

电梯制动器常见失效形式与检验要点研究

沈杰, 祝张磊

(杭州市特种设备检验科学研究院, 浙江 杭州 310000)

摘要 电梯作为垂直运输的关键设施, 在现代高层建筑中不可或缺, 其安全性关乎人们的生命财产安全。电梯制动器是保障电梯安全运行的重要机械组成部分, 承担着制停或减速电梯轿厢的重要功能。在电梯众多安全部件中, 制动器的稳定性和可靠性尤为重要, 其性能的优劣决定了电梯运行的安全与否。电梯制动器形式的多样化以及检验要点的复杂性, 要求有关技术人员和管理部门给予充分重视。通过系统的研究和定期维护检查, 确保电梯制动器的优良性能, 是确保电梯乘用安全、提高现代化建设质量的关键。因此, 对制动器的设计改进、材料优化及智能监控技术的运用等是未来研究与实践的重要方向。本文研究了电梯制动器常见失效形式与检验要点, 旨在为相关人员提供参考。

关键词 电梯制动器; 常见失效形式; 盘式制动器; 闸瓦式制动器; 块式制动器

中图分类号: TU976

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)07-0121-03

国家市场监督管理总局通告 2024 年第 9 号文件《市场监管总局关于 2023 年全国特种设备安全状况的通告》中指出: 截至 2023 年底, 全国特种设备总量达 2 128.91 万台。其中, 电梯 1 062.98 万台, 占比为 49.93%。电梯一旦投入使用阶段, 便伴随着许多潜在的安全风险, 这些风险的存在要求相关的责任人员必须实施实时的检验与全面的监控, 目的在于确保电梯制动部件安全可靠。尤其是在高耸入云的建筑结构建造之际, 对电梯的设计和施工布局便需要较为精细的考量, 以适应各个建设阶段不同的功能需求和层高标准, 保障建筑的整体性和使用的便捷性。可见, 电梯与建筑的密切结合不容忽略, 而这种结合又要求电梯设施的制作和安装工作须依照施工设计图纸的严格要求进行, 只有这样, 才能确保电梯在高层建筑中发挥其优良的运行性能。

1 电梯制动器的种类以及工作原理

1.1 盘式制动器

电梯制动器作为确保乘梯安全的重要组件, 其种类繁多、运作原理各异, 故在此对盘式制动器的工作机制及理论进行深入剖析。盘式制动器主要依托摩擦力来实现制动效果, 其核心组成部分包括制动盘、制动片及制动卡钳等。在电梯启动及停止过程中, 制动器的作用不可或缺, 其确保了电梯的平稳运行及准确定位。制动盘一般固定于电梯的主轴上, 随主轴旋转。制动盘的材质选择至关重要, 需要具备高强度、耐磨损及良好的热导性, 以适应高速旋转时产生的热量。

其次, 制动片装配在制动卡钳内, 与制动盘相对应, 含有高摩擦系数的材料, 以增强制动效果。当需要制动时, 通过电磁或液压机, 驱动制动卡钳使制动片紧压制动盘, 由于摩擦作用, 制动盘及随之旋转的电梯主轴速度降低, 从而实现制动目的。

盘式制动器的设计需考虑多方面的因素, 包括制动时产生的热量如何有效散发, 制动片的磨损速度, 以及制动系统的响应时间等, 这些因素直接影响到制动器的性能及使用寿命^[1]。制动盘与制动片之间的接触面积、制动片材质的选择以及制动力的调节, 均需依据具体应用场景仔细优化, 以求达到最佳的制动效果和经济效益。在理论分析上, 盘式制动器的效能不仅仅取决于制动元件的物理属性, 还涉及动力学、热力学等多个学科的知识。此外, 制动片与制动盘之间的微观接触特性、摩擦系数随温度变化的特性等, 均是影响制动效果的关键因素, 其理论分析和实验研究对于提升盘式制动器的性能和可靠性具有重要意义。

1.2 闸瓦式制动器

闸瓦制动器的核心构造为两个配对的闸瓦, 这些闸瓦常以对称方式布置于电梯曳引轮的两侧。在电梯正常运行时, 闸瓦通过弹簧力被推离曳引轮, 保持闸瓦与曳引轮之间的间隙, 从而允许曳引轮自由旋转, 电梯轿厢得以上升或下降。然而, 一旦电梯运行需要减速或急停, 制动系统便激活, 电磁铁得电吸引臂架, 臂架驱动连杆机构压迫闸瓦, 使其紧贴曳引轮表面, 通过摩擦力的作用, 实现对曳引轮的制动。闸瓦式制

