

資料輸入與客觀分析修正之研究*

鄧 施 人

The Improved Methods of The Input and Objective Analysis

Shih-Jen Teng

Abstract

This is the part of the second report of the project "A study of numerical weather prediction by the use of electronic computer". In this report we present some improved results both on the results of Input and objective analysis.

The statistical results show that high fields of our objective analysis and model forecasting are, in general, lower than those on the "standard maps". We try to overcome this weakness, for objective analysis, by least square method.

一、前言

「利用電子計算機做數值天氣預報之研究及應用」為行政院國家科學委員會補助氣象中心研究計劃之一。在第一年研究中，吾人已完成客觀分析（Objective analysis）及正壓模式（Barotropic model）[1]，第二年之工作重點為改進資料輸入方式、修正客觀分析、統計數值預報圖誤差、及探討導致預報誤差之原因以設法加以消除。本文係上述工作重點之部份。經一年之努力，在資料輸入部份，吾人已可將電傳打字紙帶上的資料經轉錄於磁帶後，直接輸入計算機，此舉不但節省時間且可避免人為錯誤。在客觀分析方面，實驗結果顯示與主觀分析有某些誤差，但均發生於報告稀少地區，證明方法本身並無錯誤。在以下諸節中，將循序討論本年度之研究結果，如有不當或任何錯失，尚祈學者先進不吝指正，以為今後研究參考。

二、資料輸入之改進

在數值天氣預報模式研究與測試階段，用卡片做資訊輸入，簡單方便。但在實際作業中，尤其做多層模式時，資訊需要量大，則此種輸入方式影響時效；而且多一道穿孔手續，即增多一次錯誤的機會。如改用印字電報機（TTY）紙帶，替代卡片。則既經濟又方便；如進一步設置紙帶穿孔機，接收國外廣播資料，當更為理想。

※本文承國科會補助方能完成

對國內廣播的高空壓溫報告電碼第一段格式（TTAA），大部分和國際氣象電碼規定者相同。惟除國內五家探空臺及鄰近者，完全按照國際規定格式編報外，其他東南亞地區，則將其中不用部分刪簡為：

