

浅析电梯机械失效原因及维护措施

杨翠¹ 刘云香¹ 刘艳想²

(1 菏泽市产品检验检测研究院 山东 菏泽 274000; 2 华恺智联电梯科技有限公司 山东 菏泽 274000)

摘要:近年来,随着高层住宅不断增多,电梯使用也愈发频繁。频繁使用必然会导致电梯各个机械部件产生损耗,一旦电梯某个零件(制动器、减速箱、电动机等)发生机械失效,则会严重影响电梯的安全使用效果。基于此,本文首先对电梯运行原理及基本结构展开分析,然后以实际电梯机械(制动器机械失效)事故作为切入点,根据机械失效事故现场勘查结果,深入分析该事故起因,进而推导引起电梯机械事故的共性原因,最后提出预防电梯机械失效的维护措施,希望能为电梯检修、维护工作提供参考。

关键词:电梯;机械失效;原因;维护

0 引言

近年来,电梯作为一类垂直运输工具不仅被广泛应用于生产运输中,还被广泛应用在各种高层楼房中,为城市居民提供了更为便捷的出行手段。不间断的电梯运作极易导致电梯内部机械零件发生损耗,一旦电梯发生机械失效则会严重威胁人们生命安全。现阶段,我国已将电梯列入特种设备范畴,电梯生产、安装、投入使用、维修等环节均受到国家相关部门严格管控。为进一步预防电梯机械失效,需从根本上探究电梯机械失效原因,并提出针对性解决及维护措施,从根本上杜绝、减少电梯机械事故发生率。

1 电梯运行原理及基本结构分析

电梯是集电力和机械工程于一体的重要机电装置,电梯结构具有复杂性等特点。国内现阶段投入使用的电梯大多利用曳引电动机牵引。曳引机结构包括电动机、曳引轮、减速箱和制动器四个部件,其中减速箱只适用于有齿轮曳引机。具体运作原理为:由曳引轮驱动钢丝绳动作,钢丝绳的两个末端与轿厢、对重相连接。在运转过程中,曳引轮与钢丝绳之间的摩擦是电梯运作过程中产生曳引力的重要因素,并以此来达到电梯升降和输送的最终目的。电梯的基础构成主要包括八大部件,其中电控系统、拖动系统和安全控制系统是提升电梯安全性能的关键。伴随着信息化时代的到来,现如今高层、大厦等地点所使用的电梯已增加了相应的安全设备和控制设备。电梯机械部分既包括曳引绳、曳引机等机械零件,还包括门锁、限制装置和引导轮等零件^[1]。

2 电梯机械失效事故概况

由于电梯机械构成较为复杂,为更加具体地探究电梯机械失效产生原因,本文对某小区住宅电梯机械故障展开分析,以下为此例电梯机械失效故障具体概况。

该小区电梯于2000年投入使用,电梯额定载荷为800kg,电梯额定速度为1.6m/s,共15层。2007年,经某电梯公司检修并改造,为此电梯更换曳引轮。2016年,再次更换电梯控制柜。2020年某天,一位小区居民在进入电梯轿厢内后,电梯轿厢突然上行,待冲顶后停止,造成该名居民重伤。由于事发突然,相关人员在1h后到达现场,对电梯机械部件进行逐一排查,发现此台电梯制动器各组成部分(制动衬、制动轮、制动臂)温度均异常升高。

此台电梯制动器主要采用单一组件制动器,机械部件由两组制动臂组成,电磁线圈内铁芯为单铁芯。

3 电梯机械失效事故原因分析

3.1 现场勘查过程及结果

3.1.1 事故发生后的现场勘查

事故发生后相关人员第一时间前往事故现场进行救援、现场勘查工作,相关人员到达时,事故电梯位于15层,电梯箱地坎明显高于层门地坎,高出高度为95cm,电梯箱所在位置见图1,电梯轿厢门已被打开。电梯对重侧液压缓冲器完全被压缩,电梯自身限速器电气开关、机械部件等均未做出反应,经相关人员测试后电梯限速器完全符合动作速度要求。由此可见,此台电梯突然上行至冲顶停止过程中,电梯自身速度并



