

# 矿热炉短网低压无功补偿及 谐波治理装置说明书 2012



## ■ 公司简介

上海坤友电气有限公司是一家专业研制生产电能质量优化设备、柔性输电设备、电网安全运行设备和节能降耗设备的高新技术企业。在产品研发和工程推广方面有着相当雄厚的实力，在电能质量优化、柔性输电、电网安全运行等领域的研发、设计、制造方面，均有着丰富的理论知识与实践经验。公司主要从事研发、生产、销售电力系统无功补偿、矿热炉治理、滤波电器元件、SVC 静止式动态无功补偿装置、用电三相平衡补偿装置、可投切式无功补偿装置、高低压有源滤波装置，有着成熟和丰富的电力系统无功补偿及滤波产品研发与生产经验，拥有较完备和先进的滤波产品检测与试验设备。

随着非线性负载的广泛应用，电网产生的大量谐波污染。因此，谐波干扰给企业带来了诸多烦恼和困惑，谐波治理也越来越受到人们的关注与重视。近几年，坤友电气在高级工程技术人员潜心研究下，研制开发了（KYXBY 型）谐波抑制器、（KYXBQ 型）多功能谐波保护器、（KYLKSG 系列）滤波电抗器、（KYLCD 型）复合滤波模块单元、（KYLKM 系列）模块式无功动态电容补偿装置、（KYWK 系列）电能质量控制器、（KYTBBL 系列）高、低压无功补偿暨滤波成套装置、（KYTW 系列）铁路专用复合材料过电压保护器等。

其中（KYTW 系列）铁路专用复合材料过电压保护器，（KYXBQ 型）多功能谐波保护器，（KYLCD 型）复合滤波模块单元、（KYLKM 系列）模块式无功动态电容补偿装置系列产品为行业独创，产品主要功能和技术指标达到国内先进水平。

坤友电气将继续秉承“以优质产品与服务赢得顾客——追求卓越”的企业经营方针。严格贯彻本公司已经通过国家质量部门的 3C 认证及英国赛瑞 ISO9001-2008 执行管理与生产。作为一支在电能质量优化、柔性输电、电网安全运行和节能降耗等相关领域的中坚力量，积极响应国家和政府所倡导的节能、安全、环保等号召，以治理电网污染、促进电网节能降耗、加快绿色电网建设进程为己任，不断推进该领域的新技术、新产品的研究与产业化进程。提倡：构建绿色电网，创建和谐社会。在激烈的经济竞争浪潮中，不断创新、进取、超越和完善，赢得越来越多的友谊、信赖和支持。

# 矿热炉短网低压无功补偿及谐波治理装置

KYLB-KR 型

## ■ 系统概述

KYLB-KR 型矿热炉短网低压无功补偿及谐波治理装置，是上海坤友电气有限公司以高可靠性和实用性作为基础，而研发出来的新一代矿热炉智能滤波及补偿节能装置。本装置主要由智能控制系统、滤波补偿系统、保护系统、触发投切系统、水冷母线系统、防尘降温系统等六大部分组成。通过智能控制系统、滤波补偿系统的自动投切，实现提高功率因数、平衡三相电机电电压及提高炉膛的输出功率，从而起到为企业提高产量、降低能耗、电能质量达标的目的。适合于钢铁、铁合金、工业硅、电石、黄磷、有色金属等冶炼行业。



