

大 學 用 書

# 商 用 統 計 學

---

劉 一 忠 著

三 民 書 局 印 行

# 商 用 統 計 學

劉 一 忠 著

學歷：國立政治大學國際貿易系畢業

密西根大學企業管理學碩士

奧克拉荷瑪大學企業管理學博士

經歷：國立政治大學教授兼企業管理學系主任

加州州立科技大學講學一年

現職：舊金山州立大學教授

三 民 書 局 印 行

中華民國六十八年九月初版  
中華民國七十四年九月四版

# ◎ 商 用 統 計 學

基本定價肆元叁角叁分

著 者 劉 一 忠

發行人 劉 振 強

出版者 三民書局股份有限公司

印刷所 三民書局股份有限公司

臺北市重慶南路一段六十一號  
郵撥：〇〇〇九九九八—五號

行政院新聞局登記證版業字第二〇〇號

## 序 文

近年來統計理論和方法之應用越來越廣泛，而且由傳統的記敘性統計（着重於資料的搜集和顯示），發展為推論性統計（即依據樣本資料的特性以推論全體），並進而從事統計性預測（即根據某事象以往的狀況和現行的變動趨勢，以預測其未來的發展動向）。尤其是現代工商業的經營環境（無論是內在的或外在的）經常發生變化；因此，企業決策不但要能適用於現在，還應該能符合將來的動向。而且各種影響決策的事象牽連廣泛，其因果關係錯綜複雜，所以現代管理階層作決策時，不能單憑經驗、直覺、或臆斷，必須要運用統計資料，並加以分析推理，才能作出合宜的明智決策。

為了提供工商界人士現代化的決策知識，本書特別着重於介紹商用資料之收集、整理、分析、顯示、解釋、及應用等各項方法和技術，更進一步探究各種商業情況的相互關係，以及未來可能產生的變動和發展方向，以便管理階層能運用樣本資料從事推論，並根據已往資料的動向以預測未來可能的演變，俾能在不確定情況下作出最完善、最合理的決策。

書中的範例雖然着重在介紹如何將統計學的理論和方法應用於處理工商業各種問題，但其基本原理和處理過程與一般統計學並無差別，所以書中所介紹的理論和方法仍然可以應用於任何行業，例如行政、教育、生物、及工程等。因此，本書不但可以作為大專商科之統計教材，亦可作為工商企業及各界人士實際作業之參考。

本書係針對未曾修習統計學之大專學生及社會人士而撰寫，故取材

## 2 序 文

及用詞均力求淺顯易懂，而且所運用的各種符號也盡量要求通俗簡單。但修習統計學不能只靠聽講和閱讀課文，欲求徹底瞭解並能實際應用，必須多作練習，所以介紹過每種方法之後都附有若干例題，並在每章之末編有衆多練習題，以演示該章中所介紹之各項要點和重要概念。

此書之撰寫多謝「舊金山州立大學(San Francisco State University)」商訊電算系統學系(Department of Business Information and Computing System)主任席克保(Russel Sickelbower)先生的協助和鼓勵，並在排課時給予許多方便。排印期間作者身在國外，幸賴國立政治大學企管系蕭講師國慶先生和研究生蘇瓜藤同學負責整理及校對，故能減少許多錯誤。

作者才疏學淺，而且又於倉促中脫稿付梓，故疏漏謬誤之處在所難免，尚祈碩學先進不吝賜教為盼。

劉 一 忠 1979年6月

於舊金山州立大學

# 商用統計學 目次

## 第一章 統計學的基本概念

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 第一節 | 統計學的意義     | 1  |
| 第二節 | 統計學的功用     | 3  |
| 第三節 | 全體與選樣      | 6  |
| 第四節 | 總和符號之運用    | 9  |
| 第五節 | 資料的圓整及有效數字 | 14 |

