

“十二五”国家重大科技基础设施 地球系统数值模拟装置 工程季报

2022 年第 2 期（总第 15 期）

地球系统数值模拟装置工程办公室

2022 年 6 月

一、工程总体建设进展

2022 年第二季度项目的主要进展包括：招标工作、项目建设等。目前装置园区大厅 LED 大屏发布采购竞争性磋商公告，硬件调试运行，软件方面继续深入开展联调联试。具体进展如下：

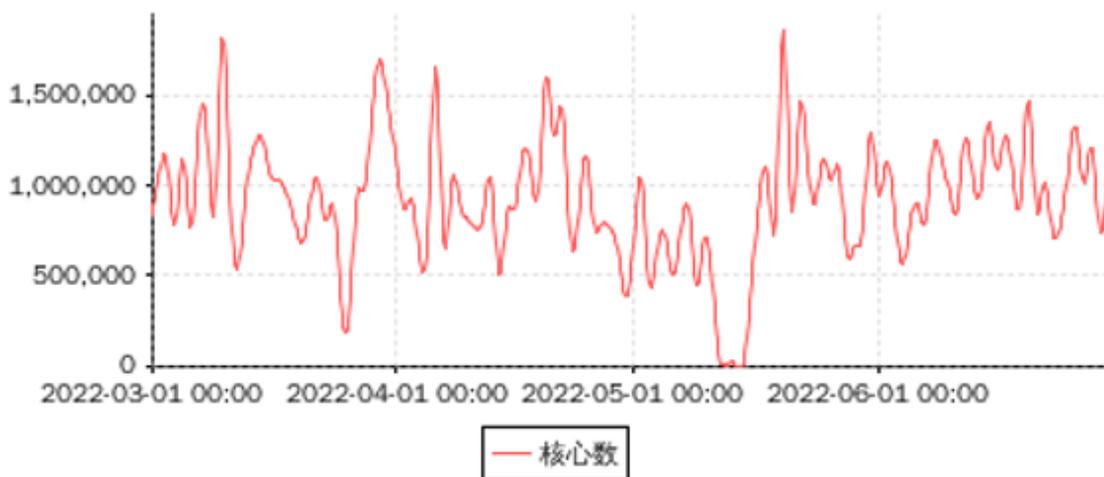
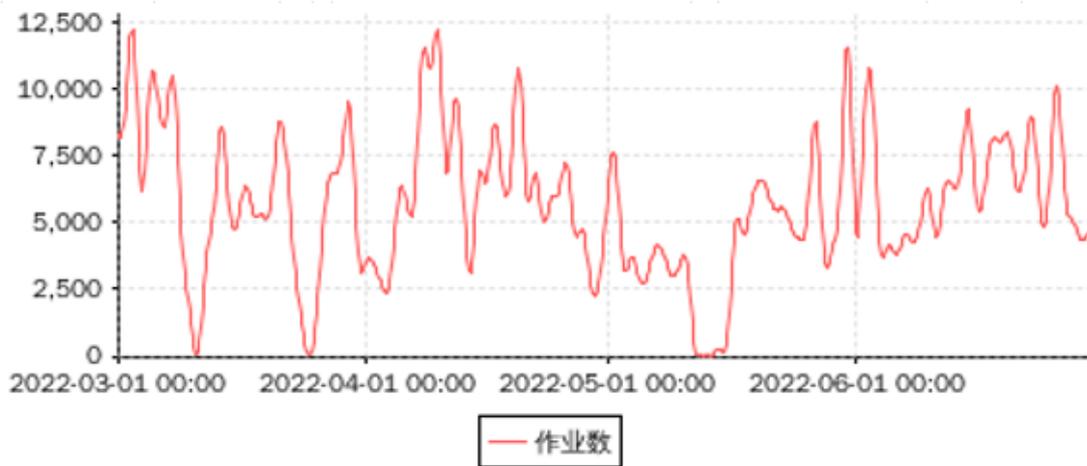
（一）招标工作进展

