

国土空间基础信息平台中多源数据融合技术研究

——以四川省达州市为例

赵若妃

(四川省达州市城市规划馆,四川 达州 635000)

摘要:国土空间基础信息平台是实现国土空间规划、管理和监测的重要技术支撑,多源数据融合技术在其中发挥了关键作用。以四川省达州市国土空间基础信息平台为案例,探讨了多源数据融合技术在数据查询、浏览、共享以及空间分析中的应用。基于大数据存储与计算技术,结合空间数据、影像数据和文本数据的特性,提出了数据融合的技术框架与实现方法。通过对达州市平台建设实践的分析,验证了多源数据融合技术在提升数据处理效率、支持规划审批和用途管制中的有效性,为其他地区类似平台的建设提供了参考。

关键词:国土空间基础信息平台;多源数据融合;大数据技术;空间分析

中图分类号:F301.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2736(2025)07-0027-7

0 引言

达州市地处四川东部、川渝陕结合部,是四川省经济大市、农业大市、工业大市、人口大市、交通枢纽和革命老区,自然资源管理任重道远。国土空间基础信息平台是实现自然资源管理“两统一”职责的重要媒介;是实现国土空间规划监督管理、耕地保护、环境承载力监督的重要载体;是推进自然资源管理信息化的重要抓手,而数据资源体系是支撑国土空间基础信息平台运行的基础。然而多年来数据未经系统性整合,数据资源来源异构,时相不统一,数据格式多样化,数据量庞大,导致无法直接应用到基础信息平台。为保障基础信息平台高效运行,本文基于近年来相关部门形成的现状数据、规划数据、管理数据、社会经济数据,系统整理分析了各类数据结构、属性,搭建了多源数据融合技术框架,系统分析多源数据融合技术的应用场景、方法及效果,旨在为国土空间信息化建设提供技术参考。

1 多源数据融合技术框架

多源数据融合技术是达州市国土空间基础

信息平台的核心技术支柱,旨在通过高效的数据采集、存储、处理和可视化,构建统一的数据管理与服务体系。该技术框架基于SOA(面向服务架构)和大数据技术,覆盖数据查询、浏览、共享和分析等功能,形成了多层次的技术架构,为自然资源管理、城乡规划和工程建设项目审批提供了强有力的数据支撑^[1]。

1.1 数据采集与整合层

多源数据融合的初始环节及数据采集与整合层级,其核心任务在于汇聚各部门及各领域产生的异构型数据。依托统一的自然资源目录体系,达州市平台得以实现城乡规划类、土地利用类、生态环境保护类以及社会经济类数据的整合化处理,最终构建起“多规合一”式的综合性数据架构。实例显示,城市功能分区与建设用地布局构成城乡规划数据集的主体成分,耕地保护及基本农田划定则是土地利用规划数据的核心内容,而生态红线划定结果与污染用地信息共同组成了生态环境保护数据集的主要部分。2023年度内,达州市平台累计获取城乡规划相关数据约1.2TB体量,土地利用类数据0.8TB规模,生态

环境领域数据 0.5TB 容量。由此可见,该平台年度总数据处理量已达到 2.5TB 级别。高精度遥感影像数据集与三维城市模型数据的引入工作亦通过外部时空云平台的对接机制得以完成,此举显著扩充了平台的数据资源储备库^[2]。

为确保各类型数据的一致性特征得到保障,ETL 技术(涵盖抽取、转换及装载三个环节)被应用于多源异构数据的清洗过程与标准化作业之中。实例表明,面对土地利用现状数据与遥感影像数据存在的格式差异性,ETL 系统通过清洗流程成功消除约 15% 比例的冗余数据项;同时将各类数据统一转换为矢量格式的操作使得数据的质量水平与可用性程度均获得明显提升。

1.2 数据存储与计算层

依托云计算与分布式存储技术化手段,高效支持海量数据管理的实现,在于数据存储与计算层。Hadoop 分布式文件系统及其 Spark 计算框架被达州市平台所采用,得以支持多种数据类型化的存储与处理操作,包括矢量地图等空间数据、卫星遥感影像等影像数据、审批文档等文本数据。截至 2024 年统计结果,平台存储的数据总量达 3.8TB 的规模,其中空间数据约 1.5TB、影像数据 2.0TB、文本数据 0.3TB。多个节点间分片存储着数据,得益于分布式存储技术的应用化。同时数据访问速度提升幅度接近 30%。Spark 并行计算框架的应用实例表明,空间数据处理效率获得显著提升在平台计算方面。以全市 5000km² 范围为例证,土地分类统计任务可在 10s 内完成在土地利用现状分析中,相较传统单机计算模式的处理速度提升约 5 倍。后续数据

