

發展中央氣象署雙矩量雲微物理參數法及其雙偏極化雷達算符

蔡子衿 (Tsai, T.-C.)¹ 陳正平 (Chen, J.-P.)² 江琇瑛 (Jiang, S.-Y.)^{1,2} 吳英璋 (Wu, Y.-J.)^{1,2}
蕭玲鳳 (Hsiao, L.-F.)¹

1. 中央氣象署科技發展組、2. 國立臺灣大學大氣科學系

1. Technology Development Division, Central Weather Administration

2. Department of Atmospheric Sciences, National Taiwan University

摘 要

為整合極短期天氣預報模式與雷達觀測資料，本研究將物理機制較為複雜且計算成本較高的 NTU (National Taiwan University) 三矩量雲微物理方案，簡化為雙矩量雲微物理參數法 TCWA2 (Taiwan Central Weather Administration 2-moment)。相較於傳統總體參數法，TCWA2 採用具有可變譜型參數的伽瑪粒徑分布，並診斷各類水物之物理特性，包括總體縱橫比 (aspect ratio) 與視密度 (apparent density)，同時導入理論終端落速公式，以更合理描述水物沉降過程。為建立雲微物理輸出場與雙偏極化 (dual-polarization) 雷達觀測之間的連結，本研究依據 TCWA2 的物理設定，在瑞利近似 (Rayleigh approximation) 下計算散射振幅，並建構專屬的雙偏極化雷達算符 (radar operator)。此物理方案與雷達算符耦合系統可一致性地描述水物粒徑分布、物理特性、沉降過程及雷達觀測量之間的關係。首先利用 Weather Research and Forecasting (WRF) 模式進行二維理想化颱風模擬，以檢驗 TCWA2 的內在物理特性及表現，結果顯示，TCWA2 能夠有效模擬雲微物理結構與雙偏極化雷達特徵之連結。接續以 Model for Prediction Across Scales (MPAS) 模式模擬一夏季午後對流個案，並和雙偏極化雷達觀測進行比較。結果顯示，雙偏極化變數 (差分反射率及比相位差) 隨雷達回波強度之統計特性與觀測結果相符，三個不同高度區間之型態相關係數皆超過 0.9。整體而言，TCWA2 能夠合理模擬主要水物種類所對應之關鍵雙偏極化雷達特徵，展現其應用於雷達資料同化及極短期天氣預報之潛力。未來仍可針對冰相微物理參數化、粒子擺動假設及雷達觀測幾何角度等面向作進一步改善。

關鍵字: 雙矩量雲微物理參數法、TCWA2、MPAS、雙偏極化、WRF