

测绘测量技术在丽江水文水资源管理中的应用

高振华

云南省水文水资源局丽江分局 674100

DOI:10.32629/ems.v8i3.18732

[摘要] 丽江地处青藏高原东南边缘,境内澜沧江、金沙江等流域纵横交错,程海、泸沽湖等湖泊镶嵌其间,水文水资源格局复杂且生态敏感性高。测绘测量技术作为水文水资源管理的核心技术支撑,其精准的数据获取与分析能力直接决定管理决策的科学性。本文以丽江区域为研究对象,系统阐述数字化测绘、无人机遥感、水下测量等现代测绘技术在水资源调查评价、防汛减灾、水生态保护及水资源监管中的应用实践。结合丽江高原山地地形特点,分析测绘测量技术应用的优势与现存问题,并提出优化路径,为提升丽江水文水资源精细化管理水平、保障流域生态安全提供技术参考与实践借鉴。

[关键词] 测绘测量; 水文水资源管理; 丽江; 无人机遥感; 数字化测绘

1 引言

水文水资源管理是保障区域水安全、维系生态平衡、支撑经济社会可持续发展的核心工作。丽江作为滇西北生态安全屏障的关键区域,其水资源不仅关乎本地城乡供水、农业灌溉及能源生产,更对金沙江、澜沧江流域的水资源调配与生态保护具有重要影响。然而,丽江区域地形以高原山地为主,地势起伏剧烈,流域内降水时空分布不均,洪水灾害频发,同时面临湖泊萎缩、地下水超采等生态风险,给水文水资源管理带来严峻挑战。传统水文水资源管理依赖离散监测数据与经验判断,存在数据精度不足、覆盖范围有限、动态监测能力薄弱等弊端。随着测绘测量技术的飞速发展,数字化测绘、无人机倾斜摄影、水下高精度测量、GNSS定位等技术逐步应用于水文水资源管理全流程,实现了从“离散点推断”到“全域数字化精准建模”的跨越。近年来,云南省水文水资源局丽江分局持续推进水文现代化监测体系建设,通过测绘技术升级赋能水资源调查、防汛测报、生态监测等工作,取得显著成效。基于此,本文系统梳理测绘测量技术在丽江水文水资源管理中的应用实践,剖析技术应用价值与优化方向,为同类高原山区水文水资源管理提供参考。

2 丽江水文水资源管理对测绘测量技术的需求

丽江区域水文水资源特征显著,对测绘测量技术提出多元化、高精度需求。从地形条件看,丽江境内高山峡谷与高原湖泊并存,澜沧江峡谷、金沙江干热河谷等区域地形复杂,传统测量手段难以实现全域覆盖,亟需高效、灵活的测绘技术突破地形限制;从水资源管理重点看,需精准掌握程海、

泸沽湖等湖泊的水量变化、水下地形演变,澜沧江、金沙江干流及支流的径流规律,以及丽江坝区地下水动态变化,这些都依赖高精度测绘数据支撑;从灾害防控需求看,丽江汛期暴雨集中,易引发突发性洪水及滑坡、泥石流等次生灾害,要求测绘技术具备快速响应能力,能实时捕捉流域地形地貌变化,为灾害预警与应急处置提供数据支持。

此外,随着最严格水资源管理制度的实施,丽江需开展精细化水资源核算、水功能区监督管理、河湖健康评估等工作,传统测绘手段难以满足多维度、高频次的监测需求。现代测绘测量技术凭借高精度、高效率、全覆盖的优势,成为破解丽江水文水资源管理难题的关键支撑,其应用涵盖水资源调查、防汛减灾、生态保护、监管执法等多个领域。

3 测绘测量技术在丽江水文水资源管理中的核心应用

3.1 数字化测绘技术在水资源调查评价中的应用

水资源调查评价是水文水资源管理的基础工作,核心是精准掌握区域水资源总量、分布格局及动态变化。丽江区域依托数字化测绘技术,构建了全域水资源精准调查体系。在地表水资源调查中,采用GNSS定位技术与数字高程模型(DEM)构建相结合的方式,精准提取流域边界、水系分布,通过对澜沧江、金沙江流域1:50000比例尺DEM的精细化处理,明确了各支流汇流范围与径流路径,为水资源量核算提供基础数据。在湖泊水资源调查中,针对程海、泸沽湖等封闭性湖泊,应用无人船水下测量技术与RTK定位技术协同作业,构建水陆一体高精度DEM模型。测量过程中,无人船按预设航线进行自动化、高密度线状连续测量,测点间距控制