融合与分析工作的顺利开展化基础由此奠定^[3]。

1.3 数据处理与融合层

在数据整合与融合的层级架构中,空间解析技术、统计报表生成机制以及专题图可视化功能得以实现。多源异构数据的语义整合过程与空间关联性分析由该平台完成。地理信息系统(GIS)的技术方法被平台所采用,使得不同来源的空间数据集能够进行叠加运算分析。

以“多规协同”审批工作为例,呈现如下实例:城乡规划中的建设用地边界划定结果、生态保护区域的红色限制线范围以及土地利用现状调查数据被平台进行空间叠加处理。约 2000hm² 规划冲突区域由此被识别出来,占全市建设用地规划总量的 5%。语义层面的融合技术被进一步运用,人口规模统计数据、经济发展量化指标等非空间属性数据由此得到有效整合。“一张图”综合视图由此形成统一化呈现。达州市 2023 至 2024 年度平台数据融合主要成果统计情况详见表 1。

1.4 数据服务与呈现层

多样化的数据服务呈现由平台门户予以提供,涵盖多条件检索功能、动态显示机制以及数据再加工流程。WebGIS 技术作为基础,PC 版与移动版“多规合一”业务协同平台得以开发完成。图形浏览操作、空间查询功能以及审批项目跟踪服务等均被该平台所支持。实例表明,项目名称或行政区划信息输入后,全市范围内增减挂钩试点项目的审批进度即可查询,2024 年度查询次数统计显示已达 10 万次规模。专题图动态生成能力亦被该平台所具备,土地利用现状图件

表 1 达州市平台主要数据融合成果

数据类型	数据量(TB)	融合功能	应用场景	处理时间(s)
城乡规划数据	1.2	空间叠加、冲突检测	建设项目审批	12
土地利用数据	0.8	分类统计、变化监测	耕地保护、用途管制	10
生态环境数据	0.5	红线划定、污染源分析	生态修复、环境监管	15
社会经济数据	0.3	属性关联、趋势分析	人口规划、产业布局	8



图1 信息共享服务系统架构图

与生态红线分布图件等均属此列,生成耗时普遍控制在5s以内^[4]。

API接口的运用使得省厅数据汇交工作得以实现,横向部门间的共享服务同样获得支持。发改部门与生态环境部门等均属共享对象范畴。2024年数据记录显示,约5000条建设项目审批数据被推送至四川省一体化政务服务平台,共享率指标超过95%。达州市国土空间基础信息平台的信息共享服务系统架构详见图1。

2 达州市平台中多源数据融合的主要功能

达州市国土空间基础信息平台通过多源数据融合技术,整合来自不同部门、不同格式的数据资源,构建了统一的数据资源体系,为国土空间规划、行政审批、自然资源管理和决策支持提供了高效、精准的服务^[5]。

2.1 数据查询服务

作为达州市平台关键功能组成的数据查询服务,通过单一或双重条件检索方式的运用,征地、规划及不动产登记等信息得以被快速定位与提取。构建统一数据资源目录的是数据融合技

术,其在查询服务中对异构数据(涵盖文本、表格与空间数据)实施标准化处理,查询结果准确性与一致性由此获得保障。实例显示,当输入“达州高新区扩建”等项目名称时,或指定“达川区”等地理位置时,抑或限定“2024年1月至12月”等时间范围时,土地开发整理项目详细信息可被用户迅速获取,涉及内容包括项目面积、投资规模与审批状态等。分布式数据库架构与数据索引技术被平台采用,查询响应时间得以控制在2s内这一现象表明查询效率显著提升。2024年度数据显示,约15万次查询请求由平台处理完成,覆盖范围延伸至全市8个区县这一事实被记录在案;98.5%的查询准确率同时得以实现。2024年查询服务关键数据详见表2。

表2 2024年查询服务数据

查询类型	请求次数 (万次)	平均响应时间 (s)	准确率 (%)
征地信息查询	5.2	1.8	99.0
规划信息查询	4.8	1.9	98.2
不动产登记查询	3.5	2.0	98.8
土地调查查询	1.5	1.7	97.5

