SHANGHAI AUTOWELL POWER ELECTRONICS CO., LTD.
Address: No.1, lane 123, East Huancheng Rd., Fengxian District,
Shanghai, China (201401)
Tel: 86-21-37531530
Fax: 86-21-37531458
E-mail: apf@autowell-power.com
www.honeywell-powercontrol.com

客户服务热线：400-920-0082 400-820-0225
样本如有修改，恕不另行通知。

The Honeywell Trademark is used under license from Honeywell International Inc.

Honeywell

Honeywell

SMARTWAVE

有源电力滤波器

电网清道夫

ABOUT US
关于我们

我们的客户、合作伙伴、投资人和社区都对霍尼韦尔这一全球领先的技术品牌有着很高的期望，
我们的品牌代表着最先进的创新与发明、最高的客户满意度和最出众的股东价值。

霍尼韦尔这一源自于美国的全球品牌至今已有100多年的历史了。
今天，无论是在经济发达地区，还是在新兴市场，霍尼韦尔品牌是可靠和领先的象征。
在中国，霍尼韦尔被中国政府授予“知名”商标的称号。在印度，霍尼韦尔则被列为“超级商业品牌”。

通过解决世界上最具挑战性的难题，霍尼韦尔彰显其价值。
我们的品牌不仅仅是一个名字、标识和包装，它代表着完整的霍尼韦尔体验。

我们正在建立一个更安全……
更舒适，更节能……
更具有创新力和生产力的环境……

我们是霍尼韦尔

DAMPER FLAPPER

霍尼韦尔的历史可以追溯到1885年，1886年5月，一个简单的发明
“damper flapper”（自动调节阀）以其独特的闭环控制思想为霍尼韦尔130年来
在自动化控制领域的创新发展奠定基础，包括变频调速装置。

1886年
Damper Flapper

1927年
Minneapolis Heat Regulator Company

1953年
T-86 “Round Thermosted”

1963年
Officially Renamed Honeywell

1986年
Avionies Systems

今天

霍尼韦尔作为一个拥有多元化制造技术的领导者，服务于世界各地的客户，包括航天产品及服务、工业和家庭楼宇控制技术、汽车产品、涡轮增压器以及特殊材料。

霍尼韦尔每年研发投资超过14亿美元，在全球拥有逾3.1万项专利及专利申请，2008年被授予美国专利的数量在美国企业中排第8位，在全球排第21位。

霍尼韦尔致力于环保与可持续发展：目前，霍尼韦尔50%的产品都与工业制造、商业领域、家庭、航空运输等领域降低排放，减少浪费，提高能效相关。

霍尼韦尔致力于为广大客户提供高价值的产品和创新型技术。霍尼韦尔多种拥有专利的产品为自身及客户带来了竞争优势。以顾客为中心的工作方针确保我们与顾客之间有着频繁的互动和简易的流程，并以此获得最大效率和最佳绩效。

CONTENTS
目录

04 我们给您带来绿色电源
05 影响电网质量的设备
06 谐波带来的危害

07 SmartWave
- 产品综述
- 主要特点
- 有源滤波模块拓扑
- 工作原理
- 人性化操作界面
- 监控通讯接口
- 控制算法及其动态响应
- 权威认证
- 技术参数
- 产品选型
- 订货要求
- 连接配线
- CT接线
- 并机配线
- 补偿方式

