

**北京**

- 集团总部

**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

**江苏无锡**

- 无锡赛晶电力电容器有限公司

**湖北武汉**

- 武汉朗德电气有限公司

**浙江宁波**

- 宁波海融电器有限公司

**瑞士**

- Astrol Electronic AG
- SwissSEM Technologies AG

**德国**

- morEnergy GmbH

**荷兰**

- Astrolkwx B.V.



**电力电容器**  
无锡赛晶电力电容器有限公司



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

**无锡赛晶电力电容器有限公司**

- | 地址 江苏省无锡市惠山经济开发区春惠路18号
- | 电话 0510-83762888

以科技创新 推动绿色能源发展

# Contents

## 目录

集团简介	01-04
------	-------

---

无锡赛晶简介	05-17
--------	-------

---

• 产品信息	11
• 产品优势	12

高压电力电容器	18-26
---------	-------

---

• 高压并联电力电容器	18
• 高压串联电力电容器	23
• 高压滤波电力电容器	25

高压电力电容器成套装置	27-59
-------------	-------

---

• 概述	27
• 高压并联电容器装置	30
• 高压自动投切无功补偿装置	43
• 高压串联电容器装置用串联电容器组	45
• 高压滤波电容器装置	47
• 高压直流输电 (HVDC) 用电容器装置	49
• 电气化铁路用电容器装置 ( 并联、串联 )	57



# 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超 1100 人，年销售额超 20 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、二十余项省市技术创新荣誉，以及超过 280 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。

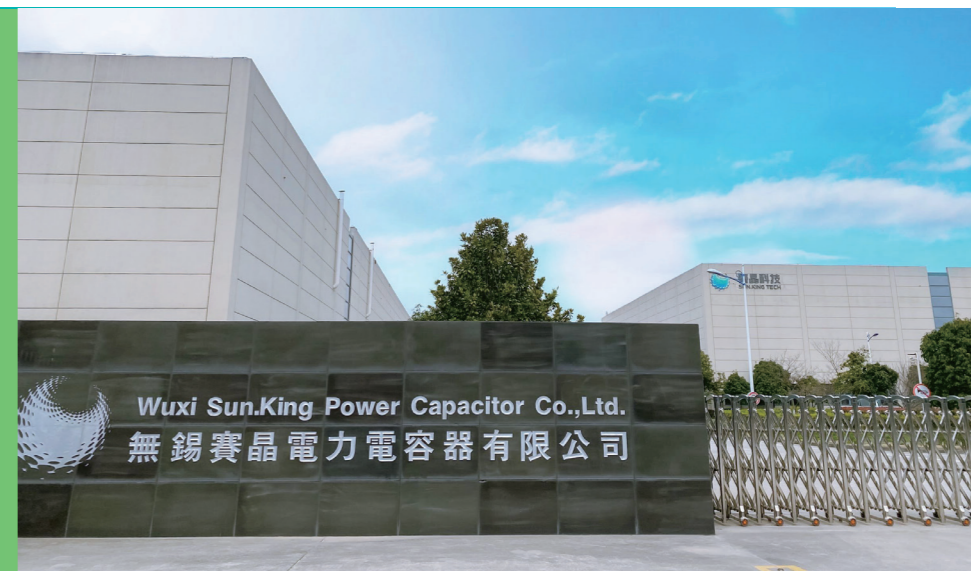
**经营理念：**追求卓越、共赢未来。



# COMPANY PROFILE

## 公司概况

无锡赛晶电力电容器有限公司



**5800** 万美元  
现注册资金

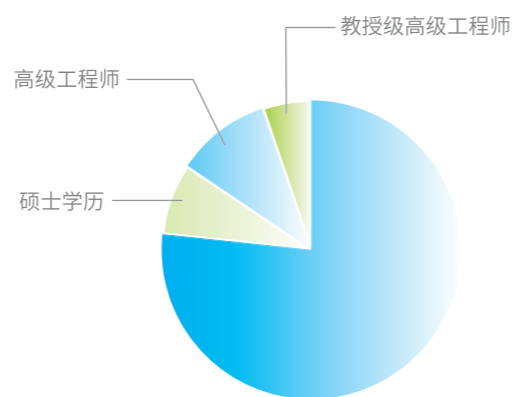
**60** + 亩  
占地面积

**140** + 名  
现有员工

**1800** 万千乏  
设计总产能年产

无锡赛晶电力电容器有限公司是赛晶科技集团旗下的全资子公司，于 2008 年 5 月成立，现注册资金 5800 万美元。公司位于无锡惠山经济开发区春惠路 18 号，厂区面积 60 余亩，现有员工 140 余名。公司专业从事高压电力电容器及其成套装置的技术研究、产品开发、制造、销售及相关工程服务，设计总产能为 1800 万 kvar/ 年。

公司拥有专业的技术和管理团队，通过稳固的国际化专业原材料供给、完善的产品设计、顶级的工艺工装、严格的质量控制，向客户提供外形美观、性能优异的产品。2013 年公司成立了无锡市无功补偿工程技术研究中心，共有研发人员 30 余名。其中教授级高级工程师 2 名（其中 1 人享有国务院特殊津贴），高级工程师 4 名，硕士学历 3 人，专业分布在电气自动化、高电压绝缘技术、绝缘材料学、机电一体化等专业，具有丰富的研究开发经验。近几年，先后完成了数十种规格电容器及无功补偿装置的研究开发，并联电容器、串联电容器、交流滤波电容器、直流滤波电容器共 9 种规格产品通过国家级能源科学技术成果鉴定，使公司的研发水平、产品性能、品质、种类和规格迅速达到国内先进水平，现在已经开始向国际先进水平进军。



研发人员

公司产品应用广泛，主要应用于国家电网、南方电网、新能源、铁路、有色冶金、化工等行业。产品还远销印度、古巴、马来西亚、柬埔寨、印尼等国。公司成立以来先后承担了 ±500kV 三峡 - 上海工程宜都换流站改造等 2 项工程、±800kV 灵州 - 绍兴工程灵州换流站等十余项工程、±1100kV 昌吉 -

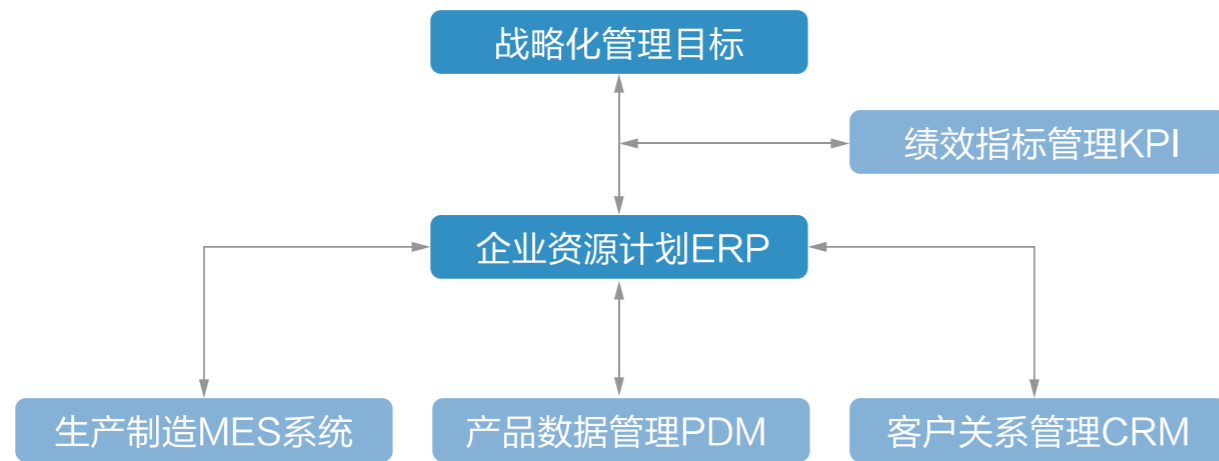
古泉工程昌吉换流站、张北柔性直流电网试验示范工程、闽粤联网等工程的电容器及其装置的生产研制。其中承接的 ±1100kV 昌吉 - 古泉特高压直流输电工程项目属世界首条电压等级最高、输送距离最远、输送容量最大、技术水平最先进，无锡赛晶电力电容器有限公司迈入世界先进水平的队伍。



经营理念：追求卓越，共赢未来  
 核心价值观：尊重、创新、超越  
 公司愿景：成为业内领先的电力系统解决方案集成商  
 使命：赛晶让电力变得高效  
 企业宗旨：赛晶电力电容器，满足客户要求，创造客户价值。

## 优秀的企业管理平台

无锡赛晶以先进的企业资源计划管理系统（ERP）为平台，整合生产制造系统（MES）、产品数据管理系统（PDM）、客户关系管理系统（CRM），使企业管理全面信息化，借助绩效指标管理（KPI）实现企业战略化管理。



## 顾客高满意度的服务体系

### 服务宗旨

全员服务 全程服务 全心服务

### 服务口号

与产品相关的任何服务都是我们的责任

### 服务承诺

无锡赛晶全面贯彻运行 ISO 质量管理体系，依据国家标准、行业标准及客户的技术要求提供性能优异、外表美观的产品，质量保证期内产品三包服务，质保期外的产品终身维修。

### 电话响应

无论您何时、何地，只要对我们的产品有兴趣或有任何问题，只要拨打 0510-83762393，我们将立即开展服务。

### 2 小时内电话回复

客户的任何问题，我们将在两小时内及时为其解答疑问，给出明确答复。

### 24 小时内到达承诺

接到服务信息后，国内产品，无论距离远近我们保证 24 小时，派专业技术人员到场，排除故障，确保装置的可靠、安全运行。

### 18 个月产品质保

产品在 18 个月内出现质量问题，我们承诺免费更换所有问题产品。



### 故障情况，无条件确保装置的运行

装置出现故障情况时，我们将无条件的以最快的速度更换上好的产品或部件，以装置安全、及时的投入运行为首要目标。

### 售前、售中、售后全程跟踪

产品的售前、售中、售后我们专业的技术人员全程跟踪，售前，按照客户需求为其量身定做产品。售中，为确保产品的质量进行严格监造。售后，完善的服务体系确保问题在最短时间得到完善解决。

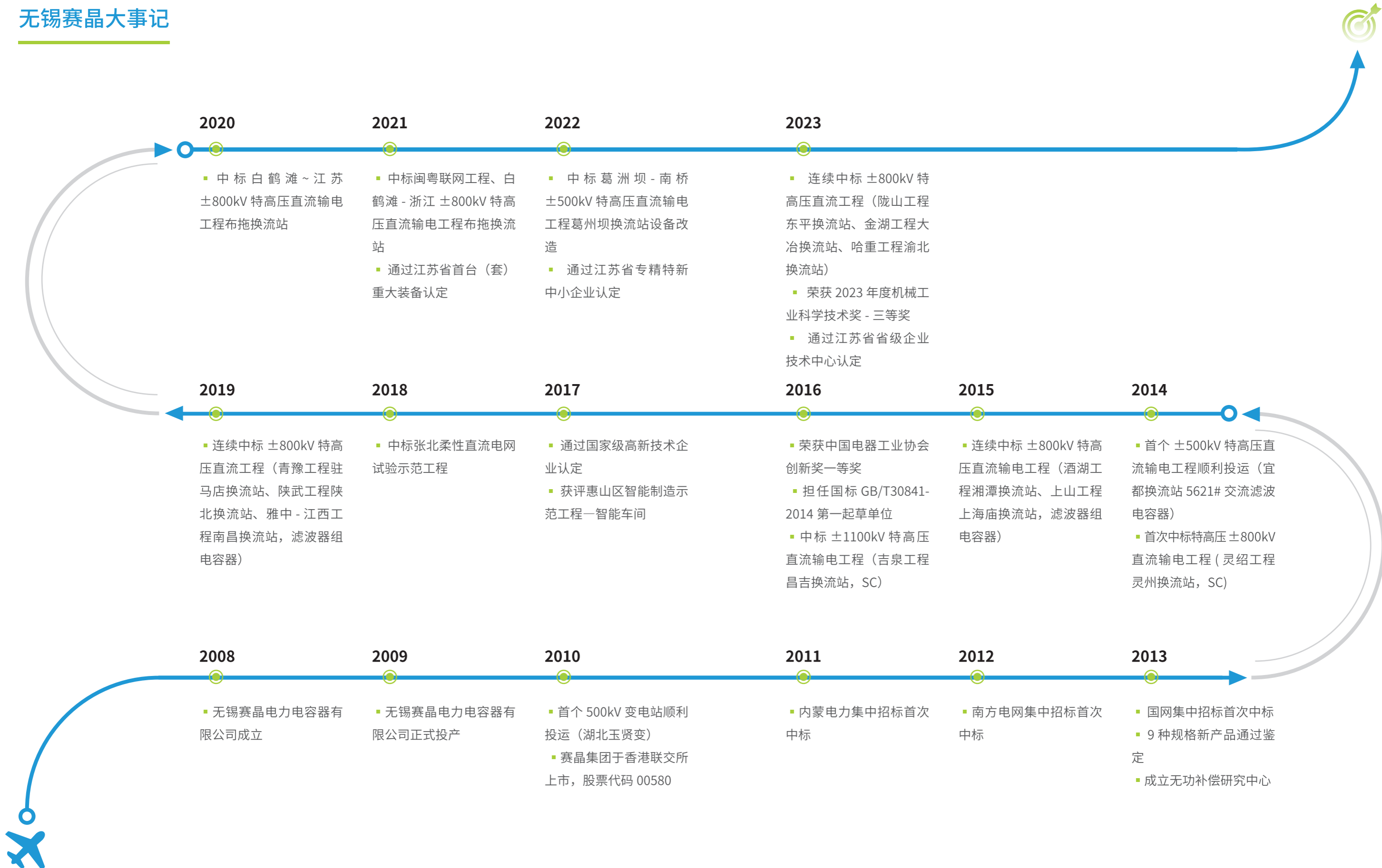
### 培训、指导 全部免费

为客户的技术人员和一线员工进行的培训和指导均不收取任何费用。

## 公司资质



# 无锡赛晶大事记



2020

- 中标白鹤滩~江苏±800kV特高压直流输电工程布拖换流站

2021

- 中标闽粤联网工程、白鹤滩-浙江±800kV特高压直流输电工程布拖换流站
- 通过江苏省首台(套)重大装备认定

2022

- 中标葛洲坝-南桥±500kV特高压直流输电工程葛州坝换流站设备改造
- 通过江苏省专精特新中小企业认定

2023

- 连续中标±800kV特高压直流工程(陇山工程东平换流站、金湖工程大冶换流站、哈重工程渝北换流站)
- 荣获2023年度机械工业科学技术奖-三等奖
- 通过江苏省省级企业技术中心认定

2019

- 连续中标±800kV特高压直流工程(青豫工程驻马店换流站、陕武工程陕北换流站、雅中-江西工程南昌换流站,滤波器组电容器)

2018

- 中标张北柔性直流电网试验示范工程

2017

- 通过国家级高新技术企业认定
- 获评惠山区智能制造示范工程-智能车间

2016

- 荣获中国电器工业协会创新奖一等奖
- 担任国标GB/T30841-2014第一起草单位
- 中标±1100kV特高压直流输电工程(吉泉工程昌吉换流站, SC)

2015

- 连续中标±800kV特高压直流输电工程(酒湖工程湘潭换流站、上山工程上海庙换流站, 滤波器组电容器)

2014

- 首个±500kV特高压直流输电工程顺利投运(宜都换流站5621#交流滤波电容器)
- 首次中标特高压±800kV直流输电工程(灵绍工程灵州换流站, SC)

