

內政部建築研究所



研究計畫成果報告

住宅廚房火災 防制對策及技術之研究

計畫主持人：蕭所長江碧

共同主持人：陳組長建忠

鄭教授紹材

研究單位：內政部建築研究所

計畫編號：MOIS 892002

執行期程：八十八年十月至八十九年九月

中華民國八十九年十月一日

內政部建築研究所研究計畫成果報告

住宅廚房火災 防制對策及技術之研究

計畫主持人：蕭所長江碧

顧問：林教授慶元

陳教授俊勳

共同主持人：陳組長建忠

鄭教授紹材

研究人員：蔡銘儒

蘇蕊芬

黃秀容

許志福

研究單位：內政部建築研究所

計畫編號：MOIS 892002

執行期程：八十八年十月至八十九年九月

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH

INSTITUTE

MINISTRY OF INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

**The Research on Preventing Measures and
Technique for Home Fire in Kitchen**

BY

SHIAO JING PI
CHEN CHIEN JUNG

CHENG SHAOTSAI

TSAI MING JU

SU JUI FEN

HUNG SHIU JU

SHU JEFF

OCT 1, 2000

住宅廚房火災防制對策及技術之研究

內政部建築研究所

住宅廚房火災防制對策及技術之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

出版年月：89 年 11 月

版(刷)次：初版

工本費：250 元

GPN：002244890812

ISBN：

GPN : 002244890812

ISBN :

摘 要

在過去二年中，4件火災中就有1件是住宅火災，4件住宅火災中就有1件起火處所發生在廚房，因此本研究從了解廚房火災成災的機制，藉以提出可行且有效的防制對策及技術。在研究中以問卷調查的資料提供火災實驗的基礎；進行櫥櫃材料的燃燒性能試驗，與水壺乾燒、滷肉燒焦著火、油鍋著火等三項事件的試驗，發現滷肉燒焦與油鍋著火會造成較大的危害。在全尺寸火災試驗中，木芯板面貼水晶板並且天花板以塑膠企口板裝修的油鍋著火試驗，室溫高達945°C。

本文在防制住宅廚房對策時，認為應以「防火安全教育」強化居住者自動自主的作為，以「櫥櫃材料不燃化」提升廚房的防火能力，以「防火與保險相結合」鼓勵防火器材的設置，達成防火工作的整體性與連貫性。在防制技術方面，提出：提升爐具性能、設計抽油煙機自動排煙功能、櫥櫃材料之不燃化、天花板裝修材料之不燃性、抽油煙機風管材質之不燃性、廚房油垢清潔、適當的偵煙器與裝置位置等七項軟硬體措施，期能有效減低住宅火災的發生。

Abstract

This paper is focusing on the closely spaced dwelling kitchen environment in Taiwan and cabinet material to proceed the dwelling kitchen fire testing. Apply the experimental procedure and result to discover the most useful plan and skill for fire prevention. The paper recommends using the “Fire safety education” to reinforce the concept of fire hazards, using “incombustible cabinet material” to improve the fireproofing ability in kitchens, using “Fire hazards insurance certification” to encourage the usage and installation of fire extinguishing equipment. The events could accomplish the completeness and continuity for the prevention of fire.

目 錄

摘 要	I
ABSTRACT	II
目 錄	III
圖目錄	V
表目錄	VIII
壹、前言	1
1-1 研究動機與目的	1
1-2 研究內容與範圍	5
1-3 研究方法與流程	6
貳、文獻回顧	9
2-1 住宅火災災害與預防	9
2-2 國內對於住宅火災防制之推動	37
2-3 日本對於住宅火災防制之對策	39

參、住宅廚房環境調查	44
3-1 調查目的與內容	44
3-2 調查結果與討論	46
肆、櫥櫃材料燃燒試驗與結果	50
4-1 試驗計畫	50
4-2 試驗結果與討論	51
伍、廚房全尺寸火災試驗與結果	71
5-1 試驗計畫	71
5-2 全尺寸試驗結果與討論	72
陸、防制對策及技術之探討	97
6-1 防制對策方面	98
6-2 防制技術	100
柒、結論與建議	103
參考文獻：	106
附錄一：調查問卷內容	110

圖目錄

圖1-1	住宅火災受傷及死亡人數分佈	3
圖1-2	住宅火災起火處所分佈	4
圖1-3	研究架構示意圖	4
圖1-4	研究流程圖	8
圖2-1	發生火災之形式	9
圖2-2	室內火災成長過程.....	13
圖2-3	建築火災之三大危害效應.....	19
圖2-4	台灣地區住宅火災發生原因統計圖	23
圖2-5	台灣地區住宅火災起火處所分佈圖	23
圖2-6	台灣地區住宅火災起火時間分佈圖	24
圖2-7	建築物防火對策要項.....	28
圖3-1	調查問卷之區域分佈圖	47
圖4-1	櫥櫃材料表面試驗之排氣溫度	53
圖4-2	櫥櫃材料表面試驗之發煙係數	54

圖4-3	PMMA材料之TGA-DTA試驗曲線	55
圖4-4	木芯板面貼水晶板之著火性試驗	58
圖4-5	模型箱頂板裝置熱電偶與熱輻射計示意圖	63
圖4-6	乾燒試驗之溫度曲線	63
圖4-7	滷肉燒焦著火試驗之溫度曲線	64
圖4-8	滷肉燒焦著火試驗熱輻射通量	65
圖4-9	滷肉燒焦著火試驗過程照片	66
圖4-10	油鍋著火試驗過程照片	67
圖4-11	油鍋著火時紅外線熱像儀顯示之溫度分佈	68
圖4-12	油鍋著火試驗溫度曲線	69
圖4-13	油鍋著火試驗熱輻射通量	70
圖5-1	試驗A熱電偶裝置圖	81
圖5-2	試驗B熱電偶裝置圖	82
圖5-3	試驗C熱電偶裝置圖	82
圖5-4	試驗 A 中編號 A 熱電偶樹之溫度曲線	83

圖5-5	試驗B中編號C熱電偶樹之溫度曲線.....	84
圖5-6	試驗C中編號A熱電偶樹之溫度曲線.....	84
圖5-7	試驗C中編號B熱電偶樹之溫度曲線.....	85
圖5-8	試驗C中編號C熱電偶樹之溫度曲線.....	85
圖5-9	試驗C中編號D熱電偶樹之溫度曲線.....	86
圖5-10	試驗A之過程.....	87
圖5-11	試驗B之過程.....	89
圖5-12	試驗C之過程.....	93
圖5-13	試驗C之紅外線熱像儀影像圖.....	97

表目錄

表2-1	有機高分子材料燃燒產生之毒性氣體	18
表3-1	調查問卷樣本數分佈區域資料表.....	46
表4-1	表面加熱試驗結果與引燃輻射熱推估	55
表4-2	著火性試驗結果	59
表5-1	試驗A之觀察記錄.....	76
表5-2	試驗B之觀察記錄.....	77
表5-3	試驗 C 之觀察記錄.....	78

壹、前言

1-1 研究動機與目的

根據消防署火災統計資料〔1〕以及內政部建築研究所在八十八年度「台灣地區住宅火災發生原因之探討」研究報告〔2〕中顯示，台灣地區在民國八十七年當中，總火災件數有13098件，建築物火災有5473件，約佔總火災件數之42%；而在建築物火災中住宅火災有3359件，約佔61.4%。在民國八十八年當中，總火災件數有16389件，建築物火災有5913件，約佔總火災件數之36.1%；而在建築物火災中住宅火災有3626件，約佔61.3%。在這兩年間平均每36分鐘發生一件火災，4件火災中就有1件是住宅火災。而住宅火災中發生受傷、死亡人數，以八十八年為例，分別在該年火災中佔60%及70%，如圖1-1所示。日本在平成8年(1996年)中，住宅火災件數約佔建築物火災的57%；因住宅火災而死亡人數(890人)亦佔建築物火災所造成死亡人數(1039人)的86% [3,4]。住宅是一般人使用時間最多且環境最熟悉的活動場所，但從住宅火災的發生頻率、傷亡人數比率等徵象，住宅火災的問題是不容忽視的。

台灣地區在八十八年住宅火災中起火處所發生在廚房者有924件

，亦即4件住宅火災中就有1件起火處所是發生在廚房，其餘的起火處所有臥室、客廳、佛堂神龕、浴室及其他，如圖1-2所示。廚房是住宅中火氣使用最頻仍的場所，可能造成廚房火災的原因有爐火烹調、電線走火、瓦斯漏氣、放火及其他原因等。在住宅火災分析調查中[1]，因爐火烹調不慎造成火災者有790件，即佔住宅火災22%，佔廚房火災中之85%，顯示廚房是住宅火災最易起火的地點，而爐火烹調不慎是造成住宅廚房火災之主因。

內政部建築研究所在八十八年度「台灣地區住宅火災發生原因之探討」研究報告[2]顯示廚房場所中存在之危險因子有不安全的行為及不安全的環境兩方面：不安全的行為可能包含疏忽忘記烹飪中之爐火、擅自關閉火災偵測器或警報器、火氣管理不善導致孩童玩火、烹飪時穿著太寬鬆衣服導致接焰而起火等等情況；而不安全的環境可能包含爐火周圍置放易燃物易受熱輻射而著火、爐具上方的電線受爐火高溫破壞電線絕緣材而發生短路起火、廚房內廚具及天花板使用可燃材料，易因小火源引火而延燒擴大成災、瓦斯管路破損導致瓦斯外洩、排油煙機內陳年油垢未清理易受熱而引火等等情況。在本研究中擬利用本所防火實驗室的儀器設備，以實驗方式瞭解住宅廚房的環境，可能造成熱輻射引燃著火的危害，從瞭解廚房火災成災的機制，藉以提

出可行且有效的防制對策及技術。因此，本研究之目的在(1)瞭解造成廚房火災的危險原因；(2)瞭解廚房場所因小火源而延燒擴大的機制；(3)研擬有效的防制廚房火災的對策與技術。研究的架構示意圖如圖1-3所示。

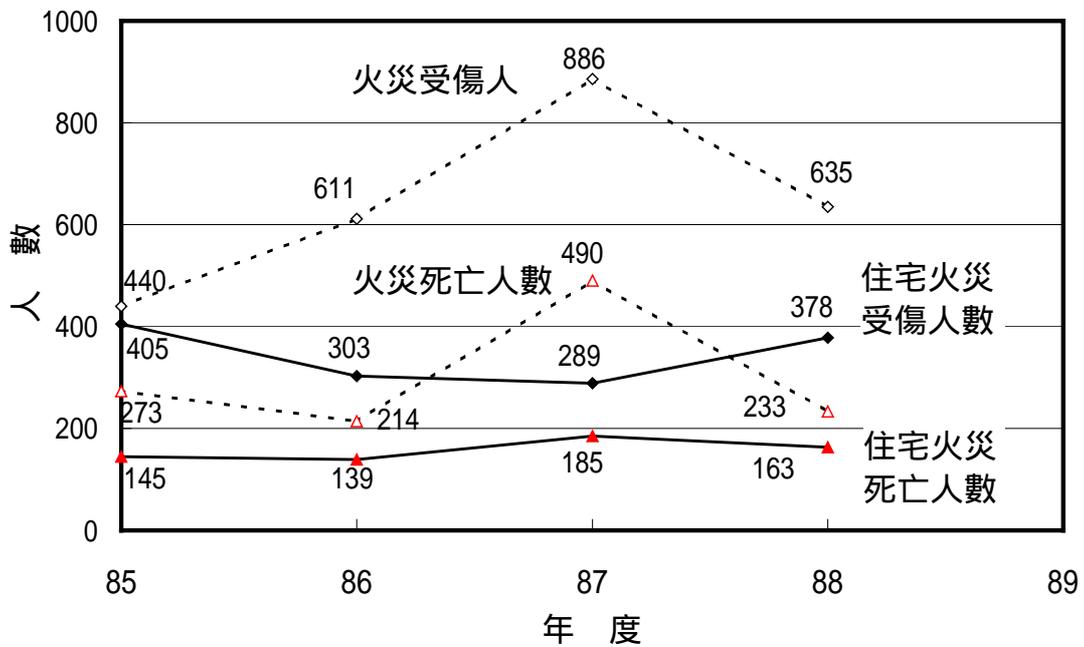


圖 1-1 住宅火災受傷及死亡人數分佈

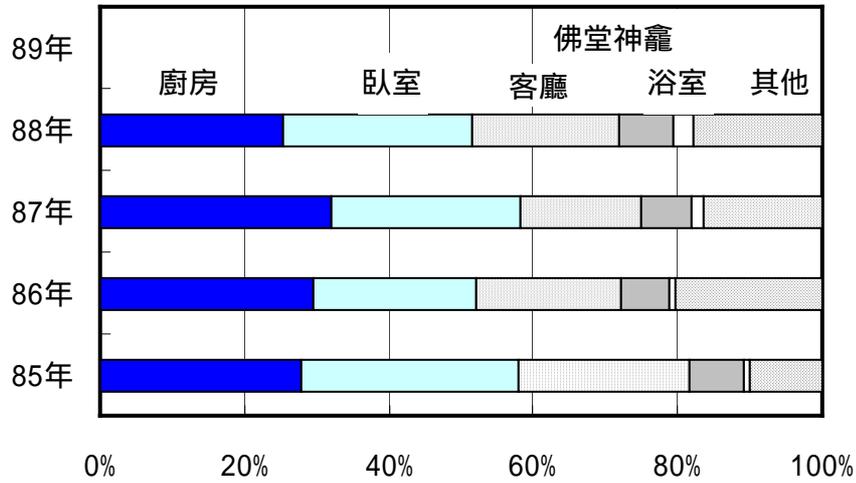


圖1-2 住宅火災起火處所分佈

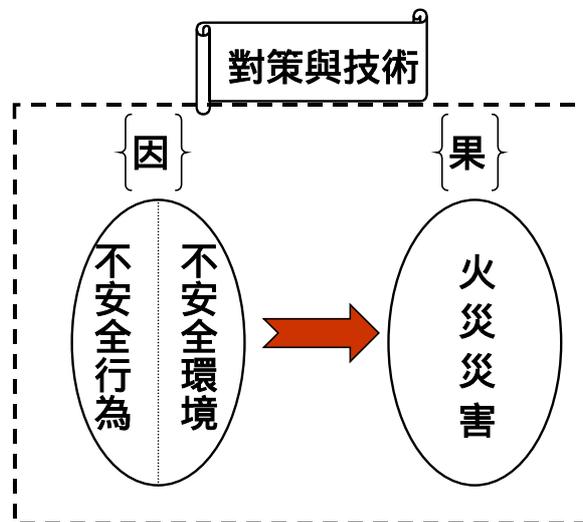


圖1-3 研究架構示意圖

1-2 研究內容與範圍

本研究以住宅廚房環境為研究的範圍，研究的內容包含如下：

廚房環境調查：以瞭解一般住宅廚房的特性，空間格局，廚房裝修等情況。調查對象以北部住宅為主，調查的結果可作為進行小尺寸與全尺寸廚房火災試驗的參考。

進行廚櫃材料燃燒試驗：從調查中瞭解常用的櫥櫃材料後，進行實驗室內的燃燒試驗，俾能獲得櫥櫃材料的燃燒特性。

全尺寸的廚房火災試驗：在住宅廚房中以疏忽忘記導致烹調不慎的方式，進行全尺寸廚房火災試驗，從中瞭解廚房火災的燃燒性狀與危害並且探討防制的對策與技術。

1-3 研究方法與流程

研究方法以文獻回顧、訪問調查、實驗分析等方法為主。分述如下：

一、文獻回顧：進行有關火災燃燒的文獻資料蒐集，國外在廚房環境所實施的防火對策及成效。

二、訪問調查：目的在瞭解一般廚房環境的狀態，廚房所使用的櫥櫃材料、規畫的空間格局。

三、試驗分析：將住宅廚房常用的櫥櫃材料，利用本所防火試驗室既有的儀器設備進行防火性能試驗。以表面試驗及基材試驗評估裝修材料的著火性、發熱性、發煙性、變形等燃燒性質。以圓錐量熱儀測定著火時間、熱釋放率。著火性試驗測定引燃熱通量及引燃時間。以熱輻射計量測模擬火源的熱輻射量。建立廚房環境的防火性能資料。並且進行全尺寸火災試驗，參考訪問調查的結果，佈置與實際住宅廚房的空間格局與櫥櫃，在因疏忽忘記爐火烹調的情況作為模擬火源試驗設計，以錄影方式瞭解廚房火災成長的過程與溫度的危害。

本研究經由試驗分析與討論，整理提出預防廚房火災的對策及技術，俾能減低住宅廚房火災的發生與危害。

在研究步驟方面，首先進行有關國內外住宅廚房火災防制的相關資料文獻蒐集；同時進行一般廚房的現況調查，調查廚房所使用的材料、規畫的空間格局等資料。其次，進行試驗室的試驗工作，分析櫥櫃材料的熱學性質等基本資料。接著進行全尺寸的廚房火災試驗，瞭解廚房火災的成災危害過程。研究流程如圖1-4所示：

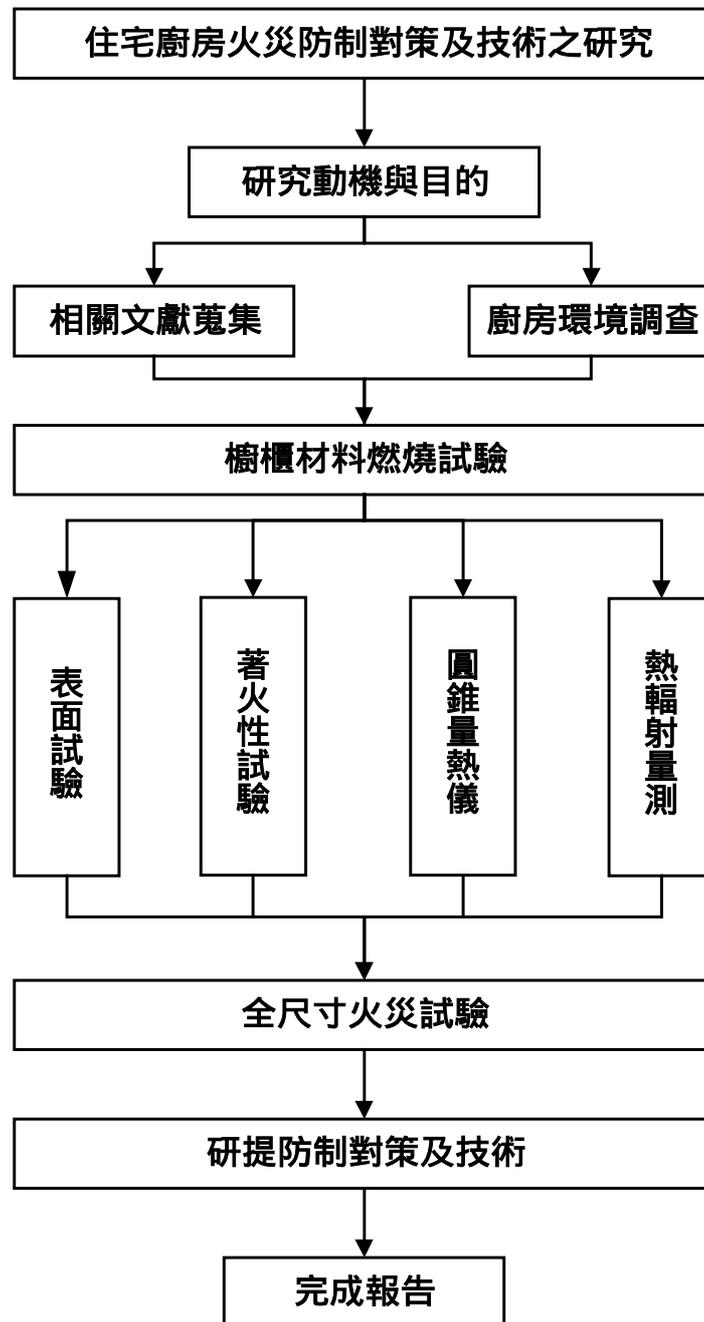


圖 1-4 研究流程圖

貳、文獻回顧

2-1 住宅火災災害與預防

2-1-1 火災發生的形式

從燃燒的觀點，火災起因必需有可燃物質及熱源（火源）存在，只要有可燃物存在，即有發生火災之危險，火災之起因與火災之形態，隨生活形態乃至科技之變遷而有顯著之變化，更形複雜，如圖2-1所示[5](線條愈多之物質或熱源，其導致火災之危險性亦愈大)。

