2024消防智慧防救災學術與實務研討會

論 文 集



日　　期：2024年12月4日（週三）

地　　點：國立臺灣警察專科學校　樹人樓 十樓 會議廳

指導單位：內政部消防署

主辦單位：臺灣警察專科學校

2024消防智慧防救災理論與實務研討會　議程表

日　　期：2024年12月4日（週三）
地　　點：國立臺灣警察專科學校　樹人樓 十樓 會議廳
指導單位：內政部消防署
主辦單位：臺灣警察專科學校
協辦單位：財團法人中華民國消防技術顧問基金會、財團法人消防安全中心基金會、亞太消防工程師學會、中華民國消防退休人員協會總會、中華民國消防設備師（士）協會、台北市消防設備師公會、新北市消防設備師公會、台灣公安學會、中華消防協會、中國科技大學土木與防災設計系、全國建築安全學會、社團法人中華產業安全及防災協會、新竹科學園區管理局

2024年12月04日（週三）				
08:30-09:00		報　到		
09:00-09:15 開幕式		主持人：頒發贊助單位及協辦單位感謝狀(合影) 頒發消防署前署長陳弘毅消防終身成就獎(合影) 臺灣警察專科學校 校長 方仰寧　致詞		
09:15-09:25		貴賓致詞：內政部次長馬士元、消防署署長蕭煥章		
場次一	09:30 I 10:00	與談人 簡萬瑤 內政部消防署 副署長 (第一場主持)	主講人 郭貞君 內政部消防署 專門委員	論文題目 職場安全SDGs揭露實務建議指南說明
	10:00 I 10:30	陳文龍 內政部消防署 前署長	趙清德 中華民國消防設備師公會 全國聯合會法規會主委	倉庫自動撒水設備設計指引說明
10:30-11:00		茶　敘		
場次二	11:00 I 11:30	與談人 陳崇岳 新北市政府消防局 局長 (第二場主持)	主講人 邱晨瑋 台灣警察專科學校消防科 教授 兼主任	論文題目 消防人員職業安全衛生之執行方案研究
	11:30 I 12:00	簡賢文 中央警察大學 教授	洪嘉飛 消防安全中心基金會 副執行長	防災監控系統綜合操作裝置於科技廠之應用
12:00-13:20		午　餐		
場次三	13: 30 I 14:00	與談人 鄒子廉 勞動部職安署 署長 (第三場主持)	主講人 邱晨瑋 台灣警察專科學校消防科 教授 兼主任	論文題目 工廠火災風險管理評估及防火驗證之研究
	14:00 I 14:30	吳貫遠 中央警察大學消防系 教授兼主任	蔡匡忠 高雄科技大學環安衛系 教授兼副校長	工廠設置自動撒水系統意涵及法規規劃方向之研究
	14:30 I 15:00	李明憲 內政部消防署 組長	鍾玉慰 聯電消防隊隊長 聯電風險管理處副處長	先進產業運用科技輔助系統及先進裝備應變規劃
15:00-		閉幕式（全體參加人員合影）		

目錄

職場消防安全SDGs揭露實務建議指南.....1
郭貞君

倉庫自動撒水設備設計指引說明.....19
趙清德

消防人員職業安全衛生之執行方案研究.....32
邱晨瑋

防災監控系統綜合操作裝置於科技廠之應用.....45
洪嘉飛

工廠火災風險管理評估及防火驗證之研究.....63
邱晨瑋

工廠設置自動撒水系統意涵及法規規劃方向之研究.....79
蔡匡忠

先進產業運用科技輔助系統及先進裝備應變規劃 111
鍾玉慰

職場消防安全 SDGs 揭露實務建議指南

郭貞君

一、指南使用說明

(一)基本指標：

根據國內企業永續報告書內容以及相關領域專家建議，列舉企業難度較低易達成或展現的可量化績效指標範例。

(二)進階指標：

提供企業更多創新與前瞻的建議作法與展現範例，企業可投入更多資源以凸顯企業實踐永續的企圖心。

(三)企業範例：

參考國內外企業永續報告書所列舉之參考案例，供企業選用或建立領先指標及編撰永續報告書之參考，企業範例所述之作為與量化數據皆為本指南編擬，不代表或保證任何企業實際執行成效。

二、GRI 403：職業健康與安全準則內容、指標及案例說明

準則 403-1 職業安全衛生管理系統

消防面向：

企業應就所屬員工與非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者，揭露以下資訊：

1. 陳述是否已建立並實施消防安全管理系統，包括是否：
   (1) 因法令要求而實施。若如此，條列此項要求；
   (2) 根據公認的消防安全管理標準/指引來實施此系統。若如此，條列此標準/指引。
2. 描述此消防安全管理系統所涵蓋之工作者、活動及工作場所的範圍。若有任何工作者、活動或工作場所未涵蓋在內，解釋其原因。

基本指標

1. 依法令規定實施管理系統者，揭露消防安全管理系統所涵蓋工作者、活動及工作場所範疇：

(1) 揭露該系統涵蓋之工作者、活動及工作場所的數量。

(2) 負責管理系統的專業人員類別及管理運作方式。

2. 企業內永續發展專(兼)職單位中成員至少一位具備或熟識消防專業背景。

進階指標

1. 優於法規規定，自發性導入管理系統。
2. 建立符合組織特性之消防安全政策與其一致的量化目標，並揭露各活動目標達成進度。
3. 其他進階指標，如：提高管理層對工作場所消防安全巡檢次數、提高火災虛驚事故提報率等。
4. 企業應就所屬員工、非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者，揭露以下資訊：

(1)陳述是否已建立並實施消防安全管理系統，包含是否：

- ●因法令要求而實施此系統。若如此，條列此項要求；
- ●根據公認的風險管理及/或管理系統標準/指引來實施此系統。若如此，條列該標準/指引。

(2)描述此消防安全管理系統所涵蓋之工作者、活動及工作場所的範圍。若有任何工作者、活動或工作場所未涵蓋在內，解釋其原因。

企業範例：

石化公司依據企業消防規章制度，自主建置消防安全管理系統，管制各廠處將防火管理、消防安全設備維護管理等各項消防安全措施以電子巡檢自動上傳平台管理，定期以訊息提醒負責日常檢查人員或是消防業管人員執行各項檢查、辦理自衛消防編組演練或聯絡專技人員檢修申報，並副知單位主管。遇檢查有缺失時，上傳系統紀錄並通報廠長及管理權人，系統列管缺失事項直至改善後始能解除。

電子公司消防維護保養依照 NFPA 12, 25, 72 所規定之保養項目、頻率及保養測試方法，建立自動派發工單管理系統，自動提醒消防業管人員執行各項保養測試，並將結果記錄於系統表單上，遇檢查有缺失時，上傳缺失紀錄並通報消防維護保養單位主管，且管理系統會列管缺失事項直至改善完成，主管簽核後方能結案。另外，依國內消防法規相關規定，要求公司需辦理廠區年度檢修申報、工廠危險物品申報、防火管理人與保安監督人自主檢查及自衛消防編組演練之週期性工作，公司亦建立申報排程系統進行提醒及追蹤，以達成對消防主管機關之申報業務。

電纜公司為提升職業安全衛生管理(含消防安全管理)，建立並落實執行職業安全衛生管理系統(ISO 45001)及消防法與其施行細則，適用涵蓋所有工作者(員工、承攬商及訪客)，整體場域覆蓋率員工占 88.23%，非員工(承攬商)占 97.06%。全公司透過主動式及被動式指標訂定以及推動全員參與制度，並將高階主管參與及全員參與情形納入主動性指標中，強化管理力度與執行落實度。此外，全公司持續以 PDCA 動態檢討改善與預防再發生管理手法、內部稽核操演，年度職業安全衛生與消防安全績效指標設定與追蹤等管理機制，提升同仁工作安全，建立全方位安全及友善職場。在安全與衛生績效指標方面，包括重點體系推動、各廠區高層支持、管理體系揭露等主動式指標；工傷事故、主管機關懲處等被動式指標；及一般(特殊)健檢頻率與檢測項目等指標。在消防安全績效管理，各廠皆配置法定消防管理人員(防火管理人/保安監督人/消防設備區域自主管理專責人員)，落實防火區劃及消防系統/設備維護管理，並定期全員消防逃生演練及消防自衛編組訓練與演練。

準則 403-2 危害辨識、風險評估及事故調查

消防面向：

企業應就所屬員工與非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者，揭露以下資訊：

1. 描述例行性和非例行性火災危害辨識與風險評估的程序，並應用分級管控策略，消除危害並將風險降至最低，包括：
   (1) 組織如何確保這些程序的品質，包括執行這些程序的人員能力；
   (2) 如何運用這些程序的結果來評估並持續改善防火安全管理系統。
2. 描述讓工作者報告火災危害與危險狀況的流程，並說明如何保護工作者免於不利處分。
3. 描述工作者可自行離開其所認為可能導致傷害狀態之政策與程序，並說明如何保護工作者免予不利處分。
4. 描述調查火災事故的程序，包括火災事故相關危害辨識與風險評估的程序，並利用分級管控以決定矯正行動、及防火安全管理系統所需進行的改善措施。

基本指標

1. 辨識組織針對火災危害類型、特定敏感區域及族群所採取之風險評估方法、評估結果及採行最適當之分級管理措施：
   - 針對發現火災徵兆危害類型，包括聞到煙味、發現冒煙、火災警報響起、聽到異聲等火災徵兆，分別完成辨識之方法，規劃對應之策略。
   - 針對火災危害類型，分別完成火災風險辨識，掌握高風險區域及應變策略。
2. 提升危害預防認知，進行各類型危害預防宣導、事故緊急應變演練之場次與人次。
3. 描述火災事故的程序，與完成火災事故調查報告（含虛驚事故紀錄）及矯正比例。
4. 企業對於員工揭露公共危險物品危害程度、致災風險等資訊。

進階指標

1. 藉由危害辨識、風險評估及管控措施，改善高危險區域消防安全設施，以提升其安全。
2. 透過系統化的全面風險評估，掌握火災擴散風險及需動員之編組及人數。
3. 統計分析歷年火災事故結果及改善措施，降低高風險區域之火災次數。

企業範例：

鋼鐵公司

1. 經由年度危害辨識及風險與機會評估，進行潛在火災高風險作業區域盤查，盤查內容包括：(1)潛在火災高風險作業區域與責任單位、(2)風險評估預防火災發生之工程控制、(3)消防設備、器材、數量及(4)緊急應變管理作業規定。
2. 每半年檢視潛在火災高風險作業區域盤查內容執行情形，包括：(1)實際演練日期、(2)應變演練計劃書、(3)演練檢討會議紀錄、(4)相關利害者及應變區域周圍相關人員參與、(5)演練結果是否有訂定評核指標確認演練有效性、及(6)檢討會議決議更新風險評估與修訂作業標準。

電子零組件公司

1. 危害辨識與風險評估

   危害鑑別與管控各單位負責職安衛、消防危害辨識與風險機會評估之人員，皆受過職安衛管理系統專業訓練並且通過考核，當有任何作業活動的變更或異常發生，皆需重新執行危害辨識與風險機會評估。若評估結果屬不可接受高風險（重大／高度風險）之職業安全衛生負面衝擊，則依據消除、取代、工程改善、行政管理、個人防護具之改善順序，尋求最佳降低風險之改善方案並持續改進。為避免火災事故發生，持續推動各廠區安全評核與安全觀察評價，強化火災預防改善專案與員工自主安全意識。另對於廠區內所使用化學品之危害特性進行危害鑑別，從化學品入料、運輸、儲存、製程使用均有化學品安全管理辦法進行管理；廠區所使用之化學品均有專

責部門負責管理各項化學品之數量，相關資訊(危害辨識卡 H-Card）公開透明並放置於警衛室，每半年更新一次；現場使用化學品區域均貼有化學品物質資料表（SDS)，各種化學品規劃固定區域分開存放，管控一日儲存量，並定期檢查其儲存狀況。

2. 事故調查機制

依據消防法規和職安衛管理系統規範制訂公司事故調查機制，內容包含事故 e 化系統通報、調查、矯正措施及各單位預防性作為。事故檢討報告由廠級主管於每月職業安全衛生委員會中向 CEO 報告。

電纜公司透過 ISO 45001管理系統架構，建立作業安全及設備安全之危害鑑別與風險評估 E 化系統;透過公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法、毒性及關注化學物質等法規規範、SDS 及產業的高風險製程或作業特性，輔以交叉比對火災爆炸風險於硬體設備運行過程中之潛在風險並制定相應控制措施，以完善工作環境安全與友善管理。此外，依作業安全方面之火災爆炸風險分析結果，具火災風險作業共250項，公司各廠每年定期盤查全廠使用化學品，並建置化學品清單（進行 SDS 管制與 GHS 圖示維護)，並針對相應消防滅火設備進行巡檢及異常汰換，並定期舉辦相關緊急應變培訓以預防災害發生。(本公司2023年零火災事故，無化學品洩漏事故，無死亡工傷。)

科技公司建立虛驚事件提報機制，虛驚事件改善件數列入領先指標率(Leading Indicator Rate, LR)之計算，該領先指標訂為員工個人及工廠年度績效指標。推動安全文化活動-STOP! the JOB，每位員工對於人身安全、所處的環境、設備或設施產生之風險，有合理且正當的理由時，授權員工衡量可能之影響後採取行動。國外總部制定 EHS Gap Analysis，各廠區除了須符合台灣法規要求外，亦須針對總部所要求之消防管理、化學品管理、電氣安全等優於法規項目，定期執行差異分析，並依據風險高低、技術可行性及費用投資等，決定改善優先順序。

準則 403-4 工作者對於職業健康與安全之參與、諮商及溝通

消防面向：

企業應就所屬員工與非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者，揭露以下資訊：

描述工作者的參與消防安全管理系統的制定、實施與評估，所進行的諮商，以及提供工作者火災預防、整備、應變、復原重建等相關資訊與溝通之程序。

基本指標

1. 消防安全的目標及規劃。
2. 自衛消防編組組成、運作機制與開會頻率。
3. 工作者參與消防安全政策訂(修)定、相關提案與申訴之次數及改善情形。
4. 非管理階層工作者參與比例。
5. 工作者及其代表參與危害鑑別及風險之情形。

進階指標

1. 依據諮商溝通成果建立之提案，後續達成比例。
2. 工作者參與溝通之有效性。
3. 提高工作者參與之作法與評估

企業範例：

鋼鐵公司各階主管執行動態安全觀察，並邀集受觀察作業區域相關同仁，就其作業場所內潛在風險議題進行諮商及溝通，並討論作業流程、化學品以及火災等潛在風險預防作法。另員工及勞工代表在職業安全衛生委員會、週會及勞資會議中，提出相關減災、 風險管理建議，並立案追蹤進行改善。

電子零組件公司各廠區職業安全衛生管理人員之設置皆符合「職業安全衛生法」等相關規範，皆為正職專責人員；各工作場所負責人及各級主管則依據職業安全衛生管理單位所規劃之工作事項，依職權指揮、監督公司內所有工作者依職業安全衛生管理規章、工作守則等規範執行相關事項。各廠區皆設置「職業安全衛生委員會」，並定期召開委員會，由資方、勞方共同參與，會議內容包含

溝通及諮詢職業安全衛生法及消防法等要求事項;各廠區委員會之勞工代表比例皆優於法令規定,平均勞工代表占比為 52%,顯示公司對員工意見參與重視的程度。

電纜公司依 ISO45001 管理原則，輔以推動全員參與制度，透過以下機制落實達到上下溝通與關懷效果：

1. 現場定期會議：讓第一線同仁直接傳達內部意見，且實施各製程區域火災等風險辨識及訂定相關減災措施時，均會邀集平時於該區域作業之人員共同討論，提出平時作業時所見之風險及可改善之方向。
2. 環安委員會定期會議：透過全公司跨廠區及各廠內跨部門之定期安環季會，各部門與勞工代表共同溝通職安政策、火災案例研討及研訂減災措施與對策。

準則 403-5 工作者職業健康與安全教育訓練

消防面向：

企業應就所屬員工與非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者，揭露以下資訊：

描述提供工作者之任何消防安全教育訓練，包括一般的訓練及針對特定作業危害、危險活動或狀況所實施之訓練。

基本指標

1. 工作者消防安全教育訓練執行情況，依法規所提供訓練類型，如防火管理人訓練、自衛消防編組訓練、特殊有害作業、緊急事故應變處理、急救人員教育訓練等。
2. 訓練時數及參與人數，並詳列應受訓人數及完成百分比。
3. 工作者對於訓練滿意度。

進階指標

1. 辨識訓練需求與內容之機制，如透過問卷調查、工作者溝通等。
2. 投入工作者教育訓練之資源、預算及提供法令規定以外之專業或提升其消防安全之在職訓練。
3. 評估訓練有效之方法、結果及因應措施。
4. 評估工作者認知提升程度百分比。

企業範例：

鋼鐵公司設有消防隊，專責廠區消防安全管理及緊急搶救。教育訓練區分為一般人員消防安全訓練、消防員專業訓練、法規證照類訓練，詳細內容如下：

1. 一般人員消防安全訓練：

   對象為在職員工，訓練內容包含消防設備使用、消防知識、緊急應變、急救人員訓練等，目的在於讓人員具備基礎防救災知識與技能。

2. 消防員專業訓練：

   對象為消防隊人員，訓練內容除法規要求之防火管理人、保安監督人、保安檢查員、初級救護技術員規範課程外，對於實務上的防災、救災、新式消防概念等資訊，也會不定期邀請國內專業機關或講師進行授課，以提升廠內自救量能及增進救災人員個人自我防護技能。

3. 法規證照類訓練：

對象除消防隊人員外，亦包括一級單位負責消防管理業務之承辦人員。訓練內容如防火管理人、保安監督人、保安檢查員規範課程。

4. 其他：

協力人員通常為第一線作業人員，對於高風險的特殊動火作業，協力廠商應指派監火員擔任監視工作。每月辦理協力廠商監火員訓練課程，使受訓人員具備滅火器、室內外消防栓使用時機及操作方法、滅火技巧實務、防火措施之設置等知能。

電子公司各廠區每年辦理消防安全相關教育訓練,除法定自衛消防編組訓練外，更建立全員緊急應變小組 (ERT)制度,所有應變人員應於第一季接受消防衣穿戴訓練，各單位於第二、三季進行火災及化學品洩漏等不同主題應變演練，且各廠每年實施 5 級地震等全廠區疏散之大規模複合型災害演練;緊急應變小組成員除需參加上述內部緊急應變課程訓練外,亦需至外部消防專業機構進行消防滅火救災訓練,取得訓練合格證書,確保所有成員均具備一定程度之消防安全技能及正確觀念。

電子零組件公司

1. 全員訓練與緊急應變演練

公司每年定期舉辦基礎全員訓練，不論新人或在職員工均需受火盆滅火基礎訓練，並透過每半年課級單位事故情境緊急應變演練及廠級全員疏散演練，強化現場第一時間救災與疏散能力。另一方面，每個月亦有規劃安全新知活動，涵蓋危險物品管理、防火安全、用電用火安全，宿舍防火安全、異常查找通報原則、第一時間應變等不同主題，確保所有員工具備基礎的安全知識。

2. ERT 訓練

公司積極成立公司專業緊急應變小組(ERT),並導入緊急應變 H.A.Z.M.A.T 應變程序建立公司層級緊急應變管理辦法；ERT 救災能力委由消防主管機關「新竹市明湖消防訓練基地」進行專業培訓，培育各廠 ERT 種子教官，ERT 種子教官透過內部教育訓練機制,完成建置各廠製造部及廠環部之 ERT 成員，迄今有 497 位成員取得 ERT 合格資格，以提升廠區事故發生的緊急動員能力，有效降低事故造成之直接與間接損失。此外，ERT 成員須定期回訓，以確保各種緊急應變裝備的熟練度。

電纜公司依法規實施培訓外，根據部門營運、現場工種及事業單位年度安全培訓計畫，培訓「新進人員」(1,749 人次)、「在職人員(內部/外部)」（21,789 人次/1,518 場）、「承攬商進廠前培訓」(10,720 人次/537 場次)。對安環專責、消防逃生演練、特種作業人員及緊急應變事故演練，皆訂有定期培訓規劃，並建置完整環安(含消防)證照系統，即時掌握各種證照動向與需求。

消防訓練及對象分為：

1. 消防基礎訓練：工作場域火災爆炸風險、滅火器具使用(含實際操作演練)、避難逃生演練等。
2. 消防編組人員訓練：聘請外部師資提供組訓課程。
3. 高風險危化物作業或火災爆炸風險作業應變演練：針對該作業區域人員，定期/不定期安排緊急應變演練。

準則 403-7 預防及降低與企業直接關聯者之職業健康與安全衝擊

消防面向：

企業應就所屬員工與非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者，揭露以下資訊：

描述企業透過供應商/承攬商業務關係，預防和減緩與企業營運、產品或服務有直接關聯之重大火災影響的負面衝擊，以及相關危害和風險之預防及控制措施。

基本指標

1. 掌握供應商/承攬商曾經發生過火災的資料。

進階指標

1. 針對供應商/承攬商之消防安全管理，建立系統化評量與篩選機制：
   - 簽署供應商行為準則(或其他相關協議)之供應商/承攬商數量或涵蓋率。
   - 與供應商/承攬商溝通方式以及頻率。
   - 進行供應商行為準則相關宣導/輔導次數。
   - 透過評量機制辨識出火災高風險供應商/承攬商數量。
   - 協助供應商/承攬商改善消防安全所投入之資源成本。
   - 提高供應商的社會責任績效(針對消防安全管理相關)，量化達成目標並進行定期審核。

企業範例：

鋼鐵公司訂有承攬商與供應商評鑑考核辦法，評選及建立「合格承攬商」名單，不合格承攬商不得參與投標。對合格長約承攬商定期績效考核，表現優良之承攬商於每年第一季公司級安委會表揚。表現不佳或曾發生重大火災或工安事件承攬商，予以停權處分或列為拒絕往來名單。

電子公司建立嚴格的供應商審核制度，在新供應商審查時先需進行供應商工廠

之消防及工安環保查核，查核結果不佳或有明顯火災風險者，在未改善完成前不予採購交易，在成為公司正式供應商後，需簽署供應商行為準則，依據公司行為準則執行；而對於現有合作之供應商，採購單位之稽核小組，會針對其消防安全、工安環保、產品品質及生產可靠度等方面進行稽核評分，並持續追蹤改善，且針對供應商專業度不足之處進行輔導訓練，除舉辦消防實務操作訓練外，亦辦理火災應變工作坊，就模擬之火災情境進行分組討論，並採桌上型方式執行演練，以強化供應商消防安全及應變能力。

電纜公司透過 ISO 45001 管理系統機制，將職安衛及消防安全風險管理要項納入廠商商遴選及評鑑項目中，確保安全風險受到管控。2023 年並無承攬商在工作環境發生火災，各廠皆落實公司承攬商管理原則，所有承攬商皆須簽署環安衛承諾書及遵守承攬須知(涵蓋率 100%)，定期召開開工會議與承攬商協議會議，所有承攬商都需經過相關承攬商培訓後，方能取得入場(廠)資格。

科技公司提供具火災風險之化學運輸品業者和第三方倉儲業者，免費參與消防模擬火場訓練。每年針對重要之供應商執行風險評估及稽核，進行供應商評比，並建立合格供應商清單，針對工安及消防評核分數不合格之供應商，立即啟動第二供應商機制，逐步降低對其業務需求，並適時由第二供應商取代。

準則 403-8 職業安全衛生管理系統所涵蓋之工作者

消防面向：

企業應揭露以下資訊：

1. 若企業依法令要求及/或公認的標準/指引實施消防安全管理系統：
   (1) 在此管理系統下，經內部稽核之所屬所有員工、與非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者的人數和比例；
   (2) 在此管理系統下，經外部組織稽核或驗證之所有員工、與非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者的人數和比例；
2. 此揭露項目是否排除任何工作者，並說明其原因（如有排除），包括所排除工作者之類型。
3. 瞭解如何彙編數據之任何必要背景資訊，如所使用的任何標準、方法及假設。

基本指標

1. 消防安全管理系統經內部稽核時，應敘明涵蓋工作者人數或比例，並敘明未涵蓋全部工作者之原因。

進階指標

1. 消防安全管理系統經外部組織稽核或驗證時，應敘明涵蓋工作者人數或比例，並敘明未涵蓋全部工作者之原因。
2. 消防安全管理系統涵蓋非員工之範疇：
   - 涵蓋非員工之類型(如承攬商、志工、個人或自營作業者、派遣工)與其人數比例。
   - 非涵蓋於消防安全管理系統下之工作者火災潛在風險。

企業範例：

鋼鐵公司訂有環安衛稽核管理規定，適用範圍為環安衛管理系統內所有活動、產品或服務(此範圍含消防安全管理)；每年定期執行內部稽核，由各一級單位組成稽核小組彼此互相查核，同時也會委託外部機構如 ISO45001 系統驗證公

司、消防安全設備檢修專業機構，對公司進行稽核與輔導，藉以發現並改善公司消防安全管理上的盲點。

電子公司之生產工廠需接受各再保公司及客戶之保險公司進行風險管理查核，查核頻率及人力耗費龐大，故公司整合由各保險公司所認可的國際保險公司工程人員執行現場稽核，並於稽核後製作報告，作為各保險公司參考之用；工廠由工廠安全部(消防負責人員)、廠務部(消防設備維護課)及各生產單位安全協調人配合保險公司消防稽核。

電纜公司為提升職業安全衛生管理（含消防安全管理），透過將職業安全衛生管理系統（ISO 45001）之內部稽核機制結合外部產險公司定期之損害防阻(主要為火災風險)稽核納入內部管理指標，適用涵蓋各廠區及所有工作者(員工、承攬商及訪客)，整體場域覆蓋率員工占 88.23%，非員工(承攬商)占 97.06%。

準則 403-9 職業傷害

消防面向：

企業應揭露以下資訊：

1. 所屬所有員工：
   (1) 真實火災與消防訓練所造成的死/傷數量與比率；
   (2) 可記錄(119通報、保險公司)之火災的案件數量；
   - 小規模火災所造成的損失與比率(年)；
     (火損(延燒)範圍 <= 100 m^2)
   - 中規模火災所造成的損失與比率(年)；
     (100 m^2 < 火損(延燒)範圍 <= 500 m^2)
   - 大規模火災所造成的損失與比率(年) ；
     (火損(延燒)範圍 > 500 m^2)

   (3) 火災與消防訓練的主要危害因子。
   (拉傷或扭傷 (27%)、吸入煙霧 (18%)、僅疼痛 (12%)、熱灼傷 (7%) 以及割傷或撕裂 (5%))
   (4) 提報因火災導致之人員、財產損失、對環境影響。
   (5) 提報消防系統真實警報及誤動作次數與頻率。
2. 所有非員工但其工作及/或工作場所受其指揮監督之工作者：
   (1) 火災與消防訓練所造成的死亡數量與比率；
   (2) 可記錄之火災與消防訓練的案件數量；
   (3) 火災與消防訓練的主要危害因子。
3. 造成嚴重火災風險的危害，包括：
   (1) 如何決定這些危害因子；
   (2) 提報期間內，何種危害因子造成或促成火災案例；
   (3) 使用分級管控，消除這些危害因子並將風險降至最低，所採取或即將採取的行動。
4. 使用分級管控，消除火災危害因子並將風險降至最低，所採取或即將採取的行動。
5. 此揭露項目是否排除任何工作者，並說明其原因（如有排除），包括所排除工作者之類型。
6. 瞭解如何彙編數據之任何必要背景資訊，如所使用的任何標準、方法及假設。

基本指標

1. 火災與消防訓練造成失能傷害頻率 (Disabling Injury Frequency Rate (FR)，簡稱「傷害頻率」)：每百萬工時中，因火災發生失能傷害的總人次。失能傷害的總人次計算包含死亡、永久全失能、永久部分失能及暫時全失能之總計人次。
2. 火災與消防訓練造成失能傷害嚴重率 (Disabling Injury Severity Rate (SR)，簡稱「傷害嚴重率」)：每百萬工時中，因火災發生失能傷害的總損失日數。
3. 火災與消防訓練造成災害年千人率：勞工每千人中，一年因火災發生或消防訓練造成之死傷數。(含寄宿舍)
4. 真實警報及誤動作數量紀錄與處理，包括緊急處理、應變措施及必要之通報。
5. 工作場所中前五大火災類型及比例。

進階指標

1. 消除或預防火災之相關措施，可搭配本指南其他準則主題之預防措施揭露。
2. 將火災之影響換算成商業價值，以永續價值概念將消防安全與財務連結。
3. 消除或預防消防訓練相關傷病之措施，可搭配本指南其他準則主題相關措施揭露。如準則403-2危害辨識、風險評估及事故調查等。
4. 建立消防訓練傷病情形之中長程趨勢分析。
5. 將消防訓練預防火災之影響換算成價值，以永續價值概念將消防安全與財務連結。

企業範例：

鋼鐵公司112年未發生造成人員失能傷害之火災事故。若在公司所轄控管的區域內發生火災事故，需於24小時內登錄公司事故通報平台，並於1個月內完成火災事故調查與檢討，通報與調查檢討機制依事故調查管理規定執行。火災事故調查與責任檢討，除需調查事故原因、再發防止對策研擬及缺失改善外，另應進行事故損失估算，包括人力損失、財物損失、生產停頓損失及其他損失(如：賠補償支出、主管機關罰款支出、外部機構事故調查支出等)。另外，亦會統

計歷年廠區內曾發生的火災類型與次數，做為宣導及教育訓練內容。

電子公司發生之火災事件會被記錄在異常事件紀錄系統上，系統詳細記錄廠內發生之火災及虛驚事件，安全委員會進行開會討論其發生原因、事件經過及人員應變過程，並研商其改善方法，如為設施或設備等因素導致火災發生，則提出工程改善方案，避免再次發生，若為人員管理問題，則建立防呆機制，以減少人為因素所導致火災再度發生。

