

# 多尺度全球大气数值模式物理过程和资料同化系统研究

## 一、项目介绍

聚焦不同网格分辨率和变分辨率全球数值天气预报和气候预测应用，开发具有网格适应能力的物理过程参数化方案和全球多尺度大气动力模式，发展配套的资料同化系统，建立技术上自主可控、具有完全自主知识产权、可为我国未来天气预报及气候预测服务的高性能天气-气候一体化大气模式系统。项目成功研发了具有智能灵活尺度自适应能力的云物理过程、积云对流、大气边界层过程、陆面过程和大气辐射过程计算方案，并考虑气溶胶辐射效应，与自主研发的全球六边形网格大气动力框架耦合，开发完成了我国首个具有高性能计算能力的数值天气预报系统和六边形网格大气模式的四维变分同化雏形系统，可灵活进行全球可变网格或均匀网格设定，具有严格的质量守恒和总能量守恒特性，有能力作为我国下一代数值天气预报模式和气候系统模式的大气分量模式。

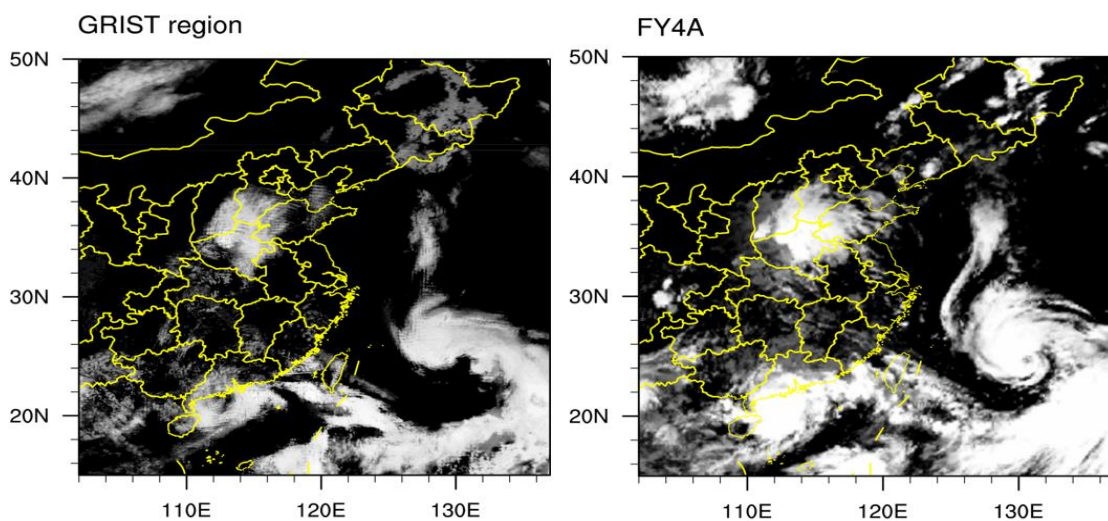
## 二、项目成果

结合未来全球数值天气预报的公里级高分辨需求和对重点区域超高精细化预报场景的设想，制定了发展变网格或公里级分辨率上物理过程参数化方法和全球多尺度大气模式的理论和技术目标。项目取得以下成果。

(1) 自主开发了一套考虑不同网格大小、可用于变网格模式的物理过程参数化方案，包括“双羽流”尺度自适应深浅对流参数化方案、考虑微物理性质连续变化的四流累加长短波辐射方案、考虑非局地湍流的尺度自适应湿大气边界层参数化方案、具有尺度自适应能力的高斯 PDF 云宏物理方案、考虑气溶胶核化尺度自适应的简单冰相云微物理方案和陆面过程“马赛克”处理方案，从而满足全球不同分辨率或变分辨率模式的次网格物理过程计算需求。

(2) 建成了我国首个全球非结构准均匀网格和变网格大气动力模式 (GRIST)，具备了全球公里级分辨率中期数值天气预报和十公里级分辨率的长期气候模拟能力，模式 60 年模拟气候平均态与观测结果具有很好一致性。在国产“神威”超级计算机平台上百万核并行计算效率达到 81%，具有很好的可扩展性。

