

管 理 統 計

陳文哲
林隆儀 合著

中興經營管理叢書

管 理 統 計

陳文哲合著
林隆儀

中興管理顧問公司

發 行

著者簡介

- 陳文哲 早稻田大學工學碩士，專攻工業工程。
現任國立交通大學管理科學研究所副教授。
- 林隆儀 淡江文理學院畢業。
現職黑松飲料股份有限公司

版權所有

翻印必究

中華民國六十五年五月初版
中興經營管理叢書

管理統計 一百五十元

陳文哲 合著
林隆儀

發行者：中興管理顧問公司

台北市許昌街 24 號二樓

電話 3710939·3715313

郵政劃撥儲金帳戶第 100952 號

印製者：

序

在瞬息萬變的現代企業環境下，經營者無不在尋求更可靠的方法解決經營決策上的問題。統計方法被認為解決經營問題最有效的工具之一，並已廣泛應用在處理銷售預測、生產計劃、作業研究、品質管制、實驗計劃等問題上。因此統計方法為現代管理人員所必備之管理知識，實非過言。

本書旨在講解各種統計方法在管理工作上的應用。第1～4章介紹統計方法的基礎，第5章以後依次介紹抽樣、統計檢定、統計推論、變異數分析、相關分析、迴歸分析、時列分析、以及統計品質管制等。各章節均以例題說明各種統計方法在管理上之應用。本書可供大專校有關課程之教本，以及企業人士進修之用。

本書係以本人多年來在東海大學、中原理工學院、淡水工商管理專科學校等校講授統計課程之講義為骨幹，由林隆儀君整理而成。由於付梓匆促，錯誤在所難免，尚祈國內外先進賢達，惠予指正。

陳 文 哲 謹識

民國65年4月

中興經營管理叢書

出版宗旨

在這個多元衝擊、競爭激烈、充滿希望也
遍佈機會的環境中，管理的良窳對企業成
敗常有決定性的影響。本叢書的出版，希
望能為國內管理知識的普及與企業經營的
現代化獻盡一份心力，也深願能帶給讀者
更佳智慧、判斷與信心。

中興管理顧問公司 敬啓

臺北市許昌街24號二樓

電話：3715313・3710939

郵政劃撥帳戶第100952號

管理統計目錄

第 1 章	緒論	
1.1	統計學的意義	1
1.2	統計學的性質	1
1.3	統計學的歷史	2
1.4	群體、樣本及特性值	4
1.5	記述統計與推測統計	5
1.6	本書研究的範圍	5
第 2 章	次數分配	
2.1	前言	7
2.2	數據的種類	9
2.3	數據的整理	9
2.4	統計表	12
2.5	次數分配表	12
2.6	次數分配圖	13
2.7	累積次數分配	18
2.8	相對次數分配	22
2.9	絕對次數分配	25
	習題	26
第 3 章	統計量的計算	
3.1	前言	29

3.2	中心傾向.....	29
3.2.1	中心傾向的概念與種類.....	29
3.2.2	算術平均數.....	30
3.2.3	加權算術平均數.....	32
3.2.4	幾何平均數.....	33
3.2.5	調和平均數.....	34
3.2.6	平方平均.....	35
3.2.7	中位數.....	35
3.2.8	衆數.....	37
3.3	離勢.....	40
3.3.1	離勢的性質.....	40
3.3.2	全距.....	42
3.3.3	四分位差.....	43
3.3.4	平均差.....	45
3.3.5	偏差平方和.....	46
3.3.6	變異數.....	47
3.3.7	標準差.....	49
3.4	相對變異與變異係數.....	55
3.5	共變異數.....	56
3.6	非對稱度之測定.....	59
3.7	動差.....	61
3.7.1	動差的概念.....	61
3.7.2	對於平均值的動差.....	62
3.7.3	動差的計算.....	63
	習題.....	65

