 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i8.7020

Research on Intelligent Diagnosis and Prediction of PLC-HMI Integrated Monitoring Platform for Railway Signal Power Supply System

Peichang Gao

Baotou Railway Vocational and Technical College, Baotou, Inner Mongolia, 014030, China

Abstract

In this paper, the basic architecture and main functions of the intelligent diagnosis and prediction platform based on the PLC-HMI integrated monitoring platform are summarized. An intelligent diagnosis method based on feature extraction and model construction was proposed for fault feature extraction and fault diagnosis model construction. The selection of data prediction algorithm and the evaluation and optimization of prediction results are discussed, and the real-time prediction of railway signal power supply system is realized. The research results of this paper are of great significance for improving the stability and reliability of railway signaling power supply system.

Keywords

railway signal power supply system; PLC-HMI integrated monitoring platform; Intelligent diagnosis; Fault feature extraction; Fault diagnosis model; Data prediction

铁路信号电源系统的 PLC–HMI 一体化监控平台智能化诊断与预测研究

高培畅

包头铁道职业技术学院，中国 · 内蒙古 包头 014030

摘　要

本文对基于PLC-HMI一体化监控平台的智能化诊断与预测平台的基本架构和主要功能进行了概述。针对故障特征提取和故障诊断模型构建提出了基于特征提取和模型构建的智能化诊断方法。针对数据预测算法选择和预测结果评估与优化进行了探讨，实现了对铁路信号电源系统的实时预测。本文的研究成果对于提高铁路信号电源系统的稳定性和可靠性具有重要意义。

关键词

铁路信号电源系统；PLC-HMI一体化监控平台；智能化诊断；故障特征提取；故障诊断模型；数据预测

1 引言

随着铁路智能化发展，传统监控方式已难以满足需求，而 PLC-HMI 一体化监控平台凭借强数据处理能力、良好人机交互及高集成性，在工业自动化领域应用广泛。将其引入铁路信号电源系统，可实现实时监测、故障诊断与状态预测。

本文聚焦该平台的构建，研究内容包括基本架构设计、功能实现、故障特征提取、诊断模型构建、预测算法选择及结果优化，旨在为系统智能化管理提供新思路，提升铁路运输安全性与可靠性。

【作者简介】高培畅（1984–），男，中国内蒙古包头人，硕士，副教授，从事自动化、铁道信号自动控制研究。

2 铁路信号电源系统 PLC – HMI 一体化监控平台概述

2.1 平台的基本架构

铁路信号电源系统的 PLC - HMI 一体化监控平台在保障铁路信号电源稳定运行方面起着至关重要的作用 [4][5]。其基本架构的合理设计与构建是实现高效监控和管理的基础 [10]。

该平台的基本架构主要由硬件层、数据传输层、数据处理层和人机交互层构成。硬件层是整个平台的物理基础，它包括各类传感器、PLC（可编程逻辑控制器）和 HMI（人机界面）设备 [3]。传感器负责实时采集铁路信号电源系统的各项运行参数。PLC 则作为控制核心，接收传感器传来的数据，并按照预设的程序进行初步处理和逻辑控制。它能够根据采集到的数据判断系统是否处于正常运行状态，并在出现异常时及时采取相应的措施。HMI 设备为操作人员提供了直观的操作

界面，方便他们对系统进行监控和控制 [7]。

数据传输层承担着将硬件层采集到的数据准确、及时地传输到数据处理层的任务。数据处理层是平台的智能核心，它对从数据传输层接收到的数据进行深入分析和处理。人机交互层则是操作人员与平台进行交互的重要界面。

铁路信号电源系统的 PLC - HMI 一体化监控平台的基本架构是一个有机的整体，各个层次相互协作、相互配合，共同实现对铁路信号电源系统的智能化监控和管理。

2.2 平台的主要功能

铁路信号电源系统的 PLC - HMI 一体化监控平台在保障铁路信号电源稳定运行方面发挥着至关重要的作用，其具备多方面的主要功能。

实时数据采集功能是该平台的基础性功能之一。平台能够对铁路信号电源系统中的各类关键数据进行实时采集，如电压、电流、功率等。这些数据是反映电源系统运行状态的重要指标，通过准确、及时地采集，为后续的分析和处理提供了可靠依据。

状态监测功能是保障系统安全的关键。平台可以对铁路信号电源系统的各个设备和环节进行全面的状态监测。它不仅能够监测设备的运行状态，如是否正常工作、有无故障发生，还能对系统的整体运行状况进行评估。通过对设备的温度、湿度等环境参数的监测，结合设备自身的运行参数，判断设备是否处于正常的工作环境和运行状态。一旦发现异常状态，平台会立即发出警报，提醒工作人员及时处理，防止故障扩大化。

