

# 电梯检测中电梯运行共振探究

崔一奥 蒋俊豪 张伟程

浙江省特种设备科学研究院 浙江 杭州 311100

**摘要:** 电梯作为现代建筑不可或缺的垂直运输设备,其运行的安全性与舒适性至关重要。本文聚焦电梯检测中电梯运行共振问题。首先概述电梯运行共振现象,接着深入剖析其对电梯安全运行、乘坐舒适度及设备寿命三方面的影响。详细阐述振动检测技术、噪音检测技术、电气参数检测技术等检测手段。最后从优化电梯设计、严格安装工艺、加强维护保养、人员培训与管理等维度提出预防策略,旨在为解决电梯运行共振问题提供全面参考,保障电梯稳定、安全、舒适运行,延长设备使用寿命。

**关键词:** 电梯检测; 运行共振; 检测技术; 预防策略

引言:随着城市化进程加速,电梯作为垂直交通的关键设备,数量与使用频率与日俱增。然而,电梯运行共振问题日益凸显,成为影响其性能和安全的重要因素。共振可能引发电梯运行不稳定、部件损坏,甚至危及乘客生命安全,还会降低乘坐舒适度,缩短设备使用寿命。目前,电梯运行共振问题受到广泛关注,但相关研究尚不完善。因此,深入探究电梯运行共振现象、影响、检测技术及预防策略,对保障电梯安全运行、提升行业水平具有重要的现实意义。

## 1 电梯运行共振现象概述

电梯运行共振是一种在电梯运转过程中较为常见且需重点关注的现象。(1)从产生原理来看,电梯系统是一个复杂的机械-电气耦合系统,由众多部件如曳引机、钢丝绳、导轨、轿厢等构成。当电梯运行时,各部件会在电机驱动下产生周期性运动。若系统中某个部件的固有频率与电梯运行时的激励频率接近或重合,就会引发共振。例如,曳引机转动产生的振动频率与轿厢-钢丝绳系统的固有频率匹配时,能量会急剧传递和放大,导致共振发生。(2)共振的表现形式多样。在机械方面,电梯轿厢会出现明显晃动,幅度超出正常范围,导轨与导靴之间的摩擦增大,产生异常磨损;钢丝绳也会因振动而出现跳绳、抖动等情况。在电气方面,电机电流、电压可能出现波动,控制系统的信号传输受到干扰,引发误动作。(3)共振具有随机性和不确定性。不同品牌、型号的电梯,由于其结构、参数差异,共振发生的频率和强度各不相同。而且,随着电梯使用时间的增长,部件磨损、松动等情况变化,共振特性也可能发生改变,这给共振的检测和预防带来了一定难度<sup>[1]</sup>。

## 2 电梯运行共振的影响

### 2.1 对电梯安全运行的影响

电梯运行共振会严重威胁其安全运行。共振引发的强烈振动,可能使电梯的机械部件,如导轨、导靴、钢丝绳等承受超出设计极限的应力。长期处于这种状态下,部件易出现疲劳损伤、断裂等情况,导致轿厢运行偏离正常轨道,增加卡阻、冲顶、蹲底等事故风险。同时,共振产生的振动还可能干扰电梯的电气控制系统,使信号传输错误,引发误动作,如门锁异常开启、制动器失效等,进一步危及乘客的生命安全,给电梯的安全运行带来极大隐患。

### 2.2 对乘坐舒适度的影响

电梯运行共振会极大地降低乘客的乘坐舒适度。当共振发生时,轿厢会产生明显的晃动和抖动,这种不稳定的运动会让乘客感到头晕、心慌,产生强烈的不适感。尤其是在高层建筑中,电梯运行时间较长,共振带来的不良体验会更加明显,严重影响乘客的出行心情。而且,共振产生的噪音也会干扰乘客,尖锐或低沉的异常声响会打破电梯内相对安静的环境,使乘客在乘坐过程中感到烦躁不安,降低对电梯服务的满意度。

### 2.3 对设备寿命的影响

电梯运行共振对设备寿命有着显著的负面影响。持续的共振会使电梯各部件处于高频振动和交变应力环境中,加速部件的磨损和老化。例如,导轨和导靴的过度磨损会导致轿厢运行不平稳,增加其他部件的负荷;钢丝绳的振动可能引发跳绳、断丝等问题,缩短其使用寿命。电气元件在共振影响下,也可能出现接触不良、元件损坏等情况。这些都会使电梯设备提前达到使用寿命极限,增加维修和更换成本,影响电梯的正常使用和经济性<sup>[2]</sup>。

