

第五章 潔淨室防火改善計劃書

5.1 前言：

『潔淨室防火改善計劃書』係針對潔淨室此類特殊構造空間進行防火改善，參酌近年來國內外及個人對此類場所的特殊防火工法與經驗；從『工程上-硬體』及『管理上-軟體』兩方向著手改善，僅作為輔助加強防火搶救之用，因此高科技廠房設計規劃仍應依本國建築法及消防法為其設計根本準則，希冀透過本改善計劃書，彌補現行法令上規範不盡理想之處，並對潔淨室防火安全、人員、財產保障提供另一層保護。

5.2 潔淨室防火設計部分：

5.2.1 潔淨室四周牆壁及屋頂應為下列一構造所建造：

1. 防火構造：具防火時效之材料；如鋼筋混凝土或防火被覆鋼架構成。
2. 不燃性構造：如鋼架、鋼構承版加上混凝土等防火材料。



5.2.2 潔淨室內部隔間牆(分間牆)應以不燃材料或耐燃材料建造，並具有一小以上防火時效。

5.2.3 潔淨室樓地板及天花板：

應為不燃性構造或具防火時效之防火構造，並具有一小以上防火時效。

5.2.4 潔淨室走廊、通道構造：

走廊各側之牆壁、天花板及樓地板應以不燃材料或耐燃材料建造構成，並具有一小以上防火時效。

5.2.5 走廊、通道開口部：

應使用符合國家標準之防火門窗予以區劃，平時應保持常閉狀態，或火災時應能連動火警警報自動關閉。

5.2.6 地板及懸吊式天花板：

若採用模組化鋁擠層流天花板及鋁合金高架活動地板，其材料應具有一小以上防火時效。

5.2.7 化學物質、氣體房儲存區：

1. 化學物質、氣體房儲存區應設置爆炸控制預防裝置或抑制系統，並具有洩爆牆或洩爆口能有效排放密閉空間內爆炸所產生的壓力，降低結構或機械設備的損壞程度。
2. 製程用化學氣體鋼瓶儲放室倘設於潔淨室內，應選擇相對較安全區域位置，且該化學氣體房應以符合防火、防爆工法進行建造。
3. 化學氣體鋼瓶儲存室，相鄰近之其他場所隔間牆，應以符合抗爆構造建造。
4. 化學物質、氣體房儲存區內牆應具有至少 2 小時防火時效及適當之抗壓性能；且裝設在該牆的防火門應具 2 小時以上防火時效、並應符合防火、防爆及自行關閉裝置等功能。

5.2.8 供應化學品、材料、設備零件從外側非潔淨室進入潔淨室，所設置的通物櫃，得於該開口兩側各設一扇門，其兩側的門應採用防火玻璃等防火材料設置，且應能維持潔淨室外牆之防火時效等級，通物櫃本體應為不燃性材料構成。

5.2.9 在無塵衣更衣區進入潔淨室之空氣除塵洗滌室（Air showers）整套設備須使用不燃材料構成。

5.2.10 牆、樓板開口部之防火保護

1. 所謂開口部係指貫穿牆壁、樓地板、天花板或其他類似構造所形成的開口。
2. 潔淨室內具防火構造之貫穿開口部應以防火設施予以區隔防護。
3. 防火設施係指防火門、防火窗、防火玻璃、防火閘門或防火板…等類似設施，包含必要之五金、零件、框架及邊條等；該防火設施及零件必須經過防火檢驗及認可，才能使用。



5.2.11 樓地板開口部的保護

1. 潔淨室晶圓自動傳輸設備、升降機、通風管及其他垂直貫穿樓地板的開口，應以防火構造之垂直管道間予以封閉區隔；其防火時效須符合 1 小時以上之規定。
2. 潔淨室垂直管道間周壁的開口，應以自行關閉或緊急時自動關閉防火設施加以保護；其防火時效可參考下表 5-1 設計。

表 5-1 管道間周壁 / 防火組件防火時效

管道間周壁防火時效(hr)	防火設施最小防火時效(hr)
2	2
1	1

5.2.12 防火門(窗)構造：

1. 防火門(窗)係指防火門及防火窗，其組件包括門窗扇、門窗檯、開關五金、嵌裝玻璃、通風百葉等配或構材。
2. 防火門窗周邊十五公分範圍內之牆壁應以不燃材料建造。
3. 防火門之門扇寬度應在七十五公分以上，高度應在一百八十公分以上。
4. 常時關閉式之防火門應依左列規定：
 - (1)免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉裝置。
 - (2)單一門扇面積不得超過三平方公尺。
 - (3)不得裝設門止。
 - (4)門扇或門檯上應標示常時關閉式防火門等文字。
5. 常時開放式之防火門應依下列規定：
 - (1)可隨時關閉，並應裝設利用煙感應器連動或其他方法控制之自動關閉裝置，使能於火災發生時自動關閉。
 - (2)關閉後，應免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行自動關閉之裝置。
 - (3)採用防火鐵捲門者，應附設門扇寬度在七十五公分以上，高度在一百八十公分以上之防火門。
6. 防火門應朝避難方向開啟。
7. 不論單扇或雙扇防火門均須附有自動鎖門，以確保防火門關閉時加以固定。

5.2.13 防煙閘門（板）應經檢驗認可後，使用在下列裝設風管或無風管的通風開口：

1. 防火區劃或不同用途分界牆之貫穿孔。
2. 垂直管道間貫穿樓地板之風管。
3. 昇降梯間之貫穿孔。
4. 避難逃生設施用走廊及防火構造牆壁的通風穿孔。
5. 建築物內排氣設備通風孔。
6. 建築物外部開口規定須有防火保護時，外牆之穿孔。
7. 機械式空調系統風管貫穿防火區劃處。

5.2.14 防煙閘門（板）之關閉需符合下列規定：

1. 防煙閘門（板）之關閉須由煙感測器連動自動啟動或手動啟動方式，亦可經由遠端遙控連動啟動。
2. 防火閘門（板）自動啟動關閉的感應溫度，須高出風管系統內正常溫度大約 25°C ，避免時常誤動作發生。
3. 防火閘門（板）啟動關閉應能連動火警警報，並顯示發生區域。

5.2.15 防火設施的關閉機制：

防火設施自動關閉，係指平時維持在開啟位置的防火設施，當發生以下任一情況時，防火設施會自動關閉：

- (1) 週遭溫度高於感應裝置所設定啟動溫度而自動關閉。
- (2) 煙偵測器感應連動防火設施開關裝置而自動關閉。

5.2.16 防火門、防火窗裝設在逃生通道、安全出口或危險物品儲存室、高壓氣體儲存室或其他類似場所，為降低熱輻射或傳導熱對人的危害或避免引起火災延燒、爆炸，應具備一定程度隔煙、隔熱性能。

5.2.17 貫穿孔之防火保護

1. 防火構造之牆壁、樓地板、天花板之貫穿孔均應有阻火系統予以防護；防止延燒。
2. 阻火系統係指防火套環、防火紮帶、防火泥、防爆板…等，並經防火檢驗認可，才能使用。

