

火災爆炸危害預防

講師：張簡振銘

1. 曾任行政院勞工委員會北區勞動檢所
職業衛生組長
2. 工礦衛生技師
3. 化學工程技師

課程大綱

- 壹、火災爆炸危害認知及預防
- 貳、可燃性氣體火災爆炸危害分析及預防
- 參、易燃性體火災爆炸危害分析及預防
- 肆、粉塵火災爆炸危害分析及預防
- 伍、靜電火災危害認知及預防
- 陸、化學品反應火災爆炸危害及預防
- 玖、危險區域劃分規劃及防爆電器設置注意事項

壹、火災爆炸危害認知

00大學驚傳烘箱爆炸職災

00大學土木系的實習工廠，下午突然傳出爆炸聲響，竄出濃濃黑煙，消防人員獲報後隨即拉水線灌救，迅速撲滅火勢。發現疑似是工廠內的烘箱，在進行烘乾瀝青實驗時發生爆炸，而現場也造成一名建築系研究所的學生遭到波及，輕微嗆傷引起胸悶，所幸送醫後意識清楚沒有生命危險。



3

二甲苯洩漏火災造成2死5傷

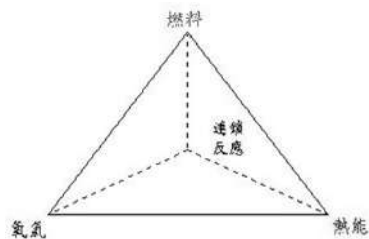
990612-台中工業區
00科技公司廠房內的
二甲苯(FP:17~25°C)
外洩，再加上工人的
扳手不慎掉下與二樓
鐵製槽體碰擊，產生
火花引發二甲苯氣爆，
續延燒鄰近之異丙醇
和二甲苯槽，造成爆
炸及大火，釀成員工
2死5傷的慘劇。



一、發生火災及爆炸原因說明

■ 作業環境同時具有下列要素

1. 熱能(溫度、能量)
2. 燃料
3. 氧氣(助燃物)
4. 連鎖反應



■ 作業場所熱能(溫度、能量)

1. 電氣火災
2. 摩擦
3. 撞擊
4. 高溫
5. 明火
6. 化學能
7. 靜電

5

1. 極限氧濃度指標(LOC)或最小需氧量(MOC)

■ 是能夠支持聚合物燃燒的氧氣的最小濃度，其以氧氣的體積百分比表示

- 極限氧濃度還取決於樣品的周圍溫度。隨著周圍溫度的升高，燃燒所需的氧氣百分比會逐漸降低。
- LOC 值愈小愈危險，表示越容易燃燒。。
- 透過LOC控制，可適用於具有較小之密閉作業室火災或爆炸預防，如烤箱等

測試氣體或蒸氣	氣體或蒸氣的結構簡式	加入氮氣 (N ₂)	加入二氧化碳 (CO ₂)
		的極限氧濃度	的極限氧濃度
氫氣	H ₂	5	5.2
甲烷	CH ₄	12	14.5
乙烷	CH ₃ CH ₃	11	13.5
丙烷	CH ₃ CH ₂ CH ₃	11.5	14.5
正丁烷	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	12	14.5
異丁烷	CH ₃ CH(CH ₃) ₂	12	15

6

2. 熱能指標說明

■ 一般可燃性氣體或易燃性液體蒸氣僅需1mJ熱量即可被引燃，如下列說明：

- 電器設備之電路板上電阻熱量>0.1J
- 手機發出熱量>0.1J
- 人體衣著摩擦產生靜電>0.1J
- 金屬撞擊或摩差發出熱量>0.1J

■ 結論：日常作業場所熱能無法預防。

名稱：甲苯	
閃火點：4.4℃	自燃溫度：480℃
爆炸界限：1.2~7.1%	最小點火能量：0.240mJ
沸點：110.6℃	揮發速率：2.24(乙酸丁酯=1)
名稱：二甲苯	
閃火點：17~25℃	自燃溫度：527℃
爆炸界限：1%~7%	最小點火能量：0.200mJ
沸點：137~140℃	揮發速率：0.7(乙酸丁酯=1)
名稱：甲醇	
閃火點：12℃	自燃溫度：385℃
爆炸界限：6.0~36.5%	最小點火能量：0.215mJ
沸點：<64.7℃	揮發速率：4.1(乙酸丁酯=1)
名稱：異丙醇	
閃火點：12℃	自燃溫度：399℃
爆炸界限：2%~12%	最小點火能量：0.650 mJ
沸點：82.3℃	揮發速率：1.5(乙酸丁酯=1)



7

2.1 氣體或蒸氣之最小著火能(MIE)說明

最小著火能：使可燃性氣體或其混合氣體，或爆炸性的粉塵，著火燃燒爆炸的最低能量，稱為最小著火能。此能量由電器火花所產生的放電能量算出。其公式為：

$$E=1/2CV^2$$

E=放電能量，單位為焦耳（joule）

C=電容量，單位為法拉（farad）

V=電壓，單位為伏特（volt）

一般而言，粉塵的最小著火能高於混合氣體。最小著火能愈低者，愈具危險性。

8

2.2 電路板(PCB)會著火的?

名 稱	型 號	額定功率(W)	最大直徑(mm)	最大長度(mm)
超小型碳膜電阻	RT13	0.125	1.8	4.1
質量認證碳膜電阻	RT14	0.25	2.5	6.4
小型碳膜電阻	RTX	0.125	2.5	6.4
碳膜電阻	RT	0.25	5.5	18.5
碳膜電阻	RT	0.5	5.5	28.0
碳膜電阻	RT	1	7.2	30.5
碳膜電阻	RT	2	9.5	48.5
金屬膜電阻	RJ	0.125	2.2	7.0
金屬膜電阻	RJ	0.25	2.8	8.0
金屬膜電阻	RJ	0.5	4.2	10.8
金屬膜電阻	RJ	1	6.6	13.0
金屬膜電阻	RJ	2	8.6	18.5



1 卡路里 = 4.18 焦耳
 1 watt hour = 3600 焦耳
 1 焦耳 (J) = 1 瓦特 × 秒 (W · s)

Chen-Ming Chang
Chien

2.3 手機(Cell Phones)會發出熱量?

- 美國聯邦通信委員會 (FCC) 將電話的標準設置為 1.6 W / kg。
- 蘋果是美國品牌中排名最高的品牌，iPhone 7 的測試功率為 1.38 W / kg。
- 根據製造商的說法，最新型號的 iPhone X 的數字更低（當耳朵握住時，其型號為 A1865 時為 1.09 W / kg），當前一代的三星 Galaxy S8 也是如此（當耳朵握住時為 0.75 W / kg）。



2.4 靜電的能量

- 有實驗人員估計，人體的電容大約為400pF，電壓50,000伏特（以觸碰汽車時為例），放電時釋放的能量大約0.5焦耳；另有估計為100-300pF和20,000伏特，大約釋放0.06焦耳能量。
- 國際電工委員會標準指出能量大於5J的放電對人體健康造成直接的風險。這一委員會的標準指出消費級產品不能對人產生能量大於0.35J的放電。
- 低至0.2mJ的電火花可能存在著火的危險，但這種如此低能量的火花往往低於人的視覺和聽覺感知的最小閾值。

Chen-Ming Chang
Chien

3. 燃料(可燃物)

1. 可燃性氣體於空氣中濃度須處於燃燒爆炸濃度範圍內。
2. 易燃性蒸氣於空氣中濃度須處於燃燒爆炸濃度範圍內。
3. 非爆燃性粉塵濃度於空氣中濃度須處於燃燒爆炸濃度範圍內。
4. 易燃性液體閃火點要低於作業環境或製程等之溫度。
5. 環境溫度以達到可燃物之自燃溫度。

12

貳、可燃性氣體火災爆炸危害分析及預防

新營 OO合成廠房大火傳爆炸

OO合成工業公司清晨6點發生火警，生產線工廠陷入火海，因瓦斯外洩，工廠大火發生後，也造成瓦斯管線破裂，沿水溝外洩到台1線省道的側溝著火，火警現場也不斷傳出爆炸聲，場面危急。



Chen-Ming Chang
Chien

氫氣槽車灌裝作業發生氣爆外

- 某氣體工廠從事氫氣槽車灌裝作業，因灌裝用之高壓軟管連接頭密封圈，因長期使用造成磨耗而引起密接不良致氣體外洩，發生氫氣氣爆意外。
- 氫氣之最小著火能量為0.019 mj，當氫氣洩漏時會產生絕熱壓縮或靜電火花，因此引起氣爆炸。



矽甲烷鋼瓶外洩火災

- 某面板公司后里廠發現矽甲烷鋼瓶(約 450 公升、125 公斤)有外洩現象(本體附件)，立即通知供應廠商更換，但在廠商抵達前，洩漏氣體於上午 9 時許自行引發燃燒，該廠之緊急應變人員立即以水霧灑水降溫，並將火勢控制在鋼瓶周圍。
- 本案發生後，在該面板公司的相關應變程序及持續灑水下，立即受到控制，發生洩漏之鋼瓶位於獨立區隔之建物(氣體房)內，與廠房建物及其他原物料保持相當安全的距離，火勢未影響到廠房及製程，無人員受傷，對營運亦無影響。



燃燒(或爆炸)界限 (flammable limit or explosive range)

指易燃性液體之蒸氣及可燃性氣體與空氣混合後遇火種可以燃燒的最低與最高之體積百分比。

- 可燃燒上下限之百分比範圍稱燃燒界限。
- 可燃燒之最低百分比稱燃燒(或爆炸)下限。
- 可燃燒之最高百分比稱燃燒(或爆炸)上限。
- 可燃性粉塵與空氣混合亦具有燃燒界限，惟其尚受粒徑大小、形狀、成份等影響。

於作業場所有易燃液體之蒸氣或可燃性氣體滯留，達爆炸下限值之百分之三十以上，致有立即發生爆炸、火災危險之虞時。--應使勞工退避安全處所。--依職安法18條規定

16

氫氣SDS

九、物理及化學特性

外觀：無色、壓縮氣體	氣味：無味
嗅覺閾值：無味	熔點：-259.2℃
PH 值：-	沸點/沸點範圍：-252.8℃
易燃性（固體、氣體）：易燃氣體	閃火點：易燃
分解溫度：-	測試方法（開杯或閉杯）：
自燃溫度：573.8℃	爆炸界限：4.0% ~ 75%
蒸氣壓：/	蒸氣密度：0.0695（空氣=1）
密度：/	溶解度：1.8%(V/V)（水）
辛醇/水分配係數（log Kow）：-	揮發速率：/

17

Q&A

■ 請回答下列問題：

- 爆炸下限愈低愈好？
- 爆炸範圍愈大愈好？
- 氣體密度愈大愈好？
- 氣體溶解度愈小愈好？
- 自然溫度愈低愈好？

18

可燃性氣體或易燃性蒸氣洩漏預防

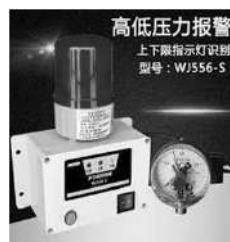
- 輸送可燃性氣體管線應設置壓力指示及警報器(PIA)，若管線洩漏會造成壓力異常及發生警報。
- 作業場所應設置可燃性氣體偵測器。
- 對於可燃性氣體儲槽應設緊急遮斷閥並能與可燃性氣體偵測器連鎖。
- 金屬管線最好以熔接接管，其次才考慮凸緣接合(法蘭)
- 每日檢點設備及管線氣密性(如以皂泡液或氣體偵測器等)。
- 定期檢點設備及管線外觀之材質是否腐蝕或龜裂老化等現象(尤其是塑膠或橡膠管線)
- 對於塑膠或橡膠管線應避免陽光、熱或油類等暴露
- 對於發生源應實施局部排氣裝置排除。
- 作業場所應保持通風換氣。

19

壓力指示及警報器(PIA)及緊急遮斷閥



熔接



凸緣接合



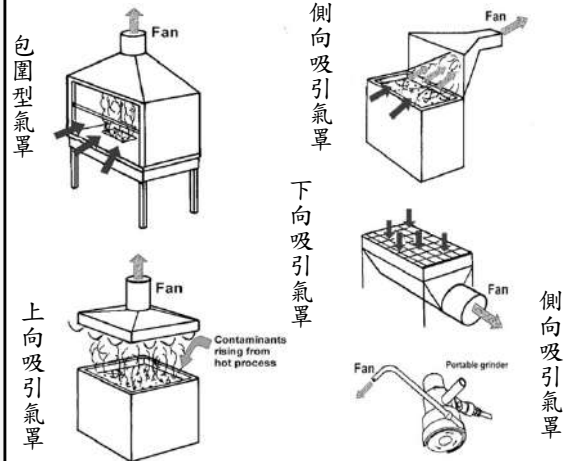
20

可燃性氣體發生源使用局部排氣裝置範例

局部排氣氣罩種類：

- 一・包圍型氣罩
(性能最好)
- 二・外裝式氣罩
 - 1・側向吸引
 - 2・下向吸引
 - 3・上向吸引
(性能最差)

註：氣罩之進氣流向不可經人體呼吸道。



21

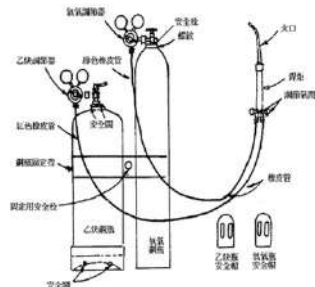
作業區設置可燃性氣體偵測器



1. 儀器須定期效正
2. 偵測器位置要正確(接近發生源且位置適當)

22

高壓鋼瓶連接管線及束管器



1. 確定供應商提供管線之適用之壓力範圍(含接頭)
2. 啟用前實施耐壓測試

23

參、易燃性體火災爆炸危害分析及預防

- 易燃性體發生火災爆炸因素：
 - 作業環境溫度或製程溫度高於使用之易燃性體閃火點。
 - 易燃性體蒸氣滯留達到爆炸下限濃度(通風不良)。
 - 作業場所有足夠熱能(電氣熱源或靜電)。
 - 作業場所有足夠氧氣。



1.閃火點(FLASH POINT)