16 SmartWavePlus
- 基于有源滤波器的电能质量综合治理装置
- 技术背景
- 产品原理
- 设备构成
- 产品特点
- 优势
- 规格参数
- 产品选型

GREEN ENERGY
我们给您带来绿色电源

客户满意的电能质量改善方案

近年来，随着新型配电和用电设备的不断发展，
在给人们带来高效的工作和方便的生活同时，
也带来电网的污染问题——包括电网的谐波畸变、三相不平衡、功率因素低等。

电网的污染使我们的用电环境逐步恶化，
极大影响用电安全和用电效率，供电质量的改善已迫在眉睫，
普通治理设备在复杂的电网污染面前越来越显得无能为力。

有源电力滤波器是目前治理电网污染，全面提高电源质量，提高电网效率，
确保电网和用电设备安全的最理想的设备，将给您带来绿色的用电环境。

ABOUT POWER QUALITY

影响电能质量的设备

电网内充斥着大量的非线性负载，当电网正弦波加载在这负载上时，电流会变成非正弦波，非正弦波电流在电网阻抗上产生压降，会使电网电压波形也变成非正弦波，对非正弦波做傅里叶级数分解，其中频率与工频相同的分量成为基波（通常为50Hz），频率为基波频率整数倍的分量成为谐波。

当这些谐波大量注入电网后，直接影响电网的质量，典型的非线性负载包括：

- 整流装置（电解、电镀等）
- 电机调速/软起装置（交流变频器、直流调速装置、可控硅软起装置等）
- 直流电源、充电机（充电桩等）
- 加热设备（电弧炉、半导体加热炉等）
- 焊接设备
- 电气化铁路、船舶电驱动
- 空调系统（变频压缩机、变频风管机等）
- 照明灯具（荧光灯、LED灯、可控调光灯、气体放电灯等）
- 应急电源（UPS、通信电源等）
- 计算机和外围设备等
- 海洋及陆地钻井平台电驱装置

上述设备广泛分布于钢铁（冶金）、轨道交通（地铁）、医药化工、商业高层建筑、医院、半导体工厂、演艺中心、电厂、钻井平台等场所，SmartWave有源电力滤波器已成功应用于上述场所，并有效解决电网污染问题。

谐波带来的危害

谐波污染会严重干扰用电设备和系统的正常运行，并进一步造成下列不良影响：

- 增加变压器、电机等感应设备的铜损、铁损，降低了运行效率，加大噪音及震动，提高温升破坏绝缘
- 增加电缆集肤效应，加大线路损耗，使电缆过热，绝缘老化加速
- 保护装置误动或拒动，导致区域性停电事故
- 增加开关设备通断瞬间电流，影响消弧能力，甚至产生重燃，直接危害设备及人身安全
- 加速电容老化，串并联谐振引起电容器鼓包、爆炸、起火事故
- 中性线电流过大，造成发热甚至火灾
- 损坏电网中的精密敏感设备
- 使电力系统中各种测量仪表误差增加，甚至无法工作，造成计量误差
- 对通讯、电子类、自动控制设备产生严重干扰

01 SmartWave

产品综述

SmartWave系列有源电力滤波器是一种真正有效的谐波治理解决方案，采用最先进的有源谐波补偿技术动态消除电网谐波。SmartWave实时检测非线性负载产生的电流波形，分离出谐波部分，再通过IGBT逆变电路输出等同的谐波电流，以抵消负载谐波，确保从电网吸取的电流为正弦波，实现谐波滤除功能。