2008

- 无锡赛晶电力电容器有限公司成立

2009

- 无锡赛晶电力电容器有限公司正式投产

2010

- 首个500kV变电站顺利投运(湖北玉贤变)
- 赛晶集团于香港联交所上市, 股票代码00580

2011

- 内蒙电力集中招标首次中标

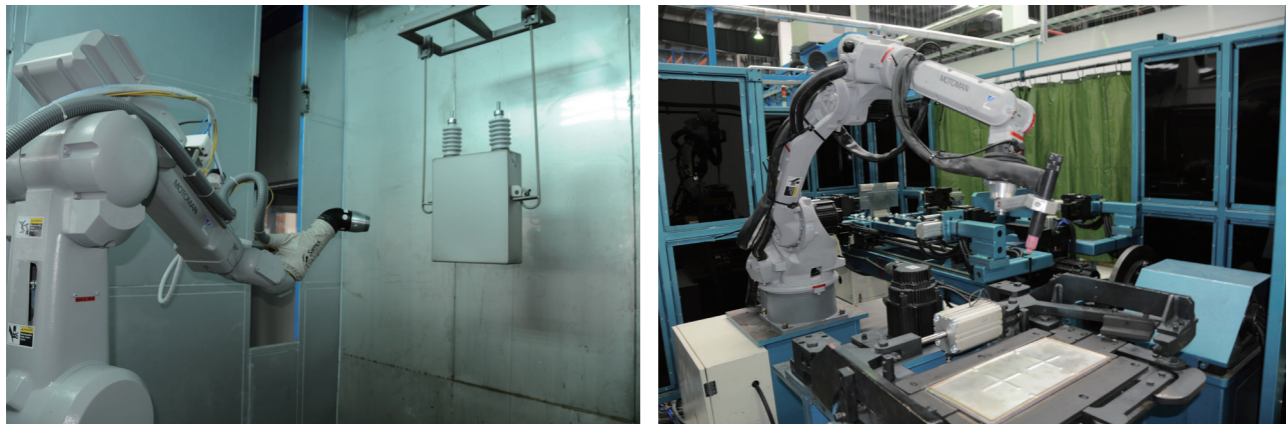
2012

- 南方电网集中招标首次中标

2013

- 国网集中招标首次中标
- 9种规格新产品通过鉴定
- 成立无功补偿研究中心

## 产品信息

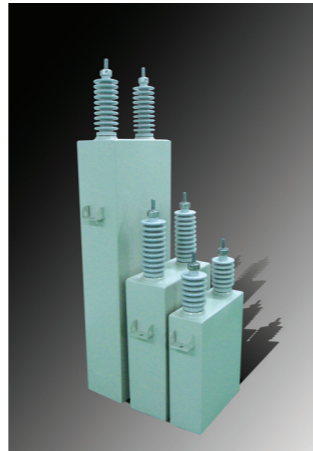


### 单台电容器:

- 并联电容器
- 串联电容器
- 滤波电容器
- 包含交流滤波电容器
- 直流滤波电容器

### 电容器装置类:

- 高压并联电容器装置 (框架式 & 柜式)
- 高压滤波电容器装置
- 高压直流输电 (HVDC) 工程项目中的电容器组
- 静补装置 (SVC) 工程用电容器装置
- 串补装置项目中的电容器组
- 电气化铁路用电容器装置



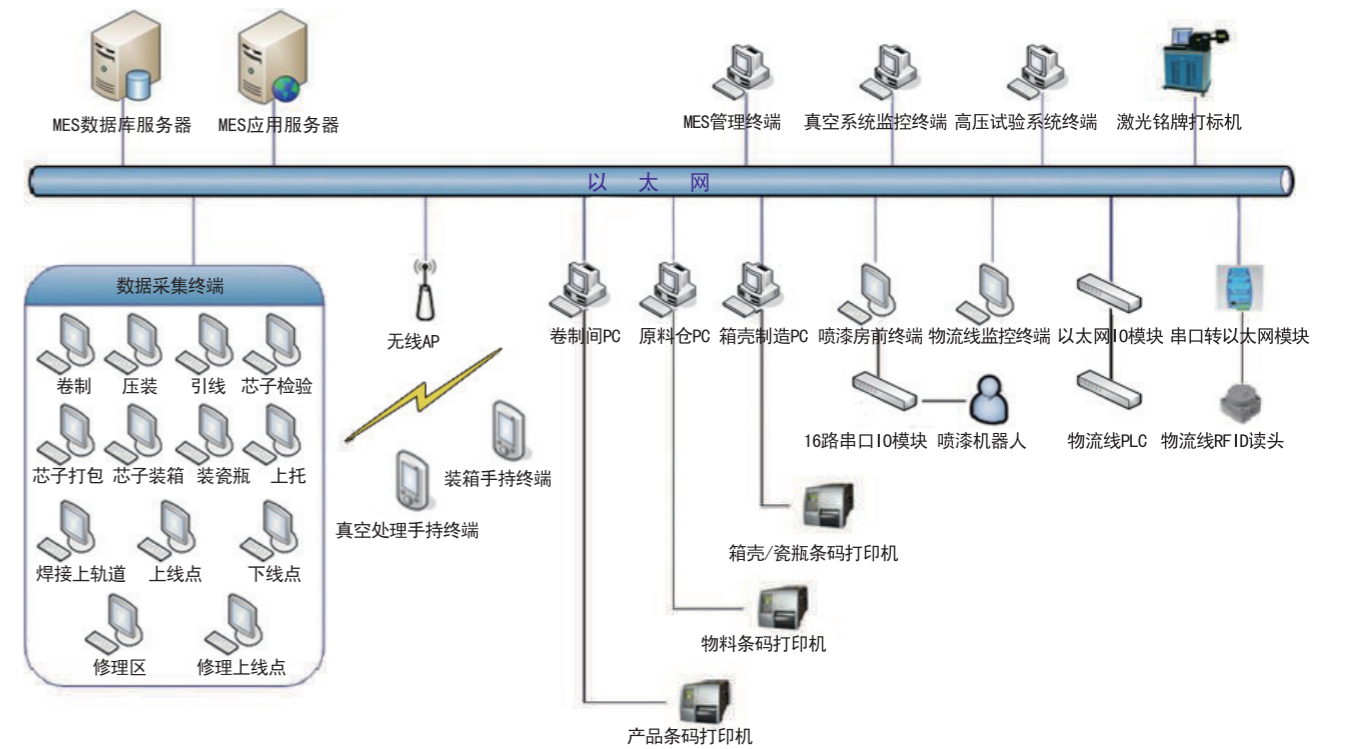
## 产品优势

### 先进的制造系统

本着人员流、物流、信息流三流合一的思想，以流水化、节奏化、柔性化、网络化的原则建成行业自动化程度、信息化程度最高的电力电容器生产线。

1) 使用条形码、RFID 技术，通过以太网组建生产制造执行系统 (MES)。生产制造指令的下达、数据的传输、信息的记录、检查结果的反馈全部由 MES 系统控制和传递。

### 生产制造执行 (MES) 系统



2) 生产和试验采用积放型轨道线、悬挂线。提高生产效率，消除人为因素影响，提升产品质量。



信息化、自动化轨道线



信息化、自动化悬挂线

3) 顶级生产设备

设备	供应商	优势	实现
全自动卷绕机	美国 HILTON	各轴平行度高，张力自动调节	元件平整
		自动折边结构	改善场强畸变
		恒流源耐压	避免元件损伤
焊接机器人	日本 YASKAWA	双工位	效率高
		非熔化极自动钨极直流脉冲氩弧焊接	热变形小、焊接完整美观
		专用夹具	焊接精度高
真空系统	泵组：德国 LEYBOLD 阀门：SPIRAX SARCO	真空处理能力强	满负荷极限真空可达 1pa 以下
		管道结构简捷	炉内真空与产品内真空零压差
		让位式注油	空气零残留
2877 全自动电容及介损测量电桥	瑞士 HAEFELY	精度高，稳定性好	精度达到十万分之一
		智能化设计	试验数据永久化
喷漆机器人	日本 YASKAWA	采用高速旋杯结构	表面均匀美观
		高压静电喷涂	附着力强
油处理系统	泵组：德国 LEYBOLD 阀门：日本 KITZ	白土过滤，双级脱气技术	耐压：75kV/2.5mm； 微量水分 ≤ 5ppm；损耗 ≤ 0.1%
数控芯体压床	PLC 技术：SIMENS	丝杠驱动，PLC 控制	压装高度精确
		横向压装	元件受力均匀
噪声试验室	谐波控制器：美国	24 通道谐波同时加载， 模仿现场实际工况	背景噪声小 可加载直流输电实际谐波数据



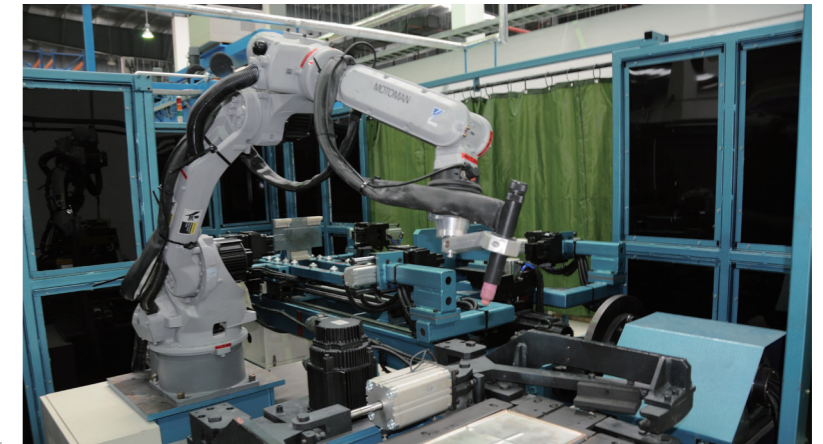
进口全自动卷绕机



芯体翻转台



数控芯体压床



进口焊接机器人工作站



进口喷漆机器人工作站



德国莱宝真空泵组



一流的真空处理系统



热烘试漏炉



先进的油处理系统



自动化高压试验室自动试验站高压电极



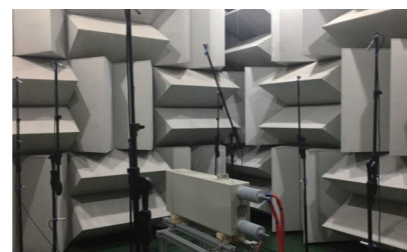
自动试验站高压电极



高精度电流比较仪



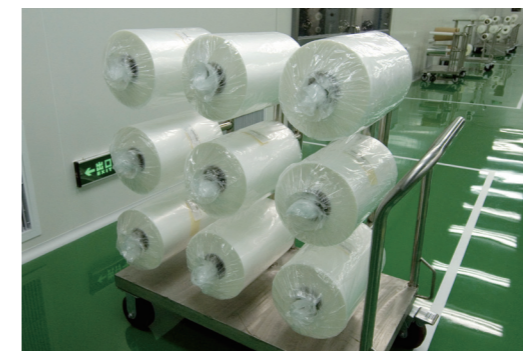
2877 全自动电容及介损测量电桥



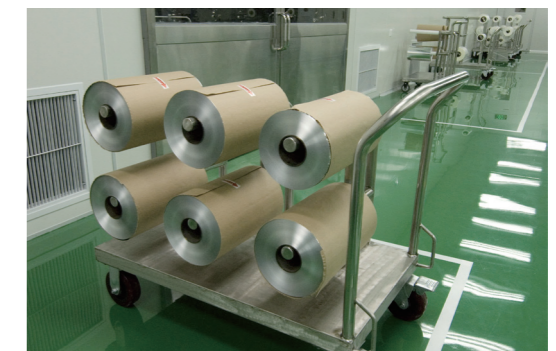
电容器噪声实验室

### 优质的原材料

主要原材料	原材料性能
薄膜	双面粗化聚丙烯薄膜，厚度 9μm ~ 15μm，电气性能稳定、均匀性好，损耗低
铝箔	厚度 4.5μm ~ 5μm，均匀性好
绝缘油	芳香度高，析气性不小于 -130μl/min，局放性能优良 小分子化合物含量低，老化速度慢 低温时粘度低，凝固点小于 -67°C，温度适合范围 -50°C ~+55°C 无毒环保，可生物降解
不锈钢板	壁厚 1.5mm 以上优质不锈钢板，机械性能优异，防腐性能好
套管	机械滚压式，密封法兰与箱体之间采用 TIG 焊结构，不漏油



薄膜



铝箔



绝缘油



套管

## 最优异的产品特点

### 单台产品

序号	参数	GB	DL	赛晶
1	运行温度	-40°C ~+45°C	-50°C ~+55°C	-50°C ~+55°C
2	单元电容偏差	-5%~+5%	-3%~+5%	-2%~+3%
3	损耗角正切值 (tanδ)	有内熔丝产品	不大于 0.05%	≤ 0.02%
		无内熔丝产品		≤ 0.015%
4	耐爆能量		15kW.s	≥ 15kW.s
5	局部放电	起始电压		≥ 1.5U <sub>N</sub>
		熄灭电压		≥ 1.35U <sub>N</sub>
注：局放仪分辨率达到 10pc 以下。				
6	短路放电	2.5U <sub>N</sub> , 5 次短路放电不损坏		2.8U <sub>N</sub> , 5 次短路放电不损坏
7	熔丝隔离	下限电压 ≤ 0.9√2 U <sub>N</sub>	下限电压 ≤ 0.9√2 U <sub>N</sub>	下限电压 ≤ 0.8√2 U <sub>N</sub>
		上限电压 ≥ 2.5√2 U <sub>N</sub>	上限电压 ≥ 2.2√2 U <sub>N</sub>	上限电压 ≥ 2.5√2 U <sub>N</sub>

1) 元件保护优先选择内熔丝保护模式。内熔丝放置在两只元件之间，熔丝与相邻元件之间有绝缘衬板隔开，防止熔丝动作时损坏相邻元件，提高了产品运行的可靠性。

2) 电容器芯子的各串联段均配置放电电阻，除放电作用外，还可以消除由内熔丝动作所引起的过电压。

3) 箱壳底、盖采用凹凸冲筋工艺，成型后平整度好，机械强度高。

4) 压嵌式套管，机械强度高、耐受冲击力强、渗漏率低。

5) 标准化设计，单元长度方向统一，便于互换。

### 成套装置

1) 采用专业仿真软件 Matlab、PSCAD，结合供电系统实际工况，提供最合理的成套设计方案；

2) 基于有限元仿真平台 Ansys，对成套装置进行抗震、抗风及各种受力分析，确保装置适用于各种安装环境；

3) 采用 GIM 格式三维图成套设计，与系统布局完美配合；

4) 成套装置的补偿、布置、投切方式多样化，适用范围广泛；

5) 模块化设计，结构紧凑，整装整运，便于现场安装；

6) 完善的供应商评价体系，有效控制配套件质量。



## 高压并联电力电容器

### 一、用途

用于频率 50Hz/60Hz 交流电力系统，该类型电容器主要用来提高系统功率因数，改善电网电压质量和降低线路损耗，充分发挥发电、供电设备的效率。

### 二、执行标准

GB/T11024.1 《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 1 部分：总则》

GB/T11024.2 《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 2 部分：老化试验》

GB/T11024.3 《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 3 部分：并联电容器和并联电容器组的保护》

GB/T11024.4 《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 4 部分：内部熔丝》

DL/T840 《高压并联电容器使用技术条件》

GB/T311.2 《绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则》

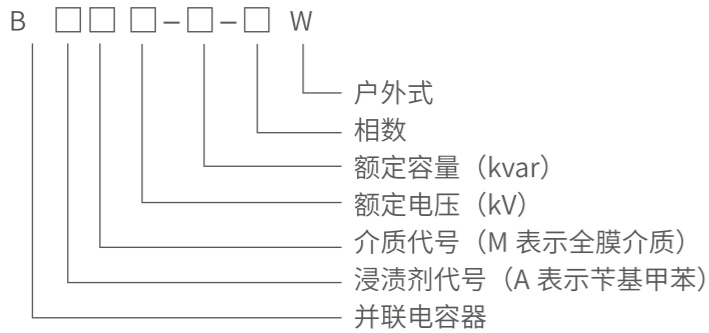
IEC 60871-1 《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 1: General》

