

出國報告(出國類別：進修)

消防機具器材檢驗認可制度與執行情形及州政府消防安全檢查體系之研修

服務機關：內政部消防署

姓名職稱：趙勇維專員

派赴國家：美國

報告日期：100年8月9日

出國時間：100年5月21日至5月28日

摘 要

為確保消防機具器材及設備品質，內政部消防署自 90 年 5 月 10 日起，陸續公告密閉式撒水頭等項產品為應施認可品目，辦理型式及個別認可作業，迄今計公告 25 項認可品目。本項消防認可制度主要係仿效日本承認第三公正機構檢驗報告之作法，產官學界皆能支持與認同，是類公告應施認可消防產品品質已於逐年下降之成災火災件數得以見其成效，惟仍有持續提昇之需求。

查美國安全檢測實驗室機構（UL）、FM 認證機構是世界公認具專業、公正之民間檢驗機構，該機構除建立完整消防設備檢驗規範及機制，所採追蹤檢查（Follow-Up Services）或定期工廠查驗作法，可簡化我國個別認可之程序，殊值我國借鏡學習。再者，美國政府消防檢查（Fire Inspection）制度方面亦有完備規劃，其都市化之執行經驗，勘為我國擷取經驗之對象，並作為國內研擬提升消防安全之政策方向參考。

因此，本署基於國內消防安全之主管機關立場，研提本次研習計畫。在參訪地點方面，包括美國芝加哥、波士頓與紐約等 3 個城市，參訪單位性質則包括消防局、分隊及民間制訂法規標準與消防產品認證機構，主要希望藉由不同的角度，瞭解美國消防產品檢驗、認證，以及防火安全管理、消防安全檢查執行的作法與經驗，以作為國內火災預防業務推展之參考。有關本次研修的心得與建議事項如下：

- 一、運用民力推動消防進步
- 二、重視火災調查與回饋預防對策
- 三、推動接近真實情境之消防逃生演練
- 四、強化住宅消防安全設備之防護功能
- 五、結合相關專業維護消防安全
- 六、強化消防器材設備認可管理體制
 - （一）推動消防產品後市場管理與追蹤檢查機制
 - （二）調和消防認可基準與國際接軌
- 七、提升認可專業機構試驗技術能力及品質
 - （一）促請認可專業機構參與國際標準規範之制訂
 - （二）加強與國外檢測實驗室之技術交流
 - （三）評估專業機構消防檢測報告相互認可之可行性

目次

壹、目的	1
貳、行程概要	2
參、參訪機構與研修過程	3
一、參訪安全檢測實驗室機構 (UL)	3
(一) UL 緣起與概要	4
(二) 推動產品追蹤檢查 (Follow-Up Services) 機制	6
(三) 檢測實驗室及試驗標準	7
二、拜會芝加哥西鄧迪 (West Dundee) 消防隊	13
(一) 西鄧迪消防隊之概況	13
(二) 火災預防業務之推動情形	14
(三) 2010 年防火安全之執行成效	15
三、拜會美國國家消防協會	16
(一) 美國國家消防協會概要	17
(二) 標準與規範之制訂	18
(三) 消防滅火系統規範之介紹	20
(四) 美國建築物火災案件之研究分析	23
四、拜會波士頓消防局	24
(一) 組織架構概要	24
(二) 轄區火災特性	25
(三) 火災預防業務之分工	25
(四) 未來遠景與展望	28
五、參訪 FM 認證機構	29
(一) FM 認證機構概要	29
(二) FM 認證與分類	30

(三) FM 認證程序 -----	31
(四) FM 機構實驗室及設備 -----	32
六、拜會紐約消防局 -----	37
(一) 組織概要 -----	37
(二) 火災預防業務之推動情形 -----	37
(三) 加強民眾防火安全宣導措施 -----	38
(四) 911 恐怖攻擊事件之策進作為 -----	40
(五) 消防安全管理執行成效 -----	42
肆、研習心得與建議 -----	44
一、運用民力推動消防進步 -----	44
二、重視火災調查與回饋預防對策 -----	44
三、推動接近真實情境之消防逃生演練 -----	45
四、強化住宅消防安全設備之防護功能 -----	45
五、結合相關專業維護消防安全 -----	46
六、強化消防器材設備認可管理體制 -----	46
(一) 推動消防產品後市場管理與追蹤檢查機制 -----	46
(二) 調和消防認可基準與國際接軌 -----	47
七、提升認可專業機構試驗技術能力及品質 -----	47
(一) 促請認可專業機構參與國際標準規範之制訂 -----	47
(二) 加強與國外檢測實驗室之技術交流 -----	48
(三) 評估專業機構消防檢測報告相互認可之可行性 -----	48

壹、目的

為確保消防機具器材及設備品質，內政部消防署（以下簡稱本署）自 90 年 5 月 10 日起，陸續公告密閉式撒水頭等項產品為應施認可品目，辦理型式及個別認可作業。另為求政府事權統一，經濟部標準檢驗局自 97 年 1 月 1 日起，陸續將原檢驗之「滅火器」等 9 項消防器材設備，轉移由本署整合納入實施認可，迄今計公告 25 項認可品目。本項消防認可制度主要係仿效日本承認第三公正機構檢驗報告之作法，產官學界皆能支持與認同，是類公告應施認可消防產品品質已於逐年下降之成災火災件數得以見其成效，惟仍有持續提昇之需求。查美國安全檢測實驗室機構（Underwriters Laboratories Inc，簡稱 UL）、FM 認證機構(Factory Mutual Approvals)是世界公認具專業、公正之民間檢驗機構，該機構除建立完整消防設備檢驗規範及機制，所採追蹤檢查（Follow-Up Services）或定期工廠查驗作法，可簡化我國個別認可之程序，殊值我國借鏡學習。再者，美國政府消防檢查（Fire Inspection）制度方面亦有完備規劃，其都市化之執行經驗，勤為我國擷取經驗之對象，並作為國內研擬提升消防安全之政策方向參考。因此，規劃本次赴美研習內容如下：

- 一、研習 UL、FM 機構消防產品檢測標準、試驗方法管理制度。
- 二、研習 UL、FM 機構檢驗設備、實驗室認證及消防產品追蹤檢查或定期工廠查驗機制。
- 三、研習 UL、FM 機構試驗報告與國際相關專業機構相互承認作法，評估我國消防設備認可制度與國際接軌之可行性。
- 四、研習有關 NFPA 法規標準之制訂、審查機制與消防安全標準規範相關內容。
- 五、研習紐約消防局等機關火災預防業務推展及消防安全檢查之執行情形與成效等。

期望透過本次研習藉以了解美國政府消防檢查及專業機構產品檢驗機制、法令規定及運作情形，參考研擬我國消防產品朝工廠檢查及後市場管理機制之策進作為，以符世界消防產品自主性認證趨勢並與國際接軌。再

者，深入探討美國紐約消防局等執行消防安全檢查推動情形，擷取其優點，以達確保消防機具、器材及設備之產品品質，維護設置場所消防安全之預防效益。此外，亦蒐集美國針對消防器材設備檢驗認證、消防安全檢查之法令規定，民間專業機構於推動與執行時擔任角色等，考察其政府與民間機構協調分工之機制，作為我國提升消防器材設備認可作業、認可機構之監督管理、專業技術能力及修正相關消防法令規定等多方面之參考。

貳、行程概要

本次出國人員為本署趙勇維專員，出國日期自民國 100 年 5 月 21 日至 28 日為期 8 日，經費由本署 100 年度派員出國計畫預算項下支應。另為提升認可專業機構檢測技術能力與品質，財團法人消防安全中心基金會顏振嘉所長（現為該基金會董事長兼認可所所長）、尤昭仁副所長與黃俊欽檢驗員等 3 人亦參與本次赴美研習行程。

本次研修參訪地區，包括美國芝加哥、波士頓與紐約等 3 個城市，參訪單位性質則包括消防局、分隊、民間制訂法規標準與消防產品認證機構，主要希望藉由不同的角度，瞭解美國消防產品檢驗、認證，以及防火安全管理、消防安全檢查執行的作法與經驗，以作為國內火災預防業務推展之參考。有關本次赴美研修之日期、地點與行程概要如表 1 所示。

表 1 赴美研習行程表

出國日期	地 點	內 容
5 月 21 日 (星期六)	台北→美國芝加哥	啓程
5 月 22 日 (星期日)	芝加哥	參訪 UL
5 月 23 日 (星期一)	芝加哥→波士頓	上午：拜會芝加哥西鄧迪消防隊 下午：啓程前往波士頓

5 月 24 日 (星期二)	波士頓	上午：拜會 NFPA 總部 下午：拜會波士頓消防局
5 月 25 日 (星期三)	波士頓	參訪 FM
5 月 26 日 (星期四)	波士頓→紐約	上午：啓程前往紐約 下午：拜會紐約消防局
5 月 27、28 日 (星期五、六)	美國紐約→台北	返程

至於本次拜會單位主要有 6 個，茲將其網址整理如下：

1. 紐約消防局：<http://www.nyc.gov/html/fdny/html/home2.shtml>。
2. 波士頓消防局：<http://www.cityofboston.gov/fire/>。
3. 芝加哥西鄧迪 (West Dundee) 消防隊：<http://www.wdundee.org/page=fire>。
4. 美國國家消防協會 (NFPA)：<http://www.nfpa.org/index.asp>。
5. 安全檢測實驗室機構 (UL)：<http://www.ul.com/global/chi-hant/pages>。
6. FM 認證機構 (FM)：<http://www.fmglobal.com/Default.aspx>。

參、參訪機構與研修過程

一、參訪安全檢測實驗室機構 (UL)

此行研習第一天是搭機啓程前往美國芝加哥，第二天的行程則是參訪 UL，因適逢假日，已於事前透過台灣 UL 實驗室聯繫，由同樣是華人之馮恩佑副總經理與制訂標準之資深工程師 Richard N. Walke 2 人犧牲假日負責接待事宜，另 UL 爲表示對於此行的重視，在我們抵達機場時，馮恩佑副總經理即派車赴機場接機並設歡迎晚宴款待參訪人員，會中簡要介紹 UL，主要是起源於西元 1871 年 10 月 8 日芝加哥發生一場大火，導致 300 人喪生，9 萬多人無家可歸，財物損失更高達 2 億美元的災例教訓，威廉梅瑞爾先生 (Mr. William H. Merrill) 特別體認使用安全的產品來避免這類悲劇，遂創辦 UL，並表達歡迎之意，此外也允諾擔任我國未來與該機構進行更多交流與

聯繫的窗口，共同促進並提升國內消防產品安全與品質。

（一）UL 緣起與概要

安全檢測實驗室機構（Underwriters Laboratories Inc，簡稱 UL）是一家非以營利為目的之獨立、公正專業機構，亦是美國辦理產品安全認證業務的民間機構之一。UL 成立於 1894 年，初期主要係由防火保險部門提供資金維持運作，辦理斷路器、保險絲、加熱器、接線盒、檯燈調節器，電器插座、開關、溫度計、變電器、電線、收錄音機、電冰箱、洗碗機與防盜設備等電氣材料與產品認證，直到 1960 年，UL 首次公布煙霧警報器的安全標準，並在伊利諾（Illinois）州芝加哥北部的諾斯布魯克（Northbrook）鎮，建造了一座新的司坦那隧道(Steiner Tunnel)爐，用於檢測建築材料的耐燃分級。經過 100 多年的發展，UL 建立專業之產品認證標準與程序。

目前，UL 在美國境內有 5 個實驗室，總部設在諾斯布魯克鎮，於全球 100 個國家中，計有 73 所實驗室及委託試驗機構（其中於台灣與香港也分別設立實驗室）、103 家 UL 檢驗中心，其員工多達 7,024 名，同時，也訂定 1,413 項的安全標準（其中 1,112 項為 UL 標準；301 項為 ULC 標準）。2010 年 UL 總計認證 66,932 家製造者生產之 230 億個產品，執行 88,189 項產品安全性評估，檢驗 19,722 種產品，進行 595,7089 次產品追蹤檢查。另 UL 除符合 ISO/IEC 17025 標準的測試、校準和取樣能力，也通過管理體系認證 ISO/IEC 65 標準，同時亦獲得美國能源部、環保署等官方授權的指定認證機構之一。

UL 組織係由相關安全領域之專家、政府官員、消費者、教育界、公用事業、保險業及標準機構等代表聯合組成之理事會，由會長、副會長負責一般行政管理事務。UL 工作服務範圍非常廣泛，主要係運用科學技術以及防止危害之工程方法，以公正、誠信、嚴謹、精確及專業工作態度，進行各項產品、材料、設備與裝置安全測試和認證，例如，為確保每一認證案件之試驗品質與結果正確性，每一份測試報告需分別經由制訂標準與

實際執行測試部門之主管與技術人員等 4 人審核通過。再者，UL 也制訂、發行各項產品、材料、零件、工具及設備之標準及測試程序，並提出有助於減少及防止人命傷亡及財產損失相關建議，以協助製造者產製更安全、高品質產品銷售於市場上，致力提升生活與工作環境之安全，保障人命安全及降低財產損失。因此，UL 除扮演與消防安全領域之產（製造、販賣、保險等）、官及學界建立合作關係之重要角色外，同時，從辦理產品安全認證來協助消除國際間貿易障礙之觀點來看，UL 對於促進國際間貿易發展，的確發揮一定程度的影響與成效。茲將該機構工作業務簡述如下：