图 1 电梯机械失效事故现场电梯箱所在位置

未达到其所安装的限速器动作要求。

3.1.2 针对电梯机械制动器展开检查

相关人员针对故障电梯制动器展开检查工作，曳引轮一侧制动衬、制动轮二者间隙为 0.2mm，二者间并不存在接触面；另一侧制动衬、制动轮二者间隙为 0.1mm，二者间存在较小接触面。在曳引机上安装盘车手轮后，不使用人为启动制动器即可轻松盘车。人为利用盘车手轮将电梯箱向下移动，相关人员发现制动器并无有效制动力令电梯箱停止，待松手后电梯箱呈现自由上升状态，电梯对重侧液压缓冲器完全被压缩。

3.1.3 针对制动器电磁铁芯展开检查

此台电梯维护、保养操作说明书中有关制动器电磁铁芯的具体要求为：“将铁芯 6 两端螺母松开（每个螺母距离铁芯超过 5mm），利用左手托平电磁体，随后用右手左右推拉螺杆，检查电磁铁芯活动度，若活动度没有问题，先固定右侧铁芯螺母，然后向左侧推动螺杆，待电磁铁芯达到极限后，调整铁芯 6 左端螺母到抱闸臂距离（2mm）。”电梯制动器结构示意图见图 2。

相关人员依据上述说明检查此台电梯制动器电磁铁芯，打开铁芯右边的螺丝，将耦合螺杆朝向左边推动，此时，电磁铁芯并未移动，并且抱闸臂与联接螺杆、铁芯之间未见间隙。通过测试，发现在销轴 15 和电磁线圈圆柱末端之间存在 32mm 间距。根据使用说明的调节方式调节电磁铁芯后，两边的制动衬、制动轮间并不存在间隙，在没有人工开启制动器的情况下，电梯轿厢无法做上下运动。通过测试发现，在电磁铁芯右边侧的 U 型接头末端到电磁阀的金属圆筒末端存在 34mm 的间距。相关人员测量电磁铁芯与电磁阀的金属

圆筒末端距离如图 3 所示。

3.1.4 针对制动器制动衬进行拆检

经相关人员拆检后发现，此台电梯制动衬存在严重磨损，且制动衬表面存在部分鼓胀、开裂等现象。这表明鼓胀、开裂的制动衬部分在电梯失控上行过程中与制动轮接触，致使电梯并未出现超速上行冲顶现象。同时由于此种原因致使此台电梯在事故发生后制动衬、制动轮、制动臂温度异常升高。

3.2 原因分析

3.2.1 造成该事故的具体原因

因故障电梯没有根据使用说明对制动器电磁铁芯定位进行调节，也就是制动器电磁铁芯与磁铁基座并未间隔 2mm。因此当电梯停靠层站、制动器闭合时，会妨碍制动器电磁铁芯正常移动，使得制动器无法可靠

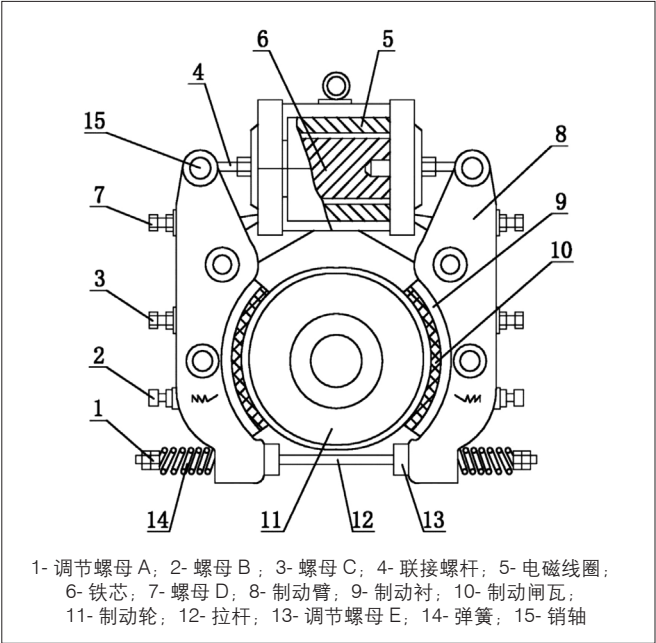


图 2 电梯制动器结构示意图



图 3 相关人员测量电磁铁芯与电磁阀的金属圆筒末端距离

闭合,制动衬和制动轮之间存在空隙,从而产生制动力矩不足,电梯轿厢失速。

3.2.2 电梯机械事故共性原因

根据上述电梯机械失控事故案例,结合其他文献资料,笔者对电梯机械失控事故发生的共性原因展开分析,具体包括电梯设计制造、安装、使用与维护三个方面。

3.2.2.1 电梯设计制造原因

20 世纪 50 年代,国内才开始自主研发电梯,因此 20 世纪及 21 世纪初期国内高层建筑所使用的电梯设计较为落后。案例电梯于 2000 年投入使用,至今已过去 20 余年,电梯原本结构设计就存在一定缺陷。不仅案例中这台电梯如此,国内在 21 世纪初期兴建的各类高层建筑电梯均存在此类缺陷。老式电梯极易发生机械故障,进而导致电梯失效。虽然案例电梯经过多次零件更换及改造,但也会由于改造厂商使用不合格零部件,进而引起电梯机械事故,最终造成电梯冲顶、人员伤亡等不良事件。

