

矿用防爆型中高压变频器的设计与应用研究

杨华松^{1, 2, 3}

- (1. 中煤科工集团沈阳研究院有限公司, 辽宁 抚顺 113122;
2. 抚顺中煤科工检测中心有限公司, 辽宁 抚顺 113122;
3. 煤矿安全技术国家重点实验室, 辽宁 抚顺 113122)

摘要 高压变频技术具有启动电流较小, 节能效果较好的特点, 并且在后期使用期间, 其使用寿命也相对较长, 所以在很多行业领域中有着广泛的应用。但是, 从矿生产来说, 其生产环境较为复杂, 井内不仅较为阴暗和潮湿, 还存在着大量的危险物质, 这样严重影响生产的安全性。对此, 本研究结合实际情况, 设计了可靠性、安全性较高的矿用防爆型高压变频器, 以此减少安全事故的发生。

关键词 防爆型高压变频器; 煤矿生产; 安全性

中图分类号: TD68

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)01-0015-03

随着煤矿生产领域的发展, 一些大型和中型煤矿生产仪器单机功率有着大幅度的增加, 这样给矿井带来了一定的安全隐患, 很容易引发安全事故。基于此, 为了减少安全事故的发生, 确保各项生产设备的稳定性, 设计出了防爆型高压变频器, 并且将其应用到其中, 这样不仅可以对生产设备进行实时调节, 还起到了综合保护作用, 降低了对能源的消耗。总的来说, 防爆型高压变频器可以有效减少矿用生产设备故障的产生, 实现良好的生产效率和生产效益, 促使煤矿领域可以安全、稳定的发展。

1 高压变频器分析

在防爆型高压变频器设计之前, 要对高压变频器的结构原理以及优势等相关内容有一定的了解和掌握, 可以更加从容地展开防爆型高压变频器设计, 实现预期的设计效果^[1]。那么, 高压变频器的结构原理和优势具体内容如下。

1.1 结构原理

高压变频器是以多个功率单元串联多电平输出高压为主, 其结构为交流电、直流电。交变交流电为主, 并且是由高压开关设备、移相变压器、功率单元、控制单元、冷却设备等方面组成。其中, 高压开关设备在高压变频器中, 主要是接通断开的输入电源以及负载, 切换工频, 满足高压变频器运行对电流的需求; 移相变压器主要是将高压变频器中高压进行转换, 生成多组低压, 并且针对各副边应当采用延边三角连接方式; 功率单元属于高压变频器的核心, 一般都是以多重电路结构为主, 并且将其分为三组, 每组为一相,

每个单元可以将三相电流进行整流储存, 滤波逆变以后, 可以输出单相低压交流电。由于每组对各功率单元输出以后形成高压, 这样各个单元可以实现自检、自动退出功能, 以此起到了保护的作用, 避免造成不必要的损失; 控制单元在高压变频器中, 主要是对主回路起到了检测、保护等作用, 并且对于传输、接受的指令以及参数进行严格的控制, 以此减少异常现象的产生^[2]。另外, 控制单元通过利用光纤, 对每一个功率单元进行整流、逆变控制以及检测等, 从而实现电气隔离。冷却风扇在高压变频器中, 主要是起到降温的作用, 避免产生高温运行, 并且是一般安装高压变频器柜顶, 利用往外抽风的方式进行冷风降温。

1.2 优势

高压变频器凭借自身的优势, 在很多行业领域中都拥有着广泛的使用, 所带来的效益是非常可观的。对此, 下面就对高压变频器的优势展开了简单的研究。

1. 为了保证矿用设备的运行效率, 提高产量, 对设备运行速率进行调整, 但是矿用设备速度的增加, 使得控制难度增加, 安全事故极易发生。同时, 随着高压变频器的发展, 逐渐加大对其的应用力度, 矿用设备的运行速度得以很大的提升, 例如: 带式输送机、提升机等, 并且在矿用设备运行期间, 高压变频器可以对其进行精准把控, 以此减少异常问题的产生。

2. 煤矿生产与其他生产领域有着很大程度上的不同, 尤其是生产环境, 不仅粉尘污染相对较大, 还存在着大量易燃气体, 存在较大的安全隐患^[3]。因此, 高压变频器在应用期间, 为了提升其使用寿命, 在原有的

基础之上进行了改善和研究,形成防爆型高压变频器。另外,由于防爆型高压变频器的控制相对较为简单,后期维护也相对较为便利,所以很适用于煤矿开采的复杂环境中,减少矿用设备安全故障的产生。

