

滤波补偿在中水处理供配电中应用

唐汪生

安徽晋煤中能化工股份有限公司 安徽省 临泉市 236400

摘要: 简述中水处理装置内设备因使用变频器及其它整流设备而产生谐波,此谐波将污染电网,如果不进行治疗,将会造成设备误动,计量不准等现象,分析了中水装置供配电中的谐波产生和治理的具体措施。

关键词: 变频器;谐波;功率因数;滤波补偿

1 方案概述

随着变频器的广泛应用,变频器供电系统的谐波治理与无功功率补偿的意义逐渐被人们所认识,变频器供电电源按傅立叶级数可以分解为基波有功电流,基波无功电流,谐波和间谐波电流,基波无功电流占用电网容量,导致网压波动,在供配电设施产生热损耗,降低了供配电设施运行可靠性。谐波和间谐波的集肤效应使输电线等效截面积变小,线路损耗增加;铁芯中附加高频涡流损耗;谐波和间谐波电流导致网压波形畸变和辐射干扰,引起同一电网下其它负载出力减小,损耗增加,甚至误动作。这时,供电电流和电容器电流中谐波和间谐波电流大幅度增加,电容器由于超温和过压而损坏,供电变压器温升加大,为避免谐波放大,谐波治理与无功功率补偿必须同时进行,从基波无功电流,谐波和间谐波电流的危害上可看出:采用就地谐波治理与无功功率补偿可以获得最大的效益。

伴随化工装置大型化,化工装置安全稳定长周期运行日益显示其重要性,化工中水供配电系统是公用工程,可想而知其重要性不言而喻。我公司配套中水处理装置,日产量30000吨,通过现场测试数据,中水车间共有两台配电变压器以供低压电气设备,一台容量为1000KVA的变压器,平均总有功负荷为580KW左右,平均总无功功率为525kvar左右,有功、无功负荷较平稳,三相总功率因数为滞后0.74左右,变化很小;另一台容量为1600KVA的变压器平均有功负荷为790KW左右,平均总无功功率为150kvar左右,有功、无功负荷较平稳,三相总功率因数为滞后0.97左右,变化很小;主要负载是中水车间的异步电机,大部分都带有变频器,在变频器工作时,在400V系统内产生大量谐波,主要以5、7为主,两台变压器5次谐波迭加总电流高达220A左右,7次谐波电流高达80A,相对于基准短路容量下的电能质量国标,已超出限值^[1]。

综合考虑以上各种因素,补偿前两台变压器的平均

功率因数为0.895左右,拟采用在400V加装一套滤波补偿装置,设计5次、7次滤波通道,以达到吸收谐波电流,提高功率因数,降低流入系统谐波电流,改善电能质量的目的。目前无功滤波补偿有三种方式,一种是交流接触器投切,一种是复合开关投切,一种是晶闸管投切,晶闸管投切无扰动,过零投切,是比较先进投切方式,鉴于此种情况,采用了一套SNTA1003型的动态滤波补偿装置,安装在低压400V侧。该装置采用了晶闸管柔性投切技术,具有投切波形平滑、无涌流、无电弧重燃、无暂态冲击、无需放电即可再投的优点,动态响应时间短,响应时间不超过20ms,可以连续频繁投切电容器组而不影响开关和电容器的寿命;可根据配电系统的负荷情况实时动态投切电容器组,进行无功补偿,稳定电压,改善用户的功率因数。

2 方案设计依据标准

GB/T 14549-1993 《电能质量 公用电网谐波》

GB/T 15945-1995 《电能质量 电力系统频率允许偏差》

GB 123259-1990 《电能质量 供电电压允许偏差》

GB 12326-2000 《电能质量 电压波动和闪变》

GB12747-91 《自愈式低电压并联电容器》

JB/T 7113-1993 《低压并联电容器装置》

JB/T 7115-1993 《低压无功就地补偿装置》

GB 4208-93 《外壳防护等级 (IP代码)》

GB 5346-1998 《串联电抗器》

3 方案设计采用数据

变压器参数

变压器容量 (kVA)	低压侧电压 (V)	负荷情况	目前平均功率因数	补偿后的功率因数	400V侧补偿容量(kvar)
2600	400	异步电机(带变频器)	滞后0.895	滞后0.96以上	600

4 工作环境

环境温度: -25℃~+55℃;

相对湿度: ≤ 90% (25℃);

海拔高度：≤ 1000m；

抗震能力：地面水平加速度0.25g；地面垂直加速度0.125g；

无强烈振动和冲击，无强电磁场干扰；

电网中谐波总量：≤ 10%。

测量系统：适用于三相或单相低电压电网

5 滤波通道参数

5.1 补偿容量的确定

两台变压器总平均有功负荷为： $P = 1354KW$ ，未补偿时功率因数取0.89，目标补偿功率因数为 0.96，则可计算出需补偿无功功率为： $Q = 338kvar$ ，此补偿功率为基波补偿功率，本方案通过计算与仿真取基波补偿容量365kvar，电容器安装容量为600 kvar。