5.2.18 牆壁、樓地板、天花板貫穿之電線、風管、管道、管線、導管或導線架之圓周剩餘空隙，須在使用防火材料施工密封，並確保其氣密性。

5.2.19 合格之貫穿孔阻火系統可以用於單面貫穿孔。

5.2.20 阻火系統使用於貫穿孔部填塞時，其防火時效不得低於所通過構件及防火構造物之防火時效。



5.2.21 阻火系統施工時，應依照標準工法施工，如圖 5-1、5-2、5-3、5-4~5-13 圖所示。

圖 5-1 阻火材料-防火套環

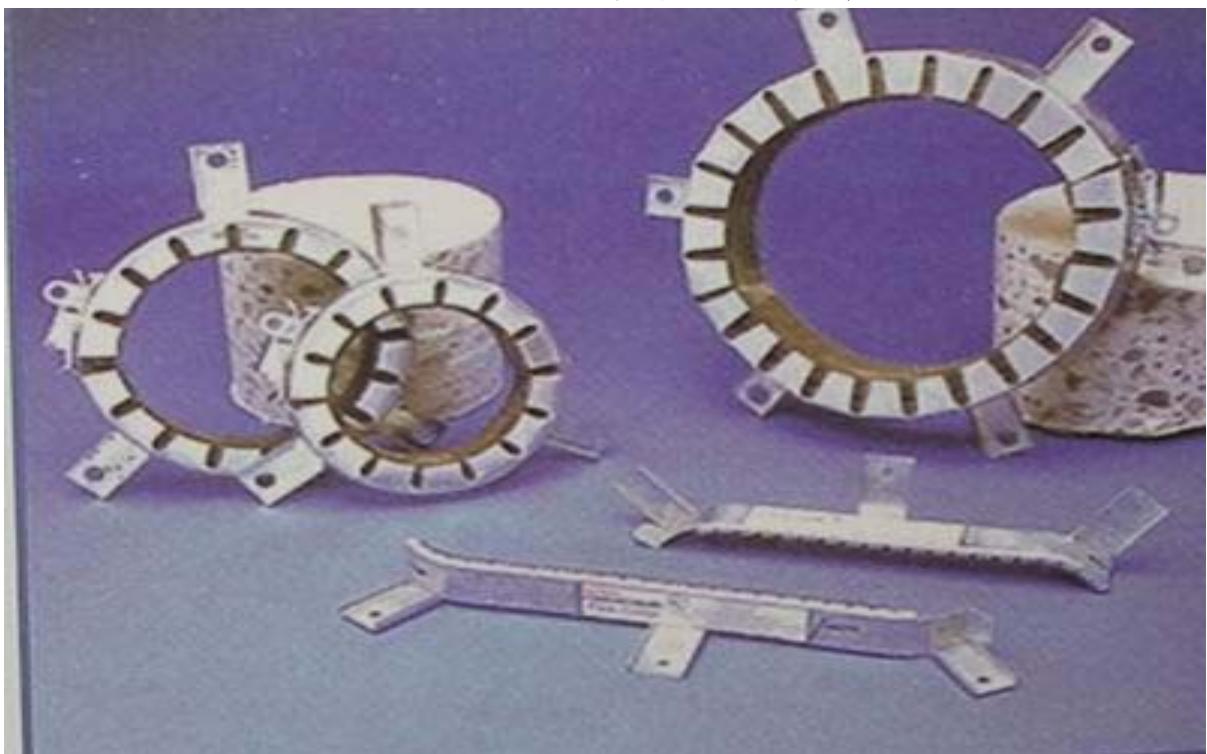


圖 5-2 阻火材料-濕式防火泥



圖 5-3 阻火材料-乾式防火泥



圖 5-4 阻火材料需經合格檢驗



圖 5-5 阻火材料-cape 防爆板



圖 5-6 保溫管阻火系統施工法

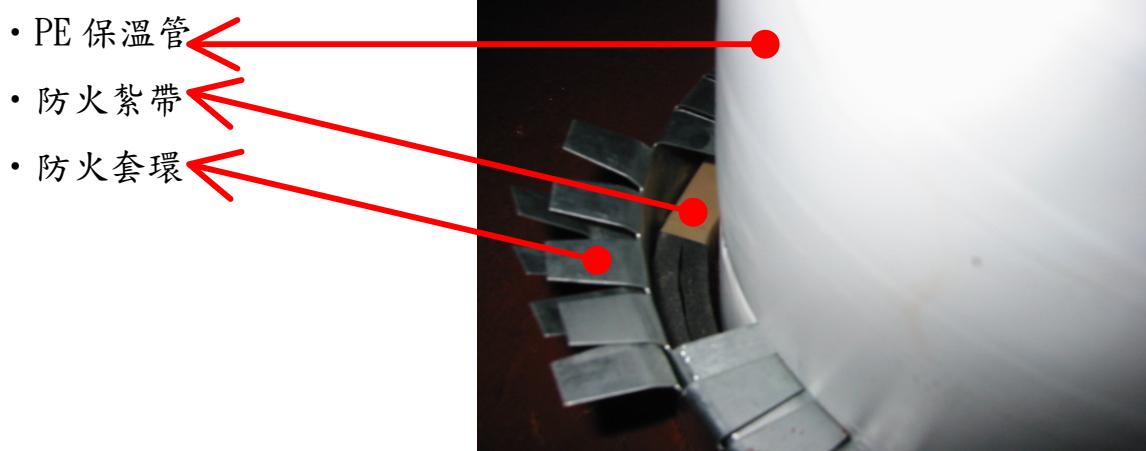


圖 5-7 保溫金屬風管阻火

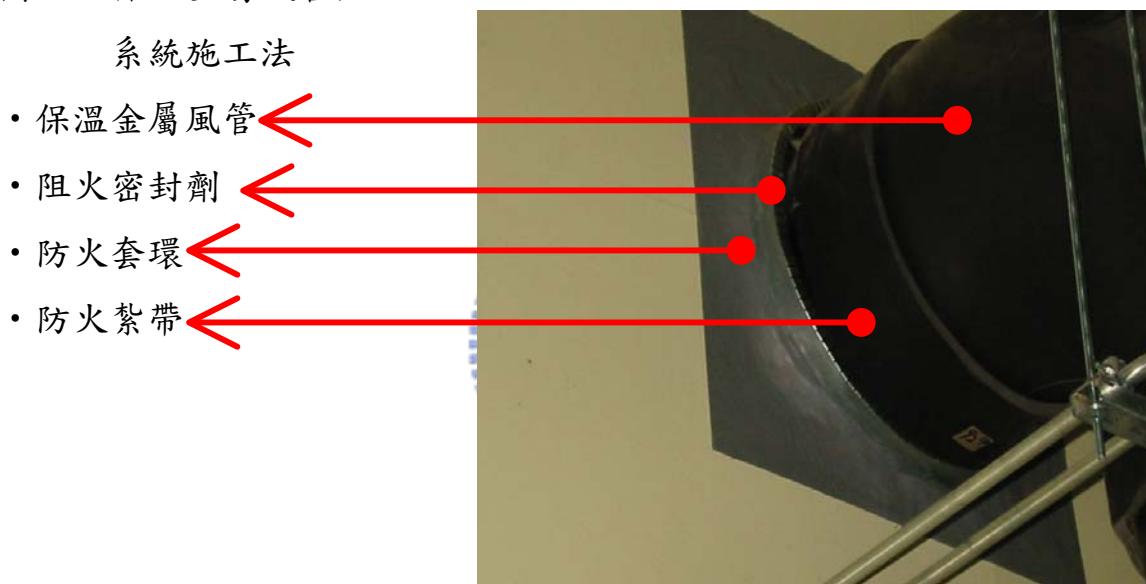


圖 5-8 消防管阻火系統施工法



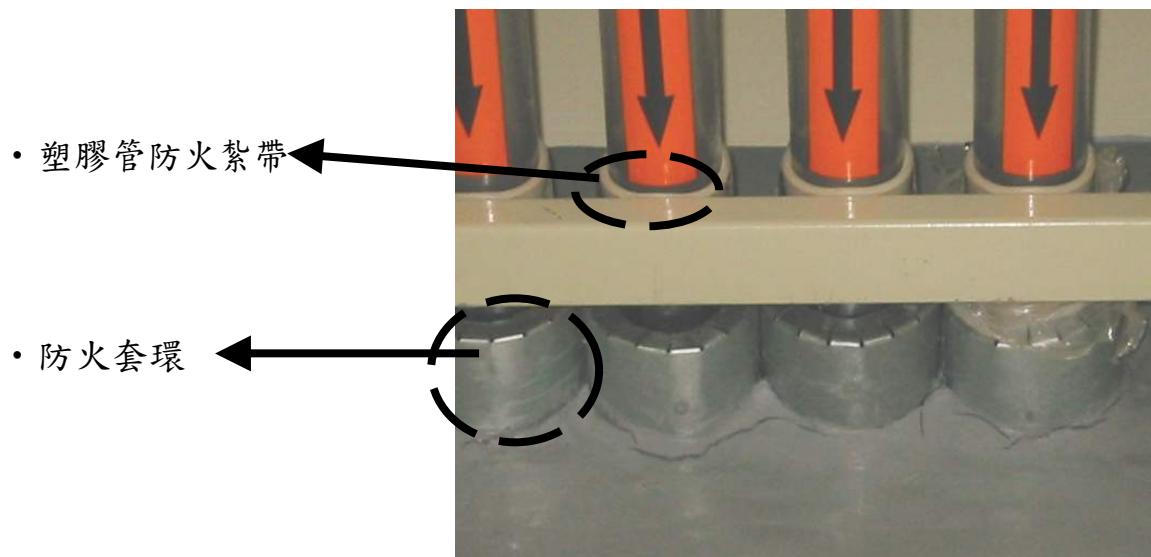
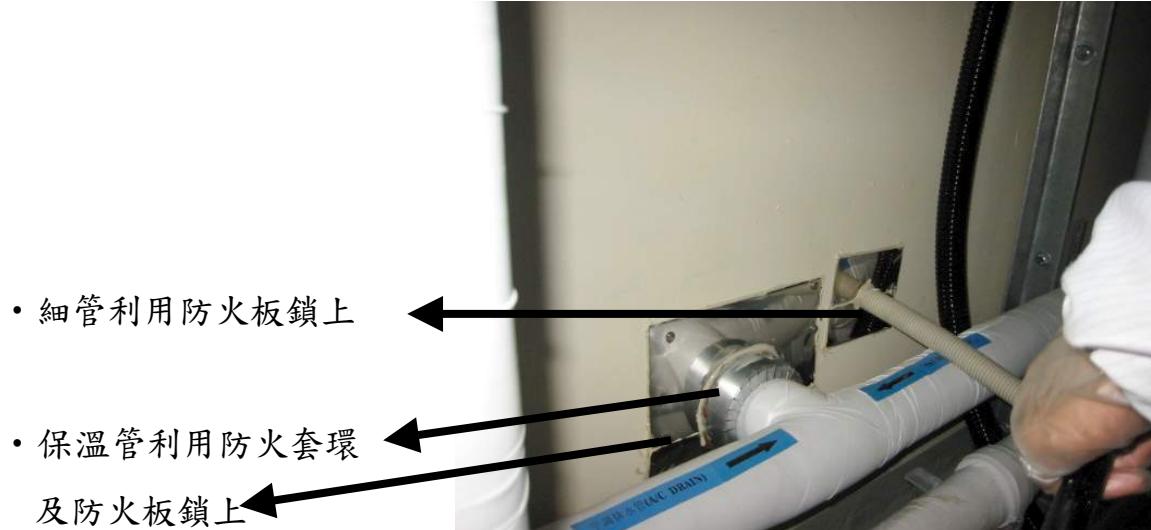
圖 5-9 塑膠管阻火系統施工方法 塑膠管類應用範例

防火時效：2、3hr

