

老旧电梯安全评估体系构建与改造方案研究

李涛

江苏钧丰实业有限公司，江苏省连云港市，222000；

摘要：随着我国城市化进程的加快和电梯保有量的持续增长，老旧电梯的安全问题日益凸显，成为影响公共安全的重要隐患。本文基于老旧电梯的运行特性和安全风险特点，结合现行电梯安全管理规范，从评估指标体系、评估方法、评估流程三个维度构建科学完善的老旧电梯安全评估体系；同时，针对评估中发现的不同类型安全隐患，提出分层次、差异化的改造方案，包括核心部件更新、安全保护装置升级、智能化监控系统加装等关键措施，并给出改造实施的保障机制。研究成果可为特种设备安全监管部门、电梯使用单位及改造施工企业提供理论支撑和实践指导，助力提升老旧电梯安全运行水平，保障人民群众出行安全。

关键词：老旧电梯；安全评估体系；改造方案；风险防控

DOI：10.64216/3080-1508.25.11.086

引言

随着我国电梯行业快速发展，大量电梯广泛用于住宅、商业建筑、公共场所等。目前我国电梯保有量规模大，老旧电梯数量不容忽视，在部分城市占比突出。随使用年限增加，老旧电梯机械磨损、电气老化等问题显现，安全事故时有发生，威胁乘梯人员安全。同时，早期老旧电梯在设计标准等方面与现行国标差距大，缺安全保护装置，且维护保养不到位、配件难采购，加剧安全运行风险。在此背景下，构建科学的老旧电梯安全评估体系、识别隐患并制定改造方案是电梯安全管理重点。

1 老旧电梯安全风险因素分析

1.1 机械系统风险因素

机械系统是电梯运行核心，其老化、磨损是老旧电梯主要安全风险源。一是曳引系统故障，曳引机长期使用易出现齿轮磨损等问题，可能致电梯动力不足或失控；二是门系统故障，电梯门系统使用频率高，部件易老化损坏，可能导致门无法正常开关、夹人；三是轿厢与对重系统故障，轿厢导轨磨损等问题可能影响运行平稳性，甚至引发滑梯事故；四是安全保护装置失效，核心安全部件长期使用可能动作不灵敏或失效，无法发挥保护作用。

1.2 电气系统风险因素

电气系统是电梯运行控制中枢，其安全性影响电梯运行安全。老旧电梯电气系统普遍存在线路老化等问题。一是控制电路故障，早期电梯继电器触点易氧化等，可能导致控制失灵；二是供电系统故障，电源电压不稳定等问题可能导致电梯突然停运；三是电气元件老化，元件长期使用性能下降，易误动作或失效，引发运

行故障。

1.3 环境与管理风险因素

环境因素对老旧电梯安全运行影响较大。一是温湿度影响，机房、井道温湿度超标可能导致电气元件受潮、机械部件锈蚀；二是粉尘与腐蚀影响，特殊环境的电梯易受侵蚀，加速部件老化；三是振动与冲击影响，建筑物沉降等可能导致导轨变形、井道结构损坏。

管理因素是加剧老旧电梯安全风险的人为因素。一是维护保养不到位，部分使用单位为降成本，未按规定维保或委托无资质单位，导致隐患无法及时处理；二是安全管理制度不健全，缺乏完善制度和应急预案，故障时无法有效处置；三是乘梯人员操作不当，野蛮使用电梯加剧部件损坏。

2 老旧电梯安全评估体系构建

2.1 评估体系构建原则

科学性原则：评估指标的选取应基于老旧电梯的安全风险因素分析，结合电梯运行的物理特性和技术标准，确保评估指标具有科学依据；评估方法应采用定量与定性相结合的方式，提高评估结果的准确性和可靠性。

针对性原则：评估体系应充分考虑老旧电梯的使用年限、运行环境、维护保养情况等个性化因素，聚焦老旧电梯的核心安全隐患，确保评估指标具有较强的针对性。

可操作性原则：评估指标应简洁明了，数据易于获取，评估方法应简便易行，避免采用过于复杂的技术手段，确保评估工作能够顺利开展；同时，评估流程应规范有序，便于评估人员实际操作。

全面性原则：评估体系应涵盖电梯的机械系统、电

气系统、环境因素、管理因素等多个维度,全面识别老旧电梯的安全风险,避免出现评估漏洞。

2.2 评估指标体系设计

基于上述构建原则,结合老旧电梯安全风险因素分析,构建老旧电梯安全评估指标体系,该体系分为目标层、准则层和指标层三个层次。

目标层:老旧电梯安全评估综合得分,用于反映老旧电梯的整体安全状况。

准则层:包括机械系统安全、电气系统安全、环境安全、管理安全四个方面,是目标层的重要支撑。

指标层:在准则层的基础上,进一步细化评估指标,具体如下:

(1)机械系统安全:涵盖曳引机运行状态、钢丝绳磨损程度、电梯门系统运行状态、轿厢与对重运行平稳性、限速器动作灵敏度、安全钳动作可靠性、缓冲器性能等核心评估要点。

(2)电气系统安全:包括控制电路运行状态、供电系统稳定性、接触器与断路器性能、传感器灵敏度、线路老化程度、接地保护有效性等关键评估内容。

(3)环境安全:涉及机房温湿度控制情况、井道粉尘污染程度、周边环境振动影响、腐蚀性气体影响等相关评估项目。

(4)管理安全:包含定期维护保养执行情况、维保单位资质等级、安全管理制度健全性、应急预案完善性、乘梯安全宣传教育情况等重要评估维度。

2.3 评估方法选择

采用模糊综合评价法进行安全评估,将评估指标划分为不同等级并建立模糊评价矩阵;结合各指标权重,通过模糊运算得出老旧电梯安全评估综合得分,根据综合得分确定电梯的安全等级,不同安全等级对应不同的处置建议,包括无需改造、加强维护保养、局部改造、全面改造或更换等情形。

2.4 评估流程设计

老旧电梯安全评估流程主要包括评估准备、现场检测、指标评分、综合评估、出具报告五个阶段。

(1)评估准备阶段:明确评估对象和评估范围,收集电梯的原始资料(如出厂合格证、安装验收报告、维护保养记录等),组建评估小组,制定评估方案,准备必要的检测仪器和设备。

(2)现场检测阶段:评估人员进入现场,对电梯的机械系统、电气系统、运行环境等进行全面检测,记录检测数据,排查安全隐患;同时,查阅电梯使用单位

的安全管理制度、维护保养记录等资料,了解电梯的管理情况。

(3)指标评分阶段:根据现场检测数据和资料查阅结果,按照评估指标体系的要求,对各评估指标进行逐一评分,建立指标评分表。

(4)综合评估阶段:采用模糊综合评价法计算电梯安全评估综合得分,结合层次分析法确定的指标权重,得出电梯的安全等级。

(5)出具报告阶段:根据综合评估结果,撰写老旧电梯安全评估报告,明确电梯的安全等级、存在的主要安全隐患、整改建议等内容,提交给电梯使用单位和特种设备监管部门。

3 老旧电梯改造方案制定

3.1 改造原则与目标

改造原则:一是安全优先原则,改造方案应聚焦电梯核心安全隐患,确保改造后电梯的安全性能符合现行国家标准;二是经济合理原则,结合电梯的安全等级和使用需求,制定性价比高的改造方案,避免过度改造;三是技术可行原则,改造所采用的技术和部件应成熟可靠,符合电梯行业的技术发展趋势;四是个性化原则,根据电梯的使用年限、运行环境、品牌型号等具体情况,制定差异化的改造方案。

改造目标:通过改造,消除老旧电梯的安全隐患,提升电梯的安全运行性能;优化电梯的运行质量,降低电梯运行故障发生率;完善电梯的安全保护装置和智能化监控功能,提高电梯的安全管理水平;延长电梯的使用寿命,满足人民群众的乘梯需求。

3.2 分层次改造方案设计

根据老旧电梯安全评估的安全等级,制定分层次的改造方案:

(1)一级安全等级电梯(无需改造):此类电梯安全状况良好,仅需加强日常维护保养,定期开展安全检测,确保电梯部件处于良好运行状态;同时,完善安全管理制度,加强乘梯安全宣传教育,避免因人为因素导致电梯损坏。

(2)二级安全等级电梯(加强维护保养):此类电梯存在轻微隐患,如部分电气元件性能下降、机械部件轻微磨损等。改造方案以加强维护保养为主,包括更换老化的电气元件、对机械部件进行润滑和调整、清理井道和机房内的粉尘杂物等;同时,建立完善的维护保养台账,定期跟踪电梯运行状态,及时处理出现的小故障。

(3)三级安全等级电梯(局部改造):此类电梯

存在较大隐患,如曳引系统性能下降、门系统故障频发、安全保护装置灵敏度不足等。改造方案以局部改造为主,核心改造内容包括:一是曳引系统改造,更换磨损严重的曳引机齿轮、轴承,对钢丝绳进行无损检测,必要时更换钢丝绳;二是门系统改造,更换老化的门机电机、门锁装置,调整门导轨,确保电梯门运行平稳、开关灵活;三是安全保护装置升级,更换动作不灵敏的限速器、安全钳、缓冲器等核心安全部件,确保其能够在电梯出现异常时准确动作;四是电气系统优化,对老化的线路进行更换,加装电源稳压装置,提高供电系统的稳定性。

