

氣象遙測資料收集與防災應用

Meteorological Remote Sensing Data Collection and Disaster Prevention Applications

國家災害防救科技中心 氣象組

Meteorology Division , National Science and Technology Center for Disaster Reduction

摘要

災防科技中心以雙偏極化雷達和衛星兩種氣象遙測工具，應用在災害監測、預警、評估和管理。本文首先介紹以雙偏極化雷達分析 2022 年 4 月 23 日及 6 月 24 日冰雹事件之降雨系統的雲物理特徵及動力結構。其次說明引進先進觀測算子對福衛七號觀測資料同化技術提升的結果，以及簡介 3D 化紅外線衛星雲圖顯示。

關鍵字：氣象遙測、雙偏極化雷達、冰雹、福衛七號、颱風、向日葵 8 號衛星

ABSTRACT

NCDR uses radar and satellite to apply to disaster monitoring, early warning, assessment and management. This article first introduces the analysis of cloud physical characteristics and dynamic structure inside the rainfall system of hail events on April 23, 2022 and June 24 using dual-polarization radar. Secondly, it explains the results of improving data assimilation by using a non-local observation operator for Formosat-7 radio occultation data, and briefly introduces 3D infrared satellite cloud images of Himawari-8 to enhance visual display.

KeyWords: meteorological remote sensing, dual-polarization radar, hail events, Formosat-7, typhoon, Himawari-8

一、前言

利用氣象遙測發展預警技術是利用人造衛星、氣象雷達等監測大氣或地表特性的技術，可以提供大量的時空資料，有助於了解災害發生的環境、原因和影響。近年來，災防科技中心積極引進和研發氣象遙測技術，多方獲取即時觀測資料，並將有效訊息應用至災害預警及災防應變作為。

二、專案重要性與研究重點

利用雷達和衛星兩種氣象遙測工具，以雙偏極化雷達特性改善暴雨觀測品質與雨量估計的技術，同時以即時氣象衛星資料提高觀測資料品質，強化預警能力。其中，雙偏極化雷達資料能夠提供高時空解析度的降水系統內部的雲物理特徵，有助於精確掌握劇烈降雨發生時系統的生成與發展。災防科

技中心收集全臺 11 顆氣象雷達資料，自動化產製高品質單雷達資料，整合成全臺高解析度三維雷達資料，提升劇烈降雨監測、災害預警與技術研發的效能。在衛星遙測方面，引進先進觀測算子對福衛七號觀測資料同化技術進行提升，開發 3D 化紅外線衛星雲圖提升視覺化顯示日本向日葵(Himawari) 8 號衛星觀測。同時與學研界合作，引進衛星影像資料反演技術進行初步測試，擴大氣象災害監控範圍與深化於災防預警應用。

三、 專案亮點成果

1. 雙偏極化雷達資料收集與偏極化參數分析應用研究

(1) 全臺降雨熱區防災降雨雷達觀測範圍模擬

氣象雷達可遠距即時監測降雨系統的強度與位置，並進一步瞭解降雨系統垂直結構特徵。但受限於地形以及雷達電磁波能量大小，使得雷達可觀測距離有限。為掌握雷達觀測在各災害潛勢區的觀測特性，透過公式模擬在不同觀測距離、最低仰角下，雷達資料的最低高度，了解防災降雨雷達在全臺降雨熱區最佳可觀測範圍。圖 1 即為樹林雷達觀測範圍模擬。

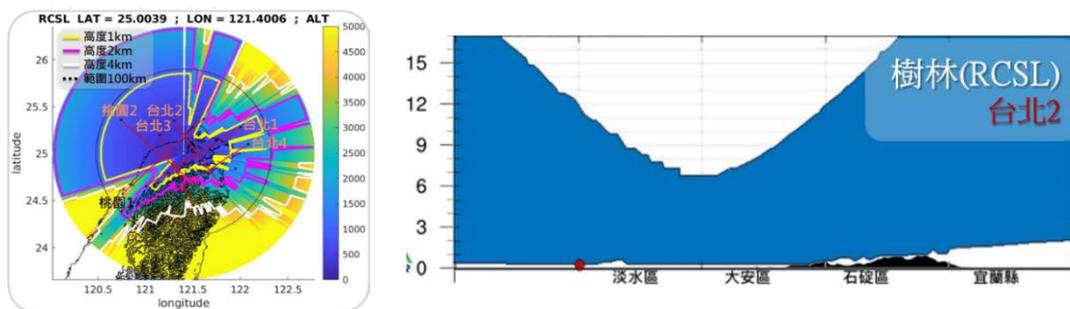


圖 1：樹林防災降雨雷達最低可觀測高度及垂直觀測範圍模擬

(2) 劇烈降雨系統即時判識與監測技術發展

雙偏極化雷達觀測的差異反射率(ZDR)、比差異相位差(KDP)、相關係數(ρ_{HV})可幫助更進一步了解劇烈降水系統內部的雲物理特徵。本研究對雙偏極化參數及風場資料分析，深入了解 2022 年 4 月 23 日在嘉義及 6 月 24 日在臺北的冰雹事件，探討劇烈降雨前，降雨系統內部雲物理特徵及動力結構。4 月 23 日冰雹事件，於 7 時 50 分南屯防災降雨雷達觀測的雙偏極化參數(圖 2)，在融解層(5 公里高度)附近觀測到 ZDR 與 KDP 皆有柱狀結構。在 ZDR 柱狀結構位置顯示這是由大量冰水混相(大水滴+冰雹)所組成。KDP 柱狀結構發生在上升氣流的前緣，其較弱的上升氣流無法支撐大水滴粒子與冰雹繼續成長，因而始往下掉；小粒子則仍在空中成長，此時地面有劇烈降雨及冰雹的發生。粒子由下往上呈現 ZDR 由大至小排列的特徵稱為粒徑分選(size sorting)現象。

