

# 自動滅火系統應用於國家檔案庫房之初探

The Application of Automatic Fire Extinguishing System  
for National Archives Repository

許化霖 Hsu, Hua-Lin

國家發展委員會檔案管理局檔案典藏組專員

Executive Officer, Archives Preservation Division, National Archives Administration, National Development Council

## 壹、前言

國家檔案庫房係典藏國家檔案之空間，國家檔案具有永久保存價值，記錄了政府機關的業務運作及決策過程，為具永久保存價值的文化資產。如何妥善典藏國家檔案，不受天然災害及人為因素而損毀，為今世與後代子孫留存國家發展經驗及人民共同記憶的重要的課題。

國家發展委員會檔案管理局（以下簡稱檔案局）自成立以來，不遺餘力積極查考國內外文獻及出國考察汲取經驗，俾籌建國家檔案庫房及國家檔案館，以妥善保存維護各種檔案媒材之國家檔案，並提供民眾應用服務，發揮檔案功能。然而，要落實國家檔案庫房之建置，必須考量各類災害防護與環境控制，例如防火、防水、防震、防光、防蟲、溫溼度控制及安全管理等措施。另外從國外的文獻得知，各種災害中，尤以火災造成之損壞為最，因此，國家檔案庫房之防火規劃便值得深思及探討。

有關消防安全設備的選用，除須符合我國消防法等法令規定外，如何於設備啟動作用時，減

少或避免其對檔案造成傷害，例如水損、煙損，便顯為重要。本文除概述傳統自動撒水系統及海龍替代藥劑滅火系統外，亦針對國內較少見的細水霧滅火系統進行初步探討，以瞭解其滅火原理，提供未來建置國家檔案庫房時之參考。

## 貳、國家檔案庫房消防安全設備設置考量

### 一、消防滅火設備選考量

建置國家檔案庫房，首先必須符合建築及消防相關法規，惟僅符合國內法規並無法滿足檔案庫房需抵禦各類災害與環境控制的需求，並且最低限度的消防安全設備，恐於火災生成滅火完成的過程中已造成檔案的損害，還包括滅火設備的使用，例如室內消防栓瞄子射水造成檔案水損、散落及破損等，故如何早期預警並選用較不影響檔案永久保存的滅火設備，以確保檔案於火災過後其受損程度較低，實需審慎評估後再使用，以妥善典藏國家檔案。

## 二、火災簡述及滅火方法

火災的發生，多數是由於人的疏忽或人為縱火所造成，因此可以藉由人的努力和方法來防止或減低，而物質要發生燃燒，需要具備一定之條件，亦即氧（ $O_2$  空氣）、熱能（Heat 溫度）、可燃物（Fuel）及連鎖反應（Chain Reaction）四者兼備，亦稱為燃燒之四面體。四者缺其一，燃燒即無法發生，即使發生也無法持續。因此，滅火方法可歸納出 4 種，分別為：窒息法、冷卻法、除去滅火法及抑制法，茲分述如下：

- （一）窒息法：將氧氣（ $O_2$ ）自外部加以遮斷，阻絕可燃物與空氣接觸之方法。此法又可分為：
  1. 不燃性氣體覆蓋法：將不燃性氣體（二氧化碳  $CO_2$  或氮氣  $N_2$ ）朝可燃物傾注，阻絕可燃物與氧氣接觸。
  2. 不燃性泡沫滅火法：因泡沫與燃燒物混合的情況下，泡沫所含之水份會因熱而蒸發為水蒸氣，而泡沫本身會遮斷空氣（ $O_2$ ）供應，達到阻絕效果。
  3. 不燃性固體覆蓋法：燃燒面積若不大時，可使用沙、土、等不燃性固體覆蓋之，阻絕其與空氣之接觸，達到滅火效果。
- （二）冷卻滅火法：利用滅火藥劑之冷卻效果降低燃燒溫度，達到滅火效果，通常以水為最經濟實用之滅火藥劑。
- （三）除去滅火法：乃將燃燒物由火源中移除，減低燃燒面積之滅火方法。
- （四）抑制連鎖反應法：利用化學藥劑於火焰中產生鹵素（或鹼金屬）離子，奪取燃燒機構之氫離子或氧離子，阻礙燃燒現象而產生負面之觸媒效果；如乾粉滅火器等（註 1）。

