

电力电容器  
技术创新 全球经验

COOPER POWER  
SERIES



**EATON**

*Powering Business Worldwide*



# CONTENTS

## 目 录

公司简介	01
库柏电力电容器	02
生产工艺介绍	03-06
EX™-7L 型外熔丝、无熔丝电容器	07-08
EX™-7Li 型内熔丝电容器	09-10
EX™-D 型超能电容器	11-12
高压并联电容器装置	13-14
高压无熔丝电容器装置	15-17
高压滤波器及无功补偿装置	18
静止无功补偿装置 (SVC)	19
串联电容器组装置 (SC, TCSC)	20
业绩表	21





## 电力电容器

■ 库柏电力电容器是库柏电力系统成员，库柏电力电容器产品一直处于世界领先地位。工厂位于南卡罗来纳州的 Greenwood，员工约 200 人，年生产能力约为 4000 万千乏，为全球最大的电力电容器供应商。美国国内市场占有率超过 50%，出口份额约占 30%。库柏自 1946 年以来一直领导着电容器技术的发展，公司拥有先进的研究与开发实验室，拥有多项专利和独特技术，如独立注油系统、铝箔延伸、激光切割、元件机械连接、环保绝缘油和不锈钢外壳等。库柏托马斯·爱迪生研发中心，由近百名科技人员、工程师和科学家组成，拥有材料科学实验室、电力实验室、超高压实验室等研究机构。具体研究领域有工程创新、相关高科技材料研发、新产品开发、技术革新研究和研究性试验等等，为 HVDC、高压串补、SVC、高压滤波、并补装置等各种电力电容器的研发和设计提供了强有力的技术支持和试验研究。上海库柏电力电容器有限公司与美国库柏电力电容器一样，享有同等的托马斯·爱迪生研发中心研发技术成果。先进的技术和工艺，保证了库柏电力电容器领先的电气性能：无污染、不燃烧、低损耗、省空间、寿命长。

■ 库柏电力电容器主要包括：变电站补偿高压电力电容器（串联、并联；交流、直流；外熔丝、内熔丝、无熔丝）及其装置，柱上式补偿装置、高压滤波电容器和应用用于 HVDC、SVC、SC 等项目的电力电容器。

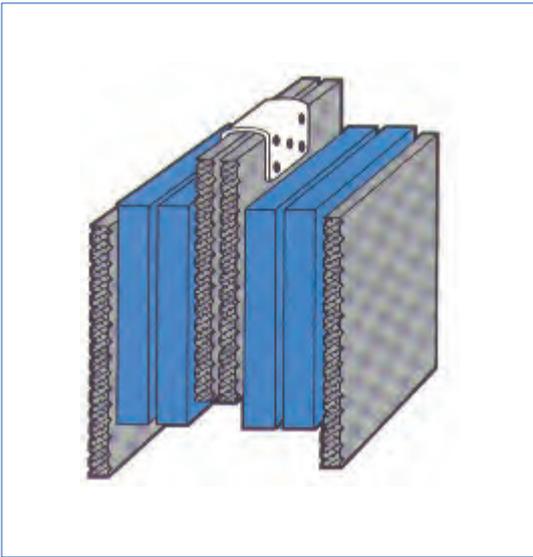
## 技术创新发展历史

- 1946 - 世界上唯一使用独立注油系统
- 1968 - 世界上首先使用环境控制的元件卷绕净化间
- 1971 - 世界上首先使用全膜介质
- 1975 - 世界上首先使用不含 PCB 的绝缘油
- 1986 - 世界上首先使用延伸铝箔及无焊接连接技术
- 1988 - 唯一的，确定的箱壳破裂曲线，耐受最大故障电流：10kA
- 1989 - 世界上首先使用无熔丝电容器组
- 1990 - 世界上首个能够使并联电容器耐爆能量达到 30kJ
- 1990 - EX-7L 电容器，世界上首先使用激光切割铝箔技术
- 1995 - EX-D 超能电容器，耐受最大故障电流：15kA
- 1999 - EX-7Li 电容器，独特的无焊连接，内熔丝设计（专利技术）
- 2004 - 无铅的环保电容器

## 生产工艺介绍

库柏电容器采用最新的设计理念，拥有多项专利和专有技术 -- 延伸箔及无焊接连接，激光切割薄箔技术等 --，具有极高的占空系数，设计、生产、测试完全符合甚至超过 NEMA、ANSI/IEEE、IEC 以及 GB、DL 等标准的要求。

### EX™ 专利的机械连接系统



相比较其他生产商，COOPER 的机械无焊连接为您提供更加出色的电气性能。由于元件之间没有焊接点，使得阻抗更低，连接更加坚固，避免了心子锡焊时电烙铁高温对聚丙烯膜的损伤，同时对于故障电流和瞬时电流具有无与伦比的承受能力。每一个机械夹接系统都经过严格的检验，最大限度的保证了连接的可靠性和运行的安全性。

