

新时期水利泵站智能监测与故障诊断技术的实践分析

汪波¹ 蒋李² 常文强³

1. 杭州南泵流体机械有限公司 浙江 杭州 311100

2. 上海水泵制造有限公司 上海 奉贤 201414

3. 上海凯泉泵业(集团)有限公司 上海 嘉定 201800

摘要: 水利泵站是水利系统的重要组成部分,需要对水利泵站相关内容展开详细分析。现将水利泵站作为研究对象,根据智能监测与故障诊断技术应用需求,设计水利泵站应用系统,整理总体框架与功能系数,分析水利泵站智能监测与故障诊断技术的实践内容,基本满足水利泵站安全运行需求。

关键词: 水利泵站;智能监测;故障诊断;技术应用

前言:各地进入新一轮的经济发展,需要通过水利泵站的正常运行,满足当地企业、居民的正常用水需求,提升防洪防涝质量。在新发展时期下,需要合理应用物联网与大数据技术,为水利泵站提供7day×24hour的智能监测,以及快速故障诊断条件,科学解决水利泵站的各类影响要素,推动社会经济步入新的发展层次。

1 水利泵站应用系统总体框架设计

为满足对水利泵站的智能监测与故障诊断需求,在设计应用系统时,可以考虑采用三级结构设计总体框架。

第一级,采集层。对于应用系统的采集层,是直接与水力泵站的各类机械设备接触,收集、整合机械设备的运行数据,用于分析水利泵站是否处于正常运行状态。采集层的自动化设备,包含各类传感器,适用于工业环境的PLC(Programmable Logic Controller,可编程逻辑控制器)等。采集层的监测采集系统,需要通过I/O(Input/Output,输入/输出)服务接口,与传感器、PLC进行信息传输,采集机械设备的运行数据,并将处理后的数据传递给物联网平台层。为保证采集层稳定数据传输,需要设置边缘网关服务器与配套的网关软件,即便是在网络断开连接情况下,采集层也可以正常传输数据,合理规避在数据传输过程中发生数据丢失情况^[1]。

第二级,物联网平台层。物联网平台层需要以统一管理的方式,采集层的各类传感器、PLC,将数据格式转换成大数据平台层可用的数据信息,并对处理后的数据信息做存储、交互处理,从而实现对水利泵站运行情况的有效管控。机械设备可以根据实际情况,以直接连接、间接连接等模式与物联网平台层对接,保证各类机械设备得到有效监测。

第三级,大数据平台层。在获取物联网平台层处理后的数据,大数据平台层需要对数据进行分析,确认水

利泵站的监测数据是否正常,诊断泵站是否出现故障。在大数据平台层中,需要构建分布式存储管理系统,用于存储监测水利泵站生成的各类数据信息。配置数据服务功能,在获取机械设备运行特征后,将相关数据投入水利泵站的 健康评价模型中,通过真实数据训练模型算法,对部分数据信息做修正处理,从而获得更加精准的水利泵站故障诊断结果,便于开展高质量的维修养护工作。

2 水利泵站应用系统功能系数设计

2.1 监测采集系统

在水利泵站运行期间,监测采集系统负责获取监测对象的实时数据信息。如果水利泵站出现运行故障,监测采集系统需要快速锁定运行故障的前后时刻,确认监测对象运行数据的波动情况。通常情况下监测采集系统获取的数据信息可以细化为以下四类:第一,电气量数据。变压器运行过程中产生的电压、电流、功率因数等数据;第二,非电气量数据。供水管道运行压力、水利泵站闸门开度等数据;第三,开关状态。断路器合分、接地开关状态,以及与辅机系统、配电系统相关的状态信号;第四,动作信号。在电力供应中断、突发故障等情况下,由机械设备保护装置产生的动作信号^[2]。

2.2 物联网平台

系统物联网平台系统是水利泵站应用系统的物联基础,可以通过统一接入管理模块、数据权限管理模块、资源调度规则管理模块等功能模块,为水利泵站提供可持续化的智能监测条件,与大数据平台系统共同构成全要素管控、机械设备全生命周期迭代的运行系统,基本满足水利泵站当前物联需求与未来功能拓展需求。物联网平台系统需要与四个功能平台进行连接,以平台应用集的方式,实现水利泵站机械设备物联目标。功能平台一,连接管理平台。该功能平台负责对机械设备做网络

