

绿色配电创造效益

提升电能质量之有源电力滤波器应用

北京国电中自电气有限公司

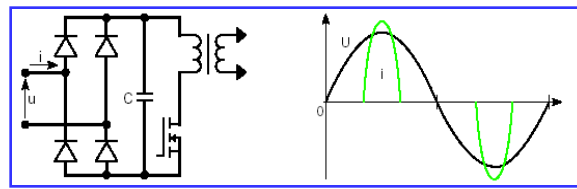
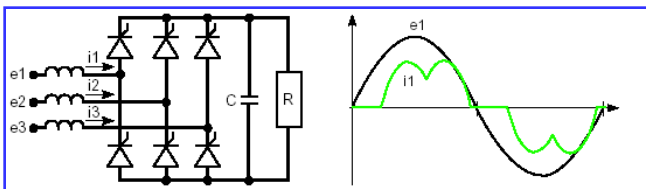
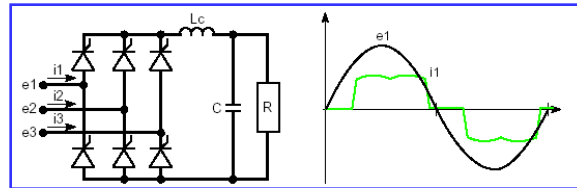
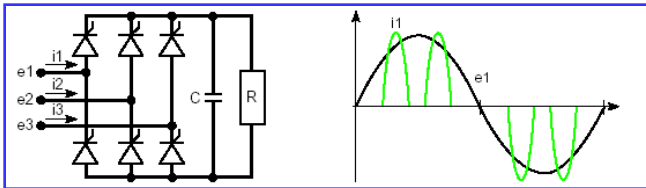
www.gdzhongzi.com

谐波

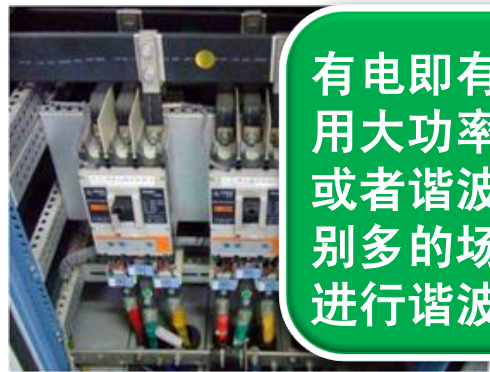
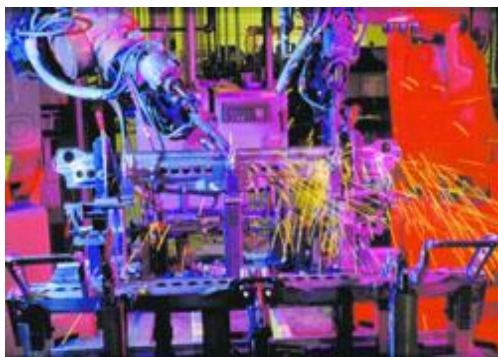
谐波是指电流中所含有的频率为基波的整数倍的电量，一般是指对周期性的非正弦电量进行傅立叶级数分解，除了基波频率的电量，其余大于基波频率的电流产生的电量，称为谐波。

谐波次数是谐波频率与基波频率 ($n=f_n/f_1$) 的比值。

谐波是由于正弦电压加于非线性负载，基波电流发生畸变产生谐波，主要非线性负载有UPS、开关电源、整流器、变频器、变频空调、感应电炉、电子计算机、充电器，它们的谐波波形如下：