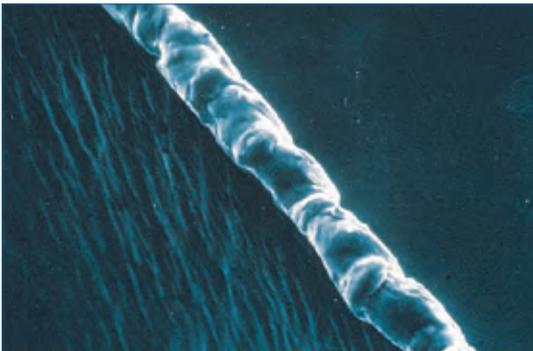
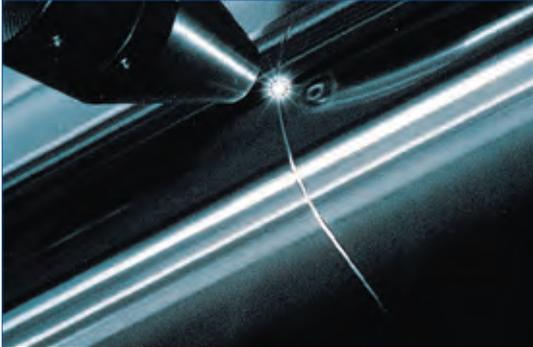


延伸铝箔机械连接的优点：

- 元件均匀，利于提高占空系数
- 连接电阻非常低
- 连接强度非常高，对涌流和瞬间放电具
- 有出色的耐受能力
- 每一个连接点都经过严格测试

## 生产工艺介绍

### 激光切割铝箔



激光切割铝箔的优点：

- 铝箔利用率最大化
- 铝箔边缘连续、平滑
- 边缘形成氧化层，从而降低边缘场强
- 提高占空系数，从而降低边缘场强
- 绝缘油浸渍的更加充分

提高了放电起始电压 (DIV)，保证了电容器的安全稳定运行，提高了使用寿命；高占空系数保证了电容器的电容值受温度的影响降至最低。

### 真空注油系统（独树一帜的单抽单注系统）



库柏专利技术，世界上唯一使用此项技术的生产商。单抽单注系统，保证了电容器箱体内气体充分逸出，绝缘油充分浸渍，同时，还可以检测箱壳的渗漏。从而确保了电容器可以长期稳定运行，且有效地降低故障率。

### EDISOL 绝缘油

库柏专利技术，最具环保性的绝缘油。由库柏研究开发生产，绿色环保，不含 PCB，高燃点，具有出色的耐受过电压能力。

## 生产工艺介绍

### 封闭式内熔丝结构



世界独一无二的内熔丝防群爆技术，特殊工艺，防群爆，性能稳定，安全可靠。

### 电极板材料



铝箔，厚度均匀且性能优异。  
聚丙烯薄膜，耐电强度高。  
2膜或3膜介质组合。

### 元件卷制



卷制车间 ISO 7.0 级环境控制室，确保产品高质量，高洁净度净化室，全自动卷制设备。

## 生产工艺介绍

### 激光切割铝箔



- 箱壳采用稳定性好含钛的 409 不锈钢。
- 超声波清洗。
- 采用 308L 不锈钢作为焊丝。
- 安装攀焊接到箱壳上。
- 机器人自动焊接保证了焊缝缜密、严实、坚固、美观、不漏油。

### 自动喷漆系统



- 自动程序控制喷漆系统。
- 高质量面漆，厚度均匀，附着力强。
- 等于或优于美国 ANSI 户外柱上产品安装标准，以及海岸盐雾侵蚀标准。

## EX™-7L 型外熔丝、无熔丝电容器



图 2 EX™-7L 单相全膜电容器

EX™-7L 型电容器，采用最新的设计理念——延伸铝箔及无焊接连接，激光切割铝箔技术——具有极高的占空系数。库柏电容器的设计、生产、试验均符合甚至超过 NEMA、ANSI/IEEE、IEC 以及 GB、DL 等标准的要求，对于电力系统提高功率因数，降低线路损耗，减少电压降是一个简易的，经济的，可靠的无功补偿设备。

### 产品特性

库柏电容器采用全膜、延伸铝箔及无焊接连接技术，具有极高的占空系数：

- 介质损耗角正切值低 :0.07W/kvar(0.007%)
- 电容值随温度变化小
- 卓越的电气性能以及可靠性
- 明确的壳体破裂曲线提供更高的安全性能
- 可以承受 10kA 故障电流
- 符合环保要求，EDISOL 绝缘油对健康和环境无危害

### 产品应用

电容器选择应用需考虑系统以下条件：

- 无功需求量
- 有效安装空间与位置和必要的保护
- 一般情况下，电容器的安装在：
  - 变电站，可以有效地为系统提供无功功率
  - 负载侧或靠近负载侧，可以获得最佳的无功和电压的补偿
- 输电线路末端，可以获得最好的电压补偿

### 技术参数

- 容量：50~800kvar
- 电压：2 ~ 24kV
- 过载：在 135% 的额定容量下安全运行
- 雷电冲击电压：75, 95, 110, 125, 150, 170, 200 kV
- 损耗：0.07W/ kvar
- 频率：50, 60 Hz 等和直流
- 爬电距离：305, 560, 660, 813 mm

## EX™-7L 型外熔丝、无熔丝电容器

### 额定参数

库柏电容器额定值是指在 -40 to +45°C 的环境温度下，连续工作的容量、电压、频率。还可提供适用于 -50°C~+55°C 的产品，请与厂家联系。设计生产的电容器符合 NEMA, ANSI/IEEE, IEC 以及 GB、DL 标准。

