



## 近年氣象研究發展的新動態

鄭子政

### *Recent Development in Meteorological Researches*

*Kenneth T.C. Cheng*

#### *Abstract*

An unprecedented development had been carried out during the last decade in the field of meteorology since the shoveling up of the International Geophysical Year. Radar became an effective tool in making the weather surveillance on the movement of tropical storms. The First Weather Radars Conference was held on March 14, 1947 at the Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, New England of the United States. Its Twelfth Conference will be held in coming September.

In United States more than hundred weather radars had been installed to meet the purpose for the researches on cloud physics and structure of tornados and hurricanes. Through the perseverance of the studies on radar echoes, the approaches to quantitative forecasts on precipitation is undergoing to some extent. The contribution shall be considered as a great improvement to hydrological forecasting.

Since meteorological satellite TIROS-I made its successful performance in April, 1960. The automatic transmission of the pictures of satellites became to be in the operational stage of World Weather Services. Some studies on the heat balance over the globe on the energy received from the sun shall be continuously developed through the aid of satellites. The transmission of meteorological satellite has shown much successful results on NEPHANALYSES which will give the clues in making further development in longrange weather forecasting.

Another prominent success is the Plan of Weather modification during last few years. The experiments made in the Atlantic on Hurricane Modification had also shown with some success. This will bring a new phase of development in the field of meteorology in near future.

Through the enthusiastic endeavors in the development of space

science brought in a branch of study on the response of weather phenomena to variable extraterrestrial influences. These ideas might give a pull to a closer relationship on the study of astronomical and meteorological sciences.

### 一、引言

世界科學人士自從掀起第三屆國際地球物理年 (International Geophysical Year 1957-59) 運動以來，轉瞬已歷十年。其間氣象業務的研究與發展已開拓至新的領域，而轉入新的動向。最重要的在於氣象觀測儀器的改變，於二次世界大戰中，雷達 (Radar) 與火箭 (Rocket) 均向為秘密武器的一部份。至於人為的地球衛星 (Artificial Earth Satellite)，更屬於近年科學研究發展的成就。這些氣象科學研究上新穎的工具—氣象雷達、氣象火箭與氣象衛星之類，幾乎已進入於實用氣象研究上所不可缺乏此類設施的階段。20年來前於1947年3月14日，第一次天氣雷達會議 (First Weather Radar Conference) 舉行於美國麻省理工學院。第四次天氣雷達會議，舉行於德克薩斯大學時，即與無線電氣象學會議同時舉行 (1953年11月)。此項會議已舉行至第11次之多。最近一次係於1964年9月，於哥羅拉多省坡臺地方舉行。至於氣象火箭與人造衛星研究的計劃，科學聯合會國際理事會 (International Council of Scientific Unions) 曾發行專刊<sup>(1)</sup>詳述澳、加、法、日、美、蘇各國施放火箭與人造衛星研究之計劃大綱。第三屆國際地球物理年雖已事為陳跡，但此項研究計劃則仍在各國如火如荼繼續進行中。凡屬此類學術上研究的成就，類多散見於各種雜誌刊物中，而不易為綜合的結論。茲僅就其對於氣象業務發展上的影響，略述其梗概，將以作拋磚引玉之論。

### 二、氣象雷達配合業務發展與學術研究上的新趨勢

地面氣象觀測所站的報告，僅能供應一地點定時的氣象變化情況，而無法報告一地區或一地帶持續的氣象情況。運用雷達偵察氣象，其最簡單的原理在於發射定向無線電波，而在雷達儀的示波器上顯示其回波，以偵察反射電波物質的距離與方向 (Radio detection and ranging)。一般光或無線電波傳遞的速率約為三億 ( $3 \times 10^8$ ) 米秒。以頻率除其速率所得之商即為波長。在氣象偵察上所採用的雷達波段有三：3厘米 (X-Band)；5厘米 (C-Band)；與10厘米 (S-Band) 等三種。但在此三種不同波段的雷達，以十厘米波段雷達，對於氣象偵察的效率為最