## 三、國家檔案庫房環境及火災防護要求

國家檔案庫房係具有一個小時以上防火時效之密閉空間，為維持其環境溫溼度將配有空氣調節設施，並考量安全管理以避免人為破壞或縱火，設有門禁管制及監視系統，以及人員作業所需的照明與資通信設備。因此，為避免前述設備引發火災，應將空調製冷、製熱設備設置於庫房外，並依照國內「用戶用電設備裝置規則」施作、安裝相關用電設備，杜絕庫房內火災生成。

為降低火災災害損失，必須設置火警探測器，因檔案媒體類型多屬於紙質類，其火災特性較屬熱分解及悶燒火災，宜採偵煙式探測器，及早偵測火災發生，移報火警受信總機，由相關搶救人員反應並處理後續。

因檔案庫房存放大量紙質檔案且為密集方式存放，其火載量（Fire Load）高，火災一旦發生，將造成蔓延，致使整個防火區劃內的檔案嚴重受損，因此，國家檔案庫房如無自動滅火設備，單靠警報設備偵測火災，再由人員進行滅火，當人員到達火災現場時，恐其火勢已無法由手提滅火器完成滅火，如採室內消防栓設備，又有水損等考量。另因國家檔案庫房屬密閉空間，當人員將門開啟進行搶救時，其外部空氣自然對流進入室內，將造成火勢增長，並使煙霧蔓延，甚至可能發生復燃，影響人員安全。

因此，國家檔案庫房設置自動滅火設備有其必要性，本文參考國內「各類場所消防安全設備設置標準」及國外美國國家防火協會（National Fire Protection Association，以下簡稱 NFPA）標準等相關文獻，介紹適合國家檔案庫房之自動滅火設備，如傳統自動撒水系統、海龍替代藥劑滅火系統及細水霧滅火系統之間滅火原理及滅火性能，供國家檔案庫房建置時之參考。

## 參、適合國家檔案庫房之消防滅火設備介紹

### 一、傳統自動撒水系統

#### (一) 系統簡介說明

自動撒水系統係我國常見的消防安全設備，利用水作為滅火劑，透過加壓送水裝置（消防幫浦）將水送達防護區域，以控制、抑制火災。

根據我國「各類場所消防安全設備設置標準」規定，自動撒水設備主要有 4 種類型，分別為密閉濕式、密閉乾式、開放式及預動式。其簡述如下：

1. 密閉濕式：平時管內貯滿高壓水，撒水頭動作時即撒水。
2. 密閉乾式：平時管內貯滿高壓空氣，撒水頭動作時先排空氣，繼而撒水。
3. 開放式：平時管內無水，開放閥一啟動，水才會流入管系撒水。
4. 預動式：平時管內貯滿低壓空氣，以感知裝置啟動流水檢知裝置，且撒水頭動作時即撒水（註 2）。

#### (二) 滅火原理與性能介紹

火災發生時，將伴隨著煙霧、高溫火光與氣體，因檔案庫房屬密閉空間，煙與高溫氣體會蓄積於天花板下方。密閉式撒水頭，其撒水頭係利用玻璃球或金屬元件作為感熱元件，受熱膨脹後，使玻璃球破裂或易熔元件熔斷的感應方式將水撒下。

自動撒水系統其主要滅火原理係冷卻，即切斷燃燒四面體中的熱能供應，使燃燒中止。火災發生時，火勢將以著火點為中心依序向外延燒，一般最靠近火源的密閉式撒水頭因周圍溫度達到動作溫度，首先破裂動作，當水源開始撒下，一部份的水穿過燃燒的火焰與煙霧到達燃燒

物的表面，直接冷卻燃燒所產生的熱量，另一部份的水預先淋溼周圍的可燃物，增加其它可燃物燃燒所需的能量，以減緩燃燒速度或防止火災的延燒，並可冷卻燃燒所產生的煙霧與高溫氣體，避免建築物損壞及保護生命財產。若撒水冷卻火災所產生的熱量，致燃燒釋放的有效熱量低於繼續燃燒所需要的熱量，火災將逐漸熄滅。反之，火災無法有效控制或抑制的話，將使其它周圍撒水頭陸續破裂，直到火災熄滅（何岫璵、周宗平，2012）。有關火災控制與火災抑制的定義，根據 NFPA13（Standard for the Installation of Sprinkler Systems 自動撒水系統設置標準）說明如下：

