

目 錄

IEC 68-2-1 試驗方法 A：冷.....	3
附錄：生熱試件以強制空氣對流方式執行試驗之方法.....	5
IEC 68-2-2 試驗方法 B：乾熱.....	6
附錄：生熱試件以強制空氣對流方式執行試驗之方法.....	10
IEC 68-2-3 試驗方法 Ca：穩態濕熱.....	10
IEC 68-2-5 試驗方法 Sa：地面太陽輻射模擬.....	12
IEC 68-2-6 試驗方法 Fc 及指引：正弦振動.....	14
IEC 68-2-7 試驗方法 Ga 及指引：穩態加速度.....	20
IEC 68-2-9 太陽輻射試驗指引.....	22
IEC 68-2-10 試驗方法 J 及指引：黴菌.....	31
IEC 68-2-11 試驗方法 Ka：鹽霧.....	37
IEC 68-2-13 試驗方法 M：低壓.....	38
IEC 68-2-14 試驗方法 N：溫度變化.....	40
IEC 68-2-17 試驗方法 Q：密封性.....	44
IEC 68-2-18 試驗方法 R 及指引：水.....	57
IEC 68-2-20 試驗方法 T：錫焊.....	72
IEC 68-2-21 試驗方法 U：端子強韌性及整體固定裝置完整性.....	84
IEC 68-2-27 試驗方法 Ea：衝擊.....	90
附 錄：衝擊試驗指引.....	92
IEC 68-2-28 濕熱試驗指引.....	96
IEC 68-2-29 試驗方法 Eb 及指引：顛簸.....	101
附 錄：顛簸試驗指引.....	104
IEC 68-2-30 試驗方法 Db：濕熱溫度循環.....	108
IEC 68-2-31 試驗方法 Ec：跌落與傾倒，主要針對裝備層次產品.....	110
IEC 68-2-32 試驗方法 Ed：自由跌落.....	112
IEC 68-2-33 溫度變化試驗指引.....	114
IEC 68-2-34 試驗方法 Fd：寬頻隨機振動—通則.....	119
IEC 68-2-38 試驗方法 Z/AD：組合溫度、濕度循環試驗.....	123
IEC 68-2-39 試驗方法 Z/AMD：低溫、低壓與濕熱、低壓序列複合試驗...	127
IEC 68-2-40 試驗方法 Z/AM：低溫/低壓複合試驗.....	129
IEC 68-2-41 試驗方法 Z/BM：乾熱/低壓複合試驗.....	131
IEC 68-2-42 試驗方法 Kc：觸點及連接物的二氧化硫試驗.....	133
IEC 68-2-43 試驗方法 Kd：觸點及連接物的硫化氫試驗.....	135

IEC 68-2-44 試驗方法 T 之技術指引：錫焊	137
附錄：可焊性---表面固定元件之耐鎔與耐錫焊熱	142
IEC 68-2-45 試驗方法 XA 及指引：浸入清潔溶液	149
IEC 68-2-46 試驗方法 Kd 之指引：觸點及連接物的硫化氫試驗	152
IEC 68-2-47 元件、裝備與其他產品動態試驗（包括衝擊、顛簸、振動及穩態加 速度）之固定方法及指引	157
附錄：固定方法指引	159
IEC 68-2-48：IEC 68 儲存效應模擬試驗之應用指引	162
IEC 68-2-49 試驗方法 Kc 之指引：觸點及連接物的二氧化硫試驗	166
IEC 68-2-50 試驗方法 Z/AFc：對於生熱及不生熱試件之低溫、 正弦振動複合 試驗	171
IEC 68-2-51 試驗方法 Z/BFc：對於生熱及不生熱試件之乾熱、 正弦振動複合 試驗	178
IEC 68-2-52 試驗方法 Kb：循環式鹽霧	185
IEC 68-2-53 溫度(低溫、乾熱) 振動(正弦)複合試驗指引	187
IEC 68-2-54 試驗方法 Ta：錫焊—以潤濕力平衡法進行可焊性試驗	189
IEC 68-2-55 試驗方法 Ee 及指引：跳動	193
IEC 68-2-56 試驗方法 Cb：裝備穩態濕熱	196
IEC 68-2-57 試驗方法 Ff：振動—時域法	199
IEC 68-2-58 試驗方法 Td：表面安裝元件之可焊性、耐熱性、 金屬塗覆耐融性 試驗	208
IEC 68-2-59 試驗方法 Fe：振動—正弦頻擊法	211
IEC 68-2-60 試驗方法 Ke：人造低濃度污染氣體腐蝕試驗	219
IEC 68-2-61 試驗方法 Z/ABDM：氣候序列	221
IEC 68-2-62 試驗方法 Ef：擺錘式撞擊	225
IEC 68-2-63 試驗方法 Eg：彈簧鎚撞擊	228
IEC 68-2-64 試驗方法 Fh：寬頻隨機振動(數位控制)及指引	232
IEC 68-2-65 試驗方法 Fg：音響衍生振動	241
附錄：音響衍生振動試驗指引	243
IEC 68-2-66 試驗方法 Cx：穩態濕熱(不飽和加壓蒸氣)	248
IEC 68-2-68 試驗方法 L：砂塵	252
附錄 A：一般指引	263
附錄 B：試驗方法 La 指引	264
附錄 C：試驗方法 Lb 指引	268
附錄 D：試驗方法 Lc 指引	271

IEC 68-2-1 試驗方法 A：冷

前言

本試驗法之目的在決定元件、裝備或其他產品於低溫環境下操作及儲存之能力。

範圍

本試驗法同時適用於生熱(heat-dissipating)及不生熱(non heat- dissipating) 試件，並依試驗方法之不同可區分為溫度驟變(sudden change of temperature)及溫度漸變(gradual change of temperature)兩種，其中溫度驟變試驗主要在於節省試驗時間。本試驗法可區分為：

- 試驗方法 Aa：不生熱試件之溫度驟變法
- 試驗方法 Ab：不生熱試件之溫度漸變法
- 試驗方法 Ad：生熱試件之溫度漸變法

限制

1. 本試驗法不適用於評估試件在溫度改變過程中，可能產生之影響，若欲評估此種情況，請參考"IEC 68-2-14 試驗方法 N：溫度變化"。
2. 本試驗法中之溫度驟變試驗在採用之前，必須先確定此溫度變化不會對試件產生破壞。
3. 本試驗法中之溫度驟變試驗不適用於試件功測線帶組裝困難或突然置入櫃內會起霧之試件。

測試步驟

試驗方法 Aa：不生熱試件之溫度驟變法

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 先將櫃溫降至相關規範所規定之溫度值，再將試件置入。
3. 試件溫度達穩定後，依規定之駐留時間加以保溫。
4. 試驗櫃內周遭溫度條件及試件溫度穩定時間之監測，必須依下列規定實施：
5. 周遭溫度指試件周圍空氣溫度。
6. 溫度穩定則指試件上各點之溫度差不超過 3℃。
7. 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行功能測試及各項量測工作。
8. 試驗後應將試件置於標準大氣條件下，直到完全除霧為止，在移轉過程中試件應不加電。
9. 在室溫下，允許於短時間內以手搖動或鼓風機移去試件上之水滴。
10. 將試件置於標準大氣條件下，以回復原來狀況(最少 1 小時，最多為溫度穩定時間加 1 小時)。相關規範規定之所有量測需求，應於溫度穩定後之期間內執行完畢。
11. 俟試件回復至原來狀況後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

試驗方法 Ab：不生熱試件之溫度漸變法

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 將試件以室溫條件下置入櫃內，再將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率降至相關規範所規定之溫度值。
3. 試件溫度達穩定後，依規定之駐留時間加以保溫。
4. 試驗櫃內周遭溫度條件及試件溫度穩定時間之監測，必須依下列規定實施：
5. 周遭溫度指試件周圍空氣溫度。
6. 溫度穩定則指試件上各點之溫度差不超過 3°C 。
7. 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行功能測試及各項量測工作。
8. 試件於試驗後應留於櫃內，並將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率，回復至標準大氣條件，在變溫期間試件應不加電。
9. 在室溫下，允許於短時間內以手搖動或鼓風機移去試件上之水滴。
10. 將試件置於標準大氣條件下，以回復原來狀況(最少 1 小時，最多為溫度穩定時間加 1 小時)。相關規範規定之所有量測需求，應於溫度穩定後之期間內執行完畢。
11. 俟試件回復至原來狀況後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

試驗方法 Ad：生熱試件之溫度漸變法

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、機械及電性檢驗。
2. 將試件以室溫條件下置入櫃內，再將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率降至相關規範所規定之溫度值。
3. 試件溫度達穩定後，依規定之駐留時間加以保溫。
4. 試驗櫃內周遭溫度條件及試件溫度穩定時間之監測，必須依下列規定實施：
5. 周遭溫度指在試件底面下 0~50mm 之平面上數點的平均空氣溫度。這些點可以取距離試件 1m 或試件與櫃壁距離之半，兩者中較小者。
6. 溫度穩定則指連續兩次 3°C 溫度變化所需時間的比值必須大於 1.7(後者比前者)。
7. 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行功能測試及各項量測工作。
8. 試件於試驗後應留於櫃內，並將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率，回復至標準大氣條件，在變溫期間試件應不加電。
9. 在室溫下，允許於短時間內以手搖動或鼓風機移去試件上之水滴。
10. 將試件置於標準大氣條件下，以回復原來狀況(最少 1 小時，最多為溫度穩定時間加 1 小時)。相關規範規定之所有量測需求，應於溫度穩定後之期間內執行完畢。
11. 俟試件回復至原來狀況後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 測試條件可由下選擇適當之溫度條件及試驗時間或依相關規範之規定。
- 溫度： -65 , -55 , -40 , -25 , -10 , -5 , $+5^{\circ}\text{C}$ 。
- 駐留時間：2, 16, 72, 96 小時。

- 溫變率：每分鐘不超過 1°C (5 分鐘內之平均值)。
- 試驗容差： $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

試驗設置

- 試驗櫃內壁上各點之溫度值須在試驗溫度(以 $^{\circ}\text{K}$ 表示)之 $\pm 8\%$ 以內，以避免熱輻射問題。
- 對於生熱之試件，試件應儘量置於試驗櫃之中央，且試件與櫃壁、試件與試件之距離應大於 15 公分，試驗櫃與試件體積之比應大於 5:1。
- 對於生熱之試件，若使用強制空氣對流方式執行試驗，則空氣流速應儘量保持在最小之速度。

其他

1. 生熱之試件係指當試件加電後溫度達穩定時(無強制空氣對流之大氣環境下)，試件表面最熱點之溫度與空氣溫度相差在 5°C 以上者。
2. 對於不生熱之試件一般以非操作之狀況執行試驗(無需連續加電，僅功測時需要)，此時強制空氣對流方式可適用於此類試驗。
3. 對於生熱之試件不宜使用強制空氣對流方式，除非櫃內溫度無法達到所要求之溫度條件。此時試驗櫃須依附錄規定之方法 A 或方法 B 先行確認是否適用。若試件於試驗中須加電一段時間，則應確認周遭空氣溫度是否仍在規定之容差範圍內。
4. 對於生熱之試件若使用(或本身具有)氣冷式冷卻系統，則冷卻空氣中應避免含油質之成份，且必須十分乾燥，以免引起濕度問題。如果冷卻空氣由櫃外導入試件且與櫃內空氣隔離，則可選擇無強制空氣對流或參照附錄中方法 A 之試驗方式執行試驗。如果冷卻試件之空氣直接由櫃內抽取，則除須選擇無強制空氣對流或參照附錄中方法 A 之試驗方式執行試驗外，並應監測進入試件之冷卻空氣是否在規定之容差範圍內。
5. 試件應以無包裝、不加電之使用型態置於試驗櫃內。若試件在實際使用狀況下，有特定之夾持裝置，則應視為試件之一部份。若實際之夾具特性不可知，則使用之夾具須具高熱傳導特性。
6. 若試驗中有量測需求時，應於櫃內進行量測，不可將試件移出櫃外。若在回復至標準大氣條件前，有量測需求時，則應先將試件移出櫃外，於執行量測後，再置入櫃內，不可於試驗中進行。
7. 試件於試驗後回復至原來狀況期間，可依相關規範之規定將試件加電或不加電。

附錄：生熱試件以強制空氣對流方式執行試驗之方法

方法 A

範圍：試驗櫃夠大時適用。

步驟：

1. 將試件置入櫃內並加電，此時櫃內不降溫。
2. 俟試件溫度穩定後，量測試件表面上各點，並記錄溫度上升狀況。
3. 將櫃內加強制空氣對流後，此時櫃內亦不降溫，並量測試件表面上各點，若兩次各點量得之溫度差小於 3°C ，表示此空氣流速可用於執行試驗。
4. 降溫執行低溫試驗，並以此空氣流速作為強制空氣對流。

方法 B(如圖 2)

範圍：試驗櫃不夠大時適用。

步驟：

1. 將試件置於實驗室內並加電。
2. 俟試件溫度穩定後，量測試件表面上各點，並記錄溫度上升狀況。
3. 若溫度上升值小於 25°C ，則此試件可直接置入櫃內執行試驗。
4. 若溫度上升值介於 $25\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，則依圖 3 決定 T_s (試件在試驗溫度下加電其表面溫度值)，並以該點溫度為控制點執行試驗。
5. 若溫度上升值大於 80°C ，則不適用。

周遭溫度修正圖使用說明：

1. 由實驗室周遭溫度(T_{ai})與量測所得之試件表面溫度(T_{si})連成之直線與 Pivot 線交於 T_r
2. 再由規定之試驗溫度(T_{ao})與 T_r 之連線相交於試件表面溫度於 T_{so}
3. 此 T_{so} 即為試件在試驗溫度下加電，其表面溫度值

IEC 68-2-2 試驗方法 B：乾熱

前言

本試驗法之目的在決定元件、裝備或其他產品於高溫環境下操作及儲存之能力。

範圍

本試驗法可同時適用於生熱(heat-dissipating)及不生熱(non heat-dissipating)試件，並依試驗方法之不同可區分為溫度驟變(sudden change of temperature)及溫度漸變(gradual change of temperature)兩種，其中溫度驟變試驗主要在於節省試驗時間。本試驗法可區分為：

- 試驗方法 Ba：不生熱試件之溫度驟變法

- 試驗方法 Bb：不生熱試件之溫度漸變法
- 試驗方法 Bc：生熱試件之溫度驟變法
- 試驗方法 Bd：生熱試件之溫度漸變法

限制

1. 本試驗法不適用於評估試件在溫度改變過程中，可能產生之影響，若欲評估此種情況，請參考"IEC 68-2-14 試驗方法 N：溫度變化"。
2. 本試驗法中之溫度驟變試驗在採用之前，必須先確定此溫度變化不會對試件產生破壞。
3. 本試驗法中之溫度驟變試驗不適用於試件功測線帶組裝困難之試件。

測試步驟

試驗方法 Ba：不生熱試件之溫度驟變法

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 先將櫃溫升至相關規範所規定之溫度值，再將試件置入。
3. 試件溫度達穩定後，依規定之駐留時間加以保溫。
4. 試驗櫃內周遭溫度條件及試件溫度穩定時間之監測，必須依下列規定實施：
5. 周遭溫度指試件周圍空氣溫度。
6. 溫度穩定則指試件上各點之溫度差不超過 5°C。
7. 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行功能測試及各項量測工作。
8. 將試件置於標準大氣條件下，以回復原來狀況(最少 1 小時，最多為溫度穩定時間加 1 小時)。相關規範規定之所有量測需求，應於溫度穩定後之期間內執行完畢。
9. 俟試件回復至原來狀況後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

試驗方法 Bb：不生熱試件之溫度漸變法

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 將試件以室溫條件下置入櫃內，再將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率升至相關規範所規定之溫度值。
3. 試件溫度達穩定後，依規定之駐留時間加以保溫。
4. 試驗櫃內周遭溫度條件及試件溫度穩定時間之監測，必須依下列規定實施：
5. 周遭溫度指試件周圍空氣溫度。
6. 溫度穩定則指試件上各點之溫度差不超過 5°C。
7. 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行功能測試及各項量測工作。
8. 試件於試驗後應留於櫃內，並將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率，回復至標準大氣條件，在變溫期間試件應不加電。
9. 將試件置於標準大氣條件下，以回復原來狀況(最少 1 小時，最多為溫度穩定時間加 1 小時)。相關規範規定之所有量測需求，應於溫度穩定後之期間內執行完畢。
10. 俟試件回復至原來狀況後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

試驗方法 Bc：生熱試件之溫度驟變法

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 先將櫃溫升至相關規範所規定之溫度值，再將試件置入。
3. 試件溫度達穩定後，依規定之駐留時間加以保溫。
4. 試驗櫃內周遭溫度條件及試件溫度穩定時間之監測，必須依下列規定實施：
5. 周遭溫度指在試件底面下 0~50mm 之平面上數點的平均空氣溫度。這些點可以取距離試件 1m 或試件與櫃壁距離之半，兩者中較小者。
6. 溫度穩定則指連續兩次 5°C 溫度變化所需時間的比值必須大於 1.7(後者比前者)。
7. 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行功能測試及各項量測工作。
8. 將試件置於標準大氣條件下，以回復原來狀況(最少 1 小時，最多為溫度穩定時間加 1 小時)。相關規範規定之所有量測需求，應於溫度穩定後之期間內執行完畢。
9. 俟試件回復至原來狀況後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

試驗方法 Bd：生熱試件之溫度漸變法

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 將試件以室溫條件下置入櫃內，再將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率升至相關規範所規定之溫度值。
3. 試件溫度達穩定後，依規定之駐留時間加以保溫。
4. 試驗櫃內周遭溫度條件及試件溫度穩定時間之監測，必須依下列規定實施：
5. 周遭溫度指在試件底面下 0~50mm 之平面上數點的平均空氣溫度。這些點可以取距離試件 1m 或試件與櫃壁距離之半，兩者中較小者。
6. 溫度穩定則指連續兩次 5°C 溫度變化所需時間的比值必須大於 1.7(後者比前者)。
7. 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行功能測試及各項量測工作。
8. 試件於試驗後應留於櫃內，並將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率，回復至標準大氣條件，在變溫期間試件應不加電。
9. 將試件置於標準大氣條件下，以回復原來狀況(最少 1 小時，最多為溫度穩定時間加 1 小時)。相關規範規定之所有量測需求，應於溫度穩定後之期間內執行完畢。
10. 俟試件回復至原來狀況後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 測試條件可由下選擇適當之溫度條件及試驗時間或依相關規範之規定。
- 溫度：1000, 800, 630, 500, 400, 315, 250, 200, 175, 155, 125, 100, 85, 70, 55, 40, 30°C。
- 絕對濕度：每立方公尺空氣所含蒸氣需低於 20 公克(相當於 35°C 時 50%相對濕度)。測試溫度低於 35°C 時，需低於 50%相對濕度。
- 駐留時間：2, 16, 72, 96 小時。
- 溫變率：每分鐘不超過 1°C(5 分鐘內之平均值)。

- 試驗容差：溫度低於 200℃ 之容差為 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 溫度於 200℃～1000℃ 之容差為測試溫度之 $\pm 2\%$ 。
- 若試驗櫃尺寸大小無法達到上述容差要求，容差可放寬溫度低於 100℃ 之容差為 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，溫度於 100℃～200℃ 之容差為 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。（容差放寬需於報告中註明）。

試驗設置

- 試驗櫃內壁上各點之溫度值須在試驗溫度(以 $^{\circ}\text{K}$ 表示)之 $\pm 3\%$ 以內，以避免熱輻射問題。
- 對於生熱之試件，試件應儘量置於試驗櫃之中央，且試件與櫃壁、試件與試件之距離應遵循下列原則：
- 試件體積小於 1 立方公寸以下，且生熱量為低於 50 瓦特時距離需大於 10 公分以上。
- 試件體積小於 1 立方公寸以下，且生熱量 50～100 瓦特時，距離需大於 20 公分以上。
- 試件體積大於 1 立方公寸以上，距離應大於 10 公分或依圖 1 試件生熱量與體積選定適當距離(兩者取較大者)。試驗櫃與試件體積之比應大於 5:1。
- 對於生熱之試件，若使用強制空氣對流方式執行試驗，則空氣流速應儘量保持在最小之速度(每秒低於 0.5m)。

其他

- 生熱之試件係指當試件加電後溫度達穩定時(無強制空氣對流之大氣環境下)，試件表面最熱點之溫度與空氣溫度相差在 5°C 以上者。
- 對於不生熱之試件一般以非操作之狀況執行試驗(無需連續加電，僅功測時需要)，此時強制空氣對流方式可適用於此類試驗。
- 對於生熱之試件不宜使用強制空氣對流方式，除非櫃內溫度無法達到所要求之溫度條件。此時試驗櫃須依附錄規定之方法 A 或方法 B 先行確認是否適用。若試件於試驗中須加電一段時間，則應確認周遭空氣溫度是否仍在規定之容差範圍內。
- 對於生熱之試件若使用(或本身具有)氣冷式冷卻系統，則冷卻空氣中應避免含油質之成份，且必須十分乾燥，以免引起濕度問題。如果冷卻空氣由櫃外導入試件且與櫃內空氣隔離，則可選擇無強制空氣對流或參照附錄中方法 A 之試驗方式執行試驗。如果冷卻試件之空氣直接由櫃內抽取，則除須選擇無強制空氣對流或參照附錄中方法 A 之試驗方式執行試驗外，並應監測進入試件之冷卻空氣是否在規定之容差範圍內。
- 試件應以無包裝、不加電之使用型態置於試驗櫃內。若試件在實際使用狀況下，有特定之夾持裝置，則應視為試件之一部份。若實際之夾具特性不可知，則使用之夾具須具高熱傳導特性。
- 若試驗中有量測需求時，應於櫃內進行量測，不可將試件移出櫃外。若在回復至標準大氣條件前，有量測需求時，則應先將試件移出櫃外，於執行量測後，再置入櫃內，不可於試驗中進行。
- 試件於試驗後回復至原來狀況期間，可依相關規範之規定將試件加電或不加電。

附錄：生熱試件以強制空氣對流方式執行試驗之方法

方法 A

範圍：試驗櫃夠大時適用。

步驟：

1. 將試件置入櫃內並加電，此時櫃內不升溫。
2. 俟試件溫度穩定後，量測試件表面上各點，並記錄溫度上升狀況。
3. 將櫃內加強制空氣對流後，此時櫃內亦不升溫，並量測試件表面上各點，若兩次各點量得之溫度差小於 5°C，表示此空氣流速可用於執行試驗。
4. 升溫執行高溫試驗，並以此空氣流速作為強制空氣對流。

方法 B

範圍：試驗櫃不夠大時適用。

步驟：

1. 將試件置於實驗室內並加電。
2. 俟試件溫度穩定後，量測試件表面上各點，並記錄溫度上升狀況。
3. 若溫度上升值小於 25°C，周遭溫度變化小於 30°C，則此試件可直接置入櫃內執行試驗。
4. 若溫度上升值介於 25~80°C，周遭溫度變化介於 30~65°C，則依圖 4 決定 Ts(試件在試驗溫度下加電其表面溫度值)，並以該點溫度為控制點執行試驗。
5. 若溫度上升值大於 80°C，周遭溫度變化大於 65°C，則不適用。

IEC 68-2-3 試驗方法 Ca：穩態濕熱

前言

- 本試驗法之目的在決定元件、裝備或其他產品於定溫(constant temperature)、高相對濕度環境下操作及儲存的適應性。

範圍

- 本試驗法可同時適用於生熱(heat-dissipating)及不生熱(non heat -dissipating)試

件。

限制

- 無限制。

測試步驟

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 試件放入試驗櫃中之情況必須符合相關規範，試件入櫃後為避免在試件上形成水珠，最好事先將試件溫度預熱至試驗櫃中之溫度條件。
3. 試件依規定之駐留加以保溫。
4. 若相關規範有所規定，則應於試驗中或試驗後執行功能測試及各項量測工作，執行功能測試時必須按照規範中所要求之週期來進行，且試件不得搬出試驗櫃。
5. 試驗後試件必須置於標準大氣條件下至少一小時，最多兩小時以回復原來狀況。
6. 依試件之特性或實驗室能量之不同，可將試件移出或保留在試驗櫃中等待恢復，若要移出則時間以愈短愈佳，最好不超過五分鐘，若維持在櫃中則濕度必須在三十分鐘內降至73%~77% R.H.，同時溫度也必須在三十分鐘內達到實驗室溫度之 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 範圍內。

測試條件

1. 試驗溫度：試驗櫃中溫度應控制在 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 範圍內。
2. 相對濕度：試驗櫃中濕度應控制在 $93(+2/-3)\%$ R.H. 範圍內。
3. 駐留時間：駐留時間可選擇 4 天，10 天，21 天或 56 天。
4. 試驗容差：溫度容差為 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，包含量測之絕對誤差、溫度之緩慢變化及溫度櫃中溫度差異。然而為了便利維持濕度在一定範圍內，因此試驗櫃中任何兩點之溫度在任何時間都應盡可能維持在最小範圍內。若溫差超過 1°C 則濕度變化將超過容許範圍。因此即使短時間之溫度變化也可能需要控制在 1°C 內。

試驗設置

1. 試驗櫃內必須安裝溫度及濕度感應裝置以監測櫃內溫度與濕度。
2. 試驗櫃內頂端或牆壁不得有凝結水滴在試件上。
3. 試驗櫃內凝結之水份必須不斷排出，除非淨化(re-purified)否則不得再使用。
4. 當試驗櫃內濕度使用噴射方式即以水氣噴入試驗櫃中達成時，其水份電阻係數不得低於 500Wm.

其他

- 試驗櫃內之溫濕度等條件必須均勻，並且與溫濕度感應器周遭附近之條件相近。
- 試件加電或功能測試時不得改變試驗櫃內之溫濕度條件。
- 相關規範中須詳述在消除試件表面濕氣時應注意事項。

IEC 68-2-5 試驗方法 Sa：地面太陽輻射模擬

前言

本試驗法之目的為決定元件及裝備在地球表面暴露於太陽輻射環境時產生之效應(包括熱、機械、化學、電性等)。

範圍

本試驗法所模擬環境之主要特徵為控制溫度條件下之太陽光譜能量分布及吸收的能量強度，以決定元件及裝備暴露於太陽輻射環境時產生之效應。本試驗法包括三個試驗程序：

- 程序 A：適用於熱效應之評估。
- 程序 B：適用於退化效應之評估。
- 程序 C：適用於光化學效應之評估。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 將試件擺置在試驗箱(enclosure)內升高的支架或已知熱傳導率及熱容之特定支撐材料上，並與其他試件保持距離以免輻射源被遮蔽或二次輻射熱產生。
3. 整個試驗過程中，試驗箱內之輻射、溫度、濕度以及其他環境條件，必須維持在相關規範之試驗程序所規定之適當位準(level)。
4. 依規定之循環數執行試驗。
5. 試件在試驗期間是否操作依相關規範之規定執行。
6. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

試件必須依據相關規範規定之時間暴露在下述三個試驗程序之一：

1. 程序 A

每循環 24 小時，其中 8 小時連續照射，16 小時保持黑暗，依需求重複執行(此程序提供之全輻射量為每日循環 8.96 kWh/m²，約近似於自然條件之最嚴厲狀況)。

2. 程序 B

每循環 24 小時，其中 20 小時連續照射，4 小時保持黑暗，依需求重複執行(此程序提供之全輻射量為每日循環 22.4 kWh/m²)。

3. 程序 C

- 依需求連續照射。
- 在輻射照射過程中，試驗箱內溫度必須以接近線性的速率上升，且需維持在 40℃ 或 55℃。在程序 A，試驗箱內溫度需在照射週期前 2 小時開始上升。在程序 A 及 B 的黑暗週期，試驗箱內溫度則需以接近線性的速率下降，並維持在 25℃。

試驗時間依相關規範的要求，一般較常採用下述三者之一

- 3 循環(3 天)。
- 10 循環(10 天)。
- 56 循環(56 天)。

溫度之容差為±2℃，輻照度(irradiance)容差如表 1 所示。

試驗設置

1. 執行試驗之試驗箱在預設之輻射量測平面上，需能提供 1.120 kW/m²±10% 之輻照度，且其光譜分布(spectral distribution)需如表 1 所示。在此所規定之輻照度(1.120 kW/m²)係包括試驗中試驗箱之反射及試件之吸收，但不包括試驗箱放出之長波紅外線輻射。
2. 必須提供試驗箱內溫度、氣流及濕度維持在規定條件之方法。
3. 試驗箱內之溫度量測點需在預設之輻射量測平面下 0~50mm 之平面上這些點可以取距離試件 1m 或試件與箱壁距離之半，兩者中較小者。

其他

若本試驗法須控制濕度環境，則相關規範必須說明此濕度之控制係在輻射照射週期或在黑暗週期或整個試驗時間。

表 1：光譜能量分布與允許容差						
光譜範圍	紫外線 B	紫外線 A	可見光			紅外線
波長範圍	0.28mm~ 0.32mm	0.32mm~ 0.40mm	0.40mm~ 0.52mm	0.52mm~ 0.64mm	0.64mm~ 0.78mm	0.78mm~ 3.00mm
輻照度	5 W/m ²	63 W/m ²	200 W/m ²	186 W/m ²	174 W/m ²	492 W/m ²

容 差	± 35%	± 25%	± 10%	± 10%	± 10%	± 20%
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

IEC 68-2-6 試驗方法 Fc 及指引：正弦振動

前言

本試驗法之目的在提供一標準之正弦振動試驗程序，以確定試件遭遇簡諧(harmonic)振動的機械弱點所在，及特定功能退化情形。本試驗法亦可用於決定試件結構整體性及(或)動態特性研究。

範圍

- 本試驗法適用於運輸或使用過程中遭遇簡諧振動之元件、裝備或其他產品。
- 本試驗法包括正弦掃描耐久(endurance by sine sweeping)及固定頻率耐久(endurance at fixed frequency)試驗。

限制

本試驗法不適用於使用過程遭遇隨機振動(random vibration)之試件。

測試步驟

- 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
- 按規格執行試驗，且須在完成一軸向所有試驗工作後，才能進行另一軸向之試驗（軸向定義及試驗位準(test level)、時間均詳列於相關規範中）。
- 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行功能測試及各項量測工作。
- 試驗終止。
- 俟試件回復至試驗前相同之狀態後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 試驗位準

本試驗相關之頻率範圍、位移、振幅與加速度值，請參考表 1～表 3 及圖 1 所示。

- 試驗時間

正弦掃描耐久試驗

以掃描循環數表示，建議值：1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 循環，在不降低試驗應力之前題下，可分段執行。

- 關鍵頻率耐久(endurance at critical frequency)試驗

10 分 ± 0.5 分

30 分 ± 1 分

90 分 ± 1 分

10 時 ± 5 分

- 預定頻率耐久(endurance at predetermined frequency)試驗

預期考量試件在操作歷程中所遭遇振動之總時間，而以 10^7 次往復為上限。

- 試驗容差

振幅

參考點(reference point)

參考點控制信號： $\pm 15\%$ 。

相關規範應說明採用單點或多點控制。

多點控制者應說明上述容差限制對象是多點之平均值或特定單點值。

檢查點(check point)

任一檢查點試驗方向之容差：

500Hz 以下 $\pm 25\%$

500Hz 以上 $\pm 50\%$

未能符合上述規定者，宜於相關文件上指明採用容差或替代方法。

任一檢查點非試驗方向之容差：

檢查點之側向(垂直試驗軸向)振幅，在頻率低於 500Hz 時不得大於試驗軸向 50%，高於 500Hz 時不得大於 100%。

相關規範有特別需求者得限制為 25 %。

未能符合上述規定者應於相關規範指明採用「標示不符規定部份並登錄文件」或「側向運動不予監測」何項要求。

頻率

參考點

0.25Hz 以下 $\pm 0.05\text{Hz}$

0.25Hz~5Hz $\pm 20\%$

5Hz~50Hz $\pm 1\text{Hz}$

50Hz 以上 $\pm 2\%$

振動響應調查之頻率容差

0.5Hz 以下 $\pm 0.05\text{Hz}$

0.5Hz~5Hz $\pm 10\%$

5Hz~100Hz $\pm 0.5\text{Hz}$

100Hz 以上 $\pm 0.5\%$

掃描速率

掃描速率每分鐘一倍頻 $\text{loct/min} \pm 10\%$ 。

畸變量(distortion)

在參考點監測加速度畸變量，應涵蓋至 5000Hz 或驅動頻率之五倍，取大者。

畸變量不得超出 25%，但為控制基本頻率(fundamental frequency) 加速度振幅之信號維持在規定值的情況下，允許暫時性之超出 25%。

未能符合上述規定者，畸變量應標示且登錄於文件中。

試驗設置

試件應依 IEC 68-2-47 規定固定於試驗平台。夾持點、控制點皆應依相關規範之規定裝置。裝有振動隔離器之試件請參考 7.(3)說明。

其他

名詞定義：

有關之名詞請參考 ISO Standard 2041："振動及衝擊詞彙"，然其中兩名詞在本標準另具特定意義：

- 掃描循環(sweep cycle)

在任一軸向上掃描歷經之頻率範圍。如從 10Hz 至 150Hz 再回至 10Hz。

- 畸變量(distortion)

a_1 ：某驅動頻率加速度均方根值(root mean square)

a_{tot} ：振動機輸出之總加速度均方根值(包括 a_1)

在 ISO Standard 2041 中未定義之名詞如下述：

- 夾持點(fixing point)

試件與夾具或振動台接合之點位，此點位為常態使用時固定試件之位置。若有取用試件實際固定結構之部份為夾具者，夾持點為此部份結構之夾持點位，而非試件與固定結構之接合點位。

- 量測點(measuring point)

進行試驗時，應於指定點位蒐集數據。所謂指定點位主要有二類，但以評估動態行為為目的之試件內部量測點，不屬本文所稱之量測點。

- 檢查點

夾具上、振動平台或試件上，很靠近夾持點之堅固位置 檢查點用以確保試驗滿足需求。夾持點少於四點時每一點皆為檢查點。夾持點多於四點時，應於相關規範中定義具代表性之四個點位為檢查點。特殊情形，如大型試件或複合試件，若有非接近夾持點之檢查點者，應明定於相關之規範中。若單一夾具接合許多試件

或小試件而具眾多夾持點者，且夾具之最低共振頻率遠大於試驗之最高頻率時，可選用單一檢查點(即參考點)為振動控制之用。

- 參考點

檢查點中作為振動控制用之點位，須符合本標準之需求。

- 控制點(control point)

單點控制

利用參考點上轉能器(transducer)信號達成保持此點在既定之振動位準。

多點控制

利用每一檢查點上轉能器信號達成振動控制之目的。多點信號依相關規範規定為持續之算術平均或為權衡比較。

g ：地球表之標準重力加速度值。

- 振動響應調查(vibration response investigation)

因振動造成試件功能不良、退化、引起機械共振或其他響應效應(如顫震)時，應蒐尋關鍵頻率。利用正弦掃描耐久試驗方式執行，唯掃描速率及振幅皆較低。特定情況下可要求耐久試驗後之振動響應調查與試驗前之調查結果作比對，比對結果頻率若有變異，相關規範中應訂定後續措施。

- 裝有振動隔離器之試件

i. 通則

通常應連同振動隔離器進行耐久試驗，若實務上無法連同振動隔離器進行試驗時，得考慮隔離器之傳輸比特性，另定單獨試件之規範。對試件本體結構最小接收耐震之驗證則以單獨試件為之。

ii. 固定頻率耐久試驗

規範應明述含振動隔離器試件之共振頻率是否引用為試驗頻率。

iii. 振動響應調查分兩階段實施

無振動隔離器之作用，調查確認單獨試件之關鍵頻率。

調查振動隔離器對試件之效用，隔離器傳輸比特性。

表 1：建議之頻率範圍(Hz)			
1.0	～	35.0	
1.0	～	100.0	
10.0	～	55.0	
10.0	～	150.0	
10.0	～	500.0	
10.0	～	2000.0	
10.0	～	5000.0	
55.0	～	500.0	
55.0	～	2000.0	
55.0	～	5000.0	
100.0	～	2000.0	

表 2：建議之位移(頻率範圍 10Hz 以下)	
mm	in
10.0	0.4
35	1.4
75	3.0
100	4.0

表 3：建議之振幅及位移與加速度值之轉折點							
8Hz～9Hz（低轉折點）				57Hz～62Hz(高轉折點)			
mm	(in)	m/s ²	g	mm	(in)	m/s ²	g
0.35	0.014	0.98	0.1	0.035	0.0014	4.9	0.5
0.75	0.03	1.96	0.2	0.075	0.003	9.8	1
1.5	0.06	4.9	0.5	0.15	0.006	19.6	2
3.5	0.14	9.8	1	0.35	0.014	49	5

7.5	0.3	19.6	2	0.75	0.03	98	10
10	0.4	29.4	3	1	0.04	147	15
15	0.6	49	5	1.5	0.06	196	20
				2	0.08	294	30
				3.5	0.14	490	50

IEC 68-2-7 試驗方法 Ga 及指引：穩態加速度

前言

本試驗法之目的在決定試件因穩態加速度環境而承受力量時，對其結構適應性與功能之影響(例如運動之載具，特別是飛行器、轉動元件及拋擲物)，或為組件結構完整性評估試驗之一種。

範圍

本試驗法適用於運動載具上之元件、裝備或其他產品。

限制

本試驗法不適用於對旋轉運動敏感之試件。

測試步驟

1. 試驗前進行目視、尺度及功能檢驗。
2. 試件固定於離心機上，依次在試件三主軸上之正、負兩向，施行加速度試驗。
3. 試驗後進行目視、尺度及功能檢驗。

測試條件

- 試驗位準：如表 1 所示。
- 試驗時間：速度穩定後至少 10 秒。
- 試驗軸向：三軸六向。
- 容差

切線加速度：

試件承受之切線加速度不得大於離心加速度之 10%。

離心加速度：

試件尺寸小於 10 公分，試件不同位置(功測線除外)之加速度差異量不得大於試驗設定值之 10%。其餘尺寸試件則為-10%~+30%。

試驗設置

- 本試驗係將試件固定於離心機上，並在試件每一主軸上之正、負兩向，給予特定之加速度峰值。這些加速度值係依據試件之操作環境條件或在某環境下仍須存活之需求而定。
- 依據 IEC 68-2-47 之相關規定將試件固定於試驗機具。

其他

檢驗需求分四類：

- 試件功能正常且性能參數符合產品規範。
- 試件功能正常但性能參數不必符合產品規範。
- 試件結構無損壞且不能產生永久變形，但功能無需正常。
- 安全性試驗，驗證試件與載具間之穩固程度，在緊急狀況不至影響人員安全，試件可永久變形，但不能潰散。

表 1：試驗位準建議值

加速度值(m/s ²)
30.0
50.0
100.0
200.0
500.0
1,000.0
2,000.0
5,000.0
10,000.0
20,000.0
50,000.0
100,000.0
200,000.0
300,000.0

註:本加速度值可轉換為以地表面重力加速度值為計量單位,此時以 10m/s^2 為一重力加速度。

IEC 68-2-9 太陽輻射試驗指引

前言

本指引描述之模擬方法係用來查驗位於地球表面之元件及裝備對太陽輻射的效應。在此所模擬環境的主要特徵為控制溫度條件下之地表太陽光譜能量分布(spectral energy distribution)及吸收的能量強度(intensity of received energy)。太陽輻射(包括天空輻射)與其他環境如溫度、濕度、空氣速率等的複合亦必須考慮。

試驗用輻射源之輻照度及光譜分布

- 輻照度(irradiance)

當地球位於日地平均距離(mean earth-sun distance)時,大氣上界與太陽光束相垂直表面上的太陽輻照度,稱為太陽常數(solar constant) E_0 。

地表之輻照度受太陽常數及輻射在大氣中衰減與漫射的影響。為了執行試驗,CIE 編號 20 之文件對地表由太陽及天空之全輻射的給定值為 1.120 kW/m^2 ,此值係以太陽常數 $E_0=1.35\text{ kW/m}^2$ 為基準所得。

- 光譜分布(spectral distribution)

本試驗規定之全輻射標準光譜分布(CIE 所建議),請參考 IEC 68-2-5 之表 1。當只考慮熱效應時,可使用鎢絲燈泡。但須瞭解鎢絲燈泡與自然太陽輻射之光譜分布並不相同(如圖 1 所示),且輻照度必須調整。

- 其他光譜分布之輻照度

假如試驗使用之輻射源的光譜分布與 IEC 68-2-5 中表 1 所給之標準光譜分布不同時(例如使用鎢絲燈時),輻照度必須調整,以使試件所受輻射之熱效應與太陽及天空之全輻射所致相同。此外,試件由試驗輻射源吸收之輻射須與由太陽及天空吸收之全輻射量相同,即:

其中

E_{ex} :

a_{ex} : 試驗輻射源之輻照度

a_{es} : 試件在試驗源輻射下之吸收因子

試件在太陽及天空之全輻射下之吸收因子

試驗程序及時間

執行本試驗時，必須考量暴露時間以及應該連續暴露或可間歇暴露。三個可能的程序如下(參考 IEC 68-2-5 圖 1)：

- 程序 A

每循環 24 小時，其中 8 小時連續照射，16 小時保持黑暗，依需求重複執行(此程序提供之全輻射量為每日循環 8.96 kWh/m^2 ，約近似於自然條件之最嚴厲狀況，適用於熱效應之評估)。

- 程序 B

每循環 24 小時，其中 20 小時連續照射，4 小時保持黑暗，依需求重複執行(此程序提供之全輻射量為每日循環 22.4 kWh/m^2 ，適用於退化效應之評估)。

- 程序 C

依需求連續照射(此程序為最簡化之試驗，當循環式熱應力之效應不重要及只評估光化學效應時適用，亦可用來評估低熱容試件之加熱效應)。

試驗位準(輻照度)為 $1.120 \text{ kW/m}^2 \pm 10\%$ 。利用提高輻射位準使試驗加速的方式並不適當。如前述，程序 A 配合一天 8 小時的標準輻射條件暴露，其模擬之全日輻射量約近似於自然條件之最嚴厲狀況。也就是說，超過 8 小時的暴露時間就可導致對自然條件的加速。然而，程序 C 中的每日連續暴露 24 小時可能會掩蓋了循環式熱應力的退化效應，所以一般並不建議採用此程序。

試驗時間視試驗目的而定。當關注焦點僅為加熱效應時，3 循環便足夠(大型裝備可能需要較長時間以便內部達到最高溫度)。若退化效應為評估重點時，則需要較長的試驗時間。

其他須考慮之環境因子

- 試驗箱內溫度

試驗箱內溫度在照射及黑暗週期均須依程序(A、B 或 C)的規定控制。依據元件或裝備之未來使用狀況，相關規範應說明在輻射照射期間溫度需達到 40°C 或 55°C。

- 濕度

不同的濕度條件會明顯的影響材料、塗料及塑膠等的光化學退化。個別需求必須在相關規範中明確說明，例如根據程序 B，在試驗開始可規定一 4 小時的濕熱(40 ±2°C 及 93±3%相對濕度)週期。

- 表面汙染

灰塵及其他表面汙染物可能明顯改變被照射表面之吸收特性。除非有其他需求，否則試件應該在乾淨的條件下試驗。然而，假使要評估表面汙染的效應，則相關規範需說明試件表面準備的必要資訊。

- 臭氧及其他汙染氣體

短波長紫外線試驗源產生的臭氧，正常狀況會沿著用來修正光譜能量分布之輻射濾光板排出試驗箱。當臭氧及其他汙染氣體會明顯影響特定材料的退化過程時，將這些氣體排出試驗箱是重要的，除非相關規範有特別的需求。

- 空氣速率

吹過試件的氣流可能產生冷卻效應，此點會導致監測輻射強度的開放型熱電堆(thermopile)產生誤差。低至每秒 1 公尺速率的氣流亦可能導致溫升減少超過 20%。因此，控制及量測氣流速率(應該儘量小)與適當的控制溫度是一樣重要的。利用適當的加熱及冷卻試驗箱壁以調整試驗箱內溫度的方法可避免高空氣速率需求。

然而，實際上在高太陽輻射的條件下很少是沒有風的。所以，評估不同空氣速率吹過試驗中元件或裝備的效應是有其必要的。相關規範中必須說明這方面的特殊需求。

- 支撐及固定姿態等

因為支撐材料的熱傳特性及固定的方法可能明顯的影響試件的溫升，所以這些參數必須小心考量。試件可能需要固定在提高的支撐架上或特定性能的支撐材料如一定厚度的混凝土層或特定熱傳導率的沙床等。支撐材料、固定方法及試件姿態在相關規範中需詳細規定。

- 輻射源

通則:

輻射源可能包括一個或多個燈泡以及其他附屬光學元件如反射器、濾光板等，以便提供需求之光譜分布及輻照度。

高壓氙氣弧光燈配合濾光板最符合實際太陽輻射。水銀蒸氣燈及氙氣水銀燈與實際太陽輻射相比有相當程度的不足而導致試驗誤差。經過特殊電極處裡的碳弧光燈已被廣泛使用，但存在穩定性及維護的困難，因此一般並不偏愛。假使只考量熱效應時可採用鎢絲燈泡，但在紫外線部份完全不足，所以要評估光化學效應時不可使用。

氙氣燈(xenon lamp):

氙氣燈之結構及大小視試驗需求而定。氙氣電弧的典型光譜分布如圖 2 所示。然而，直接由熱電極產生之輻射亦需考慮，此效應在短電弧比長電弧大且對光譜的符合有相當大的影響，因為由電極產生的輻射大部份為紅外線。氙氣電弧輻射的相對光譜分布已被發現實質上與燈泡的功率無關。然而，燈泡功率的變化會改變電極的溫度也因此改變此部份輻射的光譜分布。長電弧燈泡要遮蔽電極輻射相對而言較簡單。而短電弧燈泡的構造導致其比長電弧燈泡的製造公差大很多，此點在需要更換燈泡時是特別重要的。

因為燈泡的放射會隨著壽命連續改變，且燈泡與燈泡間的壽命特性有相當大的變異，所以不管燈泡的型式為何，例行的更換是必要的。由於氙氣是純物質氣體，所以如不管強度的變異，電弧輻射的相對光譜分布是維持不變的。

鎢絲燈(tungsten filament lamp):

由於紫外線輻射不足，所以鎢絲燈不適合用來執行以退化為目的的試驗。以熱效應而言，除非考慮了光譜能量分布與自然太陽輻射間所存在的差別，否則試驗結果亦可能發生嚴重的差異。典型的鎢絲燈泡在溫度 2600°K 之光譜分布曲線與自然太陽輻射比較如圖 1。鎢絲燈泡之輻射能量主要集中在紅外線部份，強度最大是在波長 1.0mm 處。而太陽能量則約 50%集中在可見光及紫外線部份，即在波長小於 0.7mm 處。

碳電弧(carbon arc):

在一定的條件下，碳電弧可提供光譜分布與太陽相似的輻射，但須使用濾光板修正紫外線部份。此試驗源易燃的自然特性造成缺乏精確的位置及不持久兩個缺點。或許最大的缺點是碳電弧會燒光。既使小心的安排供給機構，也未必能夠連續燃燒超過 5 小時。

水銀蒸氣燈(mercury vapour lamp)

水銀蒸氣燈之輻射光譜缺乏紅光及紅外線部份，且在光譜中有一些非常高能量的線條。在日光浴室中，水銀蒸氣燈與鎢絲燈已被同時使用。且水銀－氬氣聯合的電弧輻射源亦已被用於環境試驗用途。然而，因為水銀電弧中極大的光譜線條，使得以此模擬太陽輻射源一般較不適合。

濾光板(filter):

液態濾光材有可能被煮沸及光譜特性長期會漂移等缺點，所以雖然基本上玻璃的正確重複性不如化學溶液，但目前優先選擇仍是玻璃濾光板。對不同的板厚，有必要利用嘗試錯誤法對不同的光密度(optical density)進行補償。玻璃濾光板為專利品，所以選擇適用的濾光板時應諮詢製造廠。濾光板的選擇依據輻射源及其使用方法而定，例如一個氬氣輻射源的最佳補償方式是紅外線及紫外線吸收式濾光板聯合使用。

一些玻璃紅外線濾光板若暴露在過量的紫外線輻射時，其光譜特性有快速改變的傾向；要避免此種惡化現象，可在輻射源及紅外線濾光板間插入一紫外線濾光板。干擾型(interference type)濾光板對不想要的輻射以反射的方式替代吸收，因此較不會加熱玻璃，一般比吸收型濾光板穩定。

輻照度的均勻性

因為太陽與地球有一段距離，所以在地表之太陽輻射基本上為平行光束。而人工輻射源和工作表面相對較接近，所以必須提供聚焦的方法，使量測平面上得到均勻的輻照度，且在規定之範圍內($1.120 \text{ kW/m}^2 \pm 10\%$)。由於燈泡電極及支撐會產生陰影，所以上述要求對配拋物線型反光鏡的短電弧氬氣燈是很難達到的。此外，假如只有電弧本身位於反射鏡的焦點，則白熱化的陽極可在極低的色溫下，產生相當大的輻射。固定在拋物線槽型反光鏡的長弧光燈較容易達到均勻的輻射。不過，若使用很精巧的固裝技術，一些短弧氬氣燈也可在大表面上得到一定程度的均勻性。

一般建議輻射源擺在試驗箱(櫃)外，以避免因高濕度等因素造成光元件退化。此時必須考慮視窗材料的光譜透射比(transmittance)。

除執行如光電池(solar cell)及太陽追蹤設施(solar tracking device)等特殊裝備之試驗外，一般正常狀況輻射光束並不需要精密瞄準試件。一些為太空研究而發展的模擬技術可引用來執行地表太陽輻射試驗。

使用儀器

輻照度量測:

最適合用來監測輻照度的儀器為一般用來量測水平面上太陽及天空輻射的日輻射強度計(pyranometer)，共有兩種型式：

i. Moll-Gorczinski 日輻射強度計

Moll-Gorczinski 日輻射強度計由 14 對大約長 10mm 寬 1mm 厚 0.005mm 的康銅、錳銅片焊接而成，並排列成 $14 \times 10 \text{mm}^2$ 的矩形。其"熱接點"排成一平面，且用低熱傳導率的黑色塗料處理成一水平表面。"冷接點"端向下彎曲以便和大熱容的銅板做較好的連接。在靈敏部位以兩個同心的玻璃半球載在頂上。

ii. Eppley 日輻射強度計

Eppley 日輻射強度計由兩個 0.25mm 的銀箔同心環組成，內環塗成黑色以吸收輻射而外環則塗成白色以反射可見光及紅外線輻射。冷、熱接點分別與白色、黑色同心環保持良好熱接觸，且裝在充滿乾空氣的 76mm 直徑玻璃球內。

這些儀器均不會受試件或試驗箱放射之長波紅外線影響。

Kipp 日輻射強度計：

Kipp 日輻射強度計是由 Moll-Gorczinski 日輻射強度計修改而成，很多國家應用在氣象用途上。Eppley 日輻射強度計在美國應用最廣泛。上述儀器的玻璃蓋會截斷波長超過 3mm 左右的輻射，此點對僅使用未加濾光板的鎢絲燈時是相當重要的，必須加以修正。

光譜分布量測

由前述，強度的檢查已可執行，但如果要對光譜特性做詳細檢查則較為困難。利用日輻射強度計配合特定的濾光板，可經由不昂貴的例行量測檢查出光譜的較大改變。如要檢查設備的詳細分布特性，則需使用複雜的分光儀器(spectroradiometric instrumentation)。

燈泡、反射鏡及濾光板在一段時間後可能發生光譜特性改變，這會導致光譜分布嚴重超出允許之容差。由於製造公差，燈泡更換可能導致輻射位準與一開始之設定產生不可接受的改變。所以，例行監測是重要的，但於試驗中若要監測試驗設備內的詳細光譜分布則是不可能的。

溫度量測

因為高輻射位準的輻射熱效應，適當的保護溫度感測器是重要的，此點於量測試驗箱內空氣溫度及監測試件／裝備溫度時均適用。

空氣溫度量測時，利用標準的 Stevenson 屏風以量測氣象學上「陰影溫度」(shade temperature)的方法因為太麻煩所以不實用。較適合的方法是使用裝於輻射保護用之白銅管內的熱電偶。

當監測裝備溫度時，感測器(如熱電偶)需安裝在外箱的內表面，而不能裝在外表面。監測試件受輻射表面的溫度時，採用溫度指示漆及蠟是不恰當的，因為其吸收特性與試件並不相同。

裝備及試件之試驗前準備

- 試驗裝備

試驗前需確定試驗裝備的光學元件、燈泡、反射鏡及濾光板等均係乾淨的。通過指定量測平面上的輻射位準在每次試驗前需執行量測。其他環境條件，如周遭溫度、濕度、空氣速度等在試驗過程中則需連續監測。

- 試件

試件固定方法及其相對於輻射方向的姿態，對加熱效應有顯著的影響。試件可能需要固定在提高的支撐架上或特定性能的支撐材料如一定厚度的混凝土層或特定熱傳導率的沙床等。所有上述支撐方式及試件姿態均須於相關規範中規定清楚。

試件表面須特別注意是否乾淨及是否符合相關規範要求。本試驗對試件之加熱效果受試件表面條件之影響甚鉅。所以處理試件須相當小心，特別要避免油膜附著，且確定表面完工程序等均符合生產標準規定。

試驗結果判讀

- 符合規範

相關規範須說明試件試驗後允許之性能改變程度。

- 與實地經驗比較

各種材料及裝備在陽光下的退化效應已有許多文獻記載。任何在模擬條件下產生之差異均須調查。看係試件本身特有現象或是由試驗裝置及程序所造成。

- 短期效應

短期效應的主要關切項目為加熱效應，其尋找的要點為有否局部過熱現象。

- 長期效應

執行長期試驗的目的為決定退化型式，並檢視是否有初期快速改變及評估使用壽命。

- 熱效應

試件或裝備之表面及內部能達到之最高溫度，視下列條件而定：

- i. 周遭空氣溫度。
- ii. 輻射強度。
- iii. 空氣速率。
- iv. 暴露時間。
- v. 產品本身之熱性質，如表面反射率、尺寸、形狀、熱導係數及比熱。

周遭溫度只有 35~40°C 時，裝備如完全暴露在太陽輻射下，其達到溫度可能超過 60°C。產品本身的表面反射率(reflectance)影響輻射造成的溫升，完工表面由黑色改成有光澤的白色會使溫度大大地降低。相反地，由於溫度升高亦會導致原來為了降低溫度而設計的完工表面產生退化。

大部分材料由於光譜反射因子隨波長改變，所以當作反射器時須有選擇性。例如，油漆對可見光的反射效率很高，但對紅外線卻是很差的反射器。此外，很多材料的光譜反射因子在可見光及接近紅外線區域改變很劇烈。很重要的一點是，模擬試驗用的輻射源光譜能量分布必須複製的接近自然太陽輻射，或是適當的調整輻照度使達到相同的加熱效果。

材料退化

太陽輻射及溫度、濕度改變等複合效應統稱為"氣候" (weathering)，且會導致"老化"(ageing)，最後會破壞有機材料(如塑膠、橡膠、油漆及木材等)。

許多適用在溫帶地區的材料，已被發現不適用在熱帶條件下。典型的問題有油漆的退化及破損、纜線的膠皮裂開及褪色。

材料在氣候條件下損壞，通常不是由單一反應引起，而是由數個不同型態反應同時發生，甚至造成交互作用。雖然太陽輻射主要是由紫外線造成光退化，然其效應在實務上亦很難和其他氣候因子分離。一個例子是乙烯在紫外線輻射下的效應，當紫外線輻射單獨存在時其效應不大，但在熱環境時則明顯變大。

不幸地，人為試驗有時會產生在自然氣候條件下不會發生的不正常損壞。通常都是由下述原因造成：

許多試驗用輻射源的紫外線輻射，與自然太陽輻射的光譜能量分布有相當大的差異。

為了達到試驗加速目的，而不當地提高紫外線輻射強度、溫度、濕度等因子。

人為試驗無法模擬所有自然氣候因子。

危險性及人員安全

- 通則

執行太陽輻射試驗的複雜裝備，必須由熟練的試驗人員操作及維護。這不僅是為了要確保試驗的正確性，而且有各種健康及安全上的顧慮。

- 紫外線輻射

最明顯需要防範的危險是在接近紫外線輻射區域的高強度輻射產生的傷害性。

在自然太陽光下，眼睛由於下面兩個因素而受到保護，其一為陽光的高亮度，使得根本不可能直視它；且紫外線輻射大部份在大氣中衰減。而這兩種保護在人工輻射源下均不存在。所以眼睛必須利用太陽眼鏡或視孔來保護，特別在設置試驗裝備時。必須警告所有試驗人員，暴露在未濾光的弧光燈產生之輻射下，既使是很短時間也會使眼睛產生嚴重傷害。而且會使皮膚產生曬斑。Koller 在其文獻中指出，在美國的白人社會，太陽光中的紫外線輻射是造成皮膚癌的主因。因此，即使試驗用之輻射源經過濾光，亦建議使用適當的防護衣以保護頭部及手部。

- 臭氧及傷害性毒氣

使用氙氣及其他弧光燈所產生的另一個嚴重危害健康的事，為試驗期間有毒的臭氧可能局部累積。臭氧產生最多的時間是燈泡剛開電時，其後會慢慢轉變為氧氣。使用強制空氣冷卻時，冷卻空氣須排至建築物外。如此，可消除大部份臭氧產生之危害。臭氧濃度達到 1.0~10.0 ppm 時，會導致頭痛、鼻喉發炎及流淚。然而必須瞭解的是，臭氧濃度在 0.1ppm 以下就有毒性，此濃度比可由氣味很容易分辨出的位準(0.5~1.0 ppm)還低。所以必須使用適合的量測及偵測設備。

熱及紫外線輻射對特定塑膠(例如三聚氰胺製的塑膠板)的複合效應會產生有毒氣體。所以選擇試驗裝置的材料時須特別注意。

- 燈泡爆破風險

使用高壓氙氣弧光燈為主要輻射源時，除非有完善的計畫以處理電弧放電管，否則可能發生嚴重的意外。此類燈泡(不管冷、熱或是新、舊)由於內壓(燈泡冷時 2~3 個大氣壓，燈泡熱時高達 20 個大氣壓)緣故，可能發生激烈爆破。

燈泡表面須無目視可見之灰塵及油污，因此定期使用清潔劑或酒精清理是必要的，清潔過程須使用棉手套及防護面具。當冷的燈泡儲存時，其爆炸影響利用兩片 0.25mm 厚的橡膠板就可限制住。使用多燈泡裝備時，須特別注意以防範發生連鎖反應。使用防護型玻璃板可達到保護及作為修正濾光器的雙重目的。燈泡的個別記錄必須保存，以便探測其不正常電壓及電流。

