

出國報告（出國類別：訓練）

「參與國際火災調查訓練」 出國報告

服務機關：內政部消防署、臺中市政府消防局、工業研究技術學院

姓名職稱：

內政部消防署陳紫竹科員

臺中市政府消防局楊喻翔技士

工業研究技術院顏鈺庭經理

工業研究技術院魏丞哲工程師

派赴國家/地區：美國

出國期間：114/05/31-114/06/14

報告日期：114/09/05

摘要

國際縱火調查協會威斯康辛分會(WI-IAAI)、保險商實驗室(UL)及國家火災調查員協會(NAFI)於 2025 年 5 月 31 日至 6 月 14 日分別在美國威斯康辛州史蒂文斯角、伊利諾州芝加哥及亞利桑那州坦佩舉辦的「年會暨訓練研討會」、「儲能系統大型燃燒測試標準(UL 9540A/B)訓練」及「火災調查訓練計畫」。本次系列活動計有來自美國各州及台灣等地之火災調查專業人員參加與會，並邀請具火災調查專業之專家學者發表新知、技術與案例探討。

本次訓練研討會涵蓋多項重要議題，包括 IAAI 證物採集技術員(ECT)認證考試、現場保存與公私部門協作、消防員行為健康、燃燒化學及動力學、現場繪圖實務、消防水系統、火災調查攝影、起火處與原因判定、訪談技巧、電氣火災調查等專業課程。訓練內容特別著重於最新版 NFPA 921 標準應用、新興能源產品安全評估技術，以及國際火災調查認證體系等核心議題。

由內政部消防署預防調查組科員陳紫竹、臺中市政府消防局火災調查科技士楊喻翔，以及工業技術研究院量測技術發展中心經理顏鈺庭、工程師魏丞哲等 4 人參加本次系列年會及為期 15 日的訓練。期望透過參與國際火災調查訓練，了解國際火調新興技術及發展趨勢，強化國內火調專業知能，並與世界各地火災調查人員經驗交流，以提升我國火災調查專業水準與國際接軌。

目錄

摘要 i

壹. 目的	1
一、 前言	1
二、 行程表及參加人員	2
三、 工作內容	4
貳. 過程	6
一、 國際縱火調查協會威斯康辛分會(Wisconsin Chapter, International Association of Arson Investigators , WI IAAI).....	6
1. IAAI-ECT 實務測驗.....	7
2. 開幕式.....	13
3. 現場保存、公部門火災調查人員及私人火調員之協作：	16
4. 火災調查員的職責	21
5. 消防員之行為健康及急救人員之心理健康：	24
二、 保險商實驗室(UL)儲能系統大型燃燒測試標準(UL 9540A/B)訓練....	29
三、 2025 年國家火災調查員協會(NAFI)訓練計畫	35
1. 開幕式.....	38
2. 燃燒化學及火災動力學(Fire Chemistry and Fire Dynamics)	39
3. 火災與爆炸現場繪圖實務(Diagramming the Fire Scene)	43
4. 消防水系統(Water-Based Suppression Systems)	49
5. 火災調查攝影(Fire Investigation Photography).....	56
6. 起火處與原因判定(Origin and Cause Determination).....	63
7. 訪談技巧(Interviewing Techniques).....	70

8. 電氣火災調查(Interviewing Techniques)	77
9. NAFI-CFEI 現場測驗.....	84
四、活動集錦(附相片).....	90
參. 心得	93
一、證物採集技術員(IAAI-ECT®)考試.....	93
二、2025 年國際縱火調查協會威斯康辛州分會(WI-IAAI)年會暨訓練.....	94
三、儲能系統大型燃燒測試標準(UL 9540A/B)訓練.....	94
四、2025 年國家火災調查員協會(NAFI)訓練計畫	95
五、火災及爆炸調查員認證(NAFI-CFEI)考試.....	95
肆. 建議	97

圖目錄

圖 1、主辦方說明考試內容.....	9
圖 2、考場環境與考試情形.....	10
圖 3、測試後評分表.....	11
圖 4、開幕典禮.....	13
圖 5、舉行會場.....	14
圖 6、創傷後壓力症候群與道德傷害之比較.....	27
圖 7、會議照片.....	31
圖 8、開幕典禮.....	38
圖 9、常用現場量測工具.....	43
圖 10、光學雷達作圖.....	47
圖 11、濕式系統.....	52
圖 12、不同 ISO 值之對比.....	58
圖 13、系統化勘查流程.....	64
圖 14、V-PATTERN 案例.....	65
圖 15、GFCI 插座設置案例.....	78
圖 16、實際操作儀器演示火花.....	80
圖 17、考場環境.....	89
圖 18、與 IAAI 前主席合影.....	90
圖 19、獲頒 WI IAAI 榮譽會籍.....	90
圖 20、與 IAAI 總會及 WI 分會幹部合影.....	91
圖 21、與 NAFI 董事長合影.....	91
圖 22、美國 UL SOLUTIONS 總部前合影.....	92

表目錄

表 1、行程內容	2
表 2、參加名單	3
表 3、本次參加項目及拜訪對象	5
表 4、必修課程	8
表 5、本場考試題目	10
表 6、縱火調查員職業道德守則	14
表 7、國際火災調查人員認證體系	22
表 8、自殺方式統計	24
表 9、自殺相關因素總次數	25
表 10、PTSD 判定標準	26
表 11、參加人員	30
表 12、大規模火災測試比較表.....	33
表 13、優勢表	45
表 14、內部勘查方法表	59
表 15、測光模式表.....	61
表 16、訪談與訊問之比較表	71
表 17、語言與非語言線索表	73
表 18、REID 訊問法一九步法	75
表 19、電氣故障表	79
表 20、最低學分要求	86

壹. 目的

一、前言

依據「114 年度精進火災調查效能暨服務躍升中程計畫」，參與美國火災調查訓練及取得相關證書，期可透過國際火災調查訓練，了解國際火調新興技術及發展趨勢，強化國內火調專業知能。

本次由陳紫竹科員參與國際縱火調查協會(IAAI)證物採集技術員(IAAI-ECT®)認證考試，此項國際認可的專業資格將強化火災現場證據採集的標準化作業能力。其次，參與 2025 年國際縱火調查協會威斯康辛州分會(WI-IAAI)年會暨訓練，透過與國際專家的直接交流，掌握最新的調查技術與案例分析方法。

此外，為因應鋰電池儲能系統火災的新興挑戰，掌握最新安全評估技術與標準，參與國家火災調查員協會(NAFI)訓練計畫舉辦的儲能系統大型燃燒測試標準(UL 9540A/B)專業訓練，內容涵蓋鋰電池儲能系統熱失控火災蔓延評估（UL 9540A）與鋰電池火災及熱失控危害評估測試（UL 9540B），透過此次訓練，加深了對鋰電池火災特性及風險評估的理解。

最後，參加 2025 年國家火災調查員協會(NAFI)訓練計畫，課程結束後由陳紫竹科員、楊喻翔技士參加 NAFI-CFEI 筆試測驗，國家火災調查員協會(NAFI)為美國早期推動火災與爆炸調查科學化發展的協會之一，此次訓練內容涵蓋火災調查技術、現場證據採集、火災原因分析以及最新調查標準的應用，提升了個人對火災調查流程的理解與實務能力。

透過本次參加國際訓練，進一步拓展國際視野，了解全球火災調查領域的發展趨勢與最佳實務，不僅提升了個人專業素養，也強化了我國火災調查團隊的整體競爭力。與國際頂尖專家面對面交流，分享經驗與案例，激發出新的思維與方法，促使我國在火災調查技術、證據採集標準化、事故原因分析等方面得以與國際同步接軌。此外，透過持續學習國際先進的技術標準，有助於提升我國火災調查的科學化、系統化與精準化，回饋火災防範政策的制定及火災事故處理提供有關技術支持與依據，最終達成有效預防火災事故、保障人民生命財產安全的長遠目標。

二、行程表及參加人員

本次由內政部消防署陳紫竹科員、臺中市政府消防局楊喻翔技士，及工業研究技術學院技術院顏鈺庭經理與魏丞哲工程師等一行人於 2025 年 5 月 31 日至 6 月 14 日期間，赴美國參與一系列國際火災調查訓練與年會，以精進專業知能並與國際接軌，行程表及名單如表 1、表 2。

表 1、行程內容

日期	行程	工作項目
114/05/31	臺灣前往美國芝加哥	移動日(臺灣→美國芝加哥)
114/06/01	考察 ECT 考試	• 參加考試
114/06/02	WI IAAI-第一天	• WI IAAI 開幕 • Scene Preservation, Coordination between public and private fire investigators • NFPA 921 updates and Separating Facts from Fiction Concerning NFPA 1321
114/06/03	WI IAAI-第二天	• Arc Mapping and Fire Investigation, How to understand arc mapping as an investigator and utilize it in the field • Fatal Fires
114/06/04	WI IAAI-第三天	• Firefighter Behavior Health Alliance First Responder Mental Health • Responsibilities of the Fire Investigator • Building Construction Case Study
114/06/05	WI IAAI-第四天	• Challenges to Expert Qualifications, Methodology, and Opinions • 移動日
114/06/06	參與 UL 訓練	• UL 課程

日期	行程	工作項目
114/06/07	芝加哥前往鳳凰城	• 移動日
114/06/08	資料整理	• 資料整理
114/06/09	NAFI-第一天	• NAFI 開幕 • NFPA Code Making Progress • Fire Chemistry and Fire Dynamics
114/06/10	NAFI-第二天	• Diagramming the Fire Scene & Water-Based Suppression Systems • Origin and Cause Determination
114/06/11	NAFI-第三天	• Interviewing Techniques & Fire Death Investigations
114/06/12	NAFI-第四天	• Electricity and Fire • CFEI 考試
114/06/13	美國鳳凰城前往臺灣	移動日(美國鳳凰城→臺灣)
114/06/14		

表 2、參加名單

姓名	單位	職稱
陳紫竹	內政部消防署預防調查組	科員
楊喻翔	台中市政府消防局火災調查科	技士
顏鈺庭	工研院量測技術發展中心	經理
魏丞哲	工研院量測技術發展中心	工程師

三、 工作内容

本次赴美参加火災調查訓練，含火災調查指標機構「國際縱火調查人員協會(IAAI)」、「國家火災調查員協會(NAFI)」，以及國際知名標準法規驗證機構「保險商實驗室總部(UL)」。了解國際火災調查最新技術，以及新興能源產品儲能系統大型燃燒測試及家用儲能系統燃燒測試最新版標準，並邀請今(2025)年度於 11 月假臺北舉辦火災調查國際研討會潛在講者。

透過本次訓練，將可習得國際火災調查人員機構、火災調查人員與執行火災調查應符合國際標準(NFPA)內容及相關認證作法，以及習得最新版新興能源產品儲能系統大型燃燒測試標準。可協助我國精進火災調查能力與國際接軌，國際等同，並有助於工研院開發儲能系統燃燒測試技術，協助我國推行儲能系統政策過程中所需安全檢測與鑑定技術。

本次出國目的：

- 一、IAAI Evidence Collection Technical(IAAI-ECT®)證物採集技術員實務測驗
- 二、2025 年國際縱火調查協會威斯康辛州分會(WI-IAAI)年會暨訓練
- 三、保險商實驗室(UL)儲能系統大型燃燒測試標準(UL 9540A/B)訓練
- 四、2025 年國家火災調查員協會(NAFI)訓練計畫
- 五、NAFI Certified Fire and Explosion Investigator (NAFI-CFEI) 火災及爆炸調查員認證考試
- 六、2025 年 11 月火災調查國際研討會潛在講者。

表 3、本次參加項目及拜訪對象

項目	地址	拜訪對象
參加 IAAI-ECT®考試	1001 Amber Ave, Stevens Point, WI 威斯康辛州 斯蒂芬斯波因特 琥珀大道 1001 號	Randy Watson (IAAI 2022-2023 年理事會主席)
參加 WI-IAAI 年會暨訓練		
參加 UL 儲能燃燒測試訓練標準	333 Pfingsten Rd, Northbrook, IL 伊利諾州 諾斯布魯克 芬斯滕路 333 號	LaTanya Schwalb 鋰電池熱失控與儲能系統的火災測試與安全標準的開發專長的 UL 火災研究工程師。
參加 NAFI 年會暨訓練	2100 S Priest Dr, Tempe, AZ 亞利桑那州 坦佩市 南普里斯特路 2100 號	Kathryn Smith NAFI 的董事會主席，具備
考察 NAFI-CFEI 考試		

貳. 過程

一、參加國際縱火調查協會威斯康辛分會(WI-IAAI)年會暨訓練

威斯康辛州位於美國中西部北邊，別稱「獾州」，西北瀕臨蘇必略湖，南部為平原地形，州府為麥迪遜，最大城市是密爾瓦基。該州擁有豐富的湖泊和森林資源，溫帶大陸性氣候，冬季寒冷，夏季溫暖。威斯康辛州以乳品農業聞名，畜牧業發達，尤其是乳牛養殖，全州牛奶、牛油及乾酪產量全美排名第一。此外，威斯康辛州的植林造紙業也相當發達，經濟多元且工業發展穩健。該州不僅具備豐富的自然資源和農業基礎，還有完善的教育和文化資源，是美國重要的中西部州份之一。

威斯康辛分會(Wisconsin Chapter, International Association of Arson Investigators, WI-IAAI)是國際縱火調查員協會(IAAI)的第 25 個分會，IAAI 目前擁有 83 個分會，分布在美國 50 個州以及 33 個國家和地區，這些分會分別坐落於美國各州以及加拿大、澳洲、英國、南非、法國、韓國、台灣等國家和地區。IAAI 的總會員數約為 11,000 人，單個分會會員數視規模不同，大多數分會會員數從數十人到數百人不等，為會員提供專業培訓與資源交流，積極推動地區火災調查發展。

本次參加國際縱火調查協會威斯康辛州分會(WI-IAAI)2025 年(第 49 屆)年會暨訓練及 IAAI-ECT®(International Association of Arson Investigators of Evidence Collection Technical)證物採集技術員考試。訓練課程包含現場保存、NFPA 921, NFPA 1033 及 NFPA 1321 新版標準、電弧跡證與火災調查分析、死亡火災與心理健康等。

訓練地點位於威斯康辛州史蒂文斯角(Stevens point)，主辦單位威斯康辛州分會主席於開幕時特別致意歡迎臺灣成員參加，並於會場輪播參加單位的標誌。訓練期間與 IAAI 總會前主席 Randy Watson、IAAI 認證火災調查員(IAAI-CFI®) Greg C. Marty 以及 NAFI 認證火災爆炸調查員(NAFI-CFEI)Mark Svare 博士交流，且當面表達消防署預計今(2025)年 11 月舉辦國際火災調查研討會講者邀請，並於會場與當地(Stevens point)火災調查人員交流前往消防

分隊考察火災調查車輛與消防車。並了解美國少部份私人火調機構取得美國實驗室認證協會(American Association for Laboratory Accreditation, A2LA) ISO 17020 鑑識檢驗(Forensic Inspection)認證。

主要摘要：

- IAAI-ECT 實務測驗
- 威斯康辛分會 2025 年年會暨訓練課程符合美國消防協會 NFPA 1033 《火災調查員資格標準》
- 年會期間同時舉辦專業培訓和研討會，提升火災調查員技能。
- 提供會員機會與威斯康辛州消防、聯邦調查局等機關專業人士互動。

年會主要分為六個部分，1. IAAI-ECT 實務測驗 2. 開幕式 3. 現場保存、公部門火災調查人員及私人火調員之協作 4. 火災調查員的職責 5. 消防員之行為健康及急救人員之心理健康，本次訓練課程結束後提供 QR CODE 測驗小卡，於限定時間內測驗後提供相關訓練證明。以下為年會進行記錄：

1. IAAI-ECT 實務測驗

1.1 日期：2025.06.01 15:00~16:30

1.2 地點：WIIAAI 年會會場 Holiday Inn Stevens Point - Convention Ctr

1.3 人員：IAAI 考官

1.4 概述

在美國及多數歐美國家，火災現場調查不僅由公部門負責，亦有私人火災調查機構參與，為確保火災調查人員的專業能力及現場採集證物的公信力，相關作業程序均有標準化規範。國際縱火調查人員協會(IAAI)設立了「證物採集技術人員」(Evidence Collection Technician, ECT)認證制度，該證照要求申請人具備至少 18 個月火災調查相關經驗、完成 29 小時以上的專業訓練並通過包含 10 個項目的實作考試，每項需達 70% 以上成績，藉

此驗證其符合國際標準的證物採集能力。

IAAI-ECT 證照獲國際廣泛認可，考試每年於美國多地及年會期間舉辦，並透過持續再認證機制，確保證照持有人能持續精進專業知識與技能。參加此類國際認證與考試，有助於學習和借鏡先進國家在火災證物採集的標準化流程與專業實務。

1.5 資格

IAAI 有明定在參加 ECT 實作考試前，必須於申請考試前 5 年內具備表 4 資格(時間計至考前 1 個月)，應檢視個人資格是否符合後，考試前 1 個月內於 IAAI 官方網站報名付費，並[線上填具申請資料及上傳相關附件\(在職證明、訓練時數、學位證書\)](#)，審核通過後得至現場進行實作考試：

- (1) 從事火災調查相關工作至少 18 個月之經驗。
- (2) 參與 12 項以上的證物採集，並有文件佐證。
- (3) 完成至少 29 小時的線上課程時數，包括 CFITrainer.Net® 的以下必修課程，並取得 70 分以上分數通過線上測驗：