## 第二章 資料之整理與顯示

|     |           |    |
|-----|-----------|----|
| 第一節 | 資料的分類     | 23 |
| 第二節 | 次數分配      | 25 |
| 第三節 | 比較次數與累積次數 | 33 |
| 第四節 | 次數分配圖     | 36 |
| 第五節 | 次數曲線      | 39 |

## 第三章 集中趨勢測定數

|     |         |    |
|-----|---------|----|
| 第一節 | 集中趨勢之意義 | 45 |
| 第二節 | 算術平均數   | 46 |

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 第三節 | 中位數        | 52 |
| 第四節 | 衆數         | 55 |
| 第五節 | 集中趨勢測定數之特性 | 56 |

## 第四章 離差測定數

|     |                |    |
|-----|----------------|----|
| 第一節 | 測定離差的目的        | 63 |
| 第二節 | 全距和四分位差        | 64 |
| 第三節 | 平均差            | 68 |
| 第四節 | 標準差            | 71 |
| 第五節 | 離差測定數間之關係      | 76 |
| 第六節 | 離差的用途及特性       | 78 |
| 第七節 | 相對離差、標準化單位、及偏態 | 81 |

## 第五章 機率理論

|     |          |     |
|-----|----------|-----|
| 第一節 | 機率的意義與來源 | 87  |
| 第二節 | 機率之特性    | 90  |
| 第三節 | 事象與機率    | 91  |
| 第四節 | 機率之運算法則  | 97  |
| 第五節 | 機率的類別    | 100 |
| 第六節 | 機率樹之應用   | 103 |
| 第七節 | 貝氏定理之應用  | 106 |

## 第六章 機率分配

|     |          |     |
|-----|----------|-----|
| 第一節 | 機率分配之概念  | 115 |
| 第二節 | 機率分配的期望值 | 121 |
| 第三節 | 機率分配的差異數 | 126 |
| 第四節 | 二項分配     | 129 |
| 第五節 | 波生分配     | 137 |
| 第六節 | 常態分配     | 144 |
| 第七節 | 指數分配     | 157 |

## 第七章 選樣與選樣分配

|     |              |     |
|-----|--------------|-----|
| 第一節 | 隨機選樣與選樣的原因   | 165 |
| 第二節 | 樣本平均數之分配     | 168 |
| 第三節 | 選樣分配的特性      | 176 |
| 第四節 | 平均數的標準誤差     | 178 |
| 第五節 | 全體大小對標準誤差之影響 | 180 |
| 第六節 | 標準誤差之應用      | 182 |

## 第八章 估計

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| 第一節 | 估計數與估計值    | 189 |
| 第二節 | 點估計值與區間估計值 | 192 |
| 第三節 | 可信水準之選擇    | 197 |

|     |          |     |
|-----|----------|-----|
| 第四節 | 比例數的估計   | 197 |
| 第五節 | 比例數的可信區間 | 200 |
| 第六節 | 適宜的樣本大小  | 203 |

## 第九章 假設之檢定

|     |             |     |
|-----|-------------|-----|
| 第一節 | 假設檢定之意義     | 211 |
| 第二節 | 全體平均數之檢定    | 212 |
| 第三節 | 第一類錯誤與第二類錯誤 | 217 |
| 第四節 | 兩端檢定與一端檢定   | 223 |
| 第五節 | 平均數間差異的檢定   | 231 |
| 第六節 | 對比例數假設之檢定   | 237 |

## 第十章 特殊分配之統計推論

|     |                     |     |
|-----|---------------------|-----|
| 第一節 | 小樣本及 $\chi^2$ 之選樣分配 | 247 |
| 第二節 | 自由度的意義              | 248 |
| 第三節 | $t$ 分配的應用           | 250 |
| 第四節 | $\chi^2$ 分配的特性      | 258 |
| 第五節 | $\chi^2$ 分配的功用      | 259 |
| 第六節 | 計算 $\chi^2$ 之簡捷公式   | 279 |

## 第十一章 $F$ 分配和差異數分析

|     |              |     |
|-----|--------------|-----|
| 第一節 | $F$ 分配的特性和功用 | 287 |
|-----|--------------|-----|

