業研究中心，染整工程技術開發五年計劃(二)：ITMA考察說明會，1991年12月。
- 3.行政院保護署，管道排氣中空氣污染物採樣程序操作規範之研訂，EPA-82-1107-09-03-02，1993年。
4. Porter, J.J. and Alley, F.C. Analyses of Stack Gases Discharged from Synthetic Fiber Finishing, Clemson University, Clemson, South Carolina, June 1977.
- 5.U.A. Environment Protection Agency, Environmental Pollution Control: Textile Processing Industry, EPA-625/7-78-002, October 1978.
6. Alley, F.C., Air Pollution Control for Textile Printing, Clemson University, Clemson, South Carolina.
- 7.Chem, HTL Peter Richner, Basle, Switzerland., Consequences of West Germany's Air Purity Act for Textile Dyeing, Printing and Finishing, Revised

Version of A Paper Present at the 1987 Association of Textile Chemists and Colourists, General Meeting in Heidelberg, May 29, 1987.

8. Beard, J.N., An Evaluation of Tenter Frame Operations and Modifications to Conserve Energy and Reduce Emissions, Clemson University, Clemson, South Carolina, January 1976.
9. Beltran, M.R., Smoke Abatement for Textile Finishers, American Dyestuff Reporter, August 1973.
10. Cheney, W.A., An Energy Saving Emission Control Device for Hydrocarbons, the Energy and Environment National Conference.
11. Pillal, G.R. and Doshi, S.M., Control of Air Pollution in Textile Industry, the Third All-India Conference on Air Pollution in Bombay 1983.
12. Cooper S.G., the Textile Industry: Environmental Control and Energy Conservation, Noyes Data Corporation, 1978.
13. Ugbolue, S.C.O., the Emission of Somke in the Procession of Textile Fabrics, Journal of the Textile Institute, No.9, 1979.
14. Schiller, D.G., Cleaning Exhaust Air and Saving Energy in the Textile Industry, International Mam-Made Fibres Congress, September 1992.