此外，SmartWave还能提供超前或滞后的无功电流，用于改善电网的功率因数，实现动态无功补偿，并改善三相不平衡。

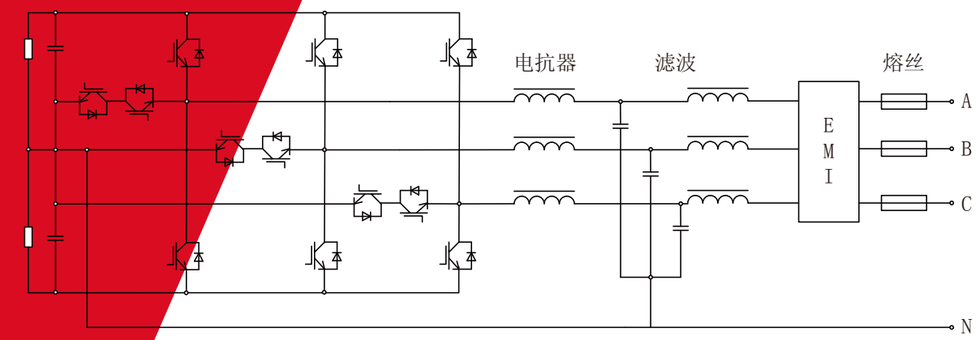
主要特点

基于瞬时无功理论的动态有源滤波，全面改善电能质量：

- 采用三相三电平PWM变流技术，20kHz开关频率，体积小，效率高，显著提高系统可靠性
- 采用TI最新高速双核DSP以及16位高精度AD采样，确保精确消除谐波，补偿速度快，对负载的动态变化迅速响应
- 谐波补偿次数可选择，最高能滤除50次谐波
- 灵活的补偿选择方式，谐波或无功优先，只补谐波或无功
- 具备不平衡补偿能力
- 具有自动限流功能，不会发生过载，真正闭环控制，谐波滤除率大于97%
- 系统效率高，满载损耗小
- 滤波效果不受系统阻抗变化影响，并能自动抑制系统谐振
- 按照配电结构，可选择局部补偿、部分补偿或总补偿，CT可位于电源侧或负载侧
- 易于扩展和冗余设计，模块化结构，可自由组合扩容，具备“智能冗余”功能

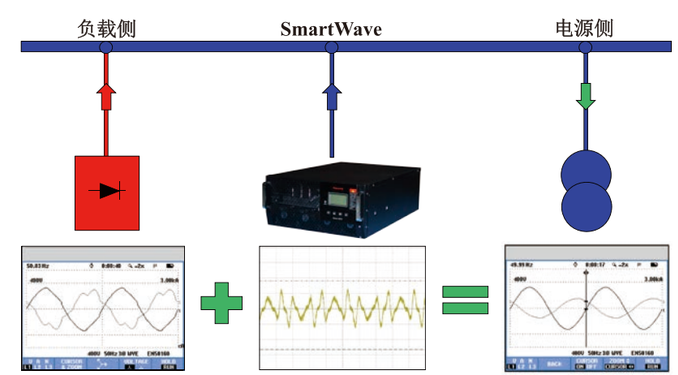
有源滤波模块拓扑

SmartWave模块拓扑结构：



工作原理

SmartWave通过外部CT检测负载电流送至控制电路的谐波分离模块，分离出负载电流中的各次谐波分量，作为给定值送到调节模块，SmartWave实际输出电流作为反馈值同时送到调节模块，调节模块的输出经过PWM控制后产生IGBT的触发脉冲。逆变器最终输出对应的补偿电流，实现谐波滤除功能。



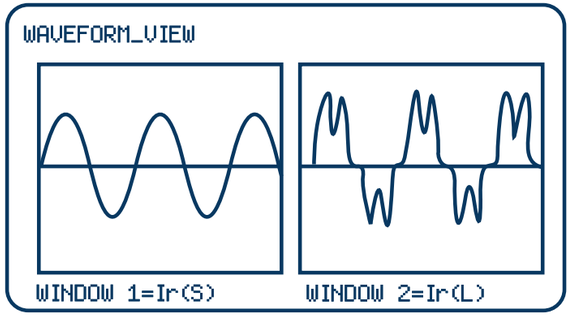
人性化操作界面

SmartWave设有人性化用户操作界面，使用户操作自如。

带触摸屏控制的LCD界面，可读取各项电气参数，电压电流波形和频谱，管理SmartWave以及监视电源系统端的电能质量。通过图形化LCD显示及操作可以方便地在SmartWave侧、负载侧和电源侧三端进行以下信息读取和指令操作：

