

第三章

消防設備工程品質管理實務

目 錄

一、前言	3-1
二、消防設備工程施工要領	3-2
2.1 防火區劃	3-2
2.2 火警自動警報設備	3-2
2.3 緊急廣播設備	3-2
2.4 水系統滅火設	3-2
2.5 低污染氣體滅火設備	3-2
2.6 避難逃生設備	3-2
2.7 排煙設備	3-2
2.8 性能式消防安全設計	3-2
三、品質管理標準	3-2
四、材料及施工檢驗程序	3-2
五、自主檢查表	3-2
六、設備功能運轉檢測程序及標準	3-2
七、與建築土木介面	3-2
八、常見缺失及改進對策	3-2
參考文獻	9-1

圖表目錄

圖 2.1 防火牆突緣示意圖.....	3-10
圖 2.2 防火牆突緣示意圖.....	3-10
圖 2.3 防火門窗構造示意圖.....	3-11
圖 2.4 木質防火門示意圖.....	3-12
圖 2.5 金屬防火門示意圖.....	3-12
圖 2.6 防火級重型喇叭鎖.....	3-12
圖 2.7 防火級水平把手鎖.....	3-12
圖 2.8 平推防火門鎖.....	3-12
圖 2.9 平推防火門鎖.....	3-12
圖 2.10 門弓器.....	3-12
圖 2.11 不銹鋼旗型鉸鍊.....	3-12
圖 2.12 各式防火鐵捲門樣例.....	3-14
圖 2.13 防火門的構成組件.....	3-14
圖 2.14 簾幕式防火閘門.....	3-15
圖 2.15 複合式多層防火玻璃.....	3-16
圖 2.16 防火填縫膠.....	3-18
圖 2.17 防火泥.....	3-18
圖 2.18 防火帶.....	3-18
圖 2.19 防火不鏽鋼管套.....	3-18
圖 2.20 防火磚.....	3-19
圖 2.21 防火片板.....	3-19
圖 2.22 火場燃燒過程與消防安全設備適用階段.....	3-20
圖 2.23 類比定址探測器之多段警報示意圖.....	3-22
表 2.1 智慧型與傳統型火警系統比較.....	3-23
表 2.2 較特殊場所（依灰塵、煙、水氣匯聚之特性區分）火警探測器 選用表.....	3-24
表 2.3 較特殊場所（依場所類別或天花板高度區分）火警探測器選用表	3-24
圖 2.24 A 及 B 級火警探測迴路配線示意圖.....	3-25
圖 2.25 空氣取樣式火警系統(早期警報)示意圖.....	3-27
圖 2.26 空氣取樣式火警系統(早期警報)可適用範圍示意圖.....	3-27
圖 2.27 緊急廣播設備 3 線式配線示意圖.....	3-28
圖 2.28 重力水箱示意圖.....	3-30
圖 2.29 壓力水箱示意圖.....	3-30
圖 2.30 消防泵機組機房配管示意圖.....	3-31
圖 2.31 密閉濕式撒水系統示意圖.....	3-32
圖 2.32 密閉乾式撒水系統示意圖.....	3-32
圖 2.33 開放式撒水系統示意圖.....	3-32

圖 2.34 預動式撒水系統示意圖.....	3-32
圖 2.35 各式撒水頭.....	3-32
圖 2.36 撒水頭安裝上應注意事項示意圖.....	3-33
圖 2.37 自動警報逆止閥及其四周配管示意圖.....	3-34
圖 2.38 不同型式之泡沫噴頭及泡水噴頭.....	3-35
圖 2.39 各式水霧噴頭.....	3-36
圖 2.40 設置水霧滅火設備之室內停車空間其排水系統示意圖.....	3-38
圖 2.41 細水霧滅火設備放射方法操作流程圖.....	3-39
圖 2.42 細水霧滅火設備配管及配線等系統配置圖(水流量計算式).....	3-40
圖 2.43 由細水霧防護之通電中變壓器.....	3-40
圖 2.44 由細水霧防護之通電中裝甲開關箱.....	3-40
圖 2.45 引擎室細水霧滅火設備系統配置架構圖範例.....	3-41
表 2.4 細水霧滅火系統與其他氣體滅火系統及傳統撒水系統的比較.....	3-42
圖 2.46 二氧化碳的三態特性曲線.....	3-44
表 2.5 海龍替代品之種類.....	3-49
表 2.6 選擇替代品之考量因素.....	3-49
表 2.7 幾種較常用海龍替代品之效能比較表.....	3-50
圖 2.47 低污染氣體滅火設備儲存鋼瓶之液面顯示計.....	3-54
表 2.8 環境保護分析比較.....	3-55
表 2.9 滅火效能性分析比較.....	3-56
表 2.10 經濟效益分析比較（一）：系統硬體比較.....	3-58
表 2.11 經濟效益分析比較（二）：硬體成本.....	3-58
表 2.12 經濟效益分析比較（三）：總括成本比較.....	3-59
表 2.13 維修頻率、困難度，零件、藥劑之取得與限制條件.....	3-59
表 2.14 整體評估.....	3-60
圖 2.48 安裝於緊急出口上方之出口標示燈.....	3-61
表 2.15 緩降機使用錨定螺栓埋入混凝土之要求.....	3-62
圖 2.49 固定式防煙壁.....	3-64
圖 2.50 可動式防煙壁.....	3-65
圖 2.51 以窗戶作為排煙設備之排煙口時，其有效開口面積之認定方式示 意.....	3-66
圖 2.52 單片式排煙口.....	3-67
圖 2.53 多葉片式排煙口.....	3-67
圖 2.54 排煙手動開關（型式一）.....	3-68
圖 2.55 排煙手動開關（型式二）.....	3-68
圖 2.56 排煙手動開關（型式三）.....	3-69
圖 2.57 採用 C 型夾扣接接合之排煙風管.....	3-70
圖 2.58 各種型式之風管與套管接頭示意圖.....	3-71

表 2.16 日本各種建築物中火載量說明.....	3-75
圖 2.59 防火性能式法規之體系架構圖.....	3-79
圖 2.60 性能法規階層示意圖.....	3-79
圖 2.61 性能式設計程序圖.....	3-80
表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (1/7).....	3-82
表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (2/7).....	3-83
表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (3/7).....	3-84
表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (4/7).....	3-85
表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (5/7).....	3-86
表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (6/7).....	3-87
表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (7/7).....	3-88
圖 4.1 低污染氣體滅火系統之施工檢驗流程圖.....	3-90
表 4.1 低污染氣體滅火系統之施工安裝抽查表.....	3-91
圖 6.1 氣密測試相關加、減壓示意圖.....	3-117
圖 6.2 氣密測試相關設備樣例.....	3-117
圖 7.1 外氣流通無法有效探測火災之場所圖解.....	3-120
圖 7.2 光電式分離型探測器之受光器及送光器，距其背部牆壁範圍之圖解.....	3-120
圖 7.3 流明式天花板.....	3-121
圖 7.4 斜式天花板之火警探測器安裝.....	3-121
圖 7.5 格子樑之火警探測器安裝方式檢討.....	3-122
圖 7.6 消防水系統滅火設備配管之昇桿式閘閥、Y型過濾器.....	3-124
圖 7.7 撒水障礙加裝集熱板之案例.....	3-124
圖 7.8 消防栓箱與配管之界面.....	3-125
圖 7.9 懸吊安裝在天花板的避難逃生標示設備與防煙垂壁、CCTV、一般指引性標誌之界面關係.....	3-127
圖 7.10 嵌入地板式避難逃生標示設備.....	3-127
圖 7.11 出口標示燈所造成的界面影響.....	3-128
圖 7.12 設置於天花板上至樓版之間的防煙垂壁.....	3-130
圖 7.13 無天花板且管線複雜區之排煙口.....	3-130
圖 7.14 採嵌入式安裝之排煙手動開關.....	3-131

第三章 消防設備工程品質管理實務

一、前言

1.1 目標

國內目前之消防安全設備設置，一般均依據 2004 年所修訂公告之「各類場所消防安全設備設置標準」條文、內政部歷來所頒訂之「消防安全及危險物品管理法令執法疑義研討會會議決議事項」、解釋令及相關建築技術規則設計施工篇及建築設備篇中所規定之各項法規來設計及施工，且自 2002.10.1 起向消防機關申請掛號之審查案件，其審查及竣工查驗均需依「消防機關辦理建築物消防安全設備審查及查驗作業基準」辦理，以下各章節將分別針對各類消防安全設備及其施工法規概論加以介紹，並配合行政院公共工程委員會為提升公共工程施工品質，於 2004.07.30 修正訂定之「公共工程施工品質管理作業要點」，就各類消防安全設備之施工要領、品質管理標準、材料及施工檢驗程序、自主檢查表、設備功能運轉檢測程序及標準，以及消防安全設備施工上常見之缺失等予以納入逐一探討說明，希望藉由品質管理教育訓練，灌輸工程人員品質觀念，以品質管理系統之新知與工程技術之實務課程相結合，俾建立完備之品質計畫，來提升公共工程消防安全設備施工品質，確保施工成果都能符合設計及規範的品質要求，並建立更安全無虞的公共活動空間。

其次，消防安全設備之施工與建築工程有密切的介面關係，兩者息息相關，更是相互依存。對於各工程的介面工作，常因相關業者於施工前未能詳細分工，或彼此溝通不良而使得雙方常生摩擦，甚至導致工程因介面收邊不良而生瑕疵，因此相關的介面工作也必須加以充份的瞭解。

行政院公共工程委員會為提昇公共工程品質，已發展出施工綱要規範供國內各公共工程參用，其內容含括各類設備及其功能要求、施工要領，極其詳盡，如有需要可上工程會網站（www.pcc.gov.tw）查詢。

1.2 名詞解釋

1. 被動式防火、主動式防火

消防工程上所謂的「被動式防火(Passive fire precaution)」，表示在防火手段方式上係以材料、構件、構造本身的性能為主來達成防火的目的；相反的，以消防安全設備為主來達成防火的目的，則稱之為「主動式防火(Active fire precaution)」。

2.法定消防安全設備、非法定消防安全設備

同樣的又有所謂的「法定消防安全設備」、「非法定消防安全設備」，其間之差異主要是所設置之消防安全設備是否是依法規規定所必須設置的，如果是就可稱之為「法定消防安全設備」；反之如果是業者為達成更高的消防安全等級，於法定消防安全設備之外所自行設置的消防安全設備，就稱之為「非法定消防安全設備」。

3.火源大小

所謂火源大小，可以下式表示：

$$\text{火源大小} = \text{可燃物表面積} (A_0) / \text{圍壁面積} (A_r)$$

4.開口率

所謂開口率，係指牆壁面積與開口部面積的比。開口率小，則空氣的供給量不足，閃燃出現的時間自然較長。火災初期，其燃燒通常侷限於起火源，故只要有普通程度的開口率，即可充分燃燒。若開口率小到1/16以下時，則不易有閃燃的出現。但是，開口率若極端擴大時，因流入空氣的冷卻作用，亦常使閃燃時間拉長。

5.通風控制燃燒

火災初期，自火場通風口流入之空氣量尚不足使所有的可燃物同時燃燒，因此燃燒速度係受流入的空氣量所決定，與可燃物的表面積無關，此一過程稱之為「通風控制燃燒」。尤其燃料數量龐大而通風極差的地方，其燃燒速度與燃燒時間，均為通風狀況所控制。

6.燃料控制燃燒

當火場通風口增大，使進入火場之空氣量充足時，其燃燒速度由可燃物表面積控制，此一過程稱之為「燃料控制燃燒」。若火焰猛烈，則容易經由開口向上層延燒。尤其天花板較低的樓層，危險性更大。

7.燃燒速度

所謂燃燒速度，指室內可燃物量因燃燒而逐漸減少其重量的速度。

8.火災溫度

當火災進入最盛期後，因牆壁、屋頂的燒透，其開口條件發生變化，燃燒速度增加，火場溫度亦急劇上升。但是，室內可燃物燃燒時，產生的熱量並非完全在室內燃燒，而是有一部份化成火焰向窗外噴出，在外部

燃燒發熱。火災溫度隨時間經過而變化，此「溫度—時間」關係圖，稱為「火災溫度曲線」。此曲線因室內條件不同而有差異，有時較標準曲線為高，有時較低。此一條件稱為「溫度因子」。

9.火災的類別

火災可定義為「火違反人的意思或正常用途，因燃燒所造成擴大獨立延燒、產生財產損失的現象」。而火災的分類，一般可概分為：

(1)、A 類火災(普通火災)

係指紙類、木材、纖維等一般可燃物所發生的火災。其滅火方法一般利用冷卻法，能產生最大的滅火效果。

(2)、B 類火災(液體火災)：

係指可燃性油脂或可燃性液體所引起的火災，一般使用窒息法來滅火，例如使用泡沫滅火藥劑。

(3)、C 類火災(電氣火災)：

係指電氣設備引起的火災。而 C 類火災又可能導致 A、B 類火災，而使得災情擴大。一般使用電氣絕緣性滅火藥劑利用窒息法或稀釋法滅火最為有效，常見的滅火藥劑例如二氧化碳、海龍替代品等。

(4)、D 類火災(金屬火災)：

指還原性強的活性金屬所造成的火災，如：鉀、鈉、鎂等。此種火災必須使用金屬滅火藥劑或特殊滅火藥劑所產生的抑制作用方能滅火。

10.火災的特性

在自然的環境條件下，一般而言火災具有成長性、不定性及偶發性等特性，說明如下，也只有真正瞭解火災的特性後方能針對火災的形成，採取適當的預防計劃及防護措施。

(1)、成長性

當火災不受外力干擾的條件下，其燃燒將持續不斷的擴大，並向四周無限發展。在不受其他因素影響下，火勢呈圓形發展，且燃燒面積與時間的平方成正比。

(2)、不定性

火災現場為一個不安定的場所，容易受氣象、建築物、地形等各種因素所影響，而使火勢產生不可預測的變化。

(3)、偶發性

火災為隨時皆可能發生、無法預知的意外事故。因此，僅能由平时的預防計劃、管理制度進行規劃，降低火災發生的機率。在火災初期，

利用消防安全設備以早期發現、即時滅火，減少生命財產的損失。在消防設計時，則一般僅考慮一個起火點，亦即以一區發生火災為設計的觀點。

11. 燃燒的要素

物質要燃燒必須具備可燃物、助燃物、熱能及連鎖反應四項，稱之為「燃燒四要素」，其組成條件可由下圖所示的燃燒四面體加以說明，在此也相對應的標示出各個燃燒要素如何加以消除的方法。如果把燃燒4面體再加上引火條件，就稱為「燃燒5面體」。

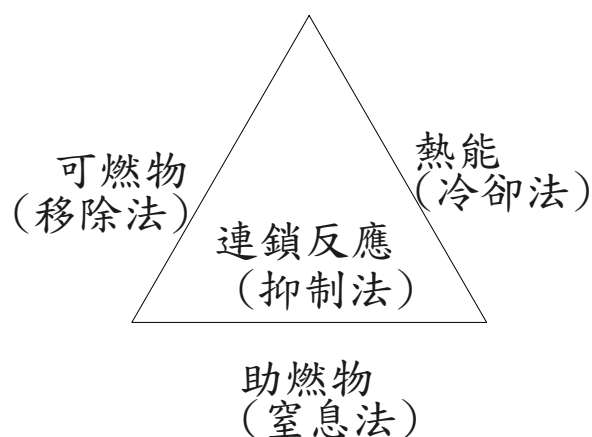


圖 1.1 燃燒 4 面體

(1)、可燃物 - 滅火方法為移除法。

所謂可燃物，係指能同時氧化、發熱的物質。

非可燃物：係指無法同時氧化、發熱的物質。

(2)、助燃物（氧氣） - 滅火方法為窒息法或稀釋法

一般最常見的助燃物即為氧氣。空氣中氧的含量，體積百分比約為 21%，重量百分比約為 23%。當氧氣體積百分比低於 15%時，則燃燒因氧氣不足而甚難持續。但是，亦有不需氧氣即可燃燒的情形，如氫氣可以氯氣為助燃物進行燃燒。

(3)、熱能—提供反應所需之活化能，其滅火方法為冷卻法。

(4)、連鎖反應 - 滅火方法為抑制作用。連鎖反應又稱鏈反應，係指一個反應所產生的生成物，能夠再助長原反應進行。使原先的反應，因生成物的助長，而逐漸擴大。連鎖反應的進行，由下列 3 個步驟所組成：(一) 起始步驟 (二) 繁衍步驟 (三) 終了步驟。

二、消防設備工程施工要領

2.1 防火區劃

2.1.1 防火概說

建築物火災安全之設計概念，是透過建築設計的過程，將各項因火災而影響安全的因素加以考慮並做最好的設計及規劃。在歷次國內建築火災傷亡方式來看，過去是以灸傷或燒死為主，現在則漸變成以火災煙氣毒死或嗆傷為主。這種現象是因為傳統牆壁構造採用紅磚、混凝土等材料，而現今因結構設計考量或環保問題漸不適用，在新式輕質防火建材尚未開發採用之前，一般多大量採用於高溫下會產生有毒氣體之高分子易燃裝修材料，同時現有建築基於外觀造型及防盜保全因素多採用密閉式空間型態，毒煙不易排出室外，室內如缺少煙控處理時，則增加火災的危險程度。

2.1.2 防火時效

具有 1 小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、樓地板，應依下列規定：

1. 牆壁：

- (1) 鋼筋混凝土造、鋼骨鋼筋混凝土造或鋼骨混凝土造厚度在 7 公分以上。
- (2) 鋼骨造而雙面覆以鐵絲網水泥粉刷，單面厚度在 3 公分以上或雙面覆以磚、石或水泥空心磚，其單面厚度在 4 公分以上。但用以保護鋼骨之鐵絲網水泥砂漿保護層應將非不燃材料部分扣除。
- (3) 磚、石造、無筋混凝土造或水泥空心磚造，其厚度在 7 公分以上。
- (4) 其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者。

2. 柱：

- (1) 鋼筋混凝土造、鋼骨鋼筋混凝土造或鋼骨混凝土造。
- (2) 鋼骨造而覆以鐵絲網水泥粉刷其厚度在 4 公分以上（使用輕骨材時得為 3 公分）或覆以磚、石或水泥空心磚，其厚度在 5 公分以上。
- (3) 其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者。

3. 樑：

- (1) 鋼筋混凝土造、鋼骨鋼筋混凝土造或鋼骨混凝土造。
- (2) 鋼骨造而覆以鐵絲網水泥粉刷其厚度在 4 公分以上（使用輕骨材時為 3 公分以上），或覆以磚、石或水泥空心磚，其厚度在 5 公分以上（水泥空心磚使用輕骨材時得為 4 公分）。
- (3) 鋼骨造屋架、但自地板面至樑下端應在 4 公尺以上，而構架下面無天花板或有不燃材料造或耐燃材料造之天花板。

(4)其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者。

4.樓地板：

(1)鋼筋混凝土造或鋼骨鋼筋混凝土造厚度在 7 公分以上。

(2)鋼骨造而雙面覆以鐵絲網水泥粉刷或混凝土，其單面厚度在 4 公分以上。但用以保護鋼骨之鐵絲網水泥砂漿保護層應將非不燃材料部分扣除。

(3)其他經中央主管建築機關認可具有同等以上之防火性能者。

2.1.3 耐燃等級

火災的形成有 3 個要素：可燃性物質、氧氣及熱源。採用防火材料，就是減少了可燃性物質。在火災初期藉由防火材料的防燄性使之自行熄滅，則可減少釀成巨災的次數；火災形成後，所有人員向室外逃生，如果採用防火材料，就可拉長火災擴大延燒時間，以利人員避難逃生及消防人員搶救火災。

同時，防火材料的使用可降低火災規模、減少損失，防止火災所引起的建築物結構性破壞。一般非防火建材於高溫下會產生有毒氣體，同時現有建築物基於外觀造型及防盜保全因素多採用密閉式空間型態，一旦火災發生，延燒迅速，毒煙不易排出，造成室內人員傷亡，所以在室內裝修時採用防火材料，將可減少生命財產的損失。耐燃材料之分類一般如下：

- 1.耐燃 1 級或不燃材料：混凝土、磚或空心磚、瓦、石料、鋼鐵、鋁、玻璃、玻璃纖維、礦棉、陶瓷品、砂漿、石灰及其他經中央主管建築機關認定符合耐燃一級之不因火熱引起燃燒、熔化、破裂變形及產生有害氣體之材料。
- 2.耐燃 2 級或耐火板：木絲水泥板、耐燃石膏板及其他經中央主管建築機關認定符合耐燃 2 級之材料。
- 3.耐燃 3 級或耐燃材料：耐燃合板、耐燃纖維板、耐燃塑膠板、石膏板及其他經中央主管建築機關認定符合耐燃 3 級之材料。

耐燃材料應進行中國國家標準 CNS 6532 A3113「建築物室內裝修材料之耐燃性檢驗法」之表面試驗及基材試驗，並符合規定經判定合格。

2.1.4 防火區劃

為防止火災延燒及利於逃生，因此規定建築物應有防火區劃，其觀念就像船體構造的觀念，各個船艙應予分隔，萬一船殼破壞進水時，可以將進水情況限制在局部範圍之內一樣。

建築物之防火避難區劃有 3 個主要目的：一為當火災發生時將其抑止侷限於某一空間內以避免建築物遭受延燒損害。二為利用防火區劃規劃避難路徑系統，使火災發生時人員得以安全避難。另一目的則為延遲火、煙之擴散，藉以爭取時間以利人員之逃生避難及滅火工作。

1. 防火區劃分類

防火區劃一般分為面積區劃、層間區劃、豎穴區劃及用途區劃，說明如下：

面積區劃：係將樓地板面積依法定規模劃分為若干防火區。

層間區劃：是以防火樓板將上下樓層區劃分隔。

豎穴區劃：是將連通各樓層之豎穴（例如管道間）加以區劃分隔者。

用途區劃：是在建築物內有不同用途時，予以區劃。

2. 防火區劃規定

(1) 防火構造建築物：

總樓地板面積在 1500 m^2 以上者，應每 1500 m^2 以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板區劃分隔。區劃範圍內，如備有效自動滅火設備者，得免計算其有效範圍樓地板面積之 $1/2$ 。

防火構造建築物供集會表演、運輸場所或文教設施之觀眾席部分、工業、倉儲類之生產線部分、國小校舍或校舍之教室、體育館、零售市場、停車空間及其他類似用途建築物使用，無法區劃分隔部分，以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板自成 1 個區劃者，不受前項之限制。

(2) 非防火構造建築物：

主要構造為不燃材料：非防火構造之建築物，其主要構造使用不燃材料建造者，應按其總樓地板面積每 1000 m^2 以具有 1 小時防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備予以區劃分隔。

主要構造為木造：非防火構造之建築物，其主要構造為木造等可燃材料建造者，應按其總樓地板面積每 500 m^2 ，以具有 1 小時以上防火時效之牆壁予以區劃分隔。

非防火構造建築物供體育館、工業、倉儲類之生產線部分、樓梯間、升降機間及其他類似用途使用時，其無法區劃分隔部分，以具有 0.5 小時以上防火時效之牆壁、樓板及防火門窗等防火設備自成 1 個區劃，其天花板及面向室內之牆壁，以使用耐燃 1 級材料裝修者，不受前項規定限制。

連棟式建築物：非防火構造之連棟式建築物，其建築面積超過 300 m^2 且屋頂為木造等可燃材料建造之屋架時，應在長度每 15 公尺範圍內以具有 1 小時以上防火時效之牆壁予以區劃分隔。

(3) 11 層以上建築物

建築物自第 11 層以上部分，依下列規定區劃：樓地板面積超過 100 m^2 者，應每 100 m^2 範圍內，以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板形成區劃分隔。供住宅使用者，區劃面積得增為 200 m^2 。

自地板面起 1.2 公尺以上之室內牆面及天花板均使用耐燃 1 級材料裝修者，得按每 200 m^2 範圍內，以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板區劃分隔；供住宅使用者，區劃面積得增為 400 m^2 。

室內牆面及天花板（包括底材）均以耐燃 1 級材料裝修者，得按每 500 m^2 範圍內，以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與各該樓層防火構造之樓地板區劃分隔。

前 3 項區劃範圍內，如備有效自動滅火設備者得免計算其有效範圍樓地板面積之 $1/2$ 。

高層建築物除應依規定設防火區劃外，其昇降機道及梯廳應以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備及該處防火構造之樓地板自成 1 個獨立之防火區劃。設有燃氣設備時，應將燃氣設備集中設置，並設置瓦斯漏氣自動警報設備，且與其他部分應以具 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備及該層防火構造之樓地板予以區劃分隔。

(4) 地下建築物

地下建築物供地下使用單元使用之總樓地板面積在 1000 m^2 以上者，應按每 1000 m^2 ，以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備及該處防火構造之樓地板予以區劃分隔。

2.1.5 防火區劃構造物

防火區劃的構成包含了防火牆、防火門窗、防火樓板、防火閘門或閘板及其他貫穿防火區劃的穿孔所做的防火填塞。防火區劃上不同結構的防火能力必須一致，也就是說兩小時防火能力的防火牆配兩小時防火能力的防火門窗、防火樓板才能得到 2 小時的防火時效。

1.防火牆

防火牆除了應達到規定之防火時效外，防火區劃之牆壁，應突出建築物外牆面 50 公分以上。但與其交接處之外牆面長度有 90 公分以上，且該外牆構造具有與防火區劃之牆壁同等以上防火時效者，得免突出。

2.防火樓板

防火樓板除了應達到規定之防火時效外，防火構造建築物之樓地板應為連續完整面，並應突出建築物外牆 50 公分以上。但與樓板交接處之外牆面高度有 90 公分以上，且該外牆構造具有與樓地板同等以上防火時效者，得免突出。

3.防火門窗

防火門窗係指防火門及防火窗，其組件包括門窗扇、門窗樑、開關五金、嵌裝玻璃、通風百葉等配件或構材，其功能為提供開口部一定程度之防火保護。材料除考慮耐火、隔熱、遮焰、遮煙及穩定等性能外，並應具有堅固耐用、容易安裝、不易變形等條件。

防火門窗的組件基本上不可分開使用，否則無法確保原有的耐火性能；施工安裝上亦必須符合工法，才能確保防火時效，許多情況下防火門之所以未達預期功能，並非由於門的品質不好，而是安裝施工上出了問題，所以安裝防火門一定要由專業人士來進行。

防火門的安裝在門框的固定上需注意牆面介面是否穩固，尤其與輕隔間 C 型鋼結合若未做補強，則門扇安裝後門框容易產生變形而使整個門無法正常開啟。門扇固定時需注意門縫寬度，依國際標準而言，防火門邊之門縫需小於 3mm，若是寬度過大，防火膨脹條可能就無法有效阻隔煙霧通過。門底則需留 1mm 的門縫以通透逃生所需的空氣，此外，五金配件的安裝需確認與認證形式相同，門扇上若挖孔則須以防火材料做填縫處理。

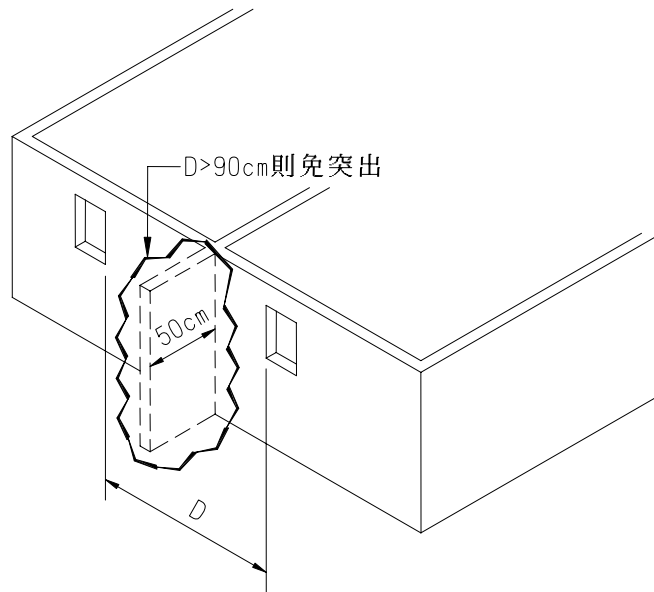


圖 2.1 防火牆突緣示意圖

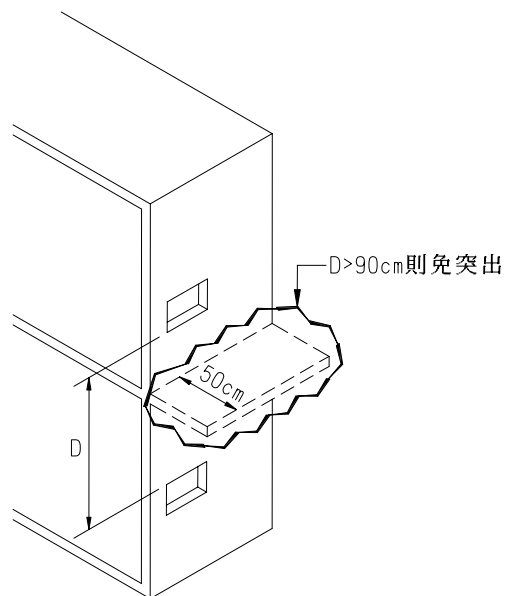


圖 2.2 防火牆突緣示意圖

防火門窗構造應符合下列規定：

- (1)防火門窗周邊 15 公分範圍內之牆壁應以不燃材料建造。
- (2)防火門之門扇寬度應在 75 公分以上，高度應在 180 公分以上。
- (3)除住宅、宿舍、旅館及病房外，其防火門應朝避難方向開啟。
- (4)不得上鎖。

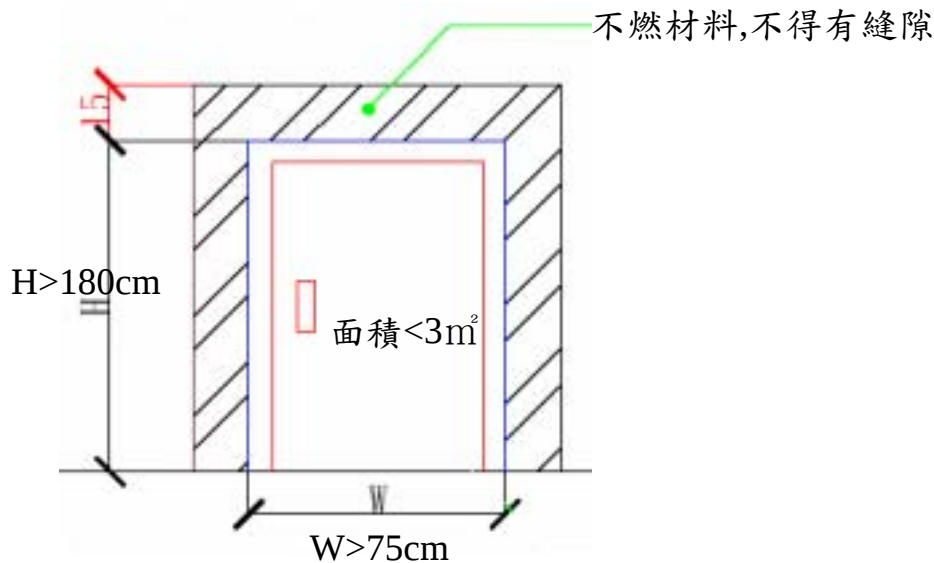


圖 2.3 防火門窗構造示意圖

常時關閉式之防火門應依符合下列規定：

- (1)免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。
- (2)單一門扇面積不得超過 3 平方公尺。
- (3)不得裝設門止。
- (4)門扇或門樘上應標示常時關閉式防火門等文字。

常時開放式之防火門應符合下列規定：

- (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)關閉後免用鑰匙即可開啟，並應裝設經開啟後可自行關閉之裝置。
- (3)採用防火捲門者，應附設門扇寬度在 75 公分以上，高度在 180 公分以上之防火門。

防火門及常用五金：



圖 2.4 木質防火門示意圖



圖 2.5 金屬防火門示意圖

※ 木質建材防火處理是以防火塗料塗裝或是浸泡的方式，讓木質材料耐燃點提高。



圖 2.6 防火級重型喇叭鎖



圖 2.7 防火級水平把手鎖



圖 2.8 平推防火門鎖



圖 2.9 平推防火門鎖



圖 2.10 門弓器



圖 2.11 不銹鋼旗型鉸鍊

4.防火鐵捲門（防火捲門）

一般鐵捲門與防火鐵捲門的差別，在於一般鐵捲門常用於車庫、

地下停車場等出入口或商店大門，平時關閉或開啟皆可，控制方式可為手動或遙控，鐵捲門的軌道甚至可以拆卸。

防火捲門屬於防火用途，主要運用於防火區劃的開口部，在火災時能隔離火焰、煙霧並維持防火區劃完整，必須具有合格的防火時效。一般而言，小面積的開口部可以使用單面式或雙開式的防火門，但有些建築物如大賣場、百貨公司、展覽館、學校、醫院、地下停車場等場所，在實際用途上常必須設計較大面積的開口部，此時即可運用防火捲門作為防火區劃的設備組件。

防火捲門屬於常開式防火門，平時呈開啟狀態，葉片捲藏於護箱中，遇有火警時才下降關閉，關閉方式除可與探測器連動外，也可採溫度熔絲或手動等方式。所以防火捲門在裝設上不會影響視覺美觀，可說有如一道隱形的防火區劃牆，在電梯間、電扶梯周圍、停車場車道等防火區劃處常可見到其裝設應用。

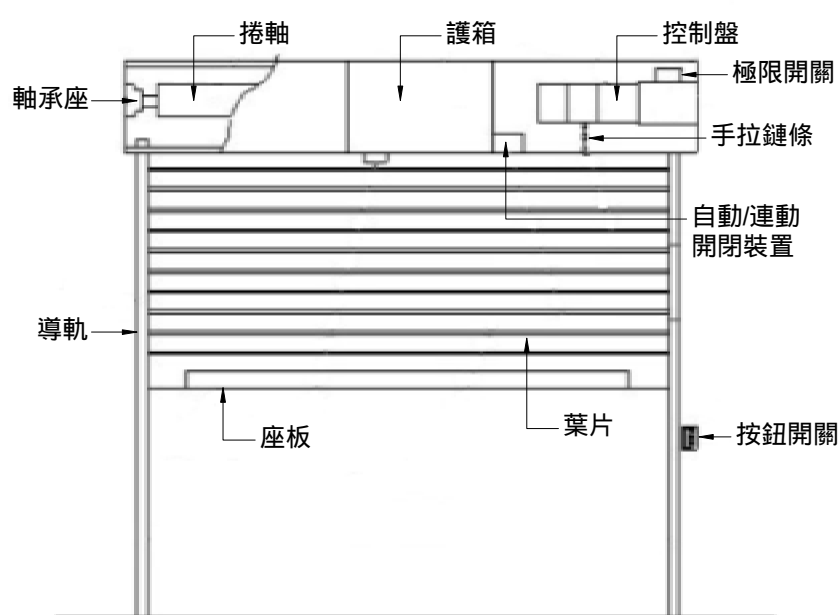
防火捲門，應附設門扇寬度在 75 公分以上，高度在 180 公分以上之防火門。防火捲門的種類，依應用場所不同可分為屋內用及外牆用；依開啟方式不同可分為垂直式與橫開式；依材質的不同又可分為鍍鋅鋼板、不銹鋼板、烤漆鋼板、樹脂鋼板等。

鍍鋅鋼板防火捲門以鍍鋅鋼板為主要材料，外觀如普通鐵皮，成本低廉，為一般最常用的防火捲門。不銹鋼板防火捲門以不銹鋼板為主要材料，表面光亮美麗但成本與價格較高，高級住宅等建築物較常使用。烤漆鋼板防火捲門是在鋼板上烤漆作為捲門材料，由於烤漆顏色種類豐富，所以在選擇上就較為多樣，並因漆面有刮傷之虞，因此在外觀上較難維護。樹脂鋼板防火捲門的材料表面為樹脂，可水洗、不生鏽，因其材質不易腐蝕，近海建築物經常選用。此種捲門也有數種顏色可選擇，且顏色可維持較久，開關時聲音較小，百貨公司等場所常可見到。

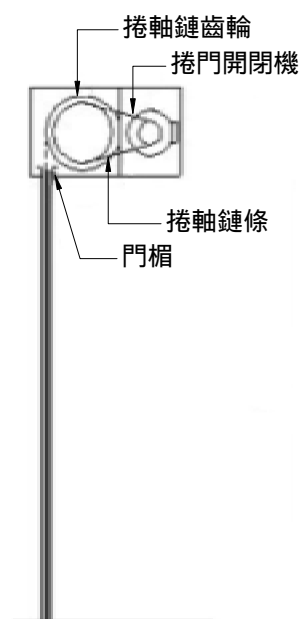
許多火災事故中常有防火捲門失效的案例，因此防火捲門應每季或至少半年，請電機人員或委託設備廠商進行保養，維修時要檢查與消防設備的連動功能是否良好、電機組件及配電盤是否生鏽故障、齒輪及鏈條需上油，並且實際測試其動作是否正常，如果保養得宜，防火捲門至少可以維持 20 年以上。唯有確實的定期保養，才能在真正危急時發揮功能，保障人命安全。



圖 2.12 各式防火鐵捲門樣例



立面圖



剖面圖

圖 2.13 防火門的構成組件

5.防火閘門

當發生大火時，一般的防火設施如防火門、防火窗、防火牆及防火貫穿結構都能適時發揮功能，阻擋火勢竄燒，但風管卻常成了火災的死角，為防止煙和火從風管竄燒到其他房間，因此應於風管通過防火區劃的隔牆處裝設防火閘門。

防火閘門的動作方式，需配合使用的系統而作選擇，如單純使用於空調通風系統時，因在火災發生時必須先關閉風機，停止空氣流動，所以可選用靠重力關閉的防火閘門，當空調通風系統兼做煙控系統使用時，因風管內的氣流易造成簾幕無法靠重力關閉，所以必須使用渦捲式彈簧的彈力關閉。

防火閘門除了比照甲種防火門窗之規定外，溫度超過正常運轉之最高溫度達攝氏 28 度時，熔鍊或感溫裝置應即行作用，並應設有便於檢查及養護防火閘門之手孔，手孔應附有緊密之蓋，使防火閘門自動嚴密關閉。發生事故時，風管即使損壞，防火閘門應仍能確保原位，保護防火牆貫穿孔。

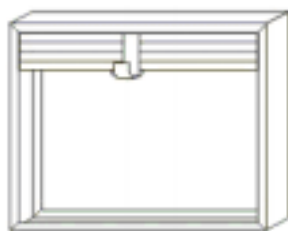


圖 2.14 簾幕式防火閘門

6.防火玻璃

防火玻璃又稱耐火玻璃，係指在火災條件下，能在一定時間內保持其耐火完整性和隔熱性的特種玻璃。建築物中的防火門、窗及隔間牆等，都有防火玻璃的應用。

(1)嵌絲玻璃

嵌絲玻璃又稱夾絲玻璃，即俗稱之鐵絲網玻璃，常用於防火門上，通常具有 30-45 分鐘的耐火時效，當受到外力或在火災中破裂時，玻璃碎片仍可固定在金屬網上，具有阻止火災蔓延的作用。嵌絲玻璃最大缺點是隔熱性能很差，火災十幾分鐘背火面溫度及高達 400~500℃。值得注意的是玻璃中有金屬絲或網未必即是防火玻璃，市面上另有將金屬網夾在兩層玻璃中的嵌絲玻璃，但此種產品只是一般鐵絲網玻璃，並不具備防火效果。

(2)單片透明玻璃

此類產品並無金屬網在玻璃當中，故又稱非嵌絲玻璃，依玻璃成分可區分成鈉石灰玻璃、矽酸硼系玻璃及陶瓷化玻璃。這類產品的優點是厚度薄、安裝不受室內室外之限制，整體而言耐火時效可達 60 分鐘以上，但不及發泡膨脹型防火玻璃。

(3)複合式多層玻璃

又稱發泡膨脹型防火玻璃，此類產品從外觀上看，玻璃中間透明，但遇火時中間成分則發泡膨脹，可降低熱傳導或熱輻射，兼具防火及隔熱效果。依生產工藝特點，又可劃分為膨脹型積層膠合玻璃和中間膠層玻璃，膨脹型積層膠合玻璃是將 2 片或 2 片以上的單層平板玻璃，用膨脹阻燃膠結劑黏結複合而製成，故又稱複合型防火玻璃；中間膠層玻璃是在 2 片或 2 片以上單層平板玻璃的四周先用邊框條密封好，然後由灌注口灌入防火液，經膠結、封口而製成。

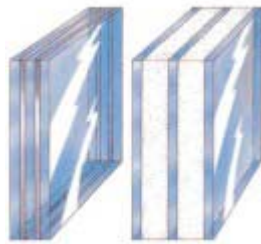


圖 2.15 複合式多層防火玻璃

除上述各種防火玻璃外還有一種反射鍍膜型防火玻璃，這種玻璃是在單層或多層玻璃基材表面鍍上可反射金屬熱能的特殊金屬材料，乾燥固化後即製成防火玻璃。值得注意的是這種產品只有表面防火並非整片玻璃防火，其次，部分產品只有單面防火被覆，也就是說只有單面防火，除非能事先預測火災從哪一面燃燒，否則安全防護將有漏洞。

防火玻璃不應只考慮玻璃是否防火，而是考慮整個系統包括框、玻璃壓條、墊片等，才算整組的防火玻璃。安裝是頗精密的工作，可能只是墊片未安裝妥善外表看不出來，但遇火燃燒時玻璃卻可能因此而爆裂，因此由合格者進行組裝，是最能發揮產品功能的方法。

7.防火填塞

防火填塞，是以具有防火性能的材料，將防火區劃部的貫穿孔隙或縫隙加以填塞，阻絕火苗及濃煙穿越防火區劃而竄燒至其他空間，保障原本防護區劃的完整。許多建築物火災延燒的原因皆由於貫穿部未施作阻火系統(防火填塞)，導致火災時火勢嚴重延燒擴散，造成無法挽回的損失。

