

津华线站场无功功率补偿设计

白海军^{1*}, 姜兆昌², 陈亚宁¹, 任彩峰¹

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海分公司, 天津 300457;
2. 中国石油管道公司(管道销售公司), 河北 廊坊 065000)

摘要:介绍了津华线原油管道项目的青县中间泵站和任丘合建站2座站场无功功率补偿设计方案,结合补偿电容器的装设方式和计算方法,分析了2座站场无功功率补偿的设计特点。

关键词:无功功率;补偿电容器;装设方式

中图分类号:TM714.1

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)04-0195-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2016.04.050

Design of reactive power compensation for station in Jinhua oil pipeline

BAI Hai-jun^{1*}, JIANG Zhao-chang², CHEN Ya-ning¹, REN Cai-feng¹

(1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. Petrochina Pipeline Company (Pipeline Marketing Company), Langfang 065000, China)

Abstract: The reactive power compensation design proposal for Qingxian internal pump station and Renqiu co-building pump station in Jinhua oil pipeline project is introduced. According to the installation method and calculation method of the compensating capacitor, the design characteristics of the reactive power compensation for pump stations are analyzed as well.

Key words: reactive power; compensating capacitor; installation method

津华线(天津港至华北石化的原油管道)是中国石油华北地区原油战略调整的重要通道,全线采用加热密闭输送工艺,具备双向输送功能。全线设有汇鑫油库首站、青县中间泵站和任丘合建站(津华线末站与锦郑线中间站的合建站场)3座工艺站场,其中青县中间泵站和任丘合建站在新建站场,汇鑫油库首站依托现有的汇鑫油库改造(该站的改造设计工作不属于本公司的设计范围)。

输油泵是管道输送原油的主要动力装置,其配套的电动机是管道输送原油的主要用电负荷,站内用电设备的运行电费是管道输送原油的主要费用,合理选用无功功率补偿设计方案,提高用户端的功率因数,对降低运行成本和节能降耗有着重要意义。

1 无功功率补偿电容器装设

1.1 装设原则

无功功率补偿电容器宜采用就地平衡补偿,且应符合下列要求:①低压部分的无功功率应由低压电容器补偿;②高压部分的无功功率宜由高压电容器补偿;③容量较大、负荷平稳且经常使用的用电设备的无功功率宜单独就地补偿^[1]。

1.2 装设分类

(1)就地(单机)补偿^[2]。将补偿电容器直接接到用电设备上的无功功率补偿方式。

(2)集中补偿。将补偿电容器接在配电母线上的无功功率补偿方式,按照安装处的电压又分为低压集中补偿和高压集中补偿。

就地补偿与集中补偿优缺点对比见表1^[3]。

1.3 电动机就地补偿的安全允许条件

电动机就地补偿虽然具有补偿范围最大、补偿和节能效果最好的优点,适用于单机负荷相对平稳、长期运行的大容量用电设备,但是,电动机选择就地补偿方式时,满足电动机安全运行是设置补偿电容器的前提^[4],就地补偿电容器应满足下列要求。

(1)补偿电容器组投入运行时涌流峰值的标幺值不应超过20,否则应采取装设串联电抗器限制合闸涌流^[5]。

(2)补偿电容器组投入运行时,引起安装处的电压升高不宜超过10%。

(3)补偿电容器投入运行时,系统不应产生谐振。

(4)补偿电容器退出运行时,电动机不应因自励而在发电机状态下运行。

表 1 就地补偿与集中补偿优缺点对比表

	就地补偿	集中补偿	
		低压集中补偿	高压集中补偿
优点	补偿范围最大,补偿和节能效果最好;可以减少配电路及变压器的有功损耗;有助于减小配电路的导体截面积;有助于改善远端电压。	补偿范围较大,补偿和节能效果较好;补偿电容器利用率较高;初投资和运行维护费用较小;	补偿电容器利用率最高;初投资和运行维护费用最小;能够减少系统电网的无功功率。
缺点	补偿电容器利用率不高;初投资和运行维护费用较大。	不能降低低压母线及分支线路的无功电流。	补偿范围较小,节能效果稍差;不能减少变压器和低压网络的无功功率。
适用范围	适用于单机负荷相对平稳、长期运行的大容量用电设备,或由较长线路供电的用电设备。	适用于工矿企业变配电所低压侧的无功功率补偿。	适用于工矿企业高压变配电所的无功功率补偿。

