

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

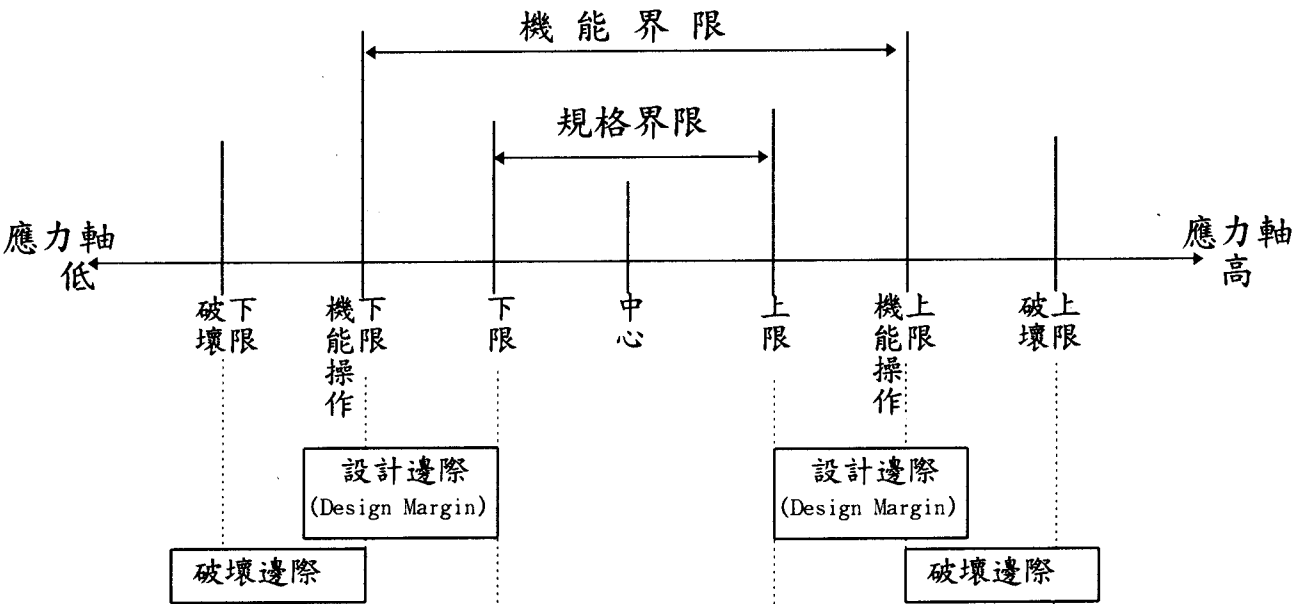
- HALT：Highly Accelerated Life Test
- HASS：Highly Accelerated Stress Screening

〈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	<ul style="list-style-type: none"> 浴缶曲線，早期故障 預估、測試分析改善、驗證 	<ul style="list-style-type: none"> 環境使用應力和產品應力 應力強度和使用時間關係 	<ul style="list-style-type: none"> 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		<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 最有效的方式，剔除早期故障
優缺點比較		<p>優：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 使用廣泛，容易了解 2. 依標準，程序行事，執行誤差較小 <p>缺：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	<p>優：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 <p>缺：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	<p>優：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 <p>缺：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 製工人員要重新教育 2. 設施、設備要再行架構和調整

