

高压大功率变频器在长输管道的应用

黄 辉

(国家管网集团联合管道有限责任公司西部塔里木输油气分公司, 新疆 库尔勒 841000)

摘 要: 长输管道的特点是输量大、管线长, 长距离输送必然引起较大的沿程压力损失。同时由于输送介质中含有大量的溶解气体, 管道的摩阻损失也较大。因此, 降低管道输量和压力损失是保证长距离输油管道安全运行的重要因素之一。为了降低长输管道的摩阻损失, 在长距离输油管道中通常采用变频调速技术, 将高压大功率变频器应用到长输油管道应用。

关键词: 高压; 大功率; 变频器; 长输管道; 应用

长输油管道输送是我国原油主要的输送方式, 同时也是我国油气资源的重要运输方式, 而在长输管道的实际运行中, 其输送原油的流量及压力等参数均会受到输油环境变化以及管线运行状况的影响。因此, 相关部门在实际生产中需根据实际情况对相关参数进行实时调整, 进而确保原油能够安全、稳定、高效地进行输送。而通过对高压大功率变频器的应用, 能够有效解决长输油管道压力调节过程中所面临的诸多问题, 从而推动长输油管道的安全、高效运行。

1 长输油管道输油工艺

①在输油泵的作用下, 将原油从输油站输送到中间油站, 再从中间油站输送到各条输油泵。中间油站主要是起到对原油进行加热、保温和除杂的作用, 使原油能在管道内稳定流动; ②根据管径大小和输量的多少, 在各中间油站设置了加热炉、油泵、过滤器再生器及混油处理设施等; ③根据输送油品的性质, 在不同的位置设置了加热炉、加热装置、加热管线及调温装置等; ④在各条输油泵出口设置了油库, 储存一定数量的原油。当需要时, 通过泵将原油从输油站输送到各条输油管道内; ⑤在各条输油泵出口设置了流量计及温度计, 使其能自动计量和监控各条输油泵出口的流量及温度变化情况。

2 高压大功率变频器

高压大功率变频器, 又称高压大功率电力电子器件, 是一种将电网的工频电压变换为高压交流电压的功率变换装置。它在交流电压上加载一个高压直流电源, 使其逆变为直流电压, 再通过整流、滤波、逆变等一系列电气处理, 从而达到调节交流频率的目的。

高压大功率变频器是将电力电子器件和大功率半导体器件 (IGBT、IGBT 管) 组合在一起而构成的一种新型电力电子器件。与传统的电力电子器件相比, 其

具有高电压、大容量、高功率因数、高效率等诸多优点。此外, 高压大功率变频器还具有体积小、重量轻、运行可靠等特点。采用高压大功率变频器后, 电机运行时的功率因数提高了, 从而达到节能的目的。变频调速系统所需的控制电路相对于交流传动系统来说简单得多。目前, 高压大功率变频器已经广泛应用于风力发电、船舶电力推进、海水淡化等领域, 而且已经成功地应用到石油管道输送中。高压大功率变频器不仅可以降低能源消耗和改善节能效果, 而且还可以改善电网质量和提高电力系统安全运行水平, 特别适合长距离输油管道运行要求。

3 高压变频器调速系统

高压变频器主要由整流装置、逆变单元、控制电路等部分组成。其工作原理是通过整流装置将工频电源变换为直流电源, 再由逆变单元将直流电源逆变成频率和电压都可调的交流电, 然后经过控制电路进行控制输出。高压变频器在输入端输出的是一个连续可调的电压和频率可调的交流电, 在输出端则为一个电压恒定和频率可变的直流电。根据实际情况, 可以通过调节直流母线的电压来实现对电动机转速的控制, 也可以通过调节输出端的交流电来控制电动机的转速。根据不同的运行情况, 可灵活地采用不同方式。

高压变频器可以实现以下功能: ①对电机进行无级调速, 平滑调节转速; ②将电机运行功率因数调节到 0.95 以上, 节约电能; ③减少对电网冲击; ④改善电动机运行环境; ⑤保护电动机、变频器等电气设备; ⑥提高系统可靠性。

4 主变压器及其控制回路

主变压器型号: YLR 型。

4.1 控制回路的构成

变频器运行时, 若有故障, 变频器发出报警信号。

由 DCS 系统发出信号至变频器。变频器通过 RS485 通信接口与 PLC 联系, PLC 对变频器发出控制信号, 由 PLC 控制输出继电器, 经继电器输出到变频器的控制回路。

