



經濟部標準檢驗局 103 年度

自行研究計畫

探討家電用商品安全預警機制—以比較
CNS國家標準電線電纜橡塑膠材質檢驗
方式

經濟部標準檢驗局 編印

中華民國103 年12 月31 日

本報告書僅供政府機關參考

請勿轉載

經濟部標準檢驗局 103 年度
自行研究計畫

探討家電用商品安全預警機制—以比較 CNS 國家標準電線電
纜橡塑膠材質檢驗方式

經濟部標準檢驗局台中分局 103 年度自行研究報告 提要表		填表人：楊承崇、黃昭貴 填表日期：103.12.30	
研究報告名稱	探討家電用商品安全預警機制—以比較 CNS 國家標準電線電纜橡塑膠材質檢驗方式		
研究單位及人員	台中分局第三課 楊承崇 黃昭貴	研究時間	自 103 年 01 月 05 日 至 103 年 12 月 31 日
報 告 內 容 提 要			
<p>一、 究緣起與目的：</p> <p>由於科技突飛猛進發展，人民生活水平提高，電氣產品已成為家庭民生必需品，由於大量運用及國人使用習性，往往使家電用產品造成家庭成員傷害的不安全設備，其傷害包括：火災、感電、電磁幅射、環境污染，嚴重威脅人民生命及財產安全。</p> <p>二、研究方法與過程：</p> <p>本報告係以CNS14952-1電氣絕緣材之耐熱性測定指引—第一部：老化程序與試驗結果評估之一般導引與CNS 14953 電氣絕緣系統評估與鑑定指引為基礎比較CNS 687 橡膠絕緣電線電纜檢驗法及CNS 689 塑膠絕緣電線電纜檢驗法之試驗與CNS3552 硫化橡膠物理試驗法通則比較電氣絕緣材材質在CNS檢測上之差異，探討家電用商品安全預警機制。</p> <p>三、研究發現與建議：</p> <p>電能與熱能等能源，雖提供人們生活的便利，但同樣也對人命有威脅性，在電氣安全上有部分的技術領域，如果國內的電氣相關法規，國家標準不能儘速修制定、引進類似AFCI的當時科技(state-of-the-art)在國內推廣，或以法規強制要求（或勸導）應用並依政府消保法告知或宣導正確的電氣安全資訊，以避免因用電不安全而使許多無辜的生命犧牲與財產的損失，本研究認為應比較相關國家標準修制定符合人民用電方式及電氣本身安全的一致性標準與檢測方法，亟為本局責無旁貸的責任。</p>			

目 錄

第一章 緒論.....	1
1-1 研究動機與目的.....	1
1-2 研究方法與範圍.....	2
第二章 電氣火災的探討.....	3
2-1 全國火災統計分析.....	3
2-2 美國電器火災統計研究.....	3
2-3 國內問題.....	8
第三章比較 CNS 國家標準電線電纜橡塑膠材質檢驗方式.....	10
3-1 環境因子.....	10
3-2 工作條件.....	10
第四章 結論.....	11

第一章 緒論

1-1 研究動機與目的

由於科技突飛猛進發展，人民生活水平提高，電氣產品已成為家庭民生必需品，由於大量運用及國人使用習性，往往使家電用產品造成家庭成員傷害的不安全設備，其傷害包括：火災、感電、電磁幅射、環境污染，嚴重威脅人民生命及財產安全；並藉由報章媒體誇張報導造成社會案件，影起社會大眾恐慌，嚴重影響政府機關公信力，隨著當前兩岸關係改善、經貿正常化之發展、以及兩岸即將簽署 ECFA 推動貿易自由化之趨勢，將可預期在兩岸商品貿易往來限制逐漸解除之同時，中國大陸之進口產品將逐漸增加。又根據歐美國家經驗顯示，於其境內發生的商品事故案件，幾乎有半數以上商品產地來自中國大陸。準此，可以想像一旦中國大陸商品進口的數量大幅提升，未來我國亦會面臨相同消費產品安全隱憂之問題，且對我國消費市場之安全性帶來一定衝擊。因此，我國政府在推動解除兩岸商品往來限制與市場開放政策的同時，對於消費商品市場安全問題，我國政府應同時給予關切並準備配套措施加以因應。