表 4、必修課程

序號	線上課程名稱	時數
1	DNA	3
2	紀錄事件	4
3	火災調查人員倫理	3
4	實驗室鑑定	4
5	證物介紹	4

6	NFPA 1033 與你的職業	2
7	火災現場的證物	4
8	NFPA921 與 1033 的關係及實際應用	2
9	火災爆炸調查的科學方法	3
合計		29

1.6 考試內容

當日下午 14 時抵達參測地點，現場合計有 5 名受測者，主考官先在考場外集合大家確認人數，並說明實作考試內容及注意事項，並於進入考場時領取應考文件，實作考試為術科測驗，所有採證考試內容均來自 [IAAI-CFITrainer.Net® 網站](http://IAAI-CFITrainer.Net)內的示範教學影片及文件。



圖 1、主辦方說明考試內容



圖 2、考場環境與考試情形

考場內共有 10 個考試站點位於考場周圍，此次為 5 張桌子，每張桌子有 2 項測驗項目，而每個測驗站點都會有 1 至 2 名監考官負責監考、評分及試後講解、建議，而每張桌子都有放置採證工具包(內含各式採證工具器材)及採證耗材(如手套、口罩、護目鏡、棉支、紗布、美工刀、鏟子、信封、封條及證物袋……等)，各考試站點使用的工具都須依照各站點考試內容拿取。受測者須通過所有站點之證物考試，每種證物都有其不同之採證重點，如 10 項證物有 1 項被判定不合格，則無法通過考試取得證照，第 1 次未通過可以在 6 個月內申請重考（但需付考場安排與監考服務費），若第 2 次仍未通過，則需重新提交申請並支付全額費用。本次各站點證物採集試題如表 5：

表 5、本場考試題目

站別	測驗主題	站別	測驗主題
1	血液(乾)跡證採集：無法移動的物品上進行血漬跡證採集	6	血液(濕)跡證採集：無法移動的問品上的血液採集

2	菸蒂跡證採集：菸蒂採證程序及方法	7	唾液跡證採集：生物跡證採集
3	頭髮跡證採集：頭髮採集方式及方法	8	土壤跡證採集：可燃性液體證物採集
4	乙烯基 或 聚氯乙烯(PVC)跡證採集：易燃性液體證物採集	9	地毯跡證採集：可燃性液體證物採集
5	潮濕／損壞文件跡證採集：生物跡證採集	10	指紋跡證採集：不可移動物品上的指紋採集

Evidence Skills Assessment

Name: _____ Date: 06.01.2023

Station Number	Assessment Description	Pass	Fail	Evaluator Initials
#1	dry blood	✓		JSB
Retest				
#2	cigarette	X		JSB
Retest				
#3	Hair	✓		CA
Retest				
#4	Vinyl	✓		ESB
Retest				
#5	Wet Document	X		ESB
Retest				
#6	WET BLOOD	✓		JSB
Retest				
#7	silver	X		CA
Retest				
#8	Soil	X		JSB
Retest				
#9	carpet	X		KTC
Retest				
#10	Latent Print	✓		ESB
Retest				
#11				
Retest				

PLEASE RETURN THIS FORM TO THE EVALUATOR AT FINAL STATION.

圖 3、測試後評分表

在實際參加考試時，每個考試站點的考官會先向考生說明該站點的考

試情境，以及需進行採集的證物內容和項目。每個考試站點對單一操作的時間限制為 15 分鐘。考官會在開始計時前，確認考生是否對考試內容或流程有任何疑問，如果沒有任何疑問則請考生動作並開始計時。

考生在考試過程中須自行使用桌上的採證工具，判斷並選擇需要使用的器材和物品，依據情境進行採證工作。採證操作需完整展現證物的採集過程，包括：證物採集前的個人裝備、採集證物工具、如何妥善裝入容器、封緘密封、防止污染或損毀，以及完成相關的書面紀錄與證物保存、運送準備等程序。

同時，考生需在操作過程中向考官口頭說明採證時的注意事項及具體流程，讓考官了解考生對採證標準和程序的熟練掌握。整個採證流程結束後，考官會對考生的採證表現進行評估，指出有哪些部分完成得不夠完善，或是有哪些地方可以進一步強化，並會告知考生該站點考試是否通過。

此外，每個考試站點的考官會詳細記錄考試結果，標示為「通過」(PASS) 或「未通過」(FAIL)。若考生在某一站點未能通過，還會獲得一次補考的機會 (RETEST)，以便重新展示該站點的採證技能。

當考生順利通過所有 10 個考試站點的測驗後，需將完整填寫的受測評分表單繳交給主考官。主考官會仔細審閱這份評分表，確認所有記錄和分數無誤，然後正式通知考生考試已合格，現階段為省紙化，合格證書的正式文件則會透過電子郵件的方式寄送給考生，以確保證書的正式性與完整性。

本次因考試人員較少，故須逐一操作每個證物採集項目流程，並口述證物採集之相關注意事項，內政部消防署陳紫竹科員順利於考試現場依序完成並通過每一個考試站點的採證操作考核，最終取得了由國際火災鑑識協會 (IAAI) 頒發的 ECT (Explosives and Crime Technician) 證照，證明其具備專業的證物採集技能與資格。

2. 開幕式

2.1 日期：2025.06.02 08:00~09:00

WIIAAI 年會舉辦地點位於美國威斯康辛州史蒂芬斯角(Stevens Point, Wisconsin)假日酒店(Holiday Inn Stevens Point)會議中心，距離芝加哥機場約 3.5 小時車程的史蒂芬斯角位於威斯康辛州中部，四周被森林與河流環繞，擁有豐富的自然資源與寧靜氛圍。這座城市是威斯康辛大學史蒂芬斯角分校的所在地，學術與文化氣息濃厚。年會開幕當日上午 8 時為參加者報到時間，參加者報到時將獲得年會紀念品及名牌。

年會的開幕儀式於 114 年 6 月 2 日上午 8 時假會議中心舉行，由主持人逐一介紹與會貴賓並請貴賓簡單致詞，後續邀請前任 IAAI 主席 Randy Watson 致歡迎詞，Randy Watson 感謝來自美國各地的火災調查人員同聚於此參加盛會，有特別提及來自臺灣的我們，感謝有我們的參加，使得這次分會的年會訓練有了我們才是真實符合「國際」二字的 IAAI 年會，並期許大家都能在為期 4 天的研討會中收穫良多。



圖 4、開幕典禮



圖 5、舉行會場

2.2 追思已故會員

隨後會場以莊嚴而隆重的方式追思已故會員，這些已故會員過去對IAAI 甚至是火災調查工作上之特殊貢獻，受現場火災調查人員所尊崇，開幕儀式在當地傳統的管樂器演奏聲中順利落幕，休息片刻後便於開幕會議中心進行首日的研討會課程。表 6 為縱火調查員職業道德守則(Arson Investigator Code of Ethics)。

表 6、縱火調查員職業道德守則

縱火調查員職業道德守則
I will, as an arson investigator, regard myself as a member of an important and honorable profession. 作為一名縱火調查員，我將視自己為重要且光榮職業的一員。
I will conduct both my personal and official life so as to inspire the confidence of the public. 我將在個人生活和公務生活中都表現得能夠激發公眾的信心。
I will not use my profession and my position of trust for personal advantage or profit. 我不會利用我的職業和受信任的地位謀取個人利益或私利。
I will regard my fellow investigators with the same standards as a hold for myself. 我將以對待自己的同樣標準來對待我的同事調查員。
I will never betray a confidence nor otherwise jeopardize their investigation. 我絕不會洩露機密，也不會以其他方式危害他們的調查工作。
I will regard it my duty to know my work thoroughly. 我將把徹底了解自己的工作視為我的職責。

It is my further duty to avail myself of every opportunity to learn more about my profession. 進一步的職責是利用每一個機會來更深入了解我的專業。
I will avoid alliances with those whose goals are inconsistent with an honest and unbiased investigation. 我將避免與那些目標不符合誠實公正調查的人結盟。
I will make no claim to professional qualifications which I do not possess. 我不會聲稱擁有我實際上不具備的專業資格。
I will share all publicity equally with my fellow investigators, whether such publicity is favorable or unfavorable. 我將與同事調查員平等分享所有的公眾關注，無論這種關注是正面還是負面的。
I will be loyal to my superiors, to my subordinates, and to the organization I represent. 我將對我的上級、下屬以及我所代表的組織保持忠誠。
I will bear in mind always that I am a truth-seeker not a case maker; that it is more important to protect the innocent than to convict the guilty. 我將時刻牢記，我是一個真相追求者而不是案件製造者；保護無辜比定罪有罪更為重要。

3. 現場保存、公部門火災調查人員及私人火調員之協作：

3.1 日期：2025.06.02 10:00~12:00

3.2 講師： Greg Marty

Marty 先生擁有超過 20 年的火災調查與消防實務經驗，現任 FireTech 火災分析諮詢公司資深火災調查員，同時兼任 Rock Island 消防局副局長及 Blackhawk 消防保護區消防局長，並擔任伊利諾州消防服務學院現場教官。這堂課程設計緊扣最新版 NFPA 921 (2024 年版) 國際標準，主要建立學員對於公私部門火災調查人員協作機制的深度理解，並培養跨部門合作的專業能力。

課程強調，無論公部門或私部門調查人員，都必須遵循相同的專業標準：「公或私就是公或私，NFPA 921 就是 NFPA 921，科學方法就是科學方法」。調查人員必須理解不同雇主間的目標差異，但最終都應以追求真相為共同目標。課程核心內容分為三大部分：公私部門調查差異分析、協作機制建立及現場保全策略，茲將重點分述如下：

3.3 公私部門調查目標與挑戰及之間的差異性

3.1.1 公部門調查目標與挑戰

公部門火災調查人員的主要目標包括：依法確定起火原因與地點、獲取火災數據用於公眾教育、追究責任方的法律責任（特別是縱火案件）、推動改善消防法規的公共政策制定，以及提升建築安全標準。然而，公部門調查人員在火災現場面臨諸多即時挑戰：火災本身的危險、不安全的建築結構、有毒氣體、倒塌危險、燒傷風險、工具設備限制、其他消防人員的干擾、受傷人員、情緒激動的證人、媒體壓力、其他職務、消防戰術策略考量、時間限制、準備不足、天氣因素，以及資源不足……等。

3.1.2 私部門調查目標與挑戰

私部門調查人員的目標則著重於：透過代位求償進行財務損失回收、促進製造業改進與產品召回、改善建築標準、為新法規和標準提供寶貴數據、為被錯誤歸責的當事人進行辯護，以及防止保險費率上漲。值得注意的是，相較於公部門，私部門的火災調查人員在執行任務時，經常會面臨下列挑戰：

A、委託延遲：

案件往往需要等待相當一段時間才正式委託，導致調查時效受限。

B、公部門回應不足：

公部門調查人員有時候缺乏即時回應，影響資訊交流與合作。

C、無法接觸證人：

因程序或管道受限，私部門調查人員常無法直接訪談或接觸相關證人。

D、缺乏火災前資訊：

在調查開始前，對於火災發生前的現場狀況了解有限，增加判斷難度。

E、現場被拆除：

等到私部門進場時，火災現場可能已經被拆除或改變，影響證據蒐集。

F、消防部門過度清理：

消防單位在滅火與善後作業中，可能過度清理現場，造成部分關鍵跡證遺失。

G、刑事調查介入：

若火災案件涉及刑事偵辦，私部門調查的進行常受到限制或延宕。

3.4 現場保全與證物處理策略

3.4.1 消防救災對現場的影響：

私部門調查人員到達現場之前，消防救災作業已對火災現場造成明顯影響，主要包括以下幾個方面：

A. 現場操作與破壞

- 消防人員使用斧頭、大錘、切割工具、撬棍等器材進行救災作業。
- 拖拉重型水帶穿越現場，造成結構及物品位移。
- 使用大功率風扇進行通風，並破壞窗戶以利救援。
- 在黑暗環境中爬行搜救，可能改變現場原始痕跡。

B. 水源使用量及影響

- 1¾ 英寸水帶：每分鐘超過 568 公升(150 加侖，約 1,249 磅)
- 2½ 英寸水帶：每分鐘超過 1,136 公升（300 加侖，約 2,500 磅）
- 高架主水柱（大流量水柱系統）：每分鐘超過 3,785 公升（1,000 加侖，約 8,300 磅）

3.4.2 現場保全原則：

在排除犯罪可能性後，現場調查應遵循「如果不需要碰觸就不要碰觸，如果不需要移動就不要移動」的原則，以維護現場完整性，公部門調查人員應遵循的具體做法如下：

- A. 僅清理必要部分：避免過度干預現場。
- B. 使用救生覆蓋物：在清理前保護現場痕跡。
- C. 不隨意移動物品：除非必要，否則保持原位。

- D. 移除物品需記錄：如確需移動，應詳細記錄過程。
- E. 不操作旋鈕、開關或控制裝置：以免改變現場狀態。
- F. 保持所有物品原始位置：維護現場完整性。
- G. 留下名片：表明清理或進入現場的人員資訊，便於追蹤。

3.5 協作機制與資訊分享

3.5.1 資訊分享策略

有效的協作需要建立完善的資訊分享機制。私部門調查人員應主動向公部門調查人員索取：照片、影片、行車記錄器畫面、門鈴攝影機畫面、3D 影像、證人名單、指揮官和首批到場人員姓名等資料。同時，公部門調查人員也應在適當情況下分享實驗室結果和工程報告給私部門調查人員。拒絕理賠案件在有縱火指控和定罪時會更加有力，反之，縱火案件在有開放的特殊調查單位調查和後續拒絕理賠時也會更加有力。

3.5.2 聯合現場檢查機制

聯合現場檢查是協作的重要環節，應邀請公部門調查人員參與私部門的現場檢查，讓他們展示其調查過程、移動的物品、堆積物，以及指出重要證物。同時也應邀請公部門調查人員參與聯合現場檢查，讓其他人員能夠向他們提問，寧可在聯合現場檢查時聽到問題，也不要再在法庭作證時才聽到。

3.5.3 專業倫理與標準

- A. 協作是為了共同目標而合作，串通則是為了不道德目的而合作。NFPA 921 在整個指南中都警告不要讓偏見進入調查過程。根據 2024 年 NFPA 15.2.8.1 條文規定：「在規劃調查時，調查人員應保持對其角色、調查範圍和責任領域的認知，甚至可能涉及眾多調查人員，調查中需要相互尊重與合作」。
- B. 火災調查人員座右銘：「身為火災調查人員，我們的工作是找出真相。如何處理這個真相則由其他人決定」。如果這個座右銘為真，那麼這個標準應該被這個崇高專業的所有人員所維

護。所有火災調查人員都應該有一致的利益：無論雇主為何，都要找出真相。

總結，從公私部門調查目標的差異分析，到現場保全與證物處理的標準作業程序，再到建立有效協作機制的具體策略，每一個環節都需要建立在相互尊重與專業倫理的基礎上。掌握這些協作原理，調查人員才能將各自的專業優勢整合為完整的調查能力，實現「真正的綜合調查只有在我們消除資訊障礙時才能存在」的目標。這不僅能大幅提升火災調查的整體品質與效率，更能為司法審判提供更完整、客觀的證據基礎，實現程序正義。

4. 火災調查員的職責

4.1 日期：2025.06.04 10:00~12:00

4.2 講師： Jason Mardirosian

講者深入介紹火災調查員的核心職責與專業要求。火災調查員的工作不僅是判斷火災的性質，更涵蓋現場調查、證據收集、報告撰寫及協助法律和保險程序。調查過程中，需結合現場勘查、物證採集、目擊者訪談及文件資料分析，並依據國際標準(如 NFPA 921、NFPA 1033) 進行科學判斷。此外，火災調查員在保險理賠與法律程序中扮演關鍵角色。他們需撰寫具法律效力的調查報告，協助保險公司釐清理賠責任，並在必要時以專家證人身份出庭說明調查結果，講者提及他們甚至會在法庭上受律師挑戰其專業。因此專業火災調查員同時需持續接受訓練與專業認證，熟悉最新調查技術與倫理規範，確保調查結果公正且具備公信力。對於專業上的追求，通常會在國際認證體系與進修上做要求，並強調專業能力與職涯發展的重要性。以下說明相關認證：

4.3 專業認證的重要性：

火災調查員若要在法庭上作為專家證人，通常必須持有相關認證。這不僅證明其專業能力，也保障調查結果的公信力。其中，主要認證機構包括國際縱火調查員協會(IAAI)、國家火災調查員協會(NAFI)等，並有州政府與聯邦層級的專業資格。

4.4 主要認證項目與內容：

表 7、國際火災調查人員認證體系

機構	認證名稱	中文名稱	重點	符合規範	所需資格
IAAI	Fire Investigation Technician (IAAI-FIT®)	初級火災調查人員	入門級認證，著重火災現場的基礎技術。	部分符合 NFPA 1033 要求。	1.5 年以上火災調查相關經驗，54 小時的指定課程(含指定課程)，並通過 50 題線上筆試。
IAAI	Certified Fire Investigator (IAAI-CFI®)	專業火災調查人員	業界最高專業認證，涵蓋火災科學、現場分析及法庭證詞等所有面向。	完全符合 NFPA 1033 要求。	4 年以上火調經驗，或教育、訓練與經驗累積 150 點以上積分；總訓練時數 400 小時(含指定課程)以上，並通過筆試。
IAAI	Evidence Collection Technician (IAAI-ECT®)	證物採集技術員	著重證物採集，強調正確的採集、記錄與保存。	符合 NFPA 1033 中證據規範	1.5 年以上火災調查相關經驗；29 小時的指定課程；並通過 10 題實務操作考試，成績均須 70% 以上。
IAAI	Certified Instructor (IAAI-CI®)	火災調查教育訓練講師	認證具備教學與傳授火災調查知識的能力。	符合該機構對講師的經驗與訓練要求。	6 年以上火災調查或相關產業經驗，且具備教學經驗（實際授課至少 16 小時），高中畢業或同等以上學歷，150 小時以上的訓練(含 24 小時的講師訓練課程)。
NAFI	Certified Fire and Explosion Investigator (CFEI)	認證火災爆炸事故調查員	NAFI 的核心認證，範圍涵蓋火災與爆炸兩種事故調查。	符合 NFPA 921 規範。	須先在火災爆炸調查訓練、學經歷……等項目上累積足夠的積分(150 分)，並通過涵蓋 NFPA 921 內容的書面考試(100 題)，成績需達 75%。

