

# 引入混合垂直座標對WRFD資料同化與預報影響之初步探討

陳盈臻 (Chen Y.-J.) 蔡金成 (Tsai C.-C.) 蕭玲鳳 (Hsiao L.-F.)

中央氣象署科技發展組

## 摘要

數值天氣預報 (Numerical Weather Prediction, NWP) 是現代天氣預報的核心技術，透過數值模式模擬大氣狀態的演變，以預測未來的天氣變化。為提升預報準確性，NWP系統需具備高品質的初始場，而資料同化 (Data Assimilation, DA) 正是提供此初始場的關鍵方法。DA藉由結合各類觀測資料與模式的背景場及其誤差統計，生成最符合大氣實際狀態的分析場，進而作為後續預報的起始條件，有效修正並提升預報效能。

中央氣象署的區域決定性預報系統 (WRFD) 係以WRF (Weather Research and Forecasting) 模式所發展的先進中尺度NWP系統。垂直座標系統為NWP模式描述大氣三維結構的重要架構，其中WRF模式傳統採用地形追隨座標 (terrain-following sigma coordinate)，可在近地面層有效擬合地形，對模擬地表邊界層具一定優勢。然而，在地形複雜或陡峭的區域，此座標系會使座標面向高層延伸的過程中產生明顯的傾斜與變形，導致模式在計算水平壓力梯度力時產生誤差，進一步引發非物理性的垂直擾動與波動，影響整體模擬精度。

混合垂直座標 (Hybrid Vertical Coordinate, HVC) 的設計即為改善上述問題所提出。HVC結合了地形追隨座標在近地面的優點與等壓座標在高層的穩定性，使垂直座標可自地形貼合層平滑過渡至近似等壓面之結構，有效降低地形對模式高層的干擾，進而減少數值誤差與虛假波動。相關研究顯示，採用HVC可改善複雜地形區域及中高層大氣的模擬表現，提升風場與溫度的準確性。這樣更接近實際大氣狀態的模式背景場，為資料同化提供更穩定且具物理一致性的基礎，有助提升分析場的品質。

WRF模式自第3.9版起即支援HVC功能。本研究嘗試於WRFD系統中啟用HVC，WRF和WRFDA皆採用4.4.2版，並據此重建背景誤差協方差矩陣，初步測試在資料同化程序中引入HVC對分析場與後續預報結果的影響，為未來系統調整與模式改進提供參考依據。

關鍵字：混合垂直座標、資料同化、WRFD