IEC 60871-2 《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 2: Endurance testing》

IEC 60871-3 《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 3: Protection of shunt capacitors and shunt capacitorbanks》

IEC 60871-4 《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 4: internal fuses》

### 三、高压并联电力电容器型号说明



示例: BAM 11/ $\sqrt{3}$ -334-1W

表示: 浸渍苯基甲苯的全膜介质并联电容器, 额定电压 11/ $\sqrt{3}$  kV, 额定容量 334kvar, 单相, 户外式。

### 四、主要性能指标

- 1、电容器极间介质能承受下列二种试验电压之一, 历时 10s。
  - a . 工频交流电压:  $U_t (\sim) = 2.0U_N$
  - b . 直流电压:  $U_t (-) = 4.0U_N$
- 2、电容器的实测电容值与额定值之差不超过额定值的 -2% ~ +3%。
- 3、电容器在工频额定电压下, 温度为 20°C 时的损耗角正切值 ( $\tan\delta$ ) 为:
 

带内熔丝电容器:  $\tan\delta \leq 0.02\%$ , 不带内熔丝电容器:  $\tan\delta \leq 0.015\%$ 。
- 4、放电电阻: 电容器均内置放电电阻, 放电电阻 10min 内由  $\sqrt{2} U_N$  下降至 75V 或 50V 以下。
- 5、短路放电能力: 电容器 10min 内耐受 5 次  $2.8U_N$  短路放电。
- 6、熔丝隔离: 上限电压为  $2.5\sqrt{2} U_N$ , 下限电压为  $0.8\sqrt{2} U_N$ , 熔丝动作后, 断口承受  $3.5U_{NE}$  直流试验电压 ( $U_{NE}$  为元件电压) 和  $2.15U_{NE}$  交流试验电压。
- 7、局部放电性能
  - 1) 极间局部放电
 

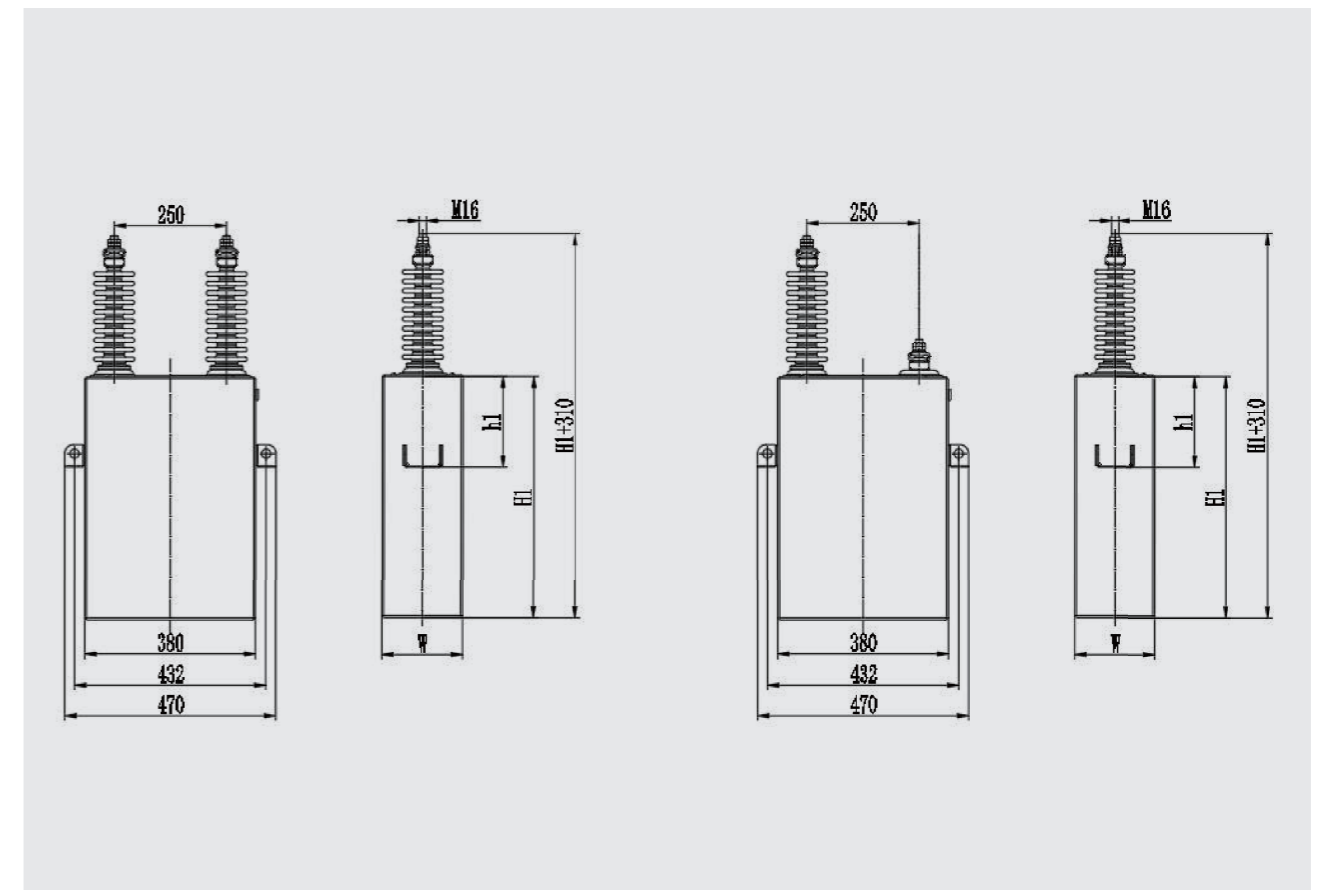
将电容器加压至局部放电起始后历时 1s, 降压至  $1.35U_N$  保持 10min, 然后再将电压升至  $1.6U_N$  保持 10min, 此时, 无明显局部放电。对于严寒地区, 电容器在温度下限时局部放电熄灭电压不低于  $1.2U_{N0}$ 。
  - 2) 极对壳局部放电熄灭电压
 

极对壳局部放电熄灭电压不低于  $1.2U_{im}$  ( $U_{im}$  为最高运行线电压)。
- 8、过负载能力
  - 1) 操作过电压: 电容器能承受第一个峰值不超过  $2\sqrt{2} U_N$  持续 1/2 周期的过渡过电压。
  - 2) 最大允许电流: 电容器允许在由于电压升高及高次谐波造成的有效值为  $1.3 I_N$  的稳定过电流下运行, 对于电容具有最大正偏差的电容器, 这个过电流允许达到 1.43 倍。
  - 3) 长时间电压

电压因数	最大持续时间	说明
1.00	连续	电容器通电任何时间段内的最高平均值。
1.10	每 24h 中 12h	系统电压调整和波动
1.15	每 24h 中 30min	系统电压调整和波动
1.20	5min	轻负荷下电压升高
1.3	1min	

### 五、高压并联电力电容器产品尺寸

电容器单元规格系列化, 标准化, 使得接线简单, 方便用户维护及更换, 使我们能更好地为用户服务。



内熔丝并联电容器 Shunt Capacitor (Internal Fuse)								
序号	型号 TYPE	额定电压 kV	额定容量 kvar	额定电容 $\mu\text{F}$	重量 kg	W mm	H1 mm	h1 mm
1	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -200-1W	11/ $\sqrt{3}$	200	15.78	32	140	415	100
2	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -200-1W	12/ $\sqrt{3}$	200	13.26	34	140	435	100
3	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -300-1W	11/ $\sqrt{3}$	300	23.68	47	180	465	100
4	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -300-1W	12/ $\sqrt{3}$	300	19.89	49	180	490	100
5	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -334-1W	11/ $\sqrt{3}$	334	26.36	50	180	500	200
6	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -334-1W	12/ $\sqrt{3}$	334	22.15	54	180	535	200
7	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -400-1W	11/ $\sqrt{3}$	400	31.57	59	180	585	200
8	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -400-1W	12/ $\sqrt{3}$	400	26.53	61	180	610	200
9	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -500-1W	11/ $\sqrt{3}$	500	39.46	75	180	750	200
10	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -500-1W	12/ $\sqrt{3}$	500	33.16	75	180	750	200
11	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -600-1W	11/ $\sqrt{3}$	600	47.35	83	180	825	300
12	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -600-1W	12/ $\sqrt{3}$	600	39.79	90	180	895	300
13	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -700-1W	11/ $\sqrt{3}$	700	55.24	95	180	945	300
14	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -700-1W	12/ $\sqrt{3}$	700	46.42	100	180	1000	400
15	BAM 11/2-334-1W	11/2	334	35.15	52	180	520	200
16	BAM 12/2-334-1W	12/2	334	29.53	51	180	510	200
17	BAM 11/2-417-1W	11/2	417	43.88	63	180	625	200
18	BAM 12/2-417-1W	12/2	417	36.87	63	180	625	200
19	BAM 11/2-500-1W	11/2	500	52.61	77	180	770	200
20	BAM 12/2-500-1W	12/2	500	44.21	77	180	770	200
21	BAM 11-500-1W	11	500	13.15	76	180	760	200
22	BAM 12-500-1W	12	500	11.05	78	180	775	200
23	BAM 21/2-500-1W	21/2	500	14.44	76	180	760	200
24	BAM 23/2-500-1W	23/2	500	12.03	80	180	800	300

外熔丝并联电容器 Shunt Capacitor (External Fuse)								
序号	型号 TYPE	额定电压 kV	额定容量 kvar	额定电容 $\mu\text{F}$	重量 kg	W mm	H1 mm	h1 mm
1	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -100-1W	11/ $\sqrt{3}$	100	7.89	19	140	245	100
2	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -100-1W	12/ $\sqrt{3}$	100	6.63	18	140	235	100
3	BAM 11/ $\sqrt{3}$ -200-1W	11/ $\sqrt{3}$	200	15.78	31	140	400	100
4	BAM 12/ $\sqrt{3}$ -200-1W	12/ $\sqrt{3}$	200	13.25	33	140	420	100
5	BAM 11-100-1W	11	100	2.63	19	140	250	100
6	BAM 12-100-1W	12	100	2.21	19	140	250	100
7	BAM 11-200-1W	11	200	5.26	33	140	420	100
8	BAM 12-200-1W	12	200	4.42	33	140	420	100
9	BAM 11-300-1W	11	300	7.89	47	180	465	100
10	BAM 12-300-1W	12	300	6.63	47	180	470	100

注：

- (1) 本表中所标尺寸对应的额定频率为 50Hz。在其它频率下的产品尺寸请与我公司联系。
- (2) 额定电压相近，额定容量相近的电容器产品，尺寸可以参照标准系列产品尺寸。具体信息可直接向我公司咨询。
- (3) 额定容量超过 700kvar 以上的电容器产品，具体尺寸请与我们联系。
- (4) 其他特殊产品或特殊要求，请与我们联系。



## ▶ 高压串联电力电容器

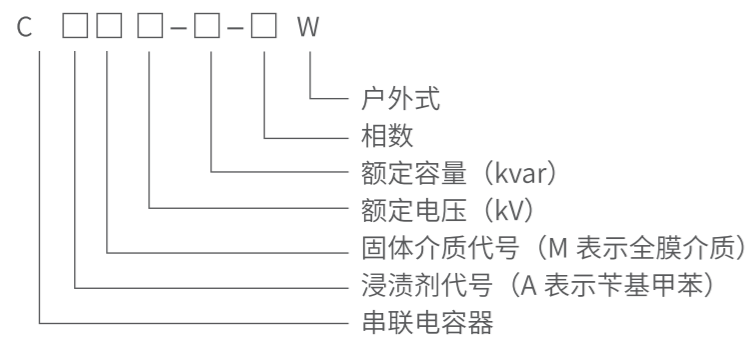
### 一、用途

用于频率 50Hz/60Hz 交流电力系统，该类型电容器主要用来增加电力输送容量、改善系统稳定性、改善电压调整率及无功功率平衡（串联电容所产生的无功功率也随输送负荷的增大而增加）、减少系统损耗。

### 二、执行标准

- GB/T 6115.1 《电力系统用串联电容器 第 1 部分：总则》
- GB/T 6115.2 《电力系统用串联电容器 第 2 部分：串联电容器组用保护设备》
- GB/T 6115.3 《电力系统用串联电容器 第 3 部分：内部熔丝》
- GB/T 311.1 《绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则》
- JB/T 7114 《电力电容器产品型号编制方法》
- IEC 60143-1 《Series capacitor for power systems-Part1:General》
- IEC 60143-2 《Series capacitor for power systems-Par2:Protective equipment for series capacitor banks》
- IEC 60143-3 《Series capacitor for power systems-Part 3:Internal fuses》

### 三、高压串联电容器型号说明



示例：CAM5.42-519-1W

表示：浸渍苯基甲苯的全膜介质串联电容器，额定电压 5.42kV，额定容量 519kvar，单相，户外式。

## 四、高压串联电容器的性能要求

项目名称	性能要求
极间耐压	直流试验电压值按 GB/T6115.1 要求，耐受 $1.7U_{lim}$ 的直流电压，但不小于 $4.3U_N$ 持续时间 10s
绝缘水平	$\geq U_{ipf} \times n/s$ 或 $2.5 \times U_N \times n$
电容偏差	-2% ~ +3%
损耗角正切值 ( $\tan\delta$ )	$\leq 0.02\%$

## 五、产品尺寸

额定电压相近，容量相近的电容器产品，长宽尺寸可以参照标准系列并联电容器产品尺寸。具体信息可直接向我公司咨询。



## ▶ 高压滤波电力电容器

### 一、用途

高压滤波电容器分为高压交流滤波电容器和高压直流滤波电容器。

高压交流滤波电容器包含高压直流输电系统用交流滤波电容器和并联电容器以及普通高压电力系统用高压交流滤波电容器。该类型电容器主要用于频率 50Hz/60Hz 的交流电力系统中，主要用来为电网中的高次谐波电流提供低阻抗通道，改善系统功率因数、同时补偿感性无功功率，减少电能损耗，保障电压质量，增强系统稳定性和提高系统输送电能的能力。

高压直流滤波电容器主要用于滤除直流电路中的谐波或在高压直流输电换流站直流场中，为高次谐波提供低阻抗通道，防止谐波电流注入直流线路。

### 二、执行标准

GB/T11024.1	《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 1 部分：总则》
GB/T11024.2	《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 2 部分：老化试验》
GB/T11024.4	《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 4 部分：内部熔丝》
GB/T20993	《高压直流输电系统用直流滤波电容器及中性母线冲击电容器》
GB/T20994	《高压直流输电系统用并联电容器及交流滤波电容器》
DL/T840	《高压并联电容器使用技术条件》
GB/T311.2	《绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则》
IEC60871-1	《Shunt capacitor for a.c. power systems having arated voltage above 1000V-Part 1: General》
IEC60871-2	《Shunt capacitorfor a.c.power systems havinga rated voltage above 1000V-Part 2: Endurancetesting》
IEC60871-3	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 3: Protection of shunt capacitors and shunt capacitor banks》
IEC60871-4	《Shunt capacitor for a.c. power systems having arated voltage above 1000V-Part 4: internal fuses》