電子零組件公司

1. 依據消防法規和職安衛管理系統規範制訂公司事故調查機制，內容包含事故ｅ化系統通報、調查、矯正措施及各單位預防性作為。事故檢討報告由廠級主管於每月職業安全衛生委員會中向 CEO 報告。
2. 2023 年可記錄之職業傷害數量共 74 件，包含火災、化災和職災。針對火災，在工作場所中前三大火災類型，分別為人為疏失（如操作不當）、電氣元件異常（如絕緣劣化、接觸不良、漏液、元件鬆脫/卡死導致短路或過載）、設施異常（如品質不良），並無死傷人員。依據職業災害嚴重度與發生頻率，依序執行事故之職業安全衛生持續改進與績效檢討。

電纜公司透過 ISO 45001 管理系統機制，建置事故通報、調查及預防再發檢討之 E 化管理系統。事故類別分為消防/火災、職業安全、職業衛生、環保、天災等。2023 年員工工傷事故共 84 件（含輕傷害），可記錄之災害比例 0.55%（工傷事故人數占員工總數比），以基層技術操作人員發生例最高(91.18%)，主要類型為夾捲傷害(26.32%)，相關災害事故風險及缺失，已立即透過硬體防護及管理措施完成改善，並規劃 2024 年透過設備安全與作業安全，鑑別高風險的作業，透過危險預知訓練（KYT）提升基層員工危險意識，及透過機械設備全員生產管理(TPM)，以降低傷害發生。(本公司 2023 年零火災事故，無化學品洩漏事故，無死亡工傷。)

倉庫自動撒水設備設計指引說明

趙清德*

fire.kevin@msa.hinet.net *

摘要

倉庫建築物空間常為挑高、寬敞之建築物其存放大量不同種類之商品，單位面積內儲存大量之貨物、儲存貨物之高度亦高，較難建構出完整之防火區劃。目前全球對於倉庫設置自動撒水系統，最詳細、有效以美國居於領先地位，美國 FM GLOBLE 更對倉儲型撒水採取全尺寸火災測試，通過其測試之倉庫撒水頭更可將火勢控制並將其滅火。本國於 113 年 6 月 24 日頒布之倉庫自動撒水設備設計指引，亦參考美國防火協會(NFPA)第十三號撒水系統安裝標準及 FM GLOBLE 財產損防資料表 8-9 制定。本文將透過指引要點說明，將商品分類進行物品危害程度等級分類概述、描述儲存之型式、使用於倉庫的撒水頭的說明，進入撒水頭的設置要求，以期能引導閱讀者能了解倉庫自動撒水設備設計指引之意涵，最後建議因排煙與撒水系統的競合問題將導致設置了效果不彰或事倍功半的系統，此亦為後續法令急需調整之重點。

關鍵字：倉庫、商品分類、高架倉庫、撒水頭

一、 前言

近期 2022 年 3 月 14 日桃園家樂福楊梅物流中心大火讓只啟用 9 個月、總面積 5.8 萬平方公尺、高 14 公尺、號稱最先進智慧物流倉儲物流中心整個倉庫幾乎焚毀殆盡，讓消防隊花了 40 小時才完全滅火，財務損失據報導為 39 億元新台幣，此還不計入環境傷害與碳權費。引用天下雜誌中專訪前中央警察大學消防學系教授簡賢文所述：台灣消防法規停滯在 20 年前的最低標準「即便倉儲合法合規，也不安全」、前消防署預防調查組專門委員楊艷禾，亦強調考量國情，高度較低的非自動化倉儲設置撒水設備有困難，且「日本消防法也是如此」，就該案而言其非自動化倉儲，企業主為了安全仍依各類場所消防安全設備設置標準設置了台灣版的撒水系統，從結果來看其物流倉儲物流中心發生火災之結果還是讓建築物全毀、花費大量的國家消防人力及資源。

倉庫使用之建築物的類型在空間規劃及使用上有別於一般住宅及辦公室等場所，其存放大量商品等可燃物或危險物，又為增加空間使用率倉庫空間常為挑高、寬敞之建築物，其單位面積內儲存大量數量之貨物或儲存貨物之高度過高，較難以建構出完整之防火區劃，依本國建築技術規則要求所構築出的防火[i]區劃並設置自動滅火系統時，最大單一防火區劃面積為三千平方公尺以下。在本國如依各類場所消防安全設備設置標準設計之高架倉庫自動撒水系統，撒水頭水量為八十公升/每分鐘、貨架撒水頭水量則為一百一十五公升/每分鐘，是否可對抗倉庫如貨物堆放區域發生火災之高火載量，實需要更多的研究佐證。

就消防署的統計資料[1]近五年倉庫火災資料，由 108 年至 112 年統計結果顯示、如表(1)，整體消防火災總件數呈現下降趨勢，惟倉庫火災數量並無改善趨勢。

[1] 內政部消防署，內政部消防署全球資訊網專業版 > 資訊公開 > 統計資料 > 消防統計年報

表(1)108 年至 112 年倉庫火災統計表

火災年份	全年火災件數	倉庫火災件數	倉庫火災佔比(%)
108	22866	496	2.17%
109	22248	521	2.34%
110	21684	518	2.39%
111	15890	523	3.29%
112	17466	491	2.81%

倉庫一旦發生火災容易因大量可燃物助長火勢，又因倉庫朝向自動化原因其從業人員減少，又因此需擬定緊急應變計畫組建災害應變小組，且因人員狀況更迭調整，員工防減災之訓練時有落差，演練成效易大打折扣實際發生災害時諸多非可控因素人、事、物形成多變因子更加難以掌控，容易背離演練情境，對於採用人力操作之初期滅火設備如室內、外消防栓等易落入要先避難或嘗試滅火之選擇窘境，尤以人員不足或人員夜間應變較弱，更易突顯初期採用人力操作滅火設備之難處與困境。當火災災害於「意料之外」發生時最終只能等待消防機關介入，其火災火勢通常已非局部空間，所以設置有效「自動」滅火或控制設備以因應產業發展及降低危害方為可行之方法。

目前全球對於倉庫設置自動撒水系統，最詳細、有效以美國居於領先地位。美國 FM GLOBLE 更對倉儲型撒水採取全尺寸火災測試，通過其測試之倉庫撒水頭更可將火勢控制並有機會將其滅火。本國於 113 年 6 月 24 日頒布之倉庫自動撒水設備設計指引，亦參考美國防火協會第十三號撒水系統安裝標準（NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems）[2]及 FM 全球公司財產損防資料表 8-9(FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 8-9)[3]。

[2] NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems 2025 edition, National Fire Protection Association

[3] FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 8-9 Interim Revision 2022 edition, FM Global

二、 文獻回顧

1. 各類場所消防安全設備設置標準

本國有關場所是否設置自動撒水設備，係依據「各類場所消防安全設備設置標準」[4]進行檢討，其中直接要求倉庫用途須設置撒水設備的條文僅為設置標準十七條第六款，樓層高度超過十公尺且樓地板面積在七百平方公尺以上之高架儲存倉庫。此外「各類場所消防安全設備設置標準」第十七條針對建築物屬性規定應設置自動撒水設備之其他條文如下: 建築物在十一層以上之樓層，樓地板面積在一百平方公尺以上者；總樓地板面積在一千平方公尺以上之地下建築物；高層建築物。從上述條款可知倉庫倘若達建築物設置要件時，仍應設置自動撒水設備。

2. 建築技術規則

本國建築技術規則建築[5]設計施工編第 69 條規範之建築物樓地板面積超過一千五百平方公尺以上需為防火構造，而建築技術規則建築設計施工編第 79 條規範「防火構造建築物總樓地板面積在一千五百平方公尺以上者，應按每一千五百平方公尺，以具有一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。防火設備並應具有一小時以上之阻熱性。前項應予區劃範圍內，如備有效自動滅火設備者，得免計算其有效範圍樓地面板面積之二分之一。

3. 美國相關規定

美國 2024 International Building Code (IBC)[6] 將非屬建築物附屬儲存 (Miscellaneous Storage) 使用之倉庫建築物分為 STORGE GROUP S 再區分為 S-1 及 S-2(低危害)，要求設置自動撒水系統的要求如下： S-1 組防火區劃面積超過 232 平方公尺、地面三層以上的 S-1 組、總樓地板面積大於 2230 平方公尺的 S-1 組、大量儲存蒸餾酒或葡萄酒的 S-1 組、存放軟墊家

[4] 各類場所消防安全設備設置標準, 內政部消防署，民國 102 年 5 月
[5] 建築技術規則, 內政部國土署, 民國 102 年 1 月
[6] ICC International Building Code 2024 edition, International Code Council

具或床墊的面積超過 232 平方公尺的 S-1 組、高堆疊儲存。

2021 International Fire Code (IFC)[7]，依照商品分類分級、儲存高度及面積加以要求，原則對外開放之倉庫 70 平方公尺以上皆需設撒水、不對外開放之倉庫 70~340 平方公尺可選設(取代警報、排煙)、340 平方公尺以上皆需設置，請參考下表：

TABLE 3206.2

COMMODITY CLASS	SIZE OF HIGH-PILED STORAGE AREA[a] (square feet) (see Sections 3206.2 and 3206.3)	ALL STORAGE AREAS (see Sections 3206, 3207 and 3208)[b]				SOLID-PILED STORAGE, SHELF STORAGE AND PALLETIZED STORAGE (see Section 3207.3)		
		Automatic fire-extinguishing system (see Section 3206.4)	Fire detection system (see Section 3206.5)	Fire department access doors (see Section 3206.7)	Smoke and heat removal (see Section 3206.8)	Maximum pile dimension[c] (feet)	Maximum permissible storage height[d] (feet)	Maximum pile volume (cubic feet)
I—IV	0—500	Not Required[a]	Not Required	Not Required	Not Required	Not Required	Not Required	Not Required
	501—2,500	Not Required[a]	Yes[g]	Not Required	Not Required	120	40	100,000
	2,501—12,000 Open to the public	Yes	Not Required	Not Required	Not Required	120	40	400,000
	2,501—12,000 Not open to the public (Option 1)	Yes	Not Required	Not Required	Not Required	120	40	400,000
	2,501—12,000 Not open to the public (Option 2)	Not Required[a]	Yes	Yes	Yes[h, i]	120	30[e]	200,000
	12,001—500,000	Yes	Not Required	Yes	Yes[h, i]	120	40	400,000
	Greater than 500,000[f]	Yes	Not Required	Yes	Yes[h, i]	120	40	400,000
High hazard	0—500	Not Required[a]	Not Required	Not Required	Not Required	60	Not Required	Not Required
	501—2,500 Open to the public	Yes	Not Required	Not Required	Not Required	60	30	75,000
	501—2,500 Not open to the public (Option 1)	Yes	Not Required	Not Required	Not Required	60	30	75,000
	501—2,500 Not open to the public (Option 2)	Not Required[a]	Yes[g]	Yes	Yes[h, i]	60	20	50,000
	2,501—300,000	Yes	Not Required	Yes	Yes[h, i]	60	30	75,000
	Greater than 300,000[f]	Yes	Not Required	Yes	Yes[h, i]	60	30	75,000

三、 倉庫自動撒水設備指引說明

本國的倉庫自動撒水設備設計指引，已開始導入歐、美技術法規體系中，標準（Consensus Standard）的架構，使用法律語言，側重於技術原則和普遍性的技術問題，注重原理、概念的方式建構可使用的要求。由管理定訂目標和適用範圍、次進入說明定義術語、最後導入技術規定，又因本國尚無倉庫撒水頭的測試能量亦將得檢附 UL、FM、ULC、BSI、VdS 或 LPCB 等單位，並依據消防機具器材及設備認可實施辦法第五條第一項第七款公告機構之試驗報告或試驗合格證明文件即可使用，避免產業界無產品可使用之窘境。本國頒布之倉庫自動撒水設備設計指引要點如下，共分為十四點[8]：

[7] ICC International Fire Code 2021 edition, International Code Council

[8] 內政部消防署，倉庫自動撒水設計指引，內授消字第 1131602941 號

(一)本指引訂定之目的。（第一點）

(二)本指引適用之對象。（第二點）

(三)本指引用詞定義。（第三點）

(四)存放物品危害等級分類。（第四點）

(五)貨架撒水頭相關規範。（第五點）

(六)倉庫使用貨架時，達一定規模應設貨架撒水頭之規範。（第六點）

(七)貨架撒水頭垂直分布之設計規範。（第七點）

(八)倉庫設置天花板撒水頭之規範。（第八點）

(九)堆疊儲存物品之限制。（第九點）

(十)免設撒水頭之處所。（第十點）

(十一) 撒水頭放水量及放水壓力之規範。（第十一點）

(十二) 流水檢知裝置之規範。（第十二點）

(十三) 查驗閥、水源容量、送水口、緊急電源之規範。（第十三點）

(十四) 撒水頭經國外認證合格得准使用之規定。（第十四點）

倉庫撒水系統，因受儲存商品類別(即火載量大小)、存儲型式、貨架高度、儲存區高度、貨架間隔等要素影響，從早期天花板撒水頭與貨架撒水頭一同並設，後因大水量、大水滴的早期抑制快速反應撒水頭(EARLY-SUPPRESSION FAST-RESPONSE　SPRINKLERESFR，ESFR)發明、發展後有長足的進步，到現今在限制條件下只設計天花板撒水頭，美國經過超過百年的撒水系統的研究，歷經測試資料的分析得到的結果，實可做為本國之借鏡，故本文將就倉庫自動撒水設備設計指引中與美國標準中較為重要概念著手加以說明。

此外自動撒水設備系統的系統選擇上，專業人員選擇保護建築物的撒水系統類型都是關鍵的第一步，NFPA 13 允許使用其中第 8 章中的任何系統，任何建築物都應該考慮的優先選用濕式系統(如果環境不會結冰的情況下)，在本國倉庫自動撒水設備指引第八條亦有此觀念，倉庫之天花板撒水頭，依下列規定設置：(一)一般區域應設置密閉式撒水頭…。

1. 儲存物品危害程度等級(Class)

美國防火協會 NFPA 13，20.3.1.3 、FM Global FMDS 8-9 ，2.2.2、IFC section 3203，均將商品分類(commodity classes)分為：

(1) 不可燃性產品(Class I)

(2) 不可燃性產品放在可燃性的木條箱、實木箱或多層瓦楞紙箱(Class II)

(3) 木頭、紙、天然纖維或 C 類塑料等(Class III)

(4) 全部或部分是由 B 類塑膠製成之產品、由流動性（free flowing）A 類塑膠材料所組成、裝在紙箱或木箱中，重量大於 5% 至 15% 的 A 類非膨脹塑料產品、裝在紙箱或木箱中，重量大於 5% 至 25% 的 A 類膨脹塑料產品、裝在紙箱或木箱中，混和 A 類膨脹及非膨脹塑料產品(Class IV)

(5) A 類塑料，紙箱裝不膨脹塑料(Cartoned nonexpanded plastic)

(6) 紙箱裝膨脹塑料(Cartoned expanded plastic)

(7) 暴露的不膨脹塑料(Exposed nonexpanded plastic)

(8) 暴露膨脹塑料(Exposed expanded plastic)

需要注意的是放在棧板或托盤上的商品是連同棧板或托盤一併視為一組商品。故托架、棧板的材料型式就需要注意，當托架、棧板為非加強型聚丙烯、高密度聚乙烯製時，物品危害等級即為該分類增加一級；為加強型聚丙烯、高密度聚乙烯或其他塑膠製時，危害等級程度需增加二級；具防火性能之塑膠製時，無須增加危害等級；若儲存物品等級超過 Class IV 則視為紙箱裝非膨脹塑膠。

若儲存有混合儲存物品時，分類均需按照物品中最高類別等級(Class)要求。但將 Class I 至 Class III 類物品與其他危險度較高的物品分開，以不同區域儲存則 Class I 至 Class III 類物品，得按其分類危害設計。另外常會影響判別的膠膜包裝(encapsulated)，在 FM Global FMDS 8-1 2.2.8.5[9] 中說明：膠膜包裝對於貨物危險分類影響不大，且其影響已經納入 FMDS 8-9 設置撒水的設計考量中，故其亦非暴露膨脹塑料的範疇，否則將導致有膠膜

[9] FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 8-1 Interim Revision 2023 edition, FM Global

包裝所有商品的都是最高危害等級。

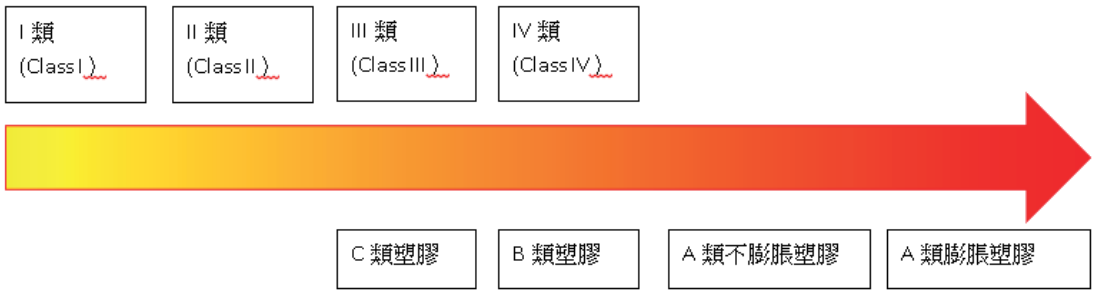


圖 1 儲存物品危害程度等級

2. 儲存型式

(1) 堆疊儲存(Piled storage)：物品直接堆放在地板或僅使用托盤、棧板向上堆疊之儲存方式，貨物疊層放置中間不留水平空間之型式。

(2) 貨架儲存（Racks Storage）：使用垂直、水平和對角線構件組合而成的貨架。貨架亦分為具有每層通透率百分之七十以上並具有充分熱流空間(flue spaces)之開放式貨架及實心貨架。貨架的排列方式可依排列型式分為單排式、雙排式、多排式。

(3) 其他：架子櫃裝儲存(Shelf Storage)、開口盒裝儲存(Bin-Box storage)、便攜式貨架(Portable Racks)、移動式固定軌道貨架(Movable Racks/ Mobile Racks)、懸臂式貨架(Cantilever Racks)、流動式貨架(Flow-through pallet rack/ Flow-through rack)、駛入式、通廊式、貫通式貨架(Driven-in / Driven-through pallet Racking)、積層式貨架(Mezzanine Floor Racks)、冷凍倉儲(Cold-storage warehouses)、自動倉儲(Automated Storage and Retrieval System (AS/RS))等。

3. 使用於倉庫的撒水頭

為避免因貨物搬運導致設置於貨架上之撒水頭因故受損，而引起不必要的財務損失及營運中斷，美國設計、施作倉庫撒水系統採取優先限制貨架的間距、熱流空間、使用開放式貨架等等要求並採用天花板設置撒水頭，盡可能避免於貨架內設撒水頭。如因整體高度已超過全尺寸火災測試天花板撒水頭的防護高度，亦希望貨架內之撒水頭能優先設置於熱流空間內，

並以制水閥分別管理天花板及貨架撒水頭配管，此與目前各類場所消防安全設備設置標準第四十六條直接要求設置貨架撒水頭有非常不同之處，亦為不牴觸設置標準之要求，如場所達設置標準第十七條規定應設置自動撒水系統時，於倉庫自動撒水系統第五條內說明要求強化其可靠度。此外亦請留意如設置貨架撒水頭時垂直設置高度如達設置標準應設置撒水系統時應優先適用設置標準要求。

(一)貨架撒水頭： 規格應為快速反應型（第一種感度）、標示溫度小於攝氏七十五度、標稱流量特性係數(K 值)在 114 L/(min·bar$^{1/2}$)或 8 gal/(min·psi$^{1/2}$)以上。

(二)倉庫天花板撒水頭：規格應為標稱流量特性係數(K 值)在 160 L/(min·bar$^{1/2}$)或 11.2 gal/(min·psi$^{1/2}$)以上。

4. 撒水頭的設置原則

美國超過一百年的撒水使用經驗與研究，並經由美國防火協會(NFPA)於西元 1896 年撰寫了第一部文件 NFPA 13 自動撒水系統安裝標準，其累積之知識與經驗廣為全球所參考。由美國防火協會 NFPA 標準編製程序，所有 NFPA 標準的修訂周期大約為 3~5 年，其修訂每年有兩次啟動機會，通常標準修訂耗時約兩年完成。NFPA 標準編製程序有四個基本步驟：（1）公眾意見階段（現行版 NFPA 標準一經公布即開放接受公眾意見）；（2）評論意見階段；（3）聯合技術審議會議；（4）委員會申訴和標準發布，如圖 2。由其標準的制定程序可知，其最大的特點是完全性、開放性和基於一致性，這意味著相關人士都可以平等、公平地參加標準編制，在 NFPA 13 1.2.1 節也說明了 NFPA 13 其基於完善的工程原理、測試數據和現場經驗，其實際可執行性也就不言可喻，因此倉庫撒水指引也開始逐步引用其安裝標準於本國內。

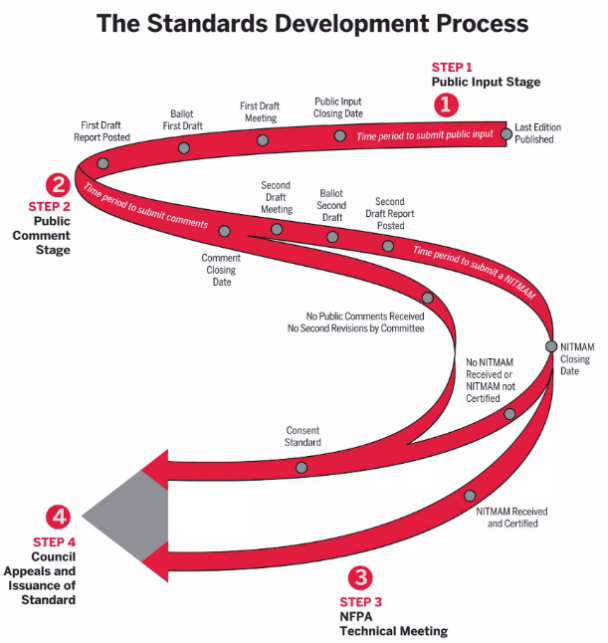


圖 2 NFPA standards directory

（一）撒水頭基本使用原則：同一個防火區劃內不得混用不同標稱流量特性係數(K 值)、感度種類、標稱額定溫度之撒水頭，避免因其特性不同產生不正確的動作。

(二) 撒水頭於天花板的距離：向下型撒水頭迴水板距離天花板十五公分以上，三十公分以下；向上型撒水頭迴水板距離天花板七點五公分以上，三十公分以下。請注意：**本國並未將不同型式及 K 值區分安裝高度。**

（三）頂板/天花板撒水頭距離儲存物品頂部：垂直距離需大於九十公分，避免倉庫撒水頭無法建立有效撒水模式。

(四) 頂板/天花板撒水頭間距：在二點四公尺以上，三點六公尺以下，避免因為設置過近產生跳漏(SKIP)；撒水頭距離牆壁在十公分以上，最大撒水頭間距的二分之一以下，以避免距牆過遠對控制火勢減緩閃燃效果不佳。

(五) 天花板斜率控制：礙於設置標準撒水頭能僅能垂直裝置面，為避免大於十度小於十八點五度時撒水頭需垂直地板之國際標準限制，故將設置場所之天花板限制需小於十度。

(六) 貨架撒水頭未設置於熱流空間時：貨架撒水頭距離貨架內儲存物品頂

部垂直距離需大於十五公分，且應距離貨架立柱大於七點五公分。

(七) 貨架撒水頭配置方式：請參閱倉庫撒水指引附件三。

（八）何時應設置頂板及貨架撒水頭：請參考圖 3 之說明。

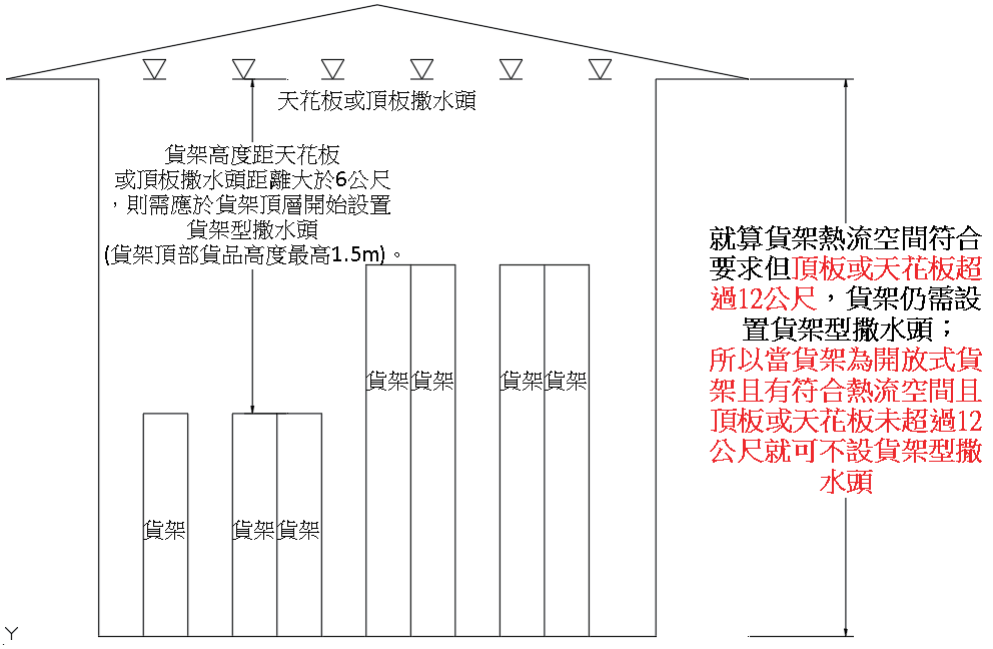


圖 3 何時應設置頂板及貨架撒水頭

（九）天花板撒水頭壓力及動作顆數：請參閱倉庫撒水指引附件四。

四、結論與建議

1. 結論

建築物內部的結構或設備，例如樑(beams）、柱（columns）、桁架（trusses）、照明設備（lighting fixtures）、空調風管（HVAC ducts）或一些生熱器具，與撒水頭的設置位置衝突時，可能會影響到撒水頭的撒水模式、防護區域的完整、到達燃料表面的水量或熱敏感度等，因此瞭解建築物的內部構造或設備如何影響撒水頭的性能，以便掌握撒水頭的配置原則是設計自動撒水系統時非常重要的課題。倉庫撒水指引已開始跳脫設置標準之桎梏，進入「功能性」（performance based）的規定，對於場所進行分析內容物的可燃性、數量、排列的方式，預估建築物發生火災時的火災行為和可能曝露的火災危害程度，根據科學原理和實務經驗設計的自動

撒水系統，才能確保撒水系統確能達到法規所定的安全目標。

2. 建議

各類場所消防安全設備設置標準法令制定之初，為消防安全設備剛萌芽發展階段，消防機關或專技人員尚未能一步到位，為順利推動消防安全設備的進展及消防機關審勘查、專技人員設計施工之故，各類場所消防安全設備設置標準以其時空背景而言實無法過於細膩。各類場所消防安全設備設置標準在其位階上為強制性，但又屬參雜技術標準之法令，就專業技術標準而言實應有詳細的說明與制定。以美國最多州政府直接引用為該州自動撒水系統標準的 NFPA 13 來看，在目前環境檢視本國設置標準就顯得其過於簡化，而過於簡化的標準其易導致專業與消防系統功能性的弱化，又因現今審勘查之消防人員背負過多重大的安全責任，又因懼怕違背法令對於法令之解讀咬文嚼字，執著於法令文字，對於功能性反而非審查與要求重點實為可惜，此是後續本國在專業化法令應努力之處。倉庫自動撒水設備設計指引的制定未來應能繼續擴充細膩化，其他消防專業標準亦可朝此目標前進，以利與國際安全法規之接軌。

另一重要課題「排煙與撒水系統的衝突」：當空間設置排煙設備時，因連動啟動排煙系統的火警偵煙式探測器動作時間常為最快之故，亦就是排煙系統啟動點也將非常之早，一但排煙系統起動將會影響到熱煙流動方向，對於起火處設置之撒水頭感熱上將會受到嚴重之影響。依工程科學及工程原理，撒水頭需在火災發生時偵測熱能後動作，當感熱元件感應到火災所釋放的熱時，就需要開啟撒水頭放水並依據火災能量動作不等數量之撒水頭，利用釋放出來的水控制火勢。因此在火災發生時，撒水頭能否適時地啟動撒水，是自動撒水系統能否發揮消防功能最重要的關鍵，且撒水頭的諸多性能中，撒水頭的熱敏感度（thermal sensitivity）和反應時間（Response Time）與火之間的互動關係是需要透過實驗及測試加以印證。如設置排煙口等將直接影響撒水頭其原有偵熱感應動作或導致減緩其動作時間，對撒水頭的作動將有實質之影響，NFPA 13 20.9.5 節說明，屋頂的排煙口和散熱口也有可能對自動撒水系統的性能產生不利影響、FM Global

在其 FMDS 中直接說明不要裝設重力排煙口或散熱口;若因考量人員因煙層下降導致避難時間縮短，則建議採用電動排煙閘門系統，並採取煙控方式設計或以時間間隔動作，其設計複雜度及可靠度就更需更審慎評估。

消防人員職業安全衛生之執行方案研究

邱晨瑋[1]、李雨修

摘要

本研究延續111年及112年勞動部勞動及職業安全衛生研究所委託研究計畫「消防機構職業安全衛生管理系統推動模式研究」之執行成果與工作經驗，參考依據NFPA 1500所建置「消防工作安全衛生管理項目檢核表」內容，結合消防局內部人員分析、討論與評估作業過程，輔助消防工作安全衛生管理系統精進與提升。

為了解消防局推動消防人員工作安全衛生作業現況及期望規劃L-PMO作業方向，於開始執行各項工作內容前，與消防局各相關單位共同討論交換意見，除加速認識消防局組織人員、業務分工與作業習慣，並確立L-PMO協助執行方式共識，俾利推動各工作內容順遂與成效。

針對了解認識消防局作業提出五大構面，分別為：現況管理、資訊整合、身心照顧、人員知能及設施設備。分析消防工作涉及安全衛生風險因子，提出教導與協助消防局人員運用消防人員工作安全分析工具之事項，可視消防機關需求列入作業內容，並可據以基礎發展更適用於地方消防局特性/事故類型方式。並分析以下主要迫切議題:

