

# 基于电梯检测分析测量误差因素

胡栩侨 尹绍哲 王 锐  
广东省特种设备检测研究院 广东 佛山 528200

**摘 要：**电梯检测中的测量误差受多种因素影响，直接关系到检测结果的准确性与电梯运行的安全性。从测量误差的基本概念出发，系统分析了电梯检测过程中误差的分类及其产生机理，并深入探讨了检测仪器、环境条件、操作行为以及电梯自身状态等因素对测量精度的影响。在此基础上，提出了相应的误差控制措施，包括加强仪器管理、优化检测环境、规范操作流程及把控电梯运行状态等。通过科学合理的误差控制手段，有助于提升电梯检测的整体质量与可靠性。

**关键词：**电梯检测；测量误差；影响因素；控制措施

引言：电梯作为现代建筑中不可或缺的垂直交通工具，其运行安全性至关重要。检测是保障电梯安全运行的重要手段，而测量误差的存在可能影响检测结果的准确性。测量误差并非偶然失误，而是由多种主客观因素共同作用形成的差异。理解测量误差的本质和类型，有助于识别检测过程中的关键影响因素。因此，有必要对电梯检测中可能出现的误差来源进行系统分析，并探索有效的控制策略，以提高检测数据的可靠性和电梯运行的安全水平。

## 1 电梯检测中测量误差的基本认知

### 1.1 测量误差的定义

测量误差是指电梯检测过程中，测量结果与真实值之间的差异，反映检测数据的准确程度。这种差异并非检测过程中的错误，而是多种因素共同作用下形成的客观存在。真实值是电梯部件实际具备的参数，如轿厢运行速度的瞬时值、导轨的垂直度偏差等，这些数值在理想状态下可通过完美测量手段获取，但实际操作中受各种条件限制难以完全捕捉<sup>[1]</sup>。测量结果则是通过检测仪器和方法得到的数值，可能因仪器精度、环境干扰等因素与真实值产生偏离。差异的大小直接影响对电梯运行状态的判断，微小误差可能不会改变对电梯安全性的评估，较大误差则可能掩盖潜在问题或误判设备状态。在电梯关键参数检测中，如限速器动作速度、制动器制动距离等，误差的存在会模糊安全边界，需通过技术手段将其控制在可接受范围内。理解这种差异的本质有助于在检测过程中更客观看待数据，既不忽视误差的影响，也不将正常误差等同于检测失误，为后续误差分析与控制提供基础认知。

### 1.2 测量误差的分类

电梯检测中的测量误差可分为系统误差、随机误差

和粗大误差，不同类型误差的表现形式与产生机理存在差异。系统误差是由固定因素引发的规律性偏差，在相同条件下重复测量时会呈现一致的偏离方向和大致幅度。检测仪器未经校准导致的零点偏移会使所有测量值都偏高或偏低，检测方法本身的理论近似也可能带来持续性偏差。这种误差不会随测量次数增加而消失，需通过修正仪器、优化方法等方式消除或减弱。随机误差由偶然因素引起，表现为测量结果在真实值附近无规律波动。检测环境中温度的瞬间波动、仪器内部电子元件的微小噪声，都可能导致同一参数的多次测量结果互不相同。这些波动看似无章可循，但大量测量后会呈现正态分布特征，可通过增加测量次数取平均值的方式降低其影响。粗大误差是超出正常范围的显著偏差，通常由突发状况引发。检测人员操作失误导致仪器摆放位置错误，或仪器突发故障产生异常读数，都可能产生此类误差。这类误差与真实值偏差极大，明显脱离合理范围，需通过数据审核识别并剔除，避免对检测结论造成误导。三种误差在电梯检测中可能同时存在，区分其类型有助于针对性采取控制措施，提升检测数据的可靠性。

## 2 电梯检测中测量误差的主要影响因素

### 2.1 检测仪器因素

仪器自身精度等级不足，无法满足电梯关键参数的测量要求。不同电梯参数对测量精度的要求存在差异，限速器动作速度的测量需要仪器捕捉细微的速度变化，而轿厢运行平稳性的检测则依赖仪器对微小振动的感知能力。若仪器精度等级偏低，难以分辨参数的细微波动，测量结果便会失去参考价值。仪器长期使用后出现磨损、老化，导致测量精度下降。机械测具的刻度磨损会使读数基准模糊，传感器的灵敏度会随使用时间增长逐渐衰退，无法精准捕捉原始信号。仪器内部的线路接

头氧化会增加电阻,导致信号传输过程中出现衰减或失真。仪器校准不当,基准值偏离标准状态。校准所依据的标准器具本身存在误差,会使仪器的基准设置出现偏差,校准操作过程中的步骤遗漏会导致校准不彻底,使仪器在特定测量区间的误差显著增大。仪器的附件不匹配也会引入误差,如连接线缆的阻抗与仪器不匹配会导致信号反射,影响测量数据的稳定性。仪器存放不当也会加剧误差,长期暴露在潮湿环境中会加速部件锈蚀,随意堆叠会使精密部件受外力变形。

