

湖南省国土空间基础信息平台建设 关键技术研究

朱家彪, 陶珂

(湖南省自然资源事务中心)

【摘要】原有湖南省国土资源“一张图”数据管理系统在数据分类体系、电子地图快速显示、空间数据库管理、分布式运算与高效空间分析、系统运行管理维护机制等方面面临诸多挑战,不能满足业务运行的需要。针对上述问题,文章研究了两个方面关键技术:国土资源空间数据更新与“一张图”平台升级改造关键技术。

【关键词】国土资源;一张图;云平台;湖南省

【基金项目】湖南省国土资源厅科技研究计划项目:湖南省国土资源业务“一张图”实施及应用研究,项目编号:2017-22

中图分类号:P208

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2026.02.004

Research on Key Technologies for the Construction of Hunan Provincial Land Space Basic Information Platform

ZHU Jia-biao, TAO Ke

(Hunan Center of Natural Resources Affairs)

【Abstract】The original Hunan Province Land and Resources "One Map" data management system faced many challenges in terms of data classification system, fast display of electronic maps, spatial database management, distributed computing and efficient spatial analysis, system operation management and maintenance mechanism, etc., and could not meet the needs of business operation. In response to the above issues, this article studies two key technologies: the key technologies for updating land and resources spatial data and upgrading and transforming the "One Map" platform.

【Keywords】land and resources; One Map; cloud platform; Hunan Province

1 引言

伴随着国土资源事业的深入发展,现有国土资源“一张图”系统迎来了新的发展机遇与挑战。例如:多源国土资源空间数据尚未形成统一的分类管理体系,数据关联性不足且更新时效性有待提升;现有“一张图”平台接口标准尚未统一,面向不同类型用户的资源配置能力有待强化,数据空间分析功能亟待完善;业务需求与平台建设的衔接度有待提升,“一张图”应用领域的专业人才培养力度仍需加大。基于此,本文聚焦国土资源空间数据整合、动态更新及“一张图”平台升级改造关键技术,着力构建新一代“一张图”系统——湖南省国土空间基础信息平台,实现国土空间数据的统一管理、动态更新、高效共享及运维,全面提升湖南省自然资源管理与应用的精细化、智能化水平。

2 湖南省国土资源“一张图”建设:进展与问题

湖南省国土资源“一张图”数据管理平台以计算

机软硬件环境、国产高性能集成开发平台与网络通信技术为主要依托,建成了省、市、县互联互通的国土资源“一张图”数据管理系统^[1]。

在平台建设过程中,以信息化标准规范体系和数据交换体系为体系结构,建成国土资源基础地理类、专业成果类、业务管理类、文档资料、元数据等核心数据库。通过搭建以地政模型库、矿政模型库、防灾模型库为核心的国土行业模型库,组建专业化模型管理层,依托共享服务平台打造国土资源行业通用及专业数据服务体系与工具集,最终构建起以数据与服务为双重支撑,面向湖南省国土资源电子政务平台、共享服务平台、综合监管平台及“一张图”数据管理系统的一体化信息服务体系,成功实现多级平台互联互通、资源高效共享的大型应用服务格局。该平台总体架构自下而上分为运行支撑层、体系结构层、核心数据层、模型管理层、共享服务层和应用层六个层次^[2],具体如图1所示。

依托统一数据发布平台,“一张图”系统可对各类国土资源空间数据开展精准叠加分析,高效输出

分析成果,助力全面、精准、高效掌握湖南省各类资源的数量、结构及空间布局^[3]。结合电子政务系统,该系统能高效支撑建设用地审批、两矿权审批等业务的数据分析工作,精准生成数据分析报告,还可叠加图像核实地情况,切实达成“图数联动”管理目标。当前,“一张图”系统已在建设用地审批、土地规划、耕地保护、矿业权审批、地质环境监测等关键工作中持续发挥重要的数据支撑与决策赋能作用,提升了湖南省国土资源管理的精细化、规范化水平。

