

住宅電器火災防火改善技術與防 制對策之研究-以電視機火災為例

內政部建築研究所研究報告

中華民國 94 年 12 月

(本部計畫編號)

094-301070000-G3040

住宅電器火災防火改善技術與防 制對策之研究-以電視機火災為例

研究主持人：陳建忠 組長

協同主持人：鄭紹材 助理教授

專案助理：詹家旺 專案助理

研究助理：劉益宏

余家均

內政部建築研究所研究報告

中華民國 94 年 12 月

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**The research on improving technique and
preventing strategy of electrical appliance fire
for housing -- Take fire accident of the
television as an example**

BY

Chien-Jung Chen

Shao-Tsai Cheng

Chia-Wang Chen

Yi-Hung Liu

Chia-Chun Yu

December 20 ,2005

目次

表次	III
圖次	V
摘要	IX
英文摘要	XV
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與目的	1
第二節 研究方法與流程	4
第二章 文獻回顧	7
第一節 國外電器火災之統計資料	7
第二節 國內電器火災之統計	23
第三節 電器安全相關標準	37
第四節 物質燃燒之危害	46
第三章 試驗計畫	55
第一節 試驗方法與目的	55
第四章 試驗結果與討論	67
第一節 火災試驗結果與討論	67
第五章 電器火災改善技術與防制對策	101
第一節 改善技術分析	101
第二節 防制對策分析	104
第六章 結論與建議	107
第一節 結論	107
第二節 建議	108

附錄一 美國居家防火安全的對策	111
附錄二 期初審查會議記錄	123
附錄三 期初第二次審查會議記錄	129
附錄四 期中審查會議記錄	133
附錄五 期末審查會議記錄	139
附錄六 電視機 TV0 試驗觀測紀錄	149
附錄七 電視機 TV4 試驗觀測紀錄	153
附錄八 電視機 TV6 試驗觀測紀錄	159
附錄九 電視機 TV8 試驗觀測紀錄	165
參考書目	171

表次

表 2-1	日本住宅火災占建築物火災百分比	7
表 2-2	日本電器火災依起火原因分類	8
表 2-3	住宅防火具體實施對策	9
表 2-3	住宅防火具體實施對策 (續)	10
表 2-4	新加坡 2001~2004 年火災發生原因統計表	19
表 2-5	各縣市消防局 91 年~94 年 6 月電器火災發生原因	25
表 2-6	各縣市消防局 91 年~94 年 6 月發生電器火災電器分類	27
表 2-7	電氣設備火災之定義	29
表 2-8	電器設備火災之定義	30
表 2-9	國內相關學者專家文獻提出電氣 (器) 火災發生之 原因	33
表 2-9	國內相關學者專家文獻提出電氣 (器) 火災發生之 原因	34
表 2-9	國內相關學者專家文獻提出電 (氣) 器火災發生之 原因	35
表 2-10	一氧化碳對人體的影響	49
表 2-11	二氧化碳對人體的影響與處理	50
表 2-12	氧化氮濃度與生理障礙之關係	51
表 2-13	空氣中 HCN 之濃度與生理障礙之關係表	52
表 2-14	空氣中 HCL 之濃度與生理障礙之關係表	53
表 2-15	空氣中 HCHO 之濃度與生理障礙之關係表	53
表 2-16	有機高分子材料燃燒產生之毒性氣體	54
表 3-1	電視機資料表	55

表 3-2	NES-713 規定人類暴露 30 分鐘的致死濃度	65
表 4-1	試驗項目整理表	67
表 4-3	各組試驗熱輻射值比較表	88
表 4-4	試驗材料受熱輻射引燃表	88
表 4-6	一般住宅裝修材料與塑膠材質最大熱釋放率比較表	93
表 4-7	CO 與 CO ₂ 濃度比較表	96
表 4-8	材料煙毒性指數實驗表	97

圖次

圖 1-1	民國 86-93 年全國火災次數及起火原因統計圖.....	1
圖 1-2	研究流程圖.....	6
圖 2-1	2004 年美國住宅火災起火原因.....	12
圖 2-2	2004 年美國住宅火災原因造成財產損失比例圖..	13
圖 2-3	2000 年美國住宅火災起火原因.....	14
圖 2-4	加拿大火災發生原因比例圖.....	18
圖 2-5	芬蘭 2000 年電器火災之電器類別比例圖.....	20
圖 2-6	電視機火災模擬試驗圖.....	21
圖 2-7	電器火災模擬試驗之結果.....	21
圖 2-8	民國 86-93 年全國火災次數及起火原因統計圖....	23
圖 2-9	民國 93 年全國火災次數及起火原因統計圖.....	24
圖 2-10	各縣市消防局 91 年~94 年 6 月電器火災發生原因比例圖.....	26
圖 2-11	各縣市消防局 91 年~94 年 6 月發生電器火災電器分類重點管理圖.....	28
圖 2-12	室內材料燃燒之三大危害效應.....	46
圖 3-1	房間角落火災實驗室.....	57
圖 3-2	CO/CO ₂ 氣體分析儀.....	57
圖 3-3	荷重平台.....	57
圖 3-4	鐵製框架.....	57
圖 3-5	針焰試驗儀.....	57
圖 3-6	熱輻射計.....	57
圖 3-7	K-TYPE 熱電偶線.....	58
圖 3-8	資料擷取器.....	58
圖 3-9	冰水循環機.....	58

圖 3-10	試驗儀器配置正向示意圖.....	59
圖 3-11	試驗儀器配置側向示意圖.....	59
圖 3-12	熱電偶樹及熱輻射計架設平面圖.....	60
圖 3-13	熱電偶樹及熱輻射計架設正向圖.....	61
圖 3-14	熱電偶樹及熱輻射計架設側向圖.....	61
圖 3-15	NES-713 材料煙毒性測試設備	62
圖 4-1	TV4-Z3 點溫度曲線圖	68
圖 4-2	TV4 試驗過程 (3.3 分鐘火焰高度約 60 公分) ..	69
圖 4-3	TV4 平面溫域分布圖	70
圖 4-4	TV4 平面溫域等高線圖	70
圖 4-5	TV4 正剖面溫域等高線圖	71
圖 4-6	TV4 側剖面溫域等高線圖	72
圖 4-7	TV6-Z3 點溫度曲線圖	72
圖 4-8	TV6 試驗過程	73
圖 4-9	TV6 平面溫域分布圖	74
圖 4-10	TV6 平面溫域等高線圖.....	74
圖 4-11	TV6 正剖面溫域等高線圖	75
圖 4-12	TV6 側剖面溫域等高線圖.....	76
圖 4-13	TV8-Z3 點溫度曲線圖.....	77
圖 4-14	TV6 試驗過程.....	77
圖 4-15	TV8 平面溫域分布圖	78
圖 4-16	TV8 平面溫域等高線圖.....	79
圖 4-17	TV8 正剖面溫域等高線圖	80
圖 4-18	TV8 側剖面溫域等高線圖	81
圖 4-19	各電視機溫度影響範圍示意圖	82
圖 4-20	電視機發生火災災害示意圖	83
圖 4-21	TV4 熱輻射曲線圖	85
圖 4-22	TV6 熱輻射曲線圖	86
圖 4-23	TV8 熱輻射曲線圖	87

圖 4-24 TV4、TV6、TV8 最高熱輻射比較圖	89
圖 4-25 熱輻射危害示意圖	89
圖 4-26 TV4 試驗熱釋放率與總熱釋放曲線圖	90
圖 4-27 TV6 試驗熱釋放率與總熱釋放曲線圖	91
圖 4-28 TV8 試驗熱釋放率與總熱釋放曲線圖	91
圖 4-29 TV4 試驗釋放 CO ₂ 與 CO 濃度曲線圖	94
圖 4-30 TV6 試驗釋放 CO ₂ 與 CO 濃度曲線圖	95
圖 4-31 TV8 試驗釋放 CO ₂ 與 CO 濃度曲線圖	95

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

摘 要

關鍵詞：火災、電器、改善技術、防制對策

一、研究緣起

近年來，隨著我國經濟蓬勃發展，人民生活水準不斷提高，日常生活中電器用品之使用日趨頻繁，但由於人為使用不當或電器瑕疵等問題，使電器用品所造成火災事故日益增多，依據消防署歷年統計資料民國（86年~93年）顯示，台灣地區平均每年發生火警約13,214件，因火災而死亡的人數約1,840人，受傷5,565人，損失的財物高達32億元以上，是所有災害當中對人民生命財產損失最大的，且住宅火災所占所有火災之比例高達近六成（57.9%），其中又以電氣設備造成災害比例為最高。。

在91年至94年6月各消防局提供之資料顯示，電視機引起火災有104件，雖非電器火災致災之首要電器，但發生時屢屢造成社會惶惶不安，因此本研究以電視機作為研究對象，探討對住宅產生的火害進而謀求防火技術及防制對策，俾能建立安全防災之住宅環境。

二、研究方法及過程

本計畫之研究方法有：

- （一）文獻回顧：依據文獻回顧統計並分析住宅電器火災之成因，與國外相關單位之預防對策，供本研究參考。
- （二）試驗分析：本試驗使用內政部建築研究所台南防火實驗室參考ISO9705之「房間角落火災實驗室」，架設熱電偶樹及熱輻射計，量測溫度與熱輻射值，透過氣體分析儀、英國海軍工程標準NES-713材料煙毒性指數試驗法分析氣體濃度、

煙毒指數，並依據 CNS14545-8「火災危險性試驗第 2 部：試驗方法第 2 章：針焰試驗」，提供試驗火源進行火災試驗，模擬電視機外殼遭受微小火焰引燃之影響，進而分析住宅電器（電視機）火災之特性；探討現行電器（電視機）火災防火改善技術及其造成相關危害程度；研討電器（電視機）火災相關之防制對策，驗證相關對策使其更加完備。

三、重要發現

- (一) 由本次試驗研究分析與文獻回顧可知，電視機著火後其燃燒特性為，燃燒短時間即產生極大發熱量與煙、毒氣。以本研究為例，電視機燃燒約 3.3 分鐘，燃燒所達最高溫約 800°C-900°C，周圍 20cm 之熱輻射約達 3.02W/cm²。燃燒所產生煙與毒氣皆可於短暫時間致人於死，故當前改善住宅內裝修材料之規定避免造成延燒以及改善電器塑膠外殼材料難燃與不燃性極為重要。
- (二) 經由文獻回顧得知美、日二國積極推動住宅偵煙器之設置，二國並將偵煙器之設置法制化，原因為住宅偵煙器設置有助於人員避難降低死亡率。美國住宅偵煙器設置已達 94%，日本於平成 18 年 6 月 1 日將強制新建與既有住宅裝設偵煙器，故我國對於推動住宅偵煙器設置與推動，進而降低住宅火災死亡率乃為當前重要課題之一。

四、主要建議事項

由本研究試驗分析與文獻回顧可知，電視機著火後燃燒特性行為，燃燒短時間即產生極大發熱量與煙、毒氣，對於人員將造成極大威脅，故本研究針對電視機燃燒特性引發之住宅火災，提出以下

建議：

建議一

住宅防火設計之推動與落實與建築技術規則第三章第五節內部裝修限制進行修正：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部消防署

根據消防署統計顯示每年住宅火災發生率約達六成，對於住宅內部裝修材是否進行限制以減少住宅居室之火載量及避免火勢延燒，本研究建議住宅於設計階段時，即能考量住宅防火設計以及對於建築技術規則第三章第五節內部裝修限制進行修正，如偵煙器、滅火器等消防設備之設置，裝修材料選用之規定，如使用防焰與耐燃材料，降低住宅之火載量，減少住宅延燒之發生。

建議二

住宅消防設備裝設強制性規定：中長期建議

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署、行政院新聞局

日本總務省消防廳指出，日本於 2002 年中的住宅火災 100 件當中統計，無裝設住宅火警警報器與有裝設住宅火警警報器死亡人數比為 6.1：1.8，約相差 3.4 倍，且日本將於 2006 年 6 月 1 日將強制規定新建與既有住宅應義務裝設火警警報器，故本研究建議將納入住宅之強制規定裝設住宅消防設備如：火警警報器、獨立式偵煙器等。

建議三

修正各類場所消防安全設備設置標準第二編第十九條規定：中長期建議

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

依據各類場所消防安全設備設置標準第十九條規定應設置火警自動警報設備之場所中並無強制規定 11 層以下住宅用建築物應義務性裝設火警自動警報設備。消防署自 93 年 2 月起開始針對死亡火警統計，至 94 年 8 月之火災統計資料顯示，國內建築物火警在這段期間共造成 226 人喪生，其中 214 人死於 5 層以下之建築物，占所有死亡人數之 95%，原因為未裝設火警自動警報設備，導致無充裕避難逃生時間，進而造成傷亡。此外文獻顯示，火警自動警報設備可以增加人員避難逃生時間且有效地降低因火災而死亡的機率。因此本研究建議各類場所消防安全設備設置標準第十九條規定應修正納入住宅應裝設火警警報器之規定或參考美國、日本規定在住宅內裝設獨立式火警警報設備。

建議四

電器用外殼應以難燃與不燃材料製作：中長期建議

主辦機關：電器公會、各電器製造廠商

協辦機關：經濟部標準檢驗局

依據文獻指出塑膠外殼添加阻燃劑，可增加電視機塑膠外殼之耐燃性，使之不易被引燃。另外目前市場上販售之電漿電視與液晶電視本研究訪查目前多已採用不燃之金屬外殼，可有效減低電視機之火載量，減少其燃燒後對環境之危害，相關外殼材料更應通過經濟部標準檢驗局對防火性能上之要求，如針焰試驗、熾熱線試驗等。

建議五

進行住宅用自動撒水設備有關法令與裝設可行性研究：中長期建議

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

文獻顯示，撒水設備的功用是限制火災的大小，並將火災侷限於小範圍，對於初期滅火相當有效，且可增加人員、老人或行動不便者逃生避難時間。本研究建議進行住宅用自動撒水設備有關法令與裝設可行性研究。

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

Abstract

Keywords: fire accident, electric appliance, technology modification, preventing strategy

1. Background

With the vigorously development of domestic economy in recent years, the living standard of people is improving continuously and electric appliances are used more and more frequently in daily life. However, due to inappropriate use or problem of defective products, fire accidents caused by electric appliances increased day by day. Shown as 1997~2004 statistical data of National Fire Agency, each year there were average 13,214 fire accidents in Taiwan, about 1,840 people died of fire accidents, 5,565 people were injured and over NT\$32 billion of properties were damaged. Fire accident is the most harmful calamity that causes lost of lives and properties of people. Fire accident of residence house takes up 57.9% of all the fire accidents in which the electric appliances cause most of the calamity.

Shown as 2002~June.2005 statistical data of National Fire Agency, TV set caused 104 fire accidents. Although TV set is not the electric appliance that caused most of the calamities, the accidents have cause people feel uneasily in the society. Therefore this study chooses TV set as the study object and explore the calamity it caused in residence house so as to seek fire preventing technology and strategy, for and maintain safety residence environment out of fire accident.

2. Method and Procedure

Study methods in this program:

- (1) Citation Review: Gather statistics and analyze the cause of electric appliance fire accident and preventing strategies of foreign organizations according to citation for reference of this study.
- (2) Testing Analysis: Architecture Building Research Institute of Building Fire prevention Laboratory with reference of the ISO9705 fire room test were used for this study. Thermocouple rack and thermal radiation radiometer were established to test the temperature and value of thermal radiation. Thickness of gas and index of smoke poison were analyzed by gas analyzer and material index of smoke poison testing method conforming to British Naval Engineering Standard NES-713. Referring to CNS14545-8 "Fire hazard testing Part2 : Test methods Section2 : Needle-flame test", provide testing flame source for fire accident testing, imitate the influence on TV set shell burning with light flame and analyze the feature of the fire accident caused by electric appliance (TV set) in residence house. Probe into fire accident caused by current electric appliance (TV set) technology modification and relevant dangerous. Discuss preventing strategy for electric appliance (TV set) fire accident and verify relevant strategy to make it complete.

3. Significant Discovery

- (1) Study analysis and citation review showed that the feature of the TV set after burning was that a large amount of heat, smoke and poisonous gas would be sent out in a short time. Take this study for example, after the TV set had burn for 3.3 minutes, the highest temperature was 800°C-900°C and thermal radiation in neighborhood of 20cm was about 3.02W/cm². The smoke and poisonous caused by burning would result in death in a short time. Therefore, it is important to improve the regulation of decoration material used for residence house so as to avoid burning out and improving the character of plastic shell of the electric appliance in inflammability.
- (2) By reviewing the citation, it could be concluded that US and Japan are actively advocating installation of smoke detector and were about to set up laws and regulations for using of smoke detector because such device in residence house could help people avoid danger and reduce death rate. 94% residence houses in US have installed the smoke detectors and new residence houses shall be forced to install smoke detectors on June 1, 2006. Therefore, advocating the installation of smoke detector in residence house so as to reduce death rate caused by fire accident in residence house shall be one of the most important task at present.

4. Major Suggestions

Study analysis and citation review showed that the feature of the TV set after burning was that a large amount of heat, smoke and poisonous gas would be sent out in a short time and shall cause great dangerous to people. In the light of residence house fire accident caused by burning feature of TV set, the study suggested:

Suggestion 1

Advocating and practicing of fire preventing design of residence house
Modification on internal decoration limitations in Construction Architecture Technology Rule Chapter III, 5: Middle and long-term suggestion
Major Sponsor: Construction and Planning Agency of Ministry of Interior
Assisting Sponsor: National Fire Agency of Ministry of Interior

Shown as statistical data of National Fire Agency, fire accidents in residence houses cover about 60% of all fire accidents. As to the problem of whether limitations on internal decoration material of residence house shall be carried out to reduce the fire load of house and avoid burning out, the study suggests that at the beginning of designing the designer should considerate preventing design of residence house and modification on internal decoration limitations in Construction Architecture Technology Rule Chapter III, 5, including installation of smoke detector and extinguisher, rules of choosing decoration material, using flame-free and fireproof material, reduce the fire load and cut down burning out.

Suggestion 2

Compulsory rule of fire controlling installation in residence house: Middle and

long-term suggestion

Major Sponsor: National Fire Agency of Ministry of Interior

Assisting Sponsor: Construction and Planning Agency of Ministry of Interior,
Government Information Office

Fire and in Disaster Management Agency of Internal Affairs and Communications of Japan indicated that in 100 fire accidents in 2002, the ratio of casualty in houses without fire alarms to those with fire alarms is 6.1:1.8 which differentiate in 3.4 times. And Japanese government shall force the new residence house and existing houses to install fire alarms from June 1, 2006. This study suggests that fire-controlling appliances in residence house including fire alarms and independent smoke detectors shall be forced to install.

Suggestion 3

Modification on Standard on Fire Controlling Appliance Installation in Various Places, Section II, 19: Middle and long-term suggestion

Major Sponsor: National Fire Agency of Ministry of Interior

Assisting Sponsor: Construction and Planning Agency of Ministry of Interior

According to Standard on Fire Controlling Appliance Installation in Various Places, Article 19, there is no compulsory rule for installation of fire alarms in houses under 11 floors. Shown as statistics data of National Fire Agency from Feb, 2004~Aug, 2005, fire accidents in domestic house took away 226 lives in which 214 persons died in houses under 5 floors and cover 95% of the casualty during this period. Since there is no fire alarm, to provide enough time to run out. Beside, documents show that fire alarm can prolong the time for fleeing for life and therefore reduce the death ratio. The study suggests that standard on Fire Controlling Appliance Installation in Various Places, Article 19 shall include the regulation on fire alarms or refer to the related regulation of installation of independent fire alarm in US and Japan.

Suggestion 4

Manufacture the shell of TV set with fireproof material: Middle and long-term suggestion

Major Sponsor: Electric Appliance Union, Manufacturer of Electric Appliances

Assisting Sponsor: Bureau of Standards, Metrology & Inspection

The citation indicated that adding Flame Retardants in plastic shell could promote the unflammable feature of the shell of TV set and prevent from burning. Most shells of plasma TVs and LCD TVs in current market have made of unflammable metal that can effectively reduce the fire load of TV set and the harm to environment after burning. Relevant materials using for the shell should have the performance exceeding the demand of fire preventing set by Bureau of Standards, Metrology & Inspection including needle-flame test and glow wire test.

Suggestion 5

Carrying out the feasibility study of relevant regulations and installation of automatic sprinkler in residence house: Middle and long-term suggestion

Major Sponsor: National Fire Agency of Ministry of Interior

Assisting Sponsor: Construction and Planning Agency of Ministry of Interior

According to the citation, the function of sprinkler is to control the fire accident and limit it in the area as small as possible. It shall be very effective in early period of fire controlling and prolong the time for the aged persons and those could not walk fast to flee for life. This study suggests carrying out the feasibility study of relevant regulations and installation of automatic sprinkler in residence house

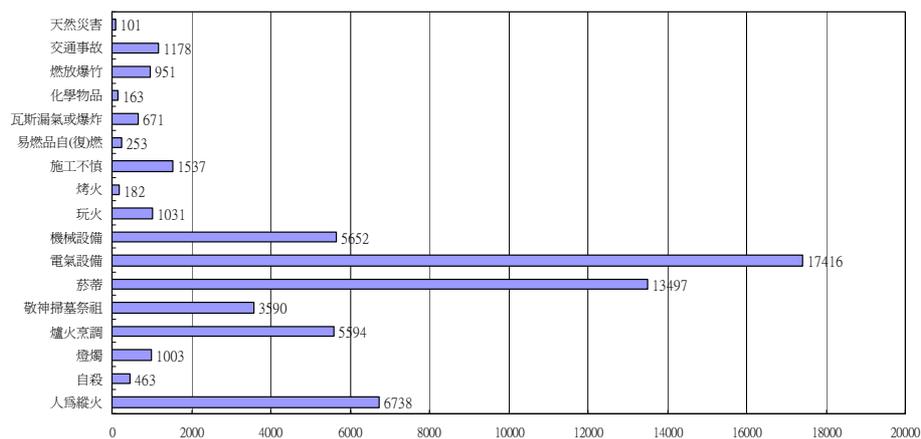
第一章 緒 論

第一節 研究緣起與目的

一、研究緣起

近年來，隨著我國經濟蓬勃發展，人民生活水準不斷提高，日常生活中電器用品之使用日趨頻繁，但可能由於電器老化、製造瑕疵或人為使用不當等問題，使電器造成火災事故日益增多，依據消防署歷年統計資料¹民國（86年~93年）顯示，台灣地區平均每年發生火警約13,214件，因火災而死亡的人數約1,840人，受傷5,565人，損失的財物高達32億元以上，是所有災害當中對人民生命財產損失最大的，且住宅火災占所有火災之比例高達近六成（57.9%）。由消防署歷年統計資料顯示⁴（86年~93年），火災發生之原因如圖1-1所示：

圖 1-1 民國 86-93 年全國火災次數及起火原因統計圖



（資料來源：內政部消防署網站）

⁴內政部消防署網站 <http://www.nfa.gov.tw>。

如圖 1-1 所示火災發生之成因有：電氣設備、菸蒂、爐火烹調、人為縱火等因素，其中又以電氣設備造成災害比例為最高。（電氣設備一項，其定義包括短路、過負載、接觸不良、積污導電、漏電、過熱、半斷線、操作不當、靜電等引起電氣設備之火災）。

在 91 年至 94 年 6 月各消防局提供之資料顯示，電視機引起火災有 104 件，雖非電器火災致災之首要電器，但發生時屢屢造成社會惶惶不安，因此本研究以電視機作為研究對象，探討對住宅產生的火害進而謀求防火技術及防制對策，俾能建立安全防災之住宅環境。

二、研究目的

依據消防署統計顯示，國內火災的成因中，電氣火災發生的比例最高（國內尚無電器火災之正式統計資料）。參考國外的火災案例，根據日本總務省消防廳統計，每年發生約有一千件以上之電器火災且有逐年增加的趨勢，在平成十六年（2004 年）的統計之資料中可見，電器火災占住宅火災中的 9.0%；美國聯邦消防總署於 2004 年發布有關 2000 年住宅火災文獻³⁴，該文獻顯示之電器設備火災 2000 年（Electrical appliance fire）占有 8.0%，故有效的降低電器因素所造成的火害，乃為現今住宅防火管理之重要課題。

因此本研究將透過實驗分析的手法，分析電器火災危害程度。並借由實驗數據，分析電視機火災案例之特性；探討住宅電器（電視機）火災防火改善技術；研擬住宅電器（電視機）火災防制對策，驗證相關對策使其更加完備，以建立客觀之研究報告，

期能達到以下具體之研究成果：

³⁴ U.S. Fire Administration/National Fire Data Center “Residential Structure Fires in 2000” Topical Fire Research Series, Volume 3 – Issue 9 June 2004.

- (一) 利用 CNS14545-8² 之試驗火源依據，探討電視機造成火災之危險性評估。
- (二) 探討電視機引燃後其溫度、熱輻射及其煙害危害程度。
- (三) 探討住宅電器（電視機）火災防制對策。

三、研究範圍

本研究將依據文獻回顧及本研究調查各縣市引起電器火災電器種類調查表中，選擇電視機進行火災試驗作為研究範圍，探討電視機本體進行火災試驗後，電視機引燃所造成熱與煙氣之量化數值，如溫度場域分佈、熱輻射值、熱釋放率與總熱釋放率、CO 與 CO₂ 煙濃度及電視機外殼材料之煙毒指數，用以探討電視機引燃所產生之危害。

² 經濟部標準檢驗局，CNS14545-8「火災危險性試驗第 2 部：試驗方法第 2 章：針焰試驗」，90 年 6 月 7 日。

第二節 研究方法與流程

本研究之研究方法如下：

一、文獻回顧

回顧國內外有關電器火災之資料、文獻、法規，整理、分析電器（電視機）火災的發生、失控與損傷之要因。並可作為試驗計畫之依據。

二、試驗分析

本試驗使用內政部建築研究所台南防火實驗室參考 ISO9705 之「房間角落火災實驗室」，架設熱電偶樹及熱輻射計，量測溫度與熱輻射值，透過氣體分析儀分析氣體濃度值，並依據 CNS14545-8²「火災危險性試驗第 2 部：試驗方法第 2 章：針焰試驗」，提供試驗火源進行火災試驗，模擬電視機外殼遭受微小火焰引燃之影響，進而分析住宅電器（電視機）火災之特性；探討現行電器（電視機）火災防火改善技術及其造成相關危害程度；研討電器（電視機）火災相關之防制對策，驗證相關對策使其更加完備。

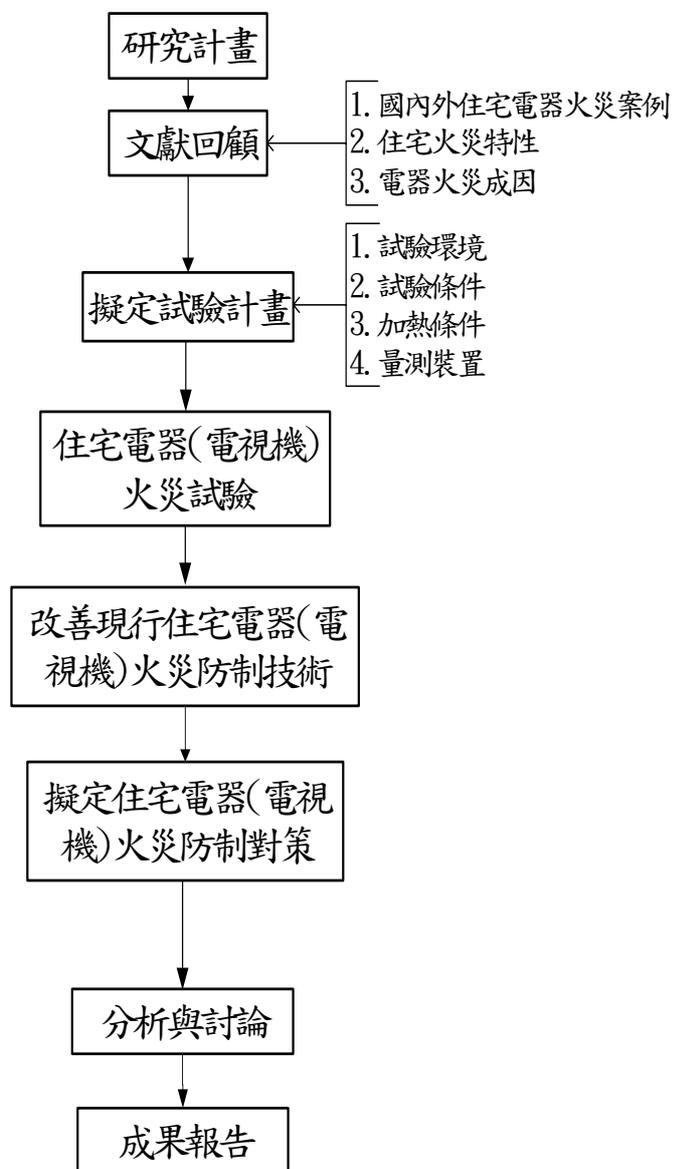
於本研究中，以文獻回顧為基礎，試驗分析作為驗證。研究流程圖如圖 1-2 所示。於文獻回顧方面，回顧國內外電器火災相關案例，由案例分析電器火災之起因；蒐集國內外電器火災防制有關資訊，探討電器（電視機）火災相關之防制對策，於試驗方面，依據 CNS14545-8²「火災危險性試驗第 2 部：試驗方法第 2 章：針焰試驗」，提供試驗火源，設計簡易可行之試驗模式，符合電器（電視機）裝

²經濟部標準檢驗局，CNS14545-8「火災危險性試驗第 2 部：試驗方法第 2 章：針焰試驗」，90 年 6 月 7 日。

²經濟部標準檢驗局，CNS14545-8「火災危險性試驗第 2 部：試驗方法第 2 章：針焰試驗」，90 年 6 月 7 日。

置於實際正常情況下，以火災試驗實際測試電器（電視機）火災之危險性評估。

圖 1-2 研究流程圖



第二章 文獻回顧

第一節 國外電器火災之統計資料

一、日本電器火災之調查資料

根據日本總務省消防廳統計⁴⁶，平成十二至十六年建築物火災發生件數計有 168,195 件，其中住宅火災發生件數有 89,086 件，平均所占比率為 53%，如表 2-1 所示。因住宅火災死亡人數平均每年為 1,200 人以上，占建築物死亡人數中 85.7%。有關住宅火災中因電器所造成起火原因有 17,149 件，平均占建築物比率為 10.0%，亦占住宅火災比率 19%，五件住宅火災中即有一件是由電器所引起，如表 2-2 所示。

表 2-1 日本住宅火災占建築物火災百分比

年份	建築物火災發生件數	住宅火災發生件數	住宅火災占建築物火災百分比
平成 12 年	34,028	19,154	56%
平成 13 年	34,130	17,274	51%
平成 14 年	34,171	17,280	51%
平成 15 年	32,534	16,700	51%
平成 16 年	33,332	18,678	56%
總計	168,195	89,086	53%

(資料來源：日本總務省消防廳網站)

⁴⁶ 日本總務省消防廳網站 <http://www.fdma.go.jp/>

表 2-2 日本電器火災依起火原因分類

年份	電爐	電暖爐	電氣機器	燈具	電器火災發生百分比
平成 12 年	451	1,830	714	664	11%
平成 13 年	525	1,935	753	628	11%
平成 14 年	138	1,756	757	656	10%
平成 15 年	133	1,931	680	598	10%
平成 16 年	—	1,671	712	617	9%
總計	1,247	9,123	3,616	3,163	10%

(資料來源：日本總務省消防廳網站)

依據日本總務省消防廳⁴⁶平成 16 年版消防白皮書指出，有關電器造成起火原因如下：

- (一) 可燃物接觸。
- (二) 熱輻射引起。
- (三) 使用不當。
- (四) 忘記關閉開關。
- (五) 電器設備過熱。

基於以上住宅電器造成的起火原因，為了避免因電器使用不當以及增加居家消防安全意識，日本近年於年度消防白皮書⁴⁶中推動的防制對策如以下所示：

- (一) 平成 13 年消防白皮書：

日本政府於平成 13 年消防白皮書中提出新住宅防火對策推進計畫中指出，為結合政府與地方組織聯合推動個人住宅防火安全與針對地域性作具體性住宅防火對策重點設置及具體實施，提出 10 年計畫目標，該目標分為前期 5 年（平成 13 年~17 年）及後期 5 年（平成 18 年~22 年），前期為防火對策之實施，後期則講求

