

學術論著

建築物火災財物損失影響因素與解釋模式*

Affecting Factors and Explanatory Model of Property Losses in Building Fires

林元祥**

Yuan-Shang Lin

摘要

無庸置疑的，建築物消防安全防護的目標除了要確保人命安全外，也要能保護財產。本文最主要的目的，是嘗試從建築物火災案例中，找出影響財物損失的重要因素及其影響權重，並據此研擬適當之對策，以減少火災時的財物損失。

本研究針對2000年1月至2002年2月間台灣地區曾經發生火災的建築物，以台北市、台北縣、桃園縣、新竹縣、台中縣、台南縣(市)及高雄市為主要調查地區，藉由災戶的調查及官方的火災紀錄資料，以火災發生及影響時序為架構，測量可能影響火災財物損失的因素。蒐集的資料有住戶特性、建築物空間特性、消防安全設備設施、初期反應、火勢發展與延燒情況、消防搶救及火災損失等資料。運用因素分析、相關分析及迴歸分析等統計方法，概念化及歸納出影響火災損失的重要因素，經檢驗後達顯著影響的因素有建築物結構、建築物延燒及燒毀程度、火災猛烈度、水源維護等，研究中並分析這些因素對國內建築物火災財物損失的相對影響權重。

關建字：延燒及燒毀程度、火災猛烈度、水源維護、財物損失、迴歸模型

ABSTRACT

Undoubtedly, the main goal of building fire protection is not only to ensure life safety but also to protect property. The main purpose of this study attempts to examine the important affecting factors, which contribute property loss in building fires from real fire cases, to determine relative weights of these effects and then to provide suitable strategy in order to mitigate property losses.

This study focuses on the measurement of possible affecting factors on fire property losses by investigating both from real cases and official reports of building fires during January 2000 to February 2002 in Taiwan including Taipei city, Taipei county, Taoyuan county, Hsinchu county, Taichung county, Tainan county, Tainan city and Kaohsiung city. Based on the time sequence of fire occurrence and effect possible influencing factors will be measured. Contexts of investigations include occupant characteristics, building occupancy characteristics, fire protection systems, early reaction, fire development and spread, fire brigade interventions and the resulting property losses.

Using statistical methods such as factor analysis, correlation analysis and regression model important factors are conceptualized and conducted. After testing significant influencing factors such as building structure, degree of fire spread and damage, fire severity, maintenance of water resource in fire fighting are examined. Relative effects among these factors for property losses are also analyzed.

Key words: Degree of fire spread and damage, Fire severity, Fire water maintenance, Property loss, Regression model

(本文於2004年6月28日收稿，2004年7月30日審查通過，實際出版日期2004年10月)

* 作者感謝行政院國科會補助本研究(計畫編號為NSC90-2415-H-015-001-SSS)。本文為發表於現代防災防火科技展望與應用國際研討會論文之改寫版(研討會與論文相關資訊：研討會由財團法人中華建築中心、國立成功大學主辦，紐奧良文化事業股份有限公司執行，2003年12月9日-12月10日舉行；原論文篇名為「建築物火災財物損失災例調查分析」，論文集第E1-1~E1-19頁)。

** 美國杜克大學土木與環境工程博士，中央警察大學消防系(所)副教授兼系(所)主任。

Associate professor and chairman, Department and graduate school of fire science, Central Police University, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

一、前言

由消防署各項統計資料得知，近年來造成重大人命傷亡與財物損失的火災案例時常令人怵目驚心。過去十年來，國內雖然曾有多篇論文針對歷年來重大火災的案例進行分析(吳榮平，1993；陳秋蒼，1995；潘德倉，1996；李立成，1998)，試圖篩選影響建築物損失的重要因素，並歸納出一些結論，然而對於如何將這些影響因素結合，分析其間關係，建立統計預測模型，則鮮少有類似之研究或突破的發展。直到近年來，國內才有研究針對火災案例，篩選影響建築物人命危險的重要因素，並將這些影響因素結合，建立統計預測模型，然而這些係較偏重於人命危險的解釋(呂和樹，2000：44；呂和樹，林元祥：2000，477-509；林元祥，呂和樹：2000，445-476)。至於針對建築物火災財物損失之預測研究，在國內更屬罕見(黃建華，2002；林元祥，2004：85-103)，本文之提出旨在彌補此類缺憾。

本研究希望以上述研究論文為基礎，結合國內、外相關之研究文獻，將影響建築物火災財物損失可測量的重要因素設計或結構性的問卷，進行建築物火災災例的調查，以2000年1月至2002年2月間之住宅建築物火災為對象，蒐集有關住戶特性、建築物空間特性、消防安全設備設施、初期反應、火勢發展與延燒、消防搶救及火災損失等變項資料，並配合官方的火災調查紀錄與報告，運用適當且可行的統計方法，找出影響火災財物損失的共同要因，並分析各種影響因素的相對權重。希望結合學理與實證，建立住宅建築物火災損失的解釋模式，期望對國內建築物火災造成的財物損失危險控制方面，提供一些建言，供實務單位消防行政之參考。

