

多元数据分析的 35 kV 开关柜故障诊断系统设计

朱博阳

(伊犁新天煤化工有限责任公司, 新疆 伊宁 835000)

摘要 35 kV 开关柜是电力系统的重要组成部分, 在运行中存在各种故障问题, 给系统安全稳定运行带来挑战。本文针对 35 kV 开关柜的故障诊断问题展开深入研究, 通过多元数据分析的方法, 设计了一套高效的故障诊断系统。通过故障诊断的模拟实验和系统应用案例分析, 验证了系统的有效性和准确性。本文旨在为提高电力系统的安全性和稳定性提供参考。

关键词 35 kV 开关柜; 故障诊断系统; 多元数据分析; 模拟实验; 系统应用案例

中图分类号: TM56

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0025-03

随着电力行业的飞速发展, 电网规模和电压等级不断提升, 电力系统中 35 kV 开关柜的应用也日益广泛。然而, 由于长时间运行和外部环境变化等因素, 开关柜的故障频发, 可能导致电力系统的不稳定和安全隐患。传统的故障诊断技术通常依赖于经验法则和定性分析, 在面对多样化的故障类型和复杂的运行环境时, 往往难以满足准确性和实时性的要求。为了应对这一挑战, 利用多元数据分析方法对开关柜进行故障诊断成为一种重要的研究方向, 有望显著提升故障识别的准确率和及时性。多元数据分析在 35 kV 开关柜故障诊断中的应用主要通过提取开关柜各个部件的运行数据, 对其特征进行深度挖掘和分析, 从而识别出潜在的异常状态。

1 35 kV 开关柜结构及常见故障分析

1.1 35 kV 开关柜的结构及主要组件

35 kV 开关柜是电力系统中的重要设备之一, 其结构复杂, 由多个关键组件组成。主要包括高压室、断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器、控制装置等。高压室作为容纳高压元件的密闭空间, 承载着电气设备的核心功能。断路器和隔离开关则负责控制和分配电能的流动, 起到保护和隔离电路的作用。而电流互感器和电压互感器则用于监测电流和电压的变化, 为后续故障诊断提供必要的数据支持。控制装置则负责对开关柜的运行状态进行监测和控制, 保证其安全可靠地运行^[1]。

1.2 常见的故障类型和原因分析

35 kV 开关柜在长期运行过程中, 可能会出现多种不同类型的故障, 这些故障严重影响着电力系统的稳

定运行。常见的故障类型包括接触不良、绝缘击穿、机械故障、热失控等。接触不良通常是由于接触件表面氧化、松动或损坏引起的, 导致电气连接不良, 进而影响设备的正常工作。热失控可能是由于设备过载、环境温度过高或通风不良引起的, 可能导致设备过热、烧毁甚至引发火灾。因此, 针对不同类型的故障, 需要采取相应的预防和处理措施, 以确保 35 kV 开关柜的安全稳定运行^[2]。

1.3 多元数据分析在开关柜故障诊断中的重要性

在电力系统中, 35 kV 开关柜的稳定运行对于保障整个电网的安全性和可靠性至关重要。然而, 由于开关柜在日常运行中面临着复杂多变的故障情况, 传统的单一数据分析方法往往显得力不从心, 难以准确捕捉故障的本质和原因。此时, 多元数据分析技术的引入成为解决这一难题的关键^[3]。

多元数据分析技术具有强大的数据处理和分析能力, 它能够综合考虑开关柜运行中的多种数据类型, 如电气参数、温度、湿度、振动等。通过建立科学的数据模型和先进的算法, 该技术能够深入挖掘数据之间的内在联系和规律, 实现对开关柜故障的精准诊断和快速定位。

2 基于多元数据分析的故障诊断系统设计

2.1 数据采集与传感器布置

在设计基于多元数据分析的故障诊断系统时, 首先需要建立一个完善的数据采集系统, 并合理布置传感器以获取开关柜运行时的多种数据信息。数据采集系统应包括传感器、数据采集装置和数据存储设备等

组成部分。传感器的选择应考虑到监测参数的多样性和精确度要求，例如电流传感器、电压传感器、温度传感器等。传感器的布置位置应覆盖开关柜的关键部位，以确保获取到全面准确的运行数据。数据采集装置负责实时采集传感器所获取的数据，并将其传输至数据存储设备进行存储和管理，为后续的故障诊断提供必要的技术支持^[4]。