1. 產品之安全檢測認證：測試產品包括各類建築、消防以及與環境安全相關產品，茲分類列舉如下：

- (1) 消防滅火設備：包括密閉式撒水頭、撒水系統管配件、手提式滅火器、滅火藥劑與消防幫浦等。
- (2) 消防警報設備：包括火警偵熱、偵煙探測器、感知器、控制盤與相關警報設備等。
- (3) 消防搶救器材設備：包括避難逃生器具、緊急電源設備、防火衣、消防梯與各種消防車等。
- (4) 耐燃與防火構件：如防火門、防火閘門、防火填塞與防火強化玻璃等。
- (5) 建築產品：如壁爐、煙囪、通風口、屋頂、石膏板、保溫材料、內外牆材料、塑膠、泡棉材料等。
- (6) 建築物內之物品：如床墊、坐墊、軟墊傢俱等。
- (7) 電信產品：如電線、電纜、光纜等。

2. 制訂標準：除制訂、發行各項產品、材料、零件、工具及設備之標準及測試程序，也積極參與各國家和國際性標準之制定。

3. 針對電氣、火災以及與產品性能安全相關議題，進行綜合全面調查與研究。

4. 舉辦有關化學、電氣、消防、環保、健康等領域之專題研討會，以及

UL 安全標準培訓課程，包括全球的標準和業務管理系統的轉變趨勢及實務介紹、產品安全設計須知、協助機關團體建立安全品質管制之有效工具和方法等，以協助業者設計、產製更安全之產品，另亦針對危險、高科技場所安全等特殊議題辦理講習訓練。

5.提供諮詢服務：包括擔任保險、物流、零售、倉儲等行業顧問，協助業者產品之改良、開發，加速進入全球市場，提高產品測試解決方案與現場測試實驗室效率、相關法規與風險管理諮詢，向政府主管機關說明並接受創新產品，以及提供管理系統等資訊。

6.辦理專業人員技術能力認證計畫：由具專業之業界與專家組成委員會，針對特定工作、角色或職能所需之人員，進行其知識、技能、行為、經驗及能力之驗證。

(二) 推動產品追蹤檢查 (Follow-Up Services) 機制

UL 產品認證係由申請人檢附相關文件及樣品，除經實驗室檢驗人員進行產品測試合格外，另也派員至申請者工廠進行檢查(Factory Inspection)，經測試通過後，申請者始可量產並使用 UL 標示。此外，UL 制定追蹤檢查機制，除要求附有 UL 標示之產品不僅須於第一次申請檢測時符合 UL 標準外，仍須在後續產品產製過程中，檢查確認製造商是否採取適當品管作業，使產品持續符合 UL 標準之要求，因此，追蹤檢查是由 UL 派駐於世界各地之專業人員，到當地生產工廠現場對 UL 之產品進行安全性抽樣檢驗，透過查核工廠生產、品管過程與產製之產品，是否符合 UL 標準和追蹤檢查細則，以確保產品之功能、安全與品質。

UL 為執行「追蹤檢查」機制，該機構與製造者事前簽署 1 份「追蹤檢查協議」，其內容詳載 UL 與製造者相互權利義務關係，為一份具法律效力之文件，根據「追蹤檢查協議」規定，UL 技術人員將定期或無預警至生產工廠檢查，工廠不得無故拒絕。技術人員到工廠後，主要係依據「追蹤檢查細部規定」進行檢查，「追蹤檢查細部規定」係由 UL 工程部，於申請認證之送檢樣品完成測試後所製訂，其內容包括該產品明細資料、照

片與說明文件等，同時也律定製造工廠於生產品管過程確保品質必要之檢驗項目，其中亦要求部分項目於生產每個產品皆須檢驗，如流水檢知裝置之耐壓試驗，另其他項目則以抽樣檢驗方式辦理，同時，亦規定了技術人員赴工廠檢查時，必需抽驗之試驗項目，再依據檢測數據資料，按標準判斷檢測結果合格與否。另 UL 將通過認證的產品和元件列入 UL 認證目錄，供消防主管機關在查核各類場所是否配備適當之消防設備、產品參考。

(三) 檢測實驗室及試驗標準

UL 為提升產品檢測品質，乃致力建置專業、先進實驗設施與檢測設備，茲就有關建築防火材料及消防產品之實驗室分述如下：

1. 火災實驗室

該實驗室設有 2200 平方公尺的專用檢測區，並運用所量測各項產品實驗數據資料，協助產品與系統之研發，除做為標準、規範制修訂之依據，同時亦提供新產品性能化設計及獲得政府主管部門認可之參考。此外，UL 的實驗設施係以可機動調整室內天花板高度、屋頂斜度與撒水頭配置等方式建置，可因應不同申請人需求，提供客製化試驗方案。茲將建築防火材料各項產品之試驗分述如下：

(1) 建築防火材料之試驗

為檢測建築防火材料的耐燃分級，該機構建置司坦那隧道設備 (Steiner Tunnel Facility)，依據 ASTM E-84/ANSI/ UL723 規定，檢測有關室內裝修材料、裝飾物等建築材料之燃燒與火焰特性。有關試驗等級分類如下：

A. 等級 A 或 I：火焰高度等級小於 25 (FRTW，含有 FR 表面塗料)

B. 等級 B 或 II：火焰高度 26 至 75 (其他 FR 表面漆料)

C. 等級 C 或 III：火焰高度 76 至 200 (未經耐燃處理的木材及膠合板)

為了解防火材料於不同燃燒條件之反應，UL 設置圓錐量測儀，以 25 英尺直徑的收集罩量測氣體燃燒之熱量，熱釋放率約為 10MW、排氣 60,000 立方英尺，該設備與測試方法係依據 ASTM E 1354 使用耗

氧量熱儀測定產品材料之熱、煙釋放率、ASTM D 5485 採用圓錐量測儀測定產品腐蝕作用及燃燒、CAN/ULC-S135 測定建築材料燃燒耗氧量、ISO 5660-1 燃燒試驗之熱煙釋放與質量損失率第 1 部分熱釋放速率、NFPA 271 使用耗氧量熱儀測定產品材料的熱、煙釋放率等標準，採氧氣耗盡原則量測總熱釋放率，係符合國家標準技術協會

(NIST, National Institute of Standards and Technology) 規定，此動態測試儀器係量測分析複合材料、木材和層板材料之易燃性與產生之煙量，並量測其點火時間、損失重量、熱和煙釋放速率、燃燒熱等防火特性數據資料，此可協助工程師判斷產品耐燃程度及替代方案，降低產品開發成本，提高防火性能。火災模型則係運用此設備，採用參數(撒水頭動作溫度、RTI、撒水頭到火源中心距離、天花板到商品頂部距離、儲存商品層數)，給予實際計算的熱釋放速率，確認何時會啟動自動撒水設備。

(2) 防火門窗之試驗

UL 有關防火門之檢測，係依據 UL 10B 門組件的耐燃測試標準、UL 10C 門組件的正壓耐燃測試標準、UL 1784 門組件的漏氣測試標準、NFPA 252 門組件的耐燃標準測試方法等，測試燃燒是否符合其標準溫升曲線規定。另防火窗則依據 UL 9 窗組件正壓及常壓耐燃試驗標準、NFPA 257 窗與玻璃組件耐燃試驗標準、CAN4-S106-M80 窗與玻璃組件耐燃標準試驗方法等進行測試。

(3) 耐燃電纜與貫穿部之防火填塞試驗

研修當日參訪耐燃電纜之多條電纜垂直燃燒試驗，其測試方法係該機構依 UL 2196 耐燃電纜試驗規定，將電纜置於燃燒爐進行燃燒試驗，監視其電壓、電流是否有異常狀況，判定電纜仍否維持正常功能，其耐燃等級係以小時為分級。此外，UL 亦針對電纜的管道間及貫穿部之防火填塞進行測試，測試標準依照 UL 2221 管道密封組件耐燃之標準試驗方法及 ISO 6944 通風管道之耐燃試驗等規定，將電纜及防火填塞或

管道埋入防火平面上，再將此防火試樣水平放置於燃燒爐內進行測試。

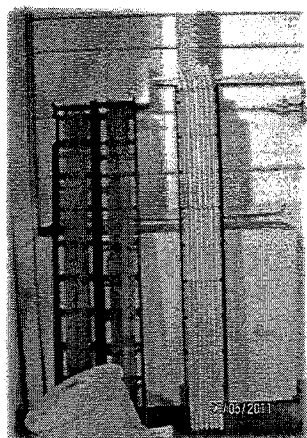


圖 1：依 UL 2196 實施多條耐燃電纜垂直燃燒試驗之樣品

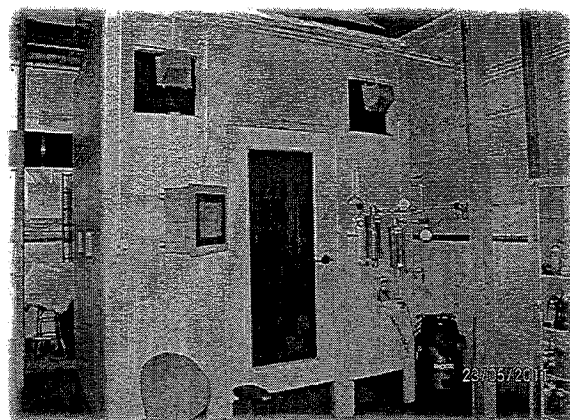


圖 2：耐燃電纜置放於燃燒爐燃及燒試驗情形

(4) 防火閘門之試驗

防火閘門是用在空氣管道間貫穿防火區劃部以隔離火焰蔓延，有關防火閘門係依據 UL555 防火閘門標準，分別將防火閘門組裝在具有垂直或水平貫穿部進行測試。防火閘門分為動態與靜態兩種類型，靜態防火閘門係在管道間或貫穿部可忽略或無氣流環境下閘門進行關閉測試，動態防火閘門係於火災發生時產生空氣壓力，而防火閘門在此空氣流速及壓力下測試能正常操作開關閘門，此外，亦需測試在水柱衝擊之下受熱關閉之閘門不會因此產生變形或破壞現象。

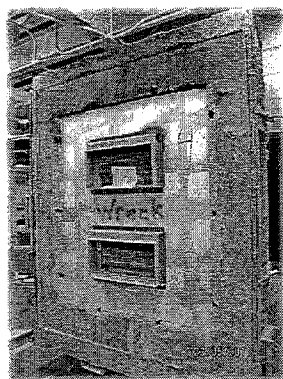


圖 3：依據 UL555 實施試驗情形及防火閘門樣品

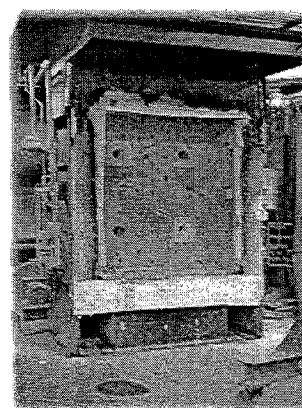


圖 4：防火閘門置放於燃燒爐燃燒試驗情形

2.水力實驗室

有關水力實驗室部分，茲分別針對密閉式撒水頭、閥類等試驗方法與標準分述如下：

(1) 密閉式撒水頭之試驗

此實驗室的場所為 30 *30 英尺的空間下，裝置一個 21 英尺*21 英尺的移動天花板，天花板可移動高度為 25 英尺，並可提供水壓為 7~200psi、流量為 700gpm，並由一旁之控制室可調整熱釋放率、水量、水壓、天花板高度等。另有一全尺寸大型燃燒實驗室，此實驗室主要係模擬大型倉庫火災之實際滅火效果，其空間為 120*120*55(H)英尺，具有油壓天花板 100*100 英尺，高度可調整範圍為 6~48 英尺，作為貨架倉儲撒水設備（乾式、濕式、防凍系統）之大型實體火災試驗，在天花板中央具有排氣系統，此廢氣淨化系統可處理每分鐘 6 萬立方英尺的淨化量，且具有 20 萬加侖的水槽，並連接到污水處理設備，符合環保的相關規定。

該機構係依據 ANSI/UL 199 自動撒水頭、ANSI/UL 1767 早期抑制快速反應撒水頭（ESFR）、ANSI/UL 1626 住宅用消防撒水頭、ANSI/UL 2351 消防水霧噴頭、UL 2167 細水霧噴頭等測試標準，進行不同撒水頭試驗，其測試項目包括耐燃試驗、撒水分布試驗、腐蝕和暴露試驗、動作與靈敏度試驗、機械強度和密封試驗、撒水實際放射密度（actual delivered density，ADD）試驗等，並採階段都普勒粒子分析儀（PDPA）和粒子成像速度場儀（PIV）量測撒水頭噴撒水滴的大小和流速。

在自動撒水頭標準之撒水分布試驗中，有 10 水盤試驗，其係將一顆撒水頭固定於天花板中央，第一盤中心對準撒水頭，量測用的水盤固定於馬達帶動的旋轉面上，速度每分鐘 1 轉。當一個水盤滿水或放水 10 分鐘後，量測最遠端的水盤需少於每平方米 0.07L/S 以下。依 ANSI/UL 1767 早期抑制快速撒水頭測試標準規定，ESFR 撒水頭之放水量 K 值規定為 11.2(162 L/min)及 14(202 L/min)兩種，其與 FM 2008 標準規定之放水量 K 值為 14(202 L/min)、16.8(242 L/min)、22.4(323 L/min)、25.2(323 L/min)四種並不相同。另撒水實際放射密度試驗儀器包含 20 個

