

# 都市地區火災風險分區劃設方法之研究

蔣得心、林峰田

## 摘要

火災是都市地區中最為頻繁的人為災害之一，存在著極高的不確定性，並造成嚴重損失，對整個社會的影響甚大。本研究從都市整體角度，以「風險」之概念結合過去危險度及災因分析之相關研究，以周邊環境、建物屬性、土地使用...等因素為評估指標，建構一個以都市街廓為評估尺度之都市地區火災風險評估模式，並以實證地區風險評估結果配合地理資訊系統，分為三層級劃設火災風險區。劃設結果經問卷訪談判定比對，火災發生機率在實務準確度上達 83.3%，在火災損失部分則有 75%。研究成果可作為都市防災、都市更新、社區總體營造與消防演習等火災防滅災相關規劃與行動政策研擬之參考，以期提升都市整體防火安全能力。

**關鍵字：**火災風險評估、火災損失、風險分區、地理資訊系統。

蔣得心：國家災害防救科技中心 佐理研究員 ([tschiang@ncdr.nat.gov.tw](mailto:tschiang@ncdr.nat.gov.tw))。林峰田：國立台灣大學 建築與城鄉研究所 教授 ([ftlin@ntu.edu.tw](mailto:ftlin@ntu.edu.tw))。

© 2008 Crisis Management Society, Taiwan, R.O.C. Manuscript received 1, October, 2007; accepted 11, July, 2008 JCM080900997PBS

## 1 前言

台灣位居高災害風險地區，不僅颱風、豪雨、土石流、地震等天然災害不時威脅著本島，人為災害亦是層出不窮。隨著社會經濟的快速變遷，都市化程度益發加劇，都市人口不斷增加，經濟活動高度聚集，整體空間結構亦隨之多樣化轉型。國內在有限的土地資源條件下，

都市為能收納更多的人口與活動，建築物不斷朝向大面積、大規模，地下化、高層化等複合性發展，再加上台灣土地高度混合使用之特有現象，都市空間與建築使用機能與人員皆愈趨複雜，一點疏失，火災成了都市地區中最為頻繁，也極為複雜的人為災害之一。

根據內政部消防署統計，自民國 86 年至 95 年平均每一年約發生 11,520 次火災，每年平均造成實質損失約 2,365,280,000 元。火災存在著高度的不定性與偶發性，且一旦發生，若未能在初期滅火階段掌握火勢，後果常一發不可收拾。在過去十五年間，我國曾陸續發生多起重大火災案例，包括民國 81 年台北縣自強保齡球館火災（20 死）、民國 82 年台北市論情西餐廳火災（33 死 21 傷）、台北市卡爾登理容院火災（21 死 8 傷）、民國 84 年台中市衛爾康西餐廳火災（64 死 11 傷）、民國 88 年台南市安平工業區東富電器公司火災（損失上千萬）、民國 92 年 9 月一度轟動全台的台北縣蘆洲市民族路「大囍市」社區大火（13 死 71 傷）以及民國 96 年基隆市仁愛市場大火（148 個攤位付之一炬）等，在在都威脅著都市居民的安全。

以往都市火災研究多針對建築個案內部進行量化評估研究，或以定性方式進行火災危險指標分析，且一般消防單位對於消防安全之檢視也大多僅著眼於建築物內部的消防設備充足與否，抑或是建物防火隔間之設計是否妥當等硬體面，甚少從都市整體環境、空間結構以及建物、土地使用等因素對於火災之影響進行探討。本研究乃從都市整體角度，並基於火災具高度不確定性之特性，以「風險」之概念，結合過去危險度及災因分析之相關研究與探討，

以周邊環境、建物屬性、土地使用等因素為評估指標，建構一個以都市街廓為評估尺度之都市地區火災風險評估模式，作為都市火災風險分區劃設之依據。研究結果對於都市地區防火規劃、都市更新、都市通盤檢討時防災規劃之加強挹注一份力量，期能全面提升都市整體防火安全性。

