

电力机车辅助电路研究

邹 越

国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司 河北 沧州 062350

摘要: 现如今,铁路干线都采用电传动机车。电气系统是实现机车电能转换的重要装置之一。机车电路按照功能及电压等级可分为:主电路、辅助电路、控制电路、照明电路、信号电路等,这些电路虽彼此独立却通过电磁、电空相互耦合来实现机车整备、工况改变、调速控制等功能。

关键词: 电力机车;辅助电路;研究

引言:为保证列车牵引,制动等系统的正常运行,车上设有各种必需的辅助机械装置,包括各冷却用风机、变压器冷却用油泵、变流器冷却用水泵,为制动、受电弓等各种气动机械装置提供风源的空气压缩机等。因此,为保证良好舒适的乘坐环境和工作环境,车上还设置了空调、电热器、通风机、冰箱、信息显示装置、自动售货机等电器设备。因此,列车上必须有三相交流辅助电源系统。同时,列车的控制系统及照明系统等则需要由直流电源供电,在升弓前或高压设备、牵引变压器故障时,由蓄电池供电。三相交流电源系统和直流电源系统二者统称为辅助电源系统。

1 辅助电路的作用

在机车正常工作时,一些高压电器会持续发热,需及时通风散热,以免设备损坏;同时为保障司乘人员工作生活舒适也需要相应的电器设备对环境进行加热、制冷。因接触网为单相AC25KV交流电,而车上辅助机组需用三相交流电,需要将单相交流电变为三相交流电,并供给辅助负载。辅助电路的作用就是将单相交流电变成三相交流电并供给各辅助机组及生活电器。

2 辅助电路的组成

辅助电路主要由变流设备、供电电路、负载、保护电路等组成。随着电力电子技术的发展,辅助变流器已经由传统的旋转式劈相机发展为可变频、变压的静态变流器。选取典型的SS4B和HXD1型电力机车变流器进行对比和说明^[1]。

2.1 SS4B电力机车辅助电路

第一,辅助电源。SS4B电力机车辅助由2台型号为YPX-2-280M4劈相机供给三相不对称交流电,输出电压为380V左右,劈相机每台容量为34kW。劈相机本质上是单相电机和三相发电机组而成,因此启动时需要串电阻/电容进行分相启动。劈相机故障后通过转换可用牵引通风机1替代劈相机供电。第二,辅助负载。劈相机启

动后产生不对称的三相交流电供给各辅助负载,主要有空气压缩机电机、变压器风机电机、变压器油泵电机各2台,牵引通风机电机、制动通风机电机各4台、空调2台(单相)、壁炉2台(单相)、脚炉2台(单相);电热玻璃4块。第三,开关及接触器。每一三相设备均设一自动保护开关和电磁接触器。司机通过操纵操纵台主令开关控制电磁接触器线圈得失电进而控制每一辅机工作与否,当发生过流时,自动保护开关自动跳开^[2]。

2.2 HXD1电力机车辅助电路

为保证机车正常功能发挥和提供舒适的司机室环境,机车配备了相应的辅助机组和辅助设施,构成了辅助电气系统。按每个辅助机组/辅助设施的使用要求,辅助电气系统(440V)分成下面两个负载组:

① 3AC 440V 60Hz变频变压支路,负载包括4个牵引通风机组和1个冷却塔通风机组;

② 3AC 440V 60Hz恒频恒压支路,负载有压缩机、水泵、油泵、空调、蓄电池充电机、440V/230V 变压器、司机室壁炉、卫生间等。

机车辅助电气系统由集成在牵引变流器内的辅助逆变器供电。两个辅助逆变器分别从牵引变流器的主电路中间直流环节取电,通过滤波电容器和滤波变压器滤波后向两个三相支路供电。除卫生间、微波炉、冰箱等生活设施机车只有一套外,两节车具有完全相同的辅助电气系统。

HXD1机车辅助控制电路在正常状况下,两个辅助逆变器一个工作在变频变压模式,一个工作在恒频恒压模式。辅助逆变器供电采用冗余设计,即在两个辅助逆变器的输出接触器之后设置了一个故障转换用接触器,当一个辅助逆变器出现故障时,系统重新配置,故障辅助逆变器后面的输出接触器断开,故障转换用接触器闭合,另一个辅助逆变器将承担所有负载。此时所有辅助设备都以恒频恒压方式工作,负载投入不受限制。

库内三相380V电源由机车两侧的库用插座引入,经过熔断器和输入接触器连接在恒频恒压支路上。为保证库内电源引入机车时相序正确,在每个输入接触器前设置了一个相序继电器,只有当输入的相序正确后输入接触器才能闭合,才能保证机车正常供电。

3 三相交流辅助电源系统

三相交流辅助电源系统多采用辅助变流器生成三相交流电压为机车、动车组上辅助电气设备供电。辅助变流器根据输入侧的不同,主电路可分为交-直-交型和直-交型;根据输出的不同,可分为恒压恒频(CVCF)逆变器和变压变频(VVVF)逆变器;根据主电路电平级数的不同,可分为两电平辅助变流器和三电平辅助变流器。动车组辅助逆变器一般为CVCF逆变器。在机车上,除了提供恒压恒频的辅助变流器,为节约能耗、降低通风机噪声,还有按照不同状态下设备所需要的功率来调节电压和频率的VVVF辅助变流器。通常来讲,在同一种车型上的CVCF逆变器和VVVF逆变器硬件结构相同,仅控制方式不同^[1]。三电平辅助变流器的特点是可降低开关器件的耐压等级,输出波形较好,谐波较少,但采用的器件较多,控制方式也较复杂,因此,随着电力电子器件的发展,结构和控制均简单的两电平辅助变流器占据了主流地位。分别探讨交-直-交型和直-交型辅助变流器的实现方案。

