

4.5.2 管路法蘭接地



圖 4-20 管路法蘭之接地線



4.5.3 基座及支撐之接地



圖 4-21 基座及支撐之接地線

4.5.4 風罩之接地線



圖 4-22 風罩之接地線

4.5.5 接地端子箱



圖 4-23 接地端子箱

4.5.6 防爆型接地夾



圖 4-24 防爆型接地夾

表 4-2 各種接地之靜電值改善前後量測

	改善前(V)	改善後(V)
接地銅牌	850	60
法蘭之接地線	1000	50
基座及支撐之 接地線	750	50
風罩之接地線	600	100
防爆型接地夾	800	150

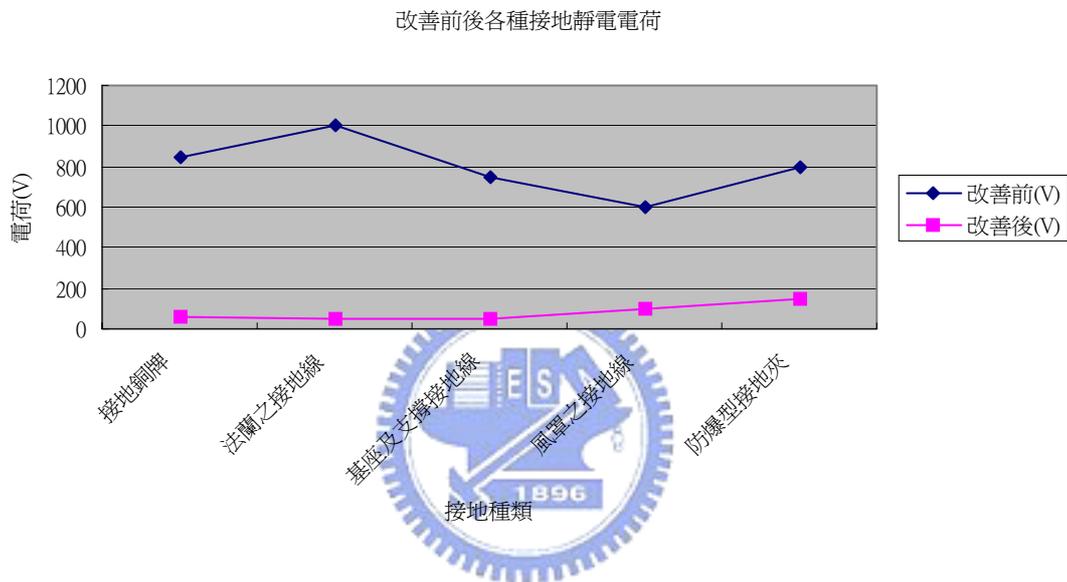


圖 4-25 各種接地之靜電值比較圖

由上圖可明顯看出，調膠室的接地有多種，可明顯的降低其標的物之表面所累積之電荷，接地銅牌由 850 V 降至 60 V，衰減了 93%，其管路法蘭之接地線由 1000 V 降至 50 V，衰減了 95%，基座及支撐之接地線由 750 V 降至 50 V，衰減了 93%，風罩之接地線由 600 V 降至 100 V，衰減了 83%，防爆型接地夾由 800 V 降至 150 V，衰減了 81%，由以上可看出，其設備接地的效果非常的好，皆可以使其電荷皆衰退百分之八十以上，甚至到達百分之九十，可以大大的降低其火災風險等級。

4.6 調膠室環境與人員改善

4.6.1 抗靜電垂簾

其垂簾可以將其調膠室之靜電場區分在外，垂簾外之靜電電荷較高於調膠室之靜電電荷。



圖 4-26 抗靜電垂簾

4.6.2 禁止使用電子產品及危害標示



圖 4-27 禁止使用手機標語



圖 4-28 有機溶劑作業區危害標示

4.6.3 增設通風排氣設備

在此於 7 間調膠室加設通風排氣設施，再經由量測濃度，以觀察其濃度變化狀況，由表 4-3 可明顯的看出改善後之濃度至少皆降低 50% 以上，只有調膠室(3)

