

# 基于物联网的电梯远程监控与故障预警系统研究

郝伟香

天津北方巨通电梯有限公司 天津河西 300222

**摘要：**文章围绕基于物联网的电梯远程监控与故障预警系统展开研究。在远程监控方面，依托物联网技术打破传统监控局限，通过实时采集电梯多维度运行数据，结合智能分析实现潜在故障预判，推动监控模式从“被动维修”向“主动防控”转型。在系统构建上，从三方面搭建体系：一是部署多类型传感器与边缘设备，构建全链条感知硬件架构，保障数据精准采集与高效传输；二是打造云端数据处理中枢，通过分类存储、数据清洗与深度学习模型，实现数据价值转化；三是设计三级预警与响应机制，确保隐患精准推送与高效处置，为电梯安全运行提供技术支持。

**关键词：**物联网；电梯远程监控；故障预警系统

## 引言

随着城市化进程加快，电梯使用量激增，传统监控依赖人工巡检、故障后处置，存在响应滞后、安全风险高等问题。物联网技术的发展为电梯监控革新提供可能。本文聚焦基于物联网的电梯远程监控与故障预警系统研究，旨在通过物联网赋能，构建硬件感知、云端分析、分级预警体系，破解传统监控局限，提升电梯运行安全性与管理效率，为城市电梯安全保障提供技术路径。

## 一、基于物联网的电梯远程监控

### （一）物联网赋能，开启电梯监控新时代

物联网技术的深度融入，正以颠覆性力量彻底打破传统电梯监控长期存在的时空局限与信息壁垒，推动整个行业迈入全新发展阶段。在传统模式下，电梯监控往往依赖人工巡检、事后报修等被动方式，不仅难以实现全天候、全维度的状态把控，还存在信息传递滞后、数据碎片化等诸多痛点，既无法及时捕捉潜在安全隐患，也难以实现高效的统筹管理。而物联网技术的到来，通过将电梯的曳引系统、门机系统、控制系统等核心部件，与高精度传感器、无线传输模块、边缘计算设备等智能终端深度互联，构建起一张覆盖电梯运行全流程的智能感知网络。原本孤立分散的电梯设备，被全面纳入统一的云端智能管理体系，每一台电梯都成为可被实时感知、精准管控的智能节点。这种互联互通不仅实现了设备与设备、设备与平台、平台与人的无缝对接，更重构了电梯监控的底层逻辑，推动行业实现了从“被动维修”到“主动防控”的根本性模式革新。不再是等待故障发生

后才进行维修处置，而是通过全时段的数据采集与动态监测，提前感知设备运行状态的细微变化，从源头规避安全风险。同时，物联网技术带来的智能化升级，让电梯管理摆脱了传统粗放式模式的束缚，向着精细化、高效化方向稳步迈进。通过统一的管理平台，能够对海量电梯设备进行集中管控，实现资源的优化配置与调度，大幅降低管理成本。这种技术赋能不仅为电梯的安全运行筑牢了坚实屏障，更为行业的高效管理注入了全新动能，彻底改变了电梯监控领域的发展格局，正式开启了智能化、精细化、全天候的电梯监控新时代，为城市公共安全与民生保障提供了更有力的技术支持。

### （二）实时数据采集：全方位感知电梯状态

在基于物联网的电梯远程监控体系中，实时数据采集是实现全方位感知电梯状态的核心基础，而这一过程的高效运转，依赖于多类型传感器在电梯关键部位的科学部署与精准运作。不同于传统监控中零散的信息采集方式，如今的传感器网络已实现对电梯核心系统的全面覆盖——从承载乘客的轿厢，到驱动电梯运行的曳引系统，再到控制门开关的门机系统，甚至是保障安全的限速器、缓冲器等部件，均根据不同设备的运行特性与监测需求，配备了适配的高精度传感器，这些传感器如同电梯的“神经末梢”，时刻待命捕捉设备运行的每一个动态细节。依托这套密集且专业的传感器网络，系统能够实现24小时不间断的数据采集，采集范围涵盖电梯运行的各类核心指标：既包括反映运行效率的运行速度、体现负载情况的载重负荷，也包括关乎安全的门锁状态、衡量设备稳定性的振动频率，以及反映能耗水平的能耗

数据。无论是电梯正常运行中的常规参数，还是设备运行中出现的细微波动，传感器都能以极高的精度捕捉下来，避免因数据遗漏或偏差导致对电梯状态的误判。更关键的是，数据采集并非孤立的静态记录，而是伴随电梯运行全流程的动态追踪。从电梯接到指令后的启动、加速、匀速运行，到抵达目标楼层前的减速、停止，再到门的开启、关闭等每一个操作环节，对应的状态信息都会被实时捕捉；即便是设备出现异常时触发的故障代码，或是部件运行中超出常规范围的温度变化，这些关键信息也能在第一时间被传感器识别，并通过物联网传输模块快速上传至云端管理平台。这种全流程、无死角的动态感知，不仅让电梯运行的每一个瞬间都处于实时监控之下，更形成了一套完整、连续的电梯运行数据链条，为后续的智能数据分析、故障预警以及管理决策提供了坚实且全面的数据支撑，确保每一项后续操作都有精准的数据依据，从根本上避免了因信息缺失导致的管理盲区。