二、文獻回顧

影響建築物火災財物損失之因素錯綜複雜，火災發生前、火災發生當時現場人員屬性從事的活動及反應、火勢發展、消防力介入與建築物之間的互動關係等各個面向，各有其影響因素。這些因素至少包括下列：(1)住戶因素(陳弘毅，1996：73-76；Federal Emergency Management Agency, 1997：3-7；Federal Emergency Management Agency, 1999：5-10；呂和樹，2000：20-32；黃建華，2002：15-24)，例如：住戶平時(火災發生前)的防火知識、防火習慣及對火氣的使用管理等；(2)建築物安全設施方面的因素(Belles, 1997：80；Watts, 2003：2-37~2-49；簡賢文，1997：1-2；Ramachandran, 1998：67；呂和樹，2000：44；呂和樹，林元祥：2000，477-509；林元祥，呂和樹：2000，445-476)，例如：建築物結構、逃生通道狀況、消防搶救條件及消防安全設備等；(3)時間或空間方面的潛在因素(李立成，1998：57-65；Federal Emergency Management Agency, 1997：3-7；Stollard et al, 1999：35, 57-58；黃建華，2002：24-35)，例如：火災發生時間、火災發生當時人員活動情形、火災發生當時人員屬性以及從事之行為與反應等；(4)火災燃燒相關情境因素(中央警官學校，1987：320；上海科學技術出版社，1989：55-57，253-255；黃建華，2002：36-42)，例如：可燃內裝材料多寡、火場溫度與釋煙量、建築物燒燬程度、延燒情況等；(5)消防搶救情況因素(Hausner et al, 1974：9-11；Corman et al, 1976：193-203；Ignall et al, 1978：40-43；Fitzgerald, 1997：31-32；Comly, 1997：4；林元祥，1998：397-416；林元祥，黃建華，2002：189-204；黃建華，2002：42-50)，例如：火災現場與消防隊距離遠近、消防隊反應情形、搶救時間與出動之救災人力及車輛資源等；此外還有其他未知的或無法量化的因素(Ramachandran, 1979/1980)，是目前研究人員尚無法掌握的。

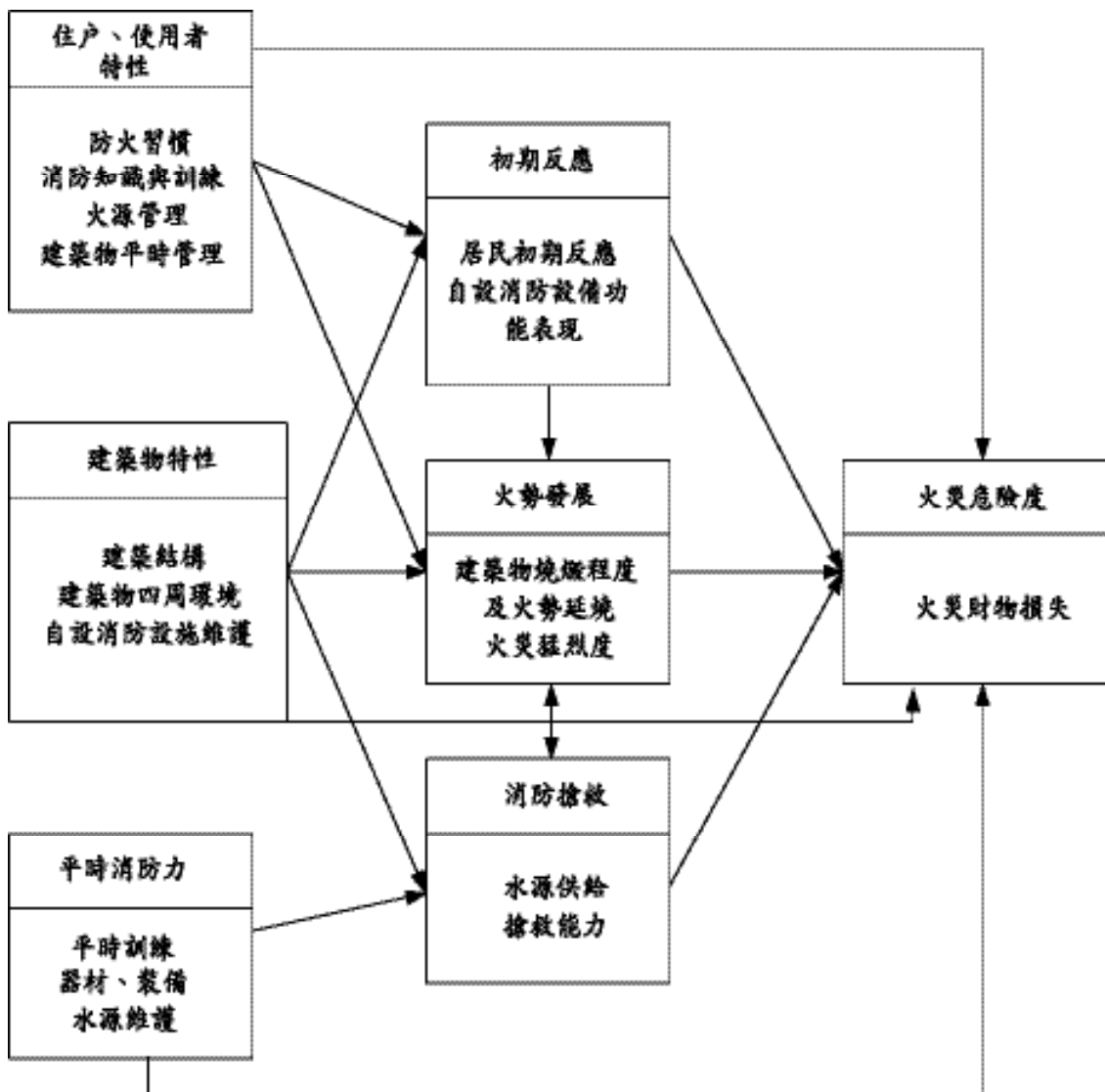
上述文獻所述諸多因素對火災財物損失的影響到底如何？有必要進行實證研究加以檢驗，此正是本文最主要之目的，也是下一節建構本文研究架構之基石。

