

精良 Advanced Equipment  
的设备

精湛 Skillful Technology  
的技术

精心 Exquisite Service  
的服务

VSK  
ELECTRIC

VSK 国际控股集团  
VSK INTERNATIONAL HOLDING GROUP

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

公司地址:天津市东丽区金钟公路3699号  
工厂地址:天津市东丽区金钟产业园区跃进路  
总机:022-26799000 26798901/02/03 26798966 26798977  
通讯地址:天津市邮政188信箱(VSK商务中心) 邮编:300112  
客户服务热线:022-60388777 800-8188777 400-6117000  
VSK一站式服务机构:天津市南开区密云一支路北方城二区3栋101号  
服务电话:022-27266999 27277999 传真:27288999  
售后服务专线:022-27272777  
http://www.vskcn.com www.vsk-cn.com  
E-mail:vsk@vsk-cn.com

For one-stop German VSK expertise in world,  
contact one of our experts  
in these major offices:

U.S.A.: 1285 Baring blvd. #205 Sparks, NV 89434  
England: Rm. 2a.2/F, China Supermarket, 32-34 Tudor Street,  
Cardiff, River Side, Wales, U.K.  
Singapore: Craig Road, #02-01 Chinatown Plaza, Singapore 089673  
Hong Kong: Rm. 1007, 10/F, Ho King Ctr., No. 2-16 Fa Yuen Street,  
Mongkok, Kowloon, Hong Kong  
China: 3699 Jinzhong Road, DongLi, Tianjin, China  
Taiwan: Rm 1408, 14/F., NO. 206 Sung Chiang Road, TaiBei, TaiWan  
http://www.vskcn.com  
E-mail: vsk@vsk-cn.com

VSK Sales Agent

欲进一步了解VSK, 请就近联络授权的销售机构或代理商

\* 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。  
\* 郑重声明: VSK、VSK、WISCON之商标系天津威斯康企业所有, 任何单位或个人不得仿冒, 未经许可不准擅自使用, 一经发现, VSK将依法追究侵权者的法律责任。

♻️ 采用生态纸印刷

VSK  
ELECTRIC

## Power Factor Correction System 功率因数补偿(校正)系统

Design & type selection manual  
设计选型手册



VSK 国际控股集团  
VSK INTERNATIONAL HOLDING GROUP

做世界电容补偿行业领导品牌……

To be leading brand of world capacitance compensation industry

# 前言 Preface

您最可靠的合作伙伴、无功补偿及滤波系统安全方案解决的专家—VSK天津威斯康企业。

开拓, 进取, 创新是天津威斯康电气企业的一贯传统, 专著于电力无功补偿及滤波治理领域, 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无功补偿产品, 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整体解决方案。

当前, 随着无功补偿及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产品的品牌, 在规划和实施一个补偿系统工程时, 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产品和完善的务。





**VSK—世界电容补偿专家**  
VSK-To Be Experts of World Capacitance Compensation

电力电容器/无功补偿系统/电网谐波治理  
Power Capacitor / reactive power compensation system /  
Power Grid Harmonic Governance



**企业简介** Brief introduction

天津威斯康企业系GERMANY VSK INTERNATIONAL HOLDING DROUP(德国威斯康国际控股集团)所属,是在中国范围内专注于生产电力电容器、无功补偿系统、电能质量谐波治理及成套装置的重点骨干企业,先后获得“全国质量诚信示范企业”、“全国质量服务消费者满意企业”等国家级证书,已通过国际ISO9001:2000质量管理体系认证,拥有世界一流的检测与试验中心,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”。

天津威斯康,在电容补偿领域里,素以领先技术的生产工艺和高精密度的制造系统,以及完善的质量保证体系为全球用户提供物超所值的杰出品质与服务,产品已进入大部分电力系统使用,并为许多著名电力成套单位提供了持续可靠的服务。目前公司的主导产品有:电力系统用自愈式低压并联电容器、高中压并联电力电容器、切换电容专用切换器、功率因数自动补偿控制器、成套电力补偿(柜)及无功补偿系统、谐波治理系统及相关产品等,以高新科技、新工艺为依托,产品的安全性、可靠性达到国际领先。主要用于高低压电网提高功率因数,减少线路损耗,改善电压质量,是国家推荐使用的新型节能产品。产品经国家电力电容器质量监督检测中心、国家电测配设备质量监督检验中心和中國质量认证中心检测全部合格并获得西安电力电容器研究所和天津电气传动研究所颁发的型号使用证书,和中国国家强制性产品认证证书等,产品被中国电器工业协会电测配设备分会为低压成套开关设备全国联合设计指定选型产品,并经中国国家质检总局产品质量申诉处理中心认可,给予产品质量信誉跟踪,全部产品由中国人民保险公司承保。

公司系现代化股份制企业,集研究开发、设计、生产、销售、服务为一体,依靠技术进步、先进的生产设备、严格的生产管理和品质管理,使得“VSK”牌、“WISCON”牌系列产品在今天的市场中赢得了荣誉,就是在将来,我们也会不断地研制具备一流品质的产品来维护“VSK”牌、“WISCON”牌产品已取得的成就。

公司秉承“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“科技兴业”之路,精心致力于电力补偿事业的繁荣与发展。

世界因“V”更精彩,活跃在中国的VSK,竭诚服务于新老客户,服务于中国电力建设现代化。

Tianjin VSK Enterprise, belonging to GERMANY VSK INTERNATIONAL HOLDING GROUP, is a key enterprise specialized in producing power capacitor, reactive compensation system, energy quality harmonic treatment equipment and complete equipment. It was titled "National Model Enterprise in Quality and Credit", "National Satisfying Enterprise in Quality and Service, etc.", and passed ISO9001:2000 certification, with the first-rank inspection and test center, in addition, it was honored "Enterprise of Quality and Keeping the Promise & Enterprise of Stable and Qualified Quality of National Reactive Compensation Equipment" by China Electric Power Research Institute, Power Dispatching and Communication Center and National Electric Power Company Grid Construction Branch and "Unit of Organizational Membership of China Association for Quality Inspection" by China Association for Quality Inspection.

Relying on the advanced production process, high-precision manufacturing system and perfect quality guarantee system in the field of capacitor compensation, the enterprise always provided the excellent quality and service for global customers. At present, the products have been widely used for most electric power systems, and the enterprise has provided the continuous and reliable service for many famous complete electric equipment units.

Now, the enterprise has produced the main products including self-healing low voltage shunt capacitor, HV/MV shunt power capacitor, special converter for capacitor, power factor automatic compensation controller, complete power compensating panel (cabinet) and reactive compensating system, harmonic treatment system as well as relevant products, the security and reliability of products have reached the international advanced level. The products are the new type of energy-saving products recommended by the state, mainly used to improve the power factor of HV/LV power grid, reduce the circuit loss, improve the voltage quality. What's more, the products, under test, have been approved by National Center for Quality Supervision and Inspection of Power Capacitor, National Center for Quality Supervision and Inspection of Electric Control Distribution Equipment and China Quality Certification Center. Meanwhile, the enterprise acquired the model utilization certificate awarded by Xi'an Power Capacitor Research Institute and Tianjin Institute of Electric Drive as well as CCC certificate, besides, the products have been appointed as the selected products of national unified design of low voltage switchgear assemblies by Electric Control and Distribution Equipment Branch of China Electrical Equipment Industrial Association, approved by the Product Quality Complaint and Handling Center of AQSIQ, and given the product quality and credit tracing. All products have been insured by PICC.

The enterprise is a modern joint-stock enterprise, integrating the development, design, production, sale with service. Its leading technology, advanced production equipment, strict production management and quality management enable the products of VSK brand and WISCON brand to enjoy the reputation in the today's market. However, in future, the enterprise will continue to research and manufacture the first-rank products to maintain the yesterday's achievements of the products of VSK brand and WISCON brand.

Embracing the enterprise spirit of "harmony, surpassing, common prosperity" and business conception of "credit first and service orientation", the enterprise develops toward the aim of based in Tianjin, spreading through "three north", facing to the whole country, going toward the world and abides by taking the road of developing business by science and technology, to be devoted to the prosperity and development of electric power compensation undertaking.

The world is wonderful only because of "V", VSK growing on China's stage will, as always, sincerely serve every customer and contribute to the modernization of China's electric power construction.





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  
无瑕品质在追求中呈现  
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 ENTERPRISE



Power Productivity and Service  
for a better world

## 目录 Contents

关于功率因数	1-2
功率因数校正基本原理	2
无功功率补偿系统	3-4
功率电容器的相关介绍	5-7
谐波治理	8-13
VZMJ电力系统用自愈式并联电容器(特制型)	14-16
VZMJ电力系统用自愈式低压并联电容器(单相)	17
VZMJ电力系统用分相补偿并联电容器(三相四线, Y接)	18
VRF系列滤波电力电容器	19
VKRF系列电力系统抗谐波专用电容器	19
VCJR型电容器专用切换器(特制型)	20-21
VCJR3型电容器专用切换器	22-23
VFK系列电容器复合投切装置	24
VKCS系列动态无触点投切调节器(容性无触点调节器)	25
VKCS系列动态无触点投切调节器(感性无触点调节器)	25
VKSS系列动态瞬时快速调节器(切换器)	26-27
JKL1B-W/JKLC-W系列智能功率因数补偿控制器	28
RVC-V(JKLI)F用户界面友好的功率因数控制器	29-30
VVFC谐波型智能功率因数补偿控制器(常规型)	31
VVFC-D谐波型智能功率因数补偿控制器(动态型)	
VVFC3系列功率因数(共补+分补)自动补偿控制器	32-34
VVFC3-D系列功率因数动态(共补+分补)自动补偿控制器	
VDZK-1型电能监测综合补偿控制器	35-36
VVFC3功率因数动态瞬时补偿控制器	37-38
VLBD型反谐振三相滤波器扼流圈(去谐系统)	39-40
VRL5型方管刀形触头熔断器	41
VB1-65型、VB2-65型低压电容保护断路器	42-43
VJR36B型电容热保护继电器	42-43
VJDC型电力电容保护器	42-43
低压限流电抗器系列	42-43
VRC-CL调谐滤波功率因数自动补偿系统	44-45
VRC-DL动态调谐滤波功率因数自动补偿系统	45-49
VRC-DL/S智能型动态瞬时无功补偿滤波成套装置	50-51
VSK/VRC-DL/S动态瞬时滤波电容补偿装置柜的应用	52
电容器无功功率一览表	53
GB/T 14549-93 谐波管制标准(摘要)	54

## 关于功率因数

### 概述

随着电能质量越来越被重视,功率因数校正(PFC)技术也会被广泛地应用。通过改良功率因数来提高功率质量,不仅节约成本而且也是一种利润明显的投资。在中低压配电网系统中, VSK致力于改良功率因数(cos φ)并通过产生无功功率来提高电压的稳定进而改善配电网系统的电压质量与可靠性。

### 功率因数(低功率因数cos φ)

低功率因数可导致:

- 1、较高成本及能源消耗
- 2、降低输电效率
- 3、电网功率损耗
- 4、较高的变压器损耗
- 5、电网压降增加

### 什么是功率因数

电能的合理应用要求经济发电、无损传输及分配。这就是意味着要尽量限制电网中所有引起电能损耗的因素。其中之一因素就是无功功率,工业以及公共电网上的主要负荷是电阻-电感性的。

电网功率因数校正的目的是通过在某些特定的环节上用超前无功功率来补偿滞后无功功率。此方法还能避免过高压降及额外的电阻损耗。将电容器尽可能地靠近电感负载并联于电网就可产生所需的超前无功功率。静态及动态电容补偿装置可以减少网上传输的滞后无功功率。当网络条件改变时,通过增加或取出(投入或切出)单个功率电容器(常规PFC),就可逐步调整所需的超前无功功率来补偿滞后无功功率。

### 无功功率是如何产生的

电网中的感性负载(如电机,扼流圈,变压器,感应式加热器及电焊机)都会产生不同程度的电滞,即所谓的电感,感性负载是这样一种特性—即使所加电压改变方向,感性负载的这种滞后仍能将电流的方向(如正向)保持一段时间。一旦存在了这种电流与电压之间的相位差,就会产生无功功率,并被反馈到电网中。电流电压再次相位相同时,又需要相同大小的电能在感性负载中建立磁场,这种磁场反向电能就被称作无功功率。在交流电网中(50/60Hz),上述过程每秒钟重复50或60次,因而一种显而易见的解决方法就是直接将这磁能通过电容器来暂时存储和释放,从而减少了电网的无功功率交换。

### 无功功率补偿

虽然感性负载需要的无功功率并不用于做有用功,但是不得通过电网产生,传输和配送。这一事实迫使加大变压器、发电机和线路的规模,并且引起损耗和线路压降。因此,大多数电力部门以附加费用形式处理无功功率。

感性负载附近安装的电容器产生这些感性负载所需的无功功率,这种结构接入电网称为补偿或改善功率因数(cos φ)。这是为提供所需无功功率的最经济、简单和安全的系统。无功补偿装置是以电容器和控制器、保护开关和投切开关等设备为主要元件,直接并接在变电所的出线端或需要就地补偿的电器设备旁边。

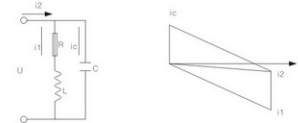
电网输出的功率包括两部分:一是有功功率;二是无功功率。直接消耗电能,把电能转变为机械能,热能,化学能或声能,利用这些电能做功,这部分功率称为有功功率;不消耗电能,只是把电能转换为另一种形式的电能,这种能作为电气设备能够做功的必备条件,并且,这种能是在电网中与电能进行周期性转换,这部分功率称为无功功率,如电磁元件建立磁场占用的电能,电容器建立电场所占用的电能,电流在电感元件中作功时,电流超前于电压90°,而电流在电容元件中作功时,电流滞后于电压90°。在同一电路中,电感电流与电容电流方向相反,互差180°。如果在电磁元件电路中有比例地安装电容元件,使两者的电流相互抵消,使电流的矢量与电压矢量之间的夹角缩小,从而提高电能作功的能力,这就是无功补偿的原理。

下面简单分析下无功补偿的作用;在图(1-1)中,左图是感性负载和电容并联的等效电路,右图是电流的向量图,IC为并联电容的电流,I1为负载的电流,I2线路的总电流。由左图可见,未接入电容之前,线路总电流I1=I2。在接入电容后在I2为I1和I2的向量和,由右图可见,I2<I1。

总电流的减少,实质上是电容电流抵消掉一部分感性电流的结果。

从下图中清晰可见,总电流减少的同时,电流与电压的夹角(即为功率因数角)变小了,也就是功率因数cos φ提高了,从而能使用户的功率因数达标而不被电力部门罚款。

为此,在一些较大的负载中,如工厂,都有安装自动无功功率补偿系统(支谱式/常规式)。这些系统包含一组电容器单元,它们根据功率因数控制器所测的功率因数或无功功率来确定电容的投切数量。



图(1-1)感性负载和电容并联的等效电路

### 功率因数改进

功率因数可通过以下途径得改良

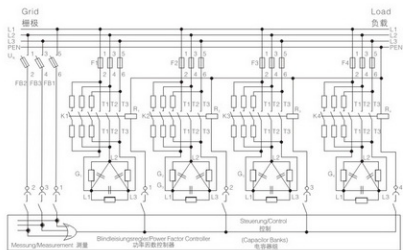
1. 电容器无功功率补偿
2. 半导体无功功率补偿
3. 使用过激的同步电机(马达/发电机)

### 功率因数校正的好处

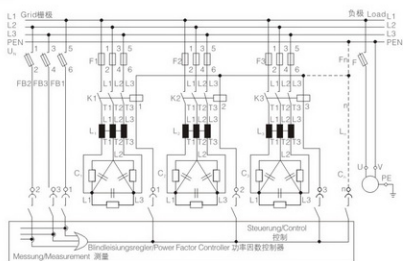
1. 消除电费中的附加费，节省电费的开支。
2. 输配电成本降低，3到24个月即可收回投资成本，功率因数校正降低了系统中的无功功率、功率损耗进而输配电成本也成比例下降；
3. 有效的利用设备，功率因数的改善意味着电力设备更经济实用的工作(同样的视在功率具有更高的有功功率)；
4. 改善电压的质量；次级变压器产生更多的功率。
5. 减少电压降；增大线路的端电压。
6. 最优的电缆尺寸，随着功率因数的提高(载流量减小)，电缆横截面也因此减小。或者说，同样的电缆可以传输更多的功率；
7. 较小的传输损耗，输电线和开关装置的载流量减小，假如只有有功部份，这就意味着输电线的铜损得以降低。

## 功率因数校正基本原理

带有预充电接触器的电容器组



带有滤波电容抗振流圈的去谐电容器组



### 功率因数

当线路接入负载时，该负载吸收的电流取决于其电气特性，此电流与外加电压的乘积视为视在功率。

视在功率由负载可以(以机械能或热能形式)提供的有功功率和为了使其某些类型的负载工作而需产生磁场所需要的无功功率组成。有功功率与无功功率的关系由功率因数或(在纯正弦系统中) $\cos \phi$  定义：  $\cos \phi = \frac{\text{有功功率}}{\text{视在功率}}$  功率因数的值在 0 至 1 之间变化。

## 无功功率补偿系统

表：显示了一些常见负载的功率因数近似值

负载类型		$\cos \phi$
照明	白炽灯	1.00
	荧光灯	0.50-0.60
	汞汽灯	0.50
感应电动机	钠蒸汽灯	0.50-0.60
	全空负载	0.15-0.85
电焊	电阻焊接	0.60
	电弧焊接	0.50
电炉	感应炉	0.60-0.80
	电弧炉	0.70-0.80
	电阻炉	1.00

### 主要元器件 VSK智慧型功率因数补偿控制器

现代功率因数补偿控制器已经微处理理化。微处理器分析来自电流变送器或无功功率的信号并产生开关命令来控制接触器或无触点投切开关以增加或减少电容器的并列数目。VSK由这种微处理器化的功率因数补偿控制器产生的智能控制可确保电容器的平稳利用及最少的开关操作次数，并提高了补偿精度，进而也优化了使用周期。

### VLBD扼流圈(补偿及滤波)

配电网越来越受到现代电力电子设备，即所谓的非线性负载，如驱动马达、不间断电源、电子镇流器等所产生的谐波污染。谐波对连接在功率因数补偿电路中的电容器，特别是工作在工频频率上的电容器是非常危险的。将VLBD扼流圈与VZMJ电容器串连可解调串共振频率(电容器的共振频率)，从而有助于防止电容器损坏。关键频率是第五次和第七次谐波频率(250Hz和350Hz)，去谐电容器组也可减低谐波畸变程度并达到清洁网络的目的。

### 电容器

功率因数校正电容器能产生必要的超前无功功率以补偿滞后无功功率。功率因数补偿电容器应该能够经受因开关操作引起的高浪涌电流( $> 100 \cdot I_n$ )，如果电容器是并联的电容器组，那么由于来自电网和并联电容器开关的充电电流，会使浪涌电流增加( $\geq 150 \cdot I_n$ )。

### 电压波动(包括瞬变过电压，上/下电压波动以及闪变)

以上波动大多数是由于大功率负载(如电焊机和电弧炉)或大功率波动引起的。这些随机的电压波动也常被称作闪变，因为它们很容易从照明设备的可视变化中被注意到。它们不仅干扰人们的视线，而且会损坏一些敏感的生产过程。在较弱的电网中，闪变会对很大的地域造成影响，而动态电压补偿则是一种可能的补救方法。谐波畸变是由非线性负载引起的，它可能导致相联设备误动作。谐波引起的共振甚至破坏电网中的某些设备，而有源及无源滤波器可防止这种现象的发生。

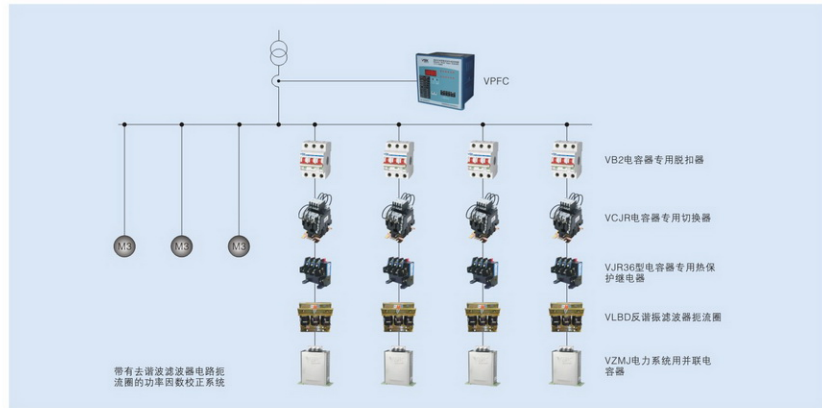
整流频率特性曲线下凹通常由电力电子设备所引起，它可以通过布线来降低。

### VCJR型电容器专用切换接触器与VKCS型动态无触点投切调节器

VCJR型切换接触器是一种专用于切换电容器用的机电开关器件，用于常规或去谐功率因数补偿系统中电容器与电容器或电抗器与电容器间的切换。开关操作可由机械触头来完成。若对于敏感负载，如电焊机、冲压机械负载等补偿需要快速开关控制的情形，采用电子开关VKCS型动态无功补偿无触点调节器来控制是较好的选择。

### 保险丝（熔断器）与电磁式脱扣器

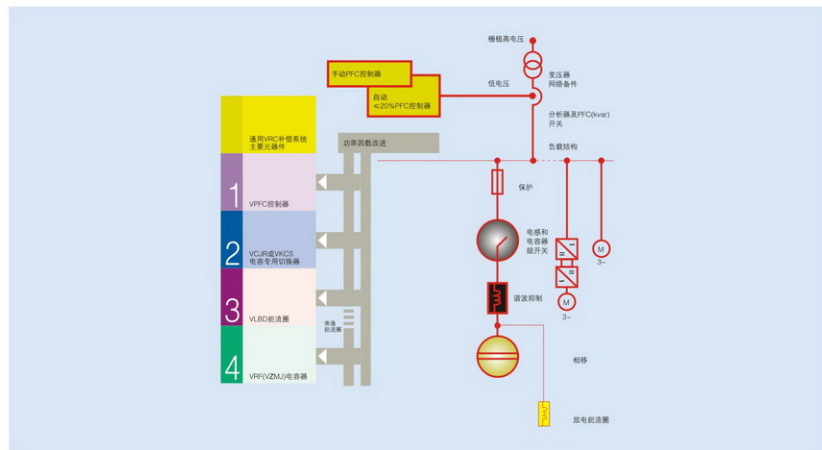
VRL系列低压电容保护熔断器或VB1、VB2系列电容专用脱扣器是用于功率因数补偿系统作短路保护的安全装置。



### 电力系统装无功补偿装置的必要性

无功补偿在电力系统中有着重大的经济和技术上的意义，电力负荷中感性负载占据了主导地位。如电动机、工频感应炉、变压器、交流电焊机、乃至照明的日光灯等，都是感性负荷。这些感性负荷的存在极大的降低了电网的功率因数。导致电力线路的线损增加。变压器出力不足等。

无功补偿装置的投入，可以补偿电网的感性无功功率、提高系统的功率因数，降低线路的损耗，使导线的截面得到充分的利用，同时改善电网的质量，总而言之是有着巨大的经济效益。



### 功率电容器的相关介绍

#### VSK电容器的设计

##### 1、MKK/MKP

广泛应用的电容器，考虑其物理特性与经济成本，往往需要采用不同的电介质工艺。就低压功率因数校正而言，MKK/MKP(金属化塑料/聚丙烯膜)工艺已被证明是目前最为经济实用的技术。它的电介质厚度随额定电压的变化而变化。其金属化层(以锌和铝为主要成份)和特别加强的厚边保证大电流及高温工作环境中电容的稳定性。厚边及特殊薄膜切割技术(波状齿与平滑切割的优化组合)可产生最大的有效表面用于金属喷涂或接合处理(绕组设计)这导致了突出的浪涌电流抑制能力，此外由于绕组薄膜边缘收缩效应引起的边缘接触问题也得到充分解决。

