

封星技术在电梯曳引机中的应用探讨

张静

(潍坊市特种设备检验研究院 山东 潍坊 261000)

摘要: 在电梯曳引机中引入和应用封星技术,能有效地改善电梯的安全性和可靠性,因此,研究封星技术在电梯曳引机中的应用具有十分重要的意义。本文介绍了电梯曳引机封星技术的常见类型、技术原理以及技术优势和缺点等,对其制动速度、发展趋势等进行了详细的分析,并结合常用的封星技术和封星电路图,得出分析结论:封星技术可以作为电梯系统的辅助安全措施。同时,介绍了在电梯中使用封星技术的必要性,并在此基础上,对电梯的安全功能进行了相关讨论。

关键词: 封星技术; 电梯曳引机; 应用探讨

0 引言

电梯曳引机的占用空间小、控制性能高、节约电能、易于进行低速传动,无需采用齿轮减速器,可以通过改变转速来调节转速,电梯曳引机因上述优点被广泛地应用于电梯升降系统中。但曳引机的缺点是不能在紧急情况下使用盘车手轮进行救援,而如果使用封星技术,则可以形成对电梯系统的二次保护,有效提高电梯运行的安全。

1 封星技术概述

1.1 封星技术原理

在永磁式曳引机上,从三组绕组的接线端引出导线并以星形连接排列,使得三相绕组构成一条单独的电气回路,称为“封星”。

电梯在使用中如遇停电会导致停止工作,或者平层动作时制动器因为故障导致电梯无法停止,此时电梯的驱动转矩消失,会导致对重和轿厢失去平衡,发生溜车甚至飞车现象,造成严重后果,威胁着乘梯人的安全。这个时候,可以使用封星技术来进行机构和系统的优化。图为封星技术的电路原理,KM1 为封星接触器,当接触器 KM1 处于闭合状态时,其三相 U、V、W 接触器 KM1 的作用下构成一个单独的电回路;电梯非正常上升会导致轿厢面临冒顶等危险状况,此时,电机转子就会转动,转动生成一股旋转磁场的磁感线,定子转动中在纵向对这些磁感线进行切割产生洛伦兹力,在此作用下产生一种感应电流,在由 KM1 接触器的封闭回路中流动,再加上磁场的作用,形成一个向下的制动力矩,防止电梯遇到该种情况下迅速升高。当产生的反向制动力矩与轿厢向上的机械力矩达到平衡状态时,轿厢就能实现保持恒定的速度匀速上升。同样的,

在遇到非正常情况的下降时,轿厢也不会发生快速下移的情况。综上所述,封星回路的作用过程是一个“磁生电,电生磁”的过程。

当电梯在对重作用下产生向上的牵引力时,如果轿厢的牵引力矩与封星电路产生的反向制动力矩相同,或者牵引力矩小于反向制动力矩时,轿厢在升降机初始速度的作用下维持匀速移动或减慢移动。很显然,封星技术的初衷就是为了给封星回路上的滑行和飞车提供一个方向的制动力,而回路中产生的电能则可以通过电阻来完成消耗。

在整个电梯系统中,KM1 接触器一般会设置两个,一个是主接触点,其作用是用于控制变频器输出的,另一个是带有延时功能的封星回路。设置两个接触器的目的是可以确保两个接触器不会在同一时间关闭,另一方面,能够实现在常闭触点断开后常开触点的延迟接通,在常开触点断开后常闭触点的延迟接通,这样可以有效降低电路短路的危险。

1.2 封星技术的制动条件

从封星技术的技术原理来看,封星技术实现反向制动需要同时具备以下三个条件:

电梯的驱动电机采用永磁同步牵引,并安装有封星回路;

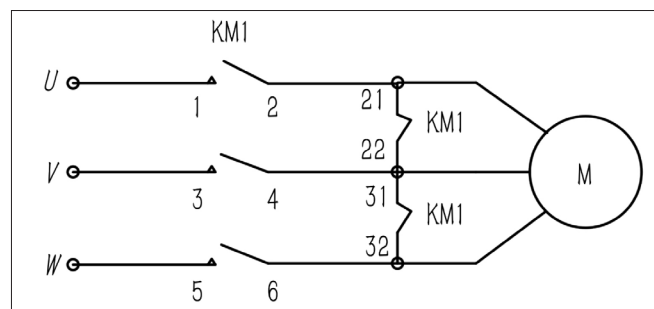


图 封星电路原理图

(2) 曳引机在正常或异常断电情况下, 常闭触点处于闭合状态;