一種易燃性液體之蒸氣遇到熱能和適當的空氣，表面可閃所燃起火，但火焰不能繼續燃燒，此時該物質的最低溫度。

- 為液體之蒸氣壓達到燃燒之最低溫度
- 為引火性物質危險指標
- 閃火點愈低愈危險
- 此溫度之蒸氣濃度很接近爆炸下限濃度
- 此溫度可判定易燃性液體是否會發生火災爆炸

酒精FP：12℃； 丙酮FP：-18℃ ；異丙醇 FP：12℃

2.燃燒(或爆炸)界限 (flammable limit or explosive range)

指易燃性液體之蒸氣及可燃性氣體與空氣混合後遇火種可以燃燒的最低與最高之體積百分比。

- 可燃燒上下限之百分比範圍稱燃燒界限。
- 可燃燒之最低百分比稱燃燒(或爆炸)下限。
- 可燃燒之最高百分比稱燃燒(或爆炸)上限。
- 可燃性粉塵與空氣混合亦具有燃燒界限，惟其尚受粒徑大小、形狀、成份等影響。

於作業場所有易燃液體之蒸氣或可燃性氣體滯留，達爆炸下限值之百分之三十以上，致有立即發生爆炸、火災危險之虞時。--應使勞工退避安全處所。--依職安法18條規定

26

OO化學公司高雄林園廠發生火災

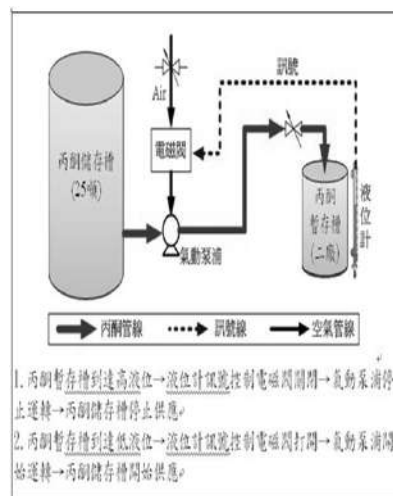
OO化學公司高雄林園廠29日晚間發生大火，該協理說，初步了解得知，廠內製造可塑劑的廠區員工進行加料，疑因人為疏失，不慎造成原料固體液體皆有溢出，當時他急著要去停料，準備清理乾淨，但回過頭時已經著火。引起火警原因尚不明朗，幫浦震動或電纜線熱源都有可能。火勢未在第一時間撲滅，蔓延到裝有棕櫚酸的太空包及同為入料的異辛醇管線，造成廠房多處燒毀，所幸沒有人員傷亡。



27

某科技廠從事上膠作業發生爆炸 致1死3傷職業災害

依據夜班主管罹災者葉○○稱略以：陳○○以電話向我反映二廠有丙酮洩漏情形，我立刻衝至二廠3樓丙酮儲槽區查看，因現場丙酮味道太重無法進入，我從外面看見儲槽區地面已經積滿丙酮，我馬上至2樓調膠區查看，發現調膠區地面也是一樣的情況，我立刻下去1樓，發現靠近外圍道路的牆面一直滲出丙酮，王○○和外勞正在用布擦拭地面，此時突然發生爆炸。



28

危害與可操作性分析工作表演練2-1 (答案)

節點：丙酮儲槽

分析製程偏離：高液位

項目	製程偏離	可能原因	可能後果	現有防護措施	改善建議
液位	高	1. 液位控制器失效 2. 液位計不正確 3. 電磁閥失效	造成丙酮大量溢流洩漏於地面，很可能造成作業場所爆炸或人員中毒災害。	已設置液位指示及控制器 (LIC)	1. 增加高液位警報器 (HLA) 2. 增設防液堤 3. 增設洩漏警報器 4. 增設高高液位斷電源開關

29

塑膠廠大火60公噸有機溶劑 危險難撲滅

苗栗銅鑼中興工業區，一家塑膠工廠火災，廠房有甲苯，煤油等化學物品，非常危險，還好沒有人受困，旁邊有家具廠，光電廠，消防隊以周邊防護為主，侷限火勢延，廠區資料有機溶劑總計將近60公噸，估計這把火可能燒到下午之後。



30

從事物料超音波清洗作業揮發溶劑發生氣爆

- 從事物料清洗作業時，因超音波清洗機使用異丁醇（閃火點 28°C ）為清洗劑，且超音波清洗機設定溫度達 70°C ，異丁醇於此溫度更易揮發易燃性蒸氣。
- 異丁醇蒸氣比空氣重無法有效飛散致積存於該清洗機之操作面板箱內，由於操作面板之電氣設備均未具防爆性能，當異丁醇蒸氣積存之濃度達到爆炸下限，致因電氣熱能引起爆炸，隨即發生大火，釀成1人不幸身亡災害。



Chien

九、物理及化學性質

異丁醇

外觀：無色液體	氣味：甜香味
嗅覺閾值：0.66-40ppm（偵測）、1.8-53ppm（覺察）、100ppm（刺激）	熔點： -108°C
pH 值：—	沸點/沸點範圍： 108°C
易燃性（固體，氣體）：—	閃火點： 28°C
分解溫度：—	測試方法（開杯或閉杯）：閉杯
自燃溫度： 415°C	爆炸界限：1.7%-10.6% 51°C
蒸氣壓：8.8mmHg 20°C	蒸氣密度：2.6（空氣=1）
密度：0.8（水=1）	溶解度：9.8g/100ml 水
辛醇/水分分配係數（log Kow）：0.65	揮發速率：0.82（乙酸丁酯=1）
分子量：74.12 g/mol	分子式： $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

職業安全衛生設施規則第171條

雇主對於易引起火災及爆炸危險之場所，應依下列規定：

- 一、不得設置有火花、電弧或用高溫成為發火源之虞之機械、器具或設備等。
- 二、標示嚴禁煙火及禁止無關人員進入，並規定勞工不得使用明火。



Q&A:
砂輪機切割或
研磨作業是否
列動火作業？



33

職業安全衛生設施規則第177條

雇主對於作業場所所有易燃液體之蒸氣、可燃性氣體或爆燃性粉塵以外之可燃性粉塵滯留，而有爆炸、火災之虞者，應依危險特性採取通風、換氣、除塵等措施外，並依下列規定辦理：

- 一、指定專人對於前述蒸氣、氣體之濃度，於作業前測定之。
- 二、蒸氣或氣體之濃度達爆炸下限值之百分之三十以上時，應即刻使勞工退避至安全場所，並停止使用煙火及其他為點火源之虞之機具，並應加強通風。
- 三、使用之電氣機械、器具或設備，應具有適合於其設置場所危險區域劃分使用之防爆性能構造。

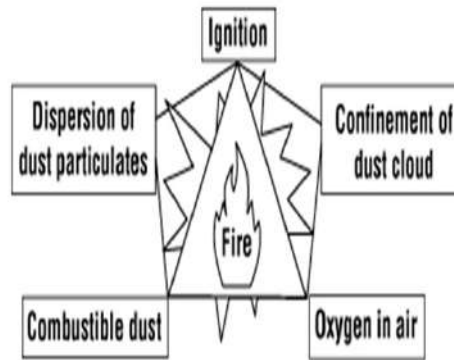
前項第三款所稱電氣機械、器具或設備，係指包括電動機、變壓器、連接裝置、開關、分電盤、配電盤等電流通之機械、器具或設備及非屬配線或移動電線之其他類似設備。

34

肆、粉塵火災爆炸危害分析及預防

■ 粉塵爆炸常發生五要素：

- 熱能
- 具有可燃性粉塵
- 爆炸區屬局限空間
- 有高濃度粉塵懸浮
- 具有足夠氧氣



35

可燃性粉塵發生塵爆特性

- 指可燃性物質成為很細粉末(一般 $100\mu\text{m}$ 以下)，散佈在空氣中呈散佈滯留達適當濃度，如一旦著火得以迅速傳播，於短時間內完成燃燒就有引起爆炸之危險，此與混合氣體爆炸現象相同。
- 粉塵爆炸下限大致在 $25\sim 45\text{mg/l}$ ，上限為 80mg/l
- 一般粉塵粒徑 $100\mu\text{m}$ 以上，較不致有火災爆炸，但是粉塵之粒徑小於 $5\mu\text{m}$ 以下易發生爆炸。
- 粉塵爆炸之必要著火能量與可燃氣體比較則大100倍左右。
- 最低發火能量值小於30毫焦耳 (mJ) 之粉體，當粉體輸送時就很可能產生靜電爆炸。
- 以煤炭為例，粒子愈小表面積則大而對單位質量之燃燒速度則增大。

36

易爆炸之粉塵範例

■有許多粉末物質被認為可與空氣結合成具爆炸性的懸浮粉塵如下：

類別	粉塵名稱
食物	醣類、蛋白質、脂肪、纖維素
金屬	鋁、鎂、鐵、錳、矽、鈦、鋅
塑膠	醋酸纖維、硝酸纖維、木質素樹脂
	酚醛樹脂、聚乙烯、聚苯乙烯、合成橡皮
礦物	煤炭、硫黃

37

粉塵爆炸災害案

- 1991年台中烏日的「東陽麵粉廠」就曾發生塵爆意外，導致20名員工受傷。
- 1878年5月2日，明尼蘇達州沃什博恩麵粉廠（英語：Washburn "A" Mill）發生麵粉粉塵爆炸，14名工人死亡。
- 2008年美國喬治亞糖廠的糖塵爆炸當晚，爆炸威力令糖廠局部倒塌，巨響連對岸居民都聽得到，造成至少50人受傷，6人失蹤。
- 運送糧食和糧倉等可能涉及粉塵的活動也經常爆炸。
- 從事塑膠粉或鋁粉輸送發生塵爆
- 類似的問題也出現在鋸木廠等地

38

常見金屬粉塵爆炸(爆燃性粉塵)案例

■ 最常出現金屬粉塵爆炸屬鋁鎂合金或鋁金屬造成的爆炸。(這些金屬常用來製造手機、筆記型電腦外殼、高級自行車車架或汽車鋁合金車輪鋼圈)

■ 發生塵暴原因

因零件中成分除鋁鎂合金外常摻雜鐵雜質，研磨時常出現火花，當火花吸入風罩，再吸進風管，引起黏附的粉體爆炸，爆炸在風管中流竄，因此全廠人員都會受傷，職災案例如：

1. 台商大陸廠 成都OOO 3死15傷
2. 台商大陸廠 上海OO 4死57傷
3. 台商大陸廠OO金屬公司146死114 傷的粉塵爆炸案

39

OO林園廠PP成品儲槽凌晨火災

■ OO高雄林園 PP(聚丙烯) 廠今(7)日凌晨 2 時 21 分傳出爆炸火警，廠內 SILO 區膠粒成品槽槽頂破裂起火，該公司表示，此次意外無人員受傷，事故發生原因正進行調查中，公司 PP 仍有庫存，對營運不致造成影響，實際損失待評估。

■ 去年 5 月OO林園廠 SILO 區 PP 成品儲槽，也發生過類似爆炸事故，而今日凌晨的火警同樣位在 SILO 區，為另一座儲槽出現粉塵爆炸。



40

結論:可能引起爆炸之原因:

- E槽頂端置有類似D槽頂置的空氣清淨裝置(旋風分離器)(圖五)，並有一小馬達帶動過濾分離之粉塵下至槽體內，因粉塵常結塊，所以常需請工人清理。
- 槽頂旋風分離器粉塵下料處齒輪卡住粉餅，粉餅摩擦生熱或產生靜電火花導致儲槽爆炸。
- 粉塵藉由高壓空氣運送至大儲槽，運送過程中蓄積靜電，因儲槽直徑過大，不能迅速將靜電引導至大地，導致空間放電產生類似閃電火花。
- 爆炸之六槽體皆已接地，並測試接地電阻符合法令要求。

41

勞工從事塑膠粉料發生塵爆職災



■ 防範措施

1. 儲槽通氮氣並接地。
2. 下料處以銅製漏斗承接並接地。
3. 投料區增加空氣濕度。
4. 降低下料速度。
5. 使用粒徑大之塑膠粉。
6. 太空袋(附碳帶)接地

42

奈米粉塵更易發生爆炸

- 另奈米粒子因為更具有較大的表面積，使得化學活性較高，所以燃燒爆炸的機率也大，據文獻指出奈米金屬最低發火能量小於1 mJ，極易受靜電影響。
- 1. 鋁奈米金屬燃燒敏感度是微米金屬的55倍，因此假如奈米金屬以PE塑膠袋包裝，拿取之間就可能發生靜電燃燒。
- 2. 以台灣奈米工廠實際的災害案為例，奈米研磨機研磨35奈米鈦時，在空氣速度大於23.5 m / s 時，就可能產生燃燒現象。
- 3. 曾發生開啟老舊氧氣鋼瓶閥門時，也可能發生奈米鐵粉爆炸，這是因為鋼瓶內剝落的奈米鐵（5~200奈米）在高速氧氣輸送下引起靜電爆炸。

$$1\text{nm}=10^{-3}\mu\text{m}=10^{-9}\text{m}$$

43

奈米粉塵處理工程控制

- 工程控制（手套箱、通風櫃等）
- 箱體內需用惰性氣體（即氮氣、氬氣）沖洗



44

預防粉塵爆炸方法

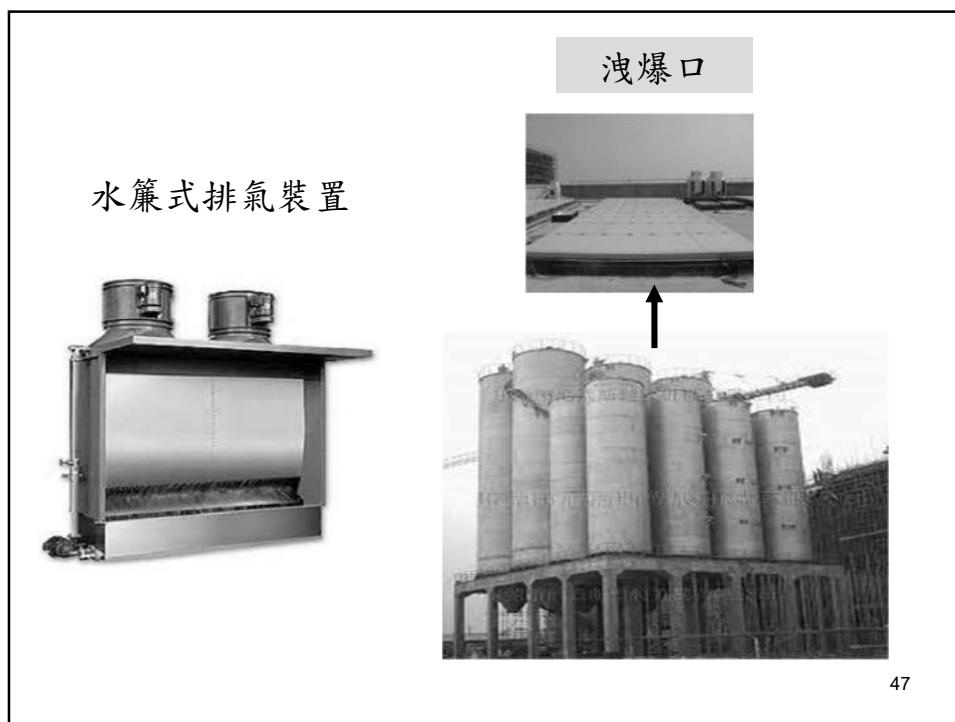
■ 工程控制

1. 盡量使用粒徑大及含水率高之粉塵
2. 作業區若有粉塵發生原，應設置密閉設備或局部排氣裝置以降低粉塵飛揚。
3. 作業場所使用防爆電氣設備及通風設備。
3. 盡量採取氮氣取代空氣輸送粉料。
4. 適當控制靜放電發生，其中包括聯結和設備的接地，並定期檢查所有接與接地設備之接地電阻，以確保接地或聯結良好狀態。
5. 增加作業場所空氣中之濕度，以降低靜電發生。
6. 集塵設備應盡可能設置於室外。
7. 設置粉塵爆炸之洩爆口應適當朝安全區域，不可直接向有人員活動或火源區域。

