

客觀預報方法和考核介紹

劉復誠

Introduction to the objective forecasting methods and verification

BY HENRY F. C. LIU

Abstract

The objective forecasting is currently employed by many meteorological authorities in the world. The techniques are mostly derived from statistical or empirical methods for single station to predict weather.

In this paper, there are four methods to be introduced. They are

- (i) Indices approach.
- (ii) Regression equation method.
- (iii) Graphical integration method.
- (iv) Graphical filtering method.

Finally, briefly verification technique is also explained. However do you understand when to use objective or subjective forecasting? it may depend upon the weather situations and climatology. An acceptable objective forecasting aid must have a physical basis, that is, necessary to consider initially what meteorological processes are operating.

壹、前言：

天氣預報一般可分為主觀性 (Subjective) 和客觀性 (Objective) 預報兩種。主觀性預報已被沿用多年，而客觀性預報之應用則為近數十年間的事，大部份適用於小地區或單站預報，如將之與數值預報 (Numerical Prediction) 比較，前者之作業較為單純，一般可由統計法或經驗法 (Statistical or Empirical approaches) 求得，而後者則均賴電子計算機之助以爭時改，然兩者所得之結果是大略相同的，現僅將目前流行的主要客觀預報 (Objective forecasting) 方法介紹於下。

貳、預報方法：

(一) 指數法 (Indices approach)

利用單一的計算參數 (Calculated parameter) 以決定預報者。

例如利用蕭華特指數或斯累指數 (Showalter or Sly Index) 去作雷雨 (Thunderstorm) 預報。

(二) 迴歸方程法 (Regression equation method)

在 X, Y 直角坐標面上，任意 X, Y 之兩變數 (Variable) 均可組合成一點 P，在 X, Y 平面上可以 $P_i(X_i, Y_i)$ 表示之。再推廣之，這些零亂的點組合後可構成一種雙變數頻率分佈圖 (Bivariate frequency distribution diagram)，這種圖即

所謂散佈圖 (Scatter diagram)；假定自點繪的散佈圖中而求得之有限度之兩變數關係直線，即叫迴歸直線 (Regression line)。

至迴歸一詞本為英人高爾登氏 (Golton) 最初研究祖先與後裔身長間相關所採用之名詞，此處雖沿用，但亦有其相似之意義，即實際資料在坐標圖中所繪就之各點，均迴歸於通過其間直線之兩旁，故稱該直線為迴歸直線之原因即由此而來。

若用數學定義表示之直線方程式叫迴歸方程式 (Regression equations)，即方程式中必有一變數為自變數，另一變數為應變數。運用此雙變異數關係可以作某一氣象要素 (Meteorological element) 一 (當作 y 值) 之預報，其求法有兩種：

(a) 先估計迴歸方程中的常數或係數，再將 x 值代入，即可求得 y 值。

$$\text{例如 } y = ay + by_x X$$

上式 ay ：常數項。

by_x ：y 對 x 之迴歸係數。

(b) 利用散佈圖中之迴歸直線關係作為輔助預報之用。

例如，吾人想預報台中之最低溫度可採用類如下式之預報 (取自畏機 Vlite 所導出者)：

$$T_{min} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 \\ = 0.75x_1 + 1.37x_2 - 0.4x_3 + 0.0085x_4 - 0.67$$

再如由魯濱遜 (Robertson) 所推演出之月平均

日照時數 (Hours of sunshine) 如下：

$$S = b + aN$$

N：月平均 $(\frac{0900z + 1500z}{2})$ 雲量

S：平均日照時數

a：S 對 N 之迴歸係數 (Regression coefficient)

b：常數 (Constant)

(三) 圖解積分法 (Graphical integration method)

圖解積分之一般數學式為：

$$W = f(x_1, x_2)$$

或 (超過兩變數 X_i)

$$W = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

上式 W 代表預測值 (Predicted Value)。X₁ 代表散佈圖中各點羣 (Groups of points) 之組合，而 W 為相對應各點所描繪而成者；若將這些點連

接而成可得一等值線 (Isopleth) 叫 $\bar{W}_i$ 。舉如

$$\bar{W}_1 = f(x_1, x_2)$$

如有許多的變數時，其法可轉變成圖解式 (Graphical Solution form) 如下：

$$\bar{W} = f(\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n)$$

其中 $\bar{W}_i$ 為兩變數 (X_i) 的函數。

例如，台北雨量之預測 (W) 可以設如下式關係：

$$W = f(x_1, x_2, x_3)$$

上式 x_1 代表風速

x_2 代表雲量

x_3 代表 100C—500mb 厚度 (Theckiness)。

此外，柯勒爾 (M.A. Kohler) 於 1944 年曾發展一種叫圖解關係共同法 (共軸法 Coaxial method of graphical correlation) 以解決四個或以上變