##### 2、VSK的自愈技术

当电容器发生瞬时过载或过电压导致介质故障时，电容器能自我恢复的技术。当电容器在邻近使用寿命期限或由于电气过载及过热时就可能发生击穿现象。这就会产生一个小电弧，它在几微秒内就可以把击穿区的金属化层蒸发，而在此处由高温产生的气压同时又将气化的金属化层吹出击穿区，这样就在击穿区形成一个没有金属化层的绝缘区，在击穿发生过程及发生之后，电容器仍能正常工作，由自愈引起的电容量的损失少于100PF，也就是说损失程度只有通过精密的测量仪器才能检测出来。

##### 3、真空灌注

绕组单元被加热，然后干燥一段时间而灌注(浸渍材料)则在高度真空环境中完成。用于这种方法，空气和湿气可以从电容器的内部排出，从而避免了电极的氧化和局部放电。随后电容器就被密封在电容器壳内(例如铝壳)。VSK这些复杂的生产过程确保了电容器具有极好的电容稳定性，以及较长的使用寿命。

##### 4、高的浪涌电流承受能力是关键重要的

用于功率因数校正的电容器要经受多次开关操作，随之产生的高浪涌电流必须要经过处理才不减低电容器的寿命。这一技术得益于扩大的灵敏触点区(改良的金属喷镀)，即波状式切割与厚边膜设计。这使得VSK电容器能轻松地处理高倍额定电流的浪涌电流。



VSK引进德国先进的键膜作业系统

#### 应用指南

##### 1、熔断器及脱扣器的保护

功率电容器应采用熔断器(保险丝)或电磁式脱扣器作保护短路。应该优先选用慢熔断，低电压及高开断容量的保险丝，保险丝的额定值应为电容器标称电流的1.6到1.8倍。电磁式脱扣器应整定在9到12倍的额定电流值之间，可以防止它们在高浪涌电流时的误动作。建议使用VRL系列低压电容保护熔断器或VB1、VB2型电容器专用脱扣器具有此功能。

##### 2、VCJR型电容器专用切换开关

当电容器接入交流系统时，谐振电路或多或少会有一些程度的衰减，除了额定电流外，电容器也接受了一数倍于额定电流的瞬变电流(可高达200倍)。这时选用的接触器除了满足厂商声明的容性电流切换能力外，应选用切换速度快、冲击小的接触器。推荐使用带有超前触点的电容器接触器VCJR型，它的特点是利用预先充电电阻来抑制浪涌电流，由于采用特殊制作工艺，因此VCJR型切换器的充电电阻不易烧蚀。

##### 3、放电装置

电容器被再次接入前，必须要放电至最大电压为额定电压的10%。这样可以防止放电脉冲对PFC系统中的电容器使用寿命的影响，并防止电路震荡。电容器在3分钟内放电必须小于75V。在功率电容器与放电装置之间的电路中，不得有任何开关，保险丝或任何其他它断开装置。VSK为所有系列的电容器都提供了新型放电电阻或放电扼流圈，并且能在1分钟内放电至50V以下。

##### 4、用于带有谐波的网路

谐波是由非线性电压/电流特性的电子负载的操作而引起的。(如用于驱动装置、电焊机及不间断电源的整流器和变频器)，谐波是频率几倍于50Hz或60Hz线频率的正弦电压和电流。在低压三相系统中，5次和7次谐波是最为严重的，去谐电容器被用于受谐波影响的系统的功率因数校正。此时由VRF或VZMJ功率电容器和VLBD扼流圈组成串联谐振电路，调整这个电路的串联谐振频率使之低于系统中谐波频率。对于高于串联谐振频率的频率它呈感性，这就避免了与系统电感发生共振，根据所选择的串联谐振频率，部份谐波电流可由去谐功率电容器吸收。剩余谐波电流则流入上级系统。去谐功率电容器有助于减少由谐波引起的电压畸变并减轻对其它电子负载正常工作的干扰。

##### 5、安装

技术规范如VDE0101，VDE0560第四部分及第46部分、EN60831和IEC831均适用于功率电容器的安装与操作。它们应置于凉爽及通风的地方并远离其它散热元件。如果有充分的空气流通而且电容器的间距至少有50毫米，那么自然冷却就足够了。否则，在通风不太好的情况下需要强制冷却(风扇)，将温度调整至最大允许环境温度之内。

使用的环境及条件

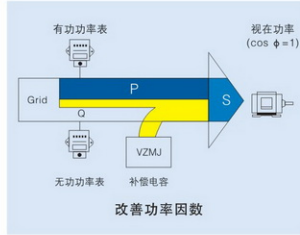
在为功率因数补偿系统选定电容器时，下列因素会影响电容器的性能和使用寿命。

1. 电压
2. 谐波
3. 温度
4. 负载(过电流)
5. 浪涌电流

长时间的过压会缩短电容器的使用寿命。电容器的额定电压必须要等于或大于电容器所在电路的工作电压。谐波会对电容器产生过电压及过电流。如果对电压而言，总谐波畸变度超过5%，那么由其产生的谐波就会对电容器产生严重破坏，这时推荐使用串联VLBD扼流圈(去谐)。

电容器工作温度在超过本手册所列的上限时，就会加速电介质的老化并缩短电容器的使用寿命。当电容器被再次投入前，其上的剩余电压不应超过额定电压的百分之十。在电容器的充电过程中，电流是非常高的。

在自动电容器切换时，类似于将已放电的电容器与连到网上的已充电的电容器相连接。这时最大瞬变峰值电流可达100\*In。在切换的过程中，由高幅值高频率的瞬变过电流产生的热应力及电力可能对系统造成损害。安装带有预先充电电阻的VCJ型电容专用切换器来抑制浪涌电流或串联电感(由双股线连接在接触器和电容器之间)的电容器可以避免过高的瞬变电流。



选配要点(仅指380V电网)

电容器：无功容量(Kvar)=负载有功功率P×(tanθ<sub>1</sub>-tanθ<sub>2</sub>)其电压等级优选440V，更适合中国电网波动较大，电网存在谐波的状况，特别是在将来加装滤波器扼流圈(7%)后，可不必更换电容器。本公司的电容器在设计制造时，充分考虑了中国电网的实际情况，在电气绝缘、防护强度、安装等级、包装运输等更均适合。

电容器的选择

低压集中补偿：补偿容量Q(Kvar)=(补偿前功率因数的相角tanθ<sub>1</sub>-补偿后功率因数相角tanθ<sub>2</sub>)×系统有功功率P(kW)  
 电机直接补偿：补偿容量Q(Kvar)=P(tanθ<sub>1</sub>-tanθ<sub>2</sub>)/η(η 马达效率)  
 电容器额定电压：本公司推荐使用440V电压等级，以适应中国电网波动及今后加装反谐波滤波器扼流圈(电机抗)的需要。串联反谐波滤波器扼流圈后，电容器系统电压升高，其额定电压Un=Uo(系统电压)/(1-A)，A为电抗率，如7%电抗率，Un=400/(1-7%)=430V，则选440V。  
 主要计算公式：Q=ωCnU<sup>2</sup>n, ω=2πf, In=Un/Xc, Xc=1/ωCn, XL=ωL, tanθ=Qn/Pn, S<sup>2</sup>=P<sup>2</sup>+Q<sup>2</sup>

VSK 建议广大设计师在无功补偿装置的规划设计时优先采用以下方案更为合适

电容器步比(差容值)的设计

对于为了适应电网负载大小变化而进行电容器大小搭配的做法，被称为差容编码补偿方式(以下简称编码投切)。其电容器容量的大小不是随意给定的，它应遵循一定的容量比值关系。并且电容器只需少量几步，就可拥有很大的电容量，提高了补偿精度，简化了线路，节约成本。

电容器制造车间，需要根据用户的负荷情况和负载特性，来确定输出电容器与第一步之间的相对无功功率的比值。通常把第一步及第二步的电容器组容量安排得较小作微调补偿之用，以适应在重负荷时，为了达到预设的目标功率因数时，还需投入少量的电容量；或者在较小的感性负荷(夜晚轻载)时的补偿，避免轻负荷不补，从而提高了补偿精度。而第二步电容器组的容量比第一步大一倍，第三步、第四步...的电容量与第一步的比值可以安排为3倍或4倍，从而用较少的步，但有足够的电容量，对电网及时补足。

例1: 1:1:1:1:1 (市面常规设计方案)

步数	步容量	比数
第一步	15Kvar	1
第二步	15Kvar	1
第三步	15Kvar	1
第四步	15Kvar	1
第五步	15Kvar	1
第六步	...	1

6步共拥有90Kvar容量，精度为15Kva

例2: 1:2:4:4:4 4(VSK推荐使用设计方案)

步数	步容量	比数
第一步	7.5Kvar	1
第二步	15Kvar	2
第三步	30Kvar	4
第四步	30Kvar	4
第五步	30Kvar	4
第六步	...	4

6步共拥有142.5Kvar容量，精度为7.5Kva

步切换程序

目前市场上的控制器一般都是采用循环方式投切。循环切换程序遵循“先进先出”的序列原则，对电容器有轮流投切。具有每步电容器切换次数都相同的优点，但由于只能采用等容(每步容量都相等的步比值1:1:1...1)配置，因而存在以下缺点：

- 1)不能把每步分的很细，否则将增加很多步数(例：每步15kVar，补偿容量250kvar需用16步)
- 2)每步电容器运行的时间不能相同。
- 3)大的负载启动时，只能一步一步地投入电容器组；瞬间变小的负载也只能一步一步地切除电容器组。
- 4)轻负荷时，还需投入少量的电容量而不能投入。
- 5)单一的循环投切不能满足谐波补偿要求。

关于VSK步比差容值补偿(输出编码)的应用举例

在本手册中输出编码的概念是指补偿系统控制器输出电容器组投切控制信号的方式，而输出方式直接与电容器组容量的大小搭配方式有关。

市面上一股传统的控制器都只有一种编码方式即等容量(1:1:1:1...)循环投切，电网所要补偿的容性无功功率的数值往往是连续的不分等级的，受硬件条件的限制补偿装置提供的容性无功功率通常都是有限的几种等级数值，这是一对供矛盾，这对矛盾在系统负载比较小时表现最为突出，现举例说明如下：如某用户有一只315KVA的变压器，补偿总容量为100Kvar，用20Kvar的电容量组共5只，控制器采用市面上常用的JKG型控制器，此控制器的控制物理量是功率因数，目标功率因数投入门限是滞后0.92，切除门限是滞后0.99，在晚上的某时刻发现系统功率因数为滞后0.60,视在功率为12.5KVA，感性无功功率为10Kvar，控制器不停地进行投切动作。分析其原因是单组电容器的容量(20Kvar)远远大于系统所需补偿容量(10Kvar)所致，当控制器没有投入电容器组系统功率因数是0.6，根据JKG型控制器控制原理系统功率因数低于目标功率因数时控制器必须投入电容器组，当电容器组投入后由于多补偿了10Kvar的容性无功功率，使得补偿后的功率因数从感性的0.60变成了容性0.6，由于JKG型控制器的切除功率因数门限是滞后0.98，所以控制器又需切除刚投入的电容器组，这样就不停地来回重复动作，专业术语叫投切震荡，其弊端有两点：第一频繁而无意义的投切动作大大缩短了电容器组和交流接触器的使用寿命，第二电力系统虽然安装了补偿装置却达不到预期的补偿效果。以上现象大部份用户都会遇上，不同的是情况有轻有重而已，这个问题是每个用户不可回避的问题，要解决以上问题我们只要作到三点即可：第一控制器的投切物理量必须取无功功率；第二所有电容器组不能取等容量，应进行大小搭配；第三控制器应具有自动挑选合适电容器容量的能力。而VSK的VPFC型控制器就完全具备这三点。为了达到理想的补偿效果，建议您选用天津威斯康“VSK”“WISCON”牌补偿系列配套产品，为您的电力补偿系统的长期稳定、可靠运行提供了更多的保证。

对于为了适应电网负载大小变化而进行电容器容量大小搭配的做法在本手册中被称为输出编码，既然是编码那么电容器容量的大小就不能随意给定，它应符合一定的规则，VPFC系列控制器提供了12种电容量比例大小搭配方案：

常用的步比值如下

编码名称	内容
Pr-1	1:1:1:1:1.....1
Pr-2	1:2:2:2:2.....2
Pr-3	1:2:4:4:4.....4
Pr-4	1:2:4:8:8.....8
Pr-5	1:1:2:2:2.....2
Pr-6	1:1:2:4:4.....4

编码名称	内容
Pr-7	1:1:2:4:8.....8
Pr-8	1:2:3:3:3.....3
Pr-9	1:2:3:6:6.....6
Pr-10	1:1:2:3:3:3.....3
Pr-11	1:1:2:3:6:6.....6
Pr-12	投入顺序1234.....; 切除顺序.....4321

我们用VPFC型控制器来解决上面例子的问题

根据例电网参数的特点我们选Pr-3编码方案，根据补偿总容量和Pr-3编码方案的容量比例关系第一回路取5Kvar，第二回路取10Kvar，第三回路取20Kvar，第四回路取20Kvar，第五回路取20Kvar，第六回路取20Kvar，共6只电容器组。当电网需要10Kvar时，控制器只要投入第二回路即可，当需要15Kvar时只要投入第一第二回路即可，当需要20Kvar时只要投入第三回路即可。投入容量的选择VPFC可自动完成。由于VPFC采用无功功率控制电容器组的投切，所以它没有投切震荡的问题，并且提高了补偿精度，一步到位的投切模式，提高了投切速度，对电网一次及时补足。

## 谐波治理

### 1. 关于谐波

在经济和科技快速发展的今天，生产过程中没有电力电子装置是不可想象的，由于电力电子的发展和应用，输电线路中的谐波失真程度近年来逐渐增加。谐波失真如今已成为工厂的一个共同问题。它通常是由于静电转换设备引起的，例如电动机的变速驱动、软启动器、整流器和UPS系统等。谐波失真可能导致电缆和变压器过热，导致断路器跳闸，还可能导致计算机和通信设备出现故障。如以下用电设备在许多用电场合都得到了应用：

- 变频器
- 整流装置(如电镀、充电、直流调速等)
- 直流电机
- 电焊设备
- 电弧炉
- 中频炉
- 数控机床
- 电子控制机构
- 自感饱和铁芯
- 不间断电源
- 照明控制系统(亮度调节)
- 开关电源(计算机、办公自动化设备、电子设备、家用电器)
- EDM机械

由于这些负荷的非线性、冲击性和不平衡的用电特性，电网中的谐波问题日益严重，造成了电网电压和电流波形严重畸变，对供电质量造成严重污染。

谐波也可能是由于相邻工厂产生的谐波影响到公用配电网络而产生的。

配电系统出现的谐波，典型的有三次、五次、七次、九次、十一次。在实际运行过程中，大多数谐波源设备需要无功功率，这就必须由电容器提供补偿。安装无功功率补偿设备并用于生成谐波的设备后，谐振条件可能导致产生高次谐波电压和电流，对于电容器和电气设备均可产生严重损害。

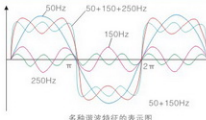


### 谐波是什么？

谐波是主电网频率的倍数。术语称“电网谐波”。

- 电网频率  $f = 50$  赫兹
- 3次谐波  $f = 150$  赫兹
- 5次谐波  $f = 250$  赫兹
- 7次谐波  $f = 350$  赫兹

用傅立叶分析能够把非正弦曲线信号分解成基本部分和它的倍数。



### 谐波的产生

公共电网和工业电网中的谐波量逐渐增加是全世界共同的趋势，很明显地，这和工业应用中，大量使用非线性设备的设备有着直接的关系，这些非线性设备通常为晶闸管或二极管整流器所控制，当非线性负荷接入电网会产生大量的谐波电流，引起电压及电流畸变，它们将导致电网中的供电品质下降。

工业应用中，主要的非线性设备为：

- (1) 整流设备
- (2) 变频驱动装置

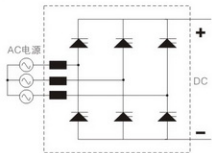


图1 整流设备电路图

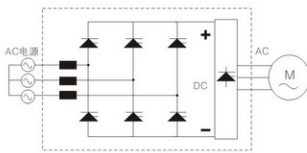


图1 变频驱动装置电路图

### 三相非线性设备所产生的谐波阶次

$$n = K \times P \pm 1$$

$n$ :谐波阶次  
 $K$ :正整数(1,2,3,...)  
 $P$ :设备脉冲数

以6脉冲整流设备而言，其所产生的谐波阶次主要为5th, 7th, 11th, 13th...等

### 三相非线性设备所产生的谐波电流

$$I_n \approx \frac{I_1}{n}$$

$n$ :谐波阶次  
 $I_n$ :第 $n$ 次谐波电流  
 $I_1$ :谐波负荷基波电流

以6脉冲整流设备而言，其所产生的主要谐波电流量为

$$I_5 \approx \frac{I_1}{5} = 20\%I_1 \quad I_{11} \approx \frac{I_1}{11} = 9.1\%I_1$$

$$I_7 \approx \frac{I_1}{7} = 14\%I_1 \quad I_{13} \approx \frac{I_1}{13} = 7.7\%I_1$$

### 谐波的影响

谐波电流由非线性负荷产生后注入电网，将会在电网等效系统阻抗上产生畸变的谐波电压。

谐波电流的影响：	谐波电压的影响：
(1)增加导线或线圈的电力损耗及温升，加速绝缘劣化	(1)影响同馈线所有电气设备的供电品质
(2)造成电机抖动，进而影响生产产品的质量	(2)造成参考位准偏移，使控制设备误动作
(3)导致电容器因谐波过电流而故障	(3)干扰讯号传输，使传输数据不准确
(4)功率因数无法提升	(4)导致电容器因谐波过电压而故障
	(5)功率因数无法提升

### 2. 谐波的危害

谐波对电力系统产生的危害主要有以下几点：

- 1) 主回路电压失真。
- 2) 对电费计量系统：将谐波电流计为有功电流，造成用户多支出电费。
- 3) 对功率因数补偿电容器：谐波引起的电流和电压增加会导致电容器使用寿命的缩短。系统谐波将导致谐波电压和电流会明显地高于在无谐波情况下出现的谐波电压和电流。导致电容器损坏和电容切换开关的烧毁，以及整个补偿系统的故障。
- 4) 对电动机与发电机：机械振动会受到谐波电流和基波频率磁场的影响，如果机械谐振频率与电气励磁频率重合，产生发生共振进而产生很高的机械应力，导致机械损坏的危险。
- 5) 对变压器：谐波电流可导致铜损和杂散损耗增加，谐波电压则会增加铁损，加剧变压器的发热而且谐波也会导致变压器噪声增加。
- 6) 对电力电缆：导致“R”损耗增加。
- 7) 对电子设备：电压谐波畸变可导致控制系统对电压过零点与电压位置点的判断错误，可导致控制系统失控。而电力与通讯线路之间的感性或容性耦合亦可能造成通讯设备的干扰。
- 8) 对开关和继电器保护：导致电子保护低电压断路器之固态脱扣装置不正常跳闸。电网上一般的谐波有可能对由负序滤波器组成启动元件的保护及自动装置产生干扰。
- 9) 对计算机和一些其它电子设备：较高的谐波可导致控制设备误动作，进而造成生产或运行中断。
- 10) 线路局部点保险丝过热导致熔断或炸毁。

### 3. 解决方法

在电力系统中对谐波的治理就是如何减少或消除注入系统的谐波电流，以便把谐波电压控制在限值之内，抑制谐波电流的工业措施主要是：

1. 无源滤波器
  - ①. 调谐式谐波吸收器  
 由一个扼流圈和一个电容器串联组成的谐振电路并调谐为对某一频率谐波电流具有极小的阻抗。该调谐的谐振电路用于精确地清除配电网中的主要谐波成分。
  - ②. 非调谐式谐波吸收器  
 由一个扼流圈和一个电容器串联组成的谐振电路并调谐为低于最低次谐波的频率以防止谐振。
2. 有源滤波器  
 借助于两个电流/电压互感器，有源滤波器的电子设备记录了实际的电流曲线。电流曲线被以平均10kHz的频率来采样；依据采样值的大小，通过IGBT桥式电路和注入线圈将一移相180度的电流注入电网，即一个正值被一个负值抵消掉了。

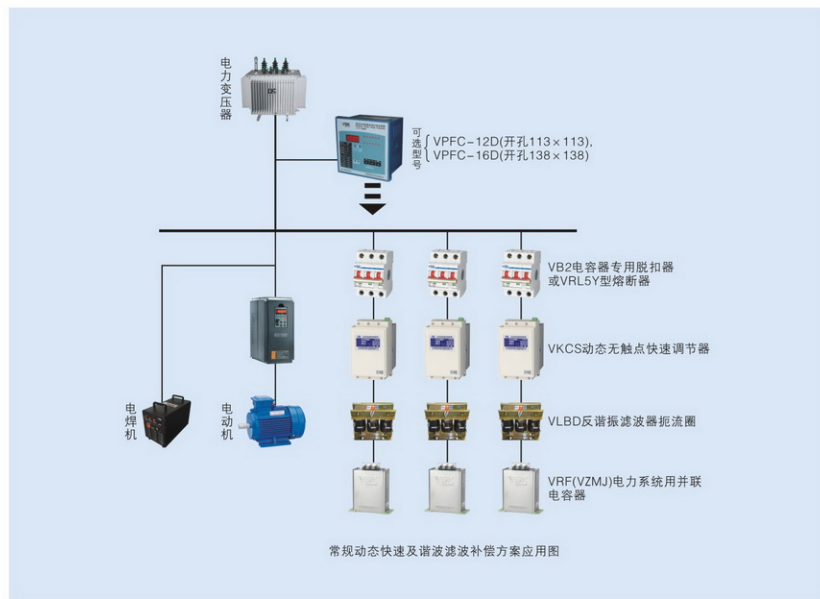
#### 4. 滤波补偿方案

无源滤波器是采用由VRF或VZMJ电力电容器、VLBD扼流圈(电抗器)和电阻器适当组合而成的无源滤波装置进行滤波。由于无源滤波器具有投资少、效率高、结构简单、运行可靠及维护方便等优点,因此无源滤波是目前广泛采用的抑制谐波及无功补偿的主要手段。无源滤波器是通过在系统中为谐波提供一个并联低阻通路,以起到滤波作用,同时补偿了无功功率。

在串联电抗扼流圈的补偿系统中,目标补偿容量和电容器的标称容量之间有以下关系:

$$Q_c = \left(\frac{U_c}{U_N}\right)^2 \times Q_n \times (1-P)$$

电抗率P%	对应谐振频率
P=5.5	214
P=6	204
P=7	189
P=12.5	141
P=14	134



#### 谐波

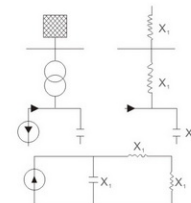
##### 谐振

当频率增加时,电容器的阻抗会降低,表现为谐波电流的低阻路径,增加到基波频率中的电流会落在电容器上而产生危险的过载。功率因数校正电容与电网和变压器的电感构成一个并联电路。

如图中静态转炉生成的谐波电流根据此谐波电路表现出的电感在此并联电路的两个分支之间分流。应指出的是,通过电容器和电网电源的电流可能比转炉产生的电流高得多,具体取决于其谐波频率与并联电路的谐振点的接近程度。转炉产生的每个谐波电流均可能发生这种情况。这可能会对电容器形成过电流损害。最坏的情况下,当静态转炉的任意谐波电流的频率相同,或接近并联电路的谐振频率时,通过两条支路的电流加大,以致于整套安装设施可能被严重损害。