(3) 当电梯制动器制动力不足或制动器出现故障时, 出现滑行或飞车现象, 封星技术开始启动。

2 封星技术的溜车过程及速度分析

2.1 封星制动的溜车过程

第一, 在没有电力供给的情况下, 电梯会因为制动不足而导致轿厢平衡状态被打破, 开始溜车。当轿厢处于溜车初始状态, 曳引机的制动力不足或者制动力为0, 电梯轿厢就会从静止状态开始滑行下落, 下落状态呈加速度下落。此时, 感应到曳引机的动作以后, 牵引机的电动机线圈就会产生制动电流, 形成电磁制动力矩。制动力矩的大小会根据速度的大小进行变化, 制动力矩与下降速度成正比关系, 从而使制动力矩大小不断适应下降速度, 降低下降速度, 导致电梯的加速越来越慢。当升降机进入平衡状态后, 升降机的加速度就会下降至零, 而曳引机的转速也会在这个时候达到最大的稳定值, 然后再以同样的速度下降, 使得电梯最终停下来。

第二, 当升降机的轿厢达到一定的初始转速时, 如果拖引机的电源突然断电, 曳引电动机的绕组就会与封星电路的闭合式接触器短接, 在短接的一刹那, 电机的绕组就会产生电流, 从而产生一定的制动功率。总而言之, 曳引电动机在被封星制动以后, 它的溜车呈现变加速状态, 所以, 封星技术的作用就是让轿厢保持一个平稳地速度滑到井道底部。

2.2 封星制动速度分析

从封星制动的机理和制动的全过程可以看出, 曳引机如果只采用封星技术进行刹车制动, 电梯是达不到完全停止状态的, 而且, 如果产生的电磁制动力小于或者等于轿厢侧与对重侧的重力时, 轿厢就会继续以一个平稳的转速下降, 最后, 它会一直保持这样的速度坠落到底, 因此封星回路中产生的制动力大小也决定着电梯的安全。在国家标准中, 若下降速度在缓冲装置的安全性设计之内, 即达到了安全的目的。

假定电梯在到达稳定转速时还没有到达底部, 并考虑了绳轮的摩擦力和空气阻力。当升降机在滑行过程中, 如果封星回路产生的制动力等于不平衡力, 那么此时轿厢没有产生加速度, 此时升降机的转速为 V_c , 所以在这个时候, 曳引机的力矩就相当于曳引机的额定转矩。经过推算可以得出, 封星技术的制动速度计算公式如下所示:

$$V_c \approx \frac{(U_N - U_0)V_N}{E_0}$$

式中: U_N —电梯负载电压值;

U_0 —电梯空载电压值;

V_N —空载反电动势;

E_0 —电梯额定速度。

3 电机封星型式

3.1 采用运行接触器扩展辅助触点

在运行接触器关闭时, 运行接触器上延伸的辅助触头被切断, 从而使电梯系统能够正常工作; 在运行接触器断开时, 运行接触器上延伸的辅助触头会关闭, 使曳引机三相绕组变成短接。此种型式封星过程比较方便, 但也要考虑到主触点和辅助触点两者之间动作的配合, 否则就会导致变频器的输出电流还没有完全恢复, 辅助触头就短接, 造成输出短路, 如果控制系统发生这样的故障, 那么频率转换器就会受损, 因而不能提供可靠的安全防护。所以, 该种类型的电动机封星有安全隐患, 不宜推广。

3.2 采用独立的控制模块

在电梯系统中引入独立的封星电气模块。独立模块的运行接触器与常开式封星接触器相串联, 再单独增加延迟封星模组。这种封星模块充分考虑了运行接触器与常开式封星接触器的动作配合问题, 避免了由于常开式封星接触器短接而导致的短路, 从而保证了变频器的安全。虽然这种封星模块拥有以上优点, 但也存在造价高等缺点, 在一定情况下可以酌情使用。

3.3 采用独立的封星接触器

采用独立的封星接触器, 通常使用继电器常闭触头来达到封星目的, 运行接触器的线圈回路与封星接触器常开触点串联, 防止在设定错误参数时发生输出短路。目前, 该类型的封星技术主要应用于高速电梯牵引系统, 它能有效地减少因轿厢超速而引起的危险, 利用的是永磁曳引机特点来实现封星功能。

4 封星技术在含有曳引电机的电梯中的安全作用

第一, 封星技术的制动功能可以有效防止曳引式电梯在上行时出现的超速问题, 有效降低超速问题带来的风险。曳引电梯的超速防护装置一般由监控设备、执行机构、限速器、制动器等组成, 制动器同时兼任两方面智能: 作为作业装置的同时, 又是安全装置。因此, 如果制动系统发生故障, 电梯系统两方面功能都将受到影响, 会直接影响到电梯的超速防护系统和安全。第二, 在电梯轿厢平层时, 如果电梯系统制动系统发生故障使门区异常动作, 则封星技术的制动功能仍可以使轿厢减速, 为进出轿厢的人员提供更多的反应时间, 防止乘客因反应不及时造成被挤压的风险。第三, 封星制动还可以让轿厢在溜车的时候产生第二次制动, 就算安全钳失效的情况下, 也可以让轿厢减速, 这样才能保证轿厢的安全降落。