及調膠室(5)之濃度較高不易受通風之改善而降低，因當時為生產特殊膠系，故此法較不適用於此特殊膠系或可調整其通風量，將再後續研究，調膠室通風不儘可以降低爆炸下限，亦可以保障作業人員之健康，但應注意其濕度仍應調節維持於控制情況內。圖 4-29 為其通風設備改善後濃度狀況。

表 4-3 通風設備改善後之濃度狀況

	改善前濃度值(ppm)	改善後濃度值(ppm)	減少百分比(%)
調膠室(1)	2.5	1.1	56%
調膠室(2)	1.8	0.6	67%
調膠室(3)	3.0	2.0	33%
調膠室(4)	2.3	1.0	57%
調膠室(5)	3.1	2.5	19%
調膠室(6)	1.4	0.5	64%
調膠室(7)	2.9	1.3	55%

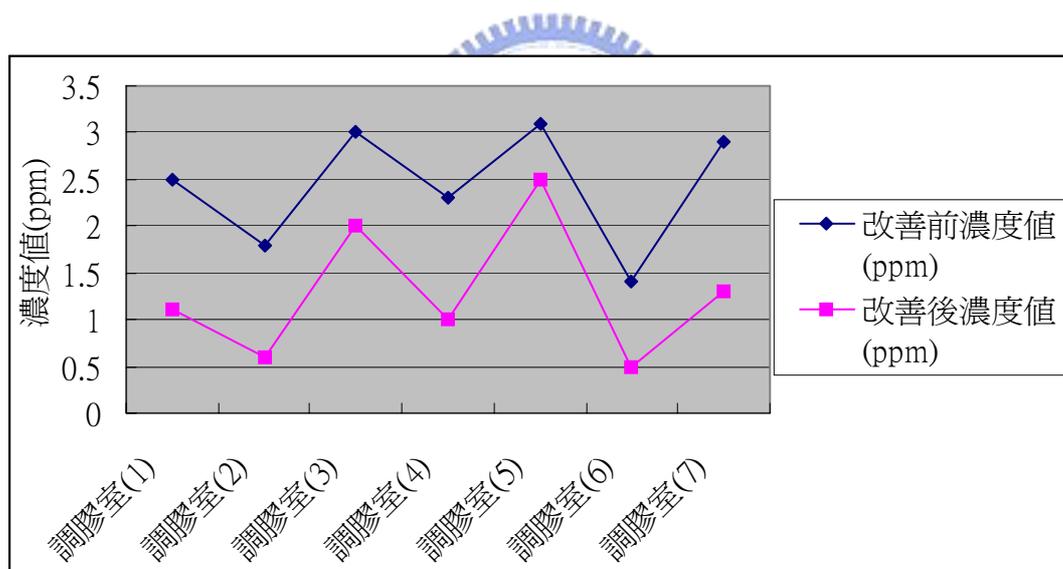


圖 4-29 通風設備改善後濃度狀況圖

4.7 增加環境濕度與塑膠地墊

表 4-4 調膠室加溼後人體各情況帶電狀況

人員狀況	濕度(%)		
	10%	40%	60%
在地板上走動	2500V	500V	150V
在塑膠地板上走動	1000V	200V	80V
調膠區操作員	500V	80 V	40V



