

变频调速技术在成品油管道输送中的应用

关博欣（国家管网集团北方管道有限责任公司郑州输油气分公司，河南 郑州 450000）

摘要：在产业规模不断壮大的背景下，如何实现在输油过程中降低对能源的损耗，成为行业发展的关键。对于成品油的运输，大多企业都会采用管道运输模式，在此过程中，输油泵作为支撑管道运输的核心设备，为国内能源的传输与一线行业的发展提供了源源不断的动力，但也由于输油泵在作业中，会消耗大量的电能，从而造成管道输油的潜在成本呈现一种增加趋势。变频调速节能技术是一项集现代先进电力电子技术和计算机技术于一体的节能技术。自世界各国将其投入工业应用以来，它显示出了强劲的竞争力，其应用领域也在迅速扩展。现在凡是可变转速的拖动电机，只要采用该项技术就能取得非常显著的节能效果。为了提高成品油在管道中输送的效率与综合水平，技术单位提出了针对此方面研究的变频调速技术，通过对电机转速的调整，进行输油泵输能的调度。相比早期科研单位提出的技术，此项技术具有平滑性高、稳定性优良、可调节范围大、调节过程中对精度要求低等优势。同时，在进行电机转速调整与调度时，对前端系统或电网无显著性冲击作用，可以起到节约电能的效果。基于此，本篇文章对变频调速技术在成品油管道输送中的应用进行研究，以供参考。

关键词：变频调速技术；成品油；管道输送；应用分析

0 引言

随着经济不断发展进步，石油资源的使用数量也在不断增加，比较熟知的便是汽车行业的用量极大。石油的开采以及运输过程对于整个行业均会产生一定影响，相关技术仍然不是特别成熟存在一定缺陷。在石油实行运输的过程中，仍然会存在一定的安全隐患，石油发生问题会对空气环境以及水资源产生污染。此外，石油一旦出现安全问题很难有针对性地进行处置方式，特别是在河流运输或者海运的过程中。因此，选择合适技术避免石油管道的出现，对石油行业的发展具备深远的意义。

1 变频调速技术的相关概述

1.1 变频调速技术

1.1.1 变频调速技术原理

变频调速技术早在几十年前被提出，主要为了解决交流电机输入频率与电机转速的关系，通过调整电源的输出频率来控制电机转速。随着技术原理和实践应用的不断升级和完善，变频调速的效果和性能也得到了快速发展，调速能力与调速效果同步提高。在变频理论出现后工业领域便对变频调速技术进行了更为深入的研究，直至今日对于变频调速技术的研究依然没有停下，控制效果依然处在发展过程中，这也为工业生产制造的电气自动化应用提供了可靠稳定的保证。现在大多数企业广泛应用变频调速技术，为工业系统和生产控制提供了巨大贡

献，传统直流调速技术正在逐渐被变频调速技术所替代，随着变频调速技术不断扩展，也正在成为电气自动化发展的主要方向。

1.1.2 变频调速技术优势

变频调速技术是依靠电源输入频率与电机转速呈正比关系来确保对电机进行控制的，变频调速技术可以与其他科学技术或信息技术相互结合，提升机械设备的运作率和便捷性。变频调速技术应用的优点也是源于其自身工作原理。

①变频调速技术适应性强，在电动机启动频率的控制中具有较大的区间范围，能够满足绝大多数电动机功率的要求，保障设备稳定运行；②变频调速技术与电气自动化控制相互融合。进一步优化了调速效果，可以根据电动机的工作情况实现即时控制操作，实现电动机工作效率的最大化应用；③变频调速技术的运用较为简单，只需补充功因数便能实现变频调节的效果，具有显著的效能。

1.2 变频调速技术的应用缺陷

将变频调速技术应用于工业电气自动化控制中，在产生较大优势功能的同时也会带来一些负面的影响。变频器的输入侧所采用的技术一般是普通的移相整流技术，当其处于较低频率的状态的时候，会造成较大的波形畸变，给电网带来谐波污染，特别是如果电磁隔离设备不足的情况下，对电源波形的影响将会升级。不过随着技术的不断更新

创新,在当前工业电气自动化行业中,一些企业厂家在变频器的内部设置输入以及输出的滤波器,它能够有效解决谐波情况的出现。

当前变频调速技术所应用到的设备和功率器件,如 IGBT 等模块投入成本比较大,而且其耐压能力也有一定的限度,很难在大于 10kV 等级的情况下正常工作。因此,如果需要对高电压以及大容量变频调速的时候,要事先运用变压器来对电源进行降压,之后调频,最后还要再次升压。整个工作过程会加大设备投资的力度还有系统损耗的程度,造成成本投入过大。

