

电子封星技术在电梯运行安全中的应用

The Application of Electronic Sealing Technology in Elevator Operation Safety

范大颖 吕增及

Daying Fan Zengji Lv

东芝电梯(中国)有限公司
中国·辽宁 沈阳 110168
Toshiba Elevator (China) Co.,Ltd.,
Shenyang, Liaoning, 110168, China

【摘要】论文论述了电梯系统封星功能的必要性,以及封星种类、实现方式、优缺点等。从成本和实现难易度的角度提出电子封星的方式方法,以利于封星功能的尽快普及。

【Abstract】This paper discusses the necessity of the function of star sealing in elevator system, as well as the types, implementation methods, advantages and disadvantages of star sealing. From the angle of cost and implementation difficulty, the method of electronic star sealing is put forward to facilitate the popularization of star sealing function as soon as possible.

【关键词】制动器失效;封星;电子方式;电梯安全

【Keywords】 brake failure; sealed star; electronic; elevator safety

【DOI】10.36012/etr.v2i2.1155

1 引言

现有电梯的运行安全,都是基于 GB 7588—2003《电梯制造与安装安全规范》^[1]以及相应的法规增加项来进行设计,其设计思想是通过检测出电梯故障,进而通过特定电路停止控制系统,同时切断制动器电源来实现机械制动。然而,这样的设计思想的漏洞是所有安全电路的设计最终都是作用在电梯曳引机的制动器上,有效停止电梯的前提是制动器不会失效。然而,对于国内电梯维修保养市场的良莠不齐,电梯制动器未进行有效维修保养的情况,致使发生安全事故的案例时有发生。所以,有必要对电梯制动器本身的机械结构故障进行应对,降低制动器失效时的安全风险。

2 电动机封星的作用

电梯系统从检测到故障,到制动器闸片接触到旋转主轴进而实现制动,时间一般会有 100~400ms,虽然时间较短,但电梯整体机械结构在这个时间内会处于自由落体的失控状态,电机转速会在系统惯性作用下极速增加。此时如果叠加制动器的制动性能下降或失效,就会使电梯处于完全失控的危险状态,此时就需要有封星来对应。所谓电动机封星,就是在电动机失去外部电源时,将电动机的三相绕组短路,使电动机成为发电机,利用发电电流所产生的反电动势,来减慢转速,避免转速失控的方式。

图 1 是典型的封星电路,采用接触器实现。

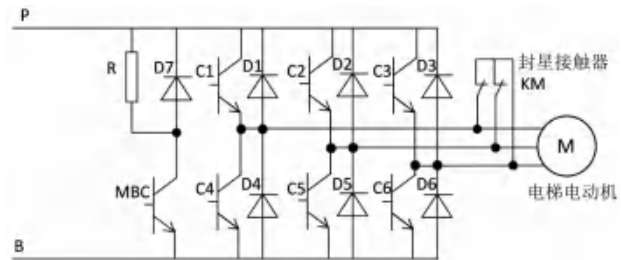


图 1 典型的封星电路

当电梯发生故障或停电时,变频器的全体控制模块 C1~C6 以及 MBC 停止工作(断开),马达电源被切断后,此时利用 KM 接触器的 b 触点短路马达三相绕组,实现电梯系统的减速。

此种方式不能停止电动机,但能在系统失去控制的前提下,将电梯的速度控制在安全范围内,在制动器性能下降或失效时能有效减缓轿厢冲顶或墩底事故对乘客的惯性冲击,确保乘客安全。

3 接触器封星的优缺点及风险分析

接触器封星的优点,是其实现简单,通过外部回路搭接,就可以实现,且改造方便,对于已经安装完成的电梯加装封星功能相对容易^[2]。缺点是纯硬件构成的成本偏高,且接触器安装位置在变频器与电动机之间,变频后的马达电流会比较,使得封星用的接触器型号规格会随着电梯规格的增加而

增大,更进一步推高对应成本。另外,封星接触器在紧急制动时要承受过高的冲击电流,会缩短使用寿命,也会额外增加维修保养成本。

风险方面:封星的触发回路要考虑停电触发和故障触发两种工况,也要考虑如何避免误触发的设计。

停电触发时主要考虑的是系统安全风险,停电后系统处于失控状态,停电后到封星动作的时间越短,就能越早抑制系统失控的速度,降低安全风险。主要考虑各品牌的接触器作为封星用时的动作时间,根据需要进行选择。