1. 火災控制（Fire Control）：透過水分布在著火的區域，減低熱釋放率，並預先淋溼火災周圍的可燃物來限制火災規模，並同時控制蓄積於天花板附近的氣體溫度，防止建築結構損壞。
2. 火災抑制（Fire Suppression）：釋放出來的水，直接和充分地穿過火羽流到達可燃物的表面，大幅降低火災的熱釋放率並防止火災再生（NFPA13, 2016）。

就火災控制而言，自動撒水系統啟動後未必能一舉將火勢完全撲滅，而是減緩火勢成長、限制火災規模、防止或減緩火勢延燒到周遭，並透過消防警報設備，經由相關搶救人員將之撲滅。

#### (三) 系統選用考量

考量國家檔案庫房所典藏檔案類型大宗為紙質類，與圖書館類似，所以參考 NFPA909（Code for the Protection of Cultural Resource Properties - Museums, Libraries, and Places of Worship 博物館、圖書館、宗教場所、歷史遺產等文化資源保護標準）其附錄列舉了許多火災案例有無設置自動滅火設備的比較，可以得知有設置自動滅火設備的場所，因火災而受損的程度較小。前揭文獻並指出，早期博物館與圖書館不設置自動撒水系統的



原因，係考量其水損問題，惟自動撒水系統已證明其有減少火災損失的價值，其功能可探測火災起火點、引起警報聲響、控制或抑制火災，以及移報信號至火警受信總機，後續可通報消防有關單位請求協助等優點。

另外，NFPA 232（Standard for the Protection of Records 檔案防護標準）其附錄也指出，檔案與圖書館等管理人員已漸漸可接受自動撒水系統可保護檔案及書籍資料，並理解撒水系統雖會造成輕微的水損，卻可以緩和嚴重火災的損害。因此防護檔案庫房最有效及經濟的自動滅火系統為自動撒水系統，理由如下：

1. 自動撒水系統僅需要最小的水量。
2. 自動撒水系統的撒水頭為獨立運作，當偵測有火源且達一定溫度狀況，撒水頭才會運作及撒水。
3. 溼掉的檔案可進行修復，燒掉的檔案則難以回復。

基此國家檔案庫房設置自動撒水系統係可行的方案，美國、加拿大國家檔案館檔案庫房普遍採用自動撒水系統（林人立、許尹馨、郭銘昌，2014）。

有關前揭 4 種類型，其中密閉乾式，因我國非處於寒帶地區，雖不致發生系統管路內水結冰而造成管路堵塞影響系統運行的問題，然密閉乾式系統會有放水延遲現象，因此相較其它類型，較不適用。

另外，開放式撒水頭因不具有探測火警的功能，需藉由火警探測器或感知撒水頭破裂後連動一齊開放閥開啟，或由人員操作手動啟動裝置使一齊開放閥開啟；若火警探測器發生誤報，將使大量水源撒下，造成不必要的水損。考量國家檔案永久保存，必須以最少的水量達到控制或抑制火災，因此較適合國家檔案庫房類型應為密閉濕式與預動式撒水系統。

其中預動式平時撒水頭的配管內無水，係藉

由高靈敏性的火警探測器，預先探測火災，並連動流水檢知裝置（預動作閥），允許水進入到撒水頭的配管內，待撒水頭感溫破裂後進行撒水；相較於密閉濕式，可避免因管漏意外或撒水頭因機械及局部受熱等因素導致誤放水，而造成水損；但其系統較複雜，因此建置成本及後續維護經費較密閉濕式為高。

## 二、海龍替代藥劑（潔淨藥劑）滅火系統

我國「各類場所消防安全設備設置標準」尚無潔淨藥劑滅火系統的標準，但可申請潔淨藥劑滅火設備審核認可，惟檔案庫房如採用非替代「各類場所消防安全設備設置標準」規定之消防安全設備，將屬於自行設置。

### （一）系統與滅火原理簡介

目前市面上常見的氣體滅火設備，係屬於海龍（鹵化烷）替代藥劑，通常稱為潔淨滅火藥劑（Clean Agent），一般為不導電之液化氣體或可壓縮氣體，根據 NFPA2001（Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems 潔淨式藥劑滅火系統標準）定義為不導電、易揮發或蒸發後不留殘渣之氣體滅火藥劑，主要分為惰性氣體（Inert Gas Agent）與鹵化碳化合物（Halocarbon Agent），其簡述如下（NFPA2001, 2015）：

