

有源滤波及无功补偿装置的应用

大型精炼炉冶炼过程中会产生大量的谐波并消耗大量的无功功率.谐波和低功率因数对电气设备会产生很大的危害并带来许多附加的经济损失。电力系统中的谐波问题会导致电力设备发生故障、降低炉变变压器网的运行效率、影响周边的用电安全、增加电力系统的网损以及引起线路误跳闸等一系列问题。因此,企业需要对大型精炼炉冶炼过程中引起的电能质量问题加以治理。

1谐波滤波及无功补偿装置的工作原理

在大型精炼炉冶炼过程中要想滤除谐波、补偿功率因数降低线损、节约电能、降耗增益,同时又要考虑节省投资,根本办法就是加装设备限制精炼炉冶炼过程中注入电网的谐波电流,同时兼顾功率因数的提高。

从工作原理上看,目前的滤波装置分为以下两种:一种是有源滤波器,即利用电力电子技术将有源滤波器设计成谐波源,使有源滤波器产生的谐波与负荷产生的谐波大小相等且方向相反,以此来消除负荷产生的谐波,从而实现治理谐波的效果,此类方法由于技术与价格等方面的原因令其市场化尚需一段时间。另一种为无源滤波器,它是利用电容电感谐振的原理达到“吸收”谐波的效果,从而降低进入公用电力系统的谐波使得电力系统的谐波电压畸变水平维持在较低的水平同时滤波电容器发出的基波无功功率起到补偿功率因数的作用。实际工程中交流滤波装置的设计是很复杂的,不仅要求有良好的滤波效果,同时还要防止旁频谐波放大及电力系统并联谐振,所以说滤波支路间容量的合理分配是滤波装置设计的重要任务之一。受交流滤波装置的电容电感、环境温度电网频率波动等诸多不可控因素的影响,交流滤波装置在实际运行过程中可能会出现频率失调的现象,从而无法达到既定的滤波效果。因此,在设计阶段利用相关软件进行上述因素的仿真分析是滤波装置设计中的重要步骤之一。

2谐波滤波及无功补偿装置的优化设计

2.1确定滤波器的主接线

根据不采取任何治理措施时的计算结果,针对大型精炼炉自然功率因数低且又产生谐波的特点,拟在精炼炉35kV母线设置两套无源滤波装置,每台精炼炉配置一套滤波装置该装置由滤波电容器、滤波电抗器和电阻器组成,采取与精炼炉并联的运行方式。

根据对同类精炼炉的测试和治理经验,滤波器采用二阶减幅型高通滤波器,其优点是对高次谐波(如4次、5次及以上各次谐波)也有一定的滤除作用,滤波频带宽,有一定的阻尼作用,不易使精炼炉产生“次谐波”、“间谐波”的谐振放大,不会与系统发生并联谐振,滤波器的主接线图如图1所示

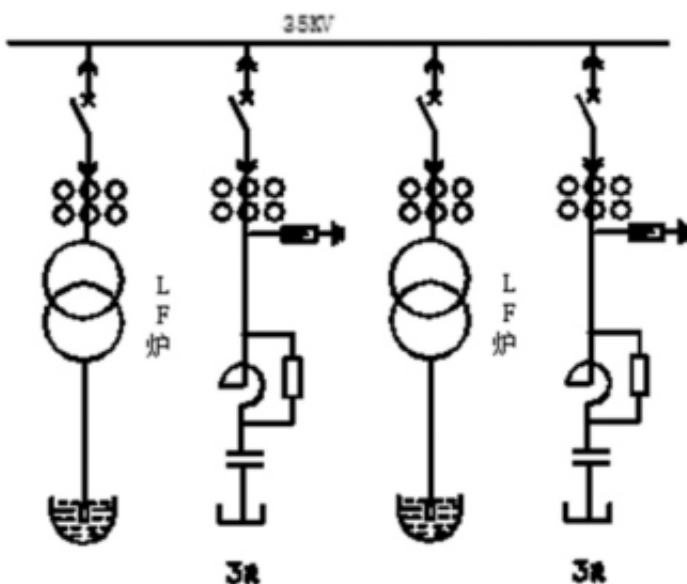


图1滤波器回路接线

2.2确定滤波器的容量

滤波器容量以满足供电系统35kV母线上的功率因数达到0.93为原则。由于滤波器兼具补偿无功功率和滤除谐波两大功能,但其补偿无功功率的容量要远大于滤除谐波的容量因此取补偿无功功率的容量作为滤波器容量。根据西安电炉研究所提供的基础资料,精炼炉的自然平均功率因数取值0.83,精炼炉的功率因数从0.83补偿到0.93所需的基波无功功率为:

