GRAPES 模式边界层层积云过程的参数化方案研究

【项 目 编 号】GYHY201506008

【研 究 周 期】2015 年 1 月—2017 年 12 月

【国 拨 经 费】100 万元

【项 目 负 责 人】刘奇俊

【项目骨干成员】马占山 杨学胜 梁妙玲 程光光 姜晓飞 聂浩浩 陈雪娇

【项目承担单位】国家气象中心

【主要研究成果】

本项目发展了 GRAPES 全球模式云方案的理论框架,建立了云形成发展的关键物理过程参数化方案，建立的云方案合理考虑了边界层过程、次网格对流卷出过程和格点尺度水汽不饱和状态下的凝结过程。开展了对云方案中涉及网格尺度和次网格尺度相关过程、云微物理和宏观云过程、边界层云和浅对流发展的相关过程等参数化的研究、优化改进和相互协调性。

本项目还建立了云量显式预报方案，开展了大尺度层云过程和次网格对流过程对云量的影响研究，建立了云量参数化方案，优化了云辐射计算。

本项目研制的云方案是目前业务全球中期模式中少数几个使用了详细的双参数云微物理过程和云量显式预报。具体创新性为（1）合理地利用边界层浅对流过程对边界层层积云形成的关键过程进行参数化；（2）较好地处理了边界层层积云、云微物理、宏观云过程和对流卷出过程的内在的物理联系；（3）在云参数化方案研发和试验中，利用多种卫星云和辐射观测资料，对关键云参数化过程和关键云预报量进行诊断和检验。

本项目建立的云方案已成为 GRAPES 全球模式业务云方案，试验研究和业务预报表明，解决了热带低纬地区云和格点降水明显偏少的现象，明显改进了云预报性能。

【成果应用情况】

完成了以云微物理方案、宏观云方案、云量显式预报方案、深对流和浅对流卷出影响过程和边界层层积云方案为核心的GRAPES全球模式新云方案的研制。实现了 GRAPES 了全球 GRAPES 模式云方案和关键云物理过程得到较为全面的改进和升级，明显提高了模式对云的预报能力，特别是解决了 GRAPES 模式在

热带低纬度地区云和格点降水预报明显偏少、边界层云偏少的问题，改善了云对辐射影响的计算。本项目研制和优化的云方案已成为业务全球 GRAPES 模式的业务云方案，新研制的云方案云预报性能明显优于原云方案。