⁴⁶ 日本總務省消防廳網站 <http://www.fdma.go.jp/>

⁴⁶ 日本總務省消防廳網站 <http://www.fdma.go.jp/>

具體成效之實現，該計畫如下表 2-3 所示。

表 2-3 住宅防火具體實施對策

住宅防火對策委員會檢討事項
<ol style="list-style-type: none">1. 將住宅火災對人的危險度類型化，並對各項因應防火對策進行檢討，以減低災害為目標，明確制定因應對策。2. 住宅防火對策制定以居住者及住宅週遭環境進行考量。3. 啟發民眾防火之思想，並普及住宅防災設備等推動有效果的住宅防火對策
推動住宅防火對策基本方針
<ol style="list-style-type: none">1. 提高民眾防火意識，以海報、布條、展示會等進行推動。2. 實施住宅防火診斷。3. 開發與普及住宅用防災設備。4. 提出財政、金融措施，提供民眾補助措施購買住宅防火設備。5. 推動住宅防火對策之研究，如研究開發住宅內部用裝修材及防耐火性能評估技術之研究。

表 2-3 住宅防火具體實施對策 (續)

後期 5 年住宅防火對策具體成效之實現
<ol style="list-style-type: none">1. 推動地域性住宅防火對策<ol style="list-style-type: none">(1) 整備地方推動組織。(2) 與地方推動組織密切結合。(3) 住宅防火事業的推動。(4) 強化展示會、普及事業之內容。(5) 住宅防火診斷活動的改良與普及。(6) 提供有關區域性活動相關資訊。2. 建立大範圍協調體制與確立推動基礎<ol style="list-style-type: none">(1) 住宅防火關聯產業結合、贊助活動、確立推動組織、相關政府機關的結合、及表彰優良推動組織。3. 普及住宅防火設計<ol style="list-style-type: none">(1) 住宅防火設計手冊制定與推動。(2) 辦理住宅防火設計講習會及推動。4. 普及住宅用防災設備<ol style="list-style-type: none">(1) 住宅防火設備事業之推動。(2) 經由金融融資制度，促進住宅防火設備設置之普及。(3) 普及住宅防火標章之推動(4) 地方公共機關團體協助住宅防火設備之設置。5. 推動住宅防火對策調查研究<ol style="list-style-type: none">(1) 進行火災統計資料分析，研究防止因火災死亡對策。(2) 有關高齡者住宅火災之研究。(3) 普及住宅用防火設備設置調查研究。 <p>其他：依據「推動住宅品質之相關法令」之住宅性能制度以普及住宅用火警警報器之推動。</p>

(二) 平成 16 年消防白皮書：

推動住宅用火警警報器，於平成 16 年 6 月公佈有關住宅用火警警報器應義務性設置之法令，並於平成 18 年 6 月 1 日起新建住宅及既有住宅應全面義務性設置。

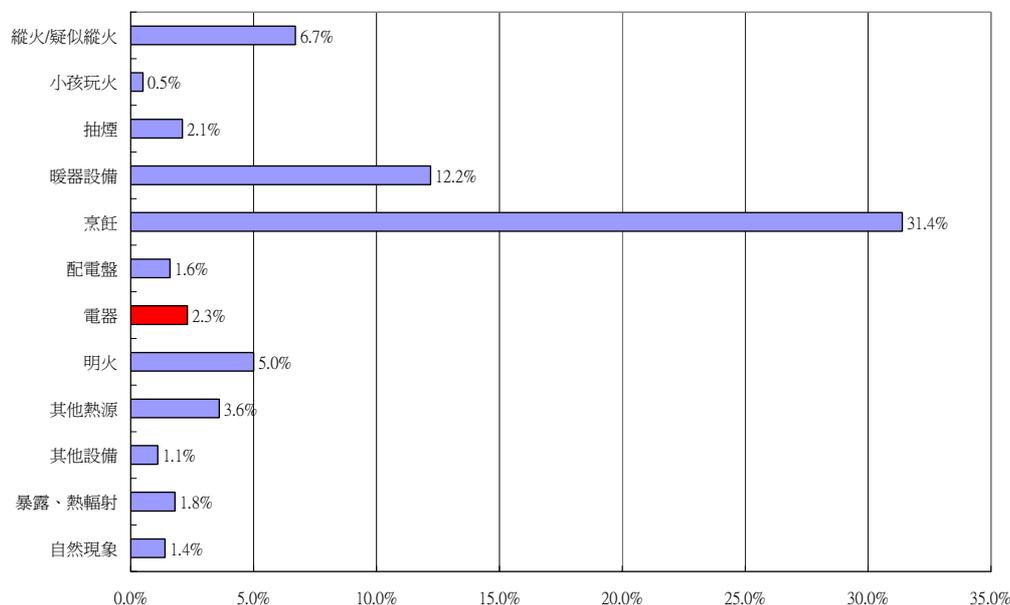
1. 住宅用火警警報器法制化，於平成 16 年 6 月公佈有關住宅用火警警報器應義務性設置之法令，並於平成 18 年 6 月 1 日起新建住宅及既有住宅應全面義務性設置。
2. 消防團、婦女防火宣導隊或自主防災組織等，至居家住戶進行訪視及宣導用火安全並舉辦定期講習。
3. 提高民眾防火意識，廣設海報、消防安全宣導手冊、媒體廣告的製作及講習會的舉辦。
4. 推動住宅用滅火器之設置。
5. 推動防焰制度，防焰寢具、窗簾，對於防止火災發生擴大延燒極為有效，故日本積極推動防焰物品之使用。

二、美國電器火災調查回顧

美國聯邦消防總署全國火災數據資料中心（U.S. Fire Administration/National Fire Data Center）統計³⁵，於 2004 年發生 395,500 件住宅火災，並造成 3,190 人死亡、13,700 人受傷，損失財產達 58 億美元。有關 2004 年住宅火災起火原因如圖 2-1 所示：

³⁵ 美國聯邦消防總署網站 <http://www.usfa.fema.gov/index.shtm>

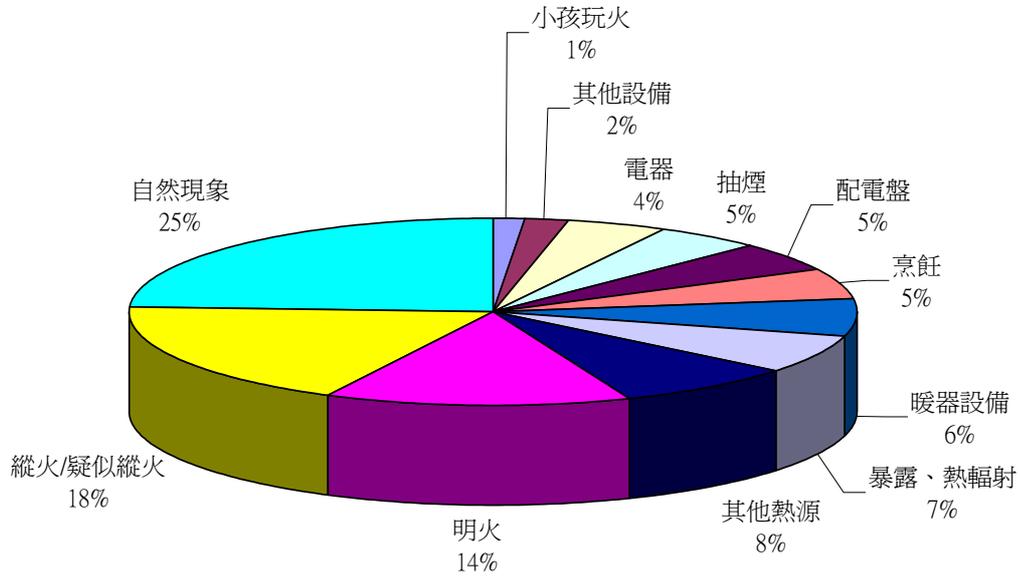
圖 2-1 2004 年美國住宅火災起火原因



(資料來源：美國聯邦消防總署網站)

由上圖發現 2004 年美國住宅火災起火原因中發現，在美國烹飪為住宅火災之首占 31.4%，其次為暖氣設備與縱火各占 12.2% 與 6.7%，而電器火災占 2.3%。但對各火災原因造成財產損失比例進行統計分析（不含不明原因所引起財產損失），發現因電器引起火災之財產損失與所引起火災成因為首的烹飪所造成財產損失僅差 1%，故對於電器火災引起的災害亦不可輕忽，財產損失圖如圖 2-2 所示：

圖 2-2 2004 年美國住宅火災各原因造成財產損失比例圖

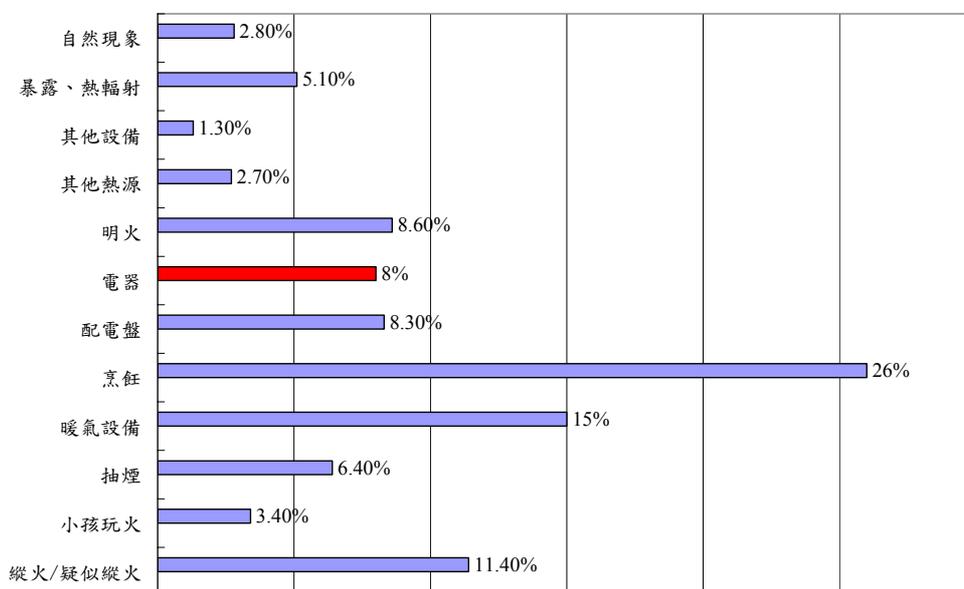


(資料來源：美國聯邦消防總署網站)

此外美國聯邦消防總署全國火災數據資料中心 (U.S. Fire Administration/National Fire Data Center) 在 2004 年於該網站曾發表“Residential Structure Fires in 2000”之文獻³⁴，該文獻統計 2000 年共發生 379500 件住宅火災，造成 3445 人死亡、17400 人受傷、損失財產達 57 億美元。有關住宅火災起火原因如圖 2-3 所示：

³⁴ U.S. Fire Administration/National Fire Data Center “Residential Structure Fires in 2000” Topical Fire Research Series, Volume 3 – Issue 9 June 2004.

圖 2-3 2000 年美國住宅火災起火原因



(資料來源：U.S. Fire Administration/National Fire Data Center
“Residential Structure Fires in 2000”)

於圖 2-3 中發現 2000 年美國住宅火災發生原因，該年因電器設備引起所占比率為 8.0%。故文獻³⁴指出電器設備或產生熱設備引起住宅火災原因如下：

- (一) 忘記關閉開關或中途離開設備。
- (二) 電弧引起。
- (三) 被丟棄的熱源或材料。
- (四) 使用加熱設備未遠離可燃物。
- (五) 未使用煙霧警報器進而擴大火災程度。

³⁴ U.S. Fire Administration/National Fire Data Center “Residential Structure Fires in 2000” Topical Fire Research Series, Volume 3 – Issue 9 June 2004.

美國在住宅防火對策多採用美國防火協會（National Fire Protection Association）提出之居家火災防護手冊，經文獻³整理並翻譯，指出該手冊針對住宅火災的危險與預防、火警警報設備、自動撒水設備及住宅火災應變計畫等詳盡說明，俾教育民眾如何保護家人生命及財產，本研究將該文獻翻譯手冊整理於附錄一並就其整理內容分述如下：

(一)住宅火災的危險及預防³

該手冊針對住宅火災的危險、兒童與火災、兒童的睡衣及火災與老人安全等進行說明，其中在住宅火災喪生的人，將近有一半是學齡前的兒童或是年紀超過 65 歲以上的成人，以及身心障礙的人，所以住宅火災防護的設計也必須要顧及到這一類的人。因此消防安全應該要包括提供不同方案以因應各種特別需求；其中對於如何避免家庭火災，則有下列建議：

- (1) 重視火災並也教導自己的孩子重視之。
- (2) 無論是獨立型的或是防護系統的一部分，要在臥房外及屋子裡的每一層樓設置獨立偵煙是警報器
- (3) 測試並保養你的獨立偵煙式警報器，因為生命安全必須仰賴它。
- (4) 確認家庭裡每一個人可以在各自的臥房清楚聽到警報器的聲響。
- (5) 計畫 2 條火災發生時從每一臥房的逃亡路線，並和家人一起演練。
- (6) 特別當家庭成員裡有人無法獨立逃生時，應考慮加裝居家撒水系統。

³ 郭恩書，住宅火災資料統計分析與對策，交通大學工學院產業安全與防災學程碩士學位論文，93 年 6 月。

(二)火警警報設備³

該內容包含獨立偵煙式警報器、火警警報系統及火災警報系統及火災警報系統架構予以介紹及其重要性，其中針對獨立偵煙式警報器之設置數量、如何安裝、設置、測試與維修、故障排除及使用年限等，予以詳加說明。

在美國 70 年代以後，家用獨立偵煙式警報器在價格上便宜許多，因而廣為大眾使用，在 1991 年時，價錢更是低於 10 美金，因此在美國 88% 的家庭中都至少有 2 個以上的煙霧警報器。一些研究指出裝有獨立偵煙式警報器的地方，其死亡的機率將減少一半。雖然家用獨立式偵煙警報器救了許多的生命，但在家庭火災中仍存在著一些問題，仍有 12% 的家庭中尚未安裝獨立偵煙式警報器；另外，部分的警報器常因電池耗盡，因而無法在火災發生時發生作用。

(三)住宅自動撒水設備³

該內容包含住宅撒水設備予以介紹及其重要性，如住宅撒水設備之價錢、有效性及撒水後所造成何種損害予以說明，另該手冊並針對住宅撒水頭與商業撒水頭之不同予以說明，其中在旅館、辦公室及其他商業建築的撒水頭主要是希望保護財產與那些不在鄰近火源的人。撒水頭的功用是限制火災的大小，並將火災侷限於小範圍，居家使用的撒水頭是被歸類為住宅撒水頭的一種專門型式，這些撒水頭是使用一種快速反應的感熱元件使撒水頭在火災發生初期即自動作用。撒水頭在不管任何型式的建築中，撒水系統的遲滯反應是不同的，當因火載量較小而使火場較小時，允許這些撒水頭使用較少量的水，所以典

³ 郭恩書，住宅火災資料統計分析與對策，交通大學工學院產業安全與防災學程碩士學位論文，93 年 6 月。

型的家庭供水系統已足夠供應這些撒水系統。特別當家庭成員裡有人無法獨立逃生時，應考慮加裝居家撒水系統。

(四)住宅火災應變計畫³

該內容主要在教育民眾做好火災逃生計畫，基於獨立偵煙警報器只能預先發出危險的警告。居民必須隨即採取逃生避難行動。如果行動不快速並且沒效率，警報器所提供的額外警式時間就浪費了。為確定家人可在緊急情況下做出正確的事情，最好的方法就是訂出一個火災時的逃生避難計畫並且實地練習；另有關逃生計畫須包含馬上離開房子、明瞭 2 條離開每個房間的通道、觸摸門、事先被安排一處集合地點及一旦逃離就待在外面等候要素，該要訣如下：

1. 逃生計畫。
2. 馬上離開房子。
3. 知道 2 條離開每個房間的通道。
4. 觸摸門。
5. 有一個被安排好的集合地點。
6. 一旦逃離就待在外面。

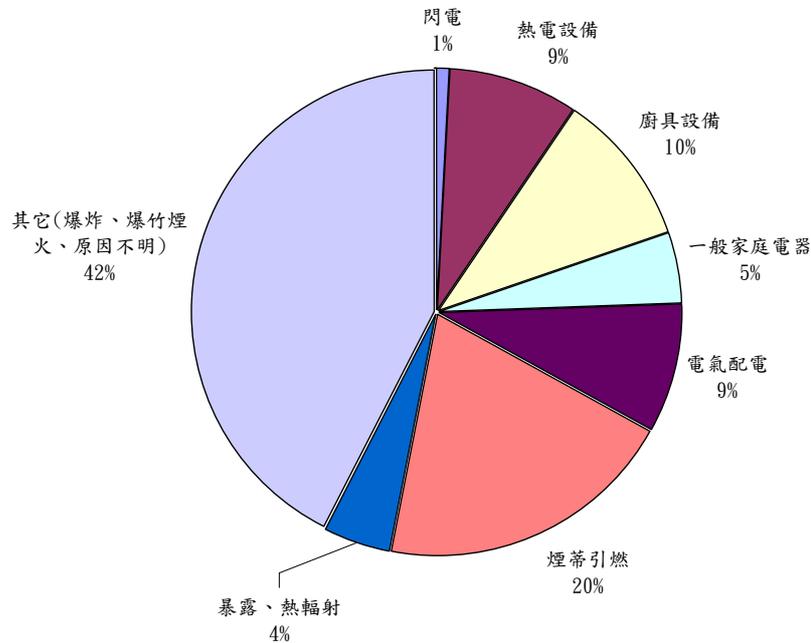
三、加拿大電器火災之回顧

依據加拿大消防官方網站“Council of Canadian Fire Marshals and Fire Commissioners”³⁶在西元 2001 年的火災統計年度報告，統計的火災原因統計如下圖 2-4：

³ 郭恩書，住宅火災資料統計分析與對策，交通大學工學院產業安全與防災學程碩士學位論文，93 年 6 月。

³⁶ Council of Canadian Fire Marshals and Fire Commissioners，<http://www.ccfmfc.ca/>

圖 2-4 加拿大火災發生原因比例圖



(資料來源：Council of Canadian Fire Marshals and Fire Commissioners)

圖 2-4 說明除了其它類之外（包含原因不明），一般家用電器火災（指一般家用電器、熱電設備）發生的比率僅次於第二的煙蒂引燃，表示因電器使用不當在該國的火災發生比率仍然是具相當威脅性。

四、新加坡電器火災之回顧

新加坡消防官方網站³⁷ 2004 年的統計資料顯示，於 2001~2004 年計發生 12,840 件住宅火災，平均占全火災件數 65%，顯示新加坡發生住宅火災比例相當高，本研究將引起住宅火災原因相關數據整理如下表 2-4 所示：

³⁷ The Singapore Civil Defence Force, <http://www.scdf.gov.sg>

表 2-4 新加坡 2001~2004 年火災發生原因統計表

原因 \ 年度	2001	2002	2003	2004
廢棄物	2,103	1,852	1,755	1,813
烹調不慎	606	585	568	529
傢俱、衣服等易燃物	209	205	335	406
電器設備	79	74	199	306
車輛（汽機車）	—	—	47	68
瓦斯	27	23	23	42
其它	475	375	90	146
合計	3,499	3,114	3,017	3,210

（資料來源：The Singapore Civil Defence Force）

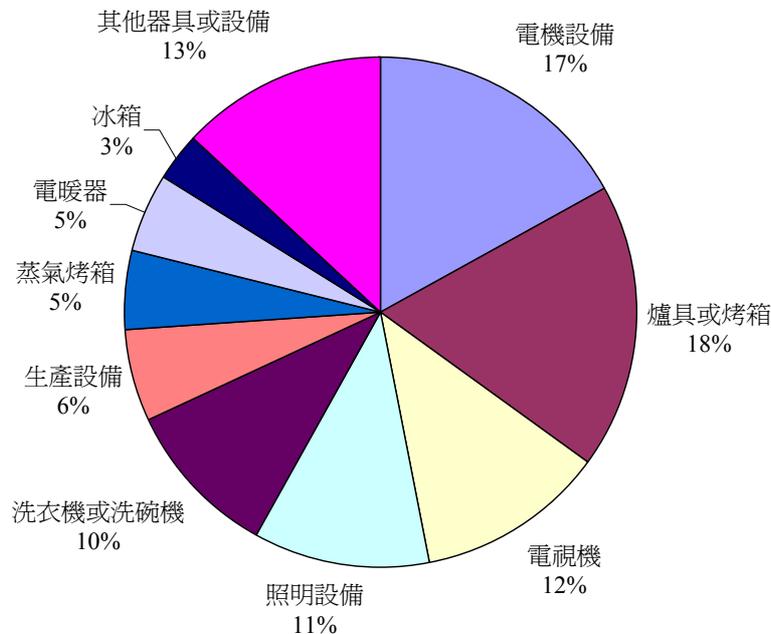
由上表 2-4 可知新加坡住宅火災中以廢棄物引起火災為主要因素，烹調不慎次之，電器設備則每年皆占居第 4 位，但就每年數字統計發現廢棄物、烹調不慎所引起的住宅火災件數則有逐年下降趨勢，而傢俱、衣服等易燃物及電器設備引起住宅火災件數則有逐年上昇趨勢，故對於傢俱、衣服等易燃物及電器設備引起住宅火災之課題應加以注意。

五、芬蘭電器火災之回顧

依據芬蘭（Tukes Safety Technology Authority）³⁸ 統計分析，以 2000 年為例，在 1,758 件電器火災中各種電器起火類別所占比例如下圖 2-5 所示：

³⁸ TUKES, “Televisions as a cause of fire” TV-Palo eng.p65, 2002.

圖 2-5 芬蘭 2000 年電器火災之電器類別比例圖



(資料來源：“Televisions as a cause of fire”)

由上圖可知因電器引起火災者，以電視機即占 12%，其次為照明設備 11%，洗滌設備 10%再次之。

在文獻³⁸分析電視機發生火災每年發生機率占電器火災中約十分之一，每年約有 200 件案例發生，電視機發生火災原因有(一)電視機故障或設計不良(二)液體侵入電視機內部(三)過熱導致電視機加速老化(四)積塵(五)短路。

芬蘭 (Tukes Safety Technology Authority) 於 2000 年對電視機火災進行模擬試驗，試驗方法如圖 2-6，發現電視機會產生約 250kw 之熱釋放率及產生大量的煙且迅速擴散，如圖 2-7 所示：

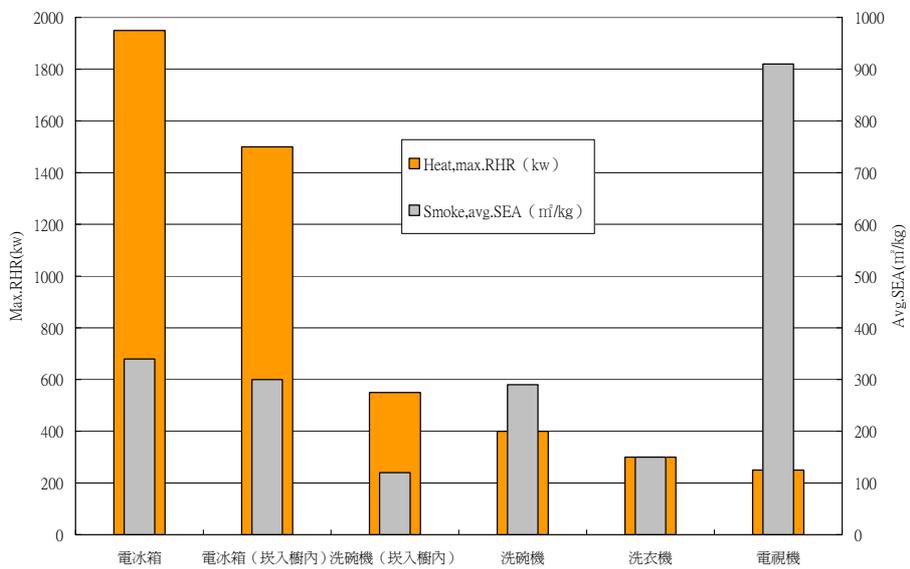
³⁸ TUKES, “Televisions as a cause of fire” TV-Palo eng.p65, 2002.

圖 2-6 電視機火災模擬試驗圖



(資料來源：“Televisions as a cause of fire”)

圖 2-7 電器火災模擬試驗之結果



(資料來源：“Televisions as a cause of fire”)

圖 2-7 所示電視機發生火災時會產生大量濃煙，故文獻³⁸提出對於電視機火災應在短暫 1-2 分鐘內將電視機火勢撲滅或逃生否則將會受到濃煙的危害，另外亦提出對於電視機火災預防對策如下：

- (一) 應避免將電視機放置於狹小空間（如：書櫥）。
- (二) 應避免液體意外的侵入電視機內部。
- (三) 電視機若有故障時應找專業服務中心檢修。
- (四) 應避免室外天線遭受雷擊。
- (五) 應定期保養電纜線路。
- (六) 加入阻燃性材料。

以上為芬蘭對於電視機的原因調查、電視機火災模擬試驗及提出電視機火災預防對策。

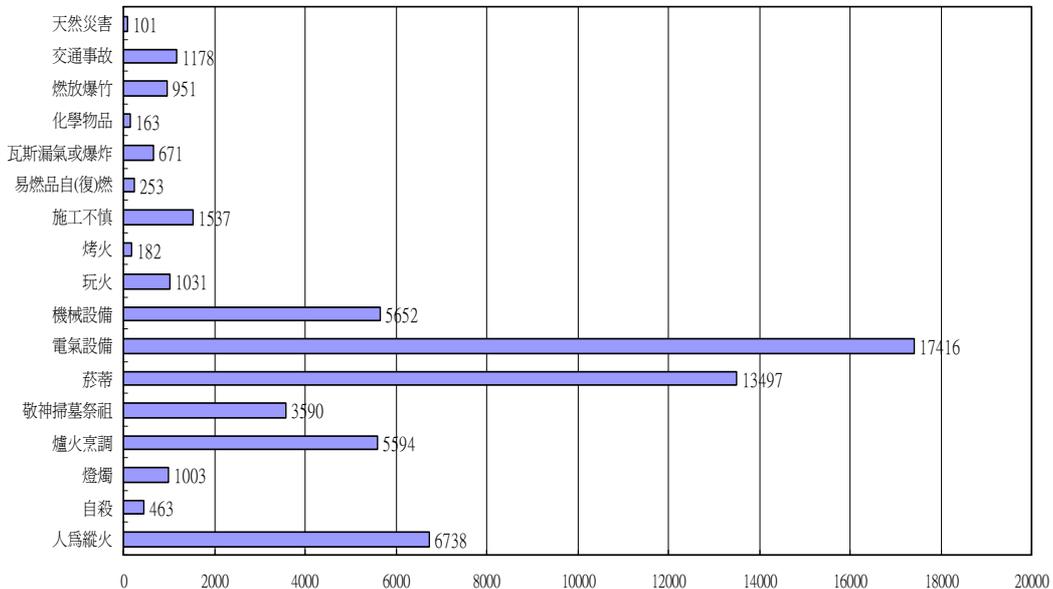
³⁸ TUKES, “Televisions as a cause of fire” TV-Palo eng.p65, 2002.

第二節 國內電器火災之統計

一、國內電器火災之調查

依據我國內政部消防署統計¹，我國 86 年~93 年間，台灣地區平均每年發生火警約 13,214 件，因火災而死亡的人數約 1,840 人，受傷 5,565 人，損失的財物高達 32 億元以上，是所有災害當中對人民生命財產損失最大的，且住宅火災所占所有火災之比例高達近六成（57.9%）。有關火災之成因由消防署歷年統計資料顯示¹86 年~93 年間，火災發生之原因如圖 2-8 所示：

圖 2-8 民國 86-93 年全國火災次數及起火原因統計圖



(資料來源：內政部消防署網站)

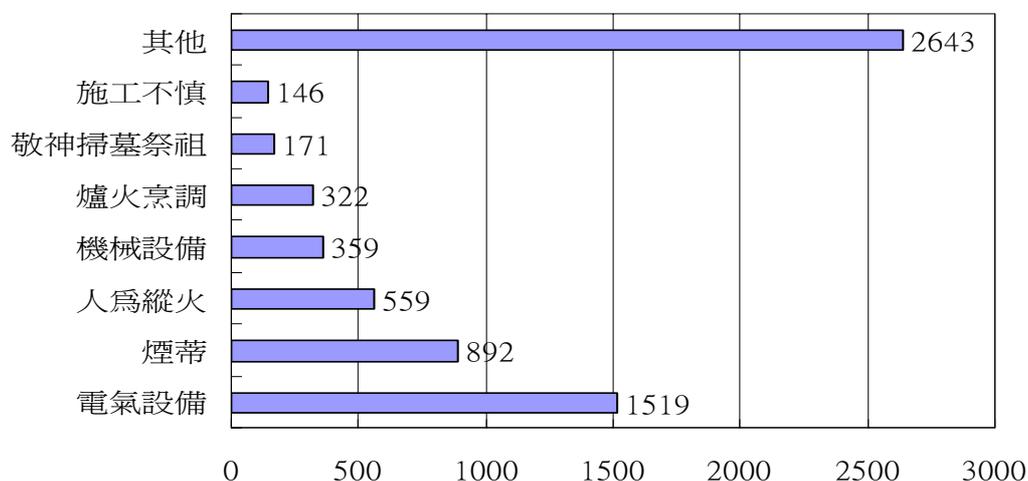
依上圖所示火災發生之成因有：電氣設備、菸蒂、爐火烹調、

¹ 內政部消防署網站 [http:// www.nfa.gov.tw](http://www.nfa.gov.tw)。

人為縱火、機器設備等因素，其中以電氣設備造成災害比例為最高。

電氣設備火災一直為國內住宅火災主要原因，依據國內消防署統計資料顯示¹，民國 93 年因電氣設備問題發生火災的比例約為 23%，為火災成因之榜首如圖 2-9 所示：

圖 2-9 民國 93 年全國火災次數及起火原因統計圖



(資料來源：內政部消防署網站)

另本研究統計各縣市消防局民國 91 年~民國 94 年 6 月電器火災發生原因及電器種類如下表 2-5、表 2-6、圖 2-10、圖 2-11 所示：

¹ 內政部消防署網站 [http:// www.nfa.gov.tw](http://www.nfa.gov.tw)。

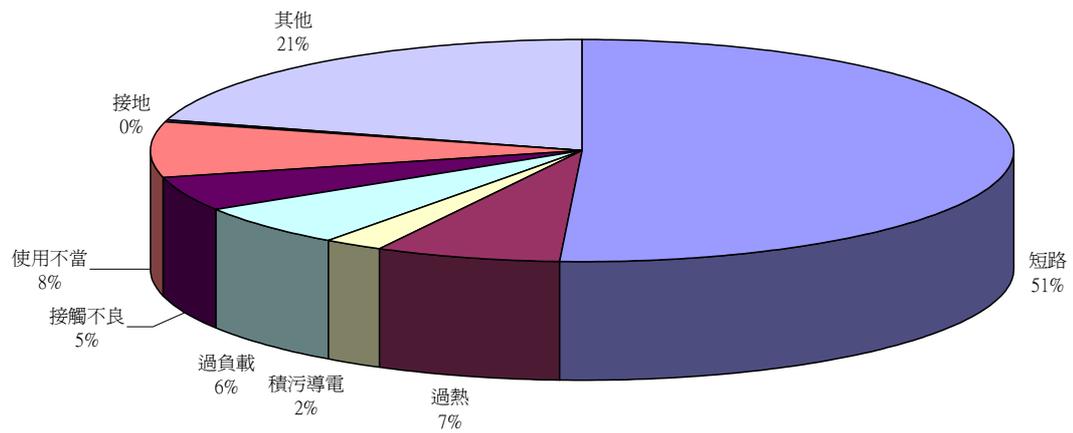
表 2-5 各縣市消防局 91 年~94 年 6 月電器火災發生原因

原因 消防局	短路	過熱	積污 導電	過負 載	接觸 不良	使用 不當	接地 (漏電)	其他(含 不明)
台北市政府消防局	182	16	0	18	4	7	0	35
高雄市政府消防局	—	—	—	—	—	—	—	—
基隆市消防局	9	3	2	11	4	4	2	3
新竹市消防局	84	0	0	0	0	0	0	0
台中市消防局	73	3	3	0	1	4	0	60
嘉義市消防局	36	6	0	0	0	22	3	1
台南市消防局	39	0	10	1	11	0	0	104
台北縣政府消防局	—	—	—	—	—	—	—	—
桃園縣政府消防局	212	71	5	47	17	0	0	157
新竹縣消防局	79	39	7	15	26	16	1	17
苗栗縣消防局	19	22	3	24	3	32	0	0
台中縣消防局	113	10	0	8	2	36	0	9
南投縣政府消防局	103	0	1	19	14	7	4	31
彰化縣消防局	182	29	17	14	19	25	0	17
雲林縣消防局	82	0	1	12	12	0	0	39
嘉義縣消防局	49	14	20	16	16	20	0	18
台南縣消防局	—	—	—	—	—	—	—	—
高雄縣政府消防局	182	9	4	4	4	2	3	29
屏東縣消防局	100	0	0	0	0	80	0	103
宜蘭縣政府消防局	50	2	0	0	0	1	0	0
花蓮縣消防局	—	—	—	—	—	—	—	—
台東縣消防局	11	1	0	5	5	3	0	38
澎湖縣消防局	21	0	0	7	7	0	0	1
金門縣消防局	6	0	0	1	1	1	0	3
合計	1,632	225	73	194	138	259	13	661