2.2 故障模式识别与分类算法

在多元数据分析的基础上，通过应用合适的故障模式识别和分类算法，实现对开关柜运行数据的有效分析和处理。常用的算法包括但不限于支持向量机（SVM）、人工神经网络（ANN）、决策树（Decision Tree）等。这些算法可以通过学习历史数据中的特征模式，识别出不同类型的故障，并将其进行有效分类。通过建立高效准确的模式识别和分类模型，可以实现对开关柜运行状态的实时监测和故障预警，为后续的故障诊断提供重要参考。

从图1可以看出，ANN算法的准确率最高，达到了0.90，其次是SVM算法，准确率为0.85，而决策树算法的准确率为0.80。这种差异可能源于各算法在处理数据方面的不同特点和适用性。ANN算法能够模拟人脑的学习和识别过程，在处理复杂、非线性数据时表现优异。ANN具有良好的泛化能力，能够准确地识别出故障模式，并进行有效分类，因此在准确率上相对较高。SVM算法支持向量机算法通过构建超平面对数据进行分类，其在处理高维数据和非线性数据时表现出色。但在某些情况下，数据分布的复杂性可能会影响其分类性能，导致准确率略低于ANN算法。

2.3 故障诊断模型的构建与训练

基于数据采集和故障模式识别的结果，需要进一

步构建和训练故障诊断模型，实现对开关柜各种故障的精准诊断和定位。故障诊断模型的构建包括特征提取、模型选择和参数优化等过程。通过对历史数据的分析，提取出与故障相关的有效特征，并结合合适的模型进行建模和训练。在模型训练过程中，需要充分考虑模型的泛化能力和稳定性，确保其在实际应用中能够达到预期的诊断效果。最终，构建出的故障诊断模型将成为基于多元数据分析的故障诊断系统的核心组成部分，为电力系统的安全稳定运行提供可靠保障。

3 故障诊断系统的应用与测试

3.1 实验平台的构建

在进行35 kV开关柜故障诊断系统的应用与测试之前，构建一个高度仿真的实验平台是首要任务，以确保能够模拟真实的电力系统运行环境。该实验平台的构建涵盖硬件和软件两大核心组成部分：

在硬件方面，首要任务是搭建一个35 kV开关柜的实验样机。这个样机需要配备各种精密的传感器和数据采集设备，以确保能够实时、准确地捕捉并记录开关柜在运行过程中的各项关键数据。同时，为了更贴近真实的运行场景，还需要搭建相应的控制系统，以模拟开关柜在电力系统中的各种工作状态和操作过程。

在软件方面，开发一套专门的数据处理和分析软件。这套软件不仅要能够高效地处理实验过程中产生的大量数据，还需要具备强大的数据分析能力，以便能够从中挖掘出有价值的信息。此外，故障诊断算法的实现代码也是软件部分的重要组成部分。

3.2 故障诊断系统的实际应用：以接触不良为例

在实验平台成功搭建之后，可以进行故障诊断系统的实际应用研究。通过精心设计的模拟实验，模拟了多种不同类型的故障情景，并收集了相应的实验数

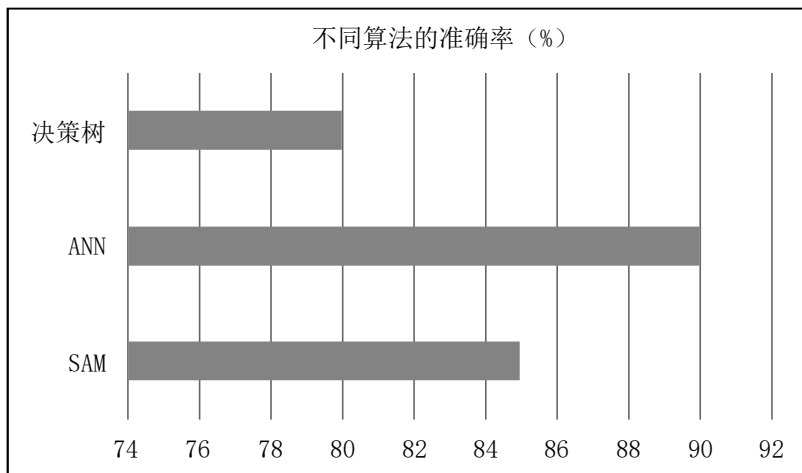


图1 三种算法的准确率

据。随后,利用已构建的故障诊断系统对这些数据进行了深入的分析和诊断。

在接触不良故障方面,模拟接触件因氧化或松动等原因导致的接触不良故障。在此过程中,收集了相关的电流、电压数据,并通过故障诊断系统进行了精确的诊断和定位,从而找出了故障发生的原因和具体位置。

(见图 2)

