

自然保护地巡护路线优化及资源监测技术协同分析

陈航

云阳县地质公园管理事务中心，重庆市，404500；

摘要：本文聚焦自然保护地巡护路线优化与资源监测技术协同问题。在阐述自然保护地巡护及资源监测重要性的基础上，分析当前巡护路线规划与资源监测技术应用中的现存短板。通过引入地理信息系统（GIS）、遥感（RS）、物联网（IoT）等现代技术体系，系统提出巡护路线动态优化策略。同步探究资源监测技术的协同机制构建路径，着力提升自然保护地管理的精细化水平与实施效能，为自然保护地的高质量可持续发展提供理论支撑与技术赋能。

关键词：自然保护地；巡护路线优化；资源监测技术；协同分析

DOI：10.64216/3080-1486.25.06.043

引言

自然保护地是保护生物多样性、维护生态平衡的重要区域。有效的巡护和资源监测是确保自然保护地生态安全和资源可持续利用的关键手段。当前，我国自然保护地在巡护路线规划和资源监测技术应用方面仍面临若干技术性挑战，如巡护路线不合理导致巡查效率低下、资源监测技术未能形成协同效应等。因此，研究自然保护地巡护路线优化及资源监测技术协同，对于提升自然保护地管理效能具有重要的实践价值。

1 自然保护地巡护与资源监测概述

1.1 自然保护地的重要性

自然保护地涵盖了森林、湿地、草原、荒漠、海洋等多元生态系统，是维持地球生命支持系统的核心网络，是全球生物多样性的重要“基因库”。根据国家林草局林草资源报道“中国自然保护地”统计数据，各级各类自然保护地总面积占国土陆域面积的18%、管辖海域面积的4.1%，有效保护了我国90%的陆地生态系统类型、85%的野生动物种群以及65%的高等植物群落，涵盖了25%的原始天然林、50.3%的自然湿地和30%的典型荒漠地区。此外，通过碳汇、水源涵养、土壤保持等生态服务功能，对全球气候调节、生态安全等方面具有不可替代的作用。

从生态系统视角来看，森林生态系统是减缓全球气候变化的“绿色碳库”。国家林草局林草重点工作“林草碳汇能力建设”方面指出，森林每增加1立方米蓄积量，可吸收1.83吨二氧化碳，释放出1.62吨氧气。这一数据直观展现了森林在全球碳循环中的重要作用，为应对气候变化提供了有力的自然解决方案。湿地生态系统被誉为“地球之肾”，在维护生物多样性和支撑人类生存方面发挥着关键作用。据国家林草局湿地保护报道“谱写

全球湿地保护新篇章”显示，全世界有40%的动植物在湿地中生长繁衍，同时有超过10亿人依靠湿地为生。这些数据充分说明了湿地生态系统作为生物多样性热点区域和人类重要生存基础的双重价值。

从人类福祉视角来看，自然保护地的生态服务价值具有全局性意义。以三江源国家公园为例，三江源是长江、黄河、澜沧江的发源地，也是我国淡水资源的重要补给地，有“中华水塔”之称，据三江源国家公园官网数据显示，该地区平均每年向下游输送600多亿立方米的源头活水；以西双版纳自然保护区为例，其药用植物为现代医药研发提供多种关键原料。保护好自然保护地，对维护生态平衡、保障人类福祉至关重要^[1]。

1.2 巡护与资源监测的意义

巡护工作是自然保护地管理的重要手段，能够有效发现并制止自然保护地内的偷猎、盗伐等非法活动，保护野生动植物的生存安全。同时，资源监测作为自然保护地的基础性工作，通过系统收集和分析生态系统动态数据，为保护决策提供科学依据。长期规范的资源监测，能准确掌握物种种群数量、分布范围的变化特征，科学评估生态系统的健康状况，进而制定精准有效的保护措施。这两项工作相辅相成，共同构成了自然保护地现代化管理体系的重要支撑。

2 自然保护地巡护路线现状及问题

2.1 现有巡护路线存在的不足

当前自然保护地巡护路线规划存在显著缺陷。约70%的保护区仍沿用建区初期传统路线，缺乏生态学原理和现代空间分析技术支撑。空间覆盖失衡严重，易达区域过度巡查，部分缓冲区单日巡查2-3次造成资源浪费，而峡谷深处珍稀植物分布区、悬崖猛兽筑巢地等生

态关键区域因巡护难度大长期处于监管薄弱状态,形成“巡护盲区”。现有路线采用固定化模式,缺乏基于节物候变化、动物迁徙规律、人为干扰强度等动态调整机制。多数保护地仍依赖传统纸质地图和 GPS 设备,缺乏 GIS、遥感等现代技术应用,路线规划缺乏精准空间分析支撑,严重制约巡护效能。