0.5 平方米的收集量器，16 個收集器以 4 組每組 4 個方式，放置在離地面 90 英寸地方，並在每群組中央以 6 吋縱向及橫向分隔，另 4 個收集量器放置在位於 16 收集器下方收集水穿過煙道空間，火源放置排列八組三庚烷噴嘴，此噴嘴是能夠產生 0.1~3.5 兆瓦的上升火流，該設備常用於測試高架倉庫儲存配置貨品燃燒情況，來評估 ESFR 撒水頭穿透火焰到達貨架商品的滅火能力。

經比對國內密閉式撒水頭認可基準規定之功能試驗，其試驗方法大致與 UL 199 相符，惟國內係採用單向供水方式，而 UL 係考量在實務安裝現場有採用雙向供水方式，故其設備採雙向供水方式。單向供水方式其水流方向為單一方向，故會使撒水頭動作時承座與零件較易朝水流方向釋放，於通過此試驗後，如於將來現場系統採雙向供水方式安裝，可能會導致無法動作完全而產生沉積現象。再者，採行雙向供水方式，在撒水頭動作時水流方向較平衡，釋放承座與零件施力較平均，動作時較自然狀態下掉落，此試驗方式較符合現場實際安裝狀態，故建議我國撒水頭認可基準功能試驗，可參考修改為雙向供水方式以較接近實際安裝使用情形。



圖 5：UL199 10 水盤撒水分布試驗情形

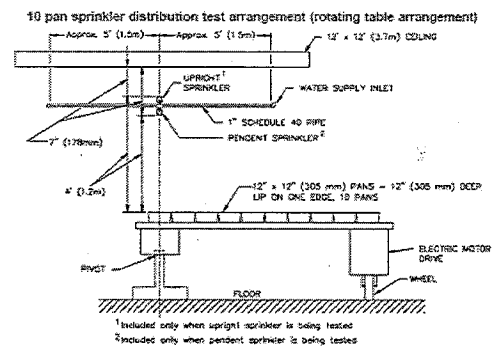


圖 6：UL199 10 水盤撒水分布試驗設備配置圖

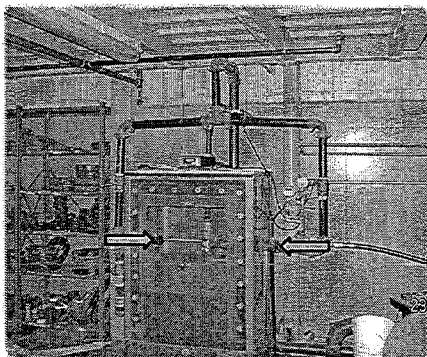


圖 7：UL199 撒水頭功能試驗設備（採雙向供水方式）

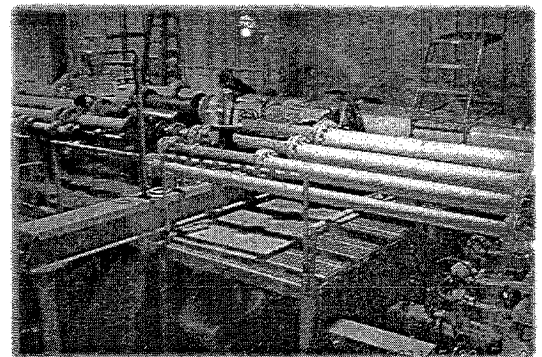


圖 8：UL 消防系統閥類各種尺寸之動作試驗用配管

(2) 閥門(件)之試驗

在建築中，各消防系統閥門(件)對於維持設備系統正常運作與保護人命與財產安全至關重要。UL 對消防系統各類型的閥門(件)進行研究、檢測、認證和標準開發等工作。該機構所認證閥門(件)包括用於通知消防隊的報警閥、防止水回流到供水系統的逆止閥，以及將水排放到開放式泡沫噴頭的一齊開放閥等，依據 UL 193 消防用警報閥、UL 260 消防用乾式管與一齊開放閥、UL 262 消防用閘閥、UL 312 消防用逆止閥、UL 1091 消防用蝶形閥等相關標準，閥門(件)必須通過耐洩漏、靜水壓、摩擦損失、操作、往復及老化等項性能測試項目。另消防系統所用的閥門(件)亦須依據美國國家防火協會(NFPA) 11, 13, 14, 15, 16, 20, 22 和 24 等標準進行安裝及使用。

3.滅火器實驗室

為檢測滅火器之滅火能力，UL 採用可燃液體和木材之實體火災實驗，來測試其對應特定等級火災之滅火能力，該機構工程師除逐項檢查滅火器的鋼瓶、閥門、壓力表、手把、噴嘴、虹吸管、標示和滅火劑等構件外，並測試滅火能力、操作性、噴射時間、承受溫度、振動、靜壓和保養情形。其測試主要係依據 ANSI/UL 8 (CAN/ULC-S554) 水藥劑滅火器、ANSI/UL 154(CAN/ULC-S503) 二氧化碳滅火器、ANSI/UL 299 (CAN/ULC-S504) 化學乾粉滅火器、ANSI/UL 626 (CAN/ULC-S507) 水滅火器、ANSI/UL 2129 (CAN/ULC-S566) 鹵化烷潔淨藥劑滅火器、以及 ANSI/UL 711 (CAN/ULC-S508) 滅火器分級與滅火試驗等標準。另有關安裝及維護規定，則依照 NFPA 10 手提滅火器安裝與維護標準辦理。



圖 9：UL 滅火器滅火試驗場及設備

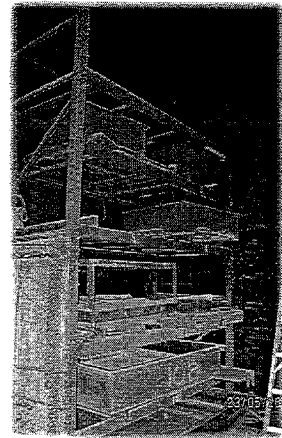


圖 10：滅火器 B 類滅火試驗使用之油盤

二、拜會芝加哥西鄧迪（West Dundee）消防隊

本次研習第三天的行程是拜會西鄧迪（West Dundee）消防隊，由隊長 Frank Buhrmann 率火災預防承辦人員 Rick Paul 等人，介紹消防隊空間設施，並解說有關美國基層消防隊執行消防安全及火災預防業務情形。

（一）西鄧迪消防隊之概況

西鄧迪為芝加哥的一個小村莊，當地人口約 7331 人（2010 年人口普查數據），西鄧迪消防隊於 1891 年成立，目前設有兩個公共安全中心，現有 14 位消防人員、全職人員以及 35 位約聘僱、兼職人員，其隊長為 Frank Buhrmann，火災預防主管為 Rick Paul，其目標係致力幫助居民減少火災、建築物等緊急事故之危險，並提供居民此類緊急事故之即時、有效及專業應變服務工作。

西鄧迪消防隊規模並不大，只有一輛消防車及一輛救護車，其車庫門平時係緊閉式，只有在出動時才將鐵捲門打開，其主要係考量避免裝備器材遺失或被不肖民眾偷竊所設計，同時亦因冬季常有下雪情形，用以確保室內保暖之措施，此與台灣消防隊車庫開放式設計有所不同，另由於分隊車庫屬密閉式空間，所以每輛消防車與救護車都有專屬的連結管接到每輛車的排氣管，將引擎發動時所產生的廢氣排放至戶外，才不

致累積於室內造成人員缺氧中毒。此外，每位消防隊員除執行救災任務外，都必須取得緊急救護訓練的證照，所以在消防車、救護車上也都設置簡易的救護器耗材，包含 AED 及氧氣瓶等相關裝備，俾利抵達災害現場，能第一時間執行救護工作。

另在 Frank 隊長介紹消防隊空間設施及設備時，發現分隊內部牆上陳列許多過去曾參與的重大救災事件所獲得獎牌及獎狀，此作法除可凝聚所有分隊同仁榮譽感與向心力，並成功塑造典範成爲後進學習榜樣，同時對在民眾心中樹立消防人員正面形象亦有很大的助益。

（二）火災預防業務之推動情形

1. 火災預防工作概要

西鄧迪消防隊係由火災預防檢查處（bureau）負責統籌火災預防業務與執行各項消防安全檢查事宜，其工作範圍包括年度消防安全檢查計畫之審查與檢討、執行每日例行檢查以及協助處理有關民眾與業者生命與財產安全相關工作，茲將工作事項說明如下：

- （1）提供維護民眾居住於建築物之生命財產安全之相關工作事項。
- （2）提供有關設置、維護與變更火警警報、滅火設備系統之審（勘）查相關工作事項。
- （3）實地檢查火警警報、滅火設備與其他消防系統，以確保民眾生命與財產安全。
- （4）透過相關公文書函、違規通告與出席法庭等，落實執行並使民眾遵守消防法令規定。

2. 擴大防火教育訓練的參與層面

該消防隊透過培訓學校教學人員、出版發行防火宣導教材，以及指導辦理防火安全研習課程活動等方式，以加強民眾防災意識，茲將相關工作分述如下：

- （1）協助指導各中、小學辦理防火安全研習課程與活動。
- （2）針對轄區內各公營事業機關之工作人員，辦理並指導 CPR(心肺復

甦術)與 AED 訓練教學活動。

(3) 協助轄區內居民及各公、民營機關與團體，辦理量測血壓等為民服務工作。

(4) 指導及審查轄區內居民及各公、民營機關與團體之生日派對安全計畫。

(5) 協助轄區內居民及各中小學、托兒所及青少年團體組織，辦理參訪消防隊事宜。

(三) 2010 年防火安全之執行成效

1. 2009、2010 年消防隊對於轄區內緊急事件反應時間，分別為 3 分 30 秒與 3 分 32 秒，皆低於國家規定之 4-6 分鐘。

2. 2010 年消防隊共計獲報 1266 件緊急事件(比 2009 年獲報 1199 件緊急事件較多)，其中 531 件為緊急救護案件，735 件為救災案件；另 735 件救災案件中，僅有 2 件建築物火災案件，其係因龍捲風之天然災害所引起公寓及辦公大樓火災。

3. 藉由該轄區內發生之社區火災 (Grand Pointe Meadows Subdivision) 案例，其起火點車庫之滅火設備撒水頭即時動作抑制火勢擴大，並未造成建築物財物損失，此為驗證裝設住宅用自動撒水設備確能發揮抑制火災之成功案例。

4. 推動社區火災保險計畫，並完成計畫之審查、執行、訂定火災保險分級，亦依火災保險等級及計算該地區可領取保費之條件下，推動執行各項火災預防措施，目前消防隊已達到 ISO 3 類保險等級之標準。

5. 執行 619 件商業用、一般住宅與多戶家庭等消防安全檢(複)查工作，其中計有 399 件違規案件。另火災預防檢查處亦審查 23 件計畫及 216 件火警警報、滅火設備系統報告。

6. 消防隊針對轄區之特定區域，每月定期檢查其警報系統能否正常發揮作動與功能。

7. 消防隊與西鄧迪消防員協會結盟，爭取 1000 美元基金辦理民眾防火宣

導活動，並取得全國消防安全活動組織補助經費，推動辦理中小學火災安全教育計畫。

- 8.消防隊雇用符合資格之兼職火災預防辦事員，每週工作 24 小時，並負責管理操作及維護消防局之消防安全檢查電子系統。
- 9.配合伊利諾州勞動檢查部，檢視工作場所相關書面資料，有無違反安全事項或危害健康相關標示，另也檢查消防安全設備外觀及功能是否符合規定。

三、拜會美國國家消防協會

本次研習第四天上午的行程是在旅美多年消防專家孔祥徵博士陪同下，拜會美國國家消防協會（National Fire Protection Association，簡稱 NFPA），該協會也由會長 James M.Shannon 率制訂標準規範部門 Christian Dubay、火災預防業務部門 Matthew J.Klaus、Kenneth R. Willette 與公關部門 Olga C. Caledonia 等主管與人員親自接待，介紹 NFPA 業務、法規標準體系、消防文件與消防標準等內容。其中值得一提的是，我國雖與美方並非邦交國，惟該協會秉持消防無國界的理念，將政治因素排除在外，並在該大樓升起我中華民國國旗歡迎我們一行人，此外，該協會也將目前較廣泛使用且中文化（簡體字）之消防安全相關標準（清冊如表 2）贈送我國由參訪人員帶回作為參考，除讓參訪人員特別感到非常溫暖與感動，也體會到該協會的專業與用心。

表 2 NFPA 贈送我國中文化之消防安全相關標準一覽表

標準及編號	標準名稱	備考
NFPA 11	Standard for Low-, Medium, and High-Expansion Foam	
NFPA 13	Standard for the Installation of Sprinkler Systems	
NFPA 13D	Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes	
NFPA 13R	Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and Including Four Stories in Height	
NFPA 14	Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems	
NFPA 16	Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems	
NFPA 17A	Standard for Wet Chemical Extinguishing Systems	
NFPA 18	Standard on Wetting Agents	
NFPA 20	Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection	
NFPA 25	Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems	
NFPA 72	National Fire Alarm and Signaling Code	
NFPA 130	Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems	
NFPA 318	Standard for the Protection of Semiconductor Fabrication Facilities	
NFPA 502	Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways	
NFPA 750	Standard on Water Mist Fire Protection Systems	
NFPA 1500	Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program	
NFPA 1901	Standard for Automotive Fire Apparatus	

(一) 美國國家消防協會概要

美國國家消防協會成立於 1896 年 11 月 6 日，總部位於美國麻薩諸塞州昆西，係為一國際性非營利機構，成立宗旨係向社會大眾提供及宣導有關防火安全規範及標準、進行研究、舉辦教育訓練，藉以減少全球對於火

