



經濟部標準檢驗局 101 年度

自行研究計畫

報告書編號：101BSMI-16

家電產品安全性退化失效分析技術 之研究與運用

經濟部標準檢驗局臺中分局 編印

中華民國 102 年 1 月 18 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 101 年度研究報告提要表			填表人：王宏魯 填表日期：102.1.22
研究報告 名稱	家電產品安全性退化失效分析技術之研究與運用		
研究單位 及研究人員	臺中分局(第一課) 王宏魯、韓品翊	研究 期程	自 101 年 02 月 01 日 至 101 年 12 月 31 日
報 告 內 容 提 要			
一、研究緣起與目的 有鑑於全球貿易自由開放、市場競爭日趨激烈及消費權益意識高漲，使得我國家電產業之內外銷市場面臨需與低價、高技術或新穎概念之家電產品競爭，特別是自我國加入「世界貿易組織」(WTO)與簽訂「兩岸經濟合作架構協議」(ECFA)後；為協助家電製造業者於此艱困環境下永續經營，並建立未來家電產品的發展前景，此刻唯有著重自我加強研發能力，研發具備足夠「安全性」(Safety)與「可靠性」(Reliability)的產品，才能有長期的市場價值及競爭力。 再鑑於家電產品製造技術不論多先進，在其產品之製造、測試、檢驗、運輸、倉儲、使用及維修保養等各個環節都會面臨一系列的風險；且家電產品及其內、外部組件或材料，經過一定時間、次數的正常使用后，會導致其安全性或/及可靠性將有所下降，不合法規、標準與規範的要求。是以，論家電產品的安全可靠，一般都要有個使用生命底線限制性要求，使家電產品之消費使用安全獲得合理預期的保障，確保家電產品使用的安全及消費者的權益。但目前國內尚無此方面指導原則的提供及其相關的分析技術的開發。 綜上所述，並考量國際貿易自由化的變動趨勢及家電相關技術已達成熟階段，可知欲維持或提升我國家電業者競爭力的不二法門，其關鍵點應在於加強產品安全性與可靠性的提升，並將其貫穿於產品之開發、設計、製造、測試、檢驗、運輸、倉儲、使用及維修保養等各個環節，如此則可協助家電業者建立其永保利基的核心專長，放眼國際市場，並開拓出嶄新的局面。本研究基於此動機，針對家電用品退化失效模式的理論與技術進行探討，以協助企業經營者及管理監督者尋得提高產品安			

全性與可靠性的有效途徑，達到大幅提升家電產品品質，提供與滿足消費使用者、企業經營者及管理監督者對家電產品安全可靠性的要求與期望，並進而增加其產品國際競爭力。

二、研究目標與限制

本研究計畫基於上述目的與重要性，研究重點擬針對家電產品「安全性退化失效」推論的分析理論與應用技術進行基礎探討，因研究期程較短且能投入時間少，僅進行概略性研究分析，最後進行最佳化整合於家電產品應用。茲將研究目標設定如下四點：

(一) 產品失效分析內涵及其理論之研究

儘管今日科學昌明、儀器設備發達、製造技術高超，但產品失效事件仍然經常發生；也就是說，任何一種產品，只要使用就存在失效的可能。家電產品出現非期望問題之失效分析及其應用研究，隨著近年來種類龐雜家電產品的廣泛使用，以及多起重大經濟損失和人身傷亡事件，已受到家電產品製造與驗證界日益增長的關注。因此，對家電產品失效的內涵及其科學理論有效掌握和理解，如**產品失效學、產品失效與事故特徵與其分析、家電產品失效的評估方法與程序、未來家電產品失效分析工作的機遇與挑戰**等面向研析，是非常重要之舉，將更顯見其時代效應，也必能針對商品失效及其事故問題提供事半功倍之效果，從而達到矯正與預防產品失效的目的。

(二) 家電產品安全性退化失效分析方法的研析

鑑於家電產品及其內、外部組件或材料，經過一定時間、次數的正常使用後，會導致其安全性將有所下降，不合法規、標準與規範的要求。是以，論家電產品的安全性，一般都要有個使用生命底線限制性要求。為提升產品品質及強化其競爭力，深入掌握其合理之安全性保持年限，以兼顧消費使用者、企業經營者與管理監督者之期望與需要，有其必要性與重要性。此部分主要基於「**產品失效分析內涵及其理論**」之研究的指導下，對家電產品安全性退化失效分析方法展開分析，研究範疇包括**產品品質內涵與影響因素、產品生命週期理論的研究與應用、產品品質特徵退化失效建模與分析**等內容研析，期能有效率有效益運用與實施使用失效知識進行家電產品安全性控制。