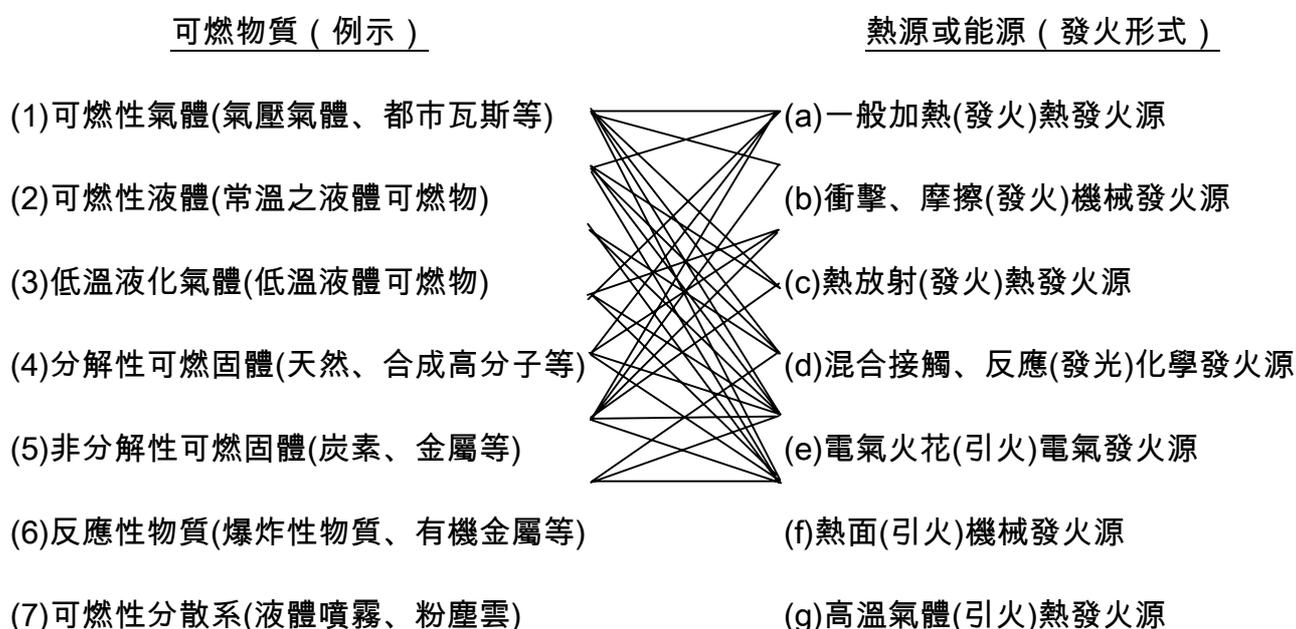


圖2-1 發生火災之形式[5]

2-1-2 火災之發展過程

建築物火災，通常的均是從建築物內部的一個空間起火開始而造成的結果。一般室內火災燃燒過程，概可發現四個關鍵點，並將過程概分為四個階段，如圖2-2所示[6,7]，各階段的特色分別說明如下：

第一階段：起火期 (Ignition)

造成起火的原因非常廣泛，一般有香煙、火柴引起的生火，或因電器設備過熱，或來自鄰接構造物的延燒.....等等火源。火災自「火源」開始，通常必須經由「第一著火物」，甚至「第二著火物」等延燒媒介物之著火、燃燒、火焰傳播，始能成災。一般而言，起火的發生與起火位置並無絕對關係，而與下列五項材料特質有關：(1)材料之受熱分解溫度與速率；(2)引燃溫度、發火溫度及最低必要氧氣量等著火難易性；(3)材料曝火面小大(材料有無防火被覆、塗裝或保護等)；(4)材料曝火位置(邊緣處比平面處更易著火)；(5)可燃物量等等。

第二階段：成長期 (Fire growth)

材料被引燃著火後，其燃燒所產生的熱能向周圍擴散，藉輻射對流、傳導等傳遞方式，加速可燃物進行裂解助長燃燒，使室內溫度逐漸上昇。此階段亦受下列材料特質之影響：(1)材料之著火性；(2)表

面燃燒性（在材料表面之火焰擴展）；(3)發熱性；(4)曝火面小大形狀；及(5)可燃物量等。

從火災之成長期程向下一階段之全盛期之瞬間可能會產生閃燃（Flashover）現象。在臨近閃燃時，材料因熱分解產生的可燃性氣體在室內高處蓄積，一旦該氣體與空氣之混合氣體濃度到達燃燒界限時，且溫度已達多數材料之著火點或以上，則會產生瞬間爆發使整個室內由局部燃燒擴大至全體燃燒，此現象稱為閃燃現象。此階段會發生溫度急速上昇、濃煙擴散、炙熱氣體量激增、氧氣濃度急速減少等現象，若人在室內則難以存活，故所有人員均應在閃燃之前避難至安全處所。因此本階段之防火對策在於延長到達閃燃發生的時間，以增加避難逃生時間。

第三階段：全盛期（Fully developed fire）

自閃燃發生之後，火勢旺盛，溫度維持一定高溫而持續燃燒，此階段與室內全部可燃物之發熱量有密切關係，且火熱強度小大將依可燃物量與空氣之供給量而定。同時生盛甚大之火焰、濃煙開始自開口部噴出，可能引起相鄰房間的延燒。

第四階段：衰退期（Decay period）

火災擴大至其他結構體的階段，火焰將由門窗等開口噴出，燃燒由火災房間開口部向其他房間延燒，或向上層建築物延燒，其路徑包括：(1)噴出外部的火焰燒破上層窗戶而延燒，(2)經由內部走廊、樓梯間延燒，(3)經由空調風管或管道間延燒，(4)經由區劃間隔或帷幕牆接合處空隙筵燒等，(5)火焰自室內噴出時，其輻射熱源對於鄰棟開口部或可燃牆面等之受熱表面產生最大輻射強度致使或溫度上昇而引燃乃至於延燒。相反地，獨立住宅或受限制於一房間之火災，一但到達最盛期的末期，即可看到室內火勢趨小，此稱為衰退期。火災一旦發展至此，室內溫度開始呈直接盤下降，地板上呈現殘物燃燒狀態，一直到熄滅為主。

因此假如火源不能及時撲滅，為了不使火勢在短時間發展到不可收拾的地步，則須設法使閃燃不會發生；即使不可避免，也要將其發生時間儘量延後，以爭取避難逃生的機會。或者能使消防人員及時趕到火場撲滅火災，在對策上可選擇室內裝修材料採用防焰材料及耐燃材料。

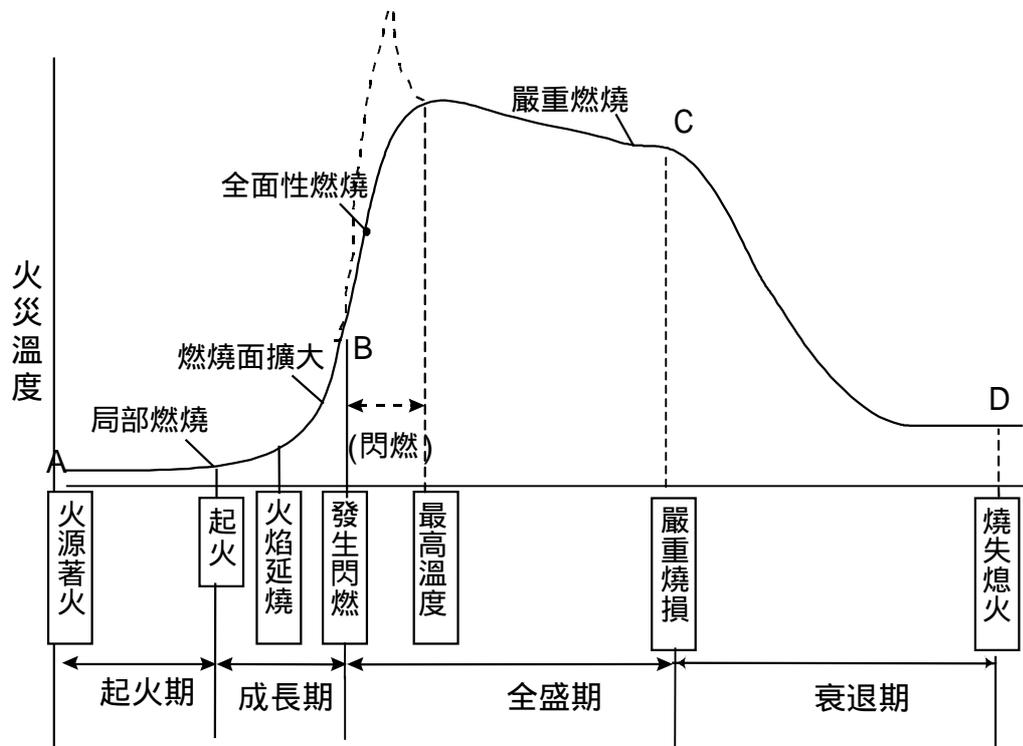


圖2-2 室內火災成長過程

2-1-3 火災造成之損害

火災所造成的傷害包含經濟的損害、人命的傷亡和社會大眾的不安全感[8]，分述如下：

1.經濟的損害

火災所造成的經濟損害含房屋燬損、直接的財產損失和間接的經濟損害，從消防署統計資料「起火原因與火災損失統計表」[1]中顯示民國八十八年發生火災次數總計18254次，造成230人死亡，643人受傷，損失金額高達26億1千餘萬元，其中房屋損失6億7千萬元，財物損失19億4千萬元。而火災對經濟的影響，除上述有形的財產損失外，最嚴重的是間接的負面效益，譬如生產線、原料、產品的燒燬將使訂單流失，甚至履約賠償；甚有精密設備之廠房雖僅小火波及或被煙燻，也可能使設備故障而生產停滯。諸如此負面的效應是難以量化估計的。

2.人命的傷亡

火災災害可怕的主因乃是火災過程中材料燃燒所產生之危害作用常威脅到人員性命，近八年（民81~88年）平均死傷人數約970人[1]。這些對人命安全傷害作用可分成六項，各項對於人命安全之效應概分述如下[7-9]：

(1)氧氣耗盡 (Oxygen depletion)

一般人類慣於在大氣之21%氧氣濃度下自在活動。當氧濃度低至17%，肌肉功能會減退，此為缺氧現象。在10~14%氧氣濃度時，人

仍有意識，但顯現錯誤判斷力，且本身不易察覺。在6~8%氧氣濃度時，呼吸停止並在6~8分鐘發生窒息死亡。由火災引致之緊張亢奮及活動量往往增加人體對氧氣之需求，所以實際上在氧氣濃度尚高時，即可能已出氧氣不足症狀。一般人存活的氧氣濃度底限為10%，然而能否到達此程度及到達時間，則依每次火災及受災位置而異，因為此氧氣濃度受可燃物濃度、燃燒速度、燃燒系體積及透氣速率所影響。

(2)火焰 (Flame)

燒傷可能因火焰之直接接觸及熱輻射引起。由於火焰鮮少與燃燒物質脫離，所以對鄰接區域內人員不常產生直接威脅，這點與燃燒氣體及煙不同。皮膚若維持在溫度66°C (150°F) 以上或受到輻射熱3W/cm²以上，僅須1秒即可造成燒傷，故不幸與火焰接觸時，其溫度及其輻射熱可能導致立即或事後致命的危險。

(3)熱 (Heat)

火災中，人與熱物體或火焰相接觸的機會較少，但在火場環境下感受輻射熱的情況卻是必然的。熱對於燃燒系內及鄰接區域之人員皆具危險性。姑不論任何氧氣消耗或毒害性效應，由火焰產生之熱空氣及氣體，亦能引致燒傷、熱虛脫、脫水及呼吸道閉塞等危害。人在65

°C中，大約可忍受20~40分鐘不等之有限時間，在120°C中，大約則只有15分鐘左右，生存極限之呼吸水平溫度（Breathing level temperature）約為131°C；但室內氣溫高達140°C時仍能存活短暫時間，若在175°C高溫中，則不超過1分鐘。又呼吸水平高度（Breathing level height），從地板向上算起一般約為1.5公尺之高度，有時居室人員中兒童佔有顯著比例時，安全設計上則採用1.2公尺水平高度。對於呼吸而言，一般超過66°C之溫度便難以忍受，此溫度領域可能會使消防人員救援及室內人員逃生遲緩。火災對人體之生理熱效應，除上述呼吸傷害外，皮膚燒（灼）傷亦是主要危害作用。依據國外研究，人對火場環境熱輻射量之忍受程度如下：在0.12W/cm²，尚能長時間忍受；在0.4W/cm²，則減至數十秒左右；在1.2W/cm²，僅可忍受數秒鐘。

(4) 毒性氣體 (Toxic gases)

燃燒所產生氣體之組成依材料之組成、表面積、接觸氧氣量、溫度、溫度變化速率...等因素而定。一般高分子材料之熱分解及燃燒生成物成分種類繁雜，有時多達百種以上，然而對人體生理有具體毒性效應之氣體生成物僅是其中一部分，如表2-1所示，這些氣體之毒害性成分基本上可分成三類：窒息性或昏迷性成分、對感官或呼吸器官

有刺激性之成分、其他異常毒害性成分。

(5)煙 (Smoke)

依ASTM E176，煙之定義為“一材料發生燃燒或熱解時所釋出散播於空氣之固，液態微粒及氣體”。煙是一項重要的火災性狀，因為能見度是避難者能否逃出發生火災之建築物，以及消防人員能否找出火災、撲滅火災的影響因素。煙有視線遮蔽及刺激效應而助長驚慌狀況。在許多情況，逃生途徑上煙往往比溫度更早達到令人難以忍受程度。

(6)結構強度衰減 (Structural strength reduction)

因火害造成之結構組件破壞具有明顯潛在的危險性。可能發生結構樑柱之爆裂或結構強度減損、崩塌，或牆壁、屋頂崩塌的情況。另外，火災對結構之破壞，有時不易單從外觀察覺，因此火災後結構強度衰減程度的安全性評估相當重要。建築物因結構受火害而崩塌毀壞的情況不多，但不可輕忽建築物受到第二次外來災害（如地震）可能發生之危險。

若單純從裝修材料燃燒觀點來探討所產生之危害作用概主要為上述前五項作用，若進一步歸納則為「火」、「氣」、「煙」三大危害

效應，如圖2-4所示。

3. 社會大眾的不安全感

火災所造成的傷害除上述人命傷之和經濟的損害以外，尚包括為社會大眾所帶來的不安全感。今高樓毗鄰而建，戶戶共牆而居。即使自己家很安全，一旦別家起火也可能因延燒波及而引起鄰房火災。住宅火災或縱火案件層出不窮，此等現象在社會大眾心中所留下的陰影很難揮之即去。

表2-1 有機高分子材料燃燒產生之毒性氣體[9]

成 分	來 源 材 料
CO, CO ₂	所有有機高分子材料
HCN, NO, NO ₂ , NH ₃	羊毛，皮革，聚丙烯腈(PAN)，聚酯(PU)，耐龍，胺基樹脂...等
SO ₂ , H ₂ S, COS, CS ₂	硫化橡膠，含硫高分子材料，羊毛
HCl, HF, HBr	聚氯乙烯(PVC)、含鹵素防火劑高分子材料，聚四氟乙烯(PTFE)
烷，烯	聚烯類及許多其他分子
苯	聚苯乙烯，聚氯乙烯，聚酯等
酚，醛	酚醛樹脂

丙烯醛	木材，紙
甲醛	聚縮醛
甲酸，乙酸	纖維素纖維織品

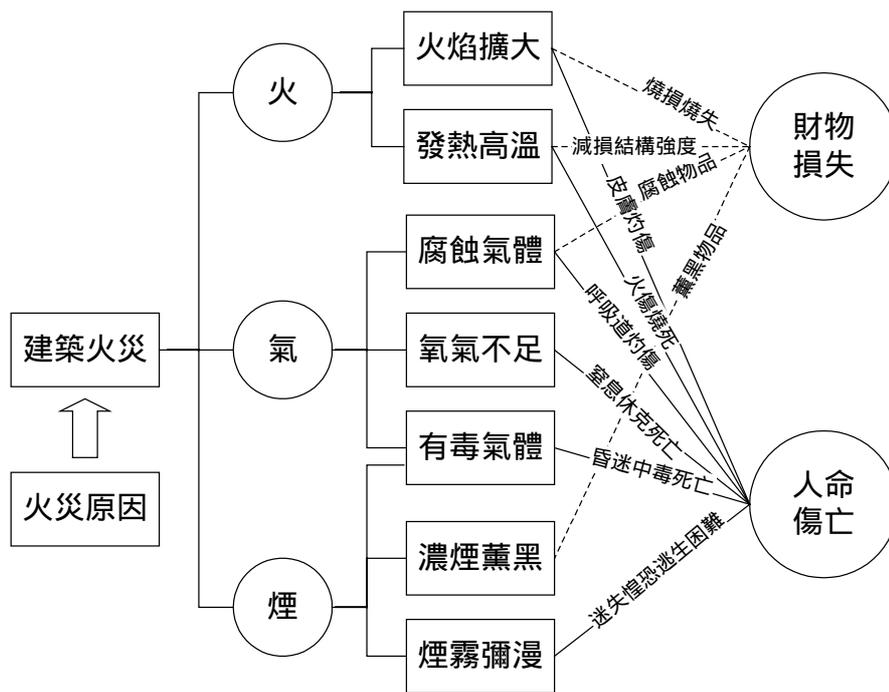


圖2-3 建築火災之三大危害效應[9-11]

2-1-4 住宅火災之特性

整理內政部消防署統計資料之發生原因統計[2]，可以得知造成住宅火災之前六項原因分別是：電線走火、爐火烹調、吸煙、放火、燈燭與敬神拜祖等，如圖2-4所示，就住宅防火措施之背景與特徵說明如下：

1.火載量大：經濟的發達與生活富裕，使得在狹小的住宅空間中存放眾多的財物，增加大量的火載量（Fire load），不利於防火。

2.電氣用品繁多：由於資訊化社會發展，電子工程技術日新月異，家庭電氣用品趨向多樣化與功能化設計，民眾為求生活上的舒適與便利，在住宅中大量選用家庭電氣用品，數量有增無減，卻未對住宅中有限的電路與插座建立起正確的使用觀念，導致住宅電氣火災[12]。

3.住宅結構封閉：住宅居住的方式與住宅的結構，住宅火災形成常內部燃燒的封閉形火災，使得火災時產生的煙氣導致人命傷亡的致命傷。

4.與構造類別無關：根據行政院研考會所作「當前建築消防安全問題與對策之研究」[13]中指出，發生火災建築物之構造類別區分上

，以鋼筋混凝土構造者為最多，其次為鋼構造、鋼骨鋼筋混凝土構造、木構造、磚構造、輕鋼架構造。在台灣地區住宅之構造大多為鋼筋混凝土構造，基本上鋼筋混凝土構造屬於耐火構造物，因此火災的發生並不因為構造類別屬耐火構造而較少發生。

5.室內裝修複雜：住宅中裝修材料的種類相當複雜，各種材料組合的防火性能較難確認，防火管理亦顯得困難。

6.火氣管理疏失：從住宅火災起火處所統計資料顯示，近四年來廚房與佛堂神龕發生火災約佔36%，臥室與客廳發生的火災約佔47%，如圖2-5所示前著發生火災可能是火氣使用不慎所引起，後者可能為吸煙與電器使用不當所造成。

7.起火時間常發生在警覺性較低的時段：如圖2-6所示發現，在過去四年中，起火時間在12時至18時的時段最多，可能是由於火氣及電氣的使用最頻繁。但凌晨0~6時發生火災的比例亦佔20%左右，而此時段大多為就寢時間，警覺性較低，反應較慢，發生火災時的危險性可能較其他時間為高。另有研究指出[14]，台北市、台中市、高雄市等大都會區住宅火災發生的時間在凌晨0~6時時段為最高，可能與都會區的生活型態有關。

8.防火意識普遍較低：住宅居住人員的防火意識普遍較低。大多數人認為自己的住宅是安全的，在購屋時優先考慮的是空間格局、採光通風，對於「火災安全性」則常是次要考慮的項目，對於一般居住人員而言，日常的居住功能比防火問題更重要。對於防火避難設施亦較不關心且疏於保養。普通住宅中成員亦無家庭消防會議或逃生會議。

9.火災初期滅火能力不足：住宅中滅火器具不足，或不會使用滅火器具，無法在初期火災時予以撲滅，造成延燒擴大。

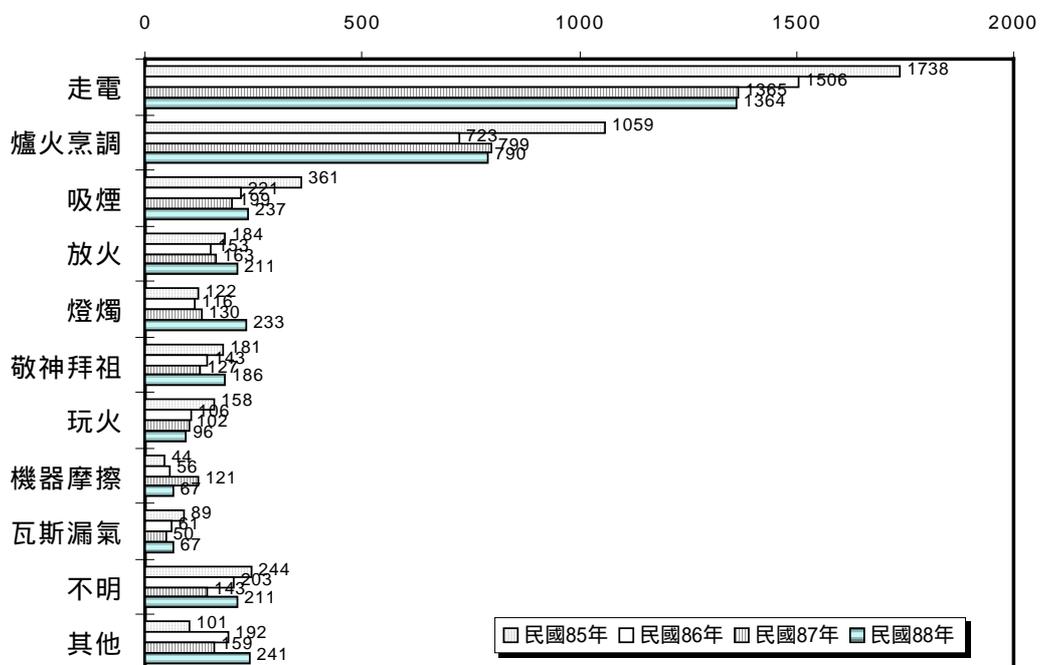


圖2-4 台灣地區住宅火災發生原因統計圖 (資料來源：消防署統計資料)

