



# 配电网稳压降损综合解决方案

-----新型高、低压精细无功补偿装置



## 方案简介

北京博瑞莱智能科技集团有限公司

# 目 录

前 言.....	- 1 -
1 低压无功自动补偿装置.....	- 2 -
2 10KV 线路高压无功自动补偿装置.....	- 5 -
3 集中式高压无功自动补偿装置.....	- 9 -
4 系统软件.....	- 11 -

## 前 言

北京博瑞莱智能科技集团经过多年的技术积累及不断创新，生产的有关配电网智能化、节能型新型设备已得到了广泛应用。

在综合投资不增加甚至降低的情况下，解决了配电系统存在的电压不稳定、损耗大、故障多且查找困难、管理复杂等问题。

以下是有关无功优化设备及管理系统的实践及应用介绍，供参考。

目前运行于配电网的高、低压无功补偿设备由于受当时技术和经济条件的制约，基本都存在补偿效果不理想，设备损坏率高的现象，博瑞莱研发的高可靠性精细补偿装置系统的解决了这些问题。

配电网无功补偿设备主要包括应用于配电台区的低压无功补偿装置、应用于 10KV 线路的高压无功补偿装置、安装在变电站 10KV 母线的集中式高压补偿装置等。

## **1 低压无功自动补偿装置**

### **1.1 传统低压无功自动补偿存在的问题**

目前配电台区的低压无功自动补偿装置普遍存在设备投运率低、故障多、补偿效果不好的问题，原因如下：

#### **1) 电容器级差大**

由于当时过分追求较大的补偿容量，比如 315kVA 台区一般按 90kvar 设计，级差达 30kvar，造成 30kvar 以下的无功缺口无法补偿。

#### **2) 电容器投切开关故障多**

用于电容器投切的开关有以下几种：

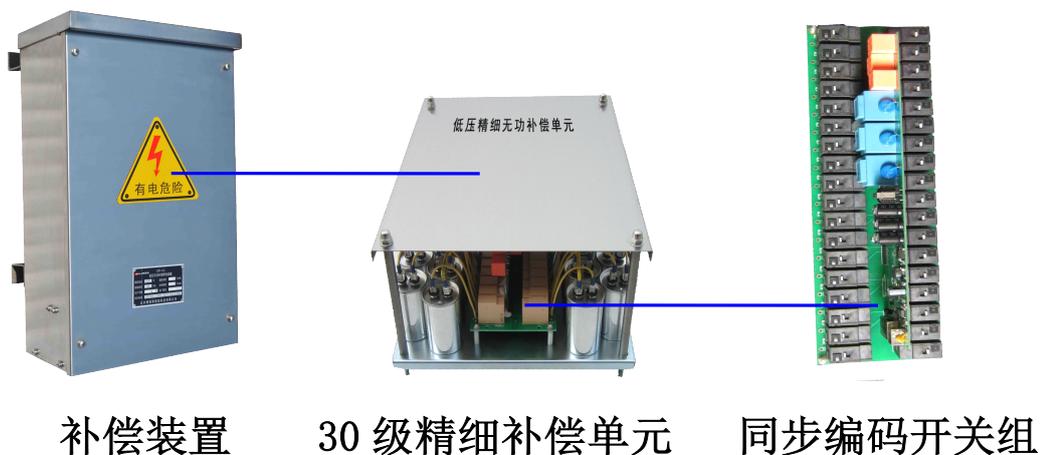
- a. 接触器：这是一种有触点的传统电容器切换开关，投切过程有涌流、有电弧，频繁投切触点烧蚀后容易粘连；接通时操作线圈需要长期通电，有损耗；灰尘污染后会造成触点接触不良、噪声大、线圈烧毁等故障；
- b. 可控硅：其缺点是发热，损耗大，需要加装风机、散热器，不仅体积大、成本高、可靠性差，而且自身能耗也高，节能效果差；
- c. 复合开关：体积大、可靠性差、价格高。