(三) 基於退化失效知識的家電產品安全性控制方案

鑑於在全球貿易自由開放、市場競爭日趨激烈及消費權益意識高漲的浪潮下，藉由產品的安全性退化失效分析技術解決其實際使用問題，如評估產品的安全可靠、合理安全使用期限等，可滿足消費使用者(指購買產品的顧客)、企業經營者(指產品之進口者、產製者、銷售者)及管理監督者(指產品主管機關、驗證機構)對產品的期望與需求。因此，此相關分析技術之研究與應用，已成為國外電器工廠及研究部門的一項重要工作。此部分基於「家電產品安全性退化失效分析方法」的指導下，對基於退化失效知識的家電產品安全性控制方案進行戰略研析，進而有效率進行產品的安全性退化失效分析技術之發展與應用。研究範疇包括其**安全性退化評估指標與測試方法、安全性退化失效模型的建立與運用、安全性退化失效分析測試技術與方案的運用、安全性退化失效分析測試、安全性退化失效分析評定報告**等內容。

(四) 退化失效分析技術於家電產品安全評估與技術發展

此部分主要基於上述「家電產品安全性退化失效分析方法的研析」及「基於退化失效知識的家電產品安全性控制方案」之研究成果的主要內容，以電風扇產品及其內、外部組件或材料為例，研析基於退化失效分析技術之新產品安全評估與技術發展的可行性策略，如**確立產品其安全使用年限相關的術語和定義、使用壽命分析與預測技術開發與應用、發展產品的安全使用年限評估之理論方法與制定準則、考量產品退化失效之安全可靠設計方法、以及產品風險管理制度建立與實施**等措施，期以有效益提升家電產品之安全性、可靠性與競爭力。

本研究雖力求完整，但仍有下列四點研究限制：

- (一) 由於家電產品安全使用年限、商品安全失效管理等文獻資料相當的少，以及鑑於目前評價家電產品安全可靠方面尚難以取得確實可靠的實驗依據。所以過去文獻缺乏及執行案例不多，限制了可供參考文獻與基礎資料的來源。
- (二) 商品是一個動態的概念，是為在市場上交換而開發、設計和生產的各種各樣的產品，家電產品的種類繁多，內容包羅萬象，個案

分析的結果，易有代表性不夠周延的限制。

- (三) 家電產品的安全使用年限之分析與推論，所牽涉的範圍極為廣泛，本計畫擬研究的範圍侷限於產品的安全性與可靠性出現問題之分析與推論。
- (四) 由於執行成效須經由較長的時間持續研究觀察，有鑑於時間之限制，故本研究僅能以本身於產品測試、驗證、以及管理系統驗證之經驗與主觀意識，作為結果成效的預估評定，以探討基於退化失效分析技術於家電產品安全評估與技術發展的可行性應用策略，如安全使用壽命分析與預測、安全使用年限制定或評價指導原則、安全可靠設計方法、以及產品風險管理制度。。

三、研究方法與過程

本案所採行的研究方法如下：

- (一) **二手資料的蒐集**：本案首先進行產品的安全使用年限之調查，並針對商品學、商品檢驗、商品監管等面向進行相關法令規章與文獻的蒐集與彙整，作為本研究之基礎資料。透過法令規章與相關文獻探討，作為了解家電產品的安全使用年限課題之入門。
- (二) **分析提出最佳化**：根據二手資料蒐集所獲得的資訊，深入研析家電產品的安全使用年限研究之原理與方法，與其可運作和發展的面向後，結合小組成員於產品、管理系統驗證的知識與經驗提供建議方法；期能因而建構一個以「產品的安全使用年限」（即產品的失效危害預防）概念為基準的「產品安全設計方法」及「產品驗證風險管理」最佳化策略應用，以提升家電產品安全驗證的效益，強化家電產品安全管理的效能，進而提升其品質與競爭力。

本研究為有效達成前述各項工作內容，在研究工作進行的過程上分為以下幾個部份：

- (一) **研究主旨及內容確立**：確立本研究各項工作內容及研究主軸。
- (二) **二手資料的蒐集與分析**：針對家電產品之安全性要求、退化測試、失效鑑定、產品安全驗證等各種法令規章、相關研究論述等進行彙整及分析。

