热带地区区域数值预报模式关键技术研发及应用

一、项目介绍

在日益增长的精细化气象预报服务需求的推动下，我国数值天气预报业务有了较大发展，自主研发了 GRAPES 数值模式。华南区域气象中心基于 GRAPES 模式，通过多年自主研发，建立了稳定运行的华南区域业务数值预报系统，在台风、暴雨、精细天气要素预报等方面发挥了重要的科技支撑作用。

然而，现有区域数值预报理论和技术仍存在很大不足。主要体现在以下方面：热带海洋上游地区缺乏常规观测，无法获取准确的初始场；模式动力框架和物理过程无法很好地描述强垂直运动模态；模式没有考虑海气相互作用；观测数据的应用技术有待开发。

基于以上原因，项目设立了五个课题，解决热带高分辨模式动力框架、物理过程、资料同化、海气耦合以及产品释用技术等方面问题，推动核心自主知识产权数值模式发展，为泛华南、南海区域乃至西北太平洋和印度洋地区的台风、暴雨、强对流天气预报预警提供更长预报时效、更高时空分辨率、更加准确的业务预报产品。

二、项目成果

项目研发的多项关键技术已用于实时业务系统。（1）研发了全预报量的时变参考大气技术方案。在三维静力参考大气技术的基础上，发展出全变量时变参考方案，把预报方程分解为时变参考量预报方程和扰动量预报方程，提高了模式预报精度和稳定度。（2）研发并增加了模式垂直分层。在模式原方案基础上，考虑了二次伸缩函数，减少了垂直差分误差，从而可更好识别气象要素场的垂直变化特征，有效提高模式对台风路径和强度预报效果。（3）研发了热带区域海气耦合模式系统。基于海-气耦合过程中的预处理技术，实现了热带区域大气模式与海洋环流模式（Hybrid Coordinate Oceanic Circulation Model，HYCOM）的在线耦合，可有效提高热带区域模式对台风强度的预报能力。（4）研发了热带区域资料同化关键技术。重点研发了分析增量更新技术（IAU）、区域扰动四维变分同化（4DVar）系统，提高高时空分辨率观测资料的同化效果。将 IAU 技术应用于 GRAPES-GFS 中，有效改善了热带区域初始场。（5）建立了热带区域精细数值预报产品集成与应用平台。

三、成果代表图片

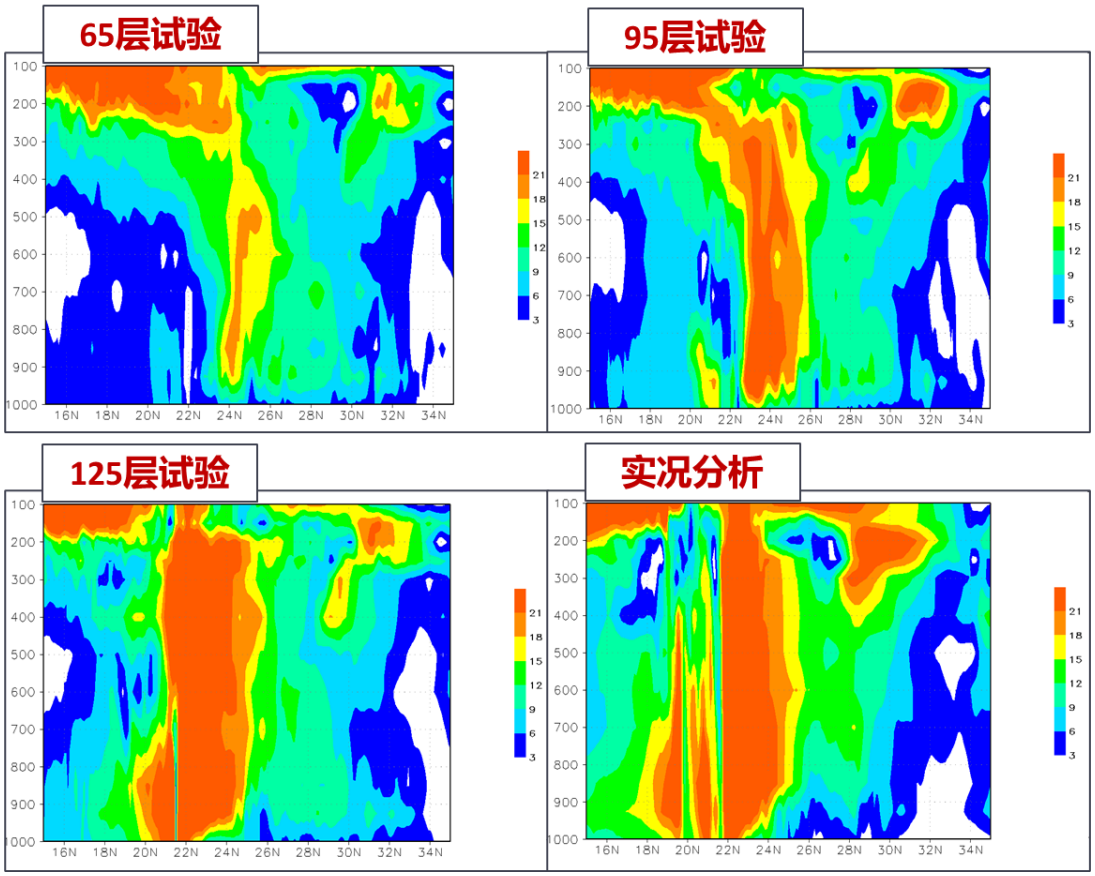

图 1 ： 台风“天鸽”中心温度距平垂直剖面

（随着垂直分辨率的增加，模式对超强台风暖心结构的预报逐渐接近实况，125 层模式能够准确预报出比较接近实况的台风中心非对称结构特征）

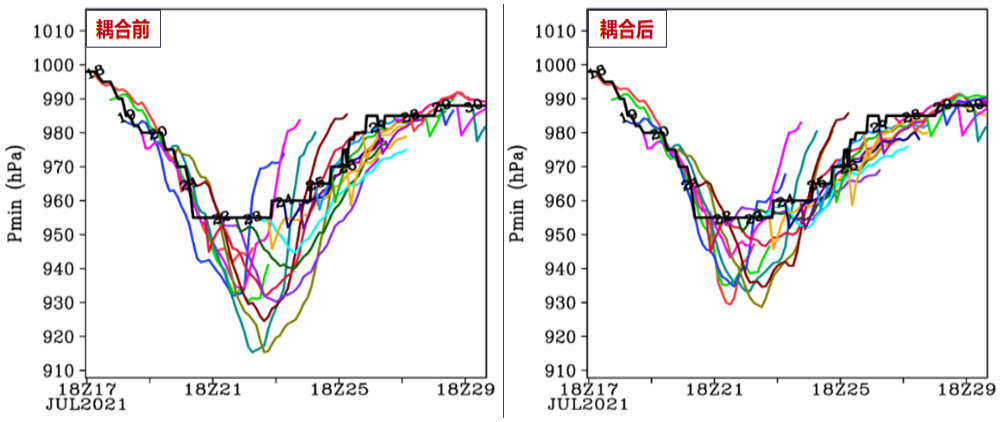

图 2： 海-气耦合模式改进模式对“烟花”台风的强度预报

（黑色为实测，各色线为模式不同时间起报的预报）