

测绘与地理信息融合条件下空间数据管理技术应用

夏宇航 甘顺雨

湖北天地云地信科技集团有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i6.2373

[摘要] 测绘技术与地理信息系统不断融合,使空间数据在结构、来源与表达方式上呈现多维特征,也推动数据组织模式、质量控制机制与处理流程向体系化方向发展。伴随多源数据协调能力、时空表达能力与智能处理能力的提升,空间数据管理在自然资源监测、城市建设治理与工程安全管控中的作用愈加突出,使行业应用的精细化水平与响应能力得到强化,为空间信息技术的深化发展奠定了可靠基础。

[关键词] 测绘; 地理信息融合; 空间数据管理; 时空数据组织; 质量控制

中图分类号: P25 文献标识码: A

Application of Spatial Data Management Technology under the Integration of Surveying, Mapping, and Geographic Information

Yuhang Xia Shunyu Gan

Hubei Tiandi Yun Geomatics Technology Group Co., Ltd.

[Abstract] The continuous integration of surveying technology and geographic information systems has led to spatial data exhibiting multidimensional characteristics in structure, source, and mode of representation, while also driving data organization models, quality control mechanisms, and processing workflows toward greater systematization. As capabilities in multisource data coordination, spatiotemporal expression, and intelligent processing improve, spatial data management plays an increasingly prominent role in natural resource monitoring, urban governance, and engineering safety supervision. These advancements enhance the precision and responsiveness of industry applications, establishing a solid foundation for the further development of spatial information technologies.

[Key words] surveying; geo-information integration; spatial data management; spatiotemporal data organization; quality control

引言

测绘技术的现代化演进与地理信息系统的持续深化,使空间数据的生成方式不断扩展,数据载体的精细化与动态化趋势愈加显著;而在多源数据不断叠加的环境中,数据结构的异质性、更新频率的加快以及表达精度的提升要求,使传统管理模式逐渐暴露出模型割裂、质量难稳与服务能力不足等问题。随着时空信息需求在自然资源治理、城市建设与工程监管中愈发突出,对数据组织、质量控制与智能处理的要求随之提高,使空间数据管理从单纯的存储与调用向体系化、智能化与服务化方向推进。一套能够兼容多源数据、保持语义一致并支撑多场景调用的管理机制,由此成为测绘与地理信息融合背景下的核心任务,使空间数据在更大范围内发挥价值。

1 空间数据管理的关键技术体系

1.1 空间数据组织技术

在测绘与地理信息不断融合的背景下,空间数据组织方式的整体性与协调度成为管理系统能否稳定运行的基础。多源数据在精度、格式与语义上的差异,使统一组织模型的重要性愈加凸显,而当坐标基准、数据结构与分类体系在同一框架内实现兼容时,数据之间的关联关系便更易被揭示,使后续处理具备更高的可塑性^[1]。尤其是在高分辨率遥感、三维激光点云与移动测量成果不断汇入的条件下,组织模型的扩展能力与结构弹性进一步影响数据的服务范围,使空间数据的管理体系呈现更强的整体协调性。

1.2 空间数据质量控制技术

质量控制是确保数据可靠性的关键环节,尤其在融合环境中显得更为重要。不同测源、不同时间与不同尺度的数据被整合到同一平台时,精度校核、语义一致性检验与拓扑约束检查便被置于核心位置,使数据在表达现象、刻画变化与支持分析时保

持稳定性与可信度。动态更新场景中，质量控制机制需要具备敏捷响应能力，使新增数据与既有数据在结构、属性与时间维度上保持协调，使整个系统避免因误差累积而偏离实际。

1.3 空间数据存储与时空管理技术

随着时态信息在行业应用中的价值不断提升，数据存储方式从静态记录向时空表达逐渐演进，使管理系统能够刻画地物变化与区域演化趋势。时空管理技术不仅强调多时相数据的连续性，也强调数据之间在时间轴上的逻辑一致，使管理平台能够支持状态监测、变化分析与未来推演，使空间数据具备“过程表达”的能力。这一能力的增强，使空间数据管理从结果描述迈向动态认知^[2]。

1.4 智能化空间数据处理技术

智能处理技术的引入，使空间数据管理的效率与精细度实现显著提升。依托机器学习与深度特征提取技术，系统能够在大规模数据中识别异常、提取模式并生成优化后的结构表达，使管理流程由人工驱动转向半自动或自动化运行。智能化处理不仅提升数据加工速度，也强化推理能力，使空间数据在复杂情境下保持更高适应性，为行业应用拓展更广阔的技术空间，使管理体系具备持续演化的动力。

