

浅谈电梯制动器常见失效形式与检验关键点

潘杰

波士顿电梯（湖州）有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i5.7988

[摘要] 制动系统失效是造成电梯运行故障频发的主要原因，电梯制动器的功能异常会直接影响电梯的正常运行，有时甚至会出现伤亡事故，对乘梯人员的生命产生威胁。为了更有效的监测电梯制动器是否处于良好的工作状态，保证制动器的安全运行，本文深入分析了电梯制动器的常见失效形式及日常检验的关键点，希望可以提升电梯运行的安全性和稳定性。

[关键词] 电梯制动器；失效形式；检验关键点

A brief discussion on the common failure forms of elevator brake and the key points of inspection

Pan Jie

Boston Elevator (Huzhou) Co., LTD.

[Abstract] Brake system failure is the primary cause of frequent elevator operation failures. Abnormal functions of elevator brakes can directly affect the normal operation of elevators, sometimes even leading to casualties, posing a threat to the lives of passengers. To more effectively monitor whether elevator brakes are in good working condition and ensure their safe operation, this paper thoroughly analyzes common failure modes of elevator brakes and key points for daily inspections, aiming to enhance the safety and stability of elevator operations.

[Key words] elevator brake; failure form; inspection key points

在高层建筑中，电梯系统作为核心运载设备，承担着高效输送人员及物资至目标楼层的重要功能。作为电梯安全控制链中的关键组件，制动器的性能稳定性直接决定了整个电梯系统的运行安全等级。当前工程实践表明，电梯制动器的常见失效形式有机械失效、动力失效和电气失效等三类。鉴于此，构建系统化的电梯制动器故障诊断体系，通过标准化检测流程快速定位制动系统失效根源，实施针对性的预防性维护策略，已成为保障电梯安全运行的核心技术路径。

一、电梯制动器的类型

（一）盘式制动器

盘式制动器主要由电磁线圈、回位弹簧等部件构成，该类型的制动器具有结构紧凑、质量轻及材料强度高显著特性，因而在大载重高速电梯领域得到广泛应用。值得注意的是，盘

式制动器存在成本较高的局限性，在工程实践中需结合具体工况进行经济性评估，以确定其适用性。

（二）闸瓦式制动器

闸瓦式制动器由制动臂组件、摩擦衬垫、电磁驱动装置及制动瓦块等构成。其工作原理为：通电状态下，电磁铁产生电磁吸力克服制动弹簧预紧力，驱动制动臂旋转展开，使制动瓦块与制动轮迅速分离，从而解除对曳引系统的制动约束，实现电梯的正常运行。

（三）块式制动器

块式制动器与闸瓦式制动器在结构原理上存在共性特征，但也存在一些显著差异。其典型特征表现为制动块采用直接固定方式，省却制动臂结构，这种简化设计虽具有结构紧凑的优势，但客观上降低了制动系统的冗余度，在动态工况下可能表

现出较低的可靠性，需通过优化设计或增加辅助安全装置进行性能补偿。

二、电梯制动器常见的失效形式

（一）动力失效

动力系统是确保电梯设备全周期安全运行的核心要素，当动力供应出现波动或中断时，制动器将因动力缺失而丧失功能。具体失效模式包括：

1. 制动盘污染引发的动力衰减

当钢丝绳润滑剂或驱动主机轴承润滑脂意外渗入制动盘区域，在制动盘与摩擦片长期滑动摩擦过程中，表层润滑剂与空气尘埃发生物理化学反应，形成顽固性油膜，该油膜累积至临界厚度后，将显著降低制动摩擦系数，导致电梯下行过程中制动力不足，无法有效控制轿厢停层。

2. 弹簧疲劳失效

作为制动系统快速响应机制的核心部件，弹簧组件在长期应用过程中易出现弹性衰减现象。特别是在运行年限超过二十年的高层建筑电梯中，制动器内压缩弹簧因持续受压导致弹性下降，制动响应时间延长，在一些特殊情况下可能引发制动失效风险。