災或其他災害所帶來的損失，並確保民眾生命安全。其會員來自世界各地 100 多個國家及專業組織，人數已超過 81,000 名。NFPA 建置 www.nfpa.org 網頁，提供各界查詢有關防火及人命安全之標準、規範與即時防火安全相關訊息，內容包羅萬象且涵蓋層面非常廣泛，例如於聖誕節期間，提供民眾使用聖誕樹可能引起火災之原因、防範措施等安全知識，以作為民眾防範火災之參考。

另外，該協會亦大力提倡公眾安全教育，包括定期舉行專題活動，例如防火週或其他教導兒童及青少年防火常識的活動或工作坊。同時，亦辦理有關防火安全專業講習訓練，例如，每年（約 6 月）舉辦全球性或地區性的大型防火會議及展覽會、研討會，舉辦網上課程、提供獎學金，並製作各類供培訓用之錄影帶。協會亦會編印有關防火安全的刊物，如通訊、期刊(NFPA Journal)及其他研究報告等。

目前該協會所制訂公布計有 300 多種以上規範與標準，其中最被廣泛使用的標準有 NFPA 1 消防規範 (Fire Code); NFPA 54 國家燃氣規範 (National Fuel Gas Code); NFPA 70 國家電氣規範 (National Electric Code); NFPA 101 生命安全規範 (Life Safety Code) 等，這些標準與規範在提升消防、建築與人命安全方面，具有重大影響與貢獻。另 NFPA 也進行許多消防相關研究，並成立查爾斯摩根技術圖書館(Charles S. Morgan Technical Library)，蒐集、分析重要之火災意外案件與整理相關消防文獻與檔案資料。另外，NFPA 也成立消防研究基金會(Fire Protection Research Foundation)，蒐集全球各地火災實驗相關檔案資料。

（二）標準與規範之制訂

有關 NFPA 制訂標準與規範過程如圖 11 所示，計包括 1.徵求提議 2.委員會提案討論。3.委員會審議。4.技術研究團隊之制訂 5.議事委員會審議及發布等 5 項嚴謹作業程序，故所訂標準與規範能廣受全世界各國採納與應用，並具國際化。一般而言，每項標準與規範從制訂到完成約需 2 年時間。

依上開流程，NFPA 各項標準與規範草案，並非由 NFPA 工作人員所撰寫，首先係由相關團體，經由規劃、編撰，與討論等 3 個程序，共同提出，其內容應包括 1.文件之範疇：主要說明規範之適用範圍、以及如何、何時、何地採用此規範。2.規範之參考資料。3.定義。4.系統要求。5.附錄資料（非強制性）等項。再經公開討論過程並獲致共識後，送由執法者（如消防局等政府官員）、特別專家（如諮詢者、工程師等）、製造商（如產品製造商和業界代表）、裝置/維修保養者（如承包商、系統檢驗員和設備經理）、使用者（如大學院校、公司行號代表）、保險業代表、勞工代表（如相關工會），以及研究/試驗代表（如登記合法之試驗室、研究單位）等共同組成之技術研究團隊審查，再由議事委員會審議及發布。

另 NFPA 理事會主要係負責頒布該協會制訂標準與規範之管理章程及一般行政管理事務，依上開管理章程規定，由 13 人擔任委員組成議事委員會，監督該協會標準與規範之制訂，以及處理相關爭議仲裁事宜，每位委員皆熟悉瞭解各標準與規範內容，並由相關領域之學者專家擔任，另也籌組 250 多個制訂規範之委員會及技術研究團隊（約 7000 多名相關領域之學者專家組成），並視各領域之需要，組成工作小組，原則上，每一工作小組制訂 1 項或該項系列之標準與規範，並由制訂規範之委員會協調處理相關標準規範間之競合問題，以確保標準規範之一致性。因此，有關 NFPA 各項標準與規範之制訂與審查工作，係由上開議事委員會，以及 250 多個制訂規範之委員會及技術研究團隊負責，各委員會及技術研究團隊除對所訂之標準與規範辦理修訂外，同時也負責答覆相關疑義解釋事宜。

再者，在美國各州政府大多並非自己制定消防法規，而係向 NFPA 購買後，公告成為當州的法律，同時，由於該協會制訂標準與規範過程公開、周延且廣邀各領域學者專家參與，雖參與 NFPA 委員會之委員均為不支薪，惟仍許多人將之視為榮譽，且樂意自費參與。此外，雖 NFPA 制定的標準與規範並無強制性，惟可做為法庭上的補充資料。

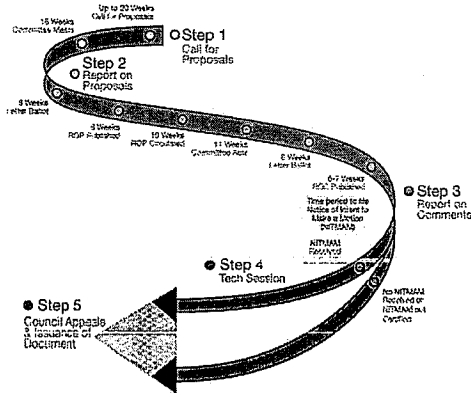


圖 11：NFPA 制訂標準與規範流程圖

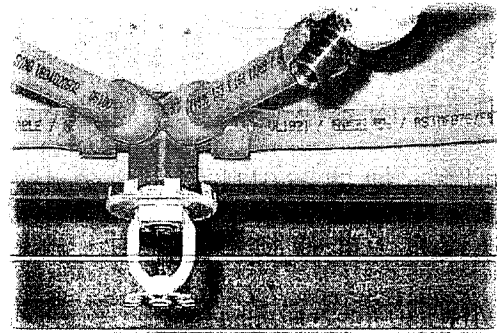


圖 12：依 NFPA 13D 家庭撒水頭配管及設置情形

(三) 消防滅火系統規範之介紹

有關 NFPA 滅火系統相關規範，茲分述如下：

1. 水系統相關規範(NFPA 20、22、24)。

(1) NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire

Protection，係有關消防幫浦之規定，內容包括額定之水壓和流量、設置於高樓層之規定，以及離心幫浦、垂直渦輪式幫浦、柴油與電力啓動及相關試驗規定等。

(2) NFPA 22 Standard for Water Tanks for Private Fire Protection，此規範

主要係有關水塔方面的規定，內容包括鋼製水塔(銲接水塔/門門式水塔)、壓力水塔、重力水塔、水泥水塔，以及供水之加熱等，另也提供安裝水塔之方法，採彈性之設計，根據系統要求設計所需水塔尺寸及控制盤位置，並無強制規定水塔類型；此外，亦規定老舊管線之可靠性及限制要求。

(3) NFPA 24 Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and

Their Appurtenances，此規範主要係有關消防主管及配管設計方面之規定，內容包括可靠之供水源(家庭管線與湖泊、水庫等)、管線尺寸、可允許之材質、地下管線，以及消防栓安裝等。

2.自動 (NFPA 13, 13R, 13D, 15, 750)及手動(NFPA 10,14) 滅火系統 規範

- (1) NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems 為自動撒水系統設置規範，此規範係以防護人命與財產安全為目標，並依危險或貨品之分類，決定撒水系統之動作區域、密度，系統組件包括管線、閥類、撒水頭與掛勾等，系統分為溼式、乾式、預動作以及一齊開放閥之系統。其安裝規定分為 A.常用撒水頭型(包括懸吊型、直立型、側牆型、早期抑制快速反應型、EC 設備型)。B.阻擋型。C.特殊型等 3 種。懸掛支撐系統規定需有防震與管道支撐，另在倉庫撒水頭之設置方面，則根據貨品種類、倉庫高度、貨架排列方式及天花板空曠程度等加以設計規劃。
- (2) NFPA 13R Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and Including Four Stories in Height, 為四層及以下住宅之撒水系統設置標準，此規範係針對住宅類型，以及包括四層樓建築設置自動撒水系統相關規定。NFPA 13D Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes, 為單/雙戶住宅之撒水系統設置標準，此規範係針對獨棟或雙戶家庭設置自動撒水系統之規定，基於符合成本效率及生命安全之考量，並納入多功能用途、可選擇不同構件等彈性措施。上開有關 NFPA 13、13R 與 13D 規範主要差異在於 A.供水 B.系統組成構件 C.水塔與幫浦 D.撒水障礙 E.撒水頭減(免)設(sprinkler omissions)等規定。
- (3) NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection, 為水霧滅火系統規範，此係有關設計及裝置水霧滅火系統之規定，其適用範圍包括易燃氣體與液體、電氣危險物(如變壓器、開關、馬達、電線等)普通燃燒物(如紙類、木頭等)與特定危險物(如揮發劑、煙火等)火災。

(4) NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers，係有關手提式滅火器標準，其將火災分爲 Class A（普通燃燒物質，如木頭、布料、紙類、橡膠，和許多塑膠製品、Class B（易燃液體、可燃液體與易燃氣體）、Class C（電器）Class D（可燃燒金屬，如鎂、鈦、鋰和鉀）等類型外；更增列 Class K 可燃性烹飪媒介物(蔬菜、動物油以及脂肪等)。

(5) NFPA 14 Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems，係有關立管與水帶之設置規範，其將系統分爲 1~3 級、手動或自動、乾式或溼式等類別。

3.特殊滅火系統(NFPA 11，12，17，17A，96)。

NFPA 11 Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam 爲有關高、中、低泡沫系統之規定，NFPA 12 Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems 爲二氧化碳滅火系統之規定，NFPA 17 Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems 爲乾粉滅火系統之規定，NFPA 17A Standard for Wet Chemical Extinguishing Systems 爲濕式化學滅火系統之規定，NFPA 96 Standard for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations 爲商業廚房作業與通風控制系統之規定。

4.其他相關標準與規範

另 NFPA 25 爲 Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems 爲水滅火系統之檢查、測試及維修標準，內容包括有關磨損、維修之定義、磨損後不可重新使用、內部管線檢查，與妨礙檢查等，其中規定維修爲每 5 年一次之原則，但因不同系統之特性，也會有不同維修週期。NFPA 3 Recommended Practice on Commissioning and Integrated Testing of Fire Protection and Life Safety Systems 則係有關係統整合測試之規定，其包括執行所有 NFPA 相關防火與生命安全系統之整合測試以及界定相關標準間之相關性與適用疑義等。

(四) 美國建築物火災案件之研究分析

為深入瞭解火災案件對人命危害之影響因素，並研究有效之防火對策，該協會蒐集 2009 年美國火災案件，計發生 1,348,500 件火災（如圖 13），造成 3,010 人死亡（如圖 14）、17,050 人受傷與 \$125 億美元財產損失。其中以建築物火災案件為最多，計發生 480,500 件，造成 2,695 人死亡、14,740 人受傷與 \$108 億美元財產損失。

從 2009 年美國建築物火災統計分析資料發現，計發生 363,000 件住宅建築物（包括住宅、活動組合屋、公寓與連棟房屋等，不包括旅館、汽車旅館，宿舍與營舍等）火災（如圖 15），造成 12,650 人受傷，2,565 人死亡（如圖 16），以及 \$76 億美元直接財產損失（不包括企業營運中斷等間接財產損失）。其中高達 95% 建築物火災有人員死亡案件係發生在家庭建築物，41% 家庭建築物火災與 36% 住宅火災人員傷亡係發生在廚房，因此，烹煮行為是造成家庭建築物與住宅火災造成人員傷亡的主因，此外，8% 住宅火災發生在臥室，造成 24% 住宅火災人員死亡、21% 住宅火災人員傷害與 15% 直接財產損失。另 4% 住宅火災發生在客廳、家庭娛樂室等場所，造成 23% 住宅火災人員死亡，經統計抽煙為住宅火災死亡之主因，同時 12 月、1 月與 2 月是住宅火災死亡之高峰期，同時，有 63% 住宅火災有人員死亡原因係未設置獨立式偵煙探測器或探測器未動作所造成。

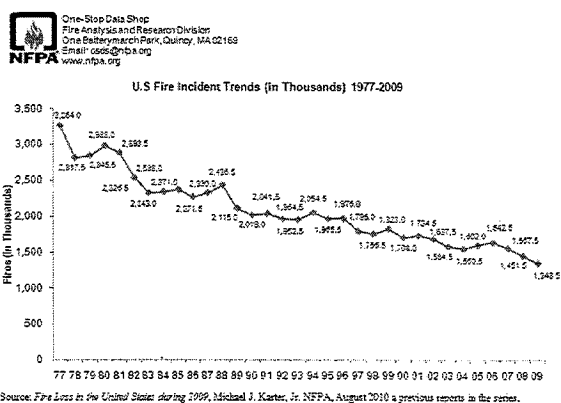


圖 13：美國 1977 至 2009 年火災案件統計數據

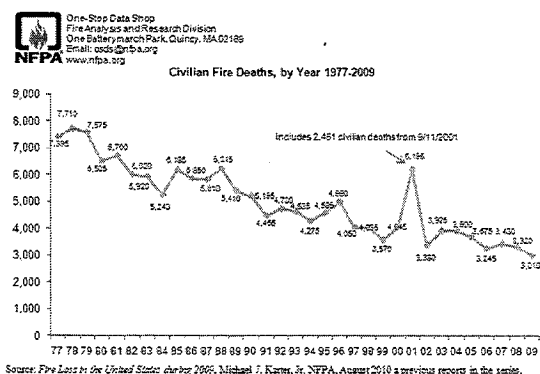


圖 14：美國 1977 至 2009 年火災人員死亡人數統計數據

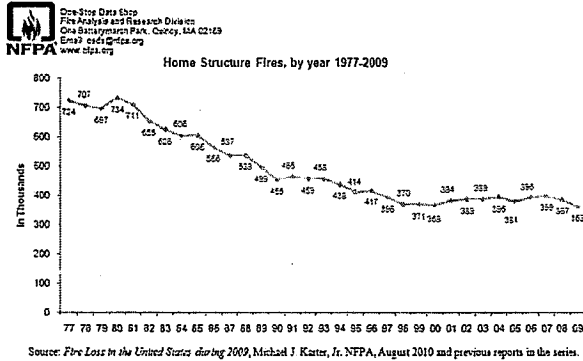


圖 15：美國 1977 至 2009 年住宅建築物火災件數統計數據

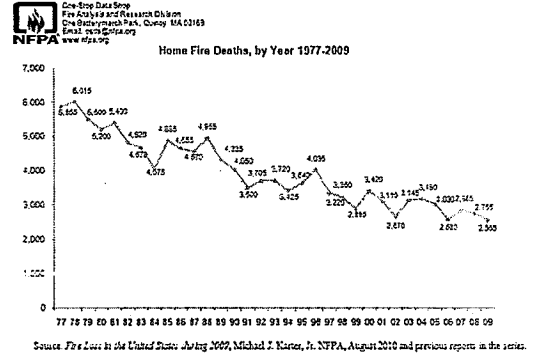


圖 16：美國 1977 至 2009 年住宅建築物火災人員死亡人數統計數據

四、拜會波士頓消防局

本次研習第四天下午的行程原訂係至波士頓消防局（Boston Fire Department）拜會，因該局當日臨時有重要活動，無法親自接待本次拜會事宜，爰該局考量節省參訪人員路途往返時間，改派當地消防副分隊長（Fire Marshal）Frank Kodzis 至美國國家消防協會說明介紹波士頓消防局概況。