谐波电流也会产生过电压,从而影响作用于电容器的总电压。电容吸收的各次谐波的电流可根据方程计算求出。

$$I_{cn} = \frac{I_c}{1 - \frac{X_c}{n^2 X_L}} = \frac{I_c}{1 - \frac{S_c}{n^2 Q_c}}$$



##### 谐波分量是如何产生的

由于半导体晶闸管的开关操作和二极管。半导体晶闸管的非线性特性,电力系统的某些设备如功率转换器比较大地背离正弦曲线波形。谐波电流的产生是与功率转换器的脉冲数相关的。6脉冲设备仅有5, 7, 11, 13, 17, 19, ..., n倍于电网频率。功率转换器的脉冲数越多,最低次的谐波分量的频率的次数就越高。

其他功率消耗装置,例如荧光灯的电子控制调节器产生大强度的3次谐波(150赫兹)。

在供电网络阻抗(电阻)下这样的非正弦曲线电流导致一个非正弦曲线的电压降。在供电网络阻抗下产生谐波电压的振幅等于相应谐波电流和对应于该电流频率的供电网络阻抗之乘积。次数越高,谐波分量的振幅越低。

##### 谐波分量在哪里发生的

只要哪里有谐波源(参看介绍)那里就有谐波产生,也有可能,谐波分量通过供电网络到达用户网络。例如,供电网络中一个用户工厂的运转可能被相邻的另一个用户设备产生的谐波所干扰。谐波就如同计算机网络中的病毒一样干扰了我们用电网络中的生产设备。

##### 由谐波引发的故障



##### 谐波电流引起事故

非线性功率用电设备产生谐波电流—这是事实甚至连隔离变压器和整流电抗都不能改变。一方面谐波电流导致电压谐波。另一方面,这些谐波电流本身就是网络上一个附加的负荷并且能显著地导致电容器组的过载。在这种情况下发生谐振且谐波电流振荡放大并导致一个更高的负荷是非常危险的。

##### 谐波电压引起事故

在供电网络阻抗下谐波电流产生谐波电压叠加在正弦曲线50赫兹供电网络的电压上。从而,供电网络电压畸变。

电压谐波更进一步的影响可能是供电网电压过零点偏离。

某些在电压过零点触发的电子设备(包括功率变换器)的运行可能被严重地干扰,并可能导致事故的进一步发生。

### 为什么谐波分量对电容器是一个威胁

电容(电容器)在带有功率转换设备的配电网中导致振荡并引起电压的畸变。振荡的频率取决于配电系统的参数。在某些环境下，配电系统中电容器可能削弱电压波形的质量。这样的情况强化了配电系统中已经存在的谐波(有时谐波分量被加倍)。同时，电容器承担自己所产生谐波的额外负载。这个现象在作为无功电流补偿的电容器上尤其严重。在电容器上增加负荷反映为对电流的更高的消耗。更高的电流消耗意味着热过载，因此缩短电容器的使用寿命。

### 谐振事故

进一步地，更为严重的方面是可能出现谐振的情况。这是当电容器和配电网中存在的任何电感形成并联或串联电路时产生的。

### 串联谐振电路

在串联谐振电路里电感和电容是串联连接的。由电容器和变压器电感形成的谐振电路从中压供电网“吸收”谐波电流引起电容过载。串联谐振电路在谐振频率上总是有它的最小阻抗。如果在低压系统里存在一个补偿系统，在这样的情况下电容可以吸收谐波电流。这时电容器和变压器电感形成一个串联谐振电路。串联谐振对于接近该谐振的谐波分量几乎是短路的并且从中压供电系统吸收电流。导致电容器过载。而且，在电容器和电感中产生极高电压甚至电压电弧，在电容器和在电感的分路电压超过了总电压，有可能导致事故的进一步发生。

### 并联谐振电路

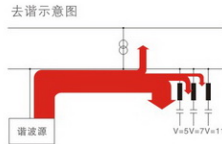
电容器和变压器电感形成一个并联谐振电路。如果这个谐振电路的谐振频率与存在的谐波频率相同，这将导致在极高的系统阻抗下在电路一端产生一个极高的电压谐波。另一方面在电感和电容之间将产生一个补偿电流，增长至几倍于从谐波发生源流入主干网的电流。结果是电容器过载，馈回路和变压器承受额外的负荷，有可能导致事故的进一步发生。

### 谐振怎样能被防止

每一个配电网都类似于一个有着一个或几个自然频率的谐振电路，并且可能有一或几个谐振点。配电系统的谐振频率可以由以下公式得到：

$$f_r = f_n \sqrt{\frac{S_n}{Q_c \times U_n}}$$

这里：S<sub>n</sub> 变压器功率  
 U<sub>n</sub> 变压器的短路电压  
 Q<sub>c</sub> 补偿功率  
 f<sub>n</sub> 电网频率  
 例如 S<sub>n</sub> = 630kVA  
 U<sub>n</sub> = 6%  
 Q<sub>c</sub> = 250 kvar 以 50 kvar 为步长  
 f<sub>n</sub> = 50 Hz



### 电容功率

50(Kvar)  
 100  
 150  
 200  
 250  
 300

### 谐振频率

724(Hz)  
 512  
 418  
 362  
 324  
 295

谐振频率随着电容的投入和切出而改变，在这个例子中，谐振可能是7次电网谐波。应当注意，无论怎样，上述公式只提供一个大致的说明，它没有考虑到系统中由于用回路投入和切出所产生的变化以及谐振频率发生的偏移。如果被计算的频率与现有的谐波一致，谐振现象一定出现，如果计算的频率和谐波分量不匹配也仍然不可能得出确切的结论，因为配电系统参数和短路容量是在持续变化的，因此要百分之百地确定可能的谐振点是不可能的。

串联谐振电路在它的谐振频率上阻抗(电阻)近似为零。与此频率相邻的所有信号都被从供电网里吸收，这自然导致电容器承受更高的负荷。

### 答案

为了防止谐振现象，你必须使用带滤波的补偿系统。在确定带滤波的补偿系统前，您必须现场测量或仿真计算，评估配电系统谐波影响的性质与水平，以确定采用合理有效的解决方案。

### 电抗率和电网清洁的选择：

谐振电路的特征，即在谐振频率相邻处的信号被吸收，其另外一个好处就是它能够清洁电网。取决于不同的电抗系数，相应的谐波分量因此从电网中被吸收。组合滤波器不仅能为用户提供清除电网中3次和5次谐波的功效。无论如何，考虑到电容器系统在更高负荷条件下使用。其额定容量会打折扣。必须对其容量进行补偿。如果谐波分量太大，在低电抗系数时系统可能过载。所以，我们推荐对电网进行测量分析以精确地确定谐波分量。一般情况下电网主要为3、5、7、9、11次谐波，14%针对3次谐波。选择VLBD0.4-7%电抗率可解决大部分问题。而5.67%针对7、9、11、13次谐波。

### 现有系统增加电抗扼流圈后的注意事项

在由电抗扼流圈和电容器组成的串联电路中，在电抗扼流圈上存在着一个电压降，它导致加到电容器上的电压升高。电抗系数越高，电压增加越大。因此有这样一条规则，在系统中使用了带滤波的补偿装置则不能同时使用非滤波补偿系统。滤波性补偿系统需要使用额定电压至少为440V的电容器，在14%电抗补偿系统里则为525V。即使现有的电容器有更高的额定电压，也应当注意到其容量由于老化的原因而随着使用年限递减。如果这样的电容串联到电抗扼流圈上，谐振频率将非常集中而且被吸收的谐波电流将很高，这将会导致电抗扼流圈和电容器的过载。

### 什么时候加电抗扼流圈是必要的

加电抗或者不加电抗？在什么谐波含量的水平时推荐使用滤波性系统？当然，正确的选择是，对电网进行精确的测量并根据《电能质量公用网谐波》的规定来决定是否使用电抗性系统。规划一家工厂时，精确地确定谐波分量当然是不可能的，但是至少可以对将要接在配电系统里的每个用电设备比较清楚。如果没有条件对电网进行谐波测量，依照我们在介绍里罗列的内容能够首先区分出谐波发生源。然后，在分析用电设备之后，可以根据我们的经验进行以下工作：当产生谐波的设备功率总和的比率超过15%时应该使用滤波性补偿系统。尤其需要校核低负荷时期的这一比率，因为通常情况下这时的配电系统状态会促使谐振的加剧产生(没有用电设备消耗电力而能够使配电系统衰减)。例如：在总额定功率为180千瓦的系统内有27千瓦非线性负荷(例如功率变换器等)--应该使用滤波性补偿系统。使用滤波性补偿系统的另一个指标是：相对于电网电压，在5次谐波(250赫兹)上的谐波电压超过2%或者总谐波电压超过3%。这需要电网测量分析，以确定这些值。例如：对于400V的电网电压，在5次谐波上的极限值是8V。2%的极限值显然是相当低。我们向市场所提供的电容器完全能够满足这样的系统条件。但即使在低值时也有谐振的危险。没有能排除谐振的电容器。谐振的产生只能通过串联VLBD反谐振滤波扼流圈用以补偿系统防止！

- 滤波性补偿系统的优势**
- 节省无功电流损耗的费用
  - 减少馈电线，保险丝和变压器的负荷
  - 电网电流谐波减少
  - 防止电网谐波
  - 防止补偿系统运行的电容器及元器件的损坏



VSK拥有国际先进的谐波测试设备，可为用户现场精确测量谐波份量，并可提供详细的数据报表。

### 在同一电网上的滤波和非滤波系统 在相同电网节点的工厂

应该注意到无电抗和带电抗的电容不能并联连接否则可能产生并联谐振。如果两相邻工厂由一个变压器供电。电网的衰减通常足以保证不同的系统能够并行操作。如果两个或者更多工厂连接到电网的一个点上，谐波有可能分布在这个区域，导致在没有谐波发生源的工厂出现谐波分量。

VZMJ型电力系统自愈式并联电容器 (特制型)



概述

VSK牌系列电力系统自愈式并联电容器选用耐电流及诱电性能良好的铝粉复合聚丙烯介质膜作为主要材料。引进德国最先进的工艺技术、生产设备、严格按照国家标准及国际IEC标准组织生产。主要用于低电压网提高功率因数，减少线路损耗，改善电压质量。是国家推荐使用的新型节能环保型产品。

低压成套开关设备全国联合设计指定选型产品。

主要技术标准

- 1、使用条件：环境温度-25℃~+50℃湿度小于85%RH
- 2、海拔高度：2000米以下
- 3、额定电压：230VAC、250VAC、280VAC、400VAC、415VAC、430VAC、440VAC、450VAC、480VAC、525VAC、690VAC、730VAC、1050VAC
- 4、额定容量：1-60KVAR
- 5、容量偏差：0~+10%
- 6、损耗角正切值：0.12%以下
- 7、耐压性能：极度间2.15un0秒，极壳3000VAC10秒
- 8、自放电特性：电容器加 $\sqrt{2}$ un直流电压断开电源后一分钟，剩余电压为50V以下。
- 9、保护装置：内附安全型防爆保护装置
- 10、相数及接法：三相△接法(或Y接法)
- 11、允许最高过电压电流：额定电压的110%以下,额定电流的130%以下(应引起足够重视,确保在规定电压状态下连续运行)

允许最高过电压	U <sub>max</sub>	Un+10%	每日不超过8小时	IEC及GB标准明确规定
		Un+15%	每日不超过30分钟	
		Un+20%	每日不超过5分钟	
		Un+30%	每日不超过1分钟	
允许最高过电流	I <sub>s</sub>	1.3*I <sub>n</sub>		

- 11、绝缘性：全部端子外壳3000MΩ以上
- 12、符合标准：GB/T12747-2004、IEC60831-2002、EN60831-1.2、VDE0560-46,47

主要特点

- 1、选用耐电流型铝粉复合聚丙烯介质膜作为主要材料，具有抵抗过流冲击和减少介质损耗以及容量衰减的特性。
- 2、选用国际上最优异的半导体复合柔性浸渍材料，无毒、环保、滴熔点高于70℃，具有高强度的绝缘性能和散热性能以及阻燃防爆性能。
- 3、选用波纹式切割与厚边膜设计工艺，保证在大电流和高温下电容的稳定性。
- 4、选用独特的镀层工艺大大提高了电容器的耐涌流能力，有效的延长了电容器使用寿命。
- 5、选用超低损耗纯锌喷涂工艺，具有喷涂端面附着力强和焊点牢固以及接触损耗低的特点。
- 6、选用最先进内部机械压力保险、电流过载保险的双重保护装置，具有防止壳体爆裂的特异能力，彻底杜绝事故的发生。
- 7、选用最新型放电器件，能使电容器上所带的电能自动泄放掉。确保用电及维护保护安全。
- 8、优良的自愈性能，具有绝缘自愈机能。过电压所造成介质局部击穿能迅速自愈，恢复正常工作，使可靠性大为提高。
- 9、选用国际最新结构工艺设计，其产品的特性及造形体现了现代标志。

型号说明

VZMJ 1]-[2]-[3]

VZMJ：电力系统自愈式并联电容器

- 1、电容器额定工作电压、如0.415KV
- 2、电容器额定容量，千乏，如15(Kvar)
- 3、相数，3为三相式，1为单相式

例如：VZMJ 0.44-15-3

则表示：电力系统自愈式并联电容器  
440V额定工作电压等级，15Kvar(千乏)额定容量三相式

主要规格

产品型号	额定电压KV	额定容量kvar	额定电容μF	额定电流A	高度H	出线端子	图号
VZMJQ 4-1-3	0.4	1	20	1.4	140	M6	1
VZMJQ 4-3-3	0.4	3	60	4.3	140	M6	1
VZMJQ 4-5-3	0.4	5	100	7.2	140	M6	1
VZMJQ 4-6-3	0.4	6	119	8.7	140	M6	1
VZMJQ 4-7.5-3	0.4	7.5	149	10.8	140	M6	1
VZMJQ 4-8-3	0.4	8	159	11.6	140	M6	1
VZMJQ 4-10-3	0.4	10	199	14.4	180	M6	1
VZMJQ 4-12-3	0.4	12	239	17.3	180	M6	1
VZMJQ 4-14-3	0.4	14	279	20.2	220	M6	1
VZMJQ 4-15-3	0.4	15	299	21.7	220	M6	1
VZMJQ 4-16-3	0.4	16	319	23.1	220	M6	1
VZMJQ 4-18-3	0.4	18	358	26.0	250	M6	1
VZMJQ 4-20-3	0.4	20	398	28.9	250	M6	1
VZMJQ 4-25-3	0.4	25	497	36.1	220	M8	2
VZMJQ 4-30-3	0.4	30	597	43.3	270	M8	2
VZMJQ 4-40-3	0.4	40	796	57.7	330	M8	2
VZMJQ 4-50-3	0.4	50	995	72.2	270(320)	M10	3
VZMJQ 415-3-3	0.415	3	55.5	4.17	140	M6	1
VZMJQ 415-5-3	0.415	5	92	7.0	140	M6	1
VZMJQ 415-8-3	0.415	8	147.9	11.1	140	M6	1
VZMJQ 415-10-3	0.415	10	185	13.9	180	M6	1
VZMJQ 415-12-3	0.415	12	222	16.7	180	M6	1
VZMJQ 415-14-3	0.415	14	259	19.5	220	M6	1
VZMJQ 415-15-3	0.415	15	277	20.9	220	M6	1
VZMJQ 415-16-3	0.415	16	296	22.3	220	M6	1
VZMJQ 415-18-3	0.415	18	333	25.0	250	M6	1
VZMJQ 415-20-3	0.415	20	370	27.8	250	M6	1
VZMJQ 415-25-3	0.415	25	462	34.8	220	M8	2
VZMJQ 415-30-3	0.415	30	555	41.7	270	M8	2
VZMJQ 415-40-3	0.415	40	739	55.7	330	M8	2
VZMJQ 415-50-3	0.415	50	924	69.6	270(320)	M10	3
VZMJQ 44-3-3	0.44	3	49.3	3.9	140	M6	1
VZMJQ 44-5-3	0.44	5	82.2	6.6	140	M6	1
VZMJQ 44-8-3	0.44	8	132	10.5	140	M6	1
VZMJQ 44-10-3	0.44	10	164.5	13.1	180	M6	1
VZMJQ 44-12-3	0.44	12	197.4	15.75	180	M6	1
VZMJQ 44-14-3	0.44	14	230.3	18.4	220	M6	1
VZMJQ 44-15-3	0.44	15	247	19.7	220	M6	1
VZMJQ 44-16-3	0.44	16	263	21.0	220	M6	1
VZMJQ 44-18-3	0.44	18	296	23.6	250	M6	1
VZMJQ 44-20-3	0.44	20	329	26.2	250	M6	1
VZMJQ 44-25-3	0.44	25	411	32.8	220	M8	2
VZMJQ 44-30-3	0.44	30	493	39.4	270	M8	2
VZMJQ 44-40-3	0.44	40	658	52.5	330	M8	2
VZMJQ 44-50-3	0.44	50	823	65.6	270	M10	3
VZMJQ 45-3-3	0.45	3	47.2	3.85	140	M6	1
VZMJQ 45-5-3	0.45	5	79	6.4	140	M6	1
VZMJQ 45-8-3	0.45	8	125.8	10.3	140	M6	1
VZMJQ 45-10-3	0.45	10	157	12.8	180	M6	1
VZMJQ 45-12-3	0.45	12	188.7	15.4	180	M6	1
VZMJQ 45-14-3	0.45	14	220	17.9	220	M6	1
VZMJQ 45-15-3	0.45	15	236	19.2	220	M6	1
VZMJQ 45-16-3	0.45	16	252	20.5	220	M6	1
VZMJQ 45-18-3	0.45	18	283	23.0	250	M6	1
VZMJQ 45-20-3	0.45	20	314	25.7	250	M6	1
VZMJQ 45-25-3	0.45	25	393	32.1	220	M8	2
VZMJQ 45-30-3	0.45	30	472	38.5	270(250)	M8	2
VZMJQ 45-40-3	0.45	40	629	51.3	330	M8	2
VZMJQ 45-50-3	0.45	50	786	64.2	270	M10	3
VZMJQ.45-60-3	0.45	60	943	77.0	320	M10	3

注：(1)其它特殊规格型号产品根据用户要求供货 (2)其电压等级建议优选0.44KV，更适合中国电网波动较大及电网存在谐波的现状。

主要规格

产品型号	额定电压KV	额定容量kvar	额定电容 $\mu F$	额定电流A	高度H	出线端子	图号
VZMJ0.48-5-3	0.48	5	69.1	6.0	140	M6	1
VZMJ0.48-10-3	0.48	10	138.2	12.0	180	M6	1
VZMJ0.48-15-3	0.48	15	207.3	18.0	220	M6	1
VZMJ0.48-20-3	0.48	20	276.5	24.0	250	M6	1
VZMJ0.48-25-3	0.48	25	345.6	30.0	220	M8	2
VZMJ0.48-30-3	0.48	30	415.0	36.0	250(270)	M8	2
VZMJ0.525-5-3	0.525	5	58	5.5	140	M6	1
VZMJ0.525-10-3	0.525	10	116	11.0	180	M6	1
VZMJ0.525-15-3	0.525	15	173	16.5	220	M6	1
VZMJ0.525-20-3	0.525	20	231	22.0	250	M6	1
VZMJ0.525-25-3	0.525	25	289	27.5	220	M8	2
VZMJ0.525-30-3	0.525	30	347	33.0	250(270)	M8	2
VZMJ0.525-40-3	0.525	40	462	44.0	330	M8	2
VZMJ0.525-50-3	0.525	50	578	55.0	270	M10	3
VZMJ0.525-60-3	0.525	60	693	66.0	320	M10	3
VZMJ0.69-5-3	0.69	5	34	4.2	140	M6	1
VZMJ0.69-10-3	0.69	10	67	8.4	180	M6	1
VZMJ0.69-15-3	0.69	15	100	12.6	220	M6	1
VZMJ0.69-20-3	0.69	20	134	16.7	250	M6	1
VZMJ0.69-25-3	0.69	25	167	20.9	220	M8	2
VZMJ0.69-30-3	0.69	30	201	25.1	250(270)	M8	2
VZMJ0.69-40-3	0.69	40	268	33.5	330	M8	2
VZMJ0.69-50-3	0.69	50	334	41.9	270(320)	M10	3
VZMJ1.2-10-3	1.2	10	22	4.8	220	M6	1
VZMJ1.2-15-3	1.2	15	33	7.2	270	M6	1

外形安装尺寸

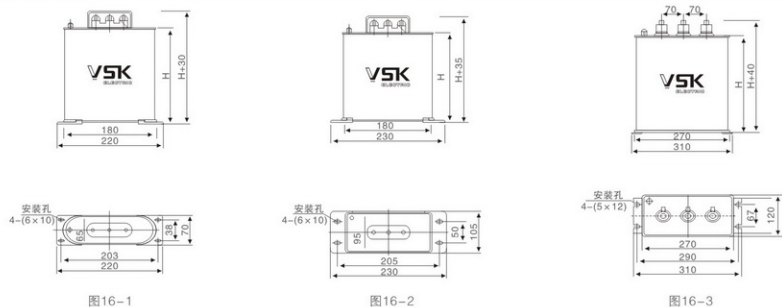


图16-1

图16-2

图16-3

VZMJ型电力系统自愈式低压并联电容器(单相)

主要规格

产品型号	额定电压KV	额定容量kvar	额定电容 $\mu F$	额定电流A	高度H	出线端子	图号
VZMJ0.25-5-1	0.25	5	255	20	220	M6	1
VZMJ0.25-8-1	0.25	8	408	32	220	M8	2
VZMJ0.25-10-1	0.25	10	510	40	270	M8	2
VZMJ0.25-12-1	0.25	12	611	48	330	M8	2
VZMJ0.25-15-1	0.25	15	764	60	270	M10	3
VZMJ0.28-5-1	0.28	5	203	17.9	220	M6	1
VZMJ0.28-8-1	0.28	8	325	28.6	220	M8	2
VZMJ0.28-10-1	0.28	10	406	35.7	220	M8	2
VZMJ0.28-12-1	0.28	12	487	42.9	270	M8	2
VZMJ0.28-15-1	0.28	15	609	53.6	270	M8	2
VZMJ0.28-16-1	0.28	16	650	57.1	330	M8	2
VZMJ0.28-18-1	0.28	18	731	64.3	270	M10	3
VZMJ0.4-3-1	0.4	3	60	7.5	140	M6	1
VZMJ0.4-5-1	0.4	5	100	12.5	140	M6	1
VZMJ0.4-8-1	0.4	8	159	20	140	M6	1
VZMJ0.4-10-1	0.4	10	199	25	180	M6	1
VZMJ0.4-12-1	0.4	12	239	30	180	M6	1
VZMJ0.4-15-1	0.4	15	299	38	220	M6	1
VZMJ0.4-16-1	0.4	16	318	40	220	M6	1
VZMJ0.4-20-1	0.4	20	398	50	250	M6	1
VZMJ0.4-25-1	0.4	25	498	62.5	220	M8	2
VZMJ0.4-30-1	0.4	30	597	75	270	M8	2
VZMJ0.45-3-1	0.45	3	47	6.7	140	M6	1
VZMJ0.45-5-1	0.45	5	79	11	140	M6	1
VZMJ0.45-8-1	0.45	8	126	18	140	M6	1
VZMJ0.45-10-1	0.45	10	157	22	180	M6	1
VZMJ0.45-12-1	0.45	12	189	27	180	M6	1
VZMJ0.45-15-1	0.45	15	236	33.3	220	M6	1
VZMJ0.45-18-1	0.45	18	283	40	250	M6	1
VZMJ0.45-20-1	0.45	20	315	44.4	250	M6	1
VZMJ0.45-25-1	0.45	25	393	55.6	220	M8	3

