

新形势下水文站巡驻结合方案优化研究

贺登永

新疆维吾尔自治区吐鲁番水文勘测中心 新疆 吐鲁番 838000

摘要：阿拉沟水文站（1956年设站，全年驻测）受上游2014年水库蓄水影响，传统模式成本高效率低。基于1957—2025年资料，分析水文特性、径流洪水规律，结合水库调度与设施条件，提出巡驻结合方案。该站水位关系呈单一曲线，该水文站距勘测中心120公里且交通便利，满足巡测条件。实行“主汛期驻测、非汛期巡测”动态模式，可保精度、降成本、提效能。

关键词：阿拉沟水文站；巡驻结合；方案优化；新疆水文

引言

新疆水文站点多偏远，传统驻站成本高，正推进从人工到自动化、智能化的“3.0版”升级，实现巡驻结合管理。阿拉沟站（1956年设）原全年驻测，2014年上游水库蓄水后径流受调蓄控制，水位流量关系改变，继续驻测不合现代化方向。本文基于69年资料与水库调度实际，系统分析巡测条件，提出优化方案，为同类水文站改革提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 测站基本情况

阿拉沟水文站位于新疆吐鲁番市托克逊县阿乐惠镇，东经87°52′05.63″，北纬42°49′17.21″，是区域代表水文站、省级重要水文站、中央报讯站。站址以上集水面积1861km²，河长103km，多年平均年径流量1.319×10⁸m³。测验项目包括水位、流量、降水、蒸发、气温、冰情目测和普通测量等，流量测验精度为二类测验精度。该站设有阿拉沟（二）和阿拉沟（放水渠）两

个观测断面。

1.2 数据来源

本研究采用阿拉沟水文站1957—2025年共69年连序观测资料（其中1958年10—12月、1959年1—6月缺测），以及阿拉沟水库2014年蓄水以来的调度运行数据。流量测验方法包括流速仪法、浮标法，渡河方式为缆道和涉水。

2 阿拉沟水文站巡测条件分析

2.1 径流年内分配特征

阿拉沟径流补给来源为冰雪融水、降水和地下水。根据多年平均资料统计（表1），连续最大4个月径流量发生在6—9月，占年径流的63.5%；水量最大月为7月，占全年23.8%；最小月为2月，仅占3.9%。从季节分配来看，春季（3—5月）占10.8%，夏季（6—8月）占54.4%，秋季（9—11月）占21.2%，冬季（12—2月）占13.6%。

表1 阿拉沟站多年平均年径流量月分配表

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
径流量(10 ⁸ m ³)	0.062	0.0514	0.0541	0.0435	0.0448	0.1477	0.3139	0.2559	0.12	0.0871	0.0725	0.066	1.319
占比(%)	4.7	3.9	4.1	3.3	3.4	11.2	23.8	19.4	9.1	6.6	5.5	5.0	100

径流高度集中于夏季的特征决定了巡测工作必须突出重点时段。非汛期（9月—次年5月）来水量仅占全年的45.6%，且水量平稳；而主汛期6—8月径流量占全年的54.4%，是流量测验的关键时期^[1]。这一特征为“分时段动态巡驻”提供了水文依据——汛期须加强值守加密测次，非汛期可适当精简。

2.2 洪水规律分析

对阿拉沟水文站65年最大洪峰流量资料的统计分析表明（表2），洪水主要集中在7月，总计发生38次，占

比58.5%；8月发生14次，占比21.5%；6月发生13次，占比20.0%。6月下旬至8月上旬发生的洪水占比高达86.2%。

表2 阿拉沟水文站洪水发生时间统计表

统计项目	6月	7月	8月
发生频次（次）	13	38	14
发生概率（%）	20.0	58.5	21.5

2006—2015年10次洪水过程统计显示，洪水最长历时516.0小时，最短历时20.0小时，平均历时157.1小

时。洪水过程多呈尖瘦的陡涨陡落型，暴雨型洪水峰高量小、历时较短，冰雪消融型洪水历时较长、涨落平缓^[2]。洪水集中度高、历时相对较短的特点，要求巡测方案必须具备快速响应能力——既要在主汛期安排足够力量驻守以防漏测，又要在非汛期保持机动以应对突发水情。

2.3 上游水库调度影响

阿拉沟水库位于阿拉沟（二）站上游4.0km处，总库容4450万m³，是具有防洪、工业供水、灌溉等综合效益的Ⅲ等中型水利枢纽。水库2014年11月下闸蓄水后，河道来水受调蓄控制，水位、流量等要素已不能反映天然河道自然状态。

