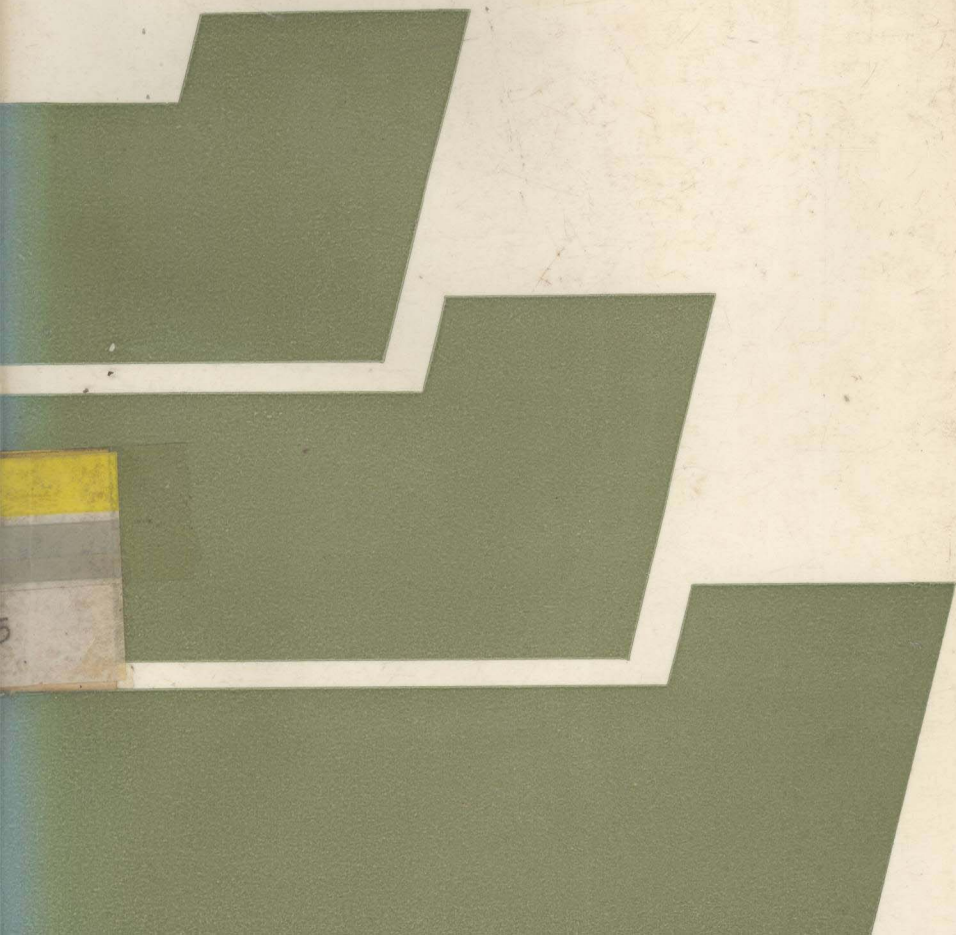


統計圖學

宋汝濬 著
三民書局 印行



統計製圖學

宋汝濬 著

三民書局印行

行政院新聞局登記證 版業字第二〇〇號

中華民國六十六年十二月初版
中華民國七十一年九月三版

統計製圖學

基本定價壹元伍角陸分

版權所有 嚴禁翻印 必究

著作
宋

汝 濬

發行人
劉

振 强

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
郵政劃撥九九九八號

序 言

本書有六項特點：第一，關於統計圖的分類以及各種圖形畫法的敘述，有合乎科學的分類體系。因為圖的基本要素為點，點動而生線，線動而生面，面動而生體，所以敘述順序為點圖、曲線圖、條圖、面積圖、體積圖、像形圖和統計地圖。第二，關於圖形設計方面，以畫圖步驟為經，畫圖通則為緯，將畫圖的一般方法，作嚴謹而周密的敘述，並以圖形表示畫圖步驟的演進過程。第三，除畫圖一般方法外，關於各種圖形的畫法，皆有具體的敘述，並附例圖。有比較複雜者，更說明畫圖步驟，有需要分析計算者，則說明計算方法並附計算表式。第四，關於繪畫技術方面，字體和線型皆著重簡單整齊而力避畸形變體，並附例圖，藉收舉一反三之效。第五，例圖皆力求格式標準，精細精美，有利於摹仿。因有文字敘述具體，可收觸類旁通之效，所以較不重要者予以省略。第六，例圖和習題皆引用政府機關最新發表的統計資料（極少數不易蒐集者例外），以示我中華民國自由地區的進步與繁榮。