- 电压、电流、频率、功率因数、功率、总谐波失真等
- 波形与谐波频谱
- 控制指令与设定
- 状态与报警、故障
- 事件记录

监控通讯接口



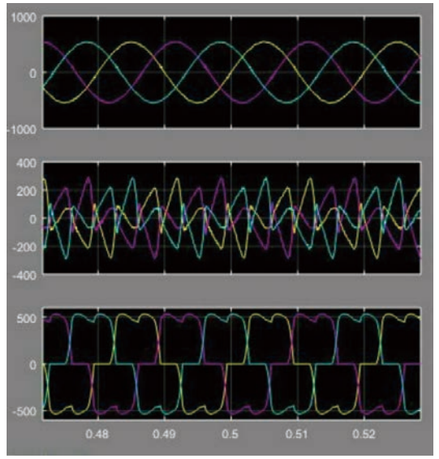
SmartWave提供基于标准工业通讯协议的接口：

- 串行通讯界面RS232/RS485
- 以太网界面RJ45

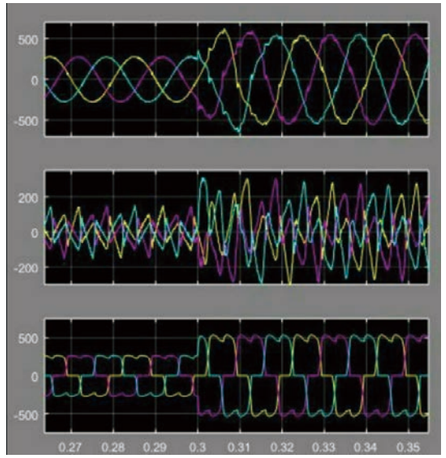
控制算法及其动态响应

全阶补偿: 基于瞬时无功理论的双同步坐标系的谐波提取算法

选阶补偿: 基于快速傅里叶(FFT)的谐波提取算法



稳态性能



动态响应

权威认证

Smartwave已经获得欧盟CE认证及中国CQC认证

CE 认证
(Conformite Europeenne)

CQC 认证
(China Quality Certification)

技术参数

产品规格	壁挂式模块 50A、75A、100A	机架式模块 50A*	机架式模块 75A	机架式模块 100A	整柜 50A～500A
电压	380V，±15%				
相/线	3L：3相3线 / 4L：3相4线				
频率	50/60Hz ±5%				
结构形式	模块化结构，积木式组合				
扩容能力	支持最多10个模块并机				
中性线补偿能力	3倍于相线补偿容量（只针对4L）				
全响应时间	＜20ms				
冲击电流	小于额定电流				
自动限流	是				
噪音	＜65dBA				
颜色	RAL7035（可定制）				
防护等级	IP2X、IP3X、IP31（可定制）				
滤波范围	2次～50次（可选或全部）				
滤波能力	＞97%				
控制器	全数字DSP控制				
开关频率	20 KHz				
通信	RS232、RS485、TCP/IP				
外形尺寸 W×D×H(mm)	510×218×694 510×258×694	500×205×659	500×245×689		800×1000(800)** ×2200
环境条件	存储温度-40℃～+70℃，运行温度-10℃～+40℃，湿度＜95% 无凝露 海拔≤2000m，超过2000m每增加100m降额1%				
参考谐波标准	IEEE 519-1992、GB/T 14549-1993				
参考设计标准	EN60146				
参考安全标准	EN50178				
参考EMC标准	EN55011，EN61000-4-2，EN61000-4-3，EN61000-4-4，EN61000-4-5 GB/17625.1-2012、GB/17625.2-2007、GB/Z 17625.3-2000、GB/Z 17625.6-2003				

* 50A模块有固定式和插拔式两种安装方式
** 仅适用于50A模块固定式安装方式
其它特殊要求请与我司联系

产品选型

无需测量电源阻抗、分析负载谐波的频谱，只要依据已知需要补偿的谐波电流总有效值（ILH）大小，选用一台输出补偿电流大于该值的SmartWave即可。一般来说，推荐选用SmartWave补偿电流比ILH大20%左右。

SmartWave系列有2种相线制，SmartWave3L系列和SmartWave4L系列。
SmartWave3L为三相三线有源滤波器，主要用于三相三线制系统的非零序谐波滤除和无功补偿；
SmartWave4L为三相四线有源滤波器，除具有SmartWave3L的功能外，还能彻底消除中性线上的谐波电流，适合具有中性线的三相负载或有单相负载的场合。