三、研究設計與實施

(一) 研究架構與研究方法

1. 研究架構

建築物財物損失之影響因素錯綜複雜，本研究參考上述國內相關文獻，依火災發生之時序、建築物特性、火災發生時建築物內人員的作為及消防搶救活動等之互動關係，擬定研究之基本架構如圖一所示。



圖一 研究概念架構圖

由圖一所示之研究架構中，假設自變項：住戶及使用者特性防火習慣、消防知識與訓練、火源管理及建築物平時管理情形、建築物特性(建築結構、建築物四週環境、消防設施維護及內部裝修)及平時消防力(平時訓練及器材、裝備及水源維護等)等，除透過中介變項如：初期反應(居民初期反應及自設消防滅火設備之功能表現等)、火勢發展(建築物燒燬程度及延燒情況及火災猛烈度)及消防搶救(水源供給及搶救效果)對依變項(財物損失)產生間接影響外，其對依變項也可能有直接影響存在；例如建築物特性透過火勢發展可能對財物損失有間接影響，同時建築物特性也可能對財物損失有直接影響。本研究即嘗試建構此一模型，了解各變項之間的關係，並藉由自變項去預測依變項，建立建築物火災財物損失的解釋模式，以達到本研究所述之目的。

2. 研究方法

本研究係以抽樣調查法為主，利用相關文獻探討所設計之災例調查表，實地對火災受災戶進行調查訪問並請消防單位填寫相關之火災搶救資料，且輔以統計軟體進行資料之分析。統計分析方法如下：

- (1) 因素分析：以直交轉軸之最大變異法抽取因素負荷較大之題目，組成各因素，以檢驗並提高因素之效度。
- (2) 相關分析：分析各個影響建築物火災財物損失之因素變項間的相關性。
- (3) 迴歸分析：用以檢驗各自變項對依變項之預測力，期能建構建築物火災財物損失之解釋模式。

(二) 樣本來源

因本研究所有的調查工作均透過縣市消防單位，針對轄區之火災案例加以調查。對於樣本來源地區的選取，係以較能提供調查訪問協助的縣市為考量，共選取台北市、台北縣、桃園縣、新竹縣、台中縣、台南縣、台南市及高雄市等八個縣市做為樣本之來源地區。本研究總共收回問卷499件，調查樣本分佈情形如表一所示。

表一 調查樣本之分佈

縣市別	問卷件數
台北市	195
台北縣	23
桃園縣	189
新竹縣	28
台中縣	19
台南縣、市	11
高雄市	34
合計	499

(三) 研究工具設計與內容

1. 問卷設計

每份問卷皆有兩份填表，問卷內容是依據相關文獻之探討，找出可能影響建築物火災財物損失之因素，再依各因素變項編製問卷，完成初稿，且交由消防實務人員協助實施問卷前測後，再度修正後始完成問卷內容。第一份為災戶問卷調查表，第二份為消防局火災紀錄調查表。災戶問卷調查目的在了解災戶內居民的經驗或想法。災戶調查表係透過縣市消防單位同仁，針對轄區建築物內部有人居住或工作之火災案例加以調查，為求問卷作答之正確性，在取得住戶同意後，即交付問卷予災戶進行調查，俟問卷完成調查後再收回。災戶調查表的填答對象主要為火災發生當時在場的人員，其次才由災戶戶長或了解整個火災情境者填答為了掌握問卷填答之有效性，在拜訪住戶及取得住戶同意當時，即注意住戶成員中有能力完成問卷調查者；消防局火災紀錄調查表則交由轄區當地的分隊或火災調查課，根據該件火災災例各種紀錄資料填答。

2. 研究工具之內容

(1) 解釋變項(含自變項與中介變項)

本研究針對影響建築物火災財物損失之因素編製問卷，其概念(因素變項)內容詳如表二所示。

(2) 依變項(財物損失)