- (三) **基礎研究工作的執行**：針對商品品質要求、產品退化失效分析、安全可靠性風險、產品使用生命週期、產品測試與驗證等理論與方法進行研究，以有效且完整地將產品的退化失效之研究及其理念，融入到家電產品的設計、開發、生產和管理中。
- (四) **應用發展面向分析**：針對家電產品之安全性退化評估指標與測試方法、安全性退化失效模型的建立與運用、安全性退化失效分析測試技術與方案的運用、安全性退化失效分析測試、以及安全性退化失效分析評定報告等進行分析與探討，期能有效應用與發展家電產品的退化失效分析之理論與方法。
- (五) **可行性方法的提出及其應用**：針對家電產品之安全使用年限相關的術語和定義、使用壽命分析與預測、安全使用年限評估、安全可靠性設計及失效風險管理等內容進行研究、應用與整合，並研提可行性方法，期以產品退化失效分析的理念來整體性、系統性及有效性提升產品其安全性與可靠性效益，進而提升其品質與競爭力。
- (六) **結論與建議**：依照研究內容所規劃與分析的研究結果，提出適當的結論與建議，期能達成本案預期研究目標。

四、研究發現與建議

綜合本研究小組近一年來研討「**家電產品安全性退化失效分析技術之研究與運用**」的發現與建議整理如下：

(一) **研究發現**

1.關於產品的使用價值意義

產品是一個動態的概念。在不同的時間、不同的歷史條件下，對產品的內在品質及外在樣式都有不同的要求。產品使用價值的具體展現是產品品質，故提升產品競爭力的著眼點，應是解決消費使用者、企業經營者對產品品質的要求與期望，例如對產品安全性與可靠性的要求與期望。

2.關於產品退化失效分析的意義

「產品退化失效分析」係為識別產品隨著使用時間的增加，表徵

其品質特徵參數出現退化（下降）的情形，以及這產品某品質特徵參數不斷退化並超過其規定範圍時，已發生或可能發生失效，而導致不期望的事故產生，如造成人員傷害、財物損壞或環境污染的已知或潛在的不安全因素之相關風險，進行調查及分析其發生原因，進而主動改正與矯正，並有效監測、控制預防這些風險。產品退化失效分析可運用在解決管理監督者、企業經營者或消費使用者對產品之期望與需求，如管理監督者擬定市場產品管理政策之參考、提升產品品質及強化其競爭力、解決消費爭議等等。

3.退化失效分析是全面品質管理中必不可少的重要環節

任何一次失效，都是可以視為產品或服務在規定條件下，所做的一次最真實、最可靠的試驗結果。藉由退化失效分析作業，判斷失效的模式與原因，找出造成失效影響因素及其薄弱環節所在，從而改進有關人員、設備、方法、環境條件等，提高產品或服務品質。因此，它是對開發、設計、製造、測試、檢驗、使用、運輸、倉儲及維修保養等各個環節之最終最有效的評定結果。退化失效分析恰似一面鏡子，不斷反映產品或服務所固有的以及品質控制中的薄弱環節與缺陷程度。

4.退化失效分析是可靠性工程的技術基礎之一

可靠性是衡量產品或服務品質的關鍵指標，其相關技術也是品質保證的核心方法。以資料分析面向的可靠性分析，雖然可以得到產品或服務可靠性的各種特徵參數，以及過程中內在的、本質的必然的關聯，但無法回答產品或服務是怎樣失效及其為什麼會失效？它主要是處理失效後和壽命問題，並從開發、設計階段防止缺陷及進行可靠性設計和預測。有效益進行可靠性分析的前提之一，就是確認產品或服務是否失效，分析產品失效類型、失效模式和機理。因此，可靠性分析作業就必須結合退化失效分析辦理，退化失效分析的成果和資訊係為可靠性分析必不可少的訊息基礎，並建立以退化失效分析為基準的稽核程序、矯正與預防程序。

