

大数据分析在物流电气系统故障诊断与预测中的应用

王燕谣

博众精工科技股份有限公司 江苏苏州 215000

摘要：随着信息技术的快速发展，大数据分析已经成为许多行业提高工作效率和实现精准决策的重要途径。在物流领域中，电气系统是支撑整个物流运作的核心基础设施，其稳定可靠的运行状态是保证物流效率的关键。然而，电气系统复杂多变，故障频繁发生，传统的故障诊断方法效率不高，难以满足现代物流的快速响应要求。鉴于此，本文针对物流电气系统故障诊断与预测中大数据分析的应用进行研究，旨在提升物流电气系统的运行质量，促进物流产业的可持续发展。

关键词：大数据分析；物流电气系统；故障诊断与预测；应用

大数据分析技术对物流电气系统进行故障诊断和预测具有重要意义，通过采集电气系统运行过程中产生的海量数据使用大数据算法对其进行深度挖掘与分析，可实现对电气系统运行状态的实时监控与评估。而且基于数据的故障诊断方法，不仅可以提高故障诊断的精度与效率，还可以根据历史数据进行故障预测，为物流企业预防维修提供科学依据^[1]。同时通过大数据分析，可以揭示电气系统运行的内在规律，为系统优化设计、提升系统综合性能提供重要支撑。因此开展基于大数据的物流电气系统故障诊断和预测研究，对促进物流产业智能化和高效发展具有重要意义。

一、在物流电气系统故障诊断与预测中应用大数据分析的意义

将大数据应用于物流电气系统的故障诊断和预测具有重要的意义。随着我国物流业的迅猛发展，电气系统作为支撑物流运行的核心基础，其稳定可靠的运行方式至关重要。大数据分析为电气系统故障诊断和预报提供了一种全新的思路，通过收集、存储、分析电气系统运行过程中产生的海量数据，能够深刻地揭示这些数据之间的内在联系与规律。这些参数包括电流，电压，温度，振动等，其变化可以很好地反映系统的运行状况及潜在的故障^[2]。通过大数据分析，能够实时地对这些数据进行处理，快速地识别出异常信号，从而能够及时地进行故障诊断与定位。而且通过大数据分析，可以预测电气系统未来的运行状况。通过建立准确的数学模型与算法，从历史数据中学习出系统的性能变化规律，并对未来可能发生的故障类型及发生时间进行预测^[3]。这些预测能

力将为物流企业的运营管理提供强有力的技术支撑，使企业可以提前制定维护计划，规避故障，保证电气系统的持续稳定运行。所以大数据分析在物流电气系统故障诊断与预测中的应用，不仅可以提高物流电气系统故障诊断的精度和效率，而且可以预测未来的运行状态，为物流企业的运营管理提供科学的决策依据。随着科技的不断发展，物流电气系统运行维护中的大数据分析将起到越来越重要的作用。

二、大数据分析在物流电气系统故障诊断与预测中的应用

（一）实时数据监测与异常检测

大数据分析技术在物流电气系统复杂环境下的应用，不仅对传统故障诊断方法进行了革新，而且大大提高了系统的可靠性与安全性。如物联网传感器的应用，通过构建高度集成化的大数据平台，可在电气系统的各个关键节点上，实时获取多维数据，如电流、电压、工作温度、机械振动等^[4]。这些数据就像是一幅动态的地图，描绘出系统的运行状态，为深入分析打下了良好的基础。而且以支持向量机和随机森林为代表的机器学习算法是数据挖掘和模式识别的核心。支持向量机由于其强大的分类能力，可以有效地从高维数据中区分出正常数据和异常数据，即使数据边界不清晰，也能保持高精度。而随机森林技术通过构造多个决策树，综合输出结果，可在提高识别异常信号敏感性的同时，降低模型过拟合的风险。这两种方法的结合，不但可以有效提高故障诊断的速度和准确性，而且加深了对电气系统故障模式的认识。为了充分展示大数据分析在物流电气系统中应用的效果，可参考表1：

表1 不同工况下大数据分析检测到的关键参数异常情况

工况条件	电流异常 (A)	电压波动 (V)	温度超标 (°C)	振动幅值 (mm)	故障预测	维护建议
满载运行	150 (超限)	235 (波动大)	85 (高温)	0.9 (轻微振动)	即将过载	立即检查电机
轻载运行	80 (正常)	220 (稳定)	60 (正常)	0.3 (正常)	无异常	定期巡检
空载运行	5 (过低)	218 (稳定)	55 (正常)	0.1 (正常)	电路异常	检查线路连接

由此可见, 基于实时数据监控和异常检测机制的物流电气系统, 能够对潜在故障进行预警, 变被动维护为主动预防, 从而大幅减少因故障造成的停工期和维修成本。这种智能化的转变, 不仅是对传统物流管理方式的一次革命, 更是向一个高效、安全和可持续发展的现代物流系统的重要步骤。