$$Q_{cp1}=26*0.83\tan(\cos^{-1}0.83)-\tan(\cos^{-1}0.93)]=5.973MVar$$

2.3确定滤波器的参数

滤波支路电容器的额定电压受电力系统35kV母线电压、电容器两端因谐波电流而产生的谐波残压、电容器两端因串联电抗器而引起的电压升高、电容器两端因电压波动而引起的电压升高等诸多因素影响综合考虑以上影响滤波支路电容器额定电压的诸多因素,通过仿真计算得到各滤波支路电容器的额定电压、安装容量及连接方式等如表1所示,滤波电抗器的参数如表2所示滤波支路电阻器的参数如表3所示。滤波器总安装容量10.02MVar,总基波无功6.314MVar。

表 1 滤波支路电容器的参数

滤波器支路	额定电压/kV	安装容量 /MVar	基波容量 /MVar	单台容量 /kVar	连接方式/相
3次	27	10.02	6.314	417.5	2并4串

表 2 滤波支路电抗器的参数

滤波器支路	额定电压/kV	额定电流/A	额定电感/mH	使用台数
3次	35	123.7	77.23	3

表 3 滤波支路电阻器的参数

滤波器支路	额定电压/kV	额定电阻/ Ω	额定功率/kW	使用台数
3次	35	2500	5	3

2.4滤波电容器过电压过电流的校核

当滤波器运行时,滤波电容器不仅提供所需的基波电流它还将吸收负荷运行时所产生的谐波电流,因此流过滤波电容器的电流既包括基波电流也包括谐波电流(谐波电流主要是滤波支路的谐波电流,但也包含非同次谐波电流),当谐波电流流过滤波电容器时,滤波电容器两端会产生基波电压和谐波电压,为了保证整个滤波器的运行安全,我们需要对各滤波支路的电容器进行校验,电容器过电流校验如表4所示,校验公式如下所示:

表 4 电容器过电流校验

滤波支路	3	滤波支路	3
基波电流/A	111.70	基波电压/kV	24.38
2	1.31	2	0.14
3	22.47	3	1.63
4	1.34	4	0.07
5	1.31	5	0.06
6	0.57	6	0.02
7	0.41	7	0.01
8	0.25	8	0.01
9	0.25	9	0.01
10	0.10	10	0.00
11	0.10	11	0.00
总电流/A	113.96	总电压/kV	26.34
额定电流/A	123.70	额定电压/kV	27.00
过流倍数	0.92	过压倍数	0.98

$$\sqrt{I_{c1}^2 + \sum I_{ch}^2} \leq 1.3I_{CN}$$

$$U_{c1} + \sum U_{ch} \leq 1.1U_{CN}$$

式中： I_{CN} 、 U_{CN} 分别指电容器的额定电流和额定电压；

I_{c1} 、 U_{c1} 分别指电容器的基波电流和基波电压；

I_{ch} 、 U_{ch} 分别指电容器的谐波电流和谐波电压。

用CHP程序计算仿真流入各个滤波支路的基波电流和谐波电流、滤波支路两端的基波电压和谐波电压,从而计算出各滤波支路的过流倍数和过压倍数。经计算可知电容器过流倍数小于其额定电流的1.3倍;电容器过压倍数小于其额定电压的1.1倍因此滤波器的各滤波支路均能安全长期运行。

