

物联网技术在客运索道检验中的应用与发展分析

宋戈

吉林省特种设备检验研究院（吉林省特种设备事故调查处理服务中心），吉林 长春 130000

DOI: 10.61369/TACS.2025120025

摘 要： 伴随先进科学技术的快速发展，物联网技术被广泛应用于各行业和领域。根据特种设备自身的特殊性，在特种设备检验中合理地运用物联网技术，提高特种设备检验质量和效率，成为确保特种设备安全稳定运行的重要问题。客运索道是一种高危特种设备，检验工作直接关乎游客安全与景区运营稳定。物联网技术通过“感知-传输-分析-应用”架构，为客运索道检验提供实时化、精准化解决方案。本文立足检验人员视角，系统分析物联网技术的核心应用场景、技术支撑体系，剖析现存问题并展望发展趋势，为提升检验质量效率、推动模式革新提供参考。

关 键 词： 物联网技术；客运索道；检验检测；应用；发展

Analysis on the Application and Development of Internet of Things Technology in the Inspection of Passenger Ropeways

Song Ge

Jilin Special Equipment Inspection and Research Institute (Jilin Special Equipment Accident Investigation and Handling Service Center), Changchun, Jilin 130000

Abstract： With the rapid development of advanced science and technology, Internet of Things (IoT) technology has been widely applied in various industries and fields. Due to the inherent particularity of special equipment, the rational application of IoT technology in special equipment inspection to improve the quality and efficiency of inspection has become an important issue to ensure the safe and stable operation of special equipment. As a high-risk type of special equipment, the inspection of passenger ropeways is directly related to the safety of tourists and the stable operation of scenic spots. Through the architecture of "perception - transmission - analysis - application", IoT technology provides real-time and precise solutions for passenger ropeway inspection. From the perspective of inspectors, this paper systematically analyzes the core application scenarios and technical support system of IoT technology, dissects the existing problems and looks forward to the development trends, so as to provide references for improving inspection quality and efficiency and promoting model innovation.

Keywords： internet of things technology; passenger ropeways; inspection and testing; application; development

引言

在社会高质量发展背景下，数字化技术在各个领域得到广泛推广和应用，特种设备检验领域也不例外。物联网技术是一种创新性技术手段，主要通过精密的传感器设备，建立起有形物品与互联网之间的联系，实现智能化的管理与控制目标^[1]。常见的物联网技术有传感器技术、RFID 标签技术、数据库技术、嵌入式系统技术等。在实际应用过程中，物联网技术通过整合各类先进技术，建构感知层、传输层、应用层等，将现实世界与虚拟世界连接起来，可以实现物品定位、识别、追踪、监控和管理，为人类提供自动化和智能化的解决方案。2024 年 11 月 28 日，《特种设备重大事故隐患判定准则》正式发布，明确了特种设备使用过程中的重大事故隐患情形，为特种设备隐患排查整治提供了明确的判定标准，对及时发现和治理特种设备重大事故隐患、提高特种设备安全水平具有重要意义^[2]。客运索道是特种设备的重要组成部分，被广泛应用于滑雪和山地旅游场景，其安全状况直接影响人们的生命安全，加强质量和安全检验显得尤为重要^[3]。在传统检验体系下，人们通常依赖人工操作和传统经验，存在检验效率不高、易出错和信息透明度低的问题。由此，充分发挥物联网技术优势，创新特种设备检测检验体系，对提高检验的准确性和可靠性具有重要意义。

一、传统客运索道检验的痛点与物联网技术的适配性

（一）传统客运索道检验的核心痛点

“人机矛盾”突出，检验效率低下。全国客运索道数量持续

增长，而检验人员数量有限，传统人工巡检耗时久，难以满足高频次、全覆盖检验需求^[4]。

检验精度有限，隐患排查不彻底。传统检验依赖经验，对钢丝绳内部断丝等隐性缺陷识别困难，检测结果受人员经验影响

大，漏检风险高。

实时性缺失，风险预判滞后。传统检验多为定期静态检测，无法实时捕捉运行中的动态隐患，难以实现事前预警。

数据管理分散，溯源性差。检验数据多以纸质或本地文档存储，易丢失、难共享，后续检验与故障分析缺乏完整数据支撑。

（二）物联网技术与客运索道检验的适配性

物联网技术通过传感器感知、网络传输、云端处理的核心架构，精准匹配索道检验对实时性、全面性、精准性的需求。从检验人员视角，适配性体现在三方面：一是实现动态数据采集，突破时空限制；二是提升数据处理效率，减少人工工作量；三是强化风险预判能力，推动检验模式从“事后补救”转向“事前预警”。

