

# 浅谈电梯平衡系数对电梯安全运行的重要性

王成勇 杨红果

蒂升电梯(中国)有限公司成都分公司 四川 成都 610065

**摘要:** 电梯已成为现代社会必不可少的交通工具,为每个人的出行带来了极大的方便,但电梯的安全使用也成为当下人们的关注热点。在电梯的监督检验过程中,电梯平衡系数的测量是一个不可缺少的重要环节,这个环节不仅关系到电梯节能问题,还关系到电梯运行时人员和设备的安全。从电梯的工作原理出发,结合平衡系数的实质,本文探讨了电梯的平衡系数对电梯运行的影响,借此说明电梯平衡系数的重要性。

**关键词:** 平衡系数; 电梯运行; 设备安全

## 引言

在电梯运行过程中,其平衡系数会直接影响其运行安全性以及节能效果,属于一项较为重要的特征参数,所以一定要确保电梯平衡系数合理取值,不然就会严重降低电梯运行安全性。通常情况下,在对电梯平衡系数进行取值的过程中,一般需要按照《电梯制造与安装安全规范》当中所提到的标准进行合理的设定,该标准要求平衡系数需要保持在0.4~0.5范围内,因为只有这样才能确保电梯在运行过程中保持较为平衡的状态<sup>[1]</sup>。

## 1 电梯的工作原理

电梯常见的驱动方式有曳引驱动、液压驱动、强制驱动等,它们都是电梯常见的驱动方式,目前运用最广的驱动方式是曳引驱动。所谓的曳引驱动就是利用曳引钢丝绳和曳引轮之间产生的摩擦力使轿厢上下运行,曳引轮又是在曳引机的驱动下运转,电梯在这种曳引驱动力下开始工作。在曳引钢丝绳的两端分别固定着轿厢和对重装置,对重装置可以平衡一部分轿厢的载重,从而减少电梯运行中电能消耗。曳引钢丝绳紧贴在曳引轮之中,在曳引机的驱动下,曳引轮与钢丝绳发生相对运动的趋势而产生摩擦力,这种摩擦力是轿厢和对重运行的动力,轿厢和对重在这种摩擦力作用下在电梯井道中上下运行<sup>[2]</sup>。

## 2 电梯平衡系数的重要性

所谓电梯平衡系数指的是额定载量与轿厢重量由平衡重或是对重平衡的量。曳引驱动电梯所依靠的是主机驱动轮绳槽的摩擦力工作的,其曳引力大小主要受曳引轮两边的重量差所决定,而曳引驱动电梯的重要性能参数便是平衡系统。结合电梯平衡系数的内涵,其对应的表达式为 $K = (W - P) / Q$ ,Q所代表的是电梯额定载重量;K所代表的是电梯平衡系数;P所代表的是轿厢自重;W所代表的是对重重量。从公式能够看出,电梯平衡系

数为电梯配置对重重量设计的主要参照条件,直接影响不平衡荷载与对重重量。作为电梯设计的重要依据,电梯平衡系数会影响电梯的驱动主机功率、对重和轿厢系统的总重量、曳引能力。电梯平衡系数的取值会影响到电梯的对重重量配置与不平衡荷载等。在绳槽内若是曳引钢丝绳的比压和张力的正比例关系,既为张力越大对应的比压越大,而曳引钢丝绳的曳引能力就更越突出<sup>[3]</sup>。电梯平衡系数不管是高还是低,均会影响到曳引绳槽和曳引钢丝绳间的摩擦力,进而导致绳槽中的钢丝绳出现打滑的现象,为电梯安全运行埋下隐患。如果电梯平衡系统偏大,在电梯轻载和空载的状态下会出现冲顶或是超速的事故;相反,如果电梯平衡系数偏小,在电梯重载和满载的状态下会出现蹲底或是溜车的事故。为此,相关工作人员一定要定期检测电梯平衡系数,保证平衡系数稳定,以免出现电梯事故,威胁患者生命财产安全。

## 3 平衡系数的定义

针对曳引驱动电梯,平衡系数是一个至关重要的性能参数。对重起着平衡轿厢部分载重,这样使电动机的运行负载变小。电梯设备的质量是固定的,但是电梯运行的过程中负载是无法确定的,而对重的质量固定的,所以为了使得电梯在不同负载情况下平稳运行,必须选择一个合适的平衡系数。平衡系数的计算公式如下:

$K = (W - q) / Q$ ,在其中K为均衡系数,W为对重重量,q为轿厢自重,Q为电梯额定值载重量<sup>[3]</sup>。

## 4 平衡系数对电梯安全运行的意义

综上所述可以看出,电梯的平衡系数和曳引电动机的功率、轿厢和对重的质量、曳引力的大小等因素紧密相关,在使用过程中,如果随意改装轿厢或者改变对重的质量,以此来改变平衡系数,一旦发生事故必然会造成重大的人生和财产损失。尤其对于当下的建筑物而言,往往都是高层建筑,事故带来的危害比以往任何时

