

出國報告（出國類別：開會）

## 赴美國參加國際縱火調查協會年會

服務機關：內政部消防署

姓名職稱：科長 葉金梅

派赴國家：美國

出國期間：104年5月16日至104年5月22日

報告日期：104年8月5日

## 目次

摘 要 .....	2
壹、目的 .....	3
貳、過程 .....	4
參、心得 .....	8
肆、建議 .....	34

## 摘 要

國際縱火調查協會 (IAAI ,International Association of Arson Investigators)於 2015 年 5 月 16 日至 5 月 22 日，在美國伊利諾州芝加哥市的 Hyatt Regency 會議中心舉行年度會員大會及研討會，本次年會中計有美國、英國、紐西蘭、澳洲、加拿大、愛爾蘭、法國、紐西蘭、南非、臺灣、馬來西亞、冰島、巴西等國將近 500 個會員出席與會。本署由火災調查組科長葉金梅代表出席本次年會及參加年會舉辦之研討會，今年研討會之主講人均為火災調查鑑定領域之學者專家，如國際知名火災調查專家 John DeHaan 博士；ATF 科長 Steven J. Avato 和火災調查人員 Chad Campanell； NFPA 211 委員會主席 Dale W. Feb；專門研究閃燃與燃燒痕跡關聯性的 ATF 退休火災調查專家 Steve Carman 等講座，研討的內容涵蓋火災學理論與火災調查實務，教材內容精彩豐富；且與會人員均為來自世界各國的火災調查專家，藉由參加年會之機會，除可與來自世界各地經驗豐富的火災調查人員進行經驗交流外，更可汲取各國的火災調查制度及做法，以精進我國火災調查技術及制度。

## 壹、 目的

國際縱火調查協會(IAAI,International Association of Arson Investigators)於 1949 年在肯德基州成立，以提升火災及爆炸調查人員的專業技能為目標，並成為全球火災調查資源、技術及研究發展的中心。會員遍布世界各國，為目前全世界最大之火災調查專業組織。其為非營利之協會組織，成立之目的除了提供基礎與進階火災調查人員訓練之外，並致力透過教育訓練方式，達到防制縱火之目的。因此，國際縱火調查協會每年召集全球會員舉辦會員大會及選舉下屆之主席及委員代表；及舉辦為期 1 週的研討會，邀請國際知名火災調查專業領域之專家學者發表研究心得或案例探討，以達到提升火災及爆炸調查技術之專業技術；亦可藉由會員間的相互的交流，達到經驗交流及促進國民外交的功能。

IAAI 另一宗旨為縱火之防制，「縱火」為嚴重之犯罪行為，其所造成之財物損失及人員傷亡又較其他火災為高。近年來各國縱火手法日新月異，如組織性犯罪集團以縱火方式詐領保險金、甚至縱火淪為恐怖攻擊的手段，故各國無不積極防制縱火。因此，我國亦參與此國際性組織，以增進與世界各國經驗交流；本署加入國際縱火調查協會，編列年度預算派員參加年會及研討會，希望藉由參與年會之機會，除學習火災調查新知與技術外，並積極地與其他國家之火災調查人員進行經驗交流、討論及瞭解各國家之火災調查制度與技術，做為改進我國火災調查體制及提升火災調查技術之參考。

本署為提升國內之火災調查技術及使火災調查技術與國際能接軌，於 104 年度預算編列出國經費，由火災調查組科長葉金梅代表出席 IAAI 2015 年年會及參加研討會課程；除能促進我國與其他各國之國民外交外，並兼具吸收各國火災調查經驗、火災調查制度、縱火手法等資訊，藉由參加研討會更能了解當今火災調查之最新研究結果，作為我國火災調查技術提升及制度建立之參考，並作為我國火災調查人員教育訓練之教材內容。

## 貳、 過程

國際縱火調查協會 2015 年年會，於 2015 年 5 月 17 日至 22 日在美國伊利諾州芝加哥市的 Hyatt Regency 會議中心舉行年度大會及研討會，本次年會中計有臺灣、馬來西亞、美國、英國、紐西蘭、澳洲、加拿大、愛爾蘭、法國、紐西蘭、南非、冰島及巴西等國將近 500 個會員出席與會。會議共計進行 6 天，包括年會開幕典禮、新任年會主席選舉及研討會等內容，年會於 5 月 22 日圓滿閉幕。

本署出席人員葉金梅於桃園中正國際機場搭機出發前往會議地點，並於當地時間 5 月 16 日早上 7 時 30 分抵達伊利諾州芝加哥市，當日下午抵達住宿旅館。5 月 17 日(星期日)即前往 IAAI 年會會場(美國伊利諾州芝加哥市的 Hyatt Regency)辦理報到及註冊等相關事宜，並領取會議文件及識別證等資料，並會晤 IAAI 協會人員及協會現任主席 Peter Mansi，並與各國與會之火災調查人員交流；參加 5 月 18 日早上的年會開幕典禮及參加會員大會、2015 年協會主席投票等活動後，接著參加 5 月 18 日至 5 月 22 日的火災調查研討會，會議結束後搭機返回轉機點，自 5 月 23 日至 5 月 28 日奉核休假自費參觀行程，並於 5 月 29 日清晨返抵臺灣。

年會開幕典禮於 5 月 18 日早上 8 時開始，開幕典禮上頒發年度火災調查人員獎，2015 年年度火災調查人員獎為維吉尼亞州亞歷山卓市消防局的助理縱火調查官 Andrea Buchnan 所獲得，2013 年 6 月 5 日其接獲一件在一棟 16 樓建的公寓的縱火案件，該案件在不同樓層有幾處小火，對其他火調人員而言，這個案件只是一般的小火災，但就受過訓練的 Andrea Buchna 而言，其實是連續縱火案件，接下來的幾個月，接連發生好幾起小火災，但因為該棟建築物共住有 1500 多人，且無消防設備，只設置有手動式的警報器。Andrea Buchna 將所調查的資料，透過 ATF 的電腦系統進行分析，歸納出縱火犯之犯案軌跡，可以縮小縱火犯縱火之日期、星期及樓層。經由 Andrea Buchna 努力不懈的追查，終於成功逮捕 1 名縱火犯，其縱火行為被錄影機所錄下來，縱火犯遭逮捕後，亦坦承其係因壓力之而縱火。該棟大樓居住有 1500 多人，且無灑水器等消防設備，若無 Andrea Buchna

仔細的追查及分析，恐已造成更大之災難。因其對這件案子努力不懈的追查，得以及時阻止發生更大之災難，因而 2015 年度火災調查人員獎由 Andrea Buchna 獲得，並由現任主席 Peter Mansi 頒發獎項。

年會主席選舉前有各候選人政見發表，並由會員投票選舉產生下屆之主席，2015 年度的 IAAI 協會主席由美國內華達州的 Daniel Heenan 先生當選，第一副主席由美國科羅拉多州的 George Coddling 先生當選，第二副主席為俄亥俄州的 Scott Bennett 先生當選，2014 年度的協會主席 Peter Mansi 於 5 月 18 日的年會晚宴交接後即卸任。

年會研討會正式於 5 月 18 日上午 10 時開始，每日同一時段安排幾場不同主題之演講，共計分為 4 組，第 1 組為公部門/火災調查組(如表 1)、第 2 組為私部門/研究發展組(如表 2)、第 3 組為火災調查基礎課程、第 4 組為火災調查課程組(西班牙語)。除了室內課程外，本次研討課程內容更加入新的火災的實態燃燒課程，使研討會內容更加豐富。由於每場會議之議題均極具吸引力，但受限於會議時間，僅能選擇對國內火災調查技術提升較有助益的課程；參加的人員於結訓後通過測試後可取得受訓及格證書，若未通過測驗則僅可取得參加證書，本署出席人員通過測試，並取得受訓及格證書。

**表 1 第 1 組-公部門/火災調查組**

日期	時間	課程名稱
5/18	8:00-10:00	開幕典禮
5/18	10:00-12:00	火災調查發展趨勢座談會 講座：Brian Henry - Phil Fouts - David Cusatis
5/18	1:00-5:00	壁爐燃燒產物-引火源或著火物 講座：Dale Feb
5/19	8:00-10:00	火災調查計算工具 講座：Steve Carman
5/19	10:00-12:00	根本原因分析法-基本概念及常見錯誤 講座：Mark Galley
5/19	1:00-5:00	會員大會

日期	時間	課程名稱
5/20	8:00-12:00	火災模擬燃燒實驗 講座：Jamie Novak & Cameron Novak
5/20	1:00-5:00	火災模擬燃燒實驗 講座：Jamie Novak & Cameron Novak
5/21	8:00-12:00	縱火的定罪：科學回顧-德州經驗分享 講座：John DeHaan, Chris Connealy , Kelly Kistner
5/21	1:00-5:00	重大工廠火災調查 講座：Rick Martin
5/22	8:00-12:00	Moonlight 火災-32 億美元-從經驗中學習 講座：Bill Warne & Rick Linkert

