

講 授 大 綱

〈一〉傳統方式 和 HALT/HASS 之比較

〈二〉產品應力概念

- 規格界限、機能(操作)界限、破壞界限及設計邊際概念

〈三〉加速之參數與分析模式

〈四〉如何執行 HALT 及應力分佈概念

〈五〉如何執行 HASS，符合有效篩選特性

〈六〉各單位的後續行動：

- 研發：思考設計邊際如何 Build-In
- 工程：從驗證試驗到 HALT 之規劃和執行
- 製工：從 Burn-In/Aging 到 HASS 之規劃和執行
- 品保：從 ORT 試驗到 HASA 之規劃和執行

〈七〉Q & A

講師：翁田山

版別：1.1

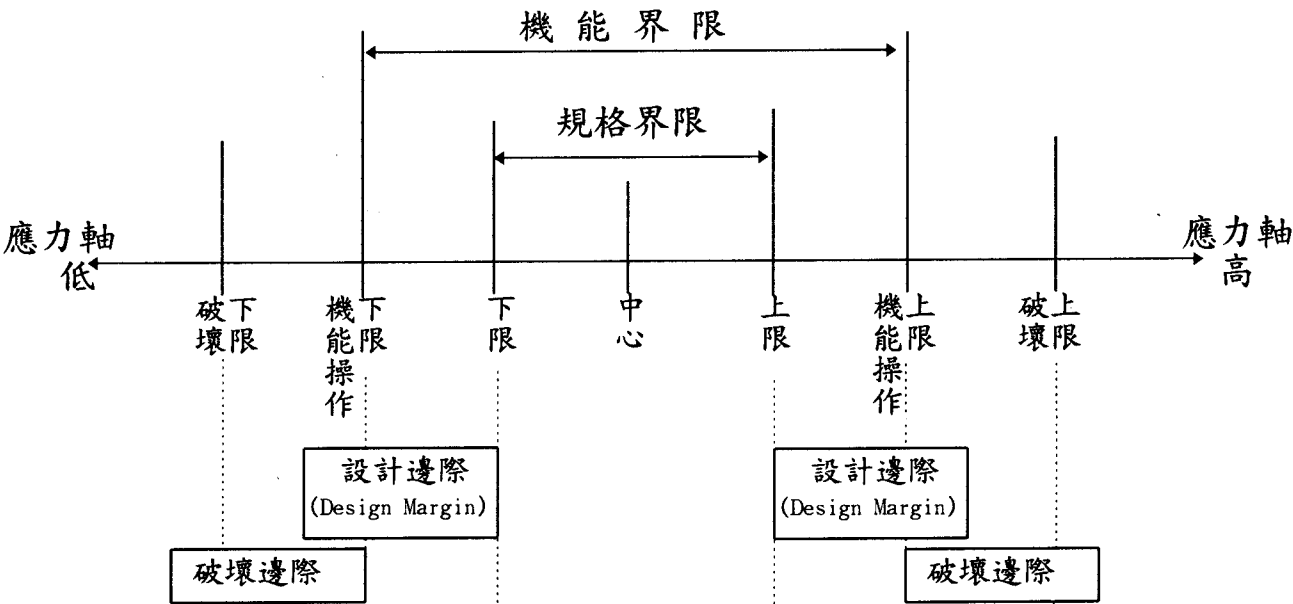
- HALT：Highly Accelerated Life Test
- HASS：Highly Accelerated Stress Screening