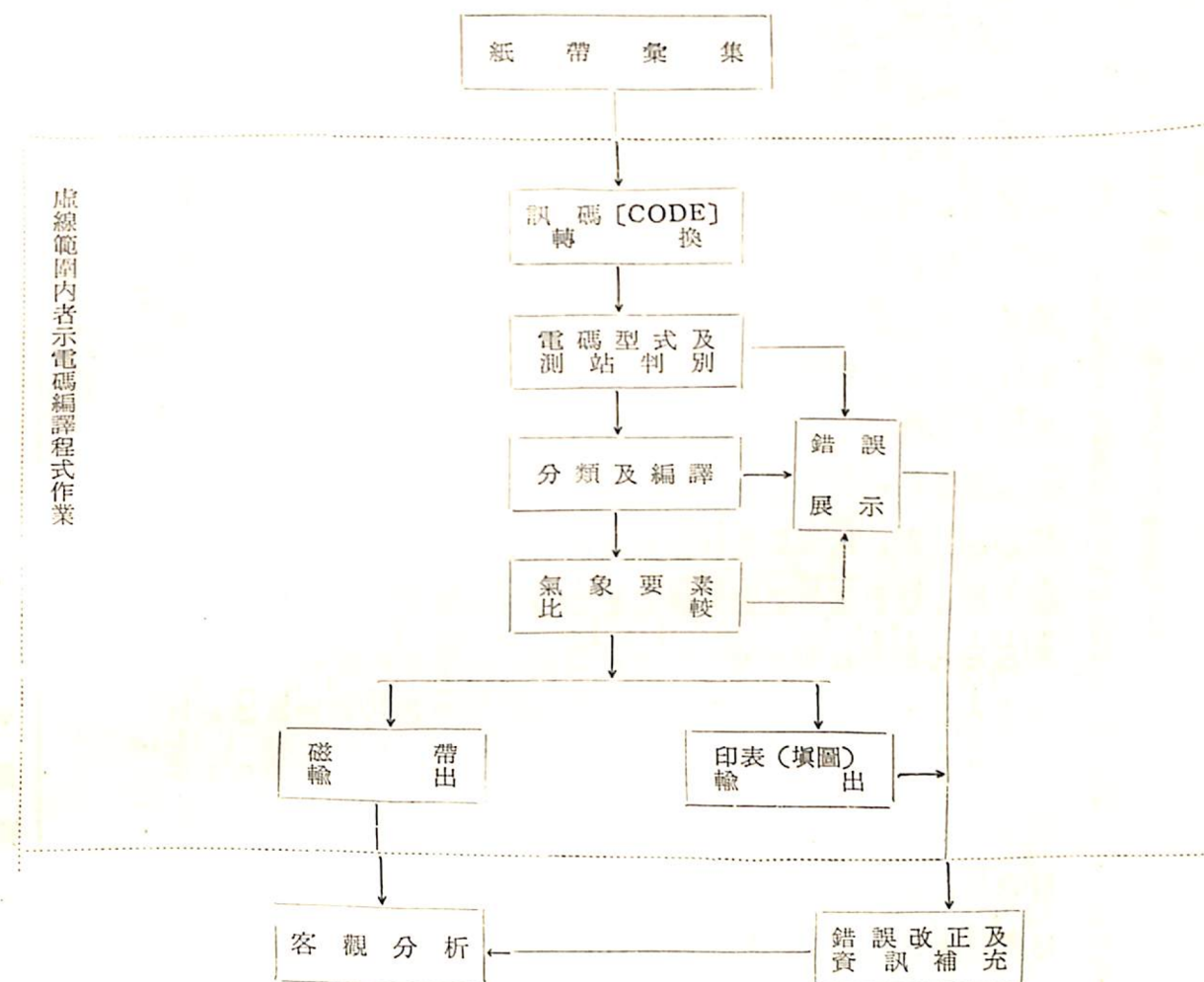
IIiii P_iP_ih_ih_ih_i T_iT_iT_iA_iD_iD_i d_id_if_if_if_i

其間 400, 250 及 150mb 標準定壓層亦刪去。又如某層缺少高空風報告，亦略不予編報。為便於說明起見，按上述情形順序暫定名為「全碼」、「簡碼」及「省略碼」三種型式。若按照全碼寫電子計算機編譯程式，較為單純。然而目前國內在氣象作業尚未全面進入電腦化之前，單就為了施行局部性作業，要求其他方面之配合，將現行作業方式，做某種程度之改變，勢必增加困擾，反而影響工作之推行。鑑於此，盡力在程式設計上予以克服。圖一係依據目前可用的設備，所擬定的高空壓溫報告電碼編譯流程圖，其工作步驟為：

1. 每日一次，於高空壓溫報告傳播時間內（晝或夜間約十至二時），派專人在本軍氣象通信中心，彙集該項紙帶，並且兼做粗略地錯誤改正（如穿孔位置不當、遺漏回車、跳列等），及黏接等工作。如在該中心內設置紙帶轉換磁帶機（paper tape to magnetic tape）則可省去黏接工作，之後立即送達安康電子計算機中心。

2. 電碼編譯程式分電碼符號（code）轉換、

圖一：高空壓溫電碼編譯流程（步驟）圖



電碼型式與測站判別、分類與編譯、氣象要素比較、錯誤展示、及輸出等項。碼號轉換乃將印字機用之通信用碼（baudot code）譯成紙帶機（paper tape）用之美國標準碼。國內廣播之高空壓溫電碼格式，多數以簡碼型式編發，故判別程式以其為主，全碼及省略碼次之。因插播關係，紙帶中夾雜他種不需要的資料，及測站號碼（station index），均予剔除。而後將各標準定壓層的高度值、溫度、露點、風向及風速電碼譯成實值，按運用目的分別錄在磁帶上，供作客觀分析輸入資料。氣象要素比較，乃以現在資料和同一測站之24小時前的資料（經過校正者）比較，一方面除錯，另一方面求24小時氣壓高度差、溫度變差、和各標準層厚度值。錯誤展示包括測站號碼、標準氣壓層指示碼、及超越極限（range）之氣象要素數值，供人力補正之參考。輸出分磁帶及印表（填圖）方式兩種，前者供客觀分析作業用，後者做繪製輔助圖之用。

