

水文自动化监测设备的选型与维护策略

徐健

新疆维吾尔自治区昌吉水文勘测中心

DOI:10.12238/hwr.v9i4.6269

[摘要] 水文自动化监测设备在水利工程中发挥着重要作用,合理选型和科学维护是确保其稳定运行的关键。文章基于实际需求和市场调研,提出了水文自动化监测设备的选型方法,从需求分析、市场调研、设备评估和厂家考察四个方面进行了详细阐述。并针对常见的水位、流量、降雨量和水温监测设备的特点进行了选型分析。至于设备维护方面,文章从日常维护、定期维护和故障维修三个层面提出了具体的维护策略,期望能为相关工作提供有益的参考。

[关键词] 水文自动化监测; 设备选型; 维护策略; 水利工程

中图分类号: P331 文献标识码: A

Selection and Maintenance Strategies for Hydrological Automated Monitoring Equipment

Jian Xu

Changji Hydrological Survey Center, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] Hydrological automated monitoring equipment plays a crucial role in hydraulic engineering, and rational selection and scientific maintenance are key to ensuring its stable operation. Based on actual needs and market research, this paper proposes a method for selecting hydrological automated monitoring equipment, elaborating in detail from four aspects: demand analysis, market research, equipment evaluation, and manufacturer inspection. It also conducts a selection analysis tailored to the characteristics of common monitoring equipment for water level, flow rate, rainfall, and water quality. Regarding equipment maintenance, the paper puts forward specific maintenance strategies at three levels: routine maintenance, periodic maintenance, and troubleshooting repair, aiming to provide valuable references for related work.

[Key words] Hydrological automated monitoring; Equipment selection; Maintenance strategies; Hydraulic engineering

引言

就水利工程建设和运行管理而言,水文自动化监测设备是其中不可或缺的重要工具。它可以实时、连续地监测各种水文要素,为防洪抗旱、水资源管理、生态环境保护等提供基础数据支撑。近年来,随着科学技术的进步和水利工程建设的快速发展,水文自动化监测设备不断更新换代,功能日益强大。面对日益增长的监测需求和复杂多变的现场环境,如何科学合理地选择水文自动化监测设备,并制定有效的维护策略,已成为水文工作者面临的重要课题,值得深入探讨。

1 水文自动化监测设备的选型方法

1.1 需求分析

选择合适的水文自动化监测设备,首要任务是开展全面细致的需求分析。作为需求分析的基础,要深入研究水利工程项目的特点,准确把握监测数据在工程建设和运行管理中的作用,提炼关键的监测需求和目标^[1]。并且还要全面梳理现行的法律法

规、技术标准和规范,明确相关强制性要求。在此基础上,需要综合考虑现场的地形地貌条件、水文特性、气象条件、供电条件等环境因素,细化量化具体的监测指标体系。防洪工程建设需要重点关注水位和流量监测,并对数据传输的实时性、安全性提出较高要求;水资源管理需要全面监测水量、水质等要素,并对测量设备的精度、稳定性、可靠性提出更高要求。

1.2 市场调研

在明确监测需求和关键指标的基础上,全面深入的市场调研是设备选型过程中不可或缺的关键步骤。通过收集分析行业资料,了解当前水文自动化监测设备的最新研究进展和技术发展趋势,对前沿科技成果有一个系统性认识。与此同时,积极参加国内外专业展会、学术交流会议,与设备供应商、行业专家面对面交流,了解市场上主流设备的性能参数、技术特点、应用案例、价格行情等第一手资料。针对特定工程的个性化需求,还要有的放矢地重点调研适用性设备,深入分析其优缺点。例如,山

区河流量监测可重点关注便携式雷达流速仪等非接触式设备的最新进展; 水库水质监测可重点了解多参数水质分析仪的集成化、智能化发展水平。经由市场调研, 不仅可以掌握设备选型的主要备选方案, 也可后续设备评估确定关键评判指标。

1.3 设备评估

基于前期需求分析和市场调研的基础上, 候选设备的评估是设备选型的核心环节。设备评估要从技术性能、质量可靠性、经济性、售后服务等多角度入手, 既要关注设备的先进性、成熟度, 也要考虑工程实施的可行性、经济性。以雷达水位计评估为例, 应重点关注其不同工况条件下的测量精度、分辨率、重复性、稳定性等性能指标, 以及能耗、使用寿命、维护要求等技术经济指标能否满足工程的实际需要。还要通过理论分析、实验测试、专家论证等多种评估手段, 系统评判设备各项性能指标的先进性、可靠性。必要时, 还可以开展现场试用或验证性试验, 在实际应用环境下检验设备性能。这样定性定量相结合, 理论分析与实践检验相结合, 多角度、全方位地开展设备评估, 可以选出功能齐全、性价比高的优质产品, 也可以检验设备能否适应工程的个性化需求, 从而为工程实施提供最优的技术方案。

