

基于传感信息融合的水电站无人值守 智能监测设计及实例研究

陈国军

甘肃省疏勒河流域水资源利用中心,甘肃 玉门 735211

摘要:常规的水电站无人值守监测依赖坐标转换示意法获取智能监测参数,易受位移累计影响,水位监测偏差大。基于传感信息融合的水电站无人值守监测方法,利用多传感信息融合技术集成了水电站智能监测数据,建立数据清洗框架,并设计智能监测中心,实现精准无人值守运行监测。实例分析结果表明,设计方法监测的水位变化与实际高度吻合,提升了监测准确性,对保障水电站安全运行、降低水位变动风险具有实用价值。

关键词:多传感信息融合;水电站;无人值守;智能监测

中图分类号:TV736

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.09.012

0 引言

随着工业化进程的加速,我国电能需求急剧上升,这不仅加剧了能源供应的压力,同时也引发了严重的环境问题,给我国的生态环境带来了不可忽视的影响^[1]。水力发电可以替换原有的不可再生能源发电^[2],降低大气污染,解决能源冲突问题。但研究表明,水力发电的不确定性较强^[3],经常受电能转换谐波、负荷等影响出现运行安全问题,造成水电站运行失稳,因此需要设计一种有效的水电站无人值守运行智能检测方法。相关研究人员针对水电站的运行特点设计了2种常规的水电站无人值守运行智能监测方法。第一种是基于分层分布式智能传感器网络的水电站无人值守运行智能监测方法^[4],其主要配置了高敏感监测信息处理接口,实现智能监测;第二种是借助监测诊断平台的水电站无人值守运行智能监测方法^[5],其主要选取了有效测点,完成智能监测。但常规的智能监测方法主要使用坐标转换示意法获取智能监测参数,易受累计监测位移量变化影响,导致水电站水位变化量监测偏差较高,不符合水电站运行安全要求,因此本文基于多传感器信息融合,对水电站无人值守运行智能监测方法展开研究。

1 水电站多传感信息融合无人运行智能监测方法设计

1.1 基于多传感信息融合集成水电站智能监测数据

水电站无人值守数据集成需实现一体化处理、内容全面、层次组织、格式标准、关联性强、存储灵活及服务共享等目标,据此构建智能监测数据集成处理模型。在水电站的运行驱动变化下,存在的智能

监测数据包括多种类型,即设备运行的重要工况,包括开机过程、停机过程、工况发生的时间、相关的功率等,并且在监测数据集成的过程中,需要进行多次信息转换^[6]。为了确定设备之间的关联性,采集具有信号特征的关键状态数据,将数据信息的关系记录到监测中心。但由于监测中心的不同监测单元所处的网段不同,设备之间的对接关系不一致,需要根据访问控制防火墙进行数据隔离,使用不同的方式进行数据集成同步,确保获取监测数据的实时性与同步性。可根据Petri网络模型划分监测状态数据,并将其上传至综合集成处理单元,根据生成的监测六元组进行数据挖掘处理,使用普适性理论模型分析监测数据之间的关系,从而完成智能监测数据集成。

1.2 构建水电站智能监测数据清洗框架

在监测数据智能清洗的过程中,首先需要获取水电厂监测数据关联关系,为数据清洗提供基础条件。其次需要对存在错误的数据进行辨识,有效地进行融合检查,并对存在时间延时的数据进行处理,最后需要对错误监测数据进行恢复,有效检查清洗后的数据状态。基于此,本文规划了监测数据清洗重要步骤,先查数据完整性、一致性和准确性,填充缺失数据,剔除异常数据,再统一格式标准处理多源数据,然后清理无效数据,最后校验并存储管理。

水电站监测具有一定的耦合性,不同的监测状态并非独立存在,而是具有特定的关联关系,因此,可以根据水电站监测数据的关联状态进行错误数据辨识^[7]。在实际监测过程中,若水电站设备处于特定的状态时,其运行过程的相似性会大幅度增加,设备的缺陷也会自然展现出来。若对产生的缺陷不进行处理与维修,其会一直持续,直至导致发生较严重

的故障。针对该问题,本文基于类簇的延续分离关系进行了监测数据循环处理,验证了数据之间的关系,直至监测数据处于正确的变化范围中。

1.3 设计水电站无人值守运行智能监测中心

水电站无人值守运行智能监测中心需要具备坚强性、自愈性,因此,本文设计的水电站无人值守运行自动监测方法采集了有效参数,结合 TCP/IP 协议设计了智能监测中心,如图 1 所示。

