

基于综合观测的强对流天气识别技术和示范系统开发

一、项目介绍

本项目发展针对业务新一代 S 波段天气雷达的强对流天气自适应、快速和精准探测技术；基于综合观测资料发展分级质量控制技术和高时空分辨率强对流天气快速融合分析技术；发展完善初生对流、分类强对流天气快速自动识别技术和临近预警技术；形成高分辨率和量化的对流性强降水影响风险预警模型和技术；建立示范应用系统。

二、项目成果

本项目面向“提升分类强对流天气的精细化探测、准确识别和预警以及影响预警能力”这一国家防灾减灾重大需求，面向前沿，主要研发成果包括：

(1) 针对强对流设计并实现了一套精细和自适应快速雷达探测技术方案，实现业务布网 S 波段雷达的空间分辨率提升为 $0.5^\circ \times 125\text{ m}$ ，9 个仰角体积扫描时间提升为不超过 4 分钟，突破了业务观测瓶颈。

(2) 形成了适用于不同应用层级的一系列观测数据质量控制技术和融合分析技术；建立了初生对流识别算法和基于机器学习方法的初生对流识别模型；利用微物理特征识别冰雹，有效降低冰雹空报率；基于雷达数十个特征参量，建

立模糊逻辑函数综合识别下击暴流和多阈值分型龙卷识别算法；研发了 X 波段双偏振雷达衰减订正技术和双偏振雷达高精度定量降水估计混合技术。

(3) 针对机器学习方法临近预报产品等的极值偏小、模糊等问题，发展了隐空间条件生成模型、U²NetDD 网络结构、对抗生成网络等技术改进了机器学习模型，发展了综合应用物理机理和机器学习方法的深度集成的分类强对流天气精细化临近预报预警技术；发展了基于高时空精度的雷达对流性强降水观测和短临预报产品的山洪、水文地质灾害和城市内涝风险预警技术。