〈一〉 傳統方式 和 HALT / HASS

類別	比較項目	傳統方式	HALT	HASS
基本概念	依據理論	- 浴缶曲線，早期故障 - 預估、測試分析改善、驗證	- 環境使用應力和產品應力 - 應力強度和使用時間關係	浴缶曲線+最佳的篩選效果
	跟據標準	MIL & IEC	產品基本物理特性	機能界限
	執行方法	依標準及程序，合格即 OK	逐步應力增加測試(SST)	HALT 找出的參考條件
	執行例	設計驗證	固定條件加速壽命試驗	高度加速壽命試驗
		製程篩選	Burn-In & Aging	NA
執行細節	測試時間	長(壽命驗證1000小時以上)	短(5天內可結束)	短(8小時以內即足夠)
	施加應力	模擬正常使用的上限	與使用之環境無關	機能(操作)界限
	失效發生	不歡迎、不期待	自然的，找出原因加以改進	同左
	執行特點	循序完成且準確	快速完成，找到重點	快速有效剔除不良
	樣本數量	多(零件200件以上，成品30件↑)	少(零件30件以下，成品3-5件)	HASS 和 Burn-In 皆為100%製程數量
	環境資料	需要或模擬	不需要	同左
	執行規格	有	無，要自建	無，要自建
	預估使用壽命	較容易預估	較難預估	NA
	發展時間	早期且傳統的	近期(90年代以後)	同左
目的		- 加速壽命試驗，用以驗證產品可靠度 - Burn-In 製程，簡單剔除不良品	- 找出產品弱點 - 找出機能(操作)界限 - 找出破壞界限 - 訂定 HASS 之條件	最有效的方式，剔除早期故障
優缺點比較		優： 1. 使用廣泛，容易了解 2. 依標準，程序行事，執行誤差較小 缺： 1. 耗時間，資訊獲得慢 2. 樣品數大，取得不易 3. 常為失效品爭論(因不期望) 4. 只知 How, 不知 Why 5. 執行結果，可用價值低 6. Bun-In 效果不佳，流於形式	優： 1. 快速，且資訊決策早 2. 樣品數少，執行成本低 3. 不爭論失效，反而主動去了解、分析和改進 4. 知其然，又知其所以然 5. 結果可利用價值、資訊高 缺： 1. 需教育，人員不易了解 2. 執行者，素質要較好 3. 設施、設備能力要較佳	優： 1. 篩選時間短，反應快 2. 篩選故障之效果佳，產品早期故障抱怨少 3. 產品變異之偵測力高 缺： 1. 製工人員要重新教育 2. 設施、設備要再行架構和調整