5.退化失效分析是安全工程的重要技術保證之一

安全問題對於人類的重要性是在社會的不斷發展中被人們所認識的，它主要具體展現於「經濟損失大」、「社會影響大」及「影

響週期長」在三個方面。經濟損失大：事故是發生安全問題主要的表現形式，無論是企業、家庭還是整個人類社會，事故所造成的經濟損失都是相當巨大的、有些甚至是無法彌補的；社會影響大：因事故的發生而造成的家庭破裂、企業解體等類悲劇數不勝數，甚至對國家所造成的負面影響是相當大的，有些甚至引起社會的不穩定，使國家在世界上的聲譽下降；影響週期長：事故的發生所造成的影響絕非短期內就能消除，往往會在人們心頭留下長期的抹不去的烙印，使相關人員心理上的陰影難以拂去。我們知道，許多事故是產品或服務失效引起的。安全系統工程的主要內容包括安全分析、安全評價和安全措施。退化失效分析可以找出薄弱環節與缺陷程度，查明不安全因素，發現事故隱患，預測由失效引起的危險，提供優化的安全措施。因此，它是安全工程強有力的技術保證之一。

6.退化失效分析是維修工程的理論基礎與指導依據

產品實施維修(維護與修理)機制之目的係預防「失效」問題發生，確保產品應有的(規定的)功能，並排除失效問題，使產品恢復所規定的功能，時時處於「良好」狀態。目前形成科學的維護規章或發展了先進的修理技術，大部分皆是來自於對失效問題分析其結果實踐，如提出了以可靠性為中心的維修思想，它實質上係依據產品本身的固有可靠性特性和產品使用可靠性，結合產品的失效規律和機理，採用科學的分析方法，僅作必要的(視情況的)維修工作。其關鍵就是把失效維修作為中心環節，根據失效維修的結果，確認造成產品失效原因與狀態(性質、程度和後果)，從而採取不同的修理方式，如不必修理、換件修理等等。綜合所述，即涉及全面的品質管理、可靠性、安全、維修四大工作中，退化失效分析具有不可替代的、舉足輕重的地位和作用。

7.退化失效分析可產生巨大的經濟效應和社會效益

藉由退化失效分析可以避免同類事故再次發生，是保障人民生命財產安全的利器，是推動科技進步的強大動力，並可提升產品品質與競爭力。在退化失效分析基礎上，不斷發現新的失效模式和機理，摩擦學、腐蝕學、疲勞學、斷口學、電子金相學、痕跡學

等等工程學科得以迅速發展；新技術、新工法、新程序、新材料、新方法等等得以廣泛的推廣和應用。除此之外，退化失效分析在加強社會、經濟、技術監督，保護消費者權益方面可以並且將發揮更大的作用。

8.家電產品的安全使用年限之探討與制定

各式各樣產品都是有個使用生命底線限制性要求（使用期限或使用年限），家電產品也不例外。超過「生命底線限制性要求」的家電產品就有發生自燃、爆炸、漏電等事故風險，進而造成財物損失、人身傷亡之憾。因此，基於消費使用者、企業經營者及管理監督者之期望與需求，建立及實施一個有關「家電產品的安全使用年限」評價指導原則，其重要性可想而知。

9.家電產品的安全使用年限之訂定準則

非常可惜，目前國內尚未建立家電產品之安全使用年限的準則及其相關的分析技術。鑑於家電產品製造技術不論多先進，在其產品之製造、測試、檢驗、運輸、倉儲、使用及維修保養等各個環節都會面臨一系列的風險；且家電產品及其內外部組件或材料，經過一定時間、次數的正常使用後，會導致其安全性或/及可靠性將有所下降，不合法規、標準與規範的要求。是以，論家電產品的安全性，一般都要有個使用生命底線限制性要求，使家電產品之消費使用安全獲得合理預期的保障，確保其產品使用的安全及消費者的權益。但目前國內尚無此方面指導原則的提供及其相關的分析技術的開發。

10.家電產品的安全使用年限之評估指標範疇

評估家電產品的安全使用年限之指標範疇，其內容概略包括風險評估（安全性）、可靠評估（可靠性）兩部分。其中風險評估係指導識別、控制或預防家電產品所存在危害風險程度，而可靠評估係指導家電產品的高品質設計、分析和管理的。至今我國家電產品之風險評估、可靠評估的研究，無論是在理論上還是在技術上，發展遠遠不及歐、美、日等發達地區。為與其並駕齊驅，應加強我國產品的風險評估、可靠評估等原理與方法之研究，將可讓標準更具效益；降低產品創新和安全規範的依存性；賦予產品技術

創新更寬廣的空間；落實安全、可靠考量於設計、生產製程；避免產品安全性預防事故發生；進而有效降低企業經營者和管理監督者的營運成本，使其能遊刃有餘地面對現代化、多樣化的市場環境。