**表 2 第 2 組-私部門/研究發展組**

日期	時間	課程名稱
5/18	8:00-10:00	開幕典禮
5/18	10:00-12:00	火災調查發展趨勢座談會 講座：Brian Henry - Phil Fouts - David Cusatis
5/18	1:00-5:00	閃燃後-殘留的燃燒痕跡 講座：Chad Campanell & Steve Avato
5/19	8:00-10:00	火災調查排除程序的否定用語-不確定用語的彙集 講座：Brian Henry
5/19	10:00-12:00	高起火點火災之研究 講座：Steve Carman
5/19	1:00-3:00	根本原因分析法-基本概念及常見錯誤 講座：Mark Galley
5/19	3:00-5:00	有效應用社群網路工具於火災調查工作 講座：Doug Osborne
5/20	8:00-12:00	法庭上的專家證言- 講座：Ron Kilgore
5/20	1:00-3:00	數位式 350 鑑識照相用閃光燈 講座：Ron Taniwaki
5/20	3:00-5:00	鑑識近距離照相技巧 講座：Ron Taniwaki
5/21	8:00-12:00	警報系統的鑑識分析 講座：Jeffrey Zwirn
5/21	1:00-5:00	塑膠的型式和在調查上所扮演的角色 講座：Phillip Carroll & Paul Gramann
5/22	8:00-12:00	火災調查時的證人訪談技巧，講座：Mike Bryant



圖 1 IAAI 2015 年年會開幕典禮



圖 2 火災調查發展趨勢座談會



## 參、心得

IAAI 為一非營利之機構，以提升火災及爆炸調查技術，及成為火災及爆炸調查的技術資源、研究發展中心為協會之宗旨，故協會並無接受任何火災及爆炸案件之調查鑑定工作，其僅以辦理火災調查人員之教育訓練及人員資格能力評鑑等以提升火災及爆炸調查能力，並達縱火防制之目的。因此，IAAI 吸收來自世界各國政府機關及民間的火災調查人員成為組織的一員，每年年會後研討會更提供最新的火災調查技術及方法，研討會之主講者皆為火災調查領域國際知名的學者，如研討會之主講人 John DeHaan 博士，為國際知名的火災調查專家，其著作”Kirk’s Fire Investigation”自 1982 年至今已出版六版，DeHaan 博士除了發表大量的火災調查鑑定相關文章外，更是同時兼具火災現場調查及實驗室鑑定專長的專家。亦有美國法務部煙酒、槍枝及炸藥管制局(ATF, Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosive)的火災調查專家 Steve Avato 和 Chad Campanell、專門研究閃燃與燃燒痕跡關聯性的 ATF 退休火災調查專家 Steve Carman 等講座，研討的內容多元又豐富；來自世界各國的與會人員，皆為經驗豐富的火災調查人員，經由與參加人員的經驗交流，更能充分了解各國火災調查的制度及做法，可作為我國火災調查技術及制度精進作為之參考。以下就參加本次年會所得心得內容摘要分述如下：

### 一、火災調查計算工具

NFPA 1033 為對於火災調查人員能力要求的規範，在 NFPA 1033 1.3.7 中要求火災調查人員必需經常研習及維持各領域之知識及能力，如表 3；其中超過 50% 需要具備數學計算能力，然而身為火災調查人員，要如何將數學的計算能力運用於火災調查工作上，應該要了解將數學能力應用於火災調查工作上的優點及如何幫助火調人員解決現場調查時所面臨的問題。

表 3 NFPA 1033 火災調查人員所需之知識領域

和數學計算相關	
火災學	火災分析
消防化學	火災調查方法學
熱力學	火災調查技術
溫度量測	危險物品
火災動力學	消防設備
爆炸動力學	火災調查
電腦火災模擬	證物記錄、蒐集及保存
失效分析和分析工具	
電氣和電力系統	

當討論到火災行為學時，大都會想到  $\dot{q} = \frac{kA(T_{Hot} - T_{Cold})}{L}$  這個方程式，其代表

$\dot{q}$

的是熱的傳導的方程式，如果換個方式以圖 3 來表示，則會更淺顯易懂。為加熱速率，k 為該物質之熱傳導係數。

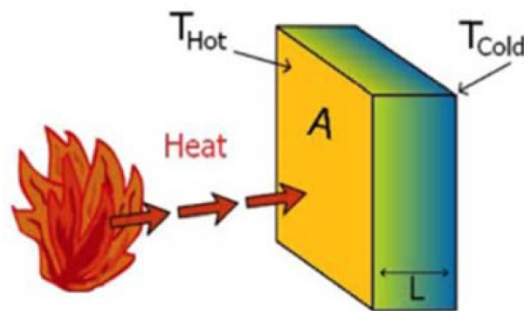


圖 3 熱傳導示意圖(資料來源:IAAI 2015 ITC)

在火災調查上所使用數學方程式有兩個主要來源，為由經驗數據或理論推導出來的方程式，分別敘述如下：

1. 經驗數據：例如描述火焰高度和熱釋放率的方程式，可經由進行實驗，實際量測和蒐集實驗數據及繪製曲線圖，如圖 4。可以量測油盤或油池的火焰高度，再與已知的熱釋放率比對。然火焰高度和熱釋放率的公式

大都以實驗數據代入曲線，再導出數學方程式。然而實驗所得數據卻很少能完全符合數學方程式導出的曲線，如圖 4 右所得之直線為最接近所得到之實驗數據，並非完全等於量測之數據。

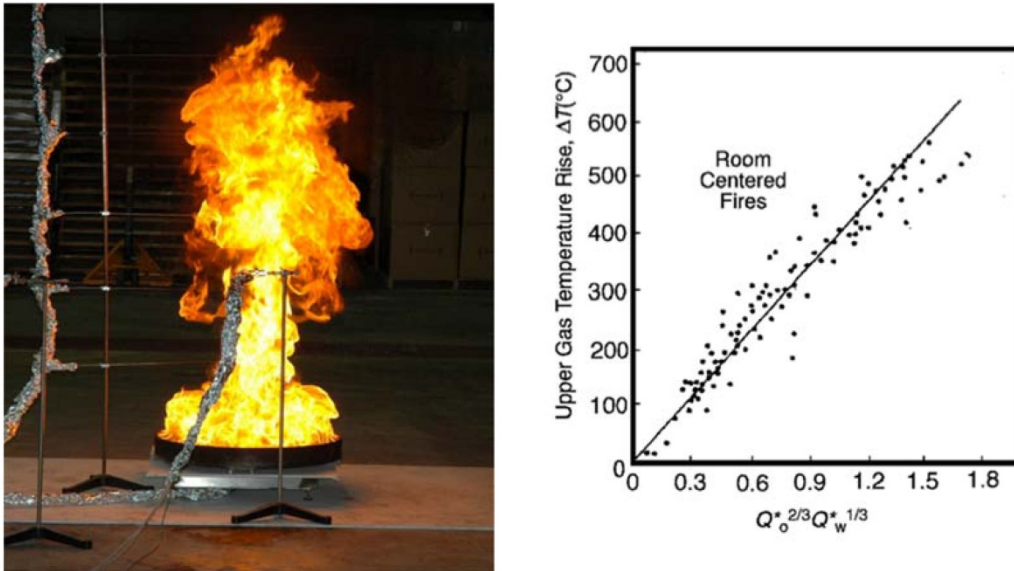


圖 4 火焰高度量測(資料來源:IAAI 2015 ITC)

2. 理論推導方程式：依據物理守恆定律如能量守恆、質量守恆及動量守恆等定律進行推導出方程式。通常數學公式可用以描述某些物理關係，只需以物理定律做為起源，不需進行實際的實驗測試，通常可以透過質量、能量及動量的變化，即可推導出方程式。

火災調查人員可以透過測試不同的火災學公式蒐集到一些有用的資訊，做為火災調查鑑定之用，例如以數學公式計算火災的熱釋放率， $\dot{Q} = \dot{m}'' AH_c$ 。方程式共含有3個變數， $\dot{m}''$  為燃料的單位面積質量的燒損速率， $A$  為燃料燒損面積， $H_c$  為燃料的燃燒熱。利用這些不同的資訊，火調人員可以估算特定火災的熱釋放率，進而研判可燃物的燃燒面積，燃燒物品的成分；或許仍無法研判燃燒的物品是沙發、地毯或是洩漏的油料等，但火調人員仍應儘可能蒐集資料，以做為估算和  $H_c$   $\dot{m}''$  的值。

最常被運用於估算居室(compartment)達到閃燃時所需的能量的方程式，有  $Q=610[h_k A_i A_o H_o^{1/2}]^{1/2}$  (MQH)； $Q = 7.8 A_i + 378 A_o H_o^{1/2}$  (Thomas)； $Q = 750 A_o H_o^{1/2}$ 。這 3 個方程式均含有很多的參數， $Q$  = 能量/熱釋放率， $A_i$  = 居室內部的總表面積( $m^2$ )  $A_o$  = 開口面積( $m^2$ )； $H_o$  = 開口高度(m)； $h_k$  = 熱傳導常數( $kW/m^2 \cdot K$ )。火焰高度的計算亦有 3 個來自不同條件的的實驗公式可做為估算， $L_f = 0.23 Q^{2/5} - 1.02 D$  (Heskestad - pool fire)； $H_f = (0.174kQ)^{0.4}$  (Alpert and Ward - NFPA 921)； $Z_f = 0.20Q^{2/5}$  (McCaffrey)。然 Alpert and Ward 的方程式是唯一可以計算火在房間中央、角落或靠牆邊的火焰高度的公式。

