

靜電災害之防止與實例分析



何三平

長榮大學職業安全與衛生技術(所)助理教授

職業安全衛生與職業醫學研究中心主任

消防署消防技術審議委員會委員

台南縣、雲林縣火災鑑定委員會委員

台南市災害防救專家諮詢委員會諮詢委員

WPI 消防工程博士

工業安全技師 (P.E.)

spho@mail.cjcu.edu.tw

(06) 2785123 ext 3123



如何評估靜電危害



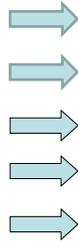
- 易燃性氣體是否存在
- 靜電是否產生
- 靜電是否累積
- 靜電是否足夠產生火花
- 靜電產生之火花其能量是否能點燃易燃性氣體



閃火點 (flash point):
當液體表面之蒸氣濃度達到燃爆
下限，於火源靠近其表面時，會
使其產生閃火 之最低液體溫度



火焰點, 著火點 (fire point):
當液體表面之蒸氣濃度超過到
燃爆下限，於火源靠近其表面
時，會使其產生持續燃燒之最
低液體溫度



燃爆範圍



- 燃爆下限 (LFL): 可燃性蒸氣和空氣混合氣體可被點燃之最低濃度
- 燃爆上限 (UFL): 可燃性蒸氣和空氣混合氣體可被點燃之最高濃度



爆燃(deflagration):
爆炸時之燃燒速度小於音速



爆轟(detonation):
爆炸時之燃燒速度大於音速



高壓



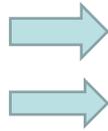
- 爆風或爆裂物



非侷限空間之氣雲爆炸的條件



- 總洩漏量大於100kg
- 要有足夠之能量來點燃
- 要有部分侷限空間來加速火焰之燃燒



反應性
燃燒結構
結構物之密度



二次粉塵爆炸:當工廠發生第一次爆炸時
其壓力波會將全廠之粉塵揚起繼而再被
引起之爆炸



靜電產生方式



- 摩擦帶電
- 剝離帶電
- 噴射帶電
- 流動帶電
- 攪拌帶電
- 沉降帶電
- 靜電感電



摩擦帶電



- 玻璃(+)
- 頭髮
- 耐隆
- 羊毛
- 蠶絲
- 棉
- 紙
- 金屬
- 硫磺
- PS
- PE
- 玻璃紙
- 鐵氟隆(-)



剝離帶電(脫靜電作業衣)



- 普通鞋之鞋底電阻 10^{12} 歐姆
- 靜電鞋之鞋底電阻 10^5 歐姆
- 靜電作業衣是以1-5公分的間隔織入導電性纖維(ECF)



下列含液體之製程易產生靜電



- 液體流經管線, 閥件, 或過濾器
- 從容器中倒出低導電性之液體
- 兩相混合物之流動
- 攪拌兩相液體(特別是水於碳氫化合物中)
- 從液體懸浮物中沉降液體或固體
- 導電性液體之霧化操作(噴漆霧化程序)



下列含固體之製程易產生靜電



- 磨研
- 乾燥
- 動力輸送
- 篩濾
- 填充粉粒
- 絕緣表面
- 絕緣地板
- 脫除合成衣物
- 除卸塑膠膜



電荷常累積於下列情況



- 絕緣體
- 隔離之固體
- 低導電性之液體(甲苯,己烷,二硫化碳)
- 氣體粒子



最小著火能量



- 使引火性液體之蒸氣、可燃性氣體或可燃性粉塵著火需要最低著火能量。通常係用電容器放出不同能量的火花來試驗。能量以毫焦耳為單位。





物質	MIE(mJ)
丙烷(propane)	0.25
氫氣(hydrogen)	0.011
氨	0.77
PVC	1500
麵粉	50



物件	電容(pF)	於10kV累積之能量(mJ)	於30kV累積之能量(mJ)
槽車	5000	250	2250
人員	200	10	90
桶槽	20	1	9
100mm 法蘭	10	0.5	4.5
100mm 螺帽	3	0.15	1.5