本研究有關依變項(火災財物損失)之測量係以官方資料為主，財物損失之估計以萬元為單位。

(四) 研究概念之測量及信度、效度分析

1. 研究概念之測量與範例說明

有關研究工具各量表(概念)之信度與效度分析，主要係測量受災戶對所詢問問題之實際經歷、了解情形、認識與同意程度等，再將詢問之結果轉換為分數加以分析。以防火習慣為例，防火習慣概念包含7個問項，用以測量受訪住戶家庭成員對火災發生前防火習慣了解之情形，計分方式為受訪者填答「經常」者給4分，「偶而」者給3分，「很少」者給2分，「從未」者給1分。得分愈高者，表示住戶的防火習慣愈佳。本量表在信度分析方面，內部一致性係數 $=.861$ ，在建構效度方面，各問項之因素負荷量在.503至.786之間，由因素負荷量的大小可以了解問項描述因素之強度，整體量表之特徵值 $=3.797$ ，顯示本量表具穩定性且能有效測量防火習慣之概念(參見表三)。至於其他概念之信度與效度分析，為簡潔計，摘要如表四所示(註1)。

2. 其他研究概念測量摘要

問卷中其他火災財物損失影響因素或概念之信度與效度分析，仿照防火知識概念之測量方式，結果摘要如表四所示(連同防火習慣概念之測量)。建構效度之特徵值皆在1以上，內部一致性係數也都在0.6以上，雖然有4個因素未達0.7，然由於這些因素皆為探索性之概念研究，因此目前樣本的測量應是可以接受，後續研究問項之設計仍可加以改善(註2)。其中建築物燒燬程度及火勢延燒概念之測量，注重在燒燬程度，有無延燒到鄰棟，搶救前與進行搶救後，火勢水平方向與垂直方向之發展；火災猛烈度之概念，重點則在測量建築物起火處燃燒猛烈的情形。

表二 問卷各量表主要概念內容

概念	問項內容
防火習慣	7項：睡覺前有關閉瓦斯的習慣；停電時能夠很快地找到出口；外出時會巡視電源插座；外出時會巡視瓦斯開關；電器不使用時，會將插頭拔掉；電器不使用時，會將電源關掉；使用新的電器用品時，會詳細閱讀說明書。
消防知識與訓練	8項：在火災發生前，會使用滅火器；練習操作過室內消防栓；曾經實地模擬逃生訓練；對於火災警報器有警覺性；熟悉火災警報器的音響；曾經接受過消防講習；看得懂避難標示設備；會擔心發生火災。
火源管理	5項：會將小孩單獨留在家中；小孩能夠拿到火柴或打火機；您家中有人在睡覺前抽煙；煮飯時會離開廚房；您家中的佛堂經常點著蠟燭。
建築物平時管理	4項：建築物有保全人員定期巡邏；建築物內嚴格執行禁煙規定；建築物內機器、貨物放置井然有序；建築物內人員的進出有管制。
建築物四週環境	4項：消防車可接近建築物；建築物附近的道路狀況；路邊停車，讓消防車無法進入；建築物的騎樓停放機車。
建築結構	2項：居住房子的隔間牆構造大部份是何種材料；起火居室構造大都是何種材料。
自設消防設施維護	10項：建築物的緊急照明燈正常情形；避難標示設備正常情形；滅火器正常情形；避難設備正常情形；廣播設備正常情形；警報設備正常情形；室內消防栓滅火設備正常情形；自動滅火設備正常情形；消防安全設備是否足夠；消防設備是否有專人保養。
平時訓練	3項：平均每週進行車輛訓練時數；平均每週進行器材操作訓練時數；平均每週進行體技能訓練時數。
器材、裝備	3項：破壞器材是否充足；個人裝備是否充足；器材每日保養情形。
水源維護	4項：損壞之消防栓均能於一個月內修復；水壓不足之消防栓能於一個月內改善；消防栓之設置位置，適合消防車輛使用；公設消防栓是否依地區特性設置。
居民初期反應	5項：您或您的家人曾幫忙滅火；很快的找到照明器具；有無使用滅火器滅火；有無使用室內消防栓滅火；有無採取其他的滅火行動。
自設消防設備功能表現	3項：自動警報系統發出警報；自動撒水設備是否有啟動；其他自動滅火設備動作。
建築物燒燬程度及火勢延燒	6項：燒燬程度；有無延燒到鄰棟；未進行搶救前，火勢從起火處擴大至整個樓層(水平方向)；未進行搶救前，火勢已往上擴大燃燒垂直方向)；實施搶救後，火勢仍從起火處擴大至整個樓層(水平方向)；實施搶救後，火勢仍往上擴大燃燒(垂直方向)。
火災猛烈度	3項：建築物裝潢材料燃燒猛烈；起火處燃燒相當嚴重；起火處燃燒產生大量濃煙。
水源供給	5項：滅火人員佈水線充足；每條水線水源供應充足，沒有斷水情形；公設消防栓可迅速供水；搶救人員送水迅速，沒有中斷；搶救時水源供應充足。
搶救能力	4項：搶救人力充足；搶救人員救災經驗充足；搶救人員任務分配得當；救助人員技能純熟。

表三 防火習慣之因素分析及信度分析

題 目	因素負荷量
睡覺前有關閉瓦斯的習慣	0.752
停電時，能夠很快地找到出口	0.565
外出時會巡視電源插座	0.771
外出時會巡視瓦斯開關	0.848
電器不使用時，會將插頭拔掉	0.748
電器不使用時，會將電源關掉	0.785
使用新的電器用品時，您或您的家人會詳細閱讀說明書	0.651
特徵值	3.797
內部一致性係數(Cronbach)	0.861