1.4 厂家考察

要确保水文自动化监测设备稳定可靠运行, 仅仅选择高质量的产品还远远不够, 还需要设备供应厂家提供长期优质的技术支持和售后服务^[2]。这可以通过考察厂家的研发实力、生产工艺、质量管理、检测手段等, 准确把握其供货能力和产品质量保障水平。与此同时, 还应重点关注厂家的行业口碑和成功应用业绩, 特别是在水利领域的标杆项目案例, 全面评估其产品的适用性和可靠性。考察过程中, 通过与厂家技术人员面对面交流, 可以进一步明确设备性能、使用要求, 以及定制开发的可能性。售后服务能力也是评判厂家的重要指标, 要充分评估其技术服务团队的规模和专业水平, 备品备件的储备和供应能力, 以及服务网点的分布和响应速度。如此选择技术实力雄厚、质量管理严格、售后服务完善的优质厂家, 方能确保设备性能发挥和长期稳定运行, 最大限度地减少运行故障, 为工程建设和运行管理提供坚实的技术支撑。

2 常见水文自动化监测设备选型分析

2.1 水位监测设备

目前常用的水位监测设备有多种类型, 如浮子式水位计、压力式水位计、雷达水位计等, 它们在原理、性能和适用条件上各有特点^[3]。浮子式水位计结构简单, 造价低廉, 非常适合水位变化缓慢、水质条件较好的中小河流。但浮子容易受到水面波动和悬浮物的影响, 在洪水期和水质恶化时测量精度会有所下降。压力式水位计多采用扩散硅压力传感器, 具有量程范围宽、精度等级高、响应速度快等优点, 但温度和静压变化会引入附加误差。在安装时要严格控制零点和量程刻度, 避免长期使用中出现零点漂移。雷达水位计利用高频微波对水面进行非接触式测量, 不受水质条件影响, 能适应恶劣的现场环境。但其前期投资较大,

河床变化剧烈时会影响测量精度。现场安装时须严格控制天线指向, 定期进行人工校核。

2.2 流量监测设备

流量是评价河流量、调配水资源的重要参数, 其监测设备主要有流速仪法、超声波法、电磁法等。流速仪法是利用流速仪直接测量断面流速, 代表性设备有旋杯式流速仪和声学多普勒流速剖面仪^[4]。旋杯式流速仪测量范围较窄, 适合流速较小的河道; 而多普勒流速剖面仪能快速获取断面流速分布, 适合中大河流的流量监测。超声波流量计是利用超声波在顺流和逆流方向传播时间差来推算平均流速, 代表性设备有时差式超声波流量计和多普勒超声波流量计。超声波流量计对水流条件要求较高, 流速分布不均匀、含沙量大时会产生较大误差。电磁流量计利用法拉第电磁感应定律测量流速, 具有测量范围广、精度高、不受水质影响等特点。电磁流量计常用于污水排放和水利管道的流量计量, 但在大型明渠中铺设感应线圈难度较大。

2.3 降雨量监测设备

降雨是形成地表径流的主要来源, 准确监测降雨量对防洪抗旱、水资源管理具有重要意义。翻斗式雨量计是应用最广泛的降雨量监测设备, 每次翻斗倾倒固定容积的雨水, 通过计数器记录翻斗次数, 可以测量一定时段内的降雨量。翻斗式雨量计结构简单, 安装方便, 能满足一般降雨监测需求, 但在暴雨等极端天气下会出现漏测。虹吸式雨量计采用虹吸原理自动排水, 雨量筒内水位变化由浮子或其他传感器检测并记录。它能连续记录降雨量变化过程, 不会出现暴雨漏测, 但其机械结构较为复杂, 造价相对较高。此外, 雷达测雨也是一种新兴的降雨监测技术, 通过雷达反射率与降水率的定量关系反演面雨量, 但受降雨强度和粒径谱分布等因素影响, 定量估算还存在一定误差。

2.4 水温监测设备

在水文自动化监测系统中, 水温监测设备的选型至关重要, 直接关系到监测数据的准确性和可靠性。常见的水温监测设备主要包括在线式水温监测仪、便携式水温计、集成式多参数水质监测仪以及超声波水深水温测量仪等。在线式水温监测仪适用于长期、连续监测大型水域的水温变化, 具备高精度、高稳定性和实时数据传输功能, 便于远程监控和分析。便携式水温计则以其体积小、重量轻、操作简便的特点, 成为应急监测和野外考察的理想选择。集成式多参数水质监测仪在监测水温的同时, 还能同步监测其他水质指标, 提供全面的水质数据, 适用于综合水质评价。而超声波水深水温测量仪则结合了水深和水温的测量, 适用于需要同时获取这两项数据的场景。在选型时, 需综合考虑监测需求、环境条件、精度要求以及预算等因素。对于需要长期监测的场景, 应优先选择在线式水温监测仪或集成式多参数水质监测仪; 对于临时或野外监测, 便携式水温计或超声波水深水温测量仪则更为合适。

