

沙湾市大南沟水库工程水文自动测报系统建设

韩舜滨

克拉玛依水文勘测中心

DOI:10.12238/etd.v6i1.11756

[摘要] 大南沟水库工程拟建地理位置较偏远,在天气条件恶劣的情况下,传统的水情报汛手段往往不能及时有效地传递水情信息,给水库的防洪调度、安全高效运行带来困难。因此,建立现代化的水情自动测报系统势在必行。此系统能够迅速传递水文信息,为水库的调度优化及安全度汛策略提供数据支撑,对确保水库在防洪度汛中的安全以及高效运行发挥着至关重要且积极的影响。

[关键词] 水库工程; 自动化; 水文预报; 系统建设

中图分类号: TV62 **文献标识码:** A

Construction of an Automatic Hydrological Telemetry System for the Danangou Reservoir Project in Shawan City

Shunbin Han

Hydrological Survey Center of Karamay

[Abstract] The proposed construction site of the Danangou Reservoir Project is located in a relatively remote area. In case of severe weather conditions, traditional water information reporting methods often fail to transmit water information in a timely and effective manner, posing difficulties for the flood control scheduling, safe, and efficient operation of the reservoir. Therefore, the establishment of a modern automatic water information telemetry system is imperative. This system can timely transmit water information and provide a scientific basis for the optimized scheduling and safe flood control of the reservoir, playing an important and positive role in flood control, and ensuring the safe and efficient operation of the reservoir.

[Key words] reservoir engineering; automation; hydrological forecasting; system construction

引言

大南沟河是金沟河左岸一条较大支流,发源于依连哈比尔尕山北麓,源头发育有少量冰川;该河由大、小南沟组成,大南沟为干流,靠近巴音沟河一侧,小南沟为支流,靠近金沟河一侧。干流从河源自南向北流,与小南沟汇合后,又由西南向东北汇入金沟河干流。大南沟河流域暴雨、暴雨与融雪混合型洪水发生次数较多,这两类洪水对水利工程、交通干线、村庄及下游居民的生命财产威胁很大。大南沟水库建成后,通过加强水库库区、出库水量的水文监测,可以为水库运行、管理提供科学依据,以实现防洪、供水的优化调度,提高水资源的利用效益,达到预期的兴利除弊目标。由于水库地理位置较偏远,在特殊极端天气下,传统的水情报汛手段不能及时地传递水情信息。因此,建立适合的水文自动测报系统是非常必要的。

1 水文自动测报系统建设的必要性

现代化的水情自动测报系统建成后,可以保证大南沟水库工程施工期的安全和进度所需的水文信息,实现坝址以上流域的水雨情信息采集自动化,为工程施工和运行优化调度服务;能

够迅速且准确地预测流域内洪水的发展趋势,提升洪水预报的精确度并延长预见期,从而为决策机构提供可靠且精确的信息基石。这不仅确保了决策者在充分信息支持下制定出科学合理的调度策略,实现了科学决策,同时也为防洪抢险工作赢得了更多宝贵的时间。更为重要的是,流域内水情信息采集技术的提升将极大改善水资源的管理效率,使得流域内水资源的合理调配、节约用水、合理用水以及水资源保护等工作拥有了坚实的科学依据。

2 水文自动测报系统建设原则

水文自动测报系统应满足实用性、先进性、可靠性的要求,符合和遵循相应的规范、标准,并具备开放性、兼容性、可扩充性的能力。

(1) 站网布设应与水文预报模型相匹配,与原有水文站网资料相衔接。通过对流域现有测站的合理性论证,调整或增补遥测站,确保站网布设合理满足预报精度要求;系统结构、信息流程的设计要符合水库水情调度的实际需求,同时便于系统的运行管理和维护。(2) 水情信息采集、传输方案的设计应充分考虑大

南沟流域固有自然地理及水文特性。在满足系统功能要求的基础上遵循经济性原则,尽量减少工程的总投资和建成后的运行维护费用;在子系统(水情信息采集、传输、接收处理,计算机网络等)的设计中应充分考虑可靠性措施,能避免包括雷电干扰、无线电干扰和工业干扰等各种外界干扰,保证硬件软件及数据的安全。(3)方案的编制和软件设计应设置不同预见期方案,互为补充,逐级设防;方案配置上应有骨干方案;共性的设施和设备(如天线杆、雨量站等)应采用统一的标准化设计,以利于施工的质量控制和系统运行的维护管理。

3 水文自动测报系统功能

大南沟水库的水文自动测报系统核心在于高效精准地自动搜集流域内的水雨情数据,并对数据进行计算、分析及处理。在确保上下游防洪安全及水库自身安全的基础上,该系统为水库的防洪调度决策提供有力的信息支撑。

