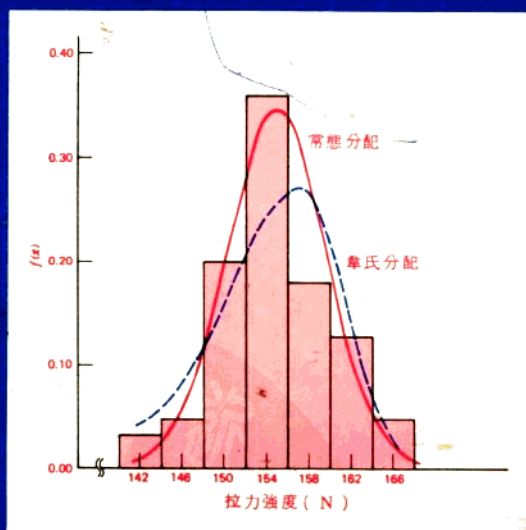


實用可靠度工程

Practical Reliability Engineering

原著者：Patrick D.T. O'Connor

譯述者：趙淳霖



科技圖書股份有限公司

實用可靠度工程

Practical Reliability Engineering

原著者：Patrick D.T. O'Connor

譯述者：趙淳霖

科技圖書股份有限公司

本公司經新聞局核准登記
登記證局版台業字第1123號

書名：實用可靠度工程
原著者：Patrick D.T. O'Conner
譯述者：趙淳霖
發行人：趙國華
發行者：科技圖書股份有限公司
台北市重慶南路一段49號四樓之一
電話：3118308・3118794
郵政劃撥帳號 0015697-3

七十七年六月初版

特價新台幣180元

譯 序

現代科技進步的結果，在產品方面愈來愈為精密複雜，大型裝備不必說，家庭用小型機器或電氣設備也是如此。同時對品質方面的要求當然也愈來愈嚴，航空及太空裝備要求安全可靠；地面裝備又何嘗不然。這是可靠度工程近年來迅速發展的主因，也是目前各種精密工業立足的基礎和競爭的利器。我國現已邁入工業開發國家的門檻，對於可靠度工程方面一定要奮起直追，不可稍有遲疑！

這本書誠如書名標示，確是一本着重實用的書。書中除第一、二兩章對於可靠度工程的基本理論提出說明外，其餘各章都是講述實用方面。內容包括可靠度數據分析、預測、改善，以及可靠度設計。因為現在裝備幾乎離不開電子裝置，同時對於電腦的應用也日益加重，所以本書中特別編入兩章分別說明有關電子裝置與電腦程式可靠度。最後一章為可靠度的管理，嚴格來說這不是可靠度工程，但這是可靠度工程中最重要的一環，沒有它任何優良組織與充分資源都將無濟於事。

這是一本基礎書，不只可作為工程科系學生的教科書，對於執業的工程師及高階層經理更是很有價值的參考書。書中許多例題都非常實用，還有很多實用方面應注意事項，相信都是原著者經驗，對於我們的工程師與經理更屬寶貴的提示，希望讀者不要忽略這些細節。

由於時間倉促，譯文不妥之處在所難免，且若干名詞缺乏標

ii 實用可靠度工程

準譯名，亦難符理想，尚祈專家及讀者不吝賜教，俾將來再版時予以更正。

最後，我要感謝國立台北工業專科學校前校長趙國華先生，是他的鼓勵才使我有勇氣進行一系列有關可靠度工程書籍的譯述工作，也是他的協助才能使這類尖端科技書籍出版。我還要感謝同校電子計算機中心主任王瑞材教授，他對於電子系統與軟體可靠度方面專用名詞的譯名細心校閱和修正，使本書譯文更臻於完美。

趙淳霖 謹識

中華民國七十六年秋

原 序

本書的設計是對於可靠度工程及管理提供一個導論，此書是為學生，也是為了執業的工程師及經理人士。全書重點是在實用方面，至於數學觀念自然僅限於所述問題的求解應用。對於問題的求解也都着重實用方法如機率圖解技術及電腦程式。為了對於數學及統計學方面的深入研究曾就高級教科書加以引證。各章以後所列參考書目只限於與各該章資料有直接連續關係，而且以實用作為重點。附錄提供一些計算表是為了補充所述分析方法，書中也包括一些工作例題。

本書對於英美兩國有關可靠度與管理的主要國家及政府標準與規格加以陳述並予檢討，在實用方面這是很重要的一點，因為很多工程發展工作都受到這些文件的控制。有關現代工程的影響、商業及法律的發展，如微電子裝置、軟體系統、商業及產品責任等都有詳細說明。

美國的 American Society for Quality Control 及 Institute of Electrical and Electronic Engineers，英國的 Institute of Quality Assurance 有關可靠度工程資格檢定課程的要求也都涵蓋，因此本書也可作為此項資格考試的課本。在工程與管理部分加重實用方法、廣泛說明有關標準與規格，以及全書的整體安排足可使本書適合現代工業及政府機構的應用。