注：(1)其它特殊规格型号产品根据用户要求供货 (2)其电压等级建议优选0.28KV，更适合中国电网波动较大及电网存在谐波的状况。

外形安装尺寸



图17-1

图17-2

图17-3

## VZMJ型电力系统用分相补偿并联电容器(三相四线, Y接)

### 概述

随着无功补偿技术的快速发展,对于三相不平衡负载,可采用三相分投切电容器的方式,分相补偿无功功率。这样使补偿精度更高,节电效果更佳。为此,我公司开发出分相补偿并联电容器,内部采用三相四线Y接法,其外壳设有中性点引出接线端子,可方便地实现电容器的分相投切补偿,特别适合电力部门配网及民用电网的无功补偿。

该产品的主要特点、技术指标、使用条件等均参见本公司VZMJ系列电力系统用自愈式低压并联电容器的相应条件和参数。



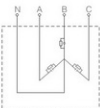
### 型号含义

VZMJ □ - □ - □ / □

VZMJ: 电力系统用自愈式并联电容器

1. 电容器额定工作电压,如0.25KV
2. 电容器额定容量,千乏,如10(Kvar),表示总容量为10(Kvar),Y接每相容量为 $10(Kvar) \div 3 = 3.33(Kvar)$
3. 相数,3为三相式,
4. 线数,表示四线,3/4则示三相四线,Y接

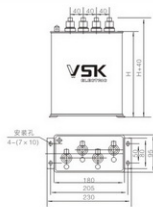
例如: VZMJ0.28-10-3/4 则表示: 电力系统用自愈式并联电容器, 280V额定工作电压等级, 10Kvar(千乏)额定总容量, 三相四线式, Y接(分相补偿电容器)



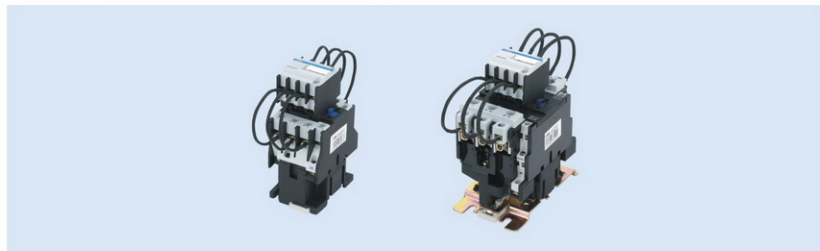
### 主要规格

产品型号	额定电压KV	额定容量Kvar	额定电容 $\mu F$	额定电流A	高度H	出线端子	图号
VZMJ0.23-8-3/4	0.23	5(3×1.67)	3×100.3	3×7.3	220	M8	1
VZMJ0.23-8-3/4	0.23	8(3×2.67)	3×160.5	3×11.6	270	M8	1
VZMJ0.23-10-3/4	0.23	10(3×3.33)	3×200.7	3×14.5	220	M10	2
VZMJ0.23-15-3/4	0.23	15(3×5)	3×301	3×21.7	270	M10	2
VZMJ0.23-16-3/4	0.23	16(3×5.33)	3×321	3×23.2	320	M10	2
VZMJ0.25-5-3/4	0.25	5(3×1.67)	3×85	3×6.7	180	M8	1
VZMJ0.25-8-3/4	0.25	8(3×2.67)	3×136	3×10.6	220	M8	1
VZMJ0.25-10-3/4	0.25	10(3×3.33)	3×170	3×13.3	270	M8	1
VZMJ0.25-15-3/4	0.25	15(3×5)	3×254.7	3×20	270	M10	2
VZMJ0.25-16-3/4	0.25	16(3×5.33)	3×272	3×21.3	270(320)	M10	2
VZMJ0.25-20-3/4	0.25	20(3×6.67)	3×340	3×26.7	320	M10	2
VZMJ0.28-5-3/4	0.28	5(3×1.67)	3×67.7	3×5.9	180	M8	1
VZMJ0.28-8-3/4	0.28	8(3×2.67)	3×108	3×9.5	220	M8	1
VZMJ0.28-10-3/4	0.28	10(3×3.33)	3×135.4	3×11.9	220	M8	1
VZMJ0.28-15-3/4	0.28	15(3×5)	3×203.1	3×17.9	270	M8	1
VZMJ0.28-20-3/4	0.28	20(3×6.67)	3×270.8	3×23.8	270	M10	2

### 外形安装尺寸



VCJR型电容器专用切换器(特制型)



概述

VSK牌VCJR系列电容器专用切换器是本公司在引进德国VSK同类技术的基础上开发和生产的新型电器元件，它广泛应用于低压无功功率补偿屏中，取代原来由三只限流电抗器和一只J接触器组成元件，也可能性用于一般的控制电路中限制浪涌。

型号含义



功能特点

- 1、优良的浪涌电流抑制
- 2、改善的功率质量(避免了压降)
- 3、电容器接触器主触点具有较长的使用寿命
- 4、电容器的软开关保证了较长的使用寿命
- 5、较高PFC系统的平均使用寿命
- 6、较少的电阻损耗，电阻不易烧裂
- 7、带有灭弧功能的超前闭合触点

原理

当电容器被切换到交流系统时，其结果是谐振电路或多或少会有一些程度的衰减，除了额定电流外，电容器也接受了数倍于额定电流的瞬变电流。由于电阻线圈而受到抑制或衰减，这些电流脉冲会使接触器触点焊死，并对电容器产生危害。这时应采用低冲击的快速切换接触器。由于采用超前触点，浪涌电流脉冲(充电的反操作)，减低这种浪涌电流也可避免瞬变现象及电压下降。

带有灭弧功能的超前接触器被应用在这些电容器切换器中。每一超前触点通过永磁体连接到接触器的磁轭上。这些超前触点在主触点之前闭合，并在主触点闭合到一定程度时断开。电容器接触器的这种特性保证了整个使用周期中有效而稳定的操作。而独立控制的超前触点也增强了在操作过程中抗干扰能力。

这种电容器切换器也适用于直接切换低电感和低损耗电容器组(IEC831, VDE0560)，不论有、无去谐扼流圈。它们的特征是带有超前闭合的辅助触点和衰减电阻，它可将浪涌电流的峰值降至至少于70%In(浪涌电流)，电容器接触器的抗焊接能力可以抵抗高达200\*In的峰值浪涌电流。备用保险丝gI(gG)应调整为1.6到1.8\*In。

所有的电容器切换器都配有辅助触点(常开或常闭型)。

切换器为积木式的，电阻电路部分在主电路部分的上方，电阻电路为三路。主触头设计合理，单独负荷，工作可靠。

正常工作条件和安装条件

- a、周围空气温度：上限为+40℃，24h内其平均值不超过+35℃，下限为-5℃；
- b、海拔：切换器安装地点的海拔不超过2000m；
- c、湿度：切换器安装地点的空气相对湿度，在温度为+40℃时不超过50%，最湿月平均最低温度不超过+25℃，该月平均最大相对湿度不超过90%；
- d、污染等级：3级；
- e、安装类别：Ⅲ类；
- f、冲击与振动：切换器安装在无显著摇动、冲击和震动处；
- g、安装条件：切换器安装面与垂直面的倾斜度不大于5°。



如图，虚线以上为通断电容器组的原理图，虚线以下为并联电容器组，串联电阻的超前接通触头为电阻闭合电路。当接触器的电磁线圈通电时，电阻闭合电路提前接通，电流经过电阻向电容器充电，电阻抑制了电容器合闸涌流，随后主触头闭合承载了电容电流。

电阻电路在完成抑制电容器合闸涌流后即与主电路断开自动复位，可避免电容器切断时燃弧电阻的机会。

接触器型号	辅助触头	数量		标志	
		常开(NO)	常闭(NC)		
VCJR1-32、43	20E	2	-	13,14	23,24
	02E	-	2	-	-
	11E	1	1	13,14	-
VCJR1-63、80、95	21E	2	1	13,14	23,24
	12E	1	2	13,14	-
	10E	1	-	13,14	-
VCJR1-115 150 170	01E	-	1	-	11,12

技术参数

型号	VCJR1-32	VCJR1-43	VCJR1-63	VCJR1-80	VCJR1-95	VCJR1-115	VCJR1-150	VCJR1-170
可控电容器	容量 Qn kvar	15	20	30	40(35)	50(40)	60(50)	80(70)
	400V 额定电流 I <sub>n</sub> (1) A	21.7	29	43	58(50)	72(58)	87(72)	115(101)
工作电流 I <sub>3</sub> In A	28	37.7	56	75(65)	94(75)	113(94)	150(132)	169(150)
约定发热电流 I <sub>th</sub> A	32	43	69	87	108	-	250	-
抑制涌流能力	20In							
线 工作电压 50HzUs V	220,380 或按用户要求							
动作范围	0.85~1.1Us							
圈 消耗功率 VA	启动	115			200		300	
	吸持	11			22		22	
短路保护熔断器额定电流 I <sub>sc</sub> A	1.5~2.5In							
额定绝缘电压 Ui 50Hz V	690				1000			
辅助触头约定发热电流 I <sub>ac</sub> 15 A	10							
机械寿命 万次	100	80	60	20				
电寿命操作频率 120 1/h 万次	10	8	6	2				
重量 kg	约0.57	约0.6	约1.25	约1.5			约2.3	

注:1.电容器额定电流。

内部连接及接线端子标志

VCJR1型电路连接及接线端子标志见图21-4。

VCJR1-63型切换器的电阻接于设在线路端子上的专用接线端子，避免对主接线端子操作外部接线的干扰。

VCJR1-32、43型切换器的辅助触头为两个，有三种组合；

VCJR1-63、80、95型切换器的辅助触头为三个，有两种组合；

VCJR1-115、150、170型切换器的辅助触头为一个，有两种组合；

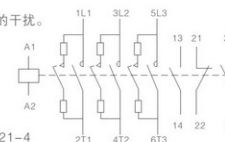


图21-4

外形及安装尺寸

VCJR1-32、43型切换器可用M4螺钉和防松垫圈安装，也可使用35mm安装轨安装；

VCJR1-63、80、95型切换器可用M6螺钉和防松垫圈安装，也可使用35mm或75mm安装轨安装。

VCJR1-115、150、170型切换器可用M6螺钉和防松垫圈安装，也可使用两条35mm安装轨安装，两导轨中心距离为100mm。

VCJR1-32、43型的外形尺寸及安装尺寸见图21-1；

VCJR1-63、80、95型的外形及安装尺寸见图21-2。VCJR1-115、150、170型的外形及安装尺寸见图21-3。

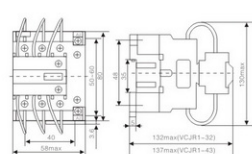


图21-1

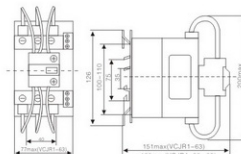


图21-2

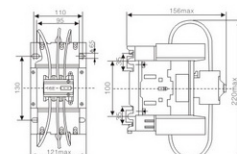
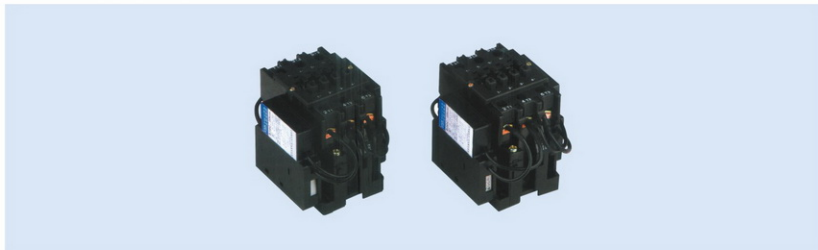


图21-3

## VCJR3型 电容器专用切换器

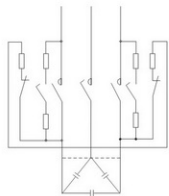


### 概述

VCJR3型切换器采用了两组装配在接触器两侧的特殊辅助触头和限流及强制泄放电阻组，当投入电容器时，先由串有限流电阻的辅助触头闭合，使电容器的充电电流限制在电容器额定电流的20倍以内，然后切换器至触头闭合，使第二次出现的浪涌电流也限制在20倍以内；该产品克服了CJ16、CJ19系列接触器无放电电阻，导致电容器二次投入时剩余电压过高，以至于发生接触器限流电阻烧毁，甚至触头熔焊的缺点，加装了强制放电电阻，当切换器将运行的电容器脱离电网后，切换器的特殊辅助触头的常闭触头闭合，将电容器通过强制放电电阻短接放电，使电容器内残余电压在30S之内降至50V以下，以保证电容器在第二次重新投放时其剩余电压可小于50V，避免了限流电阻烧毁及切换器主触头熔焊，用户省去外设放电装置，从而降低成本，主触头设计合理，单独负荷，工作可靠。

### 工作原理

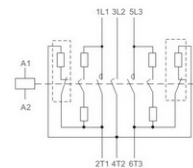
在右图，虚线以上为通断电容器电路的原理图，虚线以下为并联电容器组，串接电阻的提前接通触头为电阻切合电路，当切换器的电磁线圈通电时，电阻切合电路提前接通，电流经过电阻向电容器充电，电阻抑制了电容器合闸涌流，随后主触头闭合承载了电容电流；同时短接了切合电阻，当切换器释放时，主触头先断开，电阻切合电路延时断开，抑制电容器切断时的过电压。两动断(常闭)触头与电阻组成放电电路，当切换器吸合时，电阻与电容器断开，释放时，电阻与电容器并接使电容器放电。VCJR3型电阻切合电路只有两路见图，因电容器内部为三角形连接，当电阻切合电路接通时，每相电容器电路均有电阻接入。



### 正常工作条件和安装条件

- 周围空气温度：上限为+40℃，24h内其平均值不超过+35℃，下限为-5℃；
- 海拔：切换器安装地点的海拔不超过2000m；
- 湿度：切换器安装地点的空气相对湿度，在温度为+40℃时不超过50%，最湿月平均最低温度≤+25℃，该月平均最大相对湿度≤90%；
- 污染等级：3级；
- 安装类别：Ⅲ类；
- 冲击与振动：切换器安装在无显著摇动、冲击和震动的地方；
- 安装条件：切换器安装面与垂直面的倾斜度不大于5°。

### 内部连接及接线端子标志



### 技术参数

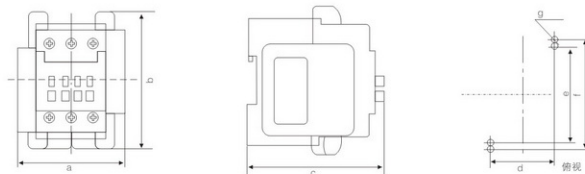
型号	VCJR3-32	VCJR3-43	VCJR3-63	VCJR3-80	VCJR3-95	
可控电容器	容量 Qn kvar	15	20	30(26)①	40(32)①	50(40)①
	400V 额定电流In① A	21.7	29	43(37.5)	58(46)	72(58)
工作电流 1.3 In A	28	37.7	54(49)	75.4(60)	93.6(75.4)	
约定发热电流 Ith A	32	43	85	85	125	
抑制涌流能力		20In				
工作电压 50HzUs V	220,380 或按用户要求					
动作范围	0.85~1.1Us					
圈	消耗功率 VA	85		175		
	启动吸持	10		20		
短路保护熔断器额定电流选定	1.5~2.5In					
额定绝缘电压Ui 50Hz V			690	1000		
辅助触头约定发热电流AC15 A	10					
机械寿命 万次	100		60			
电寿命操作频率 120 1/h 万次	10		6			
重量 kg	约0.59	约0.64	约1.12			

注：1、因为并联电容器运行时会长时间在过电流1.3In状态下工作，还有电容器接于电力系统中使用时，总是在满负荷下运行，在设计电容器时考虑了这些条件，因此也要求通断电容器的切换器及连接件至少能承受连续的过电流 $I=1.3In$ (未考虑电容器的电容允许正偏差+15%)，故推荐按括号内的参数使用该型切换器。  
2、In-电容器额定电流。

### 外形及安装尺寸

切换器安装方便，VCJR3-32、43型可用M4螺钉和防松垫圈安装，也可使用35mm安装轨安装；VCJR3-63、80、95型可用M5螺钉及防松垫圈安装，也可使用35mm或75mm安装轨安装。

型号	a max	b max	c max	d	e	f	g
VCJR3-32	85	95	90	45	60	70	φ4.5
VCJR3-43	85	105	96	45	70	80	φ4.5
VCJR3-63,80,95	100	130	110	60	90	100	φ6.2



## VFK系列电容器复合投切装置



### 功能特点

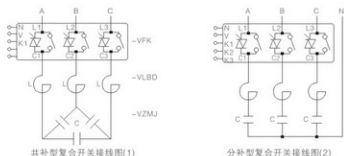
VFK复合开关是由三个独立的复合开关组成的，适用于低压无功补偿电容组的通断控制。复合开关的基本工作原理是将可控硅与磁保持继电器并接。使复合开关在接通和断开的瞬间具有可控硅过零投切的优点，而在正常接通期间又具有接触器开关无功耗的优点。

1. 过零投切：复合开关的基本工作原理是将可控硅开关与磁保持继电器并接，实现电压过零导通和电流过零断开，使复合开关在接通和断开的瞬间具有可控硅无涌流的优点，而在正常接通期间又具有物理开关无功耗的优点。其实现方法是：投入时在电压过零瞬间控制可控硅先导通，稳定后再将磁保持继电器吸合导通；而切除时是先将磁保持继电器断开，可控硅延时过零断开，从而实现电流过零切除。
2. 采用单片机控制投切并智能监控可控硅、磁保持继电器以及输入电源和负载的运行状况，从而具备完善的保护功能：电压故障缺相保护：系统电压缺相供电时，开关拒绝闭合；电源电压缺相保护：工作电源缺相供电时，开关拒绝闭合；自诊断故障保护：系统自动监控可控硅、磁保持继电器的运行状态，若其出现故障，则拒绝闭合或自动退投断开；停电保护：接通后遇突然停电时，自动跳闸断开。
3. 无涌流注入：由于导通瞬间是由可控硅过零触发，延时后由磁保持继电器吸合导通，而继电器工作时不会产生涌流。
4. 功耗小：由于采用了磁保持继电器，控制装置只在投切动作瞬间耗电，平时不耗电；且由于磁保持继电器的接触电阻小，因而也不发热，这样就不用外加散热片或风扇，降低了成本。彻底避免了可控硅的烧毁现象，同时也对同机运行的其它电器不造成危害，真正达到了节能降耗的目的。
5. 输入信号与复合开关光电隔离：抗干扰能力强，工作安全可靠。

### 技术参数

- 额定工作电压380V, 220V/AC±20%
- 额定频率50HZ±5
- 控制容量(三相≤30KVar;△型接法) 单相≤(10KVarX3)-Y形接法
- 电路功耗≤1.5VA
- 外形尺寸126mm×156mm×128mm
- 每次接通与关断间隔≥1秒
- 连续再次接通间隔≥60秒 注：当开关接通电源或断开后再导通延时60秒(内定)
- 启动电压 直流 8~18V,
- 响应时间≤100ms
- 电压畸变率≤5%
- 使用寿命10万次
- 导通阻值≤0.003Ω
- 固定尺寸77mm×138mm
- 输入阻抗：≥5.1KΩ
- 工作电源220V
- 最大额定电流45A
- 接触电压≤50mV
- 接点耐压≥1600V
- 绝缘等级：在正常大气条件下，≥10mΩ

### 接线图



- 注：(1)本开关建议与VFPC-12D/16D或VFPC3-12D/16D型智能控制柜配套使用。  
 (2)本复合开关装置的输入与输出不得接反，否则可能导致永久性损坏。  
 (3)所使用的补偿电容电压畸变率不得超过5%，前级电源侧复合开关之前应串接VLBD系列抗谐波滤波器以抑制高次谐波。  
 (4)在无明显谐波的环境下，加装VDX型直流电抗器将大大提高开关的可靠性。

## VKCS系列动态无触点投切调节器(容性无触点调节器)

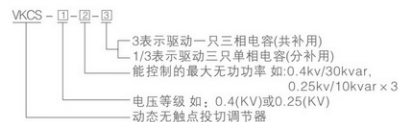


### 功能特点

VKCS系列动态无触点快速切换器是一种能够对电力并联电容器进行快速投切的电子型功率器件模块、具有无限次数的开关操作寿命，同时保证反应时间能够快速跟随负载变化，其电气结构主要由大功率反并联晶闸管模块、隔离电路、触发器、同步电路、保护电路及驱动电路组成，并配有控制开关导通或截止的接线端子、控制逻辑电压0V(截止)、12V(导通)。

本开关具有响应速度快、投切无涌流、工作无噪声、运行稳定可靠、缺相保护、安装简单、维护方便等特点。是无功功率动态补偿装置用投切电容器组的理想器件。

### 型号含义



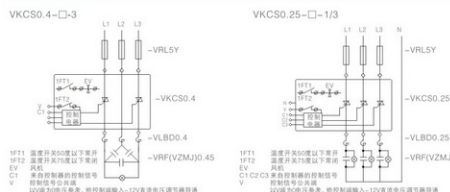
### 技术参数

- 额定电压：380V(220V)
- 额定频率：50Hz
- 控制容量：380V级；1Kvar~30Kvar×1(可三相电容容一只) 220V级；1Kvar~10Kvar×3(可单相电容容三只)

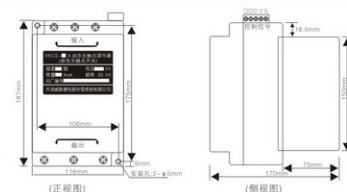
### 使用条件

- a. 周围空气温度：-25℃~+50℃，并且24h内其平均温度不高于+35℃；
- b. 温度为+25℃时，相对湿度短时可达100%；
- c. 海拔高度不超过1000m；
- d. 安装场所空气清洁，无爆炸及可燃危险气；无足于损坏绝缘及腐蚀性金属的气体；无导电尘埃；无雨雪侵袭及严重霉菌存在；
- e. 安装场所无明显超谐波分量存在的场合，使用环境的电压畸变率不超过5%。否则电容器到调节器之间必须串联VLBD系列谐波抗流圈以抑制高次谐波。VLBD抗流圈并能对无触点投切调节器起到过电流保护作用等。

### 接线原理图



注：本开关建议与VFPC-12D/16D或VFPC3-12D/16D型补偿控制器配套使用



## VKCSS系列动态瞬时快速调节器(切换器)



### 概述

VKCSS系列动态瞬时切换器是我公司最新开发的具有国际先进的技术水平，能够对并联电力电容器进行快速(50Hz响应速度<20ms; 60Hz响应速度<16.6ms)投切的电子型功率器件模块，具有无限次数的开关操作寿命，其电气结构主要由大功率反并联晶闸管模块、隔离电路、触发电路、同步电路、保护电路及驱动电路组成，并配有控制开关导通或截止的接线端子，控制逻辑电压(OV(截止)、-12V(导通))。本开关具有安装简单、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、缺相保护、接线端子过温度保护等特点。是无功功率动态瞬时补偿装置投切电力电容器组的理想器件。使用的场合如汽车工业、船舶制造业的点焊机、焊接机、钢铁工业中的焊接设备、轧机生产线、大型工业、起重机、注塑机、喷涂设备、油田、港口等。

### 主要技术参数

工作电压：共补AC380V-15%到+20%；分补AC220V-15%到+20%。  
 工作频率：45-65Hz;频率最大变化速率小于0.5Hz/秒。  
 控制容量：0.4KV级:1kvar-45kvar; 0.25KV级:1kvar-28kvar。  
 控制电压：DC0-3V截止；DC6-12-16V导通，导通电流0.8-2.1-2.9mA。  
 一次响应速度：50Hz<20ms; 60Hz<16.6ms。  
 二次响应速度：50Hz<20ms; 60Hz<16.6ms。  
 晶闸管导通压降：在额定功率下典型1.1V。  
 散热器风机动作温度(测温点散热器底部)：55±5度。  
 散热器端子过热保护温度(测温点接线端子引线处)：80±5度。  
 报警类型：接线端子过热；接线错误；缺相。