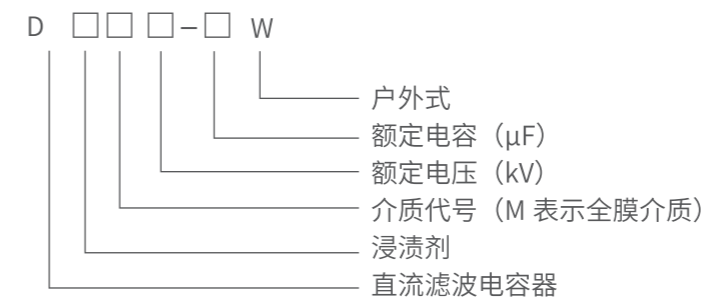
## 三、高压交流滤波电容器型号说明



示例：AAM7.2-300-1W

表示：浸渍苜基甲苯的全膜介质交流滤波电容器，额定电压 7.2kV，额定容量 300kvar，单相，户外式。

## 四、高压直流滤波电容器型号说明



示例：DAM10.45-36W

表示：油浸式全膜介质直流滤波电容器，额定电压 (DC) 10.45 kV，额定电容 36μF，户外式。

## 五、产品尺寸

请直接向我公司咨询。



- 第一特征代号由二位字母组成，按装置的类型进行区分具体内容见表 1。
- 第二特征代号由一位字母组成，按装置的结构型式进行区分具体内容见表 2。
- 接线方式由一位字母组成，按接线方式区分，具体内容见表 3。
- 保护方式一位字母组成，具体内容见表 4。
- 为了统一代号的书写方式，规定在文档流水号前后，分别用小圆点分隔开（小圆点在右下角）。

表 1 第一特征代号装置的类型

字母	内容	字母	内容
BB	并联电容器装置	DL	直流滤波电容器装置
AL	交流滤波电容器装置	CB	串联电容器装置

表 2 第二特征代号装置的结构型式

字母	内容	字母	内容
Z	柱上式	H	户外箱式
G	户内柜式	缺省	框（台）架式

表 3 装置的接线方式

字母	内容	字母	内容
A	单星	C	三星
B	双星	D	单相

表 4 装置的保护方式

字母	内容	字母	内容
K	开口三角电压保护	Q	桥式差电流保护
C	相电压差动保护	L	中性点不平衡电流保护

## ▶ 高压并联电容器装置

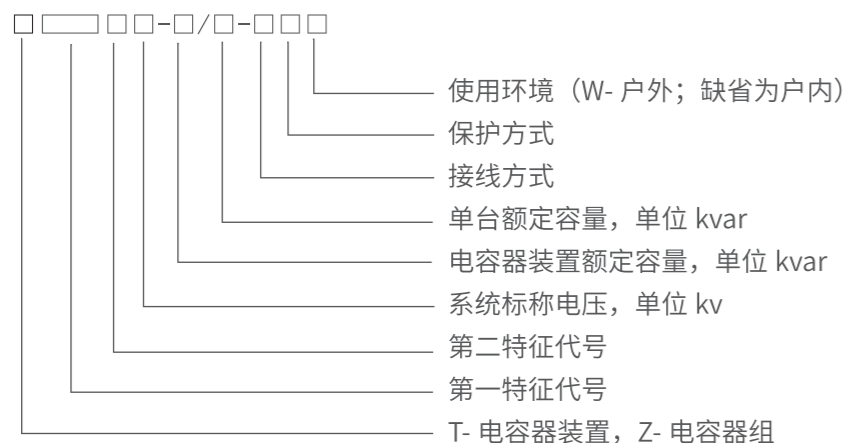
### 一、用途

高压并联电容器装置主要用于工频 50Hz/60Hz 电压等级为 6kV、10kV、20kV、35kV、66kV 和 110kV 三相交流电力系统中，主要用来补偿感性无功功率以提高系统功率因数，改善电网电压质量和降低线路损耗。

### 二、执行标准

- GB/T30841 《高压并联电容器装置的通用技术要求》
- GB50227 《并联电容器装置设计规范》
- GB311.1 《绝缘配合第 1 部分：定义、原则和规则》
- GB50060 《3 ~ 110kV 高压配电装置设计规范》
- GB50260 《电力设施抗震设计规范》
- GB/T26218.1 《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分：定义、信息和一般原则》
- GB/T16927.1 《高电压试验技术第 1 部分：一般定义及试验要求》
- GB/T15166.4 《高压交流熔断器 并联电容器外保护用熔断器》
- GB/T11032 《交流无间隙金属氧化物避雷器》
- GB 20840.2 《互感器 第 2 部分：电流互感器的补充技术要求》
- GB1985 《高压交流隔离开关和接地开关》
- GB/T8287.1 《标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子 第 1 部分：瓷或玻璃绝缘子的试验》
- GB/T8287.2 《标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子 第 2 部分：尺寸与特性》
- DL/T604 《高压并联电容器装置使用技术条件》
- DL/T442 《高压并联电容器单台保护用熔断器使用技术条件》
- DL/T840 《高压并联电容器使用技术条件》
- DL/T653 《高压并联电容器用放电线圈使用技术条件》
- DL/T462 《高压并联电容器用串联电抗器订货技术条件》
- DL/T620 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》

## 装置型号



## 装置主要技术性能

装置电容偏差: 装置的每相实测电容与标称电容之比不超过 0~+5%, 三相间最大和最小电容之比 不超过 1.02, 各串联段的单台容量最大和最小之比不超过 1.01。

装置能在 1.05 倍的额定电压下连续运行。

装置能在方均根值不超过 1.3 倍额定电流下连续运行。



户内柜 (台) 架: 10kV 高压并联电容器装置 (开口三角保护)

序号	装置型号	电容器型号	台数	参考图
1	TBB10-600/200-AK	BAM11/√3-200-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/√3-200-1 (对应 12% 电抗率)	3	图一
2	TBB10-1200/200-AK		6	图二
3	TBB10-1800/200-AK		9	图三
4	TBB10-2400/200-AK		12	
5	TBB10-3000/200-AK		15	
6	TBB10-3600/200-AK		18	
7	TBB10-4200/200-AK		21	
8	TBB10-4800/200-AK		24	
9	TBB10-1002/334-AK		BAM11/√3-334-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/√3-334-1 (对应 12% 电抗率)	3
10	TBB10-2004/334-AK	6		图二
11	TBB10-3006/334-AK	9		图三
12	TBB10-4008/334-AK	12		
13	TBB10-5010/334-AK	15		
14	TBB10-1500/500-AK	BAM11/√3-500-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/√3-500-1 (对应 12% 电抗率)		3
15	TBB10-3000/500-AK		6	图二
16	TBB10-4500/500-AK		9	图三

户内柜 (台) 架: 10kV 高压并联电容器装置 (差压保护)

17	TBB10-5004/417-AC	BAM11/2√3-417-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/2√3-417-1 (对应 12% 电抗率)	12	图四
18	TBB10-10008/417-AC		24	
19	TBB10-6012/334-AC	BAM11/2√3-334-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/2√3-334-1 (对应 12% 电抗率)	18	
20	TBB10-8016/334-AC		24	

户外柜(台)架: 10kV 高压并联电容器装置(开口三角保护)				
序号	装置型号	电容器型号	台数	参考图
21	TBB10-600/200-AKW	BAM11/ $\sqrt{3}$ -200-1W (对应 5% 电抗率) BAM12/ $\sqrt{3}$ -200-1W (对应 12% 电抗率)	3	图五
22	TBB10-1200/200-AKW		6	
23	TBB10-1800/200-AKW		9	图六
24	TBB10-2400/200-AKW		12	
25	TBB10-3000/200-AKW		15	
26	TBB10-3600/200-AKW		18	
27	TBB10-4200/200-AKW		21	图七
28	TBB10-4800/200-AKW		24	
29	TBB10-1002/334-AKW	BAM11/ $\sqrt{3}$ -334-1W (对应 5% 电抗率) BAM12/ $\sqrt{3}$ -334-1W (对应 12% 电抗率)	3	图五
30	TBB10-2004/334-AKW		6	
31	TBB10-3006/334-AKW		9	图六
32	TBB10-4008/334-AKW	12		
33	TBB10-5010/334-AKW	15		
34	TBB10-1500/500-AKW	BAM11/ $\sqrt{3}$ -500-1W (对应 5% 电抗率) BAM12/ $\sqrt{3}$ -500-1W (对应 12% 电抗率)	3	图五
35	TBB10-3000/500-AKW		6	
36	TBB10-4500/500-AKW		9	
户外柜(台)架: 10kV 高压并联电容器装置(差压保护)				
37	TBB10-5004/417-ACW	BAM11/2 $\sqrt{3}$ -417-1W (对应 5% 电抗率) BAM12/2 $\sqrt{3}$ -417-1W (对应 12% 电抗率)	12	图八
38	TBB10-10008/417-ACW		24	
39	TBB10-6012/334-ACW	BAM11/2 $\sqrt{3}$ -334-1W (对应 5% 电抗率)	18	
40	TBB10-8016/334-ACW	BAM12/2 $\sqrt{3}$ -334-1W (对应 12% 电抗率)	24	

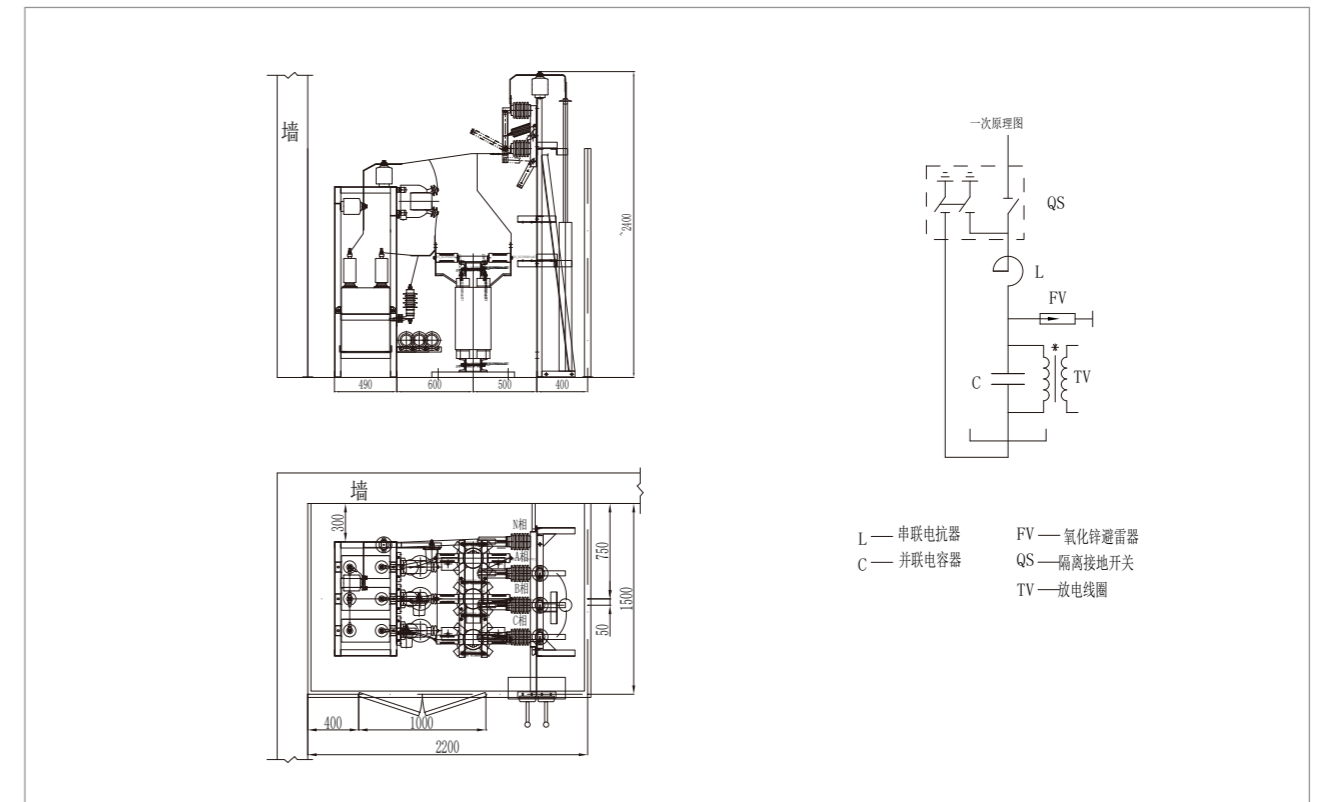
户内柜式: 10kV 高压并联电容器装置(开口三角保护)				
序号	装置型号	电容器型号	台数	参考图
41	TBBG10-600/200-AK	BAM11/ $\sqrt{3}$ -200-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/ $\sqrt{3}$ -200-1 (对应 12% 电抗率)	3	图九
42	TBBG10-1200/200-AK		6	
43	TBBG10-1800/200-AK		9	
44	TBBG10-2400/200-AK		12	
45	TBBG10-3000/200-AK		15	
46	TBBG10-3600/200-AK		18	
47	TBBG10-4200/200-AK		21	
48	TBBG10-4800/200-AK		24	
49	TBBG10-1002/334-AK	BAM11/ $\sqrt{3}$ -334-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/ $\sqrt{3}$ -334-1 (对应 12% 电抗率)	3	
50	TBBG10-2004/334-AK		6	
51	TBBG10-3006/334-AK		9	
52	TBBG10-4008/334-AK	12	图十	
53	TBBG10-5010/334-AK	15		
54	TBBG10-1500/500-AK	BAM11/ $\sqrt{3}$ -500-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/ $\sqrt{3}$ -500-1 (对应 12% 电抗率)		3
55	TBBG10-3000/500-AK			6
56	TBBG10-4500/500-AK			9
户内柜式: 10kV 高压并联电容器装置(差压保护)				
57	TBB10-5004/417-ACW	BAM11/2 $\sqrt{3}$ -417-1 (对应 5% 电抗率) BAM12/2 $\sqrt{3}$ -417-1 (对应 12% 电抗率)	12	图十
58	TBB10-10008/417-ACW		24	
59	TBB10-6012/334-ACW	BAM11/2 $\sqrt{3}$ -334-1 (对应 5% 电抗率)	18	
60	TBB10-8016/334-ACW	BAM12/2 $\sqrt{3}$ -334-1 (对应 12% 电抗率)	24	

户外布置：35kV 高压并联电容器装置（差压保护）				
序号	装置型号	电容器型号	台数	参考图
61	TBB35-10008/417-ACW	BAM11/2-417-1W（对应 5% 电抗率）	24	图十一
62	TBB35-20016/417-ACW	BAM12/2-417-1W（对应 12% 电抗率）	48	
63	TBB35-12000/500-ACW	BAM11/2-500-1W（对应 5% 电抗率）	24	
		BAM12/2-500-1W（对应 12% 电抗率）		
户外布置：35kV 高压并联电容器装置（桥差保护）				
64	TBB35-40080/334-AQW	BAM11/2-334-1W（对应 5% 电抗率）	120	图十二
		BAM12/2-334-1W（对应 12% 电抗率）		
65	TBB35-40032/417-AQW	BAM11/2-417-1W（对应 5% 电抗率）	96	
		BAM12/2-417-1W（对应 12% 电抗率）		
66	TBB35-60000/500-AQW	BAM11/2-500-1W（对应 5% 电抗率）	120	
		BAM12/2-500-1W（对应 12% 电抗率）		