单相电容器的容量从 50kvar 到 500kvar，都可以在 135% 倍的额定容量下，安全运行。35% 的升高是基于：

- 系统电压的升高
- 谐波电压叠加在系统电压上
- 电容器本身的制造误差

电容器的输出容量是与电容器的实际所承受的电压的平方成正比，因此电容器运行在一个恰当的电压是非常重要的，可以得到更好的工作性能和更长的寿命。

最大的工作电压为 110% 的额定电压。库柏电容器考虑安全系数，可以承受开关投切和负载变化导致的过电压，而不造成瞬间的损坏。

### 结构特点

- 不锈钢的壳体，并涂上浅灰色油漆，可以抵制强烈的腐蚀性气体。
- 浅灰色、湿处理瓷套管，表面上釉保证了强度高，耐久度长，并且与壳体严格密封。
- 不锈钢的安装攀，标准化的安装尺寸，方便产品更换。每个安装攀的底面是没有喷涂油漆的，保证绝对可靠接地。
- 带平行凹槽的线夹，适合多种导体安装。
- 请仅购买单元电容器客户注意：如需提供配套线夹，请与供应商联系。
- 内置放电电阻，当电容器切除时，可以在 5 分钟内放电到 50V 以下或 10 分钟内放电到 75V 以下（根据客户需求）。
- 不锈钢铭牌，根据 NEMA 和 ANSI/IEEE、IEC、GB、DL 标准要求标明参数。
- 箱体标有不含多氯联苯的标志。

## EX™-7Li 型内熔丝电容器



EX™-7Li 型电容器是全膜内熔丝电容器，采用最新的设计理念——延伸铝箔及无焊接连接，CLEANBREAKOR 单元熔断系统，激光切割铝箔技术——具有极高的占空系数。库柏电容器的设计、生产、试验符合甚至超过 NEMA、ANSI/IEEE、IEC 以及 GB、DL 等标准要求，对于电力系统提高功率因数，减少电压降，降低损耗，提高电力传输能力，是一个简易的，经济的，可靠的无功补偿设备。

图 3 EX™-7Li 单相全膜内熔丝电容器

### 产品特性

库柏电容器采用全膜、延伸铝箔及无焊接连接技术，具有极高的占空系数：

- 介质损耗角正切值低 :0.15W/kvar(0.015%)
- 卓越的电气性能以及可靠性
- CLEANBREAKOR 单元熔断系统
- 高规格的壳体破裂曲线提供更高的安全性能
- 符合环保要求，EDISOL 绝缘油对健康和环境无危害

### 产品应用

电容器选择应用需考虑系统以下条件：

- 无功需求量
- 有效安装空间与位置
- 系统的相互影响
- 必要的保护

一般情况下，电容器的安装在：

- 变电站，有效为系统提供无功功率
- 输电线路末端，最好的电压补偿
- 与传输线路串联，减少线路间的感抗，提高系统的稳定性，减少电压降
- 负载侧，最佳的无功和电压的补偿
- 与配电馈线串联，减低闪变，提高电压

注：EX-7Li 型电容器单元主要应用于变电站补偿，库柏公司不提倡内熔丝电容器用于柱上式补偿。

### 技术参数

- 容量：100~1000kvar
- 雷电冲击电压：75, 95, 110, 125, 150, 170, 200 kV
- 频率：50, 60 Hz 等和直流
- 电压：2 ~ 14 kV
- 损耗：0.15W/kVAR
- 爬电距离：305, 560, 660, 813 mm

## EX™-7Li 型内熔丝电容器

### 内熔丝技术



图 4 CLEANBREAK® 专利熔丝系统



CLEANBREAK® 内熔丝熔断系统。每一个电容器元件均串联一根 CLEANBREAK® 限流熔丝作为保护。这个专利的熔丝保护系统具有以下特点：

- 绝缘防火隔板隔离熔丝，可以避免熔丝动作时损害到周边的元件和熔丝。
- 每个熔丝安装在一个绝缘防火管里，避免周边的元件故障和熔丝动作对它的伤害。
- CLEANBREAK® 内熔丝根据限制电流来动作，切断电流流入故障的电容器元件，这样避免并联元件中的能量释放到故障元件中，同时减少产生气体和减少对故障元件和周边的电介质损坏。

### 技术参数

- EX™ 机械连接系统。采用无焊接式内部连接，消除焊接处局部发热。EX™ 联接系统，在组装过程中可以 100% 全方位检查，确保内部连接的完整性，提高运行可靠性。
- 独立的封闭式电容器注油系统，确保更高真空度和更优的注油浸渍效果，以进一步提高电容器电气性能和使用寿命。
- 不锈钢的壳体，并涂上浅灰色油漆，可以抵制强烈的腐蚀性气体。壳体喷涂环氧的底漆和聚氨酯的外漆，达到或优于 ANSI C57.12.31 户外柱上安装的标准和 ANSI C57.12.29 海岸盐雾浸蚀标准。
- 利用激光切割铝膜技术，占空系数高。由于薄膜的边缘处场强最高，利用高占空系数和激光切割薄膜的边缘，起始放电电压 (DIV) 高，具有更高耐电性。
- 浅灰色、湿处理瓷套管，表面上釉保证了强度高，耐久度长，并且与壳体严格密封。单片覆盖结构提供了更好的密封特性。
- 不锈钢的安装攀，标准化的安装尺寸，方便产品更换。每个安装攀的底面是没有上油漆的，保证可靠接地。
- 带平行凹槽的线夹，适合多种导体安装。
- 内置放电电阻，当电容器切除时，可以在 5 分钟内放电到 50V 以下或 10 分钟内放电到 75V 以下（根据客户要求）。
- 不锈钢铭牌，根据 NEMA 和 ANSI/IEEE、IEC、GB、DL 标准要求标明参数。
- 箱体标有不含多氯联苯的标志。