註：—表示該局未提供統計資料

(資料來源：各縣市消防局火災調查課，本研究整理製表。)

圖 2-10 各縣市消防局 91 年~94 年 6 月電器火災發生原因比例圖



(資料來源：各縣市消防局火災調查課，本研究整理製表。)

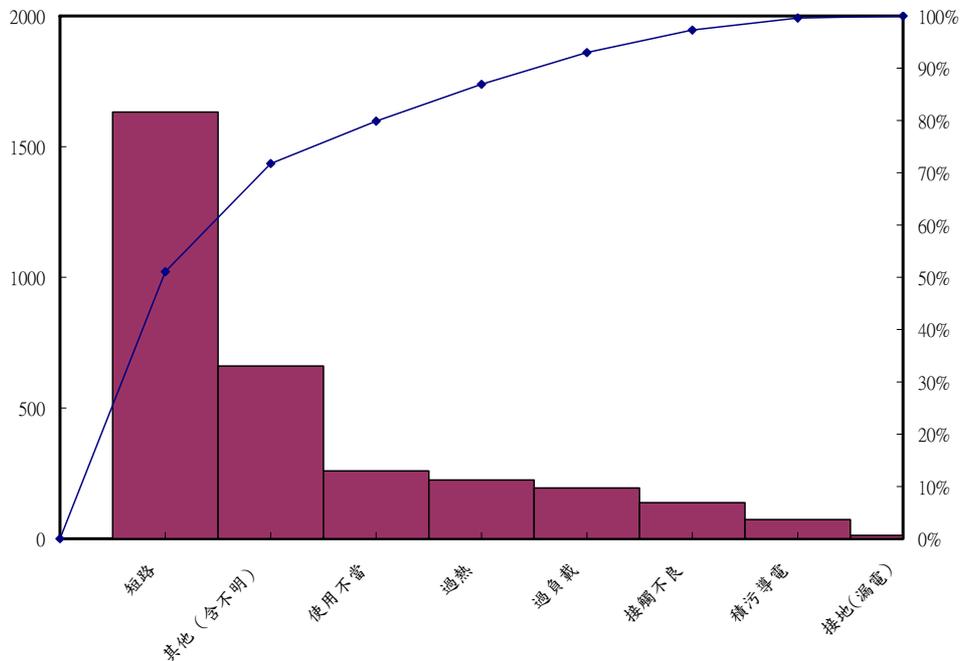
表 2-6 各縣市消防局 91 年~94 年 6 月發生電器火災電器分類

種類 縣市消防局	室內 配線	配電 盤箱	電視 機	電冰 箱	除濕 機	延長 線	電腦	冷氣 機	捕蚊 燈	飲水 機	電風 扇	電熨 斗	電源 線	其他
台北市政府消防局	31	3	10	5	3	56	3	13	1	10	21	0	0	0
高雄市政府消防局	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
基隆市消防局	9	5	1	1	4	3	0	3	1	1	1	0	2	1
新竹市消防局	5	4	2	2	5	14	0	0	0	0	1	0	80	0
台中市消防局	31	1	5	1	3	19	0	5	2	3	6	0	27	18
嘉義市消防局	41	4	1	0	1	7	1	1	0	0	0	0	16	0
台南市消防局	48	0	4	1	2	0	0	3	0	1	9	0	63	0
台北縣政府消防局	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
桃園縣政府消防局	101	18	19	7	16	55	12	21	3	17	20	2	259	0
新竹縣消防局	40	9	13	3	2	28	16	11	1	5	2	1	23	0
苗栗縣消防局	34	5	4	0	5	25	0	0	2	5	11	3	5	0
台中縣消防局	141	0	7	1	3	1	1	0	2	4	0	0	21	0
南投縣政府消防局	84	12	3	2	0	28	2	3	0	2	9	0	71	0
彰化縣消防局	113	13	11	2	1	34	7	12	3	14	10	4	81	0
雲林縣消防局	63	2	2	1	0	10	0	4	1	4	4	0	1	0
嘉義縣消防局	38	13	6	2	0	12	0	4	3	3	9	0	43	0
台南縣消防局	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
高雄縣政府消防局	5	9	3	1	0	33	1	3	0	4	11	0	166	0
屏東縣消防局	81	11	5	0	0	121	0	3	8	0	0	0	60	0
宜蘭縣政府消防局	123	1	5	0	1	6	1	6	0	6	3	0	4	0
花蓮縣消防局	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
台東縣消防局	8	0	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
澎湖縣消防局	9	0	0	1	0	2	0	2	0	2	0	0	50	0
金門縣消防局	1	1	5	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1
總計	996	110	104	30	46	453	45	93	27	79	117	10	922	19

註：—表示該局未提供統計資料

(資料來源：各縣市消防局火災調查課，本研究整理製表。)

圖 2-11 各縣市消防局 91 年~94 年 6 月發生電器火災電器分類重點管理圖



(資料來源：各縣市消防局火災調查課，本研究整理製表。)

依上述圖表顯示電器火災發生原因多發生於短路占 51%，其次為其他占 21%，再次之為使用不當 8%，而發生電器火災之電器種類家用電器中以電風扇為最高占 4%，電視機及冷氣機次之占 3%，有此可知住宅電器火災發生原因多為電器短路或使用不當而造成，而易發生火災之電器為電風扇、電視機及冷氣機，其中又以電視機引發之災害倍受社會關注。

二、 國內電氣（器）設備火災起火原因調查回顧整理

國內對於電氣設備火災與電器設備火災二者之定義較為模糊，且經查 CNS 中國國家標準並未對電氣設備或電器設備有所定義，因此本研究蒐集國內相關文獻對於電氣設備火災與電器設備

火災二者定義整理如下表 2-7、2-8：

表 2-7 電氣設備火災之定義

文獻	電氣設備火災之定義
陳弘毅 ⁴	所謂電氣火災，一般係指由電氣事故所引起的火災。
吳玉祥 ⁵	所謂電氣火災係指電氣機器所造成之火災。
蕭江碧 ⁶ 陳金蓮 陳火炎	電氣火災一般是指電器機器起因的火災，亦即電器機器等之電能所產的火災。
楊在塘 ⁷	由於電氣方面原因（如過過載、短路、漏電、電火花或電弧等）產生火源而引起的火災，稱為電氣火災。
消防署*	有關本署火災原因統計資料中列有「電氣設備」一項，其定義包括短路、過負載、接觸不良、積污導電、漏電、過熱、半斷線、操作不當、靜電等引起電氣設備之火災。
台灣電力公司**	有關「電氣設備」一般而言，係從發電、輸電、變電、配電及用電器具等設備 均可統稱為電氣設備。
教育部線上電子辭典 ⁸	電氣設備為一種利用電「產生能量」的方式，泛指與電力供應、輸送與使用有關的各項設備（如發電設備、照明設備、通話系統等。）

*消防署署長信箱回函。

**台灣電力公司回函，信件編號: 20051011050。

表 2-8 電器設備火災之定義

文獻	電器設備火災之定義
張寬勇 ⁹ 黃正義	不當使用電器用品而引發火災，或因電器本身及線路老舊缺乏保養維護，而引起電器走火導致火災的情況。
消防署*	有關各個電器引起之火災包括電風扇、飲水機、除濕機、冷氣機、電視機、電暖器、電熱水器、電烤箱、電冰箱、烘乾機等。
台灣電力公司**	「電器設備」範圍係指如家庭用之電冰箱、電視、洗衣機或移動式器具如電鑽等。
教育部線上電子辭典 ⁸	一切利用電作為動力來源的器具（如電視機、電冰箱等）。

*消防署署長信箱回函。

**台灣電力公司回函，信件編號: 20051011050。

依上表 2-7 及 2-8 所列對電氣設備火災與電器設備火災二者之定義發現有關發電、輸電、變電、配電及用電器具等設備均統稱為電氣設備；而電器設備則應屬用電作為動力來源的電器用品稱之如電風扇、飲水機、除濕機、冷氣機、電視機、電暖器、電熱水器、電烤箱、電冰箱、烘乾機或移動式器具，如電鑽、吸塵器等。

本研究整理最近國內因電器（電視機）引起火災之案例如下¹⁰：

案例一：2004.11.19，台北市信義區陳姓住戶的電視機起火。



（照片來源：聯合報系提供）

案例二：2004.02.20 上午，新店市陳姓民眾家中電視起火



（照片來源：聯合報系提供）

¹⁰ 聯合報系提供，94年10月31日授權。

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

案例三：2003.07.25，台中市一民宅電視疑似遭雷擊。



(照片來源：聯合報系提供)

案例四：2003.01.26，台北縣某派出所一寢室電視起火。



(照片來源：聯合報系提供)

另經本研究整理國內相關學者專家文獻整理有關引起電氣(器)火災發生原因如表 2-9 所示：

表 2-9 國內相關學者專家文獻提出電氣（器）火災發生之原因

編號	日期	研究者	電器火災發生之原因
1	85.08	顏世雄 ¹¹	1. 絕緣劣化 2. 使用不當 3. 表面放電痕 4. 與可燃物接觸 5. 短路 6. 輻射熱
2	89.07	方禎璋 ¹²	1. 擴充插座 2. 電線老舊 3. 蟲鼠危害 4. 突波 5. 延長線 6. 保險絲過載 7. 插頭老舊
3	90.10	蕭弘清 ¹³	1. 用電過載 2. 短路或絕緣老化 3. 過熱 4. 積塵
4	89.10	蕭江碧 ⁶ 陳金蓮 陳火炎	1. 電熱器、照明器具的過熱 2. 短路 3. 配線與配線器具的過熱 4. 電氣機械的過熱 5. 漏電 6. 靜電
5	89.10	張寬勇 ⁹ 黃正義	1. 擴充插座 2. 電線老舊 3. 蟲鼠危害 4. 突波 5. 延長線 6. 保險絲過載 7. 插頭老舊

續表 2-9 國內相關學者專家文獻提出電氣(器)火災發生之原因

編號	日期	研究者	電器火災發生之原因
6	89.09	李育錫 ¹⁴	<ol style="list-style-type: none"> 1. 過載 2. 短路、電弧和火花 3. 接觸不良 4. 烘烤 5. 雷電 6. 靜電 7. 機械強度下降
7	90.11.30	蕭江碧 ¹⁵ 黃正義 張寬勇 陳建忠	<ol style="list-style-type: none"> 1. 短路 2. 配線與配線器具過熱 3. 漏電
8	91.06	何承璋 ¹⁶	<ol style="list-style-type: none"> 1. 短路 2. 配線與配線器具的過熱(電流過載) 3. 漏電
9	92.02	陳弘毅 ⁴	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通電導體的接觸 2. 電器因素所造成的絕緣破壞 3. 電阻值降低 4. 過負載 5. 局部電阻值增加 6. 配線之一線斷線 7. 靜電之放電 8. 電氣設備高壓部之洩漏放電 9. 雷
10	92.06	簡萬瑤 ¹⁷	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用不當 2. 產品粗製濫造，品質低劣 3. 產品設計不合理或缺少防火措施

續表 2-9 國內相關學者專家文獻提出電(氣)器火災發生之原因

編號	日期	研究者	電器火災發生之原因
11	94.03	吳玉祥 ⁵	1. 機器本身構造缺陷造成 2. 機器或線路老化造成 3. 人為使用或操作不當造成

以上表 2-9 經本研究綜合整理國內相關學者專家文獻電器火災發生之原因可分為下列幾點：

- (一) 短路、絕緣老化。
- (二) 過熱、過負載。
- (三) 電器本身構造缺陷或故障。
- (四) 積塵。
- (五) 使用不當。
- (六) 接觸不良。

以上因電器所引起的火災，各專家學者提出防制對策本研究整理有下列幾點：

- (一) 未使用之電器應關閉開關，盡可能連電源線都拔起。
- (二) 住宅防火設計化。
- (三) 增加一般民眾對於居家消防安全的概念。
- (四) 定期檢查電器與電源線是否因老舊或有破損而不堪使用，應適時更換。
- (五) 妥善注意加熱設備應遠離易燃物。

另我國內政部消防署依據行政院九十一年十二月二十日「強化社會治安第十七次專案會議」裁示事項，推動「住宅防火對策暨防範電氣火災執行計畫」，其目的為防範住宅火災發生，降低電氣火災頻率，有效減少人員傷亡及財物損失。計畫內容提出以

下具體作法共五點如下所列：

(一) 推動住宅防火診斷措施

1. 地方政府訪視診斷：參考消防署製發之「住宅防火電腦診斷軟體」，針對弱勢族群居住場所、鐵皮屋及老舊建築等高危險群場所，得會同志工團體、電力公司、瓦斯公司等進行訪視、診斷，直接向民眾提出防火改善建議。
2. 民眾自我診斷：印製居家防火安全自我診斷表，針對非特定對象，選定最易發生火災區域，全面發放供民眾自我檢視使用。

(二) 普及住宅防火器具

1. 宣導設置住宅用（獨立式）火警警報器：分析轄區特性，列出轄內十大火災高危險區域，每月至少指導一個區域之住戶，設置住宅用火災警報器；必要時得依地方政府財政狀況編列經費購置，提供住戶安裝。
2. 宣導設置滅火器：為能有效進行初期滅火應變，應加強指導民眾設置及使用滅火器。
3. 宣導使用防焰物品：為強化窗簾、地毯、布幕等裝飾物品防焰性能，應加強指導住宅使用防焰物品。

(三) 推動家庭消防護照：採發行「家庭消防護照方式」，將防火教育深入各小學，透過實際體驗簽證方式，讓家長及兒童習得方火逃生知識。

(四) 加強用電安全宣導：實施消防安全檢查或社區婦女防火宣導隊執行家戶訪問時，應加強居家用電安全指導。

(五) 建立電氣火災危險群資料：

1. 各地方政府應於三個月內建立電氣火災高危險區域資料並訂定防護及宣導計畫。
2. 針對老舊社區之建築物，優先實施訪視

第三節 電器安全相關標準

本研究蒐集我國對於電器安全檢驗標準中有關電器防火性能結錄整理分述如下：

(一) CNS3765家用和類似用途電器產品的安全第1部：通則¹⁸

1. 適用產品範圍：(1.1 節)

- (1) 包括裝有電動機之家用電動電器，裝有電熱元件的家
用電熱電器或兩者組合的家用電器
- (2) 包括一般非家庭使用，但可能對公眾造成危險者，諸如
由非專業人員在商店、工廠、學校以及農場等處所使用的
電器，例如廚房餐飲電器，工業用及商業用的清潔電
器及美髮電器等。
- (3) 本標準已考慮家庭裡及其周圍的人員、財產，可能遭遇
到由電器產生的共通性危險，但未考慮因下列情況而產
生的危險：無人看管之情形下，由兒童或殘障者使用電
器、兒童玩弄電器。

3. 耐熱、耐燃：(30 節)

- (1) 非金屬材料之零件須有足夠的耐燃及防止火焰蔓延的
特性。

本規定不適用外觀裝飾處理或旋鈕等不致因電器
內部起火而造成延燒的零件。

1. 相同材料成型試片，須施以燃燒試驗。若電器之相
關零件有下列之狀況時則以熾熱線試驗取代燃燒試
驗，溫度為 550°C 無現成試片。無材質證明能承受燃
燒試驗。試片無法承受燃燒試驗。

¹⁸ 經濟部標準檢驗局，CNS 3765「家用和類似用途電器產品的安全第一部：通則」，90 年 8 月。

2. 對於在有人看管下操作的電器，其電氣連接在正常操作時之承載電流超過 0.5A 者，則使用於支持該連接的絕緣材料零件須接受熾熱線試驗，此時測試之溫度為 650°C。此項測試也對接觸或非常靠近該接頭的零件執行之。

但對手持式電器、須持續以手或腳按住開關之電器或以手施加負載之電器則下須施以此試驗。

3. 對於其他的電器，以絕緣材料固定的電氣連接及在正常操作時承載電流超過 0.5A 的連接，均需接受不良連接測試。如果因設計上之原因導致不能對接頭執行此項測試時，則固定連接的絕緣材料零件均需受熾熱線試驗，此時測試之溫度為 750°C，在此狀況，本項測試也對接觸或非常靠近該連接的零件執行之。

在執行熾熱線試驗的過程中，樣品若著火，須量測火焰的高度及延燒時間。此外，雖符合熾熱線測試但在試驗過程中產生火焰的零件，其周圍的零件如有下列情況者，須以所量測火焰之延燒時間執行針焰試驗位置在相當於火焰高度之距離內者；以及有可能被火焰引燃者。

(二) CNS14408 影音及其類似電子產品—安全規定¹⁹

1. 適用範圍 (1.1 節)：本安全標準適用於已主電源、電源供應器或遙控電源供電，並作為接收、產生、錄音 (影) 或分別複製產生聲音、影像及綜合信號之電子設備。本標準原相關之設備為欲使用於家用及類似之一般用途，但亦可能在適當的公共場所如學校、劇場、神壇及工作場合等地方使用。除非特別述於其他標準的適用範圍中，否則專業

¹⁹經濟部標準檢驗局，CNS 14408「影音及其類似電子產品—安全規定」，93 年 10 月。

設備欲使用於如上述者亦包括。本標準只與上述設備之安全考量相關，而與其他如特性及外型無關。若上述設備被設計成要連接電信網路或類似網路，如藉由數據機的方式，則適用本標準。

2. 防火性（20節）：設備設計須防範任何起火及火焰擴散危險，且不可危及四周之其他設備。以下列方法達到：
 - (1) 以精湛之設計及量產出避免潛在點火源之設備。
 - (2) 鄰近潛在點火源之內部零件使用低可燃性材料。
 - (3) 使用防火外殼以限制火焰擴散。

以上二者之規定，乃對於適用範圍及電器零組件、半成品、成品之、耐燃、耐火及防火性相關規定標準，有關測試電氣產品火災危險性試驗可參考本研究整理以下所示

（一）CNS14545火災危險性試驗—第1部：評估電氣產品火災危險

性的指引（通則）²⁰

1. 適用範圍（1節）：本標準提供了評估電氣產品之火災危險性指引，以及推演出有關燃燒危險的試驗方法；而這種危險與它對人類、動物或財產所造成的危害兩者是息息相關的。在本標準中，「產品」這個名詞，包含了材料、零組件及完整的最終產品。
2. 名詞釋義：
 - (1) 火災危險性（3.1節）：因失火而造成對人員的傷害或對財物損失的可能程度。
 - (2) 火災風險性（3.2節）：因火災而造成可預期的損害，

²⁰ 經濟部標準檢驗局，CNS14545「火災危險性試驗第1部：評估電氣產品火災危險性的指引（通則）」，90年6月7日。

這種可頂期的損害是以機率的形式來描述，其數值是以下兩者的乘積：在一個既定的技術性操作或所陳述的條件下，一種不被預期發生的事件所出現的頻率：及當狀況發生時，所能預期的損害(即危險)程度。

3. 火災危險性評估(4節)：

(1) 概論

了解並維持「火災危險性」和「火災風險性」兩者間的差異是很重要的。火災危險性的評估，主要考量是為了降低在電氣產品中電氣部份所引燃的火災風險，且即使火災發生亦能抑制火災的蔓延。至於外在的因素，例如在環境中所引燃的火災，也應該考慮在內，但這情形被視為較次要且較低限度的考量；然而，對於電氣產品故意被誤用的狀況，通常是可以予以忽略的。除此之外，仍須同時考慮到燃燒中的產品所產生的熱釋放與隔絕煙的毒性和腐蝕性，以及任何在火災中所產生的種種危險性，這些危險性都與火災的引燃及助長性有所關聯，在某種特定的狀況下，其所發散出的氣體也會導致爆炸的風險。

4. 火災危險性試驗：

(1) 概論

在大部份的建築物中，其各種類型能源的傳播、分佈、儲存，以及使用等等情形，均有助長火災的可能。

最常引起燃燒的原因為過熱及電弧現象：引燃現象的頻率將視系統中所使用的材料類型而定。在操作電氣領域中的設備時，通常會牽涉到熱散逸以及某些狀況的電弧和火花現象。如果在開始的設計階段、裝配使用，以及維護階段就能考慮到這些潛在性危險的話，就不會產

生危險狀況。不是經由電氣設備之使用所引發的危險性條件，亦為考慮範圍。而在整體危險性評估中亦應對此自然現象加以考慮。

標準中表示一般大眾的想法，認為大部份的電氣性火災是由短路現象所引起的，然而相反地，電氣性火災可能是由環境的單一或組合狀況，包括外在的非電氣來源所導致的。這些外在環境狀況包含了不當的裝設。使用或維修條件(例如：在製造商或承包商規定外的操作條件下、或無適當的散熱、或通風系統堵塞等。而作一短暫的或更長時間的超載運轉)。

(2) 危險性評估：

用於火災危險性評估的資料，得以下列任一型武來表示：

1. 依據縮小尺度試驗方法或放大尺度試驗協定，而得到的試驗反應結果：
2. 歷史性火災特徵之量測或統計結果
3. 曾由專家判定的文件

這些資料可以直接視為危險性的量測方法。或可以作為得到 最終危險性評估之計算程序的輸入資料。

(3) 火災危險性試驗的種類：

如果可能的話，最終產品的試驗方法通常是最可靠的檢測方法，因為他們基本上是完全複製實際狀況下所發生的條件。在制定有關火災及電氣產品的試驗需求與規範說明，應能辨識出下列既定的試驗類型。

1. 火災模擬試驗

這些試驗檢測了電氣產品對火災的反應，並且儘可能的將目標訂定於能夠代表產品的實際使用狀況上；因

為產品的實際使用狀況(包括可預見的異常使用、誤動作或者是故障)需儘可能模擬真實條件，且試驗程序的設計與真實危險性是相關聯的，像這樣的試驗評估與火災危險性(此關聯性與產品的使用有關)是相關的。試驗結果發現，當試驗過程改變時則結果可能無效:或當所使用的條件與試驗過程中模擬的條件有異時，也可能是無效的。

2.耐火性試驗

這些試驗的目的是為了要評估產品本身或產品一部份的性能，使其曝露在火焰中的特定狀況下一段已知的時間中，對於其各種不同特性的保存能力。這些試驗是為了提供產品置於特定熱源條件下，產品或完整成品的性能狀況之資料，近來研究發現，為了尋求這些試驗結果以及產品在實際火災狀況下的性能關係，我們必須留意並考慮到試驗條件與真實火災狀況間的比較，以及任何可能發生無法控制之效應，例如產品所處的環境。

3.火災反應試驗

這些試驗檢定了在已定義之條件下，標準試驗樣品對於火災的反應，以及大部份所使用到的與燃燒行為有關的特性資料，以及一系列比較性的評估方法，如燃燒性、引燃性、火焰散播率、濃煙密度，火災溢出物、及熱釋放率。

由這些燃燒特性試驗所提供的資料，通常無法代表試驗樣品在其他條件下的情形，在試驗完整產品時，為了儘可能模擬使用材料以及零組件所能符合的狀況，燃燒屬性的試驗可能是相當重要的。然而，試驗樣品對於火焰的反應與最終產品對於火焰的反應可能有極大的不同，因為其所處的環境因素是不同的。

4.基本特性試驗

設計這些試驗的目的在於確保一件事，就是在測量材料的基本物理或化學特性時，他們至少都能大概地提供與試驗方法無關之既定的技術性資料，比如說，淨熱量值(或燃燒熱量)，熱傳導性、熔點、蒸發潛單，以及閃火點、燃點和自發性引燃溫度等等。就實際火災狀況而言，符合熱能和質量轉移定律的數種特性，可以共同來定義其運轉功能:因此，單一特性的測量只能定義一種與系統相關的火災風險或危險狀況。然而，最終的結果是，當火災工程學具有較穩固的技術基礎時，這些試驗的結果才可以被用來評估一個較為廣泛的火災安全情勢。

依據上述之標準規定，本研究為探討電視機引燃後之溫度、熱輻射值、熱釋放率等燃燒特性，參考相關標準規定後，本研究選定針焰試驗法進行火災試驗，藉以評估火災危險性，以下就針焰試驗法節錄敘述：

(一) CNS 14545-8「火災危險性試驗第2部：試驗方法第2章：針焰試驗²

(1) 適用範圍(1節)：本標準規定以針焰試驗去模擬起因於設備內故障狀態可能造成微小火焰之影響，藉以評估火災之危險性。本標準適用於電氣設備及其半成品或組件，亦可應用在固體電氣絕緣材料或其他固體易燃材料上。

(2) 試驗裝置說明(4節)：

產生火焰之燃燒器由一管子構成，該管長至少 35mm 並具有 $0.5\pm 0.1\text{mm}$ 的內徑及不超過 0.9mm 外徑，試驗燃料

²經濟部標準檢驗局，CNS14545-8「火災危險性試驗第2部：試驗方法第2章：針焰試驗」，90年6月7日。

為 95% 之丁烷氣體，燃燒器管內不得有空氣進入，火焰長度 $12 \pm 1 \text{ mm}$ ，標準火焰溫度自 $100 \pm 2^\circ\text{C}$ 至 $700 \pm 3^\circ\text{C}$ 之試驗時間為 23.5 ± 1.0 秒。

(3) 試驗程序：

1. 開始試驗前試驗樣品應置於溫度 15°C 至 35°C 、相對濕度 45% 至 75% 之大氣中，儲存 24 小時。
2. 試驗產品應經目視檢查相關標準所規定的物理及電氣參數。
3. 為保護執行試驗人員之安全，必須採取預防措施以防止爆炸或火災之危險、煙霧或有毒物質之吸入、有毒殘留物。
4. 試驗執行所在之空間會隔間應具有足夠之尺寸，以確保試驗於實際自然無風之環境中且有足夠的空氣供應。
5. 應避免試驗火焰調整期間的熱或熱輻射影響試驗樣品，故火焰應先予以確認。
6. 試驗火焰應施加於正常使用或故障情況或意外著火時，最易受到影響之表面部份。

(4) 試驗結果之評估 (10 節)：除非相關標準另有規定，符合下列情況之一者，視為通過針焰試驗。

1. 試驗樣品上沒有火焰與熾熱，而且包裝紙沒有著火或白松木板沒有焦痕。
2. 試驗樣品周圍部份及底下之薄層的火焰或熾熱，在針焰移除後 30 秒之內熄滅、即 $t_b < 30$ 秒，其周圍部分及底下之薄層沒有完全地燃燒，包裝紙沒有著火，白松木板也沒有焦痕

以上所述為我國經濟部標準檢驗局對於電器產品相關檢驗標準與防火、耐火、耐燃試驗標準以及各試驗標準適用範圍與程序，

經由本研究整理並作為火災試驗之參考依據。

一、火焰 (Flame) 及熱 (Heat)

依據文獻²²說明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。

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。

二、煙 (Smoke)

所謂煙，一般係指浮游於空氣中之固體或液體微粒子，以及

²² 蕭江碧、鄭紹材，台灣地區住宅火災發生原因之探討，內政部建築研究所計畫成果報告，民國 89 年。

材料分解或燃燒時所生之氣體混合物。建築材料、家庭電器、家具等有機可燃物，火災時受熱產生熱分解，然後與空氣中之氧反應燃燒，所產生種種生成物。一般火災燃燒所產生的煙具有高熱性以及視覺障礙性。

在煙的高熱性方面，火災時人體受到高溫或放射熱，會促進新陳代謝，血液循環及呼吸加速，發汗量增加。此時呼吸即由口鼻轉為口腔呼吸，皮膚亦應熱生痛或火傷。

在煙所造成的視覺障礙方面，煙由於成分中含有碳粒、焦油，均足以遮擋光線而造成視覺之障礙，而且高煙濃度能阻礙火場逃生者正確辨識逃生路徑的能力，因此，煙是一項重要的火災症狀，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。

三、毒氣 (Toxic gases)

煙中之氣體，未必全是具有毒性，但是即使無毒之氣體，亦足以構成人類呼吸之妨礙，或減低空氣中氧之濃度，造成人體缺氧而死，以下為本研究對於一氧化碳、二氧化碳、氧化氮、氫酸、氯化氫等毒性氣體進行整理相關文獻整理。

(一) 一氧化碳 (CO)：

吸入煙而中毒者，最主要之原因即為一氧化碳 (CO)。一氧化碳與血液中之血色素結合，阻礙紅血球輸氧功能，造成窒息死亡。表 2-10 為一氧化碳對人體的影響，說明此氣體對人體所造成的傷害最具威脅性。

表 2-10 一氧化碳對人體的影響

CO濃度 (ppm)	症狀
100	8小時內尚無感覺
400~500	1小時內尚無感覺
600~700	1小時內感覺頭痛、噁心、呼吸不暢
1,000~2,000	2小時內意識朦朧、呼吸困難、昏迷、痙攣、 逾2時即死亡
3,000~5,000	20~30分內死亡
10,000	1分鐘內即死亡

(資料來源：陳弘毅，火災學)

(二) 二氧化碳 (CO₂)

CO₂ 本身雖無毒性，但可使吸氣中氧之分壓降低，誘導缺氧症，形成呼吸困難與窒息狀態，表 2-11 說明不同濃度下對人體產生的症狀以及處理方法：

表 2-11 二氧化碳對人體的影響與處理

CO ₂ 濃度 (%)	症狀
1~2	數小時內安全
3~4	1小時內安全
5~7	30分鐘~1小時即有危險
20以上	短時間內即可死亡

註： 1.常溫下CO₂之容積濃度為0.03%，重量為空氣之1.53倍。

(資料來源：陳弘毅，火災學)

(三) 氧化氮 (NO_x)：

氧化氮對人體有影響者為 NO 及 NO₂ 之危險性特別大。若有水分存在時，連鋼鐵亦可腐蝕。高濃度情況下，眼、鼻、喉等會感到強烈的刺激，引起咳嗽、喉痛、目眩、頭痛、噁心等症狀。吸入多量時，口唇變青，造成肺水腫。重症者意識不明而死亡。表 2-12 所示為氧化氮濃度與生理障礙之關係：

表 2-12 氧化氮濃度與生理障礙之關係

濃度 (ppm)	症狀
15~25ppm	激烈刺激氣道及口臭
25~75ppm	引起肺炎、支氣管炎
150~300ppm	引起微氣管炎、支氣管炎
500ppm	急性肺水腫，48小時內死亡

(資料來源：陳弘毅，火災學)

(四) 氫酸 (HCN)

HCN 有強烈毒性，會妨礙細胞中氧化酵素之活性。氧化反應應具有觸媒之作用，一旦受到妨礙，將造成細胞呼吸之停止。火災時若大量吸入 HCN，數秒間即告死亡。若吸取數量較少，則因

時間之長短、症狀不同，詳細如下表 2-13：

表 2-13 空氣中 HCN 之濃度與生理障礙之關係表

濃度 (ppm)	症狀
18~36ppm	數小時內無顯著影響
45~54ppm	可支持30分~1小時
110~135ppm	30分~1小時內可造成死亡
135ppm	30分死亡
181ppm	10分內死亡
270ppm	立即致死

(資料來源：陳弘毅，火災學)

(五) 氯化氫 (HCL)

HCL 對於身體之表面 (皮膚及眼結膜) 及氣道之內面 (齒、口、鼻、喉、氣管及支氣管之黏膜) 會造成傷害。急性中毒者，常呈現氣管、支氣管壞死、浮腫或無氣肺與肺血管氣之損傷現象，詳細對人體的傷害表 2-14：

表 2-14 空氣中 HCL 之濃度與生理障礙之關係表

濃度 (ppm)	症狀
5ppm	鼻子有刺激令人不快
10ppm	有強烈刺激、難忍受30分鐘以上
35ppm	只能支持短暫時間
50~100ppm	無法作業，難以忍受
1000~2000ppm	短時間即十分危險
2000ppm以上	數分鐘即告死亡

(資料來源：陳弘毅，火災學)

(六) 甲醛 (HCHO)

HCHO 為強烈刺激性無色之氣體，具有刺激黏膜及麻醉中樞神經系統之作用。此外並可使蛋白質沉澱，引起組織炎，毒性效果如表 2-15。

表 2-15 空氣中 HCHO 之濃度與生理障礙之關係表

濃度 (ppm)	症狀
10~20	妨礙正常呼吸，引起咳嗽
50~100	5~10分鐘內引起氣管炎、肺炎、導致水腫

(資料來源：陳弘毅，火災學)