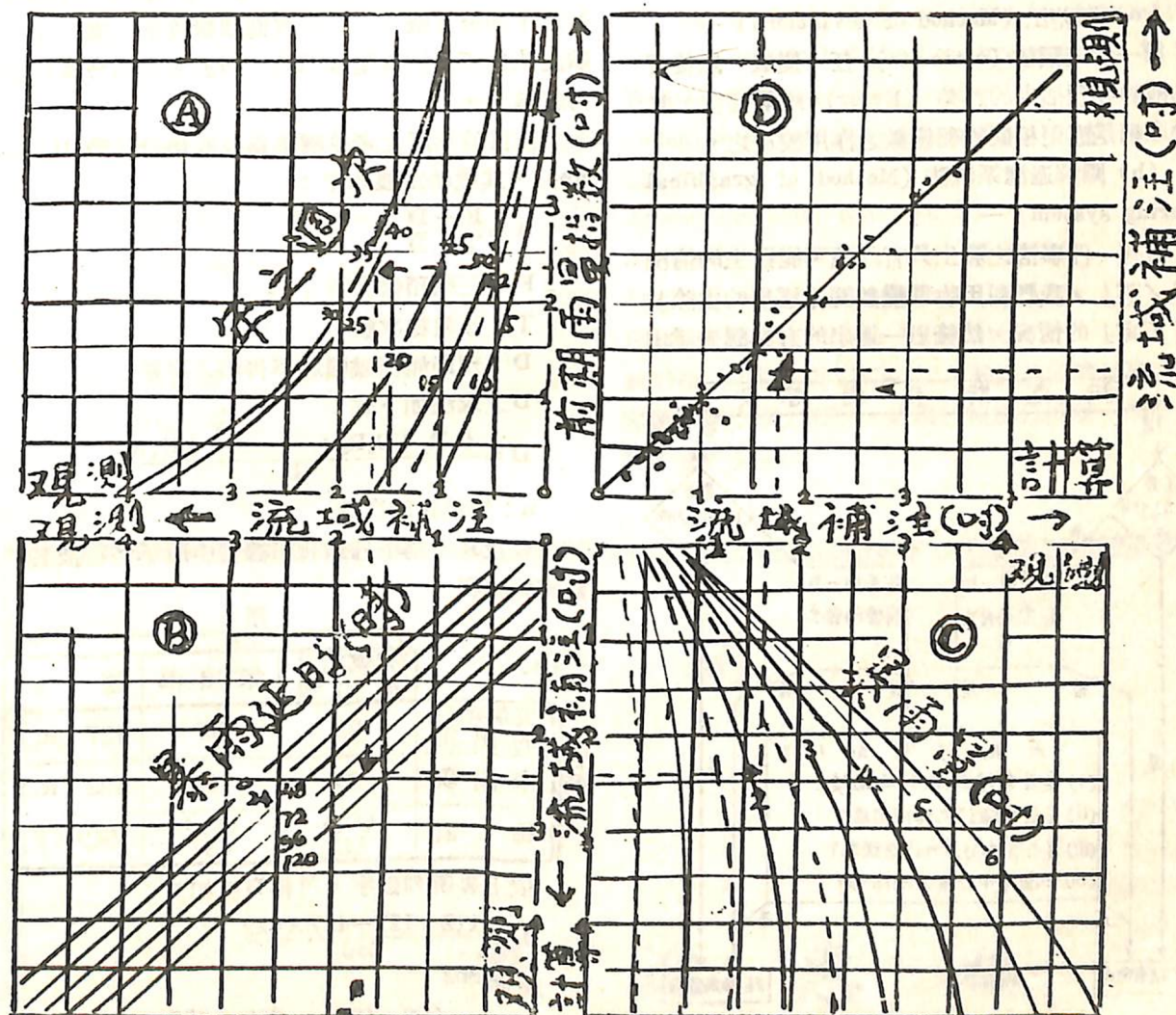


圖 A、馬利蘭州 Jug 橋處 Monocacy 河之流域補注關係 (取自美國氣象局)

數之關係問題，此法之主要特點為散佈圖內只有一個共軸存在。它所根據的前提，就是任何重要因素（數）如果從關係中省略，則在應變數（dependent variable）的觀測值對根據關係而得的計算值調製的圖上各點的散佈，最低限度必有一部份由省略因素（數）所解析。換言之，如果各點在這種圖上係用新因素（數）的相當數值標記，則一個曲線系可以作出以修正由原來的關係計算出來的值。於是可以看到共軸關係，實際上就是三變數關係的系列，其分佈排列為共同，使作圖與計算容易進行。如圖A而示之馬利蘭州Jug橋處Monocacy河之流域補注(basin recharge)關係。由此關係圖可求出該地點之暴雨量等各項要素。

(四)圖解過濾法(Graphical filtering method)