建築物防火區劃貫穿部須施作防火填塞者包括下列部分：

- (1)給水、排水管貫穿樓板及牆壁部份之縫隙。
- (2)電線、電纜、線槽貫穿樓板及牆壁部份之縫隙。
- (3)空調、排煙風管貫穿樓板及牆壁部份之縫隙。
- (4)帷幕牆與樓板交接處。
- (5)樓板與樓板、樓板與牆、牆與牆間伸縮接合縫。

防火填塞材料主要可分為下列 3 種類型：

- (1)膨脹型：膨脹型防火填塞材料依膨脹倍率不同，有高膨脹倍率與低膨脹倍率產品的差別，材料本身除了有防火性能外並具有膨脹性，遇到熱時可迅速膨脹，填封被火燒出的空隙，阻絕火勢進一步的蔓延。舉例來說，在塑膠管的貫穿處即可使用此類型的防火填塞材料。
- (2)非膨脹型：非膨脹型防火填塞材料本身並不會膨脹，並有隔熱型及熔損型等種類。隔熱型材料能阻隔熱能使非佈火面溫度控制在一定範圍內；熔損型材料受火時表面會耗損並形成熱遮罩層而達到防火功能。舉例來說，在金屬管的貫穿處即可使用此類型的防火填塞材料。
- (3)吸熱型：吸熱型防火填塞材料能夠吸收熱能，將能量轉換成其他型態，利用物質相變吸收熱量降溫而達到阻火的目的。舉例來說，在電信纜線槽等須防高溫的貫穿處即可使用此類型的防火填塞材料。

許多防火填塞材料並不單具上述一種特性，例如有些材料兼具膨脹與吸熱功能，有些則兼具吸熱與隔熱功能，端視產品材質性能而定。防火填塞材料除了耐火，也必須耐消防水柱沖壓，因為消防員救火時水柱衝擊會破壞填塞材料，產生縫隙而導致餘火延燒到另一個區域。美國 ASTM 的 E841 標準、我國的 CNS14514 均規定了水柱沖擊試驗，此外，亦需注意材料的環境性與耐候性，原料中含石棉會危害人體健康，含鹵素則燃燒時會產生戴奧辛，台灣氣候高溫潮濕，材質能否耐候不變質亦須考量。

常見防火填塞材料：

防火填縫膠：適用於金屬管、風管的接合縫隙或防火板、防火門窗等需要美觀表面的縫隙。

防火泥：除了適用於防火牆、金屬管路、風管的孔隙、防火樓板的開孔外，並可用於混凝土、金屬、石材或木材製品的縫隙填補。



圖 2.16 防火填縫膠



圖 2.17 防火泥

防火帶及不鏽鋼管套：

防火帶採用高膨脹倍率材料，遇火後除了快速膨脹外，並以不鏽鋼管套限制其膨脹方向，將各式塑膠管在最短時間內截斷，徹底隔離煙火燃燒路線。適用於各種塑膠管、例如 PVC、CPVC、ABS、FRPP、PVDF、PE、PB 等的穿牆、穿樓的延燒防護。



圖 2.18 防火帶



圖 2.19 防火不鏽鋼管套

防火磚：防火磚使用於電線、電纜貫穿牆壁的結構孔或建築物的層間縫隙，並因可重複使用，因此更適用於須時常更換電纜的防火穿孔。

防火片板：防火片板底部為一層金屬片，中間為膨脹型防火材料，最上層為金屬網與鋁箔。防火片板適用於電纜架、匯流排或通風管等貫穿物的大型開口，並配合防火泥及防火填縫膠的使用以確保防火效能。



圖 2.20 防火磚



圖 2.21 防火片板

2.2 火警自動警報設備

2.2.1 概述

一旦發生火災時，為使災害損失降至最小限度，則如何及早偵知火災發生、不斷獲得正確信息及採取一連串因應之滅火、阻隔、逃生避難對策，便是關鍵所在。為了儘速發現火警狀態並將正確信息傳給人員，依法規應設有「火警自動警報設備」(Automatic Fire Alarm System)，而消防界對此設備向來極為重視，並以「帶動一切消防救災對策(行動)之火車頭」稱之。

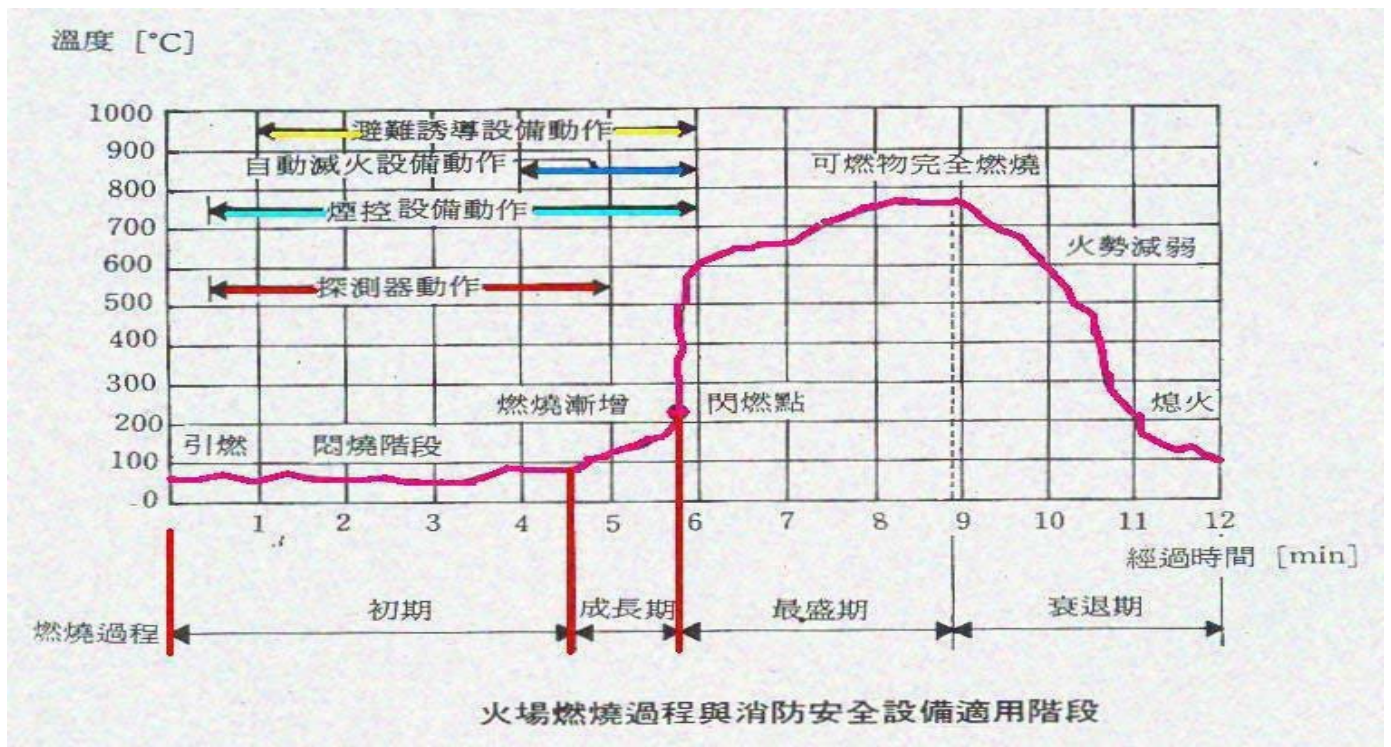


圖 2.22 火場燃燒過程與消防安全設備適用階段

參照圖 2.22 可知，一般之逃生規劃設計係以以下數種時間作檢討，以確保人員於最壞狀況下仍能安全逃生。：

$$T_1 + T_2 \leq T_a$$

其中：

1. 避難開始時間 (T₁)：從火災發生到人員開始避難之時間，它包括偵測火災所需之時間、對火災發生做出反應所需之時間以及人員決定開始採取避難行動，3 個動作總和所需之時間。
2. 避難行動所需時間 (T₂)：避難開始至避難完成之時間。
3. 避難容許時間 (即危險境況出現時間，T_a)：從火災發生至危險狀態發生 (即出現人員無法自力逃生之危險境況) 之時間，它包括 (1) 火場溫度達到人無法抵抗之時間 (2) 火場煙濃度達到人無法忍受之時間。

在上列式子中，整體避難所需時間 (T₁+T₂) 若小於避難容許時間 (T_a) 則此建築物之規劃設計屬於安全建物，反之，則為危險之建築物。在上列的逃生時間計算基本公式中，T_a 是最後的管控值，它受到火源大小、建材特性、防火區劃之優劣等等因素所左右，但一般皆在建物初始完工時就已定了下來，只要後續的建物使用管理維護得當則是一個較不可變的因子，其次，避難行動所

需時間 T2 受樓梯、出入口數量等所左右，也是一個比較不可變的因子，因此為利於人員順利逃生，儘早讓人員及早開始採取避難行動，亦即儘量縮短 T1 這個時間，就是一個很重要的事情，但事實上 T1 時間又包含了火警系統自動偵知火災，以及管理人員確認是火災並發佈人員必須開始逃生疏散這二段動作所需的時間，其中管理人員是否可儘早確認火災並發佈人員必須開始逃生疏散，一般繫於平時之訓練與臨場應變；至於自動偵知火災所需的時間就有賴於火警自動警報設備的有效發揮功用了。

2.2.2 系統組成

火警自動警報之系統組成，一般可分為下列 3 個子系統：

- 1.火警自動探測系統：主要由探測器、配線及電源所構成子系統，其主要功能為偵知火災。
- 2.火警自動警報系統：主要由火警發信機、地區音響、配線及電源所構成子系統，其主要功能為傳遞警報。
- 3.表示及控制連動系統；主要由受信總機、中繼器、配線及電源所構成子系統，其主要功能為對整個系統產生連動及控制作用，使整個系統能有效動作。

2.2.3 系統功能

為達上述之消防安全目的，火警自動警報設備應具有之功能如下：

- 1.監視功能：依建物環境需求而裝置各種不同功能型式之探測器或相關感知設備，可自動偵知火災發生，並於火警受信總機處可自動表示火災發生區域之正確位置，以便確實掌握各區域狀況發生。
- 2.控制功能：當受信總機監視到建物內某區域有狀況發生時，連動控制不同功能之系統對該區域進行災害預防或警示告之。

2.2.4 系統設備之相關適用標準或規章

- | | | | |
|--------|------|-------|-------------|
| 1.CNS | 8873 | Z2040 | 火警警報設備總則 |
| 2.CNS | 8874 | Z2041 | 火警警報設備用探測器 |
| 3.CNS | 8876 | Z2043 | 火警警報設備用發信機 |
| 4.CNS | 8877 | Z2044 | 火警警報設備用受信總機 |
| 5.NFPA | 72 | | 美國國家火警警報規範 |

2.2.5 火警探測器之分類及工作原理

探測器依其工作原理，可大致分為傳統式，定址式及類比式 3 種，其探測能力亦受其工作原理而有所不同，分述如下：

- 1.傳統式：一般為受信總機送出電流，提供偵測迴路及探測器所需工作電源，當探測器藉煙或熱而動作將接點閉合，造成探測迴路短路(警報)，因以1個迴路為1偵測單元，當動作(警報)時，受信總機只知道該迴路警報，但無法確認哪個探測器動作，對於一般傳統探測器的警報動作設定值在出廠(設計)時已確定。
- 2.定址式：定址探測器都有 1 個唯一的定址(號碼)，並與總機採用數位通訊的方式將每 1 個定址探測器的狀態(警報，故障…)傳回受信總機。當探測器藉煙或熱而動作將接點閉合，造成探測器短路(警報)後，定址探測器將警報的狀態及該定址號碼傳回受信總機，對於一般定址探測器的警報動作設定值在出廠(設計)時已確定，不能更改，因以每 1 個定址探測器為一偵測單元，故受信總機可確認那 1 個探測器動作。
- 3.類比定址式：類比定址式探測器都有1個唯一的定址(號碼)與總機之間採用數位通訊的方式將每一個類比定址探測器的資訊傳回受信總機，而類比定址探測器具有將遮光的程度搜集之功能(即具有多段警報)，以及將該定址號碼轉換為數位訊號傳回總機，並可由總機根據歷史記錄來決定是否警報。故類比定址探測器的警報動作設定值可由總機設定或修改，對於是否警報將由探測器改為總機來決定，類比定址探測器的警報亦以每一定址號碼為一偵測單元，故受信總機可確認哪個探測器動作。

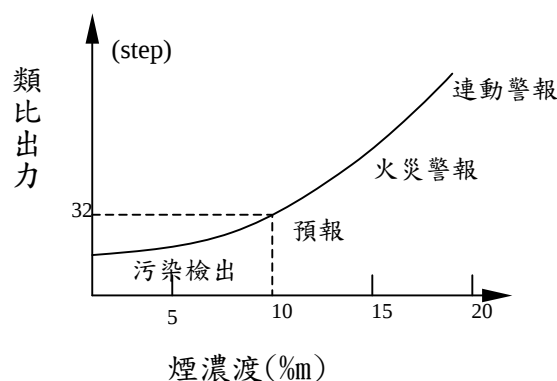


圖 2.23 類比定址探測器之多段警報示意圖

前述定址式、類比定址式探測器及受信總機之 2 種組合，一般泛稱為智慧型火警系統，其與傳統型火警系統之比較詳如表 2.1。

表2.1 智慧型與傳統型火警系統比較

系 統 項 目	智慧型火警警報系統	傳統型火警警報系統
系 統 架 構	1.定址式;模組化;網路架構; 2.設備較易受雜訊、高頻干擾。	1.集中式一對一配線。 2.不怕雜訊、高頻等干擾。
警報及 故障顯 示	1.可顯示真正警報發生的位置。 2.隨時監視所有模組及探測器，並能 顯示故障的位置及原因。	1.只能顯示火警分區。 2.僅知故障迴路，但不知那一個探 測器發生故障。
誤報率	極低。類比定址探測器只負責傳回 現場環境值(煙霧濃度或溫度... 等)，至於是否警報動作則由受信總 機來判定。	直接警報誤報率高，由偵測器自 行判斷並發出警報(ON/OFF接 點)。
施工面	採二線式多重傳輸架構，可節省大 量管路施工，佈線及接線工程費 用。	1.只得傳統多線式施作，須要投資 更大的管路施工、線材及配線接 線成本。 2.由於線多，失誤率提高，偵錯成 本亦較高。
系統容 量擴充	系統規模可隨時增減，並可就鄰近 管路接新設備。	對於系統擴增，須預留迴路及主 機處增加配管配線。
連動控 制修改	可採用軟體程式來連動控制，較具 彈性，並可做多種功能控制。	使用結線方式連動較不方便，無 法作特殊功能如時間控制、分段 控制、多重控制。
與 其 它 系 統 整 合功能	佳。RS-485、RS-232介面與極有彈 性的I/O點，可輕易與滅火系統、防 排煙系統、緊急廣播系統、避難誘 導設備等整合。	差。
維修方 式	系統可自行分析及檢查，直至探測 器骯到無法補償或故障時才須維 修，維修成本較低。	必需定期整體維護保養，維修成 本高。
探測器 更換	定址式基座與探測器為組合式，更 換時只需將探測器頭更換即可。	必需整個更換。

2.2.6 較特殊場所火警探測器之選用

由於火警探測器在整個火警偵知的過程中扮演著極重要的角色，錯誤的選用有可能時常產生誤報進而減低使用者的信心，或是延誤通報，因此必須審慎選用，以下就一些較特殊之場所列表說明其適用的火警探測器類別。

表2.2較特殊場所（依灰塵、煙、水氣匯聚之特性區分）火警探測器選用表

場所的特殊性		適用之探測器種類 (局限型)									備考
		差動式		補償式		定溫式		差動分佈型		火焰式	
		一種	二種	一種	二種	特種	一種	一種	二種		
1	灰塵、粉末			*	*	*		*	*	*	
2	水蒸氣				*	*	*		*		
3	腐蝕性氣體			*	*	*	*	*	*		
4	平時煙滯留					*	*				
5	高溫					*	*				
6	廢氣滯留	*	*	*	*			*	*	*	
7	煙會流入	*	*	*	*	*	*	*	*		
8	結露			*	*	*	*	*	*		

表 2.3 較特殊場所（依場所類別或天花板高度區分）火警探測器選用表

設置場所	偵煙式	熱煙複合式	火焰式
樓梯或斜坡通道	*		
走廊或通道 (限供甲類場所、證交所、金融機關、辦公室、集合住宅、體育館、室內溜冰場、攝影棚、高中低度危險工作場所及複合甲類場所)	*	*	
昇降坑道或管道間	*		
天花板高度 15 ~ 20 m 場所	*		*
天花板高度超過 20 m 場所	*		*
地下層、無開口樓層、11 層以上各樓層(限供甲類場所、證交所、金融機關、辦公室、體育館、室內溜冰場、攝影棚、及複合甲類場所)	*	*	*

2.2.7 火警探測迴路功能之確保

由於火警探測迴路必須散佈於建築物內各處，以便在第一時間偵知火警、發出警報，然而也正因這些迴路是散佈於建築物內各處，因此也極容易有斷線且不易查修的狀況產生，這樣的情況如果發生在傳統型火警系統，除了使該迴路無法偵知火警之外，對於如何儘速確認斷線處更將是一大考驗。一般為確保火警探測迴路之功能，特別區分發展出所謂的「A 級配線」，也就是火警探測迴路自受信總機出發後，最終又接回到受信總機，此時如果有斷線的情況發生，由於迴路上所有火警探測器都仍與受信總機有所銜接，就不致影響偵知火警的功能；相對的，「B 級配線」在有斷線的情況發生時就可能影響其偵知火警的功能。此外，如果是使用智慧型火警系統，不論是 A 或 B 級火警探測迴路配線，就都可以快速的檢出斷線的正確位置，極方便維修之進行。

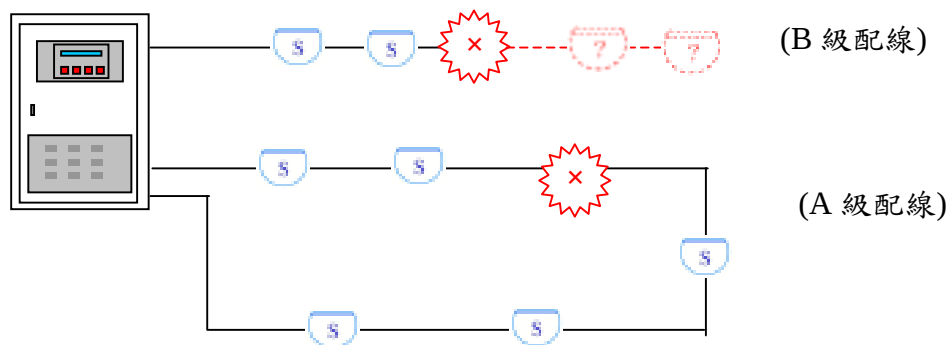


圖 2.24 A 及 B 級火警探測迴路配線示意圖

2.2.8 早期火警警報系統

在部份場合，由於須確保高單價設備（例如晶片生產）免於遭受火害，業者寧願安裝精密之早期火警警報系統，在火災發生之最初始階段就能偵知火災，進而撲滅火源確保安全，除可減少財損，平時亦可降低保險費用。

2.3 緊急廣播設備

實務上緊急廣播設備常與一般廣播共用廣播主機，此時外部廣播迴路配線必須採 3 線式配線，如下圖所示，亦即在平時一般廣播時其音量可受調整，但在緊急廣播時則採固定音量，以確保能發揮警告人員儘速避難逃生的設置目的。

此外有關建築物室內安全梯及特別安全梯間緊急廣播設備之鳴動方式，實務上亦常產生爭議，甚至造成現場消防查驗無法通過，必須特別注意。針對此一爭議，目前主管機關的解釋是，室內安全梯及特別安全梯間係屬垂直連通之區劃空間，基於建築物整體避難逃生之考量，梯間廣播鳴動方式應採全區一齊鳴動方式，再者同一建築物內如有 2 座以上互相獨立之室內安全梯或特別安全梯間時，則應採各梯間單獨一齊鳴動之方式辦理。

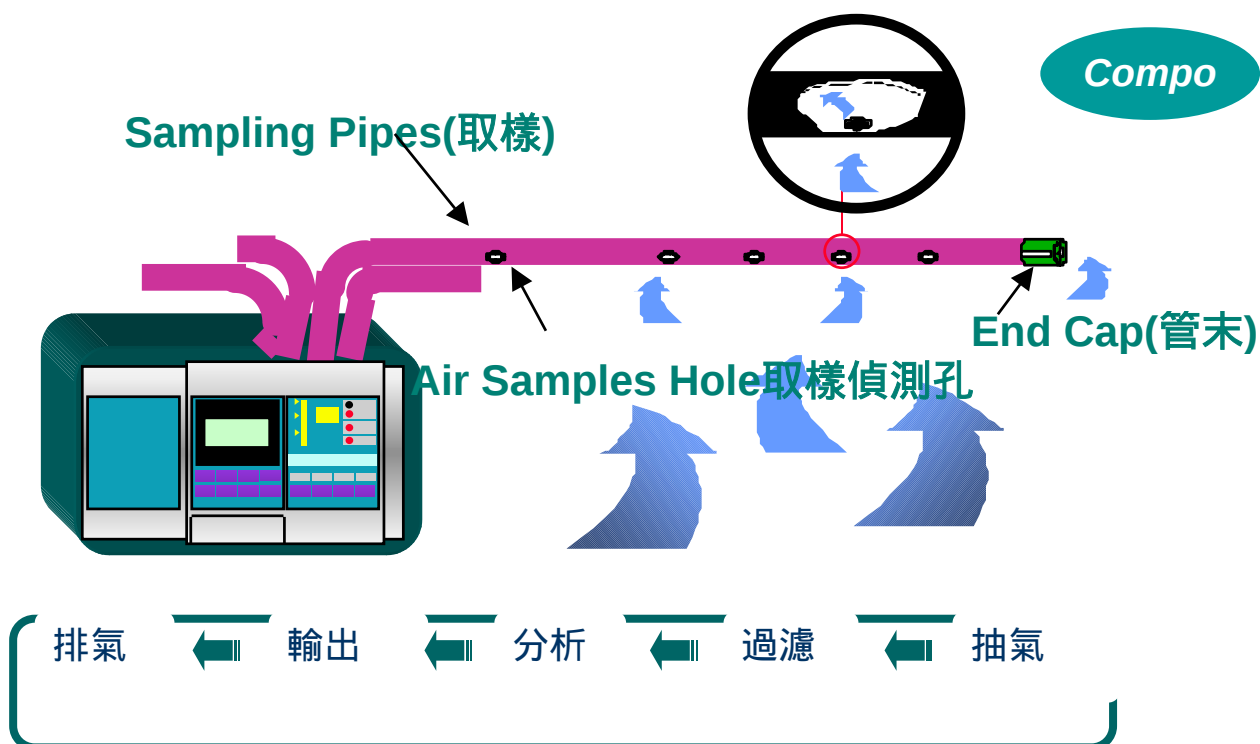


圖 2.25 空氣取樣式火警系統(早期警報)示意圖（取材自博見科技公司簡報資料）

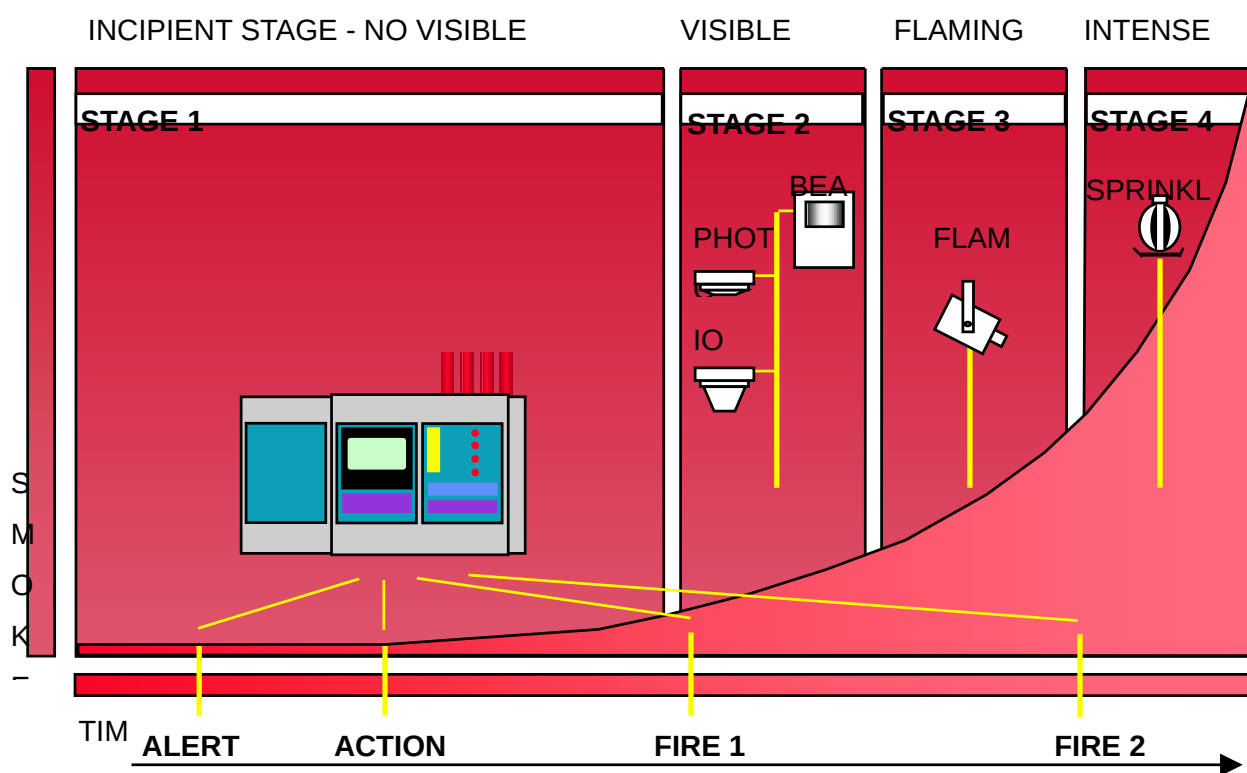


圖 2.26 空氣取樣式火警系統(早期警報)可適用範圍示意圖（取材自博見科技公司簡報資料）

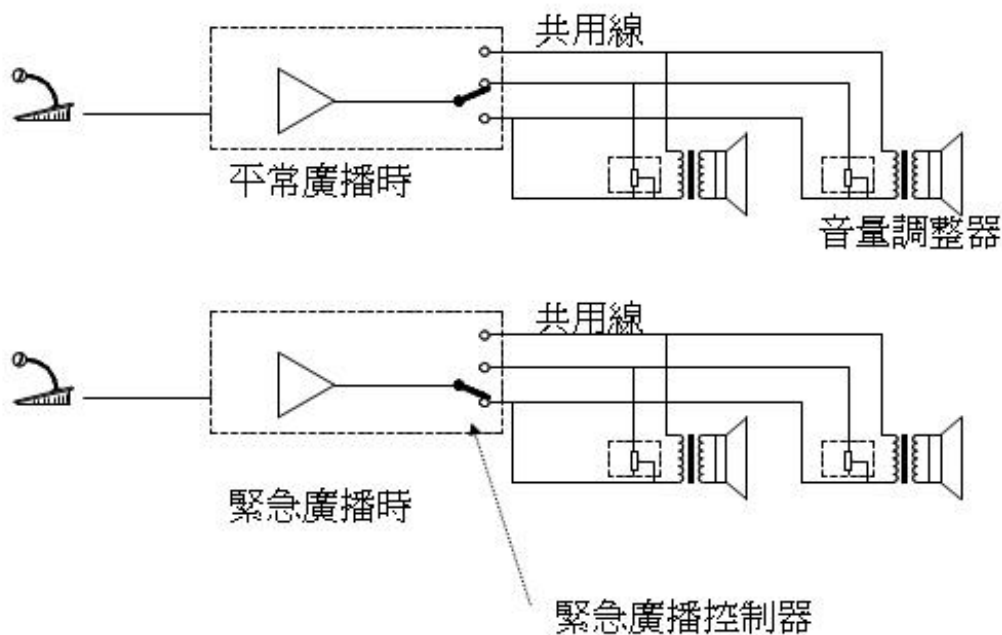


圖 2.27 緊急廣播設備 3 線式配線示意圖

關於樓梯間之緊急廣播回路，是否一定要與該梯間之火警探測器連動也是爭議點，按理消防法規並未強制要求緊急廣播設備應與火警自動警報設備連動，但如果採連動方式時，梯間之緊急廣播回路則應與火警探測器動作連動。

2.4 水系統滅火設備

2.4.1 水系統滅火設備簡介

水系統（water based）滅火設備，係指以水或水與其他物質之混合液作為主要滅火藥劑，來進行滅火之設備，又可解釋為“具有加壓送水裝置”之滅火設備。內容包括室內消防栓設備、室外消防栓設備、自動撒水設備、泡沫滅火設備、水霧滅火設備、細水霧滅火設備、連結送水管等，簡述如下：

室內外消防栓：消防栓為手動之滅火設備，分為室內消防栓及室外消防栓兩種。室內消防栓裝設於建築物內部便於取用之地點，火災初期提供建築物內人員救火使用。室外消防栓設於建築物外圍一定距離內，口徑及放水量較室內消防栓大，係提供消防隊員和經過消防專業訓練人員，由建築物外或進入內部救火之設備，因侷限於水帶長度和放水壓力，一般有效範圍僅及於建築物之一、二樓。

自動撒水設備：自動撒水設備係在建築物天花板裝設配管及撒水頭，火災

時自動將水噴灑至防護區而快速撲滅火勢之設備。

泡沫滅火設備：泡沫滅火設備通常使用於水系統無法正常發揮功能之場所。當偵測到火災發生後即發出信號，啟動加壓送水裝置，在水及泡沫藥劑充分混合後，泡沫噴頭即噴灑出大量泡沫覆蓋火源，達到滅火效果。

水霧滅火設備：藉由特殊設計的水霧噴頭，噴出 0.02~2.5mm 微粒之水霧達到滅火效果的消防設備。

細水霧滅火設備：在技術上可視為自動撒水、化學滅火系統之合成品，它充分的利用水的能力，經由特殊的噴頭設計，循環式的放射方式及以防護空間的配置，使細水霧系統在燃燒過程中藉由極小之細水霧粒子顆粒 (200~500 μm)，增加了水分子吸收熱量的總體表面積，故可比一般水系統更能達到瞬間冷卻的效果提供更有效之冷卻作用及隔離作用，大大提昇細水霧系統的滅火能力。

連結送水管：建築物內部為供給消防用水所設的送水管，火災發生時，消防隊能利用此水管自建物內部出水口獲得消防用水。

2.4.2 水的滅火特性

水具有良好的冷卻效果，故為滅火最經濟有效的材料。水系統之滅火原理主要為下列各項：

- 1.冷卻作用：根據水的物理性質，當水轉變成水蒸汽時吸收大量的熱 (539 卡/公克)，而水與熱接觸的表面積增加，冷卻功能亦相對的提高。
- 2.窒息作用：水受熱氣化成水蒸汽，體積膨脹約 1700 倍，可大量降低火場中的氧含量，達到窒息的效果。
- 3.乳化作用：將二種不相溶的液體混合攪拌會生成某種程度的乳化作用，在液體表面產生泡沫，阻斷可燃性氣體繼續由液體表面釋出。
- 4.稀釋作用：水溶性易燃液體以充分的水混合可達到稀釋滅火效果。
- 5.濕潤作用—細水霧系統之水霧粒子在火災表面形成一水層薄膜(thin coating of water)，阻止其他物質(氧氣等)進入火源。
- 6.洗滌易燃物—與可燃性液體產生混合效果，降低可燃性液體總燃燒能力，並且降低發火的產生。

2.4.3 加壓送水裝置

加壓送水裝置基本上有三種可能方式，分別是：

- 1.重力水箱，或稱高架水箱，如下圖 2.28，雖然設備簡單，平常就在全壓備用狀態，且免消防幫浦及緊急電源，但重力水箱增加建物載重，一般建物

僅能供應其較低之樓層，否則要高架突出或增加建築高度，若能與大自然或大環境搭配設置(例如山坡上)方才有利。

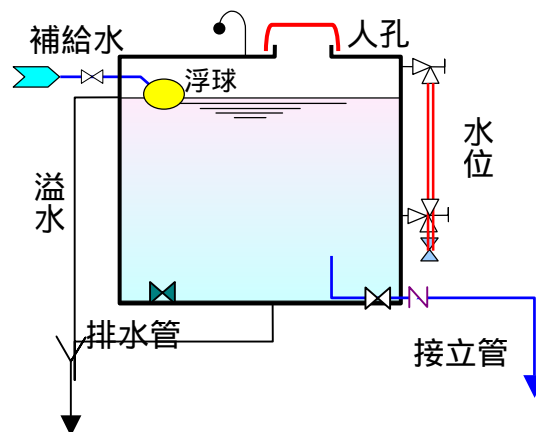


圖 2.28 重力水箱示意圖

2.壓力水箱，如下圖 2.29。

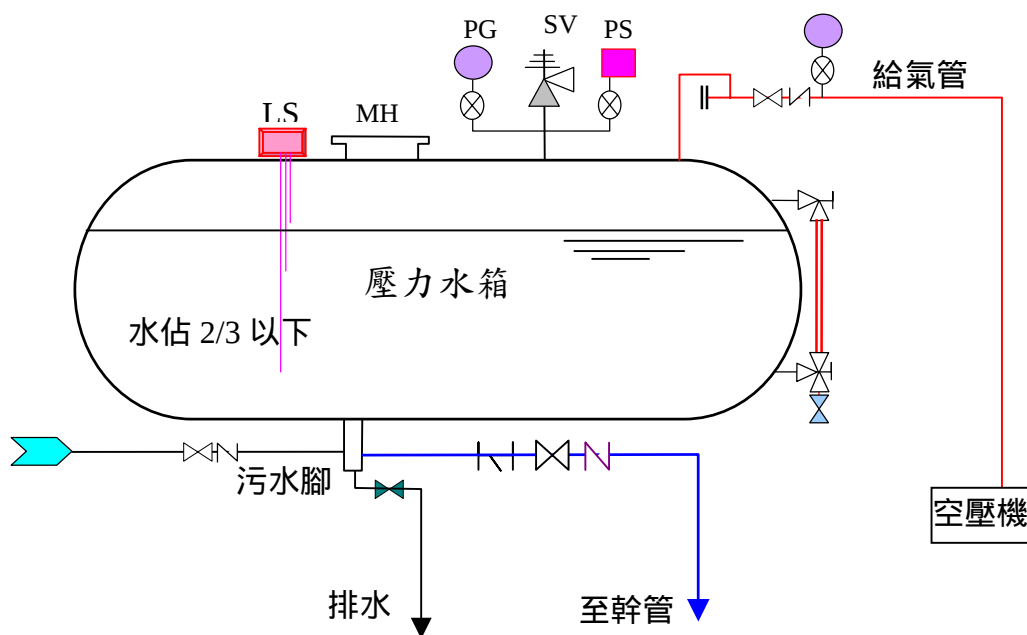


圖 2.29 壓力水箱示意圖

3.消防幫浦

消防幫浦係指由幫浦、電動機及控制盤、呼水裝置、防止水溫上升用排放裝置、幫浦性能試驗裝置、啟動用水壓開關裝置與底閥等全部或部分附屬裝置所構成。消防泵機組機房配管示意圖如下圖 2.30。

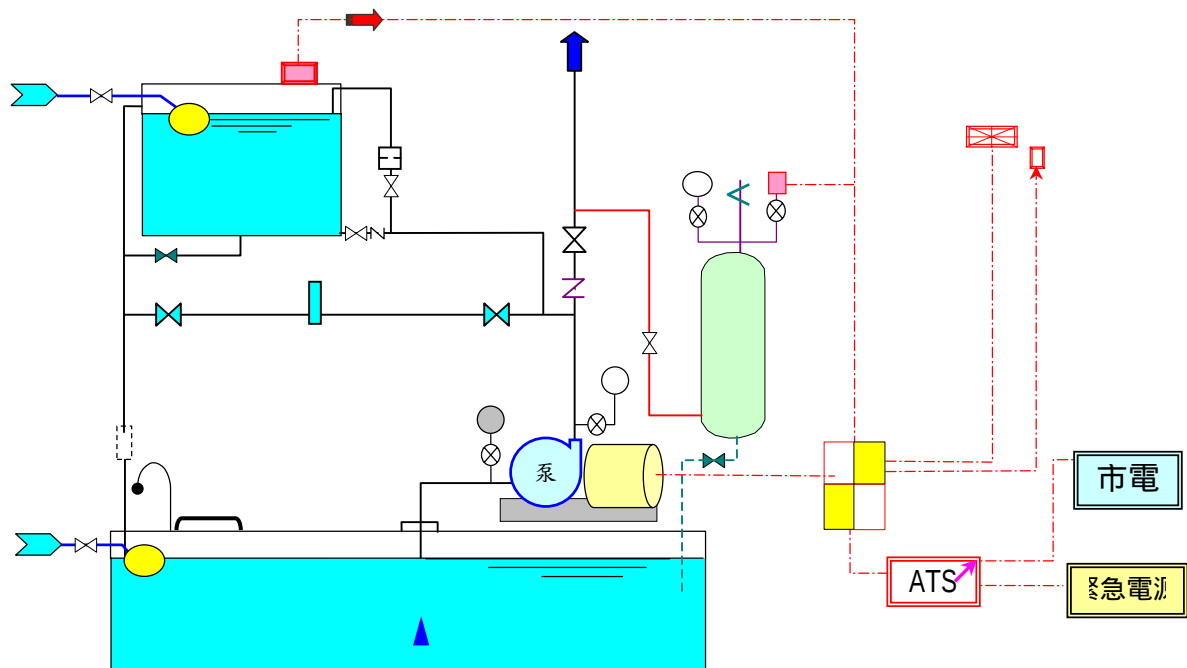


圖 2.30 消防泵機組機房配管示意圖

2.4.4 自動撒水設備

2.4.4.1

自動撒水設備可藉由撒水頭感應而噴出水滴以防止火勢蔓延，撲滅初期火災之固定式滅火設備，依世界各國相關團體之統計數字，均證明自動撒水設備是一個相當可靠的水系統滅火設備，有 95% 的火災能於初期滅火。

自動撒水設備一般可分為下列四大類型，分別是密閉濕式、密閉乾式、開放式、預動式，如下圖 2.31-2.34。

2.4.4.2 撒水頭種類

配合設置場所之特性及用途，撒水頭有各種不同之種類，如下圖 2.35。

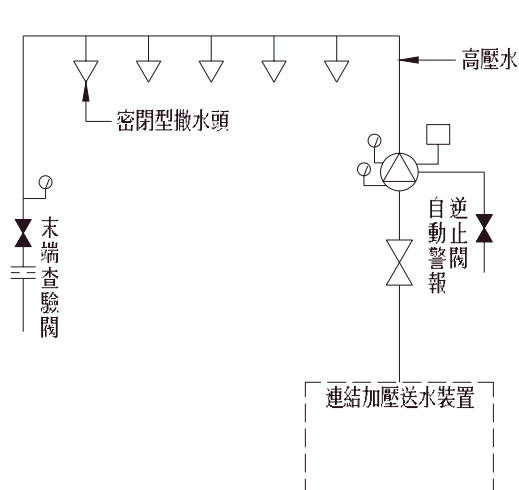


圖 2.31 密閉濕式撒水系統示意圖

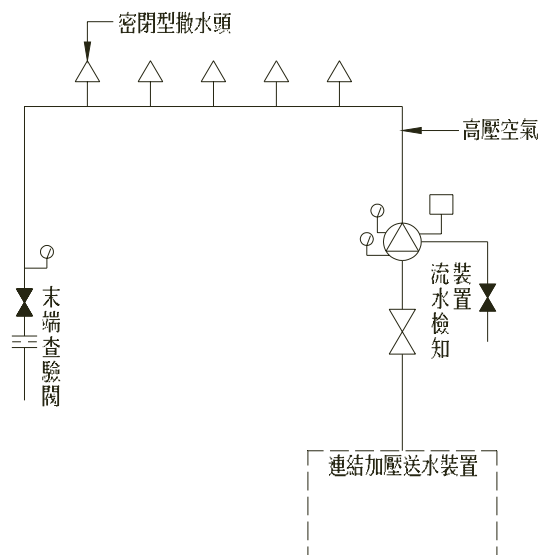


圖 2.32 密閉乾式撒水系統示意圖

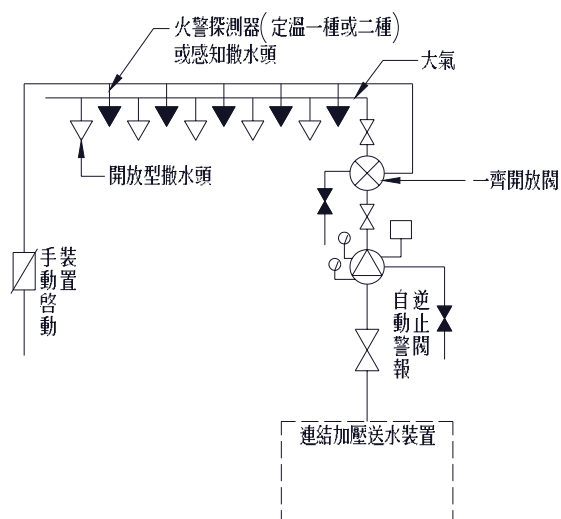
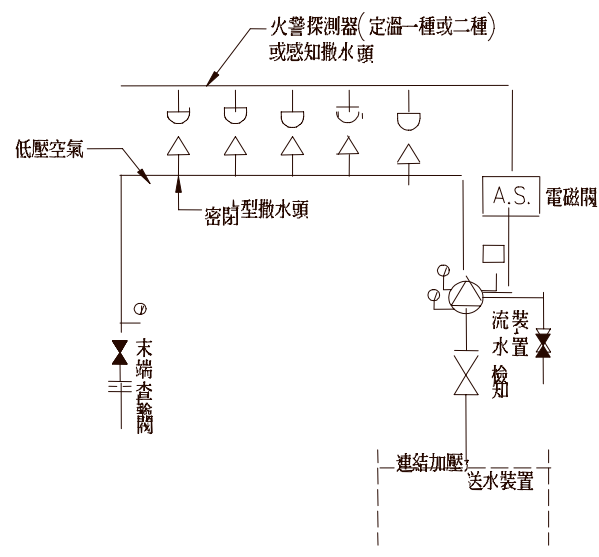


