



# VSK Electric Power

洁净电网，奉献绿色电能  
Clean Power, Dedication Green Electricity

设计选型手册

## Power Factor Harmonic System 无功补偿与谐波（校正）系统



VSK 国际控股集团  
VSK International Holding Group

在瞬息万变的今天，我们将以挑战为动力，以创新为灵魂，秉承“和谐、超越、共荣”的企业精神开辟新的里程，引领未来。

即使未来的岁月注定坎坷不平，  
但对于成为最具文化品位及世界一流电能企业的目标，  
我们矢志不移，我们必须在产业规模和声望上永远超越同业，  
通过技术和管理水平的不断提升，  
使我们成为电能质量行业的领跑者！

VSK——迈向更灿烂、更辉煌的明天……



# VSK Electric Power

洁净电网，奉献绿色电能  
Clean Power, Dedication Green Electricity

VSK您最可靠的合作伙伴!



## 前言 PREFACE

您最可靠的合作伙伴、电容器和无功补偿与谐波滤波系统安全方案解决的专家—VSK天津威斯康股份企业。

开拓、进取、创新是天津威斯康电能企业的一贯传统，专著于电力无功补偿与谐波治理领域，依托于德国VSK国际控股集团的强大技术支持与品牌支持，以优质的产品来满足客户的需求，为实现电力系统的可靠配送和安全使用，我们的产品在整个生产过程中的各个环节，始终处于公司的质量保证体系，严格的检测和监督之中。采用国际最前沿的工艺技术，生产既安全又易于使用的电能质量产品，并提供相关服务。天津威斯康可提供最优化的智能无功补偿与滤波治理整体解决方案。

当前，随着无功补偿与谐波滤波技术的复杂程度在提高，越来越多用户倾向于一个专业性无功补偿与滤波产品的品牌，在规划和实施一个补偿滤波系统工程时，除了优异的质量和安全性之外，还要求所采用的产品之间的完美适配。此外，与一个专业性较强的合作伙伴的沟通也更加容易而有效。今天，在无功补偿与滤波治理系统方面“VSK”将为您提供更多的保证、支持。

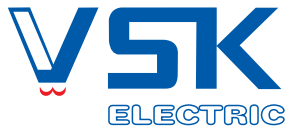
作为最可靠的合作伙伴，我们就在您身边，随时准备为您提供一流的电能质量产品和完善的服务。

VSK  
Electric Power

To be experts of world  
capacitance compensation

[www.vsk-cn.com](http://www.vsk-cn.com)





# 绿色电力世界，因 更精彩！

Green electricity world,  
because V is more exciting! [www.vsk-cn.com](http://www.vsk-cn.com)



© VSK高新科技园鸟瞰图



VSK  
Electric Power

洁净电网，奉献绿色电能  
Clean Power, Dedication Green Electricity

## Brief introduction 企业简介

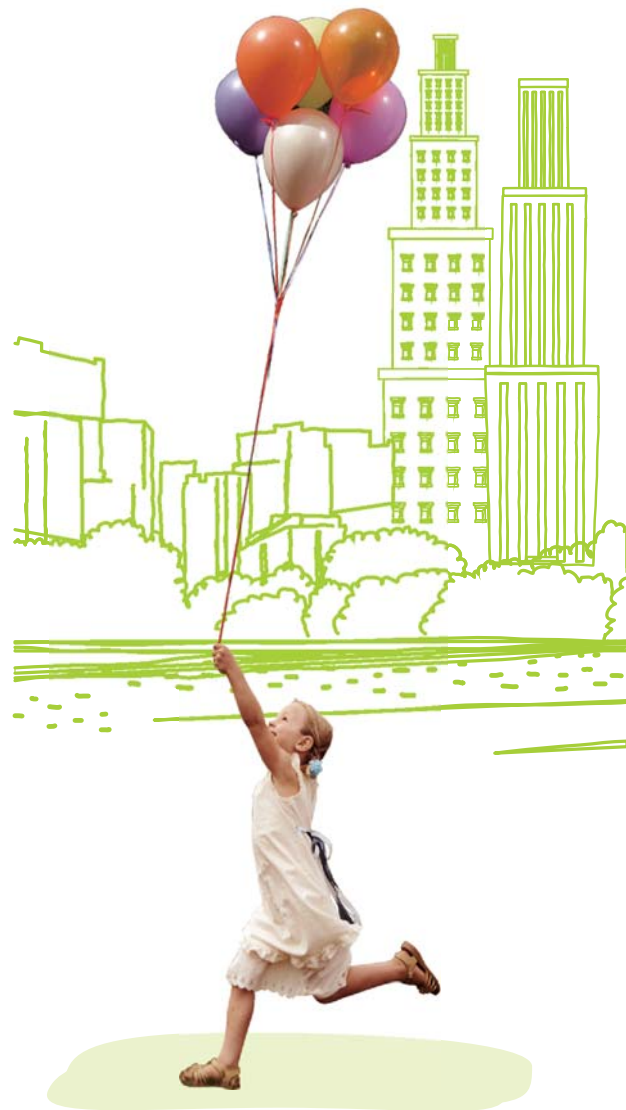
VSK-天津威斯康电能补偿系统有限公司，系德国威斯康国际控股集团旗下，专注于电网电能质量谐波治理与无功补偿领域，是一家致力于电能质量检测分析及方案设计、提供多元化电能质量一站式技术服务。集电能质量设备及核心器件的研发、制造、系统集成和解决方案于一体高新技术实体，企业已通过ISO9001:2000国际质量管理体系认证，在引进欧洲一流产品和技术的基础上，大力开展自主新技术研发，取得多项国家专利，全面掌控核心技术，注重细节为改善国内外各行业的电能质量持续提供安全可靠的智能解决方案。VSK，已成为电能质量治理及节能降耗领域的一面旗帜，是一支电能质量行业领先科技驱动的主力军。

天津威斯康系股份制企业，公司内部建立微机管理网络，设有电能质量研究所和实验站，具有一流的产品试验与谐波技术测试中心，在该领域里，以其质量过硬、品质卓越、节能降耗显著、服务优良等而处于领先地位，VSK致力于改良功率因数和抑制滤除电网谐波污染技术，进而改善电能质量与可靠性，从而达到节约电能的目的，并可提供最优化的系统整体解决方案。VSK产品具有全、优、高、新的特点，已进入大部分电力系统使用，并为许多著名电力成套单位持续提供专业无功补偿与谐波滤波技术服务，系列产品为国网工程指定使用，并为低压成套开关设备全国联合设计指定选型产品，在重大建设工程项目中稳定可靠运行，受到用户的普遍赞誉，VSK的产品与解决方案为安全生产、节能降耗、改善供电质量、提高生产效率、减少电费开支和扩容成本等提供全面有效的保证，并日益发挥着重要的作用。

公司先后荣获“全国质量诚信示范企业、全国质量服务消费者满意企业、全国质量检验稳定合格企业、中国电能质量行业十佳知名品牌、中国质量万里行打假维权委员单位”等国家级证书，被中国电力科学院、国家电力调度通信中心、国家电力公司电网建设分公司联合评定为“重质量、守诚信、全国无功补偿滤波设备质量稳定合格”企业，经中国质量检验协会批准为“中国质量检验协会团体会员单位”。公司曾先后接受过北京电视台、人民日报、中国质量报等权威媒体的采访和报道！在社会享有较高的知名度！

天津威斯康秉承“和谐、超越、共荣”的企业精神，和“诚信至上，服务为本”的经营理念，以“立足天津，辐射三北，面向全国，服务世界”为奋斗目标，坚持走“科技节能”之路，精心致力于电力补偿滤波事业的繁荣与发展。

绿色电力世界，因“V”更精彩！



# 绽放专业与规范之智慧

Shining the wisdom of profession and criterion



我们持之以恒的将质量视为第一追求  
所以我们要求严谨、规范、精湛与典范  
无暇品质在追求中绽放  
卓越品牌在创新中提升  
光荣与梦想  
沉积了过去  
激励了未来  
.....



**VSK**  
Electric Power

洁净电网，奉献绿色电能  
Clean Power, Dedication Green Electricity

# 精良的设备，精密的检测，完善的生产流程 您将拥有的是安全可靠的产品

VSK，为客户提供高效可靠的电能整体解决方案



## 生产设备

对于质量，我们追求完美，并将它视为企业的生命，所以，我们将每只产品的诞生都视为每一个小精灵的诞生，它将是充满健康活力的，具有VSK个性的。发展是企业的根本道理，我们始终把产品的质量 and 新产品开发放在首位，坚持以人为本和科学的发展观，我们追求的是稳健发展，是企业保持健康快速的发展，是企业整体态势协调统一和可持续的发展。经过多年的不懈努力，产品和服务的架构已逐渐清晰，从产品的推陈出新、新市场的开拓，到建立稳固的顾客群体和争取更大的市场份额，都是以产品质量为核心的永恒主题。





核心的技术 +

成熟的器件 +

丰富的经验 =

您成功的选择，  
尽解用户后顾之忧！

- A.01**  
产品及服务
- A.02**  
VSK系列产品一览表
- A.03**  
VSK产品选型指南
- A.04**  
无功补偿及其意义
- A.09**  
VSK在各行业谐波治理中经验分析
- A.13**  
谐波环境下的无功补偿
- A.16**  
无功补偿滤波组件选型指南
- A.17**  
VSK电容器电压提高后其容量变化之计算系数
- A.17**  
三次谐波滤波器
- A.18**  
低压调谐滤波补偿方案应用指南
- A.20**  
VM 补偿(滤波)
- A.21**  
动态安全补偿滤波装置
- A.22**  
常规典型动态超快速调谐补偿设计方案
- A.23**  
动静结合无功补偿方案



- A.25**  
分相调谐补偿滤波装置
- A.27**  
常规动态调谐补偿设计方案
- A.30**  
VRM型电容补偿滤波集成模块
- A.31**  
低压无功自动补偿装置滤波模块一体化设计上图规范
- A.37**  
低压调谐滤波器
- A.39**  
VRC-LD低压动态调谐滤波柜
- A.41**  
VSK无源谐波滤波器
- A.42**  
无源谐波滤波器
- A.43**  
动态有源+无源滤波补偿系统
- A.47**  
VPM600 系列智能网络电力参数测控仪
- A.50**  
VSK-VPF<sup>®</sup>E3型智能无功补偿谐波综合测试终端
- A.54**  
VPFC5-18系列无功功率分相自动补偿控制器
- A.55**  
VZMJ<sup>®</sup>2 低压圆柱型电力电容器



- A.58**  
VRF系列滤波电力电容器
- A.59**  
VLBD 低压去谐(滤波)扼流圈(电抗器)
- A.65**  
VTSC型可控硅快速投切调节器
- A.70**  
VAPF 电力有源滤波器
- A.71**  
VJFB0.45-33L12E型抗干扰尖峰、谐振、谐波综合保护器
- A.76**  
VLBH中高压并联电容器
- A.79**  
VLBH高压铁芯式调谐滤波电抗器
- A.80**  
VLBH-K型高压空气芯电抗器
- A.82**  
VSVG低压静止无功发生器
- A.85**  
VHSVG系列高压静止无功发生器
- A.86**  
电能质量公用电网谐波相关标准
- A.87**  
行业相关标准
- A.88**  
功率补偿系统的安装及计算

## 产品及服务

VSK为客户提供可靠性更高的电能质量产品和方便简洁的模块化设计方案，基于良好的功率因数校正和谐波滤波系统必须适合现场的最佳条件，也是我们生产和服务的关注焦点。

### VSK电能质量专业化，生产实验技术手段及质量保证体系完善

- 出厂前全负荷实验
- 率先通过CQC、CCC、CE认证
- 制造周期、现场调试时间短，一般周期为15天  
最快一周可交货，具备调试条件，工程项目三天内可完成调试

### 专精的核心产品

- 多项国家专利
- 低压成套开关设备全国联合设计指定选型产品
- 专业化，从核心元器件到整套补偿滤波设备、从静态补偿到动态快速、从无源滤波到有源滤波，自主生产，注重细节，质量受控能力100%贯穿到整个生产过程，可靠保证性更高。

### VSK丰富的工程经验全面：

- 在电能质量配电工程技术领域，VSK应用业绩涉足所有行业所有负载，技术成熟可靠，是替代进口产品的主力军，目前在国内技术处于领先水平。

### 公司的产品与服务完整齐全：

电能质量及节能工程(专业无功补偿与谐波治理)方面集科技研发、技术服务、工程服务、成套设备、核心电气元器件五个层面于一体，相辅相成、有机结合。

- 技术研发：高素质的技术研发团队为产品及方案提供全面的保驾护航
- 技术服务：远程检测与现场测试、评估、电能质量全面解决方案及咨询
- 工程服务：无功补偿与谐波治理设备安装、调试、现场设备改造、验收试验
- 成套设备：系列成套装置
- 核心器件：电抗器、电容器、系列监控终端、可控硅调节器、复合开关、有源无源滤波器模块、智能电力电子开关、功率模块、保护断路器和熔断器、通讯模块、系统软件



VSK产品一览表



VPM600型多功能仪表



VPFE3智能无功补偿谐波综合测控终端



VPFC5智能无功补偿控制器



VPFC3(F)共补+分补无功补偿控制器



VTSC型可控硅快速投切调节器



VFK 电容器复合投切装置



VCJR 电容器专用接触器



VLBD 低压去谐(滤波)电抗器



VM三相滤波补偿组件



VMD动态补偿组件



VRM-C滤波补偿模块



VRM-D动态滤波补偿模块



VHF中高压全膜介质滤波电容器



VZMJ<sup>®</sup>2 低压圆柱型电力电容器



VRF系列滤波电力电容器



VZNC智能集成电力电容器



VRL5Y/G-160/3电容器保护熔断器



VB2/VB3系列电容专用断路器



VAPF电力有源滤波器



VPCY-1000便携手持式谐波测试仪



VRC-LC低电压调谐滤波器



VRC-LD低电压动态调谐滤波柜



VRC-FC无源谐波滤波器

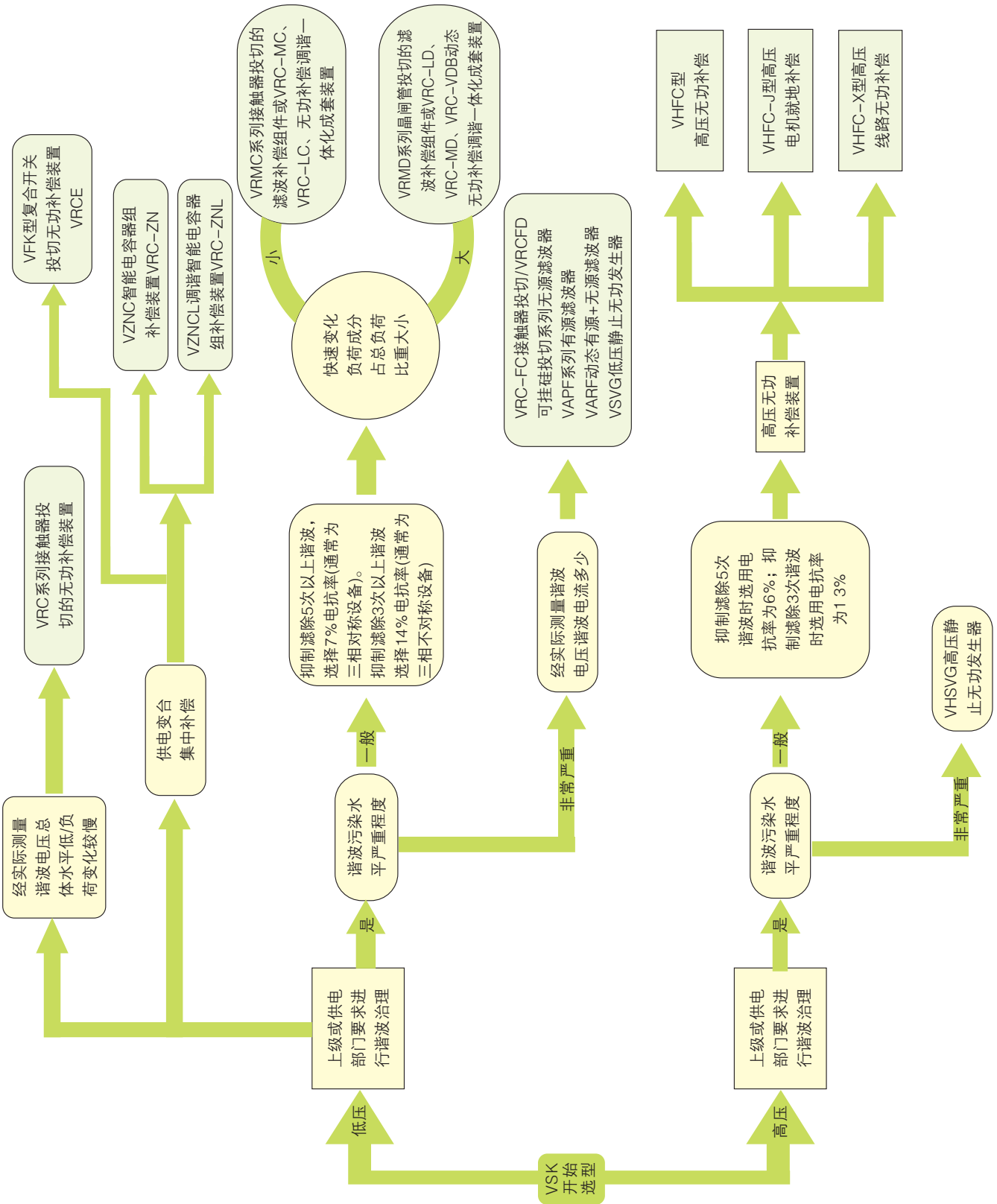


VLBH高压滤波电抗器



VHSVG系列高压静止无功发生器

VSK产品选型指南



## 无功补偿及其意义

### 概述

无功补偿是维持电力系统稳定与经济运行所必须的，本手册详细介绍什么是无功、无功补偿，以及无功补偿的方法和意义，并重点介绍电能质量行业的无功补偿与谐波治理方面的典型应用方案。

### 什么是无功功率

在交流电路需要由电源供给负载两部分功率；一种是有功功率，一种是无功功率。有功功率是保持用电设备正常运行所需的电功率，也就是将电能转换为其他形式能量，如机械能、热能或光能。符号用P表示，单位为瓦(W)、千瓦(kW)和兆瓦(MW)。

无功功率较为抽象，它是用于电路内电场与磁场的交换，并用来在电气设备中建立和维持磁场的功率。它不对外做功，而是转变为其他形式的能量。凡是有电磁线圈的电气设备，要建立磁场，就要消耗无功功率。符号用Q表示，单位为乏(Var)和千乏(kVar)。

无功功率不是无用功率。电动机需要建立和维持旋转磁场，使转子转动，从而带动机械运动，电动机的转子磁场就是靠从电源取得无功功率建立的。变压器也同样需要无功功率，才能使变压器的一次线圈产生磁场，在二次线圈感应出电压。因此，没有无功功率，电动机就不会转动，变压器也不能变压，交流接触器也不会吸合。在正常情况下，用电设备不但要从电源取得有功功率，同时还需要从电源取得无功功率。如果电网中的无功功率供不应求，用电设备就没有足够的无功功率来建立正常的电磁场，那么，这些用电设备就不能维持在额定情况下工作，用电设备的端电压就要下降，从而影响用电设备的正常运行。

### 无功补偿的原理

把具有容性功率负荷的装置与感性功率负荷并联接在同一电路上，能量在两种负荷之间相互交换。这样，感性负荷所需要的无功功率可由容性负荷输出的无功功率来补偿。实质上就是把原来是由电网或者变压器提供的无功功率，改为由交流电力电容器来提供。

### 无功补偿的方式

并联电容器为无功补偿的主要方式。根据系统负载情况的不同和需要达到的补偿效果的不同，按照安装位置的不同，无功补偿方式分为集中补偿、分组补偿和就地补偿三种。集中补偿方式所用电容器组的容量较分散补偿和就地补偿的总容量较小，利用率更高，但未对变配电所各馈线补偿，仅减轻了电网的无功负荷。分散补偿方式中的电容器组的利用率较就地补偿高，因此总的需要量较就地补偿小，是一种相对就地补偿而言比较经济合理的补偿方式。选择无功补偿方式的原则是“全面规划，合理布局，分级补偿，就地平衡；集中补偿与分散补偿相结合，低压补偿为主；调压与降损相结合，降损为主”。

### 补偿容量的确定

国标GB50227中规定电容器的设计容量为变压器的10%到30%，目前应用中通常为变压器容量的30%。

如果已知负载情况和目前功率因数大小，也可以通过以下公式来计算所需的补偿容量： $Q_c = p(\tan \cos^{-1} \Phi_2 - \tan \cos^{-1} \Phi_1)$ 。

### 无功补偿的意义

无功功率补偿装置在电力供电系统中所承担的作用是提高电网的功率因数，降低供电变压器及输送线路的损耗、提高供电效率、改善供电质量，所以无功功率补偿装置在电力配电系统中处在一个不可或缺的非常重要的位置。下面从四个方面加以说明。

## 1、改善电压质量

输电线路电压损耗由两部分组成，即有功功率在电阻上的压降和无功功率在电抗上的压降。一般说来，在电网的线路、变压器的等值电路中，电抗的数值比电阻大得多。所以无功功率对电压损耗的影响很大，而有功功率对电压损耗的影响则小得多。因此，在电力系统中，无功功率是造成电压损耗的主要因素。电网中无功补偿设备的合理配置，与电网的供电电压质量关系十分密切。合理安装补偿设备可以改善电压质量。

下面以一条输电线路为例来分析这个问题。如下图所示，该图表示一段输电线路的单相等值电路，其中R、X分别为一相的电阻和等值电抗， $U_1$ 、 $U_2$ 为首末端相电压，I为线路中流过的相电流。

如以下矢量图，以线路末端电压 $U_2$ 为参考轴，设线路电流I为正常的阻感性负荷电流，它滞后于 $U_2$ 一个角度 $\phi$ ，电流流过线路电阻产生一个电压降IR，它与电流向量同方向，同时，线路电流也在电路上产生一个电压降IX，它超前于电流向量90度， $U_1$ 就是 $U_2$ 、IR和JIX三个电压的和。

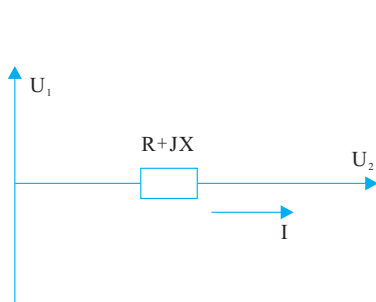


图5-1：线路图

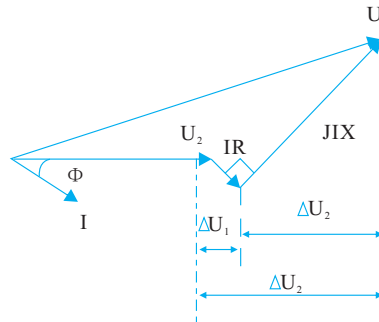


图5-2：矢量图

从向量图可以看出，线路的电压损耗 $\Delta U$ 为电压 $\Delta U_1$ 和 $\Delta U_2$ 之和，从图中可知， $\Delta U_1=IR\cos\phi$ ， $\Delta U_2=IX\sin\phi$ ，所以线路的电压损耗： $\Delta U=\Delta U_1+\Delta U_2=I(R\cos\phi+X\sin\phi)$ ，如果电流I用线路末端的单相功率S和电压 $U_2$ 来表示，即 $P=U_2I\cos\phi$ ， $Q=U_2I\sin\phi$

则可得：

$$\Delta U = \frac{PR+QX}{U} \quad \text{式(1)}$$

U-线路额定电压，kV

P-输送的有功功率，KW

Q-输送的无功功率，kvar

R-线路电阻， $\Omega$

X-线路电抗， $\Omega$

安装补偿设备容量 $Q_c$ 后，线路电压降为 $\Delta U_1$ ，计算如下：

$$\Delta U_1 = \frac{[PR+(Q-Q_c)X]}{U} \quad \text{式(2)}$$

很明显， $\Delta U_1 < \Delta U$ ，即安装补偿电容后电压损失减小了。由式(1)、(2)可得出接入无功补偿容量 $Q_c$ 后电压升高值：

$$\Delta U - \Delta U_1 = \frac{Q_c X}{U} \quad \text{式(3)}$$

随着线路的增长，因此越靠近线路末端，线路的电抗X越大，因此从(3)式可以看出，越靠近线路末端装设无功补偿装置对改善电压质量效果越好。

## 2、降低线损

在某一额定电压下，有功功率恒定不变，由于功率因数变化，其线路损耗发生变化

$$\therefore P=UI\cos\phi, P_{\text{损}}=I^2R$$

$$\therefore P_{\text{损}}\% = \left[ 1 - \left( \frac{\cos\phi_1}{\cos\phi_2} \right)^2 \right] \times 100\%$$



VSK的VRCE (JP) 柜  
通过电科院试验



VSK补偿装置在电科院试验现场

例：某工厂加装500kvar低压自动补偿柜，补偿前功率因数小于0.75，线路电流1300A，自动补偿到功率因数为0.96后一次电流是1000A，直观减少线路电流25%左右。根据电路原理，线路的损耗与负荷电流的平方成正比，线路电流大则损耗大，线路电流减小则线损减少，补偿前电流为I，补偿后电流大约为0.78I，根据 $\Delta P=3I^2R$ ，所以补偿后的线路损耗为补偿前线路损耗值的60%，线路损耗降低了大约40%左右。

### 3、线路、变压器的增容

设S为原视在容量，线路、变压器的增容量 $\Delta S=S\left[1-\frac{\cos\phi_1}{\cos\phi_2}\right]$ ，因国家根据企业功率因数调整电价高低，因此加设补偿装置提高功率因数后对企业和电力系统有重大经济效益。

(1) 在设备容量不变的条件下，由于提高了功率因数可以少送无功功率，因此可以多送有功功率。可多送的有功功率 $\Delta P$ 计算如下：

$$\Delta P=P_2-P_1=S(\cos\phi_2-\cos\phi_1)$$

(2) 如需要的有功不变，则由于需要的无功减少，因此所需要的配变容量也相应地减少 $\Delta S$ 计算如下：

$$\Delta S=S_1-S_2=P\left[\frac{1}{\cos\phi_2}-\frac{2}{\cos\phi_1}\right]$$

可以减少供电设备容量占原容量的百分比为 % 计算如下：

$$\frac{\Delta S}{S}\%=\frac{\cos\phi_1-\cos\phi_2}{\cos\phi_1}\%=\left[1-\frac{\cos\phi_1}{\cos\phi_2}\right]\%$$



(3) 安装无功补偿设备，可使发电机多发有功功率。系统采取无功补偿后，使无功负荷降低，发电机就可少发无功，多发有功，充分达到铭牌出力。

### 4、降低企业用电成本

企业用电成本主要以两种方式进入企业总成本，其一为供电设施建设投资费用，以固定资产折旧摊销到每月成本中，其二为每月交纳的电费，供电部门向企业收取电费，主要由以下几部分组成：

A、基本电费=主变容量(KVA)×18(元/KVA月)

B、电量电费=有功电度(KWh)×单价(元/KWh,分峰谷平段)

C、力调电费=(基本电费+电量电费)×奖罚比率

对于基本电费A的收取，因为只由主变压器的安装容量决定，因此，合理配置变压器是问题的关键，应尽最大努力减小通过变压器的无功电流，即尽可能地提高系统的功率因数，最有效地使用变压器的安装容量。

例：某企业总负载功率为1000KW，同时负荷率为80%，负荷平均功率因数为0.7。在现有的功率因数条件下，需选择1250KVA变压器才能满足负载容量要求；如果将系统功率因数提高到0.9以上，选择1000KVA变压器即可满足负载容量要求。

比较上例中两种选择变压器的办法，采用有效无功功率补偿后，每年可节约基本电费为： $18\times(1250-1000)\times12=54000$ 元，对于力调电费C，是由企业系统功率因数决定。仍引前例，假设企业每月实用电量电费15万元，则未进行补偿的第一种方案每年力调电费为： $18\times1250+150000\times10\%=17250$ 元，若选择采取补偿办法的第二种方案，将免交该力调电费17250元。

对于电量电费B，其中无功电流造成的线路有功损耗也是一笔不可低估的经济损失，仍按前例，线路和变压器铜损由于和电流的平方成正比，此部份以发热形式消耗掉的无功电流造成的有功损耗，也给企业带来每月有功电量计费的经济损失。通过比较可看出，采取提高功率因数方案，也可大大减少这方面的经济损失。

表1：水利电力部文件国家物价局功率因数调整电费办法：

以0.90为标准值的功率因数调整电费表					
减收电费		增收电费			
实际功率因数	月电费减少%	实际功率因数	月电费增加%	实际功率因数	月电费增加%
0.90	0.00	0.89	0.5	0.76	7.0
0.91	0.15	0.88	1.0	0.75	7.5
0.92	0.30	0.87	1.5	0.74	8.0
0.93	0.45	0.86	2.0	0.73	8.5
0.94	0.60	0.85	2.5	0.72	9.0
0.95-1.00	0.75	0.84	3.0	0.71	9.5
		0.83	3.5	0.70	10.0
		0.82	4.0	0.69	11.0
		0.81	4.5	0.68	12.0
		0.80	5.0	0.67	13.0
		0.79	5.5	0.66	14.0
		0.78	6.0	0.65	15.0
		0.77	6.5		
功率因数自0.64及以下，每降低0.01电费增加2%					

## 关于改善电能质量的意義

电能质量是用来定义电压、电流谐波或频率的偏差，而导致的设备故障、工作中断或者电源系统效率低下。这些偏移一般会显示在谐波频谱、功率因数、电压降落、电压闪变、瞬间跌落或其他形式中。

### 1、电压跌落(电压降、欠电压)

电压跌落现象，也称电压降或欠电压，主要是由于电机起动或者是快速变化的负载引起的。这些现象常常有偏低的功率因数，有大量的无功需求。VSK具有非常快的响应技术，是针对这样的应用场合而开发研制的VTSC，它在5-10ms内响应所需要的电容器组的投切，补偿所需的无功功率。同时，它还可以改变电压降的向量而减少跌落，结果是减少电压下跌值，在很多情况下消除了电压跌落，如电机起动和电梯应用。

### 2、电压闪变

电压闪变通常情况下是由于负载的快速变化引起的,比如点焊机。VSK的VTSC控制技术在5-10ms内响应需要的电容器组的投切，将电压闪变下降到可以接受的范围内(参见点焊机的应用)。

### 3、功率因数

在很多情况下，因为用户的功率因数偏低而导致力率罚款。同时功率因数偏低也导致系统内的电能损失、设备过热、维护费用的增加和使用效果的降低。VSK电能对于功率因数偏低有最好的解决方案，防止罚款、节约电能、减少维护费用、增强系统使用能力等。

### 4、谐波(非线性负载)

大量的谐波电压和电流导致能量显著地浪费、系统过热，明显地增大了设备出错与故障的风险。谐波滤波动态补偿装置是性价比最佳而最有效的解决方法之一。

### 5、火花(浪涌)

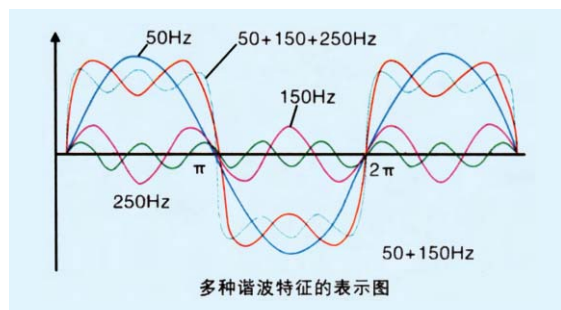
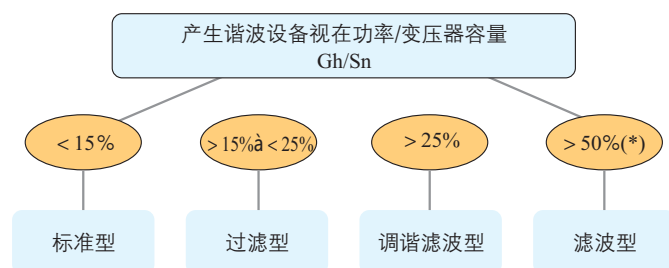
火花(浪涌)对设备带来非常明显的影响，产生难以预料的供电故障和电容器容量的降低。VSK解决方案使用无浪涌的动态可控硅开关技术，消除所有的传统电容柜所引起的火花(浪涌)。结果是延长电容器的寿命，减少维护成本以及提高供电系统可靠性。

## 6、供电系统使用效率

高效的供电系统是电力用户永远的要求，无论电力的来源是电网、发电机或其他设备例如风力发电。使用VSK可以显著地增强现有系统的使用效率，通过减少平均电流、稳定电流波动。现有的实际例子显示，供电系统可以提高最大60%的使用效率。

### 无功补偿与谐波治理方案

根据配电系统中谐波污染程度提供四种无功补偿方案：



Sn: 变压器容量      Gh: 产生谐波设备的视在功率  
 (\*)超过50%时，VSK推荐考虑使用滤波设备。

#### ☆常规标准补偿型

电容器制造电压等于电网系统电压，适用于无谐波或谐波含量较小的系统。

#### ☆过谐波型

电容器制造电压高于电网系统电压，通常为480V或525V，或滤波VRF电容器应用于400V系统，避免谐波电压产生的电容器损坏。

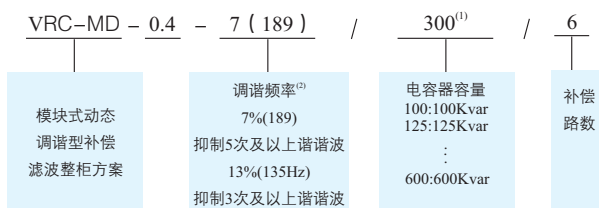
#### ☆调谐滤波型

在过谐波型电容器VRF前串调谐滤波扼流圈VLBD（电抗器），保护电容并避免发生谐振，滤除部分谐波。

表2

电抗率	调谐频率	调谐次数	阻抗比
P%	(fr)	(n=fr/f)	(P=1/n <sup>2</sup> )
P=14	134Hz	2.7	2.7
P=7	189Hz	3.8	3.8
P=6	204Hz	4.08	4.08
P=5.5	215Hz	4.3	4.3

#### 调谐型无功补偿滤波方案



#### ☆滤波器型

谐波滤波器对系统相应次数的谐波电流配置一定量的滤波通道（滤波电抗器与滤波电容器串联），使滤波回路在某次谐波下呈低阻抗，形成通路，将谐波电流吸收掉，从而达到“清洁”电网的功能，同时在基波频率对系统进行无功补偿。

备注：

- (1) 调谐补偿容量为由调谐电抗器和电容器组成的补偿系统向电网实际补偿折容性无功容量。
- (2) 调谐频率：189Hz,电抗率为7%，主要抑制5次及5次以上谐波，  
调谐频率：134HZ，电抗率为14%，主要抑制3次及3次以上谐波。

## VSK在各行业谐波治理中经验分析

### 概述

在理想干净的电力系统中，电压和电流都是纯粹的正弦波。实际上，当电流流过电源与所加电压不呈线性关系的负荷时，就形成非正弦电流。这类非线性负载，统称为谐波源负载。

周期的非正弦电流进行傅立叶分析，就会得到一系列不同频率的正弦波电流的叠加，除了基波频率的电量，其频率为基波频率的整倍数的电流称之为谐波。

谐波次数是谐波频率与基波频率（ $n=f_n/f_1$ ）的比值，例如150Hz称为3次谐波，250Hz称为5次谐波……

谐波电流在电源系统内以及装置内均会造成问题。常见的如下问题主要是由于谐波而引起的：电压畸变过高；过零噪声；中性线过负荷；变压器和感应电动机的过热；断路器误动作；校正功率因数电容器的过载损毁；集肤效应。

VSK在电能质量领域应用业绩涉及所有行业的所有负载，工程技术经验丰富，对各行业的谐波情况有更深入的研究探索和总结，现将各行业常见谐波情况进行分析，希望能帮助设计师进行准确设计和选型。

### 1、办公楼宇行业谐波分析

近年现代化楼宇建筑向楼宇自动化方向迅速发展，用电设备中的非线性负荷用电设备数量和比重都迅速增大，对城市电网造成的电能质量污染日益严重。

在这些大量自动化设备里面，常见的非线性负载有：视频显示类设备（CRT和LCD型显示设备），计算机设备，空调，各类节能照明设备（荧光灯、各种高压气体放电灯、调光灯等），办公类用电设备（打印机、复印机、扫描仪、投影仪等），调速驱动（变频水泵、空调用压缩机、大型电梯）。这些都将成为低压供电系统的谐波畸变扰动源。

楼宇配电具有单相设备多，非线性负载比例高的特点。所引发的电能质量问题主要有：

- 1) 大量的零序三次谐波电流注入电网，使低压供电母线三次谐波电压严重超过国标限值，影响低压用电设备的安全正常运行，特别是对谐波敏感的设备。
- 2) 中性线上的电流过高（零序电流会在中性线上叠加，主要是三次谐波电流），而导致中性线发热，线损增大，而中性线在设计时所选用的导线较细，因此容易由于温度过高而引起火灾。

VSK滤波器针对零序谐波会在中性线上汇集的特性，对中线的滤波能力达到相线的三倍，有效地减少了中线电流，提高了安全可靠性的。

表3.1办公楼宇的谐波特点分析

谐波主要次数	推荐THDi	安装建议
3、5、7	污染程序一般：10%~15%	污染程序严重：15%~20%谐波源众多且分散，建议采用集中治理方式，推荐选用THDi值为15%。

### 2、医疗机构行业谐波分析

☆ 医技设备是重点的谐波源：主要是核磁共振设备和加速器。

☆ 核磁共振设备：谐波的频谱很复杂，典型的频谱集中在3、5、7、9次，谐波频谱范围大约在3~43次。

☆ 加速器：典型的频谱集中在3、5、7、9、11、13次，频谱宽，谐波频谱范围大约在3~49次。

☆ 对某个医院的设备进行测试，由测试数据分析发现：加速器、X光机、胃肠机等设备产生的THDi大约在50%~60%；CT(计算机断层扫描)、

☆ 磁共振、DSA（数字减影血管造影机）等在30%左右；电子检测设备、手术室、伽玛刀等在10%~15%之间；变频设备在35%左右等。

☆ 医院配电系统中的谐波电流具有如下特点：

- 1) 谐波源产生的谐波电流的频谱很宽。
- 2) 谐波电流畸变率很高，设备的自然功率因数也很高。
- 3) 医院内电子设备、医技设备很多，这些设备对谐波很敏感。
- 4) 大量的谐波电流和谐波电压，会影响配电系统中继电保护设备的正常工作，影响配电系统的供电连续性。

表3.2 医疗机构谐波特点分析

谐波主要次数	推荐THDi	安装建议
3、5、7	污染程序一般：15%~20% 污染程序严重：20%~25%	谐波源众多且分散，建议采用集中治理方式，推荐选用THDi值为20%。

### 3、通信机房行业谐波分析

从保障通信用电高可靠性中运用的设备来讲，UPS是不可或缺的一部分。在当今的大中型UPS的生产中，较多采用6脉冲可控硅整流型UPS的设计方案。UPS可以向负载提供稳压高精度、稳频、波形失真度小的高质量电源。