4.2 主变压器的输入输出端子

①第一个端子为电源开关, 是由高压电源通过低压电源转换为交流 220V 电源的开关; ②第二个端子为低压刀闸, 通过高压刀闸可以将交流 220V 电压转换为直流 380V 电压, 提供给主变压器的控制回路; ③第三个端子为交流接触器, 与电网中的低压交流接触器控制回路相连。通过接触器可以控制变频器的输出电压和输出电流; ④第四个端子为真空接触器, 当主变跳闸时, 真空接触器将主变主开关拉开。当主变跳闸后, 真空接触器将主开关合上; ⑤第五个端子为制动单元, 其作用是将变频器输出电压减至零; ⑥第六个端子为电流互感器, 主要是进行电流测量和保护等。

4.3 变频器与 PLC 的通信

变频器通过 RS485 接口与 PLC 相连。在上位机中显示当前运行状态及相关数据。PLC 接收变频器的输入信号, 通过处理后进行逻辑控制, 进而实现对变频器的控制。当变频器发生故障时, PLC 会发出报警信号并自动进行故障分析及处理。

4.4 安全联锁

为防止电机超载或其他原因造成对电动机的伤害而设计了安全联锁电路, 当设备出现异常时可以自动停止电机运行。

5 安全保护装置

为保证长输油管道的安全运行, 在实际使用过程中, 除了要对变频器的各个参数进行设置以外, 还应该采取一定的安全保护措施。当变频器发生故障时, 能够迅速切除故障, 从而保证了长输油管道的安全运行。一般来说, 变频器都具有过流、过压、欠压、过载、缺相、过热、短路等保护功能。为了确保设备的安全运行, 通常在变频器的输入侧和输出侧都会配置一些保护装置, 以保证设备的安全运行。①欠压保护: 当变频器输出电压低于一定值时, 就会发出报警信号。同时由于欠压保护的動作是由继电器控制的, 当系统出现欠压时, 变频器会输出一个较大的电流信号给继电器吸合信号, 继电器吸合后就能切断电动机的电源。该装置在控制柜中一般用一个双金属片开关来实现; ②过载保护: 变频器在启动时会产生很大的冲击电流, 而电流超过一定值时就会发生过热现象。过载保护装置就是用来限制变频器输入电流或输出电流, 使之不

超过额定值, 从而保护电机不受损坏; ③短路保护: 当系统发生短路时, 会产生很大的短路电流 (通常是额定电流的两倍), 它会烧毁电动机或者直接烧毁设备。所以为了防止这一现象发生, 变频器内一般都装有短路保护装置; ④过流保护: 当变频器中所控制的电动机绕组中有大电流流过时就会发生过流现象。当电流超过一定值时就会产生电弧现象, 严重时将会烧毁电动机或直接烧毁设备; ⑤缺相保护: 变频器内一般都装有缺相保护装置, 当发生缺相时就会产生电压降而使电动机停止运行。当系统发生接地故障时, 能及时切除故障点而不对设备产生损害; ⑥断相保护: 当系统发生断路时能自动切除故障点而不影响设备的运行。

6 系统的安装调试

6.1 高压变频器的安装位置

高压变频器的安装位置要便于操作, 同时还要保证其散热, 以及减少对周围环境的影响。根据现场实际情况, 一般将高压变频器安装在管道的首位, 如果需要将变频器安装在设备旁, 则将变频器靠近设备, 并保持与设备一定的距离。在靠近设备处的墙上开有通风孔, 以便通风散热。

6.2 高压变频器安装前需对其进行绝缘试验

该试验是保证高压变频器安全运行的重要环节, 试验过程中发现了部分电气绝缘缺陷, 具体测试步骤如下: ①用兆欧表测量高压变频器各个相间和各相对地的绝缘电阻; ②用兆欧表测量每相电动机绕组对地、每相电动机绕组对地和三相电源之间的绝缘电阻; ③如果绝缘电阻低于 $0.5M\Omega/V$ 时, 则应将高压变频器停用一段时间后再重新投入使用; ④在检查绝缘电阻合格后, 用兆欧表测量三相电源之间的绝缘电阻。

6.3 系统增加必要的电气连锁保护装置

高压变频器安装完毕后, 在系统中增加必要的电气连锁保护装置。为保证高压变频装置安全运行, 必须对其进行一次全面、彻底的检查、检修和维护。

一般包括: ①检查主电路与控制电路各部分连接是否牢固、可靠; ②检查高压电源电压是否达到规定要求; ③检查控制系统各部分是否有异常现象; ④检查系统接地是否良好; ⑤检查对地绝缘是否有问题; ⑥检查保护装置的动作情况