圖 2.33 開放式撒水系統示意圖



預動式自動撒水系統

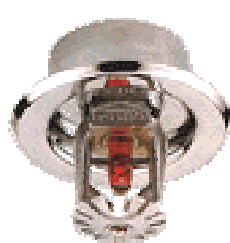
圖 2.34 預動式撒水系統示意圖



向上型



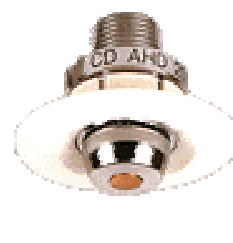
向下型



上下兩用型



側壁型



優美型

圖 2.35 各式撒水頭

2.4.4.3. 撒水頭反應時間指數

撒水頭反應時間快慢可以 RTI 值表示，RTI 值愈小，表示撒水頭反應時間愈快；反之，則動作較慢。RTI 值之定義如下：

$$RTI = \tau\sqrt{V} = \left(\frac{mc}{hA}\right)\sqrt{V}$$

τ ：時間常數（sec）

V ：熱氣流流速（m/sec）

m ：感熱元件質量（g）

c ：感熱元件比熱（cal/g°C）

h ：熱對流傳導係數

A ：感熱元件表面積

由上式可知影響 RTI 值之因素包括：熱氣流流速、熱對流傳導係數、感熱元件質量、比熱及表面積。

2.4.4.4. 撒水頭安裝上應注意下列圖示之法規要求

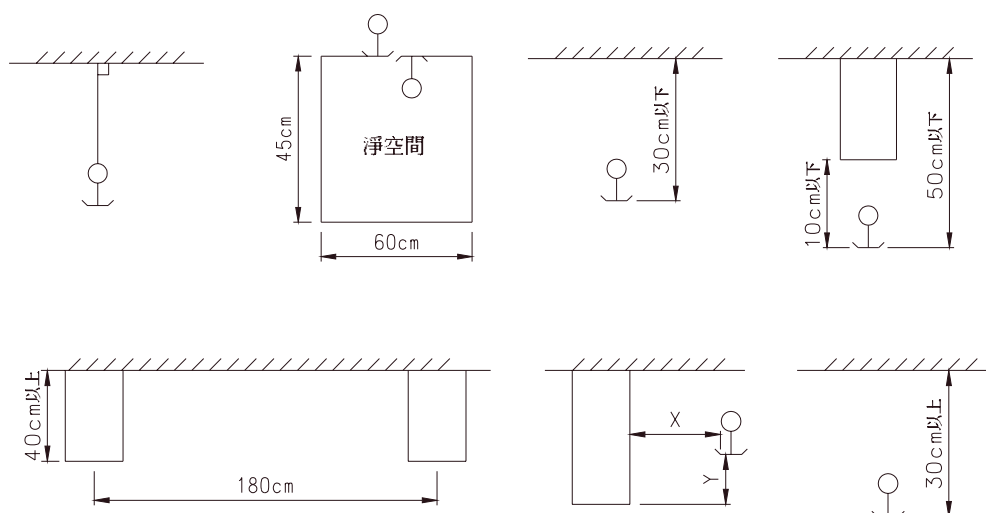
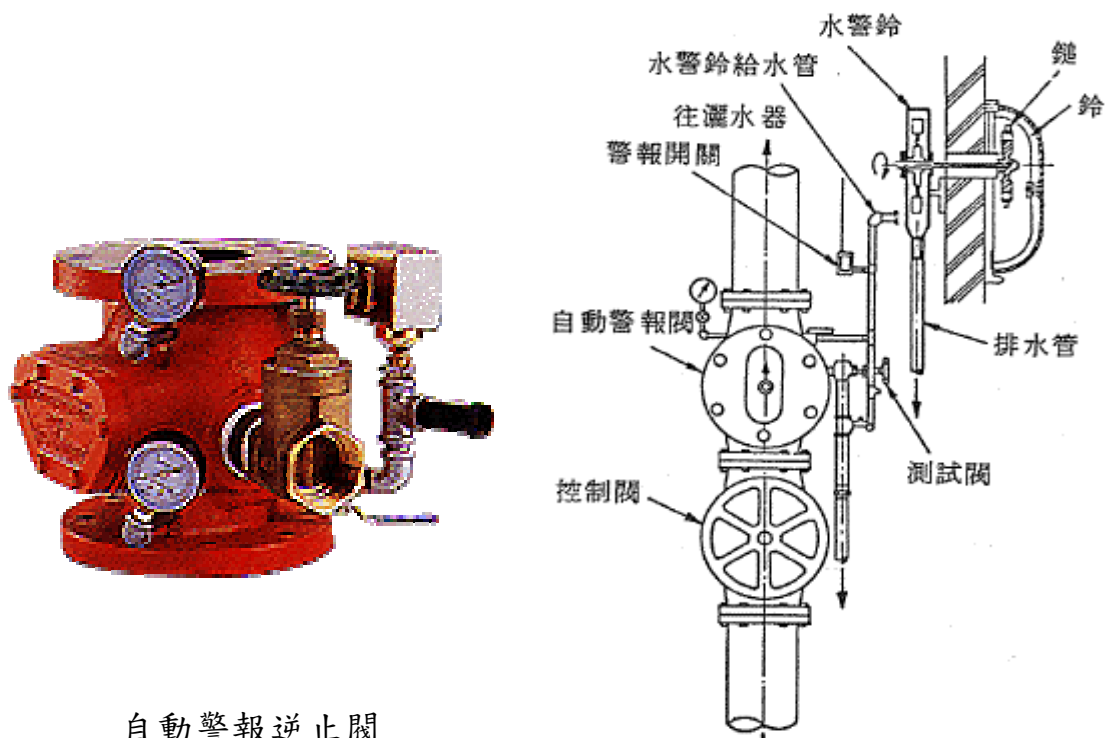


圖 2.36 撒水頭安裝上應注意事項示意圖

2.4.4.5 自動警報逆止閥或流水檢知裝置，置於加壓送水裝置及警戒區域之自動灑水頭之配管中間，火警時撒水頭因感應破裂撒水時，可檢知配管內水流，使系統變為電氣信號導通警報系統，發出警報聲響並可自動啟動幫浦加壓送水。其外觀如下圖 2.37 所示。



自動警報逆止閥

圖 2.37 自動警報逆止閥及其四周配管示意圖

2.4.5 泡沫滅火設備

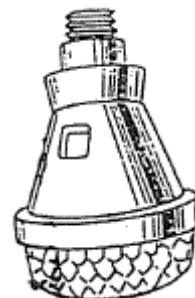
2.4.5.1

泡沫滅火設備是利用水與泡沫滅火藥劑混合，其中泡沫水溶液係由一定之水(通常為 97%或 94%)與一定泡沫藥劑(通常為 3%或 6%)混合，遇空氣或藉由化學變化，使其膨脹，利用窒息的原理，將泡沫覆蓋於燃燒面，完全阻絕空氣的供給，產生窒息作用使火撲滅。此外，因泡沫含有水分，對燃燒物產生冷卻作用，使燃燒物達到雙重滅火效果。一般多用於以水或不燃性氣體滅火效果小，或有再著火危險之虞之易燃性或可燃性液體火災。

2.4.5.2 泡沫放出口

固定式泡沫滅火設備之泡沫放出口，除依泡沫膨脹比可分為低發泡及高發泡，就噴頭型式又可分為泡沫噴頭及泡水噴頭二種，於適用場合、水力計算上皆不相同，實務上常見錯用，設計或施工上都必須仔細選擇設置。

泡沫噴頭

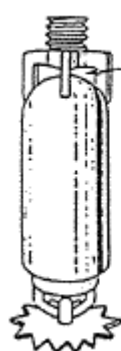


合成界面活性泡沫用

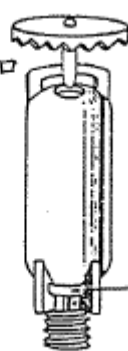
水成膜泡沫用

蛋白質泡沫用

泡水噴頭



空氣吸入口



空氣吸入口

向下型

向上型

圖 2.38 不同型式之泡沫噴頭及泡水噴頭

2.4.6 水霧滅火設備

2.4.6.1

水霧滅火設備，係利用特殊設計之水霧噴頭，使水量微粒霧狀均勻噴出，並覆蓋燃燒面積，藉由表面冷卻、衝擊乳化、窒息和稀釋等作用達到滅火效果之滅火設備，具有下列滅火上的優點：

1. 水被霧化可增加其表面積，容易吸收燃燒物之熱量，提高冷卻之效果。
2. 霧化的水在可燃性油類表面會產生不燃性之乳化層，阻絕氧氣之供應，達到滅火之效果。
3. 水吸收熱量後會蒸發成水蒸氣，體積膨脹 1700 倍。龐大的水蒸氣覆蓋於燃燒物表面，阻絕氧氣之供應，達到滅火之效果。而霧化之水，因表面積增加，更增加其窒息性效果。
4. 霧化的水對電氣設備具有相當高的絕緣性，故可用於撲滅電氣火災，

而較不擔心感電事故及接地現象。

要將水霧化的方法，一般有：

- 1.噴霧頭出口處裝設齒型迴水板，當高壓之水噴出後，撞擊此迴水板便會向四周擴散成水霧狀。如圖 2.39.(a)。
- 2.將具壓力的水利用噴霧頭接線狀之葉片將水撞擊成水霧狀。如圖 2.39.(b)。
- 3.噴霧頭出口處設計成正四角孔口，當加壓之水自此孔口噴出時，即以扇狀擴散成水霧。如圖 2.39.(c)。
- 4.噴霧頭內裝置二個流線狀葉片，使高壓水噴射於此二葉片，則因相互衝突，而使水呈霧狀噴出。如圖 2.39.(d)。
- 5.於噴霧頭內設計一較入水口及放射口大之部分，使水形成渦流，互相衝突，經放射口呈霧狀噴出。如圖 2.39.(e)。

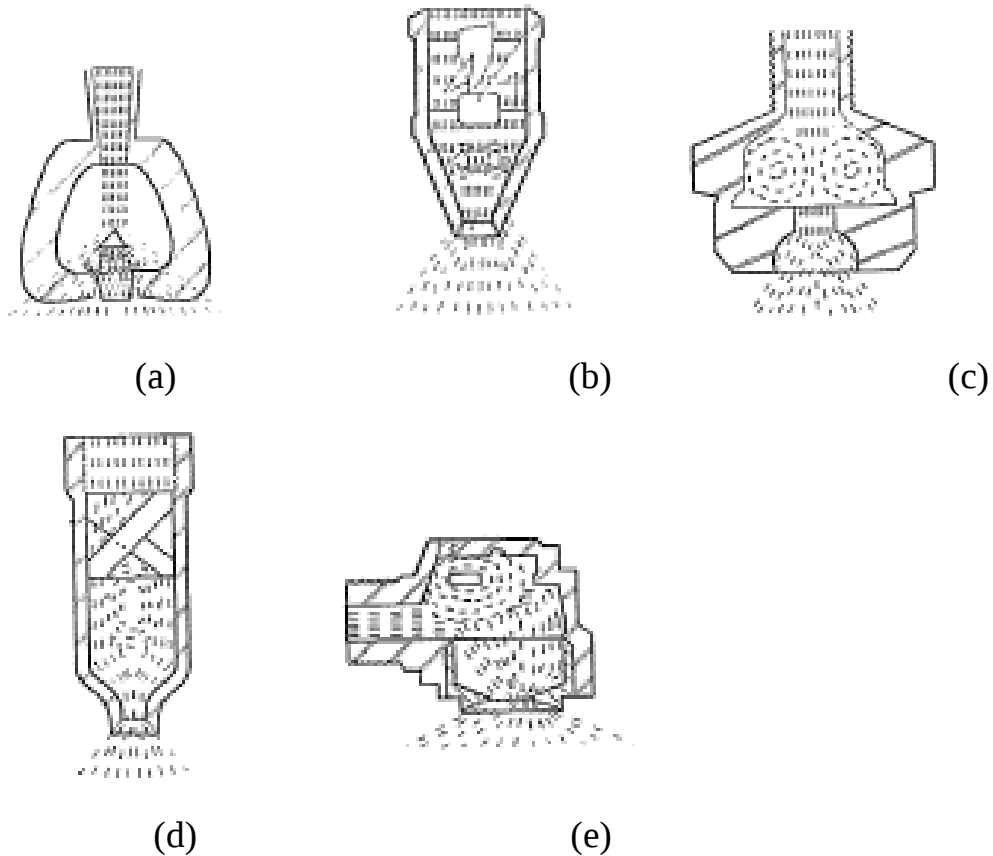


圖 2.39 各式水霧噴頭

2.4.6.2 水霧系統設置上應注意之相關規定

為預防火災、發揮滅火、防阻延燒及制壓火勢時，要求之放射量各自不同，列示如下：

- 1.滅火：8 l/min- m^2 以上
- 2.制壓火勢：10 l/min- m^2 以上
- 3.火災預防：5 l/min- m^2 以上
- 4.防阻延燒：8 l/min- m^2 以上

依法規要求，室內停車空間若設置水霧滅火設備則須特別注意其排水。室內停車場發生火警時，水霧滅火設備射出大量之水霧落地後，將呈現水狀並滯留於地上，若與車輛漏出之燃油接觸混合，將會擴大火災面積。故為防止延燒現象之發生，應設置排水設備，將放射區域內所有液體迅速排出，排水設備應符合下列規定：

- 1.車輛停駐場所地面應作 2%以上之坡度。
- 2.車輛停駐場所，除面臨車道部分外，應設高 10 公分以上之地區境界堤，或深 10 公分寬 10 公分以上之地區境界溝，並與排水溝連通。
- 3.滅火坑應具備油水分離裝置，並設於火災不易殃及之處所。
- 4.車道之中央或兩側應設置排水溝，排水溝應設置集水管，並與滅火坑相連接。
- 5.排水溝及集水管之大小及坡度，應具備能將加壓送水裝置之最大能力水量有效排出。

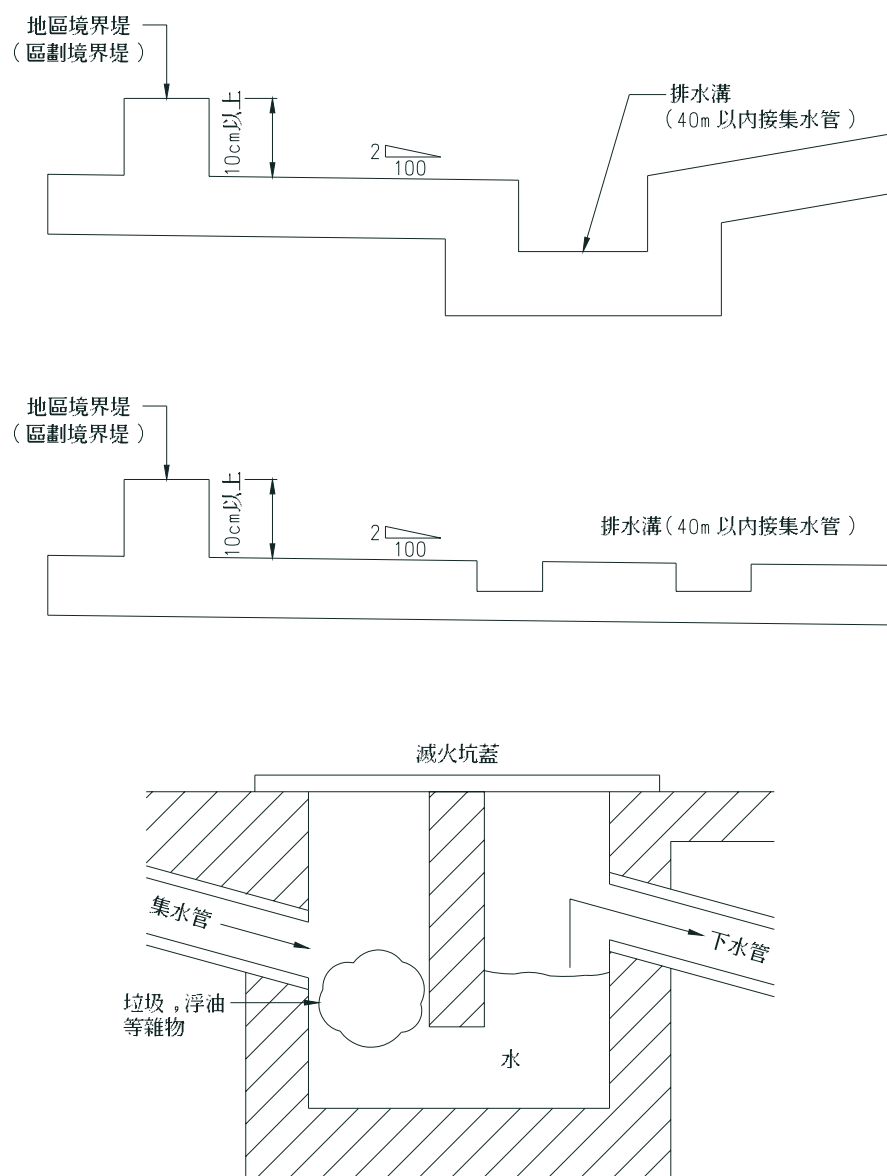


圖 2.40 設置水霧滅火設備之室內停車空間其排水系統示意圖

2.4.7 細水霧滅火設備

2.4.7.1 細水霧滅火設備操作流程及案例

細水霧滅火設備放射、滅火操作流程圖如下 2.41 所示。

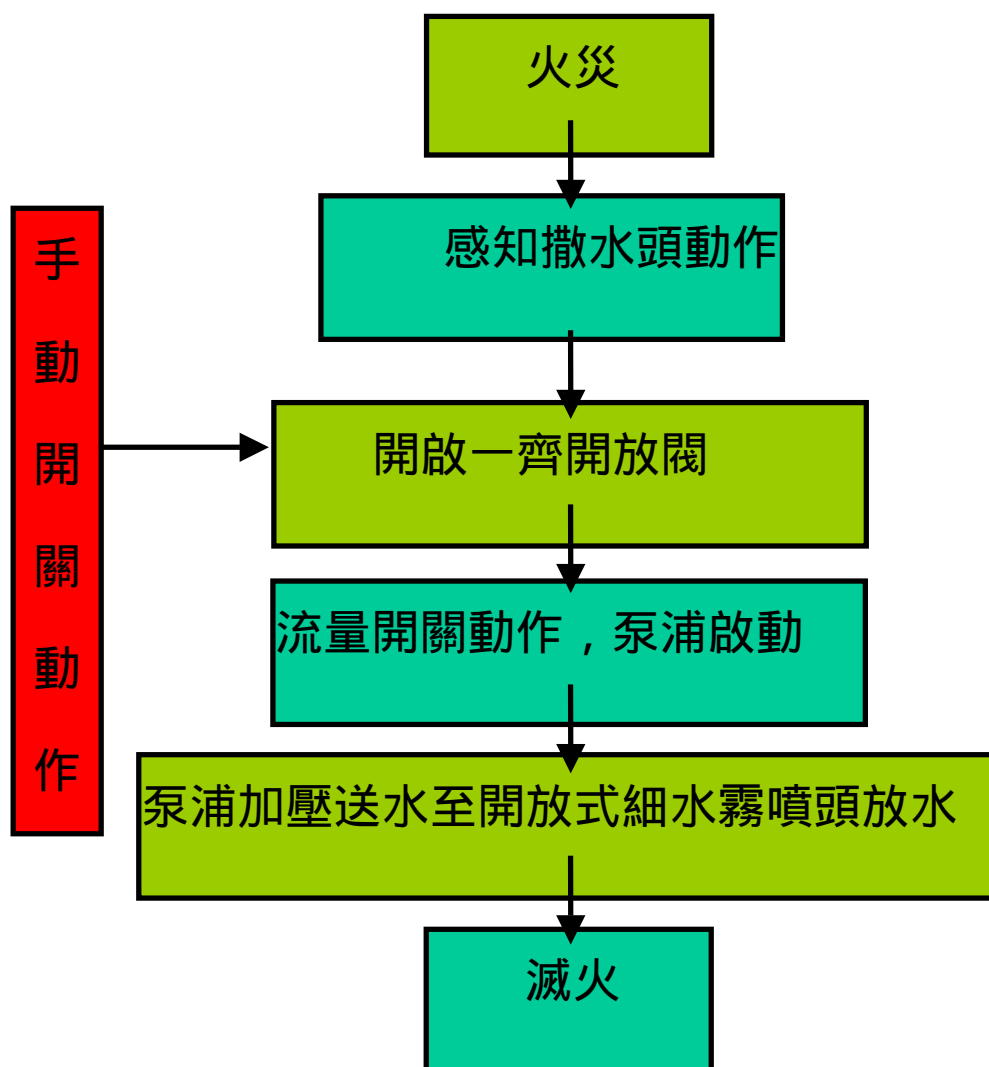


圖 2.41 細水霧滅火設備放射方法操作流程圖

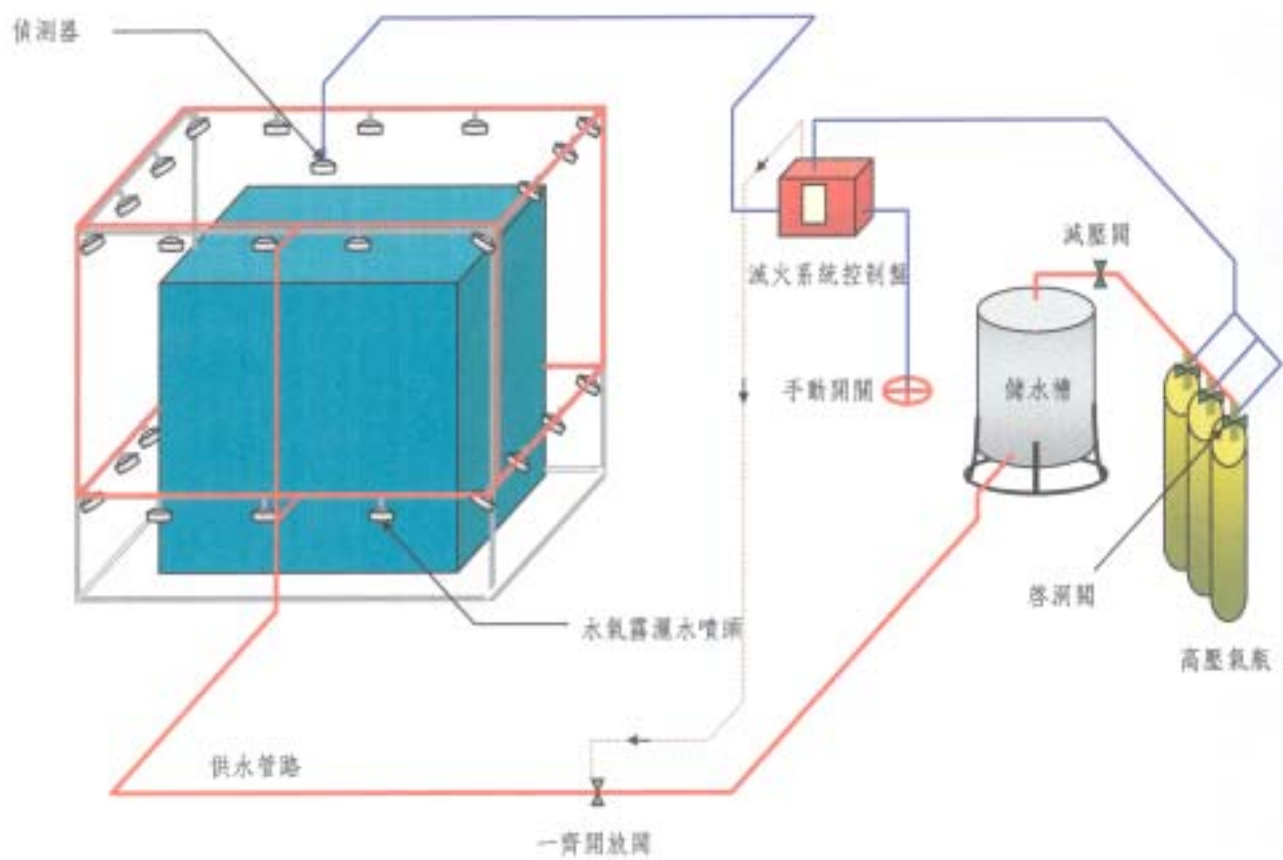


圖 2.42 細水霧滅火設備配管及配線等系統配置圖(水流量計算式)



圖2.43由細水霧防護之通電中變壓器



圖2.44由細水霧防護之通電中裝甲開關箱

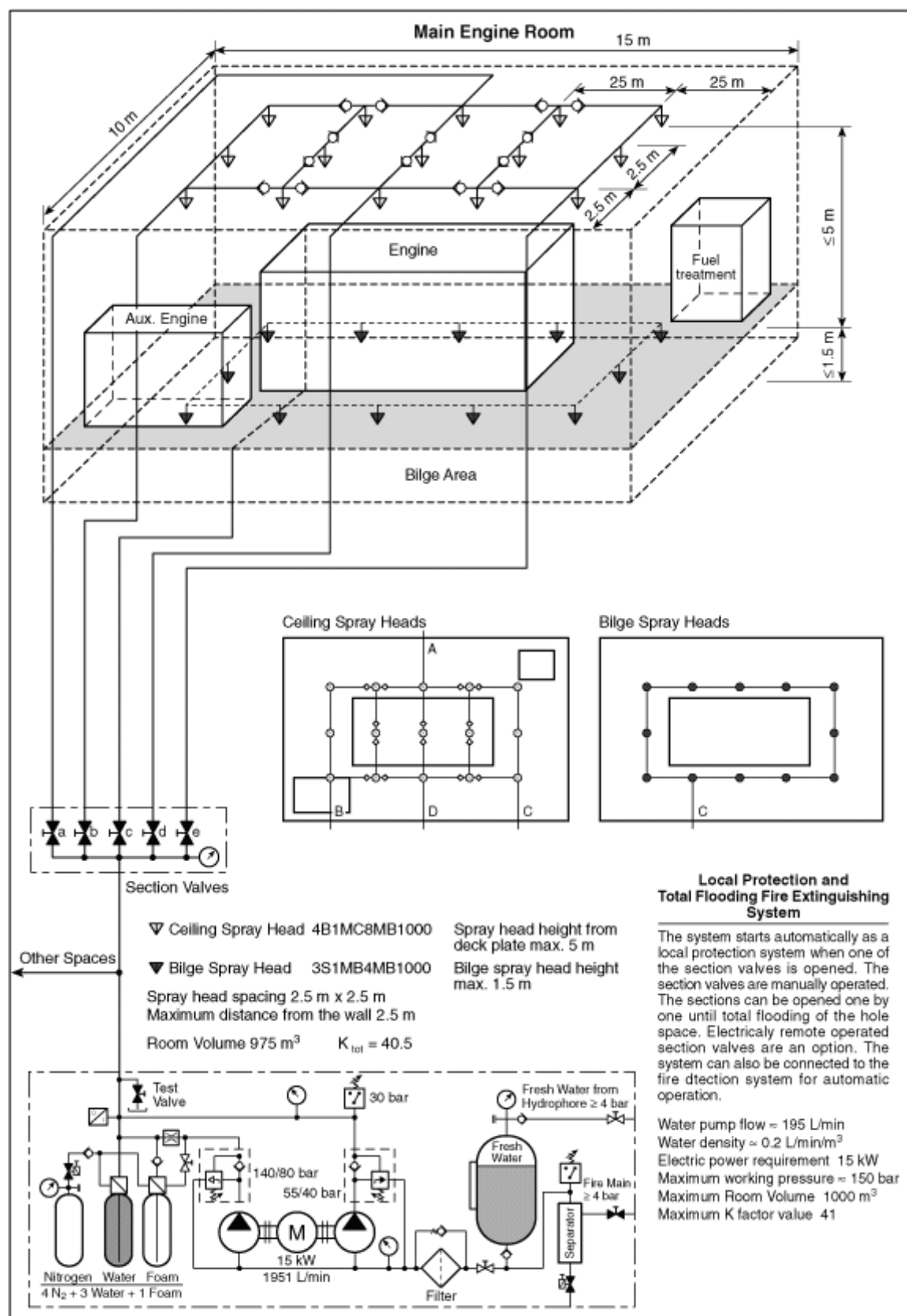


圖 2.45 引擎室細水霧滅火設備系統配置架構圖範例

2.4.7.2 與其他氣體滅火系統及傳統撒水系統的比較

表 2.4 細水霧滅火系統與其他氣體滅火系統及傳統撒水系統的比較

滅火系統		CO ₂	Halon 1301	撒水	細水霧	FK5-1-12	HFC-227ea
藥劑成分		CO ₂	CF ₃ Br	H ₂ O	H ₂ O	CF ₃ CF ₂ C(O)CF(CF ₃) ₂	C ₃ HF ₇
滅火原理		稀釋氧氣	切斷燃燒連鎖反應	冷卻	冷卻及氧氣代換	吸熱及切斷燃燒連鎖反應	抑制反應
適用火災類型		A,B,C	A,B,C	A	A,B,C	A,B,C	A,B,C
藥劑比較	溫室效應(GWP)	1	5600	0	0	1	2050
	臭氧層破壞性(ODP)	N/A	10	0	0	0	0
	大氣存留期(Atm.life)	120年	77年	0	0	3~5天	31~41年
人體安全		窒息危險	熱分解生成氫氟酸(HF)	無限制	無限制	67~150%安全裕度	10.5%以上會對人體產生影響
系統壓力(kg/cm ²)		54.1	24.5	1	22.4	24.5	24.5
延遲時間		20~60秒	20~60秒	無	無	20~60秒	20~60秒
釋放時間		1分鐘或3分半鐘	10秒或30秒	20分鐘	10分鐘或20分鐘	10秒內	10秒內
釋放後氧氣濃度(v/v%)		14%	19.9%	N/A	>15%	約 18%	約 18%
維護空間密閉性		要求高	要求高	無要求	要求低	要求高	要求高
專設排氣裝置		需要	檢討設置	不需要	不需要	檢討設置	需要

2.5 低污染氣體滅火設備

針對氣體性的系統性滅火設備，一般常談到「ENGINEERED SYSTEMS(非平衡式系統)」，所指的就是一個依特定需要而個別計算與設計，以決定流量、噴頭壓力、配管大小、噴頭所保護之地區及面積、藥劑量、噴頭數量、形式、及其裝置之特定系統。另外所謂「PRE-ENGINEERED SYSTEMS(平衡式系統)」，表示具備預定之流量、噴頭壓力、及藥劑的量，且這些系統有特定的配管大小、最大及最小的導管長度、高壓軟管說明、配管之數量及測試實驗室所規定之噴頭數量及型式，採用平衡式系統之防護區應符合經檢驗單位所認可的製造廠商所提供之實驗數據。而「TOTAL FLOODING(全區放射)」則表示一密閉空間之防護區，當其低污染滅火系統藥劑釋放至防護區全區時能達到一正確之濃度值。

2.5.1 傳統氣體滅火藥劑簡介

2.5.1.1 不燃性氣體

1. 氮氣(N_2)

一般而言，要使空間內的火熄滅，氧的濃度須以氮稀釋至 11~12%。要達到此程度，單位容積 V 的空氣中，需加入 $0.7V$ 的氮使產生效果。在一般狀況下，氮甚少直接作為滅火藥劑，通常作為其他滅火藥劑的加壓用氣體，原因是氮的沸點低($-196^{\circ}C$)，臨界溫度亦低($-147^{\circ}C$)，在常溫下液化困難，因此要保持滅火所需的數量，需有龐大的高壓容器，在實用上較不方便。

2. 二氧化碳(CO_2)

氣體滅火藥劑中，使用最為普遍者堪稱二氧化碳。實際上，滅火不僅要藥劑量充足，其放射率亦需達到一定的限度以上。

(1) CO_2 的優點

CO_2 最大優點，是滅火後不留痕跡，對於貴重的儀器、發電機等亦不致引起絕緣不良的效果。因此常用於電信機械室及總機室等處所。

此外， CO_2 價格低，常溫下約 $75kg/cm^2$ 即可液化，故可儲存且較不佔空間。使用對象，以電器設備及可燃性液體為主。A 類火災雖可使用，但效果不大。至於鈉等金屬火災，因可促使 CO_2 還原，故不宜使用。

CO_2 如超過臨界溫度，則壓力驟增，因此儲存容器應置於 $40^{\circ}C$ 以下，溫

度變化較少的處所。充填時須注意不宜超壓，以免危險。一般 CO_2 儲存容器充填比至少應在 1.5 以上。

(2) CO_2 的物性

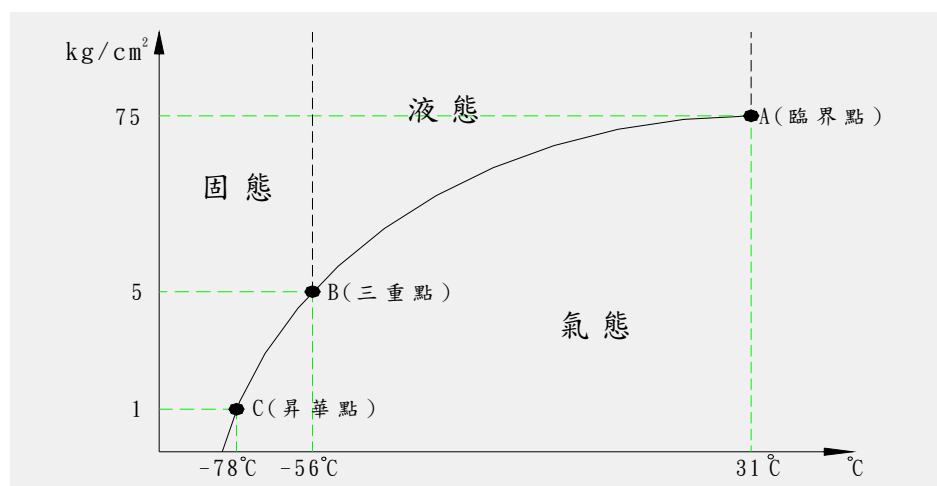


圖 2.46 二氧化碳的三態特性曲線

- A、臨界點 A： 31°C ，能加壓使二氧化碳由氣體凝結成液體的最高溫度。
- B、三重點 B： -56°C ， 5kg/cm^2 ，為固態、液態、氣態三三相的交會點，隨即因壓力、溫度的變化，其物理狀態亦不相同。
- C、昇華點 C： -78°C ，於此溫度時，若加壓則成為固態；反的，若減壓則立即昇華成為氣態，如：乾冰的釋放。
- D、由上圖可知在常溫常壓下，二氧化碳將迅速昇華或汽化成為氣態。

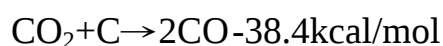
(3)、 CO_2 滅火作用

A. 稀釋作用

CO_2 滅火作用較 N_2 為大。在空氣 1V 的容積中，只要加入 0.4V 的 CO_2 便可，此時氧的濃度約為 14%。

B. 冷卻作用

CO_2 汽化時，有吸收潛熱的作用，氣化的 CO_2 會大量吸熱，降低周圍溫度。其與火焰中的碳，作用如下：



3. 氩(Ar)

氩氣在大氣中約佔 1%，與其他元素均不化合，滅火上與氮一樣，可作

為稀釋劑。不過因價格昂貴，除特殊情形外，甚少使用，例如：金屬火災，如使用 CO_2 或 N_2 ，將產生化合物。此時只有以氬(Ar)加以封鎖，此外，放射性同位素火災，不能使用其他滅火藥劑時，只有利用氬、氦等稀有元素。

4.海龍（鹵化烴）

（1）海龍簡介

碳氫化合物的氫，一部或全部以鹵素代替的化合物，稱為鹵化烴。此種化合物蒸發力極大，一般稱為蒸發性液體滅火藥劑。鹵化烴蒸發時，不但具有稀釋作用，同時能吸收相當的熱量，故亦有冷卻效果。

鹵化烴多數用於可燃性液體火災及電氣火災。金屬火災，則因其與金屬易產生反應，故不適宜。由於此種滅火藥劑本身多少具有毒性，使用時又易產生氯氣等等有毒氣體，在狹小室內或通風不良的處所，應特別注意。優點除滅火效果良好外，比重大，保存時容積不占空間。與引火性氣體混合時，可提高其引火點，增加安全性。目前國外使用的滅火器中，以二溴四氟乙烷、溴氯二氟甲烷及溴三氟甲烷最為普遍。

過去最常使用的海龍滅火藥劑為溴三氟甲烷 CF_3Br (1301)，其為鹵化烴中毒性最少、效力較大者，用於飛機中最为適合。常溫下 CF_3Br 為氣體，一般均液化裝於鋼瓶中。

（2）海龍的滅火原理

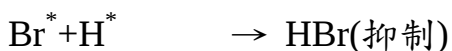
A.窒息作用：

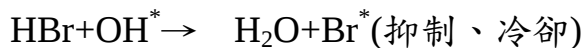
海龍滅火藥劑是一種易揮發的液體，於 $56^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ 的溫度下即沸騰成不可燃的蒸氣，且比重較空氣大 5~9 倍，故一旦噴灑於燃燒物，即瞬間氧化且覆蓋於燃燒面上，阻絕氧氣的供應，達到窒息滅火的效果。

B.抑制作用：

一般燃料的組成都是碳氫化合物及其誘導體。當這些燃料燃燒時，碳與氫結合成水及二氧化碳。碳氫化合物的燃料燃燒時，若於火中加入鹵素，則碳氫化合物中的氫為鹵素所奪。鹵素在火焰中產生觸媒作用，使碳氫化合物的氫，與燃燒初期所生的 OH^* 立即結合，此種作用無異阻礙了正常的燃燒。因為 OH^* 是燃燒中促進連鎖反應的因子，一旦經鹵素的觸媒作用與 H 化合成 H_2O 連鎖反應即告中斷，亦即產生了抑制效果。

以海龍 1301 為例：





鹵素的安定性，以碘最大，氟最小。其依序為：F<Cl<Br<I。但滅火效能則相反，F>Cl>Br>I，因此效用與安定性之間，能平衡者最佳。換言之，經過適當熱分解後，能放出鹵原子，剩餘部分為不燃性氣體產生稀釋作用者最為理想。此點，氟與溴的置換誘導性最佳。但考慮價格問題時，一般則以氯化物使用較為廣泛。

2.5.2 海龍替代品

2.5.2.1 海龍替代品由來

海龍(HALON)滅火劑，為碳氫化合物中的氫原子由鹵素原子所取代化合物之鹵化烴(Halogented Hydrocarbon)。自從 1948 年起，就因其不會對建築物之一般材質或電子裝置造成損害，而被廣泛的使用。由於海龍滅火劑具有無臭、無色、低毒性、不導電、滅火迅速且使用劑量少，能撲滅 A 級火災(纖維物質)、B 級火災(可燃性液體)、C 級火災(電器類等)，不會在防護物上留下腐蝕性或摩擦性的殘渣等特性，能提供安全、廣泛、且無有害殘留物之火災防護，因此在所有滅火藥劑中最常被使用。

然而研究報告指出，人類所製造之化學物質已對南極大陸上空之臭氧層造成嚴重的影響，而其中污染源之一就是海龍藥劑。由於海龍分子結構中所含的【溴】成份對大氣臭氧層的影響，造成大氣臭氧層的破壞，嚴重影響到生態環境，為了避免臭氧層破壞殆盡，海龍 1301 藥劑於 1993 年 12 月 31 日後全面禁止生產，甚至未來會遭受到全面禁止使用的命運。這對消防產業帶來了相當大的衝擊，許多化學公司致力於海龍替代品之研發，另外找尋一更新、更安全、且不危害生態之滅火藥劑。

海龍滅火藥劑雖然在滅火效能上有前述諸多優異的表現，但是自科學家在 1974 年發表氟氯碳化物(CFCs)會破壞平流層的臭氧，到 1985 年首次發現臭氧層破洞，瞭解臭氧層對地球環境生態的重要性。因此 1985 年在聯合國環境規劃署(UNEP, the United Nations Environment Programme)的召集下，世界各國共商對策制訂了保護臭氧層的「維也納公約(the Vienna Convention)」，並在此基礎下於 1987 年簽署了極具象徵及實質意義的「蒙特婁議定書(the Montreal Protocol)」，強制規定締約國嚴格限制 CFCs 等破壞臭氧層物質消費量。之後，其管制範圍不斷擴大，削減時程不斷縮短，締約國亦持續增加，對臭氧層保護起了非常大的作用，減緩且控制了臭氧層破壞情況，「蒙特婁議定書」的成功執行，儼然已成為國際環保公約中的典範。各項環保考量因素簡述如下：

1.溫室效應 (Global warming potential)

全球地表平均溫度在過去一百年上升 0.3 至 0.6 °C，海平面上升 10 至 25 公分。地球如果沒有溫室效應氣體，在能量平衡狀態下，地球表面的平均溫度大概為零下 18°C，溫室效應氣體的存在使得地表溫度上升約 33°C，使得目前全球平均溫度在 15 °C 度左右。大氣中大多數氣體不會吸收太陽來的可見光，其中部份氣體會吸收地球向外發散的紅外線，並且再釋放出來，使得地表溫度上升。

地球上重要的溫室效應氣體包括：臭氧、二氧化碳 (CO₂) 等。其中以二氧化碳的溫室效應約佔總效應的三分之二為最多，目前大氣中的濃度為 360 ppm，已較工業革命前的 280 ppm 高出約三分之一。如果希望將大氣中的二氧化碳穩定在 450ppm，則必需分別在 40 年內將人為的二氧化碳排放總量控制在 1990 年的排放水準。