2.2 影响巡护路线效果的因素

自然保护地巡护线效果受多重复杂因素制约,其中地形地貌构成基础性影响。坡度条件直接决定巡护可达性,坡度超过 35 度的陡峭地形虽增加安全风险但恰恰是岩羊、林麝等珍稀濒危物种的核心栖息地。植被覆盖情况显著影响通行能力和观察效率,茂密植被既遮挡视线又增加行走难度,降低巡护质量。地形复杂度包括山脊走向、山谷形态等因素限制路线选择范围和巡护覆盖面。人为干扰因素如非法狩猎、盗伐采集等违法活动的时空分布特征直接影响巡护重点区域的确定和频次安排。气候变化带来的极端天气事件不仅改变地形地貌稳定性,影响路线可行性和人员安全,同时改变野生动物活动模式和栖息地利用规律。

因此,科学的巡护路线规划需综合考虑地形、植被、人为活动、气候变化等多重因素的动态交互作用^[2]。

3 资源监测技术现状及问题

3.1 常用资源监测技术

目前,自然保护地常用的资源监测技术以地面监测与遥感监测为核心,形成“地面+空中”的立体监测框架。地面监测通过样线踏查、样方布设、红外相机布设等方式,直接获取野生动植物种类、数量、栖息环境等微观数据,准确性和细节丰富度较高^[3]。遥感监测依托卫星、无人机等平台构建宏观监测网络。卫星遥感覆盖范围广,适用于生态系统整体变化的长期监测,可追踪植被生长趋势、土地利用转换等宏观演变过程。无人机遥感灵活性强、精度高,能针对特定区域实施精细监测。通过遥感影像解译技术,可定量获取植被覆盖度、生态系统生产力等关键指标信息,为生态评估提供数据支撑。

3.2 资源监测技术存在的问题

当前资源监测技术应用尚未构建高效协同运行体系,主要存在三方面突出问题。

其一,不同监测技术缺乏有效整合,地面监测数据精准但覆盖范围有限,遥感数据覆盖面广但精度不足,因缺乏统一数据融合标准,两类数据处于孤立应用状态,难以通过交叉分析提升监测结论的可靠性。

其二,监测数据共享机制不健全,各监测主体采用的标准、格式存在差异,管理权限限制导致数据难以开放共享,形成“数据孤岛”,无法实现跨部门整合分析,既造成资源浪费,也降低了生态问题响应的时效性。

其三,监测设备老化与更新滞后制约数据质量提升,老旧设备存在触发灵敏度不足、成像模糊、信号不稳定等问题,新型设备推广受限于资金不足和技术培训滞后等因素,难以满足精细化保护需求。

4 自然保护地巡护路线优化策略

4.1 基于地理信息系统(GIS)的路线规划

地理信息系统(GIS)凭借空间分析与多源数据整合能力,成为巡护路线规划的关键技术支撑。其可将地形坡度、植被覆盖度、野生动物栖息地分布、人为干扰热点(如游客集中区域、周边村落活动范围)等要素转化为空间图层,通过对这些图层进行叠加分析,可有效识别生态敏感区(如濒危物种繁殖地)、风险隐患区(如偷猎易发偏僻区域)及巡查效率低下区。例如,结合红外相机监测的兽类活动轨迹与地形数据,GIS可规划出既能覆盖动物核心活动区、又可规避危险陡峭地形的优化巡护路径;通过分析历史巡查记录数据与违规事件分布,GIS可精准优化路线密度与频次,例如在偷猎高发区增加巡查频率,有效减少巡查盲区与路线冗余,提升巡护效率。

4.2 考虑动态因素的路线调整

自然保护地的生态系统与人为活动具有显著动态性,需建立灵活的巡护路线调整机制。除季节更替和野生动物迁徙规律外,应重点聚焦三类动态因素:一是短期生态变化影响,如暴雨后滑坡风险区、火灾后植被恢复区等受突发性生态事件影响的区域,应及时列入重点巡查范围;二是临时性人为活动扰动,如节假日游客密集观景带、临时工程作业点等临时聚集或施工的区域,需增加巡查频次;三是物种关键行为节律,根据保护物种的重要行为周期调整巡护策略。如春季候鸟繁殖期需延长湿地巡查时长,冬季食草动物觅食区需增加巡护频次以防盗猎,秋季候鸟迁徙前应重点排查湿地周边潜在捕鸟网隐患。通过以上动态适配机制,可显著提升巡护工作的针对性与效能。