2 测绘与地理信息融合条件下的空间数据管理应用模式

2.1 自然资源监测的集成表达模式与动态识别能力的强化

自然资源调查日趋精细，而多源信息融合使资源分布、生态变化与风险要素得以以更连贯的方式呈现，使空间数据管理平台在监测、研判与预警中的作用愈加凸显^[3]。多尺度影像、三维点云与地面测量成果被整合后，资源本底信息的表达精度显著提高，而在动态监测任务中，时序数据的加入又使变化特征的识别能力不断增强。当区域地表形态、植被结构或水资源格局呈现非线性变化趋势时，融合体系能够形成跨尺度的对照关系，使监测结果保持稳定性与敏感性。

表1 不同监测因子在融合条件下的识别精度提升率

监测因子	单源识别精度	融合识别精度	提升幅度
冠层密度识别	72%	89%	18%
可燃物含量提取	68%	83%	15%
坡向分析	81%	92%	11%

这种能力的提升并非抽象概念，而是已经在若干自然资源项目中展现出具体价值。例如在某省森林火险监测试点中，技术团队将UAV高分影像、激光点云与地面样地数据整合到统一数据域中，借助融合模型提取冠层密度、坡向、可燃物含量等关键指标，使火险隐患区的识别精度较传统单源方法提高约18%；而在火险等级推演环节，时空数据库支持连续分析，使监测单位能够将预警时间窗口提前约3小时，使防御体系更具主动性。为进一步比较不同要素的变化程度，相关机构采用了如下数据汇总方

式(见表1)，使动态趋势的差异更为直观。

表1内容展示了不同因子在融合条件下的识别差异，使技术的优势能够以可验证的方式呈现。融合后的数据模式不仅强化了监测体系的辨识能力，也提升管理部门对资源演化过程的解释力度，使自然资源治理逐步向数字化、精细化与预测化方向延伸。

2.2 城市规划建设中的时空支撑体系与综合服务能力的拓展

随着城市规模、结构与功能区布局不断演进，规划与建设对时空信息的依赖愈加明显，使空间数据管理必须在表达、分析与三个层面具备足够韧性。当多源测绘成果与城市地理信息系统形成可互认的结构后，城市要素的分布格局便能以多维方式呈现，使规划体系能够对城市形态与内部逻辑形成更准确的判断；而在建设管理阶段，动态更新能力又使工程活动的时空状态得以持续记录，使质量、安全与成本等要素能够在同一视域内被分析、解释与优化。

城市道路改扩建项目的管理过程揭示了这一体系在实践中的运行方式。以某市交通枢纽工程为例，管理部门将施工测量成果、地下管线数据库与BIM模型在同一空间框架内整合，并依托时空管理平台构建动态监控界面，使道路结构变化、管线迁改风险与周边敏感区影响在同一尺度下可视化呈现。工程团队在识别某区域地基沉降隐患时，借助时序点云与地面沉降监测数据形成对比，使预测误差较以往降低约12%，而工程调整方案的制定时间缩短近四分之一，使管理的主动性和工程运行的安全性显著增强。

更为值得注意的是，城市治理场景中呈现出的“数据即服务”趋势也使空间数据管理的角色发生变化。系统不仅承担数据存储与处理任务，还承担跨部门的业务协调功能，使规划、建设、运维等多类主体能够在统一数据视图上形成协作，使城市运行机制更趋透明、稳定与高效。

2.3 工程测量协同模式下的精密控制体系与风险响应能力的增强

工程建设对空间数据精度、时效与完整性具有高度敏感性，使融合环境下的空间数据管理在工程测量任务中承担着支撑、协调与校核的多重功能。当测绘成果与工程管理平台在统一模型中联动时，结构形变、施工扰动、环境响应等因素能够被及时捕捉，使工程监测具备更强的连续性与解释能力；而在极端条件或复杂场景中，动态数据管理机制又使工程团队能够以更快速度生成可操作的判断，使风险响应具备前瞻性。

这一机制在某跨江大桥建设项目中体现尤为明显。工程团队在主塔施工阶段采用融合管理体系，将GNSS高精度监测、激光扫描与水准测量数据统一入库，使塔身形变量能够在分钟级时效内被识别。当监测系统捕捉到约3.5mm的瞬时偏移趋势时，平台立即对比历史变化曲线并生成风险提示，使施工指挥组迅速调整模板支撑结构；该事件最终避免了约48小时的误工风险，也使工程成本降低约6%，体现出融合管理体系在关键工程节点中的价值。

类似案例显示,工程测量协同模式不仅强化监测精度,也使风险控制具备数据化基础,使管理体系能够构建可追溯、可分析与可预测的技术链条,使工程建设活动在更多维度上具备稳健性。