（一）組織架構概要

波士頓消防局成立於 1678 年，是美國最早成立的消防專業單位，其係由 2 個組（division）、11 區（district）以及 70 個消防團隊（Fire Companies & Units）所組成。其中 2 組係包括火災搶救組（Fire Suppression Divisions）、火災預防組（Fire Prevention），另也設有訓練（Training）、特種作戰司令部（Special Operations Command）、緊急計劃與整備（Emergency Planning and Preparedness）等相關部門。再者，上開 70 個消防團隊係包括引擎車（Engine Companies）、雲梯（Ladder Companies）、高塔（Tower Company）、救助（Rescue Companies）、海上救援、隧道與密閉空間、危險有害物、行動指揮等功能團隊。此外，該局轄有 1 個消防學院（Fire Academy 及 35 個消防分隊（Fire Station）。

另有關人員編制部分，該局由局長（Chief of Department）負責統籌消防行政事宜，並配置 2 位執行長（Chief of Operations）、14 位消防副局

長 (Deputy Fire Chief)、59 消防區長 (District Fire Chief)、84 位消防隊長 (Fire Captain) 以及必要消防人員，有關上開消防團隊係由消防隊長統籌指揮管理所有消防事務，每一消防團隊係分為 4 個工作組 (working group)，每一工作組係由 1 位消防官 (officer) 以及 3~4 位消防員 (fire fighter) 所組成，全局共有 1611 名員工。

(二) 轄區火災特性

波士頓市所轄面積約 52 平方英里，由於該地區具人口密度高、街道擁擠狹窄、交通量大且各種鋼構、磚造、木造等建築林立等具高度都市化之特性，同時亦包括多達 4000 畝之公園、樹林及草地等廣大開放綠地，致所轄特有之許多建築物圍繞這些綠地之結構性原野區域 (structural wildland interzones, 簡稱 SWI) 特性。由過去發生火災案例顯示，火災之發生主要係受季節與氣象所影響，大多數火災發生在春、秋季節，其原因係政府允許居民自行燃燒秋天之樹葉，導致引發許多 SWI 火災。另如該年度夏季氣溫非常乾燥炎熱，火災件數也會隨之增加，惟大部分火災面積在 1 畝以內的範圍。

(三) 火災預防業務之分工

基於火災預防重於災害搶救，因此，消防局除要求所有消防人員接受基本防火專業知識訓練外，並負責執行地方之火災預防規則 (the local fire prevention code) 與國家之消防法令規定，針對轄區進行消防安全檢查，以防止火災發生並指導民眾改善各種不安全的行為。其中火災預防組 (Fire Prevention Division) 主要工作係規劃、推動、督導各種防火措施與事項，包括解決許多實務上之防火疑義、保存消防檢查記錄、核發許可證、調查火災原因以及辦理民眾防火教育宣導計劃等。另對於所有商業或複合用途住宅大樓定期列管檢查，並執行舉發違反消防法令相關行為，如限期不改善者，則移請法院強制執行，以維護公共安全。茲將火災預防組之分工摘述如下：

1. 居住證明審核 (Certificate of Occupancy) 科

針對新建住宅及商業用途建築物，所有人或使用人需提供有關防火安全相關資料，檢附相關文件向居住證明審核科提出申請，經波士頓消防局依居住證書測試與驗收標準（Certificate of Occupancy Testing and Acceptance Criteria）、測試規範（Sequence of Testing）、立管測試程序（Standpipe Test Procedures）、潔淨滅火藥劑系統設置記錄（Clean Agent Extinguishing Systems Record of Completion）等規定，由檢查員會同所有人或使用人辦理書面審查、現場勘查許可，並完成消防演練後，由市政府檢查事務局（Inspectional Services Department，簡稱 ISD）核發居住證明，始得營業與使用。

2.危險物品（Chemist）科

危險物品檢查員係負責檢查與測試列管之商船、營業場所、工廠、機構、旅館以及集合住宅等場所，其使用之內部裝修材料、家具以及裝飾物，是否符合波士頓防火守則（Boston Fire Prevention Code）第九條規定，其檢查項目除地毯、窗簾、布幕外，亦包括床墊、裝飾材料、地面鋪裝材料、帳篷及家具材料等。

3.建築安全科（Construction Safety Unit）

針對新建及增建、改建建築物，由消防局派員至現場檢查建築物之構造、使用範圍、消防管線配置及功能等，是否符合相關防火安全法規、標準及規範，並檢查有無違反消防安全法令之情形。其檢查項目除滅火系統、潔淨滅火藥劑系統（Clean Agent Systems）、偵煙探測器、火警警報、自動撒水系統、發電機等外，亦包括帳篷搭建、現場使用切割、燃燒與焊接、垃圾桶放置、地板修補及表面處理等。

4.防火工程（Fire Protection Engineers）科

主要係審查有關消防通道、消防車進入、與消防單位聯繫、消防栓設置位置及地點等相關計畫，此外，亦包括建築物煙控、火災通報、滅火系統、自動撒水系統、消防管線、消防幫浦配置、消防用水供應以及有關性能式防火設計及建築物避難逃生計畫之檢查，另該部門亦負責辦

理消防局各部門人員之訓練，並答覆有關建築與消防法令規範相關疑義與問題。

5. 一般檢查 (General Inspectors) 科

主要係依據馬薩諸塞州總法第 148 章規定 (Massachusetts General Law Chapter 148)，執行住宅用建築物 (包括建築物買賣交易) 之偵煙及一氧化碳兩種探測器之檢查，該項檢查係由申請人依獨棟使用、多戶住宅建築物之區分，支付相關檢查費。其中超過六戶住宅之建築物，係由波士頓消防局檢查一氧化碳探測器合格後頒發許可證，該項檢查許可證書有效期限係自檢查日起算 60 天。此外，該單位亦負責調查民眾檢舉有關違反消防法令規定之案件。

6. 內部系統/火災警報系統 (Internal Systems / Fire Alarm Systems) 科

此單位主要係負責波士頓市區之所有火災警報系統之檢查，包括新建、增建或改建之建築物及任何有關增設或變更火災警報系統之場所。

7. 實驗室安全 (Lab Safety) 科

依據波士頓消防局防火守則第 20.02 (C) 章節有關使用或儲存危險物品的定義，針對醫療、化學、物理或生物學科之試驗、分析、實驗、研究或其他類似場所，例如課堂實驗室、高壓滅菌室、藥局 (店)、或直接向患者提供藥物治療之醫療衛生機構、醫院或診所等處所，皆須由申請人向波士頓消防局登記許可並加以列管，同時申請人應於建築平面圖，清楚標明有關輻射影響範圍、需要實施加強管制輻射控制之程序、主要化學品儲存區、化學廢料堆放區、配電室、壓縮氣體、氮氣使用、人員無法自力避難處所，以及緊急狀況可能發生危害重大人命之區域等相關資訊。

8. 特殊危害 (Special Hazards) 科

特殊危害科主要工作係負責審查壁爐減少排氣、燃油爐、罐體之設置儲存與廢除、緊急發電機、加油站、露天停車場、危險物品運輸，以及特別活動等相關計畫與核發許可證，其中有關特別活動包括在戲劇、

電影、音樂會等使用之特效，或私人聚會、露營烹飪使用火源、發電機與燃料儲存等行爲。

9.特殊場所 (Special Occupancy) 科

此單位係由相關業務人員編組而成，負責定期針對波士頓地區之重要場所進行消防安全檢查，例如每季執行酒店、醫院與劇院等場所消防安全檢查；對於日間成人養護中心、兒童之家、宿舍與診所等場所，排定進行年度消防安全檢查；另亦針對學校、托兒所與幼稚園等每季辦理消防安全檢查。此外，該單位也負責審核與許可相關集會活動與場所、推動實施市政府新修正消防安全相關法令規定，此外，也針對酒吧、俱樂部與餐館等場所，於夜間定期由檢查員進行消防安全檢查。

10.夏令營安全檢查(Summer Camp Inspection)科

爲維護夏令營活動之安全，消防局依 105 CMR 430 Fire Code 消防規範，要求舉辦活動負責人應於事先訂定消防逃生計畫，載明有關營區位置及活動特性，經由檢查許可後，始得辦理夏令營活動。另消防局爲協助申請人了解相關申辦作業流程，已於該局網站提供相關申請程序、所需檢附文件、防火安全措施、消防演練檢核表單以及訂定消防逃生計畫之準則等資訊供民眾參考。

11.集會場所(Place of Assembly)科

由檢查員審查申請集會場所之相關計畫，包括建築物基本資料、自動撒水滅火與火警警報系統報告、儲存易燃/危險材料許可證明、消防幫浦測試報告、消防逃生報告、員工編組訓練報告與避難疏散計劃等，如申請場所爲新建建築物時，所訂計畫應檢附市政府檢查事務局與消防局之許可文件，以及 NFPA 13 有關人命安全評估報告及火災警報系統測試記錄等資料。

(四) 未來遠景與展望

由於未來發生大規模自然災害以及恐怖攻擊活動之可能性越來越高，消防工作職責與任務日趨繁重，該局目前正推動社區消防救災計劃

(Community Fire fighting program)，引進最新的消防滅火技術，提升政府救災能力，並加強有關辦理民眾防火教育宣導工作，此外，為提升有關化學、生物病毒與輻射災害救援能力，目前致力規劃推動跨部門人員培訓中、長程計畫，以強化救災指揮能力。此外，同時也致力提高消防局提供民眾更多樣性的服務，以滿足社會民眾之需。

五、參訪 FM 認證機構

本次研習第五天的行程是在旅美多年消防專家孔祥徵博士陪同下，參訪 FM 認證機構，並在水利實驗室主管 Mark D. Juitt 率工程技術人員 Richard B. Dunne、Robert B. Azimi 等人，介紹該機構辦理消防產品之驗證方法、標準、檢測實驗室及設備。

(一) FM 認證機構概要

FM 全球公司 (FM Global) 是全球工商業財產保險公司之一，亦係全球所信賴及肯定之產品檢測第三認證 (Third-Party Certification) 專業機構之一，為協助製造者生產具安全、高品質之產品，該公司以公正、客觀之工程技術與科學方法，堅守以最高測試標準認證產品之原則，提供有關產品研究、測試、認證與風險管理解決方案等各項服務，其工作項目包括研究、工程與 FM 認證等 3 大部分，以確保使用者生命安全及預防財產損失，並提供申請人採取防範財物損失，以及降低營運中斷風險之建議與措施，該公司目前有 1428 工程師，62746 檢查項目，制訂超過 250 項檢測標準與規範，同時，其認證服務達 130 多個國家以上，經 FM 認證之產品計超過 50,000 個，公司創立於西元 1835 年，公司名稱係取其推動工廠互助 (Factory Mutual, FM)、相互承保火災保險之作法而來，迄今已超過 170 年以上歷史，目前 FM 認證是在北美地區可提供偵測火花、火焰探測與滅火性能認證服務之國際化實驗室，亦是美國職業健康與安全管理局 (OSHA) 指定之國家認可檢測實驗室 (Nationally Recognized Testing Laboratory, NRTL)，同時美國阿拉斯加 (Alaska)、加利福尼亞 (California)、佛羅里

達 (Florida)、北卡羅萊納 (North Carolina)、俄勒岡 (Oregon)、華盛頓 (Washington) 及洛杉磯市 (City of Los Angeles) 等各州及城市，皆認可 FM 認證專業檢測實驗室及試驗報告。另該公司也是美國國家標準協會 (ANSI) 承認之標準制訂機構，亦獲加拿大國家標準與體系認證監管機構加拿大標準委員會之承認。此外，亦是歐盟 (EU) 指定之認證機構，提供建築產品 (CPD) 與適用於爆炸性環境產品 (ATEX) 之認證。

(二) FM 認證與分類

FM 認證範圍包括建築、消防、電氣以及與安全有關之產品，茲將認證產品範圍與分類分述如下：

1. 消防安全設備：包括自動撒水系統、閥類、消防幫浦、控制器、柴油引擎裝置、特殊防護滅火系統及細水霧滅火系統等。茲就滅火設備與火災偵測、信號與電氣相關設備分述如下：

