

防爆電氣設備之應用實務

講師：賴加勳 博士
連絡電話：(03)59-15019
傳真：(03)58-20068
e-mail：cslai@itri.org.tw



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

1

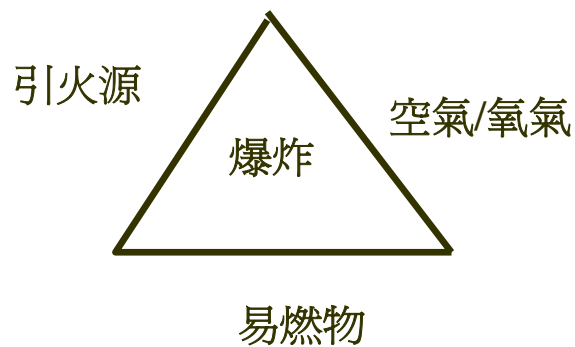
前言

- 合成化學及高分子化學發展，導致產生引火爆炸的環境
- 都市人口高密化，工廠的爆炸災害不止造成產業災害，周圍民家亦可能會蒙受損失
- 使用防爆電氣設備使其不致成為點火源



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

2



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

3

電氣防爆一般概念

● 使用電氣防爆設備之產業

- 硫安製造業 蘇達製造業 電爐製造業 壓縮及液化氣 柏油製品製造 染料及中間物製造 醱酵工業
- 乙炔、乙烯、甲醇誘導品製造業 合成樹脂及可塑物製造業 化學纖維製造業 植物油脂製造
- 脂肪酸、硬化油、甘油製造業 木材乾餾業
- 醫藥品製造業 塗料製造業 殺蟲劑 殺菌劑製造業
- 香料、化粧品工業 照相感光材料製造 石油精製
- 橡膠製品製造 釀酒業 加工紙布業 衣服乾洗業
- 塗裝業 印刷業 半導體業



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

4

危險性防爆區域之分類

- 美、日等目前皆已承認IEC (International Electro-technical Commission) 之分類方式，將防爆場所分成三個等級
 - 0 級場所
 - 1 級場所
 - 2 級場所



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

5

防爆危險場所定議

- 0 區 (Zone 0)：爆炸性氣體環境連續性或長期存在之場所。
- 1 區 (Zone 1)：爆炸性氣體環境在正常操作下可能存在之場所。
- 2 區 (Zone 2)：爆炸性氣體環境在正常操作下不太可能發生，如果發生只偶爾且只存在短期間之場所。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

6

區域等級劃分目的

- 許多實際情況都必須使用易燃性物質，很難確保爆炸性氣體環境絕不會發生，也很難確保設備絕不會成為點火源。
- 若產生爆炸性氣體環境的可能性降低時，可使用較不嚴格的標準安裝設備。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

7

國際各系統原有對於危險區域等級區分及代號對應表

系統別 級別	日本 (JIS)	美國 (NEC)	歐洲 (IEC)
0	0 級	Class 1	Zone 0
1	1 級	Division 1	Zone 1
2	2 級	Class 1 Division 2	Zone 2



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

8

國內有關電氣危險場所之分類

● 於CNS 3376-1038 中

- (一)0種場所—可能連續產生爆炸之氣體，其濃度在爆炸下限以上。
- (二)1種場所—在正常狀態下，有可能產生危險之場所。
- (三)2種場所—在異常狀態下，有可能產生危險之場所。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

9

國內屋內線路裝置規則

第297條 危險場所之分類如下：

- 危險場所之分類：爆發性氣體場所，依其危險之程度，以第一種場所及第二種場所分類之。
 - 1.第一種場所包括下列各種場所：
 - (1)爆發性氣體於通常之使用狀態下聚集，而恐有發生危險之場所。
 - 2.第二種場所包括下列各種場所：
 - (1)僅於因事故發生破壞或操作錯誤時，才有上述氣體或液體漏出而發生危險之場所。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

10

防爆設備構造分類

型式	耐壓 防爆	安全 增 防爆	本質 安全 防爆	內壓 防爆	油入 防爆	充填 防爆	模注 防爆	無火 花 防爆	特殊 防爆
代號	d	e	i	p	o	q	m	n	s



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

11

氣體族群分類

日本	美國 (NEC)	歐洲 (I. E. C.)
1	D	IIA
2	C	IIB
3 3a 3b 3c 3n	B	IIC
	A	



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

12

溫度等級分類

等級	溫度範圍	日本 (JIS)	美國代號 (NEC)				歐洲代號 (IEC)
1	450℃ 以上	G1	T1 450℃				T1 或 G1
2	300 ~ 450℃	G2	T2	300℃	T2C	230℃	T2 或 G2
			T2A	280℃	T2D	215℃	
			T2B	260℃			
3	200 ~ 300℃	G3	T3	200℃	T3B	165℃	T3 或 G3
			T3A	180℃	T3C	160℃	
4	135 ~ 200℃	G4	T4	135℃	T4A	120℃	T4 或 G3
5	100 ~ 135℃	G5	T5 100℃				T5 或 G5
6	85 ~ 100℃	G6	T6 85℃				T6 或 G6



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

13

防爆電氣構造及適用之防爆場所對照表

- Zone 0 i s
- Zone 1 d p e o q m i
- Zone 2 d p e o q m i n



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

14

危險場所之防爆電氣設備選用方法

1. 確定所要安裝防爆電氣設備之場所等級 (0? 或 1? 或 2?)
2. 安裝處所可能洩漏之易燃性物質為何? 屬於何族群? 自燃點?
3. 選取防爆設備構造為何 ?



