电梯制动器性能检测方法研究分析

焦青山
（海南省锅炉压力容器与特种设备检验所　海南　海口　570203）

摘要：电梯作为基础运输设备，被广泛应用在住宅、写字楼和商场等高层建筑中。为了确保电梯的安全运行，需要定期对电梯制动器进行性能检测。本文分析了电梯制动器基本运行及整体模型，总结了电梯制动器性能检测内容、指标和方法，文章最后提出了电梯制动器性能检测的完善策略。

关键词：电梯制动器；性能检测；检测内容；检测方法

0　引言

电梯制动器是电梯的重要装置，对电梯制动器进行性能检测的目的是确保该装置的运行性能及安全性能。实际电梯制动器性能检测容易受到外界因素的干扰，从而降低检测结果的准确程度。检测人员需要采取针对性的检测方法和技术，提高电梯制动器的检测准确度，确保电梯制动器能够有效地发挥其紧急制动功能。

1　电梯制动器概述

1.1　电梯制动器基本运行

电梯制动器位于电梯系统的机房部分，其基本运行功能为在电梯电源断电、停止运行的情况下制动抱闸，以此来确保电梯在特殊情况下不会自行移动。电梯制动器属于电梯系统中的重要安全装置，其运行性能直接关系到电梯运行的安全程度。具体来讲，电梯制动器的应具备基础运行性能有：安装便捷、振动频率低、结构紧凑、运行噪音低、运行灵敏、制动性能可靠和电磁推力大等。只有具备了上述基础运行性能，电梯制动器才能够充分发挥其作用。

1.2　电梯制动器整体模型

按照电梯制动器与轮轴的连接方式，将电梯制动器分为外抱式制动器和盘式制动器。两种制动器在实际运行过程中都会受到摩擦力和重力的作用：摩擦力能够产生转矩，令曳引轮停止转动；重力能够增加电梯系统对于制动器的作用力，并且转换为摩擦力形式。由此可见，电梯制动器的运行原理为：制动器受到摩擦力和重力的作用产生转矩，令曳引轮停止转动。

基于上述分析，无论选择应用哪种电梯制动器，都可以得到如图 1 所示的电梯制动器整体模型。基于能量转化理论，可以得知电梯制动器在运行过程中需要同时克服惯性载荷及偏载载荷，这对制动器运行性能提出了较高要求。

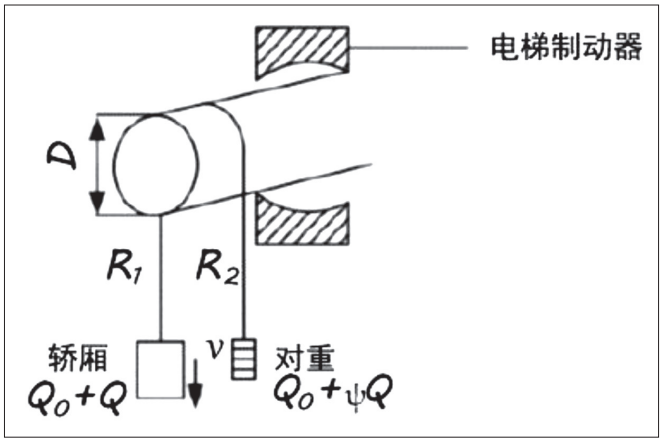

图 1　电梯制动器整体模型图

2　电梯制动器性能检测内容

2.1　电气性能检测内容

电梯制动器电气性能检测的主要内容为制动器线圈是否存在接触不良、粘连情况，这些会情况降低电气元件的运行流畅程度，从而增加摩擦力、降低运行动力。此外，电梯制动器电路设计也直接关系到制动器运行性能，一旦其中一个控制电路出现问题，便可能导致制动器整体故障。

2.2　机械元件性能检测内容

电梯制动器机械元件性能检测的主要内容为元件磨损及卡阻现象，这也是最为常见的机械元件故障类型。元件磨损是无法避免的电梯制动器机械元件问题，对于一般机械元件而言，一旦磨损直径超过了 3%，便会出现故障，无法满足制动器运行性能需求，从而导致电梯安全事故。导致机械卡阻的主要原因是制动铁芯伴随异物运行、制动鞘存在锈死情况。元件磨损及机械卡阻还与检测人员没有定期进行检测与维护有关，如果检测人员能够及时更换磨损元件及生锈制动鞘，定期检查制动铁芯的运行情况，便能够有效地避免上述问题。

除了元件磨损及机械卡阻之外，电梯制动器机械元件性能检测的内容还包括：① 制动弹簧压缩行程效

果，如果压缩行程过大或过小，都会降低闸瓦的紧压力；②制动闸瓦工作表面是否存在油污，油污会降低制动闸瓦与制动轮的摩擦系数；③制动器铜套是否存在油污、灰尘、锈蚀情况，这些均会降低制动铁芯的运行灵活程度；④制动臂与销轴连接位置处是否存在润滑不到位情况，润滑不到位会导致制动铁芯无法复位。