- 電衝擊

對電衝擊應採取預防性正常的量測措施，特別是對與弧光燈同時使用的高電壓點火系統。在一些氙氣燈，電弧點火脈衝超過 60kV，因此裝置連鎖(interlock)系統相當重要。

IEC 68-2-10 試驗方法 J 及指引：黴菌

前言

本試驗法之目的在探究試件於霉菌成長環境下所產生之破壞及功能劣化情形。

範圍

本試驗法適用於可能暴露在散播孢子的空氣中之試件、表面可能受有機物污染之試件及了解霉菌對試件構材之損害，以便選用抗霉材料。依霉菌孢子的培養方式，可區分為兩種試驗方法：

- 試驗方法 I：直接以孢子接種於試件後培育。
- 試驗方法 II：試件表面先敷上培養基再以孢子接種後培育。

限制

因本試驗法選用之菌株種類有限，無法促發實際使用時因霉菌成長引起之所有失效模式，故僅適用於良好設計(well design)之試件在霉菌成長環境下運作之最終檢驗。

不應以本試驗法取代分析材料是否抗霉的專門試驗技術。

測試步驟

霉菌試驗之測試步驟如下所示：

- 菌種或孢子

選用表 1 所列之菌種，而且所有菌種應一起使用。

所使用的菌種必須以合適的容器儲存並標示養殖日期。

容器封蓋在打算製作試驗用的霉菌懸浮液時才打開，需使菌種暴露於室溫條件 14~28 天。

若菌種不立即使用，則應以 5~10°C 冷藏，但最多只能放六週。

菌種容器打開後，只能用以製作一種霉菌懸浮液，製作另外一批霉菌懸浮液時，必須採用未曾開啟容器之菌種。

- 霉菌懸浮液的製作

霉菌懸浮液是以蒸餾水中加入濃度 0.05% 的潤濕劑所配成。適當的潤濕劑其成分為 N-methyl taurine (甲基牛磺酸) 或 dioctyl sodium sulphosuccinate。

將 10cc 含潤濕劑的水加入某菌種培養皿。再以燒紅消毒冷卻後之白金絲或鎳鉻合金絲輕刮培養皿表面之菌種孢子(不含菌絲)，匯集皿中液體，即可得某菌種之孢子懸浮液。

將八種已製作完成之菌種懸浮液搜集於燒杯後，劇烈搖動使孢子分離，再靜置 30 分鐘後以纖維濾紙過濾除去雜質。經離心後去除上清液，以沈澱的孢子加入 50cc 的蒸餾水，再懸浮、離心，重複清洗三次後，再依不同試驗方法分別進行稀釋。

a. 試驗方法 I：以 100cc 之蒸餾水稀釋。

b. 試驗方法 II：若以噴灑方式，則以 100cc 之蒸餾水稀釋。若以塗抹或浸泡方式，則以製作控制試片之營養液稀釋。

稀釋方式可依相關規範之規定，但使用之蒸餾水或營養液最多不能超過 500cc，且必須當天配製使用。

- 控制片的製作

試驗中所需之控制片應以白色濾紙或棉織布製作。

控制片須浸泡於新鮮配製之營養液，其成分為：

KHPO ₄	0.7 g
K ₂ HPO ₄	0.3 g
MgSO ₄ . 7H ₂ O	0.5 g
NaNO ₃	2.0 g

KCl	0.5 g
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.01 g
蔗糖	30.0 g

試驗開始前，試件須先經目視、電性和機械檢驗。

試驗的前處理

- 針對試驗方法 I 和試驗方法 II

應保持出廠時的原狀不需先清洗，若事先註明，可以用酒精或含清潔劑的水清洗試件一半的表面。如此可確定霉菌生長為不良材質所致而非由於表面污染。(注意：若要求試驗方法 I 之檢驗結果為 0 級霉菌成長時，則試驗前必需考慮徹底清洗，避免因既有的污染導致霉菌生長。)

- 試驗方法 II

試驗前必須先以噴灑、塗抹或浸泡方式在試件表面敷上一層營養液。營養液配方如 4.(3)b. 節所述，並加入 0.05% 的非殺菌性潤濕劑，待表面的營養液乾燥之後才開始接種。

加入試驗條件

- 實施方式：

試驗方法 I

若相關規範要求試件在霉菌環境下暴露 84 天後檢視，則必須有兩組試件同時進行試驗。第一組應先用孢子接種後培育；另一組則使曝露於濕度環境後(不須接種)培育，後者即所謂負面控制試件(negative control specimen)。

試驗方法 II

必須有兩組試件同時進行試驗。第一組應用營養液做試驗前處理，再以霉菌接種後培育 28 天；另一組則不需以營養液做試驗前處理，並使曝露於濕度環境後(不須接種)培育 28 天，後者即所謂負面控制試件。

接種方式

依據試件尺寸大小與特性，將霉菌懸浮液以噴灑、塗抹或浸泡方式，接種於試件及控制片上。

小試件應分成幾組分別接種，每一組應包含三個控制片並放置於容器內適當之位置，再將容器置於培養櫃中，此項作業時間應於 15 分鐘內完成。

對於小試件，應儘可能將未接種霉菌懸浮液之負面控制試件置入另一相同容器，並與包含試件容器置於同一培養櫃中。

對於大型試件應將試件及三個控制片置於培養櫃中，此時負面控制試件應置於另一相同之培養櫃中。

培育方式

將櫃內溫度維持在 28~30℃ 的恆溫，相對濕度維持在 90% 以上，直至試驗完成為止。溫度週期變化不得超過 1℃/小時。

每隔七天應將容器蓋打開，使氧氣進入，並檢視櫃內控制片霉菌成長情形。若任一控制片上以目視觀察無霉菌成長時，則試驗應視為無效，且應重新執行。

試驗後的檢驗

- 目視檢驗

試驗完成時，儘快在試件移出試驗櫃後，進行核對及拍照。

清洗試件表面菌絲，並以顯微鏡檢查霉菌對試件之侵蝕。

若負面控制試件上有霉菌滋長時，本試驗應視同無效。因未接種之試件仍能滋長霉菌，表示試件於試驗前已受污染，本試驗無意義。

霉菌成長範圍分類(共四級)。

- a. 第 0 級：以放大 50 倍之顯微鏡看不出霉菌成長。
- b. 第 1 級：用顯微鏡可看出，但無法以目視看到霉菌成長。
- c. 第 2 級：以目視看出霉菌成長範圍低於試件表面積之 25%。
- d. 第 3 級：以目視看出霉菌成長範圍高於試件表面積之 25%。

測試條件

兩種試驗方法之嚴厲度均由試驗時間決定。

- 試驗方法 I：歷經 28 天培育後，評估試件上霉菌成長及物理破壞情形。若相關規範有要求，則在培育 28 天後檢查其功能狀況，並延長至 84 天。
- 試驗方法 II：給予促進霉菌滋生之養份並歷經 28 天培育後，評估試件上霉菌成長、物理破壞情形及檢查功能狀況。

試驗設置

- 小型試件

必須放置在有密閉蓋、可固定試件的玻璃或塑膠材質容器。該容器底部必須具有足夠的自由液面，以維持 90% 以上的相對濕度。（如圖 1 所示）

該容器放置在試驗櫃內，櫃內必需維持 28~30°C 的恆溫，且溫度週期變化不得超過 1°C/小時。

- 大型試件

可用大小合適的濕度櫃取代 6. (1) 節所述的容器。濕度櫃必須有可密閉的門，以免大氣與櫃內空氣交流。

濕度櫃必須可維持 90% 以上的相對濕度，且注意壁面或頂上的凝結水不致滴落於試件表面。

櫃內必須維持 28°C ~ 30°C 的恆溫，為維持均溫可強迫櫃內空氣循環，但通過試件表面之空氣流速須低於 1 公尺/秒。

其他

依據細菌學及病理學專家之建議，霉菌成長試驗可能危害人體，應注意下列事項：

- 霉菌成長實驗室應與其他房間隔離。
- 在檢驗及搬運時，儘量使用微生物安全櫃(MSC)。
- 作業人員避免接觸或吸入霉菌。
- 作業人員應先告知醫生，並遵循醫療指示。
- 應告知作業人員有關試驗對健康之影響。

- 污染機制

孢子散播於空氣中或依附於灰塵上，污染暴露於此環境下之裝備。

因搬運或操作，以接觸方式污染裝備。

mite 身上攜帶孢子，可滲透細縫(25 微米)污染裝備。此外， 之軀體與排泄物亦有助於黴菌成長及散播。

- 發芽與成長

溫度與濕氣為孢子發芽之要件，當溫度範圍在 20℃～30℃，相對濕度高於 65%，孢子容易發芽。

潮濕表面及不通風環境下，霉菌容易成長。

- 霉菌成長的負面效應

主要效應為降低電路絕緣性、改變電路頻率阻抗特性、降低機械強度並改變物理性質、使塑膠材料提早老化。

次要效應為滲出酸性物質造成電性問題、試件附近產生高濕環境造成失效、氣味及外觀不佳。

模組間相互感染，使對霉菌敏感之模組失效。

- 霉菌成長的防制

- a. 選用霉菌不易成長或耐霉菌破壞之絕緣材料。
- b. 若產品組裝或運作須使用潤滑劑以達到應有性能，考慮選用含殺菌成分者，以保護材料。
- c. 設計上避免造成濕氣聚集，如電路板插槽。
- d. 在乾燥、清潔的環境中，將裝備完全密封。
- e. 空調或提高裝備內部溫度，可降低濕度及霉菌生長。
- f. 定期更換乾燥劑及仔細清掃裝備內部灰塵。
- g. 使用殺菌劑。
- h. 若裝備允許，可用紫外線或臭氧作滅菌處理。
- i. 保持裝備內空氣流通，可減緩霉菌成長。

表 1：典型菌種與其特性

項次	名 稱	典型菌種	特 性
1	<i>Aspergillus niger</i>	ATCC, 6275	可在許多材料上大量滋長並可抗銅綠毒害
2	<i>Aspergillus terreus</i>	PQMD, 82j	可侵蝕塑膠材料
3	<i>Aureobasidium pullulans</i>	ATCC, 9348	可侵蝕塗料
4	<i>Poecilomyces variotii</i>	IAM, 5001	可侵蝕塑膠及皮革
5	<i>Penicillium funiculosum</i>	IAM, 7013	可侵蝕許多材料，特別是紡織品
6	<i>Penicillium ochrochloron</i>	ATCC, 9112	可抗銅綠毒害並可侵蝕塑膠及紡織品
7	<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	IAM, 5146	可侵蝕橡膠
8	<i>Trichoderma viride</i>	IAM, 5061	可侵蝕植物纖維織品及塑膠

IEC 68-2-11 試驗方法 Ka：鹽霧

前言

本試驗法之目的在於比較相同構造之試件抗鹽霧的能力。

範圍

本試驗法適用於評估表面處理件之品質及均勻性。

限制

- 本試驗法不同於一般鹽霧腐蝕試驗。
- 本試驗法不適用於評估試件是否可於鹽霧環境下使用。
- 對於元件及裝備，"IEC 68-2-52 試驗方法 Kb：循環式鹽霧試驗"較能提供真實之鹽霧環境。但如相關規範要求以本試驗法執行鑑定試驗，則試件必須以裝備或組件型態(連同保護裝置)執行試驗。

測試步驟

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 相關規範中應詳述試驗前試件之清潔程序，且應敘述是否除去暫時之保護層。
3. 將試件移入鹽霧櫃內，並保持在溫度 35°C，鹽霧濃度 5%之測試條件下，依規定之駐留時間執行試驗。
4. 除相關規範另有規定，試驗後小試件應於水龍頭下沖水 5 分鐘，並以蒸餾水或礦泉水洗滌後，以手搖動或鼓風機去除水份，用於清洗之水溫不可高於 35°C。對於大試件則應於相關規範中規定清洗及吹乾之方式。
5. 將試件置於標準大氣條件下約 1~2 小時，以回復原來狀況，再進行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

測試條件可由下選擇適當之試驗要求或依相關規範之規定。

- 鹽霧濃度：5%
- 試驗溫度：35°C
- 噴霧量：1~2 毫升/小時/80 平方公分
- 酸鹼值：6.5~7.2(溫度為 35±2°C 時之 pH 值)
- 駐留時間：16，24，48，96，168，336，672 小時。
- 試驗容差：鹽霧濃度±1%，試驗溫度±2°C。

試驗設置

- 試驗櫃之體積必須夠大，使周遭之測試條件保持均勻、穩定且不因放置試件而受影響。
- 試驗櫃應正確通風，以避免櫃內壓力增加。排氣口應避免強風吹襲，以免櫃內產生強烈氣流。
- 試件必須依相關規範之規定以正常操作姿態執行試驗。
- 所有之試件必須避免相互接觸或接觸其他金屬，且安排上不可相互影響。
- 試件放置位置，應不致直接受到噴霧，且凝結於櫃壁上之水滴不可落於試件上。

其他

- 試驗使用之鹽粒為高品質之氯化鈉，當乾燥後碘化鈉含量須少於 0.1%，雜質須少於 0.3%。
- 使用過之鹽水溶液不可再重複使用。
- 噴口附近空氣之相對濕度至少在 85% 以上，以避免噴霧器被鹽粒子阻塞。
- 試驗前儘可能避免以手觸摸試件表面，且用於清潔試件之方法，不可與鹽粒子產生反應或對試件產生二次腐蝕。
- 鹽霧櫃內至少應放置兩個底面積為 80 平方公分之收集器，於試驗後計量試驗中平均之噴霧量(16 小時以上之平均值)是否符合規定。收集器放置之位置不可受試件遮蔽且必須在無凝結水滴落下之位置。
- 如果試驗櫃連續使用時，則應於每次試驗後計量試驗中所收集之噴霧量、濃度及酸鹼值(pH 值)是否符合規定。
- 如果試驗櫃並非連續使用，則在試驗執行前應先以空櫃開機測試 16~24 小時，並確認噴霧量、鹽水濃度及酸鹼值(pH 值)符合需求後，再將試件置入，並於試驗後計量試驗中所收集之噴霧量、濃度及酸鹼值(pH 值)是否符合規定。
- 若酸鹼值(pH 值)未符合規定，可以適量之鹽酸或氫氧化鈉調整至所要求之範圍內。

IEC 68-2-13 試驗方法 M：低壓

前言

本試驗法之目的在驗證元件、裝備或其它產品於低壓環境下儲存、運輸及使用的能力。

範圍

- 本試驗法同時適用於生熱及不生熱試件。
- 本試驗法適用於常溫下的低壓試驗。

限制

- 本試驗法不適用於低溫環境的低壓試驗，若欲評估此種情況，請參考"[IEC 68-2-40](#) 試驗方法 Z/AM：低溫／低壓複合試驗"。
- 本試驗法不適用於乾熱環境的低壓試驗，若欲評估此種情況，請參考"[IEC 68-2-41](#) 試驗方法 Z/BM：乾熱／低壓複合試驗"。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 試驗櫃內溫度需在標準大氣條件範圍內。
3. 對於非操作狀況試驗之試件，可以無包裝、不加電(power off)或使用備便型態置於試驗櫃內。
4. 將試驗櫃內氣壓以不超過每分鐘 10kPa 之速率調降至試驗規格。
5. 對於需在操作狀況下試驗之試件，可依相關規範規定在試驗中加電(power on)操作，以驗證試件耐環境之能力。
6. 有量測需求之試件，依規定進行量測。
7. 對於生熱試件可於氣壓調降至規格值之前或後，先加電適當時間使試件達到熱穩定狀態，再作功能測試或量測。
8. 氣壓在規格值依試驗規定保持適當的時間。
9. 將試驗櫃內氣壓以不超過每分鐘 10kPa 之速率調升至標準大氣壓力狀態。
10. 若相關規範無其他規定，試件須在標準大氣壓力下約 1~2 小時，以回復原來狀況。
11. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

測試條件可由以下選擇適當之氣壓條件及試驗時間或依相關規範之規定。

- 空氣壓力：如表 1 所示。
- 試驗時間：5 分鐘， 30 分鐘， 2 小時， 4 小時， 16 小時。
- 氣壓變化率：每分鐘小於 10kPa。
- 試驗容差： $\pm 5\%$ 或 $\pm 0.1\text{kPa}$ 兩者取其較大值，當氣壓為 84kPa 時，其容差為 $\pm 2\text{kPa}$ 。

試驗設置

- 試驗櫃需有能力維持第 5. 節所規定之測試條件。
- 當氣壓回復標準大氣壓力時，需避免試驗輔助裝備或設置所可能造成的空氣污染。
- 當生熱試件作低壓試驗時，試驗設置的相關規定，請參考 [IEC 68-2-41](#) 試驗方法 Z/BM。

表 1：空氣壓力建議值

空氣壓力		海拔高度(取自 ISO 標準 2533)
仟巴斯卡	毫巴	公尺
(kPa)	(mbar)	(m)
1	10	31,200
2	20	26,600
4	40	22,100
8	80	17,600
15	150	13,600
25	250	10,400
40	400	7,200
55	550	4,850
70	700	3,000
84	840	1,500 (註 #2)
註:#1--高度由海平面至 1,000 公尺，其氣壓為 106 kPa 至 86 kPa.		
#2--海拔高度在低於 1,500 公尺，亦可適用。		

IEC 68-2-14 試驗方法 N：溫度變化

前言

本試驗法之目的在決定試件於溫度變化或溫度連續變化環境下所受之影響。

範圍

本試驗法可區分為：

1. 試驗方法 Na：在特定時間內快速溫度變化。
2. 試驗方法 Nb：在特定溫度變率之溫度變化。
3. 試驗方法 Nc：雙液體浸泡法之快速溫度變化。

前二項適用於元件、裝備或其他產品，第三項則適用於玻璃－金屬密封及類似之產品。

限制

本試驗法並不驗證高溫或低溫環境效應，若欲驗證此種條件，則應採用" IEC 68-2-1 試驗法 A：冷" 或" IEC 68-2-2 試驗方法 B：乾熱"。

測試步驟

- 試驗方法 Na：在特定時間內快速溫度變化。
 - a. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 試件型態應為無包裝、不加電及使用備便之狀況或其他相關規範規定之狀態。試件初始條件為實驗室之室溫。
 - c. 將兩部溫度櫃分別調溫至規定之高溫及低溫條件。
 - d. 將試件置於低溫櫃中，並依規定之駐留時間進行保溫。
 - e. 將試件移於高溫櫃中，並依規定之駐留時間進行保溫。
 - f. 高、低溫轉移時間依測試條件規定執行。
 - g. 重複步驟 d 及步驟 e 之程序計 4 次。
 - h. 試驗後應將試件置於標準大氣條件下，並保持一定時間，使試件達到溫度穩定。
 - i. 回復時間參考相關規範之規定。
 - j. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
- 試驗方法 Nb：在特定溫度變率之溫度變化。
 - a. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 將試件置於溫度櫃內，試件形態應為無包裝、不加電及使用備便之狀況或其他相關規範規定之狀態。試件初始條件為實驗室之室溫。
 - c. 若有相關規範需求，試件可成為操作狀態。
 - d. 將櫃溫降至規定之低溫條件，並依規定之駐留時間進行保溫。
 - e. 將櫃溫升至規定之高溫條件，並依規定之駐留時間進行保溫。
 - f. 高、低溫之溫度變率依測試條件規定執行。
 - g. 重複步驟 d 及步驟 e 之程序。
 - h. 試驗中須執行電性及機械檢驗。
 - i. 記錄電性及機械性能檢測所使用之時間。
 - j. 試驗後應將試件置於標準大氣條件下，並保持一定時間，使試件達到溫度穩定。
 - k. 回復時間參考相關規範之規定。
 - l. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
- 試驗方法 Nc：雙液體浸泡法之快速溫度變化。
 - a. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 試件型態為無包裝。試件初始條件為實驗室之室溫。

- c. 將兩種液體分別調溫至 0℃ 及 100℃。
- d. 將試件沈浸至 0℃ 之液體容器內，並依規定之駐留時間進行保溫。
- e. 將試件沈浸至 100℃ 之液體容器內，並依規定之駐留時間進行保溫。
- f. 高、低溫轉移時間依測試條件規定執行。
- g. 重複步驟 d 及步驟 e 之程序 9 次。
- h. 試驗後應將試件置於標準大氣條件下，並保持一定時間，使試件達到溫度穩定。
- i. 回復時間參考相關規範之規定。
- j. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

測試條件可由下選擇適當之溫度條件及試驗時間或依相關規範之規定。

- 試驗方法 Na：在特定時間內快速溫度變化
 1. 高溫：1000, 800, 630, 500, 400, 315, 250, 200, 175, 155, 125, 100, 85, 70, 55, 40, 30℃。
 2. 低溫：-65, -55, -40, -25, -10, -5, 5℃。
 3. 濕度：每立方公尺空氣所含蒸氣需低於 20 公克(相當於 35℃ 時 50%相對濕度)。
 4. 駐留時間：含溫度櫃之溫度調整時間可為 3 小時、2 小時、1 小時、30 分鐘或 10 分鐘，若無規定則訂為 3 小時，試件置入溫度櫃後，溫度調整時間不可超過駐留時間之十分之一。
 5. 轉移時間：手動 2~3 分鐘，自動少於 30 秒，小試件則少於 10 秒。
 6. 循環數：5 循環。
 7. 試驗容差：溫度低於 200℃ 之容差為 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
 8. 溫度介於 250~1000℃ 之容差為測試溫度之 $\pm 2\%$ 。
 9. 若溫度櫃尺寸大小無法達到上述容差要求，容差可放寬；溫度低於 100℃ 之容差為 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，溫度介於 100~200℃ 之容差為 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ （容差放寬需於報告中註明）。
 10. 試驗輪廓：如圖 1 所示。
- 試驗方法 Nb：在特定溫度變率之溫度變化
 1. 高溫：1000, 800, 630, 500, 400, 315, 250, 200, 175, 155, 125, 100, 85, 70, 55, 40, 30℃。
 2. 低溫：-65, -55, -40, -25, -10, -5, 5℃。
 3. 濕度：每立方公尺空氣所含蒸氣需低於 20 公克(相當於 35℃ 時 50%相對濕度)。
 4. 駐留時間：含升降溫時間可為 3 小時、2 小時、1 小時、30 分鐘或 10 分

鐘，若無規定則訂為 3 小時。

5. 溫度變率：溫度櫃 5 分鐘內平均溫度升降變率為 $1 \pm 0.2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、 $3 \pm 0.6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 或 $5 \pm 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
6. 循環數：2 循環。
7. 試驗容差：溫度低於 200°C 之容差為 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
8. 溫度介於 $250 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 之容差為測試溫度之 $\pm 2\%$ 。
9. 若溫度櫃尺寸大小無法達到上述容差要求，容差可放寬溫度低於 100°C 之容差為 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，溫度介於 $100 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 之容差為 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ （容差放寬需於報告中註明）。
10. 試驗輪廓：如圖 2 所示。

- 試驗方法 Nc：雙液體浸泡法之快速溫度變化

1. 高溫： 100°C 。
2. 低溫： 0°C 。
3. 駐留時間：可為 5～20 分鐘或 15 秒～5 分鐘。
4. 轉移時間：駐留時間在 5～20 分鐘為 8 ± 2 秒。
5. 駐留時間在 15 秒～5 分鐘為 2 ± 1 秒。
6. 循環數：10 循環。
7. 試驗容差：高溫不可低於規格 5°C 。
8. @低溫不可高於規格 2°C 。
9. 試驗輪廓：如圖 3 所示。
10. 試驗設置

- 試驗方法 Na：在特定時間內快速溫度變化。

1. 高、低溫櫃之內壁溫度與溫度試驗規格之差異分別不可超過 3% 及 8%（以 $^{\circ}\text{K}$ 示），以避免熱輻射問題。
2. 生熱試件應儘量置於試驗櫃之中央，且試件與櫃壁、試件與試件之距離應大於 10 公分以上，溫度櫃與試件體積之比應大於 5:1。
3. 試驗方法 Nb：在特定溫度變率之溫度變化。
4. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
5. 試件型態應為無包裝、不加電及使用備便之狀況或其他相關規範規定之狀態。試件初始條件為實驗室之室溫。
6. 將兩部溫度櫃分別調溫至規定之高溫及低溫條件。
7. 將試件置於低溫櫃中，並依規定之駐留時間進行保溫。
8. 將試件移於高溫櫃中，並依規定之駐留時間進行保溫。
9. 高、低溫轉移時間依測試條件規定執行。
10. 重複步驟 d 及步驟 e 之程序計 4 次。
11. 試驗後應將試件置於標準大氣條件下，並保持一定時間，使試件達到

溫度穩定。

12. 回復時間參考相關規範之規定。

13. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

- 試驗方法 Nc：雙液體浸泡法之快速溫度變化。

試驗之液體選用應與試件相容，不可傷害到試件。

其他

- 試驗方法 Na：在特定時間內快速溫度變化。

當試件置於溫度櫃內，其櫃內溫度及空氣流速在保溫時間的十分之一內須達到所規定之溫度規格與容差。

櫃內空氣必須維持循環，試件附近之空氣流速不可小於每秒 2 公尺(2m/s)。

若試件從高、低溫櫃轉移後，因故無法將保溫時間執行完畢，則停留在前一個保溫狀態(最好是低溫)。

- 試驗方法 Nb：在特定溫度變率之溫度變化。

櫃內空氣必須維持循環，試件附近之空氣流速不可小於每秒 2 公尺(2m/s)。

- 試驗方法 Nc：雙液體浸泡法之快速溫度變化。

試件浸泡於液體內時能快速的在兩容器間轉移，且不可攪拌液體。

IEC 68-2-17 試驗方法 Q：密封性

前言

本試驗分為 Qa、Qc、Qd、Qf、Qk、Ql、Qm 與 Qy 等八種試驗方法，其目的分述如下：

- 試驗 Qa：決定軸襯、轉軸及類似產品密封處的有效性。
- 試驗 Qc：決定具空間可填充氣體之試件(如試件內沒有完全充滿填充物)，其密封的有效性。
- 試驗 Qd：決定有填充液試件之密封有效性。
- 試驗 Qf：測試試件浸漬於規定的時間與壓力條件下，試件的防水性與密封的有效性。
- 試驗 Qk：以追蹤氣體及質譜儀量測動態洩漏率，確認試件的密封性。
- 試驗 Ql：決定試件密封的有效性，其電器特性受到液體浸入之影響。

- 試驗 Qm：藉累積洩露氣體以測量細漏；或者使用易於從空氣中分離出之追蹤氣體，藉探針以偵測洩漏。例如，硫磺或鹵素氣體。
- 試驗 Qy：決定具空間可填充氣體(空氣或鈍氣)之試件的密封程度，例如：內部沒有完全充滿填充物之元件。本試驗對大量生產元件之自動測試頗有幫助。

範圍

- 試驗 Qa：軸襯、轉軸及墊圈的密封性試驗適用於粗漏的檢出。
- 試驗 Qc：以氣體洩漏檢驗容器的密封性，可檢出大於 100 、 10 或 $1\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ (10^{-3} ， 10^{-4} 或 $10^{-5} \text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) 範圍的洩漏率。方法 1 及方法 3 僅適用於當填充物可承受完全減壓與加壓的情況下，不會有歪斜或永久性物理損傷的試件。方法 2 適用於因熱而產生壓力差的試件，壓力差則於試件的最高操作溫度時測定。
- 試驗 Qd：容器的密封性，填充液的洩漏試驗，適用於等效標準洩漏率約 $1\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($=10^{-5} \text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) 以上的檢出。本方法的檢出靈敏度取決於在試驗溫度下液體的動黏度以及洩漏的檢出方法。
- 試驗 Qf：適用於元件、裝備或其他試件水密性試驗。
- 試驗 Qk：追蹤氣體配合質譜儀的密封性試驗，適用於 $1\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($=10^{-5} \text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) 以下的洩漏率的檢出。但是對於約 $10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($=10^{-8} \text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) 以下的洩漏率，須十分注意試驗結果的解釋。

方法 1：除非在檢出階段以前，經過適當的中和處理，否則僅適用於小體積試件，其含有高殘留量吸附性的氬(例如總帶，接續部份，有機物質，塗料等等)，不會損害試件表面影響試驗結果。

方法 2：適用於試件在製造或試驗需要時所填充的混合物，含有高比例的氬氣。

方法 3：(噴射罩方法)適用於試件安裝在嵌板上。

- 試驗 Q1：適用於空氣洩漏率大於 $1\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($=10^{-5} \text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) 的洩漏檢出。
- 試驗 Qm：適用於任一能承受內部加壓之試驗，可偵測洩漏率大於 $10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ($=10^{-7} \text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) 之情況。
- 試驗 Qy：適用於空氣洩漏率低至約 $10^{-5} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ($=10^{-4} \text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$) 的洩漏檢出。本試驗僅適合在試驗中能承受必要減壓條件之元件，且不受到永久變形或損壞，如洩漏程度改變或內部容積小於或等於 5cm^3 。

本規範計有八種密封性試驗，詳如圖 1 所示。

限制

試驗 Q1 僅適用於能耐高壓之試件。

測試步驟

- 試驗 Qa

- a. 試件安裝於小型密封的試驗箱內，其中裝有空氣導入噴嘴、空氣管及壓力調整閥，如圖 2 所示。
- b. 接著將空氣壓入密封試驗箱內，達到試驗規定的空氣壓力。再將箱浸入相關規範所規定試驗溫度的液體。試件有洩漏情形時，可觀察到從這部份噴出氣泡流。
- c. 其操作步驟如下：先將容器內的液溫調整至試驗溫度，然後在實驗進行中，不斷的攪拌液體，使液體溫度維持均勻。再將試驗箱內的空氣加壓至試驗條件所規定的壓力。將試驗箱謹慎的浸入液體，藉著升至表面的氣泡流，洩漏的位置立刻被顯現出來。為了使試件的溫度達到穩定，適當的放置時間是必要的。因收集器的漏斗開口部浸入液體中，故所有氣泡流自漏斗開口上升進入收集管。必須使收集管保持垂直，並維持漏斗開口部於校正時候的浸漬深度。收集管的標度，以 cm^3 的單位校正，洩漏率的計算是以一定時間中液體的上部界面所沉下的量而測定。測定結果以 cm^3/hr 表示。

- 試驗 Qc：分為下列三種方法。

1. 方法 1

- a. 試驗箱所含的浸盤需能真空，並且浸盤必須含足夠的液體，使得試件封裝的最上表面，能夠在液面下 10mm 以上的深度進行試驗。試驗用液體需維持在 15°C 與 35°C 之間。在消除真空以前，浸盤需能排除液體，或是從液體中移出試件。
- b. 試件浸於試驗用液體內時，其密封處應位於最上面。試驗箱內的壓力，在一分鐘內需減少至 1kPa(10mbar)或是依相關規範的規定。若無不合格的情形，再保持此壓力一分鐘或是依相關規範所規定的時間。
- c. 試件有多面的密封處，需依照(b)之規定將各面置於最上部分別試驗。
- d. 不合格的判定基準係在試驗中的任一時間觀察，有明確的氣泡流出，或有兩個以上的大氣泡，或是附著的氣泡會增大。

2. 方法 2

- a. 浸盤必須含足夠的液體，使試件完全浸入，待測的密封處，其最上部份須浸入 10mm 以上。
- b. 液體的溫度須維持在高於試件周遭最大操作溫度的 $1^\circ\text{C} \sim 5^\circ\text{C}$ 或是依相關規範所規定的溫度。
- c. 溫度 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 的試件浸於試驗用液體內時，其密封處應位於最上面，其浸入時間需至少為 10 分鐘或為相關規範所規定的時間。
- d. 試件有多面的密封處，需依照(c)之規定將各面置於最上部分別試驗。
- e. 不合格的判定基準係在試驗中的任一時間觀察，有明確的氣泡流出，或有兩個以上的大氣泡，或是附著的氣泡會增大。

3. 方法 3：含兩個階段。

階段 1：在室溫中進行，試件須封入真空/壓力(vacuum /pressure) 的容器，而減壓至 100 Pa (1mbar)，並且維持一小時。之後，在保持真空的狀況下，將浸液注入容器內，使試件完全浸在液體中。接著依表 1 的條件，將試件加壓。

經過最低浸漬時間以後，消除壓力，此時試件仍保持於液中。接著將試件從液中取出，在室溫條件下，放置 3 ± 1 分鐘或相關規範所規定的時間，使試件乾燥，再進行階段 2 的試驗。

階段 2：個別標準若無特別規定，則使用方法 2，但是試驗用液體溫度為 $125^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。自試件浸入後，須立即觀察試件，觀察時間則為 30 秒或為相關規範所規定的時間。

• 試驗 Qd

- a. 試驗前須清除試件上的油脂等髒污，使得洩漏的填充液能夠與其他物質明確的識別。至於試驗前之測定則不予規定。
- b. 試驗時先將試件放入空氣循環式的試驗箱內，加熱到試件表面的溫度高於試件周圍最大操作溫度 $1^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。試件應置於最適當位置，以利檢出洩漏。
- c. 試件在試驗箱內，其溫度依上述規定，維持時間依測試條件之規定，之後自試驗箱內取出試件。
- d. 試件有兩面以上的密封面，各面依次向下依上述方法試驗每一面。最後以目視檢查試件有無液體洩漏。除了相關規範所規定外，須無洩漏。相關規範須規定檢出方法。

• 試驗 Qf

- a. 依據規範之規定，進行試件外觀目視、電性及機械檢驗，確認所有的密封處已被正確安裝。再按規定進行試驗前調節。試驗時試件需置於規範所規定之位置，並且須完全進入水槽或高壓水槽。若無其他規定，則使用低表面張力的水。
- b. 試件須置於如表 2 所規定之水柱高度或相對應之壓力差。使用水槽時，規定水柱高的測定，須在試件的最高點到水面的距離。使用高壓水槽時，水壓須調整至表 2 所示的對應壓力差。
- c. 試驗時間依測試條件中之規定選擇適用值進行，試件與水的溫度須為 $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。試驗中水與試件之溫度差須儘可能小，而不超過 5°C 。
- d. 若無另外之規定時，則在浸漬實驗中，應將試件的可動部份開關切掉，並且停止可動部份，使試件處於完全停止動作之狀態。接著擦拭試件或使用室溫之空氣吹風，使試件完全乾燥。最後依規範之規定，以目視檢查試件

之外觀，並做電性及機械檢驗。檢查水的浸入。

- 試驗 Qk

1. 方法 1(製造過程中未充氮氣的試件)

- a. 試驗前應清潔試件以除去所有會遮蔽洩漏的沾污，例如油脂、指紋、助焊劑或塗料。清潔之後，將試件放入烘箱乾燥，以除去所有遮蔽洩漏的的溶劑痕跡、毛細管作用凝結物等。
- b. 本試驗對試驗前應測試之項目不予規定。
- c. 試驗項目及測量洩漏率的容許值，列於表 3，係依規範所規定之嚴厲度及試驗方法，為試件內容積的函數。
- d. 試驗時，先將試件放入密封的試驗箱。若規範所規定之最大浸漬壓為 200kPa(2bar)(絕對值)以內，則選擇下列程序中的一種：
- e. 將箱內的壓力，減壓到絕對值為 0.1~1kPa(1~10mbar)。
- f. 以氮氣掃掠箱內。
- g. 若規範所規定之浸漬壓超過 200kPa(2bar)，則不可使用上述兩方法。若無其他規定時，則箱內需充滿濃度 95%以上(分壓比)的氮氣，且由表 3 選擇加壓的壓力(絕對壓)及時間。壓力不可超過規範所規定之最大壓力。
- h. 試件從壓力容器中取出之後，須放置在標準大氣壓力條件下，以除去外表面所吸附的氮氣，而避免最終量測中的寄生信號，亦可使用乾燥氣體吹乾。
- i. 將試件移入連接洩漏檢測系統之試驗箱，減壓到質譜儀能夠正常動作。而洩漏檢測系統必須藉著與校正的標準洩漏率的比較，而定出氮氣的測量洩漏率(R)，此值必須小於規範所規定之嚴厲度(θ)而相對於列在表 3 之洩漏率的最大值。測量洩漏率(R)的量測，最好是從壓力容器中取出之後，除了考慮氮氣的離脫效果，而需要較長的換氣時間外，應於 30 分鐘以內完成。
- j. 最後必須使用適合的方法，來檢驗粗漏的不存在。

2. 方法 2(於製造過程中或試驗需要需將氮氣封入試件)

- a. 試驗前將試件封裝在濃度 25%以上(分壓比)的氮氣之中，並且須定期檢查，以確認氮氣的濃度符合規定。若有必要，規範應規定安裝之條件。
- b. 本試驗對試驗前應測試之項目不予規定。
- c. 至於最終量測，需將試件移入連接洩漏檢測系統之試驗箱，減壓到質譜儀能夠正常動作。而洩漏檢測系統必須藉著與校正的標準洩漏率的比較，而定出氮氣的測量洩漏率(R)，本測定，除非另有規定，須在試件密封後三十分鐘以內完成。
- d. 應用下列公式可將測量洩漏率(R)換算為時間常數(θ)：

$$\theta = 2.7 \text{ nVP}_a / R$$

其中， V ：試件的內容積(cm^3)

n ：所使用的氣體混合物中，氬氣的實際濃度(%，分 壓比)

P_a ：大氣壓(10^5Pa 或 1bar)

R ：氬氣的測量洩漏率($\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ 或 $\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)

θ ：時間常數(s)

規範須規定最小時間常數或最大許可之等效標準洩漏率(L)，時間常數之建議值為 $2 \times 10^5\text{s}$ 或 $2 \times 10^4\text{s}$ 。

e. 最後必須使用適合的方法，來檢驗粗漏的不存在。

3. 方法 3(適用於試件安裝在嵌板)

- a. 試驗前應清潔試件以除去所有會遮蔽洩漏的沾污，例如油脂、指紋、助焊劑或塗料。清潔之後，將試件放入烘箱乾燥，而除去所有遮蔽洩漏的的溶劑痕跡、毛細管作用凝結物等等。
- b. 接著進行試驗之測試。先以閥將量測孔與試驗箱密封隔離，使試驗箱真空，當壓力低到足以使質譜儀正確動作時，連接試驗箱至質譜儀。記錄無氬氣注入時，由質譜儀所產生的誤差信號。以參考氬氣洩漏量檢驗質譜儀的正確功能。
- c. 試驗時將試件置於量測孔之上，打開隔離閥使試件暴露於真空中。檢驗低壓仍能使質譜儀正確作用，並且繼續抽真空，直到誤差信號穩定在約為以前所記錄的值為止。

方法 a：以充滿氬氣的柔韌性的袋子(例如塑膠製品)包住試件的外表面。記錄質譜儀的讀數。

方法 b：以細微的低壓氬氣噴吹試件的所有外表面。記錄質譜儀的讀數。氬氣壓力應參考規範所規定之壓力。

- d. 最後藉著與參考洩漏量的比較，並且扣除了誤差信號，而決定測量洩漏率(R)。

• 試驗 Q1

- a. 試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
- b. 試驗時壓力容器需含規範所規定的試驗用液體。參考物為酒精或含清潔劑之水。

- c. 試驗用液體須在標準大氣的條件或依規範所規定之溫度下進行試驗。
 - d. 試件置於壓力容器中時，需能被液體完全浸漬。
 - e. 壓力容器內之壓力必須升壓至相關規範所規定的值，此處壓力依試件之構造而定，一般不超過 500kPa(50N/cm²)。
 - f. 試驗時間依規範之規定，但通常均在 16 小時以內。在特別情況下，如使用低壓力時，時間可延長為 24 小時。
 - g. 壓力容器內的壓力降至大氣壓力後，將試件自容器中取出。
 - h. 試驗後，試件依規範之規定以清潔液洗淨，並在室溫下以鼓風機進行迅速吹乾。依規範規定之置放時間進行復原。
 - i. 試驗後依規範之規定進行目視檢查試件外觀，並做電性及機械檢驗。
- 試驗 Qm：分為累積試驗與探針試驗兩種方法。

1. 方法 1：累積試驗。

- a. 依規範之規定將試件加壓，充填之氣體若欲再使用，則加壓前須抽真空。
- b. 依規範之規定，等待一段時間使洩漏率達穩定狀態。
- c. 於適當位置套上外鞘以決定測定容積並測量在時間 t_0 時追蹤氣體之初始濃度 C_0 。
- d. 視感度而於一段時間後，測定在時間 t_1 時之終結濃度 C_1 。此試驗亦可用已知臨界值之測試計測定，實際上先令初始濃度為零，然後將探針每隔一段等距的時間放入待測體中，直到信號出現為止。
- e. 藉使用校正圖週期性核對，量測之讀值可轉換為濃度，試件之洩漏率 R 可由下列公式計算出：

$$R = V_m(C_1 - C_0) / (t_1 - t_0) \cdot 10^{-6} P_e$$

其中，

R：洩漏率，單位為 Pa·m³/s

V_m ：量測之容積，單位為 m³

$t_1 - t_0$ ：時間間隔，單位為秒(s)。

C_1 及 C_0 ：追蹤氣體濃度，單位為 cm³/m³。

P_e ：試件外表面之壓力，單位為 10⁵Pa。

2. 方法 2：探針試驗

- a. 依規範之規定將試件加壓，充填之氣體若欲再使用，則加壓前須抽真空。

- b. 依規範之規定，等待一段時間使洩漏率達穩定狀態。
- c. 慢慢地將探針移至試件表面，特別是在最有可能洩漏的附近(例如焊接點、兩部份間之連接點)，若產生信號的話，要注意探針的相對位置。通常本法乃是用以偵測前述累積試驗之洩漏位置；事先須進行試驗前調節。
- d. 若找到洩漏位置，則試驗即完成。

- 試驗 Qy

先將空氣進入閥打開，試件置於試驗櫃中密封妥當，將進氣閥關閉後，進行抽真空工作，直到試驗櫃中壓力到達 3~4kPa 之間，再將幫浦閥門關閉，記錄時間與試驗櫃中壓力上升變化之關係，由結果可算出洩漏率。

測試條件

- 試驗 Qa

- 1. 方法 A：依相關規範所規定的方向加壓，壓力為

100kPa(10N/cm²)~110kPa(11N/cm²)

- 2. 方法 B：各方向加壓，壓力為

100kPa(10N/cm²)~110kPa(11N/cm²)

- 試驗 Oc：分為下列三種方法：

- 1. 方法 1：浸漬液體需能覆蓋試件達 10mm 以上，溫度為 15℃~35℃，壓力在 1 分鐘內需減少至 1kPa。
- 2. 方法 2：浸漬液體需能覆蓋試件達 10mm 以上，試件溫度為 15℃~35℃，液體溫度需高出試件達 1~5℃。
- 3. 方法 3：詳如 4.(2)c.。

- 試驗 Qd：試驗嚴厲度係以試件維持在試驗溫度的時間來表示，分別為：10min，1h，4h，24h，48h。

- 試驗 Qf：試驗時間依規範之規定，優先適用值為 30min，2h，24h。試驗時間依測試條件中之規定選擇適用值進行，試件與水的溫度須為 15℃~35℃。試驗用水與試件之溫度差須儘可能小，而不超過 5℃。

- 試驗 Qk

- 1. 方法 1(製造過程中未充氮氣的試件)

試驗嚴厲度應選自表 3，若規定表 3 以外之數值，則必須同時規定所有相關試驗條件。

- 試驗 Q1：一般而言，壓力視試件結構而定，但不得超過 500kPa(50N/cm²)，本試驗法之最高靈敏度為 1Pa·cm³/s(10⁻⁵bar·cm³/s)。
- 試驗 Qm：詳如 4.(7)。
- 試驗 Qy：試件在試驗櫃中之真空度應在 3~4kPa 之間。

試驗設置

- 試驗 Qa

試驗設置詳如圖 2 密封試驗箱與圖 3 密封試驗設備所示。透明斗附有長的收集管，其尾端以玻璃栓封住。將栓子打開的漏斗浸入液體，待收集管內充滿液體後關閉栓子。收集管保持垂直，將漏斗口移至試件上以收集氣泡流。氣泡上升，經過漏斗的頸部進入收集管，並收集於上端，而使得收集管內之液柱下降，液柱高的降低速率即為洩漏率，可用校正過的刻度及計時器量測，空氣的洩漏率以單位時間之體積表示。

- 試驗 Qc：分為下列三種方法

1. 方法 1：試驗液體必須具下列特性。

- a. 20°C 時的動黏度： $25 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ (25cSt)
- b. 50°C 時的動黏度： $9 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ (9cSt)
- c. 周圍蒸氣壓： $<10 \text{Pa}$ (10^{-4}bar)
- d. 最適當的液體為可抽出氣體的油。可以使用含潤濕促進劑的水或於 20°C 時的動黏度不超過 $25 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ (25cSt) 的任一適當液體，此時，必須注意本試驗的靈敏度將會減弱。因為液體有沸騰的可能性，所以必須有減壓的限制。

3. 方法 2

在選擇本試驗法之前，必須考慮試件熱效應的評估。例如，注意洩漏通路的開放及(或)開關。本試驗使用之含潤濕促進劑的水，可用於 90°C 以下的試驗溫度，對於較高之試驗溫度，應使用具有動黏度為 $0.3 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ (0.3cSt) 之液體，一般為四氟化碳類(fluorocarbons)。試驗槽容積必須至少為試件體積的十倍以上。

3. 方法 3

- a. 本試驗法使用之含浸液，其動黏度在室溫時，必須為 $0.4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (0.4cSt)，沸點約為 60°C ，並且在沸騰時具有低的汽化熱，使得在進行第 2 階段時，於試驗內部可以急速的產生蒸氣。一般所使用的液體為四氟化碳類(fluorocarbons)以配合階段 2 所使用的液體。例如，環全氟二丙基乙醚(cyclic-perfluoro-dipropyl-ether)或全氟-N-乙烷(perfluoro-N-hexane)。
 - b. 浸漬液體使用以前，先用濾紙過濾。試驗須在換氣良好的場所進行。使用含部份氟化物的浸漬液體時，由於來自水份及溶解油脂的污染，而招致額外的危險，以及可能會損傷試件的記號或元件。
 - c. 試驗大型試件時，若洩漏的大小及浸漬時間與壓力的組合，使得試件可以充滿浸漬液體而於階段 2 會非常快速的汽化，則可能會發生爆炸的危險。所以在單獨使用方法 2 時必須能夠確認此種洩漏。
 - d. 必須注意不可使浸漬液體溢出至加熱板上，因為液體被熱乾時，會蒸發出有毒的氣體。
- 試驗 Qd：試驗時試件的溫度須稍高於最高操作溫度一些，以檢驗試件的填充液洩漏。
 - 試驗 Qf：本試驗設置為一水槽，將試件沈浸在水槽中規定的深度，或是浸入高壓水槽中，使試件能夠浸在規定的壓力之中，試驗後，檢驗試件水的浸入及特性的變化。
 - 試驗 Qk：本試驗設置為能密封之壓力容器與試驗用液體及氬氣質譜儀。
 - 試驗 Ql：本試驗設置為壓力容器與試驗用液體。
 - 試驗 Qm：除壓力容器與試驗用液體外，尚須偵測用之探針。
 - 試驗 Qy：本試驗設置如圖 4 所示。

其他

- 名詞定義：

a. 洩漏率(leak rate)

在定溫與已知壓力差條件下，單位時間內流經裂縫之乾燥空氣量。

b. 標準洩漏率(standard leak rate)

在溫度與壓力差為標準條件時的洩漏率。

本試驗之標準條件：溫度為 25°C ，壓力差為 10^5 Pa (1bar)。

c. 測量洩漏率(measured leak rate, (R))

以規定的試驗用氣體，在規定的條件下所測得之試件洩漏率。

測量洩漏率的測定，通常以氦氣為試驗氣體，於 25°C，壓力差為 10^5Pa (1bar)的情況下量測。

為了與其他試驗方法所求出的洩漏率比較，洩漏率須換算為等效標準洩漏率。

d. 等效標準洩漏率(equivalent standard leak rate, (L))

以空氣為試驗用氣體時，試件的標準洩漏率。

e. 洩漏時間常數(θ)(time constant of leakage)

當壓力差的初期變化率保持定值時，洩漏處的局部壓力差達到平衡時所需的時間。亦即，時間常數等於試件內容積與等效標準洩漏率的商。

f. 粗漏(gross leak)

等效標準洩漏率大於 $1\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ (= $10^{-5}\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)的洩漏。

g. 細漏(fine leak)

等效標準洩漏率小於 $1\text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ (= $10^{-5}\text{bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)的洩漏。

h. 虛漏(virtual leak)

由於緩慢釋出吸收或吸附的氣體，而造成類似性的洩漏。

i. 測漏計(leakage meter)(試驗 Q_m)

此設備包括用以取樣混合氣體之探針以及能顯示試件內特定氣體濃度刻度之表。

j. 量測之容積(volume of measurement)[V_m](試驗 Q_m)

包含收集洩漏之不透氣外鞘與試件間之容積。在此容積內，若追蹤氣體濃度小時，則其外鞘可以不完全密封。

k. 洩漏檢測器(leak detector)(試驗 Q_m)

此設備包括用以取樣混合氣體之探針，以及能感應到特定氣體並且在此特定氣體濃度達到預定臨界值時能以聲音或可見之方式發出信號之裝置。

1. 探查(probing)(試驗 Qm)

為了測出洩漏位置，以洩漏檢測器之探針沿著試件緩慢移動之動作。

表 1：浸漬條件		
試件容積	最低絕對壓力	最低浸漬時間
cm ³	kPa(bar)	(hr)
0.1 以下	600kPa(6bar)	1
0.1 以上	300kPa(3bar)	2

表 2：水柱高度或相對應之壓力差	
水柱高度(m)	在 25℃ 對應壓力差(kPa)
0.15	1.47
0.40	3.91
1.00	9.78
1.50	14.7
4.00	39.1
6.00	58.7
10.00	97.8
15.00	147.0

表 3：嚴厲度、試驗條件及對應等效標準洩漏率						
浸漬壓力	浸漬時間	嚴厲度 6 小時 ($\theta=2 \cdot 104s$)	嚴厲度 60 小時 ($\theta=2 \cdot 105s$)	嚴厲度 600 小時 ($\theta=2 \cdot 106s$)	嚴厲度 1000 小時 ($\theta=2 \cdot 106s$)	等效標準

(絶対 壓)	(最小 値)	内容積	測量洩漏率 R (最大值)	内容積 (v)	測量洩漏率 R (最大值) Pa・cm3/s (bar・cm3/s)	内容 積 (v) cm3	測量洩漏率 R (最大值) Pa・cm3/s (bar・cm3/s)	内容 積 (v) cm3	測量洩漏率 R (最大值) Pa・m3/s (bar・cm3/s)	洩漏率 (L) Pa・cm3/s (ba・.cm3/s)
Pa・105 (bar)	t1 min	(v) cm3	(最大值) Pa・cm3/s(bar・cm3/s)	(v) cm3						
2	70					0.01	10-5 (10-10)	0.02	10-5 (10-10)	5×10-4~1.5×10-3 (5×10-9~1.5×10-8)
3	45					~		~		
4	30					0.1		0.2		
5	30									
8	20									
2	70			0.01	10-3 (10-8)	0.1	10-4 (10-9)	0.2	10-4 (10-9)	5×10-3~1.5×10-2 (5×10-8~1.5×10-7)
3	45			~		~		~		
4	30			0.1		1.0		2.0		
5	30									
8	20									
2	70	0.01 ~ 0.1	0.1 (10-6)	0.1	10-2 (10-7)	1.0	10-3 (10-8)	2.0	10-3 (10-8)	0.05~0.15 (5×10-7~1.5×10-6)
3	45			~		~		~		
4	30			1.0		10		20		
5	30									
8	20									
2	240	0.1 ~ 1.0	2 (2×10-5)	1.0	0.5 (5×10-6)	10	0.05 (5×10-7)	20	10-2 (10-7)	0.5~1.5 (5×10-6~1.5×10-5)
3	160			~		~		~		
4	120			10		100		200		
5	90									
8	60									
2	480		5 (5×10-5)		1 (10-5)		0.1 (10-6)		0.05 (5×10-7)	
3	320									
4	240									
5	190									

IEC 68-2-18 試驗方法 R 及指引：水

前言

本試驗法之目的係提供電工產品在運輸、儲存及使用期間，遭受降水(falling drops)、沖水(impacting water)或浸水(immersion)時之試驗方法，以驗證封蓋(cover)與密封之能力，使元件及裝備在標準降水場試驗中或之後仍能正常工作。

範圍

本試驗法包括下述項目，有關各項試驗特性請參考表 1。

- 試驗方法 Ra：降水

1. 方法 Ra 1：人造雨淋

本試驗法係應用於電工產品置於室外且未保護之情況下遭受自然雨淋。

2. 方法 Ra 2：滴水箱

本試驗法係應用於電工產品在有保護之狀況下遭受自然雨淋，但因產生凝結或發生滲漏而自頂面造成滴水。

- 試驗方法 Rb：沖水

1. 方法 Rb 1：豪雨

本試驗法係應用於電工產品在熱帶地區置於室外且未保護之情況下遭受大雨或豪雨。

2. 方法 Rb 2：噴灑

本試驗法係應用於電工產品遭受自動滅火系統之灑水或車輪濺水。

- a. 方法 Rb 2.1：擺動管

- b. 方法 Rb 2.2：手持蓮蓬頭

c. 方法 Rb 3：水管

本試驗法係應用於電工產品遭受水開放流水或浪花之沖擊。

• 試驗方法 Rc：浸水

本試驗法係應用於電工產品在運輸或使用時，受到部分或全部的浸水。

1. 方法 Rc 1：水箱

2. 方法 Rc 2：加壓水櫃

限制

- 方法 Ra 1 以自然雨淋條件為基礎，不考量強風下之降水情形。
- 本試驗非腐蝕試驗。
- 本試驗不模擬壓力改變及熱衝擊之效應。

測試步驟

- 方法 Ra 1：人造雨淋
 - a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 對會影響試驗結果之試件特徵，如表面處理、封蓋或密封等，應依相關規範確實檢驗。
 - c. 將試件依相關規範規定之姿態固定於支撐架上，請參考圖 1。
 - d. 根據表 2 選取之規格執行試驗。
 - e. 依相關規範之規定，將試件於試驗中進行傾斜或旋轉，及必要之功測。
 - f. 試驗後應依相關規範之規定檢查試件滲水情形，並執行試件之目視檢查、電性及機械檢驗。
- 方法 Ra 2：滴水箱
 - a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 對會影響試驗結果之試件特徵，如表面處理、封蓋或密封等，應依相關規範確實檢驗。
 - c. 將試件依相關規範規定之姿態固定於支撐架上。
 - d. 根據表 3 選取之規格執行試驗。
 - e. 依相關規範之規定，將試件於試驗中進行傾斜或旋轉，及必要之功測。
 - f. 試驗後應依相關規範之規定檢查試件滲水情形，並執行試件之目視檢查、電性及機械檢驗。

- 方法 Rb 1：豪雨
 - a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 對會影響試驗結果之試件特徵，如表面處理、封蓋或密封等，應依相關規範確實檢驗。
 - c. 將試件依相關規範規定之姿態固定於支撐架上。
 - d. 根據表 4 選取之規格執行試驗。
 - e. 依相關規範之規定，將試件於試驗中進行傾斜或旋轉，及必要之功測。
 - f. 試驗後應依相關規範之規定檢查試件滲水情形，並執行試件之目視檢查、電性及機械檢驗。

- 方法 Rb 2.1：擺動管
 - a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 對會影響試驗結果之試件特徵，如表面處理、封蓋或密封等，應依相關規範確實檢驗。
 - c. 將試件依相關規範規定之姿態固定於支撐架上。
 - d. 根據表 5 之規格執行試驗。
 - e. 依相關規範之規定，將試件於試驗中進行傾斜或旋轉，及必要之功測。
 - f. 若試件可以旋轉，則應以緩慢速度旋轉，使試件所有表面均潤濕。
 - g. 若試件無法旋轉，則先執行一半之試驗時間，再將試件水平旋轉 90°後，接續執行另一半之試驗時間。
 - h. 擺動管擺動速度為 60°/sec。
 - i. 試驗後應依相關規範之規定檢查試件滲水情形，並執行試件之目視檢查、電性及機械檢驗。

- 方法 Rb 2.2：手持蓮蓬頭
 - a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 對會影響試驗結果之試件特徵，如表面處理、封蓋或密封等，應依相關規範確實檢驗。
 - c. 將試件依相關規範規定之姿態固定於支撐架上。
 - d. 根據表 6 選取之規格執行試驗。
 - e. 手持蓮蓬頭對試件沖水距離為 0.4±0.1 公尺。
 - f. 依相關規範之規定，將試件於試驗中進行傾斜或旋轉，及必要之功測。
 - g. 試驗後應依相關規範之規定檢查試件滲水情形，並執行試件之目視檢查、電性及機械檢驗。

- 方法 Rb 3：水管
 - a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

- b. 對會影響試驗結果之試件特徵，如表面處理、封蓋或密封等，應依相關規範確實檢驗。
 - c. 將試件依相關規範規定之姿態固定於支撐架上。
 - d. 除另有規定，試件之任何面及任何方向均應沖水。
 - e. 根據表 7~8 選取之規格執行試驗。
 - f. 依相關規範規定，將試件於試驗中進行傾斜或旋轉，及必要之功測。
 - g. 水管噴嘴對試件沖水距離為 2.5 ± 0.5 公尺。
 - h. 試驗後應依相關規範之規定檢查試件滲水情形，並執行試件之目視檢查、電性及機械檢驗。
- 方法 Rc 1：水箱
 - a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 對會影響試驗結果之試件特徵，如表面處理、封蓋或密封等，應依相關規範確實檢驗。
 - c. 將試件以其正常姿態完全浸入水箱中。
 - d. 可在水中加入可溶於水之染劑如螢光素，以促進顯現試件洩漏之狀況。
 - e. 根據表 9 選取之規格執行試驗。
 - f. 依相關規範規定，試件執行功測。
 - g. 除另有規定，試驗後應將試件表面擦乾或以慢速風在室溫下吹乾。
 - h. 試驗後應依相關規範之規定檢查試件滲水情形，並執行試件之目視檢查、電性及機械檢驗。
 - 方法 Rc 2：加壓水櫃
 - a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 - b. 對會影響試驗結果之試件特徵，如表面處理、封蓋或密封等，應依相關規範確實檢驗。
 - c. 將試件以其使用姿態完全浸入水箱中。
 - d. 可在水中加入可溶於水之染劑如螢光素，以促進顯現試件洩漏之狀況。
 - e. 根據表 10 選取之規格執行試驗。
 - f. 依相關規範規定，試件執行功測。
 - g. 除另有規定，試驗後應將試件表面擦乾或以微風在室溫下吹乾。
 - h. 試驗後應依相關規範之規定檢查試件滲水情形，並執行試件之目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 方法 Ra 1：人造雨淋
 - a. 試驗嚴厲度由試件傾斜角、試驗時間、降水強度及雨滴大小分布決定，可