另與本研究電視機火災試驗電視機塑膠外殼乃為有機高分子材料，有機高分子燃燒後產生之毒性氣體成分，本研究參考文獻²¹整理如表 2-16 所示進而可以了解電視機燃燒後所生成之毒性氣體成分，以便了解電視機燃燒後所產生之毒性氣體對人的危害程度。

²¹ 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，民國 84 年。

表 2-16 有機高分子材料燃燒產生之毒性氣體

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	聚氯乙炔(PVC)、含鹵素防火劑高分子材料，聚四氟乙炔(PTFE)
烷，烯	聚烯類及許多其他分子
苯	聚苯乙烯，聚氯乙炔，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

(資料來源：雷明遠，耐燃裝修材料之使用設計及施工問題)

第三章 試驗計畫

第一節 試驗方法與目的

一、火災試驗

本研究使用內政部建築研究所台南防火實驗室之「房間角落火災實驗室」本試驗方法模擬電視機外殼遭受微小火焰之引燃影響，燃燒方式皆為自由燃燒方式不加以限制，藉以評估電視機引燃後其溫度、熱輻射、熱釋放率、氣體分析之危險性。電視機相關名稱、編號、尺寸、物理特性如下表 3-1 所示：

表 3-1 電視機資料表

試驗次序	試體編號	尺寸(吋)	寬度(cm)	高度(cm)	深度(cm)	重量(kg)	備註
1	TV0	12	39	35	42	11.2	
2	TV1	29	68	60	48	38.1	
3	TV2	29	72	60	50	43.4	
4	TV3	29	70	60	48	37.4	
5	TV4	29	73	57	51	39.2	
6	TV5	29	69	62	55	43.4	
7	TV6	25	63	59	54	32.7	
8	TV7	25	68	51	52	34.9	
9	TV8	21	47	41	43	16.5	
10	TV9	21	48	48	48	20.41	

(一) 試驗裝置說明

火焰產生之燃燒器由一管子構成，該管長至少 35mm 並具 $0.5\pm 0.1\text{mm}$ 的內徑及不超過 0.9mm 外徑，試驗燃料為 95% 之丁烷氣體，燃燒器管內不得有空氣進入，火焰長度 $12\pm 1\text{mm}$ ，標準火焰溫度自 $100\pm 2^\circ\text{C}$ 至 $700\pm 3^\circ\text{C}$ 之試驗時間為 23.5 ± 1.0 秒。

(二) 試驗儀器與設備

本研究使用相關儀器與設備如下所述：

1. 房間角落火災實驗室：本實驗室依據 ISO 9705 之標準其由火災測試房間與燃燒產物排氣系統二大部分所組成，本研究使用相關設備計有集煙罩、CO/CO₂ 氣體分析儀、荷重平台，如圖 3-1、3-2、3-3 所示。
2. 鐵製框架：用以架設及固定熱電偶樹與熱輻設計之設備，如圖 3-4 所示。
3. 針焰試驗儀：依據提供中國國家標準 CNS14545-8 火災危險性試驗」相關標準作為本試驗加熱條件準則，提供標準火源將電視機引燃，如圖 3-5 所示。
4. 熱輻射計：輻射計為量測電視機實驗過程中所產生之輻射熱，如圖 3-6 所示。
5. 熱電偶線：本研究採用 K type 型式之熱電偶線，用以量測電視機實驗過程中所產生之溫度，如圖 3-7 所示。
6. 資料擷取器：用以讀取熱電偶與熱輻射計之實驗數值，使用方法為將熱電偶及熱輻射計以 K type 導線與資料擷取器連結，在連結至電腦監控設備，如圖 3-8 所示。
7. 冰水循環機：為冷卻熱輻射計，避免熱輻射計過熱損壞，如圖 3-9 所示。
8. 數位攝影機：用以試驗過程之紀錄。

圖 3-1 房間角落火災實驗室



圖 3-2 CO/CO₂ 氣體分析儀



圖 3-3 荷重平台



圖 3-4 鐵製框架



圖 3-5 針焰試驗儀



圖 3-6 熱輻射計



圖 3-7 K-type 熱電偶線



圖 3-8 資料擷取器



圖 3-9 冰水循環機



(三) 試驗步驟

- 1.將「電視機」置於「房間角落火災試驗室」秤重平台上，如圖 3-10、圖 3-11 所示。

圖 3-10 試驗儀器配置正向示意圖

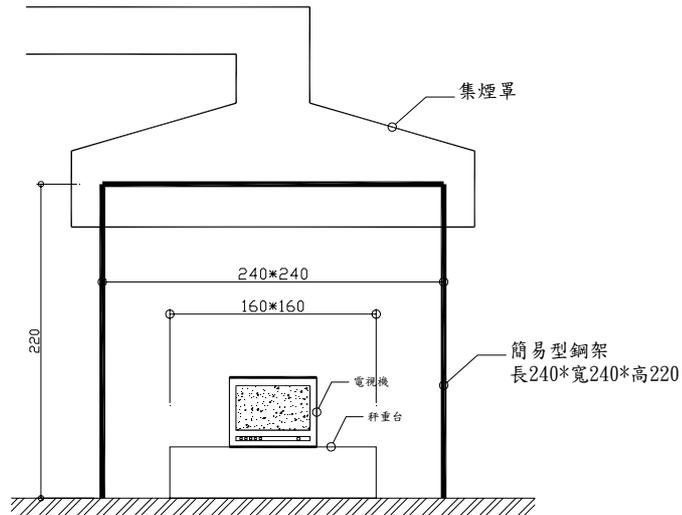
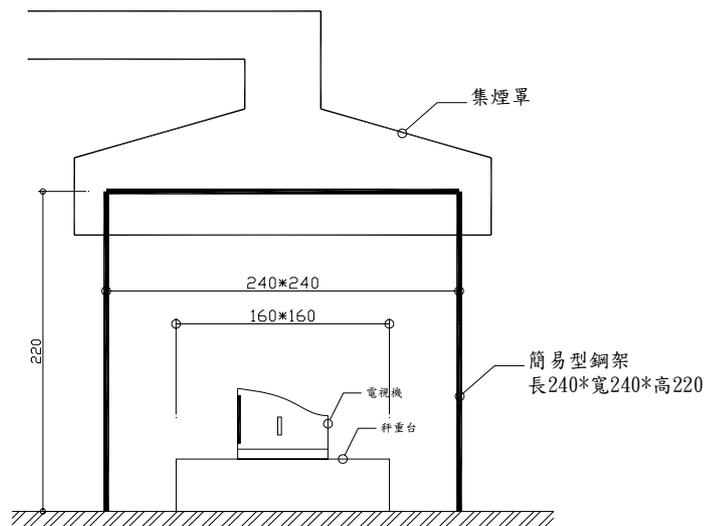


圖 3-11 試驗儀器配置側向示意圖



2.熱電偶樹依圖 3-12、圖 3-13、圖 3-14 架設。並連接至數據擷取器，熱電偶樹須以耐火棉包覆，熱輻射計架設於「電視機」四周及上方，編號及其架設位置依圖 3-12、圖 3-13、圖 3-14 架設，架設時前後略微避開，避免後面熱輻射計被熱電偶樹阻擋，影響量測。

圖 3-12 熱電偶樹及熱輻射計架設平面圖

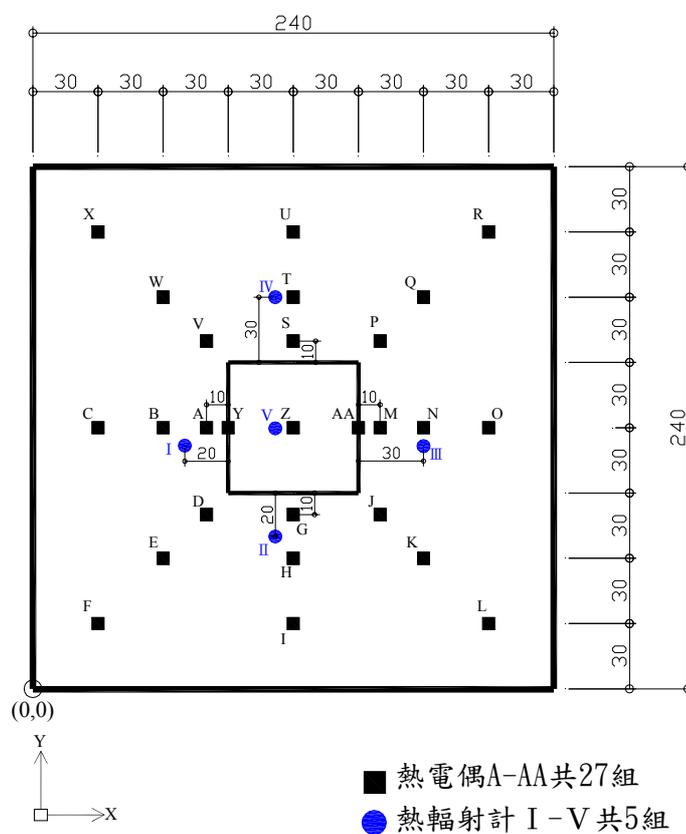


圖 3-13 熱電偶樹及熱輻射計架設正向圖

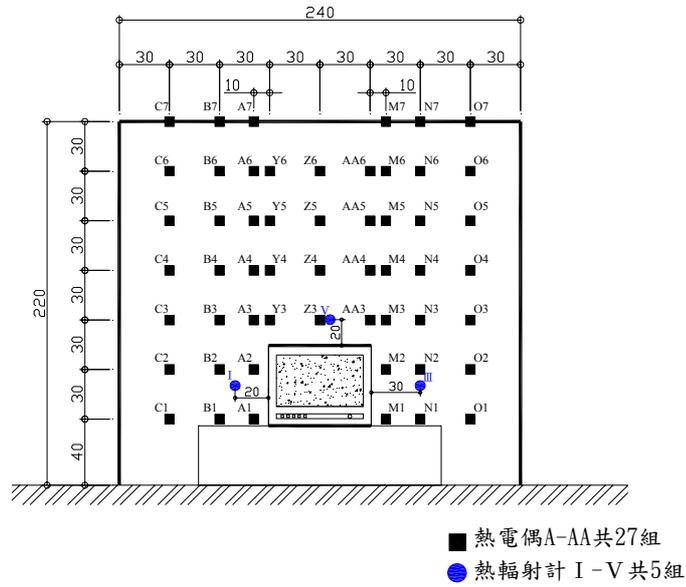
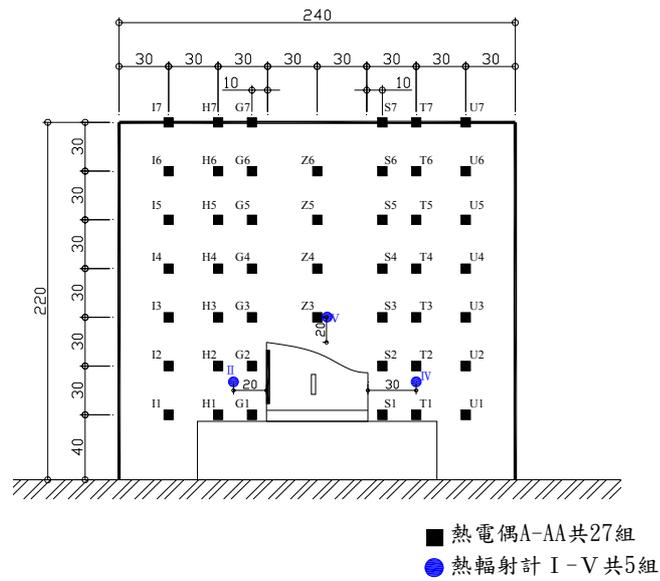


圖 3-14 熱電偶樹及熱輻射計架設側向圖



- 3.每次試驗應檢視試驗環境之溫度、濕度與電視機在正常使用環境下，進行試驗。
- 4.檢查儀器設備及檢測系統正常與否。
- 5.依據 CNS14545-8「火災危險性試驗第 2 部：試驗方法第 2 章：針焰試驗」，開始試驗。
- 6.以上述儀器設備觀測並記錄相關資料與數據。
- 7.檢查儀器設備試驗後狀況。並清理實驗場地。

二、英國海軍工程標準 NES-713 材料煙毒性指數試驗法

本試驗因於開放空間進行試驗，對 CO 與 CO₂ 氣體濃度分析會產生影響，本研究將電視機外殼試體委託內政部建築研究所台南防火實驗室，依據英國海軍工程標準 NES-713 規範規定之實驗裝置，進行材料煙毒性測試，NES-713 材料煙毒性測試設備如圖 3-15 所示。

圖 3-15 NES-713 材料煙毒性測試設備



(一) NES-713 材料煙毒性測試設備說明

NES-713 材料煙毒性指數試驗法係利用一內部容積為 0.7m^3 試驗箱，由甲烷與空氣混合氣提供 $1150\pm 50^\circ\text{C}$ 的溫度對小尺寸試體進行加熱。藉由氣體反應檢知管（比色管），可量測出材料完全燃燒後所產生的有害性氣體濃度，本試驗法提供十四種氣體的人類 30 分鐘致死濃度供計算用，設備本身為單一測試箱，在進行加熱完畢後直接對燃燒室內之產物進行氣體分析。在此特定的環境下，物質於空氣中完全燃燒之選擇性毒性係數總和稱為毒性指數。毒性係數是推論每 100 克物質在 1m^3 燃燒時所產生的氣體濃度與人體暴露 30 分鐘的死亡濃度 (cf) 之比。當毒性指數為 1 時，表示平均 30 分鐘死亡，當指數越大表示毒性越強。

(二) 實驗程序

1. 實驗試體

- (1) 試片大小以能捲入火中($20\text{mm}\times 20\text{mm}$)為原則。
- (2) 試體數量應為3個。
- (3) 試體在製作完畢後須進行做調溫調濕處理，其環境條件為 $23^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ ，相對濕度 $50\pm 5\%$ ，且調溫調濕時間須大於24小時以上。

2. 背景因子之確定(空白實驗)

- (1) 調整空氣($10\text{L}/\text{min}$)與甲烷流量($2\text{L}/\text{min}$)，使燃燒器火焰高度為 100mm 、最高溫度為 $1150\pm 50^\circ\text{C}$ ，記錄甲烷與空氣流量，正式試驗即使用此流量。
- (2) 將燃燒時間分別設為1、2及3分鐘。使用比色管分別測出3種時間下，由燃燒器空燒所產生的 CO 、 CO_2 、 NO_x 生成量。
- (3) 用上述結果做出時間與生成量之函數圖。當時間為零時，令 CO_2 濃度為 0.03% ，而 CO 、 NO_x 濃度為零。

3. 實驗方法

- (1) 實驗裝置：依據英國海軍工程標準NES-713規範規定之實驗裝置。
- (2) 實驗開始時，啟動儀器電源、空氣壓縮機及開啟甲烷鋼瓶，設定燃料流量為空白實驗紀錄之流量。點火試燃，檢查火焰狀態正確後，熄火、排氣。
- (3) 試體秤重並紀錄其重量。
- (4) 將試體放置支撐高度為10cm試體架中。
- (5) 將兩端皆已割開之氣體反應比色管，插入箱內的氣體取樣口。
- (6) 關上箱門、排氣口，確定氣體取樣口皆已封閉。
- (7) 開啟燃料供應閥，點火並計時。
- (8) 燃燒持續至試片完全燒盡，然後熄火、關閉燃料供應閥，紀錄燃燒時間。
- (9) 啟動風扇30秒以上，使氣體完全充分混合。然後操作比色管。
- (10) 開始排氣，將箱中氣體排出，至少3分鐘。開啟箱門，取出比色管，紀錄生成物的種類及濃度。
- (11) 檢查燃燒試體殘渣，確定所有可燃物質皆已燒盡，若有任何一部分未完全燃燒，則須用新試片重新實驗。

4. 計算

- (1) 以空白試驗結果為依據，確定試驗時間中由燃燒所產生CO、CO₂、NO_x的濃度，由實測值中扣除，可得真正由試片燃燒所產生的氣體濃度。
- (2) 計算每100g物質於1m³空氣中燃燒時，所生成的各種氣體濃度(Cg)，計算重複的個別測值，然後求平均值，計算公式如下：

$$Cg = C \times 100 \times V / m \text{ (ppm)}$$

式中C：試片產生的氣體濃度 (ppm)

V：試驗箱容積 (m³)

m：試片重量 (g)

(3) 計算毒性指數，公式如下：

$$T.I. = Cg_1 / Cf_1 + Cg_2 / Cf_2 + \dots + Cg_n / Cf_n$$

式中1、2...n表示不同氣體之區別

T.I.(Toxicity Index)：毒性指數

Cf：人類暴露30分鐘的致死濃度(ppm)

上述Cf值由NES-713規定如下表3-2所示：

表 3-2 NES-713 規定人類暴露 30 分鐘的致死濃度

氣體名稱	Cf (ppm)	氣體名稱	Cf (ppm)	氣體名稱	Cf (ppm)
CO	4×10 ³	SO ₂	400	NH ₃	750
CO ₂	1×10 ⁵	NO _x	250	CH ₂ CHCN	400
H ₂ S	750	C ₆ H ₅ OH	250	HF	100
HCHO	500	HCN	150	COCl ₂	25
HCl	500	HBr	150	-	-

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

第四章 試驗結果與討論

第一節 火災試驗結果與討論

本章針對電視機本體進行火災試驗與材料煙毒性測試，了解電視機引燃所造成煙氣與熱之量化數值，並依據 CNS14545-8 試驗要求提出如溫度分佈、熱輻射分佈、熱釋放率與總熱釋放率、CO 與 CO₂ 氣體濃度及煙毒指數，用以探討電視機引燃所產生之危險性評估。本研究共進行 10 組試驗，分析試驗對象如下表 4-1 所示，針對試驗數據完整之三組，即 TV4 (29 吋)、TV6 (25 吋)、TV8 (21 吋) 試驗進行分析。相關試驗結果與分析如下：

表 4-1 試驗項目整理表

試驗 次序	試體 編號	尺寸 (吋)	電視機火災試驗				
			引燃	溫度量測	熱輻射 量測	氣體分析	試驗數據未分析原因
1	TV0	12	○	○	○	○	預備試驗
2	TV1	29	*	—	—	—	電視機未引燃
3	TV2	29	*	—	—	—	電視機未引燃
4	TV3	29	*	—	—	—	電視機未引燃
5	TV4	29	○	○	○	○	
6	TV5	29	○	○	○	—	氣體分析儀故障
7	TV6	25	○	○	○	○	
8	TV7	25	○	○	○	—	氣體分析儀故障
9	TV8	21	○	○	○	○	
10	TV9	21	*	—	—	—	電視機未引燃

註：○表示完成該試驗 *表示該試驗未引燃 —表示該試驗未分析

本試驗主要為探討電視機燃燒後，其周圍所產生之溫度、熱輻射、熱釋放率、CO/CO₂ 氣體濃度及材料煙毒性指數等情況，以瞭解其對周圍環境之危害性。本試驗進行三組試驗，編號依序為TV4、TV6、TV8，相關溫度、熱輻射、熱釋放率、CO/CO₂ 氣體濃度及材料煙毒性指數數據整理分析如下：

一、溫度場域分析

(一) TV4 試驗結果分析

TV4 試驗時間為 76 分鐘，試驗期間於 3.3 分鐘時熱電偶 Z3 點（電視機正上方 30cm）測得最高溫度為 851.5°C，火焰高度為 60 公分，Z3 點溫度曲線圖與火焰高度如圖 4-1、圖 4-2 所示。

圖 4-1 TV4-Z3 點溫度曲線圖

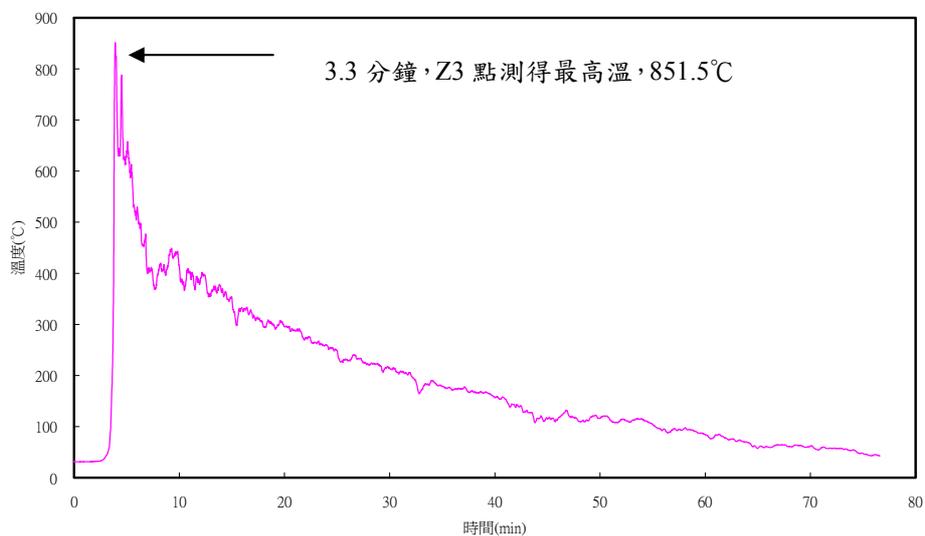


圖 4-2 TV4 試驗過程 (3.3 分鐘火焰高度約 60 公分)



本試驗並以最高溫度位置與時間點下，進行電視機正上方 30cm 平面、正剖面、側剖面溫域分佈圖，說明如下所示；其溫域分佈分析，說明如下所示：

(1) TV4 平面溫域分布圖 (電視機正上方 30cm 平面)

此平面以 Z3 點為中心，其周圍 30cm 之範圍，溫度分布約 800°C。其周圍 60 公分以內之範圍溫度約為 600°C。其溫域分佈圖如圖 4-3 與圖 4-4 所示。

圖 4-3 TV4 平面溫域分布圖 (電視機正上方 30cm 平面)

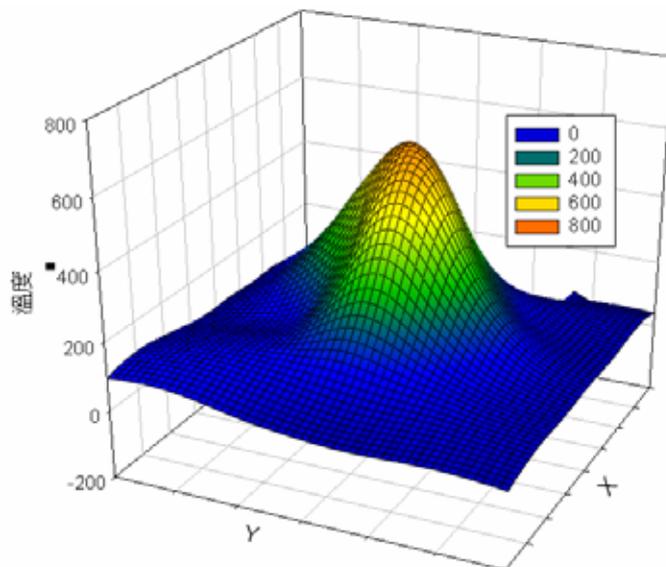
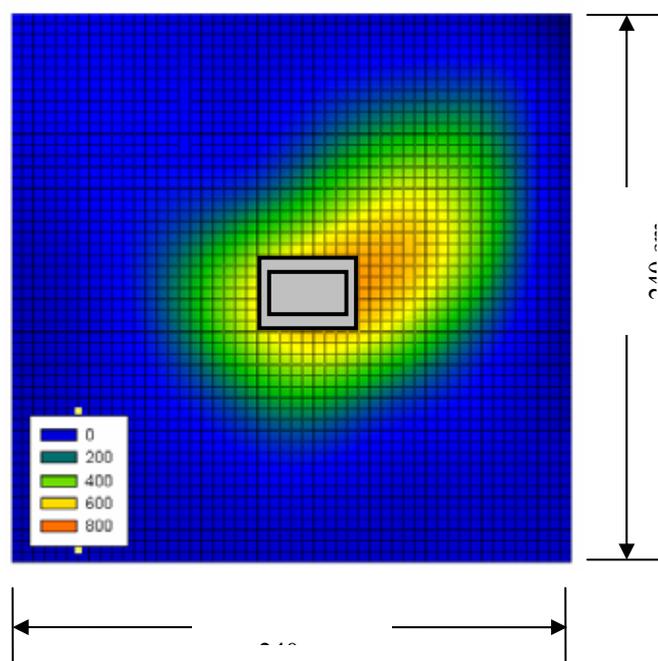


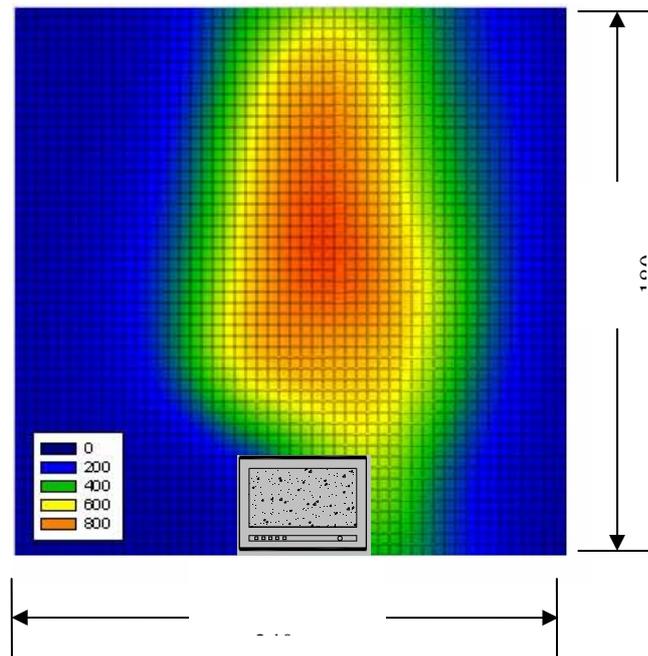
圖 4-4 TV4 平面溫域等高線圖 (電視機正上方 30cm 平面)



(2) TV4 正剖面溫域分布圖

電視機上高 90cm 範圍，溫度分布約 800°C。其於電視機上寬高 110cm 範圍，溫度分布約 600°C。其於電視機上高 135cm 範圍，溫度分布約 400°C。其溫域分佈圖如圖 4-5 所示。

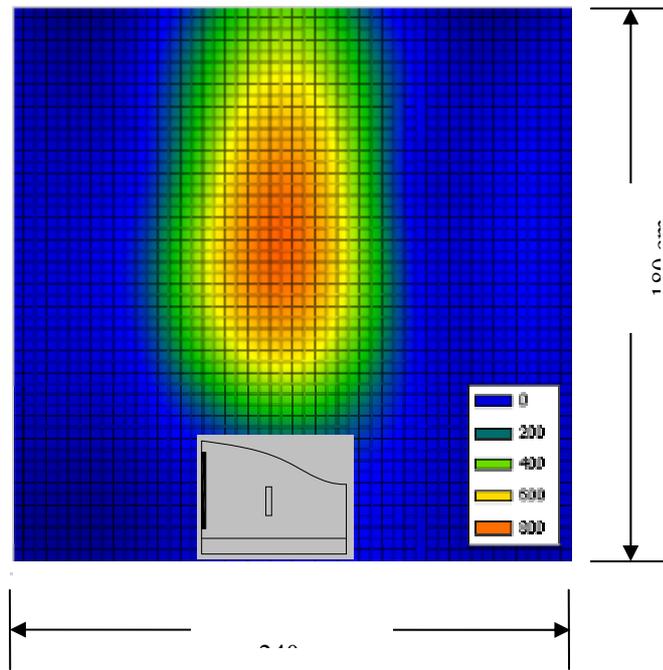
圖 4-5 TV4 正剖面溫域等高線圖



(3) TV4 側剖面溫域分布圖 (YZ 平面, X=120cm)

電視機上高 90cm 範圍，溫度分布約 800°C。其於電視機上高 110cm 範圍，溫度分布約 600°C。其於電視機上高 135cm 範圍，溫度分布約 400°C。其溫域分佈圖如圖 4-6 所示。

圖 4-6 TV4 側剖面溫域等高線圖



(二) TV6 試驗結果分析

TV6 試驗時間為 96 分鐘，試驗期間於 3.7 分鐘時熱電偶 Z3 點測得最高溫度為 769.9°C，Z3 點溫度曲線圖與火焰高度如圖 4-7、圖 4-8 所示。

圖 4-7 TV6-Z3 點溫度曲線圖

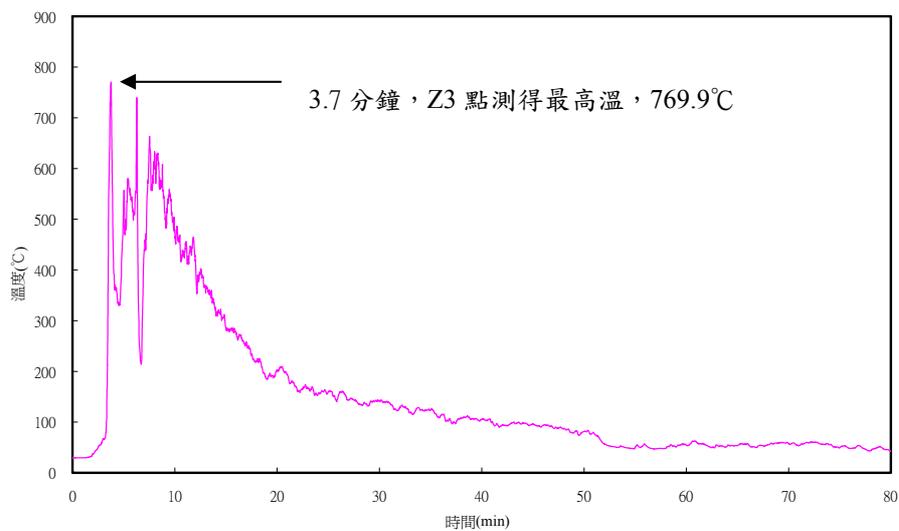


圖 4-8 TV6 試驗過程 (3.7 分鐘火焰高度約 30 公分)



本試驗另以最高溫度位置與時間點下，進行電視機正上方 30cm 平面其溫域分佈分析，說明如下所示：

(1) TV6 平面溫域分布圖 (電視機正上方 30cm 平面)

此平面以 Z3 點為中心，周圍 30 公分以內之範圍，溫度分布約 700°C。周圍 60 公分以內之範圍溫度約為 500°C。其溫域分佈圖如圖 4-9 與 4-10 所示。

圖 4-9 TV6 平面溫域分布圖（電視機正上方 30cm 平面）

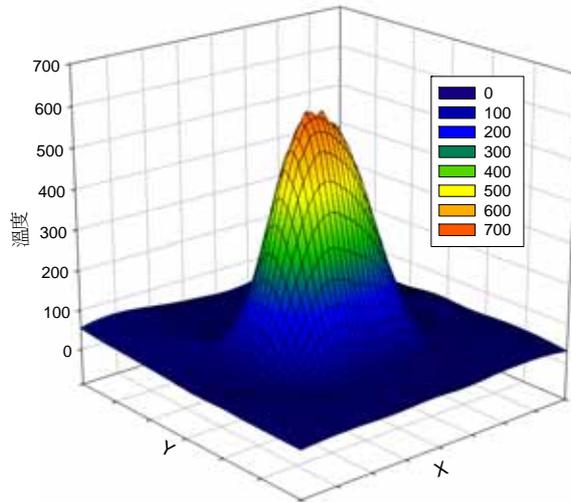
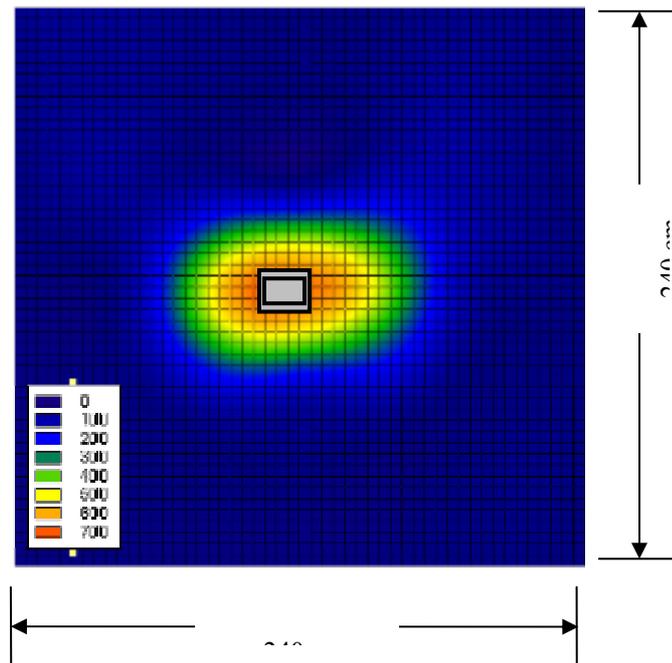