圖 4-30 調膠室內增加塑膠地墊情形

加濕及增加塑膠地墊靜電變化圖

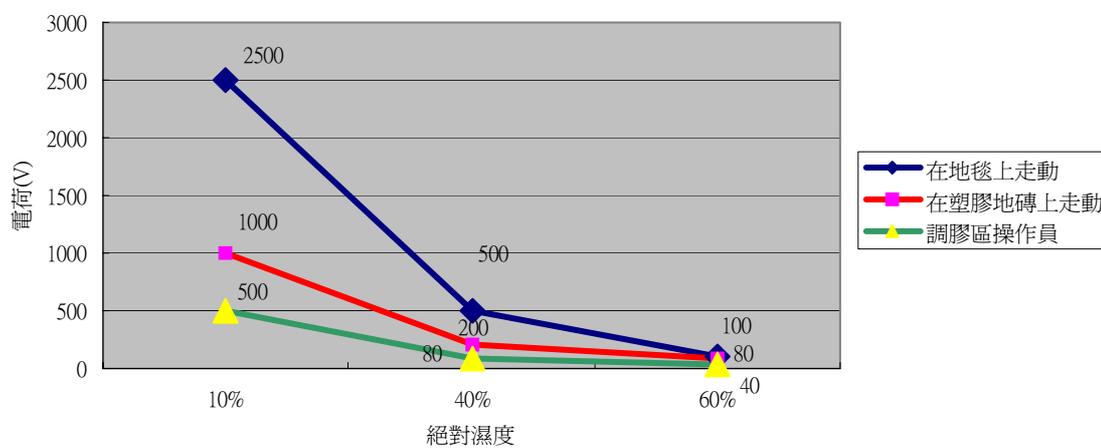


圖 4-31 調膠室加溼後人體各情況帶電狀況

由上圖可明顯看出，在調膠室的環境加濕且增加塑膠地墊，可明顯的降低其標的物之表面所累積之電荷，以調膠室操作人員為例：在加濕方面，加濕到 60%，由 500 V 降至 40 V，衰減了 92%，增加塑膠地墊由 2500V 降至 1000 V，衰減了 60%，由以上可看出，其環境的加濕效果比塑膠地墊的效果好，二者皆執行預計可以達到衰減至 98%，此法亦可以大大的降低其火災風險等級，在整個調膠環境的濕氣在此使用蒸氣噴出的方式達成。

4.8 開孔處之防火填塞

為避免破壞防火區劃，須以原廠提供之合格工法在所有管線穿牆處，鋪設與現場防火牆至少同等級防火時效之防火填塞此法可降低其火災危害程度，也可以增加其搶救的時間。



圖 4-32 開孔處之防火填塞

4.9 空桶內部使用抗靜電材質

使用抗靜電材質可避免在傾倒或輸送時有機溶劑與桶內壁產生摩擦靜電之發生。



圖 4-33 空桶內部使用抗靜電材質

4.10 泡沫自動滅火系統

此改善方案，最主要是將已發生之火災，避免其擴大災害，可將人員傷亡及財產損失，降至最低，此次針對 10 個區域進行改善，此項改善案為經費最多之一項，預算為二千萬元，由於為加設工程，故其施工法較為困難，建議未來建廠之廠商應於建廠設計階段將其設計進去，不只可以降低其風險等級，更可以其產物保險之金額。圖 4-34、4-35、4-36 為現場配置圖，圖 4-37、4-38、4-39 為其系統圖。系統主要分為調膠區、儲膠區、塗膠區之性質配管，調膠區使用型式一之配置，儲膠區為型式二之配置，其塗膠區為型式三之配置如表 4-5 所示。

表 4-5 調膠各區劃之泡沫系統搭配方式

	1		2		3 儲膠室	4 儲存倉	5 儲膠區	6		7		8			9 塗膠室	10 塗膠室
	調膠室	塗膠室	調膠室	塗膠室				調膠室	塗膠室	調膠室	塗膠室	調膠室	塗膠室	儲膠區		
泡沫系統	感知運動	√		√					√		√		√			
	感知色深測速動					√	√	√						√		
	深測速動		√		√					√		√		√		√