3.2.2.2 安装原因

我国针对电梯等特种设备颁布了《中华人民共和国特种设备安全法》,来加强特种设备安全工作,预防特种设备事故。此外,我国还制定了 GB 7588-2003《电梯制造与安装安全规范》等规范来规定电梯制造、安装标准。我国质检总局对电梯的生产、安装、运行、维修工作做出明确规定:“必须由具有国家认可安装资质的电梯安装公司承担电梯安装任务。每一名安装人员都要经过严格的安装训练,并获取相应的电梯安装资格。严禁未取得安装证的工作人员参与电梯安装、维修和改装工作”。但是,由于相关单位对电梯生产、安装行业监督管理不力,一些电梯安装单位未能严格遵守有关规定开展相关工作。许多电梯安装工程并非由专业安装团队承担,这就造成电梯安装项目出现层层分包现象,最后导致实施电梯安装工程队的技术人员不能按照既定安装标准开展电梯安装工作。此类人员由于焊接、安装工艺不够扎实,会影响电梯正常工作,严重则会导致电梯发生机械失控故障。上文电梯机械失控案例分析充分证实这一点,安装人员在电梯安装时并未按照制动器电磁铁芯安装标准安装此部分零件,最终导致制动器发生故障,造成人员重伤。

3.2.2.3 使用与维护原因

目前,国内电梯公司普遍存在对电梯安全使用与管理不够重视的问题。在电梯使用上,没有建立起一套完整的管理体系,对于电梯的运行与使用标准也尚未

规范。即使部分电梯管理单位制定了相应的电梯管理制度,但大部分制度均停留在表面,存在电梯管理制度执行力度差等问题。此外,部分小区、大厦等管理部门没有按规定定期请具有维保资格的电梯公司对电梯展开维修工作,小区、大厦电梯也缺少专职管理人员。同时,部分运营商在电梯使用时随意缩短电梯的安全防护线路。此种做法极易引发轿顶急停开关、安全钳开关、末端限制开关同时失效,严重危及电梯使用安全。部分乘客在乘坐电梯时,对于电梯内部设备缺少保护意识,一些素质较低的乘客甚至会破坏电梯设备,此类做法极易造成电梯操作盘损坏。除此之外,老旧电梯后续改造、电梯超过使用年限仍在使用等,也是引起电梯机械失控事故的主要原因。

4 预防电梯机械失效的维护措施

电梯机械失效事故预防与维护工作是多个部门的共同职责,为降低电梯机械失效事故发生概率,本文认为需从维保单位、使用单位、监督单位、电梯检验单位、电梯安全常识等方面入手,加强对电梯的保护力度。

4.1 维保单位加强电梯的维保力度

维保单位作为电梯安全使用的实施主体,在电梯维保工作中需严格按照国家法律法规要求,根据电梯安全技术规范标准,针对电梯各机械部件展开维护与保养工作,在开展维护保养工作时需按照电梯生产厂家所提供的各零部件说明书开展工作,以此来保障电梯各机械部件安全、可靠运行^[2]。具体操作如下:

第一,针对老旧电梯开展维保工作时,需要确认老旧电梯各机械部件型号,比如确认老旧电梯所使用的制动器型号。

第二,相关工作人员需要根据 TSG T 5002-2017《电梯维护保养规则》中的规定开展维保工作。即维保人员需要将老旧电梯原制造商所提供的作业说明书作为主要依据,按照作业说明书中提及的维护、保养方法制定老旧电梯维护计划,针对制动器等重要机械部件展开重点维保工作,在维保工作中需认真对维保过程、维保时间等展开记录。