45

8. 降低密閉空間(反應槽、進料槽等)之粉塵飛揚濃度(如減少卸料口與槽底之高度)。
9. 使用惰性氣體以降低密閉空間(反應槽、進料槽等)氧氣濃度於最低需氧濃度(MOC)以下。
例如：PVC與PE粉塵若控制氧氣濃度低於11%則使用大量熱源亦無法引燃。--但須注意缺氧危害
10. 設置爆炸抑制系統，經偵測(UV/IR)到火花立即噴灑氮氣或抑制劑以阻絕粉塵進一步燃燒及爆炸。
11. 設置爆炸阻絕系統，以阻絕火燄及壓力波的可能經由導管及通風管傳遞至其他設備蔓延，降低火焰引發後續的製程損失及其他設備爆炸機會。
12. 對於具有可燃性粉塵作業，可採取於吸風口前先使用水簾式收集懸浮粉塵，可降低於輸氣管中塵爆機率。(如鋁、鎂粉塵)

46



■ 作業及行政管理

1. 制定並實施可燃粉塵檢測和控制程序(內容具有檢查頻率及如何管制粉塵)。
2. 制定動火管制程序，如焊接、切割等工作許可制度，以消除或減少火源。(明火)
3. 對於粉塵飛揚場所應遠離火源或使用適當的控制。
4. 教育員工了解可燃粉塵之危害，以及如何能幫助消除火災和爆炸的危險。
5. 清潔除塵時請使用合適的設備和方法，盡量減少塵埃雲，並只准使用真空除塵設備。(—禁止使用高壓空氣之吹氣除塵)
6. 定期檢查機器，管道和通風系統的粉塵，若有積塵現象應即時修理或清洗。
7. 定期檢查具有磨耗之設備(如軸承)，因為它們可能會產生熱量，並成為火源。

48

伍、靜電火災危害認知及預防

■ 兩個物體彼此相互摩擦而產生靜電的現象稱為摩擦帶電。

- 由於我們周遭的物體皆有帶電，帶負電一方的負電會想回到帶正電的那一方以取得平衡。
- 當兩者接觸（極度接近）時，負電會回到帶正電的一端。此負電返回正電端的現象稱為「放電」。換句話說，放電就是「釋放負電」，這時候在「物體」與「物體」之間會有電流流動。



49

- 有機溶劑的使用非常廣泛，像甲苯一樣容易產生靜電的有機溶劑還有苯、二甲苯、乙醚、石腦醚、四氯乙烷、乙酸丁酯、二硫化碳、環己烷等等，這些有機溶劑在輸送與裝卸過程中，與容器、管道、機泵、過濾介質，或是與水、雜質、空氣等發生碰撞、磨擦，都極易產生靜電。
- 輸送時流動速度若超過 1 m/s ，就可能帶著靜電在跑；如果以噴濺方式入料，當這些有機溶劑接觸槽壁時，就有可能產生靜電火花。
- 電導率低於 50 pS/m 的流體被劃為不易導電。

50

靜電的能量

- 有實驗人員估計，人體的電容大約為400pF，電壓50,000伏特（以觸碰汽車時為例），放電時釋放的能量大約0.5焦耳；另有估計為100-300pF和20,000伏特，大約釋放0.06焦耳能量。
- 國際電工委員會標準指出能量大於5J的放電對人體健康造成直接的風險。這一委員會的標準指出消費級產品不能對人產生能量大於0.35J的放電。
- 低至0.2mJ的電火花可能存在著火的危險，但這種如此低能量的火花往往低於人的視覺和聽覺感知的最小閾值。

保暖衣是用不吸水的聚丙烯材質所織製的，所以在乾燥的環境下，很容易會有靜電產生

Chen-Ming Chang
Chien

使用甲醇清洗儲槽發生氣爆案

台中市大肚區OO公司許發生一起工安意外，兩名工人使用甲醇（閃火點12°C）清洗化學槽時，溶劑的蒸氣引發不明火花，引發閃燃意外。2名工人嚴重灼傷，送醫急救中，警消人員正調查事發原因。

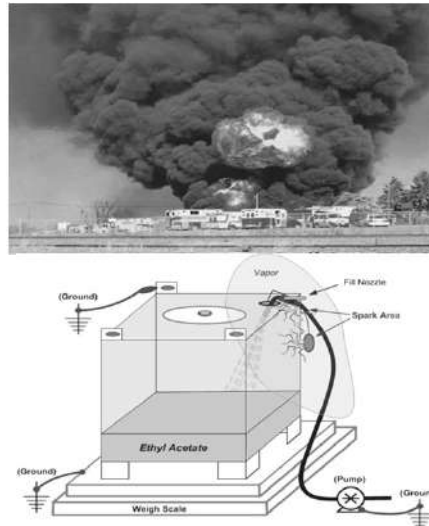
消防局接獲報案，這家工廠疑似工人以甲醇清理攪拌槽，結果不慎瞬間閃燃氣爆，2名工人送往彰化基督教醫院，2人身上都有大面積的灼傷，其中1人更高達80%，目前插管中，有生命危險。



52

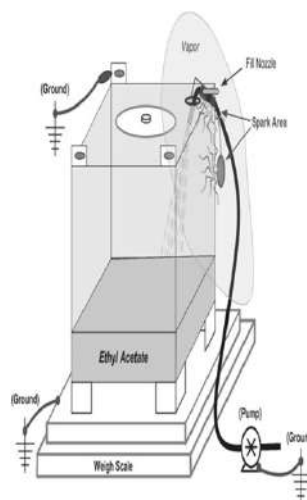
易燃性液體輸送作業造成靜電火災爆炸 (美國愛荷華州某化學品儲運場所發生火災)

該生產區正在進行乙酸乙酯（閃火點： -4.4°C ）注入300 加侖桶槽分裝之作業，操作員利用合成橡膠軟管輸送溶劑至料桶頂部開口，不久聽到爆炸聲響，大火延燒至一座倉庫，並引燃所存放的其他易燃和可燃性液體等。



事故調查結果認定：

1. 料桶開口附近可燃物蒸氣濃度已達可燃下限。
2. 雖當時料桶、磅秤與泵浦皆已有接地，但加料管嘴的鋼材部位與軟管裝置則被合成橡膠軟管所絕緣，而未等電位搭接(bonding)與接地。
3. 易燃性乙酸乙酯由上方噴濺入料，使液體向上飛濺成許多微小的液滴，產生大量靜電電荷。而靜電可能累積在這些組件上，其火花放電至不鏽鋼的料桶，引燃分裝作業時所累積在進料口附近的可燃性蒸氣，而一發不可收拾。



易燃性液體灌注作業發生靜電爆炸個案 (靜電火災爆炸認知)

廠內正在進行溶劑型塗料生產製程，以有機溶劑甲苯及油漆溶劑混合塗料原料（添加物）進行混合攪拌之作業，在將底部甲苯桶槽以空氣加壓輸送甲苯溶劑注入至攪拌槽體上方的進料口內時，突然發生火災爆炸意外。

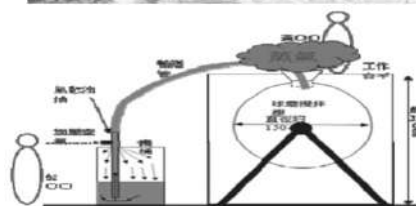


圖4 某化學品下料作業示意圖

55

事故調查結果認定：

- 作業中之攪動使甲苯及油漆溶劑混合蒸氣揮發出來，又因甲苯及溶劑輸送設備及其存放鐵桶無設置靜電去除設施，輸送甲苯及有機溶劑過程因流體本身摩擦及與輸送管磨擦而產生之靜電，之後因人體或是物體接觸輸送管線而產生靜電放電火花，並引燃球磨攪拌機內揮發之甲苯及油漆溶劑混合蒸氣，導致氣爆事故。
- 依據傷者稱「當時我在工作台上面漏斗處面對鐵捲門，手扶著輸送管，而罹災者負責控制氣動閥及輸料工具之更換，當第4桶（油漆溶劑）要抽完時，罹災者反應有被電到的感覺，我叫他要注意一點，之後花了幾分鐘在換桶沒有異樣，罹災者將抽料工具換到第五桶（甲苯），罹災者反應有異聲，不到兩秒我就被彈開昏過去，醒過來後我感覺身上會痛，並把著火的衣服脫掉逃出去。」

56

從事甲苯抽取作業時發生火災致死 時發生火災致死災害

罹災者在泡料B區溶劑桶區內從事甲苯溶液抽取作業時，現場突然起火燃燒，在泡料A區作業之勞工賴○聽到罹災者求救聲後，隨即前往泡料B區察看，發現罹災者正在沖水，當下先確認罹災者行動及意識均清楚後，立即送醫因傷重死亡。



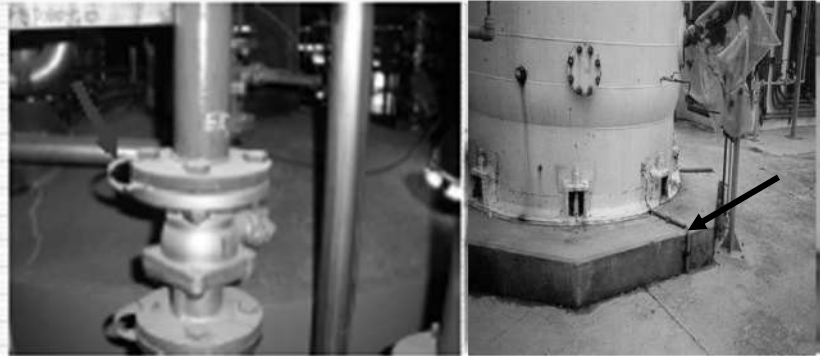
Chen-Ming Chang
Chien

事故調查結果認定：

- 勞工洪○在廠內泡料 B 區溶劑桶區從事甲苯抽取作業時，因 B 鐵桶（20 公升）未採取接地去除靜電之裝置致有靜電蓄積，於甲苯逸散與空氣形成性混合氣體，濃度在燃燒範圍內時，遇靜電放電火花引燃 B 鐵桶內甲苯，造成火災，勞工洪○被燒傷致 2-3 度體表面積 69%並吸入性嗆傷及雙下肢腔室症候群，經送醫治療傷重死亡
- 肇災現場示意（勞工洪○使用不銹鋼引管將裝有甲苯之 A 鐵桶，使用氣動油抽引至 B 鐵桶內，B 鐵桶未採取接地，因靜電放電火花發生火災）

Chen-Ming Chang
Chien

聯結(bonding)與接地(grounding)



行政院勞工委員會

59

易燃性液體裝卸作業靜電危害預防

- 倒料作業，倒料裝置與反應槽設備要有等電位連結與接地(bonding and grounding)等規定。其接地電阻之基準，為綜合在 100Ω 以下（設置有避雷設備者為綜合 10Ω 以下），接地用連接絲應使用斷面積在 5.5mm^2 以上。
- 倒料作業，建議要用金屬類倒料裝置，不要使用塑膠類。
- 人孔開啟，應有氮氣惰化(N_2 purging & inerting)
- 建議作業人員的衣服、鞋子建議應有防靜電之材質。（棉質）
- 避免足夠氧濃度(MOC)的供應。
- 使用抗靜電材料。（內涵導電材料如炭粉、鹽類）

60

料桶、磅秤與泵浦接地情形



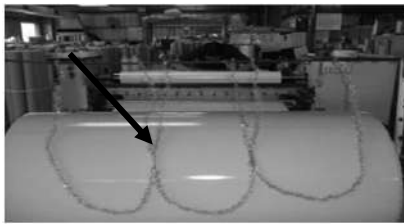
61

- **使用靜電消除器：**將空氣電離產生離子，由於異性離子互相吸引，使帶靜電物體的電荷被中和，達到靜電消除的目的
- **增加作業環境濕度：**在高濕度(R. H. >65%)環境中，物質表面具有親水性，容易吸附空氣中的水份，進而降低物質表面電阻，增加靜電向大地散逸的速率。
- **限制速率：**物質因摩擦而產生靜電，降低摩擦速率可緩和靜電的產生，可防止或降低電荷的產生速率，以避免靜電危害的產生。(1m/s→7m/s)
- **使用局部排裝置保持作業區易燃性蒸氣濃度未達爆炸下限。**