## EX™-D 型超能电容器



EX™-D 型超能电容器采用最新的设计理念 —— 延伸铝箔及无焊接连接，激光切割铝箔技术 —— 具有极高的占空系数。设计、生产、试验符合甚至超过 NEMA、ANSI/IEEE、IEC 以及 GB、DL 等标准的要求。除了继承 EX™-7L 电容器的优点外，又融入了特殊的制造工艺，使其对谐波、瞬态电流、尖峰、涌流、过电压和过电流等不确定因数具有极其出色的承受能力，这使得 COOPER 产品遥遥领先于其他竞争者。

### 产品特性

EX™-D 电容器独特的性能：

- 125% 有效值连续过电压能力
- 加强壳体破裂曲线特性，更高的安全性能
- 可以承受 100kA 暂态电流
- 介质损耗角正切值低 :0.07W/kvar(0.007%)
- EDISOL 绝缘油符合环境要求
- 135% 峰值过电压能力
- 可以承受 15kA 故障电流
- 适用环境温度高达 +55℃
- 卓越的电气性能及可靠性

### 产品应用

电容器应用需考虑系统以下条件：

- 无功需求量
- 有效安装空间与位置

一般情况下，电容器的安装在：

- 变电站，可以有效地为系统提供无功功率
- 负载侧或靠近负载侧，可以获得最佳的无功和电压的补偿
- 输电线路末端，可以获得最好的电压补偿

注：EX™-D 型电容器单元特别适用于重工业领域及相对不稳定的电网

## EX™-D 型超能电容器

---

### 技术参数

- 容量：50~400kvar
- 电压：2 ~ 25 kV
- 雷电冲击电压：75, 95, 110, 125, 150, 170, 200 kV
- 介质损耗角正切值低：0.07W/kvar(0.007%)
- 频率：50, 60 Hz 等和直流
- 爬电距离：305, 560, 660, 813 mm
- 符合标准：NEMA,ANSI/IEEE,IEC

### 额定参数

库柏电容器额定值是指在 -40 到 +55°C 的环境温度下，连续工作的容量、电压、频率。还可提供适用于 -50°C 的产品，请与厂商联系。设计生产的电容器符合 NEMA, ANSI/IEEE,IEC 以及 GB、DL 标准。单相电容器的容量可以从 50kvar 到 400kvar。

电容器的输出容量是与电容器的实际所承受的电压平方成正比相关，因此电容器运行在一个恰当的电压是非常重要的，可以得到更好的电气性能和更长的寿命。

最高的工作电压为 125% 的额定电压。库柏电容器已经考虑了安全系数，可以承受开关投切和负载变化导致的过电压，而不造成瞬间的损坏。

### 技术参数

- 不锈钢的壳体，并涂上浅灰色油漆，可以抵制强烈的腐蚀性气体。
- 浅灰色、湿处理瓷套管，表面上釉保证了强度高，耐久度长，并且与壳体严格密封。
- 不锈钢的安装攀，标准化的安装尺寸，方便产品更换。每个安装攀的底面是没有上油漆的，保证可靠接地。
- 带平行凹槽的线夹，适合多种导体安装。
- 内置放电电阻，当电容器切除时，可以在 5 分钟内放电到 50V 以下或 10 分钟内放电到 75V 以下（根据客户要求）。
- 不锈钢铭牌，根据 NEMA 和 ANSI/IEEE、IEC、GB、DL 标准要求标明参数。
- 箱体标有不含多氯联苯标志。
- 所有单体比重小于 45 公斤。