(二) 故障模式识别与分类

大数据分析技术为物流电气系统复杂环境下的故障诊断和预报开辟了一条新的途径。如何在海量故障数据的基础上, 利用实时监控提供的信息, 构建高效的深度学习模型, 是实现故障识别与分类的关键。卷积神经网络 (CNN) 在图像特征提取方面具有突出优势, 可用于电机轴承磨损等典型故障的识别。它通过多层卷积和池化操作, 能够自动从原始数据中学习故障特征的深层次表示, 进而有效避免传统方法人工提取故障特征的复杂性和不确定性^[5]。同时循环神经网络 (RNN) 对时序数据的强大处理能力, 使其能够更好地处理诸如电缆绝缘逐渐老化等缓慢演变的故障。递归神经网络利用内存单元捕获数据之间的时间依赖关系, 可以准确地预测故障的发展趋势, 为维修人员提供宝贵的时间窗口。将长时记忆网络 (LSTM) 和门控循环单元 (GRU) 相结合, 进一步提升模型对长时相依关系的建模能力, 提高长时相依性的预测精度。为了直观地展示深度学习模型在物流电气系统故障诊断中的应用效果, 可参考表2中三种典型故障模式下, 用CNN、RNN和传统方法 (如支持向量机SVM) 的对比应用效果:

表2 不同故障模式下大数据分析的应用效果

故障模式	CNN准确率	RNN准确率	SVM准确率
电机轴承磨损	95%	88%	75%
电缆绝缘损坏	92%	94%	80%
控制电路异常	89%	85%	70%

由表可知, 深度学习模型与传统方法相比在故障诊断方面存在显著优势, 特别是对于复杂的故障模式与时序数据, 表现出更大的优势。通过对深度学习模型的不断学习和优化, 进一步提升物流电气系统的故障诊断和

预测能力, 可为实现物流的智能化和高效化打下坚实的基础。这不仅推动了物流产业数字化转型, 而且大大提高了物流系统运行的可靠性与安全性。

(三) 预测性维护与寿命评估

大数据分析在物流电气系统的复杂生态系统中具有重要作用, 尤其在故障诊断和预测维护方面。大数据分析是一种将时序分析和生存分析相结合的方法, 为电气系统部件剩余寿命预测开辟了一条新途径。这一融合不仅可以加深对故障历史数据的认识, 而且可以充分考虑运行环境的多变性和运行习惯的差异性, 为建立准确的故障预测模型打下坚实的基础。长短期记忆网络 (LSTM) 因其强大的时序处理能力, 在电气系统故障预测方面表现出优异的性能。LSTM能捕捉到数据的长时相依关系, 进而有效地处理数据的非线性和动态性, 为变压器、电机等关键部件的故障预测提供了可能^[6]。同时, 灰色预测模型 (GM) 因其在不完备信息系统中的高效处理能力, 可为数据稀缺或高不确定性场景提供强有力的分析工具, 进一步丰富故障预测方法。这些模型的建立, 不仅需要高质量的数据采集和预处理, 更需要对产业知识和算法进行深入的研究。通过对电气系统运行过程中产生的海量数据进行清洗、特征提取和模式识别等方法, 分析出故障之前的微弱信号, 进而对潜在的故障进行预警。与传统的定期维修相比, 预测性维修可以有效降低突发故障导致的运行中断, 提高整个物流系统的稳定性与可靠性。另外通过大数据分析, 结合生存分析方法, 可为电气系统部件的寿命评估提供科学依据。通过对各部件在特定工况下的存活概率和风险函数进行预测, 可以更准确地制定备件库存和替换策略, 避免过早更新造成的资源浪费, 同时保证关键零部件在生命周期结束前被及时更换, 从而有效控制维修费用和停工时间。

结束语

对于物流电气系统的故障诊断和预测而言, 利用大数据分析的方法, 深度挖掘数据之间的内在联系, 可有效提高故障诊断的精度和效率, 为预防维修提供科学依据。

随着技术的不断进步和算法的优化,未来大数据分析将在物流电气系统中发挥更加重要的作用,进一步降低系统的故障率,提高系统的稳定性,为物流产业的智能高效发展打下坚实的基础。

参考文献

[1] 杨晓玲. 大数据技术在智慧物流系统中的应用研究与实现——以苏宁为例[J]. 现代商业, 2023, (18): 93-97.

[2] 潘希丽. 基于人工智能技术的智能物流系统设计与实现[J]. 中国物流与采购, 2023, (15): 165-166.

[3] 折贝. 基于大数据技术的鞋服企业智能化仓储物流系统研究[J]. 中国皮革, 2023, 52(08): 52-55.

[4] 蒋伟娜, 卢朝东. 农产品物流管理系统中关于大数据的具体应用分析[J]. 山东农业工程学院学报, 2023, 40(06): 66-71.

[5] 樊雪, 刘立栋, 丁康健, 董庆杰. 基于大数据技术的跨境电商智慧化物流配送系统建设研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2023, 35(09): 22-24.

[6] 顾清滢, 刘翔鹏. 基于大数据的云端物流系统需求分析及优化设计[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2023, 52(02): 207-211.