3. 錯誤改正及資料補充工作，由熟練的氣象分

析人員擔任，於編譯程式作業完成，立即將其所展示的錯誤資料改正，並參考12小時前的有關天氣圖，快速分析高空等壓面圖，以資補充部分欠缺觀測報告的網格點之資訊，上述改正及增補值均以卡片輸入客觀分析程式以供作業。

經多次測試，自紙帶收齊送達安康電子計算機中心起，迄開始做客觀分析止，機器作業時間約需八分鐘，錯誤改正及資訊補充約需十分鐘，共十五至十八分鐘。在目前設備欠齊全下，採用此項資料輸入方式，不無助益。

三、客觀分析方法之檢討與改進

客觀分析係運用下式⁽¹⁾求網格點估計值之修正值 ΔU ，

$$\Delta U = W_m \sum W_i (U_i - U) / \sum W_i \dots (1)$$

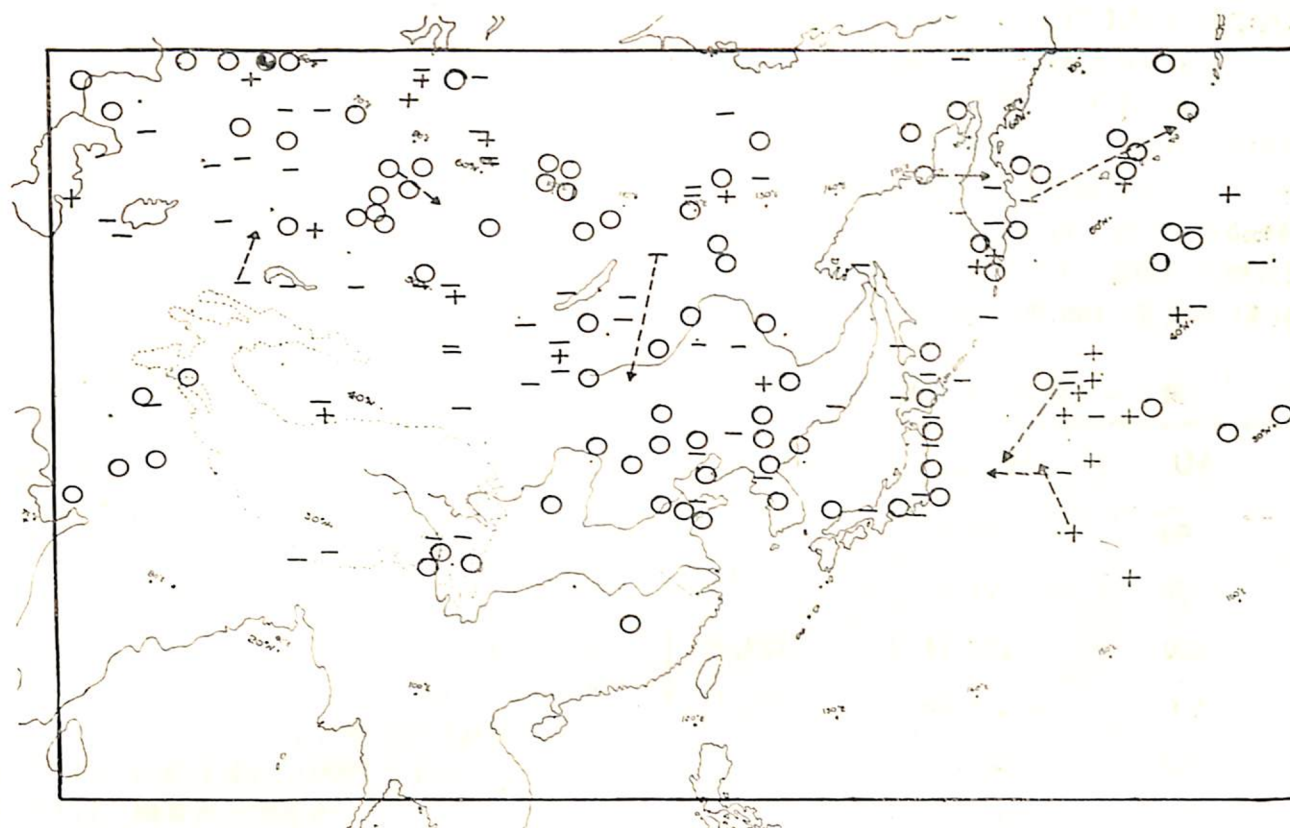
大致近實際情況。其略微偏低的原因，乃多數網格點缺少近距離之觀測站，及用概率方程換算必然的現象，此點在[1]中已論及。從圖二及表一分析的

