

#### 北京

- 集团总部

#### 江苏无锡

- 无锡赛晶电力电容器有限公司

#### 瑞士

- Astrol Electronic AG
- SwissSEM Technologies AG

#### 浙江嘉善

- 嘉善华瑞赛晶电气设备科技有限公司
- 赛晶亚太半导体科技(浙江)有限公司
- 浙江嘉善科能电力设备有限公司
- 浙江赛英电力科技有限公司
- 嘉善赛晶电容器有限公司
- 赛晶新能源科技有限公司

#### 湖北武汉

- 武汉朗德电气有限公司

#### 德国

- morEnergy GmbH

#### 宁波

- 宁波海融电器有限公司

#### 荷兰

- Astrolkwx B.V.



## 浙江嘉善科能电力设备有限公司



赛晶集团微信公众号

#### 赛晶科技集团有限公司

**地址** 北京市顺义区空港工业园  
B区裕华路空港融慧园9-A  
**电话** 010-56301111  
**传真** 010-56301112  
**邮箱** info@sunking-tech.com  
**网址** www.sunking-tech.com

#### 浙江嘉善科能电力设备有限公司

**地址** 浙江省嘉善县惠民街道晋吉路56号  
**电话** 010-56301111

以科技创新 推动绿色能源发展





# GROUP INTRODUCTION

赛晶科技集团有限公司（简称“赛晶科技”），是业内技术领先并深具影响力的电力电子器件供应商和系统集成商。赛晶科技成立于 2002 年，2010 年在香港主板上市（股票代码 0580.HK）。至今，赛晶科技已经发展为员工总数近 800 人，年销售额超 10 亿元，在北京、浙江嘉善、江苏无锡、湖北武汉以及欧洲的瑞士和德国，拥有十余家子公司的集团公司。

我们坚持“以科技创新作为企业发展的第一驱动力”的经营理念，专注于两大高端技术领域：

功率半导体及配套器件技术：国内首个且唯一自主技术阳极饱和电抗器、国内首个柔直用直流支

撑电容器、国内技术领先的层叠母排等；

前沿性电力电子技术：世界最先进的固态开关和脉冲电源、拥有国际发明专利的阻抗测量、国内技术领先的在线监测等。

我们在嘉善、无锡、武汉建立了三大国内研发中心，并在瑞士、德国建立了三大海外研发团队。我们拥有专项研发团队 10 个，包含技术研发人员超 200 人，占员总数比例超过三分之一。我们取得了九项国家级能源技术成果认证、二十余项省市级技术创新荣誉，以及超过三百项专利证书。我们的创新技术成果，在新能源发电、直流输电、智能电网、电动汽车、轨道交通、船舶、通信、科研，以及工

业控制等电力系统的各个环节获得广泛应用。

赛晶科技，秉承“追求卓越、共赢未来”的经营理念 and “以科技创新，推动绿色能源发展”的企

业使命，以面向未来的创新技术，为新能源全产业链发展和新型电力系统构建做出贡献。

**愿景：**国际领先的功率半导体器件和系统解决方案供应商。

**使命：**以科技创新，推动绿色能源发展。

**价值观：**尊重、创新、超越。

**经营理念：**追求卓越、共赢未来。



# 集团分布

## GROUP DISTRIBUTION

### 瑞士 兰兹伯格

- Astrol Electronic AG

成立于 1996 年，是欧洲知名的电力电子技术研发企业，拥有 30 年技术积累和世界最领先的固态开关、高功率脉冲技术。

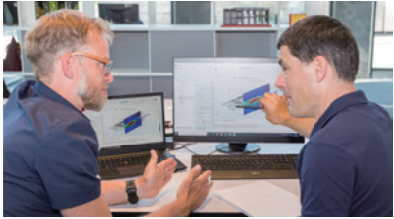
主营产品：全固态直流断路器、固态交流开关、高功率脉冲开关



- SwissSEMTechnologies AG

成立于 2019 年，功率半导体器件技术研发中心，拥有世界顶级的功率半导体技术专家团队，专注于功率半导体芯片及模块研发。

主营产品：IGBT、FRD、SiC 等功率半导体芯片及模块



### 德国 汉堡

- morEnergyGmbH

成立于 2019 年，专注于电网和新能源领域的阻抗测量技术研发，拥有 1 名教授级、2 名博士级专家，发表学术论文 40 余篇，获得国际发明专利。

主营产品：在线式阻抗实时测量装置



### 荷兰 鹿特丹

- Astrolkwx B.V.

电力电子领域具有丰富的技术和市场经验，为船舶直流电气系统、轨道交通牵引变流系统等多个领域的客户提供技术咨询和解决方案。

主营产品：多种电力电子器件和装置，电力电子技术解决方案



### 江苏无锡 厂区占地 60 亩

- 无锡赛晶电力电容器有限公司

成立于 2008 年，专注于高压电力电容器及其成套装置的研发和制造，是国家高新技术企业。

获得国家级能源技术成果认证，拥有行业领先的全自动智能化制造生产线，设计产能居 1800 万 kvar/ 年。

主要产品：电力电容器



### 湖北武汉

- 武汉朗德电气有限公司

成立于 2007 年，专注于智能电网状态感知和评估领域的技术研发和制造，是国家高新技术企业。

主要产品：智能电网在线监测



### 浙江宁波

- 宁波海融电器有限公司

成立于 2008 年，专注于大功率电力电子电容器、感应炉电容器、机车电容器及电力电容器的研发、制造及销售。

主营产品：电力电子电容器



- 赛晶新能源科技有限公司

集新能源开发、投资、建设、运维为一体的高科技企业，作为一站式清洁能源系统方案的提供商。

主营业务：新能源项目设计优化、EPC 工程管理、AI 智能运维服务系统解决方案等。

- 嘉善赛晶电容器有限公司

成立于 2017 年，专注于金属化聚丙烯薄膜直流支撑电容器及脉冲电容器的研发和制造，成功研发中国首个柔直用直流支撑电容器。

主营产品：直流支撑电容器、脉冲电容器



- 浙江赛英电力科技有限公司

成立于 2011 年，专注于层叠母排、集成母排技术研发和制造，拥有行业领先的设计实力与制造工艺，以及自动化制造生产线与检测线。

主营产品：层叠母排、集成母排



- 浙江嘉善科能电力设备有限公司

成立于 2011 年，专注于为各行业电能质量问题提供综合解决方案、灵活交流输电技术（FACTS）的研发和工程应用

主营产品：SVC、SVG 等电能质量治理装置、全固态直流断路器、固态交流开关、高功率脉冲开关、在线式阻抗实时测量装置



### 北京

- 赛晶科技集团有限公司 总部

### 浙江嘉善 厂区占地 151 亩

- 嘉善华瑞赛晶电气设备科技有限公司

成立于 2004 年，专注于阳极饱和电抗器技术研发和制造，是国家高新技术企业，获得国家级能源技术成果认证，是中国唯一自主技术阳极饱和电抗器供应商。

主营产品：阳极饱和电抗器



- 赛晶亚太半导体科技（浙江）有限公司

成立于 2020 年，专注于功率半导体器件研发和制造，是 SwissSEM 母公司，拥有国际顶级技术专家团队和业内经验丰富的管理团队，以及国际一流的全自动智能化制造生产线。

主营产品：IGBT、FRD、SiC 等功率半导体芯片，ED 封装、ST 封装、EVD 封装 IGBT 模块，及 HEEV 封装 SiC 模块等功率半导体模块





# COMPANY PROFILE

## 公司概况



浙江嘉善科能电力设备有限公司（以下简称：科能）是赛晶科技集团旗下子公司，是一家具有独立法人资格的高新技术企业，致力于各行业电能质量问题的综合解决，致力于灵活交流输电技术（FACTS）和固态开关技术的研发及工程应用。

科能技术实力雄厚，经验丰富，拥有大批专家技术团队，以及在综合电能质量检测治理与节能方面、电力电子方面具有国内领先的技术和团队，能够提供优质电能质量供电工业园建设综合解决方案，全面提高工业园区供电质量，保障电网安全；能够提供高低压电能质量产品，为工业配电系统节能降耗发挥支撑作用；能够提供电能质量分析、评估、监测、治理等全套技术解决方案，能极大的改善谐波、电压波动、闪变、负序，大大降低网损，增加各类设备的供电安全可靠，延长使用寿命。能够在高压大功率领域提供卓越应用的全固态直流断路器、高压固态交流开关和高功率脉冲开关技术。