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

15

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) 電氣分群符號
- (6) 溫度等級或最高表面溫度或兩者皆有

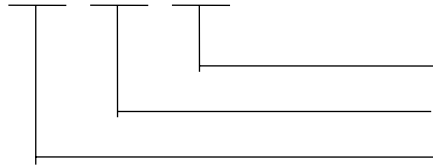


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

16

防爆器具的符號表示法範例

d IIB G4



溫度等級G4
氣體類別2
耐壓防爆構造



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

17

防爆電氣構造

構造名稱、代號	定義及特點	適用防爆場所
耐壓防爆 (d)	(1)器殼內裝有如NFB、MS等在正常操作下會發生火花之一般電氣。 (2)若有危險氣體滲入可能引火爆炸，而器殼必須能承受爆炸壓力，且可防止火焰從接合面溢出，引燃外界危險氣體的爆炸。	ZONE 1 ZONE 2
安全增防爆 (e)	(1)器殼僅做氣密結構，無耐壓能力。 (2)內部只能裝置正常操作下不會發生火花或過熱溫升的元件，如EExe端子及EExd-modules(耐壓防爆模注)。 (3)經EEx-d模注之耐壓防爆電氣為新產品，因為絕對不會產生火花及過熱溫升，故可使用於各種控制箱內。	ZONE 1 ZONE 2 但若內裝有會發火或有過熱溫升之一般電氣，則只能使用於ZONE 2
內壓防爆 (p)	器殼為一般配電箱，但以全密閉方式製作，內部充氣產生比大氣壓稍高之壓力，以防止外部危險氣體滲入，且充氣管路之對流可將內部熱量排出，一般使用在大型設備或整個控制室。	ZONE 1 ZONE 2



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

18

防爆電氣構造(續)

構造名稱、代號	定 義 及 特 點	適用防爆場所
本質安全防爆 (i)	(1)針對電子線路或低能量電氣所設計不論 是正常或異常操作下都不會令儀器、電 路的周圍危險氣體發生爆炸。 (2)本質防爆電氣之線路輸出或輸入均被設 計控制在不足以產生使氫氣發生引火爆 炸的能量以下。	ZONE 0 (ia) ZONE 1 (ia, ib) ZONE 2 (ia, ib)
油入防爆 (o)	(1)器殼內裝置變壓器類之電氣，且用高燃 點絕緣油隔離以達到防爆效果。 (2)此種設備可靠性不佳，且目前已很少使 用。	ZONE 1 ZONE 2



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

19

防爆電氣構造(續)

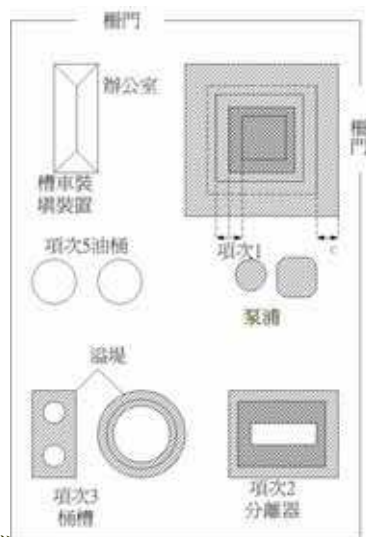
構造名稱、代號	定 義 及 特 點	適用防爆場所
充填防爆 (q)	(1)器殼內裝置如電容器、電阻、小變壓器等之電子 線路，並充填細砂隔離，以達到防爆效果。 (2)此種結構不單獨使用，都是裝置在EExe器殼內使 用。	ZONE 1 ZONE 2
模注耐壓防爆 (m)	(1)將會發生火花或過熱溫升的元件經過整體聚酯模 注在內部後，使整體模注器殼的表面絕對不會 產生火花或過熱溫升而造成危險氣體引火爆炸 的一種防爆方式。 (2)630A以下之一般開關控制零件經聚酯材質依耐壓 防爆規範要求予以模注處理，並經EEx-d認可。	ZONE 1 ZONE 2
特殊防爆 (s)	特殊防爆結構係特殊電氣組合或控制方式，依照上 列各項結構處理，並必須針對該電氣設備個別 設計適合於所需危險場所使用，且經防爆認可 者。	ZONE 0 ZONE 1 ZONE 2



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

20

防爆區域規劃圖範例



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

21

危險場所之防爆電氣構造探討

耐壓防爆

- 耐壓防爆的工作原理定義於IEC 79-1 2.1項如下：

此種防爆原理是將電氣設備整體或一部份作成封閉構造，此種構造能承受內部易爆氣體爆炸而無損害，同時內部火焰也不能經由任何接縫或構造上之間隙傳導到外部之易爆性氣體。

- EX'd'中的字母“d”是由德文“druckfeste”的字首而來，代表 密封 的意思。
- 耐壓防爆電機設備可用於zone1 和 zone2。

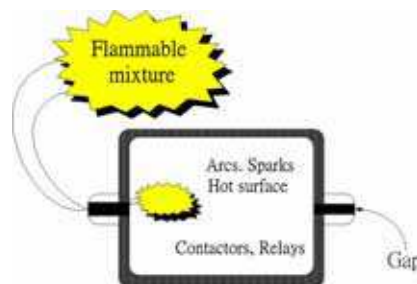


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

22

耐壓防爆觀念(I)

- 耐壓防爆的設計觀念是唯一允許爆炸在容器內部發生的方法
- 靠者能承受150 psi(10bar)以上的耐壓容器，必須能夠防止爆炸蔓延或點燃任何外部氣體。
- 容器內部允許發生元件電弧，火花或在正常運轉時表面溫升
- 在容器外及四周的可燃性氣體，容許經由容器接合面的間隙進入容器內。
- 耐壓防爆的材質通常為鑄鐵和鋁合金，用磷青銅和不銹鋼等材質，以防止腐蝕是很重要的。塑膠材質只在內容積小於10cm³時才使用

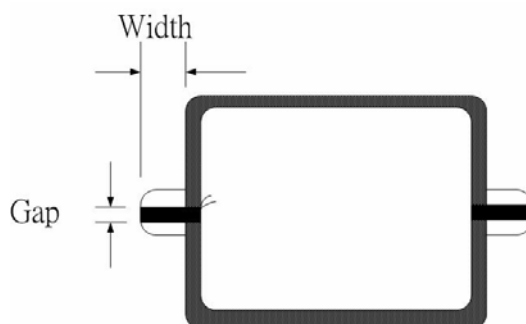


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

23

耐壓防爆觀念(II)