然而，我國現行不安全商品機制仍有強化之空間。我國目前針對不安全商品之規範，可分為事前檢驗與邊境以及境內措施。在事前邊境部分主要對「應施檢驗商品」有較為具體之規範，包括：「驗證登錄」、「監視查驗」、「逐批檢驗」；至於對「非應施檢驗商品」則以一般報關通關程序為之。在境內部份，我國對商品進入市場後的監督較為完整具體，設有事故通報、矯正或預防措施等設計、商

品事故通報機制。然而，境內部份之措施都僅屬於後市場措施，因此，為因應不安全進口商品之管理，我國政府除了可注重源頭管理，進一步強化我國不安全商品機制之外，尚可參考美國進口商品安全之作法與經驗，例如：加強相關主管機關之互助合作、建立統合完整及可追蹤之資料庫、以及透過與其他國家的雙邊資訊交流合作，如與中國大陸、美國、歐盟等各國建立商品安全資訊之合作機制，以真正達到有效管理即時監控，完善我國消費市場之保護。

1-2 研究方法與範圍

本報告係以 CNS14952-1 電氣絕緣材之耐熱性測定指引—第一部：老化程序與試驗結果評估之一般導引與 CNS 14953 電氣絕緣系統評估與鑑定指引為基礎比較 CNS 687 橡膠絕緣電線電纜檢驗法及 CNS 689 塑膠絕緣電線電纜檢驗法之試驗與 CNS3552 硫化橡膠物理試驗法通則比較電氣絕緣材材質在 CNS 檢測上之差異，探討家電用商品安全預警機制。

第二章 電氣火災的探討

2-1 全國火災統計分析

近年來全國火災次數及起火原因經消防署統計最多次數排行前幾名者如下表

1：

	火災次數總計	人為縱火	爐火烹調	菸蒂	電氣設備
99年	2186	274	96	167	742
100年	1772	184	78	103	640
101年	1574	205	76	131	508
102年	1451	210	63	135	508
103年	1417	213	69	146	451

表 1：99 年至 103 年全國火災次數及起火原因

單以 103 年火災起火原因分析，以電氣設備 451 次占第 1 位，占 31.8%；人為縱火 213 次第 2 位，占 15.0%；菸蒂 146 次居第 3 位，占 10.3%，縱觀歷年來統計電氣設備引發導致火災發生的原因都佔有極大值，因此消防署大力推動防範電氣火災安全宣導，其積極做為不可不讓身為主管機關的我們不重視。

2-2 美國電氣火災統計研究

美國保險商實驗所（Underwriters Laboratories，簡稱 UL）在 1992 年接受政府的消費品安全委員會

（Consumer Product Safety Commission，簡稱 CPSC）委託研究減少住家電氣火災的產品與技術，UL 確認最終可能導致引起住家火災的原因是被稱為「電弧事故（arcing faults）」的危害因素。（美國）州消防署署長全國協會（National

Association of State Fire Marshals，簡稱 NASFM）在後來的電氣火災原因調查研究報告也是指向「電弧事故」造成的相同結論。

美國國家消防協會（National Fire Protection Association，簡稱 NFPA）2001 年的「火災問題概觀報告」中詳細指出：每年平均發生 73,000 件住家電氣火災，這些火災造成 591 人死亡、1,400 人受傷以及超過十億美金的財產損失。這些火災有超過 40,000 個是可歸類為住家的電氣配線因素，而其中分析有 83% 原因是由電氣電弧（electrical arcing）造成的，雖然大部分火災的死亡者是發生在臥室，但 NASFM 統計指出 85% 的電氣火災起火點是在除臥室外的屋內其他地方。