## 1.2 新型低压精细补偿装置方案及效果

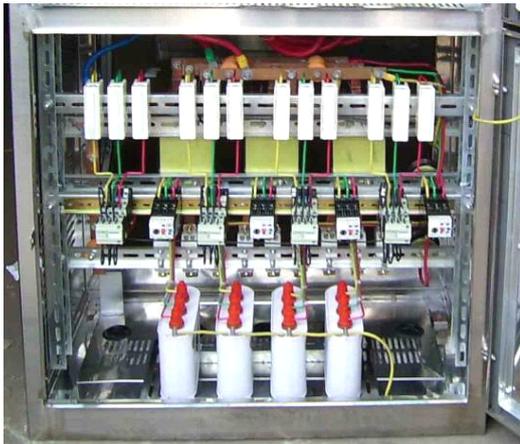
关于台区的低压无功补偿，现在又走到另一个极端，认为配电台区功率因数高，不需要补偿，实际上配电台区无功缺口始终存在，从配电监测结果看，普遍在 5kvar 至 30kvar 之间，如果平均 20kvar 的无功需求从上一级变电站送出，依据国标《GB/T13462 电力变压器经济运行》标准计算，每年会造成约 17520 度的电量损失；大部分配电台区需要的是小容量，级差很小的适合于恶劣环境运行的高性能补偿装置；

北京博瑞莱智能科技集团采用同步开关技术，研制出了适合于电容器投切的同步编码开关，不采用可控硅也实现了无电弧、无涌流、磁保持不耗能的性能指标，况且体积小、全密封，推出的 30 级低压精细无功补偿装置，级差仅 1kvar，较好的解决了配电台区无功补偿效果不好的问题。

低压精细补偿装置单套价格约 0.8 万元，保守年节能 1.2 万千瓦时，1 年左右节能效益即可收回投资，投资回报率非常高。



## 传统无功补偿装置



## 新型精细补偿装置



项目	传统无功补偿装置	新型精细补偿装置
投切开关	交流接触器	同步编码开关
跟踪速度	$\geq 1\text{min}$	$\leq 1\text{s}$
补充级差	10~20kvar	$\leq 1\text{kvar}$
可靠性	差	好
补偿效果	差	好

第一代产品  
交流接触器



第二代产品  
可控硅



第三代产品  
复合开关



第四代产品  
同步编码开关



体积大成本低 有涌流和拉弧 易烧蚀粘接	体积大价格高 过零投切。 发热严重易烧毁	体积大价格高 过零投切。 不发热	体积小，价格低 过零投切，不发热 适宜精细分级
---------------------------	----------------------------	------------------------	-------------------------------



1个同步编码开关  
单元等效于36只复  
合开关。

## 2 10KV 线路高压无功自动补偿装置

在 10kV 线路上进行无功自动补偿不仅可以达到增容、节能的目的，而且可以提高末端电压，稳定电压质量。

一套 300kvar 多级自动补偿装置，价格约为 3.5 万元，按平均投入 150kvar，依据国标《GB/T1364 电力变压器经济运行》标准计算，年节能可达 91980 千瓦时，一年节能效益即可收回投资，投资回报率非常高。

对 10KV 线路补偿投资的积极性不高是因为早期各厂家产品设计存在缺陷，造成运行效果不佳，维护工作量大，挫伤了投资的积极性。很多制造企业低估了频繁投切电容器的技术难度。

北京博瑞莱智能科技集团通过十多年的技术积累和努力，产品历经了五代发展，技术成熟，质量稳定，特别适合距离较长的 10KV 架空线路。分述如下，供参考：

### 10kV 线路（柱上）自动补偿装置的发展历程



第一代产品	第二代产品	第三代产品	第四代产品	第五代产品
单级补偿，补偿效果不佳	箱式结构，双级补偿，体积大，双杆装，难运输安装	模块化结构单杆安装，支架种类略多。	便捷单杆安装对称结构配电抗器	高集成小型化结构。

## I 固定补偿

曾因其结构简单，造价低等特点在早期的 10kv 线路中大量运用，但由于其固有的缺点：容量调整需人工干预、易过补或欠补、无法隔离故障等问题，正逐步退出市场。



## II 单级补偿

一台投切开关接一组补偿电容器，补偿效果差，容易造成欠补。

投切开关采用交流接触器和普通断路器，开断时存在重燃问题，电容器过压击穿几率高；



未配置电抗器，电容器投入时涌流冲击电网并降低电容器的使用寿命。

## III 箱式补偿

箱式补偿一般配置两组电容器，分级补偿提高了补偿效果。但同样存在投切开关采用交流接触器和普通断路器故障率高的问题，以及未配置电抗器，电容器投入时涌流冲击电网并降低设备本身使用寿命的问题。