动器的高效运作基于闸瓦和曳引轮表面之间的摩擦特性。闸瓦的材质应选用能承受高温而不失去摩擦特性的材料,通常是一些经过特殊处理的非金属复合材料。这些材料能在长时间的使用及摩擦热的影响下仍保持良好的摩擦系数,确保制动力的稳定性。闸瓦式制动装置在实际应用中存在必须审慎考虑的挑战和局限性^[2]。例如,闸瓦和曳引轮接触面的磨损问题、摩擦产生的热量对制动效果的潜在影响以及环境温度和湿度变化对闸瓦材料摩擦系数的影响。这些因素均可能对制动系统的效能和电梯的安全性造成显著影响。因此,对闸瓦式制动器设计的深刻剖析,需要从材料学、热力学以及动力学等多个角度综合斟酌,兼顾效率、安全和耐用性。

1.3 块式制动器

块式制动器作为电梯安全系统的核心组成部分,其在保障乘客安全上扮演着不可或缺的角色。此类制动器主要适用于电梯速度和负载要求不过于苛刻的情景,常见于小型或者中等载重的电梯装置中。块式制动器的基础构造由制动块、制动臂、张紧弹簧、制动轮等部件组成,依靠物理接触与摩擦力来实现减速或停止电梯的运行。制动块通常采用高摩擦系数的材料制成,以确保制动效果的发挥至关重要。在制动过程中,制动块紧贴电梯曳引轮表面,通过摩擦力的作用,将曳引轮的旋转动能转化为热能,从而实现对电梯机械能的有效消散。在此过程中,张紧弹簧的作用则不容忽视,它在确保制动块与制动轮间紧密接触的同时,又必须保持一定的弹性,以适应不同制动力的需求并防止制动过程中产生的热量过剩导致的制动块损坏^[3]。块式制动器设计需考虑的关键环节包括制动块材质的选择、制动力的计算与分配、制动臂与制动块之间动力传递的准确性等。制动块材质必须耐高温、疲劳强度高、且稳定性强;制动力的计算与分配则需精确匹配电梯的实际负载与速度特性,确保在任何工作环境下制动效能的最优化;制动臂与制动块间动力传递的准确性决定了制动响应时间和制动均匀性,直接影响到乘客的舒适度及安全性。

2 电梯制动器常见的失效形式

2.1 机械部分失效

电梯制动器作为安全关键部件,其完好性直接关系到电梯的安全运行。制动器的机械部分包含了制动臂、制动轮及制动衬片等,这些组件的失效通常源于材料特性、设计缺陷、制造误差及使用环境等多方面因素的综合作用。从材料特性角度出发,机械部件的

失效往往与其材料的固有属性如硬度、韧性和疲劳极限有着紧密的联系。长时间的重复应力作用可能导致材料疲劳,从微观裂纹的形成到宏观裂缝的扩展,最终造成结构失效。制动器设计时对于负荷承受能力、制动力矩的计算不足或过度安全系数的选取,可能使得制动器在实际工作中无法达到理想的制动效果或过早地发生失效。此外,复杂的设计同样可能增加制动器的机械故障概率,复杂部件在装配与维修中的误差积累,容易引发制动器的非正常工作状态。

在制动器的生产过程中,加工精度的偏差、装配质量的不稳定等可能导致制动器部件在运行中的不协同作用,不仅影响制动效果,而且会加速机械部件的磨损,缩短其使用寿命^[4]。温度波动、湿度变化以及腐蚀性气体等环境因素,能够通过物理或化学途径加速制动器部件的老化。例如,温度的周期性变化可能导致部件材料属性如屈服强度的改变,而湿度的增加可能导致制动衬片的吸湿膨胀,影响其与制动轮接触的稳定性和寿命。

2.2 电气方面存在的问题

电气问题的常见症状包括但不限于电源故障、继电器接触不良、线路老化断裂、电控系统的程序错误等。这些问题经常是互相关联的,比如电源故障可能引致电控系统无法正常工作,或者继电器的接触不良可能导致线路时断时续,从而产生电气信号传递上的误差。为了更为精准地诊断电气问题,相关检验检测与维护人员需具备高度专业的知识结构和全面的理论基础。此外,现代电梯制动器通常采用较为复杂的电控系统进行管理,这就要求检验人员必须理解和掌握相关的编程逻辑以及软件构架,只有这样,才能从根源上解析故障现象,确保电气系统的稳定运行。在具体的检验过程中,检验人员应当运用精确的检测设备,如多用电表、示波器等,系统地测量电气元件的工作状态和电气参数,同时依据实测数据对各项指标进行比较分析,判定其是否满足电气运行的规范要求。在此过程中,还应当对电控系统内的逻辑编程进行审查,排查可能存在的编程疏漏或逻辑错误。

3 电梯制动器检验的要点

3.1 加强电梯制动器的维护力度

制动垫作为直接承受摩擦力与热能的部件,其磨损状态对制动效能有决定性影响。因此,技术人员需定期对制动垫的厚度、硬度与磨损度进行检测,并根据制造商的规范和指标,对超出耐久限度的制动垫予以更换。制动弹簧的弹性与稳定性直接影响制动器能