62

靜電消除裝置

導靜電布與導電銅鏈

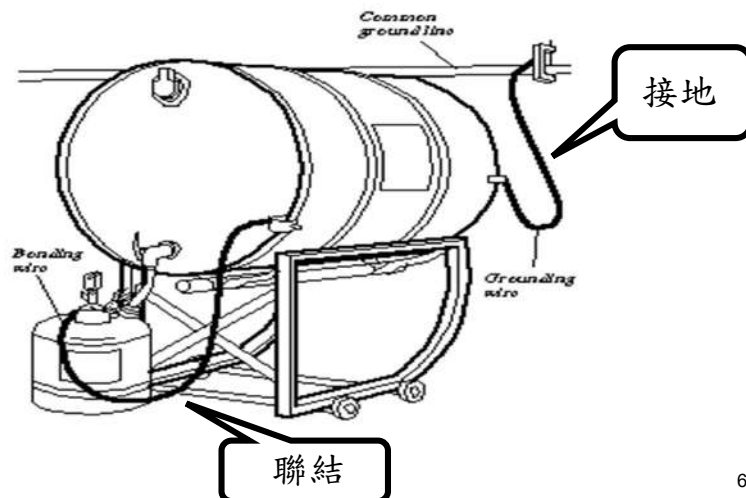


噴水霧維持濕度減少靜電



63

接地與連接範例



64

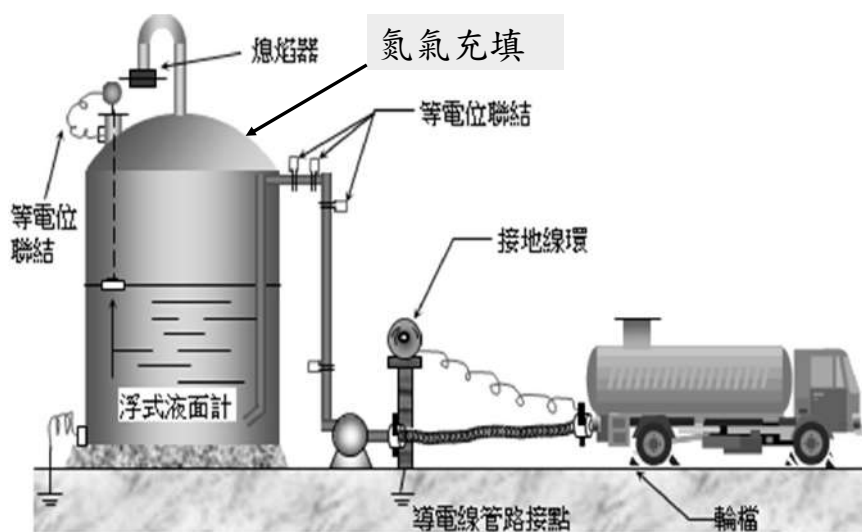
職業安全衛生設施規則第175條

雇主對於下列設備有因靜電引起爆炸或火災之虞者，應採取接地、使用除電劑、加濕、使用不致成為發火源之虞之除電裝置或其他去除靜電之裝置：

- 一、灌注、卸收危險物於槽車、儲槽、容器等之設備。
- 二、收存危險物之液槽車、儲槽、容器等設備。
- 三、塗敷含有易燃液體之塗料、粘接劑等之設備。
- 四、以乾燥設備中，從事加熱乾燥危險物或會生其他危險物之乾燥物及其附屬設備。
- 五、易燃粉狀固體輸送、篩分等之設備。
- 六、其他有因靜電引起爆炸、火災之虞之化學設備或其附屬設備。

65

接地與連接範例



Chen-Ming Chang
Chien

易燃性物質作業火災爆炸預防

- 儲放場所保持通風良好，依物質特性儲放，容器確實密封，具有洩漏預防設施。
- 製造處置場所對於有易燃性氣體或蒸氣發生源處，應設局部排氣裝置或整體換氣裝置以減少其滯留於場所。
- 作業場所保持通風，並依場所及作業特性劃分防爆區並配合設置適當防爆電氣設備。
- 管制動火及其他有可能發生火源之作業管理。
- 對於有易燃性氣體或蒸氣滯留場所應設偵測器。
- 制定安全作業標準程序並落實施執行。
- 儲放易燃性物質儲槽應接接地線
- 使用金屬材質儲放及運送易燃性物質
- 落實自動檢查檢查。

67

陸、化學品反應火災爆炸危害及預防

- 常見發生災害情境：
 - 未了解反應物之化學反應特性
 - 未了解失控溫度
 - 未了解反應熱增加速率
 - 未了解反應提升壓力速率
 - 未具足夠防止異常化學反應安全設施
 - 作業人員緊急應變能力不足

68

化學工廠發生反應失控爆炸一死百傷 損失數億元

某化工公司於六噸反應槽製造水膠，反應程序為加入丙烯酸甲酯等原料，升溫至 $60-65^{\circ}\text{C}$ 到達反應點時，將蒸汽關掉改加冷水入夾層，但溫度卻異常提高至 80°C ，此時反應槽內部有機蒸氣開始外洩，緊急將滴定管路內之冷水直接灌入反應器中，此時除臭器附近之可燃性氣體洩漏警報器大響，該公司員工緊急跑出廠房後，就發生大爆炸（圖四）



69

反應器發生劇烈失控反應爆炸

民國92年，彰化縣某工廠發生反應器失控熱爆炸，製程區內15噸反應器發生劇烈失控反應，反應操作溫度及壓力急劇上昇，反應器頂端外接大氣之冷凝管與未鎖之人孔蓋，大量噴濺反應原料及反應失控所產生之氣體，廠方雖緊急灌入大量冷卻水，期望能將反應停止，但反應器內之沸騰液體膨脹行為仍持續進行，且壓力錶讀數仍急劇驟增，最終導致反應器爆炸，反應器頂蓋被掀起，伴隨之爆壓震倒鄰近鋼骨支架及附近控制室與廠房玻璃，整起事故發生過程約十分鐘。



70

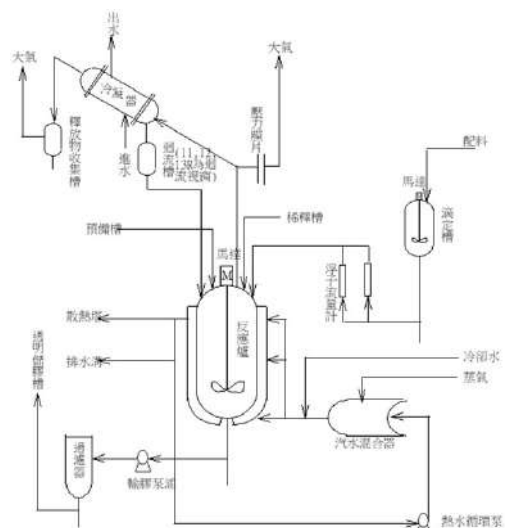
災害原因分析

- 本次發生事故之化工廠，其反應失控溫度應介於75—90℃之間，且製程操作溫度控制於70—80℃內，所以操作時已處在危險狀態，且此化工廠所使用之大型批式反應器，本就容易累積大量反應熱及不可冷凝氣體壓力，雖業者認為此製程屬常壓反應，反應器並已外接大氣冷凝管，但是一旦誘發自催化反應產生，一般常用緊急搶救措施（添加冷卻水及抑制劑等）無法抑制失控熱爆炸，例如本次事故，雙相氣、液反應物料雖自16英吋人孔及外接大氣冷凝管排出，但仍無法緊急將反應器內急劇驟昇壓力排除。導致反應器發生熱爆炸

71

化學品反應注意事項

- 失控溫度?如何避免?
- 溫度過高?如何避免?
- 壓力超壓?如何避免?
- 發生停電如何因應?
- 氣體外洩?



72

自反應物質 (Self-reactive substance) (CNS-15030-8)

■ 定義

指沒有氧或空氣的參與，也能發生激烈放熱分解的不穩定液態或固態混合物。不包括GHS分類之爆炸物、有機過氧化物或氧化物質的物質和混合物。

	A型	B型	C型和D型	E和F型	G型
圖示	爆炸物	爆炸物和火 焰	火燄	火燄	無
警示語	危險	危險	危險	警告	無
危害警告 訊息	遇熱可能 爆炸	遇熱可能起 火或爆炸	遇熱可能 起火	遇熱可能 起火	無

73

塑美貝大火有機溶劑隨風飄散

世界級壓克力大廠塑美貝科技公司今天上午發生存放儲料槽疑高溫發生鍋爐爆炸，火煙迅速燃燒，竄上天際，消防局出動55車130人前往灌救中，黑煙飄散，空氣中瀰漫陣陣塑膠味，一公里外即可見黑霧向上竄燒，由於大火一發不可收拾，為了救災，楠梓加工區周圍進行交通管制，翠華路和家公司周圍大塞車，翠華路塞車綿延2公里。



74

常見自反應物質(主要危害市火災及爆炸)

- 具有三鍵化合物
 - 乙炔
 - 疊氮化物
 - NaN_3 偶氮化合物和 R_2CNN 重氮化合物
 - 環氧化物
 - 高氮化合物
 - 亞硝基化合物
- 可聚合的化學品 (單體)
 - 不飽和碳鍵 ($\text{C}=\text{C}$)
 - 具腈基 (CN)
 - 乙烯基類
 - 苯乙烯 $>65^\circ\text{C}$ 快速聚合 氰酸酯基團
 - 含氧量高的化學品
 - 硝基取代有機物
 - 有機硝酸鹽
 - 有機亞硝酸鹽

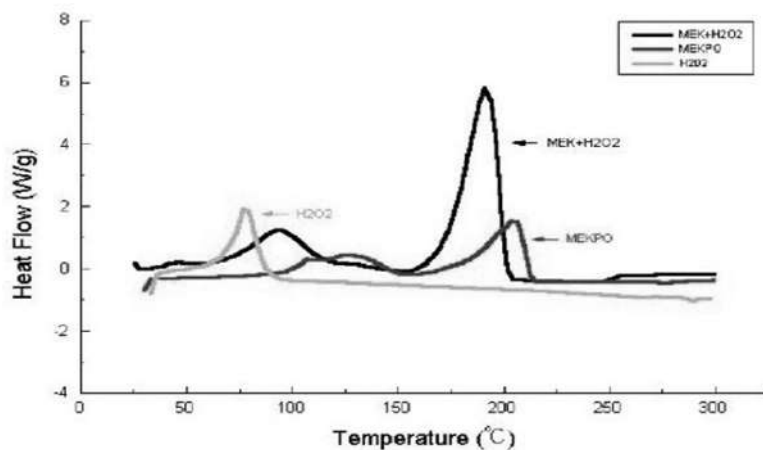
75

DSC測試結果



化學物質	放熱起始溫度 ($^\circ\text{C}$)	尖峰放熱強度 (W/g)
過氧化二苯甲醯(BPO)	118	6.2
甲基丙烯酸(MAA)	150	0.4
丙烯酸(AA)	145	11.4
丙烯酸甲酯(MA)	155	7.4
MA+BPO	100	9.1
正常反應配方	120	1.4
進料錯誤-甲醇減半	110	2.4
進料錯誤-起始劑加倍	100	1.7

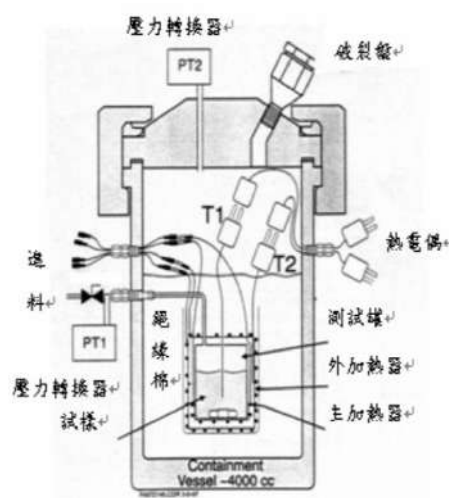
過氧化丁酮單體於添加過氧化氫情況下之DSC反應熱譜圖MEK單體混入 H_2O_2 後，反應放熱驟增，因此需預防化學品不相容物危害



77

緊急排放測試儀 (Vent Sizing Package, VSP)

可利用VSP 小規模的實驗數據，直接放大應用於大規模製造設備的評估與設計，這些結果包括：排放流動情況、最高溫度、最大壓力、絕熱自加熱速率、絕熱壓力上昇速率等。



78

表 4.14 過氧化氫水溶液的失控反應實驗結果 [40]

使用溶液	5 wt% H ₂ O ₂ (aq)	10 wt% H ₂ O ₂ (aq)	15 wt% H ₂ O ₂ (aq)
液位 (%)	60	60	60
熱慣量 (ϕ)	1.066	1.066	1.066
絕熱放熱起始溫度 (°C)	80	85	82
最高溫度 (°C)	86	105	151
最高壓力 (psia)	335	450	1,253
最高昇溫速率 (°C min ⁻¹)	0.4	0.6	5
最高昇壓速率 (psi min ⁻¹)	3	6.0	85

79

特定化學物質危害預防標準第28條 (特定化學管理設備操作異常防護措施規定)

雇主對特定化學管理設備，為防止異常化學反應等導致大量丙類第一種物質或丁類物質之漏洩，應設置遮斷原料、材料、物料之供輸或卸放製品等之裝置，或供輸惰性氣體、冷卻用水等之裝置，以因應異常化學反應等之必要措施。

設置於前項裝置之閥或旋塞，應依下列規定：

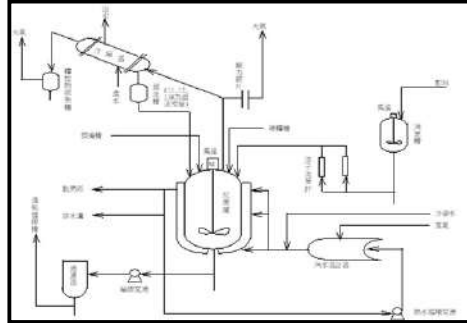
- 一、具有確實動作之機能。
- 二、保持於可圓潤動作之狀態。
- 三、可安全且正確操作者。