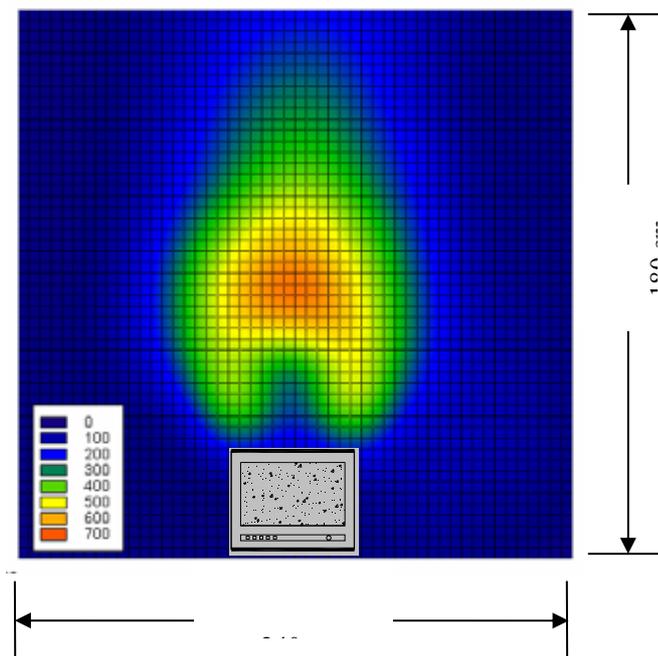
圖 4-10 TV6 平面溫域等高線圖（電視機正上方 30cm 平面）



(2) TV6 正剖面溫域分布圖

電視機上高 30cm 範圍，溫度分布約 700°C。其於電視機上高 60cm 範圍，溫度分布約 500°C。其於電視機上寬高 120cm 範圍，溫度分布約 300°C。其溫域分佈圖如圖 4-11 所示。

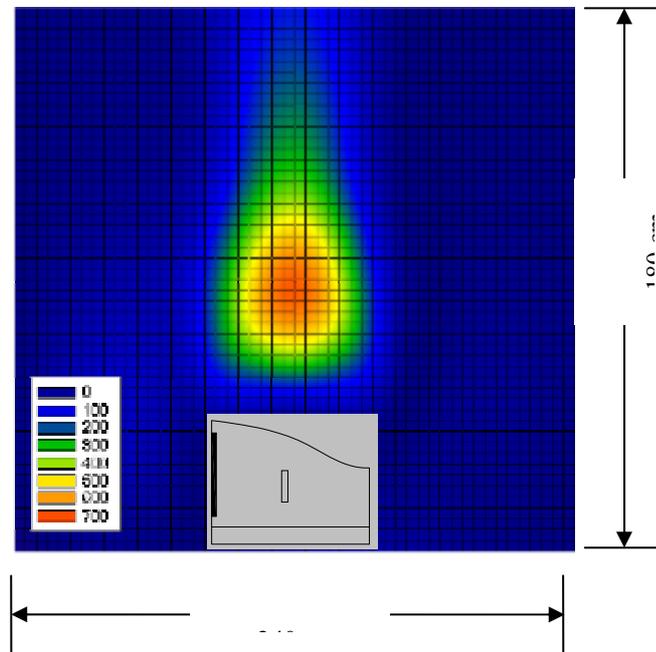
圖 4-11 TV6 正剖面溫域等高線圖



(3) TV6 側剖面溫域分布圖

其於電視機上高 30cm 範圍，溫度分布約 700°C。其於電視機上高 60cm 範圍，溫度分布約 500°C。其於電視機上高 90cm 範圍，溫度分布約 300°C。其溫域分佈圖如圖 4-12 所示。

圖 4-12 TV6 側剖面溫域等高線圖



(三) TV8 試驗結果分析

TV8 試驗時間為 57 分鐘，試驗期間於 9.6 分鐘時熱電偶 Z3 點測得最高溫度為 753.7°C，Z3 點溫度曲線圖與火焰高度如圖 4-13、圖 4-14 所示。

圖 4-13 TV8-Z3 點溫度曲線圖

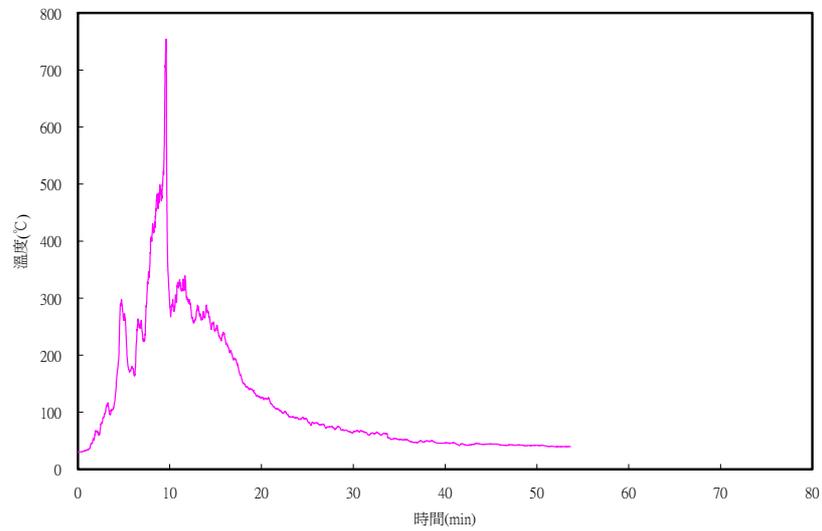


圖 4-14 TV6 試驗過程 (9.6 分鐘火焰高度約 30 公分)



本試驗以最高溫度位置與時間點下，進行電視機正上方 30cm 平面其溫域分佈分析，說明如下所示：

(1) TV8 平面溫域分布圖（電視機正上方 30cm 平面）

此平面以 Z3 點為中心，其周圍 30 公分以內之範圍，溫度分布約 500°C 以上。周圍 60 公分以內之範圍溫度約為 300°C。其溫域分佈圖如圖 4-15 與圖 4-16 所示。

圖 4-15 TV8 平面溫域分布圖（電視機正上方 30cm 平面）

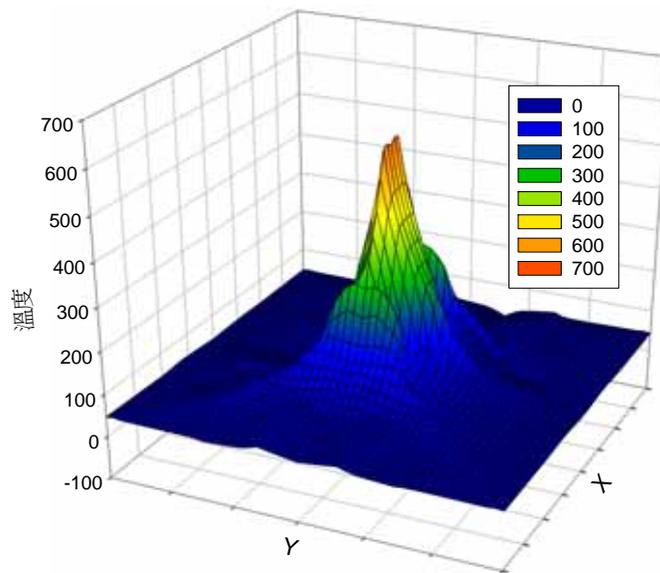
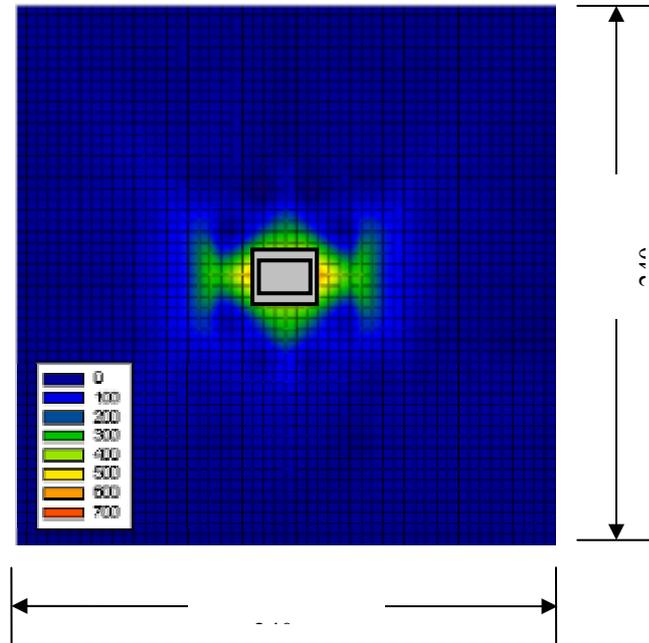


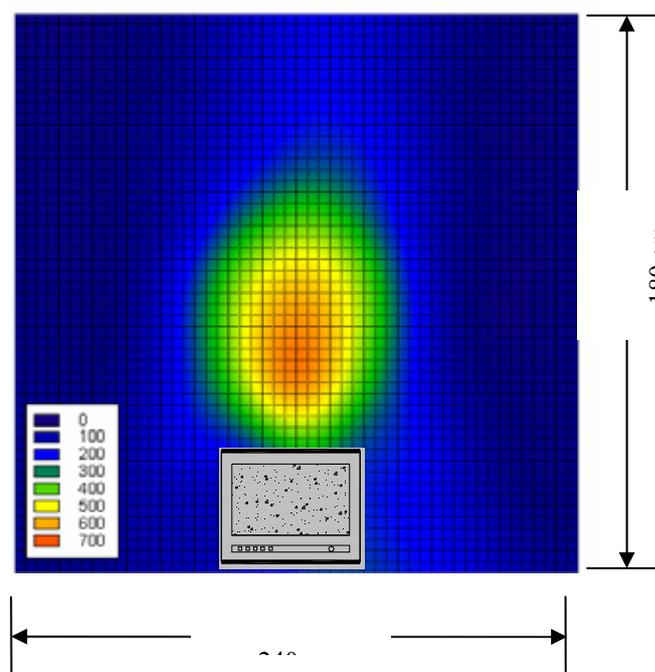
圖 4-16 TV8 平面溫域等高線圖 (電視機正上方 30cm 平面)



(2) TV8 正剖面溫域分布圖

電視機上高 60cm 範圍，溫度分布約 700°C。其於電視機上高 60cm 範圍，溫度分布約 500°C。其於電視機上高 80cm 範圍，溫度分布約 300°C。其溫域分佈圖如圖 4-17 所示。

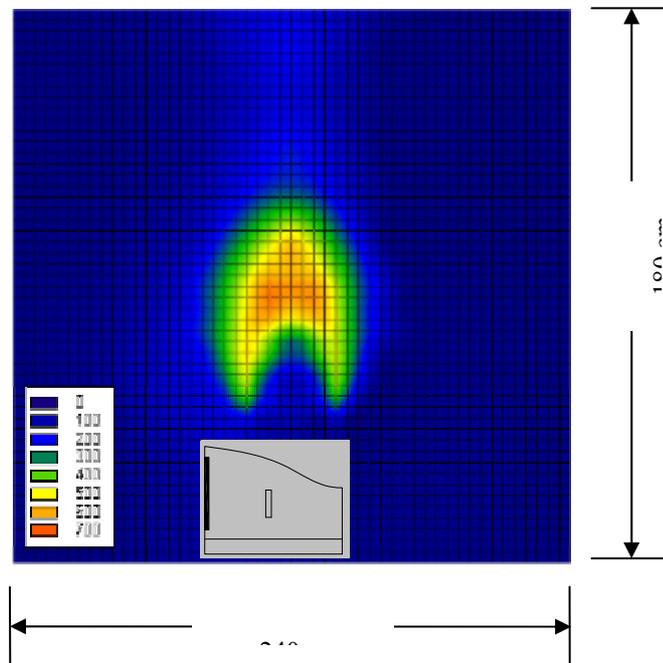
圖 4-17 TV8 正剖面溫域等高線圖



(3) TV8 側剖面溫域分布圖

電視機上高 20cm 範圍，溫度分布約 700°C。其於電視機上高 30cm 範圍，溫度分布約 500°C。其於電視機上高 50cm 範圍，溫度分布約 300°C。其溫域分佈圖如圖 4-18 所示。

圖 4-18 TV8 側剖面溫域等高線圖



(四) 小結

經由 TV4、TV6、TV8 三種不同尺寸之電視機進行火災試驗，由溫度場域分佈圖分析，量測結果電視機燃燒時，TV4 上高 135cm 範圍內，溫度分佈約 400°C 以上，寬 135cm 範圍內，溫度分佈約 400°C 以上。TV6 上高 60cm 範圍內，溫度分佈約 700°C。寬 120cm 範圍內，溫度分佈約 300°C 以上。TV8 上高 80cm 範圍內，溫度分佈約 700°C 以上，寬 60cm 範圍內，溫度分佈約 300°C。

電視機經 TV4、TV6、TV8 三種不同尺寸之電視機火災試驗，發現電視機機體上方範圍 80 公分及機體周圍 60 公分內量測溫度皆超出 300°C 以上，並且超過木質材料引燃界限 260°C，若電視機不幸發生火災災害，勢必引燃周圍 60 公分內木質裝修材料，進而造成延燒擴大。

本研究以各電視機正剖面溫域等高線圖為例繪出各電視機引燃後溫度影響示意圖如下圖 4-19、4-20 所示：

圖 4-19 各電視機溫度影響範圍示意圖

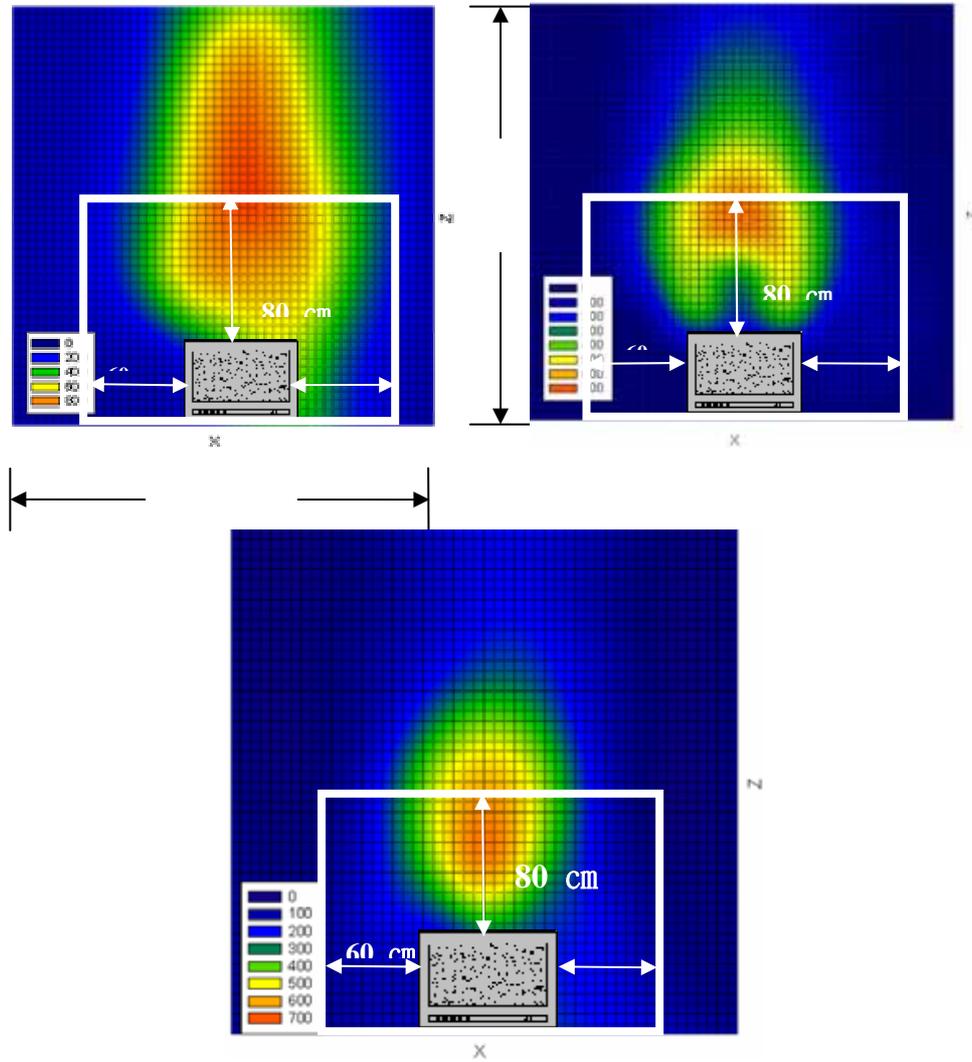


圖 4-20 電視機發生火災災害示意圖



由以上可知電視機燃燒後場域溫度與影響範圍，各組試驗其最高溫與影響範圍本研究整理如表 4-2 所示。

表 4-2 各組試驗最高溫與影響範圍比較表

場域範圍 試驗編號	最高溫度分布範圍			
	電視機正上方 30cm 平面 (以 Z3 點為中心)	正剖面 (以 Z3 點為中心)	側剖面 (以 Z3 點為中心)	備註
TV4 (29 吋)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 周圍 30 公分之範圍，溫度分布約 800°C。 2. 周圍 60 公分之範圍溫度約為 600°C。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電視機上高 90cm 範圍，溫度約 800°C。 2. 電視機上寬高 110cm 範圍，溫度分布 600°C。 3. 電視機上高 135cm 範圍，溫度約 400°C。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電視機上高 90cm 範圍，溫度約 800°C。 2. 電視機上高 110cm 範圍，溫度約 600°C。 3. 電視機上高 135cm 範圍，溫度約 400°C。 	試驗時間 3.3 分鐘最 高溫度達 851.5°C
TV6 (25 吋)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 周圍 30 公分之範圍，溫度分布約 700°C。 2. 周圍 60 公分之範圍溫度約為 500°C。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電視機上高 30cm 範圍，溫度約 700°C。 2. 電視機上高 60cm 範圍，溫度約 500°C。 3. 電視機上高 120cm 範圍，溫度約 300°C。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電視機上高 30cm 範圍，溫度約 700°C。 2. 電視機上高 60cm 範圍，溫度約 500°C。 3. 電視機上高 90cm 範圍，溫度約 300°C。 	試驗時間 3.7 分鐘最 高溫度達 769.9°C
TV8 (21 吋)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 周圍 30 公分之範圍，溫度分布約 500°C。 2. 周圍 60 公分之範圍溫度約為 300°C。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電視機上高 30cm 範圍，溫度約 700°C。 2. 電視機上高 60cm 範圍，溫度約 500°C。 3. 電視機上高 80cm 範圍，溫度約 300°C。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電視機上高 20cm 範圍，溫度約 700°C。 2. 電視機上高 30cm 範圍，溫度約 500°C。 3. 電視機上高 50cm 範圍，溫度約 300°C。 	試驗時間 9.6 分鐘最 高溫度達 753.7°C

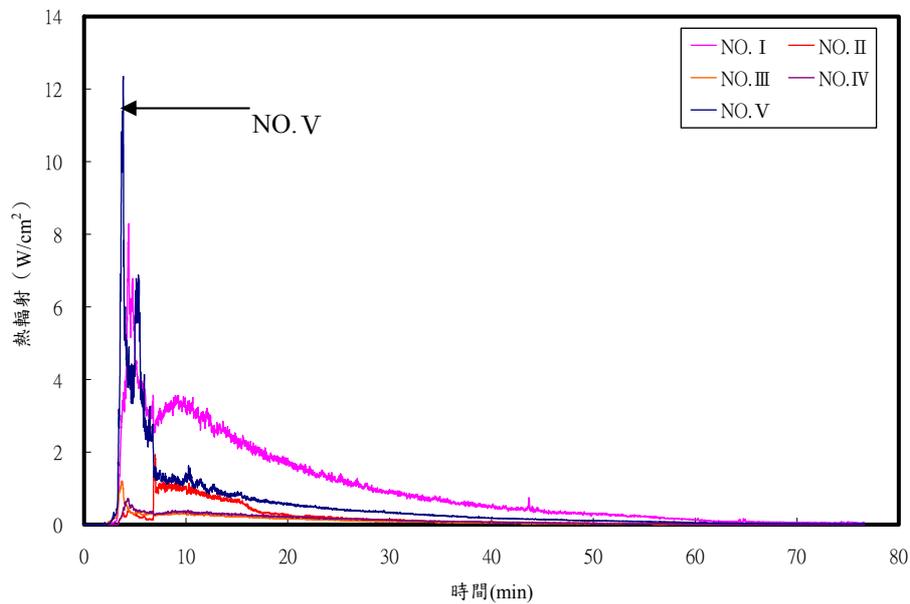
二、熱輻射分析

本次研究共進行三次電視機火災試驗，每次試驗皆依據試驗計畫量測熱輻射值，每組試驗共量測 5 點即 NO. I -NO. V，目的為了解當電視機燃燒後，電視機周圍產生之熱輻射值數值。經試驗後其結果如下所示：

(一) TV4 試驗結果分析

TV4 試驗時間為 76 分鐘，試驗期間於 3.2 分時，於距離電視機正上方 20cm 之熱輻射計 NO.V，測得最高熱輻射值為 $12.33\text{W}/\text{cm}^2$ 。電視機周圍 20cm 之範圍，NO. I 至 NO. IV 平均熱輻射值為 $3.02\text{W}/\text{cm}^2$ ，如圖 4-21 所示。

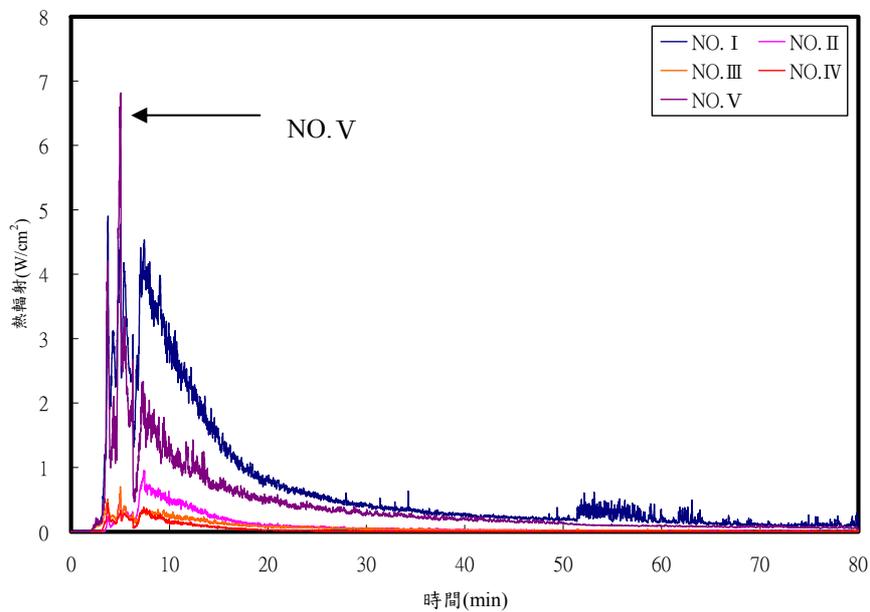
圖 4-21 TV4 熱輻射曲線圖



(二) TV6 試驗結果分析

TV6 試驗時間為 96 分鐘，試驗期間於 5.0 分時，於距離電視機正上方 20cm 之熱輻射計 NO.V，測得最高熱輻射值為 $6.79\text{W}/\text{cm}^2$ 。電視機周圍 20cm 範圍，NO. I 至 NO.IV 平均熱輻射值為 $2.13\text{W}/\text{cm}^2$ ，如圖 4-22 所示。

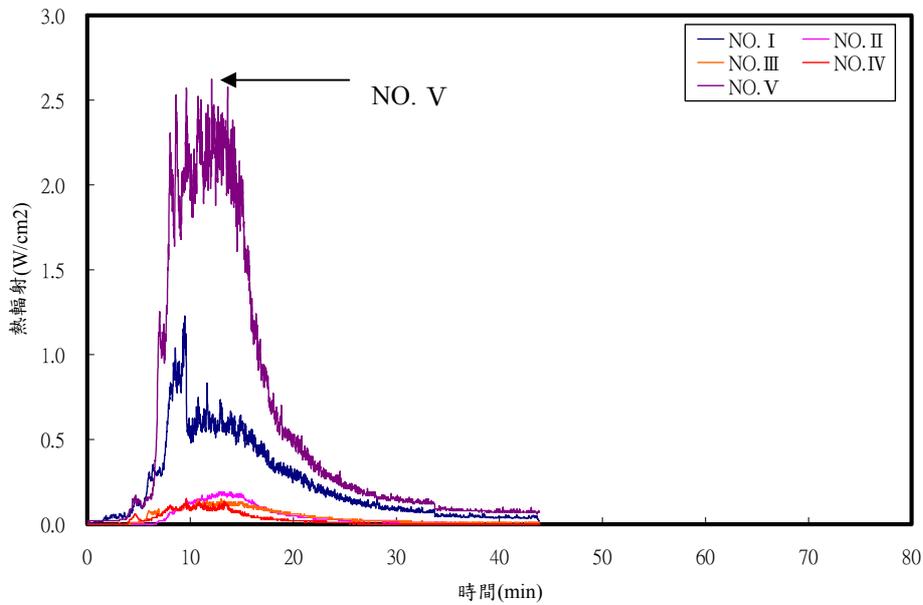
圖 4-22 TV6 熱輻射曲線圖



(三) TV8 試驗結果分析

TV8 試驗時間為 57 分鐘，試驗期間於 9.6 分時，於距離電視機正上方 20cm 熱輻射計 NO. V，測得最高熱輻射值為 $2.62\text{W}/\text{cm}^2$ ，電視機周圍 20cm 範圍，NO. I 至 NO. IV 平均熱輻射值為 $1.20\text{W}/\text{cm}^2$ ，如圖 4-23 所示。

圖 4-23 TV8 熱輻射曲線圖



(四) 小結

比較 TV4 (29 吋)、TV6 (25 吋)、TV8 (21 吋) 三組試驗之熱輻射成長趨勢，如圖 4-24 所示，電視機尺寸越大，其著火後之最高熱輻射值及其四周平均熱輻射較高，且其熱輻射達最高值時之時間點亦較快。三組火災試驗之最高熱輻射值及電視機周圍 20cm 範圍內熱輻射平均值，與文獻中 ISO5657 著火性試驗其熱輻射引燃材料之相關數據比較，整理如表 4-3、與表 4-4 所示，顯示其電視機所產生之熱輻射，極可能引燃電視機周圍之裝修材料，導致火勢之延燒，故於電視機擺設位置需考慮其周圍裝修材料之安全距離。熱輻射示意圖如圖 4-25 所示：

表 4-3 各組試驗熱輻射值比較表

試驗編號	周圍 20cm 平均熱輻射值 (W/cm ²)
TV4 (29 吋)	3.02
TV6 (25 吋)	2.13
TV8 (21 吋)	1.20

表 4-4 試驗材料受熱輻射引燃表

材料	著火試驗	備註
礦纖天花板	4	引用自文獻 [25]， 中文
塑膠企口板	2	
美耐板	2	
石膏板	4	
矽酸鈣板	—	
長毛地毯	1	
短毛地毯	2	
實木地板(櫟木)	2	
塑膠地磚	2	
瓦楞紙板	2	
無阻燃處理之木材	1.5	引用自 NIST report
—：表示在最高輻照度下，未有引燃的現象發生 單位：w/cm ²		

(資料來源：整理自呂明仁，建築裝修材料受區劃構件熱輻射著火之研究 p33~p53 和 NIST report³⁹)

³⁹ National Institute of Standards and Technology (NIST)，「REPORT ON A STUDY TO UTILIZE THE ICAL APPARATUS FOR THE DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF FIRE RESISTANT DURABLE AGENTS」，U.S.A，1999。

圖 4-24 TV4、TV6、TV8 最高熱輻射比較圖

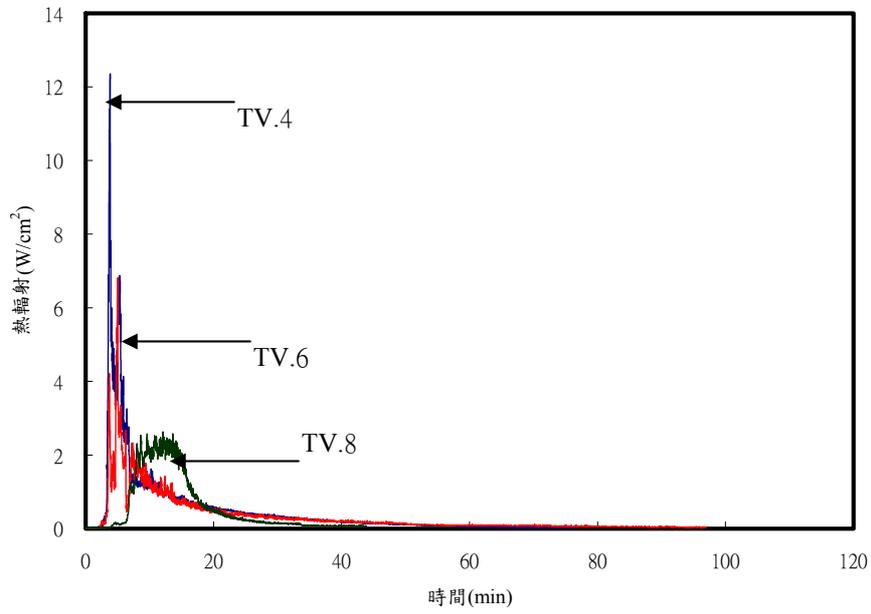
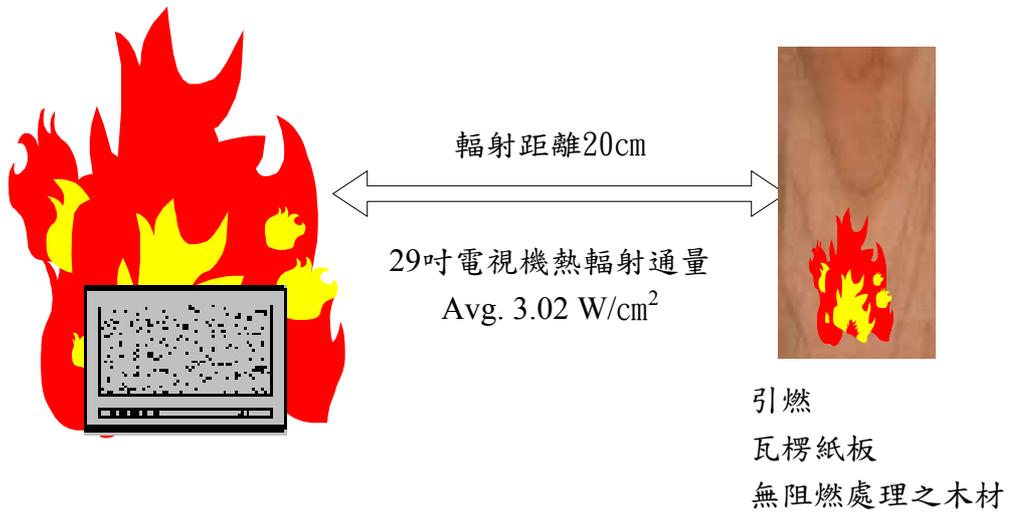


圖 4-25 熱輻射危害示意圖



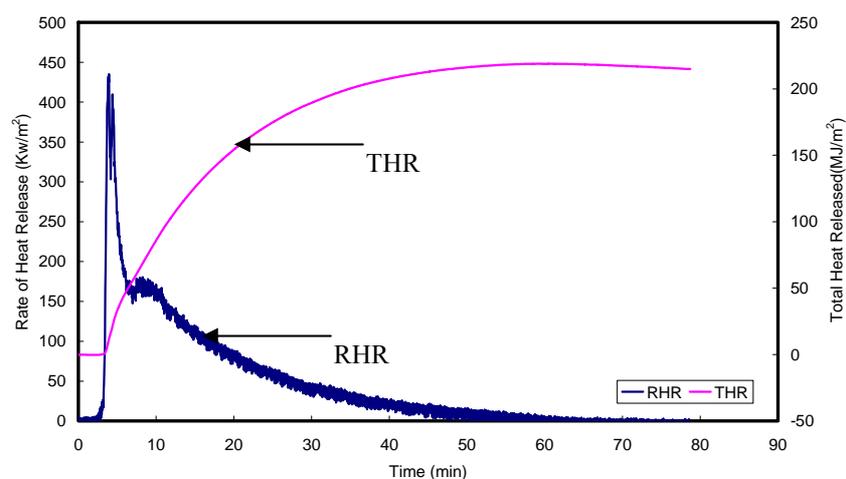
三、熱釋放率分析

量測電視機之熱釋放率（HRR）與總熱釋放（THR），其目的為了解當電視機燃燒後，對電視機週遭建築材料之危害性。經試驗後其結果如下所示：

（一）TV4 試驗結果分析

TV4 試驗時間為 76 分鐘，試驗期間於 3.93 分，量測得最高熱釋放率為 435.19kW/m^2 ，試驗進行結束時，總熱釋放率為 214.88MJ/m^2 ，如圖 4-26 所示。