11.家電產品的安全使用年限之評估測試範圍

論家電產品的安全使用年限之評估測試範圍，其內容概略包括退化失效測試、失效特徵量統計兩部分。實際家電產品及其內外部組件之退化失效測試的範圍非常廣泛。廣義而言，凡是與產品其安全性與可靠性有關的測試，皆可稱為退化失效測試。通用的家電產品退化失效之基礎測試，主要有機械應力測試、環境應力測試和電應力測試等三大類。這些最基本的測試作業係各自獨立，當將其依期望與需求而組合後，便衍生構成不同的進階退化失效測試。

12.提升家電產品的品質與競爭力之動力

超過家電產品的「生命底線限制性要求」，就有發生自燃、爆炸、漏電等事故風險，進而造成財物損失、人身傷亡之憾。解決家電產品安全性驗證要求，以及其對策問題最有效且經濟的方法，即是透過產品退化失效危害預防機制，發展「最佳排除性設計」方法，以降低家電產品創意研發和後續安全規範之間的依存性。此舉可有效降低企業經營者的營運成本，提升產品品質與競爭力。

(二) 研究建議

1.家電產品的安全使用年限之驗證方法的建議

產品之安全性取決於使用者、產品品質及環境因素動態平衡。因此，家電產品的安全使用年限之訂定原則，建議基以家電產品「安全性要求」進而推論，即應依據「家電產品的安全性技術法規及其相應之特殊要求」(強制性驗證要求)據以執行驗證。以電風扇為例，單相交流 300V 以下者，其產品安全性技術法規及其相應的特殊要求，為 CNS 3765 (94 年版)、IEC 60335-2-80 (2004-03) 檢驗標準。

2.家電產品的安全性退化失效之評估方法的建議

典型家電產品的結構組件，包括動力、傳動、運行、控制、保護、輔助等內外部裝置或系統。就其產品本身及其內外部組件間相互關係，實際有關家電產品的安全性退化失效評估的範圍是非常廣泛。廣義而言，凡是與家電產品其安全性與可靠性有關的測試，皆可稱其為退化失效之評估方法。目前為止，有關產品安全性的底線限制之運作次數與時間的測試依據（本研究報告稱為「家電產品的安全可靠評價方法」）國內尚無此方面指導原則的提供及其相關的分析技術的開發。建議必須加強此面向原理與方法之研究，讓關係產品之品質與競爭力的要素之一：「使用年限」，更顯其影響和效益。

3.家電產品之安全性設計之運用與發展的建議

研討產品退化失效危害評估機制於產品安全性設計的運用與發展，係解決產品的安全性問題最有效且經濟的主動方法。過去，產品研發人員在開發新產品時，鮮少將「產品安全性退化失效」作謹慎且通盤的考量，其後遺症往往是產品設計完成後卻無法順利通過安全認證，而造成財務上的損失，延遲了上市的黃金時間。現今，面對日益競爭的全球經濟市場環境，吾人必須落實安全考量於設計、生產製程等各項環節，提升產品品質，市場地位才能長而久遠。因此，落實「產品安全性退化失效危害預防」概念於產品前端設計中並深植紮根，對各有關環節人力及成本上的影響是無可限量的。

4.家電產品安全使用年限之運用與發展的建議

目前國內尚未建立家電產品之安全使用年限的準則及其相關的分析技術。鑑於家電產品及其內、外部組件或材料，經過一定時間、次數的正常使用後，會導致其安全性或/及可靠性將有所下降，不符合法規、標準與規範的要求。是以，論家電產品的安全性，一般都要有個使用生命底線限制性要求。藉由產品退化失效技術以建立及實施一個有關「家電產品的安全使用年限」之評價與標識的指導原則，掌握其合理之使用年限，可使得家電產品之消費使用安全獲得合理預期的保障，確保家電產品使用的安全及消費者的權益，以及提升產品品質及強化其競爭力、解決消費爭議等。

本節研究結果有其意義面，可衍生應用與發展的層面，包括家電產品的生命週期理論、我國家電產品的標準體系、符合性評鑑制度、商品安全管理制度、產品安全性設計等。

5.家電產品管理制度之運用與發展的建議

不論家電產品的類型和大小，在其生命週期都會面臨一系列的風險，因而很可能影響其既定目標。因此，就產品的可能風險必須加以管理。為識別與家電產品有關的退化失效危害相關風險，進而控制預防這些風險，須建立、執行和確保一個以「產品安全性退化失效危害預防」概念為基準的「產品驗證風險管理」程序。程序需文件化，包括研擬產品的安全性指標，訂定產品退化失效危害風險評估準則，檢討常態性產品退化失效危害風險相關管制及安全標準，建立產品退化失效危害風險評估管理溝通機制，監測引起產品退化失效危害風險之特定物質及介質，建立產品突發失效事件危機處理分工及作業流程等作業。所研提以退化失效分析技術為基準之家電產品驗證風險管理制度，可藉由企業經營者已建立、實施與維持的 ISO 9001 品質管理系統，與上述產品的安全使用年限之退化失效危害評估機制，延伸發展出來。