第4章 機率

4.1	機率的觀念.....	69
-----	------------	----

4.1.1 樣本空間	69
4.1.2 點的集合與事象	71
4.1.3 機率的公理與基本定理	73
4.2 機率的計算	74
4.2.1 由同一機率之有限個樣本點所構成的樣本空間	74
4.2.2 排列組合	74
4.3 機率的計算定理	76
4.3.1 加法定理	76
4.3.2 乘法定理	78
4.4 事後機率定理 (Bayes 之公式)	79
4.5 反覆實驗的機率	89
4.6 機率變數	89
4.7 機率變數的分配	90
4.7.1 離散機率變數的分配	90
4.7.2 連續機率變數的分配	96
4.8 期望值	98
4.9 機率動差	100
4.10 契畢歇夫定理	102
4.11 離散變數的分配	104
4.11.1 單一實驗的機率分配	104
4.11.2 二項分配——反覆實驗的機率分配	105
4.11.3 超幾何分配	107
4.11.4 卜氏分配	110
4.11.5 超幾何、二項與卜氏等三分配間的關係	112
4.12 連續變數的分配	112
4.12.1 統計量的性質	114
4.12.2 一樣分配 (矩形分配)	116
4.12.3 常態分配	117

4.12.4 複合統計量的分配	118
習題	125

第5章 樣本抽樣

5.1 前言	129
5.2 隨機變數之和	129
5.3 大數法則	130
5.4 中心極限定理	132
5.5 各種抽樣分配的特性	134
5.5.1 成功次數的抽樣分配	134
5.5.2 比率的抽樣分配	136
5.5.3 平均數的抽樣分配	142
5.5.4 兩組比率差的抽樣分配	146
5.5.5 兩組平均數差的抽樣分配	147
5.5.6 變異數的抽樣分配	149
5.5.7 標準差的抽樣分配	152
5.5.8 中位數及其對應值的抽樣分配	153
5.6 抽樣分配的顯著性	154
5.7 抽樣方法的分類	156
5.8 隨機抽樣法	157
5.8.1 無限隨機抽樣法	157
5.8.2 限制隨機抽樣法	159
5.8.3 雙次抽樣法、多次抽樣法與逐次抽樣法	164
5.9 非隨機抽樣法	166
5.9.1 判定抽樣法	166
5.9.2 配額抽樣法	168
5.9.3 簡便抽樣法	168
習題	170

第6章 統計檢定

6.1	前言	173
6.2	無效假說之檢定	173
6.3	統計檢定的程序	174
6.4	關於變異數的檢定（計量值）	175
6.4.1	對於母變異數的檢定	175
6.4.2	兩組變異數差異的檢定	176
6.4.3	三組以上變異數差異的檢定	176
6.5	關於平均值的檢定（計量值）	178
6.5.1	對於母平均的檢定	178
6.5.2	對於平均值差異的檢定	179
6.6	關於不良率的檢定（計數值）	183
6.6.1	對於母不良率的檢定	183
6.6.2	不良率差異的檢定	184
6.7	無母數的檢定	185
6.7.1	配合適度的檢定	185
6.7.2	獨立性的檢定（列聯表）	187
6.8	二項機率紙檢定法	190
6.8.1	二項機率紙的構造	190
6.8.2	計數值的檢定	191
6.8.3	計量值的檢定	195
6.9	檢定的二種錯誤及檢出力	200
	習題	204

第7章 統計推論

7.1	前言	207
7.2	點推定	207

7.2.1	不偏性	208
7.2.2	一致性	209
7.2.3	有效性	210
7.2.4	充分性	210
7.3	區間推定	211
7.4	關於平均值的推定	214
7.5	關於平均值差異的推定	217
7.6	關於群體比率的推定	219
7.7	關於群體比率差的推定	222
7.8	關於變異數的推定	224
7.9	關於標準差的推定	225
	習題	227

第8章 變異數分析

8.1	前言	231
8.2	一元配置法之解析(一個參數因子時)	232
8.3	無重複之二元配置法之解析(二個參數因子時)	237
8.4	有重複之二元配置法之解析(二個參數因子時)	242
8.5	含有變量模式時之解析	251
8.5.1	有重複之二元配置	251
8.5.2	無對應變量模式之解析	256
8.6	變異數分析後水準間差異之檢定	266
8.7	變異數分析後之推定	266
8.7.1	含有參數模式時之推定	266
8.7.2	含有變量模式時之推定	268
	習題	271