機構	認證名稱	中文名稱	重點	符合規範	所需資格
NAFI	Certified Fire Investigation Instructor (CFII)	火災調查教育訓練講師	認證具備教學火災調查的能力，通常為 CFEI 認證的進階。	需符合該機構對講師的經驗與訓練要求。	需持有 CFEI 認證；2 年以上相關工作經驗，或 30 小時以上教學時數；學歷需副學士學位以上。
NAFI	Certified Vehicle Fire Investigator (CVFI)	專責車輛火災調查人員	認證精通車輛火災的調查技術與知識，屬於專業分工。	依循特殊的車輛火災調查標準。	須持有 CFEI 且為 NAFI 會員；25 件以上車輛火災調查實務經驗；完成指定的車輛火災調查訓練，並通過筆試。

4.5 專業發展與差異化：

除了證照與經驗，持續學習最新火災調查技術、積極參與專業組織、發表論文與教學，都是建立專業聲譽與競爭力的方式，而能將理論與實務結合，並在複雜火災案件中展現獨立判斷與創新調查方法，是專業火災調查員脫穎而出的關鍵。

總結，火災調查員作為專業職業，其核心價值在於運用科學方法追求真相並在法律與保險體系中發揮關鍵作用。現代調查員需具備現場勘查、證據保全、科學分析、報告撰寫及法庭作證等多元能力，特別是面對律師質疑時需有足夠專業深度維護調查公信力。國際認證體系如 IAAI 與 NAFI 建立了從基礎到專業的完整架構，不僅是專業能力證明，更是法庭專家證人資格的必要條件。持續專業發展包括技術更新、參與專業組織、發表研究成果等，是職涯成功的關鍵。整體而言，火災調查領域已形成從基礎認證到專業分工、持續進修與創新研究的完整發展體系，為專業人士提供清晰的發展藍圖。

5. 消防員之行為健康及急救人員之心理健康：

5.1 日期：2025.06.04 08:00~10:00

5.2 人員： 講師 Jeff Dill

5.3 統計數據分析

根據消防員行為健康聯盟(Firefighter Behavioral Health Alliance, FBHA)資料，截至 2025 年美國消防與 EMS 人員自殺總數為 2,211 人，其中包括 1,865 名消防員、332 名 EMS 人員，以及 13 名調度員。以威斯康辛州為例，累計有 57 名消防員與 4 名 EMS 人員自殺，總計 61 人。而自殺事件按年份分布可以知曉近年來每年自殺的人員數都在 100 名左右，統計 2025 年 1 月到 5 月已有 39 位名消防員自殺。

5.4 自殺方法與成因

根據調查統計可以歸納出自殺方法大致分為槍枝、上吊、藥物及其他未知，統計如表 8。

表 8、自殺方式統計

方法	案例數(位)
槍枝	1280
上吊	325
未知	284
藥物過量	121
其他	<100

而自殺相關因素也有統計，如表 9 所示。

表 9、自殺相關因素總次數

自殺因素	案例數(人次)
未知	738
婚姻/感情	571
憂鬱症	395
醫療	209
成癮	188
創傷後壓力症候群(PTSD)	213
法律、財務等其他	<100

註：本表數據為「自殺相關因素總次數」，而非實際的「自殺個案總人數」。由於一個個案可能同時有多個因素，因此總次數會高於總人數。

5.5 PTSD

美國精神醫學學會(American Psychological Association, APA)出版一本精神疾病診斷與統計手冊(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition, DSM-5)，主要為幫助臨床醫師、心理師等專業人員診斷精神疾病時之主要依據。其中，創傷後壓力症候群(Post-Traumatic Stress Disorder, PTSD)被正式列為精神疾病。通常起因於個人經歷或目睹威脅生命安全的事件，如嚴重事故、暴力、戰爭、性侵、災難等，這些事件會引發強烈的恐懼、無助或驚恐感。所判定之標準如表 10。

表 10、PTSD 判定標準

標準代碼	符合項目數量	內容摘要
A	1 項	暴露準則： • 直接經歷創傷事件 • 目睹創傷事件 • 得知親密家人或朋友遭遇創傷 • 職業中間接接觸創傷細節（如救援人員、醫護人員）
B	1 項	創傷事件持續重現： • 侵入性記憶：不由自主、反覆浮現痛苦回憶 • 惡夢：創傷相關的反覆噩夢，造成睡眠困擾 • 創傷重現（Flashbacks）：彷彿重新回到事件現場，產生身臨其境的感受 • 情緒困擾：接觸相關提醒時出現強烈焦慮、恐懼或悲傷 • 生理反應：提醒下出現心跳加快、冒汗、呼吸急促等
C	1 項	迴避準則： • 迴避與創傷相關的想法或感受 • 迴避與創傷相關的提醒事物
D	2 項	負面情緒或思想變化： • 無法回想創傷關鍵細節 • 對自己或世界有過度負面想法 • 過度責怪自己或他人 • 持續的負面情緒（如恐懼、憤怒、罪惡感） • 對活動失去興趣 • 感到孤立疏離 • 難以感受正向情緒
E	2 項	警覺性與反應改變： • 易怒或具攻擊性 • 冒險或自毀行為 • 過度警覺 • 驚嚇反應強烈 • 注意力難以集中 • 睡眠困難
F	必須符合	症狀持續超過 1 個月

標準代碼	符合項目數量	內容摘要
G	必須符合	症狀造成明顯的痛苦或功能受損（如社交、工作）
H	必須符合	症狀不能歸因於藥物、物質使用或其他疾病

5.6 Moral Injury

另外道德傷害(Moral Injury)容易與 PTSD 搞混，同樣容易出現在消防人員，但道德傷害尚未被納入 DSM-5 之精神疾病分類，目前多用於描述心理、行為、社會及靈性層面的創傷反應，起因於個人目擊、參與、未能阻止或得知違背自身核心道德信念的事件，主要與事件發生後產生的情緒有關，特別是「罪惡感」與「羞恥感」。不過與 PTSD 也是有相似的點，例如：兩種 皆有罪惡感、憂鬱、羞恥、失落、逃避、惡夢等症狀，歸類出如圖 6。

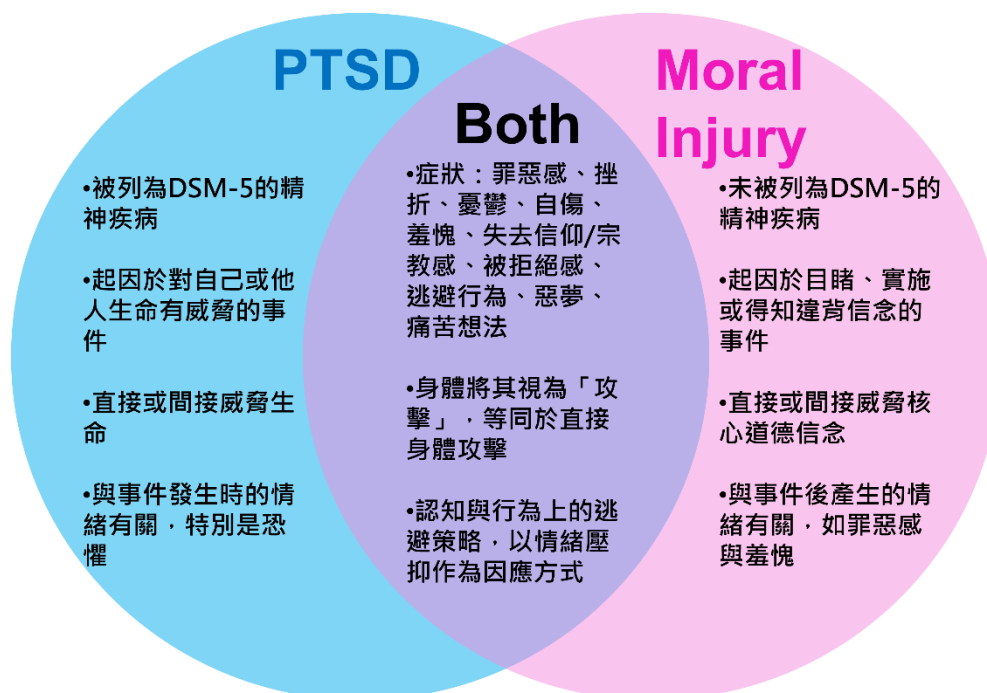


圖 6、創傷後壓力症候群與道德傷害之比較

總結，深入了解美國消防與 EMS 人員面臨的嚴重心理健康危機。統計顯示截至 2025 年已有 2,211 人自殺，其中消防員 1,865 人，每年約 100 人的自殺率令人震驚。自殺成因複雜多元，包括婚姻感情問題、憂鬱症及 PTSD 等，其中槍枝為主要自殺方式。課程詳細介紹 DSM-5 中 PTSD 的診斷標準，特別強調職業性創傷暴露的風險，同時探討道德傷害概念，指出因違背道德信念產生的罪惡感與羞恥感對消防人員的深遠影響。凸顯出消防與 EMS 人員心理健康不僅是個人問題，更是整個消防體系必須正視的職業安全議題，亟需建立完善的心理健康支持機制。

二、 保險商實驗室(UL)儲能系統大型燃燒測試標準(UL 9540A/B)訓練

1.1 日期：2025.06.06 09:00 ~ 16:30

1.2 地點：UL 芝加哥總部

保險商實驗室(Underwriters Laboratories ,UL)於 1894 年在芝加哥創立，總部設立於美國伊利諾州芝加哥市北郊的北布魯克(Northbrook, Chicago metropolitan area)。作為全球知名的安全科學機構，UL 總部不僅是公司行政及策略核心，也是一個重要的研發與測試基地，UL 芝加哥總部的功能包括：

1. 全球戰略中心：負責制定公司發展方向、國際合作與標準制定。
2. 研發與測試：設有先進實驗室，針對電氣設備、消防安全、能源技術、建築材料、消費產品等進行安全測試與認證。
3. 標準制定與技術支持：UL 總部主導多項安全標準的研擬與更新，並支持各國政府、產業組織及企業。
4. 教育與培訓：提供企業、工程師與專業人員的安全培訓與技術研討，推動安全文化。
5. UL 芝加哥總部的精神核心是「Working for a Safer World (為更安全的世界而努力)」，透過科學驗證、標準制定及全球合作，推動公共安全、永續發展與技術創新。

本次赴美國保險商實驗室(UL)總部，目的為參加儲能系統大型燃燒試驗標準(UL 9540A)、住宅儲能系統火災評估標準(UL 9540B)，以及儲能系統安裝標準(NFPA 855)最新版次訓練，並考察大型燃燒實驗室(Fire Lab)。UL solutions 參與美國消防標準協會(NFPA)、各州消防機關有關儲能安全法規制定，領導國際儲能系統相關安全標準，儲能產品因日新月異更新頻繁，近 2 年剛更新公告，了解儲能最新版次有助於協助我國訂立儲能產品安全國家標準，測試技術、能量及火災調查技術等。

主要摘要：

- 本署(NFA)、臺中市政府消防局(TCFD)與工業技術研究院(ITRI)與赴美參與 UL Solutions 之培訓與交流
- 會議涵蓋 UL 9540B 住宅電池儲能系統大規模火災測試、NFPA 855 標準更新，以及 UL 9540A 熱失控火災傳播評估方法等關鍵議題

表 11、參加人員

單位	姓名	職稱
UL	Maurice Johnson	資深經理
UL	LaTanya Schwalb	主任工程師(儲能標準領域)
內政部消防署	陳紫竹	科員
臺中市政府消防局	楊喻翔	技士
工業研究技術院	顏鈺庭	經理
工業研究技術院	魏丞哲	工程師



圖 7、會議照片

1.3 UL 9540B 住宅電池儲能系統大型火災測試標準

UL 9540B 作為住宅電池儲能系統大型火災測試的調查大綱，於 2024 年 5 月 10 日發布第一版，專門針對住宅用電池儲能系統的火災傳播特性進行評估。此標準的制定背景源於住宅儲能系統快速普及所帶來的安全挑戰，特別是在熱失控事件發生時的火災風險管控需求。

此標準的適用範圍明確限定於住宅用電池儲能系統，不涵蓋非住宅、商業或工業用途的系統。標準主要關注源自電池芯內部的火災危害，而非外部火源暴露的情況。這種明確的範圍界定反映了住宅與商業應用在風險特徵、安裝環境以及使用模式上的根本差異。

在電池芯測試方面，UL 9540B 建立了強制電池芯進入熱失控狀態的標準化方法，這是整個火災傳播測試的基礎。測試方法包括使用柔性薄膜加熱器、電氣應力（過充或短路）或機械濫用等多種手段。電池芯表面溫度的監控是確認熱失控是否建立的關鍵指標，只有在移除外部應力源後仍能持續自加熱的電池芯才被認定為具備熱失控能力。

而測試樣品的準備需要五個電池芯樣品，其中四個用於建立熱失控方法學，一個用於電池芯排氣成分分析。所有樣品在測試前都必須經過兩次充放電循環，以確保電池狀態的一致性。這種嚴格的樣品準備程序確保了測試結果的可重複性和可靠性。

1.4 UL 9540A 標準的技術演進

UL 9540A 標準的 2025 年第五版於 3 月 12 日發布，成為加拿大和美國的國家標準。該標準評估電池熱失控的表現，然後評估電池儲能系統的火災和爆炸危害特徵。標準被 NFPA 855、ICC IFC、ICC IRC 和 UL 9540 等多個重要規範引用，顯示其在產業中的核心地位。

標準的測試架構包括電池芯級、模組級、單元級和安裝級四個層次的測試。電池芯和模組級測試主要確定電池芯是否能表現出熱失控、熱失控特徵，以及氣體成分和可燃性參數。單元級和安裝級測試則評估火災擴散、熱量和氣體釋放率，以及爆燃危害。

新版本的重要更新包括新定義的引入，例如起始電池芯、熱失控傳播、非住宅用途、住宅用途及開放式停車場等概念。測量要求的更新涵蓋了部件溫度和熱通量的測量方法、充電狀態樣品的處理、總碳氫化合物和氫氣的測量方法等。

1.5 大型燃燒試驗方法(Large-Scale Fire Testing, LSFT)的比較分析

在會議中詳細比較了三種主要的大型燃燒試驗(Large-Scale Fire Testing, LSFT)方法：NFPA 855 附錄 G.11、UL 9540A 大型火災測試提案，以及 CSA C800 標準中的大型燃燒試驗程序。這三種方法在範圍、目標和實施方式上存在顯著差異。

NFPA 855 附錄 G.11 的範圍是開發數據以表徵由於熱失控傳播導致的電池儲能系統火災性能危害，而 UL 9540A 大型燃燒試驗提案的範圍是通過在原始圍護結構內啟動發展燃燒狀況來測試電池儲能系統安裝、觀察對周圍環境的影響。CSA C800 的範圍則是作為電氣儲能系統質量保證和可靠性程序

測試協議的一部分。

在測試目標方面，NFPA 855 和 UL 9540A 提案都專注在評估電池儲能系統內發展火災的熱暴露，以確定對相鄰單元和暴露物的傳播/點燃風險。而 CSA C800 則關注電氣儲能系統完全捲入由點火源引起的火災狀況，電池不需要是火災或點燃的原因。

在火災保護系統的處理上，NFPA 855 和 UL 9540A 提案都要求按照適用規範和標準安裝和激活火災保護系統，並假設單次使用、非連續運行系統已經運行。相比之下，CSA C800 要求火災抑制/緩解系統在測試期間保持關閉狀態，相關

表 12、大規模火災測試比較表

項目	NFPA 855 Annex G.11	UL 9540A LSFT Proposal	CSA C800 9.7 (TS-800:24)
適用範圍	非住宅型 電池儲能系統 (BESS)>20 kWh	非住宅型 電池儲能系統 (BESS)>20 kWh	住宅型 電池儲能系統 (BESS)<20 kWh
標準性	指導性，無明確測試法與合格標準	明確測試程序與合格標準	僅為測試規範，無安全合格標準
依據	需先完成 UL 9540A 單體測試	需先完成 UL 9540A 單體測試	需先完成 UL 9540A 單體測試
火災保護系統	依規範安裝並啟用	依規範安裝並啟用	測試時關閉抑制系統，僅偵測系統啟用
測試目標	評估熱失控火災對相鄰單元/建物影響	評估熱失控火災對相鄰單元/建物影響	評估整體火災情境，無明確安全判準
適用法規	NFPA 855	NFPA 855、UL 9540 認證	CSA C800 品質與可靠性測試

1.6 技術標準發展趨勢與未來展望

通過此次技術交流，可以觀察到能源儲存系統安全標準正朝向更加細化和專業化的方向發展。UL 9540B 作為調查大綱(OOI)而非共識標準，體現了標準制定機構對新興技術快速響應的能力。該大綱預期將推進納入現有或新的 UL 共識安全標準中。