UPS和通信机房内直流开关电源的使用，一方面很好地解决电压不稳、供电连续性等一般用户都非常关注的电能质量问题，但是由于UPS和直流开关电源的输入侧均采用整流电路，因此两者成为了电网中主要的非线性负载。

所引发的电能质量问题主要有：

- 1) 产生大量谐波电流，对电网造成污染的同时，也可能将谐波转移到IT设备上，对通信系统造成非常大的干扰甚至危害。谐波对这些系统非常敏感，可能出现如计算机系统瘫痪或死机、停滞、失真和系统控制失常，这将会造成很大的损失。而且应该特别指出谐波的干扰隐藏着随时都会发生的整个系统崩溃的灾难。
- 2) 谐波会导致备用发电机的功率损耗，降低电机满负荷运行的输出功率，对供电安全造成影响。

UPS在使用当中，通常采用“N+1”冗余。那么导致UPS的输入侧电流THDi（总谐波畸变率）往往有所不同，有的情况下，THDi可超过50%，污染相当严重。下表为某公司对UPS输入侧的谐波实测结果。

表3.3 某公司UPS输入侧谐波实测结果

THDi	空载	25%负载	50%负载	>75%负载
6脉波整流	86%	50%	40%	30%
6脉波+5次滤波器	50%	30%	15%~20%	10%~12%
12脉波整流	20%	15%	12%	9.5%
12脉波+11次滤波器	12%~15%	8%~12%	5%~8%	4.5%

表3.4 通信机房的谐波特点分析

谐波主要次数	推荐THDi	安装建议
5、7、11、13	UPS：参照上表取值	就地治理：UPS按照上表来设计，对于6脉波，THDi值为40%，对于12脉波，THDi值为20%；开关电源推荐选用THDi值为45%。
	开关电源：40%~50%	
	变压器二次侧：20%~30%	集中治理：推荐选用THDi值为20%~25%。

### 4、公共设施行业谐波分析

公共设施包括大型的演艺中心、演播室、会展中心、体育场等。

以上这些场合对光影和声音要求很高，舞台调光主要是采用的可控硅调光系统，基本原理是利用相控整流调节输出电压幅度，通过改变可控硅的控制角度大小来控制灯光两端的电压范围，从而实现灯光亮度调节。相控整流的基本原理决定了这类负载工作时尤其是轻载工作时电流畸变严重，给配电系统带来了谐波污染。

另外，UPS与中央空调系统也是常见的谐波源。

使用VSK滤波设备滤除谐波后，可以保障调光系统、音响等电能质量敏感设备正常工作，避免开关柜误动作，减免谐波挤占变压器容量，消除3次谐波在中性线叠加导致的中性线过热的严重安全隐患。

表3.5公共设施的谐波特点分析

谐波主要次数	推荐THDi	安装建议
3、5、7、11、13	污染程序一般：20%~25% 污染程序严重：25%~30%	集中治理：推荐选用THDi值为25%。

## 5、银行金融行业谐波分析

银行和证券系统采用高质量及安全稳定的自动化管理，采用了庞大的办公自动化、设备自动化系统、通信自动化系统。银行和证券系统机房中大量的UPS和开关电源，产生了大量的谐波。除此之外，办公系统中大量使用的电器设备以及变频器控制的电梯和空调也产生相当大的谐波。谐波对银行和证券系统自动化控制非常敏感，可能引发计算机系统瘫痪、系统控制失常，而且银行系统实行联网运行，如数据处理中心发生故障，将影响整个联网系统运作，这将会造成无法估量的损失。

表3.6银行金融的谐波特点分析

谐波主要次数	推荐THDi	安装建议
3、5、7	污染程序一般：15%~20% 污染程序严重：20%~25%	谐波源众多且分散，建议采用集中治理方式，推荐选用THDi值为20%左右。

## 6、生产制造行业谐波分析

大型的生产和制造行业种类繁多，典型的有卷烟厂、汽车制造厂等。

卷烟厂的负载种类多，包括：（1）生产设备：制丝生产线、卷机包生产线、装封箱等生产线上的生产设备；（2）动力中心负载：包括风机、水泵等。以上这些设备多数采用变频驱动设备，此外还有部分使用直流调速。无论前者还是后者，其电气设计中均采用了整流电路，给系统带来严重的谐波污染。

谐波对自动化生产设备的影响不容忽视，会影响其安全运行，由于负序谐波的存在使电机的效率降低；并会造成严重的电能浪费。所造成的危害主要有如下：

- 1) 谐波使电网中的元件产生了附加的谐波损耗，降低了发电、输电及用电设备的使用效率，大量的3次谐波流过中线时会使线路过热甚至发生火灾。
- 2) 谐波影响各种电气设备的正常工作。谐波对电机的影响除引起附加损耗外，还会产生机械振动、噪声和过电压，使变压器局部严重过热。谐波使电容器、电缆等设备过热、绝缘老化、寿命缩短以至损坏；对于补偿用电力电容器和串联电抗而言，高次谐波电流在通过电容器回路时，有可能引起串联谐振或并联谐振现象，引起过热损坏、振动、闪烁等事故；据统计，由于谐波而破坏的电气设备中，电容器约占40%，其中串联电抗器约占30%，其他因谐波而损坏的电气设备也与电容器有很大关系。
- 3) 谐波容易使电网与补偿电容器之间发生并联谐振或串联谐振。使谐波电流放大几倍甚至数十倍，造成过电流，LC配置需要精确性，否则引起电容器、与之相连的电抗器和电阻器的损坏，甚至引起严重事故。因此，谐波组件的选择非常重要，为使设备在谐波环境下更可靠与稳定运行，请选择VSK相关滤波组件。
- 4) 谐波会导致继电保护和自动装置的误动作（如继电保护，熔断器等），同时也会导致电气测量仪表计量不准确。
- 5) 谐波通过电磁感应和传导耦合等方式会对邻近的通信系统产生干扰，轻者引进噪声，降低通信质量；重者导致信息丢失，使通信系统无法正常工作。

表3.7生产制造业的谐波特点分析

谐波主要次数	推荐THDi	安装建议
5、7、11、13	污染程序一般：15%~20% 污染程序严重：20%~25%	谐波源众多且分散，建议采用集中治理方式，推荐选用THDi值为20%。

## 7、水处理厂行业谐波分析

污水处理厂采用了大量电力电子设备，如UPS、变频器、软启动器、计算机设备等。电力电子设备属于非线性负载，它们从系统中吸取能量的方式不是连续的正弦波，而是采用脉冲间断方式从系统中索取电流，导致输入侧电流发生畸变。这些电力电子设备是污水处理厂的谐波源，这些设备的运行工况经常发生变化，如潜水泵、鼓风机中大量采用的变频器，其谐波分量及比例变化较大，对供电造成的影响也较大。

实际的过程中，由于鼓风机房是非线性负载中心区，多台鼓风机集中使用变频器，很可能产生大量的谐波，谐波能造成电动机发热异常，连续工作时状态不稳定，电动机震动较大，导致鼓风机无法正常运行，降低污水处理效果，严重时使污水处理流程中断，不仅造成直接的经济损失，而且还导致水体环境受到污染。因此，必须进行污水处理厂谐波治理，减少谐波污染。

表3.8 污水处理厂的谐波特点分析

谐波主要次数	推荐THDi	安装建议
5、7、11、13、17、19	污染程序一般：30%~40% 污染程序严重：40%~60%	谐波源主要是变频器，建设采用就地治理或者部分治理。 就地治理：直接使用右边的THDi；部分治理： 针对变频器较为集中的支路进行治理。

## 8、其他行业谐波分析

除了上述行业外，还有石化、矿产开发、钢铁厂、有色金属加工、玻璃厂、港口、城市交通等场合均会受到谐波的污染。在这些行业当中，常见的谐波源有热轧机、冷轧机、点焊机、中频炉、电弧炉、直流电机、变频器、电解槽等。这类企业的特点就是负荷电流较大，而且电流变化快速，冲击性强，而且电压等级也有所不同，目前还难以进行一般的统计。

因此，如果要对上述行业进行谐波治理，必须要了解实际配电系统的具体负载，而且这类负载的功率较大，建议采用就地治理或者部分治理。

设计人员要对该类行业或者上述尚未提及的行业进行谐波治理，请联系VSK。



## 9、行业总结谐波分析

通过对以上行业的介绍，现在总结如下：

表3.9 各行业谐波治理总结

行业类型	谐波源负载	推荐THDi	治理方式
办公楼宇	计算机设备，中央空调，各类节能灯、办公类用电设备、大型电梯	15%	集中治理
医疗行业	重要医技设备：核磁共振设备、加速器、CT、X光机等	20%	集中治理
通信机房	大功率UPS、开关电源	参照该行业介绍	就地治理或者集中治理
公共设施	可控硅调光系统、UPS、中央空调	25%	集中治理
银行金融	UPS、电子设备、空调、电梯	20%	集中治理
生产制造	变频驱动、直流调速驱动	20%	集中治理
水处理厂	变频器、软启动器	参照该行业介绍	就地治理或者部分治理
其他行业	热轧机、冷轧机、点焊机、中频炉、电弧炉、直流电机、变频器、电解槽等	参照该行业介绍	就地治理或者部分治理

## 谐波环境下的无功补偿

### 纯电容补偿的风险

- ◆ 电抗电容器组---简称调谐滤波器
- ◆ 调谐滤波器之阻抗特性

电抗器  
电容器

$$Z_{LCn} = X_{Ln} - X_{Cn}$$

投入6段电容器时系统与谐波频率的对照

F=204Hz  
250Hz 350Hz

造成电容器过电流

变压器  
 $X_{TR(n)} = 2\pi X f(n) L$   
变大  
电容器  
 $X_{C(n)} = \frac{1}{2\pi X f(n) C}$   
变小

造成电容器过电流

- ◆ 电容器运行电流：

$$I_{rms} = I_1^2 + I_n^2 \sqrt{\sum_{H=2}^{\infty}}$$

- ▲ 电容器额定电流(I1)
- ▲ 流入电容器的谐波电流(I<sub>n</sub>)
- ◆ 电容器将迅速故障

造成并联谐振

变压器  
电容器  
 $Z_{LC(n)} = \frac{X_{TR(n)} \times X_{C(n)}}{X_{TR(n)} + (-X_{C(n)})} = \infty$

造成并联谐振

变压器  
电容器  
 $Z_{LC(n)} = \frac{X_{TR(n)} \times X_{C(n)}}{X_{TR(n)} + (-X_{C(n)})} = \infty$

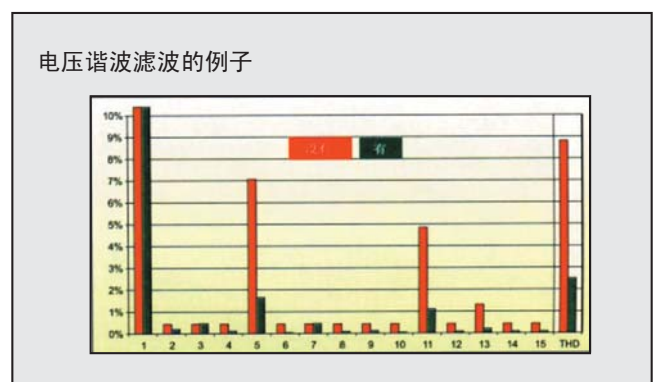
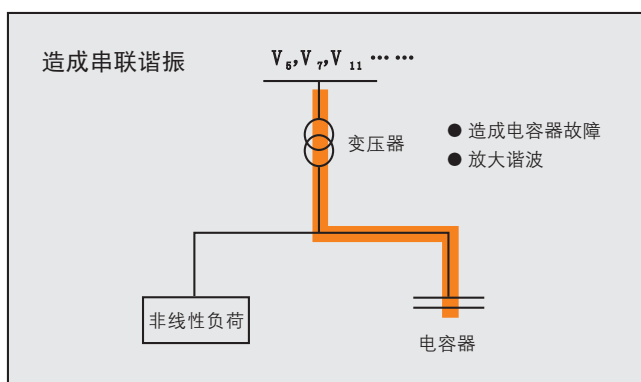
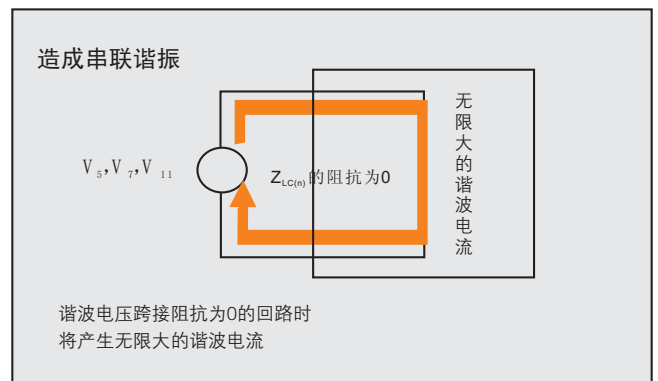
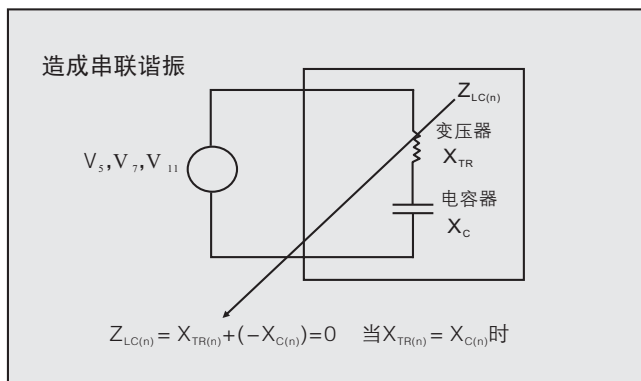
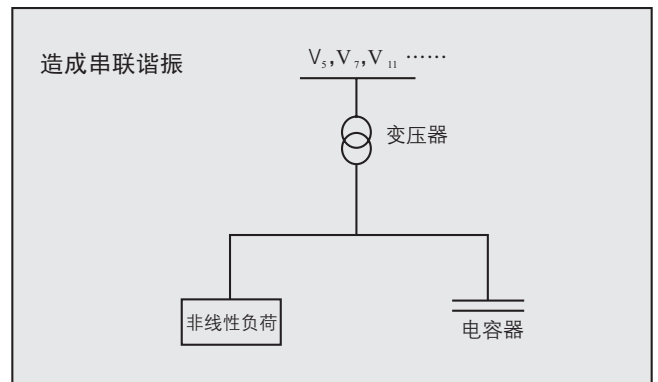
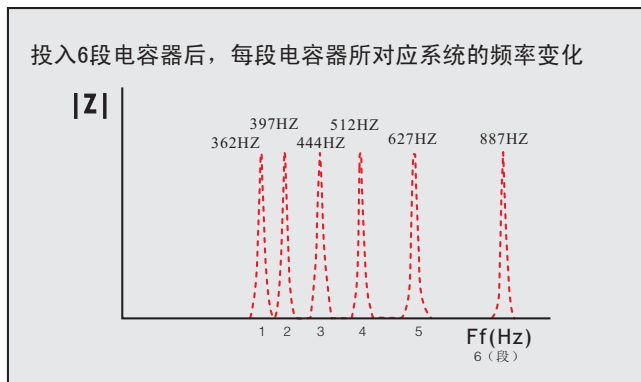
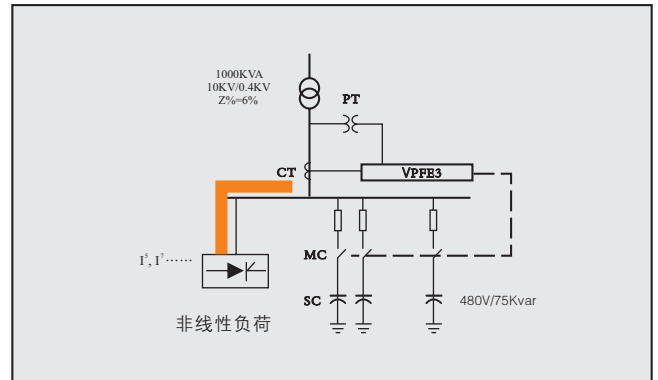
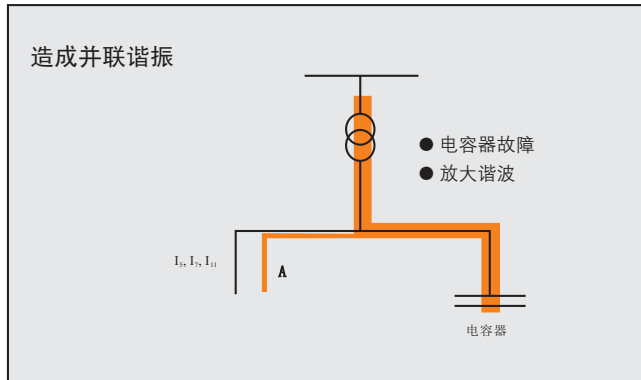
造成并联谐振

Load  
电容器  
 $Z_{LC(n)}$ 的阻抗为无限大  
无限的谐波电压  
谐波电流流经阻抗无限大的电路时将产生无限大的谐波电压。

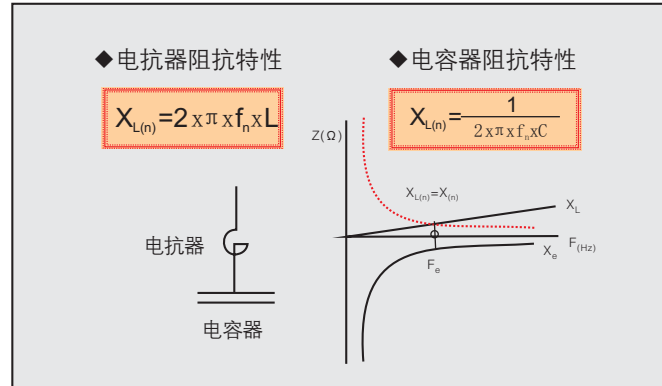
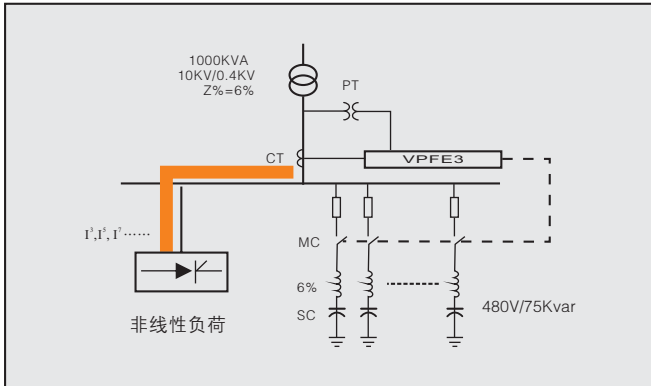
造成并联谐振

变压器  
电容器  
 $X_{TR}$   
 $X_C$   
无限的谐波电压  
无限的谐波电压将于电网与电容器间,产生大电流将迅速造成电容器故障

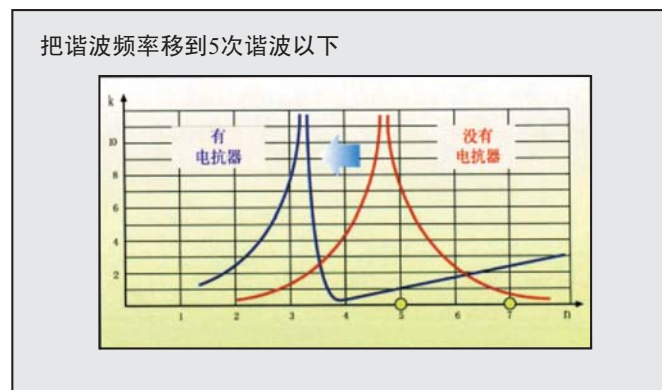
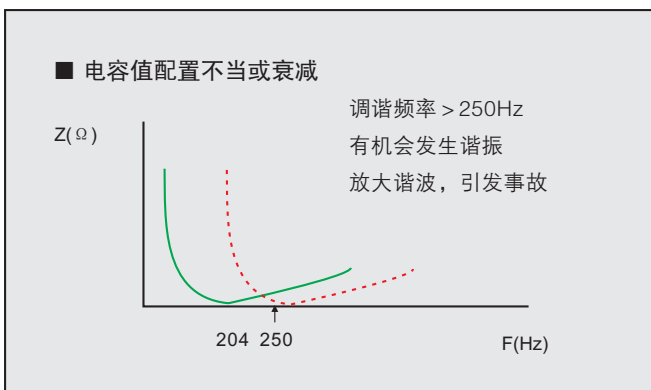
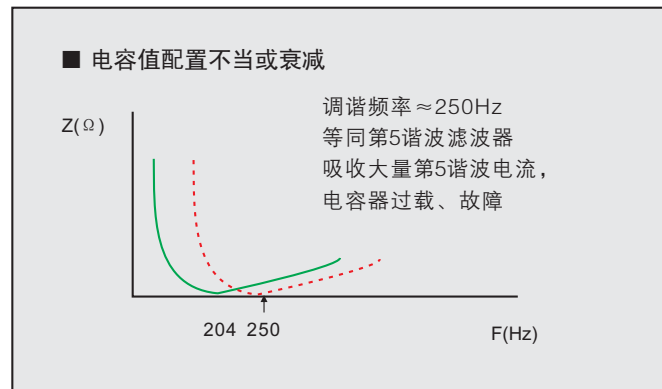
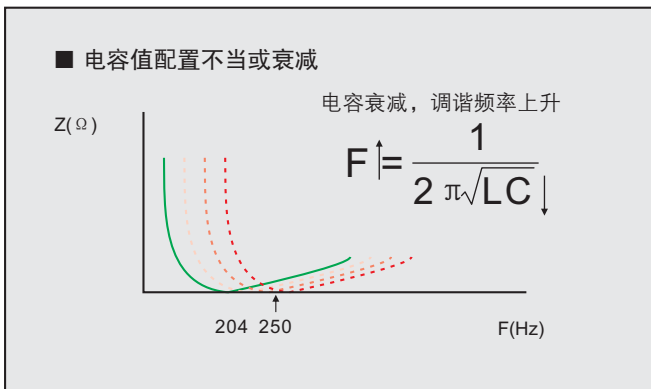
## 纯电容补偿的风险



## 谐波环境下的无功补偿



滤波组件（电容器与滤波器）匹配的重要性，匹配不当将导致调谐频率偏移，引发事故。



▲ 谐波容易使电网与补偿电容器之间发生并联谐振或串联谐振。使谐波电流放大几倍甚至数十倍，造成过电流，LC配置需要精确性，否则引起电容器、与之相连的电抗器和其它器件的损坏，甚至引起严重事故。因此，谐波组件的选择非常重要，为使设备在谐波环境下更可靠与稳定运行，请选择VSK相关滤波组件。

## 无功补偿滤波组件选型指南

### 1、电容器及滤波器应用

#### 纯电容器补偿

- 用电系统中没有明显的（单台功率较大或一定数量的小功率非线性负载）谐波源
- 电流总谐波畸变率THDi<<5%
- 当电流总谐波畸变率5%≤THDi≤15%时，须提高补偿电容器的额定电压等级或采用VRF滤波电容器

#### 调谐滤波（抑制谐波放大滤除部分谐波）补偿

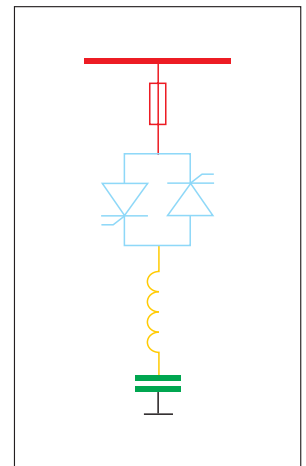
- 用电系统中有少量的谐波源
- 当电流总谐波畸变率15%≤THDi≤50%
- 当谐波电流以5次以上为主时，加装VLBD型5%~8%电抗率的反谐振滤波器扼流圈（电抗器）
- 当谐波电流以3次以上为主时，加装VLBD型12%~14.8%电抗率的反谐振滤波器扼流圈（电抗器）

#### 谐波滤波器（滤除谐波补偿）

- 当电流总谐波畸变率THDi≥40%时
- 针对主要谐波次数设置单调谐补偿滤波支路(通常为F3、F5、F7、F11等)
- 单调谐支路的设置原则仍以补偿无功补偿为主

#### 影响电容器寿命的重要因素

- 电网中的谐波，谐波量大直接造成电容器损坏
- 超电压长期运行，每升高10%其寿命下降一半
- 环境温度过高(每超出8℃~10℃电容器寿命下降一半)
- 在接触器控制投切的静态补偿电路中电容器必须有足够的放电延时时间，国标要求在3分钟，频繁快速投切直接造成电容器损坏或击穿。



### 2、设计常用计算公式

$$1、无功补偿 Q=P(\sqrt{\frac{1}{\cos^2\phi_1}-1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2\phi_2}-1})$$

Q 无功补偿容量(kvar)

P 负荷的有功功率(kW)

COSφ1—补偿前负荷的功率因素

COSφ2—补偿后要求达到的功率因素

#### 2、串联电抗器电容器电压：

$$U = \frac{U_0}{1-\lambda}$$

U—电容器电压(V/AC)

U<sub>0</sub>—系统基波电压(V/AC)

λ—电抗率(%)

#### 3、电容器额定电容量：

$$C_N = \frac{Q_N}{U_N^2 2\pi f_N} \times 10^9$$

C<sub>N</sub>—电容器额定电容量

Q<sub>N</sub>—电容器额定容量

U<sub>N</sub>—电容器额定电压

f<sub>N</sub>—频率

#### 4、纯电容补偿不同电压等级无功功率转换

$$Q_1 = \frac{U_1^2}{U_2^2} Q_2$$

Q<sub>1</sub>—U<sub>1</sub>电压的电容器容量

U<sub>1</sub>—电容器电压

Q<sub>2</sub>—U<sub>2</sub>电压的电容器容量

U<sub>2</sub>—电容器电压

例如：

480VAC—30kvar产品在440VAC电压下无功功率为：

(1) Q=440\*440/(480\*480)\*30=25.0(kvar)

(2) 根据右页换算表：Q=30/系数1.19=25.0(Kvar)

#### 5、串联电抗器后电容器安装容量

$$Q_1 = \frac{U_1^2}{U_0^2} Q_0 (1-\lambda)$$

Q<sub>1</sub>—串联电抗器后电容器额定容量

U<sub>1</sub>—串联电抗器后额定电压

Q<sub>0</sub>—系统输出容量

U<sub>0</sub>—系统电压

λ—电抗率(%)

例如：系统电压400v输出容量30kvar，串联7%电抗器，选择额定电压480VAC电容器，其额定容量计算

(1) Q=480\*480/(400\*400)\*30\*(1-7%)=40(kvar)

(2) 根据右页换算表：Q=30\*系数1.44=40(Kvar)

## VSK电容器电压提高后其容量变化之计算系数

系统电压 (v)	电容器拟提升后之额定电压(v)													
	240	260	280	300	380	400	440	450	460	480	500	525	600	700
220	1.190	1.397	1.620	1.860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	—	1.174	1.361	1.563	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
380	—	—	—	—	—	1.108	1.341	1.401	1.465	1.596	1.731	1.909	2.492	3.391
400	—	—	—	—	—	—	1.210	1.265	1.323	1.440	1.563	1.723	2.250	3.062
440	—	—	—	—	—	—	—	—	1.093	1.190	1.291	1.424	1.860	2.523
450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.089	1.181	1.303	1.701	2.316

### 应用例

设系统电压400V，所需电容器为100KVAR，因考虑串联电抗器时或高谐波含量造成升压，  
电容器额定电压拟提高至480V时之容量换算式：  
所需电容器容量 = 100KVAR\*1.44 (由上表查得) = 144KVAR

## 三次谐波滤波器

### 三次谐波的产生

在城市建筑物供电系统中，例如医院，公共建筑，写字楼，银行等，通过变压器或者UPS供电，接有大量单相非线性负荷(例如电子医疗仪器，荧光灯，空调系统，办公室设备等)，在相线和零线之间产生谐波电流，主要是3次谐波。

因为各相3次谐波电流在零线中相加，会导致很大的零线电流，甚至超过相电流值，见图1。

通常一台单相负荷不会产生很大的谐波电流，但是当多个单相负荷并联运行时，谐波电流叠加，从而引发许多干扰问题，例如功率损失，导体发热起火，故障跳闸等。

### 三次谐波的影响

#### 对电网的影响

- 零线过热和火灾危险
- 功率损失增加
- 电磁场干扰

#### 对电容器的影响

- 功率损失增加
- 共振危险
- 使用寿命降低

#### 对变压器的影响

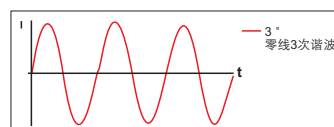
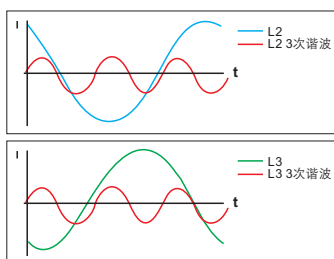
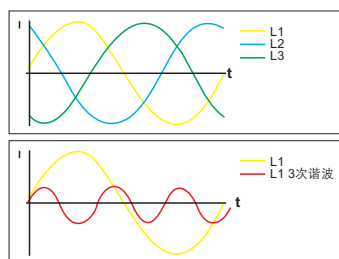
- 功率损失增加
- 共振危险
- 运行温度提高、过载

#### 对UPS设备的影响

- 输出功率减少

#### 对计算机和电子仪器的影响

- 功能干扰
- 数据丢失
- 误显误报



3次谐波的合成

三次谐波引发的最严重的问题是零线长期超负荷。通常情况下，零线的截面为相线截面的50%。零线的持续过热会对电缆产生不可修复的损害，同时由于零线没有保险丝的保护，会产生火险。

VSK推荐使用三次谐波滤波器 VRC-FC0.4-150/60/35，从电网上滤除三次谐波电流上述问题就可以得到解决。

## 低压调谐滤波补偿方案应用指南

当负载中非线性设备占有比率小于15%，即主要为线性负荷的场合，如果为静态负载，可考虑采用接触器投切纯电容器静态补偿方案；如果负载中非线性设备占有比率小于50%，根据负荷特性，可考虑如下两种低压调谐滤波补偿方案，效果是在提高功率因数的同时，可实现安全补偿，防止谐振，适当滤波。

### 1. 接触器投切调谐滤波补偿方案

VSK静态产品型号：

组件式VMC，包括接触器，滤波器，电容器，需要接线组装

模块式VRMC，包括保护熔断器或断路器，接触器，滤波器，电容器及母线系统的一体模块

整柜式VRC-MC，VRC-FC包括柜体，到现场施工安装即可使用

### 2. 动态投切调谐滤波补偿方案，可实现快速投切，动态补偿。

VSK动态产品型号：

组件式VMD，包括可控硅开关，滤波器，电容器，需要接线组装

模块式VRMD，包括保护熔断器或断路器，可控硅开关，滤波器，电容器及母线系统的一体模块

整柜式VRC-MD、VRC-VDB、VRC-LD、VRC-FD、VARF、VAPF包括柜体，到现场施工安装即可使用

配电系统负荷变化且频繁的场所；如：轧机、变频电机、超重设备、门机、龙门吊、锻压、电焊机等负载必须加装调谐动态可控硅快速补偿滤波装置，在低压侧实现动态实时无功补偿及谐波治理。可实现快速频繁投切，投切无涌流、无冲击。

### VSK可控硅动态无功补偿调谐滤波装置在轮胎行业的典型应用

轮胎行业的主要负荷为开炼机和密炼机，负荷的主要特点是采用6脉动整流的直流电机驱动，工作过程中负载变化快并产生大量的谐波，是一个非常典型的谐波源，而且无功功率也非常大，功率因数低至0.35~0.4。改造前，企业使用的是常规接触器静态投切电容器补偿柜，满足不了现场负荷大幅频繁变化的无功补偿需求，接触器的反应速度跟不上，功率因数提升不理想，达不到节能增效的目的。由于谐波等原因，系统经常发生谐振，导致电容器柜爆炸，引起电气事故，严重影响生产。

该系统经过VSK设计改造，选用了VRC-LD动态无功补偿调谐式滤波装置。该装置能动态实时跟踪负荷的快速变化，在20ms内无功补偿一次到位，功率因数达到0.98以上。在无功补偿的同时，还能滤除系统5次以上特征的谐波，每个月的利率电费都能得到奖励，给用户带来了客观的经济效益。

目前，VSK的VRC-LD动态无功补偿滤波装置在全国各大轮胎厂已经得到了广泛的应用，节能效果显著。

### 典型案例

山东某医院内部使用大量的荧光灯具，因此会引起严重的谐波电流，其中3次谐波为最高，当多个荧光灯接成三相四线负载时，中线上就会流过很大的三次谐波电流，另外医院中使用的各种电子整流设备，亦会产生大量的5、7次谐波。如果给每个荧光灯安装无功补偿电容器，则3次谐波电流还很有可能引起谐振而使谐波更加放大，会使电流电压波形也发生严重畸变。这使得电容器承受数倍于自身额定电流而超载损坏。同时，谐波污染还造成功率因数降低，无功损耗增加。

针对该医院的具体情况，治理谐波污染为目的，首先是确保患者及医护人员的安全，即通过有针对性的谐波污染治理，减少甚至消除其对配电系统的不良影响，保证变压器、电缆、医疗设备的正常运行；其次体现直接经济效益，即保障低压电容补偿系统的正常运行，发挥其应有的作用，降低低压配电系统中谐波总体含量的水平，提高功率因数，减少无功损耗，延长设备使用寿命。

根据这一目的，配置接触器或可控硅投切的无源调谐式滤波方案。由于系统中3次谐波电流大，我们设计14%或13%的调谐滤波补偿模块或组合滤波补偿。

### 低压无源 + 有源混合滤波补偿方案

有源滤波设备可以实现谐波的精确补偿，但是如果兼顾补偿无功的功能，成本较高。因此越来越多的行业开始认可无源+有源的滤波补偿方案。此方案的设计思想是有源滤波器只用来滤波，无源非调谐滤波设备自动投切实现滤除固定次谐波并作安全补偿，提高功率因数。

### 典型案例

某公共建设工程，在低压侧有大量的单相及三相非线性负荷，产生包括3次等零序谐波在内的大量谐波，同时功率因数比较低，需要无功补偿设备。

我们根据系统参数设计方案如下：

VRC-MD0.4-14/300 KVAR 晶闸管投切动态调谐补偿柜（串联14%电抗）+ 三相四线有源滤波器(型号VAPF50-44L/T)；

仿真计算表明，加装混合滤波设备后，功率因数可提高到0.98，并可将各次谐波滤除95%以上。

## 典型案例

某汽车制造行业，车身等车间有大量的点焊机等设备。点焊机属于单相非线性动态负荷，产生大量的3次等零序谐波。系统要求实现动态分相无功补偿和谐波治理，达到国家标准。

根据负荷特性和系统要求，VSK提供下面两种解决方案：

- 1、VRC-MD0.4-14/300晶闸管投切动态调谐滤波补偿装置 + VAPF有源滤波器
- 2、VAPF有源滤波器同时实现动态分补和谐波滤波的功能

VSK在电能行业有着丰富的应用经验，特别适合于钢铁、石化、汽车等生产制造行业的无功补偿和滤波。

## 低压有源滤波（补偿）方案

当低压调谐式滤波器不能满足电网谐波要求，采用谐波滤波器有过补偿危险时。可考虑采用有源滤波方案。有源滤波特别适合于应用在高次谐波含量大，系统功率因数高的系统。

与低压调谐式滤波器相比，有源滤波器可实现点对点的补偿，不受系统阻抗的限制，没有过补偿和谐振的危险，是比无源滤波方案更有效灵活的方案。

VSK有源滤波方案推荐的产品是VAPF系列有源滤波器，滤除谐波范围从2次-50次谐波。

## 低压无源滤波方案

当负载中非线性设备占有比率大于50%，谐波含量大，调谐式滤波器不能满足系统谐波要求，可考虑无源谐波滤波方案或有源滤波方案。VSK的调谐式滤波柜中的电容电抗及控制保护设备技术含量高，滤波效果好。具体型号可参见VSK产品选型目录内容。

## 典型案例

某造纸企业，在低压400V侧有大量的变频调速设备，谐波分布特性是5、7次谐波含量大。根据负荷特性设计了5、7次谐波滤波器。由于5次谐波含量大，设计了2个5次谐波滤波柜和1个7次谐波滤波柜。并根据调谐式滤波器的特性，设计了逻辑的控制和保护电路。设备投运后运行稳定，滤波效果好，得到用户的认可和赞誉。

下面为此方案投运前后现场测量到的数据：

※ 电流谐波数据对比：

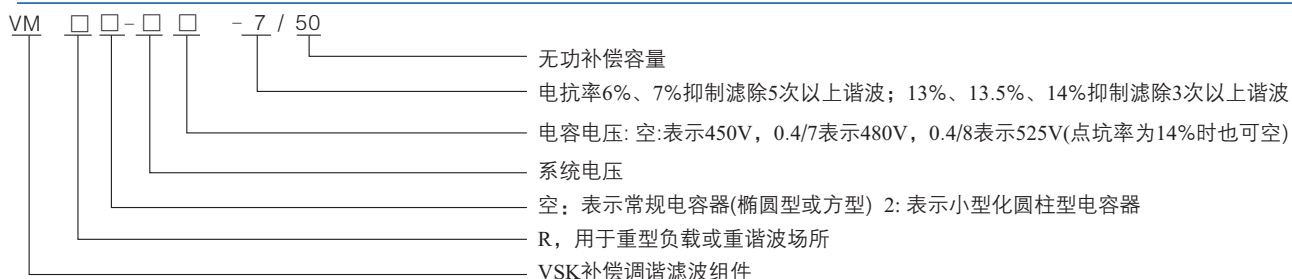
※ 谐波次数：	5次	7次	※ 5次滤波补偿装置投入后：	5次	29.48A	7次	100.74A
※ 滤波补偿装置投入前：	5次	285.35A、7次	112.80A	※ 7次滤波补偿装置投入后：	7次	26.18A	

其它数据对比：

项目	滤波补偿装置投入前	滤波补偿装置投入后
THDV（总谐波电压畸变率%）	38.2	1.1
THDI（总谐波电流畸变率%）	38.2	4.7
THDI（5次谐波电流畸变率%）	38.2	3.4
THDI（7次谐波电流畸变率%）	15.1	2.6
谐波总电流变化情况（A）	285.35	47.33
5次谐波电流变化情况（A）	285.35	29.48
7次谐波电流变化情况（A）	112.80	26.18
5次谐波滤波效果		89.67%
7次谐波滤波效果		76.80%
总滤波效果		83.41%

## VM 补偿(滤波)

### 设计型号说明



### VM补偿(调谐)电容电抗组件快速选型表(系统电压400V三相)

级别	电容器电压450V, 7% 抑制5次以上谐波	电容器电压480V, 7% 抑制5次以上谐波	电容器电压525V 14% 抑制3次以上谐波
容量Kvar	电容电抗组件设计(选型)型号	电容电抗组件设计(选型)型号	电容电抗组件设计(选型)型号
15	VM0.4-7/15	VM0.4/7-7/15	VM0.4/8-14/15
20	VM0.4-7/20	VM0.4/7-7/20	VM0.4/8-14/20
25	VM0.4-7/25	VM0.4/7-7/25	VM0.4/8-14/25
30	VM0.4-7/30	VM0.4/7-7/30	VM0.4/8-14/30
40	VM0.4-7/40	VM0.4/7-7/40	VM0.4/8-14/40
50	VM0.4-7/50	VM0.4/7-7/50	VM0.4/8-14/50
60	VM0.4-7/60	VM0.4/7-7/60	VM0.4/8-14/60
70	VM0.4-7/70	VM0.4/7-7/70	VM0.4/8-14/70
80	VM0.4-7/80	VM0.4/7-7/80	VM0.4/8-14/80
90	VM0.4-7/90	VM0.4/7-7/90	VM0.4/8-14/90