装置园区大厅 LED 大屏完成竞争性磋商文件编写，并于 6 月 20 日发布采购竞争性磋商公告。

（二）装置建设进展

1、硬件建设进展

2022 年第二季度，面向地球科学的高性能计算系统继续调试运行。系统共运行了 247 个用户的 512651 个作业，消耗 CPU 机时 243,203,318.1914 核*时，消耗 DCU 机时 100,575.0599 卡*时。

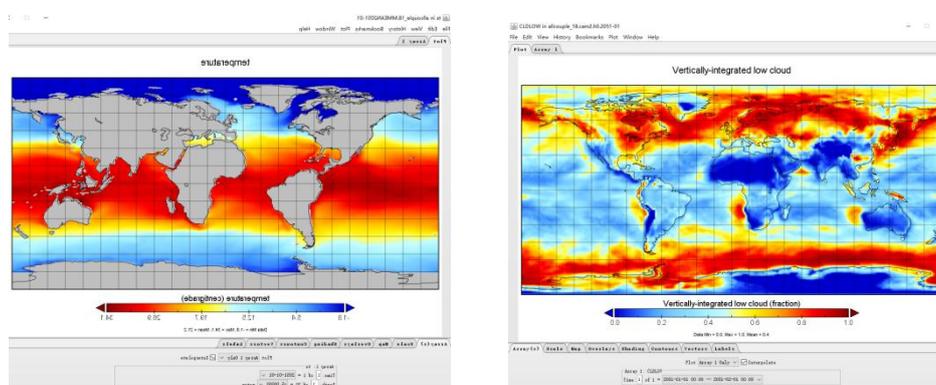


5月底至6月初采用视频会议的形式进行了作业调度软件、集群管理软件、高性能计算基础、高性能集群使用和管理等面向集群使用人员和管理人员的相关培训工作。配合档案专家对项目相关材料进行归档整理。

2、软件研发部分进展

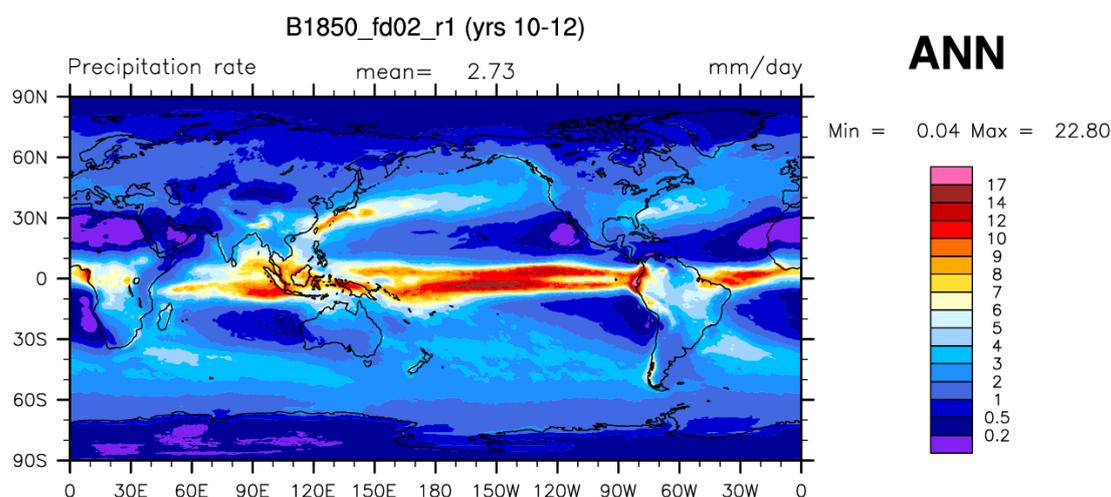
(1) 系统一“地球系统模式数值模拟系统” 6月22日至7月1日期间，开展了试运行验收暨合同最终验收评审会，所有

建设内容顺利通过合同验收评审。应用开发的软件系统，项目开展了中等分辨率全耦合长期稳定性测试，即包含大气、陆面、海洋、海冰、气溶胶大气化学、植被动力学、陆地生物地球化学和海洋生物地球化学模式的全耦合。从2016年1月开始积分至2050年12月，仍在继续。选取部分变量结果画图显示，模拟结果合理。



