

水土保持与荒漠化防治中 3S 技术的应用分析

官旭

云南绿林环境科技有限公司 云南昆明 650000

摘要：为解决传统水土保持与荒漠化防治手段效率低、精准度不足的问题，提升生态治理精细化水平，研究采用案例分析与技术应用相结合的方法，系统探究 3S 技术（GIS、RS、GPS）在相关领域的实践路径。研究发现，3S 技术可有效实现地形因子提取、土壤渗透率提升、动态监测等功能。研究表明，3S 技术能打破传统治理局限，为生态治理提供精准技术支撑，其集成应用可大幅提升治理效率与成效，对推进生态环境保护高质量发展具有重要价值。

关键词：3S 技术；水土保持；荒漠化防治；动态监测

引言：当前工业化与城市化进程的加快加剧了人为地表扰动，水土流失与荒漠化问题日益突出，不仅破坏土地资源、降低土壤肥力，还会引发洪涝、沙尘暴等生态灾害，严重威胁生态安全与人类生存发展。水土保持与荒漠化防治作为生态环境保护的核心任务，亟须精准、高效的技术支撑以突破传统治理模式的局限。而 3S 技术凭借空间可视化、高效数据采集与精准空间分析的优势，已在生态治理中广泛应用，探究其在相关领域的具体应用路径，对提升生态治理成效、保障生态安全具有重要的现实意义。

1 3S 技术在水土保持中的应用

1.1 地形地貌改造与水土流失因子提取

地形地貌是水土流失的核心控制因素，坡长、坡度、坡面形态直接影响径流汇集与冲刷强度。3S 技术可快速完成地形解析与灾害因子提取，为工程布局提供依据。GIS 具备强大空间分析能力，可对 DEM 数据进行坡度、坡向、汇流分析，识别侵蚀高发区；RS 利用高分辨率影像（TM、Landsat、ETM 等），预处理后提取植被、土地利用、地表扰动信息，结合 GPS 校正坐标，绘制高精度地形图。相比传统人工勘测，数据采集效率提升 60% 以上，地形图精度满足 1：10000 要求，为后续截排水、边坡防护、绿化工程提供可靠底图。

1.2 提升土壤渗透率与径流调控

土壤渗透率是水土保持的关键指标，提升入渗能力可减少地表径流、降低冲刷、增加土壤蓄水，实现“滞、渗、蓄、用”协同。3S 技术为径流调控与入渗提升提供精准支撑。GIS 可整合土壤类型、坡度、土地利用数据，建立入渗模型，规划引水、蓄水工程布局，将地表径流导向林地、湿地、绿地，提高土壤水分补给。GPS 对工程点位精准定位，保障蓄水坑塘、

排水沟、渗滤系统布置合理。RS 实时监测土壤湿度与地表径流，动态优化调度方案。工程中常用土壤流失量与土壤侵蚀模数计算，为方案提供定量依据。

$$S_T = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 h_i A_{\text{池}} \lambda s \times 10^4$$

式中：

S_T ——汇水区域土壤流失量（g）；

h_i ——沉沙池 5 点淤积厚度（cm）；

$A_{\text{池}}$ ——沉沙池面积（m²）；

λs ——泥沙容重（g/cm³）。

1.3 水土保持动态监测与监管

生产建设项目水土保持监测是法定要求，尤其是占地广、挖填量大的工程，需及时掌握扰动、侵蚀、治理效果。3S 技术让监测从“点状人工观测”升级为“天地一体化”全覆盖监管^[1]。RS 可快速识别扰动图斑、弃渣场、裸露坡面，判断施工期与恢复期侵蚀变化。GPS 手持设备用于野外复核、点位定位、数据采集，提升现场效率。GIS 进行空间分析，对比方案与实际扰动范围，开展合规性判断。基于金沙江下游研究中表明，采用 3S 技术和现场调查等相结合的技术手段，利用高分辨率卫星遥感影像对生产建设项目的扰动情况实施动态监管，建立监管本底数据库，构建监管信息系统。

2 3S 技术在荒漠化防治中的应用

2.1 荒漠化动态监测与趋势判断

荒漠化具有隐蔽性、渐进性、区域性特点，传统调查难以实现大范围动态跟踪。RS 可长时间序列监测沙地扩展、植被退化、风蚀强度变化；GIS 整合气象、土壤、植被数据，分析荒漠化驱动因素；GPS 定位典型样地，开展地面验证，形成“空—地”协同监测体系。