圖 4-34 自動警報逆止閥



圖 4-35 一起開放閥



圖 4-36 泡沫噴頭與感知撒水頭

型式一

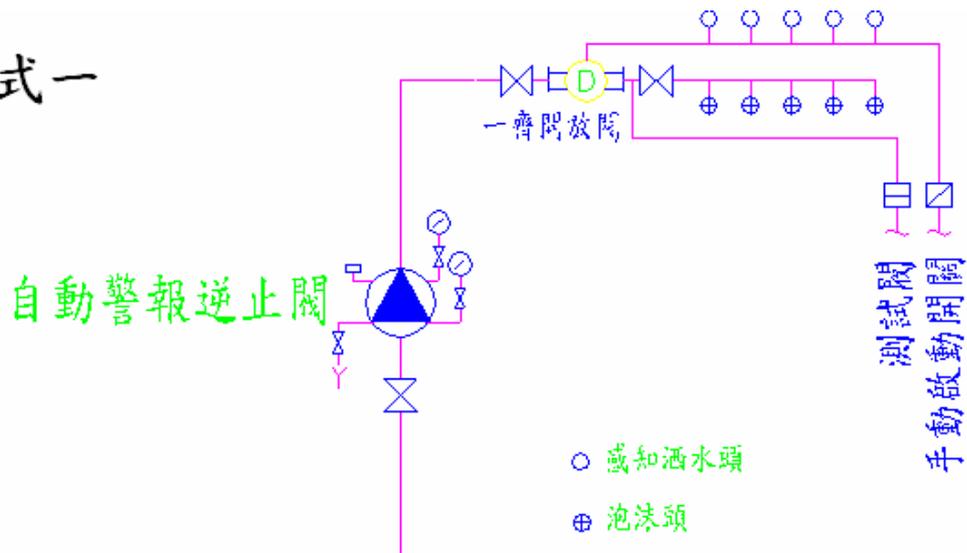


圖 4-37 調膠區之泡沫系統之配置

型式二

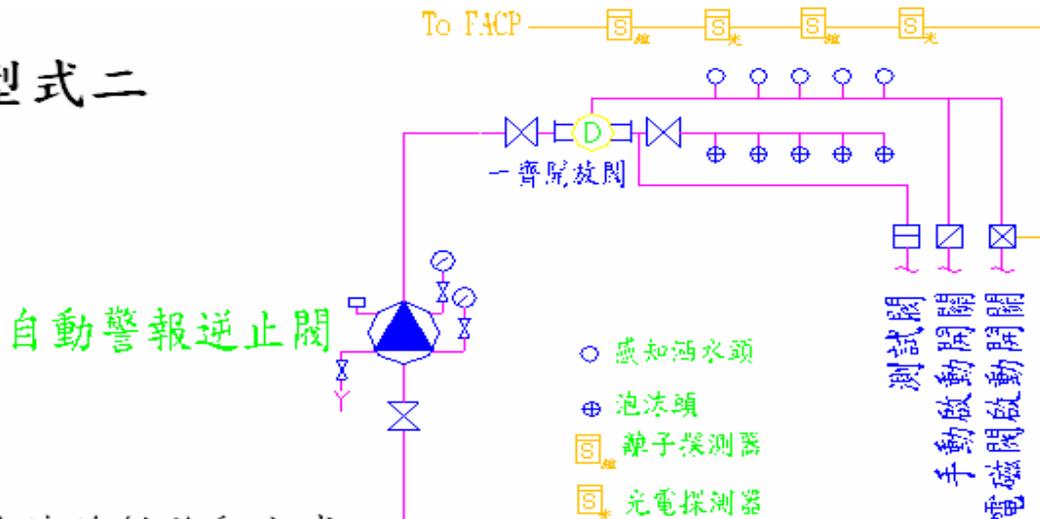


圖 4-38 儲膠區之泡沫系統配置

型式三

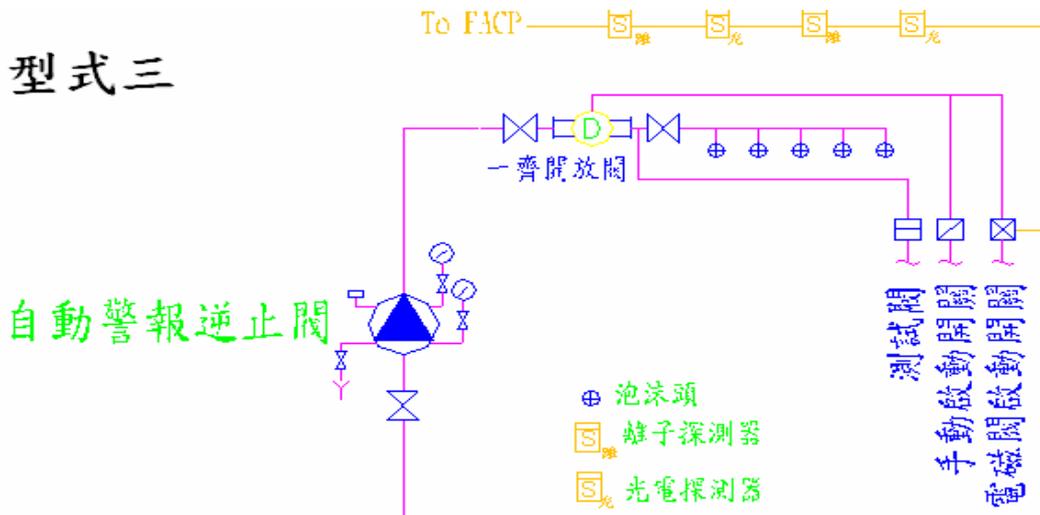


圖 4-39 塗膠區之泡沫系統配置

泡沫自動滅火系統以下為其特殊需求[7]:

- (1) 為有效感測火災之生成，故採用 NFPA 318 規定，採用 K factor 5.6 GPM/psi/2 快速反應型撒水頭。
- (2) 泡沫系統管線應採用 SCH 40 鍍鋅鋼管。
- (3) 所有線材一律採用 380°C X LPE 低煙無毒耐燃線，訊號線需使用對絞隔離銅網線，避免訊號被干擾產生誤警報，造成生產及財產損失。
- (4) 撒水頭，開閥，一齊開放閥與自動警報逆止閥等重要元件，需有 UL/FM 認證。
- (5) 為避免地震搖晃時造成消防管線損壞與水損問題，須依 NFPA 72 規定於 2 ½ “以上主管安裝防震斜撐(2-way & 4-way bracing)。

設置自動滅火系統的最大好處不只可以降低其災害之程度、控制火勢，最經濟的一點是可降低保費，以本廠為例子，其執行之經費為 1000 萬元再加上每

一年 20 萬元之維護費用，於第五年加上 30 萬元之維修費，公司之一年火險總保費為 4000 萬元，其設置滅火設備可降低其保費為總保額之 5%，就是 200 萬元，預計於 6 年之後可回收其所花費之經費，如表 4-6 自動滅火系統回收年限計算表所示，雖然回收時間久，但是可以使企業永續發展，且能使風險降低及保障員工之安全，建議公司能執行滅火系統之設置。

表 4-6 設置自動滅火系統費用回收年限計算表

	總花費(萬)	回收金額(萬)	回收金額-花費金額(萬)
第一年	1000	200	-800
第二年	1020	400	-620
第三年	1040	600	-440
第四年	1060	800	-260
第五年	1110	1000	-110
第六年	1130	1200	70

