

中发现的隐患进行分类建档,明确整改责任、技术措施以及完成时限,实施发现、登记、整改、验收、销号的闭环管理,整改完成之后组织专业验收,形成隐患治理鉴定书,同时同步更新台账和项目管理卡,保证隐患全部消除。

### 3.5 优化防汛与用水调度,提升资源利用效率

防汛以及用水调度在小型水库运行管理中占据着关键位置,需要综合考虑气象、水文状况以及实际需求等多方面因素,运用科学的调度技术与方法,达成安全防汛与高效用水两者的统一。

在防汛调度这一方面,每年都会依据气象预测结果以及水文情况来编制防汛应急预案,清晰地明确应急响应流程、处置措施以及责任分工。在汛期时会严格依照调度指令执行,依靠水位监测传感器实时收集数据,借助水库信息管理平台达成数据的实时上传以及动态预警,精确控制水位,以此保障堤坝安全,还会定期组织防汛应急演练,提高应急处置能力,演练记录会被纳入档案进行归档保存。

在用水调度方面,依据气象条件、作物的需水规律以及水源状况,制定年度用水计划,实行“统一分配、分级落实”这样的调度模式。官塘灌区会优先保障农业灌溉的核心需求,同时兼顾生态用水,指导各个村子合理规划取水口、规范取水流程,明确灌溉时段以及取水量标准,防止出现无序取水以及水资源浪费的情况,凭借动态监测用水量,保证年节水目标可稳定达成,提高水资源利用效率,建立用水需求反馈机制,及时对用水计划做出调整,保障供需平衡<sup>[6]</sup>。

### 3.6 推进信息化与标准化建设,提升管理现代化水平

信息化建设对于提升小型水库管理精准度而言是极为关键的支撑,新河水库在堤防沿线布置了3至5处水位监测传感器,将沉降观测数据、巡查记录以及养护档案等各类信息加以整合,构建起水库信息管理平台,达成了“数据可实时上传、状态可进行动态预警、决策获得科学支撑”的目标。借助该平台对各类数据展开分析处理,可为工程管护、防汛调度以及用水管理提供相应的数据支撑。

## 4 小型水库运行管理的保障措施与长效机制构建

### 4.1 强化责任考核,确保工作落地

组建创建专项工作组,把“四个责任制”的落实状况、创建任务以及管护成效一同归入年度考核范畴,清晰确定各环节的管护责任人、技术责任人和资料编制责任人,制订量化考核指标,定时开展考核评估工作,考核结果与奖惩措施

相关联,对工作成效突出的单位和个人给予表彰,对未达成任务或者履职不恰当的进行问责,以此保障各项管理工作可切实取得成效。

### 4.2 保障经费投入,强化资源支撑

全面统筹申请专项创建资金以及管护经费,严格实行专款专用制度,以此保障设施改造、设备维修、资料编制、验收评估等各项工作可顺利推进,官塘灌区积极创新经费保障模式,凭借结合水费返还来补充管护经费,最终形成了多元化的经费投入机制,合理地分配经费,将重点向技术装备升级、专业人员培训等方面进行倾斜,提升管理的专业化以及现代化水平。

### 4.3 加强督导检查,及时整改提升

定期开展自查督导,重点核查责任制履职情况、任务推进进度、工程质量和资料规范性。主动配合上级部门“四不两直”检查,对发现的问题建立整改台账,明确整改时限和责任人员,跟踪整改成效。通过常态化督导检查,及时发现并解决管理工作中的薄弱环节,持续提升管理水平。

## 5 结语

小型水库运行管理是一项系统性、长期性的工作,直接关系到水利工程安全和功能发挥。本文结合新河水库省精细化管理二级工程达标创建和官塘灌区运行管理的实践经验,从管理体制、基础设施管护、机电设备维修、隐患排查治理、防汛用水调度、信息化建设等方面,系统探讨小型水库运行管理的关键技术与方法。实践表明,构建权责清晰的管理体制、推进精细化管理、强化技术支撑、建立闭环管控体系和长效保障机制,是提升小型水库运行管理水平的有效路径。

### 参考文献

- [1] 靳亚男,覃立宁.小型水库现代化运行管理矩阵构建思路探讨[C]//2024中国水利学术大会论文集(第一分册).2024.
- [2] 姚锋波.关于加强小型水库运行管理有效措施的探讨[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023(4):4.
- [3] 朱懋惠.中型水库运行管理中的安全监测技术探讨[J].中国科技期刊数据库 工业A,2025(5):115-118.
- [4] 林强.中型水库除险加固工程安全管理措施探讨[J].中国科技期刊数据库 工业A,2025(4):102-105.
- [5] 王志伟.中型水库标准化管理运行的评价体系分析[J].水利科学与寒区工程,2024,7(9):121-124.
- [6] 刘平华.探析大中型灌区工程施工与运行管理[J].湖南水利水电,2024(6):93-95.