### 使用条件

- 周围空气温度：-25℃~50℃,并且24h内其平均温度不高+35℃;
- 温度度+25℃时,相对湿度短时可达100%;
- 海拔高度不超过1000m;
- 安装场所空气清洁,无爆炸及可燃危险品;无足以损坏绝缘及腐蚀性金属的气体;无导电尘埃;无雨雪侵袭及严重霉菌存在;
- 安装场所无明显谐波。注:所谓无明显谐波的意思是,在安装地点的电压为1.1uN(UN为电容器的额定电压)的情况下,谐波量不使电容器的电流大于其额定电流的1.3倍。
- 在安装场所无明显超限谐波份量存在的场合,使用环境的电压畸变率不超过5%,否则电容器到调节器之间必须串联VLBD系列谐波扼流圈以抑制高次谐波。
- 在无明显谐波的环境下,加装VLBD扼流圈将大大提高电子开关过电流保护能力的可靠性。
- 安装地点应具备良好的散热条件。

注:本调节器必须与VPFCS-12D动态瞬时补偿控制器配合使用。

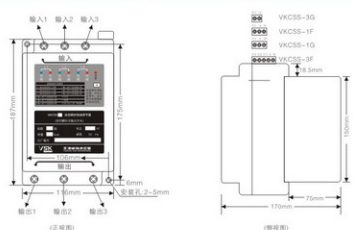
### 型号含义



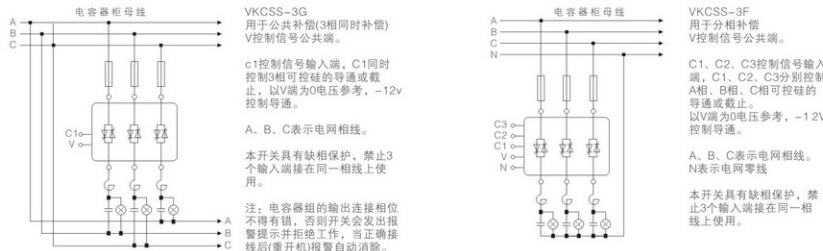
### 主要技术参数

常用的调节器型号	可驱动的电容器容量范围
VKCSS0.4-45KVar-1G	1-45KVar 如VRF(VZMJ)0.45-40-1 一台
VKCSS0.4-30KVar-1G	1-30KVar 如VRF(VZMJ)0.45-25-1 一台
VKCSS0.4-20KVar-1G	1-20KVar 如VRF(VZMJ)0.45-15-1 一台
VKCSS0.4-3*16KVar-3G	1-48KVar 如VRF(VZMJ)0.45-16-1 三台
VKCSS0.4-3*13KVar-3G	1-39KVar 如VRF(VZMJ)0.45-12-1 三台
VKCSS0.25-28KVar-1F	1-28KVar 如VRF(VZMJ)0.28-22-1 一台
VKCSS0.25-18KVar-1F	1-18KVar 如VRF(VZMJ)0.28-15-1 一台
VKCSS0.25-12KVar-1F	1-12KVar 如VRF(VZMJ)0.28-12-1 一台
VKCSS0.25-3*10KVar-3F	1-30KVar 如VRF(VZMJ)0.28-10-1 三台

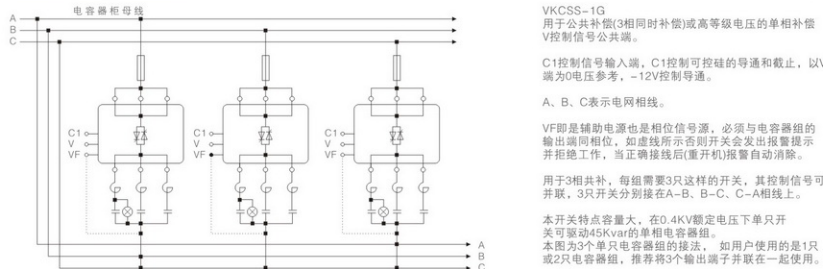
### 外型特征及安装尺寸



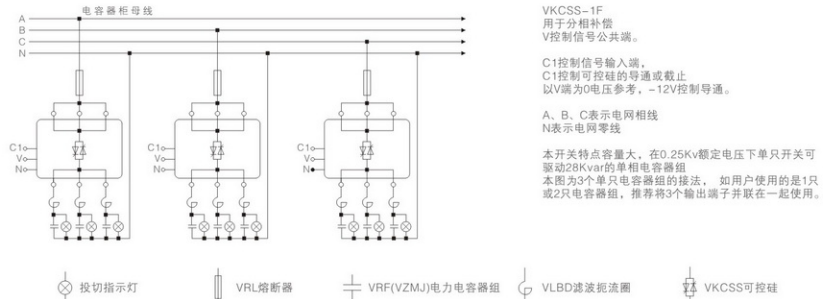
### 一次方案接线图



### VKCSS-1G型调节器接线图



### VKCSS-1F调节器接线图



### JKL1B-W/JKLIC-W系列智能功率因数补偿控制器



#### 概述

JKL-W型系列控制器适用于低压配电系统的电容器无功补偿装置的新一代自动调节,使用基波功率因数和基波无功功率为控制物理量,可根据电容器容量大小搭配自动寻找合适容量的投切模式,以提高补偿精度(市面上常规都为循环投切),本机采用高性能单片机为基本硬件和凝聚了VSK制造使用经验的专用控制程序构造,由于充分利用了计算机的高速运算力和逻辑判断力,使得本系列控制器真正做到了智能化,使功率因数达到了用户预定状态,提高电力变压器利用效率,减少线损,改善供电的电压质量,从而提高了经济效益与社会效益。

#### 功能特点

1. 采用交流采样技术。
2. 人机界面友好,操作方便。
3. 使用基波功率因数和基波无功功率为控制物理量,控制精度高,无投切震荡,对谐波不敏感。
4. 控制参数全数字操作,使用方便,一步到位,停电数据不丢失。
5. 采用自动寻优的控制方案,减少投切次数,提高系统的使用寿命。
6. 具有功率因数和无功功率两种补偿模式。(1)功率因数模式为常规的等容循环投切模式;(2)无功功率模式为可根据电容器的容量大小自动寻找的投切模式(电容量需设定),以提高补偿精度。
7. 抗干扰能力强,能抵御从电源直接输入的2000V干扰脉冲,不死机,不丢失数据,运行稳定可靠。
8. 数码显示电网功率因数,无功功率,电压,电流(一次侧),控制参数。
9. 具有手动运行和自动运行两种工作方式,方便用户的安装调试。
10. 具有过电压、欠电压判断显示并快速切除电容器组的功能,防止电容器组在过电压条件下运行。
11. 具有可选的投切震荡闭锁功能(用户定货时需注明)。
12. 具有可选的单个电容器从切除时刻到投入时刻延时200秒的功能,使电容器组切除后有充分的放电时间,减少电容器再次投入时对电网的冲击(用户定货时需注明)。
13. 电流取样信号的输入电阻小于0.05欧,可直接从计量回路中取出。
14. 使用说明书提供了大量的使用故障排除方法,方便安装调试。

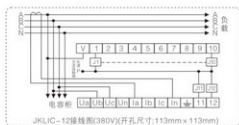
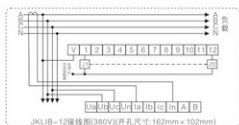
#### 型号含义



#### 技术参数

1. 基本参数
  - 额定电压: AC380/AC220V ±10%
  - 额定电流: AC0-5A
  - 额定频率: 50HZ ±5%
2. 控制参数
  - 灵敏度: 100mA
  - 目标COS $\phi$  预置: 0.70-0.99; 步长0.01; 出厂预置0.98
  - 投切延时: 1-250S;
  - 过压保护: 380-500/230-260V; 步长1V; 回差6V;
  - 欠压保护: 340V/180V; 回差6V
  - CT变化: 50/5A-4000/5A; 步长1; 出厂预置500/5A
  - 无功功率模式的电容量: 0-125Kvar可根据电容器容量的大小随意设定。(每支路出厂预置10Kvar)
  - 触点容量: 每支路380V\*5A/220V\*7A
3. 测量精度: 电压±1.0% 电流±1.0%
- 功率因数: ±1.0% 无功功率: ±2.0%

#### JKL1B/1C-W系列接线图



注: 当电容切换器线圈工作电压为220V时P点接N, 为380V时P点接B。

### RVC-V(JKLIF)用户界面友好的功率因数控制器



#### 功能强大

- 易于调试
- 全自动设定(启动电流-c/k、激活回路数、切换顺序类型、移相、特殊连接)
- 友好的用户界面易于使用、手动设定参数简便易用
- 高效的开关切换策略结合了集成、直接和循环等切换过程  
这允许: 快速改变负载时控制COS $\phi$   
减少开关切换次数  
避免不必要的中间开关切换  
延长电容器与接触器的使用寿命
- 70°C的最大环境温度额定值适于高温环境
- 对谐波不敏感
- 报警: 在发生以下情况时, 将接通报警接触器: 电源电压超出报警设定值时, 当将被接通, 所有输出回路均被接通后6分钟内COS $\phi$ 还不能达到目标值; RVC的内部温度上升至85°C以上; 或电源掉电

#### 简便调试

自动设定模式仅需要两简单步骤即可调试RVC:

- 激活自动设定
- 移相
  - C/K
  - 输出回路数
  - 切换顺序

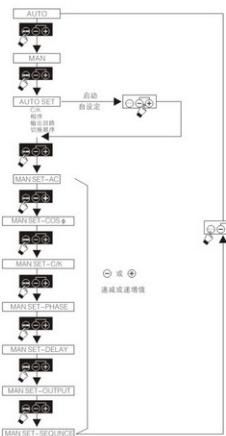


设定COS $\phi$   
功率因数目标



简便调试

所有参数易于存取，便于手动设定



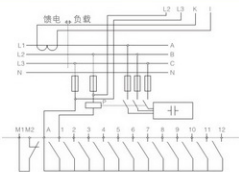
技术规范

- 测量系统：微处理器系统用于平衡三相或单相电网
- 工作电压：380V~440V, 220V~240V, 取决于RVC的类型
- 电压允差：标称工作电压的+/-10%
- 频率范围：50Hz或60Hz+/-5% (自动适应电网)
- 输入电流：5A(RMS)
- 输入电流阻抗：<0.1欧姆
- 功率：最大150VA
- 输出接点性能：-最大持续电流：1.5A -最大峰值电流：5A -最大电压：440Vac -A端的额定持续电流为16A
- 功率因数设定：从0.7的电感性到0.7的电容性
- 启动电流设定(C/K)：0.05~1A 自动测量C/K
- 输出回路数PVC-12：可编程达到12个
- 切换延迟时间：可编程范围从1s~999s(与无功负载无关)
- 开关转换顺序：1:1:1:1:1:1...1 1:2:2:2:2:2...2 1:2:4:4:4:4...4 1:2:4:8:8:8...8 1:1:2:2:2:2...8 1:1:2:4:4:4...4 1:1:2:4:8:8...8
- 切换模式：可编程的切换顺序的模式为集成、直接和循环三种

- 存储功能：所有已编程参数和方式均存储在非易失记忆体
- 掉电释放：电源掉电40ms, 系统将自动切断所有电容器
- 掉电复位延迟时间：40s
- 报警继电器：-常闭接点 -最大持续电流：5A -额定最大分配电压：250Vac/440Vac
- 自适应电网相序和CT相位
- 对谐波不敏感
- 能处理反馈负载
- 液晶显示器对比度用温度自动补偿
- 工作温度：-10℃~70℃
- 存储温度：-30℃~85℃
- 安装位置：安装于垂直屏面上
- 外形尺寸：144 × 144 × 80mm(H × W × D)
- 开孔尺寸：138 × 138mm
- 重量：0.8kg(净重)
- 接线座：WAGO
- 防护等级：IP40
- 相对湿度：最大95%，不凝露

接线图

K, L1: 电流互感器导线  
L2, L3: 三相中的两相(CT不监控)  
M1, M2: 常闭接点  
A: 输出继电器公共端  
1-12: 输出回路



注：当电容切换器四线圈工作电压为220V时P点接N，为380V时P点接B。

VPFC谐波型智能功率因数补偿控制器(常规型)  
VPFC-D谐波型智能功率因数动态补偿控制器(动态型)



概述

VSK牌VPFC系列谐波型功率因数自动补偿控制器是本公司在原JKL型控制器的基础上，运用高新技术对软硬件进行全面升级而研制而成的。分静态与动态二种补偿输出模式产品供用户选择，以高性能的16位微处理器为核心，采用付里叶级数分解算法得到所有电力基波数据，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，特别适合具有谐波源的电力系统无功功率补偿的自动控制。所有元器件采用贴片安装、回流焊接、多道检验，使得每台VPFC都具有同样的稳定性和可靠性，专用于低压配电系统电容补偿装置的自动调节，使功率因数达到用户预定状态，提高电力变压器的利用效率，减少线损，改善供电的电压质量，从而提高了经济效益与社会效益。

功能特点

1. 以基波无功功率计算投切电容量，可避免任何形式的投切震荡，并在有谐波的情况下能正确显示电网功率因数。
2. 功率因数测量精度高，显示范围宽。
3. 实时显示总功率因数(PF)与基波功率因数(DPF)。
4. 实时显示电压畸变率电流畸变率。
5. 有12种编码输出方式供用户选择。(可根据电容量大小搭配投切)
6. 最多16路输出。
7. 人机界面友好操作方便。
8. 各种控制参数全数字可调直观使用方便。
9. 具有自动运行与手动运行两种工作方式。
10. 具有过电压和欠电压保护功能。
11. 具有电压谐波超标保护功能。
12. 具有掉电保护功能数据不丢失。
13. 电流信号输入阻抗低<0.01Ω。
14. 具有通讯功能(MODBUS-RTU RS485)。
15. 目标功率因数调节范围宽滞后0.70到超前0.70。
16. 可与掌上电脑通讯(订制)

型号含义



技术参数

- 额定工作电压：380V、220V ± 10%
- 额定工作电流：5A
- 额定工作频率：45~65Hz
- 显示功率因数：滞后0.001~超前0.001
- 测量无功功率：0~999Kvar
- 测量有功功率：0~999KW
- 欠压保护值：AC300V或AC180V
- 输出触点容量：AC 220V 7A, (VPFC-D型动态输出容量每路：-12V, 10mA)
- 灵敏度：20mA
- 显示方式：4位红色数码管
- 整机消耗功率：10VA
- 外形尺寸：122mm × 122mm或144mm × 144mm
- 开孔尺寸：113mm × 113mm或138mm × 138mm
- 安装方式：嵌入式安装倒出附件固定或导轨安装
- 控制参数的调节范围：
 

1) 自动/手动运行	自动运行/手动运行
2) 功率因数	0.70ind~0.70cap
3) 投切延时时间	2~200秒
4) 电容放电时间	0~480秒
5) 过压	线400~450V(相230~265V)
6) 畸变率	0.1~30.0%
7) CT变比	50~4000/5
8) CT容量	0.1~100.0Kvar
9) 输出编码	Pr-01~12
10) 输出回路	1~12(16)回路
11) 通讯地址	1~255
12) 通讯速率	4800, 9600, 19200, 115200

说明：本系列控制器具有12种编码设定功能以搭配容量比例的关系，详见32~33页输出编码。

**VPFC3系列谐波型功率因数(共补+分补)自动补偿控制器**  
**VPFC3-D系列谐波型功率因数动态(共补+分补)自动补偿控制器**



**概述**

VSK牌VPFC3系列谐波型功率因数自动补偿控制器继承了VPFC系列的所有优点，分静态与动态二种产品供用户选择，以高速性能的微处理器为核心器件，同时将取样信号改为3相取样，即同时取3相电压信号、3相电流信号。并提供6种分补+共补补偿方案，12种投切编码方案，用户可以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。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，对电压谐波干扰不敏感，避免了在3相不平衡系统中出现的功率因数已补偿到位而无功电表转速很快或反转等现象。本新产品的推出，受到各大电力系统及各大设计单位的欢迎，并积极推广使用。

**功能特点**

1. 以3相基波无功功率和计算投切电容量，可避免任何形式的投切震荡，并在有谐波的情况下能正确显示电网功率因数。
2. 功率因数测量精度高，显示范围宽。
3. 基波功率因数(DPF)。
4. 实时分别显示3相电压、电流、有功功率，无功功率，视在功率。
5. 有12种编码输出方式供用户选择。
6. 最多有6种补偿方案供用户选择(共补和分补的路数分配)
7. 最多16路输出。
8. 人机界面友好操作方便。
9. 各种控制参数全数字可调直观使用方便。
10. 具有自动运行与手动运行两种工作模式。
11. 具有过电压和欠电压保护功能。
12. 具有掉电保护功能数据不丢失。
13. 电流信号输入阻抗低 $\leq 0.01\Omega$ 。
14. 目标功率因数调节范围滞带后0.70到超前0.70。
15. 具有通讯功能，并配备后台软件(需定制)。
16. 具有谐波保护功能。
17. 可以测量显示3相电压畸变率。
18. 可与掌上电脑实现无线通讯(定制)。

**技术参数**

- 额定工作电压：AC220V×3
- 额定工作电流：5A
- 额定工作频率：45-65Hz
- 显示功率因数：滞后0.001-超前0.001
- 测量无功功率：0-9999Kvar
- 测量有功功率：0-9999KW
- 测量视在功率：0-9999KVA
- 欠压保护值：AC180V
- 欠压保护值：AC180V
- 输出触点容量：AC220V 7A.(VPFC3-D型动态输出容量每路：-12V,10mA)
- 灵敏度：100mA
- 显示方式：4位红色数码管
- 整机消耗功率：10VA
- 外型尺寸：122mm×122mm或144mm×144mm
- 开孔尺寸：113mm×113mm或138mm×138mm
- 安装方式：嵌入式安装倒齿附件固定或导轨安装

**输出编码**

为了使补偿控制器能适应电力系统无功功率大小变化的环境，需要将电力电容器的容量进行大小搭配，以提高补偿精度，这种做法被称为输出编码，VPFC3提供了以下几种容量搭配的比例关系：

编码名称	内容
Pr-1	1:1:1:1:1.....:1
Pr-2	1:2:2:2:2.....:2
Pr-3	1:2:4:4:4.....:4
Pr-4	1:2:4:8:8.....:8
Pr-5	1:1:2:2:2.....:2
Pr-6	1:1:2:4:4.....:4

编码名称	内容
Pr-7	1:1:2:4:8.....:8
Pr-8	1:2:3:3:3.....:3
Pr-9	1:2:3:6:6.....:6
Pr-10	1:1:2:3:3.....:3
Pr-11	1:1:2:3:6.....:6
Pr-12	投入顺序1234.....; 切除顺序.....4321

共补电容器与分补电容器的输出编码可分别进行设置：  
 举例：如用户把共补电容器的输出编码设置为Pr-3，共补输出回路为6，共补的第一只电容器容量为5Kvar，那么按照Pr-3的编码规则共补第1到第6回路的容量分别是：①-5Kvar；②-10Kvar；③-20Kvar；④-20Kvar；⑤-20Kvar；⑥-20Kvar如用户把分补电容器的输出编码设置为Pr-2，分补输出回路为2，分补的第一只电容器容量为3Kvar，那么按照Pr-2的编码规则分补的第1到第2回路的容量分别是：①-3Kvar；②-6Kvar

**补偿方案(以VPFC3-12为例)**

补偿方案	适用情况	投切方法
12-0(全共补)	三相功率基本平衡	以三相总无功功率为依据
9-1(共补九路，分补一路) 6-2(共补六路，分补二路) 3-3(共补三路，分补三路)	三相功率相差不大	以单相无功功率最小的一相为依据投入共补电容器；不够或不平衡再投入分补电容器
0-4(全分补，每相四路)	三相功率严重失衡	以单相无功功率为依据

注：分补的一种指的是A、B、C相各一路，实则是三个控制端子输出的概念。

**补偿方案、输出路数与输出端子的关系**

VPFC3-12型控制器共12路输出分别编号1、2、3...12；VPFC3-16型控制器共16路输出分别编号1、2、3...16。VPFC3在不同补偿方案和不同输出回路下将A相分补第一回路、第二回路...；B相分补第一回路、第二回路...；C相分补第一回路、第二回路...；共补第一回路、第二回路...的顺序分配输出控制端子；若用户设定的路数总数小于硬件所能支持的最大回路时，空余的端子在最后面(参考下表以VPFC3-12为例，A:A相；B:B相；C:C相；G:共补)。

**举例1**

参数设定值	补偿方案:6-2; 共补路数:6; 分补路数:2											
输出端子编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
控制相位	A1	A2	B1	B2	C1	C2	G1	G2	G3	G4	G5	G6

**举例2**

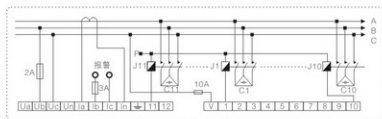
参数设定值	补偿方案:6-2; 共补路数:5; 分补路数:1											
输出端子编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
控制相位	A1	B1	C1	G1	G2	G3	G4	G8	空	空	空	空

注：A1表示A相第一回路，B1表示B相第一回路，C1表示C相第一回路，G1表示共补第一回路，其余的以此类推。

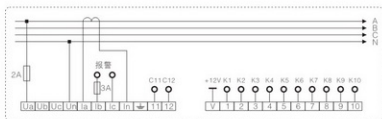
**VPFC3T-16后台软件界面(订制)**

VPFC3T型提供一个光电隔离的RS-485通讯接口，使用标准的通讯协议(MODBUS-RTU)以方便第3方用户进行2次开发。有关具体协议内容请参照相应的通讯协议说明书。RS-485接口支持网络连接，本仪表可以支持32台设备连接在一个网络之内，在一个网络内每台设备都有一个唯一的设备地址，和相同的通讯波特率和通讯协议。为了防止在现场使用中可能出现信号反射影响通讯质量，一般在RS-485网络末端并连一只120欧姆的电阻进行信号匹配。

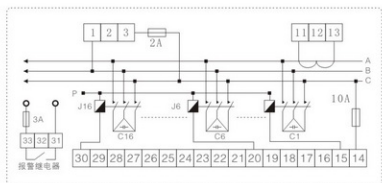
VPFC接线图



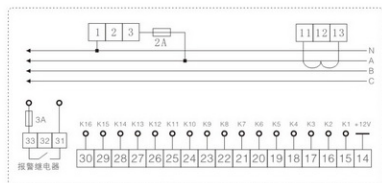
VPFC-12型开孔尺寸为113mm×113mm接线图  
当电容切换器额定工作电压为220V时P点接N, 为380V时P点接B。  
(匹配VCJR型电容器专用切换接触器)



VPFC-12D型开孔尺寸为113mm×113mm接线图  
有源直流电压信号输出容量-12V, 20mA路  
(匹配VKCS型动态无触点调节器或VFK型复合投切装置)

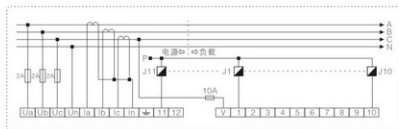


VPFC-16型开孔尺寸为138mm×138mm接线图  
当电容切换器额定工作电压为220V时P点接N, 为380V时P点接B。  
(匹配VCJR型电容器专用切换接触器)

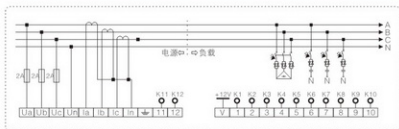


VPFC-16D型开孔尺寸为138mm×138mm接线图  
有源直流电压信号输出容量-12V, 20mA路  
(匹配VKCS型动态无触点调节器或VFK型复合投切装置)

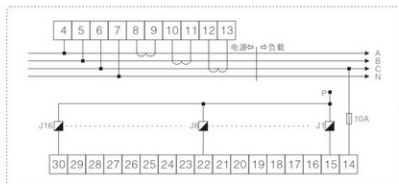
VPFC3系列接线图



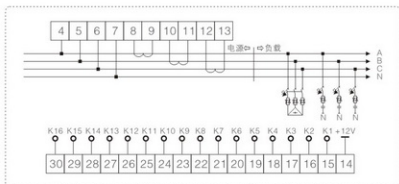
VPFC3-12型开孔尺寸为113mm×113mm接线图  
当交流接触器额定工作电压为220V时P点接N, 为380V时P点接B。  
(匹配VCJR型电容器专用切换接触器)



