

人，電腦，人與電腦

劉 廣 英

摘 要

隨著時代的進步國內氣象作業方式將有巨大的轉變，軍中氣象一向是國內氣象中重要的一環，自亦不應置身事外，即亦應有所精進。本文之目的即在透過介紹美國現行的作業方式，進而提出個人對我們未來作業方式的建議。文中將先介紹 AWOS, AFOS, ASOS 及 ARAP 等自動化系統，而後探討我們應有的作法，同時，也提出了個人對年青氣象軍官的建議。對於這些個人的建議文中都有所說明。對日本的自動化系統 (AMDAS) 文中亦提及之。

一、前 言

天氣預報品質的好壞基於三個條件，即良好的觀測資料、完備的預報方法與優秀的氣象人員。在公元 1950 年以前由於工具的欠缺 (劉與徐, 1984)，氣象人員幾乎全靠自己來製作並發布天氣預報，也就是人決定一切的時代。而自 1950 以後至 1980 年的期間，由於電腦與資訊技術的突飛猛進，氣象界不但引用有關工具並以作業「電腦化」或「自動化」為目標，一時之間氣象人員不但工作為機器所替代，竟連使用自己頭腦的機會也受到了限制，形成了所謂的「氣象癌」，是為機器替代人的時代。電腦的引入使氣象工作漸趨於完美，也使得人受到了排擠，但慢慢的我們發現不只是電腦的運作要人，即其工作能力的提升也需要人，而自氣象預報到預報天氣更幾乎全是預報員的工作，是以近年來人與電腦的如何配合，也就是說一位氣象官該如何使用電腦提升自己的作業能力，以及如何以自己的知識改進電腦的能力，已成了大家共同追求的目標。本文將先介紹美國在這上面的發展歷程，而後進一步就個人的觀點提出對我們未來該如何做的建議。

二、回 顧

氣象大師 V. Bjerknes 於八十年前 (公元

1904 年) 就指出氣象預報是可以計算出來的，但由於數值方法及計算工具不足，直到公元 1950 年以後數值天氣預報方進入日常作業的系統之中，至今數值天氣預報的範圍已涵蓋全球，計算出來的要素已達 39 項，而我國的氣象業務預計在未來兩三年內會達到相似的水準，然而此一高水準系統是否發揮效用，不但開頭需要良好的測報來支持，後面更要由方便的供應方法將成品提出給使用者。準此，美國國家氣象局 (NWS) 與民航局 (FAA) 早在 1972 年 (王, 1984) 就聯合推動了一個「航空氣象自動觀測系統」(Aviation Automatic Weather Observing System, AV-AWOS) 的發展計劃。根據此計劃他們將雲高儀及能見度儀以微電腦控制，進行自動化觀測，經驗證效果良好，NWS 在 1979 年就採用了七套自動觀測裝備 (Automated Observation, AUTOB)，而 FAA 也設計了「低價自動觀測系統」(Automated Low-cost Observing System, ALWOS)。這一切都是為了使得觀測更可靠，而且所有記錄都是自動而又數字化了的，使用起來極為方便。

在上述兩項計劃成功後，氣象測報獲得了突破性的進步，也為氣象服務描繪出了新的面貌，可稱之為「氣象作業自動化」的開端。

我國以農立國故對天氣現象一向很重視，據統計，在十六種「甲骨文集錄」中，記明月份的甲骨

有三百一十七片，其中一百零七片上有天氣現象的記錄，可見先民對其重視於一斑，同時 (劉, 1979)，許多氣象儀器 (如東漢張衡創製「相風銅鳥」) 都是我國先發明使用的，這使我們想到，多年來落後實在有些汗顏，因而力求進步，也希望在作業方式上有所精進。近年來氣象裝備的不斷更新就是為了要達到精進的目標。

三、各種自動化系統簡介

(一) AWOS

AWOS (王, 1984) 是美國 FAA 所規劃使用的全自動地面氣象觀測系統，其作業內容包括天氣資料的 (一) 探測，(二) 蒐集，(三) 處理，及 (四) 供應。供應部分又包括數字傳輸，電視幕顯示及錄聲答詢，極為方便。此系統的架構如圖 1 所示。此系統以服務航管人員為標的。