## ■ 技术优势

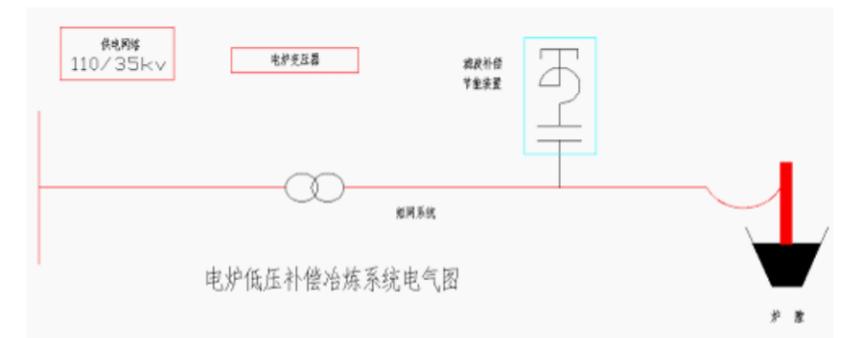
### 1 高压补偿

在矿热炉变压器高压侧进行无功补偿，补偿的仅仅是高压网路的无功损耗。矿热炉变压器高压侧电压一般为 10KV、35KV、或 110KV。高压补偿又分两种：一种是直接将补偿装置接于高压侧；另一种是通过补偿变压器接于高压侧。用相应电压等级的补偿装置（包括电力电容器、开关、电抗器、避雷器、保护等成套设备，下同），直接接入矿热炉变压器高压侧（补偿装置接在矿热炉变压器进线端），也可以直接在变电站中，单独或集中补偿。其特点是：

- 1) 设备简单，投资少；
- 2) 补偿装置出现故障时电流不通过矿热炉变压器；
- 3) 补偿装置不受矿热炉变压器接线变换及矿热炉其它方面变化的影响。

### 2 低压就地补偿

低压就地补偿方式为补偿装置连接在矿热炉短网末端，低压就地补偿可有效提高低压侧的电压，降低无功电流从而降低视在功率，降低短网、线路和变压器损耗；并可相应增加变压器的有功功率输出。



## ■ 相对高压补偿而言，低压补偿的优势主要体现在以下几个方面：

### 1 提高变压器、大电流线路利用率，增加冶炼有效输入功率

针对电弧冶炼而言，无功的产生主要是由电弧电流引起的，将补偿点移至短网，就地补偿短网的大量无功消耗，提高变压器的出力，增加冶炼有效输入功率。

### 2 改善三强的、弱相状况

从理论上讲，炉料的熔化功率是与电极电压和料比电阻成函数关系的，可以表示为  $P=U^2/R$ 。从这一基本点出发，在三相短网与电极之间长度基本相等点，采取单相并联的方式进行无功补偿，综合调节各相补偿容量，从而改善三强的、弱相状况，以达到增产、降耗的目的。

### 3 降低高次谐波值，减小变压器及网路附加损耗

矿热炉是一种高能耗的电冶炼炉，具有电阻电弧炉的特性。电弧冶炼时会产生高次谐波，尤其以 3、5、7、11 次最为严重，如对此不加以限制和吸收，无论对设备还是补偿装置，都会产生不利的影。因此在设备中，我们会根据冶炼的谐波状况将并联电容器设计成滤波回路。根据公式：

$U_n = I_n (nX_L - X_C/n) \rightarrow 0$ ； $U$ —谐波电压； $I_n$ —谐波电流； $X_L$ —电抗器感抗值； $X_C$ —电容器容抗值。为降低和吸收  $n$  次以上谐波，应使  $L-C$  自振频率小于  $n$ 。由于是就地补偿，冶炼时产生的高次谐波能被低压无功补偿系统的  $L-C$  谐波回路吸收，而不再通过变压器和高压网络，从而有效降低高次谐波值，减小变压器及网路附加损耗。