第一項卸放製品等之裝置應為密閉式構造或可將卸出之特定化學物質等導引至安全處所或具有可安全處置之構造。

80

異常放熱之反應時卸放製品等之裝置

- 對於具有異常放熱之反應，應備置足夠容積之安全排放容器，其內部備妥冷卻水、抑制劑及攪拌裝置，以供反應失控時將反應物質迅速排入處理。



81

異常放熱之反應時輸入抑制劑

- 對於具有異常放熱之反應，為預防反應失控，應備置抑制劑，藉由高壓惰性氣體或高壓泵輸入反應器內部以抑制反應失控。



82

化學品反應過程失控預防措施

- 應了解該反應之失控溫度及其壓力變化速率(DSC、VSP)
- 應透過質能平衡計算評估冷卻水量
- 應正確添加反應物、起始劑或觸媒比例。
- 應正確控制添加起始劑或觸媒輸入流量。
- 應避免反應會產生不穩定之副產物或中間產物(如過氧化物或自催化物質)。
- 對於放熱反應具足夠冷卻水或降溫設備並要考慮停電或動力機械故障應變處置。(如發電機)
- 應具化學反應失控預防裝置：
 1. 緊急安全洩放裝置
 2. 抑制劑緊急輸入裝置
 3. 設置緊急注水裝置
 4. 惰性氣體輸入裝置

83

柒、化學品分解火災爆炸危害認知

- 有機過氧化劑(如:BPO、MEKPO)受熱分解產生類似炸藥類爆壓上昇速率。
- 乙炔加壓導致乙炔分解爆炸($C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2$)，其火燄溫度可達2600°C以上。

84

有機過氧化物(organic peroxides) (CNS-15030-15)

■ 定義

指兩個氧原子以單鍵鍵結-O-O-結構之液態或固態有機物質。屬熱不穩定物質或混合物，可經由放熱產生自加速分解。具有易於爆炸分解、燃燒迅速、對撞擊或摩擦敏感、與其他物質產生危險反應等特性

	A型	B型	C型和D型	E和F型	G型
圖示	爆炸物	爆炸物和火燄	火燄	火燄	無
警示語	危險	危險	危險	警告	無
危害警告訊息	遇熱可能爆炸	遇熱可能起火或爆炸	遇熱可能起火	遇熱可能起火	無

85

明揚科技公司廠區爆炸釀9人死亡

屏東明揚國際科技公司廠區22日晚間發生大火爆炸事件，造成百人死傷，其中有4名消防殉職、5名員工死亡，仍有1名員工失聯當中



由於起火點的第一廠區為高爾夫球生產線，堆放大量油漆、過氧化物架橋劑、打磨高爾夫球後的粉塵等可燃物質，火勢一發不可收拾。

86

明揚違法存放超量有機過氧化物 化學署揭初步研判爆炸原因

根據《自由時報》報導，環境部化學署評估管理組長林松瑾表示，依據勞動部職安署網站對屏東大火的摘要，初步研判疑似為過氧化物「二叔丁基過氧環己烷」與異構烷烴引起的爆炸，而二叔丁基過氧環己烷跟外界推測引起爆炸的「環己烷」，是不同的化學物質，二叔丁基過氧環己烷不在化學署列管的毒性化學物質、關注化學物質名單。

1,1-二叔丁基过氧化环己烷 性质	
熔点	65 °C (SADT)
沸点	52-54 °C (0.1 mmHg)
密度	0.891 g/mL at 25 °C
蒸气压	4.88hPa at 25°C

屏東縣長周春米：「因為我們知道是有過氧化物，不能用水是要用乾性物質進去，乾粉進去現場還沒有射水，我們消防員被尋獲，據了解也是在進入現場，不到10公尺就發生爆炸。

Q&A: 以上是否正確?

過氧化丁酮物質接觸熱產生爆炸職災

桃園縣蘆竹鄉永興樹脂塗料公司於八十五年十月七日發生爆炸火警，死亡人數十人，重傷八人，輕傷三十九人，死亡人員包括警消三人、義消三人，由於死者大部分為警、義消，這也是國內有史以來，單一火警警、義消死亡最多最慘重的一次。



■ 文獻指出：

- 廠內儲存之100公斤過氧化二苯甲醯（BPO）若受熱超過65℃會產生熱分解爆炸。
- 過氧化物爆炸上昇速率為有機蒸氣、氣體爆炸2-3倍，類似炸藥類爆壓上昇速率，可能將水泥建築完全摧毀。
- 經20升鋼球實驗可知，過氧化物爆壓上昇速率1200 -1500bar/sec，有機蒸氣為300-500 bar/sec）。

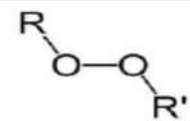
1BAR=0.98 ATM



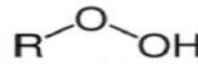
89

有機過氧化物注意事項

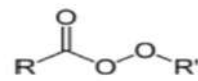
- 過氧化物也強氧化劑，容易與其物質反應(尤其是還原性物質如有機溶劑)，甚致於皮膚，棉質和木材等皆會引起反應。
- 過氧化物應儲存在陰涼、不透明的容器中。
- 儲存有機過氧化物，最重要的參數是樣品的溫度，該溫度應保持在化合物的自加速分解溫度以下。



The general structure of an organic peroxide



The general structure of an organic hydroperoxide with the blue marked functional group

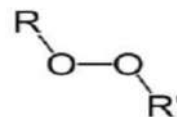


The general structure of a perester

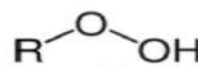
90

有機過氧化物注意事項

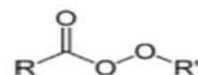
- Peroxides are also strong oxidizers and easily react with skin, cotton and wood pulp.^[25] For safety reasons, peroxidic compounds are stored in a cool, opaque container
- For safe handling of concentrated organic peroxides, an important parameter is temperature of the sample, which should be maintained below the self accelerating decomposition temperature of the compound.^[27]



The general structure of an organic peroxide



The general structure of an organic hydroperoxide with the blue marked functional group



The general structure of a perester

91

氧化性物質或有機過氧化物



氧化性物質

常見有機過樣化物：
過醋酸、過氧化丁酮、過氧化二苯甲醯



易燃性物質—還原性



有機過氧化物

92

二、乙炔加壓分解爆炸危害預防

- 乙炔氣在壓力下是一種極不穩定的化合物，加之火花、受熱、衝擊、摩擦等的起始能量，可連鎖自身分解成碳及氫氣，同時釋放出大量的熱能。
- 1克的乙炔分解後，可以釋放出58000克卡的能量，若有足夠的乙炔，就立刻會產生大量而無法控制的能量，導致乙炔分解爆炸（ $C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2$ ），其火燄溫度可達2600℃以上。
- 乙炔分解爆炸一般於錶壓力1.5Kg/cm²以上即易發生。根據經驗1.05 Kg/cm²之錶壓力係一般可接受之安全壓力限制。

93

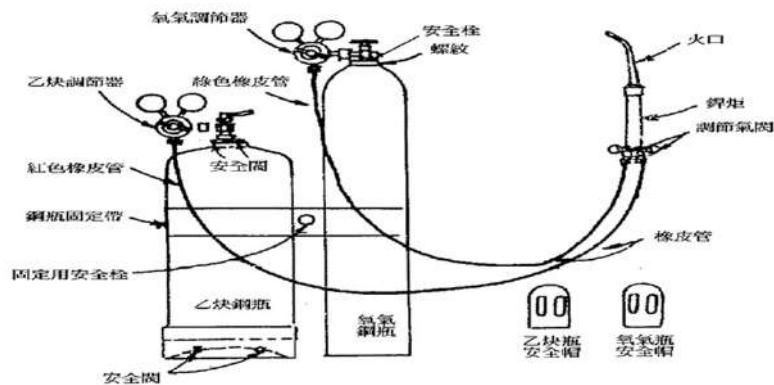
溶解乙炔

- 丙酮在每平方吋250磅之壓力下可溶解其體積 420倍之乙炔（每瓶約含有 275立方呎之乙炔），此乃乙炔鋼瓶內必要的安全裝置。
- 因為乙炔若於自由狀態下儲存於鋼瓶中，如壓力超過每平方吋15磅則當乙炔受熱或受震時，即有可能被分解而引起爆炸。
- 乙炔鋼瓶只能直立存放，切勿將之倒置或傾倒，此乃為避免乙炔鋼瓶中之丙酮因鋼瓶傾倒致流出和乙炔氣混合，因而污染銲道熔坑。
- 切割器內如發生逆火應先關閉熔接器控制閥，再切斷氧氣閥、乙炔閥。
- 如橡皮管內發生逆火時，應先關閉鋼瓶^上之氧氣閥再關乙炔閥，勿以腳踏橡皮管。

94

職業安全衛生設施規則第16之一條

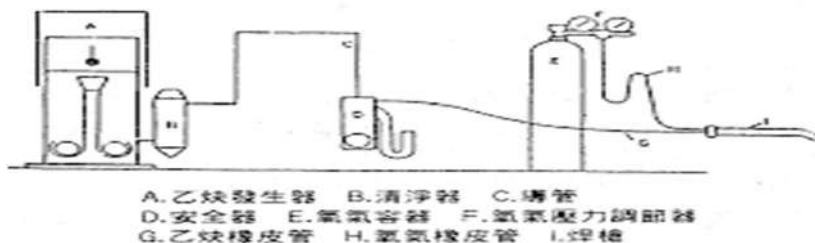
本規則所稱 氧乙炔熔接裝置，指由乙炔及氧氣容器、導管、吹管等所構成，供金屬之熔接、熔斷或加熱之設備。



95

職業安全衛生設施規則第203條

雇主對於使用乙炔熔接裝置或氧乙炔熔接裝置從事金屬之熔接、熔斷或加熱作業時，應規定其產生之乙炔壓力不得超過表壓力每平方公分一點三公斤以上。



乙炔，在1.3 kg/cm² 壓力以上時，只要存在火花或因加熱、撞擊，易生爆炸

乙炔熔接裝置

一般乙炔使用壓力勿超過 1kg/cm²。

職業安全衛生設施規則第209～210條

第 209 條

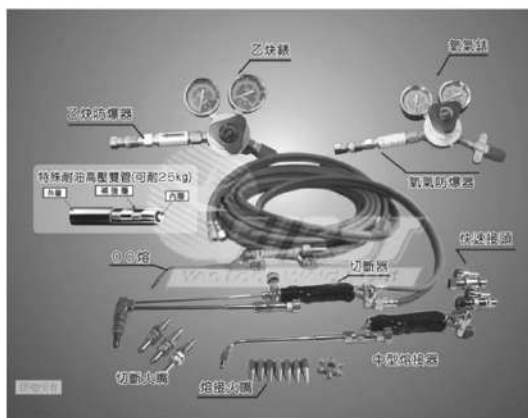
雇主對於乙炔熔接裝置及氧乙炔熔接裝置，為防止氧氣背壓過高、氧氣逆流及回火造成危險，應於每一吹管分別設置安全器。但主管及最近吹管之分岐管分別設有安全器者，不在此限。

第 210 條

雇主對於氣體集合熔接裝置之設置，應選擇於距離用火設備五公尺以上之場所，除供移動使用者外，並應設置於專用氣體裝置室內，其牆壁應與該裝置保持適當距離，以供該裝置之操作或氣體容器之更換。

97

為防止氧氣背壓過高、氧氣逆流及回火造成危險，
應於每一吹管分別設置安全器



98

捌、儲放化學品危害及預防

■ 常見發生災害情境：

1. 不相容危害性化學品儲放未妥為隔離
2. 儲放場未實施通風換氣
3. 儲存溫度未適當控制



99

化學倉庫發生火災

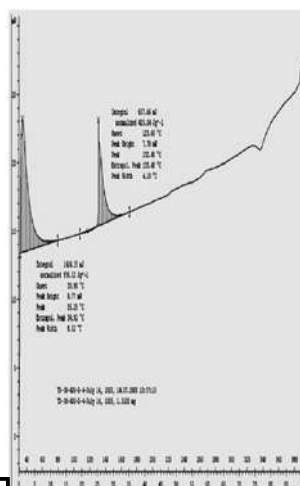
台中工業區某化學工廠於民國94年07月中午傳出火警，由於工廠內堆放大量化學品，火勢一發不可收拾，大火竄燒（如圖1），爆炸聲不斷，有毒氣體外洩，黑煙蔽天，加上風勢助長，濃煙漫佈到方圓1公里外，總計有18人因嗆傷或是吸入有害物質導致不適送醫。



100

災害分析

經分析存放的純化學品後，發現二氧化硫及磷酸三甲酯分別於低溫環境33.90℃與57.63℃有放熱現象，其中二氧化硫釋放936.52 J/g熱量，而磷酸三甲酯僅釋放19.15 J/g熱量，因此二氧化硫較諸磷酸三甲酯於大量堆放及室溫環境下更具潛在危險性。依據實驗熱譜圖3分析，二氧化硫於溫度33.90℃即會釋放936.52 J/g自分解熱量，且若熱量累積升高溫度後，於123.66℃會有第二段435.54 J/g的反應放熱情形，導致更多的自分解熱量釋放及累積。



室溫可達35℃

101

化學品儲放管理

- 化學品應儲存於固定之儲存櫃內。
- 混合後會產生危險性反應之化學品不可於置於同一儲存櫃內。
 1. 氧化性物質與還原性物質要分開。
 2. 酸性物質與鹼性物質分開。
 3. 易燃性液體應以合格之容器儲存。
- 化學品應依其安定性質儲放於適當溫度環境。
- 化學品儲放櫃應可密閉。
- 藥品應設置於通風良好、陰涼的地點



102

- 化學品儲放櫃應可密閉。
- 藥品應設置於通風良好、陰涼的地點。
- 化學品儲放櫃應置洩漏承接盤。
- 化學品儲放櫃材質應符合需求。(如耐燃性、耐腐蝕性等)
- 對於儲放大量易燃溶劑應可慮電氣防爆。
- 品櫃內不宜有任何電源供應或電線、電器設備。(如照明---)
- 整座藥櫃應上、下固定於牆壁及地板上，藥櫃內應加裝橫桿及隔板，以防地震而整座藥櫃傾倒或藥瓶翻倒。
- 購買藥品請務必要酌量、適量為原則，降低庫存量以減少藥品管理上之負擔。
- 過期或陳年的藥品請即時處理。