2 ABB 变频器在成品油管道中的应用概述

ACS1000 中压变频器是 ABB 公司推出的标准化中压交流传动产品,目前广泛应用在成品油管道输送中,收到良好的节能降耗效果。采用新型功率开关器件 IGBT 及直接转矩控制(DTC)技术,性能卓越,功率范围从 315-5000kW,电压等级有 2.4kV, 3.3kV 和 4.0kV 三个等级。

2.1 ACS1000 变频器主回路

三相交流电源通过三绕组变压器对整流桥供电。为了获得 12 脉波整流,变压器两个副边绕组之间必须存在 30° 的相位差。副边一个绕组为星形接法,另一个绕组为三角形接法。两个无熔断器的整流桥串联连接,因此直流电压为两整流桥的叠加。两个整流桥均流过全部直流电流。为进行三电平切换运行,三相逆变器的每个桥臂由 2 个 IGBT 组成:IGBT 的输出电压在正直流电压、中性点(NP)和负直流电压之间切换。标准的 ACS1000 配置 12-脉波整流桥,符合一般的谐波要求。在变频器的输出加有 LC 滤波器,用于减小输出电压中的谐波含量。该滤波器还消除了 dv/dt 的影响,因而电机电缆中电压的反射和电机绝缘的损害影响就可以不用考虑了。充电电阻在变频器上电时限制直流回路的电流。当直流电压达到 79% 额定值时,IGBT 导通,充电电阻被旁路掉。保护 IGBT 的主要作用就是在出现故障时迅速关断,以保护整流桥。逆变器的共模电流由共模电抗器进行限制,并通过共模抑制电阻进行衰减。由于结构的特殊性,共模电抗器可以对通过变压器副边电缆、直流回路、输出滤波器和变频器内部接地母排流动的共模电流提供全面的抑制。di/dt-电抗器用在逆变器中保护续流二极管在换向期间免受过度的电流变化率的影响。

2.2 ACS1000 变频器的保护及控制

ACS1000 变频器是一种无熔断器保护的中压变

频器。这种设计采用新型的功率半导体开关元件 IGCT 作为回路的保护。置于直流回路和整流桥之间的 IGCT 不同于传统的熔断器,它可以在 25 微秒内直接将逆变部分和整流部分快速隔离,其快速性是熔断器的 1000 倍。ACS1000 变频器所具备的硬件和软件保护特性可以有效的保护变频器免受非正常的操作和设备误动作所造成的故障和损坏。

ACS1000 变频器采用直接转矩控制技术。采用微处理器控制技术来监控电机的电磁状态,配合直接转矩控制技术(DTC)实现无传感器电机控制。ACS1000 变频器的输出电压接近正弦,它可以方便的用于现在所使用的标准感应电机而不需要降容。直接转矩控制(DTC)是交流传动的一种独特的电机控制方式。逆变器的开关状态由电机的核心变量磁通和转矩直接控制。测量的电机电流和直流电压作为自适应电机模型的输入,该模型每 25 微秒产生一组精确的转矩和磁通的的实际值。电机转矩比较器将转矩实际值与转矩给定调节器的给定值作比较,磁通比较器将磁通实际值与磁通给定调节器的给定值作比较。依靠来自这两个比较器的输出,优化脉冲选择器决定逆变器的最佳开关状态。直接转矩控制中,每只 IGBT 的开关状态都是单独地由磁通和转矩的值决定的,而不是象传统 PWM 磁通矢量传动中预先确定的矩阵来控制开关状态。

2.3 ACS1000 变频器的硬件部分及软件部分

变频器硬件分别为控制单元、滤波及直流单元、功率单元、冷却单元。主电源及电机接线端子布置在控制单元柜活动门后面,端子与活动门之间采用防护隔离护板隔离。主要包括应用与电机控制板 AMC、主电路接口板 INT、I/O 接口板、过压保护板 OVVP 等。

ACS1000 的软件部分是通过一组参数来设置的。参数设定的方法有两种:一种既可以使用变频器的 CDP312 控制盘;另一种使用个人电脑和 DriveWindow 软件包编程设定参数。为了简化参数编程,所有的参数被编成组,我们用户能够修改的参数组从 1-99 组。

2.4 ACS1000 变频器的控制与通讯

主回路断路器的合闸命令必须唯一地由 ACS1000 变频器提供。外部合闸信号作为合闸请求信号连接到 ACS1000 变频器的数字输入接口。合闸请求信号可来自本地或远程控制台。而实际控制 MCB 合闸的命令由 ACS1000 变频器的数字输出接口发出。主回路断路器必须满足变压器原边额定电压和额

定电流的要求。MCB 还必须满足传动设备的一些特定要求。ACS1000 变频器具有先进的本地控制和远程控制特性,控制设备集成在变频器柜体内部,提供基于过程控制、保护和监控功能的全数字和微处理器技术。