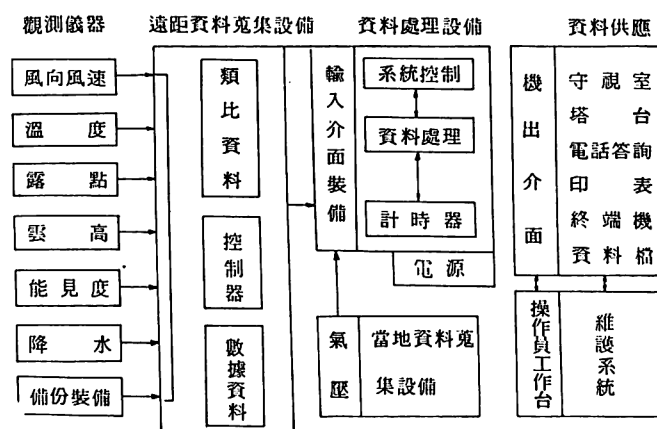


圖 1 AWOS 系統概要圖

(二) ASOS

與 NWS 與 FAA 同時發展與試用的地面自動觀測系統 (Automated Surface Observing System) 稱為 ASOS，其基本架構與 AWOS 極為近似，也包括四部分即氣象資料的觀測、蒐集、整理與供應，不過由於 ASOS 的供應對象是氣象人員，也就是以滿足氣象人員預報所需為目的，固使用的探測儀器較多，因而需要功能較大的微電腦。

(三) AFOS

前面所提 AWOS 與 ASOS 都是以自動觀測

與傳報地面氣象資料為目的的作業系統，前者以服務民航為主，後者則是以支援國家氣象局的預報作業為主。美國國家氣象局根據 ASOS 及國內外其他測站的觀測資料，透過數值模式製成各種預報資料，這些資料在過去藉着電傳打字及傳真系統分發給各地的預報中心 (national centers) 及作業站 (field offices)，當地的氣象人員根據上述統一發佈的資料製作並發布當地的天氣預報，自 1981 年起此一作業系統已有所改變，那就是國家氣象局已採用電腦及電視幕合組的自動系統以替代原來的電傳打字與傳真系統。此一連接國家氣象局與地方氣象局或氣象站的自動系統稱為 AFOS (Automation of Field Operations and Services) (Klein, 1978)。在此系統中的每一個氣象站擁有兩部微電腦以完成測預報的任務，其裝備如圖 2 所示。對一位地方性的預報員而言，他所面對的是一個包括三個電視幕與一個鍵盤的「預報員工作台」(forecaster console)，三個電視幕一個顯示數據化的預報資料，另兩個則顯示天氣圖、雷達資料、衛星雲圖等圖形。電視幕上的圖形可以重疊—譬如說先要出一張地圖，再要一張地圖觀測分布圖重疊在上面，而後再加上一張 500mb 的天氣圖。地方上的預報員就根據這些統一發的預報資料，供應當地所需的天氣預報。

支持 AFOS 的通信系統稱為「國家分配環路」(National Distribution Circuit, NDC)，全國的氣象單位透過此環路連接在一起，規模相當龐大。

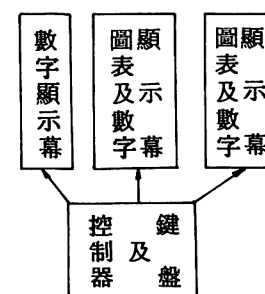


圖 2 地方氣象站或中心 AFOS 系統概要圖

(四) ARAP

AFOS 中的資料包括地面、高空、雲圖及雷達回波圖。美國 NWS 的西區分局又規劃了一種稱為 ARAP (AFOS Radar Processor) 的自動作業系統 (Mathewson, 1982), 此系統就是一套利用電腦及電視幕分析並顯示氣象雷達資料的裝備。此系統顯示資料的方式有二即數據或使用 AFOS 的繪圖軟體將所要的氣象雷達資料顯示出來。圖示中有四種背景圖可用即當地地圖、航路、距離圖及網格點, 由而可清晰的看出雷達回波的所在以及是否對飛機有妨害。在雷達回波方面可顯示出回波強度、一時累積 (1-hour accumulation)、長時間累積 (long-term accumulation)、回波頂 (echo tops) 等資料。