由表 2 選取試驗規格，本試驗法並不模擬風速條件。

- b. 相關規範應規定傾斜角、試件雨淋面、每一面之雨淋時間，及試件是否需旋轉，其最大旋轉角為 270° 。

- 方法 Ra 2：滴水箱

- a. 試驗嚴厲度由滴水高度、試件傾斜角及試驗時間決定，可由表 3 選取試驗規格。
- b. 相關規範應規定傾斜角、試件雨淋面、每一面之雨淋時間，及試件是否需旋轉，其最大旋轉角為 270° 。

- 方法 Rb 1：豪雨

試驗嚴厲度由試件傾斜角、試驗時間及降水強度決定，可由表 4 選取試驗規格。

- 方法 Rb 2.1：擺動管

試驗嚴厲度由噴嘴角度、每個噴嘴水流率、擺動管擺動角度及試驗時間決定，可由表 5 選取試驗規格。若因試件太大，則建議以方法 Rb 2.2：手持蓮蓬頭執行試驗。

- 方法 Rb 2.2：手持蓮蓬頭

試驗嚴厲度由是否使用移動擋板及試驗時間決定，可由表 6 選取試驗規格。

- 方法 Rb 3：水管

試驗嚴厲度由噴嘴大小、沖水距離及試驗時間決定，可由表 7~8 選取試驗規格。

- 方法 Rc 1：水箱

試驗嚴厲度由水深及試驗時間決定，可由表 9 選取試驗規格。

- 方法 Rc 2：加壓水櫃

試驗嚴厲度由水壓及試驗時間決定，可由表 10 選取試驗規格。

試驗設置

- 方法 Ra 1：人造雨淋

- 1. 雨淋噴嘴(組)

請參閱圖 2。

2. 夾具

固定試件之夾具應儘可能模擬試件使用時之狀況。

試件夾具之底部面積應小於試件之底部面積或做適當之穿孔(請參閱圖 1)。

試件夾具應可支撐試件至其正常之操作姿態，若有必要，夾具可由其垂直面傾斜，此傾斜角最大為 90° 。

3. 水源供應與控制

試驗用水應使用品質良好之自來水，以避免阻塞噴嘴，且試驗用水應過濾並去除礦物質。試驗用水之酸鹼值為 6.5~7.2，電阻係數(resistivity)不可小於 $500\Omega\text{m}$ 。有關雨滴大小尺寸分布請參考圖 3。

初始水溫介於試件溫度及低於試件溫度 5°C 之間。

• 方法 Ra2：滴水箱

1. 滴水箱

滴水箱底部面積至少應為試件投影面積之 2 倍。

滴水箱應能提供均勻滴水，且降水強度範圍為 $200\sim300\text{mm/h}$ 。滴水噴嘴之前後左右距離為 $20\sim25\text{mm}$ ，且噴嘴提供之雨滴大小為直徑 $3\sim5\text{mm}$ 。滴水箱最下緣至試件最上緣之可調距離範圍為 $0.2\sim2\text{m}$ 。有關滴水箱之基本設備請參閱圖 4。

2. 夾具

固定試件之夾具應儘可能模擬試件使用時之狀況。

試件夾具之底部面積應小於試件之底部面積或做適當之穿孔。

試件夾具應可支撐試件至其正常之操作姿態，若有必要，夾具可由其垂直面傾斜，此傾斜角最大為 45° 。

3. 水源供應與控制

試驗用水應使用品質良好之自來水，以避免阻塞噴嘴，且試驗用水應過濾並去除礦物質。試驗用水之酸鹼值為 6.5~7.2，電阻係數 (resistivity) 不可小於 500Ωm。有關雨滴大小尺寸分布請參考圖 3。

初始水溫介於試件溫度及低於試件溫度 5°C 之間。

- 方法 Rb 1：豪雨

1. 豪雨噴嘴(組)

請參閱圖 4。

2. 夾具

固定試件之夾具應儘可能模擬試件使用時之狀況。

試件夾具之底部面積應小於試件之底部面積。

試件夾具應可支撐試件至其正常之操作姿態，若有必要，夾具可由其垂直面傾斜，此傾斜角最大為 90°。

3. 水源供應與控制

試驗用水應使用品質良好之自來水，以避免阻塞噴嘴，且試驗用水應過濾並去除礦物質。

初始水溫介於試件溫度及低於試件溫度 5°C 之間。

- 方法 Rb 2.1：擺動管

1. 擺動管

此擺動管外觀為半圓狀，考量試件尺寸此半徑越小越好，儘可能不要超過 1000mm，若因試件太大則此半徑放寬至 1600mm。擺動管上之噴嘴中心距離為 50mm，擺動管以垂直面為基礎，其擺動角度應可達±180°。若擺動管很難擺動時，則可固定擺動管而旋轉試件，有關擺動管設備請參閱圖 5。

2. 夾具

固定試件之夾具應儘可能模擬試件使用時之狀況。

試件夾具之底部面積應小於試件之底部面積或做適當之穿孔。

3. 水源供應與控制

水源供應之需求按表 5 計算；為避免阻塞噴嘴，試驗用水應過濾並去除礦物質。

初始水溫介於試件溫度及低於試件溫度 5°C 之間。

- 方法 Rb 2.2：手持蓮蓬頭

1. 手持蓮蓬頭

手持蓮蓬頭由噴水角度為 78° 之噴嘴組及最大可限制 30° 噴水角度之移動擋板所組成。噴嘴噴水量為 $10 \pm 0.5 \text{ dm}^3/\text{min}$ ，所需水壓為 $80 \sim 100 \text{ kPa}$ ($0.8 \sim 1.0 \text{ bar}$)。有關手持蓮蓬頭設備請參閱圖 6。

2. 夾具

固定試件之夾具應儘可能模擬試件使用時之狀況。

試件夾具之底部面積應小於試件之底部面積或做適當之穿孔。

3. 水源供應與控制

水源供應之需求至少為 $10 \text{ dm}^3/\text{min}$ ；初始水溫介於試件溫度及低於試件溫度 5°C 之間。

- 方法 Rb 3：水管

1. 噴嘴

能射出大量的水柱，其噴嘴直徑有大小兩種，分別為 6.3 及 12.5mm，有關水管設備請參閱圖 7。

2. 夾具

固定試件之夾具應儘可能模擬試件使用時之狀況。

試件夾具之底部面積應小於試件之底部面積。

3. 水源供應與控制

噴嘴直徑為 6.3mm，水源輸送率 $12.5\text{dm}^3/\text{min}\pm 1$ ，其水壓約為 30kPa(0.3bar)；或水源輸送率 $75\pm 5\text{dm}^3/\text{min}$ ，其水壓約為 1000kPa(10bars)。噴嘴直徑為 12.5mm，水源輸送率 $100\text{dm}^3/\text{min}\pm 5$ ，其水壓約為 100kPa(1bar)。

初始水溫介於試件溫度及低於試件溫度 5°C 之間。

- 方法 Rc 1：水箱

1. 水箱

適合特定水壓及相當深度之水箱。

2. 水質

通常試驗用水應為淡水；若需使用海水，則海水特性應於相關規範中說明。

初始水溫介於試件溫度及低於試件溫度 5°C 之間，且最高不可超過 35°C 。

- 方法 Rc 2：加壓水櫃

水櫃

適合特定加壓之水櫃。

水質

通常試驗用水應為淡水。初始水溫介於試件溫度及低於試件溫度 5°C 之間，且最高不可超過 35°C 。

其他

- 名詞定義

1. 降水(falling drops)

以人造雨方式將水滴落於試件上。

2. 沖水(impacting water)

以高強度降水或加力將水噴射撞擊試件。

3. 浸水(immersion)

將試件沈浸至規定之水深或相當之壓力。

4. 雨(rain)

以水滴形式落下。

5. 毛毛雨(drizzle)

以很小、多量且均勻之水滴形式散佈落下。此雨滴可能隨氣流而飄浮。

6. 雨滴(raindrop)

直徑大於 0.5mm 之雨水。

7. 毛毛雨滴(drizzledrop)

直徑介於 0.2 ~0.5mm 之雨水。

8. 降水強度 R(rainfall or drizzle intensity (R))

單位時間之降水量，其單位為 mm/h。

9. 平均體積直徑 D_v (the mean volume diameter (D_v))

到達地面之降水總體積除以雨滴數後所得之直徑。

$$D_v = (6V/n\pi)^{1/3} \text{ mm} \doteq 1.71 R^{0.25}$$

其中

$$V = n \text{ 滴雨水之體積總和}$$

10. 中位體積直徑 D_{50} (the median volume diameter(D_{50}))

到達地面之降水，其中大於或小於該雨滴直徑之體積總和各佔 50%，則該雨滴之直徑稱為中位體積直徑。

$$D_{50} = 1.21 R^{0.19} \text{ mm}$$

11. 空氣中含水量(liquid water content in air (L))

每單位空氣體積所含有之雨水質量。由資料顯示含水量與降水強度成線性關係，其關係式為

$$L = 0.042 R \text{ g/m}^3$$

12. 雨滴終端速度 V_t (raindrop terminal velocity (V_t))

雨滴終端速度為雨滴在靜止空氣中，當重力與空氣阻力達平衡時之落下速度。

$$V_t = 5.3 L^{0.12} \text{ m/s}$$

13. 雨滴落下速度 V_r (velocity of raindrop (V_r))

在風吹送下之雨滴落下速度為

$$V_r = (V_w^2 + V_t^2)^{0.5} \text{ m/s}$$

其中

V_r = 風中雨滴落下速度

V_w = 風速

V_t = 雨滴終端速度

當風速小於 9m/s 時，通常對終端速度無影響。

14. 試驗方法 Ra 之降水強度計算

任一雨量測量杯之降水強度

$$R = (V/6)/(A \cdot t) \text{ mm/h}$$

其中

V = 取樣體積(cm^3)

A = 雨量測量杯之截面積(dm^2)

t = 測量時間(min)

表 1：水試驗特性一覽表					
程 序	嚴 厲 度				備 註
	降 水 強 度	壓 力	試 驗 時 間	噴 灑 或 傾 斜 角	
	mm/h	kPa	min	α°	
試驗方法 Ra	降 水				
方法 Ra1	10±5	不 適 用	10	0	人 造 雨 淋
	100±20		30	15	
	400±50		60	30	
			120	60	
				90	
方法 Ra 2	200～300	不 適 用	3	0	滴 水 箱
			10	15	
			30	30	
			60	45	
試驗方法 Rb	沖 水				
方法 Rb 1	1000±150	不 適 用	10	0	豪 雨
	2000±300		30	15	
	4000±600		60	30	
				60	
				90	
方法 Rb 2.1			3	60	擺 動 管
	n(0.10±0.005)	≒ 80	10	90	擺 動 角 度 有 60 及 180°;n 為 噴 嘴 數 量
	n(0.60±0.03)	≒ 400	30		
	dm ³ /min		60		
方法 Rb 2.2	10±0.5	≒ 90	5	60	手 持 蓮

	dm ³ /min		15	≐ 180	蓬頭
			30		
方法	12.5±1	≐ 30	1	≐ 180	水管；
Rb 3	75±5	≐1000	3		噴嘴直
	100±5	≐ 100	10		徑有
	dm ³ /min		30		6.3 及 12.5mm 二種
試驗方法 Rc	水深 m	水壓 kPa	試驗 時間	傾 斜 角 α°	浸水
方法	0.15, 0.40, 1.0, 2.0,	不適用	30min	不	水箱
Rc 1	5.0		2h	適 用	
			24h		
方法	2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000	20, 50, 100,	2h	不	加壓水
Rc 2		200, 500,	24h	適 用	櫃
		1000, 2000,	168h		
		5000, 10000			
備註：≐ 表近似值					

表 2：雨淋之試驗嚴厲度							
降水強度 R			雨滴大小 D ₅₀			試驗時間	噴灑或傾斜角
mm/h			mm			min	α°
10	±	5	1.9	±	0.2	10	0
100	±	20	2.9	±	0.3	30	15
400	±	50	3.8	±	0.4	60	30
						120	60

							90
--	--	--	--	--	--	--	----

表 3：滴水箱之試驗嚴厲度				
滴水高度			傾斜角	試驗時間
m			α°	min
0.2	±	0.1	0	3
2.0	±	0.5	15	10
			30	30
			45	60

表 4：豪雨之試驗嚴厲度				
降水強度 R			試驗時間	傾斜角
mm/h			min	α°
1000	±	150	10	0
2000	±	300	30	15
4000	±	600	60	30
				60
				90

表 5：擺動管之試驗嚴厲度						
噴嘴角度	擺動管擺動角度		試驗時間	噴嘴直徑	每噴嘴水流率	水壓近似值
α°	β°		min	mm	dm ³ /min	kPa
60°	≡	± 60°	3	0.40	0.10 ± 0.005	80
90°		± 180°	10	0.80	0.60 ± 0.03	400
			30			

		60	
備註：當 $\alpha = 60^\circ$ 及 $\beta = 60^\circ$ 時，可以固定噴嘴角度及旋轉試件之方式取代。			

表 6：手持蓮蓬頭之試驗嚴厲度	
單位面積噴灑時間 min/m^2	最少試驗時間 min
1	5
3	15
6	30

表 7：水管之試驗嚴厲度				
水流率			水 壓	噴嘴大小
dm^3/min			kPa	mm
12.5	\pm	1	30	6.3
75	\pm	5	1000	6.3
100	\pm	5	100	12.5
備註：				
1. 噴嘴距試件之距離為 $2.5 \pm 0.5\text{m}$ 。 2. 若水管向上噴時，則噴嘴距試件之距離可縮短； 直徑為 6.3mm 及 12.5mm 距離試件分別為 40mm 及 100mm 之圓弧。				

表 8：水管之試驗時間	
單位面積沖水時間 min/m^2	最少試驗時間 min
0.3	1
1	3
3	10
10	30

備註：本表僅適用於噴嘴直徑為 6.3mm，且 水壓為 1000kPa。

表 9：水箱之試驗嚴厲度

水深 m	試驗時間 hr
0.15	0.5
0.40	2.0
1.0	24.0
2.0	
5.0	

表 10：加壓水櫃之試驗嚴厲度

水 壓 kPa	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
相當水深 m	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
試驗時間 hr	2，24，168								

IEC 68-2-20 試驗方法 T：錫焊

前言

本試驗法之目的在決定試件以錫焊方式組合時之潤濕能力及確認試件不致因錫焊作業而損壞。

範圍

本試驗法適用於電氣、電子元件及印刷電路以錫焊方式組合者。

本試驗法共分三類：

- 試驗方法 Ta：電線、電纜及形狀不規則端子之可焊性試驗(solderability of wire and tag terminations)
 - 方法 1：235℃ 焊錫槽浸漬；最能模擬實務上常用之錫焊方式，唯試驗結果無法量化。
 - 方法 2：350℃ 烙鐵焊；方法 1 與方法 3 皆不可行時使用本

法。

3. 方法 3：235°C 焊錫滴焊；金屬絲端子切穿定量之滴狀熔融焊錫，試驗操作簡易，潤濕時間可作為檢核準則。

- 試驗方法 Tb：元件錫焊耐熱性試驗(reistance of components to soldering heat)
 1. 方法 1A：260°C 焊錫槽浸漬。
 2. 方法 1B：350°C 焊錫槽浸漬。
 3. 方法 2：350°C 烙鐵焊。

除浸漬時間及溫度外，方法 1A 及方法 1B 與試驗方法 Ta 之方法 1 同。方法 2 除烙鐵加於試驗區域 10 秒外，與試驗方法 Ta 之方法 2 同。

- 試驗方法 Tc：印刷電路板或金屬包覆層板可焊性試驗(solderability of printed boards and metal-clad laminates)

利用本法合併祛潤濕(de-wetting)試驗步驟決定下列物件之可焊性。

- a. 單或雙層金屬包覆層板。
- b. 單或雙層印刷電路板。
- c. 多層印刷電路板。

限制

不適用。

測試步驟

- 試驗方法 Ta：電線、電纜及形狀不規則端子之可焊性試驗
 1. 試件準備：
 2. 試件表面應維持"收件時"之狀況並注意不受手觸摸或其他方式之污染。
 3. 試驗前不須清潔試件表面，相關規範有清潔試件需求時，得以中性有機溶劑除去試件表面之油污。
 4. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 5. 加速老化：相關規範有此需求時請參考 7.(2)節。

方法 1：235°C 焊錫槽浸漬。

- a. 每次試驗前將其表面擦拭光亮。
- b. 端子於室溫下浸入 5. (1) 節所述之焊劑中，並在 $1\text{min}\pm 5\text{s}$ 內排除其上多餘之焊劑。
- c. 立刻將端子順其長軸方向以 $25\pm 2.5\text{mm/s}$ 之速率浸入熔融。
- d. 焊錫槽之浸入點與槽壁距離不得少於 10mm 。
- e. 到達浸入長度(浸入長度依相關規範之規定)後，浸漬 $42.0\pm 0.5\text{s}$ 再以 $25\pm 2.5\text{mm/s}$ 之速率抽出端子。具高熱容量之元件得於相關規範指定 $5.0\pm 0.5\text{s}$ 之浸漬時間。相關規範需求時，可於元件本體與端子間設置厚度 $1.5\pm 0.5\text{mm}$ 之絕熱屏。
- f. 以異丙醇或酒精清除殘留之焊劑。
- g. 目視檢查(可佐以 4~10 倍之放大鏡)，浸漬表面應附著一層光滑焊錫，允許不集中於一處之少許針孔、未潤濕或祛潤濕區域。

方法 2：350°C 烙鐵焊。

- a. 相關規範應就元件之不同指定烙鐵型式。上次測試遺留之焊錫要除盡。
- b. 焊絲：甲型烙鐵使用公稱直徑 1.2mm 之焊絲。
- c. 乙型烙鐵使用公稱直徑 0.8mm 之焊絲。
- d. 試件放置如圖 1，以烙鐵能於試驗區域水平面操作為準，若因試件形狀特殊無法操作時，可於相關規範另定之。若試件需另以機構支持，則必須使用絕熱材料。
- e. 對熱敏感元件，相關規範得規定試驗區域與元件本體之距離，或規定消熱方式之使用。
- f. 以焊絲與烙鐵於相關規範規定之位置施焊 2 至 3 秒，此期間烙鐵應保持靜止。
- g. 以異丙醇或酒精清除殘留之焊劑。
- h. 目視檢查(可佐以 4~10 倍之放大鏡)，焊錫應潤濕整個試驗區域且無錫珠。

方法 3：235°C 焊錫滴焊。

- a. 金屬絲端子應保持平直，必要時得與元件本體分離以利試驗進行。
- b. 清除上次試驗殘留物，焊錫滴置入錫焊座前確定其為清潔。
- c. 金屬絲端子就試驗設置後得以焊劑浸漬或刷洗，熔融焊滴亦置入小量焊劑，可清潔去氧化物使能完成潤濕烙針。
- d. 以備便之金屬絲端子置入熔融焊滴，金屬絲端子切穿焊滴與烙針接觸。
- e. 金屬絲端子切穿焊滴與烙針接觸，焊滴漫流覆蓋金屬絲端子，整個過程經歷的時間稱之焊接時間，其最大值應明載於相關規範。
- f. 祛潤濕(de-wetting)：相關規範應載明此試驗是否執行。
- g. 每次試驗前清潔擦拭祛潤濕區域光亮其表面，然後將端子於室溫下浸入

5.(1)節所述之焊劑中，並在 $1\text{min}\pm 5\text{s}$ 內排除其上多餘之焊劑。

- h. 立刻將端子順其長軸方向以 $5\pm 2\text{mm/s}$ 之速率浸入熔融焊錫槽，浸入點與槽壁距離不得少於 10mm 。
- i. 到達浸入長度(浸入長度依相關規範之規定)後，浸漬 $5.0\pm 0.5\text{s}$ 再以 $5\pm 2\text{mm/s}$ 之速率抽出端子，並保持試驗面在鉛垂姿態直至焊錫凝固。
- j. 以異丙醇或酒精清除殘留之焊劑。
- k. 目視檢查(可佐以 $4\sim 10$ 倍之放大鏡)，浸漬表面應附著一層光滑焊錫，允許不集中於一處之少許針孔、未潤濕或祛潤濕區域。
- l. 重複步驟(a)至步驟(d)使總浸漬時間累積為 10s 。
- m. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

- 試驗方法 Tb：元件錫焊耐熱性試驗

試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

方法 1A： 260°C 焊錫槽浸漬。

- a. 每次試驗前將其表面擦拭光亮。
- b. 端子於室溫下浸入 5.(2)節所述之焊劑中。
- c. 立刻將端子順其長軸方向浸入熔融焊錫槽，浸入點與槽壁距離不得少於 10mm 。除相關規範另有規定外，應於 1 秒內浸入距離元件本體或基座 2.0mm 至 2.5mm 處。
- d. 到達浸入長度後，依相關規範之規定浸漬 5 ± 1 秒或 10 ± 1 秒。除相關規範另有規定外，應於元件本體與端子間設置厚度 $1.5\pm 0.5\text{mm}$ 之絕熱屏。相關規範另定吸熱設置，其應與元件製程使用者相關，並附詳細尺寸規格。

方法 1B： 350°C 焊錫槽浸漬。

- a. 每次試驗前將其表面擦拭光亮。
- b. 端子於室溫下浸入 5.(2)節所述之焊劑中。
- c. 立刻將端子順其長軸方向浸入熔融焊錫槽，浸入點與槽壁距離不得少於 10mm 。除相關規範另有規定外，應於 1 秒內浸入距離元件本體或基座 2.0mm 至 2.5mm 處。
- d. 到達浸入長度後，浸漬 3.5 ± 0.5 秒。從浸入、浸漬到試件抽離焊錫槽之過程應於 3.5 秒至 5 秒間完成。除相關規範另有規定外，應於元件本體與端子間設置厚度 $1.5\pm 0.5\text{mm}$ 之絕熱屏。相關規範另定吸熱設置，其應與元件製程使用者相關，並附詳細尺寸規格。

方法 2： 350°C 烙鐵焊。

- a. 如 4.(1)e. 節方法執行，唯烙鐵施作於試驗區域之時間，相關規範應明定

為 5 ± 1 秒或 10 ± 1 秒。無規定者則以 10 ± 1 秒為烙鐵施作時間。

- b. 對熱敏感元件，相關規範得規定測試區域與元件本體之距離，或規定吸熱方式之使用。
 - c. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
- 試驗方法 Tc：印刷電路板或金屬包覆層板可焊性試驗
 - a. 試件準備
 - b. 從以下產品截切之長方形試片：
 - c. 單或雙層金屬包覆層板。
 - d. 單或雙層印刷電路板。
 - e. 多層印刷電路板。
 - f. 加速老化：有此需求時應於相關規範明定其規格。
 - g. 依相關規範所述程序進行試驗前之試件清潔。
 - h. 調整浸槽深度及操作速度使符合 6.(3)節之規定。
 - i. 試片鉛直浸入 5.(3)c. 節所定之焊劑中，並移動使焊劑在試片之孔洞流動。到達最大浸入長度駐留 3 秒後以 5mm/s 之速度鉛直抽離浸槽。去除殘留試片孔洞之焊劑，將試片豎立五分鐘以排除多餘焊劑。
 - j. 試片固定於試驗設置上，進行可焊性試驗循環。
 - k. 試驗終止，以異丙醇或酒精清除殘留之焊劑。
 - l. 目視檢查(可佐以 8~12 倍之放大鏡)，評定可焊性及祛潤濕性。

測試條件

- 試驗方法 Ta：電線、電纜及形狀不規則端子之可焊性試驗

方法 1：235℃ 焊錫槽浸漬。

- a. 焊錫槽容積至少 300ml，深度至少 40mm。
- b. 槽內焊錫溫度 $235\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，成分如 7.(3)節所述。
- c. 焊劑由重量百分比 25%之松香脂(colophony)與 75%之異丙醇(isopropanol)或酒精組成，詳見 7.(4)節。未活化焊劑不適用時得於相關規範另定焊劑成分。

方法 2：350℃ 烙鐵焊。

烙鐵

甲型：端溫度 $350\pm 10^{\circ}\text{C}$ (測試開始溫度)，端直徑 8mm，外露長度 32mm，10mm 長度內縮減成楔形。

乙型：端溫度 $350\pm 10^{\circ}\text{C}$ (測試開始溫度)，端直徑 3mm，外露長度 12mm，5mm 長度內縮減成楔形。

通常烙鐵用紫銅(copper)製作，為了延長壽命常鍍以鐵或銅合金。

焊絲

焊錫包裹單芯或多芯焊劑之焊絲。焊錫成分如 7. (3) 節所述。芯焊劑成分為含 2.5% 至 3.5% 松香脂之組合物如 7. (4) 節所述。

方法 3：235°C 焊錫滴焊。

焊絲

焊錫成分如 7. (3) 節所述。焊絲公稱直徑對應焊錫丸公稱重量如下：

焊絲公稱直徑(mm)	焊錫丸公稱重量(mg)
	焊絲公稱直徑(mm)
1.2~0.75	200
0.74~0.55	125
0.54~0.25	75
不大於 0.24	50

焊錫丸實重加 1.5% 之重量應在焊錫丸公稱重量 $\pm 10\%$ 範圍。

烙針溫度為 $235\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

焊劑由重量百分比 25% 之松香脂與 75% 之異丙醇或酒精組成，詳見 7. (4) 節。未活化焊劑不適用時得於相關規範另定焊劑成分。

祛潤濕(de-wetting)

焊錫槽容積至少 300ml，深度至少 40mm。

槽內焊錫溫度 $260\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，成分如 7. (3) 節所述。

焊劑由重量百分比 25%之松香脂與 75%之異丙醇或酒精組成，詳見 7.(4)節。未活化焊劑不適用時得於相關規範另定焊劑成分。

- 試驗方法 Tb：元件錫焊耐熱性試驗

方法 1A：260°C 焊錫槽浸漬。

焊錫槽容積至少 300ml，深度至少 40mm。

槽內焊錫溫度 $260\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，成分如 7.(3)節所述。

焊劑

由重量百分比 25%之松香脂與含 0.5%氯化物之氯化乙二氨 (diethylammonium chloride) 之異丙醇或酒精 75%組成。

當本試驗為系列試驗之一時，需於溫度試驗前執行，使用重量百分比 25%之松香脂與 75%之異丙醇或酒精組成之未活化焊劑。試件為通過試驗方法 Ta 之方法 1 不超過 72 小時者。

方法 1B：350°C 焊錫槽浸漬。

焊錫槽容積至少 300ml，深度至少 40mm。

槽內焊錫溫度 $350\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，成分如 7.(3)節所述。

方法 2：350°C 烙鐵焊。

烙鐵：如 5.(1)b.(a)節。

焊絲：如 5.(1)b.(b)節。

- 試驗方法 Tc：印刷電路板或金屬包覆層板可焊性試驗

試件為長方形，寬 $30\pm 1\text{mm}$ ，長度見 6.(3)d.(a)節規定。

焊錫成分及熔融溫度詳如 7.(3)節。試驗前焊錫槽之溫度依相關規範之規定。

焊劑相關規範應明定為下列三者之一：

重量百分比 25%之松香脂與 75%之異丙醇或酒精組成，詳如 7.(4)節。

如(a)成分再加含 0.2%氯化物之氯化乙二氨。

如(b)成分再加含 0.5%氯化物之氯化乙二氨。

擦觸時間

潤濕：參見 IEC-249、326-2 相關規定。

祛潤濕：參見 IEC-249、326-2 相關規定。

試驗設置

- 試驗方法 Ta：電線、電纜及形狀不規則端子之可焊性試驗

1. 方法 1：無規定。
2. 方法 2：無規定。
3. 方法 3：如圖 2、圖 3、圖 4 所示

裝置之規定詳見 7.(5)節。

- 試驗方法 Tb：元件錫焊耐熱性試驗

無規定。

- 試驗方法 Tc：印刷電路板或金屬包覆層板可焊性試驗

焊錫槽為深度至少 40mm 之適當槽盆，圓型槽盆之直徑至少 120mm，長方形槽盆至少 100mm×75mm。

試片輸送：

如圖 5 一以固定速率輸送試片之機械裝置，其運動軌跡為圓形，使試片能於運輸中擦觸焊錫而不停留。試片試驗面距離轉軸 $100\pm 5\text{mm}$ 。轉速以使試驗面與熔融焊錫擦觸經過 1 到 8 秒為準。為避免擦觸時熔融焊錫溢漫至試片之頂面，可在夾持試片時預作防範。

當試片水平時試驗面浸入深度不超過試片厚度為準。

試片夾持器之構造除符合上述 b、c 中相關規定外尚須符合以下需求：

試驗面在運動方向之暴露長度為 $25\pm 1\text{mm}$ 。

夾持器與試片、熔融焊錫接觸部份，應為低熱容量低熱傳導者。

夾持器不得有礙暴露區域之潤濕。

計時裝置如圖 5 所示，為一探針用以量度擦觸時間。針尖位置與試驗面等高，與試驗面形心繞同一軸且等半徑旋轉。計時探針應與夾持器絕緣，試驗中保持潔淨。

試驗裝置一寬 50mm 之清潔帶，使得試片進入測試前先行經過清潔（最大行程 10mm）以去除試片表面氧化物或殘留焊劑。

其他

- 名詞定義

1. 松香脂(colophony)

從松木提煉之天然樹脂，主要成分為松香粉、松香酸脂。

2. 接觸角(contact angle)

如圖 6 液/氣交界面之切平面與液/固交界面之切平面所夾之角度。本文指液態焊錫與固態金屬間之接觸角。

3. 潤濕(wetting)

焊錫在一表面附著鋪展之現象。接觸角小代表潤濕佳。

4. 不潤濕(non-wetting)

焊錫不易在一表面附著鋪展稱之不潤濕。接觸角大於 90° 者為不潤濕。

5. 祛潤濕(dewetting)

去除固體面上熔融之焊錫。祛潤濕有時會在固體面上遺留一焊錫薄膜。祛潤濕將增大接觸角。

6. 可焊性(solderability)

固體表面為熔融之焊錫潤濕之難易程度。

7. 潤濕時間(soldering time)

在特定環境下潤濕一指定區域之表面所需時間。

8. 錫焊耐熱性(resistance to soldering heat)

試件忍耐錫焊操作所產生熱應力之能力。

9. 加速老化

老化 1：有下列兩種方式。

老化 1a：1 小時蒸氣老化。

老化 1b：4 小時蒸氣老化。

試件垂懸於距離沸騰液面 25mm 至 30mm 處，且與水液容器壁距離不得少於 10mm。

容器為適當大小之硼矽酸鹽玻璃或不鏽鋼製品。容器之蓋子其材質應與容器近似且製造成能蓋滿容器開口的八分之七。

懸吊試件之裝置不得為金屬。沸騰液面應維持定位故要有一緩慢加入熱水的裝置，若有需要也可使用逆流式凝結器。設置詳見圖 7。

老化 2：參照 IEC 68-2-3 試驗方法 Ca：穩態溼熱，執行 10 日。

老化 3：參照 IEC 68-2-2 試驗方法 Ba：乾熱，執行 155℃、16 小時。

10. 焊錫規格

化學組成：以重量百分比表示如下：

錫	59%~61%
銻	至多 0.5%
銅	至多 0.1%
砷	至多 0.05%
鐵	至多 0.02%

鉛	其餘
---	----

11. 熔融溫度範圍：60%焊錫之熔融溫度範圍如下：

完全固態 183℃。

完全液態 188℃。

12. 焊劑規格

請參考表 1 所示。

13. 焊錫滴焊裝置規格

本體材質(圖 4 細部 1)未經熱處理最小拉力強度 170N/mm，具下列組成之鋁條：

鎂	1.7%~2.8%
銅	至多 0.1%
矽	至多 0.6%
鐵	至多 0.5%
錳	至多 0.5%
鉻	至多 0.25%
鋅	至多 0.2%
鈦或其他	至多 0.15%
晶粒細化元素	
鋁	其餘

14. 烙針材質(圖 4 細部 2)具下列組成之純鐵：

碳	至多 0.05%
氧	至多 0.02%
鎳	至多 0.02%
雜質	15×10^6
鐵	其餘

溫度之量度以感測器插入圖 4 所示之孔內為之。

座體鑽鑿如圖 2 以利加熱器之調控使 c. 所量得之溫度維持於 $235 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

可使用任何便利試驗執行之試件夾持裝置，唯應注意與試件接觸部份之絕熱。

鐵針頂面鍍錫。試驗結束後置焊錫滴於加熱基座冷卻，防止鐵針氧化或繼續祛潤濕。

試驗設置若無法完全合乎上述規格，而能符合以下規定亦屬合適。

鐵針維持 $235 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

利用體積小於 0.2mm^3 之熱耦計插入焊滴量測溫度。將公稱直徑 0.8mm ，長度 $50 \pm 2\text{mm}$ 之新鍍錫銅絲置入焊錫滴，在七次重複試驗中至少有五次，3 秒後溫度不低於 222°C ，且試驗中溫度不低於 210°C 。

表 1：焊劑規格參考表	
松香酯	
顏色	達 WW 顏色規範 或較灰白
酸值 (mg KOH/g colophony)	155(至少)
融點 (圓球狀)	70°C (至少)
熔融點	76°C (至少)
碳酸鈉	0.05%(至少)
溶解度	松香酯之異丙醇溶液 (重量比 1:1) 須清澈且置於室溫一週後無沈澱現象。
異丙醇	
純度	異丙醇重量百分比至少 99.5%
酸性如醋酸 (不含二氧化碳)	重量百分比至多 0.002%
非揮發物	100ml 至多 2

	mg
酒精	
純度	酒精重量百分比至少 96.2%
自由酸(不含二氧化碳) (不含二氧化碳)(不含二氧化碳)(不含二氧化碳))	至多 4 mg/l
註：所需為活性焊劑者得以下述配方便宜從事： <ul style="list-style-type: none"> • 松香酯 25g • 異丙醇或酒精 75g } 0.5% 活性氯 • 氯化乙二銨 0.39g 	

IEC 68-2-21 試驗方法 U：端子強韌性及整體固定裝置完整性

目的

本試驗法之目的在瞭解端子及其整體固定裝置於組裝或搬運過程中可承受軸向拉力、推力、彎曲、扭力及扭矩之能力。

範圍

本試驗法適用於所有電工產品及電工元件，其包含下列五種試驗方法：

- 試驗方法 Ua₁：拉力。
- 試驗方法 Ua₂：推力。
- 試驗方法 Ub：彎曲。
- 試驗方法 Uc：扭力。
- 試驗方法 Ud：扭矩。

限制

- 推力試驗僅適用於小尺寸及小質量之端子，不適用於裝備及總成層次。
- 彎曲試驗僅適用柔性(pliable)端子。
- 扭力試驗僅適用線型端子。
- 扭矩試驗適用有束線(threaded studs)或螺絲(screws)之端子。

測試步驟

若有需要，相關規範中應敘述試驗前調節事項。

試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

試驗執行

- 試驗方法 Ua₁：拉力
 1. 試驗時力量施加必須漸進(無衝擊)，並且持續 10 ± 1 秒。
 2. 端子用來維持元件的位置，故須於其軸向，施予如表 1 之拉力以測試之。
- 試驗方法 Ua₂：推力
 1. 試驗時力量施加必須漸進(無衝擊)，並且持續 10 ± 1 秒。
 2. 端子用來維持元件的位置，故須於其軸向，施予如表 2 之推力。
- 試驗方法 Ub：彎曲

相關規範應說明試件是否適用本試驗法，如適用則應詳加說明或以圖表表示施力方向。除非該元件有三個以上端子時應註明多少端子需被測試，否則每一端子皆應通過本試驗，規範中應規定試驗進行姿態，盡可能使每一端子受到負荷之機率相同。

柔性的定義包括試驗過程中，端子與其原來位置最少有 30° 之位移或用手指即可彎曲此端子，以下之方法係指後者。

線型或條型端子

將端子之軸向依垂直方向放置，在其尾端固定一重物，重物之質量請參閱表 3。

元件傾斜 90° 2~3 秒再恢復原位，此操作稱為一次彎曲。試驗應依相關規範採用下列方法：

1. 方法 1：一次彎曲後接著第二次彎曲在相反方向，或依規範反復彎曲。
2. 方法 2：依規範兩次或多次不間斷相同方向彎曲。

套管端子

此種端子能以手指彎曲，將此元件彎曲成 45° ，再放開使其恢復原位，此操作稱為一次彎曲。

試驗應依相關規範採用下列方法：

1. 方法 1：兩次或多次彎曲在相反方向。
2. 方法 2：兩次不間斷相同方向彎曲，相關細節以規範規定。

同時彎曲

1. 所有在元件同一側之端子皆同時受力。如無其他規定在距元件 3mm 處以夾子將所有端子以同一平面夾住，夾子後再綁上一重物，夾子與重物之重量和請參閱表三。端子首先朝下，然後傾斜 45°，經過 2~3 秒，恢復原來位置 2~3 秒，再依相同方式處理其相對之方向。
2. 同時彎曲指同時測試元件一側所有之端子，因為同時彎曲也適用某些具多端子的微電子包裝。

• 試驗方法 Uc：扭力

1. 相關規範應說明試件是否適用本試驗法，如適用則應詳加說明或以圖表表示施力方向。除非該元件有三個以上端子時應註明多少端子需被測試，否則每一端子皆應通過本試驗，規範中應規定試驗進行姿態，盡可能使每一端子受到負荷之機率相同。
2. 距端子 6mm~6.5mm 之處將會被彎曲 90°，彎曲之半徑約為 0.75mm，彎曲後 1.2±0.4 mm 處夾上一重物。試驗時元件依其軸向以 5 秒一周之方式旋轉。

• 試驗方法 Ud：扭矩

1. 相關規範應說明試件是否適用本試驗法，如適用則應詳加說明或以圖表表示施力方向。除非該元件有三個以上端子時應註明多少端子需被測試，否則每一端子皆應通過本試驗，規範中應規定試驗進行姿態，盡可能使每一端子受到負荷之機率相同。對有束線或螺絲之端子均應依相關規範選擇表 4 所列之力量，施於螺絲或每一個結點上 10~15 秒，試驗時可使用墊圈以固定螺絲。
2. 墊圈之厚度約為螺栓螺距之六倍。每一項零件皆應清潔且乾燥，螺帽厚度應為束線直徑之 0.8 倍，如 ISO 272 中所規定。
3. 對某些特殊元件如半導體或直徑超過 6mm 者，可照規範中所列之扭矩值施加。螺絲及螺帽於試驗後應可拆下。
4. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

• 試驗方法 Ua1：拉力

1. 本試驗法適用線端子(圓截面或條狀)或針(pin)端子，除非該元件有三個(不含)以上端子，規範應註明受測端子數，否則每一端子皆應通過本試

驗，規範中應規定試驗進行姿態，盡可能使每一端子受到相同之負荷。

2. 若端子有絕緣外層，則試驗時應將施力點之外層除去。若為多股絞線(strand)，則在外力施加前應以焊接或結紮(knotting)方式固定。
3. 當絕緣外層或束線之處理有困難或會引起爭議時，應依相關規範處理，或諮詢元件製造商。

- 試驗方法 Ua₂：推力

1. 為了支持其負荷元件及維持其位置，施力點必須盡可能接近元件本體，但不得小於 2mm。
2. 本試驗法用線端子(圓截面或條狀)或針(pin)端子，相關規範應說明試件是否適用本試驗法，如適用則應詳加說明或以圖表表示施力方向。除非該元件有三個以上端子時應註明多少端子需被測試，否則每一端子皆應通過本試驗，規範中應規定試驗進行姿態，盡可能使每一端子受到負荷之機率相同。
3. 若端子有絕緣外層，則試驗時應將施力點之外層除去。若為多股絞線(strand)，則在外力施加前應以焊接或結紮(knotting)方式固定。
4. 當絕緣外層或束線之處理有困難或會引起爭議時，應依相關規範處理，或諮詢元件製造商。

- 試驗方法 Ub：彎曲

彎曲(線型或條型端子)

將端子之軸向依垂直方向朝下放置，在其尾端固定一重物，此重物懸吊在端子之尾部。先使此元件傾斜成 90°，再使此重物使元件恢復原位，這種操作稱為一次“彎曲”。

1. 方法 1：兩次或多次彎曲在相反方向。
2. 方法 2：兩次或多次彎曲在相同方向。

彎曲(tag termination)

此種端子能以手指彎曲之，將此元件彎曲成 45°，再放開使其恢復原位，這種操作稱為一次“彎曲”。

1. 方法 1：兩次或多次彎曲在相反方向。
2. 方法 2：兩次或多次彎曲在相同方向。

同時彎曲

所有在元件同一側之端子皆同時受力，在距元件 3mm 處以夾子將所有端子夾住，夾子後再綁上一重物。端子首先朝下，然後傾斜 45°，再恢復原來位置。試驗依同樣原則傾斜另一側 45°。

- 試驗方法 Uc：扭力

可依規範選擇下列方式執行：

- 方法 1：元件只有一端加上負荷。

嚴厲度一：360°三次。

嚴厲度二：180°兩次。

- 方法 2：元件兩端皆依規定加上負荷。

180°兩次。

- 試驗方法 Ud：扭矩

依相關規範選擇表 4 所列之力量，施於螺絲或每一個結點上 10~15 秒。試驗時可使用墊圈以固定螺絲。

試驗設置

如表 17~表 20 所示。

表 1：各截面施加之拉力		
標稱截面積(mm ²)	相當圓截面直徑(mm)	力量(N)
$S \leq 0.05$	$d \leq 0.25$	1
$0.05 < S \leq 0.1$	$0.25 < d \leq 0.35$	2.5
$0.1 < S \leq 0.2$	$0.35 < d \leq 0.5$	5
$0.2 < S \leq 0.5$	$0.5 < d \leq 0.8$	10
$0.5 < S \leq 1.2$	$0.8 < d \leq 1.25$	20
$1.2 < S$	$1.25 < d$	40

表 2：各截面施加之推力		
標稱截面積(mm ²)	相當圓截面直徑(mm)	力量(N)
$S \leq 0.05$	$d \leq 0.25$	0.25
$0.05 < S \leq 0.1$	$0.25 < d \leq 0.35$	0.5
$0.1 < S \leq 0.2$	$0.35 < d \leq 0.5$	1
$0.2 < S \leq 0.5$	$0.5 < d \leq 0.8$	2
$0.5 < S \leq 1.2$	$0.8 < d \leq 1.25$	4
$1.2 < S$	$1.25 < d$	8

表 3：各截面施加之彎曲力量		
斷面模數(mm ³)	相當圓截面直徑(mm)	力量(N)
$Z_x \leq 1.5 \times 10^{-3}$	$d \leq 0.25$	0.5
$1.5 \times 10^{-3} < Z_x \leq 4.2 \times 10^{-3}$	$0.25 < d \leq 0.35$	1.25
$4.2 \times 10^{-3} < Z_x \leq 1.2 \times 10^{-2}$	$0.35 < d \leq 0.5$	2.5
$1.2 \times 10^{-2} < Z_x \leq 0.5 \times 10^{-1}$	$0.5 < d \leq 0.8$	5
$0.5 \times 10^{-1} < Z_x \leq 1.9 \times 10^{-1}$	$0.8 < d \leq 1.25$	10
$1.9 \times 10^{-1} < Z_x$	$1.25 < d$	20
註：圓截面之斷面模數為 $\pi d^3/32$ ，方形截面之斷面模數為 $ba^2/6$ ， d 為直徑， a 為截面窄邊， b 為截面寬邊，若端子橫截面為長條形，則彎曲應與最寬表面垂直。		

表 4：各種束線施加之扭矩							
束線直徑(mm)	2.6	3	3.5	4	5.0	6.0	
扭矩(Nm)	嚴厲度一	0.4	0.5	0.8	1.20	2.0	2.5

IEC 68-2-27 試驗方法 Ea：衝擊

前言

本試驗法之目的為提供一標準試驗程序，以偵測試件在衝擊環境下之機械弱點及特定功能退化情形。本試驗法亦可用於決定試件結構之整體性或視為試件品質管制之程序。

範圍

本試驗法適用於元件、裝備及電工產品在運輸或使用過程中，遭遇次數少且非重複性(non-repetitive)之衝擊環境。

本試驗法適用於無包裝之裝備及含運輸箱之裝備。如為後者，則運輸箱可視為試件本體之一部份。

限制

本試驗法並非模擬實際環境條件，但試驗嚴厲度及波形之選擇應儘可能重現試件在運輸或使用時所遭遇之環境效應或滿足結構整體性測試之需求。

本試驗法為非重複性試驗，若欲執行重複性衝擊試驗則請參考"IEC 68-2-29 試驗方法 Eb：顛簸"。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 由表 1 及表 2 選擇適當之脈衝波形及嚴厲度執行試驗。
3. 試驗中試件應依相關規範之規定執行操作或功能測試。
4. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗，並明定允、拒收標準。

測試條件

- 脈衝波形：後緣鋸齒波、半正弦波或梯形波。
- 加速度值：如表 1 所示。
- 作用時間：如表 1 所示。
- 衝擊次數：三軸六向，每向 3 次，共 18 次(請參閱附錄)。

- 試驗容差

檢查點上之脈衝波形須符合圖 1～圖 3 之要求。

波形：試驗波形應介於容差範圍（實線）內。

後緣鋸齒波：下降時間較短之非對稱三角形，如圖 1 所示。

半正弦波：正弦波之前半週期，如圖 2 所示。

梯形波：上升及下降時間較短之對稱梯形，如圖 3 所示。

速度變化容差：每一種脈衝波形，其速度變化量應維持在 15% 以內。

圖中縱軸為加速度，橫軸為時間，當由圖形面積積分求速度變化量時，積分時間應從脈衝作用前 0.4D 開始計算至脈衝作用後 0.1D 為止(D 為脈衝作用時間)。

如果必須使用複雜裝置以控制速度變化容差時，則須在相關規範中明定其作法。

側向運動：在檢查點上與衝擊方向相互垂直之運動方向，其加速度值不得超過峰值之 30%

試驗設置

- 量測系統

量測系統之特性必須能確定檢查點在預定衝擊方向之脈衝是否在容差範圍內。

整個量測系統之頻率響應(包含加速儀)可能對試驗之精確性造成很大的影響。因此，頻率響應須限制在一定容差範圍內(詳見圖 4 之說明)。

- 固定(mounting)

試件應以正常安裝姿態固定於衝擊平台或夾具上執行試驗，有關試件固定需求詳見 [IEC 68-2-47](#) 之規定。

其他

本試驗法所引用之專有名詞在 ISO Standard 2041 或 IEC 68-1 中皆有定義。新增之名詞定義如下：

- 夾持點(fixing point)

試件與夾具或衝擊平台銜接固定之點。這些點通常是試件實際使用時安裝固定之點位。

- 檢查點(check point)

最接近衝擊平台中心之夾持點位。若其他夾持點位連接平台之剛性比上述點位更大時，取後者為檢查點。

- 衝擊嚴厲度

包含加速度峰值及脈衝作用時間。

- 速度變化量

在特定加速度作用下，其速度變化量之絕對值

- g

地球表面之標準重力加速度值，一般取 10m/s^2 。

附 錄：衝擊試驗指引

前言

本試驗法之目的為於實驗室內重現實際運輸或操作所產生之效應，基本上並非重現實際環境。

試驗之參數皆已標準化且包含適當之容差，其目的在使不同地點或不同操作人員皆能得到相同之試驗結果。

試驗之應用

很多試件在使用、搬運及運輸過程中皆會遭遇衝擊環境，這些衝擊位準變化很大且特性複雜。本試驗法係提供一傳統方法以確定試件承受非重複性衝擊環境之能力，至於重複性衝擊試驗，在"IEC 68-2-29 試驗方法 Eb：顛簸"中有更詳細的討論。

為了驗證或品管的目的，本試驗法亦適用於元件型態之結構整體性測試，通常是施予某固定值的力以產生較大加速度，特別是內部有空洞的情況。

常用的三種脈衝波形：

1. 半正弦波為重現線性系統受碰撞時產生之衝擊效應，例如彈性系統受撞擊之情形。
2. 梯形波比半正弦波具有較寬之頻寬及較高之頻譜強度，可用於重現太空探測器/衛星發射時，以爆破方式切斷螺栓之效應。
3. 後緣鋸齒波比半正弦波與梯形波具有較均勻分布之響應頻譜。

半正弦波是最常用之試驗波形，而梯形波並不適用於元件型態之試件。

當操作/運輸環境之頻譜未知時，可參考表 2 之範例。

當試件為包裝型態時，所遭遇之搬運及運輸衝擊環境較為簡單，一般以半正弦波及速度變化量來表示。

試驗嚴厲度

衝擊試驗之嚴厲度及波形應儘可能模擬實際運輸或操作時所遭遇之環境效應或滿足試件結構整體性測試之需求。

一般而言，運輸環境較操作環境更為嚴厲，故試驗位準應以前者為準。然而，試件在操作環境中需功能正常，因此試件必須經歷兩種衝擊狀況，即在運輸環境後執行參數量測，操作環境中執行功能測試。

當選用嚴厲度時，須考慮試驗位準與實際環境間之安全裕度。若實際操作或運輸環境未知時，嚴厲度之選用可參考表 1。

容差

本標準在波形、速度變化及側向運動均有容差要求，因此具高重複性。但是對於某些試件之質量或動態響應會影響衝擊機時則屬例外，此時相關規範應明定較大之試驗容差或將其結果記錄於試驗報告內。

在執行上述衝擊試驗時，應先執行預備衝擊，以瞭解衝擊機包含試件時之整體特性。對複雜之試件，通常只有一件或少量可供測試，對於只衝一次或有限次數之試驗，如在正式試驗前反復衝擊，可能會造成過度試驗(overtest)或累積性之內傷，此時最好以代表件(例如剔退件)來執行。若上述方法不適用時，則可使用同質量及重心之啞件，但須注意此種模型有時可能會有不同之動態響應。

量測系統(包含加速儀)之頻譜響應對預定波形及嚴厲度之達成有很大的影響,因此必須限制在圖 4 之容差範圍內。當需使用低通濾波器以減低加速儀產生之高頻影響時,應考慮整個系統之振幅及相位特性,以避免波形失真。

速度變化

對於每一種波形，其速度變化量可由下列方式決定：

- 撞擊速度(不包含反彈時)。
- 自由落體機制產生之落下及反彈高度。
- 加速度/時間曲線之積分。

積分時間如無特別規定，應以實際速度變化前 0.4D 開始積分至脈衝作用後 0.1D 為止(D 指理想脈衝作用時間)。如果以電子積分法計算速度變化較為困難時，則須使用更精密的設備，但此時應先考慮精密設備成本。

標示速度變化量之目的主要在使實驗室所執行之脈衝波形介於容差範圍內，以獲得較佳之重複性。

試驗條件

本試驗法之基本要求為三軸六向各施以三次衝擊。對於某些對稱或很明顯可減少衝擊方向之情況，相關規範中可減少衝擊方向，但不能減少每向之衝擊次數。實際上，試驗各項執行細節，應依試件數量、複雜度、預算及安裝方向來決定。

本試驗法之目的並非評估疲勞累積效應，因此如能獲得足夠之試件時，可改為每一方向以一件試件執行三次衝擊。元件層次可依據試件數量及固裝方式，對試件施加最小次數之衝擊，以符合規範之要求。

當僅有一件試件且必須執行十八次衝擊時，可能會出現異常而不具代表性之特性，因此規範之制訂者應事先考慮。

加速度峰值 (A)		作用時間 (D)	速度變化量(DV)		
			半正弦波	後緣鋸齒波	梯形波
			$DV=2AD\times 10^{-3}/p$	$DV=0.5AD\times 10^{-3}$	$DV=0.9AD\times 10^{-3}$
g	m/s^2	ms	m/s	m/s	m/s
5.0	50.0	30.0	1.0	--	--

15.0	150.0	11.0	1.0	0.8	1.5
<u>30.0</u>	<u>300.0</u>	<u>18.0</u>	<u>3.4</u>	<u>2.6</u>	<u>4.8</u>
<u>30.0</u>	<u>300.0</u>	<u>11.0</u>	<u>2.1</u>	<u>1.6</u>	<u>2.9</u>
<u>30.0</u>	<u>300.0</u>	<u>6.0</u>	<u>1.1</u>	<u>0.9</u>	<u>1.6</u>
<u>50.0</u>	<u>500.0</u>	<u>11.0</u>	<u>3.4</u>	<u>2.7</u>	<u>4.9</u>
<u>50.0</u>	<u>500.0</u>	<u>3.0</u>	<u>0.9</u>	<u>0.7</u>	<u>1.3</u>
<u>100.0</u>	<u>1000.0</u>	<u>11.0</u>	<u>6.9</u>	<u>5.4</u>	<u>9.7</u>
<u>100.0</u>	<u>1000.0</u>	<u>6.0</u>	<u>3.7</u>	<u>2.9</u>	<u>5.3</u>
<u>200.0</u>	<u>2000.0</u>	<u>6.0</u>	<u>7.5</u>	<u>5.9</u>	<u>10.6</u>
<u>200.0</u>	<u>2000.0</u>	<u>3.0</u>	<u>3.7</u>	<u>2.9</u>	<u>5.3</u>
<u>500.0</u>	<u>5000.0</u>	<u>1.0</u>	<u>3.1</u>	--	--
<u>1000.0</u>	<u>10000.0</u>	<u>1.0</u>	<u>6.2</u>	--	--
<u>1500.0</u>	<u>15000.0</u>	<u>0.5</u>	<u>4.7</u>	--	--
<u>3000.0</u>	<u>30000.0</u>	<u>0.2</u>	<u>3.7</u>	--	--
註：表中加底線數值表示較常用之規格。					

表 2：脈衝波形與嚴厲度之適用範例					
嚴厲度		作用 時間 ms	脈衝波形	適用於元件	適用於裝備
加速度峰值 g -----m/s ²					
15	150	11	後緣鋸齒波 半正弦波梯形波	--	<ul style="list-style-type: none"> 強固性、搬運及運輸衝擊。 地面固定裝備且僅靠公路、鐵路或航空機運輸並有耐衝擊包裝者。
30	300	18	後緣鋸齒波 半正弦波梯形波	--	<ul style="list-style-type: none"> 裝備固定基座之結構安全性試驗。 固定或固裝運輸於一般陸上車輛、鐵路車輛

					及運輸航空機上者。
50	500	11	後緣鋸齒波 半正弦波梯形波*	<ul style="list-style-type: none"> 固裝運輸於輪型交通工具、超音速或次音速航空器、商船或小型艦艇上者。 安裝於裝備內且該裝備係固裝運輸於輪型交通工具、超音速或次音速航空器、商船或小型艦艇上者。 安裝於重工業設備上者。 	<ul style="list-style-type: none"> 固定或固裝運輸於行駛不平地面之一般陸上車輛、鐵路車輛上者。 長時間散裝運輸於一般陸上車輛、鐵路車輛者。 利用機械式搬運設備搬運所產生之衝擊。
100	1,000	6	後緣鋸齒波 半正弦波梯形波*	<ul style="list-style-type: none"> 固裝運輸於越野車輛上者。 安裝於裝備內部且該裝備係固定或固裝運輸於越野車輛上者。 安裝於裝備內部且該裝備係固定於超音速或次音速航空器上。 安裝於設備內部，且該裝備係長期由鐵公路散裝運輸者。 	<ul style="list-style-type: none"> 路上或鐵路上運輸由於粗魯搬運所產生之衝擊。 火箭點火、脫離、氣動力顫震及太空船再進入大氣層之衝擊。 攜帶型裝備。
500	5,000	1	半正弦波	<ul style="list-style-type: none"> 半導體、積體電路、微電路及微組合物之完整性測試。 	<ul style="list-style-type: none"> 路上、水下、空中產生之爆炸衝擊。
1,500	15,000	0.5	半正弦波	<ul style="list-style-type: none"> 半導體、積體電路及微電路之完整性測試 	--
註：有*符號者表示不適用於元件。					

IEC 68-2-28 濕熱試驗指引

前言

本指引之目的在決定電工產品於濕熱環境下，不論是否凝結水滴，其電性或機械特性之變異情形。濕熱試驗亦可用來決定試件之腐蝕效應。

範圍

本指引提供一般規範作者所需之必要資訊，以選擇適當之試驗方法及試驗條件。
本指引應與下列規範合用：

- A. [IEC 68-2-3](#) 試驗方法 Ca：穩態濕熱。
- B. [IEC 68-2-56](#) 試驗方法 Cb：裝備穩態濕熱。
- C. [IEC 68-2-30](#) 試驗方法 Db：濕熱溫度循環。
- D. [IEC 68-2-38](#) 試驗方法 Z/AD：組合溫度、濕度循環試驗。

- 濕度產生法

- 1. 噴水

將除去離子之水，噴霧成細小粒子，並藉由空氣帶入櫃中，此時大部份之霧狀粒子在途中已成為水氣狀態；注意不可直接將水噴入櫃中。此系統能迅速提供濕度且不大需要維修，但若直接噴射，則櫃中可能有少部份之霧狀粒子，濕度常因潤濕過度而不易控制。

- 2. 水蒸氣噴射

將熱水蒸氣直接噴入溫度櫃中。此系統能迅速提供濕氣且容易控制(由蒸氣閥控制)，但在櫃中溫度較低之位置可能產生凝結現象。

- 3. 揮發法

- 氣泡式

以空氣吹入含水之管路中，造成飽和水氣。此系統在固定氣流條件下，可藉由改變水溫控制濕度，但若增加水溫則櫃溫亦隨之增加，且由於水之熱容關係，在時間上會產生延遲，此種方法在氣泡破裂時亦會產生少量霧狀水分子。

- 表面揮發

利用空氣通過一面積廣大之水面而得到濕潤，如空氣不斷經過靜止之水面，或水流垂直向下，空氣逆行而上。在此系統中霧狀之現象不易發生，濕度可藉由改變水溫來控制。但由於水之熱容關係，濕度之變化在時間上將產生延遲。

- 水溶液

由一密封且恆溫之標準化水溶液容器產生所需之相對濕度，例如以甘油或鹽溶液來控制相對濕度。此法簡單可靠，但不適用於生熱試件或會吸收大量水氣之試件，亦不可用來執行循環式試驗。

- 濕度之物理外觀

1. 凝結

當試件放入溫度櫃中，若其表面溫度較櫃中露點溫度為低時，水氣將凝結於試件表面，因此欲避免水氣凝結時必須將試件預熱。若欲在試件表面產生水氣凝結，則試驗時櫃中之濕度與溫度必須迅速增加，使試件表面溫度低於露點溫度。若試件之熱時間常數(thermal time constant)較低，則凝結僅在溫變率十分快速或是相對濕度接近 100%時產生，升溫速率與試驗方法 Db 與 Z/AD 相同時，對小試件可能不產生凝結。若試件熱時間常數為 τ ，則升溫時試件表面產生凝結所需之相對濕度如下所示：

$$R. H. > 100(1 - 0.05 \times \tau \times \Delta\theta / \Delta t)$$

其中：

$\Delta\theta / \Delta t$ 為櫃中氣溫之平均變化速率。

例：以試驗方法 Db 而言，溫度為 $+25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$

$$\Delta\theta / \Delta t = (55 - 25) / (3 \times 60 \times 60) \doteq 0.0028^{\circ}\text{C} / \text{s}$$