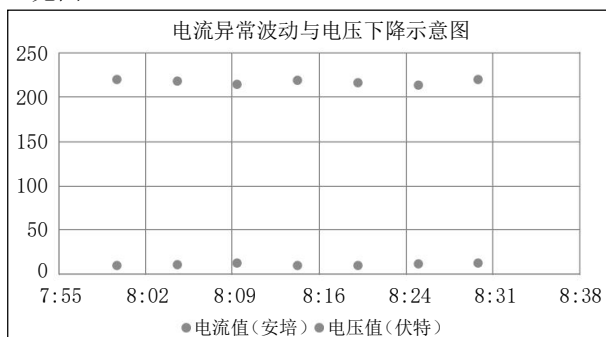


图 2 电流异常波动与电压下降示意图

从图 2 中观察到电流异常波动和电压下降等现象,这些都是接触不良故障的典型特征。电流值在 8:10 和 8:25 之间出现了较大的波动,从 12.8 安培下降到 9.9 安培,然后又上升到 12.5 安培。这种波动表明电流在某些时段内出现了异常变化,可能是由于接触不良导致的电路连接不稳定而引起的。电压值在 8:05 和 8:25 之间出现了下降,从 218 伏特下降到 214 伏特。这种突然的电压下降可能是由于接触不良导致的电路电阻增加,导致电压下降。综合以上分析,电流的异常波动和电压的突然下降表明在 8:10 和 8:25 之间存在接触不良故障。系统对接触不良故障的诊断结果与实际情况高度一致,能够准确判断故障的原因和具体位置,为后续的维修和保养提供了可靠的参考依据。

3.3 系统性能与诊断效果评估

对故障诊断系统的性能和诊断效果进行评估。评估内容包括系统的准确率、灵敏度、特异度等性能指标,以及系统对不同类型故障的诊断效果。评估结果将直接影响到系统的实际应用效果和可靠性,为系统的进一步优化和改进提供重要参考。

4 故障诊断系统的改进与优化

4.1 诊断算法的优化策略

为进一步提升故障诊断系统的性能和准确率,可以采取以下诊断算法的优化策略:

一是特征工程优化,通过优化特征提取过程,选择更加具有代表性和区分度的特征参数,以提高算法对故障模式的识别能力。二是算法参数调优:对于各种算法,通过调整参数来优化模型的性能。例如,针

对 SVM 算法可以调整核函数的选择和参数的设置,以获得更好的分类效果。三是利用集成学习方法,如随机森林或梯度提升树等,将多个基础分类器进行组合,以获得更高的分类准确率和泛化能力。

4.2 系统硬件的升级与集成化

为了提高故障诊断系统的实时性和稳定性,可以考虑进行系统硬件的升级与集成化:一是采用更先进的传感器技术,提高数据采集的精度和频率,从而获取更为准确和全面的开关柜运行数据。二是集成数据采集设备和传感器,简化系统硬件结构,降低系统成本,并提高系统的稳定性和可靠性。三是进行实时监测与远程控制,通过引入实时监测和远程控制技术,实现对开关柜运行状态的实时监测和远程控制,及时发现故障并进行处理,提高系统的响应速度和处理效率。

4.3 在不同应用场景中的拓展与应用

为了拓展故障诊断系统的应用范围和适用性,可以在不同应用场景中进行拓展与应用:一是将故障诊断系统应用于不同行业的电力系统中,如工业生产、城市供电等领域,满足不同行业对于电力系统安全稳定运行的需求^[5]。二是结合人工智能和物联网技术,将故障诊断系统应用于智能化电力系统中,实现对设备状态的智能监测和预测,提高系统的自主性和智能化水平。三是利用大数据分析技术,对历史数据进行深入挖掘和分析,发现潜在的故障模式和规律,为系统的优化和改进提供科学依据。

5 结束语

本文通过对开关柜结构、常见故障类型及多元数据分析在故障诊断中的重要性进行论述,深入剖析了故障诊断系统设计的必要性和关键要素。通过合适的故障模式识别和分类算法,系统能够有效地分析开关柜运行数据,实现故障的快速识别和定位,为后续的维修和保养提供了重要参考。

参考文献:

- [1] 苑忠帅.基于多元数据驱动的水泥回转窑故障诊断[D].青岛:青岛科技大学,2023.
- [2] 黄保鑫.基于多元数据分析的低压开关柜故障诊断与预警[D].北京:华北电力大学(北京),2023.
- [3] 梁晓晖.煤矿 35kV 开关柜常见故障及预控措施分析[J].矿业装备,2023(08):161-163.
- [4] 高志飞,李秀旗.一起 35kV 开关柜异响的故障诊断与分析[J].江西电力,2022,46(08):45-47.
- [5] 祝龙,邹琦.35kV 开关柜放电故障分析及处理[J].中国井矿盐,2022,53(01):39,46.