2 防爆型高压变频器设计思路

设计思路始终贯穿于整个防爆型高压变频器设计工作中,具有一定的指导性作用,以此保证防爆型高压变频器设计效果。防爆型高压变频器设计思路主要包括以下几点内容。

1. 防爆型高压变频器设计主要结合现用的高压变频器结构以及使用情况,对防爆型高压变频器进行升级和改善,提升其综合性能,从而保证矿用设备运行的稳定性。同时,防爆型高压变频器主要是由PLC控制器、开关、熔断器、滤波器、电抗器、散热器、机芯及显示屏等组成,并且变频是以转矩控制为主,其应用范围相对较广,响应速度也相对较快^[4]。另外,将二极管应用到其中,主要是因为其性能较为稳定性,安装也相对较为方便,可以有效提升防爆型高压变频器的综合使用性能。

2. 为保证防爆型高压变频器内部构件运行的可靠性,在防爆型高压变频器设计的时候,需要利用抗冲击性强的防爆型外壳,并且为了避免长期运行产生热量集中引发异常,需要根据情况,利用水冷方式进行散热,这样主要是将其温度控制在合理的范围内。另外,在防爆型高压变频器设计的时候,一定要优化设备的过载性能,更好地满足矿用设备安全、稳定生产的需求。

3 防爆型高压变频器设计要点

在掌握设计思路以后,需要对煤矿生产环境进行综合考虑,以此优化防爆型高压变频器性能^[5]。另外,在防爆型高压变频器设计的时候,其设计内容较为复杂,所以一定要掌握各项设计要点,确保其设计的准确性,提升设计效果。

3.1 硬件和机芯

硬件和机芯作为防爆型高压变频器设计中的一项重点内容,其设计内容如下:

1. 硬件主要包括主控、接口、现实版、PLC控制器及防爆按钮等方面,其中显示板主要是利用网线与通信接口进行连接,以此实现良好的通信功能,便于各项工作人员对实时情况的了解。同时,由于PLC控制器相对较为稳定,运行能力也相对较强,所以在设计的时候,可以实现多接口传输,这样可以有效提升防爆型高压变频器的综合性能。

2. 机芯在防爆型高压变频器中,属于核心组件,

对此在设计的时候,需要利用逆变器变压实现高功率输出,并且为了保证运行的稳定性,需要以采用功率单元并联的方式为主,其实就是将两个小功率逆变器进行串联,这样可以有效完成驱动两个大功率电机共同输出,达到防爆型高压变频器安全、稳定运行的效果^[6]。另外,在机芯设计的时候,需要将二极管与逆变器、整流器、接触器以及充点电阻等进行连接,这样可以有效避免产生电流冲击的问题,减少安全隐患的产生。

3.2 电气设计

电气设计对于防爆型高压变频器稳定运行来说,起到了至关重要的作用,在设计的时候,变频器的额定功率和电压一般为630kW、140V,但是还需要根据实际情况展开设定,避免给防爆型高压变频器运行造成异常。同时,在设计的时候,需要利用整流电源和逆变单元共同形成主回路,这样交流电可以由外部真空接触器进入,然后进入整流单元形式直流供电。在生成直流供电以后,需要经过逆变单元通过利用功率器件形成适应频率,从而完成电动机的供电,确保防爆型高压变频器运行的稳定性。另外,在设计的时候,考虑到节能效果,将晶闸管所组成的整流单元和逆变单元应用到其中,这样不仅可以降低对能源的消耗,也可以根据实际运行情况进行实时调速,减少异常情况的产生。

3.3 驱动电路设计

驱动电路设计,可以选择用直接转矩对驱动进行控制,并且根据其原理,驱动电路转矩通常不是利用电流控制和磁等量间接实现的,而是利用转矩直接进行控制,这样可以有效提升驱动电路的性能。同时,在设计的时候,需要利用电动机定子坐标系,直接生成电动机受控数学模型,这样可以得出电动机转矩和磁链,并且在利用磁通给定转矩的结果以及矩值,这样可以有效控制转矩波动进行,将其控制在合理的范围内^[7]。另外,在设计的时候,可以利用脉宽调值信号,对开关信号进行控制,这样可以对转矩输出结果进行完善,提升良好的设计效果。

3.4 散热设计

一般情况下,常见的防爆型高压变频器散热方式主要包括:制风冷散热、热管散热、自然散热及水冷散热等,并且热管散热方式的运行成本相对较高,配套性材料在散期间很容易产生失效的现象,影响最终的散热效果。水冷散热方式在应用的时候,需要配置配套的散热器和水循环系统,但是设备体积相对较大,且后期安装和维护的难度也相对较大。防爆型高压变

变频器在长期运行期间,由于所使用的晶闸管功率相对较大,并且壳体为防爆设计,这样热量的排出就会相对较为困难,防爆型高压变频器处于高温的运行状态,势必启动保护停机功能,严重影响煤矿生产^[8]。对此,在防爆型高压变频器散热设计的时候,为了降低对能源的消耗,实现良好的散热效果,可以利用强制风散热装置,这样可以有效释放晶闸管内部元器件的热量,避免防爆型高压变频器处于高温的运行状态。