表四 財物損失影響因素之分析及信度分析

因素或概念	因素負荷量；特徵值	內部一致性係數(Cronbach)
防火習慣	0.565~0.848 ; 3.797	0.8610
消防知識與訓練	0.561~0.821 ; 4.064	0.8262
火源管理	0.475~0.762 ; 2.121	0.6745
建築物平時管理	0.602~0.783 ; 2.043	0.6917
建築物四週環境	0.680~0.812 ; 2.298	0.7506
建築結構	0.903, 0.903 ; 1.630	0.6650
自設消防設施維護	0.668~0.891 ; 6.623	0.9405
平時訓練	0.848~0.936 ; 2.468	0.8972
器材、裝備	0.672~0.868 ; 1.948	0.7269
水源維護	0.750~0.870 ; 2.632	0.8262
居民初期反應	0.474~0.791 ; 2.058	0.6374
自設消防設備功能表現	0.608~0.935 ; 2.058	0.7570
建築物燒燬程度及火勢延燒	0.570~0.784 ; 2.919	0.7707
火災猛烈度	0.760~0.824 ; 1.927	0.7228
水源供給	0.714~0.877 ; 3.429	0.8829
搶救能力	0.719~0.795 ; 2.317	0.7499

四、建築物火災財物損失解釋模式之檢驗

(一) 相關分析

由相關文獻和工作經驗可以了解，影響建築物火災財物損失之因素彼此之間存在直接或間接之關係，此處係依據本研究所搜集之資料，進行各因素變項間之相關分析。財物損失係為連續變項，分析結果如表五所示，可看出各因素間與財物損失之間的趨勢。

表五 各因素概念之相關分析

因素變項	財物 損失	居民初期 反應	自設消防設 備功能表現	建築物燒毀 程度及延燒	火災 猛烈度	搶救時水 源供給	搶救 能力
財物損失	1.000						
居民初期 反應	-0.076	1.000					
自設消防設 備功能表現	-0.066	0.378**	1.000				
建築物燒毀 程度及延燒	0.312**	-0.077	0.066	1.000			
火災猛烈度	0.321**	-0.068	-0.032	0.529**	1.000		
搶救時水源 供給	0.006	0.095	0.006	0.010	0.110	1.000	
搶救能力	-0.056	0.089	0.104	0.016	0.064	0.745**	1.000
防火習慣	0.050	0.241**	0.130*	0.052	0.098	-	-
消防知識與 訓練	0.043	0.321**	0.339**	0.018	0.072	-	-
火源管理	0.050	-0.186*	-0.186*	-0.229*	-0.156*	-	-
建築物平時 管理	0.043	0.291**	0.318**	0.037	0.088	-	-
建築結構	-0.221**	-0.012	0.109*	-0.156*	-0.140*	0.007	-0.029
建築物四週 環境	-0.024	0.246**	0.106	-0.074	0.036	0.050	0.064
自設消防 設施維護	-0.006	0.300**	0.560**	0.006	0.050	0.002	0.130*
平時訓練	-0.086	-	-	-	-	0.259**	0.291**
器材、裝備	-0.044	-	-	-	-	0.238**	0.332**
水源維護	-0.17	-	-	-	0.178**	0.277**	

註：** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

從表五可知，在10個自變項及6個中介變項中，共有4個變項與財物損失之相關趨勢達顯著性，分別是「建築物燒毀程度與延燒」、「火災猛烈度」、「建築結構」及「水源維護」。又從相關係數中可看出，「建築物燒毀程度與延燒」及「火災猛烈度」為正值，顯示當「建築物燒毀程度與延燒」及「火災猛烈度」分數愈高時，建築物內燃燒愈猛烈及燒毀程度與延燒愈嚴重，所造成的財物損失愈大；「建築結構」及「水源維護」為負值，顯示當「建築結構」分數愈高，表示建築結構條件愈佳，即耐火性能愈好，財物損失愈小；「水源維護」分數愈高，顯示消防單位平時對於轄區內的水源維護情形愈好，當火災發生消防單位進行搶救時，水源供給將不虞匱乏，可有效減少財物損失。

進一步由自變項與中介變項(建築物燒毀程度與延燒)之相關係數可發現，「火災猛烈度」與

「建築物燒毀程度與延燒」成正相關；「火源管理」及「建築結構」與「建築物燒毀程度與延燒」成負相關。顯示火災猛烈度愈嚴重，建築物燒毀程度愈嚴重；「火源管理」及「建築結構」愈差，建築物燒毀程度及延燒情形將愈嚴重。換句話說，「火災猛烈度」、「火源管理」及「建築結構」有可能透過「建築物燒毀程度與延燒」對「財物損失」產生間接影響。

由自變項與中介變項(火災猛烈度)之相關係數可發現，「火源管理」及「建築結構」與「火災猛烈度」成負相關，顯示「火源管理」及「建築結構」愈差時，建築物火災猛烈度較高，即建築物內部燃燒較劇烈，換句話說，「火源管理」及「建築結構」有可能透過「火災猛烈度」對「財物損失」產生間接影響。