常见谐波污染行业

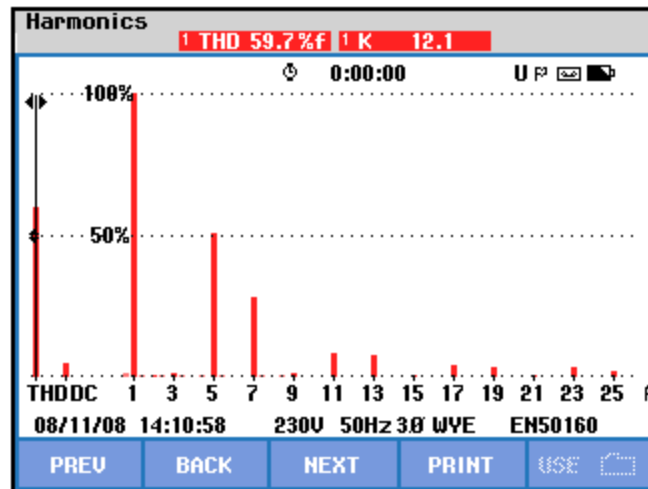
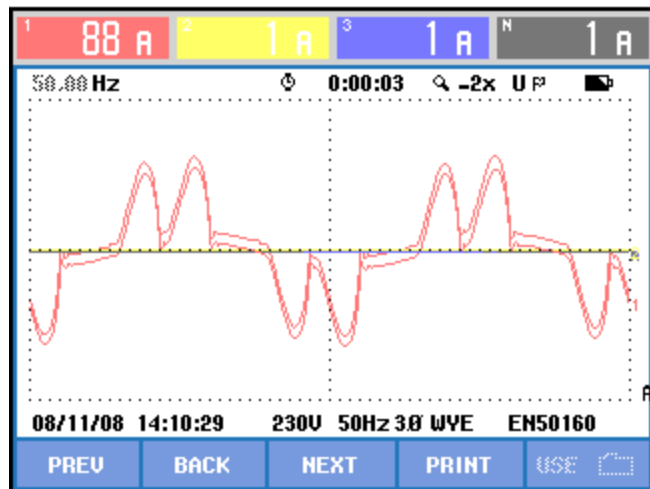


有电即有谐波，应用大功率整流设备，或者谐波源负载特别多的场合，需要进行谐波治理

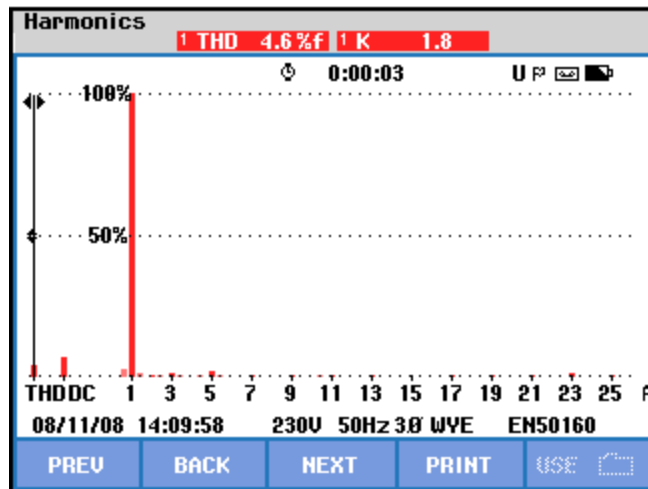
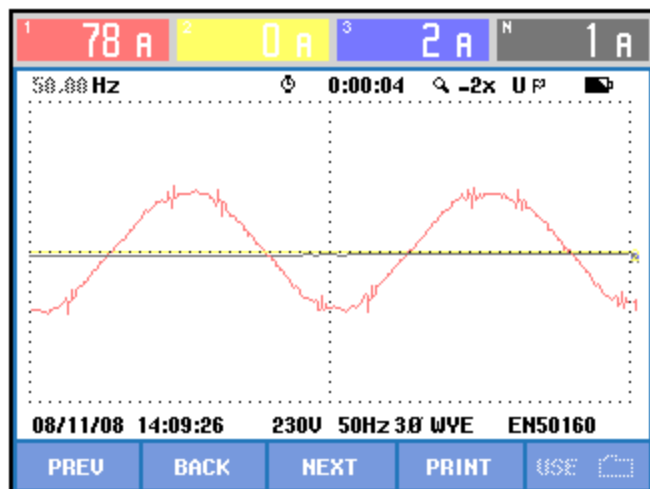


有源滤波器滤波前后波形及频谱对比

治理前



治理后



谐波典型危害

浪费电能

增加电费支出

降低系统容量

降低变压器容量
降低电缆容量
降低电网容量

典型危害

缩短设备使用寿命，损坏设备

引起局部并联谐振或串联谐振，导致无功补偿电容柜补偿电容、保护元器件及母排烧毁
损坏精密设备，缩短使用寿命
增加变压器铜损、铁损与杂损，使变压器过热
增加电缆线路损耗、导致电缆过热