(5)当电动机的运行条件中存在重合闸、频繁启动、再启动等状态时,应考虑补偿电容器上的剩余电压对电动机自动投运的影响,为此应计算其自动投运的间隔时间^[3]。

(6)接有补偿电容器的电动机在停止运转前,不得接触电动机的带电部分,且在 5 s 内应能将电容器的剩余电压降至 50 V 及以下^[5]。

1.4 装设方案

(1)青县中间泵站

青县中间泵站共有 3 台输油泵,10 kV 电动机额定功率均为 1 120 kW,运行方式为两运一备。站内 0.4 kV 总计算负荷为 564.3 kW,其中二级负荷为 468 kW,选用 2 台额定容量为 500 kVA-10/0.4 kV 的配电变压器。根据高、低压用电负荷特点,青县中间泵站采用在 10 kV 和 0.4 kV 母线分别

集中补偿的方式。

站内 0.4 kV 用电负荷具有用电设备数量多、种类多、额定功率小、功率因数低、站场内分布零散等特点,因此 0.4 kV 用电负荷的无功功率补偿电容器采用在 0.4 kV 母线集中补偿的方式,在变电室的 0.4 kV 两段母线上分别设置 1 套低压补偿电容器;结合低压用电负荷变化频繁的实际特点,低压补偿电容器采用自动跟踪补偿的调节方式。

站内 3 台输油泵的 10 kV 电动机额定功率相同,无功补偿电容器如果采用就地补偿方式,需要匹配 3 套同规格的无功功率补偿电容器;3 台输油泵由于同时仅运行其中的 2 台,采用集中补偿方式,仅需要匹配 2 套同规格的无功功率补偿电容器。降低了无功功率补偿电容器的投资,提高了无功功率补偿电容器的使用率。

(上接第 194 页)

进风消声器高度根据设备进风气流速度和满足压力损失而定。如图 6 所示。

(2)在每台空冷器排风口上方安装排风消声器,排风消声器消音量≥19 dB(A)。

(3)空冷器支撑平台安装隔声钢板,防止空冷器设备噪声由底部格栅平台向外传播。

6 结论

集约型场站噪声源分布紧密,以往工程仅仅针对噪声源整体化进行噪声措施选择,这样通过计算得到的降噪量大,跟实际有较大误差,浪费工程成本,本项目各个噪声源间距小,因此考虑噪声源时,不能单纯考虑噪声叠加,需考虑设备的遮挡、反射以及声源指向性^[3],得到更为准确的降噪量,针对此

降噪量便可设计完成噪声控制措施。

采取上述噪声控制措施后,对敏感点(村庄)再次进行噪声检测,在噪声敏感建筑物外,距墙壁或窗户 1 m 处,距地面高度 1.2 m 以上,检测了多组数据,得到昼间噪声值约为 49 dB(A),夜间噪声值约为 43 dB(A),满足噪声控制目标的要求,并且在主观听觉上,降噪效果非常明显。该项目已顺利通过了声学验收和机械验收。

参考文献

[1] 马大猷. 噪声与振动控制手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2002:361.
 [2] 谢剑波,周其斗. 非均匀流场中螺旋桨线谱噪声指向性分析[J]. 中国舰船研究,2010,(6):6-11.
 [3] 潘仲麟,翟国庆. 噪声控制技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2006:167. ■

(2)任丘合建站

任丘合建站共有6台输油泵,其中包括津华线的反输油泵和反输给油泵各2台、锦郑线的输油泵2台,6 kV电动机额定功率依次为450、250、742 kW。站内0.4 kV总计算负荷为825 kW,其中二级负荷为768 kW,选用2台额定容量为800 kVA—10/0.4 kV的配电变压器。根据高低压用电负荷特点,任丘合建站的补偿电容器采用在6 kV就地补偿和在0.4 kV母线集中补偿相结合的方式。