由自變項與中介變項(搶救時水源供給)之相關係數可發現，「搶救能力」、「平時訓練」、「器材、裝備」及「水源維護」與「搶救時水源供給」成正相關，顯示當「搶救能力」、「平時訓練」、「器材、裝備」及「水源維護」之分數愈高，意即搶救能力及平時消防力愈佳時，火災搶救時的水源供給情形會愈好。

由自變項與中介變項(搶救能力)之相關係數可發現，「自設消防設施維護」、「平時訓練」、「器材、裝備」及「水源維護」與「搶救能力」成正相關，顯示當「自設消防設施維護」、「平時訓練」、「器材、裝備」及「水源維護」之分數愈高，即平時建築物內消防設施之維護良好，平時消防力愈佳時，火災搶救能力愈佳，愈能有效控制火勢或撲滅火災。

(二) 一般線性迴歸分析

根據本研究所設計之研究架構及上述之相關分析，篩選出對依變項「財物損失」、「建築物燒毀程度與延燒」及「火災猛烈度」具有相關之因素變項，分別是「建築物燒毀程度與延燒」、「火災猛烈度」、「建築結構」、「火源管理」及「水源維護」等五個因素概念。茲以「火災猛烈度」、「建築物燒毀程度與延燒」及「財物損失」為依變項進行逐步迴歸分析。逐步迴歸分析結果如表六所示。

由表六可知，以「財物損失」為依變項時，「建築物燒毀程度與延燒」、「火災猛烈度」、「建築結構」及「水源維護」等四個因素對財物損失之影響，皆有直接效果且達統計顯著水準，其中，「建築物燒毀程度與延燒」及「火災猛烈度」兩個因素之迴歸係數為正值，顯示「建築物燒毀程度與延燒」及「火災猛烈度」對於「財物損失」有正向的解釋力，即「建築物燒毀程度與延燒」及「火災猛烈

表六 財物損失迴歸模式及判定係數

自變項 \ 依變項	依變項		
	財物損失	建築物燒毀程度與延燒	火災猛烈度
建築物燒毀程度與延燒	1.072**(0.348)		
火災猛烈度	1.903***(0.483)	0.686***(0.491)	
建築結構	-0.668*(0.272)		-0.089**(-0.145)
火源管理			-0.0656*(-0.118)
水源維護	-0.801***(0.242)		
R ²	0.176	0.241	0.032

註：1.括弧內為標準化迴歸係數

2.*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

度」分數愈高(建築物燒毀程度愈嚴重,內部燃燒猛烈),「財物損失」也會提高,其中又以「火災猛烈度」之影響力最大(標準化迴歸係數=0.483)。而「建築結構」與「水源維護」兩個因素之迴歸係數均為負值,表示「建築結構」與「水源維護」之分數愈高(建築結構防火效果越好,平時水源管理維護越好),「財物損失」將愈少。

以「建築物燒毀程度與延燒」為依變項時,僅「火災猛烈度」此一因素變項有直接效果且達顯著水準,且其迴歸係數為正值,顯示「火災猛烈度」對「建築物燒毀程度與延燒」有顯著之解釋力,亦即「火災猛烈度」之分數愈高(建築物內部燃燒愈猛烈),「建築物燒毀程度與延燒」之分數也會提高(建築物燒毀程度愈嚴重);當以「火災猛烈度」為依變項時,僅「建築結構」與「火源管理」兩個因素變項有直接效果且達顯著水準,又因其迴歸係數均為負值,顯示「建築結構」與「火源管理」之分數愈高(建築結構耐燃,火源管理良好),「火災猛烈度」分數將愈小(建築物內部燃燒愈不猛烈)。依據上述相關分析,篩選與財物損失有關之因素,並對財物損失等依變項進行迴歸分析,所得各項結果如表七所示。

圖二係在0.05顯著水準下,財物損失解釋模式之路徑分析圖。從圖中可看出,「火源管理」對於「財物損失」之直接影響力不顯著,未達顯著水準,然而其透過「火災猛烈度」對「財物損失」產生間接影響;「建築結構」除了對「財物損失」有直接影響力外,其亦透過「火災猛烈度」對「財物損失」產生間接影響;「火災猛烈度」除了直接對「財物損失」有顯著影響外,其亦透過「建築物燒毀程度及延燒」對「財物損失」產生間接影響。其中,「建築物燒毀程度與延燒」及「水源維護」對財物損失皆有顯著直接影響。

五、結論與建議

(一) 結論

1. 從相關分析中,可得知財物損失與「建築物燒毀程度與延燒」、「火災猛烈度」、「建築結構」及「水源維護」等四個變項之相關達 $p=0.01$ 之顯著水準以上,顯示這四個影響變項與財物損失有高度相關。從相關係數中可得知,「建築物燒毀程度與延燒」及「火災猛烈度」為正值,顯示建