對 $\tau = 1$ 分鐘之元件而言，相對濕度需達 99.2%。

周遭溫度降低時，元件內壁表面將產生凝結現象，毛細凝結現象亦可在相對濕度遠低於 100%時發生。一般而言，凝結現象可用目視清楚觀察出來，但是對表面粗糙不平之小試件而言，有可能看不出來。

2. 吸附

材料種類、表面結構與水氣壓力可決定其表面吸附濕氣量之多寡，吸附現象通常不易評估，因為吸收現象同步發生且現象更明顯。

3. 吸收

吸收水氣之多寡，通常決定於空氣中之水氣含量，一般而言，吸收現象將穩定進行到平衡為止，水氣之滲透率通常與溫度成正比。

4. 擴散

水氣由有機材料製成之封裝外部擴散至內部之現象，如電容器與半導體等。

- 加速物理過程

加速之目的在節省試驗時間，但需注意應力增加之後，失效機制可能與實際狀況不同。試驗嚴厲度之選用可參考操作與儲存條件之限制。凝結與吸附過程通常所需時間較短，但吸收與擴散過程在平衡狀態到達前可能長達數千小時。

一般而言，濕熱試驗之加速因子不可能獲得，但在固定之相對濕度下增加溫度，可加速試驗之進行。加速因子僅在滲透率、溫度與水氣壓力間之關係為已知時方能得知或經由實驗決定。

在不同試件均呈現相同之失效機制下，加速因子是允許使用的。穩態濕熱試驗可以下列兩種方法模擬實際溫濕度環境之加速試驗。

以較實際狀況嚴厲之溫濕度進行試驗。

若實際環境含高低條件之變化，通常僅考慮較嚴厲狀況，而忽略較低之部份，但因環境應力較低時屬乾燥階段，穩態濕熱試驗並不模擬此種狀況，因此試驗結果可能不同。

- 穩態與循環試驗之比較

穩態試驗方法 Ca 及 Cb

若吸收與吸附作用為最重要效應時，或是試件處於穩態濕熱環境下，則應進行穩態試驗。

1. 試驗方法 Ca

主要用於評估元件在長期濕熱環境下之抵抗能力。本試驗法在決定試件於高濕環境下之電性特性是否仍能維持，亦可用來評估元件或組件之包裝是否能防護水氣擴散效應。

2. 試驗方法 Cb

主要用於決定裝備在高濕環境且無凝結時之反應。當需要穩態濕熱環境時，本試驗法特別適用於大型裝備或有複雜接頭在櫃外之測試裝備。除主動冷卻裝置之溫度低於露點時會產生之凝結外，本試驗法在程序設計時即不希望試件上有任何凝結水滴。對生熱試件執行試驗時，需模擬自由空氣條件並考慮生熱對試件周遭環境之影響。

3. 循環試驗方法 Db

若因凝結或呼吸作用積存水氣為最重要效應時，可使用試驗方法 Db。本試驗法分為兩種：

- 方法 1：適用於吸收或因呼吸作用產生水氣滲入及積存為重要效應之各種狀況。
- 方法 2：適用於使用簡易之試驗裝備，且無上述效應者。

"[IEC 68-2-17](#) 試驗方法 Q：密封性試驗"可迅速偵測出具呼吸效應之裂縫，但無法重現循環濕度之效應。

試驗次序與組合試驗

執行一個或數個溫度循環試驗，為評估接合是否緊密與細小裂縫是否存在之最佳方法，但通常不需要同時改變溫度與濕度條件。

若先執行試驗方法 C 或 Db，再接著執行"IEC 68-2-14 試驗方法 N：溫度變化"，則效果更嚴厲。因試驗方法 N 之溫變率較高，加上溫度差範圍較大，將產生比試驗方法 Db 較高之熱應力。

若試件由不同之材料組成且含接合點，則建議先執行數個濕熱循環後，再執行一個低溫循環。IEC 68-2-38 試驗方法 Z/AD 中詳述此種試驗，此試驗法與其他循環式濕熱試驗不同，因其在固定時間內有較大之溫度變化與較高之上限溫度，且加上數個冰點以下之低溫循環，因此加速呼吸效應，並使留於裂縫之水份結冰，此為其主要之效應。在實際使用時，其發生情況較為緩慢，且結冰效應只有在裂縫足以讓水份滲透才能發生，如金屬與密封材料間之間隙或線頭之封膠處。多孔材料與細如髮絲之裂縫會吸收水份，因此最好執行穩態濕熱試驗。

環境效應

可分為下列四種(請參考圖 1 濕度效應圖)。

1. 物性變化

在濕度環境下，材料之機械與光學特性將改變。如尺寸因膨脹而變形，表面特性變化，摩擦係數或力量之變化等。以上特性之改變可決定應執行穩態或循環式試驗，或是否規定有凝結現象。

2. 電性變化

表面濕氣

絕緣材料之表面因凝結或吸收水氣造成電性變化，如電阻降低，甚至漏電。通常試驗方法 Db 或 Z/AD 可適用以上情形，若僅有吸附現象則試驗方法 Ca、Cb 可適用。在某些狀況下，試件在試驗中必須加電，但通常電性由於表面濕度增加，幾分鐘後即產生變化。

濕氣滲透

絕緣材料吸收濕氣後將導致其電性改變，如介電強度降低、絕緣降低與電容增加。因吸收與擴散過程時間很長，且平衡狀態要數百或數千小時才能達成，因此試驗時間需要適當加長。如試件以塑膠材料包覆之情形可能在試驗方法 Ca 之測試條件下可以忍受 56 天，但在六個月後，因吸收與擴散作用，吸收過多水份而失效。

評估試件受濕氣滲透之影響，有時極為困難，例如功能零件如以塑膠材料加以包覆或使用包裝形式之乾燥劑，則其效應評估十分不易。

3. 腐蝕

通常腐蝕僅在高濕度下產生，因溫度與濕度之增高，腐蝕現象加速進行，最嚴重之腐蝕乃是在水氣不斷的凝結與蒸發交互進行下發生。通常濕熱試驗不適合決定腐蝕效應，但在金屬表面上若有殘餘污染如泥土或指紋等，則在高濕度時將加速腐蝕進行。又在凝結或高濕度下，即使無污染物，金屬與金屬或金屬與非金屬之連接點仍是腐蝕之源頭。

IEC 68-2-29 試驗方法 Eb 及指引：顛簸

前言

本試驗法之目的在檢查試件於運輸或使用環境中遭受重複衝擊所累積之損害，並將其結果與試件規格對照，以決定試件耐顛簸嚴厲度之能力；除可用來檢查試件構造之完整性外，亦可作為一種品質管制之方法。

範圍

本試驗法適用於運輸或使用環境中遭受到重複衝擊之元件、裝備及其他電工產品。

限制

本試驗法限定於使用重複半正弦波脈衝。

本試驗法限定以無包裝及用運輸箱之試件為對象，且運輸箱可視為試件之一部份。

測試步驟

若有需要時，依相關規範執行試驗前調節。

試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

試驗執行

- 元件型式之試件

若相關規範中無特別規定時，應沿著互相垂直之三軸向施加規定之顛簸。有多組元件時，可依規定之軸向同時執行顛簸。(參照附錄第 6. 節)。

- 裝備型式之試件

裝備安裝及運輸時之姿態為已知時，應僅於該方向及姿態施加規定次數之顛簸(一般為垂直之單軸向顛簸最為重要)。姿態為未知時，應對相關規範中規定之軸向，施加規定次數之顛簸。

試驗中操作及功能監測

顛簸試驗中試件若需操作時，則在相關規範中應規定下列事項。

操作條件。

操作中之監測條件(需要作功能監測時)。

允、拒收準則(需要作功能監測時)。

若有需要時，在相關規範中應規定復原條件。

試驗後試件應依相關規範之規定執行目視、尺寸及功能檢驗。同時訂定試件允、拒收準則。

測試條件

在相關規範中，應規定適當顛簸試驗嚴厲度。如無特別規定，可參考表 1 任選一行加速度與作用時間之組合及下述顛簸次數之一(參照附錄第 3. 節)。

100±5 次。

1000±10 次。

4000±10 次。

試驗設置

將試件安裝於夾具、機台或顛簸試驗機上，施加於檢查點之顛簸應具有下列規定之特性：

- 基本脈衝波形

半正弦波脈衝之振幅值，應在圖 1 實線所示之容差內。若實際上無法達到規定容差內之脈衝波形時，應於相關規範中規定其他方法。（參照附錄第 4. 節）

- 顛簸之重複率

應以顛簸後，使試件內部之相對運動明顯歸於靜止之時間來決定重複率。又檢查點加速度應在圖 1 之範圍內（參照附錄第 6. 節）。一般重複率以每秒鐘 1-3 次較為適當。

- 速度變化容差

實際之速度變化率應為理想脈衝值之 $\pm 20\%$ 以內。由實際脈衝之積分求出速度變化時，需要由脈衝之 0.4D 前開始積分到 0.1D 後為止。D 為理想脈衝之作用時間。為了將速度變化限制於容差內，需要使用複雜裝置時，應在相關規範中規定其方法。（參照附錄第 4. 節）

- 側向運動

檢查點上垂直於顛簸方向之正或負峰值加速度，不得超過規定方向理想脈衝加速度峰值之 30%。無法限制側向運動容差時，應在相關規範中規定其他方法。（參照附錄第 4. 節）

量測系統之特性於檢查點規定方向之實測脈衝振幅除需符合(1)所要求之容差外，包括加速儀在內之所有量測裝置，其頻率響應需在圖 2 所示之範圍內。（參照附錄第 4. 節）

在試驗中，試件應以通常之安裝方式固定於夾具或試驗機之機台上。安裝時之要求事項依 IEC 68-2-47 規定。

其他

名詞定義：

- 夾持點(fixing point)

試件於使用中，被牢固地夾持之點，且係連接於平台、夾具或顛簸試驗機台之部份。

- 檢查點(check point)

最接近於顛簸試驗機台表面中心之夾持點，但若在機台上具有更牢固結合之夾持點時，則以該點為檢查點。

- 顛簸之嚴厲度(bump severity)

理想脈衝之加速度峰值與作用時間及顛簸次數之組合。

- 速度變化(velocity change)

施加規穩態加速度所產生急劇速度變化之絕對值。

- 重力加速度值(g)

地球重力場產生之標準加速度值，本試驗法採整數值 10m/s^2 。

附 錄：顛簸試驗指引

前言

本試驗係模擬元件及裝備在實際運輸或使用環境下所受影響，並在試驗室內重現之方法。

為達到試驗之準確度，本試驗規定適當之容差，使其在不同場所，由不同的人執行試驗時亦能得到相同的結果。

同時，為了便於本附錄之使用，在本文上附有與本附錄相關之參考項目編號，以便於對照查詢進一步之指導方針。

試驗之適用性

本試驗係重現陸上運輸振動結果所產生對試件之影響。此種振動為引起重複顛簸及劇烈的動搖，且此種顛簸及動搖一般非常劇烈，依距離、道路狀態、車輛及拖車之型式而異，以不同周期出現，並具複雜與隨機性質。鐵路運輸中之返復顛簸

主要係起因於軌道之連結處，具有中強度之顛簸。鐵路車輛之轉換軌道、連結作業等亦會產生強度之顛簸。

對無重複之顛簸，IEC 68-2-27 衝擊試驗方法較為適當。顛簸試驗係將試件牢固地固定於顛簸試驗機之機台上，對固定點施加規定脈衝值。

試驗之嚴厲度

施加於試件之嚴厲度必須盡量與試件在運輸中或操作中所遭受之環境近似。運輸環境往往較操作環境為嚴厲，在此種場合，試驗嚴厲度之規定應近似於運輸環境。如要求在操作環境中發揮其功能則必須在運輸環境中作試驗後之參數測定及在操作環境中執行功測。

試驗之嚴厲度應以實際環境與試驗環境間設置一適當之安全寬裕度來訂定。如實際之操作環境或運輸環境為不明時，則應由表 2 選擇適用之嚴厲度。

顛簸試驗並未精確地重現實際環境，僅藉由試驗驗證試件之強度，以建立其信賴度。

容差

本試驗法若能符合脈衝波形、速度變化、顛簸重複率及側向運動之各容差要求時，可得到高度之重複性。但容差之要求有若干例外，特別是發生強烈反應之荷重，即對顛簸試驗機之特性有影響之試件質量及(或)動態響應時，最好在相關規範中規定較為寬鬆之容差或將結果記載於試驗報告中。

會發生較大反應之試件試驗時，為了檢查裝有試件之顛簸試驗機特性，應先作預備之顛簸試驗；對複雜之試件作預備試驗施加顛簸時，次數要少，以避免造成表面之累積損傷；在此種場合，最好使用代替之試件(例如：不良的裝備)作預備試驗。若無法適用此方法時，應使用具有正確的質量與重心之模型。但此模型不一定與實物有相同的動態響應，故應加注意。

若使用低通濾波器時，需妥善選擇其截止頻率，使基本脈衝之失真減少至可忽略之程度。潛在有影響之高頻響應需預先以其他方法(如振動試驗)測定。具有濾波器之測定裝置之頻率響應適用本試驗圖 2 之規定。濾波器之特性為其截止頻率 f_g (-3dB 點)不得低於下式值：

$$f_g = 1.5/D$$

其中

f_g ：截止頻率(kHz)

D：脈衝之作用時間(ms)

包括加速儀在內之全部量測系統之頻率響應特性，為了獲得規定之脈衝波形及嚴厲度，必須在圖 2 之容差內。為了減少加速儀在高頻時之共振影響，需要使用低通濾波器時，必須注意不要因量測系統之振幅及相位特性而造成波形之失真。

速度變化

應依本試驗目的，決定實際之速度變化。其中之二種方法如下：

由不含反彈運動脈衝之撞擊速度求出。

依加速度對作用時間積分。

如無特別規定，依積分法時，實際之速度變化係由脈衝上升之前 0.4D 開始到脈衝之後之 0.1D 為止之積分來求得(D 係理想脈衝作用時間)。但依電子電路積分法之速度變化測定較為困難，且需要使用複雜裝置，故採用此方法之前，最好先考慮預算。

測定速度變化及其容差之目的之一係盡量在實驗室中做出與圖 1 所示之標準衝擊脈衝波形，依此方法可獲得試驗之重複性；另一目的係在 $fD=0.2$ 為止之頻率範圍內，殘留衝擊響應頻譜對脈衝之速度變化約成正比之關係(f 係衝擊脈衝之共振頻率，D 係脈衝之作用時間)。

試驗條件

執行試驗之軸及方向，必須儘可能代表試件在運輸中或操作中受到顛簸之軸及方向。多數相同試件同時作試驗時，特別是元件，可以最小之顛簸數目來滿足試件規格要求方式執行試件配置。例如試驗 6 個試件時，顛簸試驗機僅對一方向施加顛簸，以 6 種不同姿勢安裝試件；3 至 5 個試件時，對試件施加二方向之顛簸；2 個試件時顛簸增加為 3 方向；1 個試件時則需要施加 6 方向。

對經常裝於正式機台上操作或運輸之試件，應以該安裝於機台上之狀態執行顛簸試驗。在運輸中有兩個面以上被安裝之試件，應依相關規範規定之各軸及各方向作試驗。

經驗上，互相垂直之 3 方向一般認為係最適當之方向，在顛簸與顛簸之間，實質上使試件內部不發生相對移動之條件係為了保證試驗之重複性；否則，在共振衰減時，試件可能以不同相位發生再激振，此會使同一試件產生不同結果。為評估是否滿足上述條件，可使用下式：

$$R = f_{res} \min / 10$$

其中

R：重複率。

Fres min：最低共振之頻率。

在無法檢查試件內部運動時(密封的試件)，在相關規範中應規定處理方法。

表 1：脈衝加速度及作用時間		
加速度峰值	作用時間	速度變化
m/s ² (g)	ms	m/s
100(10)	16	1
150(15)	6	0.6
250(25)	6	0.9
400(40)	6	1.5
1000(100)	2	1.2

表 2：各種適用之代表性嚴厲度試驗				
嚴厲度之區分			元 件	裝 備
加速度	作用時間	每一方向		
m/s ² (g)	ms	顛簸次數		
100(10)	16	1,000	易損壞試件之道路上運輸，但崎嶇道路除外。	一般強度試驗及安裝於非崎嶇道路上行駛用車輛上，穩定位置或牢固地固定後運輸之試件。
150(15)	6	4,000	運輸中承受機械荷重試件之最少強度試驗。	自動裝備或安裝於重車輛機械之製品。
250(25)	6	1,000		牢固安裝於崎嶇地行駛用車輛上之試件，運輸機械如起重機、推高機卡車等試件。
400(40)	6	1,000	使用於非可攜性機械為目的之製品運輸。	臨時輸送或不固定於車輛之試件。
400(40)	6	4,000	使用於可攜性機械為目的之試件	在軌道、道路或崎嶇道路上行駛之各種車輛上，不固定而重複搬運之可攜性試件。

			運輸。	
1000(100)	2	4,000	電話、開關、燈具及彈簧接點。	
備考：250m/s ² 及 400 m/s ² 之試驗嚴厲度僅適於 100 公斤以下之試件。對較重之試件，一般以 100 m/s ² 之嚴厲度較為適當。				

IEC 68-2-30 試驗方法 Db：濕熱溫度循環

前言

本試驗法之目的在決定元件及裝備於高濕伴隨著溫度循環環境中使用或儲存，試件表面產生凝結水氣之適應性。

範圍

本試驗法適用於生熱與不生熱之試件或其他電工產品。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 試件放入試驗櫃中之情況必須符合相關規範，試件入櫃後為避免在試件上形成水珠，最好事先將試件溫度預熱至試驗櫃中之溫度條件。
3. 試驗執行前先將櫃溫升至 $25\pm3^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度保持在 $60\pm15\%$ ，並駐留一段時間使試件達穩定(如圖 1 所示)。
4. 將櫃內相對濕度於一小時內升至 $95\sim100\%$ ，此時溫度維持在 $25\pm3^{\circ}\text{C}$ 。
5. 將櫃溫於 3 ± 0.5 小時內升至 $40\pm2^{\circ}\text{C}$ 或 $55\pm2^{\circ}\text{C}$ ，此時櫃內相對濕度維持在 $95\sim100\%$ 。
6. 將櫃內相對濕度降至 $93\pm3\%$ ，並維持 9 小時，此時溫度仍維持在 $40\pm2^{\circ}\text{C}$ 或 $55\pm2^{\circ}\text{C}$ 。
7. 將櫃溫於 3~6 小時內降至 $25\pm3^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度除最初 15 分鐘不得低於 90% 外，其餘時間濕度不得低於 95% (第一種循環試驗法如圖 2a 所示)或 80% (第二種循環試驗法如圖 2b 所示)。
8. 降溫後溫度需維持在 $25\pm3^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度不得低於 95% ，直到二十四小時之週期完成。
9. 依規定之循環數重複步驟(5)~(8)。
10. 若有需求可在試驗執行中，進行電性與機械檢驗。
11. 降溫後為回復期，回復方式有二，第一種方式為儘可能在十分鐘內將試件移出櫃外，第二種方式為保留在溫度櫃中，相對濕度在三十分鐘內降至 $75\pm2\%$ ，再過三十分鐘後溫度

需維持在實驗室溫度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (如圖 3 所示)。

12. 試驗完成後之量測如目視、電性與機械量測，應儘速在回復期後進行，對濕度敏感之參數應優先量測，除非另有規定，量測需在三十分鐘內完成。

測試條件

- 試驗前穩定期(如圖 1 所示)

溫度： $25\pm 3^{\circ}\text{C}$

相對濕度： $60\pm 15\%$

試驗時間：試件溫度達穩定

- 第一種循環試驗法(如圖 2a 所示)

溫度： $25\sim 40$ (或 55°C)

相對濕度： $90\sim 100\%$

循環時間有兩種選擇：

溫度上限 40°C ，循環天數可選擇 2, 6, 12, 21 或 56 天。

溫度上限 55°C ，循環天數可選擇 1, 2, 6 天。

- 第二種循環試驗法(如圖 2b 所示)

溫度： $25\sim 40$ (或 55°C)

相對濕度： $80\sim 100\%$

循環時間有兩種選擇：

溫度上限 40°C ，循環天數可選擇 2, 6, 12, 21 或 56 天。

溫度上限 55°C ，循環天數可選擇 1, 2, 6 天。

試驗容差：溫度容差為高溫 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，常溫 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

試驗設置

試驗櫃中必須安裝溫度及濕度感應裝置以控制櫃內溫度與濕度，試件在溫度櫃內不得直接受到熱源之輻射影響。

試驗櫃內頂端或牆壁不得有凝結水滴在試件上。

試驗櫃中凝結之水份必須不斷排出，除非淨化否則不得再使用。

當試驗櫃中濕度使用噴射方式達成時，其水份電阻不得低於 $500\Omega\text{m}$ 。噴射方式乃指以水氣噴入溫度試驗櫃中。

其他

- 試驗櫃中之溫、濕度等條件必須均勻，並且與溫濕度感應器周遭條件相近。
- 測試試件或加電時不得明顯改變試驗櫃中之溫、濕度條件。

IEC 68-2-31 試驗方法 Ec：跌落與傾倒，主要針對裝備層次產品

前言

本試驗法之目的在評估裝備層次試件於桌面或工作平台上維修或使用時不當的處理動作，可能導致之碰撞與顛簸效應。本試驗法尚可評估試件在安全需求條件下之最小強韌性(robustness)。

範圍

本試驗法適用於無包裝之裝備及含運輸箱之裝備，如為後者，則運輸箱可視為試件本體之一部份。本試驗法可區分為：

1. 底面跌落。
2. 底角跌落。
3. 傾倒(或推倒)。

限制

本試驗法不適用於試件在運輸箱或包裝箱內之情況。

若裝備重心比小於 0.25 或高度比小於 0.5，則傾倒試驗不適用(詳見第 7. 節之說明)。

更精確之衝擊試驗請參考" [IEC 68-2-27](#) 試驗方法 Ea：衝擊"之規定實施。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 試驗時應說明試件在修理或使用時之型態；例如，是否包含外蓋及纜線、是否要在試驗時操作、...等，且應避免：

- a. 在跌落試驗時，跌落甲面卻翻滾至乙面。
- b. 跌落與傾倒試驗時，造成持續性滾轉至另一邊的現象。

3. 底面跌落

試件以其正常使用姿態，放置在平滑、堅硬的混凝土或鋼質表面上，將試件一邊以傾斜方式抬高，使其傾角為 30° 或邊高為 25mm、50mm 及 100mm(視其相關規範而定)，取兩者中高度較低者。選用合適高度後，讓試件自由跌落。試驗型態如圖 1(a)所示。

四個底邊依序抬高，共執行四次跌落試驗。

4. 底角跌落

試件以其正常使用姿態，放置在平滑、堅硬的混凝土或鋼質表面上，將試件底邊之一角下墊入 10mm 高之木栓，並於另一底邊鄰近角下墊入 20mm 高之木栓。以墊高之兩角邊線為軸，將其對邊以旋轉方式抬高，使試件表面之傾角為 30° ，或鄰近 10mm 木栓之角的高度為 25mm、50mm 及 100mm(視其相關規範而定)，取兩者中高度較低者。選用合適高度後，讓試件自由跌落。試驗型態如圖 1(b)所示。

依序對底面之四個角各執行一次跌落試驗。

5. 傾倒(或推倒)

試件以其正常使用姿態，放置在平滑、堅硬的混凝土或鋼質表面上，選擇甲底邊為軸，使試件底面以傾斜方式升高並處於不平衡姿態；隨即放開試件，使鄰近甲底邊之側面自由落下。

依序對四個側面執行一次傾倒試驗。試驗型態如圖 1(c)所示。

6. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

• 底面跌落之嚴厲度

將試件底邊抬高 25mm、50mm 及 100mm(視其相關規範而定) 或傾角 30° ，取兩者中高度較低者。

共執行 4 次。

- 底角跌落之嚴厲度

將試件底邊之一角下墊入 10mm 高之木栓，並於另一底邊鄰近角下墊入 20mm 高之木栓。以墊高之兩角邊線為軸，將其對邊以旋轉方式抬高，使試件表面之傾角為 30° ，或鄰近 10mm 木栓之角的高度為 25mm、50mm 及 100mm(視其相關規範而定)，取兩者中高度較低者。

共執行 4 次。

- 傾倒(或推倒)

抬高試件底邊，使試件傾斜至不平衡狀態。

共執行 4 次。

本試驗法在跌落高度及角度之容差為 10%。

試驗設置

- 平滑、堅硬的混凝土或鋼質表面。
- 抬高試件之機械裝備。
- 防止試件滾轉之措施。

其他

以下兩個尺寸係數可用來評估傾倒試驗是否需要執行：

- 重心比(c-g ratio)：重心高度與最短底邊邊長之比。
- 高度比(height ratio)：試件高度與最短底邊邊長之比。

若裝備之重心比小於 0.25，則其受側向移動而翻倒之可能性甚低；若裝備之高度比小於 0.50，則其受側向力或頂部拍擊而翻倒之可能性亦低，此時可考慮不需執行傾倒試驗。

IEC 68-2-32 試驗方法 Ed：自由跌落

前言

本試驗法分為兩部份，一為自由跌落，係評估試件因不當的處理動作所產生之跌落，或評估試件在安全需求條件下之最小強韌性。

另一為重複性自由跌落(free fall repeated)，係模擬試件可能常常跌落至硬物表面的情況。

範圍

自由跌落試驗法適用於無包裝之裝備及含運輸箱之裝備，如為後者，則運輸箱可視為試件本體之一部份。

重複性自由跌落試驗法則適用於以電線連接之試件，如連接器、遙控器等。

限制

無限制。

測試步驟

- 自由跌落
 1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 2. 將試件懸吊至預定高度，試驗高度為試件與跌落面最近點之距離。
 3. 將試件自由落下。
 4. 除非規範另有規定，每一規定姿態應執行兩次跌落。
 5. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
- 重複性自由跌落
 1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
 2. 通常以適當之替代裝置(例如轉動之旋轉桶)由預定高度跌落。
 3. 執行試驗時應將試件放入旋轉桶中，開動機器使此桶旋轉，待達規範規定之跌落次數後停止旋轉。
 4. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 自由跌落

試件應依相關規範所規定之搬運或使用姿態進行自由落下。

釋放試件時施予的擾動應盡可能降低，使試件能從懸吊處自由跌落。

自由落下高度應採用下列數值(*表示建議值)：

*25mm, 50mm, *100mm, 250mm, *500mm, *1000mm

大型試件不適合使用較高之跌落高度。

- 重複性自由跌落

每一試件應個別執行，通常依實際型態會有一纜線以連接試件，並依相關規範之規定由固定高度執行數次自由跌落。試驗之結果可由試件之機械、電性改變量來檢驗。

跌落次數之決定依相關規範規定，也可採用下列數值：

50, 100, 200, 500, 1000

除非另有規定，否則連接纜線長度最少 100mm。

跌落高度為 500mm。

跌落頻率為每分鐘十次。

試驗設置

- 自由跌落

跌落面應該為平整、堅硬、剛性之水泥或鐵板，若有需要可在相關規範詳加描述。

- 重複性自由跌落

試驗表面應為 3mm 厚平整、堅硬、剛性之鐵板，板下置放厚約 10mm 之硬木。試驗裝置之實例如圖 1 所示。

其他

圖 1 是以旋轉桶執行重複性自由跌落的圖例，若有大量試件待試驗，可依圖中方向將此桶分成若干區塊，每一區塊各放置一件試件。若此桶每分鐘旋轉五次，相當試件每分鐘跌落十次。

IEC 68-2-33 溫度變化試驗指引

前言

本文之目的為提供設計及試驗工程師使用溫度變化試驗之指引。溫度變化試驗在決定試件於溫度變化或持續溫度變化環境下之效應。

範圍

- 裝備層次預期發生快速溫度變化之可能情況如下：
- 裝備從室內溫暖環境運送至寒冷的露天環境，反之亦然。
- 裝備突然遭受雨水冷卻或浸泡入冷水中。
- 外掛於飛機之空用裝備。
- 儲存及運輸歷程之某些條件。
- 元件層次預期發生快速溫度變化之可能情況如下：
- 裝備開機後會產生高溫梯度而造成溫度變化，使元件遭受應力，例如由於高功率電阻器產生之輻射，使其附近元件之溫度升高，但其他部份元件仍然是冷的。
- 人為冷卻之元件由於冷卻系統開機後遭受快速溫度變化。
- 裝備於生產製程中，元件可能遭受快速溫度變化。

限制

本試驗法不適合模擬僅於高溫或低溫環境下之效應；有關上述之效應，請參考"[IEC 68-2-1](#) 試驗方法 A：冷"及"[IEC 68-2-2](#) 試驗方法 B：乾熱"。

1. 溫度試驗基本原理

- 溫度變化試驗之設計

[IEC 68-2-14](#) 溫度變化試驗方法 Na、Nb 及 Nc 乃係由高、低溫保溫某一時段後相互轉移所組成；由室溫至第一個溫度條件，再至第二個溫度條件，最後回到室溫，此情況稱之為一個試驗循環。

有關試驗之參數為：

- a. 室溫。
- b. 高溫。
- c. 低溫。
- d. 保溫時間。
- e. 高、低溫轉移時間。
- f. 循環數。

對大部份試件而言，要使試件溫度到達規定之溫度，均會有時間遲滯(time-lag)現象。

只有在例外情形下，試件才可以在規定之正常儲存或操作之溫度範圍外執行本項試驗。

本試驗屬加速試驗性質，因為在一預定時間內承受數次劇烈的溫度變化循環，比實際遭遇的情況要嚴厲很多。

2. 試驗目的及選擇

溫度變化試驗並非真正的模擬實際情況，其目的為施加應力於試件上，以決定試件是否正確設計或製造。

溫度變化試驗評估方式建議如下：

- 評估試件於溫度變化下之電性；試驗方法 Nb。
- 評估試件於溫度變化下之機械性能；試驗方法 Nb。
- 評估試件在快速溫度變化循環後之電性；試驗方法 Na 或 Nc。
- 評估機械元件、材料及複合材料抵抗快速溫度變化之適合性；試驗方法 Na 或 Nc。
- 評估元件結構抵抗人為應力之適合性；試驗方法 Na 或 Nc。

3. 保溫時間之選擇

保溫時間與試件(或其關鍵零組件)之熱時間常數(thermal time constant)有關，使試件之溫度與溫度櫃或浸泡容器之溫度近似，因此瞭解試件之熱時間常數是非常重要的事。此外大試件(裝備)內、外部零組件之熱時間常數應分別考量，通常以最內部或關鍵零組件之熱時間常數為主。

熱時間常數與周遭介質之特性與移動速率有關(試驗方法 Na 及 Nb 為氣體，Nc 為液體)，因此熱時間常數必須以實驗方式獲得。在選擇保溫時間時，必須考量下列關係(如圖 1 所示)：

若 $t_1 \geq 5\tau$ 則 $d < 0.01 D$

若 $t_1 \geq 2.5\tau$ 則 $d < 0.1 D$

其中

t_1 ：保溫時間

τ ：試件之熱時間常數

d ：試驗介質與試件之溫度差

D ：高、低溫之溫度差($T_b - T_a$)

4. 溫度變化時間之選擇

- 高、低溫轉移時間之選擇

大型試件若以雙櫃法執行溫度變化試驗，其高、低溫轉移時間無法在 2~3 分鐘內完成，則轉移時間可稍為延長，但不得超過以下之規定：

$$t_2 \leq 0.05 \tau$$

其中

t_2 ：轉移時間

τ ：試件之熱時間常數

5. 溫度變化率之選擇

- 試驗方法 Nb 之溫度變化率係用來模擬溫度快速變化。

若欲模擬緩慢溫度之變化，試驗方法 Nb 仍可適用，但溫度變化率則應適當降低。例如日循環溫度的變異通常每分鐘小於 1°C，此種情形對於大型固定裝備較為適用。

6. 溫度變化試驗之使用限制

試件內部之溫度變化率與試件材料之熱傳導、試件熱容之分布及試件尺寸大小有關。試件表面某一點之溫度變化近似指數定律；大型試件內部溫度變化接近周期性的正弦曲線，其高低溫度值遠小於試驗規格之溫度範圍。

試件與溫度櫃或浸泡容器介質間之熱傳機制應加以考量，移動液體介質使試件表面之溫度變化率變得很大，靜止空氣介質之溫度變化率則很小。

雙液體浸泡法以水為介質（試驗方法 Nc），則試件應限制為有水密措施或其特性對水不敏感，亦即當試件浸入水中後，不會使其功能及性質退化。若試件對水敏感則以其他液體取代，因此需考量液體與水之不同熱傳特性。

7. 溫度變化試驗之重複性

- 試驗參數之影響

溫度變化試驗之重複性視試驗參數之精確性而定；下列試驗參數之變異對試驗之重複性有重大影響：

- a. 周遭介質的溫度變化率。

- b. 高、低溫。
 - c. 熱傳機制(對流、熱輻射、熱傳導)。
 - d. 介質特性。
 - e. 任何特殊需求，如試件在溫度櫃(容器)內之擺放位置與方向，將影響試驗之重複性，上述情形在相關規範中應明確規定。
- 試件參數之影響

由於試件各項參數之差異，而影響溫度變化試驗結果：

- a. 熱容。
 - b. 試件表面熱傳量與分布狀況。
 - c. 試件內部熱傳導不均勻。
 - d. 試件材料與元件之熱膨脹。
 - e. 機械性質(例如元件之彈性與拉力強度及試件之材料)。
 - f. 尺寸大小、容差。
 - g. 影響試件內溫度分布之其他性質。
- 選擇試驗方式指引
 - 試驗嚴厲度隨下列因素而增加：
 - a. 加大溫度差。
 - b. 加快溫度變化率。
 - c. 更快速的熱傳機制。
 - [IEC 68-2-14](#) 試驗方法 N 最好視為系列試驗中之一部份，因為有些失效在試驗方法 N 結束後不一定會馬上顯現，可能會出現在後續的試驗項目中(例如：[IEC 68-2-17](#) 試驗方法 Q：密封性試驗、[IEC 68-2-6](#) 試驗方法 Fc 及指引：正弦振動、IEC 68-2-3 試驗方法 Ca：穩態濕熱、[IEC 68-2-30](#) 試驗方法 Db：濕熱溫度循環)。
 - 溫度變化試驗方法 Nc(雙液體浸泡法)不可與試驗方法 Q(密封(sealing))相互取代使用。
 - 試驗時間之設定，儘可能配合每天的工作作息或是 24 小時的倍數，且注意復原及最終量測時機。
 - 為避免高、低溫轉移時間在夜晚而需延長保溫時間 t_1 ，應將試件留置於低溫櫃中，因為若留置於高溫櫃中之時間過長會產生老化效應。
 - 當規定溫度變化試驗時，應注意並瞭解試件在溫度變化下之性質及可能發

生的失效模式，因此初始量測及最終量測亦應一併規定。在某些情況下，也許僅須考量機械性失效，除此之外，在溫度變化期間量測之執行應列為主要考量，尤其是以裝備型態執行試驗之試件。

其他

有關試件溫度隨時間成指數變化之關係計算：

$$T = (T_a - T_b) \times e^{-t/\tau} + T_b$$

當 $t = 0$ 時，則 $T = T_a$

當 $t = \infty$ 時，則 $T = T_b$

當 $t = 0$ 時，斜率 $T = (T_b - T_a)/\tau$ (斜率)

當 $t = 2.5\tau$ ，則 $d = T_b - T = (T_b - T_a) e^{-2.5} = 0.08(T_b - T_a) < 0.1D$

當 $t = 5\tau$ ，則 $d = T_b - T = (T_b - T_a) e^{-5}$

IEC 68-2-34 試驗方法 Fd：寬頻隨機振動—通則

前言

本試驗法之目的在決定試件遭遇隨機振動環境時的機械弱點及特定功能退化情形，依此資訊及相關規範可制訂產品之允收標準。

範圍

本試驗法適用於使用過程中遭遇隨機振動環境之元件或裝備。本章主要在提供撰寫相關規範所需之資訊，詳細試驗資訊請參考 IEC 68-2-35、IEC 68-2-36 及 IEC 68-2-37 諸章。

限制

無限制。

測試步驟

試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

執行選定之振動試驗，完成一軸向後再進行另一軸向，相關規範須載明試驗之軸向定義，通常為最可能損壞之三互相垂直軸向。

除另有規定外，試件屬裝備層次者，應於振動中執行功能測試。屬元件層級者，相關規範須載明是否於振動中執行電性與機械檢驗，及檢驗之時機。

試驗終止。

試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

振動嚴厲度係由頻率範圍、ASD(acceleration spectral density)位準及試驗時間表示，頻率範圍及 ASD 位準所圍面積開平方為加速度均方根值(r.m.s)。

頻率範圍

如表 24 所示。

ASD 位準(g^2/Hz)

0.0005

0.001 0.002 0.005

0.01 0.02 0.05

0.1 0.2 0.5

1.0 2.0 5.0

10.0

試驗時間(等分配於指定之試驗軸向)

試件經歷振動之時間可由下列諸項中選用。若振動歷時為 10 小時(含)以上，在無減少試件應力之虞，可分割成以 5 小時為一單位來執行。

30 秒，90 秒

3 分，9 分，30 分，90 分

3 時，9 時，30 時

試驗重複性

所謂試驗重複性，為由不同人員於不同實驗室執行相同試驗規範，其試驗結果之近似程度。IEC 規範以試驗容差將試驗重複性分為高、中、低三類，如表 2 所示。

高重複性試驗，垂直試驗軸向之 ASD 位準量測，應於最遠離夾持面中心之控制點上為之，並同時量測二互相垂直方向（例如：試驗軸向為 X 軸向，則垂直試驗軸向為 Y、Z 二互相垂直之軸向）。

試驗頻率範圍（ $f_1 \sim f_2$ ）以外之 ASD 限制：

高重複性試驗

頻率範圍 f_2 至 $2f_2$ 間 ASD 以 6dB/oct. 遞減。從 f_2 至 $10f_2$ 或 10kHz（取小者）之均方根值不得大於試驗頻率範圍均方根值之 25%（-12dB）。

中重複性試驗

頻率大於 f_2 部份無規定。從 f_2 至 $10f_2$ 或 10kHz（取小者）之均方根值不得大於試驗頻率範圍均方根值之 70%（-3dB）。

低重複性試驗

無規定。特殊狀態下試驗規格輪廓非平直形狀時圖 1 所示之容差仍力求符合。銜接兩 ASD 位準間之斜率應明示，唯不得大於 24dB/oct.。

重複性試驗選擇

重複性試驗之限制規定如上所述，而低重複性試驗，則應明定等化器或分析儀之使用頻寬，但不得大於 100Hz 或 1/3 倍頻（取大者）。

低重複性試驗成本低，簡單易行，試驗省時。高重複性試驗成本高，繁複難行，試驗費時。

撰寫相關規範時應載明該試驗選用重複性之類別，除考量上述幾個因素外，尤應避免選用重複性要求高於試件所需者。

正弦振動

頻率響應量測

中、高重複性試驗需以正弦振動在試驗頻率範圍（ f_1 至 f_2 ）作來回各一趟之掃描，執行頻率響應量測。正弦掃描之振幅與隨機振動之 ASD 位準有關，如表 3 所示。

共振頻率蒐尋

相關規範得要求試驗前、後之共振頻率蒐尋，進行蒐尋時，對於機械共振或其他與頻率有關之現象（例如試件功能異常）均應予以記錄，比較其差異，提供試件隨機振動後殘留效應之資訊。

除相關規範另有規定外，共振頻率蒐尋振幅大小應遵循表 3 之規定。

其他

名詞定義：

固定(mounting)

試件應以正常安裝姿態固定於試驗平台上執行試驗，有關試件固定需求詳見 IEC 68-2-47 之規定。

夾持點(fixing point)

試件與夾具或振動台接合之點位，此點位為常態使用時固定試件之位置。若有取用試件實際固定結構之部份為夾具者，夾持點為此部份結構之夾持點位，而非試件與固定結構之接合點位。

控制點(control point)

控制點係實質上存在的點，應盡量靠近試件之夾持點且堅硬的與夾持點連接。若只有四個以下的夾持點，則每個夾持點都可選為控制點；若有四個以上的夾持點時，則試驗規範中應指明四個控制點作為代表。

參考點(reference point)

參考點是個單點，可以是一個控制點或假想點，參考點之訊號用以評估試件之振動量並與振動試驗規格需求比較。所謂假想點，為一虛擬點位，該點之訊號通常是多個量測點之運算結果。通常假想點 ASD 數值可定義為多個控制點 ASD 數值之平均值。

表 1：頻率範圍

f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	備 註
20	150	必要時，相關規範得指定 f_1 為 5Hz 或 10Hz。
		特殊情形，相關規範得指定 f_2 為 200Hz。
20	500	必要時，相關規範得指定 f_1 為 50Hz。

表 2：容差限制

重複性	試驗容差限制 (dB)		全均方根值 (f_1 至 f_2)	
	試驗時量得之 ASD 位準			
	試驗軸向	垂直軸向	軸向	參考點
高	± 3	± 5	$< +5$	± 1.0
中	± 6	—	—	± 1.5
低	*	—	—	± 2.0

*對於低重複性試驗無試驗容差限制。分析儀具之容差不得大於 $\pm 3\text{dB}$ 。

表 3：正弦掃描之振幅位準

隨機振動之 ASD 位準		正弦掃描之振幅 (峰值)	
$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$	g^2/Hz	m/s^2	g
< 4.8	(< 0.05)	9.8	(1.0)
4.8~19.2	(0.05~0.2)	14.7	(1.5)
> 19.2	(> 0.2)	19.6	(2.0)

圖 1：ASD 頻譜

IEC 68-2-38 試驗方法 Z/AD：組合溫度、濕度循環試驗

前言

本試驗法提供一標準的環境試驗程序，其目的係決定試件在高溫、濕度與低溫加速環境下之退化效應。

範圍

本試驗法適用於元件型態之試件，尤其適合試件結構在高溫與結冰混合環境下會產生"呼吸"(breathing 詳見第 7. 節之說明)效應之產品。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試驗前調節(如圖 1 所示)

除另有規定，試件入櫃執行第一循環溫、濕度試驗前應為無包裝、不加電及使用備便之狀態，且需符合 IEC 68-1 一般指引第 5.5 節快乾標準程序中條件($55\pm 2^{\circ}\text{C}$ 相對濕度不超過 20%)24 小時。

試件必須在標準大氣條件下達到穩定後，方進行初始量測。

2. 初始量測

3. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

4. 試驗前之準備工作

試件置於試驗櫃時應為無包裝、不加電、備便使用之狀態。除另有規定，則應執行每循環 24 小時之溫、濕度循環 10 次。前 9 循環任選 5 次執行含有低溫之溫、濕度循環，如圖 2 所示；餘 4 個循環，則不執行低溫部份，如圖 3 所示。低溫部份亦可使用不同之溫度櫃執行，但須注意試件不可受到溫度衝擊影響。若整批試件因更換溫度櫃受到溫度衝擊效應而失效，則應以緩慢變化溫度方式再進行第 2 批之試驗。濕度循環在任何狀況下均相同。

所有 24 小時循環之起點，均需將櫃中溫度控制在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $93\pm 3\%$ 。兩種不同之溫濕度循環試驗程序說明如下：

- 含低溫之溫濕度循環試驗(如圖 2 所示)

- a. 溫度櫃中之溫度應在 1.5~2.5 小時內持續升至 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度維持在 $93\pm 3\%$ 。
- b. 溫度櫃中之溫度應維持在 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度維持在 $93\pm 3\%$ ，直到第 5.5 小時。
- c. 溫度櫃中之溫度應在 1.5~2.5 小時內持續下降至 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度需維持在 80~96%之間，直到第 8 小時。
- d. 自第 8 小時起，溫度櫃中之溫度應在 1.5~2.5 小時內持續升至 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度維持在 $93\pm 3\%$ 。
- e. 溫度櫃中之溫度應維持在 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度維持在 $93\pm 3\%$ ，直到第 13.5 小時。
- f. 溫度櫃中之溫度應在 1.5~2.5 小時內持續下降至 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度需維持在 80~96%之間。
- g. 溫度櫃中溫度維持在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $93\pm 3\%$ ，至少 1 小時但不得超過 2 小時。
- h. 試件可於原櫃中進行低溫試驗或轉移至他櫃執行，若轉移他

櫃須於五分鐘內完成，自第 17.5 小時起，櫃溫應下降至 $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，第 18 小時應到達此溫度。

- i. 上述溫度維持 3 小時，且不需控制相對濕度。
- j. 第 21 小時起，櫃中溫度開始上升到 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，第 22.5 小時完成。若試件轉移至他櫃執行，則須於 10~15 分鐘內完成。櫃中溫度應維持在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $93\pm 3\%$ ，直到 24 小時結束。

- 不含低溫之溫濕度循環試驗(如圖 3 所示)

- a. 溫度櫃中之溫度應在 1.5~2.5 小時內持續升至 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度維持在 $93\pm 3\%$ 。
- b. 溫度櫃中之溫度應維持在 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度維持在 $93\pm 3\%$ ，直到第 5.5 小時。
- c. 溫度櫃中之溫度應在 1.5~2.5 小時內持續下降至 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度需維持在 80~96%之間，直到第 8 小時。
- d. 自第 8 小時起，溫度櫃中之溫度應在 1.5~2.5 小時內持續升至 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度維持在 $93\pm 3\%$ 。
- e. 溫度櫃中之溫度應維持在 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度維持在 $93\pm 3\%$ ，直到第 13.5 小時。
- f. 溫度櫃中之溫度應在 1.5~2.5 小時內持續下降至 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度需維持在 80~96%之間。
- g. 溫度櫃中溫度維持在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $93\pm 3\%$ ，直到 24 小時結束。

- 有關最後一循環之說明

最後一循環為第 10 循環，同前述 a. 之(a)~(f)步驟執行完成後，櫃中溫度應維持在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度 $93\pm 3\%$ ，3.5 小時。

5. 最終量測

電性及機械測試依下列狀況擇一執行：

- 高濕度條件下

移出櫃後立刻進行

- 乾燥期之後

但在高濕度條件下測試結果無法與入櫃前或出櫃後之結果比較。

- 高濕度條件下

所有測試應在 3.5 小時的最後 2 小時完成。相關規範應註明在高濕度條件下執行測試之注意事項，必要時應清除試件表面之水份。所有測試完成後試件應移出櫃。

移出櫃後立刻進行

最後一循環完成後試件應移出櫃，在標準大氣條件下準備測試。若初始量測在非標準大氣條件下，則應按原條件進行測試。電性及機械測試需在移出櫃後 1 至 2 小時完成。此階段之先前測試可在後期再測試一次，失效判定以最後測試資料決定。

- 乾燥期之後

最後一循環完成後，試件移出櫃，放在標準大氣條件下 24 小時，若初始量測在非標準大氣條件下，則應按原條件進行測試。所有測試可在 24 小時內完成，但失效判定應以最後測試資料決定。

測試條件

除另有規定，溫、濕度循環數應為 10 個，否則相關規範應說明循環數與低溫部份之位置。

試驗設置

本試驗法執行至低溫部份時，可選擇在同一溫度櫃或不同溫度櫃執行。

溫度櫃需符合以下條件：

- 溫度櫃中之溫度可在 1.5~2.5 小時內由 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 上升至 $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，反之亦然。
- 在升溫與恆溫時相對濕度需維持在 $93\pm 3\%$ ，降溫時相對濕度需維持在 80~96%之間。
- 為保持溫度櫃中任一點之溫、濕度值與感應器測試值相近，櫃中之空氣應不停的攪動，以符合規定之溫、濕度。
- 試驗中試件不得直接受到櫃中之輻射熱能影響。
- 溫度櫃中維持濕度使用之水份，其電阻係數(resistivity)不得低於 $500\Omega\text{m}$ 。
- 溫度櫃中凝結之水份必須不斷排出，除非經淨化否則不得再使用。溫度櫃內頂端或牆壁不得有凝結之水滴在試件上。

執行低溫試驗之溫度櫃需符合以下條件：

- 溫度櫃中之溫度可維持在 $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 為保持溫度櫃中任一點之溫度值與感應器測試值相近，櫃中之空氣應不停的攪動，以維持均勻溫度，且試件之熱容量不得影響櫃中之溫度條件。
- 執行低溫試驗之濕度櫃需符合(1)項與以下之條件
- 溫度可在 30 分鐘內從 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 降至 $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 可保持試件在 $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 達三小時。
- 溫度可在 90 分鐘內從 $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 上升至 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

其他

呼吸(breathing)乃指試件經溫、濕度循環試驗將水氣吸入內部，如人體呼吸之現象。

IEC 68-2-39 試驗方法 Z/AMD：低溫、低壓與濕熱、低壓序列 複合試驗

前言

本試驗法之目的在提供一標準的環境試驗程序，依序執行低溫、低壓與濕熱、低壓複合試驗，以模擬飛機起、降期間在無溫控及無加壓區域之環境。

範圍

本試驗法適用於飛機上之裝備與元件，尤其適合無加溫與無加壓之區域。

本試驗法包括低溫、低壓複合及低壓、濕熱複合兩種試驗程序。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 試件放入試驗櫃中之情況必須符合相關規範，試件入櫃時應為常溫、無包裝、不加電及使用備便之狀態。
3. 試驗櫃以每分鐘不超過 1°C (五分鐘內之平均值)之降溫速率降至低溫規格，並於試件溫度達到穩定後，依規範進行功能測試。
4. 低溫穩定後，櫃中之壓力以每分鐘不超過 150 毫巴之速率降至低壓規格，並依相關規範

規定執行功能測試。

5. 壓力保持一定，櫃中溫度在一小時內需均勻上升至 30°C 或室溫(選較高者)，同時水蒸氣可允許進入櫃中或在櫃中產生，其速度需足夠在試件上產生結霜。
6. 當試件溫度達到 0~5°C 時結霜開始融化，櫃中壓力在 15~30 分鐘均勻回復至室內條件。
7. 當櫃溫達到 30°C 或室溫(選較高者)時，需駐留一小時以便功測，相對濕度必須維持在大於 95%，櫃內應有水珠。
8. 依規範進行功能測試或必要之量測。
9. 依規範需求，在不移動試件之狀況下，可重複(3)~(8)之步驟數次。
10. 除另有規定，試件應留在櫃中直到回復標準氣壓與室溫。
11. 依規範要求，試件必須經過目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 溫度

低溫：-65, -55, -40, -25, -10, -5, +5(°C)。

- 試驗容差：±3°C。
- 壓力

空氣壓力如表 1 所示。

- 試驗容差：±5%或±0.1kPa 兩者取其較大值，當氣壓為 84kPa 時，其容差為±2kPa。

試驗設置

- 試驗櫃必須符合如下條件：
 1. 試驗櫃需能同時進行低溫(試驗方法 A)與低壓(試驗方法 M)試驗。
 2. 試驗櫃需在一小時內由低溫極值升至 30°C~35°C，同時在升降溫時必須允許水氣進入或在櫃中產生水氣，但仍保持低壓狀態。
- 試件之測試線路必須有適當之長度，以便自測試孔引出，但不能有斷裂與接頭產生，且不能影響氣密。
- 若試件具有可動元件，則結冰將阻礙其活動，因此櫃中應裝妥機械或電性的監測裝置。

其他

除非另有規定，否則試件在櫃中不論升溫或降溫，均應處在不加電狀態。

表 1：空氣壓力建議值

空氣壓力		海拔高度(取自 ISO 標準 2533)
仟巴斯卡	毫巴	公尺
(kPa)	(mbar)	(m)
1	10	31,200
2	20	26,600
4	40	22,100
8	80	17,600
15	150	13,600
25	250	10,400
40	400	7,200
55	550	4,850
70	700	3,000
84	840	1,500 (註 #2)
註： <ul style="list-style-type: none"> ○ #1--高度由海平面至 1,000 公尺，其氣壓為 106 kPa 至 86 kPa。 ○ #2--海拔高度在低於 1,500 公尺，亦可適用。 		

IEC 68-2-40 試驗方法 Z/AM：低溫/低壓複合試驗

前言

本試驗法之目的在決定元件、裝備或其他產品於低溫低壓複合環境下儲存及使用的能力。

範圍

- 本試驗法同時適用於生熱及不生熱試件。
- 本試驗法之低溫變化為漸變。

限制

- 本試驗法不適用於氣壓低於 10mbar 之試驗。
- 對於生熱試件一次只可執行一件。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 對於生熱試件應依照 IEC 68-2-1 試驗方法 Ad 之規定，不開空氣循環風扇。但若試驗櫃空間夠大，而試件相對較小，其試驗條件可滿足試驗方法 Ad 之規定，則可打開空氣循環風扇，加速冷卻效果。
3. 對於不生熱試件試驗時，空氣循環風扇可開或關。
4. 若無其他規定，試件應為無包裝、不加電或使用備便狀態，於常溫下置於試驗櫃內。
5. 試驗櫃溫度調至低溫規格值，試件溫度需達穩定狀態。試驗櫃溫度變化率每分鐘不超過 1°C (5 分鐘內之平均值)。
6. 對於需在試驗中功測之試件，可依相關規範之規定在試驗中加電功測，以驗證試件耐環境之能力。試件功測之後關掉電源，等試件溫度回復穩定狀態。
7. 試驗櫃內氣壓以每分鐘不超過 100mbar 速率調降至低壓規格。
8. 對於需在試驗中功測之試件，可依相關規範之規定在試驗中加電功測，以驗證試件耐環境之能力。
9. 試驗之壓力與溫度依據相關規範之規定保持適當時間。
10. 對於需在試驗結束前功測之試件，可依相關規範之規定在低壓試驗最後 1 小時內加電功測。在氣壓尚未回復一般狀態之前，試件功測之後即可關掉電源。
11. 在溫度不變狀況下，試驗櫃內氣壓以每分鐘不超過 100mbar 速率調整回一般狀態。
12. 試驗櫃溫度逐漸調至標準大氣狀態之室溫。試驗櫃溫度變化率每分鐘不超過 1°C (5 分鐘內之平均值)。
13. 試件依相關規範之規定回復原來狀況。
14. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 溫度、氣壓及試驗時間請參考表 1。試驗輪廓請參考圖 1~2。
- 溫度變化率：每分鐘不超過 1°C (5 分鐘內之平均值)。
- 溫度容差：±3°C。
- 氣壓變化率：每分鐘不超過 100mbar
- 氣壓容差：±5% 或 0.1kPa (取較大者)，當氣壓為 84kPa 時，容差為 ±2kPa。

試驗設置

- 試驗櫃需有能力維持 [IEC 68-2-1](#) 試驗方法 Ab (不生熱試件) 或試驗方法 Ad (生熱試件) 與 [IEC 68-2-13](#) 試驗法 M 所規定之條件。試驗櫃壁溫度在溫度及壓力改變期間可不適用上述規定。
- 當氣壓回復常態時，需避免試驗輔助裝備或設置所造成的空氣污染。
- 生熱試件之夾持需符合試驗方法 Ad 之規定。

表 1：溫度、氣壓及試驗時間建議表

溫度	氣壓	試驗時間
----	----	------

-55 °C	44 mbar	2 小時
-55 °C	150 mbar	2 小時
-55 °C	300 mbar	2 小時
-25 °C	533 mbar	2 小時，16 小時
-40 °C	533 mbar	2 小時，16 小時
-40 °C	700 mbar	2 小時，16 小時

IEC 68-2-41 試驗方法 Z/BM：乾熱/低壓複合試驗

前言

本試驗法之目的在決定元件、裝備或其他產品於高溫、低壓複合環境下操作及儲存之能力。

範圍

- 本試驗法同時適用於生熱(heat-dissipating)及不生熱(non heat-dissipating)試件，其中乾熱試驗方法僅適用溫度漸變方式(gradual change of temperature)，並需符合 [IEC 68-2-2](#) 乾熱試驗(Bb 或 Bd)之相關規定。
- 本試驗法適用於單一環境試驗法無法模擬複合環境效應時。

限制

本試驗法不適用於氣壓在 10 毫巴以下之測試條件。

測試步驟

測試步驟基本上與 [IEC 68-2-2](#) 乾熱試驗及 [IEC 68-2-13](#) 低壓試驗相似，最主要不同點為，複合試驗需先調整溫度再調整壓力之順序，及妥當控制溫變率與壓變率。不生熱試件及生熱試件之試驗輪廓詳如圖 1 及圖 2 所示。

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 對於生熱試件之試件以加電狀態置入櫃內，對於不生熱試件以不加電狀態置入櫃內。
3. 將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率升溫至相關規範所規定之溫度值；並俟試件溫度達穩定。
4. 將櫃內氣壓以每分鐘不超過 100 毫巴之氣壓變化率降壓至相關規範所規定之氣壓值。
5. 將櫃內溫度及氣壓依規定駐留一段時間。

6. 執行必要之試驗中功能或操作測試。
7. 將櫃內氣壓以每分鐘不超過 100 毫巴之氣壓變化率回復至正常氣壓，此時溫度可以不控制。
8. 將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫變率回復至常溫。
9. 俟試件回復至原來狀況後，應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

測試條件之溫度、壓力及試驗時間可參照 [IEC 68-2-2](#) 乾熱試驗(Bb 或 Bd)及 [IEC 68-2-13](#) 低壓試驗相關規範之規定。其主要條件分述如下：

- 表 1 為建議較佳之溫度、壓力、時間複合試驗條件。
- 溫變率：每分鐘不超過 1°C (5 分鐘內之平均值)。
- 氣壓變化率：每分鐘不超過 100 毫巴。
- 試驗容差：溫度低於 100°C 之容差為±3°C；溫度高於 100°C 且低於 200°C 之容差為±5°C。
- 試驗時間以試件溫度及櫃內氣壓達到穩定後，開始計算。

試驗設置

- 試驗櫃之大小與試件擺放位置需遵照 IEC 68-2-2(試驗 Bb 或 Bd)及 IEC 68-2-13 之規定。
- 櫃溫值需於高溫及低壓規格之穩定狀況下量測，即不適合於溫度與壓力之變化週期內量測櫃溫。
- 放置試件時，應特別注意避免附屬設備或裝置將空氣污染物導入試驗櫃內。

其他

- 生熱試件儘可能於無強制空氣對流下試驗，若需於強制空氣對流下試驗，需遵照 IEC 68-2-2 乾熱試驗 Bd 之規定。
- 生熱試件一次僅能執行一個試件，不生熱試件可一次執行多個試件。
- 若試驗中有量測需求時(包括功能或操作測試)，應依規定執行必要之加電及不加電。

