

测绘技术在资源环境及城乡规划中的应用

许欣 王贤宝

陕西嘉明空间信息技术有限公司, 陕西西安, 710000;

摘要: 随着社会经济的发展, 资源环境问题日益受到关注, 城乡规划也面临着更高的要求。测绘技术作为获取地理空间信息的重要手段, 在资源环境及城乡规划领域发挥着关键作用, 对其深入研究具有重要的现实意义。本文聚焦测绘技术在资源环境及城乡规划中的应用。先概述测绘技术, 包括原理、核心方法及发展趋势; 接着阐述其在资源环境管理中的应用, 如环境监测保护、资源调查可持续利用(含土地资源管理)以及灾害预警应急响应; 又通过长江大保护数字孪生平台等多个创新应用案例展示其实际成效; 最后总结强调测绘技术对推动相关领域发展的重要意义与积极影响, 为后续研究及实践提供参考。

关键词: 测绘技术; 资源环境; 城乡规划; 应用案例

DOI: 10.64216/3080-1508.25.06.045

1 测绘技术概述

1.1 技术原理与核心方法

1.1.1 遥感技术(RS)

遥感技术主要是依据电磁波理论, 通过将多光谱及高光谱传感器搭载在卫星或航空器上, 获取地物信息进行量化反演的过程。因此, 遥感在环境监测方面用途广泛。如NDVI植被指数监测可以明确地确定地物植被生长、分布的状态; 热红外遥感技术在城市热岛效应分析过程中, 可以根据温度分布的规律, 确定城市环境热的变化; RS雷达技术在地质灾害监测方面可以较好地反映地表形变及地质结构, 应用较为广泛。2023年珠峰科考国产高分卫星数据在冰川消融动态监测中发挥巨大的作用, 为环境保护提供了充足的依据^[2]。

1.1.2 全球定位系统(GPS)与地理信息系统(GIS)

基于空间数据库的矢量、栅格、属性数据的集成技术和叠加分析、网络分析、三维分析等空间分析技术, 将GIS技术用于构建智慧空间的决策平台。雄安新区规划构建ArcGIS平台, 汇集人口、经济、生态等200多项指标, 多规合一做到“一张图”, 并形成了全方位的信息管理支撑。GIS技术将在城市规划、环境保护、灾害预防、资源开发等领域充分发挥作用。GIS通过空间数据库技术整合矢量、栅格、属性数据, 利用叠加分析、网络分析、三维分析等工具, 构建智慧空间决策平台。雄安新区规划中, ArcGIS平台集成人口、经济、生态等200余项指标, 实现了多规合一的“一张图”管理, 为城市规划提供了全面的信息支持。GIS技术不仅在城市规划中发挥重要作用, 还在环境保护、灾害预警、资源管理等方面有着广泛的应用前景^[3]。

1.2 技术发展趋势

1.2.1 智能化与自动化

智能化与自动化是当前测绘技术发展的主要趋势之一。SLAM技术推动了移动测绘革命, 大疆无人机搭载Livox激光雷达, 实现了室内外无GNSS环境的自主建模。2023年深圳采用AI影像解译技术自动识别违法建筑, 处理效率大幅提升15倍。智能化技术不仅提高了数据采集的效率, 还降低了人工成本, 增强了数据的准确性和可靠性。

1.2.2 多源数据融合

多种数据的融合应用算法在测绘技术的应用方面取得了重大发展, 例如武汉大学的研究者提出的“点云—影像联合平差”模型, 将城市的建模精度达到了3cm, 实现了详细的城市建模。例如应急部对城市的监测系统中, 同时利用InSAR形变数据以及地面传感器信息相结合, 实现了92%的滑坡灾情预测精度, 提升了数据精度的同时实现了数据的集成分析并加以利用, 为城市管理的信息综合利用提供了支持。

1.2.3 实景三维建模

实景三维模型的建设和完善使城市规划信息和管理信息内容更加丰富。自然资源部开展实景三维中国建设, 杭州实景三维中国试点创建的2000km²CIM涵盖了BIM、GIS、IoT数据, 服务于亚运会场馆的智慧管理运维。华为云开发的数字孪生引擎具备实时渲染亿级面片模型的能力, 支持了城市规划管理。实景三维技术提升了城市规划、管理的精度和水平。

2 测绘技术在资源环境管理中的应用

2.1 资源调查、监测与评估

2.1.1 土地资源

在土地资源调查、监测、评价中, 遥感影像(RS)、GIS、GPS(GNSS)无可替代, RS影像像一颗“天眼”, 使人们能从高空俯瞰地面进行大范围土地表面的勘测,