## 2 都市地區火災風險評估模式之建構

本研究透過相關重要文獻回顧，篩選影響都市地區建物火災發生與造成損失的重要因子，作為火災風險評估的指標；回顧與探討火災風險相關理論，建構都市地區以「戶」為單位之火災風險評估模式，藉由火災發生機率與火災損失的推估結果，綜合計算出都市地區之火災風險，並以街廓尺度為評估單位，依其風險高低程度進行分區劃設。

研究過程所需處理資料十分龐大，包括火災案件資料、房屋稅籍資料、門牌地址座標資料的蒐集，透過 C++ 程式撰寫與地理資訊系統之空間處理功能，進行資料分析、GIS 資料庫建置與火災風險模式的建構，並就研究地區環境與道路有效寬度進行田野調查，將其調查結果利用統計分析與地理資訊系統（GIS）與風險模式推估結果比對，進行風險分區劃設。最後，透過問卷訪談管轄研究地區之專業實務消防人員，以檢證火災風險推估模式應用於研究地區之準確度。

### 2.1 研究假設與限制

1. 本研究乃針對日常性、地區性的都市地區火災，而非大規模的「都市火災」進行風險評估方法之研究。
2. 研究中火災風險評估方法係以消防局之火災調查資料為基礎，僅針對火災財物損失與火災發生機率進行探討，不包括人命損失與建

物內部消防設施對初期滅火之影響。

3. 在地區消防力（消防設備與水源等）上，假設台北市地區（山區除外）之消防栓分布均勻且水源供應充足，消防隊之分布亦均勻適恰，至轄區範圍內之距離相差不大，不影響地區火災風險劃設成果。
4. 本研究所稱火災損失係針對各空間評估單元之建物總體因子進行社區性之火災風險評估，即考慮個別建物因子加總而成的整體情形，而非針對個別建物之火災風險進行評估。
5. 火災風險分區劃設，乃根據研究地區 12 個空間評估單元為範圍之相對風險，若以全市進行三級風險分區劃設，結果可能不同。
6. 因消防局業務目的與需求不同，無火災燒損面積或延燒面積等相關資料，故本研究未能將「面積」因子納入評估模式探討之。

### 2.2 火災風險評估因子

本研究根據諸多重要文獻回顧[1~6]，並考量資料易取得、可量化、能反映地區特性、可適用於不同都市地區且能簡易操作等原則，從中評估選定四個火災風險評估因子—建物結構（反應建物的耐燃性）、使用別（影響火災發生的機率）、屋齡（反應建物的耐燃性和消防性能）與樓高（反應消防搶救應變的難易度），詳細分類如表 1 所示。



表 1 火災風險評估因子項目分類表

選定因子	分類	備註
建物結構	鋼骨造 (SC); 鋼筋混凝土 (RC); 加強磚造 (B); 木磚鐵皮造 (W)。	共分四類
建物使用	旅館類 (U1); 聲色娛樂場所類 (U2); 大型商場類 (U3); 餐廳類 (U4); 公共場所類(動態與靜態) (U5); 辦公類 (U6); 店舖類 (U7); 醫院診所類 (U8); 祭祀類 (U9); 住宅類 (U10); 倉庫類 (U11); 工廠類 (U12); 教學場所類 (U13); 其它類 (U14); 空屋類 (U15)。	共分十五類
屋齡	0~5 年 (A1); 6~20 年 (A2); 21 年以上 (A3)。	共分三類
樓高	1~2 層 (H1); 3~5 層 (H2); 6~15 層 (H3); 16 層樓以上 (H4)。	共分四類

2.3 火災風險評估模式

參考國內外許多研究，對於火災風險度各有不同定義，但原則上相去不遠。有的認為火災風險度應使火災造成的潛在危害或不良影響帶有機率值，其應能預測所有考量下火災所產生的結果[7]; 美國 ASTM (American Society for Testing and Materials) 在火災標準政策上認為火災風險度之定義為「發生一場火災的機率，以及一旦發生時，其可能對生命、財產造成的傷害與損失」; 也有研究將火災風險度定義為火災發生機率與其所引起的損失期望結果[8,9]。而火災風險度的評估結果，較常見的有以預期火災死亡人數、受傷人數、預期火災燒損面積、預期火災造成之損失金額，一般又較常將之轉化成以金額 (元) 衡量財物損失程度[10~12]。