表 1：較佳之溫度、壓力、時間複合試驗條件		
溫 度	壓 力	時 間
85°C，155°C	44 毫巴	2 小時

55°C , 85°C , 155°C	150 毫巴	2 小時
55°C	300 毫巴	2 小時
55°C	533 毫巴	2 小時, 16 小時
55°C	700 毫巴	2 小時, 16 小時
40°C	500 毫巴	2 小時

IEC 68-2-42 試驗方法 Kc：觸點及連接物的二氧化硫試驗

前言

本試驗法係提供一加速試驗方法，以評估含觸點及連接物之元件於二氧化硫污染大氣環境下之腐蝕效應。

範圍

本試驗法適用於評估貴金屬或以貴金屬電鍍其他金屬之接觸特性，並檢查纏繞(wrapped)或捲縮(crimped)連接物之緊密度與有效性。

限制

- 本試驗法為一比較試驗法，並非一般腐蝕試驗，因此無法預估含觸點及連接物之元件在工業區周遭大氣環境下之情形。
- 本試驗法不適用於評估銀或銀合金之製品。

測試步驟

1. 試件應依相關規範之規定進行試驗前量測、機械檢驗及機械耐久測試。
2. 試驗執行前必須用適當之量測方式，先確定試驗櫃內二氧化硫濃度、溫度及相對濕度已滿足第 5 節之要求。
3. 將試件移入試驗櫃內，試件放置位置應避免相互接觸或遮蔽，並依相關規範之規定，將試件觸點處於分離(unmated)或接通(mated)狀態。
4. 依相關規範之規定，將試件連續暴露於試驗氣體下一段時間。在此期間應定期檢查櫃內測試條件是否合乎規定。
5. 將試件置於標準大氣條件下約 1~2 小時，以回復原來之狀況。
6. 試件復原後，應執行觸點電阻(contact resistance)量測。一般而言，如果試驗中試件觸點係處於接通狀態，則應於分離前執行量測，如果係處於分離狀態，則應先將其接通一次後再進行量測。
7. 依相關規範之規定，進行目視檢查。

測試條件

試驗櫃內大氣成份須滿足下列規定：

- (1) 二氧化硫： $25\pm 5\text{ppm}$ 。
- (2) 溫度： $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- (3) 相對濕度： $75\pm 5\%$ 。
- (4) 試驗時間：4, 10, 21 天。

試驗設置

- 試驗櫃及其附件之材質不可與二氧化硫發生反應或吸收二氧化硫而影響試驗氣體之腐蝕效應。
- 空氣與二氧化硫之混合物必須藉由直徑夠大之管路進入及離開試驗櫃。進入櫃內之總氣流量每小時應介於 3~5 倍之試驗櫃內容積。
- 試驗櫃排出之氣體不可進入實驗室內。
- 試驗櫃之構造及試驗氣體產生之方式並無強制規定，只要能滿足下列條件(合適之試驗櫃如圖 1 所示)：
 1. 試件周遭條件必須在規定之範圍內。
 2. 試件應避免直接暴露於進入之氣流中。
 3. 移動試件或是擾動試驗櫃內空氣使通過試件之氣流的相對速率為每小時 20~60 公尺。
 4. 試驗櫃內不得產生凝結水滴。
- 空氣調節裝置及試驗櫃可選用一般商業用之氣候試驗櫃，氣體供應裝置可選用商業用稀釋之純化學氣體壓力瓶。腐蝕氣體由配量泵、降壓閥及空氣調節裝置(溫控及去濕)噴出之氣體加以混合。
- 試驗櫃內氣體經由調節板使之均勻分布，並藉由抽氣泵使試驗氣體經過淨氣瓶以去除腐蝕性之成份。冷凍 U 型管位於淨氣瓶及抽氣泵之間，並由空氣流量計以調節氣體流量至需求值。

其他

- 試驗氣體中允許含有其他硫氧化物(如 SO_3)，但其所佔之比例不得大於所有二氧化硫濃度之 1%。
- 除另有規定，試驗前不可以任何方式清潔試件。
- 若相關規範另有規定，則試驗前、後之電阻量測應於機械試驗(如振動或衝擊試驗)中進行。

- 觸點電阻應以低電壓開路法(low-voltage open-circuit method)進行量測，以免破壞接觸面上已形成之薄膜。
- 除另有規定，試驗中試件不應加電或執行功能測試。

如果最終量測無法在規定之時間內完成，則復原時間可延長至 24 小時，但應記載於試驗報告中。

IEC 68-2-43 試驗方法 Kd：觸點及連接物的硫化氫試驗

前言

本試驗法係提供一加速試驗方法，以評估含觸點及連接物之元件於硫化氫污染大氣環境下之腐蝕效應。

範圍

本試驗法適用於評估銀/銀合金、其他金屬表面電鍍銀/銀合金等製品之接觸特性，並檢查纏繞(wrapped)或捲縮(crimped)連接物之緊密度與有效性。

限制

本試驗法為一比較試驗法，並非一般腐蝕試驗，因此無法預估含觸點及連接物之元件在工業區周遭大氣環境下之情形。

測試步驟

1. 試件應依相關規範之規定進行試驗前量測、機械檢驗及機械耐久測試。
2. 試驗執行前必須用適當之量測方式，先確定試驗櫃內硫化氫濃度、溫度及相對濕度已滿足第 5 節之要求。
3. 將試件移入試驗櫃內，試件放置位置應避免相互接觸或遮蔽，並依相關規範之規定，將試件觸點處於分離(unmated)或接通(mated)狀態。
4. 依相關規範之規定，將試件連續暴露於試驗氣體下一段時間。在此期間應定期檢查櫃內測試條件是否合乎規定。
5. 將試件置於標準大氣條件下約 1~2 小時，以回復原來之狀況。
6. 試件復原後，應執行觸點電阻(contact resistance)量測。一般而言，如果試驗中試件觸點係處於接通狀態，則應於分離前執行量測，如果係處於分離狀態，則應先將其接通一次後再進行量測。
7. 依相關規範之規定，進行目視檢查。

測試條件

試驗櫃內大氣成份須滿足下列規定：

- 硫化氫濃度：10～15ppm。
- 溫度：25±2℃。
- 相對濕度：75±5%。
- 試驗時間：4, 10, 21 天。

試驗設置

- 試驗櫃及其附件之材質不可與硫化氫發生反應或吸收硫化氫而影響試驗大氣之腐蝕效應。
- 空氣與硫化氫之混合物必須藉由直徑夠大之管路進入及離開試驗櫃。進入櫃內之總氣流量每小時應介於 3~5 倍之試驗櫃內容積。
- 試驗櫃排出之氣體不可進入實驗室內。
- 試驗櫃之構造及試驗氣體產生之方式並無強制規定，只要能滿足下列條件(合適之試驗櫃如圖 1 所示)：
- 試件周遭條件必須在規定之範圍內。
- 試件應避免直接暴露於進入之氣流中。
- 移動試件或是擾動試驗櫃內空氣使通過試件之氣流的相對速率為每小時 20～60 公尺。
- 試驗櫃內不得產生凝結水滴。
- 櫃內照明度需介於 50～300 照度(lux)之間。
- 空氣調節裝置及試驗櫃可選用一般商業用之氣候試驗櫃，氣體供應裝置可選用商業用稀釋之純化學氣體壓力瓶。腐蝕氣體由配量泵、降壓閥及空氣調節裝置(溫控及去濕)噴出之氣體加以混合。
- 試驗櫃內氣體經由調節板使之均勻分布，並藉由抽氣泵使試驗氣體經過淨氣瓶以去除腐蝕性之成份。冷凍 U 型管位於淨氣瓶及抽氣泵之間，並由空氣流量計以調節氣體流量至需求值。櫃內硫化氫濃度需用標準分析方法定期量測，以確定合乎試驗需求。

其他

- 除另有規定，試驗前不可以任何方式清潔試件。
- 若相關規範另有規定，則試驗前、後之電阻量測應於機械試驗(如振動或衝擊試驗)中進行。
- 觸點電阻應以低電壓開路法(low-voltage open-circuit method)進行量測，以免破壞接觸面上已形成之薄膜。
- 除另有規定，試驗中試件不應加電或執行功能測試。

如果最終量測無法在規定之時間內完成，則復原時間可延長至 24 小時，但應記載於試驗報告中。

IEC 68-2-44 試驗方法 T 之技術指引：錫焊

前言

本文係針對引用 [IEC 68-2-20](#)、[IEC 68-2-54](#) 與 [IEC 68-2-58](#) 等規範之撰寫者，提供相關技術資訊與建議。

參考規範

- [IEC 68-2-20](#) 試驗方法 T：錫焊；修訂第 2 版(1987)。
- [IEC 68-2-54](#) 試驗方法 Ta：錫焊-以潤濕力平衡法進行可焊性試驗。
- [IEC 68-2-58](#) 試驗方法 Td：表面安裝元件之可焊性、耐熱性、金屬塗覆耐融性試驗。
- Series IEC 249 印刷電路之基材。
- IEC 326-2 印刷電路板-第二部份：試驗方法。

簡介

錫焊接點之焊接難易度與可靠度，受以下三個條件影響：

1. 接點設計；包括組合方法及兩個待接合金屬之特性。
2. 錫焊操作時之條件；如助焊劑、溫度、時間、焊錫材料等。
3. 焊接表面之潤濕性(wettability)。

對製造組件或裝備的廠家而言，應該注意條件(1)與(2)；而製造元件的廠家則應該注意條件(3)。但若製造元件與製造組件或裝備之廠家存在複雜的供給關係時，為釐清各別的產品責任，就必須精確的定義元件端子之潤濕性或元件可焊性。

元件可焊性及元件端子之潤濕性

整批錫焊時，應符合以下三個規定：

1. 在高於融錫之溫度下，可滿足元件之熱特性(熱需求)。開始潤濕時，應可符合元件熱需求並維持一段時間。
2. 在長期或短期的錫焊循環中(包括重焊及使用烙鐵)，元件應可承受熱應力而不變質。
3. 在長期或短期的錫焊循環中(清洗助焊劑之程序)，元件應可承受機械與化學應力而不受損。

因此，無法承受上述應力之元件，如開關、繼電器、電位計及不耐熱的塑膠產品，不適用整批錫焊方式。

由前述理由可知，元件端子之潤濕性僅與端子沾錫難易度有關，而元件可焊性則是用以評估整批錫焊之合適性。固然元件端子之潤濕性不佳，會使元件無法以錫焊方式固定；但是，元件可焊性差並非代表無法將之錫焊於印刷電路板，只是在錫焊這些元件時須改用特殊程序，如隔熱及抗侵蝕處理。

在選用錫焊環境來配合電性及機械測試時，裝備製造廠家應先自問：「在常用錫焊環境下，元件是否可焊？」，才能把元件放入錫焊生產線上。同理，指定元件者應瞭解元件在生產線之錫焊方式及環境，並將之包含於所選用的環境試驗方法中。

本文所說明之標準化試驗方法，目的在模擬上述環境效應的一部份。以下將詳細說明標準化試驗方法之原則及相關資訊。

可焊性試驗在環境試驗過程中的次序

可焊性僅為元件固有特性之一，其他特性為：強韌性、存活壽命、性能(performance)等，而元件必須執行多種環境試驗以驗證上述特性。因此，可焊性試驗如何在環境試驗序列中定位，得視各種試驗間之影響而定。擬訂包含可焊性試驗的環境試驗次序時，基本原則為：次序在可焊性試驗之前的環境試驗過程，不得影響可焊性試驗結果；同理，可焊性試驗亦不可影響次序在其後的環境試驗結果。

在環境試驗序列中，若潤濕性試驗之前已做過了長期的濕熱或腐蝕試驗，則元件可能受損而無法通過潤濕性試驗；但電子元件實際上多是先焊接於裝備後，才遭受濕熱或腐蝕環境。

若在端子強韌性試驗(模擬元件固定於電路板之效應)之前，先執行試驗方法 Tb(耐錫焊熱的能力)，則可能改變端子強韌性試驗之失效機制。例如，原本應在端子強韌性試驗中發生之熱衝擊應力失效可能不會出現，而由試驗方法 Tb 所累積之機械及化學應力失效取代之。

以下為排定環境試驗次序的一般原則：

1. 潤濕性試驗之前僅可排入非破壞性試驗或特定之加速老化試驗。
2. 應於長期的功能測試之外，單獨執行耐錫焊熱試驗，但須採用必要的防護措施，例如隔熱。
3. 在環境試驗之前，應考量是否須清除助焊劑之餘漬。

可焊性試驗

本節定義：

- 試驗對工業用錫焊作業之效果。
- 選用該試驗條件之理由。

工業用錫焊作業之環境條件變異極大，表 1 之分類可縮小元件環境條件的範圍。

表 1 之條件係來自實際經驗的折衷。因為，加熱時間愈長雖可提高潤濕，但亦使試件遭遇較高熱應力而導致性能劣化；反之，加熱時間短則試件遭遇之熱應力較低，但可能導致冷焊。

有鑑於此，在標準試驗條件中，可焊性試驗(Ta)溫度條件為 235°C，耐錫焊熱試驗(Tb)溫度條件為 260°C，但兩者浸漬時間相同。其目的在使元件歷經標準試驗後，即可承受未來實際組合作業所遭遇之應力。

上述因素仍會因相同元件之整批處理，或批次之間的變異，而更形複雜。亦即，由單一元件試驗所得結果，不可用來推測整批處理或不同批次之元件試驗結果。通常，為了減少單批或多批處理之元件在長期試驗後之損耗，必須引入統計推斷技術。

以統計手法推斷試件可焊性，乃試驗規範制訂與採用者必須牢記的要事。但 IEC 68-2-20、68-2-54 與 68-2-58 等規範僅提供試驗執行步驟，並未將統計程序納入。

試驗結果的統計有效性亦為元件特殊規範之一，本文第 9. 節將探討試驗結果的統計方法，重點在分析試驗結果的應用及信賴度。

建議在耐錫焊熱試驗時使用活性助焊劑，可加速潤濕與提升試驗元件加熱率。

文中所提及的焊錫材料與溫度選用準則，亦適用於耐錫焊熱試驗。在元件熱需求極高時，應特別注意元件溫度變化，其溫度不可超過融錫溫度 40°C。以焊錫槽執行試驗(Tb 方法 1)時，焊錫槽尺寸愈大，愈可維持定溫。

以上試驗方法並未模擬錫焊過程中突發的機械應力效應。因元件可能在機械應力試驗中毀損，必須妥善安排錫焊與機械應力之試驗次序。

潤濕性試驗

• 通則

在可控條件下將元件與焊錫接合，並依照既定準則評定其潤濕品質，乃潤濕性試驗之主要目的。基本上，錫焊時間為焊接邊界所有焊點之接觸角(contact angle)都低於某定值所需時間。有些試驗僅以簡易的目視檢驗判定；但亦有採用定量方式判定，並同時記錄融錫作用於試件之時間與表面張力者。

延長焊接時間，可能產生祛潤濕(dewetting)現象；亦即試件表面焊錫被吸回，接觸角再增加。有些試驗方法(如 Ta、Td)會包含祛潤濕的試驗步驟。只要祛潤濕可能發生，就得在相關規範中加入祛潤濕的試驗步驟。

潤濕性試驗方法共有以下幾種：

1. 焊錫槽試驗法(見 7.(2)節)

屬定性試驗，針對元件端子。

2. 烙鐵試驗法(見 7.(3)節)

屬定性試驗，針對不適用於其他試驗法之元件端子。

3. 焊錫滴(globule)試驗法(見 7.(4)節)

針對圓形金屬絲，量測潤濕時間。

4. 旋轉浸漬(rotary dip)試驗法(見 7.(5)節)

針對印刷電路板，量測潤濕時間與祛潤濕。

5. 潤濕力平衡(wetting balance)試驗法(見 7.(6)節與 IEC 68-2-54)

屬定量試驗，針對具有規則剖面之元件端子，量測潤濕力與時間。

6. 融錫浸漬試驗法(見 7.(7)節與 IEC 68-2-58)

屬定性試驗，針對表面固定元件(surface mount device)。

7. 微潤濕力平衡(microwetting balance)試驗法

屬定量試驗，針對表面固定元件。

- 而規範撰寫者在安排試驗次序時，應考量以下因素：

即使是為了初期量測所需，也不可在潤濕性試驗之前進行錫焊作業。

除相關規範另有規定從其規定外，老化試驗的高溫條件可能影響潤濕性，不可在潤濕性試驗之前進行。

端子表面不得因任何前置處理而受損。

- 以下為可焊性試驗時應該注意的事項：

試驗應在無通風裝置區域進行。

建議使用鑷子夾持試件，避免受污染。

若在試前須拉直試件端子，應避免污染或刮傷表面。

焊錫槽試驗法

焊錫槽尺寸的要求為浸漬時融錫溫度不可明顯降低，此試驗方法共有兩種形式：

- 針對金屬絲與焊腳端子

本試驗法比較簡單，不可要求過高的精確度，以免限制應用範圍。本方法僅針對如焊腳之端子，儘管其形狀不適用於焊錫滴試驗，但其原始設計也不是使用焊錫槽之焊接方式。

- 針對印刷電路板

上述幾何外型的問題不會發生在印刷電路板上，因此試驗條件可以更精確的定義。電路板浸漬的深度必須嚴格規定，以確保融錫是因潤濕而流經電路板洞眼，非因液壓所致。

烙鐵試驗法

無法以焊錫滴或焊錫槽方式測試特殊端子之潤濕性時，應改用本試驗法。只能用烙鐵試驗之典型例為琺瑯絕緣電線，原因為其他焊接法之溫度太低，且元件焊腳端子不適合以焊錫槽方式焊接。

溫度會影響本試驗，因此試驗結果與元件之熱需求有關。在生產線之錫焊作業時，上述因子應在制訂元件規格時加入考量。此外，亦應將活性助焊劑大量縮短錫焊時間之因素納入考量。

這是個迅速、定性、具有辨別力的試驗法。必要時此法還可用以確定端子上多個位置的潤濕性。

焊錫滴試驗法

- 圓形剖面端子

本試驗法適用於金屬絲直徑 0.1mm~1.2mm 者。

待試金屬絲先沾助焊劑，以其端子切穿融錫滴。錫滴高度的復原時間，應以金屬絲未潤濕且錫滴尚未聚合為起始。錫滴高度可用焊錫丸重量控制，焊錫丸置於直

徑 4mm 之純鐵圓柱上層表面。圓柱外表包覆著不沾錫的鋁皮，並使用鋁皮穩定純鐵圓柱的溫度。

純鐵圓柱之上層表面應以焊錫保持其易潤濕性。在試驗終了電源關閉時，加熱部位應含著錫滴冷卻，以避免該表面之祛潤濕與氧化。試驗中，純鐵圓柱之上層表面應保持極端乾淨。

如有疑議，應檢查試驗中焊錫丸之重量誤差是否在標準重量的 $\pm 10\%$ 以內。

助焊劑不可因瓶內溶劑蒸發而變黏。助焊劑之使用量不宜過多，避免導致延長錫滴溫降的時間。

每個錫滴都應清潔光亮，其大小應配合金屬絲直徑。金屬絲須準確的切穿錫滴中央，如有明顯偏離，試驗結果應視為無效。

試驗中應使用電動計時器測量試驗時間，於端子切穿錫滴的瞬間，自動感應而計時開始。停止計時器的方式有兩種，其一為觀察錫滴已包覆端子後，以手動停止計時。另一則在端子正上方垂直放置計時針，針與融錫接觸後自動停止計時。

計時的起始時間會因切穿速度快慢而無法確定；以 4mm 烙針為例，錫滴高度可能為 0.9mm(50mg 焊丸)~2.3mm(200mg 焊丸)，切穿時間與速度快慢顯然有關。計時終止時間也會因手動計時人員之反應而無法確定。但在接收試驗時，這些不定因素之誤差並不顯著。

- 非圓形剖面端子

本試驗應可用在端子剖面為凸形者，但主要仍以矩形剖面為主。

旋轉浸漬試驗法

參照 IEC 249 及 IEC 326-2。

潤濕力平衡試驗法

本試驗以定量方式評估潤濕過程中潤濕力與時間的關係，可選潤濕階段來定義元件規範中之允收位準。

附錄:可焊性---表面固定元件之耐鎔與耐錫焊熱

通則

原則上，客觀且定量的可焊性試驗是優於主觀且定性者，本試驗法對表面固定元件之定性檢查，應視為定量量測程序前的過渡步驟。

限制

若元件端子以純錫製成，在溫度 235°C 的浸漬試驗結果，可能不同於實際組合時（如氣態錫焊）之表現，因氣態錫焊溫度低於錫之熔點。這種狀況下，試驗溫度應降為 215°C。

選用嚴厲度

- 在溫度 235°C 浸漬 2 秒，或在溫度 260°C 浸漬 10 秒

此為耐錫焊熱及潤濕試驗的正規環境條件。

應注意的是，在浸漬後要評定潤濕性時，本方法並不能量測潤濕速率，僅顯示能否在指定時間內充分的潤濕。

可在相關規範指定浸漬時間為 5 秒，以作為較低的耐錫焊熱等級。

- 溫度 215°C 浸漬 3 秒

本試驗條件係針對較低溫的氣態錫焊；在溫度 235°C 的結果，與溫度 215°C 之錫焊表現，不須硬扯上關係。若預期潤濕反應可能較慢時，須加長浸漬時間。氣態錫焊與焊錫槽之焊接方式，不一定存有相關性。

- 在溫度 260°C 浸漬 30 秒

使用波動錫焊(wave soldering)之金屬溶解率較浸漬錫焊為高。在波動錫焊及氣態錫焊後，試件可能須以烙鐵焊補強。在高溫下指定較長的浸漬時間，可測試金屬在融錫中的溶解性。

試驗條件

- 分類

各種錫焊試驗方法間之相互關係，如圖 1 所示。圖 1 中之試驗方法 Tb(1A)、Tb(1B) 及 Ta(2)，本身不是個試驗方法，倒比較類似於針對端子電性與強韌性，在試驗前進行的環境考驗。但其中並未包括耐機械應力之試驗程序。

- 選擇試驗用材料

選擇焊錫材料

所有試驗的焊錫材料都是錫 60%、鉛 40%之合金。

- 選擇助焊劑材料

助焊劑為電氣與電子裝備錫焊作業時的必備品，其成分主要為松香脂(colophony)，通常會再加上一些幫助潤濕及去除金屬氧化物之活化劑。活性強的助焊劑會縮短焊接時間，但其配方很少公開。

為了避免不同活性助焊劑對錫焊試驗帶來的困擾，只有採用非活性松香脂作為可焊性試驗之基準，在此一相同條件下所測得之時間才能比較。如果非使用活性助焊劑無法獲得實際或合理的結果者，亦可在規範中指定活性助焊劑之品牌。

必須特別強調的是，在可焊性規格中要求採用之活性助焊劑，不一定適合在生產時使用，或保證其餘漬無腐蝕性。在許多國家標準中，對助焊劑都有規定。因此，在生產時應選用上述標準助焊劑。

可將松香脂溶於異丙酮(propanol-2)或酒精，作成助焊劑備用。由焊錫滴試驗來看，松香脂重量比在 25%~40%範圍內，錫焊時間相差無幾。因此，在試驗標準中多採 25%的重量比，以避免試驗時因溶劑蒸發而逐漸增加松香脂濃度。

加速老化的方法

元件端子材料之自然老化（組裝印刷電路前的儲存環境）有三個主要因素：

1. 包裝種類；
2. 元件週遭之局部環境(溫度、相對濕度與污染...)；
3. 金屬與其塗層的性質。

自然老化之主要機制有擴散、氧化、硫化、部份潮解或腐蝕等。因此，即使成品之種類相同，其潤濕性亦會因自然老化主要機制之不同而有差異。

為避免以上困擾，必須引入精密設計的加速老化試驗，可以數日或數小時的加速老化，模擬數年的自然老化。

對製造者而言，關心的重點為電子元件經數年或數月庫存後，其表面所留存的潤濕性。對於使用的成品在短期中可能未受適當防護者，必須注意防範。以鍍銀元件為例，其初期潤濕性極佳；在歷經含硫空氣作用數週或數日後，表面生成硫化物，此時即使採用活性助焊劑，也不能改變無法潤濕之事實。

- 加速老化的程序基於以下三個假設：

1. 加速老化之條件並不會超過電子元件所遭遇的環境範圍時。
2. 通常此條件為：溫度 0°C 至 35°C，相對濕度 50%至 95%，而且沒有硫化氫、二氧化硫...等污染。若撰寫規範者知道上述條件無法滿足，就不可直接引用 IEC 68-2-20 上之加速老化程序。亦即，必須針對所需的老化資訊，改變老化模擬之程序。
3. 撰寫規範者瞭解表面劣化的主控機制，如金屬間擴散、氧或濕氣造成的表面改變。

最適合前者之試驗方法為：IEC 68-2-2 之 Ba，溫度 155°C，16 小時乾熱。

最適合後者之試驗方法為：IEC 68-2-3 之 Ca，濕熱 10 天。

撰寫規範者不瞭解表面劣化的主控機制，或相關規範中未說明塗層種類時，可採用蒸汽老化法，並視其嚴厲度選用 1 小時或 4 小時為試驗時間。

對於庫存時間較短的元件端子而言，1 小時就已足夠。至於庫存時間較長者，須選用 4 小時之試驗時間。

試驗結果之需求與統計特性

IEC 68-2-20 定義了電氣與電子元件之可焊性。在本技術指引中，由說明基本觀念，使撰寫規範者可選用特定統計方法，去解釋試驗所獲結果的真正意義。

然而，在本技術指引中並未包含以下兩項要點：

- 試驗嚴厲度。
- 由試驗可獲得的品質保證位準。

撰寫規範者應瞭解以上兩點的重要性，並在相關規範中精確的定義這兩項要點。此一精確的定義將導致需求與允收門檻的具體化，而後者乃建立於潤濕性的統計基準上。忽視以上兩項要點，或未在相關規範中適當定義，則嚴厲度及允收品質可能無法達到使用者實際需要之位準。

規範撰寫者把潤濕時間定得過低(如 0.2 秒)，將令使用者在不實的認定準則上白費功夫；把潤濕時間定得過高(如 5 秒)，則元件供應商可毫無困難的供貨，但卻令使用者多做許多補救工作。

假如要訂定一個合適的潤濕時間，須先決定可接受的元件最大受損率，及採用何種取樣計畫。此取樣計畫應保證具有可接受的信賴位準，而且元件受損比率不致超過可接受限度。

如何處理以上問題已超過本技術指引的討論範圍，撰寫相關元件規範者須慎選可接受的可焊性需求與限制，以確保可焊性位準滿足使用者之需。

不論如何，以下兩項建議可能有助於澄清元件規範：

在 IEC 68-2-20，每種試驗方法中都已條列出相關元件規範應包含之資訊。撰寫元件規範時不可含糊不清，應明確的加入上述資訊。不管規範中是否已有章節零星的包含此一資訊，但最好能在規範中為此一資訊保留一個專門單元。

可焊性試驗必須配合統計一起執行，選定取樣需求與拒收標準在統計上具有相關性。以焊錫滴試驗為例，就應以對數常態分布(log-normal distribution)圖表評估潤濕時間是否合格。

統計步驟如下：

1. 試驗結果按數值大小排列，數值小的在前。
2. 由次序求得座標 y ， $y = 100 \times (M - 0.5) / n$ 。其中 M 為次序數， n 為所有試驗數。若 $n=50$ 則 $y=1 \sim 99$ 。
3. 將此結果繪於對數常態分布圖表上。
4. 由圖上各點拉出最適 (best fit) 直線。
5. 以外插方式讀出該直線與 $y = 99.99$ 之交點 B (單位：秒)，亦即只有萬分之一個接點其潤濕時間會超過 B 秒。

上述程序係基於有 50 組以上可用之試驗結果時，常見的狀況為試件數不足或隨機性不夠，而不適用統計分析。

潤濕力平衡試驗法

- 定義潤濕性的量測

透過潤濕力平衡法，可測得融錫鉛直作用於試件之力量與時間的軌跡圖。本試驗法建議判讀軌跡圖中的一些參數及數個特殊點，並用以判定達到規定潤濕性所需時間，或規定時間內的潤濕程度。

- 試件形狀與試前處理

試件形狀並無要求；但預估各種作用力時，均勻剖面試件可獲致較精確結果。

應將試件以垂直於融錫表面之角度(容差為 $\pm 15^\circ$)浸入。若須截斷試件，斷面應平整且與浸入方向垂直。

對於試件多數部位無法沾錫者，如電容晶片及部份電路板，採用本試驗法時，須考慮試驗結果可能失真。因此，本試驗法應針對元件端子部署於剖面四周者之可焊性。

應將助焊劑之浸漬及擦乾的程序標準化，不可因助焊劑之蒸發或滴落，影響試驗結果。

試驗設置特性

- 記錄器

1. 以估算之試件浮力為零點，可使記錄器獲得最高靈敏度。
2. 記錄器之反應時間應低於 0.3 秒，其反應溢射(overshoot)須小於最大讀數的 1%。以下程序可測試其反應及零點穩定性：
3. 選用重量已知試件及其夾具，此重量應使記錄器達滿刻度。
4. 將夾具置於定位且使記錄器歸零。
5. 記錄器開到最高走紙速率。
6. 將試件放入夾具中。
7. 在 2 或 3 秒後，移走試件；但記錄器繼續走紙。
8. 在 2 或 3 秒後，將試件放入夾具中。
9. 至少重複試件之移入、移出程序五次，關記錄器。
10. 由上述程序所得之軌跡圖中可判定：記錄器刻度與試驗靈敏度、記錄筆之反應時間、記錄筆歸零之一致性。
11. 記錄器可視試件大小而調整其刻度，通常若試件周長為 1mm~ 20mm，則作用力於記錄器之滿刻度為 1mN~20mN。
12. 記錄走紙速率至少為 10mm/秒。

- 天平系統

1. 天平內彈簧之剛性為：遭受 10mN 力時，試件夾持懸臂之垂直位移須低於 0.1mm。
2. 在最靈敏之試驗範圍內，可讀出試件重量低於 200mg 時之最大作用力。
3. 在最靈敏之試驗範圍內，天平系統之機械及電性雜訊應低於訊號位準的 10%或小於 0.04mN。

- 焊錫槽

1. 試驗時，焊錫槽應維持精確之溫度，通常為 235°C 左右。但若相關規範另有規定，則依其規定。
2. 試件與焊錫槽壁應保持相當距離，避免因焊錫槽形狀影響融錫對試件之作用力。

- 焊錫槽升降機構與控制

1. 在潤濕過程中，融錫以凹面方式向上攀附於試件未吃錫之表面。為使融錫凹面長出或保留試件與焊錫槽之間隙，必要時得截除試件底部。
2. 融錫凹面最好可在試件剖面大小均勻(鄰近吃錫線附近)之條件下長成。
3. 浸漬深度之可重複性容差為 ± 0.02 mm，可確保浮力修正誤差低於 10%。
4. 試件浸入愈深，融錫傳熱至試件愈快，減少潤濕之延遲時間。
5. 標準浸入速率應為 16 mm/秒 ~ 25 mm/秒。
6. 浸漬駐留時間應為 0 秒 ~10 秒，原因為：
 - a. 一般焊錫作業時間不致超過 10 秒；
 - b. 對熱容較高或可焊性較差之試件，浸漬駐留時間低於 10 秒則無法取得足夠記錄。

- 潤濕力對時間軌跡圖的意義

1. 圖 2 所示為一些典型的軌跡圖，橫軸為時間，縱軸為力量。圖中虛線表試驗起始條件，此時已將試件重量歸零；水平實線則表試件浮力。試件浮力為其浸漬體積和融錫比重之乘積，對於溫度 235°C，成分 60%-40%的液態錫鉛合金而言，比重為 8,155 kg/m³。
2. 由力量-時間軌跡圖決定之參數
3. 判定潤濕性之準則(如圖 3 所示)
4. 開始潤濕所需時間，即 t₀點至 A 點(如圖 3)之最大時間間隔。對於批次處理之錫焊作業，建議時間為 1 至 2.5 秒，須視助焊劑種類及試件熱特性而定。
5. 潤濕力參考值為特定系統下所獲得之最大潤濕力。以最小潤濕力和參考值之比值作為試驗之判定參數，可輕易由軌跡圖獲得潤濕力讀數，並量化允拒收準則。
6. B 點表浸漬時的最大潤濕力，C 點表浸漬時間終了時之作用力。若 C 點與 B 點等值時，表示潤濕狀況穩定；若 C 點值高於 B 點值時，表示潤濕力減少的不穩定狀況。潤濕力減少的可能原因為殘餘助焊劑經蒸發或分解而散布在融錫表面，導致試件表面與融錫之親和力降低。以 C 點除以 B 點之值可判定潤濕之穩定性，若浸漬駐留時間為 5 至 10 秒，建議其比值須大於 0.8。

- 決定潤濕力之參考值

1. 量測潤濕力之參考值

由試件中取一樣本，處理其表面以獲致最大潤濕力值，此即潤濕力參考值。

試件在相同形狀及試驗條件下，由其潤濕力與最佳潤濕之參考值比較，可評估試件表面條件(未知條件與未處理)對潤濕性之影響。

2. 計算潤濕力之理論值

對於試件材料無法以焊錫濕潤者，量測所得之潤濕力過低，不適合充當參考的標準值。

參考的標準值應與試件無關，其潤濕力為融錫對試件之浮力減去表面張力，其理論值為：

$$F = r_g \times V - g \times p \times \cos(q)$$

其中 F = 理論潤濕力；

V = 浸漬體積；

p = 浸漬周長；

q = 接觸角；

r_g = 比重，溫度 235°C 時，比重為 0.08 mN/mm³；

g = 融錫之表面張力係數，溫度 235°C 時，表面張力係數為 0.4 mN/mm。

表 1：錫焊溫度與作業時間		
錫 焊	鉛錫或其他易熔合金	
作業溫度範圍	烙鐵	230°C~300°C
	浸漬	230°C~260°C
	汽相	210°C~260°C
	紅外線	200°C~280°C
加熱之駐留時間	烙鐵	1~5 秒
	浸漬	3~5 秒
	汽相	20~60 秒
	紅外線	30~60 秒

IEC 68-2-45 試驗方法 XA 及指引：浸入清潔溶液

前言

本試驗法之目的為評估試件浸入某一特定溫度溶液內，其表面標記、膠封及覆膜受到的影響或試件特性之改變。

範圍

適用於印刷電路板上之電子零件及其他組件。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 將試件完全浸入指定溫度溶液內，並維持一段時間。
3. 若相關規範規定須擦拭試件，以便瞭解表面標記之耐久性，則試件從溶液中取出後，應先晾乾至少 5 分鐘。乾燥後之試件可以棉羊毛或捲桶式薄紙 (tissue paper) 擦拭 10 次，即兩相反方向各 5 次，擦拭頻率為每秒 2 次，各以 $5 \pm 0.5 \text{ N/cm}^2$ 力量擦拭表面。每一試件皆應使用新的擦拭材料。
4. 將試件置於標準大氣條件下 1~2 小時，以回復原來之狀況。
5. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 兩種常用清除焊熔劑 (flux) 之溶液為：
- 重量百分比為 $70 \pm 5\%$ 之 三氯三氟乙烷 (簡稱 R113)，與重量百分比為 $30 \pm 5\%$ 之二丙烷 (異丙基酒精)，溫度為 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 與 $48.6 \sim 50.5^\circ\text{C}$ 。
- 除去礦物成份之水或蒸餾水，其電阻係數不得小於 $500 \Omega\text{m}$ ，相當於導電係數不得大於 2 mS/m ，溫度為 $55 \pm 5^\circ\text{C}$ (詳如表 1)
- 浸入時間： 5 ± 0.5 分鐘。

試驗設置

- 不同類型之組件可以同時進行試驗，但試件浸入時不可相互接觸，以免產生不可重複性之機械效應。
- 沸騰溶液之試驗設備如圖 1 所示。

其他

- 印刷電路板若使用樹脂基之焊熔劑，可以氟碳/酒精混合物來清除，通常採用三種方式：

浸入冷溶液(室溫)、浸入沸騰溶液或冷溶液與沸騰溶液輪流浸入。若焊熔劑為水溶性，則浸入溫水即可。

- 本試驗法提供兩種常用於清除樹脂基焊熔劑之溶液，因其清潔效果好，且不影響其他組件。
- 使用清潔溶液時，必須注意安全措施，因為有些溶液可能易燃、有毒或具侵蝕性。
- 對含絕緣套之組件或含毛細裂縫之外殼，因可長時間吸收溶液，故其浸入溶液之時間應較長。
- 對於組件型態之試件，可以適當間隔固定於印刷板上或連接於線帶上進行試驗。
- 混合液溫度與密度關係如表 2 所示。
- 混合液沸點與組成重量百分比之關係如表 3 所示。

表 1：測試條件			
溶液	溶液溫度	浸入時間	處 理
三氯三氟乙烷 與二丙烷混合 物	23±5 °C	5 ± 0.5min	如果需要，可擦 拭
	48.6 ~50.5 °C (沸點)	5 ± 0.5min	如果需要，可擦 拭
水	55±5 °C	5 ± 0.5min	如果需要，可擦 拭

表 2：混合液溫度與密度關係	
溫度 °C	密度(g/cm ³)
15	1.17~1.26
20	1.16~1.25
25	1.15~1.24
30	1.14~1.23

表 3：混合液沸點與組成重量百分比之關係		
三氯三氟乙烷	二丙烷	101.3kPa 下之沸 點

75%	25%	48.6°C
70%	30%	49.2°C
65%	35%	50.5°C

IEC 68-2-46 試驗方法 Kd 之指引：觸點及連接物的硫化氫

試驗

前言

觸點(contacts)及連接物(connections)的性能在其使用壽命中是否令人滿意，需靠許多參數而定，其中一部份由設計(型態、材料、受力等)決定，其他則和工作環境有關。關於環境的影響，特別需要注意的是大氣中的微量污染物。

在許多環境中存在的微量硫化氫很容易使銀與它的一些合金產生變色(tarnishing)，此種變色產物的顏色是昏暗的且含有大量 b 型硫化銀。

可分離式電氣連接物若使用上述金屬為接觸材料，則可能產生接觸電阻與接觸雜訊增加的後果。

- 大氣中的硫化氫

硫化氫係植物(vegetation)、土壤、死水(stagnant water)及動物排泄物中的硫酸鹽(sulphate)經細菌分解後演變而來。在大氣中，它很容易被氧化成二氧化硫且經雨水帶至地面。在某些好氧性(aerobic)土壤中，特定的細菌將二氧化硫轉換成硫酸鹽。當腐敗的有機物產生厭氧性條件時，硫還原菌(sulphate reducing bacteria)轉換硫酸鹽成硫化氫完成整個循環，此為大氣中硫的主要來源，亦為空氣中普遍的污染物。

當二氧化硫未經雨水沖洗時會在大氣中累積，在市區燃燒石化燃料亦使二氧化硫進入大氣中，其含量可能是硫化氫的 10 倍到 1000 倍，此為造成腐蝕的主要原因。以相同濃度比較，硫化氫的腐蝕性較二氧化硫強，特別是對銀及銅而言(參考 IEC 68-2-42 試驗方法 Kc: 觸點及連接物的二氧化硫試驗)。

雖然硫循環主要來自硫化氫的自然轉變過程，但工業生產亦提供一部份來源。煉油廠、化工廠及瓦斯工廠均是可能的來源。一般文獻記載，大氣中之濃度為 1 ppb ~ 30 ppb(parts in 10⁹ by volume)。但在很多地區，其峰值超過此值，且接近污染源處其濃度更高。表 1 為硫化氫濃度量測值的統計分布。表 2 則列出某些地區硫化氫濃度量測值。這種濃度位準已足夠使銀自然產生變色。

除非高濃度與高濕度，二氧化硫對銀的效應不大，且實際上很少發現其造成產品變色。兩種最常見的有機硫污染物：甲硫醇(methyl mercaptan)及二硫化碳(carbon disulphide)完全不會使銀變色。而一些有機硫的衍生物如硫磺氣雖會使銀變色，但在環境中僅存在少數地區。

試驗目的及範圍

- 觸點及連接物的類型

因為本試驗特別適用於特定類型的觸點及連接物(熔接、焊接者除外)，所以有必要對這些類型的觸點及連接物作一簡短的描述。

觸點及連接物可以分為永久性的(permanent)及暫時性的(temporary)二類，均係利用外力使金屬表面結合。

對永久性連接物，外力通常大到引起金屬永久變形，且可能發生局部熔接現象。此類連接物在其壽命不進行通路/斷路切換。永久性連接物的例子有捲縮式(crimp)及纏繞式(wrap)接點。

至於暫時性連接物，使金屬接觸的外力相對較小，且設計成可在其壽命進行非常多次的通路/斷路切換。暫時性連接物的例子有接頭、開關及繼電器。暫時性連接物中與他物進行接觸的金屬區域在某些情況下被視為觸點。

觸點及暫時性連接物中的接觸區域係根據使用狀況由各種金屬製成。除貴金屬(precious metals)外，大部份金屬均會在大氣中腐蝕。接觸材料腐蝕會導致接觸電阻增加。因為大量使用貴金屬成本太高，所以通常會使用貴金屬合金或在接觸材料的基材上加上貴金屬或其合金的塗層。

永久性接點在正常狀況下不使用貴金屬，所以外表面必會遭到硫化氫的腐蝕。但正常設計之捲縮式及纏繞式接點，由於冷焊(cold weld)及高壓的緣故，在接觸表面並不會發生腐蝕。然而，製造不良或因溫度循環而變弱的接點，腐蝕性氣體會穿透到接觸區域而導致接觸電阻增加。

試驗目的

本試驗法用來評估銀及其合金產生變色的影響。雖然對含銀合金觸點之元件僅完成有限試驗，但對銀而言，大部份已經由實驗室及實地試驗所確認。

當相同的變色試驗應用於不同接觸材料的試件時，試驗條件可依不同加速需求提高，但需豐富的經驗及實驗以便評估試驗結果。銀及鈮的接觸合金可用來說明試驗是否適合及何處須注意。

當試驗含有銀合金及銀與其他金屬一同使用的觸點及連接物時，本試驗法對銀與貴金屬合用所得結果較含大量基材的銀合金所得結果符合實際。下面有幾個情況可當作例子：

1. 金質觸點大都不受本試驗法影響。
2. 在銀上包覆金材的觸點或緊靠銀材旁邊的金質觸點，會因硫化銀潛變 (creeping) 而受影響。此二者之效應與實況相符。
3. 由於形成硫化銅，所以銅及高百分比含銅的合金(如磷青銅或黃銅)在本試驗法中會嚴重變色。然而，因為氧化物之形成會抑制硫化物成長，所以此形態之變色在實際上並不顯著。因此，如果變色行為須模擬自然發生情形時，本試驗法並不適用。

試驗參數

本試驗法主要對象是由銀及銀的合金製成之觸點及連接物，其失效與否係依據接觸電阻來研判。因此，試驗條件必須使試件產生一變色層，且其對接觸電阻的影響須與自然生成之變色層相似。同時，試驗條件亦須加速變色層的成長。但很不幸地，這兩個需求是互相衝突的，因為快速生成的變色層與自然生成者相較，質地較軟且黏著性較低。因此，在利用提高濃度、濕度以加速試驗及模擬實際接觸電阻行為之間必須作一妥協。

目前試驗係在與實際接觸電阻行為不違背之前提下使用最高硫化氫濃度與相對濕度。

試驗之主要參數如下：

- a. 硫化氫濃度
- b. 相對濕度
- c. 溫度
- d. 氣流速率
- e. 試驗時間
- f. 照明
- g. 硫化氫濃度

對銀的經驗顯示，超過 15 ppm 後硫化氫附著物變得較軟而與實際不符。事實上，變色的速率對硫化氫濃度並不十分敏感。所以使用較高的濃度並沒有什麼好處。

而濃度太低會由於裝備產生吸附作用(adsorption)以及試件周圍局部空氣速率的影響而產生執行困難。對某些類型試件而言亦會使得加速作用太低。

- 相對濕度

變色反應對微小的濕度改變是相當敏感的。經驗顯示，相對濕度低於 70% 時較少發生腐蝕，而相對濕度大於 85% 時，變色速率快速增加，但變色產生之附著物與實際狀況所發生者相比一點也不具代表性。一般認為在相對濕度 85% 時會發生毛細管凝結(capillary condensation)現象，可觀察到如倒立鐵釘狀之硫化銀生成。由於這個緣故，相對濕度在整個試驗過程中必須依規定小心控制。任何精度足夠且可依規定之容差提供相對濕度量測的方式，均可用來做試驗之量測方法，乾濕球方法已被證實可行。

- 溫度

溫度超過 30°C 時腐蝕機制有改變的趨勢，但較低的溫度又會造成試驗時間太長。所以 25±2°C 是最適當的折衷方案。試驗中溫度須精密控制以使相對濕度保持在規定容差內。

- 氣流速率

試驗箱內須以連續氣流使硫化氫濃度維持一定，且氣體在經試驗箱內吸附表面吸收後不可有空洞現象。利用移動試件或是攪動試驗箱內空氣，使通過試件的氣流相對速率控制在規定範圍內是有必要的。這是要避免空氣中的穩定氣阱(pocket)造成試驗箱內局部空洞現象。試驗過程中必須小心的處理以確保在箱內試件周圍產生氣流，且確定試驗箱不會過度擁塞。這些措施都是為了要確保試驗過程中試件承受均勻的試驗條件。

- 試驗時間

試件變色及觸點退化情形與試驗時間並不是成比例增加，但試件暴露在試驗氣體中因而變色及觸點退化情形仍隨暴露時間增加而增大。因此，不同嚴厲度的試驗可利用延長暴露時間來達成，詳如第 5 節說明及圖 1 所示。

- 照明

照明良好時，銀的變色速率較快。所以試驗中對照明須做規定。此照明位準可經由使用丙烯酸樹脂(acrylic resin)製造之試驗箱達成(可避免陽光直射但有一般自然光或人工照明)。

試驗條件需要精密控制以確保試驗結果的重複性。其中特別重要的是相對濕度及溫度。試驗過程中須連續或經常性的監測，以確保試驗參數維持不變。

試驗嚴厲度

原則上要在試驗條件中附加一個唯一的加速因子是不可能的。因為加速的產生會依試件結構、材料及其使用條件不同而異。在此所給之指引是依據到目前為止所

得經驗而訂，隨著試驗發展而累積經驗將使本指引更趨完整。當評估試驗結果或在特別情況下選擇試驗時間時，須做下面的考量。

假如接觸表面未保護或封裝且暴露在循環氣體中，則增加空氣中的硫化氫濃度對變色速率的影響相對較小。將濃度由 0.01ppm(自然發生)提高至 15ppm(試驗濃度)可使變色速率最多提高 10 倍。圖 1 為同型試件在上述條件的實驗室試驗與實地試驗比較結果。很明顯的，這些試件以目前試驗法所得的加速情形與一些嚴厲的實地環境相比顯得較低。特別要注意的是圖 1 為對材料所得試驗結果。實際觸點的加速因子還要看是那一種型態的觸點而定。

大部份試件內部的觸點，正常狀況下均會因元件或組件結構而受到部份保護。所以當自然發生的硫化氫濃度極低時，因為鄰近接觸表面的硫化氫濃度比試件周圍氣體中的硫化氫濃度還低，使得變色速率受到限制。

由於試驗氣體濃度較高的緣故，接觸面做部份保護或封裝的效果並不大。

如前述，對含未保護觸點的試件，本試驗法加速效果相對較低，因為此類試件在僅含少許硫化氫的實際大氣中就會快速變色。然而對有部份保護觸點的試件加速效果就大了，因為此種試件在實地環境中變色速率較低。

試驗結果評估

本試驗法的主要性能判定準則是接觸電阻改變，其次是目視外觀。大部分金屬及合金在本試驗法中都會變色及腐蝕，其性能依接觸電阻的改變來判定。

當試驗捲縮式或纏繞式永久連接物時，量測接點電阻的改變，如果接觸電阻明顯變大，表示此接點沒有氣密，為一不良接點。

當試驗暫時性連接物時，觸點可暴露在接通或未接通條件。接通的觸點須在暴露期間結束且未經攪亂前量測，未接通的觸點則必須接通一次後量測。

本試驗的主要對象為承載小電流低電壓的觸點，因此須使用低電壓、電流(最大 20mV/50mA)的量測方法以免破壞已經產生的腐蝕膜。

注意事項

本試驗法提供一加速方法以評估觸點及連接物在含硫化氫氣體中的效應。當做為比較試驗時特別有用。試驗值與使用壽命的關係受許多因子影響且僅能依據試驗與實地行為比較所得經驗做大略估計。

因此，本試驗法對執行過的觸點及連接物並無法確定其在自然大氣條件下的預期使用壽命。本試驗法不適合作為一般性的腐蝕試驗，即無法預測元件在大氣中的腐蝕行為，及除硫化氫以外的腐蝕成因。

另一方面，本試驗法在檢查生產批量與相似元件之行為比較時是相當有用的。

表 1：硫化氫濃度量測值之統計分布例

(匹茲堡之奧克蘭地區)

範圍(ppb)	樣本數
< 5	2974
5 ~ 9	122
10 ~ 19	33
20 ~ 29	6
> 30	3

IEC 68-2-47 元件、裝備與其他產品動態試驗 (包括衝擊、顛簸、振動及穩態加速度)之固定方法及指引

本試驗法之主要目的在說明元件、裝備與其他產品執行動態試驗如衝擊、顛簸、振動及穩態加速度等之標準固定方法。

範圍

本試驗法適用於對未包裝元件、裝備等施行衝擊、顛簸、正弦振動、隨機振動及穩態加速度試驗時之固定。

本試驗法適用於整體包裝試驗時之固定。

限制

本試驗法不適用於包裝物內部物件試驗時之固定。

固定方法步驟

1. 首先，將試件依其為元件或裝備作分類。
2. 試件為元件時，若在相關規範中無詳細規格，方採用本試驗指引所提供之固定方法。
3. 試件為裝備時，除非在相關規範另有規定外，應依其正常使用之固定方法固定。

4. 含包裝之試件，無法作上述分類時，仍可引用本指引規定。
5. 若需考量重力之影響，試件之固定應使試驗時與正常使用時之重力方向一致，如不需考慮重力時，試件可以任意姿態固定。
6. 若下列事項可能對試驗結果造成影響時，應在相關規範中規定：
7. 試驗時之試件溫度限制；例如應注意振動台附近溫升對試件之影響。
8. 試件姿態與磁場相對方向干擾之程度；例如電磁式振動機(electrodynamic vibration generator)磁場對試件之影響。

元件固定方法

若相關規範中未規定固定方法，可參照圖 1 所示，以明確簡易之固定方法來設計。

若上述固定方法較不適用，且需預先判斷其是否需施加動態負載於接腳及(或)試件本體、驗證內部強度等條件時，可參照圖 2~4 所示固定方法。正常下之拘束及重量狀態固定。

試件應固定於堅硬之夾具上或直接牢固地固定於振動機平台上。

裝備與其他產品之固定方法

試件應直接或以堅硬之夾具固定於振動機平台，或依相關規範之規定固定。

若裝備需使用附屬構造物時，在相關規範中應規定固定方式，並不得使用其他附加之支持物或吊掛。

若試件係連接於電纜、管路等物時，試件除於正常之拘束及重量狀態下固定外，電纜、管路等亦應牢固地固定於夾具上。

裝有振動隔離器之試件執行試驗有困難時，可由相關規範規定不使用振動隔離器而以不同的嚴厲度取代。若需驗證未裝振動隔離器時試件之耐用最小許可強度時，可於相關規範中要求試件執行其他試驗。

測試條件

測試條件可參照 IEC 68-2-27(Ea)衝擊、IEC 68-2-29(Eb)顛簸、IEC 68-2-6、68-2-64 振動及 IEC 68-2-7(Ga)穩態加速度試驗相關規範之規定。

試驗設置

試驗設置可參照 IEC 68-2-27(Ea)衝擊、IEC 68-2-29(Eb)顛簸、IEC 68-2-6、68-2-35、68-2-36、68-2-37(Fc, Fd)振動及 IEC 68-2-7(Ga)穩態加速度試驗相關規範之規定。

規範中應規定之基本事項包括：

- 重力的影響。
- 最高溫度或最低溫度。
- 最大干擾磁場。
- 元件固定方式。
- 裝備固定方式。

附錄：固定方法指引

- 元件

固定方法應依製造廠商之規定。若無詳細規定，可參照圖 1~4 之固定方法。

具有圓板狀、球體狀、中空球體狀之特殊幾何形狀之元件及其所需之特殊固定裝置，應在相關規範中詳細規定固定方法。

若試件設計可以多種方法固定，應就所有的固定方法作試驗。對各種固定方法之試驗，應分別使用新的元件。

元件、本體及(或)其接腳，可以夾緊、錫焊、嵌入或接著等方式作適當之固定。

以元件動態特性為目的之試驗，安裝元件之印刷電路板其剛度通常不足，故僅以元件所在之部份印刷電路板進行試驗，較能符合試驗需求。

執行內部強度試驗時，因無法於操作條件下固定，一般均以試件本體及接腳同時固定後，再執行試驗。

動態試驗後執行接腳強度試驗時，應避免接腳彎曲，且不得變更接腳與元件本體之位置。若無法避免時，宜在相關規範中規定以各別之元件分別取代動態及強度試驗。

- 裝備與其他產品

試件應以其實際使用時之方式固定，例如，試件以面板支持時，試驗時亦應以此固定。

試件與結構物同時固定時，試驗之夾持點係固定結構物之夾持點，而不是試件之夾持點。若無法取得結構物時，應設計適當之夾具取代。

振動隔離器可能因溫度依存性等環境條件而變化其動態特性，此時可拆除振動隔離器僅試件執行試驗，但必須修正試驗條件，新的試驗條件，除穩態加速度試驗外，應考慮振動隔離器在各軸上最大傳輸比。傳達特性為未知時，應選擇其他的嚴厲度，但宜由買賣雙方協議後決定。在某些狀況下，如穩態加速度試驗使用振動隔離器作試驗時，因有損害安全性之潛在危險，需使用支柱及繩索。

- 夾具(test fixture)

以達成試驗之要求、不影響試驗重複性及容易調整方向來設計夾具。夾具之設計應依試件之物理形狀、重量、試驗要求之嚴厲度及試驗裝置之能力來決定，且其中最後兩種參數應依執行試驗項目作決定。

- 衝擊及顛簸

試驗裝備所容許試件之總質量及最大嚴厲度，通常應由製造廠商決定，如果試驗裝備之能力較試件之質量大時，設計之夾具可較重且簡單。

- 振動

限制試件及夾具總質量之參數係振動機之推力，通常此係由製造廠商決定。夾具與試件固定於振動機上時，其頻率響應將受到極大之影響，試驗所需大推力與寬廣振動頻率範圍，振動機性能無法兩者兼顧，此時，振動試驗與衝擊或顛簸試驗不同，使用最大振動機不一定最合適。夾具設計時應考慮之參數，可參考第(5)節材料選擇及第(6)節夾具構造。

- 穩態加速度

因為加速度係逐漸地增加，且可忽視夾具與試件間動態動作，此試驗之夾具設計最為簡單，夾具僅需具備適當之勁度及便於調整試件方向即可。試驗裝備應有之最大力量，應由製造廠商來決定。元件以非常高的加速度(特別是 $10,000 \text{ m/s}^2$ (1020g)以上)試驗時需注意可能發生之困難性。

- 材料選擇

勁度隨材料種類(如金屬或塑膠)、尺寸及支持方法等有寬廣之變化範圍。某些材料，於一定質量比值下有較優異之勁度，若使用此材料，以相同質量可得到較大勁度之夾具為較佳之設計選擇。

夾具設計採用阻尼之目的係減低振動試驗頻率範圍內之共振振幅及振動傳遞；因此，妥當應用阻尼複合金屬等材料，將有效控制其響應特性。例如鋁之內部阻尼係鋼之 4 倍便是較佳選擇。

夾具於高衝擊試驗及高頻振動試驗時，需注意選擇材料具備之傳遞音速。基本上，沿著某一夾持點與振動機間傳達路徑之距離，應低於材料中波長之四分之一以下。為了計算波長 λ ，應考慮最低音速有關之橫向振動模態。

例：在 2000Hz 以下使用之鋁質試驗夾具。

鋁中之音速為

$V_1=6300 \text{ m/s}$ 縱波，

$V_2=3200 \text{ m/s}$ 橫波，

故必須考慮之波長係 $\lambda = V_2/f = 3200/2000 = 1.6$ 公尺

所以，傳達路徑之最大長度為 $L = \lambda/4 = 0.4$ 公尺。

夾具不一定要全部以相同材料製作。為增加阻尼等各種理由（例如電氣或熱絕緣），有時需要使用金屬與塑膠或金屬與陶瓷等組合製成後固定。

- 夾具構造

夾具構造包括螺栓結合、鉚釘結合、熔接、鑄造、接著劑等。其選擇受要求事項、使用材料等影響。夾具儘量以簡單化設計為宜，例如可整塊製作。螺栓結合之構造，一般均無法達到其他構造能得到的勁度，此對大型構造物及處理高頻振動時甚為重要，需特別注意。

振動機固定面上之固定孔在配合夾具之尺寸條件下愈多愈好，若設計夾具能多次使用於不同種類之試件，則更為方便。若使用貫穿孔致材料強度變弱時，建議使用鋼螺栓襯套及使用高抗張力螺栓。

將試件固定於夾具時，應注意雙方不得發生變形，若發生變形時即表示可能是夾具之剛性不足，將會妨礙試件夾持點施加規定之試驗嚴厲度。所有螺栓必須儘量以其最大容許扭力鎖緊，若阻尼特性重要時，必須注意螺栓鎖緊及鉚釘鉚接構造之內部阻尼均較熔接構造物之內部阻尼為大。

- 平衡調整(balancing)

- a. 振動試驗

在振動試驗時，試件與夾具固定後之重心應盡量低，一般應位於通過振動機可動元件重心線上，且垂直於振動台面。

若重心無法保持於重心線上，並可能因為彎曲模態而引起夾具及試件之搖動，此種現象會限制有效振動範圍，且不能滿足試件夾持點所要求之試驗條件。因此可使用配重方法調整；或以滿足試驗規格要求之更大型振動機作為容許之取代解決方法。

b. 穩態加速度試驗

通常使用離心機執行穩態加速度試驗。為了防止離心機軸承之損壞，必須配合試驗裝備對夾具與試件之靜態及動態執行平衡調整。製造廠商一般會將離心機所容許的不平衡量表示出來。

- 加速儀(accelerometer)固定

加速儀固定可採用各種方法，一般採用加速儀製造廠商推荐之方法，例如使用螺絲固定或特殊接著方法，並以避免影響量測頻率範圍之固定方法為最佳選擇。在振動試驗時，可能同時固定數個加速儀，以明瞭夾具之動態特性。