VPFC3-12D型开孔尺寸为113mm×113mm接线图  
有源直流电压信号输出容量-12V, 20mA路  
(匹配VKCS型动态无触点调节器或VFK型复合投切装置)



VPFC3-16型开孔尺寸为138mm×138mm接线图  
当电容切换器额定工作电压为220V时P点接N, 为380V时P点接B。  
(匹配VCJR型电容器专用切换接触器)



VPFC3-16D型开孔尺寸为138mm×138mm接线图  
有源直流电压信号输出容量-12V, 为20mA路  
(匹配VKCS型动态无触点调节器或VFK型复合投切装置)

VDZK-1型电能监测综合补偿控制器



概述

VSK牌VDZK-1型电能监测综合补偿控制器是集数据采集、电网参数分析、无功补偿通讯功能于一体的新一代电测控制设备。适用于低压电网系统的参数监测及无功补偿的控制, 可为电网的安全经济运行、负荷的合理分配、电能质量的改善等提供完善而精确的数据依据。

功能特点

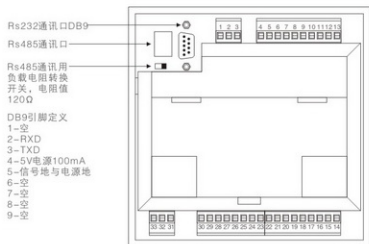
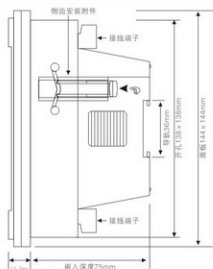
- 1. 实时显示功能**  
全中文大屏幕液晶显示(含背光), 人机界面友好, 中文提示操作直观简单。实时计算显示三相功率因数、三相有功功率、三相无功功率、三相电压、三相电流、零序电流、三相电压畸变率、三相电流畸变率、2-25次电压谐波含有率、实时时钟等。
- 2. 参数预置功能**  
参数的预置可通过两种方式来完成。1: 利用仪表提供的简易键盘输入, 2: 利用上位机分析系统软件与仪表通讯输入(四通之遥调)
- 3. 通讯功能**  
具有RS232和RS485硬件规约通讯口, 用有线电缆实现有线通讯也可通过基于GSM网的GPRS通讯模块实现上位机与下位机远距离的无线通讯, 可使用用户在距仪表千里之外实现四通功能。
- 4. 无功补偿功能**  
VDZK-1型电能监测综合补偿控制仪输出16路开关信号, 以无功功率为控制物理量实时输出电容器投切控制信号, 跟踪补偿电网无功功率的变化, 达到改善电压质量、提高功率因数及变压器的利用率。
- 5. 种补偿方案**  
VDZK-1型电能监测综合补偿控制仪提供的6种补偿方案和11种编码方案可利用控制参数任意选择。
- 6. 手动投切功能**  
VDZK-1型电能监测综合补偿控制仪利用此功能用户可强行投入或切除电容器并可无电压电流信号, 为控制仪的安装调试提供了方便。
- 7. 综合保护功能**  
VDZK-1型电能监测综合补偿控制仪具有过压保护、欠压保护、缺相保护、谐波超值保护并报警功能。
- 8. 历史数据存储功能**  
VDZK-1型电能监测综合补偿控制仪可海量存储每天48点整点数据与日统计数据达最少120天(4个月)可扩展到240天(8个月)。
- 9. 零点数据**  
VDZK-1型电能监测综合补偿控制仪每半小时对以下数据存储一次(每天记录48点)。COS $\phi$ A、COS $\phi$ B、COS $\phi$ C、Ua、Ub、Uc、Ia、Ib、Ic、Pa、Pb、Pc、Qa、Qb、Qc、THDUa、THDUb、THDUc、THDIa、THDIb、THDIc、2-25次电压谐波含有率、2-25次电流谐波含有率。
- 10. 日统计数据**

○日三相电压最大值、最小值及出现时刻	○日三相电压畸变率超标累计时间
○日三相电流最大值、最小值及出现时刻	○日三相功率因数低于0.90累计时间
○日三相功率因数最大值、最小值及出现时刻	○日三相负载不平衡率超标累计时间
○日三相有功功率最大值、最小值及出现时刻	○1-16路电容器运行总时间
○日三相无功功率最大值、最小值及出现时刻	○1-16路电容器投切次数
○日三相电压畸变率最大值、最小值及出现时刻	○分析控制仪运行总时间
○日三相电流畸变率最大值、最小值及出现时刻	○有功电度
○日三相电压偏差、偏低累计时间	○无功电度
○日三相电压合格率	○补偿电度
○日三相电压畸变率超标累计时间	○停电时刻
	○来电时刻
	○停电时刻

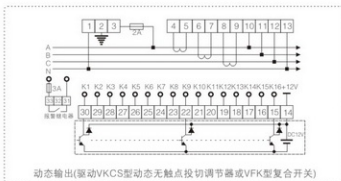
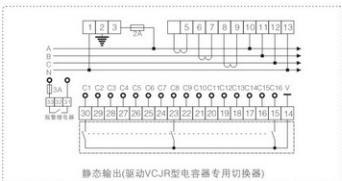
### 11.上位机分析系统软件

利用分析系统软件的通讯功能可远程调节VDZK-1的控制参数及时钟,可实时监测电网的各种参数及电容器的投切状态,也可实时显示三相电压电流的曲线图。也可下载历史记录数据等。分析系统软件将大量的下载历史数据,按用户号进行有序存储分类整理。可将任意电网参数按用户指定的时间区间用表格曲线或棒图饼图的形式显示或打印。

### 安装方式(嵌入式与导轨式)



### 接线图



- 1、3: 电源输入; 2: 接地地; 4、5: A相电流信号输入 6、7: B相电流信号输入 8、9: C相电流信号输入  
10、11、12、13: 电压信号输入 14: 驱动输出公共端+12V  
15-30: 16路驱动输出, 动态输出容量DC12V-20mA/支路; 静态输出触点容量AC380V5A/支路  
31、33: 无源长开报警输出触点容量AC380V5A

### 补偿方案的选择

补偿方案	共补偿控制总回路	A相控制总回路	B相控制总回路	C相控制总回路
方案1(16-0)	16	0	0	0
方案2(13-1)	13	1	1	1
方案3(10-2)	10	2	2	2
方案4(7-3)	7	3	3	3
方案5(4-4)	4	4	4	4
方案6(1-5)	1	5	5	5

## VPFCS功率因数动态瞬时补偿控制器



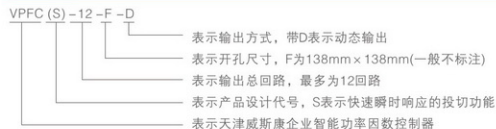
### 概述

VPFCS型动态瞬时补偿控制器是针对电网冲击性负载所产生的冲击性无功功率的专用功率因数瞬时补偿控制器,它与快速的VKCSS动态瞬时无触点切换器配合使用,可对快速变化的负载做出快速的响应,将系统的功率因数实时稳定在用户指定的范围内。可稳定受电端及电网的电压,提高供电质量、改善系统的稳定性,提高输电能力、降低电网的功率损耗,提高变压器的输出功率及运行经济效益,该技术目前在国内属于领先,特别适用于汽车工业、船舶制造业、钢铁工业等的焊接设备和突变负荷、工作周期变化非常快的场所。

### 功能特点

- 1、响应速度快,从无功变化时刻起到输出一步到位的补偿控制信号所用时间最长11ms。
- 2、使用快速傅里叶分解算法,只提取基波无功功率,功率因数作为投切控制的物理量,所以它对谐波不敏感。
- 3、提供12种电容器容量编码方法,最大程度的适应现场快速变化的无功功率。
- 4、提供PT、CT、计量模式控制参数,用户只要通过修改这些参数就可适应单相、3相3线、3相4线和不同电压等级不同电流等级的电网系统,适应能力强。
- 5、提供电容器容量监测功能,可使补偿装置不在故障状态下运行,可避免故障扩大化。
- 6、所有控制参数都有密码保护,只有知晓密码者才能修改这些参数。
- 7、提供谐波保护、欠压过压保护功能。
- 8、提供远程通讯功能,用户利用此功能可实现远程修改控制参数,远程控制电容器的投切和远程监控并将异常事件发送到用户指定的邮箱或手机等功能。
- 9、提供手动投切电力电容器组的功能,方便安装调试。
- 10、提供人性化的操作界面,操作直观简单。

### 型号含义

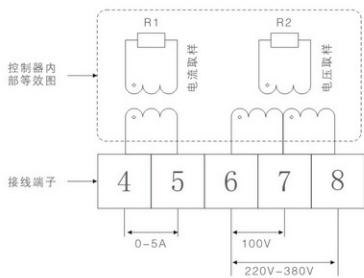
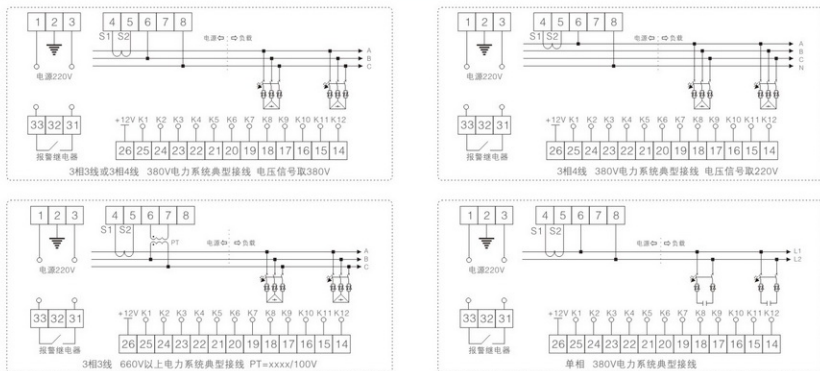


### 技术参数

适用系统: 3相4线; 3相3线; 单相系统  
电源电压: AC 220V-15%~+20%  
使用频率: 45-65Hz  
信号电流: 0-5A AC  
输入电压信号: AC 100V注: 利用电压互感器可选用更高等级电压  
内置虚拟电压互感器: 1.220/100 注: 对于220V的电压信号可直接输入  
输入虚拟电压互感器: 2.380/100 注: 对于380V的电压信号可直接输入  
输入电流阻抗: 0.05欧姆  
输入电压阻抗: 100V 390K欧姆  
输入电压阻抗: 220V-380V 780K欧姆  
控制方式: 有源开关信号-12VDC/10mA/路

最快响应速度: 11ms(50Hz)  
控制回路: 1-12路  
工作温度范围: -20℃~+70℃  
通讯口: RS485  
通讯协议: MODBUS RTU  
显示方式: 4位红色数码管  
安装方式: 嵌入式安装, 附件固定  
外观尺寸: 140mm x 138.5mm x 138.5mm(长 x 宽 x 高)  
开孔尺寸: 138mm x 138mm(注: 实物尺寸为138.5mm x 138.5mm)  
防护等级: IP20  
功率消耗: 最大8VA

接线图



电压电流信号取样内部等效原理图

注：本图不是控制器的实际电路但它可以与实际电路等效，这样做的目的是帮助用户更加容易的理解电压信号输入原理，只要用户输入的额定电压信号没有超380V时都无须加装电压互感器，这就是为什么电压信号要采用3个端子输入的根本原因。当本手册中的接线图都不符合用户的要求时，用户必须按照控制器的技术要求自己设计电压信号输入接线图。

取样额定电压	连接端子	变比选择	电压互感器	取样电压性质
100V	6号7号, 8号不用	100/100	无须安装电压互感器 电压信号可直接插入	线电压计量模式 33-1
220V	6号8号, 7号不用	220/100		
380V	6号8号, 7号不用	380/100	需要加装电压互感器	相电压计量模式 34-1, 12-1
380V以上	6号7号, 8号不用	XXX/100		

注：取样电压可以是相电压也可以是线电压，但必须选择之对应的计量模式，不然控制器在计算电力参数时会出错。

VLBD型反谐振三相滤波器扼流圈(去谐系统)



反谐振三相滤波器扼流圈(电抗器)

- 特点：
- 1、高抗谐波能力
  - 2、极低损耗
  - 3、高度线性以抗扼流圈磁饱和
  - 4、含有温控常闭130°C触点端子
  - 5、低噪音
  - 6、使用寿命长
  - 7、安装简便

型号含义



原理

电能对工业而言是极为重要的生产力因素。我们的目标是如何有效地使用它，通过功率因数补偿降低无功电流有助于节约电能。现代电力设备(驱动装置，不间断电源变频器、电子镇流器等)的大量使用所产生的非线性谐波正以谐波的方式影响着电网并加重了它的负荷(电网污染)

功率因数校正器或电力电容器的电容和电力变压器形成了一个谐振电路，经验表明这个电路的自谐振频率一般位于250和500Hz之间，谐振可导致以下不良后果：

- 电容器的过载
- 变压器和传输设备的过载
- 对测量和控制系统的干扰，对计算机和电气传动装置的干扰
- 谐波增加，即谐波放大
- 电压畸变

电力电容器用以补偿无功功率，在工频情况下，系统的感抗一般比容抗小得多，因此不会发生谐振，但当系统含有高次谐波时，并联电容器组投入后会产生使系统原有谐波感抗放大的现象。由于大多数电容器组采用分组投切的运行方式，其容抗在较大范围内变化，系统的谐波感抗可能与电容器的谐波容抗相等时就会发生谐振，因而会产生谐波放大这对电力系统和电容器的运行都是十分不利的(严重时会导致电容器爆炸)。串联VLBD电抗扼流圈是抑制谐波放大的有效措施，应根据实际存在的谐波进行选择，要使电容支路对于各次谐波的最低谐波阻抗成为感性，则有威胁性谐波落在串联谐振点的右侧，均不产生谐波放大，其参数为 $m=XL > XC > 1/n$ ，电容装置加装串联VLBD电抗扼流圈除用于抑制谐波放大和吸收部分谐波外，还可用来限制电容器的合闸涌流及断开时的过电压等。VLBD扼流圈还能对无触点开关起到过电流保护作用等。

VSK可根据系统中存在的3次、5次、7次...等分别配置4.5%、6%、7%、13%、14%、14.8%...的系列VLBD电抗扼流圈订货时你需要提供：1.系统电压及频率2.电容的额定电压及容量3.匹配阻抗(这主要有系统中的主要谐波次数而定)，我们可以匹配相应的VLBD系列电抗扼流圈。

这些谐振现象可通过串联带有滤波扼流圈的电容器得以避免。去谐系统的自谐振率要低于最低的线路谐波频率。这样对于高于线路频率的谐波而言，去谐功率因数补偿系统表现为纯感性，对于50Hz的线路频率而言，它呈容性，因而无功功率就得予以校正。

VSK/VLBD电抗扼流圈满足：

- 1.在工频1.8倍额定电流下电抗器值不超过5%；
- 2.在工频1.35倍或工频谐波叠加合成电流方均根值为1.2倍电流下连续运行；
- 3.能承受25倍额定电流持续2.5秒；

友情提示：VLBD滤波扼流圈(俗称电抗器)与限流电抗器是不属于相同功能的产品。限流电抗器(简称电抗器)是用于限制电容器合闸涌流的线圈，不能代替滤波扼流圈使用，请设计时有所区分。

主要技术参数

频率及系统电压(V)	400v,50HZ(or60Hz)
无功输出Kvar	5至100Kvar(单台)
电抗率(%)	7%,5.67%,14%(其它也可以制造)
环境温度(°C)	40°C(自然冷却)
防护等级	IP00(环氧浇注式,F级)
电感偏差与绝缘	L=±3%,U=3KV
其它	U3=0.5%Un,U5=5%Un,Ilin=1.2(Ir+I3+I5+I7),>0.95Ln,Ir=1.06In Ith=1.05IrmS

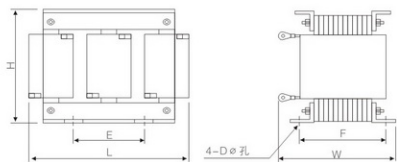
主要规格型号(以常用XL=7%XC为例)f=189HZ,抑制5次及以上谐波的滤波组件

产品型号	系统电压KV	额定容量Kvar	额定电流A	外形尺寸mm			匹配电容器型号
				长(L)	宽(W)	高(H)	
VLBD0.4-7/10	0.4KV	10	12.8A	185	120	175	VRF(VZMJ)0.45-10-3
VLBD0.4-7/15	0.4KV	15	19.2A	185	120	175	VRF(VZMJ)0.45-15-3
VLBD0.4-7/20	0.4KV	20	25.7A	210	160	190	VRF(VZMJ)0.45-20-3
VLBD0.4-7/25	0.4KV	25	32.1A	227	170	210	VRF(VZMJ)0.45-25-3
VLBD0.4-7/30	0.4KV	30	38.5A	227	170	210	VRF(VZMJ)0.45-30-3
VLBD0.4-7/40	0.4KV	40	51.3A	238	173	225	VRF(VZMJ)0.45-40-3
VLBD0.4-7/50	0.4KV	50	64.2A	270	210	225	VRF(VZMJ)0.45-50-3
VLBD0.4-7/60	0.4KV	60	77.0A	270	210	225	VRF(VZMJ)0.45-60-3

主要规格型号(XL=14%XC)f=134HZ,抑制3次及以上谐波的滤波组件

产品型号	系统电压KV	额定容量Kvar	额定电流A	外形尺寸mm			匹配电容器型号
				长(L)	宽(W)	高(H)	
VLBD0.4-14/10	0.4KV	10	11.0A	230	171	210	VRF(VZMJ)0.525-10-3
VLBD0.4-14/15	0.4KV	15	16.5A	230	171	210	VRF(VZMJ)0.525-15-3
VLBD0.4-14/20	0.4KV	20	22.0A	230	173	210	VRF(VZMJ)0.525-20-3
VLBD0.4-14/25	0.4KV	25	27.5A	270	205	225	VRF(VZMJ)0.525-25-3
VLBD0.4-14/30	0.4KV	30	33.0A	270	205	225	VRF(VZMJ)0.525-30-3
VLBD0.4-14/40	0.4KV	40	44.0A	270	205	225	VRF(VZMJ)0.525-40-3
VLBD0.4-14/50	0.4KV	50	55.0A	280	215	235	VRF(VZMJ)0.525-50-3
VLBD0.4-14/60	0.4KV	60	66.0A	290	220	235	VRF(VZMJ)0.525-60-3

注:(1)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,后果较严重。因此,谐波滤波组件建议选用本公司系列成熟产品,匹配性及稳定性良好,项目运行成功率高。  
(2)其他电压、电抗率及容量根据用户的需要也可以提供。



VLBD型反谐振三相滤波器扼流圈(去谐系统)外形尺寸图

VRL5Y型方管刀形触头熔断器



概述

VRL5Y型系列熔断器适用于交流50Hz,额定电压至1140V,额定电流至1250A,额定分断能力至120KA,主要用于电气装置中作线路过载和短路保护(gG/gL);特别适用于电容器配套使用,还可派生为半导体器件及其成套装置的短路保护(aR)以及电动机短路保护(aM),自投入市场以来,深受电力用户的好评。

本系列熔断器符合国家标准GBI 3539和国际电工委标准IEC60269。

结构特点

由纯铜/银片(或丝)制成的变截面熔体封装于由高强度陶瓷制成的熔管内;熔管中充满经化学处理过的高纯度石英砂作为灭弧介质。熔体二端采用点焊与端板(或连接板)牢固电连接,组成刀形触头插入式结构。熔断器可带有熔断指示器或撞击器,当熔断时能显示熔断(指示器)或转换成各种信号以及自动切换电路(撞击器)。

主要规格及外形尺寸

产品型号	配套熔断体尺码	额定绝缘电压(V)	额定电流(A)	外形尺寸(mm)						重量(g)	图号
				A	B	C	D	E	H		
VRL5Y-160/3	NT00/00C	690	10~160	145.6	99	103.4	35.5	35.8	86	446	41-1
VRL5Y-250/3	NT1	690	32~250	239	176	189	37.5	32	123	1434	41-2
VRL5Y-400/3	NT2	690	80~400	239	192	189	38	35	123	1950	41-2
VRL5Y-630/3	NT3	690	160~630	239	207	189	38.5	40	123	2505	41-2

外形尺寸

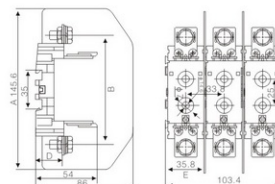


图41-1

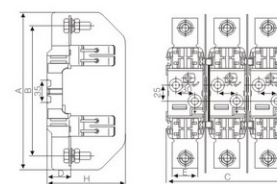


图41-2

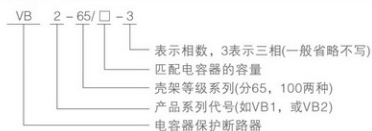
**VB1-65型、VB2-65型低压电容保护断路器**



**概述**

VB1-65型、VB2-65型低压电容保护断路器(脱扣器)都是参照电力电容器实际运行特性而设计开发的,专为电力电容器配套使用,规格等级按电力电容器额定容量匹配,具有在高浪涌电流时不会出现误动作的特性,具有结构先进、性能可靠、分断能力高、外形美观小巧等特点。广泛应用于无功补偿装置中的电力电容器过载、短路保护作用。

**型号含义**



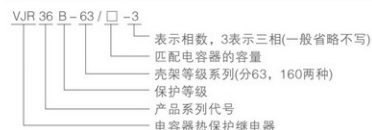
**VJR36B型电容热保护继电器**



**概述**

VJR36B型电容热保护继电器,是我公司根据广大用户的一致要求,并结合实际用户使用情况,在原JR36热继电器的基础上,专为电力电容器配套使用而改进设计的,适用于交流50Hz(60Hz)电压至660V,电容至60kvar至160A以下的无功补偿装置中作为单台电力电容器的热过载保护,该保护器具有过载保护、断相保护、温度补偿、动态指示、动作灵活性检查,有手动复位和自动复位,并有手动断开筒触头的按钮,整定值与电力电容器额定电流相匹配,保护器的额定电流固定式提高了电力电容器的保护精度,不设电流调节盘,以避免不正确调节及非操作人员随意乱调,影响电力电容器的保护效果,保护器具有动作可靠,外型美观、实用、安装使用方便,价格低廉等特点,可广泛应用于无功功率因数自动补偿装置的控制电路,是新一代电力电容器保护较为理想的产品。

**型号含义**



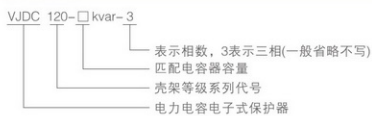
**VJDC型电力电容保护器**



**概述**

VJDC型电力电容保护器(以下简称保护器)与电容器专用切换器、无功功率补偿控制器、熔断器等组成电力电容器保护控制系统,主要作为电力电容器及补偿电路中出现的过流、短路、涌流、谐波、过压等故障进行保护。保护器作为过流保护的新一代产品填补了国内外电力电容器保护器的空白,可广泛用于功率因数自动补偿控制电路。是替换热继电器用于保护电力电容器的理想电子式保护产品。

**型号含义**



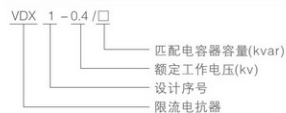
**VDX型低压限流电抗器系列**



**概述**

VDX系列限流电抗器是采用不饱和聚酯树脂浇注成型的干式电抗器,用于低压工成套装置中作为限制低压电容器的合闸涌流和增加合闸开关的断流能力。本产品符合:GB10229《电抗器》标准。