3谐波滤波及无功补偿装置的应用

结合以上设计方案,针对精炼炉分一台单独运行和两台同时运行这两种工况分别进行仿真计算和分析,实际测试两种工况下的谐波计算结果如表5所示

表 5 不采取措施精炼炉运行时对供电系统电能质量的影响

谐波次数	一台精炼炉运行		两台台精炼炉运行	
	35 kV 侧谐波 电流/A	35 kV 侧谐波 电压/%	35 kV 侧谐波 电流/A	35 kV 侧谐波 电压/%
2	14.20	0.37	19.68	0.57
3	6.23	0.24	5.01	0.19
4	5.10	0.26	6.02	0.31
5	7.28	0.47	8.97	0.58
6	3.72	0.29	4.66	0.36
7	2.93	0.26	3.80	0.34
8	1.89	0.19	2.40	0.25
9	1.90	0.22	2.42	0.28
10	0.76	0.10	0.97	0.12
11	0.76	0.11	1.02	0.14
总畸变率/%	——	0.86	——	1.1

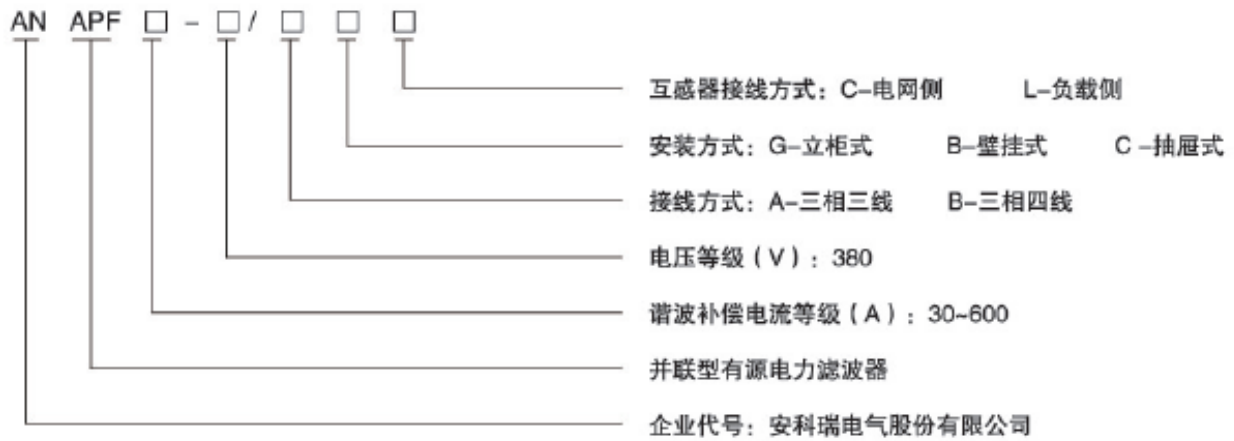
^[4]的要求，同时防止了旁频谐波放大及电力系统并联谐振达到了治理谐波的目的。

4 安科瑞APF有源滤波器产品选型

4.1产品特点

- (1) DSP+FPGA控制方式，响应时间短，全数字控制算法，运行稳定；
- (2) 一机多能，既可补谐波，又可兼补无功，可对2~51次谐波进行全补偿或指定特定次谐波进行补偿；
- (3) 具有完善的桥臂过流保护、直流过压保护、装置过温保护功能；
- (4) 模块化设计，体积小，安装便利，方便扩容；
- (5) 采用7英寸大屏幕彩色触摸屏以实现参数设置和控制，使用方便，易于操作和维护；
- (6) 输出端加装滤波装置，降低高频纹波对电力系统的影响；
- (7) 多机并联，达到较高的电流输出等级；
- (8) 拥有自主专利技术。

4.2型号说明



4.3尺寸说明

立柜式	型号	补偿电流	柜体尺寸 W x D x H (mm)	进出线方式
	AN APF□ -380 /□ G □	50A-600A	800 × 1000 × 2200 (其他尺寸可定制)	穿铜排 下进下出 (其他方式可定制)

壁挂式APF	型号	补偿电流	柜体尺寸 W × D × H (mm)	进出线方式
	AN APF □-380 / □ B □	75A	450*227*622	上进上出
		100A	450*227*622	