## 高压并联电容器装置

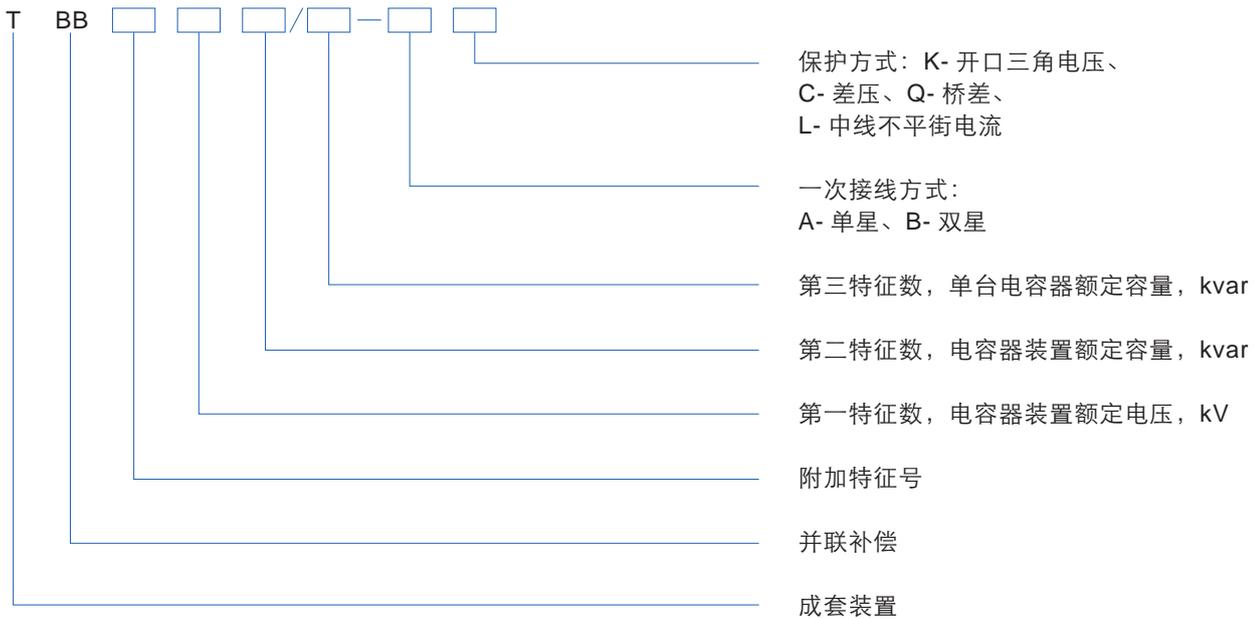


库柏高压并联电容器装置，采用 McGraW-Edison 型 EX™-7L 或 EX™-D 全膜电容器。该电容器组的设计符合甚至超过 GB、ANSI/IEEE、NEMA 和 IEC 应用标准。为了满足电容器装置更稳定、更低的运行成本需要，制造适用于 35kV 或更高电压等级变电站使用的电容器装置是非常必要的。

### 装置的型号举例

例 1: TBB10-18000/300-BL

即 10kV、18000kvar、单台 300kvar、双星形接线、中性电流不平衡保护并补装置。



例 2: TBB35-36072/334-AQ

即装置额定电压 35kV、装置额定容量 36072kvar、单台额定容量 334kvar、单星形接线、桥式电流差动保护、框架围栏式并补装置。

## 高压并联电容器装置

### 库柏高压并联电容器装置的优点

- 制造和运行成本低
- 损耗低
- 占地面积小
- 增加了由于动物引起的故障保护
- 易于实现不平衡保护
- 易于安装维护
- 稳定性和可靠性得到了提高

### 安装和维护

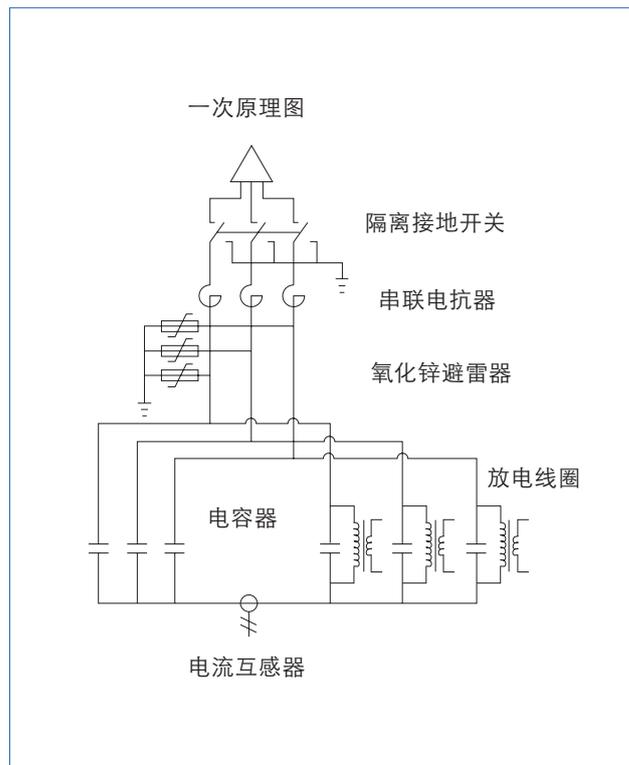
- 库柏高压并联电容器组易于安装，其电容器之间的大部分连接是在工厂内集成装配，因此在安装过程中只需要很少的电气连接。
- 高压并联电容器组可采用简单而有效的不平衡检测方法，每个单元发生故障而引起的阻抗变化足以被简单的继电保护装置检测到。

### 成本低

- 只需少量组件和汇流排，因此占地面积少，运输成本低。
- 只需少量连接件并且流经连接线的电流小，因此易于安装，且成本低，
- 使用户能更快地看到电容器组的经济效益。
- 产生的损耗  $I^2R$  低，因此降低了运行成本，延长了使用寿命。
- 不需要周期性地测量电容值，降低了户外维护费用。

### 优化设计

- 库柏电力电容器的容量范围大，电压范围宽，种类齐全，可以按照客户的需求提供各种电力电容器。同时库柏可以利用丰富的经验，根据库柏电容器的技术优势、特点，为客户提供最优化，最经济的方案。



典型的高压电容器组一次图

## 高压无熔丝电容器装置



库柏无熔丝电容器组，代表了库柏电容器的最新技术，McGraw-Edison® 型 EX™-7L 和 EX™-D 全膜电容器。该电容器组的设计符合甚至超过 ANSI/IEEE，NEMA、IEC、GB、DL 应用标准。为了满足电容器装置的更稳定、更低的运行成本需求，制造适用于 35kV 或更高电压等级变电站用无熔丝电容器组是非常必要的。80 年代后期就提供了无熔丝电容器组，但并不是一项新技术，早在 1971 年库柏电力系统生产全膜电容器后，就采用此项技术。

### 装置的型号举例

- 制造和运行成本低
- 占地面积小
- 易于安装维护
- 稳定性和可靠性得到了提高
- 损耗低
- 易于实现不平衡保护
- 增加了由于动物引起的故障保护
- 十分适合于谐波滤波器