火調人員對於火災熱釋放率、火焰高度等數據除了可以透過前列的方程式進行演算外，更可利用現有已開發完成的計算工具進行估算，故火調人員對於這些工具應該熟悉並能運用於實際案例中，這實用的軟體分述如下：

1. CFI 計算軟體：為免費軟體，由 CFI trainer.net 所開發，CFI trainer.net 為 IAAI 的教學網站，亦為非營利之網站，該軟體可由網路免費下載，下載後可輸入相關參數後，即可得到熱釋放率的數值，如圖 5。




圖 5 CFI 計算軟體，可用於計算熱釋放率。

2. 火災動力學工具程式：該工具程式為附掛於 EXCEL 的工具程式，為 Nuclear Regulatory Commission 所開發的免費工具程式，亦可由網路免費下載，其可計算的數據包含熱釋放率、火焰高度、燃燒時間、引燃時間、偵測器作動時間、火羽流的溫度、熱通量、上層的溫度、煙的可見度、火災成長及閃燃所需的能量等，其操作方式如圖 6。

**CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE IN A ROOM FIRE WITH DOOR CLOSED**  
Version 1805.0

The following calculations estimate the hot gas layer temperature in enclosure fire with door closed. This method assumes that compartment has sufficient leaks to prevent pressure buildup, but the leakages are ignored. Parameters in **YELLOWCELLS** are Entered by the User. Parameters in **GREENCELLS** are Automatically generated from the DROP DOWN MENU for the Material Selected. All subsequent output values are calculated by the spreadsheet and based on values specified in the input parameters. This spreadsheet is protected and secure to avoid errors due to a wrong entry in a cell(s). The chapter in the NUREG should be read before an analysis is made.



**INPUT PARAMETERS**

**COMPARTMENT INFORMATION**

Compartment Width (w)	16.00	4.87 m
Compartment Length (l)	15.00	4.57 m
Compartment Height (h)	10.00	3.05 m
Interior Lining Thickness (t)	12.00	0.304 m
Ambient Air Temperature (T <sub>a</sub> )	77.00	25.00 °C / 77.00 °F

**AMBIENT CONDITIONS**

Specific Heat of Air (c <sub>p</sub> )	1.00	kJ/kg-K
Ambient Air Density (ρ <sub>a</sub> )	1.18	kg/m <sup>3</sup>
Volume of the Compartment (V)	2250.00	m <sup>3</sup>
Mass of the Gas in the Compartment (m = V × ρ <sub>a</sub> )	73.47	kg

**THERMAL PROPERTIES OF COMPARTMENT ENCLLOSING SURFACES**

Interior Lining Thermal inertia (k√ρ)	2.9	kJ/m <sup>2</sup> -K <sup>0.5</sup> -sec
Interior Lining Thermal Conductivity (k)	0.0216	kJ/m-K
Interior Lining Specific Heat (c)	0.75	kJ/kg-K
Interior Lining Density (ρ)	2400	kg/m <sup>3</sup>

**THERMAL PROPERTIES FOR COMMON INTERIOR LINING MATERIALS**

Material	k√ρ (kJ/m <sup>2</sup> -K <sup>0.5</sup> -sec)	k (kJ/m-K)	c (kJ/kg-K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
Aluminum (pure)	500	0.206	0.895	2710
Steel (0.5% Carbon)	197	0.064	0.465	7850
Concrete	2.9	0.0016	0.75	2400
Brick	1.7	0.0008	0.8	2600
Glass, Plate	1.6	0.00076	0.8	2710
Brick/Concrete Block	1.2	0.00073	0.84	1900
Gypsum Board	0.18	0.00017	1.1	960
Plywood	0.16	0.00012	2.5	540
Fiber Insulation Board	0.16	0.00053	1.25	240
Chipboard	0.15	0.00015	1.25	800
Aerated Concrete	0.12	0.00026	0.96	600
Plasterboard	0.12	0.00016	0.84	960
Calcium Silicate Board	0.098	0.00013	1.12	700
Alumina Silicate Block	0.036	0.00014	1.0	260
Glass Fiber Insulation	0.0015	0.000037	0.8	60
Expanded Polystyrene	0.001	0.000034	1.5	20

**FIRE SPECIFICATIONS**

Fire Heat Release Rate (Q)	600.00	kW
Time after ignition	120	sec

**METHOD OF BEYLER**

Reference: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3<sup>rd</sup> Edition, 2002, Pages 3-100

$$\Delta T_g = Q K_2 / K_1^2 (K_1 + t + e)^{-2} \exp^{-K_1 t}$$

Where  $\Delta T_g = T_g - T_a$  = upper layer gas temperature rise above ambient (K)  
 $T_a$  = ambient air temperature (K)  
 Parameter  $K_1 = 2 (0.4 / k \rho c) / m c_p$   
 Parameter  $K_2 = Q / m c_p$   
 $k \rho c$  = interior construction thermal inertia (kJ/m<sup>2</sup>-K<sup>0.5</sup>-sec)  
 $m$  = mass of gas in the compartment (kg)  
 $c_p$  = specific heat of air (kJ/kg-K)  
 $Q$  = heat release rate of the fire (kW)  
 $t$  = exposure time (sec)

Calculation for Parameter  $K_1$   
 $K_1 = 2 (0.4 / k \rho c) / m c_p$   
 $K_1 = 0.0101 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$

Calculation for Parameter  $K_2$   
 $K_2 = Q / m c_p$   
 $K_2 = 7.950$

Compartment Hot Gas Layer Temperature, Compartment Door Closed  
 $\Delta T_g = Q K_2 / K_1^2 (K_1 + t + e)^{-2} \exp^{-K_1 t}$   
 $\Delta T_g = T_g - T_a = 934.10$   
 $T_g = 1011.10 \text{ °C}$

**Answer** = 919.10 °C / 1686.59 °F

圖 6 火災動力學工具程式

## 二、根本原因分析法應用於火災原因調查

根本原因分析法為本年度新增加之課程，其主要目的為訓練火災調查人員以原因分析法做為火災原因調查之工具，以匡正火災調查人員以是非題之方式進行調查工作，導致無法正找出火災發生之原因。本課程之主講人**Mark Galley**工程師 (Certified Reliability Engineer)。

根本原因分析法的目的為從根本找出解決問題的方法，及時阻止傷亡、失誤等再次發生。若是只解決表面的問題，則問題會一再發生。根本原因分析的概念為淺顯易懂，但它的應用則非常廣泛。例如影響因素、直接原因及間接因等名詞經常被用以更清楚的說明原因分析的結果。然而，這些用語經常在溝通時常會產生混淆或誤解。為了避免不必要的誤解，蒐集和整理資訊，對於整個調查工作是最重要的一部分。不管問題的複雜性，分析原因和影響時應以簡單為原則。利用原因分析法作為火災調查工具，具備有下列的優點：

- 1.5 個基本概念對於火災原因調查分析是非常有效率的
- 2.可避免原本很單純的原因和影響分析步驟被弄得過於複雜
- 3.危機在原因分析和當選擇解決方法間扮演重要的角色
- 4.可達到清楚且完整的記錄調查工作的 2 大目標
- 5.將複雜的案件以基本、中等或詳細的方式呈現。

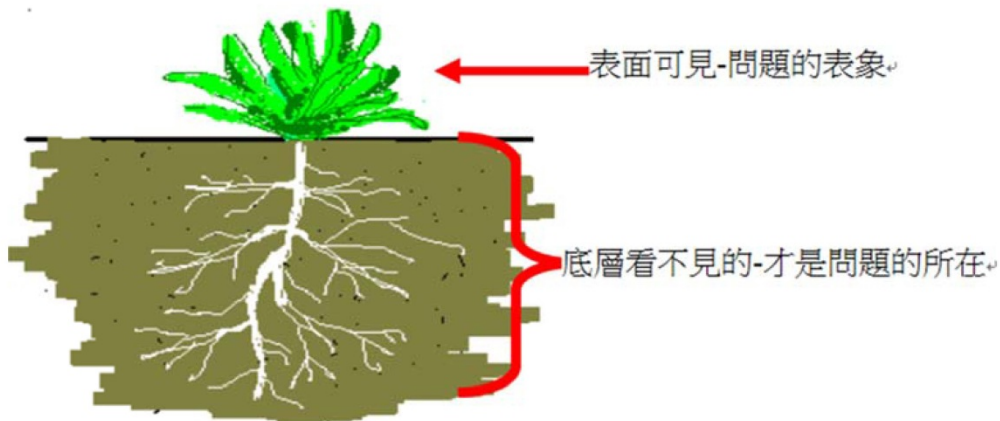
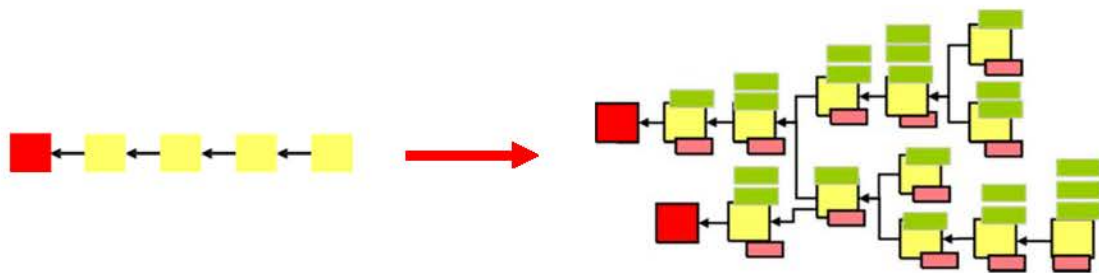


