

海量遥感影像数据即时服务关键技术研究与应

1.项目情况

高分辨率多源海量遥感影像资源是全国地理国情普查和监测等国家重大工程建设的重要资源，在服务自然资源管理与决策中正日益发挥不可或缺的重大作用。爆发式增长的海量遥感影像，为影像管理与服务带来了巨大挑战。实现海量遥感影像的高效存储管理和快速动态服务，突破通用软件的技术瓶颈，是摆在数据管理机构面前一项亟待解决的关键问题。

自 2015 年至 2020 年，全国地理国情普查和监测专项积累遥感影像近 20 万景，来源于数十颗遥感卫星，总数据量超过 2PB。传统影像管理与服务依赖于影像镶嵌、增强、投影变换、切片、服务发布等繁琐、耗时长、占用存储大的预处理工作，对传统商业软件的多环节处理能力也是极大的挑战。

为突破传统技术瓶颈，项目组联合多家单位技术攻关，针对高分辨率海量多源多时相遥感影像即时服务面临的难点和瓶颈问题，基于网格剖分理论开展了全新技术体系设计，变革数据组织模型等底层核心技术架构，构建了云环境下新型影像数据组织模型，优化了影像拉伸、镶嵌、切片等处理策略和工序，系统性提升了遥感影像动态处理能力和应用服

务效率，体系性改变了海量多源多时相遥感影像的应用模式，在不改变原有基础设施前提下，实现海量多源多时相遥感影像即时服务的技术体系，将传统模式下的预处理环节在服务端动态处理，数据发布效率提升 1000 倍，至少节省数据处理时间 40%，减少数据存储空间 60%。本项目成果通过即时服务大幅提高遥感数据的支撑能力，实现了科技创新从跟跑为主向部分领跑的重大转变。

基于项目研究，已发表 5 项专利、15 项软件著作权、12 篇论文，通过大规模测试和国际、国内查新，核心指标超越国内外主流商业软件，实现了关键核心技术的自主可控，为自然资源事业发展提供有力科技保障。

2021 年 4 月 3 日，中国地理信息产业协会在北京组织专家对本科技成果进行了评价，评价专家一致认为，该成果创新性、实用性强，总体达到国际先进水平。

2.科技创新

遥感影像即时服务，是指将遥感影像的预处理环节转变为服务端动态处理能力的技术体系和服务模式，可大幅减少预处理工作量和存储空间，提升遥感影像应用的时效性。

近年来，诸多云计算和大数据技术被应用在遥感影像在线服务上，包括但不限于服务器集群切片、Cloud Optimized GeoTIFF (COG)、Spark、Hadoop 等，但均需要进行数据预切片、数据格式转换和 IT 基础设施的大规模改造或重建，

工作量和资金投入难以承受。

本研究团队创新发展了全息多维遥感影像空间网格体系与数据组织模型，发明了遥感影像网格检索与调度方法，突破了面向像素级调度模式的原始光谱数据动态处理关键技术，首次构建了参数驱动的免切片多规格动态地图服务模式，构建了海量多时相遥感影像“动态一张图”服务模式，自主研发了遥感影像可视化低损压缩技术，为海量遥感影像在线即时高效服务提供了新的技术体系和解决途径。

主要创新点如下：

创新点 1：数据管理和服务一体化模型

创新发展了全息多维遥感影像空间网格体系与数据组织模型，发明了遥感影像网格检索与调度方法，突破了面向像素级调度模式的原始光谱数据动态处理关键技术，为海量遥感影像在线即时高效服务提供了新的技术路线和解决途径。

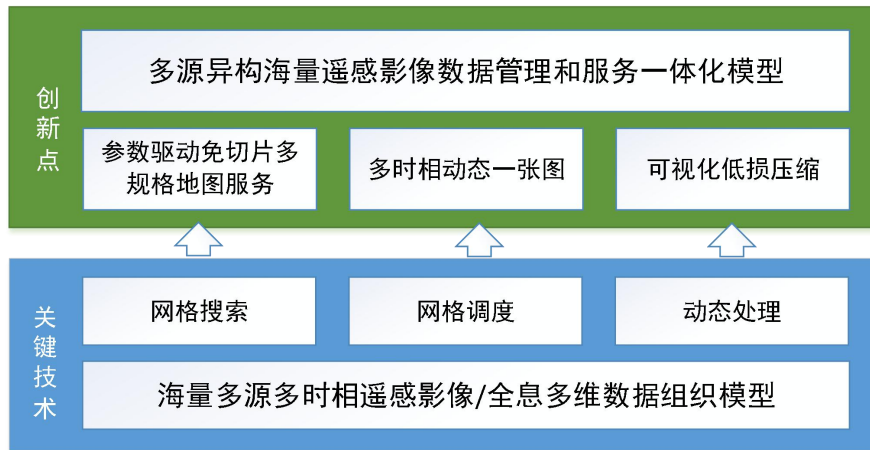


图 1 基础技术框架

基于剖分网格理论，首次提出了多源异构海量遥感影像数据管理和服务一体化模型，自主研发了面向遥感影像的空间网格引擎技术解决方案，设计了由时间、空间和光谱信息组成的遥感数据三维全息管理框架，改变了遥感数据的组织模型，数据读取模式从面向文件转为面向网格，形成像素级调度模式，由于缩小了每次调用的数据体量，使得数据处理可以在服务端实时进行。构建了一套数据搜索、数据调度、动态处理和数据服务的基础技术框架。