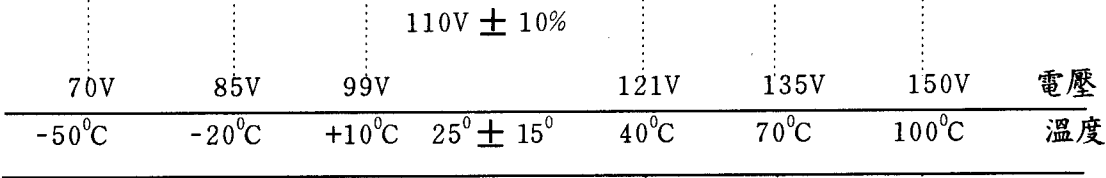
〈二〉產品應力概念

1. 基本概念說明

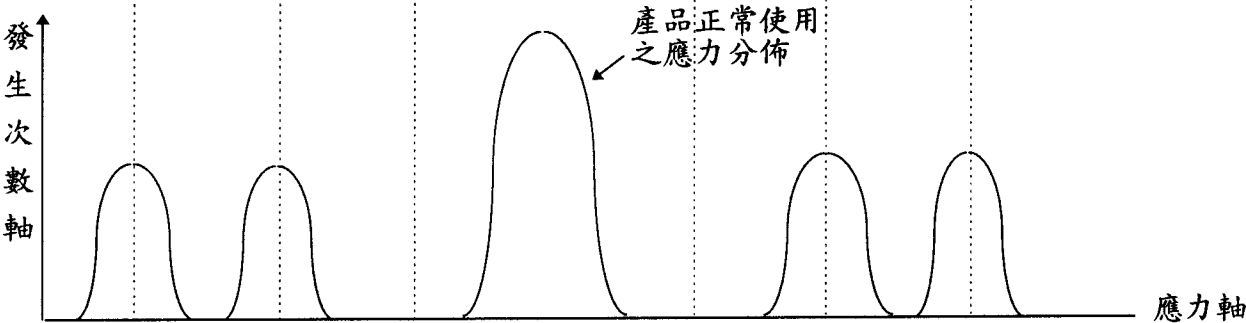


2. 應力參數例

- 溫度
- 輸入電壓
- Power On-Off
- 頻率變化
- 振動量



3. 分佈概念



〈三〉 加速之參數與分析模式

加 速 參 數

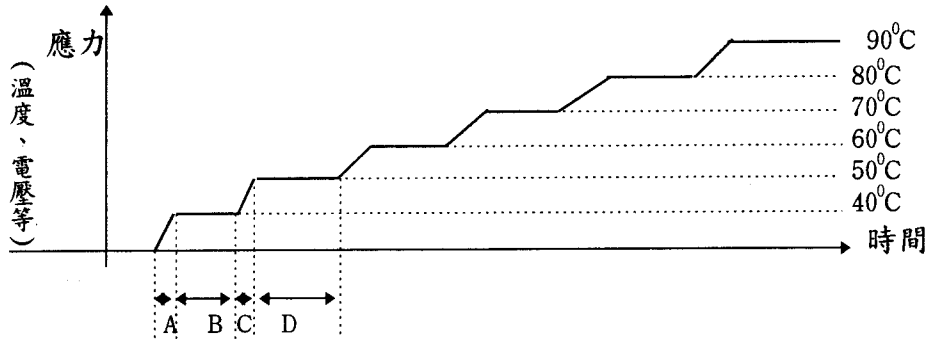
- 溫度(產品之電子零件部份)
- 輸入電壓(產品電源部份)
- 振動(機構接點、焊接、鎖付部份)
- 落下(產品結構設計部份)
- 頻率(電源和信號兩部份)
- 疲勞(機構長期使用部份)

應 力 分 析 模 式

- 1.Arrehenius 模式
 - 2.熱溫階梯、冷溫階梯(Steps)
 - 3.熱變率大小(?度/分)
-
- 1.Kemeny 加速電壓測試模式
 - 2.Inverse Power Law 模式
 - 3.電壓高低階梯
 - 4.電壓變化差/STEP
-
- 1.Coffin-Manson Inverse Power Law 模式
 - 2.振動量階梯
 - 3.每階梯振動量(g)變化
-
- 1.落下高度階梯
 - 2.每階梯高度變化
-
- 1.電子匹配靈敏度
 - 2.頻率變化階梯
 - 3.每階梯頻率變化量
-
- 1.Palmgren and Miner 累積疲勞損害模式
 - 2.使用量(次數、時間、應力)變化階梯
 - 3.每階梯頻率變化量

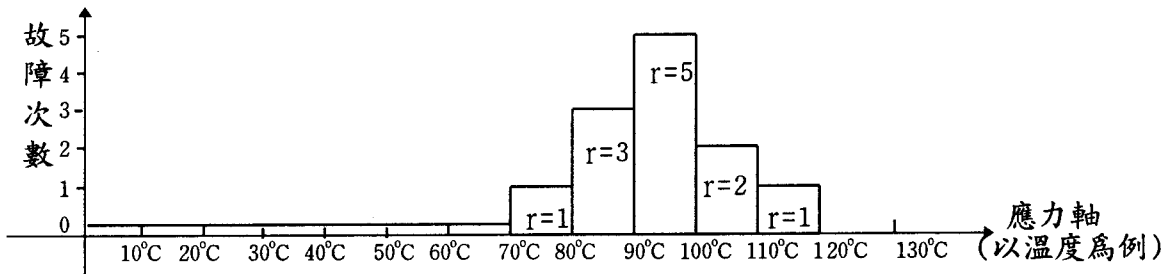
〈四〉 如何執行 HALT 及應力分佈概念

1. Step Stress Test，逐步應力測試



- A：為 30°C 上升至 40°C 所需時間。(本例從 30°C 開始)
- B：為 40°C 環境下，完整測試(至少 3Cycles 以上)之 40°C 停留時間
- C：為 40°C 上升至 50°C 所需時間
- D：為 50°C 環境下，完整測試之 50°C 停留時間
- 熱溫度階梯應力一次 5°C/10°C(冷溫同)，本例從 30°C 開始，每梯增加 10°C
- 熱變化率：5°C/分～60°C/分；中間為 20°C/分～30°C/分

2. HALT 的做法，如前使用 SST 方式執行 HALT



- 本例共取 12 件樣品，從 30°C 開始，逐步增加應力(每階 10°C)。
- 於 70°C 時發生 1 個故障，80°C 有 3 個故障，90°C 有 5 個，100°C 有 2 個，110°C 有 1 個。
- 若本例於產品說明書中，明述操作環境為 0°C～50°C，則 50°C 為規格上限，70°C 為機能(操作)上限，50°C～70°C 為設計邊際的上部，90°C 為破壞界限(中心)，70°C～110°C 為破壞邊際範圍。
- 本例的最佳 HASS 條件為 60°C，即機能最上限減 10°C(70°C-10°C=60°C)
- 以上之故障仍必須分析，找出可能的改善對策。