1. 培養消防人員健康相關體適能
2. 消防工作暴露汙染
3. 女性消防人員懷孕安全衛生照護
4. 消防人員行為精神健康照護
5. 消防人員事故案例綜合性統計分析
6. 救災作業管理及指揮與幕僚作業安全

[1] 邱晨瑋博士, 台灣警察專科學校消防安全科 教授兼主任, eswin.wei@gmail.com

消防人員職業安全衛生規劃之研究

一、 前言:

本研究延續 111 年及 112 年勞動部勞動及職業安全衛生研究所委託研究計畫「消防機構職業安全衛生管理系統推動模式研究」之執行成果與工作經驗，參考依據 NFPA 1500 所建置「消防工作安全衛生管理項目檢核表」內容，結合消防局內部人員分析、討論與評估作業過程，輔助消防工作安全衛生管理系統精進與提升。

為了解消防局推動消防人員工作安全衛生作業現況及期望規劃 L-PMO 作業方向,於開始執行各項工作內容前,與消防局各相關單位共同討論交換意見,除加速認識消防局組織人員、業務分工與作業習慣，並確立 L-PMO 協助執行方式共識，俾利推動各工作內容順遂與成效。

針對了解認識消防局作業提出五大構面，分別為：現況管理、資訊整合、身心照顧、人員知能及設施設備。分析消防工作涉及安全衛生風險因子，提出教導與協助消防局人員運用消防人員工作安全分析工具之事項,可視消防機關需求列入作業內容，並可據以基礎發展更適用於地方消防局特性/事故類型方式。

二、 運用檢核表及安全衛生管理輔助管理系統提升

延續 111 年勞動部勞動及職業安全衛生研究所委託研究計畫「消防機構職業安全衛生管理系統推動模式研究」之執行成果與工作經驗，參考依據 NFPA 1500 所建置「消防工作安全衛生管理項目檢核表」內容(詳附錄)，結合消防局內部人員分析、討論與評估作業過程，輔助消防工作安全衛生管理系統精進與提升。

依照本次勞務委託採購案工作內容第一點所示，「完善消防工作安全衛生管理系統」計有下列 3 大項，對於執行規劃、執行、檢查、改善（PDCA）運作方向、方式與工作內容，敝專案團隊將與消防局各相關單位人員充分討論確認，依照消防局指示落實執行，另針對本項工作提出執行(新)亮點方案。

1. 協助建置消防局之消防工作安全衛生管理系統，執行相關工作並滾動檢討及修正。
2. 協助編修並精進消防局之消防工作安全衛生管理系統手冊，包含指導原則、程序書、相關表單等。
3. 協助消防局研擬消防勤務作業涉及安全衛生之風險因子，回饋至管理系統手冊之危害風險辨識，以利執行危害告知。

三、 納入消防法修正(執行職務安全衛生專章)草案相關事項

行政院[2]於 113 年 6 月 13 日通過內政部擬具的「消防法」部分條文修正草案，將函請立法院審議，有關消防工作安全衛生相關修正草案要點如下，敝專案團隊可針對各條文草案精神與內容，與消防局共同研擬評估納入消防工作安全衛生管理系統作業。

1. 增訂防護消防人員執行職務之安全及衛生為本法之立法目的。（修正條文第 1 條）
2. 消防人員職務安全衛生諮詢會之組成及任務。（修正條文第 25 條之 1）
3. 各級消防機關應設安全衛生專責單位及置專責人員，及例外情形得僅置安全衛生專責人員；各級消防機關應執行並公告周知所屬消防人員之事項。（修正條文第 25 條之 2）
4. 各級消防機關依規定組成安全及衛生防護小組之成員，應至少有一人為消防基層人員。（修正條文第 25 條之 3）
5. 各級消防機關應辦理及報請中央主管機關備查之事項。（修正條文第 25 條之 4）
6. 中央主管機關得查核各級消防機關消防人員安全衛生管理系統之建置情形，並得予獎勵或提出懲處建議。（修正條文第 25 條之 5）
7. 各級消防機關對所屬消防人員得定期實施特定項目之健康檢查或實施

[2] 行政院新聞《政院通過「消防法」部分條文修正草案 促進公共安全及保障消防人員職業安全衛生》，113 年 6 月 13 日，資料來源：https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/b3dbc6cf-73be-4ea6-9f40-d349a6768a75。

臨時健康檢查，並保存相關健康檢查紀錄、負擔健康檢查費用及通報健康檢查結果。（修正條文第 25 條之 6）

8. 各級消防機關對所屬消防人員應施以必要之安全衛生教育及訓練。（修正條文第 25 條之 7）
9. 各級消防機關應考量消防人員性別、年齡等因素之特殊需要，提供適當之環境、安全衛生防護設備及措施。（修正條文第 25 條之 8）
10. 各級政府辦理消防人員之安全衛生防護設備、措施及健康檢查所需經費，應優先編列預算支應。（修正條文第 25 條之 9）
11. 增訂參加義勇消防編組人員得準用部分安全衛生防護事項規定。（修正條文第 28 條）
12. 增訂各級消防機關未依規定設安全衛生專責單位或置專責人員、未建置消防人員安全衛生管理系統，或未提供所屬消防人員執行職務必要之安全衛生防護設備或措施之罰責。（修正條文第 43 條之 2）
13. 各級消防機關就消防人員安全衛生防護專章事項，需有準備作業期間，爰增訂本次修正條文之施行日期，由行政院定之。（修正條文第 47 條）

四、 消防人員執行職務期間重大傷亡事故案例反饋

敝專案團隊可召集消防實務與職業安全衛生領域相關專家學者，對於消防工作安全衛生管理系統作業，透過專家學者諮詢研討方式，充實其內容完整性、可靠性與適用性，以利能有效運用。

敝專案團隊於專案作業期間，將鼓勵消防局所屬人員分享意見建議與回饋經驗，作為提升消防工作安全衛生管理系統作業之重要參考。

消防人員執行職務期間重大傷亡事故案例，藉由直接原因與根本原因分析事故案例，對於所提出精進改善對策，納入消防工作安全衛生相關文件，期能藉以提升未來消防工作安全衛生管理系統使用成效。

五、 分析消防工作涉及安全衛生風險因子

敝專案團隊對於分析消防工作涉及安全衛生風險因子，提出教導與協助消防局人員運用消防人員工作安全分析工具之事項，可視消防機關需求列入作業內容，並可據以基礎發展更適用於地方消防局特性/事故類型方式；運用消防人員工作安全分析工具係敝專案團隊(協同)主持人(邱教授晨瑋)於 112 年勞動部勞動及職業安全衛生研究所委託研究計畫「消防機關職業安全衛生管理輔導研究」3成果之一，說明如下。

工作安全分析作法操作說明(以火災搶救工作為例)

工作安全分析概念是由工作分析及預知危險所組成，工作分析係讓工作者清楚每項工作步驟、流程、內容和規範，預知危險係將工作流程中潛藏的危險與可能發生的危害，事先予以預知，工作安全分析決定出最佳的行動目標或工作方法，以達保障工作者安全與健康，避免職業災害的發生。

執行消防作業工作安全分析使用表格工具為「消防危害辨識工作安全分析表」，內容分為三大面向，分別為「作業編號及名稱」、「辨識危害及後果」及「現有防護措施」，作業編號及名稱之項目，包含：編號、執行單位、作業地點、作業事項及作業內容描述，辨識危害及後果之項目，包含：作業條件(作業週期、作業環境、工具器材、危險物品及作業資格)、危害類型與可能造成危害原因及後果，現有防護措施之項目，包含：危害控制作法及個人防護具。

團隊對於分析消防工作涉及安全衛生風險因子，提出教導與協助消防局人員運用消防人員工作安全分析工具之事項，可視消防機關需求列入作業內容，並可據以基礎發展更適用於地方消防局特性/事故類型方式；運用消防人員工作安全分析工具係敝專案團隊(協同)主持人(邱教授晨瑋)於 112 年勞動部勞動及職業安全衛生研究所委託研究計畫「消防機關職業安全衛生管理輔導研究」4成果之一，說明如下。

工作安全分析作法操作說明(以火災搶救工作為例)

[3] 邱晨瑋，消防機關職業安全衛生管理輔導研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，112 年 12 月。

[4] 邱晨瑋，消防機關職業安全衛生管理輔導研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，112 年 12 月。

工作安全分析概念是由工作分析及預知危險所組成，工作分析係讓工作者清楚每項工作步驟、流程、內容和規範，預知危險係將工作流程中潛藏的危險與可能發生的危害，事先予以預知，工作安全分析決定出最佳的行動目標或工作方法，以達保障工作者安全與健康，避免職業災害的發生。

執行消防作業工作安全分析使用表格工具為「消防危害辨識工作安全分析表」，內容分為三大面向，分別為「作業編號及名稱」、「辨識危害及後果」及「現有防護措施」，作業編號及名稱之項目，包含：編號、執行單位、作業地點、作業事項及作業內容描述，辨識危害及後果之項目，包含：作業條件(作業週期、作業環境、工具器材、危險物品及作業資格)、危害類型與可能造成危害原因及後果，現有防護措施之項目，包含：危害控制作法及個人防護具。

表 1 消防作業危害辨識工作安全分析表

1.作業編號及名稱					2.辨識危害及後果							3.現有防護措施		4.改善作為
編號	執行單位	作業地點	作業事項	作業內容描述	作業條件					危害類型	可能造成危害原因及後果	危害控制作法	個人防護具	
					作業週期	作業環境	工具器材	能源/危險物品	作業資格					

資料來源：文獻[5]

(一)工作安全分析步驟

1.步驟 1：決定要分析的工作

決定要分析的工作，可針對具有高風險、高作業頻率、特殊性及新型態工作事項實施工作安全分析。

2.步驟 2：分解工作步驟

分解工作步驟可先將工作分為三大作業階段，撰寫作業項目，再思考每一作業項目之工作事項。

[5] 邱晨瑋，消防機關職業安全衛生管理輔導研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，112 年 12 月。

表 2 火災搶救工作分析表

作業階段	作業項目	工作事項
第一階段 受理派遣至 抵達火場	受理報案	受理報案、派遣處置
	派遣出動	移動至車庫、穿著個人裝備、登上消防車輛、發動消防車輛、駕駛消防車駛離車庫
	出動途中處置	道路駕駛、車內穿著裝備、火勢外觀判斷
第二階段 抵達火場至 火勢撲滅	指揮	火場指揮(災情回報、請求支援、指揮權轉移、任務指派)、指揮系統建立、現場資訊收集
	部屬	部署(車輛、水線-室外、水線-室內)、水源不斷、有效攻擊、射水防禦
	搶救	射水、人命搜救、防止延燒、佔據水源、中繼放水、滅火攻擊、破壞作業、通風排煙作業
	控制	人員接替、佈線調整、侷限火勢、周界防護
	緊急救援	個人責任回報、操作緊急求救訊號、緊急救援小組作業
第三階段 火勢撲滅至 返隊待命	殘火處理	殘火處理、確認復燃疑慮、支援人車離去、收拾裝備
	收拾裝備	人員確認、車輛裝備器材整理
	返隊	清洗車輛及水帶、檢查車輛機件及器材

資料來源：文獻[6、7、8]

針對每一工作步驟，列出其工作相關內容，包含：執行單位、作業地點、作業事項、作業內容描述、作業週期、作業環境、工具器材、能源/危險物品及作業資格等項目。

[6] 《消防機關火場指揮及搶救作業要點》，111/08/11 修正。
[7] 蔡綽芳、紀人豪，輕量型鋼結構建築物(鐵皮屋)防火安全與消防搶救對策之研究，內政部建築研究所，103 年。
[8] 邱晨瑋，消防機關職業安全衛生管理輔導研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，112 年 12 月。

1.作業編號及名稱					2.辨識危害及後果							3.現有防護措施		4.改善作為
編號	執行單位	作業地點	作業事項	作業內容描述	作業條件					危害類型	可能造成危害原因及後果	危害控制作法	個人防護具	
					作業週期	作業環境	工具器材	能源/危險物品	作業資格					

圖 1 工作安全分析步驟 2(列出工作相關內容)

資料來源：文獻[9]

3.步驟 3：辨識潛在危害

針對每一工作步驟，辨識其可能發生的危害類型，並描述可能造成危害原因及後果，可利用「人員、機械/設備、能源/危險物品、方法、環境」或「人員、機器、環境、管理、任務」之面向思考。

1.作業編號及名稱					2.辨識危害及後果							3.現有防護措施		4.改善作為
編號	執行單位	作業地點	作業事項	作業內容描述	作業條件					危害類型	可能造成危害原因及後果	危害控制作法	個人防護具	
					作業週期	作業環境	工具器材	能源/危險物品	作業資格					

圖 2 工作安全分析步驟 3(辨識潛在危害)

資料來源：文獻[10]

(1)人員：因人員之不安全行為所引起的危害，例如：精神不濟、未佩戴防護具、不正確工作姿勢等。

(2) 機械/設備：因不當使用或接觸不安全的機械設備所引起的危害，例如：因不當操作電氣設備，而引起感電，電氣設備未設置漏電斷

[9] 邱晨瑋，消防機關職業安全衛生管理輔導研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，112 年 12 月。

[10] 邱晨瑋，消防機關職業安全衛生管理輔導研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，112 年 12 月。

路器，而造成操作人員感電。

(3) 能源/危險物品：與能源/危險物品相關所引起的危害。

(4) 方法：作業 SOP、作業人員位置、動作或姿勢等因素。

(5) 環境：因作業環境所引起的危害，例如：噪音、高溫、局限空間等。

4.步驟 4：確認現有防護措施及研擬改善作為

針對每一工作步驟，列出其作業現有防護措施，可分成危害控制作法及個人防護具，現有防護措施內容應盡可能是有根據(如：某標準規範、某訓練教材)。

1.作業編號及名稱					2.辨識危害及後果							3.現有防護措施		4.改善作為
編號	執行單位	作業地點	作業事項	作業內容描述	作業條件					危害類型	可能造成危害原因及後果	危害控制作法	個人防護具	
					作業週期	作業環境	工具器材	能源/危險物品	作業資格					

圖 3 工作安全分析步驟 4(確認現有防護措施)

資料來源：文獻[11]

(二)消防作業危害辨識工作安全分析表製作欄位說明

消防作業危害辨識工作安全分析表欄位說明，詳如**錯誤! 找不到參照來源。**所示。

表 3 消防作業危害辨識工作安全分析表欄位說明

序號	欄位	說明
1	編號	流水號。
2	執行單位	執行該項工作消防人員單位名稱或任務編組，例如：入室搶救人員、外部防護人員等。
3	作業地點	執行火災搶救作業的地點，例如：火場建築物內部、火場周邊道路等。

[11] 邱晨瑋，消防機關職業安全衛生管理輔導研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，112 年 12 月。

序號	欄位	說明
4	作業事項	決定要分析的工作，火災搶救作業事項依**錯誤! 找不到參照來源。**，若該表無適切選項，該表可新增作業事項。
5	作業內容描述	依據「作業事項」欄位，填寫更詳細作業內容描述說明。
6	作業週期	依據「作業事項」及「作業內容描述」欄位，填寫此作業之執行頻率或週期，例如：每次、需要時。
7	作業環境	依據「作業事項」及「作業內容描述」欄位，填寫執行此項作業之場所及其環境狀況，例如：密閉空間、高溫等。
8	工具器材	依據「作業事項」及「作業內容描述」欄位，填寫此作業所需使用工具器材，例如：破壞器器材、水帶瞄子。
9	能源/危險物品	依據「作業事項」及「作業內容描述」欄位，填寫能源/危險物品名稱
10	作業資格	依據「作業事項」及「作業內容描述」欄位，填寫進行該作業人員所需資格條件
11	危害類型	依據「作業事項」、「作業內容描述」及「作業條件」欄位，思考進行作業時，每一項目其可能產生之危害，消防作業危害類型可參考**錯誤! 找不到參照來源。**，若該表無適切選項，可新增危害類型。
12	可能造成危害原因及後果	依據「作業事項」、「作業內容描述」、「作業條件」及「危害類型」欄位，描述說明將此作業事項可能導致危害發生原因及其發生後果，若有不同發生原因、作業條件或危害類型，需分編號填寫。
13	危害控制作法	依據「危害類型」及「可能造成危害原因及後果」欄位，填寫此作業現況已設置的危害控制作法，可參考**錯誤! 找不到參照來源。**，若該表無適切選項，可新增危害控制作法。
14	個人防護具	依據「危害類型」及「可能造成危害原因及後果」欄位，填寫此作業現況所使用的個人防護具，可參考**錯誤! 找不到參照來源。**，若該表無適切選項，可新增個人防護具。
15	改善作為	依據「1.作業編號及名稱」、「2.辨識危害及後果」及「3.現有防護措施」欄位，評估是否需要其他改善作為，若需要則於該欄位填寫改善作為。

資料來源：文獻[12]

[12] 邱晨瑋，消防機關職業安全衛生管理輔導研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，

六、 推動安全衛生管理職務內容專責化

由消防機關主官指派中程計畫專責人員，敝專案團隊可協助推動安全衛生管理職務內容專責化，以利自主管理及任務銜接，可提供對消防安全衛生工作的支援、監督和協調，可協助建立專責化作業組織運作及工作安全衛生文件資料庫(如：管理手冊、法規規範、作業 SOP、作業原則、慣例習慣方式、防護小組會議記錄、作業分組成果方案、檢核表作業等)，以確保能夠安全衛生工作落實並精進，提升消防人員的安全與健康，參考中程計畫相關事項，職務內容專責化面向可能如下：

1. 制定管理方法、流程與標準：推動、執行並落實消防工作安全衛生管理系統各項作業。
2. 資源規劃與管理:規劃消防工作安全衛生整體發展建議與年度規劃，統籌和調配消防安全衛生工作所需的人力、物力、財力等資源，確保這些資源能夠有效地被分配和利用。
3. 風險評估與管理：識別、評估和管理消防工作安全衛生之風險，並提供相應的風險管理工具和技術支援，以確保消防工作安全衛生能順利執行並達成目標。
4. 統計與分析：消防人員之工作安全衛生相關調查，例如事故通報、傷亡案件等，進行數據統計與分析，提出建議及改善方式。
5. 監控與報告;設置監控機制，定期監督安全衛生工作的進度、成本、品質等方面的執行情況並彙報。
6. 專業溝通與協助：促進消防工作安全衛生議題的溝通和協調，協助解決問題與衝突，確保消防機關各單位之間的共識和合作。

112 年 12 月。

七、 結論

針對了解認識消防局作業提出五大構面，分別為：現況管理、資訊整合、身心照顧、人員知能及設施設備。分析消防工作涉及安全衛生風險因子，提出教導與協助消防局人員運用消防人員工作安全分析工具之事項，可視消防機關需求列入作業內容，並可據以基礎發展更適用於地方消防局特性/事故類型方式。並分析以下主要迫切議題:

1. 培養消防人員健康相關體適能
2. 消防工作暴露汙染
3. 女性消防人員懷孕安全衛生照護
4. 消防人員行為精神健康照護
5. 消防人員事故案例綜合性統計分析
6. 救災作業管理及指揮與幕僚作業安全

參考文獻

1. NFPA 1550，Standard for Emergency Responder Health and Safety，2024 Edition。
2. 林楨中、陳坤佐、邱晨瑋、蕭嘉政，《消防機關職業安全衛生管理輔導研究》，勞動部勞動及職業安全衛生研究所 112 年委託研究報告，112 年 12 月。
3. 曹常成、張裕忠、邱晨瑋、闕妙如、潘日南，《消防機構職業安全衛生管理系統推動模式探討》，勞動部勞動及職業安全衛生研究所委託研究報告，111 年 12 月。
4. 邱晨瑋，《111 年度消防人員傷亡案件詳細統計分析報告》，內政部消防署 112 年委託研究報告，112 年 12 月。
5. 蔡綽芳、紀人豪，《輕量型鋼結構建築物(鐵皮屋)防火安全與消防搶救對策之研究》，內政部建築研究所，103 年。
6. 森住敏光(日本國東京消防廳理事兼安全推進部部長)，東京消防庁における安全への取組について，111 年 12 月 1 日於內政部消防署實務分享觀摩會之報告資料。
7. 《精神疾病診斷與統計手冊第五版》
8. 《消防機關火場指揮及搶救作業要點》，111/08/11 修正。
9. 《消防機關事故調查分級分層機制執行計畫》，內政部消防署 110 年 11 月 18 日消署救字第 1100600451 號函。
10. 行政院新聞《政院通過「消防法」部分條文修正草案 促進公共安全及保障消防人員職業安全衛生》，113 年 6 月 13 日，資料來源：https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/b3dbc6cf-73be-4ea6-9f40-d349a6768a75。

防災監控系統綜合操作裝置於科技廠之應用

Application of Integrated Operating Devices for Disaster Prevention and Monitoring Systems in Technology Factories

洪嘉飛

摘要

隨著都市化的快速發展，土地日益稀缺，建築物朝向更高、更大規模的方向發展，尤其是大型商場、集合住宅和辦公大樓等場所，收容人數多、內部空間複雜，一旦發生火災，濃煙與火勢極易蔓延，對人員安全構成重大威脅。這些建築因其結構特點，使情報獲取與搶救困難，因此法規要求在高層建築和特殊地下建築中設置防災中心，集中管理電氣、消防、排煙、通風、通信及緊急遮斷等必要設備，並由專人常駐進行監控，火災發生時可迅速通報並指揮緊急應變，並向 119 提供即時信息協助救災。此外，超高層建築的防災中心還應具備警報、滅火、避難引導及動態信息顯示等系統，以確保全場的安全。

除高層建築外，規範也要求總樓地板面積超過五萬平方公尺的大型建築或地下樓板面積超過一千平方公尺的建築必須設置防災監控系統綜合操作裝置。該裝置能協助防災中心人員進行建築物防災的一元化管理，特別適用於具更高火災風險的科技廠與工廠等場所。這些場所由於生產、儲存和處理過程中使用大量易燃易爆物質，且需要大量電力、粉塵控制和密閉空間作業，火災風險極高，且災害可能導致重大損失，如 2024 年屏東明揚工廠和彰化聯華食品工廠的大火等案例，均顯示出快速取得現場火災動態情資對降低風險的重要性。

防災監控系統綜合操作裝置的基準於 2019 年訂立，2023 年開始進行認證。該裝置將消防、防災設備等資訊進行整合，並與各設備智能化連接，便於自衛消防編組與消防人員快速掌握現場情況、精確指揮救災，

提升科技廠和工廠的消防安全管理，有助於企業在保障安全的基礎上實現永續發展。

關鍵字：防災中心、防災監控系統綜合操作裝置、自衛消防編組、智慧防災、工廠減災應變

一、 防災中心

防災中心的意義是指建築物內的特定空間，用以容納相關設施、設備及人員，提供建築物面臨火災或地震等緊急災害事故時，能有相對安全的進行救災指揮、作業控制及應變作為之場所。因此防災中心的目的在於有效的將防災設施予以串聯監控與連動，以便於服勤人員透過防災監控設施設備迅速的進行資訊整合與運用。

防災中心在美國其名稱為 Fire Command Center 或 Emergency Command Center；在日本被稱為中央管理室（中央監視室、ちゅうおうかんりしつ）或防災ｾﾝﾀｰ，在中國大陸方面被稱為「消防控制室」。

（一） 設置規定

在高層建築物方面，建築技術規則建築設計施工編第 259 條規範高層建築物應設置防災中心；建築技術建築規則設計施工編第 181 條規定利用緩衝區與地下建築物或地下運輸系統連接之原有建築物未設置中央管理室或防災中心者，應增設之。建築技術規則設建築計施工編第 182 條規定地下建築物應設置中央管理室，各管理室間應設置相互連絡之設備。 前述防災中心（或中央管理室）建築物內部之電氣、電力設備、消防安全設備、排煙設備及通風設備、昇降及緊急昇降設備、連絡通信及廣播設備、燃氣設備及使用導管瓦斯者設置之瓦斯緊急遮斷設備及其他必要設備應設在該中心。如建築物高度達 25 層或 90 公尺以上者，其防災中心應具備防災、警報、通報、滅火、消防及其他必要之監控系統設備，其應具以下功能：

1.各種設備之記錄、監視及控制功能。

2.相關設備運動功能。

3.提供動態資料功能。

4.火災處理流程指導功能。

5.逃生引導廣播功能。

6.配合系統型式提供模擬之功能。

在國內消防法規「各類場所消防安全設備設置標準」(以下稱「設置標準」) 第 238 條規定防災中心之設置位置與構造：

防災中心之位置：

1.設於消防人員自外面容易進出之位置。

2.設於便於通達緊急昇降機間及特別安全梯處。

3.出入口至屋外任一出入口之步行距離在三十公尺以下。

防災中心之構造：

1.冷暖、換氣等空調系統為專用。

2.防災監控系統相關設備以地腳螺栓或其他堅固方法予以固定。

3.防災中心內設有供操作人員睡眠、休息區域時，該部分以防火區劃間隔。

（二） 防災中心的功能

在高層建築或高風險場所，防災中心是災害應變的核心，承擔著多重防災管理功能，特別是在火災或其他突發事故中。這類場所消防安全設備、防火避難設施等具備多層級的監控與連動功能，其複雜性遠高於一般建築，因此防災中心服勤人員在滅火、通報與避難引導上的準確性與效率，直接關係到整體建築的安全性。

防災中心的主要功能主要為設備監控、集中管理、緊急支援和災害指揮控制四大方面：

1.設備監控與綜整管理

防災中心負責全天候監控建築內各類消防及防災設備，確保其在日常運行及緊急情況下的穩定性。監控範圍涵蓋消防系統（如警報、滅火和避難裝置）、建築基礎設備（如照明、通風、出入管理等）以及特殊安全設施（如地震探測器、防盜系統、瓦斯管線）。此外，防災中心還負責日常的防災檢查、危險物品管理及突發狀況應對準備，以保障防災系統的整體運行。

2.集中管理與應變調度

防災中心通過集中化管理平台，實現對各防災系統及緊急應變人員

的統一監管調度。此種管理模式在災害發生時尤為重要，能快速協調資源並有效掌握全場狀況，確保緊急決策和應對行動的即時性與準確性。

3.緊急應變支援

災害發生時,防災中心為救援行動提供相關支援。救災人員抵達前，防災中心通過整合監控數據，快速蒐集災情資訊並向內外部報告情況，同時集結自衛消防組織進行避難指引，確保人員安全撤離。在救援人員抵達後，防災中心繼續提供建築結構、災害範圍及人員位置等情資，協助消防人員制定和實施有效的救災方案。

4.災害指揮與控制

防災中心在災害應變中擔負著指揮控制角色，依據既定緊急應變計畫分階段展開行動。透過專業的監控與指揮平台，防災中心可精確掌握災害進程並提供即時的行動指引，確保救援活動依照標準流程進行，有效減少災害影響。

綜上所述，防災中心作為災害應變的核心部門，通過設備的綜整管理、集中監控、緊急應變支援及快速正確的災情提供，實現對災害風險的有效控管，保障高風險建築的安全營運。

二、 防災監控系統綜合操作裝置

（一） 設置場所與相關規定

在設置標準第 30 之 1 條規定設置防災監控系統綜合操作裝置之場所，如下：

1. 高層建築物。
2. 總樓地板面積在五萬平方公尺以上之建築物。
3. 總樓地板面積在一千平方公尺以上之地下建築物。
4. 其他經中央主管機關公告之供公眾使用之場所。

高層建築物、大規模或特殊複雜、高危險性場所的建築物設置各種消防用設備，以監視或防護著廣大範圍的建築物消防安全，每種每樣消防設備都擔任各自功能的角色。火災發生時，快速正確的火情判斷、設

備迅速且確實的被操作運用於滅火救災，在這樣大規模的建築物下就顯得重要。

依據設置標準第 192-1 條規定，防災中心、中央管理室或值日室等經常有人之處所應設置防災監控系統綜合操作裝置，以監控或操作如下消防安全設備：

1. 火警自動警報設備之受信總機。
2. 瓦斯漏氣火警自動警報設備之受信總機。
3. 緊急廣播設備之擴大機及操作裝置。
4. 連接送水管之加壓送水裝置及與其送水口處之通話連絡。
5. 緊急發電機。
6. 常開式防火門之偵煙型探測器。
7. 室內消防栓、自動撒水、泡沫及水霧等滅火設備加壓送水裝置。
8. 乾粉、惰性氣體及鹵化烴等滅火設備。
9. 排煙設備。
10. 其他防火防災設備或一般電力、大樓管理設備。(非設置標準規定)

綜合操作裝置就是為能整合所有消防、防災資訊，達到一元化管理，平時進行監視、檢修之用途，災時快速火警偵知、火情蒐集、控制相關消防安全設備、緊急升降設備、排氣換氣設備、防火排煙設備與緊急電源等，協助自衛消防編組滅火、避難引導與提供 119 消防人員火情與現場狀況之用，快速減災滅火。

（二） 構成與動作概要

防災監控系統之綜合操作裝置需連接各項消防設備及防災設備等，發揮防災中心具備之功能，其核心是以火警自動警報設備之受信總機為中心構成，藉由監視、操作各種消防設備，搭載綜合性管理功能，有效掌握防火對象物的火災警報及火勢蔓延狀況、相關消防設備、防火避難設施等動作情形，其綜合操作裝置係由表示部、操作部、控制部、警報部、記錄部及附屬設備所構成(如圖一、圖二)。對應所防護場所之規模、

使用形態、火災時人命安全之確保、防火管理體制及滅火活動之情況，具有無礙整合運用之性能。對其連接之消防設備、防火避難設施等，可採通用通訊協定來傳訊（如圖三所示）

綜合操作裝置具預備電源或緊急電源，在主電源中斷時自動切換，不得影響其系統性能，其容量應能使其監控或操作各項消防設備並在消防搶救必要時間，有效動作 2 小時以上（設置標準第 192-1 條規定）。

綜合操作裝置的動作概要為當火災或瓦斯漏氣發生時，現場的火警探測器或瓦斯漏氣檢知器動作，火警受信總機向綜合操作裝置之防災主機（控制部）發出火災信號，防災主機向防災 LCD（表示部）或防災印表機（記錄部）等發出各種火災相關情報，防災 LCD 立即自動（無需操作）顯示該動作之探測器或檢知器、發信機及樓層平面圖及該樓層如下事項（如圖四所示之動作流程概要）。