- 接合面必須夠長夠窄，使得在他們到達引燃外部可能存在的可燃性氣體之前，足以冷卻火焰/熱氣
- 接合面的表面平均粗糙度不可超過6.3 μm
- 影響接合面間隙尺寸的因素為
 - (a)間隙深度
 - (b)氣體種類
 - (c)容器內的內容積

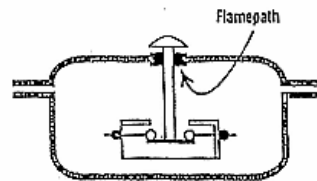


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

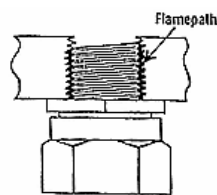
24

耐壓防爆觀念(II)

- 電纜入口及管線螺紋和防爆容器上的按鈕貫穿軸的火焰路徑屬於間隙之一
- 按鈕的軸部與容器接觸部分



- 電纜入口

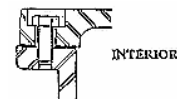


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

25

容器蓋所形成之接合面種類

- 法蘭接合面(Flanged joint)

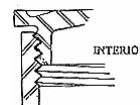


- 套筒接合面(Spigot joint)



- 螺紋接合面(Screwed joint)

注意：IIC的容器使用於乙炔(acetylene)環境中不可使用法蘭接合面，法蘭接合面可以使用在IIC氣體之外(不含乙炔)的氣體和內容積不超過500cm³的容器

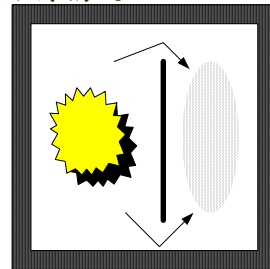


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

26

疊壓效應

- 如果可燃性氣體被引燃之前被壓縮，則引燃之後的壓力比在長壓下引燃的壓力差很多。
- 疊壓效應可能由於容器內的間隔而阻止了正常爆炸的形成，而導致了疊壓效應。
- 被阻隔的壓縮氣體產生的第二次爆炸，比另一側第一次爆炸所產生的壓力高過三倍，結果可能炸開容器。
- 所以規定容器內的截面積要有25%以上保持暢通。

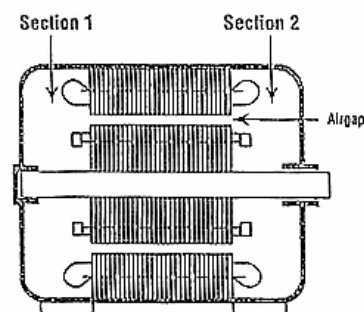


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

27

馬達中的疊壓效應

- 在馬達的兩端可能因為轉子及定子的區隔形成兩個隔間
- 轉子及定子間所形成的間隙，必須防止火焰傳遞或引燃其他區間的可燃氣體，例如section1的爆炸不引起section2的爆炸反應。

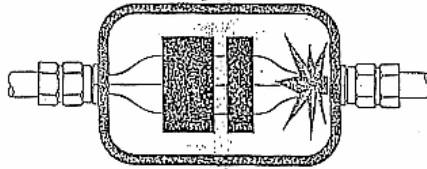


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

28

內部短路

- 耐壓防爆可對付內部短路效應



- 不可！基本上電氣保護才可中斷內部短路效應，耐壓防爆只能承受氣爆。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

29

耐壓防爆箱內不適合使用的元件

1. 可繞線式保險絲(Rewireable fuse)
2. 會釋出氧氣之液體
3. 會釋出氫氣之液體或物體
4. 含可燃性液體之元件
5. 由入型電流接觸器
6. 電池(可能釋出氫氣)
7. 引起擾動之元件



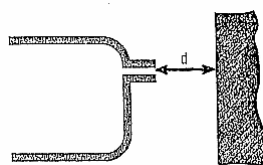
財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

30

火焰溢走路徑之障礙

1. 火焰接合面之耐壓防爆箱必須考慮容器位置，固態阻礙物如管路、牆壁及銅製品。如果太接近接合面，可能減低火焰溢走路徑的效應而引爆外部可燃性氣體。這個現象已被測試且證明。
2. 基於此原因，安裝準則規定容器接合面之所需最短距離如下：

爆發等級	距離
IIA	10mm
IIB	30mm
IIC	40mm



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

31

防水(Weatherproofing)

1. 防爆不一定要防水，但基於某些需要，安裝準則提供一些規範。在不同的環境條件下，可以考慮不同的入口保護方式的防爆箱。沒有防水的防爆箱可以在接合面擦上不乾性油脂以升級為防水，也達到防止火焰徑腐蝕之目的。
2. 不乾性油脂可以用經認可的不硬化膠帶(non-hardening-tape)代替，但有一些限制。
 - a. 不硬化膠帶可用於IIA器具，只可重疊一曾25mm。
 - b. 在IIB、IIC環境下使用不硬化膠帶時應徵求專家的意見
 - c. 在IIC環境下不可使用不硬化膠帶於IIC器具

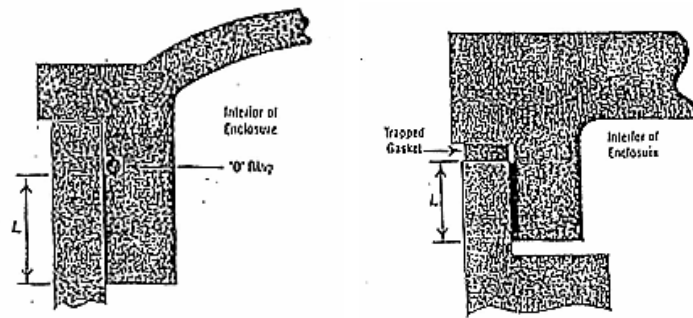


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

32

防爆容器之防水設計範例

設計於戶外使用



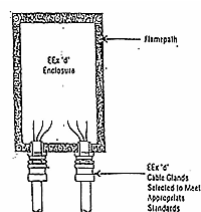
財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