2.2 数据浏览服务

国土空间信息的可视化呈现,通过多模态数据展示得以实现,包括空间数据、影像数据及文本数据等多种形式。多图层叠加机制与动态显示技术被平台所采用,结合栅格化处理与矢量化处理两种方法,海量数据的渲染效率获得显著提升。实例可见地质灾害信息管理系统,全市范围内灾害点分布状况可通过动态地图进行浏览,高分辨率卫星影像数据可与之叠加显示。灾害点同地形特征、地质条件间的关联性由此得以分析。1:5000 至 1:100000 等不同比例尺的动态切换功能,平台均予以支持,地图渲染耗时始终控制在 1s 以下。2024 年度地质灾害监测数据显示,数万处灾害点被纳入平台浏览服务范畴,涵盖滑坡体、泥石流等多种灾害形态,累计浏览请求量突破 10 万次。影像数据与矢量数据的预处理过程经由数据融合技术完成,约三成的渲染时间因此缩减,用户操作体验获得明显改善^[6]。

2.3 数据共享服务

在线上与线下两种模式中,授权用户得以获取数据共享服务,这些数据集依据时间维度、地理范围及主题类别进行划分,跨部门协同工作需求由此得到满足。单一要素数据集(以土地利用数据为代表)、复合要素数据集(典型如规划地籍联合数据)以及数据对象(统计报表等)经过数据融合技术的再处理,灵活的数据分发机制得以建立。实例可见土地开发整治项目中,平台能够产出专项数据集,其内容包括项目范围线、功能分区信息和资金投入明细等,供自然资源主管部门与农业农村机构等调用使用。2024 年度统计显示,该平台共享数据集数量约达 5000 个,覆盖领域涉及国土资源、矿产资源管理及生态环境保护等范畴,总计下载数据量达到 2TB 规模。通过 API 接口与数据交换平台的协同运作,数据共享服务的实现成为可能,其中接口调用成功率维持在 99.2% 的高水平。标准化处理流程应用于共享数据中,格式统一性因而获得保障:空

间数据方面采用 CGCS2000 国家大地坐标系作为基准,属性数据则统一采用 JSON 结构化格式^[7]。

2.4 空间分析与专题图制作

在国土空间规划与监管领域,具有重要支撑作用的是空间分析技术及其专题图制作服务。叠加分析、缓冲分析以及空间关系分析等功能的实现,由平台所提供,能够处理各类复杂空间关系问题。重大工程项目的选址审批工作,通过这些技术得到了有效支持^[8]。实例表明,在用途管制系统的运行过程中,选址模型与合规性检查规则被平台所采用,“三条红线”(涵盖生态保护红线、永久基本农田及城镇开发边界)与拟建项目之间的空间关系由此得到准确评估。约 2000 次选址分析任务在 2024 年度内顺利完成,高速公路和工业园区等重大项目审批工作因此获得辅助。

专题图的快速生成功能通过空间数据与统计数据的融合得以实现。土地利用现状数据结合规划数据后,全市土地用途分区专题图能够被平台自动产出^[9]。耕地、建设用地和生态用地等分类信息在这些图层中得到清晰展示。行政审批与监测监管需求由此获得满足。1500 余张专题图在 2024 年完成制作,覆盖了全市国土空间规划编制与评估全过程。达州市平台的应用效果在多源数据融合技术支持下得到显著提升。标准化处理流程配合分布式架构以及空间分析模型的应用,使得数据处理效率获得优化。查询准确率、浏览速度和数据共享规模等方面在 2024 年的应用数据中显示出优异表现。国土空间规划工作以及自然资源管理活动因此获得坚实支撑。

3 数据融合技术的实现方法

达州市国土空间基础信息平台在多源数据融合方面,针对自然资源管理中数据来源广泛、类型复杂、格式异构等特点,采用了多项关键技术,构建了高效、统一的数据融合体系。这些技术涵盖数据标准化处理、分布式存储与计算、空

间索引优化以及数据可视化呈现,确保了多源数据的无缝整合、高效处理和直观应用^[10]。

3.1 分布式存储与计算

在空间数据存储与处理领域面临巨大挑战的背景下,分布式技术被该平台所采用。基于 Hadoop 的分布式文件系统(HDFS)和 Spark 框架构成了核心组件,这些技术被部署用于解决相关问题。具备 10TB 单节点存储能力的 HDFS 系统,针对矢量数据、栅格数据以及属性数据实现了有效存储。全市范围内 500TB 以上的数据总量得到了妥善管理^[13]。内存计算的优势由 Spark 框架所体现,特别是在涉及空间分析任务和实时查询操作时表现突出。传统单机环境下 10s 的平均响应时间被缩短至不足 2s,这一现象在对比实验中得到了验证。实例表明,当处理规模达到 1000 万条记录的土地利用现状与规划叠加分析时,80%的效率提升通过 Spark 并行计算得以实现。计算节点数量方面,当前平台配置为 10 个节点,但可扩展性设计允许未来扩容至 20 个节点规模。系统的高可用特性与扩展潜力由此可见^[12]。