## 2.2 检测环境因素

检测现场温度、湿度剧烈变化,影响仪器性能与测量对象的物理特性。温度快速升高会使金属材质的仪器部件膨胀,改变其原有的机械配合精度,温度骤降则可能导致塑料部件收缩变形,影响仪器的结构稳定性。湿度过高会使仪器内部的电路板受潮,降低绝缘性能,甚至引发短路故障,湿度过低则会导致仪器表面产生静电,干扰电子信号的正常传输。振动、噪声干扰,导致测量仪器读数不稳定<sup>[2]</sup>。电梯运行时产生的周期性振动会使仪器的传感器跟随振动,无法稳定对准测量点,非周期性的冲击振动则可能使仪器内部的敏感元件暂时失灵。高强度的噪声会对声学测量仪器产生干扰,使其接收的有效信号被淹没,导致测量值出现无规律波动。电磁场干扰,使电子类检测仪器的测量结果产生偏差。电梯的变频调速系统运行时会产生高频电磁场,这些电磁场会通过空间辐射或线路传导侵入检测仪器,干扰其内部的信号处理电路,使测量数据出现异常跳变。检测区域的光照过强会影响光学仪器的读数清晰度,光照过弱则可能导致视觉疲劳引发读数误差。

## 2.3 检测操作因素

检测人员操作不规范,如仪器放置角度偏差、测量点选择不合理。仪器放置时与测量基准面不垂直,会使测量光线或声波的传播路径发生偏折,导致测量值偏大或偏小。测量点选择过于靠近部件边缘,会因边缘效应使参数出现异常,无法反映部件的整体状态。检测人员专业能力不足,对仪器功能掌握不熟练,读取数据时出现误判。对仪器的测量范围理解不清,在参数超出测量范围时仍继续使用,会得到毫无意义的数值。读取数据时未能准确识别仪器的最小分度值,会导致估读误差增大。检测流程执行不到位,省略关键测量步骤。测量前未对仪器进行预热,会因仪器未达到稳定工作状态而产生偏差,测量过程中未进行清零操作,会将前次测量的残留数据带入本次测量结果。操作过程中频繁触碰仪器的敏感部位,会干扰仪器的正常工作状态,导致测量数

据失真。测量时仪器电缆线过度弯曲会改变其电气性能,影响信号传输的完整性。

## 2.4 电梯自身状态等因素

电梯运行过程中存在的动态振动、晃动,使测量点位置发生瞬时变化。电梯启动时的加速度会使轿厢产生前后晃动,运行过程中导轨的安装偏差会导致轿厢左右摆动,这些动态变化会使测量点的空间位置不断移动,传感器无法持续稳定地采集数据。电梯部件存在磨损、变形等缺陷,导致测量基准不稳定。导轨表面的不均匀磨损会使其形成波浪状起伏,作为测量基准时无法提供平整的参考面,轿厢壁的变形会使测量点的相对位置发生改变,导致多次测量的基准不一致。电梯运行负载变化,影响相关参数的测量结果。负载增加会使电梯的运行阻力增大,导致运行速度的变化率发生改变,也会使钢丝绳的拉伸量增加,影响轿厢的平层精度。电梯门机系统的老化会使门的开关速度出现波动,导致与门相关的参数测量结果不一致。电梯的电气接触点氧化会导致接触电阻增大,使电气参数的测量值出现偏差。电梯的导轨磨损不均会加剧运行时的振动,进一步增大测量点的位置波动。

## 3 电梯检测中测量误差的控制措施

### 3.1 仪器管理措施

定期对检测仪器进行校准与维护,确保仪器处于正常工作状态。校准需按照仪器使用说明规定的程序进行,校准过程中需检查仪器的各项功能参数,对偏离标准的部分进行调整。校准用的基准工具需符合更高精度标准,校准完成后需进行验证测量,确认仪器读数准确。维护工作应覆盖仪器的全部部件,清洁光学元件表面的灰尘,避免光线折射偏差;紧固松动的机械连接,防止测量时部件位移;更换老化的电子元件,确保信号传输稳定,避免因部件损耗导致测量精度下降<sup>[3]</sup>。根据检测项目的精度要求,选择适配的检测仪器。测量电梯微小间隙时,应选用分辨率更高的仪器,确保能捕捉到微米级的变化。检测高速运行参数时,需选用响应速度快的仪器,避免因仪器反应滞后导致数据失真。对电梯限速器动作速度的测量,需选用采样频率足够高的仪器,才能准确记录瞬间速度变化。不同检测项目对仪器性能的要求不同,为每个项目匹配最合适的仪器,可从源头减少因仪器性能不足引发的测量误差。仪器使用前需检查外观是否完好,连接线路是否牢固,确保无物理损伤影响测量。