公司秉承不断开拓创新的理念，始终坚持“实施品牌战略，走持续发展之路”，真诚为广大客户提供优质服务。



### 经营理念

品质，共赢



### 核心价值观

专业、专注、创新、共赢



### 公司愿景

成为行业具有良好品牌形象的领先企业





|    |                                           |    |
|----|-------------------------------------------|----|
| 01 | 无源滤波器 (PPF)<br>Passive Power Fliter ..... | 07 |
|----|-------------------------------------------|----|

|    |                                              |    |
|----|----------------------------------------------|----|
| 02 | SVC 静止无功补偿装置<br>Static Var Compensator ..... | 13 |
|----|----------------------------------------------|----|

|    |                                           |    |
|----|-------------------------------------------|----|
| 03 | SVG 静止无功发生器<br>Static Var Generator ..... | 17 |
|----|-------------------------------------------|----|

|    |                                     |    |
|----|-------------------------------------|----|
| 04 | 脉冲功率开关<br>Plused Power Switch ..... | 21 |
|----|-------------------------------------|----|

|    |                                         |    |
|----|-----------------------------------------|----|
| 05 | 固态直流断路器<br>Solid-State DC Breaker ..... | 25 |
|----|-----------------------------------------|----|

|    |                                       |    |
|----|---------------------------------------|----|
| 06 | 固态交流开关<br>Solid-State AC Switch ..... | 27 |
|----|---------------------------------------|----|

|    |                                                              |    |
|----|--------------------------------------------------------------|----|
| 07 | 低电压穿越试验装置 LVRT<br>Low Voltage Ride Through Test Device ..... | 29 |
|----|--------------------------------------------------------------|----|

|    |                                                        |    |
|----|--------------------------------------------------------|----|
| 08 | 固定式直流融冰兼 SVC 装置<br>Fixed DC de-icer & SVC Device ..... | 31 |
|----|--------------------------------------------------------|----|

|    |                                   |    |
|----|-----------------------------------|----|
| 09 | 直流融冰装置 DEICER<br>DC de-icer ..... | 33 |
|----|-----------------------------------|----|

|    |                                                        |    |
|----|--------------------------------------------------------|----|
| 10 | 晶闸管投切电容器装置 (TSC)<br>Thyristor Switched Capacitor ..... | 35 |
|----|--------------------------------------------------------|----|

|    |                                          |    |
|----|------------------------------------------|----|
| 11 | 有源滤波器 (APF)<br>Active Power Filter ..... | 37 |
|----|------------------------------------------|----|



# 01 | 无源滤波器 (PPF)

Passive Power Fliter

## 装置简介 ▶

伴随供电系统中非线性负荷的增加，谐波污染日益成为威胁电力系统和用电设备安全、产生电能损耗的重要因素。某些非线性负荷同时还会引起负序、电压波动、闪变等问题。对供电系统中存在的非线性负荷的电能质量治理已成为电力用户和供电部门关注的焦点问题。无源滤波器（PPF）通常包括低压晶闸管投切滤波补偿装置（简称 TSF）和高压滤波补偿装置（简称 FC），是解决广大工业用户谐波和无功问题最成熟、最经济的技术。

TSF 装置基于 DSP 控制技术，实现晶闸管对滤波器组的快速过零投切，无冲击，无电弧，对于冲击性负荷实现动态跟踪补偿，滤除谐波、稳定电压、抑制闪变和提高功率因数。

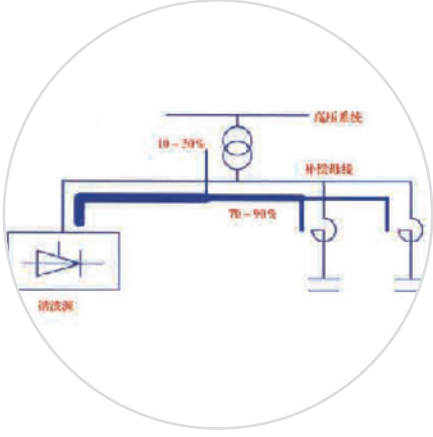
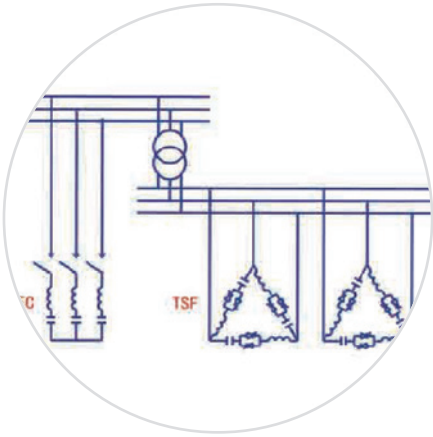
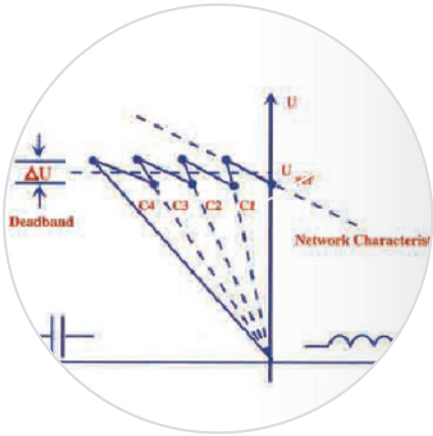
FC 装置能够针对高达 110kV 的高压电网，实施滤波和无功补偿，并支持自动投切功能。提供的 FC 装置充分兼顾现场工况和各种变化而实现最优化设计，滤波且不放大谐波，提高功率因数且不返送无功。

另外，先进的 CHP 谐波仿真技术使用户在设备投运前，就能获知投运后的指标状况，重大决策面前做到胸有成竹。

## 装置功能 ▶

- 抑制非线性负荷所引起的谐波干扰
- 提高功率因数
- 降低网损
- 优化无功
- 改善电能质量
- 提高生产效率

## 装置原理 ▶



## 01 TSF/FC装置输出特性

TSF/ FC 是基于晶闸管 / 真空接触器 / 断路器投切电容器的配电系统滤波补偿设备，它主要由控制系统、晶闸管 / 真空接触器 / 断路器、电容器和电抗器组成，电容器可分成多组单元，以实现分级控制。TSF/FC 能够实现容性无功功率的阶跃调节，调节精度取决于电容器的分组数，输出特性如图 1 所示。

## 02 TSF/FC装置主接线原理图

图 2 为 TSF/ FC 装置一次主接线原理图，FC 装置采用星形接线方式，TSF 装置采用角形接线方式。TSF/FC 装置的容量和支路配置要根据非线性负荷无功变化和谐波含量大小进行定制设计，以达到最佳补偿和滤波效果。

## 03 滤波支路的滤波原理图

图 3 为具有两个滤波支路（如 5 次和 7 次）的 FC 装置的滤波原理图。FC 装置应装设在谐波源附近，需精确调节串联谐振点，合理选择滤波器品质因数，并仿真校验以避免谐振与谐波放大，以提高滤波效率。FC 装置的滤波效率可达 70% 以上，补偿功率因数可达 0.9 以上。



技术指标 ▶

TSF技术指标

- 电压等级：380V~1000V
- 单级最大容量：600kvar
- 最大控制级数：7级
- 功率因数：≥0.9
- 整机功耗：≤1%
- 防护等级：IP31
- 滤波指标：满足GB/T14549-93要求
- 测量精度：电压电流0.5级/功率1.5级
- 电压波动指标：满足GB/T12326-2000要求
- 母线保护：过电压保护、欠电压保护
- 支路保护：过流、速断、过热、不平衡等多种保护手段
- 迅速补偿系统无功和电压，响应时间不大于10ms
- 可三相同时控制或分相控制

FC技术指标

- 电压等级：6kV~110kV
- 滤波效果满足国标GB/T14549-93的要求
- 功率因数满足SD325-89的要求
- 不产生谐振、过电压、谐波电流放大

工程设计及服务 ▶

最佳的系统设计

TSF/FC装置的性能指标首先取决于供货商的系统分析和设计能力，我公司能够为客户提供针对用户系统量身定制的最佳方案。

部件安全可靠

控制保护系统经过长期现场验证，滤波电容器选用全膜绝缘介质，损耗小、可靠性高，空心电抗器电感值连续可调，电阻器采用无感电阻。所有器件自产或选用国内外知名厂家的产品。

支持自动投切

配置自主开发的自动投切控制装置，采用晶闸管/真空接触器/断路器投切滤波器组，适用于各类负荷场合。

保护功能齐全

TSF/FC装置配置微机保护功能，可自动识别故障类型并与控制器相协调，具备过压、欠压保护，滤波器组过电流保护、不平衡保护等多种保护功能。  
集测试、评估、设计、施工为一体的工程服务为达到最佳滤波效果，需到现场选点测量，收集系统资料，提出测试报告和最佳设计方案供用户选择，并最终完成工程。





相关案例 ▶

01 百矿集团煤电铝一体化项目

数量：6套；  
电压等级：22kV；  
单套容量：30Mvar。



02 酒钢东兴铝业电解铝无功补偿装置

数量：17套；  
电压等级：30kV；  
单套容量：36Mvar。



03 广西银海铝业无功补偿装置

数量：4套；  
电压等级：9.5kV；  
单套容量：22Mvar。



04 内蒙古创源电解铝无功补偿装置

数量：7套；  
电压等级：30kV；  
单套容量：36Mvar。



马来西亚电容补偿柜 ▶





02

SVC 静止无功补偿装置

Static Var Compensator

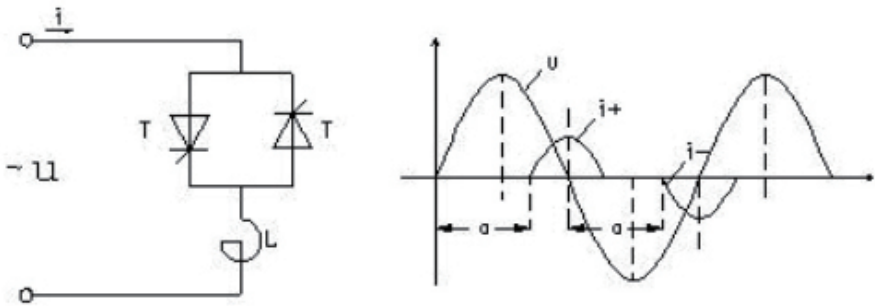
产品简介

SVC（Static Var Compensator）静止无功补偿装置是一种典型的灵活交流输电装置，是在机械投切式电容器和电抗器的基础上，采用大容量晶闸管代替机械开关而发展起来的。在外特性上，SVC 静止无功补偿装置可视为并联于系统或负荷的可控容抗或感抗，通过快速改变其发出的无功功率，具有较强的无功调节能力，为电力系统提供动态无功电源，提高功率因数，稳定系统电压。