从水量还原计算结果看（表3），2015—2025年间实测径流量与天然径流量偏差显著。2020—2023年偏差尤为突出，还原前后偏差分别达36.9%、21.1%、38.9%、41.7%。水库调蓄使下游来水过程趋于平缓，阿拉沟（二）站2020—2025年实测资料显示，瞬时流量小于1m³/s的天数年均达330天以上。来水过程的均化降低了洪水突发性风险，客观上为巡测创造了有利条件——水位流量变化不再像天然河道那样剧烈，巡测窗口期更加充裕。

表3 阿拉沟水库运行后年径流量还原计算表

年份	W实测(10 ⁸ m ³)	W天然(10 ⁸ m ³)	还原前后偏差(%)
2020	0.7795	1.067	+36.9
2021	0.8705	1.054	+21.1
2022	0.7077	0.9832	+38.9
2023	0.6798	0.9635	+41.7
2024	1.416	1.906	+34.6

2.4 水位流量关系分析

阿拉沟（二）站2020—2025年水位流量关系为多条临时曲线。2020年以来最大实测流量为90.1m³/s（2024年8月29日）。实测最大流量年份间差异悬殊——2024年达90.1m³/s，而2023年仅1.00m³/s。临时曲线特性意味着每次洪水过程都需要足够的测次来定线，对巡测的及时性和测次密度提出了较高要求^[3]。

阿拉沟（放水渠）站为人工渠道，经2023年断面整治后断面较为稳定，水位流量关系呈单一曲线。该站可通过雷达水位计采集水位数据直接推流，巡测条件理想。

2.5 断面水量分配特征

2020—2025年统计数据显示（表4），阿拉沟（放水渠）站年均过水量占比达77.9%，阿拉沟（二）站仅占22.1%。两站水量分配的悬殊差异，意味着巡测资源配置应有所侧重——放水渠站是水量监测的主体，二站更多承担生态基流和水库下泄水量的监测功能。

表4 阿拉沟站断面年径流量占比统计表

年份	阿拉沟（合成）站	阿拉沟（二）站	阿拉沟（放水渠）站
2020	100%	25.9%	74.1%
2021	100%	11.8%	88.2%
2022	100%	15.3%	84.7%
2023	100%	13.5%	86.5%
2024	100%	47.4%	52.6%
2025	100%	18.4%	81.6%
均值	100%	22.1%	77.9%

3 阿拉沟水文站巡驻结合现存问题

3.1 驻测模式成本高、效益低

阿拉沟水文站自1956年设站以来一直采用全年驻测模式。受上游水库调蓄影响，日常来水量极小——瞬时流量小于1m³/s的天数年均达330天以上。在水情长期平稳的情况下，全年保持多人驻守，人力资源严重浪费。这与新疆水文现代化建设提出的“有人看管、无人值守、巡驻结合”方向不相适应。

3.2 流量测验频次与水文特性不匹配

阿拉沟（二）站全年流量测次每年不少于60次。但从实际来水过程看，全年330天以上流量小于1m³/s，大量测次集中在极低流量区间，对定线精度的贡献有限。2020—2025年间，瞬时流量大于18m³/s（高水）的天数除2024年外均为0天。测次安排未充分结合水库调度规律和水情变化实际，存在“为测而测”的现象。

3.3 技术装备效能未充分释放

该站已安装雷达水位计、翻斗式自记雨量计等自动监测设备，水位数据可实时传输至新疆水文站网管理平台。但自记气温设备仍在比测分析阶段，20cm口径自动蒸发器和E601自动蒸发器因报文无法解析、数据精度不满足要求，目前仍使用人工观测。部分自动化监测设备虽已安装，但实际运行率偏低，自动化监测效能未能得到充分发挥，制约了巡测模式的推进^[4]。

4 阿拉沟水文站巡驻结合优化方案

4.1 总体思路

基于阿拉沟水文站水文特性分析和现有问题诊断，提出“主汛期驻测、非汛期巡测、应急期加密”的分时段动态巡驻方案：（1）主汛期（6—8月）：实行专人驻站值守。该时段径流量占全年54.4%，洪水发生概率达100%，是流量测验的关键窗口，必须保证全天候监测能力。（2）非汛期（9月—次年5月）：实行以巡测为主。该时段来水占全年45.6%，水量平稳，通过定期巡测即可满足定线与整编要求。（3）应急期：遇暴雨预警或水库泄洪调度，立即启动应急响应，恢复驻测或加密巡测频次。

4.2 人员配置优化

(1) 驻站人员精简: 主汛期安排2人驻站值守, 负责水位、降水自动监测设备的日常监控、流量测验及数据初核。非汛期保留1人驻守或委托当地居民看护站房及设备。(2) 巡测力量整合: 以吐鲁番水文勘测中心为巡测基地, 组建巡测组负责非汛期定期巡测。巡测组由中心技术人员组成, 接到任务后120分钟内可抵达测站。