圖 7 原因根本分析法示意圖(資料來源:IAAI 2015 ITC)

如前所述儘量以簡單的概念進行分析，進行根本原因分析時可依下列 3 個步驟進行，如圖 8，分述如下：

1. 定義問題：以發生什麼問題、何時發生及在何處發生為開始，及所要達到之目的為何等。
2. 分析問題：此步驟主要為分析問題發生之原因為何，以簡單的流程為開始，如果必要時，可以再加入細節或證據。
3. 解決方法：此步驟主要為找到問題的解決方法，列出所有的解決方法，再選擇最好的解方法，再訂定具體的行動計畫。



**圖 8 根本原因分析法步驟(資料來源:IAAI 2015 ITC)**

在進行影響調查時必需要有 5 個基本概念：

1. 時間架構：過去所發生的為單一方向，必需注意是否有人為刻意掩飾該事故的發生，如圖 9。
2. 問題：問題可以參考單一因素或整個事件，但必需注意勿需花太多時間爭執誰是正確的。
3. 原因：每一個事件須要列出所有可能發生的原因，但常犯的錯誤為想把重要的原因從其他次要的原因中分列出來。
4. 預防：藉由減少危險因子以預防事故再發生。
5. 繪圖：清楚的剖析圖可以讓人清楚的了解問題所在。

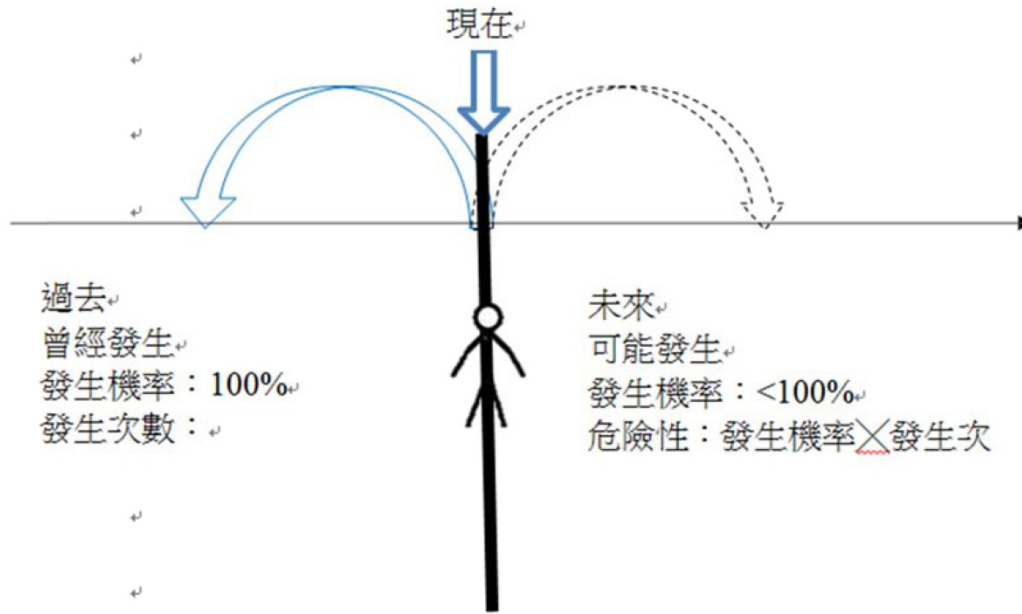


圖 9 時間架構圖(資料來源:IAAI 2015 ITC)

以鐵達尼號沈船事件原因調查為例，分析鐵達尼號沈船的原因，可能有船撞到冰山、船身進水、鉚釘脆弱、太晚看見冰山等可能性，其所造成的結果均為使鐵達尼號沈沒。接著進行原因和結果之分析時，則需分析各種原因為何會造成沈船，如圖 10。

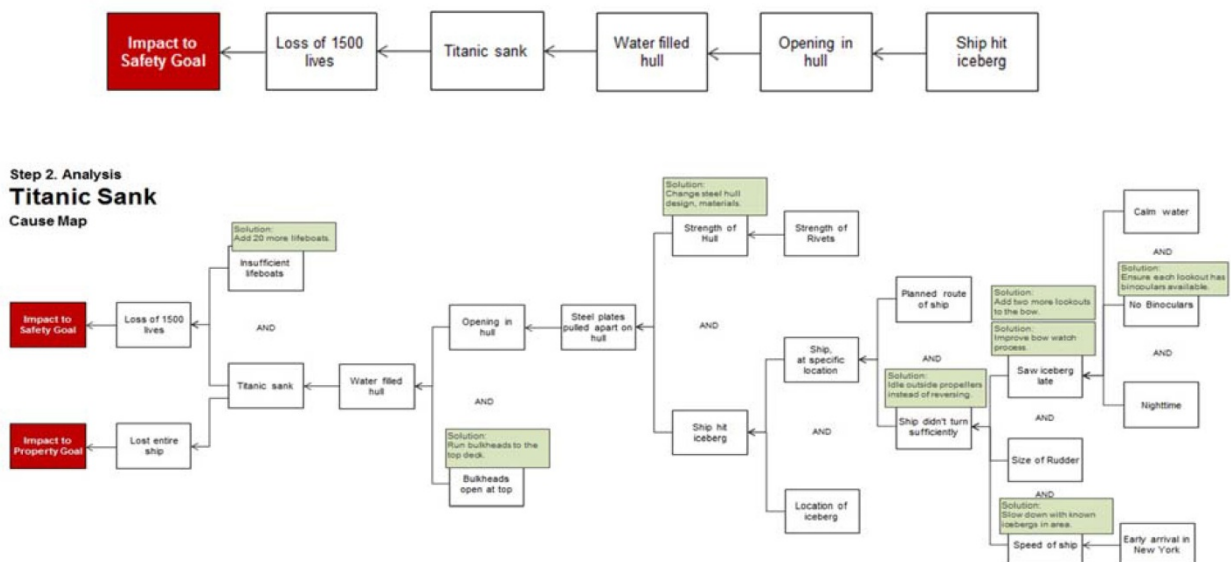


圖 10 以鐵達尼號沈船為例，進行根本原因分析(資料來源:IAAI 2015 ITC)



### 三、重大工廠火災調查技巧

本課程由 Richard J. Martin 博士擔任講座，為南加州大學的兼任教授，為經驗豐富的火災調查人員，自 1999 年至今負責大約 300 件的火災案件。依據美國 2013 年火災統計資料，船舶車輛火災、建築物火災、商業建築火災、工業(工廠、礦業、製造業)火災及其他等 5 大類，其中工業火災次數比例低於 1%，但每件火災的平均財物損失卻遠大於其他類的火災案件，如圖 11。

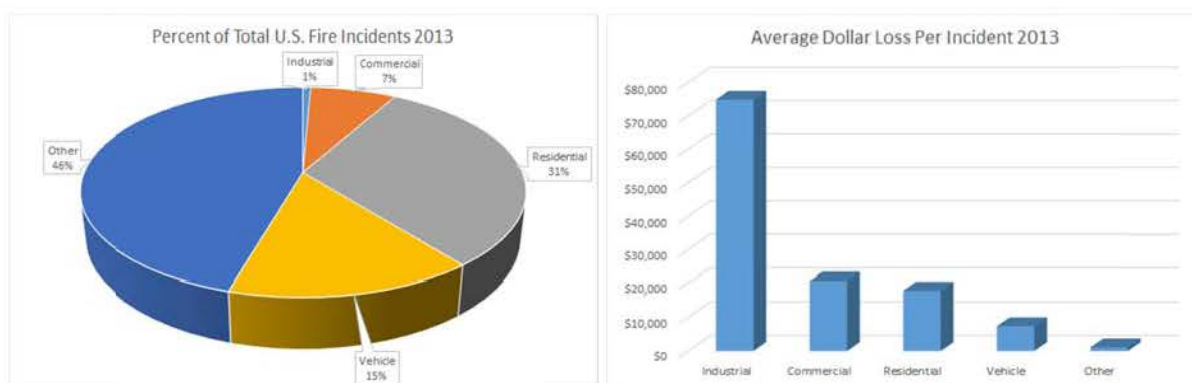


圖 11 2013 年美國火災發生次數及損物損失情形(資料來源:IAAI 2015 ITC)