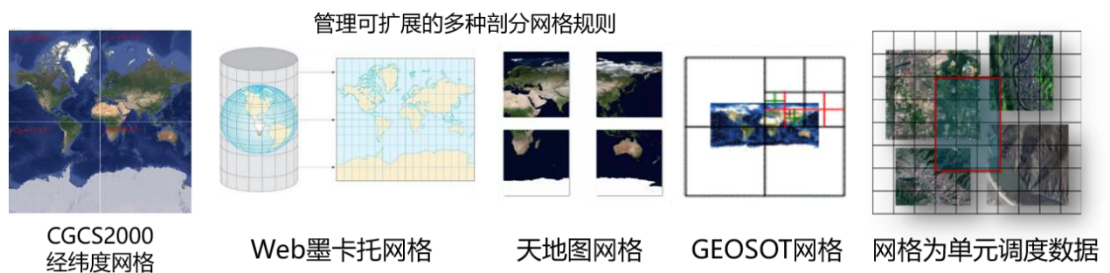


图 2 遥感影像空间网格模型

申请了《一种建立空间网格体系的方法、装置及遥感影像处理系统》、《一种网格检索的方法》和《一种空间网格调度方法》的发明专利。

创新点 2：参数驱动的多规格动态地图服务

基于遥感影像空间网格模型，首次构建了参数驱动的免切片多规格动态地图服务模式，突破了拉伸增强、波段组合、数据融合等动态处理关键技术，解决了传统工艺地图切片服务效率低、存储量大、动态更新难等瓶颈，大幅提升了应用服务效率，实现了“一套数据支持多个场景多类应用”的新模式。

动态切片技术管理多种切片规则（CGCS2000、WEB 墨卡托、天地图等）和切片算法，在服务端完成动态切片，采用不同参数调用即可得到不同规格的地图服务；改变了不同规则需要生成多套切片数据的传统模式。

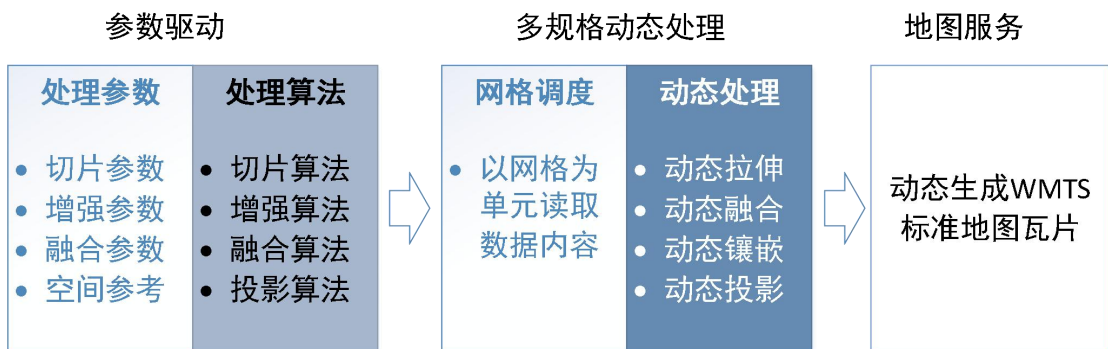


图 3 参数驱动的多规格地图服务

动态拉伸增强技术，可将 4 波段 16 位数据直接显示为 3 波段 8 位真彩色影像；动态匀光匀色技术，统一不同卫星数据的颜色风格；动态波段组合技术，设置用于显示的谱段和排列顺序，可动态显示不同的假彩色效果；遥感影像全色和多光谱数据动态融合技术，可将独立存储的全色和多光谱影

像文件，动态融合成高分辨率的多光谱影像。

经过测试，动态切片技术可将遥感影像发布效率提升1000倍以上。

	免切片发布	切片发布
数据量	11365景/135TB	406景/1TB
瓦片级别	22	17
硬件环境	1台Linux虚拟机	3台windows服务器
发布耗时	48分42秒	238小时

图 4 发布性能对比

创新点 3：海量多时相“动态一张图”服务模式

基于遥感影像空间网格模型，构建了海量多时相遥感影像“动态一张图”服务模式，解决了多时相多图层服务调用、逻辑离散化数据调度等带来的性能提升难题，大幅提升了统一调度、统一服务、快速显示和历史回溯等性能，有效提升了海量遥感影像数据大规模访问的稳定性和可靠性。