接入,并分发机械设备产生的数据信息;功能平台二,设备管理平台。该功能平台为机械设备提供控制、数据等各项服务,满足水利泵站机械设备的运行需求;功能平台三,业务服务平台。该功能平台根据用户在水利系统中的职务,向用户提供相应的操作权限,提供消息接收、工作编排等多项服务内容;功能平台四,物联平台。该功能平台为机械设备配置运行资源,根据用户对数据做可视化处理,负责运营水利泵站各项事件^[3]。

2.3 大数据平台系统

大数据平台系统在接收物联网平台传输的机械设备运行数据后,需要通过数据转换等方式,为水利泵站运行故障诊断提供数据源。再通过数据的整合、清洗等程序,构建水利泵站元数据域,结合ETL(Extract-transform-load,提取-转换-加载)工具,将数据重构为水利泵站各项业务所需的数据应用主题库,比如水利泵站运行异常诊断主题、运行异常报警主题等。大数据平台系统需要与四个功能设备进行连接,完成水利泵站各类机械设备运行数据的有效分析任务。

功能设备一,运维知识库。在运维知识库中,需要对水利泵站运行维护所有理论知识进行整合,比如技术标准、相关法律法规等。通过拆解理论知识核心结构,将运行维护理论知识转化成模型算法可识别内容,便于模型算法的优化升级。在运维知识库运行过程中,需要整合历史故障信息,配合机械设备运行的关键指标数据,构成用于数据对比的历史场景库。考虑到运维知识库需要不断升级优化,满足水利泵站应用系统的更新需求,还需要结合工作人员处理历史故障的案例数据,设计相应的专家经验库,方便运维知识库的高效率调度。

功能设备二,运维模型库。对水利泵站机组做逻辑分析,确认核心的机组运行原理,结合各种机械设备的组件结构,设计用于保存机械设备振动、温度等各项工作指标的运维模型库。在实际应用中,需要在水利泵站历史运行数据基础上,配合使用AI(Artificial Intelligence,人工智能),构建如健康评价模型等数据统计模型,整合各类机械设备的运行数据,对水利泵站进行智能监测,快速诊断水利泵站可能存在的运行故障,提升水利泵站的运维管理质量。

功能设备三,运维管理平台。运维管理平台对接运维知识库与运维模型库,确认水利泵站各种运行异常、运行故障等情况,根据故障的严重程度,设置定值报警、异常报警、超限报警等多种业务规则,保证工作人员可以在最短时间内获取水利泵站真实运行情况,并根据报警类别启动故障处理方案。又因为运维管理平台采

用 workflow 引擎,可以根据报警类别执行相应的处理流程,监测水利泵站故障节点的当前情况^[4]。

功能设备四,运维数字显示屏。大数据平台系统设置人机交互界面,即运维数字显示屏,工作人员可以根据使用需求,对数据统计模型做可视化,确认水利泵站运行基础信息的变化情况,远程监测水利泵站的运行状态,跟踪运行故障当前处理情况,构建智能监测-故障诊断-故障处理的闭环逻辑。

3 水利泵站智能监测与故障诊断技术的实践内容

3.1 智能监测技术实践内容

在水利泵站智能监测中,需要通过健康评价模型,不断对比历史场景库积累的数据信息,确认水利泵站各类机械设备的运行状态。健康评价模型运行逻辑可以细化为以下两项内容:第一,设计机械设备健康评价指标。从水利泵站的机械设备与运行需求出发,通过监测采集系统捕获机械设备的运行数据。结合历史场景库,设计机械设备的劣化趋势,根据机械设备的投入使用时间、工作环境,确认在理想状态下,机械设备的运行数据与真实运行数据的差别,进而形成相应的健康评价指标。如果水利泵站网络连接正常,则由智能监测技术对各类机械设备进行赋分。如果水利泵站应用系统处于离线状态,需要工作人员通过健康评价指标对机械设备进行打分;第二,确认机械设备健康状态。在健康评价模型中,将层次分析理论作为底层运行逻辑,结合动态阈值优化算法,设计对机械设备多层次化的综合评价模式。即锁定水利泵站的机械设备,确认机械设备零部件当前状态,结合历史场景库,对零部件的运行性能进行评价。只有机械设备所有零部件均保持良好的运行性能,才能判断机械设备处于正常水平,执行常规的智能监测任务。如果出现零部件运行性能下降,则要分析机械设备当前状态是否稳定,再判断机械设备是否需要执行故障诊断程序。