Patrick O'Connor 歐康奧

1985/12

符號與定義

符號表

α	生產者冒險率（在單次或逐次抽樣檢驗中，妥善批或產品將被拒收的機率）。也代表 Duane 斜率，顯著水準、信賴度。
β	消費者冒險率（在單次或逐次抽樣檢驗中，不良批或產品將獲允收的機率），亦為韋氏分配形狀參數（斜率）。
γ	韋氏分配位置參數（最低壽命）
μ	連續分配的位置參數，常態分配的平均值。
η	韋氏分配的特性壽命。
σ	常態分配的標準差（尺度參數）。
ν	自由度。
θ	常數故障率的平均故障間隔時間。
λ	故障率。
$\Phi(z)$	標準常態變數累積值。
$B(\cdot)$	韋氏分配的 B 壽命，例如 B_{10} 壽命。
C	信賴度。
d	設計比值 = 設計的 MTBF / MTBF 的低限。
$E(\cdot)$	期望值。 x 的期望值以 $\bar{x}$ 表示。

$f(\cdot)$	函數。對於分配這表示機率密度函數。
$F(\cdot)$	累積分配函數。
F	變異數比值。
$\hat{n}(\cdot)$	故障率函數。
$H(\cdot)$	累積故障率函數。
L	負載。
n	樣本大小。
N	群體大小。
$P(\cdot)$	機率。
$P(\cdot \cdot)$	條件機率
r	相關係數，亦為中位等級的等級值。
$R(\cdot)$	可靠度函數。
S	標準差，亦代表強度。
t	時間。
$\text{Var}(\cdot)$	變異數 (σ^2)
$\bar{x}$	機率分配變數 x 的平均值。
z	標準常態變數。

定義選錄

【可靠度】

可靠度 (reliability) : 在規定情況及規定的一段時間內，一件產品達成要求工作的能力 (BS 4778)。

(注意，可靠度一詞也可以機率或成功比率表示。)

複聯 (redundancy) : 對於一個指定的任務有多餘一個的方

法去完成。每一個完成任務的方法不必完全相同 (MIL-STD-721B)。

主動複聯 (active redundancy)：所有複聯中組件或裝備同時都在操作，而不是需要時才轉換操作 (MIL-STD-712B)。

備用複聯 (standby redundancy)：在複裝中其餘完成任務的方法都處於非操作狀態，直至負擔任務的主要方法發生故障才轉換接替操作 (MIL-STD-721B)。

【故障】

故障 (failure)：組件或裝備對於完成要求任務能力的終止 (BS4778)。

觀察的故障率 (observed failure rate)：在產品壽命期間一段規定的時期，樣本中故障數與樣本累積總觀察時間的比值。觀察故障率是與特別規定的時段（或累積時段）有關，這是指在壽命期間並在規定情況下施行 (BS4778)。

觀察平均故障發生時間 (observed mean time to failure, MTTF)：在產品壽命期中一段規定的時間內，樣本累積的時間與在此時間內及規定的情況下樣本的總故障數的比值 (BS4778)。

觀察的平均故障間隔時間 (observed mean time between failures, MTBF)：在產品壽命期間中一段規定的時間內，介於連續故障之間的平均時間長度，這是在規定的情況下累積觀察的時間與故障數量的比值。

觀察的 B 百分點壽命 (observed B -percentile life)：這是指觀察時間的長度，在此時間內樣本中一個規定比例 ($B\%$) 的產品業已故障 (BS 4778)。

【修復度】

修復度 (maintainability)：產品在規定情況下可恢復到執行所要求任務的能力，其修復工作是在規定條件下並依預訂的程序與資源進行 (BS 4778)。

平均修復時間 (mean time to repair, MTTR)：在一規定期間內，總修理工作時間除以總修理工作次數 (MIL-STD-721B)。

改正修理 (corrective maintenance)：對於故障產品所施行的工作，使能恢復一個特定的情況 (MIL-STD-721B)。

預防保養 (preventive maintenance)：利用有系統的檢查、偵測及防止初期的故障工作，試圖保持產品在一特定的狀態 (MIL-STD-721B)。

【可用度】

可用度 (availability)：一件產品在可靠度、修復度及維護支援合併情況下，在一指定瞬時或一段時間內能達成所要求任務的能力 (BS 4778)。

可靠度工程叢書

- | | | |
|----|---------------------|-------|
| 1. | 元心山，趙淳霖譯述，工程設計可靠度 | 220 元 |
| 2. | 趙淳霖譯述，可靠度工程—新技術與應用 | 150 元 |
| 3. | 趙淳霖譯述，應用產品壽命數據分析 | 270 元 |
| 4. | 趙淳霖譯述，品管、可靠度及工程設計 | 150 元 |
| 5. | 趙淳霖譯述，系統可靠度工程—設計與操作 | 160 元 |
| 6. | 趙淳霖譯述，實用可靠度工程 | 180 元 |