6.是否標示「安全使用年限」，以企業經營者自我聲明的方式為佳

按照我國《消費者保護法》第 5 條規定，政府、企業經營者及消費者，均應致力充實消費資訊（充分揭露），提供消費者運用，俾能採取正確合理之消費行為，以維護其安全與權益；另於第 25 條規定，企業經營者對消費者保證商品或服務之品質時，應主動出具書面保證書。前項保證書應載明下列事項：保證之內容、保證期間及其起算方法。因此，有關「限期使用的產品」其本身應當標明生產日期和安全使用期或者失效期；且企業經營者對可能危害人身、財產安全的商品和服務，也應當向消費使用者作出真實說明和明確的警示，並說明正確使用商品或接受服務的方法以及防止危害發生的方法，並應當承擔相關責任。惟各種家電產品的功能、用途不同，企業經營者在產品設計時，對產品的功能性和壽命的考慮也不盡相同，不便統一硬性規定。建議以“製造商自我聲明的方式”向消費使用者明示，順應消費市場的規範趨向。

7.推動「產品安全點檢制度」，消弭其潛在的安全隱患，確保消費者的生命財產安全

所謂的「產品安全點檢制度」，是指按照一定的標準、一定的週期（年限），對長期使用且存在較大事故之風險產品規定的部位進行檢查或定期更換，減少一些產品因長期使用和未及時維修致人員傷亡等重大事故發生。其主要優點：企業經營者需要在產品使用說明書或產品本體上，註明或設置「建議定期檢查年限」的標識，並在規定產品到達檢查年限時（生命週期內）向消費使用者發出檢查通知並安排進行檢驗，以便早期發現產品故障隱患，及時加以修理調整、更換，使產品保持其規定功能的管理方法及定期檢查義務化。這可彌補要求企業經營者標示出產品的「安全使用年限」困難，並可降低因標示「安全使用年限」帶來反向消費糾紛（如以產品未達「安全使用年限」為訴賠相關要求）。

目 錄

	頁次
研究報告提要表 -----	I
目錄 -----	XIII
圖目錄 -----	XVII
表目錄 -----	XX
第一章 緒論 -----	1
第一節 研究目的 -----	1
第二節 研究目標 -----	3
第三節 研究限制 -----	5
第五節 研究方法與過程 -----	6
第二章 產品失效分析內涵及其理論之研究 -----	8
第一節 失效學導論 -----	8
一、失效 -----	8
二、研究對象 -----	9
三、失效研究的概念與內涵 -----	9
四、失效學在工程中的地位與作用 -----	11
五、失效學的發展趨勢 -----	13
第二節 產品失效及事故特徵與其分析 -----	14
一、產品失效特徵 -----	14
二、產品事故特徵與安全要求 -----	15
三、產品分析分析的理想目標 -----	20
第三節 家電產品失效的評估方法與程序 -----	23
一、產品安全性指標 -----	23
二、產品安全性的尺度 -----	24
三、危害源與事件鏈 -----	26
四、安全性失效分析程序 -----	28

第四節 未來家電產品失效分析工作的機遇與挑戰 -----	31
一、家電產品失效分析工作的發展趨勢 -----	31
二、應用可靠性理論於家電產品安全驗證的重要性 -----	33
第三章 家電產品危害因子探討與分析程序 -----	36
第一節 產品危害預防識別過程概述 -----	36
一、危害風險的定義與構成要素 -----	36
二、危害風險鑑別 -----	38
三、危害風險評價 -----	40
四、危害風險控制與管理 -----	41
五、危害風險評估準則 -----	41
第二節 含危害預防機制的產品安全性設計概述 -----	42
一、新產品安全設計概念 -----	43
二、產品安全設計的風險管理程序 -----	44
第三節 家電產品危害因子的分析與識別 -----	51
一、識別危害源 -----	51
二、典型產品危害事故 -----	52
三、識別危害源向人體傳導方式 -----	53
第四節 電能面向危害因子識別的結果 -----	54
一、接觸過熱失效現象 -----	54
二、短路失效現象 -----	55
三、半斷路失效現象 -----	56
四、過電流失效現象 -----	56
五、絕緣劣化失效現象 -----	56
第四章 家電產品安全性退化失效分析方法的研析 -----	58
第一節 家電產品品質內涵與影響因素 -----	58
一、產品品質的內涵 -----	58
二、影響商品品質的因素 -----	61