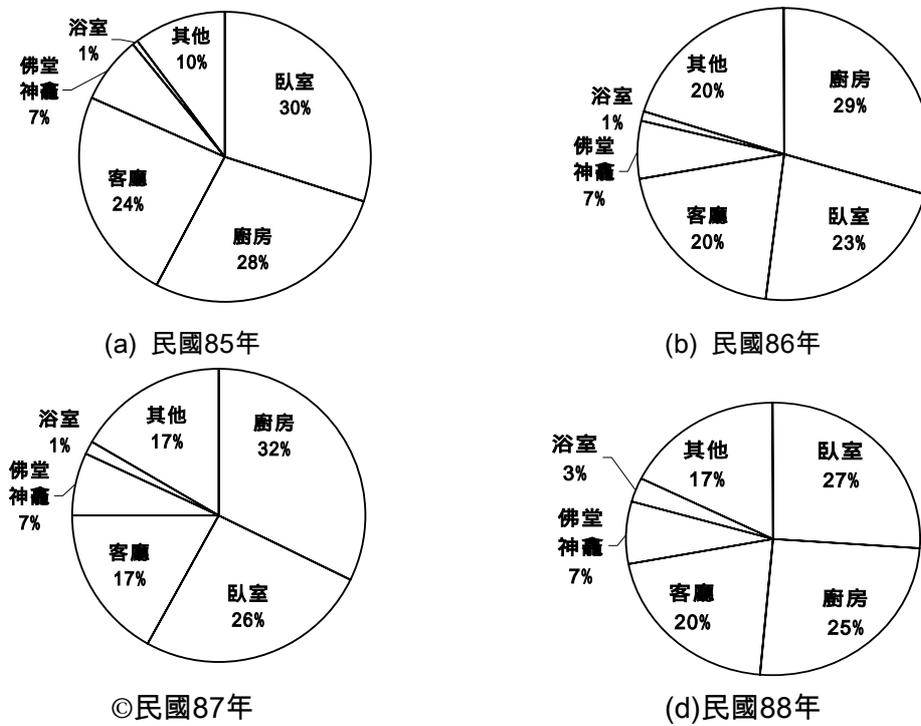


圖2-5 台灣地區住宅火災起火處所分佈圖 (資料來源：消防署統計資料)

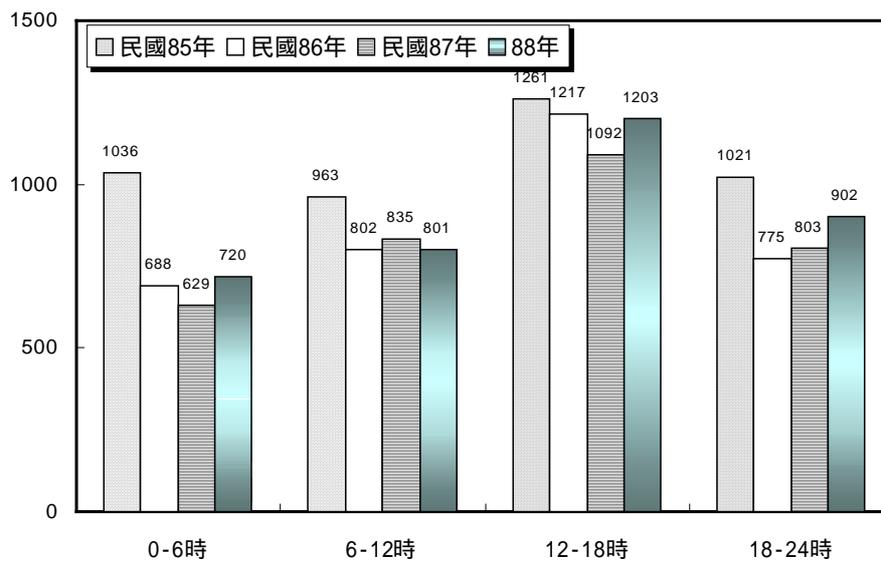


圖2-6 台灣地區住宅火災起火時間分佈圖 (資料來源：消防署統計資料)

2-1-5 發生住宅火災之不安全行為與不安全環境

火災災害發生的原因依屬性可區分為自然因素及人為因素兩類：自然因素通常是指無法預期及無法事前防範的異常現象，如地震後引起的火災、雷擊造成電線短路或電器發熱而引起之火災。而人為因素又可分為不安全的行為與不安全的環境兩種。歸納分析造成災害的因素，俾助於提出有效的預防對策[2]。

通常不安全的行為而導致住宅火災者有下列之情況：

- 1.不理會標示說明警告，就任意動手操作。如延長線超載使用，導致延長線異常發熱，或造成電線走火，而引發火災。

- 2.把安全裝置弄失靈，而不自知。如電路開關未使用熔絲，或使用過大容量電流之保險絲，或電器設備之漏電遮斷器已失效，皆會造成電路或電器異常發熱，產生電器火災。或錄影帶回帶機、馬達卡住無法跳脫回到安全狀態，因摩擦而產生過熱等危險情形。

- 3.不正確的使用方式。例如在電熱器具、暖爐、或利用燈泡烘乾衣物，容易引燃衣物而衍生火災。

- 4.電氣使用過久，易因為散熱不良，產生高熱的危險。

5.關閉偵測器或警報器。有些住宅使用不當之偵測器因受誤報所惱，逕而關閉偵測器或警報器，以致真正發生火災時無法正確發揮預警的功能。

6.疏忽、分心、忘記等。忘記烹飪中的爐火、忘記發熱中的電熨斗、或油炸食物未守在油鍋旁，導致油溫上生引火造成火災。

7.抽煙煙蒂未捻熄處理。煙蒂掉落在家具沙發上或寢具上引燃而起火燃燒：或將未熄滅的煙蒂倒入垃圾桶內，引燃垃圾桶內可燃物而引發火災。

8.穿著不安全。烹調食物時，穿著太寬鬆的衣服，或袖子太長未捲起，易接著爐火而生危險。

9.神壇或神龕香爐未清掃，常會因為爐內燒香的香枝太茂密而引燃發火，或燈具因長時間使用又未檢視配線並清理插頭及插座間之塵埃，亦產生火花放電的危險。

10.火氣管理不善。出門前未檢查爐火是否妥善關閉、或打火機、火柴未放置於孩童不易取得之處，導致孩童玩火。

11.在逃生通道上或逃生安全梯堆置雜物，阻礙避難逃生。

通常不安全的環境而導致住宅火災者有下列之情況：

1. 爐火高溫周圍置放易燃物。例如在爐火周圍放置廚房紙巾、抹布、保鮮膜或櫥櫃距爐火太近，易受熱輻射而著火。

2. 爐具上方有電氣電線通過，可能因爐火高溫而溶解電線之絕緣塑膠，造成電線短路引起電氣火災。

3. 在白熾燈泡周圍有易燃物。白熾燈泡會產生高溫，若周圍有紙張或窗簾等易燃物品時，有可能被引燃。

4. 電熱器具周圍存放易燃物。在電暖爐、微波爐等電熱器具周圍若存放有易燃物，則有引火著火的危險。

5. 室內裝修材料大量使用可燃材料，一旦被引燃則大量釋放可燃氣體及熱量，極易釀成災害。

6. 廚房內可燃材料過多。住宅的廚房常有櫥櫃、處理台、還有遮蔽管路的天花板，極易因引火而延燒擴大。

7. 電線線路老舊劣化。隨著屋齡增加電線線路亦產生劣化問題，若疏於檢查又因電氣設備使用超載，則易造成電氣火災。

8. 瓦斯管路未定時檢查維修或更換，極易因管路破損致瓦斯外漏。

9.廚房排油煙機內油垢未清理致產生大量黏附及堆積現象，極易受熱而引火。

10.單一避難逃生出口，在火災發生時會發生有無法順利避難的危險。

11.鐵窗未裝設逃生出口，在火災發生時亦有逃生或搶救的困難。

12.室內存放大量揮發性或燃點低的化學藥劑。

從以上之分析可以發現不安全的行為主要是對於防火安全的知識缺乏而產生錯覺，因此「教育」是最重要的工作，透過教育加強對防火的認知，進而有正確的行為。另一方面不安全的行為來自管理上的缺失，缺乏組織及制度，可透過防火管理的制度消除此人為的危險因素。不安全的環境主要是由於技術上的缺失所造成，或者是由於不安全的行為造成了不安全的環境。在矯正技術上的缺失方面，可從設計、材料、保全、檢查等工作來減低不安全的環境狀態。

2-1-6 住宅火災的預防對策

住宅防火措施的最終目的是保障生命安全和減少物質損失，而更實際的目標可以減少起火的危險性，防止火災造成危險的擴大，並且降低都市大火的危險性。因此，預防住宅火災主要可分為防止起火、避難逃生、控制火災等三項對策，如圖2-7[7]所示。

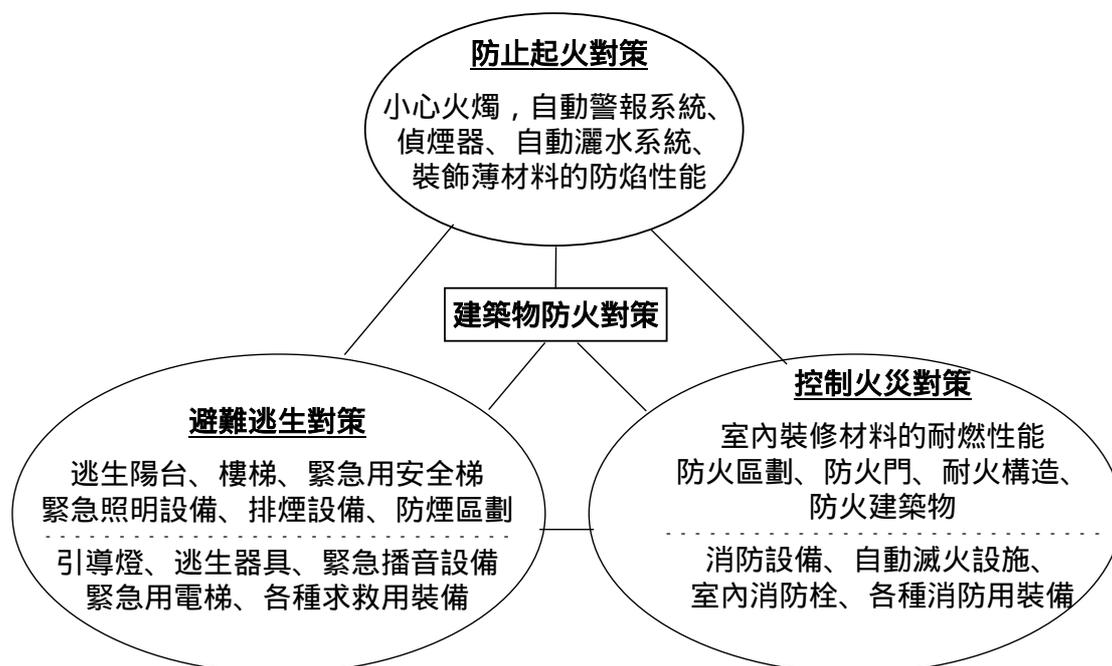


圖2-7 建築物防火對策要項[7]

(一) 防止起火的對策

建築物會發生火災大多數是人為的因素，人為的使用不慎、疏忽或故意縱火，是發生住宅火災的主要因素。從過去住宅火災的統計資料可知，由於微小火源而造成嚴重傷亡及損失的案例，為數極為可觀；為進一步防止因微小火源釀成大禍，預防微小火源的產生即為住宅防火對策的第一要務。在防止微小火源的產生上，最希望是根本沒有火源產生，如果沒有火源產生也就不會發生火災，所以希望一有火源發生即能被偵測到，發出預警警報。若配合室內裝飾薄材料，包括地毯、窗簾、沙發布等具備防焰性能，使微小火源能自行熄滅，避免或減少成災的機會。

因此，住宅防止起火的措施，不但要考慮明火器具的品質，還須考慮使用人員的使用情況和使用場所的環境條件；在建築設計方面，重要的是應選擇不易燃的內部裝修材料；若能配合火災感應警報設備，早期發現火災並予撲滅。參考日本「建築物綜合防火設計法」[15]中之建議措施，有下列幾個具體之對策：

(1)在明火器具（如瓦斯爐、蚊香）周圍，採用不燃性材料，可以避免異常燃燒情況的發生。

(2)廚房的排油煙管和烤箱設置場所周圍，可以採取隔熱性能良好的不燃材料包覆。

(3)廚房之天花板裝修宜採用不燃材料，可以降低火氣使用不慎時延燒的危險。

(4)裝置煙偵測器，只要能夠早期發覺，一旦發生火災，也不致釀成大禍。

(5)房間寬敞的住宅，若居住人員比例較低，可能造成難以察覺起火的可能。因此，最好考慮設置火災感應警報設備，可以有預警的功能。

(6)住宅中的成員應有人人都是防火管理人員的意識，做好火氣的安全管理。

(7)應避免電氣插座發生超載，導致導線溫度過熱，引發電氣火災。

(8)裝修工程架設在天花板或隱匿處之電線，宜有絕緣保護套管，以避免電線受損或導線異常過熱而引燃周圍之可燃物。

(9)瓦斯爐、排油煙機應定期保養清潔，避免油垢堆積過多易引發火災。

(10)平時檢查瓦斯管路，用肥皂水查看管路是否有漏氣現象，必要時請專業人員處理，可避免瓦斯漏氣。

(11)住宅中準備家庭用滅火器可在火源發展階段予以有效撲滅。

(二) 避難逃生對策

台灣地區住宅的類型有：獨院住宅、集合住宅、寄宿舍、分間出租供住宿的房屋等四種，面對不同居住屬性、防火管理組織體制、防災意識與應變能力、消防避難逃生、救助設備使用等等相異的情況，在發生火災時能有效安全避難逃生，確保生命安全，是一項重要的課題，僅從住戶居室的避難至集合住宅群體的避難對策如下：

甲.住宅居室的避難

(1)在早期發現火災時，原則上使用普通出入口的通道作為避難路徑，平時應儘量確保此路徑的安全。

(2)除了主要避難通道外，宜有次要的通道，用以作為未及時發現火災時的避難路徑。尤其是3層樓以上的居住住宅，主要避難通道不能使用的可能性很大，因此輔助逃生救助設備便非常重要。

(3)原則上避難逃生出口要與道路等公共空間相連通。

(4)確保逃生通道的暢道，若與防盜措施相互衝突時，應設置從內容易出去，室外難以進入的設計。

(5)住宅居室相連的情況，須考慮避難路徑的走廊可能充滿煙氣。因此須熟知避難出口的方向，以及自身的防護措施。

(6)居住高樓、公寓應預先勘察地形，尤其屋頂通往避難平台之門不可被加鎖以致防礙緊急逃生。

(7)從窗外、陽台逃生的路徑，須注意下方樓層是否有噴射出火焰而不能使用。

(8)即使在陽台也不能直接跳至地面，可在陽台上等待救援。

(9)有老人、兒童和孕婦等弱者，應該準備一個房間能夠使得安全避難。

(10)住宅火災一般不易做到煙氣控制，因此須考慮避難時受濃煙污染的防護措施。

(11)一旦發生火災，切勿眷戀財產而延遲避難時間；若已完成避難亦不可冒然返回火場。

乙.集合住宅樓層的避難

集合住宅樓層的避難需考慮出火樓層與非出火樓層，因此須有可靠性較高的措施，以防止火焰及濃煙的擴大。此外，非火災住戶內一旦有人，就有可能影響滅火活動。因此，制定整樓棟的避難計畫，原則上任一住戶發生火災，必須保證其他住戶全部居民順利避難逃生。

(1)可將平時使用的公用通道和樓梯作為主要疏散通道。但是主要通道有不能通行的可能性，必須準備次要的避難路徑。

(2)火災發生時，切勿搭乘電梯。

(3)避難通道的內部裝修應為不燃材料，若為可燃性材料時，必須確保造成的火焰傳播不會影響避難行動。

(4)平時應使安全梯的防火門保持自然關閉狀態，可減少濃煙侵入避難通道，或阻絕火勢的擴大延燒，妨礙避難行為。

(5)濃煙的擴散是避難的重要障礙，大樓的排煙設備，平時要注意維護管理，保證緊急時工作系統的可靠性能。

(三) 控制火災防止擴大的對策

防止住宅居室內火勢蔓延擴大的措施，不僅能夠提高防止燃燒損失的性能，而且還抑制火源向相鄰樓棟蔓延的意義。即使是暫時防止擴大，也有助於安全避難。為了儘量抑制火災造成的損失，依靠防止起火及早期發現的初期滅火將最有效。室內裝修的不燃化和存放物品的不燃化在防止初期火災擴大方面也非常重要。有下列幾點防止火勢蔓延擴大的措施：

(1)即使房間周圍都不耐火，只要對起火可燃性高的部份進行重點耐火處理，就可以提高住戶的防止燃燒損失的性能。

(2)能夠將火災控制在室內的時間取決於區劃的性能。

(3)廚房內櫥櫃及天花板採用不燃材料可減少廚房內火源擴大。

(4) 牆壁和地板中設置配管等貫穿部分時，宜採用防火填縫材阻止火災穿過貫通部份而擴大延燒。

(5) 外牆的裝修和底襯如果使用可燃材料，即便沒有巨大火焰，也會有向上層蔓延的危險。

(6) 公共通道內裝修必須使用不燃材料，而樓梯等垂直通道必須分隔，阻止火勢通過樓梯向上層蔓延。

(7) 火災時，向相鄰建築物延燒的原因有：火星和飛火、連接火焰、輻射熱。屋頂不燃化的措施，可以減少火星和飛火的災害。

(8) 噴出的火焰，會對相鄰地區造成強大的輻射熱，控制開口等減小噴出火焰的規模，或增加鄰棟的防火間隔，都能有效降低輻射熱的災害。

(9) 為了使屋頂、外牆、開口部份和區劃構件具備阻燃和隔熱性能，以控制火災對周圍造成的影響，要求在火災持續過程中，不得出現構件結構被破壞或明顯變形等。

(10) 防止建築物受火害時，構件發生掉落或倒塌，不但會助長火災向周圍擴大，而且會增加消防搶救滅火行動的困難度。

2-2 國內對於住宅火災防制之推動

內政部於86年3月27日以台(86)內消字第八六七六零五四號函發佈推動「住宅防火對策」計畫，計畫之目的在於降低住宅火災發生率極其引發之傷亡率。其中有關住宅防火對策之推動事項摘錄如下[16]：

提昇防火意識：廣泛發送住宅防火手冊及住宅防災錄影帶，藉由大眾傳播媒體、演習訓練活動等加強現有之防火宣傳活動，並送交相關機關、團體及電氣、瓦斯公司等單位協助發送及配合宣導活動，同時透過所有機會及媒體展開生活防火安全對策之宣導活動，以提昇防火防災意識。

實施防火診斷：透過村里民大會、社區活動等，運用自己診斷表實施防火診斷，且針對火災常發生之區域及配合參與較高之社區，藉由個別訪問進行防火診斷，引導民眾主動參與，以謀求居住環境之安全化。消防署並提供二十五項居家防火安全診斷項目[17]，以改善住宅防火安全的行為及環境。

確保高齡者等災害弱者之人命安全：對高齡者等災害弱者及其家

庭，進行防火指導及提醒對用火、用電器具之定期檢修等，同時推動社區、里鄰互助體制，確立對災害弱者之鄰保共助體制，同時透過鄉鎮市、區公所、村里鄰辦公室等協調聯繫社區內日常生活用品供應事業，以普及住宅用防災器材及防焰物品，以提昇防災環境。

提昇住宅防火能力：推動住宅內部裝修耐燃化；裝飾物及地坪鋪設物防焰化，並藉由住宅用防災器材之普及，以提昇住宅之防火性能。運用消防安檢或查察機會，對於居室、樓梯間及用火、用電器具周邊之不燃化，進行行政指導。特別是對於高齡者居住之住宅，應協調相關主管機關，指導其提高此類住宅之防火能。