(1)系统具有自动采集、传输、接收、处理水文数据的功能。通过测、报、控一体化的水文信息采集系统,为水库调度提供实时、准确、可靠的水文信息。(2)本系统的通信体系支持在一个软件层面进行多通信信道,切换调整灵活的结构。(3)系统具有通过设计信道下载指令至遥测站的功能。中心站可查看、修改遥测站部分参数。(4)系统具有符合实时水文资料整理、存贮;定时自报、事件自报等功能。(5)中心站将接收的遥测数据进行处理,存入数据库。(6)系统利用计算机网络功能,进行数据加工和信息提取,将处理后的数据面向水文情报、预报、水库调度等主题的实时水文数据库以及其他信息次生数据库。(7)应用计算机网络和GIS技术,完善水文及水库调度相关信息网络查询和具有交互式分析、处理功能的预报、调度会商,完善基于Web技术的信息发布。(8)实时传输水雨情信息和工况信息。

4 水文预报系统

水文预报系统作为水情自动测报系统重要组成部分之一,其目的是根据流域降雨和产生径流情况预报入库流量和库水位变化过程。水文预报是否准确,预见期的长短,对洪水的调度是否合理影响重大。对于中小洪水直接影响到水资源利用率、水利枢纽工程的效益,对于大洪水则直接影响水工建筑物及人民财产安全。大南沟水库的水文预报系统,是在深入研究了周边水文站的预报方案后,由专家团队量身定制,专为该流域设计的水文预报模型。此系统集成了多项强大功能,包括自动定时预报、人工干预下的交互式预报、实时校正功能、洪水调度管理、智能化的数据校验与编辑、系统初始参数的灵活配置,以及预报结果的图形化、表格化展示。具体而言:

(1)模拟洪水过程:系统能根据降水量的预报数据,精确模拟出洪水的发展过程。(2)实时联机预报:依托实时的雨水情信息,实现水库与河道之间的即时联动预报。(3)历史与预报数据库:构建历史洪水库,存储并分析预报结果,形成完整的数据库。(4)对比分析功能:能够对单次洪水过程、预报结果与历史洪水事件进行深度对比分析。(5)交互分析平台:为预报人员和水资源调度专家提供便捷的交互分析平台。(6)预报精度保障:确保

预报精度符合《水文情报预报规范》(GB/T 22482-2008)及水利部标准SL 250-2000的相关要求。

这一系统不仅提升了水文预报的准确性和时效性,还为水库的防洪调度和水资源管理提供了强有力的技术支持。

5 通信组网与应用软件配置

5.1 通信组网

水文自动测报系统在构建通信组网时,通常遵循以下原则来确保数据传输的可靠性和稳定性:

(1)公网优先原则。在公网信号覆盖良好的地区,优先选择利用公共通信网络(如移动通信网络)进行组网,以利用其广泛覆盖、成本相对较低且维护便利的优势。(2)卫星通信补充原则。对于公网信号无法覆盖的丘陵和低山地带,采用卫星通信技术作为数据传输的替代方案。卫星通信不受地理障碍限制,能够确保这些偏远地区的数据也能被实时、稳定地传输。(3)双重备份与自动切换原则。对于关键的水文监测站点,特别是那些位于重要地理位置或承担关键监测任务的站点,如果条件允许,应实施双重通信方式组网。这意味着除了主要通信手段外,还配置一种备用通信方式,两者互为备份,能在主通信链路出现故障时自动切换到备用链路,确保信息传输信道的连续性和稳定性,避免数据丢失或传输中断。

根据以上通信组网原则以及新建站点布设位置,本次水文自动测报系统监测站采用4G/5G为主信道、北斗三号为备用信道的主备互补的传输方式。传输符合《水利监测数据传输规约第1部分:总则》(SL/T812.1-2021)的要求。

5.2 应用软件配置

水文测报系统应用软件包括数据接收与处理、数据管理和水文预报等。根据大南沟水库工程实际情况,本水文测报系统应用软件可实现以下功能:

(1)遥测信息接收与处理。通过中心站对来自各遥测站的实时遥测信息的接收、译码、甄别、合理性检查、处理,得到各遥测站的实时遥测资料,并形成原始数据库。(2)资料编辑、整理与入库。向数据库输入接收的实时水雨情资料、气象信息,查漏补缺,将实时水位、雨量资料整理成符合水情预报要求的时段资料并存入数据库,并将水位站的水位查算的流量存入数据库。(3)数据库管理。生成水情数据库,维护数据库的完整性、一致性,访问权限的管理,高效复制及定期备份计划,并保证数据库访问的高效性。(4)报警功能。遥测站运行状态的多级报警设置,水情值超限报警等。(5)数据统计分析、信息查询。按日、月、年及洪次统计水情资料,按需求生成、输出各类水情报表;支持用户以图形、表格方式查询各种时段的各类实时或历史水情信息及相关图表。(6)实时洪水预报作业。按设定的预报方案进行多种模型或多种组合模型的河系实时洪水预报和日常水情预报,可对各个模型的实时洪水预报成果进行实时预报校正;可根据气象服务系统提供的短期降雨预报成果进行预估预报,为防汛报警和防汛决策提供信息支持。(7)在多方案、多模型组合的实时洪水预报的基础上,依靠综合分析和判断,尽最