33

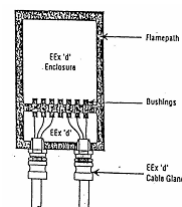
直接/間接入口

進入防爆箱的方式會影響電纜壓蓋的型式

直接進入：電纜直接進入可能引起火花元件的區域



間接進入：容器內有兩個間隔，電纜連入第一個間隔，再接到第二個間隔，引起火花的元件放在第二個間隔，兩個間隔有耐壓防爆的介面

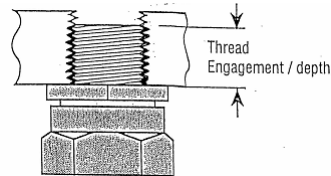


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

34

電纜入口

螺紋接面由 BS 5501:pt5規範之，可用於IIA、IIB、IIC



容積	小於等於100cm ³ 者	大於100cm ³ 者
螺紋軸向長度	≥5mm	≥8mm
配合齒數	≥5	≥5

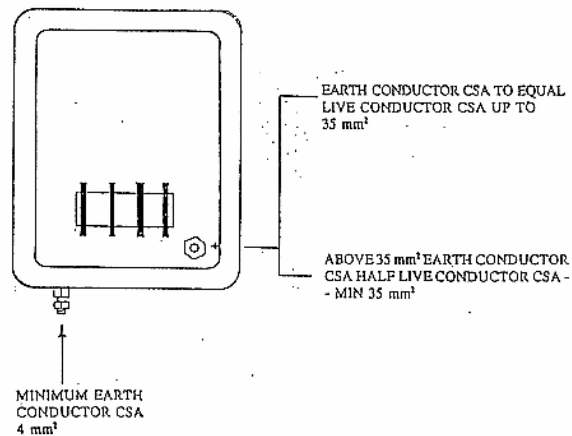


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

35

接地

接地端子必須是耐腐蝕或抗腐蝕

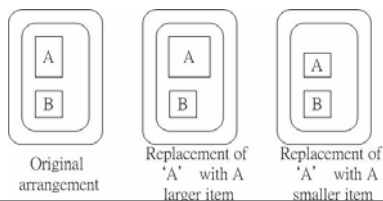


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

36

更改

- 耐壓防爆箱測試時內不已含有所有正常操作時所需的元件，測試元件所考慮的內容積式箱內除了元件所佔的體積外的空間，其溫升、沿面具離和間隙和爆炸壓力升高大小以最高爆炸之氣體混合比。
- 任何的更改都會影響檢定的結果，更改設計會改變原來的檢測結果，以下幾點應該避免：
- 取代元件應與原來規格相同，避免違反檢定，例如太大或太小的取代元件，都會改變內容積，用較大體積的元件取代會造成壓力集中，用較小體積元件取代造成內容積變大。

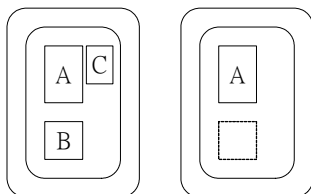


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

37

更改

- 不允許在容器內再加元件，因為會增加爆炸壓力，由於壓力集中的結果。
- 移走容器內的元件會增加內容積也要加以避免，原來的檢定結果不在符合。

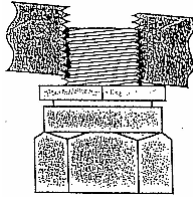


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

38

更改

- 電纜入口的接口應由防爆箱的製造廠家處理或代理商，因為鑽孔必須符合電纜封函，配合齒數間隙及火焰溢走路徑等規範。



- 原設計無墊圈時，不可再加墊圈以該善其IP評比。

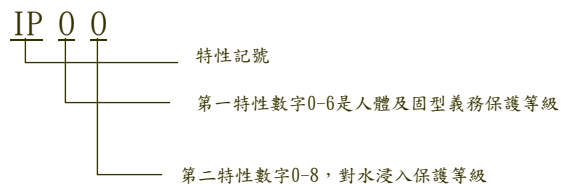


財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

39

侵入保護(容器之保護等級)

- IP 表示依照IEC規則529(依構造的保護程度分類)，所定的電氣機器容器的保護等級的表示方法。有關人體的接觸及固型異物保護等級第一特性數字和對水的侵入保護第二特性數字之規定表示如下：



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

40

侵入保護(容器之保護等級)

第1特性數字 :有關人體及故型義務保護等級

第1特性數字	保護之程度	
	記事	說明
0	無保護	沒有特別記述保護構造
1	對大於50mm以上之固形物給予保護	表面面積大的物體例如人的手(但是故意押人情況除外)直徑超過50mm之固形物
2	對於大於12mm以上固形物給予保護	手指不超過80mm之類似物 直徑超過12mm之固形物
3	對於大於2.5mm以上固形物給予保護	直徑或長度超過2.5mm工具或鋼索線 直徑超過12mm之固形物
4	對於大於1.0mm以上固形物給予保護	厚度超過1.0mm之線狀物 直徑超過1.0mm之物體
5	防變形 (DUST-PROTECTED)	雖然塵埃不能完全侵入不會影響範圍
6	耐變形 (DUST-TIGHT)	塵埃完全不會侵入的範圍



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

41

侵入保護(容器之保護等級)

第2特性數字 :對水浸入的保護等級

第1特性數字	保護之程度	
	記事	說明
0	無保護	沒有特別記述保護構造
1	對滴水給予保護	使鉛直滴水不得帶來有害作用
2	15度傾斜時對滴水給予保護	外加被覆由正常位置到15度範圍內傾斜時,使千直滴水不得有害作用影響
3	對放射水(spraying water)給予保護	在垂直線60度未滿的角度,噴霧狀落下水不得給予影響
4	飛沫(splashing water)給予保護	即使任何方向的水飛沫,不得給機器惡影響
5	噴流(water jets)給予保護	即使任何方向的噴水,不得給機器惡影響
6	波浪(heavy seas)保護	使波浪水或強力的噴射水不得從外加帶來有害侵入
7	在水中淺流不受影響給予保護	依照規定,壓力條件時間規定,即使外加被覆淺漬在水中可防止有害量之水侵入
8	潛水狀態保護	這種構造機器適用於製造者所規定之條件,連續可放於水中場合,(註)這是指原則上熔接密閉構造,但是限於某型機器,在無害程度容許水的侵入