VM系列

VM2系列

### VM补偿(滤波)电容电抗组件快速选型表(系统电压400V相电压230V 单相/分相)

级别	电容器电压 280V 7% 抑制5次以上谐波	电容器电压 300V 14% 抑制3次以上谐波
容量Kvar	电容电抗组件设计(选型)型号	电容电抗组件设计(选型)型号
5	VM0.23-7/5 (单相补偿)	VM0.23/3-14/5 (单相补偿)
10	VM0.23-7/10 (单相补偿)	VM0.23/3-14/10 (单相补偿)
12.5	VM0.23-7/12.5 (单相补偿)	VM0.23/3-14/12.5 (单相补偿)
15	VM0.23-7/5-1/3 (分相补偿)	VM0.23/3-14/5-1/3 (分相补偿)
30	VM0.23-7/10-1/3 (分相补偿)	VM0.23/3-14/10-1/3 (分相补偿)

(单相VM2)

(分相VM2)

备注: (1) VM系列组件是由椭圆型或方形电容器VZMJ+VLBD组成; (2) VM2系列组件是由小型化圆柱型电容器VZMJ2+VLBD组成;  
 (3) VMR系列或VMR2系列是由滤波电容VRF或VRF2+VLBD组成。

## 动态安全补偿滤波装置

### 动态补偿概述

很多工厂设备都采用高动态驱动技术，负荷频繁的变化也会给电网带来很大冲击，例如谐波。这将导致电压不稳定、闪变、过电流以及配电网中较大的功率损耗等。这些弊端不仅降低了电网的使用率，同时也对敏感的电子控制设备产生干扰。

传统的接触器投切的无功功率滤波装置用来全面提升功率因数，并降低谐波水平，但是它无法跟踪负荷的快速变化，因此无法满足上述负荷提供较好的补偿效果，这些系统的应用领域是静态负荷。

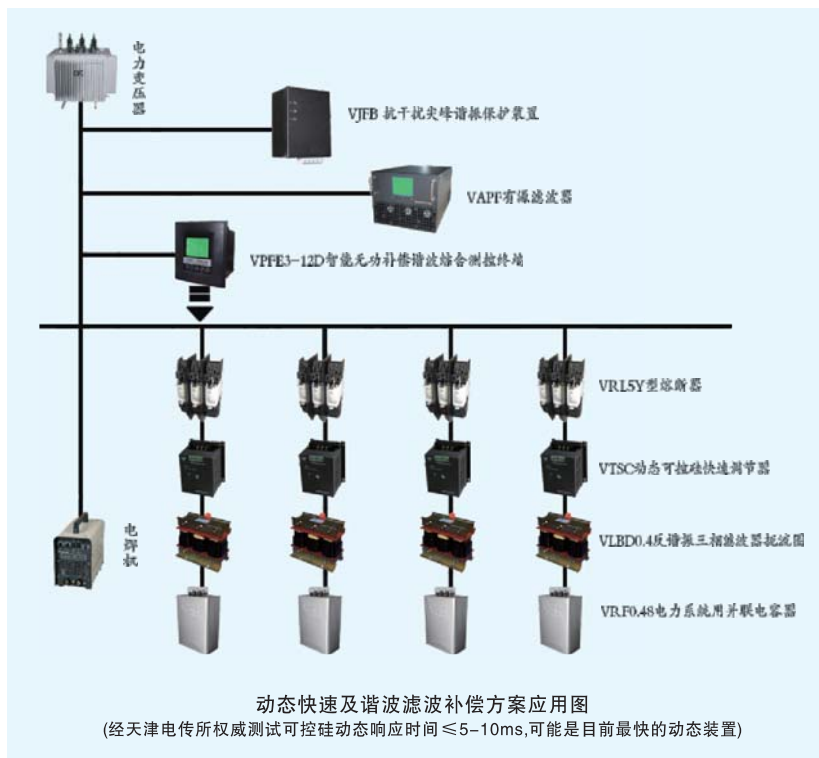
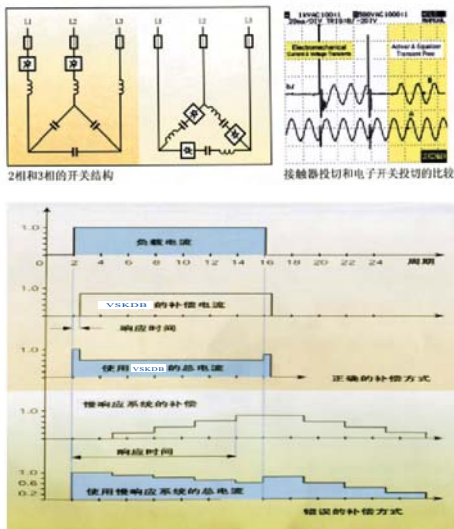
动态滤波补偿装置为上述动态负荷提供了有效解决方案。在这些装置中，传统的控制器和接触器被高速控制器VPFE3-12D及晶闸管功率模块VTSC替代。该动态滤波补偿系统可快速响应负荷变化，抑制电网无功冲击。功率因数可得到快速提升，将上述动态负荷对电网的负面影响减至最小。

动态滤波补偿装置的另外一个好处就是电容器组可实现平滑投切。使用接触器投切的传统设备会产生暂态涌流，而且接触器和电容器应用到快速系统中，接触器触头会很快被磨损，电容器因得不到放电致使寿命速度降低，这不仅影响到补偿元件的寿命，同时也会给电网上的其它设备带来危害。动态无功补偿装置可实现过零点投切，从而完全避免了暂态干扰。

由于是无触点投切，动态滤波补偿装置的切换操作次数不受限制。它们几乎是没有任何磨损的。此外，无暂态切换过程减轻了熔断器的负担，从而极大的延长了它们的使用寿命。

### 应用领域

- ※ 起重机/升降机系统
- ※ 焊机系统
- ※ 锻压及橡胶生产线
- ※ 风力发电系统
- ※ 电气化铁路等



在无功功率高速变化的配电系统中，快速型VSKDB是唯一合适的补偿方式，使用慢速的补偿系统或准实时补偿系统，会降低电能质量并造成电能浪费，甚至造成系统谐振。上面的例子是采用快速VSKDB系统和采用准实时系统对快速变化的无功进行补偿的比较结果。

图中上半部分显示的是使用快速VSKDB系统的补偿效果。方案中的1248快速补偿突变负荷时的无功功率，当负载电流突然增加时，快速VSKDB在20ms内投入所需要全部电容器，总电流明显减小；当负载切除时，快速VSKDB又在20ms内切除相应全部电容器。

图中下半部分显示的是采用准实时系统错误的补偿方式。系统中，投切一组电容器需要3个周波，投切所有四组电容器需要12个周波。因为投入的延时，补偿电容是逐步加入，总电流逐步减小；而切除的延时，电容器是逐步断开，会产生过补电流。对于快速变化的无功，这样的补偿效果是负面的，系统的总电流增加而不是减小，会因为欠补或过补会造成电压的波动或闪变。

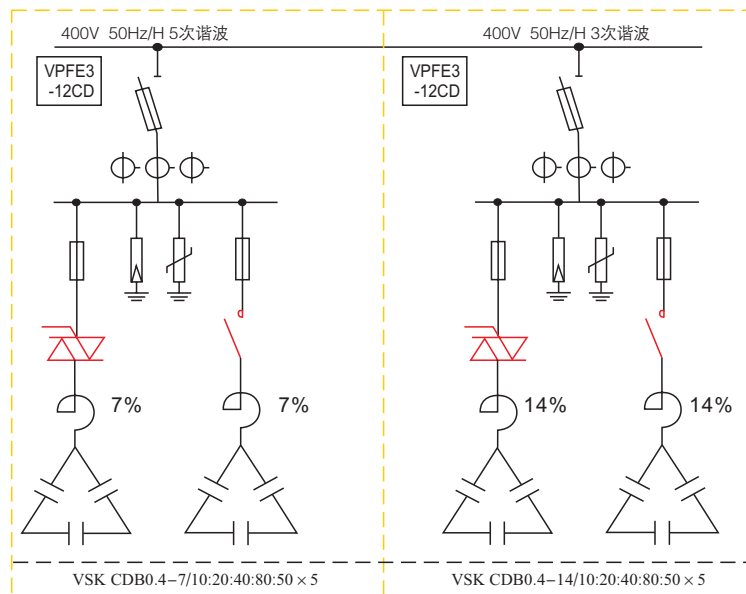


## 动静结合无功补偿方案

### 400V 50Hz 7%、14%动静结合设计上图方案

对于某些特殊的应用条件下，系统中并非所有的负荷都属于快速频繁变化的类型，往往这类负荷只是系统中的一部分，例如：商用写字楼内除了照明和空调这样的稳定负荷外，还有部分属于快速变化类型的负荷—电梯；工业企业除了大部分设备稳定负荷外，还有相当部分属于快速变化类型的负荷—电焊机、点焊机、大型行车、起重机等冲击性负载的设备。

针对这样的应用，如果采用接触器投切电容器组，同样会面临由于部分电容器回路在特定的时间内(如电梯使用高峰)频繁投切，无法对系统进行实时补偿，达到要求的目标功率因数；如果全部使用动态晶闸管投切，尽管可以完全满足系统要求，但是设备的投资成本太高，而且动态回路使用率较低，非常不经济；因此推荐使用以下动静结合补偿方案，能满足广大企事业的实际需求。



变压器额定容量	1250KVA		1000 KVA	
柜体尺寸(mm)	800×1000×2200(宽×深×高)		800×1000×2200(宽×深×高)	
主柜或辅柜	主柜	辅柜	主柜	辅柜
补偿类型	动态输出	静态输出	静态输出	静态输出
电容柜有设计容量	150 Kvar	250 Kvar	150 Kvar	350 Kvar
步进设计	1:2:4:8	1:1:1:1:1	1:2:4:8	1:1:1:1:1:1:1
动静结合去谐无功补偿设计方案号	VSK CDB0.4-7/10:20:40:80:50×5		VSK CDB0.4-14/10:20:40:80:50×7	

变压器额定容量	2000KVA		2500 KVA	
柜体尺寸(mm)	1000×1000×2200(宽×深×高)		1000×1000×2200(宽×深×高)	
主柜或辅柜	主柜	辅柜	主柜	辅柜
补偿类型	动态	静态	动态	静态
电容柜有设计容量	225 Kvar	400 Kvar	300 Kvar	480 Kvar
步进设计	1:2:4:8	1:1:1:1:1:1:1:1	1:2:4:8	1:1:1:1:1:1:1:1
动静结合去谐无功补偿设计方案号	VSK CDB0.4-7/15:30:60:120:50×8		VSK CDB0.4-7/20:40:80:160:60×8	

VSK 动静结合调谐补偿设计方案快速选型表(抑制滤除5次以上谐波)

设计方案号	变压器容量Kva	补偿容量Kvar	分组方式	路数	动态步进补偿容量				静态共补步进电容器容量								柜体尺寸(mm) (宽×深×高)	备注	
					5	10	20	40	15	15	15	15	15						
VSKCDB0.4-7/5:10:20:40:15×5	400/500	150	1:2:4:8:3×5	9	5	10	20	40	15	15	15	15	15					1000*1000*2200	共补
VSKCDB0.4-7/5:10:20:40:20×5	500	175	1:2:4:8:4×5	9	5	10	20	40	20	20	20	20	20					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/5:10:20:40:25×5	630	200	1:2:4:8:5×5	9	5	10	20	40	25	25	25	25	25					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/5:10:20:40:30×5	630/800	225	1:2:4:8:6×5	9	5	10	20	40	30	30	30	30	30					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/10:20:40:80:25×4	800	250	1:2:4:8:2.5×4	8	10	20	40	80	25	25	25	25						1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/10:20:40:80:25×5	800	275	1:2:4:8:2.5×5	9	10	20	40	80	25	25	25	25	25					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/10:20:40:80:30×5	1000	300	1:2:4:8:3×5	9	10	20	40	80	30	30	30	30	30					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/10:20:40:80:25×7	1000	325	1:2:4:8:2.5×7	11	10	20	40	80	25	25	25	25	25	25	25			1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/10:20:40:80:25×8	1000/1250	350	1:2:4:8:2.5×8	12	10	20	40	80	25	25	25	25	25	25	25	25		1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/10:20:40:80:40×6	1250	390	1:2:4:8:4×6	10	10	20	40	80	40	40	40	40	40	40				1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-7/10:20:40:80:40×8	1600	470	1:2:4:8:4×8	12	10	20	40	80	40	40	40	40	40	40	40	40		1000*1000*2200(主辅柜)	
VSKCDB0.4-7/10:20:40:80:50×7	1600	500	1:2:4:8:5×7	11	10	20	40	80	50	50	50	50	50	50	50			1000*1000*2200(主辅柜)	
VSKCDB0.4-7/15:30:60:120:50×8	2000	625	1:2:4:8:3.3×8	12	15	30	60	120	50	50	50	50	50	50	50	50		1000*1000*2200(主辅柜)	

VSK 动静结合调谐补偿设计方案快速选型表(抑制滤除3次以上谐波)

设计方案号	变压器容量Kva	补偿容量Kvar	分组方式	路数	动态步进补偿容量				静态共补步进电容器容量								柜体尺寸(mm) (宽×深×高)	备注	
					5	10	20	40	15	15	15	15	15						
VSKCDB0.4-14/5:10:20:40:15×5	250	150	1:2:4:8:3×5	9	5	10	20	40	15	15	15	15	15					1000*1000*2200	共补
VSKCDB0.4-14/5:10:20:40:20×5	250	175	1:2:4:8:4×5	9	5	10	20	40	20	20	20	20	20					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/5:10:20:40:25×5	400	200	1:2:4:8:5×5	9	5	10	20	40	25	25	25	25	25					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/5:10:20:40:30×5	400	225	1:2:4:8:6×5	9	5	10	20	40	30	30	30	30	30					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/10:20:40:80:25×4	400	250	1:2:4:8:2.5×4	8	10	20	40	80	25	25	25	25						1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/10:20:40:80:25×5	630	275	1:2:4:8:2.5×5	9	10	20	40	80	25	25	25	25	25					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/10:20:40:80:30×5	630	300	1:2:4:8:3×5	9	10	20	40	80	30	30	30	30	30					1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/10:20:40:80:25×7	630/800	325	1:2:4:8:2.5×7	11	10	20	40	80	25	25	25	25	25	25	25			1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/10:20:40:80:25×8	800	350	1:2:4:8:2.5×8	12	10	20	40	80	25	25	25	25	25	25	25	25		1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/10:20:40:80:40×6	800	390	1:2:4:8:4×6	10	10	20	40	80	40	40	40	40	40	40				1000*1000*2200	
VSKCDB0.4-14/10:20:40:80:40×8	1000	470	1:2:4:8:4×8	12	10	20	40	80	40	40	40	40	40	40	40	40		1000*1000*2200(主辅柜)	
VSKCDB0.4-14/10:20:40:80:50×7	1000	500	1:2:4:8:5×7	11	10	20	40	80	50	50	50	50	50	50	50			1000*1000*2200(主辅柜)	
VSKCDB0.4-14/15:30:60:120:50×8	1250/1600	625	1:2:4:8:3.3×8	12	15	30	60	120	50	50	50	50	50	50	50	50		1000*1000*2200(主辅柜)	

备注: (1) 以上为常规配置按变压器容量的30%补偿; 如实际功率因数较低场合可将补偿容量增大, 选型时也可以参照表格内的变压器容量提升裕度, 如630KVA按800KVA或1000KVA进行对照选型, 也可以对照第17页容量换算系数表计算理想的设计容量值。  
 (2) 以上电容器容量如80千乏则由2路40千乏组成, 120千乏则由3路40千乏组成。  
 举例: 120千乏则由3路40千乏组成, 相应组件如保护熔断器、投切开关、滤波器、电容器按40千乏3路采购组装。  
 (3) 设计师只要根据变压器容量标注对应的VSKDB设计方案号即可(此方案号已包含控制器、动态滤波器等相关参数及方案)  
 (4) 由于受空间或者柜体的限制, 可以将设计方案号中的投切路数根据实际情况进行设计, 不影响补偿滤波效果, 举例: 设计方案号VSKDB 0.4-7/10: 20: 40: 80: 25×8 设计为: VSKDB0.4-7/10: 20: 40: 80: 50×4, 路数减少补偿量及精度不变, 体积减小。

## 分相调谐补偿滤波装置

### 概述

在很多工厂的生产设备及商业建筑中，除了三相负荷外，还有大量的单相负荷。例如：汽车生产焊机车间里，有大量的单相焊机。这些单相非线性负荷给电网带来严重的电能质量问题，如三相不平衡、严重的无功冲击等等。

传统的无功功率补偿装置一般设计成同时提升三相的功率因数，因为补偿电容器为三相电容器，控制器仅测量电网中一相电流，因此不能分别补偿每一相的无功功率，不能快速跟踪负荷的变化。因此对于三相不平衡的系统，往往存在过补偿和欠补偿的情况，不能提供令人满意的解决方案。三相共补的滤波补偿装置仅适合应用在三相平衡的电网。

分相结合三相共补滤波补偿装置为上述动态负荷提供了解决方案。在这些装置中，传统的控制器被VPFE3-12D控制器替代。控制器可以分别测量三相电流，通过优化算法计算每一相的投切容量，并可以接入三相或单相电容器。

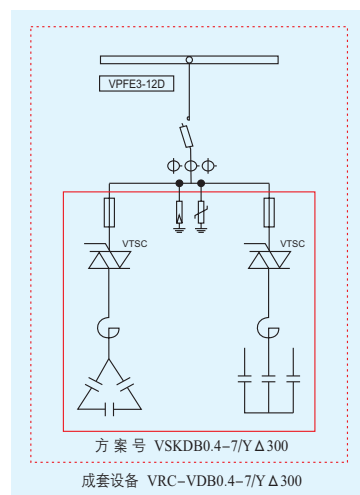
根据负荷特性，我们可以提供晶闸管投切的动态分相补偿装置和复合开关投切的静态分相补偿装置。



### 应用领域

- ※ 工业：焊机系统等
- ※ 商用：楼宇配电系统等
- ※ 每个补偿回路包括：1组保护熔断器或VRL5Y或VB2型电容专用断路器、电容复合开关或晶闸管、VZMJ或VRF电容器、VLBD电抗器组成。
- ※ VPFE3 功率因数控制仪，带LCD液晶显示及手动/自动方式选择，可兼容多功能仪表
- ※ 前门装有控制器的标准配电柜
- ※ 导线端子及风扇
- ※ 根据客户要求的其它部件

注：特殊分相补偿的设计与上述配置有差别



### VSK 三相不平衡动态可控硅型分相快速补偿常规设计方案快速选型表 (抑制滤除5次以上谐波)

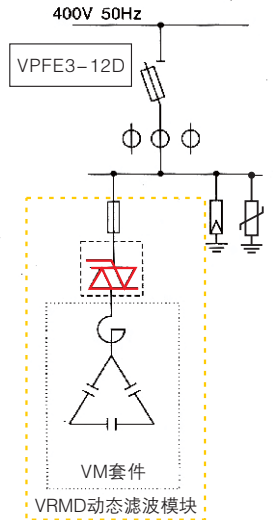
设计方案号	变压器容量KVA	补偿容量	路数	分补容量 Kvar		共补步进电容器容量 (Kvar)										柜体尺寸(mm) (宽×深×高)	备注			
VSKDB 0.4-7/Y30/2+Δ 120/6	400	150	12	3x5	3x5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	1000*1000*2200	混补
VSKDB 0.4-7/Y30/2+Δ 150/6	500	180	12	3x5	3x5	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	1000*1000*2200		
VSKDB 0.4-7/Y30/2+Δ 180/6	500-630	210	12	3x5	3x5	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	1000*1000*2200		
VSKDB 0.4-7/Y60/2+Δ 180/6	630	240	12	3x10	3x10	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	1000*1000*2200		
VSKDB 0.4-7/Y30/1+Δ 270/9	800	300	12	3x10		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	1000*1000*2200		
VSKDB 0.4-7/Y30/2+Δ 450/9	1250-1600	480	12	3x10		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	1000*1000*2200		
VSKDB 0.4-7/Y30/2+Δ 540/9	2000	570	12	3x10		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	1000*1000*2200		

备注：设计方案号可略写，如VSKDB0.4-7/Y30/1+Δ 270/9，略写为VSKDB0.4-7/Y Δ 300



## 常规动态调谐补偿设计方案

系统电压400V/50Hz电容器电压450V 7%动态调谐抑制滤除5次及7次以上谐波设计上图方案



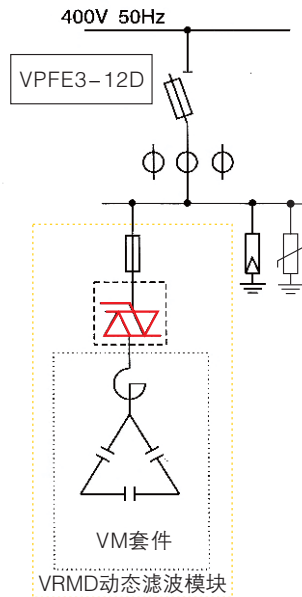
设计说明:

1. 单柜补偿容量 $\geq 400\text{Kvar}$  推荐采用主辅柜模块方式
2. 主开关出线侧推荐加装抗干扰尖峰谐振保护器VJFB0.45-33L12E
3. 由于阻抗的变化, 补偿滤波回路数尽量控制在12路内, 特殊要求增加路数时, 控制器推荐采用VPFC5-18D或加辅机最多可供54回路投切使用
4. 本方案为常规调谐方案, 不考虑重载或重谐波用电环境

变压器额定容量		400KVA	630KVA	800KVA	1000KVA	1250KVA
柜体尺寸(mm)		1000×1000(800)×2200(宽×深×高)				
主柜或辅柜		主柜	主柜	主柜	主柜	主柜
电容柜安装容量		125 Kvar	200 Kvar	250 Kvar	300 Kvar	400 Kvar
步长设计		1:1:1:1:1	1:1:1:1:1:1:1:1	1:1:2:2:2:2	1:1:2:2:2:2:2	1:1:2:2:2:2:2:2
晶闸管开关		VTSC0.4-25/3 *5	VTSC0.4-25/3 *8	VTSC0.4-25/3 *2 VTSC0.4-50/3 *4	VTSC0.4-25/3 *2 VTSC0.4-50/3 *5	VTSC0.4-25/3 *2 VTSC0.4-50/3 *7
调谐滤波补偿方案	L+C套件	VM0.4-7/25 *5	VM0.4-7/25 *8	VM0.4-7/25 *2 VM0.4-7/50 *4	VM0.4-25/7 *2 VM0.4-50/7 *5	VM0.4-7/25 *2 VM0.4-7/50 *7
	动态一体化模块	VRMD0.4-7/50/2 *3	VRMD0.4-7/50/2 *4	VRMD0.4-7/50/2 *1 VRMD0.4-7/50/1 *4	VRMD0.4-7/50/2 *1 VRMD0.4-7/50/1 *5	VRMD0.4-7/50/2 *1 VRMD0.4-7/50/1 *7 (主辅柜)

变压器额定容量		1600KVA		2000KVA		2500KVA	
柜体尺寸(mm)		1000×1000(800)×2200(宽×深×高)					
主柜或辅柜		主柜	辅柜	主柜	辅柜	主柜	辅柜
电容柜安装容量		250 Kvar	250 Kvar	300 Kvar	300 Kvar	400 Kvar	400 Kvar
步长设计		1:1:1:1:1:1:1:1:1:1		1:1:1:1:1:1:1:1:1:1		1:1:1:1:1:1:2:2:2:2:2	
晶闸管开关		VTSC0.4-50/3 *5	VTSC0.4-50/3 *5	VTSC0.4-50/3 *6	VTSC0.4-50/3 *6	VTSC0.4-50/3 *8	VTSC0.4-50/3 *8
调谐滤波补偿方案	L+C套件	VM0.4-7/50 *5	VM0.4-7/50 *5	VM0.4-7/50 *6	VM0.4-7/50 *6	VM0.4-7/50 *8	VM0.4-7/50 *8
	动态一体化模块	VRMD0.4-7/50/1 *5	VRMD0.4-7/50/1 *5	VRMD0.4-7/50/1 *6	VRMD0.4-7/50/1 *6	VRMD0.4-7/50/1 *16 (1主柜2辅柜)	

## 系统电压400V/50Hz电容器电压480V 7%动态调谐抑制滤除5次及7次以上谐波设计上图方案



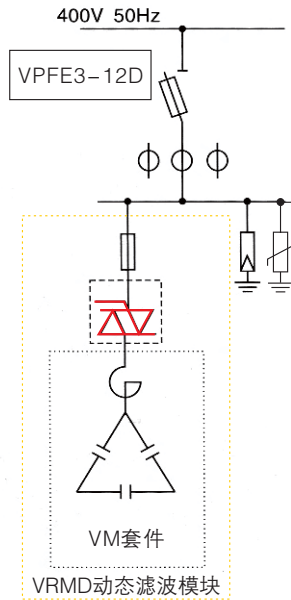
### 设计说明:

1. 单柜补偿容量 $\geq 400\text{Kvar}$  推荐采用主辅柜模块方式
2. 主开关出线侧推荐加装抗干扰尖峰谐振保护器VJFB0.45-33L12E
3. 由于阻抗的变化, 补偿滤波回路数尽量控制在12路内, 特殊要求增加路数时, 控制器推荐采用VPFC5-18D或加辅机最多可供54回路投切使用
4. 本方案为常规调谐方案, 不考虑重载或重谐波用电环境

变压器额定容量		400KVA	630KVA	800KVA	1000KVA	1250KVA
柜体尺寸(mm)		1000×1000(800)×2200(宽×深×高)				1000×1000×2200
主柜或辅柜		主柜	主柜	主柜	主柜	主柜
电容柜安装容量		150 Kvar	250 Kvar	300Kvar	350(360) Kvar	450 Kvar
步长设计		1:1:1:1:1:1	1:1:1:1:1:1:1:1:1:1 (1:1:2:2:2:2)	1:1:2:2:2:2:2	1:1:2:2:2:2:2:2	1:1:2:2:2:2:2:2:2:2
晶闸管开关		VTSC0.4-25/3 *6	VTSC0.4-25/3 *10	VTSC0.4-25/3 *2 VTSC0.4-50/3 *5	VTSC0.4-25/3 *2 VTSC0.4-50/3 *6	VTSC0.4-25/3 *2 VTSC0.4-50/3 *8
调谐滤波补偿方案	L+C套件	VM0.4/7-7/25 *6	VM0.4/7-7/25 *10	VM0.4/7-7/25 *2 VM0.4/7-7/50 *5	VM0.4/7-7/25 *2 VM0.4/7-7/50 *6	VM0.4/7-7/25 *2 VM0.4/7-7/50 *8
	动态一体化模块	VRMD0.4/7-7/50/2 *3	VRMD0.4/7-7/50/2 *1 VRMD0.4/7-7/50/1 *4	VRMD0.4/7-7/50/1 *6	VRMD0.4/7-7/60/1 *6	VRMD0.4/7-7/50/2 *1 VRMD0.4/7-7/50/1 *8(主辅柜)

变压器额定容量		1600KVA		2000KVA		2500KVA	
柜体尺寸(mm)		1000×1000(800)×2200(宽×深×高)				1000×1000×2200	
主柜或辅柜		主柜	辅柜	主柜	辅柜	主柜	辅柜
电容柜安装容量		300 Kvar	300 Kvar	360 Kvar	360 Kvar	480 Kvar	480 Kvar
步长设计		1:1:1:1:1:1:1:1:1:1		1:1:1:1:1:1:1:1:1:1		1:1:1:1:1:1:1:1:1:1 (1:1:1:1:1:1:1:2:2:2:2)	
晶闸管开关		VTSC0.4-50/3 *6	VTSC0.4-50/3 *6	VTSC0.4-60/3 *6	VTSC0.4-60/3 *6	VTSC0.4-40/3 *12	VTSC0.4-40/3 *12
调谐滤波补偿方案	L+C套件	VM0.4/7-7/50 *6	VM0.4/7-7/50 *6	VM0.4/7-7/60 *6	VM0.4/7-7/60 *6	VM0.4/7-7/40 *12	VM0.4/7-7/40 *12
	动态一体化模块	VRMD0.4/7-7/50/1 *6	VRMD0.4/7-7/50/1 *6	VRMD0.4/7-7/60/1 *6	VRMD0.4/7-7/60/1 *6	VRMD0.4/7-7/60/1 *16 (1主柜2辅柜)	

## 系统电压400V/50Hz电容器电压525V14%动态调谐抑制滤除3次以上谐波设计上图方案



### 设计说明:

1. 单柜补偿容量 $\geq 400\text{Kvar}$  推荐采用主辅柜模块方式
2. 主开关出线侧推荐加装抗干扰尖峰谐振保护器VJFB0.45-33L12E
3. 由于阻抗的变化, 补偿滤波回路数尽量控制在12路内, 特殊要求增加路数时, 控制器推荐采用VPFC5-18D或加辅机最多可供54回路投切使用
4. 本方案为常规调谐方案, 不考虑重载或重谐波用电环境

变压器额定容量	400KVA	630KVA	800KVA	1000KVA	1250KVA	
柜体尺寸(mm)	1000×1000×2200(宽×深×高)			1000×1000×2200		
主柜或辅柜	主柜	主柜	主柜	主柜(模块主辅)	主柜(模块主辅)	
电容柜安装容量	200 Kvar	300 Kvar	350(360) Kvar	450 Kvar	550 Kvar	
步长设计	1:1:1:1:1:1:1	1:1:1:1:1:1:1	1:1:2:2:2:2:2 (1:1:1:1:1:1)	1:1:1:1:1:2:2:2:2:2 (1:1:1:1:1:1:1:1)	1:1:1:1:1:1:1:1:1:1:1	
晶闸管开关	VTSC0.4-25/3×8	VTSC0.4-30/3 *10	VTSC0.4-25/3 *2 VTSC0.4-50/3 *6	VTSC0.4-30/3 *5 VTSC0.4-50/3 *6	VTSC0.4-50/3 *11	
调谐滤波补偿方案	L+C套件	VM0.4/8-14/25×8	VM0.4/8-14/30 *10	VM0.4/8-14/25 *2 VM0.4/8-14/50 *6	VM0.4/8-14/30 *5 VM0.4/8-14/50 *6	VM0.4/8-14/50 *11
	动态一体化模块	VRMD0.4/8-14/50/2 *4	VRMD0.4/8-14/50/1*6	VRMD0.4/8-14/60/1 *6	VRMD0.4/8-14/50/1 *9 (主辅柜)	VRMD0.4/8-14/50/1 *11 (主辅柜)

变压器额定容量	1600KVA		2000KVA		2500KVA		
柜体尺寸(mm)	1000×1000×2200		1000×1000×2200(宽×深×高)				
主柜或辅柜	主柜	辅柜	主柜	辅柜	主柜	辅柜	
电容柜安装容量	360 Kvar	360 Kvar	450 Kvar	450 Kvar	540 Kvar	540 Kvar	
步长设计	1:1:1:1:1:1:1:1:1:1:1		1:1:1:1:2:2:2:2:2:2:2		1:1:1:1:1:1:1:1:1:1:1 (1:1:1:1:2:2:2:2:2:2:2)		
晶闸管开关	VTSC0.4-60/3 *6	VTSC0.4-60/3 *6	VTSC0.4-50/3 *9	VTSC0.4-50/3 *9	VTSC0.4-90/3*6	VTSC-90/3 *6	
调谐滤波补偿方案	L+C套件	VM0.4/8-14/60 *6	VM0.4/8-14/60 *6	VM0.4/8-14/50 *9	VM0.4/8-14/50 *9	VM0.4/8-14/90 *6	VM0.4/8-14/90 *6
	动态一体化模块	VRMD0.4/8-14/60/1 *6	VRMD0.4/8-14/60/1 *6	VRMD0.4/8-14/50/1*9	VRMD0.4/8-14/50/1*9	VRMD0.4/8-14/60/1*9	VRMD0.4/8-14/60/1*9

## VRM型电容补偿滤波集成模块

### VRM谐波治理与无功补偿一体化集成模块

本集成模块为相对独立的谐波治理与无功补偿一体化功能单元，用户或设计师只需提供设计方案号，将控制器+集成模块+柜体自由简单的组合，就能轻松地构成滤波补偿装置成套设备，其优点为：积木式、单元式组合灵活方便、结构明晰扩展功能强大、垂直母线系统连接可靠、保护功能齐全、抑制滤除谐波效果明显、补偿精度高、运行故障率低、保养维护方便、低碳节能绿色环保。

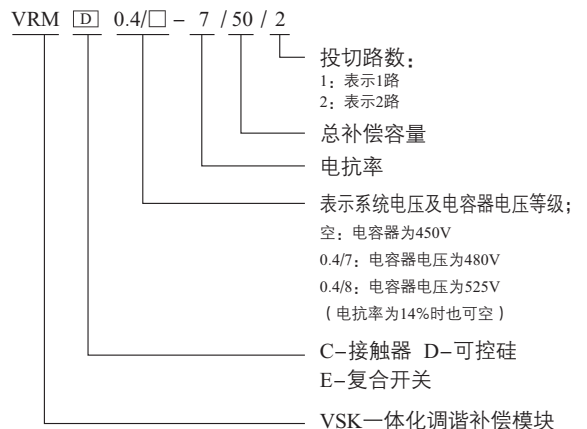
#### ※ 使用场合

- ☆ 无功补偿滤波模块，适用各种型号柜体，积木式可直接安装使用，接线简单。
- ☆ 用于谐波污染严重的三相电网中无功功率的集中补偿及分相补偿。
- ※ 技术标准：EN60439-1、EN60831-1、EC439-1、GB/T15576-2008。
- ※ 抑制滤除谐波次数：3、5、7、9、11、13等。
- ※ 电抗率：5.67%，6%，7%，13%，13.5%，14%，其它规格欢迎咨询。
- ※ 标准模块尺寸：710(L)\*300(W)\*305(H)适用柜体800\*1000\*2200(接触器投切)  
910(L)\*300(W)\*305(H)适用柜体1000\*1000\*2200(可挂硅投切)

#### ※ 模块集成关键元件

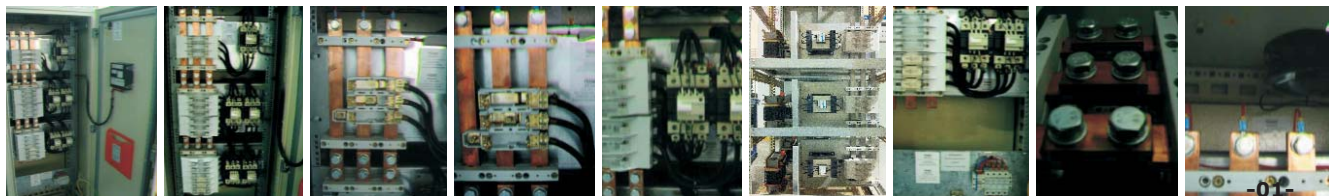
- ☆ VZMJ或VRF型高性能、干式技术、低损耗、自愈式、长寿命电容器，带过压力保护装置及自放电装置。
- ☆ 垂直母线系统带低压熔断器VRL5M160/3保护。
- ☆ 特制超强VCJR型接触器或VTSC型可控硅投切，运行稳定可靠。
- ☆ VPFE3型智能控制器，液晶显示(VPFC5-18带扩展功能，带辅机最多可控54回路，带过温度)过谐波、过电压、过补偿保护及报警功能，并能显示电网及谐波参数；选装附件可带通讯功能。
- ☆ VLB型滤波电抗器，高抗谐波能力，带温度监测保护，低损耗，全真空浸渍，低噪音长寿命。
- ☆ 温度监控。

#### 型号及含义



#### 技术说明

1. 在确定调谐频率系数前，您必须进行现场测量或仿真计算，或根据本手册前章介绍行业谐波情况进行评估配电系统谐波影响性质与特性，以确定采用合理的谐波治理方案。
2. 如无条件到现场测量或无法评估配电系统谐波特性的，建议采用调谐频率为134(14%)+189Hz(7%)的滤波补偿方案，此方案适用大部分谐波场所。
3. 针对工业应用，以整流类非线性负荷为主的系统，建议采用调谐频率为189Hz(7%)的滤波补偿方案。
4. 针对建筑应用，以单相开关电源类非线性负荷为主系统，建议采用调谐频率为134Hz(14%)的滤波补偿方案。
5. 单相负载系统，如点焊设备的谐波治理与事补偿，建议采用单相滤波补偿方案，详情请向我公司技术部询问。
6. 变化较慢或一般负载设计为接触器投切方案，如应用于需要快速投切的谐波补偿场所，请选用动态可控硅投切方案。
7. 更多技术方案欢迎咨询。



模块补偿柜

模块补偿柜结构

主母排结构连接

母排与接触器  
(也可无触点  
动态开关)连接

一个模块由二个  
25Kvar 7%  
模块组成连接

一个模块由一个  
50Kvar 7%  
模块组成连接

下进线方式，  
电缆直接连接

模块间相互连接

上进线方式，  
电缆直接连接

## 低压无功自动补偿装置滤波模块一体化设计上图规范

晶闸管开关型（调谐5次、7次以上谐波）

设计容量		120Kvar		180Kvar		240Kvar		270Kvar	
调谐补偿柜型号		VRC-MD0.4 - 7/120/4		VRC-MD0.4 - 7/ 180/6		VRC-MD0.4 - 7/ 240/8		VRC-MD0.4 - 270/7	
柜体尺寸		600 * 800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		600 * 600 * 800 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm	
低 压 电 气 补 偿 柜	母 线								
	控制部分								
	电流互感器及指示仪表								
	电容器补偿模块								
	控制器型号	VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D	
	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	
	VRMD0.4-7/60/2	2	VRMD0.4-7/60/2	3	VRMD0.4-60/2	4	VRMD0.4-7/60/2	2	
							VRMD0.4-7/50/1	3	
	电抗率	4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%	

设计容量		300Kvar		360Kvar		500Kvar		600Kvar	
调谐补偿柜型号		VRC-MD0.4 - 7/ 300/6		VRC-MD0.4 - 360/6		VRC-MD0.4 - 7/500/10(主辅柜)		VRC-MD0.4 - 7/ 600/12 (主辅柜)	
柜体尺寸		800 * 800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm	
低 压 电 气 补 偿 柜	母 线								
	控制部分								
	电流互感器及指示仪表								
	无功补偿滤波模块								
	控制器型号	VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D	
	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	
	VRMD0.4-7/50/1	6	VRMD0.4-7/60/1	6	VRMD0.4-7/50/1	10	VRMD0.4-7/50/1	12	
	电抗率	4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%	