SVC 静止无功补偿装置主要包括 TCR 型晶闸管控制电抗器、TSC 型晶闸管投切电容器和 MCR 型磁控电抗器三种典型结构。而 TCR 型静止无功补偿装置能快速、平滑可控动态调节无功功率，用于抑制冲击负荷运行时引起的母线电压波动和闪变，有利于暂态电压恢复，提高系统电压稳定水平，在输配电系统、电气化铁路和钢铁冶金等领域广泛应用。

工作原理

TCR 型 SVC 静止无功补偿装置是由 TCR(Thyristor Controlled Reactor) +FC（Fixed Capacitor）两部分组成的。FC 滤波器提供固定的容性无功功率，并滤除部分谐波；TCR 控制电抗器提供变化的感性无功功率。SVC 静止无功补偿装置通过调节 TCR 中晶闸管的触发延迟角，从而改变相控电抗器的导通时间和导通电流，相当于改变电抗器的等效电抗值，实现静止无功补偿装置发出或吸收无功功率，连续快速调节系统的无功功率。



晶闸管控制电抗器原理示意图

装置根据系统 PCC 点电压  $u$ 、电流  $i$  来综合给出控制延迟角  $\alpha$ ，通过改变晶闸管的导通角  $\alpha$  来改变相控电抗器中的电流，也就是电感中的电流，从而实现平滑调节无功功率的目的。负载无功（ $Q_L$ ）的变化正是由 TCR 所产生的变化无功功率（ $Q_{TCR}$ ）加以平衡，使得两者之和总是维持为常数，此常数感性无功功率被 FC 的容性无功功率（ $Q_F$ ）相抵消，即  $Q_F = Q_L + Q_{TCR}$ ，最终使得电网系统的功率因数保持在设定值如 0.95-0.99 附近，同时使得电压保持在要求的范围内。

产品特点

- 晶闸管阀组采用光电触发技术，高电位板高压取能、系统抗干扰能力强，动静态均压性能好，散热效率高，BOD 保护可靠。
- 控制系统采用全数字 DSP 控制平台，控制精度高，响应速度快，输出线性度好，补偿效果佳，可抑制电压波动和闪变，改善三相不平衡度。
- 监测保护系统采用一体化工作站，人机界面友好，监测显示信息丰富，保护功能完善，可实现无人值守。
- 噪音小，损耗低，无污染。
- 可靠性高，易维护。

技术参数

| 科能 SVC 关键技术指标 |                                        |           |            |            |            |
|---------------|----------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
|               | 规格                                     |           |            |            |            |
| 电压等级          | 6kV                                    | 10kV      | 27.5kV     | 35kV       | 66kV       |
| 额定容量          | 0 ~ 30MVA                              | 0 ~ 60MVA | 0 ~ 55MVA* | 0 ~ 200MVA | 0 ~ 350MVA |
| 晶闸管阀结构        | 卧式框架结构，户内安装                            |           |            |            |            |
| 阀组冷却方式        | 700A 以下热管自冷，700A 以上水风冷却或水水冷却           |           |            |            |            |
| 阀组触发方式        | 光电触发                                   |           |            |            |            |
| 控制系统          | DSP+FPGA                               |           |            |            |            |
| 控制方式          | 无功功率、电压、功率因数，分相调节                      |           |            |            |            |
| 控制器响应时间       | 小于 10ms                                |           |            |            |            |
| 控制屏柜尺寸        | 800×800×2200（长×宽×高），控制屏柜数目依据工程配置不同有所差异 |           |            |            |            |
| 噪音水平          | 小于 60dB                                |           |            |            |            |
| 控制供电电压        | AC 220V 或 DC 110/220V                  |           |            |            |            |
| 辅助动力电源        | AC 380V±15%                            |           |            |            |            |

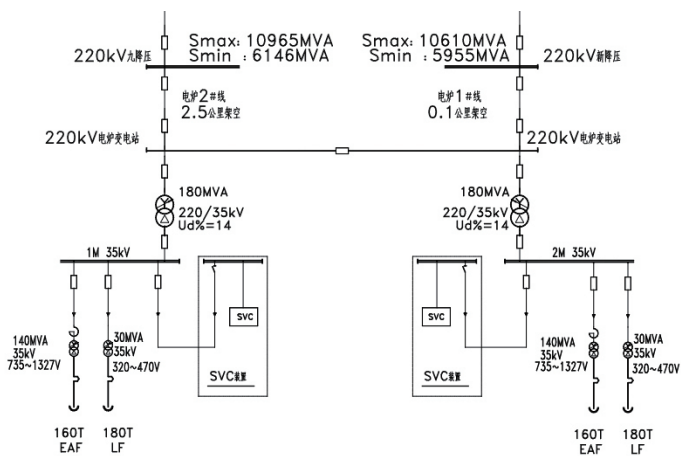
| 科能 SVC 技术说明 |           |             |                   |                       |        |
|-------------|-----------|-------------|-------------------|-----------------------|--------|
| 产品型号        | 电压等级 (kV) | 容量范围 (MVar) | 阀体安装形式            | 阀体安装尺寸 高 x 宽 x 深 (mm) | 阀体冷却方式 |
| KN-SVC-6    | 6         | 0~12MVar    | 户内固定安装或可移动式集装箱内安装 | 卧式单层 1700x1300x1400   | 热管散热   |
|             |           | 0~30MVar    |                   | 卧式单层 1300x1000x1200   | 水冷却    |
| KN-SVC-10   | 10        | 0~20MVar    |                   | 卧式单层 1700x1600x1400   | 热管散热   |
|             |           | 0~60MVar    |                   | 卧式单层 1300x1100x1200   | 水冷却    |
| KN-SVC-27.5 | 27.5      | 0~20MVar    |                   | 卧式单层 1800x4200x1400   | 热管散热   |
|             |           | 0~55MVar    |                   | 卧式双层 2500x1200x1200   | 水冷却    |
| KN-SVC-35   | 35        | 0~70MVar    |                   | 卧式单层 2100x5000x1400   | 热管散热   |
|             |           | 0~200MVar   |                   | 卧式双层 2500x1400x1200   | 水冷却    |
| KN-SVC-66   | 66        | 0~350MVar   | 户内固定安装            | 卧式三层 3900x1600x1200   | 水冷却    |



相关案例 ▶

01 太原钢铁2套200MVar/35kV SVC装置

太原钢铁集团有限公司的负荷情况如下图，包括 160 吨 EAF 电弧炉和 180 吨 LF 精炼炉等。



交流电弧炉和精炼炉为典型的非线性冲击负荷，电弧电流不稳定的变化和不对称短路将产生谐波、负序、导致电压波动和闪变，严重影响电网的电能质量，降低炼钢产量。

加装科能的 SVC 静止型动态无功补偿装置，经济有效地解决了上述问题，有力保障了炼钢的质量和产量。



山西太钢200MVar/35kV SVC装置图

02 天津钢管1套125MVar/33kV SVC装置

科能公司为天津钢管制造有限公司的炼钢电弧炉配套提供 125Mvar/33kV 的静止型动态无功补偿器（SVC）装置。



天津钢管125MVar/33kV SVC装置图

03 内蒙古华电二连浩特风电SVC装置



内蒙古华电二连浩特风电SVC装置图

04 成都铁路局电气化铁路SVC装置



成都铁路局电气化铁路SVC装置图



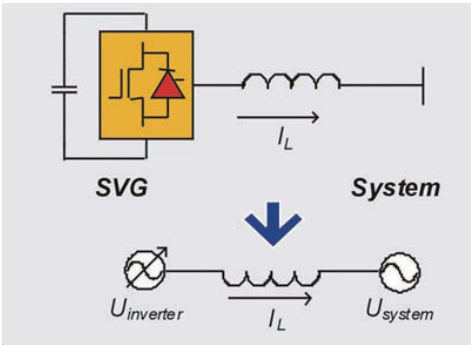
03

SVG 静止无功发生器

Static Var Generator

**产品概述** SVG (Static Var Generator) 静止无功发生器是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, 或者直接控制其交流侧电流, 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。

SVG 原理示意如图



SVG 运行模式如图

| 运行模式   | 波形和相量图 | 说明                                                                   |
|--------|--------|----------------------------------------------------------------------|
| 空载运行模式 |        | $U_i = U_s, I_L = 0$ , SVG 不吸发无功。                                    |
| 容性运行模式 |        | $U_i > U_s$ , $I_L$ 为超前的电流, 其幅值可以通过调节 $U_i$ 来连续控制, 从而连续调节 SVG 发出的无功。 |
| 感性运行模式 |        | $U_i < U_s$ , $I_L$ 为滞后的电流。此时 SVG 吸收的无功可以连续控制。                       |