特别是，体积大，质量重，需双杆安装，安装时需要动用大型吊装设备，不适于野外运输安装。

## IV 分体式机构的补偿设备

第三代产品分体式结构的补偿产品，由开口式取样互感器、电源箱、控制终端、两个永磁机构专用投切开关和两只电容器及配套的安裝支架組成。

单个部件体积小、重量轻，单杆安装，不需使用吊车（使用滑轮即可），安装运输方便，占地面积小。主要解决了箱式补偿产品难运输安装的问题。

采用开口式互感器，安装时不需截线，解决了线路补偿设备安装必须选择耐张杆的问题。

同时第三代产品选用了电容器投切专用的永磁真空投切开关，采用了贴合电容器投切特性的永磁机构，选用电容器专用的逐只老化历练的真空泡，提高了设备运行的可靠性。

但第三代产品安装支架组件较多，安装复杂。未配置限流电抗器，投切存在涌流大的问题。



## V 对称结构的分体补偿设备

第四代产品对称机构的补偿设备，将第一级投切开关和电源箱合并，并在第二级投切开关加装了限流电抗器，有效限制电容投入时的组间追加涌流（单只电容投入时的涌流为额定电流的十几倍，第二只电容投入时的组间追加涌流可达额定电流的上百倍），减少对电网的冲击并大大延长了设备的使用寿命。

对称结构的安装设计简化了安装步骤，同时单杆安装左右

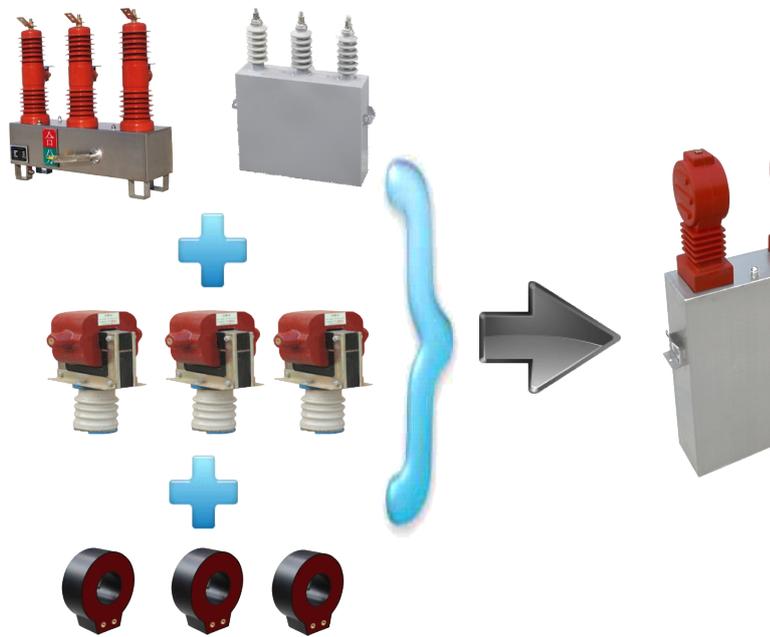


重量基本对称，也提高了设备运行的安全性。

第四代产品已在全国大部分地区长期运行，获得了用户的广泛好评。

## VI 智能电容器单元版的线路补偿设备

智能电容器单元集成了永磁机构专用投切开关、电容器、限流电抗器和保护用电流互感器，采用油浸密封绝缘方式，小型化、单元化结构，彻底颠覆了补偿设备的采购各组件成套拼装的生产模式。



由智能电容器单元为核心构成的第五代补偿产品，体积更小，重量更轻，安装更简便，同时两组电容器均加装了电抗器和保护用电流互感器，运行更安全。

智能电容器单元的核心元件全部自产，提高了质量管控能力，也更利于设备的检修维护。



### 3 集中式高压无功自动补偿装置

目前很多变电站还在普遍采用集合式电容器或电容器组固定补偿方式。为防止过补无功倒送影响电网运行安全，固定补偿和手动投切补偿方式的补偿容量一般较小，且不能跟踪负荷变化调整，补偿效果差。