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

42

耐壓防爆EX'd'—查核表

查核與紀錄	是	否
(1)容器本身及外部沒有被腐蝕及撞擊。.....	☐	☐
(2)機件的火焰逸走路徑表面沒有損傷、灰塵、砂礫、腐蝕或其他物質，會使蓋子在..... 接合時，接合面之間隙大於法定值。.....	☐	☐
(3)火焰逸走路徑不能被阻礙。.....	☐	☐
(4)電纜壓蓋和密封插頭是檢定為型式"d"，並符合螺紋的要求。.....	☐	☐
(5)電纜壓蓋要正確組合。.....	☐	☐
(6)操作軸要能自由操作，間隙不可超過法定值。.....	☐	☐
(7)內部爆炸不致引起損壞。.....	☐	☐
(8)外表螺絲都在，不致又引起損壞。.....	☐	☐
(9)密封墊片情況良好且大小合適。.....	☐	☐
(10)可在火焰逸走路徑的表面塗認可的油脂，用以防腐蝕或塗以不乾性油混合物，達 到防水防塵效果。.....	☐	☐
(11)IIIC的儀器螺紋情形良好。.....	☐	☐
(12)由管線進入容器的地點，需用密封元件。.....	☐	☐
(13)接第端子沒有被腐蝕。.....	☐	☐



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

43

增加安全的目的

- 此型式設備在構造及溫升均以額外措施，增加其安全度，使其在正常運轉中，不會產生電氣火花，電弧及過熱，以達到安全之目的。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

44

器殼安全防護技術

器殼安全防護重點包括：

- (1) 器殼應具有 4 至 7 焦耳之衝擊組抗能力。
- (2) 入口處為抗固體或液體等異物侵入，至少具有 IP54 等級。
- (3) 高度完整性絕緣材料，應包掛熱定性材料測試合格。
- (4) 具合格之端子與電路導線，並以降額電流方式選定。
- (5) 端點部位設計時，應特別考慮其沿面距離與安全距離。
- (6) 端子座，應確保其導線，保持穩固接著。
- (7) 操作時間 > 4 小時，負載電流 > 1.5 倍額定值，應具過電流防護
- (8) 電機設備溫升等級，可經由電路負載設計決定。
- (9) 操作溫度應做適當控制，尤其是電動機過載跳脫時應特別考慮。
- (10) 電動機轉子、定子，將引起“摩擦性火花”之虞，應以適當設計防範。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

45

器殼防護等級

危害源（熱源）	保護等級	防護功能
該設備內含裸露帶電體	符合IP54等級以上	應具防止影響功能之粉塵侵入（部份防塵）以及防止大於直徑1.0mm的固體異物掉入，且任意方向噴水均部會造成危害。
該設備內含絕緣帶電體	符合IP54等級以上	應具防止直徑1.0mm以上之固體（例如厚度大於1.0mm線或直徑大於1.0mm的線狀物體）給於保護，且任意方向噴水均不會造成危害。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

46

電機設備之機械強度測試規格

類別	衝擊能量			
	第I分群		第II分群	
機械性危害等級	高	低	高	低
護罩、保護外蓋、風扇鉤、電纜入口	20	7	7	4
塑膠器殼				
第I分群設備組件，厚度<3mm				
第II分群設備組件，厚度<1mm				
無護罩透明視窗	10	4	4	2
有護罩之透明視窗(護罩不需測試)	4	2	2	1
備註：X光表低能量測試的設備，本測試周溫為20°C± 5°C				



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

47

電機設備之機械強度測試規格

(4) 符合IE特性

A.IE時間係指，電動機在“最高周溫”與“額定運轉”時，其交流繞組啟動電流 I_a ，使該電動機溫升，達到溫度上限，所需的時間。電動機導體溫升IE時間。如圖3所示。OA點表示電動機“最高周圍溫度”，OB點表示電動機“額定運轉溫升”。電動機發生故障，或者該電動機轉子鎖住時，其狀況如圖3{2}所示，該電動機溫度，迅速上升至OC點，且其接近於電動機T等級，電動機溫升，抵達tE時間OC點前，應將其電源遮斷。此種電動機，經過BASEFFA認證，其適用於“1級區域”以及“T3溫度等級”。

B.圖.3電動機溫升代號如下：

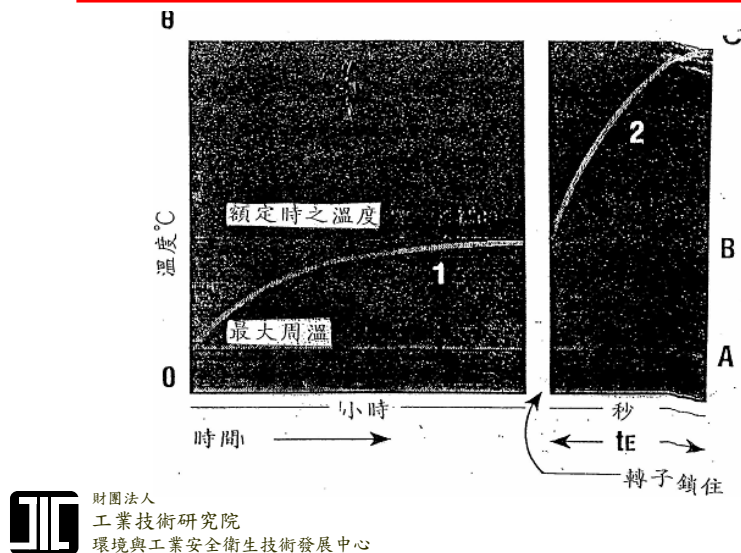
A 表示最高溫·B 表示額定溫度·C 表溫度上限·t 表時間溫度·(1) 表電動機額定溫升曲線·(2) 表電動機失速之溫失曲線