二、物联网技术在客运索道检验中的核心应用场景

（一）关键部件状态监测，精准捕捉隐性隐患

钢丝绳、支架、抱索器等关键部件是检验核心，物联网技术通过专用传感器实现全时监测，解决传统检验难以触及的隐性缺陷问题。

钢丝绳健康监测。采用磁记忆、弱磁传感器结合视觉识别技术，实时监测表面断丝、内部锈蚀等参数。智慧检测系统可在客运索道运行中完成检测并自动预警，检验人员远程查看报告即可定位隐患，提升效率的同时规避现场风险^[6]。

支架与基础结构监测。在支架及基础部署振动、应力、倾角传感器，实时监测关键参数，异常时系统推送预警，便于及时排查松动、沉降等隐患。

驱动与制动系统监测。通过温度、压力、转速传感器采集运行参数，检验人员远程查看参数曲线判断系统状态，替代部分拆检式检验，减少对运营的干扰。

（二）运行环境与动态参数监测，规避环境诱发风险

客运索道多运行于复杂山区环境，环境因素易诱发安全隐患，物联网技术实现环境与运行参数联动监测，助力检验人员精准判断环境影响。

环境参数实时采集。沿线部署风速、温度等传感器，检验人员结合不同区段环境差异与运行参数分析影响，为调整检验重点和周期提供依据。

轿厢与乘客动态监测。通过轿厢内重量、视频传感器监测超载及乘客分布，结合抱索器压力传感器监测稳定性，及时发现动态风险。

（三）检验数据智能化管理，提升工作规范性与效率

物联网云端数据平台实现检验数据集中管理、共享与溯源，解决传统数据分散混乱问题，大幅减轻检验人员文档处理工作量。

数据自动采集与上传。传感器数据自动上传云端，检验人员通过手持终端补充录入信息，实现数据电子化、实时化，避免纸质记录的繁琐与误差。

数据分类与分析。平台通过算法整理数据，生成含参数趋势

图、隐患分布图的标准化报告，检验人员可直接基于报告开展工作，提升效率。

数据共享与溯源。平台支持多端共享，全周期数据为后续检验和故障追溯提供依据，便于开展趋势分析、优化检验策略。

（四）远程协同检验，突破时空限制提升效率

针对偏远山区、跨峡谷等难检验场景，物联网技术实现远程协同检验，降低检验人员现场作业强度与安全风险。

远程实时监控。检验人员通过云端平台远程查看运行状态、监测数据及视频画面，完成初步评估，减少无异常索道的现场检验频次^[9]。

异地协同会诊。通过平台共享数据与视频，与专家开展异地会诊，快速制定解决方案，避免经验不足导致的误判漏判。

三、物联网技术在客运索道检验中的技术支撑体系

从检验人员实操角度，物联网检验系统稳定运行依赖“感知层—传输层—平台层—应用层”全链路技术支撑，各层级适配性直接影响检验效率与精度。

（一）感知层：精准数据采集的基础

感知层是数据来源核心，由各类专用传感器组成，其测量精度、环境适应性等指标直接决定数据精准度。主流传感器包括磁学、振动、应力、环境传感器等，需具备抗恶劣环境能力且安装便捷，不干扰客运索道运行。

（二）传输层：实时数据传输的保障

传输层负责数据传输，需满足实时性、可靠性要求。检验人员需结合运行环境选择传输技术，山区等信号薄弱区域采用5G与北斗卫星通信结合，网络良好区域采用工业以太网等。边缘计算可提前筛选数据，提升系统响应速度，保障应急处置效率。

（三）平台层：数据处理与分析的核心

平台层是系统核心，集成云计算、大数据等技术，负责数据存储、处理与预警^[7]。检验人员关注数据可视化、异常预警、报告生成等功能，平台需具备强大大数据分析能力和兼容性，实现数据互通共享。

（四）应用层：检验实操的落地载体

应用层通过电脑端平台、手机APP等终端为检验人员提供实操界面，设计需贴合工作习惯，核心功能包括实时数据查看、预警接收、任务派发、报告导出等，简化检验操作流程^[9]。

四、物联网技术在客运索道检验应用中存在的问题

（一）技术层面：系统稳定性与兼容性不足

传感器稳定性不足。极端环境下部分传感器易出现数据漂移或故障，导致数据失真，需检验人员反复核实，增加工作负担。

系统兼容性差。物联网检验设备厂商众多，缺乏统一标准，数据格式不兼容，检验人员需切换多个平台，操作繁琐。

数据安全风险突出。客运索道运行与检验数据敏感，部分平台安全防护不足，存在数据泄露、篡改等风险，影响检验准

确性。

（二）实操层面：检验人员技术适配能力不足

数字化技能缺口。传统检验人员缺乏物联网等数字化技术基础，对传感器校准、平台操作等存在困难，难以充分发挥系统功能。

设备运维难度大。物联网系统涉及多环节，检验人员缺乏专业运维培训，故障处理不及时，影响检验进度。

（三）政策与标准层面：规范体系不完善

当前物联网检验相关标准尚未完善，传感器参数、数据采集、预警阈值等缺乏统一规范，检验结果可比性差，增加检验难度与风险。同时，电子检验数据法律效力界定不明确，在监管和事故追溯中认可度有待提升。