NFPA 在最近 2008 年 3 月的「牽涉電氣配線及照明設備的住家建物火災」報告中指出；2002 年到 2005 年間全美平均估計每年有 20,900 件牽涉電氣配線及照明設備的住家建物火災，導致 500 人死亡，1,100 人受傷以及 862 百萬美金的直接財物損失。大約一半的火災件數被歸屬於電弧的因素點燃火災，起火點在客廳、休息室或小房間。

電弧現象

電弧一般定義為「電流穿過絕緣媒介發出輝光的放電現象」。專研火災鑑識調查的 NFPA 921 文件進一步區分電弧現象；如有許多被熔化金屬的微粒亮點從電弧發生點飛濺出則是火花（sparking）電弧現象。NASFM 將一般電弧分為「非接觸電弧」及「接觸電弧」兩種類型。「非接觸電弧」是在發生電弧地點的兩導體之間沒有直接的碰觸現象，NFPA 921 文件認為跨越很小的空氣間隙產生電弧放電至少要有

350V 的電位差，對於住家 120/240V 的系統電壓在正常情況下是不會發生的。也就是說「非接觸電弧」現象除非意外一般不會發生在住家中。

「接觸電弧」則是在發生電弧地點的導體之間包含有實際直接與間接碰觸過程的電弧現象，NFPA 921 文件稱之為分離電弧 (parting arc)，通常係指電流通徑被中斷時，在中斷的金屬間隙間引起短暫電弧放電現象，例如用電中器具的插頭被拔離插座或關掉 (turnoff) 開關時。另外一種分離電弧現象是發生在電線直接短路或接地故障時會產生有火花 (sparks) 的電弧放電現象。

非故意的電氣火災原因探討

排除故意的以及較不可能發生的電氣火災原因，一般電氣線路常見的例如鬆弛的接頭、未上緊的端子螺栓等電路接觸不良情況會造成接頭或螺栓發熱的現象，NFPA 921 研究這種狀況在 15 - 20A 電流的住家系統線路可能會產生達 30 - 40W 的熱接點，甚至低至約 1A 的電流情況也會有熱接點發生。但認為這些接點一般都封閉在盒子或器具內，除非附近恰巧有易燃物，否則通常不具危險性。

NASFM 則認為電弧事故會以「串聯」或「並聯」其中的一種方式在線路上發生。

「串聯」是指電弧發生點的事故電流通徑是與線路負載形成電路的「串聯」關係，此時串聯電弧事故的電流是受到負載的限制。例如照明開關的開或關，或者電器引線被拉出電源插座時，在開關接點或插頭接觸點都會發生屬於串聯電弧的現象，這部分的電弧因為是典型的電流低且時間短，除非附近有可燃的氣體存在，一般也不具危險性。另一種「並聯」電弧是指電弧發生點的事故電流通徑是與線路負載形成電路的「並

聯」關係，通常是在帶有電壓的相對極性導體之間（包括相線對地線）發生有「不故意的」電流通途徑時，事故發生點可能會有大量事故電流（即系統的有效短路電流）而產生點燃可燃物高溫的火花電弧，特別是早期的不穩定事故狀況所發生的電流值可能不足以達到一般住家電氣安全保護裝置的過電流（或短路）保護切斷設定值，所以這些保護裝置並不會動作以切斷線路電流，但這時的事務電弧發生點卻可能產生足以引燃周邊物質的溫度，往往在保護裝置尚未動作之前就已釀成火災事故，NFPA 921 文件曾提及僅耗數瓦電力的手電筒小燈泡，其燈絲即可產生超過 4,000°F (2,204°C) 的溫度，而「並聯」電弧事故所耗電力絕對遠大於數個瓦數，所以是最危險的。這種「並聯」電弧事故已經在許多美國火災研究場面中被觀察到（網路上也有類似實境模擬影片可看到），多年來消防救火機構都將此視為電氣直接短路的現象，這是傳統住家電氣安全保護裝置對電氣火災保護長久以來所做不到的地方，但近年來隨科技的進步早已有了新的突破。

