

明天與無常的征戰—

談民衆建立消防安全的防禦縱深概念

蘇崇輝

高雄第一科技大學環境與安全衛生工程系副教授

前言

「人間有情，水火無情」，這是寫在本文之前的一句話。任何意外造成民眾的死亡，對罹難者的家屬與朋友而言，都是一種長期的悲慟與思念。誠然在臺灣，多數民眾會以「最美麗的風景是人」而感到驕傲。然而，一個進步的社會，對於火災事故的防範，不可能是靠著「一命二運三風水、四積陰德五讀書」的宿命思維去面對它。對於無情的水火，民眾需要的是科學的方法去處置它，而講究人情義理的關說必須盡可能屏除。本文介紹美國核能管理委員會（NRC）針對建築物消防安全提出的防禦縱深概念，希冀對民眾的居住安全提升有所助益。

建築物火災在臺灣的危害性

臺灣發生火災事故的次數，相較於八十年代的每年一萬五千筆以上，去年（2014年）已經大幅降低至1,416筆，當中建築物火災事故比例約佔75%。這些都是政府與民間單位努力的績效，必須予以肯定。然而建築物火災事故、甚至有罹難者的報導，還是時有所聞。本文撰寫目的，將以期待建築物火災事故「損失最小化、零死亡」為目標，畢竟每一件災害，影響的層面至少是一個家庭。若能夠盡力減少一件，即是一件好事。

民眾經由媒體的傳播，對於一些大規模的災害往往會有比較深刻的印象。如果提到國外某地區發生大型地震或是引起大規模海嘯等災害報導，心裡可能會為之一震，或許腦中還會浮現出臺灣921地震當時的印象。在民眾腦海的「資料庫」、就是所謂的「意識」，這些代表的意涵就是死亡人數眾多的意外。

相對的，對一些看似不起眼的小規模意外，除非是民眾親身經歷，或有親戚好友曾經遭遇過，否則危險意識就相對比較不那麼強烈，同時也有可能會忽略它的危害性。美國研究風險的芝加哥大學經濟學教授李維特（Steven D. Levitt）曾描述，在美國，幼童每年在游泳池內溺斃的人數遠超過因玩槍而致死的結果，但美國大部分媒體的報導卻是會集中在槍擊案上，民眾因此也對槍擊案的印象較為深刻。

本文提供一個數據供參考。自1999年至2014年之間，臺灣火災事故造成民眾死亡的人數為2400餘人，這一數字也等同於1999年發生的921集集地震死亡人數。如同筆者所言，冰冷的數據背後，對當事者的親屬與朋友都是一種悲慟。無論如何，這代表著降低建築物火災對民眾的危害，必須投入的努力與資源，其實並不會亞於對天然災害的防範。也因此，筆者對於會苛扣消防人員數百萬、數千萬火場搶救裝備的政策，實在感到很難理解。

從火災事故統計資料的省思

表 1 為引用自內政部統計處整理的數據。資料包含自 2009 年至 2013 年全國與臺北市的火災發生次數及發生的原因。由於二十一世紀人們早就習慣於電器設備的使用，例如電燈、電視，還有手機充電設備等。加上人類具有愛恨情仇的天性，及一部分民眾難以戒除的抽煙習慣。以上三項的描述，恰好是造成臺灣發生火災事故的前三大主要原因：電氣設備火災、人為縱火，及菸蒂。如果這些原因不消失，那麼建築物火災的發生，在短期之間也將會是必然的現象。