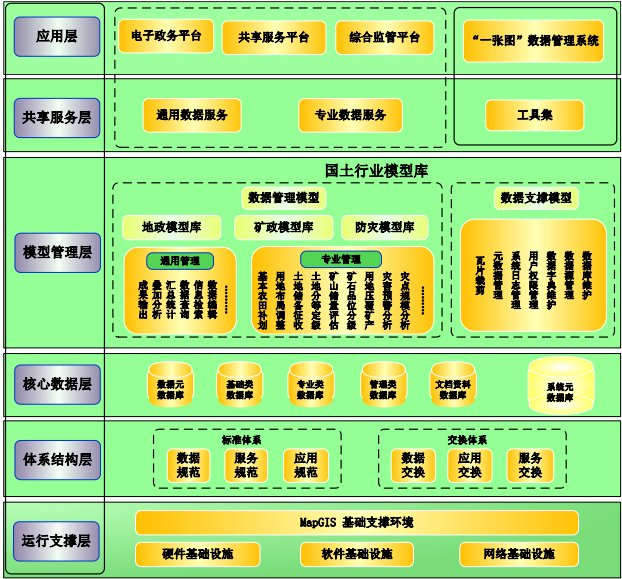


图1 湖南省“一张图”数据管理平台架构

3 湖南省国土资源“一张图”升级研究思路与关键技术

3.1 研究思路

针对当前“一张图”平台在数据管理、平台建设与平台运营管理三方面面临的关键优化方向,本研究首先确立了问题导向的研究框架,明确核心研究内容、科学研究方案及清晰技术路线,进而,攻克了支撑“一张图”升级迭代与深度应用的三大关键技术,即空间数据整合、动态更新及平台升级改造技术。最后,构建完善湖南省国土资源空间数据目录体系,成功完成现有“一张图”平台升级改造,建成新一代湖南省国土空间基础信息云平台,并在地籍数据整合与更新工作中开展示范应用验证,为技术落地与推广奠定坚实基础。

3.2 国土资源空间数据整合关键技术

国土资源空间数据整合旨在整合覆盖重叠区域

的多源地理信息,消解数据间的位置、拓扑及语义冲突,实现数据精准化与冗余最小化^[4]。本研究从位置、语义、关系、时间、尺度五个维度,开展多源国土资源空间数据关联分析,构建多源国土资源空间数据聚合模式与聚合方法,最终达成多源国土资源空间数据的高效整合。多源国土资源空间数据整合需锚定特定聚合主题开展。数据间聚合关系分析分为语义分析与空间分析两大模块:语义分析针对两类或多类数据开展语义相似性度量,研判数据在特定聚合主题下的完备性、匹配度、一致性及互补性;空间分析则挖掘数据对象间的方向、距离、邻近等空间关联关系,为基于位置、关系、尺度的聚合操作提供扎实的空间分析支撑。

针对完成聚合关系分析的多源国土资源空间数据,需结合数据类型与特征选取适配的整合方式。首先从位置、时间、语义、关系、尺度等维度提取数据核心特征,分析数据在各类特征维度上的相似度与关联性;随后依托一种或多种关联模式,运用主题提取模型、时空聚类、地图匹配、融合合并等聚合算法或空间操作实施数据整合,最终生成具备全新应用价值的对象。

3.3 国土资源空间数据更新关键技术

国土资源空间数据更新旨在通过“一张图”平台采用现势性强的现状数据或变更数据更新数据库中非现势性的数据达到保持现状数据库中空间信息的现势性和准确性或提高数据精度的目的,同时将被更新的数据存入历史数据库供查询检索、时间序列分析、历史状态恢复,服务决策管理。本研究针对不同国土资源空间数据,将其数据更新类型分为实体级更新、跨比例尺更新、跨行业更新。不同的更新类型制定不同的更新策略。①对于单个对象,采用联动增量更新,通过对数据库建立语义分类,对增量更新中的各种行为建立模型,实现体系内任意节点增量变化驱动各数据库联动更新,主要步骤包括:空间实体对象增量提取、数据集增量提取及联动增量更新。②对于跨比例尺的空间数据,采用级联更新。级联更新的发起一般是从大比例尺框架要素数据开始,然后逐次传递到小比例尺数据中去。③对于不同行业的国土资源空间数据更新,主要采用协同更新的策略,以框架要素数据的变化为核心,专题数据围绕该核心进行变化的传递,最终达到协同更新。