危害生产安全与稳定

引发控制设备、继电保护装置误动作，烧毁设备或误跳闸停产
影响机器正常运行，降低产品质量和产量
干扰通信系统，甚至造成计算机无法正常工作，系统崩溃

谐波治理经济效益

节能5%~8%

某IDC机房7台400KVA UPS不间断电源，08年电费支出约1500万元，治理谐波后年节约电费110万元，节能效果7.3%

降容减少变压器、断路器、电缆投资

某工厂安装国电中自有源滤波器，退还一台变压器给供电局，节省100多万投资

经济
效益

保护设备、减少设备投资

河南某纸厂变频器产生的谐波每月烧毁两台风机，每月损失3万元

提高生产率和保持连续供电

大庆腈纶厂治理谐波后日产量从197吨提高到210吨

谐波含量的相关标准

国标GB/T 14549-93 《电能质量、公用电网谐波》

公用电网谐波电压限值

电网标称电压 kV	电压总谐波畸变率 %	各次谐波电压含有率%	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
6	4.0	3.2	1.6
10			
35	3.0	2.4	1.2
66			
110	2.0	1.6	0.8

谐波含量的相关标准

国标GB/T 14549-93 《电能质量、公用电网谐波》

注入公共连接点的谐波电流允许值

标准电压 KV	基准短路容量 MVA	谐波次数及谐波电流允许值, A																							
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0.38	10	78	62	39	62	26	44	19	21	16	28	13	24	11	12	9.7	18	8.6	16	7.8	8.9	7.1	14	6.5	12
6	100	43	34	21	34	14	24	11	11	8.5	16	7.1	13	6.1	6.8	5.3	10	4.7	9.0	4.3	4.9	3.9	7.4	3.6	6.8
10	100	26	20	13	20	8.5	15	6.4	6.8	5.1	9.3	4.3	7.9	3.7	4.1	3.2	6.0	2.8	5.4	2.6	2.9	2.3	4.5	2.1	4.1
35	250	15	12	7.7	12	5.1	8.8	3.8	4.1	3.1	5.6	2.6	4.7	2.2	2.5	1.9	3.6	1.7	3.2	1.5	1.8	1.4	2.7	1.3	2.5
66	500	16	13	8.1	13	5.4	9.3	4.1	4.3	3.3	5.9	2.7	5.0	2.3	2.6	2.0	3.8	1.8	3.4	1.6	1.9	1.5	2.8	1.4	2.6
110	750	12	9.6	6.0	9.6	4.0	6.8	3.0	3.2	2.4	4.3	2.0	3.7	1.7	1.9	1.5	2.8	1.3	2.5	1.2	1.4	1.1	2.1	1.0	1.9

谐波治理的主要方法

针对谐波治理，主要采用无源滤波及有源滤波两种方法

谐波治理方式	原理	治理效果
无源滤波器	为谐波电流提供低阻抗通路	差，无源滤波器只针对固定频率进行补偿，滤波效果依赖于系统阻抗特性且容易发生谐振
有源滤波器	往电网中注入一个与负载谐波电流大小相等，方向相反的谐波的电流，从而达到滤波的目的	好，动态补偿谐波，滤波效果受系统阻抗影响不大且不易发生谐振。同时补偿谐波和无功，并且可以连续调节无功功率的大小，补偿性能不受电网频率影响

国电中自简介

专注电力电子产品及服务的高科技公司

- 低压380V有源滤波器
- 低压690V有源滤波器
- 有源+无源混合滤波器
- 太阳能逆变器
- 软件企业

6项专利
电能质量产品

7项专利
新能源产品

	序号	案件文号	专利名称	专利类型
有源 滤波器 专利	1	CN0810442WL	三电平逆变器的控制方法	发明
	2	CN0910569WL	一种PFC整流电路	发明
	3	CN0810443WL	一种单相谐波电流检测方法	发明
	4	CN0920273WL	一种有源电力滤波器	实用新型
	5	CN0820357WL	电源电流检测装置	实用新型
	6	CN0930218WL	有源电力滤波器 (APF-25)	外观