各類管材依管徑尺寸大小均需繩緊防火帶，並以固定鐵環固定於牆面或樓板，穿樓版部位需施作於樓板下方，穿牆面則為雙面施作以達確實防火作用，繩緊圈數如下所示：

- 1"——一圓防火帶，2"——二圓防火帶
- 3" — 5" 三圓防火帶
- 6" — 8" 三圓二疊防火帶
- 8" — 10" 四圓二疊防火帶
- 10" — 12" 五圓二疊防火帶

應用材料：防火片板
防火帶
凝固型防火泥



大型開孔(例如管道間)先以支撐架施工，再使用Cape防爆板覆蓋，對管材穿越部分以適用之防火材料作填塞。

圖 5-10 管道間阻火系統施工法 - 支撐架施工



大型開孔管道間支撐架施工

圖 5-11 管道間阻火系統施工法 - cape 防爆板 覆蓋



圖 5-12 大型風管阻火系統施工法



圖 5-13 電線槽阻火系統施工法



圖 5-14 電纜線架阻火系統施工法

- 電纜線架 ←
- 防火枕封包 ←

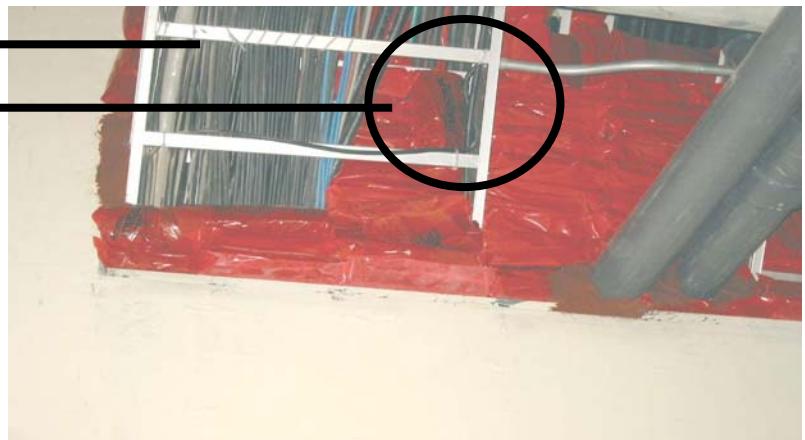


圖 5-15 阻火系統完工後，貼上施工日期及編號



5.3 潔淨室消防設計部分：

5.3.1 潔淨室動火管理

1. 潔淨室內應避免從事動火施工。
2. 臨時動火：非必要動火時，應在充分防護及責任者之監督下才准使用。
3. 火源管制：嚴禁使用一般火氣、明火、加熱器等可能產生熱源的作為。
4. 製程中使用的熱源：不使用直接燃燒氣體進行加熱乾燥，應採用熱媒間接加熱方式。
5. 電氣設備：不得使用在會產生可燃性蒸氣之化學房或類似區域。

