

基于物联网的电梯运行状态监测与分析

刘瀚骋

宁夏特种设备检验检测院 宁夏 银川 750000

摘要：物联网技术在电梯运行状态监测与分析中的应用，标志着电梯管理向智能化、精细化迈进。通过集成多种传感器与先进的数据处理算法，系统实现对电梯运行状态的全面感知与深度分析。智能故障诊断、动态性能评估及预测性维护等方法的应用，显著提升了电梯运行的安全性、降低了维护成本，并个性化优化了乘客乘坐舒适度。该系统为电梯行业的可持续发展提供了强有力的技术支撑。

关键词：物联网；电梯运行状态；监测；数据分析

引言

随着城市建筑高度的不断增加，电梯作为垂直交通的关键设备，其运行状态的安全性与乘客的舒适度日益受到关注。传统电梯管理模式存在监测盲区大、维护成本高及乘客体验不佳等问题。物联网技术的融入，为电梯运行状态监测与分析提供了全新的解决方案。通过构建智能感知网络，结合高效的数据处理与分析平台，实现对电梯运行的全方位、立体化监测，为电梯行业的智能化转型奠定了坚实基础。

1 物联网赋能电梯运行的变革意义

在城市建筑高度不断攀升的当下，电梯已成为人们日常出行不可或缺的关键设备，其运行状态直接关乎公共安全与生活品质。物联网技术的融入，为电梯运行监测与分析开启了全新的智能时代。它就像为电梯赋予了“智慧大脑”与“感知神经”，通过构建全方位的传感器网络，以及高效的数据传输与处理平台，让电梯运行实现从传统管理向智能化、精细化管理的跨越。借助高精度的MEMS加速度传感器、光纤振动传感器以及智能门控传感器等前沿感知设备，电梯运行时的每一个细微变化都能被精准捕捉。能实时监测加速度、振动频率等常规参数，还能通过多传感器融合技术，对电梯运行的复杂工况进行深度感知，为故障诊断提供更为全面、精准的数据依据。这种深度感知能力，如同为电梯故障隐患装上了“透视镜”，提升了安全预警的及时性与准确性。物联网技术还打破了数据的“孤岛”，利用边缘计算与云计算的协同，实现对电梯运行数据的实时分析与深度挖掘。大数据分析与人机智能算法，能从海量数据中挖掘出潜在的运行规律，精准预测电梯性能变化趋势，为电梯的预防性维护提供科学、可靠的决策支持。相较于传统的定期检修模式，这种基于数据驱动的维护策略，能更加精准地定位维护需求，有效减少不必要的

停机时间，大幅优化维护成本。

2 基于物联网的电梯运行状态监测系统架构

2.1 智能感知层

感知层作为电梯运行状态监测系统的“神经末梢”，集成了多种先进的传感器技术，实现对电梯运行状态的多维感知。以智能加速度传感器为例，它能精确测量电梯运行过程中的加速度变化，还能通过内置的智能算法，实时分析加速度数据的异常波动，精准判断电梯是否存在异常启动、制动或运行抖动等问题。新型的光纤振动传感器则利用光纤的应变特性，对电梯轿厢和导轨的振动进行高灵敏度监测。这种传感器能够检测到极其微小的振动变化，提前发现电梯机械部件的磨损、松动等潜在故障隐患，智能门开关传感器采用了先进的图像识别与感应技术，能准确监测电梯门的开关状态，还能对电梯门的运行轨迹进行实时分析，有效防止夹人等安全事故的发生。温湿度传感器也融入了智能自校准与环境自适应技术，能够更加精准地监测电梯机房和轿厢内的环境参数。如果环境参数超出正常范围，系统便能迅速发出预警，并通过智能调控设备，自动调节环境参数，确保电梯始终处于最佳运行环境。

2.2 融合网络层

（1）网络层采用了有线与无线融合的创新网络架构，这一设计旨在确保数据能够高效、稳定地传输至数据处理中心。（2）针对电梯机房这类固定位置，网络层采用了工业级以太网作为主要传输手段，并结合5G备用链路，以实现数据的高速、稳定传输。工业级以太网以其高可靠性和稳定性，确保了数据传输的质量。而5G备用链路的引入，则在网络拥塞或有线链路故障时，能自动切换，保障数据传输的连续性，提升了系统的稳定性和可靠性。（3）对于处于移动状态的电梯轿厢，网络层

采用了低功耗蓝牙与5G混合通信技术。低功耗蓝牙技术用于轿厢内传感器之间的数据短距离汇聚,其低功耗特性有助于延长设备使用寿命。而5G技术则负责将汇聚后的数据实时上传至云端服务器,其高速传输特性确保了数据的实时性和准确性,通过边缘计算技术,在电梯轿厢本地对采集的数据进行初步处理与分析,减少了上传至云端的数据量,提高了数据传输效率,同时也为云端服务器减轻了数据处理压力^[1]。