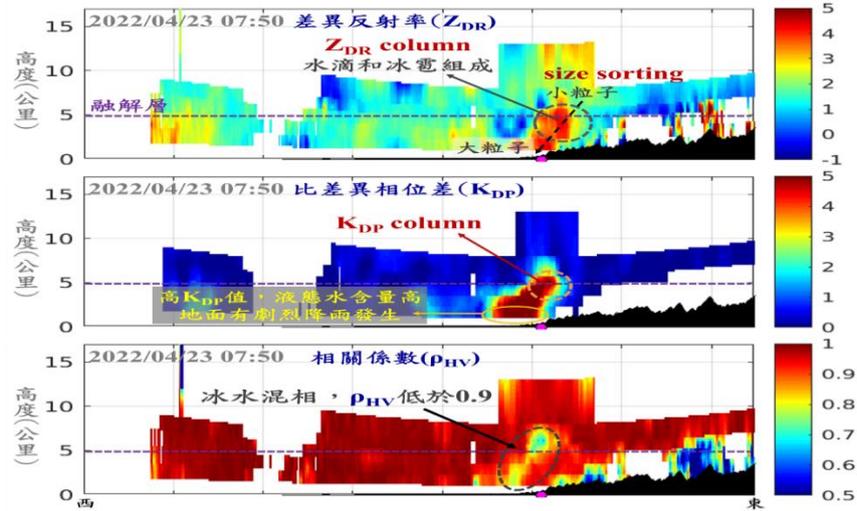


圖 2：2022 年 4 月 23 日 7 時 50 分南屯防災降雨雷達雙偏極化參數垂直剖面圖

2. 衛星遙測技術應用與落實

(1) 福衛七號掩星資料同化技術精進

本中心區域模式分析-預報系統引進先進非局地觀測算子，同化福衛七號無線電掩星溢相位觀測，提升了對颱風路徑和強度的預報能力。在 2021 年的四個颱風事件中，同化福七掩星觀測顯著改善了颱風路徑(提升 7%)和強度(提升在一天內)的預報能力。非局地觀測算子比局地觀測算子更進一步明顯的提高了路徑和強度的預報能力。

(2) 利用向日葵 8 號衛星強化災害預警

為了提升向日葵 8 號衛星視覺化展示，開發 3D 繪圖核心程式繪製紅外線衛星雲圖，以立體化方式顯示紅外線影像資訊，使之有如可見光真實色雲圖般細膩逼真的立體感及更直觀的資訊表示。此自行開發的 3D 繪圖技術，3D 化紅外線衛星雲圖每 10 分鐘即時更新自動出圖(如圖 3)。

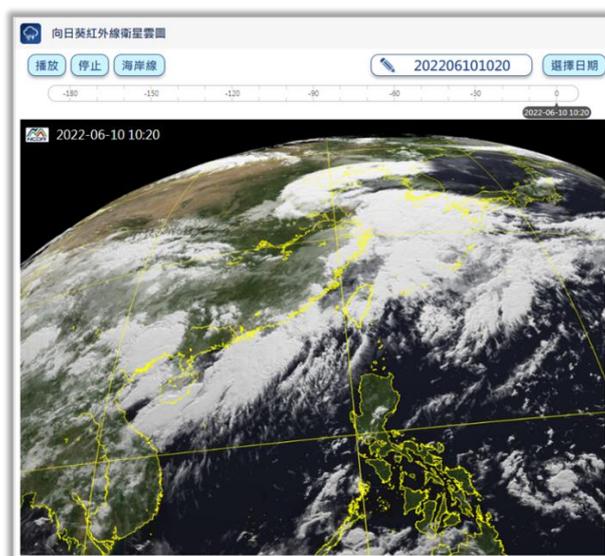


圖 3 WATCH 即時向日葵 8 號 3D 紅外線衛星雲圖展示一例

四、 結論與未來規劃

本專案利用雷達和衛星兩種氣象遙測工具，提升暴雨觀測品質與預警能力，並擴大觀測範圍。透過先進的氣象遙測技術，提升了防災應用的效能，為氣象遙測技術的廣泛應用奠定了基礎。

五、 參考文獻

- 陳御群，王安翔，于宜強(2021)。氣象衛星在防災科技上的應用。國家災害防救科技中心，110 年度業務報告，65 頁。
- Bringi, V. N., & Chandrasekar V. (2001). *Polarimetric Doppler Weather Radar: Principles and Applications*, Cambridge Univ. Press.
- Illingworth, A. J. (2004). Improved Precipitation rates and data quality by using polarimetric measurements. *Advanced Applications of Weather Radar*, Chapter 5, Springer Press, 130-166.
- Japan Meteorological Agency (2017). *Himawari-8/9 Himawari Standard Data User's Guide Version 1.3*.
- Kumjian, M.R. & Ryzhkov, A.V. (2008). Polarimetric signatures in supercell thunderstorms. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 47, 1940–1961.
- Ryzhkov, A. V., Schuur, T. J., Burgess, D. W., & Zrnich, D. S. (2005a). Polarimetric tornado detection. *J. Appl. Meteor.*, 44, 557–570.
- Seliga T. A., & Bringi, V. N. (1976). Potential use of radar differential reflectivity measurements at orthogonal polarizations for measuring precipitation. *J. Appl. Meteorol.*, 15, 69-76.
- Sokolovskiy, S., Kuo, Y. -H. & Wang, W. (2005). Evaluation of a linear phase observation operator with CHAMP radio occultation data and high-resolution regional analysis, *Mon. Wea. Rev.* 133, 3052 [doi: 10.1175/MWR3006.1].