高。雷達原理及氣象偵察雷達運用之方法，自當求諸於專書<sup>(2)</sup>。此類偵察氣象雷達，在探測風暴位置與動態及風暴警報發佈系統上，已得世界各國氣象機構廣泛的運用。亦可用為高層氣流觀測的工具，雷達波的射程可遠達500公里以上。美國所建設之氣象雷達站數，已達近100處。其中所採用10厘米的雷達，亦達30餘處。在亞洲大陸沿海岸一帶，日本已建設氣象雷達近14處，琉球有2處，臺灣在已建設完成的花蓮氣象雷達站外，將由聯合國特別基金補助下，另行建設1處，以完成臺灣氣象雷達偵察網，菲律賓將有3處。氣象雷達偵察網的布緒，已形為氣象業務上必要體系的一部份。自從有氣象專用雷達的設置，在風暴的結構，雲的體系與雲的物理研究，已步入新的階段。譬如雷雨雲的發展，能從連續雷達回波攝影照片上，得較具體發展的觀念。<sup>(4)</sup>在周密注視偵察雷達回波環境之下，可以發現陸、海龍捲風的結構。更從這些回波照相中，可作電的分析<sup>(5)</sup>，在近年以來，雷達氣象學的發展，更進入於定量性降雨分析。從雷達回波上可以預告降雨密度及雲中雨滴大小的分佈<sup>(6)</sup>更進而作水文研究計劃與防洪預告<sup>(7)</sup>。雷達氣象學研究，對於雲的物理與天氣預告上的幫助，及其研究發展方面，實屬不可限量。

### 三、氣象衛星對於偵察風暴的動態與雲系發展的研究

自1960年4月1日美國施放泰羅士第一 (TIROS-I) 氣象衛星以來，氣象衛星在地面2,000英里上空，所攝得地形與地面雲層照片，已顯然有氣象學上新的認識<sup>(8)</sup>，泰羅士為電視紅外線觀測衛星。從衛星工具上觀測地球表面氣象變化，實在天氣學上是一項極重大的進步<sup>(9)</sup>。泰羅士第一觀測報告曾深論對於大西洋與東太平洋上，及其他各地雲系分析的報導<sup>(10)</sup>。氣象衛星供應的資料將供獻給人群泰空和平用途重要資料之一種。各種人造衛星在泰空中的壽齡並不一致，通訊衛星在泰空之壽齡，可自60萬年至100萬年。他如氣象衛星之壽齡可自3年以至五六十一年。<sup>(11)</sup>自美、蘇二國進行泰空競賽以來，已不知有若干衛星留存於泰空中的確數。據55年2月27日中央日報載臺北圓山天文台蔡台長章獻稱：目前環繞上空衛星尚有476

類，已落下者有1396顆。英、法、日、意亦相繼作人造衛星的實驗。由於施放氣象衛星其所需費用鉅大，且在科學較落後的國家，較難於仿效。但對於氣象衛星資料接收站的設置，其所需費用僅在50,000美元左右，而易於籌措建設，目前世界各國已有大多數國家，從事於氣象衛星自動發射資料傳真系統的建設。因此在大洋中船隻稀少地區或人跡不至之處，均可能由氣象衛星報導風暴的踪跡，而無所逃遁於太空間氣象衛星的雙目。亦因而由於氣象衛星的研究發展，使大氣環流系統有更進的認識。長期天氣預告方法，亦可能隨之有更新的發展。

