

泵站机组智能故障预警系统的设计与实现研究

刘思璋¹ 何首炜² 于树利^{3,4*}

1 甘肃省景泰川电力提灌水资源利用中心

2 甘肃省水利厅石羊河流域水资源利用中心

3 唐山现代工控技术有限公司

4 河北省灌区量水测控系统及仪表技术创新中心

DOI:10.12238/hwr.v9i6.6405

[摘要] 泵站作为水利工程和工业生产中的关键设施,其机组的稳定运行对于保障水资源调配、工业生产流程的正常进行至关重要。文章聚焦于泵站机组智能故障预警系统的设计与实现进行了分析和探究,旨在通过探究,能够为泵站机组的安全稳定运行提供一种有效的智能解决方案,推动泵站管理向智能化、高效化方向发展。

[关键词] 泵站机组; 智能故障; 预警系统; 设计; 实现研究

中图分类号: TV675 **文献标识码:** A

Research on the Design and Implementation of Intelligent Fault Warning System for Pump Station Units

Sizhang Liu¹ Shouwei He² Shuli Yu^{3,4*}

1 Jingtaichuan Electric Power Irrigation Water Resource Utilization Center in Gansu Province

2 Shiyang River Basin Water Resources Utilization Center of Gansu Provincial Department of Water Resources

3 Tangshan Modern Industrial Control Technology Co., Ltd

4 Hebei Irrigation Area Water Measurement and Control System and Instrument Technology Innovation Center

[Abstract] As a key facility in water conservancy engineering and industrial production, the stable operation of pump stations is crucial for ensuring the allocation of water resources and the normal operation of industrial production processes. The article focuses on the design and implementation of an intelligent fault warning system for pump station units, aiming to provide an effective intelligent solution for the safe and stable operation of pump station units through exploration, and promote the development of pump station management towards intelligence and efficiency.

[Key words] pump station unit; Intelligent malfunction; Early warning system; Design; Implement research

引言

泵站机组在长期运行过程中,受到设备老化、环境因素等多种条件的影响,不可避免地会出现各种故障。故障的出现,不仅会影响到正常的生产生活用水供应,还可能引发一系列的安全问题以及经济损失。所以,及时准确地对泵站机组的故障进行预警和诊断,成为了保障泵站可靠运行的关键需求。传统的泵站机组故障检测方法往往依赖于人工巡检和简单的阈值判断,该方式不仅效率低下,而且难以实时、全面地掌握机组的运行状态,对于一些早期的潜在故障更是难以察觉。新时期,随着信息技术和人工智能的快速发展,利用智能技术构建泵站机组故障预警系统成为了行业发展的必然趋势。智能故障预警系统能够实时采集机组的运行数据,通过先进的数据分析和处理技术,提前发

现故障隐患,并及时发出预警信息,为维修人员提供准确的故障诊断和定位,从而实现泵站机组的高效、可靠运行。

1 泵站机组智能故障预警系统的设计

泵站机组故障诊断预警系统具有独特的设计架构,它包含了相互连接的数据采集通信单元、数据处理及存储单元、预警线建立单元、预警单元和故障诊断单元,各单元协同工作,实现对泵站机组的智能故障预警:

首先,在数据采集通信单元,其承担着关键的数据获取和传输任务。一方面,其能够获取当前泵站机组的定子温度-时间曲线,同时将其准确无误地发送至数据处理及存储单元。另一方面其能够收集正常运行状态下至少三个月内的定子温度-时间曲线,并将相关数据传递给预警线建立单元。且相关数据可以作为

整个预警系统进行分析判断的基础;在接收到当前泵站机组定子温度-时间曲线后,数据处理及存储单元首先对曲线进行基于特征点的分区操作。其次,借助该方式,能够将曲线划分为不同的特征区域,便于更精准地进行后续处理。之后,可以对分区后各特征区域内的曲线数据运用小波去噪技术,以去除其中的干扰以及噪声,使得所获得的数据更为纯净且可靠。后期可进一步对去噪后的曲线数据进行特征值提取,从而得到具有代表性的定子温度-时间曲线,并将其发送至预警单元。此外,该单元还负责对处理后的数据进行存储,为后续的查询和分析提供支持;预警线建立单元依据接收到的正常运行状态下至少三个月内的泵站机组定子温度-时间曲线,深入分析并获取定子温度-时间曲线的基准运行曲线的经验特征值。所获得的相关经验特征值将作为判断泵站机组运行状态是否正常的重要参考依据,并被发送至预警单元。