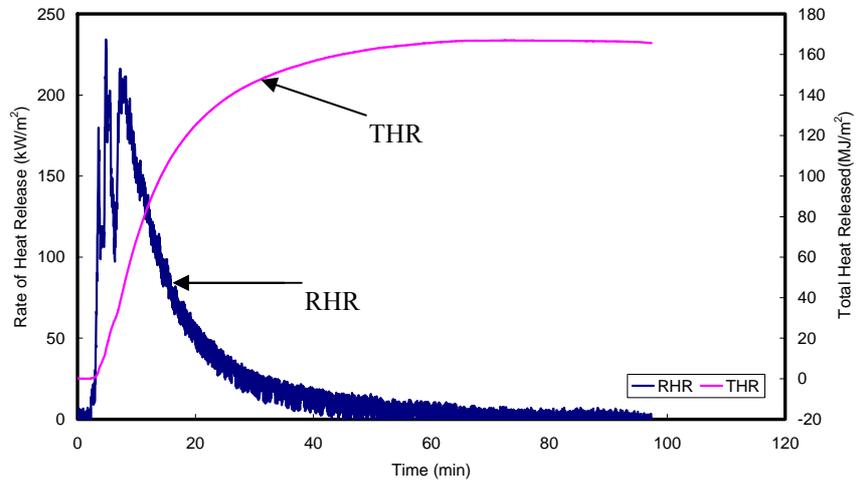
圖 4-26 TV4 試驗熱釋放率與總熱釋放曲線圖



（二）TV6 試驗結果分析

TV6 試驗時間為 96 分鐘，試驗期間於 4.83 分，量測得最高熱釋放率為 234.36kW/m^2 ，試驗進行結束時，總熱釋放率為 165.68MJ/m^2 ，如圖 4-27 所示。

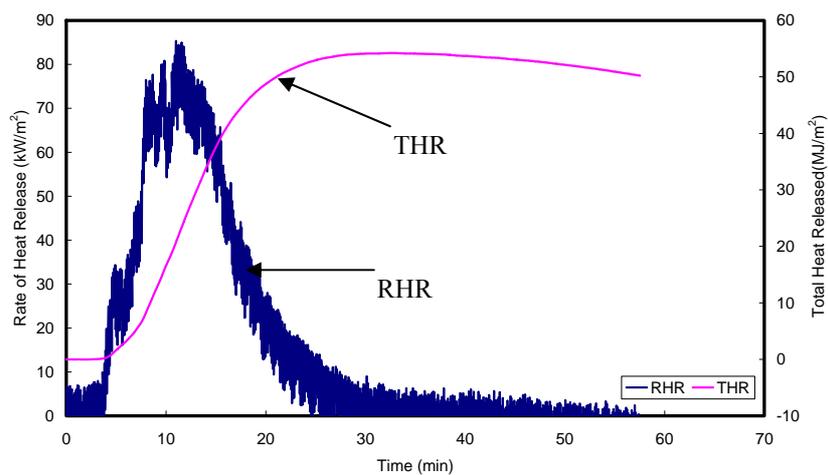
圖 4-27 TV6 試驗熱釋放率與總熱釋放曲線圖



(三) TV8 試驗結果分析

TV8 試驗時間為 57 分鐘，試驗期間於 11.00 分，量測得最高熱釋放率為 85.35kW/m^2 ，試驗進行結束時，總熱釋放率為 50.21MJ/m^2 ，如圖 4-28 所示。

圖 4-28 TV8 試驗熱釋放率與總熱釋放曲線圖



(四) 小結

比較 TV4 (29 吋)、TV6 (25 吋)、TV8 (21 吋) 三組試驗之最高熱釋放率與總熱釋放結果，如表 4-5 所示。當熱釋放率與總熱釋放越大，燃燒所產生之熱能亦較高，產生之危害亦較大。比較文獻中關於使用 ISO 5660 標準圓錐量熱儀量測建築材料熱釋放率值，可發現電視機其塑膠外殼燃燒後對環境所產生之危害，遠大於其它建築材料，其比較表如表 4-6 所示。

表 4-5 熱釋放率與總熱釋放比較表

項目 試驗編號	HRR 與 THR 比較表			
	尺寸 (吋)	HRR 最高點時間 (min)	HRR 最大值 (kW/m ²)	THR 值 (MJ/m ²)
TV1	29	3.93	435.19	214.88
TV2	25	4.83	234.36	165.68
TV3	21	11.00	85.35	50.21

表 4-6 一般住宅裝修材料與塑膠材質最大熱釋放率比較表

材料		輻射值	40kW/m ²	
			HRR (kW/m ²)	THR (MJ/m ²)
建築材料	礦纖天花板		21.89	7.67
	塑膠企口板		76.76	12.40
	石膏板		21.53	3.08
	美耐板		325.06	17.57
	矽酸鈣板		7.04	1.03
	長毛地毯		427.72	27.64
	短毛地毯		325.13	29.11
	塑膠地磚		109.13	29.11
	實木地板		189.89	101.95
	瓦楞紙板		189.89	101.95
塑膠材料	PBT		1313.00	169.90
	PMMA		665.00	827.90
	PET		534.00	113.70
	PS		1101.00	210.10
	PE		1408.00	220.90
	PP		1509.00	206.90

(資料來源：整理自呂明仁，建築裝修材料受區劃構件熱輻射著火之研究 p33~p53 和 Heat Release in Fires，p403~p405。)

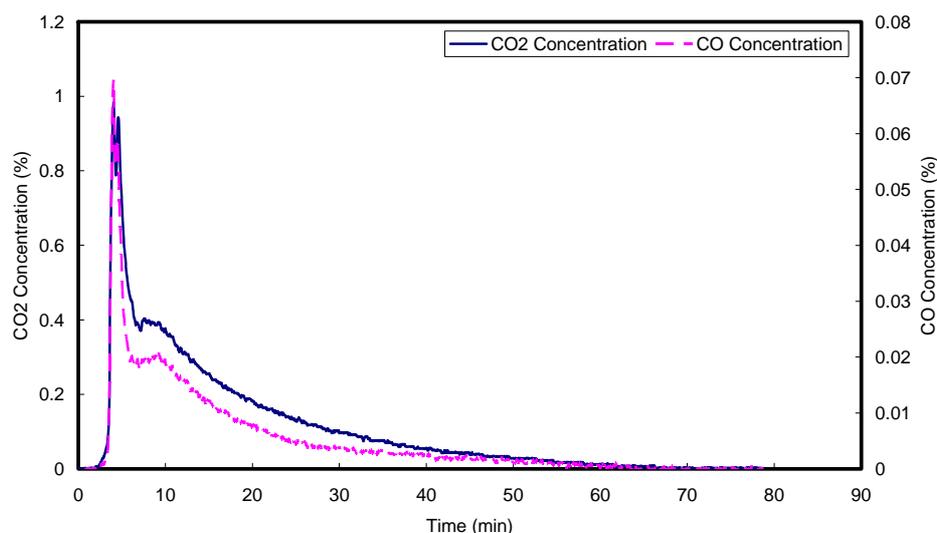
四、CO 與 CO₂ 氣體濃度分析

量測電視機燃燒後之 CO 與 CO₂ 氣體濃度，其目的為了解當電視機燃燒後，產生氣體之量值，用以探討其對人體產生之危害程度。經由氣體分析儀分析後結果如下所示：

(一) TV4 試驗結果分析

TV4 試驗時間為 76 分鐘，試驗期間於 4.62 分，量測得最高 CO₂ 為 0.94%；試驗期間於 4.03 分，量測得最高 CO 為 0.07%，如圖 4-29 所示。

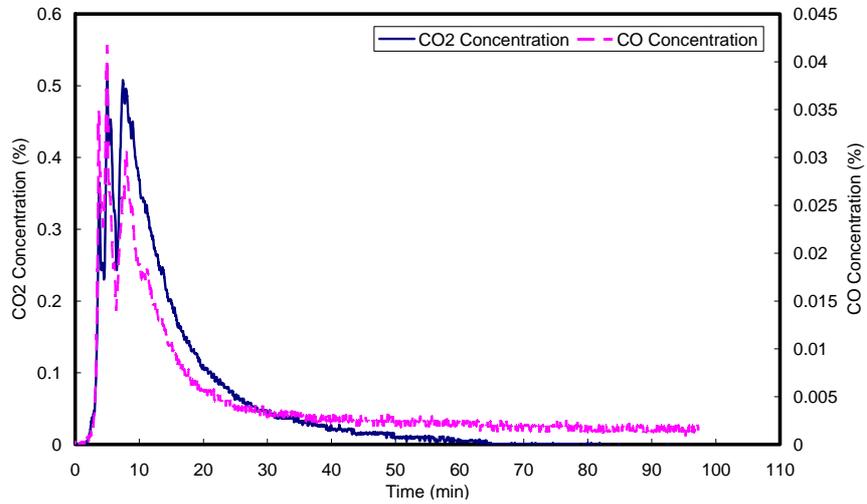
圖 4-29 TV4 試驗釋放 CO₂ 與 CO 濃度曲線圖



(二) TV6 試驗結果分析

TV6 試驗時間為 96 分鐘，試驗期間於 7.50 分，量測得最高 CO₂ 為 0.50%；試驗期間於 4.97 分，量測得最高 CO 為 0.04%，如圖 4-30 所示。

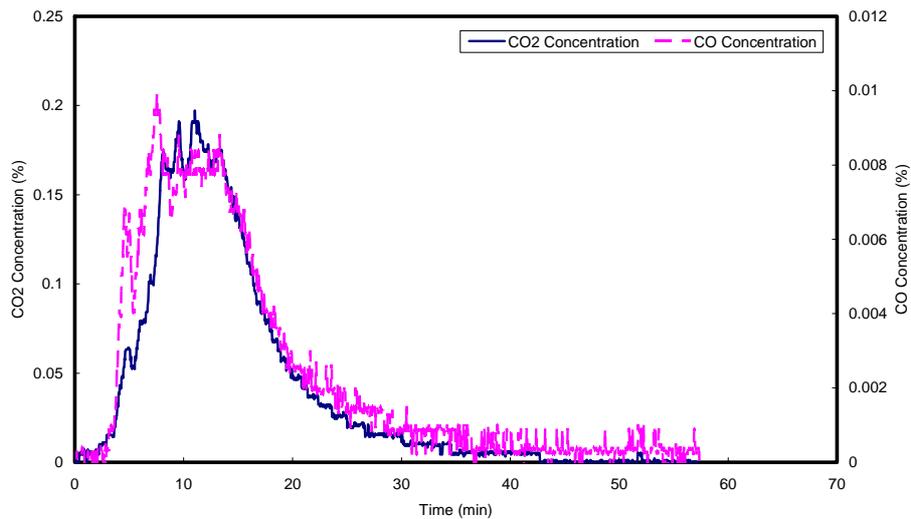
圖 4-30 TV6 試驗釋放 CO₂ 與 CO 濃度曲線圖



(三) TV8 試驗結果分析

TV8 試驗時間為 57 分鐘，試驗期間於 11.03 分，量測得最高 CO₂ 為 0.20%；試驗期間於 7.57 分，量測得最高 CO 為 0.01%，如圖 4-31 所示。

圖 4-31 TV8 試驗釋放 CO₂ 與 CO 濃度曲線圖



(四) 小結

本研究進行 TV4 (29 吋)、TV6 (25 吋)、TV8 (21 吋) 三組火災試驗，經由氣體分析儀分析得到 CO 濃度數值為 100~700ppm，CO₂ 濃度數值為 0.20~0.94%。根據文獻，若 CO 濃度介於 600-700ppm，則人員於一小時內即感覺頭痛、噁心、呼吸不暢，CO₂ 濃度介於 5%-7%，則人員於一小時內即有危險，有關各組排放煙氣濃度比較表如表 4-7 所示。經比較文獻結果三組試驗結果皆未達到立即危險值，原因為本研究試驗進行環境為開放空間，對於氣體分析儀分析準確度應受影響，基於上述原因本研究進而委託內政部建築研究所台南防火實驗室依據英國海軍工程標準 NES-713 進行材料煙毒性指數試驗，試驗結果分析於下一小結討論。

表 4-7 CO 與 CO₂ 濃度比較表

項目 試驗編號	尺寸 (吋)	CO		CO ₂	
		濃度最高 時間點 (min)	濃度 (ppm)	濃度最高 時間點 (min)	濃度 (%)
TV4	29	4.03	700	4.62	0.94
TV6	25	4.97	400	7.50	0.50
TV8	21	7.57	100	11.03	0.20

註 1：CO 濃度達 3000~5000ppm，20~30 分鐘內即死亡。
 註 2：CO₂ 濃度達 5~7%，30 分鐘即對人體產生危害。

五、NES-713 進行材料煙毒性指數試驗

因本研究試驗為開放空間下進行，氣體分析儀分析準確度會受到影響，故本研究委託內政部建築研究所台南防火實驗室進行材料煙毒性指數試驗，以下所標示之性能是由內政部建築研究所台南防火實驗室，根據 NES-713 進行材料煙毒性指數實驗法而得。

經由實驗測得 CO、CO₂、NO_x、HCHO 等氣體，本研究將平均生成量製表如下表 4-8 所示：

表 4-8 材料煙毒性指數實驗表

編號 氣體種類	TV4	TV6	TV8
CO (ppm)	4,406.685	3744.675	5559.897
CO ₂ (%)	4.009	12.073	24.487
NO _x (ppm)	25.538	27.28	49.073
HCHO (ppm)	63.338	49.691	150.895
煙毒性指數	1.73	2.351	4.334

註 1：CO 濃度達 3000~5000ppm，20~30 分鐘內即死亡。
 註 2：CO₂ 濃度達 5~7%，30 分鐘即對人體產生危害。
 （常溫下 CO₂ 之容積濃度為 0.03%，依據 NES-713 材料煙毒性指數試驗法，電視機外殼試驗所得 CO₂ 濃度達 800 倍。）
 註 3：NO_x 濃度達 25~75ppm，引起肺炎、支氣管炎。
 註 4：HCHO 濃度達 50~100ppm，5~10 分鐘內引起氣管炎、肺炎、導致水腫
 註 5：煙毒指數大於 1 時，平均 30 分鐘內造成人員死亡，當指數越大時表示
 毒性越強。

依據 NES-713 進行材料煙毒性指數實驗法而得知各氣體平均生成量，與文獻進行比較整理如下點所示：

1. 一氧化碳 (CO)：由實驗得到電視機塑膠外殼材料 CO 生成量介於 4000~5500ppm 間，若經人體吸入則可在短短 20~30 分中內造成窒息死亡。
2. 二氧化碳 (CO₂)：CO₂ 本身雖無毒性，但可使吸氣中氧之分壓降低，誘導缺氧症，形成呼吸困難與窒息狀態，經試驗結果 CO₂ 生成量介於 4~24% 間，超過常溫下二氧化碳濃度達 800 倍之多，人體若處於該環境中則 30 分鐘~1 小時內產生危險，甚至短時間內即會造成死亡。
3. 氧化氮 (NO_x)：氧化氮對人體有影響者為 NO 及 NO₂ 之危險性特別大。若有水分存在時，連鋼鐵亦可腐蝕。高濃度情況下，眼、鼻、喉等會感到強烈的刺激，引起咳嗽、喉痛、目眩、頭痛、噁心等症狀。吸入多量時，口唇變青，造成肺水腫。重症者意識不明而死亡。試驗測得數據為 25~49ppm 間，顯示為人體會產生肺炎、支氣管炎症狀產生。
4. 甲醛 (HCHO)：HCHO 為強烈刺激性無色之氣體，具有刺激黏膜及麻醉中樞神經系統之作用。此外並可使蛋白質沉澱，引起組織炎，試驗測得數據 60~150ppm，可產稱毒性效果為 5~10 分鐘內引起氣管炎、肺炎、導致水腫。
5. 煙毒性指數：物質於空氣中完全燃燒之選擇性毒性係數總和稱為毒性指數。毒性係數是推論每 100 克物質在 1 m³ 燃燒時所產生的氣體濃度與人體暴露 30 分鐘的死亡濃度 (cf) 之比。當毒性指數為 1 時，表示平均 30 分鐘死亡，當指數越大表示毒性越強，依據所測得數值為 1.73~4.334，均大於毒性指數 1，表示電視機燃燒時所釋放出的煙產生的毒性，足以讓人於 30 分鐘內死

亡。

六、電視機火災危害之綜合分析

本研究將對於電視機火災危害如溫度（火焰高度）、熱輻射、氣體分析進行綜合分析如下：

（一）溫度（火焰高度）：

依據試驗結果分析在溫度部分得知三台電視機溫度場域分布，電視機上方 80 公分及周圍 60 公分溫度皆達 300°C，若於此範圍內置放可燃物、櫥櫃或室內裝修材無耐燃等級，即有可能造成引燃，火焰高度部份，三台電視機火焰高度皆超過 30 公分，其中 TV4（29 吋）更高達 60 公分，顯示電視機上方 30~60 公分若放置可燃物或其他裝飾品，則可能形成有焰燃燒進而擴大火災災害，而 TV4（29 吋）更有可能引燃無耐燃等級天花板裝修材。

（二）熱輻射：

試驗結果電視機周圍 20 分內熱輻射值為 1.02~3.20 W/cm²，依數值顯示於 20 公分範圍內將可引燃瓦楞紙板、無阻燃處理之木材，故電視機周圍應避免置放可燃物等物品。

（三）氣體分析：

本研究氣體分析之數據由氣體分析儀及由內政部建築研究所台南防火實驗室，根據 NES-713 進行材料煙毒性指數實驗法而得，於氣體分析儀部分得知分析二種氣體為 CO/CO₂，其中參見本研究表 4-7 所示，僅 CO 達到危害人體數值，造成人體症狀為 1 小時內感覺頭痛、噁心、呼吸不暢之症狀，造成此原因乃為本試驗之進行於開放空間下進行試驗，故本研究委託內政部建築研究所台南防火實驗室進行 NES-713 材料煙毒性指數試驗，藉由試驗法得知電視機塑膠外殼材料會產生 CO、CO₂、NO_x、HCHO 氣體，各氣體所產生數值可參

照本研究表 4-8 所示，各氣體數值顯示電視機外殼產生之氣體足以讓人員於短短 30 分鐘內造成死亡，且經內政部建築研究所台南防火實驗室判定電視機外殼材料煙毒指數為 1.73~4.334 大於 1，亦顯示 30 分鐘內將造成人員死亡。

第五章 電器火災改善技術與防制對策

本研究探討因電視機引發之電器火災原因，藉由文獻回顧與試驗分析，提出其改善技術與防制對策，其說明如下所示：

第一節 改善技術分析

一、文獻回顧部分

(一) 電視機清潔與保養³⁸：芬蘭 TUKES 組織發表文獻中指出，電視機內部應積塵，若機體內部積塵容易造成電視機散熱不易，加速電視機老化或增加短路之風險，故該文獻建議應定期清理積塵。

(二) 擺放空間需求³⁸：“Televisions as a cause of fire”文獻中指出，電視機應避免置放於狹小空間，原因為容易造成電視機通風不良、散熱不易，若電視機著火容易引燃周圍裝修材，造成全面性居室火災。

(三) 排除液體與易燃物³⁸：文獻“Televisions as a cause of fire”呼籲布料裝飾品、液體應避免置放於電視機上方或倒入電視機機體內部，將會造成電視機散熱不易及短路之情形。

(四) 故障排除⁴⁶：電器產品若故障應找專業服務中心檢修，避免不當的維修動作導致內部零件或功能不符合原設計的需求，而導致發生電視機火災的誘發因子。

³⁸ TUKES, “Televisions as a cause of fire” TV-Palo eng.p65, 2002.

⁴⁶ 日本總務省消防廳網站 <http://www.fdma.go.jp/>

(五) 可燃物減量³⁸：芬蘭 TUKES 組織於發表文獻中指出電視機周圍盡可能使用防焰及耐燃材料以避免造成火災延燒。

(六) 設置火警警報器⁴⁶：日本總務省消防廳於於平成 14 年中的住宅火災 100 件當中統計，無裝設住宅火警警報器與有裝設住宅火警警報器死亡人數比為 6.1：1.8，約相差 3.4 倍住宅內裝設火警警報器，故日本於平成 16 年 5 月 27 日通過消防法修正，將住宅火警警報器之裝設修法為必須義務性裝設，經文獻得知設置火警警報器可以提早偵測火災，提供人員充足反應時間。

二、試驗分析部分

(一) 室內裝修材料之耐燃與不燃化：

電視機經 TV4、TV6、TV8 三種不同尺寸之電視機火災試驗，發現電視機機體上方範圍 80 公分及機體周圍 60 公分內量測溫度皆超出 300°C 以上，並且超過木質材料引燃界限 260°C，若電視機不幸發生火災災害，勢必引燃周圍 60 公分內無阻燃處理木質裝修材料，進而造成延燒擴大，另以 TV4 (29 吋) 為例，周圍 20cm 之平均熱輻射值約 3.02 W/cm²，所測得最高熱釋放率為 435.19 kW/m²。故本研究針對此點提出之改善對策為建議保持電視機與裝修材料間一定之淨空距離，且於電視機周圍使用耐燃之裝修材料，避免因電視機著火導致火災之延燒。

(二) 住宅偵煙器之設置：

由電視機火災試驗結果，當電視機燃燒時會產生大量的熱與煙毒性氣體，以 TV4 (29 吋) 電視機為例，當試驗進行 3~4 分鐘時，溫度與煙毒濃度皆已達到最高值，且溫度與煙毒濃度皆會對

³⁸ TUKES, "Televisions as a cause of fire" TV-Palo eng.p65, 2002.

⁴⁶ 日本總務省消防廳網站 <http://www.fdma.go.jp/>

人員產生危害，因此為增加人員逃生反應時間，本研究根據此點提出之改善對策為住宅應裝設偵煙器。

第二節 防制對策分析

一、文獻回顧部分

(一) 將住宅火警警報器之裝設修法為必須義務性⁴⁶：

推動住宅設置偵煙探測器或火災警報器理由有下列二點：

1. 美國從 1970 年代開始推動裝設火災警報器，截至 2001 年普及率已達 94%，其因住宅火災死亡人數從 5,865 人降至 2,670 人，降幅達 50% 以上，另外日本於平成 14 年中的住宅火災 100 件當中統計，無裝設住宅火警警報器與有裝設住宅火警警報器死亡人數比為 6.1：1.8，約相差 3.4 倍，故日本於平成 16 年 5 月 27 日通過消防法修正，將住宅火警警報器之裝設修法為必須義務性裝設，故我國有推動住宅設置火警警報器或火警警報器等火警探測設備之必要性及急迫性，以便減少住宅火災發生及損失。
2. 根據消防署自 93 年 2 月起開始針對死亡火警作更細緻的統計，至 94 年 8 月之火災統計資料顯示，國內建築物火警在這段期間共造成 226 人喪生，其中 214 人死於 5 層以下之建築物，佔所有死亡人數之 95%，數據顯示 5 層樓以下建築物發生火災，更容易造成死亡，因為 6 層以上建築物屬供公眾使用建築物者，依法必須設置必要之消防設備，所以 6 層以上建築物通常都會有火警自動警報設備，如果在設備正常堪用時，火災發生時會發出警報音響，通知屋內人員逃生，自然可以降低死亡機率。相對一般 5 層樓以下之建築物，如果純供住宅使用，一般是不需設置消防安全設備，所以常常知道火災發生時，已經都來不及逃生。家中如有裝置火警探測器，當探測器響起後，僅僅只有 1 分鐘左右的時間可以逃生，如果沒有探測器，當知道火災

⁴⁶ 日本總務省消防廳網站 <http://www.fdma.go.jp/>

¹ 內政部消防署網站 <http://www.nfa.gov.tw>。

時，能夠逃生的時間就剩下非常少，這也是為什麼國內大部分的火災死亡集中在5層樓以下建築物。

(二) 實施防火診斷¹：

於消防署網站中有提供防火診斷表可供民眾下載使用，民眾可運用自身診斷表實施防火診斷，評估自家住宅發生火災之風險，以謀求居住環境之安全化。

(三) 住宅防火設計⁴⁶：

日本於2001年消防白皮書指出建築物規劃設計時，應將住宅防火規劃納入考量，原因則為可以降低住宅中火載量，該政府機關作法為制定宣導手冊、辦理講習會等方式進行。

(四) 電視機塑膠外殼之減量化、不燃化與難燃化³⁸：

目前於市場販賣之電視機大多為陰極映像管（CRT）電視，其外殼大多由塑膠材料所組成，依據文獻顯示塑膠其燃燒後產生之煙毒與熱為電視機危害之主因。另文獻指出塑膠外殼添加阻燃劑，可增加電視機塑膠外殼之耐燃性³³，使之不易被引燃。另外目前市場上販售之電漿電視與液晶電視，由於體積輕薄，故其塑膠成分之外殼相對亦較少，且經本研究訪查目前多數電漿電視與液晶電視塑膠外殼已採用不燃之金屬外殼，可有效減低電視機之火載量，減少其燃燒後對環境之危害。

¹ 內政部消防署網站 <http://www.nfa.gov.tw>。

⁴⁶ 日本總務省消防廳網站 <http://www.fdma.go.jp/>

³⁸ TUKES, "Televisions as a cause of fire" TV-Palo eng.p65, 2002.

³³ 徐國財、張立德，奈米複合材料，五南圖書出版股份有限公司，民國93年1月。

(五) 宣導民眾應制訂住宅火災應變計畫³

文獻整理翻譯 NFPA 居家火災防護手冊指出，該內容主要在教育民眾做好火災逃生計畫，基於獨立偵煙警報器只能預先發出危險的警告。居民必須隨即採取逃生避難行動。若行動不快速沒效率，警報器所提供的額外警式時間就浪費了。為確定家人可在緊急情況下做出正確的事情，最好的方法就是訂出一個火災時的逃生避難計畫並且實地練習。

二、試驗分析部分

(一) 電視機塑膠外殼之不燃化與難燃化：

依據試驗分析之結果可知，當電視機著火後，因塑膠外殼燃燒特性，將使其燃燒後生成物如熱、煙氣、毒氣，對住宅環境及其居住人員產生極大之危害，故本研究建議將電視機使用之外殼材料應予以規定應使用不燃材料或使用難燃材料。

(二) 裝設火警探測器（偵煙器）

依據試驗分析之結果可知，當電視機著火後，因其塑膠外殼之燃燒特性，使電視機燃燒溫度及煙毒氣體於 3~4 分鐘達到危害人員之數值，故本研究建議於住宅防火設計時應考量於居室空間內裝設火警探測器，以提早預知火災發生，增加人員反應時間。

³ 郭恩書，住宅火災資料統計分析與對策，交通大學工學院產業安全與防災學程碩士學位論文，93 年 6 月。

第六章 結論與建議

第一節 結論

由本研究試驗分析與文獻回顧可知，電視機著火後燃燒特性行為，燃燒短時間即產生極大發熱量與煙、毒氣。以本研究為例，電視機燃燒約 3 分鐘，所達最高溫約 800°C-900°C 間，周圍 20cm 之熱輻射約達 3.02W/cm²。實驗進行約 4 分鐘，所產生之 CO 濃度，即會使人員產生不適。故本研究針對電視機燃燒特性引發之住宅火災，提出以下結論與建議：

- (一) 電視機屬發熱量大之電器用品，使用時需與發熱物體保持距離以免造成電視機燃燒，引發住宅火災。
- (二) 於電視機周圍之裝修材料，需使用耐燃與防焰材料，避免電視機著火，其熱能引起住宅火災之延燒。
- (三) 針對電視機之燃燒特性，若能於住宅裝設偵煙器，必能於燃燒早期探測火災之發生，增加人員反應時間。
- (四) 電視機外殼之難燃化與不燃化，減少電視機可燃之物質成分，改以不燃之金屬外殼，或於外殼添加難燃劑，以降低電視機燃燒產生之熱能與煙毒危害。

第二節 建議

建議一

住宅防火設計之推動與落實與建築技術規則第三章第五節內部裝修限制進行修正：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部消防署

根據消防署統計顯示每年住宅火災發生率約達六成，對於住宅內部裝修材是否進行限制以減少住宅居室之火載量及避免火勢延燒，本研究建議住宅於設計階段時，即能考量住宅防火設計以及對於建築技術規則第三章第五節內部裝修限制進行修正，如偵煙器、滅火器等消防設備之設置，裝修材料選用之規定，如使用防焰與耐燃材料，降低住宅之火載量，減少住宅延燒之發生。

建議二

住宅消防設備裝設強制性規定：中長期建議

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署、行政院新聞局

日本總務省消防廳指出，日本於 2002 年中的住宅火災 100 件當中統計，無裝設住宅火警警報器與有裝設住宅火警警報器死亡人數比為 6.1：1.8，約相差 3.4 倍，且日本將於 2006 年 6 月 1 日將強制規定新建與既有住宅應義務裝設火警警報器，故本研究建議將納入住宅之強制規定裝設住宅消防設備如：火警警報器、獨立式偵煙器等。

建議三

修正各類場所消防安全設備設置標準第二編第十九條規定：中長期建議

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

依據各類場所消防安全設備設置標準第十九條規定應設置火警自動警報設備之場所中並無強制規定11層以下住宅用建築物應義務性裝設火警自動警報設備。消防署自93年2月起開始針對死亡火警統計，至94年8月之火災統計資料顯示，國內建築物火警在這段期間共造成226人喪生，其中214人死於5層以下之建築物，占有所有死亡人數之95%，原因為未裝設火警自動警報設備，導致無充裕避難逃生時間，進而造成傷亡。此外文獻顯示，火警自動警報設備可以增加人員避難逃生時間且有效地降低因火災而死亡的機率。因此本研究建議各類場所消防安全設備設置標準第十九條規定應修正納入住宅應裝設火警警報器之規定或參考美國、日本規定在住宅內裝設獨立式火警警報設備。

建議四

電器用外殼應以難燃與不燃材料製作：中長期建議

主辦機關：電器公會、各電器製造廠商

協辦機關：經濟部標準檢驗局

依據文獻指出塑膠外殼添加阻燃劑，可增加電視機塑膠外殼之耐燃性，使之不易被引燃。另外目前市場上販售之電漿電視與液晶電視本研究訪查目前多已採用不燃之金屬外殼，可有效減低電視機之火載量，減少其燃燒後對環境之危害，相關外殼材料更應通過經濟部標準檢驗局對防火性能上之要求，如針焰試驗、熾熱線試驗等。

建議五

進行住宅用自動撒水設備有關法令與裝設可行性研究：中長期建議

主辦機關：內政部消防署

協辦機關：內政部營建署

文獻顯示，撒水設備的功用是限制火災的大小，並將火災侷限於小範圍，對於初期滅火相當有效，且可增加人員、老人或行動不便者逃生避難時間。本研究建議進行住宅用自動撒水設備有關法令與裝設可行性研究。

附錄一

美國居家防火安全的對策(NFPA 的火災防護手冊)

在美國，每十秒就有一場住宅火災發生，而在遭遇火災的侵襲時，每六十秒就有人向消防單位求救。最重要的是，每二個半小時就有人在住宅火災中喪失性命，而在兩千次的火災中，已有超過三千五百人死於火災當中，而在每一年，另外有兩萬人在住宅火災中受傷。

當遭受火災的侵襲時，為了保護家人的安全，則必須要有周詳的防護計畫，這包括了消防安全設備的使用，例如像是裝設獨立偵煙武警報器來提供及時的警告來預知火災的發生，尤其是在夜晚的時候，人們更不容易發覺火災的發生。然而，根據住宅的大小以及房間的配置還有家人的習性，可能須要做更多的防護設施來確保家人的安全。這本小冊子能夠提供你所需要的資訊來幫助你決定在火災當中如何保護家人的安全。

住宅火災的危險

大部分的住宅火災是當人們在廚房烹飪的時候發生，並且導致人員在火災中傷亡，但是通常這類的火災很快就會被熄滅而且人員或是財物的損失也較小。在夜晚火災通常發生的原因是沒有注意到抽過的香煙是否熄滅，因壁爐沒有掩蔽物或是玻璃門，火花是否會跑出來，以及加熱的設備放置太靠近傢俱或走其它的易燃物。當熟睡的人們還未發現之前，它們可能已經悶燒了很久的時間而造成非常危險的火災。

火災遇難者的死因大部分不是因為被燒死而是死於濃煙以及有毒的氣體。當人們在熟睡當中而且又沒有察覺到火災的發生時，其所產生的有毒氣體可以傳播得非常迅速並且奪去人們寶貴