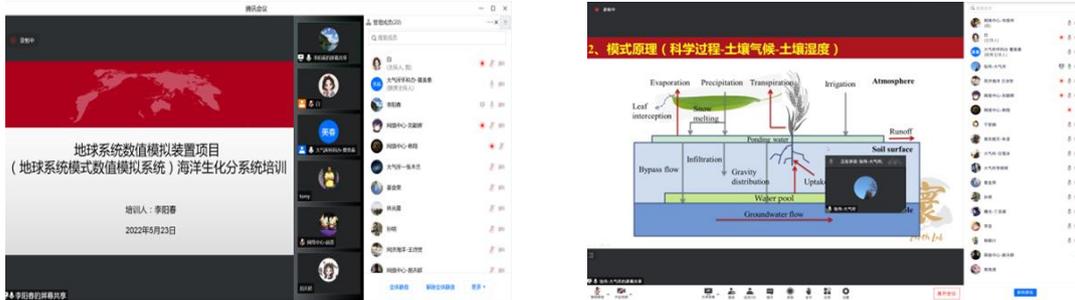
全耦合模拟结果：（左）海表面温度（右）低云量

开展了高分辨率气候系统耦合长期模拟试验，目前积分运行了13年，模拟结果合理。



高分辨率耦合模拟的年平均降水的全球分布

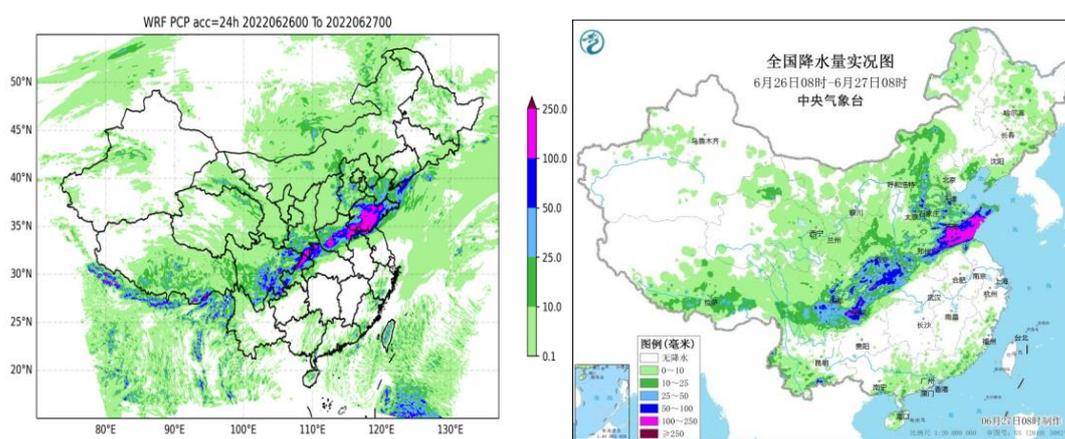
5月25日至6月1日期间，完成11个分系统培训。



用户培训会

(2) 系统二“区域高精度环境模拟系统”分别于6月17日和31日完成所有分系统合同初步验收，并按照专家评审意见进行整改。区域高精度大气污染模式分系统完成了气相化学模块在DCU芯片上的加速效果评估，选取三个不同计算规模的算例，分别采用不同cpu进程+相同数量DCU卡计算，气相化学模块的计算加速效果明显，使用300张DCU卡计算加速比4.2x。同时，进行全国3公里、重点区域1公里的业务化预报测试，进一步改善了模式稳定性，提升了计算速度，通过了371个区域ID的高精度源解析计算测试，采用5400核心模式计算速度达到5分钟/模式小时。区域云可分辨天气预报模式分系统构建东北区域数值模拟系统，针对吉林、黑龙江和内蒙东部地区的降水天气过程进行模拟。针对地形、陆面、模式分辨率、云微物理方案和边界层参数化方案的敏感性试验，开展了低层水平风旋