此系統不但可提供預報員所需的雷達資料, 且可對可能有風暴 (Storm) 的地區發出預警。

除了直接顯示雷達回波外, ARAP 也提供兩種數字資料, 即 (一) 回波範圍對時間的變化。在電視幕上 X 軸為時間, Y 軸為回波涵蓋面積, 由其變化情形可瞭解目標雲區的消長狀況, 而預報員可根據此種變化以及 AFOS 所提供的其他資料, 製作出有效的天氣預報。

(五) 日本的 AMeDAS

日本是一個海島國家, 且在梅雨鋒、中緯度及熱帶低壓活動範圍內, 所以氣象災害——豪雨、強風等亦時常發生。針對此, 日本政府對氣象業務亦極重視, 而學術上的成就更是非凡, 頗直吾人效法。在我們日常作業中, 日本各種氣象測報資料水準之高, 傳報之迅速早已留給我們相當深刻的印象, 而自其 GMS (地球同步衛星) 開始工作以來, 上述印象就更深刻了。

自十幾年前開始, 日本也規劃設立了自己的「自動氣象資料獲取系統」(Automatic Meteorological Data Acquisition System, 簡稱 AMeDAS), 並於公元 1974 年按裝完成展開作業。該系統共包括測站 1316 個, 其中 840 個為天氣測站, 其餘的為雨量站。十年來效果頗佳。

除此以外, 日本的發值天氣預報成效亦相當好, 帶給我們不少幫助。

只是, 當我們想到日本的氣象圈時, 難道就沒想到過他們的成就會令我們臉紅嗎?

他們能, 我們怎麼會不能呢!

四、避免氣象癌的發生

由以上的簡要介紹我們不難發現, 在美國氣象觀測與傳報的自動化已甚具規模, 許多原先由氣象從業人員執行的工作, 絕大多數都已或將要交給電腦去做了! 在另一方面來說, 由於超級電腦的不斷開發, 數值天氣預報的製作也已相當完美, 透過 AFOS, 數值天氣預報所完成的各種預報資料均分送到各地的天氣預報員手中, 做為他們發佈天氣預報的依據, 此一方法在美國使用以來可說相當成功, 但也有兩個問題發生, 一是預報員對機器的依賴日甚一日, 他們的預報再也不是個人智慧的產物, 而成了電腦主宰一切的局面; 一是好而用腦的預報員受不到應有的鼓勵與尊重——他們根據 AFOS 的資料加上自己的頭腦來預報天氣, 有好結果時不會受到嘉許而一旦有誤却會受到指責。基於上述情況, 不但預報員的好壞難分, 且將演變成大家都不求上進的惡果, 長此以往, 終有一天會演變到除了少數在 NWS 製作預報的人員外, 各地的氣象員將不知道天氣預報是如何做出來的, 再接下去恐怕就會發生氣象工作者只會找電腦而不知氣象為何物的惡局。

在美國氣象界已注意到上述問題, 並要求氣象工作人員要與機器密切配合 (man-machine mix), 唯有如此才能使天氣預報更進步, 而作業人員也不會淪落到無可救藥的地步。

在我國, 氣象作業自動化方才起步, 一切都應抱著國父所說「迎頭趕上」的精神來進行, 即應取先進國之長而避其短, 並充份考量自己的特殊狀況與需要, 來發展自己的自動化系統, 而不應照單全收, 以免影響精進效果。

用很廣泛的一種。今後由氣象預報到天氣預報所依賴的也是統計, 即所謂的「動力統計」(MOS), 我們在這方面還要繼續加強。另外對於電腦與資訊的知識, 以及數值分析與方法, 更需要格外地重視與充實, 至少我們要知道如何用以及有那些可以用。在美國, 唯 MOS 是賴為預報員「氣象癌」徵候之一, 對天氣預報的不斷精進有很大的妨碍, 我們不應容其發生, 而防範之道就是靠大家自我要求在專業學識以外充實相關知能, 使我們能與機器打成一片, 發揮最高的預報能力。