如果大氣中二氧化碳含量增至工業革命前兩倍，全球平均溫度會上升約攝氏 2 °C，海平面因此升高約 50 公分。但氣溫改變並非均勻分布，洪水、乾旱、颶風等極端氣候可能更頻繁；而火災、傳染性疾病或病蟲害的流行、農業生產周期破壞、海水上升改變動植物棲地、生態環境，甚至整個社會結構都可能因而改變。

2.臭氧層破壞指數 (Ozone depletion potential)

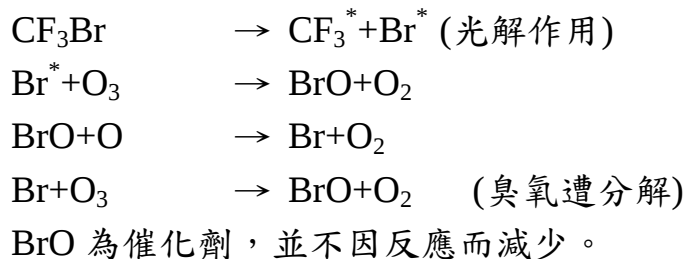
但大氣中的臭氧絕大部分都集中在離地面大約 25~30 公里的上平流層中，稱為「臭氧層」。這極薄的一層臭氧，對於地球上的生命非常重要，因為臭氧能吸收陽光中的紫外線，將這些波長很短，而且有致命危險的輻射線，轉換成熱能，只有極少量能到達地表。

西元 1985 年，英國南極觀測站的科學家法曼等人發現，從 1977~1984 年，南極郝利灣上空，春季時的大氣臭氧含量大約減少了 40% 以上，造成所謂的「臭氧洞」(ozone hole)。不僅是南極，北極上空平流層的臭氧，也發現有在冬季減少，形成類似臭氧洞的現象。尤有甚者，根據世界各地地面站和人造衛星的觀測結果，長期以來，全球除熱帶地區以外的大部分區域，平流層臭氧都有稀薄化的傾向。

人工合成的「氟氯碳化物」(CFCs)，由於工業上應用範圍廣泛，所以在過去的 50 年間，排放在大氣中的量已經相當可觀，而且它非常安定，生命期長達 40~150 年，因此會在大氣中不斷累積，最後將上升至平流層，在這裡因受紫外線照射而分解產生氯原子，活潑的氯原子會與臭氧反應，使臭氧分解消失。但是，平流層所能接納的氯相當有限，而且即使大幅降低 CFCs 的使用量，大氣也需要一段相當長的時間才能減緩臭

氧的被分解。

鹵化物的生命期極長，足以擴散至平流層，破壞臭氧。在一般情況下，鹵化物會被紫外線經光解作用分解成鹵素原子，其產物將與存在高空的激發態氧，形成鏈鎖反應，破壞臭氧層。以海龍 1301 為例：



2.5.2.2 海龍替代品簡介

2.5.2.2.1 海龍替代品之類型：

目前海龍替代品之類型主要有五大類如表 2.5，包括：

- 1.傳統滅火劑：傳統滅火劑，例如乾粉滅火劑、二氧化碳、撒水系統及泡沫滅火劑，在某些特殊危害的火災防護上，用來取代海龍已有增加的趨勢。但是並非所有類型的火災，都可以使用傳統滅火劑來取代海龍，因此在選擇時必須考慮防護區的特性及使用者風險管理的需求。
- 2.鹵化碳化合物(Halocarbon Agents)：這類化學藥劑含有氯(Cl)、氟(F)、碘(I)原子，包括不完全鹵化氟氯碳化合物(HCFC)、氟化碳化合物(HFC)、全氟碳化合物(PFC)及氟碘碳化合物(FIC)。其一般特性為：不導電之液化氣體或可壓縮液體，屬於低污染藥劑(Clean Agents)(能迅速蒸發且不留殘渣)。
- 3.惰性氣體(Inert Gases)：此類系統使用氮氣(N₂)及氬氣(Ar)或兩者的混合物，降低防護區環境中的氧濃度至 10%至 14%之間，在抑制燃燒又不影響人員安全的情形下，達到撲滅火勢的效果。
- 4.細水霧系統(Water Mists)：細水霧系統利用少量的水，在低壓、中壓或高壓下釋放出來的微小水滴，達成滅火的目的。所產生的微小水滴，在滅火過程中較傳統撒水系統更為有效，而且能減少所需使用的水量。

表 2.5 海龍替代品之種類

類型	種類	替代效果
傳統滅火劑	乾粉、撒水、泡沫、二氧化碳	僅部份場所替代
鹵碳化合物	HFC227-ea、FE-13、CEA-410、NAF S-III、FK5-1-12、、、、	完全替代
惰性氣體	Inergen (IG-541)、IG-55、	完全替代
細水霧系統	Mistex、Micromist、	僅部份場所替代
粉末氣膠	Pyrogen、	僅部份場所替代

5.粉末氣膠(Powered Aerosol)：為目前尚未商業化之新技術，由微細的固體微粒及氣膠所組成。

2.5.2.2.2 選擇替代品之考量因素

在選擇海龍替代品時，所要考慮的因素很多，大致上可歸為 5 類，如下表所示。

表 2.6 選擇替代品之考量因素

環境保護	1. ODP 愈低愈好 2. GWP 愈低愈好 3. ALT 大氣滯留時間愈短愈好
人員安全	1. 替代品本身毒性 2. 滅火後分解物之二次毒害與腐蝕性
經濟效益	1. 與原系統相容性 2. 教育工程技術人員之成本 3. 藥劑成本 4. 硬體成本 5. 維護成本
滅火效能	1. 滅火濃度值 2. 滅火速率
法規	1. 符合 NFPA 2001 低污染滅火藥劑標準 2. 通過國際間具公信力機構之認證〔EPA、IMO、ISO 14520 等等〕

3. 經消防署審查通過之替代品

在環境保護上，影響地球生態的因素包括：ODP（臭氧層破壞指數）、ALT（大氣存留期）及 GWP（溫室效應）。臭氧層為地球賴以遮蔽強烈紫外線的保護層。一旦臭氧層逐漸稀薄以致於消失，則地球生物將直接受到紫外線的傷害進而影響健康與成長。造成臭氧層逐漸消失的因素有三：1. 溴化物、2. 氯化物、3. 碘化物。穩定性的化學物質會因擴散至大氣的中央層而具有較長的大氣存留期

表 2.7 幾種較常用海龍替代品之效能比較表

滅火系統		CO ₂	Halon 1301	撒水	細水霧	FK5-1-12	HFC-227ea
藥劑成分		CO ₂	CF ₃ Br	H ₂ O	H ₂ O	CF ₃ CF ₂ C(O)CF(CF ₃) ₂	C ₃ HF ₇
滅火原理		稀釋氧氣	切斷燃燒連鎖反應	冷卻	冷卻及氧氣代換	吸熱及切斷燃燒連鎖反應	抑制反應
適用火災類型		A,B,C	A,B,C	A	A,B,C	A,B,C	A,B,C
藥劑比較	溫室效應(GWP)	約 1	約 5600	0	0	約 1	約 2050
	臭氧層破壞指數(ODP)	N/A	10	0	0	0	0
	大氣存留期(Atm.life)	約 120 年	約 77 年	0	0	約 3~5days	約 31~41 年
人體安全		窒息危險	熱分解生成氫氟酸(HF)	無限制	無限制	67~150%安全裕度	10.5%以上會對人體產生影響
系統壓力(kg/cm ²)		54.1	24.5	1	22.4~160	24.5	24.5
延遲時間		20~60 秒	20~60 秒	無	無	20~60 秒	20~60 秒
釋放時間		1 分鐘或 3 分半鐘	10 秒或 30 秒	20 分鐘	視危險等級決定 10 分鐘~30 分鐘	10 秒內釋放 95%以上	10 秒內釋放 95%以上
釋放後氧氣濃度(v/v%)		14% 以下	19.9%	N/A	>15%	約 18%	約 18%
維護空間密閉性		要求高 ^a	要求高 ^a	無要求	要求低	要求高	要求高

專設排氣裝置	需要	檢討設置	不需要	不需要	檢討設置	需要
--------	----	------	-----	-----	------	----

在 NFPA 2001 及 EPA SNAP 報告中對安全性設定了幾項定義：

- 1.安全濃度或稱無影響濃度簡稱 NOAEL：指藥劑不會對人員產生任何不良影響之最高濃度。
- 2.不安全濃度或有影響濃度簡稱 LOAEL：指藥劑開始對人員產生不良影響如心跳加速、血壓升高等情形之最低濃度。
- 3.致命濃度簡稱 LC₅₀：指在實驗 4 小時後，會有 50%之實驗鼠因而死亡之藥劑濃度。

而所謂安全性即指適用於人員經常駐守之工作區域，其設計濃度必須低於 NOAEL 值。此外在安全性上亦必須考慮酸性副產品之問題，如滅火藥劑因燃燒而產生如氯化氫、氟化氫等副產品。這些副產品均有害人體，即使非常小的量，便會產生刺鼻的氣味，此種刺鼻的味道，可做為人員之安全警訊。在設計方面，應慎重處理此一問題，包括早期火警偵測及藥劑的快速釋放儘早滅火可將酸性副產品的量減至最低，避免分解物質的產生。

2.5.2.3 海龍替代品毒性評估

傳統滅火設備使用之 CO₂、乾粉、泡沫、水霧等滅火劑對人體可能造成之影響，在歷經多年之研究實驗及現場適用事例之累積，多已充分了解，相關法規及設計使用規範亦明定應行注意事項。但海龍替代手段中新開發之氣體系統滅火劑，由於工程實務之適用期間甚短且滅火災例分析報告缺乏，因此不明之處仍多，特別是在特定可燃物火災過程中，滅火劑可能釋放出之毒性物質對人體可能造成之影響，最為有關人士所注目。以下針對國內已准用之海龍替代品(氣體系統系列)毒性評估相關研究文獻加以探討分析。

2.5.2.3.1 滅火劑本身之毒性

FE-3-1-10、HFC-227ea 及 HFC-23 三種滅火劑其 LC₅₀ 均與 Halon 相同(大於 80%)，而 NOAEL 及 LOAEL 值也明顯都比 Halon 大，因此直覺反映這些氣體系統化學物質其毒性較習知之 Halon 藥劑低。但必須

注意的是，這些替代品滅火性能均較 Halon 1301 差，因此設計滅火濃度明顯較 Halon 1301 高。在不同設計濃度下，其毒性自不相同，故不可一概而論各替代品之毒性高下。

2.5.2.3.2 滅火後之毒性

上述滅火劑之毒性，係指防護區域內因誤動作而放射滅火劑對人體是否造成影響之毒性評估；至於潔淨滅火劑等海龍替代品在火焰中如何反應達成滅火效果，在相關之燃杯試驗(cup burner)亦多所了解；但滅火時衍生何種化學物質副產品以及對人體可能產生何種影響，在正式的規範中目前欠缺詳細的討論與明確的指導內容。

惰性氣體(例如 IG541、IG-01、IG55)在火災中並不致生成有害分解化學物質，這點較合成之海龍替代品適用；必須注意的是 IG-01(99.9%Ar)及 IG55(Ar-50%、N₂-50%)設計滅火濃度達 50%，放射區劃內之 O₂ 濃度可能低至 12.5%，短時間即會造成人員意識不明；只有 IG-541，因含有 CO₂，可自動促進呼吸效果，故放射過程中允許人員在防護區域內，較其他惰性氣體及 CO₂ 適用。但其藥劑鋼瓶數量為 Halon 1301 之數倍，且充填壓力達 150bar~300bar，故鋼瓶須遠離防護區域，則為設置時應行注意事項。

2.5.3 低污染氣體滅火設備之審核

消防工程之低污染氣體滅火設備因尚無國家標準且一般係採用美國國家消防協會訂頒之 NFPA2001 規範來辦理，依據「各類場所消防安全設備設置標準」第三條規定：「未定國家標準．．．經中央消防主管機關認可後，始准使用」，因此低污染氣體滅火設備的審核認可都必須依中央消防主管機關送審認可的程序來辦理，核可後據以施工。

低污染氣體滅火設備申請由中央消防主管機關認可時，應檢附之審核資料內容摘要如下（摘自內政部消防署：消防器材審核認可制度之申請--海龍替代藥劑自動滅火設備審核認可注意事項）：

1 相關資料：

(1) 建築物概要（含整體配置平面圖）。

(2) 滅火系統概要：

A.設計準則及構想。

B.藥劑安全資料：滅火藥劑名稱、滅火性能及毒性分析等資料。

C.設置場所及設置方法：

- (A) 設置場所用途及使用形態。
- (B) 空間容積。
- (C) 設計濃度、氣體量及放射濃度。

D.放射方法：

- (A) 配管及配線等系統圖。
- (B) 噴頭配置圖。
- (C) 壓力損失計算。
- (D) 設計放射時間。
- (E) 操作流程圖。

E.安全措施：

- (A) 放射之安全措施。
- (B) 滅火後滅火藥劑及分解氣體排放措施。

F.使用構件（鋼瓶、選擇閥、容器閥．．等）之性能及圖面。

- 2.設置時應實施之試驗方法（含驗收及測試計畫）。
- 3.檢修方法及方式（外觀、性能檢查等）。
- 4.維護管理手冊（含平時應注意事項、故障之因應措施及維修）。
- 5.低污染氣體滅火設備採專案小組方式審查，申請審核認可時應填妥消防安全設備審核認可申請書，檢附審核資料一式兩份及簡報資料十份，出席專案審查會議時再送審核資料一式六份。

2.5.4 低污染氣體滅火設備施工注意事項

- 1.火警探測器之安裝應依法規辦理，例如應距離出風口 1.5 公尺以上。
2. 提供予火警探測器接線之導線配管在穿過有不同溫度的區域時要做導管密封處理，避免因溫差所造成之冷凝水於低污染氣體滅火設備控制盤內造成電路故障而產生誤報動作。
- 3.若有火災發生啟動系統滅火，因啟動後氣體噴出之壓力相當大將造成劇烈震動，故需將管線及噴嘴固定牢靠，尤其噴嘴位置需施作加強固定之方式，以免於系統啟動時造成管線、噴嘴移動而無法發揮其應有之滅火功能。
- 4.管線於施工過程中應避免焊渣及鐵屑殘留於管內，以免系統啟動使用時由於殘雜物堵住噴嘴之噴口而無法於規定之時間內將滅火氣體噴出而無法發揮其滅火功能。故於管線配管完成後於噴嘴安裝前必需使用高壓空氣將雜物清除。
- 5.儲存鋼瓶應儘可能置於靠近防護區域，但以不直接設於防護區域內為原則。儲存鋼瓶在設置時，應避免惡劣的氣候環境及機器、化學物

等可能造成的損害，如不得已，必須曝露於惡劣的環境中，則須提供適當之保護措施。在每一滅火氣體鋼瓶外表明顯處應清楚標示藥劑名稱、空重、總重、裝填日期、耐壓界限、二次加壓壓力值等，並檢討鋼瓶是否需設置液面顯示計或秤。

6. 控制盤應有緊急備用電源供電，在交流電力中斷一定時間（例如 24 小時）後之緊急狀況，仍可操作系統至少一定時間（例如 10 分鐘），應要求廠商提送電池容量計算書。
7. 對某些場合，滅火藥劑的延遲釋放，若不會對生命財產造成影響時，則滅火系統應結合藥劑釋放前的預警及延遲釋放裝置，以便使人員能在釋放藥劑前有充份撤離時間。這些延遲釋放只可用於撤離人員及藥劑釋放前之準備工作，且不可用於自動啟動前確認感知裝置運作之用，畢竟儘早滅火才是最重要的。
8. 未經主管機關核准，低污染滅火藥劑不能用於下列可能引起火災之特種物質，以免衍生危險：
 - (1) 在缺氧時會迅速氧化的化學物或混合性化學藥品，例如：硝酸纖維素、火藥。
 - (2) 高反應性金屬，如鋰、鈉、鉀、鎂、鈦、鈾、鈷、鋅。
 - (3) 金屬氫化物。
 - (4) 能經由熱反應而自行分解之化學物質，如：有機過氧化物及聯氨。



圖 2.47 低污染氣體滅火設備儲存鋼瓶之液面顯示計

9.低污染氣體滅火設備之手動啟動裝置的啟動拉力或壓力依 NFPA

2001 規定不得超過 40 磅(178 牛頓),也不可超過 14 英吋(356 公釐)的移動距離。每一防護區至少須有一個手動控制裝置設於不高過地面 4 英呎(1.2 公尺)的地方。

- 10.滅火藥劑釋放應儘可能在最短時間內完成，以便滅火，並避免分解物質的形成；在任何情況下，除非因主管機關之要求，釋放時間均不得超過 10 秒鐘，例外的是惰性氣體因不產生副產品，其釋放時間可延長至一分鐘內達到指定濃度。釋放時間的定義為 95%的滅火藥劑由噴頭釋出所需時間，並達到指定之最低設計濃度。

2.5.5 各種海龍替代藥劑之比較

在 1994.02，美國國家消防協會（NFPA）公開發行了一份標準規範—NFPA 2001，其中列出可取代海龍 1301 之藥劑。此份標準中對這些藥劑通稱為低污染藥劑（CLEAN AGENTS），其定義為：非導電性、揮發性或氣態、無殘留污染物質、可對 A、B、C 類火災有效滅火、對人員安全無危害，並為生態環境所接受，與一般物質具有相容特性及充足的市場供應量之滅火藥劑。

目前較受矚目與使用的海龍替代品，為 FK5-1-12、CEA-410（PFC-410）、HFC227-ea、FE-13、Inergen（IG-541）及 NAF S-Ⅲ等六種替代品，均經過美國國家防火協會(NFPA)之試驗，在 NFPA 2001 中，列為適用之海龍替代品。各系統初步比較如下表，但仍應參考各廠商之細部資料為準。

表 2.8 環境保護分析比較

藥劑 特性	NAF S-Ⅲ	HFC-227ea	FK5-1-12	CEA-410	FE-13	Inergen
特性	無色無味不導電					
ODP	0.044	0	0	0	0	0
GWP (100y)	1450	2900	1	7000	11700	-
ALT (yr)	7	31~42	0.014	2600	264	-
毒性 LC ₅₀ (%)	>64	>80	>10	>80	>65	-
NOAEL (%)	10	9	10	40	50	43
LOAEL (%)	>10	10.5	>10	>40	>50	52
設計濃度	10.3	7	4.2	6	16	37.5

(%)						
放射後 O ₂ 濃度 (%)	18.8	19.6	18.9	19.7	17.6	13.1
燃燒產生之熱分解生成物 (毒性)	HF	HF	HF	HF	HF	4% 的 CO ₂ 使呼吸快三倍導致呼吸困難

就環保觀點而言，CEA-410 和 FE-13 在大氣中滯留時間長，影響溫室效應，面對越來越嚴格的環保要求，未來可能會受到限制。美國環保署 (EPA) 禁止以 CEA-410 作測試或訓練用，並將其限制在特定軍事用途上。而 NAF S-III 對臭氧層仍然有破壞性，根據 NFPA 2001 之測試結果，將於 2020 年禁產。

就人員安全而言，這六種替代品本身雖然不具毒性，但除了 Inergen 之外，均會於高溫高熱時分解生成 HF，對人體造成影響，因此設計時必須盡量降低熱分解副產物的量。我們可利用 NOAEL、LOAEL 及 LC₅₀，來衡量這些替代品在人員操作區域的設計安全性。要符合安全，設計濃度必須低於 LOAEL 值；而 NOAEL 值大於設計濃度愈多，則安全性愈大。

表 2.9 滅火效能性分析比較

藥劑	NAF S-III	HFC227-ea	FK5-1-12	CEA-410	FE-13	Inergen
組成	HCFC Blend A	CF ₃ CHF ₂ CF ₃	C ₅ O F ₁₂	C ₄ F ₁₀	CHF ₃	N ₂ /Ar/CO ₂
滅火原理	抑制反應	抑制反應	抑制及吸熱反應	抑制反應	抑制反應	窒息作用
設計濃度 (%)	10.3	7	4.2	6.24	14.4	37.5
放射時間	10 秒內	10 秒內	10 秒內	10 秒內	10 秒內	1 分鐘以上
等效替代量	1.09	1.70	1.95	1.67	1.93	10.5
滅火速度	快	快	快	快	快	慢

海龍 1301 或含有溴及氯的滅火介質之此類藥劑，其滅火原理是以化學反應方式為重點，僅約 10% 才是以冷卻之物理反應作為輔助性滅火。PFC 類及 HFC 類產品因不含溴及氯，故以物理反應吸收火燄所產生之熱能為主要滅火方式。而 Inergen 係屬於惰性氣體之混合藥劑，其滅火方式是將空氣中氧氣濃度降低至 10% 至 14% 之間，以達到火燄因缺氧窒息，致無法繼續燃燒的滅火目的。

就經濟效益而言，由於 FE-13 及 Inergen 之蒸氣壓非常高，因此在儲存時，必須使用耐高壓的容器且數量較多，需佔較大之空間，花費的成本較大。由表 2.9 中之等效替代量，我們可看出等效替代量愈大，所需之藥劑量愈多，但這並不表示其藥劑成本花費較大；因為 HFC227-ea 及 CEA-410 之等效替代量雖然比 Inergen 小，但其藥劑單價卻高出許多。另一方面，原有系統與替代品是否相容之問題亦應列為考慮重點之一。

目前消防主管機關認可之海龍替代品滅火設備主要有下列各項，惟科技進步快速，各種新的優良產品將不斷問市：

1. HFC227-ea
2. CEA-410
3. Inergen(IG-541)
4. NAF S-III
5. FK5-1-12
6. FE-13

這六種替代藥劑，各有其市場需求，簡介如下：

1. CEA-410 在美國雖然有特殊的使用限制，但國內環保署並未有類似之規範，因此仍然具有成長發展的空間。其缺點為藥劑本身成本較高，約佔整體費用之 50%。
2. HFC227-ea 替代品最早被引進國內，在美國市場之佔有率較高；主要是因為和其他替代藥劑做比較時，HFC227-ea 有較佳的防止再燃的性能、滅火系統整體重量較小、空間需求較少，以及藥劑處理的要求亦較少。同時由於手提式滅火器之使用率較高，可取代海龍 1211 手提式滅火器之特性，更使得 HFC227-ea 之市場前景較為看好。與 CEA-410 相同的是其藥劑成本花費過高，成為其缺點。
3. Inergen 之藥劑成本較低廉，且為氮氣、氬氣、二氧化碳之混合物，具有環保之優勢，但由於須高壓設備及較大的貯存空間，在經濟效益的考量下，成為一項缺點。這類替代系統在歐洲受歡迎程度較高。

- 4.NAF S-III 主要針對舊有海龍系統填充換裝新藥劑的市場需求，能讓使用者以最低的成本費用，達到環保要求；但這只是暫時性的替代品，對於新設之工程並無法做進一步的推展，因為 NAF S-III 的臭氧層破壞潛勢 ODP 為 0.044，在 2020 年將面臨停產之命運。
- 5.FE-13 雖然最晚引進國內，需要高壓設備，但其藥劑成本為 HFC227-ea 之一半，不必利用氮氣作為充壓氣體，因此具有市場競爭力。
- 6.FK5-1-12 目前已通過 UL 及 FM 的認證，且各廠商正陸續進行國內許可申請中。藥劑常溫下可液態儲存及運輸。

2.5.5 各種海龍替代藥劑之比較

表 2.10 經濟效益分析比較（一）：系統硬體比較

藥劑	NAF S-III	HFC227-ea	FK5-1-12	CEA-410	FE-13	Inergen
系統壓力 (psi)	360 (低壓系統)				608.9 (高壓系統)	2175 (特高壓系統)
系統硬體	SCH40 配管				SCH80 配管	
防護區	無過壓情況				過壓情況較低	因藥劑量多放射壓力高達 148atm 須設洩壓口
鋼瓶區	無需專用鋼瓶室，可置於區內				需專設鋼瓶區	
藥劑排放	可檢討是否設置					需設排放裝置

表 2.11 經濟效益分析比較（二）：硬體成本

藥劑	設備說明	商品普遍化程度	系統造價
HFC227-ea	鋼瓶數量少，約為海龍 1301 的 1.5 倍，配管較小	KIDDE、FENWAL、FIKE、CERBERUS、HYGOOD、CHEMETRON 等，國內已有數家廠商，市場完全開放	1.0
FK5-1-12	鋼瓶數量少，約為海龍 1301 的 1.5 倍，配管較小	目前取得通案有 ANSUL、SEVO 等，其他 Simenes、HYGOOD、KIDDE 等陸續送	1.15

		審中	
Inergen	鋼瓶數約為海龍 1301 的 10 倍，較佔空間，配管價格昂貴	ANSUL、TOTAL 兩家	1.42
FE-13	鋼瓶數約為海龍 1301 的 2 倍，需為耐高壓管件	國內有 KIDDE、TOMAHAWK 二家	1.2
CEA-410	鋼瓶數約為海龍 1301 的 1.67 倍，配管較少	臺灣三崎代理	1.2

表 2.12 經濟效益分析比較（三）：總括成本比較

藥劑	NAF S-III	HFC227-ea	FK5-1-12	CEA-410	FE-13	Inergen
藥劑單價成本	便宜	1	1.3	2	1.12	0.35
硬體成本	鋼瓶少 成本低	鋼瓶少 成本低	鋼瓶少 成本低	鋼瓶少 成本低	鋼瓶少 成本高	鋼瓶多 成本高
系統成本	便宜	1.0	1.15	1.2	1.2	1.42
使用普遍性	低	高	新引進	特定用途	低	中
商品普遍化	NAFGT	KIDDE、 FENWAL、 FIKE、 CERBERUS、 HYGOOD、 CHEMETRON	ANSUL、 SEVO、 Simenes、 HYGOOD、 KIDDE	3M	DuPont	ANSUL TOTAL
滅火功能	可	佳	佳	可	可	可
維護成本	中	低	極低	中	高	高

表 2.13 維修頻率、困難度，零件、藥劑之取得與限制條件

藥劑	維修頻率	維修困難度	零件藥劑之取得與限制條件	評定
----	------	-------	--------------	----

HFC227-ea	低壓系統，鋼瓶較少，系統穩定性高	因 HFC227-ea 工程實績多，零配件市場流通性大，庫存量較多	市場使用度高，廠商備品充裕	容易
FK5-1-12	低壓系統，鋼瓶較少，系統穩定性高	低壓系統，維修保養容易	藥劑常態時為液態，運輸及再充填方便	容易
Inergen	鋼瓶數量及管配件多，維修頻率相對提高	高壓系統，維修上困難度高，較為危險	藥劑充填技術較高	困難
FE-13	鋼瓶數量比 HFC227-ea 多，需使用耐高壓配管	高壓系統，維修上困難度高，較為危險	引進時間慢，市場使用少，廠商備品少	普通
CEA-410	低壓系統，鋼瓶較少	低壓系統，維修保養容易	引進時間慢，市場使用少，廠商備品少	普通

表 2.14 整體評估

藥劑	NAF S-III	HFC227-ea	FK5-1-12	CEA-410	FE-13	Inergen
滅火效能	★	★	★	★	★	★
環境保護		★	★			★
安全性	★	★	★	★	★	★
經濟效益	★	★	★			
維護成本			★			
評估	尚可	佳	佳	特定用途	尚可	可

2.6 避難逃生設備

2.6.1 避難逃生標示設備

日常較常用之避難逃生標示設備包括出口標示燈及避難方向指示燈，然而施工實務上常見安裝位置及高度錯誤之狀況，究竟如何方屬合格？列示如下：

1. 出口標示燈：裝設高度應距樓地板面 1.5 公尺以上，且設於下列出入口之上方：

- (1) 通往戶外之防火門。
- (2) 通往安全梯及排煙室之防火門。
- (3) 通往另一防火區劃之防火門。

- (4) 居室通往走廊或通道之出入口。
- 2.避難方向指示燈：應裝設於各類場所之走廊、樓梯及通道，其裝設高度及位置應符合下列規定：
- (1) 裝設高度應距樓地板面 1 公尺以下。但室內通道避難方向指示燈，不在此限。
- (2) 自走廊或通道任一點至避難方向指示燈之步行距離不得超過 10 公尺。但應優先設置於走廊或通道之轉彎處。



圖 2.48 安裝於緊急出口上方之出口標示燈

3. 施工實務上曾有出口標示燈、避難方向指示燈應連接之緊急電源，可否採用蓄電池設備與發電機設備併設之方式？依內政部 1999.04.30 消防安全設備會審（勘）執法疑義研討會會議紀錄，對於採能提供 10 分鐘以上容量之蓄電池設備與在常用電源中斷後 40 秒內供應正常電力之發電機設備併設時，得視為與消防法規緊急電源之規定具有同等性能，唯發電機設備之容量應能持續供給 20 分鐘以上。

2.6.2 避難器具

日常較常用之避難器具主要是緩降機，然而施工實務上常見下降空間障礙或不足之現象，相關施工重點謹再整理列示如下：

- 1.緩降機於開口部與地面之間應保有必要下降空間：以避難器具中心半徑 0.5 公尺圓柱形範圍內為基本要求，但如有突出物在 10 公分以內且無避難障礙者，或超過 10 公分但能採取不損繩索措施者，該突出物得在下降空間範圍內。

- 2.緩降機下降空間之投影面積於下降空間下方應保有必要下降空地：一般常見缺失是下降空間下方有花臺、為屋頂、或為中間樓層突出之陽臺等。如果所安裝之緩降機無法一次下降到避難樓層而需中繼轉街者，此時應一併將第二階段之逃生路徑或方式一併歸設完成。
- 3.由於攸關人命安全，緩降機在使用及設置上尚應注意下列規定，其中對於緩降機之固定如果使用螺栓固定但錨定有困難時，實務上也有採用穿樓板式的螺栓固定：
- (1) 緩降機之設置，在下降時，所使用繩子應避免與使用場所牆面或突出物接觸。
 - (2) 緩降機所使用繩子之長度，以其裝置位置至地面或其他下降地點之等距離長度為準。
 - (3) 緩降機支固器具之裝置，應設在使用場所之柱、地板、樑或其他構造上較堅固及容易裝設場所，且以螺栓、熔接或其他堅固方法裝置。
 - (4) 供緩降機使用之支固器具，應使用符合CNS2473、4435規定或具有同等以上強度及耐久性之材料，並應施予耐腐蝕加工處理。
 - (5) 固定架或支固器具使用螺栓固定時，除應使用錨定螺栓且螺栓埋入混凝土內不含灰漿部分之深度及轉矩值，應依下表2.15之規定辦理。

表2.15 緩降機使用錨定螺栓埋入混凝土之要求

螺紋標稱	埋入深度 (mm)	轉矩值 (kgf-cm)
M10*1.5	45 以上	150 至 250
M12*1.75	60 以上	300 至 450
M16*2	70 以上	600 至 850

2.6.2 緊急照明設備

依法規之要求，緊急照明燈在地面之水平面照度，使用低照度測定用光電管照度計測得之值，在地下建築物之地下通道，其地板面應在10勒克司 (Lux) 以上，其他場所應在2勒克司 (Lux) 以上。但在走廊曲折點處，應增設緊急照明燈。此外，緊急照明設備應連接緊急電源，且緊急電源應使用蓄電池設備，其容量應能使其持續動作30分鐘以上。但如果採蓄電池設備與緊急發電機併設方式時，其容量應能使

其持續動作分別為10分鐘及30分鐘以上。此外必需注意的是，緊急照明燈採蓄電池內置於燈具者，其電源回路得免施予耐燃保護，惟仍應設專用回路及標示，且應直接連接於分路配線，不得裝置插座或開關。

2.7 排煙設備

2.7.1

排煙系統為消防搶救上不可或缺之重要一環，其重要性主要在火災初期扮演一重要之角色，於火災現場之第一時間提供人員清晰之逃生路徑、增加逃生之時間及空間。火場中影響煙氣移動之主要因素有很多項，其中最重要的大概要屬煙囪效應（STACK EFFECT）這一項，煙囪效應主要是由於室內與室外空氣溫度差異造成建築物內部在大樓樓梯間、電梯升降道、挑高中庭、大樓管道間或其他類似之垂直通道等垂直方向上之空氣流動現象；當大樓之室內外溫差越大且樓高越高時其煙囪效應就越顯著，當火災發生時，煙氣即可能受煙囪效應之影響而向上流竄造成樓上住戶逃生上之困難及可能之傷害。

防煙區劃之主要目的是儘量將煙氣限制在防煙區劃內，相對增加人員於火災初期之逃生時間以及清楚之救火或逃生路徑。一般而言，防煙區劃係於防火區劃內再依需求細分數個防煙區劃，以利於火災時有效阻隔煙氣之蔓延，將煙氣限制蓄積在防煙區劃內，再配合排煙設施將區劃內之煙氣排出，依現行法規防煙區劃最大為每 500 平方公尺以不燃材料製作之防煙壁設一區，而地下通道則為 300 平方公尺設一區，且區劃之範圍內，任一位置至排煙口之水平距離不得超過 30 公尺。一般而言防煙壁又可分為固定式及可動式二種型式。

此外，關於消防排煙用之各式閘門，業界常有不同之見解，基本上仍應參考消防主管機關所訂之各項基準來辦理，相關用語定義初步說明如下：

- 1.防火閘門（Fire Dampers）：各類場所設於排煙設備風管貫穿或終止於牆壁及樓地板等開口處，火災時風管內氣體溫度達到設定點時自動關閉，在額定防火時效內能阻火之閘門。
- 2.排煙閘門（Smoke Damper）：設置在排煙設備風管上，火災時可開啟，並進行排煙之閘門。
- 3.排煙防火閘門（Combination Fire and Smoke Dampers）：設置在排煙設備風管上，兼有排煙閘門及防火閘門之功能。

2.7.2 實務上常見疑義及施工上要領

- 1.依法規規定「防煙壁係指以不燃材料建造」，有關不燃材料一般係指符合建築技術規則設計施工編第一條第二十四款之規定者，但如果防煙壁係使用玻璃（含強化玻璃）材質者，是否符合消防法規常於施工上產生疑義，按內政部所釋示，若使用玻璃（含強化玻璃）材質時，基於避免破損產生危險及防火安全之考量，應以使用鑲嵌鐵絲網玻璃或具同等強度以上者為限。
- 2.另一施工上常見疑義為有關排煙設備之排煙閘門（排煙口）與控制盤間配線設置是否應具耐燃、耐熱保護？按內政部所釋示雖然法規上並未標示控制盤與排煙閘門（排煙口）間之配線應施予何種耐燃、耐熱保護措施，但因上開區段係同屬控制回路之配線，基於確保排煙設備於火災發生時能順利啟動排煙閘門之考量，俾發揮應有之排煙功能，故控制盤與排煙閘門間之配線仍應採耐熱保護措施。



圖 2.49 固定式防煙壁



圖 2.50 可動式防煙壁

3.此外若以窗戶作為排煙設備之排煙口，其有效開口面積如何認定亦常產生疑義，按內政部所釋示應依下列方式檢討其有效開口面積：

- (1) 回轉窗、內倒窗、外倒窗或百葉窗，應依下列圖所列公式核算其有效開口面積。
- (2) 對開窗或上下窗，其開口部面積即為有效開口面積。

$90^\circ \geq \alpha \geq 45^\circ$ 時, $S_0 = S$

$45^\circ > \alpha \geq 0^\circ$ 時, $S_0 = \alpha / 45^\circ \times S$

式中, α : 回轉角度

S : 開口面積

S_0 : 有效開口面積

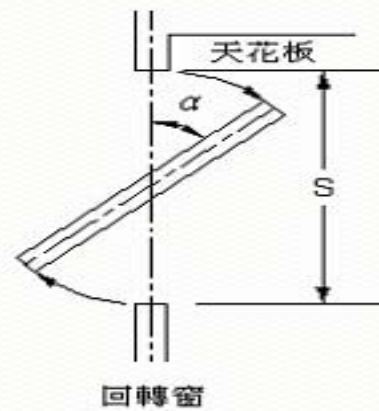
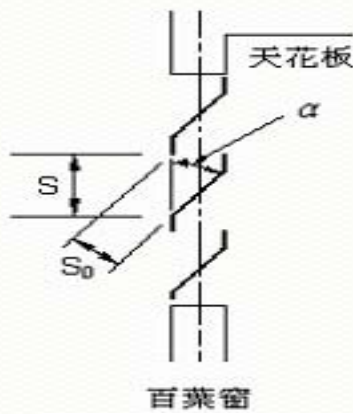
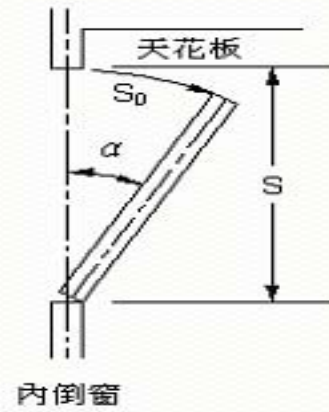
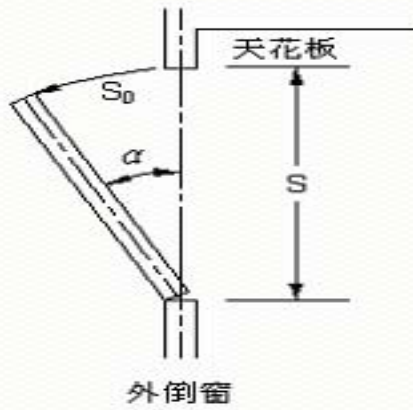


圖 2.51 以窗戶作為排煙設備之排煙口時，其有效開口面積之認定方式示意圖



圖 2.52 單片式排煙口



圖 2.53 多葉片式排煙口



圖 2.54 排煙手動開關（型式一）



圖 2.55 排煙手動開關（型式二）



圖 2.56 排煙手動開關（型式三）

4.關於排煙風機到排放口之間的排煙管道，一般可選用的型式不外乎鋼筋混凝土管道與鐵皮風管二種，但較常用的是鐵皮風管系統，在採用上除必須注意其防火耐熱性能之外，下列各項因素亦需納入考量：

- （1）風管為避過障礙物而必須減少尺寸時，其截面積之改變量，不得超過原截面積之20%；再者，若欲維持方型風管之截面積不變，但外型改變時，其長、寬比值最大不宜超過4:1。
- （2）除了風管本體及隔熱材之尺寸外，另需預留施工、維修空間或走道及驗收時測試平衡調整之空間。
- （3）管道間不宜當作風管使用，且在風管貫通防火區劃處，必須設置防火閘門。為利查修，排煙風管應標示其排煙方向。
- （4）鐵皮風管之接合方式常見的有銲接及扣接二種，只要其完成品之洩漏量不影響總排煙量，原則上都是可以採用的，但二者之施工

費用有相當之差異，在設計時最好應加以規範清楚免生爭議。



圖 2.57 採用 C 型夾扣接接合之排煙風管

- (5) 排煙風管在設有防火閘門處應配合設置檢修口。防火閘門在安裝上應特別注意其安裝工法以維確保其防火效能，尤其是設有周邊角鋼之防火閘門在安裝上應使用套管，但如果閘門框架寬度能直接與周邊角鋼接合者不在此限。而套管與風管間之接合方式亦有各種型式可供選用，如圖 2.58 所示。

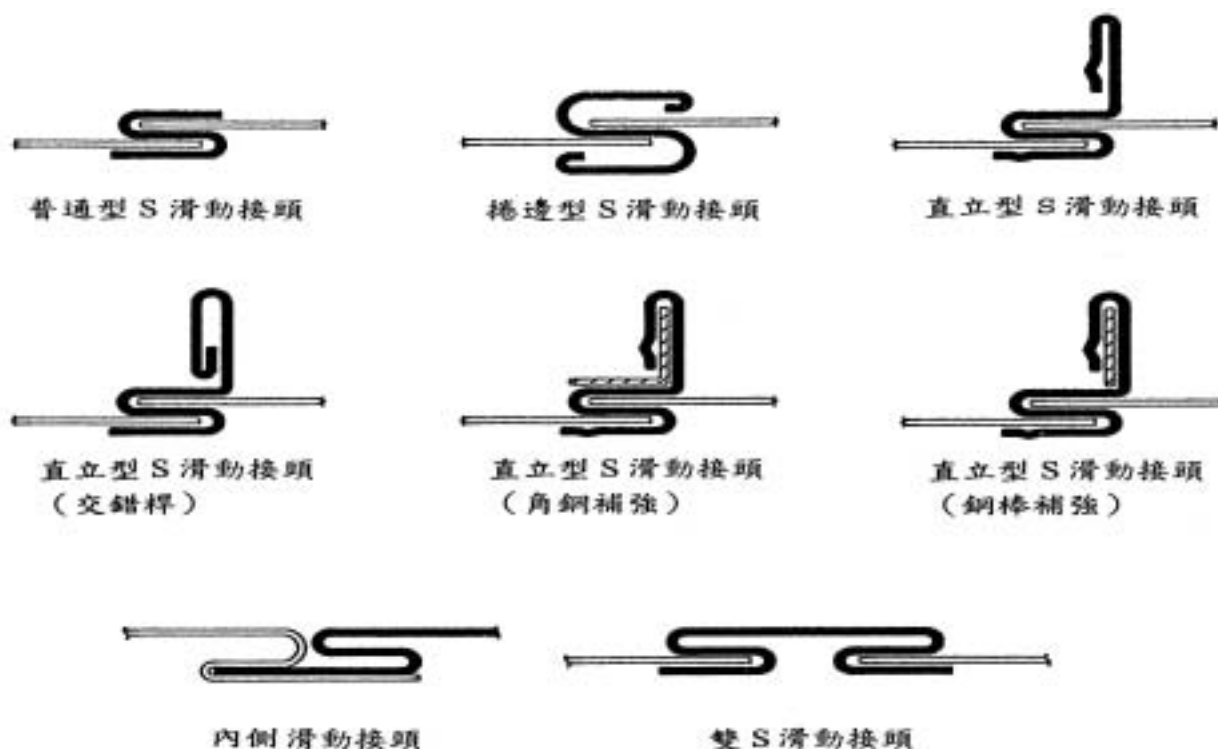


圖 2.58 各種型式之風管與套管接頭示意圖

2.8 性能式消防安全設計

我國近年來由於頻生多人死亡之重大火災，有關建管及消防法規亦隨之作某種程度修改。但對既有建築物，受限於法律不溯及既往之原則，以及諸多特殊用途建築物，在適用現行法規有明顯困難時，是否能與一般建築物具有相同之安全水準不禁令人懷疑，且其法定防護手段之效益及成本亦須進一步探討。

