

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

有機溶劑作業區靜電火花防治及風險分析研究
-以某光電廠調膠室為例

Control and risk analysis of the statically
electric spark in a organic solvent operation
area -TFT-LCD gel preparation room as an example

研究生：陳致平

指導教授：陳春盛 教授

中華民國 九十五年 十二月

有機溶劑作業區靜電火花防治及風險分析研究

-以某光電廠調膠室為例-

學生：陳致平

指導教授：陳春盛

國立交通大學產業安全與防災碩士班

關鍵詞：靜電火花、調膠室、危害與可操作性分析

摘要

靜電為存在大自然中的一種自然現象，由於幾乎所有的物質都可能產生靜電，它會出現在住家、工廠、自然界中，小至人們梳頭，大至機器設備產生靜電火花，因此幾乎所有的人都會接觸到靜電。但一般而言，容易因靜電產生災害之場所，以有機溶劑作業及生產/儲存易燃物質場所造成火災、爆炸的危害性最大，故其靜電火花防治是一門相當重要的課題。

本論文研究以某TFT-LCD關鍵零組件偏光板廠調膠室為例，來探討有機溶劑作業區之調膠室靜電火花防治之作法，並以風險分析方法:危害與可操作性分析(Hazard and Operability Analysis)的角度來分析調膠製程相關節點，再以風險等級較高之危害加以改善及防治，以求降低其風險等級與災害發生之機率。

Control and risk analysis of the statically electric spark in a organic solvent operation area -TFT-LCD gel preparation room as an example

student : Chih-Ping Chen

Advisors : Dr. Chun-Sung Chen

Degree Program of Industrial Safety and Risk Management

National Chiao Tung University

Key Words : statically electric spark, Hazard and Operability

Analysis, gel preparation room

Abstract

Static electricity is a natural phenomenon. Nearly all materials produce the static electricity; hence it could exist in household, factory and environment. For example, people combing the hair and mechanical operations create the statically electric spark. Therefore, almost everyone has been experienced the static electricity. Generally, the locations of the organic solvent operation and product/storage of the flammable materials in the factory easily caused the fire and explosion amongst the static electricity-caused hazardous places. Thus, the control of the statically electric spark is a principal topic among others.

This thesis adopted the gel preparation room of a TFT-LCD-produced factory as a research example to investigate the possible controls in the area of organic solvent operation of this room. This research also used a novel risk assay, Hazard and Operability Analysis, to dissect the procedures during the gel preparation. Accompany with a higher risk assay to improve the drawbacks and to decrease its risk level and the incidence of the hazard.

誌 謝

學生陳致平在交通大學修習學業與論文研究撰寫期間，感謝恩師陳教授春盛給予甚多指正與啟發並給予專業的教導，其博學與精深的理論研究基礎加上平日之細心教導與教誨，令學生獲益良多，並感謝林國安老師、王維志老師，於百忙之中撥空對論文初稿之審閱並惠賜卓見，讓本篇論文內容更加充實且完整，使本論文得以順利完成，在此向各位恩師致上我最誠摯的感謝。



目 錄

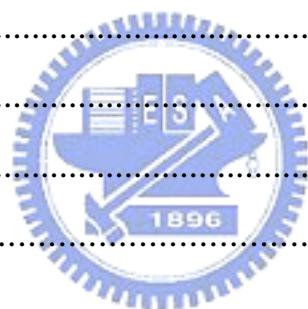
授權書

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
符號說明	iv
圖目錄	v
表目錄	vi
第一章 緒論	1
1-1 前言	1
1-2 文獻回顧	1
1-2-1 有機溶劑易燃化學品火災案例介紹	1
1-2-2 國內相關靜電防治法令、標準與檢討	3
1-2-3 易燃液體定義	5
1-2-4 閃火點定義	6
1-3 研究動機與目的	6
1-4 預期成果	7
第二章 一般靜電原理與理論	8
2-1、靜電產生原理	8
2-1-1、靜電的產生	8
2-2 靜電產生型式種類	9
2-2-1 固體摩擦與剝離時產生靜電	9
2-2-2 粉體粒子碰撞產生靜電	9
2-2-3 液體流動產生靜電	9