如果再將「華人比較習慣於熱食」、「節慶典禮習慣釋放煙火做為慶祝活動」、「有人一時想不開而自殺」等因素納入，這些都會是造成火災發生的原因之一。

表 1、近五年全國與臺北市火災次數統計（按起火原因分）

年度	總計	人為縱火	自殺	燈燭	爐火烹調	敬神掃墓祭祖	菸蒂	電氣設備	機械設備	玩火	烤火	施工不慎	易燃品自燃	瓦斯漏氣或爆炸	化學物品	燃放爆竹	交通事故	天然災害	原因不明	其他
2009	2,621	294	39	18	104	48	347	846	70	24	4	64	5	37	8	35	11	3	66	598
	(251)	(41)	(7)	(6)	(18)	(1)	(32)	(96)	(3)	(1)	-	(4)	-	(4)	-	(3)	-	-	-	(35)
2010	2,186	274	25	16	96	52	167	742	51	28	3	46	4	21	11	31	22	3	18	576
	(236)	(33)	(5)	(3)	(19)	(1)	(34)	(90)	(2)	-	-	(5)	-	(1)	-	(4)	(2)	(1)	-	(36)
2011	1,772	185	22	8	78	42	103	640	54	34	2	45	3	28	5	24	17	-	18	464
	(177)	(16)	(1)	(1)	(15)	(1)	(18)	(88)	(3)	(3)	(1)	(3)	-	(1)	-	(1)	-	-	-	(25)
2012	1,574	205	38	9	76	47	131	508	57	24	5	38	6	26	7	31	15	1	14	336
	(137)	(17)	(3)	(3)	(13)	(1)	(19)	(61)	(1)	(1)	-	(4)	-	(2)	-	(1)	-	-	-	(11)
2013	1,451	210	19	11	63	42	135	508	41	12	5	35	7	26	11	15	15	1	17	278
	(142)	(15)	(2)	(1)	(10)	-	(16)	(78)	(1)	(1)	(1)	(2)	-	(2)	-	-	-	-	-	(13)

*藍色字體為全國統計數據，(紅色字體) 為臺北市統計數據

引用自 2015.1 內政部統計處

與亞洲鄰近已開發國家的日本做比較，參考 2014 年日本總務省消防廳對火災事故原因的調查，前三大原因分別為縱火事故（包含疑似縱火）、菸蒂、爐火。日本民眾與臺灣的生活方式與飲食習慣差異並不算太大，這也是臺灣民眾習慣到日本旅遊的原因之一。但值得省思的是，為何發生火災的主要原因會有部分程度的差異？當中是否隱含了某些因素存在？在稍後防範策略的說明時，會再針對這部份進行詳細的討論。

對於內政部統計處的資料，有一項比較弔詭的數據是：如進一步分析臺灣民眾因火災造成死亡的機率（如圖 1），可以發現近十年來此項數值並未有降低的趨勢。由資料顯示，可發現不少罹難者的事故地點，不一定是在消防機關列管的大型公共場所或高層建築物之內。此項數據趨勢代表著在目前的社會，建築物發生火災事故的次數已明顯地降低；然而一旦不幸成災，將極有可能會造成人員不幸的傷亡。而白話一點的說法就是：沒事就沒事，一旦有事就會出人命。同時，這也代表著對建築物火災事故的防範，不可大意，否則隨時會有造成悲劇的可能性。

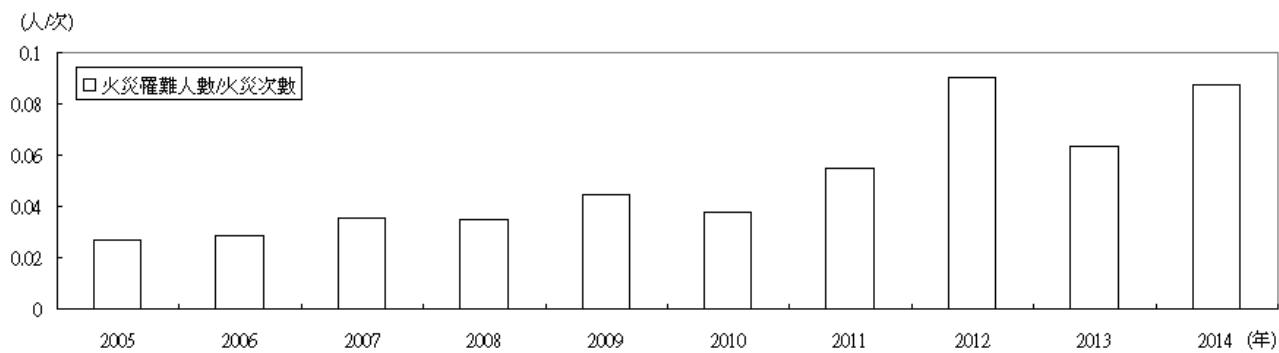


圖 1、火災罹難人數/火災次數分析圖

火災事故的防禦縱深概念

由於燃燒具有擴展蔓延的特色，A 住戶的房屋一旦起火，除了造成自己的損失外，還會波及、延燒到隔壁鄰居 B、C 住戶的房子。對 B、C 住戶而言，無疑是生命財產受到嚴重的侵犯，這是世界各國公權力必須強勢介入消防安全的原因，以避免由個人問題衍生出社會問題。