目前我國大體上係以「各類場所消防安全設備設置標準」及建築技術規則二個法規來架構各類建築物整體的消防安全要求，然而也正因為是適用於「各類建築物」的法規，是一種「放諸四海而皆準」的法規，可以想見的是這樣的法規對於比例上佔極大部份的一般性建築物在適用上確無困難，也確實設定了政府對於一般性建築物在消防安全上的要求，讓政府、業者都有一個依循的標準，大大的減少了相關的爭議。然而，也正因為前述的消防安全相關法規是一種「適用於各類建築物、放諸四海而皆準」的法規，就體制上而言係屬於傳統之規格式法規

(Prescription-based codes)，其最大之優點在於極容易使用。建築設計者於設計之初，只要充分掌握法規的要求等進行設計即可，至於此一設

計是否可達到真正之安全則無法確定。此種極端缺乏彈性之法規要求，對於某些具有特殊用途的建築物，或在適用現行法規上有明顯困難的對象物，諸如超高層建築物、巨蛋式超大型體育設施、挑高中庭式購物中心、機場航廈、地下捷運空間、以及半導體廠的無塵室等，就會暴露出規範之不足，連帶使人對這些特殊用途建築物的消防安全水準產生疑問，而且在法定防護手段的效益及成本上也都有進一步探討的空間，例如傳統規格式法規規定之防火區劃設置條件，只由建築物之總樓地板面積來計算，所需設置之消防安全設備也都直接明訂，然而並沒有考慮到各種建築物不同的型態、用途、使用人數等條件，最簡明的案例如巨蛋式超大型體育設施、地下捷運車站這二種空間都是強調一旦有緊急事故時能以最快速度疏散人群，因此一般並不會就公共行動空間再做防火區劃設置，以免相關防火門等反而阻礙人員逃生，但這樣的設計卻基本上違背現行法規一定面積以上即應設置防火區劃的規定，因此若直接將這些傳統法規套用在非標準型態的建築物，也許就無法達到確保建築物防火安全且建造成本又最經濟的條件了。

由於我國到目前為止都還是施行前述規格式法規，對於巨蛋式超大型體育設施等這種特殊用途建築物，實務上一般係引用建築法加以歸類為「特種建築物」，在消防法規上則以各類場所消防安全設備設置標準第2條「但因場所用途、構造特殊，或引用與本標準同等以上效能之消防技術、工法或設備，適用本標準確有困難者，於檢具具體證明經中央消防主管機關認可者，不在此限。」及第3條「未定國家標準或國內無法檢驗之消防安全設備，應檢附國外標準、國外（內）檢驗報告及試驗合格證明或規格證明，經中央消防主管機關認可後，始准使用。」來因應，然而這樣的一種為「特種建築物」所做的解套性安排，強調的是業者要自行去蒐集資料、去舉證其安全無虞，在執行實務上常常不僅曠日費時，是否產生其它疑慮亦未可知。而近年來，世界各先進國家如英、紐、澳、加、美等國甚至鄰國日本，為求解決規格式法規所存在先天條件之缺陷，均紛紛推動所謂的「性能式法規」，期能整合各項火災防護手段，它的特色是以功能為導向，強調更具有彈性以及系統整合觀念做為達成建築物防火安全目標之手段，而在這追求安全的過程中也把經濟成本效益一併納入考量，也正因為兼顧了安全與經濟成本效益，因此一推出就廣受法令訂定者、業者各方之廣泛接受。

在性能式法規發展之初，其定義及內涵也曾存在許多爭議，但經過英國、美國、加拿大、澳洲、紐西蘭等國的全力發展之後，在定義上已漸漸形成共識，一般而言所謂的性能式法規須具備下列四大要項：

- 1.清楚敘明安全防護之目標何在，衡量結果之指標即是所欲達到目標本身的價值；
- 2.指定可證實的性能要求，且該項要求具有與前項目標兩者之間環環相扣可示範和量化之關係；
- 3.容許任何可達性能要求之解決方法；
- 4.通常是設立某一特定之安全水準作為性能目標。

性能式法規之體系架構圖，如圖 2.59 所示。相對於傳統的規格式法規，性能式法規的最大特點就是不採取硬性規定來限制建築物的設計細節，而是改採一連串具有彈性的社會目標（Social Goals）、機能目的（Functional Objectives）及性能要求（Performance Requirements）等不同階層的要求來加以定義，其彼此間的階層關係如圖 2.60 所示。同時在此階層的最下面可以發現性能式法規允許設計者採用不同的設計方案，只要所採用方案的性能表現符合性能式法規的要求即可，這點也是性能式法規與傳統的規格式法規最大不同之處之一。

伴隨著性能式法規的問世與逐漸被各方所採用，性能式防火設計（Performance-Based Design, PBD）手法也因應而生，主要是為了輔助設計者使用性能式法規而發展。不同於根據傳統規格式法規所使用的規格式防火設計係為保障建築物消防安全所使用的最基本要求，性能式防火設計則是著重整體考量「火災—建築物」之間的相互關係，並將其作為設計之依據，表現出的設計結果常是超越了傳統規格式設計的最基本要求，進而達到更優良的安全防護效果。澳、英、紐、美等國在性能式防火設計上已經經驗豐富，他們在有關防火安全工程設計之指導原則，係分別針對下列 10 個項目作為比較和分析的依據：

- 1.明確訂定防火安全目標
- 2.明確訂定性能設計基準
- 3.瞭解火災如何發生、成長及延燒
- 4.瞭解不同火災防護措施（主動式或被動式）對降低火災發生機率及災害損失的影響
- 5.瞭解人在火場中的行為反應
- 6.應用可靠的評估工具來決定上述因子
- 7.考慮人及社會可接受的風險以作為防火安全設計之考量
- 8.驗證應用上述評估工具及方法所得之結果是否滿足防火安全上的要求
- 9.英國所特有之性能設計審查、模式數值分析及相對於安全標準的評估—— QDR

10.設計總結報告

日本緊隨澳、英、紐、美等國之後也在性能式防火設計上開始著墨，並於 1998 年修訂其建築基準法，改實施性能規定。在構造物防火方面，配合法規之實施，日本政府指定包括財團法人日本建築中心等八個協會為建築性能的評價機關，對樑、柱、地板、外牆等進行防火構造、準防火構造之「新建築技術評價」。在火災成長延燒防止部份，有關材料、工法、設備等，則依建築用途及類別進行性能詳細分類檢證，經由上述指定性能評價機關驗證並且分類建檔，供日本各建築物防火使用。依據前述之日本建築基準法，其設計途徑(route)是依個別之防火區劃來設定，可分為：

- 1.仕樣設計(route A)—採用基本之仕樣式法令規定，大致與現行規格式法規相同。其檢證方法為：是否符合法規，並應做建築物確認。
- 2.簡單的性能式設計(route B)—採用性能式法令規定，導入性能評價法。檢證方法為：採用簡單的檢證法，並做建築物確認。依法律所給予的構造耐火性能、避難安全性能方法進行評價。
- 3.高度的性能式設計(route C)—採用性能式法令規定，導入性能評價法。檢證方法為：採用高複雜度的檢證法來認定。評價內容包含就設計火源之定義、構造耐火性能評價方法、避難安全性能評價方法等進行評價。

這三大類設計途徑及其搭配組合，可以產生三種設計方法分別為仕樣設計、性能式設計以及同時結合仕樣、性能式設計之混合設計途徑，可依照本身計劃的需求來決定所採用的設計方法。

另外一點較為特別的是日本方面同時也進行各種建築物和其內部空間用途之火載量數值設定，如表 2.16 所示。其數值為室內所有可燃物之重量（包括家具以及裝潢），單位為公斤。而此一火載量數值主要使用在計算火災發生時之可燃物表面積，進而計算出火災的各種狀態，例如燃燒速度、發熱量以及起火房間內溫度等等資料。

表 2.16 日本各種建築物中火載量說明

建物用途	空間用途		可燃物密度(kg/m ²)	
			平均	分散
共通	辦公室	一般	30	10
		行政	60	10
	資料室	資料	120	40
		圖書	80	20
住宅	寢室		45	20
	餐廳		30	20
商店	服飾、寢具		20	10
	書籍		40	15
飲食店	小吃店		10	5
	酒吧		20	10
旅館	客房		10	5
	宴會廳		5	2

上述係各國性能式設計的概要介紹，以下將就美國 SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection Analysis and Design 所定義之性能式設計程序依其基本架構進行介紹如下。由性能式設計程序圖（圖 2.61）可以看出在前半段的程序中包含了性能法規類似的架構（目標、機能目的、性能要求），後半段則是加上試驗設計的性能評估以及性能設計報告等，構成一套完整而且易於使用的性能式設計程序。

步驟 1：定義計畫範圍（Define Project Scope）

計畫開始之初應著重於建立與建築物相關之場址或計畫所需之資料，大致可分為下列 11 項：（可視計畫本身需要增減）

1. 使用者特性（Occupant characteristics）、
2. 建築物特性（Building characteristics）、
3. 所有物的位置（Location of property）、
4. 消防單位特性（Fire service characteristics）、
5. 公共設施（Utilities）、
6. 環保考量（Environmental considerations）、
7. 歷史（古蹟）的維護（Historical preservation）、
8. 建築物的管理及保全（Building management and security）、
9. 建築物的經濟以及社會價值（Economic and social value of the building）、
10. 可採行的法規（Applicable regulations）。

同時應確認計畫中之全部業主，例如：建築物擁有者、建築物管理者、設計團隊、建築團隊、主管機關等，因為計畫目標之決定將完全取決於業主的的要求，因此在計畫開始之初便必須確認所有參與計畫之業主。

步驟 2：確立目標（Identify Goals）

此步驟要決定火災安全防護的目標有哪些，並決定出這些目標之間的輕重緩急次序。一般的火災安全防護目標具有下列 4 種：

- 1.確保建築物內部群眾、員工以及消防人員的生命安全，使得因為火災而造成的人員傷亡數目降至最低。
- 2.保護財產安全，將火災造成的財物損失降至最低。
- 3.提供建築物持續的運作。
- 4.將火災以及防火設施對環境所造成的衝擊限制在某一範圍之內。

步驟 3：定義目標（Define Objectives）

此步驟中主要是為了進行細部的工程分析和設計，必須將前一步驟中所決定的業主目標轉換成可以使用火災防護用語來量化的項目，這些項目就是用來制定性能規範的設計目標。而量化的過程可以是決定性

（deterministic）或是機率性（probabilistic）。例如當業主決定出防護的目標為“限制火災在起火的房間內”時，此目標可以被量化為“起火房間不發生閃燃”（決定性）或是“起火房間發生閃燃的機率小於某數值”（機率性）。

步驟 4：發展性能要求（Develop Performance Criteria）

火災安全防護的性能要求可以是一個確切的數值，或是一個數值的範圍，其必須以相當精確的形式量化出防火目標的內容，其包含的項目有下列二項：

1.生命安全要求：

熱效應：包含溫度的極限值以及暴露在高溫的時間。

氣體毒性：由於起火建築物內部的溫度上升，造成人員呼吸速度加快，同時也加速吸入了各種火災產生的毒性氣體，主要是 CO、HCl、HCN。

能見度：此項會嚴重影響人員是否能夠安全的經由逃生通道逃出火場，而影響能見度的因素就是在視線方向上的粒子數量。

2.非生命安全要求

物體的引燃：引燃所需要考慮的條件包括引燃源、引燃源和目標物之間的

距離、目標物的材料性質、目標物的表面積—重量比等。

火焰延燒：影響因素包括燃燒表面的形狀、方向、燃料的表面積重量比以及氣流流向都會影響火焰延燒的方向和速度。

煙氣損害：損害程度將取決於目標物對於煙氣的敏感程度。

防火區劃損害以及結構完整度：此項目主要用意在保持人員逃生避難以及消防人員進入救災這段時間內的建築物結構完整性，保護人員的生命安全。

物品暴露在火災中造成的損害：損害的機制可以分為熱或是煙所造成的。

步驟 5：發展火災情境及設計火災 (Develop Fire Scenarios & Design Fires)
確認火災情境並將之發展成為設計火災的過程包含以下三步驟：

- 1.利用工程方法找出可能發生的火災情境：使用失效模式與效應分析 (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)、歷史資料、手冊、查核表、相關的統計資料等方法建立火災情境。
- 2.在可能的火災情境中定義出設計的火災情境：利用機率的方式，如火災頻率、事件發生的機率、火災防護系統的可用度 (Availability)、可靠度 (Reliability) 以及風險評估等方法；或者可以採用決定性的方式，此種方式是依照物理或化學性質的分析及評估，或採用實驗數據的相關經驗公式來預測火災的情形並決定設計的火災情境。
- 3.量化設計的火災情境：此過程通常合併了危害分析 (Hazard Analysis) 以及風險分析 (Risk Analysis) 兩種方法。危害分析用以找出可能潛在的引燃源、燃料以及火災發展情形；風險分析則是研究危害發生的可能性以及可能造成的結果。

步驟 6：發展試驗設計 (Develop Trial Designs)

試驗設計是由數個相互關聯的子系統 (Sub System, SS) 所組成，共計有六種，其代稱為 SS1~SS6。

SS1 為火災的發生與成長，其目標為減少引燃發生的機率以及降低火災成長（包含火災產生的煙氣及熱量）的速率。SS2 為煙層的擴散及控制，其目標為經由限制煙氣的產生量、控制煙氣的流動情形來降低因為煙氣所造成的危害。SS3 為火災偵測，其中又可以分為兩部分，一為及早發現火災的發生，可以有充足的時間通知建築物內部人員並且可與排煙、自動滅火設備連動，達到早期發現並抑制的功能；另一部分為發布警報警告建築物內部人員進行逃生避難的動作，同時通知鄰近的消防單位火災發生的位置以利消防人員進行搶救的工作。SS4 為火災抑制，目的在於及早進行控制

或抑制火災的成長，降低火災造成的相關損失。SS5 為人員行為及逃生避難，目的在於讓建築物內部人員在發生火災時能夠平安的逃生至安全的地方。SS6 為被動式火災防護，目的在於利用被動式防火結構來限制火災延燒的範圍並且防止建築物結構因為火災損害而過早崩塌，危及人員生命安全。

步驟 7a：評估試驗設計（Evaluate Trial Designs）

步驟 7b：選擇符合性能要求的設計（Selected Design Meets Performance Criteria）

步驟 7c：修改設計或目標（Modify Design or Objectives）

步驟 7d：選擇最終設計（Select Final Design）

第 7 步驟中又可以細分為四個不同的子步驟（7a、7b、7c、7d），這 4 個子步驟屬於性能設計中的重點項目，藉由不同的評估方式來決定所發展的試驗設計是否能夠符合先前所訂定的性能要求。設計者必須提出數個不同的試驗設計，並且逐一進行不同試驗設計的性能評估；若是不能通過性能要求時，該試驗設計將進行修正或直接放棄不予採用，轉而進行下一個試驗設計的性能評估。重複此種評估的程序直到所有試驗設計皆完成評估，就可以進行選擇符合性能要求的最終設計。若不只一種試驗設計皆能符合所需的性能要求時，業主所願意付出的建造成本將成為決定最終試驗設計的標準。

接著介紹評估試驗設計時可以使用的驗證方法，就如同先前量化火災防護目標時所使用的兩種方式：機率性分析或決定性分析。機率性分析可分為傳統風險分析（Classic Risk Analysis）以及總體風險分析（Risk Binning Analysis）。在決定性分析的方法方面，經常使用的就是火災模式（Fire Model）以及其他型式的解析分析方法，如使用手算的簡算公式等。

步驟 8：準備性能設計文件及報告（Prepare Design Documents）

完成性能評估以及選定最終設計之後，最後的階段就是撰寫性能設計報告書，提供業主了解整個建築物防火設計的成果、維護以及持續性。性能設計報告必須盡量詳細、清楚，由於報告是提供給計畫中的所有業主參考，但有些業主並不具備火災防護的相關專業知識，因此應該避免使用艱深的理論以及技術性的文字來描述。性能設計報告中應該具有每一項性能設計程序內容。

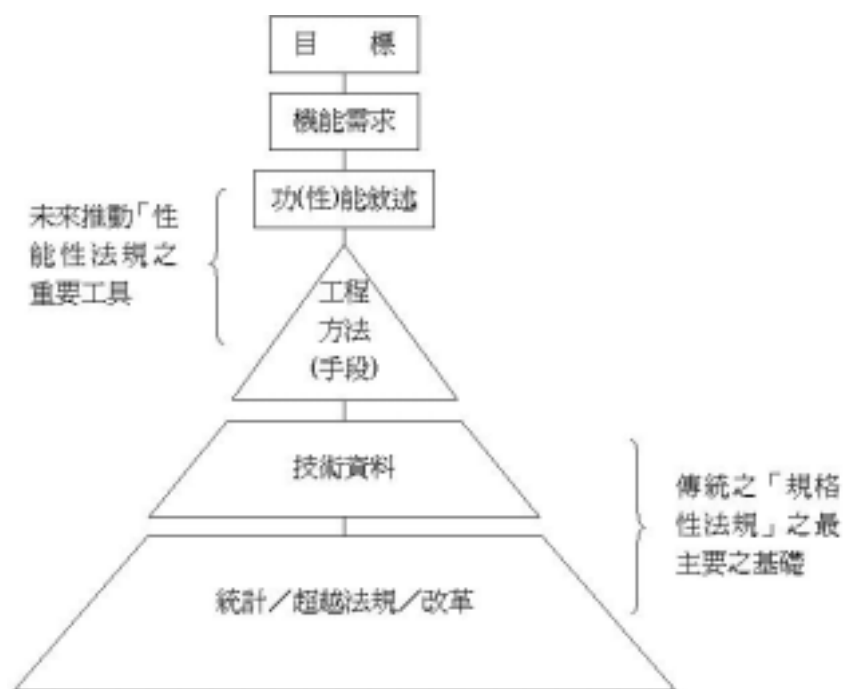


圖 2.59 防火性能式法規之體系架構圖

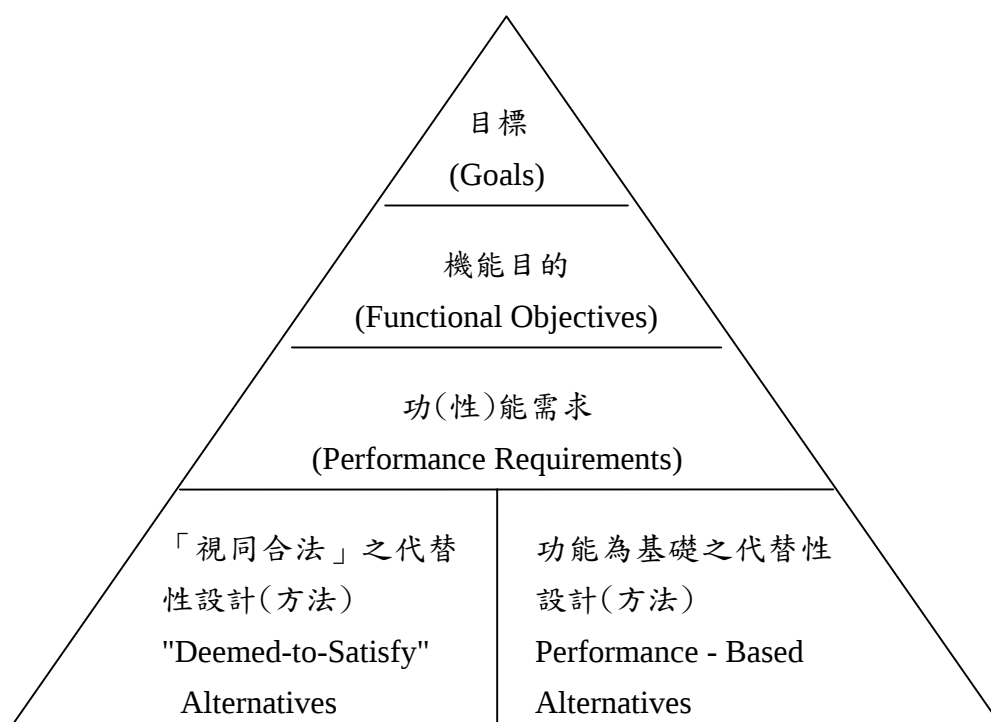


圖 2.60 性能法規階層示意圖

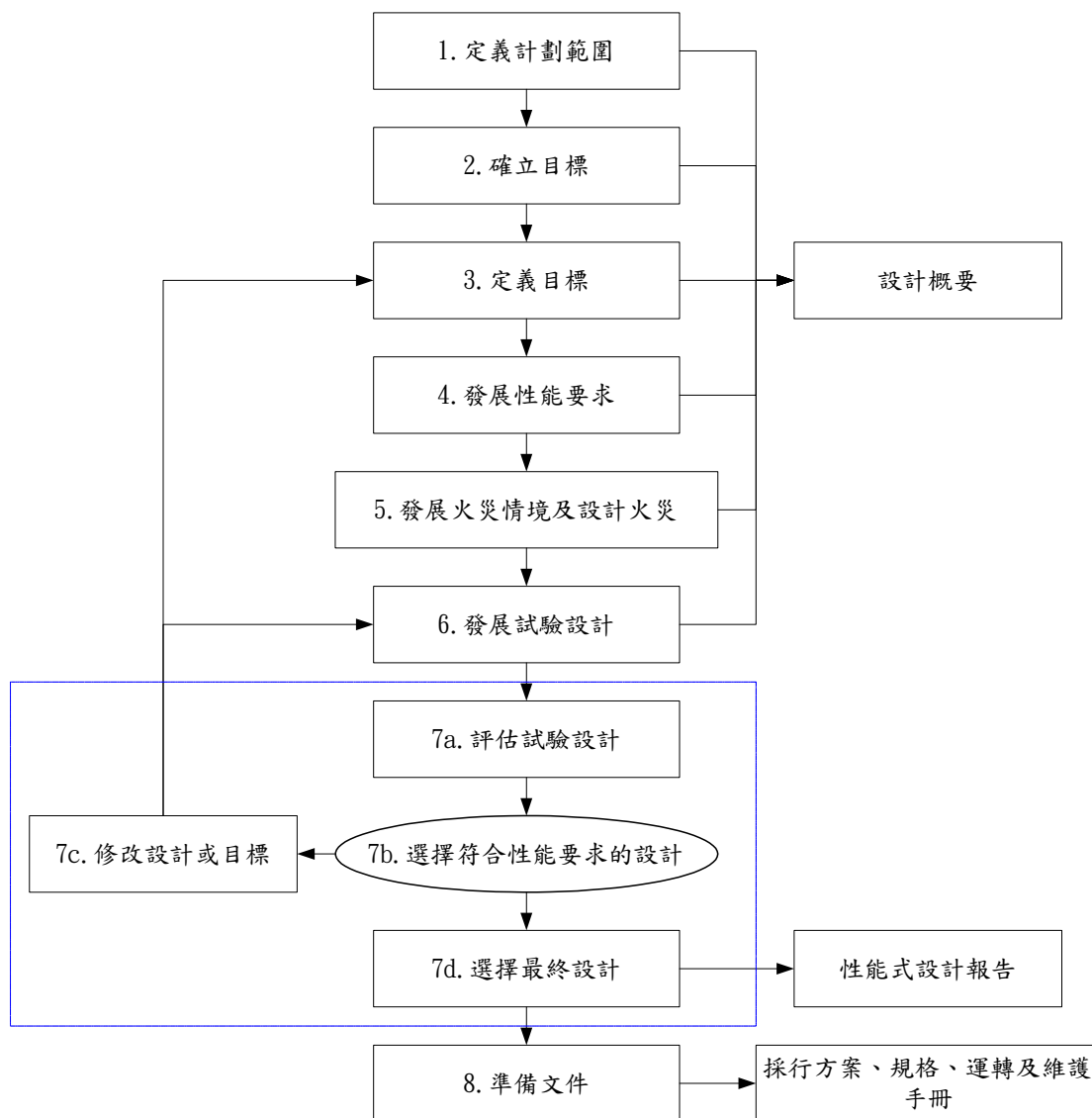


圖 2.61 性能式設計程序圖

三、品質管理標準

品質管理權責，係由協力廠商、現場工程師、品管人員、工地主任各本其責共同承擔。消防工程各階段施工作業過程、管理項目、管理標準、檢查時期、檢查方法、檢查頻率、不符合標準值之處置方法及管理記錄等內容制訂施工品質管理標準表如下，以為施工管控之依據。

表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (1/7)

消防工程 施工品質管理標準			工 程 稱		權 責 符 號 說 明 ◎：核定 ○：稽核 ☆：自主檢查 △：執行		表 編 號 5416 1/7		編 訂 期 90 年 02 月 20 日		簽 章 欄 工 地 主 任 品 管 工 程 師 現 場 工 程 師 協 力 廠 商											
													施 工 所		修 正 期 年 月 日							
			製程或作業說明			管 理 項 目		管 理 標 準		權 責 劃 分		管 理 方 法		不 符 合 標 準 之 處 置 方 法		備 註						
			工 地 主 任		品 管 工 程 師		現 場 工 程 師		協 力 廠 商		檢 查 時 期		檢 查 方 法		檢 查 頻 率		管 理 紀 錄					
施 工 前			設計圖檢核		設計圖送審是否變更或修正		依消防主管機關審訖規定辦理				施工前		逐頁審視		一次		通知變更函		協調設計單位作適當變更或修正		設計單位應在工程發包前先將設計圖送審核完成	
			緊急逃生口數量、位置		依消防主管機關審訖規定辦理																	
			緩降機數量、位置		依消防主管機關審訖規定辦理																	
			消防水池容積		依消防主管機關審訖規定辦理																	
			樓板(天花板)淨高		須配合建築設計圖說及依消防法規定辦理																	
承商施工材料、機具、資料、型錄、樣品及施工大樣圖審核			管線(出線匣)		依契約及施工設計圖說規定並須通過消防法規定辦理						施工前		核對尺量		一次		審核紀錄		協調設計單位作適當變更或修正			
			消防栓(箱)		依契約及施工設計圖說規定並須通過消防法規定辦理						施工前		核對尺量		一次		審核紀錄		協調設計單位作適當變更或修正			
			器材、機具		依契約及施工設計圖說規定並須通過消防法規定辦理						施工前		核對		一次		審核紀錄		協調設計單位作適當變更或修正			

表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (2/7)

消防工程 施工品質管理標準				工 程 名 稱				權 責 符 號 說 明		◎：核定 ○：稽核 ☆：自主檢查 △：執行		表 編 號		5416 2/7	
								編 訂 日 期		90 年 02 月 20 日		簽 章 欄	工地 主任	品管 工程師	現場 工程師
				施 工 所		修 正 日 期		年 月 日							
				製程或作業說明		管 理 項 目	管 理 標 準	權 責 劃 分				管 理 方 法			
				工地 主任	品管 工程師	現場 工程師	協力 廠商	檢 查 時 期	檢 查 方 法	檢 查 頻 率	管 理 紀 錄				
施 工 前		消防機房配置檢討	各項消防設備應有足夠維修空間					施工前	核對	一次	施工大樣圖	協調設計單位作適當變更或修正			
		消防管路配置檢討	消防管與電氣、風管、排水吊管等不可有抵觸					施工前	核對	一次	施工大樣圖	協調設計單位作適當變更或修正			
施 工 中	配管線	出線匣	鐵製鍍鋅厚度依契約規定					進場及施工時	尺量	隨時	照片及自主檢查表	退回、改正			
		管口位置數量	依施工圖說及消防審圖規定					進場及施工時	核對	隨時	照片及自主檢查表	改正			
		各類管(GIP, EMT及PVC)之廠牌、規格、管徑、厚度	依契約及施工圖說並符合消防法規定					進場及施工時	核對	隨時	照片及自主檢查表	退回、改正			
		電線(耐熱)廠牌規格、線徑及耐溫度	依契約及施工圖說並符合消防法規定					進場及施工時	核對	隨時	照片及自主檢查表	退回、改正			

表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (3/7)

消防工程 施工品質管理標準			工 程 名 稱		權 責 符 號 說 明	◎：核定 ○：稽核 ☆：自主檢查 △：執行				表 編 號		5416 3/7		
						編 訂 日 期	90 年 02 月 20 日			簽 章 欄	工地 主任	品管 工程師	現場 工程師	協力 廠商
			施 工 所				修 正 日 期	年 月 日						
			製程或作業說明	管 理 項 目	管 理 標 準	權 責 劃 分				管 理 方 法				不 符 合 標 準 之 處 置
工地 主任	品管 工程師	現場 工程師				協力 廠商	檢 查 時 期	檢 查 方 法	檢 查 頻 率	管 理 紀 錄				
施 工 中	配管線	管路位置	配合建築結構體及依 施工圖說規定					進場及 施工時	核對	隨時	照 片 及 主 自 檢 查 表	改正		
	機 具 安 裝 施 作	消防栓(箱)	依施工圖說並符合消 防法規定					進場時	核對及 尺寸	一 次 以 上	照 片 出 廠 證 明	退回、改正		
		消防送水口	依施工圖說並符合消 防法規定，高度須於 0.5m~1.0m 之間					施工時	核對及 尺寸	一次	照 片 出 廠 證 明	退回、改正		
		差動、偵溫、偵 煙感知器規格數 量、位置	依契約及施工圖說並 符合消防法規定					進場及 施工時	核對	隨時	照 片 出 廠 證 明	退回、改正		
		火警受信總機	操作開關距樓地板面 高度：壁掛型 0.8m~ 1.5m，座式 0.6m~ 1.5m					進場時	核對	一次	照 片 出 廠 證 明	退回、改正		
		消防泵浦	依契約及施工圖說規 定並符合消防法規					進場時	廠驗 試車紀 錄	一次	照 片 出 廠 證 明	退回、改正		

表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (4/7)

消防工程 施工品質管理標準			工 程 名 稱			權 責 符 號 說 明	◎：核定 ○：稽核 ☆：自主檢查 △：執行			表 編 號		5 4 1 6		4 / 7	
						編 訂 日 期	90 年 02 月 20 日			簽 章 欄	工地 主任	品管 工程師	現場 工程師	協力 廠 商	
			施 工 所			修 正 日 期	年 月 日								
製程或作業說明			管 理 項 目	管 理 標 準		權 責 劃 分 管 理 方 法				不 符 合 標 準 之 處 置		備 註			
			工地 主任	品管 工程師	現場 工程師	協力 廠商	檢 查 時 期	檢 查 方 法	檢 查 頻 率	管 理 紀 錄					
施 工 中	機具安裝施 作	自動採水泵 浦	依契約及施工圖說規定 並符合消防法規					進場時 廠驗 試車紀 錄	一次	照片 出廠證明	退回、改正				
		撒 水 頭 規 格、數量、位 置	依契約及施工圖說規定 並符合消防法規					進場及 施工時	核對	隨時	照片 出廠證明	退回、改正			
		加 壓 送 水 泵 浦	依契約及施工圖說規定 並符合消防法規					進場時	廠驗 試車紀 錄	一次	照片 出廠證明	退回、改正			
		泡 沫 頭 規 格、數量、位 置	依契約及施工圖說規定 並符合消防法規					進場及 施工時	核對	隨時	照片 出廠證明	退回、改正			
		泡沫原液	依契約及施工圖說規定 並符合消防法規					進場時	目視	一次	照片 出廠證明	退回、改正			
		泡沫原液槽	依契約及施工圖說規定 並符合消防法規					進場時	核對	一次	照片 出廠證明	退回、改正			
		自 動 警 報 逆 止閥	依契約及施工圖說規定 並符合消防法規					進場時	核對	一次	照片 出廠證明	退回、改正			

表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (5/7)

消防工程 施工品質管理標準				工 程 名 稱					權 責 符 號 說 明	◎：核定 ○：稽核 ☆：自主檢查 △：執行				表 編 號		5416 5/7								
										編 訂 日 期		90 年 02 月 20 日								簽 章 欄	工 地 主 任	品 管 工 程 師	現 場 工 程 師	協 力 廠 商
										修 正 日 期		年 月 日												
										施 工 所														
製程或作業說明		管 理 項 目	管 理 標 準	權 責 劃 分 管 理 方 法								不 符 合 標 準 之 處 置 方 法		備 註										
				工 地 主 任	品 管 工 程 師	現 場 工 程 師	協 力 廠 商	檢 查 時 期	檢 查 方 法	檢 查 頻 率	管 理 紀 錄													
施 工 中	機 具 安 裝 施 作	廣播主機	依契約及施工圖說規定並符合消防法規		☆	☆	◎	進場時	核對	一次	照片 出廠證明	退回、改正												
		麥克風	依契約及施工圖說規定並符合消防法規			☆	◎	進場時	核對	一次	照片 出廠證明	退回、改正												
		揚聲器(喇叭)	依契約及施工圖說規定並符合消防法規。 不得裝置個別控制開關			☆	◎	進場時	核對	隨時	照片 出廠證明	退回、改正												
		廣播設備系統電源	依契約及施工圖說規定並符合消防法規			☆	◎	施工時	核對	隨時	照片 出廠證明	改正												
		發電機	依契約及施工圖說規定並符合消防法規		☆	☆	◎	進場時	廠驗 試車紀錄	一次	照片 出廠證明	退回、改正												
		避難方向指示燈(標)	依契約及施工圖說規定並符合消防法規			☆	◎	進場時	目視	隨時	照片 出廠證明	退回、改正												
		(緊急)出口標示燈	依契約及施工圖說規定並符合消防法規			☆	◎	進場時	目視	隨時	照片 出廠證明	退回、改正												

表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (6/7)

消防工程 施工品質管理標準				工 程 名 稱			權責符號說明				◎：核定 ○：稽核 ☆：自主檢查 △：執行				表 編 號		5416 6/7																																				
							編 訂 日 期	90 年 02 月 20 日				簽 章 欄	工 地 主 任	品 管 工 程 師	現 場 工 程 師	協 力 廠 商																																					
施工所								修 正 期		年 月 日																																											
製程或作業說明				管 理 項 目				管 理 標 準				權責劃分管理方法																																									
				工 地 主 任				品 管 工 程 師				現 場 工 程 師				協 力 廠 商				檢 查 時 期				檢 查 方 法				檢 查 頻 率				管 理 紀 錄				不 符 合 標 準 之 處 置 方 法				備 註													
施 工 中	機 具 安 裝 施 作	滅火器（自 動）		依契約及施工圖說規定並符合消防法規																								進場時				目 視				隨 時				照片 出 廠 證 明				退回、改正									
		逃生（避難） 梯		依契約及施工圖說規定並符合消防法規																								進場時				目 視 尺 量				一 次				照片				退回、改正									
		緩降機		依契約及施工圖說規定並符合消防法規																								進場時				目 視				一 次				照片 出 廠 證 明				退回、改正									
施 工 後	配管	各類管路油 漆		依契約及施工圖說規定並符合消防法規																								施工時				目 視				隨 時				照片				改正									
		各水管路加 壓測試		全閉揚程 1.5 倍 2hr 以上，且無漏水現象																								配管完 成				目 視				一 次				試水紀 錄				重做、改正									
	系統測試	火警自動警 報設備		任一感知器及總機每 一回路均有效																								系統完 成後				實際測 試				一 次				照片				改正至合格									
		緊急廣播設 備		麥克風及任一揚聲器 （喇叭）均有效																				☆				◎				系統完 成後				實際測 試				一 次				照片				改正至合格					

表 3.1 消防工程施工品質管理標準表 (7/7)

消防工程 施工品質管理標準				工 程 名 稱			權 責 符 號 說 明	◎：核定 ○：稽核 ☆：自主檢查 △：執行				表 編 號		5416 7/7	
								簽 章 欄	工 地 主 任	品 管 工 程 師	現 場 工 程 師	協 力 廠 商			
													編 訂 日 期	90 年 02 月 20 日	
														修 正 日 期	年 月 日
施工所															
製程或作業說明		管 理 項 目	管 理 標 準	權 責 劃 分 管 理 方 法				檢 查 時	檢 查 方	檢 查 頻 率	管 理 紀 錄	不 符 合 標 準 處 置 方 法		備 註	
施 工 後	系統測試	室內（外） 消防栓設備 -連結送水管	每一消防箱及消防栓均有效					系統完成後	實際測試	一次	照片	改正至合格			
		泡沫滅火設備	任一泡沫頭均有效放射					系統完成後	實際測試	一次	照片	改正至合格			
		供電設備	交直流兩用自動切換或 連接緊急供電系統並符合 消防法規					系統完成後	實際測試	一次	照片	改正至合格			
		發電機及自動 切換開關 (ATS)	需經電機技師測試簽證					系統完成後	實際測試	一次	照片及 測試簽證 紀錄	改正至合格			
		配合建築工程 申請使用執照	消防檢查	符合消防審圖及消防法規					系統完成後	實際測試	一次	照片	改正至合格		若有消防檢驗人員於現場檢驗時，指定需增加設備時（圖說並沒有），承商應先行配合再依工務程序辦理。

四、材料及施工檢驗程序

4.1 前言

如何確定施工要領及品質標準，以及如何執行品管管理的各項要求，公共工程委員會於民國九十三年五月所出版之「機電設備工程品質管理實務」中已針對設備材料之檢驗、施工品質之檢驗、建立施工檢查表等，已有詳盡之介紹，本章將在前述基礎之上，針對較特殊消防系統的材料及施工檢驗程序再加以舉例說明，以作為進階性的教材。

4.2

低污染氣體滅火系統之施工檢驗流程圖如圖 4.1，施工安裝抽查表如表 4.1，供參考。

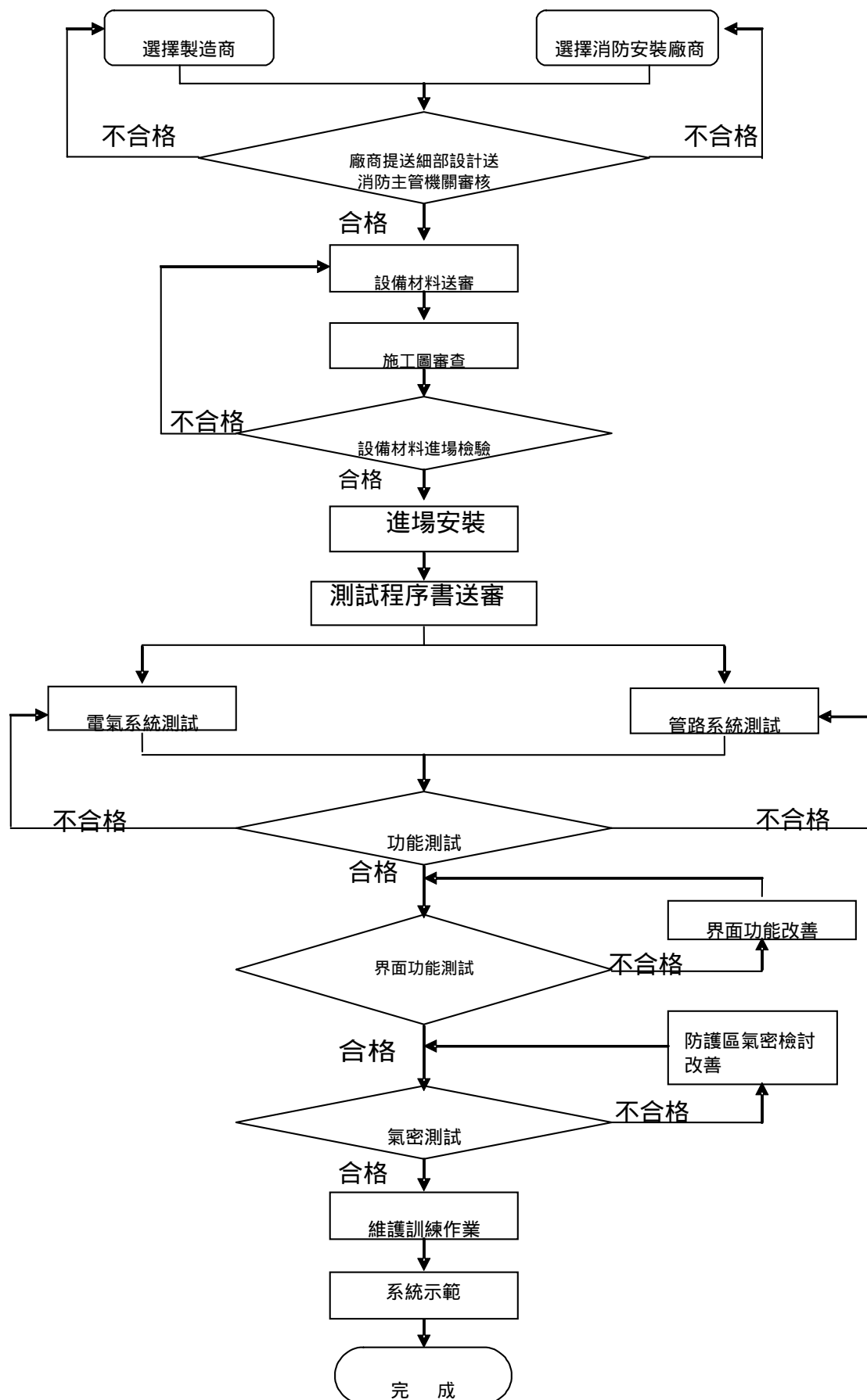


圖 4.1 低污染氣體滅火系統之施工檢驗流程圖

表 4.1 低污染氣體滅火系統之施工安裝抽查表

低污染氣體滅火系統施工（安裝）查核表

工程標號：_____ 檔案編號：_____

廠 商：_____ 施工位置：_____

工程名稱：_____ 圖 號：_____ 版次：_____

工務所：_____ 查核日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

項目	查 核 內 容	查核結果	合格/不合格	備註
1 設備 查核	★01.廠牌、規格、型(機)號是否正確？			
	02.外觀是否完整無腐蝕、裂痕、扭曲變形現象？			
	03.是否有操作手冊及技術手冊（中文）？			
	04.各設施旁是否有標示中文說明及操作流程圖？			
	05.各房間配置之噴頭型式（角度）、種類是否正確？配管、噴頭安裝是否牢固？			
	★06.各房間配置之滅火藥劑鋼瓶重量是否正確？			
2 施工 查核	01.產品安裝位置、規格、數量是否與施工規範、圖說相符？			
	02.系統控制盤是否連結緊急電源？			
	03.確認系統及相關設施符合契約及消防機關核可之圖說。			
	04.系統控制盤外殼是否接地？			
	05.配管材質是否使用無縫鋼管或契約所規定材質及噴嘴固定是否牢固？			
	06.手動啟動及緊急暫停裝置是否安裝於保護區外？			
	07.探測器安裝位置是否無防護死角？			
	08.各控制設施是否與控制盤連線完成？			
	09.防護區房間內之開孔是否已防火填塞完成？			
	10. 防護區房間是否已氣密完成？			