### 工作原理

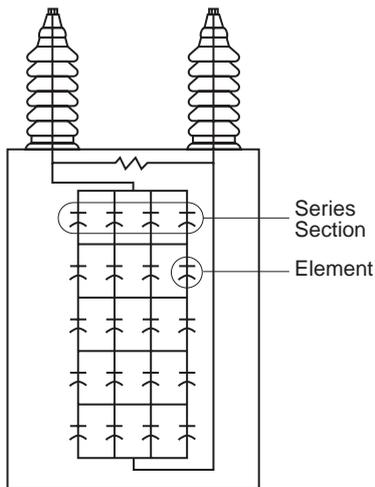


图 2 电容器典型的内部结构

组成 EX™-7L 和 EX™-D 电容器的内部的电容称元件，通过串、并联连接元件得到额定的电压等级和容量的电容器。图 2 为由多个元件组成一个完整电容器的示意图。元件由铝箔极板及高介电性能聚丙烯薄膜卷绕一定圈数而成。EX™-7L 和 EX™-D 型电容器具有良好的、安全的绝缘故障模式，而安全故障模式的关键在于不必另外安装熔断器。

## 高压无熔丝电容器装置

### 工作原理

图 3 所示为不接地双星形无熔丝电容器组原理图。无熔丝电容器组由一个或多个电容元件串接而成的电容器连接而成。如果某个电容器内的一个元件发生故障，此元件的串联段都将被短接。流经电容器的电流增加很少，因此该串联段的剩余串联元件端电压相应升高不多。当串联段部分元件短接后，EX™-7L 和 EX™-D 型全膜电容器在安全故障模式下依然能继续运行。

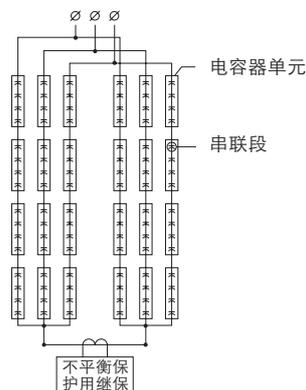


图 3 无熔丝电容器组典型原理图

### 成本低

无熔丝电容器组的制造和运行成本极低。

- 无熔丝电容器组不需要熔丝，只需少量组件和汇流排，因此占地面积少，运输成本低。
- 无熔丝电容器组只需少量连接件并且流经连接线的电流小，因此易于安装，且成本低，使用户能更快地看到电容器组的经济效益。
- 无熔丝电容器组没有因熔丝发热产生的损耗  $I^2R$ ，因此降低了运行成本，延长了使用寿命。
- 不需要周期性地测量电容值，利用少量电容测试设备即可定位故障电容器，降低了户外维护费用。而且没有令人头痛的熔丝动作故障，不需要故障报警设备。

### 损耗

- 无熔丝电容器组的损耗比内熔丝电容器组低大约 40% -50%，与喷逐式外熔丝电容器组相比，损耗大致相同或稍微低一点，这样每年可节省大量能源。对无熔丝与内熔丝电容器组作的任何比较，都应包括因损耗引起的运行成本。
- 同时，无熔丝电容器组运行温升大大低于内熔丝电容器组。全膜型无熔丝电容器组运行温度越低，不仅能量损耗越低，而且绝缘系统的运行寿命越长、越稳定。
- 占地面积小：当安装空间有限时，无熔丝电容器组是理想的选择。无熔丝电容器组不需喷逐式熔断器而增加的间距，并且没有最少并联台数的限制。无熔丝电容器组尤其适用于户内应用。

## 高压无熔丝电容器装置

---

### 安装和维护

- 无熔丝电容器组易于安装，其电容器之间的大部分连接是在工厂内集成装配，因此在安装过程中只需要很少的电气连接。
- 无熔丝电容器组可采用简单而有效的不平衡检测方法。无熔丝电容器组的电容器由少量大电容元件连接而成。因此，每个元件发生故障而引起的阻抗变化足以被简单的继电保护装置检测到。
- 电容器组应该进行周期性巡视检查。

### 稳定性和可靠性

库柏无熔丝电容器组优化了电容器组的稳定性和可靠性。

- **动物防护**：通过选择电容器套管终端护罩和内部接线保护管能减少裸露部分。因此，降低了由于鸟或其它动物引起的外部闪络产生的电压降。
- **无熔丝电容器**：无熔丝电容器组由于没有熔丝，因此不会发生熔丝误动作及熔丝发热而产生的损耗  $I^2R$ ，避免了因熔丝发热而使绝缘系统升温的情况，延长了绝缘寿命。
- **维护费用低**：减少了周期性维护。内熔丝电容器组用不平衡检测装置检测不到第一或第二个内熔丝的动作情况，当电容器组内分散熔丝动作时，不平衡继电保护装置检测不到故障信号，这就是所谓的模糊指示。因此，内熔丝电容器组必须进行周期性维护，以便定位局部故障电容器。

第一个串联元件被短接，即能被无熔丝电容器组不平衡监测系统检测到。工作人员可安排在方便的时候进行维护，这样消除了由于检测不到损坏电容器而引起的绝缘故障。因此，不必进行周期性维护定位部分元件短接的电容器。显然，无熔丝电容器组维护费用很低。

- **易于维护**：定位无熔丝电容器组内发生部分元件故障的电容器相当容易，特别是相对于内熔丝电容器组而言。首先用低压电容测量仪找到有损坏元件的电容器串联支路，然后在此串联支路内测量单个电容器的值找到被损坏的电容器。发生部分元件损坏的无熔丝电容器的电容值通常比初始电容值高 11%，用一个简便、低压级、手持式电容测试仪就可非常容易检测到故障电容器。