预警单元作为整个系统的核心判断部分。其会将数据处理及存储单元提供的定子温度-时间曲线的特征值与预警线建立单元提供的定子温度-时间曲线的经验特征值进行细致比对。借助这一比对,即可以准确判定泵站机组当前的运行状态。该单元配备了显示屏,通过显示屏,可以实时显示泵站机组的实时运行数据、历史运行数据以及预警状态。用户通过观察显示屏,即可以较为直观地了解泵站机组的运行状况。后期一旦系统出现预警信息时,系统即会自动启动相应的措施来排除故障,以解除预警。同时,数据监测、预警判断、故障诊断和故障排除的整个过程都会通过显示屏进行展示,同时由数据处理及存储单元进行存储,便于日后进行查询、调用以及大数据分析;故障诊断单元主要功能是根据预先存储的泵站机组定子温度对应的典型故障种类特征,结合预警单元提供的信息,精确确定故障类型,并准确定位故障部位,这能够为后期及时维修以及故障处理提供比较关键的信息支持。

2 实现研究

2.1 数据采集步骤

此步骤在整个泵站机组故障诊断预警系统中承担着收集关键温度数据的重要职责。具体而言,该步骤分为两个方面的数据采集工作。一方面,实时获取当前泵站机组定子的温度-时间曲线。定子温度作为反映泵站机组运行状态的关键指标,其随时间变化的曲线能够直观地展现机组当前的运行状况。通过特定的数据采集设备,将这些实时生成的温度-时间曲线数据准确无误地传输至数据处理及存储单元,为后续的数据分析和处理提供基础。另一方面,收集正常运行状态下至少三个月内的定子温度-时间曲线。长时间的历史数据能够更全面、准确地反映机组在正常运行时的温度变化规律。这些历史数据被发送至预警线建立单元,用于后续确定基准特征值,以便为判断机组的运行状态提供可靠的参考标准。

2.2 数据处理及存储步骤

首先,对当前泵站机组定子温度-时间曲线依据特征点进行科学合理的分区。在实际操作中,以时间轴为顺序依次选取 0° 、

70° 和 110° 这三个具有代表性的特征点。这三个特征点的选取是基于对泵站机组运行特性的深入分析和研究,它们能够较好地反映定子温度在不同阶段的变化情况。

然后,基于这些特征点划分区域。具体操作如下:以泵站机组定子温度-时间曲线的基准运行曲线中的 0° 与 70° 中间时间点坐标为中心,以时间5ms为半径前后延伸,截取该时间段上的采样点作为第一特征区域;以基准运行曲线 70° 与 110° 中间时间点坐标为中心,同样以时间5ms为半径前后延伸,截取该时间段上的采样点作为第二特征区域。通过这种分区方式,能够将定子温度-时间曲线划分为不同的特征区域,便于后续对各区域的数据进行针对性的处理和分析。

接着,对分区后各特征区域内的曲线数据进行小波去噪处理。在实际应用中,选取哈尔小波作为小波基。哈尔小波具有简单、易于实现等优点,能够有效地去除数据中的噪声干扰,提高数据的质量和可靠性。通过小波去噪处理,可以使定子温度-时间曲线更加平滑,突出其真实的变化特征,为后续的特征值提取提供更准确的数据基础。

特征值提取与特征点确定

后期可及时对去噪后的曲线数据进行特征值提取。特征值是反映定子温度-时间曲线特性的重要参数,通过对这些特征值的分析和比较,即能够较好的判断泵站机组的运行状态。提取得到的定子温度-时间曲线的特征值将会被及时的发送至预警单元,为预警判断提供依据。

在去噪后的曲线上,在原三个特征点对应的的时间坐标附近取三个温度值的点。在对这三点的定子温度进行比较,若是满足其中两个点均大于或小于另一点,则取该另一个点作为特征点,这种特征点的重新确定方法能够进一步提高特征点的准确性和代表性,更好地反映定子温度的变化特征。

2.3 预警线建立步骤

该步骤根据接收到的正常运行状态下至少三个月内的泵站机组定子温度-时间曲线,来进行更为深入细致的分析。实际运行时,通过对大量历史数据的研究和统计分析,即可以获取定子温度-时间曲线的基准运行曲线的经验特征值。相关经验特征值是基于机组在正常运行状态下的大量数据统计所得到的,其具有较高的可靠性以及代表性。并且在后期将这些经验特征值发送至预警单元,即可以作为判断机组运行状态的参考标准。一旦后续采集到的实时数据与这些经验特征值进行比较时,即可以较为清晰的判断机组是否处于正常运行状态。

2.4 预警单元步骤

预警单元的主要功能是将数据处理及存储单元提供的定子温度-时间曲线的特征值与预警线建立单元提供的定子温度-时间曲线的经验特征值进行细致的比对。在比对过程中,可以将比对结果以数字的形式进行清晰准确的显示,使得操作人员可以更为直观地了解实时数据同参考标准之间存在的差异。另外,为了更直观地反映泵站机组的运行状态,可以运用颜色标识的方式。具体规则如下:若显示为绿色,则表明泵站机组运转正常,

各项参数均在正常范围内;若显示为黄色,则代表着泵站机组的某个部件出现异常,但尚未达到故障程度,这一时期需要将其列入待维护清单,便于及时做进一步的检查和维护;若显示为红色,则说明泵站机组的某个部件已经出现故障,需要立即停止机组运行,同时及时的展开维修处理,以避免故障进一步扩大,造成更为严重的损失。