大型火災測試方法的多樣化發展反映了不同應用場景和監管需求的複雜性。NFPA 855、UL 9540A 和 CSA C800 三種方法各有特色，為不同類型的儲能系統和應用提供了相應的測試框架。這種多元化的標準體系有助於推動技術創新，同時確保安全性能的全面評估。而未來的標準發展趨勢將更加注重基於風險的評估方法，針對不同電池化學成分和應用場景制定差異化的要求。同時，隨著儲能技術的不斷演進，標準也需要持續更新以適應新的技術挑戰和安全需求。

三、 2025 年國家火災調查員協會(NAFI)訓練計畫

(一)概述

國家火災調查員協會（National Association of Fire Investigators ,NAFI）成立於 1961 年，總部位於美國佛羅里達州，是一個國際性非營利專業組織。NAFI 致力於推動火災與爆炸調查專業化、科學化與標準化，提供調查員專業訓練與認證，並促進全球火災調查領域的交流合作。

(二)使命

NAFI 的核心使命為「促進火災與爆炸調查的專業發展與科學化方法」、「提升火災調查人員的專業能力與實務技能」、「保障公共安全與司法公正，確保調查結果的可靠性」

(三)主要功能與工作如下：

- 教育與訓練：舉辦研討會、工作坊及專業培訓課程，傳授最新火災調查方法與技術。
- 專業認證：提供國際認可的專業證照，包括「CFEI（Certified Fire and Explosion Investigator，認證火災與爆炸調查員）」、「CVFI（Certified Vehicle Fire Investigator，車輛火災調查員）」、「CFII（Certified Fire Investigation Instructor，火災調查講師）」
- 標準推廣：強調按照 NFPA 921《火災與爆炸調查指南》和 NFPA 1033《火災調查員專業資格標準》來進行調查，確保每一次火災調查都有科學依據，做法也更統一、更標準化。
- 國際交流：會員遍布全球超過 40 個國家，建立國際專業網絡，促進經驗分享與跨國合作。

(四)影響與價值

透過教育訓練、認證制度與標準推廣，NAFI 為全球火災與爆炸調查提

供專業指引，提升調查員的能力與判斷力，最終目標是保障公共安全、推動司法公正、促進專業發展。

本次參加 2025 年國家火災調查員協會(NAFI)訓練計畫，參與 NAFI Certified Fire and Explosion Investigator (NAFI-CFEI)認證火災及爆炸調查員認證考試，考試內容為 NFPA921《火災與爆炸調查指南》(Guide for Fire and Explosion Investigations)及 NFPA1033《火災調查員專業資格標準》(Standard for Professional Qualifications for Fire Investigator)，本次訓練科課程涵蓋範疇廣泛，包含 NFPA 921 部分內容，涉及火災調查的理論與實務。參訓課程包含「NFPA 規範制定進展」、「火災化學與火災動力學」、「火場繪圖」、「水滅火系統」、「起火處與起火原因研判」、「訪談技巧與火災死亡調查」、「電氣與火災」。

本次訓練舉辦於亞利桑那州坦佩(Arizona Tempe)，訓練期間與 NAFI 董事會主席 Kathryn Smith、NAFI 認證火災調查講師(NAFI-CFII) Ryan Cox 及 Jason Sutula 博士等講師交流，且當面邀請擔任內政部消防署預計今(2025)年 11 月舉辦國際火災調查研討會講者，交流成果豐碩。

主要摘要：

- NFPA 921 標準的制定中扮演領導角色
- 於 1961 年成立，晚於 IAAI 的 1951 年，雖然 NAFI 的成立時間晚於 IAAI，但它仍然是火災調查專業社群中最主要且具備影響力的協會之一，在火災調查科學化與專業認證方面扮演了關鍵角色，特別是其推出的 CFEI 認證在全球範圍內都受到廣泛認可。
- 本次課程內容涵蓋火災調查理論與實務，並提供 CFEI 及 CFII 專業認證考試機會，訓練結束後會寄送訓練證明。
- NAFI-CFEI 測驗相關資格及考試內容

訓練課程主要分為七個部分，1. 開幕式 2. 燃燒化學及火災動力學 3.

火災與爆炸現場繪圖實務 4. 消防水系統 5. 火災調查攝影 6. 起火處與原因判定 7. 訪談技巧 8. 電氣火災調查 9.NAFI-CFEI 現場測驗。以下為各議程進行記錄：

1. 開幕式

1.1 日期：2025.06.09 09:00~09:30

1.2 講師：Kathryn Smith

NAFI 年會舉辦地點位於美國亞利桑那州坦佩(Tempe, Arizona)希爾頓酒店(DoubleTree by Hilton Hotel Phoenix Tempe)會議中心，距離鳳凰城機場約 20 分鐘車程的坦佩位於亞利桑那州中部，四周被沙漠與河流環繞，擁有豐富的自然資源與寧靜氛圍。這座城市是亞利桑那州立大學(Arizona State University)的所在地，學術與文化氣息濃厚。年會開幕當日上午 9 時為參加者報到時間，參加者報到時將獲得年會紀念品、隨身碟及名牌。

年會的開幕儀式於 114 年 6 月 9 日上午 9 時假會議中心舉行，由主持人 Kathryn Smith(NAFI 董事會主席)逐一介紹與會貴賓並簡單致詞關於這次年會的重點，感謝來自美國各地的火災調查人員同聚於此參加盛會，並期許大家都能在為期 4 天的訓練中收穫良多。



圖 8、開幕典禮

2. 燃燒化學及火災動力學(Fire Chemistry and Fire Dynamics)

2.1 日期：2025.06.09 09:30~17:00

2.2 講師：Jason A. Sutula

Sutula 博士擁有超過 25 年的火災調查與消防工程實務經驗，這堂課程設計緊扣最新版 NFPA 921（2024 年版）及 NFPA 1033（2022 年版）國際標準，主要建立學員從基礎科學原理出發，科學化去分析火災現象與發展過程的能力。

課程強調，火災調查的本質是一種「逆向工程」(Reverse Engineering)，調查人員必須具備火災如何發生、成長與蔓延的扎實知識，才能從火災後的結果回溯推導起火原因。課程核心內容分為三大部分：熱傳遞機制、燃料燃燒特性及火焰類型與火災發展，茲將重點分述如下：

2.3 火災動力學之基石：熱能傳遞三大模式(Modes of Heat Transfer)

課程首先釐清「熱」與「溫度」的區別：「溫度」是物質粒子平均動能的度量，而「熱」是因溫差而轉移的能量。火場中所有延燒與損壞現象，均是熱能透過三種不同模式傳遞的結果。

2.3.1 熱傳導(Conduction): 熱能透過物質分子間的直接接觸與振動來傳遞。其效率取決於物質的固有屬性，講師特別介紹了「熱慣性」(Thermal Inertia)的概念，其公式為 $k \rho c$ (k : 熱傳導係數, ρ : 密度, c : 比熱)。熱慣性越高的材料(如金屬)，表面溫度上升越慢，因為熱能會迅速傳導至材料內部；反之，熱慣性低的材料(如木材)表面溫度會迅速升高，更容易達到燃點。這解釋了為何在相同火源下，不同材質的燃燒痕跡深度與樣態會有所不同。

2.3.2 熱對流(Convection): 熱能經由氣體或液體等流體的宏觀移動來傳遞。在火場中，高溫燃燒產生的煙氣和熱氣流會因浮力而上升，形成主要的「流動路徑」(Flow Path)，將熱量帶至遠處，造成天花板與高處物件的嚴重燒灼，並主導火勢的水平與垂直蔓延。門

窗等通風口的位置與大小，會直接影響對流路徑，進而決定火災的蔓延方向。

2.3.3 熱輻射(Radiation)：熱能以電磁波的形式傳遞，無需介質即可穿越空間。火場中的火焰與高溫煙層都是強力的熱輻射源。熱輻射的強度與熱源溫度的四次方成正比，並遵循「平方反比定律」(即距離加倍，強度減為四分之一)。熱輻射是造成「閃燃」(Flashover)現象的關鍵因素，當室內所有可燃物表面都因接收到大量輻射熱而同時達到燃點並起火，火勢便會瞬間擴及整個空間。此外，熱輻射也是造成火場外物體(如對街建築)被引燃的「飛火」主因。

2.4 燃料的燃燒原理(Combustion of Fuels)

依燃料的物理形態，深入剖析其從被加熱到起火燃燒的完整機制，並介紹相關重要概念。

2.4.1 氣體燃料(Gaseous Fuels)

- A. 燃燒範圍(Flammable Limits)：氣體燃料必須與空氣(氧化劑)混合至特定濃度範圍內才能燃燒。此範圍的下限稱為「爆炸下限」(LFL)，過低則燃料不足；上限稱為「爆炸上限」(UFL)，過高則氧氣不足。
- B. 理想反應當量(Stoichiometric Mixture)：指燃料與氧氣剛好能完全反應的完美混合比例。然而，產生最大爆炸威力的混合比通常是略微偏向「富燃料」的狀態。
- C. 爆炸損壞模式：氣爆的損壞型態取決於壓力上升速率等因素，而非燃料種類。可分為產生粉碎性破壞的「高階損壞」(High-Order Damage)與造成結構位移及外推的「低階損壞」(Low-Order Damage)。

2.4.2 液體燃料(Liquid Fuels)

- A. 蒸發與閃火點(Flash Point)：絕大多數液體燃料需先受熱蒸發，其蒸氣與空氣混合達到燃燒範圍後才能被引燃。使液體足以蒸發出可燃蒸氣的最低溫度，即為「閃火點」。NFPA 以 100°F (約 37.8°C) 為界，區分「易燃液體」(Flammable Liquid)與「可燃液體」(Combustible Liquid)。
- B. 特殊燃燒現象：課程介紹了「油池火災」(Pool Fire)、「毛細現象/芯吸效應」(Wicking Effect，如油燈，液體被多孔材料吸附後因表面積大增而易燃)、以及在特定條件下可能發生的「沸騰液體膨脹蒸氣爆炸」(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, BLEVE)與「燃油沸溢」(Boil-over)等災害模式。

2.4.3 固體燃料(Solid Fuels)

- A. 熱裂解(Pyrolysis)：固體燃料無法直接燃燒，必須先經由受熱進行化學分解，釋放出可燃性的氣體(Pyrolysis Gases)，這個過程稱為熱裂解。
- B. 碳化層(Char)：木材等有機固體在熱裂解後，表面會形成一層多孔的黑色碳化層。此碳化層具有一定的隔熱效果，會減緩熱能向內部傳遞的速率，進而影響後續的燃燒速度。
- C. 表面積-質量比：此比率是決定固體可燃性的關鍵因素。比率越高（如木屑、紙張），代表單位質量所暴露的表面積越大，受熱與熱裂解的效率越高，因此越容易被點燃與快速燃燒。
- D. 新興固體燃料風險：課程特別針對倉儲貨架(Rack Storage)火災的垂直延燒特性，以及鋰離子電池(Lithium-ion Battery)因內部短路、過充或受熱引發「熱失控」(Thermal Runaway)的複雜燃爆機制進行了深入的案例探討。

2.5 火焰類型(Types of Flames)與火災發展階段 (Stages of Fire Development)

整合上述知識，介紹不同火焰類型與完整的火災生命週期。

2.5.1 火焰類型：

依燃料與氧化劑的混合方式，分為「擴散火焰」(Diffusion Flame，如蠟燭火焰，邊擴散邊混合燃燒)與「預混火焰」(Premixed Flame，如瓦斯爐，已預先混合好再燃燒)。依流動形態，則分為平順的「層流」(Laminar)與混亂的「紊流」(Turbulent)火焰。

2.5.2 火災發展：

一個典型的室內火災會經歷點燃期(Ignition)、成長期(Growth)、閃燃(Flashover)、全面發展期(Fully Developed)及衰退期(Decay)。整個過程的發展速度與走向，受到燃料種類與配置的「燃料控制」(Fuel-Controlled)以及通風條件的「通風控制」(Ventilation-Controlled)兩種模式所主導。簡單來說，在火災初期，空氣供應充足，燃燒速率由燃料的種類與數量決定，此為燃料控制型。一旦火勢增長到一定程度，空間內的氧氣消耗速率超過其補給速率，火災的發展就會轉而受到通風開口大小的限制，進入通風控制型階段，此時的熱釋放率與通風量直接相關。理解這一轉變，對於解讀火場中因通風改變（如窗戶破裂、門被打開）而造成的燃燒痕跡變化至關重要。

總結，從熱量如何以三種不同模式傳遞，到氣、液、固態燃料在燃燒過程中的本質差異，再到一個空間內火災如何從單點點燃演變為全面燃燒的生命週期，每一個環節都遵循著明確的物理與化學定律。掌握這些科學原理，調查人員才能將火場中破碎、混亂的跡證，轉成有邏輯、可驗證的資訊。這不僅能大幅提升起火原因判定之準確性與客觀性，更能為司法審判提供強而有力的科學證據，實現程序正義。

3. 火災與爆炸現場繪圖實務(Diagramming the Fire Scene)

3.1 日期：2025.06.10 08:00~09:00

3.2 講師：Patrick Drott

Patrick Drott 為 Interscience, Inc. 公司之鑑識師，具備 NAFI 與 IAAI 雙重認證的資深調查員。講師開宗明義便強調，現場圖資的價值完全取決於現場測量數據的準確性，並引用「垃圾進，垃圾出」(Garbage in, garbage out)的原則，說明不精確的紀錄將導致錯誤的分析結論。課程的核心目標在於，透過系統化的圖表製作，準確記錄並傳達調查觀察，以支持並驗證最終的調查意見。課程內容依據圖資的層級、分析目的與技術工具，分為三大模組，茲將重點分述如下：



圖 9、常用現場量測工具

3.3 火場圖資的基礎框架：從現場草圖到正式圖表

首先依據 NFPA 921 第 16 章的規範，對不同類型的圖資進行了明確的定義與功能區分，強調其在調查流程中各自扮演的角色。

3.3.1 現場草圖(Sketches)：指在火場中通常以徒手或藉助簡易工具繪製的初步圖面。其特性如下：

- A. 功能導向：主要目的在於快速記錄現場佈局、關鍵尺寸、物件相對位置、證據標號與初步觀察筆記。
- B. 非等比例：不強求精確比例，但空間關係需合理。
- C. 必要資訊：必須包含指北針（方位）、繪製日期與繪製者姓名或縮寫。講者展示了實際案例，說明如何在一張佈滿灰燼的紙上，清晰標示出房間尺寸與重要物件位置。

3.3.2 正式圖表(Diagrams)：於調查結束後，根據現場草圖與測量數據，使用電腦軟體等工具製作的正式圖面。其特性如下：

- A. 資訊傳達與呈現：圖面乾淨、標示清晰，通常具有近似比例 (Approximately to scale)，用於最終調查報告或法庭呈現。
- B. 輔助資訊：能有效輔助對現場照片的理解，將零散的影像資訊整合在一個具空間邏輯的框架中。

3.3.3 示意圖(Schematics)與施工藍圖(Plans)。其特性如下：

- A. 示意圖：以簡化或符號形式表示特定系統（如電氣線路、燃氣管路）的配置或運作原理，通常不按比例繪製。
- B. 施工藍圖：指建築或機械的原始設計圖，能提供火災前的結構、管線與建材等寶貴資訊。講師特別提醒，調查員務必在現場核

實藍圖與災後實際狀況是否一致，因為未經許可的增建或改造可能才是導致火災的關鍵。

3.4 從紀錄到分析：專業分析型圖表的製作與戰略應用

本課程的精髓在於教導如何將基礎的空間測繪，升級為具有強大分析與論證能力的專業圖表。這些圖表能將抽象的火災動力學原理與具體的火場物證相結合，以視覺化方式重建火災歷程

3.4.1 立面圖(Elevations)與展開圖(Exploded Views)：

- A. 立面圖：是針對單一牆面繪製的圖表，能極其清晰地展示牆面上的 V 形火燒痕、熱柱(Plume)痕跡與煙層高度，是判斷火源高度與熱流方向的關鍵工具。
- B. 展開圖：此為課程中極力推崇的分析利器。它將一個房間的四面牆壁、天花板與地板全部「攤平」在同一張圖上，建立一個完整的空間燃燒模式概覽。其最大優勢在於。

表 13、優勢表

種類	優勢
全局觀察	可一目了然地觀察整個空間的火流連續性與燃燒模式對應關係
向量分析	調查員可在圖上繪製「熱流與火焰向量」(Heat and Flame Vectors)，即以箭頭指出燃燒痕跡所顯示的熱源方向，所有向量最終將交會指向最可能的起火區域 (Area of Origin)，提供強而有力的視覺化論證。

3.4.2 科學量化分析圖(Specialized Diagrams)：

- A. 碳化深度等值線圖(Isochar Diagram)：此方法將定性觀察轉化為定量分析。調查員在火場系統性地測量木質結構（如天花板托樑、立柱）的碳化深度，並將深度相同的點連成等值線。其原理是碳化深度與受熱時間及強度成正比，因此等值線密集處即代表燃燒最為劇烈或持久的區域，是定位起火處的有力科學工具[1, p. 82]。講師展示了將等值線圖疊加在現場照片上的應用案例，使分析結果更具說服力。
- B. 鈣化深度量測圖(Depth of Calcination Diagram)：與碳化圖原理類似，但應用於石膏板(Drywall)等無機材料。透過測量石膏因高熱脫水(Calcination)而變質的深度，同樣可用於分析熱暴露的相對強度與分布，特別適用於現代建築的火場分析。
- C. 爆炸動力學圖(Explosion Dynamics Diagram)：專用於爆炸案件，透過圖面標示建物的位移方向、結構破壞的向量，以及爆炸碎片的分布範圍(Debris Field)，用以分析爆炸壓力源的位置與能量傳播方向。