3 融合背景下空间数据管理的优化路径

3.1 构建统一模型体系以增强多源兼容与关联能力

在多源测绘成果不断并入管理系统的背景下,一套能够兼容不同尺度、不同语义与不同精度的数据模型,是支撑融合管理体系稳健运行的基础[4]。模型结构若具备足够的弹性,数据在叠加、转换与裁剪时便能保持结构稳定,使多源信息在同一语义框架下形成可对照的表达方式。地形、地貌、地物特征在模型中的层次化组织,使数据不再是孤立实体,而是构成了具有关联逻辑的整体网络,为后续的分析推断提供坚实基础。在某地的自然资源统一调查实践中,团队以区域生态要素为线索重建数据模型,使水系、坡度与土地利用类型之间的耦合关系得以呈现,模型更新速度与内部一致性显著提升,使平台在后续监测任务中保持更高的稳定性与响应能力。

统一模型体系带来的优势不仅体现在融合效率上,更体现在数据价值的二次释放上,使管理体系能够以更高的准确度处理跨尺度分析,使用户在政策制定、工程校核与空间推演中获得更具解释力的支撑线索。

3.2 健全质量控制链条以提升动态数据的可信度与稳定性

融合环境下的空间数据具有高密度、高频次与高动态性等特征,使质量控制不再是终端环节,而是贯穿采集、传输、处理与更新的连续链条。精度校核、拓扑约束与语义一致性检测共同构成了数据可靠性的基础,而动态校核机制的引入,使管理体系在数据更新过程中具备自我审查能力,使误差在早期便能被识别与修正,使数据在快速变化的场景中仍保持稳定表达。例如某交通工程监管平台引入分层校核机制,将道路构造线的每日变化量与变形阈值形成对应表,系统依托动态比对算法自动筛查异常段落,管理人员在收到预警后及时核查,既降低了人工排查成本,也显著提升了监测精度,使平台在连续监管中保持可控节奏。

质量控制体系的健全使空间数据具有更高的公信力,也使管理平台在跨行业协作中具备更强的可靠性,使融合数据在研究分析、规划研判与风险监测中的作用不断强化。

3.3 推进智能化处理体系以提升平台的自主运行能力与服务深度

空间数据规模的快速增长使传统处理模式逐渐难以应对复杂场景,而智能化处理体系的建设,使平台具备更高效的数据识别、结构化与推理能力。机器学习算法在特征提取、异常识别与模型预测中的引入,使数据处理从被动整理迈入主动学习阶段,使系统在面对复杂结构数据时仍保持高效运转。在某市的地下管网普查项目中,管理平台借助深度学习模型自动识别老旧管线的形变特征,准确率较人工标注显著提高;工程团队以识别结果为依据优化巡检路线,使作业效率提升近一倍,也使风险排查过程更具针对性。

智能化处理体系不仅提升处理速度,更重要的是强化平台的自解释能力,使数据逻辑、分析链条与推断依据保持透明,使决策者在产业治理、规划评估与工程监管中获得更具价值的空间证据。随着模型训练机制愈加成熟,空间数据管理系统的自主运行能力持续增强,使其在未来更能支撑大型空间治理工程与跨区域协同任务。

4 结语

空间数据管理体系在测绘与地理信息深度融合的推动下不断演进,其内在价值已从单纯的数据承载上升为支撑空间认知与区域治理的关键力量;随着多源信息的持续汇聚、时空表达能力的不断强化以及智能化处理手段的渗入,空间数据逐渐具备了从记录现状到洞察趋势、从表达结构到解释机制的综合能力,使空间治理活动具备更高的敏捷度与前瞻性。面向未来,数据模型的统一化、质量控制的精细化与智能算法的自主化,将使空间数据在更多行业中形成可持续的技术支撑,使测绘成果在更广阔的场景中释放效能,也使地理信息体系在数字化发展中展现更强的生命力。

[参考文献]

- [1]唐明江.浅析测绘工程项目相关数据管理技术[J].黑龙江科技信息,2015,(02):24.
- [2]蒋奔,陈瑾.测绘工程项目相关数据管理技术研究[J].科技资讯,2011,(22):167.
- [3]丁龙远.分布式异构地理空间数据管理技术应用研究[J].现代测绘,2011,34(03):20-22.
- [4]杨喜,彭金璋,雷可君.地理信息系统中空间数据管理技术的研究[J].吉首大学学报(自然科学版),2005,(02):91-93.

作者简介:

夏宇航(1996--),男,汉族,湖北黄冈人,本科,助理工程师,研究方向:地理空间信息。