(3) 能力提升: 针对当前巡测人员智能装备操作合格率偏低的现状, 重点加强雷达水位计数据分析、电波流速仪操作、新疆水文站网管理平台使用等技能培训。

4.3 巡测时机与频次优化

(1) 阿拉沟(放水渠)站: 水位流量关系为单一曲线, 全年流量测次每年不少于15次。巡测时机可相对固定, 每季度安排1—2次实测流量用于校核水位流量关系线, 单次测验可控制在30分钟内完成。(2) 阿拉沟(二)站: 水位流量关系为临时曲线, 全年流量测次每年不少于60次。巡测时机的确定应遵循以下原则: 水库泄洪期间: 立即启动加密巡测, 按水位变化过程布设测次; 水位变化超过0.30m时: 及时安排流量测验; 每月至少保证2—3次实测流量, 确保定线有足够点据; 单次测验控制在45分钟内完成^[5]。(3) 动态调整机制: 依托与阿拉沟水库管理单位的常态化联系机制, 每日获取水库调度数据。当水库下泄流量发生显著变化或接到暴雨预警时, 由水情会商决定是否启动应急巡测。

4.4 巡测路线与交通保障

阿拉沟水文站距吐鲁番水文勘测中心约120km, 通往测站全线均为硬化公路, 驱车120分钟内可达。两条巡测路线均可保障快速响应: 路线1: 吐鲁番水文勘测中心→南环路→S202→大乌线S301→阿乐惠镇→阿拉沟(二)站。路线2: 吐鲁番水文勘测中心→京新高速G7→大河沿立交→大乌线S301→阿乐惠镇→阿拉沟(二)站。

4.5 测验方法优化

(1) 水位观测: 两站均已安装雷达水位计及视频监控, 采用自动监测数据, 人工定期校核。水位数据实时传输至新疆水文站网管理平台。(2) 流量测验: 阿拉沟(放水渠)站: 水位流量关系为单一曲线, 通过雷达水位计采集水位推流。阿拉沟(二)站: 采用流速仪法为主, 高水时辅以电波流速仪及中泓浮标法。2024年8月29

日实测最大流量90.1m³/s, 证明现有设施具备测洪能力。

(3) 降水观测: 翻斗式自记雨量计已批复使用, 采用自动监测。冬季因融雪功能不完善, 仍需委托观测。(4) 蒸发观测: 加快推进自动蒸发设备引进, 在设备比测达标前暂委托人工观测。

4.6 质量控制要点

(1) 水位计比测: 按照《水文巡测规范》(SL195-2015)要求, 定期开展自记水位计与人工水尺同步对比观测, 确保系统不确定度、随机不确定度、综合不确定度均在允许范围内。(2) 大断面测量: 每年汛前、汛后各施测一次大断面; 较大洪峰过后及时加测洪水淹没部分。(3) 定线精度控制: 阿拉沟(二)站临时曲线定线误差按二类精度水文站控制, 系统误差绝对值不大于3%。每年流量测点按临时曲线要求均匀分布于各水位级上, 测后及时分析, 偏离较大时查明原因。

5 结论与建议

阿拉沟站69年资料显示, 径流集中于夏季(6—8月占54.4%), 洪水集中7月(占58.5%), 非汛期平稳, 满足“汛期驻测、非汛期巡测”模式。放水渠站为单一曲线, 水文站距基地120公里且交通便利, 符合巡测规范。上游水库调蓄使来水平缓, 实测与天然径流偏差达41.7%, 降低突发风险。本方案可保证二类精度, 显著降本增效。优先引进自动蒸发设备并解决比测; 与水库签订正式协议共享调度数据; 实施后定期评估定线精度、数据完整率及应急时效, 动态调整巡测; 加强智能装备(雷达波、无人机)专项培训, 提升新技术应用能力。

参考文献

- [1] 张磊. 梁家坝水文站水文巡驻结合方案优化探索[J]. 陕西水利, 2026, 17(1): 13-16.
- [2] 柳鹏. 水文测站流量间测分析探讨[J]. 水资源研究, 2023, 12(3): 273-277.
- [3] 余彬. 水文巡测工作存在的问题及对策研究[J]. 科技创新导报, 2022, 19(6): 121-123.
- [4] 吕兰军. 新形势下水文巡测体系构建与管理创新[J]. 江西水利科技, 2023, 49(2): 89-93.
- [5] 王凯. 中小河流水文站巡驻结合运维模式优化研究[J]. 水利技术监督, 2024, 23(4): 156-159.