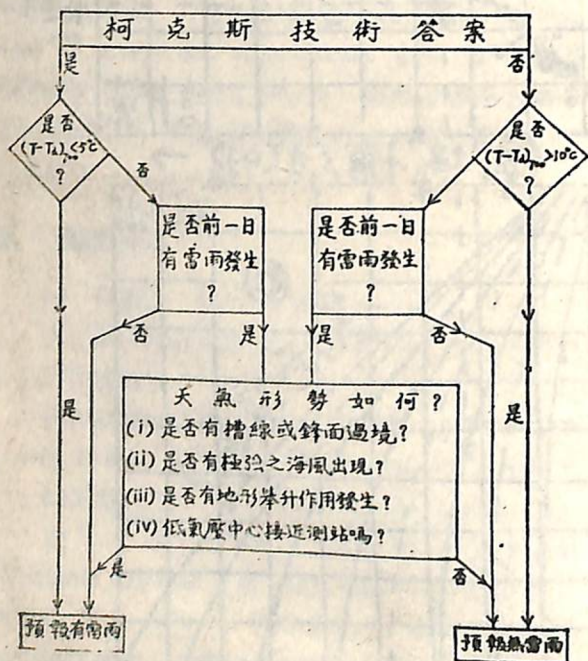
基本上言，此亦屬於圖解法之一種，可分為兩方式求之。

(a) 偏差法(Method of deviations) —

第一步先預估(estimate)任一變數，然後逐步的減除在預估中的誤差(Error)或稱偏差，其減除原則是應用相關物理變數之作用校正之。

(b) 圖解過濾系統法(Method of graphical filtering system) —

當有一件事情之發生具有兩種可能發生的情況「是/否」，我們利用物理變數關係逐步的去除其中「否定」的情況，然後以一連串的方塊圖表示出



圖B、柯克斯圖解技術

其結果來。

例如，以偏差法預報台南之最高溫度類如下式：

$$T_{max} = \bar{T} + R' + D_1 + D_2 \text{ (} ^\circ\text{C)}$$

T_{max} ：最高溫度

R' ：雲量校正值

D_1 ：6A.M.溫度校正值

D_2 ：3A.M.梯度風(Gradient wind)校正值

$\bar{T}$ ：月平均溫度

再如以圖解過濾系統之實例一柯克斯雷雨預報技術如圖B所示。

叁、預報之考核：(Forecasting Verification)

氣象預報技術之推展為求各方之滿足需要而設，然台灣地區因受地形作用(Orographic effects)之干擾相當嚴重。為求改進預報效果，進一步校驗此法是否合於邏輯或準確，對於其考核技術是值得認識的。

依目前常用之考核標準為技術得分(Skill score)，其數學定義如下：

$$S = \frac{F - D}{T - D}$$

F：正確預報次數

T：預報總次數

D：預期能根據機遇率得出之次數

D之求法如下式：

$$D = \frac{C_1 R_1 + C_2 R_2 + \dots + C_n R_n}{T}$$

n：為預報的次數

C及R：為下列預報考核表中所示各行及各列數值的總和。

實際	預 報		
	天氣項目的出現	未出現	總 計
天氣項目的出現	92	35	127 (R_1)
未出現	20	402	422 (R_2)
總 計	(C_1) 112	(C_2) 437	549 (T)

依上表所列數字，可得D值如下：

$$D = \frac{112 \times 127 + 437 \times 422}{549} = 362$$

$$\text{故 } S = \frac{(92 + 402) - 362}{549 - 362} = \frac{132}{187} = 0.71$$

(S之最高值為1)

此值0.71即為所求得之技術得分，其值之大小與吾人所採用之方法準確程度成正比。

肆、結論：

總而言之，客觀預報方法代表一種獨立的預報程序，與預報員本身之學識、個性等因素毫無關係；而且這種預報方法大部份應用在中幅度預報(Mesoscale forecasting)及單站分析上，而不適用於

大地區，因為大幅度預報(Largescale forecasting)所涉及之天氣系統(Weather Systems)變化，往往不容易自小地區或某一測站的客觀分析中得之，而需配合主觀性預報予以完成之。

所以最好的預報方法需視氣象物理條件和氣候學而定之，例如夏日雷雨，日照時數等均以客觀方法決定其預報，而對於較長時間和大範圍的預報當以其他方法行之為宜。(完)

參 考 書 籍

1. Bundgard, R. C. 1951 Compendium of Met. p. 766.
2. Linsley, Kohler, and Paul & s 1968 Hydrology for engineering. p 174 and p. 311-321. McGraw Hill Book, Company, Inc.
3. Kohler, M. A. 1944 The use of crest stage relations in forecasting the rise and fall of the flood hydragraph. U.S. Weather Bureau.
4. Randolph, J. F. 1967 Calculus and Analytic Geometry. 2nd. ed. p. 211-225
5. Daw, F. A., Warren, W. R. 1969 Australian Met. Note No. 31
6. Veith, L. 1959 Australian Met. Mag. No. 25 p. 29
7. Robertson, B. D. 1969 Australian Met. Note No. 25
8. Maine, R. 1963 Seminar Aeronautical Forecasting.
9. 陳超塵著 1961 統計學(上冊) P. 243-250台灣商務印書館發行
10. 曹淦生著 1959 客觀預報步驟之研討，氣象預報與分析第一期，空軍氣象聯隊編印

園 地 公 開

歡 迎 惠 稿