### （三）智能数据分析与预警：预知电梯潜在故障

在基于物联网的电梯远程监控体系中，智能数据分析与预警是实现电梯潜在故障预知的关键环节，其核心在于依托先进的大数据算法与人工智能模型，将采集到的海量实时数据转化为具有决策价值的有效信息。实时数据采集环节积累的电梯运行速度、载重负荷、振动频率等多维度数据，往往呈现出规模庞大、类型复杂的特点，若仅依靠人工分析，不仅效率低下，还难以从繁杂的数据中捕捉到潜在的风险信号。而大数据算法具备强大的数据处理能力，能够快速对海量数据进行清洗、整合与筛选，去除无效干扰信息，提炼出与电梯运行状态紧密相关的核心数据；人工智能模型则进一步发挥深度学习优势，通过不断训练优化，逐渐掌握电梯在不同工况下的正常运行规律，形成精准的数据分析判断体系。在实际运行中，系统通过将实时采集的核心数据与历史运行数据进行多维度对比，精准识别数据变化趋势是否符合正常运行规律。同时，结合电梯各部件的安全运行标准，设定科学合理的安全阈值范围，一旦实时数据超出阈值或出现异常波动，系统便能迅速锁定可能存在问题的部件与运行环节，精准识别出电梯运行中的潜在风险。这种识别并非简单的数值对比，而是基于对电梯运行逻辑的深度理解，能够从细微的数据变化中预判出可能引发故障的隐患，提前感知电梯运行状态的异常倾向。更为重要的是，系统具备主动分级预警能力。当识别出潜在故障隐患后，会根据隐患的严重程度、可能导致的

后果，自动生成不同级别的预警信号，并通过云端管理平台及时推送至维保人员的终端设备。预警信息不仅包含隐患位置、风险等级，还会附带相关数据依据，为维保人员提供清晰的处置方向。

## 二、基于物联网的电梯故障预警系统得构建

### （一）搭建多维度感知硬件架构，夯实数据采集基础

硬件架构是物联网电梯故障预警系统的“神经末梢”，是数据采集与设备状态感知的核心基础，设计需围绕电梯启动、运行、停止全生命周期场景，覆盖关键部位与核心环节，实现无死角、高精度感知。因不同部件运行状态关联电梯安全稳定，硬件部署需兼顾全面性与针对性：既覆盖曳引机、门机、控制系统、限速器等核心动力控制部件，也延伸至轿厢、导轨、缓冲器等辅助部件，构建“动力-控制-承载-安全”全链条感知网络<sup>[1]</sup>。

针对部件特性与监测需求，部署适配高精度传感器：曳引机配三轴加速度传感器，捕捉振动频率与振幅，排查轴承磨损等问题；电机与控制柜用红外测温传感器，监测表面温度，识别电路过载等风险；门机系统装霍尔与位移传感器，采集门锁状态、开关门速度及精度，避免门机卡顿故障；轿厢设压力传感器统计载重，结合重量分布判断超载/偏载，搭配振动传感器监测运行平稳性。这些传感器协同采集速度、温度、电流、开关门时长、载重等多维度核心指标，确保关键参数精准捕捉。为解决原始数据量大、传输滞后问题，硬件架构还需配置边缘计算网关与网络传输模块。边缘网关可本地过滤、清洗原始数据，剔除噪声数据，提取故障关联有效信息，减少云端上传数据量与带宽占用。数据传输环节按场景选4G/5G或LoRa技术：商业楼宇用4G/5G实现高速低延迟传输，地下车库等信号薄弱区域用LoRa保障数据稳定上传。通过边缘计算与高效传输协同，关键数据可实时推送云端，为后续智能分析与故障预警提供连续、完整、高质量数据源，筑牢硬件层面精准预警基础。

### （二）构建云端数据处理中枢，实现数据价值转化

云端数据处理中枢是物联网电梯故障预警系统的“大脑”，作为连接前端数据采集与后端预警决策的核心枢纽，其核心价值是将海量分散的原始数据转化为支撑故障预判的有效信息，需具备海量数据存储、高效计算处理与深度智能分析能力，保障数据流转处理中不丢失、不延迟、可复用<sup>[2]</sup>。