的性命。然而，即使住戶驚醒了，在濃煙的環境下會使得他們的意識變得糊塗並且降低他們的反應能力，所以導致他們無法逃離火災現場。這就是為什麼你與你的家人要有足夠的警覺性，因為它是決定性的因素使得你的思考以及行動的能力還未受到損傷之前，以便能夠順利地逃出火場，通常致命性的火災都是發生在人們熟睡的時候，因此，當火災發生時，任何的消防系統都必須要能夠在當人們在房間裡睡覺的時候提供警訊和保護。

另外，在住宅火災中喪生的人，將近有一半是學齡前兒童或是年紀超過六十五歲以上的成人，以及身心障礙的人，所以住宅火災防護的設計也必須要顧及到這一類的人。因此消防安全應該要包括提供不同的方案以因應各種特別的需求。

兒童與火災

導致住宅火災的原因包括兒童玩火柴或是打火機，而這些火災經常都會造成傷害，兒童對於火會有好奇心並且試圖引燃，他們所拿到的火柴或是打火機，在許多的案例當中，因玩火而發生火災的兒童都有一些前例，而許多的消防單位經常對於這些放火的輕少年進行勸導。如果你家的小孩在玩火，你應該要在當處境不能掌控以及小孩受傷之前，聯絡當地的消防單位索取有關勸導的相關資料。而且最重要的是將火柴與打火機放置於兒童看不到以及無法伸手可及的地方，例如是放置在高處，最好走放在可以鎖住的廚櫃當中。

即使兒童對於火都會有好奇心，但是在火災當中，他們還是會感到害怕以及困惑，尤其是火災是由他們引起的時候，他們往往是不會安全的逃離而是躲起來。兒童經常被發現躲在衣櫥或是在床底下這些讓他們感到安全的地方。因此，為了確保你家裡小孩的安全，每年至少要訓練他們兩次，讓他們練習在火災的緊急

情況中該做如何反應。

兒童在火災當中受到傷害最明顯的原因是衣物著火，他們讓自己的衣物太靠近熱源，例如像是開放式的火源或是暖爐而使衣物著火，或是當他們在玩火柴或是打火機的時候，最好的防護就是注意火源以及訓練他們當衣物著火時該做如何反應。小孩的本能反應就是跑，而跑卻會使情況更加糟糕。停止、脫掉以及打滾是被認為當衣物著火時正確的動作並且保護了許多的生命，當衣物開始著火的瞬間，停在原本你所在的地方，脫掉著火的衣物以及用手覆蓋你的臉，並且反覆的打滾使火熄滅。

當然，不要讓幼小的兒童獨自在家中，即使他們不會玩火。無人照顧的兒童可能因為要煮東西或是錯誤的方法使用加熱器以及電器而造成意外的火災。經常，悲劇性火災的發生都是當幼小的兒童在無人照顧的時候，即使是在非常短的時間內。

兒童的睡衣

在 1970 年，因兒童睡衣意外引燃而產生危險，聯邦政府公布了相關的法令，兒童睡衣的布料必須要添加防火材質。這項法令在短時間內有了明顯的影響，使得傷亡率減少 95%。

在最近的報告中指出，兒童受傷的比例增加，這是因為小孩在睡覺時穿著白天所穿的衣服，例如像是 T 恤或是針織衣物而不是真正的睡衣。這些衣服看起來像是睡衣但是它們並沒有添加防火材質，而要分辨兩者的差別，唯一的方法就是仔細地檢查衣服上的標籤。因此，父母應該要仔細地分辨購買有添加防火材質的睡衣給他們的小孩，並且享用這些衣服在防火安全上所帶來的好處。

火災與老人安全

在美國，65 歲以上老人的火災死亡保險費給付為 65 歲以下老人的兩倍多，數據顯示因火場傷害而住院治療，一般需 40 天以上，也因此要特別留意老年人的用火安全問題。特別是床上或椅子上喝酒或服用過藥後，更容易發生因吸入過多濃煙陷入昏迷的情況。煙灰缸內的煙蒂也要特別留意，以避免灰燼引發火災，另外，廚房也是對老人造成傷害的主要場所，當老人穿著寬鬆的衣物，接近火爐或不小心在爐旁滑倒時，衣物可能因此被引燃。

獨立偵煙式警報器

獨立偵煙式警報器是一種最重要的家用火災安全裝置。在 70 年代以後，家用獨立偵煙式警報器在價格上便宜許多，因而廣為大眾使用，在 1991 年時，其價錢更是低於 10 元美金，因此在美國 88% 的家庭中都至少有兩個以上的煙霧警報。一些研究指出裝有獨立偵煙式警報器的地方，其死亡的機車將減少一半。雖然家用獨立偵煙式警報器救了許多的生命，但在家庭火災中仍存在著一些問題。首先，仍有 12% 的家庭中尚未安裝獨立偵煙式警報器；另外，部分的警報器常因電池耗盡，因而無法在火災發生時發生效用；最後，大多數的家庭想必都不太知道要安裝多少個警報系統才能完全地保護家人安全，在接下的部分我們將探討這個問題。

警報器的數量

警報器主要的工作是保護正在熟睡中的人們安全，因此警報器必須安裝於睡覺以及睡覺以外的地方之間。但在 70 年代早期的測試報告中，顯示這樣仍有不足之處。在多層樓的住家中，若火災發生在樓層間時，若樓層間沒有安裝警報器時，濃煙必須再爬升到另一樓層才能觸發警報器，因此許多法規規定必須在樓層間

增設警報器。

關閉的門會阻絕濃煙的竄入，但卻也延遲警報器的動作。對於臥室安全，這的確定個問題。如果你習慣睡覺時關上臥室的門，並且在裡頭抽煙，或是裡頭有會引發火災的家電如電視，冷氣等物品，這時必需在臥室安裝警報器。但若你習慣睡覺時打開臥室的門，這時大廳的警報器便能對臥室內的濃煙有所作用。但並非所有的地方都可以安裝煙霧警報系統，如會產生煙的地方或是會使電子儀器無法運作的區域。

該安裝什麼呢

目前市面上有二類型的獨立偵煙式警報器，其分別為離子式以及光電式兩類型。離子式對於開放區域的反應較為快，其價格也較為便宜，而光電式對於悶燒型火災反應較為靈敏且較不會對烹飪所產生的煙有所動作。這兩類型的警報器雖然有些差異，但對於防火安全防護上，可以任意選擇這兩類型來安裝，無需顧慮兩者在防護上的差異。關於警報系統的驅動方法，大部分指定使用 9 伏特的電池，一般而言一年至少得更換一次。在電池需要更換時，約 20 秒其會發出一聲“唧唧聲”來提醒你做更換，而這樣的情況會持續一個月，所以你最好在一年內選定一個固定的日子來更換電池(通常是在日光節約時間開始或結束時，所有傳播媒體皆會發出通知來提醒)，才不會驚醒在睡夢中的你。另外也有一些警報器所需的電力來源為一般的家用電力。不管是電池發電或使用一般家用電力，都必須每個月做測試，以確定在發生火災時能發揮作用，此外，電池要記得每年至少更換一次，以確保電池仍可使用。

如何來設置

警報器通常設置於天花板或是較高的牆，而其相距的距離最近不得小於 4 英吋，最遠不得超過 12 英吋。警報器不得設置加熱系統的通風設備之 3 英尺內(避免警報器無法偵測煙霧的存在)，並且遠離廚房與浴室(有淋浴設備)3 英吋(當門開啟時，水汽會使警報器失效)。

如果警報器設置於外牆或是絕熱性差之閣樓下方的天花板(表面溫度會隨著當冬天時會較冷，而夏天時會較熱)，而此時的溫差將使得警報器無法偵測出煙霧，若是將警報器設置於室內，以上溫差的問題將會被解決。冷凝蒸發器經常被使用在沙漠型氣候，若將警報器設置離天花板下 12 英吋的牆上時，冷凝器的濕氣將使得煙霧上升。另外，年長的人們對於更換於天花板上警報器的電池是不容易的。喚醒睡夢中的你是警報器最終的目的，這意味著警報器設置的距離不能超過兩相通房間的門。Hard-wired 警報器可以用電線連結，當其中一警報器作動時，其他的將不會作動，也就是說不需要每個警報器因偵測到煙霧而作動，你只需要離你最近的警報器作動，且作動的聲音能足夠引起你的注意。居家所設置的電池式警報器有很多種，其中一種為無線式的警報系統，在臥室設置一接收器，此接收器會接收由警報器所發出的訊號而作動，此類警報系統的好處為，當你出遠門或是去度假時，你可將接收器交給你的鄰居，當火災發生時你的鄰居可藉由接收器的作動而通知消防單位來處理。然而無線式的警報系統的售價相對於一般的警報系統高許多。

電池式與 Hard-wired 武的獨立偵煙式警報器皆使用高頻的電子蜂鳴器，某些人無法聽到這類的高頻警報，所以在設置警報器前，要先確定所有的人都可以聽得到警報聲。對於聽力受損的人們而言，必須藉由閃光燈、震動器來提醒他們，而閃光燈必須

設置於床頭且其亮度至少要 110 燭光，其電源必須由屋內的電源提供才能夠提供足夠的亮度。

獨立偵煙式警報器每個月必須至少測試一次。所有的警報器都有一測試供測試所用，包括靈敏度（煙量多少時會作動），如果在測試時不能正常作動，警報器應立即更換，且千萬不要使用真的火焰來測試。年長者與肢障者無法輕易的按到測試鈕來做測試。有一廠牌的警報器可藉由揮動手電筒來做測試，而另一廠牌可在每星期的特定的時間自動測試，當沒有適當的測試方法時，以上的方法將可代替之。電池式的警報器必須經常得更換電池與清理一些蜘蛛網與灰塵。每一種警報器都有其說明書，其會說明如何保養你的警報器，所以必須熟讀與妥善的保管。

如果警報器短路

獨立偵煙式警報器是高可靠性的產品，但有時會在沒有火災的發生情況下因水蒸氣或是烹調時的煙而作動，所以警報器所設置的位置必需遠離以上不必要的干擾。警報器需要經常的檢查，當其內部有昆蟲時，必須將它吸出，若這類情況常發生時，建議更換一個新的警報器。而警報器通常不貴且在一般的五金商店都可購買得到。

獨立偵煙式警報器可使用多久

獨立偵煙式警報器的有效年限約為 10 年。過了此期限，即使它看起來尚可以使用，仍舊必需換新。你必須確定當你需要時，警報器可以正常運作。雖然現在獨立偵煙式警報器的價格比多年前還要便宜，現在的獨立偵煙式警報器卻是更可靠的。因此，保留舊有的獨立偵煙式警報器而不更換新型警報器是不值得的。

火災警報系統

家庭火災警報系統通常為保全系統的一部份，此系統除了能防止竊盜還能預警火災的發生。保全系統能夠監控門、窗戶、住家範圍內的空地，以防止被入侵。而監控系統還能提供自動通報系統，當有人入侵或是有火災發生時，會自動通知當地警方或定消防單位。因為此系統並不便宜，所以通常只有在較大坪數的家庭才會裝設此系統。通常要裝設此系統需要 1000 美元甚至更貴，如果還要加裝 24 小時監控服務每個月需多繳 15 至 20 美元。

火災警報系統架構

中央監控系統包含偵煙式警報器還有一熱探測器互相連接，當此警報系統被觸發時與此系統相連結的警笛就會開始作動。其他與防止竊賊的探測器裝置於門或是窗戶，或是利用監視器去監視屋內動靜和人的體溫。監控系統除了利用室內用電來維持運作，還會有一個備用電池來維持當斷電時還能使系統正常運作。

而需要多少警報器、還有位置的配置才能精確而有效的達到預警效果，之前已經有討論過了。不一樣的地方走，火警自動警報設備能給你更大的彈性去架設探測器與警鈴的位置，

火災預警系統除能提供遙控監控服務，還能被當作醫療方面的警報系統。例如一個獨居健康方面又有問題的人，當它需要幫助時只要觸動他隨身攜帶的訊號發射器就能使此系統作動。當訊號傳送到監測站時，他們會先去分析是哪一種狀況如：火災、竊盜、醫療警報等等，再作出最適當的反應。

裝設住宅火災預警系統的主要好處是當我們需要它時，可以提高警鈴的可信度與能力。但大部分的人都會在家中裝設防盜警報系統，但要他們多花一些去裝火災預警系統的意願卻不高。另一個好處是，他是唯一可以利用遙控監控提供服務。當有人被圍

在火場無法逃出時，此時此系統就顯得非常重要，因它可以最快的速度作出反應。舉例來說當一個老人或是身體狀況不佳的人獨自在家時，此時若發生了火災如果只有傳統的警報系統，並無法確保他們的安全。

將來大部分的監控系統不論是否有警報發生都能夠隨時取得家中各種的重要資訊，如此才能達到預防的目的。因此當行動不便的人在家中需要幫助時，只需利用此系統就能快速的讓管理者或是消防單位掌握他的狀況。

我們是否也需要偵煙警報器

當然！偵煙警報器總是最先預知火災的產生，所以它能讓人們有更多的時間去逃生。在火場中如果熱釋放率還不足使撒水頭作動時，但火場中的煙卻已足以造成人判斷力下降、生命受到危害。所以如果有加裝偵煙裝置就能及早使撒水頭作動，對人命有更大的保障。因此在任何場所裝置偵煙警報器是非常重要的。

逃生計畫

獨立偵煙式警報器只能預先發出危險的警告，你必須隨即採取逃生避難的行動。如果你行動不快速並且沒效率，警報器所提供的額外警示時間就浪費了。為確定家人可在緊急情況下做出正確的事情，最好的方法就是訂出一個火災時的逃生避難計畫並且實地練習。家庭火災逃脫計畫的最重要的要素為：

馬上離開房子

不要浪費時間去搶救財物。從隔壁的房子呼叫消防局(可能的話打 911)。走最安全的逃出路線，但當你逃生時若須穿過煙霧，記得要採爬行姿勢，使身體保持在煙霧以下。

如果主要通道被火或煙阻塞，你需要用第二條通道離開，這

通道也許是鄰近屋頂的窗戶或是逃生梯(必須被獲得認可測試實驗室的測試及認可)，練習由主要及次要通道逃生，以確定窗戶不被釘死以及能迅速排除障礙物，有安全栓的門及窗戶需要有快速解開裝置，可讓人於危急時能快速打開。另外須練習在黑暗中逃生。

觸摸門

當你來到一封閉的門時，與用手背去觸摸門的頂端，門把以及門與門檻間的縫隙，藉以確定火不在門的另一面。如果觸摸感覺是熱的話，使用次要的逃生通道，即使觸摸感覺是冷的，也要小心去打開它，用你的肩頂著門，慢慢的打開，如果火及煙進來，馬上把門關上並確定它已被安全關緊，並使用另一條逃生通道。

有一個被安排好的集合地點

如果你們全都在一個明確的樹下或汽車專用道或前面的人行道見面，你們將會確認每一個安全逃離的人，以及不會有人會因尋找已安全的人而受傷。指派一人到鄰居家通知消防隊。

一旦逃離就待在外面

不要為任何理由返回起火的建築物，如果有人失蹤，告訴配有安全營救裝備的消防隊員。

住宅撒水頭

火災撒水系統被使用來保護商業建築物已超過 100 年，另外最近，一種新型的撒水系統已被發展給大型住宅使用，這種撒水系統對生命與財產提供了一個史無前例之火災安全標準，這些系統將在本章介紹。

住宅撒水頭價錢多少

撒水系統在新房屋而言價錢大約是每平方英尺 1.5 美元 (對於 1000 平方英尺的房屋是 1500 美元)；對現存的房屋，其價錢範圍是每平方英尺 2.5 到 5.0 美元，視其水輸送管線安裝的難易度而異。這是在假設能取得足夠及可靠的水量供應而定。

住宅撒水頭與商業撒水頭之不同

在旅館、辦公室及其他商業建築的撒水頭主要是希望保護財產與那些不在鄰近火源的人。撒水頭的功用是限制火災的大小，並將火災侷限於小範圍，在商業建築的撒水頭使用大量的水，因為發生在這類型建築物的火災其燃載量通常很大。

在家使用的撒水頭被歸類為住宅撒水頭的一種專門型武，這些撒水頭使用一種快速反應的感熱元件使撒水頭在火災發生的初期即自動作用。撒水頭在不管任何形式的建築物中，撒水系統的遲滯反應是不同的，當因燃載量較少而使火場較小時，允許這些撒水頭使用較少量的水，所以典型的家庭供水系統已足夠供應這些撒水系統。

為何撒水頭是如此有效

撒水頭主要是一作用就將水噴撒在燃燒物體，將火撲滅或控制。事實上撒水系統不只是阻止火勢成長，它也直接作用在火災可能的致命影響，例如藉著降低空氣溫度。

這意味著若結合撒水頭與獨立偵煙式警報器能挽救大部份因家庭火災所可能肇致的犧牲者。這主要的例外是那些當火災開始時非常靠近火場，像被火這蓋、爆炸與迅猛而短暫火災的犧牲者，對於一些可能的犧牲者而言，沒有任何比預防更重要的事了。

水所造成何種損害

當發生火災時，只有最靠近火源的一至二個撒水頭會開始作用。而住宅用的撒水頭流量較低，所以並不會造成屋內的水災。即使是商業建築中撒水頭也不會造成嚴重的水損。當火被滅掉後要把撒水頭的源頭關斷是很容易的事情。

但記住不要自己去關掉，要交給專業的消防人員去判斷情況是否可以關掉源頭。

如何避免家庭的火災

1. 重視火災並也教導自己的孩子重視之。
2. 無論是獨立型的或是防護系統的一部分，要在臥房外及房子裡的每一樓層設置獨立偵煙式警報器。
3. 測試並且保養你的獨立偵煙式警報器，就猶如你的生命安全必須仰賴它。(它的確是！)
4. 確認家庭裡每一個人可以在各自的臥房清楚的聽到警報器的聲響。
5. 計畫兩條火災發生時從每一臥房的逃亡路線家人一起演練。

附錄二 期初審查會議記錄

內政部建築研究所

本所 94 年度建築防火協同研究計畫期初審查會議記錄

- 一、時間：94 年 2 月 25 日（星期五）上午 9 時 30 分正
- 二、地點：本所會議室（台北市敦化南路二段 333 號 13 樓）
- 三、主持人：何副所長明錦 紀錄：李其忠
- 四、出席人員：莊組長素琴、陳教授金蓮、蕭教授弘清、中華民國土木技師工會全國聯合會、台北市消防設備師工會、台北市電器商業同業公會、陳教授俊勳、嚴技正定萍、鄭教授紹材（邱瑞深代）、雷研究員明遠、王約聘副研究員鵬智、李副研究員其忠、詹專案助理家旺。
- 五、業務單位報告：(略)
- 六、計畫簡報：住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例
- 七、審查意見(依發言次序)：

項次	審查意見	意見回覆
1	<p>莊組長素琴：</p> <p>(1) 近年電氣火災有逐年增加之趨勢，依國內電器問題發生火災的統計數值來看，電器使用不當或黑心電視雖是主因，但亦有少數電器雖貼有本局合格標識仍發生災害。因此提升電器產品使用安全，保障消費者生命財產安全及權益，是大家持續努力的目標。本研究計畫預期將藉由試驗分析及專家座談的方式進行電器火災防火改善技術與防制對策之研究，相信該成果除可作未來主管機關電器火災之鑑定基準外，亦可</p>	<p>1.2 參照辦理，並納入相關標準作為試驗計畫之主軸。</p>

	<p>供作電器產品安全相關國家標準修訂之參考。</p> <p>(2) 為提升國內電器產品使用之安全，國家標準中除 CNS3765 「家用和類似用途電器產品的安全」一系列標準外，針對不同之電器亦可參考國際相關標準訂定各別之檢驗標準（如高畫質電視機檢驗標準有 CNS13438、14408 等相關標準），惟電器類火災引發機制可能是多元性的，應廣泛蒐集具代表性之常用家電產品之國內外案例，實際測試找出原因、分析比較，詳實紀錄，期待能擬出電器火災相關之防制對策，以減少電器災害之發生。</p>	
2	<p>蕭教授弘清：</p> <p>(1) 本案要研究哪些電器設備、實驗方法，預期找出哪些致火原因與對策對於設備內零組件之性能提升改進等等，均缺乏提出詳細執行方法，內容稍嫌空洞不足。</p> <p>(2) 舉例之電氣火災，含線路部分及電器設備二者，本研究要定位於電器或電氣（配電）應定位清楚，否則亂槍打鳥，達不成目的。</p> <p>(3) 相關之電器設備防火規定，均已由標檢局及 UL 實驗室監控，本案看不出具體性能提升之處，如果是電器設備例如是業者偷工減料，也不是光檢測</p>	<p>1~6 參照辦理，於會後納入專家學者意見，修正本研究方向、計畫，使計畫明確，並適時請教電機專長學者以確立計畫周延。</p>

	<p>就有用，而是後市場追蹤管理問題，也不是本計劃預期工作，本計畫內容應修正。</p> <p>(4) 口頭報告人對於電器設備之火災災害之原因分析看法不足，對問題解析之對策研擬深度不足。</p> <p>(5) 研究團隊建議應納入電氣專業人員，才能深入瞭解電氣火災之成因，而真正找出原因，本計畫看重電器設備本身，則宜有電機專長之成員加入或作諮商顧問，才能使本計畫週延。</p> <p>(6) 建議本計畫內容再修正，以使計畫明確，順利進行。</p>	
<p>3</p>	<p>中華民國土木技師公會全國聯合會：</p> <p>(1) 本計畫旨在研究住宅電器火災之防火改善技術與防制對策，以供火災鑑定依據，並訂定標準檢驗方法，以提供民眾採用電器產品之需知。</p> <p>(2) 英文摘要部份建議修正如下：</p> <p>1.第1行：“MY COUNTRY”建議修正為“THE COUNTRY’S”。</p> <p>2.第4行：“ACUDENT”建議修正為“INUDENT’S”。</p> <p>3.第4、5行：“INCREASES INCREASINGLY。HAVING ALL FIRES INTHEROTIO 15.46% (IN2002)，建議修正為” INCREASES TO15.46 %</p>	<p>1.2 參照辦理。英文部分將修正。</p>

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

	OF TOTAL FIRE INCIDENTS OCCURRED IN 2002”。	
4	<p>台北市消防設備師公會：</p> <p>(1) 期中應特別針對電器火災試驗之規劃來說明（題目是否太大）。</p> <p>(2) 後續是否和電線火災做整合，可評估？</p> <p>(3) 電器火災以何種電器、年份，其試驗體為何？</p> <p>(4) 研擬防制對策，及改善技術是否以照片來輔助說明。</p>	1~4 參照辦理。並修正本研究計畫方向、內容。
5	<p>台北市電器商業同業公會</p> <p>(1) 電器產品試驗時應以電器安全性為首要，目前電器大多具有無熔絲開關或漏電斷電器，故試驗時不考慮其影響，即可將其他發生電器火災因素訂出安全標準。</p>	
6	<p>蔡研究員銘儒：</p> <p>(1) 電器發生燃燒情況應可分為三種情況：(a) 電器電源線（含延長線）因插頭長時間未拔開多灰塵影響及電源線等原因造成燃燒或引燃可燃物而延燒至電器，(b) 電器老舊，灰塵侵入累積，異物侵入，瑕疵電子零件不良或老化等造成燃燒，(c) 被延燒，建請明確所要探討之情況。</p> <p>(2) 計畫中針對名牌全新電視進行故障率評估，與本案似乎關聯性不是很恰當，建議應由老舊電視、電器</p>	1~5 參照辦理，並於會後納入專家學者意見，修正本計畫研究方向、內容。

	<p>或黑心電器，探討其致災原因探討。</p> <p>(3) 本案是要由電器材料進行防火改善技術或是何種方向應明確。</p> <p>(4) 防制對策於計畫書第 4 頁已列出，本案是要針對已列出對策做探討貨新訂對策或作增刪應說明。</p> <p>(5) 本案為本所協辦案，試驗宜於本所台南防火實驗室進行，本所台南防火實驗室設施較完善，環境穩定，試驗不易受環境因素影響。</p> <p>(6) 本案針對電視，而電器火災並非僅限於電視，宜就做容易造成災害之電器作探討。</p> <p>消基會受理消費者申訴案件會依兩造所提之火災鑑定報告及電器災後鑑定以釐清兩造之權責，本案如能邀請該會參與應可使本案更具意義。</p>	
7	<p>雷研究員明遠</p> <p>(1) 電器火災試驗應從兩方面考慮實驗設計：</p> <p>1.”起火危險條件”試驗，例如超載電流引起過熱著火，藉以瞭解何種條件下會造成電器起火。</p> <p>2.”起火燃燒危險”試驗，探討電器一旦起火後會產生多大燃燒熱量（熱釋率）、火焰高度（與電器高度、水平面積相關）、煙量，藉以評估對初期</p>	<p>1.2 參照辦理。並於會後納入專家學者意見，修正本計畫研究方向、內容。</p>

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

	<p>火災成長之影響。</p> <p>(2) 改善對策，技術應從上述兩方面試驗結果及災例分析，綜整具體建議。</p>	
8	<p>會議結論：</p> <p>(一) 有關第二案之試驗方法、預期成果須明確定位清楚，請參考與會專家學者意見修正計畫書內容，及邀有關電器專家學者參與研究團隊，並重新辦理計畫審查事宜。</p>	遵照辦理。

附錄三 期初第二次審查會議記錄

內政部建築研究所

本所 94 年度建築防火協同研究計畫期初第二次審查會議記錄

- 一、時間：94 年 3 月 30 日（星期三）上午 9 時 30 分正
- 二、地點：本所會議室（台北市敦化南路二段 333 號 13 樓）
- 三、主持人：蕭所長江碧 紀錄：王鵬智、詹家旺
- 四、出席人員：消防署陳組長文龍、沈教授子勝、內政部營建屬
中華民國建築師公會全國聯合會、中華民國電機
技師工會全國聯合會、中華民國電梯協會、中華
民國消費者基金會、江教授崇誠、邱教授文豐、
鄭教授紹材、陳組長建忠、王副研究員鵬智、詹
專案助理家旺。
- 五、業務單位報告：(略)
- 六、計畫簡報：住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以
電視機火災為例
- 七、審查意見(依發言次序)：

項次	審查意見	意見回覆
1	內政部消防署 陳文龍組長： (1) 預期成果提出住宅電器火災相關防制對策，是否只以電視機為限，宜請釐清。 (2) 研究方法中，利用 CNS14545-8、14545-9 試驗依據，是否能夠有效探討電器火災，亦請釐清。 (3) 預期成果建議不以電視機火災為限。 (4) 消防署有電視機火災探討報告，可提供參考（不對外公開）。	1.今年度暫以電視機為研究對象。 2.依據 CNS14545-8、14545-9 試驗標準適用在固體易燃材上，以評估危險性。 3.4 納入本文第五章之內容。
2	警察大學 沈子勝教授： (1) 本研究名為住宅電器火災防火改善技術與預防對策之研究，其試驗分析以新舊	1.參照辦理，會後內部研議是否變更計畫名稱。

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

	<p>電視機故障爆炸現象之研究為重點，故建議計畫名稱是否調整。</p> <p>(2) 試驗分析中要觀察新舊電視機之發生故障時間，過程並有全程之錄影，即使電視機每日使用 10 小時，但有可能短時間內並不會有故障發生，若電視機始終皆無故障，其試驗分析應如何因應。</p> <p>(3) 電視火災佔電器火災之比例？</p> <p>(4) 市面上“黑心電視”之因素有無考量？</p> <p>(5) 量熱儀電視之 HRR 時，應注意其高度以免吸入過多周圍空氣而影響測試結果。</p>	2.3.4.5.參照辦理。
3	<p>中華民國電機技師工會全國聯合會 彭繼傳理事長：</p> <p>(1) 內部電容短路燃燒因電子電路所引起之諧波造成，接地不良，灰塵過多造成短路或過載因素。</p> <p>(2) 因品管之因素不一及使用方法不當造成。</p>	
4	<p>本所 陳建忠組長：</p> <p>(1) 一般電視之實驗，除本研究之應用外，其它應收集之實驗資料應轉換併同原始資料送本所建置火載量資料。</p> <p>(2) 相關影像紀錄宜整理，供宣導使用。</p>	遵照辦理
5	<p>本所 蔡銘儒研究員(書面意見)：</p> <p>(1) 本案課題為住宅電器火災，研究內容則以電視機為主，恐有誤導電器火災主因來自電視機，應釐清。</p>	<p>1.參照辦理。</p> <p>2.今年度暫以電視機為研究對象。</p> <p>3.參照辦理，會後修正試驗計畫內</p>

	<p>(2) 電視機以外之電器(如電熱器、除濕機等)所造成之火災行為是否可以電視機所造成之火災為代表？</p> <p>(3) 實驗擬於 10MW 煙罩下及荷重平台口進行，為單一電視機燃燒之 HRR 應不致於達到 1MW 以上，於 10MW 系統並不適合建議修正於 ISO9705 之煙罩下進行。</p>	<p>容及方向。</p>
<p>6</p>	<p>業務單位 王副研究員鵬志：</p> <p>(7) 電器火災乙案，由報告中指出電視產生之“煙”毒性危害遠大於火害，研究之實驗方法中似乎應予交代呼應。</p>	<p>參照辦理。</p>
	<p>會議結論及主席指示：</p> <p>(1) 有關「住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究」案</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究題目“電器”是否修正，請研究單位考量，期使預期成果能符研究目的。 2. 研究成果應提出具體對策，如檢討是否只限定電視機為研究方向，提供具體建議。 	<p>遵照辦理。</p>

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

附錄四 期中審查會議記錄

內政部建築研究所

本所 94 年度建築防火協同研究計畫期中審查會議記錄

- 一、時間：94 年 8 月 17 日（星期三）上午 9 時正
- 二、地點：本所會議室（台北市敦化南路二段 333 號 13 樓）
- 三、主持人：丁所長育群 紀錄：李怡先
- 四、出席人員：黃教授健二、唐教授雲明、張教授寬勇、行政院經濟建設委員會、內政部營建署、經濟部標準檢驗局、台北市政府都市發展局、台北市政府消防局、中華民國建築學會、中華民國建築師公會全國聯合會、中華民國消防設備師（士）協會、施教授鴻志、李教授威儀、鄭教授紹材、何副所長明錦、陳組長建忠、吳助理研究員維廷、張助理研究員尚文、李約聘研究員怡先。
- 五、業務單位報告：(略)
- 六、計畫簡報：住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例
- 七、審查意見(依發言次序)：

項次	審查意見	意見回覆
1	<p>張教授寬勇：</p> <p>(1) P21 試驗產品使用 25”中古電視機，是否可採用 20”、26”、29”中古電視機，以明瞭電視機導致火災之情形。</p> <p>(2) 試驗過程除偵測溫度、熱輻射外，是否進行煙濃度、毒性濃度或其他量測。</p> <p>(3) P31 試驗示意圖熱電偶設置高度是否足夠？二支熱輻射計是否足夠？</p>	<p>1. 參照辦理。已納入 29”、25”、21”中古電視機進行針驗試驗。</p> <p>2.參照辦理。煙毒性試驗擬請台南防火實驗室協助。</p> <p>3.熱電偶樹高度均架設於及煙罩下，熱輻射計架設於側面及上方共 5 支。</p>
2	<p>行政院經濟建設委員會：</p> <p>(1) 建議列表整理各國對於電器火災之發生因素。</p> <p>(2) 國內文獻彙整除桃園縣消</p>	<p>1.參照辦理。</p> <p>2.參照辦理。擬請本所發函至各縣市消防局，提供有關電器火災之</p>

	<p>防局外，是否考慮其他地區？</p> <p>(3) 美國火災文獻資料為 2000 年，建議更新至最近期的資料。</p>	<p>統計資料，納入本研究中。</p> <p>3.參照辦理。經查該文獻為每五年進行一次更新，2005 年尚未公佈。</p>
3	<p>經濟部標準檢驗局：</p> <p>(1) 一台電視機之消耗電功率為 100W 左右，若其全部轉換為熱能，其產生的溫度，與本案用 100~700°C 之火災試驗燃燒時間為 23.5±1 秒差異甚大，恐與實際不符。</p> <p>(2) 本案點火位置於電視機之左側外部，代表該 TV 係被延燒而不是火災之熱源點，本案從 PVC 外殼燒，更是不符實況。</p> <p>(3) 建議試驗前應先測量 TV 各部之溫升，以內部溫升之最高部分，以該 TV 可能產生熱源的熱量（故障時之短路）加於該部位，以符實際。否則燃燒此一電視機與燃燒一般廢棄物並無差異。</p> <p>(4) 燃燒時很壯觀，也很聳動，但是燃燒完了，其火災的原因，如何探討，難道只是專家、學者會議討論的結果，如此即失去研究案的目的。</p>	<p>1.本案主要探討電器（電視機）著火後，可能對建築物延燒危害情境的研究，而不在探討起火的原因。</p> <p>2.依據 CNS14545-8 標準，以針焰試驗適用在固體易燃材料上以評估危險性。</p> <p>3.4. 本案主要探討電器（電視機）著火後，可能對建築物延燒危害情境的研究，而不在探討起火的原因。</p>
4	<p>台北市政府都市發展局：</p> <p>(1) 研究者是對靜態的電視機從外殼點火引燃，亦未保持通電的情形。</p> <p>(2) 在密閉空間或空曠空間實驗真實性是否相同，建議</p>	<p>1. 本案主要探討電器（電視機）著火後，可能對建築物延燒危害情境的研究，而不在探討起火的原因。</p> <p>2.現階段測試單獨電視機成災之</p>