在2米以内,结合无人机航拍正射影像图(DOM),生成覆盖全湖的水下地形模型,精准计算出湖泊不同水位对应的水面面积、蓄水量,建立“水面面积-水深-水储存量”关系曲线。这种技术手段打破了传统离散点采样的局限,实现了湖泊水资源的精准量化,为程海生态补水、泸沽湖水量平衡调控提供了科学依据。在地下水调查中,通过数字化测绘技术布设地下水监测井网,结合GNSS定位精准记录监测井坐标与高程,构建丽江坝区地下水动态监测网络,为地下水超采防控提供数据支撑。

3.2 无人机遥感与倾斜摄影在防汛减灾中的应用

防汛减灾是丽江水文水资源管理的重点工作,测绘测量技术的快速响应能力显著提升了灾害防控水平。在洪水监测预警中,无人机遥感技术成为关键手段,尤其在偏远山区、交通不便区域的暴雨洪水监测中发挥重要作用。针对澜沧江峡谷等传统监测站点覆盖薄弱区域,丽江分局采用无人机搭载高清相机与测深设备,开展汛期应急测绘,快速获取流域地形地貌、河道冲淤变化及洪水淹没范围等数据。

在滑坡、泥石流等次生灾害防控中,应用低空倾斜摄影技术构建实景三维模型。以华坪县新庄河流域2025年“8·24”

暴雨洪水调查为例,通过无人机低空倾斜摄影获取高分辨率影像,结合DEM数据生成实景三维模型,精准识别河道滑坡体边界、潜在滑动面及影响范围,为灾害风险评估与预警预案制定提供精细化数据。同时,在洪水过后的灾情核查中,无人机遥感技术可快速完成淹没区域面积测算、受损设施定位,为灾后重建与损失评估提供精准依据。近年来,丽江分局通过无人机技术应用,完成了19水文(位)站的河道地形测量工作,修编21个水文(位)站测站任务书及超标洪水测报预案,显著提升了防汛测报能力。

3.3 水下测量技术在湖泊生态保护中的应用

程海、泸沽湖作为丽江重要的生态屏障,其生态保护是水文水资源管理的核心任务,水下测量技术为湖泊生态监测提供了关键支撑。针对程海水位持续下降、水质变化等问题,采用无人船水下地形测量系统与无人机定点测深相结合的“空-水协同”测量方案,攻克了湖泊近岸水生植物密集、传统测量船难以进入的难题。在测量过程中,开阔水域以无人船为主力,开展高精度线状连续测量;近岸水草密集区则采用无人机单点水下地形测量系统,通过“空中定点穿刺”方

式,精准获取水底点高程与水深数据。

3.4 多源测绘技术在水资源监管中的应用

在水资源监管执法中,多源测绘技术的融合应用实现了监管的精准化与智能化。通过卫星遥感影像定期监测区域水域面积变化,及时发现违法围湖造地、河道侵占等行为;利用无人机航拍对重点水功能区、饮用水水源地进行常态化巡查,精准识别污染源位置与范围;结合GNSS定位技术,对水资源开发利用项目进行精准定位与合规性核查,确保取水许可、排污口设置等符合规划要求。在水功能区监督管理中,通过测绘技术获取水功能区边界精准坐标,结合水质监测站点数据,构建水功能区三维监管模型,实现对入河排污口、水质变化的动态监测。近年来,丽江分局利用多源测绘技术完成97个断面及地下水监测井的水质生态监测,开展程海、泸沽湖出入湖河流水质水量监测454站次,编制水量水质简报24期,为水资源监管决策提供了精准数据支撑。

4 测绘测量技术应用成效与存在问题

4.1 应用成效

测绘测量技术的应用显著提升了丽江水文水资源管理的精细化水平。在水资源调查方面,通过高精度测绘建模,精准掌握了程海、泸沽湖等重点湖泊的蓄水量变化,完成五郎河等19条主要河流的流域特性及水资源量变化规律分析,为水资源优化配置提供了科学依据;在防汛减灾方面,依托无人机遥感与数字化测报技术,21个水文(位)站防汛特征水位的精准核定,实现了18个土壤墒情站、204个雨量站点水文要素的精准收集,大幅提升了洪水预报预警精度,为应急处置争取了时间;在生态保护方面,通过水下地形测绘与生态监测数据融合,完成《程海近30年(1994-2023)水文水生态变化及模拟研究》、《泸沽湖近30年(1994-2023)水文水生态变化及模拟研究》、《丽江坝区地下水动态变化研究》等30余个专业报告,为云南省高原湖泊程海、泸沽湖的生态修复、地下水保护提供了技术支撑。同时,测绘技术升级推动了丽江水文监测体系的现代化转型,通过测绘技术与信息化技术融合,实现了监测数据的实时传输与精准分析,为水文水资源管理数字化、智能化发展奠定了基础。