数据存储层面，需搭建适配电梯数据特性的分布式云存储架构。因电梯运行数据时序性强、产生频率高，

采用InfluxDB、Prometheus等时序数据库存储实时运行数据，以时间序列为索引高效存储并快速查询速度、温度、电流等动态数据，满足故障追溯需求；搭配MySQL、PostgreSQL等关系型数据库记录设备档案、维保记录等静态信息，通过结构化存储实现动静数据关联，分析故障隐患时可同步调取设备年限、维保情况，提升分析全面性。同时建立多副本备份与异地容灾机制，防止数据丢失，为长期追溯与系统迭代奠定基础。数据计算处理环节，引入Spark、Flink等大数据处理引擎是关键。前端原始数据含传感器干扰的噪声数据、重复数据，直接分析会影响准确性<sup>[3]</sup>。引擎可按预设规则清洗剔除无效数据，整合关联多维度数据（如同一时间节点的速度、电流、门机状态数据）形成完整运行场景数据链，再提取曳引机振动频率偏差值、门机开关门时间差等与故障关联度高的关键特征，将杂乱原始数据转化为结构化高价值分析数据，为智能模型训练提供优质“原料”。智能分析层面，搭载LSTM、CNN等深度学习模型是精准预判故障的核心。训练前标注历史故障数据与正常运行数据，构建训练数据集；LSTM模型学习时序性强的运行数据，掌握故障发生前的数据变化趋势；CNN模型识别振动频谱、温度曲线等空间特征数据，捕捉故障特征图谱。经持续训练迭代，系统可自主分析实时数据，对比故障规律识别隐患类型与风险等级，为分级预警提供科学算法依据，实现从“数据采集”到“价值转化”的跨越。

### （三）设计分级预警与响应机制，提升风险处置效率

分级预警与响应机制是物联网电梯故障预警系统落地应用的核心桥梁，核心目标是构建“精准识别-科学分级-快速推送-高效处置”闭环管理体系，确保潜在故障及时发现、合理界定、精准推送并高效解决，最大程度降低故障对电梯安全与效率的影响。机制设计需环节衔接紧密，兼顾技术支撑与运维需求，避免流程断层或标准模糊导致预警失效<sup>[4]</sup>。

第一步，设定多维度预警阈值是精准预警的基础。需结合电梯行业安全规范（如GB/T 10058-2023）、设备出厂参数与历史故障数据，为不同部件、指标划定阈值（如曳引机温度警戒上限80℃），并按电梯使用年限（老旧电梯阈值下调5-10℃）、运行频次动态调整<sup>[5]</sup>。同时覆盖温度、振动等核心参数及开关门时长、平层精度等细节指标，形成全方位监测网络，避免风险遗漏或无效预警。第二步，建立三级预警体系实现科学分级。按

隐患严重程度、后果及处置紧急性，分为“轻微”“一般”“紧急”预警：轻微预警对应参数小幅波动（如能耗高5%-10%），仅需关注趋势；一般预警指向部件潜在损耗（如门机延迟0.5-1秒），需短期排查；紧急预警关联安全风险（如曳引机振动超阈值30%），需立即处置。各级预警明确参数波动范围与风险后果，便于运维人员快速判断。第三步，设计智能推送与响应流程保障高效处置。依托云端与运维系统联动，按预警等级匹配推送对象与方式：轻微预警推运维专员（APP/短信）；一般预警同步抄送主管；紧急预警多渠道推专员、主管及使用单位负责人。推送信息含位置、风险等级、数据依据及处置建议，同时自动生成电子工单，明确处置时限（轻微72小时、一般24小时、紧急1小时），运维后上传结果，形成“预警-工单-处置-反馈”闭环，提升风险处置效率。

### 结语

文章围绕基于物联网的电梯远程监控与故障预警系统展开深入研究，明确了物联网技术对电梯监控的革新作用，从物联网赋能转型、实时数据采集、智能分析预警三方面阐述远程监控体系，又从硬件架构、云端中枢、预警机制维度构建故障预警系统。该系统有效突破传统电梯监控的局限，实现从被动应对到主动防控的转变，显著提升电梯运行安全性与管理效率。未来，可进一步优化系统算法与硬件适配性，其研究成果也为城市特种设备智能监管提供有益参考，助力构建更安全高效的城市轨道交通运维体系。

### 参考文献

- [1] 王先政. 电梯远程监控网络系统设计与实现[J]. 网络安全和信息化, 2024, (05): 107-109.
- [2] 宋春鹏, 王刚. 一种基于物联网的电梯远程监控管理系统的设计[J]. 中国电梯, 2023, 34(10): 59-61.
- [3] 张传基, 曾凤, 邓富文. 基于物联网远程监控的电梯智能应急救援探讨[J]. 中国电梯, 2023, 34(08): 57-60.
- [4] 李霖强. 电梯安全性远程监控技术与故障诊断分析[J]. 清洗世界, 2021, 37(09): 125-126.
- [5] 陈润联, 黄赫余. 物联网技术在电梯远程监控系统中的应用研究[J]. 中国电梯, 2021, 32(16): 65-66.