



DECEMBER 27, 1995

(本標題頁重打於：1999 年 7 月 7 日)

1

UL 746C

Standard for

Polymeric Materials - Use in
Electrical Equipment Evaluations

初版時，本標準被冠名爲 “Test for Polymeric Enclosure of Portable Electrical Appliances”，並編號爲 UL 746.51。

初版—1973 年 6 月

再版—1978 年 3 月

第三版—1989 年 5 月

第四版

1995 年 12 月 27 日

在頁面注明 December 27, 1995 的段落，已被美國國家標準局（ANSI）批准。爲了維持 ANSI 的批准文本，在發佈已修訂的頁面及新增頁面時，這些頁面被保留下來。

寫在某些要求之後的生效日期，是 UL 確定的日期。

批准爲 ANSI/UL 746C-1990，1990 年 11 月 16 日

批准爲 ANSI/UL 746C-1995，1995 年 6 月 12 日

國防部（DoD）在 1998 年 11 月 3 日採納 UL 746C 標準，新增頁面或新版本的出版不會使 DoD 的採納失效。

通過修正已有頁面及加入新頁面來對本標準進行修訂。只有在加入最新修訂內容後，UL 標準才成爲最新標準，所有修正條款都在最新的已更正過的條款後列出來。

ISBN 1-55989-949-2

COPYRIGHT © 1973, 1999 UNDERWRITERS LABORATORIES INC.

目錄

項目	內容	頁碼
前言		
簡介		
1	範圍	6
2	概述	6
3	術語	8
外殼		
4	概述	10
5	可攜式器具	10
6	固定式或駐立式器具	13
7	代用材料要求	16
電氣絕緣要求		
8	機械/電性能要求	18
9	內墊板	27
性能要求		
10	概述	30
電性能		
11	概述	30
12	絕緣強度	30
13	大電流電弧引燃 (HAI)	30
14	灼熱電阻絲引燃 (HWI) - 異常超載測試或整機電熱棒測試	31
15	斜面漏電起痕電壓	32
16	體積電阻率	32
阻燃性		
17	阻燃性 - 12mm 火焰	32
18	阻燃性 - 3/4" 火焰	32
19	阻燃性 - 127mm (5") 火焰	33
20	塑殼阻燃性 - 746 -5VS	33
21	塑殼阻燃性 - 大面積要求	33
22	防火塗層	33
項目	內容	頁碼
機械性能		
23	壓縮強度	34
24	衝擊強度	34
塑件的尺寸變化		

24A	蠕變	35
耐久性		
25	耐久性	35
26	紫外光照射	36
27	浸水	37
特殊使用要求		
28	異常工作	37
29	惡劣條件	38
熱性能		
30	成形應力鬆馳變形	38
31	馬達輸入	38
32	成形應力鬆馳變形後電源線拉力測試	38
33	溫度要求-總則	38
34	功能使用溫度指數	39
35	普通熱指數	40
36	相對熱指數	43
37	相對熱性能	43
38	相對熱性能（第二方案）	44
39	短時溫度高於最高使用溫度	47
特殊應用		
40	概述 - 膠粘劑	47
41	功能分析	47
42	分析程式	47
43	線圈架	48
44	絕緣保護塗層	48
金屬化零件		
45	概述	48
46	塑性鍍層	49
47	脆性鍍層	49
項目	內容	頁碼
性能測試		
48	概述	49
49	整機耐電弧測試	50
50	異常超載測試	50
51	阻燃性 - 12mm 火焰測試	52
52	阻燃性 - 3/4” 火焰測試	53
53	阻燃性 -127mm (5”) 火焰測試	54
54	塑殼阻燃性 - 746 -5VS 測試	54

55	防火塗層測試	56
56	壓縮強度測試	57
57	衝擊強度測試	58
58	紫外光照射測試	60
59	浸水測試	64
60	異常工作測試	64
61	惡劣條件測試	64
62	成形應力鬆弛變形測試	65
62A	整機球壓測試	65
63	馬達輸入測試	65
64	相對熱性能	65
65	相對熱性能（第二方案）	66
66	短時溫度高於最高使用溫度	66
67	溫度要求 - 舉例說明	68
68	溫度要求 - 舉例說明（第二方案）	69
69	膠粘劑 - 特殊應用	70
線圈架		
70	絕緣保護塗層測試	73
71	金屬化零件 - 性能要求	78
71A	膠帶測試	78
72	漏電流測試	80
73	整機電熱棒測試	82
標識		
74	概述	84

前言

- A. 本標準包含“範圍”所述產品的基本要求。這些要求根據合理的工程原理，測試記錄及現場經驗，對製造，裝配，及使用過程中出現的問題作出正確的評價。其資料來源於製造商，用戶，檢驗機構，以及有專業知識的其他技術人員。當進一步調研證明需要修正本標準時，可以對其進行修改。
- B. 只有製造商對本標準的遵守，才能使本標準持續、全面覆蓋製造商所生產的產品。
- C. 一種符合本標準文本的產品，在檢驗及測試過程中，如果發現有其他特徵削弱了這些要求的安全水準，則不一定判定該產品符合本標準的要求。
- D. 產品中採用的材料或結構形式跟本標準的具體要求有衝突的，不能判定符合本標準的要求。產品中採用的材料或結構形式，在本標準中沒涉及的，按這些要求的意圖進行研究和測試，如果符合本標準的意圖，則可判其符合本標準要求。
- E. UL 將客觀地對產品作出評判，而不對製造商或任何一方承擔責任。UL 的觀點及測試結果代表專業水準及當前的技術發展水準。UL 不要求任何人使用或信賴本標準。對於因使用本標準而產生的損害，包括連帶損害，UL 將不對這些損害負有責任或義務。
- F. UL 標準所要求的多數測試都具有內在危險，在進行這些測試時，需採取充分安全防護措施，保護人身及財產安全。

簡介

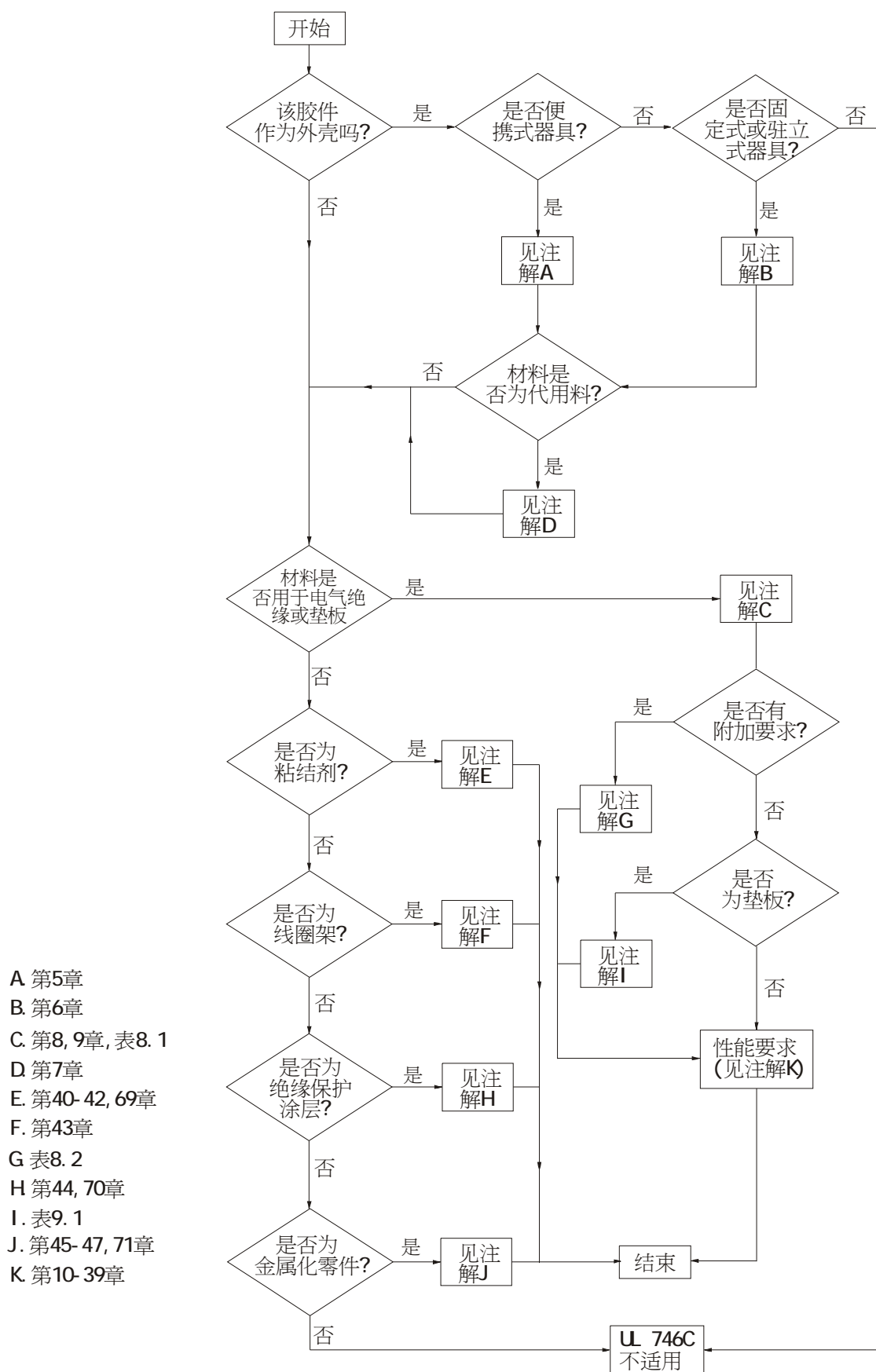
1. 範圍

- 1.1 這些要求涵蓋了電器中所有塑膠件的測試要求，並敘述了各種測試程式及其在零件和器具測試中的應用。
- 1.2 這些要求不包括具體的絕緣體系測試要求。那些要求在 “Standard for Systems of Insulating Materials, General”，UL 1446 中述及。
- 1.3 這裏所提供的測試程式，用於評估具體應用情況的塑膠件。這些測試程式包括參照在標準條件下進行的小型性能測試中獲得的資料。
- 1.4 如果一種產品存在本安全標準中未涉及到或與本標準不同的特徵，性質，零件，材料或系統，而且這些特徵，性質，零件，材料或系統可能引起火災，電擊或其他危害人身安全的，則應該按照本標準的初始意圖適當地增加部件及整機測試項目，以達到符合本標準的要求。如果這些特徵，性質，零件，材料或系統跟本標準中的某些要求有衝突，則不能將其判定為符合本標準。但如果這些特徵，性質，零件，材料或系統被證實是合理的，則要建議修改本標準，並將其測試方法納入到本標準中。

2. 概述

- 2.1 在本標準中，如果一個測量值後面跟著另一單位制的數值，在應用上認為兩個值等效，儘管不一定完全相等。每一個數值都用國際單位制（SI）及美國通用單位制（英制）表示。當使用公制單位測量值時，要用公制單位標定的儀器進行測量。
- 2.2 在本標準中，凡是沒有標明日期的參考代號及標準，均指最新版本的代號和標準。
- 2.3 圖 2.1 敘述了本標準的評估流程，以作參考。
- 2.4 UL 94 是關於器具零件的塑膠材料的燃燒測試要求。UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 介紹了一系列短期測試流程，用於評估塑膠材料在電器產品中的具體應用情況。UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 介紹了一系列長期測試流程，用於評估塑膠材料在電器產品中的具體應用情況。UL 746D “Standard for Polymeric Materials – Fabricated Parts” 是關於塑膠模塑成形零件的性能要求及可追蹤性要求。
- 2.5 對於那些改變其成分以滿足特殊應用要求的材料，包括回收料，重新粉碎料，加入添加劑，著色劑及兩種或兩種以上材料的混合物，其安全要求敘述於 UL 746D “Standard for Polymeric Materials – Fabricated Parts” 中。

圖 2.1 UL 746C 塑膠零件評估流程圖



3. 術語

- 3.1 本標準中用到的術語定義如下：
- 3.2 可觸及零件 — 指零件位於人體直接或使用測試針或工具可以接觸到的位置，或距開口處不遠的位置。
- 3.3 有人看管的間歇工作家用電器 — 指家庭中不經常使用，或者一次使用時間很短，使用時有人看管的電器，如電動刀，電動開罐器，風筒之類。
- 3.4 分支電路 — 在佈線系統中，分支電路是位於最終使用器具一邊的部分，為永久接線設備提供接線端子，或為帶電源插頭器具提供插座插口。
- 3.5 相對漏電起痕電壓 — 相對漏電起痕電壓（CTI）的測量方法在 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 有介紹，介紹了固體絕緣材料在潮濕條件下的漏電起痕電壓的測量方法。

漏電起痕（CTI）電壓範圍（伏）	PLC 值
$600 \leq TI$	0
$400 \leq TI < 600$	1
$250 \leq TI < 400$	2
$175 \leq TI < 250$	3
$100 \leq TI < 175$	4
$0 \leq TI < 100$	5

- 3.6 絕緣保護塗層 — 塗覆於印刷線路板上的保護塗層，用以提高導體之間的絕緣強度，使其免受環境影響。
- 3.7 帶電源線器具 — 指用電源線接到分支電路上的電器產品。
- 3.8 臺式器具 — 指使用過程中支撐或固定於櫃子，桌子或凳子上的器具。
- 3.9 裝飾性零件 — 零件只用於裝飾作用，而不是作為帶電零件的絕緣外殼。
- 3.10 外殼 — 指產品的以下部分：
- 將能引起電擊的全部零件或一個零件遮罩起來，和/或
 - 阻止產品內因電弧引起的火焰的擴散。
- 3.11 接線端子 — 指安裝人員可將電源線或其他連接線接到電路上的任何端子。
- 3.12 固定式器具 — 指其電源線永久連接到電路中的器具。
- 3.13 阻燃等級 — 材料的阻燃等級由 UL 94 “Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Device and Appliance” 所敘述的測試方法來求得。

- 3.14 耐電熱棒引燃 — 耐電熱棒引燃性能是指在一定溫度下工作的電熱棒，由其引燃試樣所需要的時間。該測試在 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 作描述。
- 3.15 地線 — 除非另有說明，均指接地。
- 3.16 掌上型器具 — 在使用過程中，由人體的任何部分支援的器具。
- 3.17 耐大電流電弧引燃 — 耐大電流電弧引燃（HAI）性能是指當電弧以標準速度作用於材料表面上，引燃材料所需要的電弧數量。該測試方法在在 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 作描述。

HAI 範圍 — 發生引燃的平均電弧數量（NA）	PLC 值
$120 \leq NA$	0
$60 \leq NA < 120$	1
$30 \leq NA < 60$	2
$15 \leq NA < 30$	3
$0 \leq NA < 15$	4

- 3.18 灼熱電阻絲引燃 — 灼熱電阻絲引燃（HWI）性能是指將帶有規定電能的電阻絲繞於標準試樣上，引燃試樣所需要的平均時間。該測試方法在在 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 作描述。

HWI 範圍 — 平均引燃時間（秒）	PLC 值
$120 \leq IT$	0
$60 \leq IT < 120$	1
$30 \leq IT < 60$	2
$15 \leq IT < 30$	3
$7 \leq IT < 15$	4
$0 \leq IT < 7$	5

- 3.19 家用電器 — 指設計於家庭中使用的電器。
- 3.20 絕緣帶電零件 — 指本身帶有完整防電擊措施的帶電零件，不須依賴其他零件的絕緣情況。
- 3.21 功能性絕緣 — 產品正常工作情況下所需的絕緣措施，具有基本防電擊保護措施。
- 3.22 帶電零件 — 指在使用時，相對於地線或其他導電體存在電勢差的金屬或其他導電體。
- 3.23 安全電路 — 不會發生電擊或火災的電路。

- 3.24 性能等級 (PLC) — 一個整數，定義某一項電性能/機械性能測試的測試值範圍。
- 3.25 可攜式器具 — 指容易用手攜帶的器具，帶有電源線以接到供電電路上。
- 3.26 電源線 — 絕緣柔軟電線，將器具接到供電電路上。
- 3.27 初級電路 — 元件連接到供電電路上的線路。
- 3.28 印刷線路板 — 指多層絕緣板及塗覆於板上或板內的導電線路圖案。
- 3.29 電擊危險 — 認為在以下零件間可存在電擊，
- a) 一個零件與地線或其他可觸及零件之間的峰值電壓超過 42.4V，和
 - b) 流過 1500 ohm 電阻的連續電流值超過 0.5mA。
- 3.30 火災危險 — 在以下兩種情況，可認為存在火災危險；
- a) 開路峰值電壓大於 42.4V，且加於電路上的能量在任何負載情況下，包括短路情況下，在工作 1 分鐘後可產生 8A 或 8A 以上電流，或
 - b) 連接於兩點之間的外部電阻的功率大於 15W。
- 3.31 相同基本成分 — 同一類型材料，用同類型之填充劑，添加劑及增強劑，且含等效百分比。
- 3.32 次級電路 — 次級電路是指從單獨一台變壓器的次級繞組輸出的電路。
- 3.33 駐立式器具 — 指器具固定于或放置於某一固定位置，並帶有電源線以連到供電電路上。
- 3.34 供電電路 — 給產品提供電能的分支電路。
- 3.35 非絕緣帶電零件 — 指暴露零件或在其工作條件下（電勢，溫度等）絕緣不可靠，能引起火災或電擊的零件。
- 3.36 用戶維護 — 由用戶自行完成的更換，清洗，調整等操作。
- 3.37 硬紙板 — 本標準中，硬紙板通常是指用於電氣絕緣的一種材料。硬紙板是由氯化鋅將多層紙膠合起來，然後在水中將氯化鋅濾去後的最終產物，經過乾燥及壓延，成為含有部分再生纖維素的緻密物質。纖維結構在一定程度上可在這種硬紙板中保留下來，其程度因纖維等級而異。纖維板，層壓板，絕緣紙板或硬紙板，均不可作為纖維的等效材料。通常將電工用的薄硬紙板稱為魚皮紙。

外殼

4. 概述

- 4.1 塑膠殼體的要求，包含於 5-7 章。

5. 可攜式器具

- 5.1 帶塑膠殼可攜式器具的應用要求見圖 5.1，圖 5.1 的使用說明見 5.7-5.11。
- 5.2 第 5 章“可攜式器具要求”，不涉及大面積塑殼的附加要求。不管該塑殼是否有減少電擊或火災的預防措施，或兩者兼有，都要考慮位於器具內外的火源引燃材料的可能性。
- 5.3 與帶電件相接觸的塑件，或與非絕緣帶電件之間的間隙小於 0.79mm 的塑件，須符合表 8.1 的要求。
- 5.4 第 5 章“可攜式器具要求”，不涉及那些在使用過程中受油脂，酸，溶劑，清潔劑之類作用的塑

殼的附加要求。在按 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 的測試方法確定材料性能時，其性能測試值應不受這些環境因素的影響。

5.5 要按照 33-38 章要求考慮塑膠材料的熱疲勞。

5.6 對於套在金屬殼外面的保護膠殼或裝飾性膠殼，而金屬殼裏面有經絕緣或不經絕緣的帶電零件，則塑殼要用 UL 94 5VA，5VB，V-0，V-1，V-2 或 HB 級材料。

例外情況 1：對於裝飾性零件，如果零件體積不大於 2cm^3 ，最大尺寸不大於 3cm，其所在位置不會導致火焰由一個地方蔓延到另一地方，或者不位於潛在火源與可燃零件之間，則可以不用等級為 5VA，5VB，V-0，V-1，V-2 或 HB 材料來製造。

例外情況 2：如果一種材料符合 17.1，51.1-51.5，或符合 19.1，53.1-53.5 的要求，則該材料可視為等效於 UL 94 5VA，5VB，V-0，V-1，V-2，HB 材料。在塑膠外殼裏面塗覆阻燃性塗層是不可接受的，除非另有測試（見 22 章，阻燃性塗層）證明塗層與基質之間的介面符合本標準。

5.7 圖 5.1 第 1 部分所示路徑指明了待測試品的使用條件與其應滿足的要求的關係。

5.8 順著圖 5.1 第 1 部分的路徑到第 2 部分適用材料要求。在選定適用材料前要判斷器具是否為有人看管的間歇工作家用電器。

5.9 圖 5.1 第 2 部分指出了要求測試專案（標明“是”及註腳，如有必要）。

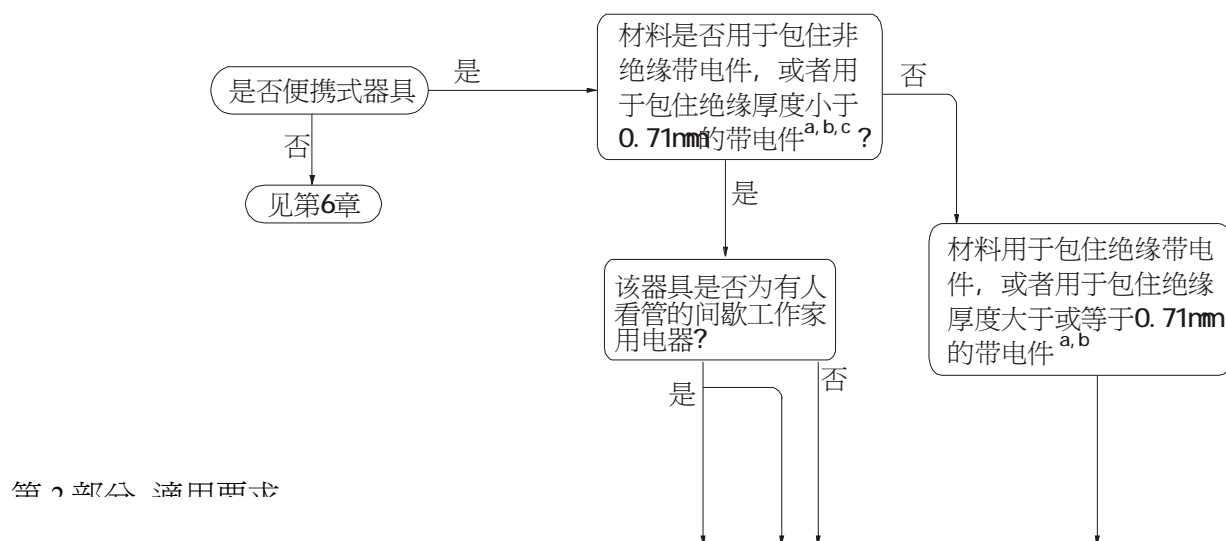
5.10 舉個例子，一種塑膠外殼，用於罩住無人看管的家用電烤爐的非絕緣帶電件如加熱元件，則要用 V 級材料，即 V-0，V-1，V-2 或符合 17.1, 51.1-51.5 要求的材料。

5.11 用這個例子，該材料應符合以下要求：

- a) 灼熱電阻絲引燃要求，第 14 章，
- b) 衝擊強度要求，第 24.1 節及 57.3 節，
- c) 成形應力鬆弛變形要求，第 62.1 節，
- d) 蠕變要求，第 24A 章，
- e) 電源線拉力測試要求，第 32.1 節，
- f) 異常工作要求，第 28.1 節，
- g) 外殼件阻燃性要求，第 17 或 18 章，
- h) 機械/電性能要求，表 8.1，及
- i) 熱疲勞要求，第 33-39 章。

圖 5.1 可攜式器具的外殼要求

第 1 部分-使用條件



最低阻燃等級	HB	V ^{e, f}	HB 或 V ^{e, f}
電/機械性能，按表 8.1	yes	yes	Yes
灼熱電阻絲引燃，按灼熱電阻絲引燃-異常超載測試，第 14 章	PLC 最大為 4	PLC 最大為 4 ^g	No
衝擊測試，按第 24 章	Yes	Yes	Yes
異常工作測試，按第 28.1	Yes	Yes	Yes
惡劣條件測試，按 29.1	yes	no	No
成形應力鬆弛變形測試，按 A. 62.1	No	Yes	Yes
B. 62.2	Yes	No	No
成形應力鬆弛變形後的輸入測試，按 31.1	Yes	No	No
蠕變測試，按 24A ^h	Yes	Yes	Yes
電源線拉力測試，按 32.1 ^d	Yes	Yes	Yes
熱疲勞測試，按 33-39	Yes	Yes	Yes
體積電阻率，按體積電阻率測試，第 16 章	yes	yes	no

(待續)

圖 5.1(續)

- a. 如果元件符合對元件的要求，則認為元件的絕緣厚度等同於 0.71mm。
- b. 對內部絕緣，通常要求 0.71mm 的絕緣厚度。但是，如果零件或電線的絕緣厚度小於 0.71mm，而該零件只用於內殼，電線管，或用戶在進行更換，清洗等維護過程中不可能接觸到的其他內部區域，則其絕緣厚度視為等同於 0.71mm。
- c. 漆包線認為是非絕緣帶電件。
- d. 只有當拉力消除裝置固定在塑殼上，或與塑殼做成一體時，才要求進行電源線拉力測試。
- e. V=V-0, V-1, V-2 等級材料，或是符合 12mm 火焰測試的外殼材料，見第 17 章，阻燃性 — 12mm 火焰測試。
- f. 可用 3/4” 火焰測試來代替 12mm 火焰測試。
- g. 灼熱電阻絲引燃測試只適用於遮罩非絕緣帶電體的材料。
- h. 只有在器具外殼承受內外部機械力（如彎曲，壓縮，拉伸載荷等）情況下，且材料不是硬熱固性塑膠，才要求作蠕變測試。

6. 固定式器具或駐立式器具

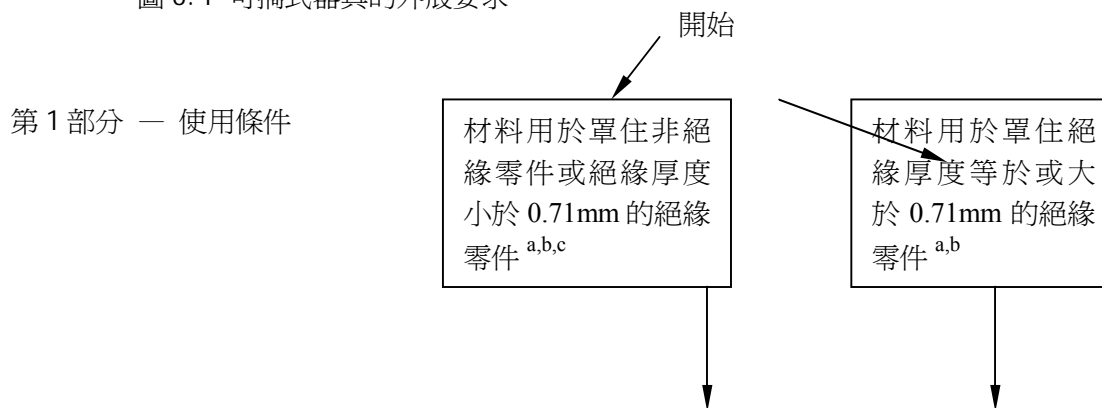
- 6.1 不易用手攜帶或搬動的固定式或駐立式電器，其塑膠外殼應滿足表 8.1 及圖 6.1 的要求。圖 6.1 的使用說明見 6.7-6.11。
- 6.2 第 6 章固定式或駐立式器具要求，不涉及大面積塑膠外殼的附加要求。不管該外殼是否有電擊及/或火災防護措施，都要考慮位於器具內外的火源引燃材料的可能性。見 21.1 大面積塑膠外殼阻燃性要求。
- 6.3 用於支撐帶電零件的塑件，必須符合表 8.1 的要求。
- 6.4 第 6 章“固定式或駐立式器具要求”，不涉及那些在使用過程中受油脂，酸，溶劑，清潔劑之類作用的外殼的附加要求。在按 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 的測試方法確定材料性能時，其性能測試值應不受這些環境因素的影響。
- 6.5 參見 33-39 章“塑膠材料的熱疲勞要求及機械/電性能要求”，第 8 章“塑膠外殼機械/電性能的附加要求”。
- 6.6 對於套在金屬殼外面的保護膠殼或裝飾性膠殼，而金屬殼裏面有經絕緣或不經絕緣的帶電零件，則塑殼要用 UL 94 5VA, 5VB, V-0, V-1, V-2 或 HB 級材料。