日期
變高中心，內圈等變高線數值及其差值
(64)

月	日	X	Y	D	X	Y	D	X	Y	D	X	Y	D	X	Y	D	X	Y	D	X	Y	D	X	Y	D	X	Y	D	態	偏			
126	-60	0	60	120	120	0	-60	-60	0	-60	-60	0	-60	-60	0	-60	-60	0	-60	-60	0	-60	-60	0	-60	-60	0	-60	-60	0	0.00		
128	-60	-60	0	60	60	0	0	-60	-60	0	-60	-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.22		
129	-120	-60	60	60	120	-60	0	0	0	60	60	0	-120	0	120	180	360	180													1.47		
130	60	60	0	0	0	0	-60	-60	0	60	60	0	-180	-240	-60	-120	-60	60													0/00		
131	-60	-120	-60	-60	-120	-60	0	0	0	-60	-60	0	60	120	-60	-60	0	60													-0.61		
322	-180	-180	0	180	240	-60	-120	-120	0	-60	-60	0	60	120	-60	-180	-120	60													-0.47		
323	-120	-180	-60	0	60	-60	-60	0	240	240	0	-120	-180	-60	-180	-180	0														-1.41		
324	-120	-120	0	120	120	0	-60	-60	0	60	60	0	-60	-60	0	-180	-120	60													2.44		
325	120	180	60	-60	-120	-60	60	120	-60	-60	-120	-60	-120	-120	0	0	60	-60													-1.09		
326	-120	-60	60	120	120	0	-120	-60	60	-60	-60	0	120	120	0	-60	-120	-60	120	€0	60										0.66		
4	6	-120	-180	-60	-60	-60	0	60	120	-60	-60	-120	-60	120	180	-60	-120	-180	-60	120	180	60									-1.08		
4	7	120	120	0	-60	-60	0	60	120	-60	-60	0	120	180	-60	-120	-120	0	180	-60	120	180	60								1.15		
4	9	0	-60	-60	60	120	-60	0	60	-60	0	0	-60	-60	60	60	0	-120	-180	-60	60	120	120	0							-1.15		
428	60	120	-60	60	60	60	0	-120	-120	0	120	60	60	60	0	-120	0	120	0	60	-60	0										1.44	
429	-60	-60	0	120	120	0	0	-60	-60	60	60	0	60	60	0	€0	€0	0	120	120	0											-1.87	
5	5	0	-60	-60	120	120	0	-120	-120	0	120	120	0	-120	-180	-60	60	60	0	-120	-120	0										-1.73	
5	6	60	60	0	-60	-180	-120	0	60	60	0	120	60	60	-60	-120	-60	60	0	0	0											-2.27	
519	60	60	0	-60	-60	0	60	60	0	120	60	60	60	-60	-120	-60	-120	-60														-0.47	
520	-120	-60	60	120	60	60	-120	-60	60																								