通过不同时间的RS影像可以清晰准确地进行土地利用/覆盖分类,如城市规模的变化、土地的增减,森林的砍伐等都可在影像上一目了然。而GIS系统强大的数据空间分析功能,借助RS影像和GPS采集的精准坐标,可以对土地覆盖变化进行连续的动态监测,掌握土地资源利用动态变化情况,因此,为了遏制“毁土造地”乱象,划定耕地保护“红线”离不开测绘科技,通过GIS土地利用现状、土地质量、地形地貌等多源数据整合分析,可以科学划定耕地保护红线,做好“守土有责”。耕地资源退化状况如土地荒漠化、盐渍化等问题严重制约着土地的可持续利用与发展,利用RS影像的光谱特征分析对退化现象进行判断,通过GPS进行实地监测定位,对退化土地的范围、程度进行精准分析,为进行针对性治理提供科学参考。后备土地资源调查就是借助RS、GIS、GPS综合运用,对非利用地的数量、质量、类型等进行系统调查分析,为土地资源开发提供基础数据。

2.1.2 水资源

航空摄影测量、激光雷达(LiDAR)、卫星测高、空中监测等高新技术的运用,使人们对水资源的了解和管理能力都有了很大提高。航空摄影测量能够快速、大面积地获取水面区域的信息,结合LiDAR能准确测得水面的面积、库容、水深等。这对于库区管理、水资源调配很有意义,通过对两时期测量数据的对比分析,可观察河流演变、湖泊萎缩、冰川消融的情况。如一些内陆湖泊因气候变化、人为因素等原因,面积逐年缩小,通过测绘能及时获取变化信息。配合水文信息,GIS建模实现对水资源量、水资源水质的三维空间分布及水污染的扩散范围进行评价。水利工程的规划、建设过程中,通过测绘技术能获得具体的地形地貌数据,合理选择水利工程建设的首选址和设计建设,保证工程的安全可靠。

2.1.3 森林与生物资源

多光谱、高光谱遥感技术在森林和生物资源的调查与监测中得到应用,根据森林类型间在多光谱影像上不同的反射特征可准确识别出森林类型,如针叶林、阔叶林等;而对高光谱遥感而言其光谱分辨能力更强,其可更为细致地分析不同森林之间的健康状态,及时发现森林的病虫害、火灾等隐患;通过对遥感影像的处理与分析对森林蓄积量、生物量进行估算,为森林资源的合理开发和保护提供量化依据;应用生物多样性热点识别技术,并应用GIS的面、体的空间分析功能,可得到生物多样性保护的重点区域;对森林资源进行动态监测,能够了解森林的生长、砍伐、恢复等,进行森林碳汇的评估,为应对全球气候变化提供数据。

2.1.4 矿产资源

测绘技术的应用使得矿产地质填图中对于矿体的空间位置、形态、规模的确定更加有保障,通过精确的

测绘仪器和测量技术精准测量制作出地质图,划定可能的矿点分布区。对于矿山的开采过程中,应用GNSS和InSAR等技术可对开采矿区的地面沉降情况进行实时监控,对矿山的环境恢复治理效果评估应用测绘技术能够用比较确切的数据来判断治理前治理后地形地貌、土地利用变化情况的合理评价,为今后的管理治理提供参考依据。

2.2 环境监测与灾害预警

2.2.1 环境污染监测

由于高光谱遥感具有对不同污染物有不同吸收光谱的特性,因而适宜对大气中的PM_{2.5}、SO₂、NO₂等污染物以及水体富营养化程度、水中叶绿素含量、油污泄漏范围等进行含量监控和浓度分布的监测;高光谱遥感能够识别出固体废弃物堆放位置与类型,能直观展示堆放位置和覆盖范围,为环境管理部门获取实时有效的信息提供了极大的助力;通过对不同时段高光谱遥感影像的监测结果进行对比,能够把握环境污染的发展趋势,有利于为开展环境污染治理工作提供合理依据。

2.2.2 生态变化监测

测绘技术可以对生态变化展开相应的监测工作。可以及时监测到湿地生态系统的面积减少、水质污染等情况。对自然保护区核心区人类干扰活动的检测,可以保证对核心区生态系统的保护。通过生态廊道连通性监测,从而保证生态系统的完整性及物种多样性。根据GIS和RS技术构建生态变化监测模型,为生态系统健康评估提供全面诊断,从而为生态保护与管理的决策提供理论依据。

2.2.3 地质灾害监测与预警

合成孔径雷达干涉测量(InSAR)、GNSS地表形变监测网、地面三维激光扫描等技术可以在地质灾害监测与预警中实现高精度、强实时性,可以用于滑坡、地面沉降、地裂缝、崩塌等大范围内地表微小的形变监测,并第一时间发现地质灾害隐患。通过布设GNSS地表形变监测网可以实时获取地表位移信息,为地质灾害的预警提供较为准确的地质数据。通过地面三维激光扫描技术,可以快速获得地质体三维形态的信息,从而对地质灾害的发生机理和发育过程展开研究,通过对监测数据的分析、处理,对地质灾害开展风险评估和早期预警,降低地质灾害造成的损失。

2.2.4 气象与水文灾害

测绘技术的应用还包括在气象和水文的灾害检测中。比如通过卫星遥感监测和地面监测设备的方式,实施洪涝淹没、干旱程度、积雪面积和雪深、台风的路径以及影响范围等的实时监控。在灾害发生后利用测绘技术快速获取受灾地区的地形、地貌和土地利用信息来辅