3 电梯制动器性能检测指标

3.1 电感值

电梯制动器电磁绕组线圈在上电和断电过程中可等效为一个电感，通过计算电感值能够检测制动器间隙大小，计算公式为：

$$L=\frac{0.4\times N^2A_c\times10^{-8}}{l_g+\frac{MLP}{\mu_m}} \tag{1}$$

式中，N 为线圈匝数；A_c 为磁芯横截面积；l_g 为空气隙大小；MPL 为磁路长度；μ_m 为材料磁导率。

3.2 绕组电阻

电梯制动器电感线圈存在一定电阻，通过计算电阻能够检测制动器电感线圈温度，计算公式为：

$$R_L=\frac{U_{brk}}{I_{brk}} \tag{2}$$

其中，U_{brk} 为电梯制动器电压；I_{brk} 为电磁铁吸合。

3.3 故障判断数据

按照电梯制动器设定电感值、绕组电阻极限值，当实际检测数值超过极限值时，便代表出现了故障，具体判断数据如表所示。

表 故障判断数据统计表

性能检测指标	故障等级		
	紧急故障	严重故障	一般故障
电感值	>7%	>5%	>2%
绕组电阻	>15%	>8%	>3%

4 电梯制动器性能检测方法

4.1 电梯制动器性能检测基本要求

（1）我国现行《电梯制造与安装安全规范》（以下简称《安全规范》）对于电梯制动器性能检测有一些基本要求。例如，对于制动轮或制动盘等施加制动力的机械元件，需要分为 2 组进行检测，当其中 1 组机械元件未发挥制动作用时，电梯轿厢能够在另外一组机械元件制动力作用下实现减速下行。这表示检测人员除了需要检测施加制动力机械元件的外观条件，还可以人为打开这些机械元件的制动瓦，在电流断电的情况下检测制动瓦运行性能。

（2）《安全规范》指出，电梯制动器电流断电检测需要应用≥ 2 个独立电气装置。独立指的是电气装置之间不存在相互控制、相互影响的关系，并且控制信号完全不同。

（3）《安全规范》指出，电梯制动器闸瓦在检测过程中需要保持与制动器的紧密接触，以此来提高制动操作的灵活程度，同时制动轮各个工作面的贴合度空隙平均值需要控制在 0.7mm 之内。

4.2 电气性能检测方法

电气性能检测需要对电梯制动器电气装置进行电流断电。一般优先将主要控制装置断电，随后由检测人员对电气装置内部进行检查，对各个元件运行性能进行综合分析，结合电梯制动器运行原理及整体模型，寻找电梯制动器是否存在电气安全隐患及问题。在发现电梯制动器电气问题后，可以应用人工模拟试验方式，尝试解决电气问题，具体试验流程如图 2 所示。如果试验成功，则可以将试验方案应用到实际问题解决中，并且在遇到类似问题时，还能够在本次试验方案的基础上进行完善，从而尽快解决电气故障，确保电梯系统能够尽快恢复安全运行状态。

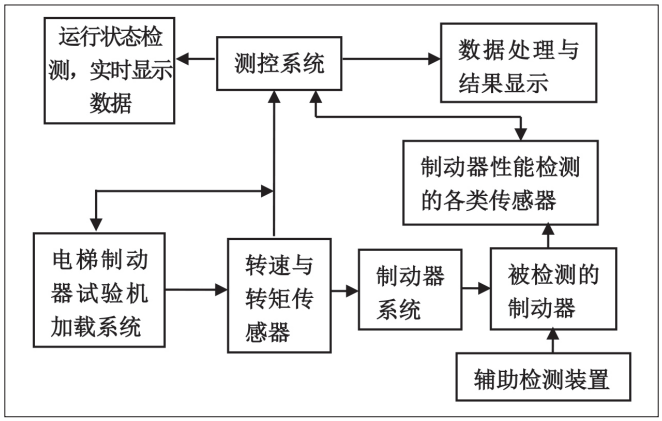

图 2 电气元件性能检测人工模拟试验流程图

4.3 机械元件性能检测方法

电梯制动器机械元件性能检测方法分为出厂检测和机械自身检测 2 种。电梯制动器机械出厂检测的目的是为了确保各个元件结构的完整程度。出厂检测的内容包括：首先，需要进行制动力矩试验，得到电梯制动能力、各个元件的摩擦力数据，通过这些数据能够计算得到各个元件的磨损程度及效率，从而采取针对性预防措施，并且在磨损直径未超过 3% 之前更换相应元件；其次，需要进行制动器线圈压力测试，得到线圈各项参数，确定这些参数是否在规定范围内；最后，需要检测制动器电磁铁，得到电磁铁释放压力数据，确定数据是否在规定范围内。此为严格的电梯制动器出厂检测流程，需要检测人员进行逐一试验、测试和检测。