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

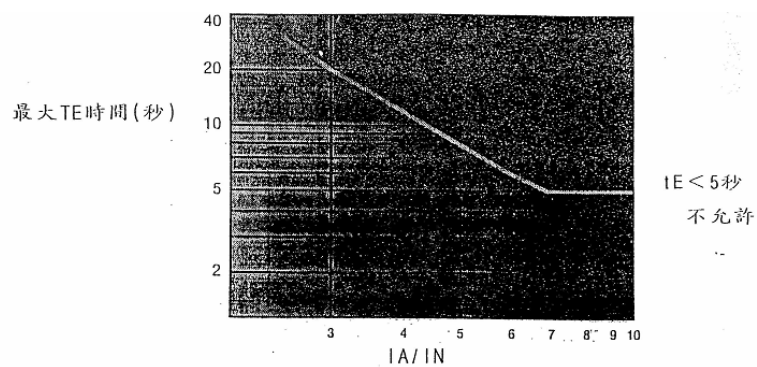
48

電動機導體溫升上限



49

電動機跳脫時間



例如：電動機 $I_A / I_N = 5$ ，TE時間 10 秒鐘，8 秒後跳脫（允許）
 電動機 $I_A / I_N = 4.5$ ，TE時間 8 秒鐘，10 秒後跳脫（不允許）

50

電動機安全防護技術

增加安全型電動機，主要防護重點：

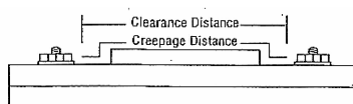
- A. 特別注意同心軸空隙，並與所有旋轉件安全距離。
- B. 各零件均應符合衝擊測試需求。
- C. 電動機之”等級溫度上限”，加10°C，不得高於T等級。
- D. 溫升應合T2或T3之表面溫度等級。
- E. 符合IE特性。
- F. 端子板，應具有適當沿面間距與安全間距。
- G. 端子箱器殼，應具IP有54防護等級。
- H. 經測試機構認證。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

51

沿面距離與間距



RATED VOLTAGE (V)	MINIMUM CREEPAGE (mm)				Minimum Clearance (mm)
	Insulation Grade IEC 112				
	a	b	c	d	
33	3	3	3	3	—
66	3	4	5	6	3
275	6	8	10	12	5
418	8	10	12	15	6
550	10	12	15	18	8
726	12	16	20	25	10
1100	20	25	30	36	14



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

52

端子安全防護技術

- 1 · 端子座器殼
- 2 · 端子座負載上限
- 3 · 凱爾文額定
- 4 · 最大功率散逸



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

53

端子座器殼係數

指該器殼之端子每一導體，其溫升不得大於T6溫升等級（在周溫40°C時，溫升限制85°C。例如6400表示，100個端子，每個端子64A。或者該端子容量，降額至.5或.75倍電流，以達到增加安全目的。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

54

端子座負載上限

另一評估“器殼溫度上限極端子”方式，例如一端子座負載上限600，表示若有24個端子，每個端子額定電流25A($24 \times 25A = 600A$)。

其計算式如下：

$$\begin{aligned}\text{端子容量} &= \text{負載上限} / \text{端子容量} \\ &= 600A / 24 \\ &= 25A\end{aligned}$$



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

55

凱爾文額定

(1).凱爾文額定，指器殼內部任一點，可允許之最高溫升，以凱爾文表示{通常為40k}

(2).“凱爾文額定”選定法

每一端子凱爾文計算值，以額定電流及承載導體尺寸為基準。

例如：

端子等級與尺寸：SAK2.5至SAK2.7，器殼型號TB13EX，其K值應為0.8

計算式如下：

端子最大數量 = $40 \{ \text{器殼內部最大溫升} \} / 0.8 = 50$ 個端子



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

56

製造者安裝注意事項

設備器殼安裝於”特定危險地區”時，應符合標準安裝程序規定程序作業。其安裝注意事項如下：

- A. 電機設備器殼內部裝置，未獲得製造商建議，不得任意變更。
- B. 唯有選用”特定認可”零件，期能達到該器殼”安全防護性”。
- C. 已用會備用端子務必鎖緊，間隔區間，應以交叉性連接端子安裝。
- D. 導線電絕緣線應符合T5等級以上，其絕緣突緣<端子接口處1mm。
- E. 本安與安全增併時，其隔離、沿面及安全間距，應符合標準安裝之規定。
- F. 電纜入口裝置等附屬件，應予近鄰的設備，保持適當的間距(符合規範需求)，並且所有備用入口，應以適當的栓柱堵塞之。
- G. 開啟電纜入口，應依據”合格藍圖”施工，其細目可由製造者提供。
- H. 任一電纜壓蓋或導管，貫穿器殼壁時，至少應保持IP54”抗異物侵入”防護等級。並具有抗Nm之衝擊測試能力。
- I. 每一外蓋應以固定螺栓安裝，並保持足夠的強度。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

57

端子座殼器查核表

端子座殼器查核表

查核與紀錄	是	否
(1)使用之導體尺寸是否均正確。.....	☐	☐
(2)每端子是否與單一導體連接。.....	☐	☐
(3)所有備用子螺絲是否鎖緊。.....	☐	☐
(4)沿面距離與安全距離是否正確。.....	☐	☐
(5)所有端子是否均經”驗證合格”。.....	☐	☐
(6)端子額定電壓、電流與連接導線是否超過額定值。.....	☐	☐
(7)負載或功率散逸是否超過T類別。.....	☐	☐
(8)所有導線是否未束緊而產生熱點。.....	☐	☐
(9)備用導體是否與端子連接。.....	☐	☐
(10)端子絕緣污穢或整潔。.....	☐	☐
(11) 所有”特定使用條件”合格證明是否留存。.....	☐	☐
(12)電機設備是否適用於周圍環境條件。.....	☐	☐
(13)是否有不當的腐蝕。.....	☐	☐
(14)是否污物或殘餘物堆積	☐	☐
(15)接地連結是否足夠	☐	☐



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

58

Sample rating label



MANUFACTURER Ex Company :

TYPE - TB 11 S/No T6 11

EEx e II T6

BASEEFA Cert. No. Ex 84B3299X

BS 5501 pt.6 (EN 50 019)

LOAD LIMIT 600

Sample LOAD LIMITS for EEx'e' Enclosures :

350. 500. 1050. 1940. 2260.