(1) 滅火設備 (Fire Protection Equipment)：包括自動撒水滅火系統 (Automatic sprinklers)、水放出口 (Water-spray nozzles)、泡沫/清潔藥劑/CO₂ 滅火系統 (Fire extinguishing systems (Foam/Clean Agents/CO₂))、手提滅火器 (Portable fire extinguishers)、消防放水槍 (Fire Hose Nozzles)、細水霧系統 (Water-Mist Systems)、警報與蝶型閥 (Alarm and butterfly valves)、逆止閥 (Back-flow preventers)、消防泵 (Fire pumps)、流量計 (Flow indicators)、消防栓 (Hydrants) 等。

(2) 火災偵測、信號與電氣相關設備：包括緊急語音/警報通訊 (Emergency voice/alarm communication, EVAC) 系統、偵熱式探測器 (Heat detectors spot and line types)、控制面板 (Local control panels)、輻射能量 (火焰) 式探測器 (Radiant energy (flame) detectors)、偵煙式探測器 (Smoke detectors spot and aspirating types)、自動撒水系統監測和流水檢知器 (Sprinkler-system supervision and water-flow detectors) 等。

2. 建築材料：包括屋頂建材、屋面與牆面、天花板構件、熱煙口、隔熱、防火塗料、防火門、室內裝飾材料、與冷卻水塔等。
3. 危險場所使用之電氣設備、警報及信號系統、與安全相關系統與組件等。
4. 其他預防財產損失相關產品：如耐熱、耐燃電纜、潔淨室材料、防火塑膠貨架與電毯等。

此外，FM 機構也有性能式安全評估與認證、氣體檢測、一般電氣設備之檢測、ISO 9000 以及指定特殊規格認證等相關服務。

(三) FM 認證程序

FM 認證過程共包括 5 個程序步驟，茲分述如下：

1. 製造商申請

首先由製造廠商檢附認證產品或生產線基本資料、所在地、工作範圍、產品型號、規格等相關資料，向 FM 提出認證申請。

2. 提出企劃書及製造商授權

FM 經受理及審核申請案件後，提出有關辦理產品認證之工作範圍、費用、作業時程進度、測試方法、項目與所需樣本等資訊，製作完成計畫書 並與客戶簽訂契約書。

3. 書面審查、測試與首次檢查

由 FM 認證技術人員審查產品設計圖或規格等資料，確認是否與樣品一致，並依所訂標準規範及作業時程完成產品各項測試，如申請者為第一次申請或新製造廠（場）時，另由該機構派遣檢驗員至工廠檢查生產設施（備）之品管作業及程序。

4. 核發檢測報告及 FM 認證標示

當完成產品測試時，並複核相關產品檢測技術文件後，製作並完成

測試報告，其檢測樣品將視需要留存、歸還申請人或依其指定方式銷毀，同時將 FM 認證報告送交申請人，如試驗結果合格者，製造廠自報告簽署日起，該產品即可印製 FM Approved 標示，同時其產品也將列入 FM 認證（FM Approvals）發行之認證指南(Approval Guide)，並於網路上供各界查詢。

5. 追蹤檢查 (Follow-Up Audit)

為確保 FM 認證產品之可靠度與品質一致性，FM 機構定期會對製造工廠生產設施（備）進行追蹤檢查，其查核頻率則依據產品當地之主管機關（AHJs）相關法令規定辦理。

（四）FM 機構實驗室及設備

FM 機構係位於美國波士頓 743 Reynolds Road, Chepachet, RI 02814，擁有 1600 英畝(648 公頃)研發基地，包含火災實驗室(Fire Technology Lab)、自然災害實驗室(Natural Hazards Lab)、電氣危害實驗室(Electrical Hazards Lab) 與水力實驗室(Hydraulics Lab)等（如圖 17）。實驗室配置先進設備與專業工程技術人員，協助製造商設計、研發更先進、安全之產品，同時也協助國家進行爆炸危險相關研究，以了解更多有關可燃性粉塵爆炸之影響程度，以及預防與控制危害之防護措施，讓日常生活中影響民眾生命與財產損失之危險因子減至最低。茲將上開 4 個實驗室分述如下：

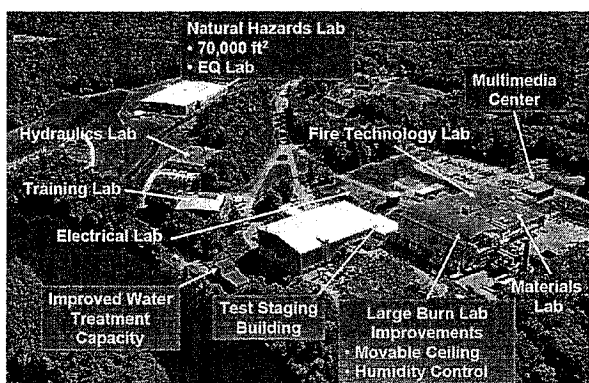


圖 17: FM 機構測試研發基地與各實驗室位置圖

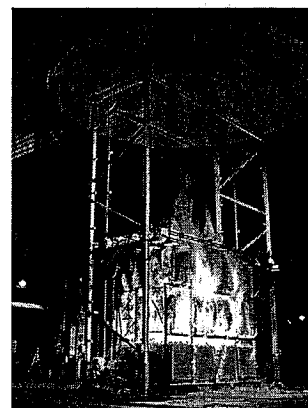


圖 18: FM 機構火災實驗室進行倉庫儲存貨架燃燒情形

1.火災實驗室(Fire Technology Lab)

火災實驗室主要是研究、測試各種產品、材料之燃燒行為與特性，藉由實驗量測各種不同狀態下之熱釋放率等數據，瞭解該產品之可燃性及防護措施。實驗室面積達 108,000 平方英尺(10,000 平方公尺)，係目前全世界同類型最大的燃燒實驗室，內部相關實驗設備佔地約 33,600 平方英尺(3,120 平方公尺)，其中設有兩個可移動天花板 80*80 英尺(24*24 公尺)，其高度可移動到 60 英尺(18.3 公尺)，此可讓倉庫儲存貨架範圍從高度 5 英尺(1.5 公尺)堆置到 55 英尺(16.8 公尺)，並提供研究人員模擬燃燒溫度達 1093°C 之全尺寸倉庫火災，藉此全尺寸之燃燒實驗，得以評估減少財產損失之解決方案，協助企業達成營運不中斷之目標。由於此實驗室具有精密的濕度控制裝置，以確保測試數據與結果之一致性，另實驗室設有數個中、小型之燃燒實驗室，且每天可同時進行數次火災試驗，以加速燃燒試驗作業時程。另外實驗室內設有 20MW 之超大型圓錐量熱儀，相較於 UL、大陸天津消防研究所與我國台南建築研究所之圓錐量熱儀為 10MW，此為目前全世界規模最大之量熱儀設備。

2.自然災害實驗室(Natural Hazards Laboratory)

自然災害實驗室面積約 6100m²，可模擬風速達 282km/hr，相當於 5 級颶風之強度，其測試項目包括測試強風造成帆布隆起，以及下雨、冰雹、強風之動態分析。

美國近年來遭受暴風、洪水和地震侵襲，對人命安全與財產損失構成重大之威脅，因此，該機構為研究減低這些自然災害損失之預防措施，因此，在 1992 年安德魯颶風(Hurricane Andrew)後，FM 機構成立此實驗室，並研究提供客戶相關具體防災對策與建議，經六年後遭遇喬治颶風侵襲所造成損失之統計分析數據顯示，共計使客戶減少約 2.5 億美元之損失。同時於 2005 年卡崔納颶風(Katrina)侵襲下，採行 FM 機構研究建議之客戶，也證明大幅減少 80% 以上之損失。因此，未來自然災害實驗室

將持續進行研究有關建築材料失效破壞之原因，並提出建築物抵抗大自然破壞之最佳化設計與防護措施。目前實驗室可模擬最惡劣天氣為風速 175 英里/小時（282 公里/小時）之颶風，此強烈風速可測試玻璃建築材料承受破壞之強度，特別是建築物之屋頂。另實驗室內部，配置冰雹槍、砲彈射擊等設備，可透過發射不同大小剛球之方式，模擬實際之冰雹、颶風等災害，確認有關建築物門、窗與牆板等材料耐衝擊及損壞程度。另也設置模擬三維地震震動強度之設備儀器，研究有關建築結構與其管道、儲存架等遭受不同地震強度之影響，以因應地震災害之潛在危險。另實驗室也設有紫外線（UV）量測器，評估建築材料長時間暴露太陽紫外線輻射之影響，並測試各種建築材料之加速風化程度，以更深入瞭解如何針對其特性，進行安全設計、裝置與使用。

3.電氣危害實驗室(Electrical Hazards Lab)

由於電氣設備為造成易燃氣體、液體與可燃粉塵建築物發生火災、爆炸之主要因素，因此，電氣危害實驗室主要係研究電氣設備及火源對環境危害之影響。該實驗室設置相關儀器與監測系統，由工程技術人員針對照明燈具、控制儀表及工業材料處理設備等產品，測試各種爆炸程度之試驗，以確保產品係符合 FM 或其他國際標準，使該產品於正常使用狀況下，不會引燃可燃粉塵或氣體，而發生火災、爆炸情形。

4.水力實驗室(Hydraulics Lab)

由於火災是全世界財產損失之主要因素之一，同時已有相關研究證明設置自動撒水系統可預防並大為降低火災損失。因此，FM 機構之研究及工程技術人員，於水力實驗室依所制定各項標準規範，進行嚴格科學實驗測試，讓撒水頭等消防設備充分發揮其滅火防護能力及確保設備系統可靠度，以達成節省經濟成本之效益。

水力實驗室面積為 22,300 平方英尺(2,070 平方公尺)，計有 7 座直立豎軸式渦輪幫浦，能產生每分鐘 10,000 加侖(38,000 公升)、125psi(8.5bar)

或 3,500 加侖(13,200 公升)、250psi(17.2bar)，高壓水流給水能力為 750 加侖(2,840 公升)、500psi(34.5bar)，儲水槽達 100,000 加侖(380,000 公升)。此實驗室分別有乾式與濕式之測試區域，由工程技術人員對撒水頭、接頭、閥件等消防設備組件進行摩擦損失、機械及環境影響等測試，以確保裝置與使用之功能、性能符合安全規定，同時，也協助製造廠測試及設計開發最低成本、價格合理之產品，同時符合可靠、安全、有效之目標。

本次參觀撒水頭之試驗設備有靈敏度 (Sensitivity - Response Time Index, RTI) 試驗機 (如圖 19)，該設備可算出每個撒水頭 RTI 值，依據 FM 2000 消防用自動撒水噴頭標準 (Automatic Control Mode Sprinklers for Fire Protection)，一般反應型撒水頭 RTI 應在 $80\sim 150$ (米-秒)^{1/2} 內，而快速反應型撒水頭 RTI 應在 50 (米-秒)^{1/2} 以下，其測試方法係依最有利角度與最不利角度分別測試，且均需符合上開標準規定。查大陸天津消防科學研究所亦有相同之設備，經比對國內感度熱氣流設備與 FM 靈敏度試驗機之差異在於溫度、風速及測試方法不同，故為與國際標準接軌，未來可參考該標準檢討修訂密閉式撒水頭認可基準測試方法與主要試驗設備內容。另有關撒水分布試驗，在 FM 標準撒水頭共有兩種試驗，一種為 10 水盤試驗，另一種為 16 水盤試驗，而側牆式撒水頭之分布採用為 100 水盤，圖 20 所示為 16 盤試驗，此試驗具有自動隨時偵測 16 盤量桶內的水量，經由主機之軟體計算每一水盤之接收流量，且該系統水盤亦可移動，增加撒水分布的種類，此採電腦計算分析之設備，可作為認可專業機構日後更新設備之參考。

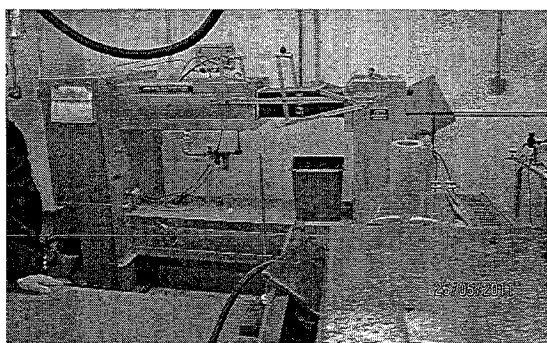


圖 19：FM 機構靈敏度試驗機

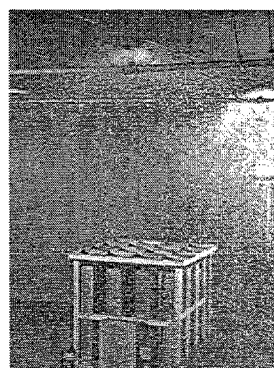


圖 20：FM 機構 16 水盤撒水分布試驗情形

另該實驗室有撒水系統之各式閥類性能測試，依據 FM 1041 Alarm Check Valves 標準規定進行閥座洩漏試驗，以 2kgf/cm^2 的級距測試是否有洩漏情形。其中閥體耐壓採用 48kgf/cm^2 進行測試，測試 4 次後檢視是否有異常現象。等價管長摩擦損失係在不同管徑、流速下進行測試。另在靈敏度試驗中，從 1.35kgf/cm^2 為壓力級距，測試 15L/min 或 75L/min 是否動作，並測試閥類動作後閥門動作速度；反覆試驗係開啓與關閉閥門 5 萬次為 1 週期，共進行 6 週期後，檢視閥門開啓、關閉是否正常。此外，實驗室依 FM 2000 Automatic Control Mode Sprinklers for Fire Protection、FM 2008 Early Suppression, Fast Response Automatic Sprinklers、FM 2030 Residential Automatic Sprinklers for Fire Protection 等標準，進行實際放射密度 (Actual Delivered Density, ADD) 試驗，此標準已成為全世界常引用標準之一。