(4) 发展了面向强对流识别和临近预警的分布式算法调度技术与和二三维一体化渲染技术，建立了示范应用系统。

三、成果代表图片

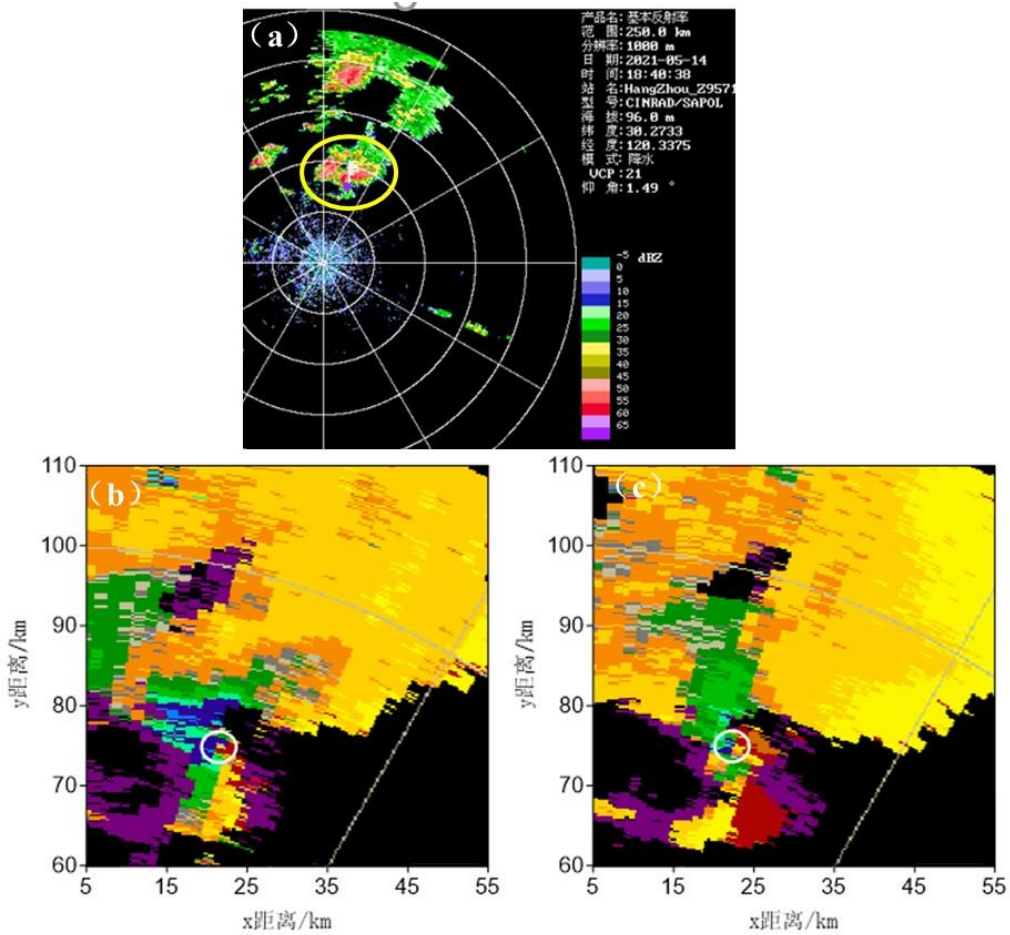


图 1: 2021 年 5 月 14 日 18:40 基于杭州雷达识别的龙卷涡旋特征在 1.5° 仰角反射率因子图上的叠加显示 (a), 0.5° (b) 和 1.5° (c) 仰角径向速度图。

图 a 黄色圆圈为龙卷超级单体风暴, 图 b 和 c 中的白色圆圈为识别的龙卷涡旋特征所在位置

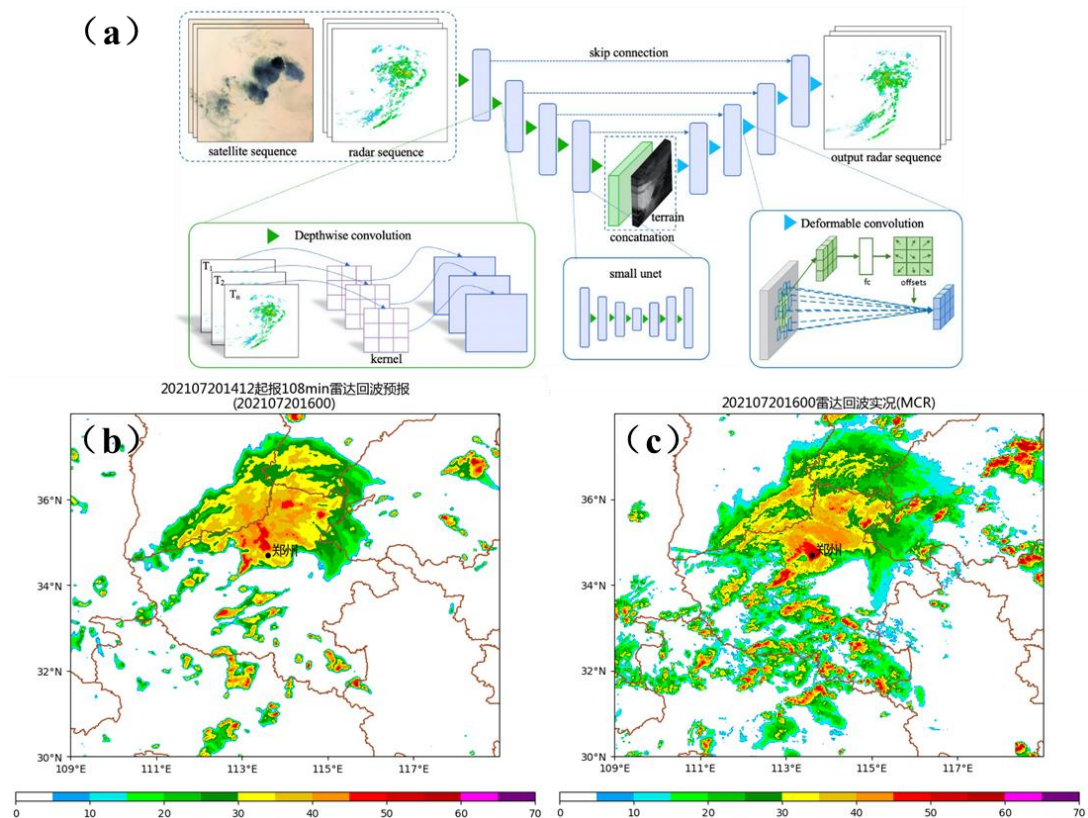


图 2: U²NetDD 网络结构结构图 (a) 和 2021 年 7 月 20 日 1412 起报深度集成的 108 分钟雷达回波预报 (b) 和实况 (c)