實用可靠度工程

目 錄

譯 序

原 序

符號與定義

第一章 可靠度工程的簡介

1.1 我們為什麼要講授可靠度	1
1.2 何謂可靠度	3
1.3 機率性的可靠度	4
1.4 故障的型態	6
1.5 可靠度工程的發展	9
1.6 可靠度是一個有效的參數	12
1.7 可靠度計畫的作業	13
1.8 可靠度的經濟問題	15
參考書目	19

第二章 可靠度應用數學

2.1 簡 介	21
2.2 機率的觀念	22
2.3 機率法則	25
2.4 機率分配	33

2.5	離散型機率分配	39
2.6	連續型機率分配	44
2.7	連續統計分配綱要	57
2.8	統計信賴區間	62
2.9	統計假設的檢定	66
2.10	非參數推論法	72
2.11	配合度的檢定	74
	參考書目	79

第三章 可靠度數據的分析

3.1	機率繪圖法	81
3.2	數據等級的計算	81
3.3	機率圖繪製技術	83
3.4	對數常態機率圖的繪製	90
3.5	韋氏機率圖的繪製	90
3.6	極值機率圖的繪製	99
3.7	故障率圖的繪製	102
3.8	機率分配的選用與結果評估	107
3.9	二項分配數據機率圖的繪製	108
	參考書目	116

第四章 負載與強度的干擾

4.1	簡 介	117
4.2	負載與強度的分配	118
4.3	負載與強度干擾的分析	121
4.4	安全邊際值及負載粗暴度對可靠度的影響	123

4.5 負載與強度邊際情況	133
4.6 負載與強度干擾隨時間改變情況	136
4.7 模擬的應用	141
參考書目	143

第五章 可靠度預測與模式的建立

5.1 簡 介	145
5.2 預測的精確度	146
5.3 系統可靠度模式	148
5.4 可用度	153
5.5 模板型的設計	159
5.6 複雜系統分析技術	161
5.7 可靠度的配置	165
5.8 可靠度預測的標準方法	166
5.9 結 論	167
參考書目	167

第六章 可靠度的設計

6.1 簡 介	169
6.2 可靠度規格的制訂	170
6.3 故障的防範	174
6.4 設計評審方法	176
6.5 非材料性的故障型態	186
6.6 緊要組件表	187
6.7 修復度分析	188
6.8 設計評審的管理	191

參考書目	194
------------	-----

第七章 電子系統可靠度

7.1 簡 介	195
7.2 電子組件可靠度	197
7.3 微電子裝置	201
7.4 電晶體及二極體	211
7.5 電阻器	213
7.6 電容器	214
7.7 其他電子組件	215
7.8 可靠度預測工作單	218
7.9 應力的電腦分析	218
7.10 電子系統設計的可靠度	218
7.11 可靠電子系統的生產	227
參考書目	230

第八章 軟體可靠度

8.1 簡 介	233
8.2 軟體故障型態	234
8.3 結構化電腦程式	239
8.4 程式的核對與檢查	240
8.5 軟體錯誤報告書	241
8.6 軟體可靠度統計模式	241
8.7 硬體或軟體的介面	250
8.8 結 論	253
參考書目	255

第九章 可靠度的測定與改進

9.1 簡 介	257
9.2 逐次檢驗	258
9.3 僅操作一次的产品可靠度驗證	265
9.4 貝氏定理與機率合併的結果	268
9.5 故障數據的記錄	272
9.6 可靠度成長的監督	273
9.7 可靠度非參數測定法	281
9.8 加速壽命試驗	282
9.9 可靠度成長的估計	288
9.10 可靠度成長的實施	288
參考書目	291

第十章 可靠度問題的求解

10.1 簡 介	293
10.2 柏拉圖分析	293
10.3 變數變化的效應	295
10.4 變異數分析	297
10.5 非參數檢定法	315
10.6 數據的隨機化	317
10.7 試驗結果的解釋	317
10.8 尋優運算	319
10.9 結 論	320
參考書目	321

第十一章 可靠度的管理

11.1 有關可靠度的公司政策	323
11.2 可靠度的標準	324
11.3 可靠度的組織	325
11.4 可靠度人員的遴選與訓練	329
11.5 可靠度手冊	331
11.6 外界服務機構的利用	332
11.7 整體可靠度計畫	333
11.8 可靠度與壽命週期成本	334
11.9 可靠度的合約	342
參考書目	345

附 錄

1 標準累積常態分配函數	348
2 $y = e^{-x}$ 數值表	350
3 卡方分配百分位數	351
4 F 分配數值表	353
5 Kolmogorov-Smirnov 數值表	371
6 等級計算表 (中位、5%、95%)	372