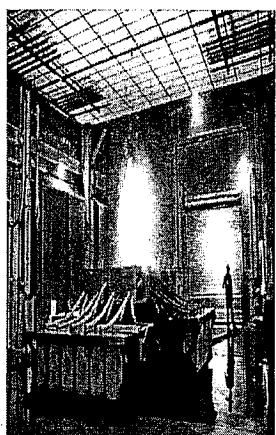


圖 21：FM 機構進行密閉式
撒水頭實際放射密
度試驗情形

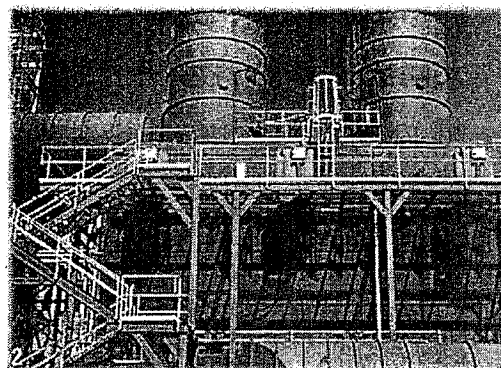


圖 22：FM 機構燃燒實驗室之濕式靜電
沉澱技術空氣排放控制系統

5. 實驗室之環保措施

自 2008 年起，FM 在建置該研發基地時即採合乎環保之設施與措施，以減少對周圍環境之危害。為維護、確保空氣品質，於燃燒實驗室採用濕式靜電沉澱技術之高效率空氣排放控制系統，空氣排放淨化能力為 $8300\text{M}^3/\text{min}$ ，以有效清除空氣氣流之塵埃、煙霧等細顆粒物。另廢水

處理係採用封閉式之循環水處理系統，廢水處理能力為 780L/min，並定期由專業人員檢測與維修，以確保廢水處理之品質。

六、拜會紐約消防局

本次研習第六天的行程是拜會紐約消防局（Fire Department of New York，簡稱 FDNY），由該局火災預防組副組長 Joseph Woznica 率 Anthony Hsuen 等多位相關業務承辦主管及人員接待，介紹火災預防業務概況、911 恐怖攻擊事件之策進作為與消防安全管理執行成效等內容。

（一）組織概要

紐約位於美國大西洋海岸的東北部，是世界第四大會區、美國最大城市及第一大港，也是全美國人口最密集的重要城市，其分為曼哈頓、皇后、布魯克林、布朗克斯與史坦登（Staten）島等 5 個行政區，每一區皆為自治之單位，轄區面積 321.8 平方英哩。紐約消防局建於 1885 年，是世界上第一支近代專業消防隊，亦是全球十大消防組織之一，至 2010 年底，計有 10,786 位消防隊職員，3,184 位 EMT 和護理人員，120 名消防官（fire Marshals），379 名檢查員（Inspectors），183 名派遣員（Dispatchers）及 1,067 專業技術人員。

（二）火災預防業務之推動情形

紐約消防局主要係依據紐約市規則（NYC Rules）與紐約市消防規範（NYC Fire Code）規定，執行各項消防安全檢查措施，致力將民眾生命與財產損失之危害減至最低。

消防局火災預防組（Bureau of Fire Prevention）包括建築物資料管理（Building Records），貨物燃料安全（Bulk Fuel Safety），指揮中心（Central Station Monitoring），法制（Enforcement），爆炸控制（Explosive Control），陳情投訴（Field Complaints），火災警報檢查（Fire Alarm Inspection），火災調查記錄（Fire Records），滅火系統（Fire Suppression Systems），載運危

險品貨車檢驗 (Hazardous Cargo Vehicle Inspection)，高層建築檢查 (High-Rise Inspection)，有害物質與實驗室檢查 (Hazardous Material and Laboratory Inspection)，公共集會檢查 (Public Assembly Inspection)，公共建築與學校檢查 (Public Building and School Inspection)，公安認證 (Public Certification)，科技管理 (Technology Management) 與公共運輸安全 (Public Transportation Safety) 等單位所組成，另有關消防局組織架構如圖 23。

另有關消防設備及產品之查驗部分，主要係由科技管理 (Technology Management) 組負責審核有關防火建材、滅火與警報等各項消防安全設備及產品業務，另由消防局派員執行查驗消防產品是否符合消防法令規定，且該項檢查係由申請人付費，同時檢查結果如有違規情形，將自檢查當日起，以書面通知申請人於 30 天內限期改善。如申請人未能於依限改善者或提出相關改善證明時，則處以罰鍰，另如違規情節嚴重或對人命安全有重大危害之虞時，亦將移請法院處以危害公共安全之刑責。

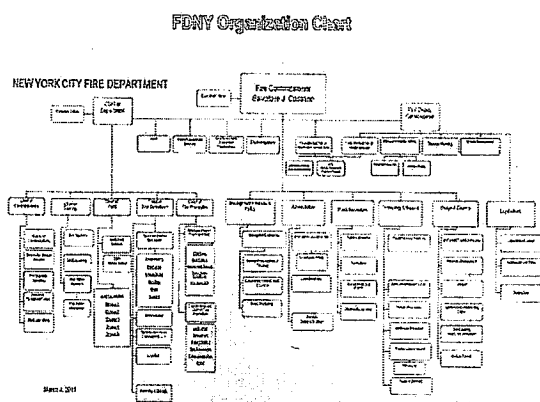


圖 23：紐約消防局組織架構圖



圖 24：紐約消防局製作老年人防火安全手冊

(三) 加強民眾防火安全宣導措施

紐約消防局透過檢討分析火災統計資料，業針對易致災行爲(使用蠟燭、抽煙、廚房烹飪、使用延長線插座、天然氣等)、避難弱者(兒童與老年人等)、假日、季節(冬、夏季)、住宅公寓等各項議題，提供專屬防火安全宣導手冊(如圖 24)，並建置於網站供民眾瀏覽。茲將加強民眾防火安全宣

導重點分述如下：

- 1.由於使用延長線易造成電源插座超載與過熱，並引發住宅火災，故請民眾使用電暖器、冷氣空調設備或電冰箱等耗電量大之電器時，切勿連接使用延長線。
- 2.由於吸煙者引起住宅火災之比例，比不吸煙者高 7 倍以上，同時吸煙亦是造成住宅火災老年人死亡之最主要原因（如圖 25），故請民眾切勿躺著抽煙，尤其在想睡覺、服用藥物或飲酒時，此外，抽完煙之煙蒂應以水徹底熄滅後再丟棄。
- 3.由於住宅火災有 35% 比例係因烹煮食物時人不在現場造成（如圖 26），故請民眾烹煮食物時不要離開廚房，並穿著短袖及合身衣服。
- 4.由於住宅火災中發生人員死亡之案件，有 70% 係因未裝設獨立式偵煙探測器或其功能失效所造成，且其死者大多數為老人及兒童。故請民眾每層樓、每間居室應設置獨立式偵煙探測器，並維護其正常功能，以確保民眾生命財產安全。
- 5.由於濃煙與火、熱會危害民眾生命安全，同時逃生至相關安全區時間最多僅有 3 分鐘，故請民眾平時應制訂火場逃生計畫並加以演練，同時於火災發生時，應迅速逃離屋外、關上門，並於逃至安全處所打 119 求救。
- 6.因造成幼童死亡之火災原因常是兒童玩火柴或打火機所引起，因此請民眾應將火柴及打火機放置兒童拿不到的處所，同時兒童應隨時有成人在旁看顧，以免發生危險。
- 7.因使用蠟燭引起住宅火災造成人員死亡之案件，有半數以上是未滿 20 歲，因此，使用蠟燭時，應保持隨時有成人在現場，以免發生危險。

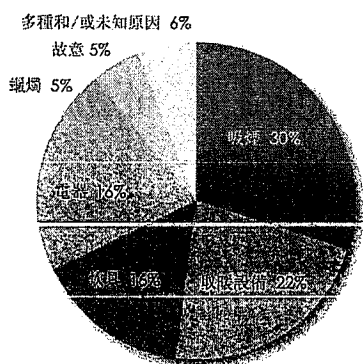


圖 25：住宅火災造成老年人死亡之原因分析圖

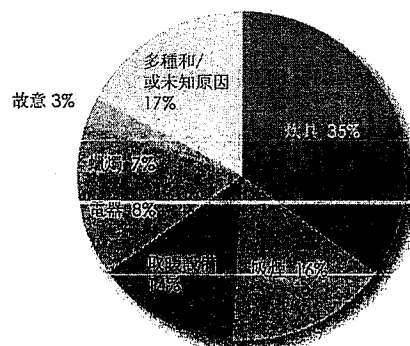


圖 26：造成住宅火災之原因分析圖

(四) 911 恐怖攻擊事件之策進作為

依據麥肯錫公司 (McKinsey & Company) 事後檢討報告指出，紐約市在 911 恐怖攻擊事件中，當時所的通訊系統完全中斷，甚至包括行動電話在事發幾小時內也無法使用，且有 343 名消防和 23 名警察人員在救援行動中喪生殉職，其中包括好幾名消防局高階指揮官。

經檢討發現紐約消防局 32 名高階幹部中，其中有 26 人抵達災害現場，由於第一次面臨這麼大規模的災害，加上事先並未充分分工，因此，多位到達災害現場高階幹部並不清楚本身的任務，且其中部分高階幹部甚至有 15 年平時未接受過任何消防訓練，因此，該報告提出高階指揮官應留在消防局負責指揮調度事宜，而不應前往現場。同時，報告亦指出，消防局的無線電通訊系統老舊問題，使得指揮人員在消防隊員進入世貿大樓後便與其失去聯繫，造成無法即時掌握世貿大樓建築物火勢燃燒情形等資訊。再者，消防局人力不足，與警察局等單位彼此溝通協調聯繫不足，許多到達現場消防與警察人員並未按規定向指揮站報到，指揮人員命令其部署在世貿大樓周邊，卻有不少人直接進入到大樓內部。因此，在檢討 911 恐怖攻擊事件後，該局除增聘消防人員，加強與警察等救災相關單位之通訊及協調分工事宜等救災能力外，茲將有關防火安全策進作為分述如下：

- 1.紐約消防局為因應隨時可能發生之恐怖攻擊活動，並提升市民防災意識與能力，正積極辦理有關消防人員與民眾天然與人為災害應變之教育訓練。
- 2.依規定平時民眾辦理消防演練每年至少 1 次，惟在實務執行上也常遇到民眾願意配合不高或應付交差了事等情形，因此，爰加強落實消防演練，請管理權人對於歷次辦理消防演練之紀錄資料，應詳實登載於專用簿冊供消防人員查核，如發現未依規定辦理消防演練時，則依規定加以處罰。
- 3.加強有關施工建築物之消防安全管理與檢查，另亦針對不同職業人員，加強所需防災知識，例如，針對焊接工人與餐廳廚師等使用危險物品人員，分別規劃辦理適用之防災講習訓練課程，經講習合格後，發予合格證書，以提升防災應變能力。
- 4.由於許多民眾於災害發生時，仍會使用電梯避難而造成人員受困情形，同時也發現許多民眾並不瞭解避難逃生之正確方向與路線，而產生同一樓層之人員各自往上、往下等不同方向避難，造成火災現場衝突、混亂情形，因此，修訂相關規定，要求災害發生時，所有電梯皆應自動降至 1 樓避難層，同時，針對高層建築物，請管理權人平時針對不同災害情境及樓層，考量包括屋頂直升機之起降救災、引導各樓層人員適當正確之逃生方向、提供詳細煙控圖說、緊急關閉空調系統將火災侷限於起火層等情形，訂定緊急避難疏散計畫，並配合平時管理與使用危險物品人員應備專業合格證照措施，由消防人員至現場指導民眾辦理消防演練，另亦請建築物所有人員皆須參與，由每位民眾依規劃避難路線實際逃生至安全集合地點，以熟悉災害應變過程，並針對過程所發現相關問題，研提改善因應對策。

此外，紐約市為促使民眾重視及配合消防安全法令及措施，規定如有建築物消防安全設備等違反消防法令，該建築物將無法買賣及移轉產權，

另為簡化消防裁罰之行政作業程序，有效遏阻民眾違規之行爲，亦規定消防人員所開立違規罰單之罰鍰可逕向裁罰人收取現金；另對相關消防裁罰訴訟案件之審理程序，也統一由速審速判之簡易行政法庭辦理。

（五）消防安全管理執行成效

2010 年紐約消防局統計所轄各分隊計出勤 102 萬 9819 次，其中火警與緊急救護合計為 50 萬 7430 件，其中共撲滅 45212 件火災，經調查疑似縱火案件有 6623 件，同時也執行 287224 次消防安全檢查，因此，該年度紐約市火災死亡人數為 62 人，已較 2009 年火災死亡人數（73 人）大幅減少 11 人，同時也是近 25 年來（1985~2010 年）火災死亡人數減至最低的年度（如圖 27）。

