

大學叢書

統計製圖學

陳善林著

商務印書館出版

引 言

邇來科學倡明，凡百建設，無不依科學方法，以闡明之。所謂科學方法者，無他，即根據以簡馭繁之原則，觀察，分析，概括及表示事實間之因果關係而已。統計表雖能化雜亂爲簡整，然以數字表明事實，每多陷於抽象，無甚深義；且數字與數字間，苟非審慎檢視，仍不易發覺事實之因果。統計圖則不然，不待數字文字之比較說明，事實之大體，俱能畢呈於前，雖無統計智識者以其表示之彰明顯著，一見亦可了然。此統計圖之所以重要也。

圖示法在國外早有專著，然在國內僅於統計著作中，設章論及，對於製圖規律之探討，步驟之說明，式樣之選擇等，每多殘缺不全。前年著者於私立上海法學院江蘇省立上海中學等校，講授統計製圖一學程，感數本之缺乏，爰於1935年冬，摭摭中外製圖論著，抉剔涵咀，草成六章，或可爲一般人士研究科學之一助也。本書承褚鳳儀先生之詳細校閱，蔡正雅先生之鼓勵指正，均爲作者所深感。又承王佐芳，瞿維清，陳湧濤諸君之計算抄錄，併此誌謝。

一九三六年四月陳善林

目 次

第一章 總論	1
第一節 統計圖之意義及效用.....	1
第二節 繪圖之步驟.....	2
第三節 繪圖之規律.....	5
第四節 統計圖之種類.....	8
第二章 長條圖	12
第一節 長條圖之種類及繪法.....	12
第二節 單式長條圖.....	14
第三節 複式長條圖.....	23
第四節 獨一分段長條圖.....	26
第五節 單式分段長條圖.....	27
第六節 複式分段長條圖.....	29
第七節 條線混合圖.....	33
第三章 平面圖	37
第一節 圓形圖.....	37
第一目 單圓形圖.....	37
第二目 多圓形圖.....	39

第三目 扇形圖.....	43
第二節 矩形圖.....	47
第三節 三角形圖.....	51
第四節 多角形圖.....	53
第四章 立體圖像形圖系統圖.....	55
第一節 立體圖.....	55
第二節 像形圖.....	63
第三節 系統圖.....	67
第五章 統計地圖	70
第一節 點地圖.....	70
第一目 單點地圖.....	70
第二目 密點地圖.....	71
第三目 四分點地圖.....	73
第二節 橫線地圖.....	75
第三節 顏色地圖.....	77
第四節 像形地圖.....	77
第五節 標針地圖.....	79
第六節 模型地圖.....	79
第六章 曲線圖.....	80
第一節 曲線圖之繪法.....	30
第二節 曲線圖之種類.....	82
第三節 等差曲線圖.....	83

第一目 歷史曲線圖	83
第二目 次數曲線圖	109
第四節 等比曲線圖	127
第一目 單對數曲線圖	130
第二目 雙對數曲線圖	134
附錄	137
附錄一 圖用線	137
附錄二 圖用字	137
附錄三 繪圖資料	154

統計表索引

統計圖索引

統計製圖學

第一章 總論

第一節 統計圖之意義及效用

吾人通常表現事實之方法，計有三種：一文字，二表格，三圖形。文字雖能說明事實之真相，批評事實之優劣，惟遇事實過繁，每有顧此失彼之憾。甚或說明過多，反使讀者不能得其要點。表格雖能化繁為簡，不待文字之說明，可使閱者得明確之概念；然仍須詳閱數字，——為之比較對照，方得明瞭其中之關係。且用數字表明事實之真相，每多陷於抽象，無甚深義。統計圖則不然，蓋於表示某二項事實時，圖形同則其結果同，圖形異則其結果亦異；不待比較數字，而事實之大概已畢現於紙上。故統計圖實表現統計上數字間關係最有效之科學方法也。茲將統計圖表之功用，分別述之如下：

(一)表之功用能排列及分析材料；圖之功用則在表明此項排列及分析之結果。故檢閱圖形，耗時少而易得明確之概念。

(二)表之優點在於詳細，可供專家之參考；而其弱點，則對於一般讀者（除少數有特殊研究者外），每嫌乾燥乏味，功效甚少。為謀統計之民衆化與發揮其功效計，特將表內材料，圖示於紙上，則易引起閱者