**型号含义**



一、常规功率因数补偿(装置)柜主要元器件对照选型一览表

系统电压(kv)	功率因数控制 (任选一型)	电容器专用 保护断路器	电容器专用切换器 (控制线圈电压通常选220V)	电容器热保护继电器	匹配电容器型号
0.4KV	① JKLIC-W-12/380V (开孔113×113)	VB2-65/5	VCJR1-32/11	VJR36B-63/5	VZMJ0.415/0.45-5-3
		VB2-65/8	VJR36B-63/8	VJR36B-63/8	VZMJ0.415/0.45-8-3
		VB2-65/10	VCJR1-32/11	VJR36B-63/10	VZMJ0.415/0.45-10-3
	② JKLIB-W-12/380V (开孔162×102)	VB2-65/12	VCJR1-32/11	VJR36B-63/12	VZMJ0.415/0.45-12-3
		VB2-65/14	VCJR1-32/11	VJR36B-63/14	VZMJ0.415/0.45-14-3
		VB2-65/15	VCJR1-32/11	VJR36B-63/15	VZMJ0.415/0.45-15-3
	③ VPFC-12/380V (开孔113×113)	VB2-65/16	VCJR1-43/11	VJR36B-63/16	VZMJ0.415/0.45-16-3
		VB2-65/20	VCJR1-43/11	VJR36B-63/20	VZMJ0.415/0.45-20-3
		VB2-65/25	VCJR1-63/21	VJR36B-63/25	VZMJ0.415/0.45-25-3
	④ VPFC-16/380V (开孔138×138)	VB2-65/30	VCJR1-63/21	VJR36B-63/30	VZMJ0.415/0.45-30-3
		VB2-100/40	VCJR1-95/21	VJR36B-160/40	VZMJ0.415/0.45-40-3
		VB2-100/50	VCJR1-115/10	VJR36B-160/50	VZMJ0.415/0.45-50-3

注:(1)功率因数控制器工作电压380V与电容专用切换器线圈控制电压220V无关。因为控制器的每个回路控制输出端子需由“V”端子接入。(V端子为公共端)  
(2)上表中电容器专用保护断路器VB2也可选用熔断器VRL5型替用;电容器热保护继电器VJR36型也可选用VJDC型电容器电子式保护器替用。

二、常规动态快速补偿及滤波(装置)柜主要元器件对照选型一览表

系统电压(kv)	功率因数控制 (任选一型)	电容器专用 保护断路器	动态无触点投切调节器	滤波器扼流圈	匹配电容器型号
0.4KV	① VPFC-12D/220V (开孔113×113) ② VPFC-16D/220V (开孔138×138)	VB2-65/5	VKCS0.4-5-3	VLBD0.4-7/5	VRF(VZMJ)0.45-5-3
		VB2-65/8	VKCS0.4-8-3	VLBD0.4-7/8	VRF(VZMJ)0.45-8-3
		VB2-65/10	VKCS0.4-10-3	VLBD0.4-7/10	VRF(VZMJ)0.45-10-3
		VB2-65/12	VKCS0.4-12-3	VLBD0.4-7/12	VRF(VZMJ)0.45-12-3
		VB2-65/14	VKCS0.4-14-3	VLBD0.4-7/14	VRF(VZMJ)0.45-14-3
		VB2-65/15	VKCS0.4-15-3	VLBD0.4-7/15	VRF(VZMJ)0.45-15-3
		VB2-65/16	VKCS0.4-16-3	VLBD0.4-7/16	VRF(VZMJ)0.45-16-3
		VB2-65/20	VKCS0.4-20-3	VLBD0.4-7/20	VRF(VZMJ)0.45-20-3
		VB2-65/25	VKCS0.4-25-3	VLBD0.4-7/25	VRF(VZMJ)0.45-25-3
		VB2-65/30	VKCS0.4-30-3	VLBD0.4-7/30	VRF(VZMJ)0.45-30-3
		VB2-65/40	VKCS0.4-40-3	VLBD0.4-7/40	VRF(VZMJ)0.45-40-3
		VB2-65/50	VKCS0.4-50-3	VLBD0.4-7/50	VRF(VZMJ)0.45-50-3

注:上表中电容器专用保护断路器VB2型也可选用熔断器VRL5型替用,如应用于城乡电网改造或一般电网补偿的系统可将VKCS动态调节器选用VFK系列复合开关替用,其它配置不变。

三、分相补偿装置柜主要元器件对照选型一览表(用于三相不平衡负荷)

系统电压(kv)	功率因数控制 (任选一型)	电容器专用 保护熔断器	动态无触点调节器	滤波器扼流圈	匹配电容器型号
0.4KV	① VPFC3-12D/220V (开孔113×113) ② VPFC3-16D/220V (开孔138×138)	VRL5Y-160/2 32A	VKCS0.25-5-1/3	VLBD0.25-7/5-1	VRF(VZMJ)0.28-5-1
		VRL5Y-160/2 50A	VKCS0.25-8-1/3	VLBD0.25-7/8-1	VRF(VZMJ)0.28-8-1
		VRL5Y-160/2 63A	VKCS0.25-10-1/3	VLBD0.25-7/10-1	VRF(VZMJ)0.28-10-1
		VRL5Y-160/2 25A	VKCS0.25-5-1/3	VLBD0.25-7/3.33-1	VRF(VZMJ)0.28-(3×3.33)10-3/4
		VRL5Y-160/2 32A	VKCS0.25-5-1/3	VLBD0.25-7/5-1	VRF(VZMJ)0.28-(3×5)15-3/4
		VRL5Y-160/2 50A	VKCS0.25-10-1/3	VLBD0.25-7/6.67-1	VRF(VZMJ)0.28-(3×6.67)20-3/4

注:(1)上表中电容器动态快速分相补偿的元器件组合,如应用于城乡电网改造或一般电网补偿的系统可将VKCS动态调节器选用VFK系列复合开关替用,其它配置不变。  
(2)上表中电容器为单相的(-1)用3台,为分相的(-3/4)用1台即可。

**VRC-CL调谐滤波功率因数自动补偿系统** (首批通过国家强制性CCC认证)



**概述**

理想的输配电系统是在固定频率的正弦波电压及电流波形下运行，如果大量的变频器、整流设备、电焊设备、电弧炉、不间断电源等非线性负荷的接入，系统将会产生大量的谐波电流进而导致系统的电流及电压的畸变。谐波对连接在补偿电路中的电容器是非常危险的。电容器的电容与电网的电感形成了一个谐振电路，通常这个谐振电路的自谐振频率一般位于250和500Hz之间，即在5次和7次谐波范围内。当电网中存在的谐波频率与自谐振频率相近时，有可能使谐波电流放大到正常的20倍左右。受谐波影响的电网不能采用常规的电容器来做无功补偿。

当系统上存在谐波时，使用VSK调谐滤波电容器组是功率因数补偿的最佳解决方法之一。由VRF(VZMJ)电容器和VLBD调谐滤波圈串联组成的调谐滤波电容器组，可以在基波频率段补偿无功功率，同时解调谐振电路的自谐振频率，避免谐波因谐振而放大。

调谐滤波电容器组，由数段电容器及VLBD调谐滤波圈组合而成，每段形成串联共振回路，使共振频率低于最低之谐波频率，在基波频率(50Hz)下，呈现电容性，以提供无功电力补偿。同时在谐波频率下，呈现电感性，故与网络不会形成并联共振回路，即不会造成谐波放大。另外，调谐滤波电容器组，也可消除高次谐波电流约15-50%。

调谐滤波电容器组的投入或切除是由谐波型自动功率因数调整器VPFC控制。每段的容量是依照不同的负荷等级所确定，通常每回路容量约15kVAR至30kVAR。

VSK调谐电容器组选型表  
系统电压400V/50Hz，抑制5次以上谐波的系统

补偿容量	VSK调谐电容器组	路数	电容器专用断路器	电容器专用切换器	VPFC控制器	柜体数	最小柜体尺寸 (W×D×H)mm
120kvar	VZMJ0.45-20-3+VLBD0.4-7/20	6	VB2-65/20kvar	VCJR-43/11	VPFC-10	1	800×1000×2200
160kvar	VZMJ0.45-20-3+VLBD0.4-7/20	8	VB2-65/20kvar	VCJR-43/11	VPFC-10	1	1000×1000×2200
200kvar	VZMJ0.45-20-3+VLBD0.4-7/20	10	VB2-65/20kvar	VCJR-43/11	VPFC-10	1	1000×1000×2200
150kvar	VZMJ0.45-25-3+VLBD0.4-7/25	6	VB2-65/25kvar	VCJR-63/21	VPFC-10	1	800×1000×2200
200kvar	VZMJ0.45-25-3+VLBD0.4-7/25	8	VB2-65/25kvar	VCJR-63/21	VPFC-10	1	1000×1000×2200
250kvar	VZMJ0.45-25-3+VLBD0.4-7/25	10	VB2-65/25kvar	VCJR-63/21	VPFC-10	1	1000×1000×2200
300kvar	VZMJ0.45-30-3+VLBD0.4-7/30	10	VB2-65/30kvar	VCJR-63/21	VPFC-10	1	1000×1000×2200
360kvar	VZMJ0.45-30-3+VLBD0.4-7/30	12	VB2-65/30kvar	VCJR-63/21	VPFC-12	1	1200×1000×2200

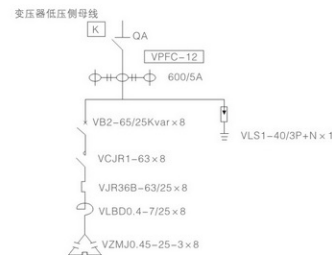
根据系统需要补偿的无功功率以及需要进行抑制的谐波次数，对照选型表可以查到相应的元器件组合方式。由这些元器件构成调谐滤波电容器组，对系统谐波进行抑制。

VSK调谐滤波电容器组性能规格:

项目	说明	
滤波器扼流圈	VLBD0.4-14/X Kvar VLBD0.4-7/X Kvar VLBD0.4-5.67/X Kvar	调谐频率 135Hz，抑制 3 次以上谐波，X为无功容量。 调谐频率 189Hz，抑制 5 次以上谐波，X为无功容量。 调谐频率 210Hz，抑制 5 次以上谐波，X为无功容量。
系统电压	230-690V 50Hz (三相)	
柜体尺寸	800 × 1000 × 2200mm <sup>3</sup> , 1000 × 1000 × 2200mm <sup>3</sup> , 1200 × 1000 × 2200 mm <sup>3</sup>	
保护等级	IP30	
设备型号	VRC-CL-1/2/3/n 1: 系统电压等级 2: 串接扼流圈的谐振频率 3: 补偿容量 ( kvar ) n: 投切段数	

调谐滤波电容器组在电气工程中的设计方法:

例: 某变压器低压侧电压等级为400V, 需补偿无功功率为200kvar, 分8回路进行投切, 每路25kvar. 电气设计图如下:



**VRC-DL动态调谐滤波功率因数自动补偿系统** (首批通过国家强制性CCC认证)

设备名称: VRC-DL动态调谐滤波电容器自动补偿系统

现代工业中新技术的应用对供电网络的电能质量有着很大的负面影响，例如频繁的大负载起伏波动和谐振现象。额外的电流、增加的损耗和闪变不但影响供电的能力，而且对敏感的电子设备运行造成很大的影响。

动态功率因数补偿系统采用电子开关，晶闸管模块取带反应缓慢的电磁接触器，晶闸管模块一方面具有无限次数的开关操作寿命，同时保证快速跟随负载变化的反应时间。晶闸管模块在电流波形的过零点时切换，因此避免了可能达到额定电流200倍的浪涌电流产生。动态补偿系统开创了新的应用领域，并提供更多优良特性:

1. 在电力分配系统中减少无功和低能量损耗，无论有无快速变化的负载。
2. 没有延时放电时间，切换时间少于2-5s
3. 由于避免了浪涌峰值电流的影响，可降低建立新工厂的投资费用 (电力分配系统、传输系统、电缆截面积等)
4. 稳定线路电压，即在电能馈送时无电压下降
5. 防止闪变
6. 平滑、无暂态切换，改善电能质量
7. 延长补偿系统和设备的使用寿命

动态补偿系统特别适用于突变负荷和工作周期变化非常快的设备，如焊接设备，轧钢生产线，起重机，注塑机，电梯和主马达启动等的快速补偿。

VSK动态调谐电容器组选型表  
系统电压400V/50Hz, 抑制5次以上谐波的系统

补偿容量	VSK调谐电容器组	路数	电容器专用断路器	容性无功触头调节器	VPFC控制器	柜体数	最小柜体尺寸 (W×D×H)mm
120kvar	VZMJ0.45-20-3+VLBD0.4-7/20	6	VB2-65/20Kvar	VKCS0.4-20-3	VPFC-10D	1	800×1000×2200
160kvar	VZMJ0.45-20-3+VLBD0.4-7/20	8	VB2-65/20Kvar	VKCS0.4-20-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
200kvar	VZMJ0.45-20-3+VLBD0.4-7/20	10	VB2-65/20Kvar	VKCS0.4-20-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
150kvar	VZMJ0.45-25-3+VLBD0.4-7/25	6	VB2-65/25Kvar	VKCS0.4-25-3	VPFC-10D	1	800×1000×2200
200kvar	VZMJ0.45-25-3+VLBD0.4-7/25	8	VB2-65/25Kvar	VKCS0.4-25-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
250kvar	VZMJ0.45-25-3+VLBD0.4-7/25	10	VB2-65/25Kvar	VKCS0.4-25-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
300kvar	VZMJ0.45-30-3+VLBD0.4-7/30	10	VB2-65/30Kvar	VKCS0.4-30-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
360kvar	VZMJ0.45-30-3+VLBD0.4-7/30	12	VB2-65/30Kvar	VKCS0.4-30-3	VPFC-12D	1	1200×1000×2200

VSK动态调谐电容器组选型表  
系统电压400V/50Hz, 可以抑制3次以上谐波的系统

补偿容量	VSK调谐电容器组	路数	电容器专用断路器	容性无功触头调节器	VPFC控制器	柜体数	最小柜体尺寸 (W×D×H)mm
120kvar	VZMJ0.525-20-3+VLBD0.4-14/20	6	VB2-65/20Kvar	VKCS0.4-20-3	VPFC-10D	1	800×1000×2200
160kvar	VZMJ0.525-20-3+VLBD0.4-14/20	8	VB2-65/20Kvar	VKCS0.4-20-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
200kvar	VZMJ0.525-20-3+VLBD0.4-14/20	10	VB2-65/20Kvar	VKCS0.4-20-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
150kvar	VZMJ0.525-25-3+VLBD0.4-14/25	6	VB2-65/25Kvar	VKCS0.4-25-3	VPFC-10D	1	800×1000×2200
200kvar	VZMJ0.525-25-3+VLBD0.4-14/25	8	VB2-65/25Kvar	VKCS0.4-25-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
250kvar	VZMJ0.525-25-3+VLBD0.4-14/25	10	VB2-65/25Kvar	VKCS0.4-25-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
300kvar	VZMJ0.525-30-3+VLBD0.4-14/30	10	VB2-65/30Kvar	VKCS0.4-30-3	VPFC-10D	1	1000×1000×2200
360kvar	VZMJ0.525-30-3+VLBD0.4-14/30	12	VB2-65/30Kvar	VKCS0.4-30-3	VPFC-12D	1	1200×1000×2200

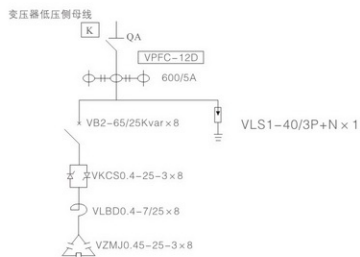
根据系统需要补偿的无功功率以及需要进行抑制的谐波次数, 对照选型表可以查到相对应的元器件组合方式。由这些元器件构成动态调谐滤波电容器组, 快速跟随负载的变化并对系统谐波进行抑制。

调谐滤波电容器组性能规格:

项目	说明
滤波圈扼流圈	VLBD0.4-14/X Kvar 调谐频率 135Hz, 抑制 3 次以上谐波 VLBD0.4-7/X Kvar 调谐频率 189Hz, 抑制 5 次以上谐波 VLBD0.4-5.67/X Kvar 调谐频率 210Hz, 抑制 5 次以上谐波
系统电压	230-690V 50Hz (三相)
柜体尺寸	800×1000×2200mm <sup>3</sup> , 1000×1000×2200mm <sup>3</sup> , 1200×1000×2200mm <sup>3</sup>
保护等级	IP30
设备型号	VRC-DL-1/2/3/n 1: 系统电压等级 2: 串接扼流圈的谐振频率 3: 补偿容量(kvar) n: 投切段数

动态调谐滤波电容器组在电气工程设计中的设计方法:

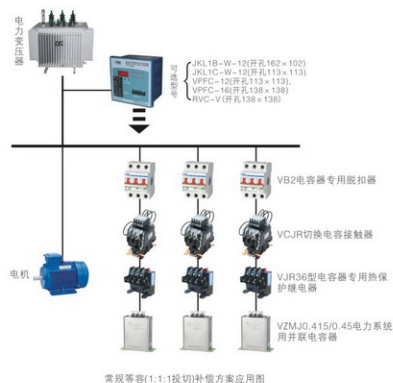
例: 某台变压器低压侧电压等级为400V, 需补偿无功功率为200kvar, 用于电焊机使用较多的焊接场所, 分8回路进行快速投切, 每路25kvar. 电气设计图如下:



### 1、常规传统补偿应用

常规投切方式即人们熟知的“静态”补偿方式, 也是目前大部份开关制造厂所选用的投切方案, 延时投切的目的在于使投入的电容器有足够的放电时间, 防止过于频繁的动作对电容和接触器造成损坏。当控制器检测到需补偿时, 控制器则延时一段时间(投切延时时间可整定), 投入一组电容器, 并继续监测补偿情况, 如仍需补偿, 控制器则再延时一段时间, 再投入一组电容器, 直到全部投入为止。

由于电容器切除后需要放电, 才能再次投入运行, 故延时时间受到电容器放电的限制不能设定太短, 市面上一般只能使用循环切换程序。延时投切方式一般是根据投切路数的数量约需要60秒~300秒时间才能把无功补够, 故适用于负荷变化平稳的场合补偿。如果将控制系统选用VSK的相关产品, 则可实现不等容投切方案, 则补偿精度和投切时间将大大提高。



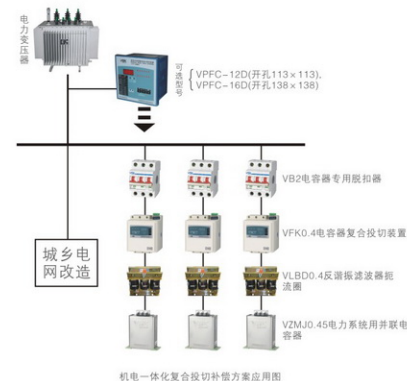
说明:(1)常规补偿方案如选用JKL1B或JKL1C控制器即可实现传统的循环投切, 也可实现步差(不等容)投切, 即自动寻找电容器的容量大小来搭配投切  
(2)常规补偿方案如选用VPFC或RVC-V控制器即可实现传统的循环投切, 也可以实现编码投切方案, 有谐波源的场所必须选用VPFC系列的控制器。

采用VSK的编码(步切差容投切)的补偿方案是传统投切方式的升级产品, 相比有以下优点:

- 1、采用先进的步切换程序即达到一次性快速补足功能。
- 2、投切取样由功率因数改为无功功率或无功电流。
- 3、使用有差容补偿, 步比值可设置。
- 4、可把第一步安排较小容量值, 以提高补偿精度。
- 5、电容器重新投入放电延时和响应延时分别设置。

### 2、复合开关投切补偿方案应用

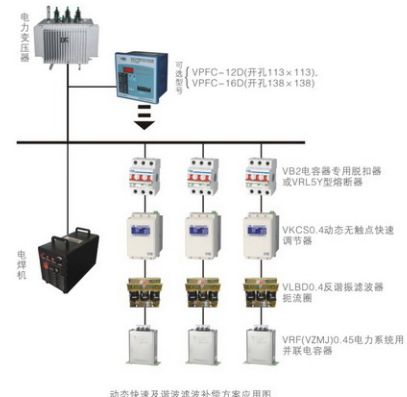
机电一体化复合开关投切补偿装置的基本工作原理是将可控硅与磁保持继电器并联, 在投入切除的瞬间由可控硅承担过零投切, 可控硅导通时间很短(不产生发热), 之后转换为磁保持继电器接通运行。因此, 此种投切方式即有可控硅开关过零投切无涌流的优点, 又具有交流接触器运行无功损耗的长处, 也就避免了可控硅运行发热和接触器投切火花的缺陷, 是一种较为理想的补偿方案之一特别适用于城乡电网改造的补偿系统使用。



### 3、动态快速补偿及谐波滤波方案应用

快速投切方式即人们熟知的“动态”补偿方式, 由于使用可控硅做为切换开关对电容器的投切, 可控硅具有电压过零投入、电流过零切除的优点, 故无需电容放电时间的延时, 以及具有极短的响应时间, 控制器能在最短的时间内, 通过最少电容步来达到目标cosφ值。

这种方式是机械动作的接触器类无法实现的, 完成达到目标cosφ值的投入切除过程, 典型在1-2秒左右, 最大2-5秒时间。适用于负载工作周期变化较快的设备如电焊机、冲压机、油田和港口等以及谐波滤波补偿使用。



动态快速及谐波滤波补偿方案应用图

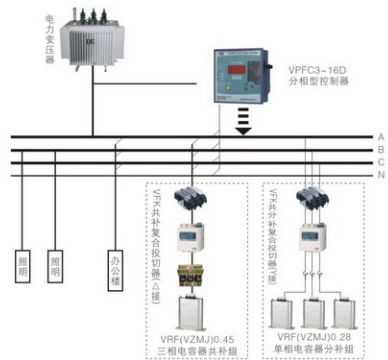
#### 4、分相补偿应用

VSK的VPFC3系列控制器，具有对每相分别补偿功能，适用于三相不平衡电网的自动补偿，共有六种补偿方案，可由用户设置。特别适用于商场、办公楼、居民小区、学校、企事业单位等。

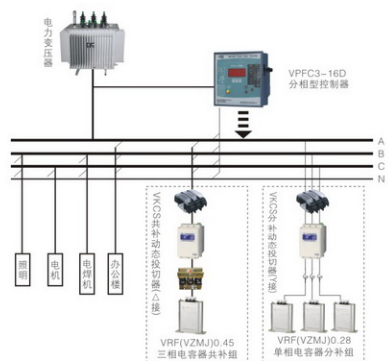
a. 用户在使用分相补偿方案之前应根据补偿装置工作现场电力参数的特点，首先确立补偿的总容量，然后确立共补总容量和分补总容量。

b. 根据共补总容量可确定共补电容器的只数。

c. 有了共补电容器的只数和各相分补电容器的只数，就可以确定补偿方案。



机电一体化复合分相补偿方案应用图

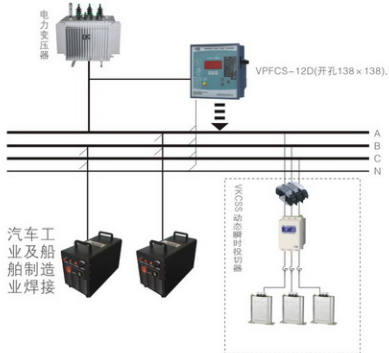


动态无触点快速投切分相补偿方案应用图

#### 5、动态瞬时补偿滤波应用

瞬时投切方式是动态快速投切的基础上而最新成功开发的，具有国际先进的技术水平，是目前最快的补偿方式，应该说它是可控硅器件与数字技术综合的技术结晶，实际上就是一套快速随动系统。VPFC3瞬时控制器最快能在半个周期内完成采样计算，在第1个周期到来时，控制器已发出切换信号。通过在一个步骤内按由大到小的次序连续投入，一次性补足，一步到位。