### 4 有效提高功率因数

矿热炉的无功消耗主要在变压器和短网上，实施低压无功补偿，不仅就地补偿了短网和变压器的损耗，还能补偿高压线路的损耗。

### 5 稳定系统的无功消耗

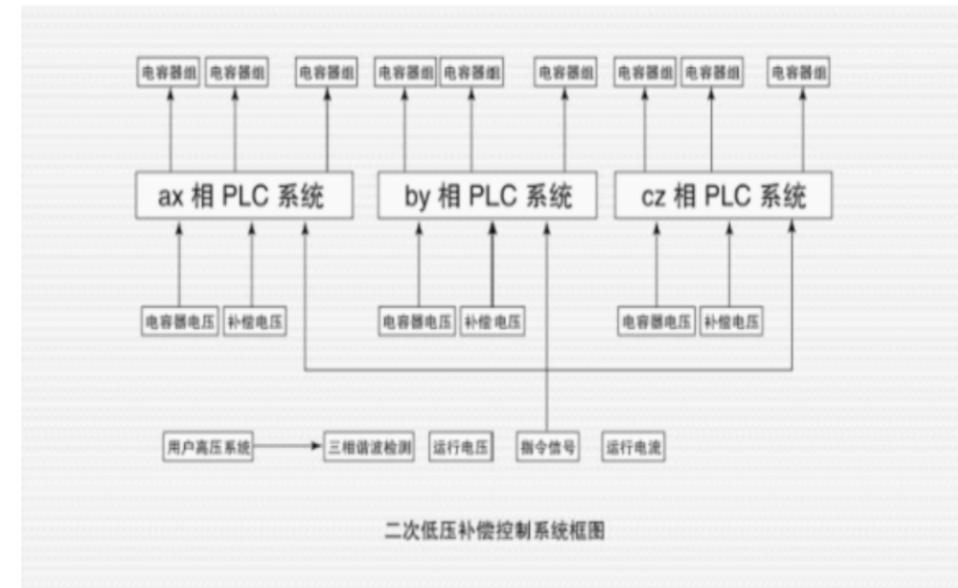
稳定系统的无功消耗主要表现为短网电极端冶炼电压的降低，实施低压无功补偿后，电压提高百分比为： $du = Q \cdot X_k / S_n (\%)$ ； $Q_n$ —补偿容量； $S_n$ —变压器容量； $X_k$ —变压器阻抗百分比。同时，系统的电压变化和总无功量的变化是成正比的。针对矿热炉而言，冶炼负荷相对平稳，其变化主要体现在冶炼初期和出炉期。因此，在降低三相负荷不平衡的同时，考虑到负荷的变化范围，在补偿时予以容量上的变化控制，达到稳定负载端电压的目的，从而企业获取最大的经济效益。

## ■ 低压无功就地补偿结构方案

由于二次低压补偿装置的补偿容量比较大，运行电压低，其工作电流每支路达到几千安培，与此同时低压补偿技术逐渐成熟，设计日趋完善，体积大为减少。为此，我们选择了一种最优的结构。该结构为抽屉式，设备的安装和维护极其方便。最小单元可以三相互换，同时在相关参数允许的情况下，可适当调整补偿容量。

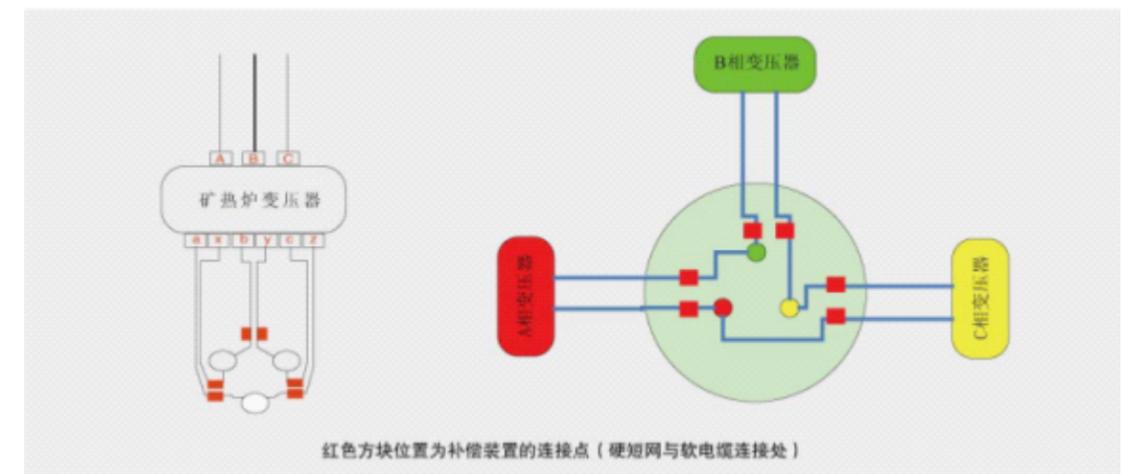
## ■ 低压无功就地补偿控制方案

为了减少现场的工作量，加快工程进度，在控制上我们将三相的控制系统独立，直接置于该相系统中，这样，现场工作量大大减少，在柜体安装到位后即可将补偿设备联入系统。对短网参数进行实测，量体裁衣，使用户的投资利益最大化。