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

59

本質安全保護方法

基本原理

將曝露於危險區域的器具，和連接線使用限制電能的保護技術，使他們維持在火花或熱效應引火之能量下，為了保證能達到本質安全，不只曝露於危險區之器具需要妥善安裝，而且與其連接的器具亦需要適當處理。

特性：

- 唯一可使用於0區之防暴技術。
- 可以火線維護和調整。
- 重量輕而且可與標準儀控電纜連接。

典型使用範圍：

儀器、控制線路，其他低功率器具。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

60

符號	英 Exib Exia	歐盟 EExib EExia	中：本
標準	英 BS 1259 BS 5501 : 7 BS 5501 : 9	歐盟 EN50020 EN50039 德 VDE 0170/0171:7	IEC 79.3 IEC 79.11 美：UL913 日本：JIS
使用規範	英：BS 5345:4		
使用區域	歐：1b:1 和2區 1b:01和2區	美：class I. II .III division1	

“ia”：當有兩個失誤發生時，於正常狀況下，線路仍不會造成引火，此兩個失誤，可為任何兩個嚴重之失誤組合，同時如果此兩個失誤可能造成連續性之失誤，亦應考慮在內。

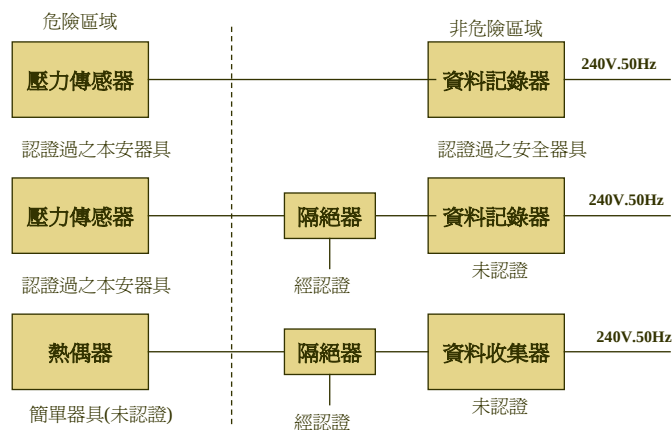
“ib”：當有一個失誤發生時，於正常狀況下線路仍不會造成引火，此種失誤包含最嚴重之狀況。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

61

本質安全系統之安裝以方塊圖



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

62

隔絕裝置

安全柵 (Safety Barrier)

保險絲：限制流過積納二極體之電流。

R2：限制流入危險區之電流。

R1：使能分別測試積納二極體。

D1：限壓。

D2：D1失效時之備用。

重要特性：

- (a) 限制電壓電流於安全範圍。
- (b) 零件之使用，確保不會發生不能忍受的高溫。
- (c) 減低意外短路或零件接地的可能。



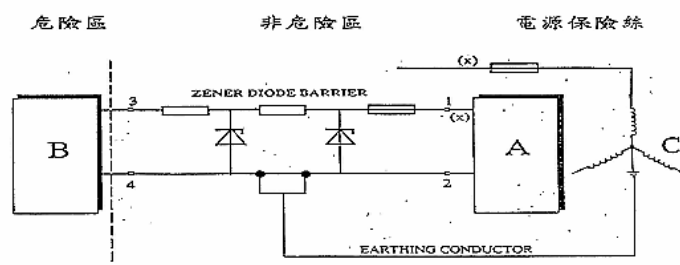
財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

63

隔絕裝置

重點：

- (1) 安全柵不能修復後再使用，假如保險絲斷時，整個安全柵應更換。
- (2) 安全柵之接地電阻應很低，同時直接連接到供變電壓器之中心點或控制盤之地。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

64

危險場所之防爆電氣設備檢查及注意事項

- 傳統電氣安裝之要求需先符合
- 防爆電氣之安裝雖然重要,但檢查保養亦不可忽略以免失去防爆功能
- 檢查
 - (1) 目視檢查(Visual Inspection)
不需使用設備或工具之接觸,可用眼睛明顯看出來的。
 - (2) 近接檢查(Close Inspection)
檢查的項目可經由目視檢查,須使用設備,如:階梯、工具,等才能明顯辨別。不須將外殼打開。
 - (3) 細部檢查(Detail Inspection)
檢查之項目須經近接檢查,同時只有在打開外殼,或使用工具和測試設備時才能明顯被發現者。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

65

文件之準備

1. 危險區域之分類；
2. 機具所屬之族群和溫度等級；
3. 足夠的防爆設備維護資料(如：器具之列冊和位置，備品資料、技術資料)。
4. 地下電纜之線路圖



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

66

檢驗人員之資格

- 安裝的檢查和保養依規定應由受過各種防爆保護方式和
- 安裝操作法令規章及一般區域分類原則之有經驗人員實施
- 這些人員應定期實施適當在職訓練



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

67

檢查種類

- (1) 啟用檢查
 - 啟用檢查是檢查所有電氣、系統和安裝方法在他們加入服務前檢查其選擇的防爆保護型式和安裝是否適當
- (2) 定期檢查
 - 定期檢查檢查所有之電氣以定期之方式實施
- 目視或近接的定期檢查可能導致更進一步的細部檢查
- 檢查之等級和定期檢查的間隔應該由設備之型式、製造商的說明、影響劣化之因素、使用之區域和以前之檢查結果決定
- 相似器具、工廠和環境已建立之檢查等級和間隔可做為決定檢查之策略



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

68

定期檢查週期之建立程序

1. 預測合適之週期檢查之間隔可能不容易，但先期必須要固定。
2. 間隔固定後，只是暫時性的，需採用抽檢的方式以支持或修改所定的間隔。
3. 檢查之等級種類也應決定，同樣的可採用抽檢的方式以支持或修改所定之檢查等級。
4. 定期評估檢查間隔和等級之正確性。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全 圖2 週期檢查建立流程圖。