3.5 現場紀錄的數位革命：現代化繪圖與 3D 建模技術

強調儘管傳統的紙筆與捲尺依然是不可或缺的基礎，但現代科技已為現場紀錄帶來革命性的效率與維度提升，因此使用科技輔助是現在調查人員必學的一部分。

3.5.1 電腦輔助設計(CAD)與行動應用程式(Apps)：

- A. AutoCAD、SketchUp 等軟體能製作精確的 2D 與 3D 圖表。講師特別展示了「圖層」(Layers)功能的強大之處。透過將平面圖、家具、水電管線、火流向量、證據位置等資訊分層管理，調查員可根據報告或簡報的需求，選擇性地開啟或關閉圖層，從而生成清晰、不雜亂且針對性強的客製化圖表。

- B. Magicplan 為一款手機 App，可利用手機的相機與陀螺儀，在現場快速生成房間的平面佈局草圖，並直接標註尺寸與物件，大幅提升現場測繪效率。

3.5.2 3D 掃描與建模技術(3D Scanning & Modeling)：

- C. Matterport 系統：此系統透過專用相機對現場進行環景掃描，能自動生成一個包含真實空間尺寸與高解析度影像的 3D 互動模型，即「數位分身」(Digital Twin)。使用者不僅可在電腦上如親臨現場般進行虛擬走動與精確量測，其成果還可以一鍵生成 CAD 平面圖、匯出為 Xactimate 檔案供保險理算，或生成高密度點雲檔(Point Cloud)。
- D. 光學雷達(LiDAR)掃描：新款高階 iPhone/iPad Pro 已內建 LiDAR 感測器，加上搭配 Polycam、Scanniverse 等手機軟體，即可對火場進行快速、低成本的 3D 掃描，建立高精度的點雲模型。講者強調，這種精確的 3D 幾何數據，不僅是優異的現場保存方式，更是進行後續電腦火災模擬(CFD Modeling, 如 FDS) 不可或缺的基礎資料，更是銜接現場勘查與尖端火災科學分析之關鍵橋梁。



圖 10、光學雷達作圖

總結，現代火災調查中的現場繪圖，已從傳統的輔助性紀錄工作，演變為一門結合法規標準、科學分析與尖端科技的專業學科。其核心價值在於透過系統化的方法與工具，將混亂的火災現場轉化為客觀、精確、可分析的視覺化數據。而一份遵循 NFPA 標準、製作精良的圖表，不僅是調查報告的有力支撐，更是鑑定人員在法庭上陳述意見時最有力的溝通工具。它能將抽象的火流路徑、複雜的空間關係具象化，使調查結論更具說服力與科學性。因此，持續精進繪圖技能，並將 3D 掃描等現代技術整合至標準作業流程中，對於提升我國火災調查的整體專業水準與司法信譽，具有不可或缺的重要性。

4. 消防水系統(Water-Based Suppression Systems)

4.1 日期：2025.06.10 09:00~10:30

4.2 講師：Patrick Drottar

本課程的教學框架完全立基於美國防火協會(NFPA)的權威標準體系，包含 NFPA 13《自動撒水系統安裝標準》、NFPA 25《水系統檢查、測試和維護標準》，以及火災調查員必備的 NFPA 921 與 NFPA 1033 準則，其核心目標在於，使調查人員不僅能辨識系統組件，更能從系統的設計、運作與失效模式中，尋找攸關火災成因與發展的關鍵證據。並強調隨著消防法規的普及，消防水系統在各類建築中日益常見，其運作效能直接關係到火災能否被有效控制。因此，火災調查人員必須具備解讀這些「沉默證人」的能力，判斷系統在火災中是正常啟動、效能不足還是完全失效，而這些判斷往往是釐清火災異常擴大延燒之謎的關鍵。課程內容依據系統的構成、類型、運作原理及失效分析，可深入剖析為三大核心模組，茲將重點分述如下：

4.3 解構消防水系統—從水源到撒水頭之完整路徑

首先對消防水系統的基礎架構進行了系統性的拆解，強調調查人員必須理解水是如何從源頭，經過層層關卡，最終到達火場的完整路徑。任何一個環節的問題，都可能導致系統的整體失敗。

4.3.1 水源供給(Water Supply)：這是系統的命脈，其可靠性是所有功能的前提。課程介紹了四種主要水源類型，其特性如下，並且調查

時應核對水源是否充足，泵浦是否正常啟動，水箱水位是否足夠。這些是判斷系統「是否有水可用」的第一步。

- A. 公用或私設管網：由自來水公司或大型廠區的私設消防主管網供給，其設計與安裝需遵循 NFPA 24 標準。
- B. 消防水箱(Tanks)：當管網壓力不足或無管網時使用，其容量與設計需符合 NFPA 22 標準。
- C. 消防泵浦(Pumps)：用於加壓，確保系統末端能有足夠的壓力與流量，其安裝與測試分別遵循 NFPA 20 與 NFPA 25 標準。

4.3.2 系統閥件與管網(Valves and Piping)：這是輸送水的骨幹網路，其暢通與否至關重要。而要注意的是，火災後必須第一時間檢查主控制閥的狀態（是開啟還是關閉？）。同時應檢查消防隊送水口有無被雜物（如鳥巢、垃圾）堵塞，這會影響消防隊的輔助滅火效能。

- A. 主控制閥(Main Control Valve)：是整個系統的總開關，通常為「指示型閥門」，如室外立式指示閥(PIV)、牆式指示閥(WPIV)或附有開度指示器的蝶閥(Butterfly Valve)，以便於從外觀判斷其開閉狀態。講者強調，這些閥門因長期不操作可能卡死，或因維護不當被人為關閉，是系統失效最常見也最致命的原因之一。
- B. 立管組件(Riser Components)：立管是系統的「心臟」，集成了多種關鍵組件，包含：控制閥、逆止閥（防止水倒流）、水流警報器(Vane Type Waterflow Alarm)、壓力錶、主洩水閥以及供消防隊加壓送水的「消防隊連接送水口」(Fire Department Connection, FDC)。
- C. 管網系統：由主幹管(Cross Mains) 與支管(Branch Lines) 組成，最終連接至各個撒水頭。

4.3.3 終端裝置—撒水頭(Sprinkler Heads)：這是系統的「感測器」與「執行器」，直接面對火災。應注意仔細檢查火場中已啟動的撒水頭，其熱敏元件的狀態（是否破裂、熔斷）是判斷其是否因高溫而正常啟動的直接證據。同時，應留意撒水頭是否被人為塗漆、嚴重積垢(Loaded Heads)或被貨物遮擋，這些都會延遲甚至阻止其啟動

- A. 啟動機制：撒水頭是獨立、熱感應啟動的裝置。其核心是一個熱敏元件（對溫度敏感的玻璃球或易熔金屬連桿），在高溫下會破裂或熔斷，進而釋放閥蓋，開始撒水。
- B. 溫度額定值(Temperature Ratings)：不同的熱敏元件有不同的啟動溫度，以顏色區分。例如，普通(Ordinary)級別的撒水頭（無色或黑色）在 135-170°F(57-77°C)之間啟動。
- C. 安裝型式：主要分為下垂型(Pendant)、向上型(Upright)與側壁型(Sidewall)，必須根據現場環境正確安裝才能確保其撒水覆蓋範圍有效。

4.4 四大系統類型的運作原理與失效模式分析

深入剖析了四種最主要的消防水系統類型，強調其不同的運作邏輯直接決定了其適用場景與潛在的失效模式。火災調查員必須能分辨系統類型，才能正確判斷其在火場中的預期行為。

4.4.1 濕式系統(Wet System)：

- A. 原理：濕式系統的管路中始終充滿加壓水，當撒水頭因熱而啟動時，水會立即釋放。這種系統是最常見、反應最快且最可靠的滅火系統。
- B. 失效分析：濕式系統的主要失效原因通常包括管路因冰凍而破裂（適用於無冰凍風險區域），以及主閥被人為關閉。



圖 11、濕式系統

4.4.2 乾式系統(Dry System)：

- A. 原理：管網中平時填充的是壓縮空氣或氮氣，而非水。水被一個由空氣壓力頂住的「乾式閥(Dry Pipe Valve)」擋在立管處。當撒水頭啟動，管內氣壓下降，氣壓與水壓的平衡被打破，乾式閥開啟，水才開始流入管網並撒水。
- B. 適用場景：用於有冰凍風險的場所，如無暖氣的倉庫或停車場。
- C. 失效分析：反應時間比濕式系統慢（水需要時間填充整個管網）。其關鍵失效點在於空壓機是否正常運作以維持管內氣壓，以及乾式閥本身是否能順利「跳脫」(Trip)。大型乾式系統可能配備加速器(Accelerator)來縮短注水時間，加速器的故障也會導致系統效能下降。

4.4.3 預作用系統(Pre-Action System)：

- A. 原理：這是一種「雙重確認」系統，需要兩個獨立的事件同時發生才會放水。管網平時為乾式，但其閥門的開啟，需要由一個獨立的火災探測系統（如煙霧或熱感探測器）先行觸發。探

測系統啟動後，閥門開啟，水預先充滿管網，系統變為「待命」的濕式系統。此時，若撒水頭再因高溫啟動，水才會真正撒出。

- B. 適用場景：用於絕對不容許意外灑水造成損失的場所，如電腦機房、資料中心或博物館。
- C. 失效分析：可靠性較低，因為它依賴兩個系統（探測系統與撒水系統）都正常運作。任何一方的故障（如探測器失效、閥門電磁閥故障）都會導致系統無法啟動。

4.4.4 開放式系統(Deluge System)：

- A. 原理：所有撒水頭都是開啟式的，沒有熱敏元件。管網平時為乾式。當獨立的火災探測系統偵測到火災時，會直接開啟 deluge 閥，水將同時從所有的撒水頭噴出，對整個保護區域進行「洪水式」的灌救。
- B. 適用場景：用於高風險、火勢可能快速蔓延的場所，如大型變壓器、飛機庫或化工廠。
- C. 失效分析：與預作用系統類似，其成敗完全依賴於火災探測系統與 deluge 閥的可靠性。

4.5 系統失效的根本原因分析—調查員的現場查核清單

課程最後總結了導致消防水系統在真實火場中失效的幾大根本原因，為調查員提供了一份實用的現場查核清單。

- (1) 系統被關閉因素(System Turned Off)：這是最常見也最不該發生的原因。調查時必須核實所有控制閥的狀態，並透過訪談了解近期是否有維修或關閉閥門的紀錄。

(2) 設計不當或後天變更因素(Improper Design/Changes)：

- A. 用途變更：原為辦公室設計的輕度危險級系統，若被改為堆放易燃物的倉庫（高度危險級），其設計流量與密度將遠遠不足以應對火災。
- B. 內部裝修：新增的隔間牆或天花板，可能阻礙撒水頭的覆蓋範圍，形成「撒水死角」。

(3) 灑水障礙因素(Obstruction)：貨物堆放過高，直接擋住撒水頭，或與撒水頭的間距不足（NFPA 要求至少 18 英寸或 46 公分），都會嚴重影響撒水效果。

(4) 維護不善因素(Lack of Maintenance)：

- A. 主閥卡死：長期未依規定進行季度操作測試，導致閥門鏽蝕卡死。
- B. 管路堵塞：管內腐蝕物或異物(Mussels, MIC-Corrosion)可能堵塞管路或撒水頭。
- C. 泵浦失效：柴油泵浦燃油耗盡或電瓶沒電或電動泵浦電源被切斷，這些都是常見的維護疏失。

(5) 組件故障因素(Component Failure)：撒水頭因腐蝕、塗漆、積垢而失效。講者也提到，歷史上曾有特定批次的撒水頭因製造瑕疵而被大規模召回，這也是調查時需要留意的歷史資料。

總結，這堂課程使調查人員理解到，消防水系統不僅是滅火設備，它本身就是一份記錄了火災前管理維護狀況、火災中動態響應過程的「工程證據」。透過系統化的檢查與分析，可以揭示出火災失控背後的人為或機械因素，為火災原因的深度鑑定提供關鍵性的科學依據。

5. 火災調查攝影(Fire Investigation Photography)

5.1 日期：2025.06.10 10:45~12:00

5.2 講師：Ryan Cox

本課程的教學框架完全立基於美國防火協會(NFPA)的權威標準 NFPA 921《火災與爆炸調查指引》，其開宗明義便引用第 16.2.1 條文，強調「攝影是調查人員回憶現場見聞最有效率且最有效的方法」。課程的核心目標，不僅是教授相機操作，更是要建立一套系統化、科學化的現場影像紀錄方法學，確保所拍攝的影像不僅能忠實記錄現場，更能作為後續分析、鑑定與法庭呈現的有力證據。

講者強調，調查人員必須深刻理解「Know how to use your camera」，即為了解如何使用你的相機，因為錯誤的技術或設定將導致影像失真、遺漏關鍵細節，甚至產生誤導性的證據。課程內容依據攝影的基礎原理、器材選擇、技術應用及工作流程，可深入剖析為三大核心模組，茲將重點分述如下：

5.3 掌握攝影的科學基礎—曝光鐵三角與景深控制

首先從攝影的物理基礎入手，強調任何一張照片的「曝光」(Exposure)，都是由三個核心要素共同決定的，即「曝光鐵三角」：光圈(Aperture)、快門速度(Shutter Speed)與感光度(ISO)。理解並掌握這三者的交互關係，是從「隨手拍」邁向「專業紀錄」的關鍵第一步。

(1) 光圈：指鏡頭內部調節光線通過量的可變孔徑。

- A. 核心功能：光圈大小（以 f-stop 值表示）直接控制了兩個關鍵變數：(1) 進光量：光圈越大（如 f/2.8），單位時間內進入的光線越多，畫面越亮。(2) 景深(Depth of Field, DOF)：景深

是指照片中從前到後，看起來都清晰的範圍。大光圈（如 $f/2.8$, $f/3.2$ ）會造成淺景深，即只有對焦點清晰，前後景都模糊，適用於突顯單一物證；小光圈（如 $f/16$, $f/22$, $f/32$ ）則會帶來大景深，能讓整個場景從近到遠都保持清晰，這對於拍攝火場全貌、記錄燃燒模式的整體分佈至關重要。

- B. 調查應用：在火災攝影中，大景深通常是首選，因為它能完整呈現物證與其周遭環境的關聯性。因此，講師建議在拍攝宏觀場景或需要展現燃燒模式連續性的照片時，應盡量使用 $f/16$ 或 $f/22$ 等較小的光圈值。

(2) 快門速度：指相機快門保持開啟，讓光線投射到感光元件上的時間長度。

- A. 核心功能：快門速度主要影響兩個層面：(1) 進光量：快門時間越長，總進光量越多，畫面越亮。(2) 動態模糊(Motion Blur)：慢速快門會記錄下物體的移動軌跡，而高速快門則能「凝結」瞬間動作。
- B. 調查應用：講師特別強調了「安全快門」的概念，即在手持相機拍攝時，為避免因手部晃動造成畫面模糊，快門速度不應慢於 $1/60$ 秒。任何比這更慢的快門速度，都必須使用三腳架來穩定相機，以確保影像的銳利度。

(3) 感光度：指相機感光元件對光線的敏感程度。

- A. 核心功能：ISO 值越高，感光元件對光線越敏感，只需較少的光線就能獲得足夠的曝光，適用於昏暗環境。然而，其代價是 ISO 越高，影像的「雜訊」(Noise)或稱顆粒感就越重，畫質會隨之下降。
- B. 調查應用：火場內部通常光線不足，提高 ISO 似乎是個便捷選項。但為了確保最高的影像品質與細節呈現，講師建議應盡

可能使用較低的 ISO 值（如 400），並優先透過調整光圈、快門速度或使用強力的外接閃光燈來補光。

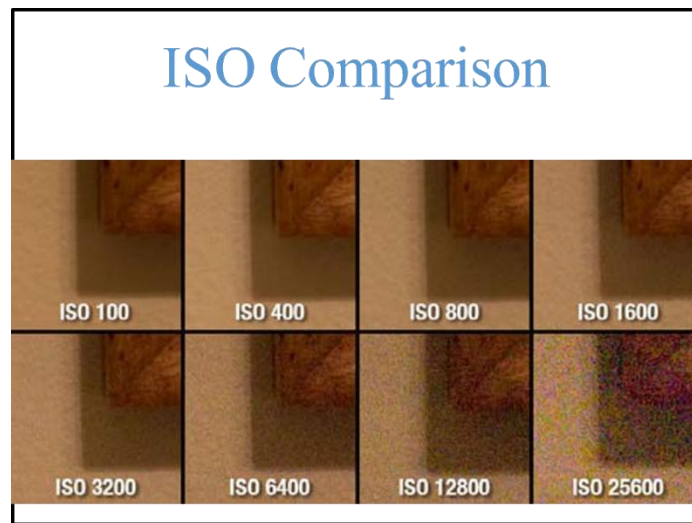


圖 12、不同 ISO 值之對比

5.4 系統化的現場攝影工作流程與技術應用

在於建立一套標準化、可重複且能涵蓋所有調查需求的現場攝影工作流程。這套流程能確保影像紀錄的完整性與邏輯性。

(1) 從外到內，從宏觀到微觀之拍攝順序：

- A. 火災期間(During the Fire)：若有機會，應拍攝火災進行中的畫面，記錄火勢位置、發展方向、燃燒物質（如煙的顏色）及消防隊的操作實況，這些都是動態的珍貴資訊。
- B. 外部勘查 (Exterior)：系統性地拍攝建物的所有側面，最好是從四個角落向建物拍攝，這樣能一次涵蓋兩個立面，提供更好的方位感。同時需記錄所有公共設施（電錶、瓦斯錶）、外部火燒模式及地面上的殘骸堆。
- C. 內部勘查(Interior)：進入室內後，應採用一致的拍攝邏輯。講者推薦了兩種高效的房間紀錄法：