例外情況 1：對於裝飾性零件，如果零件體積不大於 4000 mm^3 ，最大尺寸不大於 60 mm，其所在位置不會導致火焰由一個地方漫延到另一地方，或者不位於潛在火源與可燃零件之間，則可以不用等級為 5VA, 5VB, V-0, V-1, V-2 或 HB 材料來製造。

例外情況 2：如果一種材料符合 17.1, 51.1-51.5, 或符合 19.1, 53.1-53.5 的要求，則該材料可視為等效於 UL 94 5VA, 5VB, V-0, V-1, V-2, HB 材料。在塑膠外殼裏面塗覆防火塗層是不可接受的，除非另有測試（見 22 章，防火塗層）證明塗層與底材之間的介面符合本標準。

- 6.7 圖 6.1 第 1 部分所示路徑指明了待測試品的使用條件與其應滿足的要求的關係。
- 6.8 順著圖 6.1 第 1 部分的路徑到第 2 部分適用材料要求。
- 6.9 圖 6.1 第 2 部分指出了要求測試專案（標明“是”及註腳，如有必要）。

圖 6.1 可攜式器具的外殼要求



第 2 部分 — 適用要求

材料的最低阻燃等級	5V ⁱ	5V ⁱ
電/機械性能，表 8.1	YES	YES
介電強度，第 12.1 節	YES	NO
大面積塑殼阻燃性，第 21 章	YES	YES
抗壓強度，第 23.1 節	YES	NO
衝擊強度，第 24 章	YES	YES
耐紫外線，第 26.1 節	YES ^f	YES ^f
浸水		
A. 性能，第 27.1 節	YES ^f	YES ^f
B. 尺寸，第 27.2 節	YES	NO
異常工作，第 28.1 節	YES	YES ^g
惡劣條件，第 29.1 節	YES	YES ^d
成形應力鬆弛變形，第 62.1 節	YES	YES ^g
成形應力鬆弛變形後輸入，第 31.1 節	YES ^j	YES ^j
蠕變測試，第 24A 章	YES ^h	YES ^h
連接接頭	YES ^e	YES ^e
電源線拉力測試，第 32.1 節	YES	YES
熱疲勞測試，第 33-39 章	YES	YES
體積電阻率測試，第 16 章	YES	NO

圖 6.1 (續)

- a) 如果元件符合對元件的要求，則認為元件的絕緣厚度等同於 0.71mm。
- b) 對內部絕緣，通常要求 0.71mm 的絕緣厚度。但是，如果零件或電線的絕緣厚度小於 0.71mm，而該零件只用於內殼，電線管，或用戶在進行更換，清洗等維護過程中不可能接觸到的其他內部區域，則其絕緣厚度視為等同於 0.71mm。
- c) 將漆包線視為非絕緣帶電件。
- d) 因材料的失效導致引線與元件接線端子之間產生應力時，才要求進行成形應力鬆弛變形測試。如果電線已通過拉力測試，則不管該拉力測試是獨立測試，還是作為部件常規測試的一部分，均可認為該材料不會在引線與元件接線端子之間產生應力。
- e) 當拉力消除裝置安裝在外殼上，或者與外殼做成一體時，才要求進行電源線拉力測試。
- f) 對遭受室外氣候條件作用的器具才要求進行浸水測試。
- g) 使用時無人看管的器具才要求進行該測試。
- h) 對於帶固定式電源線的設備或器具，才要求進行該測試。其連接片應為金屬-金屬連接片。如果連接片與塑殼啣成一體時，該連接要按 UL 50 “Standard for Enclosures for Electrical Equipment” 進行評估。如果塑殼將與剛性電纜系統連接，則該塑殼必須通過 UL 508 “Standard for Industrial Control Equipment” 的拉力測試，扭力測試及彎曲測試。
- i) 5V=5VA 等級材料，或符合 5” 火焰測試的外殼材料，見第 19 章，阻燃性-127mm 火焰測試。
- j) 當器具外殼承受內外部機械力（如彎曲，壓縮，拉伸載荷等）情況下，且材料不是硬熱固性塑膠，才要求作蠕變測試。

6.10 舉一個例子，用一種塑膠遮罩固定連線的室內吊扇的非絕緣帶電零件（諸如馬達繞組），則必須用等級為 5VA 的材料或符合 19.1，53.1-53.5 要求的材料來製造。

6.11 以上例子的材料必須符合以下要求：

- a) 機械/電性能要求，表 8.1，
- b) 介電強度要求，按 12.1 節，
- c) 燃燒測試，按 19 章“阻燃性-127mm 火焰測試”及 21 章“阻燃性-大面積因素”，
- d) 抗壓強度要求，按 23.1 節，
- e) 衝擊強度要求，按 24.1 節及 24.3 節，
- f) 尺寸變化，按 27.3 節，
- g) 異常工作要求，按 28.1 節，
- h) 惡劣條件要求，按 29.1 節，
- i) 成形應力鬆弛變形，第 62.1 節，
- j) 成形應力鬆弛變形後輸入要求，按 31.1 節，
- k) 蠕變要求，按 24A 章，
- l) 電線連接要求，按圖 6.1 註腳 h，和
- m) 熱疲勞，按 33-39 章。

7. 殼體代用材料要求

7.1 大多情況下，殼體材料要選用其他材料作為代用料。這些要求僅用於給定零件的代用材料。零件尺寸的改變，尤其是減少材料厚度，通常要求用這些改變後的零件進行整機測試。

7.2 假如用小型測試方法對代用料進行測試，結果表明這種材料的性能跟被代用料相同，甚至更好，則不必對其成品作完整測試。

例外情況：假如代用料達到圖 5.1 或圖 6.1 的最低性能等級，則儘管代用料的性能不如被代用料，也符合本標準。

7.3 表 7.1 指出了當存在小型測試資料情況下，對代用料進行評估的一般方法。應該指出的是，這種評估方法只適用於同類型材料之間的代用（熱塑性塑膠替用熱塑性塑膠，熱固性塑膠替用熱固性塑膠）。

7.4 除表 7.1 所指明的以外，如果原始材料通過特殊測試（如通過抗紫外線測試確定產品可在室外使用，或通過諸如蠕變強度，疲勞強度，超載測試等整機標準所要求的測試）證明該材料符合本標準的話，則也要對代用料進行這些測試，以確定代用料是否滿足這些要求。

7.5 原始材料的性能參數列於表 7.1 的第 1 欄，代用料的性能等於原材料性能，或者比原材料性能更好的，則在第 2 欄注明。

7.6 如果代用料性能不如原始材料的，則在第 3 欄列出代用料的測試項目。

7.7 舉一個例子，假如原始材料為尼龍 66（PA66），而代用料為聚碳酸酯（PC），則尼龍 66 的各項性能參數列於第 1 欄，如果 PC 料性能不如尼龍 66 的話，則要在第 3 欄列出測試項目。

表 7.1 代用材料要求

原始材料性能參數 (第 1 欄)	代用料性能，如果等於或優 於原始材料性能，則認為可 用 (第 2 欄)	代用料性能不如原始材料性 能 (第 3 欄) ^a
阻燃性 在使用厚度及顏色情況下的 UL 94 阻燃等級	代用料可用	對零件進行火焰測試（見 17 章“阻燃性-12mm 火焰測 試”，第 19 章“阻燃性- 127mm 火焰測試”，第 21 章 “阻燃性-大面積塑殼因 素”）
電氣強度 （1）體積電阻率， 及 （2）介電強度	代用料可用	整機測試： （1）漏電測試或介電強度 測試 （2）見 12.1
相對漏電起痕電壓 在潮濕狀況下的相對漏電起痕電 壓，或斜面漏電起痕電壓	代用料可用	增大間隙
性能（僅對室外器具） 浸水後的尺寸變化。參見 7.4	代用料可用	整機進行淋雨/受潮/浸水測 試
抗電氣引燃 （1）灼熱電阻絲引燃， 及 （2）耐大電流電弧引燃	代用料可用	整機測試： 異常超載測試（見 14 章， “灼熱電阻絲引燃（HWI）- 異常超載測試” 耐大電流電弧引燃測試 （見 13.3-13.5）

（待續）

表 7.1 (續) 代用材料要求

機械性能 拉伸或彎曲強度，拉伸強度，拉伸或缺口衝擊強度	對於基本成分與原始材料相同的代用料，見下面注解 b。對於成分不同於原始材料的代用料，要進行塑件衝擊強度測試，電源線拉力測試，以及諸如抗壓強度等的載入測試-見 23 章，抗壓強度測試。	進行塑件衝擊測試，電源線拉力測試，以及諸如抗壓強度等的載入測試-見 23 章，抗壓強度測試。
成形應力鬆馳	除了以下兩種情況，都要對整機進行成形應力鬆馳測試（見 30 章，成形應力鬆馳變形測試）： a) 代用料基本成分與原始材料相同， b) 代用料的熱變形溫度，維卡（vicat）軟化點溫度，球壓溫度等小型測試性能等於或優於原始材料。熱固性塑膠不須進行成形應力鬆馳測試。	
蠕變	除了以下三種情況，都要對代用料進行蠕變測試（見 24A 章）： a) 代用料基本成分與原始材料相同， b) 代用料的熱變形溫度，維卡（vicat）軟化點溫度，球壓溫度等小型測試性能等於或優於原始材料。 c) 基於測試資料表明，兩種材料的蠕變性能等同。硬熱固性塑膠不須進行蠕變測試。	
最高使用溫度	參見 33-39 章	
特殊使用要求	如果由圖 5.1 或圖 6.1 的路徑指明要進行異常工作（28.1）及惡劣條件測試（29.1）的。但如果兩種材料的基本成分相同，則不必進行這兩種測試。	
a 見 7.2 的例外情況。 b 除了以下兩種情況，都要對代用料進行衝擊強度測試： a) 代用料基本成分與原始材料相同， b) 代用料拉伸衝擊或缺口衝擊強度小型測試資料等於或優於原始材料。 c 見 7.4		

電氣絕緣

8. 機械/電性能要求

8.1 概述

8.1.1 材料的機械/電性能與其最終使用狀況有關。第 8 章“機械/電性能要求”旨在建立在減少火災及電擊方面，塑膠可以接受的最低通用要求。如果塑膠不能滿足所規定的最低性能水準，則建議採用工程措施來解決。

8.1.2 這些要求，不涉及大面積塑殼的附加要求。不管這些材料是否有電擊及危害人體的防護措施，都要考慮位於器具內外的火源引燃材料的可能性。見 21.1 大面積塑殼阻燃性要求。

8.1.3 用於支撐帶電零件的外殼的要求不只這些。為了評估這些外殼，除了要考慮第 8 章“機械/電性能要求”外，還要採用圖 5.1 或圖 6.1 的要求。

8.1.4 從圖 8.1 找出與待測材料應用情況相同或相近的圖例，再從表 8.1 求得該材料的適用性能。材料的性能等級應能滿足表 8.1 各適用性能要求。

例外：可能要進行整機測試，以確定該材料是否可用，如表 8.2 所示。

8.1.5 例如，一種塑膠，其應用場合與圖 8.1 之圖例 6 最接近，則如表 8.1 所示，要驗證其受力情況下的變形性能，成形應力鬆弛，蠕變性能及最高使用溫度。

8.1.6 為了求得塑膠的性能特性，要按照 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 及 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 所介紹的相關方法進行測試。其測試專案，通用工程要求及最低性能等級列於表 8.1。具體應用要求可能跟這些通用要求有所不同。對於不能滿足表 8.1 要求的絕緣材料，參照 8.2.1 及 8.2.2 來判定該材料是否符合要標準。

8.1.7 在確定這些性能標準時，已考慮了材料的使用情況及現有材料的性能資料。按照材料的阻燃等級將最低性能標準分為四個不同的級別。

8.1.8 非剛性泡沫塑料 — 即拉伸或彎曲模量小於 0.69GPa，密度小於 0.5g/cm³ 的泡沫塑料 — 通常不能用來直接或間接支撐帶電零件。

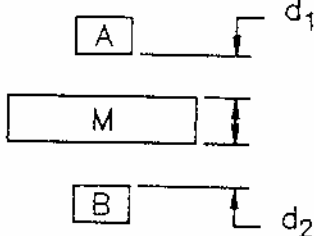
8.2 性能缺陷

8.2.1 有些材料的性能值可能達不到表 8.1 的要求。這種情況下，要通過特殊測試來確定某一項不符合要求的性能值是否會加大安全危險。

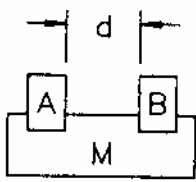
8.2.2 當材料性能達不到規定性能等級時，以表 8.2 來確定該材料是否符合本標準要求。

Figure 8.1
Figurative examples for Table 8.1

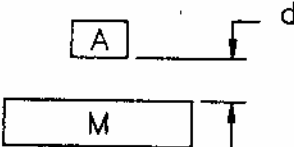
Figure 8.1 revised July 15, 1998

1.
 

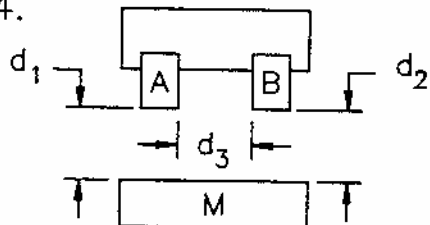
$$d_1 + d_2 < S_a$$

WHERE d_1, d_2 = THROUGH AIR SPACING
 S_a = APPLICABLE THROUGH AIR SPACING REQUIREMENT
2.
 

$$d < 12.7\text{mm}$$

WHERE d = OVER SURFACE SPACING
3.
 

$$0 \leq d < 0.8\text{mm}$$

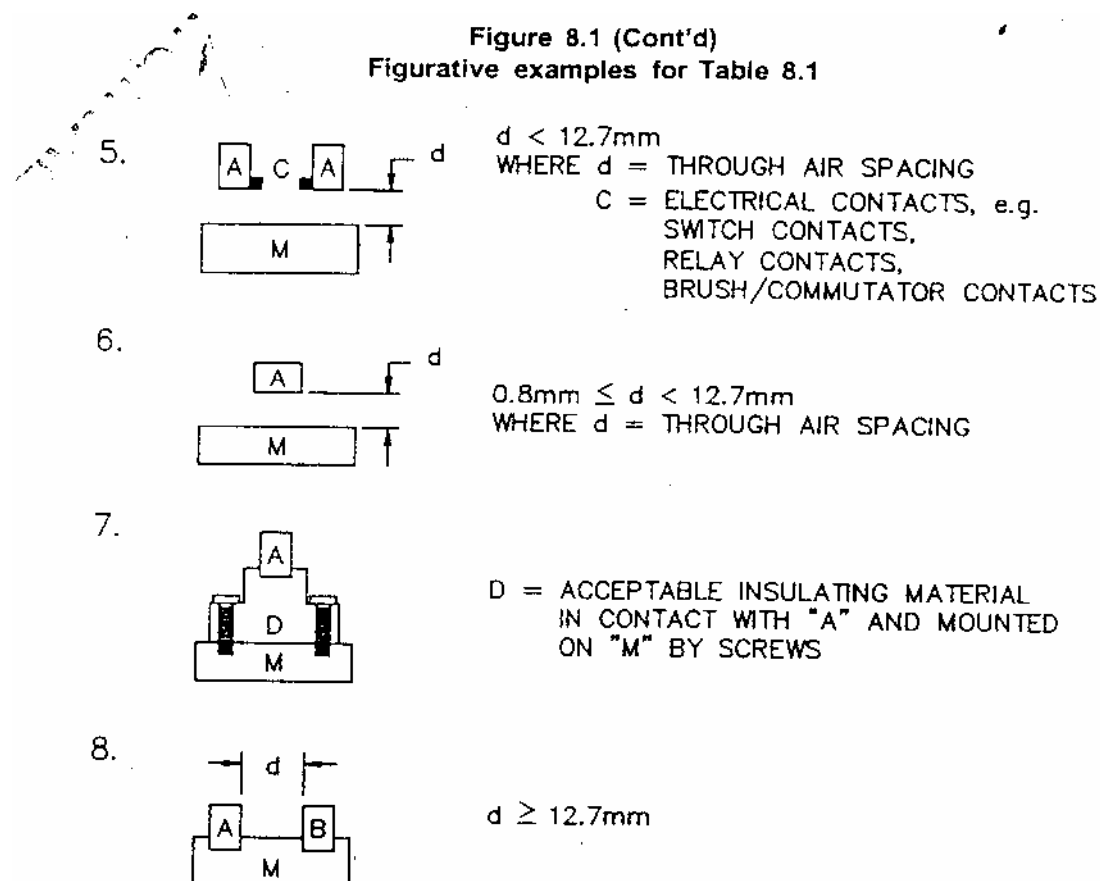
WHERE d = THROUGH AIR SPACING
4.
 

$$d_1, d_2 < 0.8\text{mm}$$

$$d_3 < 12.7\text{mm}$$

WHERE d_1, d_2 = THROUGH AIR SPACINGS
 d_3 = OVER SURFACE SPACING

Figure 8.1 (Cont'd)
Figurative examples for Table 8.1



A = UNINSULATED LIVE PART

B = (1) UNINSULATED LIVE PART HAVING DIFFERENCE IN POTENTIAL FROM A, OR
(2) DEAD METAL PART THAT MAY BE GROUNDED IN SERVICE OR IS EXPOSED TO CONTACT.

M = POLYMERIC MATERIAL UNDER CONSIDERATION

Note: (1) ALL SPACINGS ASSUMED TO BE RELIABLY MAINTAINED.
(2) UNLESS SHOWN IN CONTACT WITH "M", ALL LIVE PARTS ARE SUPPORTED BY STRUCTURES NOT DEPENDENT ON "M".

表 8.1 機械/電性能要求

性能	測 試 項目	標準	單位或 PLC	對各阻燃等級材料的推薦值 ^a				應用 ^b	圖 8.1 的圖 例	基於工程措 施的例外情 況
				V-0 VTM-0	V-1 VTM-1	V-2 VTM-2	HB			
電氣強度	體 積 電 阻 率	UL 746A	最小值，0hm-cm (乾燥)	50 x 10 ⁶	50 x 10 ⁶	50 x 10 ⁶	50 x 10 ⁶	作為兩相反極性非絕緣帶電 零件之間的絕緣材料，或者 作為非絕緣帶電零件與不帶 電金屬件之間的絕緣材料， 不帶電金屬可以是（1）接地 端子，也可以是（2）外露金 屬觸片。	(1)，(2)， (3) (8)	見 16 章
			最小值，0hm-cm (90%濕度)	10 x 10 ⁶	10 x 10 ⁶	10 x 10 ⁶	10 x 10 ⁶			
	介 電 強度	UL 746A	最小值，V(rms) (乾燥及 90%濕度)	5000	5000	5000	5000	同上	(1)，(2)， (3) (8)	見 12 章
漏電起痕電 壓	相 對 漏 電 起 痕 電壓 (CTI)	UL 746A	最大值 ^c PLC					材料表面與（a）相反極性的 非絕緣帶電件或與（b）非絕 緣帶電件及不帶電金屬件相 接 觸 或 靠 得 很 近（小於 0.8mm），不帶電金屬件可以 是（1）接地端子，也可以是 （2）外露金屬觸片。 在雜質越多的地方，要求有 更高的 CTI PLC 值，具體要 求如下：	(2)，(3)， (4)	見 11 章
				4	4	4	4	室內器具，環境比較乾淨		
				3	3	3	3	室內外器具，中等灰塵環境		

(待續)

表 8.1 機械/電性能要求 (續)

性能	測 試 項 目	標準	單位或 PLC	對各阻燃等級材料的推薦值 ^a				應用 ^b	圖 8.1 的圖 例	基於工程措 施的例外情 況
				V-0 VTM-0	V-1 VTM-1	V-2 VTM-2	HB			
漏電起痕電 壓	CTI	UL 746A	最大值 ^c PLC	2	2	2	2	室內外器具，灰塵很多的環 境		
(續)	斜 面 起 痕	UL 746A	最短時間 (分) 在 2.5KV 電壓下 產生 25.4mm 導 電痕跡的最短時 間	60	60	60	60	CTI 同上，但施加電壓範圍 為 601V-5KV	(2)，(3)， (4) (8)	見第 15 章
	(見 第 15 章)			300	300	300	300	CTI 同上，但施加電壓範圍 為 5001V-35KV	(2)，(3)， (4) (8)	見第 15 章
性能	浸 水 後 尺 寸 變 化	UL 746A	% 最大變化百分比	2	2	2	2	同上頁“體積電阻率”，也 可用於與帶電件維持相對位 置的地方，並可承受高濕環 境	(1)，(2)， (3) (4)，(7)， (8)	見 27.2.1
負載情況下 變形	負 載 情 況 下 的 熱 變 形 溫 度， 或	UL 746A	°C 在 66psi 壓力下 的最低溫度	比使用溫度高 10°C，但不低於 90°C				不用於裝飾件，其他都可用	(1)，(2)， (3) (4)，(5)， (6) (7)，(8)	見第 30 章
	維 卡 軟 化 點			比使用溫度高 25°C，但不低於 105°C						
	球 壓 溫 度			比使用溫度與室溫溫差值高 40°C，但不 低於 95°C						

(待續)

表 8.1 機械/電性能要求 (續)

性能	測 試 項 目	標準	單位或 PLC	對各阻燃等級材料的推薦值 ^a				應用 ^b	圖 8.1 的圖例	基於工程措施 的例外情 況
				V-0 VTM-0	V-1 VTM-1	V-2 VTM-2	HB			
在外力作用 下尺寸變化	抗蠕變	UL 746C		在具體應用情況下評估其抗蠕變性能				因外力作用的所有情況	(1)(2)(3)(4) (5)(6)(7)(8)	見 24A 章
抗電能引燃	耐大電 流電弧 引燃 (HAI)	UL 746A	最大值 PLC ^d	3	2	2	1	材料與非絕緣帶電件相接觸 或靠得很近 (對不產生電弧 零件, 小於 0.8mm, 對產生 電弧零件, 小於 12.7mm)	(1)(2)(3)(4) (5)(8)	見 13 章
	灼熱電 阻絲引 燃 (HWI)	UL 746A	最大值 PLC ^e	4	3	2	2	材料與非絕緣帶電件相接觸 或靠得很近 (小於 0.8mm)	(2)(3) (4)(8)	見 14 章
機械性能	拉 伸 或 彎 曲 強 度 ; 拉 伸 , 缺 口 , 卻 貝衝擊	UL 746A	MPa KJ/m ² 或 J/m 缺口	在應用情況下判斷其機械強度				材料與帶電件維持相對位置 不變, 或遮罩帶電件	(2)(4) (7)(8)	見 24 章
最高使用溫 度	相 對 熱 指數 (RTI)	UL 746A	°C 最低值	最高工作溫度應不超過由表 33.1 (見 33-39 章) 求得的材料溫度極限				不用於裝飾件, 其他可用。	(1)(2)(3)(4) (5)(6)(7)(8)	見 37-39 章

(待續)

表 8.1 機械/電性能要求 (續)

a 對 UL 94 5VA 及 5VB 材料，以及當某種材料用於某種器具後，用火焰測試法測試，符合第 17 章“阻燃性-12mm 火焰”，第 18 章“阻燃性-3/4”火焰”，第 19 章“阻燃性-127mm 火焰”測試要求的材料，將其視為等同於推薦性能等級 V-1 級的材料。

b 用於安全電路的零件，要考慮阻燃性要求，受力狀態下的變形，成形應力鬆馳，機械性能及最高工作溫度要求。如果該零件與電弧零件或火源之間的距離小於 12.7mm，則還要進行抗電氣引燃測試。

c	漏電起痕電壓 (CTI) 範圍 (V)	PLC 值
	$600 \leq TI$	0
	$400 \leq TI < 600$	1
	$250 \leq TI < 400$	2
	$175 \leq TI < 250$	3
	$100 \leq TI < 175$	4
	$0 \leq TI < 100$	5

d 在進行 HAI 測試過程中，電極的放置位置如 13.2 所述。

	HAI 範圍-引燃所需的平均電弧數量 (NA)	PLC 值
	$120 \leq NA$	0
	$60 \leq NA < 120$	1
	$30 \leq NA < 60$	2
	$15 \leq NA < 30$	3
	$0 \leq NA < 15$	4

e	HWI 範圍-平均引燃時間 (秒)	PLC 值
	$120 \leq IT$	0
	$60 \leq IT < 120$	1
	$30 \leq IT < 60$	2
	$15 \leq IT < 30$	3
	$7 \leq IT < 15$	4
	$0 \leq IT < 7$	5

表 8.2 性能缺陷附加要求

測試項目		整機附加要求
1.	體積電阻率	進行整機漏電流測試-見 16.1
2.	介電強度	用加厚材料-見 12.1
3.	相對漏電起痕電壓(CTI)	增大間隙
4.	斜面漏電起痕電壓	增大間隙
5.	性能	進行整機煲機測試-見 27.3
6.	受力變形	在材料存在內應力時(由成形過程或製造過程引起)進行整機成形應力鬆弛變形測試-見 30.1 由外力作用引起應力的情況下進行整機蠕變測試-見 24A
7.	大電流電弧引燃測試(HAI)	整機進行耐大電流電弧引燃測試-見 13.3 及 13.4
8.	灼熱電阻絲引燃(HWI)	整機進行異常超載測試，或灼熱電阻絲引燃測試-見 14 章“灼熱電阻絲引燃(HWI)-異常超載測試”
9.	最高使用溫度	整機進行熱老化測試 -見 36 章“相對熱指數”，37 章“相對熱性能”，39 章“溫度高於最高使用溫度”

9. 內隔板或墊板

- 9.1 當最高溫度不大於 90°C 時，也可用厚度不小於 0.71mm 的硬紙板作為兩相反極性非絕緣帶電件或非絕緣帶電件與可觸及金屬件之間的隔板，以獲得合理的電氣間隙。