- 夾具之性能檢驗

執行振動試驗之前，對固定於夾具上之模擬或真實試件，需檢驗其在規定點是否符合試驗之要求。在真實試件之試驗，為了防止試件被破壞，宜以較要求之振幅為小之振幅作檢驗。本規範所包含之其他動態試驗之場合，亦可使用此法先行檢驗。

- 大型及(或)複雜的試件

大型或複雜的試件係指試件與夾具之組合已造成操作、固定不便；且其重量、尺寸、附屬品之複雜性或規定振動頻率範圍等較現在技術水準為高者均屬之。

由於無法準確控制夾具與試件之共振狀態，且普通試驗方法亦無法滿足試驗之要求時；可考慮經由多軸試驗法之可行性。最後應採取何種試驗方法，必須由買賣雙方協議決定之。

IEC 68-2-48：IEC 68 儲存效應模擬試驗之應用指引

儲存之定義

本指引之"儲存"乃指元件、裝備或其他產品，在不操作狀況下，保持相當之時間（可從數週到數年），如：

一般工業用倉庫或零售商店等環境條件。

備用、急用或工廠使用之裝備，如火災警報器、輔助馬達、備用發電機等，此種情形由於周遭機器之操作，將使裝備受到特別惡劣之環境應力。

須長時間方裝置完成之場所，其初期環境較操作環境嚴厲，如大型的電話交換機辦公室、大型電腦機房、發電廠等。

儲存試驗之定義與目的

儲存試驗之目的乃模擬產品於正常儲存狀態下，遭受一種或多種環境應力之效應，且當疲勞累積可能發生時，其效應如下：

儲存使得產品原設計之功能無法進行，如元件引線之銲接性或印刷電路板變壞，電性參數漂移，電路產生開路或短路等。

儲存後產品之操作發生明顯的功能與可靠度的退化。

經過長期非操作狀態，急用裝備其產品功能無法可靠與正確的達成。

儲存條件下之退化機構(degradation mechanisms)與失效型態(failure types)

下列為因儲存關係而發生之典型退化機構與失效型態：

元件引線與印刷電路板之銲接性，會由於基板與電鍍材料之間發生氧化與擴散作用而降低。這些過程可因熱度而加速變化，使得表面結成新物質因而降低可銲性。同時由於大氣中所含之汙染物質亦可加速在濕氣中腐蝕之現象。

由於濕度變化所產生之失效機構如下：

在長期之低濕度狀況下，即使是相當低溫，也將使得塑膠材料變得相當乾燥，這些材料之電性與機械性能在長期損耗下將退化，或在儲存後於操作中發生失效。

儲存中的高濕度環境較開機使用時之影響嚴重的多，即使相對濕度低於 80%，但在長期儲存下，產品之功能特性與可靠度仍將受到不利之影響。

密封不完全之容器在高溫與高濕度環境下，其內部濕度將逐漸增加，長期儲存後，若溫度突然降低，將使產品內部產生凝結現象。

產品在高溫與高濕度環境下，將有霉菌成長現象產生，尤其是當有機物質存在時。在高溫與高濕度環境下亦將加速化學反應，如鹽霧與工業氣體等。

其餘失效機構舉例如下：

長期處在高溫環境狀況下，將使得電解電容器與電池乾涸；熱塑性塑膠材料軟化；化合物保護層與封蠟也將軟化與變形。一般而言，在此條件下材質將加速老化。

長期暴露在低溫環境狀況下，將使橡膠、塑膠與金屬零件脆化、破裂或斷掉。某些密封功能將因收縮破裂而退化。

因高溫氧化或濕度腐蝕造成機件卡住。

產品之功能參數漂移至規格外，產生開路或短路。

適用試驗之選擇

很顯然的是要以一種環境做儲存試驗，是無法模擬出在各種不同環境應力下所產生之失效模式。

IEC 68 規範中基本環境試驗程序可方便的選用，以模擬不同的儲存環境，通常儲存試驗以 IEC 68-2-1 試驗方法 A: 冷、IEC 68-2-2 試驗方法 B: 乾熱及 IEC 68-2-3 試驗方法 Ca: 穩態濕熱為基準。試驗時間較長，可達數月之久(試驗方法 Ca 以兩個月為上限)，在某些情況(如鹽霧、工業區周遭環境)下有些試驗將更重要，因此這些條件應在準備細部儲存規格中加以考慮。

必須瞭解的是標準試驗並非模擬實際條件，所以在某些狀況下必須執行特別的試驗，然而在技術與經濟條件的考慮下應儘可能使用標準試驗。

選擇適用試驗時，相關規範之作者應考慮：

- 試驗目的：詳如第 2. 節所述。
- 預期之失效模式與退化機構：可由經驗得知，或分析產品特性與儲存環境，詳如第 3. 節所述。
- 主要環境應力及其是否分開作用、一起作用或循序作用。

- 退化機構不可因加速試驗而改變失效模式，或產生新的失效。
- IEC 68 試驗方法應參考並列入指引文件中，因儲存試驗目的之需求，可參考不同基準選擇試驗強度(嚴厲度)。
- 加速試驗雖可縮短試驗時間，但應力增加過當，將使得機構退化並發生重大變化，使試驗結果無實用價值。
- 不論空氣中是否含有污染物之濕氣腐蝕現象：增加相對濕度將產生與自然條件下型態不同之腐蝕產物。
- 絕緣材料吸收水份之結果，尤其是指結構改變而不可逆之效應：若濕度條件較"IEC 68-2-3 試驗方法 Ca：穩態濕熱試驗"不嚴厲時，以較低之溫度及(或)相對濕度來進行試驗較為適當，特別是在分析保護不良產品之效應時。
- 某些材料之緩慢變形現象，對電子元件之參數漂移有嚴重影響時：一般自然條件下的變化與溫度急速變化之效應不同。
- 在某些狀況，儲存試驗可持續一段時間，因此試驗的用處不在縮短時間得到結果，而是能重複並控制現象發生。一般而言，對限定應力作用一長時間的試驗，比高加速試驗更能容忍試驗條件的變化，因此試驗裝備的調整與控制較為簡化。
- 可在不明顯改變機構退化狀況下增加應力，使試驗加速完成，如：
- 溫度增加可加速電解電容器、電池等之乾燥，且通常老化過程就是將材料置於乾熱環境下。
- 在橡膠、塑膠甚至金屬材料遇到低溫時會發生脆化、破裂或斷掉，因此置於較實際儲存溫度為低的環境可加速試驗之進行。

試驗程序細節

儲存試驗與其他試驗目的(如特性決定、鑑定等)比較起來，不須特別注意，但仍需留意執行試驗時使用的裝備與相關儀具之控制。

在極長之儲存試驗進行中及試驗後，如需量測功能參數時，需特別注意試驗後之復原十分重要，例如：脫水後的材料將開始吸收濕氣，或已吸收水份之材料逐漸乾燥。

這種情況下，復原條件必須定義清楚並嚴密控制，可參考 [IEC 68-2-3](#) 試驗方法部份。

IEC 68-2-49 試驗方法 Kc 之指引：觸點及連接物的二氧化硫

試驗

前言

觸點(contacts)及連接物(connections)的性能在其使用壽命中是否令人滿意，需靠許多參數而定，其中一部分由設計(型態、材料、受力等)決定，其他則和工作環境有關。關於環境的影響，特別需要注意的是大氣中的微量污染物。

- 大氣中的二氧化硫

金屬在空氣中腐蝕主要是因為濕氣及污染物所引起。燃燒石化燃料為主要污染源之一。這些燃燒的產物中最主要的腐蝕成分為二氧化硫；另外尚有三氧化硫、氧化氮及氯化物，但濃度較低。

表 1 及表 2 顯示，在都市及工業區之大氣中的二氧化硫濃度一般在 $1 \sim 100$ ppb(10^{-9})範圍內，但局部地區之峰值可能達到 $1\text{ppm}(10^{-6})$ 或更高。

在潮濕的空氣中，除了貴金屬及銀外均會被二氧化硫腐蝕，且對暫時性觸點的性能會有明顯地影響。在極端情況下，腐蝕之產物會累積並妨礙金屬對金屬的接觸，而導致觸點發生斷路(open-circuit)。

試驗目的及範圍

- 觸點及連接物的類型

因為本試驗法適用於特定類型的觸點及連接物(熔接、焊接者除外)，所以有必要對這些類型的觸點及連接物作一簡短的描述。

觸點及連接物可以分為永久性的(permanent)及暫時性的(temporary)二類，均係利用外力使金屬表面結合。

1. 對永久性連接務，外力通常大到引起金屬永久變形，且可能發生局部熔接現象。此類連接物在其壽命中不進行通路/斷路切換。永久性連接物的例子有捲縮式(crimp)及纏繞式(wrap)接點。
2. 至於暫時性連接物，使金屬接觸的外力相對較小，且設計成可在其壽命中進行非常多次的通路/斷路切換。暫時性連接物的例子有接頭、開關及繼電器。暫時性連接物中與他物進行接觸的金屬區域在某些情況下被視為觸點。

觸點及暫時性連接物中的接觸區域係根據使用狀況由各種金屬製成。除貴金屬 (precious metal) 外，大部份金屬均會在大氣中腐蝕。接觸材料腐蝕會導致接觸電阻增加。因為大量使用貴金屬成本太高，所以通常會使用貴金屬合金或在接觸材料的基材上加上貴金屬或其合金的塗層。

永久性接點在正常狀況下不使用貴金屬，所以外表面必會遭到二氧化硫的腐蝕。但正常設計之捲縮式及纏繞式接點，由於冷焊(cold weld)及高壓的緣故，在接觸表面並不會發生腐蝕。然而，製造不良或因溫度循環而變弱的接點，腐蝕性氣體會穿透到接觸區域而導致接觸電阻增加。

試驗目的

- 本試驗法之目的為研究：

貴金屬製成或具貴金屬塗層之觸點及連接物，暴露在受二氧化硫污染的氣體中時，對接觸電阻的影響。

捲縮式及纏繞式接點的有效性(effectiveness)。

本試驗法可作為元件或裝備的接收試驗，或用來比較不同材料、製程或設計。作為接收試驗時，在執行二氧化硫試驗前通常會先執行適當的老化試驗(例如機械耐久試驗或溫度循環)。性能優劣的主要判定準則為接觸電阻是否因暴露在二氧化硫氣體中而增加。

試驗參數

試驗之主要參數如下：

- 二氧化硫濃度
- 相對濕度
- 溫度
- 氣流速率
- 試驗時間
- 二氧化硫濃度

根據經驗，濃度建議採用 25ppm。此濃度已足夠使試驗產生合理的加速且尚不至於使腐蝕機制發生改變。

確定試驗櫃中二氧化硫濃度維持穩定是相當重要的，因此試驗過程中須週期性檢查。任何測定二氧化硫濃度的方法均可用來量測濃度是否在規定之範圍內。

1. 相對濕度

相對濕度小於 70%時很少發生腐蝕，而超過 80%時腐蝕產物的結構又可能發生相當程度的改變。當相對濕度為 75%時，被腐蝕產品的本質與在實地自然發生的情形最接近。

確定試驗櫃中相對濕度維持穩定是相當重要的，因此試驗過程中須週期性檢查。任何精度足夠且可依規定之容差提供相對濕度量測的方式均可用來做試驗之量測方法，乾濕球方法已被證實可行。

2. 溫度

溫度超過 30°C 時腐蝕機制有改變的趨勢，但較低的溫度又會造成試驗時間太長。所以 25±2°C 是最適當的折衷方案。試驗中溫度須精密控制以使相對濕度保持在規定容差內。

3. 氣流速率

試驗箱內須以連續氣流使二氧化硫濃度維持一定，且氣體在經試驗箱內吸附表面吸收後不可有空洞現象。利用移動試件或是攪動試驗箱內空氣，使通過試件的氣流相對速率控制在規定範圍內是有必要的。這是要避免空氣中的穩定氣阱 (pocket) 造成試驗箱內局部空洞現象。試驗過程中必須小心的處理以確保在箱內試件周圍產生氣流，且確定試驗箱不會過度擁塞。這些措施都是為了要確保試驗過程中試件承受均勻的試驗條件。

試驗時間

試件腐蝕及觸點退化情形與試驗時間並不是成比例增加，但試件暴露在試驗氣體中因而腐蝕及觸點退化情形仍隨暴露時間增加而增大。因此，不同嚴厲度的試驗可利用延長暴露時間來達成。

試驗嚴厲度

原則上要在試驗條件中附加一個唯一的加速因子是不可能的。因為加速的產生會依試件結構、材料及其使用條件不同而異。在此所給之指引是依據到目前為止所得經驗而訂，隨著試驗發展而累積經驗將使本指引更趨完整。當評估試驗結果或在特別情況下選擇試驗時間時，須做下面的考量。

假如接觸表面未保護或封裝且暴露在循環氣體中，則腐蝕速率直接與腐蝕劑之濃度有關。

大部份試件內部的觸點，正常狀況下均會因元件或組件結構而受到部份保護。此類試件由於鄰近接觸表面的二氧化硫濃度比試件周圍氣體中的二氧化硫濃度還低，使得腐蝕速率受到限制。

因此，試驗對未保護的觸點及連接物產生之加速效果與經保護或封裝者比較相對較低。

IEC 68-2-42 建議之試驗嚴厲度分別為 4 天、10 天及 21 天。其中 21 天試驗通常用來作為貴金屬製成或有貴金屬塗層之觸點的接收試驗。較短的 4 天及 10 天試驗則用來驗證新設計或比較不同材料之優劣。

產生試驗氣體的方法

IEC 68-2-42 中規定一製造試驗氣體的方法。此法是依必要成分(二氧化硫、水蒸氣及空氣)直接混合，然後送入試驗櫃中。在此，特別要注意的是混合物的均勻性。由於製作過程是將小量二氧化硫與大量空氣混合，因此需要一次以上的混合動作才能獲得均勻的混合物。在 IEC 68-2-42 的附錄中有描述一適於製造試驗氣體之試驗裝置範例。

試驗結果評估

本試驗的主要性能判定準則是接觸電阻改變，其次是目視外觀。大部份金屬及合金在本試驗法中都會腐蝕，其性能依接觸電阻的改變來判定。

當試驗捲縮式或纏繞式永久連接物時，量測接點電阻的改變，如果接觸電阻明顯變大，表示此接點沒有氣密，為一不良接點。

當試驗暫時性連接物時，觸點可暴露在接通或未接通條件。接通的觸點須在暴露期間結束且未經攪亂前量測，未接通的觸點則必須接通一次後量測。

量測接觸電阻的方法須在相關規範中述明。本試驗的主要對象為承載小電流低電壓的觸點，因此須使用低電壓、電流(最大 20mV/50mA)的量測方法以免破壞已經產生的腐蝕膜。

注意事項

本試驗法提供一加速方法以評估觸點及連接物在含二氧化硫氣體中的效應。當做為比較試驗時特別有用。試驗值與使用壽命的關係受許多因子影響且僅能依據試驗與實地行為比較所得經驗做大略估計。

因此，本試驗法對執行過的觸點及連接物並無法確定其在自然大氣條件下的預期使用壽命。本試驗法不適合作為一般性的腐蝕試驗，即無法預測元件在大氣中的腐蝕行為，及除二氧化硫以外的腐蝕成因。

另一方面，本試驗法在檢查生產批量與相似元件之行為比較時是相當有用的。

表 1：某些地區二氧化硫濃度量測值		
位 置	二氧化硫濃度(10^{-9})	
	平均值	峰值
New York city office	16	40
New Jersey chemical plant	7	24
New Jersey oil refinery	161	1,295
Los Angeles office	0	0
Buffalo foundry	24	65
Alabama paper mill	14	40

表 2：各地區二氧化硫污染資料					
	單 位	地 區			
		1	2	3	4
總觀測數	日、站	4,814	3,564	3,401	4,283
總平均濃度	ppb	26	35	46	53
月平均濃度，最大值	ppb	82	134	118	134
日平均濃度，最大值	ppb	349	212	269	254
時平均濃度，最大值	ppb	544	1,438	675	909
單一觀測站 30 分鐘濃度平均值 達到 0.3×10^{-6}	正規化到一 年 的觀測數				
—最大值		59	59	140	169
—平均值		16	27	63	104
—最小值		6	7	7	56
單一觀測站每日濃度值達到 0.14×10^{-6}	正規化到一 年 的觀測數				

—最大值		4	14	8	19
—平均值		2	5	5	9
—最小值		0	1	1	5
冬天與夏天之濃度比		4.61	4.78	2.00	2.13

說明：1. 資料來源

由 ISS(Istituto Superiore di Sanita;Italian High Institute for Health)及 ENI(Ente Nazionale Idrocarburi;Italian National Organization for Petrol)於 1973 年 2 月至 1975 年 1 月在 Marghera 周圍地區所作調查。

2. 調查相關細節

數個自動量測站分布在 Marghera 周圍 300 平方公里地區，此地區為義大利污染較嚴重地區之一。

量測站係設置在空地上。

取離地 4 米高之空氣連續分析其二氧化硫含量。分析方法採用庫倫計法(coulometric method)，其分析結果是以二氧化硫濃度表示。由於量測站損壞或是維修的緣故，在同一天中並非所有量測站都同時操作。因此表中第一行總觀測數之單位為(日、站)，且表中有些數據是正規化到一年的結果。正規化的公式如下：

	有關之總觀測數	× 365
	總觀測數	

觀測站依地區分組，分組之定義如下：

—地區 1：都市(如 Venice)

—地區 2：混合，大部份為都市(如 Mestre)

—地區 3：混合，大部份為工業區(如 Marghera)

—地區 4：工業區(如 Portomarghera)

IEC 68-2-50 試驗方法 Z/AFc：對於生熱及不生熱試件之低溫、 正弦振動複合試驗

前言

本試驗法之目的在決定元件、裝備或其他產品於低溫振動複合環境下操作、儲存及運輸之適應能力。

範圍

本試驗法可同時適用於生熱(heat-dissipating)及不生熱(non heat-dissipating)試件。

振動環境可為下列之一或其組合：

1. 掃描耐久試驗：一循環。
2. 選定頻率耐久試驗：響應調查時在規定頻率範圍進行一次循環掃描，選定頻率後進行選定頻率之耐久試驗，其振幅則引用本試驗規定。
3. 預定頻率耐久試驗：依既定之頻率、振幅進行振動，唯執行時間應較本規範之試驗時間短。

限制

本試驗法不適用於評估試件在溫度改變過程中，可能產生之影響。

未執行過 IEC 68-2-1 試驗方法 A 及 IEC 68-2-6 試驗方法 Fc 之試件，必須先完成室溫下之振動試驗及無振動之低溫環境後，才能進行本試驗。

測試步驟

1. 依相關規範執行試驗前調節。
2. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
3. 相關規範須載明試驗之軸向定義，每一軸向均應完成完整之測試步驟。試件配備冷卻裝置者於試驗功測期間，應依規定使冷卻裝置動作。
4. 試件尚未執行過試驗方法 A 及 Fc 或無試驗記錄者，則先執行下列程序。
 - a. 室溫振動試驗

試件固定於振動平台，依相關規範之規定加電俟溫度穩定後執行選定之振動試驗(參考第 2.(2)節)，且依相關規範之規定進行功能測試。

- b. 無振動之低溫環境

- 不生熱試件

調整櫃溫至低溫規格直至試件溫度穩定後，依相關規範之規定進行功能測試。

- 生熱試件

試件加電，調整櫃溫使監測點溫度與監測溫度(參考第 7. 節之規定)之差異範圍在 2°C 內，俟溫度穩定後依相關規範之規定進行功能測試。

5. 執行低溫、振動複合試驗：

低溫溫度穩定後，依試驗規格執行振動試驗。振動中依相關規範之規定執行功測或加電。

振動結束，振動中加電之試件應關機，試件仍置於櫃內，櫃溫回復至標準大氣條件後，試件續行復原程序，或依相關規範之規定實施。

6. 依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 振動測試條件引用試驗方法 Fc 之規定：

1. 試驗位準請參考表 1～表 3。
2. 試驗時間：

a. 掃描耐久試驗

以掃描循環數表示，建議值為 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 循環，在不降低試驗應力之前題下可分段執行。

選定頻率耐久試驗

10 分 ± 0.5 分

30 分 ± 1 分

90 分 ± 1 分

10 時 ± 5 分

b. 預定頻率耐久試驗時間

考量試件在操作歷程，預期遭遇振動之總時間，而以 10^7 次往復為上限。

- 振動響應調查

以正弦掃描耐久試驗方式執行，唯掃描速率及振幅皆較低。特定情況可要求耐久試驗後之振動響應調查，以和試驗前之調查結果作比對，頻率比對結果如有變異，其後續措施參考相關規範。振動響應調查時關鍵頻率之確認請參考第 7.(3) 節。

- 試驗容差

1. 振幅

參考點控制信號 $\pm 15\%$ ；相關規範應說明採用單點或多點控制；多點控制者應說明上述容差限制對象是多點之平均值或特定單點值。

- a. 任一檢查點試驗方向容差

500Hz 以下(含) $\pm 25\%$

500Hz 以上 $\pm 50\%$

未能符合上述規定者，宜於相關文件上指明採用容差或替代方法。

- a. 任一檢查點非試驗方向之容差

檢查點之側向(垂直試驗軸向)振幅，頻率低於 500Hz 時不得大於試驗軸向 50%，高於 500Hz 時不得大於 100%。相關規範有特別需求者得限制為 25%。未能符合上述規定者應於相關規範指明採用「標示不符規定部份並登錄文件」或「側向運動不予監測」何項要求。

2. 頻率

- a. 參考點

0.25Hz 以下 $\pm 0.05\text{Hz}$

0.25Hz~5Hz $\pm 20\%$

5Hz~50Hz $\pm 1\text{Hz}$

50Hz 以上 $\pm 2\%$

b. 振動響應調查之頻率容差

0.5Hz 以下 $\pm 0.05\text{Hz}$

0.5Hz~5Hz $\pm 10\%$

5Hz~100Hz $\pm 0.5\text{Hz}$

100Hz 以上 $\pm 0.5\%$

3. 掃描容差

掃描速率每分鐘一倍頻 $\pm 10\%$

4. 畸變量(distortion)

在參考點監測加速度畸變量，範圍為 5000Hz 或驅動頻率之五倍，取大者。

畸變量不得超出 25%，但控制固有頻率加速度振幅之信號維持在規定值的情況下，允許暫時性之超出 25%。

未能符合上述規定者，畸變量應標示，且登錄文件。

5. 溫度測試條件引用試驗方法 A 之規定：

測試條件可由以下選擇適當之溫度條件及試驗時間或依相關規範之規定。

溫度：-65, -55, -40, -25, -10, -5, +5 (°C)。

駐留時間：2, 16, 72, 96 (小時)。

溫變率：每分鐘不超過 1°C (5 分鐘內之平均值)。

試驗容差： $\pm 3^\circ\text{C}$ 。

當試件溫度達穩定後，再開始執行振動試驗。

不生熱試件複合試驗輪廓如圖 1 所示。

生熱試件複合試驗輪廓如圖 2 所示。

- 不生熱試件之溫度櫃設置遵循試驗方法 Aa 或試驗方法 Ab 之規定。
- 生熱試件之溫度櫃設置有二種選擇：
 1. 使用強制對流方式模擬低溫自由氣流之溫度櫃，遵循試驗方法 Ad 之規定。
 2. 使用試件置於其中能免於如日照、通風等干擾影響之溫度櫃(室)，通常包括強制對流方式，遵循試驗方法 Ac 及試驗方法 Ad 之規定。
- 有關振動設置遵循試驗方法 Fc 之規定。由於試件生熱將引致振動平台表面溫度異於櫃溫，試件與平台間之固持應儘量使用低熱傳性之繫件。

其他

- 生熱試件溫度監測點之選定及監測溫度之決定

1. 無人為冷卻之試件

使用具模擬低溫自由氣流之溫度櫃

依第 6.(1)節規定試件置入櫃內，調整櫃溫約略等於試驗值，並使試件溫度達穩定。

選擇試件直接與空氣接觸部份，溫度最高處為溫度監測點，並儘可能詳述於相關規範。此點之溫度應予標記而為監測溫度。

2. 使用模擬室溫自由氣流之溫度櫃(或室)

3. 無可用之模擬低溫自由氣流之溫度櫃時依下述步驟進行

依第 6.(2)節規定試件置入櫃(室)內且加電。試件溫度達穩定後選擇試件直接與空氣接觸部份，溫度最高處為溫度監測點。

應用 IEC 68-2-1 附錄之圖表決定本試驗之監測溫度。

- 具人為冷卻之試件

1. 溫度櫃與冷卻系統隔離

依第 7.(1)a. 節之步驟決定溫度監測點及監測溫度，第 7.(1)b. 節之替代方法則不適用。

2. 溫度櫃未與冷卻系統隔離

除以試件迎風處為溫度監測點以量測監測溫度外，其他同第 7. (2)a. 節之規定。

- 關鍵頻率研判

試件功能不良或退化顯示與振動相關者。

有機械共振或響應效果者，例如震顫。

表 1：建議之頻率範圍(Hz)		
1	～	35
1	～	100
10	～	55
10	～	150
10	～	500
10	～	2000
10	～	5000
55	～	500
55	～	2000
55	～	5000
100	～	2000

表 2：建議之位移(頻率範圍 10Hz 以下)	
mm	in
10	0.4
35	1.4
75	3
100	4

表 3：建議之振幅及位移與加速度值之轉折點	
8Hz～9Hz (低轉折點)	57Hz～62Hz(高轉折點)

mm	(in)	m/s ²	g	mm	(in)	m/s ²	g
0.35	0.014	0.98	0.1	0.035	0.0014	4.9	0.5
0.75	0.03	1.96	0.2	0.075	0.003	9.8	1
1.5	0.06	4.9	0.5	0.15	0.006	19.6	2
3.5	0.14	9.8	1	0.35	0.014	49	5
7.5	0.3	19.6	2	0.75	0.03	98	10
10	0.4	29.4	3	1	0.04	147	15
15	0.6	49	5	1.5	0.06	196	20
				2	0.08	294	30
				3.5	0.14	490	50

IEC 68-2-51 試驗方法 Z/BFc：對於生熱及不生熱試件之乾熱、 正弦振動複合試驗

前言

本試驗法之目的在決定元件、裝備或其他產品於高溫振動複合環境下操作、儲存及運輸之適應能力。

範圍

本試驗法可同時適用於生熱(heat-dissipating)及不生熱(non heat-dissipating)試件。

振動環境可為下列之一或其組合：

1. 掃描耐久試驗：一循環。
2. 選定頻率耐久試驗：響應調查時在規定頻率範圍進行一次循環掃描，選定頻率後進行選定頻率之耐久試驗，其振幅則引用本試驗規定。
3. 預定頻率耐久試驗：依既定之頻率、振幅進行振動，唯執行時間應較本規範之試驗時間短。

限制

本試驗法不適用於評估試件在溫度改變過程中，可能產生之影響。

未執行過 IEC 68-2-2 試驗方法 B 及 IEC 68-2-6 試驗方法 Fc 之試件，必須先完成室溫下之振動試驗及無振動之高溫環境後，才能進行本試驗。

測試步驟

1. 依相關規範執行試驗前調節。
2. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
3. 相關規範須載明試驗之軸向定義，每一軸向均應完成完整之測試步驟。試件配備冷卻裝置者於試驗功測期間，應依規定使冷卻裝置動作。
4. 試件尚未執行過試驗方法 B 及 Fc 或無試驗記錄者，則先執行下列程序：

a. 室溫振動試驗

試件固定於振動平台，依相關規範之規定加電俟溫度穩定後執行選定之振動試驗(參考第 2.(2)節)，且依相關規範之規定進行功能測試。

b. 無振動之高溫環境

○ 不生熱試件

調整櫃溫至高溫規格直至試件溫度穩定後，依相關規範之規定進行功能測試。

○ 生熱試件

試件加電，調整櫃溫使監測點溫度與監測溫度(參考第 7. 節之規定)之差異範圍在 2℃ 內，俟溫度穩定後依相關規範之規定進行功能測試。

5. 執行高溫、振動複合試驗

高溫溫度穩定後，依試驗規格執行振動試驗。振動中依相關規範之規定執行功測或加電。

6. 振動結束，振動中加電之試件應關機，試件仍置於櫃內，櫃溫回復至標準大氣條件後，試件續行復原程序，或依相關規範之規定實施。
7. 依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

振動測試條件引用試驗方法 Fc 之規定：

- 試驗位準請參考表 1～表 3。

- 試驗時間

1. 掃描耐久試驗

以掃描循環數表示，建議值為 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 循環，在不降低試驗應力之前題下可分段執行。

2. 選定頻率耐久試驗

10 分 ± 0.5 分

30 分 ± 1 分

90 分 ± 1 分

10 時 ± 5 分

3. 預定頻率耐久試驗時間

考量試件在操作歷程，預期遭遇振動之總時間，而以 10^7 次往復為上限。

- 振動響應調查

以正弦掃描耐久試驗方式執行，唯掃描速率及振幅皆較低。特定情況可要求耐久試驗後之振動響應調查，以和試驗前之調查結果作比對，頻率比對結果如有變異，其後續措施參考相關規範。振動響應調查時關鍵頻率之確認請參考第 7.(3)節。

- 試驗容差

1. 振幅

參考點控制信號 $\pm 15\%$ ；相關規範應說明採用單點或多點控制；多點控制者應說明上述容差限制對象是多點之平均值或特定單點值。

任一檢查點試驗方向容差在 500Hz 以下(含)為 $\pm 25\%$ ，在 500Hz 以上為 $\pm 50\%$ 。未能符合規定者，宜於相關文件上指明採用容差或替代方法。

任一檢查點非試驗方向容差在檢查點之側向(垂直試驗軸向)振幅，頻率低於 500Hz 時不得大於試驗軸向 50%，高於 500Hz 時不得大於 100%。相關規範有特別需求者得限制為 25%。未能符合規定者，應於相關規範指明採用「標示不符規定部份並登錄文件」或「側向運動不予監測」何項要求。

2. 頻率

○ 參考點

0.25Hz 以下 $\pm 0.05\text{Hz}$

0.25Hz~5Hz $\pm 20\%$

5Hz~50Hz $\pm 1\text{Hz}$

50Hz 以上 $\pm 2\%$

○ 振動響應調查之頻率容差

0.5Hz 以下 $\pm 0.05\text{Hz}$

0.5Hz~5Hz $\pm 10\%$

5Hz~100Hz $\pm 0.5\text{Hz}$

100Hz 以上 $\pm 0.5\%$

○ 掃描容差

掃描速率每分鐘一倍頻 $\pm 10\%$ 。

• 畸變量(distortion)

在參考點監測加速度畸變量，範圍為 5000Hz 或驅動頻率之五倍，取大者。

畸變量不得超出 25%，但控制固有頻率加速度振幅之信號維持在規定值的情況下，允許暫時性之超出 25%。

未能符合上述規定者，畸變量應標示，且登錄文件。

- 溫度測試條件引用試驗方法 B 之規定：

測試條件可由以下選擇適當之溫度條件及試驗時間或依相關規範之規定。

溫度：1000, 800, 630, 500, 400, 315, 250, 200, 175, 155, 125, 100, 85, 70, 55, 40, 30(°C)。

絕對濕度：每立方公尺空氣所含水蒸氣量需低於 20 公克(相當於 35°C 時 50%相對濕度)。測試溫度低於 35°C 時，需低於 50%相對濕度。

駐留時間：2, 16, 72, 96(小時)。

溫變率：每分鐘不超過 1°C(5 分鐘內之平均值)。

試驗容差：溫度低於 200°C 之容差為 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。若溫度櫃尺寸大小無法達到上述容差要求，容差可放寬溫度低於 100°C 之容差為 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，溫度於 100°C~200°C 之容差為 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。(容差放寬需於報告中註明)。溫度高於 200°C 之容差為測試溫度之 $\pm 2\%$ 。

當試件溫度達穩定後，再開始執行振動試驗。

不生熱試件複合試驗輪廓如圖 1 所示。

生熱試件複合試驗輪廓如圖 2 所示。

試驗設置

不生熱試件之溫度櫃設置遵循試驗方法 Ba 或試驗方法 Bb 之規定。

生熱試件之溫度櫃設置有二種選擇：

1. 使用強制對流方式模擬高溫自由氣流之溫度櫃，遵循試驗方法 Bd 之規定。
2. 使用試件置於其中能免於如日照、通風等干擾影響之溫度櫃(室)，通常包括強制對流方式，遵循試驗方法 Bc 及試驗方法 Bd 之規定。

有關振動設置遵循試驗方法 Fc 之規定。由於試件生熱將引致振動平台表面溫度異於櫃溫，試件與平台間之固持應儘量使用低熱傳性之繫件。

其他

- 生熱試件溫度監測點之選定及監測溫度之決定

1. 無人為冷卻之試件

使用具模擬高溫自由氣流之溫度櫃

依第 6.(1)節規定試件置入櫃內，調整櫃溫約略等於試驗值，並使試件溫度達穩定。

選擇試件直接與空氣接觸部份，溫度最高處為溫度監測點，並儘可能詳述於相關規範。此點之溫度應予標記而為監測溫度。

2. 使用模擬室溫自由氣流之溫度櫃(或室)

3. 無可用之模擬高溫自由氣流之溫度櫃時依下述步驟進行：

依第 6.(2)節規定試件置入櫃(室)內且加電。試件溫度達穩定後選擇試件直接與空氣接觸部份，溫度最高處為溫度監測點。

應用 IEC 68-2-1 附錄之圖表決定本試驗之監測溫度。

- 具人為冷卻之試件

1. 溫度櫃與冷卻系統隔離

依第 7.(1)a. 節之步驟決定溫度監測點及監測溫度，第 7.(1)b. 節之替代方法則不適用。

2. 溫度櫃未與冷卻系統隔離

除以試件迎風處為溫度監測點以量測監測溫度外，其他同第 7.(2)a. 節之規定。

- 關鍵頻率研判

試件功能不良或退化顯示與振動相關者。

有機械共振或響應效果者，例如震顫。

表 1：建議之頻率範圍(Hz)		
1	～	35
1	～	100
10	～	55

10	~	150
10	~	500
10	~	2000
10	~	5000
55	~	500
55	~	2000
55	~	5000
100	~	2000

表 2：建議之位移(頻率範圍 10Hz 以下)

mm	in
10	0.4
35	1.4
75	3
100	4

表 3：建議之振幅及位移與加速度值之轉折點

8Hz~9Hz (低轉折點)				57Hz~62Hz(高轉折點)			
mm	(in)	m/s ²	g	mm	(in)	m/s ²	g
0.35	0.014	0.98	0.1	0.035	0.0014	4.9	0.5
0.75	0.03	1.96	0.2	0.075	0.003	9.8	1
1.5	0.06	4.9	0.5	0.15	0.006	19.6	2
3.5	0.14	9.8	1	0.35	0.014	49	5
7.5	0.3	19.6	2	0.75	0.03	98	10
10	0.4	29.4	3	1	0.04	147	15
15	0.6	49	5	1.5	0.06	196	20
				2	0.08	294	30
				3.5	0.14	490	50

IEC 68-2-52 試驗方法 Kb：循環式鹽霧

前言

本試驗法之目的在決定裝備或元件忍受鹽霧環境之能力。本試驗法因鹽霧與濕氣交互重現，故較能模擬實際環境。

範圍

本試驗法適用於評估金屬材料與鹽粒子產生之電化腐蝕效應。

本試驗法亦可用於評估某些非金屬材料與鹽粒子同化作用(assimilation)產生之破壞現象。

限制

本試驗為一加速試驗法，故在鹽霧噴灑或濕度儲存期間不可加電測試。

本試驗法無法獲知試驗時間與實際使用壽命之關係。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 相關規範中應詳述試驗前試件之清洗程序，且應敘述是否去除暫時之保護層。
3. 將試件置於鹽霧櫃內，並在溫度 15~35℃，鹽霧濃度 5%之測試條件下，保持 2 小時。
4. 噴霧後應儘速將試件移入溫度 40℃及相對濕度 93%之濕度櫃內(移轉過程儘可能避免試件上之鹽水流失)，並依規定之駐留時間執行濕度儲存。
5. 依規定之循環次數，重複步驟(3)及步驟(4)之程序。
6. 相關規範應敘述試驗後試件是否清洗。如需清洗，則將試件置於水龍頭下沖水 5 分鐘，並以蒸餾水或礦泉水洗滌後，徒手搖動或以鼓風機去除水份，並於 55±2℃之溫度下烘乾 1 小時，用於清洗之水溫不可高於 35℃。
7. 將試件置於標準大氣條件下(約 1~2 小時)，以回復原來狀況，但於回復前及(或)後須執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

測試條件可由以下選擇適當之試驗要求或依相關規範之規定。

- 鹽霧噴灑

鹽霧濃度：5%

試驗溫度：15～35℃

噴霧量：1～2 毫升/小時/80 平方公分

酸鹼值：6.5～7.2(在溫度 20±2℃ 時之酸鹼值)

- 濕度儲存

相對濕度：93%(RH)

試驗溫度：40℃

- 駐留時間

1. 嚴厲度 I：每一循環執行 2 小時鹽水噴霧及 7 天之濕度儲存，共執行 4 循環。
2. 嚴厲度 II：每一循環執行 2 小時鹽水噴霧及 20～22 小時之濕度儲存，共執行 3 循環。

- 試驗容差

鹽霧濃度：±1%

試驗溫度：±2℃

相對濕度：+2%，-3%

試驗設置

- 試驗櫃之體積必須夠大，使周遭之測試條件保持均勻、穩定且不因試件放置而受影響。
- 試驗櫃應正確通風，以避免櫃內壓力增加。排氣口應避免強風吹襲，以免櫃內產生強烈氣流。
- 所有試件必須避免相互接觸或接觸其他金屬，且安排上不可相互影響。
- 試件放置位置，應不致直接受到噴霧，且凝結於櫃壁上之水滴不可落於試片上。

其他

- 試驗使用之鹽為高品質之氯化鈉，當乾燥後碘化鈉含量須少於 0.1%，雜質須少於 0.3%。
- 使用過之鹽霧溶液不可再重複使用。
- 噴口附近空氣之相對濕度至少在 85%以上，以免噴霧器被鹽粒子阻塞。
- 試驗前儘可能避免以手觸摸試件表面，且用於清潔試件之方法，不可與鹽粒子產生反應或對試件產生二次腐蝕。
- 鹽霧櫃內至少應放置兩個底面積為 80 平方公分之收集器，於試驗後計量試驗中平均之

噴霧量(試驗期間之平均值)、鹽霧濃度及酸鹼值是否符合規定。收集器放置位置不可受試件遮蔽且必須在無凝結水滴落下之位置。

- 若酸鹼值(pH 值)未符合規定，可以適量之鹽酸或氫氧化鈉調整至所要求之範圍內。

IEC 68-2-53 溫度(低溫、乾熱) 振動(正弦)複合試驗指引

前言

本文之目的在提供應用 [IEC 68-2-50](#) 試驗方法 Z/AFc 及 [IEC 68-2-51](#) 試驗方法 Z/BFc 進行元件、裝備或其他產品複合試驗之指引。

本試驗係以單一試驗法 [IEC 68-2-1](#) 試驗方法 A、[IEC 68-2-2](#) 試驗方法 B 與 [IEC 68-2-6](#) 試驗方法 Fc 為基礎。

原理

試驗方法 A 及 B 對生熱試件所模擬者為自由氣流狀態效應，意即試件處於無限寬廣空間，故空氣之移動僅受試件生熱影響。因此，試驗方法 A 及 B 不採用強制空氣循環。但溫度(低溫、乾熱)及振動(正弦)複合試驗設置上不使用強制空氣循環並不適當，其理由如下：

- 強制空氣循環可除去振動機產生之熱。
- 對於某些大型試件底部，自由氣流循環將受振動機影響而降低或阻滯。

因此，在溫度(低溫、乾熱)及振動(正弦)複合試驗的設計上，乃採用強制空氣循環。為使溫度一詞與試驗方法 A 及 B 中所稱之溫度意義一致，針對生熱試件明定下列步驟：

1. 確定試件處於自由氣流狀態之試驗溫度時，試件之最高溫度及位置。

此最高溫度位置為溫度監測點。進行複合試驗時以強制空氣循環方式調整溫度櫃之溫度，使監測點之溫度達到步驟(1)所決定者。

2. 藉由試驗方法 A 及 B 之圖解法，修正室溫下求得之試件最高溫度，如此便可使用符合試驗方法 A 及 B 中有關溫度櫃容積之規定，但較經濟之溫度櫃(箱)進行試驗。應用試驗方法 B 時，溫度櫃(箱)壁要求高輻射係數(>0.7)。
3. 為避免對無法通過個別試驗之試件執行多餘之試驗，進行溫度(低溫、乾熱)振動(正弦)複合試驗前須就個別試驗先行驗證。

環境效應

高溫或低溫引致試件材料性質之改變，可能增加試件遭遇振動環境時功能退化的發生率；若僅造成暫時變異，則必須同時施予溫度與振動，方能獲得此類功能退化之資訊。

溫度極值造成試件之共振頻率漂移，可能導致試件振動響應放大，於低溫環境下，對於使用橡膠振動隔離器之試件，此項效應尤其重要。

溫度(低溫、乾熱)及振動(正弦)複合環境對火工及類似產品有所影響，故複合環境應廣泛應用於此類試件。

試驗設置

溫度(低溫、乾熱)及振動(正弦)複合試驗有各式設置，其中兩種常用設置為：

1. 溫度櫃設置於振動機上方(如圖 1 所示)。
2. 振動機置於溫度櫃內。

除非振動台之溫度與溫度櫃壁溫相同，必須注意振動台與試件間之熱隔離。振動台與試件之熱隔離通常在兩者間嵌入絕熱材，此絕熱材應謹慎選擇，不可減小固定試件所需之剛性，亦不能改變振動台與試件間之動態關係。經驗顯示陶瓷材料大多適用，對於試驗頻率較高時尤佳。

當採用第 1. 項試驗設置時，應避免振動機之熱傳入溫度櫃內；此外若冷或熱由溫度櫃傳入振動機時，將會降低振動機之性能。溫度櫃與振動機間之隔熱材，不可傳遞過大振動，進而造成溫度櫃損壞。

環境參數量測

• 溫度量測

監測點之溫度感應裝置遭遇振動時，注意事項如下：

1. 監測點之溫度感應器應牢固，於試驗中無脫落之虞。
2. 溫度感應器應輕巧，不影響監測點之動態特性。
3. 溫度信號線應予拘束使不晃動。

• 振動量測

振動感應裝置及信號傳輸線纜應能耐試驗溫度。必要時，振動量測系統得於室溫及試驗溫度進行調校。加速儀與試件之固定方式應考量不受試驗溫度影響其功能。

IEC 68-2-54 試驗方法 Ta：錫焊—以潤濕力平衡法進行可焊性試驗

前言

本試驗法之目的在決定各種形狀的元件端子之可焊性；特別適合充當參考試驗，或無其他方法可量化元件可焊性時之選擇。

範圍

採用駐留(stationary)模式試驗法，探討試件特定部位之可焊性。

限制

無法探討試件突出部位之可焊性是否相近，亦即不適用於掃描(scan)模式試驗法。

測試步驟

1. 試件之準備
2. 應保持試件表面潔淨，勿以手觸摸。
3. 不允許清洗試件；但若相關規範要求清洗試件，可在室溫下將試件浸入中性有機溶液清洗。
4. 若相關規範要求執行加速老化(ageing)試驗，應參照 IEC 68-2- 20 規範執行。

試驗過程

試驗安排如圖 1 所示。將試件懸吊於測重天平上，以相關規範規定之速率將試件浸入溫控焊錫槽中，並維持規定之深度。

在焊錫槽中，融錫對試件將同時產生浮力及表面張力，其合力經由轉能器(transducer)轉換為電性訊號，最後由高速記錄器畫出力量與時間的軌跡圖。

解讀試驗結果

典型軌跡圖如圖 2 所示，其中橫軸為浸漬駐留時間，縱軸向上表排錫力(non-wetting force)、向下表潤濕力(wetting force)。

t_0 點位於橫軸上(力量歸零)，為試件與融錫開始接觸之時間。

水平虛線表估算之浮力位準，A 點為浮力與潤濕力平衡點。所有測得之力量皆應以 A 點為基準。

B 點表浸漬時的最大潤濕力。C 點表浸漬時間終了時之作用力。若 C 點與 B 點等值時，表示潤濕狀況穩定；若 C 點值高於 B 點值時，表示潤濕狀況不穩定。

決定潤濕力之參考值

- 計算潤濕力之理論

潤濕力為融錫對試件之浮力減去表面張力，其理論值為：

$$F(\text{mN}) = 0.08 \times \text{浸漬體積}(\text{mm}^3) - 0.4 \times \text{浸漬周長}(\text{mm})$$

- 量測潤濕力之參考值

由試件中取一樣本，為使其可焊性達最佳化，可用活性助焊劑(參考 IEC 68-2-20)，並在樣本表面鍍上錫衣。

將處理後之樣本浸入焊錫槽，重複數次直到最大潤濕力不再增加為止。

所得之最大潤濕力即待定參考值。

- 判定可焊性

開始潤濕所需時間，即 t_0 點至 A 點(如圖 2 所示)之最大時間間隔。對於批次處理之錫焊作業，建議時間為 1 至 2.5 秒，須視助焊劑種類及試件熱特性而定。

求得規定時間內最小潤濕力與參考值之比值。

以 C 點除以 B 點之值(如圖 2 所示)判定潤濕之穩定性；若浸漬駐留時間為 5 至 10 秒，建議其比值須大於 0.8。

測試條件

- 應於相關規範中規定之項目：

1. 規定應否清洗試件之油污。

2. 規定應否執行老化試驗及其執行方式。
 3. 規定助焊劑種類。
 4. 規定試件待試部位。
 5. 規定試件浸漬深度。
 6. 規定試件浸漬駐留時間。
 7. 規定試驗後應由軌跡圖獲取何種參數。
 8. 規定參數之允收標準。
- 焊錫材料：參照 IEC 68-2-20 。
 - 助焊劑材料：參照 IEC 68-2-20 。
 - 試驗過程中：

試件安裝於夾具後，在室溫下，依相關規範規定，使試件待試部位之表面浸漬於助焊劑中，再將試件垂直置於乾淨濾紙上約 1~5 秒鐘，以吸乾多餘的助焊劑。

試驗開始前，焊錫溫度應保持在 235 ± 3 °C，將懸吊試件移至焊錫槽正上方，試件底部至融錫表面之高度為 20 ± 5 mm，並停留 30 ± 15 秒以蒸發助焊劑。在試件乾燥期間，應將軌跡記錄器(trace recorder)歸零，並以材料合適的刮刀刮去融錫表面的氧化物。

將試件以 20 ± 5 mm/秒之速率插入融錫中，浸漬深度及停留時間應依相關規範之規定。在這段駐留時間內，融錫作用於試件的力量將隨時間變化，而在記錄器上則可畫出其軌跡圖。

將試件以 20 ± 5 mm/秒速率抽離融錫。

試驗設置

- 試件形狀及試前處理

試件形狀並無要求；但估算各種作用力時，均勻剖面試件可獲致較精確結果。

應將試件以垂直於融錫表面之角度(容差為 $\pm 15^\circ$)浸入。若須截斷試件，斷面應平整且與浸入方向垂直。

對於試件多數部位無法沾錫者，如電容晶片及部份電路板，採用本試驗法時，須考慮試驗結果可能失真。因此，本試驗法應針對元件端子部署於剖面四周者之可焊性。

應將助焊劑之浸漬及擦乾的程序標準化，不可因助焊劑之蒸發或滴落，影響試驗結果。

- 記錄器

以估算之試件浮力為零點，可使記錄器獲得最高靈敏度。

記錄器之反應時間應低於 0.3 秒，其反應溢射(overshoot)須小於最大讀數的 1%。以下程序可測試其反應及零點穩定性：

選用重量已知試件及其夾具，此重量應使記錄器達滿刻度。

將夾具置於定位且使記錄器歸零。

記錄器開到最高走紙速率。

將試件放入夾具中。

在 2 或 3 秒後，移走試件；但記錄器繼續走紙。

在 2 或 3 秒後，將試件放入夾具中。

至少重複試件之移入、移出程序五次，關記錄器。

由上述程序所得之軌跡圖中可判定：記錄器刻度與試驗靈敏度、記錄筆之反應時間、記錄筆歸零之一致性。

記錄器可視試件大小而調整其刻度，通常若試件周長為 1mm～20mm，則作用力於記錄器之滿刻度為 1mN～20mN。

記錄走紙速率至少為 10mm/秒。

- 天平系統

天平內彈簧之剛性為：遭受 10mN 力時，試件夾持懸臂之垂直位移須低於 0.1mm。

在最靈敏之試驗範圍內，可讀出試件重量低於 200mg 時之最大作用力。

在最靈敏之試驗範圍內，天平系統之機械及電性雜訊應低於訊號位準的 10%或小於 0.04mN。

- 焊錫槽

試驗時，焊錫槽應維持精確之溫度，通常為 235℃ 左右。但若相關規範另有規定，則依其規定。

試件與焊錫槽壁應保持相當距離，避免因焊錫槽形狀影響融錫對試件之作用力。

- 焊錫槽升降機構與控制

在潤濕過程中，融錫以凹面方式向上攀附於試件未吃錫之表面。為使融錫凹面長出或保留試件與焊錫槽之間隙，必要時得截除試件底部。

融錫凹面最好可在試件剖面大小均勻(鄰近吃錫線附近)之條件下長成。

浸漬深度之可重複性容差為 ± 0.02 mm，可確保浮力修正誤差低於10%。

試件浸入愈深，融錫傳熱至試件愈快，減少潤濕之延遲時間。

標準浸入速率應為16 mm/秒~25 mm/秒。

浸漬駐留時間應為0秒~10秒，原因為：

一般焊錫作業時間不致超過10秒；

對熱容較高或可焊性較差之試件，浸漬駐留時間低於10秒則無法取得足夠記錄。

其他

- 可焊性的判定

透過潤濕力平衡法，可測得融錫鉛直作用於試件之力量與時間的軌跡圖。本試驗法建議判讀軌跡圖中的一些參數，可用以判定達到規定潤濕性之時間，或規定時間內之潤濕程度。

- 潤濕力對時間軌跡圖的意義

圖3所示為一些典型的軌跡圖，橫軸為時間，縱軸為力量。圖中虛線表試驗起始條件，此時已將試件重量歸零；水平實線則表試件浮力。

$$\text{試件浮力 (g)} = \text{試件浸漬體積 (cm}^3\text{)} \times 8 \text{ (g/cm}^3\text{)}。$$

IEC 68-2-55 試驗方法 Ee 及指引：跳動

前言

本試驗法之目的在提供一標準程序，以驗證元件、設備及電工產品，在運輸工具之載物平台上未加固定及有某程度之自由運動時，所承受特定嚴厲度之能力，並可用來評估其設計是否滿足結構整體性。

範圍

本試驗法適用於無包裝及含運輸箱的裝備，如為後者則運輸箱可視為試件本體的一部份。而施加至試件之嚴厲度應依實際運輸之操作環境為準。

限制

試件在試驗執行中不以繩綁(fastened)或其他方式固定(fixed)於試驗機具上。

測試步驟

1. 所選定之駐留時間應平均分布於所預定之姿態並與 IEC 68-1 配合使用。
2. 相關規範可訂定試驗前調節事項。
3. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
4. 當試件外型比例(最長邊：最短邊)不超過 3：1 且質量不超過 50 kg，則試件應平均放置每一面進行試驗(例如圓柱型三面，方形物體六面)，對每一面試驗進行兩次，每一次水平旋轉 90 度，使得擋板產生之衝擊沿著兩垂直軸產生。若某種姿態有一較長的邊，則其中一次應與擋板平行。
5. 對較重試件或外型比例較大或異常外型則須依其規範規定來執行。當試件放置面受限制時，規範應詳細說明試驗時姿態。
6. 試驗時間若超過 5 分鐘，某些高回彈性(resilient)結構或零件可能產生高溫，為防止高溫之發生，規範中可規定進行道次，例如試驗進行 5 分鐘即給予 5 分鐘或是更長的復原時間。
7. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

一般試件試驗執行中皆不功測，但試驗後功測功能要正常。

試驗駐留時間(不含復原時間)可參考下列數值：

180 分鐘

60 分鐘

15 分鐘

5 分鐘

60 分鐘及 180 分鐘是模擬非正規路線(off-the-road)多坑洞(heavily pot- holed)、長時期的運輸

5 分鐘、15 分鐘運輸主要模擬高速公路、坑洞(pot-holed)、小徑運輸。

試驗設置

- 跳動機應包含一平台及偏心驅動裝置如圖 1 所示
- 平台應以 $25\pm 1\text{mm}$ 厚夾心木板為底，四周有擋板圍之並以型鋼固定，如圖 2 所示。
- 偏心驅動裝置應提供平台垂向 $25.5\pm 0.5\text{mm}$ 之位移，位移值可由驅動軸處量測。
- 當跳動機裝上試件及其他必須裝置後，應符合平台運動特性。平台運動分同步圓周運動及不同步圓周運動。

1. 同步圓周運動

平台上每一點皆在垂直面上以 $25.5\pm 0.5\text{ mm}$ 直徑做圓形運動，其峰值加速度介於 $1.1g\sim 1.2g$ 之間，可由驅動軸以 285 ± 3 轉/分鐘之速度來達到。

調整擋板使得試件水平可運動空間共 $50\pm 5\text{ mm}$ ，也就是說當試件置於平台中心其水平方向距擋板各 25 mm 。

2. 不同步圓周運動

平台之運動是周期性的介於垂直與震盪運動之間，其平台下之兩驅動連桿距離 600 mm 至 1700 mm ，能在與平台連接處提供峰值到峰值 $25.5\pm 0.5\text{ mm}$ 之位移。兩驅動裝置之頻率比介於 $1\sim 0.9$ 之間，容差 ± 0.03 ，較高轉速之驅動軸平均轉速為 285 ± 5 轉/分鐘。

試件置於平台中央，其邊緣至擋板之距離應調至 $50\sim 75\text{ mm}$ ，使試件可水平移動。

平台上兩驅動點之距離應較試件之主要尺寸為大，並且其輔助設備尺寸之選擇亦須如此考慮。

當試驗設備無法滿足上述需求時，必須在試驗報告中註明，原設備方可使用。

- 試件之水平運動應以合適之木製擋板限制。擋板應模擬 50mm 厚度松木之彈性。
- 試驗時僅將試件放置(placed)而非以任何方式黏著(attched)於平台上兩驅動點的中心。
- 平台水平方向必須滿足以下偏心需求(包含機械轉動時之公差)：

1. 同步圓周運動：在縱軸及側軸 $\pm 5^\circ$ 。

2. 不同步圓周運動：縱軸介於 $10'$ 及 0.5° 之間，側軸 $\pm 0.5^\circ$ 。
- 擋板最高不得超過平台 600mm，且必須符合下列需求：
 1. 同步圓周運動：不得低於試件高度。
 2. 不同步圓周運動：應低於試件高度 25mm~75mm。

其他

g 為因地心引力引發之標準加速度，因所在之緯度及地表高度而有所差異，為方便使用， g 取 10 m/s^2 。

相關規範中應註明運輸型態是否含運輸包裝。

平台之加速度是由驅動軸所決定，因而試件之加速度不須量測。

相關規範中應明定允拒收準則。

擋板的主要目的是模擬運輸工具的貨櫃所產生之衝擊

同步圓周運動 2.5 分鐘或不同步圓周運動 1 分鐘，嚴厲度類似無鋪路且坑洞陸路運輸 5 分鐘，如圖 3 所示。

IEC 68-2-56 試驗方法 Cb：裝備穩態濕熱

前言

本試驗法在決定電工產品(裝備為主)於高濕度條件下使用及儲存之適應性(suitability)。其主要目的為觀測試件在無凝結情況下，於規定試驗期間之定溫高濕效應。

範圍

本試驗法適用於生熱(heat-dissipating)及不生熱(non heat-dissipating)試件。

本試驗法特別適用於大型裝備或與試驗櫃外之測試系統有複雜連接之裝備。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試件於試驗前應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
2. 試驗櫃維持在實驗室的溫度及濕度條件，試件需未包裝、電源關閉及預備使用狀態，以正常姿態置於試驗櫃中。
3. 櫃溫調整至規定之嚴厲度(severity)，並維持一段時間使試件達到溫度穩定。溫變率每分鐘必須不超過 1°C (5 分鐘內之平均值)。在溫度變化期間，可利用不增加絕對濕度的方式來避免凝結。
4. 濕度在 2 小時內慢慢調整至規定之嚴厲度。
5. 試件需依相關規範規定之試驗時間暴露在試驗條件下。此試驗時間係以試驗條件到達規定值後開始計時。
6. 若相關規範有需求，試件在試驗期間需加電或操作。
7. 試驗結束時，試件需保持在試驗櫃內，且試驗櫃需慢慢調整至標準大氣條件。調整原則如下：

相對濕度先調整，時間需在 2 小時內。

試驗櫃之溫變率每分鐘必須不超過 1°C (5 分鐘內之平均值)。

溫度調整期間相對濕度不可超過 75%。

8. 最後，試件必須執行復原程序(recovery procedure)。

在某些情況(如使用大型試驗櫃時)，相關規範可能允許試件尚處於試驗條件時便由櫃中移出，直接執行復原程序(詳如第 7. 節)。

9. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

試驗之嚴厲度係由溫度、相對濕度及試驗時間的組合來定義，且必須於相關規範中規定。

溫度及相對濕度的組合需由下列條件中選取：

$30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 93% $\pm 3\%$

$30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 85% $\pm 3\%$

$40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 93% $\pm 3\%$

$40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 85% $\pm 3\%$

較常採用之試驗時間為：2 天、4 天、10 天或 21 天。

試驗設置

- 試驗櫃必須符合下述條件：
 - a. 試驗櫃內溫度及濕度需以感測設備監測。執行生熱試件之試驗時，感測設備之安裝位置需參考 IEC 68-1 第 4.6.2 節之規定。
 - b. 考慮試件本身影響的情形下，試驗櫃內工作區之溫度及相對濕度值需能維持在規定之容差內。
 - c. 凝結水必須由試驗櫃內連續排出，且在重新淨化前不得再使用。
 - d. 試驗櫃頂及櫃壁上之凝結水不可直接滴落在試件上。
 - e. 維持櫃內濕度的水，其電阻係數(resistivity)不得小於 500Wm。
 - f. 試驗櫃之設施不可使試件受到輻射熱。
 - g. 噴射型(injection-type)試驗櫃中，水氣必須遠離試件不可直接打在試件上。
- 生熱試件之試驗