1.發報的探測器或被按下的發信機位置或警戒區域。

2.偵測出瓦斯漏氣檢測器的位置及氣體遮斷閥（如有設定時）的動作情況。

3.構成防火區劃之牆壁之表示及防火門、防火防煙捲門、閘門、可動式防煙垂壁等動作情形。

4.排煙機及排煙口的動作情形。

5.撒水設備等自動滅火設備的動作範圍。

（三） 性能

1.**表示性能**

綜合操作裝置緊急時所須顯示之表示部及操作部之控制，應為可方便操作處理之措施，其表示部之表示圖號應簡單明瞭且統一（詳如認定基準附表 2 內容），有關於表示性能之規定如下：

（1）表示，得採螢幕表示、圖形表示、液晶顯示器（LCD）表示（統稱顯示器表示）等簡單明瞭方法。

（2）具能掌握消防設備及防火避難設施設置狀況以及所防護場所整體狀況之性能。

（3）火災發生及擴大狀況，須能以建築物平面圖、斷面圖等，依序表示警戒區域、放射區域、防護區域等，使易於確認平面上之擴展、上下層擴展方向及防火區劃狀況，至其他表示得為整體表示或個別表示。

（4）設有無法自動復歸之按鈕者，應具有該按鈕未定位之表示措施。

（5）如有和火警自動警報設備連動之消防設備或防火避難設施，應能表示其連動狀態或連動停止狀態。

（6）具備表示日期時間之性能，並能容易確認及調整日期。

（7）應能表示綜合操作裝置之電源供給狀況。

（8）各消防設備之表示項目，應有統一規定。警戒區域、放射區域、防護區域等有重疊情形時，須能優先表示火警自動警報設備相關警戒區域圖，其他區域圖得簡略表示。

2.**警報性能**

綜合操作裝置接到火災訊號時，須對應各該訊號發出警報。警報音或語音警報，應能區別火災警報及消防設備與防火避難設施動作警報並識別異常警報，適當設定其聲音及鳴動方式。

3.**操作性能**

以緊急時操作之按鈕及遠隔操作之按鈕進行操作，應對應其使用目的、頻率及消防設備數量，採易於了解之適當方法。

4.**記錄性能**

綜合操作裝置就消防設備及防火避難設施，以綜合操作裝置表示之火災資訊、防火區劃與防煙區劃構成資訊、排煙設備及滅火設備資訊之已動作或發生異常之消防設備或防火避難設施之種類、日期時間、場所及內容，應具備快速列印性能。且有防止漏記或錯誤之措施，當使用電腦或記憶卡方式儲存者，不得因斷電或故障造成資料損害、遺失，當刪除或變更資訊，應設有權限機制。

5.**消防搶救支援性能**

綜合操作裝置於火災時能為提供抵達現場之消防人員準確且及時之資訊（消防活動支援性能），如下：

（1）表示部能以易於了解之方式表示火警探測器、火警發信機或瓦斯漏氣檢知器已動作之所有樓層平面圖（含方位）及各該樓層之下列事項。

A. 已動作之火警探測器或火警發信機位置。

B. 已動作之瓦斯漏氣檢知器位置及瓦斯緊急遮斷設備動作狀況。

C. 構成防火區劃之牆壁位置及防火門、防火捲門、防火閘門及可動式防煙垂壁之動作狀況。

D. 排煙機及排煙口動作狀況。

E. 自動撒水設備等自動滅火設備動作範圍。

（2）顯示器應能簡易操作並以易於了解之表示，呈現各該樓層下列平面圖（含方位）之狀態。

A. 起火層平面圖。

B. 起火層以外，火警探測器、火警發信機或瓦斯漏氣檢知器動作之樓層平面圖。

C. 起火層直上層及直上二層之平面圖。

D. 起火層直下層之平面圖。

E. 地下層各層之平面圖。

綜合操作裝置與受信總機連線異常時能自動警示，且系統部分異常或故障，不得對整體性能造成障礙，亦不會影響下層消防系統功能異常。

當與防火避難設施或一般設備兼用時，防火避難設施或一般設備之檢查、維修或產生電源中斷時，應有不影響消防設備相關監視、控制及操作之功能，且緊急時應優先處理消防設備相關動作，且消防設備及防火避難設施相關紀錄，應和一般設備之紀錄有所區分。

綜合操作裝置可以有以下運用於管理支援之性能（選配）。

（1）模擬性能

係指供防災中心服勤人員或類似工作者研習綜合操作裝置之消防設備及防火避難設施有關監視及操作等性能，能模擬進行監視及操作等之性能，該性能於進行模擬不影響外部設備功能，且當外部設備有動作時會立即切換為正常動作流程，無礙主要性能。

（2）導引性能

係指綜合操作裝置之監視及操作等事項，其操作、應變措施等必要資訊以文字畫面或聲音表示之性能，提供防災中心服勤人員或類似工作者更詳細的資訊內容。

（3）歷程性能

係指綜合操作裝置能隨時表示或記錄消防設備、防火避難設施及綜合操作裝置相關動作、異常、操作、檢查等歷程資訊之性能，其性能與紀錄性能之範圍更廣且要求一致，無法輕易被更改清除。

（4）自我診斷性能

係指綜合操作裝置能自動進行性能劣化或異常檢測之性能。

三、 對應之相關運用

（一） 消防情資蒐集的一元化管理

在高層建築和特殊場所的防災管理中，快速且正確的一元化管理消防情資至關重要。透過綜合操作裝置，所有消防設備、防火避難設施等之監控數據（如火警位置、平面圖、瓦斯洩漏、滅火設備與排煙設備動作區域等）可以集中整合到單一管理平台。這一平台允許防災中心人員即時查看和分析全場的消防狀況，從而實現快速判斷並應對災害。

消防情資的一元化不僅提升情報處理效率，還能減少人工判讀錯誤，確保災害訊息的準確傳遞，最大限度地縮短反應時間。

（二） 消防搶救支援運用

綜合操作裝置可直接支援消防搶救行動。當火災或其他災害發生時，系統會即時提供詳細的動態情資，如災害發生位置、火勢蔓延方向（時序）、起火點周邊環境、建築結構等，並方便操作以啟動排煙、緊急廣播、消防幫浦等設備，為消防人員爭取寶貴的滅火與救援時間。此外，系統可以顯示已啟動的滅火設備狀態、消防栓位置、避難通道的清潔度及有效性等，幫助消防人員精確定位並有效部署救援資源，提升搶救效能。

（三） 防災中心服勤人員訓練運用

防災中心的服勤人員需具備高度專業的操作技能和應變能力。綜合操作裝置支持模擬訓練功能，可進行虛擬火災或災害情境模擬，幫助人員熟悉各項操作和緊急應對流程，並測試其對火警、瓦斯洩漏、排煙系統等的反應能力。透過定期的模擬演練，服勤人員能更好地掌握各設備的操作與管理流程，提升緊急應變時的判斷力和行動速度，進一步確保建築物的防災安全。

（四） 歷史紀錄查詢

綜合操作裝置具備歷史紀錄存檔功能，能詳細記錄各消防設備的運作狀況、檢修紀錄、火警事件的發生及處理過程等。這些歷史數據可以作為災後檢討及分析的依據，幫助管理層檢視應變過程中可能的不足，進而加強未來的防災策略。此外，歷史紀錄亦能協助管理人員確保消防系統的定期維護及法規合規性，是提升建築物防火管理水平的重要工具。

（五） 雲端管理

透過雲端技術，綜合操作裝置的數據可以實現遠端存取和監控。雲端管理功能允許管理層或權責人員在任何地點，透過手機、電腦或其他終端設備即時查看消防設備的運行狀態和災害情資，並進行必要的遠端操作。雲端管理不僅提高數據存取的靈活性，還提供更強的數據備援能力，有助於企業在緊急情況下迅速反應，同時也便利多處場地的統一管理。

（六） 特殊情資運用

綜合操作裝置可以針對科技廠或工廠內的高風險因素進行量身定制，以協助自衛消防編組及消防人員在緊急狀況中快速獲取關鍵資訊並做出精確應對。

這類高危險性場所有著儲存大量危險物品並設有複雜的管線系統，這些物品的儲存位置、儲存量、性質（如燃燒性、爆炸性）以及對應的安全數據表（SDS）均屬於至關重要的情資。一但災害發生，過往以人工方式提供資料的方式除有時效性問題外，正確性與對應的緊急應變資訊提供都是一大考驗，伴隨著提高消防人員救災風險。

綜合操作裝置可以將這些資料預先整合存儲，確保在災害發生時能即時提供準確的信息支持。透過該裝置，防災中心人員可以快速檢索並展示每種危險物品的詳細資訊，包括其儲存位置、管線分布、儲存量、物質性質、可能的危害等，並根據 SDS 提供的緊急應變建議（如適當的滅火劑、應避免的處理方法）。這些資料能幫助自衛消防編組及專業消防人員迅速掌握現場狀況，選擇適合的應變措施，降低火災或有害物質洩漏時的風險。

此外，如有提早建立危險物品相關的應急處理流程和應用指南，例如爆炸性氣體洩漏時的安全疏散範圍，或化學物品洩漏的專用防護裝備。這樣當災害發生時可由該裝置資訊即時提供，讓應變人員在危急時刻具備全面而準確的參考依據，顯著提升應急反應的有效性，並有助於降低人員傷亡及財產損失。

此系統的設計不僅提高工廠的防災管理水準，還確保所有危險物品的準確資料隨時可用，讓救援人員能在壓力極大、時間緊迫的情況下迅速做出最合適的決策。

四、 結論和建議

（一） 結論

隨著高層建築和科技廠等複雜設施的不斷增加，火災預防管理的重要性日益凸顯。尤其是科技廠內部儲存大量危險物品，具備高電力需求、密閉空間作業及易燃物質，使其火災風險顯著增高。針對這些需求，設置防災監控系統綜合操作裝置成為保障其安全運行的重要一環。該系統可整合消防安全設備、防火避難設施、電力設施、緊急排煙、空調設備、緊急升降設備等，實現全面、一元化的防災監控。防災中心透過綜合操作裝置，不僅能快速掌握災情動態，還能支援消防人員的即時救援行動，確保災害應變的準確與高效。

此外，綜合操作裝置具備的情資一元化管理、歷史紀錄查詢、雲端管理及特殊情資運用功能，進一步提升系統的防災應用價值。無論是日常運行中的訊息監控，還是災害發生時的情資支持，該系統均能提供決策依據，對緊急應變的反應有所助益。尤其在科技廠或高危工廠，危險物品的儲存量、SDS 數據、管線位置和緊急處置流程等，均可在災害發生時即時提供給自衛消防編組和消防人員，有效減少災害擴大風險和人員傷亡。

（二） 建議

防災監控系統綜合操作裝置的設置，不僅實現科技廠內防災系統的智慧化、集中化管理，還在緊急應變處置、搶救支援和人員避難引導方面發揮關鍵作用。但仍需建議以下幾點加強工作以確保符合其功能，提升整體防災能力，保障人員安全及企業的可持續發展。

1. 強化訓練與模擬演練

   防災中心服勤人員應定期進行模擬演練，熟悉綜合操作裝置的各項功能、火情判斷及緊急應變作業，尤其是針對危險物品的管理和應變處置，以提高災害發生時的反應速度和應對能力。

2. 持續更新情資資料

為確保災害時情資的準確性，建議定期更新系統中的危險物品儲存數據、管線分布和 SDS 數據，並及時納入新設設備或變更過的設施配置，以確保資料的及時性和有效性。

3. 推廣雲端管理模式

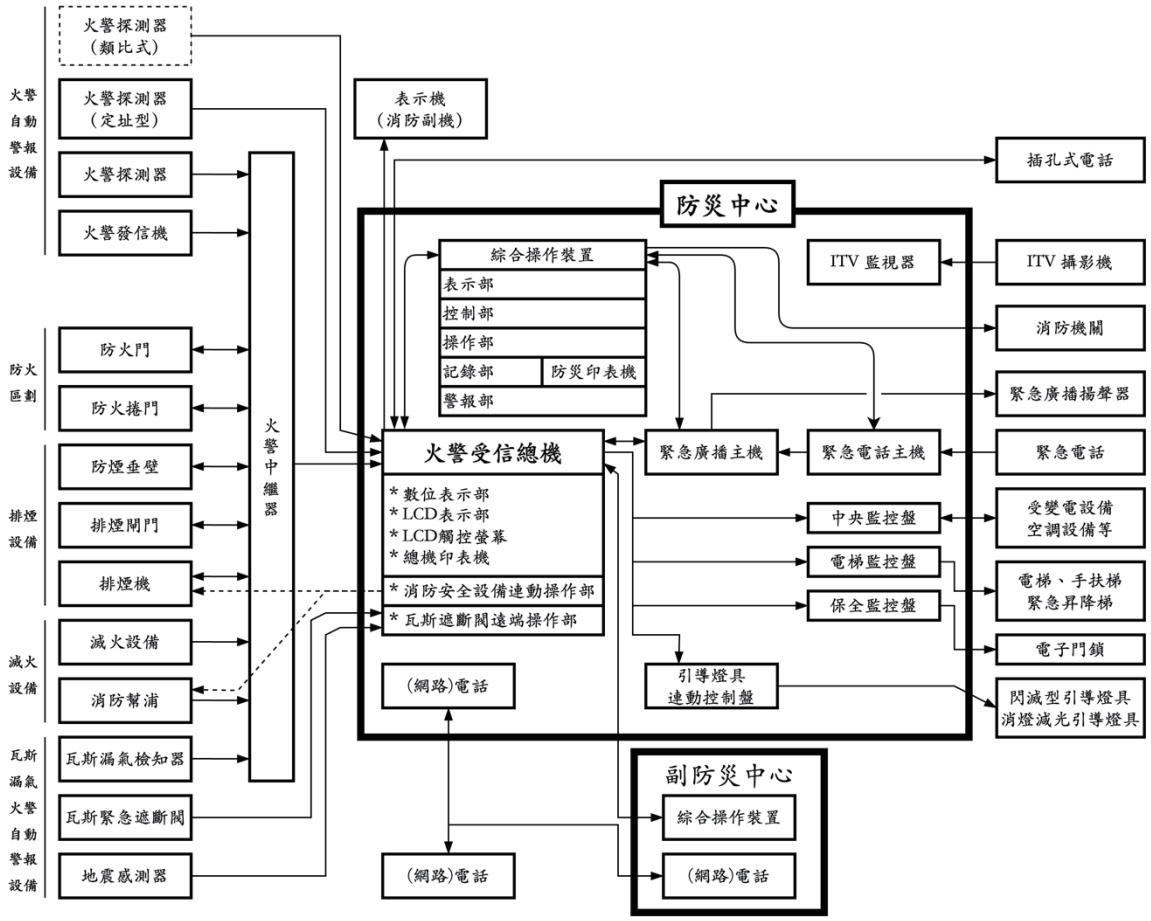
雲端管理提供更高的靈活性和即時性，建議可導入雲端數據管理模式，讓管理人員能夠隨時隨地監控，在人力資源有限下亦可提升多場地統一管理的效率。

4. 建立標準應急處置流程

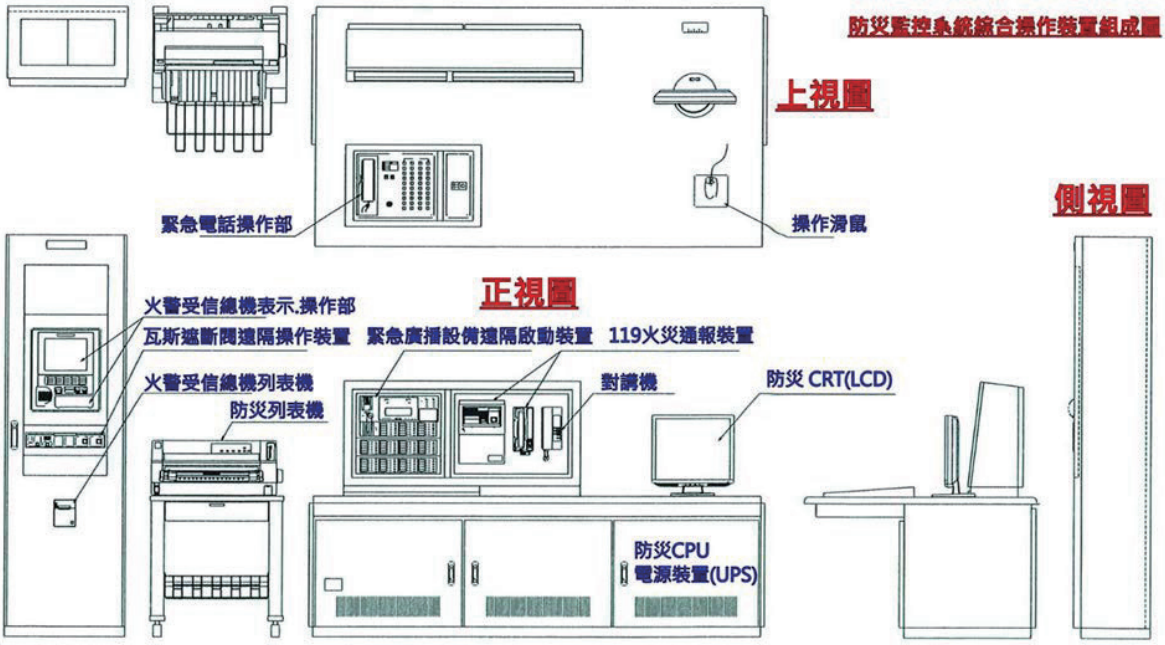
針對不同危險物品及災害類型，防災中心應建立標準化的應急處置流程，並將這些流程集成至綜合操作裝置內，確保消防人員在災害時能迅速獲取具體的操作指引。

5. 加強系統維護與檢修

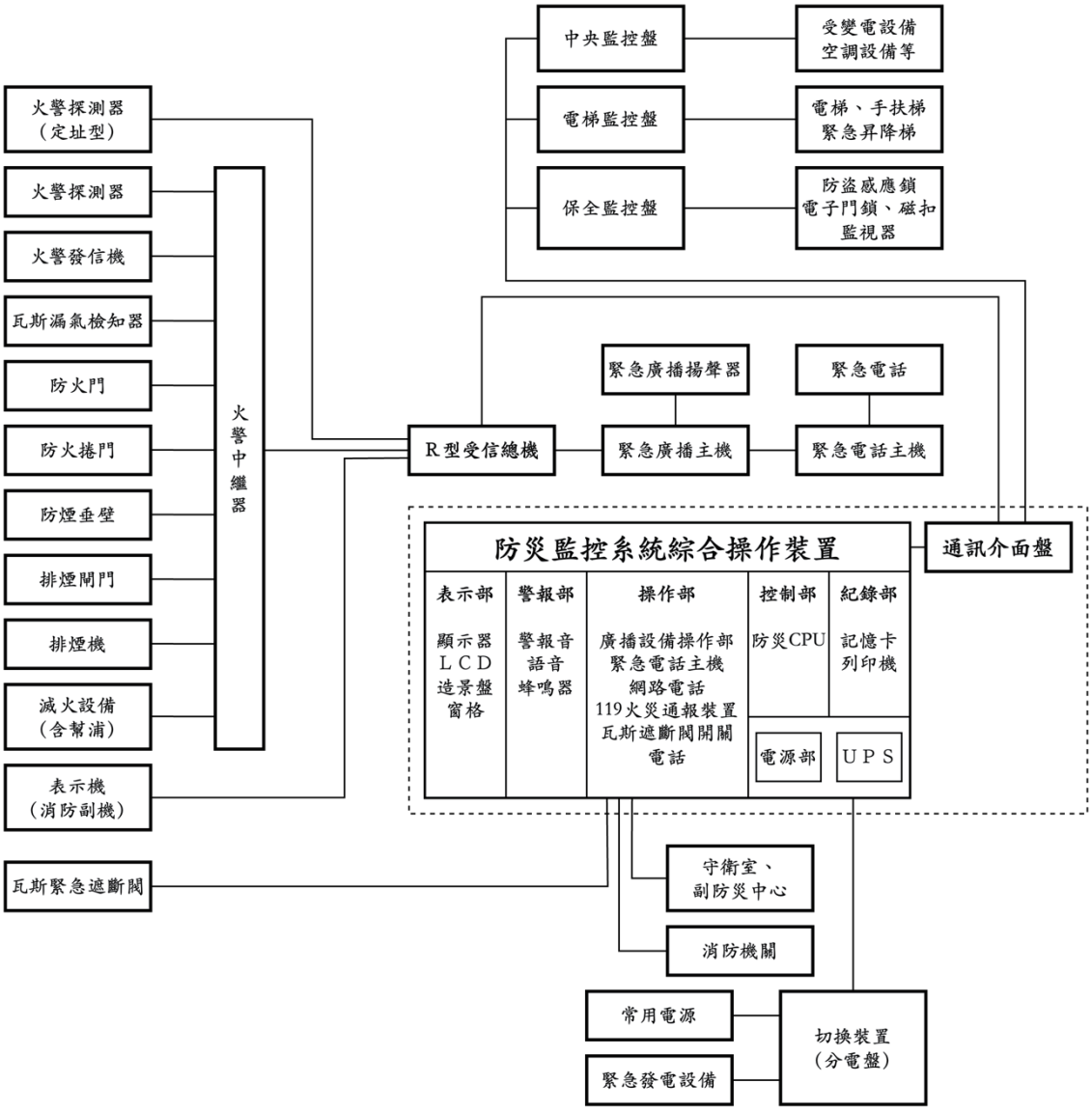
綜合操作裝置的穩定性和可靠性至關重要，建議定期檢查系統設備，並對操作軟體進行更新與優化，以確保在緊急情況下能穩定運行，不會因設備故障而影響防災效能。



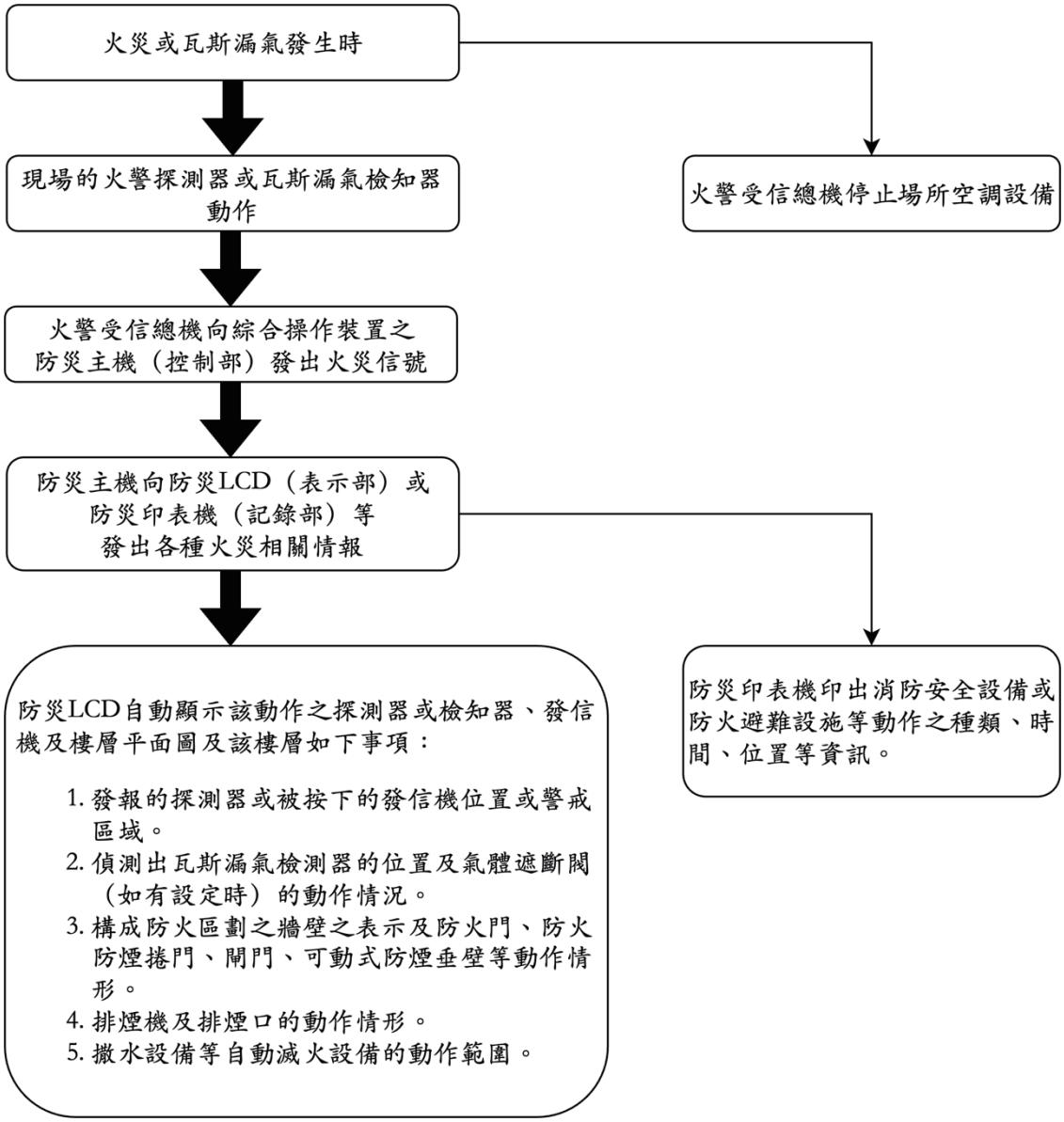
圖一、防災中心消防設備及防災設備等系統連接圖例



圖二、防災監控系統之綜合操作裝置構成圖例



圖三、防災監控系統綜合操作裝置系統連接圖例（R 型總機搭配通訊介面盤之例）



圖四.防災監控系統綜合操作裝置動作流程

參考文獻：

1. 建築技術規則建築設計施工編（2021），內政部。
2. 各類場所消防安全設備設置標準（2024），內政部。
3. 防災監控系統綜合操作裝置認定基準（2019），內政部。
4. 鄭元良等（2016），高層建築物防災中心各類防災監控系統整合與管理制度之研究，建築研究所。
5. 鄭元良等（2019），智慧型防災設備應用於建築物及防災中心資訊整合規範之研究，內政部建築研究所。
6. 陳瑞鈴等（2009），建築物防災中心設置規範之研究，內政部建築研究所研究報告。
7. 許哲銘（1989）建築物防災監控系統之研究，中央警察大學碩士論文。
8. 浜消達第 10 号（2005）超高層及び高層建築物防災指導要綱，平成 17 年。

工廠火災風險管理評估及防火驗證之研究

邱晨瑋[1]、陳金輝、許朝坤

一、前言

化學工廠一旦發生火災事故所造成之影響，輕則些許財物損失，重責造成廠內人員傷亡，更甚者造成消防隊員或是周遭居民傷亡。112 年屏東某製造業工廠發生嚴重火災爆炸事故，勞工 6 位死亡、99 位輕重傷，另亦造成 4 位消防人員救災致死。為避免類似事故再度發生，本研究擬透過火災風險評估，辨識工廠火災風險等級，作為檢視廠區現有風險是否達可接受範圍之評估方法。

本研究將火災風險評估分為「火災絕對風險評估」以及「火災相對風險評估」，「火災絕對風險評估」於我國法令要求下所存在之本質風險評估，其風險等級稱為「火災絕對風險等級」。「火災相對風險評估」於採取優於我國法令之火災預防措施後所存在之風險評估，並將風險等級稱為「火災相對風險等級」。

「火災絕對風險評估」以美國消防協會 NFPA551 之評估方法為主體，並納入英國古斯塔夫法、我國法令檢核，化學品特性、製程使用狀況等條件，核算出之其火「火災絕對風險等級」。而「火災相對風險評估」則再檢視事業單位所實施優於法令規定之火災預防措施，並分為硬體設施面以及管理面，核算分數，對應本研究之風險降級表，將原有火災絕對風險等級實施降級措施，可得「火災相對風險等級」。

實施火災風險評估前先臨場訪視 5 家事業單位，再實施共計 10 場次之輔導，每次輔導除出席 3 位輔導團隊成員外，並邀請建築領域、消防領域、職業安全衛生領域之專家學者至少 3 位，透過實際現場檢視輔導，能夠辨識出事業單位火災風險等級，並由專家提出建議，使事業單位能夠降低火災風險。

[1] 邱晨瑋 博士；臺灣警察專科學校消防安全科 教授兼主任； eswin.wei@gmail.com.