1. 惰性氣體：其成分為氬（Argon）或氬、氮及二氧化碳混合氣體，釋放後，若人員還停留在防護區域內，因氧氣濃度已下降，其中比例較少的二氧化碳，可刺激呼吸，使人能從空氣中吸取較多的氧氣量，以維持生命。例如 Inergen（IG-541），又稱為煙烙盡，其滅火原理是改變防護區域內空氣的成分，讓空氣中的氧氣濃度下降，使燃燒不能持續而撲滅火勢，屬物理方式。該類氣體無環保問題，但其所需鋼瓶數量相較鹵化碳藥劑為多，佔用空間大。

2. 鹵化碳藥劑：其成分為一種或多種氯（Cl）、氟（F）、碘（I）元素的有機化合物。例如 FM200（HFC-227ea），其化學式為  $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$ 。其滅火原理為冷卻及抑制連鎖反應，屬物理及化學方式。但隨著地球暖化與溫室效應議題，該類滅火藥劑，將逐步被限制甚至禁用。

## （二）系統選用考量

國家檔案庫房為典藏大量檔案，每一間庫房面積具一定規模，如採氣體方式滅火，就經濟效益而言，將比傳統自動撒水系統花費更高的建置成本，且需要儲存氣體容器的空間，另還需考量日後維護保養、空調通風及事後排氣配套等問題，以避免屆時無法正常啟動或未能確實撲滅火勢；但因氣體較不受檔案架遮蔽影響，故其保護檔案效果較傳統自動撒水系統佳。

另外「各類場所消防安全設備設置標準」有設置二氧化碳滅火設備的規定，但考量檔案庫房環境較屬於 A 類火災，其火災特性，容易造成復燃，且二氧化碳用於滅火時，其濃度恐對檔案管理人員產生致命的影響，因此，二氧化碳不適用於檔案庫房。

## 三、細水霧滅火系統

國內訂有各類場所消防安全設備設置標準，但是尚無細水霧滅火系統的規定，因此參考美國國家防火協會頒布的 NFPA750（Standard on Water Mist Fire Protection Systems，細水霧滅火系統標準），說明如後。

### （一）細水霧標準的緣起

西元（以下同）1993 年，來自工程界、科研部門、細水霧系統的製造商、保險公司、行政管理部門和工業用戶的代表，組成了美國國家防火協會細水霧滅火系統技術委員會（NFPA

Technical Committee on Water Mist Fire Suppression Systems），該委員會開始編制用於規範細水霧技術的 NFPA 標準，作為設計和安裝的依據。1996 年，提交了細水霧滅火系統設置標準（NFPA 750），並獲得美國國家防火協會的批准，成為美國國家標準。目前亦是國際上公認及遵循的標準（NFPA750, 2015）。

細水霧系統早在 20 世紀 40 年代被使用，當時主要用於乘客渡輪。後來因為環保問題，世界上許多國家於 1987 年簽屬蒙特婁公約（Montreal protocol），限制氟氯碳化物的製造、銷售及使用，以避免臭氧層的破壞。海龍（鹵代烷）滅火劑因此被逐漸淘汰，也提供了發展細水霧系統的誘因。

### （二）細水霧的介紹與滅火原理

細水霧滅火系統其構造類似於傳統自動撒水系統，亦有密閉濕式、密閉乾式、開放式及預動式四種操作方式，其差異在撒水頭構造與系統工作壓力。

根據 NFPA 750，細水霧噴嘴在工作壓力範圍內，於距離噴頭 1 公尺處測得的 99% 體積水滴粒（ $DV_{0.99}$ ）應在 1000 微米（ $\mu\text{m}$ ）以下。細水霧噴頭本身含一個或多個限流孔，藉由噴頭構造及壓力或其它介質方式將水滴微粒化。於火災發生時，將水均勻分布至整個防護區域或對象物，以達到快速火災控制、抑制及撲滅的目的（NFPA750, 2015）。