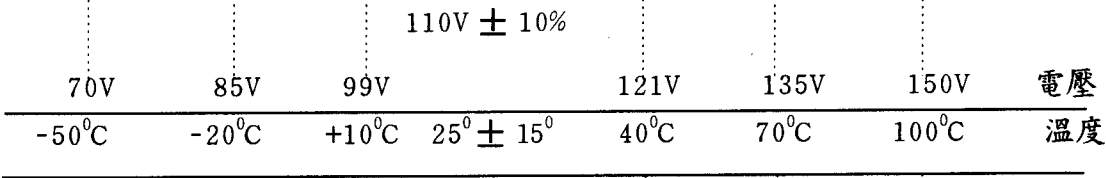
〈二〉產品應力概念

1. 基本概念說明

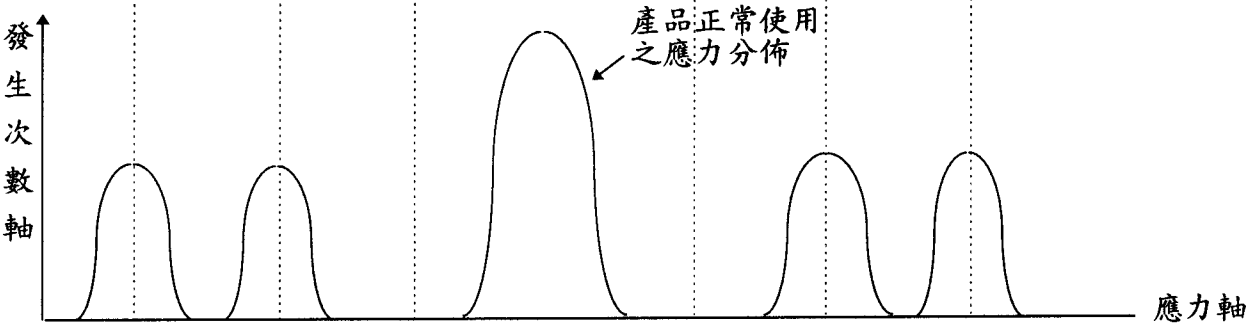


2. 應力參數例

- 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

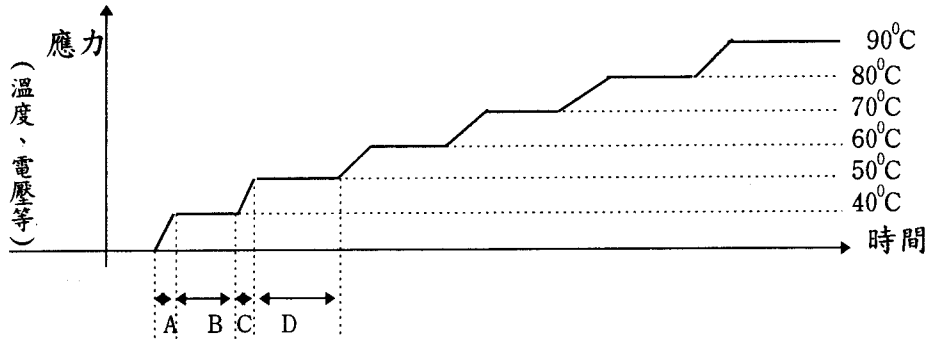
- 溫度(產品之電子零件部份)
- 輸入電壓(產品電源部份)
- 振動(機構接點、焊接、鎖付部份)
- 落下(產品結構設計部份)
- 頻率(電源和信號兩部份)
- 疲勞(機構長期使用部份)

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

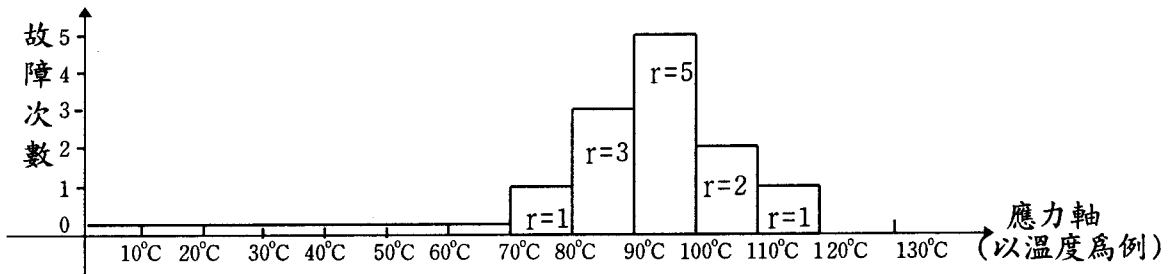
〈四〉 如何執行 HALT 及應力分佈概念

1. Step Stress Test，逐步應力測試



- A：為 30°C 上昇至 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 上昇至 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：

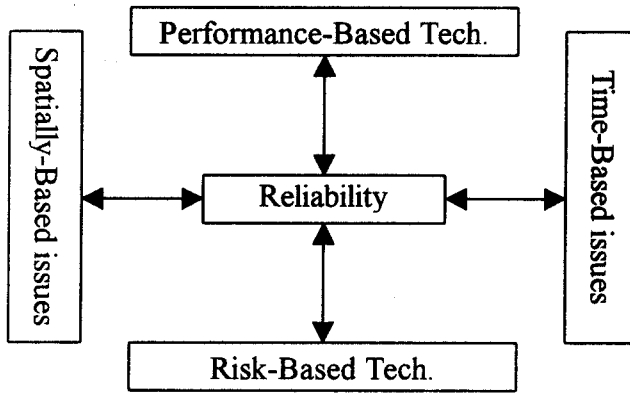
- 可採用 HASS 之最高參數條件，執行固定條件，多參數之壽命加速試驗，其結果為可靠度壽命展示(DEMO)值。
- 執行 HASS 發現故障是正常的，但必須加以分析，若不額外增加成本，則應設法改善，使可靠度持續成長。
- 執行 HALT/HASS 若發現有足夠的 Design Margin (設計邊際)，即表示使用上可靠度有一定水準，至於 MTBF/MTTF 之試驗就不一定很重要了。

〈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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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：

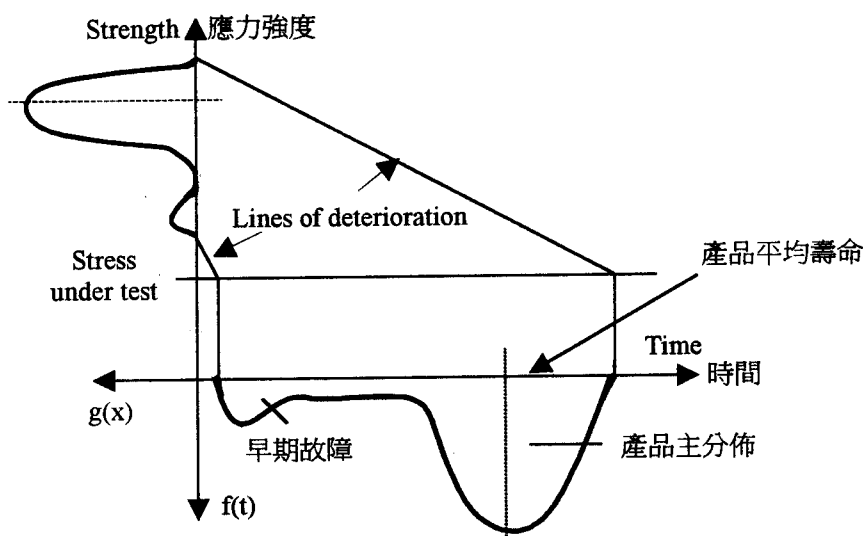


Illustration of component strength deterioration and the ensuing time-to-failure distribution

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