在水利泵站智能监测技术应用期间,健康评价模型需要在每年年末进行模型更新,根据各类机械设备对水利泵站运行重要性,赋予相应的指标权重。建议采用水利泵站机组投入运行的初期数据作为模型参考指标,配合分布式振动标准模型,通过定量分析方式确认水利泵站机械设备的运行状态,合理强化健康评价模型的数据监测质量,提升故障预测精度。在健康评价模型的数学逻辑中,需要使用最小二乘支持向量机,确保机械设备运行数据与状态特征数据保持良好的映射关系,实现多权重科学评分。

3.2 故障诊断技术实践内容

在水利泵站故障诊断技术实践中,需要根据智能监测技术获取的机械设备数据信息,结合运维管理平台,确认机械设备当前状态,进行相应的报警业务处理。同时,锁定生成报警信号的机械设备与相关节点,细化机械设备故障信息,提升故障诊断精度,增加内容丰富度,为工作人员快速处理故障提供便利条件。比如故障诊断技术进行定值报警,即机械设备产生的运行数据超过预设标准,可能是工作环境相关因素增加机械设备运行负荷;对于超限报警,则是机械设备超过保持稳定运行状态的上限标准,需要工作人员通过运维管理平台,查看监测采集系统获取的机械设备状态信息,视情况对机械设备做关停处理。

现选择水利泵站机组停机案例,通过以下四步程序,对故障诊断技术实践内容进行分析:第一步,确认停机原因。水利泵站机组停机有多种可能性,故障诊断技术需要调用健康评价模型数据信息,确认是否因水泵导轴承磨损或叶调机构失效等因素,引起水利泵站停机;第二步,确认机械部件故障。以叶调机构失效为例,故障诊断技术需要通过监测采集系统与健康评价模型,确认各个机械部件近一段时间的运行状态,是否出现定值报警或超限报警情况。如果出现报警记录,需要将机械部件作为重点对象进行分析,并研究机械部件的故障类型。比如配压阀密封失效,导致高压流体泄漏,造成配压阀无法维持原有的压力数值。在这种情况下,难以达到准确调节叶调机构内部压力效果,叶调机构的叶片角度、流量控制受到影响,进而引起叶调机构失效结果。通过故障诊断技术,锁定机械设备的具体机械部件故障,便于后续故障处理;第三步,提供故障处理方案。水利泵站应用系统会调动运维知识库,将故障类型、故障表现作为搜索词条,自动生成有关故障处理方

案,在运维数字显示屏进行展示。工作人员可以和运维数字显示屏进行互动,将故障处理方案转移到移动设备,并对故障做维修处理。比如配压阀密封失效故障,工作人员需要确认更换磨损或老化过于严重的密封件,更换新密封件。移动设备会将工作人员的维修情况整理为数据,上传至监测采集系统,自动生成有关机械部件的维修日志;第四步,机械设备重启。工作人员结束机械部件的维修工作后,重新启动机械设备,由水利泵站应用系统对所有机械设备进行初始检查,确认没有问题后,水利泵站恢复正常运行状态。故障诊断技术会将本次维修流程进行记录,以此达到持续优化运维知识库的效果^[5]。

结语:将智能监测与故障诊断技术引入水利泵站中,需要根据水利泵站的实际情况,设计一套操作便利、功能完善的应用系统,为水利泵站提供全方位保障,实现水利泵站运行全天候监测与故障快速诊断目标,提升水利泵站的运行质量,为当地水资源开发利用、防洪防涝提供扎实基础,科学提升当地经济建设质量。

参考文献

- [1]李记恒,孙宝玺,杨浩楠.关键信息冗余监测技术在智能泵站中的应用[J].科技创新与应用,2023,13(22):185-188.
- [2]陆野.基于监测感知的智慧泵站运行监管系统应用研究[J].治淮,2023,(04):31-32.
- [3]江禧贵.少人化值守的城市排水泵站监测系统设计与应用[J].中国新通信,2022,24(24):32-34.
- [4]宋长松,彭恒义,王齐领,等.阜阳泵站机组状态智能在线监测系统的设计与应用[J].现代制造技术与装备,2022,58(10):53-57.
- [5]王岩波,于海忠,王泽民,等.振动在线监测系统在陡河泵站的应用[J].机电信息,2022,(07):52-55.