2.3 智能数据处理与管理层

数据处理与管理层是整个监测系统的“智慧大脑”,承担着数据处理、分析与决策的核心任务。云端服务器采用分布式大数据处理架构,结合深度学习与机器学习算法,对来自网络层的海量数据进行实时清洗、分析与挖掘。通过构建基于深度学习的电梯运行状态预测模型,系统能够对电梯的未来运行趋势进行精准预测。例如,利用循环神经网络(RNN)对电梯的历史运行数据进行学习,提前预测电梯可能出现的故障类型与时间节点。同时,结合强化学习算法,根据电梯的实时运行状态,自动优化电梯的运行参数,实现电梯的节能高效运行。此外,数据处理与管理层还通过建立电梯设备数字孪生模型,对电梯设备的全生命周期进行数字化管理。通过实时映射电梯的物理状态,实现对电梯设备信息、维护记录等数据的可视化管理与深度分析,为电梯的维护和管理提供全面、直观的数据支持。在数据处理与管理层的高效运作下,监测系统能够实现对电梯运行状况的全面监控。系统能预测潜在的故障,还能通过分析电梯的使用频率和乘客流量,智能调整运行策略,以减少不必要的能耗。

3 电梯运行数据分析创新方法

3.1 智能故障诊断分析

(1)这一方法以深度学习技术为核心,结合故障树分析法的传统优势,实现了对电梯故障的高效、精确诊断。传统的故障树模型虽然能够系统地描述故障发生的原因和路径,但其依赖于专家经验和手动构建,难以应对复杂多变的电梯故障情况。而通过引入深度学习算法,智能故障树模型能自动从大量电梯故障案例中学习,构建出更加精准、全面的故障诊断模型。(2)在实际应用中,传感器实时采集电梯运行数据,并将这些数据输入到智能故障树模型中。模型利用深度学习算法的强大计算能力,对采集到的数据进行实时分析与推理,能迅速定位故障点,并生成详细的故障诊断报告。这一过程提高了故障诊断的准确率,还缩短了诊断时间,为电梯的及时维修提供了有力支持。(3)智能故障诊断分

析方法在应对电梯异常振动等复杂故障时,展现出了明显的优势。如当电梯出现异常振动时,模型能根据振动传感器采集的数据,结合深度学习算法对振动特征进行深入分析,从而快速、准确地判断出是导轨磨损、轿厢悬挂系统故障还是其他部件问题导致的振动异常,为电梯的安全运行提供了有力保障^[2]。

3.2 动态性能评估分析

电梯的性能直接关系到乘客的安全与舒适体验,采用动态性能评估分析方法,对电梯的运行性能进行实时监测与评估。这种方法通过建立电梯运行性能的动态评估模型,结合实时监测的电梯运行速度、加速度、平层精度等关键参数,对电梯的运行性能进行实时打分与评估。根据电梯的设计标准和行业规范,预先设定合理的性能指标阈值。一旦实际运行参数超出阈值范围,系统会立即触发预警机制,并通过智能优化算法,自动调整电梯的运行参数,确保电梯始终保持良好的运行状态。例如,当电梯运行速度出现异常波动时,系统会根据动态评估模型的分析结果,自动调整电梯的驱动系统参数,优化电梯的运行速度曲线,使电梯运行更加平稳。动态性能评估分析方法还能够通过长期数据积累,对电梯的维护周期和潜在故障进行预测。通过分析历史运行数据,系统能够识别出电梯运行中的异常模式,提前采取维护措施,避免故障发生。这种预测性维护策略不仅提高了电梯的可靠性,还减少了因故障导致的停机时间,提升了乘客的满意度。

3.3 深度预测性维护分析

(1)该方法基于深度神经网络,对海量的电梯历史运行数据进行深度学习,自动挖掘并提取出数据中的潜在规律和特征。这一过程是构建高精度电梯故障预测模型的关键,它使得模型能够准确捕捉电梯运行状态的细微变化。(2)在电梯实时运行过程中,传感器持续采集电梯的各项运行数据,并将这些数据实时输入到已训练好的预测模型中。模型根据前期学习到的规律和特征,对电梯的运行状态进行实时评估和预测,能够提前判断电梯可能发生故障的时间和类型。这种实时的监测与预测能力,为电梯的预防性维护提供了有力的数据支持。(3)深度预测性维护分析方法在预测电梯故障方面具有明显优势。预测模型能够根据电梯电机的电流变化、温度上升趋势以及机械部件的磨损数据,结合深度神经网络算法,精准预测电机在未来某个时间段内可能出现过热故障。基于这些精确的预测结果,运维部门可以提前安排维护人员进行预防性维护,有效降低电梯突发故障的概率,提升电梯的运行安全性和可靠性^[3]。