5.3.2 應防止靜電產生：

潔淨室應盡量抑制靜電產生及防止物體帶電，減少摩擦避免產生火花，尤其在製程機台、輸送易燃性物質的管路內部。



5.3.3 潔淨室之火警自動警報(探測)系統

由於潔淨室平時室內有大量空氣之氣流進出替換，故空氣非常潔淨，火警探測器一般都會裝設傳統式偵熱及偵煙式探測器於天花板下方為感知方式，但實際上無法達到早期偵知火警之目的，因潔淨室內強大氣流之稀釋作用，火災產生的濃煙無法有效蓄積於天花板上，所以傳統式探測器感知方式可能失去其效用，但礙於法令規定必須強制採取此種設置方式，所以主管機關有必要增訂特殊場所設置警報系統方式的規定，建議可採取下列幾種方式，來加強潔淨室火警極早預警的安全防護：

1. 潔淨室之火警探測器應選用能適應平時潔淨室環境，且能隨著環境變化程度，可作調整設定之偵測器。
2. 火警探測器(探測管)其安裝的位置應選擇在火災時熱及濃煙流經的路徑，例如回風管道(孔)、高架地板下、回風管之吸氣口、回風豎井…等處。
3. 建議裝設極早期火警偵測系統(VESDA)，該系統可隨著潔淨室潔淨變化程度作設定調整，較一般傳統式探測器及噴水頭感知元件更能極早偵測出火煙發生，發出預警警報，其設備系統組件如圖 5-16~圖 5-19 所示。

圖 5-16 極早期預警式系統與傳統式比較

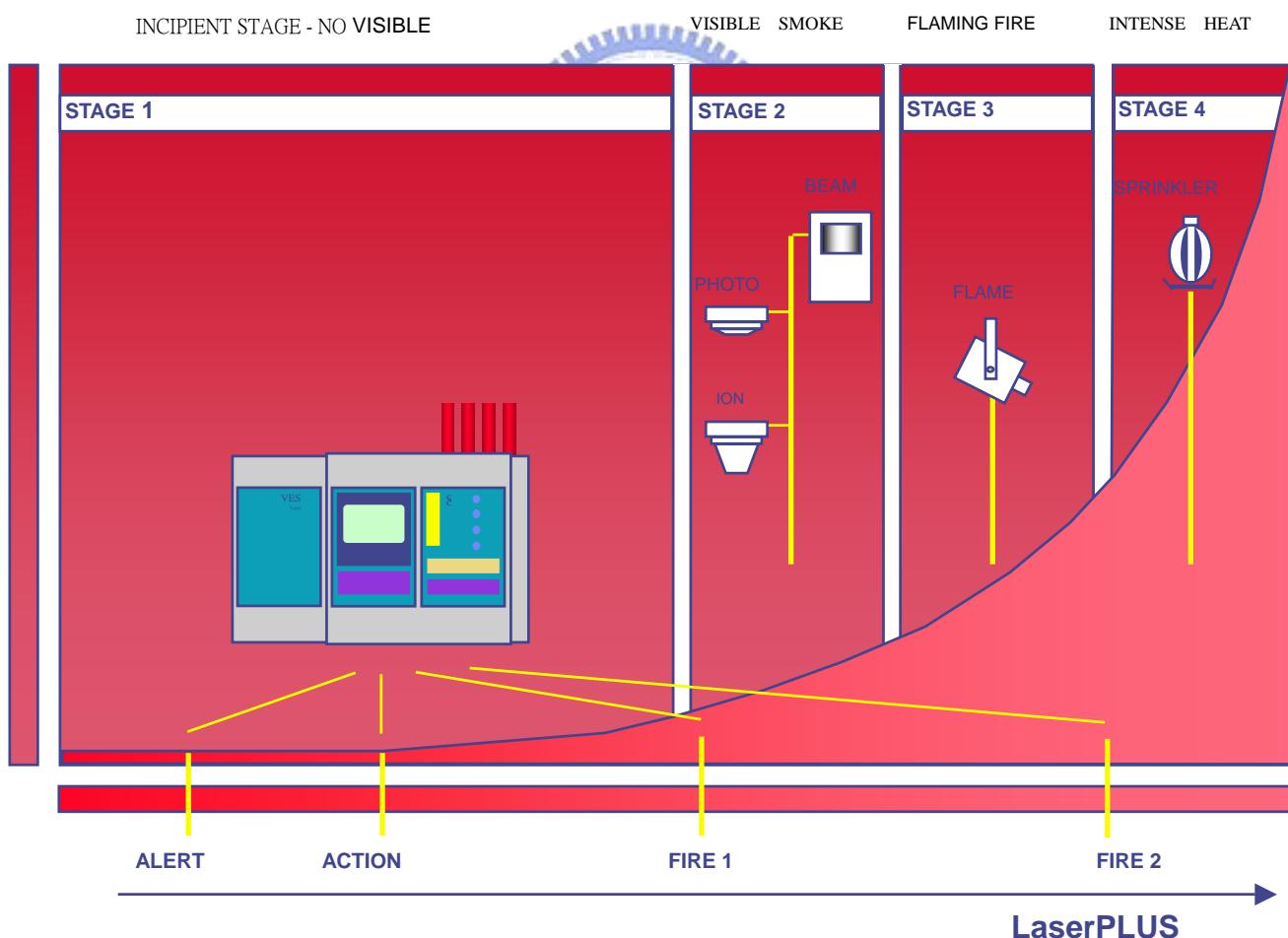


圖 5-17 裝設於潔淨室 Sub Fab 極早期偵測主機(VESDA)



圖 5-18 裝設於回風區 VESDA 系統探測管



圖 5-19 裝設於高架地板下 VESDA 系統探測管



5.3.4 可燃性液體與可燃性固體最大的不同，就是一旦起火無初期燃燒狀態，而是直接發焰燃燒，故可採用感知速度較快之火焰式探測器。火焰式探測器選用何種型式，需考量其偵測的可燃性液體種類及產生的火焰型態（釋放紫外線或紅外線）。

當火警警報系統動作後，必須能立即發出警報聲，同時傳回發報點位置至防災中心。

5.3.5 氢氣房或類似該氣體之儲存室，必須使用紫外線火焰探測器，因該氣體燃燒並不會產生煙，亦不會釋放出紅外線可供偵測，一旦氫氣燃燒，應盡速切斷供應源，並侷限其燃燒範圍，俟管內殘餘氫氣燃燒殆盡。

5.3.6 自動撒水系統 (Automatic sprinkler system)：

潔淨室在法令上雖無強制性應裝設自動撒水系統，但在

安全及風險考量，建議應裝設自動撒水系統，其型式可採用密閉濕式或預動式自動撒水；撒水系統在有效範圍內，應能覆蓋每個防護區域且不得受到任何阻礙；撒水頭及銜接到管道之管線必要時，應有防腐蝕之保護層，該撒水設備應易於作定期性的檢查保養，且撒水頭一旦動作應將動作點位置訊號，迅速傳送至防災中心，其設備如圖 5-20、5-21、5-22 所示。