普及住宅防災器材：許多住宅係屬非供公眾使用建築物，並無消防安全設備之設置，且一般法定消防設備多屬系統式，需花費相當金錢購置，以致影響設置意願，故有必要輔導業界發展住宅用專用滅火器材，減輕購置者負擔，進而促進購置意願。其次，再運用住宅防災器材之樣品或實物展示組合，將住宅用滅火器、簡易自動滅火裝置、住宅用火災警報器、防焰製品等充分有效週知，同時由省（市）、縣（市）政府主動研究居民設置住宅防災器材之補助事宜。

放火火災預防對策：向各社區及住戶推動「營造不被防火之環境」宣導，以防止放火事件發生。

建立資訊情報中心：省（市）、縣（市）政府應成立防災資訊中心，以提供迅速、正確的防災資料。

其他：發展婦幼、青少年、慈善公益團體等防火組織，透過各種管道充實防災教育如透過各種管道充實防火教育。

2-3 日本對於住宅火災防制之對策

日本於平成8年（1996）中建築物火災件數為28978件，其中17038件約58%為住宅（一般住宅、集合住宅、複合用住宅）火災（註：台灣地區民國88年為61.3%）。此外，該年中由於建築物火災所造成的死亡人數有1039人（縱火自殺者除外），其中890人（85.7%）即是住宅火災所引起的。當中65歲以上的高齡者有498人（約佔56%）。

日本消防廳於昭和62年起至平成元年（1987～1989）3年間，設置住宅防火對策檢討委員會，進行住宅防火對策的檢討。根據檢討的結果，將住宅防火對策當做是消防行政上極重大的課題，並以「國民運動」的方式推進，因而在平成3年（1991）3月制訂「推動住宅防火對策相關之基本方針」。在該基本方針中的對策是以大幅減低住宅火災所造成的死者，尤其是對高齡者的防火為中心，綜合性的推動提升住宅防火安全性。預計在10年後至少將住宅火災的死亡發生人數，抑制在由現況所預估之死亡人數的半數以下。為了達成上述的目標，由學者、相關的行政機關、團體等構成「住宅防火對策推進協議會」，揭示以全民運動的方式展開住宅防火對策的推動，推動事項如下：

- (1) 提升防火意識；
- (2) 實施住宅防火診斷；
- (3) 推動住宅用防災器材等的開發與普及化；
- (4) 推動有關住宅防火對策之調查研究；
- (5) 財政、金融等的配合鼓勵措施。

在設定基本方針及設置協議會之後5年中，觀察每年由於住宅火災所引起的死亡發生數較預測人數降低，但對於當初將預估死者數抑

制在半數以下的目標而言，此結果並未能稱是順利達成。其原因大約可歸納為以下幾點：

(1)以往的住宅防火對策活動中，為進行當初所考量之區域主導型活動的體制整備並不十分完備。

(2)住宅防火對策的宣傳在財源的節制上並未發揮充分的效果，亦或「住宅防火」這個用語的意義難懂等，考量者的本身未能普遍性地讓國民充分地理解。

(3)由於實施政策係以一般住宅為主要對象，因此在針對百貨公司、醫院等為防火對象物的消防法令中要指定消防用設備等的規定，實在有所困難。再者，針對伴隨高齡化之急速發展，導致住宅火災之預估死亡人數有所增加，雖然可見某種程度的抑制增加傾向，但面對高齡者的實際死亡人數仍然持續增加，在宅看護的進展之中，必須要對於高齡者等災害弱者實施更有效的政策。

依據這些問題點等，在平成8年之後5年內的住宅防火對策，係以「從抑制邁向減少」為目標，在降低住宅火災死者數方面，強力展開具有實效性的實施對策。具體上以「地區主導型住宅火災對策之推進

」、「廣泛協調體制與推進基礎之確立」、「住宅防火設計的普及推進」、以及「住宅用防災器材等具有實效的普及」為主要施策，在積極展開施策的同時，並藉由充實與這些相關連的調查研究，在最後的平成12年度為達成目標而努力。

①地區主導型之住宅防火對策的推進

在整備住宅防火對策推進之地方推進組織的同時，亦推動活用地方電視台、CATV等的區域密著型報導。此外，也極力的推動在各都道府縣設置一處以上的住宅防火示範地區。

②廣泛協調體制與推進基礎的確立

加入過去的相關省廳、團體，除了號召瓦斯、電力等公益事業、流通服務業等團體參加住宅防火對策推進活動，同時整備住宅防火對策推進協議會的體制。此外，也利用優良推進組織等擴大表彰對象範圍，來推進多樣化的團體活動。

③住宅防火設計的普及

除了活用講習會、住宅展示會等機會，普及「住宅防火手冊」，來舉辦有關住宅防火設計指針、防火材料、防火設計的講習會。

④有實效的普及住宅用防火器材等

在擴充住宅用防災機器等監控事業的同時，促進活用住宅金融公庫之貼補融資制度的住宅防災器材、並充實有關住宅用防災機器等的情報提供，以及普及住宅防火安心標章。

參、住宅廚房環境調查

3-1 調查目的與內容

為瞭解一般住宅廚房環境的狀態、廚房廚具的材料與空間，因此在研究中以問卷調查的方式進行「住宅廚房環境調查」，問卷調查詳附錄一所示，主要內容如下說明：

1.住宅類型：住宅依建築物使用權或使用型態可分為獨棟住宅、集合住宅（例如公寓）、連棟住宅（例如透天厝）。不同的住宅類型在住宅火災中有不同的火災特性，通常集合住宅與連棟住宅發生火災後均有延燒至鄰房的潛在危害。另外，住宅類型亦與都市或郊區的群居密度有關，在大都會區以集合住宅居多數，非都會區則會有較多的連棟透天住宅或獨棟住宅，因此此調查項目的意義不但可獲得較具代表性且多數的住宅類型，亦可反應調查對象的區域性。

2.住宅廚房的空間型式：有閉圍空間與開放空間兩類。若廚房空間與室內其他房間有使用隔間牆與門建構成封閉的空間，此型式稱為閉圍空間之廚房；若廚房與其他生活起居室的空間直接相通，則此型式稱為開放空間之廚房。不同的空間型態會影響廚房發生火災的燃燒性狀。

3.廚房櫥櫃材料的種類：主要在瞭解最常用的櫥櫃材料，以做為後續試驗的選用材料。

4.瓦斯爐台的位置：由於爐火烹調不慎是引起廚房火災最常見的主因，所以瓦斯爐具上方的環境條件與起火後火焰延燒至系列懸吊櫥櫃的位置有密切關係。

5.廚房的空間細部尺寸：在研究廚房火災危害的因子，若假設大多數火源從瓦斯爐台上開始生成後再延燒擴大，因此除材料、位置外，仍須考慮瓦斯爐台上方的淨空間，淨空間與接焰著火的難易有關。

6.廚房的天花板材料：若使用易燃的天花板材料，則會增加廚房內的火載重，造成火災發生後全面燃燒的危害。

7.廚房內曾發生火災危險事件的調查：藉以得知廚房內潛藏的危害。

8.廚房內警報的使用情況：主要在瞭解廚房內裝設瓦斯洩漏警報器或裝設火災警報器的情況。

3-2 調查結果與討論

在本研究中共完成110件調查問卷，樣本數的分佈如表3-1及圖3-1所示，區域分佈以新竹縣市和台北縣市為多數。

表3-1 調查問卷樣本數分佈區域資料表

縣市區域	樣本數
台北市	19
台北縣	24
桃園縣	15
新竹縣(市)	39
苗栗縣	1
台中縣(市)	6
南投縣	1
彰化縣	1
雲林縣	3

花蓮縣	1
合計	110

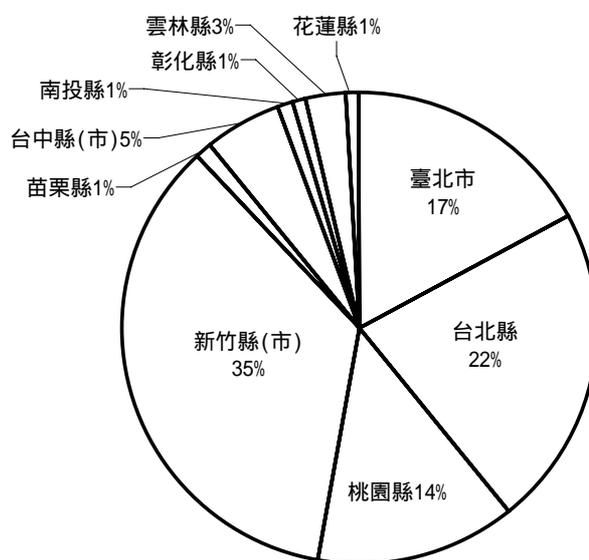


圖3-1 調查問卷之區域分佈圖

整理分析調查問卷，歸納的結果如下：

- 1.廚房的空間型式：閉圍空間佔75%，開放空間佔25%。
- 2.住宅型式的類型：集合住宅佔53%，連棟住宅佔34%，獨棟住

宅13%。

3.廚房櫥櫃的材料：以木芯板為內材，表面做貼飾的材料是做廚房櫥櫃較常見的，約佔有43%；其次是不銹鋼材料，約有35%；實木製的櫥櫃亦有7%，在調查中有15%的住宅廚房使用其他材料（如磚造）或不使用櫥櫃。

4.瓦斯爐台的位置：瓦斯爐台在系列懸吊櫥櫃下方位置，有61%在端部；有34%在吊櫃下方中間位置，其他為不使用懸吊櫥櫃者。

5.瓦斯爐口至排油煙機抽風口的高度：經由分析眾數為80公分，算數平均數約為79公分。

6.調（流）理台檯面長度：平均約210公分。

7.調（流）理台檯面距離懸吊櫃下緣的高度：平均約79公分。

8.廚房天花板的材料：在調查的樣本中發現有49%的住宅廚房天花板並沒有任何裝修；有26%的住宅使用塑合板裝修，其次為三夾板（12%）、石膏板（10%）或鋁板（3%）。

9.爐台附近牆壁的材料：廚房瓦斯爐台附近牆壁大約95%是磚牆或混凝土牆面貼磁磚。

10.廚房中可能發生火災危害的事件：在問卷第10~13項，發現有

29% 曾發生燒開水煮乾空燒的事件；有38%曾在滷肉時疏忽忘記而導致嚴重燒焦的事件；有14%曾在油炸食品時不慎導致油鍋起火；另外有18%曾在廚房發生其他危險事件，其中以瓦斯外漏居多。

11.廚房內裝設的警報設備：樣本中有28%有裝設瓦斯洩漏感應器；有25%裝設火災警報器。

上述調查的結果，空間型式及空間尺寸方面作為全尺寸試驗的參考；廚房櫥櫃材料（木芯板外貼飾面）作為後續櫥櫃材料燃燒試驗的參考，使後續試驗的結果能契合實際情況。

肆、櫥櫃材料燃燒試驗與結果

4-1 試驗計畫

在住宅廚房火災探討中，櫥櫃材料是廚房中最大的火載重之一，根據調查的結果木芯板(wood core plywood)外貼飾面材是較常做為櫥櫃的材料種類，因此以木芯板系列做為試驗的材料，以了解板材的燃燒性能。在本研究中選用下列三種板材：

1.木芯板：厚度為18(mm)，平均氣乾密度為0.380g/cm³。主要用做芯材或者櫥櫃內的分隔板。

2.木芯板表面貼美耐板：以木芯板為芯材，表面貼飾一層(0.6mm)防水且抗擦痕的三聚氰胺聚合物(melamine)，俗稱美耐皿。平均氣乾密度為0.470g/cm³。主要是櫥櫃的面板。

3.木芯板表面貼水晶板：以木芯板為芯材，表面貼飾一層(2.5mm)防水且高剛性、高透光性的聚甲基丙烯酸鹽(PMMA)，俗稱壓克力。平均氣乾密度為0.500g/cm³。主要用作門板外飾，增加美觀。

板材的基本燃燒試驗，進行表面試驗、著火性試驗、圓錐量熱儀

試驗等。表面試驗的目的在瞭解試驗材料之燃燒性能與耐燃等級；著火性試驗的目的在瞭解試驗材料受熱輻射點燃的難易以及被點燃的熱輻射量；圓錐量熱試驗則可以瞭解試驗材料燃燒的熱釋放性，但由於儀器在修復中因此圓錐量熱儀試驗仍未完成。

4-2 試驗結果與討論

4-2-1 表面試驗方面

表面試驗的加熱的方式有兩種：第一種加熱方式是依照 CNS 6532 之標準耐燃加熱試驗〔18〕。試驗材料在標準耐燃測試之排氣溫度與煙濃度係數如圖 4-1、圖 4-2 所示；試驗結果發現，依排氣溫度、發煙量、餘焰等判定項目，此三種材料均未符合「耐燃三級」。木芯板面貼美耐板在標準加熱下，在點火後約 15 秒，美耐板開始產生裂解和爆裂，隨之引燃；木芯板面貼水晶板在標準加熱下，點火後約 60 秒水晶板開始產生裂解，約在 105 秒時引燃。木芯板貼水晶板會產生很大的濃煙並且餘焰長達 20 分鐘，另外值得重視的是水晶板在裂解時會釋放惡臭的氣體，令人感到不適，此乃是因為熱塑性高分子材料受熱後，熱分解所產生的氣體。在本研究中為了更進一步瞭解水晶板（

PMMA) 的熱性質，取下微小的樣品進行TGA-DTA試驗試驗結果的圖譜如圖4-3所示，TGA (thermogravimetric analysis)熱重量測定分析，以20°C/min加熱速率增加溫度，觀察所發生的重量改變；DTA (differential thermal analysis) 示差熱分析，是將試樣與參考物質 (不活性試料，如Al₂O₃) 在固定加熱速率加熱，測定其熱含量的改變所得到的溫度差。從圖4-3中TGA曲線發現在250°C附近，水晶板吸熱後開始急速產生分解，大約在360°C附近開始有放熱反應，400°C後材料已灰化。由此可瞭解水晶板受熱變形的轉換溫度約在250~300°C，即開始分解成揮發性的氣體 (煙)，產生大量濃煙。

第二種加熱方式是在表面試驗時單獨以1.5kw電熱管 (主熱源) 輻射加熱試驗〔19〕，此種加熱方式是模擬材料受熱輻射下的燃燒情況，文獻〔19〕中曾提出排氣溫度曲線與試體表面輻射熱的關係曲線，記錄引燃的時間與排氣溫度即可推測試體被引燃所受之輻射熱，如表4-1所示。

從圖4-1與圖4-2中發現，在標準加熱試驗下，排氣溫度最高約在400~450°C附近，但木芯板在停止加熱後，平均餘焰時間有104秒，試體就自熄了；其次是木芯板面貼美耐板；而木芯板面貼水晶板在停止加熱後仍持續燃燒並且生成大量濃煙，若是在火場中此種材料所造

成的危險是必須重視的。

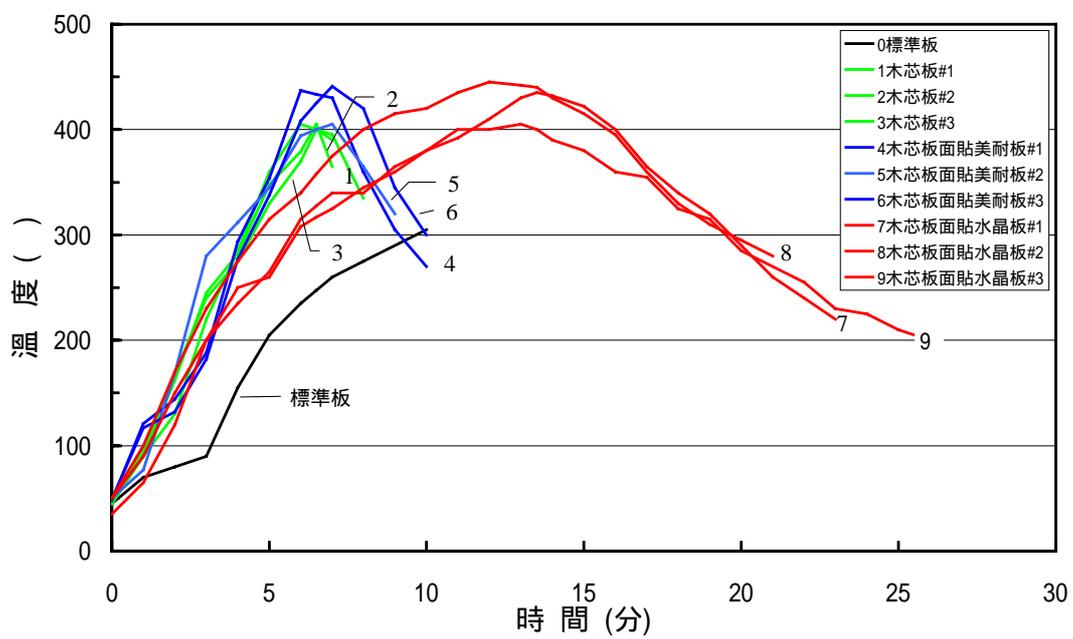


圖4-1 櫥櫃材料表面試驗之排氣溫度

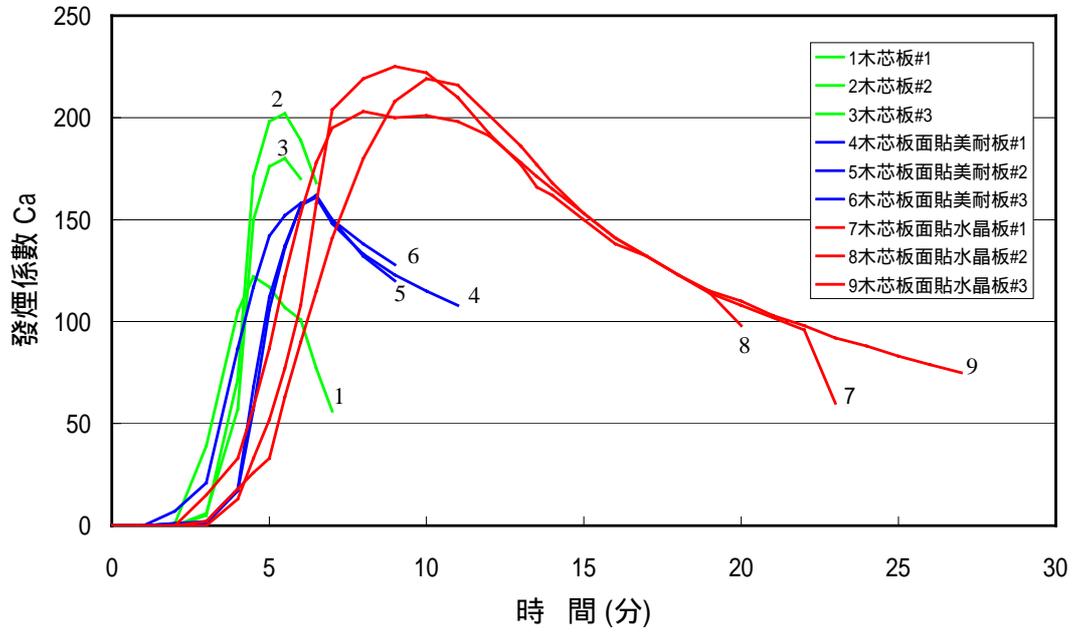


圖4-2 櫥櫃材料表面試驗之發煙係數

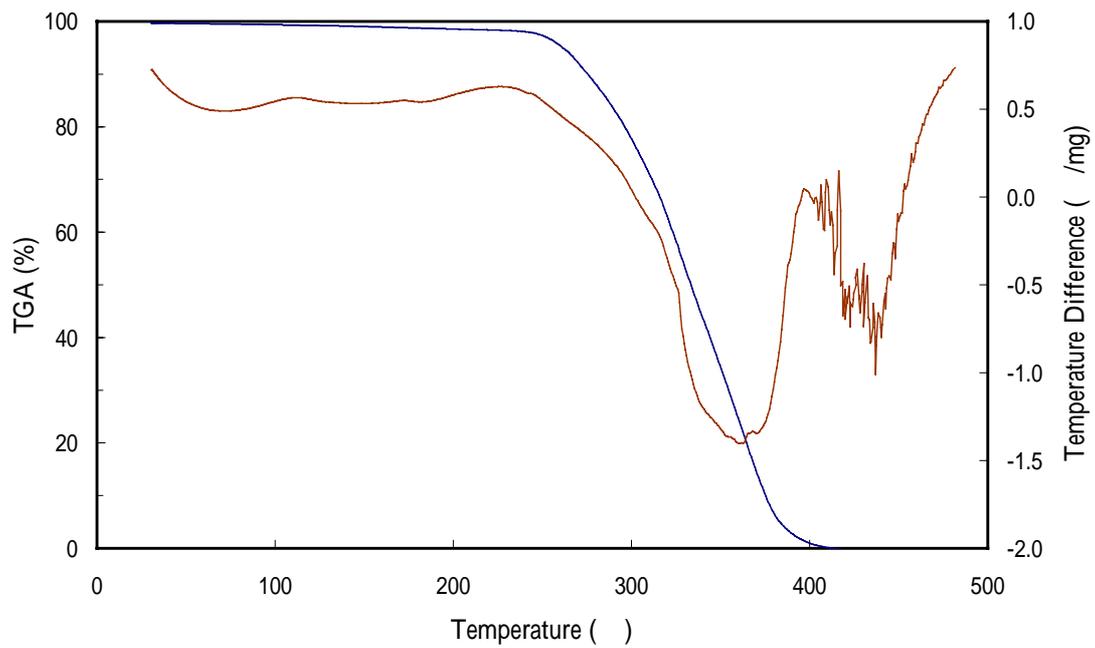


圖4-3 PMMA材料之TGA-DTA試驗曲線

表4-1 表面加熱試驗結果與引燃輻射熱推估

項 目	木 芯 板			木 芯 板 面 貼 美 耐 板			木 芯 板 面 貼 水 晶 板		
A.標準加熱									
引燃時間(sec)	105	90	97	15	60	45	90	105	120
平均	97			40			105		
餘焰時間(sec)	107	107	98	240	180	240	900	1020	1200
平均	104			220			1040		
判 定	未符合耐燃三級			未符合耐燃三級			未符合耐燃三級		
推估引燃輻射熱[19] (Kw/m ²)	20			15~18			18~20		
B.單獨石英加熱管1.5Kw加熱									
引燃時間(sec)	133	137	127	90	120		110	130	
平均	132			105			120		
餘焰時間(sec)	131	114	224	240	360		1320	1320	
平均	156			300			1320		
推估引燃輻射熱[19] (Kw/m ²)	35~38			30~35			32~35		