依據工廠所需廠房設備及製程之生產設備，表 4 所列為工廠中可能與火災發生有關之設施，如熱作業的焊接、電焊等可能為火災之引火源。表 5 所列則為工廠相關設施所需依循之規範或標準，可作為火災原因調查時，驗證工廠之設施是否符相關之安全規範。工業中所使用之原物料具有危險性，表 6 所列为特殊化學火災危險物品，於調查製程中原物料與起火原因之關聯性，亦需研判原物料本身之化性。

表 4 在工業火災中與火災發生有關的工業設備

液體儲槽及輸配管路 如液體、液化氣體、管路、幫浦及空壓機	製程中的原物料 石油製品、化學品、金屬、塑膠，爆炸物、木材及食品
---------------------------------	-------------------------------------

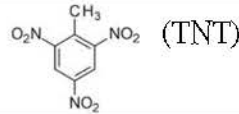

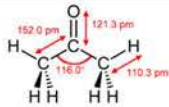
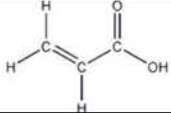
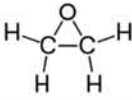
固體儲槽及輸配管路 筒倉、皮帶輸送機、氣動輸送機、叉鏟車、其他車輛等	生產設備 破碎、製粉、表面處理、鍍膜、鑄模、液壓及馬達等生產設備
加熱設備 高溫爐、烘箱、鍋爐及流體加熱器	熱工作業 焊接、銅焊、錫焊、切割及研磨
空氣污染控制設備 焚化爐、熱氧化、靜電除塵器、除塵器、袋式除塵器	化學反應器 提煉、合成、結晶、氣相沉積、分批、連續、流化床、分離、攪拌機

表 5 工廠設施之相關規範及標準

工作範圍	規範及標準
液體儲槽及輸配管路	NFPA 30: Flammable & Combustible Liquids Code NFPA 54: National Fuel Gas Code NFPA 55: Compressed Gases and Cryogenic Liquids Code NFPA 58: Liquefied Petroleum Gas Code
固體儲槽及輸配管路	NFPA 430: Code for Storage of Liquid and Solid Oxidizers NFPA 484: Standard for Combustible Metals NFPA 495: Explosive Materials Code NFPA 652: Standard on Combustible Dusts
加熱設備	NFPA 85: Boiler and Combustion Systems Hazards Code NFPA 86: Standard for Ovens & Furnaces NFPA 87: Recommended Practice for Fluid Heaters
空氣污染控制設備	NFPA 82: Standard on Incinerators and Waste and Linen Systems and Equipment NFPA 86: Standard for Ovens & Furnaces (Ch.10 - Thermal Oxidizers) NFPA 91: Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors, Gases, Mists, and Particulate Solids (Ch. 7 - Air Material Separators)
製程中的原物料	NFPA 61: Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities NFPA 122: Standard for Fire Prevention and Control in Metal/Nonmetal Mining and Metal, Mineral Processing Facilities NFPA 497: Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas NFPA 499: Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas NFPA 654: Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions

工作範圍	規範及標準 from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids NFPA 664: Standard for Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities
生產設備	NFPA 33: Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials NFPA 34: Standard for Dipping, Coating, and Printing Processes using Flammable or Combustible Liquids NFPA 70: National Electrical Code NFPA 79: Electrical Standard for Industrial Machinery
化學反應器	NFPA 36: Standard for Solvent Extraction Plants NFPA 318: Standard for the Protection of Semiconductor Fabrication Facilities NFPA 400: Hazardous Materials Code
熱工作業	NFPA 51B: Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work NFPA 326: Standard for the Safeguarding of Tanks and Containers for Entry, Cleaning or Repair

表 6 特殊化學火災危險物品

震動敏感性化學物質	三硝基甲苯  (TNT)
自熱性物質	活性炭
高可燃性固體	硝化纖維 
極易燃之液體	丙酮 
易發生爆炸性分解之物質	乙炔
容易產生聚合熱之物質	丙烯酸 
燃燒範圍非常寬的氣體(空氣中)	環氧乙烷 (3-100%) 

美國化學安全委員會(CSB, Chemical Safety Board)，為獨立的調查單位，主導

工廠事故原因調查分析，常見的致災原因有安全管理系統的問題、工廠設備失效、人為因素及無法預料的化學反應。美國國會成立化學安全委員會(Cheical Safety Board, CSB)之目的，並非要其訂定法規，而是要其能針對每一工廠事故提出建議，故 CSB 的調查結果，可以審視相關法規的有效性，CSB 對每個案件大約需要 6 至 12 個月才能完成案件的調查。

工廠火災或爆炸事故特性為造成多數的人員傷亡、高財物損失、大量的可燃物或爆炸性物質及人為失誤是可以事先預防等。而在進行工廠火災調查時所依賴的是燃燒痕跡的分析、關係人訪談、電氣跡證，現場殘留監視畫面、公司相關文件、比對樣品測試、物料性質分析、製程紀錄及物質安全資料表等內容，而對這些內容的調查必需參照 NFPA 921 的相關規定。當起火處沒有電線也沒有明火存在時，火災調查人員需考慮多少種引火源的可能性呢？如靜電放電、過熱、灰燼、白熾燈火花、冷卻不足、自燃性物質洩漏、自熱或自燃、製程錯亂、摩擦、碰撞、物料不相容、雷擊及化學反應失控等因素。因此，火災調查人員需以系統化的方法進行複雜的工廠火災事故調查，方可得到正確之調查結果。表 7 為主講者所設計之火災調查九宮格，為一系統化且具邏輯性的調查技巧。

**表 7 火災調查九宮格**

火調人員工具箱	跡證	對照	訪談
火災現場	現場燃燒痕跡	影像資料	目擊者證言
火災前之歷史	時間軸	設計文件	員工
火災後之分析	標準規範	比對品	專家

火災調查九宮格依時間序將火災事故分為火災前、火災時及火災後等 3 個時段，再將各時段所能蒐集的資料分為跡證、對照及訪談等 3 個部分，故發展出 9 個區塊，分述如下：

1. 現場燃燒痕跡：在火災現場中的燃燒痕跡有燃燒最低點、V 型燃燒痕跡、

熱煙氣流的燃燒痕跡、碳化深度、保護區域、殘跡的層次分佈、爆炸殘跡分佈圖等。

2. 影像資料：則最好能取得火災事故前工廠的照片、現場的監視影帶、電視新聞鏡頭，其他調查人員的照片資料、攝影資料、影帶定格分析(分析爆炸傳播速度)。
3. 目擊者證言：要蒐集的資料包括起火處、時間次序、事故發生次序、聽覺及嗅覺的發現、火焰及煙的顏色、感覺火的傳播速度及消防人員抵達現場時觀察到的情形及作為。
4. 時間軸：則需釐清目擊者所描述事件的次序、以往的製程數據資料、監視影帶上的時間，911 報案電話時間、採購記錄、事故前的維修記錄、時間和相關動作的分析；及出火時間點等資料。
5. 設計文件：製程、機械、電氣設備、控制及消防設備等設計圖、製程的危險分析、操作及保養手冊、梯形邏輯(Ladder logic)等。
6. 員工資訊：操作日誌、保養日誌、採購合約、合作供應商、標準操作程序、事故記錄、以前的火災事故資料。
7. 標準規範：1.設備安全標準：安全要求標準、試車標準、保養標準、校正及量測標準、OSHA 規範。2.物料性質標準：火災延燒燒、閃火點及自燃溫度。
8. 比對樣品：如開關、儀器、燃燒保護裝置、邏輯控制器、在車隊車輛、同時購買的大型系統且並聯操作。
9. 專家：電機工程、化學工程、金相、空調工程、機械工程、化學、消防工程、X-光技術及測試領域。另外有一些專業人員亦可提供火災或爆炸調查的技術支援，如縱火偵查犬、促進劑檢測犬、航拍攝影師、汽車系統專家、生物力學工程師、燃燒痕跡專家、化學家、控制系統工程師、爆燃模擬專家、電氣工程師、槍支爆炸物專家等專家。

主講人以實務案例套入火災調查九宮格中，將 9 個項目所得的結論綜合，即可得到火災調查之結論，可將複雜的工廠火災調查工作，以系統化及邏輯的方式進行，不致遺漏重要細節。

案例：高壓電引燃濕塑料火災案

火災現場為有良好的回收設施的工廠，設置有高溫爐、並安裝有全新的空氣污染控制系統，以去除從高溫爐排氣系統排放的微粒，即為濕式靜電除塵器

(WESP)；除塵器為玻璃纖維外殼，且有洗滌器噴霧以保持內部物質的表面濕潤。在試運行 1 週後，大火燒掉大部分的新設備。圖 12 上為 WESP 火災前及後之比較，編號 4 之後的排氣管均燒失，煙囪更是完全燒失