**功能说明** 科能 SVG 广泛应用于石油化工、冶金、电力、煤炭、电气化铁路、风电厂以及其他具有或者靠近冲击性负荷和大容量电动机的工业领域, 可以在节能降耗、提高电网安全性和稳定性、提高电网功率因数、改善电能质量等方面, 发挥重要作用。

01

提高电力系统稳定性, 动态地提供电压支撑, 抑制系统过电压, 阻尼电力系统功率振荡, 提高电力系统暂态稳定水平, 减少低压释放负荷数量, 并防止因暂态电压崩溃导致的大面积恶性停电事故;

02

提高交直流远距离输电能力, 动态地维持输电线路端电压, 提高输电线路稳态传输功率极限;

03

改善电能质量, 在负荷侧, 可抑制电压波动与闪变、补偿负荷不平衡、提高功率因数。

- 技术优势
- 基于可控器件的 VSC 技术, 控制灵活
  - 采用冗余设计, 装置运行可靠
  - 谐波性能好, 不需 TSVG 电容柜
  - 可提供双向无功, 占地较小
  - 响应速度快 (10ms 以内)
  - 对快速的冲击负荷补偿效果好
  - 输出无功电流与系统电压无关, 且输出无功平衡可调
  - 通过算法调整, 可以实现无功、负序和谐波的综合治理

技术参数

|        |        |                                                                              |
|--------|--------|------------------------------------------------------------------------------|
| 交流输入   | 额定电压   | 380V - 35kV                                                                  |
|        | 额定容量   | 100 kVar - 200MVar                                                           |
|        | 额定频率   | 50 Hz                                                                        |
|        | 目标功率因数 | 在容量范围内达到设定要求                                                                 |
|        | 全响应时间  | 5ms (10% ~ 90%)                                                              |
|        | 有功功率损耗 | < 0.8% 额定功率                                                                  |
| 环境条件   | 工作温度   | -10℃~ 45℃                                                                    |
|        | 储藏温度   | -20℃~ 65℃                                                                    |
|        | 相对湿度   | < 90% (在 25℃时)                                                               |
| 工作模式   |        | 恒功率因数、恒无功、恒电压控制可选                                                            |
| 散热方式   |        | 风冷或水冷                                                                        |
| 负荷补偿功能 |        | 功率因数补偿、闪变抑制、谐波补偿、不平衡控制                                                       |
| 过载能力   |        | 1.1 倍连续过载, 1.2 倍 5s 过载, 1.3 倍保护退出                                            |
| 通讯接口   |        | 远程 RS485/ 以太网通讯功能可选; 上位机通讯软件可选                                               |
| 操作显示   |        | 运行参数设置; 触摸按键操作; 多参数显示, 运行数据记录, 故障录播, 参数和记录数据备份, 远程控制和参数下载, 控制器软件远程更新。        |
| 显示精度   |        | ±2%FS                                                                        |
| 扩展能力   |        | 可并联运行, 满足更大容量场合需求                                                            |
| 保护功能   |        | 电网过欠压、电网错缺相、装置过流、装置过流、直流母线过欠压、过载自动限流保护, 功率模块过流保护, 控制供电异常保护, 通讯故障保护, 控制系统断电保护 |



型号规格 ▶

| 6kV 产品 ( 以下尺寸仅供参考，具体以实际为准 ) |            |          |          |     |      |         |
|-----------------------------|------------|----------|----------|-----|------|---------|
| 型号                          | 额定容量 (MVA) | 额定电流 (A) | 柜体尺寸 (m) |     |      | 电抗器型式   |
|                             |            |          | 长        | 深   | 高    |         |
| KNSVG-LFS-1/06              | 1          | 96       | 4.1      | 1.2 | 2.85 | 铁芯 / 空芯 |
| KNSVG-LFS-2/06              | 2          | 192      | 4.7      | 1.2 | 2.85 | 铁芯 / 空芯 |
| KNSVG-LFS-3/06              | 3          | 289      | 4.7      | 1.2 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-4/06              | 4          | 385      | 6.9      | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-5/06              | 5          | 481      | 6.9      | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-6/06              | 6          | 577      | 6.9      | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-7/06              | 7          | 674      | 7.3      | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-8/06              | 8          | 770      | 7.3      | 1.3 | 2.85 | 空芯      |

| 10kV 产品 ( 以下尺寸仅供参考，具体以实际为准 ) |            |          |          |     |      |         |
|------------------------------|------------|----------|----------|-----|------|---------|
| 型号                           | 额定容量 (MVA) | 额定电流 (A) | 柜体尺寸 (m) |     |      | 电抗器型式   |
|                              |            |          | 长        | 深   | 高    |         |
| KNSVG-LFS-1/10               | 1          | 58       | 5.3      | 1.2 | 2.85 | 铁芯 / 空芯 |
| KNSVG-LFS-2/10               | 2          | 115      | 5.3      | 1.2 | 2.85 | 铁芯 / 空芯 |
| KNSVG-LFS-3/10               | 3          | 173      | 5.3      | 1.2 | 2.85 | 铁芯 / 空芯 |
| KNSVG-LFS-4/10               | 4          | 231      | 6.5      | 1.2 | 2.85 | 铁芯 / 空芯 |
| KNSVG-LFS-5/10               | 5          | 289      | 6.5      | 1.2 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-6/10               | 6          | 346      | 6.5      | 1.2 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-7/10               | 7          | 404      | 9.5      | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-8/10               | 8          | 462      | 9.5      | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-9/10               | 9          | 520      | 9.5      | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-10/10              | 10         | 577      | 10.1     | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-11/10              | 11         | 635      | 10.1     | 1.3 | 2.85 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-12/10              | 12         | 693      | 10.1     | 1.3 | 2.85 | 空芯      |

| 35kV 产品 ( 以下尺寸仅供参考，具体以实际为准 ) |            |          |          |   |     |         |
|------------------------------|------------|----------|----------|---|-----|---------|
| 型号                           | 额定容量 (MVA) | 额定电流 (A) | 柜体尺寸 (m) |   |     | 电抗器型式   |
|                              |            |          | 长        | 深 | 高   |         |
| KNSVG-LFS-8/35               | 8          | 132      | 15       | 6 | 4.2 | 铁芯 / 空芯 |
| KNSVG-LFS-16/35              | 16         | 264      | 16       | 6 | 4.2 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-30/35              | 30         | 495      | 18       | 7 | 5.0 | 空芯      |
| KNSVG-LFS-40/35              | 40         | 660      | 18       | 7 | 5.0 | 空芯      |
| KNSVG-LSS-50/35              | 50         | 825      | 18       | 7 | 5.0 | 空芯      |
| KNSVG-LSS-75/35              | 75         | 1237     | 20       | 8 | 5.0 | 空芯      |
| KNSVG-LSS-100/35             | 100        | 1650     | 20       | 8 | 5.0 | 空芯      |

相关案例 ▶



新隆光伏SVG



宝胜光伏SVG



齐车10kV/8MVA SVG



04

脉冲功率开关

Plused Power Switch

脉冲功率技术是将相对较长时间内储存起来的能量，通过快速开关在极短的时间释放到负载上，从而产生高功率电脉冲。脉冲功率技术在国防科研、工业和医疗等领域具有重要意义和广泛应用。脉冲功率源的输出功率水平、重复频率和使用寿命主要由开关能力所决定。基于半导体器件的大功率固态开关以其体积小、寿命长、可控性强、可靠性高、重复频率高等技术优势，逐步替代气体开关，成为脉冲功率开关的发展趋势。赛晶的Astrol 脉冲功率开关，具备世界一流的技术水平，在全球多个重大科技项目中都有优异表现。

应用领域

- 雷达脉冲功率调制器
  - 电子束加速的脉冲功率调制器
  - 医学应用的肿瘤放射治疗系统 /X 射线的脉冲功率发生器
  - 安检系统 X 射线脉冲功率发生器
  - 脱销 / 脱硫系统的高压脉冲发生器
  - 食品灭菌处理系统中的高压脉冲发生器
  - 电磁炮及类似电磁发射系统
- 激光应用（自由电子激光发生器）
  - 岩石爆破设备
  - 原料分解（粉碎）设备
  - 电磁力金属成型设备
  - 爆炸引信（纳米粒子）
  - 鱼用电子围栏
  - 水下地形研究
  - 电气过压保护系统（Crowbar 应用）