第9章 相關分析

9.1	前言	275
9.2	相關關係	275
9.3	相關係數	276
9.4	相關係數之計算	281
9.5	相關係數的分配	284
9.6	複相關	287
9.7	偏相關	289
9.8	無相關之檢定	290
9.9	對於母相關係數之檢定	293
9.10	相關係數差異之檢定	295
9.11	相關係數之推定	298
	習題	300

第10章 迴歸分析

10.1	前言	305
10.2	迴歸綫	305
10.3	直綫迴歸	305
10.4	迴歸直綫的性質	308
10.5	非直綫迴歸	311
10.6	計算迴歸式之程序	311
10.7	迴歸分析	313
10.8	多變數迴歸分析	322
10.8.1	多變數之迴歸關係	322
10.8.2	多變數迴歸方程式之計算	322
10.9	直交分解	324
	習題	328

第 11 章 時列分析

11.1	前言	333
11.2	時列變化的構造	334
11.3	傾向之解析	335
11.4	傾向變動	336
11.5	季節變動	343
11.6	循環變動	349
11.7	指數	349
11.8	簡單指數之計算	350
11.8.1	總和法	350
11.8.2	簡單相對平均法	351
11.9	綜合指數之計算	353
11.9.1	總和法	353
11.9.2	比率法	354
11.10	指數之基準	355
11.11	加權指數	357
11.12	時列之關係分析	359
11.12.1	時列之迴歸分析	359
11.12.2	指數平滑法	360
	習題	365

第 12 章 統計品質管制

12.1	前言	369
12.2	管制圖的基礎	370
12.2.1	管制圖	370
12.2.2	管制圖的理論基礎	371
12.2.3	第一種錯誤與第二種錯誤	372

12.3	管制圖的基本特性	376
12.3.1	$\bar{x}$ 管制圖的特性	376
12.3.2	R 管制圖的特性	381
12.3.3	P 及 p _n 管制圖的特性	384
12.3.4	c 管制圖的特性	385
12.4	管制圖的看法	386
12.5	抽樣檢驗	388
12.5.1	檢驗的目的	388
12.5.2	檢驗的種類	389
12.5.3	檢驗計劃	389
12.5.4	檢驗項目的決定	390
12.6	抽樣檢驗的方式	390
12.7	抽樣檢驗的型態	393
12.8	抽樣檢驗的形式	395
12.8.1	一次抽驗	395
12.8.2	二次抽驗	396
12.8.3	多次抽驗	397
12.8.4	逐次抽驗	398
12.9	隨機樣本	398
12.10	抽樣檢驗的 OC 曲綫	399
12.11	保證品質之決定方法	401
12.11.1	AOQL 值之決定法	401
12.11.2	AQL 值之決定法	402
	習題	404
附表		409

第1章 緒論

1.1 統計學的意義

吾人所處的世界，未來的一切事務都隱藏着相當程度的**不確定性**（Uncertainty），因此吾人爲某種目的而採取行動時，往往基於不充分或不確實的知識加以判斷。

統計學是在這種不確定、不充分的知識下，以具體的數據考慮儘可能減少冒犯錯誤，而獲得較正確決策的方法。因此可認爲統計學是以研究行動理論爲目的的學問。

企業管理爲使現有的人力、財力、物力等有限資源做最佳的配合，期能發揮高度效率，更需應用各種統計方法提供管理當局做爲**下定決策**（Decision Making）之抉擇。

決策的基本知識係得自經驗，將經驗所獲得的知識，以數量加以整理，並基於這種知識下定決策者稱爲**統計推論**（Statistical Inference）；以統計推論決定行動的方針者稱爲**統計決策**（Statistical Decision Making）。

1.2 統計學的性質

通常發生不確定的情況可區分爲二大類。其一是**隨機性**（Randomness）如投擲一均勻的銅幣，出現正面或反面是隨機性的，即每投擲一次，可能出現正面，也可能出現反面。

不確定情況的另一類型起源於問題的狀況不瞭解時的**隨機法**則或自然現象。例如投擲一枚顯然不均勻的銅幣，其出現正面與反面的機會顯然不同，亦即其中一面出現的機會大於另一面。這種情況如未能事先得知，下定決策就比較困難。