針對此火災風險評估方法辦理「火災風險評估說明座談會」，邀請勞動檢查機構及事業單位說明討論此火災風險評估方法，並對於此火災風險評估交流討論。此外，另規劃訂定「火災風險評估管理技術手冊」，透過手冊介紹如何使用此評估方法，以及檢附相關輔導案例，並針對此手冊召開委員會審查，期望事業單位能利用此手冊便於實施火災風險評估。

本研究旨在說明本手冊危害辨識與風險評估的標準流程，以協助有效識別作業環境中潛在的危害，並制定適當的控制措施。危害辨識是風險管理的第一步，主要透過系統性的方法識別可能導致人員傷害、財產損失或環境破壞的因素，包括設備、程序、物質或人為行為中的潛在危害。

二、建置工廠火災風險分析方法及檢核表

規劃工廠火災風險調查評估指標方法之詳細程度、複雜度、適用範圍及所需資源能夠符合臺灣大多工廠所需；故本研究計畫在研擬規劃工廠火災風險調查評估指標方法階段，即應將相關因素列入考量事項，事先研擬規劃工廠火災風險調查評估指標方法、架構及實施步驟之研究工作事項。

(一) 火災風險調查評估指標暨檢核表

為辨識並預防火災發生潛勢，分析火勢擴大延燒與造成人命傷亡可能因子，以消防安全設備、公共危險物品、建築防火、職業安全、緊急應變等以基本法規要求為基底，並由評核之專家學者綜合判斷考量各工廠之整體火災安全防護能力。

本研究參考英國火災安全風險評估 Fire Safety Risk Assessment 以及我國消防署於 112 年 7 月公告之「輔導既存工廠自設滅火設備及替代設施指導原則」之檢核表，明訂指導自主防減災安全檢核，並加強針對化工廠之火災預防，納入職安法令之化學品管理、防爆電器設備以及通路安全等，加強符合職安法規定，並藉由建築、消防、職業安全與衛生三者領域對於火災發生預防所規定措施，檢核法令層面是否符合規定。檢核表參考指標分為下列主要評估項目：

1. 潛在發生火災因子與火災風險防護措施。

(1) 建築防火安全

A. 綜合判工廠建築構造之防火性與穩定性。

B. 綜合判斷是否需要採取額外的防火安全措施。

(2) 消防防護安全

A. 綜合判斷工廠消防安全設備防護能力。

B. 綜合判斷工廠危險物品安全位置、構造、設備等保護措施。

C. 綜合判斷是否需要採取額外的消防防護措施。

(3) 廠房防護安全

A. 綜合判斷工廠之各項設施、設備，與引火源、可燃物、易燃物和氧氣源等設置規劃狀況。

B. 綜合判斷危險品保管、展品用途、設備機械、電氣安全。

C. 綜合判斷工廠消除、取代、工程控制等降低火災風險措施或是否需採取額外的防火安全措施。

2. 人員潛在危害與避難逃生措施。

(1) 避難設施

A. 綜合判斷防火避難設施、走廊、樓梯等逃生路線設計、設置上是否符合場所所需，以及是否設置待救之相對安全區等安全措施。

B. 綜合判斷設置之位置圖、逃生避難圖及平面圖等是否易於引導人員避難逃生。

(2) 警報避難設備

A. 綜合判斷避難弱者（孕婦、年長者、身心障礙者）因應及保護措施，及設置之防排煙設備、避難器具是否符合場所所需。

B. 綜合判斷警報設備設計與設置是否達到有效警報、通報能力。

(3) 工作場所安全及通路

A. 綜合判斷是否提供足夠之出口、通道等，及其是否充足之採光、照明及標示，以利人員緊急避難。

B. 綜合判斷避難弱者（孕婦、年長者、身心障礙者）及內部提供人員睡眠者是否需採取額外的安全保護措施。

3. 防火安全管理與火災緊急應變規劃

(1) 建築安全管理

A. 綜合判斷出入口、走廊、樓梯間及供通行之防火門等動線之平時管理狀況。

B. 綜合判斷防火門窗、防火區劃之平時管理狀況。

(2) 消防安全管理

A. 綜合判斷逃生避難指示及緊急公告等是否能在火災緊急狀況下顯而易見，及員工及其他出入人員等對於火災發生時因應安全能力。

B. 綜合判斷所設置警報設備和滅火設備等系統，現場人員是否易於操作，及有能力操作。

C. 綜合判斷自衛消防編組或緊急應變人員配置及訓練情形與成效，以及針對有限人力之時段，提出可行之火災時緊急應變作業事項。

D. 綜合判斷火災警報系統是否採取檢查、維護、減少誤報等優化改進措施。

E. 綜合判斷保安監督制度與危險物品安全之平時管理狀況，及是否需採取額外的防火安全措施。

(3) 廠房安全管理

A. 綜合判斷工廠之設施、設備，及引火源、可燃物、易燃物和氧氣源等使用管理狀況，及火災風險評估是否持續評估、監控與檢討修正。

B. 綜合判斷是否訂定符合場所與災害特性需求之緊急災害應變計畫與作業程序，及是否向員工揭示完整火災風險資訊及教育訓練。

C. 對火災意外或緊急事件進行檢討、分析，提出具體改善措施，有後續處理紀錄。

表 1　檢核表參考指標項目

評核項目	細項說明
潛在發生火災因子及火災風險防護措施	建築防火安全
	消防防護安全
	廠房生產作業安全
人員潛在危害及避難逃生措施	避難設施
	警報避難設備
	工作場所出入動線安全
防火安全管理及緊急應變措施	建築安全管理
	消防安全管理
	廠房生產作業安全管理

火災風險調查評估指標暨檢核表，擬將上述「潛在發生火災因子與火災風險防護措施」、「人員潛在危害與避難逃生措施」以及「防火安全管理與火災緊急應變規劃」細部項目，參照本國建築法令、消防法令以及職安法令中與預防火災相關條文，分為「建築防火安全檢核表」、「消防安全檢核表」、「職業安全檢核表」以及「防火安全管理檢核表」。(詳附錄一)

表 2 本研究檢核表項目

建築防火安全檢核表	A1 建築防火安全	
	B1 避難設施	
消防安全檢核表	A2 消防防護安全	A2.1 滅火及搶救設備
		A2.2 公共危險物品等場所之位置、構造、設備
	B2 警報避難設備	
職業安全檢核表	A3 廠房生產作業安全	A3.1 氣體設備火災、爆炸災害防護
		A3.2 鍋爐及壓力容器火災、爆炸災害防護

		A3.3 可燃性易燃性液體之火災、爆炸災害防護
		A3.4 其他設施火災、爆炸災害防護
		A3.5 職業安全電氣危害之防止
		A3.6 一般貨品倉庫（成品倉、半成品倉、零件倉、晶片倉、報廢倉）
	B3 工作場所出入動線安全	
防火安全管理檢核表	C1 建築安全管理	
	C2 消防安全管理	C2.1 公共危險物品安全管理
		C2.2 防火管理與緊急事故應變
	C3 廠房生產作業安全管理	C3.1 職業安全管理
		C3.2 危險性機械設備及電器設備防護管理
		C3.3 教育訓練辦理情形

實際作業時，工廠管理權人應提供火災危害辨識所須考量之建築物防火安全、消防安全設備、公共危險物品管理、職業安全管理、用電安全及火災緊急應變規劃等資訊。須提供資料如：工廠（商業）登記資料（或特定工廠登記申請相關文件）、建築物使用執照、建築物公共安全檢查報告書、消防安全設備檢修申報書、建築物與消防安全設備原核准圖說、室內裝修核准竣工函文及防火材料證明、公共意外責任險保單、商業火災保險保單、消防防護計劃書、防災計劃書、自衛消防編組訓練資料、公共危險物品物質安全資料與配置圖、製程安全評估報告及政府機關備查證明文件、緊急應變計畫及自衛消防編組訓演練等緊急應變演練相關證明文件。

(二) 火災風險評估規劃

NFPA551 火災風險評估評價指南中，指示火災風險評估（FRA）在於描述與火災相關的風險的過程，用於處理火災境況、發生概率和潛在的後果。

NFPA551 火災風險表示式：

$$R_t = \sum_{i=1}^{n} C_i F_i$$

Rt =風險、Ci = 風險危害程度、Fi = 風險頻率

古斯塔夫法（Gustav purt）記載於英國標準 BS 標準編號 BS PD7974-0：2002 中，對建築物的消防安全工程原則的應用指南，主要是將火災危險性分為火災對建築物本身的破壞，以 GR 表示，以及火災對建築物內人員的傷害與財產的損壞，以 IR 表示，並以兩個因素為構成建築物火災危險程度要素，對建築物火災危險度作綜合評價。

本研究將火災風險評估分為「火災絕對風險評估」以及「火災相對風險評估」，「火災絕對風險評估」係未採取優於我國法令措施之火災預防措施前所實施之風險評估，其風險等級稱為「火災絕對風險等級」。「火災相對風險評估」則於採取優於法令之火災預防措施後所存在之風險評估，並將風險等級稱為「火災相對風險等級」。

本研究之「火災絕對風險評估」係以 NFPA551 火災風險評估方法為主體，並將古斯塔夫法作為分析參數之一，透過古斯塔夫法對於建築物及人員等因素計算，使本研究火災風險評估方法考量更為周全。

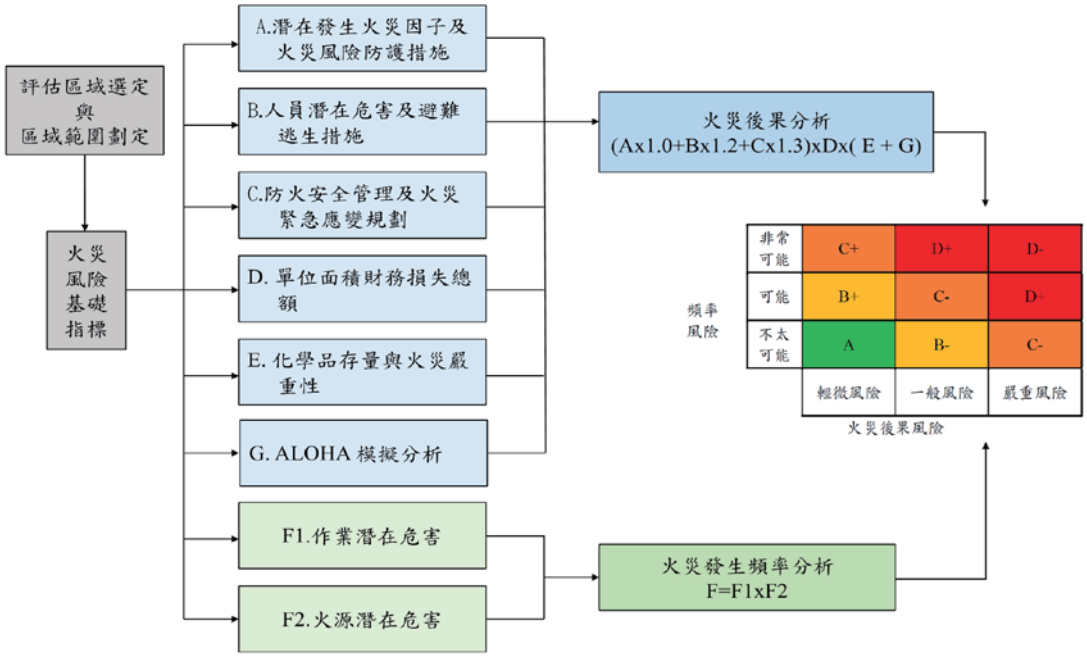


圖 1、火災絕對風險評估方法

三、火災後果分析

「火災後果分析」係透過 A.潛在發生火災因子及火災風險防護措施、B.人員潛在危害及避難逃生措施、C.防火安全管理及火災緊急應變規劃、D.單位面積財務損失總額、E.化學品存量與火災嚴重性、G.ALOHA 模擬分析等上述 6 個參數相互關係而成。其中 A.潛在發生火災因子及火災風險防護措施、B.人員潛在危害及避難逃生措施、C.防火安全管理及火災緊急應變規劃，係參考指導原則火災風險評估方法，將古斯塔夫法中火災對建築物本身的破壞 GR、火災對建築物內人員的傷害 IR，以及火災風險調查評估指標暨檢核表，結合考量。

發生火災除對於人員傷亡外，對於廠房內之設備建築亦會造成可觀之經濟損失，為減緩設備損失帶來影響，對於生產設備及廠房會採取保險方式轉嫁損失，故工廠價值分佈亦須為後果考量參數之一。

廠房內往往存放與生產相關之化學品，火災發生亦與化學品有重要關係，化學品閃火點越低危害越高，以及化學品存量多寡亦與危害有直接關係，故將化學品特性及存量納入後果分析。化學品於儲存容器若發生洩漏並點燃後所造成之影響，可透過 ALOHA 模擬分析其熱區、暖區、冷區影響範圍，藉由此模擬分析可了解對於周遭環境之影響，故將此納入後果分析參考依據。

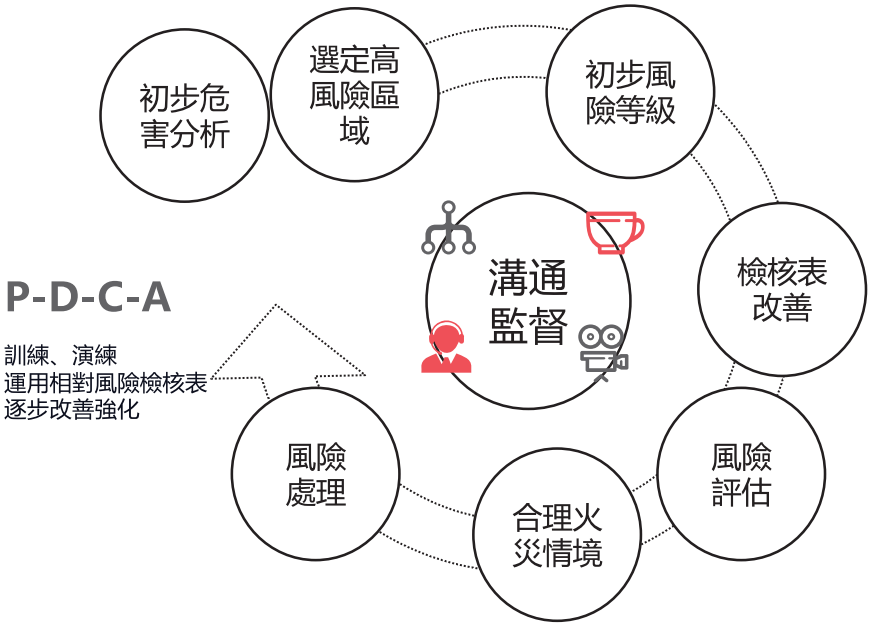


圖 2 火災風險評估提升安全方向
(資料來源：本案繪製)

完成初步危害辨識後，接續進行風險評估，以判斷危害的可能性與影響程度。採用風險矩陣或其他定量與定性工具，將風險分級。針對高風險項目採取控制措施，降低風險至可接受的水準，並作為後續監控與改善的基石。

本流程亦強調持續性與跨部門協作的重要性。各部門應定期審查與更新危害辨識與風險評估結果，以適應作業環境的變化和新的風險因素。同時，透過訓練與溝通，提高全體員工的風險意識，確保防控措施的有效執行，最終達成提升作業安全與永續發展的目標。

「風險」(Risk)係指潛在影響組織中，一個特定危害事件之發生可能性及影響程度之組合。而「危害」係指一個潛在傷害(包括受傷、疾病、健康、工作場所環境損害、或其組合之損害)的來源或狀況，執行危害辨認時，應明確地辨認出危害型態，可以就損失的五個來源：人員、設備、物料、方法、環境來加考量。

參考 SFPE 火災風險評估流程及我國職業安全衛生管理系統(TOSHMS)，風險評估流程如下：

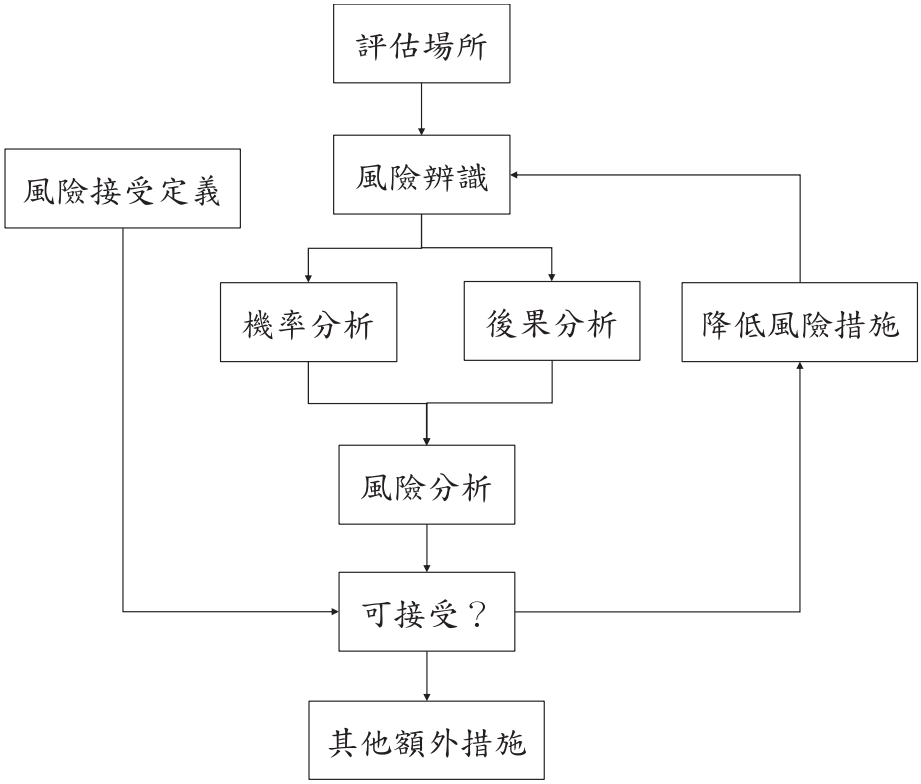


圖 3 火災風險評估流程

（資料來源：SFPE 火災風險評估簡化流程）

1.評估場所：於本手冊第 2 章評估區域選定及範圍劃定介紹。

2.風險辨識與風險分析：分為機率分析與後果分析於本手冊第 3、4 章說明。

3.降低風險措施與其他額外措施：於本手冊第 5 章說明。

本手冊之火災風險評估係源至於「輔導既存工廠自設滅火設備及替代設施指導原則」(以下稱指導原則)之火災風險評估項目，而指導原則中之火災風險評估項目未考慮財產損失總額、化學品特性及存量造成的危害，亦無考量火災危害事件之發生頻率。考量積體電路與光電工廠使用性質(熱釋放率、內部人員密度、作業及火源潛在危害)、製程危險性、火載量(化學品特性及存量)，以及一般屬於高價值分佈(財產損失總額)，故採用火災風險危害後果與發生頻率來界定火災風險矩陣來區分火災危害辨識與風險分析等級。如後「附錄 2-火災風險基礎指標計算表」及第 3、4 章之說明。

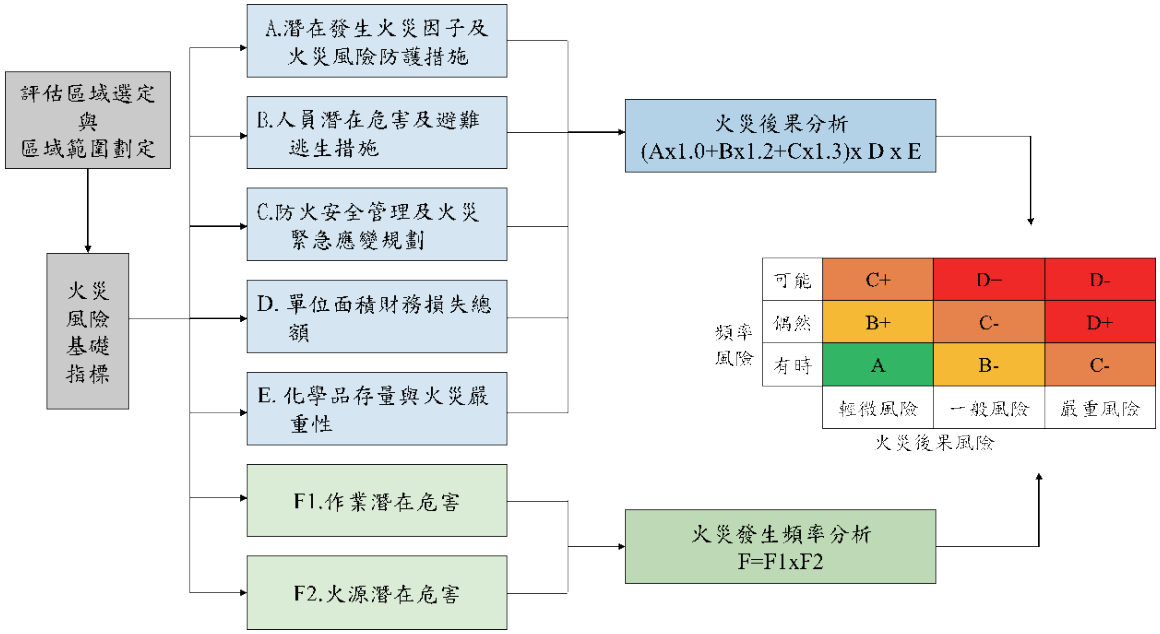


圖 4 火災風險基礎指標計算流程

（資料來源：修正自輔導既存工廠自設滅火設備及替代設施指導原則）

火災風險基礎指標分為「火災後果分析」與「火災發生頻率分析」2 部分：

1. 火災後果分析：如後說明。

A：潛在發生火災因子及火災風險防護措施

B：人員潛在危害及避難逃生措施

C：防火安全管理及火災緊急應變規劃

D：財產損失風險等級(風險轉嫁與方案)

E：化學品火災嚴重性危險等級

2. 火災發生頻率分析：如後第 4 章說明。

F1：作業潛在危害頻率

F2：火源潛在危害

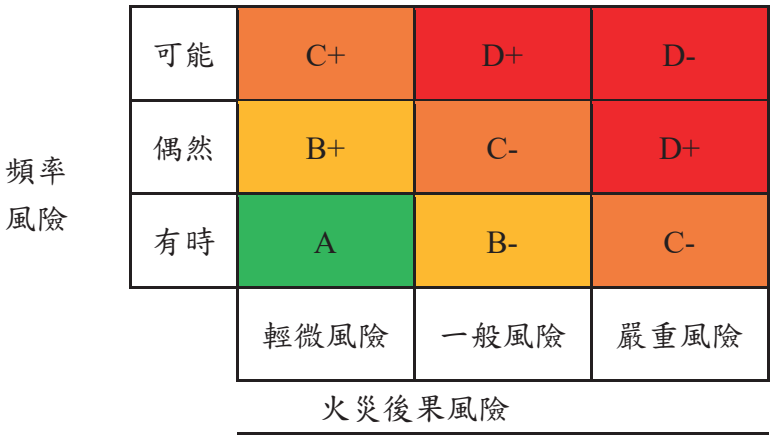


圖 5 火災風險矩陣

（資料來源：本案繪製）

經火災風險等級區分後，就廠區本身既有的危害鑑別及風險評估技術或廠區內發生過之虛驚事故，或相關災害事故案例，就可能之危害發生原因，以人員、設備、物料、方法、環境等五個來源來思考或腦力激盪消除、取代、工程控制、管理控制、個人防護具等對應策略，火災風險防護優化指標如後說明。

1. 消除：消除危害或風險之潛在根源，如改使用無燃燒、爆炸特性之化學品、本質安全設計之機械設備等。
2. 取代：以取代方式降低風險，如改使用低電壓電器設備、低危害物質等。
3. 工程控制：優於法規之工程控制方式降低危害事件發生可能性或減輕後果嚴重度，如連鎖停機系統、釋壓裝置、主動式消防系統、被動式防災設施、警報系統等。

4. 管理控制：安全標誌、危險區域標記、人行道標記、警報器、安全作業程序、作業輪調、自動檢查、場域進入許可管制及工作許可證、教育訓練、健康管理等。

5. 個人防護具：安全帽、護目鏡、面罩、聽力防護具、口罩、呼吸防護具、手套、防護衣、安全鞋、反光背心、安全母索及背負式安全帶等。

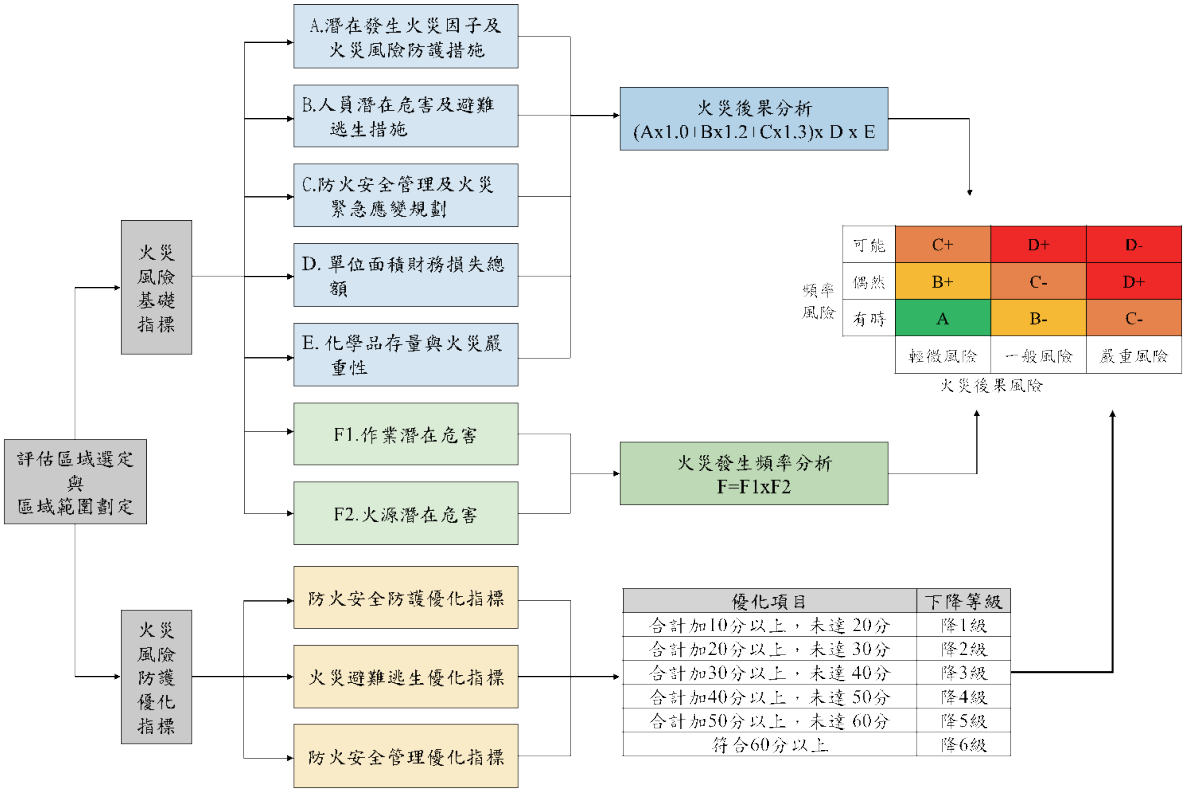


圖 6 火災風險評估流程

（資料來源：修正自輔導既存工廠自設滅火設備及替代設施指導原則）

四、結論與建議

(一) 結論

本研究之火災風險評估可分為「火災絕對風險評估」以及「火災相對風險評估」，「火災絕對風險評估」係以美國消防協會 NFPA551 之評估方法為主體，並將英國古斯塔夫法作為分析參數之一，以及納入我國建築、消防、職業安全與衛生三者法令規定之檢核結果。利用火災風險調查評估指標暨檢核表檢核工廠建築、消防、職業安全與衛生相關法令規定，以及建築物保單金額、化學品存量及閃火點、化學品洩漏燃燒模擬等因子計算「火災後果分

析」，並利用建築物內製程使用條件可得「火災後果分析」，兩者利用矩陣方法可得「火災絕對風險等級」。「火災相對風險評估」透過檢視建築物內優於法令之防止火災發生預防措施分為「防火安全設施設備優化項目」、「避難逃生設施設備優化項目」、「管理與緊急應變優化項目」，其中針對設施面每項計 2 分，管理面每項計 1 分，透過核算分數對照降級表，將原有「火災絕對風險等級」降級。即「原有火災絕對風險」透過所採取預防火災發生之硬體面及管理進階措施，核算採取措施後所存在「火災相對風險等級」。

本次計畫於實施輔導前針對火災風險評估方法訪視 5 家事業單位，計畫團隊向事業單位說明火災風險分析方法及檢核表填寫流程，並請事業單位提出火災風險分析方法疑問，以及討論檢核表內容、填寫狀況以及填寫上遇到問題，以使火災風險分析方法及檢核表內容更具適用性。另針對 5 家事業單位個別進行 2 次評估及安全輔導(輔導合計 10 場次)，分別為「火災風險評估及防火安全輔導」以及「火災緊急應變輔導」第一次輔導係針對事業單位實施火災風險評估，核算火災絕對風險等級及火災相對風險等級。第二次輔導針對事業單位火災緊急應變提出建議改善，每次輔導除出席 3 位輔導團隊成員外，並邀請建築領域、消防領域以及職業安全衛生領域共計至少 3 位專家學者出席輔導。並於實施訪視及輔導後，邀請勞動檢查機構及事業單位共計 33 人辦理火災風險評估說明座談會，說明火災風險評估方法以及執行案例說明並交流討論。

本計畫規劃編撰「火災風險評估管理技術手冊」，透過手冊介紹如何使用此評估方法，以及檢附相關輔導案例，並辦理 1 場專家學者審查會議，以期透過建立手冊，使事業單位能夠依照手冊實施火災風險評估，事業單位亦可將火災風險防護優化指標所列項目，作為事業單位優化廠區火災預防措施參考依據，藉此持續降低火災風險等級。

(二) 建議

透過辦理「火災風險評估說明座談會」，與會之事業單位多數認為此火災風險評估方法能夠客觀量化表示火災風險等級，惟部分事業單位表示若未來需推行實施此方法，建議除手冊發行外，能夠辦理數場火災風險評估方法說明會等相關教育訓練，且推行上能夠給一定寬裕時間以利事業單位因應準備，若能持續辦理臨場輔導則為佳。

依照「火災風險評估管理技術手冊」審查會委員審查意見，因本次係針對屬火災、爆炸高風險事業，若須適用於全產業，建議將計畫針對事業單位擴大，並透過實施全產業之事業單位輔導結果調整火災風險評估方法係數，以適用全產業之火災風險評估。

未來若推行此火災風險評估方法，建議可建置線上填寫視窗，事業單位依照視窗區將相關數值填入，該視窗即能核算出火災絕對風險等級，並將優化事項上傳填報計算出火災相對風險等級，將事業單位填寫結果以大數據分析，可作為未來政策決策之參考依據。