第三,为进一步保障维保工作质量,电梯维保单位应针对相关作业人员展开培训工作,全面提升维保工作人员维保技能。

第四,在维保过程中发现老旧电梯机械部件应立即予更换^[3]。

4.2 强化使用单位电梯安全使用主体责任

使用单位是电梯安全使用的责任主体。为预防电梯

机械失控事故,电梯使用的单位需指派专业人员开展电梯日常巡检工作,在巡检过程中若发现电梯运行异常、运行故障等情况,应及时对电梯展开停运处理,从源头消除电梯使用隐患。使用单位在对电梯机械部件进行拆解时,如拆解制动器时,应时刻观察制动器的磨损情况,若制动器磨损较大应及时与电梯维保单位联系,及时更换符合国家电梯安装标准的制动器配件,以此来确保电梯安全运行^[4]。具体操作如下:

首先,针对使用年限较长的老旧电梯,若其不具有改造及使用价值,使用单位应统一更换新电梯。

其次,针对仍具有使用价值或一时间难以更新换代的老旧电梯,使用单位可选择性更换电梯主机。值得注意的是,在更换电梯主机时使用单位应与具有电梯改造资质的单位进行合作,以确保改造后的电梯可安全投入使用。

最后,针对电梯主机无法及时更新的小区或大厦,使用单位应与维保单位联系,检查电梯机械零部件的使用情况,对于损耗过重的制动器等机械零件及时更换。

4.3 监督部门与检验机构定期检查电梯运行状态

监督部门在电梯使用过程中应肩负起监督责任,在明确具体监督方案的前提下,通过监督部门牵头形成各方联动电梯管理机制。明确监督部门工作职责,加强对各小区、大厦电梯运行与使用的管理工作,定期检查电梯机械部件使用情况、核对维保部门电梯维修保养情况,建立电梯风险防控机制。相关检验部门也应承担相应责任。首先,检验部门需定期对电梯各机械部件结构展开检验工作,要求相关维保单位按照各机械部件说明书开展维保工作;其次,定期检查老旧电梯是否需要更换制动器等电梯机械部件,按照国家规定的技术要求开展检验工作;最后,检验部门应利用信息化检验手段,时刻对电梯运行风险展开检测^[5]。

4.4 普及电梯安全常识

除上述措施外,还应从民众入手,不断宣传和普及电梯使用安全常识。相关单位应在电梯轿厢内部循环播放电梯安全常识宣传视频,在显眼处张贴电梯安全常识海报。同时,相关部门还应为民众普及自救操作,一旦发生电梯机械失控事故可令乘坐人员迅速做出报警等操作,

尽量减少由电梯机械失控所导致的伤亡情况^[6]。

5 结语

电梯作为一种垂直运输工具在人们的日常生活中扮演着无可取代的重要角色。近年来,由于电梯故障频发,尤其是电梯机械失控故障频发,给人们的生命和财产带来了极大危害。基于此,本文认为应对电梯机械故障进行及时检修处理,时刻做好电梯机械部件质量检测工作,以此来预防电梯机械失控事故。同时,电梯使用部门、维保部门、管理监督部门、检验部门要加强对电梯使用安全检查工作。还要针对电梯维保人员、使用人员展开相关培训工作,在维保过程中一旦发现电梯机械部件故障,应立即进行检修,以保证电梯安全可靠运行。希望通过本文研究可为电梯检修、维护工作提供借鉴,为社会创造一个安全的电梯使用及运行环境。

参考文献:

- [1] 俞正豪. 电梯制动器中机械部分失效情况分析 & 检验方法 [J]. 上海铁道, 2020(S02): 121-123.
- [2] 惠晓荣. 电梯制动失效原因分析及检验对策解析 [J]. 中国设备工程, 2021(19): 172-173.
- [3] 刘斌. 试论电梯制动失效原因分析及检验对策 [J]. 中国设备工程, 2021(24): 162-163.
- [4] 甘斌, 徐胜军, 侯少毅. 电梯制动器失效风险分析及其防范措施探讨 [J]. 中国电梯, 2021, 32(20): 65-67.
- [5] 刘章旭, 刘绍洲, 潘艳, 等. 一则电梯制动器失效导致事故的案例分析 [J]. 中国电梯, 2021, 32(21): 52-53.
- [6] 章维麟. 分析电梯机械失效的原因及其维护措施 [J]. 华东科技(综合), 2019(02): 280.

作者简介: 杨翠(1988.11-), 女, 汉族, 山东菏泽人, 本科, 工程师, 研究方向: 特种设备检验检测; 刘云香(1973.12-), 女, 汉族, 山东菏泽人, 本科, 工程师, 研究方向: 电梯检验; 刘艳想(1984.02-), 女, 汉族, 山东菏泽人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 特种设备检验检测。