欲得知此種情報，惟有先行試驗並觀察此銅幣的均勻程度，假設試行十次，結果均出現反面，則可判定此銅幣並非均勻。吾

2 管理統計

人試以邏輯推論分析如下。

一均勻銅幣所有可能出現的面必成爲一個分配，且兩面出現的機會各佔一半。吾人可期望在長期試行中，正面出現的比率大約是 50%，同理反面出現的比率亦約爲 50%。

上述試驗一銅幣的均勻性時，試驗十次可視爲得自所有可能投擲的群體中的十個觀測樣本。從機率變數的觀點言，試驗一個均勻的銅幣可能連續十次均出現反面，甚至將所得的樣本做爲試驗銅幣的均勻性是極不可能的，此與銅幣爲均勻之原假設並不完全一致。除此可能性之外，根據此樣本情報，可歸納爲此銅幣並不均勻。因爲在投擲一均勻銅幣時，投擲十次均出現反面如屬可能，那是極不適切的。

吾人若自正反面各佔一半的群體中抽樣時，將會得知投擲一均勻的銅幣十次，十次都出現反面的機率是 $1/1,024$ ，或大約每一千次中才可能出現一次，這確實是一件極罕有的事。

又當樣本情報不足以顯示事實的真相時，冒然的決定拒絕參加此項遊戲可能是錯誤的。若此銅幣是完整的或均勻的，以樣本的極稀性觀之，吾人可充分的信任此銅幣爲偏歪之說無誤。

上例說明下定統計決策的程序，**統計決策** (Statistical Decision) 可視爲以具體的數據爲基礎並考慮機率因素，以下定決策的程序。數字數據係用於估計事實真相，並做爲採取行動的抉擇，以及希望獲得結果之依據。

基於多種原因，數據的收集常侷限於群體的某一部份，雖說部份數據或樣本情報不足以正確的估計不確定情況，但是統計決策常面臨在不確定情況下做決策，結果在統計決策中常存冒犯錯誤行動的危險性。應用統計理論和方法，錯誤決策的冒險率可經由計算而得，並可加以控制，因此統計學在設計測度冒險率時，確實是一有效的工具。

1.3 統計學的歷史

統計調查之記錄由來已久，可溯自古代埃及之歷史。然而統

計學之歷史被認為自1660年前後開始。

統計學 Statistics 的語源為德語 Statistik, 而 Statistik 被認為源由拉丁語的 Status (狀態) 或 Stato (國家), 德國首先使用 Statistik。

在1660年德國的 Helmstädt 大學開了有關世界各國的政治、經濟、軍事等國勢現狀的課程, 被認為是德國的大學統計學或稱為國勢學派之創始。Göttingen 大學的 Göttfried Achenwall (1719~1772) 將此學問稱為 Statistik。

統計學之第二來源係英國的政治算術。倫敦一商人 John Graunt (1620~1674) 發表「有關死亡表的自然及政治觀察」一書為其開端, Graunt 將當時被公佈的倫敦死亡者清單予以整理, 並以數量詳細分析死亡原因及人口動態。Graunt 的友人經濟學者 William Petty (1623~1687) 將此法應用在國富與經濟問題之研究, 此學問之方法稱為政治算術 (Political Arithmetic)。

統計學之第三來源係法國的機率論, 在17世紀中葉開始以數學形式研究偶然的數理。Pascal (1623~1662) 與 Fermat (1601~1665) 等數學家為其創始者。將機率論與推測理論連貫的 Jacob Bernoulli (1654~1705), 在數學上最初的大數法則之名稱, 冠以他的名字作成定理。

然而機率論與統計學之匯合係自 Laplace (1749~1827) 開始。

近代統計學之發端不可忽視英國生物學的貢獻, Karl Pearson (1857~1936) 是優生學研究所出身的著名學者。Pearson 的記述統計學僅展開觀察的理論, 然生物學的研究不可僅依觀察, 而必須加以實驗。生物實驗要收集大量樣本甚為困難, 因此 Gosset (1876~1936) 開發小樣本處理方法之理論, 成為今日推測統計學的肇始。又今日的推測統計學得有輝煌的成就, 以 R.A. Fisher (1890~1962) 之貢獻最大。