



112年度 工業安全智慧化輔導計畫

工廠製程排氣系統安全簡介

主辦單位：經濟部工業局

執行單位：社團法人中華民國工業安全衛生協會

大綱

Contents

- 一 前言
 - 二 製程排氣系統國內相關法規
 - 三 高科技廠事故案例
 - 四 高科技廠現有作法
 - 五 電路板廠務設施安全標準
 - 六 PCB廠常見問題與改善對策
- 附件
- 電路板廠務設施安全標準_製程排氣系統篇
PCB Facility Safety Standard -Exhaust System

一、前言



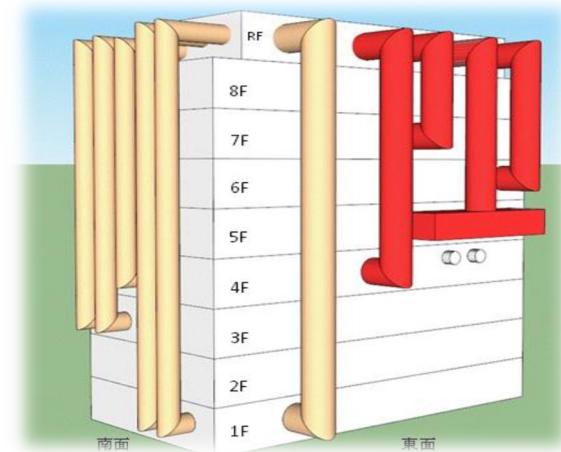
緣起

107.04.28桃園市某PCB廠發生火災，造成8人重大死傷事故。釀災**主要原因與製程排氣管線延燒有重大關聯**。回顧歷年產業的火災，大部分均與製程排氣風管材質的延燒特性有關。



管理作為

重大事故後，行政院除跨部會多次協商強化安全管理作為與修法外，另於**111年9月8日核定內政部「既存工廠火災安全管理精進對策推動方案」**，期能整合各部會資源，協助業者提升管理能力，以降低工廠火災之風險。



二、製程排氣系統國內相關法規



三、高科技廠事故案例

	華邦電子 股份有限公司	聯瑞積體電路 股份有限公司*	天下電子 股份有限公司
發生時間	1996.10.14	1997.10.3	1997.11.11
人員傷亡	無	無	1人受傷
損失金額	60億元以上	120億元以上	30億元以上
起火原因	機臺起火蔓延	廢氣未妥善處理，廢氣排放管起火延燒	蝕刻槽多種溶劑起化學反應起燃，引燃上方管線向外延燒

※備註：聯瑞公司大火保險公司理賠101億元，居亞洲之冠。|

四、高科技廠現有作法

- 因高科技廠房火災損失金額極大(財產及營業損失)，業者相對重視廠內安全管理，多優於國內法令規定。
- 因投保金額高，需透過國外**再保機制**，轉嫁分擔風險。**保險公司要求排氣風管使用FM認證合格材質或不燃性材質**，提升保險公司承保意願與降低保險費之效用。



Fume Exhaust Ducts or Fume and
Smoke Exhaust Ducts

測試排氣、排氣及排煙管道暴露於
火中時防火性能和之後的排煙能力



Cleanroom Materials
Flammability Test Protocol

評估無塵室各組件限制
火蔓延和煙塵損害能力

五、電路板廠務設施安全標準

目的

- ✓ 協助使用者規範製程排氣系統設計及施工廠商，以滿足最小安全需求。
- ✓ 協助使用者查核既有廠內製程排氣系統之潛在風險，作為工程改善之參考。
- ✓ 提升產業安全，促進產業信心，建構正面社會形象。