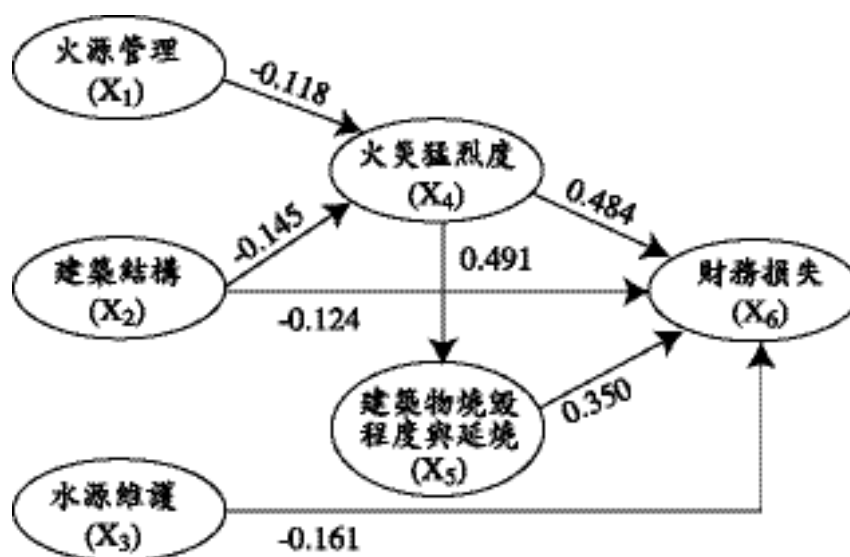
表七 各因素對財物損失等依變項的影響

依變項	自變項	直接效果	間接效果	總效果	R ²
建築物燒毀程度與延燒(X ₅)	火災猛烈度(X ₄)	P ₅₄ =0.491***		0.491	0.241
火災猛烈度(X ₄)	建築結構(X ₂)	P ₄₂ =-0.145**		-0.145	0.032
	火源管理(X ₁)	P ₄₁ =-0.118*		-0.118	
財物損失(X ₆)	建築物燒毀程度與延燒(X ₅)	P ₆₅ =0.350**		0.350	0.176
	火災猛烈度(X ₄)	P ₆₄ =0.484***	0.172 ^a	0.656	
	水源維護(X ₃)	P ₆₃ =-0.161**		-0.161	
	建築結構(X ₂)	P ₆₂ =-0.124*	-0.070 ^b	-0.194	

註: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

a.火災猛烈度(X₄)對財物損失(X₆)之間接效果= P₅₄ P₆₅=0.172

b.建築結構(X₂)對財物損失(X₆)之間接效果= P₄₂ P₆₄=-0.070



圖二 財物損失解釋模式路徑分析圖

建築物燒毀程度與延燒及火災猛烈度和所造成之財物損失成正向關係；「建築結構」及「水源維護」為負值，顯示建築結構及水源維護與財物損失成反向關係。

- 從一般線性迴歸分析中，可篩選出「建築結構」、「火災猛烈度」、「建築物燒毀程度與延燒」及「水源維護」等四個變項對財物損失具有直接顯著影響，所建立之迴歸模式判定係數(R^2)為0.176。除此之外，「建築結構」亦透過「火災猛烈度」對「財物損失」產生間接影響、「火災猛烈度」亦透過「建築物燒毀程度及延燒」對「財物損失」產生間接影響。迴歸模型中顯示「火災猛烈度」及「建築物燒毀程度與延燒」兩個因素對財物損失之影響最大，未來除了應加強火勢控制之消防戰技外，在建築物防火安全設計中有關水平與垂直之區劃上，也務須格外注重，以免區劃被火災突破造成火勢蔓延。

(二) 建議

1. 強化民眾對建築物之防火意識

建築物內部構造、隔間及裝潢若為可燃性材料，在火災發生時，容易成為火勢蔓延的助力，導致內部燃燒猛烈，會造成較嚴重的財物損失。現今消防法雖有防焰規定，以防止火勢在初期迅速延燒，對於建築物內其他構造的防火規定，在建築法內亦有相關法規來管理，但對於一般住宅建築物而言，卻無法有效管理，今後可考量加強住宅內裝、隔間材料等之防火防焰規定。目前，唯有透過強力的防火宣導及加強防火的意識與訓練，才能使民眾更注意這方面的防火安全，以避免火災發生時，造成嚴重的財物損失。

2. 加強消防單位水源管理

水源的管理，在消防隊平時勤務應該要受到高度重視，因為它就如同戰爭時的彈藥一般，若缺少了水，更不用談論戰術及其他消防力。然而現今消防工作的重點已被其他的業務所取代，如安全查察、危險物品取締(查察)、演習或其他各種災害搶救等，因此造成水源查察受到消防單

位的疏忽或在其他工作的排擠下，容易流於形式。水源的查察不僅僅是對消防栓的檢查，而是應更進一步了解地區的特性(掌握火災發生頻度、時間及用水情形與火災損失強度)、水源的分布、是否應增設新水源或掌握替代水源之所在、以及如何取用等議題，並且要尋求解決之道，如此一來，才能在火災發生時，有效掌握情勢，加以滅火。

再者，更有一言；本研究的起始構想與理論假設模型，係對火災損失預測的嘗試或火災危險度解釋模式)，可說是一初步的嘗試，筆者以為此項研究構想深具意義與價值。由於本文係以調查資料為基礎，問卷內容大都是詢問可以觀察之事實，以便能獲致確定之答案；但是也有可能為了顧及災戶所能理解的範疇，未能詢問較專門的建築消防專業術語(例如建築區劃、結構防火性能等)，以致於對問題之測量或有不足，這些都是後續研究可加以改善之處。此外，本理論假設模式可說是一解釋性的(explanatory)研究，相關的研究仍在發展階段，無論是概念之測量，災例資料的累積，各因素間關係的進一步檢驗等，均須持續的強化，才能使理論模型更趨穩定。