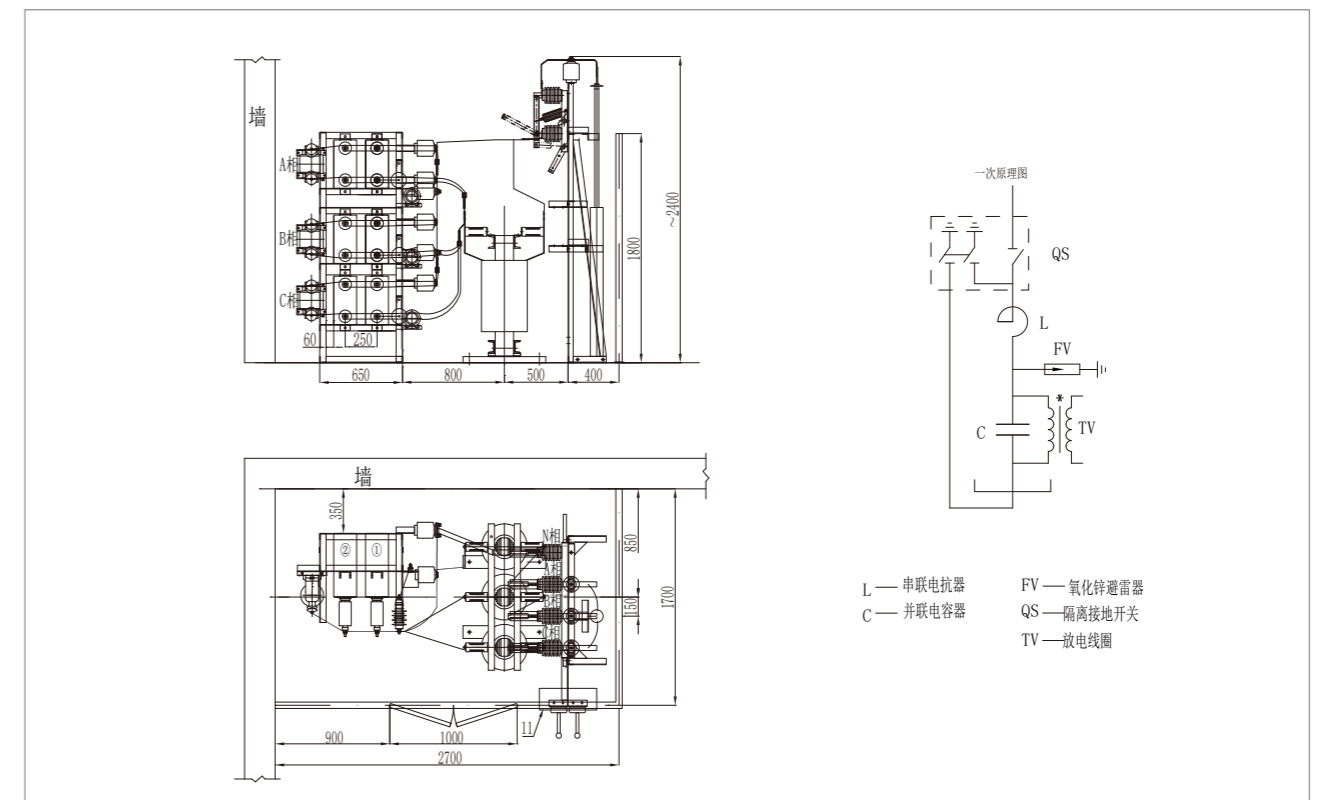
注：

- (1) 参考图一样的装置，其布置结构类似，布置尺寸在参考图尺寸的基础上有所调整。具体信息可直接向我公司咨询。
- (2) 其他特殊产品或特殊要求（场地受限、海拔高等），请与我们联系。