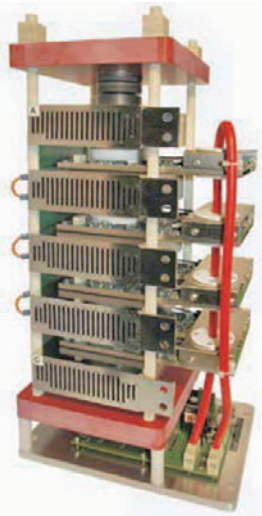
标准型号

01

PPS-TH51型脉冲功率组件

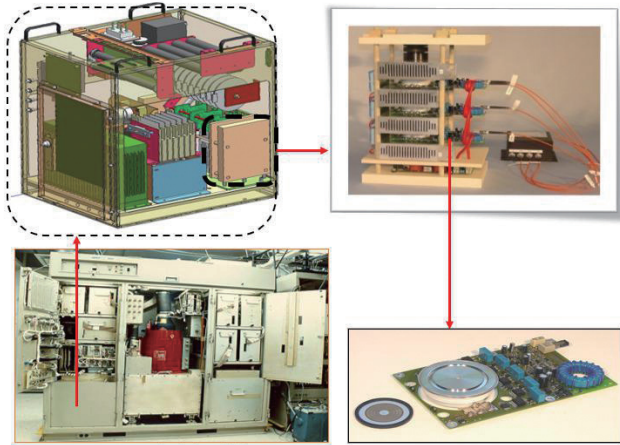
一般用途

可应用于食品灭菌、医疗系统、雷达电源、安防系统、大功率激光器、电子束加速器、地震研究、环保系统（脱硫 / 脱硝 电过滤器）等领域的脉冲电源系统，也可用于闸流管的替换。



产品特点

- 直流电压能力高达30kV
- 非重复性脉冲电流高达20kA
- 最高脉冲重复率达1300Hz
- 最高di/dt能力达10kA/us
- 单片集成逆导续流二极管
- 和闸流管相比免受震动影响
- 风冷或液冷
- 整合电源、监视器和驱动系统即可使用



美国FAA机场雷达调制器

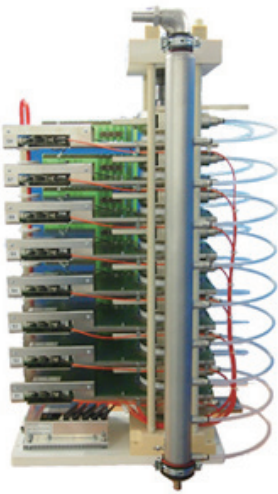
| 10.5kV 开关 AA-10368-004 技术规范 |        |              |     |     |      |                  |
|-----------------------------|--------|--------------|-----|-----|------|------------------|
| 参数                          | 符号     | 备注           | 最小值 | 典型值 | 最大值  | 单位               |
| 工作电压                        | V      | 100FIT       | -   | -   | 10.5 | kV <sub>DC</sub> |
| 脉冲电流                        | I      | 单脉冲 (10us)   | -   | -   | 20   | kA               |
| 电流上升率                       | di/dt  |              | -   | -   | 10   | kA/us            |
| 脉冲重复率                       | f      | 工作电流 1200A   | -   | -   | 1300 | Hz               |
| 反向漏电流                       | Ileak  |              | -   | -   | 20   | mA               |
| 串联级数                        | n      |              | -   | 4   | -    | pcs              |
| 冷却系统                        | -      | 强制风冷         |     |     | 4    | m3/sec           |
| 工作温度                        |        |              | 5   | -   | 60   | °C               |
| 储存温度                        |        |              | -25 | -   | 85   | °C               |
| 逻辑供电                        | Vlogic |              | 48  | -   | 72   | V <sub>DC</sub>  |
| 逻辑功耗                        | P      | 4 构件, 1300Hz | -   | -   | 80   | W                |

02

PPS-TH91 型脉冲功率组件

一般用途

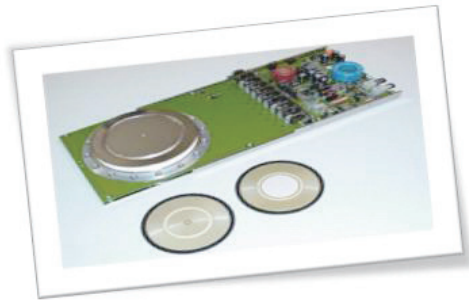
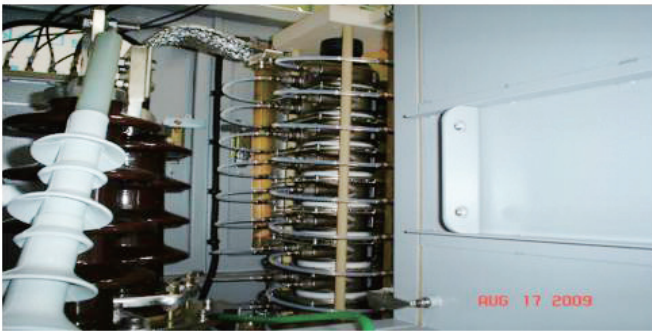
可应用于环保系统（脱硫 / 脱硝 电过滤器）、闸流管的替换、材料加工、食品灭菌、磁力成形加工、医疗系统、安防系统、电子束加速器、地震研究等领域的脉冲电源系统。



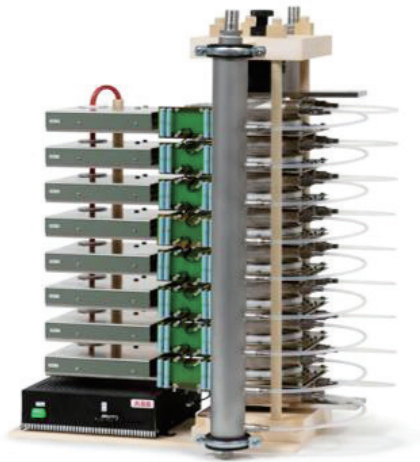


产品特点

- 直流充电电压高达30kV
- 脉冲电流高达50kA
- 高脉冲重复率
- 最高电流上升率达30kA/us
- 单片集成逆导续流二极管
- 可根据要求提供反向阻断版本
- 与闸流管相比免受震动影响
- 相比于闸流管可安装在任意位置
- 对流冷却，强制风冷或液体冷却
- 高脉冲重复率时使用液体冷却
- 应要求选择对流冷却或是强制风冷
- 整合电源、监视器和驱动系统即可使用



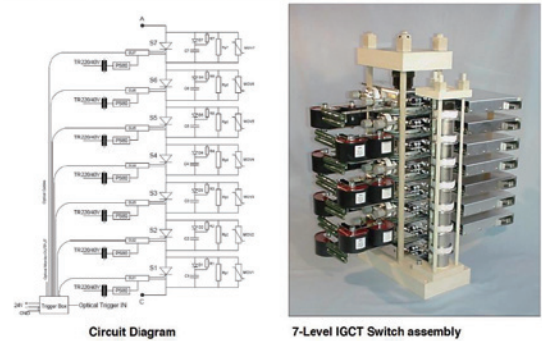
韩国浦项钢铁脱硫环保装置



典型定制案例 ▶

01 德国电子同步加速器——位于汉堡的DESY

ON-OFF Switch with IGBT



DESY Hamburg



|          |         |         |              |
|----------|---------|---------|--------------|
| 最高直流充电电压 | 13 kV   | 最大关断电流  | 3500A        |
| 反向阻断电压   | 13 kV   | 脉冲重复频率  | 10 Hz        |
| 额定电流     | 1800A   | 数量      | 14 组         |
| 脉宽       | 1700 μs | 累计工作小时数 | 450,000（无故障） |

02 美国TriAlpha的可控核聚变试验



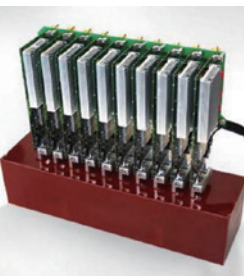
开关1

- 6kV /6kA 半桥结构
- 100kJ 电容放电，提供20~30 ms电  
流脉冲

开关2

- 2×4.5kV, ±6kA 全桥结构
- 100kJ 电容放电，提供微秒级电  
流脉冲

03 欧洲脉冲散裂中子源——位于瑞典隆德的ESS



- DC电压：18kV
- 峰值电流：300A，风冷
- 重复频率：≤ 10kHz

世界上通量最高的脉冲散裂中子源  
采用 Astrol 的 IGBT 脉冲功率开关，旨在发生电弧时保护四极管（tetrode）



05

固态直流断路器

Solid-State DC Breaker

随着全球船舶电气化和绿色减碳转型，简单灵活高效的直流组网优势突显，直流综合电力系统在船舶配电中的应用正快速增长。为确保直流配电系统的安全性和可靠性，固态直流断路器是实现直流短路保护的首选关键设备。赛晶科技旗下 Astrol 开发的船用固态直流断路器已在船舶行业有数百台交付，客户包括西门子、ABB、康士伯海事和中国船舶等领军企业，产品在挪威、芬兰、瑞典、土耳其、荷兰、英国、美国、韩国、瑞士及中国均有广泛应用。



国内应用

港口拖轮、科考船、公务船、风电安装船、风电运维母船、船舶配电实验室……

特点

- 瑞士Astrol原装进口，国内提供全方位服务
  - 主要应用于船舶直流配电系统的母联开关
  - DNV-GL和CCS双认证
  - 可应用的最大直流电压达到1500V
  - 微秒级开断时间
  - 双向电流流动
  - 循环水冷
  - 内部自检能力
    - 栅极驱动器
    - 进出水口温度
    - 进出水口压力
- 不同类型的系统接口
    - 光信号触发或电信号触发
    - Modbus-TCP
    - 其他订制型协议