本研究將火災風險度定義為火災發生機率與其發生後可能造成之財物損失的乘積，如式 1 所示，其單位為元。

$$R = P_{S,U,H,A} \times L(V(S,U,H,A)) \dots\dots\dots (1)$$

R : 火災風險度 (元)

$P_{S,U,H,A}$  : 符合 S, U, H, A 性質之建物類型火災發生機率

$L(V(S,U,H,A))$  : 火災損失函數 (元)

V : 房屋現值

S : 建物結構因子

U : 建物使用因子

H : 建物樓高因子

A : 建物屋齡因子

2.4 火災發生機率推估模式

火災事件發生機率的推估主要是以建築物各戶為單位，藉由過去已發生的火災事件，依各建物在四個風險評估因子於不同組合下，計算出各種建物類型之火災發生件數，再分別將其除以同一地區範圍之該建物類型的總建物戶數，以得四個評估因子在不同組合下之建物類型的年平均火災發生機率。

$$P_{S,U,H,A,K} = \frac{M_{S,U,H,A,K}}{N_{S,U,H,A,K}} \dots\dots\dots (2)$$

$P_{S,U,H,A,K}$  : 在 K 區，符合 S,U,H,A 性質之建物的火災發生機率

$M_{S,U,H,A,K}$  : 在 K 區，符合 S,U,H,A 性質之建物發生火災的次數

$N_{S,U,H,A,K}$  : 在 K 區，符合 S,U,H,A 性質之總建物戶數



$S \in \{ RC, SC, B, W \}$

$U \in \{ U1, U2, \dots, U14 \}$

$H \in \{ H1, H2, H3, H4 \}$

$A \in \{ A1, A2, A3 \}$

### 2.5 火災損失推估模式

藉由消防單位之火災事件財物損失資料以及稅捐單位之房屋稅籍資料，將所有發生火災之建物房屋現值由小排到大，依案件數的多寡分成等件數的  $n$  個區間，並於每一區間內取其中位數的財物損失作為代表點，透過此  $n$  個中位數損失點找出一條曲線，使得每一區間內曲線上與曲線下之損失點大約各有 50%，建立成中位數損失推估模式，如式 3 所示。

$$\text{火災損失} = L(V(S, U, H, A)) \dots \dots \dots (3)$$

$V(S, U, H, A)$ : 房屋現值函數(元)

$L(V(S, U, H, A))$ : 中位數火災損失函數(元)

S: 建物結構因子

U: 建物使用因子

H: 建物樓高因子

A: 建物屋齡因子

## 3 火災風險分區劃設模式檢證

### 3.1 研究地區概述

本研究選定台北市歷年起火頻率較高之大安區中之二區塊（以住商混合型態為主）作為研究地區，一者東以新生南路二段、西以金山南路二段、南以和平東路一段、北以信義路二段為界；另一者則東以敦化南路二段和基隆路三段為界、西以建國南路二段、南以辛亥路三段、北以和平東路二段為界。茲將研究地區分為 12 個風險評估單元，如圖 1 所示。