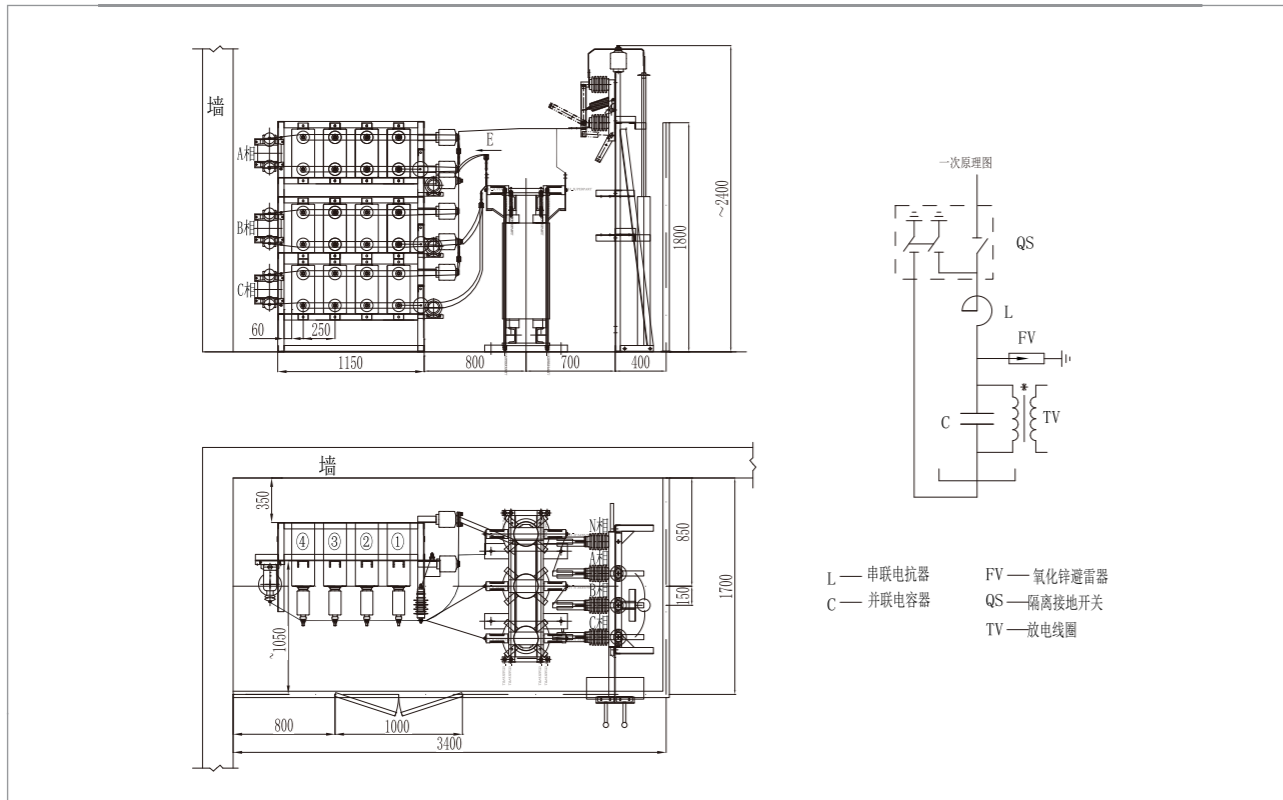
图一 示例为 TBB10-1002/334-AK（电抗率 5%）的装置布置图



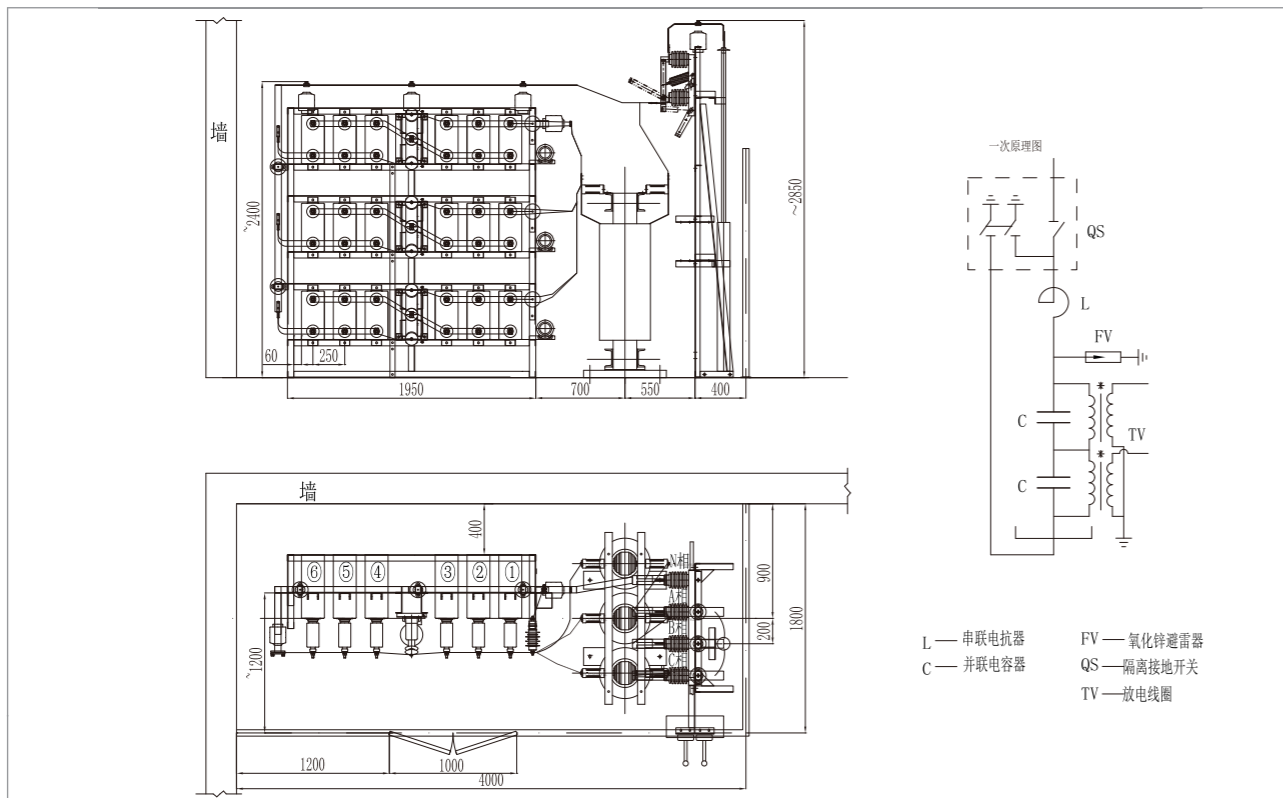
图二 示例为 TBB10-2004/334-AK（电抗率 5%）的装置布置图



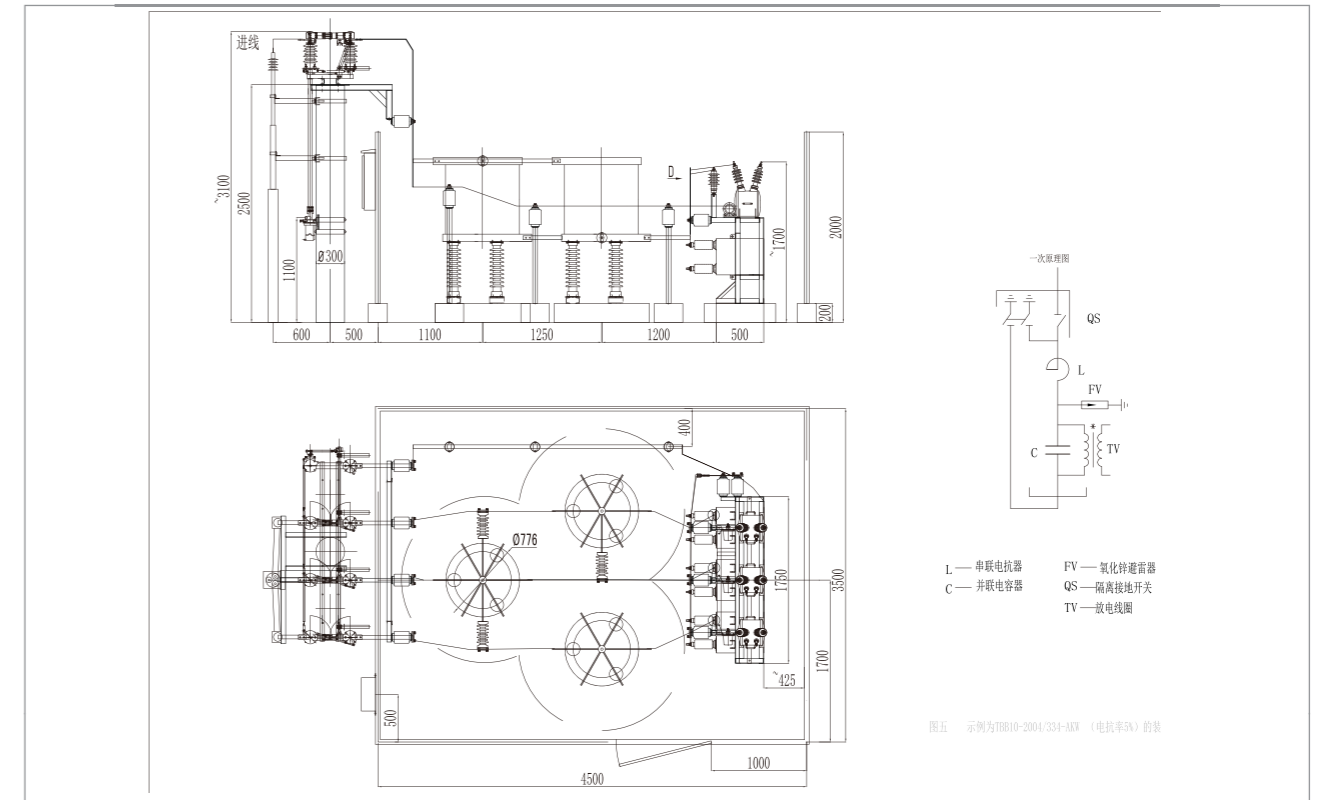
图三 示例为 TBB10-4008/334-AK (电抗率5%) 的装置布置图



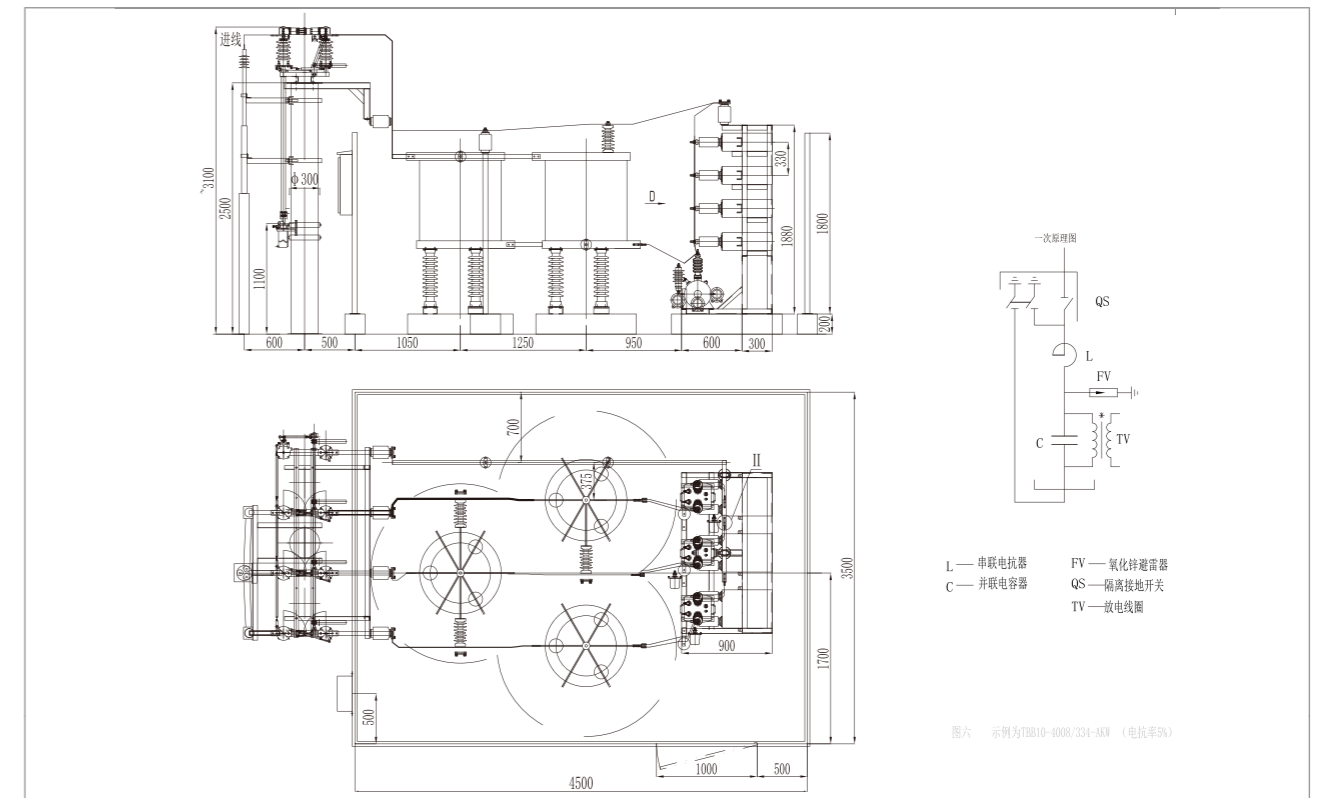
图四 示例为 TBB10-6012/334-AC (电抗率5%) 的装置布置图



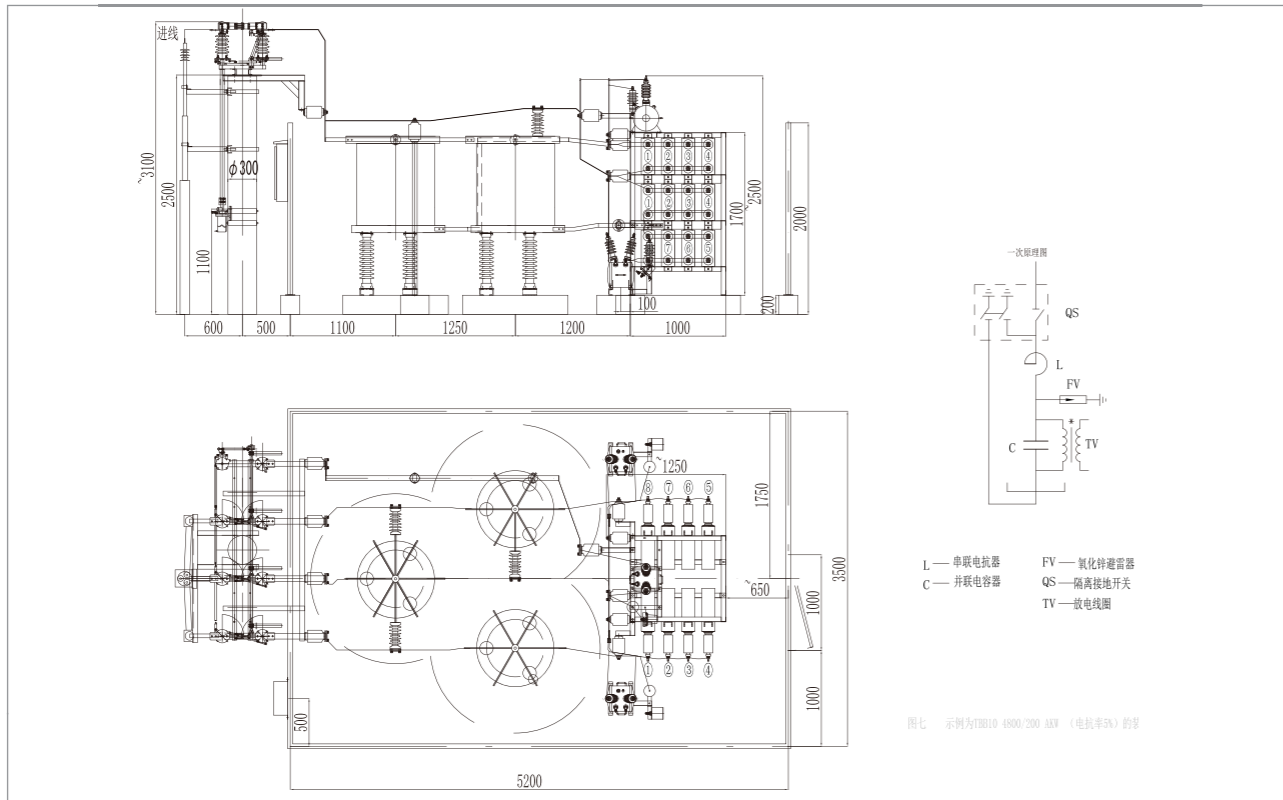
图五 示例为 TBB10-2004/334-AKW (电抗率5%) 的装置布置图



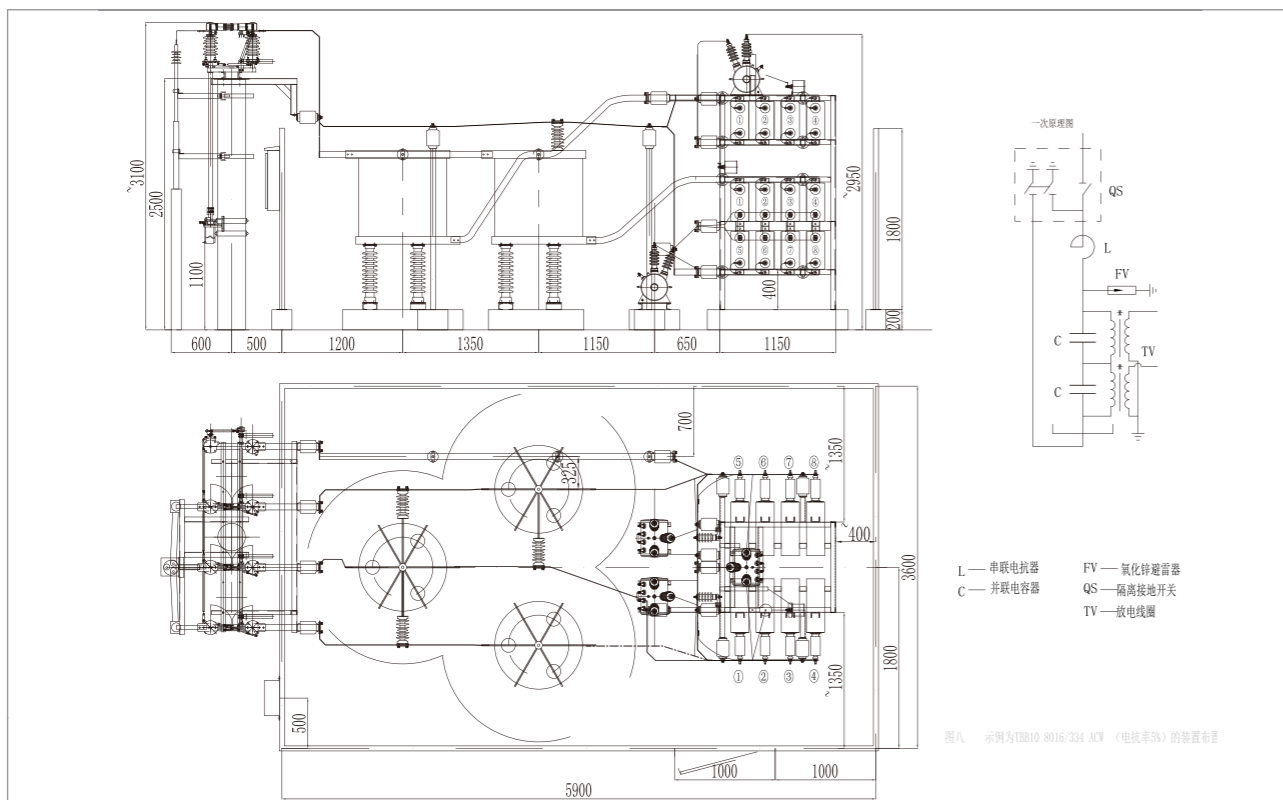
图六 示例为 TBB10-4008/334-AKW (电抗率5%) 的装置布置图



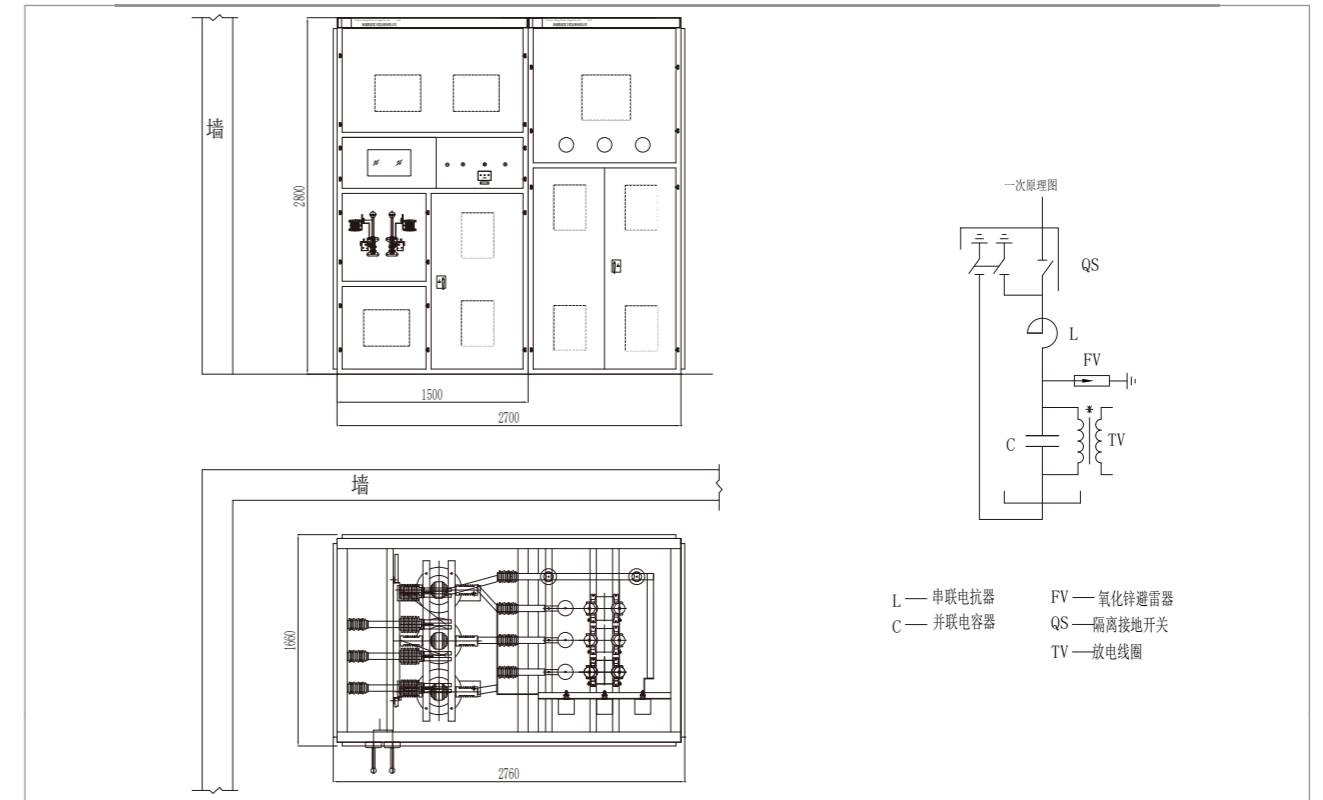
图七 示例为 TBB10-4800/200-AKW (电抗率 5%) 的装置布置图



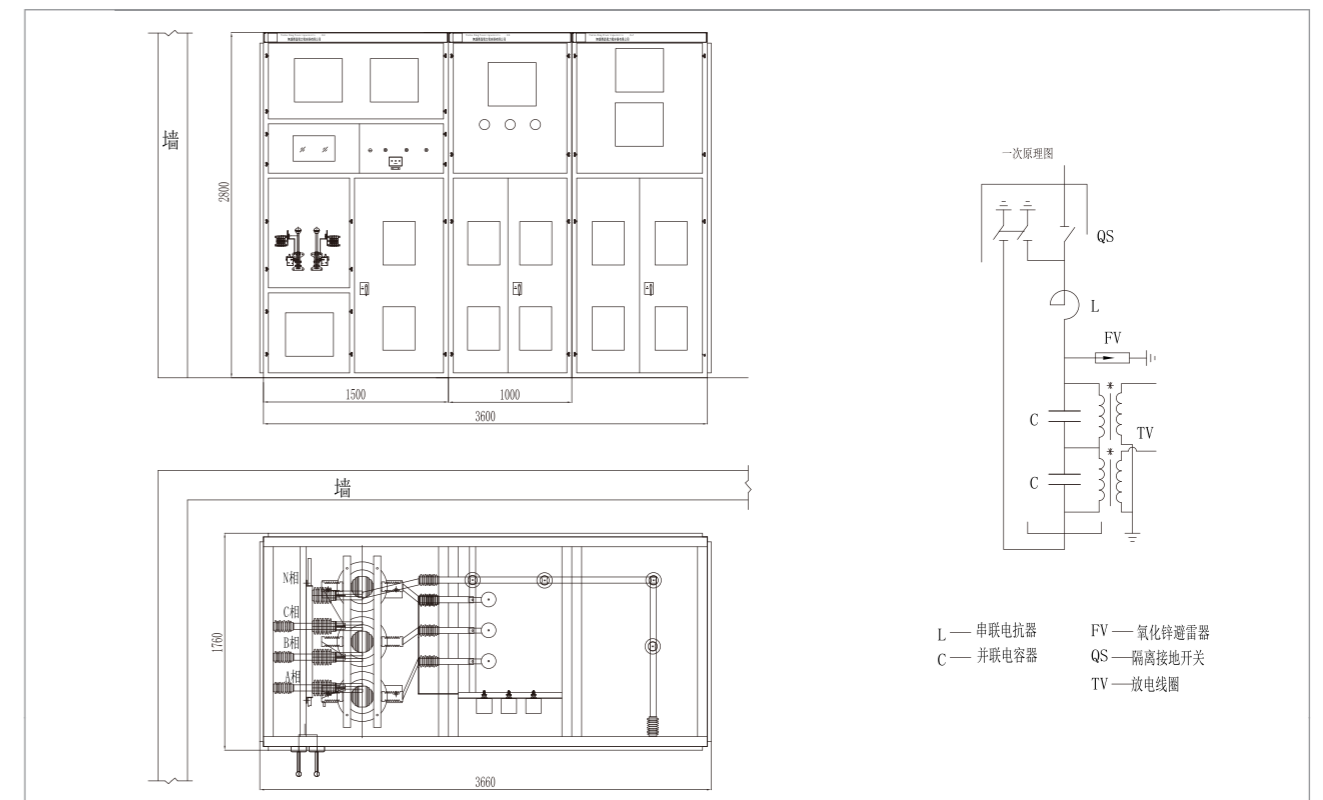
图八 示例为 TBB10-8016/334-ACW (电抗率 5%) 的装置布置图