火災發生的可能對象，不會僅限於一般民眾。火災事故也曾經困擾過一些公眾人物，例如著名國際的舞蹈表演團體、國內家喻戶曉的掌中戲表演團體，或是名主持人也是名律師等人，他們都曾不幸遭遇過回祿之災。甚至在古代時期，王安石、蘇東坡即曾針對遭遇過火災而寫下詩句。至於國外，就算是戒備森嚴的美國總統辦公所在地的白宮辦公樓群，也曾發生過火災事故。這也驗證了火災確實具有教科書上所寫的特性：成長性、不定性、偶發性。筆者相信，應該沒有人會自信自己一輩子不會遭遇到火災吧？

既然建築物火災事故在未來顯然是無法完全杜絕的，人人都有機會遇到，但發生的時間卻是自己無法完全掌控，這時民眾該如何去面對？能否做點什麼防範措施？本文介紹全球針對建築物火災安全防範十分嚴格的美國核能管理委員會（The Nuclear Regulatory Commission, NRC）所提出的消防安全防禦縱深概念（如圖 2）。此一概念歷經多年，已被證明是一種有效的方式，並確保核能電廠建築物未曾因火災事故而發生意外。



圖 2、建築物消防安全防禦縱深策略

策略的首要步驟，就是「不要讓火災發生」。近年來各種針對消防安全的法規逐一頒布，如對相關要求稍做探究，當中的一項精神就是不讓建築物內部發生火災。即使偶爾有火花產生，也絕不會讓星星之火擴大成嚴重的災害。例如對於電器產品的安全認證、室內配線線材的要求，窗簾布幕防火性能的限制等。八十年代初期的火災事故，像是衛爾康餐廳、天龍三溫暖、自強保齡球館等火災事故，動輒數十人死亡，原因之一即為對室內裝潢材料的易燃性未加限制。近幾年內發生的一起 PUB 事故，不但人員在室內點燃煙火，還在 PUB 內使用大量泡棉。當不慎有火星產生，火勢便會一發不可收拾。

其次，就是當建築物發生火災後，要「立即得知、立即撲滅」，避免釀成的可能。實務上，就消防防災觀念而言，在建築物內早一點偵測到發生火災，具有很重要的意義。在都會區開車上班的民眾早晨出門前都會知道，若在尖峰時刻晚個十分鐘出門，經過塞車後的結果可能就會是晚二、三十分鐘到公司。相同的，如在發生火災後，人員遲了十分鐘知曉，可能的結果就是遭遇到更大的火勢，導致逃生的困難度提高，花費更長的時間避難，甚至不幸葬身火場之中。目前消防單位已經逐步推動民眾在建築物內安裝獨立式的火警探測器，以便早期偵測到火災的發生，就是這個原因。

在這個階段，偵測到火災後盡早將火勢撲滅，也是非常重要的一點。滅火器、自動撒水設備與室內消防栓便扮演這項功能。由於火勢成長的趨勢，會與時間的平方成正比關係。越晚撲滅，滅火的困難度會越高。這也是臺北市捷運公司在車廂內張貼標示提醒民眾：當發現火災後，首要的動作是「滅火」，然後再進行通報或其他的動作。筆者比較納悶的是，大多數民眾在就學或就業期間未曾被要求學習類似的器材操作訓練，要如何能期待每個人都會使用這些滅火設備、然後「第一次使用滅火器就上手」？難道是要賭賭運氣、看會不會剛好有人會操作？