美國電氣法規的規定

1999 版美國國家電氣法規（NEC）第 210-12(A)節首先定義「電弧故障斷路器（Arc-Fault Circuit Interrupter，簡稱 AFCI）是意指提供經由辨識獨特的電弧特性以及當偵測到電弧故障時，靠行使線路停電的作用，免除電弧事故影響的一種保護裝置」。接著第 210-12(B)節住家單元規定：裝設在住家「臥室」的所有供電單相 125V 15 與 20A 插座的分支回路必須由 AFCI 保護，自 2002 年 1 月 1 日起生效。2002 版與 2005 版的 NEC 相同條文對 AFCI 要求不變，僅內容文字稍有增註修改，但最值得注意的是在 2008 版中第 210-12(B)節住家單元擴大規定：裝設在

住家內休息室、餐廳、客廳、起居室、圖書室、小房間、臥室、日光室、娛樂室、密室、玄關或類似房間或區域的所有供電單相 120V 15 與 20A 插座的分支回路必須由結合型 (combination type) AFCI 防護以提供分支回路的保護。

AFCI 功能說明

AFCI 被專家譽為是自「接地故障斷路器」(Ground Fault Circuit Interrupter, 簡稱 GFCI, 俗稱漏電斷路器) 發明使用 30 多年以後, 保障用電安全的再度重大發明。AFCI 的設計是藉由內部電子電路持續地監視負載電流在正常的流動中是否有異常的電弧情況。一旦偵測有異常的電弧情況, 在 AFCI 內部的控制電路會跳脫內部接點而使斷路器中斷停電, 因此減少電氣火災發生的可能。

一個正常工作的 AFCI 對在正常電弧狀況例如當開關啟開或插頭拔離插座時的串聯電弧狀況是不會產生跳脫。但 AFCI 對所有線路中與負載並聯的任何點包含分支延長線路的對地異常電弧, 也就是前述的「並聯電弧」現象都會有保護跳脫的防備作用。唯 AFCI 對於例如導線之間絕緣劣化形成高阻抗接觸 (即高阻抗短路) 與對地洩漏電流 (即高阻抗接地) 等早期故障現象以及常有的接觸點發熱情況是可能不會有反應, 因為在本質上與開關操作引起的低電流串聯電弧現象難以區別, 這是 AFCI 技術目前仍存有美中不足的地方。AFCI 相關資料, 可自行網路下載公益組織的美國國際電氣安全基金會 (Electrical Safety Foundation International, 簡稱 ESFI) 有關 AFCI 的宣導影片

(http://www.esfi.org/documents/AFCIAwareness4-18-08_000.wmv) 了解實況。

2-3 國內的問題

媒體每隔一陣子都會有疑似「電線走火」奪去多少人命財產的火災新聞報導，一再的上演，電氣火災儼然成為住家電氣安全的隱藏禍首。然國內雖無老屋配線較易引起電氣火災這方面的統計資料，但個人認為國內應也有類似問題，特別是三、四十年以上老屋的屋內配線系統，當時使用的配線絕緣材質、線徑、施工法等等經過多年後是否今日還堪稱安全？

不過美國防範電氣火災的討論資料中有關「電線延長線的泛濫」與「老舊房屋配線」的問題，個人認為國內也應有相同的問題值得注意。「電線延長線的泛濫」是由於用電器具的增加以及房間內插座不足或設置位置過遠等因素造成的，但一般延長線係屬臨時設施並未固定又暴露在外（未敷設在管路中或無電纜般的厚絕緣），容易因各種外在原因而使絕緣外皮受損劣化，許多國外宣導資料列舉的電氣火災形成原因大多國內都適用，當然就如國外資料指出如果使用者不常檢查注意；這些狀況可能經過數年或者僅需數秒之間即可形成電弧火災事故，因此 AFCI 技術可能是最簡單的解決方法。