附註：(1) // ★ // 表示應將量測檢驗值記錄於查核結果欄。

(2) 廠商施工自主檢查表將於查驗完成後，作為本查核表之附件存檔。

(3) 查核結果由監造工程司逐項填寫，並簽章註明日期。

(4) 查核不合格時，請將不合格編號註記列管追蹤。

廠商人員

工務所

五、自主檢查表

5.1 前言

工程施工自主檢查表為最基本之品質查證表單，係承包商於施工過程中用來查核其施工品質是否符合業主的的要求，為確保並落實工程施工之品質，必須依契約、規範、法規、規則、工業標準、施工說明書、施工圖說、程序書及品質管制表等之內容檢討編訂，執行查驗時，現場工程師應將檢查結果之合格或不合格依序詳填於檢查表並簽名。以下僅以防火區劃乙項消防安全設備之自主檢查表作為填寫之範例，其餘各項消防安全設備則請參照本範例及以下所列示之要求加以填寫。

消防設備自主檢查表

編號：

工程名稱				
承攬廠商				
檢查位置		檢查日期		
檢查時機		☐ 檢驗停留點 ☐ 施工中檢查 ☐ 施工完成檢查		
檢查結果		☐ 檢查合格 ☒ 有缺失須改正 ☐ 無此檢查項目		
檢 查 項 目		設計圖說、規範之檢查標準(定梁定性)	實際檢查情形(敘述檢查值)	檢測結果
1	防火區劃鐵捲門邊小門是否有設置180°防火門，以便於各區劃間互通，並於上方兩側設置安全門燈？	是否有設置180°防火門，並於上方兩側設置安全門燈？		
2	防火區劃鐵捲門邊小門是否有設置180°防火門，以便於各區劃間互通，並於上方兩側設置安全門燈？	電源是否有留設？		
3	防火區劃鐵捲門之前後二側是否設有火警探測器並與鐵捲門連動？	是否設有火警探測器並與鐵捲門連動？		
4	空調、排煙風管於穿越防火區劃處是否設有防火閘門？防火閘門作動溫度是否符合法規規定？	是否設有防火閘門？防火閘門作動溫度是否符合法規規定？		
5	穿越防火區劃處之管線是否完成防火填塞？	是否完成防火填塞？		
6	防火門、窗是否經過審核認可？	是否經過審核認可？		
缺失複查結果： ☐ 已完成改善(檢附改善前中後照片) ☐ 未完成改善，填具「缺失改善追蹤表」進行追蹤改善 檢查日期： 年 月 日 複查人員職稱： 簽名：				
備註： 1.檢查標準及實際檢查情形應具體明確（例：磚砌完成後須不透光）或量化尺寸（例：磚縫7mm~10mm）。 2.檢查結果合格者註明「○」，不合格者註明「×」，如無需檢查之項目則打「／」。 3.嚴重缺失、缺失複查未完成改善，應填具「缺失改善追蹤表」進行追蹤改善。 4.本表由工地現場工程師實地檢查後覈實記載簽認。				

工地主任簽名：

現場工程師簽名：

5.2 火警受信總機、火警探測器、火警綜合盤

項次	檢查項目	檢查標準
1	火警受信總機廠牌、回路數是否符合規定？	廠牌、回路數是否符合規定？
2	火警受信總機是否有預備電源？（須為交、直流電源兩用並型為全自動切換裝置）	是否有預備電源？（須為交、直流電源兩用並型為全自動切換裝置）
3	火警受信總機裝置是否適當？（須垂直裝置避免傾斜，外殼並須接地）	是否垂直裝置避免傾斜，外殼並須接地？
4	火警受信總機之火警分區圖是否與現場一致？	是否與現場一致？
5	火警受信總機是否依法規具有認可標誌？	是否具有認可標誌？
6	火警受信總機功能是否保持正常狀態？	是否保持正常狀態？
7	火警受信總機迴路是否標示？	是否有標示？
8	火警受信總機面板及顯示幕是否有中文標示？	是否有中文標示？
9	火警受信總機是否與廣播主機連線？面板是否有詳細標示各樓層及用途？是否有符合國家標準總號八八七七之規定？	是否與廣播主機連線？面板是否有詳細標示各樓層及用途？是否有符合國家標準總號八八七七之規定？
10	火警受信總機是否設有警報裝置且其警報聲響應符合法規？	是否設有警報裝置且其警報聲響應符合法規？
11	火警受信總機之火警分區是否有標示？	是否有標示？
12	壁掛型火警受信總機操作開關距離樓地板高度是否適當？	高度是否在 1.5-1.8M 之間？
13	各式感知器是否為斷線式？否有標示？	是否為斷線式？否有標示？
14	感知器主體是否與底座分離時，斷線信號會回授至總機？	是否與底座分離時，斷線信號會回授至總機？
15	感知器四週淨空間是否超過 60 cm？	是否超過 60 cm？
16	廚房、發電機室、泵浦室較易產生非火災煙霧或水氣的區域，感知器之選用是否有特別考量？	是否有特別考量？
17	火警探測器之廠牌及型別是否符合規定？	廠牌及型別是否符合規定？
18	火警探測器之裝置是否適當？	
19	偵煙探測器距離出風口是否達 1.5 公尺以上？	是否達 1.5 公尺以上？
20	探測器是否設於最高點處？	是否設於最高點處？
21	樑深度超過 60cm 時，樑兩側是否有加裝探測器？	是否有加裝探測器？
22	火警自動警報設備其每一分區之任一邊長是否超過 50 公尺？	是否超過 50 公尺？

23	火警自動警報設備其鳴動方式是否有依規定裝置？	1.起火層為二樓以上時，限該樓層與其直上二層及下一層。 2.起火層為一樓時，限該樓層及其直上及地下層鳴動。 3.起火層為地下層時，限一樓及全部地下層鳴動。
24	綜合盤是否符合規定？	1.綜合盤應裝置手動報警機、標示燈、火警警鈴。 2.設有緊急廣播系統之樓層須附設電話插座。
25	手動發信器裝置高度是否在 1.2~1.5M 之間？	高度是否在 1.2~1.5M 之間？
26	手動報警機是否附中文標示？	是否附中文標示？
27	警鈴是否與火警連動及音量是否符合法規？	是否有連動及音量是否符合法規？
28	火警標示燈是否常亮，而當火警時是否成閃亮狀態且是否另有中文標示？	是否常亮，而當火警時是否成閃亮狀態且是否另有中文標示？

5.3 緊急廣播設備

項次	檢查項目	檢查標準
1	擴音器廠牌、規格是否符合規定？	廠牌、規格是否符合規定？
2	麥克風廠牌是否符合規定？	廠牌是否符合規定？
3	喇叭廠牌及容量是否符合規定？	廠牌及容量是否符合規定？
4	各喇叭是否有裝設個別控制開關？	是否有裝設個別控制開關？
5	緊急廣播設備之電源是否連接緊急供電系統？	是否連接緊急供電系統？
6	電源及迴路配線是否符合規定？	是否符合耐燃或耐熱之規定？
7	廣播主機是否與火警連動？	是否連動？
8	廣播迴路是否有標示？	是否有標示？
9	廣播主機與揚聲器是否具有審核認可資料？	是否具有審核認可資料？
10	廣播主機是否設短路信號標示？	是否設短路信號標示？

5.4 滅火器

項次	檢查項目	檢查標準
1	設有滅火器之樓層，自樓面居室任一點到滅火器之步行距離是否超過 20 公尺？	是否超過 20 公尺？

2	設有滅火器之處所，是否設有長邊 24 公分以上，短邊 8 公分以上之紅底白字標明『滅火器』之字樣。	是否設有『滅火器』之字樣？
3	懸掛於牆上或放置滅火器箱中之滅火器，其上端與樓地板之距離是否符合規定。	18KG 以上不得超過 1 公尺，18KG 以下不得超過 1.5 公尺。
4	如為蓄壓式手提滅火器，壓力值是否在要求範圍內？	壓力值是否在要求範圍內？
5	滅火器藥劑是否仍在有效期限內？	是否仍在有效期限內？

5.5 消防栓系統

項次	檢查項目	檢查標準
1	樓面、居室任一點至消防栓之水平步行距離是否有超過 25M。(第一種消防栓)？	是否有超過 25M(第一種消防栓)？
2	消防栓流量壓力在頂樓測試時是否有大於 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$ ？	是否有大於 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$ ？
3	如單層消防栓有二支以上，須同時拉二個水帶測試，壓力是否在 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。放水量是否小於每分鐘 130 公升？	壓力是否在 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。放水量是否小於每分鐘 130 公升？
4	送水口是否與消防立管系連通，另是否有在連接處裝置逆止閥？	是否與消防立管系連通，另是否有在連接處裝置逆止閥？
5	室內消防栓凡而離地面高度，是否有在連接處裝置逆止閥？	是否有在連接處裝置逆止閥？
6	5F 以上是否有設置 2 1/2"消防栓(含 5F)？	是否設置 2 1/2"消防栓(含 5F)？
7	屋頂消防栓凡而離屋頂地面高度，是否有在 0.5~1M 之間？	是否有在 0.5~1M 之間？
8	送水口裝置高度是否在 0.5~1M 之間？	是否在 0.5~1M 之間？
9	屋頂上之消防栓是否有標明『測試出水口』字樣？	是否有標明『測試出水口』字樣？

5.6 室內及室外消防栓系統配管

項次	檢查項目	檢查標準
1	系統配管廠牌及材質是否符合規定？	是否符合規定？
2	系統配管管徑是否符合規定？	是否符合規定？

3	系統配管竣工時是否作加壓試驗？(試驗壓力不得小於加壓送水裝置全開揚程一點五倍以上之水壓。(試驗壓力以繼續維持二小時無漏水現象為合格)	是否作加壓試驗？
4	消防送水口裝置位置及高度是否適當？	裝置位置及高度是否適當？
5	立管管徑，第一種消防栓是否在 63 公厘以上？；第二種消防栓是否在 50 公厘以上？當立管與連結送水管共用時，其管徑是否在 100 公厘以？	第一種消防栓是否在 63 公厘以上？；第二種消防栓是否在 50 公厘以上？當立管與連結送水管共用時，其管徑是否在 100 公厘以？
6	立管是否裝置於不受外來損傷及火災不易殃及之位置？	是否裝置於不受外來損傷及火災不易殃及之位置？
7	立管是否連接屋頂水箱、重力水箱或壓力水箱，使配管平時充滿水？	是否連接屋頂水箱、重力水箱或壓力水箱，使配管平時充滿水？
8	立管是否採取有效之防震措施？	是否採取有效之防震措施？
9	配管上之止水閥是否以明顯之方式標示開關之狀態？逆止閥是否標示水流之方向，並符合 CNS 規定？	是否以明顯之方式標示開關之狀態？逆止閥是否標示水流之方向，並符合 CNS 規定？

5.7 消防栓箱及裝備

項次	檢查項目	檢查標準
1	消防栓箱廠牌、尺寸及鐵板厚度是否符合規定？	是否符合規定？
2	消防栓箱之裝置位置是否符合規定？	是否符合規定？
3	消防栓箱上是否有紅色泵浦啟動表示燈？	是否有紅色泵浦啟動表示燈？
4	水帶架與箱體之固定，平面部分是否平直，未歪曲傾斜？	是否平直，未歪曲傾斜？
5	安裝完成後，箱門是否易於完全啟、閉？	是否易於完全啟、閉？
6	消防栓箱安裝完成後，是否清潔？	是否清潔？
7	消防栓開關距樓地板之高度，是否介於 0.3 至 1.5 公尺之間？	是否介於 0.3 至 1.5 公尺之間？
8	消防栓箱配合管路之開孔邊緣，是否磨平、拋光後以原漆相同之油漆補漆，以避免銹蝕？	是否磨平、拋光後以原漆相同之油漆補漆？
9	消防栓箱體是否牢固支撐，不晃動？配件是否安裝穩固？	是否牢固支撐，不晃動？配件是否安裝穩固？
10	消防栓箱體是否與建築裝修面平整結合？	是否與建築裝修面平整結合？
11	外觀是否無損傷、變形？	是否無損傷、變形？

12	消防栓箱門上之字樣與核可圖說是否相符(每字不得小於 20 平方公分)?	與核可圖說是否相符(每字不得小於 20 平方公分)?
13	消防栓與管路是否啣接良好，不歪斜？	是否啣接良好，不歪斜？
14	室內消防栓瞄子放水壓力超過每平方公分 7 公斤時，是否採取有效之減壓措施？	放水壓力超過每平方公分 7 公斤時，是否採取有效之減壓措施？

5.8 室外消防栓系統

項次	檢查項目	檢查標準
1	系統配管廠牌及材質是否符合規定？	是否符合規定？
2	系統配管管徑是否符合規定？	是否符合規定？
3	系統配管竣工時是否作加壓試驗？	否作加壓試驗？
4	消防送水口裝置位置及高度是否適當？	是否符合法規要求？
5	室外消防栓與被保護場所建築物一樓外牆各部分之水平距離是否在 40 公尺以下？口徑在 63 公厘以上？	水平距離是否在 40 公尺以下？口徑在 63 公厘以上？
6	室外消防栓出水口口徑是否在 63 公厘以上？	是否在 63 公厘以上？
7	室外消防栓瞄子出水壓力是否在每平方公分 2.5 公斤以上或 0.25MPa 以上，出水量是否在每分鐘 350 公升以上？	出水壓力是否在每平方公分 2.5 公斤以上或 0.25MPa 以上，出水量是否在每分鐘 350 公升以上？
8	室外消防栓瞄子出水量是否在每分鐘 350 公升以上？	是否在每分鐘 350 公升以上？
9	室外消防栓是否於其 5 公尺範圍內附設水帶箱？	是否於其 5 公尺範圍內附設水帶箱？
10	室外消防栓水帶箱是否具有足夠裝置水帶及瞄子之深度，箱底二側設排水孔，其箱面表面積在 0.8 平方公尺以上？	是否具有足夠裝置水帶及瞄子之深度，箱底二側設排水孔，其箱面表面積在 0.8 平方公尺以上？
11	室外消防栓箱面是否有明顯而不易脫落之水帶箱字樣，且每字在 20 平方公分以上？	是否有明顯而不易脫落之水帶箱字樣，且每字在 20 平方公分以上？
12	室外消防栓箱內是否配置口徑 63 公厘及長 20 公尺水帶二條、口徑 19 公厘以上直線噴霧兩用型瞄子一具及消防栓閥型開關一把？	是否配置口徑 63 公厘及長 20 公尺水帶二條、口徑 19 公厘以上直線噴霧兩用型瞄子一具及消防栓閥型開關一把？
13	室外消防栓 3 公尺以內是否保持空曠，不得堆放物品或種植花木，並在其附近明顯易見處，標明消防栓字樣？	3 公尺以內是否保持空曠，不得堆放物品或種植花木，並在其附近明顯易見處，標明消防栓字樣？
14	室外消防栓設備之水源容量是否足供在二具室外消防栓同時放水 30 分鐘之水量以上？	水源容量是否足供在二具室外消防栓同時放水 30 分鐘之水量以上？

5.9 撒水系統

項次	檢查項目	檢查標準
1	撒水系統之自動警報逆止閥及撒水頭是否有審核認可？廠牌及規格是否符合規定？	是否有審核認可？廠牌及規格是否符合規定？
2	撒水系統之配管是否有標示流水方向？	是否有標示流水方向？
3	自動撒水設備竣工時，是否有做加壓試驗？	是否有做加壓試驗？
4	是否依法規於建築物各層放水壓力最低之最遠支管末端處設置末端查驗管？	是否設置末端查驗管？
5	末端查驗管是否有依法規設置限流孔？	是否有設置限流孔？
6	末端查驗管之設置高度是否距離地板面之高度在 2.1 公尺以下，並附有排水管裝置，並標明末端查驗閥字樣？	是否距離地板面之高度在 2.1 公尺以下，並附有排水管裝置，並標明末端查驗閥字樣？
7	末端查驗管是否設置於管道間或便於檢查之場所，另尾端是否有接排水管並有明顯示牌？	是否有接排水管並有明顯示牌？
8	撒水頭離牆或樑之距離是否符合法規規定？	是否符合法規規定？
9	撒水配管支管之撒水頭數是否不超過法規規定之數量？	是否不超過法規規定之數量？
10	撒水頭配置時是否採用 1 吋出口之三通管，以便日後作延伸使用？	是否採用 1 吋出口之三通管？
11	撒水頭迴水板下方 45cm 內及水平方向 30cm 之內是否保持淨空間？	下方 45cm 內及水平方向 30cm 之內是否保持淨空間？
12	密閉式撒水頭之迴水板裝置設於裝置面(指樓板或天花板)下方，其間距是否大於 30cm？	是否大於 30cm？
13	密閉式撒水頭裝置於樑下時，迴水板與樑底之間距是否大於 10cm，且與樓板或天花板間距是否大於 50cm？	是否大於 50cm？
14	密閉式撒水頭側面有樑時迴水板高出樑底面尺寸（公分）是否符合法規規定？	迴水板高出樑底面尺寸（公分）是否符合法規規定？
15	撒水頭軸心與裝置面是否成垂直裝置？	是否成垂直裝置？
16	撒水頭距裝置面逾 30 公分時，是否設有集熱板？	是否設有集熱板？
17	撒水頭集熱板是否使用金屬材料，且直徑是否在 30cm 以上？	直徑是否在 30cm 以上？
18	撒水頭集熱板與迴水板之距離是否在 30cm 之內？	是否在 30cm 之內？

19	地下建築物天花板與樓板間之高度在 50cm 以上時，天花板與樓板是否皆配置撒水頭，且任一點至撒水頭之水平距離，是否在 2.1M 以下？(但天花板以不燃性料裝修者，其樓板得免設撒水頭)	是否皆配置撒水頭，且任一點至撒水頭之水平距離，是否在 2.1M 以下？(但天花板以不燃性料裝修者，其樓板得免設撒水頭)
20	一般性建築物若採用一般反應型撒水頭（第二種感度），各層任一點至撒水頭之水平距離是否在 2.1 公尺以下？（但防火構造建築物，其水平距離，得增加為 2.3 公尺以下）	任一點至撒水頭之水平距離是否在 2.1 公尺以下？（但防火構造建築物，其水平距離，得增加為 2.3 公尺以下）
21	密閉式撒水頭裝置面，四周以淨高 40cm 以上之樑或類似構體區劃包圍時，是否有按各區劃裝置？(但該樑或類似構造體之間在 180cm 以下者，不在此限)	是否有按各區劃裝置？
22	使用密閉式撒水頭，且風管等障礙物之寬度超過 120 公分時，障礙物下方，是否設有撒水頭？	是否設有撒水頭？
23	密閉式撒水頭是否就裝置場所平時最高周圍溫度，選擇一定標示溫度之撒水頭？	是否就裝置場所平時最高周圍溫度，選擇一定標示溫度之撒水頭？
24	撒水頭是否被上油漆？	是否被上油漆？
25	自動撒水設備之水源容量，是否依法規規定設置？	水源容量是否依法規規定設置？
26	撒水頭之放水量，每分鐘是否在 80 公升（設於高架倉庫者，應為 114 公升）以上，且放水壓力是否在每平方公分 1 公斤以上或 0.1Mpa 以上（但小區劃型撒水頭之放水量，每分鐘應在 50 公升以上）？	每分鐘是否在 80 公升（設於高架倉庫者，應為 114 公升）以上，且放水壓力是否在每平方公分 1 公斤以上或 0.1Mpa 以上（但小區劃型撒水頭之放水量，每分鐘應在 50 公升以上）？
27	是否於地面層室外臨建築線，消防車容易接近處，設置口徑 63 公厘之送水口？	是否設置口徑 63 公厘之送水口？
28	自動撒水送水口是否為專用且數量是否依法規規定設置？	是否為專用且數量是否依法規規定設置？
29	自動撒水送水口是否設在無送水障礙處，且其高度距基地地面在 1 公尺以下 0.5 公尺以上？	是否設在無送水障礙處，且其高度距基地地面在 1 公尺以下 0.5 公尺以上？
30	自動撒水送水口附近明顯易見處，是否預留檢修孔及有明顯之標示？	是否預留檢修孔及有明顯之標示？
31	測試警報時，是否有將警報逆止閥之 6 分管拷克打開？	是否 6 分管拷克打開？
32	警報逆止閥設置之位置是否預留檢修孔及有明顯之標示？	是否預留檢修孔及有明顯之標示？
33	自動警報逆止閥施工無論採用直式或橫式施工，其高度是否保持在 0.8~1.5M 之間，另檢修孔之尺寸是否大於 80cm？	高度是否保持在 0.8~1.5M 之間，另檢修孔之尺寸是否大於 80cm？

5.10 泡沫系統

項次	檢查項目	檢查標準
1	泡沫設備手動啟動開關高度是否在 0.8~1.5 之間？	是否在 0.8~1.5 之間？
2	泡沫頭須延伸時，管徑是否以 1 吋管為限？	是否以 1 吋管為限？
3	泡沫設備末端查驗管是否設置於最末端區，且高度是否有超過 2.1M 以上？	是否有超過 2.1M 以上？
4	泡沫頭高度是否低於 2.1M 以下？	是否低於 2.1M 以下？
5	飛機庫等場所，是否使用泡水噴頭？室內停車空間或汽車修理廠等場所，是否使用泡沫噴頭？	泡水噴頭、泡沫噴頭選用是否正確？
6	泡水噴頭放射量是否在每分鐘 75 公升以上？	是否在每分鐘 75 公升以上？
7	泡沫噴頭放射量、泡沫原液種類是否依規定辦理？	是否依規定辦理？
8	泡沫滅火設備之水源使用泡沫頭時，是否依核算之最低放射量在最大一個泡沫放射區域，能繼續放射 20 分鐘以上？	是否依最低放射量在最大一個泡沫放射區域，能繼續放射 20 分鐘以上？
9	使用泡沫噴頭時，是否每一放射區域在樓地板面積 50 平方公尺以上 100 平方公尺以下？	是否每一放射區域在樓地板面積 50 平方公尺以上 100 平方公尺以下？
10	使用泡水噴頭時，放射區域是否占其樓地板面積三分之一以上，且至少 200 平方公尺？（但樓地板面積未達 200 平方公尺者，放射區域依其實際樓地板面積計）	是否占其樓地板面積三分之一以上，且至少 200 平方公尺？（但樓地板面積未達 200 平方公尺者，放射區域依其實際樓地板面積計）
11	泡沫原液儲槽，是否依下列規定設置？ 一、設有便於確認藥劑量之液面計或計量棒。 二、平時在加壓狀態者，應附設壓力表。 三、設置於溫度攝氏 40 度以下，且無日光曝曬之處。 四、採取有效防震措施	1.是否設有便於確認藥劑量之液面計或計量棒？ 2.平時在加壓狀態者，是否附設壓力表？ 3.是否設置於溫度攝氏 40 度以下，且無日光曝曬之處？ 4.是否採取有效防震措施？
12	採移動式泡沫滅火設備，同一樓層各泡沫瞄子放射量，是否在每分鐘 100 公升以上？但全部泡沫消防栓箱數量超過二個時，以同時使用二支泡沫瞄子計算之。	是否在每分鐘 100 公升以上？但全部泡沫消防栓箱數量超過二個時，以同時使用二支泡沫瞄子計算之。
13	採移動式泡沫滅火設備時，泡沫瞄子放射壓力是否在每平方公分 3.5 公斤以上或 0.35MPa 以上？	是否在每平方公分 3.5 公斤以上或 0.35MPa 以上？
14	移動式泡沫滅火設備之泡沫原液，是否使用低發泡？	是否使用低發泡？

15	移動式泡沫滅火設備在水帶接頭 3 公尺範圍內，是否設置泡沫消防栓箱，且箱內配置長 20 公尺以上水帶及泡沫瞄子乙具，其箱面表面積應在 0.8 平方公尺以上，且標明移動式泡沫滅火設備字樣，並在泡沫消防栓箱上方設置紅色幫浦啟動表示燈。	1.在水帶接頭 3 公尺範圍內，是否設置泡沫消防栓箱？ 2.箱內是否配置長 20 公尺以上水帶及泡沫瞄子乙具？ 3.箱面表面積是否在 0.8 平方公尺以上，且標明移動式泡沫滅火設備字樣？ 4.在泡沫消防栓箱上方設置紅色幫浦啟動表示燈？。
16	加設電磁閥之一齊開放閥是否為每一只一齊開放閥附加電磁閥為每一迴路，並且加設差動式感知器來帶動該區動作？	是否為每一只一齊開放閥附加電磁閥為每一迴路，並且加設差動式感知器來帶動該區動作？
17	比例混合器前是否有裝置 Y 型過濾器及閘閥？	是否有 Y 型過濾器及閘閥？
18	比例混合器置原液槽之進水管是否先設有閘閥再設逆止閥，並有無設置排水閘閥至排水口？	是否先設有閘閥再設逆止閥，並設置排水閘閥至排水口？
19	放射區域內任一點至泡沫噴頭之水平距離是否大於 2.1M？	是否大於 2.1M？
20	泡沫系統發泡率、還液時間等是否符合法規要求？	是否符合法規要求？
21	自動警報逆止閥施工無論採用直式或橫式施工，其高度是否保持在 0.8~1.5M 之間，另檢修孔之尺寸是否大於 80cm？	高度是否保持在 0.8~1.5M 之間，另檢修孔之尺寸是否大於 80cm？
22	停車場高度如超過 4M 時，是否有加設電磁閥作為控制？	是否有電磁閥？
23	室內停車間或汽車修理廠其泡沫噴頭是否有依規定樓地板面積每 9 平方公尺設置一個？	是否樓地板面積每 9 平方公尺設置一個？
24	室內停車空間有複層式停車設施者，其最上層之裝置面是否設泡沫噴頭，並應延伸配管至車輛間，使能對下層停車平台放射泡沫(但感知撒水頭之設置，得免延伸配管)？	是否設泡沫噴頭，並應延伸配管至車輛間？

5.11 泵浦室系統

項次	檢查項目	檢查標準
1	各泵浦備用水箱無水時，缺水信號是否有與消防總機連線？	是否有與消防總機連線？
2	泵浦是否設置壓力計、連成計、流量計？	是否設置壓力計、連成計、流量計？
3	泵浦是否設置於水泥基礎座上？	是否設置於水泥基礎座上？
4	泵浦是否有穩固固定並加作避震設備或有效之防震措施？	是否有穩固固定並加作避震設備或有效之防震措施？

5	各泵浦四週是否至少保持 60cm 以上之空間，以利日後維修？	四週是否至少保持 60cm 以上之淨空？
6	流量計測試時，是否有在管徑 6 倍位置設一流量計，6 倍前位置設一閘閥，5 倍後亦設一閘閥？	是否有在管徑 6 倍位置設一流量計，6 倍前位置設一閘閥，5 倍後亦設一閘閥？
7	撒水泵浦平常耐壓是否在 3.5kg/cm^2 以上？	是否在 3.5kg/cm^2 以上？
8	各系統之自動警報逆止閥是否設有排水管？	是否設有排水管？
9	同一建築物內裝置立管二支以上時，是否所有立管管頂或管底均有橫管相互連通，並且每支管裝接外設置有制水閥，以便破損時能及時關閥？	是否所有立管管頂或管底均有橫管相互連通，並且每支管裝接外設置有制水閥，以便破損時能及時關閥？
10	屋頂水箱各消防配管在立式配管時，是否採用緩衝式逆止閥施工？	是否採用緩衝式逆止閥施工？
11	加壓送水裝置是否設在便於檢修，且無受火災等災害損害之處所？	是否設在便於檢修，且無受火災等災害損害之處所？
12	使用消防幫浦之加壓送水裝置，是否以具 1 小時以上防火時效之牆壁、樓地板及防火門窗等防火設備區劃分隔？	是否以具 1 小時以上防火時效之牆壁、樓地板及防火門窗等防火設備區劃分隔？
13	消防幫浦之加壓送水裝置是否設自動或手動啟動裝置？其停止僅限於手動操作。手動啟動裝置是否設於每一室內消防栓箱內？	1.是否設自動或手動啟動裝置？ 2.手動啟動裝置是否設於每一室內消防栓箱內？
14	使用消防幫浦之加壓送水裝置是否接用緊急電源，其供電容量是否可供其有效動作 30 分鐘以上？	是否可供有效動作 30 分鐘以上？
15	消防泵浦機組廠牌、揚程、水量、效率是否符合規定？	是否符合規定？
16	消防泵浦機組配件是否完整？	配件是否完整？
17	消防泵浦機組是否為連軸式(Shaft coupling)？	是否為連軸式？

5.12 低污染氣體滅火系統

項次	檢查項目	檢查標準
1	廠牌、規格、型(機)號是否正確？	是否正確？
2	外觀是否完整無腐蝕、裂痕、扭曲變形現象？	是否無腐蝕、裂痕、扭曲變形現象？
3	是否有操作手冊及技術手冊（中文）？	是否有操作手冊及技術手冊（中文）？
4	各設施旁是否有標示中文說明操作流程圖？	是否標示中文說明操作流程圖？

5	各房間配置之噴頭型式（角度）、種類是否正確？ 配管、噴頭安裝是否牢固？	是否正確、牢固？
6	各房間配置之鋼瓶藥劑重量是否正確？	是否正確？
7	產品安裝位置、規格、數量是否與施工圖說相符？	是否相符？
8	垂直安裝之管線，其開口之頂部是否已作臨時性之遮蓋？	是否已作臨時性之遮蓋？
9	配管完成是否已作管耐壓測試？	是否已作管耐壓測試？
10	鋼瓶是否穩固固定？	是否穩固固定？
11	鋼瓶是否依合約做相關標示（例如原製造廠、空桶重、總重、成份）？	是否做相關標示（例如原製造廠、空桶重、總重、成份）？
12	任一鋼瓶壓力過低是否能觸發低污染氣體控制主機上之故障訊號？	是否能觸發故障訊號？
13	系統控制盤是否連結緊急電源？	是否連結緊急電源？
14	確認系統及相關設施是否與契約及消防送審圖說符合？	是否符合？
15	系統控制盤外殼是否接地？	是否接地？
16	配管材質是否使用合約所要求之材質及噴嘴固定是否牢固？	是否牢固？
17	手動啟動及緊急暫停裝置是否安裝於保護區外？	是否於保護區外？
18	探測器安裝位置是否無防護死角？	是否無防護死角？
19	各控制設施是否與控制盤連線完成？	是否連線完成？
20	控制設施是否與防火閘門、通風換氣設備完成介面連接，當滅火氣體釋放前可加以關閉？	是否介面連接完成？
21	防護區房間內之開孔是否已防火填塞完成？	是否已防火填塞完成？
22	是否已辦理防護區之氣密測試？	氣密測試是否完成？
23	是否附中文操作說明流程圖？	有無中文操作說明流程圖？

5.13 避難設備

項次	檢查項目	檢查標準
1	緩降機落地架固定後，其承受拉力是否有超過兩噸以上？	是否有超過兩噸以上？
2	.緩降機繩子長度放下後扣環離地面高度是否為50cm？	是否為50cm？
3	.緩降機各樓層是否有重疊之情況？	是否有重疊之情況？

4	緩降機上、下各樓層交錯間距是否有超過 50cm 以上？	是否有超過 50cm 以上？
5	緩降機伸臂之掛環距離牆壁是否為 15~30cm 之間？	是否為 15~30cm 之間？
6	緩降機之設置，在下降時所使用繩子是否可避免與使用場所牆面或突出物接觸？	是否可避免與使用場所牆面或突出物接觸？
7	緩降機所使用繩子之長度，是否以其裝置位置至地面或其他下降地點之等距離長度為準？	是否以其裝置位置至地面或其他下降地點之等距離長度為準？
8	緩降機下降空間下方是否保有必要之下降空地？	是否保有必要之下降空地？
9	避難梯分層設置時，上下層是否有交錯配置且不得在同一垂直線上？	上下層是否有交錯配置且不得在同一垂直線上？
10	避難梯固定時是否有與牆面保持 10cm 距離？	是否有與牆面保持 10cm 距離？
11	避難梯開口面積是否小於 75*75cm？	是否小於 75*75cm？
12	標示設備是否標示 CNS 檢驗合格證明資料？	是否標示 CNS 檢驗合格證明資料？
13	標示燈之電源是否依規定設置？	是否接用緊急電源？
14	標示燈是否保持常亮狀態？	是否保持常亮狀態？
15	避難方向指示燈其亮度自燈正下方地面算起零點五公尺處，是否有一勒克司（Lux）以上？	是否有一勒克司（Lux）以上？
16	出口標示燈及避難方向指示燈，是否符合 CNS10207 之規定？	是否符合 CNS10207 之規定？
17	出口標示燈及避難方向指示燈之緊急電源是否使用蓄電池設備，且其容量是否能使其有效動作 20 分鐘以上？	是否能使其有效動作 20 分鐘以上？
18	出口標示燈裝設高度是否距樓地板面 1.5 公尺以上？	是否距樓地板面 1.5 公尺以上？
19	通往戶外、安全梯、排煙室、另一防火區劃之防火門出入口上方是否設有出口標示燈？	是否有出口標示燈？
20	居室通往走廊或通道之出入口上方是否設有出口標示燈？	是否有出口標示燈？
21	以白熾燈做為緊急照明燈，是否採用雙重繞燈絲燈泡，且其燈座為瓷製或與瓷質同等以上之耐熱絕緣材料製成？	是否採用雙重繞燈絲燈泡，且其燈座為瓷製或與瓷質同等以上之耐熱絕緣材料製成？
22	以日光燈做為緊急照明燈，是否採用瞬時起動型，且其燈座為耐熱絕緣樹脂製成？	是否採用瞬時起動型，且其燈座為耐熱絕緣樹脂製成？
23	以水銀燈做為緊急照明燈，是否採用高壓瞬時點燈型，且其燈座為瓷製或與瓷質同等以上之耐熱絕緣材料製成？	是否採用高壓瞬時點燈型，且其燈座為瓷製或與瓷質同等以上之耐熱絕緣材料製成？

24	緊急照明燈其放電燈之安定器，是否裝設於耐熱性外箱？	是否裝設於耐熱性外箱？
25	11F 以上之辦公室或集合住宅是否有加設緊急照明燈？	是否有緊急照明燈？
26	緊急照明燈未內置蓄電池而採電源回路供電，其配線是否依法規之規定施予耐燃保護或耐熱保護？	配線是否依法規之規定施予耐燃保護或耐熱保護？
27	在一般建築物之場所，緊急照明燈在地面之水平面照度是否在 2 勒克司（Lux）以上？	水平面照度是否在 2 勒克司（Lux）以上？

5.14 排煙系統

項次	檢查項目	檢查標準
1	排煙總機操作高度是否在 1.5M~1.8M 之間？	是否在 1.5M~1.8M 之間？
2	排煙總機顯示幕是否採中文？	是否採中文？
3	排煙總機是否依法規有驗證標示？	是否有驗證標示？
4	進排煙風機是否有與排煙總機連動？	是否有連動？
5	各樓之偵煙感知器與排煙閘門動作之樓層是否相符？	是否相符？
6	緊急排煙室排煙風量每秒是否小於 4 立方公尺？	排煙風量每秒是否小於 4 立方公尺？
7	排煙設備之風管及其他與煙接觸部分是否使用不燃材料？	是否使用不燃材料？
8	緊急排送風管道內是否有配置任何管線？	是否有配置任何管線？
9	緊急排煙室內是否有設置 2 1/2" 太平龍頭，排煙，進風閘門，緊急電源插座，緊急廣播喇叭，緊急照明燈，安全門燈，偵煙感知器，綜合盤等設備？	是否有設置 2 1/2" 太平龍頭，排煙，進風閘門，緊急電源插座，緊急廣播喇叭，緊急照明燈，安全門燈，偵煙感知器，綜合盤等設備？
10	排煙室通往逃生梯是否有設置 90° 甲種防火門？	是否有設置 90° 甲種防火門？
11	一般室內通往排煙室是否有設置 180° 甲種防火門？	是否有設置 180° 甲種防火門？
12	緊急升降機間排煙室之出入口是否有設置雙方甲種防火門？	是否有設置雙方甲種防火門？

13	未設置排煙機之排煙室，其排煙管道間內部斷面積是否不小於 6 平方公尺(兼排煙室使用不得小於 9 平方公尺)？進風風管內部斷面積是否在 2 平方公尺（兼用時，為 3 平方公尺）以上，且該等風管並直接連通戶外？	1.排煙管道間內部斷面積是否不小於 6 平方公尺(兼排煙室使用不得小於 9 平方公尺)？ 2.進風風管內部斷面積是否在 2 平方公尺（兼用時，為 3 平方公尺）以上？ 3.風管是否直接連通戶外？
14	排煙室天花板及室內牆面是否為不燃材料？	是否為不燃材料？
15	特別安全梯或緊急昇降機間之排煙室若設置直接面向戶外之窗戶且未設置排煙、進風風管時： （1）在排煙時窗戶與煙接觸部分是否使用不燃材料？ （2）窗戶之有效開口面積是否在天花板高度 1/2 以上範圍？ （3）窗戶之有效開口面積是否在 2 平方公尺以上（但特別安全梯排煙室與緊急昇降機間兼用時（以下簡稱兼用），應在 3 平方公尺以上）？ （4）若窗戶平時係關閉，則所設之手動開關裝置，其操作部分是否設於距離樓地板面 80 公分以上 150 公分以下之牆面，並標示簡易之操作方式？	1.是否使用不燃材料？ 2.有效開口面積是否在天花板高度 1/2 以上範圍？ 3.有效開口面積是否在 2 平方公尺以上(但特別安全梯排煙室與緊急昇降機間兼用時（以下簡稱兼用），應在 3 平方公尺以上)？ 4.手動開關裝置，其操作部分是否設於距離樓地板面 80 公分以上 150 公分以下之牆面，並標示簡易之操作方式？
16	特別安全梯或緊急昇降機間之排煙室： （1）其排煙閘門是否設置於樓板高度 1/2 以上、開口面積在 4 平方公尺(兼用時，為 6 平方公尺)以上，並與排煙風管連接？ （2）進風口位於天花板高度二分之一以下之範圍內，開口面積在 1 平方公尺（兼用時，為 1.5 平方公尺）以上，並與進風風管連接？	1.是否設置於樓板高度 1/2 以上、開口面積在 4 平方公尺（兼用時，為 6 平方公尺）以上？ 2.是否位於天花板高度二分之一以下之範圍內，開口面積在 1 平方公尺（兼用時，為 1.5 平方公尺）以上？
17	防煙壁是否密封？	是否密封？
18	防煙壁材質是否符合法規？	材質是否符合法規？
19	排煙手動開關及閘門是否有標示(中文)？	是否有標示(中文)？
20	風機馬達與風管接合處是否採不燃材料？	是否採不燃材料？
21	排煙管道及空調管道是否避免共用？	是否避免共用？
22	防煙區劃之範圍內，任一位置至排煙口之水平距離是否在 30 公尺以下？	水平距離是否在 30 公尺以下？

23	排煙風管跨樓層設置時，其立管是否置於防火區劃之管道間？	是否置於防火區劃之管道間？
24	排煙手動開關裝置用手操作部分是否設於距離樓地板面 80 公分以上 150 公分以下之牆面？裝置於天花板時，是否設操作垂鍊或垂桿且在距離樓地板 180 公分之位置，並標示簡易之操作方式？	1. 是否在 80 公分以上 150 公分以下之牆面？ 2. 如設操作垂鍊或垂桿，是否在距離樓地板 180 公分之位置？ 3. 是否標示簡易之操作方式？
25	排煙設備是否連接緊急電源，且其供電容量應供其有效動作 30 分鐘以上？	1. 有無緊急電源？ 2. 30 分鐘以上供電容量？

六、設備功能運轉檢測程序及標準

6.1 前言

消防工程設備功能運轉之檢測程序及標準，公共工程委員會於民國九十三年五月所出版之「機電設備工程品質管理實務」中已針對檢驗與測試種類、檢驗與測試依據、檢驗與測試計畫手冊、檢驗與測試缺點改善、檢驗與測試之執行、工廠檢驗與測試、裝配期間檢驗測試、出廠檢驗測試、工地檢驗種類與數量、點檢外觀與結構檢驗、單項設備性能測試、啟動測試/性能測試、試運轉測試、與整體控制中心系統連線測試、竣工檢驗、辦理期限、竣工圖說文件之準備、啟用前調整測試、竣工文件、竣工後供操作維修使永之設備標準手冊及系統技術手冊之準備等等，皆已有詳盡之介紹，本章將在前述基礎之上，針對較特殊消防系統的功能運轉之檢測程序及標準再加以說明，以作為進階性的教材。

6.2 消防工程設備功能運轉之檢測程序及標準

內政部消防署頒定有「消防機關辦理建築物消防安全設備審查及查驗作業基準」及「消防安全設備測試報告書測試方法及判定要領」，已就消防工程施工完竣時之檢測訂有詳細之要求，因此施工過程中應確實由消防專技人員監造施作，以及依法就消防設備預埋管路施工拍照存證，及竣工時查驗各消防設備機能並依規定格式填寫測試報告及拍照，相關資料應集結成冊以應消防機關辦理建築物消防安全設備竣工查驗作業