參考資料

1. 行政院及所屬各機關風險管理及危機處理作業手冊，國家發展委員會， 2020 年
2. NFPA 551-2022 Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments」，NFPA， 2022
3. Homeland Security Exercise and Evaluation Program，FEMA EMI IS 120.c，2020
4. 各類場所消防安全設備設置標準，113 年 4 月 24 日修正，內政部消防署
5. 輔導既存工廠自設滅火設備及替代設施指導原則，112 年 7 月 10 日，內政部消防署
6. 製程安全管理實施指引，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2019 年
7. 工廠消防防護及防災計畫範例，內政部消防署，2022 年
8. 高風險事業單位實施製程安全管理技術研究（一），張承明、王振華，勞動部勞動及職業安全衛生研究所
9. 火災風險分析在建築防火安全評估之應用研究，雷明遠，內政部建築研究所自行研究報告，2010 年
10. 科技廠防火安全工程性能設計，邱晨瑋，台灣公安學會，2021 年。
11. 台灣地區工廠類建築物防火安全評估法之研究，紀人豪，中興大學博士論文，2005 年。
12. 複合用途工廠類建築物火災風險評估系統之研究，楊吉鈞，吳鳳科技大學消防研究所碩士論文，2011 年
13. 風險評估技術指引，勞動部職業安全衛生署 104 年 12 月 4 日勞職綜 1 字第 1041041628 號函修正
14. NFPA 551-2022 Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments」，NFPA，2022

15. 臺灣地區工廠類建築物防火安全評估法之研究，紀人豪，中興大學博士論文，2005 年
16. 工廠自主安全管理系統與防火安全認證制度之研究，內政部消防署，財團法人中華民國消防技術顧問基金會委託研究計畫，計畫主持人邱晨瑋，2023
17. 工廠自主安全管理及火災風險調查評估機制，內政部消防署，財團法人中華民國消防技術顧問基金會委託研究計畫，邱晨瑋，2022
18. 火災風險分析在建築防火安全評估之應用研究，雷明遠，內政部建築研究所自行研究報告，2010 年
19. 建築物使用類組及變更使用辦法，111 年 3 月 2 日修正，內政部
20. 消防法，112 年 6 月 21 日修正，內政部
21. 各類場所消防安全設備設置標準，113 年 4 月 24 日修正，內政部消防署
22. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法，113 年 7 月 16 日修正，內政部消防署
23. 職業安全衛生法，民國 108 年 05 月 15 日，勞動部
24. 製程安全評估定期實施辦法，109 年 07 月 17 日修正，勞動部

工廠設置自動撒水系統意涵及法規規劃方向之研究

Research on the implications and regulatory planning directions of setting up automatic sprinkler systems in factories

蔡匡忠

摘要

工廠自設滅火設備為降低工廠火災所造成之損失及提升廠房防火安全效能最佳策略之一，因此本研究目的為評估工廠設置自動撒水設備之可行性，並提出撒水設備相關設置建議規劃。藉由工廠火災事故分析可知裝設自動撒水設備將有效發生嚴重火災之百分比降低，且自動撒水設備可於火災初期有效抑制或撲滅火源，增加救援可及性，達工廠減災之效果。而自動滅火設備對於保險業者審核承保階段佔相當重要之角色，保險公司亦為安裝消防撒水設備之業主提供保費折扣。且根據美國統計數據若於初始設計時搭配自動撒水設備則能降低設置成本，而自動撒水設備之設置成本亦略低於火災帶來之財產損失，然我國消防及建築法規皆無特別規範工廠建築物需設置自動撒水設備。本研究亦分析日本、新加坡、英國及美國之工廠設置自動撒水設備規定並考量我國法規(建築技術規則、各類場所消防安全設備設置標準等)後，研提之工廠自動撒水設備設計指引之設計概念為需先判斷工廠之從業項目分類及其危害程度，再依防火區劃面積規範是否需設置自動撒水設備，規範其對應之撒水設備功能及其後續安裝與施工之注意事項。

關鍵字：撒水設置成本分析、工廠類別劃分、危害等級、防火區劃、撒水設備設計指引

一、前言

工廠空間規劃及使用上有別於一般住宅及辦公室等場所[1]，因生產作業需求容易存放大量原物料等可燃物或危險物，且工廠講求勞工職業安全衛生等健康問題，要求作業空間須挑高通風，及生產時的吊卸作業與機台放置等空間需求，難以建構出完整之防火區劃，一旦發生火災容易因大量可燃物助長火勢且無法以防火區劃阻絕火煙擴散。依 109 年消防統計年報[2]所示:作業場所建築類火災及倉庫類建築火災分別為建築物火災依用途區分之第 3、4 名，且兩者合計亦超過營業場所用途之建築物火災。工廠作業空間規劃之避難條件並無法等同於竣工後之使用條件，可能因產品及廢棄物之臨時存放、員工方便作業或新增機台等需求而造成原規劃空間之避難受阻，因此需擬定緊急應變計畫組建災害應變小組，但又因多數工廠三分之一的時間無人或少人作業，且因人員因接單狀況更迭調整，員工防減災之訓練時有落差，演練成效易大打折扣，實際發生災害時諸多非可控因素人、事、物形成多變因子更加難以掌控，容易背離演練情境。對於採用人力操作之初期滅火設備如消防栓等易落入要先避難或嘗試滅火之選擇窘境。依各直轄市、縣(市)消防機關 107 至 111 年工廠火災統計數據[3]，以起火時段區分則屬下班及夜間時段最高，佔 52.2%達一半以上，如表 1 所示，顯示出工廠及廠庫等作業場所於無人或少人作業時發生火災危害數量較高，因該段時間無多餘人力可協助初期滅火，而易造成危害擴大，因此於人力不足之作業時段皆須強化及考量工廠自主之防火安全管理及關燈緊急應變之能力。而當工廠廠庫規模越大相對發生火災所產生之危害越大，所需投入之消防力亦成幾何倍數成增加，對火災產生之環境衝擊更難以估量。因此工廠自設滅火設備為降低工廠火災所造成之損失及提升廠房防火安全效能最佳策略之一，且美國保險業者強烈要求倉庫及大型工廠皆需安裝自動撒水設備，作為維護產業安全的重要措施。

本研究目標為評估工廠設置自動撒水設備之可行性，並提出相關設置建議規劃，期能提升工廠自主防火安全，降低工廠火災造成之財產損失，有效提升公共安全效能，保障員工權益及促進社會經濟安全發展。

表 1 107 年至 111 年工廠火災發生時段[3]

107年至111年工廠火災發生時段統計表(次)									
時段	0至3時	3至6時	6至9時	9至12時	12至15時	15至18時	18至21時	21至24時	合計
合計	261	239	290	485	452	384	354	301	2,766
百分比	9.40%	8.60%	10.50%	17.50%	16.30%	13.90%	12.80%	10.90%	100.00%

二、研究方法

本研究將以資料蒐集及議題專案研討方式進行：

1. 資料蒐集

蒐集統計國內工廠火災案例，進而分析重大工廠火災消防安全設備之使用情況，蒐集美國、英國、日本及新加坡等國針對工廠設置自動撒水設備之規模及危險等級之劃分，並提出比較分析。亦分析工廠設置自動撒水設備之損害防阻及設置成本效益等相關資料。

2. 議題專案研討

資料蒐集後，須針對此議題進行深度討論，討論對象須含括產、官、學各界，產業界包含具代表性工廠種類代表，政府之腳色除消防署外亦須含括產業發展之管理機關。

三、結果與討論

3.1 我國工廠火災統計分析暨設置撒水設備相關規範

3.1.1 我國工廠裝設撒水設備及火災之統計分析

108 年至 112 年間火災發生總次數為 2,495 次，顯示出每年發生約 500 件工廠火災，其中度危險工作場所 838 次，低度危險工作場所 563 次及高度危險工作場所 163 次。而不同等級危險工作場所中有無裝設自動撒水設備其工廠發生火災次數比例差異較大，以中度危險工作場所為例，火災發生總數為 838 次，但裝設自動撒水設備之工廠發生火災次數為 21 次，僅為 0.4%，如圖 1 所示。圖 2 為各類危險工作場所發生不同嚴重程度火災之件數統計分析，其中 A1 類別因發生次數太少(均為個位數)，不據統計之顯著性，其自動撒水設備之效果應以個案方式討論。然無論於高度、中度或低度危險工作場所中發生火

災且裝設自動撒水設備後 A3 類別之火災比例皆高於無裝設自動撒水設備，由此可知裝設自動撒水設備將發生嚴重火災之百分比降低，能有效達到減災之效果。

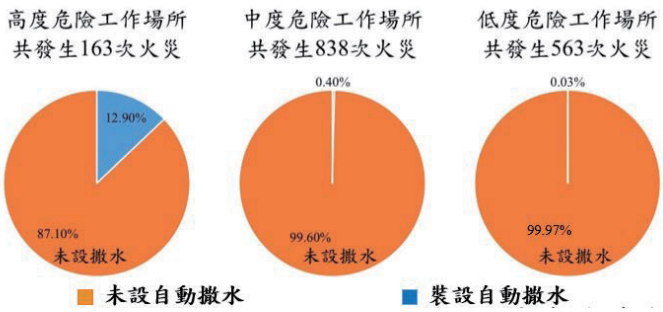


圖 1 各類危險工作場所有無裝設自動撒水設備之火災件數統計

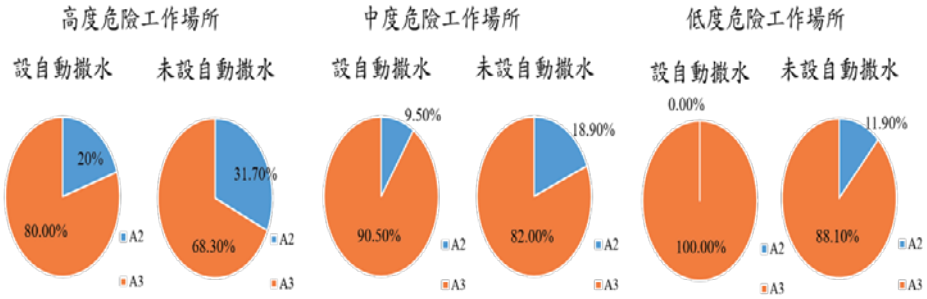


圖 2 各類危險工作場所發生不同嚴重程度火災之件數統計

3.1.2 我國消防及建築法規針對工廠設置撒水設備之分析

我國有關場所是否設置自動撒水設備，係依據「各類場所消防安全設備設置標準」[4]進行檢討，其中涉及工廠廠庫用途須設置撒水設備的條文係:

1. 設置標準 17 條:樓層高度超過 10 公尺且樓地板面積在 700 m^2 以上之高架儲存倉庫。
2. 設置標準 201 條:顯著滅火困難場所應依表設置第一種、第二種(撒水)或第三種滅火設備

此外「各類場所消防安全設備設置標準」第 17 條針對建築物屬性規定應設置自動撒水設備之條文如下:

1. 建築物在十一層以上之樓層，樓地板面積在 100 m^2 以上者。
2. 總樓地板面積在一千平方公尺以上之地下建築物。
3. 高層建築物。

從上述條款可知，工廠倘若達三項要件之一，仍應設置自動撒水設備，因此，工廠用途是否需要設置自動撒水設備，在我國的法規規定中，需先以第 17 條判定是否達到任一設置撒水設備之要件。倘無，則進一步判定是否涉及公共危險物品製造、儲存、處理場所，在進一步界定場所是否達「顯著滅火困難」，接續再依內部危險物品種類(排除電氣設備、鹼金屬過氧化物、易燃金屬、禁水性物質、第四類)判定是否可選擇設置撒水設備，如第 49 條所規定之處所得免設撒水頭:

另需注意之規範為「潔淨區消防安全設備設置要點」[5]，其中第 6 點及第 10 點規範設置撒水設備，而綜整上述規定可知，我國法規針對工廠用途除非涉及「高架儲存倉庫」、「公共危險物品製造、儲存、處理場所」，或工廠的「潔淨區」，可無需檢討設置撒水設備。

我國工廠之主要建築規定於建築技術規則中規範之，可由防火構造、區劃及撒水，其中區劃可分成生產線及非生產線之規定，撒水亦包含自動撒水設備設置規定。

一、 防火構造及不燃材料

我國建築技術規則建築設計施工編[6]將建築物分類為 A 至 I 類，其中工業及倉儲類(C 類)及危險物品類(I 類)與工廠建築物相似性較高，而本編第三節第 69 條規範工業及倉儲類(C 類)及危險物品類(I 類)應依表 2 規範建築物之總樓地板面積 1,500 m^2 以上需為防火構造，防火構造之建築物係本編第三節第 70 條規定指其主要構造之柱、樑、承重牆壁、樓地板及屋頂應具有一小時以上之防火時效。

此外，第 69 條中則將工廠建築物另附加特別規定，條文說明工廠建築，除依表 2 之 C 類規定外，作業廠房樓地板面積合計超過 50 m^2 者，其主要構造均應以不燃材料建造。

表 2 應為防火構造之不同建築物使用類別

建築物使用類組		應為防火構造者		
類別	組別	樓層	總樓地板面積	樓層及樓地板面積之和
C 類	工業、倉儲類	3 層以上之樓層	1,500 m^2 以上(工廠除外)	變電所、飛機庫、汽車修理場、發電場、廢料堆置或處理場、廢棄物處理場及其他經地方主管建築機關認定之建築物，其總樓地板面積在 150 m^2 以上者。
I 類	危險物品類	依危險品種及儲藏量，另行由內政部以命令規定之。		

另建築技術規則建築設計施工編第 80 條規範若其建築物為非防火構造，而主要構造使用不燃材料建造者，應按其總樓地板面積每 1,000 m^2 以具有一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。

二、 區劃及撒水之規定

我國建築技術規則建築設計施工編[6]第 79 條規範「防火構造建築物總樓地板面積在一、五○○平方公尺以上者，應按每一、五○○平方公尺，以具有一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。防火設備並應具有一小時以上之阻熱性。前項應予區劃範圍內，如備有效自動滅火設備者，得免計算其有效範圍樓地面板面積之二分之一。」

三、工廠生產線之防火區劃規定

我國建築技術規則建築設計施工編[6]第 79 條-1 規範「防火構造建築物如為 C 類之生產線部分，無法區劃分隔部分，以具有一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一個區劃者，不受前條第一項之限制」。

四、工廠中非屬生產線之防火區劃規定

營署建管字第 1091082768 號解釋關於工廠其他與生產有關之空間得否依第 79 條之 1 第 1 項第 2 款之「建築物使用類組為 C 類之生產線部分」辦理，國土管理署說明其第 2 款之「建築物使用類組為 C 類之生產線部分」應依國土管理署 93 年 5 月 27 日營署建管字第 0932908521 號函釋，係指 C 類建築物中除建築技術規則建築設計施工編第 270 條第 2 款『廠房附屬空間』以外之作

業廠房。」即現行建築技術規則建築設計施工編第 270 條第 1 款「作業廠房：指供直接生產、儲存或倉庫之作業空間。」營署建管字第 1110036480 號進一步函釋說明倉庫之防火區劃規定:查建築設計施工編第 270 條係適用於工廠，因此與工廠生產製程有關之倉庫得為第 79 條之 1 第 1 項第 2 款之「建築物使用類組為 C 類之生產線部分」，非屬生產流程一環之倉庫仍應依建築技術規則建築設計施工編第 79 條規定按樓地板面積區劃。

五、自動撒水設備設置規定

自動滅火設備則依據建築技術規則建築設計施工編第七節消防設備之第 114 條規定自動撒水設備應設置所規定之樓層，其條文中所規定之場所僅第二款與工廠建築物有相關，即為超過 11 層以上之建築物其樓地板面積在 100 m^2 以上者需設置撒水設備，此條文亦與各類場所消防安全設備設置標準所規範設置自動撒水設備之場所有相同之條件。雖各類場所消防安全設備設置標準所規範之場所亦比建築技術規則建築設計施工編所規範之場所多，但兩者皆無針對工廠建築物特別規範需設置自動撒水設備。

3.1.3 工廠設置撒水設備對於滅火成效、保費影響及建置成本分析

一、撒水設備之滅火成效分析

工廠自設滅火設備即為降低工廠火災所造成之損失及提升廠房防火安全效能最佳策略之一，相關研究發現自動撒水設備可於火災初期有效抑制或撲滅火源，能有效增加救援可及性[7-9]。Jensen Hughes [10]提出火災防護是全球在環境永續及減少碳排放努力的一部分，其中滅火是降低火災風險的關鍵，滅火主要分成三種態樣：第一階段在火災初期立即被發現並使用手持式滅火器進行滅火；第二階段若火災未能及時被發現或以滅火器仍無法滅火，可能因為火場輻射熱進而啟動撒水頭等建築物固定消防設備進行滅火；第三階段則為火勢持續增長，則由消防人員進行滅火。美國防火協會(National Fire Protection Association, NFPA)統計 2015 年至 2019 年間建築物裝設撒水設備發生火災之件數每年大約 52,948 次[11]，占整體建築物火災發生次數 11%，且表 3 顯示出裝設撒水設備可有效減少火災之影響，當有撒水設備時，每次火災造成的平民火災死亡和受傷率分別可降低 90%和 32%，如圖 3 所示。

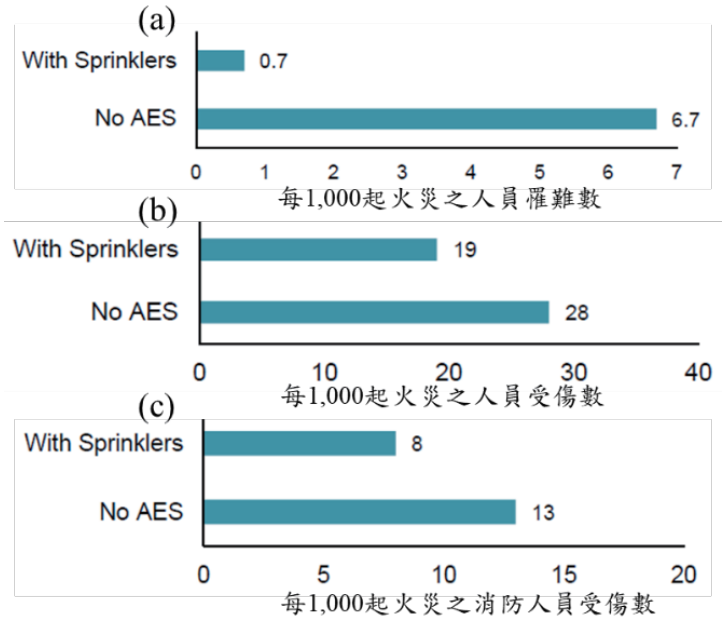


圖 3 有無裝設自動撒水設備對一般人員及消防人員之危害統計[11]

表 3 建築物火災裝設自動滅火設備(AES)後(2017-2021) [11]

設置 AES 及型態	火災		人員罹難		人員受傷		消防人員受傷		直接財產損失(百萬美金)	
設置 AES	62,280	13%	37	1%	1,077	8%	497	8%	1,238	11%
撒水設備	52,948	11%	36	1%	1,002	8%	436	7%	1,179	10%
濕式撒水	46,316	9%	33	1%	894	7%	394	7%	1,076	9%
乾式撒水	4,909	1%	2	0%	91	1%	32	1%	91	1%
其他	1,722	0%	0	0%	17	0%	10	0%	12	0%
非自動撒水滅火之其他滅火	9,872	2%	1	0%	75	1%	61	1%	59	1%
部分設置任一型態之 AES	2,253	0%	4	0%	62	0%	44	1%	106	1%
未在防火區劃內且無啟動之任一型態 AES	1,473	0%	2	0%	37	0%	25	0%	88	1%
無設置 AES	421,775	86%	2,840	99%	11,640	91%	5,381	90%	9,943	87
總結	488,321	100%	2,883	100%	12,817	100%	5,947	100%	11,374.31	100%

二、設置撒水設備對保費之影響

保險業皆無明文規定工廠為設置自動撒水設備及不給予承保，但於審核該工廠是否能夠承保階段皆會考量其發生火災之風險及是否具備相當減災能力。表 4 為商業火災保險主險之核保調整係數所參考之項目，表中顯示出裝設任一自動滅火設備都可被列入減費項目內，且保費整體減費額度高達 20%。因此可看出裝設自動滅火設備對於保險業者審核承保階段佔相當重要之角色。Kauffman Co. [12]亦提及設置自動撒水設備可提供防火保護，憑藉其快速反應時間，撒水頭可於火災蔓延前將其抑制，將火勢控制在其起源點。此外，撒水設備提供全天候保護，即使無人在場亦能自動偵測且及時控制火災，故撒水設備可最大限度地減少消防人員搶救之困難度及財產損失，而保險公司亦為安裝消防撒水設備之業主提供保費折扣，最高可達 60%。

表 4 商業火災保險主險核保調整係數

類別 / 險別	核保技術調整項目		核保技術調整係數
	減費項目	加費項目	
商業火災保險主險	1.消防設備 –火警自動警報設備 –自動滅火設備 –室內消防栓 –室外消防栓 –機動消防車 –防火管理 –防火標章 2.損失紀錄 3.損害防阻/安全管理 –危險品堆積及儲存情況 4.再保成本	1.SB 附加條款 2.累燒風險 3.損失紀錄 4.損害防阻/安全管理 5.再保成本	-20% ~ +20%

三、撒水設備建置成本分析

Danny *et al*. [13]分析英國威爾斯(獨棟住宅及公寓)、澳洲、美國及紐西蘭住宅因設置撒水設備而降低死亡、受傷百分比，並探討相關成本等因素，進而討論經濟效益，並提出「Judgement Value Method」可比較成本及效益，成為作決定之依據，然該方法不含人命無價之考量。研究結果指出設置撒水設備皆能有效降低損失，如表 5 所示，而表 6 顯示以 J-value 方法評估不同國家設置撒水設備之成本效益，表中美國及英國威爾斯之公寓設置撒水設備符合成本效

益(J-value 低於 1)，但紐西蘭、澳洲及英國威爾斯獨棟房屋不符設置之成本效益，因獨棟住宅安裝成本高，而公寓因共同管線致使成本降低，則符合成本效益。

表 5 不同區域之住宅設置撒水設備成本效益之評估因素表[13]

J-value analysis inputs for single occupancy dwelling sprinkler installations.

Input	Symbol	Metric				
		Wales		Australia	USA	New Zealand[a]
		Houses	Flats			
Number units (dwellings)	N_{units}	≈1,200,000	≈146,000	4,886,288	82,999,625	1,318,800
Number of fires (fires/yr)	N_{fires}	1,421	415	9,150	296,500	5,967
Fatalities due to fires (persons/yr)	N_{fatal}	14	2	64	2,566	36
Injuries due to fires (persons/yr)	N_{injury}	345	113	641	10,188	239
Cost of injury prevented ($ ppp)	ζ_i	26,954	26,954	21,258	189,194	25,015
Cost of damage per unsprinklered fire ($ ppp)	ζ_d	11,884	11,884	24,180	19,901	14,342
Reduction in fatalities due to sprinkler introduction (%)	χ_f	90	90	79	100	80
Reduction in injuries due to sprinkler introduction (%)	χ_i	64	62	79	57	63
Reduction in damage due to sprinkler introduction (%)	χ_d	93	88	84	32	83
System installation cost ($ ppp)	c_{ins}	2,633	837	2,569	914–2,288	5,420 (3,394)
Water supply costs ($ ppp)[b]	c_{ws}	1,519	350	n/a	n/a	167
Annual maintenance cost ($ ppp)	m	130	7	504	0[c]	529 (233)
Average sprinkler system life (yrs)	L	45	45	20	30	50 (30)
Societal capacity to commit resources ($ ppp)	SCCR	3,665,000	3,665,000	4,298,000	2,833,000	3,665,000

表 6 J-value 評估設置自動撒水設備之成本效益分析表[13]

Derived quantities for J-value analysis of single occupancy dwelling sprinkler installations.

Derived quantity (unit)	Symbol	Metric				
		Wales		Australia	USA	New Zealand[b]
		Houses	Flats			
Ignition probability per dwelling (dwelling/yr)	λ_{ig}	1.18×10^{-3}	2.84×10^{-3}	1.87×10^{-3}	3.57×10^{-3}	4.52×10^{-3}
Fatalities per fire before safety scheme (fatalities/fire)	$N\lambda_{f,0}$	9.85×10^{-3}	4.82×10^{-3}	6.99×10^{-3}	8.65×10^{-3}	6.03×10^{-3}
Injuries per fire before safety scheme (injuries/fire)	$N\lambda_{i,0}$	2.43×10^{-1}	2.72×10^{-1}	7.01×10^{-2}	3.44×10^{-2}	4.01×10^{-2}
Fatalities per fire after safety scheme (fatalities/fire)	$N\lambda_{f,1} = (1-\chi_f)\, N\lambda_{f,0}$	9.85×10^{-4}	4.82×10^{-4}	1.47×10^{-3}	0	1.21×10^{-3}
Injuries per fire after safety scheme (injuries/fire)	$N\lambda_{i,1} = (1-\chi_i)\, N\lambda_{i,0}$	8.74×10^{-2}	1.03×10^{-1}	1.47×10^{-2}	1.48×10^{-2}	1.48×10^{-2}
Reduction in fatalities through safety measure (fatalities/dwelling/yr)	Δ_f	1.1×10^{-5}	1.2×10^{-5}	1.0×10^{-5}	3.1×10^{-5}	2.2×10^{-5}
Reduction in injuries through safety measure (injuries/dwelling/yr)	Δ_i	1.84×10^{-4}	4.80×10^{-4}	1.04×10^{-4}	7.00×10^{-5}	1.14×10^{-4}
Reduction in damage through safety measure ($ ppp/dwelling/yr)	$\Delta_d = \chi_d \Delta\zeta_{d,0}$	11,052	10,458	20,311	6,368	11,904
Life preservation utility ($ ppp/yr)	ΔD_f	38.48	52.85	44.47	87.58	80.04
Injury reduction utility ($ ppp/yr)	ΔD_i	4.96	12.93	2.20	13.24	2.86
Damage reduction utility ($ ppp/yr)	ΔD_d	13.09	29.75	38.03	22.75	53.86
Discounted benefit over life, L ($ ppp)	ΔD_T	1,396	2,358	1,274	2,444	3,541 (2,705)
Upfront investment in safety measure ($ ppp)	c_0	4,153	1,187	2,569	914–2,288	5,587 (3,560)
Discounted cost of safety measure ($ ppp)	C_T	7,461	1,359	10,567	914–2,288[b]	19,739 (8,370)
J-value for sprinkler system installation (−)	$J_{\beta,T}$	5.35	0.58	8.29	0.37 – 0.94	5.57 (3.09)

Fire Protection Research Foundation Study 2013 年[14]研究資料指出一般住宅設置自動撒水設備之成本，平均約為 1.35 美元/每平方英尺(換算值:476.91 元新台幣/每平方公尺，匯率以 32.82 元新台幣計)，而 Kauffman Co. [15]亦提出自動撒水設備之設置成本，本研究團隊整理如下表 7，表中顯示若於初始設計時搭配自動撒水設備能有效降低設置成本。

表 7 自動撒水設備之設置成本

建築工程態樣	設置成本 (美元/每平方英尺)	設置成本 (新台幣/每平方公尺)
新建建築	1~2	353.27 元~706.54 元
現有建築改建	2~7	706.54 元~2472.9 元
高層建築	2~4	706.54 元~706.54 元
歷史建築	10	3,532.72 元

美國防火協會(NFPA)所做之一份統計 2017 年至 2021 年期間火災的研究報告「美國自動撒水設備的經驗(US Experience with Sprinklers)」[16]中指出，平均來說，裝有自動撒水設備之建築每次火災損失比無任何自動滅火系統(AES)的建築低 6%，但對於倉庫和製造業設施，在裝有自動撒水設備的情況下，每次火災的平均損失更高。因未裝自動撒水設備的小型倉庫和製造業設施的總損失，可能不如裝有自動撒水設備的大型倉庫和製造業設施的總損失來得嚴重，尤其是當昂貴的機械或商品因煙霧損壞時。此外，在罕見情況下，當自動撒水設備未能啟動或操作無效時，金錢損失可能極其高，例如 2019 年 11 月德州一家石化廠的一次爆炸及持續數天之火災，因其自動撒水設備未有效啟動，共造成該工廠 11 億美元損失，大大提高有裝設自動撒水設備的製造業設施的平均損失。另根據 FM Global 的說法，自動撒水設備為商業場所提供最佳的火災保護，在具有足夠自動撒水設備保護的製造設施中，其火災損失通常約為小於無自動撒水設備的製造設施的 8.5 倍(火災損失約減少 89%)。

美國防火協會(NFPA)之研究資料[16]也表明單一火災之損失會有極大的波動，故無相對應之統計資料，但若以平均值來看，2022 年期間每件火災造成的直接損失金額約為 28,571 美元(約新台幣 937,714 元)。若參考上述資料，以新建之 1,500 m^2 廠房進行假設，其設置自動撒水設備之成本及火災時可能減少損失整理如表 8 所示，美國單一年度之單一火災事故損失平均值可能介於自動撒水設備的建置成本範圍內，顯示自動撒水設備之設置成本並無明顯高於火災可能帶來之財產損失。

表 8 撒水設備建置成本與火災損失之分析表

建築工程態樣 (平方公尺)	自動撒水設備設置成本 (新台幣)	火災時可能的損失 (以 2022 年期間美國單一火災直接損失平均值做估計)
新建建築 1,500	529,907 元~1,059,815 元	937,714 元

3.2 國外工廠分類特性暨撒水設備設置法規分析

3.2.1 日本工廠設置撒水設備法規分析

日本法規對於工廠用途設置自動撒水設備之要件係規定於「消防法施行令」第 12 條[17]，工廠用途可歸類於「消防法施行令別表第 1(12)的イ項: 工場、作業所」，工場主要以物品的製造或加工為主，其機械化程度相對較高；而作業場則指機械化程度相對較低的設施。」[18]，其中對於工廠應設置撒水設備的條件主要包含以下幾項。

(一)指定可燃物(消防法第九条の四)

指定可燃物係指根據危險性考量，法規規定未達到管制量的危險物，以及政令規定為火災發生後迅速擴大或者滅火活動極為困難的稻草製品、木屑和其他物品[19-21]。

(二)11 層以上建築物之 11 層以上樓層

此條件與一般建築物相同，並未特別針對工廠用途

(三)地下層和無開口樓層:樓地板面積: 2000 m^2

此條件有關建築物屬性(地下層和無開口樓層)的部分相同出現在醫院、寄宿舍、集合住宅、博物館、美術館、旅館等用途，所以並非針對工廠用途特別規範

(四)高度超過 31 m 的樓層

此條件與一般建築物相同，並未特別針對工廠用途

從法規文字來看，「指定可燃物」的概念相當容易理解，但實務上恐不易執行，因此點係針對工廠的內容物進行規範，但要精確掌握「重量」或是「體

積」都需要客觀的量測儀器，因此可推論若要落實到實際現場檢查去判斷現場是否達應設撒水之要件較困難，甚至在重量或體積的解讀上產生爭議。圖 4 則為日本工廠設置撒水設備之檢討流程圖，依照作業場所類別、可燃物存量、建築物高度及樓地板面積等條件進行檢討。