例外情況：如果空氣間隙為要求間隙的一半以上，則硬紙板的厚度可減少為 0.33mm。

- 9.2 如果採用非硬紙板作為兩相反極性非絕緣帶電件或非絕緣帶電件與可觸及金屬件之間的隔板，則這種隔板材料應符合以下要求：

- 隔板材料應為符合表 9.1 要求的絕緣材料。
- 隔板厚度最小為 0.71mm，但如果空氣間隙為要求間隙的一半以上，則可用 0.33mm 的隔板。

例外：隔板或墊板可以比 9.1 節所規定的厚度薄，但必須有單獨的測試證明使用這種厚度隔板能達到所要求的性能。例如，0.18mm 聚對苯二甲酸乙二醇酯 (PETP) 薄膜認為等效於 0.71mm 硬紙板。0.15mm 粘結雲母片 (mica) 認為等效於 0.71mm 硬紙板，但是，薄隔板只限用於不受過大機械力及沒有機械運動的場合。

- c) 如果隔板或墊板可能受到機械破壞，則其材料的機械強度（拉伸強度，剪切強度，斷裂強度，蠕變等）要與硬紙板相當。見 UL 746E “Standard for Polymeric Material- Filament Wound Tubing, Industrial Laminates, Vulcanized Fibre, and Materials used in Printed Wiring Boards” 第 9 章 “Vulcanized Fibre” 硬紙板的具體性能指數資料。
- d) 隔板材料的最高使用溫度應不超過功能使用溫度指數（第 34 章），普通熱指數（第 35 章），相對熱指數（第 36 章）三種溫度的任一個溫度，否則，要按照 37 章 “相對熱性能” 要求對整機進行相對熱性能測試。

表 9.1 內隔板材料要求

應用	性能				
	耐引燃性		阻燃等級 ^d	相對漏電起痕電壓 (CTI) 最大 PLC 值 ^e	其他要求 ^f
	耐灼熱電阻絲 引燃 (HWI) 最大 PLC 值 ^b	耐大電流電弧引 燃 (HAI) 最大 PLC 值 ^c			
代替電氣間隙，與帶電零件接觸	4 或 g	3	V-0 或 VTM-0	e, o	i, j, k, l, m, n
	3 或 g	2	V-1 或 VTM-1	e, o	i, j, k, l, m, n
	2 或 g	2	V-2 或 VTM-2	e, o	i, j, k, l, m, n
代替電氣間隙，與空氣間隙相連	4 或 g	3 ^h	V-0 或 VTM-0	4	i, k
	3 或 g	2 ^h	V-1 或 VTM-1	4	i, k
	2 或 g	2 ^h	V-2 或 VTM-2	4	i, k
	2 或 g	1 ^h	HB	4	i, k
僅作為物理隔板	-	-	V-0 或 VTM-0 或 V-1 或 VTM-1 或 V-2 或 VTM-2 或 HB	-	k
	2 或 g	1 ^h	HB	-	k

- a. 已刪除
- b. 耐灼熱電阻絲引燃 — 見 3.18
- c. 耐大電流電弧引燃 — 見 3.17
- d. 阻燃等級 — 見 3.13
- e. 相對漏電起痕電壓 — 見 3.5 及 11 章相對漏電起痕電壓(CTI)
- f. 其他要求：要考慮使用場合下的機械強度。如果隔板材料長期受機械載荷作用（如彎曲，壓縮，拉伸載荷），則要考慮隔板的蠕變性能。見 24A
- g. 異常超載測試或整機灼熱電阻絲引燃測試，見 14 章。

（待續）

表 9.1 (續)

- h. 測試材料性能時，測試電極的放置位置如 13.2 所述。下面兩種情況不必進行測試：
 - a) 產生電弧的零件與材料之間距離 $\geq 12.7\text{mm}$ ，或者
 - b) 不產生電弧的帶電零件（接線柱，接線端子之類）與材料之間的距離 $\geq 0.8\text{mm}$
- i. 介質擊穿強度 — 隔板材料應符合 12.1 所規定的絕緣強度要求。
- j. 體積電阻率 — 隔板材料的體積電阻率應符合 16 章的要求。
- k. 成形應力鬆弛 — 隔板材料的成形應力鬆弛變形應符合 30 章及 62 章的要求，並按 62.1 所述進行測試。
- l. 蠕變 — 受內應力或外力（諸如彎曲，壓縮或拉伸載荷）作用的零件，要按 24A 所述進行測試。產生的變形應不產生以下不良影響：
 - a) 影響零件的正常工作或使用，
 - b) 導致帶電零件可觸及，或
 - c) 減小電氣間隙，使絕緣強度及漏電流達不到要求。對硬熱固性塑膠不必進行該測試。
- m. 耐紫外線 — 隔板材料應符合 26 章的要求。
- n. 浸水測試（僅對室外器具）— 隔板材料應符合 27 章的要求。
- o. 對於與帶電零件相接觸的隔板，對工作環境比較潔淨的室內器具，要求最大的 CTI PLC 值為 4。工作環境的雜質含量越高，CTI 值越高，如表 8.1 及 11 章“相對漏電起痕電壓”所述。

9.3 對於用來隔開在正確使用情況下，在清潔、維護過程中可能對人體造成傷害的零件，或用來隔開可能引起電擊的線路的隔板材料，應符合 9.2 的要求。

性能要求

10. 概述

10.1 10-39 章介紹了測試方法及圖 5.1，圖 6.1 第 2 部分及表 8.1 所規定的最低性能等級。有些材料可能不能滿足所有的性能要求，這種情況下，要進一步考慮該材料是否可用。

10.2 當材料不能滿足最低性能要求時，要參照一項或多項成品性能測試來確定該材料是否可用。

電性能

11. 相對漏電起痕電壓 (CTI)

11.1 當電器用於多灰塵環境中，絕緣物質內部可形成導電通路，從而引起電擊或火災。相對漏電起痕電壓可對絕緣物質在潮濕及含雜質狀態下的性能進行比較。

11.2 由 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 所介紹的方法可測得固體絕緣材料在潮濕狀態下的相對漏電起痕電壓。相對漏電起痕電壓是一個指數，跟實際使用中的工作電壓沒有直接關係。

11.3 相對漏電起痕電壓測試法用於測試電壓高達 600V 的相對耐漏電起痕性能。當電壓高於 600V 時，可採用 15 章所介紹的斜面漏電起痕測試來評估材料的耐漏電起痕性能。

11.4 如表 8.1 所示，當絕緣物質跟非絕緣導電物質或使用過程中可能接地的不帶電金屬件相接觸，或兩者間的距離小於 0.8mm 時，對於工作環境比較潔淨的室內器具，其 CTI PLC 值最大為 4，對工作環境灰塵較多的室內外器具，其 CTI PLC 值最大為 3，而對於特別骯髒的工作環境，CTI PLC 最大值為 2。

例外：如果採用預選的測試方法進行測試，則可以採用 IEC 112 所介紹的耐漏電起痕測試對產品外殼的一部分進行測試，以確定其耐漏電起痕電壓是否滿足產品標準。

11.5 表 8.1 的數值僅供參考，在具體產品中，要求值可以比表中資料高，也可以比表中資料低。

12. 絕緣強度

12.1 如果塑殼用來作為電氣絕緣件，則在 $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度(50±5)%的環境下放置 40 小時，以及在 $35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度為 (90±5) %的環境下放置 96 小時後，在電源頻率為 50-60Hz 下，兩者的絕緣強度均不小於 5000V (有效值)。

13. 耐大電流電弧引燃 (HAI)

13.1 當塑膠採用 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 所述的“耐大電流電弧引燃測試”進行測試時，其耐引燃性能應滿足表 8.1 的要求。

例外：對於安全電路，不必進行耐大電流電弧引燃測試。

13.2 在測試過程中，測試電極放置位置如下：

- a) 當帶電零件與塑件之間的距離小於 0.8mm 時，電極放於塑件表面上，或
- b) 當塑件與帶電零件之間的距離大於 0.8mm 而小於 12.7mm 時，將電極放於塑件上方，其距離為實際應用中帶電零件與塑件之間的最短距離。

13.3 對於不符合 13.1 要求的材料，應採用其成品電路的電源（電流，電壓及功率因數）按 49.1 所述過程進行短路測試（電弧測試）。

13.4 引燃要求

- a) 對 V-0 材料，在 15 個電弧內應不引燃，
- b) 對 V-1 及 V-2 材料，在 30 個電弧內應不引燃，
- c) 對 HB 材料，在 60 個電弧內應不引燃。

另外，當按 49.1 所述將絕緣電壓（不小於 1000V，60Hz）施加於帶電零件與相鄰不同電位的零件之間，持續 1 分鐘後，應不出現永久的黑跡。

- 13.5 從 49.1 所述的測試可以看出，絕緣零件形狀，爬電距離，塑件厚度及散熱槽之類，比塑膠試樣本身更耐電弧引燃。塑膠試樣的阻燃測試見 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations”。

14. 灼熱電阻絲引燃 (HWI) -異常超載測試或電熱棒整機測試

14.1 概述

- 14.1.1 對於不能滿足圖 5.1，表 7.1，表 8.1 或表 9.1 灼熱電阻絲引燃最低等級要求的材料，要對整機進行異常超載測試或電熱棒測試。所謂異常超載測試是指將異常過電流流超載流元件，其電流值及通電時間示於表 50.1，兩者都跟產品的過電流保護裝置額定值有關。所謂電熱棒測試是將成品用電熱絲加熱，測試溫度示於表 73.1，測試溫度與產品的使用狀況有關。

例外 1：當帶電零件與絕緣材料之間的距離 $\geq 0.8mm$ ，不必進行異常超載測試或電熱棒測試。

例外 2：對安全電路，不必進行異常超載測試或電熱棒測試。

14.2 異常超載測試

- 14.2.1 塑膠材料應能經受得住 50.1 及 50.2 所述超載測試過程中產生的高溫而不燃燒。
- 14.2.2 如果產品不帶過電流保護裝置，則測試電流應按分支電路中的過電流保護裝置的額定值的適當百分比來選取，但不小於 30A。
- 14.2.3 如果產品自身有過電流保護裝置，則其保護元件應該不能由用戶來維護，否則，要有永久性標識指明不可用更高額定值的保護元件來更換。

14.3 整機電熱棒測試

- 14.3.1 塑膠材料應能經受住 73.1.1-73.6.2 所述的電熱棒的作用。下面兩種現象的任一種，均認為測試通過：

- a) 沒發生燃燒
- b) 試樣，試樣周圍物質，以及燃燒顆粒承接物（不用薄紙及松木板）發生燃燒或發紅，但在移開電熱棒後 30 ± 1 秒內熄滅，視為通過該測試。但是，如果試樣，試樣周圍物質，燃燒顆粒承接物三種之中有一種已完全消耗掉，則測試失敗。

15. 斜面漏電起痕電壓

15.1 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 的斜面漏電起痕測試用於測試耐漏電起痕電壓為 600V-35KV 的絕緣材料。

15.2 如表 8.1 所示，絕緣材料與非絕緣帶電零件，使用過程可能接地的不帶電金屬件或露出表面的觸片相接觸或靠得很近，在 5001V-35KV 電壓下，用時間-痕跡方法進行測試，在 300 分鐘內，其漏電起痕長度應不大於 1”。

例外：當電壓值為 601V-5KV 時，要進行不少於 60 分鐘的時間-痕跡測試。

16. 體積電阻率

16.1 塑膠的體積電阻率要求如下：

a) 在 $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $(50 \pm 5)\%$ 的環境下放置 40 小時後，其體積電阻率應不小於 $50\text{M}\Omega\text{-cm}$ 。

b) 在 $35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度為 $(90 \pm 5)\%$ 的環境下放置 96 小時後立即進行測試，其體積電阻率不小於 $10\text{M}\Omega\text{-cm}$ 。

例外：假如產品的漏電流符合 16.3 的要求，則體積電阻率低於上述數值也視為符合要求。

16.2 體積電阻率由 UL 746A 測出。

16.3 對於額定輸入電壓為 120V 的帶電源插頭器具，當按 72.1-72.5 進行測試時，其漏電流應不大於：

a) 對於無接地（兩個插腳）的可攜式，駐立式或固定式器具，其漏電流應不大於 0.5mA。

b) 對於接地（三個插腳）的可攜式器具，其漏電流應不大於 0.5mA。

c) 對於接地（三個插腳）的駐立式或固定式器具，其插頭額定電流 $\leq 20\text{A}$ 的，其漏電流應不大於 0.75mA。

16.4 漏電流泛指能在外露導電表面與地面或另一個外露導電表面之間流動的所有電流，包括電容耦合電流。

阻燃性

17. 阻燃性 — 12mm 火焰測試

17.1 當器具按 51.1-51.6 所述，用測試火焰作用於器具 30 秒，隔 1 分鐘後再作用 30 秒後，材料的燃燒時間應不超過 1 分鐘。如試樣完全被消耗掉，則測試失敗。

例外：UL 94 5VA，5VB，V-0，V-1，V-2 材料，其模塑件不必進行 51.1-51.6 所述的燃燒測試。

18. 阻燃性 — 3/4” 火焰測試

18.1 當器具按 52.1-52.5 所述，用測試火焰作用於器具 30 秒，隔 1 分鐘後再作用 30 秒後，材料的燃燒時間應不超過 1 分鐘。如試樣完全被消耗掉，則測試失敗。

例外：UL 94 5VA，5VB，V-0，V-1，V-2 材料，其模塑件不必進行 52.1-52.5 所述的燃燒測試。

19. 阻燃性 — 127mm 火焰測試

19.1 當器具按 53.1-53.5 所述進行測試時，應達到以下結果：

- a) 試樣受火焰作用 5 次，每次作用時間為 5 秒，兩次之間間隔 5 秒，在作用第 5 次後材料連續燃燒時間應不超過 1 分鐘。
- b) 在測試期間，試樣所產生的燃滴或火花，不應該引燃位於試樣下方 305mm 處的藥棉。
- c) 在火焰作用區域，材料的損壞應不影響到整個零件的完整性。

例外：UL 94 5VA 材料，其模塑件不必進行 53.1-53.5 所述的燃燒測試。

20. 殼體阻燃性 — 746-5VS

20.1 測試要求

20.1.1 當塗覆材料按 54.1.1-54.2.7 所述進行測試時，應該：

- a) 在移開火焰後，所有試樣的燃燒時間或發紅時間，或兩者之和不得超過 5 秒。
- b) 從試樣上落下的火花應該不能引燃位於試樣下方 305mm 處的幹藥棉。
- c) 所有試樣均不被燒穿。

20.1.2 如果一套 5 件試樣中僅有一件不符合上述要求，則要用另一套 5 件試樣重做該測試。只有在第二套的所有試樣均符合以上要求時，才認為該厚度的材料通過該測試。

21. 殼體阻燃性 — 大面積塑殼要求

21.1 大面積是指一個不可再加以拆分的塑件，其投影面積大於 0.93 m^2 ，或是一個線性尺寸大於 1.83m。對於大面積塑件，當用 UL 723 “建築材料表面燃燒性質測試” 來確定其表面燃燒性質時，其火焰擴散指數不得超過 200。對於應用於不重要場合的塑件，也可用 UL 94 “輻射面板測試” 來確定其火焰擴散性質。

例外：如果塑件被一個不小於 305mm 的隔火區分開，或者當器具的電源線不永久固接于電路時，則可用 UL 94 “輻射面板測試” 來確定材料的火焰擴散性質，其值不得超過 200。

22. 防火塗層

22.1 概述

22.1.1 本章的要求及 55 章 “防火塗層測試” 適用於那些為了達到相應的火焰測試要求（參看第 5 章可攜式器具及第 6 章固定式或駐立式器具）而在塑件表面塗覆的防火塗層。

22.1.2 如果下面五點均符合的話，則塗層及其底材組合體可視為相當於最低阻燃級材料。

- a) 底材材料為 UL 94 HB 級或以上的。
- b) 帶防火塗層的樣品，在煲機前及煲機後，均達到最低阻燃級要求，並通過膠帶測試的。
- c) 為了顏色匹配，裝飾及其它類似目的而塗覆的塗層，應該不對整個殼體的阻燃級別產生不良影響。
- d) 防火塗層不應對殼體的絕緣性能產生不良影響。
- e) 在防火塗層塗覆工序，供應商應有合格的制程式控制制體系。

22.1.3 在任何情況下，防火塗層必須符合本章及 55 章“防火塗層測試”要求，而塗層底材材料要滿足產品的溫度要求。

22.1.4 當最高使用溫度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 時，要按 22.2.1，55.1.1.1-55.1.6.1 所述對塗層與底材間的結合面進行測試。

22.2 測試要求

22.2.1 在煲機前及按 55.1.1.1，55.1.2.1，55.1.3.2 所述進行煲機後，要對試樣進行測試以確定：

- a) 煲機後的阻燃級跟煲機前一樣還是更好，
- b) 在按 55.1.4.3 所述進行測試後，塗層應無明顯的剝落，裂紋或起泡。
- c) 與煲機前作對比，煲機後的衝擊及/或彎曲強度降低量應不大於 50%
- d) 試樣的表面電阻。

22.2.2 當最高使用溫度超過 60°C 時，要對重要性能進行長期熱老化研究，以確定塗層-底材之間的介面是否符合本標準要求。這些重要性能包括阻燃性，附著力，彎曲或衝擊強度。參看 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 中的熱老化測試過程。

機械性能

23. 抗壓性能

23.1 對於使用過程中不便於搬動的器具，要按 56.1 所述受壓力作用 1 分鐘，而不產生以下結果：

- a) 間隙減小到低於最小許用值。
- b) 造成裸露帶電件或內部線路可以被觸及。
- c) 對絕緣產生不良影響的諸如破損，裂紋，斷裂及其它類似缺陷。
- d) 產生其他缺陷，加大使用器具時引發電擊或火災的可能性。

24. 衝擊強度

24.1 器具應進行 57.1 或 57.3 所述的衝擊而不出現以下缺陷：

- a) 造成非絕緣帶電件可以被觸及（用該測試的標準探針）。
- b) 產生可影響機械性能的缺陷。
- c) 產生其他缺陷，加大引發電擊的可能性。

24.2 對 24.1(b)，殼體表面的裂紋或凹坑，應不會影響到任何安全裝置或溫控器，超載保護裝置，防水裝置及線套等結構零件的功能。殼體表面的裂紋或凹坑，應不會導致能可動零件露出產品表面，從而對人體造成傷害。

24.3 對 24.1(c)，衝擊後，器具應能符合相應的絕緣強度要求。

塑件的尺寸變化

24A 蠕變

- 24A.1 蠕變是指在受力情況下，材料的尺寸隨時間的變化而變化。將一個恒力作用於塑件上，其初始尺寸變化量可以從應力-應變關係中求出，但是，隨著時間的變化，尺寸變化呈緩慢上升趨勢，當達到某一點時，伸長率突然增大，這時發生斷裂。從經驗中得知，這種模式不適用於硬熱固性塑膠。
- 24A.2 在長時間受力狀態下（比如受彎曲載荷，壓縮載荷，拉伸載荷，繞彈簧絲，重力等作用），均能產生蠕變。
- 24A.3 對於自然消失蠕變的產品，用正常工作溫度，並施加最大載荷，持續 300 小時來確定塑膠流的影響。自然消失蠕變是指塑件的尺寸變化而使應力消失的蠕變。
- 24A.4 對於非自然消失蠕變的產品，用正常工作溫度，並施加最大載荷，持續 1000 小時來確定塑膠流的影響。非自然消失蠕變是指外力為重力的蠕變。
- 24A.5 在進行以上測試後，產生的變形應不：
- a) 影響正常工作或正常使用，
 - b) 導致帶電零件可以被觸及，
 - c) 使電氣間隙減小到低於絕緣強度及漏電流所要求的水準，
 - d) 使室外使用器具的內部零件外露，使其遭受氣候條件的影響，
 - e) 導致用於安全目的的金屬接頭間，包括粘結接頭及作為載流連接的接頭的壓力降低到不合格水準。
- 24A.6 由供應商提供的材料蠕變性能資料，可用來作蠕變分析。在使用這些資料時，要考慮測試條件與最終使用條件的相似程度。測試條件與環境條件，以及測試應力與實際應力越相似，從測試資料中分析得到的預測值就越準確。

耐久性

25. 耐久性

25.1 概述

- 25.1.1 25.2.1-25.4.1 所介紹的測試方法可用於相對測量材料在高溫下耐成形應力鬆馳的能力。在變形溫度小於其許用溫度的應用場合，其測試結果要參照 30.1 “成形應力鬆馳變形測試”的測試結果作出判斷。

25.2 維卡（Vicat）軟化點

- 25.2.1 維卡軟化點溫度應比工作溫度高出 25°C 或更多，但不得低於 105°C。維卡軟化點由 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 所介紹的測試來測出。

25.3 熱變形溫度

- 25.3.1 熱變形溫度應比工作溫度高出 10°C 或更多，但不得低於 90°C。熱變形溫度由 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 所介紹的測試來測出。

25.4 球壓溫度

25.4.1 球壓溫度應比工作溫度與室溫之差值高出 40°C 或更多，但不得低於 95°C。球壓溫度由 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 所介紹的測試來測出。

26. 紫外光照射

26.1 對於使用過程中要受大氣紫外線照射的電器外殼，當按 58.1.1-58.2.11 進行測試時，其耐候性應符合本標準要求。

26.2 表 26.1 列出了試樣受紫外線照射後的最低性能值。當試樣受碳弧燈照射 720 小時，或受氙弧燈照射 1000 小時後，對任何厚度，任何顏色，試樣的阻燃級別應保持不變。而照射後的物理性能平均值，不得低於照射前的 70%。參見 58.2.3。

例外 1：在不適合用標準試樣進行拉伸測試，缺口衝擊測試或卻貝衝擊測試的場合，可採用 58.2.7-58.2.11 所述程式以及圖 58.1 和圖 58.2 的器具，對產品的某一有代表性部分作測試。

例外 2：如果某種材料按本章要求進行測試，得出其衝擊值小於 70%而≥25%，假如下面兩種情況均符合的話，則視為結果合格。

- a) 未受紫外線照射的試樣，其衝擊強度符合表 26.2 的要求。
- b) 當試樣受碳弧燈照射 360 小時，或受氙弧燈照射 500 小時後，其衝擊強度不低於照射前的 80%。或者是，當需要延長照射時間而對試樣用碳弧燈照射 360 小時，或用氙弧燈照射 500 小時後，其衝擊強度不低於前一衝擊強度的 80%。

表 26.1 受紫外線照射後及浸水後的最低性能要求

性能	紫外線 ^a	浸水 ^b
阻燃級	不變	不變
拉伸或彎曲強度 ^c	70%	50%
拉伸衝擊，缺口衝擊， 卻貝衝擊 ^c	70%	50%
a. 碳弧燈照射 720 小時，或氙弧燈照射 1000 小時。見 58.1.1-58.2.11 b. 在 70°C 水溫下浸 7 天。見 59.1 c. 對功能支撐件，測試方法為拉伸強度及彎曲強度。對將承受衝擊之零件，採用拉伸衝擊，缺口衝擊或卻貝衝擊測試方法。見表 58.1		

表 26.2 球衝擊強度^a

受紫外線照射後的強度百分比 (%) ^b	未受紫外線照射的試樣之球衝擊強度 英尺-磅 (焦耳)
≥70	5.0 (6.8)
50-69	10.0 (13.6)
25-49	20.0 (27.2)
< 25	不符合要求
a. 易於移動的掌上型器具或臺式器具除外 b. 受碳弧燈照射 720 小時或受氙弧燈照射 1000 小時後，或如 26.2 所述延長照射時間情況下的最後照射階段後。	

27. 浸水

27.1 概述

27.1.1 室外使用電器的塑膠殼浸水後不能有絲毫降解現象。材料的耐浸水降解性能要按 27.1.2，59.1 及 59.2 所述程式來判定是否符合本標準要求。

27.1.2 表 26.1 列出了試樣浸水後的最低性能值。當試樣在水溫為 70°C 的熱水中按 59.1 所述浸泡 7 天后，對任何厚度，任何顏色，試樣的阻燃級應保持不變。而浸水後的物理性能平均值，不得低於浸水前的 50%。

27.2 尺寸變化

27.2.1 當塑殼在蒸餾水中浸泡 168 小時後，如果其尺寸變化量大於 2.0%，則要按 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 進行整機測試，以確定工作環境中大氣條件引起的尺寸變化是否導致：

- a) 間隙減小使得漏電流增大，
- b) 浸水後造成介質擊穿，
- c) 塑件的變形或溶脹導致器具工作性能降低。

特殊使用要求

28. 異常工作

28.1 當按 60.1 所述進行測試時，材料應不發生燃燒，不可露出導電件，覆蓋於塑殼上的可燃物質也不可有發紅或燃燒現象。假如塑殼上的可燃物質不發生燃燒，則儘管塑件有變形，收縮，膨脹或裂紋的存在，也視為符合要求。

29. 惡劣條件

- 29.1 在進行 61.1 所述測試後，如果其電氣部分沒有被燒壞，則其空載輸入電流應不大於測試前空載電流的 150%。
- 29.2 在進行 61.1 測試過程中，電氣部分被燒壞後，不應該產生：
- a) 塑殼持續燃燒 1 分鐘以上。
 - b) 引燃緊靠塑殼的薄紙或粗布。

熱性能

30. 成形應力鬆弛變形

- 30.1 當器具按 62.1 或 62.2 (根據圖 5.1 或圖 6.1 來確定適用於哪一項) 所述進行煲機後，材料不應變軟，將其冷卻至室溫後，尺寸的縮小及變形也不可產生以下現象：
- a) 使兩相反極性的非絕緣帶電零件之間，非絕緣帶電零件與可觸及的不帶電或接地金屬片之間，非絕緣帶電零件與塑殼之間間隙減小到低於最低許用值。
 - b) 使非絕緣帶電零件或內部線路可以被觸及，或者是破壞了塑殼的整體性，使其不能很好地起到保護內部零件的作用。
 - c) 使電源線不符合拉力測試要求，如果有電源線的話。
 - d) 影響器具的正常工作或使用。

例外：對硬熱固性塑膠及低壓泡沫成形件，不必進行 62.1 或 62.2 所述的煲機過程。

31. 馬達輸入測試

- 31.1 在按 62.2 所述進行煲機後，當按 63.1 所述在額定電壓下不帶負載工作時，其輸入電流應不大於煲機前空載電流的 150%。

32. 成形應力鬆弛變形後的電源線拉力測試

- 32.1 當器具按 62.1 或 62.2 (根據圖 5.1 或圖 6.1 來確定適用於哪一項) 所述進行煲機，並待其冷至室溫後，應對試樣進行電源線拉力測試，測試結果應符合相應的產品要求。