故障诊断功能是平台的核心功能之一。当系统出现故障时，平台能够快速、准确地诊断出故障的类型和位置。它利用先进的智能化诊断技术，对采集到的数据进行深入分析，结合预设的故障模型和规则，判断故障的根源。例如，通过对电流变化特征的分析，判断是否存在短路故障；通过对设备运行参数的对比，确定某个设备是否出现性能下降等问题。这种精准的故障诊断功能能够大大缩短故障排查时间，提高维修效率 [1]。例如，当发现某个设备出现异常时，可以远程控制设备的启停，避免造成更大的损失。

数据存储与管理功能为后续的分析和决策提供了有力支持。平台会将采集到的大量数据进行存储，并进行有效的管理。这些数据可以用于历史数据查询、统计分析等。通过对历史数据的分析，可以总结出系统运行的规律和趋势，为设备的维护和升级提供参考。同时，数据的存储也便于在出现问题时进行追溯和复查，为故障原因的进一步分析提供依据。

远程控制功能增加了平台的灵活性和便捷性。工作人员可以通过网络远程对铁路信号电源系统进行控制和操作。在某些紧急情况下，即使工作人员不在现场，也能及时对系统进行调整和干预，确保系统的安全稳定运行。

综上所述，铁路信号电源系统的 PLC - HMI 一体化监控平台的这些主要功能相互协作，共同保障了铁路信号电源系统的稳定、可靠运行。

3 智能化诊断技术在平台中的应用

3.1 故障特征提取方法

在铁路信号电源系统 PLC - HMI 一体化监控平台中，故障特征提取是智能化诊断的关键基础步骤，它对于准确识别故障、保障铁路信号电源系统的稳定运行至关重要 [11]。

首先，时域分析方法是故障特征提取的常用手段之一。通过对采集到的信号在时间域上进行分析，可以获取信号的均值、方差、峰值等统计特征。此外，还可以采用时域波形分析的方法，观察信号的波形形状、周期等特征，以识别特定类型的故障。

其次，频域分析方法也是故障特征提取的重要途径。将采集到的信号通过傅里叶变换等方法转换到频域，可以得到信号的频谱特性。不同类型的故障往往会在特定的频率范围内产生特征频率分量。

再者，基于机器学习的故障特征提取方法近年来得到了广泛应用。此外，神经网络也可以自动学习数据中的复杂特征，通过训练得到能够准确识别故障的模型。

最后，还可以结合多传感器信息融合的方法进行故障特征提取。铁路信号电源系统通常配备有多个传感器。通过融合多个传感器的数据，可以获取更全面、准确的故障特征信息。通过综合分析多个传感器的数据，可以更准确地判断故障的类型和严重程度。

综上所述，采用多种故障特征提取方法相结合的方式，能够更全面、准确地提取铁路信号电源系统的故障特征，为后续的故障诊断模型构建提供有力支持，从而提高平台的智能化诊断能力，保障铁路信号电源系统的安全稳定运行。

3.2 故障诊断模型构建

在铁路信号电源系统 PLC - HMI 一体化监控平台中，通过构建有效的故障诊断模型，能够准确识别系统中的故障，为及时维修和保障铁路信号电源系统的稳定运行提供有力支持 [12]。

构建故障诊断模型首先要考虑模型的类型选择。常见的故障诊断模型有基于规则的模型、基于机器学习的模型以及基于深度学习的模型等。基于规则的模型是根据专家经验和系统的先验知识制定一系列规则，当系统的运行参数满足这些规则时，就判定为相应的故障。

在构建故障诊断模型时，还需要对模型进行训练和优化。训练过程就是使用历史故障数据对模型进行学习，调整模型的参数，使其能够准确地识别故障。优化过程则是通过不断地调整模型的结构和参数，提高模型的性能。可以采用交叉验证、网格搜索等方法来选择最优的模型参数。

此外，为了提高故障诊断模型的准确性和可靠性，还可以采用多模型融合的方法。将不同类型的故障诊断模型进行融合，综合各模型的优点，能够得到更准确的故障诊断结果。

4 平台的预测功能实现

4.1 数据预测算法选择

目前，有多种数据预测算法可供选择，每种算法都有其特点和适用场景。首先是时间序列分析算法，它是一种基于历史数据的统计分析方法，通过对时间序列数据的特征提取和建模，来预测未来的趋势。该算法适用于具有明显周期性和趋势性的数据。时间序列分析算法可以通过对这些规律的挖掘，较为准确地预测未来一段时间内的参数值，从而提前发现系统可能出现的异常 [8]。

神经网络算法也是一种常用的数据预测算法。它模拟了人类神经系统的工作原理，通过对大量数据的学习和训练，建立输入和输出之间的非线性映射关系。神经网络算法具有很强的自适应能力和泛化能力，能够处理复杂的非线性数据。在铁路信号电源系统中，系统的运行状态受到多种因素的影响，这些因素之间可能存在复杂的非线性关系。神经网络算法可以通过对这些因素的综合分析，对系统的未来状态进行准确预测 [9]。