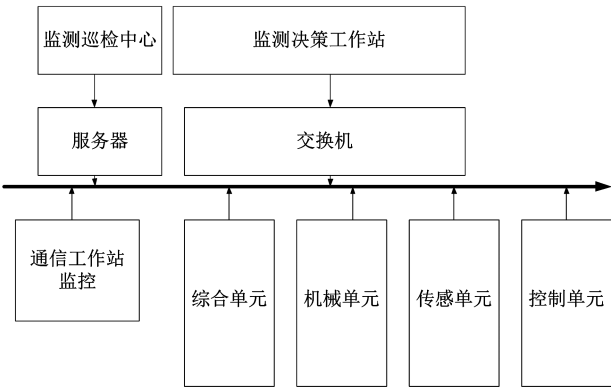


图 1 水电站无人值守运行智能监测中心

由图 1 可知,上述的智能监测中心主要包括不同的监测层次。不同时间产生的监测数据存在差异性,因此,为了保证监测统一关系,需要根据数据来源进行时间同步处理,调整智能监测基本状态量,保证监测数据来源的稳定性。

本文设计的水电站无人值守运行智能监测中心使用 Visual Studio/Windows Forms 作为智能监测中心的基础开发环境,使用 IIS 服务器生成 .NET Framework 监控框架,由该框架支持完成底层响应与 HTML 超文本标记语言开发。通过 TCP/IP 协议将采集处理后的监测数据传输至告警接收端,再通过参量变化提供相关的监测服务。每个节点都可以借助 IP 端口进行绑定与拆分,通过 Server Initial 服务器初始化完成监测绑定,提高各个智能监测接口的通信功能。利用数据共享关系进行了 IMS 信息分析,有效避免外来噪声干扰影响监测的准确性。为了保证监测数据的对接处理效果,需要借助 port 端口处理相关的信息,结合 Socket 套接字进行监测绑定,由 Socket 套接字分配统一的监测端口,完成监测 IP 绑定,确保智能监测中心各个监测程序被接收的效果,使智能监测中心的不同节点均通过 C/S 模式完成通信,实时将监测命令传输至客户端,有序地完成预设的监测任务。利用 Telnet 协议实现数据传输与信息控制的集成与联合,具备多向数据访问与远程监控能力,满足虚拟监控终端的监控特性。监测指令执行完毕后,再通过 NVT 传输给远程监测终端,回执命令,通过命令整合,实现水电站无人

值守运行智能监测。

2 实例分析

2.1 概况

根据水电站无人值守运行智能监测要求,本文选取 S 二级水电站进行了实例分析。已知 S 二级水电站位于某省内自治县与主河道交界处,整体规模较大。该水电站内置了枢纽、附属工程,能进行围堰与导流,装机容量共 348 MW,水电站总库容为 585 万 m³,年平均发电量突破了 16 亿 kW · h,调峰运行后年平均发电量有所下降。

2.2 监测点布置

在该水电站的各个位置布设传感器,共计 25 个传感器,具体位置如表 1 所示。

表 1 各监测点传感器布设位置

位置	传感器名称及数量
导水机构	压力传感器×4
转轮	振动传感器×1
轴承座	振动传感器×1
闸门的启闭机械机构	开度传感器×1
	压力传感器×2
	振动传感器×2
	位置传感器×1
引水渠道	水位传感器×1
	流速传感器×1
	流量传感器×1
尾水渠	水位传感器×2
	流速传感器×2
	流量传感器×2
泵站进出水管道	压力传感器×2
	流量传感器×2