Smart Wave ①

为固定前缀，代表Smart Wave产品系列

A / B - C - M

② -3L代表三相三线 -4L代表三相四线

③ 额定补偿电流（Arms）

④ 线电压（Vrms）

⑤ 代表模块化有源滤波器

例如：SmartWave4L/100-380-M表示SmartWave系列有源滤波器为三相四线，额定补偿电流100A，额定线电压380V，模块化设计。

订货要求

SmartWave系列有源滤波器订货要求

项目名称：_____

产品型号：_____ 订货数量：_____

电　压：　☐380V　☐其它 _____

频　率：　☐50Hz　☐60Hz

供电方式：　☐三相三线制　☐三相四线制

谐波负载：　☐整流装置（电解、电镀等）　☐加热设备（电弧炉、半导体加热炉等）
☐直流电源、充电机（充电桩等）　☐应急电源（UPS、通信电源等）
☐焊接设备（电焊机等）　☐空调（变频压缩机、变频风管机等）
☐计算机和外围设备　☐照明（荧光灯、LED灯、气体放电灯等）
☐其它：_____

接线方式：　☐上进出线　☐下进出线　☐其它：_____

柜体颜色：　☐RAL7035　☐RAL7032　☐其它：_____

柜体尺寸：　☐W800×D1000×H2200　☐W800×D800×H2200　☐其它：_____

采样C T：　☐甲供　☐乙供　☐普通　☐开合式　☐精密　变比：_____

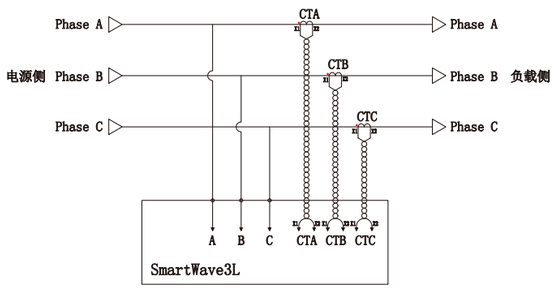
特殊要求：_____

订 货 方：_____ 日期：_____

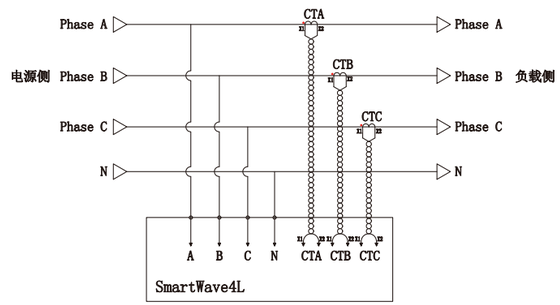
连接配线

有源滤波器所需要的连接配线共有：

- 3条动力线，连接到进线开关（三相四线APF需连接N线）
- 1条接地，连接至接线端子或接地铜排
- CT输出线，连接至电流信号端子



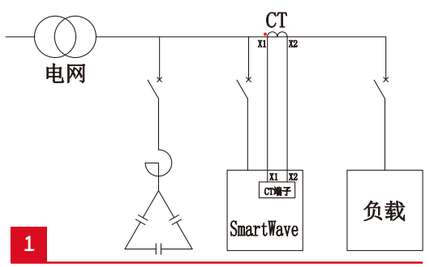
SmartWave3L 电流互感器配线示意图



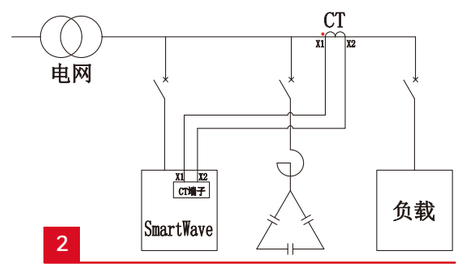
SmartWave4L 电流互感器配线示意图

负载含有并联电容器组或无源滤波装置的CT接线

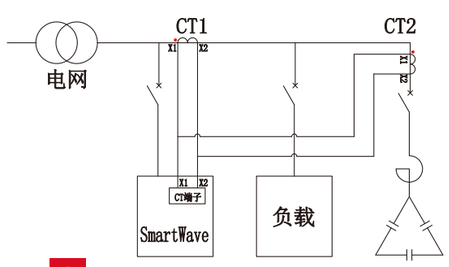
含有并联电容器组或无源滤波装置的CT接线，应确保CT检测的电流不含有电容或无源滤波装置的电流。