大可能提高实时洪水预报的精度。(8) 预留与流域其他水情监控系统的数据交换接口, 通过网络或数据光纤等通道, 可实现与省调、地调、各级防汛部门等的数据通讯。

6 系统站网布设

水文自动测报系统的站点布设, 不但关系到水文预报的精度, 而且关系到系统的规模、投资以及运行和维护, 必须结合流域地理特点、雨洪特性及工程施工运行对水文预报的要求, 依据现有水文气象资料, 采用各种途径进行科学合理的分析论证。本着既满足工程预报的要求, 又经济可行的基本原则进行系统站网布设。站网布设应遵循以下原则:

(1) 能反映大南沟水库库区雨情和水情的实际变化, 满足水文预报要求; (2) 尽量利用现有监测站, 在满足水文预报要求的前提下适当新建监测站点; (3) 便于通信组网; (4) 尽可能靠近居民点, 交通方便, 便于系统建设、运行和维护管理; (5) 站网布设符合《水情自动测报系统设计规定》、《水文情报预报规范》等有关标准、规范、规程和规定。

根据以上布设原则和大南沟水库工程布局, 本次新建雨量监测站7处、坝上水位雨量监测站1处、出库专用水文站(雨量、水位、流量、泥沙)1处、水库管理站建设1个中心站。

7 供电与防雷

7.1 供电

中心站位于大南沟水库管理所, 水文测报系统的设备与管理所其它设备共用一套电源设备, 电源系统采用220V交流供电方式, 但需增加UPS电源, 以保证系统在市电停电的状态下能够连续运行时间不少于4h。

遥测站的用电设备包括通信终端(4G/5G、北斗卫星)和水文传感器, 其雨量传感器和水位传感器的功耗很低, 主要的用电设备是通信终端。电源系统有市电和太阳能供电两种方式。市电供电采用220V转12V隔离电源供电方式, 太阳能供电采用太阳能板浮充蓄电池直流供电方式。太阳能板的功率、蓄电池的容量以及充电控制器, 应保证在30天连续阴雨天气情况下, 设备能维持正常工作。自动雨量站配置65AH/12V蓄电池和80W太阳能板及太阳能充电控制器, 自动水位雨量监测站配置100AH/12V蓄电池和100W太阳能板和太阳能充电控制器。

7.2 防雷与接地

(1) 避雷系统。目前水文测报系统中的遥测站, 大部分都是采用的太阳能电源, 因此对通信设备来说主要危险是来自电荷云层到大地的放电。而避雷针是将一定范围云层中的电荷引入大地, 以避免通过天线引入通信设备。根据《建筑物电子信息防直击雷的措施, 宜采用装设在建筑物上的避雷网(带)或避雷针或这两种混合组成的接闪器。(2) 接地系统。在水文自动测报系统中, 考虑到通信传输的特点及通信、计算机等设备的要求, 拟采用单一接地系统。单一接地系统的接地电阻值, 按不同情况分别采用不同的阻值, 遥测站接地电阻值应 $<10\Omega$, 中心站接地电阻值应 $<5\Omega$ 。根据《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)的规定: 第三类防雷建筑物接地系统可利用建筑物混凝土结构中的钢筋做接地, 并在楼层各处做等电位连接。

8 结束语

随着大南沟水库工程水文自动测报系统的全面建设完成, 水利现代化管理的步伐得以坚实迈进, 为区域水资源安全、防洪减灾及经济社会可持续发展奠定了牢固基础。此系统的成功部署, 象征着大南沟水库在监测预警、数据分析及应急响应领域的重大飞跃, 能够实时、精确捕捉水文动态, 有效应对极端天气和自然灾害的严峻挑战。系统的落成仅标志着起点, 其后续的运行维护与持续优化才是保障功能发挥的核心所在。因此, 加强技术人员的专业培训, 提升系统运维能力, 并积极探索新技术、新方法的融合应用, 成为推动大南沟水库水文自动测报系统向更加智能、高效方向发展的关键路径。科技赋能之下, 系统将持续升级, 以更好地服务于水库管理与区域发展。

[参考文献]

- [1] 孙增义, 吴跃. 水情自动测报技术基础及其应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
- [2] 王奎. 浅谈小型水库水文观测中雨水情自动测报系统的建设[J]. 治淮, 2022(1): 60-62.
- [3] 刘双林, 郑念发. 水文自动测报系统新技术及应用[J]. 水利科技与经济, 2009(8): 13.

作者简介:

韩舜滨(1986--), 男, 汉族, 甘肃平凉人, 大学本科, 工程师, 研究方向为水文勘测, 水资源调查评价、水资源论证。