故障触发时主要考虑的是触发时序问题,由于动作时间都是毫秒级,所以这个也是最容易在初始设计时被忽视的问题。当需要紧急制动的情况(安全开关被触发等)发生后进而触发电源切断和封星回路动作,如果封星动作先于电源切断,此时变频器尚未失电,控制模块 C1~C6 相当于处在短路状态,短路持续时间较长的情况下逆变模块会烧毁,但故障触发本身的时间就相当短,变频器短路持续时间可能更短,此时逆变模块不会被烧毁,试验中也难以察觉,但逆变模块的寿命会在短时大电流的冲击下大大缩短,这样的设计如果投入量产,会造成很大损失。

单纯误触发的情况也会造成模块烧毁,但较少发生,只需在回路设计时遵循互锁原则,使电梯正常运行与封星状态所需的逻辑互反,成本允许的情况下可以增加变频器短路保护元件,就可以完全避免误动作造成的损失。

4 电子封星的提出

电子封星是利用系统中既有变频器逆变模块,在电梯故障时通过电子线路来控制变频器逆变模块的开闭,实现封星的方式。基本的回路构成如图 2 所示。

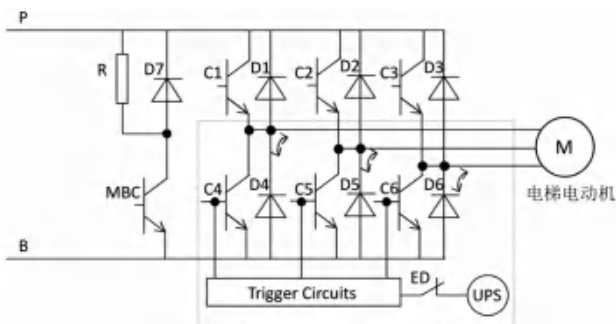


图 2 基本的回路构成

当电梯发生故障或停电时,逆变模块全部停止工作(断开),此时通过停电/故障检出 B 接点 ED 接通应急电源 UPS,为 C4~C6 提供触发信号使其导通。

再生电能交流电的正周期通过 C4~C6 导通,负周期通过

二极管 D4~D6 导通,这样就实现了三相全周期的导通,达到与接触器封星相同的效果。

需要强调的是,由于停电和故障触发是封星的两种基本工况,变频器逆变模块的触发电路(Trigger Circuits)电源一定要采用不间断应急电源,保证无论是市电停电还是紧急故障停梯,都可以实现电子封星操作。

5 电子封星的优缺点及风险分析

电子封星构成,优点是充分利用了系统既有电气品,无须采用接触器,只需要追加相应的控制电路即可实现。对应成本非常低廉,利于封星功能的普及。

风险方面,与接触器封星方式类似,同样要考虑停电和故障两种模式下的风险。

停电触发,由于采用 UPS 供电,并使用电子触发的方式,触发时间上可以任意设定没有局限,可以在最短的时间内实现封星触发,减少系统速度失控风险。触发电路用的 UPS 电源一般采用电池供电,需要特别注意的是,电池经年老化后失去保养而导致的 UPS 失效进而导致封星触发回路失效的问题。

故障触发,电子封星的触发电路可以将变频器失电作为输出封星信号的必要条件,可以有效避免封星时序方面的影响,确保变频器模块的安全。

另外,虽然电子封星相较接触器封星,能更有效防止动作时序关联的变频器短路风险,但电子部件更易受到电磁干扰等影响,可靠性方面仍旧存在误动作的可能,如果成本允许,触发电路可以升级为双重监控电路(软件/硬件实施 PESSRAL 认证),也可以进一步为变频器增加短路保护,确保封星回路安全可靠有效运行。

可以看出,电子封星除了有成本优势以外,比较接触器封星,还可以从根源的触发电路可靠性上有效避免电梯失控风险和变频器短路风险,对电梯的整体运行安全更加有利。

6 结语

从系统安全的角度考虑,封星作为控制电梯转速避免失控方面必不可少的手段,必将得到广泛使用。而电子封星由于其自身的成本低以及控制简单的优势,未来必将成为各电梯厂商封星设计的主流方法。作为安全设计的一部分,应将功能整体纳入到电梯型式试验的范围进行认定,对于提高电梯运行安全性上,起到关键作用。

参考文献

- [1]GB 7588—2003 电梯制造与安装安全规范[S].
- [2]王睿.封星技术在电梯控制中的应用[J].中国电梯,2013(15):45.