至於「老舊房屋配線」的問題是因為老房子配線會有氧化銹蝕、接頭鬆弛、導線絕緣老化（易脆裂）、早期使用較小線徑、後期電氣負載增加、擅自擴充線路與插座、早期裝設方式不符今日安全規定等等形成不安全的配線狀況。根據美國的人口調查局（Census Bureau）的資料：美國國內一半的住家是建造於1973年以前。美國政府 CPSC 機構在1990年對住家電氣配線系統火災的流行症狀研究；85%的這類火災發生在超過20年的老屋。尤其是 CPSC 估計在1965到1974年間約有2百萬住

家屋內是採用鋁線配線更增加許多電氣火災的風險。美國的電氣專家也認為1960年以前的配線幾乎已屆配線的功能預期壽命，因此ESFI在2003年5月即鼓勵美國40年以上老房子的屋主，要雇請合格電氣人員檢查屋內配線或更新配線以及考慮加裝AFCI裝置以避免可能的電氣災害。老屋配線全面更換已被美國的專家認為是新的急待解決的國家社會問題了，因為這項措施牽涉的可能是社會弱勢族群問題，而不是單純電氣法規所能解決的。

在電氣安全上有部分的技術領域，如果國內的電氣相關法規，國家標準不能儘速修制定、引進類似AFCI的當時科技（state-of-the-art）在國內生根，以法規強制要求（或勸導）應用並依政府消保法告知或宣導正確的電氣安全資訊，以避免因用電不安全而使許多無辜的生命犧牲與財產的損失，個人認為比較相關國家標準修制定符合人民用電方式及電氣本身安全的標準與檢測方法，亟為本局責無旁貸的責任。

第三章 比較 CNS 國家標準電線電纜橡塑膠材質檢驗方式

CNS 14953 電氣絕緣系統評估與鑑定指引於附錄 B 規範電氣設備中絕緣之相關工作條件與重要因子之列表，列表分五大項：溫度因子、電氣因子、環境因子、機械因子及工作條件，本研究僅以環境因子及工作條件做比較。

3-1 環境因子

環境因子包括：空氣、氧、氫、氮、惰性氣體、六氟化硫、各種腐蝕氣體、真空、潤滑劑、絕緣液體、水分、半導體性塵粒、塵粒與沙粒、真菌、嚙齒動物、白蟻、濕氣等。然而對於影響橡塑膠材料龜裂、脆化性的臭氧及紫外光線，以及會影造成電位腐蝕(陰極腐蝕、陽極腐蝕)的鹽分及酸鹼性液體浸漬試驗等，卻不在列表中殊為可惜。雖然於 CNS 687 橡膠絕緣電線電纜檢驗法有說明臭氧試驗，但於 CNS 689 塑膠絕緣電線電纜檢驗法則無著墨。

3-2 工作條件

工作條件包括連續性、短時間、間歇性、間歇性啟動與電氣制動等。CNS 687 橡膠絕緣電線電纜檢驗法及 CNS 689 塑膠絕緣電線電纜檢驗法之試驗時間，分別於 90°C~250°C 有不同加熱時間自 48~120 小時，但 CNS3552 硫化橡膠物理試驗法通則其規範溫度條件為-80~300°C 時間由 100~1000 小時，這些是 CNS 687 橡膠絕緣電線電纜檢驗法及 CNS 689 塑膠絕緣電線電纜檢驗法之試驗溫度與時間所不足的。

第四章 結論

電能與熱能等能源，雖提供人們生活的便利，但同樣也對人命有威脅性，在電氣安全上有部分的技術領域，如果國內的電氣相關法規，國家標準不能儘速修制定、引進類似AFCI的當時科技（state-of-the-art）在國內推廣，或以法規強制要求（或勸導）應用並依政府消保法告知或宣導正確的電氣安全資訊，以避免因用電不安全而使許多無辜的生命犧牲與財產的損失，本研究認為應比較相關國家標準修制定符合人民用電方式及電氣本身安全的一致性標準與檢測方法，亟為本局責無旁貸的責任。