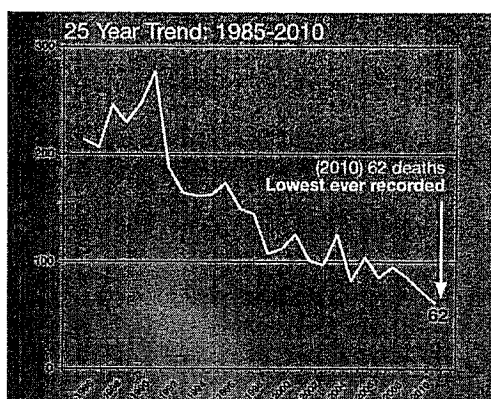


圖 27：1985~2010 年紐約市火災死亡人數統計圖

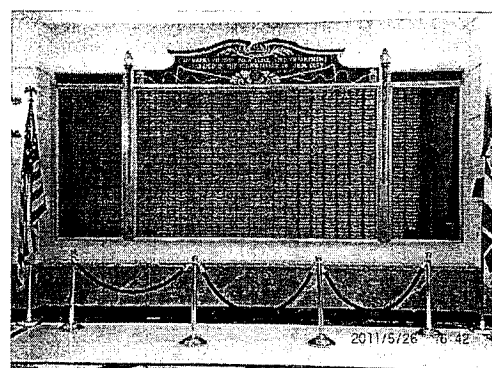


圖 28：紐約消防局在入口大廳為面犧牲奉獻消防員所設置之紀念牆

紐約消防局近年來推動火災預防重要作為之一，係對於執行施工中建築物（Deutsch Bank building）之搶救任務，造成 2 位消防員殉職之案例，而新成立施工建築物專責檢查單位（the Construction, Demolition and Abatement inspectional unit），此外，也重新修訂有關消防員於執行建築物消防安全檢查程序與計畫，並將高層建築物檢查列為重點工作，另也加強紐約消防與市府負責有關人命安全檢查相關單位（特別是建築管理局）相互間之聯繫與合作。

經由相關火災統計分析資料可知，目前紐約市之住宅安裝獨立式偵煙探測器的比例已達 97%，但仍有 33% 以上之住宅因裝設之獨立式偵煙探測器無法發揮功能，最常見原因係民眾為防止浴室蒸氣或廚房油煙引發誤報情形，探測器無裝設電池或切斷其電源，造成民眾生命未獲得安全保障，此外，計有超過半數以上發生人員死亡之住宅火災案例，係在晚上 10 點至凌晨 6 點之睡眠休息時段，同時學齡前兒童及 65 歲以上老人在於家中失火喪生之比例係其他年齡層的 2 倍，所以，除持續加強呼籲民眾維護所裝設獨立式偵煙探測器之功能正常外，亦請民眾平時應制訂火場逃生計畫，並確實動員全家成員加以演練，以確保生命財產安全。

另為防範冬季時民眾發生一氧化碳中毒案件日益增高，以及防範在密閉不通風之居室，因使用燃氣（或燃燒木材）壁爐、烤爐與乾衣機、熱水器等加熱設備功能異常，產生高濃度一氧化碳危害人命安全等情形，紐約市政府第 7 號地方法律規定（Local Law #7），每一住宅，包括獨棟、2 戶與多戶家庭住宅皆須設置一氧化碳偵測警報器，不論新建或舊有合法之住宅均適用，且該法令自 2004 年 11 月起生效實施。

最後，Anthony Hsuen 於拜會行程結束後，陪同參訪團人員至紐約消防局門口，此時參訪團成員發現紐約消防局入口大廳旁有一面刻滿名字的牆面（如圖 28），Anthony Hsuen 說明那些人是紐約消防局成立以來，所有消防殉職人員，包括救災、救護及行政人員等，此紀念方式讓參訪團成員非常感動，一日消防、終身消防，在消防局內紀念為消防犧牲奉獻的弟兄，不僅讓同仁以身為消防人員為榮，更能對消防工作凝聚榮譽感與向心力，才能讓民眾感受到消防人員的辛勞與付出，進而提升民眾對於消防人員之認同感。俗話說：「敬人者，人恆敬之；自重者，人恆重之。」，因此，為讓消防同仁心目中也有可凝聚向心力的精神指標，建議我國也可參考此於消防機關內設置紀念牆或紀念碑之方式，榮耀這群為消防付出生命與熱血的英雄。

肆、研習心得與建議

一、運用民力推動消防進步

在美國運用民間組織推動消防進步之作法，已顯見其成效，並可達成政府與民間雙贏局面。例如，美國各州政府消防法規制訂及修訂，大多係由民間機構 NFPA 等所研擬，同時由該機構各領域專家組成之委員會及技術研究團隊經嚴謹之審查、辦理聽證會等過程，在獲所有社會大眾的認同後，才公諸於世，各地方消防機關再依該地區特性，選擇其適用的法規，並取得 NFPA 同意使用後，公告成爲該州政府的法令作爲執法之依據。在台灣，消防法明訂防火管理制度、委託消防設備師士檢修申報制度之後，大幅降低火災的傷亡與損失。可見藉由立法手段，善用民間力量，確實可以獲得極大的成效。未來，爲順應消防產品由民間機構自主認證趨勢，規劃針對消防類產品品質委由民間機構試驗及發證，以及引用新技術、工法或設備申請審核認可案件委託民間機構辦理審議等議題，研究評估相關法制作業及配套作法，以貫徹「民間能做的，政府就不做」施政理念，並符合簡政便民、精簡政府人力之政策目標。

二、重視火災調查與回饋預防對策

此行赴美期間主要參訪紐約消防局等 3 個機關與 NFPA 等 3 個民間機構，印象非常深刻的是，不論是政府機關與民間機構，均重視並蒐集歷年火災案件並加以統計分析其原因，作爲民眾防火安全教育與推動相關火災預防措施之依據。此種透過「火災調查」的手段，才能將「火災預防」、「教育訓練」、「火災搶救」真正形成循環與連結。例如，紐約消防局透過檢討分析火災統計資料，業針對易致災行爲(使用蠟燭、抽煙、廚房烹飪、使用延長線插座、天然氣等)、避難弱者(兒童與老年人等)、假日、季節(冬、夏季)、住宅公寓等各項議題，提供專屬防火安全宣導手冊並建置於網站供民眾瀏覽。另爲降低冬季民眾一氧化碳中毒案件，更促使紐約市政府通過立

法，自 2004 年 11 月起規定住宅皆須設置一氧化碳偵測警報器。

其次，透過災害調查，部分案例還可提供作為防災教育的教材。例如，NFPA 於聖誕節期間，於該網站提供使用聖誕樹可能引起火災之原因、防範措施等安全知識，藉此將寶貴的經驗，傳達給更多人知道。未來，可以深化火災調查功能，蒐集更多有關火災案件之消防設備是否動作、自衛消防編組避難引導、初期滅火是否啓動落實等資訊，並擇定適合我國國情特性的議題，例如高齡化社會的趨勢、防範縱火等課題，實施國內本土化的調查研究，針對問題，診斷出真正原因所在，並加以檢討政策層面得失，作為火災預防政策規劃與推動之參考。

三、推動接近真實情境之消防逃生演練

對一般民眾而言，除了透過新聞媒體之外，是難以親身體會火災的脅威。因此，我國消防法規定一定規模供公眾使用建築物應定期辦理消防演練，目前正推動高層建築物、老人安養中心等重點場所避難演練及驗證，有關計畫部分，可參考紐約消防局經歷 911 恐怖攻擊事件之策進作法，除對不同職業別之人員，分別辦理適用防火安全講習訓練課程外，同時應考量不同災害情境、樓層、人員之避難引導、詳細煙控圖說、空調系統運作、屋頂直升機救災等情形，訂定消防防護計畫，並全員實際體驗並熟悉逃生路線，透過深化消防計畫內容，喚起民眾參與配合意願，同時也讓民眾真正體認「自己生命，自己保護」(自助)、「接受幫助→幫助別人」(互助)之精神與重要性，以及最高核心價值「人命安全」，使逃生演練過程接近於真實情況，以發揮防火管理成效。

四、強化住宅消防安全設備之防護功能

為因應住宅火災是造成建築物火災人員死亡的主要原因，因此，美國紐約已全面要求住宅應設置獨立式偵煙探測器，現設置比例已高達 97%。相較於我國住宅火災亦有類似情形，為因應世界潮流、保障一般民眾生命安全，業於中華民國 99 年 5 月 19 日立法，要求住宅需設置住宅用火災警

報器。因此，為落實上開法令之推動執行，未來因應我國民情，可規劃朝推廣、獎勵與補助等方式與作法，逐年分期提高設置比率，以減低住宅火災之發生。此外，亦可參考紐約市為防範冬季民眾一氧化碳中毒事件，自2004年11月起立法規定住宅須設置一氧化碳偵測警報器作法，以及西鄧迪住宅因裝設自動撒水設備即時動作抑制火災，並未造成財物損失之成功案例，研究評估住宅設置一氧化碳偵測警報器及住宅撒水系統之必要性、可行性及推動方案，以強化住宅消防安全。

五、結合相關專業維護消防安全

為減少火災所帶來人命傷亡及財產損失，除透過完備消防安全法令，並落實執行消防安全檢查工作外，亦可參考結合其他相關專業單位權責法令之作法，經由提高誘因或限制民眾之權利義務方式，共同維護消防安全，例如，可與保險機構合作，推動社區火災保險計畫，透過落實火災預防措施，該地區得以減低保費支出；其次，與建築、地政機關合作，強制規定建築物之消防安全設備如違反消防法令，則所有人無法買賣及辦理產權移轉；另亦可與法務機關合作，簡化消防裁罰之行政程序，讓民眾願意配合做好消防安全管理等，有關上開作法可邀集相關權責機關團體共商，規劃可行作法及配套措施，俾提高民眾對於消防安全的重視，同時也使人民生命與財產更有保障。

六、強化消防器材設備認可管理體制

（一）推動消防產品後市場管理與追蹤檢查機制

目前我國消防認可制度係以落實產品出廠前品質管理之理念，實施型式及個別認可，為符合世界各國消防產品認證由強制性朝自主性認證方向發展之潮流，有必要簡化型式及個別認可之程序，轉變為產品出廠前之品質管理由廠商自行負責，而將後市場管理列為重點，並建立產品生產工廠及後市場之定期或不定期抽測機制，基此，未來將針對目前公告之認可品目，考量各類消防產品特性，參考美國 UL、FM 等國際檢測機構之定期工

廠查驗與追蹤檢查（Follow-Up Services）作法，適時檢討修正「消防機具器材及設備認可作業要點」或認可基準等相關規定，俾確保消防產品品質並符合國情需求。

（二）調和消防認可基準與國際接軌

由於 UL 與 FM 等機構是全球公認產品安全標準與測試認證之公正專業機構，且均制訂發布多項消防產品測試標準，亦積極參與歐、美等先進國家多項計畫，基此，為提升我國消防產業水平與競爭力，未來本署將偕同認可專業機構持續蒐集歐、美、日消防法規、新知、設備技術規範與認可基準等，並分析比較試驗方法、流程與設備等差異性，針對已頒布之認可基準及相關試驗作業規定導入國際化標準，邀集產官學界與公會代表，就國外檢測作法、國內檢測能量、認可業務執行現況等，適時檢討其適用性，另對於認可業務及相關作業程序等，亦一併納入檢討修訂範圍，以使認可作業與基準能調和國際標準，並與國際接軌。

七、提升認可專業機構試驗技術能力及品質

（一）促請認可專業機構參與國際標準規範之制訂

由於國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）、NFPA 具有訂定國際標準規範之經驗與專業能力，且與國內認可專業機構財團法人消防安全中心基金會、中華民國技術顧問基金會均屬民間檢測機構性質，基此，為輔導專業機構持續投注專業人力、設備及教育訓練，精進消防檢測作業品質，該機構應積極規劃申請參與國際標準組織

（International Organization for Standardization, ISO）會議或透過申請成為觀察員列席與會，再者，亦可申請參與 NFPA 制（修）訂消防產品標準規範等方式，建立與國際接軌管道，提高國際能見度，並可藉以掌握國際消防安全標準發展趨勢，積極引導台灣消防產業發展方向，進而帶領產業邁向國際水準，創造更多藍海新商機。

（二）加強與國外檢測實驗室之技術交流

由於專業機構試驗技術、設備校正及品質管理，是建立試驗公信力之基礎，為提升認可專業機構之試驗能力，本署除持續要求專業機構建立實驗室專業技術人力及檢測標準作業程序，取得國內實驗室認證機構（Taiwan Accreditation Foundation, TAF）認證、ISO 品質認證外，專業機構可透過與 UL、FM、CNPP、日本消防設備安全中心等國際檢測機構簽署交流合作協議、定期派員觀摩研習或透過邀請該機構專家辦理檢測技術國際研討會等方式，加強技術合作與交流，並提出未來認可作業重要工作事項與創新、突破性作為，以提升消防類產品檢驗水平，有效漸進邁入國際化。

（三）評估專業機構消防檢測報告相互認可之可行性

由於 UL 係允許使用製造商自設或其認可之實驗室辦理產品認證試驗，如 UL 委託國立成功大學防火安全研究中心（防火實驗室）辦理防火塗料及燃燒實驗等業務，基此，國內專業機構之消防產品檢測報告如能與 UL 相互認可，可大幅降低業界赴國外送驗之作業時間及成本，提高產品競爭力，因此，為逐步推動消防認可測試報告與國際試驗機構相互認可之目標，應由專業機構先行研究分析我國與 UL、FM 機構彼此對於消防產品之安全檢測規範差異性，再針對有關委託試驗之產品種類、試驗項目、檢測技術人員、方法與設備等，研議評估可行性與推動作法，以提升我國檢測機構技術能力達國際上檢測之水準，進而使國產消防產品能走向全世界。