

泵站机电设备健康管理系统的构建及应用

田德阳

(深圳市光明区环境水务有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 泵站是水利工程以及城市给水、排水系统的重要设施, 担负着调蓄和输送居民供水、污水、雨水、河水系的任务。泵站是由提供动力源的发电机组, 担负动力调控的供电配电等电气设备, 拦污栅, 水介质输送必不可少的机电设备等组成, 而作为泵站最核心装置的机电设备, 其健康状态会对泵站整体的运行效率、安全性、经济性造成直接的影响。所以, 科学合理地管理、监测泵站机电设备的健康状态, 是管理工作的重中之重。本文总结了泵站机电设备健康管理系统的架构, 提出了构建该系统的核心技术, 全面分析了机电设备健康管理系统的构建及应用策略。

关键词 泵站 机电设备 健康管理系统 数据库 逻辑推理

中图分类号: TV67

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)10-0085-03

在水利工程的建设和运行过程中, 泵站在居民供水、污水排除、调水、农业灌溉、防洪等诸多领域发挥着不可替代的作用。但有些泵站机电设备存在着因为年久失修导致的故障频发、效率低下的问题。其中最常见的故障包括配套机电故障、振动过大、管路漏水、轴承磨损烧蚀等。目前在泵站机电设备的检查和故障维修过程中, 都是沿袭传统的例行维修和事后维修两种方式, 具有很大的被动性。而视情维修的方式是根据泵站机电设备的当下状态和未来状态, 进行科学预测后采取恰当的维修措施, 具有经济性、效率高、自动化的优势, 可以有效避免重大故障的发生。该系统可以对泵站机电设备进行健康监测, 利用智能化技术对泵站机组的各类参数进行实时监控, 不仅可以及早发现问题, 并且可以对故障的发生、发展进行有效预测, 有助于相关部门及时采取处理措施, 实现防患于未然的目标。

1 泵站机电设备健康管理系统的架构

泵站机电设备健康管理系统, 基于压强、振动、电信号等设备全息大数据, 为泵站设备提供一系列的健康保障。泵站机电设备健康管理系统的建设方案, 主要包括整体架构、功能结构与通讯架构, 如图1所示。具体来说, 该系统由五个部分构成。作为泵站主体设施的机电设备与传感装置同为远端的硬件设施, 利用对现场传感装置得合理、优化布置, 可以更科学合理地采集和传输泵站设备全息数据。该系统的架构的两大核心功能平台, 是数据平台和管理平台。其中, 统一数据平台主要功能是储存、预处理远端输送的全息数据, 并进行特征提取后实施进一步的管理优化,

例如, 索引建立、读写分离等。可以基于统一数据平台开发统一管理平台, 集成梳理统计、深度学习、机器学习等方式, 进一步分析数据平台所提供的特征数据。统一管理平台主要是开展具体的健康管理服务, 例如诊断故障、预警、维保保障等, 能够有效地进行各项健康管理服务和数据分析结果之间的关联, 进而实现算法后台到具体需求映射的转变。该系统强化了系统前端的可视化功能, 让人员的管理和操作更方便, 可以通过二维图表和三维建模技术等措施, 最大限度地对现场设备的具体情况进行还原和标识^[1]。

2 健康管理系统建立的关键性技术

2.1 数据库

泵站机电设备健康管理系统的核心技术是设计和开发故障诊断系统, 主要包括建立知识库以及设计推理机, 以模糊推理为基础的专家系统。模糊数据库是由存放数据、数据库检索执行等构成, 具体涵盖泵站机电设备实时监测的历史数据、决策环节的中间数据、终端计算数据等, 同时也兼顾用于推理的阈值等标准参数。系统在运行过程中, 要动态性地增加或者删减数据库, 同时因为不断丰富的数据库内容, 也会随之提升系统诊断的速度和精准度。在故障的预测和诊断中, 专家知识库是基础保障, 涵盖了泵站机电设备的海量事实和专家对具体故障处理的相关知识、方式和案例等, 被分析处理后的所有知识都在知识库中存储。该知识库学习功能鲜明, 而且逐渐完善和充实。