行业领先

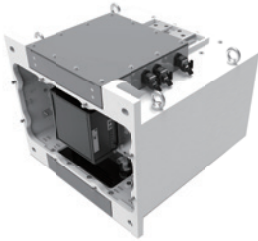
- 专用的断路器拓扑及设计
  - 2 倍于同类产品的最大关断电流
  - 四分之一于同类产品的体积和重量
- 10 倍于同类产品的保护速度
  - 无需额外安装电感及熔丝



赛晶科技的直流固态断路器产品列表如下，从额定电流 300A 至 3000A 均有对应电流等级的产品。其中 350A 至 3000A 的型号均已通过 CCS 和 DNV 认证。300A 为风冷型产品，主要用于非船用的直流配电系统；350A 至 3000A 为水冷型产品，可用于包含船用领域的各类直流配电系统。



300A  
Air cooled



350A-500A  
Liquid cooled



1100A -1500A  
Liquid cooled



2250A -3000A  
Liquid cooled



√Certified



√Certified



√Certified

参数

|                |             |           |             |           |             |           |             |
|----------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 电流等级           | 300A        | 350A      | 500A        | 1100A     | 1500A       | 2250A     | 3000A       |
| 最大分断电流         | 2.5kA       | 3.5kA     | 4.5kA       | 7.5kA     | 10kA        | 15kA      | 20kA        |
| 工作电压           | 10~1500V    |           |             |           |             |           |             |
| 分断时间           | 8μs         |           |             |           |             |           |             |
| 回路电感           | 5~100μH     | 2.6~100μH |             | 1.2~100μH |             | 0.6~100μH |             |
| 宽 * 深 * 高 (mm) | 482*386*310 |           | 506*506*430 |           | 506*506*673 |           | 506*506*912 |
| 重量 (kg)        | 22          |           | 48~60       |           | 84~97       |           | 147~157     |



06

固态交流开关

Solid-State AC Switch

应用领域 ▶

智能电网、轨道交通、新能源、数据中心和半导体工业等领域

产品优势 ▶

- 无触点，无闪弧，安全性高
- 控制精度高，可靠性高
- 快速投切，开关频率高
- 高度智能化，界面友好
- 长寿命，免维护

产品性能 ▶

| 项目名称 | 技术参数说明            |
|------|-------------------|
| 额定电压 | 3kV~35kV          |
| 额定电流 | 200A~2000A        |
| 工作频率 | ≤ 2000Hz          |
| 响应时间 | ≤ 10μs            |
| 相数   | 单相、三相、六相及以上       |
| 冷却方式 | 强迫风冷、水冷           |
| 通讯接口 | RS485、以太网         |
| 通讯规约 | Modbus RTU/TCP    |
| 工作环境 | 户内，0~40℃          |
| 海拔高度 | ≤ 2000 米，高于此海拔可定制 |
| 预期寿命 | ≥ 15 年            |

具体案例 ▶

热储能项目-晶闸管固态交流开关

项目简介：

以风电、光伏为代表的新能源在能源系统结构中比重不断提升，给电网稳定运行带来挑战。热储能等新型储能技术可提高新能源消纳能力，提高电网安全运行水平，为构建以新能源为主体的新型电力系统发挥重要作用。

Astrol 的固态交流开关可实现新能源电能电热储能系统中多种蓄热模块间的灵活安全分配，动态消纳新能源弃电，平滑调节加热功率。



产品概述：

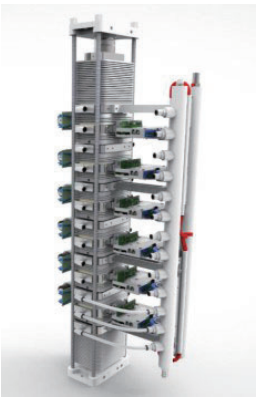
额定电压：4.2kV / 6.3kV / 11kV  
额定电流：200A~900A  
电网频率：50Hz 或 60Hz  
冷却方式：风冷或水冷

英国智能电网- IGBT 超快固态交流开关

项目简介：

智能微电网有效消纳新能源，促进分布式能源发展，与大电网互为支撑，保障供电的可靠性，应用前景广阔，在世界范围内正快速发展。

微电网发生短路故障时，为避免主电网受到微电网电压暂降的影响，需要微秒级速度切断互联电路。Astrol 的超快固态交流开关具有微秒级的超快关断速度，实现不同交流电路之间的快速无扰动切换，是微电网与大电网互联的关键设备，已多批次应用于英国的智能电网项目，帮助英国电网改善运行效率、保障供电安全，显著提高英国电网智能化水平。



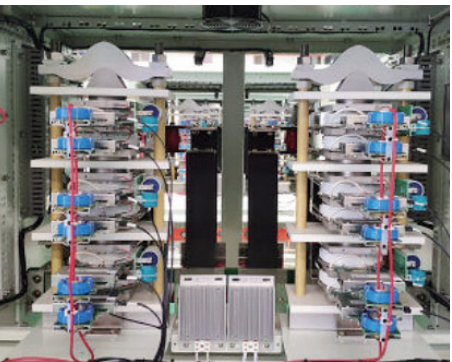
IGBT 超快固态交流开关技术参数：

额定电压：11kV 或 6.6kV  
相数：三相  
频率：50Hz  
额定电流：600A  
关断时间：≤ 10μs  
冷却方式：水冷

轨道交通-晶闸管固态切换开关

项目简介：

赛晶 Astrol 的固态交流开关具备快速投切、电流自然过零关断、投入时刻精确可控及高寿命免维护等优势，在特定的应用中扮演着重要的角色。我们具有经过多个应用验证的电力电子交流开关的成熟技术平台，包括固态开关阀组的结构技术、高压阀组光纤控制技术、同步触发技术、具有丰富经验的散热分析和工程设计、可靠性设计等，为客户提供各种应用的高压大功率交流固态开关的定制。



产品概述：

额定电压：27.5kV / 16.7kV  
额定电流：500A~ 2000A  
电网频率：50Hz 或 60Hz  
冷却方式：强迫风冷  
海拔高度：≤ 2000 米  
预期寿命：15 年

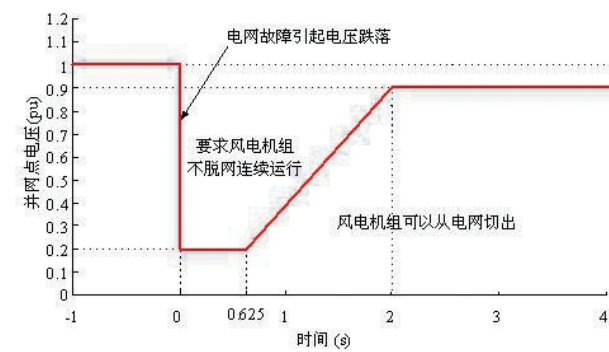


07

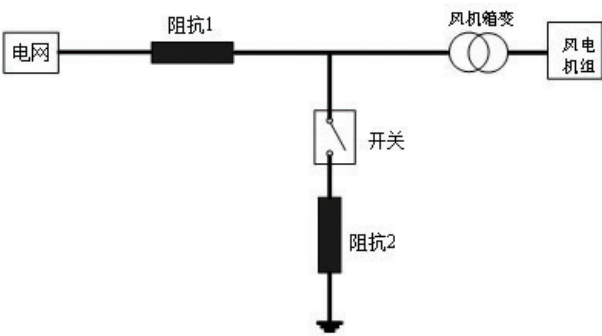
低电压穿越试验装置 LVRT

Low Voltage Ride Through Test Device

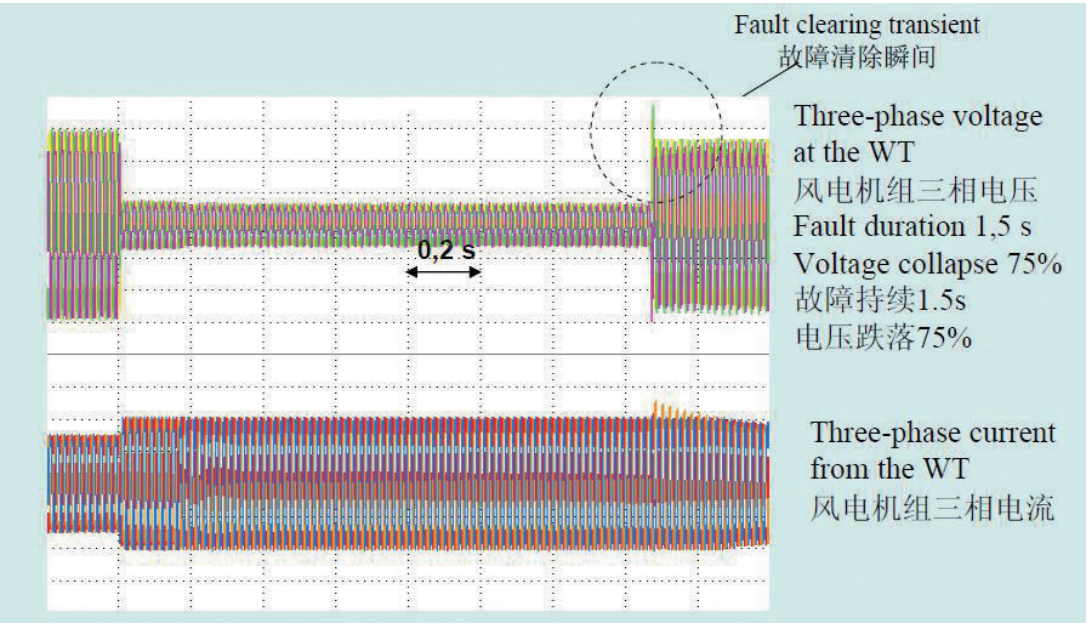
1 国家标准GB/T 19963-2011的技术要求:



2 阻抗分压式 LVRT原理:



3 LVRT典型波形:



4 科能LVRT产品特征:

- 1) 可采用固定或移动布置方式, 根据用户的需求设计、制造;
- 2) 采用阻抗分压形式, 可实现三相 / 两相 / 单相各类故障模拟, 具体形式可根据用户的要求设计、制造;
- 3) 可实现从 0%Un 到 100%Un 的跌落幅度。跌落幅值的偏差可做到小于 5%Un;
- 4) 可满足额定容量范围为 1.5MW—8MW 的各类风机的低电压穿越试验要求。

5 科能LVRT技术参数:

| 项目     | 规格                                  |      |      |
|--------|-------------------------------------|------|------|
| 电压等级   | 0.69kV                              | 10kV | 35kV |
| 电压跌落方式 | 阻抗分压式                               |      |      |
| 控制元件   | 断路器或晶闸管阀                            |      |      |
| 安装方式   | 户内固定式或集装箱可移动式, 最大 14000×3100×3200mm |      |      |
| 控制系统   | DSP+FPGA 全数字控制系统                    |      |      |
| 控制方式   | 试验过程全自动执行                           |      |      |
| 电压跌落范围 | 0 ~ 100%                            |      |      |
| 电压跌落时间 | 可调                                  |      |      |
| 控制器尺寸  | 标准 4U 机箱, 可安装于开关柜上                  |      |      |
| 噪音水平   | 小于 60dB                             |      |      |
| 控制供电电压 | AC 220V 或 DC 110/220V               |      |      |
| 辅助动力电源 | AC 380V±15%                         |      |      |

6 科能LVRT相关案例:

云南电科院 12MVA/35kV 低电压穿越测试装置





08

固定式直流融冰兼 SVC 装置

Fixed DC de-icer & SVC Device

装置简介

固定式直流融冰兼SVC装置

固定式直流融冰兼 SVC 装置利用大功率电力电子器件产生直流电流，加热导线融化线路覆冰。装置具有可靠性高、对系统影响小等优点，适用于大容量、远距离线路融冰。

固定式直流融冰兼 SVC 装置可根据需要在直流融冰及 SVC 两种工作模式间切换，当无融冰需求时，通过主接线重构，装置转化为静止无功补偿器运行，起到提高系统的稳定性和输送能力的作用，大大提高了装置利用率。

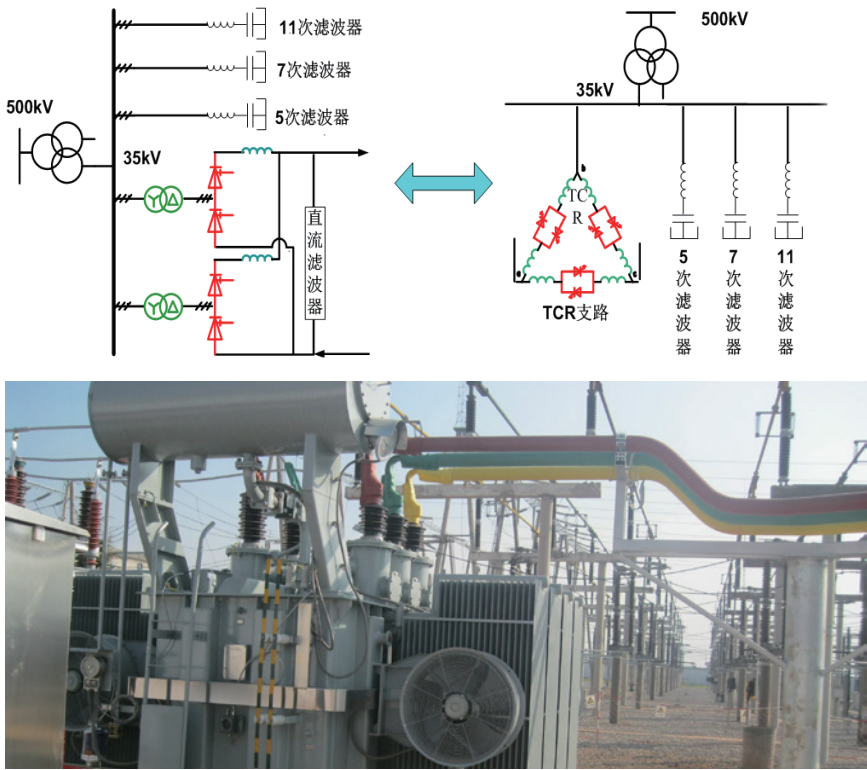
装置原理

直流融冰模式

采用6脉动、12脉动，晶闸管整流器作为融冰模式运行的变流设备，调节直流电流输出以满足不同长度线路融冰要求。

SVC模式

将晶闸管整流桥结构作为SVC的TCR阀组，控制系统通过改变晶闸管不同的导通角来调节SVC的容量输出以满足系统调压和稳定控制需要。



装置构成

固定式直流融冰兼SVC装置主要组成部分:

整流变压器

融冰模式下使用，主要起隔离、降压、限制阀短路故障电流等作用。

晶闸管整流器(兼TCR阀组)

晶闸管整流器（兼TCR阀组）由若干串联的阀组件构成。在融冰模式下，作晶闸管整流器使用。为覆冰线路提供直流融冰电流。晶闸管阀组控制系统在线路融冰过程中通过改变晶闸管阀的触发角来调节线路电流。

在SVC模式下，作TCR阀组使用。TCR阀组通过控制晶闸管阀的导通角可改变电抗器支路的电流，从而改变SVC的输出容量。

晶闸管阀冷却系统可将阀产生的热量传递到周围的空气或其它介质中,使晶闸管元件保持在允许的温度范围。

电抗器(平波兼TCR相控电抗器)

在融冰模式下，做为平波电抗器使用，可维持直流电流连续，减小电流脉动值。

在SVC模式下，做为相控电抗器使用，通过控制晶闸管阀的导通角使其等效感抗连续变化，实现装置无功功率的连续输出。

交流滤波器

交流滤波器主要用于抑制装置产生的谐波，使其满足国标要求，并为装置提供容性无功功率。

直流滤波器

仅在融冰模式下使用,主要用于滤除同杆并架线路工频感应电流，抑制整流变压器的直流分量。

断路器及隔离开关

可实现对工作模式的切换、正常的开断电流等功能。

避雷器

避雷器用于限制操作过电压，多选用无间隙金属氧化物避雷器。





09

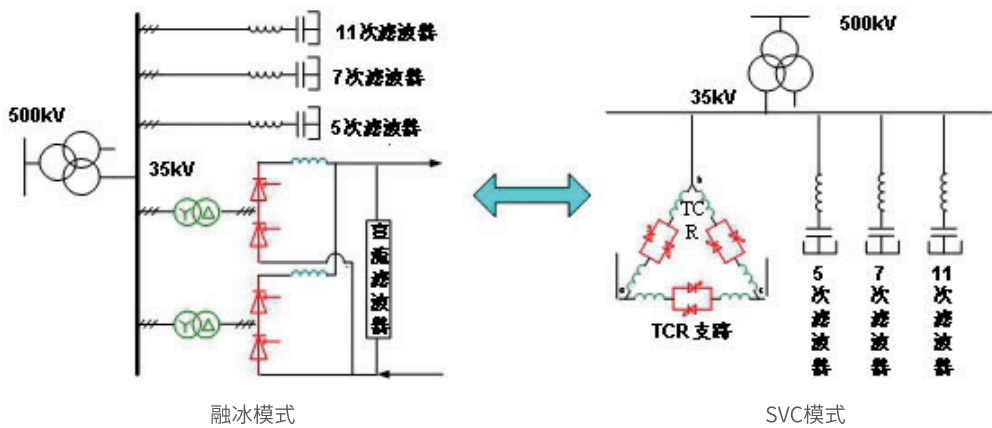
直流融冰装置 DEICER

DC de-icer

产品概述

直流融冰兼 SVC 装置利用大功率电力电子器件产生直流电流，加热导线融化线路覆冰。装置具有可靠性高、对系统影响小等优点，适用于大容量、远距离线路融冰。

固定式直流融冰兼 SVC 装置可根据需要在直流融冰及 SVC 两种工作模式间切换，当无融冰需求时，通过主接线重构，装置转化为静止无功补偿器运行，起到提高系统稳定性和输送能力的作用，大大提高了装置的利用率。