對於防禦火災的危害，第三道防線為「侷限火勢，不讓延燒範圍擴大，避免危及人員、財產，與建築物的結構」。這是當火災發生後，若不幸地發覺時間較晚、導致無法立刻將火勢撲滅，這時就要讓火勢在一定的時間內侷限在某個區域，不能讓燃燒現象擴大到其它區域，以利爭取內部人員逃生，及外部救援人員進入滅火的時機。因此，法規對於建築物的防火時效、耐火特性等都有一定的要求。對於一些公眾場所、具有使用火源的餐廳或高層建築物，更有一些嚴格的規定。這些都是在進入到第三道防禦階段時，必須的防範措施。

反觀目前民眾遇到的狀況是，某些民眾未經主管建築機關審查許可並發給建築及使用執照，即擅自建造及使用頂樓違建，或進行夾層、隔間的施工，結果不幸因火災造成死亡事故。由上述防禦策略的分析可以得知，這些建築物多以鐵皮，或木板進行簡易的隔間。當室內失火而來不及撲滅，根本無法將火勢侷限在某一區域，導致火勢快速蔓延。

在第三道防線中，也包含了相當重要的人員逃生動線規畫。但常見的卻是民眾不知道要規劃，或是逃生動線規劃不確實。例如將建築物容易產生煙囪效應的樓梯當做主要的避難動線，然而當火災時民眾正打算利用樓梯逃生，才發現整座樓梯都充滿了濃煙。另外，常聽聞

固定式鐵窗阻擋了人員在火場逃生的路線，導致不幸死亡。檢視這三道防線，「如果」發生始料未及的電器失火、「如果」民眾在夜深熟睡時未察覺火災，「如果」是住在鐵皮屋或木板隔間內、鐵窗都是固定式，這三項「如果」代表的是所有防禦縱深的策略都一一失守，此時不幸的悲劇將會產生。

擬定避難逃生計畫

知之不難，行之不易。再好的構想，若是不化為行動，也僅是空想。圖 3 為摘錄自美國國家消防協會（National Fire Protection Association，NFPA）官方網站的避難逃生計畫（fire escape plan）範例。圖形顯示，建築物每個房間應該要有兩條不同方向的逃生路徑。也要記得約定好會面點（Meeting Place）。有興趣的讀者可自行到 NFPA 網站查詢與下載，擬定好適合自己的火場避難逃生計畫。

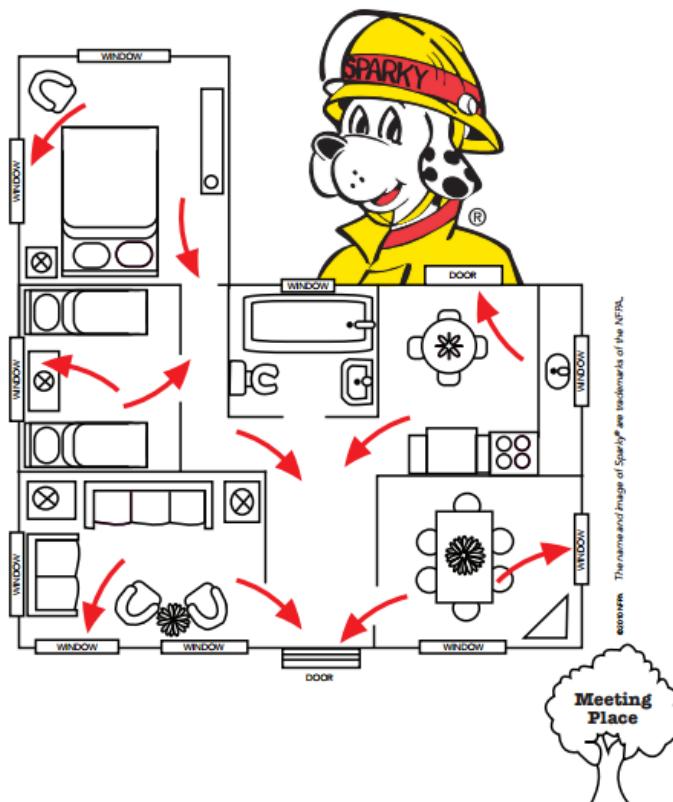


圖 3、美國國家消防協會（NFPA）避難逃生計畫範例（參考：http://www.nfpa.org/~/media/Files/Safety%20information/For%20consumers/Escape/escape_plan.pdf）