圖 1 研究地區位置與評估單元分區示意圖

火災發生機率係利用民國 91、92 年台北市 815 筆建物火災案件資料與 200 多萬筆房屋稅籍資料來進行推估。依據式 2，求得 624 種建物類型之火災發生機率如圖 2 所示，作為本研究地區各建物類型之火災發生機率，並以火災發生期望值（各建物類型之火災發生機率與該類型建物總戶數之乘積）表示之，此即為本研究區二年內發生火災之可能戶數（次數）。推估結果如圖 3 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	用途	屋齡	結構	樓高	全市層數	全市層數	火災發生層數	火災發生層數	火災
2	U1	A1	SC	H1	0	0	0	0	
3	U1	A1	SC	H2	0	0	0	0	
4	U1	A1	SC	H3	27	27	0	0	
5	U1	A1	SC	H4	0	0	0	0	
6	U1	A1	RC	H1	0	0	0	0	
7	U1	A1	RC	H2	9	9	0	0	
8	U1	A1	RC	H3	1015	1015	0	0	
9	U1	A1	RC	H4	0	0	0	0	
10	U1	A1	B	H1	0	0	0	0	
11	U1	A1	B	H2	0	0	0	0	
12	U1	A1	B	H3	0	0	0	0	
13	U1	A1	B	H4	0	0	0	0	
14	U1	A1	W	H1	7	291	0	0	
15	U1	A1	W	H2	0	0	0	0	

圖 2 624 種建物類型火災發生機率

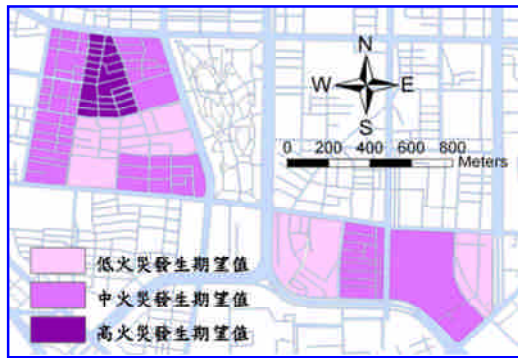


圖 3 研究地區火災發生機率程度分區圖

### 3.3 火災損失推估

根據公式 3，利用民國 91、92 年台北市 815 筆建物火災案件之財物損失資料及各受災戶所對應之房屋現值資料，建立中位數火災損失函數如式 4。經檢核，以不分區間方式看所有火災資料點與中位數損失曲線之關係，得知曲線上下之點各占 49.4% 和 50.6%，如圖 5 所示，誤差僅在十分微小的 0.6% 之內，顯示本研究建立之中位數火災損失推估模式應具有良好的解釋預測能力。套用於本研究區 21004 筆建物資料計算後，求得本研究區內各戶在未來火災發生下可能的中位數火災損失值，其大小程度之空間分布顯示結果如圖 6 所示。

$$L = \text{power}(V+100, -0.2388) * 253977.8514 \dots \dots \dots (4)$$

### 3.4 火災風險分區劃設

根據式 1 之火災風險模式，將研究地區內已推估之各戶火災發生機率和損失，透過地理資訊系統求得 12 個評估單元的風險值，並依其值的高低三等分為高風險、中風險與低風險三種風險分區，如表 2 及圖 7 所示。根據風險分區圖顯示，在本研究區中，屬於火災低風險的評估單元最多，其分別是評估單元 3,5,6,8,9,11,12，其中評估單元 3,5,6 內皆有將近二分之一的面積是作為學校使用；屬於火災中風險的評估單元是 1,4,7,10；而屬於高火災風險