4 基于物联网的电梯运行状态监测与分析的创新应用效果

4.1 全方位提升电梯运行安全性

传统电梯运行模式下,故障隐患往往难以察觉,如果发生故障,极易引发严重安全事故。而基于物联网的电梯运行状态监测与分析系统,构建起了一张全方位、立体化的安全防护网。通过覆盖电梯各个关键部位的智能传感器,系统能够实时、不间断地收集电梯运行过程中的多维度数据,并利用先进的人工智能算法和大数据分析技术,对电梯运行状态进行深度剖析。如果监测到数据偏离正常范围,系统即刻发出预警,并通过智能决策系统,自动采取相应的安全措施。当系统检测到电梯门开关传感器反馈的数据异常时,能及时判断出存在的门机故障、门锁松动等问题,还能通过远程控制技术,自动关闭电梯门,防止夹人事故的发生。同时,系统还能通过与电梯维保单位的智能联动,快速安排专业人员进行检修,将潜在的安全风险扼杀在萌芽状态。通过这种全方位、智能化的安全监测与预警机制,电梯故障发生率大幅降低,为乘客的生命安全提供了坚实保障。

4.2 智能化降低电梯维护成本

(1)该系统摒弃了传统的定期维护策略,转而采用智能化的预测性维护模式。这一转变的核心在于系统能够深度挖掘电梯的历史运行数据和实时监测数据,运用深度学习算法构建高精度的故障预测模型。通过这些模型,系统能精准预测电梯可能出现故障的时间和具体部位,为运维人员提供了科学、可靠的决策依据。(2)智能化的预测性维护策略优化了电梯的维护工作安排。运维人员不再需要按照固定的周期进行无差别的维护,而是可以根据预测结果,有针对性地安排维护工作。通过分析电梯电机的运行数据,系统能预测到电机在未来一个月内可能出现轴承磨损问题,提前安排更换轴承,有效避免了因电机故障导致的电梯停运和更严重的损坏。(3)这种智能化的维护策略减少了维护次数和维护时间,还降低了因故障扩大化而产生的高额维修费用。通过精准预测和及时维护,系统有效延长了电梯的使用寿命,实现了电梯维护成本的有效控制,为电梯的可持续运行提供了有力保障^[4]。

4.3 个性化提升乘客乘坐舒适度

乘客对电梯的乘坐体验十分敏感,电梯运行过程中的颠簸、晃动以及平层不准等问题,都会严重影响乘客的舒适度。基于物联网的电梯运行状态监测与分析系统,为优化电梯运行参数提供了有力支持,实现了个性化的乘客舒适度提升。系统通过对电梯运行速度、加速度、平层精度等关键参数的实时监测和分析,能准确识别出影响乘坐舒适度的因素,并根据不同乘客的需求和偏好,通过智能算法自动优化电梯的运行参数。对于追求快速出行的乘客,系统可以优化电梯的运行速度曲线,在保证安全的前提下,缩短乘梯时间;对于对舒适度要求较高的乘客,系统可以优化电梯的启动和制动过程,减少因速度突变带来的不适感。通过对平层感应装置数据的分析和校准,提高平层精度,确保电梯停靠时与楼层地面无缝对接,避免乘客上下电梯时的踏空风险。系统还能根据实时监测数据,对电梯的悬挂系统、导轨润滑等方面进行智能调整和维护,减少电梯运行过程中的颠簸和晃动,为乘客营造一个安全、舒适、个性化的乘梯环境。

结束语

综上所述,基于物联网的电梯运行状态监测与分析系统,凭借其强大的感知与分析能力,为电梯行业的安全与高效运行提供了有力保障。通过智能化预测性维护、动态性能评估及个性化乘坐体验优化,该系统不仅大幅降低了电梯故障率与维护成本,还提升了乘客的满意度与舒适度。展望未来,随着技术的不断进步,该系统将在电梯行业中发挥更加重要的作用,推动电梯管理向更高水平迈进。

参考文献

- [1]牟长斌.物联网技术在智能电网中的应用研究[J].智能建筑与智慧城市,2021,(11):162-163.
- [2]王开郁.智能电网中的物联网技术应用与发展[J].数字通信世界,2021,(09):200-201.
- [3]邱雪松.电力数字新基建中区块链及物联网技术的应用[J].电力工程技术,2020,39(06):1-2.
- [4]郭琳.面向智能电网建设的电力物联网架构研究[J].网络安全技术与应用,2019,(10):127-128.