【成果代表图片】

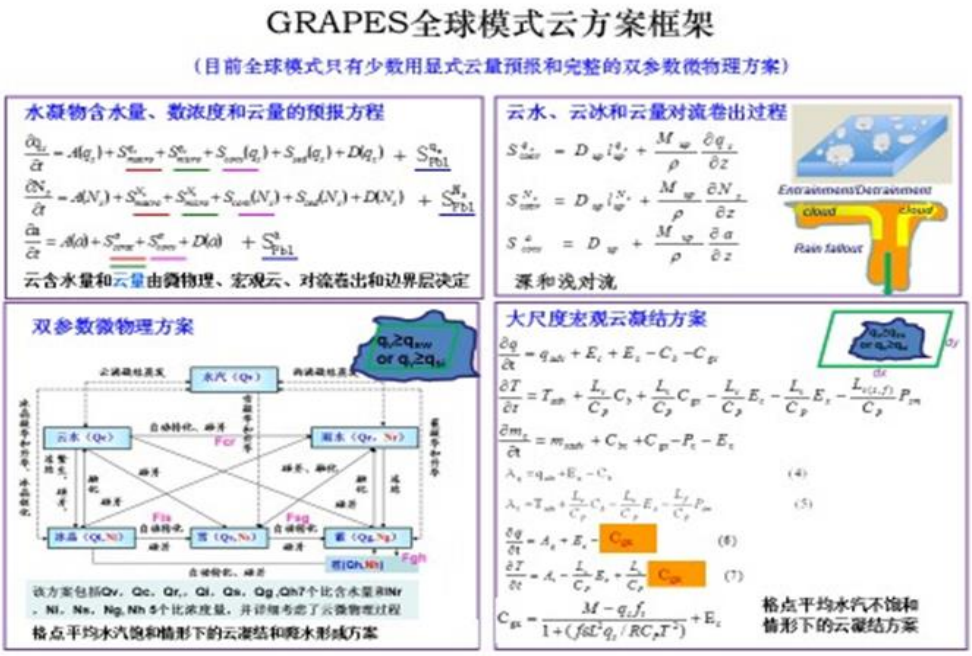

图 1 为研制的云方案的主要构成，包括详细的双参数云微物理过程、大尺度宏观云过程、对流卷出过程和云量显式预报。

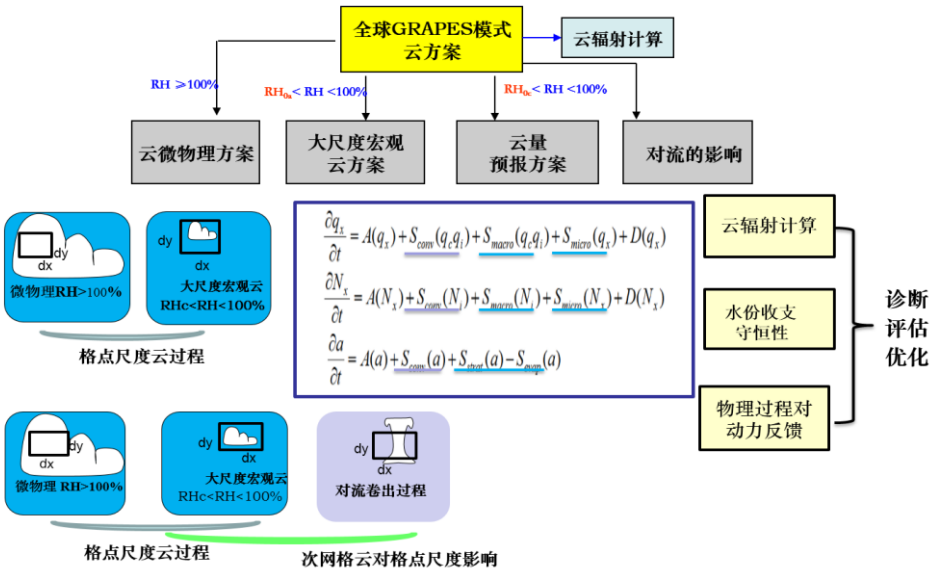

图 2 为研制的云方案解决的关键技术，包括网格尺度和次网格尺度湿物理过程的衔接协调、格点平均水汽不饱和状态下的大尺度凝结过程、优化云辐射计算、优化云相变过程对动力过程的反馈和优化水份收支守恒性等。

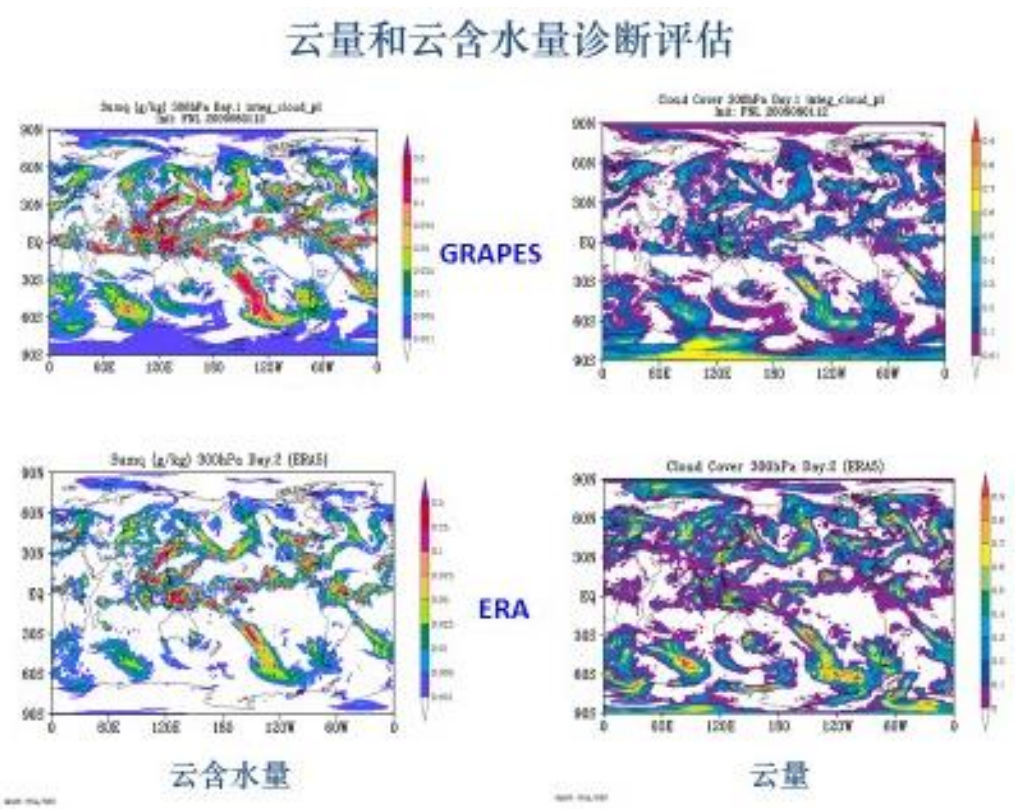

图 3 模式预报的云量和云含水量，与 ERA5 资料的对比。