5 封星技术的缺陷

5.1 增加成本

常规电梯的输出控制端部均装有一个交流接触器,用于对曳引机的电流进行通断的控制。如果是采用封星技术的曳引电梯系统,处于安全、保险的考虑,在接触器和电机进行有效分离之后,在断开之后才能接通封星回路,因此一般会在电路中增设一个接触器来保证有效可靠的分断,或者将常规功能的交流接触器替换为具有更高造价的封星专用接触装置,从而保证有效可靠的分离。无论是才用增加接触器或者提高接触器性能质量的手段,对于传统电梯系统来说,采用封星技术的电梯运行系统均造成了更高的造价成本。

5.2 存在的安全风险

封星技术的作用在于提升电梯的安全性,但同时也会带来一些危险。第一,由于封星接触器的关闭延迟,可能造成电梯的瞬间滑车。如果封星专用接触器释放的时机不对,也会导致电梯的平层时的稳定性下降。第二,在变频器未完全停止工作时,封星接触器断开延迟,或者释放延迟,就会使其输出短路,将封星变频器烧毁。第三,电梯高速运转时,封星技术是将绕组的输出端连接在一起,形成一条环路,此时如果发生短路情况,产生的瞬时电流将是正常情况下的十倍,如果电流太大,封星回路上的电路、接触器、电机的线圈都会被烧坏。瞬时产生的超强电流在磁场的作用下所形成的强大的方向制动力矩,会使轿厢的位置发生偏移,从而造成电梯的机械故障。在高速电梯运行过程中,正常运转时曳引机自身的旋转速度会非常快,封星回路所产生的电流和方向制动扭矩要远大于低速电梯。在封星技术中,越是高速的电梯在使用封星技术时,需要注意的因素越多,对厂家的技术要求也越高,许多厂家甚至达不到所要求的技术标准,但是,目前市场上部分生产厂家都不想承担使用封星带来的安全风险,在生产电梯设备系统中并没有加入封星技术。

5.3 缺失相关标准要求

电梯作为一种特种设备,其安全性受到国家较高的重视,在电梯安全制造和安装、维修等方面也指定了一些强制性安全标准,例如 GB 7588-2003《电梯制造与安装安全规范》等,然后这些规范和标准中对于封星技术的技术标准和要求却没有提及,因此很多第三方电梯检测机构在检测过程中无规可依,大多是靠相关技术检测人员的经验进行检测,检测结果不够精准。

6 封星技术的发展趋势

目前,对着电梯技术的发展和进步,电梯曳引机

在大电流、反向制动等性能上都在不断提高,其安全性将得到进一步的发展。在无电流封星、低电流封星、降压时封星、零速延时封星等方面的发展越来越先进,可以极大地减少危险,实现对电梯系统安全风险的防范。就目前的电梯发展情况来看,封星技术还主要应用于垂直升降电梯中,随着电梯行业技术人员不断研究和开发,在不久之后自动扶梯也可能加入封星技术,解决自动扶梯运行时因制动器抱闸力不足造成的危险,实现自动扶梯的缓慢降速。

7 结语

采用封星技术是一种新型的电梯运行安装方式,在电梯轿厢出现溜车或飞车情况下,可以形成对电梯系统的二次保护,封星技术有效提高了电梯运行的安全。电梯质检人员必须掌握封星技术的相关理论和封星电路原理,以便在检查中及时查出故障,从而保证电梯运行的安全,保护人们的生命和财产安全。但封星技术也存在一些技术难点,使用时应注意进行相应缺陷规避。

参考文献:

- [1] 冯海林,王小燕,蒋铭.封星技术在永磁同步曳引机上的应用[J].中国特种设备安全,2021,37(07):67-69+82.
- [2] 林晓明,梁敏健.无机房电梯主回路封星技术的风险分析[J].中国电梯,2021,32(05):55-57+61.
- [3] 李孟革,马进荣.封星技术在电梯永磁同步曳引机中的应用[J].中国电梯,2020,31(24):26-27.
- [4] 冯云.永磁同步型电梯驱动主机封星安全保护技术研究[D].西安:西安建筑科技大学,2019.
- [5] 陈瑾.浅析封星技术在永磁同步无齿轮电梯上的应用—以电梯轿箱意外移动为例[J].信息系统工程,2019(09):95.
- [6] 冯云.永磁同步无齿轮电梯曳引机的封星技术原理及应用[J].中国电梯,2018,29(17):20-23.
- [7] 赵曹慧,张新宇,井悻斌.封星技术在永磁同步曳引机上的应用分析[J].中国设备工程,2018(12):177-178.
- [8] 甘锋.电梯曳引机封星技术的探讨[J].科技创新与应用,2016(26):147.
- [9] 刘键.封星技术及其在永磁同步曳引机上的应用[J].黑龙江科学,2016,7(17):26-27.
- [10] 刘中华.封星技术及其在永磁同步曳引机上的应用[J].中国特种设备安全,2010,26(10):12-14.