髒空氣由 WESP 的底部進入後往頂端吹送，洗滌液由上往下噴，沖洗噴嘴從去除除霧器和 ESP 收集器上的微粒子，洗滌噴嘴向下噴灑在塑料包裝上，洗滌液則彙集於設備底部的彙集槽，再經過過濾器後再回收，如圖 13。



圖 12 上為火災前、下為火災後，4 號及 5 號的排氣管燒掉，煙囪則被燒至底部  
(資料來源：IAAI 2015 ITC)

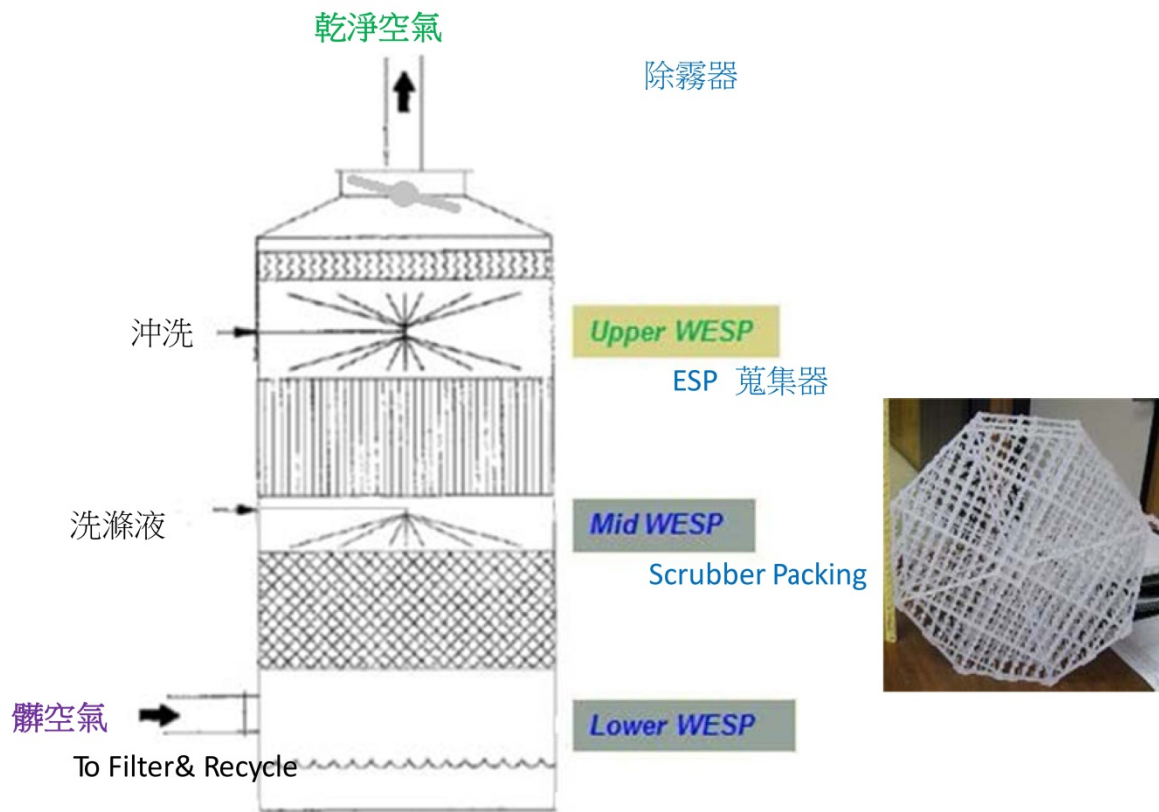


圖 13 WESP 構造和運作原理(資料來源：IAAI 2015 ITC)

因燒燬之 WESP 為新裝機之設備，試運轉 1 週後即發生火災，另由現場之監視影帶發現最先起火位置在煙囪的底部，如圖 14，但 WESP 4 和 WESP5 亦受燒燬，再勘察 WESP 4 西側牆面的塑膠先被引燃等現象，如圖 15。因此進行這個案件之調查時，需要釐清下列的問題：

1. WESP 為新設置的，究竟出何問題？
2. 高溫爐內的灰燼是否會跑出來，而引燃 WESP 外殼的玻璃纖維？
3. WESP 構造有使用水，為何火勢仍會蔓延？
4. 高電壓系統和可燃物之間有隔離，有何可燃物可被其引燃？
5. 可否由下風處先被引燃？並且快速的往回燒及延燒？
6. 燃燒的位置在第 4 和第 5，為何不是 1、2 或 3？



圖 14 由監視器影像發現火煙最先出現的位置在煙囪的底部(資料來源:IAAI 2015 ITC)



圖 15 WESP 4 西側牆面塑膠先被引燃(資料來源:IAAI 2015 ITC)

其發生的原因為設備的玻璃纖維及塑膠並未添加阻燃劑，再加上 WESP 運作時，為能達到淨化空氣之目的，將進入處理設備的髒空氣電離，其粉塵、油滴等帶電荷，且其有水洗的過程，因水有導電性，故電力系統透過水和除霧器間導通，故高電流先使水分蒸發，再產生電弧引燃塑膠，接著被引燃的是 WESP 4 西側的牆面，因為玻璃纖維無添加阻燃劑，故火勢很快漫延開，燒出 WESP 4，進入管道和煙囪。然後外面最先發現火勢是位於煙囪，並不是在 WESP 4，此乃因為空氣的稀釋，使排氣管保持在比較低的溫度，直到排氣管內之溫度高於 70°C 時，排氣管的塑膠才開始熔化燃燒。如果 WESP 的外殼機械性能符合規範要求，則



火勢應該會在 WESP 4 內自然熄滅。

#### 四、閃燃後仍留存之起火處的燃燒痕跡

燃燒痕跡類型，如燒失情形、碳化程度、剝落情形、氧化程度、變色情形及熔化情形、熱膨脹及變形程度、煙及碳粒子沈積、燒白情形、玻璃顏色變化、倒塌方向及人員死傷狀況等，均能應用火災延燒路徑研判之用。

與火災原因相關的燃燒痕跡，依 NFPA 921 (§6.3.2.1)所述，火災初期的火羽流所產生的燃燒痕跡，係因火災初期形成的火羽流為 3D 立體的形狀(錐形)，當其被二維的平面截斷後，在平面所留下的痕跡，可分為 V 型燃燒痕跡、倒圓錐形燃燒痕跡、沙漏形痕跡及 U 形燃燒痕跡、箭頭形燃燒痕跡及圓形燃燒痕跡等。

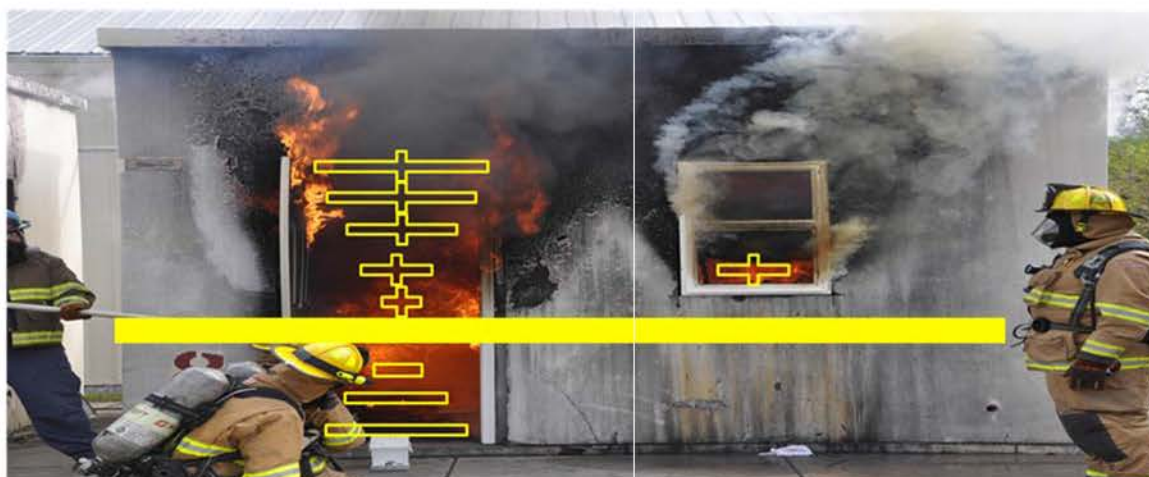
分析居室內的火災燃燒痕跡時，必須要考量與火場通風關係，火災現場所需要的氧(空氣)從何處來?空氣的流動方向?空氣能進入的最深之處?亦需考慮流動的方向和速度。這一切都和火場燃燒時通風有關，然而隨著火災的成長和發展，空氣流動的方向和速度會隨著改變。當火災快接近閃燃時，空氣流量將會完全不同，即是低速移動的空氣向小火靠近後變成高速的氣流向通風開口宣洩出去。所以通風會造成燒損情形嚴重和燃燒痕跡，故燃燒痕跡的解釋非常重要，若能適當的分析解釋燃燒痕跡，對於起火點的研判非常有幫助。