支持向量机算法同样在数据预测领域具有广泛的应用。它通过寻找最优的分类超平面，将数据进行分类和预测。支持向量机算法在处理小样本数据时具有较好的性能，并且能够有效地避免过拟合问题。在铁路信号电源系统中，某些故障数据可能比较稀缺，支持向量机算法可以在有限的数据样本下，建立准确的预测模型。

在选择数据预测算法时，需要综合考虑铁路信号电源系统的特点、数据的特征以及预测的精度要求等因素。不同的算法在不同的场景下可能具有不同的优势，因此可以根据实际情况选择单一算法或者组合使用多种算法，以提高预测的准确性和可靠性。同时，还需要对选择的算法进行不断的优化和调整，以适应系统的动态变化。通过合理选择数据预测算法，能够为铁路信号电源系统的智能化诊断与预测提供有力的技术支持，保障铁路运输的安全和稳定。

4.2 预测结果的评估与优化

在铁路信号电源系统 PLC - HMI 一体化监控平台的预测功能实现中，对预测结果进行评估与优化是确保平台可靠性和有效性的关键环节。通过科学合理的评估与优化，能够提高预测的准确性，为铁路信号电源系统的稳定运行提供有力保障。

预测结果的评估是对预测准确性和可靠性的量化分析。首先，需要确定合适的评估指标。常见的评估指标包括均方误差、平均绝对误差、决定系数等 [8]。

除了指标评估，还可以采用对比分析的方法。将预测结果与实际发生的情况进行对比，观察预测的趋势是否与实际相符，以及预测值与实际值之间的差异分布 [6]。同时，还可以与其他预测方法或模型的结果进行对比，以判断当前预测方法的优劣。

在评估的基础上，对预测结果进行优化是进一步提高预测性能的重要步骤。优化的方法有多种，其中一种是调整预测算法的参数。不同的参数设置会对预测结果产生不同的影响，通过不断尝试和调整参数，找到最优的参数组合，从而提高预测的准确性。

另一种优化方法是引入更多的相关数据。铁路信号电源系统的运行受到多种因素的影响，如环境温度、湿度、负载变化等。将这些相关数据纳入预测模型中，可以丰富模型的输入信息，提高模型对复杂情况的适应能力，进而改善预测结果。

5 结语

本研究构建了基于 PLC-HMI 一体化监控平台的铁路信号电源系统智能化诊断与预测体系，明确了平台架构与功能，优化了故障特征提取、诊断模型及预测算法，有效提升了系统稳定性与可靠性。

研究存在局限性：复杂工况下故障特征提取与诊断可靠性需提升，预测算法对突发情况的适应性不足。

未来将聚焦三方面：优化故障特征提取与诊断模型以适应复杂工况；增强预测算法对突发情况的应对能力；探索人工智能、大数据技术的应用，推动系统智能化升级，为铁路运输安全提供更强保障 [2]。

参考文献

[1] 郝志强.煤矿井下掘进机电设备故障诊断与维护[J].矿业装备,2024-12-10

[2] 刘一鸣.基于大数据技术的中压配电网接线模式研究[J].《华中科技大学硕士论文》- 2021-05-01

[3] 王曼卓. 基于PLC平台的模分复用系统关键器件研究[D]. 吉林:吉林大学,2024.

[4] 张永安,李玉芬. 智能化通信电源系统的运行维护技术研究[J]. 通信电源技术,2024,41(20):107-109. DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2024.20.036.

[5] 马力君,张明,童乔凌,等. 行星、卫星探测器用移动供电平台电源系统技术研究[J]. 电源技术,2024,48(3):371-376. DOI:10.3969/j.issn.1002-087X.2024.03.003.

[6] 张蓓蓓. 一体化电子侦察系统中分布数据通信平台的研究与实现[D]. 安徽:中国科学技术大学,2015.

[7] 徐敬国,任晓东. 基于光电转换技术的通信电源干接点信号传输监控系统研究[J]. 通信电源技术,2024,41(11):32-34. DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2024.11.011.

[8] 杨南飞. 基于监控指标和日志跟踪的微服务系统细粒度故障预测方法研究与实现[D]. 山东:山东大学,2024.

[9] 罗强骏. 可视化锅炉四管泄漏智能诊断及预测系统的研究与应用[J]. 电力设备管理,2024(20):98-100.

[10] 刘玥旻,严涵,阮璇,等. 电网调控一体化智能监控系统研究及应用[J]. 云南电业,2024(12):18-21.

[11] 陈泽君. 通信基站的智能化监控系统设计与优化[J]. 现代科技研究,2024,4(3). DOI:10.12373/xdkjyj.2024.03.13329.

[12] 宋坤桃,王艳超. 绿色建筑智能化监控平台的研究[J]. 智能建筑与智慧城市,2024(11):86-88. DOI:10.13655/j.cnki.ibci.2024.11.027.