(三) 不斷吸收新知與新技術

整個氣象科學都還在發展階段, 而天氣預報更是日有進展, 一位有責任心的氣象官對於有關的新知與新技術, 應隨時注意並加以吸收消化, 以供己用。個人認為聽演講、閱文獻以及參加研討會; 為接近並吸收新知與新技術的三個重要途徑, 其中聽演講與參加研討會不但在方式上最為直接且所獲得的資料亦最新, 我們應多多把握機會。老虎將軍王叔銘在總司令任內曾說:「保持現狀就是落伍」, 此一訓示我們從事氣象工作的人員應有比別人更深入的瞭解才對。

(四) 重視研究發展

對一種發展中的科學來說, 要透過不斷的研究才能有進步。大體來說, 我們的研究發展可分為三個層次, 即

基礎 (理論或學術) 研究 → 應用研究 → 技術發展。由而獲得新方法。

在上述研究流程中, 自應用研究起均是作業單位的職責, 而優秀的氣象軍官就必然要擔負這項任務。為了圓滿執行這項任務, 氣象官首先要接觸並能承受基礎研究的成果 (當然有能力者也可自己做此類研究), 而後進行應用研究並發展新技術, 這就是一般稱為 R & D (research and development) 的工作。

執行 R & D 的工作的人需要三個條件即優秀的專業學養, 良好的相關知識, 與對預報問題的瞭解

五、做電腦時代的氣象官

電腦時代的氣象工作方式可歸納如圖 3。由圖可見, 氣象工作自資料觀測、分析預報、到對內及對外供應都在電腦的控制之下, 看起來氣象官已無插手的餘地, 實際上不但不是如此, 且做一位合格的氣象官將更形困難, 因為未來的氣象官除了專業學識外, 尚需充實電腦資訊方面的知識。以下謹就個人的觀點提出一些建議與大家共勉。

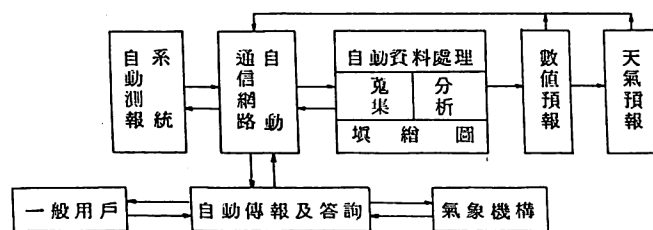


圖 3 電腦時代的氣象工作系統

(一) 提升專業學識水準

製作天氣預報實際上包括兩個重要的階段。首先是利用超級電腦由模式 (model) 推算出某些時間 (如 24, 48, 72 小時) 後的天氣圖, 是為「天氣預報」。為了做出好的氣象預報, 就需要優良的分析方法及預報模式, 而要做一位成功的預報員對於下述流程中的每一步以及所需要的知識則都要充份瞭解才行:

觀測 → 傳報 → 客觀分析 → 初始化 → 氣象預報 → 天氣預報。

要對上述工作有相當的瞭解, 甚至於有改進的能力, 首先在專業學識方面就必須提升動力及物理氣象的水準才行。其次自氣象預報 (簡單地說就是各種預報天氣圖) 到成功的天氣預報 (也就是正確地把天氣預報出來) 就需要相當水準的天氣學做基礎。是以要做一位成功的氣象官今後不但不能對基本學科有所疏忽, 反應更加努力。

(二) 充實相關知能

與天氣預報相關的知識很多, 如統計學就是使

，前二者係做一位現代氣象官所應具備的要件，而後者則是經驗的累積。至於 R & D 工作的做法可分為兩個方向，其一是將基礎研究的結論引進來，也就是按着學術支援作業的方向進行，此時氣象官不斷接受新知為開端，將新知研發成新方法為目的。其二是由工作中找出問題，或將工作上的困難歸納成問題，這些問題有些可能是理論上已解決了的，但也有可能是尚未找到基本答案的。如屬前者可由 R & D 解決之，如屬後者則由基礎研究開始探討。此種回饋式的做法對整個氣象科學會有很大的貢獻。