表 14、內部勘查方法表

方法	說明
重點區域 (Areas of Interest)	對於起火房間等重要區域，應進行「六面拍攝法」：分別從對面牆壁正對拍攝四面牆壁，然後蹲下拍攝天花板，再拍攝地板。這個方法能確保所有表面的燃燒模式都被完整記錄下來。
非重點區域 (Less or no interest)	對於受損較輕或無關的房間，可採用「對角線拍攝法」，即站在房間的兩個對角，各向房間內部拍攝一張照片，用最少的照片快速記錄房間全貌。

(2) 高階攝影技術與數位化工具的應用：

- A. 強制閃光(Forced Flash)：講師反覆強調「即使在白天戶外也要使用閃光燈」的觀念。在陽光下，物體的陰影處會非常暗，導致細節盡失。使用閃光燈作為「補光」(Fill Flash)，可以有效打亮陰影處，讓照片的亮部與暗部細節都得以保留。
- B. 微距攝影(Macro Photography)：對於微小證據，如熔斷的保險絲、工具痕跡或電線熔珠，必須使用微距模式或專用微距鏡頭進行拍攝。這類照片務必搭配比例尺，以呈現物證的真實大小。
- C. 數位拼接(Digital Stitching)：當單張照片無法完整容納一個寬闊的場景或一面長牆上的燃燒模式時，可以使用數位拼接技術。方法是固定相機位置，水平或垂直移動鏡頭，拍攝一系列相互重疊（約 30%）的連續照片，再透過軟體將其「縫合」成一張高解析度的全景照片。

- D. 3D 掃描(3D Scans - Matterport)：課程介紹了 Matterport 等 3D 掃描技術作為攝影的延伸與補充。它能創建一個火場的「數位分身」(Digital Twin)，讓調查人員可以在後續隨時以虛擬方式重回現場，進行精確測量與觀察，是目前最完整的現場保存方式之一。

5.5 摒棄「全自動」控制，邁向專業手動控制

講者強烈建議調查員放棄相機的「全自動模式」(Auto Mode)。因為全自動模式是為一般生活照設計的，相機會自行判斷並決定所有參數，但在複雜且光線條件極端的火場中，其判斷往往是錯誤的，例如它可能會為了提亮畫面而使用過大的光圈（導致景深過淺）或過高的 ISO（導致畫質劣化）。

(1) 推薦的預設模式：程式自動(Program Mode)或手動模式(Manual Mode)

- A. 程式自動模式：這是一個半自動模式，相機會提供一組建議的光圈與快門組合，但允許使用者透過轉盤進行微調（Program Shift），例如在不改變總曝光量的情況下，選擇較小的光圈以獲得更大的景深。講者建議的火場預設值為：P 模式、ISO 400、曝光補償+1、白平衡設為閃光燈或自動。
- B. 手動模式：在此模式下，調查員可以完全自主控制光圈和快門速度，實現最精確的曝光與景深控制。這是最專業的模式，需要對曝光鐵三角有深刻的理解，但能應對所有極端環境，獲得最佳的影像品質。

(2) 精準控制曝光與對焦：

- A. 測光模式(Light Metering)：相機透過測光來決定曝光參數。常見模式包括：(1) 矩陣測光(Matrix)：評估整個畫面，適用於多數場景。(2) 中央重點測光(Center Weighted)：以畫面中央區域為重。(3) 點測光(Spot)：只測量一個非常小的點。在拍攝大面積黑色碳化物旁的淺色物證時，點測光能確保物證本身曝光準確，而不會被黑色背景欺騙。

表 15、測光模式表

模式	測光方式	適合場景	注意事項
矩陣測光 (Matrix)	相機全自動分析整個畫面，幫你決定。	大部分情況，如風景、旅行、生活照。	畫面光線反差太大時(例如逆光)。
中央重點測光 (Center Weighted)	主要測量畫面中間，兼顧旁邊。	主角在中間的照片，如傳統人像。	主角不在畫面中間的時候。
點測光 (Spot)	只測量你對準的那一個小點，非常精準。	光線很亂的場景，如逆光人像、舞台表演、拍月亮。	測光點沒對準主體，會讓整張照片過亮或過暗。

- B. 曝光補償(Exposure Compensation)：當相機的自動測光不準確時（例如面對大面積的黑牆或白雪），可以使用此功能手動增加或減少曝光量。在火場中，由於大面積的黑色碳化區域會讓相機誤以為環境很暗而過度曝光，導致燒灼痕跡細節盡失，因此通常需要手動增加曝光補償（如+1 或+1.3）來獲得正確的細節呈現。

總結，這堂課程使學員深刻認識到，火災調查攝影是一門嚴謹的

應用科學。它不僅僅是按下快門，更是調查員運用光學原理與攝影技術，將瞬息萬變的火場凝結成客觀、可分析、可驗證的永久性證據的過程。熟練掌握相機的專業功能，並遵循系統化的工作流程，是每一位現代火災調查員都必須具備的核心專業技能。

6. 起火處與原因判定(Origin and Cause Determination)

6.1 日期：2025.06.10 13:30~17:00、2025.06.11 08:00~10:00

6.2 講師：Ryan Cox

本課程的教學框架完全立基於美國防火協會標準 NFPA 921，其核心目標在於建立一套從現場勘查到最終結論，都嚴格遵循科學方法、具備邏輯一致性且經得起法庭交互詰問的系統化調查流程。講者強調，一個根本性的調查邏輯：起火處的準確判定，是火災原因鑑定的絕對前提。

任何對起火處的錯誤判斷，無論後續的分析多麼精細，都將直接導致最終的原因鑑定全盤皆錯。因此，此堂內容實為一個環環相扣、密不可分的兩階段鑑定過程，講者引導學員必須先以「現場考古學家」的嚴謹態度，從物理證據中挖掘出起火處；然後再轉換為「鑑識科學家」的角色，在該點上重建火災發生的完整機制。茲將重點分述如下：

6.3 起火處鑑定的科學化流程—從火燒模式的解讀到空間的精準定位

這部分在於如何應用科學方法，從火災後一片混亂、看似無序的現場中，抽絲剝繭，精確地定位出火災的起始位置，即「起火區域」(Area of Origin)與更為精確的「起火處」(Point of Origin)。

(1) 科學方法的導入與系統化勘查流程：

現代火災調查必須徹底摒棄純粹的經驗法則或主觀臆測，嚴格遵循「科學方法」的七個步驟來進行：1. 辨識需求、2. 定義問題、3. 收集數據、4. 分析數據、5. 建立假設、6. 測試假設、7. 選擇最終假設。在起火處鑑定階段，這套方法論體現為一個從宏觀到微觀、由外而內的系統化勘查流程。

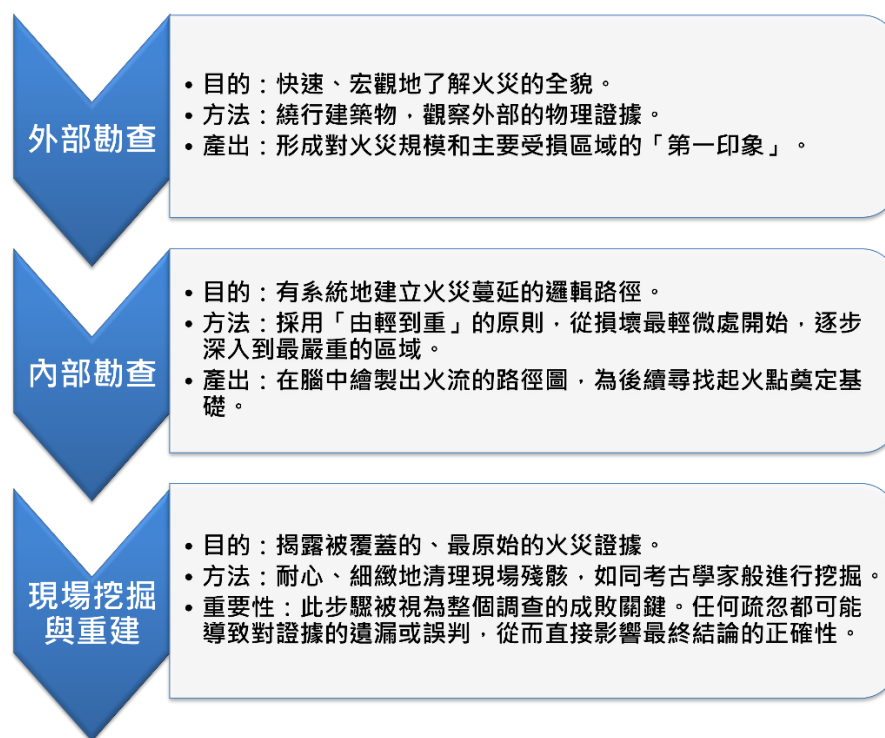


圖 13、系統化勘查流程

(2) 火燒模式的深度解讀與分析：

火燒模式是火災在各種物體表面留下的「物理語言」，是調查人員用以判斷火流方向、延燒順序與熱源位置的關鍵物理證據。以下對其生成機制與判讀方法進行剖析：

- A. 基礎火燒效應(Fire Effects)：是構成模式的最小元素單位，包括碳化(Char)、淨燃(Clean Burn)、剝落(Spalling)、熔融(Melting)與氧化(Oxidation)等。調查員必須能準確辨識這些效應。
- B. 模式的生成與判讀：課程詳細介紹了由不同熱傳遞與燃燒機制所產生的模式。例如，由單一火源產生的熱氣柱(Plume)，在無遮擋的牆面上會留下典型的 V-PATTERN 或沙漏形模式(Hourglass Pattern)；而通風(Ventilation)則會產生強烈的方向性，在門窗、走道等處形成獨特的、被拉長的燃燒痕跡，是判斷火流路徑(Flow Path)的重要指標。



圖 14、V-PATTERN 案例

- C. 業界迷思：講者澄清了多個在業界流傳已久但缺乏科學依據的錯誤觀念。例如，V-PATTERN 的夾角大小，並不能直接等同於火災的燃燒速度或熱釋率，因為其形態受燃料種類、通風等多重因素影響；而在地板上發現的不規則或環狀燃燒痕跡，也絕不能僅憑肉眼就輕率地判定為潑灑助燃劑所致，因為許多日常用品（如熱塑性塑膠製品熔融後）在燃燒時也能形成極為相似的痕跡。

(3) 起火處假設的建立與多重分析工具的交叉驗證：

在全面收集並分析完所有火燒模式後，調查員會對可能的起火處建立一個或多個初步假設。此時，必須使用多種獨立的分析工具來進行交叉驗證，以測試每一個假設的合理性。

- A. 熱流與火焰向量分析(Heat & Flame Vector Analysis)：透過在現場圖或照片上，繪製火燒模式所指示的熱流方向箭頭，所有向

量的交會點即指向最可能的熱源位置，是一種直觀的視覺化分析方法。

- B. 碳化深度與鈣化深度測繪(Depth of Char/Calcination Surveys)：系統性地測量木材的碳化深度或石膏板的鈣化深度，並繪製成等值線圖。其原理是受熱最久或最強烈的地方，通常深度最深，是定位火源的有力科學工具。
- C. 短路位置分析法(Arc Mapping)：透過辨識建物電線上的電弧熔痕(Arc Beads)位置，來輔助判斷火勢的蔓延順序。其基本原理是，當火勢蔓延到「帶電」的電路時才會產生電弧，而一旦上游的斷路器跳脫後，後續被火燒到的線路則不會產生電弧。因此，電弧的分佈能提供火災蔓延的時間序列參考。

6.4 火災原因鑑定的嚴謹邏輯—從可能性到蓋然性的科學推理

當起火處被精確鎖定後，調查工作便進入第二階段：在該起火區域內，判定火災發生的具體原因。此階段同樣嚴格遵循科學方法，但其分析的對象更為聚焦與細緻。

(1) 火災原因構成要素的深度剖析：

講者依據 NFPA 921 的定義，將「火災原因」拆解為三個必須同時滿足、缺一不可的核心要素。調查員的任務，就是在已確認的起火處周圍，找到這三者的完美結合。

- A. 著火物(First Fuel Ignited)：指第一個被點燃並能在點火源移除後，仍能持續獨立燃燒的燃料。課程指導調查員必須在起火處附近，鉅細靡遺去辨識所有潛在的第一起燃物，從建築構件、家具家飾，到因電器設備故障所產生的塑膠燃料，甚至是外來的、不應存在於該處的易燃性液體或氣體。
- B. 發火源 (Competent Ignition Source)：指具備足夠能量(Energy)，且能將該能量有效傳遞給燃料，使其達到燃點的點火源。講者特別花時間釐清了溫度與熱能的關鍵區別：一個點火源溫度再高（例如電氣短路產生的電弧溫度可達數千度），若其持續時間過短，其釋放的「總熱能」也可能不足以點燃周圍的可燃物，因此不具備「適格性」。
- C. 延燒過程 (Ignition Sequence)：這是對火災如何發生的完整敘述，是整個原因分析的精髓所在，也是鑑定報告中最具技術含量的部分。它必須詳細描述燃料、點火源與氧化劑三者是如何在特定事件與條件下，一步步交互作用最終導致燃燒的過程。講者提醒，將火災原因簡單歸類為「電氣火災」或「菸蒂火災」是外行人的說法，完全不符合專業技術報告的要求。專業的結論必須能夠清晰地描述完整的起火時序。

(2) 假設檢驗的嚴謹邏輯與鑑定結論的層級：

這部分為區分是否為專業調查員與否的關鍵分水嶺。講者強調，調查員必須為起火區域內每一個可能的點火源都建立一個獨立的火災原因假設，並用所有已知的客觀事實來進行嚴格的測試。

A. 科學方法的試金石：否證原則(Falsification)：

科學探究的核心精神並非盲目地尋求「證明」，而是要積極地進行「否證」。一個科學假說的價值在於它是否能被客觀事實所挑戰和推翻。只要一個假說與任何一個確鑿的事實（例如可靠的證詞或物證）相牴觸，我們就必須毫不猶豫地將其淘汰。這種「尋找反例」的過程，才是確保我們所採信的結論經得起檢驗的關鍵。

B. 避免「消極實體」(Negative Corpus) 的邏輯陷阱：

在專業調查中，我們必須堅決杜絕「消極實體」(Negative Corpus) 這種嚴重的邏輯錯誤。這種錯誤的論證模式是：「既然我排除了所有已知原因，那麼那個找不到證據的，就一定是真正的原因。」這是一種基於「缺乏證據」而下結論的危險做法。它所產生的假設無法被檢驗，完全悖離了科學的實證精神，也極易導致冤假錯案。現代的專業調查守則已明文禁止這種不科學的推論方式。

C. 鑑定結論的層級化與嚴謹性：

鑑定結論的最終等級，必須與證據的強度嚴格對應。

- 「可能」(Possible)：當有多個假說都無法被現有證據所推翻時，最負責的做法是將結論訂為。
- 「很可能」(Probable)：只有當一個假說不僅經得起所有考驗，而且其可信度遠遠超過其他所有選項時，我們才能將其提升為。

- 「原因不明」(Undetermined)：如果所有假說都被證明是錯誤的，或者沒有任何一個假說獲得足夠的支持，那麼調查員的責任是誠實地宣告火災原因為。

這並非代表調查的失敗，相反地，這是一個專業且負責的結論，它代表我們尊重事實，不願在證據不足的情況下妄下定論。。

總結，現代火災調查是一門嚴謹的鑑識科學，其鑑定流程由「起火處判定」與「原因判定」兩階段構成。全程以「科學方法」為核心，屏除經驗猜測，透過系統化推理，從解讀火燒模式定位起火處，進而在該點上重建燃料、適格熱源與起火時序的完整證據鏈。而鑑定過程強調警惕「消極實體」等邏輯謬誤，並具備在證據不足時做出「原因不明」結論的專業自律。此種嚴謹方法是確保鑑定品質與司法公正的基石，對提升我國調查專業與公信力至關重要。

7. 訪談技巧(Interviewing Techniques)

7.1 日期：2025.06.11 13:30~17:00

7.2 講師：James M. Kanavy

本課程的教學框架完全立基於美國防火協會標準 NFPA 921，講者開頭便引用第 14 章與第 18 章條文，確立了「訪談」在火災調查中，是與現場勘查、物證分析同等重要的核心數據收集方法。並強調火災調查不僅僅是與物證對話，更是與「人」的對話。目擊者、關係人乃至嫌疑人所提供的資訊，是重建火災前、中、後完整時間序列的關鍵，更是釐清「動機」與「人為因素」不可或缺的一環。課程的核心目標，在於使調查員掌握一套從初步接觸到取得供述，都符合科學原理、法律規範且具備心理學基礎的系統化溝通與詰問方法學。課程內容依據調查的層次、對象與目標，可深入剖析為四大核心模組，茲將重點分述如下：

7.3 基礎框架—訪談與訊問的區分與法律界線

這部分首先對調查中的兩種核心溝通模式進行了明確的定義與功能區分，強調其本質與法律意涵的根本不同，這是所有後續技巧的基礎。

(1) 訪談(Interview)與訊問(Interrogation)：

調查人員對於相關之人之非口頭溝通或肢體語言，必須是敏銳的，包括眼睛、臉部表情、姿態或手勢。這些可以顯示某人是高興、生氣、傷心、懷疑、煩惱、興奮、感興趣、疲累、困惑、生病、坦誠、說謊、緊張、焦慮、緊繃、輕鬆、有威脅、無法決定、有信心、防衛、不合作、不確定等。而訪談與訊問不同，偵查人員訊問(interrogate)嫌犯；並訪談(interview)被害人或證人。訪談進行的目的，是為了從被害人或證人蒐集資訊；偵訊的用意，則是把資訊與某個特定嫌犯做吻合比對。