转加速对逆温层破坏的敏感性试验，对 2022 夏季东北暴雨、大风事件开展初步数值试验，研究局地事件的本地化参数化方案最优配置。进一步改善确定性预报模拟效果，设计多组敏感性试验，试验内容包括“spectral nudging”波数和强度调整、不同起始时间全球中期预报场在区域模式中的调整、区域资料同化水平和垂直影响参数调整、数值模式参数化方案调优、模式精细化 landuse 调整测试以及模式精细化地形高度调整测试，2022 年 6 月 26~27 日山东暴雨的模式优化预报结果如下图。区域高精度长期气候变化风险模拟分系统、中国和全球主要农产区粮食作物旱灾模拟分系统完成了联调联试后的试运行，试运行期间系统运行状态稳定，各功能模块运行稳定，系统响应速度良好，满足试运行要求，具备进一步开展业务运行的能力。



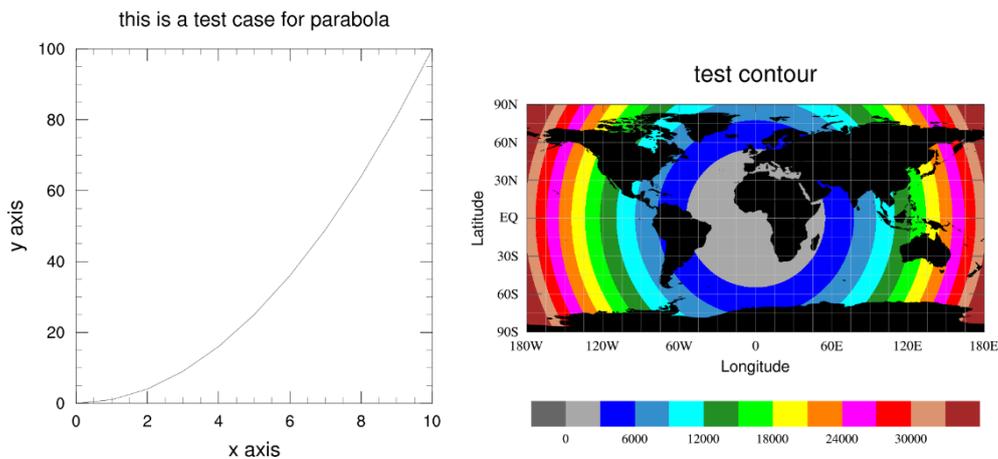
6 月 26 日 08 时-27 日 08 时 24h 的降水预报 (mm)，其中左图为区域云可分辨天气预报模式预报 (2022 年 6 月 25 日 20 时 (北京时) 起报)，右图为中央气象台降水实况。