說
一、表內X欄數字，是用客觀分析法求得之 500mb 24HRS△H 圖之變高中心最內圈等變高線值。
二、Y 欄是用主觀分析圖，圖解法繪製的該項等變高線值。
三、D 欄數字為 | X | - | Y | 之差。
四、總偏差係數為 -0.7 標準差 51.15。
明

表一：等價高線數字比較統計表



圖二：正負偏差中心分佈。

說明：1. 即用客觀分析法求得之 24HRS Δ H 中心最內圈等變高線數值 (X) 和用主觀分析圖解法求得 (Y) 之比較。

2. 偏差數 = $|X| - |Y|$ 。

3. +表示正偏差。

4.一表示負偏差。

5.○表示零差值。

結果，更可證明此一事實。表一所列的數字，及圖一所顯示的偏差中心分佈情形，乃是以前後相差24小時之主觀分析圖繪製的500mb 24 小時等變高圖做「標準」，而後用客觀分析法求得的變差，繪製成等變高圖，和「標準圖」比較的結果。自64年元月份起，(1)式中的觀測站估計值 U_i ，改用 24小時前之觀測值，且未參合氣候值， ΔU 相當於24小時高度變差。兩 ΔH 圖之正負變差所涵蓋的範圍及其形勢，絕大部分相似。其正負中心之地理位置，除了64年1月26日，在日本本州東方七個緯度（約在 35°N ； 150°E ）之負中心，較標準圖者偏東五個緯度；1月30日圖，其中一個負中心，向西偏約四個網格距；及3月24日圖中，一個正中心向西偏約二個網格距外；絕大多數中心位置均相吻合。而以上三者均在 140°E 以東，欠缺資料的太平洋，主客觀分析均難正確。我國北方及蒙古等區，雖然也有數個中心的地理位置不吻合，但其 ΔH 值低於60重力公尺，偏差數極小，無代表性。圖二顯示，正、負、零偏差位置，互相交錯分佈，無定律可循，惟長

波槽經常駐留於東亞沿海和日本等區內，正偏差較少，而太平洋上及網格北邊靠西方部分，則較多。表一內九個較大偏差值（120—180重力公尺）中，八個在資料缺乏的太平洋區，另一個亦恰好在報告較少之蘇俄 24 區內，顯示客觀分析方法正確。在 183 個正、負、零偏差中，計有 87 個零偏差，71 個負偏差，及 25 個正偏差，各佔 47.6%，38.7% 及 13.7%。又以零值替代平均值，用動差法求偏態及標準差的結果，27 次作業中，偏負者有 18 次，7 次偏正，兩次爲零（其中小部分正負偏差相抵消），總和偏態係數 -0.7；標準差 51.15。

綜合上述分析，(1)式之客觀分析法，其誤差微小，平均量不超過一根等高線（60重力公尺），影響不大。但是爲了顧及其他方面的誤差，彙積在一起，則可能影響至鉅，因而以附表一的 X, Y 數值，用最小平均法（Least square）求得的訂正公式：

$$\Delta U' = a_0 + a_1 \Delta U + a_2 (\Delta U)^2 + a_3 (\Delta U)^3 + \dots \quad (2)$$

式中 $\Delta U'$ 是 ΔU 訂正後的新值

$$a_0 = -4.468 \quad a_1 = 1.77$$

$$a_2 = 4.387 \times 10^{-4} \quad a_3 = -5.726 \times 10^{-6}$$

結果是(詳表二): ΔU 大於180 重力公尺及以上時, 其訂正數超過標準差(51.15重力公尺)。就500mb高度而言, 東亞高緯度區冬季曾出現24小時最大變差 360重力公尺, 按照(2)式訂正, 其新值應為740.73 (或-635.96) 重力公尺, 如某地500mb