對於人員在火場中如何避難，在內政部消防署官方網站有不少的影音教材可以參考（<http://www.nfa.gov.tw/main/index.aspx?ID=>），在此不再贅述。本文要提醒的一點是：在火場中千萬要注意致命的殺手：濃煙。因為濃煙除了會讓人致命外，還會使人因視覺不明而產生慌張，進而影響判斷力。因此在火場中，絕對要盡量遠離濃煙。

消防安全的隱憂—縱火事故、高齡者的消防安全

由資料顯示，在臺灣地區，人為縱火的事件已超越原本的香菸菸蒂問題，成為發生火災的第二項主要原因。根據日本火災事故的調查，2012 年縱火事件與疑似縱火事件佔全部火災事件 44,189 起的 8,590 起，2013 年則佔全部 48,095 起的 8,786 起。相對於臺灣，2012 年 1,574 起火災事件中，人為縱火事件為 205 件；2013 年 1,451 起火災事件中，人為縱火事件佔 210 件。由表 1 顯示，近 5 年幾乎都在 180 件以上。顯見人為縱火事件有需要加以重視的必要性。

在臺灣的都會地區，建築物騎樓或人行道常見停放一些機車。當發生縱火行為，很容易在瞬間造成一片火海的現象，導致人員嚴重的傷亡。2011 年筆者曾於國外期刊 *Building and Environment* 探討此類型火災事故導致煙函效應的嚴重後果。對於縱火事件的防止，是無法由消防機關單獨執行，而是必須結合警政、心理輔導、社會關懷等不同部門合作，才能根本上予以斷絕。

另一項需要注意的重點是，隨著社會高齡化的趨勢，高齡者在火場中如何能夠倖免於難，是須加以關注的課題。日本總務省消防廳的統計，2013 年住宅火災事故中的罹難者，有 70.5% 為 65 歲以上的高齡者。雖然日本高齡化現象比臺灣嚴重，但這種趨勢值得借鏡。有個藥品廣告提到高齡者在火場中因為雙腳發麻，導致無法立即逃生；未來這種在火場中無法順利逃生的狀況，將會逐漸增加。

結語與建議

面對建築物消防安全的防護，是個需要長期關注的議題，不能有片刻的疏忽。提高民眾對消防安全的重視，是建構第一道防線的開始。「不要讓火災發生」，「火災發生後立即得知、立即撲滅」，「侷限火勢，不讓延燒範圍擴大，避免危及人員、財產，與建築物的結構」是本文提到的三項防禦縱深的策略。期待建築物火災事故「損失最小化、零死亡」，為本文撰寫的目的。

就筆者的研究發現，臺灣地區短期間能否將電氣設備火災事故大幅降低，由於涉及到為數眾多的老舊電器設備與舊線路更換問題，實在難以預料。前述著名人士遭遇火災的原因，均與電氣設備火災有關。加上縱火事件逐漸增加，第一道防線偶有被突破的可能。在此同時，由於臺灣的鐵皮屋存在所在多有，又偶爾涉及到民意代表對違建戶的關切，因此對於第三線防線的建立，在短時間要完全建立，可能有一定的困難度。因此，在第二道防線（立即偵測、立即撲滅）的重要性，是相對重要的。對於各家戶是否需裝設火警探測器，筆者認為在臺灣地區的重要性與迫切性是遠超乎美日國家的。雖然已規定 106 年 12 月 31 日之前建築物需要全面性完成裝設住宅用火災警報器，惟筆者的認知是，如果知道是件好事，何不提早完成，以降低民眾的損失？就如同知道騎乘機車者戴安全帽對減少死亡的關連性是正相關，何不加速的去宣導與執行？

滅火器、緊急照明燈的設置，及不可安裝固定式鐵窗，也是民眾要自我留意的事情。這些都屬於第二或第三道防線的建立。明天與無常何者先到，人們的消防安全防禦措施應可決定一些結果。