之評估單元則是位於永康街一帶的評估單元 2，其無論是火災發生機率或可能損失程度皆位居第一位，未來在地區防災規劃、消防演習與救災器材等整備上需加強注意。

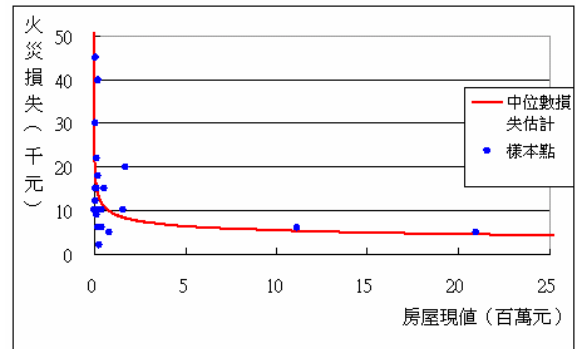


圖 4 中位數火災損失函數圖

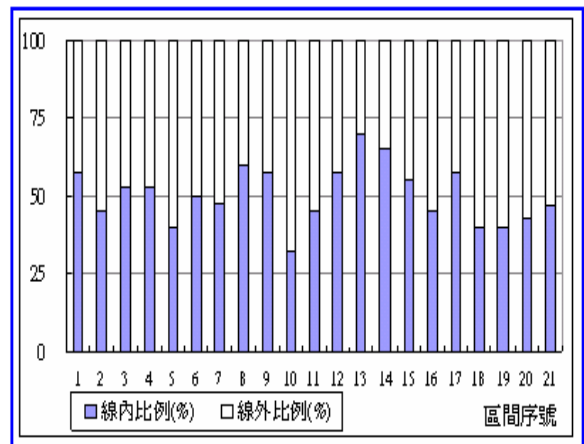


圖 5 中位數損失函數檢核結果圖

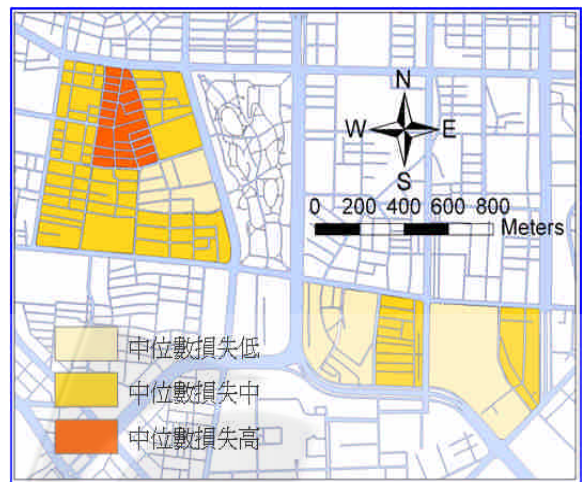


圖 6 研究地區火災損失程度分區圖

表 2 研究地區火災風險等級表

風險等級	低風險	中風險	高風險
風險值 R	$6283 \leq R < 15452$	$15452 \leq R < 24618$	$24618 \leq R \leq 33786$

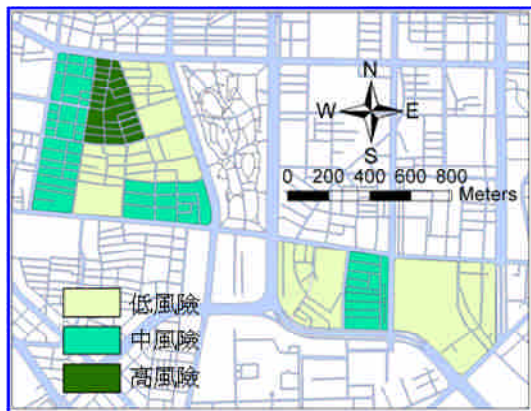


圖 7 研究地區火災風險分區圖

綜上，本研究獲得二個具體成果，第一為建立一都市地區火災風險推估模式，第二為火災風險分區劃設。根據都市地區火災風險推估模式套用於研究地區檢證，透過問卷訪談專業消防人員評定比對結果，火災發生機率與火災損失程度相符率分別達 83.3% 及 75%，可說是相當不錯。因此，未來火災風險評估與分區劃設可在多方面進行應用：

1. 長期而言，火災風險高之地區可作為地區通盤檢討以及都市更新優先考量之地區。
2. 短期而言，可針對高火災風險地區推動社區總體營造，建立成一個互助互信、自立自強的防災社區，提升整個地區的消防安全性。
3. 火災風險分區結果可提供消防人員參考，平時多針對火災風險高的地區進行消防演習，並加強消防安全的宣導，以提升整體整備、應變的能力。

#### 4 結論與建議

本研究主要目的在建立都市地區火災風險

評估的架構與方法，配合實地調查、問卷訪談與地理資訊系統等方法，透過研究地區進行火災風險評估方法檢證，將其結果繪製成火災風險分區圖，期盼能藉此提供都市地區消防安全一個檢視方法，使有關單位與一般民眾能對都市地區火災預先進行防範規劃與因應。惟研究過程礙於資料與各面的限制，建議後續若能將消防效能，如道路有效寬度、救災到達時間等，消防力，如消防栓數量與消防隊之分佈情形等因子納入評估模式，並針對火災損失部分更精確估算其與估計值的正負差值，將會使整體火災風險評估研究更臻完善，並能廣泛應用於都市地區防救災整體規劃上，以達到風險管理零傷亡之目標。