圖 5-20 裝設於潔淨室天花板上方的自動撒水系統



圖 5-21 撒水頭利用金屬蛇管延伸進入潔淨室圖

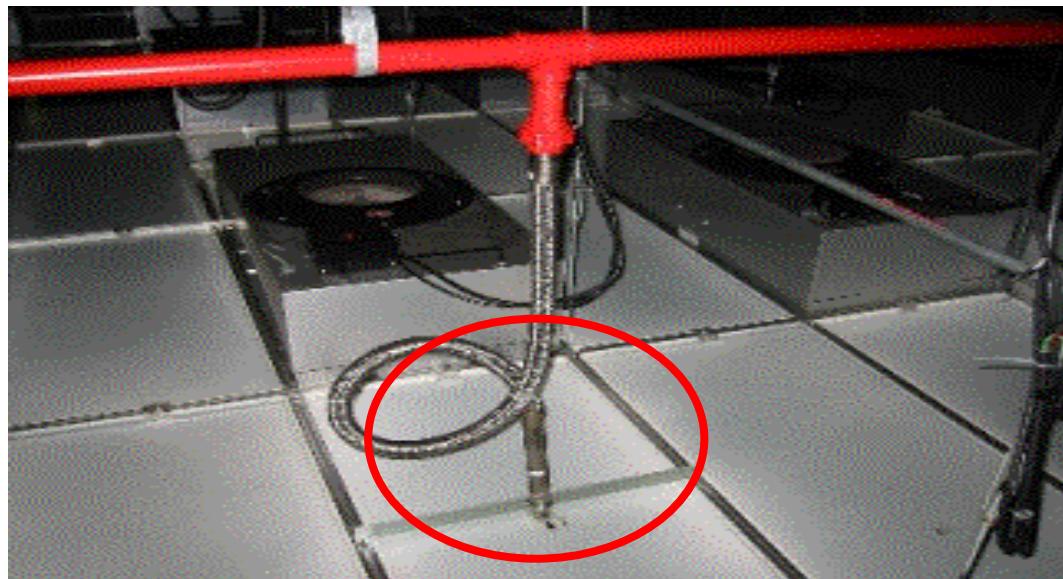


圖 5-22 大型風管下方設置撒水頭圖



5.3.7 潔淨室酸鹼、有機溶劑廢氣排放管防護：

1. 製程產生的廢氣，經由排放管路及洗滌設備處理後，排放至大氣，其管路若使用可燃非金屬材質所構成，且符合下列任一項情形者；應於管路內部裝設自動撒水設備撒水頭(如圖 5-23、5-24、5-25 所示)：
 - A. 管路之最大管徑大於或等於 25 公分(10 英吋)。
 - B. 管路在潔淨室內，係用來運送可燃性之氣體、殘餘廢氣或蒸汽之管路。
2. 使用不鏽鋼排放管時，其內部若鍍上一層鐵弗龍材質來加強防護，可考慮免設撒水頭；而其它使用聚苯烯管來排放者，應在管路長度每一段距離內，將撒水頭延伸到廢氣管中，作為起火時管內滅火之用。
3. 裝設撒水頭之廢氣管內，應每一段距離設置一組排水裝置於該段管路最低處，作為撒水頭動作滅火後，管內殘餘水排放之用，(如圖 5-26)。

圖 5-23 有機溶劑廢氣排放管內裝設撒水頭防護圖



圖 5-24 廢酸氣排放管內裝撒水頭防護圖



圖 5-25 廢氣洗滌器(Scrubber)進氣處裝設撒水頭防護

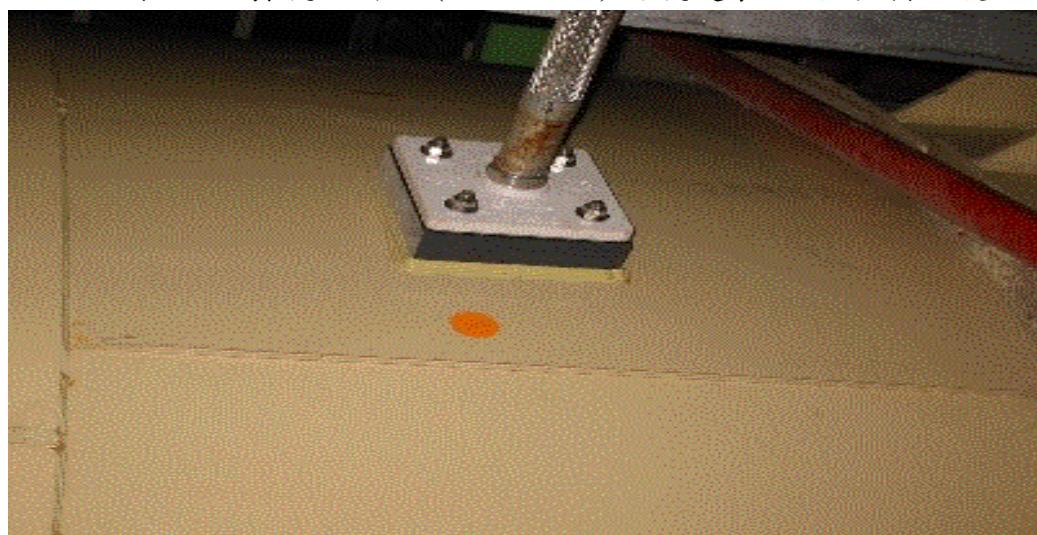


圖 5-26 排放管撤水後排水裝置



4. 裝設於排氣管內之撒水頭第一層需先用一層蠟包裹住(如圖 5-27)，第二層再用塑膠袋包起來(如圖 5-28)，再行安裝於管內；用蠟包覆是為了防止誤動作發生，而用塑膠袋套住是為了防止酸、鹼氣體對撒水頭的腐蝕。

圖 5-27 管內撒水頭第一層包臘



圖 5-28 管內撒水頭第二層包塑膠袋



5.3.8 化學房、有機溶劑儲存室及其他易產生揮發性氣體之儲存區，其照明設備、電力設施、警報設施…等有產生火花之虞的設施，應採取防火防爆工法及防爆型設備安裝施作，如圖 5-29 所示。

圖 5-29 各種防爆型器具



防爆型日光燈及廣播喇叭



防爆型電源插座



防爆型緊急照明燈



防爆型警報燈

5.3.9 電信機械室、電腦室、發電機室、變壓器室及其他類似場所，應設置自動滅火設備（水霧、泡沫、二氣化碳、乾粉或海龍替代品等自動滅火設備，依場所特性，擇一設置）。

5.3.10 設於潔淨室內之緊急排煙系統應與空調機之運轉連動，當火災發生時，空調系統應自動停止運轉，並藉由防煙壁或防火牆將火、煙侷限在一個區域，藉由排煙機啟動將濃煙排出及自動撒水設備進行滅火，以避免火勢擴大，並減少內部潔淨度破壞，如圖 5-30、5-31 所示。