- A. 訪談：是一種非指控性的、對話式的問答過程。其主要目的是收集資訊、了解事實，對象可以是任何可能掌握相關資訊的人，如目擊者、消防員、屋主等。整個過程氛圍應較為輕鬆，鼓勵對方自由地陳述所見所聞。
- B. 訊問：是一種目的導向的、具說服性的過程，通常在調查員透過訪談與其他證據，合理懷疑特定對象涉嫌不法時才會啟動。其明確目標是「發展罪責」(Develop guilt)，並最終取得供述。

表 16、訪談與訊問之比較表

項目	訪談	訊問
目的	目的在於取得資訊	目的在於測試已取得的資訊
權利告知	無權利告知	須權利告知
關係	訪談人與對象可能是合作關係	訊問人與對象可能是對抗或敵意關係
罪責狀態	無罪或還不確定有罪	認為有罪或可能有罪
規劃程度	適度的計畫或準備	廣泛的計畫及準備
環境	私下或半私下的環境	絕對的隱私需要

(2) 不可逾越的法律紅線：

講者特別強調，無論是訪談或訊問，都必須在嚴格的法律框架內進行，以確保所獲資訊的證據能力與程序的合法性。以下是在美國各州會碰到的法律紅線。

- A. 米蘭達警告(Miranda Warning)：當對象處於「拘留狀態」且調查員準備進行訊問時，必須明確告知其權利。講者深入剖析了

「拘留」的實質定義，它不僅指實際逮捕，更包含是否讓對象「感覺」無法自由離開，例如封閉的空間、多名執法、調查人員在場、阻擋出口等，這些情境都可能構成實質上的拘留。

B. 律師權利：一旦對象明確表示「我想要律師」，訊問必須立即停止。講者也釐清了「我應該找律師嗎？」這類疑問句與明確請求權利之間的區別。

C. 青少年訪談的特殊規範：針對未成年人，各州法律有極其嚴格的規定，例如是否必須通知家長、是否需要家長同意、訪談時間與地點的限制等，調查員必須熟知並嚴格遵守本地法規。

7.4 系統化訪談技術—從建立基線到行為分析

這部分為訪談的精髓，講授如何從看似平常的對話中，如何使用科學方式去辨識對方陳述之真偽。

(1) Reid 訪談法—行為分析訪談(Behavior Analysis Interview, BAI)：

講者介紹了國際知名的 Reid 訪談法，這是一套結構化的非指控性問題清單，專注在誘發並觀察受訪者在回答特定問題時的行為反應，從而建立其個人的「行為基線」(Baseline)。例如，會發問以下問句，「你知道今天為什麼在這裡嗎？」、「你認為誰會做這件事？」、「你願意為誰擔保？」、「對於這件事，你有沒有想過，但從沒真的去做？」以及關鍵的「圈套問題」(Bait Question)，例如：「如果我們在現場找到指紋，你認為會是誰的？」這些問題的設計，在觀察誠實者與欺騙者在回答時的心理差異。

(2) 辨識欺騙的語言與非語言線索(Verbal & Non-Verbal Cues)：

講者強調，單一行為不具意義，必須觀察「行為叢集」(Behavior Clusters)以及行為與問題之間的「時機性」(Timing)。其中會分為語言分

析及非語言分析兩大類去觀察。誠實者與欺騙者之差異整理成表如下。

表 17、語言與非語言線索表

類別	指標	誠實者	欺騙者
語言分析	態度	真誠	冷漠
	協助意願	樂於協助	不願協助
	否認方式	直接有力，例：「我沒做」	軟弱且拐彎抹角，例：「我發誓...」
	陳述方式	自發性	使用「保護性陳述」作為退路，例：「就我印象所及」
	資訊提供	主動提供	被動提供
非語言分析	姿勢	身體前傾、姿態放鬆且開放	身體後仰、姿態僵硬
	保護屏障	通常沒有	下意識建立，例：雙臂或雙腿交叉
	儀容整理	無特定模式	在壓力下突然出現，例：撥頭髮、整理領帶及揉衣角等動作
	眼神接觸	強調觀察「模式改變」，而非固定行為	強調觀察「模式改變」，而非固定行為
	眼神移動模式	趨向於個人「回憶」時的慣用方向	趨向於個人「創造」時的慣用方向

7.5 特殊族群訪談策略—對青少年心理的深度剖析

課程特別針對青少年此一特殊群體，進行了極為細緻的心理學與訪談策略剖析，並依據其心智發展階段，提供了不同的應對方法。

(1) 青少年縱火事件：講者指出，青少年縱火往往與生活中的重大變故有關，如家庭結構改變（父母離異、新成員加入）、搬家、交友圈變化或校園霸凌等。

(2) 分齡訪談策略：

- A. 5-7 歲：注意力短暫，需使用簡短、具體的詞句（如「用你的眼睛看到了什麼？」），並強調「說不知道沒關係」，避免其為了迎合而編造故事。
- B. 8-12 歲：通常具合作意願，能區分現實與幻想，但可能對責任與罪惡感敏感。應給予尊重，並讓其完整陳述事件經過。
- C. 12-14 歲：能夠理解「何時」與「如何」等抽象問題，但自尊心強且易受窘。應避免使用「為什麼」、「你應該」等指控性詞語，並給予足夠的思考時間。
- D. 15-17 歲：同儕影響力大，可能表現出反抗或無所謂的態度。調查員需警惕其「思維錯誤」(Thinking Errors)，如歸咎他人、合理化（找藉口）與輕描淡寫（將事件說得不嚴重）等自我保護機制。

7.6 訊問的進階應用—從主題建立到取得供述

當訪談與其他證據強烈指向某人涉案時，課程的最後階段便進入「訊問」的實戰技巧講授。

(1) Reid 訊問法一九步法(Nine Steps of Interrogation)：這是一套系統化的心理說服流程，使用在打破嫌疑人的心理防線，使其相信承認是最好的選擇，但也伴隨倫理與法律上的高度爭議。對於青少年、特殊族群來說，這種訊問法容易導致部分案件出現「偽供」(False confession)的問題。九種步驟分別整理成表如下。

表 18、Reid 訊問法一九步法

步驟	技巧	說明
1	直接正面指控	明確告知嫌疑人「調查顯示你就是涉案者」，並展示（真實或虛構的）證據，觀察其反應。這一階段語氣堅定，強調有確鑿證據指向對方。
2	主題建立	為嫌疑人的行為提供一個道德上可被接受的理由或藉口（如「你不是故意的」、「你只是想發洩情緒」），以降低其心理防線，使其更容易坦白。
3	處理否認	當嫌疑人否認時，訊問者不與其爭辯，而是主導對話，減少其否認次數，並將話題拉回主題，避免讓否認成為焦點。
4	克服異議	當嫌疑人提出理由反駁（如「我不可能做這種事」），訊問者將這些理由轉化為支持主題的論點，進一步削弱其抗拒。
5	獲取注意力	當嫌疑人變得沉默或消極時，訊問者會主動靠近、用肢體語言（如輕拍肩膀）等方式，重新獲取其注意力，保持對話主導權。
6	處理被動情緒	觀察嫌疑人是否出現絕望、懊悔等情緒，並適時調整話術，準備進入下一步。
7	替代問題	提供兩個選擇：一個是社會觀感較差的理由，一個是較能被理解的理由（如「你是預謀還是衝動？」），誘導嫌疑人至少承認其中之一，實際上兩者都暗示有罪。
8	取得口頭供述	一旦嫌疑人選擇了其中一個選項，訊問者立即順勢引導，鼓勵其說出犯罪細節，並要求其描述犯罪過程，盡量取得能驗證的細

		節。
9	書面供述	將口頭供述轉化為書面或錄音紀錄，確保供詞固定並可作為證據使用。

(2) 實例分析：課程中講者有透過播放加拿大空軍上校 Russell Williams 的真實訊問錄影，讓學員親眼見證這些技巧如何在實戰中被靈活運用，從而取得震驚全國的連環殺人案之供述。

總結，訪談與訊問並非調查流程中的附屬工作，而是一門與現場物證分析同等重要、結合了科學方法、心理學與法律規範的專業鑑識技術。NFPA 921 將其列為調查核心，正因其是揭露火災「人為因素」與「真實動機」的關鍵鑰匙。講者充分強調，調查員必須先扮演好「溝通者」與「行為觀察家」的角色，透過系統化的訪談技巧，從對方的語言與非語言行為中，科學地評估其陳述的可信度；然後在必要時，再轉換為「心理說服者」，然而運用合法的訊問策略，突破嫌疑人的心防。整個過程中，對法律界線的恪守、對不同族群心理的理解，以及對「行為叢集」而非單一線索的綜合判斷，是確保鑑定品質與避免誤判的基石。這對於提升我國火災調查的破案過程與司法公信力，具有不可估量的實質助益。

8. 電氣火災調查(Interviewing Techniques)

8.1 日期：2025.06.12 08:00~12:00

8.2 講師：Tal Nagourney

本課程的教學框架完全立基於 NFPA 921 之第 9 章，其核心目標在於建立一套從電氣基礎理論到現場證據分析，都嚴格遵循科學方法且具備工程學基礎的系統化電氣火災調查流程。講者引用 NFPA 統計數據，指出電氣配電或照明設備在直接財產損失中排名第一，每年造成 390 名平民死亡、1,090 名平民受傷，以及 14 億美元的財產損失。因此，掌握電氣火災的成因機制與鑑識技術，已成為現代火災調查員不可或缺的核心專業能力。課程內容依據電氣理論、失效模式、新興風險與鑑識技術，可深入剖析為四大核心模組，茲將重點分述如下：

8.3 電氣基礎理論與配電系統—從水力類比到實際應用

這部分首先以水力類比法建立電氣基礎概念，讓調查員能直觀理解電壓(Voltage)、電流(Current)、電阻(Resistance)三者的物理意義。講者強調，電壓如同水壓（如水塔高度），電荷如同儲存在水塔中的水，電流則如同管道中的水流。這種類比方法有效降低了非電氣專業調查員的學習門檻，使學員更好理解。

(1) 直流(DC)與交流電(AC)的區別：

詳細解析直流電具有恆定極性、電流單向流動的特性，而交流電則是由旋轉機械產生，電壓極性與電流方向會週期性改變（如 60Hz）。講者特別強調三相電壓系統在工業應用中的重要性，需要特別注意及了解。

(2) 功率與能量的關係：

透過公式 $P = V \times I$ （功率 = 電壓 × 電流）與 $E = P \times T$ （能量

= 功率 × 時間)，講者說明電氣設備之耗能機制。特別值得注意的是，即使 0.0003 焦耳的靜電放電也足以點燃可燃蒸氣，這對火災調查具有重要意義。

(3) 住宅配電系統：

以美國常見的 120/240V 供電系統為例，解析從高壓輸電線經變壓器降壓到家庭配線的完整路徑，包括斷路器面板、接地系統、GFCI/AFCI 保護裝置等。講者特別澄清了 GFCI 插座的常見迷思——它們並非防水，且本體也可能成為火災起點。

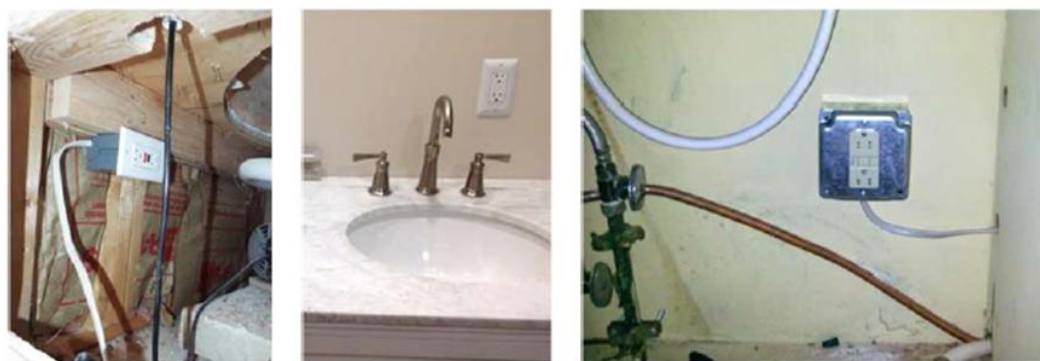


圖 15、GFCI 插座設置案例

8.4 電氣作為點火源的物理機制與失效模式

這部分探討電氣能量如何轉化為火災點火源，這是電氣火災調查的核心理論基礎。

(1) 電阻加熱(I^2R Heating)：

電流通過電阻產生的熱能遵循 I^2R 定律，這是絕大多數電氣火災的根本物理機制。講者以實際案例展示，即使低壓、低功率電路（如 AA 電池）在特定條件下也可引發火災，並引用 UL 62368-1 標準指出，超過 15W 的元件即可能成為潛在點火源。

(2) 電氣故障類型：

表 19、電氣故障表

種類	說明
過電流故障 (Overcurrent Faults)	包括短路與馬達堵轉等情況。 (1) 短路 (Short Circuit)：不同電位的導體之間發生了不正常的直接碰觸。例如，火線 (Live Wire) 直接碰觸到中性線 (Neutral Wire) 或地線 (Ground Wire)，或是電器內部絕緣劣化導致不同電路的導線接觸。 (2) 馬達堵轉(Locked Rotor)：馬達（電動機）因負載過大或機械故障等原因，導致轉子無法正常轉動而被卡住。
過電壓故障 (Overvoltage Faults)	如電力線或變壓器問題、雷擊、開路中性線等。講者以開路中性線為例，詳細說明當中性線斷開時，負載不平衡會導致部分電路電壓過高，可能引發火災。

(3) 電弧與火花現象：

依據 NFPA 921 第 9.9 節，講者區分了系列電弧(Series Arcing)、並聯電弧(Parallel Arcing)、分離電弧(Parting Arc)等不同現象，並於台上實際操作儀器演示火花之產生。特別強調「電弧追蹤」(Arc Tracking)在污染、受潮環境下的危險性，並澄清並非所有金屬熔化都代表電弧發生，需結合 SEM 等材料分析技術進行鑑別。



圖 16、實際操作儀器演示火花

(4) 高阻抗連接：

常發生在機械連接處（如插頭/插座、連接器、壓接、線帽等），由於接觸不良、氧化等原因造成局部高阻抗，形成 I^2R 加熱循環，最終可能引發火災。

8.5 新興電氣風險—鋰離子電池火災的挑戰

隨著電子設備的普及，鋰離子電池火災已成為現代調查員面臨的新挑戰。講者依據 NFPA 921 第 9.15 節，詳細剖析了這一新興風險。

(1) 熱失控機制：

鋰離子電池可能因過充、過放、短路、物理損傷、極端溫度等情況發生熱失控(Thermal Runaway)，產生高溫氣體噴射與爆炸。講者強調，熱失控是指電池產生的熱量超過其散熱能力的臨界點。

(2) 電池結構與形態：

課程詳細介紹了圓柱型（如 18650 電池）、方形、軟包等不同形態的鋰電池內部構造，包括正負極端子、陰陽極片、分離器等關鍵組件，用剖析圖層的方式進行解說。

(3) 火災現場鑑識要點：

講者特別強調，火災後電池的外觀變形、爆裂、底部形狀改變、外殼破洞等物理特徵，並不能直接判斷其為起火原因或火災受害者。需要結合充電狀態、現場位置及其他證據進行綜合分析。充電狀態較高的電池在火災中會釋放更多能量，但這也可能是受害者的表現。

8.6 現場證據分析與科學鑑識技術

課程的最後階段聚焦於電氣火災現場的證據採集、保全與科學分析方法。

(1) 現場狀態記錄：

講者指導調查員必須系統性記錄所有開關、插座、配線、斷路器的狀態，追蹤建築物配線，定位所有電源線，必要時對開關進行 X 光檢查以確定其通斷狀態。

(2) 先進檢測技術：

- A. X 光成像(X-ray)：用於分析燒毀的控制板，可以非破壞性地判斷控制器的開/關狀態
- B. 電腦斷層掃描(CT)：將數千張 2D 的 X 光影像處理成 3D 去呈現，具有記錄文物、識別關鍵區域、進行尺寸測量與 3D 建模等優勢

(3) 短路調查(Arc Survey)：

依據 NFPA 921 第 9.13 節，調查員應檢查建築物電氣系統的電弧位置，以協助確定火災起源和蔓延路徑。一般而言，距離供電斷路器電氣距離最遠的電弧最先發生，而在火損配線上缺乏電氣活動可能表明火災到達該處前電路已經「斷路」。

(4) 金相分析：

透過 SEM 成像與能量色散光譜(EDS)分析，可以識別材料並確定損傷性質。電弧通常會產生孔隙，在橫截面中可見，而共晶合金化也可通過金相分析識別。

(5) 實務案例分析：

課程以餐廳常出現油炸機控制系統失效為例，展示如何比對現場證據與標準設計，分析溫控器、熱斷路器等保護裝置是否被繞過或失效。講者強調，必須尋找被繞過的斷路器或保險絲，檢查熱電偶線是否被扭曲或短路，這些都是判斷設備異常運作的關鍵證據。

總結，調查員不僅要具備紮實的電氣工程理論基礎，更要掌握材料科學、物理化學與現代檢測技術的綜合應用能力。講者清晰地展示了，現代電氣火災調查已從傳統的經驗判斷，發展為一套結合理論推導、實驗驗證與高科技檢測的科學體系。特別值得注意的是，隨著鋰離子電池等新興電氣設備的普及，調查員必須持續更新知識體系，掌

