

低压三相异步电机启动及运行保护的实现

胡波涛

(卧龙电气驱动集团股份有限公司, 浙江 绍兴 312300)

摘要 三相异步电机在中国现代制造业中一直占有着很重要的位置,在各行各业所使用的各种电机中,有将近85%的都使用三相异步电机,因为其机理构造简单、价格相对合理、操作和维护简单安全,具有良好的经济效益。近年来,我国汽车行业正朝着低碳、节约、环保的目标发展,电动汽车大量涌现并且显示出了良好的发展前景。但由于在使用电机时,存在着长时间工作、保养不良等因素,电机往往会出现堵转、热过载、电流不平衡等问题,所以如何确定电机的保护方案也就变得尤为重要。文章先对三相异步电机进行了简要的说明,再分析三相异步电机的启动特性以及几种电机启动保护方案的特点、应用场合等,进而对电机长期、安全、平稳的工作状态和公司的电机安全管理方案提供了相应的理论依据。

关键词 三相异步电机;电机启动保护;电气保护

中图分类号: TM3

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)05-0124-03

低压三相异步电机保护器可保护电机免于过载、断相、不平衡、欠载、接地/漏电、堵转等问题,与接触器、电机起动器等电器部件组合成电机的保护工作单位,具备远程自动、现场监控、面板指挥、信号报警、现场总线通讯等特点,广泛应用于化工、煤炭、冶金、发电、建筑等行业。在企业生产过程中,电机不仅需要维修保养,了解电机的几种电气保护措施也尤为重要^[1]。

1 由熔断器、热继电器、电磁式电流继电器、接触器、电机系统保护器等构成的保护

熔断器是目前应用最早、最简单的保护,主要是应用在短路故障中或严重过载时的电源系统和配电网中,但事实上它并没有直接用于对电机的保护,只是对电机工作的电流进行监控。由电路热量过大导致熔体融化,当熔体熔断后,则常常会引起电机的缺相工作而导致电机烧毁。热继电器可保护电机免于电流过载而损坏,其机制是双金属片热效应机制,即流过的电流使金属片产生大量热能,并逐渐向热膨胀系数较小的一侧弯曲,程度大小和经过电流的大小成正比,当超过整定电流相应的时间后会立即启动脱扣装置,通过与主要控制电路断开而维护电机之后的正常运行。尽管热继电器结构简单、使用方便,但却有着较大的缺点:热继电器参数容易受环境湿度、温度的影响,造成误差较大;热继电器本身作为一种高消耗器件,在工作过程中也需要大量电能;当热继电器保护功能启动几次时,由于过热而使得电阻丝和绝缘隔离材质破裂,从而无法继续工作,因此需要全套更换。

电磁式电流继电器通常具备过载、堵转等保护功能,但由于其结构复杂使得对机械制造精度要求较高,且价格昂贵、体积巨大,使得它们的应用受到限制。

在不需要电机频繁启动的场合中,断路器、接触器可以和热继电器结合使用,图1为该方案结构图。电机过载时,热继电器直接断开控制回路,间接断开主电路,过载后往往需数分钟才能手动复位,熔断器常用作启动保护器、短路保护器。断路器、接触器与电机综合保护器主要应用于常规及频繁启动场合,具备启动保护、短路保护的功能,电动保护器具备过电流、低电流、缺相、反转、三相电流不平衡、堵转、电机接地等保护功能^[2]。

2 半导体、集成电路等构成的模拟电子保护

随着现代电路技术的发展,相应的保护器也由独立元件向集成电路演变。这种安全保护器的体积更小,安装更加便捷,而且功用更加全面,不仅能够检测和判断信号,还能够保障电机免受缺相、过载、欠流、相失调、逆相、接地、短路、过流、过压等故障的影响,且有着电流电压显示和声光告警等功能,使得它比以往的安全保护器更加安全可靠。但也有一定的缺陷:(1)整定精度不好,尤其是在大批量生产的产品中,实现电位器滑移臂的转动夹角与其阻值之间的线性关系变得更加艰难。此外,操作者的整定偏差也是一个不容忽视的因素,尤其是针对一些无设定值显示的产品,这种偏差更加明显,因此,必须加以重视以确保整定精度达到最佳水平。(2)不具有多种保护作用为一体

