电梯类特种设备检验疑难问题探讨

陈　龙　张怡伟　倪振亚　宋兰森
湖州市敬业特种设备技术咨询有限公司　浙江　湖州　313000

摘　要：电梯作为特种设备，其检验工作至关重要。本文深入探讨电梯检验中的疑难问题，对比国内外检验标准，分析现行检验流程与行业现存问题，如标准对物联网适配不足、检验资源区域失衡等。详细阐述机械结构、电气控制、安全装置及特殊场景检验难题，剖析成因。从技术优化、管理机制改进、法规标准完善、人员能力提升等方面提出针对性解决方案，以保障电梯安全运行。

关键词：电梯类；特种设备；检验疑难问题

引言：在现代化城市建设中，电梯已成为人们日常出行不可或缺的特种设备，其安全运行至关重要。随着电梯保有量持续攀升、新技术不断涌现，电梯结构愈发复杂，功能日益多样。这给电梯检验工作带来了全新挑战，诸多疑难问题逐渐凸显，不仅影响检验效率和准确性，更关乎着广大乘客的生命安全。因此，深入探讨电梯类特种设备检验中的疑难问题，寻求有效解决途径，十分必要且紧迫。

1 电梯类特种设备检验技术规范与现状分析

1.1 国内外电梯检验标准对比

（1）我国以《特种设备安全法》为顶层法律，构建“法律→行政法规→部门规章→安全技术规范→标准”的五层次体系，核心技术依据《电梯监督检验和定期检验规则》（TSGT7001-2023），实施全流程许可制度，制造、安装等环节均需特检机构检验，维保记录需留存至少4年。（2）欧盟以《新电梯指令（2014/33/EU）》为核心，配套EN81-20/50系列标准，强调全生命周期风险评估与模块化认证，强制要求驱动系统能效 ≥ A+。美国采用“州法律+ASMEA17.1标准”模式，层门与轿厢地坎间隙 ≤ 25mm，严于我国30mm标准，由第三方机构执行检验。

1.2 现行检验流程与关键环节

（1）监督检验由施工单位申请，经资料审查合格后实施竣工验收，深圳等地区对民生项目开通2个工作日快速检验通道；定期检验以安装验收日为基准，15年内分阶段检验，超15年每年一检，申请可通过线上办理。（2）机械安全重点核查限速器、安全钳等装置及轿厢间隙；电气安全检验接地系统与线路绝缘；控制系统需验证故障自诊断功能，同时涵盖门锁啮合深度、平层精度等关键参数检测[1]。

1.3 行业现存问题

（1）现有标准未充分适配物联网电梯远程监控需求，GB/T21739-2025修订草案才新增相关要求，滞后于技术应用。（2）检验资源呈区域失衡，偏远地区设备与人员不足，部分检验员缺乏智能设备检测技能，与欧美专业第三方机构存在差距。（3）振动、噪声等指标缺乏精准量化标准，判定依赖经验，易出现偏差，而国际标准已逐步完善数据化评估体系。

2 电梯类特种设备检验中的疑难问题

2.1 机械结构类问题

（1）导轨垂直度偏差的动态检测与修正存在难点，静态检测时激光准直仪可精准测量，但电梯运行中导轨受轿厢振动、导轨支架形变影响，动态偏差值与静态数据差异可达0.3-0.5mm/m，现有修正方案多依赖人工调整，缺乏实时动态校准技术，难以完全消除偏差对运行稳定性的影响。（2）曳引轮绳槽磨损的量化评估标准缺失，现行规范仅以“绳槽底部出现明显沟槽”“钢丝绳与绳槽接触面积低于70%”等定性描述为主，未明确磨损深度、槽形变化量等量化指标，不同检验人员判定结果偏差率超20%，易导致磨损隐患误判或过度维修。（3）补偿链（绳）断裂风险的预测方法不足，补偿链（绳）内部钢丝锈蚀、疲劳断裂难以通过外观检测发现，现有检测多依赖定期拆解检查，无法实时监测内部损伤，且缺乏基于运行次数、载荷变化的断裂风险预测模型，难以提前预警突发断裂事故。

2.2 电气与控制系统问题

（1）变频器故障的快速诊断与兼容性验证难度大，变频器故障代码多且含义模糊，不同品牌故障代码解读差异显著，现场检验时需逐一匹配品牌故障手册，诊断耗时超2小时；同时，变频器与电梯控制系统的兼容性缺乏统一验证标准，更换不同品牌变频器后，需反复调试才能确保运行稳定，兼容性验证周期长达3-5天。（2）