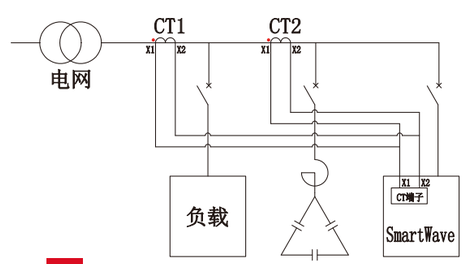
1



2



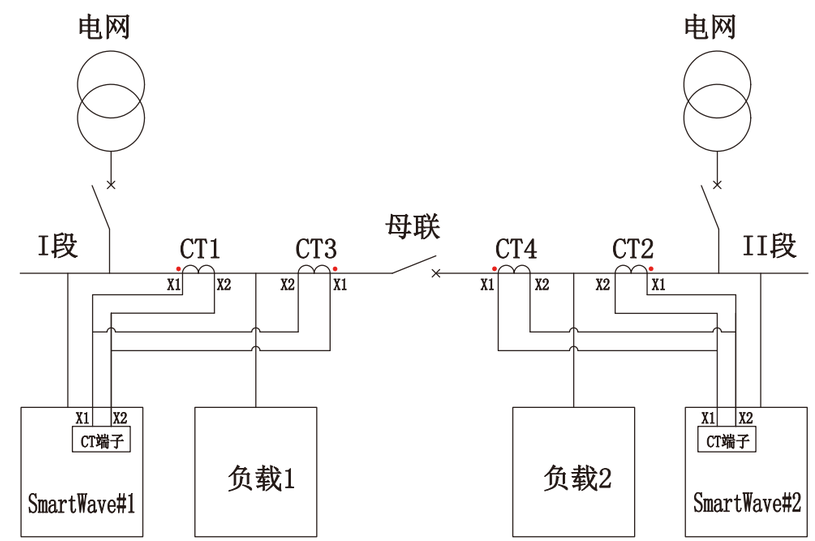
3 *需要2组CT，且变比一致，并注意方向。



4 *需要2组CT，且变比一致，并注意方向。

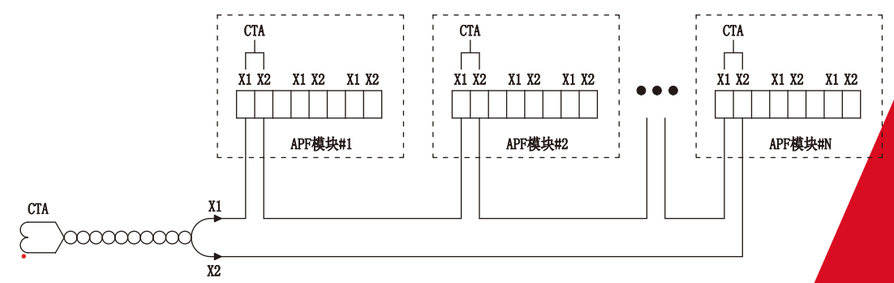
双母联供电的CT接线盒并机配线

在双母联供电的应用现场，也需要两组CT。此两组CT也需要保证变比一致并注意CT穿线方向。



CT接在负载侧示意图

SmartWave有源滤波器允许最多10个模块并联运行以增加补偿容量。并联时只需一组CT，CT连线如下图所示（以A相为例），将CT二次输出通过每台APF模块的CT端子串接起来。每台APF模块的动力线都并接在电网上，并机的设备之间通过上位机小屏背面的CAN总线端口连接。