圖 5-30 潔淨室自動撒水及排煙啟動圖

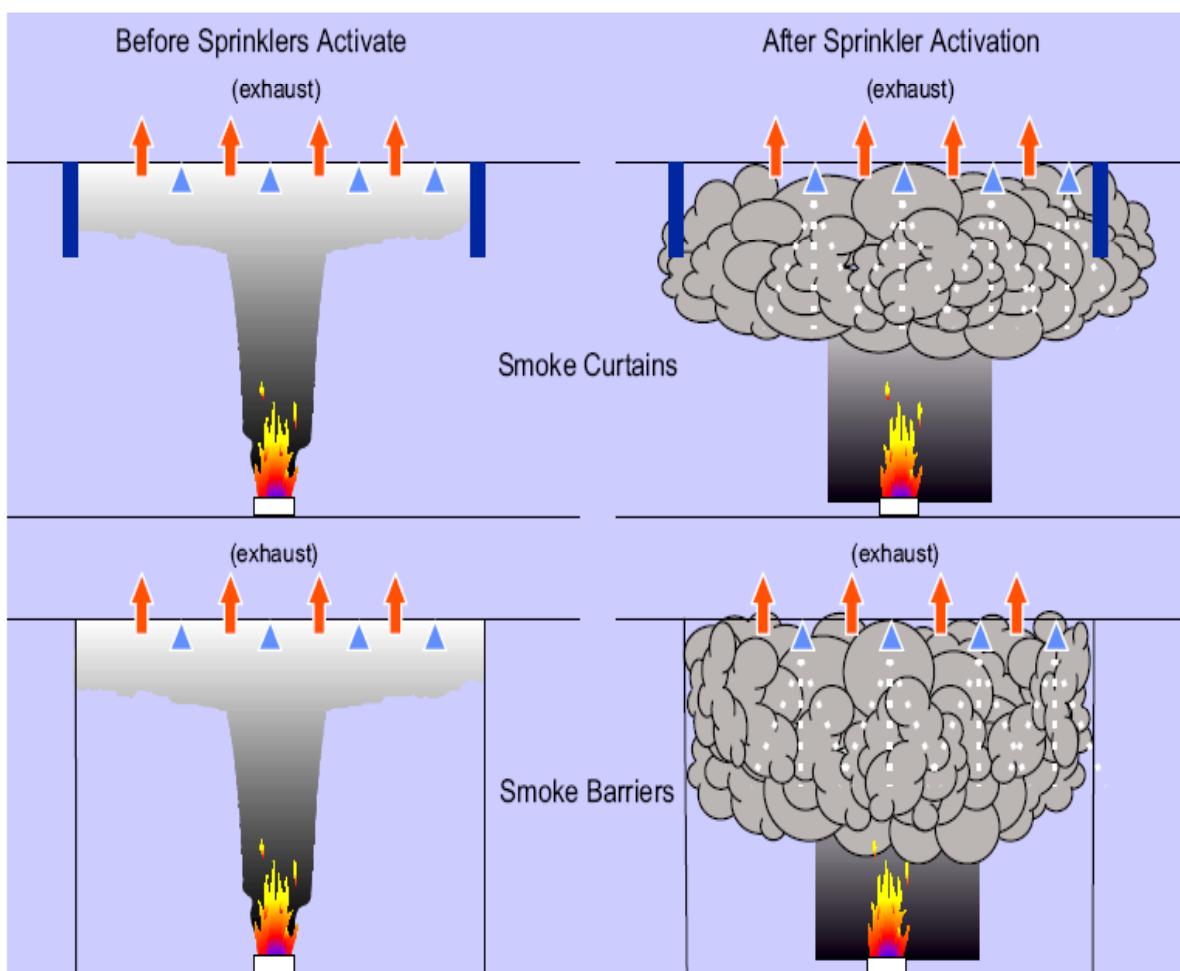
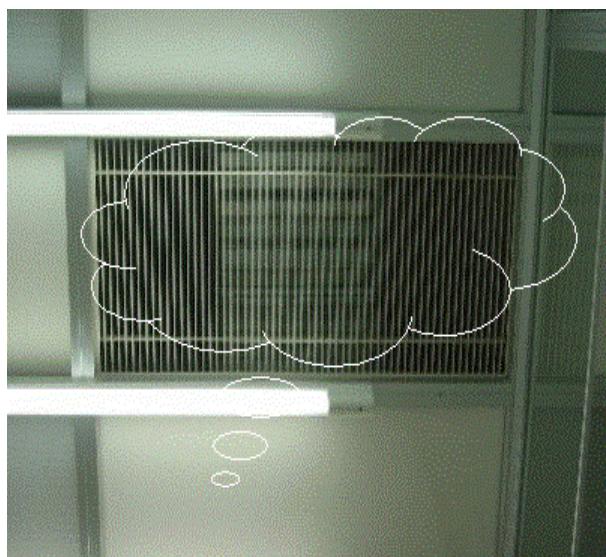
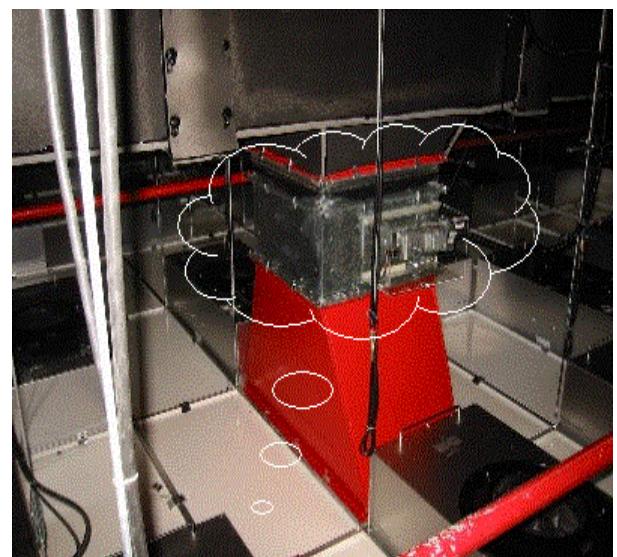


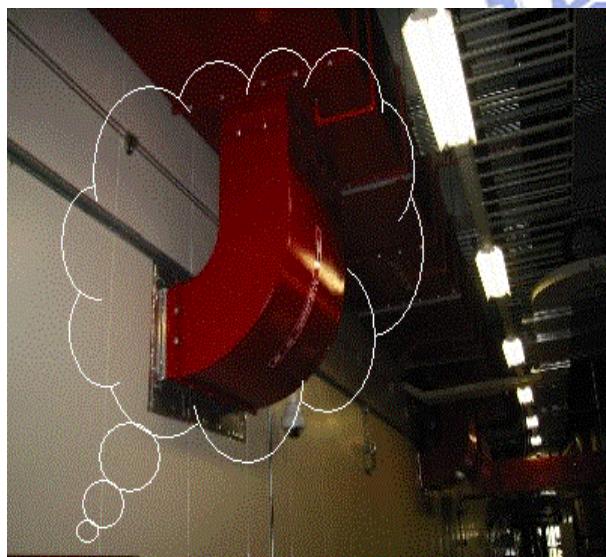
圖 5-31 潔淨室緊急排煙系統



潔淨室內緊急排煙閘門



排煙閘門與風管連接處



排煙風管由外部進入潔淨室內



緊急排煙風機

5.3.11 潔淨室內緊急廣播設備應能有效對每個區域實施緊急廣播，其音量不得低於八十五分貝，人員聽到緊急廣播後，應能盡速疏散撤離至安全處。

5.3.12 半導體或光電廠潔淨室在法令上屬於無開口之樓層，且內部空間較複雜，一旦發生災害內部呈現一片漆黑，影響人員逃生及搶救，所以除依法設置緊急照明、避難方向指示燈及避難器具最低數量外，建議對上述設備應增加其設置數量，其設備種類如下：