注：电源进线为上进线

## 晶闸管开关型（调谐3次以上谐波）

低 电 气 补 原 理 图 柜	设计容量	120Kvar		180Kvar		240Kvar		270Kvar	
	调谐补偿柜型号	VRC-MD0.4 - 14/120/4		VRC-MD0.4 - 14/ 180/6		VRC-MD0.4 - 14/ 240/8		VRC-MD0.4 - 14/270/7	
	柜体尺寸	1000*1000* 2200(宽*深*高)mm		1000*1000* 2200(宽*深*高)mm		1000*1000* 2200(宽*深*高)mm		1000 *1000* 2200(宽*深*高)mm	
	母 线								
	控制部分								
	电流互感器 及指示仪表								
	电容器 补偿模块								
	控制器型号	VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D	
	补偿模块	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)
	电抗率	13-14%		13-14%		13-14%		13-14%	

低 电 气 调 谐 补 原 理 图 柜	设计容量	300Kvar		360Kvar		500Kvar		600Kvar	
	调谐补偿柜型号	VRC-MD0.4 - 7/ 300/6		VRC-MD0.4 - 360/6		VRC-MD0.4 - 7/500/10(主辅柜)		VRC-MD0.4 - 7/ 600/12(主辅柜)	
	柜体尺寸	1000*1000* 2200(宽*深*高)mm		1000*1000 * 2200(宽*深*高)mm		1000*1000 * 2200(宽*深*高)mm		1000*1000 * 2200(宽*深*高)mm	
	母 线								
	控制部分								
	电流互感器 及指示仪表								
	无功补偿 滤波模块								
	控制器型号	VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D	
	补偿滤波模块	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)
	电抗率	13-14%		13-14%		13-14%		13-14%	

注：电源进线为上进线

## 智能复合开关型 (调谐5次、7次以上谐波)

设计容量		120Kvar		180Kvar		240Kvar		260Kvar	
调谐补偿柜型号		VRC-ME0.4-7/120/4		VRC-ME0.4-7/180/6		VRC-ME0.4-7/240/8		VRC-ME0.4-7/260/10	
柜体尺寸		800 * 800 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 800 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 800 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 800 * 2200(宽 * 深 * 高)mm	
低 压 电 气 调 谐 原 理 补 偿 图	母 线								
	控 制 部 分								
	电 流 互 感 器 及 指 示 仪 表								
	无 功 补 偿 滤 波 模 块								
控制器型号		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D	
		补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)
调谐补偿模块		VRME0.4-7/60/2	2	VRME0.4-7/60/2	3	VRME0.4-7/60/2	4	VRME0.4-7/50/2	4
								VRME0.4-7/60/2	1
电抗率		4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%	

设计容量		300Kvar		360Kvar		500Kvar		600Kvar	
调谐补偿柜型号		VRC-ME0.4-7/300/10		VRC-ME0.4-7/360/12		VRC-ME0.4-7/500/10(主辅柜)		VRC-ME0.4-7/600/12(主辅柜)	
柜体尺寸		800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * 1000 * 2200(宽 * 深 * 高)mm	
低 压 电 气 调 谐 原 理 补 偿 图	母 线								
	控 制 部 分								
	电 流 互 感 器 及 指 示 仪 表								
	无 功 补 偿 滤 波 模 块								
控制器型号		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D		VPFE3 - 12D	
		补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)
调谐补偿模块		VRME0.4-7/60/2	5	VRME0.4-7/60/2	6	VRME0.4-7/50/2	10	VRME0.4-7/50/2	12
电抗率		4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%	

## 智能复合开关型 (调谐3次以上谐波)

设计容量		120Kvar		180Kvar		240Kvar		260Kvar	
调谐补偿柜型号		VRC-ME0.4-14/120/4		VRC-ME0.4-14/180/6		VRC-ME0.4-14/240/8		VRC-ME0.4-14/260/10	
柜体尺寸		800/1000*1000*2200(宽*深*高)mm		800/1000*1000*2200(宽*深*高)mm		800/1000*1000*2200(宽*深*高)mm		800/1000*1000*2200(宽*深*高)mm	
低 压 电 气 调 谐 原 理 图	母 线								
	控制部分								
	电流互感器及指示仪表								
	无功补偿滤波模块								
控制器型号		VPFE3-12D		VPFE3-12D		VPFE3-12D		VPFE3-12D	
		补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)
调谐补偿模块		VRME0.4-14/60/2	2	VRME0.4-14/60/2	3	VRME0.4-14/60/2	4	VRME0.4-14/50/2	4
								VRME0.4-14/60/2	1
电抗率		13-14%		13-14%		13-14%		13-14%	

设计容量		300Kvar		360Kvar		500Kvar		600Kvar	
调谐补偿柜型号		VRC-ME0.4-14/300/10		VRC-ME0.4-14/360/12		VRC-ME0.4-14500/10(主辅柜)		VRC-ME0.4-14/600/12(主辅柜)	
柜体尺寸		800/1000*1000*2200(宽*深*高)mm		800/1000*1000*2200(宽*深*高)mm		800/1000*1000*2200(宽*深*高)mm		800/1000*1000*2200(宽*深*高)mm	
低 压 电 气 调 谐 原 理 图	母 线								
	控制部分								
	电流互感器及指示仪表								
	无功补偿滤波模块								
控制器型号		VPFE3-12D		VPFE3-12D		VPFE3-12D		VPFE3-12D	
		补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)
调谐补偿模块		VRME0.4-14/60/2	5	VRME0.4-14/60/2	6	VRME0.4-14/50/2	10	VRME0.4-14/50/2	12
电抗率		13-14%		13-14%		13-14%		13-14%	

## 接触器开关型（调谐5次、7次以上谐波）

低 压 电 气 调 谐 原 理 图 补 偿 柜	设计容量	120Kvar		180Kvar		240Kvar		270Kvar	
	调谐补偿柜型号	VRC-MC0.4 - 7/120/4		VRC-MC0.4 - 7/ 180/6		VRC-MC0.4 -7/ 240/8		VRC-MC0.4 - 270/7	
	柜体尺寸	800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm	
	母 线								
	控制部分								
	电流互感器 及指示仪表								
	无功补偿 滤波模块								
	控制器型号	VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C	
	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	
	补偿滤波模块								
电抗率	4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%		

低 压 电 气 调 谐 原 理 图 补 偿 柜	设计容量	300Kvar		360Kvar		500Kvar		600Kvar	
	调谐补偿柜型号	VRC-MC0.4 - 7/300/4		VRC-MC0.4 -7/ 360/5		VRC-MC0.4 -7/ 500/10(主辅柜)		VRC-MC0.4 - 7/600/12(主辅柜)	
	柜体尺寸	800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800 * <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm	
	母 线								
	控制部分								
	电流互感器 及指示仪表								
	无功补偿 滤波模块								
	控制器型号	VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C	
	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	
	补偿滤波模块								
电抗率	4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%		4.5-7%		

## 接触器开关型（调谐3次以上谐波）

设计容量		120Kvar		180Kvar		240Kvar		270Kvar	
调谐补偿柜型号		VRC-MC0.4 - 14/120/4		VRC-MC0.4 - 14/180/6		VRC-MC0.4 - 14/240/8		VRC-MC0.4 - 14/ 270/7	
柜体尺寸		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm	
低 压 电 气 调 谐 补 偿 柜	母 线								
	控制部分								
	电流互感器 及指示仪表								
	无功补偿 滤波模块								
	控制器型号	VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C	
	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	
	补偿滤波模块								
	电抗率	13- 14%		13-14%		13-14%		13-14%	

容量		300Kvar		360Kvar		500Kvar		600Kvar	
型 号		VRMC0.4 - 14/300/6		VRMC0.4 - 14/ 360/6		VRMC0.4 - 14/500/10 (主辅柜)		VRMC0.4 - 14/600/12 (主辅柜)	
柜体尺寸		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm		800* <sup>800</sup> / <sub>1000</sub> * 2200(宽 * 深 * 高)mm	
低 压 电 气 调 谐 补 偿 柜	母 线								
	控制部分								
	电流互感器 及指示仪表								
	无功补偿 滤波模块								
	控制器型号	VPFE3 - 12C		VPFE3 - 12C		VPFE3-12C		VPFE3 - 12C	
	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	补偿模块规格型号	数量(台)	
	补偿滤波模块								
	电抗率	13-14%		13-14%		13-14%		13-14%	

## 低压调谐滤波器

### 概述

电力系统提供的是固定频率的正弦三相交流电，其电流、电压波形为正弦波，当有非线性设备（如变频器、整流器等）接入系统时，就会产生谐波，引起波形畸变。当谐波与电容器和变压器或其他感性设备同时存在时，更会产生谐振，导致因谐波畸变更加严重，从而对供电系统的安全以及生产设备的稳定运行造成危害。

在补偿电容前串接一定比例的电抗器，就可以解决上述问题。如串接7%的调谐电抗器可防止5次以上谐波发生谐振，串接14%的调谐电抗器可防止3次以上谐波发生谐振，同时还可以吸收一定数量的谐波，减少谐波危害。

VSK公司生产的VRC-LC组件式调谐滤波器即采用滤波电容器和调谐电抗器串接方式，在改善系统功率因数的基础上，不仅有效地避免谐振发生，还能滤除一定比例谐波含量。

带谐波器保护电容器的自动调谐谐波补偿装置用于带谐波负荷的三相电网的集中无功功率补偿。通过串联电抗器，使得部分谐波流入带电抗保护的补偿回路，则称为“安全补偿回路”。

$$\text{电抗系数} p = \frac{X_L}{X_C} \times 100\%$$

使用电抗系数 $p=7\%$ (5.5%)，调谐频率为189Hz(214Hz)。这种滤波补偿回路吸收部分的5次谐波电流及更高次谐波。

使用电抗系数 $p=14\%$ (12.5%)，调谐频率为134Hz(141Hz)的串联谐振。当系统中存在3次谐波时，这种安全补偿回路可以防止并联谐振。

调谐滤波补偿装置包括：

- ※ 每个补偿回路包括一组保护熔断器，母线，电容接触器及VZMJ或VRF滤波电容器，VLBD滤波电抗器
  - ※ VPFE3系列功率因数控制器，带LCD/LED显示屏及手动/自动模式选择/可兼容多功能仪表
  - ※ 前门装有控制器的标准配电柜导线端子及风扇
- 根据客户需求及柜型订制的其它材料
- 根据客户需求，我们可以提供两种安装方式的成套装置：模块式安装和组件式安装
- 根据负荷类型，我们可以提供下面型号的安全补偿装置：

不同的投切方式

- ※ 接触器投切的滤波补偿装置 (VRC-LC)
- ※ 晶闸管投切的动态滤波补偿装置 (VRC-LD)
- ※ 复合开关投切的静态滤波补偿装置 (VRC-LE)

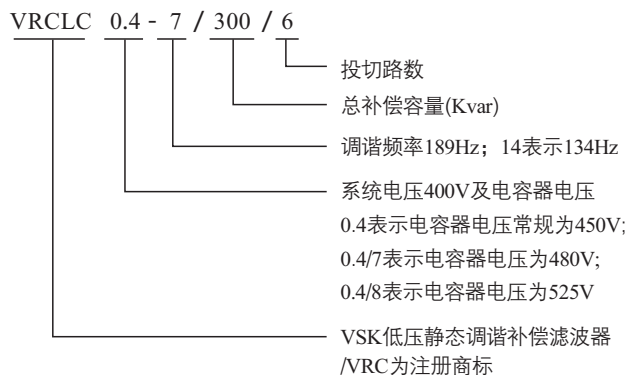
不同的相补偿方式

- ※ 三相共补装置
- ※ 分相补偿装置
- ※ 分相三相结合补偿装置

涵盖所有可选机型GGD GCK GCS MNS OKKEN SIKUSMODAN 6000.



## 型号及含义



## 技术参数

系统电压: 220V~750V  
 额定容量: 120kvar~444 kvar/柜 (其它容量可根据需求定制)  
 电抗系数: 6%、7%、14%  
 调谐频率: 204Hz、189Hz、133Hz (其他频率可根据需求提供)  
 防护等级: IP20  
 安装场所: 室内  
 绝缘水平: 3KV/1min  
 放电时间: 内设放电电阻, 1分钟之内电压下降至50V以下  
 工作温度: -20°C~+40°C  
 标准: IEC60831 IEC60289 VDE0532  
 GB/T15576-1995 JB/T9663-1999  
 颜色: RAL7035 (其它颜色可根据需求定制)

## VRC-LC调谐滤波器特点

### 设备功能:

- ※ 在基波频率安全提高功率因数。
- ※ 精确配置电容器和电抗器的调谐频率, 避免系统谐波发生谐振。
- ※ 滤除谐波能力15 - 50%。

### 安全特性:

- ※ 使用封闭式一体化母排系统, 带电部分得到有效屏蔽, 提高操作安全系数。
- ※ 防拉弧保护功能: 整柜二次控制电路带均有辅助开关, 在断开负荷之前, 将辅助开关先断开接触器, 避免带负荷拉闸, 确保操作人员的安全。

### 合理设计:

- ※ 柜内合理布置器件, 使净空间增加50%, 达到最佳的散热效果, 有效延长了电容器的使用寿命。
- ※ 最简洁的布线设计, 易于安装及运行维护, 减少日常维护工作量。
- ※ 温度控制器: 通过设定, 当柜内温度高于设定值时, 自动启动顶部风扇散热, 低于设定值时, 风扇停止运行, 省电能。
- ※ 调谐电抗器采用铁芯式铜绕组结构, 使发热量相比铝绕组降低30%。

整柜型号	总补偿容量kvar	每段补偿容量kvar	总电流(A)	柜体尺寸(W*D*H)mm
VRC-LC0.4-7/120/6	120	20	173	800*800*2200
VRC-LC0.4-7/150/6	150	25	216	800*800*2200
VRC-LC0.4-7/200/8	200	25	288	800*800*2200
VRC-LC0.4-7/250/10	250	25	360	1000*1000*2200
VRC-LC0.4-7/300/10	300	30	433	1000*800*2200
VRC-LC0.4-7/360/9	360	40	519	1000*1000*2200
VRC-LC0.4-7/400/10	400	40	577	1000*800*2200
VRC-LC0.4-7/500/10	500	50	721	1000*800*2200(主辅柜)
VRC-LC0.4-7/600/12	600	50	866	1000*1000*2200(主辅柜)

其它容量规格及柜体尺寸, 可依据需求制作

## VRC-LD低压动态调谐滤波柜



### 概述

VRC-LD低压动态调谐滤波柜采用微处理器为控制单元，自动对系统无功进行跟踪采样，根据电网无功功率的变化，运用无触点过零投切技术对并联电容器组进行快速投切，动态、实时补偿无功功率，提高系统功率因数。同时通过串接不同电抗率的调谐电抗器与滤波电容器形成特定的谐振频率，抑制系统谐波。

VSK的VRC-LD产品广泛是用于工业厂矿、石油化工、铁路、机场、医院、港口等行业，是改善供电、用电质量，减少线路损耗的理想产品。

### 主要特点

- ※ 使用晶闸管快速投 / 切电容器组，实现分相补偿和三相共补功能，无涌流，低功耗；
- ※ 可实现频繁投切，动态相应时间小于20ms；电容器没有放电时间限制；
- ※ 电容器配置对应电抗率的电抗器，抑制谐振，滤除部分谐波；
- ※ 内设网络分析仪，测量包括谐波在内的所有电网参数；
- ※ 具有过压、欠压、缺相、过热等多种保护，运行稳定可靠；
- ※ 通讯接口RS485、RS232可与计算机连接通讯，进行遥测；
- ※ 柜体外形亦可根据用户需求设计。

### 产品参数

- ※ 额定电压：220V-690V
- ※ 额定容量：50~600kvar
- ※ 电抗系数：6%、7%、13%、14%
- ※ 调谐频率：204Hz、189Hz、133Hz (其他频率可根据需求提供)
- ※ 防护等级：IP20
- ※ 使用环境：室内，-25℃~+45℃
- ※ 制造标准：IEC60831 IEC60289  
GB/T15576-1995  
JB/T9663-1999
- ※ 颜色：Ral7035 (其它颜色可根据需求定制)

### 动态补偿方案应用

动态补偿方案是专门针对快速频繁变化负荷的无功补偿系统。在这种情况下，常规的无功补偿由于存在投切时间点不可选择性，以及放电时间的限制；无法实现快速频繁投切，所以跟不上负荷的频繁变化；如果在这样的系统中使用常规的无功补偿方案，结果往往不是欠补偿就是过补偿，而且做为常规补偿系统投切的电磁接触器也不适合于这种频繁投切的条件。如果让接触器或电容器应用在这样的条件下，接触器的触头会很快地磨损，电容器未得到延时放电寿命而迅速降低，这将导致整个系统存在重大地安全隐患；

而动态无功补偿由于使用了晶闸管，可以在选择在电压过零点(系统电压峰值)将电容器组无任何冲击地投入系统中，而VSK特殊的控制原理使电容投切无需放电时间，这不但达到了对系统进行快速实时补偿，而且降低了电容器投切的冲击涌流，从而保证整个系统的长使用寿命。

## VRC-LC柜体设计特点

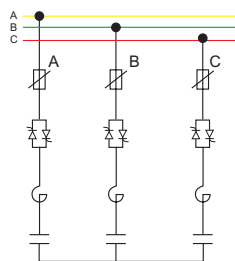
### 安全特性:

- ※ 使用封闭式一体化母线系统，让带电部分得到有效屏蔽，提高操作安全系数。
- ※ 防拉弧保护功能：整柜二次控制电路带有辅助开关，在断开负荷之前，将辅助开关先断开晶闸管，避免带负荷拉闸，确保操作人员安全。

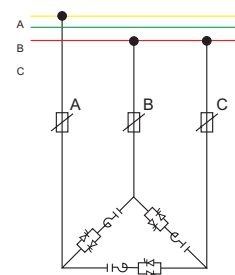
### 设计合理:

- ※ 柜内合理布置器件，使净空间增加50%，达到最佳散热效果，有效延长电容使用寿命。
- ※ 最简洁的布线设计，易于安装及运行维护，减少日常维护工作量。
- ※ 温度控制器：通过设定，当柜内温度高于设定值时，自动给启动顶部风扇散热；低于设定值时，风扇停止运行，省电节能。
- ※ 电抗器采用铁芯式铜绕组结构，使发热量相比铝绕组降低30%。

A 三相补偿方式（用于对称性负荷）

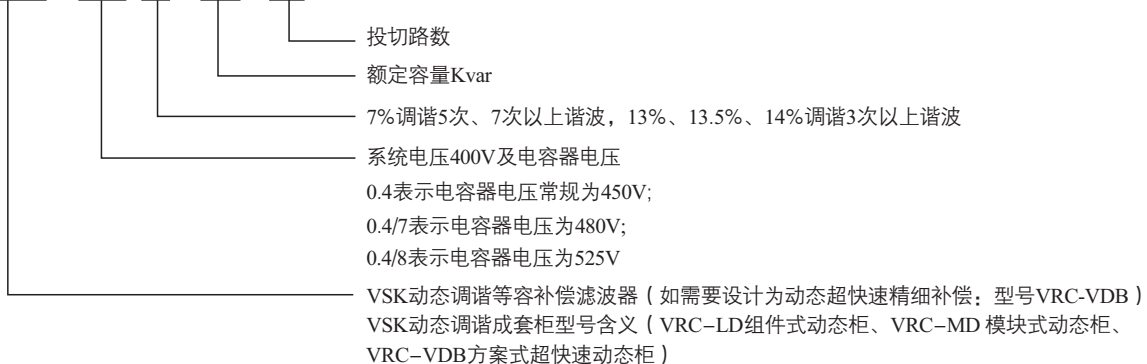


B 单相补偿方式（用于非对称性负荷）



## 型号及含义

VRC-LD - 0.4 - 7 / 300 / 10



柜体型号	额定容量	段数	柜体尺寸(宽*深*高)
VRCLD0.4-7/100/5	100	5	800*800*2200
VRCLD0.4-7/120/6	120	6	800*800*2200
VRCLD0.4-7/150/6	150	6	800*800*2200
VRCLD0.4-7/180/6	180	6	800*800*2200
VRCLD0.4-7/200/8	200	8	800*800*2200
VRCLD0.4-7/240/8	240	8	800*800*2200
VRCLD0.4-7/250/10	250	10	800*800*2200
VRCLD0.4-7/300/10	300	10	1000*1000*2200
VRCLD0.4-7/360/10	360	12	1000*1000*2200
VRCLD0.4-7/500/10	500	10	1000*1000*2200(主辅柜)
VRCLD0.4-7/600/12	600	12	1000*1000*2200(主辅柜)

## VSK无源谐波滤波器

### 无源谐波滤波器概述

VSK无源滤波器应用在谐波比较严重的电网，它在补偿感性无功功率的同时改善电网电压质量。

特别是在很多工业电网，仅通过无源滤波器的应用，就可以将谐波值限制在EN 61000-2-2或GB/T14549-93标准之内。

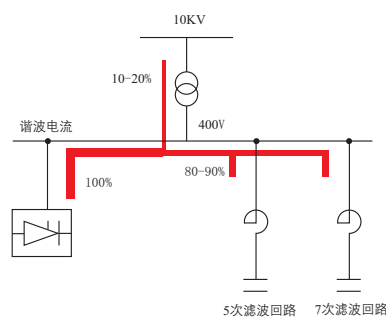
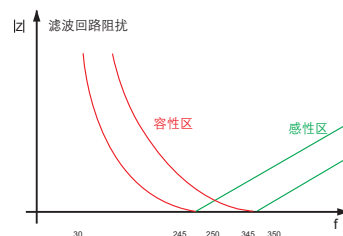
谐波电流的计算最好在最大负荷（谐波最严重的情形）下进行。下面的经验值可用于估算谐波电流。

$$5\text{次谐波} \quad I_5 = 0.30 \cdots 0.35 I_1 \quad 7\text{次谐波} \quad I_7 = 0.10 \cdots 0.12 I_1$$

$$11\text{次谐波} \quad I_{11} = 0.08 \cdots 0.10 I_1 \quad 13\text{次谐波} \quad I_{13} = 0.06 \cdots 0.08 I_1$$

这些标准值可应用到6脉波整流器和变频器。滤波器对于某个功率和负荷条件下的最优调谐必须通过谐波电网测量，进行分析来实现。

从上图可以看出，无源调谐式滤波器是将滤波回路（滤波电抗器和滤波电容器串联）的谐振频率调谐到接近某次谐波频率（例如250Hz），使滤波器回路在某次谐波下呈低阻抗，从而使80%~90%的谐波分流到滤波器回路，实现谐波滤除的目的。



### 滤波器设计

为某一特定项目提供合理的谐波滤波器方案，需要提供以下必要的基本信息：

- 变压器参数（功率，电压变比，短路阻抗等）
- 系统单线图
- 负载情况及主要的谐波源(类型，功率等)
- N次谐波电流和谐波电压参数

谐波滤波装置主要由控制终端VPFE3或VPFC5、可控硅开关元件VTSC、滤波电抗器VLBF、滤波电容器VRF、保护断路器或熔断器VBK或VRL5G、保护装置、机柜等构成，根据工程中的实际情况，设计不同用途（单调谐、高通、C型滤波器等）、不同谐振频率、不同容量的谐波滤波器。采用顺投顺切、编码投切、或顺投逆切等多种滤波方案，为了避免谐振，采用顺投逆切等原则，即谐振频率最低的滤波器顺投逆切等原则，滤波器最先投入，再依次投入更高谐振频率的滤波器，切除时顺序与投入时相反。

### 主要技术指标

- ※ 系统电压：400V、690V、750V（特殊规格可定制）
- ※ 系统测量电压：400V、690V、750V
- ※ 滤谐阶次：3、5、7、11等（也可根据客户需要设计）
- ※ 额定测量电流：5A
- ※ 精度：电压、电流 0.5级；功率 1.5级
- ※ 基波无功补偿：功率因数可达到0.9-0.95以上
- ※ 功耗：电容器 $\leq 0.25\text{W/KVar}$ ；整机 $\leq 1\%$ 装置容量
- ※ 冷却方式：风冷
- ※ 结构形式：柜式结构
- ※ 防护等级：IP20（特殊要求可定制）
- ※ 安装与施工：按电力配电柜的要求安装与施工
- ※ 颜色：RAL7035或其它颜色

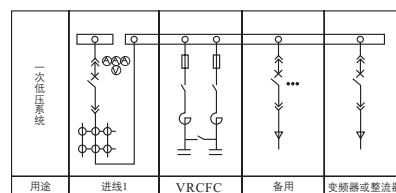
### 应用

在一些特殊的应用案例中，例如系统短路容量较小，同时谐波负载（例如变频器）容量较大的情况下，或针对一些对电能质量有较高要求的客户（例如研发中心、半导体工厂等），高精度的生产工艺对电能质量的要求非常高，往往要求电网的电压谐波畸变率（THD-V）维持在较低的水平，所以需要非常“清洁”的电能。

而从用户侧的滤波方案来说，同标准去谐滤波方案相比，调谐滤波方案可以更加有效地降低系统谐波。

谐波滤波器方案按系统中的谐波电流频率的不同，分为5th、7th和11th次滤波柜，谐波滤波器对应相应次数的谐波电流，由于其低阻抗的特性，形成通路，将谐波电流吸收掉，从而达到“清洁”电网的功能。同样在基波的情况下，也可以对系统进行无功补偿。

上图方式

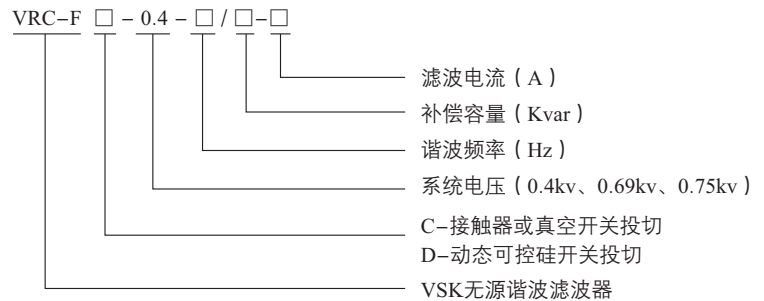


## 无源谐波滤波器

适用于非线性负载如晶闸管、变频器、中频炉、电弧炉等导致谐波电流过大，功率因数降低的低压电网系统。



### 型号及含义



### 谐波的危害

- ※ 增加线路损耗，降低发电、输电设备效率
- ※ 导致电子设备的控制系统失控
- ※ 导致补偿电容发热和使用寿命缩短
- ※ 致电机振动、噪声、发热
- ※ 导致开关和继电器设备的不正常跳闸

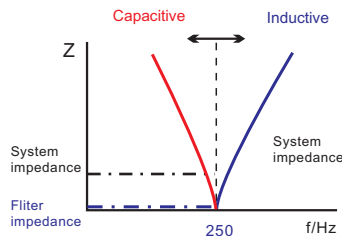
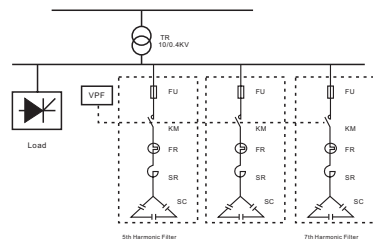
### 主要器件

- ※ 功率因数控制器VPFE3
- ※ 接触器VCJR/可控硅VTSC
- ※ 热继电器
- ※ 专用滤波电容器
- ※ 负荷隔离开关或断路器
- ※ 散热风扇
- ※ 滤波电抗器VLBF
- ※ 二次控制回路/温控器
- ※ 金属柜体

### 设计依据

- ※ 配电系统的谐波阶次及主要谐波含量
- ※ 系统所需的无功补偿容量
- ※ 滤波器接入点的电压畸变率
- ※ 变压器参数

注：我公司可提供谐波测量服务，并提供完整的滤波设计方案。



### 工作原理及特点

谐波滤波器采用并联方式接入电网，滤波回路由电容器和电抗器串联组成，电路根据需要补偿的功率因数、谐波成分和谐波含量设计。通过对电抗器的电感值选择，使滤波器在谐波频率下产生串联谐振而形成对某次谐波的低阻抗电路，让大部分的谐波电流流入谐波滤波器。

典型的谐波滤波器回路包含三种最为常见的谐波（5次、7次、11次）频率。谐波滤波器装在由钢板制成的柜壳内，每台滤波器包括电磁接触器或可控硅开关、热继电器、电抗器、电容器和控制部分构成，通常谐波滤波器与主配电柜经电容器的馈线相连接。

- ※ 采用特殊材料和设计的滤波电容器、滤波电抗器使滤波效果显著。
- ※ 结构紧凑，操作简便，具备安全的保护措施。
- ※ 同时解决谐波危害与无功补偿问题。
- ※ 提高输电、用电效率，节省电费。

## 动态有源+无源滤波补偿系统

### 传统无功补偿及谐波治理产品的问题

你工厂或商业建筑内无功补偿产品是否存在下面的问题：

- ※ 负荷无功波动快，晶闸管投切的动态无功补偿装置也不能跟上负荷变化的速度，造成过补偿或欠补偿，企业能耗增大；
- ※ 三相无功不平衡的电网，没有采用分相补偿装置，三相共补的无功补偿装置的投运造成部分相过补偿或欠补偿；
- ※ 补偿回路的分步步长较大，不能达到目标功率因数
- ※ 晶闸管频繁故障；
- ※ 谐波严重的电网，未串联电抗器的电容补偿装置频繁故障。

当变压器下的变频器等谐波源负荷较多，您在选择谐波治理产品时，是否存在下面的顾虑：

- ※ 无源滤波器成本相对较低，但变频器等负荷的功率因数较高，具有过补偿、过载、谐振等危险性；
- ※ 有源滤波器安全可靠，但考虑到大量谐波的治理，成本较高；
- ※ 系统中已经安装无功补偿装置，会增加谐振的危险；

### 解决方案

VSK电能专门针对上述问题，开发了创新一代产品：VARF动态有源+无源滤波补偿装置。将有源与无源滤波补偿技术有机结合，突破传统的滤波补偿技术，在有效降低成本的同时，实现最佳的滤波补偿效果。

设计依据：

- ※ 电容器串联电抗器的无源滤波补偿装置不仅具有提升功率因数的功能，还可以滤除大部份谐波；
- ※ 有源滤波器不仅具有动态滤除谐波的功能，还具有快速无功补偿的功能，但成本较高；
- ※ 将有源与无源滤波补偿优势互补，协调二者的滤波及无功补偿的容量分配及控制策略。
- ※ 利用有源单元可以产生双向（感性及容性）无功电流的特性，实现远远超出晶闸管投切速度的极速动态无功补偿，并且可实现无级调节，在容量允许条件下，轻松将功率因数提升至1。
- ※ 利用无源单元可以滤除大部份谐波的特性，在保证滤波效果的同时，有效降低有源滤波器的容量，实现较高的性能价格比；
- ※ 基于最先进的柔性输配电技术。

### VARF动态有源+无源无功补偿工作原理

无功电流不仅可由电容和电感产生，VARF有源的方式也可以产生无功电流。电网电源和VARF可以看作是通过电感连接的两个电压源，见图1。

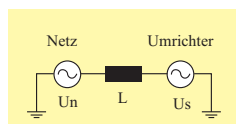


图1

- ※ 空载运行模式：如果电网电压( $U_n$ )和逆变器电压( $U_s$ )相同，电感上的电压差为零，没有电流流过电感，见图2。

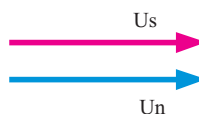


图2

※ 容性运行模式：如果电网电压( $U_n$ ) 小于逆变器电压( $U_s$ )，电感上的电压差 $U_L$ 不再是零，由于电感上的电流 $I_n$ 滞后 $U_L$ 90°，因此电流的方向如图3所示；可以看出，电流 $I_n$ 超前电网电压 $U_n$ ，此时VARF向电网提供容性无功电流。

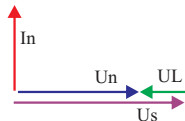


图3

※ 感性运行模式：如果电网电压( $U_n$ ) 大于逆变器电压( $U_s$ )，电感上的电压差 $U_L$ 不再是零，电感流过的电流方向如图4所示；可以看出，电流 $I_n$ 滞后电网电压 $U_n$ ，此时VARF向电网提供感性无功电流。

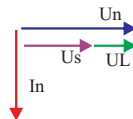


图4

## 技术特性

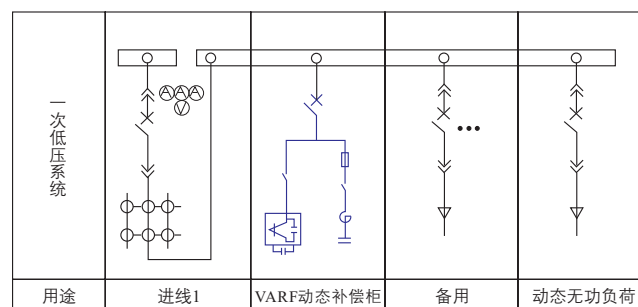
- ※ 在系统谐波较大的环境下可安全正常运行；
- ※ 响应速度快，动态性能好，可实现功率因数全程为1；
- ※ 功耗低，节能效果显著；
- ※ 可自动跟踪负荷变化，平滑无级输出系统无功需求容性或感性电流；
- ※ 可轻松实现动态分相无功补偿；
- ※ 具有强大的谐波滤波功能；

## 技术参数

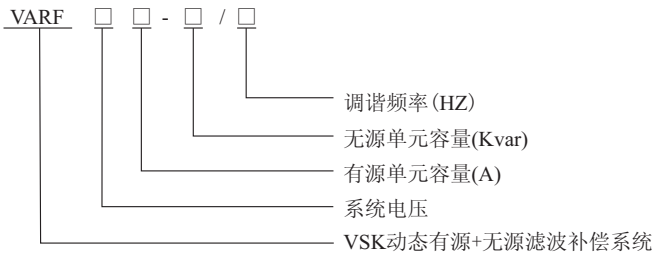
- ※ 额定电压：400V（特殊规格可定制）
- ※ 滤波性能：可滤除2~51次谐波
- ※ 响应时间：<1ms
- ※ 结构形式：柜式结构
- ※ 功耗：电容器和电抗器 $\leq 0.5W/KVar$ ；
- ※ 有源滤波装置 $\leq 3\%$ 装置容量
- ※ 安装高度：1000m，海拔高可降容
- ※ 安装与施工：按电力配电柜的要求安装与施工
- ※ 柜型：兼容多种柜型，可根据客户需求定制
- ※ 无功补偿：可设定目标功率因数，或全程为1
- ※ 通信方式：RS232/USB, RS485/RS422, 以太网
- ※ 冷却方式：风冷
- ※ 防护等级：IP20（特殊要求可定制）
- ※ 噪音：<60dBA
- ※ 环境温度：40° C

注：产品更新后上述技术参数会有变化

## 设计上图方式



## 型号及含义



## 技术参数

动态有源+无源滤波器型号	有源容量/电流(kvar/A)	无源单元容量(kvar)	总补偿容量(kvar)	柜体尺寸(宽x深x高)(mm)
VARF0.4-35 /150	24/35	150	174	1000×1000×2200
VARF0.4-50 /150	34/50	150	184	1000×1000×2200
VARF0.4-100/150	68/100	150	218	1000×1000×2200
VARF0.4-35 /210	24/35	210	234	1000×1000×2200
VARF0.4-50 /210	34/50	210	244	1000×1000×2200
VARF0.4-100/210	68/100	210	278	1000×1000×2200
VARF0.4-35 /240	24/35	240	264	1000×1000×2200
VARF0.4-50 /240	34/50	240	274	1000×1000×2200
VARF0.4-100/240	68/100	240	308	1000×1000×2200
VARF0.4-35 /270	24/35	270	294	1000×1000×2200
VARF0.4-50 /270	34/50	270	304	1000×1000×2200
VARF0.4-100/270	68/100	300	368	1000×1000×2200
VARF0.4-35 /300	24/35	300	324	1000×1000×2200
VARF0.4-50 /300	34/50	300	334	1000×1000×2200
VARF0.4-100/300	68/100	300	368	1000×1000×2200

注：VARF其它容量及柜体尺寸可以根据客户需求定制

## 无功补偿功能

以极快的速度实现双向动态分相无功补偿；使功率因数轻松提升到1。由于响应速度快，还可以解决无功电压波动及闪变等电能质量问题。

## 无功补偿特性

- ※ 动态：极速响应 <1毫秒，控制IGBT主电路补偿动态无功电流；
- ※ 双向：即可以产生容性无功电流，提升功率因数；又可以产生提供感性无功电流，防止过补偿；
- ※ 分相：分别检测三相的无功需求，分相补偿，适用于三相不平衡单相负荷的电网；
- ※ 灵活：有源与无源单元同时运行参与无功补偿；无源单元的部分容量补偿固定无功功率，有源单元的部分容量来补偿动态无功波动，配置灵活；
- ※ 可调：动态无级补偿的范围可自由设定，设定范围最大达2倍的有源单元的容量。
- ※ 无级：实现无级补偿
- ※ 安全：没有谐振危险

与晶闸管投切的传统无源无功补偿装置的性能比较:

	晶闸管投切的无功补偿装置	VARF动态滤波补偿装置
主回路特点	晶闸管投切的电容器串联电抗器的无源补偿回路	大功率电力电子IGBT有源单元及电容器串联电抗器的无源补偿回路的组合
补偿能力	分级, 补偿精度取决于分步的步长	连续, 无级, 快速、可双向补偿, 实现功率因数全程为1, 可解决电压波动、闪变等多种无功引起的电压波动及闪变问题
感性电流	不能产生	可无级产生, 防止过补偿
响应速度	>20ms	更快, 动态特性更好, <1ms
控制系统	简单	复杂
分相调节	可以专门配置, 分步调节	可以轻松实现, 无级调解
谐振危险	串联电抗器抑制了谐振, 但设计不当, 背景谐波较大时, 仍存在谐振可能	没有谐振危险
过补或欠补	会发生	不会发生
损耗噪音	大	小
故障率	一般	低
使用寿命	电容器有衰减<, /P>;	寿命长
安全性	一般	高

结论: VARF较传统无功补偿方式相比, 更可靠安全, 功能更强大, 技术更先进, 适用范围更广

## 谐波治理功能

无源滤波单元通过合理的电抗系数设计可滤除部分谐波, 有源单元滤除其余部分谐波。无源与有源的有机结合, 以最低的成本实现最佳的谐波治理效果。

- ※ 滤波范围宽: 可滤除2~50次谐波;
- ※ 中性线消谐: 选择4线有源的VARF具有中性线消谐的功能,;
- ※ 快速: 从检测到抵消谐波的全响应时间小于一个周波;
- ※ 分相: 分别检测三相的谐波, 分相滤除, 适用于三相不平衡单相谐波源的电网;
- ※ 灵活: 有源与无源单元同时运行参与谐波治理, 无源单元分流部分谐波电流, 有源单元的部分容量来补偿动态无功功率, 可灵活配置;
- ※ 安全: 没有谐振危险; 有源单元无过载危险;
- ※ 准确: 可设定1-25种谐波的滤除比率, 保证准确滤波。

与单独使用有源滤波装置比较:

	VAPF有源滤波装置	VARF动态滤波补偿装置
主回路特点	大功率电力电子IGBT组成的主电路	除具有大功率电力电子IGBT组成的有源单元, 还有电容器串联电抗器的动态无源滤波补偿回路
滤除谐波性能	好, 但所有滤波的容量全部由有源装置承担	好, 无源分流部分主谐波, 在达到同等滤波效果的前提下, 有效降低有源单元的容量,
无功补偿性能	好, 但所有的动态补偿容量全部由有源装置承担	好, 无源补偿部分静态及动态无功, 在达到同等补偿效果的前提下, 大幅度降低有源单元的容量
无功动态范围	最大为有源装置的容量	最大为有源装置的二倍容量
控制方式	复杂	复杂
投资成本	高	在保证滤波补偿效果与单独使用有源滤波器相当的前提下, 成本大幅度降低
性价比	一般	高

结论: VARF动态滤波补偿装置以其卓越的性能, 优化的配置, 和单独使用有源滤波装置相比, 具有极高的性能价格比。

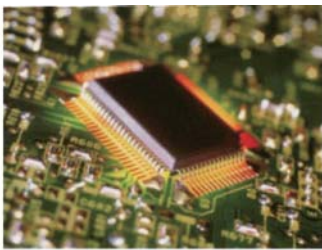
性价比高、性能卓越、克服传统无功补偿的弊端、兼顾谐波治理的创新一代产品!