# Research and Application of New Automatic Hydrological Monitoring System in Power Spot Trading Operation of Nansha Hydropower Station

Renping Huang Guoshan Cao

Honghe Guangyuan Hydropower Development Co., Ltd., Mengzi, Yunnan, 661100, China

## Abstract

This study investigates a novel hydrological automatic monitoring and forecasting system integrated with a hydropower station spot trading auxiliary platform, exploring its applications in enhancing market participation efficiency, improving flood prediction accuracy, and optimizing operational strategies. By integrating four-dimensional sensing matrices covering power, hydrological, meteorological, and market data, the system achieves precise short-and medium-term water inflow forecasting while establishing dynamic adjustment strategies for multi-scenario applications. The combination of deep learning and mechanistic modeling significantly improves water volume prediction accuracy and robustness, ensuring maximum profitability for hydropower stations in spot markets. Furthermore, the implementation of rolling output forecasting technology and a closed-loop deviation analysis mechanism provides comprehensive decision support for operational management. Research findings demonstrate that this system not only optimizes power generation schedules and trading strategies but also drives intelligent development, thereby boosting market competitiveness for hydropower facilities.

## Keywords

hydropower station; flood forecasting; spot market; automatic hydrological monitoring; deep learning; rolling output prediction

## 南沙水电站新型水情自动测报系统在电力现货交易运行中的研究应用

黄任萍 曹国山

红河广源水电开发有限公司, 中国·云南 蒙自 661100

## 摘要

本文研究了基于水电站现货交易辅助系统的新型水情自动测报系统,并探讨了其在提高水电站现货市场参与效益、提升洪水预报精度、优化电站运营中的应用。系统通过整合电力、水文、气象和市场四维感知矩阵,实现精准的短期及中期来水预报,并构建了多场景动态调整的申报策略。采用深度学习与机理模型相结合的方式,有效提升了水量预测的精度与鲁棒性,保证了电站在现货市场中的最大收益。同时,通过滚动出力预测技术与偏差分析闭环机制的建立,为电站运营管理提供了全面的辅助决策支持。研究表明,该系统不仅优化了水电站的发电曲线和电力交易策略,还促进了智能化发展,提高了电站的市场竞争力。

## 关键词

水电站;洪水预报;现货市场;水情自动测报;深度学习;滚动出力预测

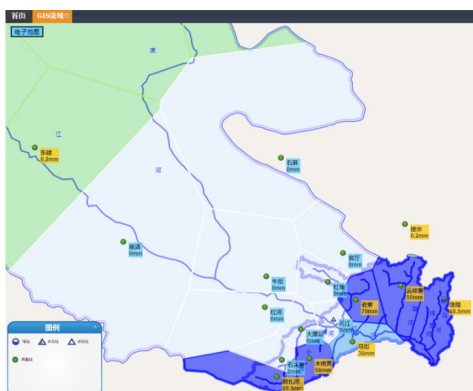
## 1 南沙电站概况

南沙水电站位于红河(元江)干流红河哈尼族彝族自治州的元阳县和建水县境内,是《云南省红河(元江)干流梯级综合规划报告》推荐的12级开发方案中的第9个梯级,目前是红河干流第一级已建水电站。电站坝址以上集水面积

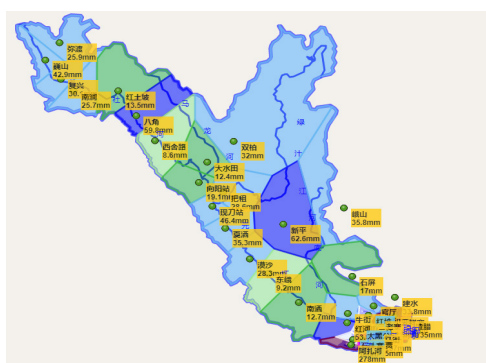
为28875km<sup>2</sup>。电站为属日调节,装机容量为150MW,采用3台单机容量为50MW的混流式机组,保证出率20.0MW,年利用h4682h,多年平均发电量7.0228亿kwh。

南沙水电站新型水情自动测报系统由1个中心站(通信服务区、数据库服务器、工作站)、36个遥测站(区间9个雨量站、2个水位站;流域中上游24个代表雨量站、1个自建雷达水位站)组成,遥测站全部采用4G网络通信。