之所需，順利通過現場消防安全設備竣工查驗作業。

6.3 細水霧系統之測試

6.3.1 整個系統必須由合格人員審查以及測試，以達消防機關之認可標準。合格人員必須確認系統中所使用的設備與裝置都是依照標準之要求且經過認證登錄的。為確定系統已經適當的安裝以及功能正常，承包廠商應：

- 1.知會消防機關與業主之代表於指定的時間實施測試。
- 2.執行所有必要的測試。

6.3.2 測試前元件的檢查

6.3.2.1 機械元件的檢查

- 1.應檢查管系是否與設計、安裝規定以及流量計算相符。
- 2.噴頭及配管之配置必須依照設計圖，管系大小、接頭以及 T 字管放置的方向必須符合設計圖。
- 3.配管接頭、噴頭、管路吊架必須固定妥當，避免在放射期間發生不可接受的垂直或側面移動。噴頭必須與配管緊密鎖緊，以防止在放射期間與配管分離。
- 4.噴頭安裝須適當，不得影響細水霧的應用。
- 5.噴頭、配管、固定鐵架應妥善安裝不可傷及人員。
- 6.所有儲水與氣體鋼瓶必須依照設計圖，放置在適當的地方。
- 7.所有鋼瓶及其固定架須依照廠商要求，妥當的安裝固定。

6.3.2.2 電子元件的檢查

- 1.所有系統配線應檢查是否安裝在導管中，並且與設計圖相符。直流配線與交流配線除非有良好的屏蔽與接地，否則不可置於同一導管內。
- 2.所有現場配線，應確認無接地或短路狀況，當測量現場線路時，所有電子元件，如偵煙探測器、火焰探測器、其他探測器的特殊電子設備及其底座等，必須移除，跳線必須安裝適當以避免元件遭到破壞。所有元件在測量完畢後必須復歸。
- 3.探測裝置的類型與設置位置應確認，是否與設計圖相符。
- 4.所有探測器須由專業人士，依照技術資料安裝，且須符合 NFPA 72 有關安裝的要求。
- 5.手動啟動裝置必須易於接近，標示明顯，並有適當的保護措施以防止被破壞。

- 6.系統暫停裝置必須為桿狀型式，並有穩定的手動壓力，須安裝在防護區適當、易於接近的地方，並且明顯的有標示。當放射時，暫停裝置的位置為停止時，是不被允許的，應加以檢查。
- 7.檢查所有極性警報元件或輔助繼電器的極性。
- 8.若有需要，探測迴路與警報迴路應安裝終端電阻。
- 9.控制盤必須安裝妥當且易於接近。
- 10.所有配線必須有適當的屏蔽與接地，細水霧系統的分支管不得作為電氣接地用途。

6.3.3 靜水壓測試

6.3.3.1 測試壓力值應由系統較低處的壓力計讀取，用以測試的水必須經過過濾，添加物，腐蝕性化學物質(如矽酸鈉鹽、矽酸鈉鹽衍生物、鹽水)及其他化學物質或防止洩漏的物質，在靜水壓測試中均不得使用。

6.3.3.2 低壓系統

所有內部管件與裝置須承受系統工作壓力的部份，應做靜水壓測試，測試壓力為 200psi (13.8 bars)，維持兩小時沒洩漏方為合格。洩漏應由壓力計之壓降或由目視出是否洩漏為判斷原則。

例外一：系統工作壓力常時超過 150psi (10.4 bars) 的部分應依上述方式進行測試。測試壓力為超過一般工作壓力 50psi (3.5 bars) 的壓力。

例外二：當因氣候因素無法以水作測試時，可依 9-2.3 採空氣測試。

6.3.3.3 中壓及高壓系統

所有內部管件與裝置須承受系統壓力的部分，應做靜水壓測試，測試壓力為一般系統工作壓力的 1.5 倍，維持兩小時沒洩漏方為合格。洩漏應由壓力計之壓降或由目視出是否洩漏為判斷原則。

例外:中壓及高壓系統亦可依照 ANSI B31.1-電管法規執行測試。

6.3.4 空氣測試

對乾式或預動式系統，應實行空壓洩漏測試，以 40psi (2.8bars) 的測試壓力持續 24 小時。測試期間內(24 小時)，任何洩漏導致壓力損失 1.5psi (0.1 bars) 時便應改善。

6.3.5 功能測試前之準備

- 1.倘若系統與場所警鈴相連接，在測試前必須先告知該場所要進行測試，並且切斷移報至消防隊的火警訊號。
- 2.測試前，必須先遮斷系統的釋放裝置，以防止細水霧系統的放射。釋放迴路必須與細水霧系統釋放設備相接，這些設備，若以電氣啟動方式啟動，則包括 24 V 燈泡、閃爍燈、迴路斷路器。若以氣動啟動方式啟動，則包括壓力計。相關測試程序與方法應參考製造商的安裝手冊。
- 3.每個探測器必須回應正確。
- 4.所有輔助裝置，如警示裝置、遠端副機、通風換氣停止裝置、電源遮斷裝置必須功能正常。且須符合系統要求與設計規範。
- 5.手動啟動裝置須確認其功能正常且其動作能停止緊急暫停開關的功能。
- 6.所有監視迴路須有故障回應。

6.3.6 系統動作測試

- 1.當實際測試時，應使用水來測試，以檢查噴頭佈置、放射形狀、以及是否發生任何阻礙。審視設計準則與放射性能間的關係，確認系統噴頭與小管徑導管在實際操作下是否會被水中異物阻塞。
例外:當無法執行全流量測試時，應檢視與水源連接處。
- 2.實際操作時，應盡量採火災發生時會啟動最多區域的防護區數量同時放射，以檢視系統的供水狀況。
- 3.系統每一部份必須測試證明功能正常。
- 4.放水測試後，必須檢查並清潔過濾網，必要時更換。

6.4 低污染氣體滅火系統之測試

6.4.1 系統檢驗與測試

低污染氣體滅火系統安裝完成後，應由製造廠所訓練之代表作最後之檢視以確知系統運作正常，將系統充電與檢驗並維持在試車與自動監讀狀態之前，承包廠商應確認現場環境條件符合系統試車與自動監讀需求。檢驗與測試注意事項如下：

- 1.應選派具有經驗之製造廠/產品供應商、工地工程師，以監督系統之安裝與功能測試。
- 2.系統應按原製造廠所作之建議並經消防主管機關核定之規則，由原製造廠所訓練之人員進行檢驗與測試。

- 3.在按裝噴嘴前，配管須在一密閉迴路中以一定之壓力(例如 HFC-227ea 系統為 150psig)之氮氣作壓力測試以確保管路順暢，及配管與噴頭無阻塞現象，測試時間為 10 分鐘，10 分鐘結束時，降低之壓力不得超過測試壓力的 20%。當對配管加壓時，壓力應以每一定之壓力(例如 HFC-227ea 系統為 50psig)的量為一單位，逐步增加。
- 4.安裝完成後，由製造廠所訓練之代表作最後之檢視以確知系統運作正常，將系統充電與檢驗並維持在試車與自動監讀狀態。
- 5.線路包括自動充電、手動釋放、設備停機警報裝置，以及鋼瓶之壓力應予測試，各線路之監控應予測試。
- 6.各探測器應以高靈敏度之儀表檢查之，靈敏度應作成記錄，並包含在測試報告內。
- 7.所有接線應測試其適當接合，連續性及接地電阻。
- 8.完成之系統應作性能測試，針對性能測試，承包廠商應提出各項步驟之程序，該程序亦應說明將採用之測試儀器之型式與位置。
- 9.測試時，應將整個系統所要之功能表現出來。
- 10.提出測試原稿文件，說明製造廠所訓練之技術代表已檢視並測試系統，對於安裝接合及操作之方法表示滿意。

6.4.2 氣密測試

6.4.2.1 測試之目的

所有採全區釋放的低污染氣體滅火設備均應檢查並測試其空間之密閉性。當發現洩漏地點時，必須有效的將漏氣的地方封閉，以免因氣體外洩使得防護區的藥劑無法保持要求之濃度。目前最好的密閉性測試是用送風機加壓，及煙筆方式。數字性的記錄對未來之定期測試有很大的幫助。詳細測試細節請見 NFPA 12A 附件 B。

氣密測試之程序係藉由風扇加壓設備(門風扇)測試程序來決定藥劑在密閉空間的洩漏量。利用計算式來預測室內氣體濃度降至設定值所需的時間。氣密測試並非用以確定系統之可靠性，也非系統之釋放測試。

6.4.2.2 氣密測試之名詞定義

- 1.柱壓 (Column Pressure)：由藥劑及空氣混合物在樓地板上所行成的最大理論正壓。
- 2.沉降介面 (Descending Interface)：氣密測試中假設有一狹窄的介面。當藥劑釋放與室內空氣行成一均勻之混合氣體，外氣洩漏進入防護區時，假設進入之空氣是漂浮於混合氣體上，此介面稱為沉降介面。

3.最高防護高度 (Maximum Protected Height)：地板算起藥劑柱壓之設計高度。

4.最小防護高度 (Minimum Protected Height)：可接受的最小高度以地板算起至在滯留時間內允許沉降介面下降到的高度。

6.4.2.3 氣密測試之計算式概述說明

1.氣密測試時間計算式：

$$t = 2 A_R \left(\frac{\sqrt{C_3 H_0 + C_4} - \sqrt{C_3 H + C_4}}{C_3 F_A A_T} \right)$$

$$C_3 = \frac{2g(r_m - r_a)}{r_m + r_a \left(\frac{F_A}{1 - F_A} \right)}$$

$$C_4 = \frac{2P_{SH}}{r_m}$$

t：氣密時間（秒）

C₃：簡化方程式常數

C₄：簡化方程式常數；

P_{SH}：量測所得室內淨壓。

H₀：最大防護高度

2. H：混合計算之假設值

$$H = \frac{C_F}{C} H_0$$

C：實際藥劑濃度（%）

C_F：權責單位要求最終藥劑濃度（%）

A_R：室內地板面積（m²）

g：重力加速度（9.81m/sec²）

3. r_m：藥劑與空氣混合密度（Kg/m³）

$$r_m = V_d \frac{C}{100} + (r_a \frac{100 - C}{100})$$

C：藥劑濃度

r_a：空氣密度(1.202Kg/m₃)

V_d：藥劑蒸氣密度（HFC 227-ea：7.26 Kg/m³）

4.F_A : Leak Fraction

$$F_A = \frac{A_{LL}}{A_T}$$

A_{LL} : 較低洩漏量面積 (m²)

A_T : 總洩漏面積 (m²)

6.4.2.4 氣密測試之測試設備

1. 面板：安裝於欲測試之防護區門上，用以安裝鼓風機。
2. 鼓風機：用以對防護區加壓。
3. 控制主機：用以檢測、紀錄測試資料。

6.4.2.5 氣密測試前應注意之事項

1. 防護區周圍之牆壁是否由樓地板延深至天花板或屋頂。
2. 所有風管上皆安裝自動閘門並能確實動作
3. 所有明顯之洩漏處均已密封
4. 氣密測試設備能正確安裝在適當之門位置
5. 所有使用的門窗為防風雨型
6. 測試時由門至洩漏處之氣流路徑暢通無礙。
7. 空調系統已關機妥當
8. 藥劑釋放時建築物附近之通風裝置必須關閉
9. 實際噴放時空調循環機(A/C, UPS..)均能自動關機
10. 在保護區各室之間的牆必須只延伸至懸吊式天花板(意指天花板互通)。
11. 所有懸吊式天花板均歸在原位。
12. 測試期間室內空調及電氣設備均可關機。
13. 計測儀器應經第三公證單位檢驗合格且在有效期限內方准使用。
14. 安排現場測試前應提送測試程序書。
15. 至少應測試包含系統動作流程、配管耐壓、防護區開口密閉、輔助性設備之控制測試及濃度測試等項目。
16. 測試後應提送完整測試報告。

6.4.2.6 氣密測試之測試程序與報告

1. 氣密測試之程序係依據 NFPA 2001 附錄 C 防護區氣密程序進行測試。
2. 氣密測試之軟硬體需經內政部消防署審核認可。
3. 操作測試人員需經原廠受訓並領有證書。

4.測試防護區資料建置：

- (1) 決定海拔高度。
- (2) 量測溫度。
- (3) 計算測試防護區總體積。
- (4) 量測應扣除大型體積。
- (5) 防護區淨體積=防護區總體積-扣除大型體積。
- (6) 由軟體計算初期藥劑濃度。
- (7) 決定氣密時間之最低要求(消防署要求 10 分鐘)。
- (8) 防護區之最大高度。
- (9) 最小防護高度(決定防護區最高可燃物高度或 75% 之最大高度)。

5.測試人員安裝測試區硬體設備。

6.靜態壓力測試。

7.ELA (等量洩漏面積) 測試或全室洩漏測試。

8.BCLA (天花板下洩漏面積)，假設 50% 。

9.接受條件：

- (1) 氣密時間 > 10 分鐘 合格。
- (2) 氣密時間 < 10 分鐘 不合格。
- (3) 10 分鐘之介面高度 > 指定防護高度 合格。
- (4) 10 分鐘之介面高度 < 指定防護高度 不合格。

10.測試報告：完成測試後需提供一份測試報告予消防機關，報告內容需含下列項目：

- (1) 日期、時間及測試地點。
- (2) 測試見證人姓名。
- (3) 測試防護區之尺寸大小及體積。
- (4) 測試中產生的數據，含電腦列印之數據。
- (5) 測試人員於測試中所做任何技術說明(如暫時封閉天花板等)。
- (6) 若有任何技術上之判斷，需對判斷結果作完整之說明敘述，並製作成檔案。
- (7) 測試設備之廠牌型號。
- (8) 測試設備之檢驗證明。
- (9) 測試人員之姓名及其認證資格，並於測試報告簽署。

6.4.2.6 氣密測試失敗之改善

6.4.2.6.1 找尋洩漏源

做空間之加壓或減壓測試時，一般使用煙筆或其他煙源予以確認洩

漏位置，建議不可以火燄或其他有可能產生發火的來源來製造煙源。化學煙僅可小量使用，由於它有腐蝕性，需考慮設備的影響程度。找尋洩漏源可先專注於明顯處，包括牆接縫、所有可能的滲漏、空調通風管道、門及窗戶等。其它找尋洩漏源的替代方法也應加以考慮，例如高靈敏度的聽覺感知器能偵測流經開孔的氣流；另一種替代方法是使用紅外線掃描設備。

6.4.2.6.2 洩漏之改善方式

- 1.防護區需用牆分隔，應延伸自樓板到天花板或自樓板到屋頂。
- 2.如果高架地板連接防護區到相鄰房間時，則高架地板在上分隔牆之下方需做分隔，且分隔牆上下均需做填塞。如果相鄰房間地板下使用同一空調，則分隔牆應像通風管一樣安裝閘門。
- 3.所有的洞、裂縫或防護區內外的滲漏均需填塞，包括管線溝槽、房間內四周的牆壁、牆壁與樓板及與天花板或屋頂接合處，均需填塞。
- 4.多孔的磚塊需一塊塊填密，以防止氣體洩漏，多層的粉刷也有必要。
- 5.所有門之底部必須裝有清掃器或下封器，旁柱、門栓機構及關門器具周圍需能防風雨。此外，雙扇門應裝有防風雨之材料以防止兩門間的漏損，確保圍壁氣密性之延續。
- 6.所有窗戶四周接合處需能防風雨。
- 7.連接防護區未使用或不再使用的通風管，需用金屬板填塞、螺絲固定，永久封閉。仍在供空調設備使用的通風管，必須於風管內安裝防火閘門，此閘門需於滅火氣體釋放前關閉並能提供 100%的氣密。
- 8.樓板的排水設施，要有存水彎，並於存水彎中隨時保持有水或其他相當的液體。
- 9.使用在防護區邊界改善洩漏之所有材料，邊界包括牆壁、樓板、分隔物、完成面、隔音板、高架地板、懸吊式天花板及其他結構，需有符合防護區耐火需要之耐火等級。
- 10.不能以暴露且多孔的塑膠用來做改善洩漏使用。
- 11.電纜開孔或其他穿入防護區之設備，需以與分隔牆同耐火等級之材料做防火填塞。

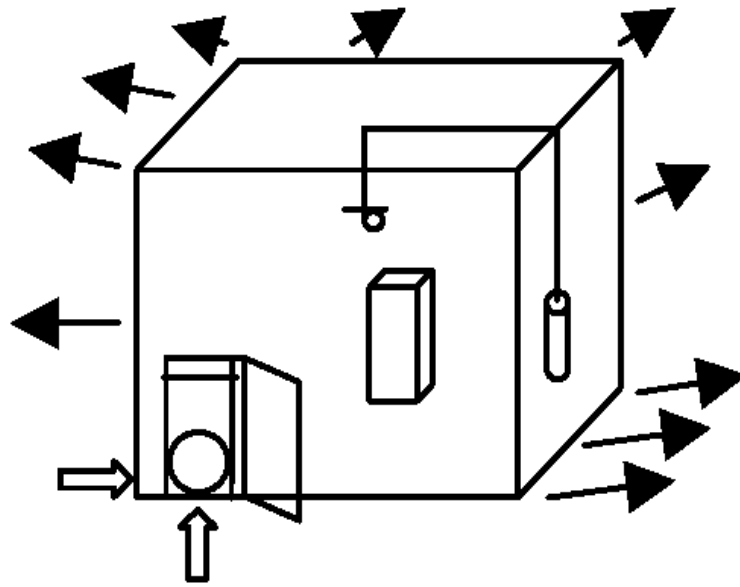


圖 6.1 氣密測試相關加、減壓示意圖



圖 6.2 氣密測試相關設備樣例

七、與建築土木界面

7.1 火警自動警報設備與建築土木界面

項次	界面事項	實際界面內容說明
1	因建築土木型式所造成的界面影響	因建築土木型式不同所造成的火警自動警報設備界面影響項目繁多，茲列舉數案例如下： 1.依消防法規「各類場所消防安全設備設置標準」所規定之「外氣流通無法有效探測火災之場所」，規定得免設火警探測器，但是何謂「外氣流通」，以及沒有外牆之開放式構造建築物是否屬「外氣流通」之適用範圍，在實務上屢屢產生疑問，而這與建築土木之構造型式就有相當之關聯。本項議題，係以無外牆面部分之建築物上方構造物外緣向內算起水平距離五公尺以內部分為原則免設火警探測器，其適用情形得參照圖 7.1 所示。 2.依消防法規所規定有關光電式分離型探測器之受光器及送光器，規定應設在距其背部牆壁一公尺範圍內，係指探測器之受光器及送光器背部如有牆時，則設在距牆壁一公尺範圍內，以確保探測器有效探測範圍，避免形成探測死角，並非一律規定探測器背部應設置牆壁。至設於超過探測器標稱監視距離之大跨距空間場所者，應採附圖 7.2 之圖一之方式設置，以避免產生無法完全探測之情形。但設置位置如有供維修保養之類似通路時，得採附圖 7.2 之圖二以鄰接探測器之水平間距維持在一公尺範圍以內之方式設置。 3.如果火警探測器裝置面高度超過二十公尺之場所，且火警探測器之裝置面受強烈燈光光源直接照射時，依各類場所消防安全設備設置標準之規定，並無探測器可資選用設置（即使火焰式探測器亦無法有效探測），這是建築土木型式所造成的界面影響的明顯例證。實務上基於早期偵測火災考量，本案例仍應設置光電式分離型探測器為宜，但仍應就日後維修方式加以考量。
2	建築土木空間用途變換所造成的界面影響	為降低火警誤報之機率，火警探測器之種類應依據空間用途審慎選用，例如有廢氣滯流可能之區域（如汽車停車場、發電機房）就比較不適用偵煙式火警探測器，設計時必須依空間用途妥適設計。
3	天花板型式所造成的界面影響	1.如果採用流明式天花板（如附圖 7.3），由於煙霧可穿透天花板往上蓄積，因此可加大整體蓄煙空

		間、延長人員可逃生時間是其優點，但也必須注意此時之偵煙式火警探測器就不可安裝於天花板下方，而必須改安裝於天花板上之樓版處，並應將火警探測器日後維修之方便性納入考量。 2.密閉式天花板如果有不規則形狀或有斜度，為免影響火警探測器偵知火警之靈敏度，必須特別注意火警探測器應安裝之數量及方式，如附圖 7.4。
4	深樑所造成的界面影響	建築物之部份空間為其結構行為之考量，有時會造成較深之樑，甚至成為密密麻麻的「格子樑」，最常見的是大型建物底層之停車場區。依消防法規所規定有關格子樑區火警探測器之施工方式，如果其樑身超過法規所規定之 40（或 60）公分，因各樑間之距離及探測區域面積均很小（小區劃空間）依法規規定，配置火警探測器時，各小區劃空間均應設置探測器，極不符經濟原則亦不合理。幸好經消防機關檢討，故對於此類小區劃空間之探測區域，在符合限制條件之要求時，得不受法規原有規定限制，詳如附圖 7.5。
5	屋頂板型式所造成的界面影響	火警探測器一般都僅適用於室內，但如果屋頂板係採光之型式，則可能造成火警探測器誤動作，必須於設計時即予妥適協調。

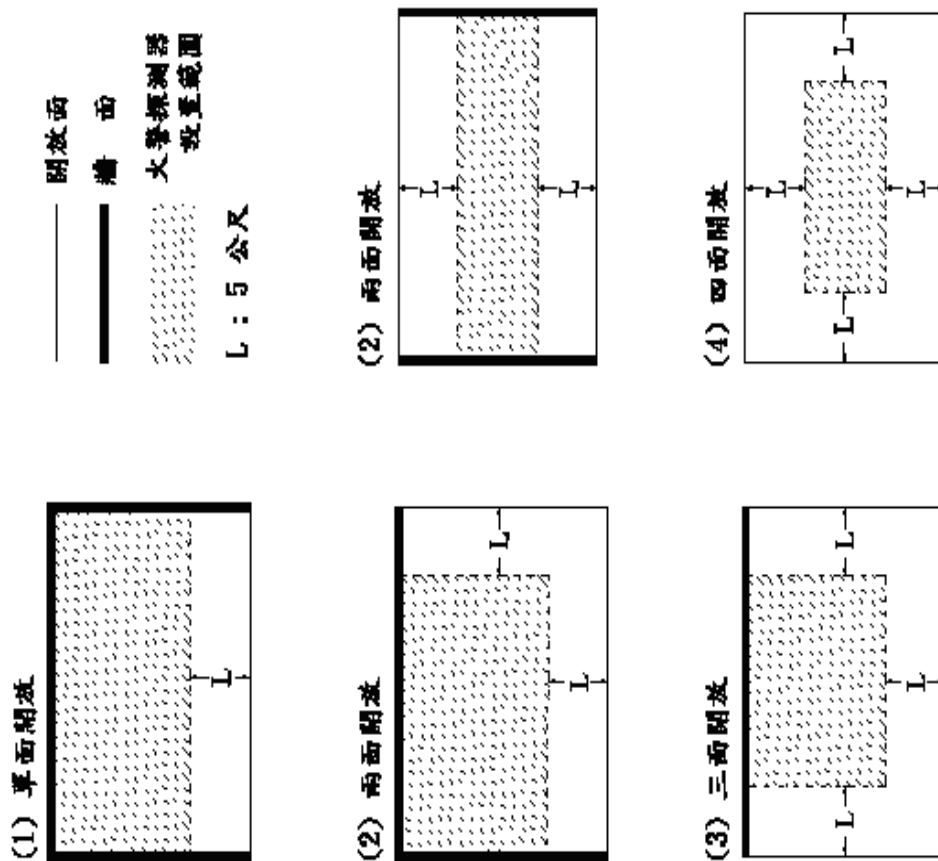


圖 7.1 外氣流通無法有效探測火災之場所圖解

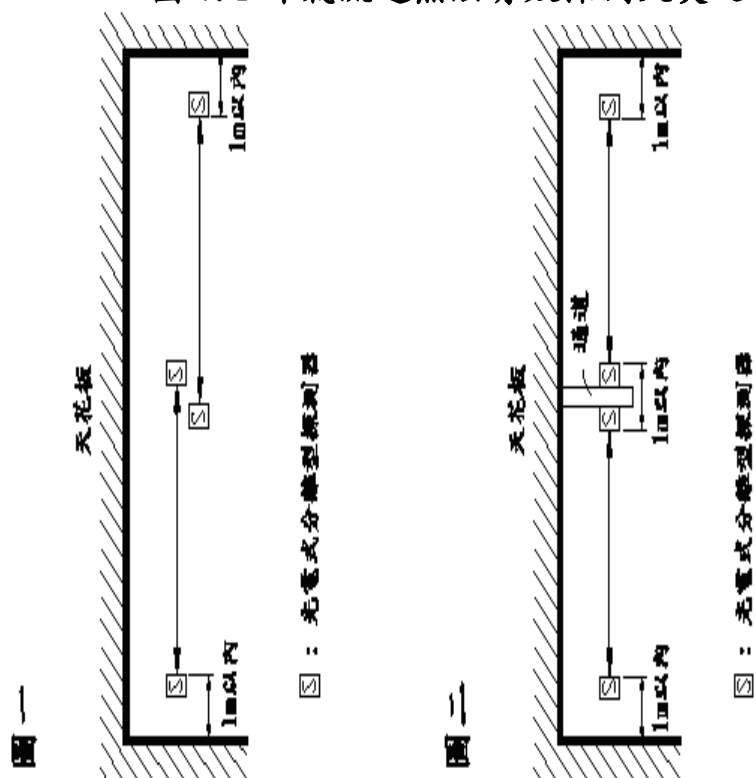


圖 7.2 光電式分離型探測器之受光器及送光器，距其背部牆壁範圍之圖解



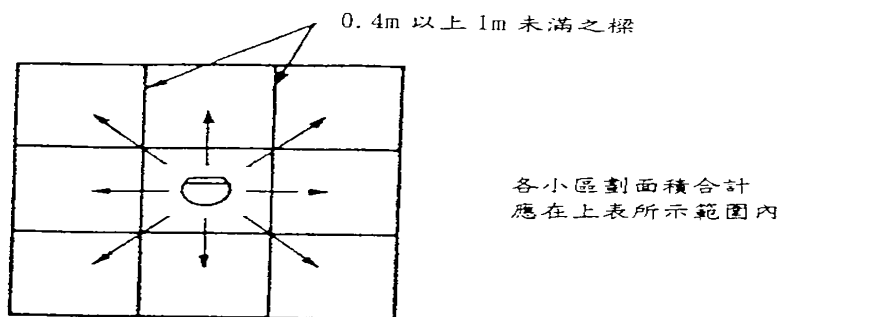
圖 7.3 流明式天花板



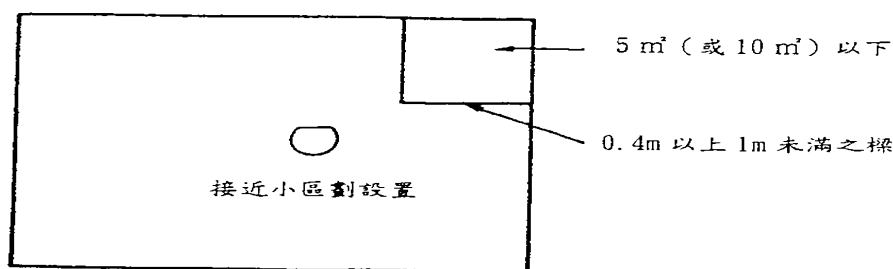
圖 7.4 斜式天花板之火警探測器安裝

建築物構造	裝置面高度	差動式		差動式局限型		定溫式		偵探式		煙測式
		1種	2種	1種	2種	特種	1種	1種	2種	
防火建築物及防火構造建築物	4 m 未滿	25 m ²	20 m ²	20 m ²	15 m ²	15 m ²	13 m ²	60 m ²	60 m ²	20 m ²
	4 m~8 m									
其他建築物	8 m~15 m							40 m ²	40 m ²	
	15 m~20 m									
其他建築物	4 m 未滿	20 m ²	20 m ²	15 m ²	10 m ²	10 m ²	8 m ²	60 m ²	60 m ²	20 m ²
	4 m~8 m									
	8 m~15 m							40 m ²	40 m ²	
	15 m~20 m									

附表一



附圖一



附圖二

圖 7.5 格子樑之火警探測器安裝方式檢討

7.2 緊急廣播設備與建築土木界面

項次	界面事項	實際界面內容說明
1	空間用途、尺寸所造成的界面影響	不同的空間用途、尺寸，將影響緊急廣播揚聲器是否必須安裝及其安裝之數量。
2	天花板型式、開孔尺寸、開孔位置所造成的界面影響	1. 裝於天花板之揚聲器，必須於天花板開孔才能安裝，惟開孔之尺寸必須再三確認，而開孔之位置與各式指標、攝影機、燈具、火警探測器之位置關係也須協調確認，以免開孔錯誤衍生困擾。 2. 為求播音效果清晰，於大型空間常需於天花板附加吸音材以減低迴音之干擾。

7.3 水系統滅火設備與建築土木界面

項次	界面事項	實際界面內容說明
1	泵浦室配置所造成的界面影響	1. 泵浦室之空間配置，必須慎重考量泵浦之操作、維修所需空間，最好能在設計時即予試排以瞭解空間是否足夠。此外，泵浦向外搬運所需之動線亦應納入規劃。 2. 依法規規定，泵浦室應予以防火區劃以保護消防泵浦不受火源波及，設計時即應納入考量。
2	水系統滅火設備配管所造成的界面影響	1. 消防水系統滅火設備之配管，常採用昇桿式閘閥，以發揮目視即可判知其操作位置之功能，然而昇桿式閘閥必須有較大之空間，設計時即應納入考量。 2. 消防水系統滅火設備自消防水池汲水時，為過濾相關雜質以確保泵浦運轉正常，一般在配管上設有過濾器（例如 Y 型），此時必須特別注意過濾器孔蓋、濾網拆裝清理所需之空間。
3	撒水頭配置所造成的界面影響	撒水頭應設於蓄熱處，以發揮及早起動滅火之功能，但諸多障礙如天花板高低不平（例如造型天花）、樑柱等界面因素都是要考量的。
4	消防栓箱配置所造成的界面影響	1. 消防栓應設於明顯易取用且避免妨礙人員通行處，尤其箱蓋打開時應注意不可擋住逃生動線，這些都是空間配置上應考量的事項。 2. 消防栓箱及出水口之設置高度應符合法規要求，尤其當消防栓箱採嵌入壁面安裝時應特別考量箱體尺寸、消防立管引接之管路銜接點等等界面要求。
5	消防送水口配置所造成的界面影響	依法規要求，消防送水口應設於消防車易於接近且無送水障礙處，但萬一建築物因配合法規而有建築線退縮之情況，或因美觀綠化要求於建築物邊緣設有花臺等障礙物，致使消防送水口無法達到距建築線 2 公尺範圍內時，常見的作法是於臨建築線邊緣設置矮假牆來安裝送水口，相關界面應於設計時即予納入考量。



圖 7.6 消防水系統滅火設備配管之昇桿式閘閥、Y型過濾器



圖 7.7 撤水障礙加裝集熱板之案例



圖 7.8 消防栓箱與配管之界面

7.4 低污染氣體滅火設備與建築土木界面

項次	界面事項	實際界面內容說明
1	設備搬運路徑所造成的界面影響	低污染氣體滅火設備主要是以滅火藥劑做為滅火之媒介，而滅火藥劑鋼瓶大抵都有相當之體積、極為笨重，在建築土木規設之初即應就其搬運路徑詳予規劃。
2	滅火後換氣路徑之安排所造成的界面影響	由氣體滅火系統保護之房間，依法規應設有每小時五次以上之換氣設備，作為火災撲滅後將煙霧、滅火藥劑及其生成物抽除以方便人員進入室內檢修，由於滅火後所排出之氣體恐對人體有害，因此一般要求應直接排向戶外，但即使是戶外亦應注意避免排向民宅以免產生糾紛，而此一換氣通風路徑之安排必須在建築土木規設之初即應詳予協調規劃。
3	被防護區氣密之要求所造成的界面影響	由氣體滅火系統保護之空間其釋放藥劑量係依被防護區之空間大小及設計濃度計算得之，故各被防護區之氣密便須嚴格確實執行，並辦理氣密測試。由於被防護區之門、窗等皆由建築土木施作，因此必須就其氣密度加以協商，尤其注意不可使用鐵捲門因其氣密度不足，而門縫是否施作氣密條亦應檢討，以確保滅火氣體不外洩或洩漏量不影響滅火效能。

4	被防護區空間體積之計算所造成的界面影響	如前所述，所需之滅火藥劑量係依被防護區之空間大小計算得之，被防護區內是否有大型樑柱除影響設備之擺放，亦影響火警探測器之配置（如有深樑就必須增加探測器數量），及所需滅火藥劑量之計算，相關界面必須與建築土木詳予協調。
5	被防護區門之數量所造成的界面影響	由氣體滅火系統保護之空間，一般在其出口應提供警報音響及可見式警報元件，用以指示滅火氣體準備釋放，內部人員應儘速撤離。此外在其入口應提供（一）警報音響及可見式警報元件，用以指示氣體準備或已釋放。（二）發光可見式警報元件，用以指示氣體已釋放。（三）氣體釋放暫停開關，用以緊急時可暫停氣體之釋放。（四）手動釋放開關，用以緊急時可立即釋放氣體滅火。 一般為了安全起見，在被防護區之每一出入口都會設置前述設備，因此在建築土木規設之初即應詳予協調規劃，才能確知必須安裝的設備之數量。
6	滅火藥劑鋼瓶之儲放空間所造成的界面影響	低污染氣體滅火設備既然是以滅火藥劑做為滅火之媒介，而滅火藥劑鋼瓶又都有相當之體積，其儲放空間在建築土木規設之初即應詳予規劃。此外，低污染氣體滅火設備之種類繁多，不同的系統所需之滅火藥劑鋼瓶儲放空間又差異極大，可能相差達數倍之多，而部份系統更要求滅火藥劑鋼瓶與噴頭之間的路徑愈短愈好，這些因素都必須先予納入考量，才能好好與建築土木釐清相關之界面要求。

7.5 避難逃生設備與建築土木界面

項次	界面事項	實際界面內容說明
1	懸吊式避難逃生標示設備所造成的界面影響	1.懸吊在樓版的避難逃生標示設備，應特別注意安裝時所需之吊架與其它管線、孔洞之界面關係，並注意標示設備板面不可被管線遮擋，以發揮其應有之功效。 2.懸吊安裝在天花板的避難逃生標示設備，應特別注意安裝時與防煙垂壁、CCTV、一般指引性標誌之界面關係如附圖 7.9，以免互相妨礙。
2	嵌入地板式避難逃生標示設備所造成的界面影響	在走廊、樓梯及通道之避難方向指示燈，依法規要求其裝設高度原則上應距樓地板面一公尺以下，然而如果在空曠的地區無牆面可供安裝時，就可採用設於地板面之避難方向指示燈如附圖 7.10，但必須要求具有不因荷重而破壞之強度，又要要求其透光度要好，如何選用其覆面材料、如何預留足夠尺寸之凹孔、如何防水及排水、如何與周遭裝修材保持齊平，以及如何引接接地線或漏電斷路器以確保安全，都是必須協調的界面事項。

3	出口標示燈所造成的界面影響	出口標示燈裝設高度應距樓地板面一點五公尺以上，且設於通往戶外之防火門或出入口之上方，但應特別注意防火門或出入口上方與天花板或樓板之間有足夠空間可供安裝，如附圖 7.11。
4	緩降機所造成的界面影響	緩降機是國內常見之避難逃生設備，然而實務上如何保持其應有之下降空間無障礙、如何於樓板預埋螺栓以供足夠強度安裝緩降機，都是常見的界面事項。



圖 7.9 懸吊安裝在天花板的避難逃生標示設備與防煙垂壁、CCTV、一般指引性標誌之界面關係



圖 7.10 嵌入地板式避難逃生標示設備



圖 7.11 出口標示燈所造成的界面影響

7.6 排煙設備與建築土木界面

項次	界面事項	實際界面內容說明
1	空間用途、尺寸所造成的界面影響	依現行消防法規規定，一定用途、尺寸之空間符合一定條件才需設置排煙設備，即使確定需設置排煙設備，又可分為機械及自然排煙二大類，如何選定適用之系統在在都與建築土木之型式有關。如果可能，自然排煙直接植基於建築土木之架構，不需機械動作，較諸於機械排煙可有較高之信賴度。如果以窗戶作為排煙設備之排煙口，則應依下列方式檢討其有效開口面積： 一、回轉窗、內倒窗、外倒窗或百葉窗，應依附圖 2.51 公式核算其有效開口面積： 二、對開窗或上下窗，其開口部面積即為有效開口面積。
2	天花板型式所造成的界面影響	天花板型式例如密閉式或鏤空式（例如附圖 7.3）與排煙口之設置位置息息相關，如採密閉式天花板則排煙口應設在天花板下方防煙垂壁之有效蓄煙範圍內，但如果是採鏤空式天花板，因天花板上方亦屬蓄煙區，則排煙口設在天花板上方、樓版下方之有效蓄煙範圍內即可，但需特別注意天花板上方至樓版之間亦應設置防煙垂壁（如附圖 7.12），此時天花板上方的眾多管線將是設置防煙垂壁的重大障礙，必須一一加以克服。
3	排煙口安裝所造成的界面影響	為安裝排煙口，必須於天花板開孔，開孔之尺寸必須再三確認才能要求建築土木協助開孔。再者，在天花板安裝排煙口、排煙管，必須特別注意安裝及操作排煙口所需之空間，或複雜管線所造成的界面影響（如附圖 7.13）。
4	排煙手動開關安裝所造成的界面影響	1.必須配合建築土木空間之規劃來配置手動開關之安裝位置，務必使排煙手動開關設置於明顯適當位置，與其所連動之排煙風口在同一區劃，且手動開關位置應可觀察到受其控制之排煙口是否啟動。 2.排煙手動開關之安裝是採露明式或嵌入式（如附圖 7.14），亦應與建築土木妥適協調。
5	防火區劃所造成的界面影響	依現行消防法規規定，排煙管穿越防火區劃處應設置防火閘門（fire damper），因此必須特別注意何處有防火區劃。



圖 7.12 設置於天花板上方至樓版之間的防煙垂壁



圖 7.13 無天花板且管線複雜區之排煙口



圖 7.14 採嵌入式安裝之排煙手動開關

7.7 無線電通信輔助設備與建築土木界面

項次	界面事項	實際界面內容
1	消防無線電接線箱之界面	依法規要求應設置無線電通信輔助設備之場所，必須設置消防人員專用無線電接線箱，且箱面應標示「消防隊專用無線電接頭」字樣以方便辨識及使用。此接線箱應可結構堅固、防水防塵，必須協調建築土木預留相關位置供安裝此箱。
2	消防無線電洩波同軸電纜安裝之界面	消防無線電洩波同軸電纜安裝固定時，需與建築土木就其於天花板、牆面之固定方式加以協調，且洩波電纜如何穿越防煙垂壁亦必須加以溝通。

八、常見缺失及改進對策

8.1 共通性常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	消防設備應具有出廠證明、出廠日期及測試報告(中文)	由於消防機關在辦理現場查驗時受限於時間，恐無法一一檢測所有消防設備之性能，因此業者應先就消防設備辦妥出廠證明、出廠日期及測試報告(中文)，屆時再由消防機關在辦理現場查驗時以抽驗之方式查核。
2	送消防機關圖審之資料應與現場實際安裝之型式、位置相符	消防設備於設計完成時雖經消防單位審查通過，然而實際施工後或因施工廠商建議以性能更優越之型式加以取代，或因土木建築變更導致其型式、安裝位置必須配合更動，但一般業者常遺漏再至消防單位修訂原送審核可圖面，導致消防機關在現場消防查驗時有此一意見，因此在邀請消防機關辦理現場消防查驗前應仔細檢查是否有所遺漏以求周延。
3	需經主管機關審核認可之消防設備，應先行獲得審核認可。	依內政部消防署之規定，重要消防安全設備應經審核認可才可使用，例如火警受信總機、探測器、手動火警報警機、聽覺警示裝置等除了符合合約之要求，並應依法規辦理審核認可，於現場消防查驗時應檢附檢驗合格證明供查核。
4	消防設備材料若採用國外進口品，仍應依法規要求經主管機關審核認可。	消防設備材料採用時應符合國家標準，無國家標準可引用之消防設備進口品，在設計及採用時，應特別注意進口品應檢附國外標準、國外檢驗報告及試驗格證明，報經中央消防主管機關認可後始准使用。
5	消防設備操作部份請標示中文，面板及顯示幕應有中文標示，操作手冊應採中文	為方便使用者操作，消防機關在現場消防查驗時一般皆會要求各操作按鈕應以中文標示及應有中文操作手冊。

8.2 防火區劃常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	所有區域牆開孔均須完成防火填塞。	在施工過程中在牆壁或樓板皆有一定數量之預留孔供使用，但最終在工程完工時總有少部份預留孔並未使用到，此時即應在確認不需使用這些預留孔時以防火填塞加以封閉。實務上，在工程收尾過程中部份牆壁或樓板開孔並無法及早完

		成防火填塞，並成為整體工程完成消防檢查之最大障礙，必須及早加以因應，且在設計過程中即應就防火填塞之權責加以清楚劃分，尤其針對共用性之預留孔。
2	管線貫穿防火區劃處應防火填塞，防火填塞之材質及施工方法皆應符合要求。	防火填塞施做之優劣，與消防安全息息相關，實務上不論其使用之材質甚至工法皆有國際知名檢驗機構（如 UL）可提供認證，在不同的環境（例如不同的防火時效要求、不同的管線種類）採用不同的防火填塞方式，在設計時即應加以明確要求（最好畫有細部詳圖），施工時再嚴格把關以竟其功。
3	防火區劃應施築到樓版頂。	防火區劃之完備，除了一般目視可及之牆壁、樓版，尚需注意天花板上方、高架地板（如有）下方是否亦確實完成防火區劃之施作。例如若以防火鐵捲門做為防火區劃，防火鐵捲門上方亦應再以矽酸鈣板防火區劃到樓版頂，且穿越此矽酸鈣板之管線仍應確實完成防火填塞。為免施工時遺漏，在設計時即應加以明確要求（最好畫有細部詳圖），施工時再嚴格把關以竟其功。