	<p>研究者要考慮電視機成災的環境問題。</p>	<p>危害程度，後續探討改善對策時會考慮一般電視機放置的環境。</p>
5	<p>台北市政府消防局：</p> <p>(1) 建議能否另調查全省各縣市之電器火災發生之資料，使研究成果更具代表性。</p> <p>(2) 建議研究對象能增列另一至二項電器，如火災發生率為第二高及第三高者（以桃園縣資料為例，可為冷氣機及飲水機），如此研究成果能更切合本研究案題目。</p> <p>(3) 前述兩項建議係以電”器”為主題，若之後主要研究方向係以電”氣”為主題為主，則第二項建議應予考量配線線路部分。</p>	<p>1.參照辦理。擬請本所發函至各縣市消防局，提供有關電器火災之統計資料，納入本研究中。</p> <p>3.參照辦理</p>
6	<p>中華民國建築學會：</p> <p>(1) 可參考電視機製造廠商之製造或維修資料。</p> <p>(2) 考量人為使用因素，如用電知識的不足或錯誤。</p> <p>(3) 考量室內裝修之材料等，可能助長火災延燒的因素。</p> <p>(4) 建議亦對其他電器之探討。</p>	<p>1.參照辦理。</p> <p>2.3. 現階段測試單獨電視機成災之危害程度，後續探討改善對策時會考慮一般電視機放置的環境及週遭裝修材料受延燒之可能性。</p>
7	<p>中華民國建築師公會全國聯合會：</p> <p>(1) 本研究應對「電氣」與「電器」的火災，再做詳細說明與界定。</p> <p>(2) 針對電視機做試驗，是否考慮其他電氣。</p>	<p>1.參照辦理</p> <p>2.今年度之研究範圍，暫以電視機為研究對象。</p>

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

8	<p>中華民國消防設備師(士)協會：</p> <p>(1) 本研究主題應優先定義「電氣」與「電器」之差異，作為研究之限制。</p> <p>(2) 電器設備測試樣品似可多樣化，以更貼近住宅生活用電起火之風險，電器用具之取樣應以耗電功率(發火潛能)高者為優先測試對象。</p> <p>(3) 測試實驗內容是否考慮器具與空間擺設相對關係或僅針對器具本體燃燒本質數據為調查記錄。</p> <p>(4) 電器火災發生之原因，應從其引火現象，再歸類其發生原因，以利找出防火對策。</p>	<p>1. 參照辦理。</p> <p>2.3. 現階段測試單獨電視機成災之危害程度，後續探討改善對策時會考慮一般電視機放置的環境及週遭裝修材料受延燒之可能性。</p> <p>4. 本案主要探討電器(電視機)著火後，可能對建築物延燒危害情境的研究，而不在探討起火的原因。</p>
9	<p>唐教授雲明：</p> <p>(1) 電視機製造廠商之產品追蹤資料(起火、爆炸)之資料應可蒐集作為研究之參考依據。</p> <p>(2) 為何單挑桃園縣消防局文獻，可考慮增加其他地區消防局文獻資料。</p> <p>(3) 多樣電器設備為何只針對電視機，請釐清。</p>	<p>1. 參照辦理。</p> <p>2. 參照辦理。擬請本所發函至各縣市消防局，提供有關電器火災之統計資料，納入本研究中。</p> <p>3. 依據國內外文獻及統計資料選擇電視基為本案研究對象。</p>
10	<p>邱顧問昌平(書面意見)：</p> <p>(1) 由預期完成之工作項目與具體成果看來，本研究較偏向“電視機火災危險性試驗與防災對策之研究”，其他電器火災僅點到為止。</p> <p>(2) 若仍不改計畫名稱，則應有一專章“一般住宅用戶對於電器火災之防治對</p>	<p>1.2 納入本文第五章之內容。</p>

	策”，綜合整理出參考文獻 22 篇之精華，並指導用戶在新建、使用管理及維修更新等之知識，如何使用參考文獻也宜述明。（註：未見台電之相關資料）	
11	<p>行政院災害防救科技中心：</p> <p>(1) 對於國內火災分析（電器部分）僅引用桃園縣資料，建議宜增加台北縣市、高雄縣市、台中市、新竹市等地。</p> <p>(2) 電器設備之定義宜採用各技師工會專業上之定義（P17）。</p> <p>(3) 本報告為期中報告，但僅見對實驗的規劃，對相關文獻回顧之分析可再補充，以作為後續研究之基礎。</p>	<p>1. 參照辦理。擬請本所發函至各縣市消防局，提供有關電器火災之統計資料，納入本研究中。</p> <p>2.3 參照辦理</p>
12	<p>陳組長建忠：</p> <p>(1) 家電請多注意新舊產品動態，如 TFT 的液晶電視價格以佔用空間普遍化，逐漸有取代 CRT 電視的傾向，其發火性狀，亦屬不同。</p> <p>(2) 電視機火災案例多，可能係其陳設與周邊易燃設施、構造多，而造成建築物火災，因此除收集案例內，宜補充現有電視機及周邊設施的現況調查。</p>	<p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 現階段測試單獨電視機成災之危害程度，後續探討改善對策時會考慮一般電視機放置的環境及週遭裝修材料受延燒之可能性。</p>
13	<p>何副所長明錦：</p> <p>(1) 本案的研究應放在改善技術與防治對策上，當電器發生火災後，探討起火後燃燒行為，造成的危害情</p>	<p>1. 遵照辦理</p> <p>2. 依據國內外文獻及統計資料選擇電視基為本案研究對象。</p> <p>3. 依據 CNS14545-8 標準，以針</p>

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

	<p>形，在建築方面有什麼對策？</p> <p>(2) 電器的選擇，應從發生火災的類別、頻率等統計資料，說明以電視機作電器火災對象之合理性。</p> <p>(3) 電器火災起火燃燒行為，在試驗作業上並不同於電視機內部自發性起火，有何影響及對策？內容亦應釐清。</p> <p>(4) 液晶、電漿電視未來將取代傳統電視，自發性起火是否容易，亦應釐清。</p> <p>(5) 是否依桃園縣消防局文獻資料項目中冷氣機部分列入考慮。</p>	<p>焰試驗適用在固體易燃材料上以評估危險性。</p> <p>4.納入第五章內容中討論。</p> <p>5.冷氣機起火機制亦屬於重視之課題，但今年度之計畫內容以電視機單一對象為優先考慮。</p>
--	---	---

附錄五 期末審查會議記錄

內政部建築研究所

本所 94 年度建築防火協同研究計畫期末審查會議記錄

- 一、時間：94 年 11 月 29 日（星期二）上午 9 時 30 分正
 二、地點：本所會議室（台北市敦化南路二段 333 號 13 樓）
 三、主持人：何副所長明錦 紀錄：詹家旺、謝煒東
 四、出席人員：沈教授子勝、張理事長子森、曾科長偉文、何教授三平、鄭教授紹材、蕭教授邦安、何副所長明錦、陳組長建忠、詹專案助理家旺、謝國防訓儲研究員煒東。
 五、業務單位報告：(略)
 六、計畫簡報：住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例
 七、審查意見(依發言次序)：

項次	審查意見	意見回覆
1	<p>沈教授子勝：</p> <p>(1) 預期成果 1~4 項，研究單位已達成相當程度，但第 5 項較缺乏，應有其困難性，建議研究單位參酌。</p> <p>(2) 有關美國、加拿大、芬蘭之統計資料（2000 年）建議引用較新的統計資料（可從網站上獲得）。</p> <p>(3) 以電視機說明本案研究題目應在研究限制上說明其原因。</p> <p>(4) P61 Fig4-15 和 Table4-3 之輻射編號請再確認。</p>	<p>1. 該文獻是 2004 年所發表，文中以引用 2000 年之數據作為討論。</p> <p>2. 在計畫題目後加副題方式，「--以電視機火災為例」。</p> <p>3. 「電氣」與「電器」已於第 22~23 頁中說明，本文再參考其他文獻資料，整理後修正。</p> <p>4. 在本研究所架設之熱輻射計，只有上方及四周共五支，無法外推至 1m。</p> <p>5. 「老舊」之定義或建議，本文應無足夠文獻與資料提出「老舊」之定義或建議，故將此建議刪除，以達研究之客觀性。</p>

	<p>(5) 有關”電器”與”電氣”在報告中應說明。</p> <p>(6) P73 第一節一文中提到”老舊”電視，是否提供使用者一個較為可參考之範圍。</p>	
2	<p>曾科長偉文：</p> <p>(1) 預期成果係以電視機火災為對象，由於研究報告題目為「住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究」，研究範圍要特別說明理由及限制，電器的選擇應從發生火災統計資料，說明以電視機作為電器火災之正當性，另亦應特別針對風險部分加以著墨（如電視火災佔電器火災之比例、造成人命及財產的損失，如量性分析困難，考慮用案例來說明），即使最後對人命財產造成損害的風險很低，對建築物防火安全建議有限，但結論可提供產品安全設計參考或提供改善電氣火災研究方式的參考，亦是很</p>	<p>1.在結案報告中參考辦理</p> <p>2.在本案之研究方向即以電視機起火後之火災性狀與危害度為探討主題，而造成起火之原因雖不相同即包含可能起自電視機內部，抑或外物侵入、外部起火。</p> <p>3.參考辦理。</p> <p>4.在結案報告中參考辦理</p>

	<p>好的研究；另結論及建議事項對他種電器、甚至「電氣」如線纜接續安全，應以有系統提供未來研究的具體建議。</p> <p>(2) 預期成果探討電視機造成火災之危險性評估，應以電視機內部及外部（液體流入機內、小蟲鑽入機內）起火要因、起火的熱源、所提供之可燃物材料（印刷電路基板（PCB）所使用酚醛樹脂製造的一種熱固性塑膠「電木」）及燃燒後火載量資料，以有系統的方式來探討；實驗分析的方式亦須符合實際情況，配合上述危險性評估分析狀況進行比對，對預期成果意義較大，但 TV 是起火源或為延燒物應須確認（本研究應為起火源為主）。</p> <p>(3) 預期成果以實驗分析探討電視機燃燒一些理化現象所造成的危害程度，建築</p>	
--	---	--

	<p>法或消防法多以人命安全為主要著眼點，而由報告中亦指出電視產生之”煙”毒性危害遠大於火害，惟研究之實驗結果中為予繼續交代呼應，例如煙成分有哪些會造成人命危害物質，這些物質在一居室內燃燒後，多少時間就超過人的容忍範圍等，此亦可再補強內容。</p> <p>(4) 預期成果探討住宅電器（電視機）火災防制對策，不同於建築材料，電器難以建築法或消防法來予以規範，但可從商減法確保產品安全著手；而建管及消防可利用相關資訊，指導用戶在新建、使用管理及維修更新等之知識來宣導推廣，因此在對三個不同主管機關，本研究應有更具體可行的對策建議。</p>	
3	<p>何教授三平： (1) 本計畫之研究成效頗佳，</p>	1.有關熱輻射之等高線，由於在

	<p>若能針對其火災成長曲線與溫度分析等曲線，進入更深入之探討，將使成效更加卓著。</p> <p>(2) 輻射熱之等高線分析若能製作提供參考，將有助於救災安全距離之說明比較。</p> <p>(3) P76 電視機上建議裝設火警探測器是否適當。</p>	<p>各方向只安排一測點，無法做出等高線圖。</p> <p>2.在結案報告中予以修正</p>
<p>4</p>	<p>中華民國產物保險商業同業公會：</p> <p>(1) 電視機外殼之厚度與幾何形狀對其引燃時間、燃燒率及熱釋放率皆有影響，是否有探討之要？</p> <p>(2) 電視機火災風險與房間尺寸、開口尺寸，其擺放位置等因素皆有密切關係，是否有探討之要？</p> <p>(3) 電視機火災頻率之變化，例如電視火災數與全國使用中之電視機數之比例為何，其發展趨勢為何，是否出險頻率逐年提高？在電器火災中是否具代表性？</p>	<p>1 本研究屬對電視機火災之危害做初探研究，樣本數皆未臻完備，本案中雖未考慮左列因素，若有後續研究者，可納入考慮。</p>

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

5	<p>中華民國電機技師公會全國聯合會：</p> <p>(1) 以電視機為研究對象而提出之電器火災防火改善技術與防制對策，而電視機發生之火災依各縣市消防局 91~94 年 6 月統計資料 104 件/3015 件等於 3.6% 之比例過小，是否形成以偏概全而有誤導結論之產生。</p> <p>(2) 依各縣市消防局 91~94 年發生電器火災電器分類中室內配線占 996 件、配電盤箱 110 件、延長線 453 件、電源線 922 件，這四類共 2481 件佔全部 3015 件比例為 82.3%，故應以這四類做研究，而其所作出之結論，對火災之防制才能成為有效之參考。</p> <p>(3) 建議下次研究能針對上述四類電氣火災作為研究對象。</p>	<p>1.「電氣」與「電器」已於第 22~23 頁中說明，本文再參考其他文獻資料，整理後修正。</p> <p>2.在計畫題目後加副題方式，「--以電視機火災為例」。</p> <p>3.若有後續研究者，可納入考慮。</p>
6	<p>林教授大惠：</p> <p>(1) 探討電視機引燃後其溫</p>	<p>1.參照辦理。</p>

	<p>度、熱釋放率及熱輻射，以及煙害危險程度研究內容具實際應用及參考價值。</p> <p>(2) 研究內容宜針對所試驗的10部電視，除了尺寸和重量資料分類外，可以針對材料、廠牌及型式作探討。</p> <p>(3) 未來可以考慮新進發展（未來可能廣為應用）的電漿電視、LED 電視進行火災試驗，測試其火載量及火災基本性質。</p> <p>(4) 未來應考慮測試其煙毒性，除了 CO 以外的鹵素煙毒。</p>	
7	<p>陳組長建忠：</p> <p>(1) 住宅電器在題目方向上已有討論多次，因此在題目上並無爭議。</p> <p>(2) 對於實驗部份雖不足以達到目標，但總體方向在統計資料上，配合國內住宅電器產生火災原因，以電視機為主要實驗對象，並以應用研究為方向。</p>	1.遵照辦理

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

8	<p>謝國防訓儲研究員煒東：</p> <p>(1) 廠牌不同所使用的材料差異性就很大，其發火之變化差異也會隨之不同，是否可以提出電視機尺寸與HRR、發煙的關係式？</p>	<p>1.參照辦理。 2.若有後續研究者，可納入考慮。</p>
9	<p>詹專案助理家旺：</p> <p>(1) 預期成果對電視機火災相關防制對策，只針對周圍使用耐燃材料、添加阻燃劑等部分，是否可對電視機外殼材料成分進行分析，建立材料物質安全資料表，以提供使用者一參考範圍。</p>	<p>1.參照辦理。 2.若有後續研究者，可納入考慮。</p>
10	<p>何副所長明錦：</p> <p>(1) 在住宅電器產生火災的原因，研究團隊係以電視機為主，題目未盡相符，請考量加註副標題或在研究範圍及限制上加以說明。</p> <p>(2) 電視機為起火源會延燒物發生火災時，對住宅火災有不同之，宜加強說明研究之設定情況。</p>	<p>1.遵照辦理</p>

	<p>(3) 研究成果可供商檢局、建管單位及消防單位參採者，請提出具體建議及對策。</p> <p>(4) 以上請依上述意見修正計畫書後據以積極辦理。</p> <p>(5) 與會專家學者建議與本所意見請研究團隊參採修正完成結案報告。</p>	
--	---	--

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

附錄六
電視機 TV0 試驗觀測紀錄

試驗日期： 94.08.04	溫度：30.5℃、溼度：79% 12 吋
時間 (h : min : s)	觀測紀錄
00 : 00 : 00	依 CNS14545-8 火災危險性試驗第二部：試驗方法第二章：針焰試驗相關規定，以針焰試驗儀提供標準火源進行試驗，點火位置於電視機左側。(見圖一)
00 : 00 : 30	塑膠受熱溶化並滴在秤重台上。(見圖二)
00 : 01 : 03	電視機引燃，將針焰試驗儀移除。
00 : 02 : 12	火焰聚集電視機左側燃燒並開始蔓延。(見圖三)
00 : 03 : 48	電視機背部全部陷入火焰，且開始冒出大量濃煙，火焰高度經目測約 30 公分。(見圖四)
00 : 03 : 53	第 1 次爆炸聲響。
00 : 03 : 56	零星爆炸聲響。
00 : 05 : 03	1 分 47 秒內約有 6 聲爆炸聲，且電視機螢幕出現裂橫。
00 : 06 : 50	電視機向背部方向水平倒下，有零星爆炸聲。(見圖五)
00 : 06 : 59	電視機陷入一片火海，有零星爆炸聲。(見圖六、圖七、圖八)
00 : 07 : 44	火焰燃燒旺盛，火焰高度經目測約 100 公分。(見圖九)
00 : 15 : 00	火焰逐漸減弱，濃煙減少。
00 : 30 : 00	電視機周圍已無火焰，僅剩中間部分繼續持續燃燒。(見圖十、圖十一)
00 : 43 : 06	燃燒結束，試驗終止，電視機可燃性材料已燃燒殆盡。(見圖十二、圖十三、圖十四)

圖一 試驗開始



圖二 試驗 30 秒



圖三 試驗 1 分 03 秒



圖四 試驗 3 分 48 秒



圖五 試驗 6 分 50 秒



圖六 試驗 6 分 59 秒



圖七 試驗 6 分 59 秒



圖八 試驗 6 分 59 秒



圖九 試驗 7 分 44 秒



圖十 試驗 30 分



圖十一 試驗 30 分



圖十二 試驗終止



圖十三 試驗終止



圖十四 試驗終止



附錄七

電視機 TV4 試驗觀測紀錄：

試驗日期：94.08.30	溫度：31.5℃、溼度：69%
時間（h：min：s）	觀測紀錄
00：00：00	依 CNS14545-8 火災危險性試驗第二部：試驗方法第二章：針焰試驗相關規定，以針焰試驗儀提供標準火源進行試驗，點火位置於電視機左側。（見圖一）
00：00：10	塑膠受熱開始冒煙。（見圖二）
00：01：15	電視機引燃，將針焰試驗儀移除。（見圖三）
00：01：50	塑膠受熱溶化並滴在秤重台上。（見圖四）
00：02：15	火焰聚集電視機左側燃燒並開始向上部蔓延。（見圖五）
00：03：17	電視機背部全部陷入火焰，且開始冒出大量濃煙，火焰高度經目測約 150 公分。（見圖六、七）
00：03：29	第 1 次爆炸聲響。
00：03：35	連續爆炸聲響約有 16 聲，有玻璃破碎聲。
00：04：00	電視機螢幕出現裂橫並有火焰竄出。
00：04：20	火焰燃燒旺盛，火焰高度經目測約 180 公分。（見圖八、九）
00；04：20	1 分 26 秒內爆炸聲約有 10 次。
00：06：38	電視機周圍陷入火焰同時間向前方方向水平倒下。（見圖十、十一、十二）
00：06：43	電視機陷入一片火海，火焰面積約 100 公分*80 公分、高度約 60 公分，並有大量濃煙及爆炸聲。（見圖十三、十四、十五）
00：26：17	電視前半部已無火焰，火焰逐漸減弱，濃煙減少。（見圖十六）
00：34：00	火焰漸漸熄滅，僅剩部分持續燃燒。（見圖十七）
01：14：00	僅剩微小火源。（見圖十八）
01：16：00	燃燒結束，試驗終止，電視機可燃性材料已燃燒殆盡。（見圖十九、圖二十、圖二十一）

圖一 試驗開始



圖二 試驗 10 秒



圖三 試驗 1 分 15 秒



圖四 試驗 1 分 50 秒



圖五 試驗 2 分 15 秒



圖六 試驗 3 分 17 秒



圖七 試驗 3 分 17 秒



圖八 試驗 4 分 20 秒



圖九 試驗 4 分 20 秒



圖十 試驗 6 分 38 秒



圖十一 試驗 6 分 38 秒



圖十二 試驗 6 分 38 秒



圖十三 試驗 6 分 43 秒



圖十四 試驗 6 分 43 秒



圖十五 試驗 6 分 43 秒



圖十六 試驗 26 分 17 秒



圖十七 試驗 34 分 00 秒



圖十八 試驗 1 時 14 分 00 秒



圖十九 試驗終止



圖二十 試驗終止



圖二十一 試驗終止



住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

附錄八

電視機 TV6 試驗觀測紀錄：

試驗日期： 94.08.31	溫度：29.9℃、溼度：78%
時間 (h:min:s)	觀測紀錄
00:00:00	依 CNS14545-8 火災危險性試驗第二部：試驗方法第二章：針焰試驗相關規定，以針焰試驗儀提供標準火源進行試驗，點火位置於電視機左側。（見圖一）
00:00:13	塑膠受熱開始冒煙。（見圖二）
00:00:53	電視機引燃，將針焰試驗儀移除。（見圖三）
00:01:51	塑膠受熱融化並滴在矽酸鈣板上。（見圖四）
00:02:15	電視機左側陷入火焰並迅速向上部蔓延。（見圖五）
00:03:00	電視機周圍圍繞塑膠受熱之熔滴。（見圖六）
00:03:17	電視機背部陷入火焰，且火焰旺盛並開始冒出大量濃煙，火焰高度經目測約 160 公分。（見圖七、八）
00:03:44	第 1 次爆炸聲響。
00:03:35	連續爆炸聲響。
00:04:11	巨大聲響。（較前者聲響大聲）
00:04:46	電視機背部機體部分塌陷。（見圖九）
00:05:20	電視機周圍全部陷入火焰，並有連續爆炸聲響。（見圖十）
00:05:47	電視機螢幕出現裂橫並有火焰、濃煙竄出。（見圖十一）
00:06:10	電視機向後方水平方向倒下。（見圖十二）
00:06:40	電視機陷入一片火海，火焰面積約 90 公分*90 公分、高度約 80 公分，並有大量濃煙及零星爆炸聲。（見圖十三、十四、十五）
00:06:40	火焰燃燒旺盛，火焰高度經目測約 140 公分，約有 17 聲爆炸聲響，部分碎片向外噴出。（見圖十六、十七）
00:20:33	火焰逐漸減弱，濃煙減少。（見圖十八）
00:42:13	僅剩餘焰燃燒。（見圖十九、二十）
01:37:51	燃燒結束，試驗終止，電視機可燃性材料已燃燒殆盡。（見圖二十一、圖二十二、圖二十三）

圖一 試驗開始



圖二 試驗 13 秒



圖三 試驗 53 秒



圖四 試驗 1 分 51 秒



圖五 試驗 2 分 15 秒



圖六 試驗 3 分 00 秒



圖七 試驗 3 分 17 秒



圖八 試驗 3 分 17 秒



圖九 試驗 4 分 46 秒



圖十 試驗 5 分 20 秒



圖十一 試驗 5 分 47 秒



圖十二 試驗 6 分 10 秒



圖十三 試驗 6 分 40 秒



圖十四 試驗 6 分 40 秒



圖十五 試驗 6 分 40 秒



圖十六 試驗 6 分 40 秒



圖十七 試驗 6 分 40 秒



圖十八 試驗 20 分 33 秒



圖十九 試驗 42 分 13 秒



圖二十 試驗 42 分 13 秒



圖二十一 試驗終止



圖二十二 試驗終止



圖二十三 試驗終止



住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

附錄九

電視機 TV8 試驗觀測紀錄：

試驗日期：94.08.31	溫度：30.4℃、溼度：78%
時間（h：min：s）	觀測紀錄
00：00：00	依 CNS14545-8 火災危險性試驗第二部：試驗方法第二章：針焰試驗相關規定，以針焰試驗儀提供標準火源進行試驗，點火位置於電視機左側。（見圖一、二）
00：00：05	塑膠受熱開始冒煙。（見圖三）
00：00：13	塑膠受熱融化並滴在矽酸鈣板上。（見圖四）
00：00：18	電視機引燃。（見圖五）
00：00：25	移開引火源。
00：00：50	火焰向前、後緩慢蔓延，熔滴並持續滴下。（見圖六）
00：02：46	電視機左側陷入火焰並緩慢向上部及右側蔓延。（見圖七）
00：04：29	電視機背部陷入火焰，且火焰開始旺盛、開始冒出大量濃煙。（見圖八）
00：05：07	玻璃破碎聲。
00：05：10	螢幕出現裂橫。
00：05：20	電視機周圍陷入火焰。（見圖九）
00：07：00	玻璃破碎聲。
00：07：03	電視機周圍陷入火焰，並開始向後傾斜。（見圖十）
00：08：08	火焰旺盛，經目測約 100 公分。（見圖十一）
00：09：35	電視機向後方水平方向倒下。（見圖十二、十三）
00：10：33	電視機陷入一片火海，火焰面積約 67 公分*70 公分、高度約 60 公分，且電視機周圍有黑色油漬。（見圖十四、十五、十六、十七、十八）
00：10：45	2 聲爆炸聲響。
00：23：26	火焰逐漸減弱，濃煙減少。（見圖十九）
00：28：10	電視機左側已無火焰。
00：35：16	僅剩電視機中間內部及右側悶燒
00：44：06	僅剩餘焰燃燒。（見圖二十）
00：52：51	燃燒結束，試驗終止，電視機可燃性材料已燃燒殆盡。（見圖二十一、圖二十二、圖二十三）

圖一 試驗開始



圖二 試驗開始



圖三 試驗 05 秒



圖四 試驗 13 秒



圖五 試驗 18 秒



圖六 試驗 50 秒



圖七 試驗 2 分 46 秒



圖八 試驗 4 分 29 秒



圖九 試驗 5 分 20 秒



圖十 試驗 7 分 03 秒



圖十一 試驗 8 分 08 秒



圖十二 試驗 9 分 35 秒



圖十三 試驗 9 分 35 秒



圖十四 試驗 10 分 33 秒



圖十五 試驗 10 分 33 秒



圖十六 試驗 10 分 33 秒



圖十七 試驗試驗 10 分 33 秒



圖十八 試驗 10 分 33 秒



圖十九 試驗 23 分 26 秒



圖二十 試驗 44 分 06 秒



圖二十一 試驗終止



圖二十二 試驗終止



圖二十三 試驗終止



住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

參考書目

中文部份

- [1] 內政部消防署網站 <http://www.nfa.gov.tw>，94 年 10 月。
- [2] 經濟部標準檢驗局，CNS14545-8「火災危險性試驗第 2 部：試驗方法第 2 章：針焰試驗」，90 年 6 月 7 日。
- [3] 郭恩書，住宅火災資料統計分析與對策，交通大學工學院產業安全與防災學程碩士學位論文，93 年 6 月。
- [4] 陳弘毅，火災學，鼎茂圖書出版股份有限公司，92 年 2 月。
- [5] 吳玉祥，消防工程，五南圖書出版股份有限公司，94 年 3 月。
- [6] 蕭江碧、陳金蓮、陳火炎，住宅電氣火災防範之研究，內政部建築研究所，89 年 10 月。
- [7] 楊在塘，電氣防火工程，中國建築工業出版社，北京，1997 年。
- [8] 教育部網站 <http://www.edu.tw/>，94 年 10 月。
- [9] 張寬勇、黃正義，都市老舊住宅社區火災防制對策及防火技術之研究，內政部建築研究所，89 年 10 月。
- [10] 聯合報聯合知識網，<http://udndata.com/>，94 年 10 月。
- [11] 顏世雄，漫談電氣火災，工業材料 116 期 P105~P111，85 年 8 月。
- [12] 方禎璋，都市老舊住宅社區火災防治對策之研究，台北科技大學土木與防災所碩士學位論文，89 年 7 月。

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

- [13] 蕭弘清，星星之火，起於「塵」!--線路積塵與電氣火災，消費者報導雜誌，90年10月。
- [14] 李育錫，電氣火災原因的調查，現代消防 P67~P72，89年9月。
- [15] 蕭江碧、黃正義、張寬勇、陳建忠，老舊住宅電線火災危險度調查分析之研究，內政部建築研究所，90年11月。
- [16] 何承璋，住宅電線火災防制對策之研究，台北科技大學土木與防災所碩士學位論文，91年6月。
- [17] 簡萬瑤，老舊住宅社區火災防救對策之研究，台北科技大學土木與防災所碩士學位論文，92年6月。
- [18] 經濟部標準檢驗局，CNS 3765「家用和類似用途電器產品的安全第一部：通則」，90年8月。
- [19] 經濟部標準檢驗局，CNS 14408「影音及其類似電子產品—安全規定」，93年10月。
- [20] 經濟部標準檢驗局，CNS14545「火災危險性試驗-第一部：評估電氣產品火災危險性的指引（通則）」，90年6月7日。
- [21] 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，84年。
- [22] 蕭江碧、鄭紹材，台灣地區住宅火災發生原因之探討，內政部建築研究所計畫成果報告，89年。
- [23] 蔡銘儒、何明錦，「水平防火區劃構件之防火性質與設置規定」，建築防火法規與技術應用研討會論文集，台北，91年。
- [24] 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，p4-1~p4-39，87年。
- [25] 呂明仁，建築裝修材料受區劃構件熱輻射著火之研究，中華大學營建管理研究所碩士學位論文，91年6月。
- [26] 劉益宏，建築裝修材料受區劃構件熱輻射著火之研究，中華大學碩士學位論文，91年6月。
- [27] 嚴定萍，建築材料著火性測試基準之應用研究，內政部建築研究所成果報告，85年。
- [28] 陳俊勳，建築材料著火性及燃燒性之研究，內政部建築研究所專題成果報告，82年。
- [29] 陳俊勳，室內裝修材料大尺寸耐燃性之探討，內政部建築研究所專題成果報告，85年。
- [30] 陳俊勳，壁裝材料大尺寸燃燒特性之研究，內政部建築研究所專題成果報告，86年。
- [31] 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報告集，台北，87年。
- [32] 劉祥輝，消防工程手冊，全華科技圖書股份有限公司，92年。
- [33] 徐國財、張立德，奈米複合材料，五南圖書出版股份有限公司，93年1月。

英文部分

- [34] U.S. Fire Administration/National Fire Data Center “Residential Structure Fires in2000” Topical Fire Research Series, Volume 3 – Issue 9 June 2004.
- [35] 美國聯邦消防總署網站 <http://www.usfa.fema.gov/>。
- [36] Council of Canada Fire Marshals and Fire Commissioners <http://www.ccfmfc.ca/>
- [37] The Singapore Civil Defence Force , <http://www.scdf.gov.sg>。
- [38] TUKES, “Televisions as a cause of fire” TV-Palo eng.p65, 2002.
- [39] National Institute of Standards and Technology (NIST) , 「REPORT ON A STUDY TO UTILIZE THE ICAL APPARATUS FOR THE DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF FIRE RESISTANT DURABLE AGENTS」 , U.S.A , 1999 。
- [40] Jukka Hietaniemi , Johan Mangs , Tuula Hakkarainen ,” Burning of Electrical Household Appliances An Experimental Study” , Technical Research Centre of Finland , 2001.
- [41] The Singapore Civil Defence Force , <http://www.scdf.gov.sg>。
- [42] V. Babrauskas , S.J Grayson,“Heat Release in Fires”,ELESEVIER APPLIED SCIENCE LONDON and NEW YORK,1992.
- [43] Margaret Simonson,Per Blomqvist,Antal Boldizer, “Fire-LCA Model:TV Case study, Swedish National Testing and Research Institute , 2000.
- [44] National Institute of Standards and Technology (NIST) , 「REPORT ON A STUDY TO UTILIZE THE ICAL APPARATUS FOR THE

参考書目

DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF FIRE RESISTANT DURABLE AGENTS」，U.S.A，1999。

住宅電器火災防火改善技術與防制對策之研究-以電視機火災為例

日文部分

[45] 岸谷孝一，建築防火材料，技術書院，日本東京，第5頁，1973。

[46] 日本總務省消防廳網站 <http://www.fdma.go.jp/>。