本書適於大專統計系科及會計統計系科統計製圖課程教學之用。各章後附有習題共二十則，除第二章基本訓練習題外，共選畫十張為適度。

魯崢宋汝濬

中華民國六十一年九月五日於臺灣省立臺中商業專科學校

統計製圖學 目錄

序 言

第一章 緒 論

第一節	統計圖的意義·····	1
第二節	統計圖的功用·····	2
第三節	統計圖的要件·····	3
第四節	統計圖的種類·····	4
第五節	統計圖的構成要素·····	6
第六節	繪圖工具·····	8

第二章 圖形設計

第一節	資料的選擇·····	11
第二節	統計數列與圖形·····	11
第三節	畫圖目的與圖形·····	12
第四節	畫圖步驟與通則·····	13
第五節	繪畫技術·····	21

第三章 點 圖

第一節	點圖的意義和種類·····	27
第二節	密度點圖·····	27
第三節	相關點圖·····	28

第四章 曲 線 圖

第一節	曲線圖概說·····	33
-----	------------	----

第二節	次數曲線圖	33
第三節	歷史曲線圖	48
第四節	單對數曲線圖	72

第五章 條 圖

第一節	條圖概說	87
第二節	條圖的畫法	88
第三節	特大數量的處理方式	90
第四節	幾種不同形式的條圖	96

第六章 其 他 圖 形

第一節	面積圖	115
第二節	體積圖	124
第三節	像形圖	125
第四節	統計地圖	128
參考書目		136

第一章 緒 論

第一節 統計圖的意義

一、統計與統計表 統計的功用為瞭解問題和解答問題。對於一種現象需要瞭解時，首先須加以觀察。觀察的切實方法，不外乎調查（包括詢問、測量和實驗）和登記。由調查或登記得來的初級統計資料，須加以整理。整理是將統計事項按照預定的目的和一定的標準加以分類（從許多有差異性的個體中，找出若干有嚴格區別的共同性），求得各類的數量（凡是有共同性的個體皆歸在一起），各類的數量按照一定的次序排列起來，產生統計數列（Statistical series），並編成統計表。統計表是統計數列的表達形式，統計數列是統計表的實質。將統計資料編成統計表，可說已完成了統計工作的主要階段。

二、統計表與統計圖 統計表能使人對牠所表示的現象獲得明確的概念，但這種概念不如由統計圖所獲得者較為深刻。並且一般人對統計數字多不慣熟，常認數字是枯燥無味，甚而有看到數字就感覺不耐煩的。因此，統計表自然難以單獨盡到統計的功能。若將統計表內的數字，用圓點的多寡、曲線的起伏、長條的長短、面積體積或實物像形的大小等不同的圖形表示出來，就可將統計資料化無形為有形、化深奧為平易、化枯燥為生動，因而啟發一般人對統計的興趣，充分發揮統計的功效。對從事學術研究工作者，統計圖也是必需的工具。如作次數分配的分析，需要先畫次數曲線圖，藉以觀察其分配的形態，如作時間數列的分析，需要先畫歷史曲線圖，藉以觀察其變動的情形，

所以畫圖常為統計分析的初步工作。統計圖的重要由此可見。

三、統計圖的意義 統計的應用既已日漸普遍而且重要，統計圖就是增進統計應用功效的最好的工具。所以統計圖的繪畫，就是以圓點、曲線、長條、面積、體積或像形等圖形表示統計資料數量大小及其相互關係最有效的方法。扼要地說，統計圖就是表示統計資料數量大小及其相互關係的各種圖形，包括圓點的多寡或大小、曲線的起伏、長條的長短、面積體積或實物像形的大小等。不是表示統計數量的任何圖形，不是統計圖。

例如各種商品的價格經常在不斷地變動，且其變動的方向和程度各不相同。測量一般物價水準變動情形的方法，就是編算物價指數。歷年歷月的物價指數，組成一個數列，這種數列的數字已經不再是具體的物價，而是抽象的百分數。閱覽這種數列的人，常需要經過一番思考工夫，纔能明瞭牠的大概變動情形。若根據這個數列畫成曲線，由牠的起伏狀態，一般物價的變動情形，便可一目瞭然，這就是統計圖之一的曲線圖。