〈五〉如何執行 HASS，符合有效篩選特性

1. 有效的篩選特性，即為：

- 將實際早期 故障品及早剔除
- 不產生 Over-Stress 之故障
- 不消耗過多的產品使用壽命
- 不引發其他連鎖性瑕疵

2. HASS 條件訂定：

- 從 HALT 試驗，應力强度高到開始破壞時，再減 10°C；或最高的操作界限的 80% 為限。
- 若為振動參數，則為 50% 的破壞界限。
- 熱溫度率至少 25°C/分，或於 HASS 執行最高條(本例為 60°C)停留數小時；或 SST 方式至少 30 次循環。
- 執行 HASS 非單一參數條件(即不是只有溫度參數)，可採多種不同有效目的屬性，同時或分別加以執行，例如：先做振動 HASS 後，再執行(溫度+電壓)參數的 HASS。

3. HASS 執行時機：

- 正常製程 (100%) 的一部份。
- 失效分析，重做樣品之分析。
- E/C 證實有效之用。
- 下列各種情況變異，證實之用：工程變異、製程變異、材料/供應商變異等。

4. HASS 延伸其他檢討事項：

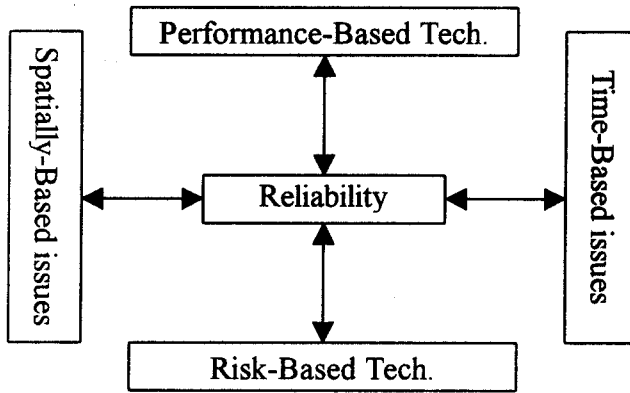
- 可採用 HASS 之最高參數條件，執行固定條件，多參數之壽命加速試驗，其結果為可靠度壽命展示(DEMO)值。
- 執行 HASS 發現故障是正常的，但必須加以分析，若不額外增加成本，則應設法改善，使可靠度持續成長。
- 執行 HALT/HASS 若發現有足夠的 Design Margin (設計邊際)，即表示使用上可靠度有一定水準，至於 MTBF/MTTF 之試驗就不一定很重要了。

〈六〉 各單位的後續行動

研 發 單 位		工 程 (測 試 和 驗 證) 單 位	
今後主題	如何將Design Margin 設計進去	今後主題	如何規劃和執行 HALT 工作
主要目的	明確構建產品可靠度水準	主要目的	了解和證實產品應力/壽命之分佈
如何執行	• TASK : • Product : • 責任窗口 : • 執行架構 : • 執行計劃 : • 執行進度 : • 管理檢討 : • 對上和平行單位之溝通 :	如何執行	• TASK : • Product : • 責任窗口 : • 執行架構 : • 執行計劃 : • 執行進度 : • 管理檢討 : - 對上和平行單位之溝通 :
管 和 理 追 監 蹤 督		管 和 理 追 監 蹤 督	
製 工 單 位		品 保 單 位	
今後主題	如何修正 Burn-In 成為 HASS 方式	今後主題	如何將ORT 變為 HASA(高加速應力稽核)
主要目的	提高製程篩選(剔除早期故障)有效性	主要目的	提高 ORT(可靠度監督、稽核)執行效果
如何執行	• TASK : • Product : • 責任窗口 : • 執行架構 : • 執行計劃 : • 執行進度 : • 管理檢討 : • 對上和平行單位之溝通 :	如何執行	• TASK : • Product : • 責任窗口 : • 執行架構 : • 執行計劃 : • 執行進度 : • 管理檢討 : - 對上和平行單位之溝通 :
管 和 理 追 監 蹤 督		管 和 理 追 監 蹤 督	

(一)零件可靠度表達

故障率(λ)：以 $\% / 10^6$ 小時為單位，即每百萬小時，可能故障的機率(以%表示)。



可靠度和上述四大部份皆有關係，舉例如下：

(1)Risk-Based：

故障率(λ)= $1\% / 10^6$ 小時，或經時間 t 之後，可靠度
為 $R(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt = \int_t^\infty f(t)dt$