市场常见集中式自动补偿装置一般可分为 VQC 类分组自动补偿装置和 SVC 动态补偿两类：

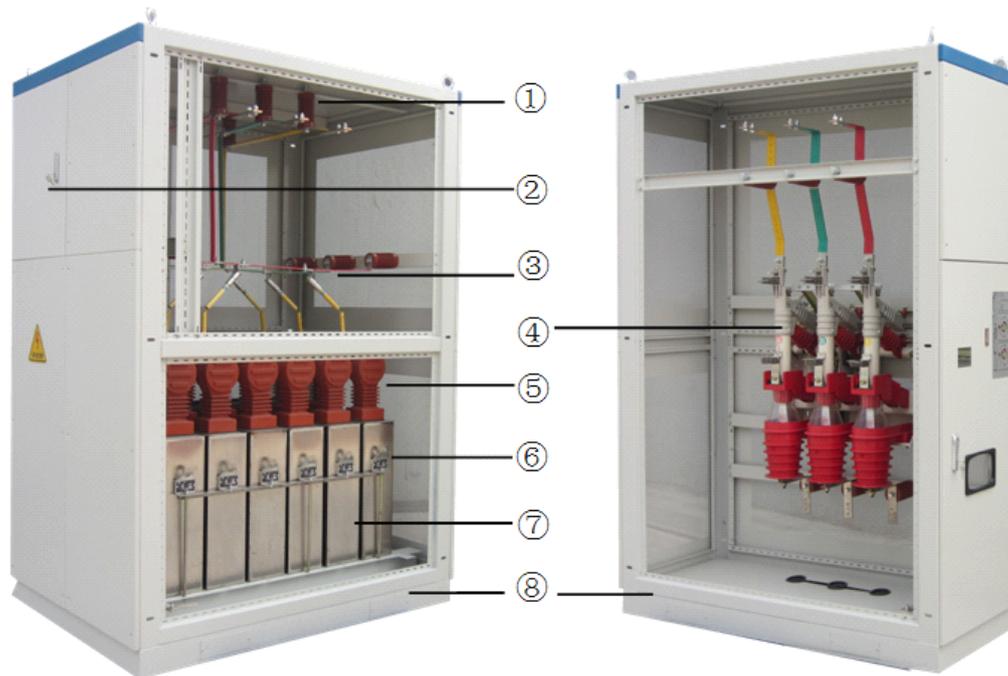
SVC 无功自动补偿装置是将固定电容器和可调电抗器并联，利用可调电抗器调节其感性无功输出来满足负荷无功变化实现动态补偿。可调电抗器双分为 TCR 和 MCR。其原理都是利用改变电抗器铁芯偏磁来调节电感量。其缺点是制造成本大，价格高，运行维护复杂，关键是运行中产生高次谐波污染电网，对电容器的安全运行十分不利。

VQC 类产品是将电容器分成几个组，无功负荷变化时自动投切实现跟踪补偿。级差一般在 600~1500kvar，级差大，补偿效果不好，投切时涌流大、电网冲击大、存在开关重燃的问题、过电压严重等问题影响补偿装置使用寿命。



户外型精细 VQC 补偿装置

北京博瑞莱智能科技集团推出的由智能电容器单元构成的精细至 100kvar 的高压无功自动补偿装置，很好的解决了上述问题，具有较高的性能价格比。



- |          |               |
|----------|---------------|
| ①绝缘子     | ⑤限流电抗器互感器组合   |
| ②控制室     | ⑥智能电容器单元      |
| ③喷逐式熔断器  | ⑦电容器及投切开关(内置) |
| ④压气式负荷开关 | ⑧箱体           |

### 户内型精细 VQC 补偿装置结构示意图

精细补偿 VQC 以智能电容器单元为核心，每个单元包括电抗器、电容器专用投切开关、电容器、放电电阻、保护电流互感器等组成，成套装置从结构和方案上全面解决了 VQC 类产品的散热、安装和可靠性问题。

以传统 VQC 类补偿装置级差 1000kvar 为例，此无功需求从上级变电站送出年造成有功损耗 61.32 万千瓦时（依据国标《GB/T13462 电力变压器经济运行》），而采用精细至 100kvar 的高压无功自动补偿装置此损失最大为 6.132 万千瓦时，年减少损耗超过 55 万千瓦时。

## 4 系统软件

智能化的产品要有合适的信息平台，以往上的系统平台很多，价格也很高，但没有智能化的硬件设备基础均不实用。

北京博瑞莱智能科技集团开发的配电信息管理系统可以在 PC 机上运行，成本只有 2 万元，使用简单，很适合作为配电运行管理的辅助手段，已有 100 多家电力公司和 1000 多家企事业单位广泛使用。

- ① 设备远程管理
- ② 数据监测统计
- ③ 故障诊断分析
- ④ 综合用电管理





## 北京博瑞莱智能科技有限公司集团有限公司

地址：北京市海淀区中关村翠湖科技园

全国服务电话：400-659-9668

电话：010-89770867

传真：010-89770897

邮编：100095

网址：[www.br1kj.com](http://www.br1kj.com)