## VPM600 系列智能网络电力参数测控仪

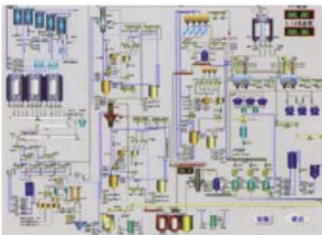
### 概述

VSK品牌VPM600系列智能网络电力参数测控仪，是本公司在进口产品的基础上，参照其先进的设计理念和现场应用经验而研发的。产品性能与国际水平同步，但产品价格低廉，可直接代替进口和国内同类产品使用。在单个96x96mm的装置中，它集数字化 智能化 网络化于一身，标准功能有1 UV, 3I, 3U, 3V,  $\pm 3P$ ,  $\pm \Sigma P$ ,  $\pm 3Q$ ,  $\pm \Sigma Q$ , 3S,  $\Sigma S$ , 3PF, PF和F, 3I,  $\pm \Sigma P$ ,  $\pm \Sigma Q$ ,  $\Sigma S$ 的最大值； $\pm KWh$ 和 $\pm KVarh$ 电能计量等多电量测量，各相THD(I)、THD(U)谐波检测。

可以通过插入不同的模块，使功能升级，可以满足低压(单相和三相)或者高压的计量脉冲输出 分次谐波 ModBus通讯 ProfiBus-DP通讯 模拟量输出 数字输入/输出 可编程超限报警 事件记录 分时段计费 自动抄表需量控制等功能，能够全面替代电量变送器 电度表 数显仪表 数据采集器等。是组成智能电网自动化系统的理想产品。



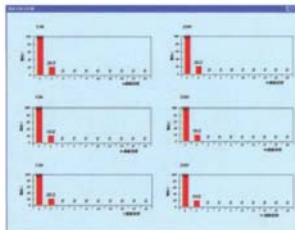
高速专用核心芯片，保证精确测量



组态网应用



显示所有电量的数值



第3~19次电流电压谐波棒状图

### 主要特点

- 1、LCD大显示屏：带背光支持的大液晶显示屏，大字体显示和柱状动态图示的组合，阅读数据直观，显示屏具有抗反光和抗刮擦的特型。
- 2、快捷读取：只要按下对应的测量键，即可阅读测量参数，不须菜单的切换。为了加快读数速度，屏同时显示8个测量值。6个按键直读测量参数更易方便操作，简单操作按键就能得到一个高压和低压设备的30多种参数显示。
- 3、模块化设计：用户的要求随着应用场合或时间而改变，因此VPM600系列有可选模块随时提供附加功能，使产品升级 包括：集成通讯，数字和模拟通道，谐波分析，事件记录，数据储贮，设备监控与控制，报警管理，需量控制以及脉冲传输。
- 4、四象限测量：实现真正的有效值四象限测量 为电流和电压同时提供能量测量和谐波(失真)测量。
- 5、多电量测量，可以测量各相相电流 平均相电流；各相相(线)电压 平均相(线)电压；频率；各相有功功率 总有功功率；各相无功功率，总无功功率；各相视在功率，总视在功率；各相功率因数 平均功率因数；正/负有功电能；正/负无功电能。
- 6、电能质量监测：THDI THDU(总谐波失真)及单次谐波(3~19次)的各相电流电压谐波含量测量；实现电气设备无故障监控的高性能解决方案。
- 7、网络联网通讯：标准RS485通讯接口，ModBus-RTU规约，可通讯接入SCADA、PLC系统中 直接与主流工控组态软件(Intouch Fix,Cter,组态王等)联网，轻松组网。
- 8、远程测控：通过上位机软件以表格或图形直观的显示出现场仪表实时采集的四十多种参数及开关量状态,报警与控制状态,电能计量,参数设置等信息,实现低压系统中进线回路和重要的馈出回路的“五遥”通讯；高压系统的回路电气参数的就地和远程监视。



如今，许多用户、系统集成商、电气成套厂以及操作人员，都在使用VPM600E系列应用于电力、邮电、石油、煤炭、冶金、铁道、市政、智能大厦等行业部门的电气装置，自动控制以及调度交流。

## 测量与监视

测量所有的电量值来检测电网是否正常运作采用对馈线负载水平或缺相的报警来监视电网

## 分析与计量

通过电网谐波来分析电能质量，从而预防电缆过热，变压器过载，设备老化、计量楼宇或生产线的用电量，便于分配与优化电能成本

## 控制与采集

对馈线开关的开和关控制（照明、电动机、生产线、供暖、空调等）使用数字和RS 485接口或模拟通信来采集所有的数据

## 技术数据

### 接线

三相电网：3相4线、3相3线(平衡或非平衡)，  
2相3线平衡，  
单相电网：1相2线

### 频率

测量范围：45/65Hz  
测量周期：1s  
精 度：0.1%

### 电流（真有效值）

测量范围：0~6A  
最小电流：5mA  
CT变比：1~10000  
测量周期：1s  
测量精度：0.2%(0.5~6A)

### 电压（真有效值）

测量范围：30~600V(线电压)  
20~400V(相电压)  
PT变比：1~10000  
测量周期：1s  
测量精度：0.2%(20~400V)

### 谐波

电压THD：谐波分量为0~30%  
电流THD：谐波分量为0~30%  
分 次：3~19次

### 功率因数

测量范围：-1~1  
测量周期：1s  
精 度：0.5%

### 辅助电源

交流：AC85V~265V  
直流：DC85V~330V  
功耗：≤5VA

### 电能

正负有功：0~999,999,999KWh\*PT\*CT  
正负无功：0~999,999,999KVarh\*PT\*CT  
精 度：0.5% (0.5L/0.5C)

### 功率

单相功率：0~4000W/var/VA  
总 功 率：0~12000W/var/VA  
测量周期：1s  
测量精度：0.5%

### 外形

主机尺寸：96mm×96mm×62mm  
开孔尺寸：92mm×92mm  
模块尺寸：65mm×22mm×49mm

## 可选择模块功能



备注：  
更多其它功能模块



模块化设计、功能可随时扩充。只需在仪表的后部插入一个模块即可增加一些功能，使用户选择完全满足自己需求的经济有效的解决方案，从而只需购买自己所要求的功能模块，而不必造成资源上的浪费。VPM600最多可安装4个模块。

### 模块ME1计量脉冲输出

带两个可设定电能脉冲常数和宽度的脉冲输出，用于输出有功电能和无功电能。  
1个脉冲代表的电能：0.1/1/10/100/1000/10000Kh/Kvarh  
脉冲持续时间：100ms 接点寿命：10亿次

### 模块ME2通讯+谐波分析

通讯接口：标准RS485 协议：ModbusRTU  
电压THD：谐波分量为0-30%  
电流THD：谐波分量为0-30%  
分次谐波：3-19次谐波分析

### 模块ME3 Modbus通讯

接口：标准RS485  
协议：ModbusRTU  
地址：1-247  
波特率：1200-19200

### 模块ME4模拟量输出

2路可设置的相互隔离的4-20mA模拟量输出可输出3t,3U,3PF等电量参数。可同时安装2个此模块，即最多可有4路模拟量输出。

### 模块ME5 2输入/2输出

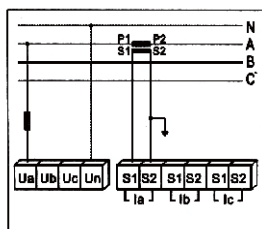
2个用于监控或者脉冲计量的输入；2个用于监察报警或控制功能的输出，对于测量的电力参数，可为监视功能设定一个高限和低限，恢复值，延时和工作方式，可设置为自保持式或自复位式输出。最多可同时安装3个此模块6输入和6输出)

### 模块ME7存储模块

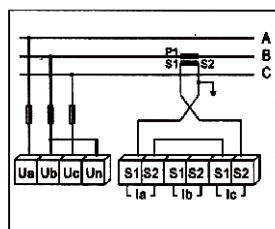
1个内部时钟，大容量内存，用于事件记录，数据储贮，分时段计费，自动抄表等功能

## 接线

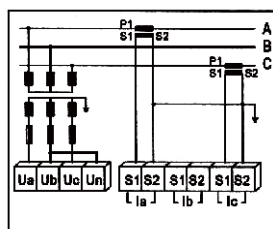
三相四线平衡/一相两线



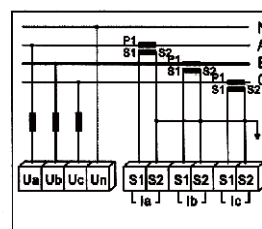
三相三线平衡



三相三线



三相四线



## VSK-VPF<sup>®</sup>E3型智能无功补偿谐波综合测控终端

### VSK-VPFE3无功补偿滤波综合测控终端，液晶显示功能强大



电力用户要节能省钱，精准的无功功率补偿是最简单而有效的解决方法，随着电网中的谐波污染日趋严重，准确的无功功率补偿再不像从前容易。因为谐波往往会误导控制器作出不正确的投切，为了让功率因数补偿更加理想，选用VSK品牌系列无功补偿滤波器件，精准的控制及可靠的补偿滤波方案为您的生产带来高效和源源不断的实惠，有效节省电费的额外开支。

#### 产品主要特点

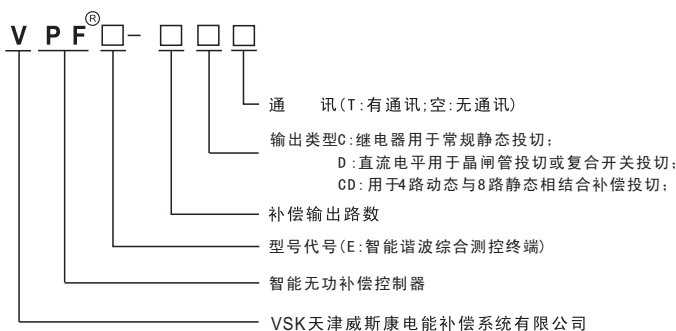
本控制终端具有高品质液晶显示、实时时钟、过压欠压、缺相及过谐波保护、超低负荷闭锁、记忆存储、设备出厂自检、同名端可设置、电网谐波参数显示及通讯等功能，在谐波环境下能稳定工作，并具备自动手动投切选择，综合补偿、分相、循环投切和8421编码及容量分级随意设置等多种补偿方式。

#### 概述

VSK牌VPFE系列智能无功补偿谐波综合测控终端产品是VSK迎合新一代智能电网建设的需求而精心研制而成的。采用高性能的微处理器为核心，全数字化设计，软、硬件模块化处理，电磁兼容设计抗干扰能力强，补偿速度快，运行稳定可靠，操作简单方便。大屏幕液晶中文显示人机界面友好，无功补偿谐波综合测控终端是通过测量电压和电流计算出系统的有功功率、无功功率、功率因数、电网谐波等参数，根据负荷情况对电容器组进行精确投切控制，并可实现不等容编码精细补偿方案及各种优化补偿滤波方案等设置。减少电能损耗节能效果显著，特别适合具有谐波源的电力系统作电能质量的自动测控装置。

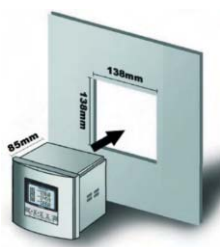
产品广泛应用于电力、石油、冶金、煤炭、化工、机场、港口、城市和农村电网等领域，使功率因数和电能质量达到用户预定状态，提高电力变压器的利用效率，改善供电质量，从而提高了经济效益和社会效益。

#### 型号及含义



应用在中海油采油公司

#### 产品外形及开孔尺寸

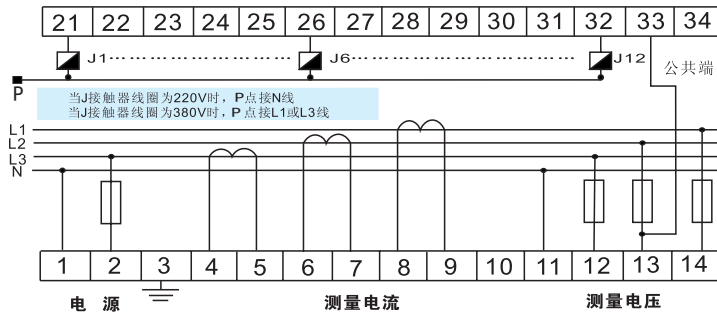


安装开孔尺寸: 138mmx138mm

产品外形尺寸: 长(144mm) × 宽(144mm) × 深(105mm)

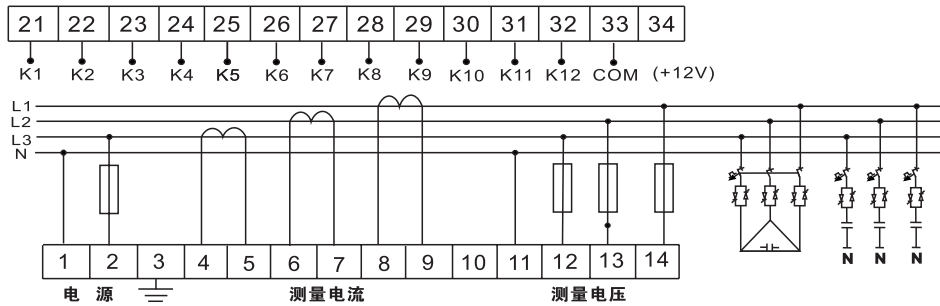
**⚠ 严格遵守用电安全操作流程，  
以确保人身设备安全。**

## VPFE3-12C静态接线说明



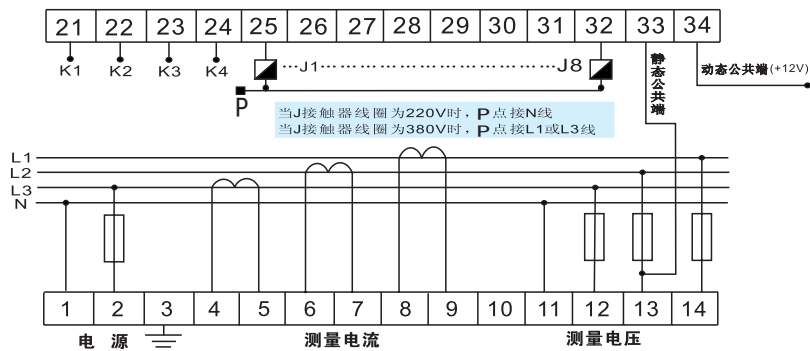
(建议匹配VCJR型电容专用切换接触器)

## VPFE3-12D动态接线说明



(建议匹配VTSC型无触点快速调节器或VFK型复合投切装置)

## VPFE3-12CD动静结合补偿接线说明 (适用共补)



(建议匹配VTSC型无触点快速调节器和VCJR型电容器专用切换器)

## VPFE3-12CD动静结合补偿方案应用

对于某些特殊的应用条件下，系统中并非所有的负荷都属于快速频繁变化的类型，往往这类负荷只是系统中的一部分，例如：商用写字楼内除了照明和空调这样的稳定负荷外，还有部分属于快速变化类型的负荷-电梯；工业企业除了大部分设备稳定负荷外，还有相当部分属于快速变化类型的负荷-电焊机、点焊机、大型行车、起重机等冲击性负载的设备。

针对这样的应用，如果采用接触器投切电容器组，同样会面临由于部分电容器回路在特定的时间内(如电梯使用高峰)频繁投切，无法对系统进行实时补偿，达到要求的目标功率因数；如果全部使用动态晶闸管投切，尽管可以完全满足系统要求，但是设备的投资成本太高，而且动态回路使用率较低，非常不经济；因此推荐使用以上动静结合补偿方案，能满足广大企事业单位的实际需求。

## 补偿方案输出端子功能定义

VPFE3-12型测控终端共有12路输出，在不同的补偿方案和不同输出回路下将按A相分补第X回路，B相分补第X回路，C相分补第X回路，共分补第X回路的排列顺序分配输出控制端子。

### 0-12全共补偿方案:

输出端子号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
输出相位	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12

注：(1)共补状态下G1-G12容量可根据实际负载情况设计为任意大小容量，建议其中G1-G4可设计为小容量以补偿较小负荷时的无功功率。

(2)共补动态状态下G1-G4可设计为任意编码(1:1:2:2)，(1:1:2:4)，(1:2:4:8)等，G5-G12可按常规实际缺省容量设计。此组合方案如配置

VTSC可控硅调节器使用能实现超快速精细补偿，以满足广大高精度补偿场合的需要。设计实例：如补偿设计容量为300千乏，典型设计方案为VSKDB00.4-7/(10:20:40:80:30x5)。

### 6F-6六分六共补偿方案:

输出端子号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
输出相位	A1	A2	B3	B4	C5	C6	G7	G8	G9	G10	G11	G12

### 9F-3九分三共补偿方案:

输出端子号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
输出相位	A1	A2	A3	B4	B5	B6	C7	C8	C9	G10	G11	G12

三分九共补偿方案与以上原理类同(以下略)。

注：“A1”表示为A相第一回路，“A2”表示为A相第二回路，.....

“B1”表示为B相第一回路，“B2”表示为B相第二回路，.....

“C1”表示为C相第一回路，“C2”表示为C相第二回路，.....

“G1”表示为共相第一回路，“G2”表示为共相第二回路，.....

## 本测控终端主要功能

- 1) 显示电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、谐波数据、投切状态;
- 2) 具备通讯功能.可通过RS232或RS485通讯口，与就地的计算机设备通讯或组网，允许连接开放式结构的局域网络。应用MODBUS通讯规约，在PC或数据采集系统上运行的软件，能提供一个对于工厂、电厂、工业和建筑物的服务的简单、实用的电参数管理方案。
- 3) 过欠电压值、目标功率因数、谐波电流和谐波电压保护值、投入门限值、延时时间、电容值、控制路数和电流的变比值可根据用户具体要求进行任意设置；
- 4) 具有记忆功能，使用专用数据存储芯片，经修改后的参数在掉电后仍能永久保持记忆;
- 5) 具有过压和超高压保护功能:当电压超过电压门限时，本测控装置能快速切除所有的电容器组并不再投切;
- 6) 具有超低负荷闭锁功能:小电流时闭锁输出，不投切;在无电流或CT断线时测控装置能自动退出运行，实现模糊控制;
- 7) 系统在运行过程中实行模糊控制策略寻找最优的投切方案控制电容投切，使功率因数保持在最高的范围之内，不会出现投切振荡等现象。在谐波超标的情况下电容能自动退出运行，有力的保护了电容器组，使系统寿命增长。
- 8) 抗干扰能力强，适合在复杂谐波环境中长期稳定可靠运行。

## 电容通讯组网

### 通讯方式1:232通讯

最大长度15米。

### 通讯方式2: 485通讯

并配一个串口转换器。

最大长度1000米。

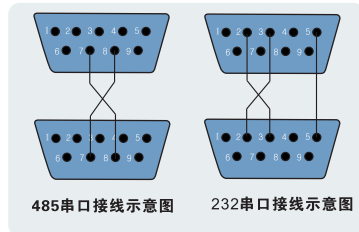
### 通讯方式3:无线模块通讯

控制终端和计算机各连接

一个模块即可，最远距离300米。

### 通讯方式4:无线GPRS DTU通讯

控制终端连接DTU，计算机上网。没有距离限制。GPRS远距离无线抄表示意图



配套设备:

- ※ GPRS DTU
- ※ 配电测控软件
- ※ SIM卡
- ※ 中心计算机
- ※ 固定IP

## 工作原理

VSK牌VPFE智能无功补偿谐波综合测控终端由测量、显示、控制和电源等部分组成。测量部分由精密小型互感器(输入:0~600V, 0~5A)及前置信号处理电路构成,从中获取电压、电流、频率、谐波和相位等多种实时数据;显示部分采用高品质的液晶(LCD)显示模块,按固有的设计显示汉字或图形,提供人性化的操作界面;控制部分以高速微处理器为核心,配以多路A/D,实时时钟,以及容错电路等外围芯片。电源部分采用模拟电源,使得本测控装置更能适应各种不同现场的用电环境。

为了提高系统的可靠性、稳定性,内部装有高稳定度基准源,温度监测及软硬件冗余等容错技术;为提高整机的抗干扰能力,采用了多项电磁兼容保护设计,确保了在恶劣及谐波大的工作环境下也能安全可靠地工作或处于保护状态。

无功投切依据电压、电流、无功功率、功率因数、谐波等综合因素,其投入的充要条件如下:

- ①  $L_V + L_{\Delta U} \leq H_V - H_{\Delta U}$
- ②  $\cos\phi < L_{PF}$
- ③  $Q_X > TM \times C$
- ④  $I > L_I$

其中,  $L_V$ 为欠压门限,  $H_V$ 为过压门限,  $L_{\Delta U}$ 为欠压回差,  $H_{\Delta U}$ 为过压回差,  $L_{PF}$ 为目标功率因数,  $Q_X$ 为无功需求量,  $TM$ 为投切门限系数,  $C$ 为当前设定容值。侧切除门限为  $1.2 = TM, L_I$ 为欠流门限,  $U, I$ 为实际的电压、电流,  $\cos\phi$ 为电容投入前的实测功率因数。

当满足如下任一条件时,电容切除 ( $Q_1$ : 实测的无功功率)

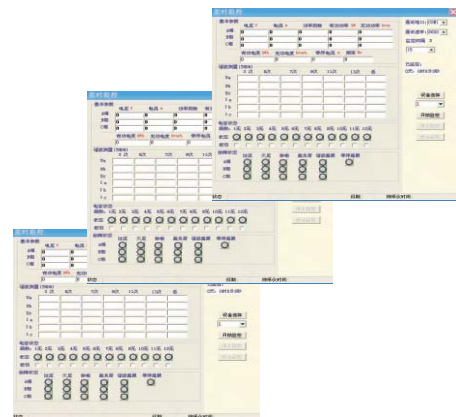
- ①  $U \leq L_V$  或  $U \geq H_V$
- ②  $I - Q_{XI} \geq (1.2 - TM) \times G$
- ③  $I \leq L_I$
- ④ 谐波电压 > HV 或 谐波电流 > HI

当满足如下任一条件时,电容投入功能闭锁(此时可切除电容)

- ①  $L_U < U < L_U + L_{\Delta U}$
- ②  $H_U > H_U - H_{\Delta U}$

## 设备主要特点

- 1) 根据无功需量和功率因数复合控制系统控制电容器组的投切,补偿精细,防止投切震荡。
- 2) 浅绿色大屏幕液晶显示,显示清晰直观,一屏可显示多种采集参数,克服了数码管需要多屏显示的缺点,大大提高了工作效率。
- 3) 抗干扰能力强。VPFE测控装置采用了容错技术,做深层次电磁兼容性处理,在软硬件密切配合下,克服干扰性现场模糊投切、混乱控制等现象,使本测控装置处于高稳定工作状态。
- 4) 耐高寒工作环境,在2500M高海拔、-30℃环境下正常工作。
- 5) 响应时间快,在动态投切运行时20~100MS之内响应动作完成。
- 6) 可选择多种控制方案,并可实现编码投切,可满足用户不同现场的投切需要,如精细补偿和滤波等方案,特别适合用于电能质量和谐波滤波设备的测控终端。
- 7) 参数设置灵活,欠压参数、投入门限值等可以根据用户个性化需要设定。
- 8) 具有通讯功能,采用MODBUS协议或CDT 101协议。
- 9) 具有后台分析软件。便于用户实时监测现场运行状态(软件需有偿服务)



## VPFC5-18系列无功功率分相自动补偿控制器

### 概述

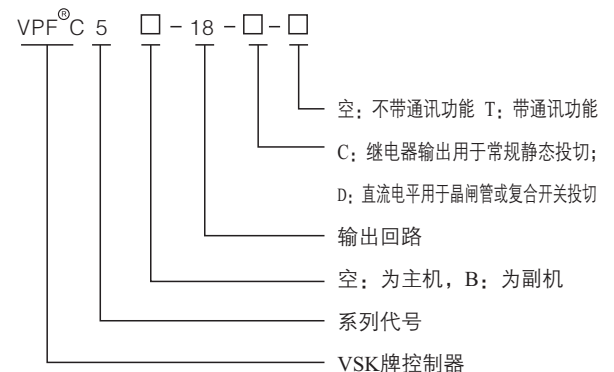


VSK牌VPFC-18系列无功功率分相自动补偿控制器，以高性能的16位微处理器为核心器件同时取样3相电压3相电流信号，单台控制器提供18个控制回路，如采用子母机（单台主机可带2台副机）机构，最大可提供54个控制回路。每个控制回路的补偿功能都可通过控制参数的修改任意改变，可用于全分相补、全共补、共补加分相补偿。提供12种投切编码方案，用户可通过修改控制参数任意选择，控制参数一经修改永久保存，掉电不丢失。提供RS485接口，采用MODBUS-RTU通讯规约，可远程完成电容器组的投切、控制参数的修改、电力参数和电容器组投切状态的监视等功能。采用基波功率因数和基波无功功率复合控制电容器组的投切，投切稳定无投切震荡，对电压谐波电流谐波干扰不敏感。采用字符LCD显示控制参数和电力参数，人机界面友好，外观美观大方。适用于交流45Hz-65Hz、0.4V/K以下电力系统功率补偿的自动控制。

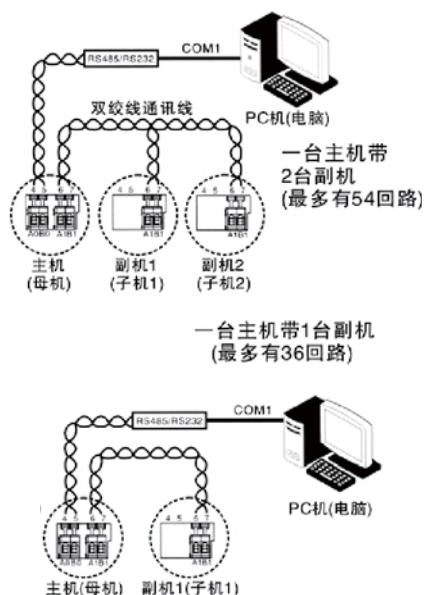
### 功能特点

- ※ 以基波无功功率计算电容器容量，可避免多种形式的投切震荡，并在有谐波的情况下能正确显示电网功率因数。
- ※ 功率因数测量精度高，显示范围广。目标功率因数调节范围广。
- ※ 有12种电容器容量编码方式供用户选择。可再编程式的补偿方案和输出回路。
- ※ 单机最多18路输出，子母机最多54路输出。
- ※ 大屏幕LCD显示屏，中文操作，人机界面友好操作方便。
- ※ 各种控制参数全数字可调直观使用方便。具有掉电保护功能数据不丢失。
- ※ 具有自动运行与手动运行两种工作方式。
- ※ 提供一个无源开关信号输出的报警口，报警驱动事件可编程。
- ※ 具有过电压、欠电压、畸变率超标、温度超标保护功能。
- ※ 电流信号输入阻抗低 $\leq 0.01\Omega$ 。

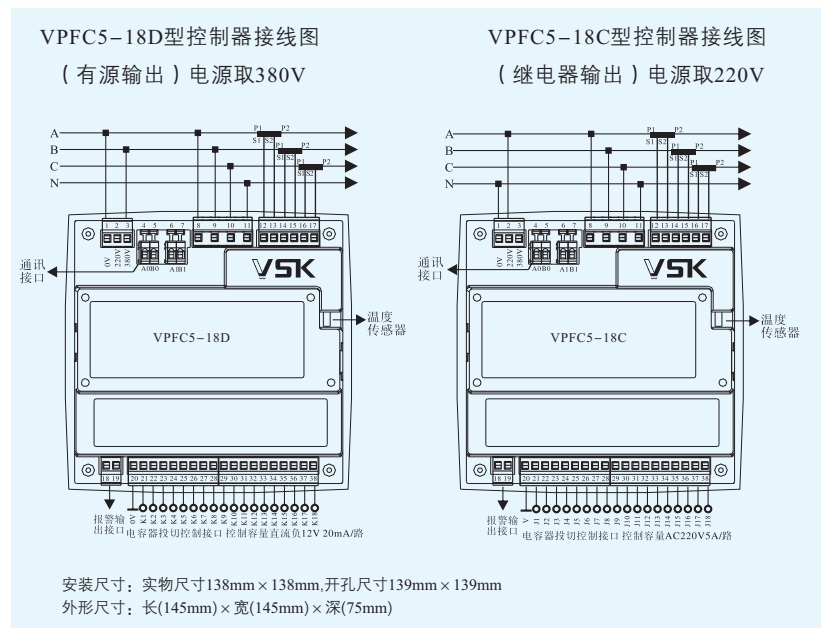
### 型号及含义



### 联机通讯拓扑图



### 接线图



## 电能质量解决方案关键元器件

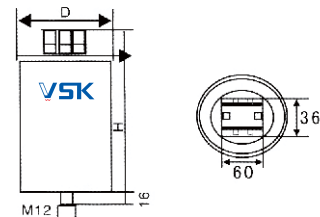
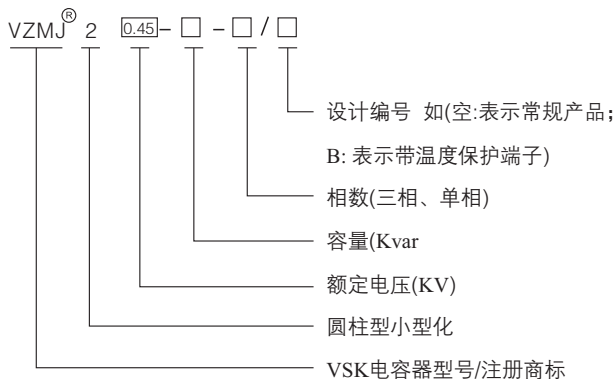
### VZMJ<sup>®</sup> 2 低压圆柱型电力电容器



#### 概述

VSK牌VZMJ<sub>2</sub>系列电力系统用自愈式并联电容器,其电容器元件采用德国原产优质低损耗薄膜,耐电流及诱电性能良好,并通过高新技术的制造工艺,干式技术,并注入特殊保护材料。运用独特可靠的安全型超压拉断保护技术,每单元并含有放电模块,使之成为最新一代的低压自愈式电力电容器,并适用于户内或户外。本产品系低压成套开关设备全国联合设计指定选型产品。

#### 型号及含义



注意: 力矩12N.mMoment

M12X16D ≤ 86

M16X25D ≤ 96

#### 主要特性

对电力电容器来说,其使用寿命和安全性是非常重要的。而VSK系列电容器的五重安全保护特性,保证了电容器的高安全性,并具有最佳性能和长使用寿命;

※ 安全膜技术    ※ 自愈性    ※ 干式技术(无PCB)    ※ 过压分离装置    ※ 内部放电电阻

### 创新技术产品!!! 使用安全膜的电力电容器!

我公司是最早使用安全膜技术的电容器生产商,这确保了电容器在极端恶劣的情况下运行的安全性;过压分离保护装置,电容器在过电压,过热或临近使用寿命时,电容器的内部会频繁发生自愈过程,而自愈过程中产生的气体积累在电容器罐体内部,内部压力逐渐增大到一定程度的时候,过压分离装置动作,安全地切除回路,避免电容器爆裂;

过压分离装置是设置在电容器内部导线上,当电容器内部自愈过程中产生的压力达到一定程度的时候,圆柱形铝罐的盖子就会在压力的作用下发生膨胀,电容器内部的导线随盖子的鼓起,而被拉断。

注意: 过压分离装置只用在正常运行(规格书中定义的)和电容器可以承受的过载限定范围内有效!

## 电力电容器技术数据和限定值

标准		IEC 60831-1+2, EN 60831-1+2 GB/T 12747-2004标准
过电压	$U_{max}$	$U_n + 10%$ (每天可以持续8小时) / $U_n + 15%$ (每天可以持续30分钟) $U_n + 20%$ (每天可以持续8小时) / $U_n + 30%$ (每天可以持续1分钟)
过流能力	$I_{max}$	对于基本型 = $1.5 \times I_n$ , 标准型 = $1.8 \times I_n$ , 极优型 = $2.2 \times I_n$
浪涌电流	$I_s$	对于基本型 = $200 \times I_n$ , 标准型 = $250 \times I_n$ , 极优型 = $300 \times I_n$
损耗		接近 0.2 Watt/kvar
额定工作频率	f	50/60 Hz
容值偏差		-5% / +10%
测试电压 (端子对端子)	$V_{TT}$	$2.15 \times U_n$ , AC, 2s; $1.85 \times U_n$ , AC, 18s
测试电压 (端子对外壳)	$V_{TC}$	对于 $U_n \leq 660V$ : 3000VAC, 10s, $U_n = 660V$ : 6000 VAC, 10s
平均使用寿命	tLD(Co)	对于基本型 = 60000 hours, 极优型 = 100000 huors
环境温度		按IEC831 标准:-25/D; 最高环境温度 55°C; 最高日平均环境温度45°C最高年平均环境温度35°C 对于基本型 = -25/+55°C, 标准型 = -40/+60°C, 极优型 = -40/+65°C
冷却方式		自然冷却或风冷
湿度	$H_{rel}$	Max. 95%
海拔		Max. 海拔4000m
安装和接地		使用M12螺栓固定载保护外壳底部
安全特性		干式技术, 过压分离, 自愈技术和保护膜技术;
放电模块		预置放电电阻
防护外壳		冲压铝罐
防护等级		IP20, 室内装配 (与封盖一起装配, 满足IP54)
电介质		聚丙烯膜
灌注材料		干式

## 主要型号及规格

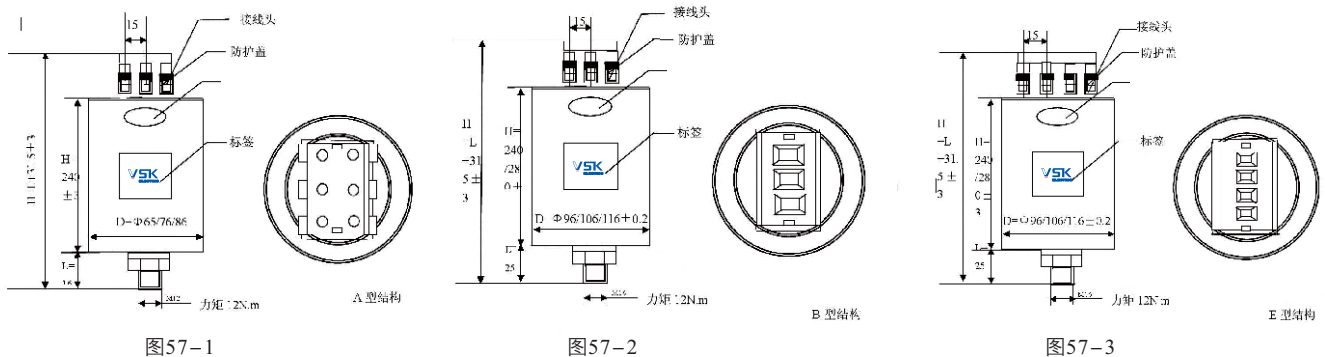
型号规格	额定电压	额定容量	额定电容	额定电流	外型尺寸	安装尺寸	端子结构/图号
VZMJ2-0.40-10-3	0.40	10	199	14.4	76*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.40-15-3	0.40	15	299	21.7	86*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.40-20-3	0.40	20	398	28.9	96*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.40-25-3	0.40	25	497	36.1	106*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.40-30-3	0.40	30	597	43.3	106*280	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.45-10-3	0.45	10	157	12.8	65*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.45-15-3	0.45	15	236	19.2	76*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.45-20-3	0.45	20	314	25.7	86*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.45-25-3	0.45	25	393	32.1	96*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.45-30-3	0.45	30	472	38.5	106*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.45-40-3	0.45	40	629	51.3	106*280	M16*25	B/57-2

型号规格	额定电压	额定容量	额定电容	额定电流	外型尺寸	安装尺寸	端子结构/图号
VZMJ2-0.48-10-3	0.48	10	138	12.0	76*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.48-15-3	0.48	15	207	18.0	86*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.48-20-3	0.48	20	276	24.0	96*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.48-25-3	0.48	25	345	30.0	106*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.48-30-3	0.48	30	415	36.0	116*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.48-40-3	0.48	40	552	48.0	116*280	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.525-10-3	0.525	10	116	11.0	76*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.525-15-3	0.525	15	173	16.5	86*240	M12*16	A/57-1
VZMJ2-0.525-20-3	0.525	20	231	22.0	96*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.525-25-3	0.525	25	289	27.5	106*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.525-30-3	0.525	30	347	33.0	116*240	M16*25	B/57-2
VZMJ2-0.525-40-3	0.525	40	462	44.0	116*280	M16*25	B/57-2

### 分相补偿电容器

VZMJ2-0.25-10-3/4	0.25	10	3 × 170	3 × 13.3	96*240	M16*25	E/57-3
VZMJ2-0.25-15-3/4	0.25	15	3 × 254.7	3 × 20.0	96*240	M16*25	E/57-3
VZMJ2-0.25-20-3/4	0.25	20	3 × 340	3 × 26.7	106*240	M16*25	E/57-3
VZMJ2-0.25-30-3/4	0.25	30	3 × 509	3 × 40.0	116*280	M16*25	E/57-3
VZMJ2-0.28-10-3/4	0.28	10	3 × 135.4	3 × 11.9	96*240	M16*25	E/57-3
VZMJ2-0.28-15-3/4	0.28	15	3 × 203.1	3 × 17.9	96*240	M16*25	E/57-3
VZMJ2-0.28-18-3/4	0.28	18	3 × 243.7	3 × 21.4	96*240	M16*25	E/57-3
VZMJ2-0.28-20-3/4	0.28	20	3 × 270.8	3 × 23.8	106*240	M16*25	E/57-3
VZMJ2-0.28-30-3/4	0.28	30	3 × 406	3 × 35.7	106*280	M16*25	E/57-3

### 外形及安装尺寸



## VRF系列滤波电力电容器



### 概述

VRF型滤波电容器代表着改善功率因数补偿问题中高品质的最终解决方案。

VRF型电容器是专为功率因数改善和谐波滤波器而设计制造的电力系统用滤波电容器，它主要应用于中、重负荷的工业应用中。电容器的主要特点是采用特殊设计的镀金属的聚丙烯膜层作为介质，确保电容器有较长的工作寿命和很低的损耗，VRF型滤波电容器具有自愈功能的电容器，采用特殊金属合金制造的电极被真空附着在聚丙烯膜层介质上，另外还加了层特殊的防护套，这样使得在过载和极高的峰值电流出现时有更好的表现。

