

# 电梯检测中电梯运行共振原因与应对策略

廖名权

(青岛市特种设备检验研究院 山东青岛 266000)

**摘要:** 为了诊断和控制电梯运行共振问题,保障电梯运行安全与舒适,本文系统分析了曳引钢丝绳张力失衡、机械振动和导轨导靴磨损等共振成因,探讨了均匀张紧钢丝绳、加强防共振检查和优化导轨导靴等应对策略。研究表明,综合采取以上措施,可有效抑制共振,提升电梯运行品质,延长设备使用寿命,具有显著的工程应用价值。

**关键词:** 电梯;运行共振;曳引钢丝绳;导轨导靴;振动检测

## 引言

电梯作为城市建筑中的垂直交通工具,对安全性能要求较高,而电梯运行中的共振问题却对乘客舒适度和设备耐久性构成严峻挑战。本文聚焦电梯运行共振检测,分析共振成因,探讨检测方法与控制措施,在为电梯共振问题的诊断与治理提供理论支撑与技术指导,进而提升电梯运行品质,保障公众安全。

### 1 电梯运行共振检测的意义

#### 1.1 保障电梯运行安全

电梯在运行过程中,由于多种因素如曳引钢丝绳张力不均、轿厢与对重质量不平衡、导轨安装偏差等,可能引发共振现象。共振会导致电梯关键部件如曳引机、制动器、轿厢、导轨等承受额外的动态载荷,长期累积可能诱发安全隐患。

共振引起的过大振动会加速曳引钢丝绳的疲劳磨损,降低其强度和可靠性,极端情况下可能发生断裂,造成轿厢坠落等严重事故,共振也会加剧导轨和轿厢导靴的磨损,引发导轨变形、轿厢故障等问题,影响电梯运行的平稳性和安全性。共振产生的交变应力还可能损害电梯的其他关键部件,如减振器、安全钳等,降低其功能可靠性,埋下安全隐患。通过开展电梯运行共振检测,可以及时发现和评估共振风险,精准定位共振源,为制定有效的控制措施提供依据。基于检测数据,可以优化电梯结构设计,如调整曳引钢丝绳布置、优化导轨曲线、改善轿厢悬挂方式等,从根本上降低共振风险,检测结果也为制定针对性的维护策略提供指导,如重点关注共振部位的检修、合理安排部件更换周期等,最大限度地降低共振引发的安全隐患。

#### 1.2 提高乘客舒适度

电梯运行过程中产生的共振会引起显著的振动和噪声,严重影响乘客的舒适体验。共振引起的颠簸、抖动和噪音会给乘客带来不适感,甚至引发焦虑和恐慌,降低乘梯过程的舒适性和满意度。

共振导致的低频振动会对人体产生不良影响,如头

晕、恶心等,特别是对老年人、儿童等敏感群体影响更甚,共振产生的噪音也会干扰乘客的正常交流和思考,长期处于嘈杂环境下会产生疲劳和烦躁感。共振引起的电梯运行不平稳还可能导致乘客在电梯内摔倒、碰撞等,带来额外的安全隐患。通过开展电梯运行共振检测,可以准确识别引起舒适度问题的共振源,并采取针对性的优化措施。基于检测数据,可以调整电梯速度曲线,优化加减速过程,减少振动和冲击感。优化导轨曲线,提高导轨与轿厢的匹配度,减少轿厢在运行过程中的振动和摆动。针对噪音问题,可以通过合理布置减振装置、优化电梯井道设计等措施,降低共振噪音对乘客的影响。共振检测结果还可以指导电梯日常维护,如定期检查和更换减振部件、加强导轨和轿厢导靴的润滑等,以保持电梯运行的平稳性和舒适性。通过持续监测和优化,可以不断提升乘客的舒适体验,增强其对电梯品质的信赖感和满意度。