第二節 統計圖的功用

一、統計圖的功用 統計圖的意義和重要，如上節所述，至於牠的功用，具體歸納起來，有以下五項：

(一)使人不費時間、不經思考即能對圖形所表示的現象，獲得明確的概念。

(二)便於在圖上比較各項目間的相互關係，從而發現某種規律。

(三)給人以深刻的印象而提高其興趣，有利於演講、宣傳或廣告的實施。

(四)可在圖上用插補法 (Interpolation) 求某種未知數的近似值，也可用外推法 (Extrapolation) 預測未來，省去計算的麻煩。

(五)可幫助統計分析，以彌補統計表的不足。

二、統計圖應用的限制 統計圖的應用雖然很廣，但有以下兩點限制：

(一)一個統計表能包含很多統計事項，而一個統計圖所能包含的統計事項，就不能像統計表所能包含的那樣多，所以內容宜於簡單而不宜於複雜，若過於複雜，不但難畫，且不容易發揮統計圖的功效。

(二)統計表有些數字尚不是精確的數值，可見統計圖只能表示現象的大概情形。統計圖之所以有其功效，是在能使人於一瞬之間，明瞭現象的大概情形，獲得扼要的概念，若欲知其詳細情形，須和統計表互相對照而後可。所以補救的方法，是註明圖形所代表的數量或另列附表，纔能使統計圖兼備統計表的優點。

第三節 統計圖的要件

良好的統計圖應具備以下五個條件：

一、適用 統計圖應適合於使用的環境和閱覽者的知識水準，以便發揮最佳的效果。作研究工作用的統計圖，精確最為重要，為演講、宣傳或廣告而陳列的統計圖，美觀生動最為重要。

二、合理 統計圖的形式應合乎統計的原理，也就是配合統計數列的性質。根據同一數列有時可以繪畫不同種類的圖形，但不是所有的各種圖形都可以用來表示同一數列。若圖形選用不當，容易引起誤解或導致錯誤的觀念。

三、精確 統計圖既然是以圖形的大小來表示統計數量的大小，各部分的比例應和數量大小的比例完全一致。若有某一部分畫的偏大或偏小、偏高或偏低，就是對這部分所代表的項目有誇張或掩蔽的嫌疑，所以繪畫技術上的精確是至為重要的。

四、美觀 統計圖在合理和精確的原則下，尚應求美觀。美觀的

作用是吸引人的注意、獲得人的好感和啓發人的興趣，從而充分發揮統計的功效。美觀的要素有二：一是整個圖的結構勻稱，表現完美的畫面，二是文字數字端正整齊，各種線條整齊劃一，區分明顯而調和。

五、簡明 統計圖不可過於複雜，宜求簡單、清晰，顯示扼要的概念，易於閱覽，易於瞭解，纔能發揮牠的功效。

第四節 統計圖的種類

統計圖可依不同標準來分類。依照畫圖目的分，有說明圖、分析圖和計算圖。依照使用處所分，有掛圖、書圖和幻燈片圖。依照比較的型態分，有時間比較圖、空間比較圖、屬性比較圖和次數分配圖。依照比度畫分方式分，有算術曲線圖和對數曲線圖。

爲了便於討論畫圖的方法，最適當的分類是依照圖的形式分，有以下七類：

一、點圖

- (一)單點圖，
- (二)密度點圖，
- (三)地理點圖，
- (四)相關點圖。

二、曲線圖

(一)依照表示資料性質分：

- 1. 次數曲線圖，
- 2. 歷史曲線圖。

(二)依照比較事項繁簡分：

- 1. 單一曲線圖，
- 2. 雙比度曲線圖，
- 3. Z形圖，

4. 距限曲線圖，
5. 帶形圖，
6. 複基曲線圖。

(三)依照數列是否累積分：

1. 簡單曲線圖，
2. 累積曲線圖。

(四)依照比度的畫分方式分：

1. 算術曲線圖，
2. 對數曲線圖。

三、條圖

(一)依照長條排列方向分：

1. 縱條圖，
2. 橫條圖。

(二)依照比較事項繁簡分：

1. 單式條圖，
2. 分組條圖，
3. 分段條圖，
4. 分組分段條圖，
5. 對比條圖，
6. 盈虧條圖，
7. 全距條圖，
8. 梯形條圖，
9. 條線混合圖。