103

藥品儲放櫃

×

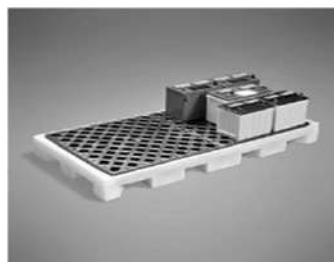


✓



104

作業場所化學藥品(低揮發性)堆放範例



105

9-05 職業安全衛生設施規則第191條

雇主對於異類物品接觸有引起爆炸、火災、危險之虞者，應單獨儲放，搬運時應使用專用之運搬機械。但經採取防止接觸之設施者，不在此限。

常見缺失輔導照片

氧化物與還原物未區隔



雙氧水與氨水混存



106

易燃性物質之安全儲放櫃規格

- 目前市面有售安全儲放櫃符合 OSHA 29 CER 1910.106和 NFPA CODE30，及FM標準。
- 全部雙層防火鋼板構造，兩層鋼板之間相隔有絕緣層。
- 具防漏液槽使意外流出的液體不外溢。
- 櫃身設有靜電接地傳導端口，方便連接靜電接地導線。
- 設有抽氣系統($1\text{ft}^3/\text{min}$)以防止櫃內可燃性蒸氣滯留。



107

職業安全衛生設施規則第184條

雇主對於危險物製造、處置之工作場所，為防止爆炸、火災，應依下列規定辦理：

- 一、爆炸性物質，應遠離煙火、或有發火源之虞之物，並不得加熱、摩擦、衝擊。
- 二、著火性物質，應遠離煙火、或有發火源之虞之物，並不得加熱、摩擦或衝擊或使其接觸促進氧化之物質或水。
- 三、氧化性物質，不得使其接觸促進其分解之物質，並不得予以加熱、摩擦或撞擊。
- 四、易燃液體，應遠離煙火或有發火源之虞之物，未經許可不得灌注、蒸發或加熱。
- 五、除製造、處置必需之用料外，不得任意放置危險物。

108

玖、危險區域劃分規劃及防爆電器設置注意事項

職業安全衛生設施規則第177條

雇主對於作業場所所有易燃液體之蒸氣、可燃性氣體或爆燃性粉塵以外之可燃性粉塵滯留，而有爆炸、火災之虞者，應依危險特性採取通風、換氣、除塵等措施外，並依下列規定辦理：

- 一、指定專人對於前述蒸氣、氣體之濃度，於作業前測定之。
- 二、蒸氣或氣體之濃度達爆炸下限值之百分之三十以上時，應即刻使勞工退避至安全場所，並停止使用煙火及其他為點火源之虞之機具，並應加強通風。
- 三、使用之電氣機械、器具或設備，應具有適合於其設置場所危險區域劃分使用之防爆性能構造。

前項第三款所稱電氣機械、器具或設備，係指包括電動機、變壓器、連接裝置、開關、分電盤、配電盤等電流通之機械、器具或設備及非屬配線或移動電線之其他類似設備。 109

職業安全衛生設施規則第13條

第13條：

本規則所稱易燃液體，指下列危險物：

- 一、乙醚、汽油、乙醛、環氧丙烷、二硫化碳及其他之閃火點未滿攝氏零下三十度之物質。
- 二、正己烷、環氧乙烷、丙酮、苯、丁酮及其他之閃火點在攝氏零下三十度以上，未滿攝氏零度之物質。
- 三、乙醇、甲醇、二甲苯、乙酸戊酯及其他之閃火點在攝氏零度以上，未滿攝氏三十度之物質。
- 四、煤油、輕油、松節油、異戊醇、醋酸及其他之閃火點在攝氏三十度以上，未滿攝氏六十五度之物質。

第15條：

本規則所稱可燃性氣體，係指下列危險物：

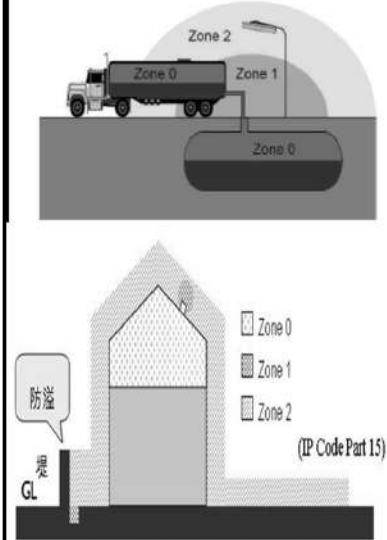
- 一、氫。 二、乙炔、乙烯。 三、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷。
- 四、其他於一大氣壓下攝氏十五度時，具有可燃性之氣體。

110

危險區域等級說明

■ 危險區域等級的區域分別：

- 0 區(zone 0):代表可能連續存在或長時間存在爆炸性混合氣之場所。
- 1 區(zone 1):為在正常狀態下，有可能存在爆炸性混合氣之場所；
- 2 區(zone 2):則是在正常狀態下不會存在爆炸性混合氣，即使會也只是很短的時間，但在異常狀態下有可能存在爆炸性混合氣之場所。

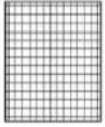
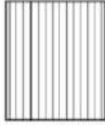


危險區域劃分說明

- 根據我國的國家標準(CNS3376-10) 及國際電工標準(IEC60079-10)，依據爆炸、火災風險等級將危險區域區分為0 區(zone 0)、1 區(zone 1)以及2 區(zone 2)等三個之區域。
- 危險區域劃等級劃分並非僅依據可燃性氣體之濃度，而是依據濃度達到爆炸界限之機率而定。換言之，區域等級決定於爆炸性混合氣之發生頻率及存在時間。

爆炸物質分類	危險等級(區)			標準
	0	1	2	
氣體				CNS 3376-10 IEC 60079-10-1
粉塵	20	21	22	CNS 3376-10-2 IEC 60079-10-2

可燃性粉塵危險區域等級說明

區域	說明	圖示說明
20區 (Zone20)	爆炸性粉塵環境在空氣中以粉塵雲之形式連續出現，或長期間獲頻繁存在之處。	
21區 (Zone21)	爆炸性粉塵環境在空氣中以粉塵雲之形式，在正常操作中偶爾有可能發生之處。	
22區 (Zone22)	爆炸性粉塵環境在空氣中以粉塵雲之形式，在正常操作中不可能發生之處，且只偶爾且只存在短若真的發生時，僅將短期間持續。	

113

危險區域劃分評估工具-職業安全衛生署

CSHA 勞動部職業安全衛生署

◆常見問題 ◆文件下載 ◆諮詢服務 ◆相關網站/型式檢

請輸入關鍵字... 關於評估工具 / 危險區域劃分 / 輔導與補助 / 重要資

危險區域劃分 開始危險區域劃分

開始線上學習/執行

開始線上學習/執行結果

NEW!! 危險區域劃分圖形工具

免責聲明：
本危險區域劃分圖形工具(以下簡稱本圖形工具)乃由勞動部職業安全衛生署委託製作，僅供參考，使用者應自行負責使用本圖形工具之結果可能造成的所有後果，該圖形工具不負任何因使用者直接間接使用本圖形工具之危險區域劃分執行結果所造成之損害，請參閱責任聲明。

本工具為單一危險區域之評估工具，在圖內有多個危險源，須重複執行，再進行綜合評估。

危險區域劃分步驟：

- ① 易燃物確認
- ② 基本資料填寫
- ③ 選擇製程設備
- ④ 洩漏等級確認
- ⑤ 通風狀況確認
- ⑥ 範圍評估
- ⑦ 匯出報告

114

一、危險區域劃分步驟說明

① 易燃物確認

■ 易燃液體定義：

(1) 依職業安全衛生設施規則第十三條之定義閃火點
<65°C

(2) 製程操作溫度>閃火點

■ 可燃性粉塵定義(CNS 3376-10-2):

細碎之固體顆粒，其標稱大小在 500 μ m 以下，可懸浮於空氣中、可靠其本身之重量沉澱在大氣中、可在空氣中燃燒或發光，且可在大氣壓力及正常溫度下與空氣形成爆炸性混合物。

■ 化學物質型態：☒可燃性氣體/液體 ☒可燃性粉塵 115

② 基本資料填寫

所使用化學物質

☒ 常用物質 ☐ 其他

請選擇

可燃性氣體/易燃性
液體

☒ 可燃性氣體 ☐ 易燃性液體

請注意下方欄位只能輸入半形數字與小數點

自燃點溫度

☒ °C ☐ °F

操作溫度

☒ °C ☐ °F

操作壓力

kg/cm²

燃燒下限

%

燃燒上限

%

溫度等級

群

116

NFPA 497 之Table 4.4.2

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Type ^a	Flash Point (°C)	AIT (°C)	%LFL	%UFL	Vapor Density (Air = 1)	Vapor Pressure ^b (mm Hg)	Class I Zone Group ^c	MIE (mJ)	MIC Ratio	MESG (mm)
n-Butyric Acid	107-92-6	D ^d	IIIA	72	443	2.0	10.0	3.0	0.8				
Carbon Disulfide	75-15-0	d,h	I	-30	90	1.3	50.0	2.6	358.8	IIC	0.009	0.39	0.20
Carbon Monoxide	630-08-0	C ^d	GAS		609	12.5	74	0.97		IIB			0.54
Chloroacetaldehyde	107-20-0	C	IIIA	88					63.1				
Chlorobenzene	108-90-7	D	I	29	593	1.3	9.6	3.9	11.9				
1-Chloro-1-Nitropropane	2425-66-3	C	IIIA										
Chloroprene	126-99-8	D	GAS	-20		4.0	20.0	3.0					

117

可燃性物質之群組分類

(可參考NFPA 497 之Table 4.4.2 或 IEC60079-20)

群組	類型	MESG (mm)	MIC ratio	類型或電阻率
IIA	氣體	大於或等於0.9	大於或等於0.8	
IIB		介於0.5至0.9	介於0.45至0.8	
IIC		小於或等於0.5	小於0.45	
IIIA	粉塵			大於500µm之固體顆粒(包括纖維)
IIIB				大於10 ³ Ωm
IIIC				等於或小於10 ³ Ωm

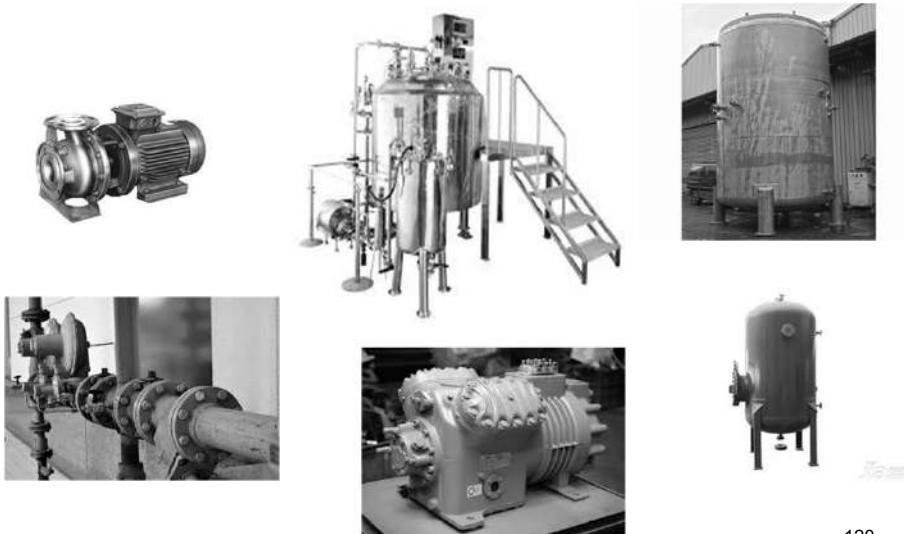
118

③選擇製程設備(可依 IEC60079-10 洩漏源)

- 泵浦 (pump)
適用於儲槽、桶槽等溶劑輸送
- 洩放口或取樣口 (bleeding point or sample point)
適用於製程攪拌槽或桶槽、瓶罐充填、取樣、塗料噴塗
- 管路接頭或閘門 (flange or valve)
適用於可燃性氣體與易燃液體輸送
- 通風口或呼吸閥 (vent outlet or Pressure breathing valve)
適用於室內儲槽或密閉攪拌槽
- 坑槽或分離器 (sump or separator)
適用於油水分離處理
- 攪拌槽 (mixing vessel)
適用於開放攪拌、塗佈、攪拌槽投料、零件清洗
- 氬氣壓縮機 (Hydrogen compressor)
適用於壓縮可燃性氣體乙炔、氬氣製造；NG、LPG加壓製程
- 可燃性液體儲槽 (Flammable liquid storage tank)
適用於室內外有機溶劑、LNG、LPG儲槽
- 油罐車裝填裝置 (Single tanker filling installation)
適用於室內外有機溶劑槽充填與輸送位置

119

選擇製程設備



120

③選擇製程設備(可依 NPA 洩漏源分類)

- 易燃液體洩漏中小型製程設備
- 易燃液體洩漏大型製程設備
- 液化或壓縮易燃性氣體或低溫易燃性液體洩漏中小型製程設備
- 充填易燃性液體之圓桶
- 油水分離器
- 儲存液態氫之設備
- 儲存氣態氫之設備
- 氫氣排放口
- 氫氣槽車
- 可燃性氣體(比空氣輕)壓縮機



121

■ 非危險區域

根據經驗顯示，從某些作業及設備會洩漏可燃性物質是很少見的，以致這些場所不需作危險區域分類。例如加工、儲存或處置可燃性物質的下列幾個場所，通常不需要做危險區域劃分(即該場所屬非危險區域)：

- (1)可燃性物質在適當的及維護良好的封閉管路系統內，且該場所為充足通風之場所。
- (2)通風不充足之場所，但該管路系統不含閥、管件(fitting)、法蘭及其他易於洩漏之配件等。
- (3)可燃性物質儲存於適當的容器內之場所。



122

④洩漏等級確認

●連續 連續或預期發生長時間之洩漏。

C

(例：可燃性液體固定油槽之表面，而有固定通口至大氣。)