3.5 防爆壳设计

防爆型高压变频器设计内容诸多,防爆壳设计属于一项不可忽略的内容,做好该方面可以有效提升防爆型高压变频器的综合性能,并且起到良好的保护作用。在防爆壳设计的时候,首先需要利用三维软件和有限仿真软件进行模型构建,这样便于分析防爆性能;其次,需要遵循从左到右展开设计,主要表现为:变压器腔、功率单元腔、水冷系统腔、控制单元腔,并且需要以一体化设计为主,以此形成一个总的防爆壳,这样还可以有效解决各腔体引发的电缆连接问题,也可减小设备体积,便于矿井内生产使用需求。另外,在防爆壳设计的时候,针对功率单元腔,可以采用公路单元模块化的方式,主要是在绝缘框架设计单元抽出式结构,这样每个单元都可以单独进行拆卸,为后期检修和维护提供了相对便利的条件,降低成本。

3.6 滤波设计

由于防爆型高压变频器的运行环境相对较为特殊,所以晶闸管功率相对较大,并且在避免以及整流处理以后,输出的波形的标准正弦波特点失效,转变成电磁谐波特点,这样很容易引发电磁辐射的产生^[9]。对此,在滤波设计的时候,需要根据情况将抗干扰装置应用到其中,并且在电源和变频器之间设置降噪声隔离变压器,在共模滤波器和正弦波滤波器安装变频器电源侧和电动机侧,这样不仅能有效隔离电磁的干扰,抑制电流跳变,还可以降低能耗,使变频器的功率得以提升,提升防爆型高压变频器的综合性能。

4 应用检测

防爆型高压变频器设计完成以后,需要在正式使用之前进行测试,主要是分析控制功能、信号传输功能、过电压过电流保护功能等方面。同时,防爆型高压变频器的应用测试时间是设定为半年,其具体分析内容如下。

4.1 检测内容

1. 为了确保防爆型高压变频器运行的稳定性,需要分析其接收到命令以后是否能够有效执行电动机启动和停止以及转速和转向等控制。同时,防爆型高压

变频器应用测试的时候,需要检测是否出现变频器短路、发热等现象,如果有则需要立即解决,避免产生异常。

2. 需要分析所发出的信号,是否可以快速、准确地传输到接收电机中,确保防爆型高压变频器运行的稳定性。

3. 防爆型高压变频器在长期运行期间,如有出现过电流、短路等情况,判断内部是否能及时断开接触器,并且起到良好的保护作用^[10]。

4.2 测试结果

根据测试可知,防爆型高压变频器的稳定性以及使用性能,甚至使用寿命都优于传统的高压变频器,在具体运行中具有良好的调速性能,可以有效避免安全隐患的产生,为提升煤矿生产效益提供了基础性保障。

5 结语

综上所述,防爆型高压变频器在煤矿生产中占据着重要的地位,可以有效保证煤矿生产的安全性,提升生产效率。但是,由于煤矿生产环境较为特殊,所以需要结合实际情况,对防爆型高压变频器进行合理的设计,从而提升器综合性能,减少安全隐患的产生,确保其长期处于稳定的运行状态,满足煤矿安全、高效、高质生产的需求,实现良好的煤矿生产效益。

参考文献:

- [1] 张兴国. 煤矿电机中高压变频器的设计及应用研究[J]. 机械管理开发, 2022, 37(07): 21-23.
- [2] 段孟君. 矿用防爆型中高压变频器的设计及应用探讨[J]. 矿业装备, 2022(03): 286-288.
- [3] 吴世均. 3.3kV 矿用组合高压防爆变频器设计探究[J]. 科学技术创新, 2021(14): 179-181.
- [4] 刘泽邦. 防爆高压变频器在煤矿刮板输送机改造中的应用研究[J]. 矿业装备, 2020(06): 160-161.
- [5] 王志. 矿用高压组合变频器的设计[J]. 江西煤炭科技, 2020(03): 136-139.
- [6] 同 [5].
- [7] 磨保强. 高压变频器应用中常见问题的对策研究[J]. 智能城市, 2020, 06(09): 69-70.
- [8] 刘乙霖. 基于混合级联桥式整流的矿用高压组合变频器研究与应用[J]. 同煤科技, 2020(02): 57-58.
- [9] 张洁. 煤矿用 6kV 高压防爆变频器的设计[J]. 机电工程技术, 2020, 48(12): 196-198.
- [10] 李晋升. 矿用隔爆兼本安型高压变频器应用分析[J]. 机电工程技术, 2020, 48(01): 152-154.