（四）成本层面：设备投入与维护成本高

物联网检验系统初期投入与后期维护成本较高，中小型景区及老旧客运索道运营方难以承担，限制技术推广应用。若运营方投入不足，系统性能下降会影响数据准确性，增加检验人员工作风险。

五、物联网技术在客运索道检验中的发展趋势

（一）技术融合深化，提升检验智能化水平

多模态传感融合。实现多类型传感器融合应用，提升部件缺陷识别精度，减少误判率，降低检验人员核实工作量。

数字孪生普及。构建索道数字孪生模型，实现运行状态可视化模拟，检验人员可直观查看部件内部状态、模拟隐患趋势，提升检验前瞻性。

AI 辅助决策成熟。人工智能深度应用于数据处理，实现故障识别、趋势预测等功能，检验人员专注隐患处置，提升工作效率。

（二）检验模式革新，从“定期检验”转向“状态检修”

随着物联网技术成熟，客运索道检验将从“定期检验”转向“状态检修”。检验人员可根据实时数据与 AI 预警，动态调整检验重点与周期，精准检验隐患部件，提升资源利用效率，同时为运营方提供个性化维护建议，实现检验与运维协同。

（三）标准体系完善，规范检验流程与数据应用

未来将建立完善的物联网检验技术标准体系，实现不同系统、地区数据互通互认。同时明确电子检验数据法律效力，为检验人员提供清晰工作依据，规范新技术应用场景。

（四）人员能力升级，打造复合型检验人才

将建立完善的检验人员培训体系，重点提升数字化技能，推动检验人员向“复合型”转变^[9]。同时专业化运维服务成为趋势，第三方机构承担运维工作，让检验人员专注核心检验任务。

（五）成本下降与普及，覆盖全类型索道检验

随着技术成熟与规模化应用，物联网检验设备成本将下降，逐步向中小型景区、老旧客运索道普及^[10]。政府专项扶持资金将推动技术全面应用，让检验人员可为更多索道提供精准服务，提升全国客运索道整体安全水平。

六、结论

综上所述，物联网技术为客运索道检验带来革命性变革，核心价值是突破传统检验时空与精度瓶颈，推动模式向“动态实时预警”转变，提升效率并降低风险。当前技术已在多场景有效应用，但仍面临兼容性、技能缺口、标准不完善等问题。未来，随着技术融合、标准完善、人员升级，物联网技术将进一步普及，推动客运索道检验进入智能化、精准化新阶段。检验人员需主动适应变革，提升数字化技能，筑牢客运索道安全防线。

参考文献

[1] 王茜. 物联网技术在特种设备检验检测系统中的应用探析 [J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(33): 62-64.
[2] 市场监管总局:《特种设备重大事故隐患判定准则》正式发布 [J]. 中国设备工程, 2024, (23): 1.
[3] 衣宝龙, 王志强. 我国客运索道安全发展现状分析及风险评估应用研究 [J]. 起重运输机械, 2021, (23): 63-69.
[4] 曹喜平. 机电类特种设备的质量检验和管理研究 [J]. 中国设备工程, 2024, (15): 190-192.
[5] 程建山. 特种设备检验数字化推广策略分析 [J]. 机电产品开发与创新, 2022, 35(05): 188-190.
[6] 熊伟东, 胡昕, 罗爱卿, 等. 基于物联网技术的承压类特种设备耐压试验远程监控技术探讨与展望 [J]. 中国特种设备安全, 2023, 39(09): 34-38.
[7] 戴西斌, 左万君. 特种设备检验中大数据技术的应用研究 [J]. 物联网技术, 2023, 13(05): 85-86+91.
[8] 刘传信. 基于物联网技术的特种设备检验检测系统实践 [J]. 中国质量监管, 2023, (06): 59-61.
[9] 来爱平. 浅谈特种设备检验机构人员技术能力保持要求及措施 [J]. 品牌与标准化, 2024, (05): 140-142.
[10] 王勇. 特种设备检验检测技术应用效果研究——以物联网技术为例 [J]. 内燃机与配件, 2021, (08): 192-193.