69

可移動器具之特殊檢查

- 可移動之電器(手拿、可攜式，或可搬式)特別容易損害或誤用，因此細部檢查之間隔應縮短。
- 移動式電氣應最少12個月要做細部檢查。而且，
- 器具應在使用前由使用者目視檢查，以確定其無明顯損害。最後檢查之結果亦應做紀錄。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

70

器具之變動

- 所有器具的一般狀況應定期之紀錄必要時應實施適當之量測。
- 對於維持器具保護功能型式之完整性應非常小心，需要參考製造商的建議。
- 更換零件時亦應依據安全文件之規定。
 - 註：1. 應小心以避免影響製造商所提供減低靜電效應之設施。
 - 2. 當更換照明設備之燈炮時，必需使用正確之規格和型式，否則可能造成溫度過高。
 - 3. 透光部分之蝕刻、漆或罩網或燈具之安裝位置不正確都可能造成過溫。
 - 4. 器具非經授權許可不應變更規格。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

71

停用時注意事項

- 如果為了保養之目的要將器具停用時，曝露之導線接頭應置於適當之認證外殼內；
- 電纜應在接端點有足夠之保護而且和所有可能的電源隔絕。
- 如要永久停用，其相關之接線應移走，或者正確的固定於適當之認證外殼中。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

72

器具之隔絕

- A、除本安線路外之安裝注意事項
- (A)電氣如果含有非本安之活線部分位於危險區域不應在未將所有輸入和輸出端含中性導體隔絕前打開。是指保險絲之取走和隔絕器開關之斷開。
- B、本質安全設備之安裝事項
- 保養工作可以在下列之情形時對供電之器具為之：
- (a)在危險區之保養工作
- 所有之保養工作應限制在下列之狀況下實施：
 - a. 斷電、移走或更換電氣和電纜。
 - b. 電氣或系統控制調整之校正。
 - c. 移走和更換任何插入之零件或組件。
 - d. 使用任何在文件中所列之測試儀器。如果使用沒有文件中所列之儀器，只有在測試時不影響本安線路者才可使用。
 - e. 其它文件中列明之特別允許之保養。
 - 執行上述功能之人員應確認本安系統或內含本安之器具在完成這些工作仍能符合文件之要求。
- (b)非危險區之保養
 - 相關電器和部分本安線路位於危險區之保養只限於(a)之規定，當此電氣或部分線路和位於危險區之本安系統連接時。危險區之線路未斷開前，安全保持器之地線不可拆除。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

73

管路系統依耐壓箱施工適用於0區

- a. 必須使用堅固性的金屬牙。連續性焊接，使能有足夠強度以承受爆炸壓力。下列位置應使用密封接頭：
- (a)進入或離開危險區處。
- (b)正常操作下在離含有引火源之外殼450mm內。
- (c)外殼箱含有孔洞、分叉、接頭或終端點其使用管徑大或等於50mm者。
- (d)減低某些氣體的壓力堆疊情形。
- b. 管路和耐壓外殼或管路和接頭間應至少有5個牙距之接合。管路必須在所有接合牙處非常之緊密。
- c. 當管路系統被當成保護性導體時，攻牙接頭應能承受經保險絲或斷路器保護之故障電流。
- d. 在管路安裝於腐蝕區時，管路應被適當保護。
- e. 當電纜安裝於管件時，閉封管件應充填不會收縮化合物且不受危險區內出現之化學物影響。密封接頭和化合物之目的是限制壓力堆疊效應，避免熱氣體從具有引火源之密封器殼進入管路，同時避免危險氣體進入非危險區。密封接頭內化合物之深度應等於管路內徑，但不可少於16mm。
- f. 管路內可使用無外網之絕緣單心或多心電纜。如果管路內含有三條以上電纜時，其含絕緣體之截面積應不超過管路截面積之40%。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

74

危險場所之防爆電氣安全技術個案分析

案例一

在一密閉有機溶劑貯存室，某日一工人需至貯存室領取有機溶劑，於開燈瞬間發生爆炸...

♥改善建議、分析：

危險性工作場所中，未使用防爆電氣(例：防爆開關、防爆燈具)以致開燈時之火花引爆蒸氣
工作環境做通風改善，減少有機溶劑揮發累積



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

75

案例二

- 某一化工廠，為保持室內空氣流通裝設抽風馬達，於停電後再次啟動抽風馬達時發生爆炸...

♥改善建議、分析：

1. 定期檢查設備有無氣體或易燃物質洩露
2. 裝設抽風馬達可保持室內之易燃物質不致累積
3. 抽風裝置如直接與通風氣體直接接觸須使用防爆型馬達



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

76

案例三

- 某半導體廠氣體供應室已列為危險工作場所並規劃為防爆區域，其電氣設備皆使用防爆電氣，一日，更換鋼瓶之工人因操作不當而引發配電箱爆炸...

♥改善建議、分析：

1. 該廠電控箱使用正壓防爆方式，因維修時將電控門打開後未裝回，以致換裝鋼瓶時之殘氣進入電控箱內遇到火花或高溫表面而引爆
2. 操作維修後應將設備完整之裝好，不可拆解或維修後沒將應上之螺絲鎖緊
3. 防爆電氣之使用並非保證絕對不會爆炸，目的使損失降至最小



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

77

案例四

- 危險性工作場所中，已按相關規定裝設防爆電氣，但未定期檢查、維修及保養，亦有發生爆炸之可能。
- 一粉塵作業場所中，防爆區域內皆已裝設防爆電氣，但廠內並無維修保養之記錄，也無定期保養之記錄，某日因工人搬運重物而將防爆燈具碰損，並無人員發現，開啟照明時產生火花而引發爆炸...

♥改善建議、分析：

1. 防爆電氣設備須定期檢查、維修及保養
2. 發現防爆設電氣備劣化、破毀時應立即維修或更新。



財團法人
工業技術研究院
環境與工業安全衛生技術發展中心

78