PCB Facility Safety Standard: Exhaust System
印刷電路板業廠務設施安全標準：製程排氣系統篇

工業安全衛生技術輔導網：<https://sets.org.tw/news/10/detail>

台灣電路板協會：<https://www.tPCA.org.tw/Message?mid=291&itemid=73>

五、電路板廠務設施安全標準

規範架構

1.0 目的 PURPOSE

2.0 範圍 SCOPE

3.0 權責 RESPONSIBILITY

4.0 名詞定義 DEFINITION

5.0 參考資料 REFERENCE

6.0 注意事項 PRECAUTION

7.0

內容 CONTENT

7.1 一般性設計要求

7.2 排氣分類與材質選用

7.3 防火性設計要求

7.4 排氣風機及處理設備

7.5 驗收與維護保養

7.6 排氣監測及控制

7.7 風管內灑水系統

8.0

附錄 APPENDIX

五、電路板廠務設施安全標準

排氣分類與材質選用

- ◆ **不相容性物質**應分開排放至不同製程排氣系統，例如搬運的不同物質於風管內可能會發生反應導致放熱、火災或爆炸等危險時，就應該將其排放至不同系統。
- ◆ **不燃性風管材質(4.1)**：本風管材質於其受熱或燃燒後，皆無法點火、燃燒、助熱或釋放易燃蒸氣等，例如不鏽鋼、鍍鋅鐵等金屬材質。
- ◆ **耐燃性風管材質(4.2)**：本風管材質雖不符合4.1的要求，但經過下列至少一項標準測試後，能滿足該標準之相關要求：
 - ✓ 採用ASTM E84測試標準，該風管材質之火焰擴散指數（FSI）不超過50者。
 - ✓ 採用FM4910測試標準，該風管材質之火焰傳遞指數（FPI）不超過6.0者。
 - ✓ 採用FM4922測試標準，並通過該標準測試要求者。
 - ✓ 塑膠類風管材質採用UL94測試標準，並通過該標準之對應項目測試要求者。
- ◆ **易燃性風管材質**：無法滿足4.1或4.2之風管材質。
- ◆ **可燃性風管材質**：耐燃性風管材質及易燃性風管材質皆屬於可燃性風管材質的一種。

六、PCB廠常見問題與改善對策

製程排氣系統-1.風管材質選用

□ 問題說明

使用易燃性風管材質或是不燃性（金屬）風管輸送高溫物質而後端匯入易燃性風管是本產業常見的情形。另外，濕製程大量使用酸、鹼化學物質，在製程設備與後端排氣風管的材質選用上常使用PP或PVC等易燃性塑膠材質，若現場發生火災，將容易助長火勢之蔓延。

□ 改善對策

1. 在製程排氣風管的選用上，其優先順序應為不燃性材質、不燃性外部材質內襯可燃耐腐蝕材質（常見材質為不鏽鋼內襯鐵氟龍）、耐燃性材質，最後不得以才選用易燃性材質但加裝管內灑水系統。
2. 在廠內的製程排氣系統，若沒有腐蝕性的前提下，應該一律採用不燃性材質，包括不鏽鋼管或鍍鋅管等。若有腐蝕性問題時，才會考慮到選用不燃性外部材質內襯可燃耐腐蝕材質、耐燃性材質或易燃性材質加裝灑水系統。
3. 考量到建造成本的問題，到底應該採用哪種風管材質，就由各廠依照成本與安裝等各面向之問題自行決定。又若採用易燃性材質而沒有加裝管內灑水系統時，則防火風門的設置將有其必要性，但其有效性仍不比採用安全的風管材質要佳，火災貫穿區劃的可能性仍高。
4. 國內目前並無針對排氣風管有標準的測試方法，一般可參考的規範為UL94、FM4922，又如果是無塵室使用的各種材質則可參考FM4910。
5. 現場應盡量避免使用可撓性管材來連接機台設備，如無法避免，則應盡量選用不燃性管材，且管路長度應調整適中避免管路過長導致壓損過大而降低排氣效能及搬運風速，搬運風速若過低時更易導致排氣物質凝結於管壁上，尤其在烤箱之排氣管路更易增加火災發生之風險。使用撓性管的設備機台，其周邊的消防設施也應加強，使其在緊急狀況時可以及早撲滅。

六、PCB廠常見問題與改善對策

製程排氣系統-2.排氣分類

□問題說明

目前常見本產業之製程排氣系統分類不一，最簡單為單一系統，再佳者分為酸鹼排氣及熱排氣，最佳者則細分為酸排氣、鹼排氣、有機排氣及熱排氣等。若排氣分類不夠明確，將不相容物質匯入同一排氣系統中，則輕者導致酸鹼中和產生微粒造成管內堵塞，重者仍有可能引發不相容物質混合導致燃燒起火之問題。

