

PCB廠房火災的防災與救災研究

郭來松
健行科技大學土木工程系副教授

鄭詠儒
健行科技大學土木工程系空間資訊與防災科技碩士班

摘要

PCB工廠污染及火災一直以來皆是工業區周遭居民議論主題，雖然該產業帶來工作機會，也為國家貢獻經濟效益，但是遇到火災發生一場大火吞噬後，化學性火災產生之毒化物對環境造成污染，更是工業區居民日以繼夜擔心害怕的議題之一。本研究透過近年來國內PCB工廠重大事故發生案例，分析研究火災搶救及廠內人員應變能力。論文內容分析PCB工廠火災案例，並歸納出應變對策與防範措施。根據研究案例分析結果顯示：工業區工廠需要定期進行內部人員安全教育訓練、提升操作人員面對洩漏時的災害應變能力及危機意識、輸送管線材質及使用時機、輸料動力的選用、控制臺與現場工作區的安全距離，能有效降低工業區內火災事故發生與傷亡。 關鍵詞：PCB工廠、毒化物

一、前言

印刷電路板(PCB: Printed Circuit Board) PCB工廠(以下簡稱電路板廠)屬於高風險之電子科技業，於制程中所使用之化學物質、機械、設備、原料等皆具有相當危害。其需使用大量之化學物質，更有強酸、強鹼之腐蝕物、氧化物與易燃物等，具有相當之風險，且制程中用量大之化學物質使用中央供應系統供料，廠內設有各式之化學物質儲槽、輸送管線與輸送幫浦等設備，若因故障或操作不慎，可能引起化學物質洩漏、火災或爆炸等危害發生。然化學物質之運輸、使用、儲存應有效管理，包括廠內機械、設備應定期實施檢查、保養與維修，採取有效之管理方式才能有效降低危害發生之可能。

依據內政部消防署施行的災害防救法(2019)，將重大火災、爆炸、公用氣體與油料管線、輸電線路災害、空難、海難與陸上交通事故及毒性化學物質災害等，歸類為人為災害(man-made disasters)。近幾年來 PCB工廠發生之火警(圖1-1)，以109年10月的欣興電子股份有限公司及107年4月敬鵬工業股份有限公司火警所造成的損失外，前幾年包括耀華、健鼎、華通、聯茂、金像電等都曾發生過廠區火警事件。於檢討分析報告中顯示，PCB工廠火災主要原因是制程中使用易燃的化學品外，及強氧化劑之物質，在過程中保存不當、加工過程或管線維護稍有不慎就容易引起火災。但除化學物品本身存在風險外，於制程過程中需要加熱、烘烤，這也是導致災害的主要原因。

二、文獻回顧

印刷電路板產業可區分為上游、中游及下游三部份。PCB產業上游產品包括玻纖紗、玻纖布、玻纖席、絕緣紙等補強材料，電解銅箔、壓延銅箔、無氧銅球等導電材料，以及聚四氟乙烯、聚醯亞胺樹脂、酚醛樹脂、溴化環氧樹脂等黏合材料；中游產品包括銅箔基板為生產印刷電路板之關鍵基礎材料，其製造流程是將溶劑、硬化劑、促進劑、樹脂等加以調膠配料而成，並與補強材料如玻纖布浸化成膠片，之後經過膠片檢驗程式並進行裁片與疊置，再覆加銅箔，經過熱壓、裁切、檢驗與裁片，最終製成銅箔基板。銅箔基板產品類別依其基材材質特性可分為玻纖環氧基板、複合基板、紙質基板、軟性基板等四類，其中以玻纖環氧基板為當前市場之主流，然高科技產品採用軟性基板的比重較為高。印刷電路板方面，則主要區分為軟性印刷電路板、硬質印刷電路板及IC載板等三類，軟性印刷電路板應用於數位相機、筆記型電腦及觸控面板等，硬質印刷電路板應用於錄放影機、筆記型電腦等，IC載板則應DRAM、快閃記憶體、晶片組等繪圖晶片；下游產品則為各類電子產品之供應商。下游產品為印刷電路板可應用於各種電子產品，包括資訊、通訊及消費性產品，如：通訊網路設備、傳真機、電腦週邊設備、智慧手持裝置及智慧型穿戴裝置等產品[1]。