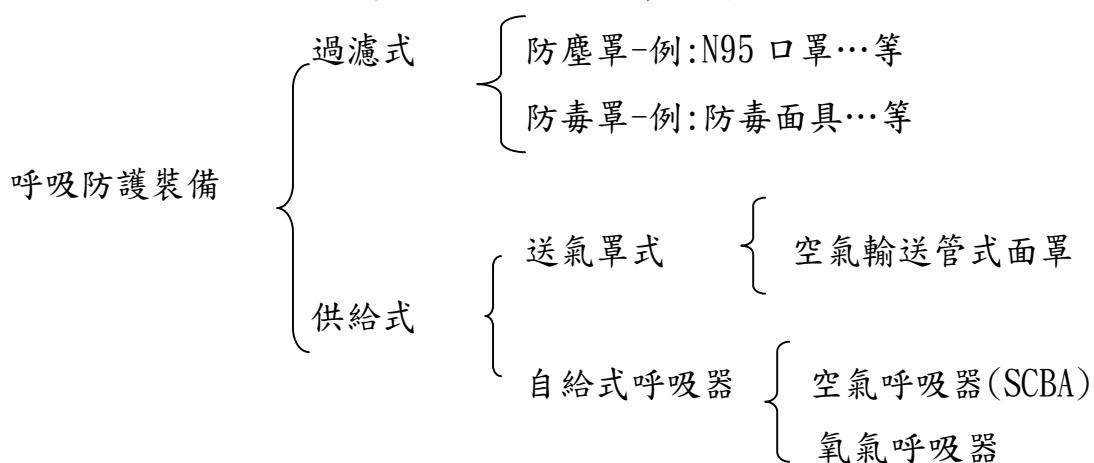
1. 緊急照明燈。
2. 出口標示燈、避難方向指示燈。
3. 緩降機。
4. 避難梯。
5. 避難橋。
6. 緊急進口。
7. 緊急昇降機。



5.3.13 安全個人防護器具：

使用或處理有機溶劑、酸鹼溶液或毒性氣體之人員及區域，應提供適應各種氣體特性之呼吸用防護器具，其種類如下表 5-2 所示：

表 5-2 呼吸防護裝備種類



5.3.14 氣體監測系統：

製程所使用的氣體鋼瓶，鋼瓶櫃中應有連續性氣體監測系統；若氣體有洩漏情形發生，該監測系統應能自動切斷鋼瓶櫃之供應閥門，在危害物氣體之使用或分裝的儲存區域或場所，不論其否對人體有害，都必須設有持續性之氣體監測系統；若易燃性氣體或蒸氣量有超過其爆炸下限百分二十之可能性時，必須有持續性之氣體監測系統，且監測系統必須與防災中心連線警報，其監測裝置方式如圖 5-32~5-35 所示。

圖 5-32 氣體鋼瓶儲存櫃氣體監測



圖 5-33 氣體分流器氣體監測



圖 5-34 排氣管路氣體監測



圖 5-35 氣體洩漏監測主機



5.3.15 生產設備之材質必須和其使用之化學品原料具有相容性；製程設備之危害物氣體和可燃性液體流經之處必須為不燃材料，避免產生化學反應或爆炸。

5.3.16 潔淨室應注意之滅火方法：

1. 可燃性氣體之滅火方法：

可燃氣體達燃燒範圍，即使滅火，由於氣體仍不斷持續漏出，故有再起火及爆炸之危險，因此氣體火災之漏洩及防止氣體火災之延燒均屬重要對策，所以對於鋼瓶存放場所之漏洩火災，應對其他週遭鋼瓶進行冷卻注水，防止波及燃燒，。

2. 自燃性發火物質之滅火方法：

製程中使用的 SiH4 和 B6H4 等自然發火性氣體，一旦洩漏出與空氣接觸即產生著火，即使使用 CO2 滅火器滅火放射後，卻可能因氣體陸續噴出再起火，因此自燃發火性氣體應切斷其供應源，防止波及他處，俟氣體燃燒殆盡熄火。

3. AsH3、PH3、B2H6 等毒性高之氣體火災，絕對禁止進入實施滅火作業，因其燃燒過程會產生大量有毒物質或氣體，人員吸入後將危害生命安全，所以這類物質洩漏引發火災，以儘速撤離及人命搶救為優先，進入火場時，應佩帶自給式空氣呼吸器(SCBA)才可進入搶救。

4. 潔淨室滅火設備應注意事項

在潔淨室使用滅火設備時，應考量是否會直接污染潔淨室及對產品、設備機台、人員逃生造成影響，故建議選用較適合潔淨室的 CO2 或海龍替代品類的氣體滅火設備。

5.4 緊急應變組織計劃：

5.4.1 緊急應變計畫與避難逃生圖應公告及張貼於適當的位置，緊急應變計畫與避難逃生圖用來表示每個區域大致的應變方式、危害物的種類和儲存數量、危害物供應管路遮斷閥的位置和緊急處理方式、緊急聯絡電話號碼和逃生出口位置等。

5.4.2 緊急應變小組（ERT）：

各廠區應設有緊急應變小組及負責指揮人員，該負責人應指揮協調緊急應變小組人員進行救災及疏散，並協助消防單位救災時之應變對策，告知危害物之儲存處所及廠區建築物內部配置狀況，高科技產業在每一輪班人員當中，必須有人為緊急應變小組的負責人。



5.4.3 緊急應變教育訓練：

緊急應變小組教育訓練應為常態性，每三個月至少訓練一次，教育訓練的記錄必須保存備查。緊急應變小組組織圖、職責及作業流程，如圖 5-36、表 5-3、圖 5-37 所示：