3 水文自动化监测设备的维护策略

3.1 日常维护

就水利工程而言, 水文自动化监测设备的稳定运行是获取

连续可靠监测数据的基本保障。因此,从设备安装调试之初,就要严格按照操作规程进行,特别是要高度重视传感器等核心部件的安装固定和导线连接,为设备长周期稳定运行奠定坚实基础^[5]。设备投入使用后,还要不断健全完善日常维护制度,明确巡检内容、频次、标准等,落实设备运行状态检查、监测数据质量核查等例行工作。对于精密度高、易受污染的传感器,要定期使用专用清洁工具,及时清除表面附着的污垢、泥沙、藻类等杂质,并视需要对其开展防水、防潮、防腐蚀等处理,延长使用寿命。运维人员还应做到每天检查设备供电系统运行状况,查验通讯线路联通性,监控数据存储和显示功能,一旦发现异常,要及时分析原因,采取措施妥善处理,确保监测数据连续可靠输出。当某些设备的测量误差超出允许范围,或者运行性能明显下降时,要及时安排标定校准,复杂情况下可请厂家专业技术人员现场技术指导。

3.2 定期维护

水文自动化监测设备经过一段时间运行后,还要按照定期维护计划开展系统全面的检修,彻底排查设备隐患,优化改进运行方式。定期维护应在全面检查设备性能基础上,有针对性地分系统、分部件进行专项检修,彻底排查设备安全隐患,不断优化改进运行方式。传感器作为监测设备的核心组件,其性能好坏直接影响测量结果,因此要高度重视传感器定期维护。通过更换老化严重的敏感元件,修复性能退化的电路板,定期补充干燥剂等措施,有效延长传感器使用寿命,提高测量可靠性。对于测量误差超出允许范围的传感器,要及时进行标定校准;对于多次校准仍不合格的传感器,则需要更换。数据采集器的定期检修要重点关注存储模块、通讯模块等,查验各项技术参数是否符合要求,并适时开展程序升级、算法优化等。通讯系统检修应重点评估通讯线路稳定性、信号覆盖范围、抗干扰能力等,必要时调整天线方位角、信道频点等,确保数据高效稳定传输。针对设备定期维护中发现的问题隐患,要及时分类处置。轻微缺陷可就地整改;对严重磨损、功能退化的关键部件,要及时更换;对于技术落后、型号淘汰的设备,则应考虑升级换代。

3.3 故障维修

尽管通过日常维护和定期维护可以降低设备故障率,但复杂的外部环境和不可预见的因素难免会引发各类故障。发生故障时,维修人员要快速响应,及时赶赴现场排查故障原因。可先检查设备供电、通讯线路等外部因素引起的异常,如问题未解决,再着手分析设备内部硬件、软件故障。例如,数据采集器突然死机无法启动时,首先检查供电电压和电流是否正常稳定,串口

线、网线等连接是否松动脱落;若供电和通讯正常,则应考虑存储器损坏、程序代码错误甚至病毒入侵等因素。诊断故障要善于综合运用理论分析和现场实践经验,准确查找、定位关键故障点。对于疑难复杂故障,可通过远程通讯系统联系设备厂家,请专业技术人员在线支持。故障诊断清楚后,维修人员要针对具体故障类型、严重程度等,采取相应的维修处置措施,务求在最短时间内恢复设备的正常运转。每次故障维修要详细记录故障现象、原因分析、处理过程等信息,总结故障原因和维修经验,完善预防和应急预案。重大或疑难故障还要逐级上报,持续跟踪故障演化趋势。并且于汛期、极端天气等特殊时期,要进一步加强设备巡检频次,缩短故障响应和修复时间,最大限度减少监测数据的缺失。

4 结束语

作为水利工程不可或缺的基础设施,水文自动化监测设备的稳定运行直接关系到防洪抗旱、水资源优化配置等关键业务。设备选型是确保其适用性和可靠性的首要环节,要在全面需求分析的基础上,通过市场调研、比选评估、厂家考察等途径优中选优。针对不同类型和不同条件下的监测设备,在掌握其优缺点和适用范围的前提下,还要充分考虑现场环境、经济成本等因素,选择最优配置方案。设备投入运行后,还要制定科学合理的维护策略,做到全生命周期管理。如此,方能获取连续可靠的水文基础数据,为水利工程建设和管理提供有力支撑。

【参考文献】

- [1]刘强,刘畅,张玉.水文现代化流量自动监测设备比测应用研究及展望[J].陕西水利,2024,(11):24-27.
- [2]魏晓雯.为水文监测注入更多科技含量[N].中国水利报,2023-12-28(007).
- [3]蒙雅雯,徐永红,王泽祥.水文监测机制改革如何适应现代化水文信息发展当议[C]//中国水利学会.2022中国水利学术大会论文集(第一分册).黄河水利委员会委西峰水文水资源勘测局,2022:365-368.
- [4]盖燕如.水文部门地下水监测设备实践与探索[J].中国设备工程,2021,(11):166-167.
- [5]吴笑澎.水文监测工作中的问题与对策研究[J].黑龙江科学,2020,11(18):128-129.

作者简介:

徐健(1989-),男,汉族,江苏海门人,本科,工程师,研究方向为水文信息化。