

数字化技术在乡村国土空间规划中的应用

梁艺敏 甘 雨

北流市西琅镇乡村建设综合保障中心 广西 玉林 537000

摘 要：数字化技术为乡村国土空间规划转型提供了重要支撑。本文探讨数字化技术在乡村国土空间规划中的应用策略。阐述了由感知层、平台层、分析层、决策层构成的基础框架，分析了数据采集监测、规划编制优化、实施监测调整三环节的技术应用，提出数据融合与平台建设、技术深化与制度保障、公众参与与协同治理三条优化路径。研究表明，数字化技术可显著提升规划精准度与实施效率，推动乡村国土空间规划从经验主导转向数据主导，从静态蓝图转向动态治理。

关键词：数字化技术；乡村国土；空间规划

引言

乡村国土空间规划是落实空间治理、配置土地资源、协调人地关系的重要手段。传统规划依靠人工调查、纸质图纸与经验判断，存在数据采集慢、方案比选难、实施监测弱等问题。数字化技术以数据为驱动、模型为支撑、平台为载体，覆盖数据采集、处理、方案推演、实施监测等全环节，为乡村规划提供了系统性技术支撑。本文围绕数字化技术在乡村国土空间规划中的应用展开研究，旨在为提升规划科学性与实施效能提供参考。

1 数字化技术支撑乡村国土空间规划的基础框架

乡村国土空间规划承担落实空间治理、配置土地资源、协调人地关系的功能。数字化技术改变了传统规划依靠人工调查、纸质图纸、经验判断的工作方式，建立起以数据为驱动、以模型为支撑、以平台为载体的技术体系，覆盖数据采集、处理、模型构建、方案推演、实施监测等环节^[1]。支撑框架由感知层、平台层、分析层、决策层四部分构成。感知层获取地表形态、土地利用、建筑物分布、人口流动等信息。平台层承担数据存储、计算与共享功能。分析层利用算法与模型提取空间特征与演变规律。决策层将分析结果转化为规划方案，并通过监测反馈实现动态调整。感知层中，卫星遥感获取大范围地表信息，无人机补充高分辨率影像，地面传感器采集微观环境数据，地理信息系统将数据空间化整合建立数据库。平台层中，云计算提供存储与算力支持，数据库管理系统统一管理多源异构数据，统一接口标准使不同部门数据接入同一平台。分析层中，大数据技术关联空间与社会经济数据，机器学习建立土地利用预测模型，人工智能识别空间布局规律。决策层中，

数字孪生技术构建虚拟映射测试方案，物联网实时反馈实施变化，区块链保障权属信息真实性与可追溯性。数字化基础设施是框架运行的物质条件。农村地区网络覆盖范围扩大为技术应用提供了条件，但部分区域网络信号弱、带宽不足的问题仍然存在，影响数据传输的稳定性与及时性。

2 数字化技术在乡村国土空间规划各环节的具体应用

2.1 数据采集与动态监测环节的技术应用

数据采集是规划工作的基础。传统方式依赖人工入户调查与实地测量，耗时长、成本高、覆盖面有限。数字化技术改变了这一状况，使数据采集从人工主导转向机器辅助，从点状抽样转向面状覆盖。卫星遥感技术通过传感器获取地表反射或辐射信息，生成土地利用分类图、植被指数图、水体分布图等产品。多时相遥感影像对比分析可识别耕地减少、建设用地扩张、林地退化等变化。遥感覆盖范围从省级延伸到村级，时间分辨率缩短到月度甚至周度，乡村土地利用动态变化能够被持续跟踪。无人机搭载相机或激光雷达对特定区域低空飞行拍摄，获取厘米级分辨率的正射影像与三维点云数据。无人机作业不受地面交通条件限制，可在山地、丘陵、水域等复杂地形中完成采集任务。激光雷达穿透植被冠层获取地面高程，为地形分析与洪水模拟提供数据支撑。地面传感器网络部署在农田、林地、水体、居民点等区域，采集土壤参数、气象数据、水位变化、人流密度等信息。传感器通过无线网络将数据传输至云端，形成连续时间序列。物联网网关对数据进行汇聚与预处理，减少无效数据传输量。移动终端使外业调查人员在现场采集数据并上传至平台。调查人员使用平板电脑

或手机,按预设表单录入土地权属、建筑物用途、人口信息等内容,同时拍摄照片与定位坐标。数据上传后与数据库中已有信息比对,不一致之处自动标注供后续核实。大数据技术对多源数据进行融合处理。不同来源的数据在时间、空间、属性三个维度上对齐,形成统一的乡村国土空间数据集。融合过程中需解决坐标系统转换、分类标准统一、时间尺度匹配等问题。融合后的数据集包含土地利用、地形地貌、基础设施、人口分布、产业布局等专题,为规划编制提供数据支撑。