#### 1.3 延长电梯使用寿命

电梯作为高层建筑中不可或缺的垂直运输设备,其安全可靠运行至关重要。然而,电梯在长期运行过程中不可避免地会受到共振的影响,导致关键部件承受额外的动态载荷,加速其磨损和疲劳损伤,最终缩短电梯的使用寿命。例如,共振引起的交变应力会加剧曳引钢丝绳的磨损和张力衰减,降低其承载能力和安全性能。同时,共振也会加速导轨和轿厢导靴的磨损,导致导轨变形、轿厢运行不平稳等问题。通过开展电梯运行共振检测,可以准确评估关键部件的振动状态和磨损程度,为优化维护策略提供依据。基于检测结果,可以针对性地调整电梯运行参数,减少共振对部件的损伤,延缓其劣化进程。共振检测还可以识别潜在的共振源,如导轨安装偏差等,为电梯结构优化提供指导,从根本上减少共振的发生。持续开展共振监测,可以实现电梯状态的实时掌控,及时进行维护和更换,最大限度地延长电梯使用周期,提高其运营效率和可靠性。

#### 1.4 降低维护成本

共振会加剧电梯关键部件的磨损和损伤,增加维护难度和频次,消耗大量人力物力。例如,共振导致的曳引钢丝绳、导轨等部件的过度磨损,需要频繁更换,增加维护工作量和备件成本。同时,共振引发的故障和安全隐患也需要投入额外的检修和整改资源,进一步抬高维护成本。通过开展电梯运行共振检测,可以精准定位共振源,评估其影响程度,为制定经济高效的维护策略提供依据。基于检测结果,可以优化维护周期和内容,重点关注共振敏感部位,减少非必要的维护作业,降低人工和备件成本。共振检测可以及早发现和消除潜在故障,避免因共振引发的突发问题而导致的昂贵维修和长时间停机,最小化共振对维护成本的影响。共振检测数据能够指导电梯改造和优化,通过合理的结构设计和参数调整,从源头上减少共振的发生,降低电梯生命周期内的总体维护需求和成本。长期开展共振监测,建立电梯健康档案,可以实现状态-检-维一体化管理,提高维护效率和针对性,避免过度或不足的维护投入。

## 2 电梯运行共振的原因

### 2.1 曳引钢丝绳张力失衡

曳引钢丝绳张力失衡主要表现为多根钢丝绳之间,甚至同一根钢丝绳不同位置处的张力差异较大。这种张力分布不均匀的状态,会导致钢丝绳局部承受过大的动态载荷,加速疲劳损伤,引发断丝、松股等故障,危及电梯安全稳定运行,引起钢丝绳振动特性的变化,相互干扰叠加,在特定频率下激发共振,使得电梯振动加剧,噪音增大。

曳引钢丝绳张力失衡的成因复杂多样。在电梯安装或维护过程中,人为因素可能导致钢丝绳预紧力控制不当,张力分布不均,施工人员对钢丝绳张力调节的经验和技能缺失,加之缺乏有效的张力检测手段,使得钢丝绳张力难以达到最优平衡状态;电梯在长期运行过程中,钢丝绳会产生不同程度的永久伸长变形,导致张力再分配,形成张力失衡。不同批次、不同使用时长的钢丝绳,其伸长量差异明显,进一步加剧了张力分布的不均匀性;曳引钢丝绳材质选型和工艺质量也是影响张力均匀性的关键因素。钢丝绳的强度、刚度和伸长率参数的合理性,以及钢丝绳的捻制工艺、润滑处理等,都会影响其在受力过程中的张力分布状态,钢丝绳材质性能的离散性和工艺质量的波动,导致不同钢丝绳的受力特性差异明显,引发张力失衡问题;曳引轮和导向轮的磨损程度不均。曳引轮和导向轮作为钢丝绳传动系统中的关键部件,其表面的磨损状态直接影响钢丝绳的受力条件,当曳引轮和导向轮的磨损程度不均匀时,会导致钢丝绳局部受力集中,张力分布失衡,进而引发振动和噪音问题。