4-2-2 著火性試驗方面

在著火性試驗方面，為了解試體材料受輻射熱被引燃的程度，因此以三種不同不同加熱方式進行著火性試驗：第一種加熱方式按ISO 5657著火性試驗，第二種加熱方式是在第一種加熱時不啟動點火機構，而形成在固定輻照度下的無焰燃燒，第三種方式是讓試體暴露在加熱器下，由室溫加熱至 $50\text{kw}/\text{m}^2$ ，量測試體著火時溫度及時間，屬於動態的連續加熱，經由溫度與輻射熱的關係，即可經由著火時溫度推測引燃的輻射熱，此方式加熱的條件與CNS標準耐火昇溫曲線很接近（加熱速率約 $60^\circ\text{C}/\text{min}$ ），因此所得之著火輻射熱應會較接近火災的情況。

在著火性試驗中，除了櫥櫃材料外，另增加排油煙機的油垢項目，採取一般住宅廚房排油煙機油網下油杯內的油垢，在油盤內固定油膜厚度（ 2mm ），以著火性試驗了解其著火特性。著火性試驗結果如表4-2所示。

木芯板面貼水晶板在ISO 5657著火試驗的試體在 $10\text{kw}/\text{m}^2$ 的輻射熱源下二片試體的著火時間分別為5分32秒、5分0秒，是三種板材中被引燃的輻照度最小的。在試驗中受熱後水晶板會膨脹鼓起變形，發出臭味，接著鼓起的膜表面產生裂解，逐漸加劇後即著火，在試驗中曾觀察著火後的火舌高度可達 1m ，如圖4-4。沒有明火的輻射加熱方

式，在 $20\text{kw}/\text{m}^2$ 的輻射熱源下試體的著火時間分別為1分05秒、1分25秒；在連續輻射加熱的觀察結果，木芯板面貼水晶板著火的輻射熱約 $28\sim 32\text{ kw}/\text{m}^2$ ，從著火性試驗中可以了解板材被引燃的輻射熱，亦可得知木芯板面貼水晶板在受熱輻射的危害下，可能會偏危險。

排油煙機油垢的著火性試驗相較櫥櫃材料，在試驗過程中是較複雜的，可能與住宅內食用油的種類有關，在沒有刻意選擇的情況下，試驗過程在固定輻照度試驗的經過大致如下：輕微的臭油煙味、接著油面產生浮動、煙量逐漸增加臭味更難聞、隨著油煙揮發油面會形成焦黑的黏層、黏層的模形成後不久就著火。在連續升溫增加輻射熱的過程時，輻射加熱器溫度 500°C (大約 $13\text{ kw}/\text{m}^2$)有臭油煙味、 600°C (大約 $20\text{ kw}/\text{m}^2$)有油爆聲與煙、 700°C (大約 $33\text{ kw}/\text{m}^2$)有黑煙、 735°C (大約 $37\text{ kw}/\text{m}^2$)有噴濺的油滴碰到加熱器而產生小飛火、煙層更濃、持續加熱至 $50\text{ kw}/\text{m}^2$ 時發現油盤中油垢已變成部分炭化的焦油，仍未著火(若維持在此輻照度下約111秒時著火)。



(a) 受熱中鼓漲的情形



(b) 著火後焰高約1m

圖4-4 木芯板面貼水晶板之著火性試驗

表4-2 著火性試驗結果

項 目	試 驗 方 法					
	ISO 5657 著火性試驗		不點母火之 無焰著火		連續輻射加熱	
	輻照度 (kw/m ²)	著火時間 (mm:ss)	輻照度 (kw/m ²)	著火時間 (mm:ss)	輻照度 (kw/m ²)	著火溫度 (°C)
木 芯 板	20	2:08	30	2:38	39	750
		1/41		2:07	38	745
木 芯 板 面 貼 美 耐 板	20	1:52	30	3:30	38	747
		2:10		3:50	37	735
木 芯 板 面 貼 水 晶 板	10	5:32	20	1:05	28	670
		5:00		1:25	32	723
油 煙 機 油 垢	30	10:30	30	11:54	fail	
		7:55		14:05		

4-2-3 熱輻射量測試驗方面

在調查問卷中住宅廚房較常發生的三種危險事件：乾燒、滷肉燒焦、油炸起火，本研究中設計一座箱內長240cm、寬60cm、高100cm單面開口（長向）的小模型箱，在箱內放置瓦斯爐爐上分別放置乾燒的水壺、滷肉鍋、油炸鍋，以熱電偶和熱輻射計量測周圍空間之溫度及輻射熱，裝置的示意圖如圖4-5所示，以獲得單一事件發生過程時輻射熱與溫度成長的歷程資料。

當煮開水時，忘記關閉瓦斯熱源，此時水壺內開水在煮乾後，熱源仍持續供應，即稱為乾燒或空燒。本研究中即以空的水壺，模擬壺內的水分已被燒乾，至於瓦斯爐上，試驗過程重要參考點的溫度歷程如圖4-6所示，編號TC1的熱電偶是位於TC4下緣45cm懸空處，瓦斯爐口正上方35cm(約水壺提把上方10cm)，所量得的溫度約在150°C附近，而熱輻射通量約0.4w/cm²。在乾燒的情況中從試驗數據顯示，水壺周圍的溫度成長相當緩慢，這是由於熱的生成與熱的逸散並沒有很大的差值，應不會構成立即性的危險。

滷肉燒焦試驗是模擬在滷肉時因為其他原因導致滷肉烹調時無人照料，可能所造成的危害。以1200g重的滷肉與湯汁，至於直徑24cm，高14cm的不銹鋼鍋中，以中火供應熱源。量測的溫度與熱輻射通量如圖4-7、4-8所示。由於烹調時無人照料，在試驗開始後17分鐘產生

焦味，接著產生焦煙，40分鐘時在小模型箱中形成20cm煙層，在中火供熱下約41分50秒著火，TC1所量的溫度約589°C，HF1熱輻射通量 $1.6\text{w}/\text{cm}^2$ ，HF1的高度距爐口80cm，大致是排油煙機口的位置。火焰高可達小模型箱的頂板即約80cm，因此滷肉燒焦著火可能會對排油煙機與吊櫃的下緣板材造成延燒的危害，如圖4-9所示。在試驗中當火焰燃燒猛烈後，關閉瓦斯供熱熱源，從試驗結果可發現溫度與熱輻射通量迅速降低，可以了解供熱火源若停止供熱或關閉火源，在火場未全面燃燒之前，減低火災危害是有一定效果的。

在問卷調查中發現油炸食品時不慎導致油鍋起火亦是住宅廚房火災危險的事件之一。「油炸用油火災」是近年來日本住宅廚房火災發生的主要原因之一〔20〕，由於忽略或是忘記關閉瓦斯爐火而引起火災，目前仍持續不斷發生，在日本多半是在炸天婦羅等油炸食品為起因。在油鍋中倒入800g的食用油，鍋內油面直徑25cm。點火後以大火供熱，約2分鐘即起油煙，4分30秒試驗的油面有微滾動，7分鐘後油煙增大，11分15秒時模型箱內油煙瀰漫，約在11分30秒「轟」的一聲油面著火，著火後15秒火焰高度已接觸模型箱頂板，著火後35秒關閉瓦斯供熱，著火後40秒火舌在箱頂下緣水平向左約80cm、向右約40cm寬，著火後46秒時火舌舔過模型箱並向上伸高60cm。圖4-10所示

為試驗過程之照片，圖4-11所示為紅外線熱像儀所攝之溫度分佈情形。箱頂溫度與熱輻射通量量得的結果如圖4-12和圖4-13所示，瓦斯關閉後，火勢並未減弱，油面上方約30cm處（TC1）溫度達660°C，在試驗過程中溫度在260°C的測溫點只有圖4-5中TC13、TC16、TC17、TC25、TC28、TC29、TC30（以上三點位於距火源65cm的壁面）、TC31、TC33（以上二點位於後側壁面），因此在火源上方左右各45cm的範圍，可能被延燒危險範圍。熱輻射通量方面HF2量得熱輻射通量5.9w/cm²，若參考著火性試驗之結果，在火源上方處水平30cm範圍頂板所量得的熱輻射通量皆超過3.0 w/cm²，有著火的可能。另外在實驗的空間發現著火後伴隨濃黑的黑煙與碳粒，都是住宅火災的危害因子。

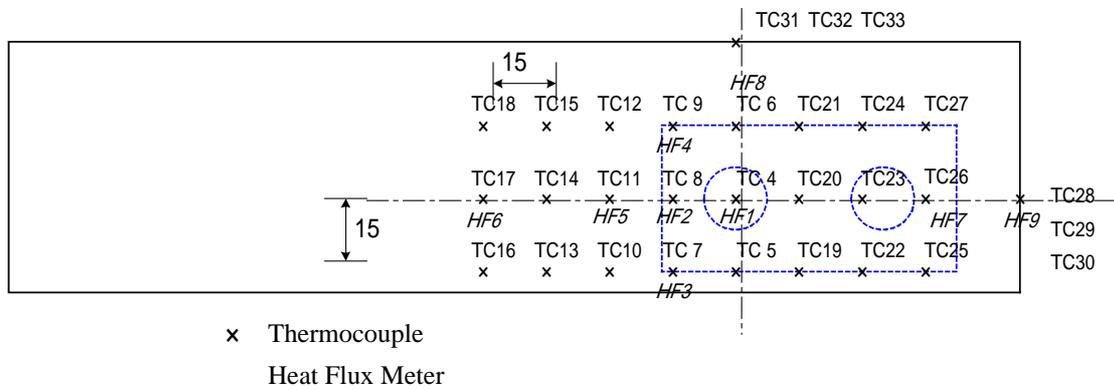


圖4-5 模型箱頂板裝置熱電偶與熱輻射計示意圖

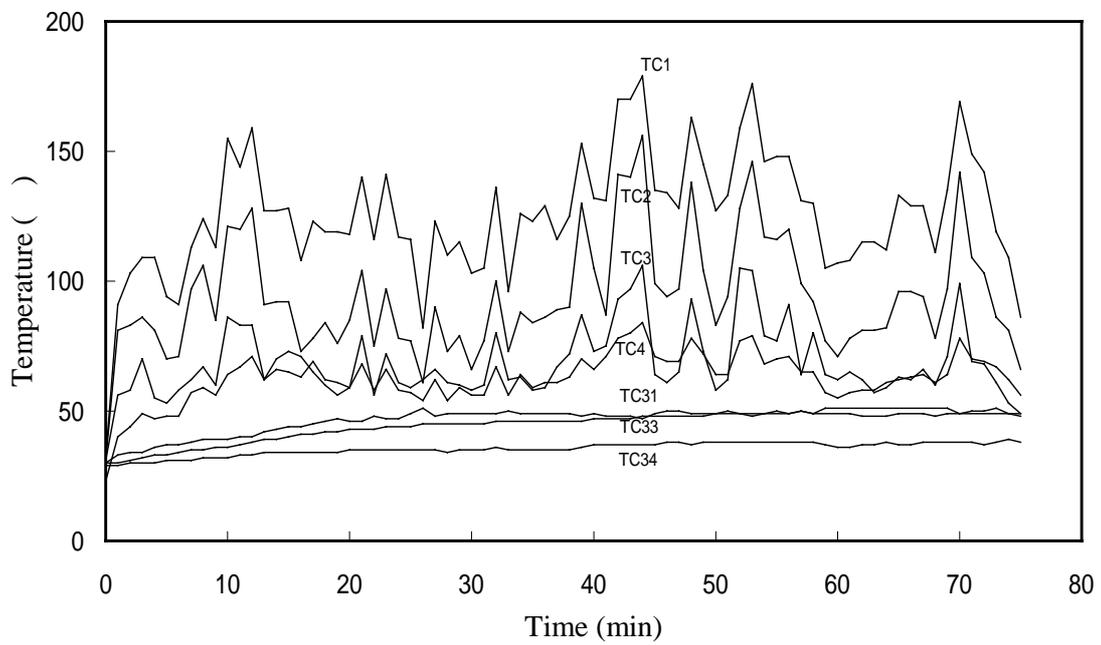


圖4-6 乾燒試驗之溫度曲線

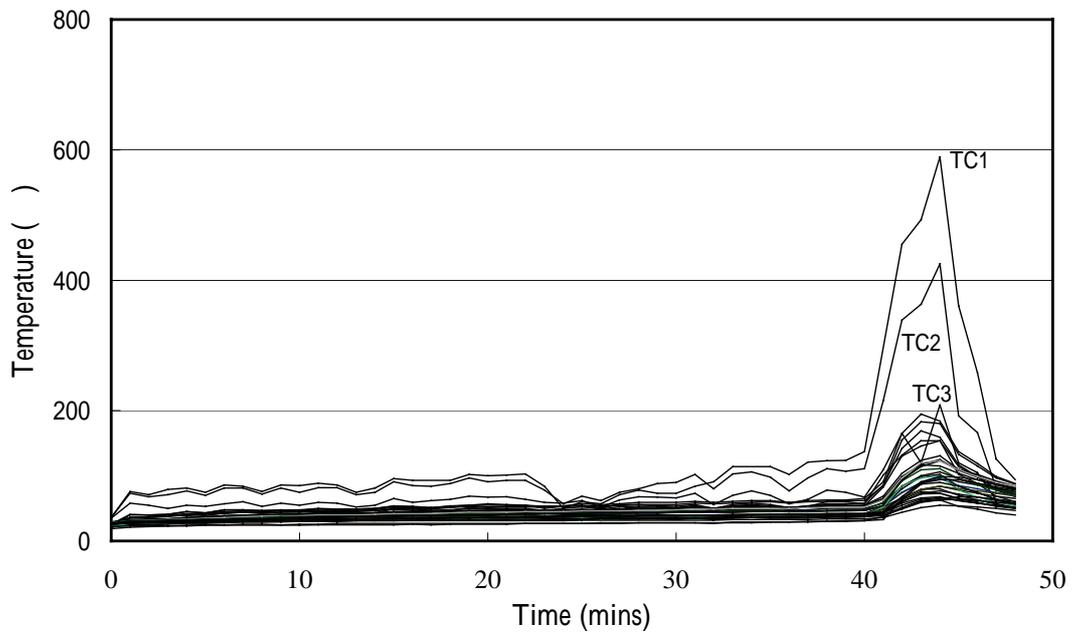


圖4-7 滷肉燒焦著火試驗之溫度曲線

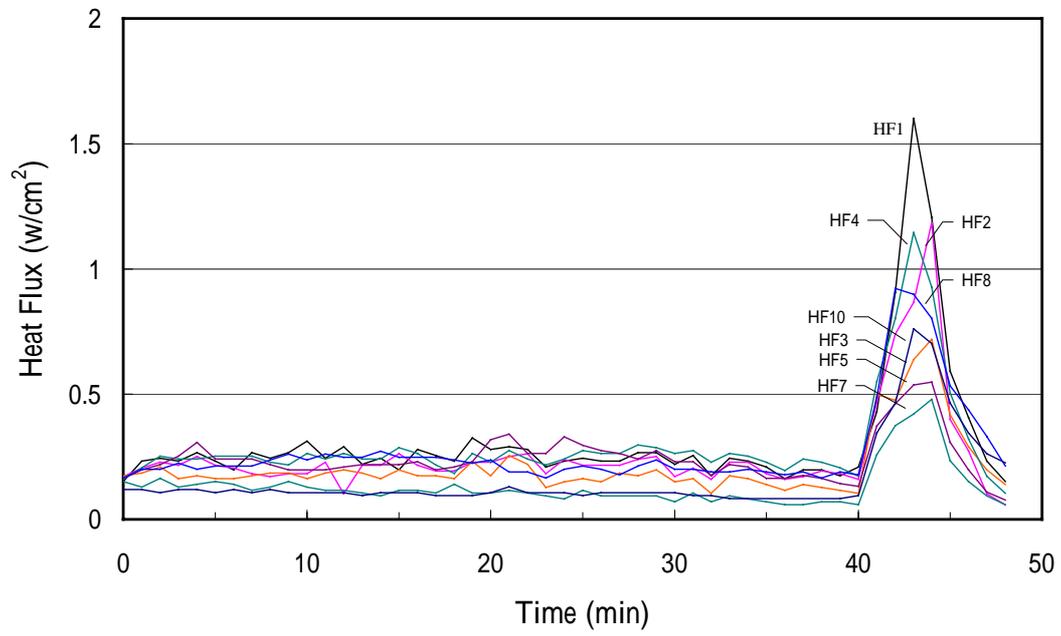
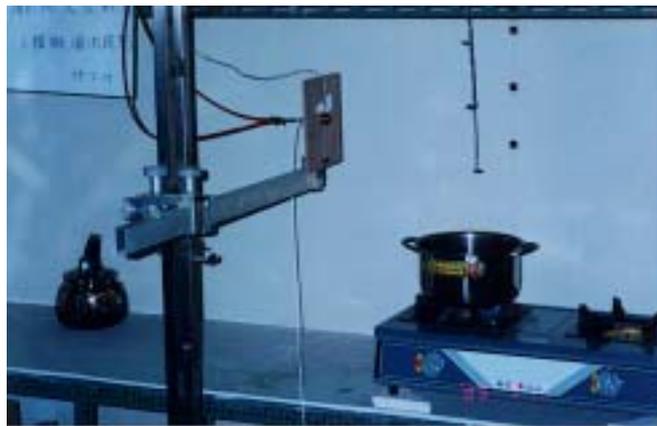


圖4-8 滷肉燒焦著火試驗熱輻射通量



(a) 滷肉試驗裝置

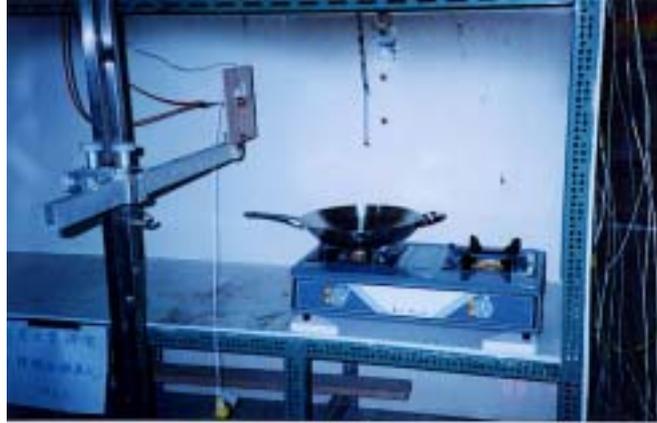


(b) 滷肉燒焦濃煙



(C) 滷肉燒焦著火

圖4-9 滷肉燒焦著火試驗過程照片



(a) 油鍋試驗裝置



(b) 油鍋焦煙



(c) 油鍋著火

圖4-10 油鍋著火試驗過程照片

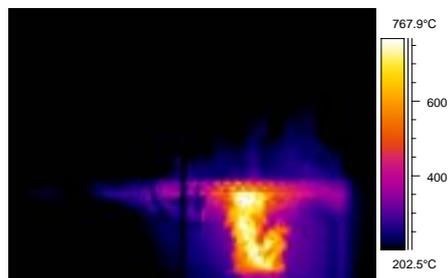
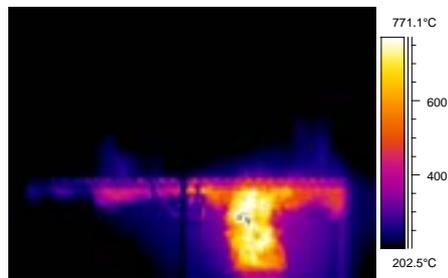
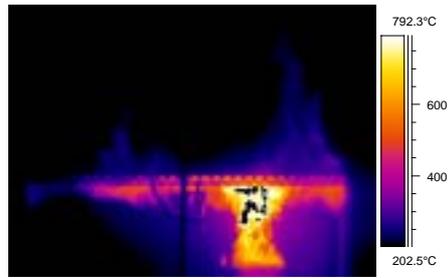