(3) 系统三“超级模拟支撑与管理系统”于6月30日完成合同最终验收专家评审会。



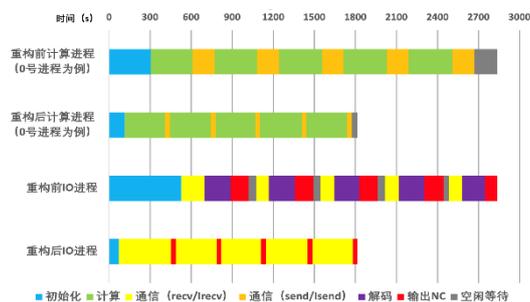
系统三超级模拟支撑与管理系统合同最终验收会

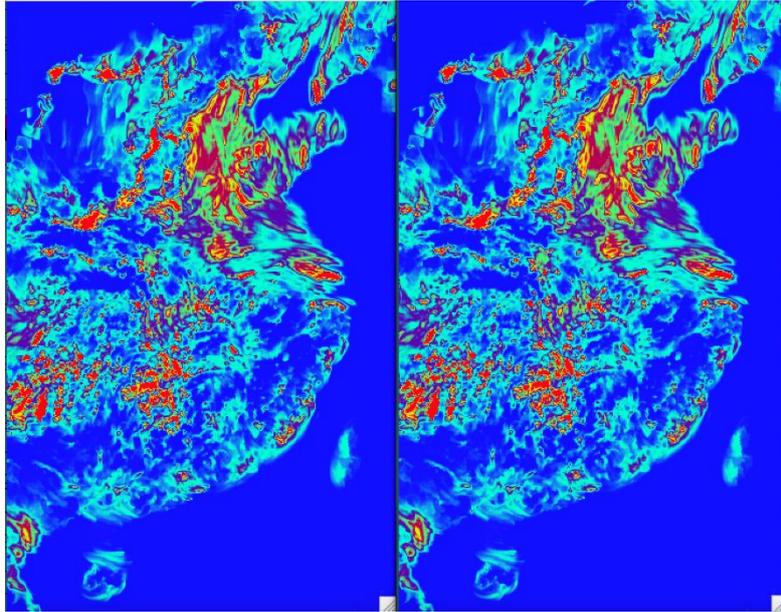
模式封装分系统对系统一全球模式运行时的诊断量或物理量进行实时监测，IO库还能够对模式运行时进行相应的诊断。如图所示，左图展示的是以二维折线图的方式展示诊断量随着时间的变化，方便模式用户快速了解诊断量是否稳定，且在合理的区间内。而右图是对某物理量的可视化输出，在用户指定的间隔步数以图片的方式输出物理量的二维场信息，方便用户了解程序的运行状况，同时又避免了输出NC文件占用大量的时间和磁盘空间。



诊断量随时间变化示意图（左） 物理量监测示意图（右）

模式封装分系统对系统二模式 I/O 进行优化，降低模式运行时间，如图所示，上图展示重构前后计算进程和 IO 进程的耗时，更直观的展现了 I/O 库对系统二区域模式的性能优化，同时测试了不同的配置参数下，IO 库都能有效减少程序的 IO 输出，提升程序的运行效率。下图是对某物理量的可视化展示。在使用 IO 库进行优化前后，结果完全一致，因此 IO 库完全不影响程序的计算与输出结果。

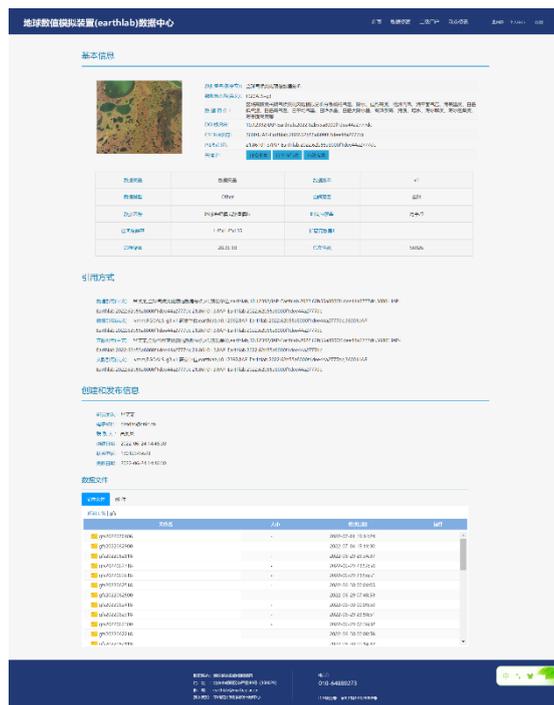




异步并行 I/O 库优化大气污染模式的 I/O 部分，模式整体运行时间变为原来 70%以下（上图）重构前后对比结果一致（下图）

（4）系统四“支撑数据库和资料同化及可视化系统”于 6 月 27 日组织召开了支撑数据库和可视化分系统合同的初验评审会，评审专家组听取了承建单位的工作总结和技术总结报告及项目监理单位的监理意见，并审阅了相关过程材料，同意通过合同初步验收。

在“支撑数据库分系统”试运行期间，承建单位针对用户提出的建议进行了系统优化。主要优化了数据详情页与部分门户页面，新增了装置内用户角色与获取文件路径方式，优化了数据共享方案，简化了数据汇交流程。