6.4 系统调试时需注意以下事项

①系统通电后, 必须确认输出电压与输入电压同时才能正常工作。根据输出电压电流值调节相应的输出频率和输入频率, 使系统稳定运行。如输出电压

波动较大、频率偏高时,可调节变频器输出电压和频率至规定值。对电机进行通电后的空载试验和带负载试验,检查其发热情况及振动情况;②对变频器进行通电试验时,一定要对各部分进行全面、仔细的检查。系统处于良好状态时才能投入运行;③启动前必须确认主电路上各部分供电正常,方可将变频器从电源系统中退出;④变频器投入运行时,必须确认输出电压与输入电压一致。如电压偏低,应先检查供电是否正常、连接是否牢靠;如电压偏高应先检查供电线路及连接情况;⑤变频器投入运行后,应先确认各部分接线是否正确可靠;⑥系统投入运行后应定期对保护装置进行测试和检查。根据系统使用情况进行定期维护、保养。在变频器使用过程中注意检查其保护装置的动作情况及保护定值设置是否合理。在发生异常情况时及时记录相关数据及故障现象,便于分析原因并及时处理。通过对高压变频装置的正确安装、维护和调试,可确保其安全、可靠地运行。系统的正常运行使管道输送系统中各设备和相关系统能够有效地配合工作、协调运作、共同发挥作用。实现了设计要求的功能。

7 案例分析

某公司在某天然气长输管道进行高压大功率变频器应用工作,采用多台变频器对6条管道的9台阀门进行控制,共涉及三台油泵,一台压缩机。在现场安装调试时,设备厂家就对控制系统的软件做了多次修改,包括变频器控制程序的修改、变频器参数的修改以及系统设置的修改。通过对现场安装调试和运行情况来看,取得了较好的效果。

7.1 系统得以优化和完善

据现场工况,该公司对系统进行多次优化和完善。由于该天然气管道地处偏僻,距离市区较远,且离市区较远,根据现场情况以及管理要求,将系统设置为优先选择泵类控制方式。公司通过对压缩机控制原理及程序进行分析研究后发现:当压缩机处于运行状态时,将系统设置为优先选择泵类控制方式,当压缩机处于非运行状态时将系统设置为优先选择泵类控制方式。这样可以保证当一台压缩机处于停机状态时另一台压缩机处于工作状态,从而保证了系统的稳定运行。

7.2 变频调速过程中发现

压缩机运行的频率变化范围在1-15Hz之间;且在变频器输出频率由50Hz降至20Hz时,其输出电流由原来的1A/3A降至0.4A/3A(变频器输入电流为额定电流)。由此可以看出:当系统处于非运行状态时,采用变频器控制方式可以有效地降低泵类设备的

能耗。且该系统在实现变频调速后达到了节能的目的。

7.3 现场运行效果

由于采用高压大功率变频器对设备进行控制,在变频调速过程中可以根据工况及时调整泵类设备的运行频率以及转速。特别是在启动过程中可以实现快速的启动和停止。对于长输管道来说,变频调速后减少了泵类设备的启动时间以及启动电流对系统的冲击;同时降低了系统运行过程中对电机和电网的冲击。

7.4 节能效果

通过现场测算,压缩机组变频调速后可以减少电耗20%以上;压缩机组变频调速后可降低泵类设备功耗50%左右;减少了设备对电网的冲击(一般变频器频率降低到20Hz以下时才会对电网产生冲击);提高了设备的稳定性(变频器工作于非运行状态时可有效地降低泵类设备的输出电流)。

7.5 经济效益

通过以上分析可知,采用变频调速后可以有效地降低长输管道输送能耗,同时减少设备对电网的冲击。

8 结语

随着高压大功率变频器的不断发展和技术成熟,其在长距离输油管道中的应用也越来越广泛。由于变频器具有操作简单、控制精确、功率范围广、节能效果显著等特点,因此在长输油管道中的应用前景也越来越广阔。因此,我们需要继续加强对高压大功率变频器的研究工作,不断开发出具有自主知识产权的高压大功率变频器,并积极与国外先进厂家进行技术交流,尽快使我国的高压大功率变频器技术赶上世界先进水平。

参考文献:

- [1] 齐学军.原油长输管道上方违法占压物的管控[J].安全,2015,36(11):41-43.
- [2] 侯宝钢.高压变频器在隧道通风中的应用[J].中国交通信息化,2014(3):91-93.
- [3] 王为民,吴明.0.618方法在原油长输管道工艺参数求解中的应用[J].管道技术与设备,2020(2):17-20.
- [4] 钟天翔.一起高压变频器的故障原因分析及处理[J].电气试验,2019(3):31-33.
- [5] 张权,赵述合,叶辉.GPS技术在原油长输管道中的应用[J].今日科苑,2019(2):79-80.

作者简介:

黄辉(1989-),男,安徽界首人,本科,工程师,主要从事天然气、原油长输管道业务、自动化仪表维修。