### 常用滤波电容器的规格

型号规格	系统电压KV	额定容量Qn(kvar)	匹配滤波扼流圈型号	高H ( mm )	安装图
VRF0.48-10-3	0.4KV	10Kvar	VLBD0.4/7-7/10	220	图1
VRF0.48-12-3	0.4KV	12Kvar	VLBD0.4/7-7/12	220	图1
VRF0.48-15-3	0.4KV	15Kvar	VLBD0.4/7-7/15	220	图1
VRF0.48-16-3	0.4KV	16Kvar	VLBD0.4/7-7/16	220	图1
VRF0.48-20-3	0.4KV	20Kvar	VLBD0.4/7-7/20	270	图2
VRF0.48-25-3	0.4KV	25Kvar	VLBD0.4/7-7/25	270	图2
VRF0.48-30-3	0.4KV	30Kvar	VLBD0.4/7-7/30	330	图2
VRF0.48-40-3	0.4KV	40Kvar	VLBD0.4/7-7/40	320	图3
VRF0.48-50-3	0.4KV	50Kvar	VLBD0.4/7-7/50	320	图3
VRF0.525-25-3	0.4KV	25Kvar	VLBD0.4/8-14/25	330	图2
VRF0.525-30-3	0.4KV	30Kvar	VLBD0.4/8-14/30	330	图2
VRF0.525-40-3	0.4KV	40Kvar	VLBD0.4/8-14/40	320	图3
VRF0.525-50-3	0.4KV	50Kvar	VLBD0.4/8-14/50	320	图3
VRF0.85-25-3	0.4KV/0.69KV	25Kvar	匹配VLBF滤波电抗器	270	图2
VRF0.85-30-3	0.4KV/0.69KV	30Kvar	匹配VLBF滤波电抗器	330	图2
VRF0.85-40-3	0.4KV/0.69KV	40Kvar	匹配VLBF滤波电抗器	320	图3
VRF0.85-50-3	0.4KV/0.69KV	50Kvar	匹配VLBF滤波电抗器	320	图3
VRF0.85-25-1	0.4KV/0.69KV	25Kvar	匹配VLBF滤波电抗器	330	图2
VRF0.85-30-1	0.4KV/0.69KV	30Kvar	匹配VLBF滤波电抗器	330	图2

### 外形及安装尺寸

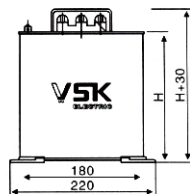


图58-1

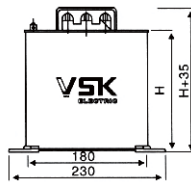


图58-2

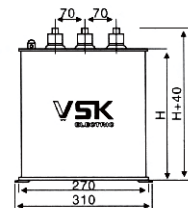
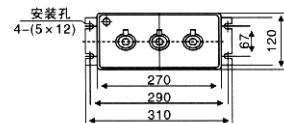
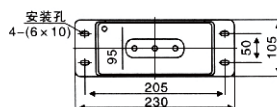
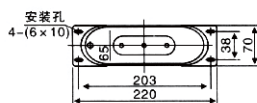


图58-3



## VLBD 低压去谐(滤波)扼流圈（电抗器）

### 概述



现代电力电子设备的大量使用产生的非线性电流正以谐波方式影响电网并加重电网污染，并导致电容器、变压器及传输设备过载并故障，对测量、传动，计算等设备产生的严重干扰，谐振及电压畸变还造成供电事故。串联滤波扼流圈电抗器可以得以改善与避免。电容器串联电抗器后谐振频率低于系统最低(一般为5次及7次)，使其在工频下呈容性，以改善功率因数，而在谐振频率时呈感性，从而防止并联谐振并无放大谐波之虑，良好的阻抗匹配后，电容器组可吸收谐波电流(如5次)30%~60%。

### VSK应用于中低压电网谐波环境中，调谐电容器的滤波扼流圈

- ※ 在中低压电网中，随着电能用户的快速增加以及越来越多的非线性负载应用，电网中的谐波失真日趋严重。过高的谐波失真会导致应用于低压功率因数改善的薄膜电容器加速老化。
- ※ 在这种情况下，若电容器串接电抗器（5.67%，6%或7%，13%或14%），即可以避免电容器的过早老化和故障问题。第五次谐波通常是电网里最大的谐波，而这个电容器串联电抗器(L/C)的调谐电路，会产生一个低于第五次谐波的串联共振频率。
- ※ 这个解决方法的原理很简单的：在谐振频率下，L/C谐振电路的阻抗是电容性的，而在这个谐振频率以上阻抗是电感性的。
- ※ 电容器是改善功率因数的重要及有效的元器件。在过去的几年里，事实证明：电容器串联扼流圈的调谐滤波电路是最可靠和安全的解决方案。
- ※ 事实上，L/C调谐滤波器在这串联共振频率以上为电感性的，因此可以避免这个频率以上的谐波在电网里的共振现象。
- ※ 此外，在调谐频率之上的谐波，流进L/C回路的含量受限于一个值，这取决于该相关系统中的电压失真率。这亦避免了电容器产生不可预料的情况。
- ※ 而这样的L/C回路，亦可滤除部分高于谐振频率的谐波成分，进而降低电网中的谐波失真。

### VSK扼流圈的设计和技术

- ※ 滤波器扼流圈与电容器的串联工作，除了基本波电流之外，亦会有谐波流入，所以扼流圈绝缘材料需要能够承受住基本波和其他滤波电流损失所产生的温度。
- ※ 此外，扼流圈必须有相当高的电感值精确度，以及足够的线性度以避免在高谐波状况下造成铁芯饱和。

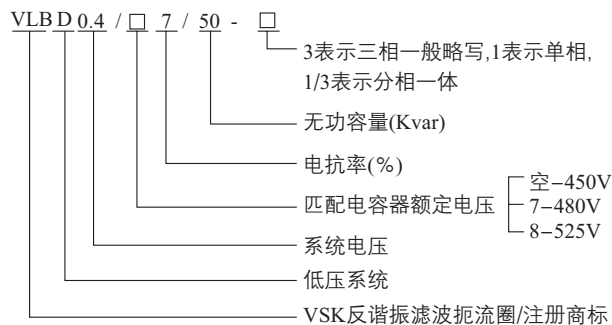
### VSK独特的经验

- ※ VSK在滤波电抗器领域有着独特的制造工艺、先进的检验设备、强大的技术团队作支援。
- ※ 所有的制造工艺流程都严格把控，确保产品质量符合国际标准ISO9001和ISO14001的要求。
- ※ 扼流圈常规测试是由数据库控制的测试设备在额定电流下完成。
- ※ 对于扼流圈的类型测试，VSK有一套独特的三项谐波发生器，可全方位模拟真实使用环境进行测试，即：在同时加载基波电流和特定谐波电流的条件下，进行温升及噪声等项目的检测。

### 特点

- ※ 低损耗，高抗谐波能力，高线性以免磁饱和，低噪音运行。安装简便，环保特性。使用寿命长，可带特殊温度保护。
- ※ 滤波器分为三相和单相两种，均为铁心干式。
- ※ 铁芯采用优质低损耗冷轧取向硅钢片。芯柱由多个气隙分成均匀小段，气隙采用环氧层压玻璃布板作间隔，以保证电抗所隙在运行过程中不发生变化。
- ※ 线圈采用H级或C级漆包扁铜线制，排列紧密且均匀外表不包绝缘层。具有极佳的美感且有较好的散热性能。
- ※ 滤波器的线圈和铁芯组装成一体后经过预烘—真空浸漆—热烘固化这一工艺流程，采用H级浸渍漆，使电抗器的线圈和铁芯牢固地结合在一起，不但大大减小了运行时的噪音，而且具有极高的耐热等级，可确保电抗器在高温下亦能安全地无噪音地运行。
- ※ 滤波器芯柱部分紧固件采用无磁性材料，确保滤波器具有较高的品质因数和较低的温升，确保具有较好的滤波效果。
- ※ 外露部件均采取了防腐蚀处理，引出端子采用镀锡铜管端子。
- ※ 该电抗器与国内同类产品相比具有体积小、重量轻、外观美等优点，可直接代替进口知名品牌。
- ※ 注意串联电抗器后使电容器电压 $U_c$ 升高。 $U_c=U_o/(1-P)$   $U_o$ : 系统电压，P: 电抗器电抗率

## 型号及含义



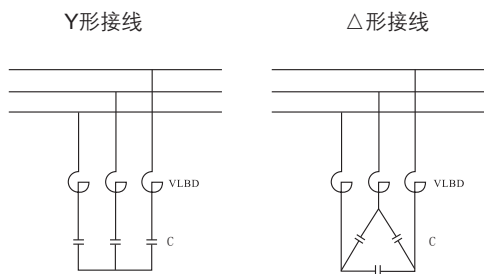
例: VSK.VLBD0.4-7/50

- ※ 0.4KV 系统电压400V
- ※ 7%电抗率
- ※ 无功容量 50kvar
- ※ VLBD滤波(去谐)扼流圈(电抗器)
- ※ 表示三相谐波扼流圈

## 主要技术条件

技术标准	VDE0550/0532, IEC76
绝缘等级	F或H级
电压试验	线圈之间3KV
温升	铁芯95K, 线圈85K
运行	1.35In下长期运行
线性度	1.8In下 $\geq 0.95$
工作电压	100-1000V系统
环境	-25-50°C, $\leq 2000$ 米
噪音	不大于35-40dB
温度等级	120°C~180°C, 自由冷却
防护等级	IP00, 户内安装
电感偏差	$< \pm 3\%$
电感率	5.5%、6%、7%、12%、13.5%、14%、5.76% 或其它电抗率也可以提供

## 主要接线方式



扼流圈(电抗器)为单相式

扼流圈(电抗器)为三相式

## 电气特征

扼流圈电抗器线性度 $L > 0.95$ , 并能达到 $I_{in} = 1.2 * (I_1 + I_3 + I_5 + I_7 + \dots)$

如果把ENV 61000-2-2标准定义的线电压谐波含量作为电抗器的参考规则为 $U_3=0.5\%$ ;  $U_5=6\%$ ;  $U_7=5\%$ ;  $U_{11}=3.5\%$ ;  $U_{13}=3\%$ , 若有需要还会开发非标电抗器, 诸如不同的 $U_n$ ,  $f_n$ ,  $Q_c$ ,  $P\%$ 值以及高于标准定义的谐波含量。

## 调(去)谐波次数的选择

调谐频率取决于L-C串联回路的谐振频率,  $f_r = 1/2\pi LC$ , 其中:  $n$ : 调谐次数, 例如在50Hz电网中。 $n$ :  $f_r/50$ , 常用为7% (5-7次), 14%(3次), 5.67%(11-13次)。但必须保证谐波电流频率范围是在谐振频率之外同时确保没有其他控制频率的干扰。

## 安装及通风及安装后的阻抗特征曲线

### 调谐型电抗器安装

- ※ 单独柜体内
- ※ 与电容器组的柜体内, 建议尽是安装在单独的间隔内或安装在电容器组上方
- ※ 安装电容器组的柜体部分必须进行通风考虑, 根据标准型电容器补偿的原则
- ※ 安装调谐电抗器的柜体部分必须进行通风考虑, 根据电抗器的损耗功率情况, 最小的能量是 $F=0.3 \times P_s$  ( $P_s$ =调谐电抗器的损耗功率), 例如: 250Kvar, 400V调谐电抗器补偿, 调谐频率215Hz  
安装方式:  $2 \times 25Kvar + 4 \times 50Kvar$
- ※ 调谐电抗器部分: 强迫通风 $P_s - 2 \times 200 + 4 \times 320 = 1680W$   $F = 0.3 \times P_s = 0.3 \times 1680 = 504m^3/h$
- ※ 电容器组部分: 强迫通风(柜体:  $1000 \times 1000 \times 2200$ ) 通风量:  $0.75 \times 250 = 187.5m^3/h$

系统电压 400V f=50Hz 电容器电压 450V .XL=7%XC(fr=189Hz)主要针对5、7次谐波 (普通负载)

谐波扼流圈型号	匹配电容器型号 Kvar	电流 A	外形尺寸 (mm)			安装尺寸(mm)		安装孔 D/mm
			长(L)	宽(W)	高(H)	长(E)	宽(F)	
VLBD 0.4-7/10	VZMJ0.45-10-3	12.3	185	120	170	90	82	6φ-12L
VLBD 0.4-7/15	VZMJ0.45-15-3	18.4	185	120	170	90	86	6φ-12L
VLBD 0.4-7/20	VZMJ0.45-20-3	24.5	210	160	190	100	95	10φ-20L
VLBD 0.4-7/25	VZMJ0.45-25-3	30.7	230	170	210	120	103	10φ-20L
VLBD 0.4-7/30	VZMJ0.45-30-3	36.8	230	170	210	120	103	10φ-20L
VLBD 0.4-7/40	VZMJ0.45-40-3	49.1	230	170	210	120	103	10φ-20L
VLBD 0.4-7/50	VZMJ0.45-50-3	61.3	270	200	220	135	118	10φ-20L
VLBD 0.4-7/60	VZMJ0.45-30-3*2	73.6	270	200	220	135	118	10φ-20L
VLBD 0.4-7/80	VZMJ0.45-40-3 *2	98.1	290	200	235	140	130	10φ-20L
VLBD 0.4-7/90	VZMJ0.45-30-3*3	110.4	290	200	235	140	130	10φ-20L
VLBD 0.4-7/100	VZMJ0.45-50-3*2	122.6	330	270	320	160	140	10φ-20L

系统电压 400V f=50Hz 电容器电压 480V.XL=7%XC p=7%(fr=189Hz)主要针对5、7次谐波 (普通负载)

谐波扼流圈型号	匹配电容器型号 Kvar	电流 A	外形尺寸 (mm)			安装尺寸(mm)		安装孔 D/mm
			长(L)	宽(W)	高(H)	长(E)	宽(F)	
VLBD 0.4/7-7/10	VZMJ0.48-10-3	10.8	185	120	170	90	82	6-12
VLBD 0.4/7-7/15	VZMJ0.48-15-3	16.2	185	120	170	90	86	6-12
VLBD 0.4/7-7/20	VZMJ0.48-20-3	21.6	210	160	190	100	95	10-20
VLBD 0.4/7-7/25	VZMJ0.48-25-3	26.9	230	170	210	120	103	10-20
VLBD 0.4/7-7/30	VZMJ0.48-30-3	32.3	230	170	210	120	103	10-20
VLBD 0.4/7-7/40	VZMJ0.48-40-3	43.1	230	170	210	120	103	10-20
VLBD 0.4/7-7/45	VZMJ0.48-45-3	48.5	230	170	210	120	103	10-20
VLBD 0.4/7-7/50	VZMJ0.48-50-3	53.9	270	200	220	135	118	10-20
VLBD 0.4/7-7/60	VZMJ0.48-60-3	64.7	270	200	220	135	118	10-20
VLBD 0.4/7-7/80	VZMJ0.48-40-3*2	86.2	280	215	235	140	130	10-20
VLBD 0.4/7-7/90	VZMJ0.48-30-3*3	97	280	215	235	140	130	10-20
VLBD 0.4/7-7/100	VZMJ0.48-50-3*2	107.8	290	200	235	140	130	10-20

说明: (1) 列表中电容器型号VZMJ系列为椭圆型或方型电容器, 如选用圆柱型小型化电容器请将VZMJ改为VZMJ2即可订货, 重载或谐波严重场所则将电容器VZMJ改成滤波电容器VRF即可其它不变

(2) 由于谐波的复杂特性等, 如滤波组件配置不当, 则会引起严重的谐振现象, 后果较为严重, 因此, 谐波滤波组件建议选用VSK系列相关成熟产品, 匹配性及稳定性良好, 项目运行成功率高

(3) 其它电压等级及其它电抗率的滤波(调谐)扼流圈电抗器请致电VSK

(4) 产品安装及外形尺寸见图64-1

系统电压400V f=50Hz 电容器电压 525V (XL=14%XC) (fr=135Hz)主要针对3次及以上谐波 (普通负载)

谐波扼流圈型号	匹配电容器 型号 Kvar	电感量 mH	电流 A	外形尺寸(mm)			安装尺寸(mm)		安装孔
				长(L)	宽(W)	高(H)	长(E)	宽(F)	D/mm
VLBD0.4/8-14/10	VZMJ0.525-10-3	12.3	11.00	210	160	190	100	95	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/15	VZMJ0.525-15-3	8.2	16.50	210	160	190	100	95	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/20	VZMJ0.525-20-3	6.15	21.99	230	170	210	120	103	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/25	VZMJ0.525-25-3	4.92	27.49	230	170	210	120	103	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/30	VZMJ0.525-30-3	4.1	32.99	270	200	220	135	118	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/40	VZMJ0.525-40-3	3.07	43.99	280	215	235	140	130	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/50	VZMJ0.525-50-3	2.46	54.99	280	215	235	140	130	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/60	VZMJ0.525-30-3*2	2.05	65.98	290	215	235	140	130	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/80	VZMJ0.525-40-3*2	1.54	87.98	330	270	320	160	140	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/90	VZMJ0.525-30-3*2	1.36	98.98	350	280	340	160	146	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/100	VZMJ0.525-50-3*2	1.23	109.97	350	280	340	160	146	10φ-20L

系统电压 400V f=50Hz 电容器电压480V, XL=7%XC (fr=189Hz)主要针对5,7次谐波(重载, 滤波型)

谐波扼流圈型号	匹配电容器 型号 Kvar	电流 A	外形尺寸 (mm)			安装尺寸(mm)		安装孔
			长(L)	宽(W)	高(H)	长(E)	宽(F)	D/mm
VLBD 0.4/7-7/10	VRF0.48-10-3	10.8	185	120	170	90	82	6-12
VLBD 0.4/7-7/15	VRF0.48-15-3	16.2	185	120	170	90	86	6-12
VLBD 0.4/7-7/20	VRF0.48-20-3	21.6	210	160	190	100	95	10-20
VLBD 0.4/7-7/25	VRF0.48-25-3	26.9	230	170	210	120	103	10-20
VLBD 0.4/7-7/30	VRF0.48-30-3	32.3	230	170	210	120	103	10-20
VLBD 0.4/7-7/40	VRF0.48-40-3	43.1	230	170	210	120	103	10-20
VLBD 0.4/7-7/45	VRF0.48-45-3	48.5	230	170	210	120	103	10-20
VLBD 0.4/7-7/50	VRF0.48-50-3	53.9	270	200	220	135	118	10-20
VLBD 0.4/7-7/60	VRF0.48-60-3	64.7	270	200	220	135	118	10-20
VLBD 0.4/7-7/80	VRF0.48-40-3*2	86.2	280	215	235	140	130	10-20
VLBD 0.4/7-7/90	VRF0.48-30-3*3	97	280	215	235	140	130	10-20
VLBD 0.4/7-7/100	VRF0.48-50-3*2	107.8	290	200	235	140	130	10-20



### 系统电压400V f=50Hz 电容器电压525V, XL=14%XC (fr=135Hz)主要针对3次及以上谐波(重载滤波型)

谐波扼流圈型号	匹配电容器型号 Kvar	电流 A	外形尺寸(mm)			安装尺寸(mm)		安装孔
			长(L)	宽(W)	高(H)	长(E)	宽(F)	D/mm
VLBD0.4/8-14/10	VRF 0.525-10-3	9.7	210	160	190	100	95	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/15	VRF 0.525-15-3	14.6	210	160	190	100	95	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/20	VRF 0.525-20-3	19.5	230	170	210	120	103	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/25	VRF 0.525-25-3	24.4	230	170	210	120	103	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/30	VRF 0.525-30-3	29.2	270	200	220	135	118	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/40	VRF 0.525-40-3	39	280	215	235	140	130	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/50	VRF 0.525-25-3*2	48.7	280	215	235	140	130	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/60	VRF 0.525-30-3*2	58.5	290	215	235	140	130	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/80	VRF 0.525-40-3*2	77.9	330	270	320	160	140	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/90	VRF 0.525-30-3*3	87.7	350	280	340	160	146	10φ-20L
VLBD0.4/8-14/100	VRF 0.525-50-3*2	97.4	350	280	340	160	146	10φ-20L

### 单相V=230V f=50Hz 电容器电压 280V XL=7%XC (fr=189Hz)主要针对5、7次谐波 (适用单相补偿)

谐波扼流圈型号	匹配电容器型号 Kvar	电流 A	外形尺寸(mm)			安装尺寸(mm)		安装孔
			长(L)	宽(W)	高(H)	长(E)	宽(F)	D/mm
VLBD 0.23-7/5-1	VZMJ 0.28-5-1	20	114	120	120	95	80	6-12
VLBD 0.23-7/10-1	VZMJ 0.28-10-1	40	134	180	140	110	110	6-12
VLBD 0.23-7/12.5-1	VZMJ 0.28-12.5-1	50	164	215	160	140	120	6-12
VLBD 0.23-7/15-1	VZMJ 0.28-15-1	60	164	215	160	140	120	6-12

### 单相V=230V f=50Hz 电容器电压 280V XL=7%XC (fr=189Hz)主要针对5、7次谐波 (适用分相补偿)

谐波扼流圈型号	匹配电容器型号 Kvar	电流 A	外形尺寸(mm)			安装尺寸(mm)		安装孔
			长(L)	宽(W)	高(H)	长(E)	宽(F)	D/mm
VLBD 0.23-7/5-1/3	VZMJ 0.28-5-1/3	20	385	150	135	220	90	10φ-15L
VLBD 0.23-7/10-1/3	VZMJ 0.28-10-1/3	40	440	175	145	260	115	10φ-15L
VLBD 0.23-7/12.5-1/3	VZMJ 0.28-12.5-1/3	50	440	175	145	260	115	10φ-15L
VLBD 0.23-7/15-1/3	VZMJ 0.28-15-1/3	60	440	175	145	260	115	10φ-15L

### 单相V=230V f=50Hz 电容器电压300V XL=14%XC (fr=135Hz)主要针对3次及以上谐波 (适用单相补偿)

谐波扼流圈型号	匹配电容器型号 Kvar	电流 A	外形尺寸 (mm)			安装尺寸(mm)		安装孔
			长(L)	宽(W)	高(H)	长(E)	宽(F)	D/mm
VLBD 0.23/3-14/5-1	VZMJ 0.28-5-1	17.8	134	180	140	110	110	6-12
VLBD 0.23/3-14/10-1	VZMJ 0.28-10-1	34.2	164	215	160	140	120	10-20
VLBD 0.23/3-14/12.5-1	VZMJ 0.28-12.5-1	42.8	164	215	160	140	120	10-20
VLBD 0.23/3-14/15-1	VZMJ 0.28-15-1	51.4	192	235	190	160	140	10-20
VLBD 0.23/3-14/20-1	VZMJ 0.28-20-1	68.5	192	270	190	160	140	10-20

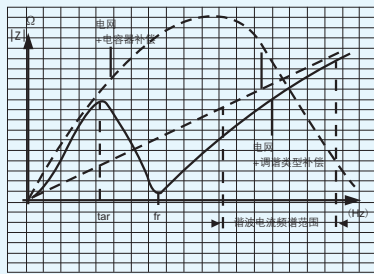
说明: (1) 列表中电容器型号VZMJ系列为椭圆型或方型电容器, 如选用圆柱型小型化电容器请将VZMJ改为VZMJ2即可订货, 重载或谐波严重场所将电容器VZMJ改成滤波电容VRF即可其它不变。

(2) 其它电压等级及其它抗率的滤波(调谐)电抗器请致电VSK。

(3) 产品安装及外形尺寸见图64-1、64-2、64-3

不同容量下电容器串联电抗器后的损耗功率Ps(W)

Kvar	7% Ps	14% Ps	5.67% Ps
7.5~10	100	100	100
12.5~15	150	150	150
25~30	200	200	200
50~60	320	400	300
100	480	600	450



阻抗特性曲线图



注意串联电抗器后使用电容器电压Uc升高

$$U_c = \frac{U_0}{1-P} \quad U_0: \text{系统电压} \quad P: \text{电抗率}$$

外形尺寸

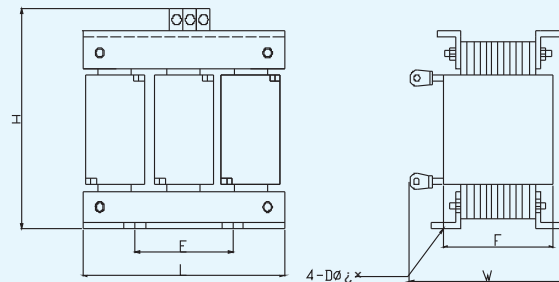


图 64-1 三相滤波器扼流圈（电抗器）外型安装图

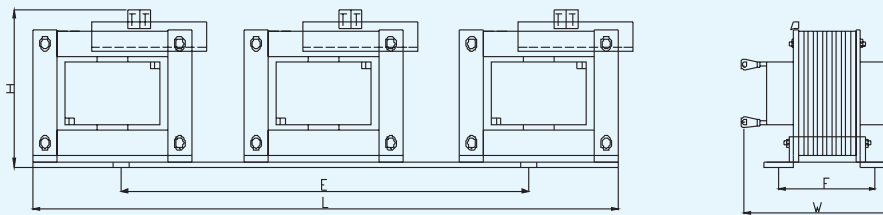


图 64-2 分相滤波器扼流圈（电抗器）外型安装图

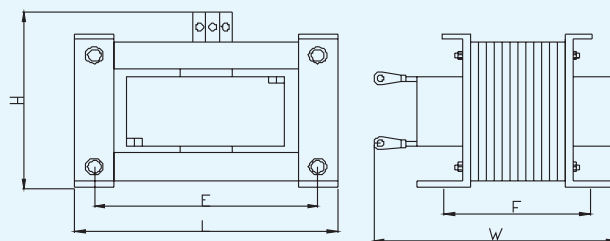


图 64-3 单相滤波器扼流圈（电抗器）外型安装图

## VTSC型可控硅快速投切调节器

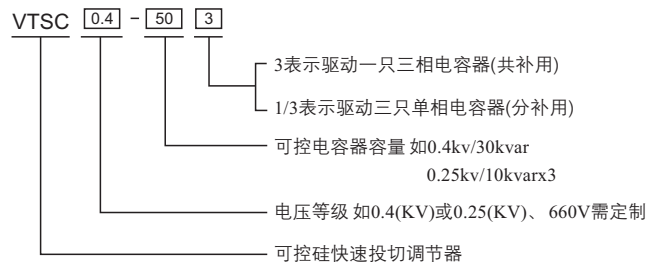
### 概述



VTSC牌VTSC系列可控硅快速投切调节器(以下简称调节器)是我公司最新开发的具有国际先进技术水平的高科技产品,技术已申请专利(专利号:ZL2011 2 0157463.0)是目前国内唯一一家能够对电力并联电容器进行快速瞬时投切的电子型功率调节器,核心模块采用德国原装进口器件,产品通过国家电控配电设备质量监督检验中心和天津电气传动研究所权威测试(50Hz响应速度 $< 10\text{ms}$ )具有无限次数的开关操作寿命,并具有安装简单、维护方便、响应速度快、投切无涌流、工作无噪声、运行稳定可靠、并且具有过温度保护、投切运行指示等特点,快速投/切电容器组;对电网的每一周波进行实时无功功率补偿(总响应时间 $5 \sim 10\text{ms}$ )防止电压跌落和闪烁;防止灵敏电子设备的损坏;延长开关器件及电容器的使用寿命。是无功功率动态快速滤波补偿装置投切电力电容器组的理想可靠的电子型功率开关器件。

VTSC系列大功率无触点调节器是一种智能化的控制执行部件,被广泛应用于电容器组、L□C滤波器组的快速频繁投切。特别适合一些负荷变化快、波动频繁、电能质量要求比较高的场所。该产品是无机械触点的电子开关,可实时跟踪负载电流变化,对电力电容器组进行过零快速频繁投切,性能稳定可靠,产品已大量应用于如汽车工业、船舶制造业的电焊机、焊接机、钢铁工业中的焊接设备、压轧生产线、起重机、注塑机、喷涂设备、精密电子设备及油田、港口、码头等需要实时补偿的场合。

### 型号说明及含义



### 技术特点

- ※ 过零投切、投入无浪涌电流、无火花产生,切除无过压、无电弧重燃、无噪音,响应时间 $\leq 10\text{ms}$ ,真正的实时补偿。
- ※ 具有过温保护,超温闭锁功能;自带风机散热系统。
- ※ 允许快速频繁投切、电容器无须放电、维护简单方便。
- ※ 采用脉冲变压器触发电路,性能稳定、可靠保护电容器及系统,脱离时无暂态电流,提高系统的安全性,延长电容器及相应器件的使用寿命。

### 工作原理

VTSC 大功率可控硅快速投切开关其电气结构主要由控制电路、大功率反并连晶闸管模块、隔离电路、同步电路、触发电路、保护电路、驱动电路组成。控制电路采用光电隔离技术,驱动电路采用进口反并联晶闸管模块,具有工作稳定、抗干扰能力强等特点。当控制器发出控制信号后,晶闸管在过零点导通或截止,控制逻辑电压 $0\text{V}$ (截止)、 $-12\text{V}$ (导通)。从而实现相应电容器或滤波回路的投入与切除。

采用专用触发控制电路。触发板输出的触发脉冲对称度高,抗干扰能力强。触发板由电源电路、导通比设定电路,导通比周期设定电路、过零检测电路、输入信号转换电路等单元组成。与传统的触发电路相比,具有过零触发稳定可靠、抗干扰能力强、触发功率大等特点。

## 主要型号及规格

型号	参数	额定电压 (KV)	额定频率 (Hz)	补偿容量 (kvar)	控制电压	熔断器 VRL5G-160/3
VTSC0.4-10-3		0.4	50/60	10	(9-12V DC.)5mA	25A
VTSC0.4-15-3		0.4	50/60	15	(9-12V DC.)5mA	32A
VTSC0.4-20-3		0.4	50/60	20	(9-12V DC.)5mA	40A
VTSC0.4-25-3		0.4	50/60	25	(9-12V DC.)5mA	63A
VTSC0.4-30-3		0.4	50/60	30	(9-12V DC.)5mA	80A
VTSC0.4-40-3		0.4	50/60	40	(9-12V DC.)5mA	100A
VTSC0.4-50-3		0.4	50/60	50	(9-12V DC.)5mA	120A
VTSC0.4-60-3		0.4	50/60	60	(9-12V DC.)5mA	160A
VTSC0.4-80-3		0.4	50/60	80	(9-12V DC.)5mA	200A
VTSC0.4-90-3		0.4	50/60	90	(9-12V DC.)5mA	250A
VTSC0.25-5-1/3		0.23	50/60	3x5	(9-12V DC.)5mA	32A
VTSC0.25-10-1/3		0.23	50/60	3x10	(9-12V DC.)5mA	63A
VTSC0.25-15-1/3		0.23	50/60	3x15	(9-12V DC.)5mA	100A
VTSC0.25-20-1/3		0.23	50/60	3x20	(9-12V DC.)5mA	120A

注：(1) 系统电压660V为特型产品，VTSC0.66-□-3需订制。

(2) VTSC0.4-□-3为共补开关。VTSC0.25-□-1/3为分补开关。

(3) 本调节器大容量可代替小容量产品使用。

(4) 使用环境谐波份量超过国家标准值时必须加装VLBD型反谐振谐波器扼流圈

## 技术参数

- ※ 系统电压：400V AC., 660V AC.
- ※ 控制信号：12V DC. 5mA
- ※ 响应时间：≤10ms (三相全部投入时间)
- ※  $di/dt \geq 500A/\mu s$   $dv/dt \geq 1000v/\mu s$
- ※ 功耗:管压降≤2.0V
- ※ 工作电源：~220V、~380V(需订制)

## 环境条件

- ※ 环境温度：-20 ~ +50 °C，24小时内平均温度不超过+35 °C
- ※ 贮存温度：-25 ~ +70 °C
- ※ 相对湿度：不超过85%。海拔高度不超过1000M,
- ※ 大气压力：80 ~ 110kPa
- ※ 周围介质中不应含有腐蚀金属和破坏绝缘的气体及导电介质，不允许充满水蒸汽及有较严重的霉菌存在
- ※ 使用地点应具有防御雨、雪、风、沙、灰的设施
- ※ 使用场所的谐波份量应不超过国家标准规定值。

## 产品应用

### (1)应用条件

动态补偿方案是专门针对快速频繁变化负荷的无功补偿系统。在这种情况下，常规的无功补偿由于存在投切时间点不可选择性，以及放电时间的限制；无法实现快速频繁投切，所以跟不上负荷的频繁变化；如果在这样的系统中使用常规的无功补偿方案，结果往往不是欠补偿就是过补偿，而且做为常规补偿系统投切的电磁接触器也不适合于这种频繁投切的条件。如果让接触器和电力电容器应用在这样的条件下，接触器的触头会很快地磨损，并使电力电容器和相应的元器件使用寿命迅速降低，这将导致整个系统存在重大地安全隐患；传统电磁接触器无法及时跟踪负荷频繁快速变化而及时工作，这时才需要采用半导体晶闸管调节器VTSC作为电容器的投切开关来实现快速投切。

汽车工业，港机工业、电炉工业，钢铁行业，风力发电，科研院所及一切负荷变化较大的场所，适合加装电抗器(滤波)使用。

在改善电压质量中避免了电容器产生过高的闭合电流，消除了电压瞬变；提高了电容器等器件的使用寿命；提高了系统的安全性(仅对快速负荷)；更高效地提高了功率因数，节约了电费支出；降低了系统的峰值，提高了设备及电缆的利用率。

## (2)动态补偿系统的优点

VTSC 快速调节器搭配 VPFE3-12D 高速补偿控制仪及 VLBD 滤波电抗器、VRF 滤波电容器组合而成的动态滤波系统，实现高速实时补偿功能：利用先进技术的VTSC晶闸管取代传统的电磁接触器操作，晶闸管可以轻易地到 $\leq 10\text{ms}$ 以内高速补偿投入速率，利用VSK特殊的补偿控制策略方案可以轻松满足于任何追求理想无功补偿的作业环境。

投入无涌流(ON-inrush)：利用优越精密的过零投入控制电路，使所有的电容器将只在电容器内残余的电压与馈线电压两者相等且同步(sync)的状态下投入，因此无一般接触器所常见由于与会者电压不同的电位差所造成的涌流，避免了电容器投入进暂态弧光及其损害。同时也消除了精密设备最忧心的干扰现象。

切离时无暂态电流(OFF-transient)：过零切离控制电路将控制电容器于正弦波中电流值为零的瞬间切离馈线，如此可以确保电容器的切离过程中无暂态电流存在，大幅增加了使用的安全性和可靠性。高速投切性能：由于使用了先进的过零投切科技，无论电容器处于充电，半放电或已完全放电状态下均可迅速再投入及切离，基本上是可以达到没有使用限制之理想。

延长电容器的使用寿命：由于上述过零投入的优异特性，即使在高速且频繁的操作下，电容器仍然可免于传统形式的分合涌流暂态面造成绝缘介质的损坏，进而影响使用寿命。电容器的使用年限将因此大幅延伸，同时避免了一般使用接触器操作时最常见的弧光及涌流所造成的危害。

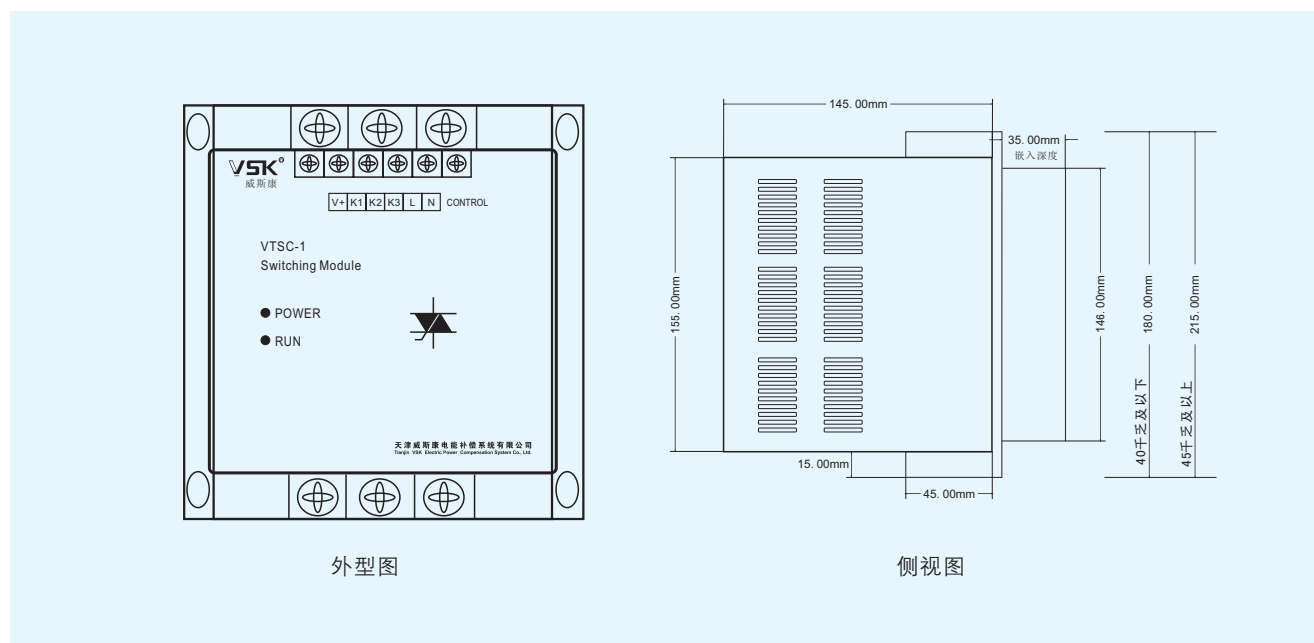
整体造价的长远效益：不光只是藉由理想的无功功率得到改善和电费帐单的节省，同时提高了变压器及电缆的利用率，电容器的寿命大幅延伸，以及一个几乎不需要如同接触器的例行维护更换的系统，整体造价及运转成本在长期的评估是绝对地符合用户利益的。

## 结构及外型尺寸(单位:mm)

产品型号	外形尺寸 (宽x高x深)	嵌入尺寸 及深度	安装开孔尺寸
40kvar及以下容量	155x180x180	宽135×高146×深35	宽中心距142×高中心距162
45kvar及以上容量(分相补偿)	155x215x180	宽135×高146×深35	宽中心距142×高中心距165