試驗櫃之容積至少為試件體積五倍以上。

試件與櫃壁之距離必須參考 IEC 68-2-2 第 6 節規定。

空氣速率需小於 1.0 m/s。

- 試件之固定

試件之固定或支撐結構必須儘可能模擬實際使用狀況之結構。若實際使用狀況並未定義，則固定試件之設施對試件與周遭環境的熱及濕度改變之影響必須最小。

其他

試件執行復原程序時，請參考下述規定：

1. 相關規範必須規定試件在標準大氣條件(IEC 68-1 第 5.3 節)或在控制復原條件(IEC 68-1 第 5.4.1 節)下執行復原程序。
2. 若要執行控制復原條件，試件可轉移至另一試驗櫃或留在原執行濕熱試驗之試驗櫃中執行復原程序。
3. 若轉移至另一試驗櫃執行復原程序，換櫃時間要儘可能短。
4. 若留在原執行濕熱試驗之試驗櫃中執行復原程序，相對濕度必須在 0.5 小時內調整至 73%~77%，然後溫度須在 0.5 小時內調整至實驗室溫度的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 內。

5. 復原時間(1 小時~2 小時)之計算以規定之復原條件到達為準。

若上述標準復原程序不適用時，相關規範可引用其他復原程序。

IEC 68-2-57 試驗方法 Ff：振動一時域法

前言

本試驗法之目的在提供一標準之隨機振動試驗程序，以確定試件承受規定嚴厲度之暫態振動時的能力。

範圍

本試驗法適用於運輸或使用過程中遭遇短暫隨機振動之元件、裝備或其他產品。

本試驗法宜配合 IEC 68-1 應用。

限制

不適用。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視、尺寸與功能檢驗。
2. 依相關規範引用之規格執行試驗。
3. 試驗中之檢驗依相關規範需求執行。
4. 試驗終止。
5. 等待試件回復至與試驗前相同之狀態後，依相關規範之規定執行試驗後目視、尺寸與功能檢驗。

測試條件

- 頻率範圍：試驗之頻率範圍應明定於相關規範，其下限由表 1 選用，上限由表 2 選用。建議之頻率範圍詳如表 3。
- 需求響應頻譜

相關規範應明定含零週期加速度之需求響應頻譜位準及形狀如(圖 1 所示)、試件之軸向定義及對應之需求響應頻譜。

- 試驗時間

1. 時域個數

相關規範應明定施予之時域個數與軸向。除另有規定外，任一位準之時域在任一軸向之施行個數依...1，2，5，10，20，50，...之順序選定。

施予之時域位準不止一種時，應依時域位準由低往高執行，時域與時域應以暫停間隔之。

2. 時域歷時

相關規範應明定每一時域之施行時間，建議值依序如下：

....1 秒，2 秒，5 秒，10 秒，20 秒，50 秒....。

3. 時域主要部份歷時

通常相關規範會規定時域主要部份如(圖 2 所示)之施行時間應佔總施行時間之比率，其值為下列之一：25%，50%，75%。有第 5.(3)d. 節之需求者排除本條規定。時域主要部份歷時應列入試驗報告。

- 高應力循環次數

相關規範可規定超出特定應力之高應力循環次數。除相關規範已明定外，高應力循環次數得由下列選用之。

....4，8，16，32....，正負交替之應力循環次數應近乎相等如圖 3 所示。

高應力循環次數以位於時域主要部份關鍵頻率上之需求反應頻譜的百分比表示。選用值有三：50%，70%(最佳選擇)，90%。

- 試驗軸向

除另有規定外，試驗應於三較佳之試驗軸向上進行。執行順序不重要，然相關規範有指定者應依其規定順序執行。

- 試驗容差

1. 振動響應調查

相關規範要求時得依 IEC 68-2-6 所述方法執行。

2. 主要運動(basic motion)

主要運動應為時間之正弦函數，夾持點的運動軌跡為互相平行之直線、同相位且符合下列限制：

檢查點之側向(垂直試驗軸向)振幅，不得大於主要運動之 50%，相關規範有特別需求者得限制為 25%。未能符合上述規定者應於相關規範指明採用「標示不符規定部份並登錄文件」或「側向運動不予監測」何項要求。

3. 旋轉運動(rotational motion)

相關規範應明定振動台擬似旋轉運動之容許量，旋轉運動應列入試驗報告。

4. 加速度畸變量

在參考點監測加速度畸變量，範圍為驅動頻率之五倍。畸變量不得超出 25%，但控制固有頻率加速度振幅之信號維持在規定值的情況下，允許暫時性之超出 25%。未能符合規定者，畸變量應標示，且登錄文件。

5. 參考點

參考點控制信號： $\pm 15\%$ 。

相關規範應說明採用單點或多點控制。

多點控制者應說明上述容差限制對象是多點之平均值或特定單點值。

6. 檢查點

任一檢查點試驗方向容差

$\pm 25\%$ (加速度) 500Hz 以下 (含)

$\pm 50\%$ (加速度) 500Hz 以上

未能符合上述規定者，宜於相關文件上指明採用容差或替代方法。

7. 頻率

a. 關鍵頻率之容差

$\pm 0.05\text{Hz}$ 0.25Hz 以下

$\pm 20\%$ 0.25Hz~5Hz

$\pm 1\text{Hz}$ 5Hz~50Hz

$\pm 2\%$ 50Hz 以上

b. 試驗前後比較用之關鍵頻率容差

$\pm 0.05\text{Hz}$ 0.5Hz 以下

$\pm 10\%$ 0.5Hz~5Hz

$\pm 0.5\text{Hz}$ 5Hz~100Hz

$\pm 0.5\%$ 100Hz 以上

- 掃描速率

對數掃描，速率不大於每分鐘一倍頻(octave)。

- 時域

主要運動時域有二：

1. 原始時域。

2. 合成時域。用頻率合成時域，解析度規定如下：

試件阻尼小於 2%時，解析度不大於 1/12 倍頻寬。

試件阻尼 2%至 10%時，解析度不大於 1/6 倍頻寬。

試件阻尼大於 10%時，解析度不大於 1/3 倍頻寬。

- 側向運動(transverse motion)

檢查點之側向(垂直試驗軸向)振幅或加速度峰值，除相關規範另有規定外，不得大於時域規格峰值 25%。量測之頻率範圍涵蓋規格頻率即可。未能符合上述規定者應於相關規範指明採用「標示不符規定部份並登錄文件」或「側向運動不予監測」何項要求。

- 旋轉運動

相關規範應明定振動台擬似旋轉運動之容許量，旋轉運動應列入試驗報告。

- 需求響應頻譜容差帶

需求響應頻譜之容差帶介於 0%~50%，如圖 4 所示。試驗響應頻譜有少部份超出容差帶者，試驗仍為有效，唯須將超出之點值登錄於試驗報告。

試驗響應頻譜之檢查須符合以下規定：

試件阻尼小於 2% 時，解析度不大於 1/12 倍頻寬。

試件阻尼 2% 至 10% 時，解析度不大於 1/6 倍頻寬。

試件阻尼大於 10% 時，解析度不大於 1/3 倍頻寬。

試驗響應頻譜實際無法符合者可修訂容差帶。

- 頻寬

參考點之信號頻率不得大於試驗頻寬(由試件或試驗設備所衍生者除外)。單獨由試驗設備衍生者不得超出參考點規定最大值之 20%，無法符合時應明載不符規定部份於試驗報告。超出試驗頻寬之頻率不得用於試驗響應頻譜。

- 安裝

試件之固定方式與試驗方向均應明定於相關規範。

試件實際使用時配備有隔離器，卻以未具隔離器之型態進行試驗，此間之差異在制定規格應予考量。

安裝試件進行試驗應考量接頭、管線之影響。

試驗設置

試件應依 IEC 68-2-47 規定固定於試驗裝置。夾持點、控制點皆應依相關規範之規定裝置。

其他

名詞定義：

- 關鍵頻率(critical frequency)

振動試驗時之頻率其為：

試件功能不良或退化顯示與振動相關者。

有機械共振或響應效果者，例如震顫。

- 阻尼(damping，異於 ISO 2014 之定義)

為一通稱，代表從系統消散之能量。影響阻尼的因素甚多，諸如結構系統、振動模態、應變、施力、速度、接合位置之錯動等皆是。

- 關鍵阻尼(critical damping)

使一位移系統回復至其起始位置而不衍生振盪之最小黏滯阻尼。

- 阻尼比(damping ratio)

系統之黏滯阻尼，實際阻尼與關鍵阻尼的比值。

- 畸變量(distortion, d)

a_1 ：某驅動頻率加速度均方根值($\text{g}_{\text{r.m.s.}}$)

a_{tot} ：振動機輸出之總加速度均方根值(包括 a_1)

- 夾持點(fixing point)

試件與夾具或振動台接合之點位，此點位為常態使用時固定試件之位置。若有取用試件實際固定結構之部份為夾具者，夾持點為此部份結構之夾持點位，而非試件與固定結構之接合點位。

- 重力加速度值(g)

標準重力加速度，其值定為 10m/s^2 。

- 高應力循環數(high-stress cycles)

振動響應能引致疲勞應力之次數。

- 量測點(measuring points)

進行試驗時，應於指定點位蒐集數據。所謂指定點位主要有二類分述如下，但以評估動態行為為目的之試件內部量測點，不屬本文所稱之量測點。

- 檢查點(check point)

夾具上之點位，或振動台、試件上非常接近夾持點之堅固位置。檢核點用以確保試驗滿足需求。夾持點少於四點時每一點皆為檢核點。夾持點多於四點時，應於相關規範中定義具代表性之四個點位為檢查點。特殊情形，如大型試件或複合試件，若有非接近夾持點之檢查點者，應明定於相關規範中。單一夾具接合許多試件或小試件而具眾多夾持點者，在夾具之最低共振頻率大於試驗之高頻率時，可選用單一檢查點(即參考點)為振動控制之用。

- 參考點(reference point)

檢查點中作為振動控制用之點位，須符合本標準之需求。

- 原始時域(natural time-history)

以時間為函數之加速度、速度或位移，由實際發生記錄而得者。

- 振盪器(oscillator)

用以產生、維持機械振盪之單自由度系統。

- 暫停(pause)

兩連續時域之間隔。

- 較佳之試驗軸向(preferred test axes)

試件最脆弱之三互相垂直軸向。

- 隨機運動樣本(random motion sample)

修正振幅與頻率以獲得需求反應頻譜之隨機運動記錄。

- 需求響應頻譜(required response spectrum)

客戶指定之響應頻譜。

- 響應頻譜(response spectrum)

一群單自由度系統，在特定阻尼比下對一明確定義之運動輸入所作之最大反應。

- 時域主要部份(strong part of the time-history)

時域函數值最先達四分之一最大值起，算至最後達四分之一最大值所包含之部份稱之。

- 掃描循環(sweep cycle)

在任一軸向上掃描歷經之頻率範圍，如從 1Hz 至 35Hz 再回至 1Hz。

- 合成時域(synthesized time-history)

人工修製之時域其能包絡需求反應頻譜者。

- 試驗位準(test level)

試驗波形中之最大峰值。

- 試驗反應頻譜(test response spectrum)

由振動台量得之反應頻譜而未經解析或頻譜分析者。

- 時域(time history)

以時間為函數之加速度、速度或位移記錄。

- 零週期加速度(zero period acceleration)

加速度反應頻譜在高頻水平漸進線處之加速度。

- 試驗類別

振動時域法為避免兩連續時域對試件響應造成疊加效應，時域與時域以暫停間隔之。試驗執行方式有單軸、雙軸與參軸之分，亦應明定於相關規範。

- 單軸試驗

一序列時域振動，每次試驗僅執行單一軸向之試驗規格。除另有規定外，試驗應於三個較佳之試驗軸向上進行。執行順序不重要，然相關規範有指定者應依其規定順序執行。

- 雙軸試驗

一序列時域振動，每次試驗同時執行二個試驗軸向，若二個試驗軸向之時域規格並非獨立者，先執行相角 0° 時域規格後執行相角 180° 。

雙軸試驗可以欲施振軸向與振動驅動軸向斜交而達成。此種雙軸試驗方式，兩軸向上之運動為相依，應調節使試驗響應頻譜各自包絡其需求響應頻譜。

- 參軸試驗

一序列時域振動，每次試驗同時執行三個試驗軸向。參軸試驗不得以單軸或雙軸驅動的方式完成。

表 1：試驗頻率範圍下限表	
低頻： f_1 (Hz)	
0.1	
1	
5	
10	
55	
100	

表 2：試驗頻率範圍上限表	
高頻： f_2 (Hz)	
10	
20	
35	
55	
100	
150	
300	
500	

表 3：試驗頻率範圍建議表

f_1	~	f_2 (Hz)
0.1	~	10
1	~	35
1	~	100
5	~	35
10	~	100
10	~	500
10	~	2000
55	~	2000

IEC 68-2-58 試驗方法 Td：表面安裝元件之可焊性、耐熱性、 金屬塗覆耐融性試驗

前言

本試驗法之目的在提供利用焊錫槽以確認表面安裝元件之可焊性、耐熱性及金屬塗覆耐融性之標準試驗程序。

範圍

本試驗法包括熔融焊錫浸漬、流動兩種。

限制

本試驗法用於耐熔融焊錫短期浸漬之表面安裝元件。端子為純錫構成之試件，浸漬試驗結果與在錫熔點下實際錫焊作業之結果可能無法吻合。

測試步驟

1. 試件表面應維持收件時之狀況並注意不受手觸摸或其他方式之污染。
2. 相關規範指定試件加速老化者，得引用 IEC 68-2-20 試驗方法 T 中之加速老化試驗。
3. 試件在浸入焊劑或熔融焊錫，皆如圖 1 方式以不銹鋼鉗夾持。夾爪不得與試件之測試區

域接觸。

4. 試件完全浸入焊劑中，慢慢抽出，與脫脂紙接觸以除去多餘之焊劑。
5. 依相關規範之規定執行熔融焊錫浸漬。

測試條件

- 焊錫槽之容積至少 300ml，深度至少 40mm。
- 焊錫為錫 60%與鉛 40%之混合物，成分如 IEC 68-2-20 中之規定。
- 焊劑成分在相關規範中應指定為下列之一：

重量百分比 25%之松香脂(colophony)與含 0.5%氯化物(chloride)之氯化乙二氨(diethylammoniumchloride)之異丙醇(isopropanol)或乙醇(ethylalcohol)75%。

重量百分比 25%之松香脂(colophony)與 75%之異丙醇或乙醇組成，詳如 IEC 68-2-20 中之規定。

如上成分再加含 0.2%氯化物之氯化乙二氨。

- 每一試件僅可執行一次試驗。
- 除相關規範另有規定外，試件浸漬時間及浸漬溫度應由表 1 選用。嚴厲度選用指引(包括耐熱性、耐融性較差者)如下：

a. 235°C 浸漬 2 秒及 260°C 浸漬 10 秒

分別為潤濕試驗及錫焊耐熱性試驗之常用測試條件。浸漬試驗潤濕之評估雖未涉及試件潤濕速率，但可確認試件在指定時間內是否潤濕良好。

相關規範得規定浸漬時間為 5 秒之次級錫焊耐熱性試驗。

b. 215°C 浸漬 3 秒

適用於較低溫度之錫焊作業，例如氣相錫焊。主要在評估錫焊於 215°C 之行為，焊錫槽浸漬與氣相錫焊間並無必然之相關性。

c. 260°C 浸漬 30 秒

適用於波動法、回流或氣相錫焊方式。因波動法錫焊時金屬塗覆之熔融速率遠大於靜態之浸漬，回流或氣相錫焊之後續作業有烙鐵焊，故以較高溫度較長浸漬時間試驗。

- 相關規範得規定浸漬時間為 10 秒或 20 秒之次級錫焊耐融性試驗。
- 浸漬姿態

姿態 a：測試區域應在融錫液面下至少 2mm(如圖 1，不得增加非試驗所需深度)，大部份試件適用此規定。

姿態 b：試件於融錫液面流動，僅適用於某些試件之耐熱性試驗。

相關規範未提示浸入姿態時，以姿態 a 為準。耐熱性試驗以基板鉛直置入焊錫槽之方式，對某些平板型大試件，板厚方向感受的熱梯度將異於實際錫焊作業時，規範應指定選用浸漬姿態 b。

試驗評估

- 試件離開焊錫槽，俟試件冷卻後以適當溶劑去除殘留焊劑，於 60 分鐘內進行試驗評估。
- 潤濕：於適當照明下使用 10~25 倍之雙眼顯微鏡進行目視檢查。參照圖 3 以判別允收或拒收，檢查範圍應於相關規範界定。
- 錫墊端子浸漬表面應附著一層光滑焊錫，允許不集中於一處之少許針孔、未潤濕或祛潤濕區域。
- 金屬塗覆端子尺寸(圖 2 之 d)小於 6mm 者，不論試件試驗狀態為收件時或加速老化後均適用下列準則：

a. 形成接點區域(圖 2 之 a)採用高標準

浸漬表面應附著一層光滑焊錫，允許不集中於一處之少許針孔、未潤濕或祛潤濕區域。

b. 上端面(圖 2 之 b)

浸漬後表面有新覆之焊錫顯示其可潤濕，但不要求覆膜之均勻。

c. 未塗覆面(圖 2 之 c)

免規範。

- 祛潤濕：於適當照明下使用 10~25 倍之雙眼顯微鏡進行目視檢查。對於 260℃ 浸漬者，仍應遵守有關潤濕之上述規定。
- 耐熱性：依相關規範之規定檢驗試件耐熱性。
- 金屬塗覆耐融性試驗

a. 浸漬過程熱熔失之塗覆面積，每一電極不得超出原有塗覆面積之 5%，且總熔失面積不得超出總塗覆面積之 10%。

- b. 電極與試件本體內之功能性接著部份不得因而暴露。
- c. 塗覆電極由邊緣伸出者，邊緣塗覆之熱熔失不得大於總邊緣長度之 10%。

試驗設置

無建議。

其他

圖 3 有六個例子說明顯微鏡下目視檢驗之準則。

允收：端腳及邊之理想覆膜；弧緣因無接觸角故無祛潤濕；本體和端子間殘留之焊劑還未清除。

拒收：端趾祛潤濕超出 5%，彎曲部覆膜佳。

允收：表面可見不完美之覆膜污點。

拒收：端腳祛潤濕超出 5%。

允收：表面可見少許不良缺點。

拒收：未潤濕區域超出 5%。

表 1：嚴厲度(浸漬時間與浸漬溫度)					
測試 屬性	嚴厲度				
	3±0.3 秒	2±0.2 秒	5±0.5 秒	10±1 秒	30±1 秒
	215±3°C	235±5°C	260±5°C	260±5°C	260±5°C
潤濕	×	×	—	—	—
祛潤濕	—	—	×	—	—
耐融性	—	—	—	—	×
耐熱性	—	—	—	×	—
註：試件浸入焊錫槽前應拂去融錫表面之氧化膜。					
試件浸入速率：20mm/s~25mm/s。					

IEC 68-2-59 試驗方法 Fe：振動—正弦頻擊法

前言

本試驗法之目的在提供一標準之正弦頻擊(sine-beat)試驗程序，以驗證試件遭遇暫態振動環境時之機械弱點及特定功能退化情形；亦可用於試件機械強度驗證及(或)動態特性研究。

範圍

本試驗法主要在模擬組件、裝備或其他電工產品於使用時，因地震、爆炸現象或機械振動所產生之短時間脈衝或震盪力。

本試驗法為固定頻率之正弦頻擊，此固定頻率可為相關規範預定之試驗頻率(predetermined test frequency)或試件振動響應調查之關鍵頻率(critical frequency)。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試件應依相關規範之規定進行試驗前調節，並執行目視、尺寸及功能檢驗。
2. 依相關規範規定之試驗頻率執行試驗。試驗頻率為振動響應調查之關鍵頻率或相關規範預定之預定頻率。
3. 執行振動響應調查時，可由第 5 節中選擇適當之掃描範圍，並以較低之試驗位準進行對數正弦掃描，掃描率每分鐘不得大於 1 個倍頻(1 oct/min)。
4. 如相關規範另有規定，在進行振動響應調查時，試件應執行功能測試，以獲得試件之關鍵頻率。
5. 若相關規範無預定之試驗頻率，且無法獲得試件之關鍵頻率時，可由第 5 節中選擇適當之頻率範圍，並以不大於半倍頻之頻率增值逐步往上增加試驗頻率。
6. 由第 5 節中選擇每一正弦頻擊中之振動循環數，並由附錄之數學式決定調幅頻率(modulating frequency)。
7. 依規定之試驗位準與正弦頻擊次數(number of sine beats)執行試驗。每一正弦頻擊暫停(pause)時間須符合第 7.(1).j. 節之規定。
8. 重複步驟(6)及(7)之程序，直至所有試驗頻率執行完畢為止。
9. 試驗中試件應依相關規範之規定進行檢驗。
10. 更換試件之軸向，並重複步驟(1)~(9)之程序，直至試件三個軸向均執行完畢為止。
11. 俟試件回復至試驗前相同之狀態後，進行目視、尺寸與功能檢驗。

測試條件

- 試驗頻率：為相關規範預定之試驗頻率或試件振動響應調查所得之關鍵頻率。若兩種方

式均無法獲得時，可由下選擇適當之頻率範圍，並以不大於半倍頻之頻率增值逐步往上增加試驗頻率。

0.1Hz ~ 10Hz

1Hz ~ 35Hz

1Hz ~ 100Hz

5Hz ~ 35Hz

10Hz ~ 100Hz

- 試驗位準：由表 1、表 2、表 3 及圖 1、圖 2、圖 3 選擇適當之試驗位準。
- 循環數：每一正弦頻擊中之振動循環數為 3, 5, 10, 20 個。依經驗以 5 個較為恰當。
- 調幅頻率：由試驗頻率及正弦頻擊中的振動循環數決定(詳見 7.(3)節之說明)。
- 頻擊次數：1, 2, 5, 10, 20, 50 次
- 高應力低週疲勞(low-cycle high-stress fatigue)：相關規範要求高於某一應力之循環次數。
- 試驗容差

1. 振幅(包括量測儀具誤差)

參考點(reference point)：±15%。

檢查點(check point)

任一檢查點試驗方向容差

500Hz 以下 (含) ±25%

500Hz 以上 ±50%

未能符合上述規定者，宜於相關文件上指明採用之容差或替代方法。

2. 任一檢查點非試驗方向之容差

檢查點之側向(垂直試驗軸向)振幅，不得大於試驗軸向之 25%。未能符合上述規定者，應標示不符規定部份並登錄文件或標示橫向運動不予監測。

3. 試驗頻率

a. 預定試驗頻率

0.5Hz 以下 $\pm 0.05\text{Hz}$

0.5Hz~5Hz $\pm 10\%$

5Hz ~100Hz $\pm 0.5\text{Hz}$

100Hz 以上 $\pm 0.5\%$

b. 調查試驗頻率(investigated test frequency): $\pm 2\%$ 。

• 振動響應調查容差

1. 振幅(包括量測儀器誤差)

a. 參考點(reference point)

參考點控制信號: $\pm 15\%$ 。

相關陳述書應說明採用單點或多點控制。

多點控制時應說明上述容差限制是指多點之平均值或特定單點值。

b. 檢查點(check point)

任一檢查點試驗方向容差

500Hz 以下 (含) $\pm 25\%$

500Hz 以上 $\pm 50\%$

未能符合上述規定者,宜於相關文件上指明採用容差或替代方法。

c. 任一檢查點非試驗方向之容差

檢查點之側向(垂直試驗軸向)振幅,不得大於試驗軸向之 50%。相關規範有特殊要求時可限制為 25%。未能符合上述規定者,應標示不符規定部份並登錄文件或標示橫向運動不予監測。

3. 關鍵頻率

0.5Hz 以下 $\pm 0.05\text{Hz}$

0.5Hz~5Hz $\pm 10\%$

5Hz~100Hz $\pm 0.5\text{Hz}$

100Hz 以上 $\pm 0.5\%$

- 掃描率

對數掃描率每分鐘 1 個倍頻(1oct/min.) $\pm 10\%$ 。

- 畸變量(distortion)

在參考點監測加速度畸變量之頻率範圍為試驗頻率之 5 倍。

畸變量不得超出 25%，但為控制基本頻率(fundamental frequency)加速度振幅之信號維持在規定值的情況下，允許暫時性之超出 25%。

未能符合上述規定者，畸變量應標示且登錄於文件中。

試驗設置

試件應依 [IEC 68-2-47](#) 規定固定於試驗平台上。夾持點、控制點皆應依相關規範之規定裝置。若裝有振動隔離器之試件，於試驗時必須除去隔離器，則試驗位準必須另外考慮。

其他

名詞定義：

- 關鍵頻率(critical frequency)

因振動引起試件功能不良及(或)退化。

試件產生機械共振或響應效應者，例如震顫。

- 轉折頻率(crossover frequency)

描述振動特性之參數(如加速度、速度或位移)，在此頻率下由其中一個參數轉換至另一個參數。

- 阻尼(damping)

描述系統中能量散失之多寡。

- 臨界阻尼(critical damping)

使運動之系統在不產生振盪之情形下回復至原來之位置之最小之黏滯阻尼。

- 阻尼比(damping ratio)

含黏滯阻尼之系統，其實際阻尼與臨界阻尼之比值。

- 畸變量(distortion, d)

a_1 ：某驅動頻率之加速度均方根值

a_{tot} ：振動機輸出之總加速度均方根值(包括 a_1)

- 夾持點(fixing point)

試件與夾具或振動平台銜接固定之點。若使用真實之夾持結構，則這些點應在夾具上。

- 重力加速度值(g)

地球表面之標準重力加速度值，一般取 10m/s^2 。

- 量測點(measuring points)

包括檢查點及參考點。

- 檢查點(check point)

在夾具、振動平台或試件上，很靠近夾持點且夾持方式十分堅固(Rigidly mount)之點。

- 參考點(reference point)

由檢查點中選擇，其信號作為振動試驗控制用(可為虛擬之點)。

- 調幅頻率(modulating frequency)

正弦波振幅被調和之頻率。

- 高應力循環數(high-stress cycles)

使試件產生疲勞之響應應力所出現之循環數。

- 暫停(pause)

兩個連續正弦頻擊間隔時間，使試件響應回復至原始狀態的延遲時間。

- 較佳之試驗軸向(preferred testing axes)

試件最容易損壞之三個相互垂直之軸向。

- 正弦頻擊(sine-beat)

某一連續正弦波被另一較低頻率之正弦波所調幅。一個正弦頻擊時間為調幅周期之半。

- 掃描(sweep cycle)

任一軸向執行正弦掃描所歷經之頻率範圍，如從 1Hz 至 35Hz 再回至 1Hz。

- 試驗頻率(test frequency)

試驗中試件受外力激振之頻率。試驗頻率可分為：

- 預定試驗頻率(predetermined test frequency)

相關規範所規定之試驗頻率。

- 調查試驗頻率(investigated test frequency)

試件振動響應調查所得之頻率。

- 試驗位準(test level)

試驗時最大之峰值。

本試驗法以單軸向激振方式較為合適，若欲採用雙軸向激振之方式執行試驗時，則每一試驗頻率應執行兩次(兩個軸向之相角差分別為 0° 及 180°)。三軸向激振方式並不適合本試驗。

表 1：轉折頻率為 0.8Hz 之試驗位準建議值(如圖 1 所示)

轉折頻率以下之位移值	轉折頻率以上之加速度值
公厘(mm)	公尺/秒 ² (m/s ²)
40	1
80	2
120	3
200	5

表 2：轉折頻率為 1.6Hz 之試驗位準建議值(如圖 2 所示)

轉折頻率以下之位移值	轉折頻率以上之加速度值
公厘(mm)	公尺/秒 ² (m/s ²)
10	1
20	2
30	3
50	5
100	10
200	20

表 3：轉折頻率為 8Hz 之試驗位準建議值(如圖 3 所示)

轉折頻率以下之位移值公厘(mm)	轉折頻率以上之加速度值公尺/秒 ² (m/s ²)
0.4	1
0.8	2
1.2	3
2	5
4	10
8	20
12	30
20	50

IEC 68-2-60 試驗方法 Ke：人造低濃度污染氣體腐蝕試驗

前言

本試驗法之目的在評估特定溫度及相對濕度條件下，大氣中一種或多種低濃度 ($<10^{-6}$ vol/vol) 污染氣體之腐蝕效應。

範圍

本試驗法適用於電工元件及其他產品，特別是對單獨之觸點(contacts)與連接物(connections)或含觸點及連接物之產品、次組件及裝備。

限制

由於本試驗法中各項試驗方式不同，因此不可相互比較。

測試步驟

1. 試驗前應依相關規範清潔試件或執行機械操作。
2. 依相關規範執行初始量測，其量測重點為：
3. 量測電工元件之觸點電阻；量測時應小心，以避免損壞在觸點表面可能形成或已形成之表面絕緣膜。
4. 量測絕緣電阻。
5. 試件依相關規範於試驗中進行操作或加電負荷。
6. 對於生熱試件應周期性進行操作或加電負荷，其進行操作或加電負荷之時間應夠短，使試驗櫃內任何時間、任何位置之溫度及濕度能保持在試驗容差內，以免造成試驗中斷。
7. 相關規範應明訂試件在試驗期間之狀況，如接頭或開關係處於接通或未接通之狀態等。
8. 將試件置入試驗櫃中，試件上不可產生凝結現象；其加電負荷則依相關規範之規定執行。
9. 將櫃溫調整至規定之溫度，並維持至少 1 小時。
10. 將濕氣流導入試驗櫃中並調整至規定之相對濕度，維持至少 1 小時。
11. 將污染氣體以規定之濃度導入試驗櫃中，導入過程應避免污染氣體濃度之突然增加。
12. 將規定濃度之污染氣體在 4 小時內維持穩定。
13. 依規定之試驗時間執行(當污染氣體噴入試驗櫃內，才能開始計算試驗時間)。
14. 試驗結束後停止噴入污染氣體，並允許試件在濕氣環境中維持 2 小時。
15. 為監測試驗櫃性能，建議製作多量之銅或銀監測板，將試件與監測板同時置於試驗櫃內，並以監測板來評估腐蝕效應；監測板之製作準備與評估之方法則應詳細考量。
16. 將試件移出試驗櫃，並儲存於標準復原條件下至少 1 小時，最多不可超過 2 小時，然後再執行最終量測。
17. 依相關規範執行最終量測，且試驗後應進行目視檢查。若必要之量測無法在規定時間內

完成，則在復原條件下儲存以不超過 24 小時為限，且應記錄在試驗報告中。

測試條件

試驗嚴厲度由污染氣體種類及濃度、溫度、相對濕度及試驗時間決定，本試驗法分為三種。

- 方法 A

污染氣體： $\text{SO}_2=(0.5\pm0.1)\times10^{-6}(\text{vol/vol})$

溫度： $(25\pm1)^\circ\text{C}$

相對濕度： $(75\pm3)\%$

試驗時間：4, 10, 21 天

- 方法 B

污染氣體： $\text{H}_2\text{S}=(0.1\pm0.02)\times10^{-6}(\text{vol/vol})$

溫度： $(25\pm1)^\circ\text{C}$

相對濕度： $(75\pm3)\%$

試驗時間：4, 10, 21 天

- 方法 C

混合污染氣體： $\text{SO}_2=(0.5\pm0.1)\times10^{-6}(\text{vol/vol})$

$\text{H}_2\text{S}=(0.1\pm0.02)\times10^{-6}(\text{vol/vol})$

溫度： $(25\pm2)^\circ\text{C}$

相對濕度： $(75\pm3)\%$

試驗時間：4, 10, 21 天

試驗設置

測試條件在工作空間內能分布均勻；污染氣體最好從試驗櫃下方噴射出，再從試驗櫃相反方向(上方)排氣。應在出氣口前方安置調節板(baffles)，使櫃內能符合測試條件之需求。

確定在試驗櫃內不會產生凝結。

試驗可重複。

試驗裝備可以噴射一種或多種混合氣體，如 SO₂、H₂S、Cl₂ 及 NO_x，且各氣體濃度均能符合規格需求。

試驗櫃不可直接遭受日照，且其櫃內任何表面所遭受之照明，不可超過 300 照度 (lux)。

其他

- 本試驗之特定溫度及相對濕度條件，主要係避免試驗中產生凝結現象。
- 試驗中污染氣體濃度應連續或周期性(至少每日一次)的量測，使各項試驗參數均能受到控制。
- 試驗中溫度及相對濕度應進行量測，且量測儀具之反應時間應少於 30 秒，上述量測結果均應記錄。
- 本試驗亦評估尋找更接近實際大氣腐蝕之測試條件；當此方面之知識有所增長，則其他或更多之混合氣體將被使用。亦即若未來有滿足試驗需求之新試驗方法，則本試驗將適時補充修訂。
- 試件需滿足下述條件：

1. 對於厚度很薄之試件

總表面積與試驗櫃工作空間之比值不可超過 $0.75\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

2. 對於其他試件

總體積不可超過試驗櫃工作空間四分之一。

- 置於試驗櫃內之試件不可相互接觸亦不可接觸到試驗櫃壁，且不可相互遮蔽到試驗氣體。
- 置於試驗櫃內之試件應均勻分布在試驗櫃內之工作空間。

IEC 68-2-61 試驗方法 Z/ABDM：氣候序列

前言

本試驗法之目的提供一標準組合試驗方法，以決定試件分別在溫度、濕度與低壓等環境應力下之適應能力。

範圍

本試驗法適用於一般電工產品。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試驗前試件依相關規範之規定，在標準大氣狀況下進行至少一小時之試驗前調節。
2. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視、尺寸及功能測試檢查。
3. 基本上有三種試驗方法，除另有規定，應以第一種試驗方法為優先。
 - A. 第一種試驗方法先將試件置於高溫環境，再進行一個濕熱循環，緊接濕熱之後立刻進行低溫試驗，如此不論進入試件或滲入表面裂縫或密封內之濕氣將因結冰而造成更大之傷害，最後進行低壓試驗與濕熱循環以完成試件密封處之檢查。

第一種試驗方法包含下列五個步驟(如圖 1 所示，圖 3 為範例)，第四步驟可省略：

• 步驟一：乾熱

試件應依 IEC 68-2-2 中規定，置於乾熱試驗 Ba 環境下 16 ± 0.5 小時，溫度需在相關規範中規定，並說明氣候類別。相關規範應依照 IEC 68-2-2 中規定於高溫試驗完成後進行測試，測試時間不列入試驗時間。

試件移至櫃外並至少要有一小時復原時間，此步驟時間共 24 ± 0.5 小時。

在進行第二步驟之前，試件可在標準大氣條件下復原，但此時間不得超過 72 小時(3 天)。

• 步驟二：濕熱

試件應依 IEC 68-2-30 中規定置於濕熱試驗 Db 環境下執行一循環，除非另有規定，應使用第一種方式，高溫溫度為 55°C 。

依照 IEC 68-2-30 中規定，進行復原。

復原後立即進行第三步驟。

• 步驟三：低溫

依照 IEC 68-2-1 中規定進行低溫試驗 Aa，規範中應規定溫度與氣候類別，時間為 120 ± 5 分鐘。依照 IEC 68-2-1 中規定進行低溫試驗完成後之測試，測試時間不列入試驗時間。

依照 IEC 68-2-1 中規定所述，試件移至櫃外進行復原。

進行第五步驟之前，試件有 72 小時(3 天)可進行復原，或依規定在此時間內進行第四步驟。

• 步驟四(可省略)：低壓

依照 IEC 68-2-13 試件在氣候類別為 40/-/-, 55/-/- 及 65/-/- (x/y/z 說明：x 以兩位數表最低操作溫度，y 以參位數表最高操作溫度，z 以兩位數表高溫高濕執行天數)情形下，進行低壓試驗，並規定嚴厲度。除另有規定，試驗溫度應為 $15 \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，試驗時間為 60 ± 5 分鐘，若有電強度試驗(electric strength test)之要求，應於規定中詳述執行方法與電壓值，並於最後五分鐘進行試驗。

復原期為 1~2 小時。

• 步驟五：濕熱

除非另有規定，循環數應由氣候類別決定：

氣候類別 -/-/04，-/-/10 不適用

-/-/21 1 循環

-/-/56 5 循環

循環完成後，試件須移至櫃外，並搖晃試件以去除水滴，出櫃 15 分鐘後，應按規定進行目視、尺寸及功能測試檢查。

復原後 1.5~2 小時之間應按規定再進行目視、尺寸及功能測試檢查。

若相關規範中規定延長復原時間，則復原期可再加
24±0.5 小時，再按規定進行目視、尺寸及功能測試
檢查。

B. 第二種試驗方法較為嚴厲在五個濕熱循環間插入低溫試驗。

第二種試驗方法依照相關規範適用於氣候類別為-/-/56 之試件
(如圖 2 所示)。

- 步驟一：試件按第一種試驗方法中之前四個步驟進行試驗。
- 步驟二：試件進行一循環之濕熱 Db 試驗後，按第一種試驗方法中第二步驟之(b)項進行復原。
- 步驟三：試件立刻按第一種試驗方法中之第三步驟進行低溫試驗 Aa。
- 步驟四：重複進行上述第二、三步驟三次，總計進行四次循環試驗。最後試件應再進行一濕熱循環，復原按第二步驟(b)項進行復原。

在低溫試驗與濕熱循環之間，允許有一次不超過 72
小時(3 天)之復原或等待。

- 步驟五：依照第一種試驗方法第五步驟中之(b)、(c)、(d)程序進行。

C. 第三種試驗方法(如圖 1 所示)為提供量產件之接收試驗，時間較短，適合於已評估過品質之電子零組件。但此法僅適用於規範中規定之試驗方法。

- 步驟一：試件按第一種試驗方法中之前三步驟進行試驗。
- 步驟二：若相關規範有規定，則按照 IEC 68-2-13 與第一種試驗方法中之第四步驟進行低壓試驗。
- 步驟三：氣候類別為-/-/21 與-/-/56 之試件應按第一種試驗方法中之第二步驟所述進行濕熱試驗 Db。
- 步驟四：依照第一種試驗方法第五步驟中之(b)、(c)、(d)程序進行。

測試條件

- 高溫試驗：參考 IEC 68-2-2 試驗方法 B 之規定。
- 低溫試驗：參考 IEC 68-2-1 試驗方法 A 之規定。
- 低壓試驗：參考 IEC 68-2-13 試驗方法 M 之規定。
- 濕熱循環：循環數目參考本規範中第一種試驗方法第五步驟中所述規定。

試驗設置

- 試驗櫃需能分別進行低溫(試驗方法A)、乾熱(試驗方法B)、濕熱(試驗方法D)與低壓(試驗方法M)等組合試驗，且其規格需滿足試驗方法與其要求之嚴厲度。
- 若試驗僅使用單一試驗櫃進行，必須注意該櫃能符合每一階段之試驗，且因連續進行不同之環境試驗，將產生凝結水，且因升溫、降溫慣性，復原會受到影響。
- 試驗櫃如能將試件在櫃中自動轉換不同之艙間，通常可認為相當於使用不同之試驗櫃來進行試驗；但應注意復原條件需滿足。

其他

- 試驗完成後之功能測試檢查，應在規範明定其允、拒收標準。
- 本試驗法環境應力及條件之次序，是以加速及擴大試件之退化機制(mechanisms)，此次序是由自然天候條件觀察所得。
- 本試驗經常安排於其他試驗方法之後，如焊接、衝擊及振動，藉以驗證試件之密封是否失效。

IEC 68-2-62 試驗方法 Ef：擺錘式撞擊

前言

本試驗法之目的在於決定電工類產品抵抗撞擊(撞擊能量範圍為 0.15~0.5 焦耳(J))之能力；若欲評估產品之安全性(safety)，則本試驗法可驗證試件強韌性之接收位準。

範圍

本試驗法適用於電器附件，例如開關、燈座等。

限制

若試件無法安裝於本試驗法設置之夾持裝置，則請利用"IEC 68-2-63 試驗方法 Eg：彈簧鉗撞擊"。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視、尺寸檢驗及功能測試。
2. 將試件安裝於試驗設置之夾具上。
3. 依據表 1 規格，選擇擺錘落下高度。
4. 每次撞擊前應目視檢查撞擊元件，以確定撞擊元件沒有損壞而不會影響試驗結果。
5. 試件之每一姿態各撞擊 5 次。

6. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視、尺寸檢驗及功能測試；相關規範應規定試件之允、拒收準則。

測試條件

- 依據相關規範，規定試件之姿態及被撞擊點。
- 擺錘落下高度如表 1 所示，或相關規範之規定執行。
- 除另有規定，試件每一姿態各撞擊 5 次。
- 若試件在撞擊過程中需操作或有功能監測之需求，則應依相關規範擬訂準則，做為試件允收或拒收之基準。

試驗設置

試驗設置主要由下列組成，其範例如圖 1 所示。

- 由一根堅硬圓管及撞擊試件之撞擊元件所構成，此擺錘長度為 1 公尺，圓管重量為 100 公克。

撞擊試件之質量稱為撞擊元件，如圖 2 所示；此撞擊元件固定於圓管的末端。

撞擊元件其主體為鋼，插入半徑為 10mm、材質為聚醯胺(polyamide)且洛氏硬度為 100HR(根據 ISO 2039/2)之半圓球形之撞擊頭，此撞擊元件質量為 150 ± 1 公克。

撞擊元件直接撞擊安裝於夾具上之試件。

- 夾持裝置

試件依相關規範規定或直接安裝於合板(plywood，根據 ISO 1098)上之夾具，如圖 3 所示；夾具裝置由厚度 8mm、邊長為 175mm 之方形合板及質量為 10 公斤之鋼板所組成，且合板與鋼板間之間隙為 2mm。

夾持裝置之設計，應能使試件移動或轉至正確位置，再將試件在該位置固定住；並確定試件上所選擇之撞擊點，位於與撞擊元件主軸垂直之平面上。

若夾持需用到轉接器(adapter)，其細節需符合相關規範之規定。

其他

名詞定義：

- 夾持點(fixing point)

試件與夾具接觸之點，通常試件使用時該點亦為固定。

- 量測點(measuring point)

此點位於撞擊元件表面上，詳細位置如圖 4 所示。

- 擺錘落下高度

撞擊元件上量測點與撞擊元件撞擊於試件上之撞擊點間之高度差（即鉛垂距離）。

若試驗設置不同，則應以相同之撞擊能量執行。

- 撞擊能量計算方法

$$J = m \times g \times h$$

其中

J：撞擊能量，單位為焦耳(J)。

m：質量，單位為公斤(Kg)(擺錘元件質量與圓管質量之半的總和)。

g：重力加速度，單位為公尺/秒²(m/s²)。

h：擺錘落下高度，單位為公尺(m)。

表 1：擺錘落下高度	
落錘高度(mm)	撞擊能量
±1%	焦耳(J)
75	0.15
100.0	0.20
150.0	0.30
200.0	0.40
250.0	0.50

IEC 68-2-63 試驗方法 Eg：彈簧鎚撞擊

前言

本試驗法之目的在提供一標準方法，以決定電工產品承受規定嚴厲度撞擊之能力。特別當評估產品安全性時，用來驗證其強韌性(robustness)之接收位準。

範圍

本試驗法適用於家用及類似之電器、電氣附件及其類似品。其內容包括利用手動之彈簧鎚試驗裝置，對試件依規定之撞擊能量、撞擊次數及方向執行撞擊試驗。

限制

無限制。

測試步驟

1. 試驗前，試件須依相關規範規定執行目視、尺寸及功能檢查。
2. 依據測試條件操作試驗裝置執行試驗：
3. 拉握柄直到釋放夾嚙合在鎚軸之凹槽上，使試驗裝置成待發狀態。
4. 將釋放錐以垂直試件表面的方向推至對準試件上規定之位置。
5. 以緩慢加壓方式使釋放錐後移(相對於本體)，直到其接觸釋放桿。
6. 此時，釋放桿啟動釋放機構使彈簧鎚撞擊試件。
7. 依相關規範規定，試件視需求於撞擊過程中操作或執行功能監測。
8. 試驗後，試件須依相關規範規定執行目視、尺寸及功能檢查。

測試條件

試驗之嚴厲度包括撞擊能量及撞擊次數。

- 撞擊能量

撞擊能量值依相關規範之規定由表 1 中選取。

- 撞擊次數

除另有規定，撞擊次數應為 5 次。

- 撞擊位置

相關規範必須依據損害最接近實際狀況的原則來規定試件上之撞擊位置。

- 試件準備

相關規範必須說明試件撞擊前基座、蓋子等的穩固需求。

試驗設置

- 一般描述

由彈簧驅動之撞擊試驗裝置如圖 1 所示。此裝置包括三個主要部份：本體 (body)、打擊元件 (striking element) 及彈簧負荷釋放錐 (spring-loaded release cone)。

本體包括殼、打擊元件的導路、釋放機構及所有固定到那邊的元件。此部份之質量為 1250 ± 10 公克。

打擊元件包括鉋頭、鉋軸及握柄，此部份之質量為 250 ± 1 公克。

鉋頭有一洛氏硬度 100HR (根據 ISO 2039/2) 且半徑 10 毫米之半球型聚醯胺 (polyamide) 表面。鉋頭固定在鉋軸上，當打擊元件在釋放點時鉋頭頂端到撞擊面 (圓錐之截斷面) 的距離約為表 2 中之彈簧壓縮量。

釋放錐之質量約為 60 公克，且當釋放夾位於釋放點時錐彈簧產生之力約為 5 牛頓。釋放機構彈簧調整到恰好產生足夠壓力使釋放夾處於啮合位置。釋放打擊元件所需壓力必須不超過 10 牛頓。

利用鉋軸與鉋頭的配置及調整錐彈簧的方法，使鉋頭頂端在通過撞擊面前約 1 毫米時，錐彈簧已釋放本身所有儲存之能量。在撞擊前最後 1 毫米行程中，除摩擦外，打擊元件為一只有動能沒有儲存能量之自由移動質量。此外，鉋頭頂端通過撞擊面後，打擊元件在無干涉情況下，至少能再自由移動 8 毫米。

當試驗裝置保持水平姿態時，打擊元件在撞擊前的動能值如表 2 所示。

- 試件固定方式

試件須依相關規範規定方式固定，固定方式須為下述兩者之一：

以正常方式安裝在堅固平面支撐上。

擺在堅固平面支撐上。

為了確保試件支撐的剛性，執行試驗時試件必須對著一實心平面牆（磚牆或混凝土牆），牆的表面緊密覆蓋一聚醯胺層並須確保其與平面牆間無目視可見之隙；根據 ISO 2039/2 規定，聚醯胺層的洛氏硬度須為 100 HR，厚度至少 8 毫米且表面積須足夠以避免試件任何部位因為支撐面積不足而發生應力過高 (overstress) 現象。

對小型試件，至少 15 公斤以上的混凝土塊可作為其剛性支撐。

其他

本試驗法提供決定試件之機械強韌性的方法，且可用來評估試件提供之安全度。其內容包含利用手動試驗裝置，對試件執行撞擊試驗。且特別適用於因體積太大而無法利用試驗方法 Ef (IEC 68-2-62) 執行試驗之裝備。

有許多 IEC 標準指定使用彈簧驅動之撞擊試驗裝置執行撞擊試驗，如表 3 所列，在表中尚列出各標準之主題、打擊元件之質量(250 公克)、釋放力及撞擊能量。

表 1：撞擊能量	
撞擊能量	容差
焦耳(Joules)	焦耳(Joules)
0.20	±0.02
0.35	±0.03
0.50	±0.04
0.70	±0.05
1.00	±0.05

表 2：打擊元件的動能值	
撞擊前的動能值(E)	近似之彈簧壓縮量
	(彈簧常數 $2.75 \times 10^3 \text{ N/m}$ 時)
焦耳(Joules)	毫米(mm)
0.20 ± 0.02	@13.0
0.35 ± 0.03	@17.0
0.50 ± 0.04	@20.0

0.70±0.05	@24.0
1.00±0.05	@28.0
撞擊前近似的動能值可以下式計算：	
$E = 0.5 FC \times 10^{-3}$	
其中：	
F 為鉋彈簧完全壓縮時產生之作用力(單位牛頓)	
C 為鉋彈簧之壓縮量(單位毫米)	

表 3：釋放力及撞擊能量				
IEC 標準	主 題	打擊元件質量(公克)	釋放力(牛頓)	撞擊能量(焦耳)
65(1985)	家用交流電源儀表及相關裝置	250	20	0.5
257(1968)	小型保險絲座	250	20	0.225
309-1(1988)	工業用插座、插頭及耦合器	250	20	1.0
320(1981)	家用電器接頭	250	20	0.5
335-1(1976)	家用電器	250	20	0.5
348(1983)	電子量測儀器	250	20	0.5
466(1987)	絕緣封裝之開關及控制傳動裝置	—	—	1.0
491(1984)	照相電子閃光燈	250	20	0.5
598-1(1986)	照明設備	250	20	0.2 0.35 0.5 0.7
601-1(1988)	醫療電氣設備	250	20	0.5
730-1(1986)	自動化電氣設備	250	5	0.5 1.0
745-1(1982)	電動手工具	250	20	0.5 1.0
950(1986)	有安全顧慮之資訊及商務設備	250	20	0.5

1058-1(1990)	電器開關	-	-	1
--------------	------	---	---	---

註解：

1. IEC 1058-1 及 466 對釋放力及打擊元件質量無建議值。
2. 當保險絲座與其他裝置一同執行試驗時，IEC 257 的修正版建議採用比 0.225 焦耳大的撞擊能量。
3. IEC 730-1 跟隨 IEC 817 的規定，釋放力為 5 牛頓，最大值為 10 牛頓。

IEC 68-2-64 試驗方法 Fh：寬頻隨機振動(數位控制)及指引

前言

本試驗法之目的在決定試件於特定嚴厲度的隨機振動環境下之存活能力，亦可探討隨機振動對試件之疲勞累積效應、機械弱點及特定功能之退化情形。除可依此資訊及相關規範制訂產品之允收標準外，尚可用以驗證試件之強韌性且(或)研究其動態行為。

範圍

本試驗法適用於運輸或使用過程中遭遇隨機振動之元件、裝備或產品。

本試驗法主要針對無包裝之試件及含運輸箱之試件，如為後者，則運輸箱可視為試件本體之一部份。

本試驗共有兩種方法，分述如下：

- 試驗方法 I 通常僅用於驗證試件在隨機振動環境之存活能力；如在相關規範中另有規定，可於振動試驗之前或後，以正弦或隨機方式激振，進行振動響應調查。
- 試驗方法 II 通常僅用於調查試件之振動響應；可在隨機振動驗證之前(或後，如相關規範要求)，以正弦或隨機方式激振，求得試件在最窄-3dB 共振頻寬時之共振頻率。

限制

本試驗法不適用於運輸或使用過程遭遇簡諧(harmonic)振動之元件、裝備或產品。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。

2. 按規格依序在三相互垂直軸向執行試驗(軸向另有規定者除外),且其嚴厲度應在相關規範中明定。其程序如下:

- A. 初始振動響應調查:

依相關規範規定以正弦或隨機方式激振,求得試件之共振頻率及最窄的-3dB 共振頻寬,執行細節請參考第 7.(2)節。對試驗方法 I 而言,若相關規範未要求則可省略此步驟。

- B. 以低位準激振方式進行等化(equalization)程序:

在執行相關規範所訂位準之振動試驗前,振動控制系統須以較低位準之試振程序,使達到等化狀態,亦即試件所受振動量在規格之要求容差內。表 1 為試振位準與時間限制。

3. 依相關規範規定之試驗規格進行試驗,主要參數如下:

試驗頻率範圍。

ASD(acceleration spectral density)位準。

隨機振動之頻譜形狀。

試驗時間。

4. 在隨機振動試驗中,依相關規範規定對試件進行功能檢驗。

如相關規範有要求,可進行最終振動響應調查。若所求得之共振頻率與初始振動響應調查結果不同,則可能是因試件特性改變或發生失效所致。

5. 俟試件回復至原來狀況後,應執行目視檢查、電性及機械檢驗。

測試條件

- 試件固定方式

除相關規範另有規定外,試件固定應遵循 IEC 68-2-47 之規定。

- 振動嚴厲度

振動嚴厲度係由頻率範圍、ASD 位準、頻譜形狀及試驗時間表示。決定上述參數的方式為:

參照 5.(2)b. ~5.(2)e. 之建議值。

由試件之已知環境推導而得者。

由類似產品之環境規格推導而得者。

ASD 位準(g^2/Hz)

0.005 0.01 0.05 0.1

0.5 1.0 5.0 10.0

頻率範圍：如表 2 所示。

- 頻譜形狀

試驗頻譜可依照圖 1 之形狀決定；亦可由相關規範制訂 ASD 位準與頻率對應之頻譜曲線，但頻率與位準值儘可能選用第 5.(2)節與第 5.(3)節之建議值。

- 試驗時間(每一振動軸向，容差 0~+5 %)：

1 分鐘， 3 分鐘，10 分鐘，30 分鐘，100 分鐘，300 分鐘

- 振動時之運動需求

在試件夾持點的運動大體上應符合規範之規定，且其瞬間加速度須呈直線性(rectilinear)、隨機及常態(normal)分布。

在試件參考點的瞬間加速度值應為常態分布，其容差要求如圖 2 所示。若為虛擬參考點，則應將上述容差要求之對象改為所有用以控制 ASD 頻譜之檢查點。

應在相關規範中明訂驅動訊號之波高率(crest factor)及其截斷位準(clipping level)，但不可低於 2.5，亦即訊號峰值至少為均方根值之 2.5 倍。

檢查點之側向振動位準不可超過振動軸向 ASD 位準 5dB，也不可超過軸向振動均方根值的 50%。對於較小試件可將限制加嚴，例如，將上述 5dB 限制降為 3dB。對於大型或較重試件，可能無法滿足上述限制，因此，須在相關規範中規定：

於試驗報告中記載所有超過上述限制之側向運動。

已知對試件不造成危害之側向運動，可不監測。

- 試驗容差與頻譜形狀要求

控制系統或其輸入設備中的類比組件會造成儀器誤差，因此在振動規格之頻率範圍內($f_1 \sim f_2$)，檢查點與參考點於振動軸向測得之 ASD 位準可有 $\pm 3\text{dB}$ 之容差，但隨機與偏移誤差並不包括在內。使用試驗方法 II 時，應在相關規範明訂允許之最高偏移誤差。

在頻率範圍 $f_1 \sim f_2$ 內所測得或算出之加速度均方根值，應在規格之 $\pm 10\%$ 容差內，此一要求對單點或多點控制均適用。

上述之 ASD 位準與均方根植限制在大型或較重試件時可能無法滿足，因此可在相關規範中應訂較寬之容差。

振動頻譜之初始斜率 $\geq 6\text{dB}$ ，末端斜率 $\leq -24\text{dB}$ (如圖 1)。

- 頻率解析度

應儘量提高控制或分析系統之頻率解析度，以降低 ASD 位準測示值和真值之誤差，可依試驗方法選用頻率解析度如下：

- 試驗方法 I：如表 3 所示。
- 試驗方法 II

頻率解析度(B_e)須由頻率響應調查所求得之 -3dB 共振頻寬 B_r 推導而得，公式如下：

$$B_e = a B_r, \text{ 其中 } a \text{ 值小於 } 1$$

選用係數 a 時須考慮偏移誤差 L_b ，如表 4 所示。

- 統計精確度

隨機振動試驗之統計精確度係以其統計自由度(M_0)決定，通常 M_0 應高於 120，其公式如下：

$$M_0 = 2 B_e T_a$$

其中， B_e 為頻率解析度， T_a 為有效平均時間。

在不同信賴度下，精確度與自由度之關係為卡方(Chi-square)分布。

- 試驗設置

試件應以正常安裝姿態固定於試驗平台上執行試驗，有關試件固定需求詳見 IEC 68-2-47 之規定。

夾持點、檢查點皆應遵照相關規範之規定。

數位控制之隨機振動系統(包含數位控制系統、功率放大器、夾具及振動機等)。

正弦振動之控制系統(若相關規範中要求以正弦振動調查試件響應)。

其他

- 夾持點、檢查點、參考點、虛擬點及響應點

夾持點為試件與夾具或振動台直接連接處，通常試件在操作時即固定於此處。若採用試件操作時實際固定結構之部份為夾具，則夾持點應為該結構與振動台之連接點，不再是該結構與試件之接合點。

檢查點位於夾具、振動台或試件上，應儘量靠近試件之夾持點且與之堅固連接。若僅有四個以下的夾持點，則每個夾持點都可選為檢查點；若有四個以上的夾持點時，則試驗規範中應指明四個夾持點作為代表的檢查點。

參考點係選自檢查點，並以其訊號控制振動試驗，使達到規格之要求。參考點亦可能是虛擬點，例如，參考點 ASD 數值可定義為多個檢查點 ASD 數值之平均。建議在大試件或複雜結構時，以虛擬點為參考點。

虛擬點並非實際量測點，該點所得數值通常是多個量測點之運算結果。

響應點位於試件上，不同於檢查點或參考點，主要用以振動響應調查。

- 振動響應調查

在試驗方法 I(如規範要求)，振動響應調查目的在探討試件之機械或結構動態效應。而在試驗方法 II 目的在探討共振及最小的-3dB 頻寬(B)，以便求得頻率解析度(B)。

為避免響應調查時因共振節點(nodal point)而疏漏某些共振頻率，建議在相關規範中明訂多個響應量測點。此外，量測時應避免因量測設置而改變試件動態特性(如加速儀過重)；應注意非線性共振時，共振頻率及放大倍率都有變動之可能。

振動響應調查可依其激振方式分為正弦掃描與隨機兩種：

A. 正弦掃描激振

掃描方式

於頻率範圍($f_1 \sim f_2$)內，以不超過 1 octave/min 之速率進行掃描，其他可參考 IEC 68-2-6。

B 與 B_c 之計算

將掃描時於不同頻率測得之響應振幅除以輸入振幅，可求出頻率響應曲線，並從而求得共振頻率與最小的-3dB 頻寬(B)，再依第 5.(5)b. 節公式算出頻率解析度 B_c 。

一般要求在最小的-3dB 頻寬中，至少應包含五條頻譜線。

B. 隨機激振方式

以各頻率 ASD 位準皆近似之頻譜作為激振輸入訊號。

a. 控制方式：

單點控制

單點控制通常用於小型或結實之試件，其控制回饋訊號來自單一參考點。

多點控制

多點控制通常用於大型或複雜之試件，控制回饋訊號來自多個參考點，控制方式有以下兩種：

平均方式：以所有檢查點測得頻譜在各頻率之算術平均為參考頻譜。

極值方式：以所有檢查點測得頻譜在各頻率之最大值為參考頻譜。

b. 驅動訊號之統計特性

機率分布

本標準中要求振動試驗之瞬間控制驅動訊號屬常態分布，其主要原因為：

以現今知識水平而言，對常態分布特性有較深入之瞭解，對於其模型建立及結果統計較能掌握。

振動試驗中訊號歷經多重濾波過程，可視之為足夠多個隨機變數之和，由中央極限定理(central limit theorem)可知其分布應為常態。

任何常態分布變數經線性轉換後，分布仍為常態。

隨機振動現場所量得資料近似於常態分布。

c. 波高率(crest factor)或截斷位準(clipping level)