图九 示例为 TBBG10-3006/334-AK (电抗率 5%) 的装置布置图



图十 示例为 TBBG10-6012/334-AC (电抗率 5%) 的装置布置图





## ▶ 高压自动投切无功补偿装置

### 一、用途

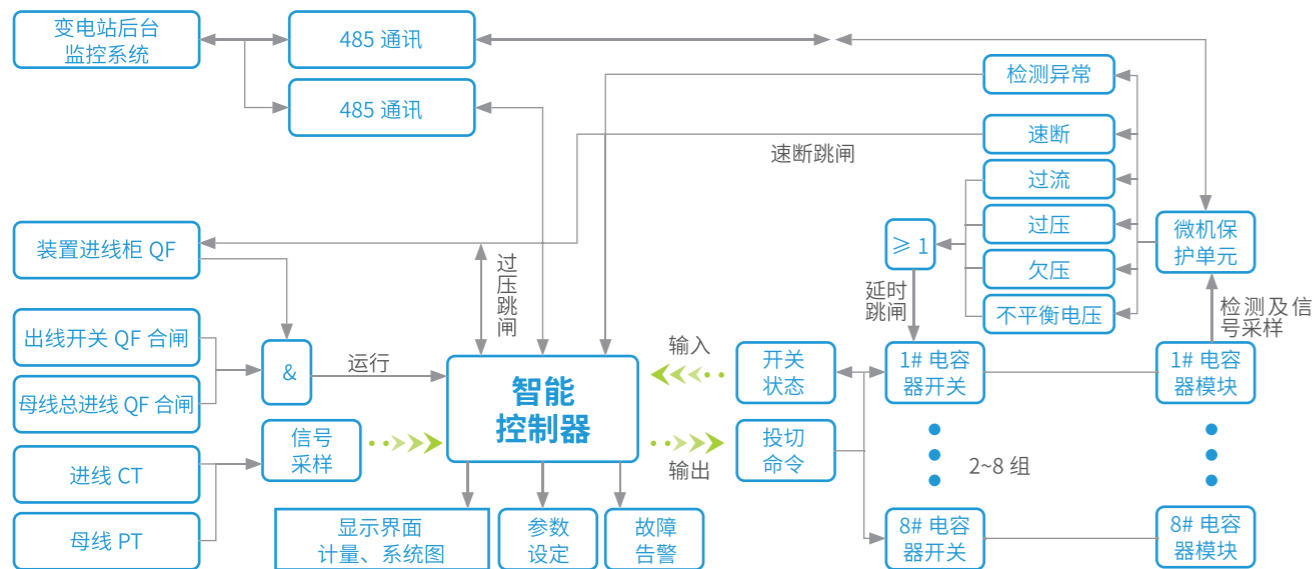
TBB 系列高压并联电容器自动投切成套装置用于电力系统 35kV-220kV 变电站和母线电压为 6~20kV 的工矿企业用户变电站中，进行自动无功补偿，使变电站的功率因数、电压始终保持在预先设定的范围内，保证电网无功功率基本平衡，减少电能损耗，提高电能质量。

### 二、结构与特性

TBB 系列自动投切装置具备智能化的检测控制性能，可适用于智能化无人值守变电站，其结构形式主要有框（台）架式、户外箱式和户内柜式三种。自动投切无功补偿装置是将原来 1 台主变配置 1 组电容器实行整投整切的模式，改为由多组电容器不等（或等）容量调节投切模式。

控制原理以电压无功综合控制为主，控制器按照电压和无功缺额的多少投切电容器。为防止电压无功分离控制可能造成的频繁调节变压器有载分接头和频繁投切电容器，防止电压调节与电容投切的冲突，控制器采用电压无功综合自动控制方案。电压无功综合控制方案采用二维模糊“十二区”控制准则。控制的基本原则是“保证电压合格，实现无功平衡，减少调节次数”。

### 二、工作原理

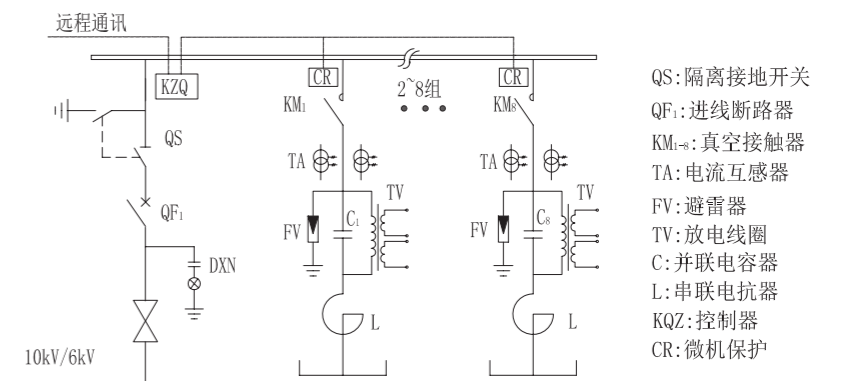


## 三、功能特点

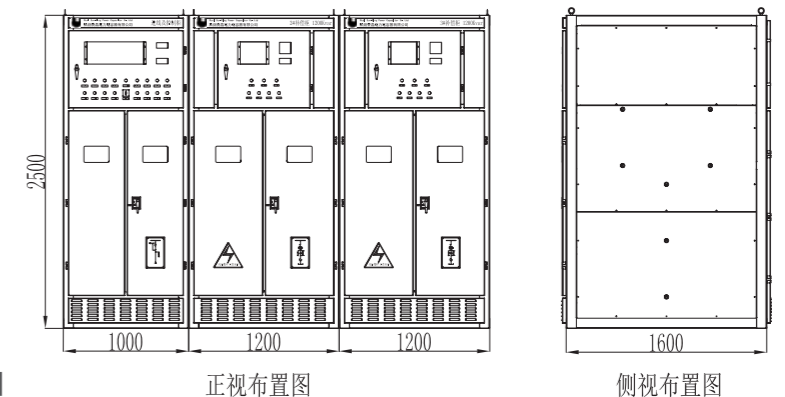
- 1、跟踪补偿无功功率，不过补，不欠补，降低损耗，抑制系统谐波。
- 2、成套装置采用模块化设计原理，随着负荷增加，允许追加补偿模块。
- 3、控制电容器组实现投切过程自动化、智能化、最优化，具备手动、自动、遥控三种控制模式。
- 4、可控制 1-2 段母线，2-8 组电容，可综合控制，也可独立控制。
- 5、电容器组可等容分组，也可以根据用户负荷变化情况组合不同容量。
- 6、单组电容器组配置独立的保护单元，具备过压、欠压、过流、速断、不平衡电压保护。
- 7、控制器具备闭锁、自诊断及现场参数设置等功能。
- 8、电容器专用真空投切开关体积小，重量轻，寿命长，无重燃等优点。
- 9、成套装置具备快速放电、限制合闸涌流和操作过电压等功能。
- 10、户内柜式和户外箱式结构占地面积小，安装方便，装设智能化检测控制模块，并可远程检测装置运行状况。

## 四、户内柜式自动投切无功补偿装置工程案例

一次主接线图



户内柜式自动投切无功补偿装置布置图



## ▶ 高压串联电容器装置用串联电容器组

### 输电系统中采用串联电容器的主要原因

- 提高瞬态稳定性的容限以增加电力输送的能力
- 改善系统稳定性
- 改善电压调整率及无功功率平衡（串联电容所产生的无功功率也随输送负荷的增大而增加）
- 确定双线间负载分配的最佳特性
- 减少系统损耗

### 基本原理

提高稳定输送容量原理：

高压输电线路的静态稳定输送功率可由下式表示：

$$P = \frac{U_1 U_2}{X_L} \sin \sigma$$

式中  $U_1$ 、 $U_2$ —线路两端的电源电压；

$\sigma$ —线路两端的电源电压的相角差；

$X_L$ —线路的阻抗；

$U_1$ 、 $U_2$ 、 $X_L$ —线路的极限输送功率（静态稳定极限）。

当线路中安装有串补电容器后，线路的稳定输送功率为：

$$P = \frac{U_1 U}{X_L - X_C} \sin \sigma$$

在同一个相角差（相同）的条件下，装有串补电容器前后的稳定输送功率之比为：

$$\frac{X_L}{X_L - X_C} = \frac{1}{1 - K_C}$$

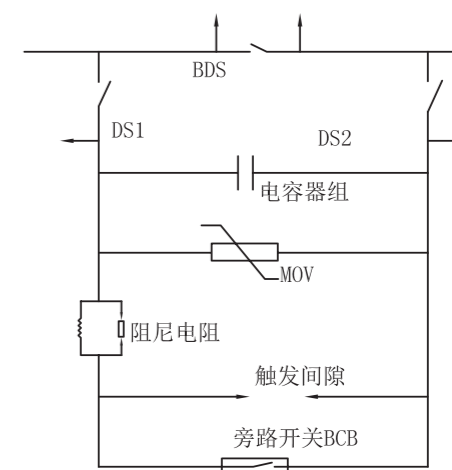
$K_C = X_C / X_L$  为补偿度。

在 500kV 超高压串联电容器装设在输电系统中，主要是为了提高传输功率容量和通过在平行输电线路之间优化负荷分配以降低损耗、节约投资等目的。串联补偿能大量的降低电力输送系统的费用。

### 接线基本形式

串联电容器补偿装置的本体部分由电容器主回路和保护装置组成。

保护装置由 MOV 避雷器和快速旁路开关 BCB 构成。

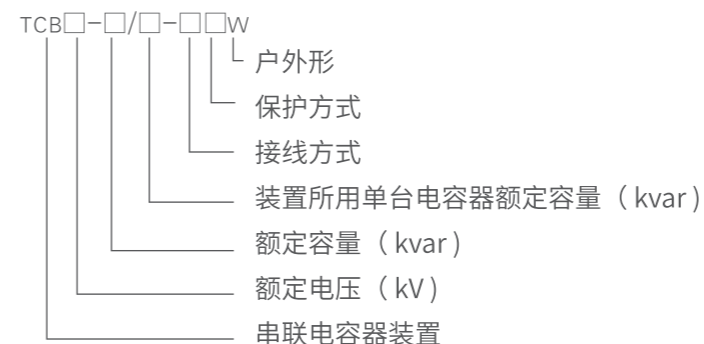


串补装置基本接线图

### 串联电容器制造执行标准

GB/T 6115.1	《电力系统用串联电容器 第 1 部分：总则》
GB/T 6115.2	《电力系统用串联电容器 第 2 部分：串联电容器组用保护设备》
GB/T 6115.3	《电力系统用串联电容器 第 3 部分：内部熔丝》
IEC 311.1	《绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则》
IEC 60143-1	《Series capacitor for power systems –Part1: General》
IEC 60143-2	《Series capacitor for power systems –Part2: Protective equipment for series capacitor banks》
IEC 60143-3	《Series capacitor for power systems –Part3: Internal fuses》

### 串联电容器装置型号说明



## ▶ 高压滤波电容器装置

### 一、用途

高压滤波电容器装置主要用于 6kV、10kV、35kV 及以上供电系统有谐波源的场所。

装置主要由滤波电容器、滤波电抗器和电阻器适当组合，精密调谐后使滤波器对某一频率的高次谐波电流呈现低阻抗，从而起到就地吸收谐波电流改善电能质量的目的。滤波装置在运行中与谐波源并联，除滤波作用外，还兼有无功补偿的作用。

### 二、执行标准

GB50227	《并联电容器装置设计规范》
DL/T604	《高压并联电容器装置使用技术条件》
GB/T11024.1	《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 1 部分：总则》
GB311.1	《绝缘配合第 1 部分：定义、原则和规则》
GB/T14549	《电能质量公用电网谐波》
GB/T16927.1	《高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求》
GB/T 1094.6	《电力变压器 第 6 部分：电抗器》
DL/T840	《高压并联电容器使用技术条件》
IEC60871-1	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 1: General》
IEC60871-2	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 2: Endurance testing》
IEC60871-3	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 3: Protection of shunt capacitors and shunt capacitor banks》
IEC60871-4	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 4: internal fuses》

### 三、适合范围

冶金行业：采用交流或直流变流器传动的轧钢机、轧管机、压延机采用整流器供电的直流电弧炉采用交流供电的交流电弧炉磷炉及各种矿热炉负荷

电力系统：变电站无功功率补偿及电压稳定控制远距离电力传输

电气化铁路：电气化铁路机车车载装置牵引站用动态无功补偿装置分区亭电压及无功控制装置  
自来水公司：变频调速机组

石油化工行业：各种整流负荷电解负荷矿热及电加热负荷

### 四、订货须知

滤波装置设计的基本任务是，在确定的系统和谐波源条件下，以最小的投资使母线电压畸变率和系统的各次谐波电流值符合规定的指标，满足无功补偿要求，并保证装置安全可靠和经济运行。为此，在滤波装置设计之前，要求用户提供以下信息：

系统主接线及设备（主变压器、电缆等）参数

电网运行参数（电压、频率变化、电压不平衡等）系统的谐波阻抗特性

负荷特性（负荷的性质、大小、谐波阻抗等）谐波源的特性（谐波次数、幅值和波动性）系统的背景谐波水平

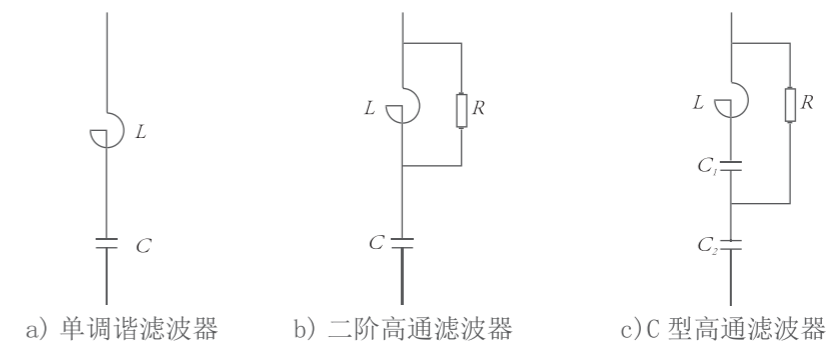
无功补偿要求和要求达到的谐波指标

如果原有并联补偿电容器，应提供其安装位置、容量、电压、接线方式及电抗率等

### 五、交流滤波器的原理与种类

由滤波电路（电阻 R、电感 L、电容 C 构成）和开关、控制和保护单元等组成无源滤波器，与系统并联，可用于滤除特定频率的谐波电流。

交流滤波器种类很多，最常用的分为单调谐滤波器、二阶高通滤波器和 C 型滤波器。



滤波器类型的确定原则：

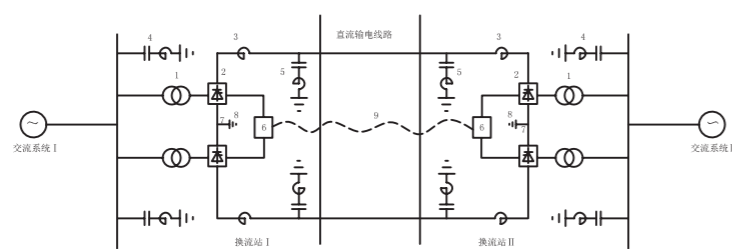
- 1、负载在某次谐波电流大，调谐频率附近无间谐波，宜选用单调谐滤波器。
- 2、负载在不高于 4 次的调谐频率附近如果存在间谐波，宜选用高阻尼 C 型高通滤波器。
- 3、要求高阻尼高通且调谐频率不低于 4 次的，宜选用二阶高通滤波器。

## ▶ 高压直流输电 (HVDC) 用电容器装置

### 高压直流输电

高压直流输电系统的基本工作原理是通过换流装置，将交流电转变为直流电，将直流电传送到受端换流装置，再由该换流装置将直流电转变为交流电送入受端交流系统。

高压直流输电技术主要应用于大容量长距离电力输送工程。



两端直流输电系统构成原理图

1-换流变压器 2-换流器 3-平波电抗器 4-交流滤波器 5-直流滤波器 6-控制保护系统 7-接地极引线 8-接地极 9-远动通信系统

### 直流输电用电容器组执行标准

GB/T20993	《高压直流输电系统用直流滤波电容器及中性母线冲击电容器》
GB/T20994	《高压直流输电系统用并联电容器及交流滤波电容器》
GB/T16927.1	《高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求》
GB50260	《电力设施抗震设计规范》
GB311.1	《高压输变电设备的绝缘配合》
GB/T26218.1	《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分：定义、信息和一般原则》
IEC 60871-1	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 1: General》
IEC 60871-2	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 2: Endurance testing》
IEC 60871-3	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 3: Protection of shunt capacitors and shunt capacitor banks》
IEC 60871-4	《Shunt capacitor for a.c. power systems having a rated voltage above 1000V-Part 4: internal fuses》

### 电容器组主要结构和参数

电容器组的结构形式取决于电容器台数、装置的绝缘要求、安装尺寸、装置高度等因素。在电容器组的设计中，至少应考虑以下因素：

- 在运行、安装和维护期间的机械负荷；
- 外部或内部故障对电容器组的电动力；
- 风荷；
- 抗震要求；
- 由于温度和负载变化引起的膨胀和收缩的影响。

### 电容器组塔架绝缘结构

电容器组塔架的绝缘结构主要分为：层间绝缘、对地绝缘和相间绝缘。

### 电容器组的机械强度

电容器组的机械强度主要受以下几方面因素的影响：

- 支柱绝缘子的抗弯、抗压强度；
- 支柱绝缘子的布置及连接方式；
- 钢构架的结构、重量，钢材的型号、牌号及质量，紧固件的质量；
- 塔的整体结构；
- 地震、风速的强烈程度；
- 安装、维护时的受力状况；
- 装置所要求的安全系数。