3. 摩擦、磨损引发的制动力下降

电梯制动过程本质上是通过摩擦阻力实现动能转换，制动衬片与制动轮间的摩擦接触面在反复制动操作中逐渐产生材料转移与表面光整化，当摩擦系数降至临界阈值时，制动力将随摩擦效能降低而衰减，最终导致制动器功能性失效。

4. 带闸运行工况下的热磨损失效

在带闸运行工况下，制动轮处于持续旋转状态，与制动衬片间产生高频摩擦，这种工况下摩擦热积聚引发的材料热退化现象，将显著改变摩擦表面特性。当累积摩擦热超过材料耐受极限时，可能引发制动衬片热龟裂、制动轮表面硬度下降等问题，最终导致制动器完全失效。

（二）电气失效

电梯系统的稳定运行不仅依赖于电力能源的持续供给，更需要电力传输路径中各控制回路的可靠协同。当电气回路中任一触点或组件发生异常时，可能直接导致电梯制动器供电中断，进而引发运行中电梯的紧急停驶。此外，电磁力作为制动器动作的执行保障，其稳定性对制动效能具有决定性影响，在制动器启闭过程中，电磁力通过非接触式作用实现机械部件的

精准控制，若电气系统布局存在设计缺陷，将导致电磁力输出波动，最终引发制动器失效。比如，在过去我国高层电梯电气系统建设的过程中，经验比较少，常常出现电气设备布置不合理或者线路长度不充足等，这些问题会直接影响电梯的制动系统，导致制动器发生间歇性失效，威胁乘梯人员的生命安全。随着现代建筑中电气设计技术的不断发展，逐渐对电路的拓扑结构和线路预留长度进行优化，大大减少了电气故障导致的电梯制动器失效问题。

（三）机械失效

机械失效是电梯制动器失效的常见形式，一般包括以下一些原因：

1. 制动器铁芯损坏。当制动器的铁芯受到化学腐蚀或者在电梯运行中有异物进入铁芯时，制动器的铁芯运动部件就会产生卡顿现象，将对制动器的开启和闭合过程产生一定的阻力，使制动器很难在规定的时间内恢复到原来的位置，从而影响到制动响应的速度。

2. 制动器的一些关键零部件尺寸不合格。如果制动器的开启和闭合过程中接触的一些关键零部件的尺寸精准度不合格，就会在电梯制动器运行过程中产生异常的摩擦阻力，这种阻力会在一定程度加快运动零部件的磨损，当磨损程度比较严重时就会引起电梯制动器的失效。

3. 制动臂结构受到损伤。电梯制动器的制动臂常常会由于制造工艺不精或者材料使用年限过长发生轻微的裂纹，严重时整体裂开，制动臂结构受到的这些损伤会直接影响制动器的机械强度、降低制动力。

4. 制动臂旋转轴受到腐蚀。制动臂旋转轴长期暴露在潮湿的环境中，会发生电化学腐蚀导致有效截面积减小，这种材料的退化现象将引起制动力传递效率的持续下降，最终引发制动器性能衰减。许多工程实践表明，电梯事故中由制动失效引发的安全事件占比较大，其中机械失效形式最为常见。

三、电梯制动器的检验关键点

（一）强化制动系统维护检测

电梯制动系统的维护是保障电梯制动器可靠运行的关键，检测流程包括以下几个方面：1. 检查制动器的外观。通过目测对制动器外壳、制动轮毂、制动臂及摩擦衬片等部件进行完整性的检查，重点查看材料是否存在老化和异常磨损，如果发现达到报废标准的部件应立即更换，以免引发制动器效能下

降。2. 检测连接状态。用检测工具对制动器的关键连接点进行紧固状态的检测并分析螺栓预紧力衰减情况，通过三维坐标测量技术评估结构件安装精度，确保机械传动系统无松动和偏移现象。3. 分解检测制动系统。针对制动器的一些复杂故障需按制造商技术文件实施制动系统分解检测，该作业须严格遵循特种设备检修规程，在获得监管部门书面许可后方可开展部件级精度检测与材料分析。