之興趣，而後繁冗之數字，始能印入其腦海之中。

(三)列表則多用數字表現事實之真相，惟每陷於抽象，不若圖之具體化，易使讀者得深刻之印象。故於演講宣傳或廣告時，每多捨表而用圖。

(四)統計表僅能表現若干事實之變量；統計圖除能表明各數量之大小外，每可將各數量間之相互關係顯示。

(五)如事實中某數量遺缺時，在表格中須詳加計算，方可得其近似值；然於圖形上可用插補法推求，藉免計算之煩。

(六)在統計表中不易將全體事實之分佈狀況，明確顯示。然於統計圖中，可由抽查之樣本上確定全部之分配狀況。

第二節 繪圖之步驟

繪製各種統計圖時，每有一定步驟之存在。本節即將各步詳細說明，使初學者得按步就班，繪製各種圖形。

(一)選擇材料——一表之內項目每有多至十餘者，然何者應採作製圖之材料？何者應捨而不顧？此乃製圖之先決問題。普通每以一表內之總計或平均，作為製圖之唯一材料。然亦多以各項細數同示於圖中者，全視製圖之目的何在而定。

(二)選定圖式——何種圖形最合應用？須視材料之性質，繪圖之宗旨，及用圖之情形而定。例如：

(1)表現時移事遷之材料，宜用簡單歷史曲線，山狀曲線，分歧曲線，距限曲線圖等。

(2) 表現次數分配之材料，宜用長條，平面，簡單次數曲線，圓滑次數曲線及直方圖等。

(3) 表現事實在空間分配之現象，宜用統計地圖。

(4) 表現事實比例之變量，宜用對數曲線圖。

(5) 表現事實在某種程度以上或以下時，宜用累積曲線圖。

(6) 表現一團體內各部間權限之關係，宜用系統圖。

(7) 繪圖之目的，在供演講宣傳或廣告之用者，宜用劃線，顏色或像形圖。

(8) 繪圖之目的，在陳列一處，供人閱覽，期引起觀衆之興趣者，宜用像形或立體圖。

(三) 分析計算——材料及圖式選定後，即開始計算繪圖時應用之數字。如繪百分數比較圖，則應計算其百分比。繪累積曲線圖，則應計算累積數。繪圓形圖，則應計算代表各數量之角度等。

(四) 定比度(Scale)——比度之起點，通常由下而上，由左而右，即縱橫軸相交之處。若數值小於零而成負數者，零點仍起自縱橫軸相交之處。比度單位亦應於規定比度時決定，例如單位「百萬元」，「千噸」，「百正」等。並應記明於比度數目之上，切不可遺缺。比度決定後，再按圖心之大小分定比度點。例如比度單位為百萬元，比度數目為1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10，圖心為5英吋，則比度點與比度點間之間隔應為 $\frac{5}{10}=0.5$ 英吋（對數圖不在此例）。

(五) 定輪廓線點，基線點及指導線點——輪廓線即圖形之外圍線，其長短闊狹，視圖紙及圖心之大小而定。圖紙大圖心應隨之而大，圖紙

小圖心亦隨之而小；圖心決定後，即於圖心之四角，規定輪廓線點，檢閱零點之所在，規定基線點，再按比度點配定指導線點。

(六)繪輪廓線，基線及指導線——各點繪定後，即開始劃線，普通輪廓線，基線與指導線之粗細，成 3 與 5 與 1 之比。

(七)定坐標——根據第三步計算而得之數字，依縱橫軸上之比度而定各繪定點之坐標。橫坐標(Abscissa)係與縱軸(Vertical Axis)距離而平行於橫軸(Horizontal Axis)之點。縱坐標(Ordinato)係與橫軸距離而平行於縱軸之點。

(八)繪圖示線——將各繪定點用直線聯綴之，即成曲線圖。將各點與基線間用直線聯綴之，即成長條圖。

(九)劃交叉線與作色——如一圖上因表現數種數量而欲使代表各數量之部份顯明時，應用各種交叉線或顏色分別之。

(十)繪圖例——如一圖上用若干種交叉線或顏色顯示若干事項者，則各線或各色所代表之事項，應設例說明之。

(十一)題名——圖繪就後，即將圖之名稱題於圖之上方或下方，或在輪廓之內，視圖之形式如何而定。

(十二)審核——圖繪就後，繪圖者仍須加以一度之審核。視其能否將事實之真相表現？其形式是否適用？各部排列是否整潔？繪定各點是否準確？如能適乎上述條件，即可公告發表。茲將統計圖上各部名稱，設例示之如下：