3.4 “一张图”平台升级改造关键技术

3.4.1 海量国土资源空间数据分布式存储与管理技术

本研究设计研发空间大数据计算引擎,用于海量国土资源空间数据的一体化管理、高效处理与深度分析。该引擎依托分布式存储架构为基础支撑,基于 Spark 分布式内存计算框架构建高效大数据管理体系,显著提升海量数据的处理效能^[5]。为实现数据的高效精准检索,本研究创新采用二级分布式索引技术,构建国土资源空间数据的分布式存储与索引体系。该技术以分布式文件系统为底层依托,将传统国土资源空间数据文件进行合理分片并部署至分布式文件系统,在此基础上搭建分布式空间数据索引。针对资源约束条件,为优化数据存储策略、提升数据计算性能,本研究进一步采用分布式计算与多级缓存动态调度技术,结合配置规则与命中率模型开展数据资源的智能缓存分配。

3.4.2 云资源弹性调度与任务分配技术

当前“一张图”平台资源配置灵活性有待提升,主要体现在难以实现不同用户资源的灵活分配。针对这一问题,本研究率先采用权限管理技术管控平台用户权限,有机融合功能级与数据级两种权限管理方法,构建直观简便且支持细粒度访问的 Web 系统。进而,面向“省—市—县”三级国土资源空间数据管理与应用部门,结合不同用户业务需求对应的计算资源差异,采用 FIFO 调度器、公平调度器及容量调度器等多种任务调度策略分配计算资源,针对不同级别任务合理分配内存大小,杜绝资源浪费。

为应对“一张图”平台高并发场景下服务端处理与响应速度下降的问题,本研究采用扩容缓存、应用拆分及服务熔断技术,大幅提升平台高并发处理能力。同时,为保障系统高并发状态下的高效稳定运行,采用任务调度系统分布式技术、主备切换技术及监控报警技术等高可用手段,实现系统全周期可靠运维。

3.4.3 海量国土资源空间数据可视化统计分析关键技术

该研究平台图形展示突破“前端浏览瓦片、后端分析矢量数据”的局限,采用动态渲染矢量数据,显著提升查询浏览效率。海量矢量数据动态快速渲染

引擎涵盖空间数据库读取、数据处理、数据渲染三大核心模块。基于高效缓存与数据组织管理策略,结合多维时空信息动态可视化、虚拟地理环境等技术,实现高空、地表、地上、地下全空间一体化三维信息显示表达,以及填挖方分析、坡度坡向分析、可视域分析等“即时分析、及时展现”的高性能空间分析。高性能空间分析流程包含任务拆分、任务执行及任务合并三个环节,由高性能分布式空间分析引擎提供计算支撑。

4 结论与展望

本文针对湖南省国土资源“一张图”建设应用中面临的问题,研究“一张图”升级改造关键技术,构建新一代国土资源“一张图”平台——湖南省国土空间基础信息云平台,实现国土资源空间数据统一管理与动态更新,进一步提升湖南省自然资源管理与应用水平。该平台接入湖南省国土空间规划、土地审批、用途管制、耕地保护、督察执法等多个业务系统,支撑众多空间分析用户,社会效益与经济效益显著。

参考文献

- [1] 李德仁, 姚远, 邵振峰. 智慧城市中的大数据[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2014, 39 (6): 631-640.
- [2] 薛晓娟, 李英成, 王恩泉, 等. 大数据时代国土资源“一张图”的构建[J]. 北京测绘, 2019, 33 (11): 1297-1301.
- [3] 国土资源部下发《关于促进国土资源大数据应用发展的实施意见》[J]. 资源导刊, 2016 (11): 4.
- [4] 孙群. 多源矢量空间数据融合处理技术研究进展[J]. 测绘学报, 2017, 46 (10): 1627-1636.
- [5] 石晶, 范猛, 李万龙. 基于 LDA 模型的主题分析[J]. 自动化学报, 2009, 35 (12): 1586-1592.