5.2 滤波通道的设置

因中水车间大部分负荷为带变频器的异步电机，主要谐波以5、7次为主。根据分测试结果的分析数据，利用公式合成，可得出5、7次谐波电流分别为：220A、80A。

中水车间400V母线最小短路容量按50.2MVA取值时，注入电网的谐波电流应符合国家标准GB/T 14549-1993《电能质量—公用电网谐波》中规定的技术要求。根据以上谐波计算，主要以5，7等次数谐波为主。注入400V公共连接点谐波电流容许值如表1所示。

表 1 400V线路的谐波电流允许值

400V 母线	短路容量	谐波次数及允许值 (A)			
		5	7	11	13
基准	10MVA	62	44	28	24
中水车间	50.2MVA	311	220	140	120

根据计算结果显示，中水车间注入系统的谐波电流值中，5，7次谐波电流值在国标限值内，但由于谐波电流的存在，400V母线不能进行单独无功补偿，功率因数偏低。虽然谐波电流值在国标限值内，但谐波电流很大，对其他设备影响也不可忽视，因此设置5次、7次滤波通道，结果显示吸收5次谐波电流146A，吸收7次谐波电流40A，这样可有效降低注入系统的谐波电流，同时也可以提高400V母线功率因数，满足滤波要求^[2]。

5.3 谐波治理效果

谐波次数	安装滤波装置前注入系统的	安装滤波装置后	
		滤波装置吸收的	注入系统的
5次谐波电流	220A	146A	80A
7次谐波电流	80A	40A	40A
11次谐波电流	40A	13A	27A
13次谐波电流	20	6A	14A
功率因数	0.895	0.96	

5.4 电容器参数

安装容量

滤波装置电容器的总安装容量为600kvar，其中5次通道450kvar，基波输出容量为277.0kvar，分3路；7次通道安装容量150kvar，基波输出容量为88.6kvar，分1路。

电容器参数

5次滤波通道 电容器容量：450kvar，电容器额定电压：0.525KV。

7次滤波通道电容器容量：150kvar，电容器额定电压：0.525 KV。

电抗器参数

组别	额定电流 (A)	系统额定电压 (kV)
5次第一滤波通道	154.7	0.525
5次第二滤波通道	154.7	0.525
5次第三滤波通道	154.7	0.525
7次滤波通道	134.9	0.525

6 电容器过流、过压、过负荷校核

电容器组在额定工况下，进行如下过压、过流和过负荷校核：

过压校核按1.1UE

过流校核：1.3IN

过负荷校核：1.35QN

经校验，滤波电容器的电流、电压、容量均符合电容器标准。

7 各通道主要参数表

5次滤波通道3组					
安装容量 (kvar)	基波补偿量(kvar)	分组	电容器额定电压(kV)	连接方式	电抗器电流 (A)
450	277.0	3	0.525	角形	154.7
7次滤波通道1组					
安装容量 (kvar)	基波补偿量(kvar)	分组	电容器额定电压(kV)	连接方式	电抗器电流 (A)
150	88.6	1	0.525	角形	134.9

8 装置投运效果

1) 400V侧谐波电流含有率得到有效降低，满足国标要求；

2) 投运后平均功率因数达到0.96以上，完全满足系统无功需求。

3) 系统低压侧整体电能质量得到改善，降低谐波的危害及各种附加的损耗。

9 装置具有以下特点

自动投切、无人值守。动态响应时间快 ≤ 20ms。采用柔性投切技术，投切时，无涌流，无震荡，无谐波。使用寿命长；采用优质可控硅模块作为电子投切开关，投切时不产生火花，不腐蚀，不氧化，交流接触器无法

达到的此种理想效果。投切精度高,平均可达2%。分组灵活,可采用编码制自我保护功能完善。整套装置配备可调电容器,可以根据设备投运结果适当修正调谐点,使滤波补偿设备运行更加可靠安全。可控硅触发单元具有光电隔离,充分实现一二次系统的隔离,采柔性输变电投切技术以脉冲变压器触发,触发功率大,具有很强的抗谐波干扰能力,充分弥补了传统光电触发的缺点,具有比传统光电触发更加优异功能^[3]。

10 技术亮点

可控硅触发单元具有光电隔离,充分实现一二次系统的隔离,采柔性输变电投切技术以脉冲变压器触发,触发功率大,具有很强的抗谐波干扰能力,充分弥补了传统光电触发的缺点,具有比传统光电触发更加优异功能。

晶闸管模块和可控硅触发单元的配合能充分有效的实现柔性触发,避免因谐波导致的误触发,真正实现投切时无涌流和无操作过电压,谐波电流高达50%时仍可

可靠准确的触发,不会出现传统固态继电器和光电过零投切技术时出现的误触发的问题,从而保证了装置能长期可靠的免维护运行。

11 结束语

中水在化工厂中属于公用工程,没有水装置将停产,一旦发生供配电事故将会对企业造成很大损失,本文通过对传统电气谐波污染进行了治理,保证了电网的清洁,降低了损耗,杜绝了设备误动作,确保仪表计量准确,为中水处理装置长周期稳定运行提供坚实的保障。

参考文献

- [1]周存和.并联电容器补偿装置技术问答.广西科学技术出版社
- [2]张允希.基于PLC的电气自动化控制水处理系统分析[J].技术与市场,2020,27(10):100-101.
- [3]刘洋.电气自动化控制中变频调速技术运用分析[J].中国设备工程,2020(10):177-178.