2-2-4 高壓氣體噴出時帶靜電	10
2-2-5 水或水汽噴射時帶靜電	10
2-2-6 感應產生靜電	10
2-3 靜電之防制項目說明	11
2-3-1 靜電感應	11
2-3-2 靜電接地	11
2-3-3 靜電放電	11
2-3-4 游離化	12
2-3-5 最小點火能量	12
2-3-6 靜電消除器	12
2-4 靜電造成的危害	12
2-4-1 靜電電擊	12
2-4-2 產生火災及爆炸	12
2-4-3 產品品質不佳	14
2-4-4 絕緣設備破壞	14
2-5 常見的靜電災害對策	15
2-5-1 消除電荷方法	15
2-5-2 防止尖端放電	15
2-5-3 改善易燃及易爆環境	15
第三章風險分析研究方法	16
3-1 風險評估方法之選擇	16
3-1-1 故障樹分析	16
3-1-2 失誤模式與影響分析	18
3-1-3 危害及可操作性分析	19
3-2 初步危害分析	20
3-3 初步危害分析結果	24
3-4 危害與可操作分析	27



3-5 危害與可操作分析分析結論與建議	40
第四章 調膠室改善技術與靜電量測	42
4-1 靜電量測儀器	42
4-1-1 Trek Model 542 靜電量測儀	42
4-1-2 Exia II CT 本質安全防爆型	43
4-2 使用本質防爆型設備	43
4-2-1 防爆型開關	43
4-2-2 防爆型日光電	43
4-2-3 防爆型出口標示及避難方向指示燈	44
4-2-4 防爆型緊急照明燈	44
4-2-5 防爆型廣播喇叭	44
4-2-6 防爆型火警探測器	45
4-2-7 防爆型手電筒	45
4-2-8 防爆型電子秤	46
4-3 手工具	47
4-4 偵測器	48
4-4-1 環境濃度偵測器	48
4-4-2 AIR 接頭接地啟動泵浦偵測器	49
4-4-3 出入口偵測器	50
4-5 接地	50
4-5-1 接地銅牌	50
4-5-2 管路法蘭接地	51
4-5-3 基座及支撐之接地	51
4-5-4 風罩之接地線	52
4-5-5 接地端子箱	52
4-5-6 防爆型接地夾	52
4-6 調膠室環境與人員改善	53



4-6-1 抗靜電垂簾.....	53
4-6-2 禁止使用電子產品及危害標示.....	54
4-6-3 增設通風排氣設備.....	54
4-7 增加環境濕度與塑膠地墊.....	56
4-8 開孔處之防火填塞.....	57
4-9 空桶內部使用抗靜電材質.....	57
4-10 泡沫自動滅火系統.....	58
4-11 調膠室人員操作安全注意事項.....	62
第五章 結論與建議.....	64
5-1 結論.....	64
5-1-1 風險評估結論.....	64
5-1-2 調膠室改善結論.....	64
5-2 建議.....	65
參考文獻.....	66



圖目錄

圖 2-1 固體接觸與分離產生靜電示意圖	10
圖 2-2 靜電感應現象	10
圖 2-3 電暈放電發展至火花放電之過程	11
圖 3-1 調膠室製程設備設計圖	29
圖 4-1 Trek Model 542 靜電量測儀	41
圖 4-2 Exia II CT 本質安全防爆型	43
圖 4-3 防爆型開關	43
圖 4-4 防爆型日光電	44
圖 4-5 防爆型出口標示及避難方向指示燈	44
圖 4-6 防爆型緊急照明燈	44
圖 4-7 防爆型廣播喇叭	45
圖 4-8 防爆型火警探測器	45
圖 4-9 防爆型手電筒	45
圖 4-10 防爆型電子秤	46
圖 4-11 各設備改善前後靜電值比較圖	46
圖 4-12 非防爆型手工具	47
圖 4-13 防爆型手工具	48
圖 4-14 現場之有機溶劑濃度偵測器	48
圖 4-15 有機溶劑濃度偵測器控制箱	48
圖 4-16 AIR 接頭接地啟動泵浦偵測器	49
圖 4-17 AIR 接頭接地啟動泵浦控制箱	49
圖 4-18 出入口偵測器	50
圖 4-19 接地銅牌	50
圖 4-20 管路法蘭之接地線	51
圖 4-21 基座及支撐之接地線	51