鑑於對火災現場閃燃後燃燒痕跡之研究文獻很少，主講人美國 ATF 科長 Steven J. Avato 和火災調查人員 Chad Campanell，以大量的實際燃燒實驗所產生的燃燒實驗，配合不同的實驗場景及引火方式，以檢視起火處之燃燒痕跡於閃燃後，是否能殘留於火場中，以提供火災調查人員分析火場燃燒痕跡，研判起火處之依據。

在火災初期時，燃燒處於自給自足的狀態，形成煙和熱氣層擴展開來，鄰近

的空氣被引入，接著火焰引燃鄰近的可燃物及影響相鄰的牆面。當形成的煙和熱氣層形成中性帶時，在中性帶以上是屬於高溫及排氣口，中性帶以下則是溫度較低，為新鮮空氣的進氣口。

閃燃前的燃燒特徵為火焰高度升高，且將熱傳導進入煙和熱氣層，熱能傳遞到整個房間，空氣從房間離火焰較遠的區域和房間外被引入的速度持續增加中。進氣的速度增加，乃因為燃燒空間需要維持平衡，當煙層下降後進氣口的面積減少，所以進氣的速度必需增加，以補償進氣口面積減少的損失。當進氣的速度達到最快時就會進入閃燃階段，會有氣流產生變化、空間內的煙和熱氣層、可燃物均被引燃等現象。當更多的可燃物釋出，煙和熱氣層、中性帶下降，進氣口減少，通風氣流轉變為遠離起火區域之處。通風氣流轉移至能有最大進氣量的開口，這個位置通常位於門口(最低的進氣口)，以能維持最佳燃燒效率，如圖 16。



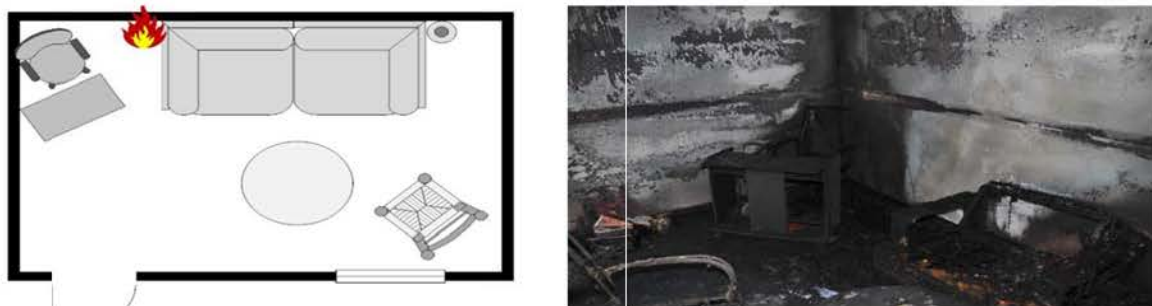
**圖 16 閃燃時居室之燃燒之進排氣行為(資料來源：IAAI 2015 ITC)**

閃燃後：新鮮空氣可以更深入燃燒的空間內(通常是垂直於通風開口)，通風熱氣流可能會在進氣通道的可燃物或牆上留下燃燒痕跡。當整個居室進入閃燃後，在新鮮空氣進入居室的通風通道上會有燒白的燃燒痕跡留下來，如圖 17。



**圖 17 閃燃後通風氣流所留下之燃燒痕跡(資料來源：IAAI 2015 ITC)**

燃燒痕跡的形成是因為最先起火的燃料位於牆的附近或緊靠牆，由燃燒痕跡的方向性可以確定起火點的位置，牆壁上的石膏板會形成局部受燒鈣化特別嚴重的情形。當起火燃料為低熱釋放率時，同樣會在起火處的牆上留下起火處的特殊燃燒痕跡，縱使整個火災現經過閃燃，這些燃燒痕跡仍可以看得到，實驗中也發現，在模擬燃燒的房間牆附近同樣擺放燃料包(fuel package)，相對的牆面同樣會有受燒、煙及熱所造成的損害，但並不會在相對的牆上留下和起火點相同的燃燒痕跡，造成混淆。當起火處位於閃燃後通風的通道時，其起火點的燃燒痕跡可能會被閃燃後的燃燒痕跡遮蔽，如圖 18。



**圖 18 起火處位於通風通道所留下之起火點燃燒痕跡(資料來源：IAAI 2015 ITC)**

## 五、高起火點之燃燒型態

本主題之主講人為 Steve Carman，Steve 是由 ATF 退休之火災調查人員，具有 ATF-CFI 及 IAAI-CFI 認證資格，長年致力於閃燃後燃燒痕跡之研究。有鑑於火災模擬燃燒時，大部分的研究人員都將起火點設置在地板上或接近地板的位置，但是火災調查人員調查後所下的結論，可能將起火區域劃定在某個區域，起火源則可能是在某個桌上的電器用品或電源線起火所致。然而同一位置但不同高度起火處所形成的燃燒痕跡是否會相同呢，因較少有這個領域的研究文獻，故 Steve Carman 為這個領域的專家。

一般室內火災在發展過程中，在火災的初期時，燃料裂解所產生的熱氣流往上升，新鮮的空氣則由下方遞補進入燃燒區。然而以往的調查方式，只能將起火點方 X 及 Y 方向移動，很少研究起火點在 Z 軸方向之移動，當起火點不是位於地板或接近地板位置時，其新鮮空氣進入替代浮升熱氣流的逸入區(Entrainment Zone) 會有所改變，當煙層下降至火焰區時，逸入區消失，新鮮空氣則無法進入，火勢會慢慢變小，待煙層再上升時，新鮮空氣可以再進入時，燃燒才會再變大，如圖 19、20。

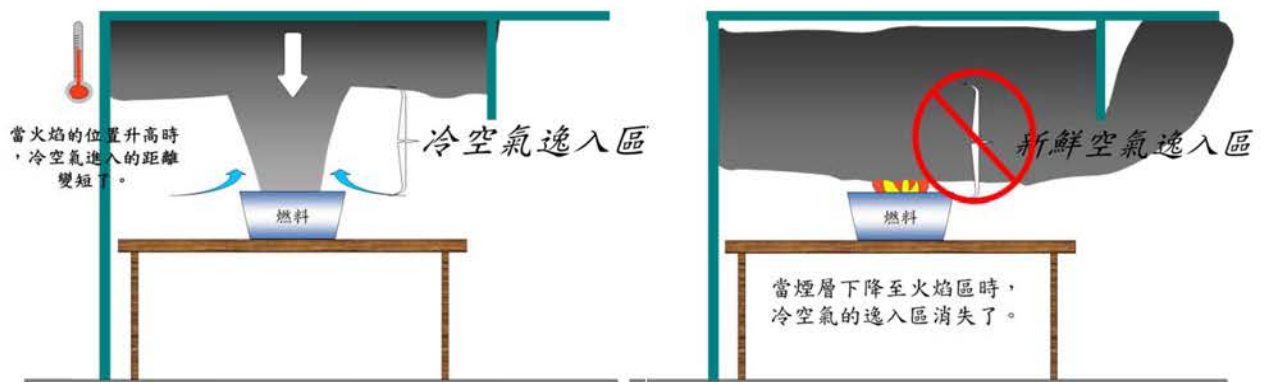
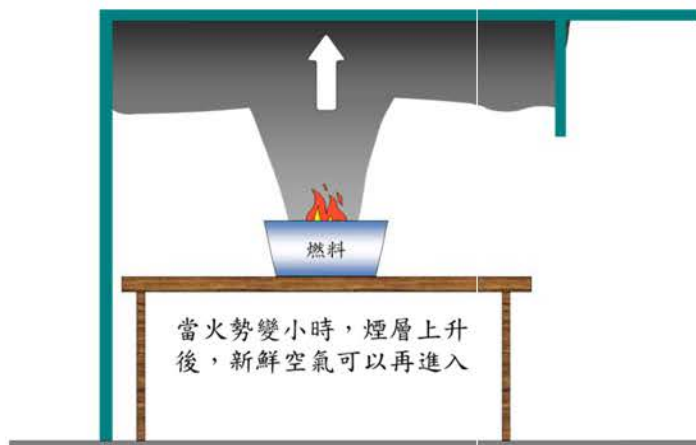


圖 19 圖左為高起火點的火災初期，圖右為煙層下降後新鮮空氣逸入區消失(資料來源：IAAI 2015 ITC)