(2)Time-Based：

平均故障期間(MTBF)或平均壽命(MTTF)
為 $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1\% / 10^6} = 10^8$ 小時

(3)Spatially-Based：

指以上的衡量數值是基於“何種使用空間”，自然環境不同，故障機率也不同，例如：地面、空中、太空、水面、水下、月球、火星等。

(4)Performance-Based：

- * 結合溫度：愈低者可靠度愈佳，愈高者可靠度愈差。
- * 供應電壓：操作電壓愈低產生熱能愈少，可靠度自然愈好。
- * 輸出電流：愈高者相對內部熱能愈高，可靠度愈不好。
- * 耐電壓：能承受不崩潰電壓愈高者，可靠度愈高，壽命愈長。

(二)產品特性應力強度與使用時間之關係：

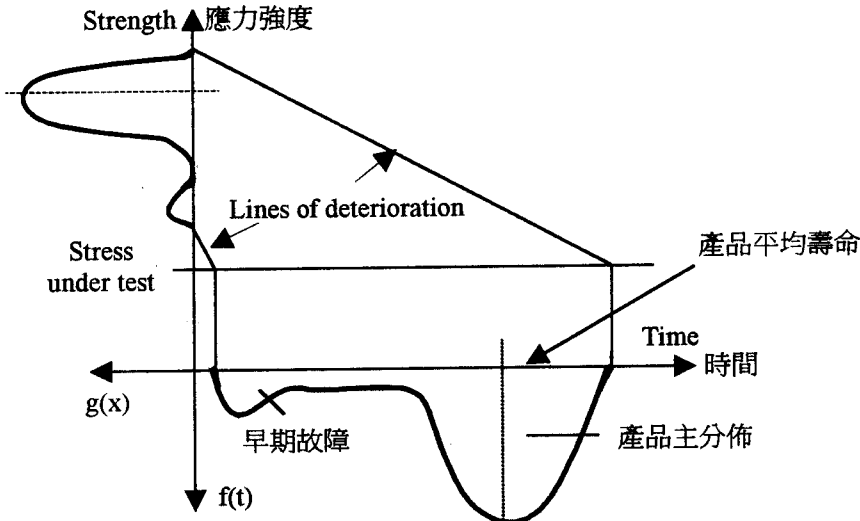


Illustration of component strength deterioration and the ensuing time-to-failure distribution

說明：產品特性（泛稱參數）舉例：

- * 場效電晶體：功率消耗、逆向電壓、結合溫度。
- * 數位微電路：供應電壓、頻率、輸出電流、結合溫度。
- * 功率整流二極體：功率消耗、平均順向電流、逆向電壓、接面溫度。
- * 固定電阻：功率。
- * 固定電容：直流電壓。
- * 電感及變壓器：工作電流、突波電流、介電質耐電壓。

(三)零件的那些參數或因子和可靠度有關：

(1)以 Microcircuits，Gate/Logic Arrays 為例：

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| * C1：Gates 數有關(即複雜性) | * π_T ：和結合溫度及電子活化能有關 |
| * C2：和有機能的 Pins 數有關(功能性) | * π_E ：和使用環境有關 |
| * π_Q ：和使用品質等級及結構有關 | * π_L ：和大量生產的經驗時間有關 |

$$\lambda_p = (C_1 \pi_T + C_2 \pi_E) \pi_Q \pi_L \quad \text{Failures/} 10^6 \text{Horus}$$

(2)以 Discrete Semiconductors，Diodes，Low Freq，為例：

- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| * π_T ：和結合溫度有關 | * π_S ：和零件參數使用應力比有關 |
| * π_C ：和產品接合結構有關 | * π_Q ：和品質等級及包裝方式有關 |
| * π_E ：和使用環境有關 | * λ_b ：基本失效率，和應力、活化能、溫度有關 |

$$\lambda_p = \lambda_b \pi_T \pi_S \pi_C \pi_Q \pi_E \quad \text{Failures/} 10^6 \text{Horus}$$

(3)以 Capacitors，Fixed Ceramic 為例：

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| * π_{cv} ：和電容量有關
(容量愈高，可靠度愈差) | * $\lambda_b / \pi_Q / \pi_E$ ：同上之說明 |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
- $$\lambda_p = \lambda_b \pi_{cv} \pi_Q \pi_E$$