5 资源监测技术协同方法

5.1 多技术融合的协同监测

采用地面监测、遥感监测与物联网技术协同联动模式,构建全方位、多层次的高效资源监测体系。地面监

测依托实地采样,提供高精度的数据,能精细捕获植被生长状态、物种活动等微观要素信息;遥感监测利用卫星或无人机的大范围覆盖优势,实现对区域尺度上的生态系统格局与宏观变化的动态观测;物联网技术通过广泛布设传感器网络节点,实现对土壤湿度、空气温度、水质等关键环境参数的实时自动化采集与上传。三者优势互补,形成“点-面-实时”监测闭环——地面监测数据可有效验证和校准遥感影像的解译准确度,遥感数据拓展地面监测的空间视野范围,物联网提供的连续动态数据流为两者建立可靠的动态参考基准,这种闭环协同机制显著提升监测的时效性与准确性。例如自然保护区通过布设物联网传感网络可实时感知微环境变化,进而与遥感获取的同期植被覆盖数据进行交叉验证,实现对区域生态状况的立体感知与科学评估。

5.2 数据共享与整合

构建统一数据共享平台,破解不同技术体系间数据孤岛问题。通过标准化接口实现地面采样、遥感影像、物网传感等异构数据接入与格式统一。运用数据挖掘算法提取生态系统关键变化特征。建立跨部门协作机制,推动林业、生态环境、气象等部门监测数据互通共用,避免重复监测资源浪费,通过多源数据交叉分析精准识别生态风险,为保护决策提供全面的数据支撑^[4]。

6 巡护路线优化与资源监测技术协同的实现

6.1 建立协同机制

构建巡护部门与监测部门的常态化协同机制,需依托信息共享平台实现数据实时互通,并建立“异常信息反馈—联合研判—分类处置—结果回溯”的全流程标准化规范。一是信息交互机制。巡护人员依托移动终端(如巡护APP),在执行任务过程中实时采集并上传巡查异常信息,包括位置坐标、现场影像、初步判断结论及紧急程度分级;二是技术响应机制。监测部门根据异常信息特征,动态调整遥感监测、无人机巡检的技术资源配置。如对疑似盗伐区域,调度无人机实施近距离航拍,获取近距离影像证据等;三是闭环处置流程。建立“地面巡查发现→平台即时传输→技术手段核验→处置结果反馈→档案归集回溯”的全链条管理。如巡护人员上报某区域林木异常后,监测部门1小时内启动卫星影像比对;确认疑似盗伐后,2小时内调度无人机完成现场取证;核实结果同步反馈至巡护终端及林业执法系统;处置过程全记录(含影像、报告、处置结论)自动归档,

支持溯源查询。通过“人防+技防”深度融合,显著提升森林资源监管的时效性与精准度。

6.2 评估协同效果

按季度开展巡护与监测协同效果评估,构建多维度量化评价体系。核心评估指标包括:巡护效能指标(巡护路线优化后的覆盖率提升率、异常点发现及时率等)、监测效能指标(监测数据的准确率、空间匹配度及响应时效等)及协同处置指标(问题处置周期、闭环完整率等)。通过对比分析协同机制实施前后的多维度指标变化,建立量化评估模型,精准测算协同成效。针对评估中发现的薄弱环节制定差异化改进措施,如运用空间分析技术识别监测覆盖薄弱区域,动态调整巡护路线;通过数据质量审核筛选不规范的反馈信息,开展专项技能培训,强化移动终端规范使用。持续优化协同机制以推动自然保护区管理向精细化、智能化方向发展,最终实现生态保护效能的全面提升。

7 结束语

本文系统探讨了自然保护区巡护路线优化与资源监测技术协同发展路径。通过引入地理信息系统、遥感、物联网等现代技术,构建科学的巡护路线规划体系和多技术融合监测模式,建立协同工作机制,有效提升了自然保护区管的精细化水平。未来应持续深化技术创新应用,完善数据共享机制,强化部门协作,为实现自然保护区高质量可持续发展提供有力技术支撑,推动生态保护事业迈向新台阶。

参考文献

- [1] 巩永芳. 新形势下自然保护区体系建设探讨[J]. 安徽林业科技, 2025, 51(02): 58-61+64.
- [2] 樊玉文. 山西灵空山国家级自然保护区森林防火面临问题及对策[J]. 山西林业, 2017, (03): 14-15.
- [3] 李迪强, 刘芳, 周志华. 有关国家公园法中国国家公园监测监管问题的建议[J]. 国家公园(中英文), 2025, 3(03): 135-140.
- [4] 张锋. 环境行政执法方式生态化研究[J]. 济南大学学报(社会科学版), 2023, 33(05): 141-155.

作者简介: 陈航, 出生年月: 1988年8月, 性别: 女, 民族: 汉, 籍贯省市: 重庆市, 学历: 大学本科, 职称: 工程师, 研究方向: 自然保护区。