三、研究方法

本研究流程如下所述，對國內近年電路板工廠火災作探討，分析事故案例所發生經過探討其可能之潛在危害因素，依派遣出勤至電路板廠家搶救災害案例，再搜集國內外化學品災害案例及南區毒災應變小組資訊，對火災原因等進行案例探討與分析。

第一部分研究動機主要闡述了PCB廠房近些年的火災化災情況，以及對PCB廠房進行防災救災研究的必要性。

第二部分文獻回顧從PCB廠房的可能危害，消防隊SOP以及消防設備等方面綜述了最新的消防防災救災內容，將之與PCB廠房的實際情況結合，進而提出合適的防災救災建議。

第三部分案例分析，以近年來主要的PCB廠房火災事件為例，分析總結了PCB廠房發生火災原因的共同性，發現PCB廠房的管線很有可能是著火點。同時對比了常見管線材質以及防火耐熱性較高的高線之間的優劣勢、分析了幾次火災事件的工廠端與消防端的問題。

第四部分結論與建議，分別從防災與救災的角度對PCB廠房和消防隊提出了幾點建議。

四、結果與討論

案例一：00電子股份有限公司 山鶯廠

1. 發生時間：109年10月28日
2. 發生地點：00電子山鶯廠
3. 人員傷亡情形：7名消防隊員遭酸性化學液體噴濺有皮膚過敏反應
4. 發生經過：

00電子山鶯廠於10月28日下午3點發生火災，消防局緊急派員灌救，直到10月29日上午7點才完成殘火處理，前後共花了約17小時救災，還好僅2員工一度受困、7名消防隊員遭酸性化學液體噴濺有皮膚過敏反應。起火廠房是地上6層、地下2層的CSP廠，因廠區內有化學物品堆置，火勢猛烈，燃燒面積達1萬4014平方公尺。2名員工一度受困在CSP廠1樓廁所，消防隊員第一時間救他們脫困，都沒受傷，至於山鶯廠內的其他2837名員工，都順利疏散。

在疏散的過程中，由於火勢擴大的速度越來越快，火苗觸及到了輸送化學品的管道，管道開始出現破裂，導致液體化學品四處飛濺。在撲火的過程中，由於消防員想試圖靠近火源的目標體，導致酸性化學液體噴射到消防隊員的皮膚上，皮膚出現了過敏的不良現狀。送醫治療後，都已無礙返家休息。28日晚間約10點，僅在00電子大門下風處約30公尺範圍檢出0.1ppm的總揮發性有機物，無造成後續危害。

5. 災害發生原因：

- (1)直接原因：消防隊員遭酸性化學液體噴濺，導致皮膚過敏反應。
- (2)間接原因：廠區內有化學物品之堆置形成不安全狀況。
- (3)基本原因：在作業的結束時，一名操作工忘記關閉可燃氣的閘門，可燃氣不斷地向外洩露，由於室內環境比較乾燥，可燃氣的與周圍的物體發生燃燒，發生了火災。

五、結論與建議

1. 在目前現行之PCB廠房內，因製程需求使用管線輸送化學品，當災害發生時卻無法保證其安全性，建議在使用公共危險物品達30倍以上場所且輸送化學品方式為管線運輸者，能夠統一使用鍍鋅鋼管，在保證災害發生時的相對安全性的同時，在平時也能正常運作製程。
2. 廠方應該在偵檢儀器上面更下功夫處理，災害發生時總是在意想不到的時刻，防範於未然，例如洩漏出來的液體，主動檢測出來含有毒性成份，往後的搶救人員以及工作人員就會穿著適當的防護裝備進行處理，以人身安全為優先。
3. 在事故現場，大量消防廢水產生，消防搶救廢水應集中導入污水處理區做處理後才能排放。若廠區污水處理系統無法負荷，也應審視如何改善及分流，避免造成周遭環境環境的污染。
4. 因多數電路板工廠區設置歷史悠久，絕大部分管線均已老舊銹蝕造成隱性危害，建議應定期檢查管線閘件連接之墊片與檢測螺栓強度是否符合相關規範避免造成化學原物料洩漏。
5. 事故救災應收集災害後空氣質量數據、災後污染檢測數據及後續土壤與地下水風險區域數據檢測追蹤，以瞭解對人體及環境之危害物種，若將來發生災害時，針對危害物種進行防制，可降低潛在危害。



健行科技大學

Department of civil Engineering, Chien Hsin University of Science and Technology

2022

土木工程與防災研討會