圖 5-36 緊急應變組織圖

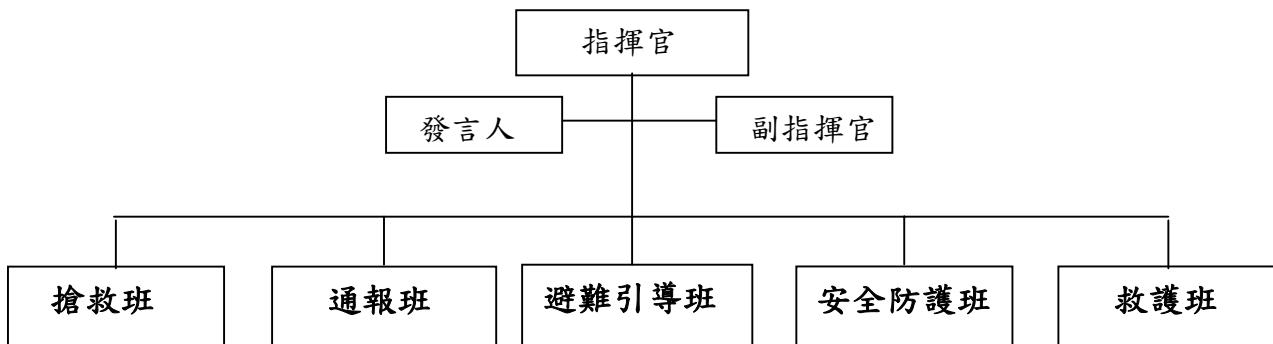
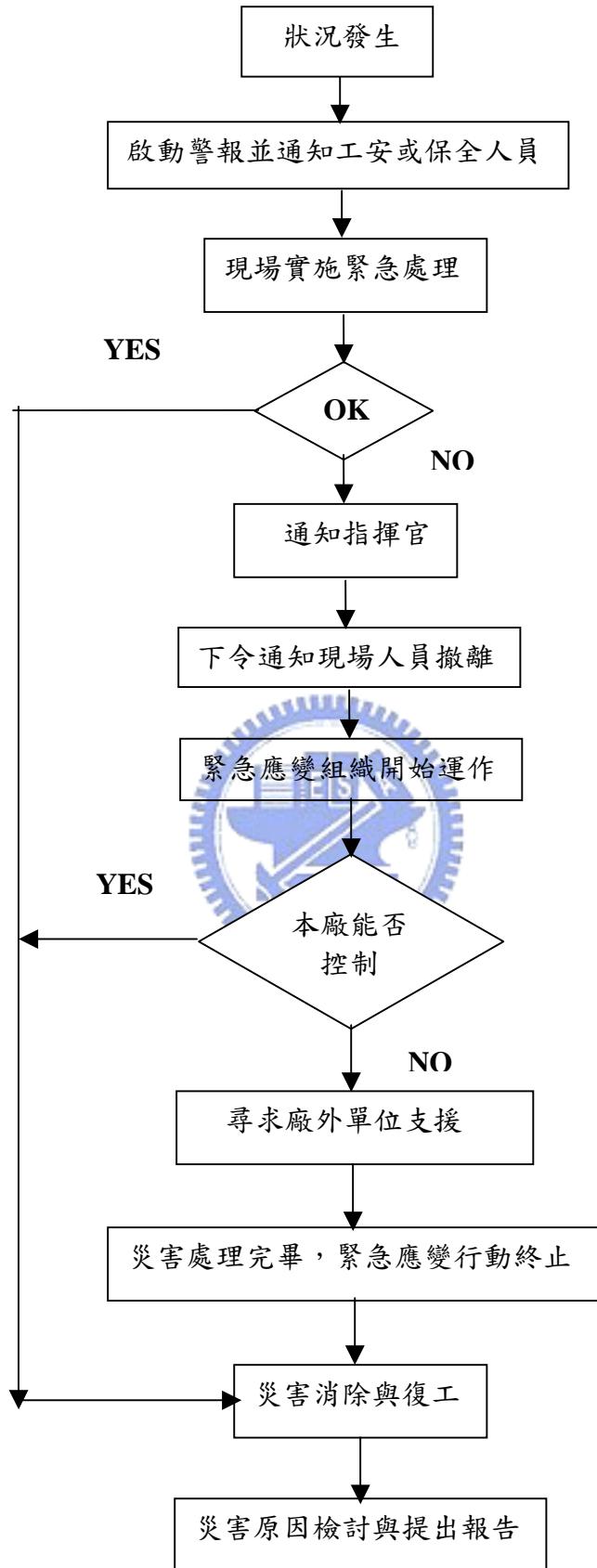


表 5-3 緊急應變組織編組職責

應變職稱	職 責	備 註
緊急應變指揮官	<ol style="list-style-type: none"> 1. 評估災害狀況及發展，並決定採取的應變措施。 2. 召集必要之有關緊急應變人員。 3. 必要時連繫廠外救災機關，支援工廠或鄰廠。 4. 負責指揮工廠停機與疏散事宜。 5. 告知緊急應變小組災害狀況。 6. 確認受傷人員之照顧，必要時安排額外的協助。 7. 與公司發言人協調聯繫，提供正確的資訊給外界。 8. 宣佈與解除緊急應變狀況。 	
副指揮官	<ol style="list-style-type: none"> 1. 協助指揮官處理緊急應變事務。 2. 代理指揮官處理緊急應變事務。 	
發言人	<ol style="list-style-type: none"> 1. 對內及對外發佈消息。 2. 對外界相關問題之回答。 3. 向主管機關報告事故經過及處理情形。 	
滅火班	<ol style="list-style-type: none"> 1. 啟動滅火裝置，執行滅火工作。 2. 人員搶救或公司資產。 	
通報班	<ol style="list-style-type: none"> 1. 負責通訊事宜及供應救災後續支援物資。 2. 公司對外通訊窗口，若疏散令下達時，負責規劃通知全廠人員緊急疏散事宜。 	
避難引導班	<ol style="list-style-type: none"> 1. 引導人員疏散進行避難。 2. 引導救災車輛進出。 3. 人員管制進出。 	
安全防護班	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實施斷水、斷電等管制工作。 2. 移除影響救災行動之物品。 3. 緊急修復各項必要設備。 	
救護班	<ol style="list-style-type: none"> 1. 負責傷患現場包紮急救。 2. 聯絡緊急送醫協助事宜。 	

圖 5-37 緊急應變作業流程



5.4.4 潔淨室防火、消防管理：

公司應設置防火管理人，並制定『消防防護計劃書』，依計劃書內容編制自衛消防編組；實施演練，並定期執行下列防火管理工作：

1. 防火避難設施之自行檢查：每月至少檢查一次，檢查結果遇有缺失，應報告管理權人立即改善。
2. 消防安全設備之維護管理。
3. 火災及其他災害發生時之滅火行動、通報聯絡及避難引導等。
4. 滅火、通報及避難訓練之實施；每半年至少應舉辦一次，每次不得少於四小時，並應事先通報當地消防機關。
5. 防災應變之教育訓練。
6. 用火、用電之監督管理。
7. 防止縱火措施。
8. 場所之位置圖、逃生避難圖及平面圖定期更正(新)。
9. 其他防災應變上之必要事項。遇有增建、改建、修建、室內裝修施工時，應另定消防防護計畫，以監督施工單位用火、用電情形。



5.5 結語

再完美的防火、消防設備及防護計畫，仍須藉由人員的維護保養和教育訓練才能達到預期功效；尤其是平時的管理與維護應確實貫徹執行，在人員方面，應培養其安全意識及搶救技能，時時有居安思危的工作態度，人為疏失已成為近年來科技業工安意外事件發生的主要原因，若能有效執行建築防火與消防管理，就能控制大半的建築物災害，所謂符合法令並不代表安全，而是須靠其他軟硬體設備的管理與訓練，故此部份應為科技業建築物安全應特別重視的議題。