如：儲槽通氣口或攪拌槽開口面



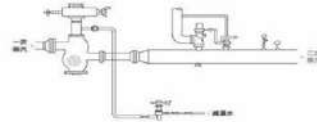
○主要 週期性或偶爾於正常操作之洩漏。

(例：洩水口、取樣口、通氣口)

P

Drain or Vent

如：間斷性或週期性會打開之閥出口



○次要 正常操作時不預期發生，如果發生亦不時常，且只發生短時間之洩漏。

(例：高密度泵、壓縮機及閥的油封、接頭、法蘭)

S



123

洩漏補充說明

■ 產生連續性洩漏等級之洩漏源(C)---確定持續會發生

(a)可燃性液體固定油槽之表面，而有固定通口至大氣。

(b)連續或長時間與大氣接觸的可燃性液體的表面(例如：油/水分離器)。

■ 產生主要洩漏等級之洩漏源(P)---可預期或有可能

(a)在正常操作下預期可燃性材料之洩漏：泵、壓縮機及閥的油封：

(b)在正常操作下可能將可燃性材料洩漏至大氣中的裝有可燃性液體容器之洩水口；

(c)在正常操作下可能洩漏可燃性材料之取樣口：

(d)在正常操作下預期將可燃性材料洩漏至大氣中的壓力調整閥、通氣口及其他的開口。

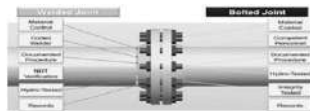
124

■ 產生次要洩漏等級之洩漏源(S)---不預期會發生

- (a)在正常操作下,不預期會洩漏可燃性材料之泵、壓縮機及閥的油封;
- (b)在正常操作下,不預期會將可燃性材料洩漏至大氣的凸緣、連接器及管接頭;
- (c)在正常操作下,不預期會洩漏可燃性材料之取樣口;
- (d)在正常操作下,不預期將可燃性材料洩漏至大氣的壓力曳放閥、通氣口及其他的開口.---如安全閥

■ 正常操作:設備在設計參數內操作之狀況。

- 可燃性物質之次要洩漏可能為正常操作之一部分。例如,油封因泵壓縮被液體弄濕應當為次要洩漏。
- 故障(例如:泵油封破裂、凸緣墊片因意外洩漏)造成緊急修理或關機不認為是正常操作。



125

洩漏等級判定範例

1	2	3	4
	洩漏源		
	說明	位置	洩漏等級 ¹
1	汽油泵浦油封	泵浦區域	S
2	分離器之液面	廢水處理	C
3	汽油桶液體表面	桶區	C
4	汽油桶通氣開口	桶區	P
5	法蘭,汽油桶槽防堤內	桶區	S
6	氣油桶槽頂部裝填	桶區	S

126

洩漏等級判定範例

1	2	3	4
	洩漏源		
編號	說明	位置	洩漏等級
1	溶劑泵浦油封	泵區域	P,S
2	溶劑泵浦地板下之池	泵區域	S
3	攪拌槽之液體表面	攪拌區	C
4	攪拌槽之開口	攪拌區	P
5	攪拌槽之溢出	攪拌區	S

127

⑤通風狀況確認

■ 通風狀況(以下是我清楚通風內容):

(風狀況內容)的是我清楚通風狀況內容)

◎高度通風(VH)

可使由來源釋出的爆炸性氣體濃度馬上減少並可保持在爆炸下限(LEL)以下。

(如:已知洩漏率且於洩漏口設置抽氣量足夠之排氣裝置)

○中度通風(VM)

可控制氣體的集中。使邊界區域形成濃度低於LEL，並且當洩漏停止後，爆炸性氣體也不會殘留。

(如:使用整體換氣送入足量空氣稀釋)

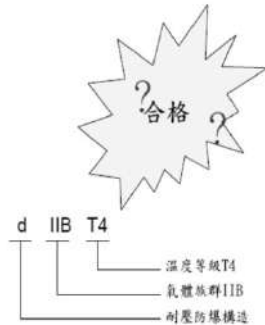
○低度通風(VL)

當洩漏時，並不能對釋出氣體濃度加以控制。並且/或當洩漏停止後，不能防止可燃性氣體的滯留。

(如:抽氣量不足局部排氣裝置或換氣量不足整體換氣裝置)

128

選取合格防爆電氣設備



1. 製造商名字和註冊商標。
2. 製造商的型式檢定號碼。
3. Ex之符號
4. 保護型式使用符號：
5. 氣體分群符號
6. 溫度等級或最高表面溫度或兩者皆有

缺一不可！

型式	耐壓 防爆	增加 安全 防爆	本質 安全 防爆	正壓 防爆	油浸 防爆	充填 防爆	模鑄 防爆	無火 花防 爆	特殊 防爆
代號	d	e	i	p	o	q	m	n	s

場所等級	防爆構造
0區	ia、s
1區	d、p、e、o、q、m、i、s
2區	d、p、e、o、q、m、i、n、s

電氣機具 溫度等級	電氣機具 最高表面溫度	易燃性氣體、 蒸氣自燃溫度
T1	< 450℃	≥ 450℃
T2	< 300℃	≥ 300℃
T3	< 200℃	≥ 200℃
T4	< 135℃	≥ 135℃
T5	< 100℃	≥ 100℃
T6	< 85℃	≥ 85℃

基本資料填寫範例

化學物質	可燃性氣體/ 易燃性液體	自燃點 溫度	操作 溫度	操作 壓力	燃燒 下限	燃燒 上限	溫度 等級	群
丙酮	可燃性氣體	535℃	80℃	1kg/cm ²	2.5	13	T1	IIA

可燃性物質之群組分類

(可參考NFPA 497 之Table 4.4.2 或IEC60079-20)

可燃性物質之群組分類

(可參考NFPA 497 之Table 4.4.2 或IEC60079-20)

- IIC 群組(Group IIC) 可燃性物質：
最大實驗安全間隙小於0.50mm，或最小點火電流比小於0.45 之可燃性物質，包括乙炔、氫氣等。
- IIB 群組(Group IIB)可燃性物質：
最大實驗安全間隙超過0.50mm 且小於0.90mm，或最小點火電流筆超過0.45 且小於0.80 之可燃性霧值，包括乙烯、乙醛等。
- IIA 群組(Group IIA)可燃性物質：
最大實驗安全間隙超過0.90mm，或最小點火電流比超過0.80 之可燃性霧值，包括乙烷，丙烷，丙酮等。

131

Chemical	CAS No.	Class I Division Group	Type ^a	Flash Point (°C)	AIT (°C)	%LFL	%UFL	Vapor Density (Air = 1)	Vapor Pressure ^b (mm Hg)	Class I Zone Group ^c	MIE (mJ)	MIC Ratio	MESG (mm)
Acetaldehyde	75-07-0	C ^d	I	-38	175	4.0	60.0	1.5	874.9	IIA	0.37	0.98	0.92
Acetic Acid	64-19-7	D ^d	II	39	426		19.9	2.1	15.6	IIA		2.67	1.76
Acetic Acid- tert-Butyl Ester	540-88-5	D	II			1.7	9.8	4.0	40.6				
Acetic Anhydride	108-24-7	D	II	49	316	2.7	10.3	3.5	4.9	IIA			1.23
Acetone	67-64-1	D ^d	I	-20	465	2.5	12.8	2.0	230.7	IIA	1.15	1.00	1.02
Acetone Cyanohydrin	75-86-5	D	IIIA	74	688	2.2	12.0	2.9	0.3				
Acetonitrile	75-05-8	D	I	6	524	3.0	16.0	1.4	91.1	IIA			1.50
Acetylene	74-86-2	A ^d	GAS		305	2.5	100	0.9	36600	IIC	0.017	0.28	0.25
Acrolein (Inhibited)	107-02-8	B(C) ^d	I		235	2.8	31.0	1.9	274.1	IIB	0.13		
Acrylic Acid	79-10-7	D	II	54	438	2.4	8.0	2.5	4.3	IIB			1.36

電器機具溫度等級

電氣機具 溫度等級	電氣機具 最高表面溫度	易燃性氣體、 蒸氣自燃溫度
T1	< 450°C	≥ 450°C
T2	< 300°C	≥ 300°C
T3	< 200°C	≥ 200°C
T4	< 135°C	≥ 135°C
T5	< 100°C	≥ 100°C
T6	< 85°C	≥ 85°C

133

電器機具溫度等級

電氣機具 溫度等級	電氣機具 最高表面溫度	易燃性氣體、 蒸氣自燃溫度
T1	< 450°C	≥ 450°C
T2	< 300°C	≥ 300°C
T3	< 200°C	≥ 200°C
T4	< 135°C	≥ 135°C
T5	< 100°C	≥ 100°C
T6	< 85°C	≥ 85°C

134

表2-1 危險區域劃分資料表—易燃性物質特性清單 範例

[illegible]

③選擇製程設備(可依 IEC60079-10 洩漏源)

◎ 泵浦 (pump)

適用於儲槽、桶槽等溶劑輸送

☐ 洩放口或取樣口 (bleeding point or sample point)

適用於製程攪拌槽或桶槽、瓶罐充填、取樣、塗料噴塗

○管路接頭或閥門 (flange or valve)

適用於可燃性氣體與易燃液體輸送

○通風口或呼吸閥 (vent outlet or Pressure breathing valve)

適用於室內儲槽或密閉攪拌槽

○坑槽或分離器 (sump or separator)

適用於油水分離處理

○攪拌槽 (mixing vessel)

適用於開放攪拌、塗佈、攪拌槽投料、零件清洗

○氫氣壓縮機 (Hydrogen compressor)

適用於壓縮可燃性氣體乙炔、氫氣製造；NG、LPG加壓製程

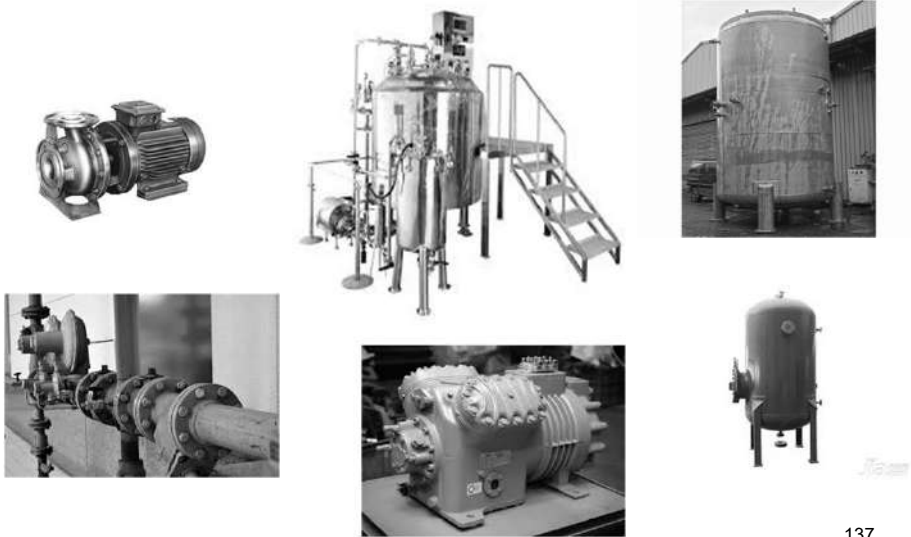
○可燃性液體儲槽 (Flammable liquid storage tank)

適用於室內外有機溶劑、LNG、LPG儲槽

○油罐車裝填裝置 (Single tanker filling installation)

適用於室內外有機溶劑槽充填與輸送位置

選擇製程設備



137

③選擇製程設備(可依 NPA 洩漏源分類)

- 易燃液體洩漏中小型製程設備
- 易燃液體洩漏大型製程設備
- 液化或壓縮易燃性氣體或低溫易燃性液體洩漏中小型製程設備
- 充填易燃性液體之圓桶
- 油水分離器
- 儲存液態氫之設備
- 儲存氣態氫之設備
- 氫氣排放口
- 氫氣槽車
- 可燃性氣體(比空氣輕)壓縮機



138

表 1 製程設備與管路之相對大小

製程設備	單位	小(低)	中	大(高)
大小	公升	小於 18,900	大於 18900 , 小於 94,500	大於 94,500
壓力	kPa(psi)	小於 690(100)	小於 690(100) 小於 3450(500)	大於 3450(500)
流速	公升/分	小於 378	大於 378 , 小於 1,890	大於 1,890

139

洩漏位置確認補充說明

製程設備內的氣體或蒸氣可能完全或不完全地被密封。

每一個製程設備的組件（如儲存槽、泵、管線、容器等）都應被視為一潛在的易燃性物質洩漏源。

若組件內裝載著易燃性物質但沒有洩漏，亦不會產生危險區域（如一完全熔接的管線並不視為一洩漏源）。



儲存槽



泵



容器



管線

財團法人安全衛生技術中心

④洩漏等級確認

●連續 連續或預期發生長時間之洩漏。

C

(例：可燃性液體固定油槽之表面，而有固定通口至大氣。)

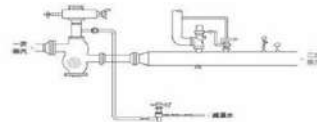


○主要 週期性或偶爾於正常操作之洩漏。

(例：洩水口、取樣口、通氣口)

P

Drain or Vent



○次要 正常操作時不預期發生，如果發生亦不時常，且只發生短時間之洩漏。

(例：高密度泵、壓縮機及閥的油封、接頭、法蘭)

S



141

洩漏補充說明

■ 產生連續性洩漏等級之洩漏源(C)---確定持續會發生

(a)可燃性液體固定油槽之表面，而有固定通口至大氣。

(b)連續或長時間與大氣接觸的可燃性液體的表面(例如：油/水分離器)。

■ 產生主要洩漏等級之洩漏源(P)---可預期或有可能

(a)在正常操作下預期可燃性材料之洩漏：泵、壓縮機及閥的油封：

(b)在正常操作下可能將可燃性材料洩漏至大氣中的裝有可燃性液體容器之洩水口；

(c)在正常操作下可能洩漏可燃性材料之取樣口：

(d)在正常操作下預期將可燃性材料洩漏至大氣中的壓力調整閥、通氣口及其他的開口。

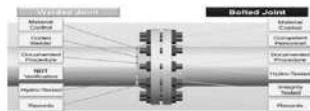
142

■ 產生次要洩漏等級之洩漏源(S)---不預期會發生

- (a)在正常操作下,不預期會洩漏可燃性材料之泵、壓縮機及閥的油封;
- (b)在正常操作下,不預期會將可燃性材料洩漏至大氣的凸緣、連接器及管接頭;
- (c)在正常操作下,不預期會洩漏可燃性材料之取樣口;
- (d)在正常操作下,不預期將可燃性材料洩漏至大氣的壓力曳放閥、通氣口及其他的開口.---如安全閥