内蒙古四大沙漠治理中，3S 技术应用成熟。巴丹吉林、腾格里、库布其、乌兰布和沙漠均采用 MSS、ETM、Landsat、TM 等遥感数据，监测沙丘移动、沙化范围、植被盖度变化，识别扩张趋势与重点治理区。遥感影像能清晰区分流动沙地、半固定沙地、固定沙地，结合 GIS 空间分析，划定治理优先级，为工程布局提供方向^[2]。在内蒙古四大沙漠治理中，3S 技术发挥了重要作用。巴丹吉林沙漠运用卫星遥感技术进行沙丘动态监测，分析沙漠化趋势，精确地识别沙漠化区域。

2.2 防风固沙植物选型与配置优化

防风固沙效果取决于植物选型、配置模式与立地适配性^[3]。3S 技术可定量分析不同土地类型的侵蚀风险与植被适宜性，提升治理精准度。RS 获取地表覆盖、土壤湿度、风沙活动信息。GIS 建立土地类型与 P 值（水土保持措施因子）数据库，指导植物配置。GPS 定位种植区域，确保布局合理。不同土地类型 P 值差异显著，P 值越小，固土防风效果越好（如表 1）。

表 1 不同土地类型 P 值分布

土地类型	P 值	土地类型	P 值
农地	0.02	中草区	0.09
林地	0.06	高草区	0.15
灌木林	0.07	裸地	1.00
浅草区	0.06	疏林	0.13

2.3 退耕还林还草与生态修复布局

荒漠化很多时候由过度开垦、超载放牧引发，退耕还林还草是关键措施。3S 技术可精准识别退化耕地、沙化旱地、脆弱草地，确定退耕范围与规模，避免盲目实施。RS 解译土地利用变化与植被退化状况、GIS 分析生态脆弱性、水资源承载力、地形适宜性，划定退耕区与保留区、GPS 定位地块边界，确保精准落地。与此同时，3S 技术还能支撑科技防治，构建管理体系，明确植被生长规律，开展节水灌溉，弥补传统方法缺陷，实现绿化区域科学设置^[4]。GPS 实时定位提升监测效率，RS 以图绘形式呈现荒漠化进程，降低主观偏差，保障治理效果。

3 案例分析

某项目总占地面积 10.47hm²，属南方红壤丘陵区水力侵蚀轻度区域，建设过程中土石方挖填总量超 115 万 m³，人为水土流失风险突出，需按一级标准开展水土保持防治工作。项目全程集成应用 3S 技术开展治理：利用 RS 遥感影像提取地形、植被与侵蚀信息，绘制 1:10000 地形图，同时借助 GPS 完成施工点位精准定位与监测数据采集，并且也通过 GIS 进行空间分析与方案优化，实施地形改造、径流调控、渣土防护与林草植被建设等措施。针对项目前期监测资料缺失问题，采用手持式 GPS 结合 RS、GIS 开展补测，确保监测数据完整真实。治理后项目达到预期防治目标：水土流失治理面积 10.47hm²，治理度 100%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 99%，林草植被恢复率 100%，林草覆盖率 30.9%，各项指标均优于方案设定标准，有效遏制工程建设引发的水土流失，区域生态环境显著改善。

4 结语

综上所述,3S 技术通过整合 GIS 的空间分析、RS 的大范围监测与 GPS 的精准定位优势,有效突破了传统水土保持与荒漠化防治的局限,在地形解析、因子提取、动态监测、方案优化等关键环节发挥了不可替代的作用,显著提升了生态治理的精准度与实效性。未来还应聚焦技术创新,推进 3S 技术与大数据、人工智能等新技术结合,优化监测与治理方案,进一步拓展其应用场景,为生态环境持续改善提供更加强有力的技术支撑。

参考文献:

- [1]尚志强,周莹,李林虎,等.3S 技术在水土保持与荒漠化防治中的运用[J].内蒙古水利,2024,(10):76-77+88.
- [2]吉爱丽.3S 技术在水土保持与荒漠化防治中的运用[J].陕西水利,2023,(07):99-101.
- [3]汤瑞.3S 技术在水土保持与荒漠化防治中的应用[J].工程技术研究,2021,6(18):253-254.
- [4]王丽英.3S 技术在水土保持与荒漠化防治中的应用研究[J].农业灾害研究,2021,11(08):122-123.