

曳引电梯钢带与钢丝绳的曳引能力及故障分析

晏勇瑞

(云南省特种设备安全检测研究院 云南 昆明 650228)

摘要:随着生活水平的逐渐提升,人们对于电梯的使用需求也在不断地增加,其中曳引式电梯的使用最为广泛。这种电梯在长期的使用过程中存在相对重大的安全隐患,比如悬挂装置打滑和轿厢冲顶与蹬底等。本文通过对曳引式结构电梯的曳引原理及力进行分析,简述了曳引力大小对电梯故障现象的影响,提醒工程技术人员在设计安装与使用电梯的过程中,对电梯整体的安全性能进行全面广泛而深入地分析与评估,减少相关安全隐患与危险因素的影响。

关键词:曳引电梯;曳引力;悬挂装置;打滑;冲顶;蹬底

1 曳引式电梯曳引介质的发展与变化历程

自从 19 世纪 50 年代美国人奥的斯先生发明了现代安全电梯的雏形以来,电梯这一改变人们生产和生活方式的交通工具经历了巨大的发展与变革。有从直接连接的升降机到现在的曳引式电梯,再到通过柔性液体传递动力的液压式电梯和在不同使用环境中的防爆电梯和消防员电梯。在这些不同种类的电梯里面均有用于驱动装置和轿厢结构件的连接件——悬挂装置,即曳引钢丝绳与曳引钢带。

在很长的一个时期里面电梯用的悬挂装置都是钢索,通过钢丝绳与轿厢结构相连。其中曳引式电梯是通过钢丝绳连接在轿厢结构件与对重框架上面的一种连接方式,钢丝绳中间经过不同的缠绕方法与曳引轮的轮槽相互接触从而产生曳引力。随着科学技术的进步,在节能、环保、绿色、低碳的生产生活理念的要求下悬挂用的钢带应运而生,它在物理结构成分上主要由电梯用高强度钢丝和聚氨酯两种材料组成,在经过钢带的成型处理工艺后就形成了具有一定厚度和宽度的表面柔性的悬挂钢带。作为一门新技术、新工艺、新材料设备,它在电梯悬挂里面具有划时代的进步和意义,相较于传统材料的悬挂钢丝绳,钢带具有抗磨性能好、伸长率小、力学性能好等诸多优点。

现在市场上的众多电梯制造企业中有着迅达电梯的 STM 型和奥的斯机电的 CSB 型是独立研发并投产使用的曳引钢带,在业内都具有领先地位。两家公司的钢带式产品分别应用在了中低速上的三系即 3300 与 3600 等梯型和 Gen2 等型号上面,而且得益于钢带适用的小主机,该型号电梯在小机房、紧凑型机房、无机房等环境中得到了广泛的应用与大众的青睐。

2 曳引式结构电梯的曳引原理及力的分析

鉴于曳引式电梯的结构特性,可知它在实际的运行过程中无论是钢丝绳悬挂电梯还是钢带悬挂的两边主要是轿厢和对重,轿厢与对重两侧张力差通过钢丝绳或钢带与曳引轮相互作用,在曳引轮和轮槽上产生摩擦力,也就是曳引力进行平衡。在摩擦力这一系统中互成为摩擦副的两个部件钢带与曳引轮和钢丝绳与轮槽,它们之间相互接触的情况在很大程度上决定了这个曳引系统的正常工作与否。当提升高度超过一定高度即 30 米后在轿厢与对重下部会有补偿装置。

该装置用于平衡部分钢丝绳或者钢带的重量,从一定程度上对曳引环境与条件形成影响,增加轿厢乘客的舒适性与平稳性。

当电梯处于正常的工作状态时,分别有几种不同工况;在装载工况下钢带与钢丝绳在曳引力的作用下随着曳引轮的转动而同步移动,由曳引轮通过钢带与钢丝绳连着轿厢与对重循环往复地做升降运动,以实现提升不同的高度或楼层。在上文说到曳引系统中的摩擦副产生的摩擦力就是该系统的曳引能力也叫曳引系数,装载工况与紧急制动工况中整个系统无异常情况能满足正常的曳引条件 $T_1 / T_2 \leq efa$ 。