□改善對策

1. 酸鹼排氣應分開處理，避免酸鹼兩類排氣混合時管內產生酸鹼反應，如前所述，嚴重時有發生劇烈放熱反應之可能，輕者則易產生結晶物質並於管內沉積導致抽氣風量降低，造成排氣系統效能降低。
2. 有機溶劑製程排氣常見匯流至酸或鹼性製程排氣中，其可能產生的風險應有適當的評估，避免高溫與催化反應，且一般酸鹼排氣所使用的洗滌塔對於去除有機溶劑的效果較不佳，如使用大量有機溶劑的製程，排氣系統建議仍應獨立處理排放為佳。
3. 通常有機溶劑等混合物在使用前應注意物理和化學性質，盡量避免加熱製程排氣管匯流，降低管線內部起火燃燒的風險，一般有機溶劑的排放除非必要，建議仍以建立獨立排氣管線為優先設計考量，且不應使用可燃性材質作為排氣風管及末端處理設備（例如活性炭吸附塔）的材料。

六、PCB廠常見問題與改善對策

製程排氣系統-3.備用風機與電力裝置

□問題說明

常見排氣系統異常斷電停止運轉時未有任何應變措施，例如烤箱或易燃之有機蒸氣等高風險設備其後端排氣系統在風機異常停機或供電停止而跳脫後，若無任何備用風機或備用電源等應變措施，有可能導致排氣管路內溫度過高而引燃。

□改善對策

1. 此部分與管道內蓄積的化學物質燃燒的風險有關，印刷電路板業因製程特性，常發生管道內蓄積物因溫度過高而燃燒的意外事故，加以管線設計並無任何額外的消防設備保護，因此在備用電力及備用設備的設計上應妥善考量，如果有發生悶燒等意外事故之可能性時，均應有備用動力之設計。
2. 提供至少50%的備用電源、風機設置上採用n+1的設計規格等，使製程排氣在緊急狀況時仍可持續運作，如前所述，以烤箱為例，在斷電後可使用備用的緊急電源保持排氣系統基本運作，持續排除管道間的餘熱及危害性氣體或蒸氣。

※註：若在緊急狀況時持續抽氣會使製程設備端或排氣風管導致更大危害時，則可考慮停止風機運作。

六、PCB廠常見問題與改善對策

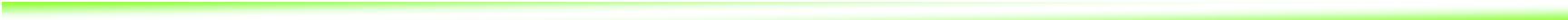
製程排氣系統-4.排氣監控設施

□問題說明

常見例如烤箱的排氣風管或是電鍍線的排氣風管常見無任何的監控系統，均以目視外觀或定期清潔管線為主，如風管內有阻塞或溫度異常升高等情形，若無監控系統輔助，通常在初期都較難發現，且一般業者較少定期針對製程排氣系統進行檢點檢查及紀錄，很容易導致排氣系統異常而發生事故。

□改善對策

1. 製程排氣系統風管內之搬運風速、排氣溫度等是否保持正常，應提供適當的監測裝置，如壓差計或溫度感測器等，壓差計可簡單測量風管內的靜壓值，若搭配皮氏管則還可以監測動壓值並換算為流量值。
2. 若風管內有適當的排氣監測系統，則可於系統堵塞、破管或其他異常狀況發生時事先得知，避免異常擴大導致更大的事故如火災發生。
3. 又監測裝置可分層實施，最簡單的僅有監測值顯示，這有賴於現場工作人員每日工作前的檢點確認；再佳者，可將監測數據自動記錄，並設定警報界線，於異常時可發出警報提醒負責人員檢視改善；最佳者則為監測外並安裝自動控制裝置，於異常時除可發出警報提醒人員注意外，並可自動控制排氣系統之操作參數，以避免人為的不確定因素，以提高系統的可靠度。
4. 此外，在製程排氣系統的管理上仍應依照職業安全衛生管理辦法第40條的內容，針對下面所列的項目建立每年的自主檢查紀錄：(1)氣罩、導管及排氣機之磨損、腐蝕、凹凸及其他損害之狀況及程度。(2)導管或排氣機之塵埃聚積狀況。(3)排氣機之注油潤滑狀況。(4)導管接觸部分之狀況。(5)連接電動機與排氣機之皮帶之鬆弛狀況。(6)吸氣及排氣之能力。(7)設置於排放導管上之採樣設施是否牢固、鏽蝕、損壞、崩塌或其他妨礙作業安全事項。(8)其他保持性能之必要事項。



簡報結束 謝謝指教

聯絡資訊

楊憲仁

02-27069896 #55

hjyang@mail.isha.org.tw