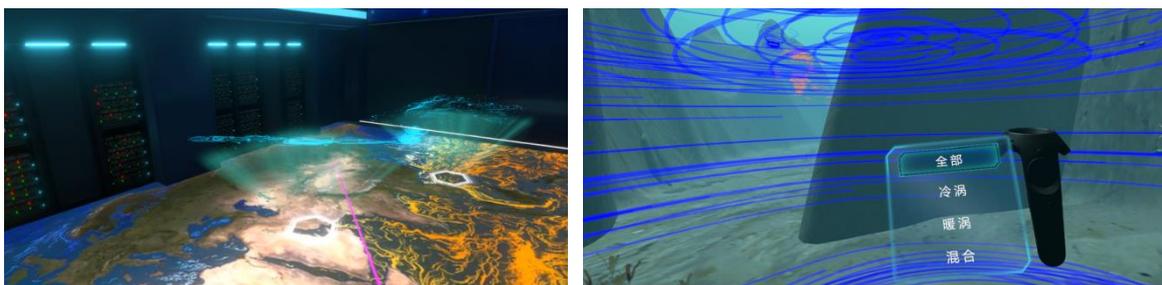


数据详情页面



数据汇交页面

“可视化分系统”对虚拟现实应用交互显示内容进行了升级，在海洋虚拟现实应用中增加我国南海多尺度数据漫游体验，丰富体验内容。

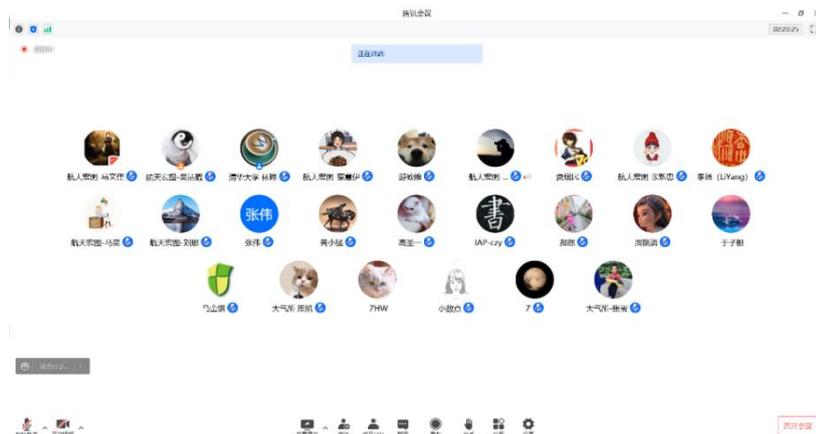


海洋虚拟现实应用截图

（三）装置顺利完成培训工作

2022年5月23日至6月2日，地球系统数值模拟装置顺利组织了用户培训会。该培训会由大气所和清华大学主办、18家单位共同组织承办，历时9天，共计81场次，总计约3000余人次参加。

主要培训对象包括大装置用户和运维团队，培训内容包括地球系统数值模拟装置五大系统，即地球系统模式数值模拟系统、区域高精度环境模拟系统、超级模拟支撑与管理系统、支撑数据库和资料同化及可视化系统和面向地球科学的高性能计算系统系统的使用与运维培训。本次培训会全部采用线上方式，并采用培训课件讲解和系统实际操作演示的形式进行了培训，同时针对培训中的问题进行答疑和讨论。



培训会

(四) 档案验收进展

4月22-23日，装置工程办公室与综合档案室共同组织专家对装置综合管理、建安工程类档案共计743卷档案预立卷进行复查，并及时整改。5月4日，与综合档案室共同组织专家对装置工艺设备档案分类方案及归档范围进行讨论，根据装置建设内容，形成《地球系统数值模拟装置工艺设备档案分类方案（初稿）》、《地球系统数值模拟装置工艺设备档案归档范围（初稿）》。

稿)》。目前，正积极对装置工艺设备档案预立卷进行整理，以迎接专家初步检查。

(责编：张木兰，核签：曹军骥、朱江)

报送：国家发改委高技术司，教育部科学技术司，北京市怀柔科学城专项办，北京市发改委，怀柔科学城管委会，密云区政府，中科院条财局，中科院北京科创中心，地球系统数值模拟装置科学技术委员会。

中科院大气物理研究所怀柔科学城办公室

2022年6月