註 釋

- 註 1：本文因素分析進行過程，首先進行因素項目數量之選定，例如先利用 24 個關於「防火習慣，消防知識與訓練，火源管理」之問題作因素分析(此時因素尚未進行命名)，其中有 3 個 eigenvalue 大於 1 而且概念一致之因素，此時除了 SPSS 電腦軟體選擇的問項以外，另外加上專業上之判斷，微調問項內容使因素概念更區一致，只剩下 20 個問項，之後這 20 個問項就被限定為防火習慣，消防知識與訓練，火源管理等 3 個面向(此時才給予因素命名)。例如：從「睡覺前有關閉瓦斯的習慣」到「詳細閱讀說明書」這七個題目，只限定擷取一個因素，名為：防火習慣，這樣的處理多了一道程序，目的是進行建構效度分析。其他因素分析、面向之考慮與作法均採取類似作法。
- 註 2：一般而言內部一致性係數以達 0.7 為宜，然而如果為探索性之研究低於此值也並非不可，詳閱(Hair et al, 1995：641)。

參考文獻

上海科學技術出版社

1989 《滅火手冊》。

中央警官學校

1987 《建築物消防概論》，320，台北：內政部營建署。

吳榮平

1993 《火災災例分析模式建構之研究》碩士論文，中央警察大學，私人出版。

呂和樹

2000 《建築物火災人命危險度之評估以居室用途為例》碩士論文，中央警察大學，私人出版。

呂和樹、林元祥

2000 建築物火災人命危險度之預測 《中央警察大學學報》37：477-509。

李立成

1998 《建築物火災避難行為與空間安全特性之研究》碩士論文，中央警察大學，私人出版。

林元祥

1998 Development of Fire Loss Assessment Models - Case Study for Taipei Apartment Buildings 《中央警察大學學報》33：397-416。

2004 建築物火災財物損失影響因素之分析與危險指標之建立 《風險管理學報》6(1)：85-103。

林元祥、呂和樹

2000 建築物消防特性、逃生困難度與其他屬性對火災人命危險之影響 《中央警察大學學報》37：445-476。

林元祥、黃建華

2002 消防搶救對火災損失之影響 《警學叢刊》33(2)：189-204。

陳弘毅

1996 《防火管理》台北：鼎茂圖書出版公司。

陳秋蒼

1995 《建築物火災人命安全因素及評估之研究》碩士論文，中央警察大學，私人出版。

黃建華

2002 《建築物火災財務損失影響因素及解釋模式之研究》碩士論文，中央警察大學，私人出版。

潘德倉

1996 《住宅火災人命安全評估方法之研究》碩士論文，中央警察大學，私人出版。

簡賢文

1997 《警報系統消防安全設備》台北：鼎茂圖書出版公司。

Belles, D. W.

1997 "Interior Finish", Section 7 in *Fire Protection Handbook*. 18th ed. MA: NFPA.

Comly, A. M., Jr.

1997 "Building and Site Planning for Fire Safety", Section 7 in *Fire Protection Handbook*. 18th ed. MA: NFPA.

Corman, H. E., J. Ignall, K. L. Rider, & A. Srevenson

1976 "Fire Casualties and Their Relation to Fire Company Distance and Demographic Factor", *Fire Technology*. 12(3): 193-203.

Federal Emergency Management Agency

1997 "Socioeconomic Factors and the Incidence of Fire", Washington, D.C., Federal United States Fire Administration, National Fire Data Center.

1999 "Profile of the Urban Fire Problem in the United States", Technical Report Series.

Fitzgerald, R. W.

1997 "Fundamentals of Fire Safe Building Design", Section 1 in *Fire Protection Handbook*. 18th ed. MA: NFPA.

Hair, J. F. Jr., R. E. Anderson, R. L. Tatham, & W. C. Black

1995 *Multivariate Data Analysis with Readings*. 4th ed. USA, New Jersey: Prentice Hall Inc.

Hausner, J., W. Walker & A. Swersey

1974 "An Analysis of the Deployment of Fire-Fighting Resources in Yonkers", New York, R-1566/2-HUD/CY, The New York City Rand Institute, New York.

Ignall, E. K., L. Rider & R. Urbach

1978 "Fire Severity and Response Initial Findings", R-2013, New York City, Rand Institute, New York.

Ramachandran, G.

1979/1980 "Statistical Methods in Risk Evaluation", *Fire Safety Journal*. 2: 125-145.

1998 *The Economics of Fire Protection*. London and New York: E&FN SPON, An Imprint of Routledge.

Stollard, P. & A. John

1999 *Fire from First Principles*, London and New York: E&FN SPON.

Watts, John M., Jr.,

2003 "Fundamentals of Fire Safe Building Design", Vol. I, Section 2, Chapter 2, in *Fire Protection Handbook*. 19th ed. MA: NFPA.