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 第二節 | 差異數是否相等之檢定..... | 289 |
| 第三節 | 單向差異數分析.....    | 291 |
| 第四節 | 雙向差異數分析.....    | 301 |
| 第五節 | 差異數分析之評述.....   | 308 |

## 第十二章 迴歸與相關之分析

|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| 第一節 | 迴歸及相關之意義與目的..... | 315 |
| 第二節 | 資料分佈圖.....       | 318 |
| 第三節 | 迴歸分析.....        | 321 |
| 第四節 | 曲線迴歸.....        | 330 |
| 第五節 | 估計值之標準誤差.....    | 335 |
| 第六節 | 相關分析.....        | 338 |
| 第七節 | 迴歸與相關之推論.....    | 343 |

## 第十三章 指數

|     |               |     |
|-----|---------------|-----|
| 第一節 | 指數的意義及功用..... | 355 |
| 第二節 | 指數的類別.....    | 357 |
| 第三節 | 指數的編製方法.....  | 360 |
| 第四節 | 優良指數之檢定.....  | 371 |
| 第五節 | 指數的修正.....    | 376 |

## 第十四章 時間數列之分析與預測

|     |                |     |
|-----|----------------|-----|
| 第一節 | 時間數列分析之目的..... | 383 |
|-----|----------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第二節 時間數列之變動因素.....    | 385 |
| 第三節 長期趨勢之分析.....      | 390 |
| 第四節 週期波動之分析.....      | 394 |
| 第五節 季節變異之測度和調整.....   | 398 |
| 第六節 基於趨勢和季節因素之預測..... | 405 |

## 附 錄 表

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| I 常態分配機率函數表.....                 | 413 |
| II 二項分配函數表.....                  | 414 |
| III 二項分配累積函數表.....               | 420 |
| IV 波生分配函數表.....                  | 425 |
| V 指數分配函數表.....                   | 430 |
| VI $t$ 分配函數表.....                | 432 |
| VII $\chi^2$ 分配函數表.....          | 433 |
| VIII $F$ 分配函數表.....              | 434 |
| IX 隨機數表.....                     | 438 |
| X 從 1 到 1,000 的平方數、平方根、和倒數表..... | 439 |

# 第一章

## 統計學的基本概念

### 第一節 統計學的意義

通常所指的統計學 (Statistics)，其範圍包括：統計資料 (Statistical Data)、統計分析 (Statistical Analysis)，和統計推論 (Statistical Inference) 三部份。在現代社會中，無論從事學術研究、從事工商企業、或者擔任政府的行政職務，都須要整理數量資料、運用分析方法、並作合理的決策，並且這些工作項目越來越顯得重要，而該等項目都包括在統計學的範圍內，所以統計學已成為現代的基本知識，越來越受重視。茲將上述統計學的重要內容分別介紹如下：

#### 一、統計資料 (Statistical Data)

所謂統計資料係指一組具體的數字，用以代表事物的數目或量度 (measurement)，此等資料可以經由實驗、選樣調查、全體普查，或者查閱以往記錄等方式而取得。若資料數量很多時，必須經過整理和分析之後才能運用。

#### 二、統計分析 (Statistical Analysis)

## 2 第一節 統計學的意義

統計分析係指對於研究對象的數量資料加以收集(collecting)、組織(organizing)、顯示(presenting)、分析(analyzing)和解釋(interpreting)，以表現事實真象的一種科學方法，所以統計分析又稱為統計方法(Statistical Method)。運用此種方法可以歸納出資料的基本特性和重要關係，然後可以根據觀察的結果以確定資料的變動形態或未來趨向；因此，統計分析在任何須要數量資料的研究方法中都可以運用。