圖4-11 油鍋著火時紅外線熱像儀顯示之溫度分佈

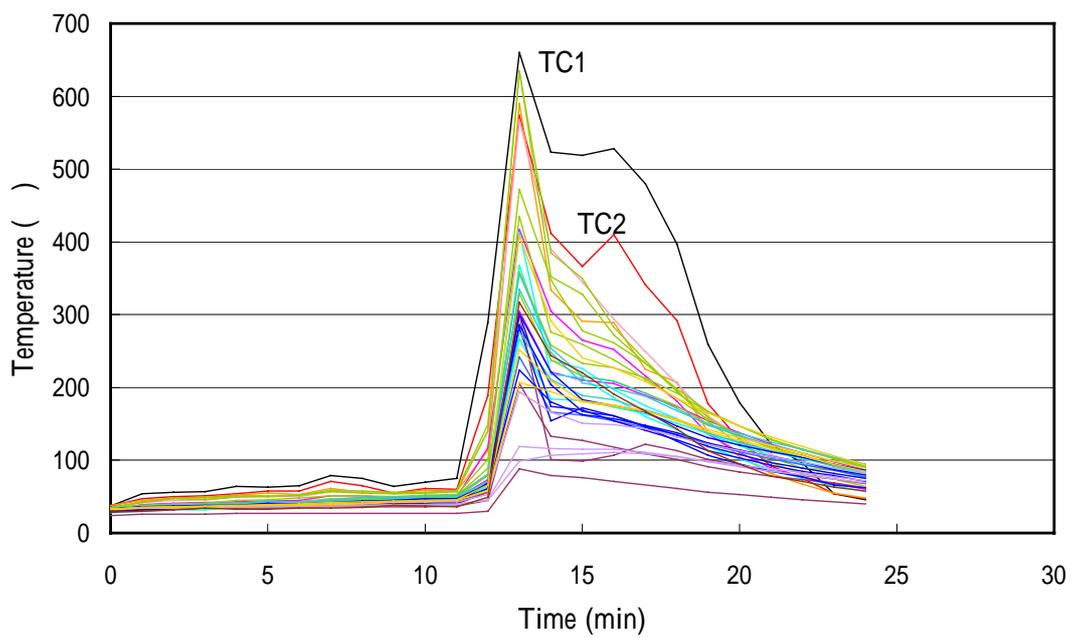


圖4-12 油鍋著火試驗溫度曲線

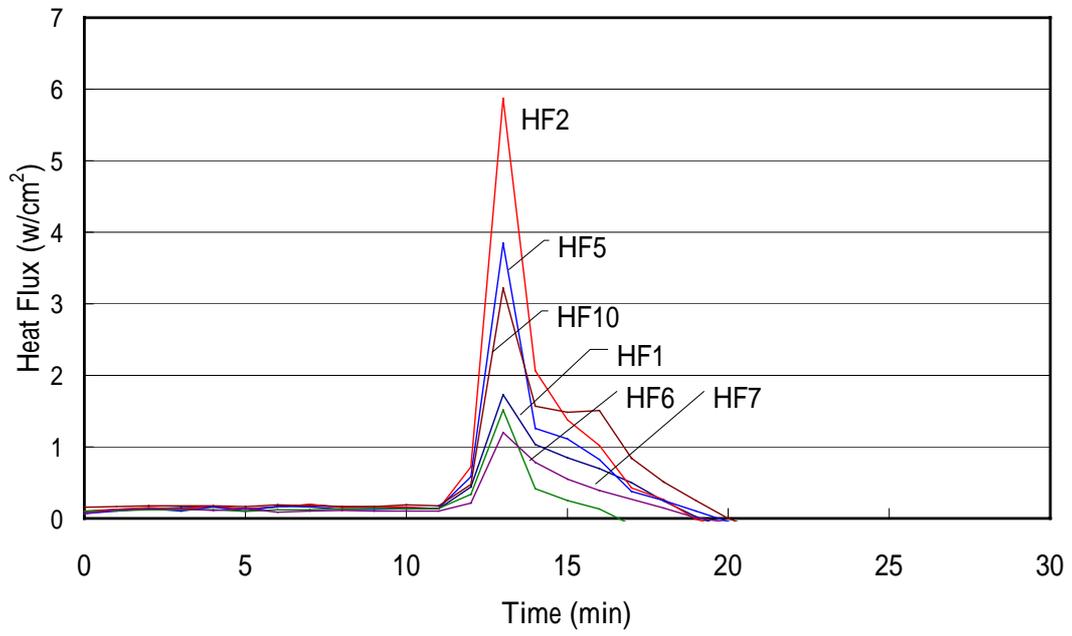


圖4-13 油鍋著火試驗熱輻射通量

伍、廚房全尺寸火災試驗與結果

5-1 試驗計畫

本研究除進行實驗室的櫥櫃材料燃燒性能試驗及熱輻射通量量測外，為能進一步了解實際住宅廚房發生火災的性狀與研提防制對策及技術的務實性，因此進行廚房火災全尺寸試驗。試驗場地位於台灣科技大學林慶元教授的「實大火災試驗場」。廚房空間與廚具尺寸設計參考問卷調查的結果與實驗場地的空間，規劃平面為W260×L350×H315cm，廚具流理台面長220cm，寬60cm，含底座高83cm，爐口離地85cm，吊櫃寬60cm，高68cm，不含排油煙機部分長139cm，距離流理台面高66cm。若考慮滷肉燒焦著火、油鍋著火等二個火源變數；櫥櫃材料面板貼美耐板與水晶板等二個材料變數；天花板有無以塑膠企口板裝修等二個變數，有八個試驗組合。但有之前實驗室內小尺寸試驗的參考，目前進行三個全尺寸試驗，分別是：

試驗A：油鍋著火、木芯板面貼美耐板、天花板無裝修；

試驗B：滷肉燒焦著火、木芯板面貼美耐板、天花板無裝修；

試驗C：油鍋著火、木芯板面貼水晶板（面板）、天花板裝修。

5-2 全尺寸試驗結果與討論

由於試驗場地電力的因素，導致全尺寸試驗只能進行溫度數據的收集，輻射熱通量的數據即無法量測。每次試驗在場中有10處熱電偶樹，每株熱電偶樹在設定的高度安置5枚熱電偶。溫度的資料可提供住宅廚房火災溫度與時間的關係，以及廚房內溫度的危害狀況。在試驗中並以V8錄影，可於分析時獲得詳細的煙層及火焰性狀資料。紅外線熱像儀可迅速獲得火場溫度的分布。

試驗 A 的試驗裝置情形如圖5-1所示，在圖中左側牆上有二處觀測的開口（30×30;140×70cm）。在油鍋內倒入800g食用油，油面直徑約25cm，開大火供熱進行試驗，試驗過程的記錄如表5-1所示。試驗A中量測溫度的熱電偶樹如圖5-1所示，量測的結果發現室內最高溫度在編號A的熱電偶樹，單點最高溫度274°C(A4點)。試驗過程的照片如圖5-10所示，在試驗結束後，發現抽油煙機上方的櫥櫃門板燒毀，推測試油鍋著火的火焰燒到抽油煙機後，接著引燃塑膠的排油煙管，及抽油煙管附近的櫥櫃門板，可由圖5-4中A1點的第二個波峰得知，因此風管的材質在防火上是必要考慮的。在抽油煙機旁邊吊櫃有著

火的痕跡，炭化的長度約25cm，在調理台面的飾條，有部分熔融燒焦，因此在靠近火源處的材料，著火性的性能是需要考量的。

試驗B的試驗裝置如圖5-2所示，左側的窗戶及門都是關閉的，與試驗A的燃燒方式不同，試驗A屬換氣型燃燒，試驗B則是燃料型燃燒。試驗過程的紀錄詳表5-2所示，部分的照片如圖5-11。從熱電偶樹量得的溫度以接近火源的熱電偶樹溫度較高，單點溫度約94°C。在此試驗中，抽油煙機風管改為鋁箔的伸縮管。雖然沒有發生延燒的現象，但值得注意的是在試驗中滷肉燒焦在著火前大約有15分鐘長的煙生成時期，需要思考的是煙的毒性與偵煙及早報知觀念（在本次試驗中所預先裝設的離子式偵煙器發生故障）。

試驗C的裝置情形如圖5-3所示，櫥櫃及爐火靠近窗戶，試驗時只有往室內的門是開著的。試驗C所要探討的重點是，水晶板的材料影響與天花板對煙、熱的影響。在油鍋內倒入1000g食用油，開大火供熱進行試驗，試驗過程的紀錄如表5-3所示，試驗情形照片如圖5-12所示。在最靠近櫥櫃的熱電偶樹溫度曲線如圖5-6～5-9，斷訊的部分可能是電力不足而中斷數據收集，但與表5-3對照，可發現因吊櫃掉落而形成三波段的燃燒，從圖5-13中可瞭解火勢的猛烈，廚房內的燃

燒方式因玻璃燒破而形成換氣型燃燒，全面燃燒的最高溫度在B3的930°C與D5的945°C。

從試驗中可以獲得對於住宅廚房火災的影響因素：

1.火源形式：不同的火源，不同物質的熱釋放率，就會有不同的火焰模式，隨著火源重量增加，總發熱量增加，即會造成更大的危害。當食用油用800g時，在油鍋中沒有發現沸油濺出的現象（試驗A），而在試驗C時增加食用油至1000g時，著火的油濺出鍋外，很容易對油鍋周圍的可（易）燃物造成危害。

2.空間大小：在試驗C有天花板裝修，空間即變得較小，熱氣的蓄積比較容易。若有開窗、開口（如試驗A），熱空氣或是物質受熱分解的可燃氣體，會從能量高的屋內擴散至屋外，減低閃燃發生的危險。（在試驗C時，只有單一的開口，室內的熱氣聚積，溫度陡生，試驗人員都擔心閃燃發生，後來在窗戶玻璃破裂後才稍微不緊張。）

3.抽油煙機：在本研究實驗觀察發現，當瓦斯爐上方釀成火源後，火焰的成長首先會波及抽油煙機，比較試驗A與B，試驗A抽油煙機上方風管是塑膠材料，在火舌上升舔到抽油煙機，很快的排煙風管就會被引燃著火，試驗A時就發現火源因可燃的油減弱時，卻因風管

著火多增加被延燒的範圍與危害。試驗 B 的抽油煙基本身塑膠質的面板物件即較少，風管是使用鋁箔的材質，因此可減少被延燒的機率。

4.櫥櫃材料：當產生火焰後，櫥櫃材料即受到輻射熱的影響，若火焰升高舔到吊櫃或面板，若耐燃性差的櫥櫃材料，很容易被延燒而釀成災害。水晶板作為櫥櫃面板，雖然美觀大方，質感不錯，但是在受熱環境下熱學性能不良，穩定性不好，而發生熱分解、熱熔融，變形垂流，不但造成難聞惡臭與有毒氣體，而且助長延燒，擴大火災危害。

表5-1 試驗A之觀察記錄

點火後	著火後	觀察事項
0 : 00		28°C , RH83.6% , 雨 , 風速0 , 油面直徑25cm , 油面至鍋底4.5cm , 爐口中心至右側牆60cm , 至抽油煙機口80 cm , 流理台面離地85cm , 至吊櫃下緣66cm 。開始點火
2 : 00		有油煙味
5 : 00		油面開始有波動
9 : 00		油面冒出灰色的油煙
12 : 00		室內煙霧瀰漫
13 : 43	0 : 00	油面著火
	0 : 25	關閉瓦斯 , 停止供熱
	1 : 02	火焰高度碰到排油煙機 , 抽油煙機油網掉 落 , 在爐台上繼續燃燒
	1 : 45	火舌舔過抽油煙機並向上升高 , 火焰高度 約在爐口上方100cm , 水平向沿吊櫃底緣延 伸約20cm
	1 : 50	抽油煙機著火 , 抽油煙機上方櫥櫃面板著 火
	2 : 00	火焰高度竄升約150cm , 抽油煙機著火後的 掉落物使流理臺面的防水飾條被引燃 (參 考照片3所示)
	2 : 10	抽油煙機旁的吊櫃角隅著火
	4 : 20	油鍋火焰高度漸小 , 約70cm高 , 抽油煙機 旁的吊櫃角隅著火處已自熄

	4 : 25	抽油煙機上方櫥櫃內的塑膠質風管著火
	5 : 00	火焰著火的形態分成油鍋的火焰與抽油煙機上方櫥櫃內的著火兩部份
	6 : 30	火焰高度逐漸減弱在60cm以下
	11 : 00	抽油煙機上方著火已自熄，油鍋的火焰高度約10cm
	11 : 16	結束試驗

表5-2 試驗B之觀察記錄

點火後	著火後	觀察事項
0 : 00		35.3°C，RH45%，晴，風速0， 滷肉料1200g，油汁300g，共1500g， 開始點火
1 : 28		有聞到油煙味
8 : 30		有黑煙、焦味
9 : 00		煙向上升的速度加速
10 : 50		煙從抽油煙機風管向外擴散
11 : 30		室內煙層瀰漫，下降至樓板下170cm
13 : 30		從觀視孔內目視室內以無法分辨櫥櫃
18 : 00		室內一片煙霧
20 : 40		煙從往室內的門飄出，沒有明顯的煙層分佈
23 : 02	0 : 00	開始著火

	0 : 05	火焰高度約30cm
	0 : 08	火焰高度約50cm
	0 : 50	火焰高度約60cm
	2 : 00	火舌碰到抽油煙機
	2 : 58	抽油煙機油杯掉落
	4 : 00	火舌舔過抽油煙機並向上升高，火焰高度約在爐口上方80cm
	5 : 00	火焰受鍋子的束制，火焰沿鍋子內緣向上
	12 : 00	關閉瓦斯
	12 : 30	火焰高度在30cm內
	13 : 15	火焰自熄。結束試驗
		調理台面及桶身完整，吊櫃被燻黑

表5-3 試驗 C 之觀察記錄

點火後 mm:ss	著火後 mm:ss	觀 察 事 項
0 : 00		31°C，RH64%，風速0，油1000g，油面直徑27.5，油面至鍋底3.8cm，爐口中心至左側牆62cm，至後側牆32cm，至抽油煙機口80cm，距地面高85cm

		中古抽油煙機油杯內有殘留油垢
1 : 18		在櫥櫃上方天花板下的離子式偵煙器作動鳴響
2 : 10		廚房中心點位置天花板下偵煙器作動鳴響
5 : 00		位於門口附近天花板下偵煙器作動鳴響 (但此時仍無可視的油煙)
6 : 00		油面有產生油煙
8 : 00		油面已被煙遮蔽，室外人員已感受到油煙臭味
10:00		油面的煙生成速度增大，煙從抽油煙機風管自然排出
12:00		油煙煙層下降至距地面145cm (照片12)
12:06	0 : 00	油面著火，焰高約30cm (照片13)
	0 : 25	焰高約60cm，火勢漸大
	0 : 29	火舌接觸到抽油煙機
	0 : 47	火焰旺盛，火舌舔過抽油煙機，焰高達90cm，並沿抽油煙機底緣向兩旁水平伸展約60cm
	0 : 50	排油煙機有塑膠面板掉落
	0 : 53	油鍋內濺出伴隨火花的油滴
	1 : 00	油面上的火焰的底座擴大直徑約80cm，抽油煙機旁櫥櫃底板被引燃，水晶板受熱分解的熔滴垂流掉落著火
	1 : 02	關閉瓦斯
	1 : 04	油鍋內著火的沸油濺出鍋子
	1 : 06	流理臺面被引燃著火
	1 : 12	水晶板的熔滴掉落臺面，形成多點燃燒，

		此時天花板下聚集黑煙煙層，無法目視
	1 : 30	抽油煙機旁吊櫃底板被延燒，天花板受熱變形紛紛掉落（部分熱電偶被干擾）
	2 : 30	煙層離地約130cm
	2 : 46	上櫃掉落，油鍋被打翻，部分熱電偶損壞
	3 : 06	窗戶剝離破裂，閉圍的空間成為空氣流通的空間
	5 : 57	觀視窗剝離破裂（面對廚具的牆面上）
	6 : 00	火舌高度超過天花板
	7 : 40	火舌自窗戶開口飛出
	9 : 55	天花板桁條著火
	12 : 00	第二波旺盛期
	16 : 00	第三波旺盛期（掉落地面櫥櫃的板材部分）
	20 : 00	火勢衰退
	29 : 00	殘火，結束試驗，櫥櫃完全燒毀，企口天花板掉落地面，炭化後有自熄跡象（照片20）