### 2.2 噪音周期振动

噪音周期振动主要源于电梯关键部件的固有振动特性与外界激励之间的耦合共振。电梯的主要结构部件,如曳引机、导轨、轿厢等,在制造安装过程中不可避免地存在一定的加工误差和装配误差,导致其固有频率与理想设计值存在偏差。当这些部件的固有频率与电梯运行过程中的激励频率相近或成整数倍关系时,就可能引发共振,导致振动幅值急剧放大,产生显著的噪音。除结构部件外,电梯传动系统的动力学特性也是引发噪音周期振动的重要因素。传动系统中的齿轮副啮合、轴承转动等环节,在运转过程中会引入周期性激励。齿轮加工误差、轴承游隙和润滑不良等问题,会加剧传动系统的振动,在特定频率下诱发共振。传动系统产生的振动通过机械结构传递至轿厢和导轨,进一步放大噪音振动效应。井道环境因素加剧电梯噪音周期振动。电梯井道结构设计不合理,如井道尺寸过小、井壁刚度不足等,会导致井道环境对电梯振动的放大作用。井道壁面不平整、缺乏有效的吸声隔振措施,会加剧噪音的反射和驻波效应,恶化振动共振现象。另外,不恰当的电梯运行参数设置,如过高的运行速度、频繁的启停次数等,也会引入额外的激励,加大系统的振动倾向。噪音周期振动对电梯的安全性和使用寿命构成严重威胁。振动产生的交变应力会加速电梯关键部件的疲劳损伤,缩短其使用周期,振动导致部件连接松动、紧固件失效等问题,埋下安全隐患。

### 2.3 导轨导靴分析

导轨安装质量是影响导轨导靴性能的首要因素。导轨在电梯井道中的安装工艺和精度控制直接决定了导轨导靴的受力状态,导轨安装过程中的垂直度偏差、轨距不均匀等问题,会使得导靴与导轨之间产生非正常的接触压力,引起导靴偏磨、轿厢晃动等现象,受力不均匀的导靴会激发轿厢产生较大的振动,进而在特定频率下引发共振,恶化乘客乘梯体验。导靴的材质选型和磨损状态。导靴通常采用高分子材料或金属材料制成,不同材质的导靴具有不同的刚度、阻尼特性和磨损速率,导靴材质选型不当,可能导致其动态特性与电梯振动特性匹配不佳,加剧共振倾向,导靴在长期使用过程中会产生磨损,尤其是在导轨润滑不良、轿厢载荷偏心等工况下,磨损速率明显加快,磨损后的导靴与导轨之间的间隙增大,导致轿厢横向约束力减弱,在运行过程中更易产生晃动和振动,诱发共振。导轨表面质量和润滑状态的不良也会加剧导轨导靴系统的振动。导轨表面的划痕、锈蚀、接头不顺等缺陷,会对导靴产生周期性的冲击激励,引起轿厢振动。同时,导轨润滑不足或润滑剂选

用不当,会增大导靴与导轨之间的摩擦因数,加剧轿厢振动和噪音,长期的导轨导靴振动,会进一步恶化二者的磨损,形成恶性循环,最终引发显著的共振问题。导轨导靴系统的振动问题不仅降低乘客舒适度,也会加速电梯关键部件的疲劳损伤,缩短其使用寿命。振动引起的交变应力会使导轨和导靴的磨损加剧,同时可能引发导轨变形、轿厢悬挂装置损坏等问题,埋下安全隐患。导轨导靴振动若长期得不到有效控制,还会引发乘客投诉,损害电梯的服务品质和口碑。

### 3 电梯检测中电梯运行共振的应对策略

#### 3.1 均匀张紧曳引钢丝绳

均匀张紧曳引钢丝绳是电梯检测中抑制共振的关键举措。为确保钢丝绳张力分布的高度均匀,应采用专用张力测试仪器,对多根钢丝绳的不同位置进行精准、全面的测量。基于测试数据,可通过调整张紧装置,如弹簧压板、重锤等,针对性地开展张力调节,对张力不足的钢丝绳进行张紧,对张力过大的钢丝绳进行适度放松或更换,严格控制各根钢丝绳张力的差异,使其保持在规定的公差范围内。同时,还应定期对钢丝绳进行清洁、润滑等维护保养,重点关注锚固端、接头等终端部件的状态,及时更换磨损或损坏的部件,以延缓钢丝绳的磨损和松弛,保持张力的长期稳定。均匀张紧的钢丝绳能够有效传递牵引力,减小横向晃动,提高电梯运行平稳性,延长钢丝绳使用寿命,降低断丝、松股等故障发生风险,为电梯的安全可靠运行提供坚实保障。