■ 正常操作:設備在設計參數內操作之狀況。

- 可燃性物質之次要洩漏可能為正常操作之一部分。例如,油封因泵壓縮被液體弄濕應當為次要洩漏。
- 故障(例如:泵油封破裂、凸緣墊片因意外洩漏)造成緊急修理或關機不認為是正常操作。



143

洩漏等級判定範例

1	2	3	4
	洩漏源		
	說明	位置	洩漏等級 ¹
1	汽油泵浦油封	泵浦區域	S
2	分離器之液面	廢水處理	C
3	汽油桶液體表面	桶區	C
4	汽油桶通氣開口	桶區	P
5	法蘭,汽油桶槽防堤內	桶區	S
6	氣油桶槽頂部裝填	桶區	S

144

洩漏等級判定範例

1	2	3	4
	洩漏源		
編號	說明	位置	洩漏等級
1	溶劑泵浦油封	泵區域	P,S
2	溶劑泵浦地板下之池	泵區域	S
3	攪拌槽之液體表面	攪拌區	C
4	攪拌槽之開口	攪拌區	P
5	攪拌槽之溢出	攪拌區	S

145

⑤通風狀況確認

■ 通風狀況(以下是我清楚通風內容):

(風狀況內容)的是我清楚通風狀況內容)

◎高度通風(VH)

可使由來源釋出的爆炸性氣體濃度馬上減少並可保持在爆炸下限(LEL)以下。

(氣瓶櫃、包圍型局部排氣裝置)

○中度通風(VM)

可控制氣體的集中。使邊界區域形成濃度低於LEL，並且當洩漏停止後，爆炸性氣體也不會殘留。

(氣瓶櫃、局部排氣裝置)

○低度通風(VL)

當洩漏時，並不能對釋出氣體濃度加以控制。並且/或當洩漏停止後，不能防止可燃性氣體的滯留。

(局部排氣裝置、整體換氣裝置)

146

■ 通風狀況—可否持續性運轉
(以下是我清楚通風內容):

◎良好 (有效性)

通風設備實際上可穩定連續的運轉(具備份設計)。或
室外自然通風下,最小風速0.5m/s會持續出現。

具有兩部排氣機
且有不斷電設計

○中等 (有效性)

通風設備在正常操作情況下運轉,但允許短暫時段不連續運轉(具連鎖功能,如自動停止製程)。

僅有1部排氣機且
未有不斷電設計

○差 (有效性)

通風不如良好與中等的情況,但是不能長時段發生不連續運轉。

147

■ 通風狀況(以下的是我不清楚通風狀況內容)

◎良好 (有效性)

通風設備實際上可穩定連續的運轉(具備份設計)。或
室外自然通風下,最小風速0.5m/s會持續出現。

○差 (有效性)

無法有效控制逸散或稀釋可燃性氣體或蒸氣

■ 通風之有效性如連”差”有效性之要求都無法達到時,
不被認為有助於對該區之通風。

148

通風在不同區域等級中的影響

		通風程度						
洩漏等級	高			中			低	
	有效性							
	良好	中等	差	良好	中等	差	良好、中等或差	
連續	(0 區 NE) 非危險區 ¹⁾	(0 區 NE) 2 區 ¹⁾	(0 區 NE) 1 區 ¹⁾	0 區	0 區 + 2 區	0 區 + 1 區	0 區	
主要	(1 區 NE) 非危險區 ¹⁾	(1 區 NE) 2 區 ¹⁾	(1 區 NE) 2 區 ¹⁾	1 區	1 區 + 2 區	1 區 + 2 區	1 區或 0 區 ²⁾	
次要 ³⁾	(2 區 NE) 非危險區 ¹⁾	(2 區 NE) 非危險區 ¹⁾	2 區	2 區	2 區	2 區	1 區 甚至 0 區 ³⁾	

1) (0 區 NE)、(1 區 NE)或(2 區 NE)表示在正常操作的情況下，理論上正常狀況危險區域幾乎是可被忽略的。

2) 由次要洩漏源造成的 2 區有可能累積超過其一般分佈而成為主要或連續性的洩漏，在這些例子中，將需要考慮更大的距離。

3) 當通風不良時，實際上爆炸性氣體環境近似是連續性存在的。(接近不通風狀態)，則為 0 區。

備註：“+”代表“被圍繞”

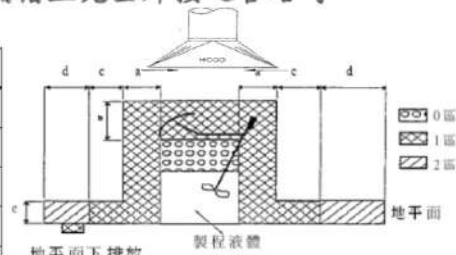
149

149 技

例1-2 固定式製程混合槽，位於室內，因操作會周期性被打開。液體打入桶槽或抽出，皆經由桶槽上完全焊接之管路時

主要影響區域形式和範圍之因素

通風狀況	
通風形式	人工通風 (局部排氣)
通風等級	桶槽內為低度 桶槽外為中度
通風有效性	中等 (僅1部局部排氣)
洩漏源	洩漏等級
桶槽內液體表面	連續
桶槽之開口	主要
靠近桶槽之溢出或洩漏液體	次要
產品物質特性	
閃火點	低於製程溫度和室溫
蒸汽密度	比空氣重



依左表條件說明，操作時其典型值：

- a：從洩漏源處水平距離1 m；
- b：從洩漏源上方1 m；
- c：水平距離1 m；
- d：水平距離2 m；
- e：地平面上1 m。

150

範例3

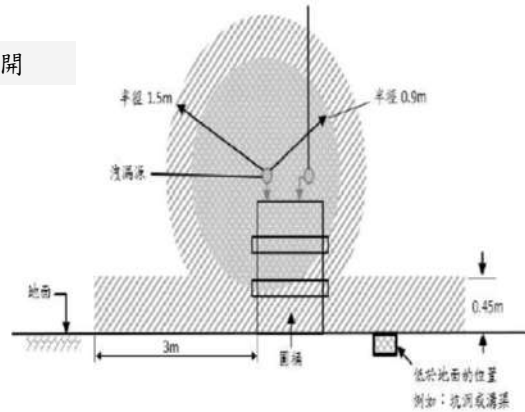
製程設備 充填易燃性液體之圓桶 P:週期性或偶爾於正常操作之洩漏

洩漏等級 主要 正常是開

通風狀況 低度通風(VL)

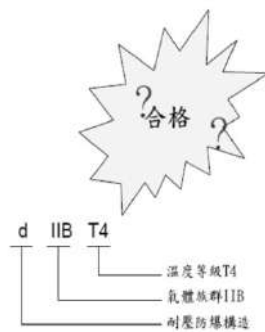
所處位置 室內

範圍



151

選取合格防爆電氣設備



1. 製造商名字和註冊商標。
2. 製造商的型式檢定號碼。
3. Ex之符號
4. 保護型式使用符號：
5. 氣體分群符號
6. 溫度等級或最高表面溫度或兩者皆有

缺一不可！

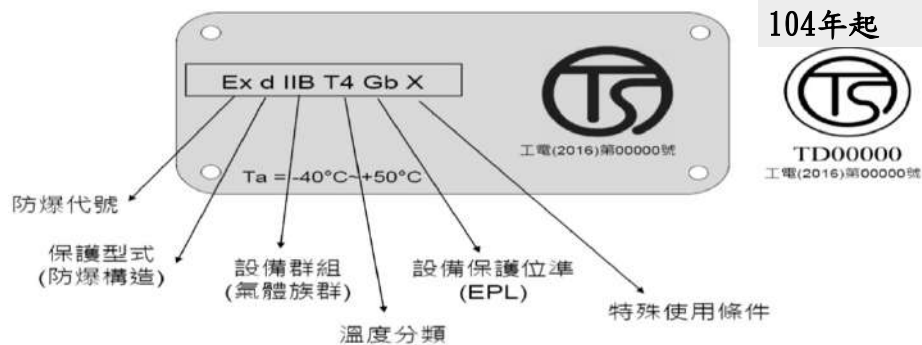
型式	耐壓 防爆	增加 安全 防爆	本質 安全 防爆	正壓 防爆	油浸 防爆	充填 防爆	模 鑄 防爆	無火 花 防 爆	特 殊 防 爆
代號	d	e	i	p	o	q	m	n	s

場所等級	防爆構造
0區	ia、s
1區	d、p、e、o、q、m、i、s
2區	d、p、e、o、q、m、i、n、s

電氣機具 溫度等級	電氣機具 最高表面溫度	易燃性氣體、 蒸氣自燃溫度
T1	< 450°C	≥ 450°C
T2	< 300°C	≥ 300°C
T3	< 200°C	≥ 200°C
T4	< 135°C	≥ 135°C
T5	< 100°C	≥ 100°C
T6	< 85°C	≥ 85°C

型式檢定合格與完成安全資訊登錄之電機設備 防爆規格標示

IEC規格 (與我國方式相同)



- 品名：耐壓防爆日光燈-14Wx2
- 類型：耐壓防(隔)爆型
- 料號：SDLF-ST5-ALL0142-00-I
- 標記：
 - Ex d IIB+H2 T6 Gb,



153

職業安全衛生設施規則第177-1條及第177-2條

第177-1條

雇主對於有爆燃性粉塵存在，而有爆炸、火災之虞之場所，使用之電氣機械、器具或設備，應具有適合於其設置場所危險區域劃分使用之防爆性能構造。

第177-2條

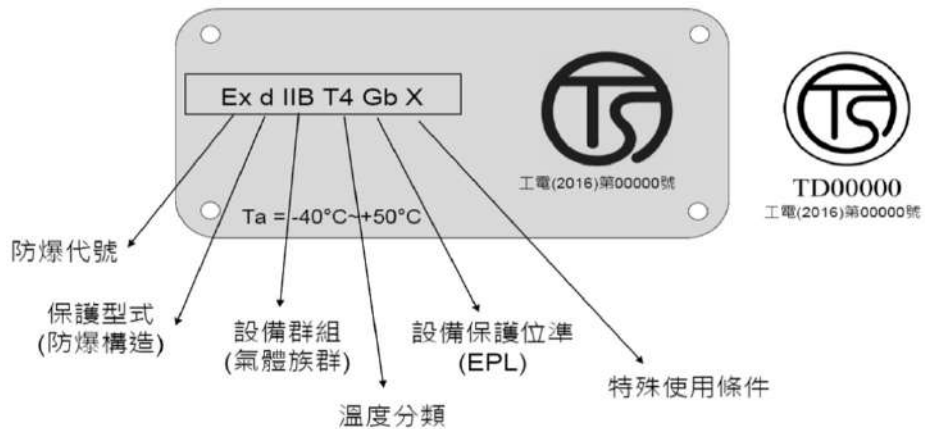
雇主對於前二條所定應有防爆性能構造之電氣機械、器具、設備，於中央主管機關公告後新安裝或換裝者，應使用符合中央主管機關指定之國家標準、國際標準或團體標準規定之合格品。

前項合格品，指經中央主管機關認可公告之機構實施型式認證合格，並張貼認證合格標識者。

154

型式檢定合格與完成安全資訊登錄之電機設備 防爆規格標示

IEC規格 (與我國方式相同)



155

設備保護位準(EPL)

設備保護位準	群組	適用危險區域
Ma	I	礦坑
Mb		
Ga、Da	II、III	Zone 0、Zone 20
Gb、Db		Zone 1、Zone 21
Gc、Dc		Zone 2、Zone 22

代表性氣體

群組	代表性氣體
I	甲烷
IIA	丙烷
IIB	乙烯
IIC	氫氣

156

機械設備器具安全資訊申報登錄辦法第4條

申報者依本法第七條第三項規定，宣告其產品符合安全標準者，應採下列方式之一佐證，以網路傳輸相關測試合格文件，並自行妥為保存備查：

- 一、委託經中央主管機關認可之檢定機構實施型式檢定合格。---如金研中心或工研院等
 - 二、委託經國內外認證組織認證之產品驗證機構審驗合格。
 - 三、製造者完成自主檢測，確認符合安全標準。
- 防爆燈具、防爆電動機、防爆開關箱、動力衝剪機械、木材加工用圓盤鋸及研磨機，以採前項第一款規定之方式為限。

157

勞動部職業安全衛生署已建置「機械設備器具安全資訊網」供查詢，網址如下：

<https://tsmark.osha.gov.tw/sha/public/index/productApply/moreProductApply.action>

**勞動部職業安全衛生署**
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, MINISTRY OF LABOR
機械設備器具安全資訊網

製造或輸入10種指定產品辦理申報登錄，先行放行及急中報(驗)等。
初次使用工廠(自然人)應證登入請安裝HICOS元件及跨平台元件，安裝後即可由此登入，若無
憑證者，可於系統申請暫時帳號作為短期登入使用。(申請廠商帳號 | 申請個人帳號 | 帳號登入)
產品製造者或輸入者線上登錄

常見問答Q&A
系統使用手冊下載
完成登錄產品查詢

現在位置: 首頁 > 完成登錄產品查詢

前一頁

完成登錄產品查詢

產品種類:	動力衝剪機械	廠商名稱:	
產品中文名稱:		廠商代碼:	
產品英文名稱:		登錄完成通知書號碼:	請輸入完整之登錄完成通知書
型式/系列型式:		單機/系列證書:	全部

查詢 重置

158

79

防爆插座及開關範例說明



Class I & Class II, Div. 1 防爆馬達系列 (NEVA)

馬力: 1/2 HP ~ 200 HP
極數: 2, 4 & 6P
電壓: 143T ~ 447T
頻率: 60 Hz



159



160