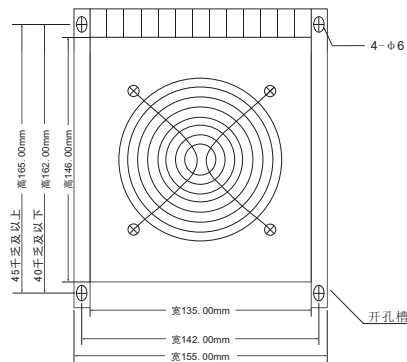
注：以一次回路接线方向为“高”的方向，调节器的长度即为高。

## 外型及安装尺寸图(单位 : mm)



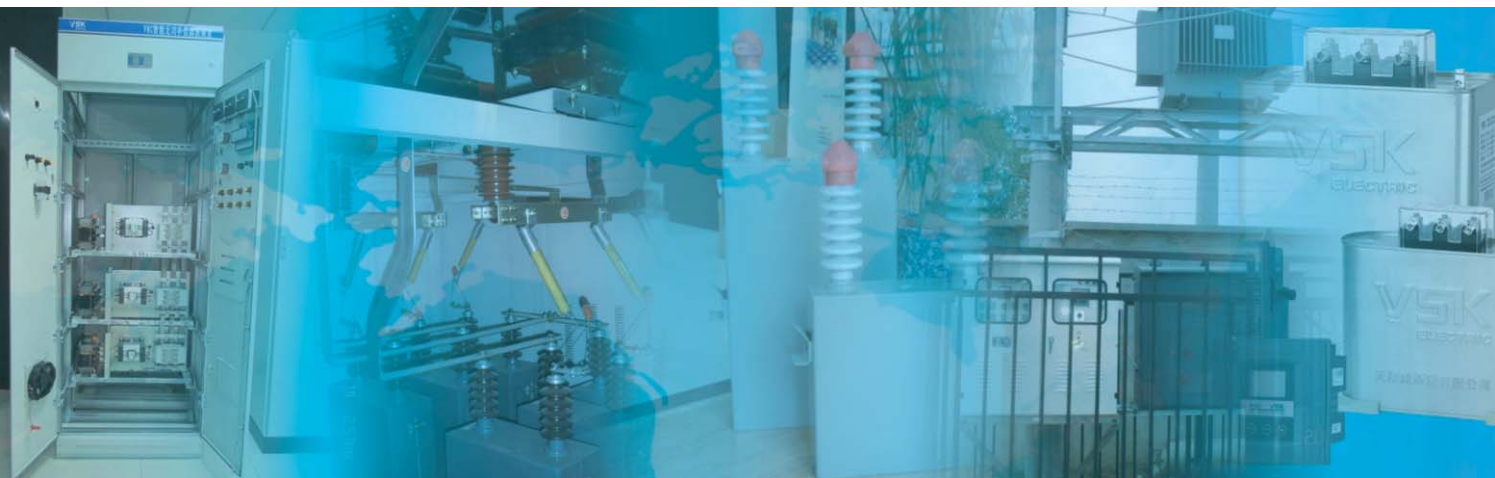
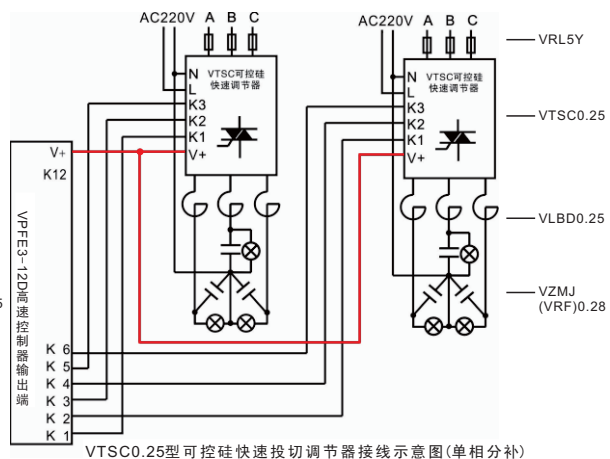
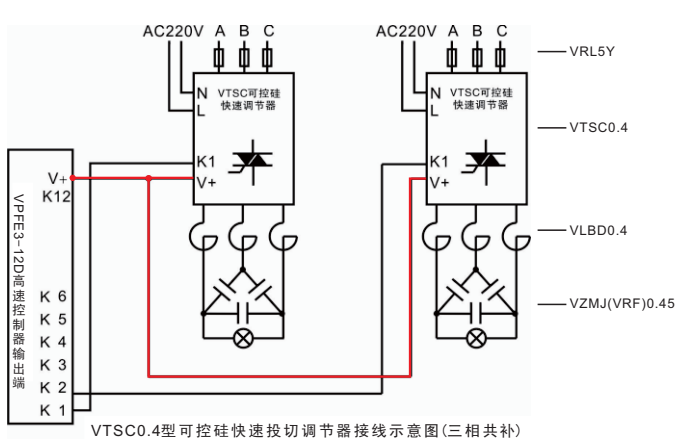


结构图



后视图(开孔及安装图)

## 接线图



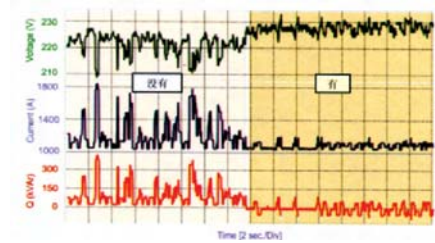
## 快速动态可控硅补偿在各行业中的典型应用

### 1、电焊机械的应用

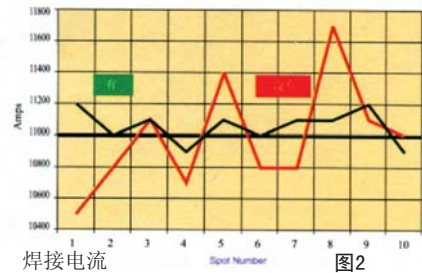
电焊机负载变化非常快速、消耗了大量的无功电能。因为近乎实时的无功能量的消耗而产生了大电流的变化，导致电压的大幅度跌落，这些跌落会降低焊接质量、降低焊接生产线的的能力。另外，这些负载将会引发电压闪变故障，经常会超过IEEE推荐的限度。VSK的实时补偿系统会有下列的好处：

- 提高焊接质量，减少废渣和返工
- 增加生产能力
- 减少电压闪变
- 加强设备的使用能力(最好地利用现有供电设施)
- 降低维修费用

图1显示了VSK怎样防止电压降落和闪变，实质性地减少电流，完全补偿所需要的全部无功能量。图2显示了有、没有VSK动态补偿的情况下，点焊机的焊接头上直流电流的变化。要取得最佳的焊接效果，点焊机需要保持稳定的电流。在这个例子里，使用VSK后，电流的变化范围减少了75%，(±200A与±800A的比较)。

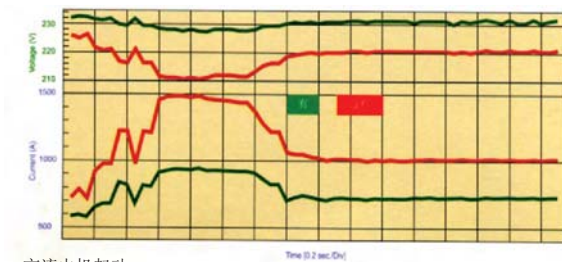


点焊机--汽车工业 图1



焊接电流 图2

### 2、电机起动领域的应用



交流电机起动

大功率的鼠笼电机直接连到电网，在起动的时候消耗很大的电流(比稳态的时候高出6倍)。高的电流损耗可以在变压器的高压侧和低压侧产生明显的电压降落，这样会影响同一电网的其他负载，降低起动力矩、增加起动时间。VSK快速补偿系统跟踪无功电流、在5-10ms内响应所需的无功补偿，提供了以下便利：

- 在主电网防止电压大幅降落；
- 集中补偿所有的负载，替代使用单个软起动器来防止电压降落；
- 直接将电机接到主电网上，在起动的时候得到最大的转矩使用，VSK的快速系统好处是非常明显的，其他的所有起动器都是通过减少电机起动时的电流，这样不可避免地降低了电机的起动力矩。

### 3、注塑机

由于大量使用非同步的负载，塑料加工厂的机器有非常快速和不稳定的无功需求。在生产过程中供电的故障会造成很大的经济损失和设备损坏，高温的塑料会在机器内冷却。VSK快速动态补偿降低系统的电能损耗，在每一个电网周期内实时动态补偿，快速稳定设备的电压和电流水平，在很大程度上减少了这样的损失。

### 4、港口机械、工厂吊车

港口机械、工厂吊车的操作周期大约需要一分钟左右，在整个装载过程中，港机、吊车需要大量无功能量，电压波动非常快。VSK的实时补偿系统：

- 稳定电压
- 减少电流
- 允许安装到更小的电网(较小的电缆、较低的发热)
- 低的系统损失
- 节约电能

### 5、电气化铁路领域的应用

电气化铁路具有很长的输配电系统和快速变化的负载,导致了明显的电压降落和电压闪变,快速动态补偿系统能对电网提供电压支持和稳定电能供应,防止过低功率因数而罚款,减少系统损失和维修费用,提高供电网带负载的能力。



## VAPF 电力有源滤波器

### 工作原理

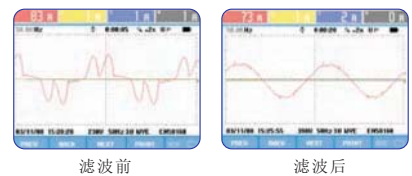
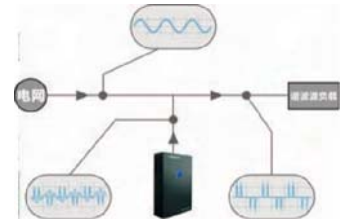
VAPF有源电力滤波器通过外部电流互感器CT，实时检测负载电流，并通过内部DSP计算，提取出负载电流的谐波成分，然后通过PWM信号发送给内部IGBT，控制逆变器产生一个和负载谐波电流大小相等，方向相反的电流入到电网中补偿谐波电流，实现滤波功能。

### 功能特性

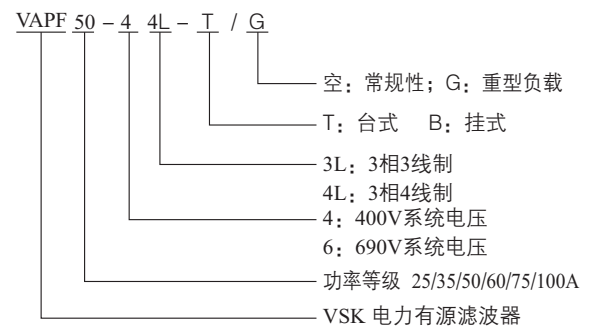
有同时补偿2~50次谐波或补偿指定次数谐波快速响应时间 <math>300 \mu s</math> 谐波、无功及不平衡负载三种补偿方式。

### 特点优势

- ※ 176\*440\*630mm 体积，壁挂和机架两种安装方式，同类产品最节省空间；
- ※ 3DSP+CPLD的控制方式，计算功能强大；
- ※ 工作效率大于97%，损耗小；
- ※ 三电平逆变电路设计；
- ※ 模块化设计，适应各种工况；灵活实现N+1冗余；
- ※ 支持快速FFT及瞬时无功两种算法；
- ※ 谐波、无功及不平衡负载三种补偿模式；
- ※ 全功能液晶监控系统，并具有PC端增强软件。



### 型号及含义



### 规格参数

产品型号	VAPF 25/35	VAPF 50/60	VAPF 75/100
额定补偿电流(A)	25/35	50/60	75/100
尺寸(mm, 高*宽*深)	260*405*178	176*440*630	232*440*575
净重(KG)	16	28	50
安装方式	壁挂/机架	壁挂/机架	壁挂/机架
进线方式	上进线/后进线	上进线/后进线	上进线/后进线
风冷模式		智能风冷, 151 L/Sec	
噪声指标		<math>< 56 \text{ dB}</math>	
防护等级		IP20	
可并联合数		不限 (推荐最大6台)	
CT互感器 (开口)		150/5~6000/5	

### 应用领域

可发出25-100A补偿电流，适用于380V电压等级配电系统中不同容量的非线性负载。

在建筑、医疗、通信、工厂等行业中，包含多种类型的非线性负载，如UPS、变频器、充电机、办公设备、无极灯、电梯、空调等。这些负载在运行的过程中产生了大量的谐波，给配电系统造成了严重污染，甚至干扰各种控制系统，导致生产中断或次品率上升。

## VJFB0.45-33L12E型抗干扰尖峰、谐振、谐波综合保护器



### 概述

VSK牌VJFB0.45-33L12E型抗干扰尖峰谐振谐波综合保护装置能有效的抑制接通和分断感性负载时引起的瞬间高压和高次谐波，从而保证电力系统的安全可靠运行。它的优越性能被越来越多的电气设计师所认可，广泛应用数控系统和PLC系统、成套控制的控制电路等一系列控制系统中，它的抗干扰和吸收尖峰脉冲和谐波过电压的能力是其它器件不能代替的。具有成本低，实用性强、效果好等优点，切实帮助用户解决影响电力设备安全运行的难题。

### 产品应用

经常有用户遇到无功补偿和滤波柜里的保护熔断器和小型断路器瞬间爆裂、可控硅的快速投切造成可控硅过电压而击穿等问题一筹莫展，也无从分析其中爆裂或损坏的原因，更找不到真正解决方案而苦恼。由于谐波场合谐波电流和电压畸变太高，变压器的铁磁谐振造成电容器爆炸等问题，我公司最新开发的VJFB型抗干扰尖峰谐振谐波综合保护装置是专门用在快速投切、焊接、高谐波场合，主要针对用户现场具有尖峰脉冲谐波过电压、操作过电压、谐振过电压、浪涌过电压及雷击过电压，帮助用户解决这些无法解决的难题。

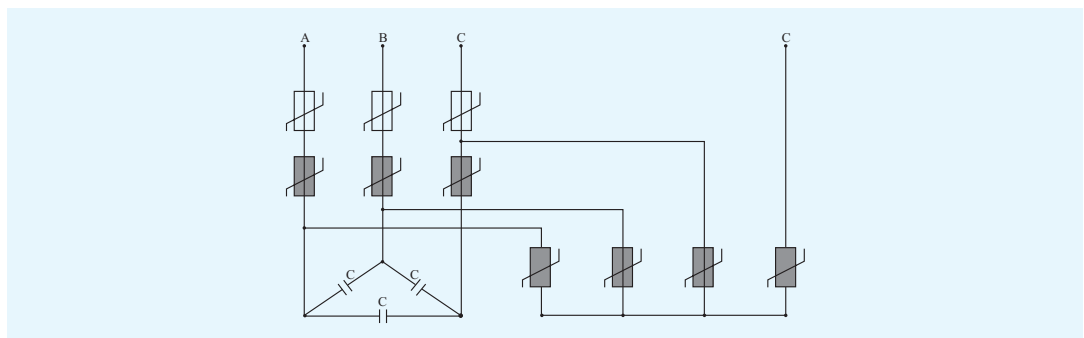
### 主要使用场合

VJFB型抗干扰尖峰谐振保护装置主要使用在以下三种场合：

- 1、非线性负载场合（港口码头、造船厂、汽车厂）由于焊接设备一般为整流设备，可控硅在换相时产生脉冲高电压，在400V系统中脉冲电压最高时达到3000V左右，脉冲电压对系统的绝缘造成了很大的破坏，一般表现为微型断路器或熔断器爆裂、可控硅击穿、计算机等用电设备烧毁，干扰其他精密仪器的测量，用电设备对地或相间短路等现象。
- 2、谐波场合：这类场合由于谐波较高，电压畸变很大，即使采用了无源滤波装置，但由于无源滤波装置的滤波效果千差万别，所以随着时间的推移，装置中的电容器容量可能会随着年限不断衰减，造成谐振点偏移，有可能在某一个时刻就发生了谐振，轻则烧毁滤波回路，重则把整个变压器系统都烧毁。
- 3、动态补偿、可控硅快速投切场合：由于一些快速投切负载的场合，可控硅瞬时不断投切，造成脉冲电压较高，同时由于电容器两端电压在短时间内放不掉，造成叠加的电压很高，极易损坏可控硅等投切元件。另外，在有源滤波柜内代替浪涌保护器使用、高层建筑内作为消谐器使用，都具有非常超乎想象的效果，是一款客户非常需要的、不可多得的好产品。

### 基本原理

VSK牌VJFB型抗干扰尖峰谐振谐波综合保护装置是我公司最新研制出来的，它是采用先进的材料，针对400V、660V、750V等低压系统，通过参数设计，使得这种数千伏的尖峰谐振谐波过电压准确地“控制”在系统电压的峰值处，把超出部分过电压全部地滤除掉。起保护时的电压阀值远远低于一般的过电压保护器、浪涌保护器及避雷器，把电压的危害消除在无形之中。其基本电路由三部分组成，具体电路为：



## 1、用于抗尖峰脉冲浪涌过电压的阻容吸收电路：

其特征是三组用于阻断电源标称相电压峰值的无感电阻由两种不同材料的高能非线性电阻Rn1与Rn2组成，三只大容量的无感电容器C采用三角形接线组成。

2、用于阻尼振及抑制浪涌操作过电压及雷击过电压额定保护电路：其特征是三组用于阻断电源最大相电压峰值的无感电阻由两种不同材料的高能非线性电阻Rn1与Rn2和Rn3相串联组成，三组非线性电阻采用星形接线以构成一个人工的中性点。

3、对于中性点不直接接地系统的电网，在人为中性点O与地G之间设一组Rn4高能非线性电阻；对于中性点直接接地系统的电网，可将中性点O与地G直接短接。本保护装置所使用的所有元器件全部采用模块化无感结构，安装灵活巧妙，体积小，重量轻，电源耗能及温升低，吸收尖峰谐波过电压的效能高，可有效抑制谐波和操作浪涌过电压及雷击过电压，尤其对阻尼磁铁谐振与L-C谐振能起到积极的消谐作用。严格的理论计算以及严谨试验证明：本保护装置具有明显的抗干扰、抑制尖峰、谐振、谐波、浪涌及雷击过电压的作用。

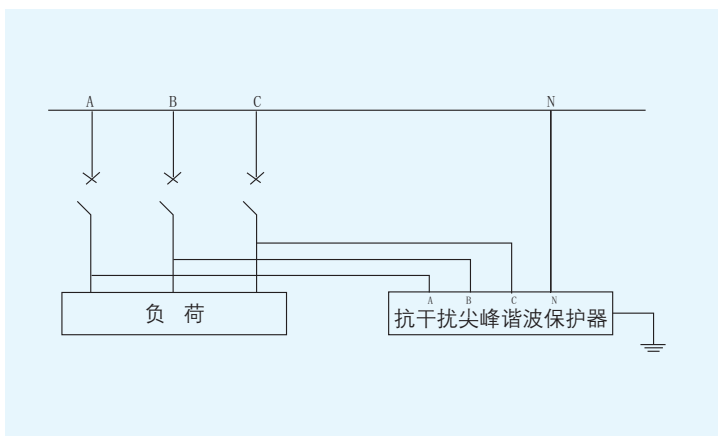
## 结构特点

装置结构简单紧凑，三相组成一体或根据实际情况分相组装均可；接线方便，其高压非线性电阻的V阀值电压大于电源的峰值电压，不消耗电源的能量，运行中没有高的温升，运行安全可靠，整个装置体积小易安装。

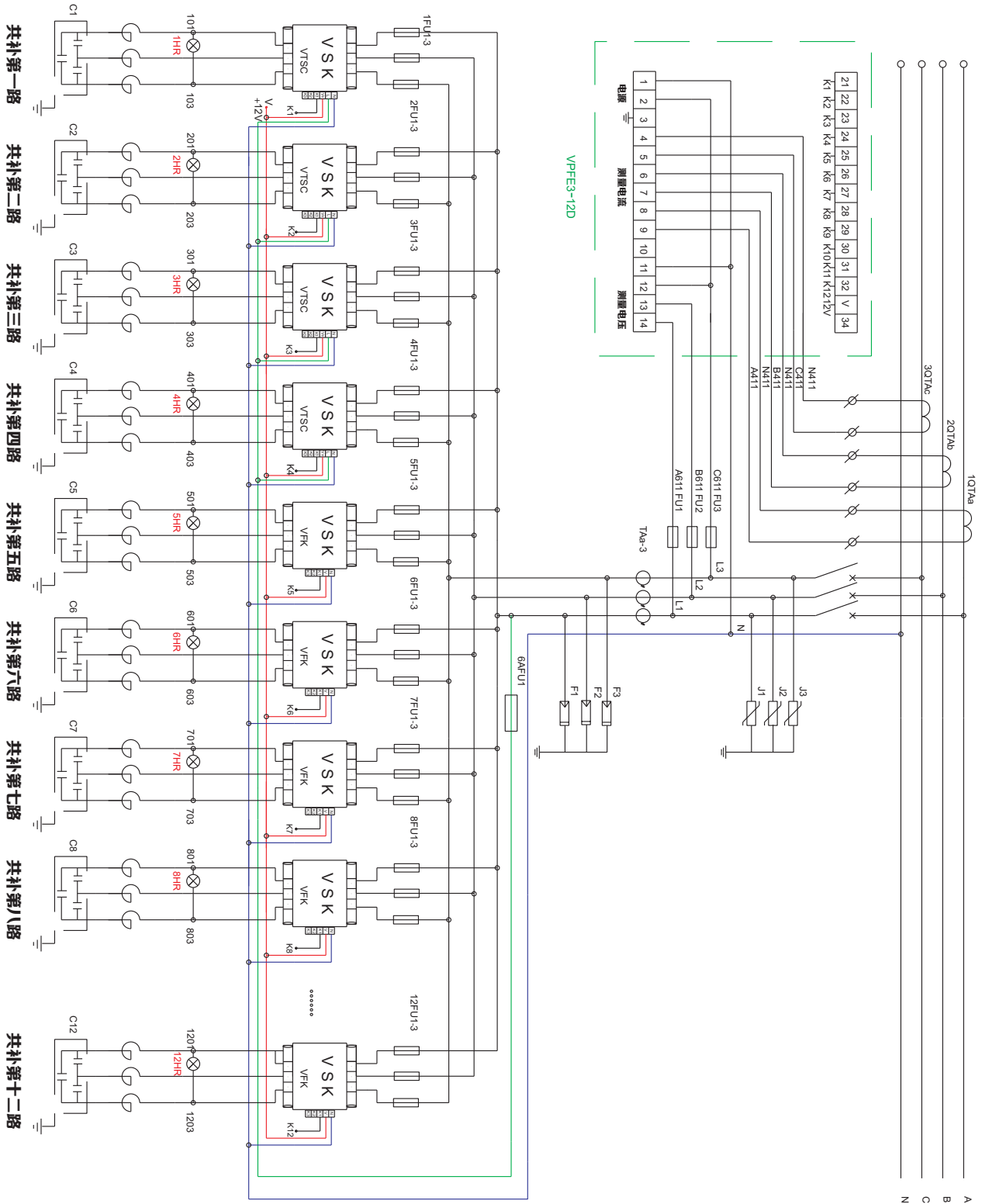
## 主要参数

系统标称电压 (V)	直流1mA参考电压 (V)	直流10mA参考电压 (V)	8/20 $\mu$ s5KA雷击波冲击残压值 (V)	2ms方波通流容量 (A)	尖峰浪涌抑制值 (p.u)
400	311	321	514	600	1.45
660	539	593	862	600	1.45
750	636	700	1018	600	1.45

## 接线示意图

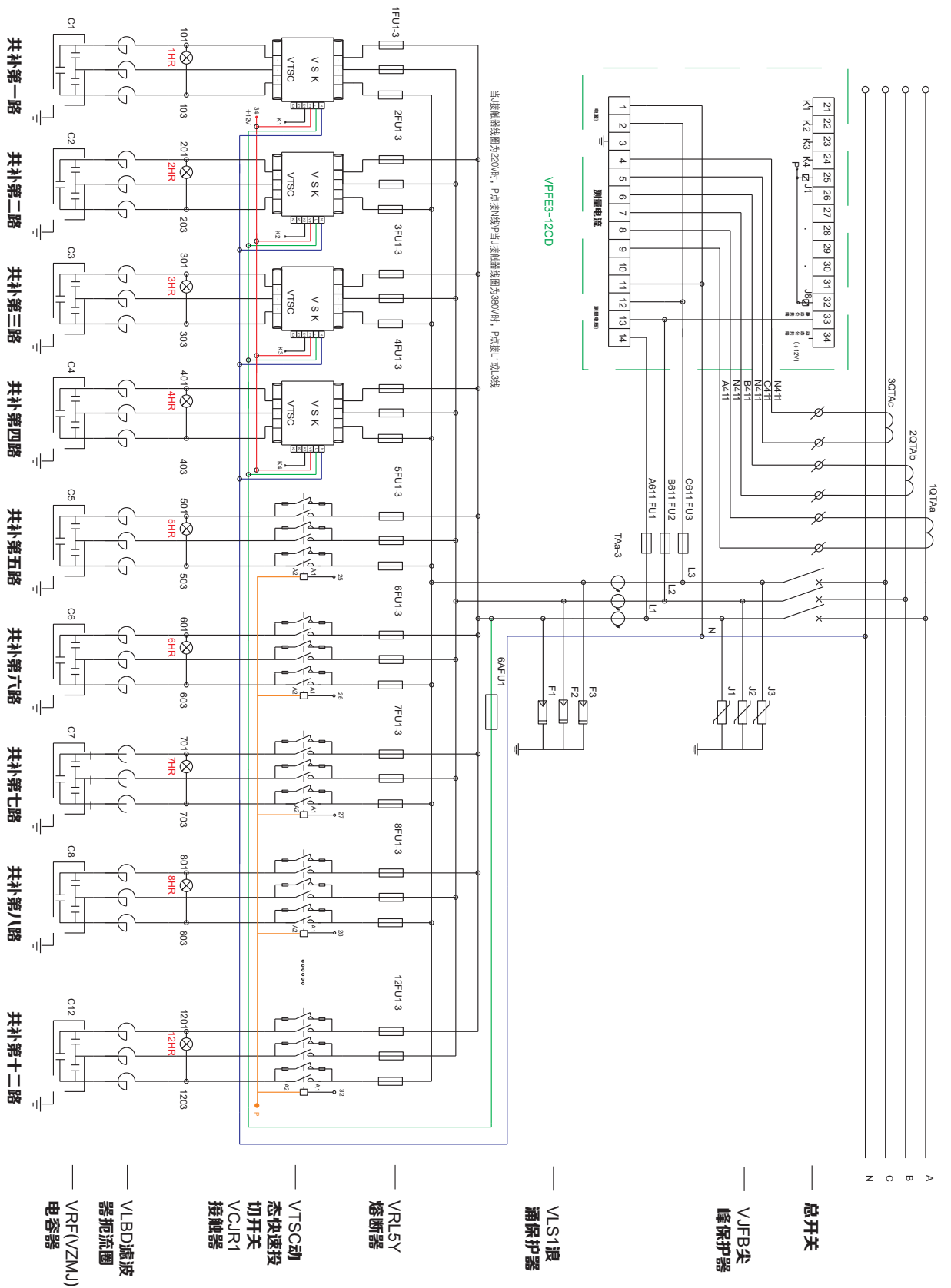


典型过零点动静结合共补二次电路示意图

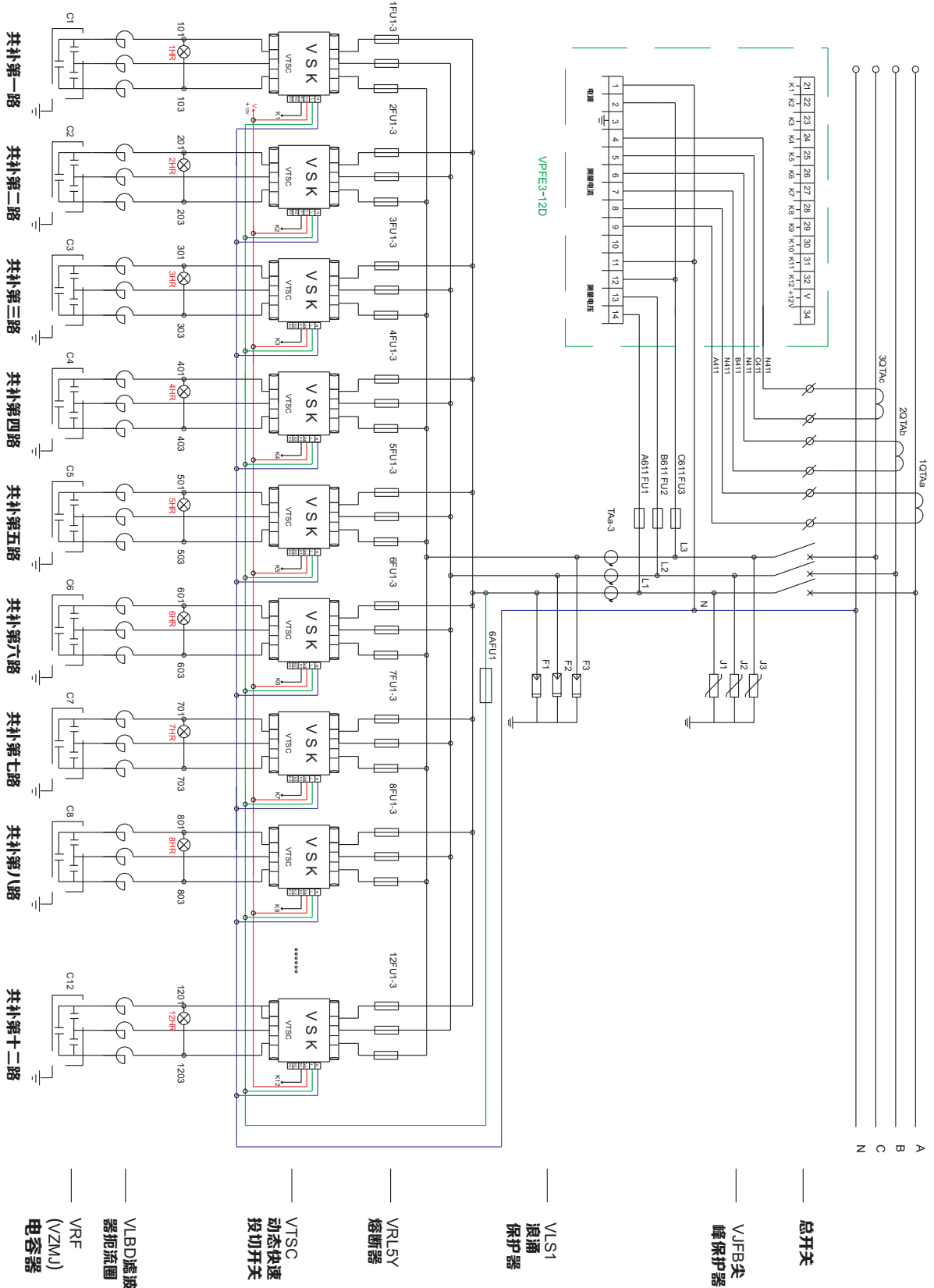


- 总开关
- VJFB尖峰保护器
- VLS1浪涌保护器
- VRLSY熔断器
- VTSC动态快速投切开关
- VJFR1接触器
- VLBD滤波电容器扼流圈
- VRF(VZMJ)电容器

典型动静结合补偿二次电路示意图



典型动态无功补偿滤波装置接线图（共补）



## 中高压并联电容器

### 概述

VSK牌VHF系列高压电容器具备消耗低、体积小、重量轻的特性。产品采用世界先进技术制造，全膜电介质及无氯、环保型绝缘油，加上可靠的绝缘能力及机械强度，使VSK电容器能够在复杂的电力系统中得以长期稳定运行。因为具备良好的电气性能，VHF高压电容器尤其适合在暂态电压较高的系统电网或高压滤波回路中使用。

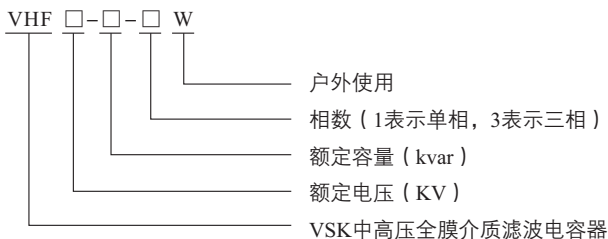
本产品适用于频率50Hz电力系统，提高功率因数用的并联电容器。主要用于改善交流电力系统的功率因数，降低线路损耗，滤除网路谐波提高网路末端电压质量，增大变压器的有功输出。



### 产品特点

- 1、该产品以粗化聚丙烯薄膜及苯基甲苯做介质，电子、电力电容器专用铝箔为电极，采用无感卷制方式，为扁形元件，元件内部场强分布均匀，容量无衰减、比特性小、寿命长以及优良的电气性能等特点。
- 2、采用高真空干燥浸渍技术除去电容器中全部残余水分和空气，填注苯基甲苯浸渍剂（法国C101）。具有不易导磁、过流大、损耗小等特点，有良好的耐低温特性。
- 3、采用不锈钢外壳封装。两侧带有固定架，陶瓷绝缘套。以及科学合理的引出方式。

### 产品型号及含义



### 主要技术参数

- 1、额定频率：50Hz
- 2、端子间试验电压：交流试验电压 $2.15U_n$ 或直流试验电压 $4.3U_n$ 。
- 3、损耗角正切值：小于0.0009。
- 4、相数：单相、三相。
- 5、绝缘水平：电容器的高压端子与地之间应能承受表1规定的耐受电压。工频耐受电压施加的时间为1min。

### 主要特性

- ※ 全膜电介质 聚丙烯膜 / 铝箔
- ※ 灌注液体环保绝缘油，无PCB
- ※ 介质损耗 0.2 W/kvar

- ※ 可应用于户内或户外
- ※ 三相电容器单体容量从50-800 kvar, 1-12 kV, 50/60 Hz
- ※ 绝缘等级 7.2-12 kV
- ※ 单相电容器单体容量从50-600 kvar, 1-20 kV, 50/60 Hz
- ※ 绝缘等级 7.2-24 kV

**电介质** 高耐电强度的全膜电介质

### 绝缘油

采用C101绝缘油, 不含氯化联苯, 安全环保型绝缘油, 符合M/DBT标准。具有无氯、无毒、可生物化解特性。适用的温度范围广, 具备良好的热稳定度及优越的电气性能。

### 内部放电电阻

在10分钟内将额定电压的峰值减少至75V以下(可根据需要定制在5分钟内放至50V以下), 符合IEC60871-1标准。

### 外壳材质

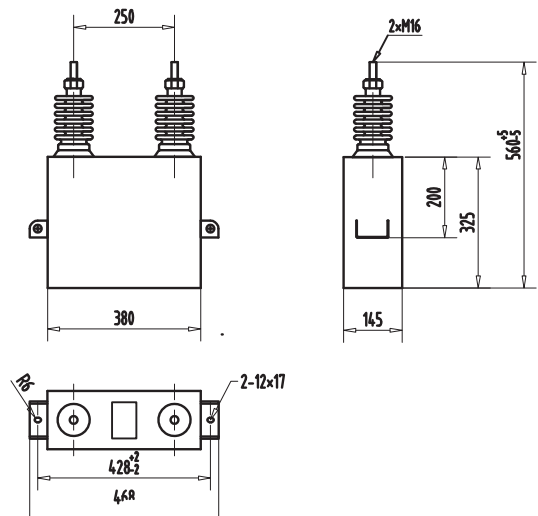
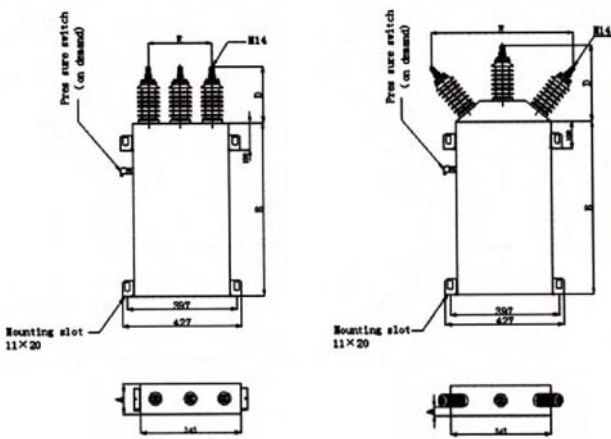
电容器外壳采用符合欧标及德国标准的不锈钢材质。在电容器底部和顶部附含涂层。

**绝缘子** 采用高可靠强度的和绝缘能力的焊接式绝缘瓷套管, 根据工程需求供应任何连接的终端夹。

**安装** 适用垂直或水平安装。

### 高压电容器(三相)

### 高压电容器(单相)



## 技术数据

### 单相电容器

产品型号	连接方式	额定电压 KV	绝缘等级 KV	额定输出功率 Qn Kvar	安装尺寸 L x W x H(mm)	备注
VHF6.6/√3-50-1W	单相	6.6/√3	28/75	50	380*145*200	6伞瓷套
VHF6.6/√3-100-1W	单相	6.6/√3	28/75	100	380*145*325	6伞瓷套
VHF6.6/√3-150-1W	单相	6.6/√3	28/75	150	380*185*355	6伞瓷套
VHF6.6/√3-200-1W	单相	6.6/√3	28/75	200	380*185*450	6伞瓷套
VHF6.6/√3-250-1W	单相	6.6/√3	28/75	250	380*185*525	6伞瓷套
VHF6.6/√3-300-1W	单相	6.6/√3	28/75	300	380*185*600	6伞瓷套
VHF6.6/√3-334-1W	单相	6.6/√3	28/75	334	380*185*675	6伞瓷套
VHF6.6/√3-400-1W	单相	6.6/√3	28/75	400	380*185*800	6伞瓷套
VHF7.2/√3-50-1W	单相	7.2/√3	28/75	50	380*145*200	6伞瓷套
VHF7.2/√3-100-1W	单相	7.2/√3	28/75	100	380*145*300	6伞瓷套
VHF7.2/√3-150-1W	单相	7.2/√3	28/75	150	380*185*325	6伞瓷套
VHF7.2/√3-200-1W	单相	7.2/√3	28/75	200	380*185*400	6伞瓷套
VHF7.2/√3-250-1W	单相	7.2/√3	28/75	250	380*185*450	6伞瓷套
VHF7.2/√3-300-1W	单相	7.2/√3	28/75	300	380*185*525	6伞瓷套
VHF7.2/√3-334-1W	单相	7.2/√3	28/75	334	380*185*575	6伞瓷套
VHF7.2/√3-400-1W	单相	7.2/√3	28/75	400	380*185*675	6伞瓷套
VHF11/√3-50-1W	单相	11/√3	28/75	50	380*145*200	10伞瓷套
VHF11/√3-100-1W	单相	11/√3	28/75	100	380*145*275	10伞瓷套
VHF11/√3-150-1W	单相	11/√3	28/75	150	380*185*325	10伞瓷套
VHF11/√3-200-1W	单相	11/√3	28/75	200	380*185*375	10伞瓷套
VHF11/√3-250-1W	单相	11/√3	28/75	250	380*185*450	10伞瓷套
VHF11/√3-300-1W	单相	11/√3	28/75	300	380*185*525	10伞瓷套
VHF11/√3-334-1W	单相	11/√3	28/75	334	380*185*575	10伞瓷套
VHF11/√3-400-1W	单相	11/√3	28/75	400	380*185*650	10伞瓷套
VHF12/√3-50-1W	单相	12/√3	28/75	50	380*145*200	10伞瓷套
VHF12/√3-100-1W	单相	12/√3	28/75	100	380*145*300	10伞瓷套
VHF12/√3-150-1W	单相	12/√3	28/75	150	380*185*325	10伞瓷套
VHF12/√3-200-1W	单相	12/√3	28/75	200	380*185*425	10伞瓷套
VHF12/√3-250-1W	单相	12/√3	28/75	250	380*185*475	10伞瓷套
VHF12/√3-300-1W	单相	12/√3	28/75	300	380*185*550	10伞瓷套
VHF12/√3-334-1W	单相	12/√3	28/75	334	380*185*600	10伞瓷套
VHF12/√3-400-1W	单相	12/√3	28/75	400	380*185*700	10伞瓷套
VHF11-50-1W	单相	11	28/75	50	380*145*225	10伞瓷套
VHF11-100-1W	单相	11	28/75	100	380*145*300	10伞瓷套
VHF11-150-1W	单相	11	28/75	150	380*185*350	10伞瓷套
VHF11-200-1W	单相	11	28/75	200	380*185*400	10伞瓷套
VHF11-250-1W	单相	11	28/75	250	380*185*475	10伞瓷套
VHF11-300-1W	单相	11	28/75	300	380*185*550	10伞瓷套
VHF11-334-1W	单相	11	28/75	334	380*185*600	10伞瓷套
VHF11-400-1W	单相	11	28/75	400	380*185*725	10伞瓷套
VHF12-50-1W	单相	12	28/75	50	380*145*225	10伞瓷套
VHF12-100-1W	单相	12	28/75	100	380*145*300	10伞瓷套
VHF12-150-1W	单相	12	28/75	150	380*185*350	10伞瓷套
VHF12-200-1W	单相	12	28/75	200	380*185*425	10伞瓷套
VHF12-250-1W	单相	12	28/75	250	380*185*500	10伞瓷套
VHF12-300-1W	单相	12	28/75	300	380*185*575	10伞瓷套
VHF12-334-1W	单相	12	28/75	334	380*185*625	10伞瓷套
VHF12-400-1W	单相	12	28/75	400	380*185*750	10伞瓷套