33. 溫度要求-總則

- 33.1 已知材料性能是溫度和時間的連續函數，高溫下的降解速度比低溫下要快得多。單純一個溫度指標不能用來說明材料的性能，因為溫度與以下各項有關：材料類別及其添加劑、填充劑；材料性能值及其應用中的應力水準；工作時間及能引起電擊，火災或對人體造成傷害的零件故障的影響。
- 33.2 表 33.1 及 34-37 章介紹了幾種確定材料溫度極限的方法，任一種方法都可用來確定材料的溫度極限。第 67 章“溫度要求-舉例說明”舉了一個例子說明如何運用溫度要求。
- 33.3 第 39 章“高於最高使用溫度下的溫度極限”介紹了當材料在超過溫度極限下工作，或工作過程中其工作溫度呈週期性變化情況下，確定其等效溫度的方法。

表 33.1 材料溫度極限類型

章節	溫度極限類型	方法大綱
34	功能使用溫度指數	這是確定溫度極限的最普通方法。這種方法不需瞭解材料的組成成分，只根據材料的使用功能來確定其溫度極限。
35	普通熱指數	根據材料的類別（化學結構，填充劑，添加劑等）來確定最高溫度極限，而不考慮其最終使用狀況。
36	相對熱指數	將材料的長期重要性能值與標準材料的性能值相對比，從而求出該材料的溫度極限。需要瞭解其最終使用基本功能。
37	相對熱性能	這是確定溫度極限的最具體的方法。根據材料具體使用情況下的應力水準來確定材料的溫度極限。在確定其溫度極限前，需要瞭解材料的長期熱老化性能（見 36 章，相對熱指數）。

34. 功能使用溫度指數

34.1 表 34.1 列出了某一使用功能下材料的最高溫度極限，這些指數與材料的類別無關。

34.2 功能使用溫度指數跟材料厚度及顏色無關。

34.3 在按“成形應力鬆弛變形”要求進行煲機前及煲機後，塑膠的最高工作溫度不超過表 34.1 所列資料，且其阻燃性符合整機的要求的話，則該塑膠符合本標準要求。如果對煲機後的要求與煲機前相同，而且煲機後的測試符合要求的話，則可不要求進行煲機前測試。

例外 1：對硬熱固性塑膠及低壓泡沫成形塑件，不要求進行“成形應力鬆弛變形”處理。

例外 2：如符合以下兩點要求，則不要求進行阻燃處理。

a) 長期熱老化後，不降低材料的阻燃性能。

b) 進行長期熱老化的試樣有一個厚度≤待測品的壁厚

34.4 材料最高工作溫度高於表 34.1 所列資料時，如果該工作溫度滿足普通熱指數（第 35 章），或滿足相對熱指數（36 章），或滿足相對熱性能（37 章）時，則視為符合本標準要求。

表 34.1 基於最終使用功能的塑膠的最高溫度極限

應用場合	塑膠的溫度極限 °C (°F)	
	塑殼	其他零件 ^a
可攜式，有人看管，間斷工作家用電器	80 (176)	65 (149)
其他可攜式器具	65 (149)	65 (149)
其他器具	50 (122)	50 (122)
a 裝飾零件除外		

35. 普通熱指數

- 35.1 表 35.1 列出材料的普通熱指數，這些指數是根據以前的適用工作狀況，材料的化學結構以及對絕緣系統進行測試而得到的。普通熱指數不清適用於一類材料中的每一種材料。
- 35.2 表 35.1 沒列出的材料，其普通熱指數均視為 50°C (122°F)。
- 35.3 表 35.1 沒列出的材料，其普通熱指數均與材料的厚度及顏色無關。
- 35.4 最高工作溫度高於表 35.1 所示溫度的材料，如果該溫度滿足功能使用溫度指數（34 章），或滿足相對熱指數（36 章），或相對熱性能（37 章），則視為符合本標準要求。

表 35.1 普通熱指數^a

材料	ISO 縮寫	普通熱指數，°C
聚醯胺（尼龍 6，11，12，66，610，612） ^b	(PA)	65
聚碳酸酯 ^b	(PC)	80
聚對苯二甲酸乙二醇酯		
模塑樹脂 ^b	(PETP)	75
薄膜（0.25mm）	(PETP)	105
聚對苯二甲酸丁二醇酯 ^b	(PBTP)	75
聚丙烯 ^{b,h}	(PP)	65
聚氨基醚 ^g	-	105
聚苯硫醚	(PPS)	130
模塑酚醛樹脂 ^c	(PF)	150
模塑三聚氰胺 ^{c,d} 及模塑三聚氰胺/酚醛樹脂 ^{c,d} -		
比重 < 1.55		130
比重 ≥ 1.55		150
聚四氟乙烯	(PTFE)	180
聚氯三氟乙烯	(PCTFE)	150
氟化乙丙烯	(FEP)	150
尿素甲醛 ^c	(UF)	100
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 ^b	(ABS)	60
矽模塑樹脂 ^{c,d}		150
矽橡膠-		
模塑樹脂	(SIR)	150
室溫硫化或熱固化膏	(RTV)	105
環氧-	(EP)	
模塑樹脂 ^{c,d}		130
粉末塗料		105
陶瓷填充樹脂 ^{b,i}		90
模塑己二烯酞酸酯 ^{c,d}		130
模塑不飽和聚合物 ^{c,d}	(UP)	
AMC，BMC，DMC，SMC，TMC	電氣	105 ^e
	機械	130

(待續)

表 35.1 (續)普通熱指數^a

材料	ISO 縮寫	普通熱指數，°C
液晶聚合物 ^h	(LCP)	130
層壓木質纖維		60
硫化纖維		90
冷塑酚醛樹脂, 三聚氰胺或 三聚氰胺/酚醛樹脂混和物 ^d - 比重 < 1.55		130
比重 ≥ 1.55		150
冷塑無機物 (水泥等)混和物		200
合成雲母, 粘結樹脂 - 環氧, 醇酸粘結劑, 或 聚脂粘結劑		130
酚醛粘結劑		150
矽粘結劑		200
<p>a 除非特別指明是共聚物或混合物，普通熱指數均指均聚樹脂。如果是合金，則混合物中各組分都要確定其最低普通熱指數。</p> <p>b 包括玻璃纖維增強劑和/或滑石，石棉，礦物質，碳酸鈣及其它無機填料。</p> <p>c 僅指在高溫高壓下模塑而成的化合物，諸如注塑成形，壓縮成形；不包括經開式模或低壓模加工而成的化合物，諸如手工塗覆，粉末噴塗（流化床，靜電噴塗，熱浸，澆塗）</p> <p>d 包括含纖維系填料（合成有機纖維除外）的材料，但不包括在液態使用的增強纖維樹脂。在 105°C 以下，合成有機填料視為符合要求。</p> <p>e 如果試樣在 180°C 恒溫箱中老化處理 504 小時後，其絕緣強度不小於老化前絕緣強度的 50% 的話，則普通熱指數不包含 130°C。測試要在乾燥條件下進行。試樣從爐中取出後，至少要經過 2 小時的乾燥及冷卻才可以進行測試。</p> <p>f 僅包括純芳香族液晶熱聚合物；純芳香族氨基聚合物及純芳香族聚醚；不包括非結晶形的液晶脂肪-芳香族聚合物，這種聚合物的主鏈由脂肪族組成，而不是芳香族（甲基或芳香族除外）。</p> <p>g 只包括聚氨基醚模塑樹脂。</p> <p>h 包括乙烯單體重量成分不大於 25% 的聚丙烯共聚物。</p> <p>i 加入酸酐或芳香胺固化劑的多元液態環氧材料，普通溫度指標達到 130°C。</p>		

36. 相對熱指數

36.1 材料的相對熱指數是評估材料長期熱老化資料的依據，後者是按 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 所介紹的方法獲得的。

36.2 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations”，材料的熱老化性能的求解方法為：預估一個性能值，然後在幾個較高的老化溫度下測出老化後的性能的變化量，用描點法將時間的對數與絕對溫度的倒數的關係在圖中表示出來，用回歸分析的最小面積法把各點用直線連接起來。時間-溫度關係式為：

$$\ln(t) = A + B/T$$

式中，

A 為常數（頻度因數）

B 為啟動能（能量常數）

T 為絕對溫度，°K (°C + 273.16)

Ln 為自然對數

36.3 將待測試材料與已證明有良好使用性能的其他材料一起作測試，並將待測試材料的熱老化性質與其他材料的熱老化性質作對比，從而估算出待測試材料能滿足使用性能的相對熱指數。對每種材料，可得出幾個相對熱指數，每個相對熱指數對應於一種具體的性能，顏色及材料厚度。

36.4 當材料的最高使用溫度高於相對熱指數時，如果該溫度符合功能使用溫度指數（35 章）或相對熱性能（37 章）要求，則視為符合本標準要求。

37. 相對熱性能

37.1 有機絕緣材料的相對熱性能（RTC）關係到在最高工作溫度下，材料的重要性能能滿足要求，使產品在最大預期壽命內，機械及電性能均能滿足使用要求。一般來說，假如對材料的重要性能（機械，電氣，衝擊）及最小厚度有要求，可用相對熱指標（RTI）來代表相對熱性能（RTC）。如果器具允許有更大程度的熱降解的話，則工作溫度可比相對熱指數（RTI）高。這種情況下，需要採用熱疲勞測試資料來分析材料的各項重要性能。熱疲勞測試按 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 進行。各項資料如下：

a) 從 UL 746B 得到的 RTI 值

b) 壽命方程式斜率（B），B 的定義見 36.2

c) 性能過剩因數（P），即重要性能值與允許值之比

d) 可用一個或多個溫度的性能-時間退化曲線來求取性能老化到一定數值（f）所需要的時間（t₁），以及正常壽命時間（t₀）。

37.2 相對熱性能不能由一般性能測試測量出來，比如短期性能資料及長期相對熱指數，而應該測量材料的重要性能值，從而確定在指定應用情況下允許的老化值。

37.3 為了確定材料在具體器具的許用工作溫度，必須對成品進行功能使用評估。

37.4 一個零件的熱容涉及到在特定應用情況下的熱性能要求，機械性能要求及電性能要求。因此，一個零件在一種使用情況下測出的熱容值，不能用於另一使用情況，儘管是同一種材料，甚至在某種情況下，用同一個零件。

37.5 從 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 加速熱老化測試中得到的資料，可作為材料在具體使用情況下評估熱容的基本依據。

37.6 相對熱性能可用以下式子求出：

$$RTC = [1 / (RTI + 273.16) - (\log F) / B]^{-1} - 273.16$$

式中，

F 為 t_1/t_0 的比值，

t_0 為性能降低到 50% 時的正常時間

t_1 為性能降低到 f% 時的時間，是一個計算值

P 為性能過剩因數

37.7 由於 RTC 值僅僅考慮緩慢的化學分解作用的影響，因此，有必要進一步確定在其他短期熱因素作用下，比如軟化，變形以及由於快速分解引起的重量減少等因素作用下，RTC 是否產生性能惡化。這些影響很容易測到，因為這是材料自然屬性，可用標準材料在短時間內測量出來。對於熱塑性塑膠，可用載入下的熱變形測試，或球壓測試，或維卡測試來求出軟化點溫度。對於熱固性塑膠，可用熱重量分析法或其他等效分析測試方法來求出開始發生急劇分解的溫度。

37.8 如果一項重要性能（比如衝擊機械性能）的 RTC 計算結果使得另一項重要性能（如不受衝擊的機械性能或電性能）的極限溫度升高到高於 RTI 值，則必須用後者的 RTI 值來計算另一項性能的 RTC 值。

38. 相對熱性能（第二方案）

38.1 材料的相對熱性能關係到當產品處於相對熱指數（RTI）溫度與軟化點之間時，材料履行其機械或電性能的能力，以及當產品長期處於工作溫度下，使用功能不受到影響的能力。具體應用情況下的相對熱性能評估，要用本章所述的流程對實際零件作熱老化測試。

38.2 材料的相對熱性能不只是由測量材料性能而得出結果，而是要通過分析高溫煲機前後的性能變化，以及對材料的具體使用功能的全面瞭解來確定。

38.3 為了確定材料在器具中的合理工作溫度，必須對整機使用功能進行評估。

38.4 一個具體零件的熱性能跟特定應用情況下的熱性能，機械性能及電性能有關。因此，一個零件在一種使用情況下測出的熱性能值，不能用於另一使用情況，儘管是同一種材料，甚至在某種情況下，用同一個零件。

38.5 從 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 加速熱老化測試中得到的資料，可作為材料在具體使用情況下熱性能評估的基本依據。

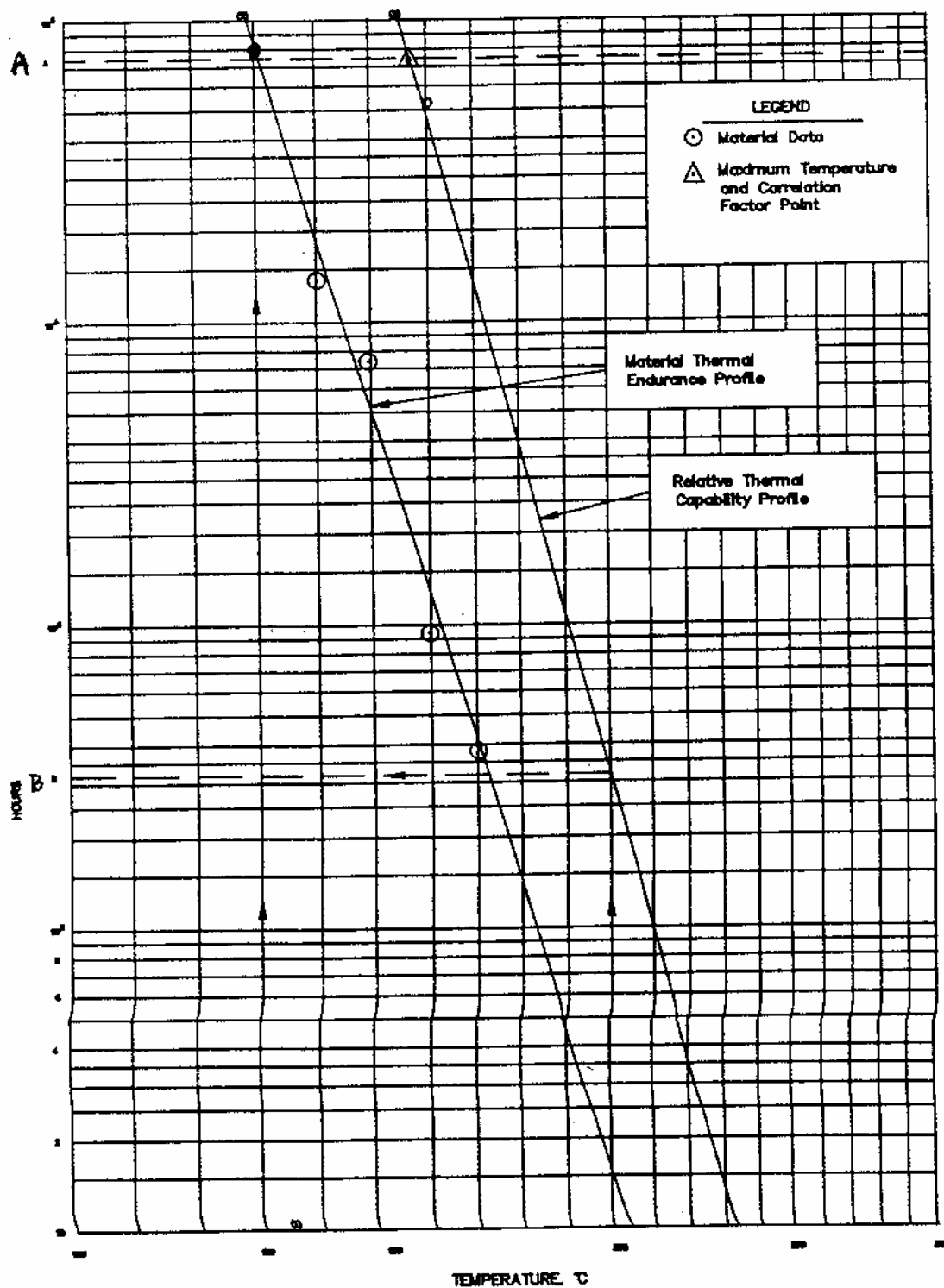
38.6 由材料的重要性能熱疲勞特性線，根據相對熱性能特性線的斜率與熱疲勞特性線相同的性質，以及它通過座標為（最高工作溫度，壽命）的點，就可以畫出相對熱性能特性線。68 章“溫度要求-舉例說明”用實例闡述了如何構建及使用相對熱性能特性線。用溫度的倒數與時間的對數關係，畫出熱疲勞特性線，從而得出相對熱性能特性線的畫線步驟如下：

- a) 從材料的相對熱指數處畫一條垂線，該垂線與熱疲勞特性線的交點座標就是估算壽命。
- b) 在交點處畫一條水平線，直到零件的最高工作溫度點
- c) 通過該最高工作溫度點畫線，使其與熱疲勞特性線平行

38.7 按 61.1 及 61.2 所述進行測試後，材料不得：

- a) 阻燃級降低到不符合要求，
- b) 降低機械或電性能，或者
- c) 變軟到：
 - 1) 不能作為導電零件的機械支撐裝置，或者
 - 2) 減小相反極性的非絕緣帶電體之間，非絕緣帶電體與不帶電金屬件或接地金屬之間的間隙到低於最小許可間隙以下，或者
 - 3) 非絕緣帶電體或內部線路可被觸及，或者
 - 4) 使電源線拉力測試達不到要求，或者
 - 5) 影響整機的工作或使用。

Figure 38.1
Determination of the relative thermal capability



A= 73,969 hours
B= 330 hours

S2004

Handwritten signature

39. 短時溫度高於最高使用溫度

- 39.1 電器在工作過程中，或工作剛結束時，其溫度可能達到最高。在某種工作場合或某種產品結構，假如材料的老化性能允許的話（見相對熱指數），短時溫度超出熱指數極限也許可以接受。可能需要運用 37 章的相對熱性能來確定是否符合要求。
- 39.2 例如，採用自動復位溫控器的加熱器具，在開始幾個工作迴圈中，其工作溫度最大，在隨後的工作中，由於環境溫度升高，溫控器在較低溫度下切斷電路。
- 39.3 在很多情況下，產品的溫度變化與時間呈指數函數關係，其週期及時間常數與產品的幾何形狀，產品的熱量集中程度，以及熱源的大小有關。
- 39.4 當已知時間-溫度曲線時，可將其分解成 i 個“臺階”，每一臺階為一恒定溫度 T_i ，在該溫度下持續一小段時間 f_i ，這樣，其等效連續使用溫度 T_{eq} 為：

$$T_{eq} = -B / \ln [\sum (f_i \times \text{Exp}(-B/5T_i))]$$

其中：

T_{eq} 為等效連續使用溫度，單位為 °K

B 為 Arrhenius 關係式 $L = Ae^{B/T}$ 中的激化能常數， $B = -E / R$ ， E 為激化能（單位：電子伏） R 為玻耳茲曼常數， $R=8.62 \times 10^{-5}$

\ln 為自然對數

$\text{Exp}()$ 是以 $e (=2.718284)$ 為底，以 $()$ 為冪的函數

近似臺階始終位於實測曲線的上方，如 66 章“溫度高於最高使用溫度”的例子所示。

特殊應用

40. 概述-膠粘劑

- 40.1 這些要求適用於粘結結構零件的膠粘劑，在這些結構零件中，膠粘劑用來使產品不引發電擊，火災及對人體的傷害。
- 40.2 這些要求不適用於生產印刷線路板的膠粘劑，印刷線路板的膠粘劑要求見 UL 796 “Standard for Printed-Wiring Board”。
- 40.3 膠接接頭應該符合 41 章“功能分析”要求，42 章“分析程式”及 69 章“膠粘劑-特殊應用”要求。

41. 功能分析

- 41.1 應該根據膠粘劑在整機中的功能分析結果，從而對膠粘劑的性能提出相應的要求。粘結強度是粘結接頭的重要性能指標，應盡可能選用跟最終使用情況相接近的測試方法來測試。

42. 分析程式

42.1 整機分析

- 42.1.1 用於固定電器重要部件的膠接接頭，在初始狀態下，應能承受 4 倍於實際應用中所受的作用力。

42.2 環境因素的影響

- 42.2.1 求取重要性能初始值的測試方法，應該跟實際使用狀況盡可能接近。在正常使用情況下機器可能遇到的環境條件，以及在使用時可以預見的濫用狀況，受這些因素影響的重要性能值，要用相同的測試方法來測試。受這些因素作用後，重要性能降低量不能大於 50%。

43. 線圈架

- 43.1 應用於絕緣系統中的材料，應該按 UL 1446 “requirements for systems of insulating materials-general” 來評估。

44. 絕緣保護塗層

- 44.1 在某些電器的印刷線路板中，有些相反極性的非絕緣帶電零件之間，或非絕緣帶電零件與可觸及不帶電金屬零件之間的電氣間隙不夠，這時可用絕緣保護塗層來保護上述零件免受環境大氣的影響，並提高線路板的絕緣強度。本章及第 70 章“絕緣保護塗層測試”要求，適用於這種絕緣塗層。
- 44.2 帶絕緣保護塗層的印刷線路板，要按 ANSI/UL 796 “Standard for Printed-Wiring Boards” 來評估，並必須符合 70 章“絕緣保護塗層測試”的要求。
- 44.3 各類工業用途層壓材料都要按 UL 94 進行燃燒測試。測試試樣為帶最小厚度及最大厚度絕緣保護塗層的空板。絕緣保護塗層應不降低底材的阻燃性能。

例外 1：ANSI FR-4 的測試結果可用於 ANSI FR-5，G-10，G-11，CEM-1 及 CEM-3 等材料。

例外 2：ANSI XXXPC 的測試結果可用於 ANSI X，XP，XPC，XX，XXP，XXX 及 XXXP 等材料。

例外 3：ANSI GPO-2 的測試結果可用於 ANSI GPO-3 材料。

例外 4：底材為 HB 級的層壓材料不要求進行燃燒測試。

金屬化零件

45. 概述

- 45.1 某些產品出於裝飾目的，或為了抑制電磁干擾（EMI）而在零件外表面電鍍一層或幾層金屬膜。46 章“韌性鍍層”，47 章“脆性鍍層”以及 71A “膠帶測試”對這些零件的塗覆過程提出了相應的要求。
- 45.2 這些要求的目的是通過粘結強度測試（韌性鍍層）或膠帶測試（脆性鍍層）來驗證底材與金屬鍍層之間的整合度。當降低粘結強度易於引發電擊，或引發火災，或兩者都可發生時，這些測試結果用來判斷這些鍍金屬件是否符合要求。
- 45.3 當金屬化零件作為導電零件時，還要增加其他要求。
- 45.4 46 章“韌性鍍層”及 47 章“脆性鍍層”都是金屬化零件的性能要求。46 章適用於韌性鍍層，比如鍍銅零件的性能要求；而 47 章及 71A 適用於脆性鍍層的性能要求，比如為了遮罩電磁干擾而採取真空鍍金屬，火焰噴塗，陽極化處理等等。

46. 韌性鍍層

- 46.1 金屬化零件應無起皺，麻點，起泡，鏽斑等缺陷，因這些缺陷可引發電擊，火災或傷害人體，並且在整個寬度範圍內，鍍層金屬與底材的初始平均粘結強度應不小於 36g/mm。粘結強度將按照 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 測試鍍銅平板的粘結強度而得到。0.05mm 銅膜厚度的測試結果，同樣適用於小於 0.05mm 的銅鍍膜。
- 46.2 金屬化零件經過加速老化煲機及溫度迴圈煲機後，在整個寬度範圍內，其粘結強度應不小於 18g/mm。煲機要求見 71A.5 (b)，(c)及(d)。
- 46.3 如果金屬化零件預期工作溫度高於最低的 RTI 值，則必須按 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 的煲機程式進行煲機，然後測試粘結強度值，作為評價熱降解性能的指標。煲機後粘結強度應不小於初始粘結強度的 50%。

47. 脆性鍍層

- 47.1 金屬化零件應無起皺，麻點，起泡，鏽斑等缺陷，因這些缺陷可引發電擊，火災或傷害人體；並且在整個寬度範圍內，在煲機前及煲機後，鍍層金屬間的粘合力，以及鍍層金屬與底材之間的附著力，都應該達到要求。附著力在試樣的平面部分進行測試而得到。附著力必須按 ASTM D 3359 “Standard Methods for Measuring Adhesion by Tape Test” 的 A 或 B 方法及 71A 所述測試方法進行測試。
- 47.2 *Deleted July 7, 1999*
- 47.3 如果金屬化零件預期工作溫度高於最低的 RTI 值，則必須按 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 的煲機程式進行煲機，然後進行膠帶測試，以評價其熱降解程度。煲機後鍍層應符合 47.1 要求。

性能測試

48. 概述

48.1 說明

- 48.1.1 除非另有說明，電壓及電流值均指有效值 (rms)。
- 48.1.2 對於交直流兩用器具，如果不能確定哪種電源產生更不利條件，則先用交流電源進行測試，再用直流電源進行測試。

48.2 電壓表

- 48.2.1 除非另有說明，當測量電壓 $\leq 1000V$ 時，電壓表的最小阻抗為 2000 Ω/V ；當測量電壓 $> 1000V$ 時，電壓表的最小阻抗為 20,000 Ω/V 。
- 48.2.2 當測量開路電壓用於確定漏電流時，電壓表的輸入阻抗應不會對被測電路產生太大的影響。一般來說，測量開路電壓的電壓表，其輸入阻抗不得小於 1M Ω 。
- 48.2.3 對於在使用過程或用戶維修保養過程可被觸及的導線，插口或元件，要按使用狀態進行接插，及按維修後的一切可能位置佈置。

48.3 粗布規格

- 48.3.1 用於測試的粗布應為經過漂白的粗棉布，重量為 26-28m²/kg。
- 48.3.2 用到粗布的測試應在無風的房間裏進行。

48.4 電壓和頻率

48.4.1 所有開機測試都應在額定電壓和額定頻率下進行。

48.4.2 對於只有一種額定頻率的產品，在該額定頻率下進行測試；對於有兩種額定頻率的產品，如果其中的一個標定值為 60Hz 的話，則用 60Hz 進行測試。如果允許用另一種頻率作測試的話，也可以用另一種頻率進行測試。

48.4.3 如果產品可在備用電源下工作，比如 DC 變壓器，車載電池之類，如果有需要的話，要在這些備用電源下進行測試。

48.4.4 除非個別測試方法另有規定，在測試前及測試過程中，試樣周圍的標準氣候環境為：溫度介於 15°C 至 35°C 之間，相對濕度介於 45% 至 75% 之間。

49. 整機耐電弧測試

49.1 耐電弧測試電流將作為確定最大正常工作電流和最小功率因數的依據。測試電壓等於帶電零件兩端的電壓。電弧在帶電零件與最有可能發生擊穿的相鄰零件間產生。電弧將用來引燃殼體材料或引燃帶有不同電位的零件之間的絕緣材料。電弧將由銅探針或不銹鋼導電探針產生。探針將以 40 個電弧/分鐘的速度沿絕緣材料表面引發電弧痕跡或黑跡（如果 40 個電弧/分鐘行不通，則速度可降為 30 個電弧/分鐘）。