【作者简介】黄任萍(1985-),女,中国云南丽江人,本科,高级工程师,从事南沙水电站新型水情自动测报系统在电力现货交易运行中的研究应用研究。



红河流域站点分布图



坝址控制面积代表站图

## 2 南沙水电站参与现货市场的背景

根据《南方区域电力市场云南电力现货市场连续结算试运行实施方案（报审稿）》（2025年6月发布）及相关规则。目前南沙水电站属以“报量不报价”方式参与现货市场，尤其是调节能力有限的中小水电、径流式电站或尚未纳入全面竞价范围的机组。尽管不报价但云南现货市场要求所有参与主体全电量申报、物理执行，《云南电力现货市场实施细则》明确指出：“市场主体应确保申报曲线可执行，因自身原因导致的偏差由其自行承担。”如果“报量不报价”水电厂电量申报不准，将面临明确的偏差考核与系统责任问题，若实际出力与日前/实时申报偏差超出允许范围，将触发不平衡电量结算机制；偏差电量按实时节点电价或统一结算点电价进行结算，可能造成收益损失或额外成本。

南沙水电站地处云南红河流域干热河谷，水文站点少、气象变化快、集水成因复杂；电站只具备日调节性能，应对来水不确定性调节空间有限，为最小化现货偏差考核成本、最大化可执行电量、保障调度可信度、维持市场准入资格，亟需建立一套集中短期精准来水预报、科学报量策略制定、可信出力空间预测、调度复盘分析于一体的辅助决策平台，保障电厂在参与电力现货交易过程中收益最大化。

## 3 新型水情自动测报系统的框架及核心技术

新型水情自动测报系统以“精准预测+场景适配+动态修正+持续改进”的闭环业务流程为基本框架，研发包

括中短期预报、多场景调度策略制定、滚动出力预测、复盘分析等功能在内的软件平台，系统核心技术包括：

### 3.1 耦合深度学习和机理模型的中短期水文预报技术

为满足电力现货交易需求，系统短期可预测未来72h内逐时来水，中期可预测未来12日内逐日来水。气象输入方面，利用水情测报系统雨量站、水文站实测数据，融合ECMWF气象预测数据（空间分辨率 $\leq 5\text{km}$ ），预见期可覆盖未来7-10日。采用深度学习和机理模型双驱动的水文预测技术，机理模型方面，采用新安江三水源模型，适配云南山地流域；数据模型方面，使用LSTM+Transformer模型，充分考虑长短期时间影响以及注意力集中机制。新系统从减少单一预报模型预报结果的不确定性出发，选择采用贝叶斯模型平均法和动态权重组合法对机理驱动模型以及数理驱动模型的预报结果进行并联耦合，最大限度地利用各种模型的径流过程模拟信息，从而提高预报结果精度以及可靠性<sup>[2]</sup>。

传统的水情测报系统建设时水情数据来源于坝址控制面积自建的10个雨量站、2个水位站，洪水预见期为6h，预测精度为60%。新系统接入上游自建元江雷达水位站、红河州气象局短期、中长期预报数据、流域实测降雨等数据。为进一步提高系统预测精度，采用混合型模型（深度学习与机理模型）不仅能够提升预测准确性，同时通过模型组合减少单一预测模型可能带来的误差。利用LSTM和Transformer模型时，特别注重历史数据的长短期时间依赖关系，强化了数据特征的学习能力。新型水情测报系统采用混合模型、实现数据扩容后使系统洪水预见期由原先的6h延长至72h-288h，预测精度可达到85%以上，达到更好地水库预泄、错峰能力。在保证水库防洪及机组安全运行前前提，最大限度发挥水库腾蓄能力，提高水库重复利用率，在现货交易中提前研判，调整运行方式，最大限度契合电力市场电价波动，获得现货市场增效收入。南沙水电站洪水预报计算方式如下图：

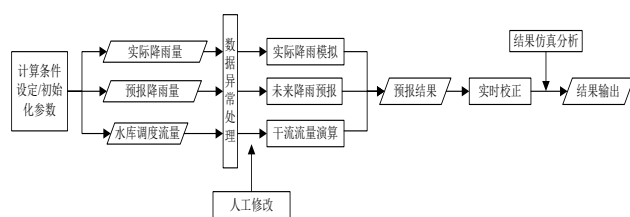


图1

### 3.2 多场景申报策略制定

由于水电出力受来水、调度指令、电网约束、市场价格、外送合约等多重因素影响，单一固定申报模式难以适应动态变化。为提升应对复杂运行环境、降低偏差风险、提升市场收益的核心能力，系统构建了一套基于场景识别—策略匹配—动态调整的多场景申报体系。

根据云南电力市场的特点，明确了不同时期的策略目标：①在常规平稳日，来水稳定、无极端天气、电网无阻塞、无特殊调度指令，采用P50（中位数）出力预测作为申报基