

# 地理分析模型网络共享和模拟关键技术与应用

## 一、项目背景与总体目标

当前，面向地球系统科学、未来地球、可持续发展等重大需求，测绘地理信息系统正向着网络化、智能化、服务化的方向发展，为了全面支撑传统测绘向数字测绘再向智能测绘的转变，从基础地理信息采集到面向数字地球的空间框架构建，再到面向智慧地球的时空大数据分析的演进发展，GIS正经历着由“好看”向“好用、管用、实用”的历史性转变。

测绘地理信息系统在数据资源的获取、处理和时空可视化等方面，已经取得了较为丰富的成果；尤其是在数据资源的共享方面，成功构建了各类数据共享平台和共享中心。但地理分析、模型分析与辅助决策分析在地理信息系统中尚显得“力有未逮”，亟需在数据共享的基础上，进一步拓展高效、智能的地理分析能力。实现分析功能及方法模型的快速接入与高效共享，将是发展地理信息系统、提升地理信息服务效能的关键和核心命题。

地理分析模型作为重要的人类智力资源，是对地表格局、演化以及作用进行复原、表达和预测的重要手段，是探索时空过程、人地关系的重要研究方法，在区域发展重大决策、全球环境变化分析、地缘政治与经济活动中都起到至关重要的作用。然而，方法模型本身的专业性和封闭性，给模型资源的有效供给和利用带来了挑战，大量地理问题的分析与求解得不到模型资源的有效支撑。本项目致力于模型资

源的共享与复用，力图形成共享群治的地理分析模型智库；聚焦于地理分析模拟与地理信息系统的协同演进，打造分布式地理分析模拟的中国品牌。

## 二、项目主要研究内容

本研究面向地理分析 GIS 发展的迫切需求，按照“形式化表达-服务化共享-集成式模拟”的基本研究思路，从地理分析模拟资源的统一描述与表达入手，研究基于分布式架构的地理分析模拟资源服务化共享方法及运行支撑策略，设计网络环境下面向多用户协作的异构地理分析模拟资源集成方法，构建新一代网络空间地理分析模拟平台，发展地理分析 GIS 系统，支撑地球系统科学、未来地球、可持续发展等重大前沿科学问题的解决；形成地理模拟及研究的开放社区，打造开放共享、相互服务、携手共赢的新型研究格局。

(1) 创建了地理分析模型的统一描述方法，为多源异构地理分析模型的知识表达、功能交互和数据交换提供稳定可复用的描述体系。

(2) 构建了分布式网络环境中地理分析模型服务化共享架构，为分布广泛的研究者提供了模型、数据和计算资源的开放式共享与复用环境。

(3) 发展了多模拟资源的网络化集成方法、基于服务总线的模型集成运行策略，以参与式的模拟手段，推动形成分布式地理模型共享和集成应用社区。

### 三、项目成果与应用推广

项目获授权发明专利 18 件（含国际专利 1 件）和软件著作权 50 项，发表论文 149 篇，出版专著 4 部；系统性搜集了各领域地理模型资源 4000 余组，研发了具有自主知识产权的、国际领先的分布式地理分析模型共享与模拟平台。提出了兼容并包、中国原创的分布式地理模拟思路，得到了国际科学界的广泛认可，形成了中国研究团队的话语权，服务于网络空间多学科、多用户协作的复杂地理问题分析与综合模拟，以生态社区方式推动地理分析与模拟研究朝着服务社会的基础设施方向迈进；在全球变化、城市管理、公共安全、水利水务、气象监测、遗产保护等领域得到了全面应用，在推动地理信息系统再认知与改造、地理环境监测与模拟、智慧城市建设等方面发挥了良好作用。在中国气象局公共气象服务中心、国家基础地理信息中心、苏州城方信息技术有限公司等 200 多家单位和职能部门得到实践应用。即将在 2021 年 8 月召开的国产地理分析模型培训班，将基于本平台模型服务进行在线培训；截止到 7 月 9 日，共有 822 人报名，包含国内外 280 所高校、研究所、企业等，同时也吸引了美国宾夕法尼亚州立大学、德国柏林洪堡大学、瑞典德隆大学、日本山梨大学等诸多外国高校学者。

### 四、项目成果的相关认可

作为中国地理建模与模拟团队的代表，项目团队一直致力于与国

际相关工作的协作和衔接，项目团队与国际知名团队开展了协作研究，得到了国际科学界的认可。例如：

(1) 贡献者来自牛津大学、麻省理工学院、澳洲国立大学、中科院地理所、清华大学、武汉大学等国内外诸多著名研究机构，包括美国科学院院士、英国社会科学院院士、国际学会主席等诸多地理建模领域权威学者；

(2) OpenGMS 平台被国际著名社会与生态科学建模网络 CoMSES Net 列入十大可信任资源库之一 (OpenGMS 为中国唯一入选；该系列资源库被 Science 期刊论文所推荐)；

(3) 成为国际开放式建模联盟 (OMF) 创始合作伙伴，正主导地理模型国际标准制定；

(4) 得到国际地表动态建模系统联盟 (CSDMS)、开放式建模接口协会 (OpenMI) 主页推荐，设计了三大模型组织间的模型互通标准协议，服务于国际模型生态社区建设；

(5) 团队成员受邀担任国际环境建模与软件协会 (iEMSs) 副主席、国际地理联合会 (IGU) 地理信息建模委员会主席、地表动态建模系统联盟 (CSDMS) 模型互操作委员会主席等国际协会重要职位；

(6) 与国际同行一起发表多篇重量级文章，例如领衔 CSDMS、OpenMI、OMF、ESMF、HydroShare 等十多个国际著名建模组织与机构主要负责人在地球科学领域排名前三的期刊 Earth Science Reviews 上发表开放式建模的旗舰文章，作为唯一中国研究机构受邀与国际二十多个建模组织及健康研究机构负责人共同在 Science 上合作发表公开

信，用以阐述疫情期间共享分析模型的积极意义。

2021年3月27日，中国地理信息产业协会组织专家对项目进行评价，认为“该成果创新性与实用性非常强，具有很好的推广应用价值，整体达到国际先进水平，在地理模型结构化描述、地理模型服务化共享与分布式集成模拟等方面处于国际领先水平。”