50. 異常超載測試

50.1 為了確定塑膠是否符合 14.2 的要求，幾台器具或器具的某一部分，按表 50.1 所示的每一超載電流及測試時間進行測試。如不出現 50.2 現象，則每種超載測試只需一個樣品。

50.2 如果有一個樣品在達到表 50.1 所示的最短測試時間前斷開，則用另外三個樣品，按 50.6 (b) - (i) 所示的較小一級電流值進行測試，測試時間為表 50.1 導體不發生斷開的最大超載電流所對應的最短測試時間，或 7 小時。

50.3 在按 50.6 所示順序進行測試時，如果異常超載測試進行了 7 小時或按表 50.1 所示的全時間測試後，超載保護裝置不動作，則不必進行剩下的測試。例如，當做 50.6(a) 的測試時，輸入 110% 超載保護電流（即對 30A 超載保護裝置用 33A 電流）持續 7 小時，輸入 135% 超載保護電流（40.5A）持續 60 分鐘，輸入 200% 超載保護電流（60A）持續 2 分鐘後，如果超載保護裝置不斷開，則不必進行 (b) - (i) 的測試。

50.4 50.6 (b) - (h) 所示的超載電流值，為未達到表 50.1 所示測試時間而使導體斷開的電流的較小超載電流。50.6 (b) - (i) 所述的基本測試電流，是指表 50.1 導體不發生斷開的最大超載電流。如果施加 1.1 倍超載保護電流進行測試，未達到 7 小時而導體已斷開，則基本測試電流為器具的額定電流。

表 50.1 異常超載測試

過電流保護裝置額定值	110%電流 ^a	最短測試時間	
		135%電流	200%電流
0-30 A	7 小時	60 分鐘	2 分鐘
31-60 A	7 小時	60 分鐘	4 分鐘
61-100 A	7 小時	120 分鐘	6 分鐘
101-200 A	7 小時	120 分鐘	8 分鐘
201-400 A	7 小時	120 分鐘	10 分鐘
a 當溫度保持穩定時可終止測試，因為溫度穩定表明已達到最終結果。			

50.5 爲了說明問題，請看以下兩個例子：

例 A：

假設待測試器具的額定電流爲 10A，其過電流保護裝置額定值爲 30A，讓第一個樣品，我們將其稱爲樣品 1，輸入 $1.1 \times 30 = 33A$ 電流持續 7 小時，另一個樣品，將其稱爲樣品 2，輸入 $1.35 \times 30 = 40.5A$ 電流持續 60 分鐘，第三個樣品，即樣品 3，輸入 $2 \times 30 = 60A$ 電流持續 2 分鐘。時間結束後，如果樣品 1，樣品 2 的導體均沒斷開，而樣品 3 的導體斷開，這樣，另一套 3 個樣品，將其稱爲樣品 4，樣品 5，樣品 6，將要進行 60 分鐘的異常超載測試，其輸入電流爲基本測試電流（40.5A）加上超載電流（60A）與基本測試電流之差的 75%，即 $40.5 + 0.75 \times (60 - 40.5) = 55A$

例 B：

在例 A 中，如果時間結束時，三個樣品的導體均斷開，則另一套三個樣品，即樣品 4，5，6，將要進行 7 小時的異常超載測試，其輸入電流爲基本測試電流（即額定電流 10A）加上超載電流（33A）與基本測試電流之差的 75%，即 $10 + 0.75 \times (33 - 10) = 27.25A$

50.6 在以下任一受載情況下，器具應不產生燃燒，無不適當變形，材料不熔化：

- 按表 50.1 輸入超載電流值。
- 輸入電流等於基本測試電流加上超載電流與基本測試電流之差的 75%。
- 輸入電流等於基本測試電流加上超載電流與基本測試電流之差的 50%。
- 輸入電流等於基本測試電流加上超載電流與基本測試電流之差的 25%。
- 輸入電流等於基本測試電流加上超載電流與基本測試電流之差的 20%。
- 輸入電流等於基本測試電流加上超載電流與基本測試電流之差的 15%。
- 輸入電流等於基本測試電流加上超載電流與基本測試電流之差的 10%。
- 輸入電流等於基本測試電流加上超載電流與基本測試電流之差的 5%。
- 輸入電流等於基本測試電流。

50.7 爲了驗證材料是否滿足 50.2 的要求，用三台整機，每台機按 50.6 (a) - (i) 所述進行測試。

50.8 為了調節輸入電流，將待測器具串接一隻可變電阻。可變電阻應便於調節，使得在進行 50.6 (b) - (i) 各項測試時，在較短的時間內便可達到所需電流值，如果有必要，可在開始測試後 1 分鐘內重調一次。

50.9 對於帶有內置式保護裝置（如 14.4 所示）的器具，在 50.6 (a) - (h) 的測試過程中，如果保護裝置動作，則可以終止測試；對於自動迴圈式保護裝置，則要按表 50.1 所示進行全時間測試。

50.10 異常超載測試的樣品準備如下：

a) 在軟木板上覆蓋一張白紙，將樣機置於白紙上。

b) 待測樣機要接通到恰當的電源上，該電源可以為低壓低電流型電源，熔斷電流不小於 30A。

50.11 每個異常超載測試要按 50.2 及表 50.1 所示測試時間連續進行測試，但當時間還沒到時，便發生燃燒，電路燒斷等現象，則終止測試。

51. 阻燃性 - 12 mm 火焰測試

51.1 三個樣品用於做測試，可以是整機，也可以是相關的元件，但要求對性能有影響的元件或其他零件應留在原位。測試前，將待測樣品在恆溫箱中煲機 7 天，爐內溫度比待測機器的最高工作溫度高 10°C，但不低於 70°C，接著在 $23.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ，相對濕度為 $(50 \pm 5)\%$ 的爐中煲機不少於 4 小時，然後按 51.2-51.6 所述進行測試。

例外：如果同時滿足以下兩個條件，則只做非煲機樣品測試：

a) 長期熱老化後，材料的阻燃性能不下降。

b) 用於做熱老化測試的某一樣品厚度 \leq 塑件厚度。

51.2 對於元件樣品，按 51.5 所述進行測試。測試過程中，樣品周圍應無風，並按其工作位置將樣品固定起來。將火焰作用於樣品的內表面因靠近火源而有可能被引燃的地方。如果有幾個零件位於火源附近，則每個樣品要在不同位置進行測試。

例外：如果為密封型器具，或不可能將火源作用於內表面，則可將火源作用於外表面。

51.3 關於 51.2，最有可能被引燃部分應視為產生電弧零件或其他潛在火源的相鄰零件。

51.4 火焰燈的燈管長度不少於 35mm，內徑為 $0.5 \pm 0.1\text{mm}$ ，外徑不得超過 0.9mm。火焰燈應無通風孔。氣源為丁烷氣體，純度不能低於 95%，熱能大約為 $122\text{MJ}/\text{mm}^3$ 。

51.5 將火焰燈處於豎直位置，調節氣源，使火焰長度達到 12mm。將火焰作用於樣品上 30 秒時間，作用兩次，兩次之間的時間間隔為 1 分鐘。作用位置按 51.3 所述進行選擇。

51.6 如果一套三個樣品中有一個不符合 17.1 要求，則用另一套三個樣品再做測試。第二套的三個樣品都符合 17.1 的要求，則視為測試合格。

52. 阻燃性 - 3/4" 火焰測試

52.1 三個樣品用於做測試，可以是整機，也可以是相關的元件，但要求對性能有影響的元件或其他零件應留在原位。測試前，將待測樣品在恆溫箱中煲機 7 天，爐內溫度比待測機器的最高工作溫度高 10°C，但不低於 70°C，接著在 23.0 ±2.0°C，相對濕度為 (50±5)% 的爐中煲機不少於 4 小時，然後按 52.2-52.5 所述進行測試。

例外：如果同時滿足以下兩個條件，則只做非煲機樣品測試：

- a) 長期熱老化後，材料的阻燃性能不下降。
- b) 用於做熱老化測試的某一樣品厚度 ≤ 塑件厚度。

52.2 對於元件樣品，按 52.4 所述進行測試。測試過程中，樣品周圍應無風，並按其正常工作位置將樣品固定起來。與塑件相接觸或固定於塑件上的非塑膠件，不必將其移除，並且盡可能保留內部結構於原位。將火焰作用於樣品的內表面因靠近火源而有可能被引燃的地方。如果有幾個零件位於火源附近，則每個樣品要在不同位置進行測試。

例外：如果為密封型器具，或不可能將火源作用於內表面，則可將火源作用於外表面。

52.3 關於 52.2，最有可能被引燃部分應視為線圈、開式開關、產生電弧零件等的相鄰零件。

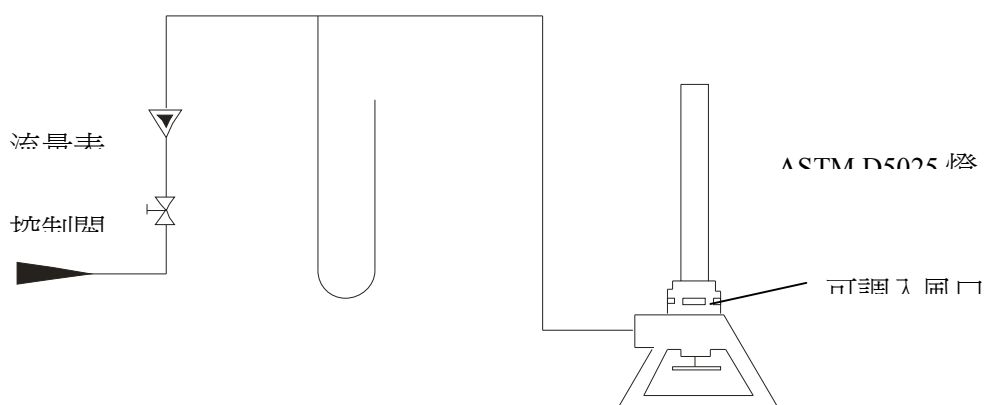
52.3.1 火焰燈的燈管長度為 100 ±10mm，內徑為 9.5 ±0.3mm。燈管端部不再安裝其他裝置，比如穩定器之類。火焰燈規格應該符合 ASTM D5025 “Specification for a Laboratory Burner Used for Small-Scale Burning Tests on Plastic Material” 的要求。調節氣源及火焰燈的入口，使其產生 20 ±1 mm (即 3/4") 的帶黃色火焰尖的藍色火焰。增大氣源直至黃色火焰尖剛好消失。如果需要，測量火焰高度並重調一次。按 ASTM D 5207 要求，測試火焰至少要每月校正一次，而且當變更氣源，變更測試品，或當測試資料有疑問時，都要重新校正測試火焰。

52.4 將火焰作用於樣品上 30 秒時間，作用兩次，兩次之間的時間間隔為 1 分鐘。作用位置按 52.3 所述進行選擇。採用工業等級甲烷氣（純度不低於 98%）作為燃燒氣，並採用流量表及控制閥控制氣體勻速流動。供氣系統排布如圖 52.1 所示，調節控制閥，使氣體流速達到 105ml/min，壓力小於 10mm 水壓，參見 ASTM D5207。流量表可以是流速流量表，也可以是體積流量表，精度為 ±2%。

例外：在 23°C 時熱能大約為 37MJ/m³ 的天然氣效果跟甲烷氣差不多，但是，如果有爭議，採用甲烷氣來測試。

52.5 如果一套三個樣品中有一個不符合 18.1 要求，則用另一套三個樣品再做測試。第二套的三個樣品都符合 18.1 的要求，則視為測試合格。

圖 52.1 燃燒燈供氣系統排布



53. 阻燃性 — 5” 火焰測試

53.1 三個樣品用於做測試，可以是整機，也可以是相關的元件，但要求對性能有影響的元件或其他零件應留在原位。測試前，將待測樣品在恆溫箱中煲機 7 天，爐內溫度比待測機器的最高工作溫度高 10°C，但不低於 70°C，接著在 $23.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ，相對濕度為 (50±5)% 的爐中煲機不少於 4 小時，然後按 53.2-53.5 所述進行測試。將火焰作用於樣品的內表面因靠近火源而有可能被引燃的地方。如果有幾個零件位於火源附近，則每個樣品要在不同位置進行測試。

例外：如果同時滿足以下兩個條件，則只做非煲機樣品測試：

- a) 長期熱老化後，材料的阻燃性能不下降。
- b) 用於做熱老化測試的某一樣品厚度 ≤ 塑件厚度。

53.2 如果一套三個樣品中有一個不符合 19.1 要求，則用另一套三個樣品再做測試。第二套的三個樣品都符合 19.1 的要求，則視為測試合格。

53.3 燃燒燈及其調節和校準方法與 3/4” 火焰測試相同，不相同的是：

- 1) 氣體流動速度為 965ml/min，壓力為 $125 \pm 25\text{mm}$ 水壓，
- 2) 火焰高度可調，在光線暗淡的房間裏，火焰垂直高度大約為 $125 \pm 10\text{mm}$ ，內層藍色火焰錐高度為 $40 \pm 2\text{mm}$ 。

53.4 當用整個外殼進行測試時，樣品將按其工作位置支撐起來。如果不影響測試的話，樣品支撐於無風的測試爐中。在火焰作用點下方 305mm 處放一層全棉藥棉。火焰與垂直方向成 20° 作用於內部最有可能被引燃的部分（最接近帶電零件或電弧零件，線圈等部分），火焰尖與樣品接觸。每個樣品的火焰作用位置不同。氣源採用工業等級甲烷氣，並用控制閥及流量表控制氣體勻速流動。

例外 1：如果為密封型器具，或不可能將火源作用於內表面，則可將火源作用於外表面。

例外 2：在 23°C 時熱能大約為 37MJ/m³ 的天然氣效果跟甲烷氣差不多，也可採用。

53.5 火焰作用 5 秒時間後，隔 5 秒再作用一次，這樣共作用 5 次。

54. 殼體阻燃性 — 746-5VS 測試

54.1 測試裝置

54.1.1 測試裝置包含以下器具：

- a) 爐腔，或實驗容器，測試過程中無強制空氣對流。
- b) 實驗燈 - 本生燈（即煤氣燈）或梯瑞爾燈，燈管長 $100 \pm 10\text{mm}$ ($3.94 \pm 0.39"$)，燈管內徑 $9.5 \pm 0.3\text{mm}$ ($0.374 \pm 0.012"$)。管尾不附加任何物體，如穩定器。
- c) 環形夾持架 - 可調環形夾持架，把試樣夾持於鉛垂位置。
- d) 氣源 - 工業甲烷氣體供給裝置，帶控制閥及流量表，以達到勻速流動。熱能大約為 37MJ/m³ 的天然氣，效果跟甲烷差不多。但是，當有疑問時，仍用工業甲烷氣。
- e) 固定塊 - 把測試燈夾持於與鉛垂方向成 20° 的位置。
- f) 碼錶或其他計時器。
- g) 內裝無水氯化鈣的乾燥器。
- h) 空調房或恆溫恆濕箱，使溫度穩定在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73 \pm 3.6^\circ\text{F}$)，相對濕度為 (50±5)%。

i) 熱處理爐 - 恒溫箱，溫度穩定在 $70 \pm 1^\circ\text{C}$ ($158 \pm 1.5^\circ\text{F}$)。

j) 藥棉。

54.1.2 樣品大小為 $152 \times 152\text{mm}$ ，板厚包括最小厚度，最大厚度，以及一系列中間厚度。中間厚度板的厚度增量不能超過 3.17mm ($0.125''$)，每種厚度樣品均塗覆最小膜厚。取板厚為最小及最大的樣品作測試。如果最小板厚和/或最大板厚的測試結果表明，還需要進一步對中間厚度板作測試的話，則再做中間厚度板的測試。用這種測試方法，板厚不能超過 12.7mm (0.50inch)。

54.2 板件的處理

54.2.1 一套 5 件試樣作如下處理：

a) 測試前，整套試樣放於溫度為 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$)，相對濕度為 $(50 \pm 5)\%$ 的恒溫恒濕箱或空調房中，時間不少於 48 小時。

b) 整套放於溫度為 $70 \pm 1^\circ\text{C}$ ($158 \pm 1.8^\circ\text{F}$) 的恒溫箱中處理 168 小時，然後在室溫下的氯化鈣乾燥器中冷卻 4 小時，接著做測試。

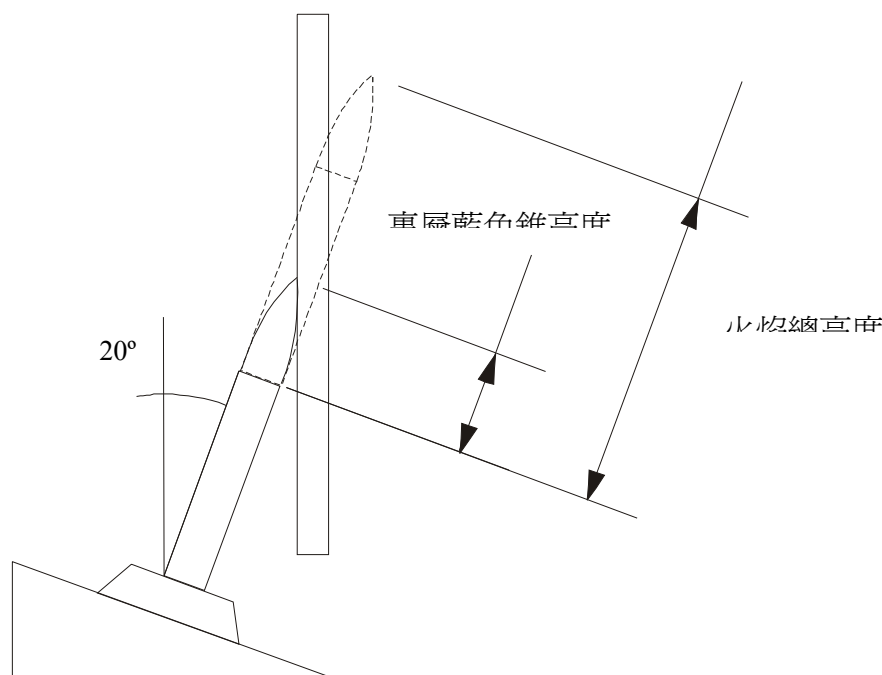
54.2.2 在爐腔或無強制空氣對流的實驗容器做燃燒測試。建議用密封式實驗容器，帶耐熱玻璃窗及排氣扇，以便測試後排出燃燒產物。

54.2.3 實驗燈點燃後放於無光線的房間裏，距離試樣很遠的地方。調節實驗燈使火焰處於鉛垂位置。火焰總高度為 127mm ($5''$)，裏層藍色火焰高 38mm ($1\frac{1}{2}''$)。

54.2.4 測試平板由圓環狀夾持架夾持在鉛垂位置，調節夾子高度使平板位於藥棉上方 305mm ($12''$)。實驗燈放於固定塊斜面上，使燈與鉛垂方向成 20° 。

54.2.5 將火焰移到平板塗層側的中央，火焰與鉛垂方向成 20° ，使內層藍色火焰錐端部與平板表面接觸。見圖 54.1。

圖 54.1



54.2.6 火焰作用於平板 60 秒後移開。

54.2.7 火焰移開後，觀察以下現象並作記錄。

- a) 燃燒及發紅兩者的持續時間之和。
- b) 平板上有無燃滴滴下，點燃藥棉。
- c) 火焰是否將平板燒穿。

55. 防火塗層測試

55.1 試樣處理

55.1.1 溫度的影響

55.1.1.1 40 只帶阻防火塗層的試樣分放於兩個恆溫箱中，在 $80.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($176.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) 溫度下工作 1500 小時，並在 $90.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($194.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) 溫度下工作 800 小時後，在 $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度 (50±5) % 的環境下放置 40 小時後做測試。測試結果應符合 22.2 節的要求。

55.1.2 濕度的影響

55.1.2.1 在 $35.0 \pm 3.0^{\circ}\text{C}$ ($95.0 \pm 5.4^{\circ}\text{F}$)，相對濕度 (90±5) % 的環境下處理 (108±12) 小時後，5 只樣品進行燃燒測試，5 只樣品進行附著力測試。測試於濕度處理結束後立即進行。測試結果應符合 22.2 節的要求。

55.1.3 熱迴圈的影響

55.1.3.1 試樣進行如 55.1.3.2 節所述的熱迴圈處理後，5 只試樣做燃燒測試，5 只試樣做附著力測試。測試結果應符合 22.2 節的要求。

55.1.3.2 熱迴圈包括以下三個迴圈：

- a) 在溫度為 $70.0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($158.0 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$) 的恆溫箱中放置 48 小時；
- b) 在 $35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($95.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度 (90±5) % 的環境下放置 48 小時；
- c) $0.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($32.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) 環境下放置 8 小時；
- d) 在室溫下 (大約為 25°C 或 75°F)，施加一個與試樣縱向平面成 90° 的簡諧運動於試樣上。簡諧運動的頻率為 (55±5) Hz，調節其振幅使試樣產生 1.5g 加速度。
- e) 在 $35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($95.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度 (90±5) % 的環境下放置 60 小時。

55.1.3.3 熱迴圈處理後，試樣要冷至室溫後才做測試。

55.1.4 測試方法

55.1.4.1 關於殼體燃燒測試的測試方法，見 UL 94 及本標準第 18-20 章。

55.1.4.2 關於彎曲強度及衝擊強度測試，見 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 及本章 55.1.4.3 節。

55.1.4.3 關於受彎曲影響的附著力測試方法，介紹如下：一套 5 件最小壁厚試樣，大小都為 55.1.4.3 127x12.7mm (5x1/2")。將試樣水準支撐，並在距一端 12.5mm (1/2") 的地方將其夾緊。在距夾緊點 115mm (4-1/2") 處施加一個力，該力以 12.3-50.8mm/min (0.5-2.0"/min) 的速度移動，使其產生向上變形量 25.4mm (1")，向下變形量 50.8mm (2")，及向上變形量 25.4mm (1")，完成一個迴圈。每個試樣要受彎三個迴圈。

55.1.5 表面電阻

55.1.5.1 按 55.1.5.2 及 55.1.5.3 所述，測量帶防火塗層的塑件的表面電阻，其阻值應不小於 1 兆歐。

55.1.5.2 大小為 100x100mm (4x4") 的三個試樣，要經過以下兩個過程：

- a) 在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$)，相對濕度為 (50±5)% 的環境下放置 40 小時。
- b) 在 $35.0 \pm 3.0^\circ\text{C}$ ($95.0 \pm 5.4^\circ\text{F}$)，相對濕度 (90±5)% 的環境下放置 168 小時。參見 UL 746A "Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations"。

55.1.5.3 受潮處理後立即進行表面電阻測試。如果三個試樣的表面電阻值相差太大，則要延長 55.1.5.2 (b) 的處理時間，使其電阻稍大於 1 兆歐。

55.1.6 其他要求

55.1.6.1 為了確定材料的基本成分，需要進行某些分析測試。分析測試包括以下專案但不局限於這些：

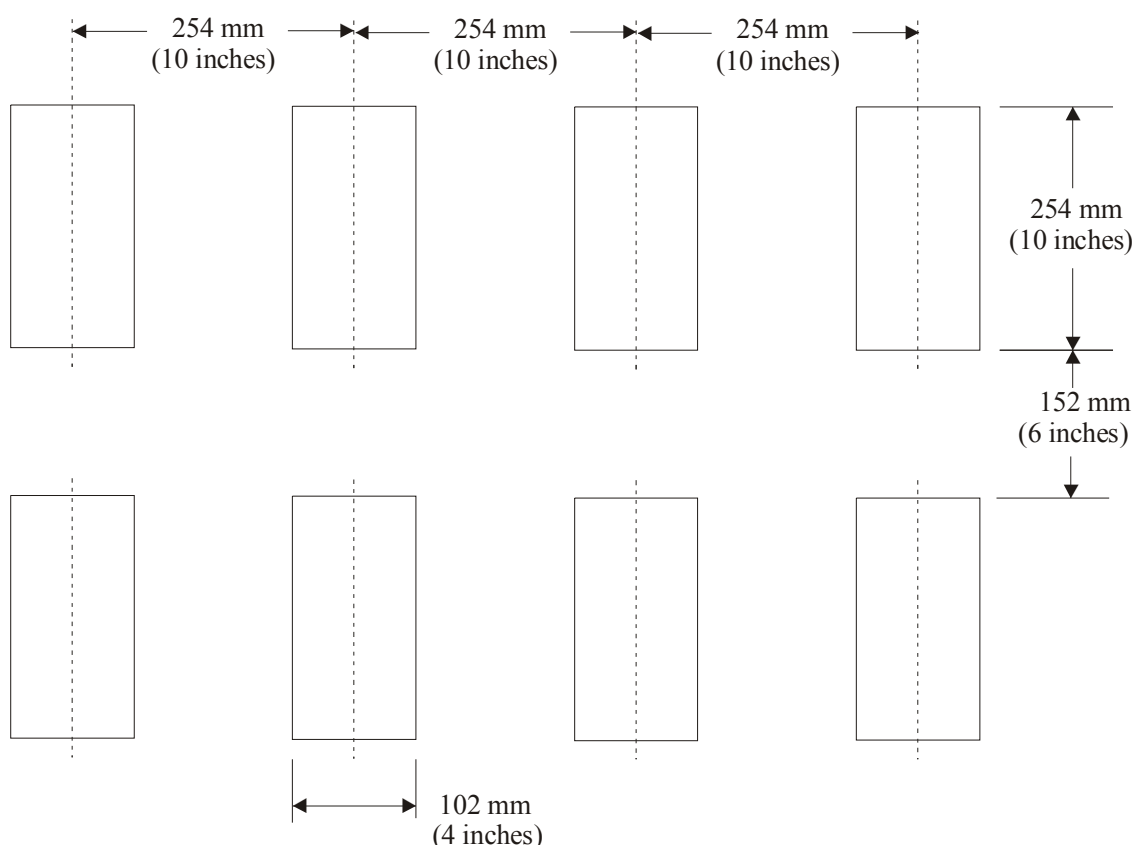
- a) 105°C (216°F) 下固體百分比 — 稱出大約 5 克的塗料，放於陶瓷蒸發皿中，在電爐中加熱至 $105.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ ($221.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$)，重量保持穩定。然後放於乾燥器中冷卻，稱重。由加熱前及加熱後的兩個重量可求出固體百分比。
- b) 灰燼百分比 (乾燥底材) — 從“固體百分比”測試中剩下的乾燥物，可用於確定 UL 746A "Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations" 所述的灰燼含量。由上面的固體重量及燃燒後殘渣的重量，可計算出灰燼百分比。
- c) 每加侖重量 — 每加侖重量可由‘巴爾的摩重量杯’確定。
- d) 定性分析紅外線 — 可按 UL 746A "Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations" 所述得到材料的紅外光譜。
- e) X 射線定性分析 — 可用 X 射線來分析樣品中已知的防火元素的存在 (氯，溴，磷，銻)。
- f) 氯百分比 (乾燥底材) — 將樣品展開於手錶玻璃上，在 $105.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ ($221.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$) 的電爐中加熱至重量保持穩定。要把整個試樣的塗層去掉，以求得氯含量。乾燥樣品 (大約為 0.3 克) 放於耐熱玻璃試管中，與氫氧化鈣粉一起加熱，生成的氯化鈣可由體積硬化方法求得。
- g) 磷百分比 (乾燥底材) — 稱出塗層樣品的重量 (大約為 0.1 克)，該樣品將與濃硝酸在低於 $105.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ ($221.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$) 的溫度下硝化 24 小時。在硝化過程中，將採用酸硝化球。硝化樣品將被稀釋至已知體積，然後用色度計測出顏色密度，從而求出磷的百分比。