产品应用

国电中自有源滤波器



25A/35A壁挂
260*405*178mm



50A/60A壁挂
176*440*680mm



100A壁挂
264*440*680mm



690V有源滤波器



25A/35A机架
260*405*178mm



50A/60A壁挂
176*440*680mm



多机并联
集中监控系统

国电中自与传统有源滤波器对比



国电中自

VS



传统设计
有源滤波器



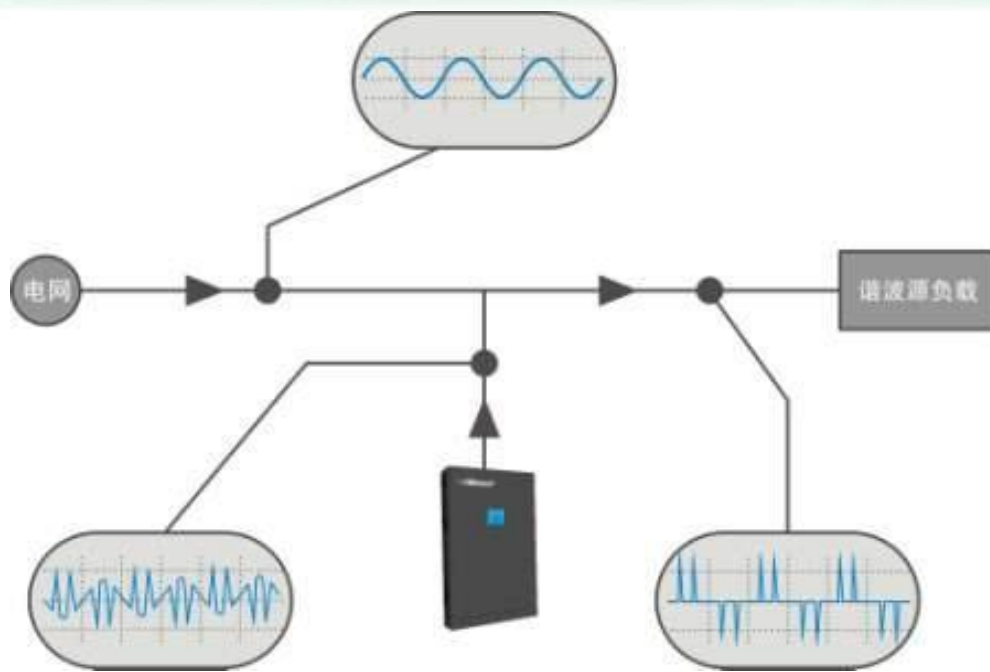
iPhone

VS



大哥大

国电中自有源滤波器工作原理



工作原理

国电中自有源电力滤波器通过外部电流互感器，实时检测负载电流，并通过内部DSP计算，提取出负载电流的谐波成分，然后通过PWM信号发送给内部IGBT，控制逆变器产生一个和负载谐波电流大小相等，方向相反的谐波电流注入到电网中，达到滤波目的。

国电中自有源滤波器功能

- 同时滤除2~50次谐波，可选择特定次数谐波补偿
- 响应时间 $<300\ \mu\text{s}$ ，对阶跃变化的谐波完全补偿时间 $<10\text{ms}$ （1/2周波）
- 谐波、无功及不平衡负载三种补偿模式
- 闭环控制，精确滤除谐波
- 有效抑制谐振，不受电网阻抗和系统阻抗变化影响
- 设计选型简单，只需测量系统谐波电流大小
- 维护方便，在符合要求的工作环境下工作，非机器故障无需维护

技术优势

效率>97%，主流品牌效率一般是95%，在自身损耗上每台机器节省电能6500kwh，折合工业用电1元/kwh，约6500元

高效率

体积及重量仅为传统产品1/5

创新安装方式：壁挂或机架

全球最节省空间

节省空间



**模块化
智能化**

N+1冗余，显著提高系统可靠性
流水线生产，更出色质量保证
减少系统单故障点
灵活并联，适应不同工况
可调感性、容性无功补偿

全功能

拥有所有主流品牌的功能
全功能监控系统
滤波能力优于同类产品
响应时间更快
电压波动范围全球更宽

稳定可靠

元器件选型

关键元器件全部选型
国际知名品牌

生产

ISO9000质量管理体系
年产能5000台的专业制造基地

稳定
可靠

测试

ICT、FVT、Hi-pop、AOI
耐压、绝缘电阻、漏电流
老化测试12小时
工作性能测试
抗干扰、冲击性负载测试

应用

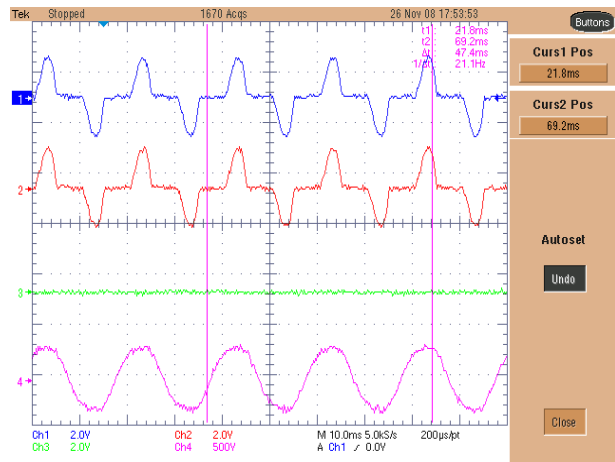
-40%~+20%极宽电压输入范围
自动限流
承受负载短路冲击，自动重新启动
三相电流输入输出独立控制
IP20防护，20kA防雷