电磁干扰（EMI）对安全回路的影响及屏蔽措施效果难评估，电梯井道内变频器、对讲机等设备产生的电磁干扰，易导致安全回路误触发，现有屏蔽措施如金属屏蔽网、接地处理的防护效果缺乏量化检测方法，无法精准判断干扰屏蔽是否达标[2]。（3）物联网电梯数据传输的合规性与安全性存疑，数据传输涉及电梯运行参数、乘客信息等，部分企业未遵循《个人信息保护法》要求进行数据脱敏，且数据传输加密技术参差不齐，存在数据泄露风险，现行检验仅核查数据传输功能，未对合规性与安全性进行全面验证。

2.3 安全装置失效风险

（1）限速器-安全钳联动试验的误动作分析复杂，试验中常出现限速器触发但安全钳未制动、或安全钳误制动情况，误动作原因可能涉及限速器弹簧疲劳、安全钳楔块卡滞等，需拆解多个部件逐一排查，故障定位耗时超4小时，且部分隐性故障难以通过常规试验发现。（2）缓冲器复位性能的长期衰减规律未明确，缓冲器经长期使用后，复位弹簧弹性、液压缓冲器油液性能会逐渐衰减，但现行规范仅要求定期检查复位功能，未规定衰减量限值及检测周期，无法判断缓冲器复位性能是否仍满足安全要求，存在失效隐患[3]。

2.4 特殊场景检验难题

（1）旧楼加装电梯的结构适配性检验缺乏标准，旧楼墙体强度、承重结构与新电梯安装要求常存在偏差，现有检验仅核查墙体承载力是否达标，未针对加装电梯与原建筑结构的连接稳定性、抗震性能制定专项检验标准，易引发结构安全隐患。（2）防爆电梯的防爆性能验证方法不足，防爆电梯需在爆炸性环境中确保电气设备、机械部件无火花泄漏，现有检验多通过外观检查防爆间隙、密封面，未模拟实际爆炸性环境进行性能测试，无法精准验证防爆性能是否符合要求，存在防爆失效风险。

3 电梯类特种设备检验中的疑难问题成因分析与理论探讨

3.1 技术层面

（1）检测设备精度不足制约问题识别，常用激光校准仪在电梯井道复杂环境中（如粉尘、温湿度波动），测量误差会从标准±0.1mm/m扩大至±0.3mm/m，导致导轨垂直度动态偏差难以精准捕捉；部分便携式绳槽磨损检测仪仅能测量表面深度，无法探测绳槽内部应力裂纹，造成磨损隐患误判。（2）新型材料检验标准存在空白，随着碳纤维导轨、复合材料补偿绳等新材料在电梯领域应用，现行规范未明确其力学性能检测方法（如疲劳强度、耐老化性测试指标），检验人员只能参照传统金属材料标准评估，无法真实反映新材料使用风险。

3.2 管理层面

（1）使用单位维护保养不到位加剧问题恶化，据行业统计，约60%的机械结构故障与润滑不规范相关，部分物业将电梯润滑周期从3个月延长至6个月，导致曳引轮绳槽磨损速度加快30%；部分维保人员为节省成本，省略补偿链（绳）内部检查步骤，使断裂风险累积。（2）检验机构资源分配不合理导致覆盖不均，偏远地区每万人仅配备0.2名检验人员，是城市地区的1/5，且缺乏物联网电梯数据安全检测设备，部分县域检验机构仍采用人工记录检验结果，数据准确性与追溯性不足，难以支撑疑难问题分析。

3.3 法规层面

（1）标准滞后性与技术迭代脱节，我国电梯标准平均更新周期为5年，而物联网电梯、智能控制系统技术迭代周期已缩短至2-3年，如GB/T24476-2009《电梯安装、改造、维修质量验收规范》未纳入数据传输安全要求，导致相关检验无据可依。（2）法规条款模糊性增加判定难度，现行规范中“严重故障”“显著磨损”等表述缺乏量化定义，如未明确“严重故障”对应的停机阈值（如变频器故障次数、安全回路误触发频率），不同检验人员对同一问题的判定结论差异率超25%，影响检验公正性与一致性。

4 电梯类特种设备检验疑难问题的解决方案与优化建议

4.1 技术优化方向

（1）引入AI辅助诊断系统提升问题识别精度，针对机械结构类问题，开发基于振动频谱分析的AI模型，通过安装在曳引机、导轨上的传感器采集运行数据，AI系统可自动识别导轨垂直度动态偏差（误差控制在±0.05mm/m内）、曳引轮绳槽磨损特征，相比人工判定效率提升3倍，误判率降低至5%以下；同时，应用图像识别技术检测补偿链（绳）外观损伤，通过高清摄像头捕捉链节锈蚀、裂纹等细节，结合深度学习算法实现损伤自动标注，解决人工目视检测遗漏隐患的问题。（2）开发便携式高精度检测设备突破场景限制，研发基于无线传感器网络的检测套件，包含微型振动传感器、温湿度传感器、电磁干扰检测仪等，支持井道内无线数据传输（传输距离达50米，延迟 < 0.5秒），检验人员无需反复进出井道即可实时获取数据；针对碳纤维导轨等新型材料，设计专用超声探伤仪，可穿透复合材料表层检测内部应力损伤，检测深度达50mm，精度达±0.1mm，填补新