必须测量每个电容器的电容值，才能定位内熔丝电容器组内发生局部故障的电容器。但是，对于熔丝已动作的内熔丝电容器元件，其电容值只是降低了 1~2%，因此，并不是仅仅简单测量电容值而已。为了定位发生局部故障的内熔丝电容器，测量的电容值必须根据温度进行修正，并且应与以前的测量记录作比较。

- **体积小**：无熔丝电容器比内熔丝电容器体积小，轻 20%，搬运方便。
- **简化**：库柏无熔丝电容器组在满足需要的同时得到了很大简化。简化不平衡继电保护和维护，并且延长了其使用寿命。无熔丝电容器单元内部元件数量只有相应内熔丝电容元件数量的 1/2 到 1/3，内部连接点大约为内熔丝的 1/5。简化无熔丝电容器相当于使其更稳定。

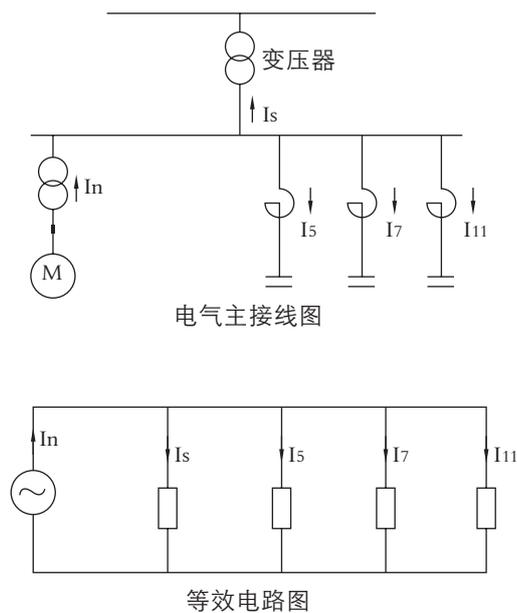
## 高压滤波及无功补偿装置

### 无熔丝电容器组是高压滤波器的理想选择



在一个理想的电力系统和供电系统中，电能是以正弦波电压和电流向用户供电的。但若有非线性负荷，如整流器、变频器、电弧炉、电焊机等接入系统，会产生大量高次谐波电流导致系统电压和电流波形畸变，造成电力系统谐波污染，对电力设备和用电设备造成危害。因此，当注入系统的高次谐波电流超过国家标准限制时，就必须采取滤波措施，即装设高压滤波器，用以改善和提高功率因数，抑制滤除电网谐波，降低线路损耗节约能源，优化电网的供电质量。

一个典型的谐波滤波装置包括 H5, H7, H11 三个支路。见下图



## 静止无功补偿装置 ( SVC ) 用电容器

现代工业的发展，如在钢铁行业、铁道行业等中一般采用大型非线性冲击负荷，生产运行时对电力系统的安全、稳定、电能质量产生巨大的影响：



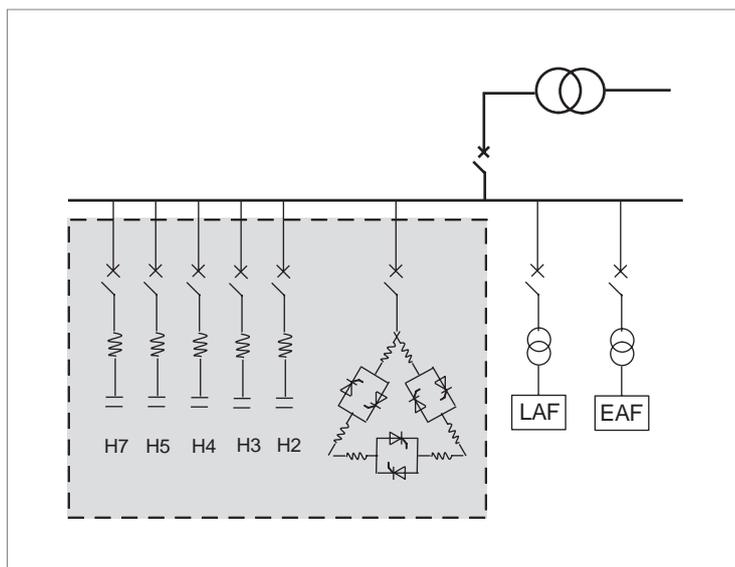
- 产生大量的 2~7 次为主的各次谐波分量，引起供电系统电流和电压畸变；
- 伴随的无功功率冲击，导致供电母线电压波动和闪变；
- 三相电极不对称短路，引起负序电流和产生负序电压。

静止无功补偿装置简易示意图

利用静止无功补偿装置 (SVC) 来解决如上问题。

设计静止无功补偿装置所需资料：

- SVC 要接入的电网系统图
- 额定电压及频率
- 供电网公共连接点的短路容量及可能变化的范围
- 无功功率的变化或相关负荷资料
- 谐波及负荷的详细资料
- 允许的电压波动及谐波含量，无功功率的需求
- 与补偿装置相关的附加或特殊的要求
- 周围环境条件



## 串联电容器组装置 (SC, TCSC)



220kV,500kV,1000kV 等甚至更高的超高压远距离大容量输电，为我国的西电东送以及全国电力联网工程起到重要作用。由于超高压系统本身的重要性，对输电电路的安全性、可靠性，传输能力都提出了更高的要求。串联电容补偿是提高输电系统稳定极限以及经济性的有效手段之一。

在输电线路中加入串联电容器能够减小线路的电抗，加强两端的电气联系，缩小两端的相角差，改善并联线路之间的负荷分配，降低线路的功率损耗，提高电网末端电压的质量，从而获得较高的稳定限额，传输较高的功率。