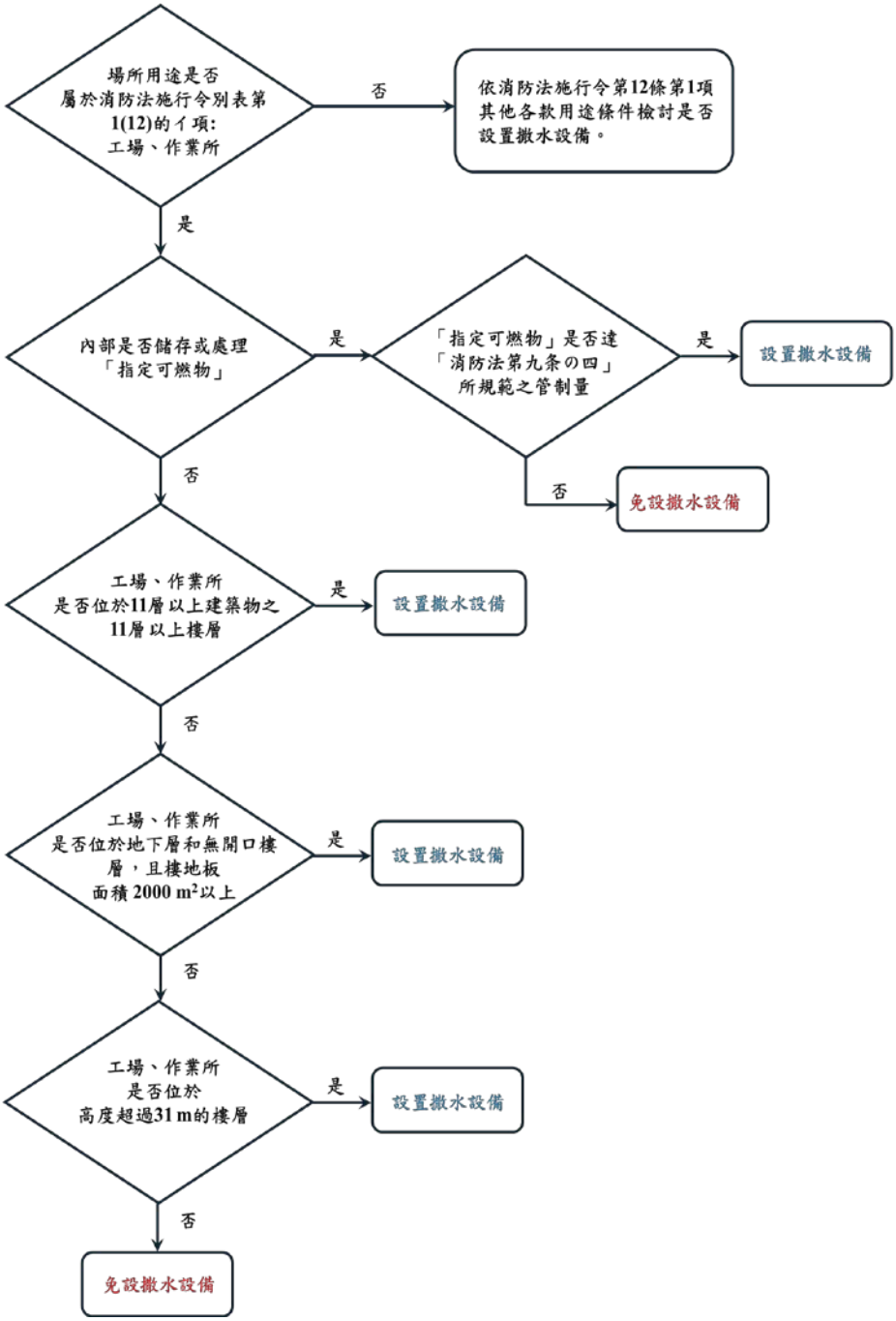


圖 4 日本工廠設置撒水設備之檢討流程圖

3.2.2 新加坡工廠設置撒水設備法規分析

新加坡消防法規(Fire Code)[22]將不同用途之建築物進行分類，共分成 8 類，其中包括工廠(VI)及倉儲空間(VIII)，依據該消防法規(Fire Code)第 6 章消防系統第 6.4 條消防撒水裝置之安裝(Fire Sprinkler Installation)規定工廠類(VI)建築物高度高於 24 m 每一層或房間於皆應裝設自動撒水設備保護建築物。然若建築物高度低於 24 m 亦或為地下室空間則應依據表 9 之樓地板面積或容積限制作為是否增設自動撒水設備之條件，其中工廠類建築物低於 24 m 之居室若樓地板面積未超過 4000 m^2 亦或是居室容積未超過 15,000 m^3 則可無需設置自動撒水設備。

表 9 樓地板面積及容積限制

建築物	最大樓地板面積(m^2)	最大容積範圍(m^3)
地面以下之居室 (任何居室不得超過一層)	2,000	7,500
平均地面高度至 24 m 之間的居室 (任何居室不得超過 3 層)	4,000	15,000
距平均地面高度超過 24 m 的居室 (任何居室不得超過一層)	2,000	7,500

圖 5 為本研究分析新加坡針對工廠類建築物設置自動撒水設備規範之流程圖，圖中可顯示出新加坡針對工廠類設置自動撒水設備之規定，可先定義是否建築物是否超過 24 m 高，其次若建築物高度低於 24 m 且並非地下室空間，則應根據其樓地板面積或容積是否超過限制，決定是否裝設自動撒水設備，如樓地板面積應小於 4,000 m^2 或容積應小於 15,000 m^3。

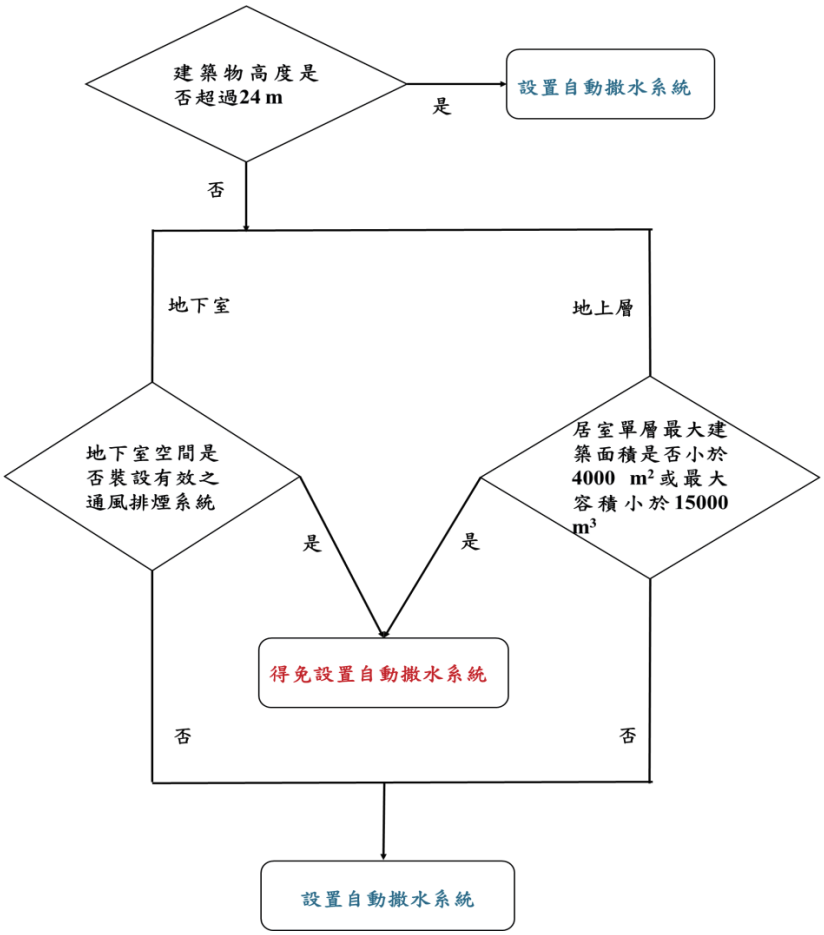


圖 5 新加坡工廠設置撒水設備之檢討流程圖

3.2.3 英國工廠設置撒水設備法規分析

針對建築物防火安全性能要求依照防火安全核准文件 B (Fire Approved Document B) [23]，Volume 2 為住宅以外之建築物(Buildings other than dwellings)，其中工廠建築物歸類於工業類及倉儲類建築。表 10 顯示出不同高度工業類建築物及有無裝設撒水設備對於區劃面積或總樓地板面積之限制，高度低於 18 m 之多層建築物，其建築物內任一層或隔間內任一層的最大樓地板面積不得超過 7,000 m^2，而建築物高於 18 m 者則不得超過 2,000 m^2。表 11 為工業類建築物分類針對建築物防火時效之限制，可明顯觀察出有無裝設撒水設備對於建築物防火時效之差異，不論建築物於何種高度下，有裝設撒水設備之建築物防火時效可減少 30 分鐘，因裝設撒水設備能有效控制火勢，甚至延緩其成長，故有助於建築物本身防火性能。

表 10 工業類建築物分類有無裝設撒水設備之最大樓地板面積限制[23]

建築物或部分用途組	頂樓面距地面高度	建築物內任一層或隔間內任一層最大建築面積(m^2)	
		單層建築	多層建築
工業類			
無設自動撒水	不超過 18 m	無限制	7,000
	超過 18 m	N/A	2,000
設自動撒水	不超過 18 m	無限制	14,000
	超過 18 m	N/A	4,000
	超過 18 m		8,000

表 11 工業類建築物分類有無裝設撒水設備之建築物防火時效限制[23]

用途分類	建築物最低防火時效(min)						
	地下室		地面或上層建築物				
	地下室最低深度(m)		建築物或建築物獨立部分中頂層離地面之高度(m)				
	超過 10	低於 10	低於 5	低於 11	低於 18	低於 30	超過 30
工業類							
無設自動撒水	120	90	60	90	90	120	不允許
設自動撒水	90	60	30	60	60	90	120

建築物若需設置撒水設備則應依照 BS EN 12845 [24]之規範進行設計、安裝與維護要求，當建築物需撒水設備時，該建築物或相連建築物之所有區域皆應受撒水設備保護，但若為 5.1.2、5.1.3 和 5.3 中規定的情況則可除外，如以下條款說明之

- 5.1.2 下列情況下應考慮設置撒水系統，但在適當考慮每種情況下的火載量後得以免設:
  a. 盥洗室和廁所(不包括衣帽間)由不燃材料製成，且不用於存放可燃材料
  b. 封閉的樓梯或豎井(例如電梯)不含可燃物材料並構造為耐火構造
  c. 由其他自動滅火系統(例如氣體、乾粉和水霧)保護之房間
  d. 濕式製程，例如造紙機的濕式部分
- 5.1.3 建築物或工廠之以下區域不得設置撒水系統:
  a. 裝有遇水膨脹物質的筒倉或箱子

b. 在工業熔爐或窯爐、鹽浴、冶煉鋼勺或類似設備附近，如果用水滅火會增加危險之場所

c. 放水後可能造成危險之區域、房間或場所

於上述情況下，應考慮其他自動滅火系統(例如氣體或乾粉)。

- 5.3 防火隔離 (Fire resistant separation)

裝設撒水系統區域與無裝設撒水系統區域之間的間隔應具有法規規定的耐火時效，但在任何情況下不得少於 60 分鐘，而門的部分應能自動關閉或於發生火災時可自動關閉。

除 5.1.2 和 5.1.3 所示之情況外，未裝設撒水系統之建築物或區域的任何部分均不應位於有裝設撒水建築物或區域的垂直下方。

此標準中撒水設備設置時除上述免設條件外，其餘需設置撒水設備建築物會於設計階段進行場所分類，可區分為輕度危險(light hazard)、一般危險(ordinary hazard)及高度危險(high hazard)，此分類取決於火載量及使用類別，如表 12 所示。

表 12 BS EN 12845 場所等級分類及說明[24]

危害等級		類別說明
輕度危險 (light hazard)		輕度危險包括火載量低、可燃性低，且單個隔間的面積不大於 126 m^2，具有至少 30 分鐘的防火能力。
一般危險 (ordinary hazard)		普通危險包括可燃物之火載量中等或可燃性中等之製造或生產之場所。
高度危險 (high hazard)	製程 (Process)	高度危險製程，包括材料具有高火載量和高可燃性，並且能夠產生迅速擴散或劇烈火災的場所。
	倉儲 (Storage)	高度危險倉儲，包括貨物的儲存，其中儲存的高度超過 OH 中給定的限制。

圖 6 為英國工廠建築物設置撒水設備之檢討流程圖，依據英國建築法規工廠建築物有無裝設撒水設備可依規定擴大樓板面積及減少防火時效，然設置撒水設備之場則需依據 BS EN 12845 [24]之標準，考量場所免設撒水設備之條件進行設計。並將預設置撒水設備之工廠依照火載量及使用類別進行危險等級分類，最後將依照其危險等級設計不同性能之撒水設備。

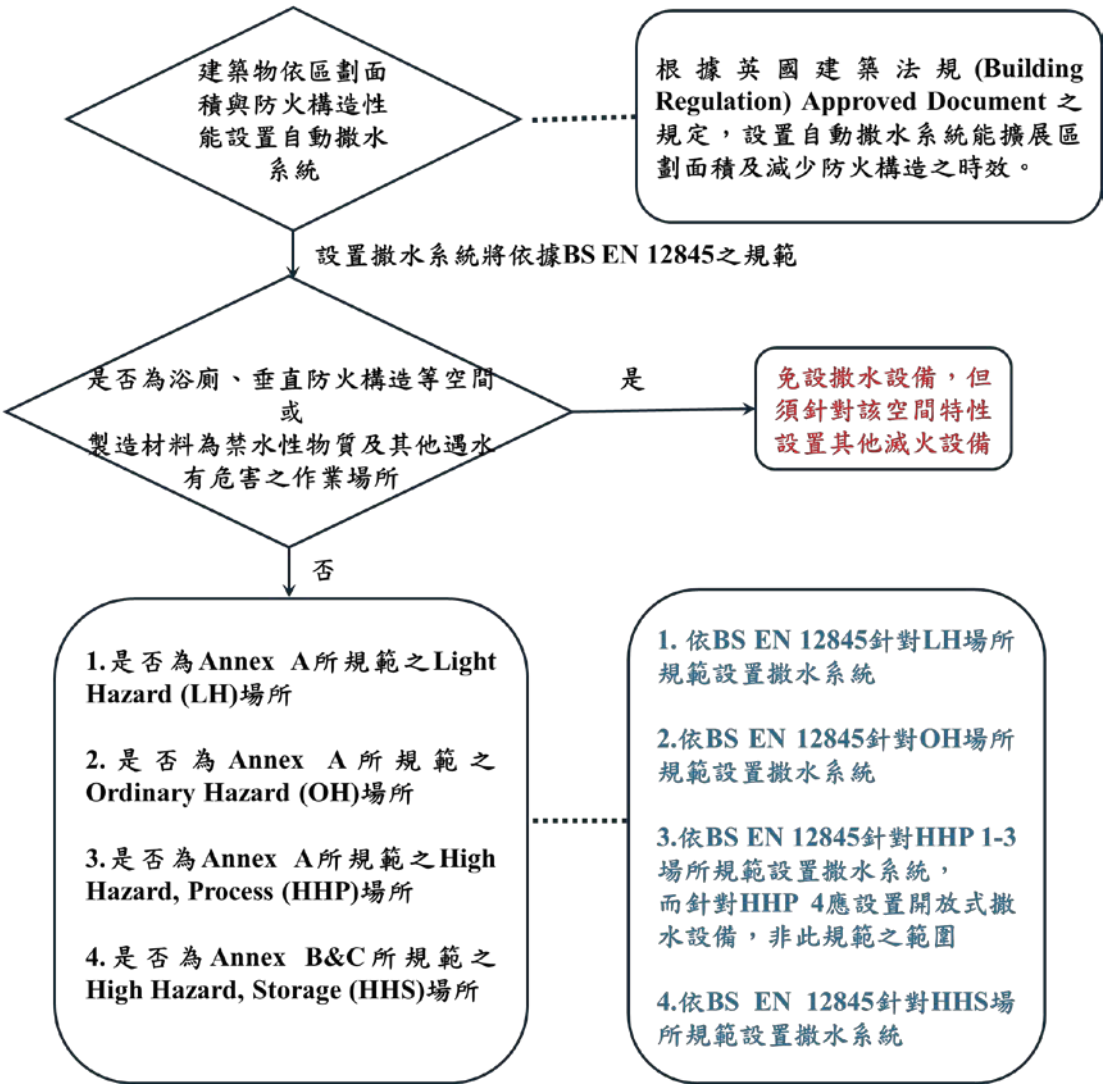


圖 6 英國工廠設置撒水設備之檢討流程圖

3.2.4 美國工廠設置撒水設備法規分析

一、工廠設置自動撒水設備的應設條件

本研究以 2024-IBC [25]及 2024-IFC [26]進行比較，工廠用途係歸類於 Group-F (Factory Industrial Group)及 Group-H (High-Hazard Group)，而工廠須設置自動撒水設備之條件則整理如表 13 所示。

表 13 國際建築規範(IBC)及國際消防規範(IFC)針對工廠設置撒水設備之要件

	IBC_2024	IFC_2024
Group-F	1. F-1 用途樓地板面積超過 1115 m^2。 2. F-1 用途區域位於 3 層樓以上位置。 3. 建築物內 F-1 用途區域總計超過 2230 m^2。 4. 製造鋰離子或鋰金屬電池的 F-1 用途工廠。 5. 製造電動車、儲能系統(設備)且其中包含使用鋰離子或鋰金屬電池的 F-1 用途工廠。 6. 整個 F-1 用途區域中，其中包含超過 232 m^2 的木材加工作業，且區域內產生細碎的可燃廢物或使用過的細碎的可燃材料。 7. 軟墊家具製造區域樓地板面積超過 232 m^2 的 F-1 場所。 8. 蒸餾酒的製造區域應設置自動撒水設備。	1. F-1 用途樓地板面積超過 1115 m^2。 2. F-1 用途區域位於 3 層樓以上位置。 3. 建築物內 F-1 用途區域總計超過 2230 m^2。 4. 製造鋰離子或鋰金屬電池的 F-1 用途工廠。 5. 製造電動車、儲能系統(設備)且其中包含使用鋰離子或鋰金屬電池的 F-1 用途工廠。 6. 整個 F-1 用途區域中，其中包含超過 232 m^2 的木材加工作業，且區域內產生細碎的可燃廢物或使用過的細碎的可燃材料。 7. 軟墊家具製造區域樓地板面積超過 232 m^2 的 F-1 場所。 8. 蒸餾酒的製造區域應設置自動撒水設備。
Group-H	無論面積與否均檢討設置撒水設備	無論面積與否均檢討設置撒水設備

美國主要火災安全設計方案是被動防火對策，使用防火屏障來建構隔間，稱為「防火區劃(fire area)」(由建築物防火隔間(fire barriers)、防火牆(fire walls)、外牆、水平防火隔層(horizontal assemblies)或水平組件圍成的總建築面積，非建築物的總面積)，設計上通常將建築物劃分為每個防火區劃 12,000 ft^2 的區域以進行火災控制。規範 F-1 類別應設置自動撒水設備的要件為，一、防火區劃面積超過 12,000 ft^2 (1115 m^2)；二、超過三層樓高度；三、所有樓層(包括夾層)的防火區劃總計面積超過 24,000 ft^2 (2230 m^2)。因此，考量我國的建築分類以及法規條文中對於「防火區劃」與「樓地板」的定義，如要參考美國的法規來規範工廠應設置自動撒水設備之要件時，取樓地板面積超過 1500 m^2應檢討設置自動撒水設備較為合宜。

三、工廠使用型態於 NFPA13 及 FM 規定下的危險等級分類比較

除 NFPA13 以外，FM Sheets 3-26 亦提供典型 HC-1、HC-2 和 HC-3 場所可能包括內容的說明，對於場所危險程度進行分級評估，在確定某個場所的危

險等級分類時，需要進行判斷。有關 FM Sheets 3-26 對於製造類(工廠)與非製造類(工廠)用途之場所危險等級歸類，可參考下列表格之整理:為便於比較，本研究亦將 NFPA 13 及 FM Sheets 3-26 兩種界定場所危險程度的分類方式對同一產業類型的工廠進行評估，結果整理如下表所示:

表 14 NFPA 13 及 FM 規定下的工廠危險等級分類比較

等級	NFPA 13 (2019 edition) 規定定義	製造業主用途	細項分類	在 FM Global 之分類
LH (Light Hazard)	空間內容物數量少且易燃性低	健康護理設施	(1)醫院，包括動物醫院和獸醫設施 (2)養老院或康復中心	HC-1
		商務設施和公寓	(1)機構設施 (2)辦公室，包括數據處理	HC-1
		教育設施	(1)教育機構 (2)圖書館，除了大型書庫 (3)博物館	HC-1
		運輸和物流	--	
		休閒設施和公共集會場所	(1)教堂 (2)劇院和禮堂，不包括舞台和舞台邊緣	HC-1
		商業設施	(1)俱樂部 (2)餐廳用餐區域	HC-1
		其他	(1)動物收容所 (2)屋簷和懸臂，如果是可燃構造且下方無易燃物 (3)狗舍 (4)未使用的閣樓	HC-1
OH-1 (Ordinary Hazard _Group 1)	(1)空間內容物數量中等，且易燃性低。 (2)不超過 8 英尺(2.4 m)的易燃性內容物堆積。	金屬、玻璃和陶瓷	(1)玻璃和玻璃製品製造	HC-2
		化工和製藥	--	
		機械工程或組裝廠	(1)錫罐廠 (2)電子廠 (3)機械室	HC-2
		紡織品和衣物		
		食品和飲料	(1)麵包店 (2)飲料製造 (3)乳製品製造和加工	HC-2
		紙張	--	

		木材與木頭	--	
		橡膠與塑料	--	
		採礦和碳製造	--	
		其他	(1)汽車停車場和陳列室 (2)玻璃和玻璃製品製造 (3)餐廳服務區域 (4)車道入口	HC-2
OH-2 (Ordinary Hazard _Group 2)	(1)空間內容物數量中等至高且易燃。 (2)不超過 12 英尺(3.7 m)的中至高易燃性內容物堆積。	金屬、玻璃和陶瓷	(1)金屬加工	HC-2
		化工和製藥	(1)化工廠普通 (2)酒精廠	HC-2
		機械工程或組裝廠	(1)機械加工廠	HC-2
		紡織品和衣物	(1)乾洗店 (2)皮革制品製造 (3)紡織品製造	HC-2
		食品和飲料	(1)穀物磨坊 (2)糖果製品 (3)飼料廠 (4)穀物倉庫 (5)穀倉和相關建築物	HC-2
		紙張	(1)紙漿和造紙廠 (2)紙製品加工廠 (3)印刷和出版 (4)煙草製品製造	HC-2
		木材與木頭	(1) 木材加工 (2) 木製品裝配	HC-2
		橡膠與塑料	(1) 塑膠加工，包括吹塑、擠塑和機械加工；不包括使用可燃液壓液體的操作 (2)樹脂應用區域 (3)輪胎製造	HC-2
		採礦和碳製造	--	
		教育設施	(1) 圖書館 - 大型書庫區域	HC-1
		其他	(1)農業設施 (2)馬廄 (3)賽馬場的馬廄/狗舍區域，包括州、縣和地方展覽場的馬廄/狗舍區域 (4)戶外裝卸碼頭(注意，僅用於裝卸普通易燃物的戶外裝卸碼頭應分類為 OH2。對於處理易燃和可燃液體、危險	HC-1 或 HC-2

			物質或用於存儲的裝卸碼頭，應根據實際佔用情況和碼頭上處理的材料進行保護，就好像這些材料實際上被存儲在該配置中。) (5)商品 (6)碼頭和碼頭區域 (7)郵局 (8)維修車庫 (9)舞台 (10)儲存或使用壓縮氣體或低溫液體的區域	
EH-1 (Extra Hazard Group 1)	(1) 空間內容物數量非常多且易燃。 (2) 存在灰塵、纖維絮塵或其他材料的空間，增加火災迅速發展的可能性。	金屬、玻璃和陶瓷	(1) 壓鑄 (2) 金屬擠壓	HC-2
		化工和製藥	--	
		機械工程或組裝廠	--	
		纺織品和衣物	(1)纺織品拾取、開放、混合、梳理或梳毛，棉、合成纖維、羊毛碎布或麻布的組合	HC-2
		食品和飲料	--	
		紙張	(1)印刷(使用閃火點低於100°F(38°C)的墨水)	HC-3
		木材與木頭	(1) 木材鋸廠	HC-2
		橡膠與塑料	(1)膠合板和顆粒板製造 (2)橡膠回收、混合、烘乾、磨粉、硫化 (3)使用塑料泡沫進行車墊裝飾	HC-3
		採礦和碳製造	--	
		教育設施	--	
		其他	(1)飛機庫(除受 NFPA 409 規範管轄的部分) (2)可燃性液壓液體使用區域 (3)儲存或使用的易燃或自燃壓縮氣體或低溫流體	HC-3
EH-2 (Extra Hazard Group 2)	(1) 空間內容物數量非常多且易燃。 (2) 具有大量易燃或可燃液	金屬、玻璃和陶瓷	(1)兩輛汽車垂直堆疊的汽車堆疊機和汽車升降系統	HC-3
		化工和製藥	--	
		機械工程或組裝廠	(1)預製房屋或模塊式建築組件(具有完成的外殼且內	HC-3

	體的空間。 (3) 空間中燃燒物的屏蔽範圍廣泛。		部易燃)	
		纺織品和衣物	--	
		食品和飲料	--	
		紙張	--	
		木材與木頭	--	
		橡膠與塑料	(1) 瀝青浸漬 (2) 易燃液体噴塗 (3) 流涂覆(一種自動化的工業液體塗料應用方法。它涉及將許多個別的塗料流動地噴射到在輸送帶上水平移動的一個或多個零件上。流涂覆可用於覆蓋各種形狀的多纖維表面) (4) 開放式油淬 (5) 塑料製造 (6) 溶劑清潔 (7) 清漆和油漆浸漬	HC-3
		採礦和碳製造	--	
		教育設施	--	
		其他	--	

四、美國 IBC、IFC、FM、NFPA 法規比較分析小結

(一)美國國際建築法規(IBC)以 12,000 ft^2 (1115 m^2)作為 F-1 類別設置撒水，考量我國的建築分類以及條文對於「防火區劃」與「樓地板」的定義，如要參考美國的法規來規範工廠應設置自動撒水設備之要件時，取樓地板面積超過 1500 m^2應檢討設置自動撒水設備較為合宜。

(二)NFPA 13 及 FM Sheets 3-26 對於危險程度的分類有一致的趨勢，若以實際應用於場所危險程度的分級上，FM Sheets 3-26 從產業別的觀點切入進行分級，使用上相較於 NFPA 13 更加清楚明瞭。

綜合上述分析討論，圖 7 整理美國針對工廠設置撒水設備之檢討流程圖，先依據場所分類需設置撒水設備，再依照樓地板面積及不同製造場所進行檢討。

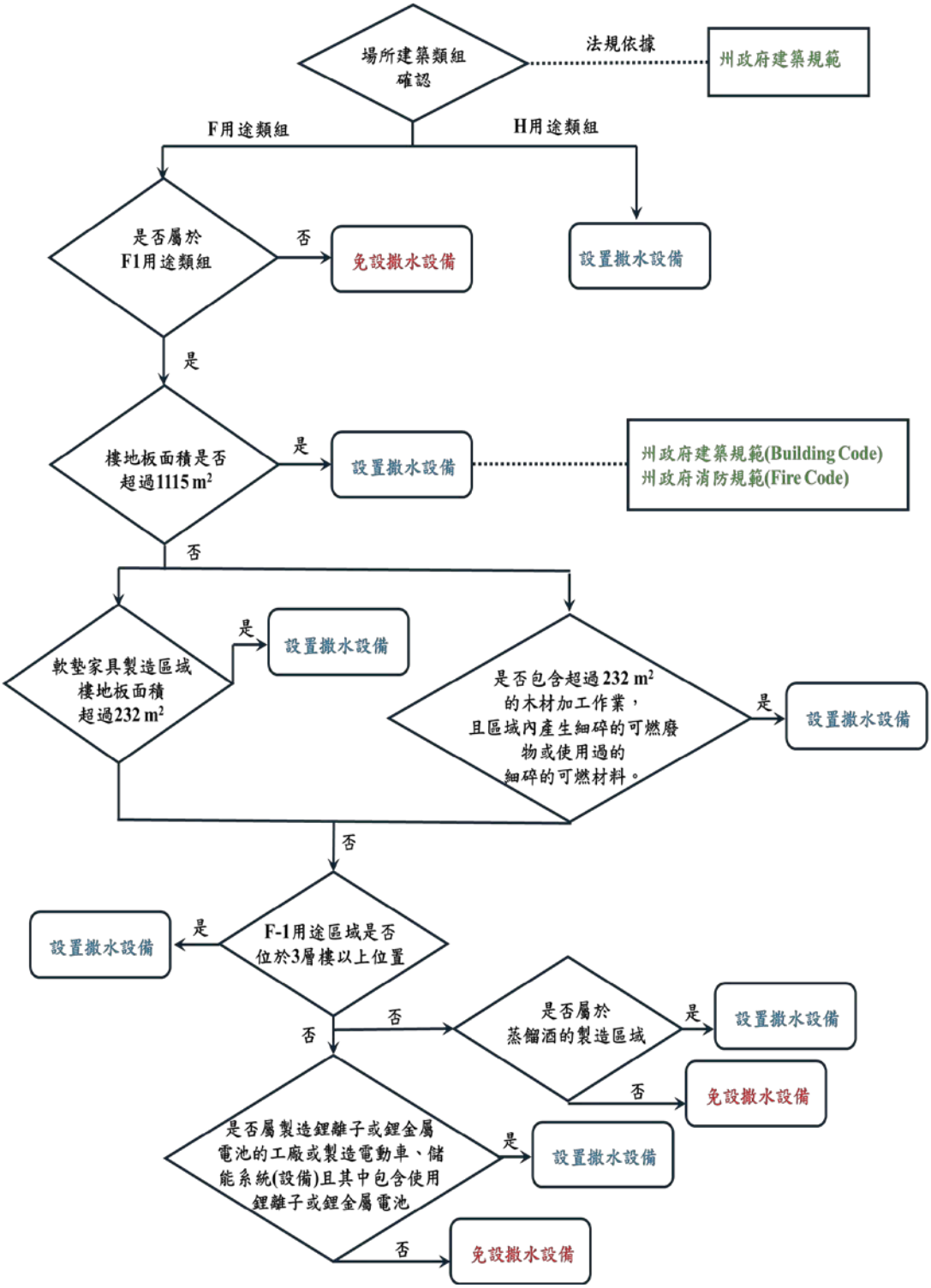


圖 7 美國工廠設置撒水設備之檢討流程圖

3.3 工廠設置自動撒水設備設計指引

一、設計指引的研究動機

自動撒水設備為美國用以減災控火之防災設備，且已有超過 150 年以上經驗，其設計及安裝為全球參考設計安裝之重要標準，故本指引將參考美國有關自動撒水設備建立屬於我國之設計指引，以供我國消防機關及產業界參考，評估研擬符合國情及可操作之規範應實務之需，提供工廠設計及設置自動撒水設備之指引及消防機關審查之依據。