抽屉式	型号	补偿电流	柜体尺寸 W × D × H (mm)	进出线方式
	AN APF □-380 / □ C □	75A	450*622*201	后进后出
		100A	450*622*201	

4.4产品实物展示





ANAPF有源滤波器

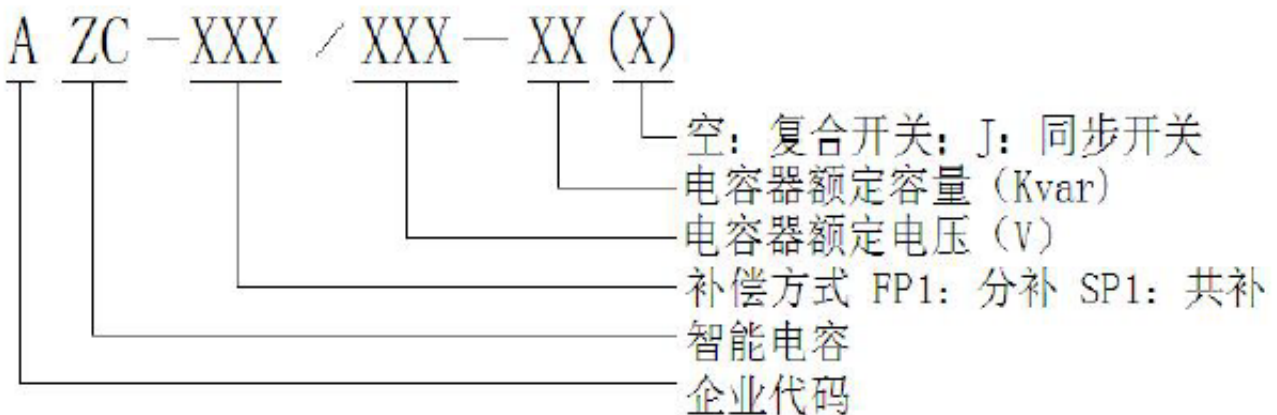
5 安科瑞智能电容器产品选型

5.1 产品概述

AZC/AZCL系列智能电容器是应用于0.4kV、50Hz低压配电中用于节省能源、降低线损、提高功率因数和电能质量的新一代无功补偿设备。它由智能测控单元，晶闸管复合开关电路，线路保护单元，两台共补或一台分补低压电力电容器构成。可替代常规由熔丝、复合开关或机械式接触器、热继电器、低压电力电容器、指示灯等散件在柜内和柜面由导线连接而组成的自动无功补偿装置。具有体积更小，功耗更低，维护方便，使用寿命长，可靠性高的特点，适应现代电网对无功补偿的更高要求。

AZC/AZCL系列智能电容器采用定式LCD液晶显示器，可显示三相母线电压、三相母线电流、三相功率因数、频率、电容器路数及投切状态、有功功率、无功功率、谐波电压总畸变率、电容器温度等。通过内部晶闸管复合开关电路，自动寻找适宜投入（切除）点，实现过零投切，具有过压保护、缺相保护、过谐保护、过温保护等保护功能。