### 三、成果代表图片



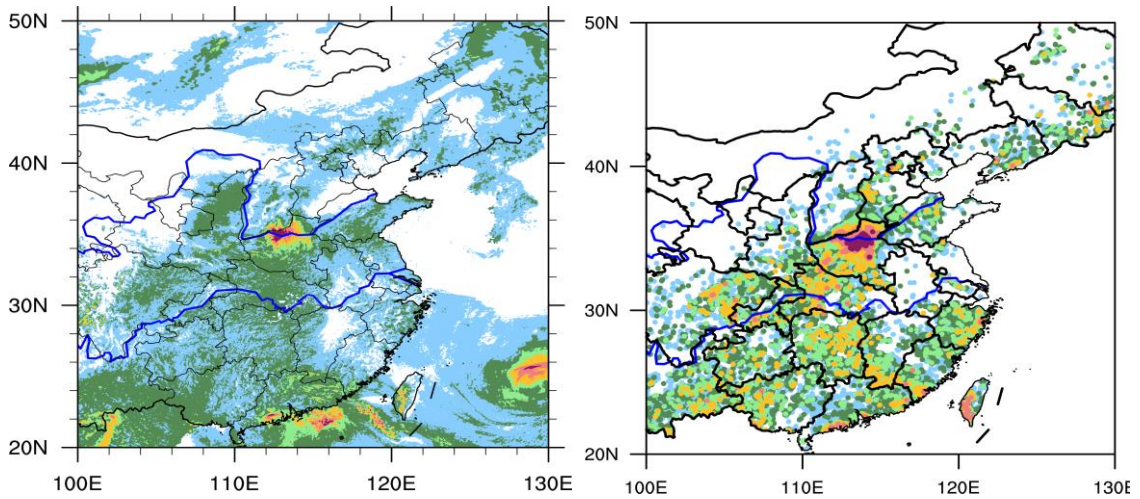


图 1 :自主研发GRIST模式全球3-60km变分辨率模式对2021年7月20日郑州暴雨的模拟(左)与观测(右)比较  
(上)20日11时模拟云图与FY4A卫星云图,(下)20日11时-23时的12小时降雨量分布

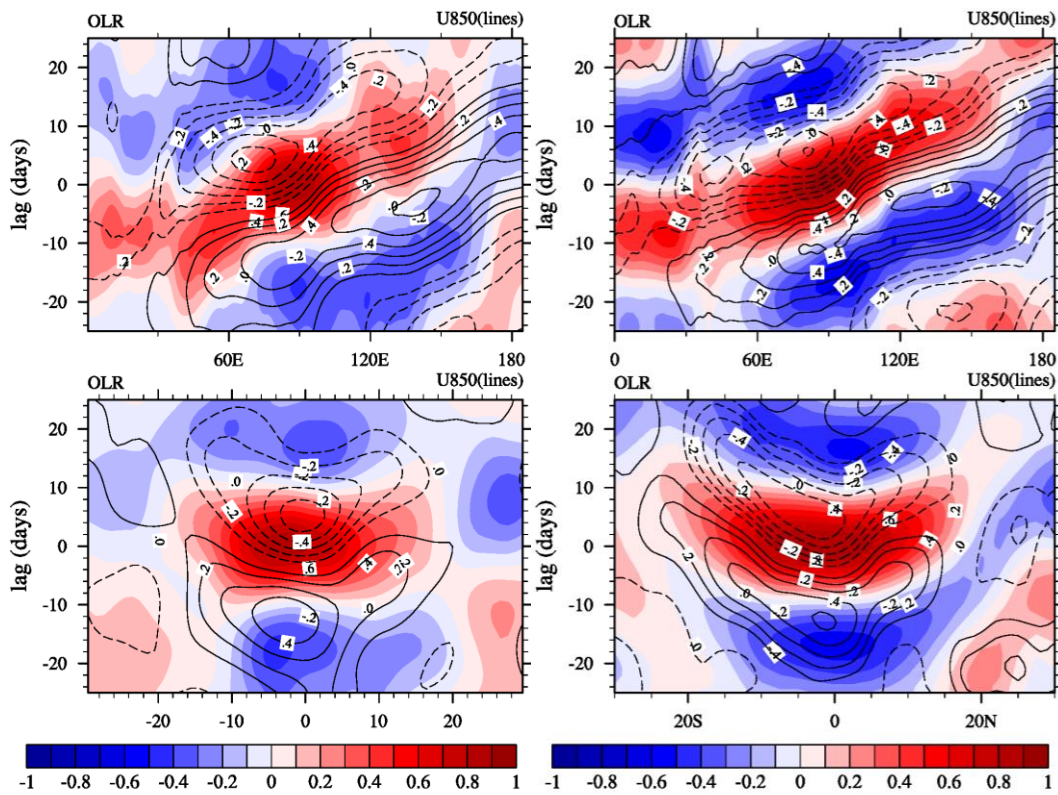


图 2: 百公里分辨率 GRIST 模式 60 年积分模拟(左)向外

大气长波辐射（彩色）和 850hPa 等压面风 u 分量（等值线）  
与观测（右）对比