靜電控制之方法



- 防止形成危險性混何物
- 工業控制
- 接地和跨接
- 增濕
- 化學防靜電劑
- 靜電消除器
- 防止人體帶電
- 靜電屏蔽



防止形成危險性混合物



- 已不可燃物代替可燃
- 降低濃度
- 減少氧化劑



工業控制



- 利用靜電序列材質搭配
- 控制流速($v = 0.8\sqrt{\frac{1}{d}}$)
- 增強靜電荷之衰減
- 消除產生電荷之附加源



接地和跨接



- 接地
- 跨接
- 接地電阻值
- 接地的對象



靜電消除器



- 自感式靜電消除器
- 外接電源是靜電消除器
- 放射式靜電消除器
- 組合式靜電消除器



防止人體帶電



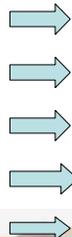
- 人體接地
- 穿靜電鞋
- 穿靜電工作服
- 工作地面導電化



可燃物性質之不同火災可分為



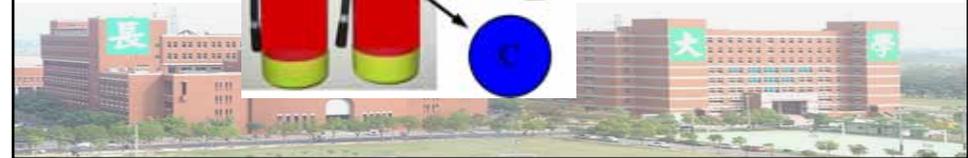
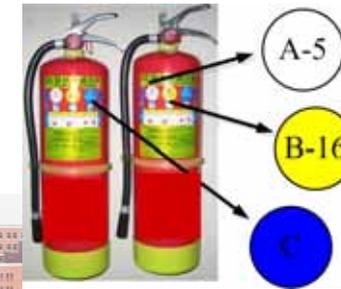
- A 類火災：指木材等之固體可燃物質火災
- B 類火災：指石油類之可燃液體或可燃性氣體火災
- C 類火災：指電壓配線之電器設備火災
- D 類火災：指可燃性金屬物質之火災



1.3.1 滅火器之滅火效能值



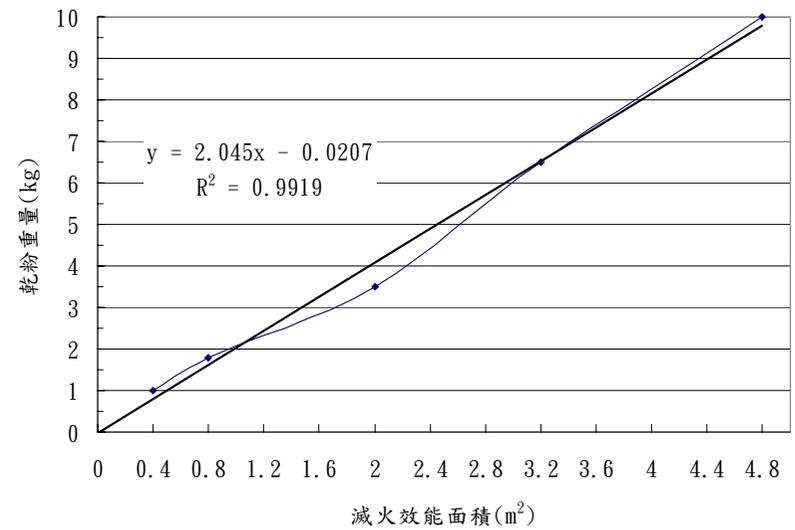
- 20型乾粉滅火器上所標示之A-5、B-16、C：
 1. 英文字母即代表可使用於ABC類型之火災
 2. 字母旁之阿拉伯數字則說明滅火器的滅火效能值



■ 乾粉滅火器規格(CNS1387號)



型號	乾粉充填量		滅火效能值	噴射距離 M	噴射時間 秒	蓄壓壓力 kgf/cm ² (PSI)	加壓式		軟管內徑 (mm) 及長度(M)	
	種類	kg					CO ₂ g	N ₂ L		
10	ABC	3.5	A-3 · B-10 · C	5以上	10以上	13.7±0.7 (195±10)	60		能有效噴射	
20	ABC	6.5	A-5 · B-20 · C		12以上		155			
50	ABC	10	A-8 · B-30 · C	6以上	30以上	450				
100	ABC	36	A-10 · B-30 · C	8以上	40以上	16.5±0.7 (195±10)		1500		19 ×10
150	ABC	54	A-10 · B-30 · C		50以上			2500		19 ×15



20公尺內均無滅火器



滅火器之位置過高取用不易



滅火器過期



如何改善反應器操作安全



- 粉塵內禁止含有易燃性氣體
- 裝料前以氮氣吹除反應器內
- 安裝局部除塵裝置
- 確定人員接地良好 (an operator resistance to earth of less than 10^8 ohm)
- 反應器使用導電性內襯
- 裝料時以氮封之方式避免產生爆炸條件



如何改善反應器操作安全



- 粉塵內禁止含有易燃性氣體
- 裝料前以氮氣吹除反應器內
- 安裝局部除塵裝置
- 確定人員接地良好 (an operator resistance to earth of less than 10^8 ohm)
- 反應器使用導電性內襯
- 裝料時以氮封之方式避免產生爆炸條件



2.3 探測器種類



案例探討

- 甲苯儲槽火災事故之鑑定分析
- 冷凍管拆除作業火災事故鑑定報告