#### 3.2 加强防机械共振检查

电梯检测中,加强防机械共振检查是控制电梯振动的重要环节。应全面评估电梯关键部件的固有振动特性,重点关注其与运行激励的耦合共振风险。可通过理论计算和实验测试相结合的方式,获取曳引机、导轨、轿厢等部件的固有频率和振型数据,并与电梯运行工况进行对比分析,识别潜在的共振频率区间。针对识别出的共振风险,应采取优化部件结构设计、合理布置连接方式、调整运行参数等措施,降低部件振动响应,减小共振幅值,避免振动传递和放大。应关注井道环境的影响,合理设计井道结构,提高井壁刚度,减小井道尺寸,并应用吸声隔振材料,削弱噪音反射和驻波效应。定期检查井道密封性,及时修复漏洞,防止噪音向外传播。通过加强防机械共振检查,采取针对性的防振措施,可有效控制电梯振动水平,提高运行平稳性,保障乘客舒适度,同时延长电梯部件使用寿命,降低维护成本。

#### 3.3 合理调整导轨导靴

电梯检测中,合理调整导轨导靴是控制轿厢振动的

关键措施。应重点评估导轨安装质量和导靴磨损状态,为优化导轨导靴系统提供数据支撑。运用专用检测工具,精确测量导轨的垂直度、平直度和表面粗糙度等参数,识别导轨几何误差和表面缺陷,对超标导轨及时校直或更换,确保导轨安装精度满足要求。关注导靴的磨损量、间隙大小和接触压力分布等特性参数,及时更换超过磨损限值的导靴,避免间隙过大引起轿厢晃动。针对磨损不均或接触压力分布不合理的导靴,通过调整安装位置、优化结构等方式,改善其与导轨的匹配状态,确保导靴受力均匀性。在日常维护中,应加强导轨表面的润滑和清洁,定期涂覆均匀润滑剂,显著降低导靴与导轨之间摩擦因数,减小振动噪音。定期清理导轨表面灰尘、油污等,保持表面清洁度,延缓导轨导靴磨损速率。通过合理调整导轨导靴,可有效改善轿厢振动特性,提高运行平稳性和乘客舒适度,延长导轨导靴使用寿命,降低电梯维护成本。

### 4 结语

电梯运行共振问题涉及曳引钢丝绳张力失衡、机械振动、导轨导靴状态等多个方面,需综合分析共振成因,采取均匀张紧钢丝绳、加强防共振检查、合理调整导轨导靴等措施,方能有效控制共振,保障电梯安全平稳运行。未来应进一步加强共振机理研究,优化检测与控制技术,为电梯运行品质提升提供坚实基础。

#### 参考文献:

- [1]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.
- [2]王爱敏.曳引式电梯机械系统竖直振动的原因分析与抑制[J].自动化应用,2023,64(S1):69-72.
- [3]李璐,张威,任俊蓉.基于共振特征的电梯故障点定位的研究[J].自动化应用,2023,64(11):109-110+113.
- [4]吴亮锋.电梯检测中电梯运行共振原因探讨[J].中国设备工程,2023,(05):168-170.
- [5]章雨璐.电梯检验中电梯运行共振原因及解决措施探析[J].中国设备工程,2022,(18):22-24.
- [6]张建宏.探析曳引钢丝绳性能对电梯乘运质量的影响[J].中国电梯,2022,33(03):6-9.

作者简介:姓名:廖名权 性别:男 出生年月日:1986.12.21 籍贯:湖北仙桃 民族:汉 学历:本科 职称:中级工程师 研究方向:电梯、起重、场车检验 工作单位:青岛市特种设备检验研究院 单位所在省市:山东省青岛市 邮编:266000