### 3.2 环境控制措施

检测前对现场环境进行评估,采取温控、减振、防

电磁干扰等措施。评估需记录现场温度、湿度、振动强度及电磁场强度等数据,根据评估结果制定针对性控制方案。温度波动较大时,可在检测区域设置临时温控设备,维持环境温度稳定。对精密电子仪器,可配备恒温箱存放,使用前取出适应环境温度。振动明显的区域,可在仪器下方放置减振垫,减少外界振动对仪器的影响。检测平台需稳固放置,避免自身晃动传递到仪器。存在强电磁场干扰时,需为电子仪器加装屏蔽装置,阻隔杂散电磁信号。仪器连接线需远离强电线路,减少电磁感应影响。避开恶劣环境时段进行关键参数检测。暴雨或大风天气可能导致建筑物振动加剧,影响电梯运行稳定性,此时不宜进行关键参数检测。高温或低温极值时段,仪器性能容易出现波动,应选择温度相对适宜的时段开展检测工作。湿度超标的日子,可暂缓对金属部件尺寸的测量,待湿度恢复正常后再进行,避免因部件受潮变形影响测量结果。雾霾天气可能影响光学仪器的测量精度,需待空气洁净度提高后再使用光学设备。

### 3.3 操作规范措施

加强检测人员培训,提升操作技能与专业素养。培训内容应包括仪器的工作原理、操作步骤及注意事项,通过模拟操作让检测人员熟悉不同仪器的使用方法。培训中需加入实际案例分析,讲解操作不当导致误差的具体表现,加深理解。针对常见的操作误区进行专项讲解,如仪器放置角度对测量结果的影响,数据读取时的正确观察方式,帮助检测人员形成规范的操作习惯。定期组织技能考核,检验操作的规范性,巩固培训效果。制定详细的检测操作流程,明确测量点选择、仪器操作等规范。流程中需规定每个检测项目的测量点位置,如电梯导轨的测量点需选在受力均匀的直线段,避免在接口或弯曲处测量,确保每次测量都在相同位置进行,减少因测量点不一致导致的误差。仪器操作步骤需细化到每个动作,如仪器预热的时间要求,测量时的操作力度,避免因操作差异引入误差。流程还应包含异常情况处理方法,当仪器显示数据出现明显异常时,需按照规定步骤重新测量,检查仪器连接是否正常,测量点是否偏移,确保数据的可靠性。

### 3.4 电梯状态把控措施

检测前对电梯进行预处理,确保其处于相对稳定的

运行状态。检查电梯的各个运行部件,清理导轨表面的杂物,避免运行时产生额外摩擦振动;调整松动的部件,紧固连接螺栓,减少因部件卡阻导致的运行振动<sup>[4]</sup>。对电梯的制动系统进行试运行检查,确保制动平稳无冲击。对电梯进行几次空载试运行,让各部件充分磨合,待运行速度、振动幅度稳定后再开始检测,避免因启动初期的不稳定状态影响测量结果。试运行过程中需观察电梯运行是否顺畅,有无异常声响,及时排除潜在故障。合理选择检测时段,减少电梯负载变化对测量的影响。选择电梯使用频率较低的时段进行检测,此时电梯负载变化较小,可在相对稳定的负载状态下完成各项参数测量。若需测量不同负载状态下的参数,应按规定顺序依次进行,从空载到满载逐步增加负载,每次改变负载后需等待电梯运行稳定再开始测量,确保负载变化对测量的影响可控。检测过程中需记录电梯的实际负载情况,包括负载重量、分布状态,为数据解读提供参考依据。检测同一参数时需保持负载状态一致,避免因负载变化导致测量结果不可比。

### 结束语

电梯检测是一项技术性强且要求严谨的工作,测量误差的存在不可避免,但可以通过科学方法加以控制。通过对检测仪器、环境条件、操作行为及电梯自身状态等方面的综合分析,明确了各类因素对测量精度的具体影响方式。在此基础上提出的误差控制措施,为提升电梯检测质量提供了理论支持和实践指导。在今后的工作中,应持续关注测量误差问题,不断完善检测技术和管理机制,推动电梯安全检测工作的规范化与精准化发展。

### 参考文献

- [1]王毅,周璇.关于电梯检验检测技术的应用及未来发展趋势的探讨[J].中国设备工程,2024(18):202-204.
- [2]王贺.电梯检验检测技术实践[J].自动化应用,2023(09):215-217.
- [3]汪洋.浅议电梯检验检测技术的应用及发展[J].工业A,2023(1):37-39.
- [4]郭淼,潘锋,李斌,等.基于大数据的电梯检验检测技术认可及故障分析应用研究[J].中国特种设备安全,2023(8):76-78.