8.3 火警自動警報設備常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	火警受信總機配線未符規定。	火警受信總機之電源迴路及外部火警迴路應施予耐燃或耐熱保護，於法規已有明確規定，設計、施工時應確實辦理。
2	警報器配線及配管之材質未符要求。	火警迴路應施予耐燃或耐熱保護，於法規已有明確規定，設計、施工時應確實辦理。
3	火警探測器之配管及安裝位置錯誤，造成結構體完成後打鑿。	火警探測器之配管及安裝位置必須事先規劃的，並符合法規之要求，避免結構體完成後打鑿，除不必要之浪費亦恐影響工期及結構安全。
4	火警自動警報設備之配線未依屋內線路裝置規則及其他相關規定設置。	火警自動警報設備之配線依屋內線路裝置規則及其他相關規定，除應有相關之保護，並應與一般電力管線分隔以免干擾。
5	手動報警機、標示燈及火警警鈴未依規定裝置。	手動報警機、標示燈及火警警鈴（PBL），應配合火警迴路設置，於特定場所（如特別安全梯間）更應依法規檢討辦理，
6	火警受信總機應檢附區域圖	火警受信總機箱體內適當位置，應備有全區之火警分區平面圖，方便消防救災人員使用，以配合

		火警受信總機之火警燈號判別確實的火警位置。
7	火警系統功能應保持正常狀態	如採用偵煙式探測器因分佈範圍廣闊，常易受施工粉塵影響造成誤動作、各項消防器材遭破壞，或因拉線佈纜過程中使電纜線破皮甚至造成短路、接地故障等，都可能使火警系統無法保持在正常狀態，這些都是施工上應特別注意的。
8	火警分區、迴路須標示	火警受信總機係火警系統中樞，火警系統及相關介面系統進出纜線數量相當龐大，各纜線皆應有線碼標示，以利辨別火警分區及迴路之關係及方便日後維修。此外於火警受信總機面板上亦應以中文清楚標示火警分區及其相對應地理位置，以利緊急應變。
9	火警迴路誤動作	火警系統各迴路所銜接裝置數量甚多，任何其中一只之施工不良(絕緣差)或環境髒，皆容易造成迴路誤動作，實務上最常見者為「接地故障」，最可能原因是施工時拉纜線不當造成外皮破損。所有現場的各迴路接線等相關設備應於測試驗收前清潔維護，以證明良好的絕緣與導電性。
10	火警受信總機之火警分區圖須與現場一致	在繪製火警分區圖時，應將施工中因變更設計或現場配合造成部分火警區劃之修正併入考量，亦即火警分區圖在定案製作前須與現場實際配置再次查對是否一致，尤其是方向性應與現場一致，以提供正確訊息方便日後維修及火警監控，更有利於消防機關現場消防查驗之通過。
11	火警系統預備電源應依法規設置且須保持正常狀態	火警系統依法規應由緊急電源供電，如採用電池組作為緊急電源，其容量應予詳細計算以符合法規要求。電池組應保持於備用狀態，並注意不可設於電器設備上方（例如火警受信總機）以免電池組萬一電池液外流時傷及設備。
12	火警受信總機應與緊急廣	火警受信總機與廣播主機間之連線須依法規、契

	播主機連線	約圖配線施作，並應於現場消防查驗前完成。
13	火警系統應設有警報裝置且其警報聲響應符合法規	依各類場所消防安全設備設置標準之規定，火警警鈴應符合 CNS 8876 之規定，於火警發生時，應能發出促使警戒人員注意之音響並達到一定之音壓。在設計時即應詳予計算並加計安全係數，實際採購前再由廠商加以複驗，才不致造成所採購之緊急廣播主機功率不足，屆時即難以收拾
14	火警受信總機迴路數不足	火警受信總機之迴路數除依契約規定施作外，若因施工中變更設計需追加迴路數時，將造成迴路數不足，應於現場消防查驗前改善完成，而設計時即應詳予計算並加計安全係數，才不致造成所採購之緊急廣播主機迴路不足，除非還有空間（插槽）可供擴充，否則屆時即難以收拾。
15	一基地內如有二台火警受信總機，應設置相互通話裝置	同一基地內若有二火警受信總機，依法規規定須設置相互通話裝置，以達信息快速傳輸及溝通，並能作有效之處置。設計時即應詳予規劃並納入設計。
16	火警受信總機設置位置不當	火警受信總機之位置依法規規定應設於值日室或經常有人之處所，惟實務上常因現場建物之配置而將火警受信總機設置於門後甚或樓梯間，或太陽照射之處，除不方便使用亦易生故障。本項現場消防查驗之意見，應於設計、施工過程與土建工程慎密協調火警受信總機之理想設置位置。
17	偵煙探測器距離出風口應達 1.5 公尺以上	依各類場所消防安全設備設置標準之規定，設置於天花板之偵煙式探測器距離出風口應達 1.5 公尺以上，在實際施工前，尤其在天花板開孔之前務必不厭其煩的一再核對，否則日後的天花板開孔錯誤之界面糾葛將棘手萬分，也延誤現場消防查驗之通過。

18	火警探測器距樑或設置安裝距離應依法規設置	依「各類場所消防安全設備設置標準」之規定，各種不同型式之探測器裝置位置皆有所不同，現場部分探測器因裝置面已佈滿各系統管線，設置位置必須偏移時，應採補救措施或及早協調。
19	火警探測器應設於最高點處	由於火場中的濃煙是往高處蓄積，隨後再往水平方向移動擴散，而高溫熱氣與濃煙如影隨形，因此不論是偵煙或偵熱式火警探測器，一般皆應裝設於安裝區劃內的最高點，以便利用建物高點對煙、熱積蓄之特性及早偵知火災，提供人員更長的逃生避難可用時間。
20	管道間面積超過 1 平方公尺以上,需增設火警探測器	依消防主管機關解釋令，管道間截面積在 1 平方公尺以上者應設置火警探測器，主要考量管道間延伸於建物內不同之防火區劃之間，且佈滿各式管線，易成為火勢漫延之途徑。設計者往往最容易疏忽管道間火警、防火區劃之設計，應特別小心。
21	部分火警探測器上漆	由於火警探測器與建築牆面、頂板裝修粉刷一般係分別由不同的廠商施工，各自為了施工就有可能探測器先行安裝於裝修面上，因此當土建廠商要作牆面、頂板裝修最後油漆塗裝時，如果未將探測器作適當保護，就可能使探測器上漆而影響其應有之功能。
22	部分由深樑所圍繞之區域應檢討探測器之設置	依內政部消防安全設備會審（勘）執法疑義研討會會議紀錄，對於由深樑所圍繞之區域其探測器的設置方式已有明確規定辦理方式，在設計時應就土建工程之樑柱尺寸與火警探測器之界面妥予協調，否則在現場極難修改，尤其是深樑難以鑽孔或根本不能鑽孔。
23	現場火警系統之末端位置、迴路、配線與圖面不同	於施工過程中建築裝修或空間配置變更，火警系統亦配合修改，然而遺漏至消防單位修訂原送審核可圖面，導致消防機關在現場消防查驗時無法

		查對，因此在邀請消防機關辦理現場消防查驗前應仔細檢查是否有所遺漏以求周延。
24	發電機室探測器型式不當	發電機室容易因發電機排放廢氣大量滯留，若設置偵煙式探測器並不妥當，應改設置感熱式探測器，設計時即應納入考量並應確實依圖施工，以免成為現場消防查驗之缺失項目。
25	火警綜合盤警鈴應與火警連動且音量應符合法規	火警綜合盤上之火警警鈴(聽覺火災示警裝置)通常應有能力產生在距離其正面 100 公分處最少有 90dBA 的音準，且必需與火警系統連動，以發揮告警效果。

8.4 緊急廣播設備常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	緊急廣播設備之配線，未依屋內線路裝置規定及其他相關規定。	緊急廣播設備之電源迴路及外部揚聲器迴路應施予耐燃或耐熱保護，於法規已有明確規定，設計、施工時應確實辦理。緊急廣播設備之配線依屋內線路裝置規則及其他相關規定，除應有相關之保護，並應與一般電力管線分隔以免干擾。
2	廣播主機短路測試未動作，並應設短路信號標示	依「各類場所消防安全設備設置標準」之規定，各廣播分區配線有短路時，應於廣播主機有短路信號之標示。於廣播系統安裝完成時皆應對各分區回路進行短路測試。
3	部分揚聲器未固定	本項消防查驗意見係起因於天花板尚未施工完成，或天花板已安裝但尚未為揚聲器開洞，致使揚聲器無法安裝，導致消防機關在現場消防查驗時無法查對，因此應事先妥善協調各關聯廠商之施工順序、完成各項設備之安裝，在邀請消防機關辦理現場消防查驗前並應再仔細檢查是否有所遺漏以求周延。
4	部份揚聲器故障，且未提示材質	部份揚聲器常因各廠商現場施作時程不一，在施工過程被碰撞變形或斷線等情形影響其應有之功能，應事先妥善協調各關聯廠商之施工順序、完成各項已安裝設備之保護措施，此外亦應提示揚聲器材質符合法規要求之文件供查驗。
5	廣播主機廣播迴路應標示	廣播系統一般分成數廣播分區，各廣播分區、廣播迴路應標示清楚，以方便緊急時操作或日後維

		修檢測。
--	--	------

8.5 水系統滅火設備常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	消防泵浦應標示出水口徑	消防泵浦銘牌上應標示進、出水口徑供查驗，並應與消防送審圖面一致。
2	泵浦性能與消防送審審核認可應一致(如銘牌電壓、揚程、流量值等)	消防泵浦係應經審核認可之消防設備，通過審核認可時將有電壓、銘牌揚程、流量等性能之註記，生產的廠商於泵浦銘牌應予清楚標示。萬一實際採購之消防泵浦各項諸元與消防送審審核認可圖說不一致時，在邀請消防機關辦理現場消防查驗前並應再仔細檢查、修訂是否有所遺漏以求周延。
3	泵浦室應依法規予以防火區劃	消防用泵浦應依法規設於防火區劃內之空間，以免遭火災波及無法持續提供水源救災。必須特別注意的是事後追加之消防用泵浦，因原泵浦室空間不足而需另覓其它空間擺設時易衍生本項問題，在變更設計過程中應特別注意空間之規劃。
4	消防泵浦控制盤應標示額定電壓、出廠日期及應有之標示(含中文)	消防泵浦控制盤應以中文標示，額定電壓、出廠日期、盤面儀錶及操作開關應有之標示說明，以方便操作，並於消防查驗前備妥。
5	消防泵浦控制盤須設電壓表及接地	消防泵浦控制盤面上應配置有電壓表及電流表，以提供相關運轉資料，箱體並應作接地處理以防發生感電危險。惟為了讓消防泵浦能發揮其送水救災之功能至最後一刻，消防泵浦之供電迴路一般不可設漏電斷路器。
6	各泵浦實際放射未測試	消防泵浦應於現場消防查驗時實際進行消防栓、撒水頭或採水口之放射、採水測試及拍成照片存檔備查。
7	自動撒水系統之管路連結不符法規規定	自動撒水系統之主管、支管之尺寸、可連結之撒水頭數目，應確實依法規辦理。
8	撒水頭與結構體裝置位置之管系不符法規規定	自動撒水系統在實務上最容易發生的問題就是撒水障礙，障礙的主要來源就是結構物、裝修(如造型天花板)，應於設計、施工時妥予協調。
9	120公分以上之風管下方應裝設撒水頭	依消防法規規定若使用密閉式撒水頭，且風管等障礙物之寬度超過 120 公分時，該風管已形成實質障礙物，因此其下方亦應設置撒水頭，應於設計、施工時妥予協調。
10	撒水頭距裝置面逾30公分，應加設集熱板	對於管線複雜的區域，若欲將撒水頭依標準貼近裝置面安裝時，可能會因管線所造成撒水障礙之情況產生，因此一般係依消防法規規定採用集熱

		板方式，而集熱板材質應使用金屬材料且直徑 $\geq 30\text{cm}$ ，對於集熱板與迴水板距離則應 $\leq 30\text{cm}$ 。
11	撒水頭不可上油漆或出水口堵塞	撒水頭被上漆就會影響其對溫度感應的靈敏度，究其原因大都是先行施作完成之撒水頭，被後施工之牆板粉刷波及所造成，應加以協調防範。此外撒水頭與水管之間的接合，如果採黏膠（如 AB 膠），一則可能接合不實造成漏水，也可能施工不良造成黏膠堵塞出水口，嚴重影響滅火效能。
12	消防水管常於施工中發現與水電其他管線要徑相互抵觸，或需穿越樓版、樑及牆面所需之預留套管未事先妥善規劃，致影響後續施工進度及品質。	預防之道，就在設計時先行套繪圖面，施作前再次確認，確實查核並簽署負責，一經簽署如仍有錯誤即自行負責，藉由權責分明才能解決問題。
13	消防栓配管焊接或熔接後有污粒殘留未清除，致易發生管路銜接處漏水現象。	應確實督促施工人員將焊接或熔接時所產生之污粒隨時清除且以目視檢測有無縫隙產生，並注意焊接時之溫度需控制得宜。
14	配管長度不正確致有彈起或歪斜的現象。	配管長度剪裁前，應事先經圖面檢討後，製作若干標準長度之消防管以為樣板，於備料時即依樣剪裁長度；另於配管時應放十字型水線以控制配管之水平和垂直精準度。
15	水源容量、出水壓力與法規規定不符。	施工前充分檢討設計容量與法規規定有否不符之處，一經發現應立即透過變更設計手續俾以合於法規要求，以免竣工後消防主管單位查驗不符致影響使照核發進度。
16	消防栓高度及施設位置不適當或被遮蓋之情形發生。	消防栓箱常設於走廊或樓梯轉角處，常因設計或施工不良影響人員進出，有發生危險或使用不便之處，除應合於法規規定，同時也需考慮人員進出之安全性，並儘量設置於明顯處所以便使用。
17	消防栓箱內 63mm 及 38mm 出水口設置不應相互妨礙使用	消防栓箱內如同時配置口徑 38mm 之消防栓及 63mm 之連結送水管出水口各乙只，則二者常因設置角度及位置不當，造成相互妨礙不利使用，尤其連結送水管出水口因屬大口徑，使用時最忌水管有折角。此外消防栓箱設置時應考慮是否有足夠安裝水帶及操作空間。
18	消防栓箱內裝備種類、數量應依法規設置	消防栓箱內應配置各項配備例如直線水霧兩用瞄子、水帶及水帶架。廠商在施工中因擔心箱內裝備遺失，故箱內相關配置大都會在最後一次現場消防查驗時裝妥。
19	消防栓箱部份面板應保持完整避免破損	消防栓箱面板應保持完整，施工中常因碰撞造成面板變形、污損，甚至手動報警機、火警標示燈玻璃保護蓋破裂，造成廠商必須換新等困擾，必

		須特別注意，在邀請消防機關辦理現場消防查驗前並應再仔細檢查是否有所遺漏以求周延。
20	消防栓箱及出水口設置高度應符合法規要求	依法規要求，消防栓出水口開關之高度應在 0.3-1.5 公尺之間以方便人員操作使用，但實務上消防栓箱箱體與出水口配管如由不同人員施作，常產生界面協調不良的情形，除了出水口開關高度不符法規要求外，關於消防水管係由箱體左邊或右邊進入消防栓箱、消防栓箱箱體配合消防水管開孔之高度，或因廠商誤判設置高程(例如未考慮尚有地板砂漿層高程 15 公分)，當地板施工完成時，才發現設置高度不符等等都是工地常發現的問題，都需仔細協調整合。
21	消防栓箱內出水口應有快速接頭。	消防栓箱內出水口應設有快速接頭，而非螺牙式接頭，其目的在於救災時容易銜接消防水帶。此快速接頭應於設計時即予納入標單或於規範內註明已內含，才不會衍生合約爭議。
22	消防栓應設於明顯易取用處。	為求在萬一災害發生時易於取用滅火，消防栓應設於明顯且易於取用處，並應貼有簡明操作指引。
23	消防栓放水壓力超過每平方公分 7 公斤以上者應設減壓措施	依法規規定，消防栓放水壓力不可超過每平方公分 7 公斤，但對於範圍較廣之建物或樓層高低差較大的大樓，為了克服配管壓損或高樓層水頭差值，並在水管末端仍然有不低於法規最低放水壓力之要求，勢必產生越靠近消防泵浦處有越強的放水壓力，甚至超過法規上限值，最常見的解決方法是在放水壓力超過法規上限值的出水口處直接加設減壓設施，或是在樓層分支管處設置該樓層共用的減壓設施，但要確保樓層內每一出水口放水壓力都可達到要求。減壓設施應於設計時即予納入標單或於規範內註明已內含，才不會衍生合約爭議。
24	消防送水口等位置、高度設置不適當或未加鐵蓋保護，易發生損壞之情形。	消防送水口、撒水送水口等，係為因應緊急情況之用，故應設置於無遮蔽物之處所，並應加設鐵蓋加以維護。
25	泡沫、撒水頭使用時有阻塞之現象。	泡沫、撒水頭按裝前應先將管路以清水洗管沖除管內雜物再行按裝。
26	泡沫、撒水頭按裝位置不當。	泡沫、撒水頭放射位置範圍內應避開風管及機、電纜架等設施，必要時需降低其高度以免影響使用放射之空間。
27	泡沫撒水系統之感知撒水頭離頂版間距常超出 8~40cm 之法規規定尺寸。	建築物地下室空間常因建築設計其他考量致消防感知撒水頭施設空間不足，無法迎合法規要求，俟工程發包交工地施工後甚難謀求適當之解決，惟於設計時即應規劃周詳，方為正確之途徑。

28	自動泡沫設備泡沫噴頭配置型式與數量，施工後常發現與圖審設計不符。	泡沫噴頭配置型式常依建築空間及防火區隔予以適當合理之分配，以達完全防護涵蓋之目標，惟施工時常因工人疏忽未按圖施作或設計不善未盡涵蓋全區域，致需增加施工數量，徒增施工之困擾。故事先之規劃、檢討及施工時之妥善協調、掌握品質至為重要。
29	自動泡沫設備噴頭選用錯誤	泡沫設備之噴頭一般可分為泡沫噴頭及泡水噴頭，依其使用場合搭配不同之水力計算，設計、施工時皆應仔細核對選用，才能發揮應有之效能。為防誤用，最好在規設時即於標單上加註明清楚。
30	加壓送水的系統或元件有漏水或故障	加壓送水系統之管系常於施工時未按施工圖標準施工方法配管、按裝，故施工人員應事先篩選並予以職場教育，切勿草率施工，施作完成時並應試水試壓完成以確保其性能。
31	自動泡沫或撒水設備區域，常發生排水不良之情形。	排水不良發生之原因常因未設計排水設施或施工不當所致，故應於繪製施工圖時充分檢討排水設施位置、方法，並確立標準施工方法。
32	消防送水口距建築線依法規設於2公尺範圍內及高度在0.5~1公尺間	消防送水口應設於消防車易於接近且無送水障礙處，但萬一建築物因配合法規而有建築線退縮之情況，消防送水口無法達到距建築線2公尺範圍內時，常見的作法是於臨建築線邊緣設置矮假牆來安裝送水口，但多少有礙建築物之整體美觀，還是應在設計階段即予妥善規劃。
33	設有連結送水管、撒水、水霧及採水系統，依法規應分別獨立設置送水口及標示	一棟建物可能有多個送水口，除送水口應分別設置之外，為了避免實際使用時造成送水錯誤，明確的標示就非常重要，應標明建物別（萬一多棟之送水口同設於一地時）、用途別、送水壓力範圍等。
34	消防送水口不可為其他物品如花木遮掩，以利緊急時使用及考量消防單位之使用方便性	消防送水口應有明確之標示，且不受花臺、草木等之遮掩，在設計或施工過程皆應仔細協調。
35	採水口未設於消防車易接近之2m內	與送水口相同，採水口亦應設於距建築線2公尺範圍內消防車易於接近處。
36	壓力水槽應設安全閥、壓力表及壓力開關	安全閥、壓力表及壓力開關皆屬壓力水槽之必要配備，施工廠商材料送審時應特別留意審查，此外應於設計時即予納入標單或於規範內註明已內含，才不會衍生合約爭議。。
37	壓力水槽排水管應連結至落水頭或排水溝	壓力水槽不論是過壓自然洩水或人工排水，皆應有排水管加以導水，以免排水竄流形成積水。
38	消防泵浦應設置防止水溫上昇配管	消防泵浦在運轉卻未出水時，是處於關閉運轉狀態，由於泵浦內水無法吐出，水溫將會上升，最終結果可能會使泵浦及馬達燒毀，因此需設置一

		排放管，使泵浦在關閉運轉狀態時，仍有少量的水在流動，不致真正成為關閉運轉的狀態，而排放管徑大小約 15 公厘，但為避免排放量太大影響性能，依內政部所頒基準明定該排水管排放量須在泵浦出水量 3%至 5%之間，最大每分鐘不可超過 40 公升之出水量，在施工現場並應仔細核對廠商是否確實施工接妥排水管。
39	消防泵浦應附泵浦性能曲線圖	一般在消防泵浦設計時，依法規所規定出水量及設備所在位置之最高揚程(即落差揚程+管閥件摩擦損失揚程+出水口水壓揚程)而選定泵浦，以額定出水量及揚程或其範圍為準，但為了確保泵浦出水量超出額定出水量時，壓力不致過低，而在出水量較小時，壓力又不致過高，故消防泵浦的性能有特別規定清楚之必要，依內政部消防署所頒定基準已有明確規定，應仔細查核。
40	消防用閘閥須標示	消防用閘閥依經驗常有未動作到定位而導致整體消防系統功能無法發揮，影響救災，因此特別要求應標示其為常開或常關，以提醒操作維修人員注意。
41	消防、採水、撒水管配管應予標示	由於管線眾多，因此現場應就各消防管線標示用途及水流方向，以方便操作者維修。
42	排水洩水管應接至地板排水口	對於自動警報逆止閥、一齊開放閥及其它各式流水檢知裝置等設備二次側所設之排水管，或撒水系統末端查驗管之排水應排入地板落水頭，以方便測試，這在設計及施工中應特別注意。

8.6 低污染氣體滅火設備常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	氣體鋼瓶應予以固定	氣體自動滅火系統鋼瓶以設於被防護區外為原則，並以固定件固定鋼瓶防止傾倒，或防止滅火藥劑釋放過程中（10 秒以內）鋼瓶因壓力瞬間變化而移動致影響效能甚至造成危險。但在固定時亦不可將鋼瓶之標示面（標示有空重、總重、藥劑類別等資料）加以遮蔽以利點檢。
2	應依法規裝妥滅火藥劑	氣體自動滅火系統鋼瓶外表明顯處，應清楚標示藥劑名稱、空重、總重、裝填日期、二次加壓壓力值等，並依原廠之規格，提供液位計及液位/容積對照表。現場鋼瓶相關配備(如釋壓閥、低壓開關..等)及管線之安裝，應依原廠標準或送

		審核可之配備方式安裝。另應考慮防止因藥劑釋放或地震等因素而造成配備及管線脫離。另為防止廠商灌裝不實（純）滅火藥劑，契約內應考量防弊措施，例如一定比例之抽檢送第三公證機關化驗，相關費用之出處亦應一併加以納入契約考量。
3	控制盤應有銘牌	氣體自動滅火系統之控制盤應有銘牌，並清楚標示所保護之區域，以及附有操作流程圖，以方便使用人員辨識及操作。
4	手動開關之設置位置應近於控制盤	手動開關(如手動啟動裝置及緊急暫停裝置)應設於防護區外側之門邊，容易操作及可清楚辨識的地方，並鄰近控制盤以利緊急時之連鎖操作。手動開關旁皆應設置相關警語及說明標示。如被保護之空間有二個（含）以上之出入門時，為安全考量，手動開關及警鈴等建議應於各門外皆予設置。
5	控制盤不得設於防護區內或遭他物阻擋、圍住，以利緊急時使用	控制盤面板上設有選擇系統控制模式開關及相關指示燈、靜音開關、測試鈕、系統故障指示燈、警告指示燈、系統復歸開關..等設施，控制盤設置位置應緊鄰所防護的區域，可監視該被防護區及系統之相關動作，以確認在各情況下正確的控制方式。控制盤若設於防護區內或遭他物阻擋、圍住將不易監控及使用，在設計及施工時皆應仔細加以協調。
6	控制盤之蓄電池容量應符合法規	一般而言，氣體自動滅火系統之控制盤係由蓄電池組供電操作，該電池組容量應足供交流電力中斷後，仍可操作系統至少一定時間之久，並仍有足夠電力將系統脫離，施工廠商應提送詳細電池組容量計算書送審。
7	應設置藥劑釋放前之倒數計時器	氣體滅火系統依法規應設有倒數計時裝置，提供滅火氣體釋放前使工作人員能有充分時間撤離，當系統進入預備釋放倒數計時期間（例如延遲釋放時間 0~60 秒之設定，需依現場狀況及人員疏散所需時間而定），若按下緊急暫停裝置可保持藥劑不釋放。然而前述倒數計時器一般係設在控制盤內部且無顯示，使用者並無法瞭解確實

		的倒數計時時間，因此消防單位要求不止有倒數計時功能，更應顯示出來以方便人員使用。
8	保護區之門應自動關閉或設門弓器	由氣體滅火系統所保護的機房，其房門應可自動關閉或設門弓器，以保持房內之氣密，以免因滅火藥劑氣體外洩造成被防護區內無法保持滅火藥劑設計濃度。
9	由氣體自動滅火系統保護之房間，其開口部之各個環控電動/電熱風門之應均有連動，所有開口穿管防火填塞應確實。	由氣體滅火系統保護之房間，為確保滅火氣體不外洩或洩漏量不影響滅火效能，房間內各開口部所設置之電動/電熱風門在滅火藥劑釋放前均應連動關閉，以保持該防護區之氣密。要特別注意的是，如果同一房間內有數個開口部，則應確認氣體滅火系統控制盤具有足夠驅動能力可同時使所有電動/電熱風門連動關閉。
10	由氣體滅火系統保護之空間應區劃完成且須氣密	由氣體滅火系統保護之空間其釋放藥劑量係依防護區之空間大小及設計濃度計算得之，故各防護區之氣密便須嚴格確實執行，如採用低污染滅火系統則所有防護區域依規定皆應施作氣密測試，以確定已完成氣密要求之填塞、封口等工作，以確保滅火氣體不外洩或洩漏量不影響滅火效能。氣密測試係屬較專業之測試，應於設計時即予納入標單或於規範內註明已內含，才不會衍生合約爭議，尤其是測試之次數。
11	換氣用排氣管道應避免與空調管道共用或應分別獨立設置	由氣體滅火系統保護之房間，依法規應設有每小時五次以上之換氣設備，作為火災撲滅後將滅火藥劑抽除以方便人員進入室內檢修。然而所謂的換氣設備是否應專用並無明文，通常以通風風扇兼作為換氣設備，雖無違法之虞，但實務上因通風風扇係裝置在牆面較高位置，而氣體滅火系統之換氣設備為配合滅火藥劑沉降之特性又需裝置在牆面較低位置，二者之功用並不完全相同，這也是消防人員所關切的重點。此外，在滅火後要啟動換氣設備前，應注意排放點之周遭人員管制。
12	應有一區實際測試滅火氣體釋放功能	由氣體滅火系統保護之房間在辦理現場消防查

		驗時，消防人員除逐一房間檢查其探測器、噴嘴、放射表示燈箱、強閃閃光燈、蜂鳴器、暫停開關、手動啟動開關等裝置安裝是否正確外，並詳細檢查第一段、第二段警報、空調通風連動、防火風門連動及倒數計時是否發揮功能，此外為驗證藥劑釋放啟動裝置是否可動作及配管是否阻塞，消防人員更要求至少抽驗一間房間實際作滅火氣體（亦常以氮氣代替）釋放測試，所需費用及相關規定應於設計階段即予言明。
13	須設中文操作說明流程圖	為協助操作人員方便操作，氣體滅火系統控制盤旁應附有中文操作說明流程圖，說明系統操作流程。
14	保護區域之放射表示燈位置應依規定設置	由氣體滅火系統保護之房間，於房間門外上方應設有放射表示燈箱及強閃閃光燈、蜂鳴器等裝置，當藥劑氣體釋放時，以方便警示相關人員。

8.7 避難逃生設備常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	設備材料在選購、安裝、使用上發生廠牌尺寸規格衝突。	因消防系統之設備與其他系統不同，常有必須互相搭配之情況，故設計時原則上仍以僅列出功能要求為原則，並要求施工廠商所採購各設備相互間應具相容性，日後才不致發生廠牌尺寸規格衝突。
2	雙語化標示請檢附法令。	消防署已於2003年頒發消防設備雙語化相關規定草案，雖尚非正式法令，但消防機關仍可列為行政指導項目要求業者配合辦理，但以「法不溯既往」之基本精神，如能提出相關文件說明仍可免予配合辦理。新設計案則應儘量配合辦理。
3	因建築物功能、容量、結構之不同，造成避難器具型式選用不當。	避難器具之選用於「各類場所消防安全設備設置標準」已有明確之規定，然而型式的選用卻又跟建築物的功能、人員容量、結構等有密切關聯，因此在設計時即應加以整合完成。
4	避難器具之設置位置選擇相對於建物結構中之關係不當。	固定避難器具應注意牢固，最好採預留螺絲，其固定場所應注意地板打底厚度及吊臂須凸出建築物，不得有阻礙。

5	緩降機下降空間有突出物或無法一次到達地面。	1.慎選緩降機安裝位置，避開下降空間有突出物之地點，或考量緩降機之伸臂長度使超出建物突出物，留設足夠之下降空間。 2.下降點為露台者，須加設二次逃生器具或規劃二次逃生動線。 3.設計時應確實依「各類場所消防安全設備設置標準」規定保有必要之開口面積、保有必要之操作面積及保有必要之下降空間。實務上緩降機設置常因開口高度及大小、裝修面型式、其他設備管線、下方花臺..等障礙，影響下降空間，造成臂長不足，應特別注意。
6	避難器具（緩降機）應依收容人數檢討計算	各類避難器具之設置數量與空間內收容人數息息相關，應有詳細計算資料供查驗，並應於現場消防查驗前備妥。
7	緊急照明設備部分未懸掛、未標示、或未設	緊急照明設備應依法規檢討、設置，然而部份空間如採用傳統式緊急照明設備，實務上因很容易遭竊，故一般都很慢才安裝，正如同滅火器一般，以致消防機關常寫下此項查驗意見。
8	標示燈應保持常亮狀態	依我國消防法規規定，標示燈平時應保持常亮，在火警時則閃爍以警示發生狀況，但此與歐美國家標示燈平時不亮，僅當火警時保持常亮狀態之規定不同。究竟那一種系統較優，各有說法，但仍以符合我國法規要求為主。
9	避難逃生指示裝置之設置地點不符規定。	避難方向指示裝置係裝置在人員逃生動線上，用來提醒正確的逃生方向，採白底綠字；至於出口標示燈則裝置在人員逃生動線之安全門等之上，用來指出正確的逃生點，採綠底白字。實務上常見將避難方向指示裝置與出口標示燈錯用，或避難方向指示裝置提供錯誤的逃生方向等情況，設計、施工上都應特別注意，在辦理現場消防查驗前最好依完成之實況加以走位以確認其正確性。
10	避難方向指示燈及避難指標裝置高度不符規定，或指示方向錯誤。	1.裝置高度需參照「各類場所消防安全設備設置標準」之規定裝設。 2.應事先規劃疏散路徑，再據以確定各指示燈及指標之指示方向，再行訂購、按裝。

8.8 排煙設備常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	地下層排風機或排風風管在設計時未考量停車車位高程淨空間依法規規定應在 2.1M 以上，導致部份停車位淨空間不合規定而無法使用。	1.變更設計或放棄部份停車位之設置 2.地下層排風機或排風風管在設計時即應考量停車位高程淨空法規規定 2.1M 以上。
2	緊急排煙管道之風管設計及施工不良	排煙管道間須粉刷或用清水模使表面光滑，清水模之小洞須以泡沫填充劑塞滿。管道間不能當垃圾坑，會造成設備壞損等許多問題，現場消防查驗前應再予檢查妥當。
3	緊急排煙設備之風機與預備電源之連結不當	緊急排煙設備之風機與預備電源之連結應依法規採耐燃保護。
4	防煙垂壁須密封	防煙垂壁係用以區隔防煙區劃，有效阻隔煙氣之蔓延，限制煙氣於各防煙區劃內，再配合排煙設施將區劃內之煙氣排出，所以防煙垂壁之密封與否甚為重要，常見缺失為防煙垂壁與裝修面間、管線穿越處、防煙垂壁間本身接縫處等空隙未予密封，應於現場消防查驗前再予檢查妥當。
5	防煙垂壁材質應符合法規	依法規規定，防煙垂壁應以不燃材質建造，其材質應審慎選用。
6	排煙風量應符合法規	排煙風機總排煙能力或任一排煙口之排煙風量，於法規皆有明確之要求，在設計時應仔細計算、預留裕度並作成計算書，以方便施工完成時查對；此外在邀請消防機關辦理現場消防查驗前，應會同消防設備師先行逐一檢測並將數據列表，屆時再由消防機關人員抽驗，較為方便。
7	排煙閘門控制電驛應設置於箱體內加以保護	排煙閘門控制電驛應設置於耐燃材料建造的箱體內受適當保護，以便能在遭遇高熱濃煙時仍能持續工作一定時間以上，以發揮整體排煙功效，在

		設計時即應註明此項要求以免衍生合約爭議。
8	排煙閘門、排煙手動開關應有標示(中文)	排煙閘門、排煙手動開關皆應有標示(中文)，以提醒使用者。
9	排煙口設置高度應符合法規	依法規規定，排煙口應設於天花板或其下方 80 公分範圍內，除非直接面向戶外，排煙口應與排風管道連接，但排煙口設在天花板下方，若防煙壁下垂高度未達 80 公分時，排煙口應設在該防煙壁下垂高度內。實務上即使排煙口已設在該防煙壁下垂高度內，但如果其設置高度能夠愈高，整體排煙效果將會更顯著。
10	排煙手動開關與排煙區劃應在同一排煙區劃內；且手動開關位置應可觀察受其控制之排煙口是否啟動。	依法規規定，防煙區劃內任一位置至排煙口之水平距離不得超過 30 公尺，而排煙手動開關應設置於明顯適當位置，與其所連動之排煙風口在同一區劃，且手動開關位置應可觀察受其控制之排煙口是否啟動，以方便操作者能很輕易的瞭解他的操作是否有獲致應有的結果。設計時應儘可能規劃方正之防煙區劃以發揮最大之功效，如礙於事實採不規則之區劃時則應分設其排煙口及手動開關。

8.9 緊急電源及無線電通信輔助設備常見缺失及改善對策

項次	常見缺失	改進對策
1	緊急發電機應檢附經技師簽認之測試報告及容量計算	緊急發電機所需之容量應審慎計算，包括各維生負載之耗電值、起動電流值等等皆應納入考量。此外依法規規定，消防用緊急發電機應有技師(如消防設備師)於設計階段及完工測試報告進行簽證，相關資料均應於現場消防查驗前備妥。
2	緊急發電機室通風換氣設備應依法規檢討設置	緊急發電機室之通風換氣設備，消防主管機關已頒有設置準則，應切實遵守，尤其是當發電機設於屋內時，為供給燃燒等必需之空氣量，應設置通到外氣之有效通風換氣設備。用以換氣之進風管及排風管，應用專用管道，且管路不可貫穿防火區劃，或至少若無法避免貫穿防火區劃時，應

		於貫通防火區劃牆處之風管內裝設防火閘門 (fire damper)。此外，引擎等排氣管應為專用，並直接排放至屋外或連接到煙囪，如須接到共用煙囪時，應注意是否引起逆流，且不可接於一般排氣管道，並應注意排氣管之斷熱(即隔熱)措施。另外為確保緊急發電機能正常動作，其室內通風換氣設備之電源，應能夠由緊急發電機自動切換及自給自足，並應連鎖控制以使專用通風換氣設備與緊急發電機可同時運轉散熱。
3	發電機機體上應標示使用油料種類	緊急發電機一般係採用柴油為燃料，但為防加錯由料或特殊之發電機需使用特定之油料，因此應標示使用油料種類以防誤用。
4	緊急電源ATS應標示	ATS 為發電機緊急電源供電系統之重要設備，應予標示以利使用者可方便目視或檢查其動作是否正確。
5	發電機進口報單未附	於外購之緊急發電機，即使為知名廠牌，但為供應商魚目混珠，仍應要求廠商出具進口報單、出廠檢驗證明等證件，並於消防查驗時備妥供查核。
6	發電機室平面圖未附	依法規要求，發電機設置於屋內時，發電機室應採防火構造之牆壁、地板所區劃之專用空間。而發電機除主機外尚配有控制盤、啟動用電瓶及日用油箱等配件，其空間應妥予規劃並留設合理之操作、維修空間，尤其當油箱容量超過一定額度時（如 1000 公升）更應注意是否符合「危險物品管理辦法」，而相關配置平面圖應於消防查驗時備妥供查核。
7	發電機應具有油箱及油量計且油箱種類未標示	發電機油箱應採用防腐蝕材質，並應標示油箱容量及附裝油位計、進油閥、回油閥等，以方便查驗及使用。
8	緊急電源專用迴路未標示	緊急電源係供緊急時使用，不得任意加以關閉，然而實務上因配電盤內混雜有緊急或非緊急用之電源，為防緊急電源遭任意或不小心關閉，因此應有明確標示其為緊急電源專用迴路及其容量。

9	發電機室區劃未完成	緊急發電機應依法規設於防火區劃內之空間，以免遭火災波及無法持續提供緊急電源救災，而這一項也是常見的現場消防查驗意見，其原因在於發電機與防火區劃分別由機電及土建人員規劃設計，疏於界面協調所致。
10	緊急電源插座應標示銘牌	緊急電源插座應依法規標示銘牌。
11	緊急電源插座應依規定設置吊勾	緊急電源插座箱體內部應依法規設置吊勾，其目的係為防止消防人員使用緊急電源插座因拉扯電源線救災時造成插座鬆脫。
12	緊急電源插座配線應符合法令規定，並請檢附文件。	依消防法規規定，緊急電源插座應可耐受一定的用電負載以方便救災，因此其電源線應經電力計算。必須注意的是施工廠商若使用國外電纜線，依其型錄資料顯示其截面積載流量或許大於國產電纜線，此與消防人員常接觸國產品之認知不同，因此應備妥相關證明文件供查驗。
13	消防人員專用無線電接線箱之設置位置應先行協調	消防人員專用無線電接線箱應設置於消防指揮車易於接近之地點，並應於設計階段即先行協調，相關協調記錄並應妥善留存以備現場消防查驗時使用。
14	消防人員專用無線電接線箱內之接頭規格不符	消防人員專用無線電接線箱應採用防水防塵之保護箱，箱內預留法規要求之射頻電纜以利懸接，且箱面應標示「消防隊專用無線電接頭」字樣。箱內之電纜接頭因消防指揮車一般是分批採購，造成在不同之消防分隊就可能是不同廠牌之消防指揮車而有不同型式之接頭，必須在消防查驗前與消防機關妥善協調，包含無線電接線箱鑰匙之保管權責亦同。

參考文獻

1. 臺北市政府捷運工程局『臺北都會區大眾捷運系統消防設計手冊』，2002。
2. 張日譽，『火災學』大華傳真出版社，1999。
3. 夏之容，『警報系統消防安全設備設計』大華傳真出版社，1999。
4. 陳弘毅，火災學，鼎茂圖書
5. 簡賢文，消防法規與設備專題，鼎茂圖書
6. 劉祥輝，消防工程實務，中國電機技術出版社
7. 上田陽一，吉田史朗，災害的研究
8. 謝定亞編著，建築工程實務專輯，詹氏書局，2000。
9. 陳志泰編著，水電工程監造實務，詹氏書局，1998。
10. 陳天來編著，水電工程施工與監造實務，詹氏書局，1996。
11. 陳修勳編著，水電空調工程實務，詹氏書局，1994。
12. 王洪凱編譯，空氣調節設計基礎，徐氏基金會，1987。
13. 消防設備審查及查驗作業基準說明會資料，內政部消防署編印，2002。
14. 簡賢文著，水系統安全設備，鼎茂圖書出版公司，1998
15. 簡賢文著，避難系統安全設備，鼎茂圖書出版公司，1997
16. 簡賢文著，化學系統安全設備，鼎茂圖書出版公司，1998
17. 簡賢文著，火警自動警報設備功能確保對策之研究，鼎茂圖書出版公司，1996
18. 簡賢文著，警報系統安全設備，鼎茂圖書出版公司，1997
19. 曹永委編譯，圖解空調工程實務，全華科技圖書股份有限公司，1996
20. 臺隆書店建築設計資料集成編譯委員會譯，建築設計資料集成，1996
21. 中華水電空調雜誌社編譯，超高層建築設備篇，中華水電空調雜誌社，1985
22. 林逸群，應用專家系統於中央空調系統之故障診斷，國立台北科技大學電機工程研究所，2002。
23. 嚴萬璋著，〈海龍替代品市場概況〉：工研院工業安全衛生技術發展中心
24. 〈關懷地球的新海龍氣體〉，臺中市：達智實業公司
25. “建築基準法”，法律第 100 號，1998。
26. 陳俊勳、楊靖威著〈建築物性能式防火設計程序之研究—以地下街為例〉

27. HANDBOOK OF AIR CONDITIONING SYSTEM DESIGN
28. ASHRAE HANDBOOK HVAC APPLICATIONS , 1999
29. HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN , SMACNA Duct Design Committee , 1990 .
30. “Fire Engineering Guidelines,” Fire Code Reform Centre Limited, 1996.
31. “Draft British Standard Code of Practice for The Application of Fire Safety Engineering Principles to Fire Safety in Buildings,” Warrington Fire Research Consultants, 1993.
32. Fire Engineering Design Guide”, Centre for Advanced Engineering, Editor: A. H. Buchanan, 1994.
33. 《NFPA 2001》：National Fire Protection Association