## 3 电梯运行共振的检测技术

### 3.1 振动检测技术

(1) 加速度传感器是电梯振动检测的核心工具,通过测量电梯运行时的三轴加速度,实时捕捉纵向、横向振动数据。其高灵敏度特性可精准识别微小振动,结合数据传输与自动报警功能,能实时监测电梯工作状态,为共振分析提供基础数据支持,是保障电梯安全运行的关键设备。(2) 频谱分析通过快速傅里叶变换将时域振动信号转换为频域能量分布图谱,重点识别幅值显著高于背景噪声的离散频率成分。当峰值频率与电梯机械系统固有频率重合时,即可判定存在共振风险。该技术可覆盖空载上行、满载下行等典型工况,通过对比不同负载条件下的频谱特征,能准确识别与运行参数相关的共振现象。

### 3.2 噪音检测技术

(1) 声级计作为噪音检测的基础设备,能精准测量电梯运行时产生的声压级。通过设定不同计权网络,可模拟人耳对不同频率声音的感知特性,获取A声级等关键参数。其便携性与高精度使其适用于轿厢内、机房等不同位置的噪音采集,结合长时间连续监测功能,能有效捕捉共振引发的异常噪音峰值,为故障定位提供量化依据。(2) 声学成像技术通过麦克风阵列实时采集声场信号,利用波束形成算法生成声源分布热力图。该技术可直观定位电梯运行中噪音异常的源头,如曳引机齿轮啮合故障、导轨摩擦等。结合频谱分析功能,能进一步识别共振特征频率,实现声源定位与故障类型的双重诊断,大幅提升噪音检测的效率与准确性。

### 3.3 电气参数检测技术

(1) 电动机参数检测聚焦于电机运行时的电流、电压、功率及转矩等核心参数。通过实时监测这些参数,可精准判断电机的工作状态。例如,电流异常波动可能暗示电机内部存在匝间短路或负载突变;转矩不稳定则可能引发电梯启停抖动。结合频谱分析技术,还能识别电机轴承磨损、定子绕组故障等引发的特征频率成分,为共振溯源提供依据。(2) 测速反馈装置检测主要针对编码器、测速发电机等速度传感器,验证其输出信号的精度与稳定性。若编码器安装偏心或分辨率不足,会导致速度反馈信号失真,引发控制环路振荡;测速发电机电刷磨损则可能产生高频噪声干扰。通过对比实际速度与反馈信号的相位差及幅值误差,可量化评估测速装置的性能,避免因速度反馈异常诱发电梯共振<sup>[3]</sup>。

## 4 电梯运行共振的预防策略

### 4.1 优化电梯设计

(1) 提高结构刚度。提升电梯整体结构刚度是预防共振的基础,通过优化轿厢、导轨、对重等关键部件

的几何形状与材料选用,例如采用高强度钢材或复合材料,可显著增强结构抗变形能力。同时,合理布置加强筋与连接结构,减少局部应力集中,确保各部件在运行过程中保持稳定变形。结构刚度的提升能有效提高系统固有频率,使其远离常见激励频率范围,从根源上降低共振发生概率,保障电梯长期运行的稳定性与安全性。

(2) 合理设计减振装置。减振装置的设计需兼顾频率隔离与能量耗散,在曳引机、钢丝绳等振动源与轿厢之间安装橡胶隔振器或弹簧阻尼器,可有效阻断振动传递路径;采用液压缓冲器或空气弹簧等主动减振技术,能根据运行工况动态调整阻尼特性,进一步抑制共振峰值。此外,针对特定频率的振动,可定制调谐质量阻尼器(TMD),通过反相位振动抵消原理实现精准减振,确保电梯在各种负载条件下均能平稳运行。(3) 优化电气系统设计。电气系统的稳定性直接影响电梯运行品质,通过优化变频器控制算法,采用矢量控制或直接转矩控制技术,可实现电机转速的平滑调节,避免因速度波动引发的机械振动;合理设计电气布线,减少电磁干扰对传感器信号的影响,确保测速反馈装置的精度;同时,在控制系统中嵌入自适应滤波模块,实时识别并抑制共振特征频率成分,形成电气与机械系统的协同防护,全面提升电梯抗共振能力。

### 4.2 严格安装工艺

(1) 提高安装精度。需严格依据设计图纸与安装规范,采用激光校准仪、水平仪等高精度工具,确保导轨垂直度偏差控制在毫米级以内,轿厢与对重的导靴间隙均匀一致。对于曳引机、限速器等核心部件,需通过专用工装固定,保证其安装位置与角度精确无误。高精度的安装能有效减少运行过程中的机械摩擦与偏载,避免因部件安装偏差引发的振动叠加,从而降低共振发生风险,为电梯平稳运行奠定基础。(2) 加强安装过程质量控制。建立分级验收制度,对每个安装环节进行实时检查与记录,例如导轨接头打磨平整度、钢丝绳张力均衡性等关键指标。引入无损检测技术,如超声波探伤检测焊接质量,确保结构强度符合标准。同时,通过模拟运行测试验证安装效果,对振动、噪音等参数进行动态监测,及时发现并整改隐患。严格的质量控制能最大限度减少安装缺陷,提升电梯整体运行的稳定性与可靠性。