## VLBH高压铁芯式调谐滤波电抗器

VLBH铁芯式高中压调谐电抗器，绕组材料为铜线，接线端子为铜或铝材质。电抗器为环氧树脂浇注而成，具有空载损耗低，机械强度高，绝缘强度好的特点，同时因为其噪音低，振动小。所以对周围环境干扰非常小。



### 技术参数

**额定容量** 100 ~ 5000Kvar (其它容量可定制)

**线性度** 在  $I_{in}=1.2 \times (I_1+I_2+\dots+I_{n-1}+I_n)=1.2 \times \Sigma I$  状态下，电感值衰减不超过额定值的4%

**电抗系数** 6%，7%，13%，14%

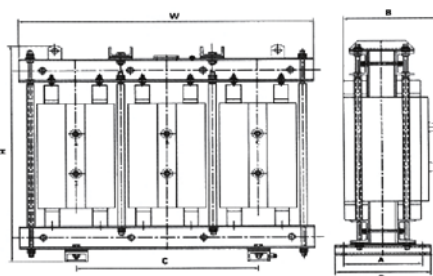
### 额定电流

除特殊定制的参数外，额定电流计算基波电流 $I_1$ 和谐波电流 $I_n$ ，其中  $I_1 = 1.05 * I_n$  (考虑5%的过电压)；

$$I_n = 1.05 \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_{n-1}^2 + I_n^2}$$

**电感误差**  $\pm 3\%$  (可根据需要定制)

**制造标准** IEC60076 IEC60289



### 中高压10KV调谐滤波器选型表 (XL=6%XC) f=204Hz 抑制5次及以上谐波滤波组件

滤波电抗器型号	系统电压 KV	额定容量 Kvar	额定电流 A	匹配电容器型号	电容器数量(台)
VLBH11/√3-6/150	10	150	7.85	VHF11/√3-50-1W	3
VLBH11/√3-6/300	10	300	15.75	VHF11/√3-100-1W	3
VLBH11/√3-6/450	10	450	23.62	VHF11/√3-150-1W	3
VLBH11/√3-6/600	10	600	31.49	VHF11/√3-200-1W	3
VLBH11/√3-6/750	10	750	39.37	VHF11/√3-250-1W	3
VLBH11/√3-6/900	10	900	47.24	VHF11/√3-300-1W	3
VLBH11/√3-6/1000	10	1000	52.49	VHF11/√3-334-1W	6
VLBH11/√3-6/1200	10	1200	62.97	VHF11/√3-200-1W	6
VLBH11/√3-6/1500	10	1500	78.73	VHF11/√3-250-1W	6
VLBH11/√3-6/1800	10	1800	94.48	VHF11/√3-300-1W	6
VLBH11/√3-6/2400	10	2400	125.97	VHF11/√3-400-1W	6
VLBH11/√3-6/2700	10	2700	141.72	VHF11/√3-300-1W	9

### 中高压10KV调谐滤波器选型表 (XL=13%XC) f=135Hz 抑制3次及以上谐波滤波组件

滤波电抗器型号	系统电压 KV	额定容量 Kvar	额定电流 A	匹配电容器型号	电容器数量(台)
VLBH12/√3-13/150	10	150	7.85	VHF12/√3-50-1W	3
VLBH12/√3-13/300	10	300	15.75	VHF12/√3-100-1W	3
VLBH12/√3-13/450	10	450	23.62	VHF12/√3-150-1W	3
VLBH12/√3-13/750	10	750	39.37	VHF12/√3-250-1W	3
VLBH12/√3-13/1200	10	1200	62.97	VHF12/√3-200-1W	6
VLBH12/√3-13/1500	10	1500	78.73	VHF12/√3-250-1W	6
VLBH12/√3-13/1800	10	1800	94.48	VHF12/√3-200-1W	9
VLBH12/√3-13/2400	10	2400	125.97	VHF12/√3-200-1W	12

## VLBH-K型高压空气芯电抗器



VSK高压空气芯串联电抗器，配合电容器使用的阻尼电抗器以及高压滤波电抗器，这些产品采用世界最新的设计、分析计算软件进行设计，产品设计合理，品质优异，免维护且安装容易。

※ 阻尼电抗器：阻尼电抗器与电容器组串联，可以限制并联电容器组的暂态开关过渡过程及涌流，与串联电抗器相比其电抗值较低，但对电压强度的要求却较高。

※ 滤波电抗器：谐波滤波器可以在基波频率时提供无功功率并滤除谐波。在所要求的谐波频率时，谐波滤波器在相与地或相与相之间阻抗极低，因此滤波电流将流入滤波器而不会流入电网中。通常每一特定谐波频率其滤波器需单独装设，对于较高频率的谐波使用宽带滤波器。天津威斯康根据客户的要求规范来制造滤波电抗器及电容器。我们的谐波滤波电抗器可提供无载分接头，对所要求的频率作更精细及准确调谐。

※ 并联电抗器：并联电抗器用于补偿长距离输电线路轻载时所产生的电容性无功功率。并联电抗器通常联接于主变压器的第三绕组，利用断路器来投入或切除，电抗器最高可达36KV电压等级100MVA。

※ 中性点接地电抗器：中性点接地电抗器是连接于三相系统中性点与地之间，其目的是限制直接接地电网的相对地电流，或降低小电流接地低通线对地故障电流值，以利于保护设备的设定。

※ 限流电抗器：限流电抗器主要是用来限制短路电流，避免过高的故障电流损坏设备，亦即使用限流电抗器后正常类型的断路器、电缆及其它电气设备可以使用，而不需要更高短路定值的设备，也就是说可以节省成本。

※ 晶闸管控制电抗器：晶闸管控制电抗器，简称TCR电抗器，使用于静态无功补偿系统。TCR电抗器与并联电抗器类似，但其电流可以由晶闸管进行连续控制。三相电抗器是三角形连接，每相电抗器分成两个绕组，晶闸管串联在两个绕组之间。TCR电抗器容量可达36KV电压等级，180MVA。

### 技术资料

- ※ 干式绝缘、空气自冷式、空气芯式电抗器可安装于屋内或屋外
- ※ 单相或三相电抗器
- ※ 铝质导体
- ※ 铝质平头端子
- ※ 支持绝缘子
- ※ 电抗器含或不含无载分接头
- ※ 额定电感值制造允许误差：滤波电抗器 $\pm 3\%$ ，阻尼、串联及中性点接地电抗器 $0 \sim +20\%$ ，或根据相关标准或规范
- ※ 温度等级B级(130°C)或F(155°C)
- ※ 环境温度范围： $-40^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
- ※ 冷却方式：空气自然冷却

高压谐波滤波器由电容器、滤波电抗器串联组合而成在基波频率（50Hz）时，向电网提供无功电流以补偿功率因数，而根据滤波器的谐振频率设定的电抗器，与串联电容器形成串联谐振，让滤波器在谐波频率下形成低阻抗回路，使谐波电流流入滤波器中。

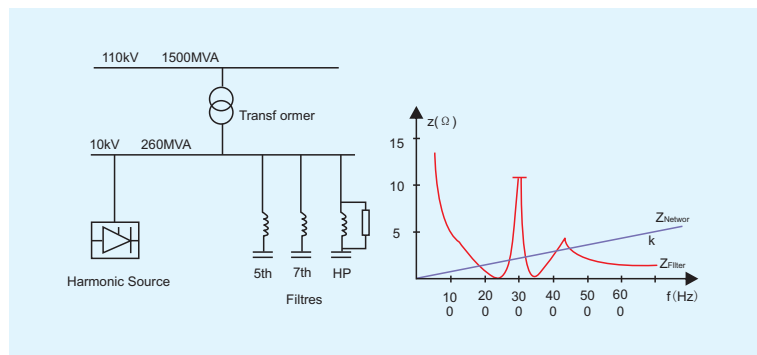
## 应用背景及原理

随着电子技术的发展，先进的电力电子控制设备得以广泛地应用。这些设备在带给工业生产诸多的益处的同时，其生产大量的谐波也成为日益严重的公共危害。如变频设备、整流设备、各种非线性的工业炉（真空炉、感应炉、矿热炉等）、电弧炉、焊机等生产的大量谐波，导致电网电流、电压发生畸变，电力品质下降。高频谐波电流（主要是3、5、7、11、13次谐波）会使变压器等电力设备产生附加加热损耗，造成配电系统、生产设备的控制、保护和量测系统功能异常，通信和数据网络也会受到干扰。

由电容器、电抗器和电阻构成的高压无源谐波滤波器是解决谐波电压、谐波电流畸变的理想方案。它向系统谐波提供了低阻抗通道，可以使因为谐波引起的电压、电流畸变减小到一个安全的范畴。同时，它具有传统概念上的电容补偿功效。因此，通过安装谐波滤波器实现无功补偿及谐波滤波的功能是对于谐波较大的配电系统最经济实惠的投资方案。

## 设计滤波器的依据

- ※ 系统电压数据及电压波动范围
- ※ 无功补偿功率数据
- ※ 谐波负荷数据（负荷名称、额定容量）
- ※ 谐波电流（常态运行数据及尖峰值）
- ※ 谐波允许值（客户允许值或国标GB/T14549-93）
- ※ 上一级供电网络的短路电流及短路容量
- ※ 滤波器的安装环境及绝缘水平要求



## 高压滤波器的主要结构为两种：

- 1、铁芯电抗器+电容器，适用于室内开放式安装或柜体内安装，在系统电压相对较低（35KV以下），补偿容量相对较小时使用较多。
- 2、空气芯电抗器+电容器，适用于室外安装，系统电压相对较高，补偿容量相对较大时使用较多。

VSK在补偿及滤波方面有着丰富的专业制作经验，产品在欧洲有大量的用户，众多的长期稳定运行案例可以证明VSK在这方面的产品及技术的领先性。



## VSVG低压静止无功发生器



### 概述

VSVG静止无功发生器能对无功功率、谐波以及三相不平衡进行实时跟踪补偿，从而为电网或用电负荷提供快速动态无功补偿和谐波滤除，可有效提高电网电压暂态稳定性、抑制母线电压闪变、补偿不平衡负荷、滤除负荷谐波及提高负荷功率因数。

VSVG可广泛应用于石油化工、冶金、电力、煤炭、电气化铁路、风电厂等含有冲击性负荷和大容量电动机的工业领域。

### 工作原理

VSVG——低压静止无功发生器是当今无功补偿领域最新技术的代表！属于灵活柔性交流输电系统(FACTS)的重要组成部分。VSVG并联于电网中，相当于一个可控的无功电流源，其无功电流可以快速地跟随负荷无功电流的变化而变化，自动补偿电网系统所需无功功率，同时滤除系统中的谐波！对电网无功功率、谐波实现动态无级补偿。

VSVG利用可关断大功率电力电子器件（如IGBT）组成自换相桥式电路，经过电抗器并联在电网上，适当地调节桥式电路交流侧输出电压的幅值和相位，或者直接控制且交流侧电流，就可以使该电路吸收或者发出满足要求的无功电流，实现动态无功补偿的目的。

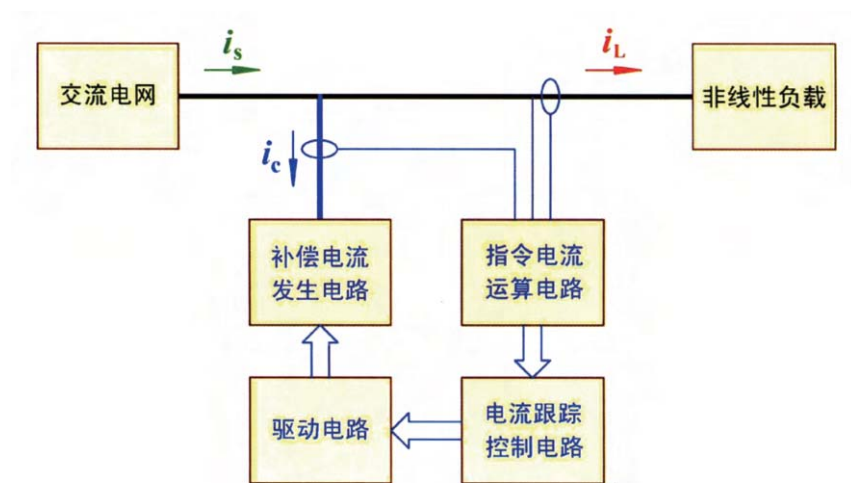
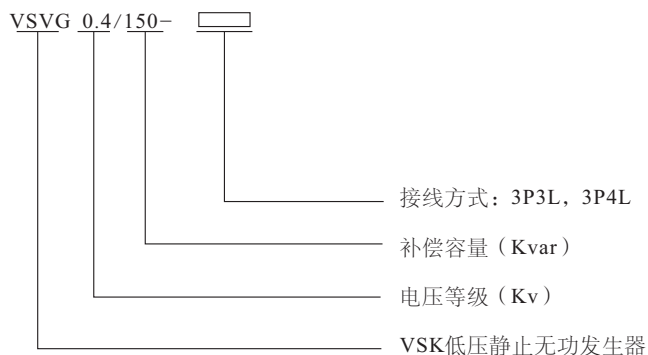


图82-1 VSVG工作原理（直接控制型）

## VSVG型号说明

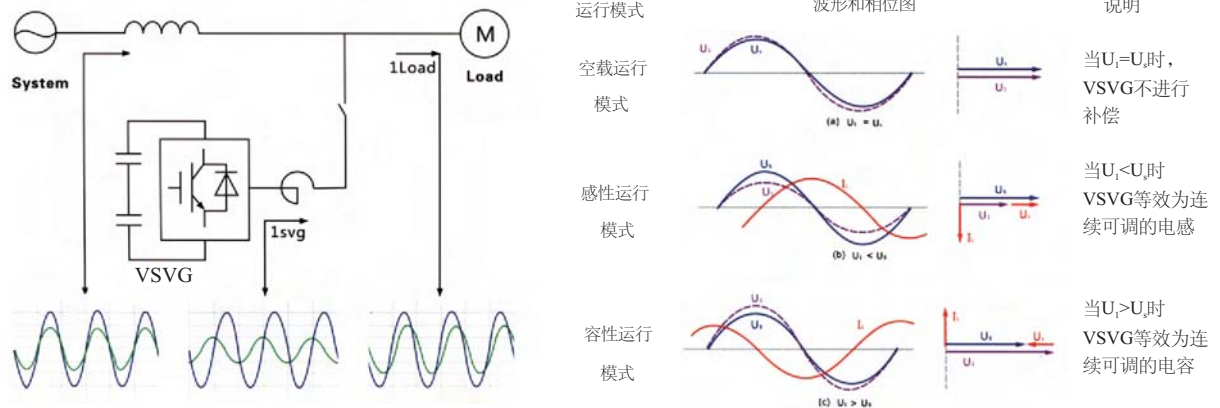


## 技术参数

交流输入	额定电压	AC 380±20%
	电气接线	三相三线/三相四线
	额定频率	50Hz±2%
技术指标	补偿方式	无功补偿为主，谐波补偿为辅
	过载保护	自动限制到额定电流输出
	目标功率因数	容量范围内达到设定要求
	有功功率损耗	<3%
	无功补偿效果	具备谐波补偿、无功补偿及谐波和无功补偿等多种功能，用户自选
环境条件	噪声	<65dB
	环境温度	10℃~50℃
	相对湿度	≤90%RH 无凝露
	冷却方式	强迫风冷
安装方式	落地机柜或者壁挂；标准机柜电缆进出线方式	
工作模式	自动或者手动	
通讯接口	RS232/485/以太网通讯功能可选，上位机通讯软件可选	
显示精度	电流±5%	
扩展能力	同型号机直接并联	
保护	电网过欠电压、装置过流、装置过热、直流母线过欠电压、过载自动限流保护	
机柜尺寸	(宽×深×高) 800×800×2200cm/800×1000×2200cm	
防护等级	IP21或者根据用户要求定制	

## 工作原理示意图

低压静止无功发生器将自换相桥式电路通过电抗器直接并联在电网上，适当的调节桥式电路交流侧输出电压的相位和幅值或者直接控制其交流侧电流，就可以使该电路发出满足要求的无功电流，实现动态无功补偿的目的。如下图所示为VSVG的三种运行模式。



## 技术特性

- ※ 具有谐波治理、无功控制、谐波治理与无功控制综合的三种工作模式，通用性与适用性强
- ※ 模块化结构，立柜式最大额定输出电流300A，单相额定输出电流可达900A。可在线更换模块，运行维护方便
- ※ 可与无源型谐波消除装置或以低压并联电容器为无功源的滤波式低压无功补偿装置结合使用，提高整体容量，降低工程投资
- ※ 采用双校正新型工频软件锁相环、自适应神经元在线整定的谐波检测方法，以及基于平均电流补偿的逆控制电流跟踪控制策略，效率高、可靠性高。

## 组成

### 功率模块

采用世界领先的IGBT模块，主电流为桥式全控的PWM变流器，具有功率密度大，可靠性高的特点。

### 数字控制系统

DSP+FPGA控制系统，FPGA的高速检测，DSP的高速运算和双DSP之间高速通讯，确保无功检测和补偿精度准确有效使用全数字控制系统，全部控制采用软件控制和保护，使整个系统安全更简单、可靠。

### 监控和显示系统

智能监控和显示使得装置操作更加灵活，运行参数，故障代码、工作状态清晰明了，具备远程通讯接口可与上位机实时通讯。

## 应用领域

### 提升机、轧机等重工业场合

提升机、轧机属于典型的冲击性负荷，主要存在各类矿业生产场合和冶金行业，对电网无功冲击较大造成电网电压波动，严重时干扰其他设备运行，降低生产效率，使得功率因数降低，需缴纳无功罚款。

### 钻井供电系统

油气钻井平台供电系统主要负荷包括绞车、转盘、泥浆泵等，由于钻井工况的特殊性，该系统属于冲击性负荷对电网无功冲击大，功率因数极低，电压波动严重，畸变率高，影响控制系统，PLC、录井仪等供电设备。

### 电气化铁路及轨道交通

高速铁路及轨道交通供电系统使用了大量电缆进行电力传输，在电网中产生大量容性无功抬高了线路末端的电压，存在与系统谐振的可能。

## VHSVG系列高压静止无功发生器



### VHSVG概述

VHSVG系列高压静止无功发生器是VSK研发生产的静止型高压动态无功补偿设备，既可补偿无功，也能补偿谐波，属于目前最先进的第一代无功补偿产品。

VHSVG系列产品采用先进的链式拓扑结构，工作稳定可靠，控制系统采用三核数字处理技术，极大提高了装置的响应速度、自我保护和通讯能力。

VHSVG系列产品采用正面维护结构设计，可靠墙安装，极大节约了占地面积，方便设备检修，减少了维护工作量。

### 主要功能

VHSVG系列高压静止无功发生器是基于大功率逆变器的补偿装置，其核心是基于IGBT器件的链式逆变器，VHSVG并联于电网中，相当于一个可变的无功电流源，其无功电流可以快速地跟随负荷无功电流的变化而变化，自动补偿系统所需无功功率，其主要功能如下：

- 1、补偿系统无功功率，提高功率因数；
- 2、降低线损，提高线路输电能力；
- 3、谐波动态补偿，改善电能质量；
- 4、抑制电压波动和闪变；
- 5、维持受电端电压，加强系统电压稳定性；
- 6、抑制电网三相不平衡。

### 型号及含义

VHSVG 10 / 4M5 - S

S：三相补偿；F：单相补偿

补偿容量：0M5/0.5MVA；2M0/2MVA；4M5/4.5MVA

交流电压06/6KV；10/10KV

VSK高压静止无功发生器

## 电能质量公用电网谐波相关标准

### 电能质量标准依据

#### 1、GB/T14549-1993 《电能质量 公用电网谐波》

对谐波电压作了限值，对谐波电流注入公共连接点的大小做出限值。

公用电网谐波电压（相电压）

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

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	2.6	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	1.9	1.9	1.5	2.8	1.3	2.5	1.2	1.4	1.1	2.1	1.0	1.9

注：220KV基准短路容量取2000MVA。

当电网公共连接点的最小短路容量不同于表2基准短路容量时，按下式修正表2中的谐波电流允许值：

$$I_h = \frac{S_{k1}}{S_{K2}} I_{hp} \quad (B1)$$

式中  $S_{k1}$  公共连接点的最小短路容量，MVA；

$S_{K2}$  基准短路容量，MVA；

$I_{hp}$  表2中的第  $h$  次谐波电流允许值，A；

$I_h$  短路容量为  $S_{k1}$  时的第  $h$  次谐波电流允许值。

#### 2、GB/T18481-2001 《电能质量 监测设备通用要求》

#### 3、IEC61000-4-30 《测试和测量技术 电能质量测量方法》

#### 4、GB 7625.11998 《低压电气电子产品发出的谐波电流限值》

## 行业相关标准

### 1. JDJ16-2008 《民用建筑电气设计规范》

#### 节选22.3.3 供电系统的谐波治理

当建筑物中所用电气与电子设备不符合22.3.2之规定时，应对供电系统进行谐波治理，并应符合下列规定：

- (1) 省级及以上政府机关、银行总行、分行及同等金融机构的办公大楼、省级及以上医院医技楼、大型计算机中心建筑物，应在办公设施、医疗设备、计算机网络电源等电力干线上设置有源滤波装置。
- (2) 其他重要的公共建筑物，宜在其办公设施、计算机网络电源等电力干线上设无源式有源滤波装置。
- (3) 谐波源较多的商业办公建筑，宜在办公设施、计算机网络电源等电力干线上设置有源滤波装置或无源滤波装置。
- (4) 一般建筑物应在大功率谐波干扰源所在馈线上设置有源或无源滤波装置，或在其输入端设置隔离变压器，且中性线截面面积应为相线截面的两倍。当线路中有四极开关时，须考虑中性线的最大接线截面。
- (5) 无调光装置的照明干线可设置无源三次谐波滤波装置。
- (6) 谐波源较多的建筑物中，功率因数补偿电容器应串接电抗器，以避免发生电网谐振，除非经计算证实不会出现谐振现象。
- (7) 当配电系统中设有适当的有源滤波装置时，相应回路的中性线截面不必增大。
- (8) 当配电系统中设有适当的无源滤波装置时，相应回路的中性线宜与相线等截面。
- (9) 为X光机、CT机、核磁共振机等设备供电的变压器及馈线，应尽可能降低其电源阻抗。
- (10) 谐波源较多的建筑物供电系统中，应选用D，yn11结线的配电变压器。
- (11) 对于谐波干扰特别严重的建筑物，供电系统中涉及主要谐波源设备的配电变压器宜选用K额定值变压器，其K值应根据治理后的谐波水平来确定，且绕组接线型式为D，yn11。
- (12) 由晶闸管控制的负荷或设备宜采用对称控制。

### 2. 《全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇》电气2.4节：谐波治理

电气篇中，对用电设备的谐波限值作了相关规定。当建筑物中所用的主要电气和电子设备不符合相关规定时，应对此类设备或其所在线路进行谐波治理，且应符合下列要求：

- (1) 区级或以上医院重要手术室和重症监护室、计量检测中心、大型计算机中心、金融结算中心等对谐波敏感的重要设备较多的建筑物内，应在相关配电系统主干线上靠近骚扰源处设置有源或无源滤波装置。
- (2) 大型办公建筑中，宜在动力配电系统主干线上靠近骚扰源处设有源或无源滤波装置；当采用无源滤波装置时，就注意避免发生电网局部谐振。
- (3) 中、小型办公建筑中，宜在动力配电系统主干线上靠近骚扰源处设无源滤波装置并应注意避免发生电网局部谐振。

### 3. 《中国移动通信机房供电系统谐波治理指导意见》

通信机房，如果存在谐波污染，应当进行适当的治理。对变压器输出端、UPS输入端、开关电源输入端进行谐波治理后，需满足下表所列目标。

测试点	治理目标		参考条件（电源设备负载）	
	THD <sub>v</sub>	THD <sub>i</sub>	最大负载率%	常载率%
变压器输出端	2%	4%	100%	75%
UPS输入端	2%	5%	40%	40%
开关电源输入端	2.5%	8%	80%	60%

### 4. 《中国电信节能技术与应用蓝皮书》第07号 低压配电系统谐波治理

谐波治理时，优先考虑一些开关电源、大型UPS较多，容量较大的局站(如IDC中心，电信大厦)等。

- (1) 如果测得任一处的电压畸变率>5%，应进行治理；
- (2) 一般情况下，由于系统容量比较大，低压配电端电压畸变率相对较小，但是如果谐波电流总含量大(>30%)，特别是负荷率较高(>70%)的局站，应优先考虑治理。
- (3) 在低压配电处测得电压、电流谐波含量都比较小，但是某套设备(容量大，负荷重)的谐波电流含量特别大(>40%)，如大型UPS，为减少安全隐患，可考虑针对性治理。

## 功率补偿系统的安装及计算

### 计算变压器的功率补偿

对于计算变压器的无功功率补偿方法很简单，见下表，我们假设变压器实际工作为标称功率的80%。

标称功率 KVA	最大24kV无功功率 Kvar	80%工作效率的无功功率 Kvar	变压器初级电压最大 36kV无功功率Kvar	80%工作效率的无功功率 Kvar
25	2.0	2	2.4	2
50	3.7	3	4.2	3
100	6.5	5	7.5	5
160	10.1	7.5	11.2	10
250	15	10	17.3	12.5
400	23.2	15	26.8	20
500	28.5	20	32.5	25
630	35.3	25	39.7	30
800	59.2	40	60.8	45
1000	73	50	75	50
1250	90	60	92.5	70
1600	113.6	80	116.8	80
2000	140	100	144	100
2500	172.5	120	175	120

从上面的表格数据可以看到，变压器在工作时的功率是不同的，尤其是非标准的变压器，在这种情况下，我们计算无功功率补偿上就应当考虑变压器在空载时的补偿以及变压器在工作时的无功功率补偿。计算方法见如下公式：

$$Q_c = \left( \frac{S_n \times I_0}{100} \right) + \frac{U_k}{100} \times \left( \frac{S}{S_n} \right)^2 \times S_n$$

$I_0$  = 变压器的磁电流比 (%)

$U_k$  = 短路电压比 (%)

$S_n$  = 变压器的视在标称功率 (kVA)

$S$  = 变压器的实际工作功率 (kVA)

例子：

变压器的标称视在功率为

630kVA,  $I_0=0.95\%$ ,  $U_k=5\%$ , 实际

工作效率相对于标称功率60%，

那么  $Q_c=630 \times 0.95/100 + 5/100 \times 0.6^2 \times 630$

$62 \times 630 = 17.32 \text{Kvar}$ ,

$$Q_c = \frac{630 \times 0.95}{100} + \frac{5}{100} \times 0.6^2 \times 630 = 17.32 \text{Kvar}$$

如果变压器处于一种高负荷的状态下工作，比如工作效率达到85%，在这种情况下计算功率补偿，比较好的计算为100%

$$Q_c = \frac{630 \times 0.95}{100} + \frac{5}{100} \times 630 = 37.5 \text{Kvar}$$

因为无功补偿装置装在变压器的输出端，所以必须使用加强型的设备。

另外有一种粗略计算的方法，即功率补偿为变压器满负载运转情况下，实际标称功率的10%。

## 电机计算就地无功功率补偿的方法

对于计算异步电机的无功功率补偿一事，应当对每一相进行无功功率补偿，其公式为：

$$Q_c = I_0 \times U_n \times \sqrt{3}$$

$I_0$  表示电机的磁电流

$U_n$  表示电机的标称电压(kV)

如果我们没有这些数据，可以用下表：

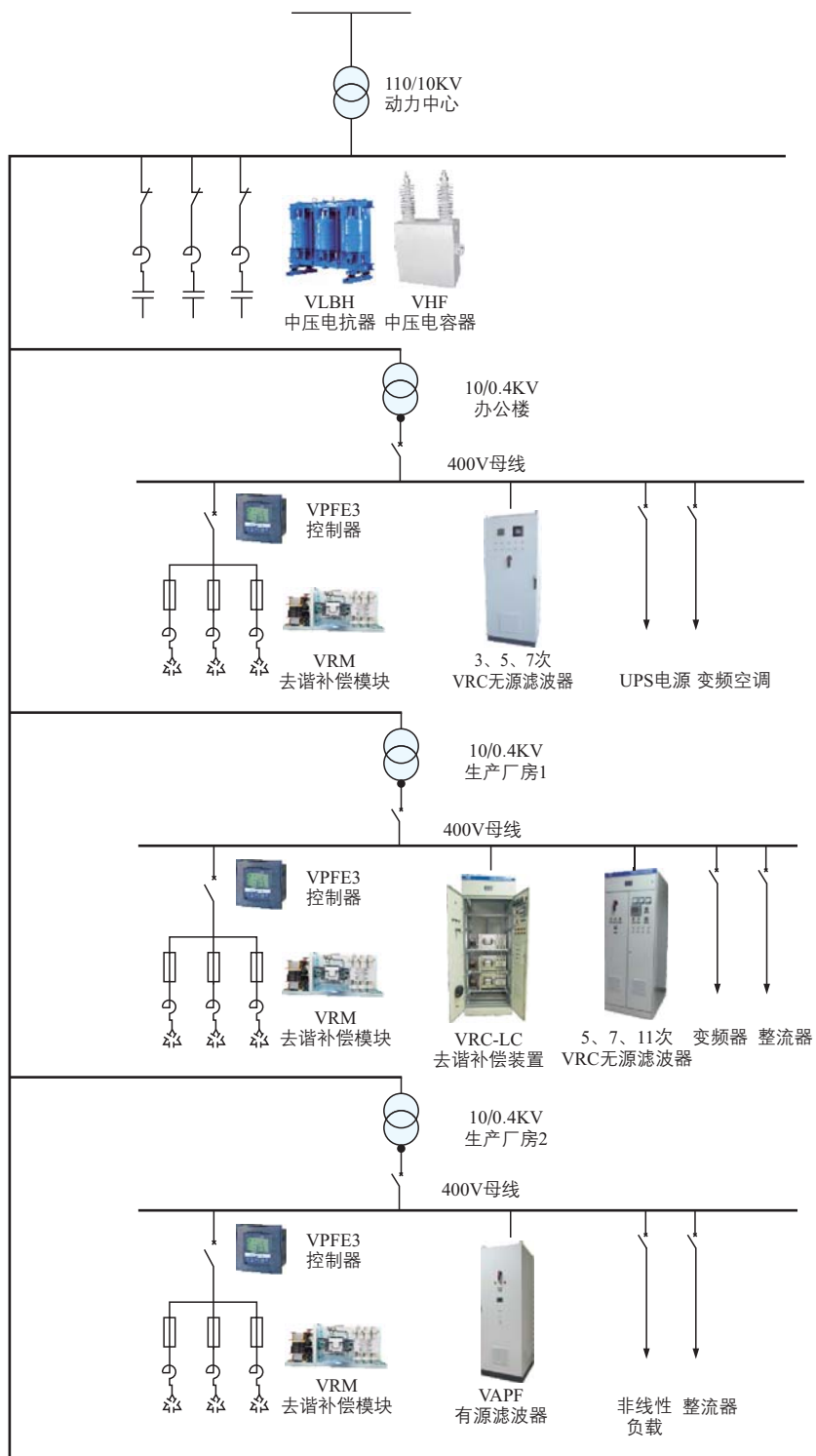
根据标准EN-60831要求，无功功率补偿不应超过90%，所以功率补偿公式为：

$$Q_c = 0.9 \times I_0 \times U_n \times \sqrt{3}$$

电机功率		转 速									
		3000 rpm		1500 rpm		1000 rpm		750 rpm		500 rpm	
KW	HP	无载/有载 Kvar	根据EN-60831 无功功率Kvar	无载/有载 Kvar	根据EN-60831 无功功率Kvar	无载/有载 Kvar	根据EN-60831 无功功率Kvar	无载/有载 Kvar	根据EN-60831 无功功率Kvar	无载/有载 Kvar	根据EN-60831 无功功率Kvar
1.1	1.5	0.7/0.9	0.6	0.7/1.0	0.6	0.9/1.2	0.8	1.0/1.3	0.9	1.1/1.4	1.0
1.5	2	0.8/1.0	0.7	1.0/1.2	0.9	1.1/1.4	1.0	1.2/1.6	1.0	1.3/1.8	1.2
2.2	3	1.1/1.4	1.0	1.2/1.5	1.0	1.4/1.8	1.3	1.7/2.2	1.5	2.0/2.4	1.8
3	4	1.5/1.8	1.3	1.6/2.0	1.5	1.8/2.4	1.6	2.3/3.0	2.0	2.5/3.2	2.2
4	5.5	1.8/2.6	1.6	2.0/2.6	1.8	2.2/2.9	2.0	2.7/3.5	2.4	2.9/3.8	2.6
5.5	7.5	2.2/2.9	2.0	2.4/3.3	2.2	2.7/3.6	2.4	3.2/4.3	2.9	4.0/5.2	3.6
7.5	10	3.4/4.4	3.0	3.6/4.8	3.2	4.1/5.4	3.7	4.6/6.1	4.1	5.5/7.2	5.0
11	15	5.0/6.5	4.5	5.5/7.2	5.0	6.0/8.0	5.0	7.0/9.0	6.0	7.5/10	7.0
15	20	6.5/8.5	6.0	7.0/9.5	6.0	8.0/10	7.0	9.0/12	8.0	1.0/1.3	9.0
18.5	25	8.0/11	7.0	9.0/12	8.0	10/13	9.0	11/15	10	12/16	10
22	30	10/12.5	9.0	11/13.5	10	12/15	10	13/16	12.5	16/18	15
30	40	14/18	12.5	15/20	12.5	17/22	15	20/25	20	22/28	20
37	50	18/24	15	20/27	20	22/30	20	26/34	25	29/39	25
45	60	19/28	15	21/31	20	24/34	22	28/38	25	31/43	30
55	75	22/34	20	25/37	20	28/41	25	32/46	30	36/52	30
75	100	28/45	25	32/49	30	37/54	30	41/60	40	45/68	40
90	125	34/54	30	39/59	35	44/65	40	48/72	45	54/83	50
110	150	40/64	35	46/70	40	52/76	50	58/85	50	63/98	60
132	180	45/72	40	53/80	50	60/87	50	67/97	60	75/110	70
160	220	54/86	50	64/96	60	72/103	70	81/116	70	91/132	80
200	270	66/103	60	77/115	70	87/125	80	97/140	80	110/160	100
250	340	75/115	70	85/115	75	95/137	90	105/150	100	120/175	110

比如：电机为30kW，1500rpm，从这个表中，我们可以知道功率补偿为12.5Kvar，如果电容通过连接器与电机相连，那么，则不需要施加标准中90%的功率限制。在这种情况下功率补偿可以为20Kvar，如果电容没有切断开关，这种情况就容易出现超负荷现象，电容与负载并联起来，就好象是电机的发电机一样，就会出现过压情况。

如果要粗略地计算一下补偿功率的话，那么近似为30%的电机功率。



### 严正声明：

基于VSK天津威斯康电能补偿系统有限公司在无功补偿与谐波治理领域具有较高的知名度，技术与品质具有显著性，可靠保障性更高，产品深受广大用户所信赖。VSK早于2003年在该行业率先冠名“威斯康电能系统”，率先在本行业启用“企业自主型号”，继后这两年“电能、电能质量”等词和其它一些型号在行业内才得以模仿和应用。

**鉴于VSK能更好地为用户服务，特郑重声明：VSK目前关联企业有：德国威斯康国际控股集团有限公司；威斯康（天津）电能科技股份有限公司。**目前市场上以其它任何形式冠以XX威斯康有限公司与VSK无任何牵连，对于非关联企业的产品咨询，服务和维修等请求恕不受理，敬请谅解！

## VSK-您最可靠的无功补偿及谐波治理的合作伙伴

### 我们为您提供的服务

- 电力电容器及无功补偿，谐波滤波组件及相关产品的技术服务和咨询
- 系统设计和现场咨询
- 低压配电系统的谐波测量及分析
- 补偿系统及滤波工程整体方案的策划、制作、销售及服务

VSK为客户提供可靠性更高的电能质量产品和方便简洁的模块化设计方案，基于良好的功率因数校正和谐波滤波系统必须适合现场的最佳条件，也是我们生产和服务的关注焦点。

### 询问专家

VSK的销售工程师有基本的专业知识，也可能在您附近的VSK办事处来聆听您的问题，并备有您所需要的产品资料及样品，并装备有需要的测量设备，尽一切可能为您服务。

### 如有问题？

联系我们，我们VSK全体同仁很高兴为您提供帮助。

VSK产品目前包括：电力系统用电容器、功率因数控制器、电容器专用保护器、电容器专用投切开关、调谐滤波电抗器、补偿滤波模块、有源滤波器等成熟器件以及完整的（常规、动态、滤波）成套补偿系统等。

### 部分项目业绩



☆ 首都机场



☆ 鞍山钢铁



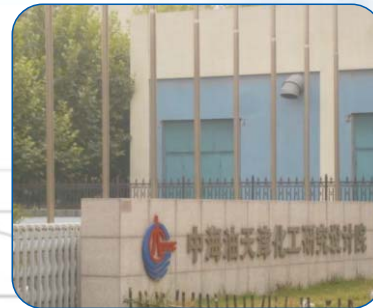
☆ 中国航天科工集团



☆ 中国运载火箭技术研究院



☆ 中国电力科学研究院



☆ 天津化工设计院

**VSK拥有先进成熟的核心技术与可靠性更高的品质--全面兼容各种原装进口品牌,VSK-可靠电能的保证**



## 更多信息

我们致力于向您提供工具支持，为您开启成功之门。



网站：  
登录<http://www.vsk-cn.com>



电话：  
经销商技术/销售支持热线  
**400 611 7000**  
**800 818 7000**



电子邮箱：  
[vskvsk@126.com](mailto:vskvsk@126.com)  
[vsk@vskcn.com](mailto:vsk@vskcn.com)

**客户服务热线：400 611 7000**

天津威斯康电能补偿系统有限公司  
Tianjin VSK Electric Power Compensation System Co.Ltd.

地址：天津市西青经济开发区赛达国际工业城榕城二支路  
VSK高新科技园：天津市西青经济开发区杨柳青工业园盛达道  
电话：(022) 27277999 27288999  
(022) 23828166 26799000  
传真：(022) 27272777

Xiqing Economic Development Zone Saida International Industrial City Rongcheng two branches  
Tel: (022) 27277999 27288999  
(022) 23828166 26799000  
Fax: (022) 27272777-81

技术参数如有变化，恕不另行通知。VSK保留对上述资料的最终解释权，VSK版权所有，翻印或转载必究。产品外型、颜色以实物为准，内图仅供参考。  
严正声明：VSK、VSK威斯康、WSK、WISCON、KINVI津威之注册商标系天津威斯康电能补偿系统有限公司所有，任何单位或个人不得仿冒，未经许可不得擅自使用，一经发现，VSK将依法追究侵权者的法律责任。



本手册采用生态纸印刷