

系集雷達資料同化之作業化評估

江琇琪 邵彥銘 洪景山

中央氣象局氣象資訊中心

摘 要

臺灣地區的災害與颱風或豪雨事件有密不可分的關係，其中尤以短延時、強降水（例如 3 小時累積雨量達 100 mm 以上）事件的預報能力最具挑戰性，囿於有限的觀測系統、劇烈的降水過程以及快速的系統演變，短延時、強降水天氣事件的可預報度相當有限。為提升短延時、強降水之劇烈天氣的數值預報能力，中央氣象局近年積極發展同化雷達觀測之變分、系集卡爾曼濾波（Ensemble Kalman Filter；EnKF）等資料同化技術，建置對流尺度雷達資料同化系統，並且驅動滾動式更新 0 至 12 小時之高解析度模式預報。現今三維變分（3DVAR）WRF 模式雷達資料同化系統已為中央氣象局預報作業之一，近期也規劃將系集雷達資料同化系統執行於實際作業中。

傳統都卜勒雷達觀測可提供對流尺度之徑向風場和回波，但雷達回波與水相變數（如雨水、雪等變數）的關係相當複雜，故在 3DVAR 資料同化中，想要透過靜態的模式背景誤差協方差矩陣（background error covariances；BEC）以有效發揮雷達資料同化之優勢，具有相當大的挑戰。EnKF 資料同化方法之 BEC 具有流場相關之特性，因此雷達回波與徑向風場可透過模式變數之間的相關統計特性，更新分析變數；不過 EnKF 有統計樣本誤差問題，此會導致不合理的相關雜訊，恐將削弱背景場誤差流場相關特徵之優勢，進而降低同化效能。

局地系集轉換卡爾曼濾波器（Local Ensemble Transform Kalman Filter；LETKF）為 EnKF 方法之一，中央氣象局主要以 LETKF 為基礎，配合 WRF 模式，發展系集雷達資料同化系統，並且使用此 LETKF-WRF 系統，建置一逐時更新、提供未來 12 小時之即時測試平台。此一測試平台自 2016 年 5 月起開始運行，從中得到許多寶貴的經驗，例如雷達觀測資料品質控管、資料運用策略、控制參數調校等。本研究將由單觀測實驗討論 LETKF 的 BEC 於雷達資料同化之特性，以及系集協方差局地化（Ensemble covariance localization，ECL）尺度的大小對於雷達資料同化分析的影響；再者，由個案實驗研究不同雷達觀測資料運用策略對同化分析時的差異；最後由 1 至 2 天實驗期間的定量降水預報表現進一步探討 LETKF-WRF 雷達資料同化系統之優勢。

LETKF-WRF 系集雷達資料同化系統預計在 2017 年底正式上線作業，未來將整合三維變分和系集預報，發展混合式變分-系集（hybrid variational-ensemble analysis）雷達資料同化技術，屆時預期提昇對臺灣地區短延時、強降水事件之即時定量降水預報能力。

關鍵字：背景誤差協方差矩陣，局地系集轉換卡爾曼濾波器