并联CT接线（A相）

补偿方式

根据现场低压配电系统和负载分布情况，以及客户需要达到的补偿效果和性价比，SmartWave系列有源滤波器可以提供集中补偿、部分补偿和就地补偿三种方式。

1 集中补偿

在混合型低压配电系统中，非线性负载数量较多、布置较分散，且单台非线性负载容量较小时，宜采用集中补偿方式。

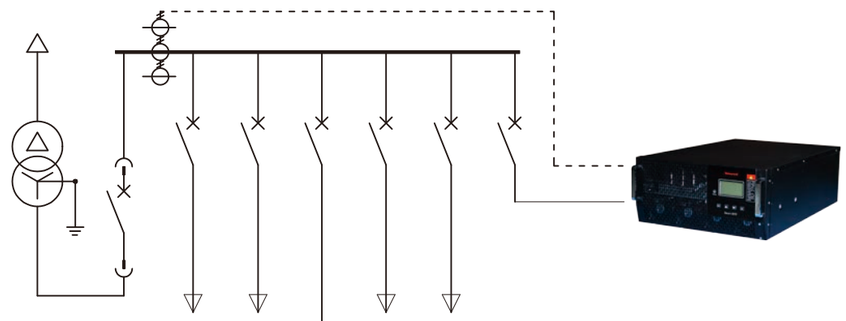
2 部分补偿

在低压配电系统中的非线性负载集中在某几条支路时，宜采用部分补偿方式。

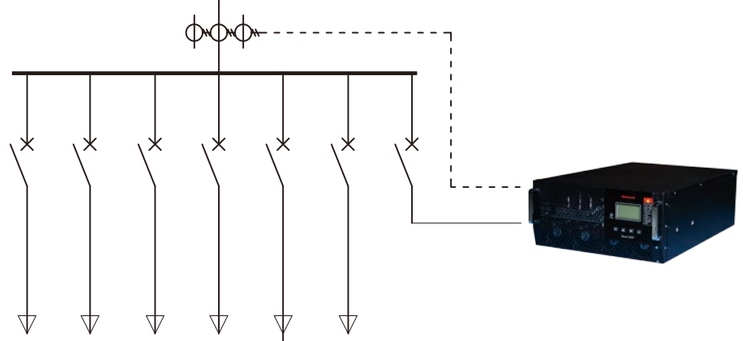
3 就地补偿

在低压配电系统中的非线性负载分散，单台容量较大时，宜采用就地补偿方式。

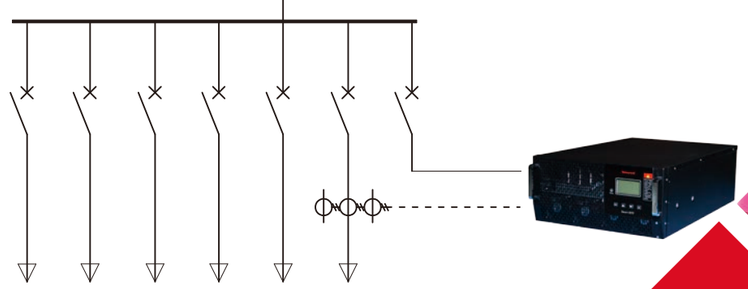
集中补偿



部分补偿



就地补偿



基于有源滤波器的电能质量综合治理装置

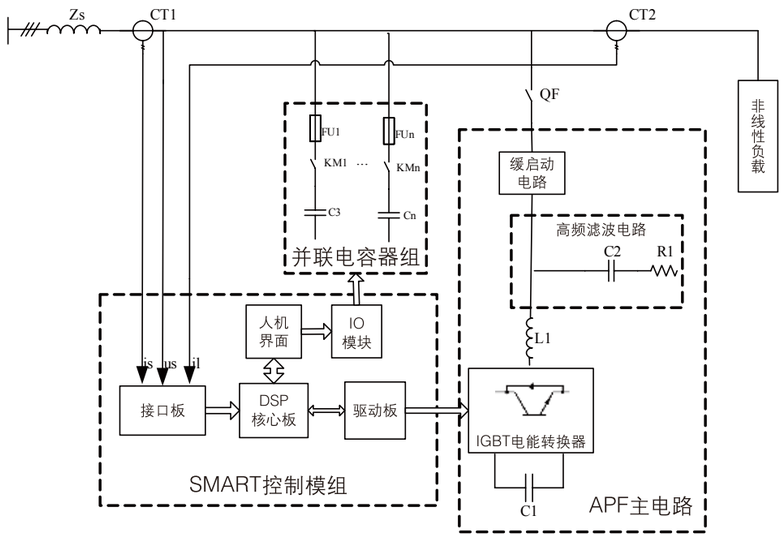
02 SmartWave Plus

技术背景

目前，无功补偿主要采用并联电容器组，它具有结构简单，容易控制，容量大，易扩展等优点。但是并联电容器不能有效滤除系统谐波，而且存在系统阻抗发生串并联谐振的可能。在需要同时补偿大容量无功和滤除谐波的应用场合，一般采用并联电容器组和有源滤波器并联的方法，但二者简单并联后会改变负荷的等效谐波阻抗且存在电流耦合问题，若二者独立控制，则可能引起谐波短路或者谐振故障，需要特殊设计才可以稳定运行。

产品原理

SmartWave Plus电能质量综合治理装置将并联电容器组、无源滤波器、有源滤波器并联使用，协调控制。该装置结构简单，能够补偿大的无功功率，同时能够治理电网中的谐波，并能避免并联电容器组与系统阻抗发生谐振，使用一套控制装置进行实时控制，提高了设备的稳定性和易用性且降低了成本。



设备构成

SmartWave Plus电能质量综合治理装置采用模块化设计，由有源滤波器模组、并联电容器模组、无源滤波器模组及Smart控制模组组成，根据补偿需求可以自由组合。

产品特点

- 集多种电能治理治理功能于一体
- Smart控制模组，灵活配置多种治理模组，灵活应变能力强