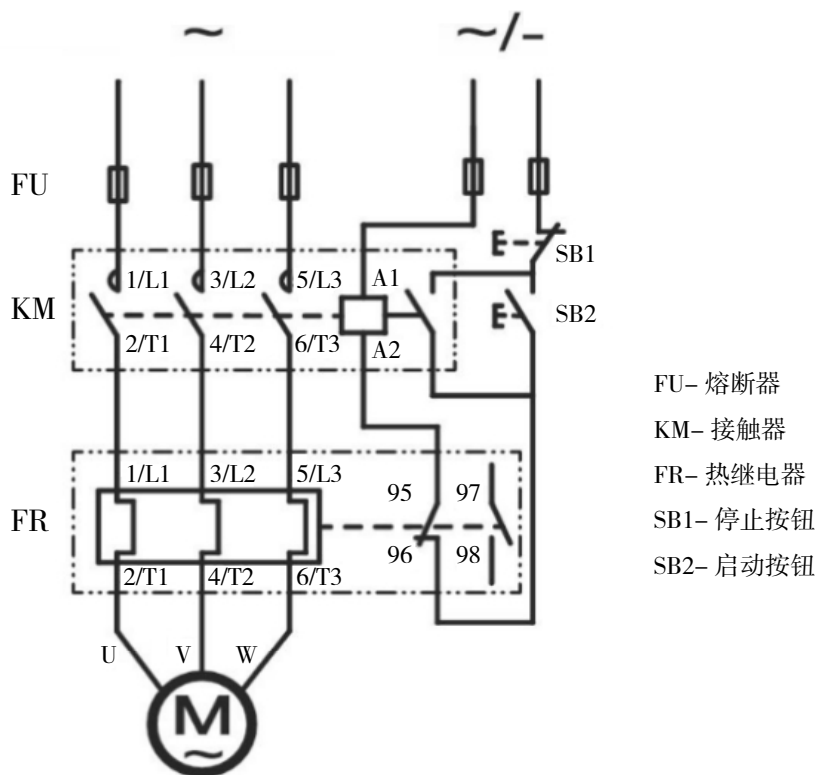


图 1

的全保护功能。(3)由于器件结构复杂,电磁干扰灵敏,对维修技术人员的专业性要求也比较高。随着技术的发展,电子式保护器已经从晶闸管型发展到集成电路型,这种保护器具有多种保护功能且性能可靠,操作灵活多样,为电机的稳定运行提供了保障。

3 微机型的数字电子构成的保护

电子计算机的快速发展带来了电机安全保护器研究的飞跃进步,并产生了适用于电机的微机安全保护器,这类电机保护装置大多以单片机作为控制器,可完成对电机的智能综合保护。由于引入了微机设计,这就使在相同的工作环境下,集各种特性于一身的综合保护器成为可能。同时随着微电子科技的飞速发展,电机保护器也在不断进步,逐步趋向于自动化、综合化、高精度和高可靠性。相比于传统的电机保护装置,微机型的综合保护装置具有更快的响应速度且智能化水平更高,从而能更好地保护电机。由于保护装置主要以单片机作为控制器,通过检测电机综合运行状态,从而实现了电机的智能化综合保护。装置中还可以根据需要设有远程通讯功能,进而完成对多台联网电机的实时监控和控制。随着软件科学技术的应用,大幅度提升了采集能力和整定精确度,并且能够对采集

信息实行非线性校准,进而有效地减少被测信号波形对畸变的负面影响,达到了精确采集和信息选取。在整定方面也采用了数字设定,通过系统个性化输入调试,所有用户都可以自行设定,不产生差错,同时能够按照要求为综合保护系统设置多个反时限曲线。而且,微机综合保护装置还可以进行软件扩展,更方便地满足不断出现的综合保护要求。

电机主要运行的保护方案如下:

1. 温度保护。包括双金属盘式温度保护器和嵌入式温度保护器两类。双金属盘式温度继电器一般安装在电机端盖上,体积较大且触头的输出电流容量大。双金属盘式保护器具有极高的温度敏感性和电流变化敏感性,因而能够提供全方位的保护作用。而嵌入式温度保护器一般安装于电机绕组中、绕组表面或绕组端面上,与电机绕组一起进行浸渍处理。嵌入式温度保护器具有小巧的体积和高效的性能,适用于对各种中小容量电机的直接保护。

2. 过载保护。过载保护是保护电机绕组在工作中不超过允许温升。电机若长期超负荷运行、绕组温升超过允许值,绝缘材料就会变脆,电机的寿命也就会减少,更严重的情况甚至会直接损坏电机。为了可以更精确地反映电机的发热问题,对部分电机在发热部

位也配备了热电偶传感器等温度测量器件。电机外部保护包括了双金属片热继电器和空气断路器。热继电器是一种纯过载热保护设备,对于短路、欠低电压等现象不具备保护功能,因此一般用于小容量交流电机,其运行情况通常良好,但由于操作准确度不够,可靠性通常也无法提高。空气断路器具有出色的保护能力,可以同时实现电流过载、短路和欠压等多种保护功能。电机过载保护设备只能在电机启动电流较低的情况下才能保证其正常工作,而其工作持续时间也不能很长,其特性只能在电机热特性之下才能发挥过载保护作用^[3]。