式中: T_1 / T_2 是载有 125% 额定载荷的轿厢位于最底层站或空轿厢位于最高层站的两种不同情况下,曳引轮两边的曳引钢丝绳或钢带较大静拉力与较小静拉力之比。

efa 中, f 为曳引钢丝绳或钢带在曳引绳槽与曳引轮上的当量摩擦系数, α 为曳引钢丝绳与钢带在曳引轮上的包角。 efa 是系统的曳引能力称为曳引系数,它限定了 T_1 / T_2 的比值。 efa 越大,则表明了 T_1 / T_2 比允值和 $T_1 - T_2$ 差允值越大,也就表明电梯曳引能力越大。因此,一台电梯的曳引系数的大小代表了该台电梯的曳引能力的高低。

以上是电梯在装载工况与紧急制动中正常运行要满足的曳引条件,从中可以看出影响曳引能力的两个因素:钢丝绳或钢带与曳引轮和轮槽的包角大小;钢丝绳与绳槽、钢带与曳引轮擦副之间的当量摩擦系数。

前面所述均属于装载工况与紧急制动中的正常曳引条件,在极端情况下的非正常现象恰说明曳引系统的问题所在:在上下端站分别进行空轿厢下行与 125% 额定载荷的装载实验,钢丝绳与钢带在曳引轮上打滑与空跳动和轿厢向下溜车的情况出现,这种现象对电梯造成的直接结果就是顶层不能启动和蹬底,它的影响是不可想见的。这就是因为电梯不能满足装载工况的正常曳引条件反而导致曳引系统变成 $T_1 / T_2 > efa$ 的环境,究其原因可能是多方面的单独作用或是综合导致的;125% 额定载荷的加载量是否准确、轿厢结构的整体质量是否符合厂家要求及规范的标准、提升高度与补偿装置的要求是否满足、曳引轮与钢丝绳是否干净整洁、曳引轮与导向轮空间几何尺寸是否符合设计图纸的要

(下转第 74 页)

在中间楼层突然断电,要保证不出现明显的箱体变形和损坏的问题。如果两次测试均通过,则可保证没有出现制动力异常的问题,后续维护中,有效清理制动轮和制动闸瓦上的杂质和油污即可,如果出现了制动力异常,则需要在此基础上进行更详细的检测分析。

4.2 电气系统检测维护

在发现曳引电梯出现制动力异常时,加强电气系统检修是重要的检修方向,在对检修人员的专业性要求上,需要检修人员熟悉曳引式电梯的内部电气结构问题,在检修中可进行由浅入深的三步检修,第一步就是直观的观察,先查看是否出现有明显的磨损和粘结问题的发生,如果出现了该问题,则直接进行处理或者更换即可;如果第一步没有发现异常,要能根据电梯图纸进行意义对照检修,确保各个电气回路的符合运作标准,保证电气设备方面的健全性;最后就是检修后的模拟运作维护,只要对电梯任何部件进行了改动,就需要再度做好运作模拟检修,确保在实际的运作中,相关电气元件能正常发挥功能,如果功能仍然存在不足,则需要根据运作表现有效锁定故障原因进行精准维护。

4.3 机械检验

机械检验是电梯出现了制动力故障时,但电气系统本身又没有发现任何问题,这时应当将重点放在机械检修方面,在机械检修方面,要重点关注机械本身的健全性和正规性。要按照图纸检查制动装置中每个元件是否出现了破裂

和磨损问题,要重点观察连接机械之间的间隙问题,如果间隙过大,要做好记录分析,在需要替换的部位做好元件替换工作,同时分析导致产生过大间隙的原因所在,在磨损严重的情况下需要添加润滑油降低机械磨损情况的发生。在机械检查过程中要做好机械故障检查记录措施,对于最常见的机械故障点要做好申报记录,最好能反馈到生产厂商,将机械故障常发点作为重要的研发突破方向,从而有效提升曳引式电梯的质量,使用维护的合作厂商也能从中受益。