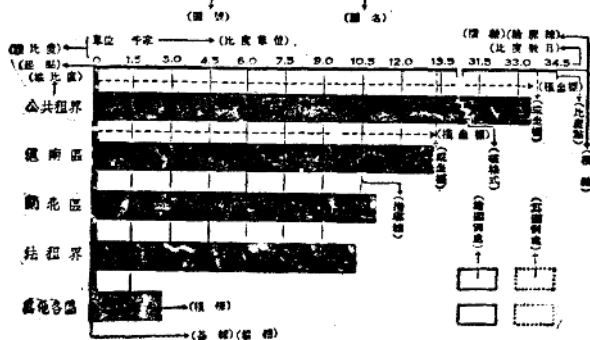
表一 上海市商號統計表

民國二十三年八月調查

區 別	家 數	百 分
特 區 公 共 租 界	33,591	47.41
滬 南 區	13,234	18.68
滬 北 區	11,092	15.66
特 區 法 租 界	10,225	14.43
吳 淞 區	669	.94
塘 橋 區	550	.78
法 租 區	480	.68
江 甯 區	420	.59
其 他 各 區	590	.83
計	70,851	100.00

資料來源：上海市社會局出版社會半月刊第一卷第二期。

圖一 上海市各區商號比較圖



第三節 繪圖之規律

統計圖之功用，在能使閱者易得明確之概念，然若繪製不當，亦是

蒙蔽事實之真相。茲將製圖之規律，擇要述之如下：

(一)名稱——每圖所示之事實，均應於圖之名稱中顯示之。故圖之名稱以能表示圖中內容為原則。惟須簡單醒目，免使閱者發生厭倦。至於題名之地位，或在圖之上方，或在圖之下方，或在輪廓線之內，全視圖之形式如何而定。

(二)列號(Numbersing)——如繪圖甚多，繪製者往往依次編列號數，冠於圖名之前，藉免查閱時之困難。至於各圖先後之次序，則多依各圖之重要性而排列；惟亦有依各圖間相互關係之深淺，順次排列者。

(三)起點(Origin)——起點亦稱零點，係縱橫比度測量之出發處。普通俱以各圖之左下方縱橫軸交叉處計之。(即縱軸上之比度，須由該處由下而上，順次排列。橫軸上之比度，須由該處由左而右，順次排列)。

(四)基線(Base Line)——基線亦稱零點線(Zero Line)，即全圖之基本線。繪製之時，普通以較指導線粗五倍之線畫之，以資區別。基線之種類，其普通者，計有八種如下：

(1)橫軸——亦名橫尺量，即以圖之底線或頂線，作為基線。

(2)縱軸——亦名豎尺量，即以圖之右邊線或左邊線作為基線。

(3)中軸——即以平分圖形為上下二部之橫線，作為基線。在此中基線之上方代表正數，下方代表負數。

(4)圓線——在圓形圖中，多以外圈輪廓線，作為基線。

(5)半徑線——在扇形圖中，則多以半徑線，作為基本線。

(6)三邊線——即以三角形之三邊線，作為基線。

(7)四邊線——即以矩形之四邊線，作為基線。

(8)多邊線——即以多角形之各邊線，作為基線。

(五)輪廓線——包括圖形範圍之線，謂之輪廓線。曲線圖中，多用以分明圖之內外者。然在長條圖及平面圖中，則多捨而不用。惟輪廓線既用以分割圖之內外之線，故其粗細應與指導線分別；普通較指導線粗三倍。