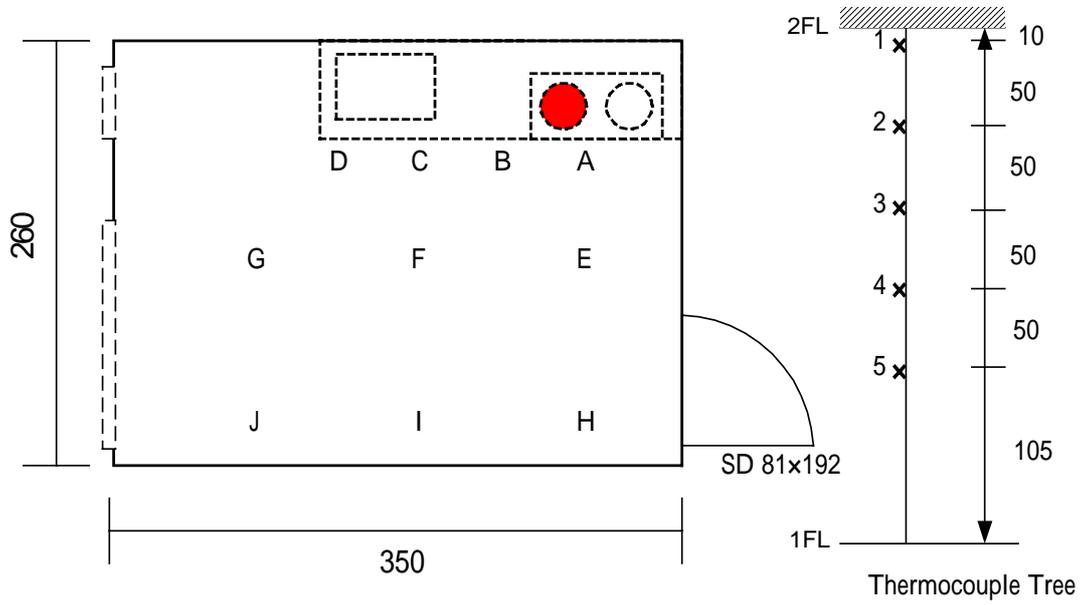


圖5-1 試驗A熱電偶裝置圖

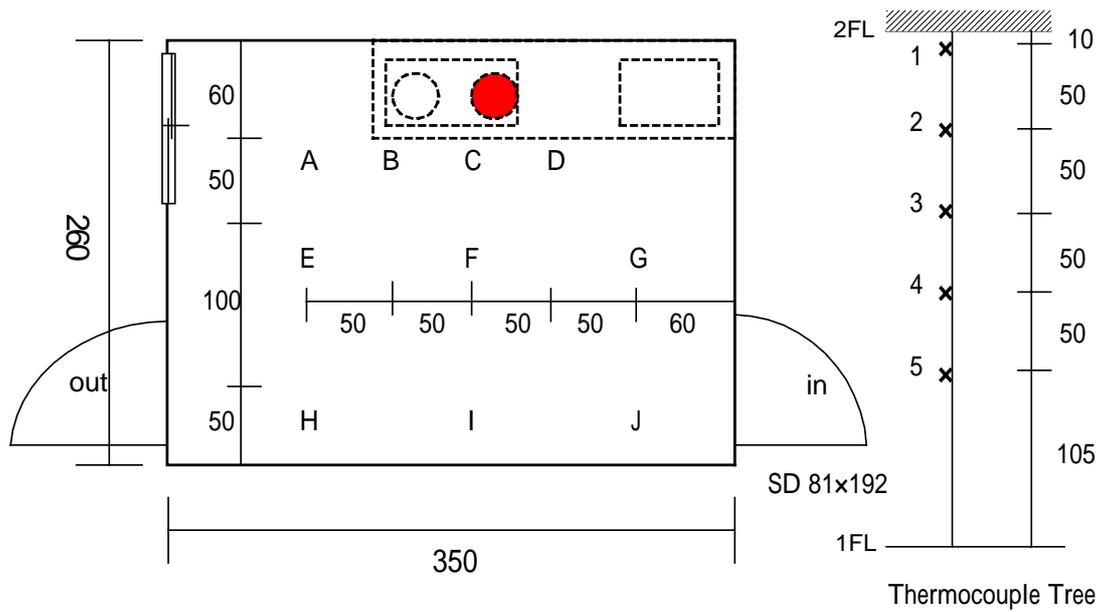


圖5-2 試驗B熱電偶裝置圖

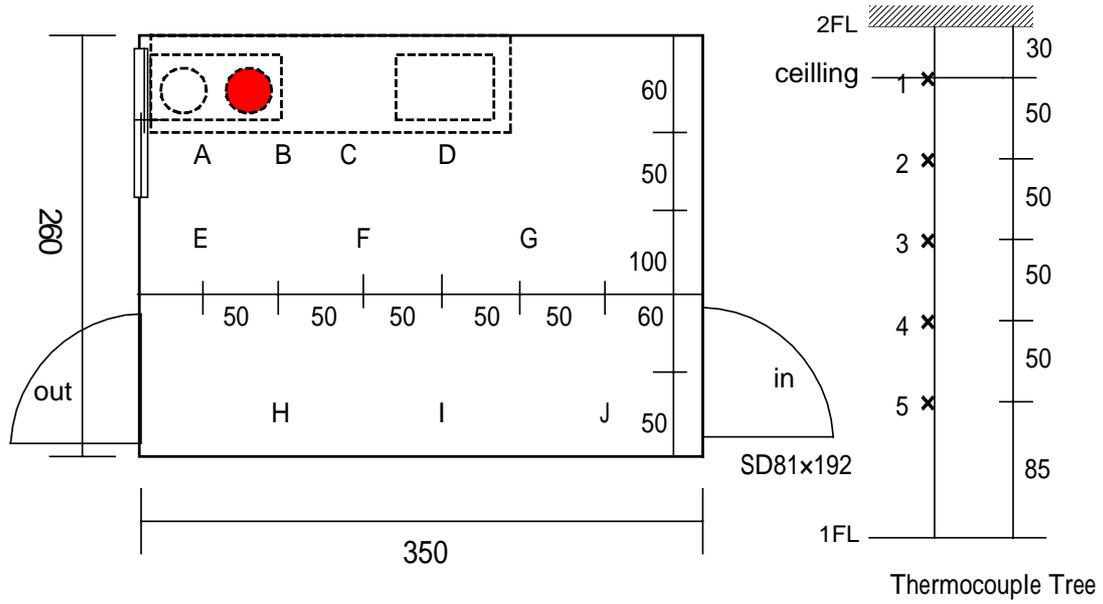


圖5-3 試驗C熱電偶裝置圖

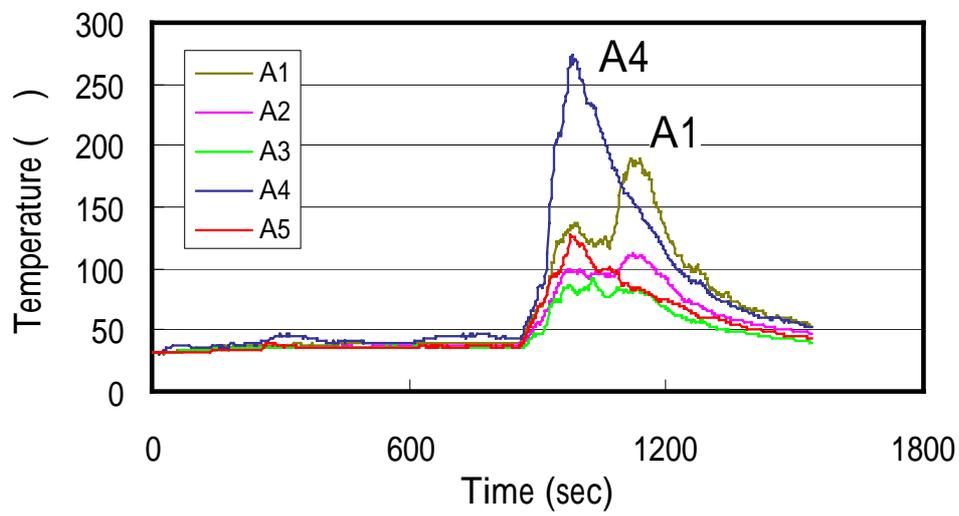


圖5-4 試驗 A 中編號 A 熱電偶樹之溫度曲線

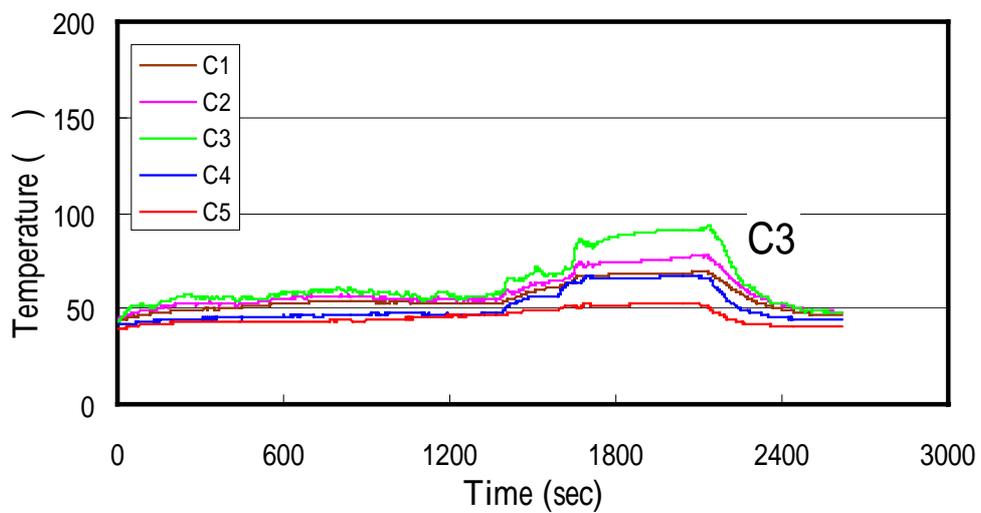


圖5-5 試驗B中編號C熱電偶樹之溫度曲線

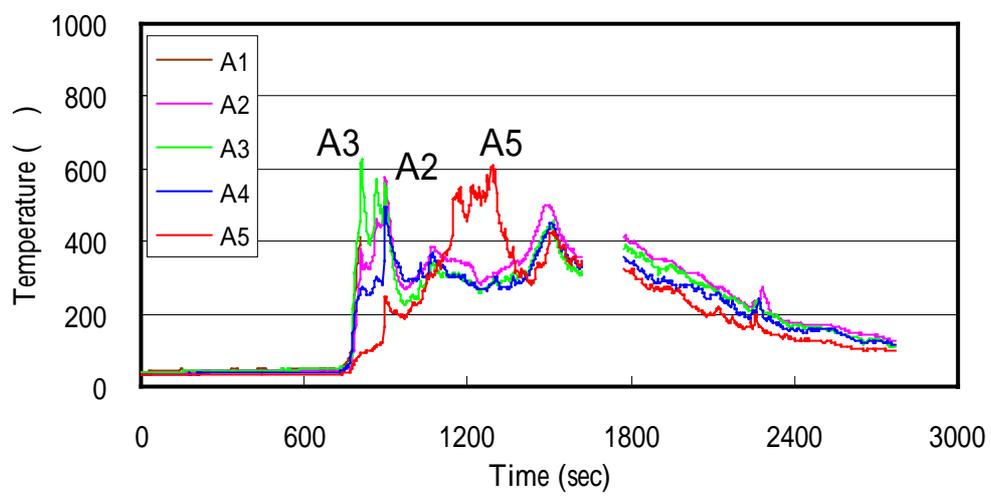


圖5-6 試驗C中編號A熱電偶樹之溫度曲線

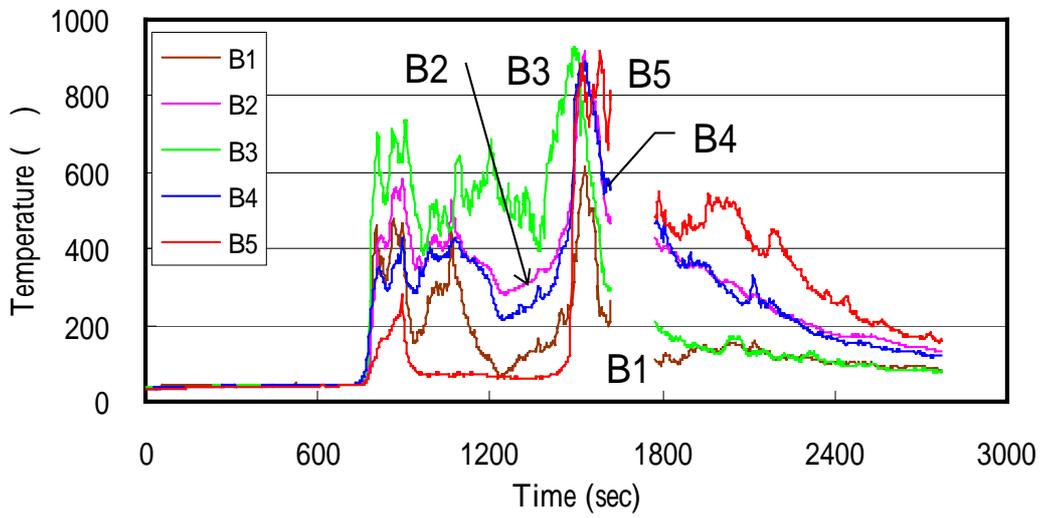


圖5-7 試驗C中編號B熱電偶樹之溫度曲線

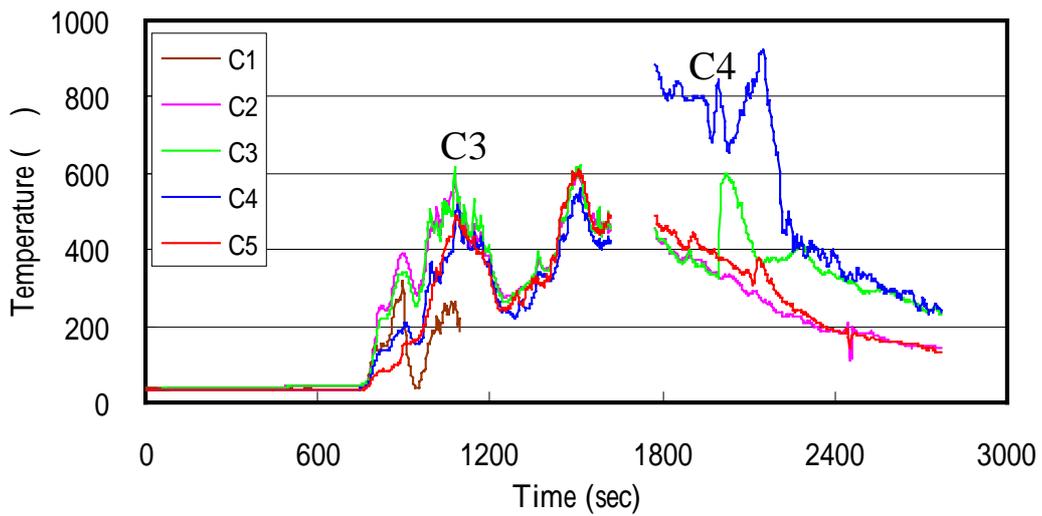


圖5-8 試驗C中編號C熱電偶樹之溫度曲線

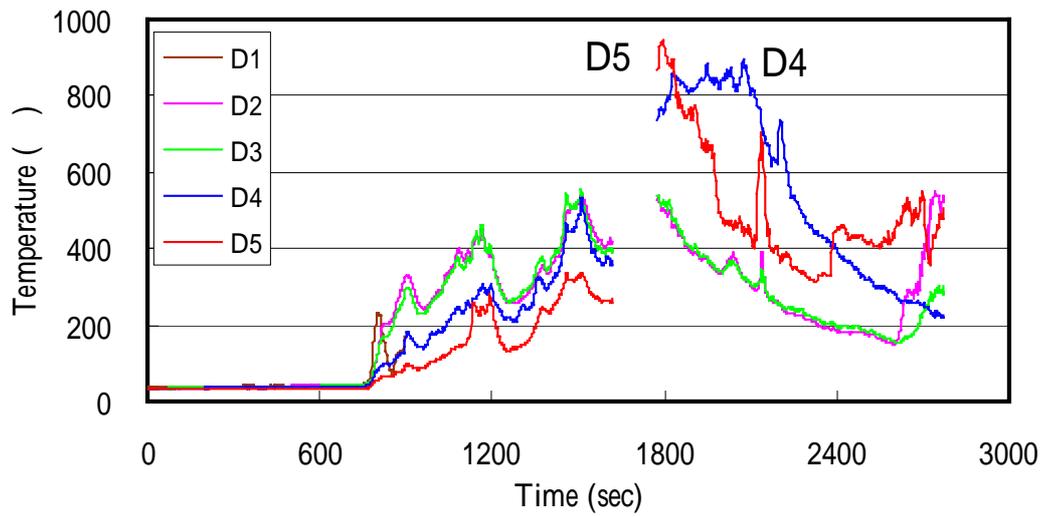


圖5-9 試驗C中編號D熱電偶樹之溫度曲線



照片1 試驗 A 之裝置情形



照片2 油鍋著火前煙霧情形



照片3 油鍋著火時



照片4 油鍋著火後一分鐘時

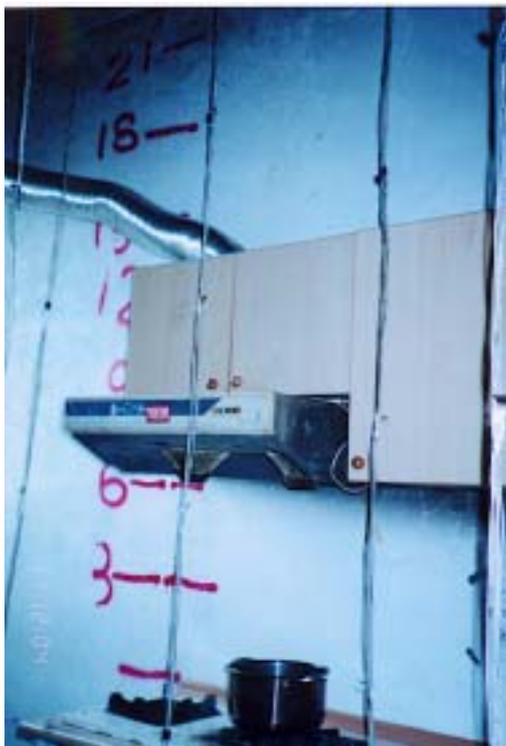


照片5 油鍋著火後二分鐘時



照片6 油鍋著火試驗後

圖5-10 試驗A之過程



照片1 滷肉著火試驗裝置



照片2 滷肉燒焦著火之情形



照片3 滷肉著火後4分鐘



照片4 滷肉著火後10分鐘



照片5 滷肉著火試驗後臺面



照片6 滷肉著火試驗後吊櫃

圖5-11 試驗B之過程



照片1 試驗 C 裝置情形



照片2 試驗 C 著火前



照片3 試驗 C 油鍋著火時



照片4 著火後1分鐘的屋外



照片5 試驗 C 著火後90秒



照片7 著火後7分鐘

照片6 著火後166秒吊櫃掉落



照片8 著火後12分鐘

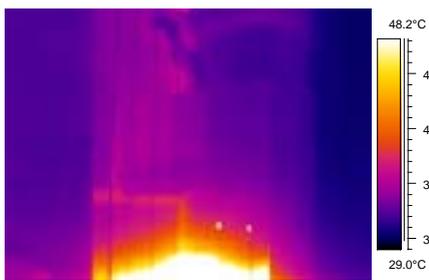


照片9 著火後16分鐘



照片10 著火後29分鐘之殘火

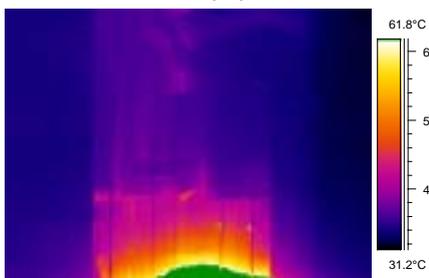
圖5-12 試驗C之過程



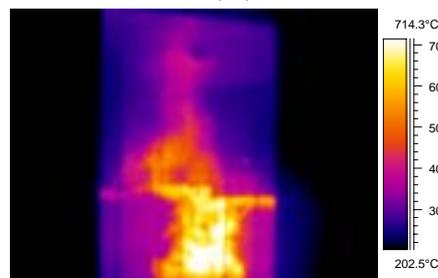
(1)



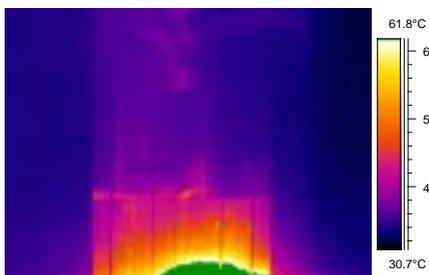
(6)



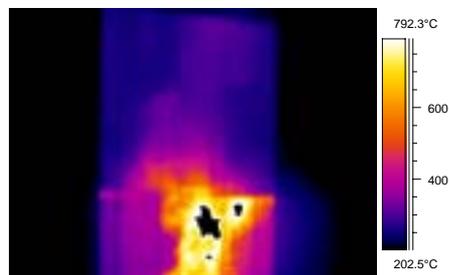
(2)



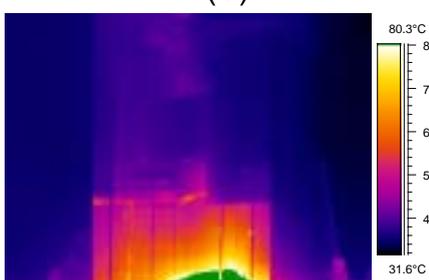
(7)



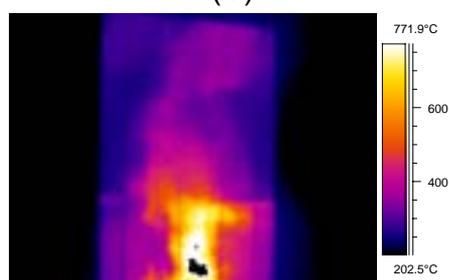
(3)



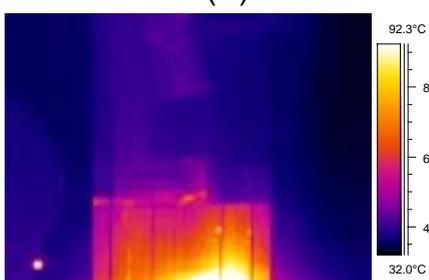
(8)



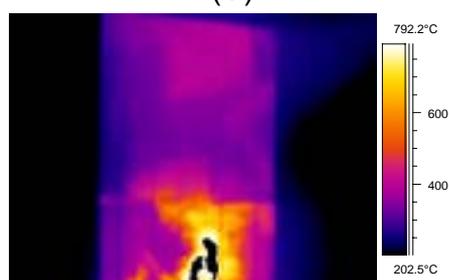
(4)



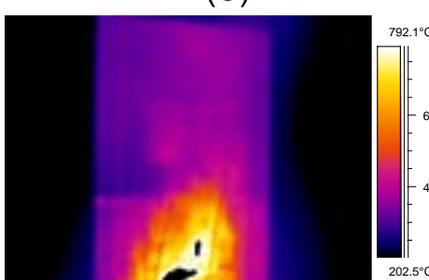
(9)



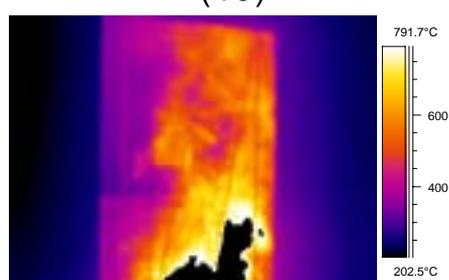
(5)



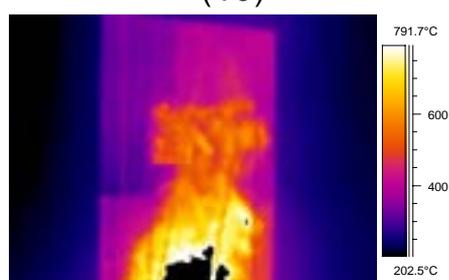
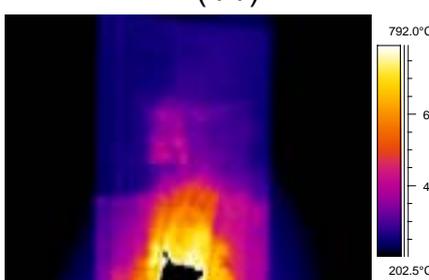
(10)



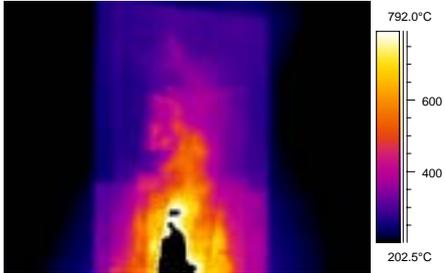
(11)



(16)