56. 耐壓測試

56.1 將三個試樣支撐於固定的剛性平面上，支撐位置按製造商所建議的位置。用 102x254mm (4x10") 的平板產生壓力於試樣的外表面上。每個平板將在試樣上產生 45.4kg (100lb) 的

力。依試樣的大小情況，可加多個平板於試樣上。最多可達到 8 個，如圖 56.1 所示。

圖 56.1 耐壓測試壓力施加位置



57. 衝擊強度測試

57.1 掌上型器具需按 (a) 和 (b) 所述進行落地衝擊測試。

- 讓試樣從 0.91m (3ft) 的高度落下到硬木板上。落地位置盡可能選取試樣的薄弱處，使試樣產生最壞結果。硬木板是一層厚度為 25mm (1") 的橡木板。測試時，硬木板放於水泥地板或其他無回彈性的地板上。測試數量 3 件。
- 每個試樣做三次跌落測試，並使三次的落地位置不同。測試數量為 3 件；但是，如果製造商採取如圖 57.1 所示的測試方法的話，則可以減少測試數量。符合圖示的任一情況均視為落地測試合格。

57.2 固定連線器具，或地面支撐式器具，或使用過程中不大可能跌落的諸如臺面支撐式器具，要按 57.3 進行鋼球衝擊測試。

57.3 對於適用於表 57.1 所列類型的器具，要按表中數值進行一次衝擊測試，衝擊位置為使用過程中可能遭受撞擊的表面。讓一個直徑為 50.8mm (2")，重量為 0.535kg (1.18 lb) 的鋼球從所需高度落下，撞擊到試樣表面上，如圖 57.2 所示。如果撞擊面不是試樣的頂面，則可以將試樣的側面固定起來，然後用上面所述的衝擊方法；也可以把鋼球用繩子懸掛起來，讓它可以象鐘擺那樣擺動，然後將它從所需高度放下，當繩子到達豎直位置時，撞到試樣側面上，如圖 57.2 所示。測試數量為 3 件，而且三次衝擊的位置不同。但是，如果製造商選擇如圖 57.1 所示的測試方法的話，則可以減少測試數量。符合圖示的任一情況均視為測試合格。

57.4 對於室外使用器具，則不做 57.3 的室溫測試，而是要把試樣冷卻到 $-35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($-31.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，保溫 3 小時後按 57.1 或 57.3 進行測試。對於室內使用器具，但其使用溫度可能低於實際室溫，如不帶加熱裝置的倉庫或車庫，其溫度大約為 23°C (73°F)，則要將試樣冷卻到 $0.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($32.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，保溫 3 小時後按 57.1 或 57.3 進行測試。這兩種條件下的合格結果見 24.1

節。

圖 57.1 衝擊測試流程

系列号	样品编号								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	A	N	N	A	N	N	A	N	N
2	A	N	N	A	N	N	U	A	N
3	A	N	N	U	A	N	A	N	U

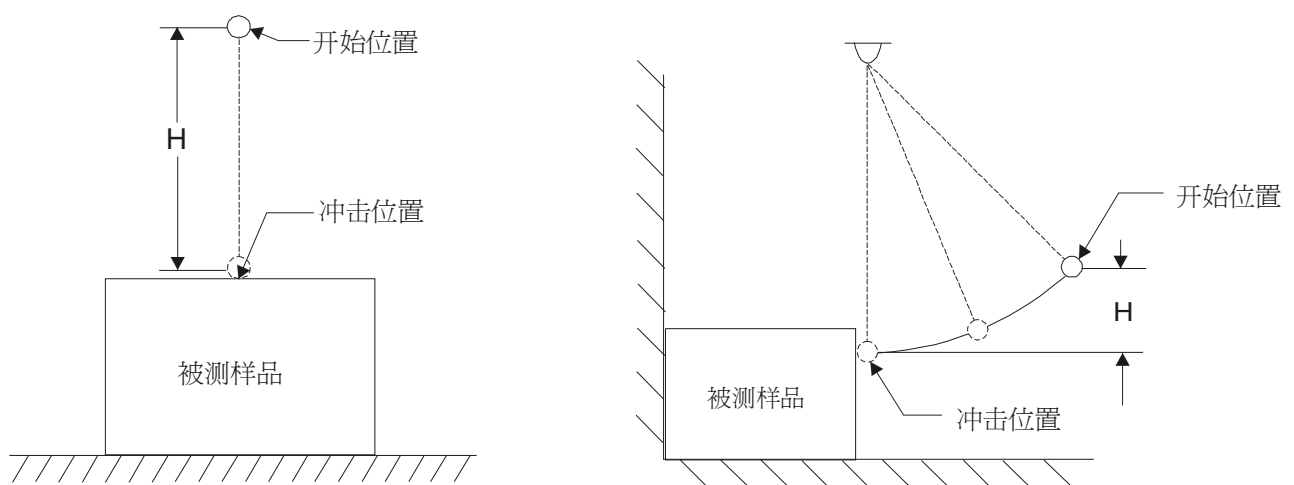
箭头指出测试流程的顺序
A – 跌落结果合格
U – 跌落结果不合格
N – 不必测试

表 57.1 鋼球衝擊值
(單位：J (foot-pound))

便於移動器具		所有其他器具
臺式器具 ^{a, b}	地面支撐式器具 ^c	
1.02 (0.75)	6.8 (5.0)	6.8 (5.0)

a 個別產品可能要求更高的衝擊值。
b 臺式器具是指帶電工作過程中，其典型支撐方式為櫃子，桌子或凳子的器具。
c 地面支撐器具是指帶電工作過程中，其典型支撐方式為地面的器具。

图57.2 球冲击测试



1. 圖 57.2 所示的 H 為產生要求衝擊值所需要的垂直距離。
2. 對球擺衝擊，當繩子處於豎直位置時，球撞擊到試樣。
3. 側面支撐為在硬水平牆面上蓋上一層厚度為 19mm 的膠合板。類似無彈力的表面也可以。

58. 紫外光照射測試

58.1 測試裝置

58.1.1 用以下兩種裝置的任一種，使試樣受紫外光照射，同時用水灑於試樣上：

- a) D 型碳弧燈，該裝置要符合 ASTM G 23 “Standard Practice for Operating Light Exposure Apparatus (Carbon-Arc Type) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials” 的要求。器具連續受紫外光照射，並斷斷續續灑水。設置好程式，使其迴圈週期為 20 分鐘，其中 17 分鐘單獨受光照射，3 分鐘邊受光照射邊灑以水。該裝置的黑色面板溫度達到 $63\pm 3^{\circ}\text{C}$ ($145.4\pm 5.4^{\circ}\text{F}$)。
- b) B 型氙弧燈，該裝置要符合 ASTM G 26 “Standard Practice for Operating Light Exposure Apparatus (Xenon-Arc Type) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials” 的要求。器具連續受紫外光照射，並斷斷續續灑水。設置好程式，使其迴圈週期為 120 分鐘，其中 102 分鐘單獨受紫外光照射，18 分鐘邊受光照射邊灑以水。該裝置裏面是一盞功率為 6500W，帶冷卻水的氙弧燈，硼矽玻璃內膽，外部是濾光器。在 340nm 波長下，其光幅射強度為 $0.35\text{W/m}^2\text{nm}$ ，黑色面板溫度為 $63\pm 3^{\circ}\text{C}$ ($145.4\pm 5.4^{\circ}\text{F}$)。

例外情況：對於在室內使用但受到紫外光源（如高強度放電燈）幅射的器具，進行紫外光照射時可以不用水噴灑。

58.2 方法

58.2.1 按 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 所述，將試樣豎直固定於紫光燈內的圓筒裏面，其寬度方向正對著弧光，但彼此不接觸。

例外情況 1：對於彎曲強度的試樣，如果用三點載入的話，試樣的紫外光照射面與其中的兩點接觸。

例外情況 2：對於缺口衝擊試樣，要先沖好缺口，測試時將紫外光對著缺口方向照射。

58.2.2 兩套試樣用於紫外光照射測試。如果用碳弧燈，一套總照射時間 360 小時，另一套總照射時間 720 小時。如用氙弧燈，一套總照射時間 500 小時，另一套總照射時間 1000 小時。完成後，將試樣從測試裝置中取出來，仔細觀察性能惡化跡象如裂紋。在室溫及大氣壓環境下，放置不少於 16 小時，不多於 96 小時，然後進行燃燒測試及物理性能測試。為了作對比，同時要提供不受紫外光照射的試樣。

58.2.3 受紫外光照射後，其阻燃性能不應下降，而表 58.1 所列的物理性能不能下降到低於紫外光照射前的性能值的 70%。物理性能測試按 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 所述進行測試。

表 58.1 物理性能測試方法

物理性能要求	材料測試方法
功能支撐	拉伸強度或彎曲強度 ^{a, b}
衝擊強度	拉伸衝擊 ^b ，缺口衝擊 ^b ，或卻貝衝擊 ^b

- a 當採取三點載入時，紫外光照射面與其中兩個載入點相接觸。
- b 對彎曲強度，拉伸衝擊及缺口衝擊測試，板厚 3.2mm 的測試結果，以及 4.0mm 的卻貝衝擊測試結果，同樣適用於 1.6mm 及 1.6mm 以上的較小板厚。

- 58.2.4 用板厚 3.2mm 的試樣進行拉伸強度測試，其結果適用於 0.8-3.2mm 的其他板厚。
- 58.2.5 如果一種材料要考慮不同的色度範圍，則要提供這些色度區間的試樣。自然色（如果使用於該顏色的話）試樣，加入最深顏料後的淺色及深色試樣，都要提供來做測試。如果測試結果實質上是一樣的，則還要提供另外一套加入最深有機染料的試樣，除非最深顏料深淺色試樣已包括了這種有機染料的最深水平。當已知某種顏色（比如紅黃之類）對性能有非常重要的影響時，也要提供這些顏色的試樣。
- 58.2.6 在標準小型試樣的拉伸衝擊或缺口衝擊測試不適用的場合，可用殼體的有代表性部分作拉伸衝擊或缺口衝擊測試。測試器具如圖 58.1 及 58.2，而測試過程如 58.2.7-58.2.11 所述。
- 58.2.7 參看圖 58.1 及圖 58.2，衝擊裝置包括以下零件：鑄鋁底座一件；重量為 0.91 kg (2 lb) 及 1.82kg (4 lb) 的鋼棒衝擊錘各一件；重量為 3.64 kg (8 lb) 的淬硬鋼圓頭沖頭 1 件，圓頭半徑 8mm (0.312")；長度為 1.0m 的開槽導套 1 件，衝擊錘可在裏面滑動，外面帶刻度，刻度增量為 0.23 J (2 inch-lb)；一個支架，將導套固定垂直方向上，支架本身與底座連成一體，導向臂也裝於支架上。調節導向臂，使沖頭大約位於導套下方 50mm (2") 處。整個裝置緊固於剛性工作臺上。示於圖 58.2 的試樣支撐板將被移開，留下直徑為 31.8mm (1.25") 的試樣支撐空間。
- 58.2.8 用 20 件試樣做測試，以求得其衝擊值。對一種材料，所有試樣的厚度必須相同。一次放一個試樣，並使其中心對準試樣支撐板的軸線。降低沖頭高度，使其與試樣上表面相接觸。升高衝擊錘到產生所需衝擊值的高度，然後在該高度下放開，讓其落下並打到沖頭上。衝擊錘重量有 0.91kg 和 1.82 kg 兩種，可按需要選擇。完成後，仔細檢查衝擊區域對面的受損情況，看有沒有裂紋，破損，碎裂等。如果首次衝擊產生裂紋，碎裂，或破損，則下次衝擊要降低一級。如通過，則下次衝擊提高一級。一級可以是估算標準偏差的 0.5~2.0 倍。估算標準偏差的求法見 58.2.10。
- 58.2.9 實驗資料將用“上下設計法”（“樓梯法”）來分析，估算試樣受紫外光照射前後的衝擊強度平均值。該方法在“National Bureau of Standard Handbook 91”，“Experimental Statistics”中有介紹。抽樣計算及資料記錄於圖 58.3。測試結果表明，20 件試樣的衝擊強度呈交替上升和下降現象。表尾總結出不合格數量 (n_x)，合格數量 (n_0)，常數 (i)，其值為 0, 1, 2, 3, 等等，0 表示發生衝擊失敗的最低衝擊值，1 表示其高一級衝擊值，以此類推。每一衝擊值的失敗試樣數量 (n_i)，前面兩列的乘積 ($i n_i$)，該列結果與 i -列的乘積 ($i^2 n_i$)，除 i -列外，其他各列的總數用 (N_x)，(N_0)，(N)，(A)，(B) 表示。
- 58.2.10 計算“估算標準偏差”，看所選擇的增量是否在合理範圍內。一個增量剛好等於標準偏差是最理想的。估算標準偏差可用以下公式求出：

$$S = 1.6 \times d \left[\frac{B/N - (A/N)^2}{d} \right] + 0.47 d$$

其中， d 為高度增量，單位為 mm

Figure 58.1
Impact tester

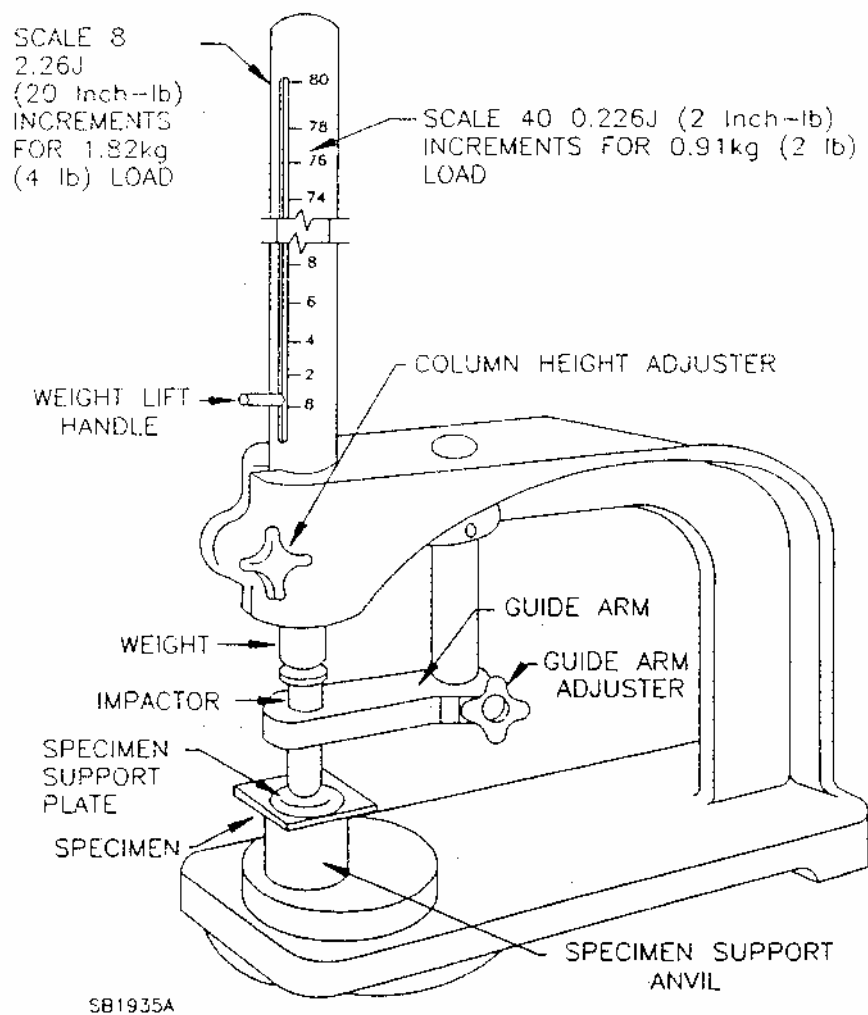
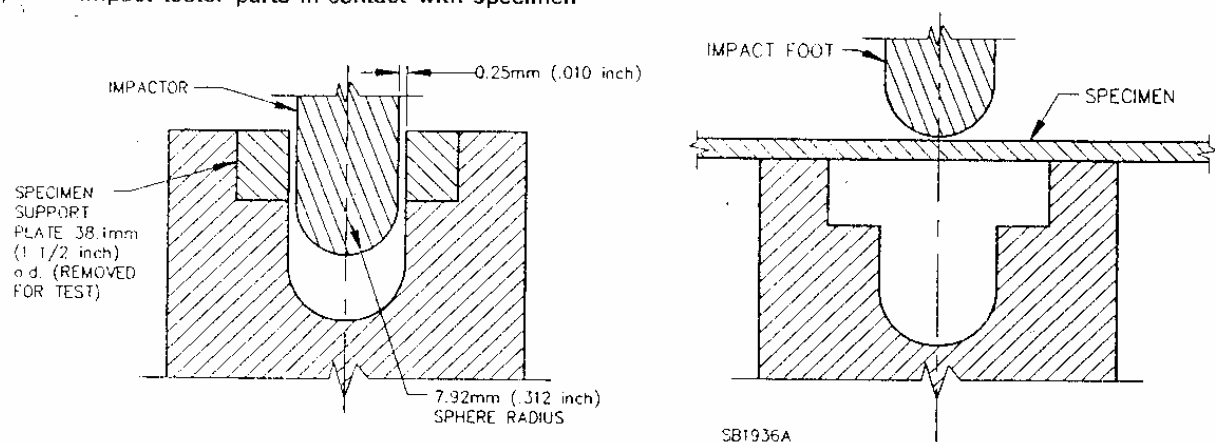


Figure 58.2
Impact tester parts in contact with specimen



58.2.11 平均失敗高度 (h) 用以下公式求出：

$$h = h_0 + d (A/N) \pm 0.5d$$

其中： h_0 是指發生衝擊失敗的最低高度。

平均失效強度用以下公式求出：

$$MFE = hwf$$

其中：

w 是衝擊錘的重量，單位為 kg

f 值為 9.80665×10^{-3} ，將單位轉化為 J (焦耳) 的轉化係數。

受紫外光照射前後的 MFE 值將用於確定是否與 58.2.5 或 58.2.7 一致。

圖 58.3 試樣計算

跌落高度	測試結果 (X-失敗；0-合格)																									
mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	n_x	n_0	i	n_i	$i n_i$	i
900						X															1	0	2	1	2	
800					0		X		X				X		X						4	1	1	4	4	
700		X		0				0		X		0		0		X		X		0	4	5	0	4	0	
600	0		0								0						0		0		0	5				
總和																					9	11		9	6	
																					(N_x)	(N_0)		(N)	(A)	(C)

$$h_0 = 700 ; N_x = 9 ; d = 100$$

$$h = h_0 + d (A/N) - 0.5d$$

$$= 700 + 100 (6/9) - 0.5 (100)$$

$$= 717 \text{ mm}$$

$$s = 1.6 \times d [B/N - (A/N)^2] + 0.0668 d$$

$$= 1.6 \times 100 \times [2/9 - (6/9)^2] + 0.0668 \times 100$$

$$= 77.8 \text{ mm}$$

$$MFE = hwf \quad w = 0.907 \text{ Kg}$$

$$= 717 \times 0.907 \times 9.80665 \times 10^{-3}$$

$$= 6.37 \text{ J}$$

59. 浸水測試

59.1 用標準測試過程來求出浸水前後兩種試樣的性能數值：

- a) 將材料樣品浸於 $70.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ($158.0 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$) 的蒸餾水或去離子水中 7 天。前 5 天每天換一次水。完成後，對於要進行物理性能測試的樣品，在 $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($73.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) 的蒸餾水或去離子水中再浸半小時，然後立即進行測試；對於要進行燃燒測試的樣品，在 $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($73.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度 (50 ± 5) % 的大氣中放置 2 周時間。用 3.2mm 厚度的樣品進行物理性能測試，其結果同樣適用於 1.6-3.2mm 的其他厚度。

例外情況：對於 5VA 或 5VB 材料，或採用 53 章殼體阻燃性-5” 火焰測試方法進行測試的材料，其樣品應浸於 $82.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ($180.0 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$) 的蒸餾水或去離子水中，而不是 $70.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 。

59.2 性能測試包括以下性能（見表 58.1）：

- a) 用於功能支撐的，
 - 1) 拉伸強度，或
 - 2) 彎曲強度
- b) 用於受衝擊的，
 - 1) 拉伸衝擊，或
 - 2) 缺口衝擊，或
 - 3) 卻貝衝擊
- c) 阻燃性，按 UL94，58.2.3-58.2.7 及表 58.1。

59.3 用 3.2mm 或 4.0mm 板厚進行拉伸強度測試，其測試結果適用於 0.8-4.0mm 的其他板厚。

60. 異常工作測試

60.1 讓器具在其異常工作狀態下工作，諸如轉子停轉，進風口堵住，帶電零件短路等。用一層粗棉布將待測器具完全裹住，然後放於軟木臺面上，臺面墊一層白紙。讓其連續工作，直到獲得最終結果。大多情況下，連續工作 7 小時就可獲得最終結果。如果一種產品存在多種異常工作狀態，則每一台器具只可以類比一種異常工作狀態進行測試。要進行其他項目的測試，必須換一台新機。

61. 惡劣條件測試

61.1 用一層粗棉布將器具完全裹住，放於軟木臺面上，臺面墊一層白紙。按下面 (a) - (c) 條件，讓其連續工作，直至得到最終結果。測試過程記錄殼體的最高溫度，除非被燒壞。

- a) 除非該機使用暫態接觸開關（一種開關，本身不能自鎖在“開”位置，而需要恒定壓力使它保持在“開”位置），否則要在空載，額定電壓下（見 63.1）連續工作 7 小時。
- b) 另一隻成品機在 1.06 倍額定電壓（見 63.1），其他條件與“正常溫度測試”相同的條件下連續工作 7 小時。
- c) 另一隻成品機在 0.94 倍額定電壓（見 63.1），其他條件與“正常溫度測試”相同的條件下連續工作 7 小時。

例外情況：如果三種測試都通過的話，生產商可用一件成品機進行三種測試。

61.2 如果產品本身帶有超載保護裝置，在進行 61.1 所述的三種測試中，都應將其短路起來。

例外情況：對於需要用戶進行重定的過電流或過熱保護裝置，如果有另外的測試表明，這些保護在測試電壓，電流及功率因數水準下能可靠地切斷電路的話，則測試中可以保留這些超載保護裝置。

62. 成形應力鬆弛變形測試

62.1 試樣可以採取以下兩種方法的任一種進行處理：

- a) 將整機或零件放於恒溫箱中 7 小時，爐內溫度比該材料的實際工作溫度高 10°C，但不低於 70°C，爐溫應該均衡。時間到後，將其取出來冷卻至室溫，然後檢查是否符合 30.1 的要求。
- b) 將整機放於測試容器中，容器內的空氣迴圈要模擬室內的實際狀況。容器內溫度，當在試樣的支撐面測量時，應保持在 60°C。試樣的工作條件與“正常溫度測試”相同，只是試樣不帶負載或不連續帶負載，並在 1.06 倍或 0.94 倍額定電壓下工作 7 小時。完成後，將其取出來，然後檢查是否符合 30.1 的要求。

62.2 將整機或其殼體放於恒溫箱中 7 小時，爐內溫度比該材料在“惡劣條件測試”（61.1）的實測最高溫度至少高 10°C，但不低於 70°C，爐溫應該均衡。時間到後，將其取出來冷卻至室溫，然後檢查是否符合 30.1 的要求。

例外情況：在進行 61.1 測試時，如果電子元件都被燒掉，則爐溫比殼體實際工作溫度高 10°C，或者等於不燒掉的最高溫度。

62A. 整機球壓測試

- 62A.1 該測試方法用於求出通過球面施加一個標準力於試樣，達到要求壓入值所需要的溫度。該測試方法見 IEC 695-10-2。
- 62A.2 該測試方法將用於測試絕緣材料（非陶瓷材料）外殼及其它外部零件。在多個溫度條件下進行測試，以便求出在規定條件下壓入直徑為 $2.0 \pm 0.1\text{mm}$ 的確切溫度值。

63. 馬達輸入測試

63.1 除非另有規定，或除非初級電路不可調，否則該測試要在最大額定電壓及最大額定頻率下進行。但是，當標示電壓為 105-120V，而實際供電電壓為 120V，或標示電壓為 210-240V 的，而實際供電電壓為 240V 的，則不必用最大額定電壓及最大額定頻率。如果初級電路可調，將其設在 105-120V 或 210-240V 的最小值，而供電電壓採用 120V 或 240V，見 31.1。

64. 計算相對熱性能

64.1 相對熱性能（RTC）（見 37 章）的計算，需要獲得以下資料：

- a) RTI
- b) 壽命換算參數（B）
- c) 性能過剩因數（P）
- d) 一個或多個老化溫度的性能-時間曲線

性能過剩因數 P，是成品性能實測值與最低許用值之比。例如，假如一種材料，用其製成的外殼在某一產品中的最低許用衝擊強度為 6.75J，而測試結果表明，通過加大材料厚度，或其他設計強化措施，該外殼的最高強度可達到 13.5J，因此，其過剩因數 $P=13.5/6.75=2$ 。

64.2 失效性能百分數可由公式 $f=50/P$ 計算出來。從開始老化溫度 RTI，到性能下降到“f”百分數水準所需要的時間 t_1 ，可從一個或多個老化溫度下的性能-時間曲性求得。計算比例 $F=t_1/t_0$ ， t_0 是性能下降到 50%所需要的時間。如果有多個溫度值，則取 F 最小值來計算 RTC。

- 64.3 假如一種材料的 RTI 值為 130°C，壽命換算參數 B=3423，從性能-時間曲線得出 F 的最小值為 1.5，那麼，RTC 的計算如下（見第 67 章“溫度要求-舉例說明”）。

$$RTC = [1 / (RTI + 273.16) - (\log F) / B]^{-1} - 273.16$$

$$RTC = [1 / (130 + 273.16) - (\log 1.5) / 3423]^{-1} - 273.16$$

$$RTC = (0.0024804 - 0.00005144)^{-1} - 273.16$$

$$RTC = 138.5^{\circ}\text{C}$$

65. 相對熱性能（第二方案）

- 65.1 對有疑問的零件要在其對應的老化溫度下處理 1000 小時，老化溫度從相對熱性能特性線中求得，但不能超過原來的老化溫度。老化處理完成後，讓其冷卻到室溫，然後進行整機測試，重點為功能使用測試。對於要承受長期載荷（如彎曲，壓縮，拉伸等）的塑件，必須符合 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 的蠕變要求。