单景多时相影像服务存在诸多瓶颈，单景影像发布为空间重叠的独立服务后，前端会因逐层渲染多图层而性能低下。

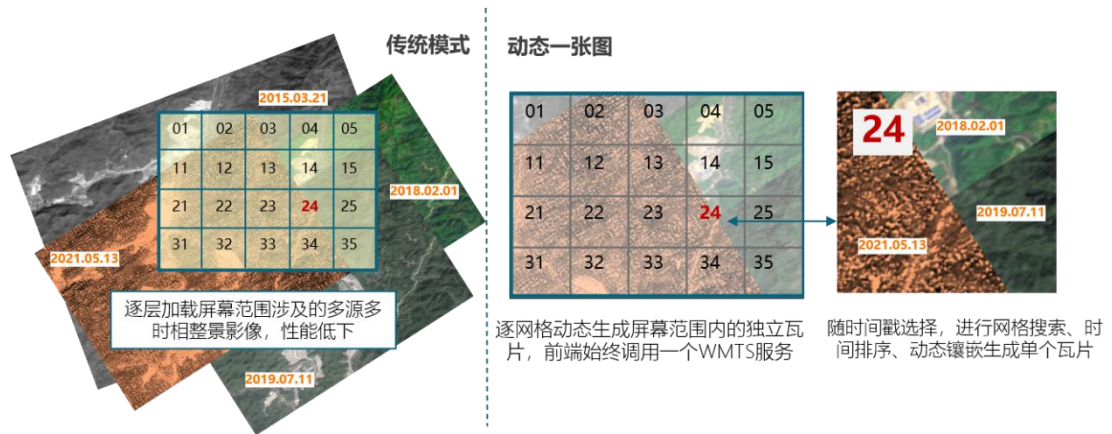


图 5 多时相动态一张图服务

本项目研发了“动态一张图”服务技术，将所有入库的单景多时相数据发布为一个 WMTS 服务图层，动态生成屏幕范围内的独立瓦片，通过快速网格空间搜索，将同一网格内的多源影像按照时间优先动态镶嵌成一张瓦片，前端始终调用一个动态图层，时间轴切换时重新生成瓦片；扩展了 OGC 的 WMTS 规范，增加了起止时间（T0，T1）选项，实现多时相海量遥感数据的统一调度和快速显示。

申请了《一种网格检索的方法和装置》的发明专利。

创新点 4：可视化低损压缩技术

基于遥感影像空间网格模型，自主研发了遥感影像可视化低损压缩技术，将遥感影像数据压缩到 4%以内，且满足目视解译和浏览的需要，大幅提升了数据迁移传输和存储效率。

采用横向分块、纵向跨级别的二维离散小波变换压缩算法，仅保留可视化数据内容，压缩数据与原始数据一一对应，

可独立使用，也可作为原始数据的可视化缓存，需要访问光谱信息时，调用原始数据。全国一期 4 波段 16 位融合影像，原始数据约为 200TB，压缩后约为 7TB，单景影像压缩用时小于 1 分钟。

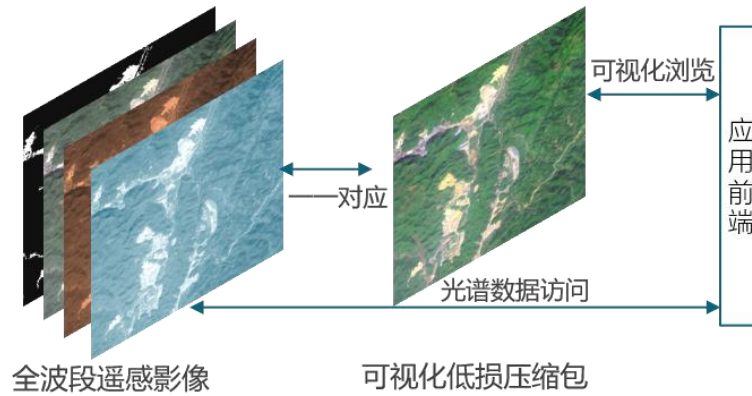


图 6 压缩包与全波段遥感影像

3.应用效果

该成果已在全国地理国情普查及监测、自然资源三维立体时空数据库建设、全国地质灾害信息平台、水利信息化、生态环境监测，以及山东、广东、海南、宁夏、青海等省区自然资源部门得到了广泛应用，同时支撑了航天企业商业化在线服务，经济社会效益显著。

利用项目成果，在市场上直接产生产品和服务销售额超过 1000 万，有超过 3000 万的意向订单正在洽谈当中。由于本成果是遥感影像应用流程中不可或缺的关键环节和核心枢纽，广泛应用后对于整个产业的运行效率将有较大的提升。