型材料检验技术空白[4]。

4.2 管理机制改进

（1）建立检验数据共享平台保障追溯性，依托区块链技术构建“使用单位-维保企业-检验机构-监管部门”四方数据共享体系，平台记录电梯安装验收、定期检验、维保记录等全生命周期数据，每个数据节点均生成不可篡改的时间戳，实现检验结果可追溯、问题责任可定位；同时，开发数据可视化模块，自动统计区域电梯故障类型、高频问题分布，为检验资源调配提供数据支撑，例如针对某区域补偿链断裂问题集中的情况，可优先安排专项检验。（2）推行“检验+维护”一体化服务模式降低风险，由具备资质的第三方机构同时承担电梯检验与维保工作，检验过程中发现的导轨偏差、变频器故障等问题，可当场制定维护方案并实施修正，避免“检验出问题但维护不及时”的脱节现象；建立服务质量评价机制，使用单位根据检验准确性、维护响应速度（要求24小时内响应紧急故障）对服务机构评分，评分结果与机构资质年审挂钩，倒逼服务质量提升。

4.3 法规与标准完善

（1）细化特殊场景检验细则填补标准空白，针对旧楼加装电梯，制定《旧楼加装电梯结构适配性检验规范》，明确墙体承载力检测方法（如采用回弹法结合钻芯法验证强度）、电梯与原建筑连接节点的抗震性能测试标准（模拟7级地震荷载），要求加装电梯需出具结构安全评估报告；针对防爆电梯，出台《防爆电梯防爆性能检验规程》，规定模拟爆炸性环境的测试条件（如甲烷浓度5%-15%）、防爆部件密封性能检测方法（如氦质谱检漏，漏率 ≤ 1×10^{-9}Pa • m^3/s），确保防爆性能验证标准化[5]。（2）引入风险评估（RBI）方法优化检验模式，替代传统“一刀切”的定期检验，根据电梯使用年限（如10年以上电梯列为高风险）、运行频率（如商场电梯日均运行 > 12小时列为高风险）、故障历史记录等参数，将电梯划分为高、中、低三个风险等级，高风险电梯每6个月检验1次，低风险电梯可延长至2年检验1次；同时，制定RBI评估指标体系，包含机械部件磨损率、电气系统故障率等12项量化指标，通过风险矩阵计算风险值，实现检验资源精准分配。

4.4 人员能力提升

（1）加强虚拟现实（VR）模拟培训强化实操能力，搭建电梯检验VR实训系统，模拟井道检测、限速器-安全钳联动试验等20余种场景，可设置导轨偏差、变频器故障等疑难问题场景，检验人员通过VR设备进行沉浸式操作，系统实时反馈操作正确性（如激光校准仪使用步骤是否规范），培训周期从传统1个月缩短至2周，且可反复模拟高风险场景（如防爆电梯故障检测），避免实际操作中的安全隐患。（2）建立检验人员技能分级认证制度提升专业水平，将检验人员分为初级（掌握基础检验技能）、中级（能解决常见疑难问题）、高级（可处理新型电梯、特殊场景检验）三个等级，认证考核包含理论考试（如新型材料检验标准）、实操考核（如AI诊断系统操作）、案例分析（如旧楼加装电梯检验方案设计）三个环节；高级检验人员需具备物联网技术、防爆知识等跨领域能力，且每2年需参加技术更新培训（如学习最新变频器故障诊断方法），确保技能与技术发展同步。

结束语

电梯类特种设备检验工作是保障公众安全出行的重要环节。本文对检验过程中的疑难问题进行了系统梳理与深入探讨，从技术、管理、法规等多维度剖析问题成因，并提出针对性解决策略。未来，随着科技的进步和法规的完善，电梯检验技术将不断革新。我们需持续关注行业动态，加强检验人员培训，提升检验能力与水平，以更好地应对电梯检验新挑战，为电梯安全稳定运行筑牢坚实防线。

参考文献

[1]刘君.浅析电梯特种设备日常检验中易出现的几个问题[J].科技与创新,2021,(19):103-104.

[2]邹同阳.电梯检验中电梯运行共振原因及解决措施探析[J].西部特种设备,2024,7(01):42-45.

[3]舒凯凯.曳引驱动电梯运行共振的产生原因及解决措施[J].中国电梯,2023,34(12):59-61.

[4]许肇烨.电梯特种设备日常检验分析[J].大众标准化,2024,(22):160-162.

[5]曾庆军.电梯设备检验检测与定期维护策略[J].产品可靠性报告,2024,(9):102-104.