波高率或截斷位準係用以限制數位控制系統輸出之驅動訊號，用意在：

保護振動系統，截除過大之驅動訊號。

波高率為振幅峰值與均方根值之比，在本標準要求限制在 2.5 以上，使隨機振動之振幅分布符合常態分布的 99%。

當規格要求在低頻(例如 20Hz)須具高 ASD 位準時，波高率過高可能使振動系統無法達到規格之振幅需求，因此須在相關規範中降低波高率需求。此外，若要求低頻有顯著的 ASD 位準時，波高率即使限制在 2.5 以上，其振幅可能仍然不是常態分布。

• 試驗誤差

1. 儀具誤差(instrument error)

此誤差來自振動訊號量測系統與數位轉換程序，由加速儀(accelerometer)、電纜線、放大器(調節加速儀訊號用)、反膺頻濾波器(anti-aliasing filter)類比數位轉換器(analog digital converter)等包含類比組件之儀具所組成。

應將此誤差自試驗總容差中扣除。

2. 隨機誤差(random error, E_r)

隨機誤差與振動頻譜分析時之樣本數有關。對線性平均(linear average)而言，統計之自由度(N_d)約可表為：

$$N_d = 2 B_e T_a = 2 n$$

其中 n 為發生在有效平均時間(T_a)內之平均次數。對指數平均(exponential average)而言，統計之自由度約可表為：

$$N_d = 2 n (2 p - 1)$$

其中 $1/p$ 為每次平均時加入訊號中的新成分比例， n 為發生在有效平均時間內之線性平均次數。

若 ASD 頻譜之自由度為 N_d ，並要求其精確信賴度為 a ，則頻譜之真值 $G_{xx}(f)$ 與估算值 $G_{xx}(f)$ 存有如下關係：

其中 $c^2(.)$ 為卡方(Chi-square)分布函數。依此式作圖如圖 3 所示。

3. 偏移誤差(bias error, E_b)

分析振動響應頻譜時，若頻率之解析度不足，則在頻譜中形狀較陡峭處，將產生過低(峰)或過高(谷)之偏移誤差。對振動控制系統而言，由於無法掌握試件試驗時之振動實況，造成控制補償死角。頻率解析度不足之偏移誤差，表示如下：

其中 k 為小於 1 之常數， W 與時間窗函數有關，如表 5 所示。

提高分析頻率解析度的唯一方法為增加解析時間，但會產生分析時間增長及控制遲緩等副作用。

表 1：試振位準與時間限制

試振之均方根值	時間限制
低於試驗規格均方根值的 -12dB	無時間限制
介於試驗規格均方根值的 -12dB~-6dB 間	低於 1.5 倍的試驗時間
介於試驗規格均方根值的 -6dB~0dB 之間	低於 0.1 倍的試驗時間

表 2：試驗之頻率範圍	
f_1 (Hz)	f_2 (Hz)
1	100
5	500
20	2,000
50	5,000

表 3：試驗方法 I 之頻率解析度		
試驗之頻率範圍		頻率解析度之上限值(Hz)
f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	
1	100	0.5
5	500	2.5
20	2,000	10
50	5,000	25

表 4：係數 a 與偏移誤差 E_b					
時間窗函數	E_b (dB)	± 3	± 2	± 1	± 0.5
rectangular	係數 a	0.87	0.75	0.56	0.4
triangular	係數 a	0.65	0.56	0.42	0.3
Hamming $0.54+0.46 \cos(\pi T)$	係數 a	0.64	0.55	0.41	0.29
Hanning $0.5+0.5 \cos(\pi T)$	係數 a	0.58	0.5	0.37	0.26
<i>Blackman-Harris</i> (4 項係數)	係數 a	0.43	0.37	0.28	0.2

表 5：係數 W 與時間窗函數	
時間窗函數	W
rectangular	1.00
triangular	1.33
Hamming [$0.54+0.46 \cos(T)$]	1.36
Hanning [$0.5+0.5 \cos(T)$]	1.50
Blackman-Harris (4 項係數)	2.00

IEC 68-2-65 試驗方法 Fg：音響衍生振動

前言

本試驗法係將規定之音壓位準施加於元件及裝備之試驗。主要目的係檢查試件於指定之音壓位準下，能否忍受音響環境所衍生之振動。除提供標準測試程序及指引外，亦可作為試件耐疲勞及強韌性之驗證方法。

範圍

本試驗法詳細規定可參考附錄指引，基本上包括下列四種範圍，但本試驗法採用迴響場試驗。

迴響場試驗(reverberant field testing)。

前進波試驗(progressive wave testing)。

空腔共振試驗(cavity resonance testing)。

駐波試驗(standing wave testing)。

限制

本試驗法限制於音壓位準 120dB 以上之音響需求。

測試步驟

1. 若有需要，應依相關規範執行試驗前調節，以確定試件於周圍大氣條件下達到穩定之條件。

2. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視檢查、電性及機械檢驗。
3. 試驗執行

A. 試件與麥克風之安裝：

試件應儘量置於迴響室之中央，並避免與任何壁面平行。將試件固定或懸吊，懸吊系統之自然共振頻率需低於 25Hz 或低於最低截止頻率。

若有安裝結構件時，應注意避免其干擾音場及產生其他振動。

檢查點與試件之距離需大於最低截止頻率相對波長之半或大於試件與牆面距離之半，兩者取其小者(如圖 1 所示)。否則量測結果應考量因牆面等反射而產生誤差。檢查點至少三點，並置於假設面之中央(如圖 2 所示)。

B. 與試件連接之管線、電纜線等均應妥當固定。

C. 依據規範調整平均之全程音壓位準，使 1/1 或 1/3 倍頻頻譜於試驗時間均合乎容差範圍內之要求。並依據規範量測足夠之分析積分時間，以確保統計之信賴度。

D. 若需採用較高之音壓位準與較短之試驗時間，以便執行材料加速試驗時，需參考相關規範訂定嚴厲度，其相關建議事項可參考附錄指引。

4. 依相關規範執行試驗中功能或操作測試。
5. 若有需要時，在相關規範中應規定復原條件。
6. 試驗後試件應依相關規範之規定執行目視、尺寸及功能檢驗。並在相關規範中規定試件允、拒收準則。

測試條件

依實際現場量測值或試飛量測值訂定之音壓位準，如圖 3 至圖 5 之音壓位準及頻譜範圍。

音壓位準及試驗時間參照表 1 及表 2。

試驗設置

音響量測裝備之容差需遵照表 3 之規定。

迴響室之容積及尺寸比例需遵照表 4 及表 5 之規定。

迴響室所使用之聲源產生器，聲源種類、波形及輸出能量需合乎表 6 之規定。

其他

名詞定義：

- 檢查點(check point)

距離試件一定尺寸之周圍假設面上，麥克風量測位置。

- 參考點(reference point)

由上述檢查點中選擇能監控音壓位準規格值者，為合適之參考點。

- 音壓位準(sound pressure level)

$$L_p = 20 \times \log(P/P_0) \text{ dB}, P_0 = 20 \text{ mPa}$$

- 全程音壓位準(overall sound pressure level, OASPL)

$$L_g = 10 \times \log 10^{L_i/10}$$

L_g ：表示全程音壓位準 dB，

L_i ：表示第 i 個 1/1 或 1/3 倍頻下之音壓位準，

m ：表示 1/1 或 1/3 倍頻之數目。

附錄：音響衍生振動試驗指引

- 迴響室試驗(reverberant room testing)

迴響室係於密閉空間下，藉由寬頻噪音源之激發，產生之擴散音場使迴響室內各點之平均音壓位準均相等。

迴響室容積與試件之體積比不得低於 10，試件與牆面距離需大於最低截止頻率相對波長之半。

最低測試頻率與迴響室容積之關係參照表 4 之規定。

迴響室之形狀最好為不規則，並避免平行。若需採用長方形形狀時，尺寸比例最好保持 $1:2^{1/3}:4^{1/3}$ ；迴響室容積大於 200 立方公尺以上時，其他尺寸比例可參考表 5 之規定。

迴響室可由懸吊不規則形狀之轉動件於天花板上，藉以增加反射路徑與低頻激振效果。

迴響室內之平均吸音係數需低於 0.06，牆面最好施以樹酯，牆面材料需厚重、高強度等設計以避免壁面共振效應。

檢查點與試件之距離需大於最低截止頻率相對波長之半，或大於試件與牆面距離之半，兩者取其小者(如圖 1 所示)。否則將會因牆面等反射而產生誤差，量測結果應予考量。長方形及圓柱型試件之檢查點位置如圖 2 及圖 6 所示。

量測系統之頻率範圍需滿足 22.4Hz 至 11200Hz 要求，或 1/1 中心倍頻頻率範圍 31.5Hz 至 8kHz 或 1/3 中心倍頻頻率範圍 25Hz 至 10kHz。麥克風需為可接收隨機入射信號型式，且尖峰音壓位準需為均方根音壓位準三倍之動態範圍，1/4 英吋之麥克風為建議之選擇尺寸。

- 前進波管試驗(progressive wave tube testing)

聲波由管前端提供激振，並傳遞至等截面積之管內，全程壓力位準保持一定，管末端以楔形吸音材吸收聲波以減少反射。

試件可安裝於管壁單側或管中，分別模擬暴露於單方向及雙方向聲源之效果。

一般而言，相同功率之聲源，全程音壓位準於前進波管內將高於迴響室內 10dB。

- 空腔共振試驗(cavity resonance testing)

飛機機艙開啟或固態火箭燃燒室燃燒後改變之剩餘空間，均會因暴露於高速氣流場下產生空腔共振噪音。

聲源最好採用正弦波或窄頻隨機信號激振。

聲源直接撞擊需執行空腔共振之試件部份，試件其他部份需包覆隔音 20dB 以上材料，方能達成妥當安裝之隔離效果。

麥克風位置依空腔容積及其共振模態等而異，需參照其他相關規範。

- 駐波管試驗(standing wave tube testing)

駐波管係一封閉管，管前端連接喇叭，管末端放置試件。管徑需低於一個波長，方能確定僅有平面波於管內傳遞之測試條件。

試驗時採用單頻激振，所調整之駐波振頻隨管長而異。

此試驗方法多用於量測高噪音場所下吸音材料之吸音係數及開發產品時使用。

- 聲源選擇

五種聲源之波形及輸出能量詳如表 6，分別說明如下：

1. 電氣式換能器(electro-pneumatic transducers) 為目前使用最為廣泛之聲源，其採用高容積、低壓力之氣流可調整產生近似正弦波或隨機波形，輸出能量最高至 30,000 瓦。
2. 電液式換能器(electro-hydraulic transducers) 類似上述電氣式換能器，唯輸出能量最高至 200,000 瓦。
3. 電動式喇叭(electro-dynamic loudspeaker) 為一般型喇叭，多用於室內音響與頻譜響應之調查使用，可產生正弦波或隨機波形，輸出能量接近 10 瓦。
4. 寬頻喇叭(windband sirens)採用低容積、低壓力之氣流，可調整產生正弦波或擬隨機波形，輸出能量最高至 5,000 瓦。最適合使用於長時間、低音壓位準之耐久性試驗。
5. 噴流(gas jets)雖可產生高頻、高位準之聲源，但其需高容量之氣體及不容易控制之特性，較少使用。

- 嚴厲度

當無法用量測方式取得全程音壓位準時，表 2 典型之全程音壓位準(OASPL)與試驗時間可供參考。

其他工業上應用產品需參照相關規範。

- 加速試驗

加速試驗係藉由增加全程音壓位準及減少試驗時間來達成，並配合試件材料之"應變-循環數曲線"，決定所需之音壓位準及時間。

試件於高應力共振模態下將首先發生疲勞失效，因此試驗前需先確知該共振模態之振頻。

全程音壓位準與試件應變之線性關係極限值需先確定，以避免非線性結果影響試驗值。

藉由應變計可監控應變之初期變化，經驗顯示當試件初期應變產生時，振頻將會偏移。因此，需要較高之音壓位準繼續執行應變之疲勞失效驗證，此種偏移產生時，即需立即檢查試件。

- 分析積分時間

為確保試驗結果之重複性及統計信賴度，分析積分時間需長至資料重覆發生。一般而言，低頻信號較高頻信號需較長之分析積分時間。

表 1：全程音壓位準與試驗時間	
全程音壓位準(dB)	試驗時間 (min)
120±1	60
130±1	60
140±1	30
150±1	30
160±1	30
170±1	2

表 2：典型之全程音壓位準(OASPL)與試驗時間			
應 用 範 圍	OASPL	試驗時間	音 響
	(dB)	(min)	頻 譜
高噪音工業機械	120	60	圖 5
高功率風扇	120	60	圖 4
消音後之氣渦輪排氣	120	60	圖 3
一般飛機位置	130	60	圖 3
工業氣體管線內	130	60	*
安裝於飛機內部、未消音之氣渦輪排氣	140	30	圖 3
靠近於飛機噪音源	150	30	圖 3
核能電廠之氣體管線內	150	30	*
飛機外掛載物	160	30	圖 3
氣體管線內且靠近循環裝置	160	30	*

靠近火箭引擎或加力器之裝備	170	2	圖 3
*表示需藉由推導或量測資料決定			

表 3：音響量測裝備之容差	
頻譜範圍(Hz)	容差(dB)
22.4~125	±1
126~2500	±2
2501~11200	±3

表 4：測試頻率與迴響室容積之關係	
最低測試頻率(Hz)	迴響室容積(m ³)
31.5	大於 1000
125	大於 200
250	大於 70
500	大於 5

表 5：迴響室之尺寸比例		
例證	Ly/Lx	Lz/Lx
1	0.83	0.47
2	0.83	0.65
3	0.79	0.63
4	0.68	0.42
5	0.70	0.59
Lx、Ly、Lz 分別為迴響室三方向之尺寸。		

表 6：聲源、波形及典型輸出能量	
聲源種類	波形及輸出能量

電氣式換能器	近似正弦波或隨機波形，輸出能量最高至 30,000 瓦。
電液式換能器	近似正弦波或隨機波形，輸出能量最高至 200,000 瓦。
電動式喇叭	正弦波或隨機波形，輸出能量接近 10 瓦
寬頻喇叭	正弦波或擬隨機波形，輸出能量最高至 5,000 瓦。
噴流	高頻低功率之隨機波形。

IEC 68-2-66 試驗方法 Cx：穩態濕熱(不飽和加壓蒸氣)

前言

本試驗法之目的在提供一標準試驗程序，以評估小型電工產品(主要為未密封元件)對濕熱環境之忍受能力。

範圍

本試驗法適用於小型電工產品之加速濕熱試驗。

限制

本試驗法不適用於驗證試件外部效應，如腐蝕與變形等。

測試步驟

1. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視、尺碼與功能檢驗。
2. 試件放入試驗櫃中之情況必須符合實驗室之溫度、相對濕度與氣壓條件。
3. 若相關規範中有規定使用偏壓(bias voltage)，則必須在試件之溫、濕度已達穩定狀態後進行。
4. 將溫度升至規格值，在此期間，櫃中之空氣被蒸氣排除，溫度與相對濕度不得超過規定值，試驗進行中，試件上不得有水滴凝結，溫度與相對濕度之穩定應在 1.5 小時內完成。若試驗時間長達 48 小時以上，且穩態不能於 1.5 小時內完成時，則應於 3.0 小時內完成。
5. 依相關規範規定將溫度、濕度與壓力維持在規定數值，試驗時間自達穩態後開始計算。
6. 依規定時間完成試驗後，櫃中之溫度、濕度與壓力數值，應在 1~4 小時復原至標準大氣狀況條件。在此期間，溫度與相對濕度不得超過規定數值，這條件可以自然冷卻來達成。
7. 當試件完全冷卻後，應進行復原工作。
8. 試驗中，若相關規範規定試驗中需進行電性或機械檢驗，則依規定執行，但不得影響試

驗條件，至於復原前之測試亦不得將試件移出櫃外。

9. 復原工作應在標準大氣狀況下進行時間為 2~24 小時。

10. 試驗後依相關規範之規定執行目視、尺碼與功能檢驗。

測試條件

除相關規範另有規定外，測試條件由溫度與時間組合而成，詳如表 1 所列。

試驗設置

- 試驗櫃中需有溫度感應裝置以監測試驗櫃中之溫度。
- 在試驗開始前，試驗櫃中之空氣應被水蒸氣排除。
- 凝結水不得滴在試件上。
- 試驗櫃壁之材料，不得使用影響水蒸氣品質者，亦不能導致試件腐蝕。
- 櫃中各點之溫度差異、該點之起伏溫度變化與量測之絕對誤差，總容差為 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 若溫度之變化超過 1.5°C ，則相對濕度之容差 $\pm 5\%$ 就無法滿足，因此櫃中任何兩點之溫差應愈小愈佳，即使是升溫或降溫也應維持在 1.5°C 範圍內。
- 試件不得阻礙蒸氣流動。
- 試驗中使用之水需為蒸餾水或去離子水，在 23°C 時其電阻係數(resistivity)不得低於 $0.5\text{M}\Omega\text{cm}$ 。pH 值在 23°C 時應介於 6.0 與 7.2 之間。水在放入潤濕器之前，溫度櫃中應以擦洗方法清潔。
- 試件在溫度櫃內不得直接受到熱源之輻射影響，若有規定使用夾具時，需注意夾具之熱傳特性(heat conductivity)與熱容量(thermal capacity)要小以免影響試驗溫度。夾具材料選擇必須注意避免污染與腐蝕現象產生。

其他

溫度、相對濕度與飽和溫度之對照表如表 2 所示，單容器型與雙容器型試驗設備示意圖如圖 1 與圖 2 所示。

表 1：嚴厲度				
溫 度	相對濕度	時間(小時，-0/+2)		
$\pm 2^{\circ}\text{C}$	$\pm 5\%$	I	II	III
110	85	96	192	408
120	85	48	96	192
130	85	24	48	96
註：水氣壓力值相對應 110、120、 130°C 應分別為 0.12、0.17、0.22 MPa				

表 2：蒸氣對應之飽和溫度對照表

乾燥溫度 100~123(°C)

飽和溫度(°C)

%RH	相對濕度(%RH)											%RH
°C	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	°C
100	100.0	98.6	97.1	95.5	93.9	92.1	90.3	88.4	86.3	84.1	81.7	100
101	101.0	99.6	98.1	96.5	94.8	93.1	91.2	89.3	87.2	85.0	82.6	101
102	102.0	100.6	99.0	97.5	95.8	94.0	92.2	90.2	88.1	85.9	83.5	102
103	103.0	101.5	100.0	98.4	96.8	95.0	93.1	91.2	89.0	86.8	84.3	103
104	104.0	102.5	101.0	99.4	97.7	95.9	94.1	92.1	90.0	87.7	85.2	104
105	105.0	103.5	102.0	100.4	98.7	96.9	95.0	93.0	90.9	88.6	86.1	105
106	106.0	104.5	103.0	101.3	99.6	97.8	96.0	93.9	91.8	89.5	87.0	106
107	107.0	105.5	103.9	102.3	100.6	98.8	96.9	94.9	92.7	90.4	87.9	107
108	108.0	106.5	104.9	103.3	101.6	99.8	97.8	95.8	93.6	91.3	88.8	108
109	109.0	107.5	105.9	104.3	102.5	100.7	98.8	96.7	94.5	92.2	89.7	109
110	110.0	108.5	106.9	105.2	103.5	101.7	99.7	97.7	95.5	93.1	90.6	110
111	111.0	109.5	107.9	106.2	104.5	102.6	100.7	98.6	96.4	94.0	91.5	111
112	112.0	110.5	108.9	107.2	105.4	103.6	101.6	99.5	97.3	94.9	92.3	112
113	113.0	111.5	109.8	108.1	106.4	104.5	102.5	100.4	98.2	95.8	93.2	113
114	114.0	112.4	110.8	109.1	107.3	105.5	103.5	101.4	99.1	96.7	94.1	114
115	115.0	113.4	111.8	110.1	108.3	106.4	104.4	102.3	100.0	97.6	95.0	115
116	116.0	114.4	112.8	111.1	109.3	107.4	105.3	103.2	100.9	98.5	95.9	116
117	117.0	115.4	113.8	112.0	110.2	108.3	106.3	104.1	101.9	99.4	96.8	117
118	118.0	116.4	114.7	113.0	111.2	109.3	107.2	105.1	102.8	100.3	97.7	118
119	119.0	117.4	115.7	114.0	112.1	110.2	108.2	106.0	103.7	101.2	98.5	119
120	120.0	118.4	116.7	114.9	113.1	111.2	109.1	106.9	104.6	102.1	99.4	120
121	121.0	119.4	117.7	115.9	114.1	112.1	110.0	107.8	105.5	103.0	100.3	121
122	122.0	120.4	118.7	116.9	115.0	113.1	111.0	108.8	106.4	103.9	101.2	122
123	123.0	121.4	119.6	117.9	116.0	114.0	111.9	109.7	107.3	104.8	102.1	123
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	

表 2：蒸氣對應之飽和溫度對照表(續)

乾燥溫度 124~147(°C)

飽和溫度(°C)

%RH	相對濕度(%RH)											%RH
°C	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	°C
124	124.0	122.4	120.6	118.8	116.9	115.0	112.8	110.6	108.2	105.7	103.0	124
125	125.0	123.3	121.6	119.8	117.9	115.9	113.8	111.5	109.2	106.6	103.8	125
126	126.0	124.3	122.6	120.8	118.9	116.8	114.7	112.5	110.1	107.5	104.7	126
127	127.0	125.3	123.6	121.7	119.8	117.8	115.7	113.4	111.0	108.4	105.6	127
128	128.0	126.3	124.6	122.7	120.8	118.7	116.6	114.3	111.9	109.3	106.5	128
129	129.0	127.3	125.5	123.7	121.7	119.7	117.5	115.2	112.8	110.2	107.4	129
130	130.0	128.3	126.5	124.7	122.7	120.6	118.5	116.2	113.7	111.1	108.3	130
131	131.0	129.3	127.5	125.6	123.7	121.6	119.4	117.1	114.6	112.0	109.1	131
132	132.0	130.3	128.5	126.6	124.6	122.5	120.3	118.0	115.5	112.9	110.0	132
133	133.0	131.3	129.5	127.6	125.6	123.5	121.3	118.9	116.4	113.8	110.9	133
134	134.0	132.3	130.4	128.5	126.5	124.4	122.2	119.9	117.4	114.7	111.8	134
135	135.0	133.2	131.4	129.5	127.5	125.4	123.1	120.8	118.3	115.6	112.7	135
136	136.0	134.2	132.4	130.5	128.4	126.3	124.1	121.7	119.2	116.5	113.5	136
137	137.0	135.2	133.4	131.4	129.4	127.3	125.0	122.6	120.1	117.4	114.4	137
138	138.0	136.2	134.4	132.4	130.4	128.2	126.0	123.5	121.0	118.2	115.3	138
139	139.0	137.2	135.3	133.4	131.3	129.2	126.9	124.5	121.9	119.1	116.2	139
140	140.0	138.2	136.3	134.3	132.3	130.1	127.8	125.4	122.8	120.0	117.1	140
141	141.0	139.2	137.3	135.3	133.2	131.1	128.8	126.3	123.7	120.9	117.9	141
142	142.0	140.2	138.3	136.3	134.2	132.0	129.7	127.2	124.6	121.8	118.8	142
143	143.0	141.2	139.3	137.3	135.2	133.0	130.6	128.2	125.5	122.7	119.7	143
144	144.0	142.2	140.2	138.2	136.1	133.9	131.6	129.1	126.4	123.6	120.6	144
145	145.0	143.1	141.2	139.2	137.1	134.8	132.5	130.0	127.3	124.5	121.4	145
146	146.0	144.1	142.2	140.2	138.0	135.8	133.4	130.9	128.2	125.4	122.3	146
147	147.0	145.1	143.2	141.1	139.0	136.7	134.4	131.8	129.2	126.3	123.2	147
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	

表 2：蒸氣對應之飽和溫度對照表(續)												
乾燥溫度 148～170(℃)												
飽和溫度(℃)												
%RH	相對濕度(%RH)											%RH
℃	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	℃
148	148.0	146.122.4	144.2	142.1	139.9	137.7	135.3	132.8	130.1	127.2	124.1	148
149	149.0	147.123.3	145.1	143.1	140.9	138.6	136.2	133.7	131.0	128.1	124.9	149
150	150.0	148.1	146.122.4	144.0	141.9	139.6	137.2	134.6	131.9	129.0	125.8	150
151	151.0	149.1	147.123.3	145.0	142.8	140.5	138.1	135.5	132.8	129.8	126.7	151
152	152.0	150.1	148.1	146.022.4	143.8	141.5	139.0	136.4	133.7	130.7	127.6	152
153	153.0	151.1	149.0	146.922.4	144.7	142.4	140.0	137.4	134.6	131.6	128.4	153
154	154.0	152.1	150.0	147.923.3	145.7	143.3	140.9	138.3	135.5	132.5	129.3	154
155	155.0	153.0	151.0	148.9	146.622.4	144.3	141.8	139.2	136.4	133.4	130.2	155
156	156.0	154.0	152.0	149.8	147.623.3	145.2	142.7	140.1	137.3	134.3	131.1	156
157	157.0	155.0	153.0	150.8	148.6	146.222.4	143.7	141.0	138.2	135.2	131.9	157
158	158.0	156.0	153.9	151.8	149.5	147.123.3	144.6	141.9	139.1	136.1	132.8	158
159	159.0	157.0	154.9	152.7	150.5	148.1	145.5	142.9	140.0	137.0	133.7	159
160	160.0	158.0	155.9	153.7	151.4	149.0	146.522.4	143.8	140.9	137.9	134.6	160
161	161.0	159.0	156.9	154.7	152.4	150.0	147.423.3	144.7	141.8	138.7	135.4	161
162	162.0	160.0	157.9	155.7	153.3	150.9	148.3	145.6	142.7	139.6	136.3	162
163	163.0	161.0	158.8	156.6	154.3	151.8	149.3	146.522.4	143.6	140.5	137.2	163
164	164.0	162.0	159.8	157.6	155.2	152.8	150.2	147.423.3	144.5	141.4	138.0	164
165	165.0	162.9	160.8	158.6	156.2	153.7	151.1	148.4	145.4	142.3	138.9	165
166	166.0	163.9	161.8	159.5	157.2	154.7	152.1	149.3	146.322.4	143.2	139.8	166
167	167.0	164.9	162.8	160.5	158.1	155.6	153.0	150.2	147.223.3	144.1	140.7	167
168	168.0	165.9	163.7	161.5	159.1	156.6	153.9	151.1	148.1	145.0	141.5	168
169	169.0	166.9	164.7	162.4	160.0	157.5	154.8	152.0	149.0	145.822.4	142.4	169
170	170.0	167.9	165.7	163.4	161.0	158.4	155.8	152.9	149.9	146.722.4	143.3	170
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	

IEC 68-2-68 試驗方法 L：砂塵

前言

本試驗法之目的在決定懸浮於空氣中之砂塵對電工產品之影響。依試驗目的之不同，可分為不具磨損力之細塵(試驗方法 La)、自由落塵(試驗方法 Lb)及吹塵與吹砂(試驗方法 Lc)等三種試驗程序。

範圍

各試驗特性如表 1 所示，其適用範圍如下：

- 試驗方法 La：適用於評估試件之密封性(塵密)。本試驗法係將試件暴露於不具磨損力之細塵(滑石或同類礦石)中，並模擬因試件溫度循環變化造成內、外氣壓差之效應。其中試驗方法 La₂之塵濃度較試驗方法 La₁為高。
- 試驗方法 Lb：適用於模擬有遮蔽之環境。本試驗法係將試件暴露於低濃度之塵環境中，此環境之產生方式，係利用間歇性噴出定量之塵並藉由重力作用使塵落於試件上。
- 試驗方法 Lc：適用於模擬戶外及載具之條件。本試驗法係將試件暴露於含定量塵、砂或砂塵混合之紊流(turbulence)或層流(laminar)空氣中，以評估試件密封性及砂塵產生之侵蝕效應。試驗方法 Lc₁為模擬戶外因自然環境或人為誘發所產生之塵環境，可用於取代試驗方法 La。試驗方法 Lc₂適用於大試件(無法執行試驗方法 Lc₁)，亦可模擬砂塵於較高空氣流速下所產生之侵蝕效應。

限制

本試驗法不適用於驗證空氣過濾器之性能。

試驗方法 La 並非模擬自然或誘發環境。

測試步驟

- 試驗方法 La：不具磨損力之細塵

1. 方法 La₁：循環式氣壓

- a. 試驗前試件應依相關規範之規定執行目視、尺寸及功能檢驗。
- b. 試驗用塵為不具磨損力之乾燥細晶粒，且必須通過寬度為 75mm 之方形網眼，其網線直徑為 50mm。
- c. 將試驗用塵置於 80°C 之溫度條件下加熱 2 小時，使其乾燥，且試驗用塵不可重複使用超過 20 次。
- d. 櫃內氣流主要方向必須由上垂直向下，且不應為層流。空氣

流速須足夠使櫃內塵粒子產生均勻分布。

- e. 試驗櫃內相對濕度必須保持在 25%以下。
- f. 試件應以無包裝、關機之使用備便型態置於試驗櫃內。
- g. 依據試件操作狀況，由第 5. (1)a. (b)節中選擇適當之氣壓條件(若試件在操作條件下會產生溫度循環效應時，應選擇試驗類別 1；若無此情況，選擇試驗類別 2)，並將櫃內氣壓調節至規定值。
- h. 若為試驗類別 1，則依圖 1 循環式氣壓法駐留 2 小時(當櫃內氣壓條件漸漸回復至周遭氣壓時，將塵導入)；若為試驗類別 2，則在周遭大氣壓力條件下，將塵導入櫃內，並維持 4 小時。
- i. 若相關規範有所規定，則應於試驗中或結束時執行各項量測工作。
- j. 試驗後試件留置櫃內，直至所有塵粒子落下為止。
- k. 將試件置於標準大氣條件下 2 小時，以回復原來狀況，再進行目視、尺寸及功能檢驗。
- l. 在最終量測前，可依相關規範之規定清潔試件外表面之塵。

2. 方法 La₂：穩態氣壓

- a. 試驗前試件應依相關規範之規定，執行目視、尺寸及功能檢驗。
- b. 試驗用塵為不具磨損力之乾燥細晶粒，且必須通過寬度為 75mm 之方形網眼，其網線直徑為 50mm。
- c. 將試驗用塵置於 80°C 之溫度條件下加熱 2 小時，使其乾燥，且試驗用塵不可重複使用超過 20 次。
- d. 櫃內氣流主要方向必須由上垂直向下，且不應為層流。空氣流速須足夠使櫃內塵粒子產生均勻分布。
- e. 試驗櫃內相對濕度必須保持在 25%以下。
- f. 試件應以無包裝、關機之使用備便型態置於試驗櫃內。
- g. 依據試件操作狀況，由第 5. (1)b. (b)節中選擇試件內部適當之氣壓條件(若試件在操作條件下會產生溫度循環效應時，應選擇試驗類別 1；若無此情況，選擇試驗類別 2)。
- h. 若為試驗類別 1，真空泵應連接至試件之滴水孔並啟動真空泵(如無適當之抽氣孔時，試件必須鑽孔。若滴水孔多於 1 個時，則其餘滴水孔在試驗中應密封)，以抽取試件內部之空氣，再將塵導入櫃內維持一段時間(由第 5. (1)b. (d)節中決定駐留時間)。若為試驗類別 2，則將塵導入櫃內，並保持 8 小時。
- i. 若相關規範另有規定，則應於試驗中或結束時執行各項量測

工作。

- j. 試驗後試件留置櫃內，直至所有塵粒子落下為止。
- k. 將試件置於標準大氣條件下 2 小時，以回復原來狀況，再進行目視、尺寸及功能檢驗。
- l. 在最終量測前，可依相關規範之規定清潔試件外表面之塵。

- 試驗方法 Lb：自由落塵

- a. 試驗前試件應依相關規範之規定，執行目視、尺寸及功能檢驗。
- b. 使用方形網眼進行塵粒子大小之篩檢，以符合第 5. (2)a. 節中所規定之塵粒子成份。
- c. 試件應以無包裝、關機之使用備便型態置於試驗櫃內，並將櫃溫以每分鐘不超過 0.1°C 之溫度變化率由室溫升溫至 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，或以 2 小時以上之時間升至 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- d. 將塵粒子噴入櫃內 1 分鐘後，維持 59 分鐘使塵粒子漸漸落下(噴塵時間可做調整，使落塵速率符合規定)。
- e. 重複步驟 d. 之程序，以符合第 5. (2)e. 節規定之駐留時間。
- f. 若相關規範有所規定，則應於試驗中執行各項量測工作。
- g. 將櫃溫以每分鐘不超過 1°C 之溫度變化率(5 分鐘內之平均值)降至標準大氣條件，此時試驗櫃仍應保持關閉狀態，並可持續 12 小時，使櫃中塵粒子完全落於櫃底，以免人員吸入砂塵。
- h. 將試件置於標準大氣條件下 2 小時，以回復原來狀態，再進行目視、尺寸及功能檢驗。

- 試驗方法 Lc：吹塵與吹砂

- 1. 方法 Lc₁：重複循環試驗櫃

- a. 試驗前試件應依相關規範之規定，執行目視、尺寸及功能檢驗。
- b. 試驗所使用之塵應為無碳、無雜質之乾淨粒子，且應為乾燥狀態，其塵成份須滿足第 5. (3)a. (a) 節之規定。
- c. 試件應以無包裝、關機之使用備便型態置於試驗櫃內。
- d. 試驗櫃內相對濕度必須保持在 25% 以下。
- e. 依據試件操作狀況，由第 5. (3)a. (d) 節中選擇適當之氣壓條件(若試件在操作條件下會產生溫度循環效應時，應選擇試驗類別 1；若無此情況，選擇試驗類別 2)。
- f. 若為試驗類別 1，真空泵應連接至試件之滴水孔並啟動真空泵(如無適當之抽氣孔時，試件必須鑽孔。若滴水孔多於 1 個時，則其餘滴水孔在試驗時應密封)，以抽取試件內部之

空氣。

- g. 啟動試驗櫃內氣流裝置並噴塵，氣流方向為水平方向之層流。空氣流速須符合第 5. (3)a. (c) 節之規定，塵濃度須符合第 5. (3)a. (b) 節之規定。
- h. 依第 5. (3)a. (e) 節規定之駐留時間執行試驗。
- i. 若相關規範有所規定，則應於試驗中或結束前執行各項量測工作。
- j. 試驗後試件留置櫃內，直至所有塵粒子落下為止。
- k. 將試件置於標準大氣條件下 2 小時，以回復原來狀況，再進行目視、尺寸及功能檢驗。

2. 方法 Lc₂：吹塵

- a. 試驗前試件應依相關規範之規定，執行目視、尺寸及功能檢驗。
- b. 試驗所使用之塵應為無碳、無雜質之乾淨粒子，且應為乾燥狀態，其塵成份須滿足第 5. (3)b. (a) 節之規定。
- c. 試件應以無包裝、關機之使用備便型態置於試驗櫃內。
- d. 啟動試驗櫃內氣流裝置並吹塵，氣流方向為水平方向之層流。空氣流速須符合第 5. (3)b. (c) 節之規定，塵濃度須符合第 5. (3)a. (b) 節之規定。
- e. 依第 5. (3)a. (b) 節規定之駐留時間執行試驗。
- f. 若相關規範有所規定，則應於試驗中或結束前執行各項量測工作。
- g. 試驗後試件留置櫃內，直至所有塵粒子落下為止。
- h. 將試件置於標準大氣條件下 2 小時，以回復原來狀況，再進行目視、尺寸及功能檢驗。

測試條件

- 試驗方法 La：不具磨損力之細塵

1. 方法 La₁：循環式氣壓

塵濃度：600±200 g/m²/h。

試驗櫃內氣壓條件：

類別 1：氣壓低於周遭氣壓 2kPa 或 5kPa。

類別 2：周遭大氣壓力。

駐留時間：

類別 1：2 小時，如圖 1 所示。

類別 2：4 小時。

相對濕度：小於 25%。

2. 方法 La₂：穩態氣壓

塵濃度：櫃內容積每立方公尺至少含 2 公斤之塵粒子。

試件內部氣壓條件：

- 類別 1：試件內部氣壓低於周遭氣壓 2kPa、5kPa 或 10kPa。
- 類別 2：一般大氣壓力。

抽氣速率

執行試驗類別 1 時，試件內部空氣每小時抽出量須小於試件容積之 60 倍。

駐留時間：

- 類別 1：若試件內部空氣每小時抽出量為試件容積之 40~60 倍時，則駐留時間為 2 小時；若試件內部空氣每小時抽出量小於試件容積之 40 倍時，則駐留時間為 8 小時或抽出之體積已達試件容積之 80 倍，取先達到者。
- 類別 2：8 小時。

相對濕度：小於 25%。

2. 試驗方法 Lb：自由落塵

粒徑分布：塵成份須符合第 5.(3)a.(a)節第 1 類細塵之規定。

落塵量： $6 \pm 1 \text{g/m}^2$ (24 小時之量測值)。

溫度： $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

相對濕度：小於 25%。

駐留時間：1, 3, 10, 30 天。

- 試驗方法 Lc：吹塵及吹砂

1. 方法 Lc₁：重複循環試驗櫃

粒徑分布

- a. 第 1 類：細塵

小於 75mm 之塵粒子重量百分比為 96~100%

小於 40mm 之塵粒子重量百分比為 81~87%

小於 20mm 之塵粒子重量百分比為 64~70%

小於 10mm 之塵粒子重量百分比為 46~52%

小於 5mm 之塵粒子重量百分比為 32~38%

小於 2mm 之塵粒子重量百分比為 15~20%

- b. 第 2 類：粗塵

小於 150mm 之塵粒子重量百分比為 99~100%

小於 105mm 之塵粒子重量百分比為 76~86%

小於 75mm 之塵粒子重量百分比為 60~70%

小於 40mm 之塵粒子重量百分比為 35~46%

小於 20mm 之塵粒子重量百分比為 20~30%

小於 10mm 之塵粒子重量百分比為 11~19%

小於 5mm 之塵粒子重量百分比為 5~11%

小於 2mm 之塵粒子重量百分比為 1.5~5%

- c. 第 3 類：砂

小於 850mm 之塵粒子重量百分比為 94.5~100%

小於 590mm 之塵粒子重量百分比為 93.3~98.3%

小於 420mm 之塵粒子重量百分比為 74.5~83.5%

小於 297mm 之塵粒子重量百分比為 43.6~46.5%

小於 210mm 之塵粒子重量百分比為 15.9~17.9%

小於 149mm 之塵粒子重量百分比為 4.2~5.2%

d. 塵濃度

$1 \pm 0.3 \text{ g/m}^3$

$2 \pm 0.5 \text{ g/m}^3$

$5 \pm 1.5 \text{ g/m}^3$

$10 \pm 3 \text{ g/m}^3$

空氣速率

$1.5 \pm 0.2 \text{ m/s}$

$3.0 \pm 0.3 \text{ m/s}$

$5.0 \pm 0.5 \text{ m/s}$

$10 \pm 1 \text{ m/s}$

$15 \pm 1.5 \text{ m/s}$

$20 \pm 2 \text{ m/s}$

$30 \pm 3 \text{ m/s}$

若使用粗塵時，空氣速率不應低於 5m/s。若使用砂時，空氣速率應為 20m/s 或 30m/s。

試件內部氣壓條件：

- a. 類別 1：試件內部氣壓低於周遭氣壓 2kPa 或 5kPa。
- b. 類別 2：周遭大氣壓力。

相對濕度：小於 25%。

駐留時間：2, 4, 8, 24 小時。

2. 方法 Lc₂：吹塵

粒徑分布：塵成份須符合第 5. (3)a. (a)節之規定。

塵濃度：塵濃度須符合第 5. (3)a. (b)節之規定。

空氣速率

$50 \pm 5 \text{ m/s}$

$100 \pm 10 \text{ m/s}$

相對濕度

本項試驗對於相對濕度之要求較不敏感，但塵進入氣流時應保持乾燥，以避免阻塞或結塊。

駐留時間：2, 4, 8, 24 小時。

試驗設置

1. 試驗方法 La：不具磨損力之細塵

試驗櫃應垂直向下非層流之空氣流動，且空氣中塵濃度須符合試驗之要求，吹入櫃內之氣流須先經過擾動。採用試驗方法 La₂時，須使用真空泵，將試件內之空氣抽出，使空氣中之塵粒子更容易進入試件內。

試件體積不可超過試驗櫃容積之 25%，且試件底面積亦不得超過櫃內底面積之 50%。如果試件與試驗櫃之尺寸無法滿足上述要求時，可採下述方式執行：

將試件分成幾個獨立密封之部份執行試驗。

選擇較具代表性之組件執行試驗。

使用與原試件相同設計之較小產品執行試驗。

試件必須依相關規範之規定以正常操作型態執行試驗。如果一次執行多個試件時，所有試件必須避免相互接觸或遮蔽，以免影響塵效應。

2. 試驗方法 Lb：自由落塵

試驗櫃水平方向面積必須夠大，使落於試件周遭之落塵均勻。

試驗櫃必須夠高，使試驗中試件周遭之空氣速率趨近於零。噴塵之氣流不能使試件周遭之空氣速率大於 0.2m/s。

試驗櫃內表面材質必須為電導體且應接地，以避免靜電感應。

試驗方法 Lc：吹塵與吹砂

3. 方法 Lc₁：重複循環試驗櫃

試驗櫃應提供固定空氣速率及塵含量之水平方向層流，且可控制溫度條件。

試驗櫃內部空間應接近於立方體，且氣流橫斷面的邊長應為試件垂向或橫向較大尺寸的三倍以上。如果試件尺寸過大無法滿足要求，可依第 6. (1)b. 節之方式執行。

塵濃度可用感應器(例如反射光量測)及連續工作之配塵閥來控制，試驗使用之塵必須間歇性噴入，並經過配塵閥，再進入空氣管路。

支撐板必須能固定試件及旋轉，使試件各側面方向均受到塵流。

試驗櫃使用之材料必須能耐溫及抗塵，且不得影響塵粒子原有之特性。

4. 方法 Lc₂：吹塵

試件必須依相關規範之規定以正常操作位置執行試驗。如果一次執行多個試件時，所有試件必須避免相互接觸或遮蔽，以免影響塵之效應。

空氣驅動器(air mover)必須妥善安置，以產生均勻、水平方向之層流。

試驗使用之塵必須水平噴入，塵濃度可以感應器(例如反射光量測)來控制。

對於空氣速率低於 10m/s 之試驗，可使用風扇為空氣驅動器，但對於較高之空氣速率，則應採用以壓縮空氣驅動之噴射型裝置。

其他

名詞定義

- 塵(dust)

未規定之原形或組成粒子，粒子大小介於 1mm 至 150mm。

- 塵濃度(dust concentration)

單位體積空氣中所含有之塵粒子總質量。

- 相對濕度(relative humidity)

在某一溫度條件下，空氣中實際水汽壓力與飽和水汽壓力之比值。

- 吸濕性(hygroscopic)

具吸水汽之傾向。

- 粒子大小(particle size)

一般假設砂及塵粒子為球體，可以用網眼篩取、計算落下速度或由顯微鏡影像面積決定其大小。

- 砂(sand)

粒子大小介於 100mm 至 2,000mm，形狀則由球體至不規則角體。一般用於環境試驗之粒子大小限制在 150mm 至 850mm。

- 方形網眼(square-meshed)

用於篩檢粒子大小之工具。

- 砂塵效應

塵進入密封物內。

造成電性改變。

可動元件之卡死。

表面磨損(侵蝕)。

光學表面及潤滑劑之污染。

管路或通路(口)之阻塞。

附錄 A：一般指引

- 試驗用塵之特性

在 IEC 68-2 中所述之"塵"包括砂。

- 塵之種類

- a. 結晶礦石如石英、橄欖石及長石。
- b. 滑石。
- c. 滅火粉末。
- d. 結晶礦石常被使用之原因為其包含許多自然環境存在的塵，這些礦石主要特徵為其硬度，可造成產品快速磨損、卡死或破壞。這些塵粒子其他重要特徵為不吸水及化學鈍性。
- e. 石英(二氧化矽， SiO_2)為砂塵試驗常用之礦石，其他具相同特性可相互取代之礦石為未分解之長石及橄欖石。
- f. 橄欖石(Mg_2SiO_4 或 Fe_2SiO_4)為工業常用礦石，用於鑄造工廠及噴砂。
- g. 長石為矽、鋁及鹼金屬氧化物之化學合成物，如果沒有經過火山之空氣或水作用而分解，這些礦石之硬度與石英一樣。
- h. 滑石為一不具磨損特性及易濕之礦石，最適合用於塵密試驗。
- i. 滅火粉末主要成份包括鈉或碳酸鉀，並在粒子表面黏附少量的硬酯酸鎂，以幫助運動及防止阻塞。

- 塵粒子大小

石英、長石及橄欖石：細塵 < 75mm

粗塵 < 150mm

砂 < 850mm

滑石 < 75mm。

滅火粉末 < 75mm。

如果係要驗證容器之密封性，使用微小塵粒子較為適合。如果係模擬實際環境，則可選擇單一或複合之條件來模擬。

塵粒子之硬度如表 2 所示，其編號愈高，表示硬度愈大，並可刮傷編號較小之礦石。

- 砂塵對電工產品之影響

高速運動之塵及砂粒子對裝備表面產生磨損效應。

粒子中含酸、鹼鹽成份造成裝備產生腐蝕。

污染電性表面，並因濕氣程度不同，造成絕緣不良或導電。

粒子中含有機物質，可促進霉菌之成長。

形成絕緣層，造成冷卻系統效益不佳。

由於運動中之粒子彼此磨擦，造成靜電效應。

- 安全注意事項

試驗櫃應正確密封。

在所有塵粒子落下之前，勿打開試驗櫃門。

使用適當之防護口罩及衣物。

在使用及維修裝備時之清潔動作應正確，且應使用過濾器。

附錄 B：試驗方法 La 指引

- 一般描述

本試驗之目的在決定電工產品對於塵滲入內部之保護程度，適用於試件塵密試驗，並不適用於模擬自然之塵環境。主要參數有：

試件周遭空氣中含有濃度極高且不具磨損力之塵。

相對於周遭大氣壓力之氣壓變化或試件內部氣壓改變之模擬。

- 塵之來源

出現在電工產品周遭之塵粒子有許多來源。這些塵粒子可能是石英、煤碳、除冰鹽(deicing salts)、肥料，進入通風口或滲漏之容器內。這些塵也可能是客廳及辦公室內正常使用之衣物或毛毯上之天然或人造棉或毛織品產生的微小纖

維。其他來源為農場上之種子或製粉廠地上之麵粉所引起。這些粒子之大小為1mm至100mm。

- 塵之效應

滲入

藉由強制空氣循環滲入。

藉由空氣之熱運動而滲入。

因溫度改變造成大氣壓力之變化而灌入。

藉風吹入。

主要效應

可動元件之卡死。

可動元件之磨損。

可動元件質量增加，造成不平衡。

電性絕緣之破壞。

介電特性之破壞。

過濾器之阻塞。

熱傳導之降低。

影響光學特性。

- 次要及複合效應

腐蝕。

霉菌成長。

因塵粒子阻塞降低通風與冷卻效果，產生過熱及起火。

不具磨損力之細塵

空氣運動進入試件內部

空氣運動可視試件結構給予連續或間歇性操作或以風扇產生氣流來達成，也可以由試件內部連續或循環式氣壓變化(相對於周遭氣壓)來產生。本試驗法採用後者，其主要原因為維持高重複性。

- 櫃內塵濃度

本試驗之目的為驗證試件防塵能力，並非模擬實際操作環境。因此所使用之塵濃度比實際高出許多，約為試驗方法 Lb 之 10^4 倍。

- 穩態及循環式氣壓變化

本試驗法為模擬試件內、外氣壓改變，且不具磨損能力之塵試驗。試驗方法 La₁ 為櫃內氣壓循環式變化，試驗方法 La₂ 為藉由真空泵連接至試件內部，使內部氣壓穩態變化。其用途分述如下：

1. 方法 La₁

在試件操作時，經常發現其氣壓為循環式變化。

循環式氣壓之目的並非要阻塞塵之滲入。

2. 方法 La₂

方法 La₂ 已為許多實驗室所熟悉，且在其他 IEC 規範中已制定完成。

連接真空泵所鑽之孔，不可使試件結構整體性受影響。

- 塵粒子大小之選擇

為評估試件防塵之能力，試驗用塵可為任何種類之塵，但其粒子大小應包括實際操作地區之最小粒子。塵粒子應為軟質，以避免試件表面受磨損。

試驗中試件操作狀況

試件內部密封結構生熱產生灌入之效應，已由櫃內氣壓條件改變來模擬，故試件在試驗中應為不加電之狀態。但如為密封之可動元件，如馬達軸承及壓鈕可能會受此運動之影響，此時則應將試件處於操作之狀態。本試驗法並不適用於具開口構造之試件，因為試驗櫃內塵濃度太高，對於試驗結果無法做合理解釋。

- 試驗條件產生之方法

- A. 試驗參數

塵濃度

塵粒子分布之均勻性

溫度

相對濕度

靜電產生

對試件模擬之氣壓條件

塵粒子之特性

B. 試驗儀具

試驗方法 La₁ 之試驗裝備如圖 2 所示。

試驗方法 La₂ 之試驗裝備如圖 3 所示。

C. 試驗用塵

塵成份

當選擇試驗用塵時，下列五個重要特性應考慮：

可用度(availability)

硬度

吸水性

化學反應特性

危害健康程度

滑石為試驗方法 La₁ 可用之塵粒子，滑石成份為矽酸鎂，其硬度編碼為 1(如表 2)，係最軟礦物中之一種，由於其有較高之吸水性，因此在試驗前應先乾燥，其化學反應特性為活性。其他可用之塵為滅火粉末，其成份為碳酸氫鈉或碳酸氫鉀之粒子，並在表面附著金屬之硬脂酸鹽。由於該粒子不具吸水性，因此很容易落下，其缺點為化學反應特性十分活躍，如果在砂塵試驗後暴露於高濕環境下，將對試件產生傷害，滅火粉末之硬度編碼約為 3。

- 塵粒子分布

典型之滑石經由光學分析，有下列粒子大小分布：

小於 63mm 之塵粒子重量百分比為 100%

小於 40mm 之塵粒子重量百分比為 45%

小於 20mm 之塵粒子重量百分比為 9%

小於 10mm 之塵粒子重量百分比為 0.9%

小於 5mm 之塵粒子重量百分比不超過 0.2%

典型滅火粉末經由光學分析，有下列粒子大小分布：

小於 85mm 之塵粒子重量百分比為 100%

小於 40mm 之塵粒子重量百分比為 26%

小於 20mm 之塵粒子重量百分比為 5%

小於 10mm 之塵粒子重量百分比為 0.7%

小於 5mm 之塵粒子重量百分比不超過 0.2%

由上可知小於 5mm 之粒子含量不超過 0.2%，但自然環境中微小粒子所佔之比例較高，然而試驗用塵如果在櫃內循環多次，則較小粒子之比例將會提高。

- 試驗結果評估

完全沒有塵滲入試件內部。

塵滲入試件內部時，須評估滲入之塵是否會危害試件。

已造成試件損壞。

附錄 C：試驗方法 Lb 指引

一般描述

本試驗之特性為模擬無空氣運動之遮蔽及密封地區落下之細塵。

- 塵之來源

詳見附錄 B 之第 2. 節說明。

- 塵之效應

落下

落於不流動之空氣中。

落於遮蔽物之表面。

靜電吸引。

堆積於狹窄通口內。

滲入

詳見附錄 B 之 3. (1) 節說明。

- 主要效應

詳見附錄 B 之 3. (2) 節之說明

- 次要及複合效應

詳見附錄 B 之 3. (3) 節之說明。

- 自由落塵試驗

地區

戶外環境如沙漠地區發生之沙暴，在滿路是灰塵上運動之車輛周遭環境，這些由於空氣運動產生之效應與在遮蔽或密蔽地區所引起之塵效應是不同的。

砂塵特性

在不同地區，塵之特性是有明顯不同的。在遮蔽及密封之地區，所有種類之塵均可發現，例如石英、麵粉、水泥、有機纖維等。粒子大小及分布須視戶外、運動車輛或遮蔽地區而定。在遮蔽及密封地區，因遮蔽物有過濾功能，其最大粒子約為 100mm，比戶外地區之塵粒子要小很多。

其他地區

本試驗法主要用於驗證在遮蔽或密封地區之塵效應，但在某些情況亦可用於其他地區。例如用於驗證戶外使用且置於污染空氣入口之空氣過濾器之品質。

- 試驗中試件操作狀況

依據試件之型態及特性操作試件，可導致塵陷入或滲入試件內部。

使用強制空氣冷卻之試件，在過濾器狹窄之空間會積塵，因此試驗中應將空氣冷卻系統加電。

對於具有通風口作為對流冷卻用之生熱件，應以加電狀態執行試驗為宜。

對於密蔽結構之生熱件，在試驗中最好間歇性操作，以獲得因熱循環產生之灌入效應。

- 試驗條件產生之方法

試驗參數

落塵量

落塵之均勻性

試件周遭之空氣速率

溫度

相對濕度

靜電產生

塵粒子之特性

- 試驗儀具

試驗裝備如圖 4 所示。

- 試驗用塵

橄欖石(Mg_2SiO_4 或 Fe_2SiO_4)為工業常用礦石，用於鑄造工廠及噴砂。長石為矽、鋁及鹼金屬氧化物之化學合成物，如果沒有經過火山之空氣或水作用而分解，這些礦石之硬度與石英一樣。

- 試驗嚴厲度

本試驗之落塵量為每天 $6\text{g}/\text{m}^2$ ，其與實際環境間之關係不容易獲得，因此本試驗僅能以一種具重複性之方式驗證試件是否能存活，並非模擬實際之環境。各地區每天落塵量參考值如表 3 所示，加速因子參考值如表 4 所示。

- 試驗結果評估

已造成試件損壞。

塵滲入試件內部時，須評估滲入之塵是否會危害試件。

對於可動元件是否卡死、磨損或因質量增加造成不平衡之效應可由操作試件做檢查；對於電性絕緣及介電特性是否破壞，可假設塵粒子具導電性且為化學活性來評估，並於試驗後執行濕度及腐蝕試驗以增加研判之信心；對於過濾器阻塞、熱傳導降低及光學特性是否受影響，則可由功能測試及量測溫度上升量來評估。

完全沒有塵滲入試件內部，此時應執行功能測試，以確認外表面堆積之塵不影響操作。如開關及鍵盤等。

附錄 D：試驗方法 Lc 指引

- 一般描述

本試驗之目的在決定吹砂及吹塵對電工產品之影響。其環境特性為灰塵漫布地區或因載具所引起。

- 塵之來源

吹砂及吹塵產生之原因有許多來源，但幾乎所有地區最常見之來源為地上之石英及土。

- 砂塵作用及效應

滲入

藉風吹入。

藉由強制空氣循環滲入。

主要效應：詳見附錄 B 之第 3.(2)節說明。

次要效應：詳見附錄 B 之第 3.(3)節說明。

- 吹砂及吹塵

地區

戶外環境如沙漠地區發生之沙暴，在灰塵漫布之地區運動之車輛或飛機，這些係由於空氣運動所產生之效應。

砂塵特性

在不同地區，塵之特性是有明顯不同的。這些塵主要是石英或長石，但其他各種類之塵物質可能混合在裏面，如水泥、石灰、黏土等。

- 試驗中試件操作狀況

詳見附錄 C 之第 4.(4)節說明。

- 試驗條件產生之方法

- a. 試驗參數

塵或砂之濃度

塵濃度之均勻性

試件周遭之空氣速率

溫度

相對濕度

靜電產生

塵粒子之特性

- b. 試驗儀具

試驗方法 Lc1 之試驗裝備如圖 5 所示。

試驗方法 LC₂之試驗裝備如圖 6 所示。

c. 試驗結果評估

塵可能產生下列危害效應：

可動元件之卡死。

可動元件之磨損。

電性絕緣之破壞。

介電特性之破壞

過濾器之阻塞。

熱傳導之降低，產生過熱或起火。

影響光學特性。

試件表面侵蝕、磨損。

對於(1)及(2)之效應，可由操作試件做檢查；對(3)及(4)之效應，可假設塵粒子具導電性且為化學活性來評估，並於試驗後執行濕度及腐蝕試驗以增加研判之信心；對於(5)、(6)及(7)等效應，則可由功能測試及量測溫度上升量來評估；對於(8)之效應可以目視檢查來評估。

表 1：各項砂塵試驗程序基本特性

程序	塵/砂種類	粒子大小	塵/砂濃度	重點摘述
試驗方法 La	滑石(talc)	< 75mm	600g/m ² /h	本試驗法包括櫃內氣壓循環
方法 La ₁	或		2kg/m ³	本試驗法係降低試件內部氣壓
方法 La ₂	滅火粉末 (FE powder)			
試驗方法 Lb	橄欖石(olivine)	< 75mm	6g/m ² /d	自由落塵
	或		(每日落塵)	

	石英(quartz) 或 長石(feldspar)			
試驗方法 Lc	橄欖石	< 75mm 或	1g/m ³ 或	吹砂及吹塵
方法 Lc ₁	或石英	< 150mm 或	2g/m ³ 或	重複循環櫃
方法 Lc ₂	或長石	< 850mm	5g/m ³ 或 10g/m ³	自由吹塵

表 2：主要礦物硬度一覽表

編號	礦石名稱	其 他 礦 石
1	滑石	石墨、雪花石膏(alabaster)、矽藻土(diatomaceous)
2	石膏(gypsum)	高嶺石(kaolinite)、方鉛礦(galena)、雲母
3	方解石(calcite)	重晶石(barite)、大理石、蛇紋石(serpentine)、文石(aragonite)、白雲石(dolomite)
4	螢石(fluorite)	
5	磷灰石(apatite)	石棉(asbestos)、蛋白石(opal)、玻璃纖維
6	正長石(orthoclase)	磁鐵礦(magnetite)、長石、瑪瑙(agate)、黃鐵礦(pyrite)
7	石英	打火石(flint)、矽土(fuse silica)、橄欖石、紅柱石(andalusite)、電氣石(tourmaline)
8	黃玉(topaz)	金鋼砂(emery)
9	剛玉(corundum)	藍寶石(sapphire)、碳化矽(silicon carbide)、碳化鎢(tungsten carbide)
10	鑽石(diamond)	

表 3：各地區典型落塵量

地 區	每天落下之砂塵量(g/m ²)
-----	-----------------------------

鄉村及郊區	0.01~0.36
城市	0.36~1.00
工業區	1.00~2.00

表 4：加速因子參考值	
地 區	加 速 因 子
鄉村及郊區	600 ~ 17
城市	17 ~ 6
工業區	6 ~ 3