关键元器件选型

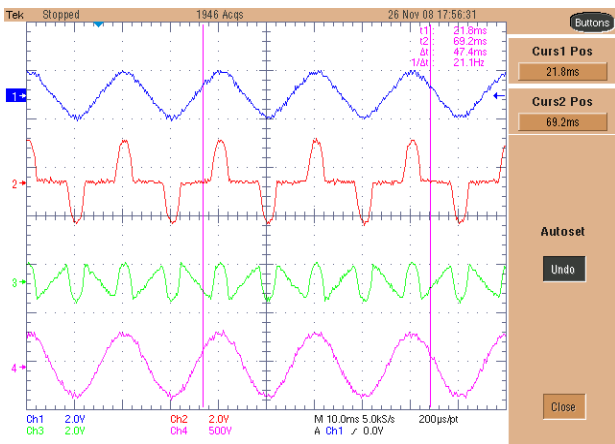
项目名称	厂家	型号	备注
DSP	Texas Instruments	TMS2808PZA	全球领先的数字信号处理与模拟技术 半导体供应商，财富500强排名197
控制芯片	ALTERA	EPM5N	全球领先可编程控制系统芯片提供商， 发明世界上第一个可编程逻辑器件
功率器件 IGBT	International Rectifier	IRGP50B60PD1PBF	全球领先IGBT提供商
熔丝	Littlefuse	0324030.M	全球著名电力保险丝供应商
电容器	江海/Jianghai	KMH450VN35*50	中国最著名的电容器制造商
风扇	台达/Delta	FFB0824	台资企业，全球最大规模风扇生产商
显示面版	拓普威/Topway	LM2068R	著名LCD屏幕生产商

国电中自有源电力滤波器滤波性能—滤单头波

滤波前



滤波后



状态信息：输入侧 ；负载侧 ；滤波器工作状态：工作(全谐波补偿)；是否加载：是；

V(V)	I(A)	W(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	PF	F(Hz)	THDV(%)	THDI(%)
226.11	75.0	13.3	10.6	17.0	0.78	49.968	3.3	75.8

基波电流: 60.07Arms 其它各次谐波含量是该次谐波电流值与基波电流值之比

奇次	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	
%	66.47	34.55	3.02	10.05	9.13	1.31	3.64	3.43	0.88	1.43	1.00	0.91	0.94	0.54	0.84	
偶次	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
%	0.29	0.10	0.17	0.09	0.10	0.12	0.07	0.08	0.10	0.07	0.09	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04

状态信息：输入侧 ；负载侧 ；滤波器工作状态：工作(全谐波补偿)；是否加载：是；

V(V)	I(A)	W(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	PF	F(Hz)	THDV(%)	THDI(%)
227.61	61.0	13.7	0.9	13.7	1.00	49.961	2.3	5.4

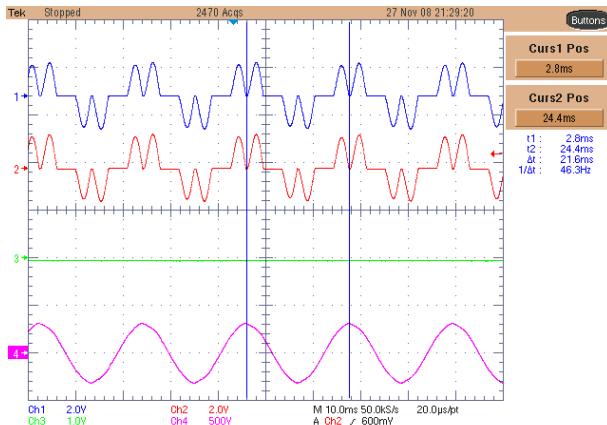
基波电流: 60.37Arms 其它各次谐波含量是该次谐波电流值与基波电流值之比

奇次	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	
%	4.81	0.86	0.19	1.26	1.32	0.38	0.70	0.63	0.37	0.13	0.33	0.22	0.19	0.17	0.19	
偶次	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
%	0.18	0.10	0.09	0.07	0.10	0.08	0.06	0.11	0.08	0.08	0.10	0.06	0.08	0.12	0.08	0.11

蓝色波形为输入侧波形，红色为负载侧波形，绿色为中自电气有源滤波器发出补偿谐波电流波形，粉色为输入侧电压侧波形，数据来源为信息产业部通信电源产品质量监督与检验中心检测报告。