3. 漏电保护。为了更好地发挥接地保护的保护作用,可在电机的电源上安装漏电开关,当电机漏电时,漏电开关迅速启动,断开供电,以避免人体直接接触。

4. 短路保护。当电机绕组、导线的绝缘损坏或线路发生故障时往往会引起短路,而巨大的短路电流也会产生严重后果,如设备损坏。因此当发生短路电流时,就必须迅速切断电源。而对此,一般则建议为用户安置熔断器或自动开关等。

5. 缺相保护。利用灯光的报警装置、双刀开关、欠电流继电器以及安装有缺相保护装置的热继电器可以有效地保护三相异步电机免于缺相故障。正常情况下会在各路串联欠流继电器,当电机正常运行时,所有常开触点都会接通,但是一旦某相发生缺相情况,欠电流继电器就会因为失电而启动,从而断开接触器的线圈与回路,电机便停止了供电而终止正常运行。基于传统热继电器的结构,增加差动保护结构可以有效地防止三相电流失衡而出现过载现象,同时也可以对缺相工作起保护作用。

6. 欠压保护。电机正在运行时,如果电压过分降低会引起电机速率下降甚至暂停运行,造成控制电路无法正常工作;电源电压在一定情况下降低后,电机暂停工作,在电压恢复正常后,电机又会自行启动。这两种情况都可能引起电器设备损坏甚至人身事故,所以必须加以保护,这就要求一些应用设备必须充分利用按钮的自动复位以及接触器的自锁作用。当电压降至规定值时,接触器线圈的两端电压也会同步降低,这样就会导致接触器线圈内的磁通减少,从而减少了引力,当磁吸力减弱到小于反效应弹簧驱动力时,动铁芯被迫松开,推动主触头和自锁触头一起断开,从而自动地中断了主电路的控制输出,电机完全失电而终止工作,从而达到欠压保护的目。

7. 失压保护。在电机的电气控制线路上安装有失压保护器,接触器和中间继电器是电机失压保护的主要电器。供电中断时,接触器以及中间继电器中的电

流消失,磁吸力也下降为零,动铁芯释放,触头又重新恢复,主电路和控制短路因此失去供电。一旦电网恢复供电且没有按下任何按钮时,电机将不能再进行启动,进而实现了对电机的失压保护。

8. 过流保护。一般使用于绕线转子异步电机和直流电机,短时过流并不会造成严重后果,也不一定会导致电机的绝缘破坏,但却可能会造成其他设备方面的损害,因而也应予以特殊保护^[4]。

随着微电子技术的飞速发展,电机保护装置也在不断进步,以实现智能化、综合性、高精度和可靠性的目标。电机操作时要经常检查电机的声音、温度以及机械运行状况;定期检查运行时的电流,以保证电机在额定的工作电压频率下运行,以避免电机过载;在运行的同时,应注意轴承的维护保养,同时保证电机通风散热条件良好;在拆装机器时注意保护绕组,避免碰撞;在机械运行环境变化后,进行适当的保护等,这些措施都可以减少对电机各部件的损坏,从而延长电机的使用寿命。不管使用什么安全保护器,都应该注意过载安全保护器与电机和短路保护装置的协调配合。电机保护装置已经经过了从低级走向高端、从简单到复杂逐渐发展的过程,在此历程中一批批科研人员都投入了巨大的激情和精力,尽管电机保护器已经成长到了一个新型微电子时期,但是我想,对电机保护器的研究还将始终不会停歇,依然需要我们百倍地奋斗,且仍然有大量的事情在等待着我们去完成,比如:部分电机保护器的设计缺乏标准,造成了产品上的良莠不齐,这都表明着电机保护器的成长道路还很遥远,所以我们一直期盼着电机安全防护领域的进一步发展^[5]。

参考文献:

- [1] 邓永东. PLC控制继电器电机保护启动方法[J]. 电子测试, 2018, 384(02): 87-88.
- [2] 李虎, 许卫国. 浅谈低压三相异步电机启动保护的选择与应用[J]. 防爆电机, 2022, 57(03): 66-68, 71.
- [3] 栗卫东. 三相低压异步电机绕组烧损原因及防范措施[J]. 化工管理, 2014, 342(20): 177.
- [4] 陈立民, 蔡杰, 代艳敏, 等. WDGK系列微电子跟踪控制电机节电控制装置[Z]. 丹东吉尔电子有限责任公司, 2013-08-30.
- [5] 赵广伟. 三相异步电机继电保护原理及故障分析[J]. 防爆电机, 2020, 55(06): 52-56.