第二節 家電產品生命週期理論的研究與應用	64
一、產品生命週期理論	65
二、產品生命週期再造	68
三、基於生命週期與循環經濟理論的家電產品設計	71
第三節 家電產品品質特徵退化失效建模與分析	75
一、退化失效基本概念及其理論模型	75
二、家電產品的安全性退化隨機特徵量	78
三、家電產品的退化分佈	80
四、家電產品的安全性失效評估	82
第五章 基於退化失效知識的家電產品安全性控制方案	86
第一節 家電產品安全性退化評估指標與測試方法	86
一、家電產品安全性指標	86
二、家電產品安全性測試作業	90
第二節 家電產品安全性退化失效模型的建立與運用	94
一、家電產品退化失效知識	94
二、退化失效物理模型	99
三、失效分佈型式	102
第三節 安全性退化失效分析測試技術與方案的運用	102
一、安全性退化失效分析測試技術的運用	102
二、安全性退化失效評定方案的運用	106
第四節 家電產品安全性退化失效分析測試	110
一、安全性退化失效分析評定基礎測試的分類	110
二、機械-環境應力測試概述	111
第五節 家電產品安全性退化失效分析評定報告	121
一、退化失效的數據蒐集	121
二、安全性退化失效分析評定報告內容的數據蒐集	124
第六章 研究結果與運用概述	126

第一節 於符合性評鑑制度的運用與發展	126
一、符合性評鑑制度概述	126
二、符合性評鑑作業活動	127
三、國家級符合性評鑑架構	130
四、運用與發展的效益	131
第二節 產品失效鑑定機制於產品管理制度的運用與發展	132
一、產品驗證風險管理系統化	133
二、產品驗證風險管理的原則	134
三、產品風險管理系統的架構	137
第三節 於家電產品安全設計的運用與發展	145
一、問題概述	145
二、保護系統退化分析與失效率計算	146
三、分析方法比較與驗證	148
四、結果與討論	150
第四節 於家電產品安全使用年限的運用與發展	151
一、家電產品有使用年限嗎？	151
二、產品安全使用年限制定的基礎探討	153
三、家電產品安全使用年限的標識	157
四、家電產品安全使用年限的評估方案	158
五、結果與討論	162
第六章 結論與建議	163
第一節 研究結論	163
第二節 研究建議	168
參考文獻	172

圖目錄

	頁次
圖 2.1 產品失效狀態分類 -----	14
圖 2.2 產品失效分析的核心與推展之概論 -----	15
圖 2.3 一級失效模式的分類 -----	20
圖 2.4 二級失效模式的分類 -----	21
圖 2.5 安全性指標及技術的基本內容的框圖-----	24
圖 2.6 失效率曲線 -----	25
圖 2.7 危險演變事件鏈 -----	27
圖 2.8 產品安全工程程序 -----	29
圖 3.1 失效危害風險構成的要素及關係 -----	38
圖 3.2 失效危害風險評估標準的構成 -----	42
圖 3.3 HBSE 的分析與設計核心概念 -----	43
圖 3.4 以 EMC 的分析及設計核心概念為基準的 HBSE -----	44
圖 3.5 產品安全設計的風險管理的架構 -----	45
圖 3.6 產品安全設計的過程文件化架構 -----	45
圖 3.7 失效風險源辨識的程序 -----	46
圖 3.8 產品失效危害之風險估計的程序 -----	47
圖 3.9 危害源傳導模式說明 -----	54
圖 3.10 故障樹分析說明 -----	54
圖 3.11 連接接觸點過熱失效現象 -----	55
圖 3.12 配線短路失效現象 -----	55
圖 3.13 充電器短路失效現象 -----	55
圖 3.14 電源線半斷路失效現象 -----	56
圖 3.15 電源線過電流失效現象 -----	56
圖 3.16 電容器絕緣劣化失效現象 -----	57