国电中自有源电力滤波器滤波性能—滤双头波

滤波前



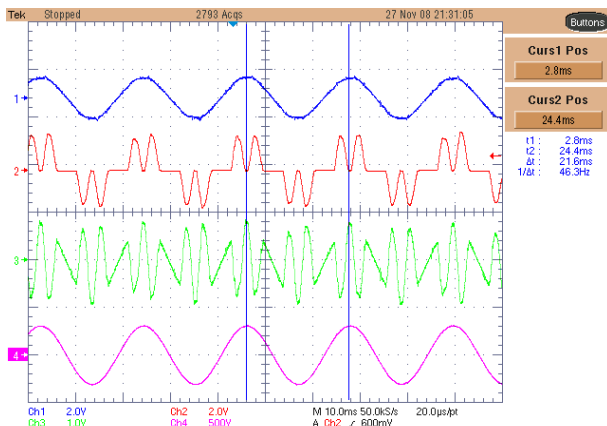
状态信息: 输入侧 ; 负载侧 ; 滤波器工作状态: 工作(全谐波补偿); 是否加载: 是;

V(V)	I(A)	W(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	PF	F(Hz)	THDV(%)	THDI(%)
217.25	73.0	12.8	9.5	15.9	0.80	45.984	0.8	74.2

基波电流: 58.86 Arms 其它各次谐波含量是该次谐波电流值与基波电流值之比

奇次	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	
%	2.3 4	62. 99	37. 94	0.7 1	2.7 8	4.0 9	0.5 7	3.1 5	0.5 4	0.2 0	0.9 1	0.2 6	0.1 5	0.8 8	0.6 1	
偶次	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
%	1.4 2	1.5 2	1.1 6	1.1 5	0.9 5	0.5 3	0.5 0	0.4 2	0.3 5	0.3 6	0.2 8	0.1 6	0.1 4	0.2 0	0.2 1	0.1 6

滤波后



状态信息: 输入侧 ; 负载侧 ; 滤波器工作状态: 工作(全谐波补偿); 是否加载: 是;

V(V)	I(A)	W(kW)	Q(kVAR)	S(kVA)	PF	F(Hz)	THDV(%)	THDI(%)
221.86	61.0	13.4	1.2	13.5	1.00	45.983	0.7	3.6

基波电流: 60.49Arms 其它各次谐波含量是该次谐波电流值与基波电流值之比

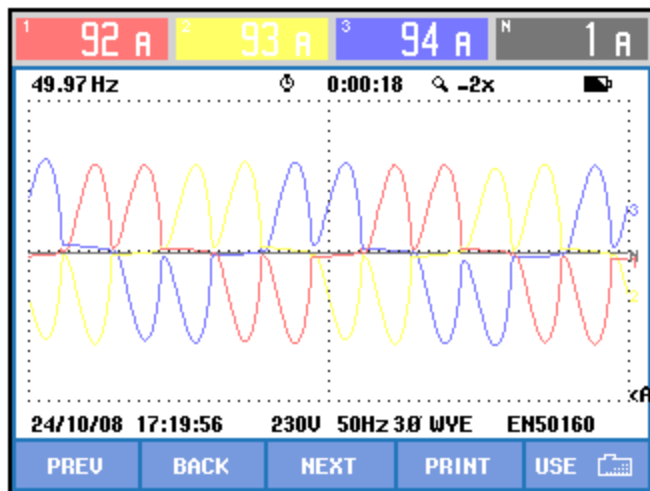
奇次	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	
%	0.9 4	2.3 3	1.2 7	0.3 0	0.4 1	0.2 5	0.4 2	0.7 8	0.3 0	0.4 6	0.2 2	0.4 1	0.3 4	0.2 7	0.1 5	
偶次	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
%	0. 73	0.1 0	0.1 1	0.1 0	0.0 6	0.1 1	0.0 5	0.1 0	0.0 5	0.0 5	0.0 6	0.0 8	0.0 5	0.0 9	0.1 1	0.0 8

蓝色波形为输入侧波形, 红色为负载侧波形, 绿色为中自电气有源滤波器发出补偿谐波电流波形, 粉色为输入侧电压侧波形, 数据来源为信息产业部通信电源产品质量监督与检验中心检测报告。