在各个位置布设好传感器后,对水电站进行无人值守运行智能监测。在水电站的上游和下游选择 25 个点位用以监测水电站的水位情况。各测点位置如图 2 所示。

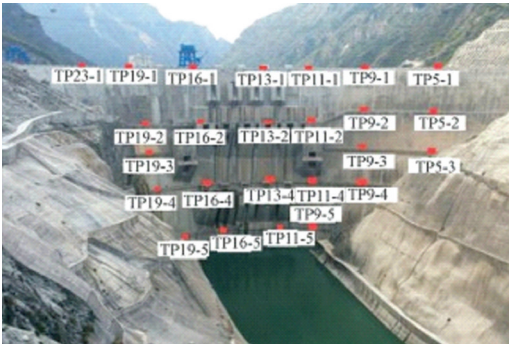


图 2 智能监测点

由图 2 可知,根据上述布置的智能监测点可以对水电站进行水文波动测流处理,处理完毕后,即可进行后续的水电站无人值守运行智能监测。

2.3 应用结果与讨论

结合上述的研究区域概况及准备可以进行水电站无人值守运行智能监测实例分析,即记录水电站水位下降期及水位抬升期不同坝段的实际水位变化

量,分别使用本文设计的基于多传感信息融合的水电站无人值守运行智能监测方法,基于分层分布式智能传感器网络的水电站无人值守运行智能监测方法^[6],以及借助监测诊断平台的水电站无人值守运行智能监测方法进行监测^[7]。随机选择 TP-23-1、TP-9-1、TP-11-1 这 3 个监测点进行对比。监测结果如表 2 所示。

表 2 应用结果

方法	水电站监测区域	水位下降期水位变化量(mm)		水位抬升期水位变化量(mm)	
		实际值	监测值	实际值	监测值
基于多传感信息融合的方法	TP-23-1	−27.89	−27.85	−24.54	−24.45
	TP-9-1	−40.39	−40.38	−34.52	−34.25
	TP-11-1	−43.56	−43.55	−41.36	−41.45
基于分层分布式智能传感器网络的方法	TP-23-1	−27.89	−22.85	−24.54	−20.23
	TP-9-1	−40.39	−36.55	−34.52	−30.89
	TP-11-1	−43.56	−38.46	−41.36	−36.23
基于监测诊断平台的方法	TP-23-1	−27.89	−21.90	−24.54	−20.47
	TP-9-1	−40.39	−37.92	−34.52	−30.65
	TP-11-1	−43.56	−40.70	−41.36	−30.81

由表 2 可知,在不同的水电站监测区域下,基于分层分布式智能传感器网络的水电站无人值守运行智能监测方法,以及基于监测诊断平台的水电站无人值守运行智能监测方法监测的水位变化量与实际水位变化量差值较高。而应用本文设计的基于多传感信息融合的水电站无人值守运行智能监测方法后,监测的水位下降期及水位抬升期的水位变化量与实际水位变化量比较相近,监测误差较小,各监测点最小误差为 0.01 mm,其中 TP-9-1 监测点的水位抬升期水位变化量的误差最大,但也仅有 0.27 mm,说明本文设计的水电站无人值守运行智能监测方法的监测效果较好,具有可靠性,有一定的应用价值。

3 结语

水电站在运行过程中,易受环境、负荷量、谐波等作用影响,导致其运行失稳,因此需要进行有效的水电站无人值守运行智能监测。常规的智能监测方法的监测效果不明显,不符合水电站的运行安全要求,本文基于多传感信息融合设计了一种全新的水电站无人值守运行智能监测方法。进行实例分析,结果表明,该方法监测效果较好,具有准确性,有一定的应用价值,为推动水电站智能化发展作出了一定的贡献。

参考文献:

[1] 王东. 水电站机电设备常见故障及运维优化分析:评《水电站机电设备故障分析与处理技术(机械分册)》[J]. 人民黄河,2023,45(7):169.

[2] 杨堃,范国福,安莉娜. 基于水动力模型的利用已建水电梯级建设混合式抽水蓄能时下水库最低运行水位关键影响因素分析[J]. 水电与抽水蓄能,2023,9(S1):116-120,115.

[3] 胡剑峰,张学东,顾明刚,等. RMR 分类在坝基岩体中的应用:基于巴基斯坦某水电站实例分析[J]. 华北自然资源,2023(3):69-73.

[4] 郑丽. 基于分层分布式智能传感器网络的水电站结构监测系统[J]. 水利科学与寒区工程,2021,4(3):148-149.

[5] 郑建锋,陈泽阳,江振涛. 乌溪江水电站状态监测诊断平台建设及难点研究[J]. 水电站机电技术,2021,44(5):18-20.

[6] 袁生根. 多传感器技术在农业物联网中的应用研究[J]. 数字农业与智能农机,2023(7):10-12.

[7] 朱杰. 基于无线传感网络的水电站群大坝远程安全监测方法[J]. 水利技术监督,2024(1):20-22,53.

作者简介:陈国军,男,1968 年生,工程师。研究方向为水电站运行管理,新技术、新材料应用。