

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，其安全稳定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，评估方法应简便可行，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] 郑祥盈. "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.