国电中自有源电力滤波器谐波治理案例

某大型电气设备工厂谐波治理前后数据对比

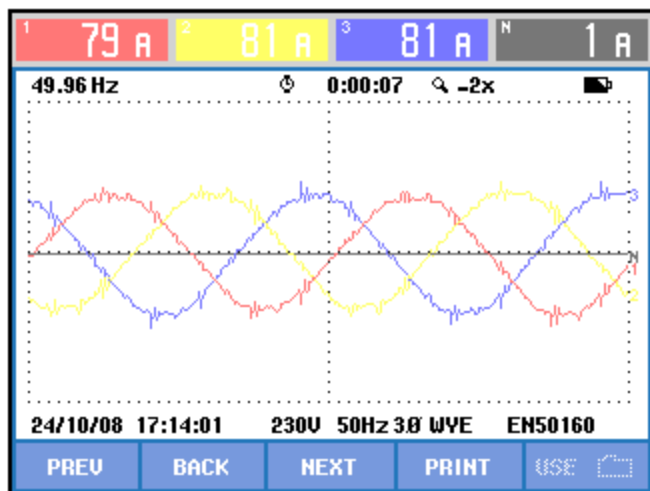
治理前



HARMONICS TABLE				
Amp	L1	L2	L3	N
THD%f	63.2	62.3	62.5	73.2
H3%f	1.2	1.2	0.5	34.9
H5%f	54.4	53.3	54.2	16.1
H7%f	28.9	29.0	27.7	13.3
H9%f	0.6	1.2	0.7	10.3
H11%f	8.6	8.2	9.0	7.7
H13%f	8.7	9.1	8.7	7.0
H15%f	0.2	0.5	0.3	4.7

24/10/08 17:22:05 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160

治理后



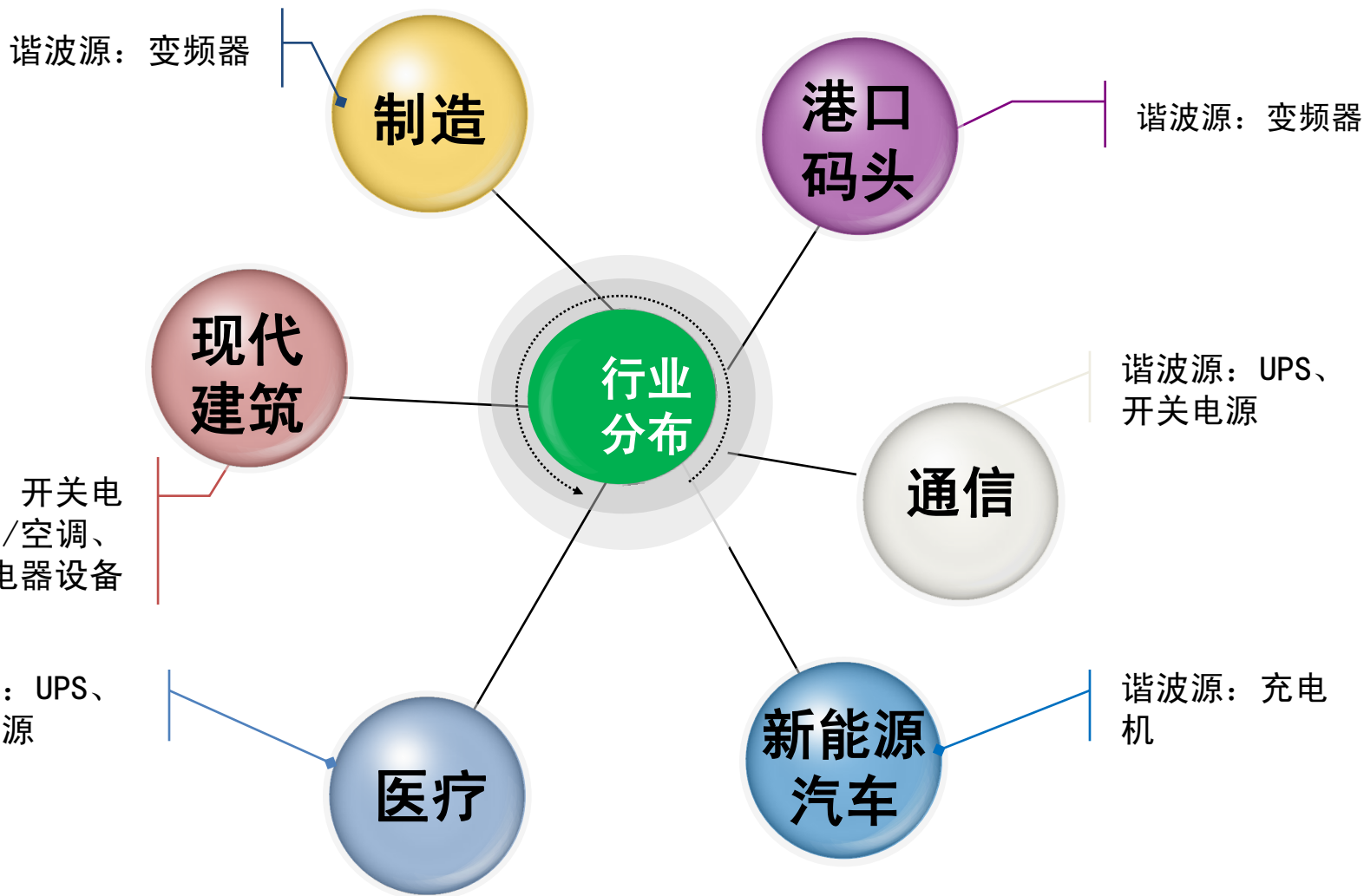
HARMONICS TABLE				
Amp	L1	L2	L3	N
THD%f	4.8	5.0	4.3	109.9
H3%f	1.6	1.3	1.2	55.9
H5%f	2.5	2.4	1.5	31.6
H7%f	1.4	1.3	0.8	19.9
H9%f	0.4	0.6	0.6	12.7
H11%f	1.1	1.0	1.1	12.0
H13%f	0.7	0.8	0.8	7.3
H15%f	0.6	0.6	0.6	8.5