助进行灾情监测和应急救援工作。在洪涝的灾害过程中,可以通过测绘技术准确监测出洪涝的范围以及深度以便于救援人员科学制定出救援方案。同时对灾害进行长期的监测和监测能够增强对气象和水文灾害的预见性和应对性。

2.2.5 环境质量评价与规划

利用测绘技术收集多源空间数据、构建环境质量评价模型也是测绘技术在环境领域的应用。例如,通过收集和分析空气、水、土壤等环境因素以及与环境因素相关的空间信息如地形地貌、土地利用等数据,运用GIS建立环境质量评价模型,并根据评价结果进行环境的功能区划分,根据不同环境的宜居、工业、农业等功能区划出不同的环境功能区,为城市的建设发展以及环境管理提供科学的依据,同时也能够预测环境质量今后的发展趋势为环境管理提供对策性意见。

2.3 生态环境修复与保护规划

2.3.1 提供基础数据

生态保护红线划定、自然保护区规划、退耕还林退牧还草以及退耕还湿湿地恢复需要精确的空间位置、范围、地形地貌以及本底数据。在生态保护红线划定时,运用测绘技术可准确定位生态功能重点区域和生态环境敏感区域边界,保障了红线划定的科学性和合理性;自然保护区规划运用测绘技术获得的详细地形地貌及生物多样性可合理划分自然保护区功能区,提升自然保护区保护作用;在实施退耕还林还草、退耕还湿湿地恢复等生态恢复工程时,由于生态保护的精准基础数据是制定生态保护恢复方案前提,其决定工程修复项目精准性。

2.3.2 监测修复效果

测绘技术可以对生态修复工程建设过程中修复成效和恢复生态环境的情况进行实时跟踪。运用测绘技术定期对修复区域的地形地貌、植被覆盖等信息进行获取,然后与修复工程前的数据进行对比,用以评估修复工程建设的效果,如湿地恢复工程中利用湿地面积的大小、水质的改善情况和生物多样性的恢复情况,对修复方案进行及时调整,确保湿地生态系统能够良好地恢复。

2.3.3 辅助生态补偿机制

测绘技术可以提供建立生态补偿机制的空间依据,对保护区域与受益区域等空间信息分析,定位生态补偿的范围和标准。例如,对于一些为保护生态环境而限制发展的区域,可以凭借测绘技术所提供的空间信息,分析生态贡献大小,以此制定较为科学的生态补偿方案。并且测绘技术可以对生态补偿资金实施的成效进行监控与评价。

3 创新应用案例

3.1 长江大保护数字孪生平台

智能监管平台以卫星遥感、无人机航拍、地面传感网为主体的天地空一体监测体系,打造2.6万km长江岸线3cm三维实景“数字底图”,开创天地空数据融合,开发排口智能识别技术,使排口排查识别成功率提升至92%,提升水污染溯源应急响应时间60%,应用AI深度学习模型开发水质预测模型,虚拟仿真优化河道治理方案,支撑“查测溯治”全流程闭环监管。已整治1200多个排污口,保障了长江干流水质达标率达97.1%。

3.2 北京城市副中心规划数字沙盘系统

通过BIM+GIS应用时空环境信息平台集成28项空间绩效指标(建筑密度、交通可达度、热环境)对15个方案进行三维可视对比分析,可定量确定方案的综合绩效值(绿色开放空间占比指标方差为12.6%),并根据城市微气候仿真系统对微小区域的气候环境进行虚拟推演,可定性确定不同方案的夏季均地表温度可降低3.2℃。确定出综合管廊智慧化率100%的方案可实现15分钟生活圈覆盖率提升24%。

3.3 粤港澳大湾区卫星组网监测体系

构建12颗SAR星组网的大范围亚米级地面沉降监测星座,打破云雨遮挡实现无云亚米级地面沉降监测;利用InSAR时序法解算,全年处理影像超过5000景,沉降监测精度达毫米级别;利用“海卫在岸”卫监系统,发现珠海3.2km²的非法围填海区域;利用SAR对地面沉降的早期发现能力提前72h发现珠海一处地区年均沉降速率突变(为45mm/年);构建生态红线电子巡查,实现95%的大湾区陆域全覆盖,季度监测。

4 结束语

随着科技的不断发展,测绘技术在资源环境及城乡规划领域发挥着日益重要的作用,为相关决策和管理提供了重要的数据支持和技术保障。本文聚焦测绘技术在资源环境及城乡规划中的应用,阐述测绘技术原理、核心方法及发展趋势。探讨其在资源环境管理多方面的应用,展现测绘技术在该领域的重要作用与广阔前景。

参考文献

- [1] 罗福正,马成才,马永春,等.遥感测绘技术在区域生态环境水污染监测中的应用研究[J].环境科学与管理,2024,49(7):127-131.
- [2] 徐德军,钟美.空地一体化测绘技术在数字化城市建设中的应用[J].测绘与空间地理信息,2023,46(9):14-17.
- [3] 刘鹏,李平,刘亮,等.数字化测绘技术在国土空间规划中的应用[J].科学与信息化,2024(10):86-88.