2.2 规划编制与方案优化环节的技术应用

规划编制是将数据转化为空间布局方案的过程。数字化技术使规划编制从手工绘图转向计算机辅助设计,从单一方案转向多方案比选,从静态表达转向动态推演。地理信息系统提供缓冲区分析、叠加分析、网络分析、适宜性评价等工具,用于确定生态保护红线、计算基本农田面积、评估建设用地适宜性、分析公共服务设施覆盖范围,结果以地图或图表输出为决策提供依据^[2]。三维建模与建筑信息模型技术将乡村地形、建筑、道路、水系等要素还原为三维场景,规划者在三维环境中调整参数并实时观察变化对周边环境的影响。虚拟现实与增强现实技术以三维场景呈现方案,公众可在虚拟环境中浏览并提出修改意见,降低参与门槛。人工智能算法在方案优化中发挥作用。遗传算法、粒子群算法等在耕地保护面积、生态红线范围、建设用地总量等约束条件下搜索方案。机器学习模型预测人口变化、产业趋势、土地需求等指标,深度学习模型提取空间布局通用模式为新方案提供参考。决策支持系统整合上述技术形成工作平台,输入端接收分析结果与约束条件,计算端运行优化算法生成方案,输出端展示多方案对比结果,规划者调整参数直至形成满足各方需求的成果。数字孪生技术通过构建乡村国土空间数字孪生体,模拟人口增长、产业转移、气候变化等不同路径下的空间演变,模拟结果反馈至方案优化环节,形成编制、模拟、调整、再模拟的迭代过程。

2.3 规划实施监测与动态调整环节的技术应用

规划实施与监测是确保规划落地的关键环节。数字化技术使规划实施从被动检查转向主动监测,从事后评估转向过程管控。国土空间规划实施监测网络依托物联网与遥感技术构建。监测网络覆盖耕地、生态用地、建设用地等空间,通过传感器与遥感影像获取土地利用变化信息。监测频率根据用地类型设定,耕地与生态用地监测频率高于一般建设用地。监测数据实时传入管理平台,与规划确定的用地指标进行比对。当监测数据显

示某一区域土地利用偏离规划目标时,系统触发预警机制。预警信息推送至管理人员,核实后启动调查程序。若属违规行为则进入执法流程,若属规划不适应实际情况则启动规划调整程序,这种闭环管理机制使实施过程中的问题能够被及时发现与处理^[3]。区块链技术保障了权属信息与交易记录的真实性。土地承包经营权、宅基地使用权等权属信息上链存储,变更记录不可篡改。在土地流转、征收补偿等环节,区块链提供可信数据来源,减少纠纷。智能合约自动执行土地交易中的条件判断,降低人为操作风险。云平台使多方主体能够协同工作。政府部门发布规划信息与审批结果,企业上传项目建设数据,村民查询土地权属与规划用途。平台记录各主体操作日志,形成可追溯的工作链条。协同办公功能使跨部门审批流程在线完成,缩短办理时间。数字仪表盘将监测数据以图表形式集中展示,管理人员可在一个界面查看耕地保护情况、建设用地使用进度、生态红线管控状态等指标。仪表盘支持按时间、区域、指标等维度筛选数据,管理人员可快速定位问题区域。

3 数字化技术应用于乡村国土空间规划优化路径

3.1 数据融合与平台建设的优化路径

解决数据问题需从标准统一与平台建设两方面入手。标准统一方面,制定分类编码规则、坐标系统、精度要求与更新周期。分类编码规则使不同部门数据在同一框架下表达,避免同一地物被赋予不同代码。坐标系统统一为国家大地坐标系,消除因坐标系不同导致的空间错位。精度要求根据规划尺度设定,村级规划与县级规划有所区别。更新周期根据数据类型设定,人口数据按季度更新,土地利用数据按年度更新,权属数据按事件触发更新。平台建设方面,构建覆盖县乡村三级的国土空间信息平台。县级平台承担数据汇聚与分析功能,存储全域数据并运行空间分析模型。乡级平台承接县级平台下发的数据与分析结果,结合本乡实际进行细化。村级平台提供数据查询与信息报送功能,村民与村级管理人员通过平台上报变化信息。三级平台通过网络连接,数据向上汇聚、结果向下分发。数据融合技术将多源数据在时空维度上对齐。遥感影像提供地表覆盖信息,地理信息系统提供空间位置信息,物联网传感器提供环境参数信息,统计数据提供社会经济信息^[4]。融合算法根据数据类型选择加权平均、插值、贝叶斯融合等方法,生成综合数据集,经质量检验后入库供规划编制与监测使用。空间码技术为每一处国土空间赋予标识码,将地类、权属、规划用途、监测状态等信息关联至同一编码。管理人员扫描空间码即可获得该地块全部信