24/10/08 17:16:48 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160

国电中自有源滤波器典型应用



国电中自有源滤波器业绩行业分布



国电中自有源滤波器销售分布



国电中自一体化电能质量解决方案

- 电能质量评估
- 定制化电能质量解决方案
- 从项目设计到产品安装全过程跟踪



国电中自电能质量解决方案

- 了解客户的配电设计/运作情况及希望达到的谐波治理效果
- 确立主要谐波源，计算谐波含量大小/现场采集谐波含量，电压畸变等一系列电能质量数据
- 提出多种电能质量解决方案
- 协助客户选择最合适的方案
- 安装机器及为客户培训机器操作知识
- 使用效果现场检测，验收机器及电能质量解决方案
- 使用效果持续跟踪管理及售后技术支持

中自电气电能质量解决方案优势

以客户为中心的
全方位技术服务

全方位技术服务拥有强大的
公司自主产品平台支持

持续投入
软件升级方便

遍布全国各地
办事处

自主研发，深刻理
解产品一个零件

24小时全天候响应
72小时到达现场

沟通培训
方便、深入

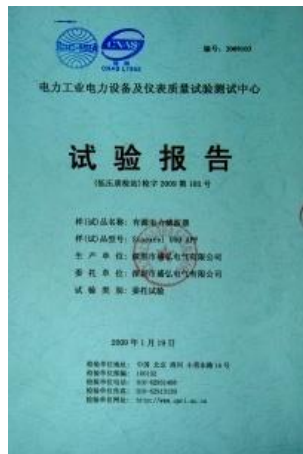
售后服务方便

齐全零配件及
后备机器

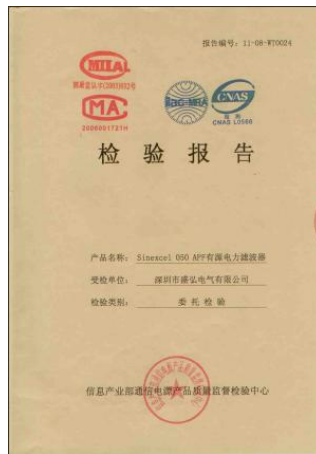
国电中自有源电力滤波器资质



CE认证



电力工业部电力工业电力设备及仪表质量试验测试中心质量试验报告，编号2009103



信息产业部通信电源产品质量监督检验中心质量检验报告，编号11-08-WT0024



ISO9000质量管理体系

国电中自有源滤波器特性

- 2~50次谐波同时补偿，并且可指定补偿次数
- >97%工作效率，损耗小
- 3DSP+CPLD全数字控制方式
- 三电平逆变电路
- 快速FFT及瞬时无功两种算法模式
- 模块化设计
- 谐波、无功及不平衡负载三种补偿模式
- -40%-20%电压范围
- CE认证
- 3.8英寸全功能液晶监控系统，并具PC端增强软件
- 小体积、壁挂/机架创新安装方式，节省空间
- 多行业应用案例，广泛适应各种非线性系统



感谢各位领导的关注与支持

如有疑问，请联系

北京国电中自电气有限公司

地址：北京市通州区光机电一体化产业基地嘉创路5号

邮编：101111

电话：010-68651027/68657218

传真：010-68660259

网址：<http://www.gdzhongzi.com>

邮箱：sales@gdzhongzi.com