4.2 存在问题

尽管测绘测量技术在丽江水文水资源管理中取得显著应用成效,但仍存在一些问题亟待解决。一是复杂环境下测量

精度受限, 丽江部分区域如程海近岸、澜沧江峡谷深处存在水生植物茂密、地形陡峭等问题, 无人机与无人船测量易受干扰, 导致局部区域数据精度不足; 二是技术融合深度不够, 当前测绘数据与水文监测数据、水质数据的融合应用处于初级阶段, 尚未形成全域一体化的数据共享与分析平台, 数据价值未充分挖掘; 三是专业技术人才匮乏, 高原山区测绘测量技术应用对人员专业能力要求较高, 丽江本地具备无人机操作、三维建模、数据解读等综合能力的专业人才不足, 制约了技术应用效能的提升; 四是设备运维保障不足, 无人机、无人船等现代化测绘设备的长期稳定运行依赖专业运维, 而丽江部分偏远测绘区域交通不便, 设备维护与故障处置响应较慢。

5 优化测绘测量技术在丽江水文水资源管理中应用的建议

5.1 创新技术方案破解复杂环境测量难题

针对丽江复杂地形与水域条件, 优化测绘技术方案。对于水生植物密集、围网阻隔的区域, 推广应用无人机单点水下地形测量系统, 通过“空中定点穿刺”方式提升数据采集精度; 在澜沧江峡谷等地形陡峭区域, 采用多旋翼无人机与固定翼无人机协同作业, 结合三维激光扫描技术, 实现地形数据的全覆盖、高精度采集。同时, 加强测绘技术与水文模型的结合, 通过数据校准修正复杂环境下的测量误差, 提升数据可靠性。

5.2 构建一体化数据共享与分析平台

推进测绘数据与水文水资源管理数据的深度融合, 构建全域一体化数据共享平台。整合无人机遥感数据、水下测绘数据、水文监测数据、水质数据等多源数据, 建立标准化数据接口, 实现数据实时共享与联动分析。依托大数据、人工智能技术, 对融合数据进行深度挖掘, 构建水资源动态变化预测模型、洪水灾害风险评估模型、湖泊生态演变模型等, 提升水文水资源管理的智能化决策水平。

5.3 加强专业人才培养与技术交流

强化测绘测量技术专业人才培养, 通过“引进来”与“走出去”相结合的方式提升人才能力。引进具备高原山区测绘经验的专业人才, 充实技术团队; 定期组织丽江分局技术人员参加无人机操作、三维建模、数据解读等专业培训, 加强与省内外测绘科研单位、水文部门的技术交流, 学习先

进应用经验。同时, 建立人才激励机制, 鼓励技术人员开展测绘技术应用创新, 提升本地人才的技术攻坚能力。

5.4 完善设备运维保障体系

建立健全现代化测绘设备运维保障体系, 提升设备稳定运行能力。在丽江市区建立设备运维中心, 配备专业运维人员与应急备件, 负责设备的日常维护、校准与故障处置; 在偏远测绘区域设立运维站点, 配备简易维修设备与通讯终端, 确保设备故障能快速响应; 建立设备全生命周期管理台账, 通过数字化手段实时监测设备运行状态, 提前预判故障风险, 实现运维工作的精准化、高效化。

6 结论

测绘测量技术作为水文水资源管理的核心支撑, 在丽江区域水资源调查评价、防汛减灾、水生态保护、监管执法等工作中发挥了不可替代的作用。数字化测绘、无人机遥感、水下测量等技术的应用, 实现了丽江水文水资源管理从传统经验型向现代精准型的转变, 提升了管理决策的科学性与有效性。结合丽江高原山地地形特点, 通过创新技术方案、构建数据融合平台、加强人才培养、完善运维体系等措施, 可进一步提升测绘测量技术应用效能。

未来, 随着测绘测量技术的持续升级与应用深化, 其将在丽江水文水资源精细化管理中发挥更大作用, 为保障区域水安全、维系生态平衡、支撑经济社会可持续发展提供坚实技术支撑。同时, 丽江的技术应用经验也可作为滇西北乃至全国同类高原山区水文水资源管理提供有益借鉴, 推动测绘技术与水文水资源管理的深度融合发展。

[参考文献]

- [1] 宿婷; 赵金海. 测绘新技术在乡村生活空间建设中的应用[J]. 国土与自然资源研究, 2025 (04)
- [2] 李强. 测绘新技术在森林资源测绘工程中的应用分析[J]. 中国资源综合利用, 2024 (09)
- [3] 蒋林军. 测绘与地理信息新技术在土地综合整治中的应用分析[J]. 江苏科技信息, 2024 (15)
- [4] 罗军. 无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形图测绘中的应用[J]. 智能城市, 2024 (08)
- [5] 徐郑冰; 冯国正; 邹阳; 叶飞. 多源测绘地理信息数据融合的三维高斯泼溅建模技术. 测绘通报, 2025 (11)