**圖 20 高起火位置，當煙層上升後新鮮空氣可以再進入(資料來源：IAAI 2015 ITC)**

主講人先以實際案例說明高起火點之火災，該案為餐廳之洗衣間發生火災，起火建築物為一棟 2 樓建造約 70 年之老式商業建築，火災是由消防警報系統作動後報案，警方到達現場後，先看到 1 樓有白煙，2 樓的窗戶則已出現濃煙。警報作動後幾分鐘，火勢由 2 樓的窗戶燒穿屋頂，但消防人員在 2 樓卻未發現火，只有在閣樓發現有火。這間餐廳的洗衣間在 6 週內共發生 2 起自燃的小火災，其中 1 起是這次火災的前 2 天。現場調查後，發現起火處附近的捲筒式衛生紙還殘存，為能了解其燃燒機制，依據洗衣間的現場狀況進行火災模擬實驗，於起火處放置相同數量的衣服，下方則以一塑膠袋內裝碎紙模擬原放於該處的衛生紙。引燃衣物後，火勢開始發展，煙由門口竄出，接著火焰由門口竄出，2 分鐘後將火撲滅。由模擬燃燒現場之燃燒痕跡發現，燃燒室內之煙層位置只到桌面的高度，門口煙層的高度，對照之後約在桌面的高度，起火點下方模擬衛生紙的塑膠袋受燒後，亦殘留有未受燒之碎紙。而且整個燃燒過程中，火焰很快就由門口竄出，若依火災之發展，於整個燃燒室發生閃燃後，火焰才會由通風口竄出，但本模擬實驗，燃燒室尚未達到閃燃階段，火焰即由門口竄出。另一火災模擬實驗亦發現起火點位較高之位置時，可能會產生起火處未發生閃燃，而連接的房間卻發生閃燃的情形，如圖 21、22 及 23。

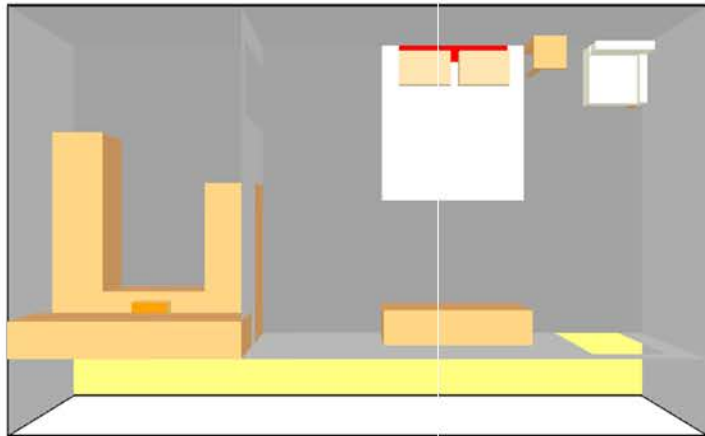


圖 21 模擬燃燒室配置情形，左側為廚房，右側為臥室(資料來源：IAAI 2015 ITC)



圖 22 起火處之廚房尚未發生閃燃(資料來源：IAAI 2015 ITC)



圖 23 位於起火處隔壁之臥室發生閃燃(資料來源：IAAI 2015 ITC)

## 六、模擬燃燒實驗

為使火災調查人員對於引火源與燃料之關聯性及起火機制，研討會中由 Jamie Novak 和 Cameron Novak 擔任主講人，現場進行模擬燃燒實驗，分為小型燃燒實驗及全尺寸的模擬燃燒實驗，實驗結果分述如下：

### (一)小型燃燒實驗

以微小火源(如煙蒂、切割火花)、熱表面(鎢絲燈炮)等作為引火源，模擬在何狀況下能引燃可燃物。例如將煙蒂丟棄於盆栽、垃圾桶等可引起火災，如圖 24，但可燃性液體之蒸氣(如汽油)，則無法由煙蒂、切割火花等引燃，甚至在汽油蒸氣中抽煙亦無法引燃汽油蒸氣。鎢絲燈泡置於棉絮中，燈泡表面的高溫會導致棉絮受熱碳化而產生自燃如圖 25。

亞麻仁油為乾性油，其可做為油漆之溶劑，本次實驗以亞麻仁油模擬乾性油之火災特性，當乾性油被毛巾類之多孔性材質吸附時，極易與空氣產生氧化而產生氧化熱蓄積，故若有擦拭乾性油之布類棄置於紙箱內時，極易因氧化熱蓄熱達到紙類之自燃溫度，而產生火災，如圖 26。



圖 24 煙蒂丟棄於盆栽、垃圾桶等可引起火災



圖 25 棉絮因鎢絲燈泡表面的高溫產生碳化



圖 26 亞麻仁油吸附於毛巾布上，會產生氧化熱。



對於設置於住宅中的獨立式偵煙探測器，於火災後如何研判其於火災發生時是否正常啟動，意即探測器是否有電。主講人以探測器進行實際模擬燃燒，實驗結果，發現探測器有裝電池時，則可以看到碳粒子，表示其於火災時有作動。另如果没有裝電池或沒電時，則探測器內無碳粒子附著，表示其於火災時並未作動，如圖 27。

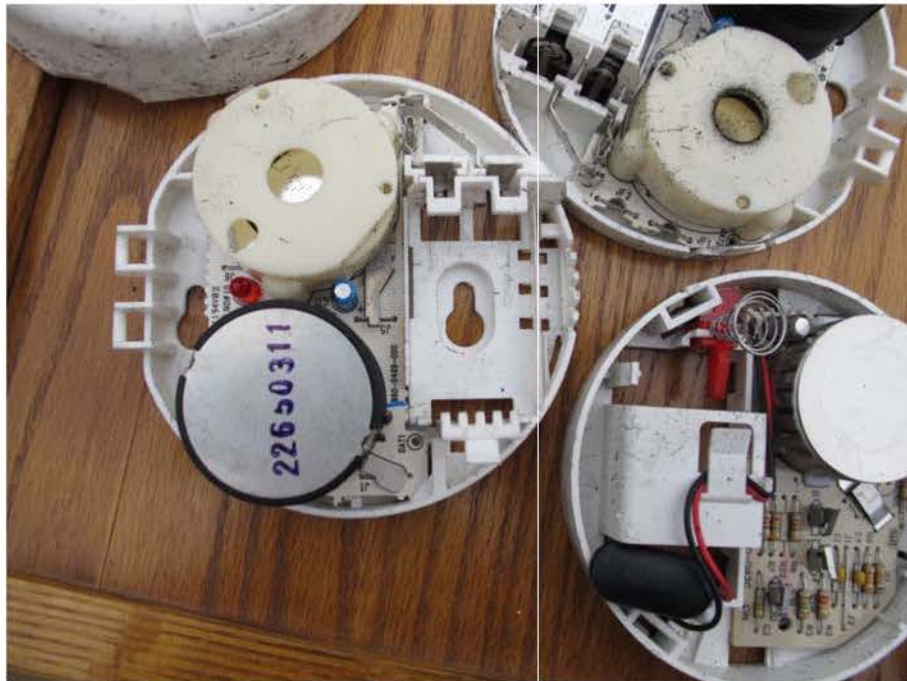


圖 27 獨立式偵煙探測器內有碳粒子附著表示其於火災時有作動

## (二)全尺寸模擬燃燒實驗

全尺寸模擬燃燒是以木板蓋一屋子，內牆部分使用石膏板，擺放回收之舊傢俱，於各個偵測點設置熱電偶量測火災時之溫度變化，由參加研討會之人員觀察火災由初期、閃燃、全盛期及衰退期，對於火災學有深刻之體驗，對於火災調查人員為很好之示範教材，如圖 28。



圖 28 全尺寸模擬燃燒實驗

## **肆、建議**

為提升國內火災調查技術能力及與國際火災調查人員經驗交流，本署為國際縱火調查協會會員，編列出國預算派員參加年會及其辦理之訓練研討會，經由多年來參加年會及訓練課程之心得，對國內火災調查技術之提升已有相當之助益，更能將每次參加年會之心得運用於火災調查工作上。由參加今年年會之心得，所提建議如下：

### **一、火災調查計算工具軟體應本土化**

本次年會介紹之火災調查計算工具，對於進行火災燃燒實驗頗有助益，然該計算工具均為英文操作模式，相關之參數為依照美國生活習慣所使用之物品；及建築構造所使用之建材所得之數據，若能將這些工具中文化，相關之實驗數據本土化，除可大大降低我國火災調查人員進行火災模擬實驗所需之時間及金錢，亦可提供消防搶救、火災預防之參考。

### **二、模擬燃燒實驗應納入火調班訓練課程**

本次年會課程中之實體模擬燃燒實驗，有小型之模擬燃燒實驗及全尺寸之模擬燃燒實驗，若能使火調人員對於燃燒能從開始燃燒至熄滅，以親眼所見之方式學習，定能增加學習之成效，至於全尺寸之模擬燃燒實驗更能應用於再現性燃燒實驗，故應於火災調查人員訓練課程中加入，以提升火災調查人員之新觀念及知能。

### **三、定期辦理火災調查國際研討會**

經由參加本年度研討會，會中主講人均為國際知名之火災調查專家，對於火災調查技術及經驗更是見多識廣，若能邀請至國內講課，定能大大提升我國火災調查技術。故邀集國內外火災調查專家針對國內外之重大案例辦理國際研討會，可使我國火災調查人員快速累積火災調查技術，更能增加火調人員之見地，由此可見辦理火災調查國際研討會之重要性，然近年由於年度預算編列吃緊，每年均

無法有預算經費辦理國際研討會，因而建議若在預算編列許可下，應編列辦理火災調查國際研討會之經費，不定期辦理國際研討會。