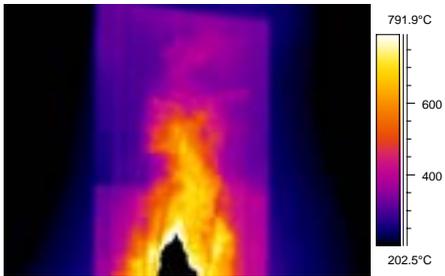
(12)



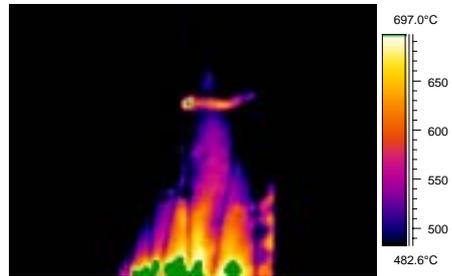
(17)



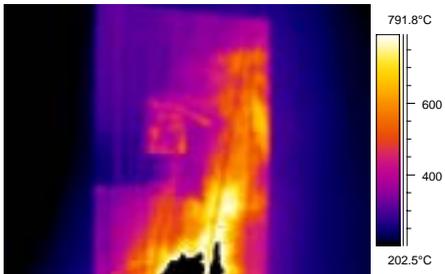
(13)



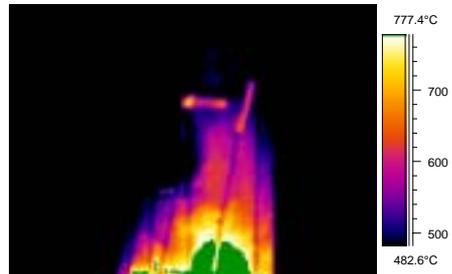
(18)



(14)



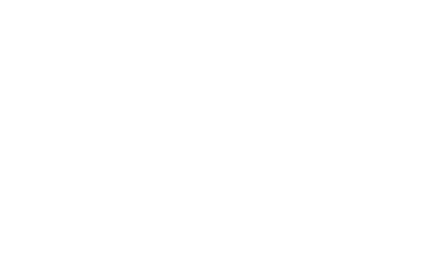
(19)

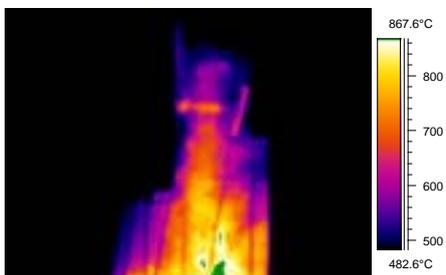


(15)



(20)

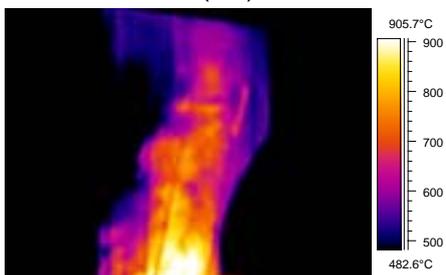




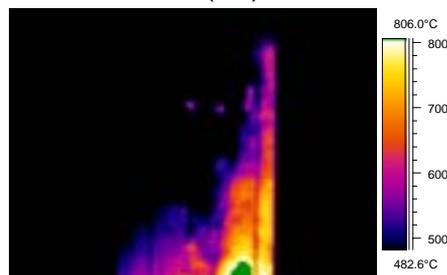
(21)



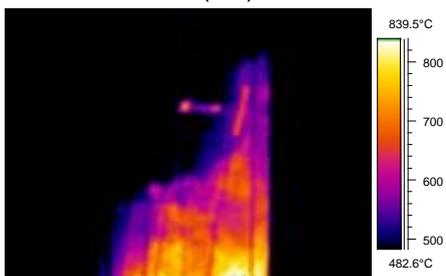
(26)



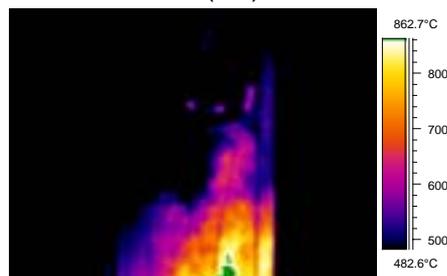
(22)



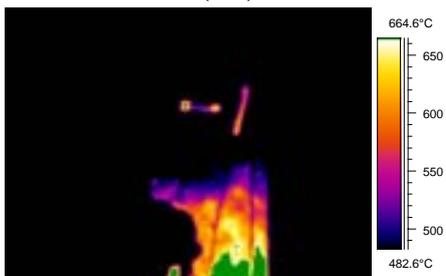
(27)



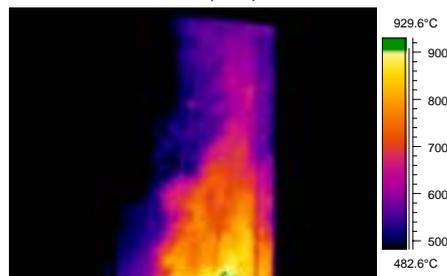
(23)



(28)



(24)



(29)

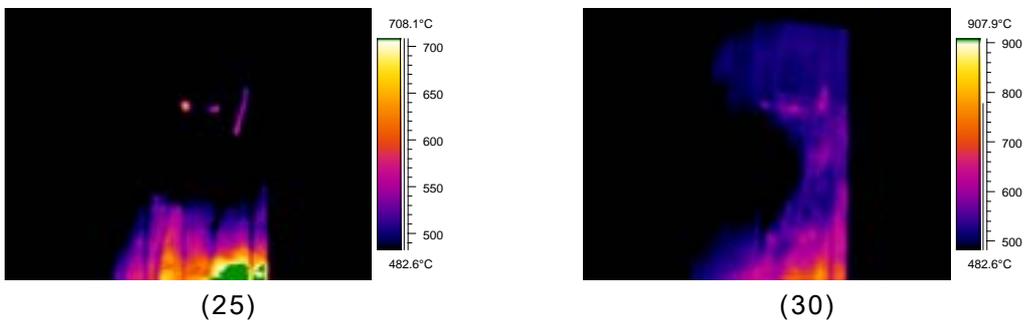


圖5-13 試驗C之紅外線熱像儀影像圖

陸、防制對策及技術之探討

6-1 防制對策方面

內政部於86.3.27頒佈推動「住宅防火對策」計畫〔21〕，推動(1)提升防火意識；(2)實施防火診斷；(3)確保高齡者等災害弱者之人命安全；(4)提升住宅防火能力；(5)普及住宅防災器材；(6)放火火災預防對策；(7)建立資訊情報中心；(8)發展防火組織，充實防災教育等事項，目的在降低住宅火災發生率極其引發之傷亡率。內政部在推動住宅防火的工作不遺餘力，期能建立一個安居樂業的福利社會。在本研究中從實驗過程擬提出以下三點防制的對策：

(一)、櫥櫃材料之不燃化：使用不燃材料，是防止火焰延燒擴大最有效的方法。人的生活與火息息相關，而人總是會有疏忽忘記的情事發生，要完全杜絕疏忽忘記，而時刻牢記烹飪中的食品，此一作法並不容易。日本在「火災預防條例準則」〔22〕中對於廚房設備容易造成高溫危險器具設備周圍在一定距離內需使用不燃材料。在本研究中所選用一般的櫥櫃材料發現都未達耐燃的標準，因此對於不燃材料的宣導亦應從公共安全方面擴充到自用住宅的使用，不要讓住宅成為建築防火的弱面。

(二)、推廣住宅防火安全保險；住宅防火工程的投資，在防火保險中享受優惠，這個觀念是可行的，與國內車子的保險一樣，車主享有無出險的保費折扣。對於住宅內使用不燃材料、或警覺設備、或防火安全的廚具、瓦斯爐、排油煙機等給予一定的保費優惠獎勵方式，在消極方面可減少火災的發生率與傷亡率，積極方面，可將防火安全的觀念就像熟記交通規則一般生活化。

(三)、防火安全教育：災害的發生多數是由於人的不安全行為所造成。缺乏防火安全教育不但沒有正確的認知，還會有不安全的行為。防火安全教育應普及化、生活化、常態化，包含社會、學校、家庭等環節，緊緊連結，防火安全，你我的責任；防火安全做的好，大家生活沒苦惱。

在本文中所提的防制對策，以「防火安全教育」治本，使住宅居住者能達成「自主的活動」，自動自發體認住宅防火的意義；以「櫥櫃材料不燃化」治標，提升住宅整體的防火能力；以「住宅防火安全保險」輔佐，促使提升防火器材的開發、使用之普及化。期能有效減少火災的不幸，營造安和的社會。

6-2 防制技術

防制住宅火災在文獻整理與實驗過程中，提出幾點防制技術：

1.提升爐具性能：在日本為防制油炸起火火災，研發推廣「防止過熱裝置」〔23〕，當鍋底溫度感應器偵測到設定溫度後，自動關閉瓦斯供應。在燒開水時除有鳴笛響聲外，同理若裝上重量感應器，當重量低於設定值後自動切斷瓦斯通路，即可避免乾燒發生。目前國內已有自日本引進微電腦瓦斯閥，除了有遙讀的功能外，亦有定時、防止過時的裝置。

2.抽排油煙機自動排煙功能：抽油煙機在爐子的上方，爐子上發生的煙、熱、火焰會是最早接觸抽油煙機。假如抽油煙機裡裝感測器，感測到煙（一定濃度的煙）後，可以啟動抽油煙機自動排煙，如此即可減低煙塵。同時若啟動警報器，亦可有及早警覺的效果。

3.櫥櫃材料之不燃化：針對櫥櫃材料面板及暴露在外的板材，施以不燃或難燃處理。在日本有規定在相當的熱力爐具旁吊櫃下緣的板材需使用不燃材料。在本文實驗中亦發現火爐上方排油煙機周圍的櫥櫃板材最容易受到火舌延燒，因此有必要先局部難燃處理或使用不燃材料。

4.天花板裝修材料的不燃性：天花板會使煙層及熱氣下降，並且若沒有考慮材料的不燃性，一旦火焰增大，天花板極可能延燒且助長火勢，因此不建議對天花板裝修，若要裝修亦須考量天花板的耐火性能。

5.廚房油垢清潔：實驗中得知抽油煙機的油垢容易受熱著火，在廚房抽油煙機的油杯內積存久未清除的油垢，極容易成為火焰延燒的媒介物，造成廚房火災的危害，因此經常保持乾淨是有效防制廚房火災的方法。

6.抽油煙機的風管材料之不燃性：當瓦斯爐上方的熱氣或火焰向上，會沿著風管沿燒，因此建議抽油煙機的風管採用不燃的鋁箔質風管，勿使用塑膠質風管。而且風管內容易積附油垢，最好勤於更換與清潔。

7.適當的偵煙器與裝置位置：通常較不建議住宅廚房裝置偵煙器的理由是正常烹調的油煙容易造成誤報，產生困擾，因此建議可裝設感熱型探測器（差動式或定溫式）。但是若考慮像試驗C的火災性狀，著火後迅速延燒，警報可能稍晚；若像試驗B滷肉燒焦著火後，室內的溫度不高，可能達不到設定值。而在本研究的實驗中發現廚房火災著火前一般都有很長時間的煙的發展與擴散期，適當的偵煙器與裝

設位置應是可以考慮的。適當的偵煙器（離子式或光電式）要考慮到靈敏性、鳴叫方式、連動裝置、檢修容易。靈敏性不要太高，要考量住宅廚房的煙粒子與煙濃度。鳴叫的方式可以使鳴叫聲漸進式或多段式，若是誤報，住宅居住者可做關閉處置，減少使用者的困擾。偵煙器與瓦斯制動閥連動，當探測到煙量達設定值後，先做第一段的鳴叫，在此時若有人照料即可處理，若無人處理即進入第二段自動關閉瓦斯的程序，減少熱能的供應，對於疏忽烹調造成的危害最有抑制效果。偵煙器的檢修需容易，電力不足的警示應有效，以方便補充電池。在裝置的位置方面，裝在櫥櫃上方，或室內天花板中央誤報的可能仍很大（在試驗C中即過早鳴叫），因此建議裝置在往室內的門樑上緣，除可減低誤報亦可容易檢修，但是有效性仍須以產品的性能而定，並經過實驗的檢驗。

柒、結論與建議

本研究經由實驗了解一般住宅廚房的火災發生情形，提出防制對策及技術，可歸納以下的結論與建議：

(一)、本研究採用一般住宅所使用的櫥櫃材料，發現容易被引燃著火亦會產生很大的煙量，因此從防止延燒的觀點，在瓦斯爐上方抽油煙機相鄰的櫥櫃底板與面板應使用不燃材料。

(二) 歸納本研究，提出三點對策以防制住宅廚房火災：(1) 強化防火安全教育；(2) 實施櫥櫃材料不燃化；(3) 推廣住宅防火安全保險。以自動自發的精神，自主的行動，關注住宅火災的問題，並且提升住宅防火能力，以減少火災的發生及傷亡。

(三) 在防制技術方面，可以從提升爐具性能、設計抽油煙機自動排煙功能、櫥櫃材料之不燃化、天花板裝修材料之不燃性、廚房油垢清潔、抽油煙機風管材質之不燃性、適當的偵煙器與裝置位置等七項軟硬體措施，提供參考。

(四) 建議參考日本對於住宅用防災器具所實施的「住宅防火安心標章」，透過宣傳、鼓勵住宅用防災器具生產的相關業者，更具實效性的普及住宅防火器具，以增進住宅防火安全。

(五) 在本文中發現油鍋著火所造成的危害會最大，因此在使用油炸食品時，不要任意離開導致疏忽忘記而釀成災害。

(六) 普遍認為住宅是屬於私產範圍，在住宅防火課題上較少強制性規定，推動「住宅防火對策」在降低住宅防火發生的成效可能較緩慢。建議將「住宅的防火問題」經由討論，並且適度的法令規範，使防火防災成為全民運動，俾能減災造福。

(七) 煙偵測器在火災早期警覺報知有很重要的功用。但在本研究全尺寸火災試驗應用時，一次故障失去功能，另一次試驗(試驗C)在點火後2分鐘左右鳴叫，可能是太靈敏，如此，都會降低使用者的信心。若能開發適合住宅廚房使用的偵煙器，簡單的操作與檢修，考量合適的裝機位置，應能有效防制住宅火災的發生。

(八) 在本研究的實驗工作中，不論是表面試驗、著火性試驗、滷肉燒焦著火試驗，油鍋著火試驗，全尺寸火災試驗等，發現「煙」可能是住宅廚房火災的頭號兇手，一鍋滷肉著火的溫度危害可能不大，但是所生成的煙可能瀰漫整個住宅，火未著，但已造成傷亡。因次從本研究已發覺到煙毒分析或排煙設計等課題，值得進一步做深入的探討。

(九) 住宅廚房火災的影響變數非常複雜，而且與國民生活習慣、居住飲食條件，所關心的重點不同，因此有必要針對國人的習性做較完整的研究。建議研究的目標與方向分為兩類：一是針對教育與宣導的課題，例如瓦斯爐具的子題，可以引進或開發防火安全的器具設備；又例如針對櫥櫃材料進行市場調查與燃燒性能的普測，可以提供住宅廚房櫥櫃材料的檢驗基準等。另一類是作半理論的實驗驗證模式研究，屬於基礎的研究，例如找出食用油的燃燒模式，廚房燃載量的分析，煙的毒性分析等，皆有繼續研究的需要與價值。

參考文獻：

1. 消防署消防統計，「台閩地區住宅火災分析調查表」，內政部消防署網頁 (http://www.nfa.gov.tw/stast/nfa_10-2.htm) 。
2. 鄭紹材，「台灣地區住宅火災發生原因之探討」，內政部建築研究所專題研究成果報告 (MOIS 883025) ，88年6月。
3. 自治省消防廳預防課，「住宅火災 時態」，建築防災，98.4期，日本建築防災協會，第9～11頁 (1998) 。
4. 稻業剛史，「住宅防火對策 . . . 」，建築防災，98.4期，日本建築防災協會，第12～17頁 (1998) 。
5. 雷明遠，「建築內裝材料及區劃構件防火安全技術要點」，防火建材設計與應用技術研討會論文集，內政部建築研究所，87年6月。
6. 陳俊勳，「建築物裝修 (飾) 防火性能要求」，內政部建築

- 研究所籌備處建築物室內裝修(飾)防火材料使用講習會論文集，台北，第55-77頁(1995)。
- 7.何明錦，「我國之建築物防火安全未來展望」，內政部建築研究所防火建材設計與應用技術研討會論文集，台北，第4-1~4-39頁(1998)
- 8.陳全蓮「可怕的火災及火災可能造成的損害」，居家安全寶典(消防篇)論文集，三民書局，台北，第55-71頁(1997)。
- 9.雷明遠，「耐燃裝修材料之使用設計及施工問題」，內政部建築研究所籌備處建築物室內裝修(飾)防火材料使用講習會論文集，台北，第148-151頁(1995)。
- 10.岸谷孝一，「建築防火材料」，技術書院，日本東京，第5頁(1973)
- 11.日本建築學會編，「防火材料」，日本建築學會，日本東京第2頁(1993)。

12. 「防範電氣火災」，內政部消防署編印(1998)。
13. 熊光華、陳火炎等，「當前建築消防安全問題與對策之研究」，行政院研究發展考核委員會，台北，(1997)。
14. 熊光華，「居家防火守則－客廳、臥室、餐廳」，居家安全寶典(消防篇)論文集，三民書局，台北，第36頁(1997)。
15. 國土開發技術研究中心編，「建築物綜合防火設計法，第一卷，綜合防火設計法」，東京，(1989)。
16. 內政部消防署編，「消防安全法令輯要」，內政部消防署，台北(1998)。
17. 居家防火安全診斷表，內政部消防署網頁資料，(1999)。
18. CNS 6532/A3113 建築物室內裝修材料之耐燃性試驗法，1993。
19. 周智中、雷明遠、蔡銘儒，「室內裝修材料耐燃性試驗(

- CNS 6532表面試驗儀)再現性對比試驗研究」,內政部
建築研究所專題研究報告,1996。
- 20.東京消防廳預防部調查課,「
設備機器 火災時態
」,火災,Vol. 48 No. 4, 1998. 8。
- 21.內政部推動「住宅防火對策」,內政部86.3.27.台(86)
內消字第八六七六○五四號函。
- 22.東經消防行政研究會編著,「火災預防條例 解說」,東
京法令出版,1998。
- 23.篠原 脩,「家庭用
燃燒機器 安全性能與裝置」,
火災,Vol. 48 No. 4, pp. 17-22, 1998. 8。

附錄一：調查問卷內容

您好：

感謝您接受我們研究人員的訪問。

這是一份內政部建築研究所針對「住宅廚房火災防制對策及技術之研究」的調查訪問，調查的內容主要目的在瞭解一般住宅廚房環境的狀態，廚房廚具的材料與規劃空間。您提供的數據與資料，將對我們在下階段全尺寸廚房火災試驗的研究工作，有相當重要的參考價值。最後謹代表本研究所有成員敬祝 您闔府
千喜平安，事事如意！

中華大學營建系助理教授 鄭紹材敬上

1999,12,26

研究室電話：03-5374281 ext. 6503

您的大名： _____

地址： _____ (僅研究參考用)

以下為調查訪問的內容，請做適當的勾選：

1.您府上廚房的空間型式：

閉圍空間 (說明：廚房空間與**其他房間**，例如客廳或飯廳，有使用隔牆和門分隔)

開放空間 (說明：廚房與**其他房間**的空間是相通)

2.您府上住宅型式的類型：

獨棟住宅

集合住宅 (例如公寓)

連棟住宅 (例如透天)

其他 : _____

3. 您府上廚房櫥櫃的材料 :

不銹鋼

木芯板外貼飾面

實木製

其他 : _____

4. 您府上瓦斯爐台在系列懸吊櫥櫃的位置 :

中間位置

端部

5. 您府上瓦斯爐口至排油煙機抽風口的高度距離大約 _____ 公分。

6. 您府上廚房調理台檯面長度大約 _____ 公分。

7. 您府上廚房調理台檯面距離懸吊櫃的高度大約 _____ 公分。

8. 您府上廚房天花板的材料 :

石膏板

塑合板

三夾板

礦纖板

鋁板

其他 : _____

9. 您府上廚房瓦斯爐台附近牆壁的材料：

石膏板隔間牆面貼磁磚

磚牆或混凝土牆面貼磁磚

三夾板隔間牆面貼磁磚或金屬板

其他：_____

10. 您府上有過在煮開水時,因疏忽或其他原因忘記而導致水壺內開水煮乾 (空燒) 的經驗嗎？

有

無

11. 您府上有過在滷肉時, 因疏忽或其他原因忘記而導致嚴重燒焦的經驗嗎？

有

無

12. 您府上有過在油炸食品時,導致油鍋起火的經驗嗎？

有

無

13. 除了上述第10、11、12項等三種情況外, 您是否還有發生在廚房內類似危險的經驗呢？

無

有, _____

14.您府上廚房有裝設瓦斯洩漏感應器嗎？

有

無

15.您府上廚房有裝設火災警報器嗎？

有

無

~ 謝謝您 ~