表二:「最小平方法」訂正分析表

AU	AU' ₍₂₎	AU' ₍₃₎
60	68.55	59.07
-60	-74.33	-67.29
120	152.14	122.25
-120	-148.45	-130.47
180	253.73	185.43
-180	-234.25	-193.65
240	380.76	248.61
-240	-339.16	-256.83
300	540.62	311.78
-300	-470.58	-320.01
360	740.73	374.97
-360	-635.96	-383.19
說明	$AU'_{(2)} = -4.468 + 1.77AU + 6.387AU - 5.726AU$ $AU'_{(3)} = -4.11AU + 1.053AU$	

高度最低時為 4800重力公尺(平均範圍約 4800—5960), 加了修正值 ΔU 後, 變為5540或4060, 是故(2)式之訂正欠合理。或許因為引用資料(附表一者)不當, 而結果殊異。故另選用網格點上之24小時高度變差, 以客觀分析者為X值, 主觀分析(圖解法)者為Y值, 求得結果如(3)式。

$$\Delta U' = a_0 + a_1 \Delta U \dots \dots \dots (3)$$

式中:

$$a_0 = -4.11$$

$$a_1 = 1.053$$

其訂正幅度(0.053 ΔU -4.11)遠較(2)式者小, 而且在標準差範圍之內。但如絕對高度變差(ΔU

)小於77(4.11/0.053)重力公尺時, 其訂正量為負, 則和偏態情形不符合, 因此當 ΔU 為正值時, (3)式之係數 a_0 改成正號計算, 或更接近上節分析情況。(3)式雖然不一定是理想的訂正公式, 但似乎可以做為進一步研究之依據, 即爾後在實際作業中, 附帶求各網格點的訂正係數, 彙積後求出其平均訂正係數, 當更為理想。

根據兩年來實作的經驗, 輸入的資料, 錯誤在所難免, 因而減低了客觀分析結果的正確程度。雖然用九點平均法, 亦不能消除這種錯誤, 是故用「鄰近點平均高度值較差法」做錯誤校正。此法係從歷史天氣圖中查出某網格點的氣壓高度, 和其正交的四鄰近點之平均高度比較, 而以其最大差值做極限(range)。例如500mb圖, 冬季在日本上空, 噴射氣流經過的地方, 槽的東面, 等高線和網格點連線成45°交叉時, 最大高度差約25重力公尺, 另加5公尺(共30公尺較為安全)做極限; 同時如其某鄰近網格點的客觀分析高度, 超過正常範圍(如500mb在4800至5990)則不予加入平均, 以免影響校正效果。按照上述方式, 將客觀分析的結果, 逐點求出其絕對高度差, 和極限比較, 大於極限時, 則以其鄰近點的平均高度替代。此種校正法可避免起始資料人為錯誤, 使用效果良好。

四、結論

由以上所敘可知, 在資料處理方面, 吾人已克服電碼格式不統一之困難, 設計完成將電傳打字紙帶(TTY papertape)上之資料轉錄成磁帶, 做為輸入之用的計算機程式, 此不但節省打卡時間, 減少原始資料錯誤, 且使一貫作業成為可行, 在國內數值天氣預報工作中, 或可稱為一主要成就。在修正客觀分析工作上, 研究結果, 雖然不十分理想, 却已提供, 爾後在此項工作上, 進一步努力的依據, 或能獲得更佳之修正公式。

本研究之完成除承國家科學委員會獎助, 諸位長官之督導外, 有賴安康計算機中心之支援, 劉廣英、徐士哲兩位碩士提寶貴意見, 蘇健玲、李泳銘二位研究助理執行資料蒐集, 以及謝維權上尉代為校稿, 謹此一併致謝。

參 考 資 料

- (1) 劉廣英、鄧施人;「客觀分析與正壓模式: 理論與實作」。氣象預報與分析第61期。63年11月。臺北市。