- 综合造价低，性价比高
- 模块化设计，功能模组可以方便扩展
- 模块在线维护功能，设备可确保长期连续运行
- 谐波自动保护功能，确保自身各模组安全
- 良好的触摸屏人机界面，图形显示，操作控制简单
- 体积小，安装方式灵活，简单与低压开关柜组合使用，美观方便

优势

项目	传统电能质量治理装置	SmartWave Plus 有源电能质量治理装置
治理效果	效果差，无法全面改善电网质量，综合治理	效果好，几乎可以治理目前存在的所用电能质量问题
治理手段	单一	多种，集目前主要的五种手段于一体
安全性	有时自身难保	安全，全面应对一切电网污染对装置产生的安全问题
扩展能力	不采用模块化设计，扩展难度高	模块化设计，易扩展
综合造价	高	低
电网污染变化应变能力	低，需要重新设计调整	强，通过控制模组可以迅速应对

规格参数

有源滤波模组标准尺寸——请见SmartWave技术参数表。

电容补偿模组标准尺寸

电容补偿模组采用抽屉式组合结构，单个柜体尺寸为400*1000（800）*2200，最多可以装6个抽屉，单个抽屉的容量最大为30kVar。一台SmartWave Plus电能质量综合治理装置可以与2个电容补偿柜组合使用。

标准的电容模组尺寸为：

模组规格	宽度（mm）	高度（mm）	深度（mm）
180kVar	400	2200	1000（800）
360kVar	800	2200	1000（800）

注：根据用户需要，可以选用不同容量、比例的无功模块抽屉式组合；也可将无功模块固定式柜内安装。具体尺寸根据实际需要核定。

产品选型

SmartWave Plus A / B - C - M - D

1. 为固定前缀，代表SmartWave Plus产品系列
2. -3L代表三相三线 -4L代表三相四线
3. 最大无功补偿容量（kVar）
4. 额定线电压（Vrms）
5. 代表模块化有源滤波器
6. 额定谐波补偿电流（Arms）

例如：SmartWave Plus 3L/150-380-M-100表示SmartWave Plus系列电能质量治理装置为三相三线，最大无功补偿容量150kVar，额定线电压380V，额定谐波补偿电流100A，模块化设计。