就以本聯隊來講，多年來一直很重視研究發展的工作，也由其中獲得不少的成果，但由於無主辦人員，所有的研發工作都個別進行，最多也只是某一單位為了克服自身所遭遇到的困難而規劃進行的，因而不免有零散而又不能充份連貫的缺失，今後須設法改進。不過，由於天氣預報的問題很多，也極需要解決，所以氣象官們即使在目前的狀況之下仍要盡力克服困難推行研究發展工作。

(五) 加強與中央氣象局間的連繫

根據中央氣象局的發展計劃，到民國 76 年以後該局作業將進入全盤電腦化的時代，屆時自資料到全球數值預報均將由電腦執行。他們將擁有 ATS (Automatic Transmission System) 的資料及全球第七國內首屈一指的超級電腦。國軍氣象作業系統必將靠他來支援，因而自氣象部隊至氣象人員，都應有與他們充份連繫的準備。目前該局科技中心及資訊中心時常舉行有系統的講習會，我們應踴躍參加，而對該局的規劃作業亦應有瞭解，這將會帶給我們很大的幫助。

長久以來我們與氣象局的關係密切而良好，個人深信今後仍會如此。希望我們都能重視並主動為彼此雙方的關係盡一份力量。

六、結 語

「時勢造英雄，英雄造時勢」古有明訓。我們有幸生在這個國家氣象業務的重大轉型期，為了責任也為了榮譽，都應該全力以赴，在電腦化中演好自己的角色；一方面使優良如電腦的工具能為我們所用且充份發其功能，一方面更要充實自己以免淪為電腦的附庸。實際上，無論電腦多能多巧，總還是在人的手與腦的控制之下，是以預報員與電腦的充份配合，才是精進氣象業務會圓滿成功的保證。願我們好自為之。同時，對於如何將美國的先進技術與已有的自動系統引入，並使之符合我們的需要，達到迎頭趕上的目標，更是我們共同的責任。

誌 謝

謝謝曲教授克恭提供的資料，也謝謝執行編輯工作的葉文欽老弟，他們的熱心不只幫助了筆者、本刊，更幫助了空軍的氣象同仁。

參考文獻

- 王定一，1984：美國地面飛航氣象觀測自動化。
民航局航空氣象與飛航安全研討會論文彙編。
劉昭明，1979：中華氣象學史。台灣商務印書館。
劉廣英、徐天佑，1984：數值天氣預報。空氣氣象聯隊戰備整訓教材。
Klein, W.H., 1978: An Introduction to the AFOS Program. Conference on Weather Forecasting and Analysis and Aviation Meteorology. AMS, U.S.A.
Mathewson, M.A., 1982: ARAP (AFOS Radar Processor). 9th Conference on Weather Forecasting and Analysis. AMS, U.S.A.

An Introduction to the Automatic Systems

Koung-Ying Liu

ABSTRACT

There are two parts in this work. 1. An introduction to the existing automatic systems in the U.S. and Japan are presented. 2. Personnel suggestions to the young weather officers here in the Weather Wing are listed. During such an important transition period of our own system I hope this paper may help us a lot.

(上接第 60 頁)

16. Sellers, W.D., 1968: Climatology of monthly precipitation patterns in the western United States. Mon. Wea. Rev., 96, 585-595.
17. Stidd, C. D., 1967: The use of eigenvectors for climatic estimates. J. Appl. Meteor., Vol. 6, 255-264.
18. Walsh, J. E. and M. Anthony, 1980: A quantitative analysis of meteorological anomaly patterns over the United States 1900-1977. Mon. Wea. Rev., 108, 615-630.
19. Weare, B. C., 1982: El-Nino and Tropical Pacific ocean surface Temperature. J. Phy. ocean., Vol 12, 17-27.