否迅速、有效地对制动盘施加压力,从而实现紧急停止。弹簧的疲劳和变形不仅会削减制动效力,而且可能导致危险的非对称制动,增加设备故障风险,故对制动弹簧的弹性恢复力和形态完整性应给予关注,并及时替换失效的弹簧。制动器的电磁部件,特别是电磁线圈,也应定期接受电气性能检验^[5]。电磁线圈绝缘性的降低与线圈温升过高均为制动失效的隐患。维护人员需通过绝缘电阻测试和连续性检查来评估电磁线圈的健康状况,确保其能在关键时刻发挥作用。制动器每一次的操作都应精准无误,快速响应。因此,制动器动作的同步性与稳定性必须通过高频测试以评估其响应速度和制动力度是否达标,防止因延迟释放或不同步导致的潜在风险。此外,还应关注制动器与电梯控制系统的接口问题,确保信号传输无误,制动命令能够被准确、及时地执行。同时,还要确保制动器结构无变形、无腐蚀,连接件紧固无松动,以维持制动器的结构完整性和操作可靠性。

3.2 预防性应对措施

预防性策略的核心在于早期识别潜在缺陷及时制止其向更严重的故障转变。首要步骤是对制动器各部件执行定期和全面的检验,用于评估其当前状态和预测其未来的性能。此环节不仅包括直观的检查,如观察是否有明显的物理损伤、锈蚀或磨损迹象,同时还需应用非破坏性检测技术,如磁粉检测、超声波检测和光谱分析等,来揭示内部缺陷和微观损伤。制动器的动态特性检验同等重要,通过监测制动时的响应时间、摩擦系数的变化以及制动力的均匀性,能够精确评估其性能。这些检测不仅限于静态条件下,制动器在动态负载状态下的测试将更能真实地反映其在实际工况下的表现。

预防性维护中需深化对各因素交互作用的理解。例如,闸瓦式制动器在摩擦发热时可能导致的材料特性退化、润滑失效等问题,都需在检验中予以特别关注。维修工程师需具备在识别和评估这些复杂因素方面的专业知识,以及通过日常记录和分析,来建立适时的维修和置换周期。此外,电梯制动器制定的预防性应对措施,需要基于精确的数据分析和严谨的理论计算,而不是单纯地依赖经验。通过运用现代化的数据监测和管理系统,结合人工智能算法,可在大数据背景下对制动器的性能进行深入学习,得出更科学的维保策略。预防性维护措施的制定还必须充分考虑到新型材料、新设计理念以及最新的行业标准,保证检验的全面性与前瞻性。

3.3 提升材料质量

电梯制动器的可靠性与其材料的质量息息相关。在当前快速发展的技术环境下,持续提升电梯制动器材料质量已成为保障电梯运转安全的一个重要研究方向。要求我们在制备新型制动器材料时采纳尖端科学技术与精密工程的结晶,大幅提升制动器的耐磨性、耐热性和抗腐蚀能力。另外,要对材料组成元素、微观结构及其性能之间的关系进行深入研究,明确不同应用场景下的材料需求。在微观层面,要对材料的晶体结构、晶界特性以及缺陷态进行精细调控,以达到优化制动材料机能的目标。此外,对材料表面处理技术的深入探索也是提升材料质量的关键,表面处理技术能够显著增强制动器表面的抗摩擦能力和减震性,从而延长其使用寿命。在实际检验中要确保材料质量的标准化与统一化,必须制定一系列严格的检测流程并使用先进设备检测材料特性,如通过硬度测试、拉伸测试来评定材料的机械性能;运用扫描电镜、透射电镜等对材料结构进行微观分析;利用X射线衍射、电子探针微分析等方法,准确鉴定材料组成成分及其分布情况。

4 结束语

在我国建筑领域,电梯已成为无可争议的主要垂直运输工具,广泛嵌入人们的日常生活与工作的方方面面。在其多个组成部分中,电梯制动系统的作用至关重要,它不仅能保障电梯升降机的稳定运行和高性能,而且与搭乘者的安全福祉紧密相连。鉴于此,电梯的维护管理人员需恪守细致入微和极富责任心的工作态度,严格遵循相应规范,执行细致周到的巡视与检查任务,如此方可大幅度降低电梯故障的风险,为公众的乘坐体验提供一个更为稳固和安全的保障。

参考文献:

- [1] 赖龙华. 电梯制动器常见失效形式与检验要点研究[J]. 中国设备工程, 2023(23):136-138.
- [2] 杨子家. 电梯制动器常见失效形式与检验要点研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022(12):12-15.
- [3] 贾峰. 电梯制动器常见失效形式与检验要点研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022(07):193-195.
- [4] 陈阳. 电梯制动器常见失效形式与检验要点研究[J]. 市场调查信息: 综合版, 2022(09):66-68.
- [5] 朱晓雷. 电梯制动器常见失效形式与检验要点研究[J]. 中国设备工程, 2022(19):194-196.