2.2 逻辑推理

推理技术是泵站机电设备管理系统的核心技术,



智能物联网温度传感器

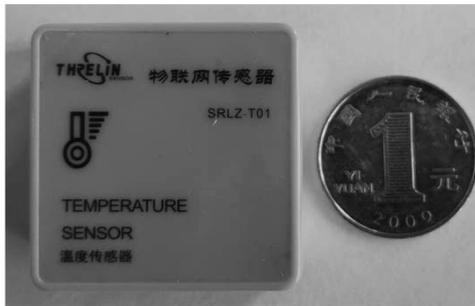


图1 温度传感器实物图

- 尺寸：35.5 × 35.5 × 18.2mm³
- 通讯频率：2.4–2.5GHz
- 通讯距离：大于 50m（无遮挡）
- 功耗：≤ 15 μA（3V）
- 测量范围：-40℃ –125℃
- 精度：± 0.2℃（0–90℃），≤ 1%FS
- 预期寿命：5 年

其原理是对专家解决问题过程进行模拟，本质上是拥有丰富经验的计算机程序，可以通过机组传感器采集到的实时数据，并在知识库中调用相关数据，根据诊断的相关规范实施逻辑推理，最终得到相关的诊断结果和处理建议。

2.3 模糊推理

模糊推理的过程表现在如下方面：采用第一条模糊规则输入故障征兆，模糊化后构建模糊证据库，选取知识库中某条规则进行模糊匹配，匹配的内容包括规则前提和关键词，匹配成功后进行证据隶属度的确认，然后实施模糊推理计算，将计算结果存储到证据库。如果匹配不成功，就要进行下一条规则的选取，再次匹配，直到成功。最后的步骤是在证据库中获取最终结论，进行故障及隶属度的输出。该系统的推理机按照从设备得到的实时数据，根据推理模型进行设备的故障位置、强度、类型和趋势的预测^[2]。

3 泵站机电设备健康管理系统的构建与应用分析

3.1 技术方案

3.1.1 设备温度监测

机电设备的温度监测利用温度传感器，在温度传感器选择上本着微型化、一体化、低功耗、寿命长、无线通信频段免费、底座可拆卸等功能特点进行。（如图1所示）

该传感器避免了布线的麻烦，可以直接安装在电容器外壳、电缆接头、消弧线圈、闸刀触点、电抗器、铜排连接点、电抗器、开关触点等处，同时可以将测量到的温度数据周期性地利用无线的方式向无线数据传输基站上报，可以实时在线监测温度、温升以及相间温差等。

3.1.2 运行环境温湿度监测

通常情况下，机电设备对环境温度要求极高，尤其是某些昂贵的精密设备更严格。所以，为了给机电设备营造正常的运行环境，系统监控中心要具备了解现场温度和湿度情况的功能。无线温湿度传感器是由温湿度传感器、无线通信模块、微型MUC控制单元、外壳、电池构成，能够对设备所处环境的温度和相对湿度进行准确测量，具备实时、便捷、准确的优势。

无线温湿度传感器利用无线网络，将实时监测到的环境温湿度信息输送到接收基站，再利用以太网将数据向物联网监控系统数据库传送，该系统对这些数据进行有效的分析统计。通常情况下，无线温湿度传感器设置在电气柜内，进行设备以及原件环境温湿度的监测，也可以设置在车间内的适当位置，进行环境温湿度监测。同时，将无线温湿度传感器布置在总控制单元、泵站开关柜、网络交换机等设备处，获取温湿度信息，可以为每个测点设计告警阈值，一旦阈值高出监测点，就会自动提示或警示。

3.1.3 高低压开关柜门状态监测

根据相关规范要求，高低压开关柜在运行时必须要关闭柜门，但在操作中时常发生柜门没关到位的情况，埋下设备运行的安全隐患。无线门开关是由ASA外壳、无线通信模块、MUC微型控制单元、电池等构成，并与永磁铁相配合。对柜门开关的监测主要是按照霍尔效应的原理，控制装置包括井盖、门、窗、机柜柜门等的开关，同时还可以进行开关时间和次数的记录。无线门开关传感器安装简便、成本低、灵敏度高。将其安装到泵站只要设备的柜门上，对门开关状态进行实时监测，相关数据会利用无线网络传输到接收基站，再借助以太网将数据传输到物联网监控平台数据库，该平台通过相关数据分析统计监测点位置状态，一旦

发现有未授权的柜门被打开,后台界面便发出非法开门的警告。

3.1.4 机电设备振动监测

闸门、格栅、风机等机电设备,极易因为三相不平衡、供电缺相、机械磨损等问题,造成轴温过热,加剧了内部的摩擦,引发异常响动、偏轴等设备故障,主要的特征是噪声增加、振动加剧。而电机振动传感器是由铸铝外壳及天线、MUC 微型控制单元、加速度传感器、电池等构成,可以有效监测电机轴承周期性振动强度,可以在需要测量的位置上直接安装传感器,就能够在线实时监测三维空间振动情况。该传感器不用布线,可以直接安装在机械轴承、电机泵体上,通过对电机振动变化幅值与趋势的统计分析,判断机电设备的健康状况,进行故障预测和报警^[3]。