5.2 型号说明



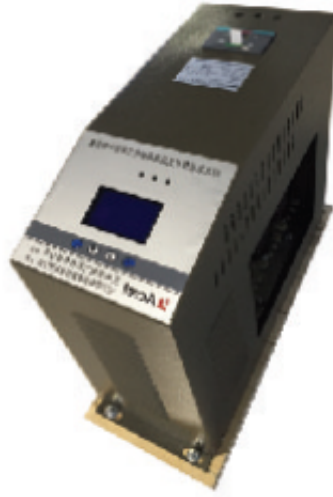
AZC系列智能电容器选型：

补偿方式	投切装置类型	容量(kvar)	规格型号	外形尺寸(mm)		
				长度	宽度	高度
三相共补 SP1	复合开关投切	20+20	AZC-SP1/450-20+20	340	80	300
		15+15	AZC-SP1/450-15+15	340	80	270
		20+10	AZC-SP1/450-20+10	340	80	270
		10+10	AZC-SP1/450-10+10	340	80	250
		10+5	AZC-SP1/450-10+5	340	80	250
		5+5	AZC-SP1/450-5+5	340	80	250
		2.5+2.5	AZC-SP1/450-2.5+2.5	340	80	250
	同步开关投切	20+20	AZC-SP1/450-20+20(J)	340	80	300
		15+15	AZC-SP1/450-15+15(J)	340	80	270
		20+10	AZC-SP1/450-20+10(J)	340	80	270
		10+10	AZC-SP1/450-10+10(J)	340	80	250
		10+5	AZC-SP1/450-10+5(J)	340	80	250
		5+5	AZC-SP1/450-5+5(J)	340	80	250
		2.5+2.5	AZC-SP1/450-2.5+2.5(J)	340	80	250
分相补偿 FP1	复合开关投切	30	AZC-FP1/250-30	340	80	330
		20	AZC-FP1/250-20	340	80	270
		15	AZC-FP1/250-15	340	80	270
		10	AZC-FP1/250-10	340	80	250
		7.5	AZC-FP1/250-7.5	340	80	250
		5	AZC-FP1/250-5	340	80	250
	同步开关投切	30	AZC-FP1/250-30(J)	340	80	330
		20	AZC-FP1/250-20(J)	340	80	270
		15	AZC-FP1/250-15(J)	340	80	270
		10	AZC-FP1/250-10(J)	340	80	250
		7.5	AZC-FP1/250-7.5(J)	340	80	250
		5	AZC-FP1/250-5(J)	340	80	250

AZCL系列智能电容器选型：

补偿方式	电抗器类别	容量(kvar)	规格型号	外形尺寸(mm)		
				长度	宽度	高度
三相共补 SP1	串 7%电抗率电抗器, 电抗材质为铝	40	AZCL-SP1/480-40-P7	480	200	380
		35	AZCL-SP1/480-35-P7	480	200	380
		30	AZCL-SP1/480-30-P7	480	200	380
		25	AZCL-SP1/480-25-P7	480	200	380
		20	AZCL-SP1/480-20-P7	480	200	380
		15	AZCL-SP1/480-15-P7	480	200	380
		10	AZCL-SP1/480-10-P7	480	200	380
		5	AZCL-SP1/480-5-P7	480	200	380
	串 14%电抗率电抗器, 电抗材质为铝	40	AZCL-SP1/525-40-P14	480	200	380
		35	AZCL-SP1/525-35-P14	480	200	380
		30	AZCL-SP1/525-30-P14	480	200	380
		25	AZCL-SP1/525-25-P14	480	200	380
		20	AZCL-SP1/525-20-P14	480	200	380
		15	AZCL-SP1/525-15-P14	480	200	380
10		AZCL-SP1/525-10-P14	480	200	380	
5		AZCL-SP1/525-5-P14	480	200	380	
分相补偿 FP1	串 7%电抗率电抗器, 电抗材质为铝	30	AZCL-FP1/280-30-P7	480	200	380
		25	AZCL-FP1/280-25-P7	480	200	380
		20	AZCL-FP1/280-20-P7	480	200	380
		15	AZCL-FP1/280-15-P7	480	200	380
		10	AZCL-FP1/280-10-P7	480	200	380
		5	AZCL-FP1/280-5-P7	480	200	380
	串 14%电抗率电抗器, 电抗材质为铝	30	AZCL-FP1/300-30-P14	480	200	380
		25	AZCL-FP1/300-25-P14	480	200	380
		20	AZCL-FP1/300-20-P14	480	200	380
		15	AZCL-FP1/300-15-P14	480	200	380
		10	AZCL-FP1/300-10-P14	480	200	380
		5	AZCL-FP1/300-5-P14	480	200	380
三相共补 SP1	串 7%电抗率电抗器, 电抗材质为铜	40	AZCL-SP1/480-40-P7	480	200	380
		35	AZCL-SP1/480-35-P7	480	200	380
		30	AZCL-SP1/480-30-P7	480	200	380

5.3产品实物展示



AZC系列智能电容模块 AZCL系列智能电容模块



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/200277.html>