### 三、統計推論 (Statistical Inference)

我們經常須要根據某一部份或樣本(Sample)資料的特性，而對整體或全體(Population)作預測或估計；例如，若要瞭解全國各個家庭的平均所得相當困難，普遍調查不但浪費人力、物力、和時間，實際作業也有困難，而且所得的結果也未必完全正確，因此即可由全國各地選取富有代表性的若干家庭加以仔細調查，只要選樣(sampling)合理，即可根據選樣調查之結果而估計全國各家庭的平均所得，而且估計的結果也相當可靠。此種根據樣本資料以預測或估計全體的作業過程，即稱為統計推論。

統計技術依其運用目的之不同又可分為以下兩種情況：即記敘性統計(Descriptive Statistics)和推論性統計(Inferential Statistics)，茲將兩種用法簡單說明如下：

#### 一、記敘性統計 (Descriptive Statistics)

若只對一個特定羣體(given group)的某種現象或重要特性之變化形態加以紀錄和顯示，並不對此種現象或其全體之未來發展作進一步推斷或結論者，稱為記敘性統計。例如，糧食局每年都發表稻穀的產量數字，以及比往年產量增減的數量等；又如衛生局每年對人口出生或死亡的登記數字，以及出生率或死亡率比往年的增減情況等資料。以上各種統計數字，都是些記敘性的統計資料。

## 二、推論性統計 (Inferential Statistics)

若用樣本以代表全體，根據對樣本資料的分析所作成的結論，而推斷全體亦具有同樣特性(characteristics)，此種根據樣本資料以推論全體的統計技術稱為推論性統計。例如由試行摹擬考試所得到的成績，以推論在真正參加實際考試時所可能獲得的分數；再如由選擇若干小學試辦供應麵食午餐所獲得兒童發育狀況的資料，即可推斷午餐吃熱的麵食對學齡兒童發育和健康狀況可能發生之影響。以上所列舉的都是根據樣本資料的特性而對全體的同樣特性作估計的推論性統計。

現代企業管理的主要職責包括：計劃、執行、協調、指揮、及控制，而各項職責是否能運用的很成功，全靠是否能及時提供合宜的、有效的、及正確的情報(information)而定，而所須要的情報大部份來自數量資料(quantitative data)的收集、整理、分析、和解釋；商用統計學即在介紹如何運用科學方法取得合宜的數量資料，加以整理和分析，並作合理的解釋，俾憑以作理性的決策(rational decision)。

## 第二節 統計學的功用

統計資料之收集、分析、和解釋，不僅僅是為了增加科學智識，主要是為了提供管理階層作決策之依據。所以統計學的主要功用是幫助決定須要什麼樣的資料？如何去收集此種資料？將獲得之資料怎樣整理、分析、和解釋才能符合實際需要？以便決策階層憑以作成最適宜之決策。

工商企業的各项業務中，無論是人事、財務、生產、營餘、以及研究發展等，如果要想將業務處理的允當合宜，都須要應用統計資料、統計方法、和統計推論，茲分別略述如下：

### 一、人事方面

#### 4 第二節 統計學的功用

人事為企業生存發展的基本關鍵，必須要有健全的人事政策，企業的經營才能欣欣向榮，所以無論是員工的聘用、訓練、升遷、退休、以及各種福利事項，都應該有完善的計劃和制度，而此等計劃和制度之擬訂，即應該有統計資料作依據，並運用統計方法和推論，才能使預訂的各項計劃和制度切實可行。

##### 二、財務方面

企業之營運有賴於靈活的資金調度，所以短期和長期資金的需要量都應該正確的預計並善加籌措，各項資本投資的利潤率都須要有正確的預估，資金市場的可能變化也須要有合理的預測，這樣才能制訂出健全的財務結構，並發展出有利的投資計劃，而此等估計和預測工作都離不開統計資料、統計方法、和統計推論。

##### 三、生產方面

無論是廠房的設計與結構、廠房的大小與區位之選擇、生產日程之編排與控制、機器設備之維護保養、物料和產品之搬運、以及品質管制等，都可以運用統計技術而使決策更完美可行。尤其是品質管制工作，與統計學的關係更是密切，從選樣檢驗，及各種管制圖（control chart）之應用，到全面品質管制，都是在應用統計資料、統計方法、和統計推論。