#### 5 參考文獻

1. 謝國正 (1988), “居住環境火災危險度評估架構之研究—以台南市中心商業區街廓為例”, 國立成功大學建築研究所碩士論文。
2. 黃崑鐘 (1993), “火災特性與土地使用、空間結構之關連性探討--以台北市 78 年至 80 年之建築物火災案例為對象”, 國立臺灣大學建築與城鄉研究所碩士論文。
3. 陳亮全 (1995), “從土地使用觀點剖析都市的火災特性”, 尤清編, “跨世紀台灣: 運輸、防災與區域發展”, 頁 141-169, 台北市: 前衛。
4. 熊光華 (1999), “建築物火災危險及成本評估電腦模式適用性驗證研究”, 台北市: 內政部建築研究所。
5. 張寬勇、黃正義 (2000), “都市老舊住宅社區火災防制對策及防火技術之研究”, 台北市: 內政部建築研究所。
6. 吳宗儒 (2002), “從建築火災案例探討火災人命安全因素之研究---以 85 年至 89 年高雄市發生之建築火災為例”, 國立成功大學建築研究所碩士論文。
7. R. W. Bukowski, S.W. Stiefel, J. R. Haller, Jr., F. B. Clarke (1990), “Fire Risk Assessment Method: Description of



- Methodology,” National Institute of Standards and Technology, NISTIR 90-4242.
8. Ernst Hansen-Tangen, Tore Baunan (1983), “Fire Risk Assessment by Simulation-Firesim,” *Fire Safety Journal*, 5, 205-212.
  9. Thomas F. Barry (1995), “An Introduction to Quantitative Risk Assessment in Chemical Process Industries,” *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 2, 3-4, MA.: NFPA.
  10. F. B. Clarke, R. W. Bukowski, S. W. Stiefel, J. R. Hall, Jr., S. A. Steele (1990), “The National Fire Risk Assessment Research Project Final Report,” National Fire Protection Research Foundation, US.
  11. John R. Hall, Jr. (1996), “Fire Risk Analysis,” *Fire Protection Handbook*, 18th Edition, 11-87, MA.: NFPA.
  12. 林元祥 (2000), “建築物火災危險度評估與實證調查研究”, 桃園：中央警察大學出版。

# A Delineation of Fire Risk Zones by Urban Blocks

T. H. Chiang and F. T. Lin

## ABSTRACT

Urban fire, with high uncertainty, is one of major man-made hazards, which occur often and have caused serious loss and strong impact on the society. With the concept of risk, this research proposes an evaluation method to assess fire risk degree in terms of urban blocks by considering factors of neighboring environments, building attributes, land use, open spaces, etc. We analyze fire risks using GIS and divide the results into three equal ranks, namely high, medium and low risks, and derive a fire risk zone map. The research finds that the estimation of fire probability in the study area is 83.3% and fire loss is 75%, which is similar to the evaluation results by firemen based on their daily experiences. The method proposed in this research can be applied to local hazard mitigation planning, urban renewal projects, community empowerment, hazard preparedness and response for daily practice of fire protection to improve the capability of urban fire resistance.

**KEYWORDS:** Fire Risk Assessment, Fire Loss, Risk Zone, GIS

T. H. Chiang is a Research Assistant in the National Science and Technology Center for Disaster Reduction ([tschiang@ncdr.nat.gov.tw](mailto:tschiang@ncdr.nat.gov.tw)). Professor F. T. Lin, Graduate Institute of Building and Planning, National Taiwan University, Taiwan ([ftlin@ntu.edu.tw](mailto:ftlin@ntu.edu.tw)).

© 2008 Crisis Management Society, Taiwan, R.O.C. Manuscript received 1, October, 2007; accepted 11, July, 2008

JCM080900997PBS