#### 四、人類控制天氣變化的研究

人類研究改變天氣的計劃 (Plan of weather modification) 蓋亦為近年來事。此項計劃以改變颱風之性能為首先注意之點。據美國氣象局辛普生博士 (R. H. Simpson) 報告其近著「颱風性能改變之研究發展與瞻望」(Hurricane modification progress and prospects, 1965) 一文稱：溯自1956年，由於在過去若千年之努力，對於颱風之結構有更深入之瞭解。至於由一熱帶風暴演變，而為一強烈颱風至今仍所知尚少。而當前預測颱風之行徑，尚屬依據於經驗之理則。1960至61年間，天氣改變之計劃始從事於推行，以期能由於人為天氣改變，能幫助瞭解風暴加強之原因，而得以控制風暴之動態。颱風擁有極大能量，其性能與行徑瞬息變化，其中心範圍變化亦大，非人為能力所可衡量。而現時颱風性能改變計劃，僅屬於科學許多可能採用之一種方法而已。以外來較少之能量加入於自然風暴體系中，可藉以擾亂其自然平衡之力。其最優先之表現可能減低其最大風速。另一基本觀念為颱風與熱帶風暴，在其總能量及其所挾帶之雨量上論實無大殊異，而其最大之差別即在颱風範圍內，有一圈之強風地帶。倘若人類能將此高風速圈移去，或可能保持颱風之益處，而避免其被襲之影響。以上述之理論使用碘化銀雲種撒播之結果，將使颱風眼周圍雲壁趨於消散，而另形成較大半徑圈。經實驗之結果，理論與事實確屬相符<sup>(12)</sup>。雖然人類控制天氣之研究，尚在發展之初期，但此項研究之成果定能見諸於來日。

#### 五、星際間影響力對於地面天氣可能反應的研究<sup>(13)</sup>

由於近年太空氣象研究之發展，氣象研究的範圍遂亦擴展至星際間的影響力，對於地面天氣變化的反應。平流層周流型態的研究，與高層大氣熱量變化，

對下層大氣層大規模周流的影響等問題，已形為主要研究的課題。從經驗證明地面氣象因素波動變化，受太陽與太陰的影響及引力潮力(Gravitational tidal forces)的變率。平流層周流與極光活動的關係。太陽微粒發射對於地面大氣層的影響，又如太陽擾動與氣候型態變動的氣候實證。諸如此類研究專題，都屬於地球以外星體上的變化，而影響及於地球表面氣象因素的變化。其研究範圍確已擴展至地面空氣層之外，而進入於氣象研究發展的新境界。

#### 引用文獻

- (1) L. V. Berkner (1958): Manual on rockets and satellites—Annals of the IGY Vol. VI.
- (2) Louis J. Battan (1959): Radar meteorology—The University of Chicago Press, H. W. Hiser and W. L. Freseman (1959): Radar-meteorology—The Marine Laboratory, University of Miami, 2nd Ed.
- (3) Weather Surveillance Radar Manual 1-19 U. S. Weather Bureau, (1960)
- (4) Loren W. Crow: Cumulus cloud development and movement in Southwestern Panama.  
K. E. Wilk (1961): Radar reflectivity observations of Illinois thunderstorms proceedings of the 9th Weather Radar Conference.
- (5) Spiros G. Geotis (1961): Some radar measurement of hail proceedings of the 9th Weather Rader Conference,
- (6) Pauline M. Austine: Radar measurement of precipitation rate  
F. A. Barclay: Comparison of radar and rain gauge observations  
Jack E. Bridges (1964): A survey of five radar remote measurement techniques to measure the particle drop size distribution of water clouds and rains.  
Proceedings of the 11th Weather Radar Conference,
- (7) Allen F. Flanders; The Weather Bureaus Radar-Hydrology Program.  
John P. McCallister (1961): Radar obser

- vations in hydrological analysis proceedings of the 9th Weather Radar Conference,
- (8) S. Fritz and H. Wexler (1961): Planet earth as seen from space-planets and satellite pp. 1-10, The Univ. of Chicago Press,
- (9) W. G. Stroud and W. Nordberg: Meteorological measurement from a satellite vehicle—Scientific Uses of Earth Satellites pp. 119-132.
- (10) Final Report on the Tiros I Meteorological Satellite System NASA, Washington, 1962.
- (11) COSPAR Information Bulletin No. 20 pp. 50-81.
- (12) Report of Working Group of Experts on Typhoons ECAFE Manila Dec. 1965
- (13) Possible Response of Weather Phenomena to Variable Extraterrestrial Influences NCAR Technical Note, TN-8, 1965.