圖 4-22 風罩之接地線	52
圖 4-23 接地端子箱	52
圖 4-24 防爆型接地夾	52
圖 4-25 各種接地之靜電值比較圖	53
圖 4-26 抗靜電垂簾	54
圖 4-27 禁止使用手機標語	54
圖 4-28 有機溶劑作業區危害標示	54
圖 4-29 通風設備改善後濃度狀況	55
圖 4-30 調膠室內增加塑膠地墊情形	56
圖 4-31 調膠室加溼後人體各情況帶電狀況	56
圖 4-32 開孔處之防火填塞	57
圖 4-33 空桶內部使用抗靜電材質	57
圖 4-34 自動警報逆止閥	58
圖 4-35 一起開放閥	59
圖 4-36 泡沫噴頭與感知撒水頭	59
圖 4-37 調膠區之泡沫系統之配置	59
圖 4-38 儲膠區之泡沫系統配置	60
圖 4-39 塗膠區之泡沫系統配置	60
圖 4-40 設置自動滅火系統費用回收年限	61

表 目 錄

表 2-1 磨擦帶電系列物質	8
表 2-2 靜電災害成因分類	12
表 2-3 氣體及粉塵發生爆炸所需要之最小能量	14
表 3-1 製程相對危害等級分析空白表	21
表 3-2 火災爆炸危害等級	22
表 3-3 設備危害程度表	22
表 3-4 調膠室化學品基本資料表	22
表 3-5 易燃性質分析表	22
表 3-6 通風系統級數分類表	23
表 3-7 製程相對危害等級分析表(甲苯)	25
表 3-8 製程相對危害等級分析表(乙酸乙酯)	26
表 3-9 適用調膠室之製程偏離引導字	28
表 3-10 後果嚴重度評估點數表	30
表 3-11 後果嚴重度點數對照表	30
表 3-12 後果可能性評估點數	31
表 3-13 風險分級表	31
表 3-14 危害與可操作性分析工作表(1)	32
表 3-15 危害與可操作性分析工作表(2)	36
表 4-1 各種本質防爆型設備改善前後靜電值比較表	46
表 4-2 各種接地之靜電值改善前後量測	53
表 4-3 通風設備改善後之濃度狀況	55
表 4-4 調膠室加溼後人體各情況帶電狀況	56
表 4-5 通風設備改善後之濃度狀況	58
表 4-6 調膠室加溼後人體各情況帶電狀況	61

符 號 說 明

- (a)原物料桶:皆為 50 加侖桶，原物料有甲苯、乙酸乙酯、甲醇等原料。
 - (b)電子磅秤:主要是來控制化學品量來控制其所設定之重量。
 - (c)空鐵桶:內部為 PVC 襯墊，主要為承裝原物料加以混合之用。
 - (d)硬化劑:於膠系穩定之後，加入硬化劑使其硬化。
 - (e)(f)攪拌馬達:主要透過其化學品特性搭配攪拌的速率以達到最佳混合效果。
 - (g)混合桶:此混合桶主要加入硬化劑等其他化學品。
 - (h)混合儲存桶:為密閉桶主要為儲存大量調配好之黏著膠，予以加熱及攪拌以維持膠性穩定。
 - (i)塗膠室:此區為生產現場，其最主要是將膠系塗佈於膜上與其他膜類黏著。
- P 氣動泵浦:輸送化學品之用。
- H:加熱器，維持膠性穩定，平常維持在 60-80 度。
- V1, 2, 4, 5, 6 開閉閥件
- V3 流量計:主要計量送之其輸數量。