例外情況 1：可以採用縮短老化時間提高老化溫度，或延長老化時間降低老化溫度的方法。但是，老化時間不得短於 300 小時。

例外情況 2：假如應用諸如“差分掃描熱量測定法”（DSC）及“熱重量分析法”（TG）等熱分析技術，表明在高於熱老化溫度的溫度區內，不存在影響材料的激勵能的過渡區，則這種零件的老化溫度可高於原來的老化溫度。

- 65.2 零件可用下面兩種方法中的一種進行老化測試：

a) 工作測試：接通產品電源，調節輸入電壓到獲得要求的老化溫度。為了達到老化溫度，可將產品的保護電路短接，或將其置於環境溫度較高的房間或實驗爐中。如果還沒達到要求的老化時間，而測試已被終止（如電熱絲開路），則要換另一部機，根據相對熱性能特性線選擇較低溫度及較長時間重新進行測試。

b) 煲機測試：用恒溫箱進行測試，在老化溫度下保溫達到老化時間。

66. 短時溫度高於最高使用溫度

- 66.1 為了說明這個問題，請看以下例子（圖 66.1）。一台帶金屬片溫控器的蒸汽熨斗，其底板溫度由溫控器控制。在接通電源 3 分鐘後達到熱平衡，溫控器按時間-溫度曲線（圖 66.1）作週期性動作。在一個週期中，最高溫度為 180°C，最低溫度為 130°C。酚基塑膠溫控器進行過長期熱老化測試（相對熱指數，36 章），得出這種材料所有性能的相對熱指數為 170°C。對於無機械衝擊及電性能的阿列紐斯關係式（ $L=A \times \exp(B/T)$ ）激勵能常數為：B=16425.3。即然溫控器位於產品的內部，帶機械衝擊的相對熱指數對該產品不重要。

- 66.2 構建一個“臺階”函數，讓其漸漸逼近但總是位於實測資料曲線之上。則可以很容易地從“臺階”函數上得到各部分的溫度及相應時間值（表 66.1）。

- 66.3 將這些資料代入 66.4 方程式，得到溫控器材料的連續使用溫度為 162.12°C。

- 66.4 可以用更精確的數學方法來求解等效溫度 T_{eq} ，其中 $T(t)$ 為時間間隔（ t_{1-2} ）的連續溫度，該數學運算式為：

$$T_{eq} = B / \ln [(1 / (t_2 - t_1)) \int_{t_1}^{t_2} \exp(-B/T(t)) dt]$$

- 66.5 既然等效連續使用溫度為 162.12°C，小於相對熱指數 170°C，所以酚基塑膠可用于該溫控器。

Figure 66.1
Periodic time-temperature characteristics

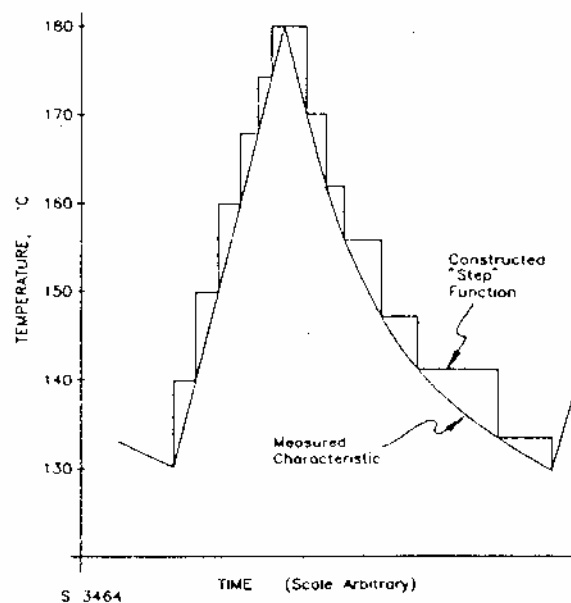


Table 66.1
Periodic time-temperature data

Fraction of cycle time	Temperature degrees C
.05	140
.05	150
.05	160
.05	168
.05	174
.10	180
.05	170
.05	162
.10	156
.10	147.2
.20	141.2
.15	134

67. 溫度要求-舉例說明

- 67.1 爲了說明這個問題，請參看 37 章“相對熱性能”及以下例子。一台帶電源插頭的家用風筒，塑殼裏有不經絕緣的帶電零件，塑殼的最高使用溫度爲 137.0 °C。塑殼採用聚丁二烯對苯二酸酯 (PBTP)，在受機械衝擊的情況下，其相對熱指數爲 130°C。如果不受電衝擊及機械衝擊，其相對熱指數爲 140°C，該溫度是在熱老化溫度爲 200，190，180，170°C 條件下得到的。差分掃描熱量測定法 (DSC) 及熱重量分析法 (TG) 不適用於這種材料。
- 67.2 如果從功能使用溫度指數來考慮，則這種材料不可用，因零件的最高使用溫度爲 137°C，而有人看管的間歇工作家用電器，其最高許用溫度爲 80°C。
- 67.3 如果從材料的普通熱指數來考慮，這種材料不可用，因零件的最高使用溫度爲 137°C，而 PBTP 材料的最高許用溫度爲 75°C。
- 67.4 如果從相對熱指數來考慮，這種材料不可用，因零件的最高使用溫度爲 137°C，而受衝擊載荷作用時這種材料的相對熱指數爲 130°C。
- 67.5 假如其相對熱性能符合要求，則這種材料可用於工作溫度爲 137°C 的風筒的塑殼。
- 67.6 對這種應用，要求電性能（防止介質擊穿及過大漏電流），不帶衝擊的機械性能（對導電零件及其支撐構件的功能支撐），帶衝擊的機械性能（防止可觸到帶電零件，持續維持電氣間隙）以及阻燃性留存量都應滿足要求。對這種材料，衝擊性能有最大的退化速度（相對熱指數最低），因此，衝擊性能是該應用的最重要性能。
- 67.7 以下資料爲材料衝擊性能的熱老化測試結果。

熱老化溫度		性能降低到 50% 的時間（單位：小時）
0°C	0°F	
180	356	2010
170	338	3360
160	320	4530
150	302	7170

PBTP 材料的衝擊性能相對熱指數爲 130°C，相應壽命爲 18,132 小時。

運用 UL 746B “Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations” 所述過程，對該材料的資料進行分析，得到其關係式爲：

$$\log_{10} (\text{小時}) = A + B / (^\circ\text{C} + 273.16)$$

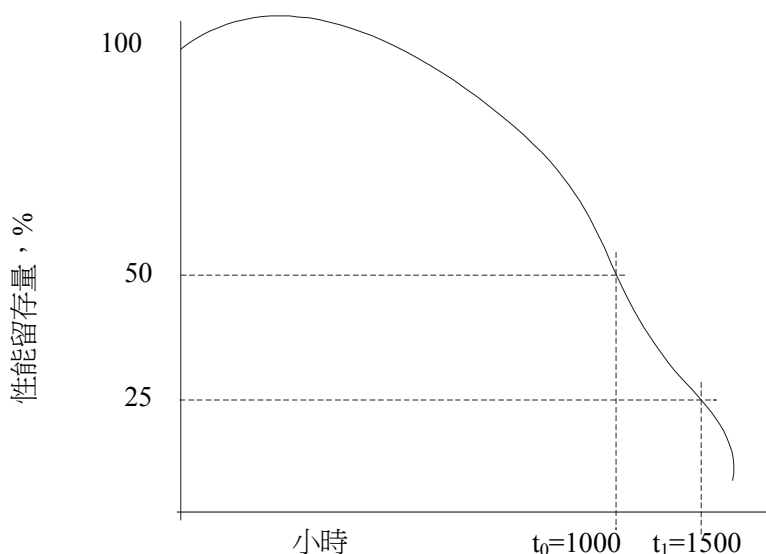
其中：

$$A = -4.232$$

$$B = 3423$$

- 67.8 該產品標準要求至少能通過 3 英尺的跌落測試。測試結果該塑殼可靠通過 6 英尺的跌落測試，過剩性能因數 $P=6/3=2$ ，失效能百分比 $f=50/2=25\%$ 。從現有的性能-時間曲線（見圖 67.1），求出一個或多個老化溫度的最小比值 $F=t_1/t_0=1500/1000=1.5$ ，計算出 $RTC=138.5^\circ\text{C}$ 。

圖 67.1 性能退化曲線



68. 溫度要求 舉例說明 (RTC 第二方案)

- 68.1 爲了說明這個問題，請參看 38 章“相對熱性能（第二方案）”及以下例子。一台帶電源插頭的家用風筒，塑殼裏有不經絕緣的帶電零件，塑殼的最高使用溫度爲 154.0°C 。塑殼採用聚丁二烯對苯二酸酯（PBTP），其衝擊性能相對熱指數爲 130°C 。不受電衝擊及機械衝擊的相對熱指數爲 140°C ，該溫度值是在熱老化溫度爲 200, 190, 180, 170°C 條件下得到的。差分掃描熱量測定法（DSC）及熱重量分析法（TG）不適用於這種材料。
- 68.2 如果從功能使用溫度指數來考慮，則這種材料不可用，因零件的最高使用溫度爲 154°C ，而有人看管的間歇工作家用電器，其最高許用溫度爲 80°C 。
- 68.3 如果從材料的普通熱指數來考慮，這種材料不可用，因零件的最高使用溫度爲 154°C ，而 PBTP 材料的最高許用溫度爲 75°C 。
- 68.4 如果從相對熱指數來考慮，這種材料不可用，因零件的最高使用溫度爲 154°C ，而受衝擊載荷作用時這種材料的相對熱指數爲 130°C 。
- 68.5 假如其相對熱性能符合要求，則這種材料可用於工作溫度爲 154°C 的風筒的塑殼。
- 68.6 對這種應用，要求電性能（防止介質擊穿及過大漏電流），不帶衝擊的機械性能（對導電零件及其支撐構件的功能支撐），帶衝擊的機械性能（防止可觸到帶電零件，持續維持電氣間隙）以及阻燃性留存量都應滿足要求。對這種材料，衝擊性能有最大的退化速度（相對熱指數最低），因此，衝擊性能是該應用的最重要性能。
- 68.7 以下資料爲該材料衝擊性能的熱老化測試結果。

老化溫度， $^{\circ}\text{C}$	性能降低到 50% 的時間（單位：小時）
170	390
180	848
150	7651
140	14286

根據圖 38.1 直線 A，PBTP 材料在衝擊性能相對熱指數為 130°C 時的壽命為 73969 小時。

採用 UL 746B 對該材料的資料作線性分析，得出以下關係式：

$$t = Ae^{B/T}, \text{ 或者}$$

$$\log_{10}(t) = A_1 + (B/T) \log_{10} e = A_1 + B_1/T$$

其中：

$$A_1 = \log_{10}(A) = -20.7519297$$

$$B_1 = B \log_{10} e = 10329.35299$$

T 為絕對溫度，°K (°C + 273.16)

$\log_{10}(t)$ 是以 10 為底的時間對數。(時間單位：小時)

68.8 由已知最高工作溫度 (154°C) 及壽命 (73969 小時) 代進去，可得到相對熱性能方程式，即：

$$\log_{10}(73969) = A_2 + 10329.35299 / (154 + 273.16), \text{ 得出 } A_2 = -19.31241151$$

因此，帶衝擊的相對熱性能方程式為：

$$\log_{10}(t) = -19.31241151 + 10329.35299 / (^\circ\text{C} + 273.16)$$

將從 65.1 得到的 1000 小時代進去，得出該零件的一個熱老化溫度為 190°C。然而，65.1 允許最高老化溫度為 200°C，因為在不受機械衝擊及電衝擊的情況下，其相對熱指數是用最高老化溫度 200°C 求得的，將 200°C 代到上面式子中，將得到圖 38.1 線 B 的老化時間為 330 小時。在 200°C 下老化 330 小時符合老化時間不得少於 300 小時的條件 (65.1 例外 1 之規定)。

68.9 將三台樣品的保護電路短路，接通電源，調節電壓至獲得所需的老化溫度。

68.10 在 200°C 煲機 330 小時後，將樣品冷卻至室溫，然後按 57 章所述進行跌落測試，讓樣品從 0.91m 高處落下到硬木地板上，接著進行介電強度測試及燃燒測試，如果通過這些測試，則該材料可以用於工作溫度為 154°C 的風筒。

69. 專用膠粘劑測試

69.1 概述

69.1.1 除非特別指明，所有測試要在標準實驗條件下進行，即：溫度 23±2°C (73.4±3.6°F)，相對濕度 (50±5)%。

69.1.2 試樣類型見 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations”。試樣準備應與製造商的製造規格一致。試樣表面應無雜質（塑件表面應無殘留脫模劑，金屬件表面應無油漆，鏽斑，氧化膜，油污，灰層等）。剛清潔過的表面，如果不立即進行粘結，應用清漆加以保護。粘結溫度和壓力要和產品說明一致。

69.2 初始狀態的測試

69.2.1 用 20 只樣品做關鍵性能測試。將樣品放於溫度 23±2°C (73.4±3.6°F)，相對濕度 (50±5)% 的恒溫恒濕箱中，保溫 40 小時。

69.2.2 採用適當測試方法，求得初始狀態下各關鍵性能數值。在測試粘結強度時，由距離結合線很遠的明顯缺陷引起的破壞應該加以排除，並重新測試。求出性能平均植，該值將同 69.3.1~69.5.1 所敘述的經處理後的同一性能資料作比較。

69.3 溫度的影響

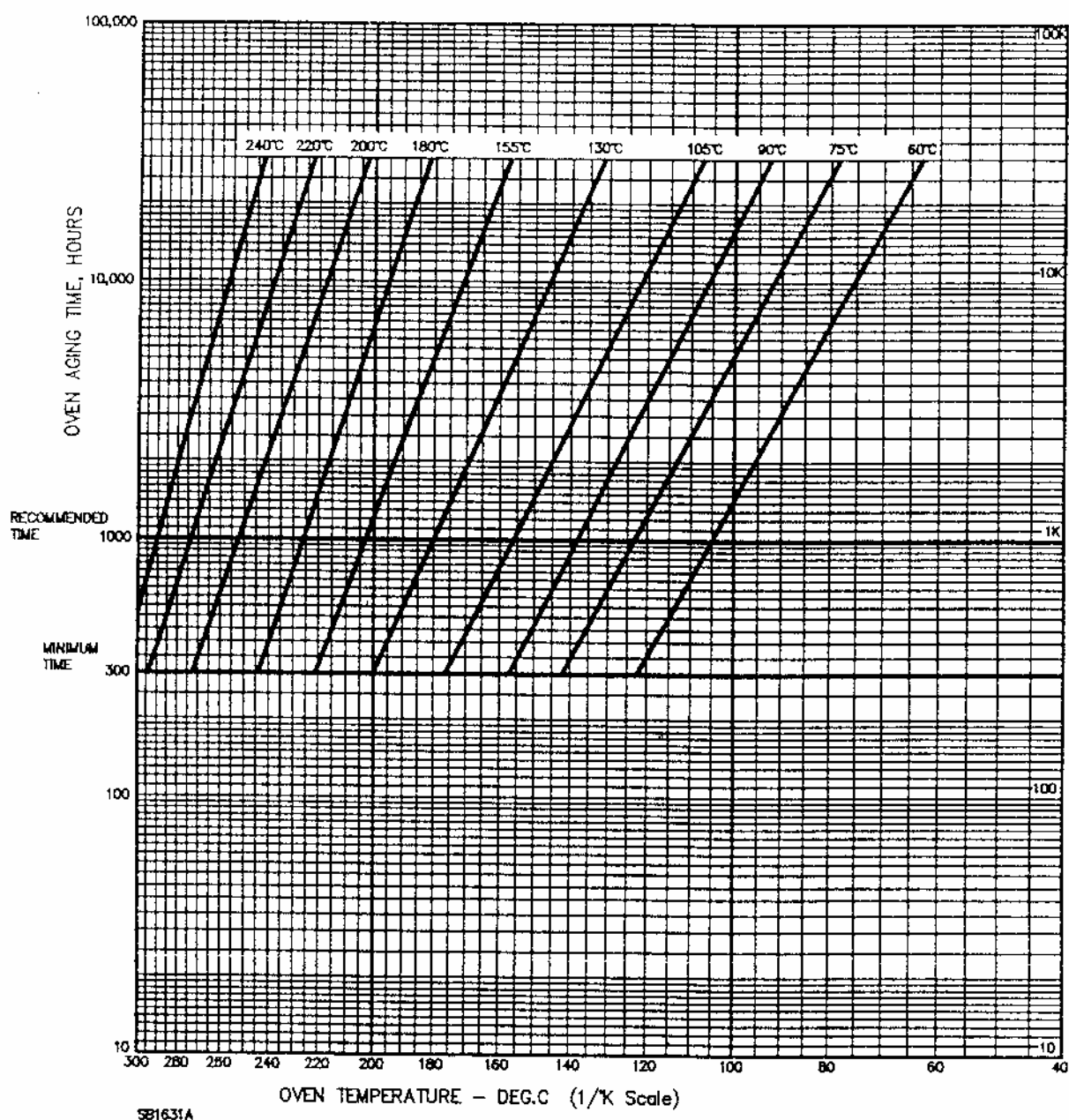
69.3.1 用 10 只樣品作測試，將樣品放於恒溫恒濕箱中處理 1000 小時，爐溫分別由圖 69.1 的熱疲勞特性線求得，其中溫度指數 T 是膠粘劑正常工作溫度的測量值，但不低於 60°C (140°F)。

例外情況 1：對於採取熔化膠接的接頭，諸如溶劑膠接或超聲波焊接之類，則不必做該測試。

例外情況 2：，可採用縮短時間提高溫度或延長時間降低溫度的方法來測試，但測試時間不得短於 300 小時。其溫度及時間可從圖 69.1 同一條熱疲勞特性線上求得。

69.3.2 處理後，試樣應恢復到室溫後才進行測試，測出關鍵性能值。處理件的任一性能平均值不得低於未處理件同一性能值的 50%。

圖 69.1 膠粘劑的熱疲勞特性線



69.4 濕度的影響

69.4.1 取 10 只試樣作測試，試樣放於相對濕度（95-100）%，溫度 $60.0 \pm 1^\circ\text{C}$ ($140.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$) 的恒溫恒濕箱中保溫 7 天。

例外情況：對於採取熔化膠接的接頭，諸如溶劑膠接或超聲波焊接之類，則不必做該測試

69.4.2 處理後，將試樣冷卻至室溫，然後測量其關鍵性能值。處理件的任一性能平均值不得低於未處理件的同一性能值的 50%。

69.5 低溫的影響

69.5.1 對於室外使用的產品，膠粘件要在 $-35.0 \pm 1^\circ\text{C}$ ($-31.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$) 下進行 24 小時冷處理；對於室內使用的，要在 $0.0 \pm 1^\circ\text{C}$ ($32.0 \pm 1.8^\circ\text{F}$) 處理 24 小時。處理後，兩膠合件之間，不應有可見的裂紋或粘結碎屑。至少要有 6 只試樣進行低溫測試。

例外情況：對於採取熔化膠接的接頭，諸如溶劑膠接或超聲波焊接之類，則不必做低溫測試

69.6 熱迴圈的影響

69.6.1 取 10 只試樣進行熱迴圈測試。每只試樣經過三個完整的熱迴圈處理，熱迴圈過程見表 69.1。

69.6.2 處理後，將試樣冷卻至室溫，然後測量其關鍵性能值。處理件的任一性能平均值不得低於未處理件的同一性能值的 50%。

表 69.1 熱迴圈

室內使用器具	室外使用器具
在 T 溫度下保溫 24 小時，緊接著在 $35.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($95.0 \pm 3.6^\circ\text{F}$)，相對濕度 90% 的環境下保溫最少 96 小時，接著在 $0.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($32.0 \pm 3.6^\circ\text{F}$) 下保溫 8 小時。	浸於 $25.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($77.0 \pm 3.6^\circ\text{F}$) 的水中不少於 24 小時；緊接著在 T° 溫度下保溫 24 小時，緊接著在 $35.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($95.0 \pm 3.6^\circ\text{F}$)，相對濕度 90% 的環境下保溫最少 96 小時；接著在 $-35.0 \pm 2.0^\circ\text{C}$ ($-31.0 \pm 3.6^\circ\text{F}$) 下保溫 8 小時。
注：T 指額定溫度，但不低於 60°C (140°F)。	

69.7 其他測試項目

69.7.1 由膠粘劑膠合起來的零件，在使用過程中如果要受交變載荷的作用，則做溫度影響測試後，接著還要進行疲勞測試。

69.7.2 有些情況下，膠接件還受其他環境因素的作用，如各種腐蝕性介質，化學溶劑，油，燃料等。膠接接頭的耐介質能力，可按 UL 746A “Standard for Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations” 中的適當測試項目來測試。

69.7.3 如果適用於相關測試，則可減少測試數量如下：

- a) 初始狀態 - 8 只
- b) 溫度影響 - 5 只
- c) 濕度影響 - 5 只
- d) 低溫影響 - 3 只
- e) 熱迴圈影響 - 5 只

線圈架

70. 絕緣保護塗層測試

70.1 概述

70.1.1 按圖 70.1 所示圖樣，按正常生產方法準備 20 件試樣，要求用最小電氣間隙及最小膜厚。試樣要焊上導線，測試數量見表 70.1。

70.1.2 用鋁箔將試樣緊緊包起來（代表留存于塗層表面的導電雜質），然後立即做暫態電壓測試。鋁箔要蓋住測試圖案，但不要蓋住帶絕緣的測試導線及焊點。

表 70.1 試樣要求

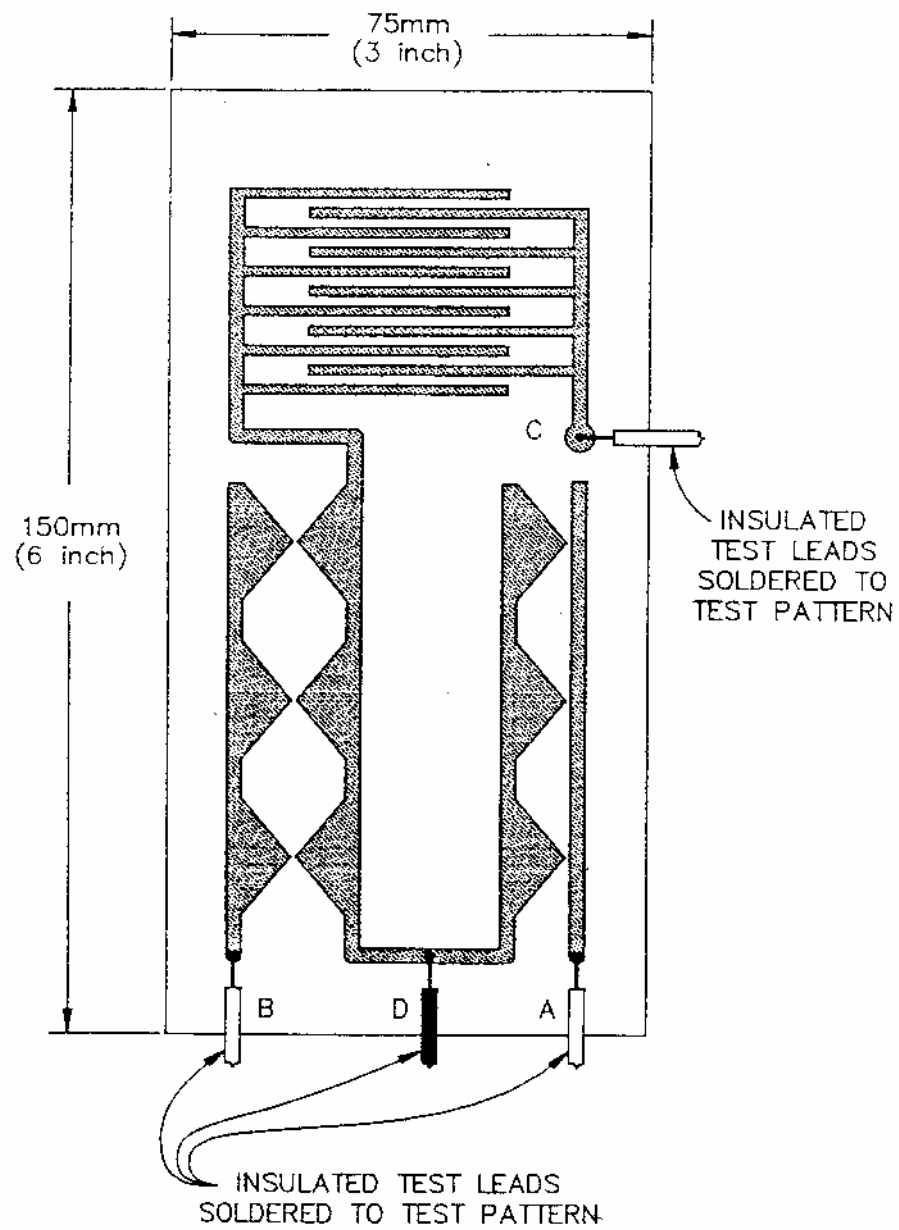
測試項目	測試數量 (每一塗層厚度)	尺寸 mm (inch)	塗層厚度	
			Min	Max
經受以下處理後，作暫態電壓測試，介電強度及介質擊穿測試：				
A 初始狀態	5	a	X	-
B 熱迴圈處理	5	a	X	-
C 高濕處理	5	a	X	-
D 老化處理	5	a	X	-
燃燒測試	20	127x12.7x0.8 (5x1/2x1/32)	X	-
		127x12.7x1.6 (5x1/2x1/16)	X	-
a 見 70.1.1				

70.1.3 暫態電壓測試 - 加一 50~60Hz 的交變電壓於測試圖案的兩個輸入端，即加於 A，B，C 結點及 D 之間，如圖 70.1 所示。將 10 個脈衝電壓疊加於交變電壓上，時間間隔為 60 秒，脈衝電壓峰值為 60KV。脈衝電壓發生器的阻抗為 50 ohms。脈衝電壓發生器在空載情況下，脈衝波形需具備下列特點：