握新技術的失效機制與鑑識要點。同時，電弧調查、金相分析等科學鑑識技術的應用，使得電氣火災的原因判定更加精確與客觀。本次課程所學，不僅大幅提升了個人對電氣火災成因與複雜失效模式的理解深度，更重要的是建立了以科學證據為基礎的鑑定思維，這對於提升我國火災調查的整體專業水準與司法公信力，具有重大的指導意義與實用價值。

9. NAFI-CFEI 現場測驗

9.1 日期：2025.06.01 15:00~16:30

9.2 地點：NAFI 年會會場

9.3 監考人員：考官

9.4 概述

認證火災與爆炸調查員(Certified Fire and Explosion Investigator, CFEI)是由美國國家火災調查員協會(NAFI)的國家認證委員會所建立的專業認證制度。認證的主要目的是提升從事火災與爆炸事件調查分析人員的專業知識和分析技能，以及參與相關民事和刑事訴訟的專業人員。此認證已獲得美國國家防火協會(NFPA)的國家防火規範 NFPA 921 《火災與爆炸調查指南》之認可，在第 14.6.5.2 節中明確提及該協會創立並實施了國家認證委員會。而自 1982 年成立以來，國家認證委員會已為全世界的火災與爆炸調查專業人員進行評估和認證。該認證制度的目標包括：促進火災與爆炸調查員的專業訓練、教育和經驗的卓越性；提供標準化的評估系統；認可合格的火災與爆炸調查員；以及作為國際註冊和資訊交換中心。

9.5 資格

9.5.1 基本資格要求

- (1) 會員資格：申請人必須是美國國家火災調查員協會(NAFI)的良好會員，且在獲得認證後必須保持會員資格以維持 CFEI 身份。
- (2) 年齡要求：申請人必須年滿 18 歲。
- (3) 教育背景：申請人必須具備高中文憑、GED 或同等學歷證明。
- (4) 品格要求：申請人必須證明具有良好的道德品格，並願意遵守 NAFI 的職業道德準則。

- (5) 專業參與：申請人必須證明積極參與火災與爆炸事件的調查分析，或參與由此類調查分析引起的民事和刑事訴訟。
- (6) 職責證明：申請人必須證明在其公司或部門內有責任參與火災與爆炸事件的調查分析，或參與由此類調查分析引起的民事和刑事訴訟。

9.5.2 學分制度要求

CFEI 認證採用學分制度，申請人必須達到最低 150 學分才能獲得國際認證委員會批准參加考試。學分範圍在 120-149 分的申請人可能仍有資格獲得臨時 CFEI 認證(CFEI-p)。

- (1) 絕對最低學分要求：
 - A. 在職經驗：最低 15 學分，最高 50 學分
 - B. 正規教育：最低 10 學分，最高 50 學分
 - C. 大學／學院課程學分：根據參加大學、學院的火災調查相關課程，最高 27 學分。
 - D. 研討會和在職培訓：最低 10 學分，最高 25 學分
 - E. 執照及證照學分：根據所取得執照，最高 5 學分
 - F. 協會會員資格學分：專業協會（如 NAFI、IAAI 等）的正式會員所獲得的學分，最高 10 學分
 - G. 委員會和協會領導職務學分：申請人於協會、委員會等組織內擔任管理職、幹部（如理事、委員長、主任委員等）所獲得的學分，最高 10 學分
 - H. 火災調查經驗：根據教育背景而定的最低學分，最高 75 學分
 - I. 法庭經驗學分：出庭作證或交互詰問之經驗，最高 20 學分

J. 獲獎與表彰學分：最高 20 學分

K. 發表與研究學分：根據提供之相關發表文章、研究，最高 20 學分

9.5.3 火災調查經驗的絕對最低要求

根據申請人的教育背景，火災調查經驗的最低學分要求如下表 20。

表 20、最低學分要求

教育背景	最低學分要求
無正規教育經驗	30 學分
火災相關領域副學士學位	25 學分
非火災相關領域學士學位	25 學分
5 年消防服務經驗	20 學分
非火災相關領域碩士學位	20 學分
非火災相關領域博士學位	20 學分
火災相關領域學士學位	15 學分
10 年以上消防服務經驗	15 學分
火災相關領域碩士學位	15 學分
火災相關領域博士學位	15 學分

9.5.4 申請書內檢核表內容

A. 完成申請書檢查表（Completed Application Materials Checklist），申請書第 13 頁。

- B. 完成付款授權表 (Completed Payment Authorization Form)，申請書第 14 頁。
- C. 完成學分摘要工作表 (Completed Credit Summary Worksheet)，申請書第 15 頁。
- D. 完成並簽署 CFEI 申請表 (Completed and signed CFEI Application)，申請書第 16 至 24 頁。
- ~~E. 完成指定監考人表 (Completed Proctor Designation Form)，申請書第 25 頁。~~
- ~~F. 完成並簽署監考人合約 (Completed and signed Proctor Contract)，申請書第 26 頁。~~
- G. 附加資料影本 (Copies of additional sheets of information) 如有需要，請附上相關補充說明資料的影印本。
- H. 佐證文件影本 (Copies of Supporting Documents-NOW REQUIRED)，必須附上所有佐證文件的影印本。(如學歷證明、工作經驗、專業資格等)

本次參加 NAFI-CFEI 測驗寄送申請書前除 E、F 無須提供資料，其他資料須提供正本，可在本次申請參加 NAFI-CFEI (Certified Fire and Explosion Investigator) 測驗，於寄送申請書前，需確認所有申請資料是否完整且符合規範。除項目 E、F 外，其他資料均須提供正本，以確保申請程序順利進行。建議在寄送前進行雙重檢核 (double-check)，確認：

- A. 所有必填項目均已完整填寫並附上正本文件。
- B. 資料格式及內容符合 NAFI 規範要求。
- C. 任何補充資料或附件已完整附上。

透過上述檢核，可降低申請資料不符規範的風險，確保測驗申請流程順利完成。

9.6 考試內容

當日上午上完最後課程，經過休息後，現場考生約有 70 名。考生核對身分後進入考場，考場座位可以隨意選擇，但考生間不得比鄰而坐，待所有考生就定位後，考官逐一說明考試內容及相關注意事項，考試內容主要基於 NFPA 921《火災與爆炸調查指南》及 NFPA1033《火災調查員專業資格標準》，需熟讀相關內容。

9.7 考試形式與時間

CFEI 書面認證評估包含 100 道題目，從國家認證委員會維護的題庫中隨機選取，題目類型包括選擇題和是非題，申請人有最多 2 小時的時間完成考試，考試期間不得使用參考資料或尋求外部協助。

9.8 及格標準

NAFI-CFEI 考試的及格標準為 75%，考生需使用答案卡作答，國家火災調查人員協會只會記錄結果為「及格」或「不及格」，不會公布具體分數及考題。考試結束後，考生可以當場向考務人員查詢自己的成績。

若未達及格標準，考生需注意以下事項原考試日期起 6 個月內不得參加「重新考試」，且所有重新考試的申請都必須以書面形式提出。重新報考無需支付額外費用，且考生可選擇任何符合資格的監考人員。重新報考需聯繫 NAFI 辦公室安排，並遵守以下要求：

- 考試必須在監考人員的見證下進行，且不得使用任何外部協助。
- 考試時間限制為 2 小時。
- 考試完成後必須在 10 個工作日內寄回 NAFI 辦公室。

這種規定確保考試程序公正，也讓考生清楚掌握自己的考試結果與後續行動。

9.9 認證證書

通過考試的申請人將獲得以下認證證書：

- 由國家火災調查員協會(NAFI)頒發的 CFEI 認證證書
- 官方全彩刺繡 CFEI 徽章，可展示在公司或部門服裝上
- 官方全彩 CFEI 貼紙，可展示在公司或部門調查設備上
- 可選購的 CFEI 壓印印章，用於官方報告和文件



圖 17、考場環境

四、 活動集錦(附相片)



圖 18、與 IAAI 前主席合影



圖 19、獲頒 WI IAAI 榮譽會籍



圖 20、與 IAAI 總會及 WI 分會幹部合影



圖 21、與 NAFI 董事長合影



圖 22、美國 UL Solutions 總部前合影

參. 心得

本次出國完成

- A. 通過 IAAI Evidence Collection Technical (IAAI-ECT®) 證物採集技術員考試
- B. 參加 2025 年國際縱火調查協會威斯康辛州分會 (WI-IAAI) 年會暨訓練
- C. 參加保險商實驗室 (UL) 儲能系統大型燃燒測試標準 (UL 9540A/B) 訓練
- D. 參加 2025 年國家火災調查員協會 (NAFI) 訓練計畫
- E. 考察 NAFI Certified Fire and Explosion Investigator (NAFI-CFEI) 火災及爆炸調查員認證考試

以下依序說明心得：

一、 證物採集技術員 (IAAI-ECT®) 考試

IAAI-ECT 證照是國際廣泛認可的專業資格，此次實地參與考試深刻體會到國際標準化證物採集的嚴謹性與專業性：

- A. 考試制度與資格要求：IAAI 設立明確的參考標準，要求申請人具備至少 18 個月火災調查相關經驗、完成 29 小時以上專業訓練，並通過包含 10 個項目的實作考試，每項需達 70% 以上成績。此制度確保證照持有人具備符合國際標準的證物採集能力。
- B. 實作考試內容：考試涵蓋「血液跡證」、「菸蒂」、「頭髮」、「乙烷基材料」、「潮濕文件」、「唾液」、「土壤」、「地毯」、「指紋」等 10 種不同類型證物的採集程序。每個站點都有專業監考官負責評分與講解，確保受測者掌握正確的採證技巧與注意事項。
- C. 國際標準化作業：所有採證考試內容均來自 IAAI-CFITrainer.Net® 網站的示範教學，體現了標準化訓練與評估的重要性。考試要求實際操作證物採集過程，包括採集、裝入容器、封緘、文件紀錄及保存運送等完整流程。

二、2025 年國際縱火調查協會威斯康辛州分會(WI-IAAI)年會暨訓練

WIAAI 年會展現了國際火災調查領域的專業發展趨勢與最佳實務，特別在公私部門協作與調查員職業發展方面：

- A. 公私部門協作機制：課程強調無論公部門或私部門調查人員，都必須遵循相同的專業標準。公部門著重法律責任追究與公共政策制定，私部門則專注於財務損失回收與產品改進。透過建立完善的資訊分享機制與聯合現場檢查，能有效整合各自專業優勢。
- B. 專業認證體系：了解到 IAAI 建立了從基礎到專業的完整認證架構，包括火災調查技術員(FIT)、認證火災調查員(CFI)、證物採集技術員(ECT)及認證講師(CI)等多層級認證，為專業人士提供清晰的發展藍圖。
- C. 心理健康關懷：特別關注到消防與 EMS 人員面臨的嚴重心理健康危機。課程詳細介紹 PTSD 診斷標準與道德傷害概念，凸顯建立完善心理健康支持機制的重要性。

三、儲能系統大型燃燒測試標準(UL 9540A/B)訓練

UL Solutions 在儲能系統安全標準制定方面居於領導地位，此次訓練深入了解新興能源技術的安全評估方法：

- A. UL 9540B 住宅儲能系統標準：2024 年 5 月發布的第一版標準，專門針對住宅用電池儲能系統的火災傳播特性進行評估。標準建立了強制電池芯進入熱失控狀態的標準化方法，並要求系統設計能夠限制相鄰電池儲能系統溫度，防止熱失控傳播。
- B. NFPA 855 標準更新：2026 年版本包含多項重要更新，新增水系金屬-空氣電池（Aqueous Metal - Air Battery）、可燃濃度降低等定義，並在附錄 G 中新增鋰離子電池儲能系統抑制和安全指南，標準更新體現了基於風險的監管方法。
- C. 大型燃燒試驗方法(LSFT)比較：詳細比較了 NFPA 855 附錄 G.11、UL 9540A 大型火災測試提案及 CSA C800 標準三種方法的差異，為不同類

型儲能系統和應用提供相應的測試框架，推動技術創新同時確保安全性評估。

四、2025 年國家火災調查員協會(NAFI)訓練計畫

NAFI 年會提供了完整的 NFPA 921 標準教材內容，展現現代火災調查的科學化發展趨勢：

- A. 火災科學基礎：課程從熱傳遞三大模式(傳導、對流、輻射)出發，深入剖析氣、液、固態燃料的燃燒機制。特別強調火災調查的本質是「逆向工程」，調查人員必須具備火災發生、成長與蔓延的扎實知識。
- B. 系統化調查流程：學習到從現場繪圖、攝影技術到起火處判定的完整科學方法。現場繪圖已從傳統紀錄工具演變為結合 3D 掃描等尖端科技的專業學科，而攝影技術強調掌握曝光鐵三角與景深控制的重要性。
- C. 訪談與電氣調查技術：深入了解 Reid 訪談法的行為分析技巧，以及電氣火災調查中電阻加熱、電弧現象與鋰離子電池熱失控等新興風險。這些技術結合了心理學、材料科學與現代檢測技術的綜合應用。

五、火災及爆炸調查員認證(NAFI-CFEI)考試

NAFI-CFEI 認證制度展現了火災與爆炸調查專業化的國際標準與嚴謹評估機制：

- A. 學分制度設計：
該協會採用申請學分應達 150 分以上的綜合評估制度，涵蓋「就業經驗」、「正規教育」、「研討會培訓」及「火災調查經驗」等四大領域。依據不同教育/學歷背景設定差異化的最低學分要求，顯示該協會對專業認證的彈性與包容性。同時，申請人仍須符合協會所規範之基本資格條件（如具備相關專業背景、工作年資、學歷等等），以確保申請者具備一定程度的專業基礎。
- B. 考試內容與標準：
本考試由 100 道試題組成，完整依據《NFPA 921 火災與爆炸調查指南》之規範設計，涵蓋基本方法論、建築系統、法律議題、調查紀錄與報告

撰寫，以及特殊案件處理等五大領域。考試合格標準為總成績達 75%以上，藉以確保所有通過考試之人員，均具備足夠理論基礎及實務應用能力，能勝任火災與爆炸調查之專業任務。

C. 國際認可與應用：

NAFI-CFEI (Certified Fire and Explosion Investigator, 國際認證火災與爆炸調查員) 認證已於《NFPA 921 火災與爆炸調查指南》第 14.6.5.2 節中獲得明確認可，顯示該認證在國際專業領域中具備高度正當性與權威性。自 1982 年成立以來，NAFI 持續透過 CFEI 認證制度，對全球火災與爆炸調查人員進行專業能力的評估與資格認定。

NAFI-CFEI 不僅是專業能力的象徵，更成為國際間調查資訊交換與跨國專業合作的重要平台。持證者須具備消防科學、燃燒動力學、調查方法論及相關法律的基礎，並通過嚴謹的筆試評估，方能獲得認證。

這項制度的設計，使 NAFI-CFEI 資格能夠有效反映持證人員在火災與爆炸調查工作上的專業水準，並對司法機構、保險產業及公共安全單位具有高度信任度。目前，NAFI-CFEI 在多數國家已被視為火災調查領域的國際標準認證之一，為專業人員提供職涯增值與國際流動性的證明，也強化了跨國案件調查中的共同專業語言。

肆. 建議

本次出國訓練涵蓋 IAAI、UL 及 NAFI 等國際專業機構，深入了解火災及爆炸調查技術、儲能系統安全標準及國際認證制度，掌握標準化證物採集、火場保存、建築結構調查、電氣火災分析及大型儲能燃燒測試等實務技能。透過課程與現場考察，深化對國際標準與技術的理解，強化科學化與標準化調查思維，對提升我國火災調查及儲能安全檢驗能力具有重大意義，餐與本次訓練相關建議如下：

一、未來持續參加國際訓練交流與專業合作機制

本次年會期間，我國代表陳紫竹科員及臺中市政府消防局楊喻翔技士、工業研究技術院顏鈺庭經理、魏丞哲工程師與 IAAI Randy Watson 前主席、NAFI 董事會主席 Kathryn Smith 以及與會火災調查人員有良好的火災調查經驗交流，並於訓練期間參訪威斯康辛州消防隊及火災調查之專用車輛，了解其他州的火災調查、消防人員體制及案例，並邀請 IAAI、NAFI 資深火災調查員於 114 年至我國進行專題講座，分享國際標準化證物採集、火場保存、建築結構調查及法庭呈證等技術，也為我國建立了一次良好的國民外交。

火災調查是需要通過經驗的累積和交流來不斷提升的，在本次訓練中，了解火災調查各領域的專家講授了各項技術、資訊和案例研討等課程，藉此機會在短時間內吸收各種不同類型的火災調查經驗和觀點，自身的火災調查知識得予提升。因此，建議賡續編列預算參加國際訓練，持續派遣人員前往美國更新火災調查知識、考取國際證照，與國際火災調查人員進行交流，從而強化我國火災調查的專業性。

二、規劃將本次訓練內容納入本署火災調查訓練班課程

為精進全國各消防機關火災調查人員之專業知能，本署每年均辦理「火災原因調查鑑定在職講習班」，藉由短期培訓課程，強化現職火調人員之

實務經驗與分析能力。

鑑於國際間火災調查技術與方法日新月異，為確保我國火調人員能與國際接軌，規劃將本次參加訓練所習得之最新知、技術與國外案例，一併納入「火災原因調查鑑定在職講習班」課程內容。

透過此一內部培訓，除可分享火災調查新知外，亦能深入探討國外成功案例，借鏡其調查實踐與技術，進而提升我國火災調查人員之專業素養、火場分析能力及實務應變能力。

此舉不僅能提供我國火調人員一個與國外專家間接交流的寶貴機會，亦能全面理解火災調查之最佳實踐與最新趨勢，最終目的係為提升我國火災調查品質，有效應對各類火災挑戰，共同維護國人生命財產安全。