(3) 做好部件保护。在运输与吊装过程中,需对轿厢、导轨、控制柜等易损部件采用防撞包装与软质吊具,避免表面划伤或内部结构损坏。安装现场需保持清洁,防止灰尘、金属屑等杂质进入电气元件或机械间隙,引发短路或磨损。对于精密传感器与液压元件,需在干燥、

恒温环境中存放,并定期检查密封性。完善的部件保护措施能延长设备使用寿命,减少因安装损伤导致的共振隐患,确保电梯长期安全运行。

#### 4.3 加强维护保养

(1) 制定完善的维护保养计划。完善的维护保养计划是保障电梯长期稳定运行的核心,需根据电梯型号、使用频率及运行环境,制定包含日检、周检、月检及年检的分级保养方案。明确各阶段保养内容,如日检测重运行状态监测,年检则包含全面性能测试与结构检查。同时,建立动态调整机制,根据电梯实际运行数据与故障记录,优化保养周期与项目。科学的维护计划能提前发现潜在隐患,避免因部件老化或磨损引发的共振问题,延长电梯使用寿命。(2) 加强日常巡检。日常巡检是及时发现电梯异常的关键环节,巡检人员需每日对电梯运行状态进行全面检查,包括轿厢振动、噪音水平、门机系统响应速度等直观指标,并记录运行数据。通过便携式振动分析仪、声级计等工具,对关键部件进行快速检测,识别共振早期特征。对于巡检中发现的异常,需立即上报并采取临时防护措施,防止问题扩大。严格的日常巡检能实现故障的早发现、早处理,有效降低共振引发的安全风险。(3) 做好零部件更换管理。零部件更换管理直接影响电梯维护质量,需建立零部件生命周期档案,记录安装时间、运行里程及故障历史,科学评估更换周期。优先选用原厂或符合标准的替换件,确保与原有系统兼容性。更换过程中,严格遵循安装工艺要求,对关键部件如导轨、钢丝绳等进行精度校准与动态平衡测试。同时,对更换下的旧件进行失效分析,总结磨损规律,优化后续保养策略。规范的零部件管理能避免因配件质量或安装不当引发的共振问题,保障电梯安全运行。

#### 4.4 人员培训与管理

(1) 加强安装人员培训。需定期组织安装技术培训,涵盖最新安装规范、工艺标准及安全操作规程,重点强化导轨调平、钢丝绳张力均衡等关键环节的实操能力。通过案例分析、模拟故障演练等方式,提升安装人员对共振隐患的识别与处理能力。同时,引入第三方认证制度,要求安装人员持证上岗,确保其具备独立完成

高精度安装任务的能力。系统的培训能减少安装缺陷,从源头降低电梯共振风险。(2) 提高维护人员素质。需开展定期技术培训,内容涵盖振动分析、故障诊断、电气系统调试等核心技能,并引入智能监测设备操作培训,提升其数据解读能力。鼓励维护人员参与行业技术交流,掌握最新减振技术与方法。同时,建立维护知识库,共享典型故障处理案例,提升团队整体技术水平。高素质的维护人员能快速定位共振原因,采取有效措施,确保电梯安全运行。(3) 建立人员考核机制。需制定量化考核标准,包括安装精度达标率、故障响应时效、客户满意度等指标,定期对安装与维护人员进行绩效评估。对考核优秀者给予奖励,对未达标者进行针对性培训或岗位调整。同时,建立责任追溯制度,明确各环节人员职责,确保共振问题可溯源、可整改。严格的考核机制能激发人员积极性,推动团队技能持续提升,有效预防电梯共振问题<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

在电梯检测领域,对电梯运行共振的深入探究意义重大。共振不仅影响电梯的安全性及乘坐舒适度,更关乎使用者的生命财产安全。通过振动、噪音及电气参数检测技术,我们能够精准捕捉共振特征,为故障诊断提供科学依据。而优化设计、严格安装工艺、加强维护保养以及提升人员素质等预防策略,则从源头与过程上降低了共振发生的风险。未来,随着检测技术的不断创新与完善,我们有信心更高效地解决电梯运行共振问题,为电梯行业的安全、稳定发展筑牢坚实根基,让乘客享受更安心、舒适的出行体验。

#### 参考文献

- [1]康立仁.电梯检测中电梯运行共振原因与应对策略[J].中国标准化,2020,(13):165-167.
- [2]冉坚强,赵庆凯,吴茂森.关于对电梯检测中电梯运行共振原因的分析[J].装备维修技术,2020,(02):47.
- [3]郭娜.电梯检测中电梯运行共振原因及解决措施探讨[J].南方农机,2020,51(02):183.
- [4]胡战生.电梯检测中电梯运行共振原因及解决措施[J].科技创新与应用,2022,(33):125-126.