3.1.5 机电设备运行噪声监测

可以利用无线噪声传感器测量电机、泵房、车间、变压器等的声压和噪声等级。该传感器可以进行中心频率的工频噪声声级测量和 30Hz ~ 3kHz 区域的平均声级测量。其主要构成部分包括 MUC 微型控制单元、电池铸铝外壳、无线通信模块、天线组成、加速度传感器等,在需要测量的位置安装该传感器,就可以进行对被监测场所的声压进行实时在线监测。无线噪声传感器不用布线,在噪声源处安装即可,通过对分声压变化幅值和趋势进行统计分析,即可判断机电设备健康状况,进而进行故障预测和报警。

3.2 数据库的建立

泵站健康管理系统的数据库,主要具备存储数据、管理数据、执行不同数据库操作同时实现数据库的检索和查询功能。在泵站机电设备健康管理系统构建中,数据库系统的完备性是至关重要的,数据库的内容包含泵站机电设备的特征数据库和档案数据库,特征数据库存储的数据信息包括机电设备数据处理系统的实时信息,更可以对决策中的中间结果和最终结果进行存储。历史故障诊断的相关信息以及泵站机电设备性能检测标准数据等。伴随系统的持续运行,会适当地增加或者删减数据库的内容。

3.3 在线诊断预警模型的建立

本方案中涉及故障诊断专家系统模型的构建,可以利用以规则和人工神经网络融合的模式。所说的模型包括知识表示模型和推理模型,都基于专家的系统知识,通过对多种表示方式的结合大幅度提升故障诊断知识表示精准度,充分打破了诊断方式的局限性,进而促进诊断专家系统诊断效率和智能化程度的提升。

可以将某个运行设备作为故障诊断(预警)专家系统模型的对象,例如泵站或者区域性系统、电气柜、泵房和电房、泵机以及风机等。因为更多是多样化的设备与场景,当前的技术水平根本难以实现统一的或者是可以自学习的诊断系统模型建设,所以,建议故障诊断(预警)专家系统,有必要在基础系统建设运行一段时间后推行。

3.4 移动端 APP

泵站机电设备健康管理系统,在软件性能建设上注重移动端的设计构建,通常情况下,只有手机终端系统登录,方可通过服务器下载 APP 客户端,APP 体现在三个方面的能力:

1. 信息预览。预计预览的信息内容可以根据权限开放,然后发布信息推送通知。

2. 移动巡检。操作人员扫描终端设备二维码,得到机电设备的相关信息和档案数据。同时,按照所记录的 APP 巡检情况,上报服务器后构成表单。如果有问题在巡检中出现,就要填报问题反馈表,将拍摄的现场照片传至平台。

3. 管理工单。接收到工单的操作人员,在现场利用扫描二维码确认现场处理工单的内容,完成处理后利用填报工单处理反馈表,进行工单处理结果确认^[4]。

综上所述,泵站机电设备健康管理系统的构建,在降低成本的同时,还能构建起先进、主动地诊断和预防性维修体系,真正做到对突发性故障及时发现,科学、有效地分析泵站机电设备的运行状态,显著提升了水利工程的经济效益和社会效益。当前泵站设备健康管理系统的研究与开发还不够成熟,很多环节需要细化和优化的空间很大,特别是随着各类知识库和数据库信息的不断丰富和更新换代,诊断机理、诊断算法和诊断模型等会更加完善,将会大幅度提升泵站机电设备管理与监测点精确性和可靠性。

参考文献:

- [1] 崔仕杰,杨立,李俊士.基于振动和油品在线监测的泵站故障诊断系统[J].煤矿机械,2021,42(09):162-164.
- [2] 陶晓东.长江江苏段生态整治和能力提升的思考[J].江苏水利,2019(增刊1):37-39.
- [3] 张矢宇,杨宇昊,汪敏,等.长江绿色船舶评价指标体系研究[J].水运管理,2021,43(07):24-27.
- [4] 潘志军,彭伟林,方芳,等.大型泵站低噪声电动机设计分析及噪声测算[J].浙江水利水电学院学报,2017,29(05):70-75.