(4) 四级安全等级电梯(全面改造或更换):此类电梯存在严重隐患,如井道结构损坏、曳引系统和电气系统严重老化、无法满足现行安全标准等。对于此类电梯,若电梯井道、机房等基础设施符合改造要求,可进行全面改造,包括更换曳引机、控制系统、门系统、轿厢等核心部件,全面升级安全保护装置和智能化监控系统;若基础设施不符合改造要求,或改造费用过高,应建议使用单位报废电梯并更换新电梯。

3.3 智能化改造重点内容

在老旧电梯改造过程中,应加强智能化技术的应用,提升电梯的安全管理水平和运行效率。重点智能化改造内容包括:

(1) 加装电梯远程监控系统:通过在电梯轿厢、机房、井道内安装传感器和摄像头,实时采集电梯运行参数(如运行速度、加速度、振动频率等)和运行状态,将数据传输至远程监控平台;监控平台可对电梯运行数据进行分析处理,当电梯出现异常时,及时发出报警信号,并通知维保人员进行处理;同时,监控平台可记录电梯的维护保养记录、故障处理记录等,为电梯安全管理提供数据支撑。

(2) 安装智能报警与救援系统:在电梯轿厢内加装紧急呼叫装置、一键报警按钮等设备,实现电梯困人时的快速报警;同时,配备智能救援装置,当电梯出现故障停运时,系统可自动判断电梯位置,并启动应急救援程序,确保被困人员能够安全、快速获救。

(3) 升级电梯控制系统:将传统的继电器控制系统升级为 PLC 控制系统或变频控制系统,提高电梯的控制精度和运行稳定性;同时,加装电梯运行状态显示装置,实时显示电梯的运行楼层、运行方向、故障信息等,方便乘梯人员了解电梯运行情况。

4 老旧电梯改造实施保障机制

政府相关部门应出台完善老旧电梯改造政策并加

大支持力度。一是建立专项补贴资金,减轻使用单位和业主负担;二是简化审批流程,提高审批效率,便利改造工作;三是加强宣传引导,提高改造积极性。

建立多元化资金筹集机制以解决资金不足问题。一是政府补贴,发挥财政引导作用;二是业主自筹,按谁受益、谁出资原则承担部分费用;三是吸引社会资本参与,鼓励企业提供融资与技术支持;四是探索保险资金支持,建立电梯安全保险制度提供资金与风险保障。

加强技术保障,提高改造质量。一是建立技术标准体系,明确要求、标准和验收流程;二是鼓励技术研发,开发适用技术和部件;三是规范施工管理,选有资质企业,加强质量和安全监管;四是完善验收机制,经专业机构检测合格后投入使用。

加强监管确保改造有序开展。一是强化日常监管,定期现场检查并处理问题;二是规范市场秩序,打击违法违规行为;三是建立信用评价体系,挂钩市场准入和政策支持;四是畅通投诉举报渠道,鼓励公众参与监督。

5 结论

本文系统分析老旧电梯安全风险因素,构建包含机械、电气、环境、管理多维度的安全评估体系,用层次分析法确定指标权重,结合模糊综合评价法科学评估老旧电梯安全状况。基于评估结果,制定分层次、差异化改造方案,明确不同安全等级电梯改造重点,提出政策、资金、技术、监管四位一体的保障机制。构建评估体系可精准识别隐患,分层次改造能提升运行性能,保障机制支撑改造工作。该成果为老旧电梯评估和改造提供理论与实践参考,解决安全管理突出问题。未来,新技术发展带来新机遇。安全评估可引入智能化检测技术,用大数据分析实现预测性评估;改造可加强智能化融合,开发智能部件,提升智能化水平和效率,探索建立全生命周期管理体系,全程管控安全。还需加强国内外交流合作,借鉴先进经验,完善评估体系和改造方案,推动我国老旧电梯安全管理上新台阶。

参考文献

- [1] 郑祥盘. "老旧电梯安全风险评估与在线监测技术研究." #i{机电技术} 35.4(2012):4.
- [2] 周耀洪. "老旧电梯安全评估与改造检验关键技术研究." #i{人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集(三)} 2025.
- [3] 李刚, 马海霞, 刘英杰, & 陈国华. (2017). 老旧电梯制动器风险辨识与评价方法研究. #i{起重运输机械} (10), 148-151, 165.