### 串补装置的基本原理

高压输电线路的稳定输送功率可用下式表示：

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

式中：P - 输送功率 (MW) ；

$U_1$ 、 $U_2$  - 线路始端和末端的电压 (kV) ；

$\delta$  -  $U_1$  与  $U_2$  的相角差；

$X_L$  - 线路感抗 ( $\Omega$ ) 。

式中的  $U_1 U_2 / X_L$  为线路的极限输送功率即静态稳定极限。

由上式可见，当输电线路装设串补电容器后的静态稳定输送功率理论上可提高  $1 / (1 - K_C)$  倍。

一般情况下，输送功率由动稳定极限决定。

若故障为不对称短路，装设串补电容器后对系统动稳定以及事故后静稳定水平的提高起到较好的作用。

当线路中安装有串补电容器后，线路的静态稳定输送功率为：

$$P = \frac{U_1 U_2}{X_L - X_C} \sin \delta$$

在同一个相角差的条件下，

装设串补电容器后与装设前的静态稳定输送功率之比为：

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

式中： $K_C = X_C / X_L$  - 补偿度； $X_C$  - 串补电容器的容抗值 ( $\Omega$ )

### 技术参数

- 系统额定电压
- 无熔丝电容器

- 系统额定电流
- 单元额定参数

- 装置额定容量

## 业绩表



高压滤波



500kV 变电站并联补偿

项目名称	总容量 (kvar)	系统电压 (kV)	应用	行业	国家
贵广 ±500kV 二回直流输电工程	1726018	±500	HVDC	电力系统	中国
云南 - 广东 ±800kV 直流输电工程	1001376	±800	HVDC	电力系统	中国
国网浑源串补项目	3664000	500	串补	电力系统	中国
500kV 本溪南变电站新建工程	120000	66	并补	电力系统	中国
500kV 广元变电站扩建工程	240000	35	并补	电力系统	中国
宝钢五冷轧项目	50400	10	滤波	钢铁	中国
太原钢厂	52800	10	SVC	钢铁	中国
北京首钢	196600	10	滤波	钢铁	中国
山东铝厂	36000	36	滤波	冶金	中国
张集北矿	20700	6	SVC	冶金	中国
兰州铝厂	126000	35	SVC	冶金	中国
中石化云南公司	80000	10	并补	石化	中国
珠海 BP 化工无功补偿项目	4008	6	并补	石化	中国
天津渤化石化优先公司 PDH	6348	6	并补	石化	中国
南京扬子石化近浦橡胶公司项目	6000	10	并补	石化	中国
中石油呼和浩特 500 万吨 / 年炼油扩能改造工程	15350	35	并补	石化	中国
中海油富岛有限公司 6KV 开关柜更新改造项目	2400	6	并补	石化	中国
安徽顾桥煤矿	63960	10	SVC	有色	中国
淮南矿业集团	16750	10	滤波	有色	中国
天津空客	6000	10	并补	航空	中国
上海大飞机中心及新虹桥机场	5400	6	并补	航空	中国
上海浦东机场 35kV 变电站	2400	35	并补	航空	中国
华润水泥	33900	10	并补	水泥	中国
香港水利局 HK DSD 就地补偿项目	150	11	并补	市政	中国
巴西 Teles Pires 串补项目	2017536	500	串补	电力系统	巴西
埃塞俄比亚电力公司	99216	400	并补	电力系统	埃塞俄比亚
澳大利亚电力公司	148080	326	并补	电力系统	澳大利亚
约旦电力公司	110,640	33	并补	电力系统	约旦
韩国电力公司 - KEPCO	525231	170	SVC	电力系统	韩国
土耳其	25920	34.5	SVC	电力系统	土耳其
印度尼西亚电力公司	52496	170	并补	电力系统	印度尼西亚
国际热核聚变反应堆实验室项目	1620000	66	SVC	核能	法国
澳大利亚 KARARA 矿场滤波项目	128004	35	滤波	冶金	澳大利亚
冰岛	395000	33	滤波	冶金	冰岛
澳大利亚风电场	75800	33	滤波	风电	澳大利亚
智利 Minera Escondida 项目	335000	46	滤波	有色	智利

上海办事处

上海浦东张江高科东区胜利路955号

电话：021-28993600

传真：021-28994254

成都办事处

四川省成都总府路2号时代广场A座805B

电话：86-28-86725598

传真：86-28-86725768

北京办事处

北京市朝阳区建国门外大街8号

国际财源中心 IFC 大厦9层

电话：86-10-59259200

传真：86-10-59259212

广州办事处

广州市天河区冼村路11号

之二保利威座北塔第13层05-07室。

电话：86-20-38210819

传真：86-20-38210986

库柏爱迪生（平顶山）电子科技有限公司

平顶山市高阳路新华开发区科技楼西

库柏电子科技（上海）有限公司

上海浦东新区新发创运园区东胜路38号D2

上海库柏电力电容器有限公司

上海张江高科东区胜利路955号

库柏（宁波）电气有限公司

浙江省慈溪市杭州湾新区兴慈五路

上海库柏电力电容器有限公司

上海张江高科东区胜利路955号，201201

电话：021-28993900

传真：021-28993983

www.cooperpowersystems.com

www.Eaton.com

CAP.LV@cooperindustries.com



Powering Business Worldwide

© 2014 伊顿公司版权所有

Bulletin B230-14007CH.September 2014.Rev3

伊顿和库柏电力系统是注册商标。

所有商标为各自所有人所有。