圖 4.1 ISO14040 生命週期評價架構 -----	67
圖 4.2 循環經濟下的產品生命週期圖 -----	70
圖 4.3 家電產品設計的新技術架構 -----	73
圖 4.4 產品品質之安全性隨時間推移的概述 -----	76
圖 4.5 產品退化測試作業流程概述 -----	77
圖 4.6 隨機變數的特性定量描述示意圖 -----	79
圖 4.7 函數、指標間的相互關係 -----	81
圖 4.8 家電產品的產品安全性之符合可靠性邏輯框圖法 -----	82
圖 4.9 串聯型式的符合可靠性邏輯框架 -----	83
圖 4.10 家電產品安全性保持年限的機會限制位準之圖示 -----	84
圖 4.11 家電產品的安全使用年限的機率信賴區間之圖示 -----	85
圖 5.1 測試作業流程概述 -----	90
圖 5.2 家電產品安全性退化失效測試作業流程概述 -----	69
圖 5.3 家電產品組成的核心概念 -----	92
圖 5.5 家電產品安全性退化失效分析作業核心工作 -----	94
圖 5.6 退化失效機理 -----	96
圖 5.7 應力、退化失效機理、退化失效模式的關係 -----	97
圖 5.8 產品發生退化失效現象的理論化描述 -----	100
圖 5.9 產品及其內外部零組件的應力-強度模型 -----	101
圖 5.10 危險演變事件鏈 -----	107
圖 5.11 典型高/低溫度測試系統 -----	113
圖 5.12 典型溫度循環測試系統 -----	113
圖 5.13 冷熱衝擊測試系統 -----	114
圖 5.14 機械振動測試系統 -----	115
圖 5.15 機械衝擊測試系統 -----	116
圖 5.16 鹽霧測試系統 -----	117
圖 5.17 加速壽命測試系統 -----	121

圖 6.1 符合性評鑑活動的技術基礎架構 -----	127
圖 6.2 符合性評鑑架構與市場關係圖 -----	128
圖 6.3 ISO/IEC 17025 實驗室活動概述 -----	129
圖 6.4 ISO/IEC 17020 檢驗機構活動概述 -----	130
圖 6.5 國家級符合性評鑑架構及對應的國際標準 -----	130
圖 6.6 產品驗證風險管理系統化的利益說明 -----	132
圖 6.7 產品驗證風險管理系統化相定 -----	133
圖 6.8 標準檢驗局的願景及目標推動運籌關鍵在於人的說明 -----	135
圖 6.9 產品風險管理機制之客製化想定 -----	136
圖 6.10 產品驗證風險管理發展說明 -----	137
圖 6.11 具 PDCA 的風險管理機制 -----	137
圖 6.12 產品風險管理系統架構的想定 -----	138
圖 6.13 典型家用電風扇之保護系統架構圖 -----	145
圖 6.14 家用電風扇保護系統安全可靠邏輯框架 -----	146
圖 6.15 三角形歸屬函數示意圖 -----	147
圖 6.16 事故事件並聯關係與系統退化失效率 U_S 的計算 -----	148
圖 6.17 事故事件串聯關係與系統退化失效率 U_S 的計算 -----	148
圖 6.18 保險絲保護退化失效之中間事件退化失效樹 -----	149
圖 6.19 超溫斷路器保護退化失效之中間事件退化失效樹 -----	149
圖 6.20 電風扇安全使用的生命底線探討 -----	151
圖 6.21 CNS 3765 安規標準組成的核心概念 -----	155
圖 6.22 產品安全使用年限值評定的思路 -----	156
圖 6.23 電風扇產品安全使用年限的標識 -----	158
圖 6.24 產品安全的影響因素 -----	158
圖 6.25 電風扇產品安全使用年限評估指標 -----	159
圖 6.26 有關使用年限的特徵變數與評估量之概述 -----	160

表目錄

	頁次
表 3.1 安全性評價檢查表 -----	47
表 3.2 故障類型影響分析表 -----	47
表 3.3 影響條件和機率表 -----	48
表 4.1 常用的產品安全性特徵分佈類型 -----	80
表 5.1 安全性退化失效分析作業主要關鍵技術匯總表 -----	92
表 5.2 電扇產品安全性-失效模式 -----	94
表 6.1 家用電風扇保護元件退化失效種類 -----	146
表 6.2 保護元件的退化失效事故事件發生機率的模糊值 -----	147
表 6.3 頂端事件與中間事件的安全可靠度 -----	150
表 6.4 蒙地卡羅模擬法結果 -----	150
表 6.5 電風扇產品安全性技術法規及其相應的特殊要求 -----	155