二、設計指引的分析與說明

工廠自動撒水設備設計指引各點規範內容的研擬說明如下:

(一)第一點:說明訂定之目的係為了減少工廠因火災造成工作人員傷亡、財物損失、營運中斷、空氣汙染甚至消防人員殉職，俾利工廠災前預防、災時有效控制或抑制火災。

(二)第二點:針對本指引中使用之專有名詞加以定義說明並輔以圖示。

(三)第三點:明訂本指引適用對象範圍包含，符合建築技術規則、工廠管理輔導法所稱之登記及特定工廠登記辦法之工廠類建築物。主要係考量我國除建築法規有提及工廠用途外，於工廠管理輔導法亦對於工廠有其定義，故將兩機關對於工廠用途之規範均納入本指引範疇。

(四)第四點:明定工廠類建築物危害等級分類及適用對象範圍。此點有關工廠分類的說明，考量為利產業與消防安全設備之接軌並考量目前我國產業型態，爰參照引用「經濟部產業發展署」對於工廠管理上之用詞，以「產業型態」對工廠進行「名目分類」。另參考國 NFPA 13 第 A.4.3.2 節至第 A.4.3.6 節危害等級分類，及 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 3-26 之危害等級分類，於此點明定工廠危害等級的三級分類方式。

(五)第五點:對於應設置自動撒水設備之場所或樓層明定「定量」之條件，此點在規範上，係為避免產業衝擊過大，造成產業喪失國際競爭力，參考國際建築規範(International Building Code)以 1,115 平方公尺作為 F-1 類別工廠應設置自動撒水設備之要件之一，並參考我國建築技術規則第 79 條規定，採用設置自動滅火設備時防火區劃可由 1,500 平方公尺放寬至 3,000 平方

公尺之規定，明定應設置自動撒水設備之面積要求，以「防火區劃」1,500平方公尺為範圍，且隨工廠危險等級下降，逐步上調「防火區劃」樓地板面積的條件為 3,000 平方公尺及 6,000 平方公尺。此外，因鋰系電池目前商業化產品如發生熱失控，尚無有效之滅火系統，依照美國 NFPA 之建議，採用大量冷卻水限制其對其他設備或場所影響為目前之最佳手段，故無論其面積大小，均建議要求設置自動撒水系統。

(六) 第六點:明定自動撒水設備之系統配管可採用水力計算分析軟體計算水力需求，因 NFPA 現有版本均建議水力計算分析軟體計算水力需求，故為利目前國內設計狀況故採參考 NFPA 13 (2022) 28.5.2 規定先加以規範限制不同配管管徑的撒水頭數目。

(七) 第七點:於此點明定撒水頭用於工廠保護措施及設置位置等規定，並補充「各類場所消防安全設備設置標準」未提及之部分。

(八) 第八點:明定工廠類建築物設置密閉式撒水頭，其天花板或頂板為無阻礙構造，則撒水頭安裝高度、K 係數、安裝方向型式、天花板斜率、撒水頭中心直線間距及撒水頭設計面積等，應依不同危害等級設置。

(九) 第九點:於此點明定工廠附屬儲存空間限制，並敘明倘無法符合工廠附屬儲存空間限制，其撒水頭之設計應參照「倉庫自動撒水設備設計指引」。

(一〇) 第十點:明定工廠內免裝撒水頭之處所，敘明為避免原應設置自動撒水系統之工廠類建築因禁水性物質而無法設置撒水系統或造成危害時，仍應選用有效之自動滅火設備替代。

(一一) 第十一點:明定工廠類建築物設置自動撒水設備時，其流水檢知裝置、開放式撒水設備之放水區域、查驗閥、水源容量、緊急電源等構件之要求。

三、依指引進行設計流程圖

綜合上述指引各點分析討論，將我國針對工廠設置撒水設備之檢討一流程進行說明，如圖 8 所示。工廠之分類方式先依據主計總處進行分類，並將此工廠分類列出屬於何種危險等級，採用設置自動滅火設備時防火區劃可由 1,500 平方公尺放寬至 3,000 平方公尺之規定，明定應設置自動撒水設備之面積要求，

以「防火區劃」1,500 平方公尺為範圍。並隨工廠危險等級下降，逐步上調「防火區劃」樓地板面積，最後，再依照我國各類消防設備設置標準中所規範免設撒水頭之場所進行場所排除。

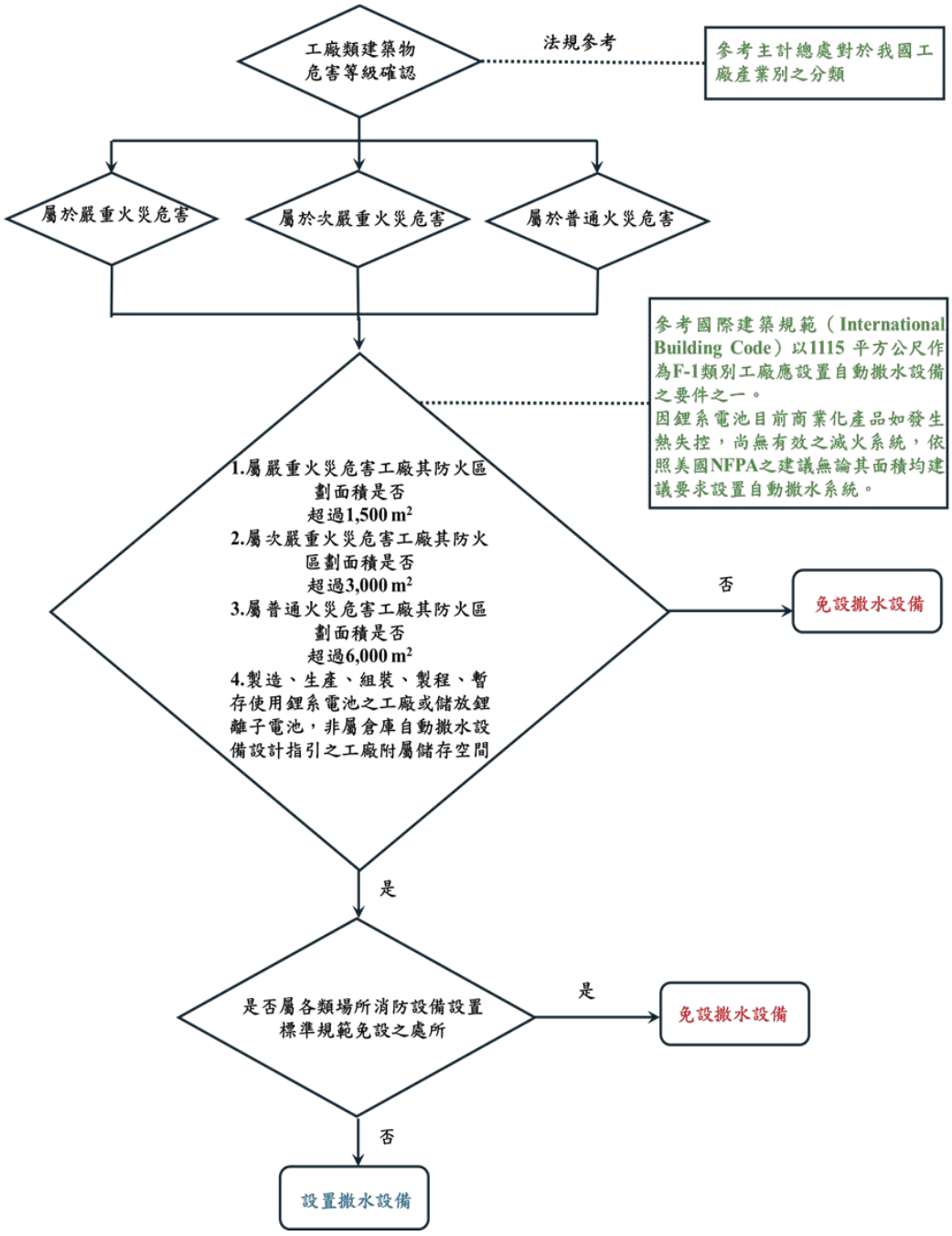


圖 8 我國工廠依指引設置撒水設備之流程圖

四、結論

本研究從工廠火災調查統計、工廠設置撒水設備成本分析、損害防阻評估(保險)分析、國內外相關法規規範分析等角度研討我國工廠設置自動撒水設備之可行性，提出我國工廠應設置撒水之建議，並研提工廠自動撒水設備設計指引，結論如下:

1. 本研究分析提出設置自動撒水設備除減少財產損失外，應可有效降低消防人員傷亡之風險、達到減少工廠營運中斷、環境污染之風險及嚴重程度之效。
2. 保險業者於工廠承保階段會評估工廠是否建置具一定能力之減災設備，進而評估保費整體減費額度高達 20~60%，自動撒水設備為可行之減災設備。
3. 於興建建築物之初始階段考量設置自動撒水設備，其建置成本能低於後續發生火災所造成之財產損失。
4. 日本(消防法施行令第 12 條)規定設置自動撒水設備之建築環境包括:11層以上建築物、地下層和無開口樓層、高度超過 31 m 的樓層及存放特定可燃物，除特定可燃物針對工廠，其餘規定係考量一般建築物。
5. 新加坡(The Code of Practice for Fire Precautions in Buildings)以高度(24 m)、樓地板面積(2,000 m^2 地下層或 4,000 m^2 地上層)或容積(7,500 m^3 地下層或 15,000 m^3 地上層)要求撒水，雖非針對工廠，但基本上達此高度、樓地板面積(或容積)之建築物均需設置自動撒水設備。
6. 英國(Fire Safety Approve Document、BS EN 12845)要求建築物依風險等級(樓地板面積、製程使用材料)併同建築物被動式防火作為(防火區劃面積及防火時效)後規範設置自動撒水設備，並有不同之撒水設備功能規定，基本上僅廁所走廊等少數空間免設，而有禁水性物質等特殊場所雖不撒水，仍須有其他防護。
7. 美國(IBC、IFC、 NFPA 13、FM data sheet)依建築物火災風險等級(建築物構造防火等級、用途、樓地板面積、製程使用材料)規定是否需設置自動撒水設備，並有不同之設置撒水之樓地板面積及撒水設備功能規定。
8. 本研究分析日本、新加坡、英國及美國之工廠設置自動撒水設備規定並

考量我國法規(建築技術規則、各類場所消防安全設備設置標準等)後，研提之工廠自動撒水設備設計指引之設計概念為需先判斷工廠之從業項目分類及其危害程度，再依防火區劃面積規範是否需設置自動撒水設備，規範其對應之撒水設備功能及其後續安裝與施工之注意事項。

參考文獻

1 李佩芸，工廠大火不斷，撒水系統應列必要設備，2021。

2 內政部消防署，109年消防統計年報，2021。

3 財團法人中華民國消防技術顧問基金會，工廠自主安全管理系統與防火安全認證制度之研究，期中報告，民國112年。

4 內政部消防署，各類場所消防安全設備設置標準，2023年修訂。

5 內政部消防署，潔淨區消防安全設備設置要點，2016年修訂。

6 內政部國土管理署，建築技術規則建築設計施工編，2021年修訂。

7 丘澄彬，「水對固態燃料組列之火焰抑制研究」，國立成功大學機械工程學系碩士論文，1990。

8 蔡匡忠等人，「自動撒水滅火設備與區劃延燒驗證研究」，內政部建築研究所，2008。

9 張慧蓓，「老人養護機構安全管理之研究－中小型居室消防安全分析」，國立高雄應用科技大學，人力資源發展系碩士論文，2010。

10 Jensen Hughes, “A Review of the Impact of Fire Extinguishers in Reducing the Carbon Footprint of Building Fires”, FM Global Research Division, March 2023.

11 Tucker McGree, “U.S. Experience with Sprinklers”, National Fire Protection Association, NFPA, 2021.

12 What Is The Cost Of Installing Fire Sprinklers? | Learn More (kauffmanco.net)。

13 Danny Hopkin, Michael Spearpoint, Matthew Arnott, Ruben Van Coile, “Cost-benefit analysis of residential sprinklers – Application of a judgement value method”, Fire Safety Journal, 106, pp. 61-71, 2019.

14 https://www.nfpa.org/education-and-research/research/fire-protection-research-foundation/projects-and-reports/home-fire-sprinkler-cost-assessment-final-report, 2013.

15 https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-stati

stical-reports/us-experience-with-sprinklers, 2024.

16 https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/fire-loss-in-the-united-states, 2023.

17 消防法施行令(URL: https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=336CO0000000037)

18 消防法施行令別表第１の取扱い(URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.city.kawasaki.jp/840/cmsfiles/contents/0000019/19783/reibeppyou(29).pdf)

19 危険物政令別表第4(URL:https://syoubous.com/a-secth/hyokiken4.php#google_vignette)

20 火災預防條例((URL:https://www1.g-reiki.net/awakouiki/reiki_honbun/u359RG00000140.html?id=b8)

21 消防法別表第１(URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.city.futtsu.lg.jp/cmsfiles/contents/0000005/5395/hobeppyoudai1.pdf)

22 Code of Practice for Fire Precautions in Buildings, Singapore Civil Defence Force, Singapore, 2023.

23 The Building Regulations 2010, 2019 edition, HM government, 2020.

24 BS EN 12845, Fixed firefighting systems - Automatic sprinkler systems - Design, installation and maintenance, UK, 2015.

25 https://risklogic.com/codes-and-standards/

26 https://codes.iccsafe.org/content/NYSBC2020P1/chapter-9-fire-protection-and-life-safety-systems

先進產業運用科技輔助系統及先進裝備應變規劃

鍾玉慰

摘要

自 1996 年 10 月至 1997 年 11 月竹科接續發生華邦電子、聯瑞半導體、天下電子震驚全球的三大火災，充分暴露出國內的防、救災能力無法跟上科技產業發展。而時至今日的台灣科技產業，發展更百倍於 28 年前的規模，產業結構更雜且多樣化，使用的化學品更複雜更危險，複合性災害的風險日益增加。火化災往往對生命安全、財產及環境造成重大傷害與威脅，單一單位或地方資源無法有效迅速處理大規模災害的發生。

因此，如何確實建立工廠的應變組織，並如何確保其組織具備基本自救能力、實為重要。而大型災害的發生非單一單位可以完成救災任務，如何整合區域的資源與力量，建構一個能夠迅速啟動、多單位協作、跨區域聯動的災害應變體系，則為現代防救災體系追求的目標。

現代科技廠房隨著先進製程的跳躍發展，以及大規模自動化的運用，科技產業事故應變組織整備，應變運作、預防方法探討，我們應思考在廠房越蓋越大，人力卻越來越精簡的當下，要如何運用科技方法，來滿足科技廠對防災減災的需求。

1. Introduction/Issue Statement

自 1996 年 10 月至 1997 年 11 月，竹科接續發生華邦電子、聯瑞半導體、天下電子震驚全球的三大火災，這些事件充分暴露出國內的防、救災能力無法跟上科技產業發展的現實。這些火災不僅對企業造成了巨大的經濟損失，也對生命安全和環境造成了嚴重威脅。這些事件提醒我們，隨著科技產業的快速發展，防災減災的需求也在不斷增加。

時至今日，台灣科技產業的發展規模已經遠超 28 年前，產業結構更加複雜多樣，使用的化學品也更加危險。這些變化使得複合性災害的風險日益增加。火災、化學洩漏等災害往往對生命安全、財產及環境造成重大傷害與威脅，單一單位或地方資源無法有效迅速處理大規模災害的發生。因此，如何確實建立工廠的應變組織，並確保其具備基本自救能力，成為當前科技產業面臨的重要課題。

大型災害的發生非單一單位可以完成救災任務，如何整合區域的資源與力量，建構一個能夠迅速啟動、多單位協作、跨區域聯動的災害應變體系，則為現代防救災體系追求的目標。現代科技廠房隨著先進製程的跳躍發展，以及大規模自動化的運用，科技產業事故應變組織整備、應變運作、預防方法探討，成為我們必須深入思考的議題。

在廠房越蓋越大，人力卻越來越精簡的當下，如何運用科技方法來滿足科技廠對防災減災的需求，成為我們需要解決的關鍵問題。本文將探討科技產業事故應變組織整備、應變運作及事故預防方法，並提出具體的建議和對策。

2. Method

為了有效應對科技產業的災害風險，我們需要從以下幾個方面進行探討和實施：

一、工廠應變組織如何有效運作

1. 組織架構

- 建立明確的應變組織架構，包括指揮中心、各部門應變小組及專業技術支援團隊。

- 明確劃分各部門的職責與權限，確保在緊急情況下能迅速反應。

2.裝備整備

- 配備先進的消防設備、個人防護裝備及應變救援工具。
- 定期檢查和維護設備，確保其在緊急情況下能正常運作。

3.人員訓練

- 定期進行應變演練，模擬各種可能的災害情境，提高員工的應變能力。
- 提供專業的應變處理培訓,確保每位員工都具備基本的自救和互救技能。

4. 如何有效運作

- 建立快速反應機制，確保在災害發生時能迅速啟動應變計劃。
- 加強內部溝通與協調，確保信息傳遞的及時性和準確性。

二、科學園區應變聯防

1.現況探討

- 分析目前科學園區內各企業的應變能力和資源配置情況。
- 評估現有聯防機制的有效性和不足之處。

2.如何分工與整合

- 建立區域聯防協作機制，明確各企業在聯防中的角色和責任。
- 整合區域內的應變資源，實現資源共享和互助。

3.規劃建議

- 制定區域聯防應變預案，定期組織聯防演練。
- 建立區域應變指揮中心，統一指揮和調度應變資源。

三、科技廠房危害預防方法探討

1.人員巡查

- 制定定期巡查計劃，確保對廠房內各個區域進行全面檢查。
- 訓練巡查人員識別潛在危險源，及時發現和處理隱患。

2.硬體偵測

- 安裝先進的火災報警系統、氣體洩漏檢測系統等硬體設備。

- 利用物聯網技術，實現對廠房內各種危險源的實時監控。

3.未來展望

- 探索應用人工智能、大數據分析等技術，提升災害預測和預防能力。
- 推動智慧工廠建設，實現自動化、智能化的安全管理。

3. Result

通過上述方法的實施，我們可以預期以下幾個方面的成果：

一、工廠應變組織的有效運作

1.組織架構

1-1.指揮中心：設立一個統一的指揮中心，負責在緊急情況下的決策和指揮。指揮中心應由經驗豐富的高層管理人員組成，確保在緊急情況下能迅速做出正確的決策。

1-2.各部門應變小組：每個部門應設立專門的應變小組，負責本部門的應變處理工作。應變小組應包括部門主管和經過專業訓練的員工，確保在緊急情況下能迅速反應。

1-3.專業技術支援團隊：組建專業技術支援團隊，包括消防、安全、醫療等專業人員，提供技術支持和專業指導。

2. 裝備整備

2-1.配備先進的消防設備

消防設備：配備先進的消防設備，如自動滅火系統、消防栓、滅火器等，確保在火災發生時能迅速撲滅火源。

個人防護裝備：為員工配備個人防護裝備，如防火服、防毒面具等，確保員工在緊急情況下的安全。

2-2.定期檢查和維護設備

設備檢查：定期對消防設備和個人防護裝備進行檢查，確保其在緊急情況下能正常運作。

設備維護：定期對設備進行維護和保養，確保其處於良好狀態。

3.人員訓練

3-1.定期進行應變演練

應變演練：定期組織應變演練，模擬各種可能的災害情境，提高員工的應變能力。演練應包括火災、化學洩漏、地震等多種情境，確保員工能夠應對各種突發事件。

演練評估：在演練結束後進行評估，找出存在的問題和不足，並進行改進。

3-2.提供專業的應變處理培訓

應變處理培訓：為員工提供專業的應變處理培訓，確保每位員工都具備基本的自救和互救技能。培訓內容應包括火災撲滅、急救知識、逃生技巧等。

專業技能培訓：為專業技術支援團隊提供專業技能培訓，確保其具備處理各種突發事件的能力。

4.如何有效運作

4-1.建立快速反應機制

快速反應機制：建立快速反應機制，確保在災害發生時能迅速啟動應變計劃。快速反應機制應包括信息傳遞、指揮調度、資源調配等多個環節，確保在最短時間內做出反應。

應變預案：制定詳細的應變預案，明確各部門的應變處理流程和步驟，確保在緊急情況下能迅速啟動應變計劃。

4-2.加強內部溝通與協調

內部溝通：加強內部溝通，確保信息傳遞的及時性和準確性。建立信息傳遞機制，確保在緊急情況下能迅速傳遞信息。

內部協調：加強內部協調，確保各部門之間的協作和配合。建立協調機制，確保在緊急情況下能迅速協調各部門的行動。

二、科學園區應變聯防的成效

1. 現況探討

1-1.通過分析和評估，了解了科學園區內各企業的應變能力和資源配置情況，為聯防協作提供了基礎數據。

1-2.評估現有聯防機制的有效性和不足之處，為改進和完善聯防機制提供了依據。

2. 如何分工與整合

2-1.建立區域聯防協作機制

聯防協作機制：建立區域聯防協作機制，整合區域內的應變資源，實現資源共享和互助。聯防協作機制應包括信息共享、資源調配、聯合演練等多個方面，確保在緊急情況下能迅速協作應對。

聯防協議：簽訂區域聯防協議，明確各企業在聯防中的角色和責任，確保聯防協作的有效性。

2-2.建立區域應變指揮中心

應變指揮中心：建立區域應變指揮中心，統一指揮和調度應變資源。應變指揮中心應由區域內各企業的代表組成，確保在緊急情況下能迅速做出決策和行動。

應變預案:制定區域聯防應變預案,明確各企業的應變處理流程和步驟，確保在緊急情況下能迅速啟動應變計劃。

3.規劃建議

3-1.制定區域聯防應變預案，定期組織聯防演練，提高了區域內各企業的應變能力。

3-2 建立區域應變指揮中心，統一指揮和調度應變資源，提升了應變處理的效率。

三、科技廠房危害預防方法的成效

1.人員巡查

- 定期巡查計劃的制定和實施，確保了對廠房內各個區域的全面檢查，及時發現和處理隱患。
- 訓練巡查人員識別潛在危險源，提高了巡查的有效性，減少了潛在危險的發生。

2.硬體

- 先進的火災報警系統和氣體洩漏檢測系統的安裝，提高了對廠房內各種危險源的監控能力。
- 利用物聯網技術，實現對廠房內各種危險源的實時監控，提升了災害預防的能力。

3.未來展望

- 探索應用人工智能、大數據分析等技術，提升了災害預測和預防能力，為未來的災害應對提供了技術支持。
- 推動智慧工廠建設，實現自動化、智能化的安全管理，提升了廠房的安全性。

四、工廠緊急應變與 AI 之結合與運用

隨著科技產業的快速發展，建立健全的事故應變組織和預防體系，已成為保障企業安全運營的關鍵。通過有效的組織架構、先進的裝備整備、專業的人員訓練以及區域聯防協作，可以大幅提升應對各類災害的能力。同時，利用現代科技手段進行危害預防，將是未來發展的重要方向。

隨著科技的進步和工業 4.0 的推動，人工智慧（AI）在工廠緊急應變中的應用變得越來越重要。AI 技術不僅能夠提高工廠的生產效率，還能在緊急情況下提供快速、準確的應變方案，保障工廠的安全運營。

工廠在日常運營中可能會面臨各種突發事件，如火災、化學洩漏、機械故障等。這些突發事件不僅會對工廠的生產造成影響，還可能威脅到員工的生命安全。因此，建立一套高效的緊急應變系統至關重要。傳統的緊急應變系統主

要依賴於人工操作和經驗判斷，存在反應速度慢、準確性低等問題。而 AI 技術的引入，為工廠緊急應變提供了新的解決方案。

AI 技術可以通過數據分析、機器學習、圖像識別等手段，實現對工廠內部環境的實時監控和預測，提前發現潛在的危險，並在突發事件發生時提供快速、準確的應變方案。此外，AI 技術還可以通過自動化設備和智能系統，實現對緊急情況的自動化處理，減少人為操作的失誤，提高應變效率。

1.數據收集與分析

1-1.數據收集：利用物聯網（IoT）技術，在工廠內部安裝各種傳感器，實時收集環境數據，如溫度、濕度、氣體濃度、設備運行狀態等。這些數據將作為 AI 系統進行分析和預測的基礎。

1-2.數據分析：利用大數據技術，對收集到的數據進行分析，找出潛在的危險因素和異常情況。通過數據分析，可以提前發現設備故障、火災隱患、化學洩漏等問題，並及時採取預防措施。

2.機器學習與預測

2-1.機器學習：利用機器學習算法，對歷史數據進行訓練，建立預測模型。這些模型可以用來預測未來可能發生的突發事件，如設備故障、火災等，並提供相應的應變方案。

2-2.預測模型：根據不同的應用場景，建立不同的預測模型，如設備故障預測模型、火災預測模型、化學洩漏預測模型等。這些模型可以根據實時數據進行動態調整，提供更加準確的預測結果。

圖像識別與監控

2-3.圖像識別：利用圖像識別技術，對工廠內部的監控視頻進行分析，實時監控工廠內部的情況。通過圖像識別，可以及時發現火災、設備故障、員工違規操作等問題，並及時發出警報。

智能監控系統：建立智能監控系統，實現對工廠內部的全方位監控。智能監控系統可以根據圖像識別結果，自動啟動應變措施，如啟動滅火系統、關閉設備、疏散人員等。

自動化應變系統

2-4.自動化設備：利用自動化設備，如自動滅火系統、自動關閉閥門、自動疏散系統等，實現對緊急情況的自動處理。這些自動化設備可以根據 AI 系統的指令，自動啟動應變措施，減少人為操作的失誤。

智能應變系統：建立智能應變系統，實現對緊急情況的全自動處理。智能應變系統可以根據實時數據和預測結果，自動調整應變方案，確保在最短時間內做出正確的應變措施。

3.提高應變效率

3-1.快速反應：AI 技術可以實現對突發事件的快速反應，縮短應變時間。通過實時監控和預測，AI 系統可以提前發現潛在的危險，並在突發事件發生時迅速啟動應變措施，減少損失。

3-2.準確應變：AI 技術可以提供準確的應變方案，減少人為操作的失誤。通過數據分析和機器學習，AI 系統可以根據實時數據和預測結果，提供最佳的應變方案，確保應變措施的有效性。

保障員工安全

3-3.提前預警：AI 技術可以提前預警潛在的危險，保障員工的生命安全。通過實時監控和預測，AI 系統可以提前發現火災、化學洩漏等問題，並及時發出警報，提醒員工採取防護措施。

3-4.自動疏散：AI 技術可以實現對員工的自動疏散，減少人員傷亡。通過智能應變系統，AI 系統可以根據實時數據，自動啟動疏散系統，確保員工在最短時間內安全撤離。

降低經濟損失

3-5.減少設備損壞：AI 技術可以提前發現設備故障，減少設備損壞。通過數據分析和預測，AI 系統可以提前發現設備的潛在故障，並及時進行維修，避免設備損壞帶來的經濟損失。

3-6.減少生產中斷：AI 技術可以提高應變效率，減少生產中斷。通過快速反應和準確應變，AI 系統可以在最短時間內恢復生產，減少生產中斷帶來的經濟損失。

4. Discussion/Conclusion

四、討論/結論

AI 技術在工廠緊急應變中的應用，為工廠的安全運營提供了新的解決方案。通過數據收集與分析、機器學習與預測、圖像識別與監控、自動化應變系統等手段，AI 技術可以實現對工廠內部環境的實時監控和預測，提前發現潛在的危險，並在突發事件發生時提供快速、準確的應變方案。

然而，AI 技術在工廠緊急應變中的應用也面臨一些挑戰。首先，AI 技術的應用需要大量的數據支持，而工廠內部的數據收集和管理是一個複雜的過程。其次，AI 技術的應用需要高效的計算能力和先進的算法支持，這對工廠的技術水平提出了較高的要求。此外，AI 技術的應用還需要考慮到數據隱私和安全問題，確保數據的安全性和可靠性。

總結來說，科技產業的快速發展帶來了新的挑戰和機遇，AI 技術在工廠緊急應變中的應用具有廣闊的前景。通過不斷的技術創新和應用實踐，AI 技術將在工廠緊急應變中發揮越來越重要的作用，為工廠的安全運營提供有力保障。未來，隨著 AI 技術的不斷發展和應用，工廠的緊急應變能力將進一步提升，實現更加智能化和高效化的應變管理。

臺灣警察專科學校
TAIWAN POLICE COLLEGE
TPC