息,减少数据查询时间,还可追踪地块从初始状态到当前状态的变化历史。云计算平台为数据处理与模型运行提供算力。空间分析模型、机器学习算法、数字孪生仿真等任务需要大量计算资源,本地终端难以承担。

3.2 技术深化与制度保障的推进方向

技术层面,人工智能与数字孪生技术的深化应用是未来方向。人工智能技术从辅助分析向自主决策演进,自然语言处理技术使规划文本能够被机器理解,自动提取约束条件与目标要求,计算机视觉技术自动识别遥感影像中的地物变化,知识图谱技术将规划规则与专家经验结构化存储,大模型技术可根据约束条件生成规划方案初稿。数字孪生技术从静态映射向动态仿真深化,未来将加入人口流动、产业演变、生态变化等动态过程,仿真模型接收实时监测数据输出空间变化预测,实现规划与现实的持续对齐。制度层面,需建立数据共享与安全的平衡机制。数据共享机制明确各部门数据提供义务与使用权限,按权限调取,共享目录定期更新。数据安全机制对数据分级管理,公开数据自由查询,内部数据审批调取,涉密数据不上传共享平台,运用数据脱敏技术与操作日志形成审计轨迹。资金保障机制将数字化经费纳入财政预算,引入社会资本参与平台建设运营。人才培养机制建立技术培训与实践结合的体系,对规划人员与村级管理人员开展分层培训,高校设置交叉方向课程培养复合型人才。制度与技术协同推进,使数字化应用从工具层面上升至治理层面。数据驱动减少主观偏差,实时监测减少违规行为,智能辅助提升资源配置效率,乡村国土空间规划由此从经验主导转向数据主导,从静态蓝图转向动态治理。

3.3 公众参与与协同治理的实现路径

公众参与是规划落地的社会基础,数字化技术为扩大参与范围、提升参与质量提供了新途径。移动互联网平台使村民能够随时随地查看规划方案并提交意见。村民通过手机浏览村庄三维模型,在屏幕上标注对建设位置、道路走向、公共设施布局的看法,意见直接进入规划编制系统。这种方式突破了传统公示会的时间与空间

限制,使外出务工人员也能参与家乡规划讨论。协同治理机制依托云平台实现多主体联动。政府部门在平台上发布规划信息与审批进度,企业上传项目建设数据,村民查询土地权属与规划用途^[5]。平台记录各主体操作日志,形成可追溯的工作链条。当村民上报的信息与遥感监测结果不一致时,系统自动标记并推送至管理人员核实,实现自下而上的问题发现与自上而下的问题处理相结合。评价反馈机制使规划方案在实施中持续优化。数字化平台定期收集各方对规划实施效果的评价数据,包括村民满意度、土地利用效率、生态环境变化等指标。评价结果输入决策支持系统,与规划目标进行对比分析,识别偏差并生成调整建议。这种闭环机制使规划从一次编制转向持续迭代,适应乡村发展的动态需求。

结语

数字化技术为乡村国土空间规划提供了从数据采集到实施监测的全链条支撑。本文提出的数据融合平台建设、技术深化与制度保障、公众参与与协同治理三条优化路径,有效回应了传统规划中数据碎片化、参与不足、监测滞后等问题。随着人工智能、数字孪生等技术与乡村规划深度融合,规划将从经验主导转向数据主导,从静态蓝图转向动态治理,为乡村振兴战略提供坚实的空间治理保障。

参考文献

- [1] 王立强. 数字化技术在乡村国土空间规划中的应用[J]. 现代农村科技, 2025(12): 143-143.
- [2] 白雨洁. 测绘地理信息技术在国土空间规划预警中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2026(1): 046-049.
- [3] 尚晓亮, 豆俊祥, 徐梦涵. 无人机探测技术在国土空间规划用地测绘中的应用[J]. 农村科学实验, 2026(6): 61-63.
- [4] 马昭亭. 测绘地理信息技术在国土空间规划中的应用策略[J]. 建材发展导向, 2026, 24(1): 13-15.
- [5] 刘记光, 王跃广. 现代测绘技术在国土空间规划中的应用与创新[J]. 资源导刊, 2026(3): 49-53.