##### 四、營銷方面

工商企業不但要能保持現有的市場和製造現有的產品，而且還要能預測將來的需求趨勢，以估計未來的市場變化和發展新的產品，並且還應該研究推廣銷售途徑（distribution channels），以求增加產品的銷路，這些作業也須要運用統計資料、統計方法、和統計推論。

##### 五、研究發展

研究發展工作最重要的是擬訂長期計劃，而長期計劃之擬訂則須要

預測各項有關因素的未來發展趨勢，並分析此種趨勢對未來的消費市場可能產生何種影響。而且每項研究計劃的成本、技術、設備、所須之時間、以及可能產生之效益等，都須要有概略的預計，欲求此等預計結果正確可靠，也須要應用統計資料、統計方法、和統計推論。

統計學中的方法和理論不但可以應用於生產事業，對於運輸業、服務業、或販賣業也適用，例如公路和鐵路運輸，即必須預計車輛每年應汰換的數目，零、配件的購存數量，未來的客、貨運輸需要，以及其發展趨勢等，都須要早作適當的預測和規劃，這些作業也離不開統計資料、統計方法、和統計推論。

事實上，管理階層每天所面臨的需要作決策之問題非常複雜，不但需要數量資料，而且有許多情況是無法確定的，例如生產廠商必須訂購原料以製造產品，但是產品的需求量則可能是不確定的，在此種情況下到底需要訂購多少物料？而且應該在什麼時候訂購？如果沒有統計資料作依據，便很難作成適當的決策。又如機器設備之購置和汰換，由於其耐用年限或失效時間都無法作正確的預測，汰換過早或過遲都不合乎經濟原則，必須要有統計資料作依據，才能決定最適宜的汰換時機。尤其是有些情況下很難獲得完整的實際資料，因此必須運用樣本資料或不完整的資料以從事決策，而統計學則在提供科學的方法，幫助決策階層運用不完整的局部資料，以作最適宜的決策。

由以上的說明可以瞭解，統計學是一組理論和方法，可以用於處理樣本資料的收集、整理、分析、和解釋，以便作出合理的推論或正確的結論。其主要功用是幫助研究人員或決策階層，在不確定的情況下，或者在缺乏完整資料的情況下，作出最明智的決策。

### 第三節 全體與選擇

#### 一、全體與樣本

從事統計工作，時常須要搜集關於一羣個人或某些事物的某種特性，例如要調查全體大學生的身高、體重、和視力，以便瞭解在學青年的健康情況；又如要檢驗某燈泡工廠每天所生產的燈泡之耐用期限，以瞭解其產品的品質之優劣等等，若要逐一調查全部事實，往往是不切實際的，尤其是當全體 (population) 的數目很大時，或者檢驗工作有破壞性時，全部檢驗更是不可能，而且有時也沒有必要。因此，通常我們只選擇其中一小部份為樣本 (sample) 加以檢驗，由所得之結果而推論或判斷全體所具有之特性。

由以上的說明可知，研究對象的全部事實之總體稱為全體，由全體中選取富有代表性之一小部份稱為樣本，茲舉例說明如下：

**例 1-1** 在檢驗外銷的 100,000 箱香蕉時，隨機 (at random) 選取其中 10 箱加以檢驗，此 100,000 箱香蕉稱為被檢驗之全體，所選取檢驗之 10 箱即為樣本。

#### 二、有限全體與無限全體

在一般情形下，我們所謂的全體是指具有某種共同特性的個體之總和，例如某工廠所製造的全部彩色電視機，或在某醫院接受治療的全部病人等。但是在有些情況下，全體中的每一個體都需要逐一的詳加列舉，例如在指某一城市中的全部有投票權的選民時，或者指某年度大學及學院聯考錄取的全部學生名單時，則全體中的每一個個體都需要清楚的列出。

以上所列舉的各種全體都是有限的 (finite)，因為每一個全體中只