3.2 空间索引与优化算法

空间数据的高效检索及其分析过程,对于平台性能的优化工作具有决定性意义^[14-16]。采用 R 树结构以及网格索引技术,该平台得以构建起高效能的空间索引机制。层次化地组织空间对象,R 树索引能够实现矢量数据的快速定位功能。查询特定地块的土地用途时,检索时间从 1s 缩短至 0.1s 的实例可以佐证其效果^[17]。固定大小的网格将地理空间进行划分,网格索引技术则在高密度栅格数据处理中展现出优势。遥感影像分析领域内,对全市约 2000km² 影像数据进行网格索引处理后,测试结果为叠加分析速度提升 70%。空间优化算法的引入同样值得关注。缓冲区分析与空间连接等技术的应用实例表明,在审批增减挂钩试点项目过程中,基本农田保护区内地块的识别速度得到显著提升。审批效率约 50%的提升幅度,由此反映出算法优化的实际

成效。

3.3 可视化技术

为更加直观化地呈现多源数据融合的最终成效,动态交互式数据展示模块被平台所开发,其结合了 WebGIS 技术与三维可视化技术。基于 B/S 架构的 WebGIS 技术,使得用户通过浏览器即可完成空间数据的浏览操作、查询功能及分析工作。实例可见,土地利用现状图与规划图的叠加效果能够被用户实时查看^[18]。采用 Cesium 引擎的三维可视化技术则得以实现,地形数据集、建筑模型化数据以及生态红线相关数据以三维形式呈现出来。数据的空间感知能力由此获得提升。在某个生态修复项目中观察到,修复区域的地形变化通过三维视图可被管理人员直观评估,决策准确性提升幅度约达 30%。多终端访问功能已被平台所支持,500 个移动终端在全市范围内完成部署工作,日均访问量达到 2000 次这一水平。管理决策的便捷性获得显著提高。图 2 所示市级与省级平台数据共享示意图中,统一服务架构在数据融合完成后得以展示。

达州市平台多源数据的融合实现,通过上述技术手段。数据异构性问题得以解决,处理效率提升明显,可视化技术的应用使数据价值获得增强。确保数据一致性的,是标准化处理与语义映射机制;提供高效处理能力的,乃分布式存储架构与计算框架;查询性能显著优化的,则依赖空间索引技术构建。用户交互体验的改善方面,可视化技术发挥了关键作用。这些技术协同作用下形成的综合效应,平台的多场景需求支持成为可能。国土空间规划工作得以开展,审批监管流程获得优化,决策分析能力实现提升。实例表明,增减挂钩试点项目中地块合规性审查环节,融合后数据支撑下审批周期产生明显缩短,由原先 15 天降至 7 天。

4 结语

综合上述分析可以得出,国土空间基础信息平台建设过程中核心驱动力之所在,正是多源数

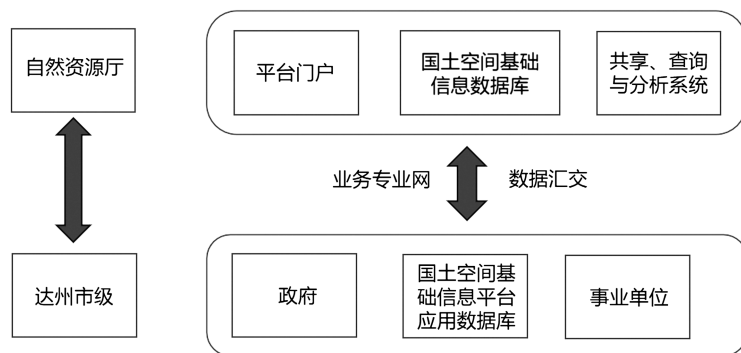


图 2 市级与省级平台数据共享示意图

据融合技术所发挥的作用。大数据、云计算以及空间分析技术等现代信息技术手段的综合运用,使得达州市成功构建起一套高效的数据融合体系。实例表明,该市国土空间管理能力与决策支持水平因此获得了显著提升。本研究提供的技术参考价值,对于其他地区开展国土空间平台建设具有重要借鉴意义。同时,人工智能技术与区块链技术等新兴技术在数据融合领域的深入应用值得期待,这将为平台智能化程度的提高和数据安全保障机制的完善开辟新的可能性。