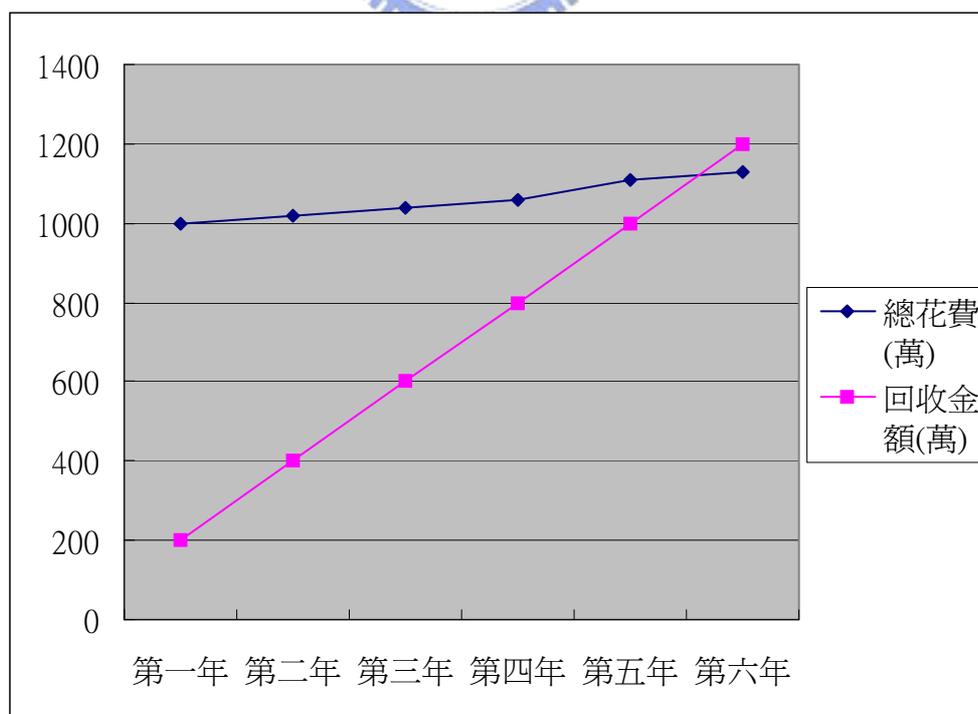


圖 4-40 設置自動滅火系統費用回收年限

4.11 調膠室人員操作安全注意事項

上列皆屬於硬體之改善措施，但其災害發生原因基本原因往往在個人的操作疏忽而造成災害，在此整理出下列各點有關調膠室安全注意事項之作法，以供日後之有調膠室區域遵守及參考，期望能減少靜電火花造成災害之發生：

- (1)若裝有易燃性液體之容器應避免加壓，如有必要時，可提供自動分裝之裝置。
- (2)用手吸引器比傳輸幫浦在使用上較為安全，當進行手吸引器之動作時，內部之液體將順流而出。在手吸引器動作當中，避免有熱體、火焰、靜電等物質在現場附近。
- (3)亦可使用傳輸幫浦其以下優點：a.可避免溶液傾覆 b.可利用虹吸原理將液體抽出 c.輸送時間較快。
- (4)手動之自動關閉式水龍頭設置在容器之下方。以手壓之方式可將容器內之液體以重力之方式倒出，在此不建議使用此方式將化學品取出。
- (5)搬運小型容器時，須注意避免傾覆或是其它意外之情形發生。若有液體洩漏、遺失覆蓋裝置或是容器遭受外物損壞時，則須將容器內之液體儘快倒入其他容器內。在轉裝當中，必須選擇乾淨、以不造成危害之容器較適宜，避免造成危害。容器之儲存位置應選擇通風良好、防靜電、無熱源之處。
- (6)在調膠室其儲存容器及分裝容器之材料通常為塑膠或玻璃製品。此種容器可以作為防爆、隔熱、儲存、緊密以及攜帶之用途。在搬運過程中，雙手須握好容器，才不致有意外之發生。在傾倒時，亦須注意，以防傾覆。用完後應放置通風陰涼之處，以防燃火。
- (7)裝有機溶劑之容器，無論在搬運，傾倒、封閉之過程當中，須加以注視，最好在容器上裝有自動緊閉設施，以確保安全。容器應以不銹鋼材質作為容器之材料，避免有機溶劑與容器之材料起反應而發生危害。

- (8) 盡量避免不同種類與不相容之易燃性液體在容器中混淆，並禁止未經許可之溶液混合在同一容器當中。若發生易燃溶液混淆之情形，則易導致燃燒及產生毒性化學物質之反應。
- (9) 為防止上述之情形，在容器當中應貼上標籤以作識別，可防止易燃液體混合之情形發生，及意外災害之狀況發生。除此之外，標籤須經常維持清晰可見，如此才能避免因看不清楚而作誤判。
- (10) 應嚴密注意其儲存、分裝及搬運程序，則易燃物燃燒爆炸之危害將可大大減低。減低危害之方法包括製程方面避免在程序上導致危害之可能，以非可燃物或以高燃點之物質作替代。在揮發蒸氣當中，須確實控制，以通風方式排除，不致累積在室內而造成危害。通風系統應完善，才不會有蒸發易燃性氣體累積在室內之情形。
- (11) 易燃性液體藉由皮膚接觸及吸入而對身體健康造成危害。一些易燃液體甚至會破壞皮膚組織而造成皮膚過敏。當溶劑與皮膚組織接觸時會導致皮膚病。如果高濃度蒸氣吸入人體，會造成呼吸系統之危害。



第五章 結論與建議

5.1 結論

5.1.1 風險評估結論

依風險方法找出七種高風險之項目：管線未接地、設備未接地、現場環境高濃度、人員操作錯誤、手工具錯誤、排氣系統低/無流量環境設備人員使用錯誤。

在第一節點調膠管路設備(a)-(g)中：其中有 7 種製程偏離後果嚴重度評分為 375 分，嚴重度為 A，後果可能性為可能的，相似工場操作中，約一年至三年發生一次，故後果可能性評為 2，綜合以上嚴重度 A 及後果可能性 2 所得之風險分級表之結果為 a 級需立即予以改善，其餘節點皆為 d 級或 e 級，改善該 7 種製程偏離後，已由 375 分降低至 16 分，風險分級為由 a 降至 d 級，可接受之風險。