四、面積圖

(一)正方形圖，

(二)矩形圖，

(三)三角形圖，

(四)圓圖：

1. 單圓圖，

2. 多圓圖。

五、體積圖

(一)正方體圖，

(二)球體圖，

(三)圓錐體圖，

(四)圓柱體圖，

(五)角柱體圖。

六、像形圖

(一)單一式像形圖，

(二)重疊式像形圖，

(三)分裂式像形圖，

(四)插圖式像形圖。

七、統計地圖

(一)單點地圖，

(二)密點地圖，

(三)四分點地圖，

(四)交叉線地圖，

(五)像形地圖。

第五節 統計圖的構成要素

以曲線圖為例，統計圖包括以下四部分：

一、標題 標題是統計圖的名稱，位於圖的頂端中央處，如第1-1圖中之a。在特殊情形也可變更其位置，如第4-17, 4-26及6-12圖

的標題，置於圖身之內。

二、圖身 圖身係指輪廓線以內的部分，包括以下六項：

(一)輪廓線 輪廓線是圖身四周的邊線，如第 1-1 圖中之 b。有時可以省略一部分或全部。

(二)縱橫軸 依照笛卡爾 (Rene Descartes, 1596-1650) 直角坐標法的原義，縱橫軸是相交於零點的縱橫垂直線。在統計圖上，畫圖所根據的資料數字，除極少數特殊情形外，幾乎皆為正數，圖身屬於第一象限 (Quadrant)，縱軸 (Axis of ordinates) 就是左邊的輪廓線，如第 1-1 圖中之 c，橫軸 (Axis of abscissas) 就是下邊的輪廓線，如第 1-1 圖中之 d。縱橫軸皆用於畫分比度，但不一定皆從零開始。

(三)基線 (Base line) 基線是作為比較起點的線，通常與橫軸 (在橫條圖為縱軸) 合而為一，如第 1-1 圖中之 d；有時與橫軸分離，如第 2-1 圖之 (5) 代表指數 100 的橫格線。

(四)格線 (Grid line) 格線是由各比度點所畫縱橫垂直的直線，在圖身內交織成許多方格，因此得名。其作用在便於定坐標點和輔助閱覽圖示線所代表的數量，所以又名指導線 (Guide line)，如第 1-1 圖中之 e。

(五)圖示線 表示統計數量大小的一切線條，皆是圖示線，為統計圖的主體，如第 1-1 圖中之 f。

(六)曲線指標 (Curve label) 曲線指標是用來說明各種線型所代表的事項，又可稱為線型指標，如第 1-1 圖中之 g。圖內只有一條曲線時，不需要設曲線指標。