水的比熱為  $4.187\text{KJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ，其汽化熱為  $2,226\text{KJ}/\text{kg}$ ，使一公升的水由  $0^\circ\text{C}$  升高至  $100^\circ\text{C}$  約需要提供  $418\text{KJ}$  的熱量，另需要  $2.26\text{MJ}$  的熱量將其變成水蒸氣，並且  $1\text{kg}$  的水汽化後，體積約增為 1,700 倍，可降低燃燒區域內的氧氣濃度。另外蒸發只會發生在液體的表面，所以每單位體積的水有較大的表面積時，可吸收更多火災熱量，因此有較好的滅火效能。傳統撒水系統在一

般的火災中灑水，其相對較大的水滴只有小比例能夠透過蒸發帶走火災熱量，大部分會保持在液態。

一般而言，使用細水霧滅火系統的關鍵是提供非常小的水微粒（Water Mist），提高單位水量的表面積，增加火焰對細水霧的熱量傳遞，使細水霧被升溫及汽化成水蒸氣時吸收大量火場熱量，以提高冷卻效果，並藉由細水霧微粒質輕，比較容易隨著火場的熱渦流或其系統賦與之動能進入火源中心來冷卻火羽流（Fire Plume），並在火勢附近，因水被蒸發，其水蒸氣稀釋氧氣濃度，以窒息火焰。另，漂浮在空間內的細水霧及其水蒸氣能衰減輻射和對流熱能，降低回饋至燃料表面的輻射熱，以及防止或減緩閃燃現象，以達成火災控制、抑制與撲滅。

### （三）細水霧滅火性能目標（Fire Performance Objectives）

1. 火災控制（Fire Control）：
  - 1) 降低熱量對結構物之影響，預防閃燃發生，維持結構體之完整性。
  - 2) 降低火災對人員的威脅，減少生命損失。
  - 3) 降低火災的特性，像是減低火災的成長速度、熱釋放率或延燒至鄰近可燃物。
2. 火災抑制（Fire Suppression）：急劇降低火災熱釋放率，並防止火災復燃。
3. 火災撲滅（Fire Extinguishment）：完全抑制火災直至火場中無燃燒狀況（NFPA750, 2015）。

### （四）細水霧滅火系統壓力與粒徑

細水霧噴頭其孔徑小，為避免水源雜質造成堵塞，需有過濾水源裝置，並且若無足夠壓力驅動，反而造成放射的阻力，因此壓力是細水霧系統的重點之一，以管路曝露壓力可區分如下：

1. 高壓系統： $P \geq 34.5\text{bars}$ （500psi）

2. 中壓系統： $12.1 < P < 34.5\text{bars}$

3. 低壓系統： $P \leq 12.1\text{bars}$ （175psi）

因其壓力大的緣故，其配管管材多為不銹鋼材質，以便承受壓力及避免鐵鏽阻塞，而影響系統滅火效能。

細水霧粒徑大小的分佈與滅火能力之間的關係是相當複雜的問題。通常，比較「小」的粒徑將增強吸收熱能和產生更多水蒸氣。就 B 類火災而言，細水霧粒徑過大可能會攪動燃料表面增加燃燒強度，研究表明，撲滅 B 類火災細水霧粒徑需小於  $400\ \mu\text{m}$ 。但是，對於 A 類火災而言，較「大」的細水霧粒徑卻可以幫助細水霧穿越火羽流精準到達燃燒物的表面，滲透至碳化層以達潤溼效果，可改善深層燃燒、悶燒現象，但若燃燒處於表面或於封閉空間內，粒徑較「小」之細水霧仍可控制 A 類火災。因此細水霧粒徑不是決定滅火能力的唯一因素，相對於火焰的噴射方向、速度和噴水強度等都有密切的關係（NFPA750, 2017）。

目前，細水霧滅火系統沒有通用的設計方法，不同製造商所設計的系統，其細水霧放射密度、噴嘴間距與滅火性能之間的關係並不一致，因此，細水霧滅火性能需藉由試驗予以確認。

### （五）細水霧選用考量

就國家檔案庫房環境而言，細水霧滅火系統如採用密閉濕式，撒水頭為獨立運作，因其水量及水滴粒徑較傳統撒水少及小，可減少水損，其控制、抑制滅火性能理論上較為有效。若採用開放式，建議以全區放射方式將細水霧分佈至檔案庫房，因其環境較具密閉性，如設計得當，較不受檔案架遮蔽影響。