站内0.4 kV用电负荷特点、低压电容器补偿方式及调节方式与青县中间泵站相同,在变配电室的0.4 kV两段母线上分别设置1套低压补偿电容器。

站内6台输油泵的6 kV电动机额定功率共有3种规格,且分别属于2条输油管线,投入运行的电动机台数具有很大的灵活性,无功补偿电容器采用就地补偿方式具有较强的针对性;由于其中1台742 kW的电动机配备了变频器装置(变频器装置的功率因数能够达到0.95以上),另外2台250 kW的电动机由于额定功率较小,因此这3台电动机不予考虑补偿电容器,另外3台电动机分别各设置1套就地补偿电容器装置。

2 无功补偿电容器容量计算

2.1 补偿后功率因数要求

根据《电力系统无功补偿配置技术原则》(Q/GDW 212—2008)第10.1.1条“100 kVA及以上高压供电的电力用户,在用户高峰负荷时变压器高压侧功率因数不宜低于0.95。”的要求,青县中间泵站和任丘合建站采用无功补偿电容器后,其高压电源计量关口处的功率因数应不低于0.95^[6]。

2.2 就地补偿电容器容量计算

为防止电动机在电源切断后继续运行时,由于就地补偿方式的无功补偿电容器产生自激可能转为发电状态,引起电动机绕组过电压,危害电动机的绝缘。根据《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)第6.0.12条:接在电动机控制设备侧电容器的额定电流不应超过电动机励磁电流的0.9倍^[1]。

$$Q_c = 0.9\sqrt{3}U_n I_0 \quad (1)$$

式中, Q_c 为无功补偿容量,kvar; U_n 为电动机的额定电压,kV; I_0 为电动机的励磁电流,A。

电动机的铭牌或有关手册中一般都不提供电动机的励磁电流 I_0 ,可以通过现场实物测量求得,在实物未到现场的设计阶段,可以按照瑞典通用电气公

司推荐的估算方法求得,估算公式为:

$$I_0 = 2I(1 - \cos\Phi) \quad (2)$$

式中, I 为电动机的额定电流; $\cos\Phi$ 为电动机的额定功率因数。

将式(2)代入式(1)得:

$$Q_c = 1.8\sqrt{3}U_n I(1 - \cos\Phi) \quad (3)$$

任丘合建站额定功率为450 kW和742 kW的电动机,其无功补偿电容器容量分别为120 kvar和180 kvar。

2.3 集中补偿电容器容量计算

集中补偿电容器容量计算公式为^[1]:

$$Q_c = P(\tan\Phi_1 - \tan\Phi_2) \quad (4)$$

式中, Q_c 为无功补偿容量,kvar; P 为用电设备的计算有功功率,kW; $\tan\Phi_1$ 为补偿前用电设备自然功率因数的正切值; $\tan\Phi_2$ 为补偿后用电设备功率因数的正切值。

青县中间泵站变配电室的0.4 kV两段母线上分别设置1套容量为150 kvar的低压补偿电容器,10 kV两段母线上分别设置1套容量为300 kvar的高压补偿电容器;任丘合建站变配电室的0.4 kV两段母线上分别设置1套容量为250 kvar的低压补偿电容器。

3 结语

通过上述2个站场的无功补偿方案可以看出,无功功率补偿电容器装设方式以及补偿容量,应根据站场内各电压等级的用电负荷性质和运行特点等,具体问题具体分析,选择适合的无功补偿方案,达到提高用户端的功率因数数值和节能降耗的目的。

参考文献

- [1] 中国联合工程公司. GB 50052—2009. 供配电系统设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2010:11—13.
- [2] 中国石油天然气管道工程有限公司. GB 50253—2003. 输油管道工程设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2003:49.
- [3] 刘介才. 工厂供用电实用手册[M]. 北京:中国电力出版社,2001:953—956.
- [4] 中国标准化与信息分类编码研究所,哈尔滨工业大学. GB/T 3485—1998. 评价企业合理用电技术导则[S]. 北京:中国标准出版社,1998:2.
- [5] 中国电力工程顾问集团西南电力设计院,济南迪生电子电气有限公司. GB 50227—2008 并联电容器装置设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2009:16—66.
- [6] 陕西省电力公司. Q/GDW 212—2008. 电力系统无功补偿配置技术原则[S]. 2008:4. ■