电梯制动器机械自身检测属于难度较高的电梯制动器检测方法，需要检测人员充分了解各项机械元件的结

构、运行原理和运行性能，确定制动能力、制动灵敏度等相关机械参数都能够符合相关规定。

5 电梯制动器性能检测完善策略

5.1 通过试验建立精准动力性模型

精准动力性模型能够为电梯制动器性能检测提供模型基础。基于相关文件及技术安全标准，建立精准动力性模型需要通过电梯制动器 25% 动载荷试验、静电载荷试验和上行超速保护试验等一系列试验，通过试验来确定模型的具体运行数据、制动性能和影响因素等。

5.2 合理进行电梯制动器整体试验

电梯制动器整体试验存在一定局限性，为了规避这一影响，可以通过模拟试验模拟电梯制动试验工况，得到电梯制动器在不同工况下的动力学特性，基于特性设计电梯制动器检测模拟试验机，通过试验机模拟电梯制动器在不同工况下的制动操作情况，从而得到最佳的电梯制动器性能检测方法。

5.3 合理应用模拟试验机加载系统

电梯制动器检测模拟试验机加载系统属于具备旋转功能的水平加载设施，能够模拟电梯制动器在不同工况下的能量情况，从而确保电梯制动器运行性能能够符合动力学特性。决定模拟试验机加载系统是否能够得到合理应用的是加载电机的加载效果，可以通过建立动力学模型的方式，来探索不同条件下的加载效果，以获得最佳加载效果。此外，需要确保电梯制动器制动规律与电梯系统制动规律的一致性，从而提高模拟试验机加载系统检测准确程度。

5.4 提高检测人员业务操作专业程度

为了确保检测人员能够完成电梯制动器性能各项检测作业，检测部门需要开展对检测人员的业务操作技术培训，具体培训内容如下：

（1）电梯制动器各项机械元件的结构、运行原理、运行性能，确保检测人员能够针对不同问题采取相应解决措施；

（2）在电梯制动器性能检测方面的责任意识和细心品质，确保检测人员能够认真完成各项检测作业，逐一排查运行性能及安全性能问题；

（3）电梯制动器性能检测各项设备及系统的专业应用流程及方式，确保检测人员能够正确应用检测设备及系统，避免出现由于操作不当导致的检测信息错误、检测操作失误。

此外，检测部门可以安排检测人员到专业学校进行深入学习，进一步掌握电梯制动器性能检测相关理论知识和技能。

5.5 定期保养电梯制动器性能检测设备

只有确保电梯制动器性能检测设备的应用性能，才能够确保检测数据的准确程度。检测部门可以安排专门的工作人员负责检测设备保养工作，避免出现检测设备养护不到位、不及时等问题。

6 结语

综上所述，电梯制动器性能检测需要从电气和机械元件两方面出发，从而明确具体检测内容、指标和方法，同时采取建立精准动力性模型，合理进行电梯制动器整体试验，合理应用模拟试验机加载系统等策略，不断地完善机械元件性能检测作业，确保电梯的运行性能及安全程度。结合电梯制动器性能检测结果，检测人员还需要及时更换磨损及破损元件，及时处理各项故障，确保电梯制动器能够满足电梯运行性能及安全需求，从而确保电梯的稳定运行及乘坐者的人身安全。

参考文献：

[1] 于洲，邬甦，张廷杰．浅谈电梯制动器的作用与检验检测 [J]. 西部特种设备 ,2018(4):49-50.

[2] 刘英杰，宋月超，武星军，等．曳引式电梯制动器制动能力的建模分析 [J]. 中国电梯 ,2018,29(05):22-24+46.

[3] 蒋悦．电梯制动器的电气控制与检验检测方法研究 [J]. 山东工业技术 ,2019(7):31.

[4] 潘超．ADIASystem 电梯制动能力检测与传统方法的对比分析 [J]. 起重运输机械 ,2019(7):101-103.

[5] 郑培奖，王新华，梁峻，等．曳引式防爆电梯制动器的防爆性能检验 [J]. 设备管理与维修 ,2018(12):12-14.

[6] 苏万斌，江叶锋，陈启锐，等．基于 Abaqus 的电梯制动器制动轮热应力分析 [J]. 新技术新工艺 ,2021(8):43-48.

作者简介：焦青山（1986.11-），男，汉族，山东滨州人，本科，机械工程师，研究方向：电梯、起重机械等机电类特种设备。