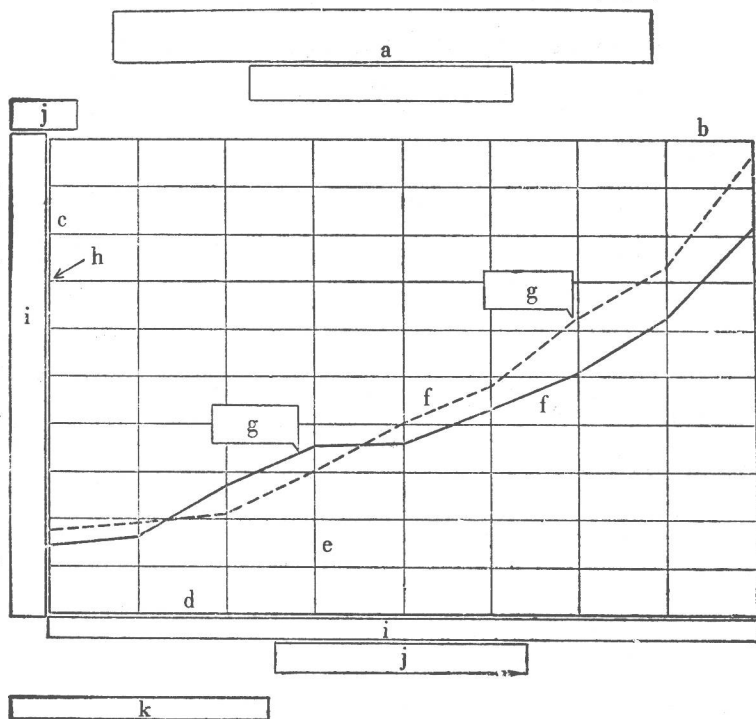
三、比度 (Scale) 比度包括以下三項：

(一)比度點 (Scale point) 將縱橫軸各分為若干等份 (或特定的不等份)，各等份的分界點叫做比度點，如第 1-1 圖中之 h，用來代表一定的數量。

(二)比度數目 (Scale figure) 比度數目就是比度點所代表的數量，註明在比度點的近旁，其所占位置如第 1-1 圖中之 i。

(三)比度名稱和單位 (Scale caption) 比度名稱是比度數目所代

第 1-1 圖 統計圖的構成要素



表的事項，比度單位是比度數目的單位，其所占位置如第 1-1 圖中之 j。

四、附註 包括資料來源等，其所占位置如第 1-1 圖中之 k。

第六節 繪圖工具

統計圖的繪畫需要完善的圖形設計和精巧的繪畫技術，所以需要

採用優良的繪圖工具。繪圖工具種類繁多，重要的有以下各種：

一、直線尺 邊須爲斜邊，用墨水畫線條時，墨水不致浸到紙上。有20公分、30公分、40公分、50公分等不同長度。

二、丁字尺 主要用於畫平行線，亦須爲斜邊，其頂端橫板可任意調整其角度(亦有固定者)。畫大幅圖纔需要使用，小幅圖不太需要。繪圖板的四邊須爲完全直邊，毫不彎曲，丁字尺纔能發揮其效用。

三、繪圖版 須完全平滑，若爲木製，須四邊皆直，俾能與丁字尺配合使用。若無木製者，可以塑膠墊板代替。

四、三角版 用於畫垂直線和平行線。

五、鴨嘴筆 專用於畫直線，線條的粗細可任意調整。使用時須時常擦除筆內積存的墨水渣滓，使其能畫得流暢。

六、畫圖專用鋼筆尖 有粗細不同種類。

七、圓規 有大小型之分。小型者爲彈簧式，專用於畫特別小的圓。大型者可畫大圓，有一腳可換接伸長桿者，能畫特別大的圓。可裝用鉛筆鉛條或鴨嘴筆頭。

八、量角器 爲半圓形透明膠片，上刻有 0-180 度數，專供量角度之用。

九、曲線尺 可任意調整曲度。

十、此外尚有曲線板、兩腳規、放大儀、描字板、圓孔板等。普通用途的毛筆、鋼筆、鉛筆、橡皮等，在統計繪圖方面亦有其用途。

第二章 圖形設計

統計繪圖的研究範圍包括兩大部分，圖形設計與繪畫技術，二者同等重要。前章所述良好的統計圖應具備的五個條件，「適用」、「合理」和「簡明」是屬於圖形設計的問題，「精確」和「美觀」是屬於繪畫技術的問題。以下前四節論述圖形設計的一般原則，第五節討論繪畫技術。

第一節 資料的選擇

統計表的內容，有的簡單，有的複雜。最簡單的單項表僅包含一個數列，雙項表、三項表和四項表所包含的數列較多。那些數字應採取作為畫圖的根據，那些可捨而不顧，實在是畫圖的先決問題。有根據表中全部數字畫圖的，有根據總數或平均數畫圖的；有根據一表畫一圖的，有根據表中一部分數列畫一圖的；有根據一表畫二圖或二圖以上的，有合併二三表畫一圖的。究竟畫圖的資料怎樣選擇，隨畫圖的目的在作那些統計事項的比較而定。至於採用什麼圖形，需要依照統計數列的性質與畫圖的目的，作適當的選擇。以下兩節專述選擇圖形的原則。

第二節 統計數列與圖形

一、根據時間數列，大多應畫歷史曲線圖。時間數列若是連續變動性的，必須畫曲線圖。若是非連續變動性的，可畫曲線圖、階形圖、縱條圖或類似縱條圖的其他圖形（如正方形圖、矩形圖、圓柱體圖、像形圖等）；時期長的宜畫曲線圖、階形圖，時期短的可畫縱條圖或類