

使用 X 與 K 波段雷達衰減差反演液態水含量 與雷達估計粒徑：模擬實驗與個案研究

林華恩 張偉裕

國立中央大學大氣科學學系

摘 要

本研究探討基於 ZPHI 與冪定律擬合(FIT)的兩種雙波長技術(Dual-wavelength technique)，在反演雲雨結構中液態水含量(Liquid water content, LWC)和雷達估計粒徑(Radar estimate size, RES)之能力。並建立一系列資料 QC 流程，測試其對反演結果不確定性之改善效益。這些雙波長技術利用從 X 波段和 K 波段雷達所得到的路徑總和衰減(Path-integrated attenuation, PIA)來估計每一格點之衰減率(Specific attenuation, A)。在理想模擬實驗中，本研究使用雨滴譜儀資料與背向散射模擬來獲得模擬觀測之雙波長回波場。實驗結果顯示，資料品質對反演結果影響甚鉅。評估 FIT 法反演之衰減率誤差，引入 ZPHI 衰減修正與米氏散射修正，能使 MAPE 從 32.3% 下降至 25.9%。比較不同反演方法之表現，無論 LWC 或 RES 場，ZPHI 法皆較為貼合真實場的分布特徵，以 LWC 場為例，其擁有較高的相關係數(0.84)及較低的 RMSE(0.11 g m⁻³)，而米氏散射修正流程能減少部分因背向散射強度減弱而導致的回波強度誤差。

在實際個案探討，本研究使用 2021 年宜蘭劇烈降雨觀測實驗(YESR 2021)與台灣區域豪雨觀測和預測實驗(TAHOPE)期間之 TEAM-R 與 MRR-PRO 雙波長觀測資料進行反演。並分別與雨滴譜儀模擬結果與 NCAR S-Pol 之雙偏極參數反演結果進行驗證。實驗結果顯示，得益於可在每個格點作調整的常數係數，ZPHI 法反演之 LWC-Z 與 RES-Z 關係較為離散，在統計上與 S-Pol 雙偏參數反演結果更加吻合，其機率分布重疊比率分別為 42 及 47%。使用本研究發展之資料同調及米氏散射(Mie scattering)修正等資料品保流程後，能有效減少反演結果之異常分布，其中又以 FIT 法結果之改善最為明顯。比較兩個案之降水特性差異，YESR 反演之 LWC 量值較 TAHOPE 為高，RES 則較小，反應冬季淺對流及梅雨期鋒面深對流之降水特性差異。

關鍵字：液態水含量、衰減率、雙波長反演