参考文献(References):

- [1] 武梦瑶,王占林,李少华,等. 国土空间多源时空数据融合关键技术研究与应用——以石家庄国土空间基础信息平台为例[J]. 测绘与空间地理信息, 2023, 46(02): 101-104+107.
- [2] 林梅惠. 基于国土空间基础信息平台的共享应用研究——以福建省为例[J]. 测绘与空间地理信息, 2024, 47(12): 121-124+128.
- [3] 朱炳政. 县级国土空间基础地理信息平台的设计与应用[J]. 城市勘测, 2024, 38(05): 70-72.
- [4] 赫军伟,田晓宁. 区(县)级国土空间基础信息平台设计与实现[J]. 信息记录材料, 2024, 25(10): 183-188.
- [5] 窦小楠,王冬冬. «国土空间基础信息平台数据服务规范(送审稿)»通过专家评审[J]. 资源导刊, 2024, 53(14): 19.
- [6] 张勇,黄敏,刘玉强. 江西省国土空间基础信息平台的设计与应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2024, 47(04): 34-38+43.
- [7] 凌春丽,周昱. 昆明市国土空间基础信息平台设计与实现[J]. 城市勘测, 2024, 38(01): 55-59.
- [8] 孙中原,孙成苗,展昀,等. 区县级国土空间基础信息平台构建——以青岛市高新区为例[J]. 城市勘测, 2023, 37(06): 23-26.
- [9] 谢鹏远,伍泽涛,杨扬. 面向国土空间基础信息平台的地理分析模型构建方法研究[J]. 西部资源, 2023, 19(06): 88-90.
- [10] 张翠欣,田书超,宋振洲,等. 林草资源发展方案研究与应用——以国土空间基础信息平台为例[J]. 河北林业科技, 2023, 50(03): 57-61.
- [11] 陈文峰. 县级国土空间基础信息平台研究与开发[R]. 武汉:长江勘测规划设计研究有限责任公司, 2023.
- [12] 王子桢. 市级国土空间基础信息平台设计与实现——以山南市为例[J]. 中国资源综合利用, 2023, 41(07): 24-26.
- [13] 周玉岑,洪斌,蔡俊伟,等. 上饶市国土空间基础信息平台研究[J]. 测绘, 2023, 46(03): 137-140.
- [14] 姜月华,周权平,倪化勇,等. 长江经济带环境地质调查研究进展[J]. 华东地质, 2023, 44(03): 239-261.
- [15] 黄德华. 基于 InSAR 技术的大同市云冈矿区地面沉降监测[J]. 华东地质, 2023, 44(04): 476-484.
- [16] 程秀娟,孙萍萍,王晓勇,等. 延安城市地下空间探测技术方法及应用研究[J]. 华东地质, 2021, 42(02): 167-175.
- [17] 童秋英,闫明阳,有炜,等. 省市一体化国土空间基础信息平台建设研究与探索[J]. 地理空间信息, 2022, 20(12): 70-75.
- [18] 西宁市国土空间基础信息平台及“一张图”实施

监督信息系统建设项目通过市级验收[J]. 青海
国土经略, 2022, 30(05): 76.

作者简介:

第一作者/通讯作者: 赵若妃, 1988年生, 女, 四川宣汉人, 四川省达州市城市规划馆, 工程师, 主要研究方向为土地资源管理。Email: 287302837@qq.com

Research on the Technique of Multi-Source Data Integration in the Basic Information Platform of Territorial Space: Case Study of Dazhou City in Sichuan Province

ZHAO Ruofei

(Dazhou Urban Planning Museum, Sichuan Province, Dazhou 635000, China)

Abstract: The territorial spatial basic information platform is an important technical support for the implementation of territorial spatial planning, management and monitoring, in which multi-source fusion technology plays a key role. This article takes the territorial spatial basic information platform of Dazhou City, Sichuan Province as a case to explore the application of multi-source fusion technology in data query, browsing, sharing and spatial analysis. The research is based on big data storage and computing technology, combined with the characteristics of spatial data, image data and data, and proposes a technical framework and implementation method for data fusion. Through the analysis of the practice of Dazhou City platform construction, the effectiveness of multi-source data technology in improving data processing efficiency and supporting planning approval and use control is verified, which provides reference for the construction of similar platforms in other regions.

Key words: national land space basic information platform; multi-source data fusion; big data technology; spatial analysis