通过专门仿真软件，可计算验证在上述因素影响下电容器组的机械强度，从而可优选出安全、可靠、经济、合理的设计方案。

### 不平衡保护

对于交流滤波器电容器，不平衡保护的报警和跳闸整定分三个保护水平，标准如下：

- 1、报警：承受最高电压的电容元件仍可安全运行，且故障不继续扩大。
- 2、报警和延迟 2 小时跳闸：承受最高电压的电容元件仍可安全运行 2 小时，且故障不继续扩大。
- 3、立即跳闸保护水平：避免电容器元件发生群爆。

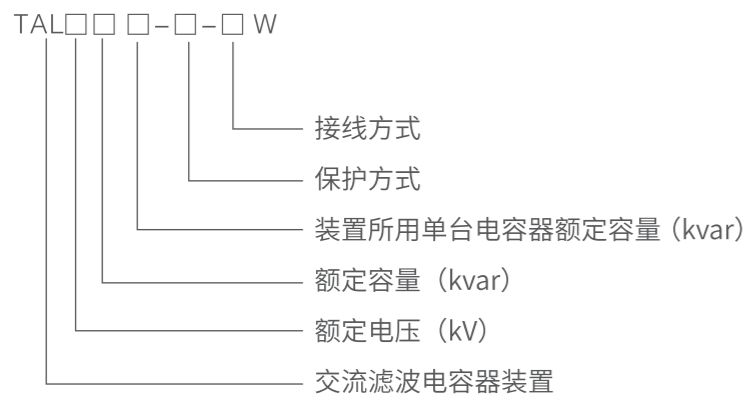
## 抗震要求

采用仿真系统，输入具体的参数，根据抗震的具体要求，给出模拟地震波，来进行校验。

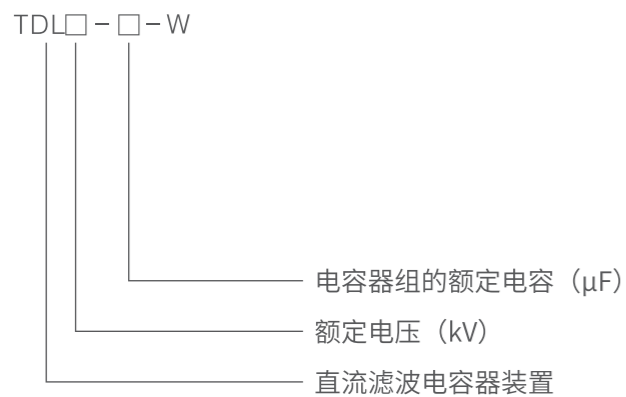
## 降噪措施

1. 电容器方案设计时优先考虑低噪声设计方案；
2. 电容器内部采用隔音、减震等措施降低电容器在电动力下的振动噪声；
3. 电容器外部与安装台架间采用减震措施降低电容器与台架间连接的振动噪声。

## 交流滤波电容器装置型号说明



## 直流滤波电容器装置型号说明



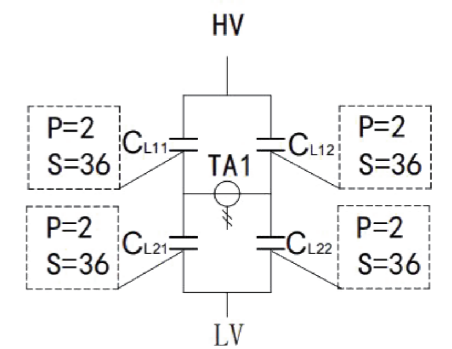
## HVDC 工程举例

一、三峡 - 上海 ±500kV 直流输电工程——宜都换流站 HP11/13 滤波电容器组 5621#C1

三峡 - 上海 500kV 直流输电工程 HP11/13C1 装置参数

1	装置型号	TAL500-402624/466-AQW
2	标称系统电压	500kV
3	额定容量	402624kvar
4	额定电压	514kV
5	额定电流	309A
6	额定电容	1.617μF
7	产品电容偏差	-1 ~ +1%
8	接线方式	H 型, 双塔
9	每相串并联数	4 并 72 串
10	抗震等级	8 级
11	单元型号	AAM 7.14-466-1W
12	温度类别	-40/B

一次原理图



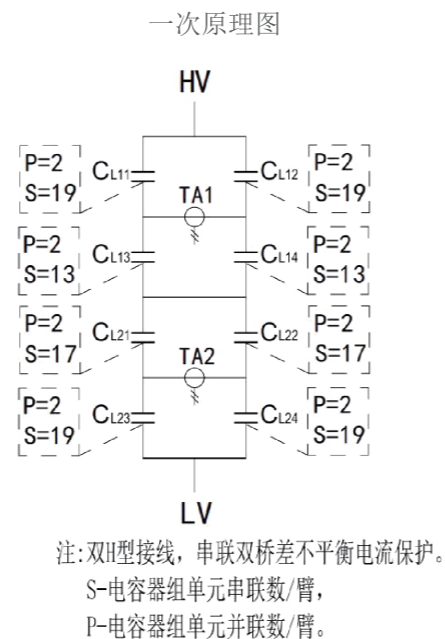
注:单H型接线, 桥差平衡电流保护。  
S-电容器组单元串联数/臂,  
P-电容器组单元并联数/臂。



二、灵州 - 绍兴 ±800kV 直流输电工程——灵州换流站 C-Shunt 电容器组

灵州 - 绍兴 ±800kV 直流输电换流站工程 SC 装置参数

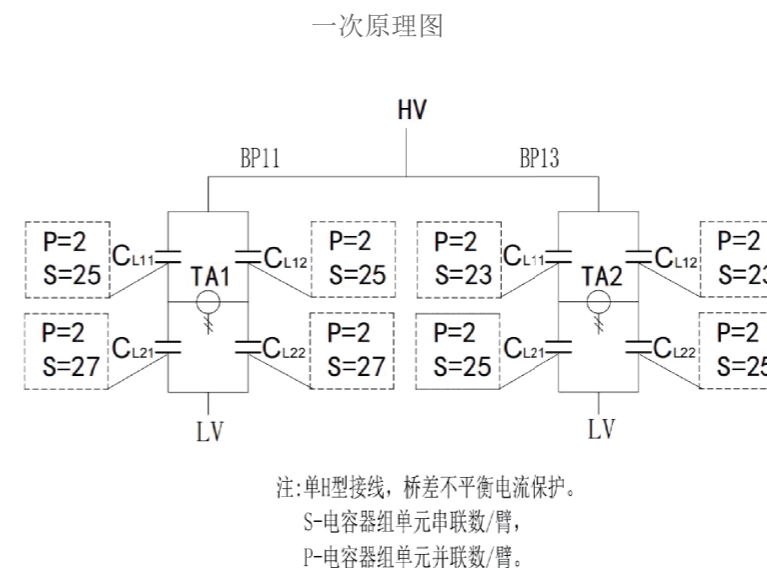
1	装置型号	TBB750-460387.2/564.2-AQW
2	标称系统电压	750kV
3	额定容量	460387.2kvar
4	额定电压	551.67kV
5	额定电流	278.2A
6	额定电容	1.605μF
7	产品电容偏差	-1 ~ +1%
8	接线方式	双 H 型，双塔
9	串并联数	4 并 68 串
10	抗震等级	8 级
11	单元型号	BAM 8.113-564.2-1W
12	温度类别	-40/B



三、白鹤滩 - 浙江 ±800kV 特高压直流输电工程

白鹤滩二期换流站 BP11、BP13 电器组参数

1	支路	BP11	BP13
2	装置型号	TAL500-359424/576-AQW	TAL500-284544/494-AQW
3	标称系统电压	500kV	500kV
4	额定容量	359424kvar	284544kvar
5	额定电压	487.573kV	467.686kV
6	额定电流	364.672A	279.092A
7	额定电容	1.6035μF	1.3776μF
8	产品电容偏差	-1% ~ +1%	-1% ~ +1%
9	接线方式	H 型，单塔	H 型，单塔
10	每相串并联数	4 并 52 串	4 并 48 串
11	抗震等级	9 级	9 级
12	单元型号	AAM9.38-576-1W	AAM9.75-494-1W
13	温度类别	-40/B	-40/B

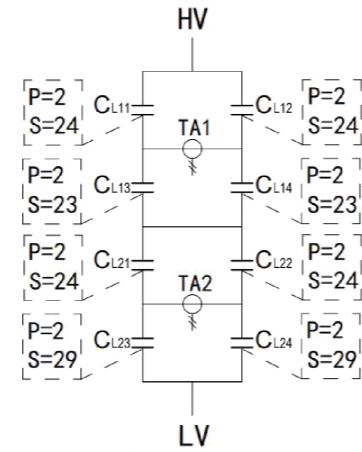


四、昌吉 - 古泉 ±1100kV 特高压直流输电工程

昌吉换流站并联 SC 电容器组参数

1	装置型号	TBB750-685200/571-AQW
2	标称系统电压	750kV
3	额定容量	685200kvar
4	额定电压	600.1kV
5	额定电流	341.06A
6	额定电容	2.0139 $\mu$ F
7	产品电容偏差	-1% ~ +1%
8	接线方式	双 H 型，双塔
9	每相串并联数	4 并 100 串
10	抗震等级	8 级
11	单元型号	BAM6.01-571-1W
12	温度类别	-40/B

一次原理图



注：双H型接线，串联双桥不平衡电流保护。  
S-电容器组单元串联数/臂，  
P-电容器组单元并联数/臂。

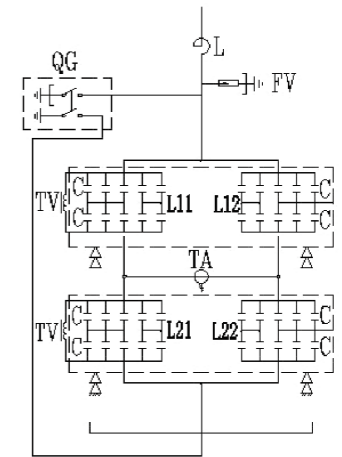


五、±500kV 张北柔性直流电网试验示范工程

张北站、康保站和北京站 TBB66-60000/500-AQ (W) 装置参数

1	装置型号	TBB66-60000/500-AQ (W)
2	标称系统电压	66kV
3	额定容量	60000kvar
4	额定电压	42kV
5	额定电流	476.2A
6	额定电容	36.1 $\mu$ F
7	产品电容偏差	0% ~ +3%
8	接线方式	单星型
9	每相串并联数	4 串 10 并
10	抗震等级	9 级
11	单元型号	BAM21/2-500-1W
12	温度类别	-40/B

一次原理图



每相4串10并

L-电抗器 FV-氧化锌避雷器  
C-并联电容器 TV-放电线圈  
TA-电流互感器 QG-接地开关



## 电气化铁路用电容器装置 ( 并联、串联 )

### 电气化铁道专用并联电容器

#### 一、使用环境条件

环境温度：-40~+45°C

海拔高度：1000m 及以下（超过 1000m 时须在订货时说明）

绝缘污秽等级：当量等值附盐密度 0.12mg/cm<sup>2</sup>

抗震强度：地面水平加速度 0.25g，垂直加速度 0.125g，g 为地心引力加速度

风速：不大于 35m/s

安装地点：户外或户内

#### 二、用途

适用于电气化铁道牵引变电所母线额定电压 27.5kV、55kV 的牵引供电系统，用于改善功率因数、吸收高次谐波、降低线路损耗。

#### 三、主要性能参数

牵引变电所母线额定电压：27.5kV、55kV

装置安装容量：1000~6000kvar

装置基波感抗及容抗之比：0.12（可在 0.12~0.14 之间调整）

绝缘水平：按相关标准要求

电容器的实测电容量和额定值的偏差不大于 0~+5%

电容器的介质损耗角正切值  $\tan\delta$  不大于 0.02%

#### 四、型号说明

电气化铁道专用并联电容器单台及装置型号与并联补偿电容器型号一致，只是电气化铁路用并联电容器装置为单相。

#### 五、执行标准

TB/T2890 《电气化铁道专用并联电容器技术条件》

TB/T3040 《电气化铁道干式空心串联电抗器技术条件》

GB/T11024.1 《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 1 部分：总则》

GB/T11024.2 《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 2 部分：耐久性试验》

GB/Z11024.3 《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 3 部分：并联电容器和并联电容器组的保护》

GB/T11024.4 《标称电压 1kV 以上交流电力系统用并联电容器 第 4 部分：内部熔丝》

### 六、电气化铁道并联电容器的主要型号规格

型号规格	额定电压 (kV)	安装容量 (kvar)	额定电流 (A)	标称电容 ( $\mu\text{F}$ )
BAM10.5-100-1W	10.5	100	9.52	2.887
BAM10.5-200-1W	10.5	200	19.05	5.774
BAM10.5-300-1W	10.5	300	28.57	8.661
BAM8.4-100-1W	8.4	100	11.90	4.511
BAM8.4-200-1W	8.4	200	23.81	9.022
BAM8.4-300-1W	8.4	300	35.71	13.533
BAM8.4-200-1W	8.4	200	23.81	9.022
BAM8.4-300-1W	8.4	300	35.71	13.533

### 电气化铁道并联电容补偿装置主要型号规格

型号规格	电容器额定基波电压 (kV)	电容器额定电压 (kV)	电容器安装容量 (kvar)
TBB33-1000~6000-1W	33.33	42	1000~6000

### 电气化铁道专用串联电容器

#### 一、用途：

该电容器串联于额定电压 27.5kV 的电气化铁道牵引供电系统，补偿系统的感抗，能减少接触网的电压损失，提高系统的动、静态稳定性，从而提高铁路的运输能力。

#### 二、主要性能参数

牵引变电所母线额定电压：27.5kV

电容器装置额定电压：3~4kV

电容器装置额定容量：900~3200kvar

电容器装置额定电流：300~900A

绝缘水平：按相关标准要求

电容器的实测电容量和额定值的偏差不大于 0~+5%

电容器的介质损耗角正切值  $\tan\delta$  不大于 0.02%

### 三、型号说明

电气化铁道专用串联电容器单台及装置型号与串联补偿电容器型号一致，只是电气化铁路用串联电容器装置为单相。

### 四、执行标准

电气化铁路用电容器执行标准

GB/T6115.1	《电力系统用串联电容器 第 1 部分：总则》
GB/T6115.2	《电力系统用串联电容器第 2 部分：串联电容器组用保护设备》
GB/T6115.3	《电力系统用串联电容器第 3 部分：内部熔丝》
TB/T2890	《电气化铁道专用并联电容器技术条件》
TB/T3040	《电气化铁道干式空心串联电抗器技术条件》

### 五、电气化铁道串联电容器的主要型号规格

型号规格	额定电压 (kV)	安装容量 $Q_n$ (kvar)	额定电流 $I_n$ (A)	标称电容 $C_n$ ( $\mu$ F)
CAM3-100-1W	3	100	33.3	35.4
CAM3-200-1W	3	200	66.7	70.8
CAM4-100-1W	4	100	25	19.9
CAM4-200-1W	4	200	50	39.8
CAM5-100-1W	5	100	20	12.7
CAM5-200-1W	5	200	40	25.5

### 电气化铁道串联电容补偿装置主要型号规格

型号规格	电容器额定电压 (kV)	电容器额定基波电压 (kV)
TCB3-900~2700-1W	3	900~2700
TCB4-3200-1W	4	3200