3 变频器保护功能分析

3.1 电机保护

电机绕组温度通过激活电机绕组温度监测功能可以防止电机过热。电机堵转 ACS1000 能够在发生堵转时保护电机。可以设置堵转频率和堵转时间的监视极限值,也可以选择是否允许堵转功能或当检测到堵转时传动如何动作。欠载被作为过程故障显示出来。ACS1000 提供了一个欠载功能来保护在严重的故障情况下运行的机械设备。这项监视功能检查电机负载特性是否在指定的负载曲线之上。电机负载低于用户选择的欠载曲线的时间超过用户设定时间。超速监测 DTC 决定的电机速度。如果电机速度超过最大的允许速度(用户可调)将产生跳闸。此外,也可以连接一个外部电机超速跳闸输入信号。如果外部电机超速跳闸被激活,变频器也将产生跳闸。电机缺相缺相功能监视电机电缆的连接状态。在电机起动过程中尤为重要:如果检查出电机有缺相,ACS1000 将拒绝起动。

3.2 变频器本体保护

主电源缺相如果中间电路的直流电压脉动超过了一个预设值,将产生跳闸。过流 ACS1000 的过流极限是变频器额定电枢电流的 2.2 倍。如果超过该值将会引起跳闸。逆变器的负载能力监测逆变器的电流负载情况是为了确保逆变器不要超过温度极限。如果检测到电流/时间过载,将引起跳闸。逆变器短路监测变流器以确保未发生短路。如果检测到短路将引起跳闸。接地故障监测输出滤波器的接地电流,若超过某一个值,将引起跳闸。操作系统微处理器的操作系统负责管理控制软件的不同功能,如果检测到内部故障将引起跳闸。这些故障显示为“控制软件故障”。在运行过程中出现任何故障,系统都必须重新启动。为了保证变频器的保护功能正常运行,控制板之间的所有通讯都进行周期性地检查。在 ADCVI 板上,模拟信号被转换为数字信号。数字信号通过光纤总线系统(PPCC)传输到接口板,这是变频器控制的主接口。接口板监测通讯的状态,如果发现故障将引起跳闸。通讯故障。除测量板之外的所有通讯都是通过 DDCS 实现的。如果其中有一个连接失败,将引起跳闸。

4 变频器日常维护建议

①清洁。断开变频器系统的电源,使用真空吸尘器,仔细清洁柜体底板;真空吸尘器应带有软喷嘴,以免部件损坏;②检查电线与电缆连接。振动可造成电气连接松动,引起偶然的故障或设备失灵。灰尘与湿气可在松动的连接上聚集,并引起低电平信号的损耗。检查所有功率与控制电缆连接,必要时进行紧固。检查所有的插头与连接器紧密连接;③空气过滤器可以基于实际情况进行更换或清洗;④保持变频器环境温度不超过 30℃;⑤基于年度测量结果定期更换电容器;⑥定期进行绝缘测试。

5 结束语

总而言之,对基于变频调速技术的成品油管道增输节能方法展开了设计研究,能够充分满足成品油管道增输节能的设计需要,降低能源损耗,减少输送中的成品油扬程里程,达到成品油管道增输节能的优化设计效果。此外,可将本文研究成果在 market 内进行推广,以此种方式,为现代化产业的可持续发展进行助力。

参考文献:

- [1] 谈瑶. 成品油管道控制应用研究 [D]. 沈阳:沈阳建筑大学,2020.
- [2] 袁梦,梁永图,周星远,王博弘,张浩然,王艺. 成品油管道开泵方案统一优化模型 [J]. 油气储运,2019,38(09):996-1002.
- [3] 万洋洋. 成品油管道泵在线性能评估软件开发及泵改造经济性研究 [D]. 北京:中国石油大学,2019.
- [4] 汪华. 中压变频器在成品油管道增输工程中的应用 [J]. 中国设备工程,2018(24):137-138.
- [5] 郝勇. 长输成品油管道 PID 控制工程实践 [D]. 北京:中国石油大学,2018.
- [6] 区启升. 成品油管道增输改造技术研究 [J]. 石化技术,2018,25(02):71-72+70.
- [7] 李欣泽,晏伟,刘建武. 变频调速技术在某成品油管道的应用 [J]. 油气储运,2013(22).
- [8] 谢洪波,高九阳. 武汉成品油穿江管道中变频调速系统应用的探讨 [J]. 中国科技信息,2011(18):2.
- [9] 魏秀亮. 变频调速技术在管道输油中的节能应用 [J]. 科学与信息化,2018(7):2.
- [10] 刘超,敬朋武,张小俊,等. 变频调速技术在输油管道上的应用 [J]. 石油石化绿色低碳,2018(21).
- [11] 芦华清. 输油管道上变频调速技术的应用 [J]. 石化技术,2021,28(2):2.