2.5故障诊断步骤

故障诊断步骤依据预先存储的泵站机组定子温度对应的典型故障种类特征,结合预警单元提供的信息,进行深入的分析判断。通过对实时数据与典型故障特征的匹配和对比,即可以较为准确确定故障类型,同时精确定位故障部位。故障类型的准确判断以及故障部位的精确定位,能够为后续的维修工作提供更多的关键信息,同时有助于提高维修工作的效率和准确性,并减少维修时间以及成本。

泵站机组故障诊断预警系统具有多个特征。首先,系统还包含冗余切换单元,其主要作用是在机组出现故障时实现部件的切换。在泵站机组的运行过程中,某些关键部件可能会出现故障,导致机组无法正常运行。冗余切换单元即可以在检测到故障后,迅速将故障部件切换到备用部件,以保障机组的持续运行,减少因故障导致的停机时间和经济损失;一旦故障诊断单元确定的故障部位具有备用部件时,系统会自动发送冗余切换指令给冗余切换单元。冗余切换单元接收到指令后,将故障部位的部件切换到备用部件,从而实现自动排除故障的功能。这种自动故障排除机制能够提高系统的可靠性和稳定性,减少人工干预,提高生产效率;另外,数据采集通信单元由带有无线适配器的智能传感器和通信模块组成。智能传感器能够实时、准确地采集泵站机组定子的温度数据,而无线适配器则为传感器提供了无线通信的能力,使其能够更灵活地部署在机组的各个部位。通信模块包括有线通信模块和无线通信模块,上述两种通信方式相互补充,可以保证数据得以稳定、准确地采集和传输。在不同的应用场景中,可以结合泵站机组的实际需求,选择合适的通信方式,以保证数据得以及时、可靠的进行传输。

2.6故障预警的传递

最后,应合理选择预警的传递方式,常用的传递方式有APP推送、邮件、短信等,具体可以结合工作人员实际以及应用场景,选择合适的传输方式,以及时获得准确的预警信息。

3 结语

综上所述,文章分析泵站机组智能故障预警系统的设计与实现,旨在提升泵站机组运行的安全性与可靠性,降低故障带来的潜在风险和损失。通过对系统架构的精心设计和各单元功能

的规划,以及具体实现步骤的研究,构建了一套完整且高效的泵站机组智能故障预警体系。在系统设计方面,构建了包含数据采集通信、数据处理及存储、预警线建立、预警和故障诊断等相互连接单元的架构。各单元紧密协作,形成一个有机整体,为实现准确的故障预警和诊断奠定了坚实基础。在实现研究中,对数据采集、处理及存储、预警线建立、预警单元操作和故障诊断等具体步骤进行了阐述,确保了系统的可操作性和实用性。新时期,应持续加强新技术的探究以及应用,以进一步提高系统的智能水平和性能,更好发挥泵站机组智能故障预警系统的应用价值和发展潜力,为泵站机组的安全稳定运行提供更加有力的保障,并推动泵站管理朝着智能化、精细化的方向发展。

[项目类型]

2025年甘肃省水利科学试验研究及技术推广项目项目名称: 泵站机组故障预警预报系统研发项目编号: 25GSLK056。

[参考文献]

- [1]许军,张印,王绪存.泵站机组设备故障在线健康诊断[J].中国科技信息,2025(06):42-45.
- [2]尚晓君,张宇,刘红伟,等.基于信息化的水利工程泵站机组健康管理研究[J].四川水利,2024,45(06):139-142.
- [3]丁艳玲.基于自动化机器学习的故障诊断系统研究[J].无线互联科技,2024,21(18):91-93.
- [4]姚辉勇,李庆义,李宝,等.一起二级坝泵站机组变频器故障处理[J].水电站机电技术,2024,47(04):65-67+90.
- [5]郭新帅.泵站机组远程状态监测与故障诊断系统研发[D].河南工业大学,2024.
- [6]张伟,赵立宾,赵洪丽,等.泵站机组健康诊断及预测性维护应用实践[J].水利水电技术(中英文),2024,55(S1):207-210.
- [7]冯宛露.泵站数据平台和机组振动故障分析模型研究与开发[D].扬州大学,2023.
- [8]裴吉,张猛,武春辉,等.基于LabVIEW的淮安一站水泵机组振动监测系统设计与开发[J].排灌机械工程学报,2023,41(03):217-223.
- [9]陈剑,严凯,高民望.泵站的自动化装置常见故障以及处理办法浅析[J].中国设备工程,2023(03):52-54.
- [10]左佳佳,王予匀,张雪,等.泵站机组数据整编与分析系统的设计与实现[J].水利科学与寒区工程,2022,5(12):150-152.

作者简介:

刘思璋(1982--),男,汉族,甘肃白银人,本科,高级职称,研究方向:灌区自动化。