(六)指導線——由各比度點引長之線，謂之指導線。其作用，僅在輔助讀者之閱覽，普通愈細愈妙。

(七)圖示線——圖示線應與指導線相異，普通多用二倍至四倍粗之指導線顯示之。

(八)百分線——用百分數繪製之圖，如指數圖等，代表百分之線，應異於其他各線，普通用四倍粗之指導線顯示之。

(九)比度——比度之排列，俱由左而右，小數在左，大數在右。或由下而上，小數在下，大數在上。比度單位，宜於比度之上下或前後顯示之，切不可遺漏。

(十)劃線——實地長條或曲線，多用以表示主要事項。較深劃線（即交叉線）長條或曲線，多用以表示次要事項，空地長條或虛曲線，則多用以表示不重要之事項。

(十一)作色——如在圖之各部使用顏色，則深者用以表示重要事項，較淺者用以表示次要事項。

(十二)半透明紙之應用——如圖中曲線過多，每不能使讀者一目了然；故最好用半透明紙多頁，分繪各曲線於其上，在比較時，即將某項曲線檢出對照可矣。

(十三)二種變量相差極巨時之比較——如二種數量相差極大時，似不易繪製於一圖。惟若採用下列諸法，即二種或二種以上之變量相差極大，亦可於一圖上表示之。

(1)破格法——即將圖之比度不需要之一部分加以中斷之。如圖一，圖二，圖三及圖四十一等。

(2)比度調合法——一圖之內如欲表示二種相差極大之變量，往往用兩種互相平行之比度以調節之。如圖四十二。

(3)百分數法——先將各變量化成百分率（如指數及百分數比較圖），然後繪製各種圖式以比較之。如圖十一及圖四十三。

(4)用對數紙法——因事實之變動，各有一定之比率。如變量大，可用多組之對數紙繪之，故用對數紙繪畫曲線，亦可免此困難。如圖六十六及圖六十七。

(十四)整潔——圖形務須十分清潔，各部排列，亦宜整齊美觀。

(十五)準確——統計圖須能傳遞真實之消息為原則。故繪製時，切不可重視美觀而失之不確。

第四節 統計圖之種類

統計圖之種類，如依其繪製之目的分：可分為計算圖，分析圖及說明圖三種。如依其用途分，可分為書圖，壁圖及桌圖三種。如依其比較之性質分：可分為時間比較圖，空間比較圖，次數分配圖及數量比較圖四種。若就其形式而言：則可分為長條圖(Bar Diagram)，平面圖(Surface Diagram)，立體圖(Volume Graph)，像形圖(Pitogram or Figurative

Diagram), 系統圖(Organization Chart), 統計地圖(Cartogram or Statistical Map)及曲線圖(Curve Graph)等七種如下:

(一)長條圖(Bar Diagram)

- (1)單式長條圖(Simple Bar Diagram)
- (2)複式長條圖(Component Bar Diagram)
- (3)獨一分段長條圖(Single Part Bar Diagram)
- (4)單式分段長條圖(Simple Part Bar Diagram)
- (5)複式分段長條圖(Component Part Bar Diagram)
- (6)條線混合圖(Bar and Curve Diagram)

(二)平面圖(Surface Diagram)

- (1)圓形圖(Pie Diagram)
 - (i)單圓形圖(Simple Pie Diagram)
 - (ii)多圓形圖(Component Pie Diagram)
 - (iii)扇形圖(Sector Diagram)
- (2)矩形圖
- (3)三角形圖
- (4)多角形圖

(三)立體圖(Volume Graph)

(四)像形圖(Pitogram or Figurative Diagram)

(五)系統圖(Organization Chart)

(六)統計地圖(Cartogram or Statistical Map)

- (1)點地圖(Dotted Map)

(2) 橫線地圖(Shaded or Cross-hatched Map)

(3) 顏色地圖(Colored Map)

(4) 像形地圖(Figurative Map)

(5) 標針地圖(Pin Map)

(6) 模型地圖

(七) 曲線圖(Curve Graph)

(1) 等差曲線圖(Arithmetic Curve)

(i) 歷史曲線圖(Historical Curve)

(a) 簡單歷史曲線圖(Simple Historical Curve)

(b) 圓滑歷史曲線圖(Smoothed Historical Curve)

(c) 累積歷史曲線圖(Cumulative Historical Curve)

(d) 距限曲線圖(Zone Curve)

(e) 帶紋曲線圖(Band Curve)

(f) 山狀曲線圖(Mountain Curve)

(g) 分歧曲線圖(Divergence Curve)

(ii) 次數曲線圖(Frequency Curve)

(a) 直方圖(Rectangular Histogram)

(b) 簡單次數曲線圖(Frequency Polygon)

(c) 圓滑次數曲線圖(Smoothed Frequency Curve)

(d) 累積次數曲線圖(Ogive or Cumulative Frequency Curve)

(2) 等比曲線圖(Logarithmic Curve)

(i) 單對數曲線圖 (Semi-logarithmic Curve)

(ii) 雙對數曲線圖 (Double-logarithmic Curve)

第二章 長條圖

第一節 長條圖之種類及繪法

長條圖乃以若干平行長條之長短，代表某項數量或百分比大小之圖形也。凡事項之無接續性者，多用之。此種圖形又有縱條與橫條之分：凡平行之長條，其起點基於某縱線者，謂之橫條圖。凡垂直之長條，其起點基於某橫線者，謂之縱條圖。縱橫條圖之中，復以其形式之繁簡，又可分為單式長條，複式長條，獨一段長條，單式分段長條，複式分段長條，及條線混合等六種。

繪製長條圖時，應注意之點甚多，茲特述之如下：

(一)基線——長條圖之基線非畫不可，蓋各長條之長短，即表示事實數量之大小，若不繪基線，則條與條間之比較，即失其可能性。例如甲國人民之平均長度為8英尺，用長8英尺之長條代表之。乙國人民之平均長度為6英尺，用長6英尺之長條代表之。甲乙兩國人民身長之比為10與7.5之比，亦即代表二國人民身長之二長條之比。惟若不繪基線，而各條均起自4英尺（即代表4英尺）處，則甲條之長為 $8 - 4 = 4$ 英尺，乙條之長為 $6 - 4 = 2$ 英尺，二條間之比成10與5之比，與10與7.5之比，相差極大。故於繪製長條圖時基線最為重要，且須特別加粗（約五倍於指導線），免與其他圖線混合。