在第二節點調膠管路設備(g)-(j)中：其中有 6 種製程偏離後果嚴重度評分為 250 分，嚴重度為 A，後果可能性為可能的，相似工場操作中，約一年至三年發生一次，故後果可能性評為 2，綜合以上嚴重度 A 及後果可能性 2 所得之風險分級表之結果為 a 級需立即予以改善，其餘節點皆為 d 級或 e 級。改善該 6 種製程偏離後，已由 250 分降低至 16 分，風險分級由 a 級降至 d 級，可接受之風險。

5.1.2 調膠室改善結論

調膠室經過改善後，得到六點結論如下：

- (1)於調膠室內找出七種設備改善為本質防爆設備靜電量測結果(電荷減少最多為廣播喇叭 83%，最少為出口標示燈 76%)，可見本質防爆器具對於靜電荷之減少非常有效果。
- (2)使用接地設備靜電量測結果(電荷減少最多為法蘭接地 95%，最少為防爆型接地夾 81%)，可見設備接地對於靜電荷之減少非常有效果。
- (3)增加通風設備環境濃度結果(電荷減少最多為 1 號調膠室 57%，

最少為 5 號調膠室 19%)，可見加設通風設備，對於環境濃度之減少非常有效果。

- (4) 將濕度控制在 60% 為最好抑制靜電產生之情況，尤其在地上走動，最高可降低靜電荷 96%，可見環境靜電荷之降低，增加環境濕度非常有效果。
- (5) 增設泡沫自動滅火系統可降低保險費亦可降低火災所損害程度及風險，且其成本 1200 萬元可於第六年回收。
- (6) 建廠及以風險降低及成本考量其改善順序為 1. 接地：包含管線、設備、桶槽、原物料、風管、接地夾 2. 使用本質防爆型之設備：電器設備、燈具 3. 使用防爆手工具 4. 鋪設塑膠地墊 5. 以不影響品質狀況下進行增加濕度，但於無塵室不適用 6. 增設泡沫自動滅火或化學系統。

5.2 建議

以下提供一些建議做為未來研究之參考：

- (1) 原物料使用閃火點較低之化學品替代研究。
- (2) 調膠室用電產品改善技術研究(例：排煙機、馬達、加熱器等)。
- (3) 建廠時期調膠空間區劃之分隔及設計。
- (4) 政府法令安全規範之研究。
- (5) 自動滅火系統之最佳化選擇。

參 考 文 獻

1. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，1996，製造業靜電危害現況調查及防止對策探討，勞工安全衛生研究所 85 年度研究計劃報告。
2. 行政院勞工委員會，1995，製造業職業災害實例，pp. 175-188。
3. Dow Chemical Company, 1991; “Material Safety Data Sheet,” Health and Environmental Sciences USA : 12-54.
4. 勞工安全衛生相關法令及國家標準(CNS)相關規定。
5. 日本安全研究所技術指針，1988，靜電安全指針，日本安全研究所。
6. 村崎憲雄，1977，靜電氣災害 Hand Book(上)，McGraw-Hill，Tokyo
7. NFPA 318, “Portable Fire Extinguishers” .
8. NFPA 10, “Portable Fire Extinguishers” .
9. ANSI/ASTM D56-82, “Test for Flash Point by Tag Closed Tester” .
10. ANSI/ASTM D92-78, “Test for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cut” .
11. ASTM D1310-80, “Test for Flash Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus” .
12. NFPA 325M, “Fire Hazard Properties of Flammable Liquid, Gases, and Volatile Solids” .
13. NFPA 30, “Flammable and Combustible Liquids Code” .
14. National Safety Council, Industrial Safety Data Sheets, No. 84, 1984; “Flammable and combustible Liquid in Small Containers” .
15. Greenwald, E. K., 1991; Electrical Hazards and Accidents: Their Cause and Prevention, Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 156-174.