候都要更加巨大。另一方面,由于曳引论和钢丝绳的摩擦力是曳引力的来源,因此,在日常的维护中一定要多加关注于曳引轮槽和钢丝绳在使用过程中的磨损程度,防止因为曳引力不足而造成的电梯冲顶或者下滑事故<sup>[4]</sup>。由此可以看出,平衡系数的选择涉及到电梯生产到运行的各个环节,也涉及到电梯制造过程中各个部分的搭配选取,选择合适的平衡系数可以让电梯更加平稳安全地运行。

### 5 电梯平衡系统改变的危害

①电梯平衡系数的不稳定性,会加大抱闸的制动力矩和曳引机的驱动力矩,易出现溜梯事故。结合曳引电梯的应用原理及结构特征,运行中的电梯曳引机驱动力是额定荷载的1/2,停止状态的电梯抱闸制动力为额定荷载的1/2。若是平衡系统不稳定,电梯就会加大对制动力和驱动力的要求。在长期过度应用曳引机中,一定要影响曳引机的性能,从而导致应用年限减少。甚至出现电梯倒溜事故,威胁社会群众生命财产安全。②电梯平衡系数不稳,会使驱动电机能耗增加。一般电梯都是在半载工况的状态下运行,若是电梯的平衡系统处于0.4~0.5之间,在半载工况的状态下,其对应的驱动电机不仅功能小,而且负载也小,对电梯节能降耗具有积极作用。③在设计电梯中所选择的缓冲器与安全钳一定要有对应的荷载适用范围,如果轿厢重量比较大严重超出缓冲器与安全钳的对应范围,则其存在的安全保护作用丝毫不会发挥出来<sup>[1]</sup>。

### 6 常见平衡系数测量方法

#### 6.1 负荷-电流法

负荷-电流法是GB/T10059-2009《梯试验方法》和电梯检验规则中明确的试验测量方法,分别装载额定载重量30%、40%、45%、50%、60%的情况下做上下行全程运行。当轿厢和对重运行到同一水平位置时,绘制电流—负荷曲线,以上、下运行曲线的交点确定平衡系数。这种方法现场测量平衡系数是现在使用最多最广泛的方式。

但是在实际的测量过程中,还是存在以下问题:首先,需要在钢丝绳上做出标记或其他方式确定平衡位置,在观察到标记的瞬间,采用钳形电流表进行锁定并读取电动机电流值,而肉眼与测量之间存在时间延迟,进而影响测量准确度。而且,这种测量方式需要多人配合,轿厢内放置不同载重量的砝码也对人力要求极大<sup>[2]</sup>。

#### 6.2 盘车手轮扭矩测量法

在轿厢和对重维持平衡的状态下,通过扭矩传感器,测量盘车手轮端的扭矩,上行和下行的扭矩可以测量几次后取扭矩的平均值,然后根据力矩平衡方程,计算出对重重量和轿厢重量的差值,最后根据差值和额定

载重量就可以计算出平衡系数。但是这种方法对传感器的要求高,计算和安装测量过程复杂,实际检验过程中运用的很少。

#### 6.3 直接称重测量法

直接称重法从本质上是最符合平衡系数定义的一种方法,是最直接、最简单的办法。将曳引绳另一端的重量悬空,使轿厢侧或对重侧的重量不受另一侧的拉力而影响测量,在底坑通过最简单的称重装置对轿厢和对重侧的重量进行测量,并计算出两端重量的差值,最后用差值比上额定载重量就可以准确计算出电梯的平衡系数<sup>[3]</sup>。但是由于称量一侧重量需要将另一侧抬起,使之无相互作用力,这个过程繁琐耗时耗力,因此在实际检验过程中一般不会使用。

### 7 电梯平衡系数影响因素分析

无论电梯平衡系数K取何值,要想促使其在轿厢载荷发生变化时都能够很好地对应某一个较为明确的K值,这是不可能实现的,因为不管怎样,轿厢与对重不平衡是电梯在实际运行过程中必然存在的现象,而且电梯曳引轮两侧的力矩差也很有可能因为电梯平衡系数K值变化而变化。为了更好地对电梯平衡系数影响因素进行分析,笔者从以下几点进行了具体的阐述。

#### 7.1 曳引电动机的功率P对于电梯平衡系数K值的影响

对于曳引电动机功率P要想确保其合理性,我们可以在对其进行设定的过程中按照以下公式来获得: $P = (1-K)Q1V$ ,其中P主要指的电动机功率;Q1则指的是轿厢载荷;而V则指的是电梯速度,当电梯所使用的曳引电动机功率P数值明确之后,电梯平衡系数K值也就会对电梯运行时所产生的能耗大小造成较为显著的影响。在对曳引电动机功率进行确定的时候,假设其余量十分小,电梯平衡系数在确定的时候也就很难确保其合理性,电梯在实际运行过程中就很有可能会出现曳引力不足这一问题,而一旦发生这一现象,电梯在运行的时候则很有可能会出现倒拉,也就是向上溜车或者是冲顶等问题。由此可见,电梯平衡系数K值在确定过程中会和不平衡荷载取值有着较为密切的联系,同时也和曳引轮两侧钢丝绳的张力大小存在较为密切的联系<sup>[4]</sup>。而张力大小又和曳引钢丝绳在曳引轮绳槽内的比压存在较为密切的联系,具体来说,两者之间的比压大小本身就会因为张力减小而减小、增大而增大,而在这种情况下曳引钢丝绳所提供的曳引能力也就会因此发生变化。通过这一分析我们能够发现,电梯平衡系数的确定本身就是对不平衡荷载以及电梯曳引能力造成影响,如果电梯存在最大曳引力量、相匹配的曳引电动机以及电梯速度等一