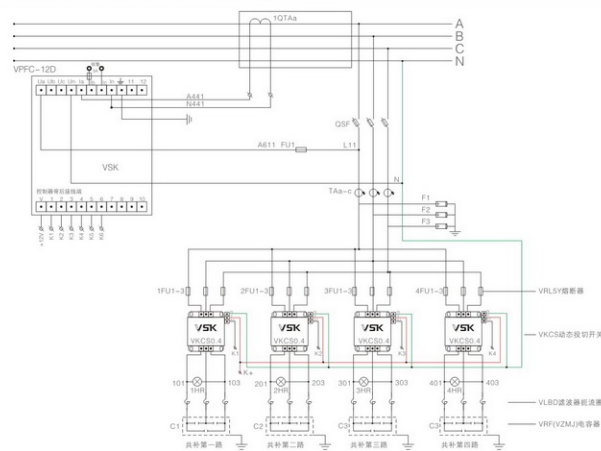
瞬时投切方式完成达到目标cosφ投入切除过程。即在5-20ms(毫秒)内完成所有步的投入切除过程。故适用于突变负荷和工作周期变化非常快的设备，如汽车工业、船舶制造业等的点焊机、电焊机、钢铁工业中的焊接设备、冷轧生产线、大型行车、起重机、注塑机、喷涂设备、油田、港口等。



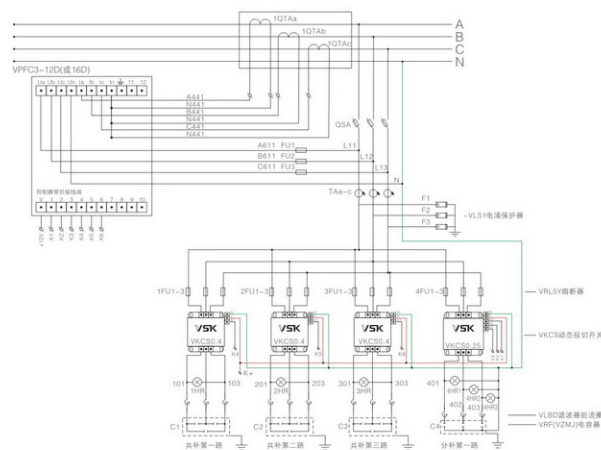
动态瞬时补偿滤波方案应用图



#### VSK/VRC-DL动态功率因数补偿装置接线图(共补)



#### VSK/VRC-DL动态功率因数分相补偿装置接线图(共补+分补)



注：上图分别为动态快速负载的共补、共补+分补方案图，如用户为城乡电网或一般负载的无功补偿系统也可将VKCS动态投切开关换为VFK机电一体化复合投切装置即可，其接线图不变。

## VRC-DL/S智能型动态瞬时无功补偿滤波成套装置

### 概述

VRC-DL/S系列智能型动态瞬时无功补偿滤波成套装置，根据配电系统的负荷情况实时在线投切L-C滤波器组，实现实时快速跟踪补偿系统基波无功，同时滤除谐波。

### 应用

广泛应用于电力、冶金、铁道、军工、石油、机械、化工、港口、轻工、建材、矿山、汽车制造业、造船、楼宇等供电系统中，要求动态无功补偿且同时需要抑制或治理谐波的情况；尤其适用于有谐波、负荷较大且变化快的工况。

### 作用

- 有效支撑系统电压，确保系统正常运行
- 保障功率因数达标，避免罚款，同时有效提高设备利用率
- 有效抑制或治理谐波
- 降损节能

### 特点

- 零电流投切—先进的大功率晶闸管电流过零点投切技术，实现零电流投入、零电流切除，无涌流，无冲击。
- 快速动态响应—快速跟踪系统无功变化，实时动态响应投切，系统响应时间 $\leq 20\text{ms}$ 。
- 智能化—配置智能监控终端，将动态无功补偿滤波成套装置与配电自动化系统有机结合起来，实现瞬时投切控制，相关电能质量、配电参数的现场在线监控及远方遥测、通信、遥控，同时具备过流、过压、欠压、三相不平衡、温度超限等多种数字化保护功能。

### 分类

- 按功能可分为：标准调谐型、非标滤波型、高压补偿型、单相补偿型等。
- 按结构可分为：户内柜式、户外柜式、户外分立式等。

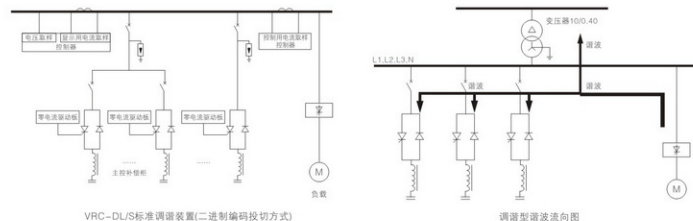
### 原理说明

VRC-DL/S系列智能型动态无功补偿滤波成套装置，主要由监控终端、开关模块、电容器、扼流圈、断路器、机柜等构成，控制器以负载的实时无功功率为投切物理量，应用瞬时无功控制理论及网压支持算法，在10ms内完成信号数据采集、计算、及控制输出；投切开关接到投切指令后，在20ms内完成零电流投入，投切无涌流，对电网无冲击，并且在主电路和开关中采取措施，对主回路电容器有预充电的作用，避免了投切电容器的冲击，使运行更加稳定、安全、可靠。为保证实时跟踪投切，整个系统响应时间不大于30ms，可满足快速变化负载的需要，实现快速补偿。

VRC-DL/S系列智能型动态无功补偿滤波成套装置，按功能可分为：标准调谐型、非标滤波型、高压补偿型以及单相补偿型等，以下将分别简述其工作原理：

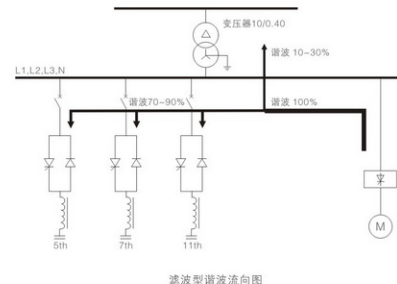
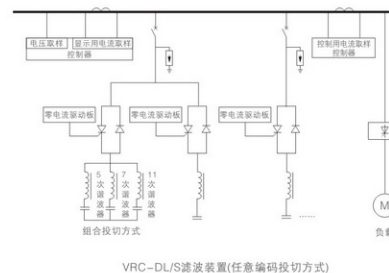
#### 标准调谐型

主要适用于含有少量谐波，负荷变化较快的系统中。一般情况下，在这种系统中，单纯投切电容器组的无功补偿装置是不能直接使用的，原因有三：一为并联电容器组对谐波的放大，电容器组与电网形成并联谐振使谐波电流放大，以致于电压及电流的畸变更为严重；二为谐波对并联电容器的直接影响，谐波电流叠加在电容器的基波电容上，使电容器的电流有效值增大，温升增大，会降低电容器的使用寿命或使电容器损坏；三为难以跟踪快速变化的负载，容易引起过补和欠补，导致网压波动。针对于此，在谐波含量相对小的系统中，无功补偿装置应该串联VLBD调谐扼流圈，使此回路中的谐振频率调谐低于最低次谐波，使其在工频呈容感性，改善功率因数，在谐振频率时呈感性，防止谐波的发生，以防止谐波的放大。



### 非标滤波型

适用于含有较大量谐波的系统中。VRC-DC/S装置由电容器串联VLBD滤波扼流圈组合而成，在工频呈容感性，改善功率因数，在所设计的谐振频率时形成串联谐振，使此L-C回路在此频率时形成非常低的阻抗，而能吸收大部分的谐波电流，从而改善系统中电压和电流的谐波畸变率。在实际工程中，用户的负载特性和容量不尽相同，我们会根据情况，设计不同方式(单调谐、双调谐、高通、组合等)、不同谐振频率(5次、7次、11次等)、不同容量的谐波滤波器，滤波型VRC-DL/S装置一般需要非标设计。



### VSK/VRC-DL/S动态瞬时滤波电容补偿装置柜的应用

VSK/VRC-DL/S低电压动态无功补偿柜是由动态快速瞬时控制器VPFCS-12D、快速瞬时电子开关模块VKCSS、附加回路、滤波扼流圈VLBD、补偿电容器VRF等组成的，主要特点有：1.使用电子开关元件快速瞬时投/切电容器组；2.对电网的每一周波进行无功功率补偿(响应时间5~20ms)；3.节能；4.防止电压跌落和闪烁；5.滤除谐波；6.防止灵敏电子设备的损坏；7.即使在有谐波的情况下仍能精确控制功率因数；8.延长开关器件及电容器的使用寿命等；动态性能是经过整体设计、制作、测试的。动态无功功率补偿装置快速响应时间是补偿装置最重要的指标之一，尤其在汽车工业的点焊机工况下，响应时间的快慢直接影响到焊接质量。目前，VSK的VRC-DL/S产品在业内唯一能真正做到5~20ms投切电容器组，一般厂家只能做到100ms或200ms投切一步电容器组。对于电压降落和闪变的补偿，VSK是现有产品中最为快速的。如果提供部分元器件给用户，和不同公司的元器件进行配合组装，很难保证达到良好的动态响应时间、准确的投切功率，系统的性能可能会影响动态滤波补偿系统的可靠性、稳定性，造成维护成本高、设备整体投资费用高等。低电压动态快速无功补偿柜是采用快速晶闸管作为开关投切电力电容器组、实现快速无功补偿的装置。该装置能有效改善用电负荷的功率因数，具有显著的节能效果；同时在VRC系统中采用特定的振荡流，可有效防止谐波放大、有效吸收大部分谐波电流，达到谐波治理的目的。如果使用普通的接触器投切电容器组，带来的是大的浪涌电流、慢的补偿时间、高的维护费用和短的使用寿命，我们推荐在以下场合必须使用VRC-DL/S动态瞬时补偿柜：

#### 1. 不稳定负荷的无功功率补偿

工厂使用大量的非同步电气设备，无功功率损耗变化大、不稳定，如塑料工厂使用的挤塑机、注塑机，压胶机，钢管行业以及其他行业的升降梯、大型行车、冲压机、电梯、破碎机、电焊机、矿山传送带等。负载具有快速或极快的无功功率变化，如汽车制造厂、船舶制造厂等点焊机、缝焊机、焊接机的无功补偿。汽车制造厂点焊机负荷变化极为快速，并且引发大量的无功功率，这种负荷经常产生较大的电压波动、电压闪变，总电压值的减少会导致电焊质量差并影响焊接的生产效率，过电压会损坏电极及被焊接材料、而欠电压也会严重地影响焊接质量，国内外汽车厂对焊接动态补偿非常重视，原因在于：焊接需要稳定的电压提供，如果因为焊接质量造成的潜在隐患，将导致驾驶员的人身安全以及汽车召回所带来的巨大损失。

按照焊接行业的计算公式，焊接能量E与焊接电压V的平方成正比，如果焊接电压V波动到0.9的话，焊接能量E的波动将到0.81。焊接能量的波动，将直接影响到焊接的质量，由于电压的波动造成电弧的过长或过短，从而导致焊缝外观不良、焊透不足、气孔等缺陷。汽车行业的焊接大部分选用的是单相焊机，会产生大量的三次谐波，应该串联VLBD-14%的滤波扼流圈以防止三次谐波的放大。VSK在焊接动态无功补偿装置电容器前均串接了14%的解调扼流圈，以防止电容器组与电网产生的三次谐波并联谐振。采用VSK动态无功补偿装置能明显地提高焊接质量及生产效率，稳定电压和电流、消除闪变并能充分地利用现有的设备，减少基本费用开支。

#### 2. 大容量电动机启动集中补偿

大功率的电机直接连接到电网，在启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，降低启动转矩、增加启动时间。而VRC-DL/S系统能够跟随这无功电流，5~20ms全部无功补偿，减少了无功电流的瞬时损耗，减少了电压跌落，保护了用电设备。在很多场合都有VRC动态无功补偿产品的使用，取代了原有的降压启动、或者是电机软启动器。同时也解决了长距离输送导线线损造成的电压降落，使得电机没有足够的力矩进行启动的问题。

#### 3. 区域发电站/发电机无功功率补偿

区域发电站(如柴油发电机、风力发电机)，发电机没有足够的容量经受住负载的变化，在某场合下负载变化比较大，发电机工作于容性负载而常规无功补偿系统来不及关断，可引起发电机输出电压瞬时跌落、或者过激励将使发电机电压抬高，这将危及其他负载及电容器。采用VRC-DL/S动态无功补偿装置，在设备启动、切除的时候稳定电压，在设备工作时明显提高发电机带负载能力。

#### 4. 钢铁厂、港口设备无功补偿

钢厂轧机、港口吊桥、工厂吊车等场合，工作周期内需要大量无功能量，高的无功电流损耗可以在变压器的高压侧和低压侧导致明显的电压降落，特别在轧机轧制、吊车起升下降的过程中闪变、电压波动非常明显。对于功率因数低、大型电感性负载变化而对其它设备的正常运转造成影响的情况，VSK的VRC-DL/S产品5~20ms完成全部无功补偿，动态稳定电压、提高负荷能力、消除闪变波动、有效滤除谐波，整流变压器温度大幅降低，节能效果非常显著、经济效益极为可观。

#### 5. 电气化铁路的应用

电气化铁路具有很长的变电系统和快速变化的负载，导致了电网中明显的电压降落和电压闪变。VSK的VRC-DL/S系统进行动态无功补偿与谐波技术的综合应用，解决牵引变电所电网功率因数低、谐波含量高、电压波动与闪变，对供电电网干扰、对周边工厂用电设备干扰等问题，减小系统损失和维修费用、提高系统带负载的能力、减少变压器容量，效果非常明显。

### 电容器无功功率一览表

为得到所期望的功率因数(每KW负荷所需补偿的无功功率kvar)

current (ACTUAL) tan φ	cos φ	achievable (TARGET) cos φ							TARGET) cos φ = 0.96		
		0.80	0.82	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00
		Factor F							Qc = Pntan²F(0.96)=[kvar] 100*1.01=101.0 kvar		
3.18	0.30	2.43	2.48	2.56	2.64	2.70	2.75	2.82	2.89	2.98	3.18
2.96	0.32	2.21	2.26	2.34	2.42	2.48	2.53	2.60	2.67	2.76	2.96
2.77	0.34	2.02	2.07	2.15	2.23	2.28	2.34	2.41	2.48	2.56	2.77
2.59	0.36	1.84	1.89	1.97	2.05	2.10	2.17	2.23	2.30	2.39	2.59
2.43	0.38	1.68	1.73	1.81	1.89	1.95	2.01	2.07	2.14	2.23	2.43
2.39	0.40	1.54	1.59	1.67	1.75	1.81	1.87	1.93	2.00	2.09	2.29
2.16	0.42	1.41	1.46	1.54	1.62	1.68	1.73	1.80	1.87	1.96	2.16
2.04	0.44	1.29	1.34	1.42	1.50	1.56	1.61	1.68	1.75	1.84	2.04
1.93	0.46	1.18	1.23	1.31	1.39	1.45	1.50	1.57	1.64	1.73	1.93
1.83	0.48	1.08	1.13	1.21	1.29	1.34	1.40	1.47	1.54	1.63	1.83
1.73	0.50	0.98	1.03	1.11	1.19	1.25	1.31	1.37	1.45	1.62	1.73
1.64	0.52	0.89	0.94	1.02	1.10	1.16	1.22	1.28	1.35	1.44	1.64
1.56	0.54	0.81	0.86	0.94	1.02	1.07	1.13	1.20	1.27	1.36	1.56
1.48	0.56	0.73	0.78	0.86	0.94	1.00	1.05	1.12	1.19	1.28	1.48
1.40	0.58	0.65	0.70	0.78	0.86	0.92	0.98	1.04	1.11	1.20	1.40
1.33	0.60	0.58	0.63	0.71	0.79	0.85	0.91	0.97	1.04	1.13	1.33
1.30	0.61	0.55	0.60	0.68	0.76	0.81	0.87	0.94	1.01	1.10	1.30
1.27	0.62	0.52	0.57	0.65	0.73	0.78	0.84	0.91	0.99	1.06	1.27
1.23	0.63	0.48	0.53	0.61	0.69	0.75	0.81	0.87	0.94	1.03	1.23
1.20	0.64	0.45	0.50	0.58	0.66	0.72	0.77	0.84	0.91	1.00	1.20
1.17	0.65	0.42	0.47	0.55	0.63	0.68	0.74	0.81	0.88	0.97	1.17
1.14	0.66	0.39	0.44	0.52	0.60	0.65	0.71	0.78	0.85	0.94	1.14
1.11	0.67	0.36	0.41	0.49	0.57	0.63	0.68	0.75	0.82	0.90	1.11
1.08	0.68	0.33	0.38	0.46	0.54	0.59	0.65	0.72	0.79	0.88	1.08
1.05	0.69	0.30	0.35	0.43	0.51	0.56	0.62	0.69	0.76	0.85	1.05
1.02	0.70	0.27	0.32	0.40	0.48	0.54	0.59	0.66	0.73	0.82	1.02
0.99	0.71	0.24	0.29	0.37	0.45	0.51	0.57	0.63	0.70	0.79	0.99
0.96	0.72	0.21	0.26	0.34	0.42	0.48	0.54	0.60	0.67	0.76	0.96
0.94	0.73	0.19	0.24	0.32	0.40	0.45	0.51	0.58	0.65	0.73	0.94
0.91	0.74	0.16	0.21	0.29	0.37	0.42	0.48	0.55	0.62	0.71	0.91
0.88	0.75	0.13	0.18	0.26	0.34	0.40	0.46	0.52	0.59	0.68	0.88
0.86	0.76	0.11	0.16	0.24	0.32	0.37	0.43	0.50	0.57	0.65	0.86
0.83	0.77	0.08	0.13	0.21	0.29	0.34	0.40	0.47	0.54	0.63	0.83
0.80	0.78	0.05	0.10	0.18	0.26	0.32	0.38	0.44	0.51	0.60	0.80
0.78	0.79	0.03	0.08	0.16	0.24	0.29	0.35	0.42	0.49	0.57	0.78
0.75	0.80	0.00	0.05	0.13	0.21	0.27	0.32	0.39	0.46	0.55	0.75
0.72	0.81		0.10	0.18	0.24	0.30	0.36	0.43	0.52	0.62	0.72
0.70	0.82		0.08	0.16	0.21	0.27	0.34	0.41	0.49	0.57	0.70
0.67	0.83		0.05	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.47	0.67	0.67
0.65	0.84		0.03	0.11	0.16	0.22	0.29	0.36	0.44	0.65	0.65
0.62	0.85			0.08	0.14	0.19	0.26	0.33	0.42	0.62	0.62
0.59	0.86			0.05	0.11	0.17	0.23	0.30	0.39	0.59	0.59
0.57	0.87			0.04	0.10	0.16	0.22	0.28	0.36	0.57	0.57
0.54	0.88			0.06	0.11	0.18	0.25	0.34	0.44	0.54	0.54
0.51	0.89			0.03	0.09	0.15	0.22	0.31	0.41	0.51	0.51
0.48	0.90				0.06	0.12	0.19	0.28	0.38	0.48	0.48
0.46	0.91					0.03	0.10	0.17	0.25	0.46	0.46
0.43	0.92						0.07	0.14	0.22	0.43	0.43
0.40	0.93							0.04	0.11	0.19	0.40
0.36	0.94								0.07	0.16	0.36
0.33	0.95									0.13	0.33

Qc=PA\*(tan φ<sub>1</sub>-tan φ<sub>2</sub>)  
 Qc[kvar]PA\*=有功功率(kw)\*因数 "F"  
 PA=S\*cos φ = 表现功率\*cos φ  
 tan φ<sub>1</sub>+tan φ<sub>2</sub>参照表中的cos φ的值  
 例子：  
 实际电机功率 P=100kW  
 cos φ<sub>1</sub>的实际值0.61  
 cos φ<sub>2</sub>的目标值0.96  
 表中F的值 1.01  
 电容器组功率Qc  
 Qc=100\*1.01=101.0kvar  
 功率因数从COS φ 0.61提升到COS φ 0.96的100KW电机功率所需补偿无功功率因数为101.0kvar(千乏)

**GB/T 14549-93 谐波管制标准(摘要)**

谐波电压限制值如下表所示:

总谐波及各阶次谐波电压限制值:

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

谐波电流允许值如下表所示:

总谐波及各阶次谐波电流限制值:

标称电压 (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	4.3	4.9	3.9	7.4	3.66	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	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	2.3	2.6	2	3.8	1.8	3.4	1.6	1.9	1.5	2.8	1.4	2.6		
110	750	12	9.6	6	9.6	4	6.8	3	3.2	2.4	4.3	2	3.7	1.7	1.9	1.5	2.8	1.3	2.5	1.2	1.4	1.1	2.1	1	1.9		

注: 220kV基准短路容量取2000MVA

在公共连接点处第i个用户的第N次谐波电流允许值(ini)按以下公式计算

$$I_{ni} = I_n (S_n / S_i)^{1/a}$$

式中:

$I_n$ : 第n次谐波电流允许值(A)

$S_n$ : 第n个用户的用电协议(MVA)

$S_i$ : 公共连接点的供电设备容量(MVA)

a: 相位迭加系数, 按下表取值

h	3	5	7	11	13	9   >   13   偶次
a	1.1	1.2	1.4	1.8	1.9	2.0

**VSK-帮助您提高功效, 节省有限电力能源**



VSK的智能方案, 为电力无功出力……

随着电能质量越来越被重视, 功率因数校正技术也会被广泛的应用, 通过改良功率因数来增进功率质量, 不仅节约成本, 而且也是一种利润明显的投资。在中低压配电系统中, VSK长期致力于功率因数并通过无功功率来提高电压的稳定性进而改善配电系统的电能质量与可靠性, 以满足用户对安全、经济、节能、高效和洁净网络的实际需求。VSK采用世界先进技术, 选用优质原材料以及先进的制造设备, 严格控制整个制造过程, 为电力用户提供高品质电容补偿系列产品, 使其更可靠与稳定运行, VSK-您明智的选择!

VSK牌电力电容器及相关补偿产品, 是VSK针对当今电网复杂状况而精心设计制造的, 特别注重细节, 产品一应俱全, 方便用户选用。选择多大容量的电容器, 就有相对应的专用配套元件, 便于设计人员设计选型和组合, 精确到位, 简单易学, 帮助用户达到所期望的功率因数, 达到节约电能的目的。

低压成套开关设备全国联合设计指定选型产品

**VSK-您最可靠的合作伙伴**

**我们为您提供的服务**

- 电力电容器及无功补偿、谐波滤波系统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、销售及售后服务

**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, 并装备有必要的测量设备, 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的核心技术, 让补偿装备和谐运行创造可能……

大多数电力用户都安装了电容无功补偿装置, 它明显改善了电能质量使电压合格率提高, 电压波动小, 提高了电网安全运行的可靠性, 经济效益显著, 是电力用户不可缺少的节电装备。但现实使用过程中由于电容无功补偿装置的频繁投切和电网谐波的影响, 或其它原因等, 造成关键元器件经常损坏, 电容器柜无法长期正常运行, 导致电力用户进线的功率因数达不到供电部门的要求而受到罚款。因此, 在电容器柜设计时相关元器件的选择显得尤为重要, 如产品等级、功能设置、抗干扰能力、使用寿命等内在因素的差异, 质量的优劣将决定整套装置的运行能力和质量水平, 为整体提高补偿系统运行的高可靠性, 采用VSK的成熟器件为您的设备长期稳定运行给予更多的保证。

VSK采用世界先进的技术, 选用优质原材料以及先进的制造设备, 严格控制整个制造过程, 特别注重每一个细节及关键所在, 全面掌控产品的核心技术, 为电力用户提供高品质电容补偿系列产品, 使其更可靠与稳定运行。VSK-您明智的选择!

VSK产品目前包括: 电力系统用电容器、功率因数数控制器、电容器专用保护器、电容器专用投切开关、调谐滤波扼流圈等成熟器件以及完整的(常规、动态、滤波)成套补偿系统等。

欲了解更多产品信息, 欢迎访问我们的网站www.vskcn.com或www.vsk-cn.com