5 结语

导致曳引式电梯制动器失灵引起的故障因素较多,在具体的监测手段和方法使用前,应当先根据电梯运作状态,大致确定故障类型,在锁定了大方向之后,展开专业的检修维护,可大大节省检修维护时长,在检修过程中,相关检修维护人员应当严格按照检修维护标准流程进行,保证检修维护过程的安全性。

参考文献:

- [1] 刘跃鸿.曳引驱动电梯制动失效原因分析及检验对策解析[J].科技创新与应用,2019,(09):128-130.
- [2] 王社福.电梯制动失效分析及检验方法[J].特种设备安全技术,2018,(06):37-39.
- [3] 詹益强.试论电梯制动失效原因及检验对策[J].技术与市场,2018,25(08):216-217.

(上接第72页)

求、平衡系数是否满足规范及标准或制造厂家的要求等原因不一而足。

上文分析了装载工况,在电梯使用保养与检查过程中不论是有目的性的实验或者是意外情况造成的故障,在进行空载曳引实验时当对重压在缓冲器上向上提升空载轿厢,检验规范与标准要求轿厢不能被提升。该实验的本质是保证或限制曳引系统的曳引能力不能过大,造成电梯越程以后冲顶的发生。当对重因为压在缓冲器上而滞留时本是一种临界状态即 $T_1 / T_2 \leq e f_a$ 曳引轮两侧张力比应等于此时的曳引能力,在实验中钢丝绳作为曳引介质的则有钢丝绳在曳引轮上打滑或者在变频器保护下不能再次提升运行;而在钢带作为曳引介质的系统中摩擦副之间的当量摩擦系数与额定载重量成负相关的特性和因材料与接触面的差异均比钢丝绳的要大,所以实验中没有打滑的现象。为了防止越程撞顶,奥的斯的 Gen2 是通过对变频器的保护来进行控制;迅达的 3300 等机型又是通过悬挂钢带绳头终端电气装置 KSS 来实现保护的,从而使得轿厢或对重一端在滞留时另外一端不会被提升。

3 曳引力大小对电梯故障现象的影响

通过上面对曳引能力的分析和电梯使用过程中因此造成相应问题的影响,在装载工况与紧急制动中曳引力若偏小,钢丝绳与钢带往往会出现打滑、溜车、制动距离过大或运行异常抖动等异常现象,究其原因可能是多种多样的:

钢丝绳槽和曳引轮有油膜、包角偏小、轿厢结构质量偏轻平衡系数偏大、提升过高且无补偿装置、平衡系数偏小轿厢超面积且严重超载等。如果曳引力偏大,则可能会造成紧急制动时致闸瓦磨损严重和越程后冲顶或蹬底等安全隐患,其原因可能是钢丝绳槽磨损严重、油污泥积滞、包角偏大、安全回路失效、顶部空间偏小、越程距离不足、上超保护异常、变频器保护冗余过大等。

4 结语

生活生产中涉及安全无小事,何况还是这种有重大安全隐患的特种设备,这就对我们的检验工作提出更高的要求,坚决不能流于形式,要把检验工作做深做实,严格把好检验质量关生命安全关,做好一名电梯安全的守护者。

参考文献:

- [1] GB7588-2003, 电梯制造与安装安全规范 中国标准出版社 2015-8[S].
- [2] 罗柳青. 电梯结构及安全使用读本 [M]. 湖南: 中南大学出版社, 2004-06-30.
- [3] GB/T10058-2009, 电梯技术条件 中国标准化出版社 [S].
- [4] TSG T7001-2009, 电梯监督检验和定期检验规则 -- 曳引与强制驱动电梯第二版. 新华出版社, 2017-06.[S].
- [5] 向飞, 张怀继. 多工况下复合钢带当量摩擦系数研究 [J]. 科学技术创新, 2018, (21).