系列数据和指标之后,我们才能对K取值进行明确,因为只有这样才能确保电梯平衡系数的合理性。

### 7.2 轿厢和对重的质量对于平衡系数的影响。

轿厢和对重是电梯中两个最重要的部分,轿厢负责运输负载,而对重则是为了平衡掉轿厢的一部分载荷而设置的。为了增强电梯运行的效率,也为了更好的节省能量,利用对重来平衡轿厢的载重。根据平衡系数的计算公式可以看出,轿厢和对重的质量对于平衡系数的选取有着直接的影响。除此之外,轿厢和对重的质量对于电梯的安全运行以及曳引钢丝绳等部件的参数也有很大的影响。从直观的角度去理解,轿厢和对重的质量直接影响着电梯的刹车和启动,所以它影响着电梯对于安全钳和缓冲器的选择。电梯的安装人员为了能够保证电梯顺利通过按键,往往都会将平衡系数定在一个合适的范围之内,对于相同载重的电梯,如果增大K值则必然需要增加对重的质量,从而造成其他部件的变化。因此,平衡系数对于轿厢和对重质量的确定有很大影响<sup>[1]</sup>。

### 7.3 曳引力与K值的关系

曳引力是靠曳引轮与曳引绳之间的摩擦力来拉动轿厢。曳引力应该满足以下三个条件:

轿厢装载至125%额定载荷的情况下应保持平层状态不打滑;

必须保证在任何紧急制动的状态下,不管轿厢内是空载还是满载,其减速度的值不能超过缓冲器(包括减行程的缓冲器)作用时减速度的值;

当对重压在缓冲器上而曳引机按电梯上行方向旋转时,应不可能提升空载轿厢。

曳引力是依赖于曳引轮和钢丝绳之间的摩擦力来实现、保障电梯运行的一种能力,而平衡系数是指对重与轿厢处在同一水平面上时,上行和下行电流--载荷的交点,根据《电梯监督检验和定期检验规则--曳引与强制驱动电梯》平衡系数K取值0.4~0.5之间。由于平衡系数K是固定的,而载荷是变化的,K的取值首先影响曳引轮两侧不平衡力矩的大小,若最大载荷为超载载荷125%Q,K取值0.4Q~0.5Q,那么不平衡载荷 $\Delta T$ 为:

$$\begin{aligned}\Delta T &= 1.25Q - (0.4 \sim 0.5)Q \\ &= (0.75 \sim 0.85)Q\end{aligned}\quad (3)$$

也就是说电梯提供的最小曳引力为(0.75~0.85)Q。

### 8 平衡系数取值对于电梯安全运行的意义

通过上述分析我们能够看出,电梯平衡系数的影响因素包含了较多方面,像是曳引电动机的功率、轿厢和对重的质量以及曳引力的大小等多方面因素都和电梯平衡系数有着较为密切的联系。在电梯使用过程中,如果对轿厢或者是对重质量进行随意更改,平衡系数也会因此而发生变化,这个时候也就很容易出现较为严重的安全事故。在现如今这个经济发展的时代下,高层建筑物数量也在不断的增加,而这个时候电梯运行安全一旦受到威胁其所造成的危害也是十分严重的,所以一定要重视电梯平衡系数设定。除此之外,曳引力的大小,主要受曳引轮和钢丝绳之间所产生的摩擦力,所以在对电梯进行日常维护的过程中,一定要加强对曳引轮槽和钢丝绳使用磨损程度的观察,这样就能在一定程度上避免因曳引力不足而造成的电梯冲顶或墩底安全事故<sup>[2]</sup>。总之,电梯平衡系数本身就涉及到各个运行环节,同时也会直接对电梯安全运行造成影响,所以一定要确保电梯平衡系数的合理性,这样才能保证电梯更加安全平稳运行。

### 结语

电梯平衡系数是电梯安全运行的重要参数之一,电梯在长期使用过程中,由于轿厢装修等因素,平衡系统会发生变化,对电梯运行造成影响。根据国家电梯产品质量监督检验抽查统计研究,电梯平衡系数不达标电梯数量超过50%,这已经成为重点关注的安全问题。因此,在电梯检测中,运用有效的检测手段检测电梯平衡系数尤为重要。

### 参考文献

- [1]郑祥盘.老旧电梯缺陷与故障统计分析[J].质量技术监督研究2014(5).
- [2]李中兴平衡系数对电梯安全的影响及测试方法优化[J].中国安全科学学报2015(11).
- [3]陈伟森平衡系数对电梯运行的影响及其测量方法探究[J].机电工程技术2013(5).
- [4]刘德勇对电梯曳引力和平衡系数的研究及相关影响[J].机电工程技术2015(4).