（二）强化电气系统检测管理

电气系统的稳定性直接关乎电梯运行安全，其故障隐患易引发制动失效等严重问题，因此电气维护人员应充分认识电气系统的重要性，建立系统化的检测管理机制，通过周期性检测确保电气设备处于最佳运行状态。具体包括：1. 强化定期检测制度。建立标准化检测流程，采用周期巡检与状态监测相结合的方式，重点核查电气元件老化程度、触点接触电阻等关键参数，及时发现潜在故障隐患。2. 深化触点状态检测。针对制动器触点等关键部位，实施动态压力测试与接触电阻测量，通过模拟实际工作条件评估触点可靠性，预防因接触不良引发的制动失效。3. 完善系统联调检测。在电梯试运行阶段，同步开展电气系统联调测试，重点监测控制回路响应时间、电磁兼容性等性能指标，确保系统整体运行稳定性。4. 优化充电装置检测。在电气系统检测合格后，进行充电装置功能验证，通过模拟充电过程检测输出电压稳定性，防止因充电异常导致制动系统失效。

（三）优化机械检查流程

对于电梯运维人员而言，需将电气制动系统失效检测置于核心工作范畴，并在实际检测作业中同步强化机械部件状态核查，此环节要求技术人员系统评估制动组件的物理损伤状况，精准掌握设备运行参数特征，一旦发现机械部件存在异常磨损或功能故障，须立即启动应急处置机制。为此需构建多层次检查体系，重点监测制动弹簧的弹性参数，通过标准化操作流程控制检测误差，当发现设备老化迹象时，应专项列支技术改造资金，及时更新落后设备，并在问题修复后执行全工况试运行，以验证设备性能指标，持续提升电梯系统安全度。

为降低制动器的失效风险需建立全面的电梯系统动态监测网络，将制动器设备维持在最佳的运行状态，这要求技术人员运用系统化方法开展预防性检查。在完成基础巡检后，应实

施梯度式强化检查，对电梯全域开展深度诊断，包括机械传动系统、电气控制单元及安全保护装置。在轿厢负载测试环节，严格遵循技术规范设置额定载荷，通过模拟运行工况开展综合检测，具体操作可自轿厢作业面展开，将电梯平稳降至基准面后，在特定楼层实施紧急断电操作，并采用专业检测设备对制动系统进行全面评估。

（四）构建预防性安全机制

当制动器出现故障时，电梯运行稳定性受到显著影响，其安全防护效能随之降低，可能引发危及乘客生命财产的重大事故，因此亟须建立双重防控体系：既要强化故障排查力度，更要树立超前防范意识。针对电梯制动系统风险防控，建议从以下维度展开系统化工作：1. 规范使用行为。严格执行电梯操作规程，杜绝暴力使用行为；同时加强运行监管，通过制度约束确保设备合规使用，从源头上降低制动系统故障概率。2. 组建专业维保团队。构建具备专业资质的技术保障体系，重点培养复合型维保人才。通过建立常态化沟通机制，促进维护人员与管理干部的协同配合，形成制动系统全生命周期管理合力，确保设备运行状态实时可控。3. 实施动态监测。针对电梯长期运行导致的部件损耗问题，应建立基于大数据分析的检修评估模型。在定期检修过程中，重点核查历史运行数据，运用故障树分析法精准定位异常参数，实现从“被动维修”到“主动预防”的转变。

总结

综上所述，电梯检测技术人员需深刻认知电梯检验工作的重要性，系统掌握制动器常见失效形式及原因，制定针对性解决方案，助力电梯快速恢复安全运行状态。在检测阶段应将制动系统、电气系统和机械部件作为重点检测对象，构建预防性风险管控体系，在确保制动器无故障隐患的基础上保障电梯的稳定运行。

参考文献

- [1]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).
- [2]龚群, 刘鹏.电梯制动器常见的失效形式及其预防措施[J].中国电梯, 2024, 35(05).
- [3]邓仁秋.电梯制动器的检验及故障形式分析[J].机电技术, 2023(03).