- 電壓從 10%波幅上升到 90%波幅的時間為 0.5us；
- 振盪波的週期為 10us；
- 後一波峰峰值電壓是前一波峰峰值電壓的 60%。

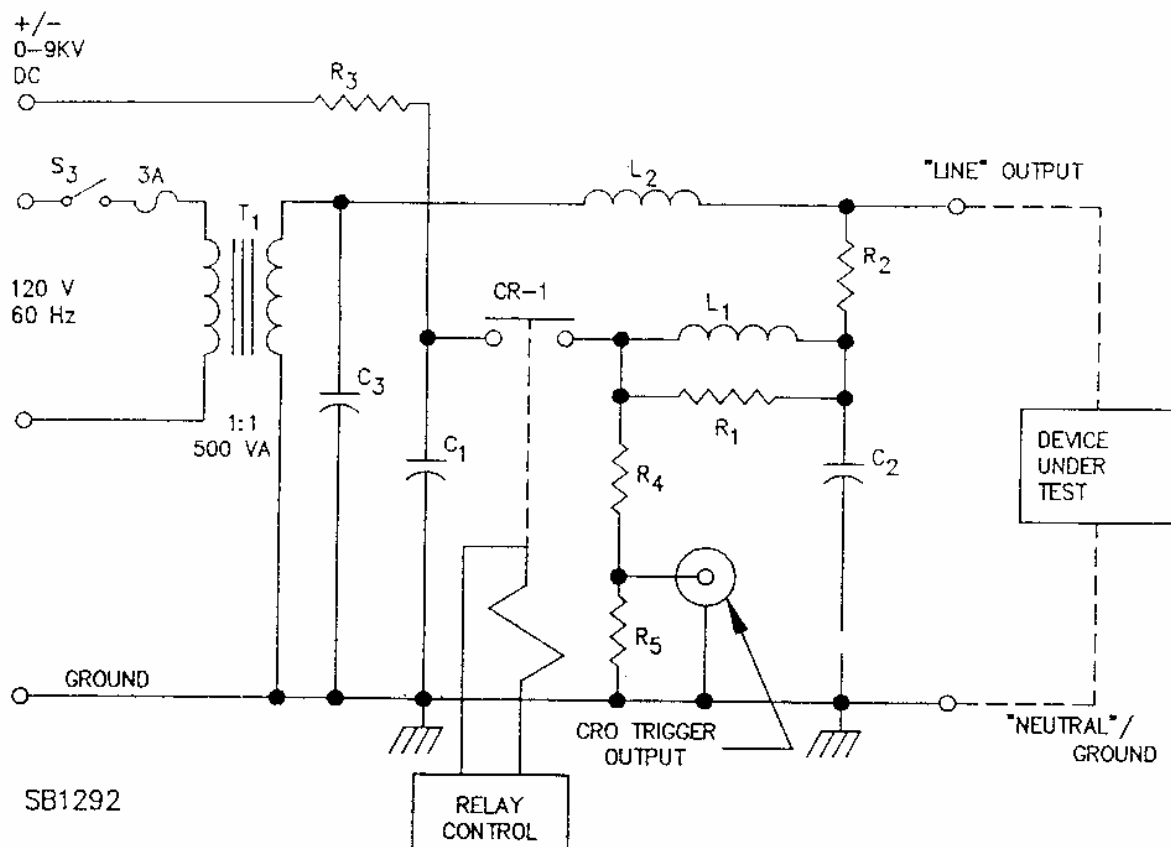
典型的脈衝發生電路及繼電器控制電路可參考圖 70.2 及圖 70.3。所有試樣，不管是否經過處理，都要做暫態電壓測試。塗層應不發生燃燒，無電介質擊穿，表面無明顯的黑跡。

Figure 70.1
Dielectric test pattern



S2005B

圖 70.2 脈衝發生器電路



C1 = 0.025 μ F, 10kV

C2 = 0.01 μ F, 10kV

C3 = 4 μ F, 400 V

R1 = 22 Ohms, 1W, composition

R2 = 12 Ohms, 1W, composition

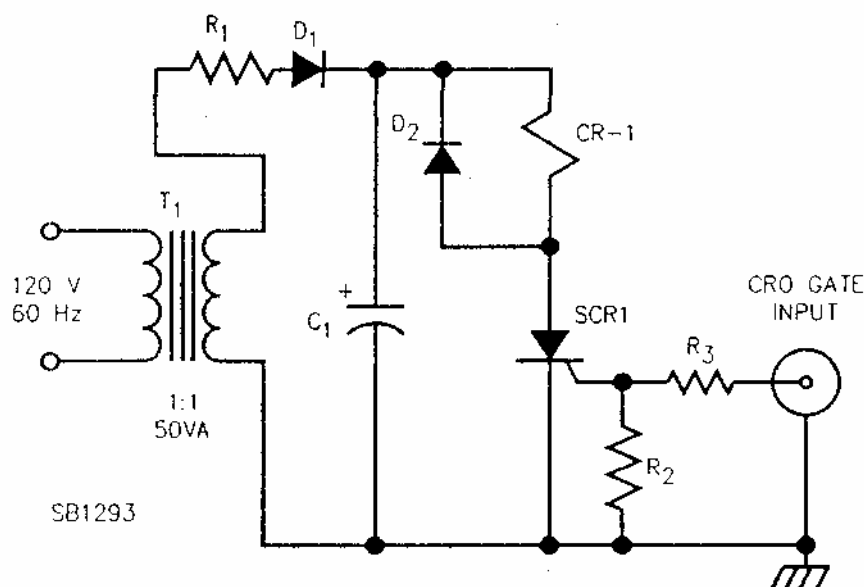
R3 = 1.3M Ohms (12 x 110K Ohms, 1/2W)

R4 = 47K Ohms (10 x 4.7K Ohms, 1/2W)

L1 = 14 μ H (33 turns, No. 23 AWG wire, 0.7 inch diameter air core)

L2 = 70 μ H (44 turns, No. 14 AWG wire, 2.6 inch diameter air core) CR-1 = Relay – See Figure 70.3

圖 70.3 脈衝發生器繼電器控制電路



70.1.4 介電強度及介質擊穿測試 - 做暫態電壓測試後，其試樣用來做介電強度及介質擊穿測試，並應能承受 1000V 的電壓 1 分鐘而不擊穿。將電壓加於導線 A, B, C 之結點及導線 D 之間，導線 D 與鋁箔用導線連起來。1 分鐘後，增加電壓直至發生擊穿。處理過的試樣（見 70.2.1-70.2.3），應能承受 1 分鐘的測試而不擊穿，其擊穿電壓不得低於未處理試樣的擊穿電壓的 50%。

70.2 試樣處理

70.2.1 熱迴圈處理 - 試樣要經過三次熱迴圈處理，處理方法見表 70.2，接著進行暫態電壓測試，介電強度及電質擊穿測試。

表 70.2 熱迴圈狀況

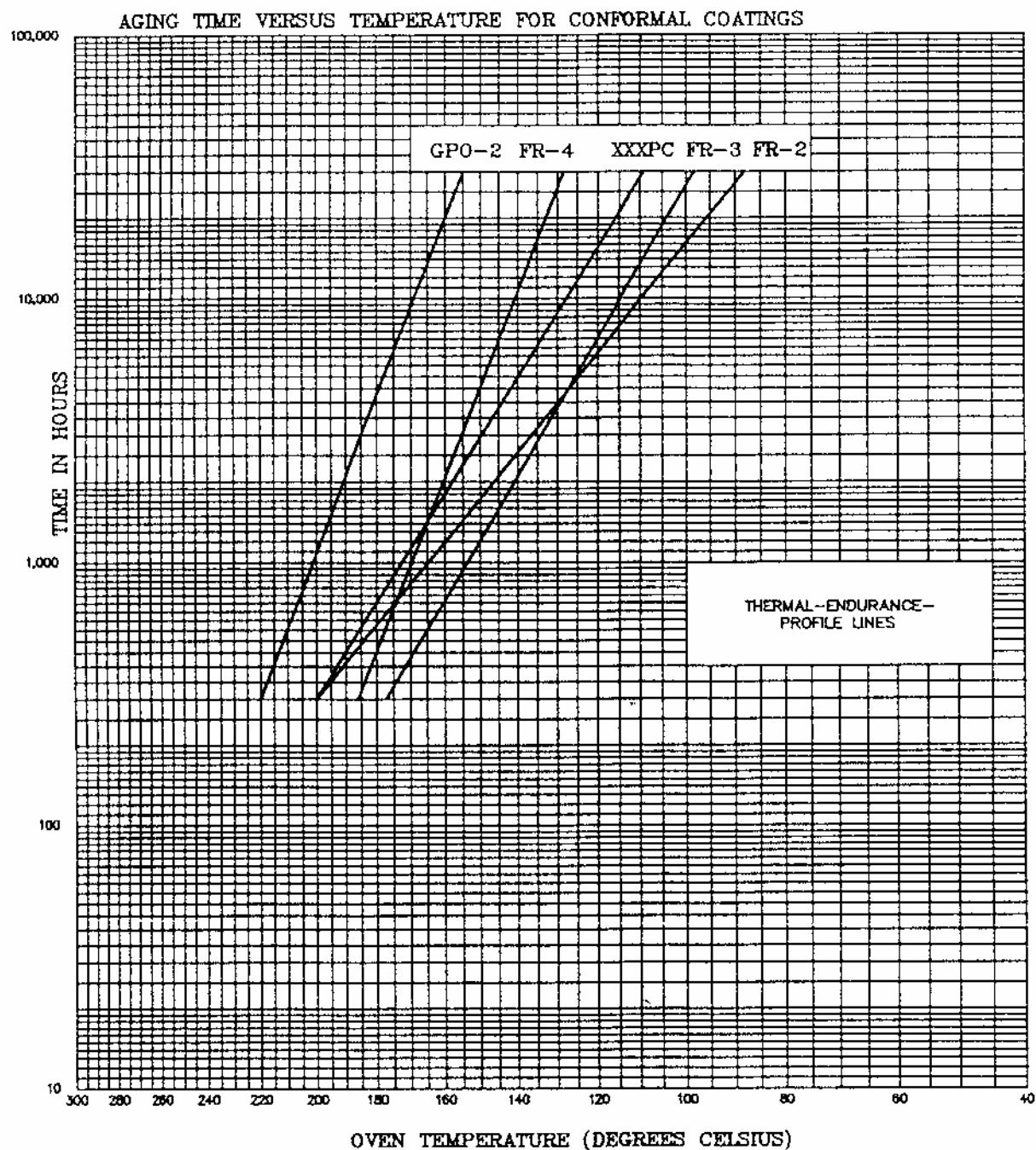
室內使用器具	室外使用器具
在 T° 溫度下保溫 24 小時，緊接著在 $35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($95.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度 90% 的環境下保溫最少 96 小時，接著在 $0.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($32.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) 下保溫 8 小時。	浸於 $25.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($77.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) 的水中不少於 24 小時；緊接著在 T° 溫度下保溫 24 小時，緊接著在 $35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($95.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度 90% 的環境下保溫最少 96 小時；接著在 $-35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($-31.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$) 下保溫 8 小時。
注: T 指正常工作溫度，但不低於 60°C (140°F)。	

70.2.2 濕度處理 — 試樣在相對濕度 (90-95) %，溫度 $35.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ($95.0 \pm 1.8^{\circ}\text{F}$) 的恒溫恒濕箱中處理 7 天。在移出恒溫恒濕箱兩分鐘內，按 70.1.3 及 70.1.4 所述做暫態電壓測試，介電強度測試及介質擊穿測試。

70.2.3 老化處理 — 試樣放於恒溫箱中處理 1000 小時，爐內溫度按圖 70.4 熱疲勞特性線來確定。ANSI 型 FR2, FR3, FR4, XXXPC 及 GP0-2 工業層壓品的熱疲勞特性線，也可用於其他層壓品。試樣經熱處理後，在 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度 (50 \pm 5) % 的環境下冷卻不少於 40 小時，然後如 70.1.3 及 70.1.4 所述進行暫態電壓測試，介電強度測試及介質擊穿測試。

例外：，可採用縮短時間提高溫度或延長時間降低溫度的方法來測試，但測試時間不得短於 300 小時。其溫度及時間從圖 70.4 同一條熱疲勞特性線上求得。

Figure 70.4
Conditioning time versus oven temperature for normal
operating temperature of conformal coatings



S2273

71. 金屬化零件 — 性能要求

* 71 章刪除於 1999 年 7 月 7 日 *

71A. 膠帶測試

71A.1 概述

71A.1.1 膠帶測試的測試方法應該跟 ASTM D3359 一致。這種測試方法應用于 47 章所介紹的金屬化零件的脆性鍍層。

71A.1.2 全過程測試及局部過程測試之樣品數量示於表 71A.1.1。如果製造商事先沒對底材與鍍層間的結合力作測試，則要作全程測試；如果有，則作短程測試。

例外：如果已對某一底材與鍍層的結合力作過測試，則對同一製造商，用類似底材及相同鍍層材料時，不必再作測試。

表 71A.1.1

過程	樣品數量	煲機項目
全過程	12	71A.5 (a), (b), (c) 和 (d)
局部過程	6	71A.5 (a) 和 (b)

71A.1.3 測試膠帶的粘著強度為 36 ± 2.5 oz/in。

71A.2 試樣

71A.2.1 測試區域大約為 76x127mm (3x5") 的硬平表面，無障礙物（如筋，螺絲柱，通風孔等）。

71A.2.2 應選擇最小膜厚的區域。

71A.3 測量鍍層厚度

71A.3.1 在煲機前測量膜厚。可以用機械儀器如千分尺來測量，也可以用光學儀器，後者可以在任一點測出實際膜厚。

71A.4 試樣準備

71A.4.1 膜厚 $\leq 0.051\text{mm}$ (2 mils)，劃 11 個十字線；膜厚為 $0.051\text{--}0.127\text{mm}$ (2-5 mils)，劃 6 個十字線；膜厚 $> 0.127\text{mm}$ (5 mils)，劃一個 "X"。劃線方法與 ASTM D3359 測試方法 A 或 B 相同。

71A.4.2 在煲機前劃好線。用鋒利刀片來劃線，線要切穿鍍層到達底材，並盡可能劃直。如果刀片不鋒利，則過多的鍍層及底材會被拉出來。每劃 50 道線或當發現線劃得不好時，檢查一下刀片的鋒利程度。

71A.4.3 劃好線後，輕輕擦去表面的遺留雜質。

71A.5 煲機

- a) 初始狀態-三隻試樣放於 $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($73.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度為 $(50 \pm 5)\%$ 的恆溫恆濕箱中，至少煲機 40 小時，接著做測試。
- b) 熱迴圈測試
 - 1) 三隻試樣放於溫度比塑件正常使用溫度高出 10°C ($+0/-1^{\circ}\text{C}$) [18°F ($+0/-1.8^{\circ}\text{F}$)] 但不低於 70°C (158°F) 的恆溫箱中，保溫 1 小時。然後
 - 2) $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($73.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度為 $(50 \pm 5)\%$ ，保溫 1 小時，然後
 - 3) $-29.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($-20.2 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，保溫 1 小時，然後
 - 4) $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($73.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度為 $(50 \pm 5)\%$ ，保溫 1 小時，然後
 - 5) 重複兩遍步驟 1-4。
- c) 煲機測試-三隻試樣放於溫度比塑件正常使用溫度高出 10°C ($+0/-1^{\circ}\text{C}$) [18°F ($+0/-1.8^{\circ}\text{F}$)] 但不低於 70°C (158°F) 的恆溫箱中，保溫 14 天。時間到後進行測試。
- d) 高濕測試-另外三隻試樣放於 $35.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ($95.0 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)，相對濕度為 $(90 \pm 5)\%$ 的恆溫恆濕箱中，保溫 14 天。時間到後進行測試。

71A.6 結果

71A.6.1 對初始狀態試樣，以及對煲機後的試樣，都要作如下檢查：

- a) 檢查劃線區膠帶將鍍膜拉離底材的情況（附著失敗），及鍍層自身的剝離情況（粘合失敗）。
- b) 記下每個試樣的鍍層被膠帶拉落的百分比。如果有粘合剝落，記下粘合剝落百分比，用膠帶作參考。

注：因劃線導致鍍層脫落，不應計算為附著及粘合脫落的一部分。劃線脫落很容易看出來，因為在膠帶上可以看到格子線的痕跡圖案。由於刀片擠壓底材產生微斷層，造成鍍層顆粒脫落。這些微斷層足以抵抗刷子的刷拂，卻不足以抵抗膠帶的拉拔。

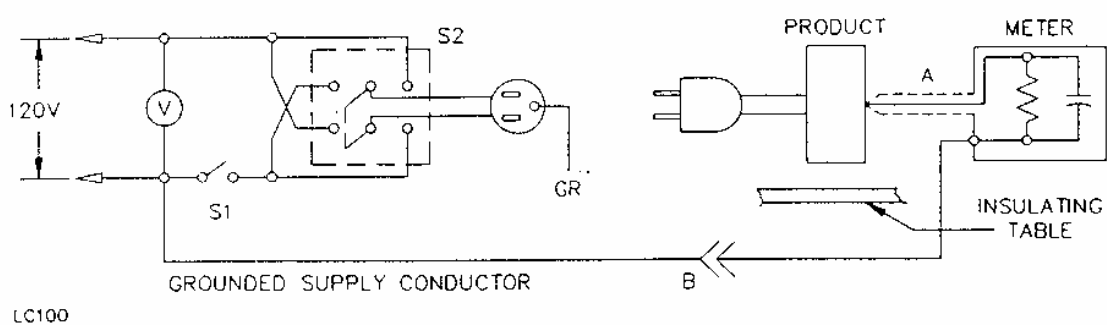
注：粘合脫落與附著脫落不同，後者會露出底材，而前者只在膠帶留下一層鍍層或鍍層顆粒。

71A.6.2 用 ASTM D-3359 方法 B 脫落量 $\geq 5\%$ ，或用 ASTM D-3359 方法 A，沿“X”切口脫落量大於 0.8mm，則測試不合格。

72. 漏電流測試

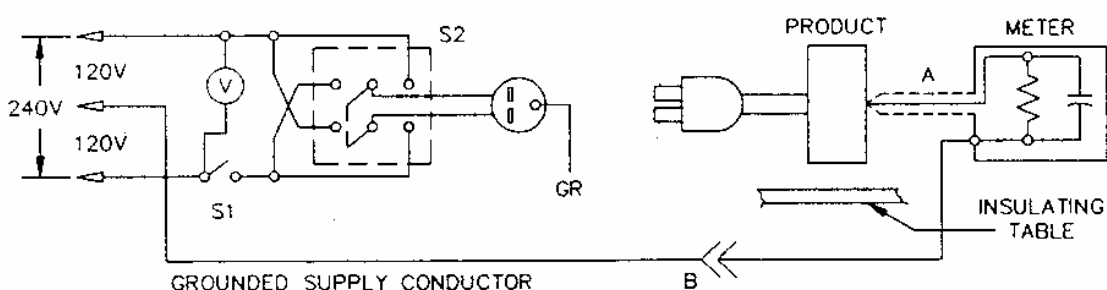
- 72.1 所有導電外表面都要做漏電流測試。各個導電外表面到接地導體之間的漏電流，要一個一個地測量。但如果這些導電外表面能被同時觸及的話，還要加測各導電外表面之間的漏電流。不加防電擊保護罩的零件視為導電外表面。同時觸及表面是指在同一時間，人的一隻手或兩隻手能同時接觸到的表面。
- 72.2 如果用非金屬導電材料作外殼，則用大小為 10cm x 20cm 的金屬箔與外殼表面接觸來測量漏電流。在外殼表面小於 10cm x 20cm 的場合，金屬箔大小與外殼表面一樣大。金屬箔不要放太長時間，以免影響測量溫度。
- 72.3 漏電流測量電路如圖 72.1 所示。理想裝置定義於 (a) - (d)。實際使用的測量儀錶不要求完全具備這些性質，只要求其讀數應與該裝置一樣。
- a) 儀錶的輸入阻抗相當於一隻 1500 ohms 電阻並聯一隻 0.15uF 電容。
 - b) 該表的讀數是全波整流波形流過電阻的電壓或電流的平均值的 1.11 倍。
在 0 - 100KHz 的頻率範圍內，測試電路的頻率響應（指示值跟實際電流值之比）等於 0.15uF 電容並聯 1500 ohm 電阻的阻抗與 1500 ohm 之比。當讀數為 0.5 或 0.75mA 時，在 60Hz 頻率下，其測量誤差應不大於 5%。
 - c) 在沒指明儀錶用於測量同一器具的兩個不同表面之間的漏電流時，測量可觸及零件和地線之間的漏電流。
- 72.4 一隻初始狀態樣品作漏電流測試，但如果有接地導體的話，在插頭處斷開該接地線。測試過程不帶電，但如果該測試同時作為生產線測試的話，則要帶電，供電電壓為 120V。參考圖 72.1 測量電路，測試順序如下：
- a) 斷開 S1 開關，將器具連到測量電路，測量開關 S2 兩個位置及器具開關的正常工作位置的漏電流。
 - b) 閉合 S1 開關，器具通電，在 5 秒鐘內，測量 S2 開關兩個位置及器具開關的正常工作位置的漏電流。
 - c) 監控漏電流直至熱穩定。測量 S2 開關兩個位置的漏電流。依“溫度測試”進行工作來獲得熱穩定。
- 72.5 正常情況下，應按 72.4 完整地做漏電流測試，中途不作其他測試。如果同時有相關測試要做，則可以停下來先做其他非破壞性測試。

Figure 72.1
Leakage-current measurement circuit



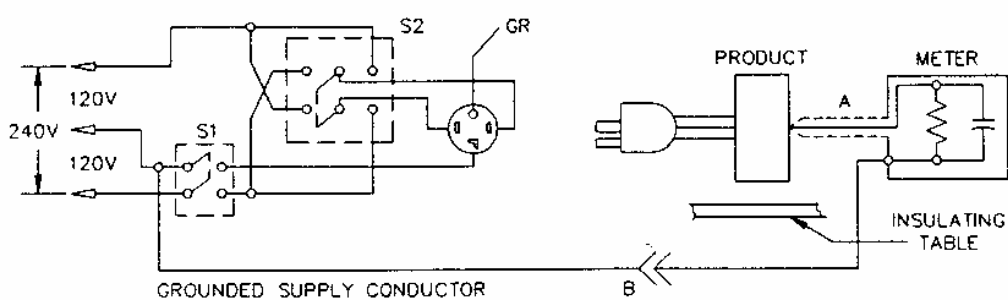
LC100

Appliance intended for connection to a 120 volt power supply



LC200

Appliance intended for connection to a 3-wire, grounded neutral power supply, as illustrated above.



LC300

Appliance intended for connection to a 3-wire, grounded neutral power supply, as illustrated above.

A PROBE WITH SHIELDED LEAD.

B SEPARATED AND USED AS CLIP WHEN MEASURING CURRENTS FROM ONE PART OF APPLIANCE TO ANOTHER.

73. 整機電熱棒測試

73.1 概述

73.1.1 該測試的目的在於確定產品是否能經受住 IEC 695-2-1/1 “The Method for Glow-Wire End-Product Test” 所述的電熱棒的作用。

73.2 意義

73.2.1 電氣裝置不論是在非常情況下的正常操作，還是機器本身存在故障，其中的某些元件，如電線或其他導體，溫度將變得很高。當這些過熱元件與絕緣材料緊密接觸時，將會發生燃燒現象。該測試就是用來檢驗當電器處於這種狀態時，電器內絕緣材料的安全性能。

73.3 測試裝置

73.3.1 該測試裝置的基本元件有：

- a) 電熱棒-直徑為 4.0mm 的鎳棒（80%鎳/20%鉻）彎成圖 73.1 的形狀及尺寸。
- b) 熱電偶-外徑為 0.5mm 的細絲熱電偶，採用 K 型絲如 NiCr 或 NiAl 絲，帶保護套，在高達 960°C (1760°F) 的高溫下能連續工作，焊點位於保護套內。熱電偶位於電熱棒端部的小孔內，如圖 76.1 所示。熱電偶頭部與孔的一端及側邊保持接觸。
- c) 溫度計-用於 K 型熱電偶的溫度計，測量溫度高達 1000°C (1832°F)，精度為 1°C (1.8°F)。
- d) 供電電路-次級開路電壓為 2.1V 的變流器。變流器有足夠的功率，供給測試電路 0~115A 電流。電流調節應採用無級調節，以便獲得所需的溫度。
- e) 測試夾具-測試夾具使電熱棒處於水準狀態，並用其施加一個 $1.0 \pm 0.2\text{N}$ 的力於試樣上。當電熱棒在試樣上水平地來回移動時，力保持不變。電熱棒的移動距離不小於 7mm (0.28")。
- f) 燃燒顆粒承接物-一片厚約 10mm (0.39in) 的白色光滑松木平板，上面放一層白紙，置於電熱棒端部下面 $200 \pm 5\text{mm}$ (7.87 \pm 0.20") 處。白紙克重為 12~30g/m² 之間，不染色，柔軟，堅韌。

注：如果已知正常工作過程中位於產品周圍及下方的材料，則用這些材料代替以上的白色松木板及白紙作測試。調整這些材料與產品間的距離，使其等於正常使用時經常遇到的距離。

73.4 試樣

73.4.1 試樣應該是完整的器具，元件或零件。如果做不到，切出待測部分。

73.5 保溫

73.5.1 測試前，試樣至少要在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ (73.4 \pm 3.6°F)，相對濕度 (50 \pm 5)% 的恒溫恒濕箱中保溫 40 小時。

73.6 測試程式

73.6.1 固定試樣於測試夾具上，使與電熱棒端部接觸的表面處於豎直位置。將電熱棒加熱到表 73.1 的溫度，並在該溫度下保溫不少於 60 秒，然後進行測試。測試時，將電熱棒端部與試樣的最薄部分（但距離邊緣通常不小於 15mm (0.59")）接觸，並施加 $1.0 \pm 0.2\text{N}$ 的力，持續 30 \pm 1 秒時間。在這期間，保持電熱棒的電流不變，用機械方法使電熱棒沿試樣移動 7mm (0.28") 的距離。

- 73.6.2 如果發生燃燒，記下從電熱棒開始作用於試樣到試樣，試樣周圍物質，及燃燒顆粒承接物開始燃燒的時間。用這種方法，燃燒的定義為：試樣（或試樣周圍物質）出現可見火焰達 5 秒以上；或者是，試樣上火花掉下引燃燃燒顆粒承接物。
- 73.6.3 30±1 秒後，移開電熱棒，使試樣不再受熱，但速度盡可能慢，以免空氣流動影響測試結果。繼續觀察試樣，試樣周圍零件及承接物，觀察時間為 30±1 秒。從電熱棒掉下的火花引燃承接物的現象應忽略不計。如果電熱棒作用期間出現燃燒，記下在電熱棒移開後 30±1 秒內燃燒或發紅現象是否停止。
- 73.6.4 下列兩者之一，皆認為測試合格：
- 沒有燃燒。
 - 發生燃燒，但在移開電熱棒後 30±1 秒內，試樣，試樣周圍零件，承接物（如果不是白紙及松木板的話）均停止燃燒或不發紅，則可判定測試合格。如果試樣，試樣周圍零件，承接物三者當中一個被燒完，則測試不合格。

表 73.1 電熱棒溫度

使用類型	電熱棒溫度
有人看管，間歇工作的可攜式家用電器	650°C
所有其他可攜式電器	750°C
固定式或駐立式電器	750°C