型号规格

| 项目     | 规格                                     |        |
|--------|----------------------------------------|--------|
| 电源电压等级 | 10kV                                   | 35kV   |
| 最高直流电压 | 13kV                                   | 45kV   |
| 最大直流电流 | 2400A                                  | 4500A  |
| 最大额定容量 | 32MVA                                  | 200MVA |
| 整流桥方式  | 6                                      |        |
| 晶闸管阀结构 | 三相一体式多层卧式框架结构                          | 分相阀体   |
| 阀体安装形式 | 户内 / 集装箱内安装                            |        |
| 阀组冷却方式 | 水风冷却或水水冷却                              |        |
| 阀组触发方式 | 光电触发                                   |        |
| 控制系统   | DSP+FPGA 全数字控制系统                       |        |
| 操作方式   | 全自动 / 手动可选                             |        |
| 电流控制方式 | 连续可调，分为定直流电压模式、定直流电流模式、零功率模式、高压空载模式    |        |
| 控制屏柜尺寸 | 800×800×2200（长×宽×高），控制屏柜数目依据工程配置不同有所差异 |        |
| 噪音水平   | 小于 60dB                                |        |
| 控制供电电压 | AC 220V 或 DC 110/220V                  |        |
| 辅助动力电源 | AC 380V±15%                            |        |

技术参数

| 产品型号          | 电压等级 (kV) | 容量范围 (MVA) | 直流电流 (A) | 阀体安装形式      | 阀体安装尺寸 高×宽×厚 (mm)     | 冷却方式 |
|---------------|-----------|------------|----------|-------------|-----------------------|------|
| KN-DEICER-10  | 10        | 0～32MVA    | 0～2400   | 户内 / 集装箱内安装 | 卧式三层 3400×1600×1200   | 水冷散热 |
| KN-DEICER--35 | 35        | 0～200MVA   | 0～4500   | 户内固定        | 卧式双层 3×2500×1400×1200 | 水冷散热 |

相关案例



可移动式直流融冰装置

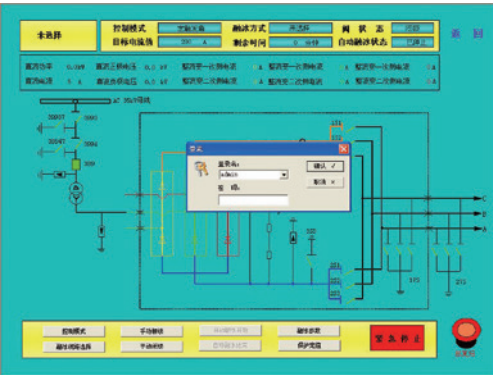
云南曲靖者海220kV变电站：12.3kV/2000A直流融冰装置



阀组



控制监测屏



人机界面



云南电网直流融冰



10

晶闸管投切电容器装置 (TSC)

Thyristor Switched Capacitor

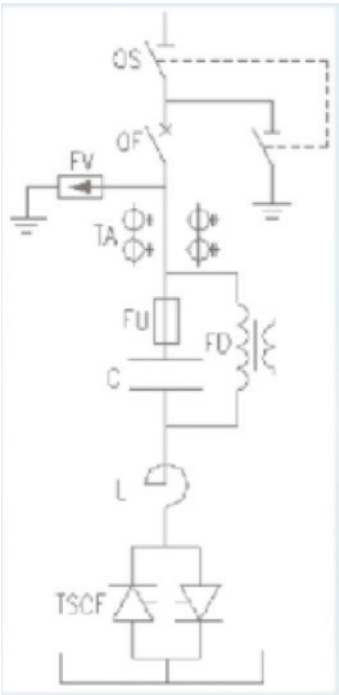
工作原理

TSC 动态无功补偿装置，采用大功率晶闸管组成无触点开关，对多级电容器组进行快速无过渡投切，克服了传统无功补偿装置因采用机械开关投切，投切过程冲击大，开关触点烧损，对电容损害大的缺点。实现电容器组投切无冲击，无涌流，无过渡过程。

控制器实时跟踪测量负荷的功率因数，与预先设定的给定值进行比较，动态控制投切不同组数的电容器，以保证功率因数始终达到设定要求。控制器确保晶闸管过零触发，动态快速跟踪负荷变化。

TSC 对各种负荷均能起到良好的自动补偿效果，动态响应速度快 ( 小于 15ms)，节能降耗效果显著，具有降低损耗，稳定负载电压，增加变压器带载能力等功能，是无功补偿领域的更新换代产品。

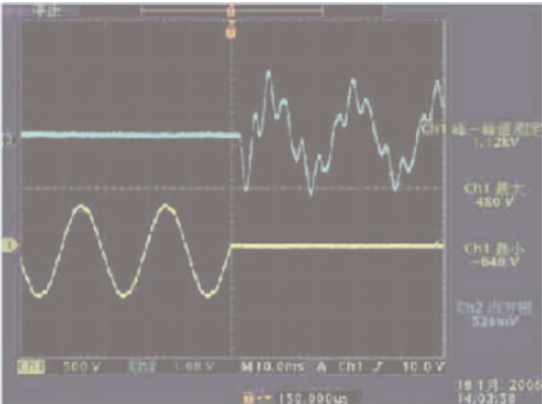
TSC 动态无功补偿装置主电路由开关装置、避雷器、电流互感器、电容器、放电线圈、电抗器、阀组等组成。



TSC原理接线图

技术参数

额定电压：6kV-10kV  
响应时间：<15ms  
单套容量：150-3000kvar(6-10kV)，可以多套并用  
投切级数：1-12级  
防护等级：IP30  
触发方式：光电触发



理想无过渡过程操作波形  
第一通道为晶闸管投入时电压波形  
第二通道为晶闸管投入时电流波形

技术特征

- 可就地补偿，也可集中补偿，补偿后功率因数大于0.95
- 实行三相或分相动态补偿，适用于不对称负载或者冲击性负载
- 实时动态补偿无功，抑制谐波,运行安全可靠
- 实现无冲击，无涌流，无过渡过程投切
- 实现电流过零投切，最大限度延长电容器使用寿命
- 抑制电压闪变，降低网损和变压器损耗，增加变压器带载容量
- 在外部故障或停电时自动退出，送电后自动恢复运行
- 全数字控制器，可设置投切延时，不同时段可设置不同目标功率因数
- 智能优化投切方式，具有串行通讯功能，实现无人值守
- 光电触发方式，系统抗干扰能力强，触发同步性好，运行可靠
- 主电路取电，系统简单可靠
- 晶闸管阀组反馈实时状态信号，实现实时保护





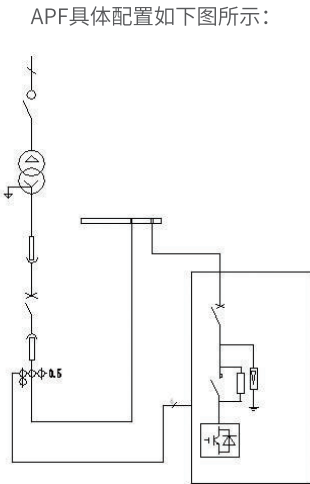
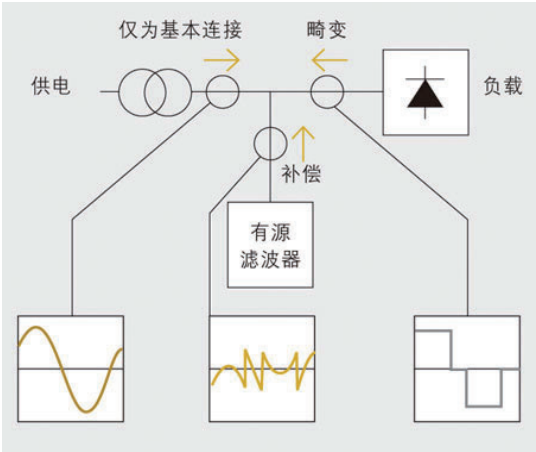
11

有源滤波器 (APF)

Active Power Filter

工作原理 ▶

APF 有源滤波装置通过由大容量 IGBT 管组成的三相并联变流器向系统注入补偿电流，该补偿电流与负荷电流中的谐波电流大小相等，方向相反，互相抵消，实现滤除谐波的功能，保证最终流入系统电流是正弦波。



技术指标 ▶

APF有源滤波器主要技术指标：

额定频率：50Hz

额定电压：380V-10kV

额定电流：50A-300A

开关频率：12.8 kHz（平均）

冷却方式：强迫风冷

响应速度：≤10ms

技术特点 ▶

- 主电路采用国际著名品牌的IGBT器件，能自动根据电网运行方式的变化和负载的波动调整输出，以抵消电网中的谐波。
- 有源滤波装置的滤波性能独立于电网阻抗及系统之外，不受电网阻抗和系统阻抗变化的影响。
- 滤波范围：可滤除从第2到第51次谐波；可根据需要设定需要滤波的谐波次数和消除谐波的目标值。
- 内置有无功补偿功能，能同时补偿无功功率。

- 具备完整的保护功能，包括过载，过电流，短路等，具备系统启动自诊断功能。
- 具有缓启动控制回路，能够避免自启动瞬间过大的投入电流，并限制该电流在额定范围之内。
- 通讯协议为MODBUS,具备485通讯接口，方便接入用户现有的通讯系统，满足实现通讯监控功能的需要。
- 采用汉字液晶触摸屏，具有故障报警及追忆功能，在面板上能实时显示运行状态，以及设定运行参数。
- 有源滤波器可以方便地通过并联实现扩容。

实物图片 ▶