3.1 交-直-交型辅助变流系统

交-直-交型辅助变流器是由牵引变压器辅助绕组供电,与牵引变流器相同,一般也是由网侧变流器、中间直流回路、三相逆变器三部分组成。由于接触网电压的波动较大,因此,交-直-交型辅助变流器输入的单相交流电也有较大的波动,为了获得稳定的中间直流回路电压,辅助变流器的网侧必须采用可控整流电路。以前多采用相控整流电路,电路和控制简单,造价较低,但网侧的功率因数较低,对电网的影响大^[2]。随着电力电子技术的发展,脉冲整流器已开始取代相控整流器,它可使网侧的功率因数接近1,且动态响应性好。交-直-交型辅助变流器的典型电路,包括脉冲整流器COV,中间支撑电容,三相逆变器INV,输入接触器K、AK,输入输出电流传感器ACCT、CTU、CTW,中间电压传感器VT(冗余设计)等。交-直-交型辅助变流器的缺点是过分相时将失电,所有三相辅机均停止运行。

3.2 直-交型辅助变流器系统

直-交型辅助变流器是从直流电网(DC750V或DC1500V)或直接从牵引变流器的中间直流环节取电,由逆变器实现直流电到三相交流电的转换。直-交型辅助

变流器在机车、动车组、城轨等场合得到了越来越广泛的应用。由于输入电压较高,为保证输出辅助电气设备所要求的电压等级,一般需要增加降压设备。有两种方式:一种是先逆变,再通过三相降压变压器将较高的交流电压降到所要求的电压等级,另一种是先通过降压电路将直流输入电压降低到合适的值,再进行逆变^[3]。

4 辅助设备的设置和起动

4.1 辅助设备的设置

电力机车上的各种辅助设备是为了保证机车正常运行和实现各种辅助功能而设置的,其中主要是保证主线路各电气设备的正常工作。根据机车的要求,一般有如下辅助设备:(1)分相设备。在单相交流供电的电力机车上,若选用了三相异步电动机作为辅助电机,机车内须设有分相设备,以便将单相电转变为三相电供给三相电机。分相设备是辅助线路的关键设备,同时又是辅助电路的薄弱环节,为了提高电力机车的可靠性,通常电力机车设置有两台劈相机的共同工作,或者设置一台劈相机,由一台通风机兼做劈相机用,这样如果劈相机出现故障,另一台劈相机或通风机仍能保证辅助电路的正常工作^[1]。(2)空气压缩机及其驱动电机(简称压缩机组)。空气压缩机的作用是产生电力机车用压缩空气(也称风源),其压缩空气不仅要提供机车上所有风动电器(如受电弓、主断路器、两位置转换开关、电空接触器、各种阀等)的操纵控制,更重要的是空气制动系统的动力源,故电力机车上设置有2台空气压缩机,有一定储备,以保证系统工作的可靠性,从而保证行车的安全。(3)通风机及其驱动电机(简称通风机组)。通风机用以冷却牵引电动机、整流硅机组、牵引变压器散热器、平波电抗器、制动电阻及其它设备。(4)循环油泵。油泵用来使牵引变压器的冷却油强迫进行循环,以进行变压器内部的冷却。(5)其它辅助设备。主要有用来改善工作条件而设置的取暖、通风设备,此外还有电热玻璃、热饭电炉等设备^[2]。

4.2 辅助机组的起动

机车上的辅助机组一般不需要调速,因此采用直接起动的方式,缩短起动时间,但是直接起动时起动电流较大,若所有辅机同时起动,将会因为从电网取用电流过大而使网压过分降低,严重时会导致辅机起动失败。所以,常用辅助机组分别起动的方式解决电机同时起动带来的电流冲击问题,分别起动不致使网压过分降低。也有的机车采用电阻降压的起动方式起动辅助电机,以减小起动电流,缺点是增加了附加设备。机车上的辅助电机一般不需要调速^[3]。也有的机车为加强对主线路某些

设备的通风冷却，在牵引运行时，使通风机全速工作，当机车由牵引转入惰行时，仍使通风机以半速运转，其缺点是使相应的线路复杂了。

结语

辅助线路中的辅助设备是为保证主线路正常工作和实现各种辅助功能而设置。主要有为供给三相异步电动机三相电的分相设备。为产生压缩空气用以进行空气制动、驱动部分电空电器的压缩机组；用以冷却牵引电动机、硅整流机组、主变压器、平波电抗器、制动电阻等电器设备的通风机组等辅助线路通常有电源部分、三

(单)相负载、保护电路组成。辅助线路的保护有过电压、过电流、接地、欠电压及单机过载保护等。

参考文献

- [1]严云升. 电力机车和电动车组自动过分相方案的发展方向[J]. 机车电传动, 2017, 41(6): 7-10.
- [2]熊成林, 冯晓云. 不同结构的列车辅助供电系统分析与比较[J]. 机车电传动, 2018, 49(2): 15-19.
- [3]王安明. 电力机车辅助电路移相电容控制方法的改进[J]. 工业仪表与自动化装置, 2013(03): 60-61+6.