細水霧滅火系統，其滅火性能比傳統自動撒水系統佳，且其用水量少可降低水損程度。但細水霧系統其噴頭、管路材質、過濾裝置、加壓幫浦等設施，要求等級較高，其建置經費視系統



設計雖有所不同，但仍遠高於傳統自動撒水系統。值得注意的是，國家檔案庫房依建築物用途分類、規模大小及空間特性，依法令如需設置自動撒水設備，若選用細水霧滅火系統，則必須提送內政部消防技術審議委員會進行審議，於通過後始能替代自動撒水設備，否則即屬自設滅火設備，將造成設置法定自動撒水設備及自設細水霧滅火系統而有重複設置之狀況。

另外，細水霧滅火系統還需考量檔案庫房空調通風配套（如連動關閉空調通風設備），以及是否有設置排煙設備，如有排煙設備，啟動時恐影響細水霧滅火效果。

細水霧系統於目前分標準型細水霧系統與性能型細水霧系統，標準型細水霧系統為已通過知名檢測機關認可之系統，因此若應用場所與被認可之應用範圍相符合，則可直接應用而不需再次經全尺寸試驗。反之，性能型細水霧系統則須先由知名第三公正單位（DFL、VIT、CNPP、SINTEFF、VdS、DNV）進行火災測試並提供測

試報告後方能應用於欲設置之場所內（註3）。因此，如國家檔案庫房採細水霧滅火系統，建議優先選用經驗證認可適合檔案庫房的產品。另外考量國家檔案庫房空間大小及檔案放置於密集式檔案架上，配置仍與試驗時的條件有所差異，建議透過實際火災測試予以驗證，俾確保滅火性能。

## 肆、結語

國家檔案庫房自動滅火系統之建置，可參考本文介紹之自動撒水系統、潔淨藥劑滅火系統及細水霧滅火系統，再依據建管及消防法規，並考量檔案庫房之使用機能、環境控制、安全管理、防火區劃等特性與後續維運成本，編列足夠之建置經費，因地制宜擇選適合之自動滅火系統，進行建置，並加強火災應變管理，俾妥善保護及永續典藏國家檔案。

## 參考文獻

- 中華民國建築學會、黃世孟等（2001）。《國家檔案館建築及設備設計規範》。國家檔案局籌備處委託研究報告（編號：RDEC-NA-089-054）。臺北市：國家檔案局籌備處。
- 何岫璵、周宗平（2012）。《消防滅火設備－水系統》。臺北市：鼎茂圖書出版股份有限公司。
- 林人立、許尹馨、郭銘昌（2014）。《檔案庫房設施建置Q & A》。新北市：國家發展委員會檔案管理局。
- 莊哲偉、簡賢文、黃依慧（2007）。檔案庫房自動偵知、滅火設備設計分析暨緊急應變之探討。《檔案季刊》，6（2），22-36。
- 莊哲偉、簡賢文、黃依慧（2008）。檔案庫房消防安全之探討。《災害防救學報》，9（1），151-171。
- 陳火炎（2018）。各類場所消防安全設備設置標準解說。臺北市：鼎茂圖書出版股份有限公司。
- National Fire Protection Association, Standard for the Protection of Records. NFPA232 (2017)
- National Fire Protection Association, Standard on Water Mist Fire Protection Systems. NFPA750 (2015)
- National Fire Protection Association, Code for the Protection of Cultural Resource Properties - Museums, Libraries, and Places of Worship. NFPA909 (2017)
- National Fire Protection Association, Standard for the Installation of Sprinkler Systems. NFPA13 (2016)
- National Fire Protection Association, Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems. NFPA2001 (2015)

#### 註釋

- 註 1 本項內容摘自桃園市消防局全球資訊網。火災預防，滅火原理與方法。檢自 [https://www.tyfd.gov.tw/chinese/04/01main.php?bull\\_id=26013&menu=1](https://www.tyfd.gov.tw/chinese/04/01main.php?bull_id=26013&menu=1) (Aug. 1, 2018)
- 註 2 請參閱各類場所消防安全設備設置標準 第 43 條（2017）。
- 註 3 本項內容摘自中華民國消防設備師公會全國聯合會消防技術專刊第一輯第 2 篇：細水霧系統之功能驗證與個案分析。