## ■ 低压无功就地补偿连接方式

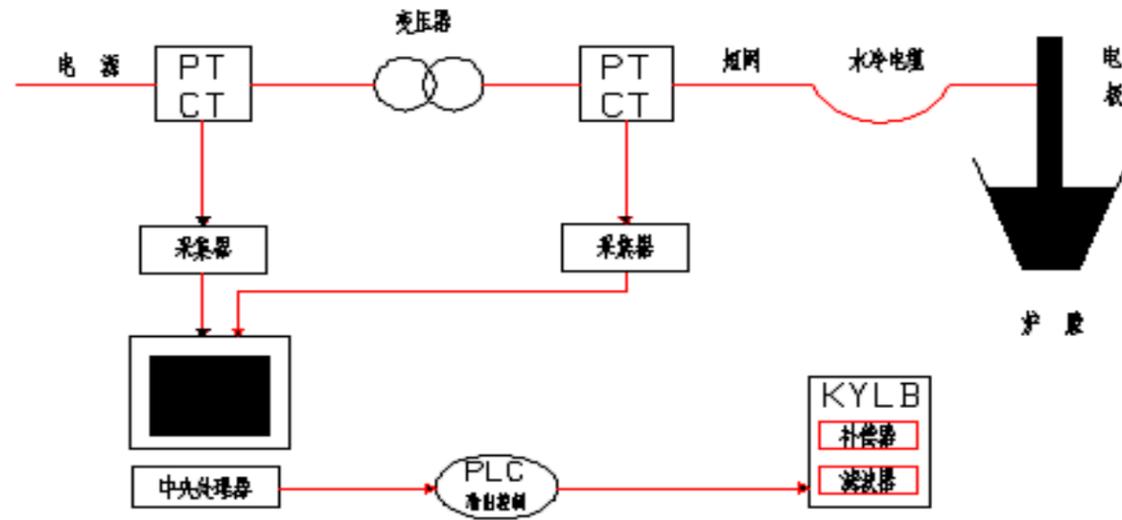
下图显示了目前补偿装置与矿热炉短网系统的连接方式（下图分别标示的是三相变压器和单相变压器的接法，可以看出接法是相同的）



补偿装置常规放置于靠近设备点，具体应结合现场情况并与客户技术人员交流后确定。设备安装与生产无关，无须停电，不影响正常生产，并网调试累计停电≤20小时，可在例行检修时进行。

## 系统组成

KYLB-KR 型矿热炉低压无功补偿及滤波系统由主回路部分、控制部分、检测部分、柔性短网连接等部分组成。



低压补偿原理图

### 主回路部分

- 柜内母线铜排：负荷进线，Gg 级熔断器固定支撑
- Gg 级熔断器：作电容器过载保护用
- 智能复合开关：控制电容器的接通和断开
- 电抗器：与电容器组成调谐回路，限制和吸收谐波

### 控制部分

- 可编程控制：控制系统核心，在检测补偿点电压的基础上，控制电容器开关，以达到动态控制补偿容量的目的
- 电压变送器：补偿点电压检测及变送

### 柔性短网连接部分

- 柔性软电缆：便于连接补偿柜和合金短网
- 导电铜管或铜排：承载补偿电流
- 标准件、绝缘材料、固定装置等：固定、绝缘铜管（或铜排）

### 检测部分

- 电流互感器：测量每相补偿总电流，每相基本单元运行电流以判断该相总得运行水平和基本单元的运行状况，包括熔断器是否烧断等
- 谐波监测器：作冶炼系统谐波监测用
- 有功功率表：监测冶炼变压器有功功率输入
- 无功功率表：监测冶炼变压器无功功率输入
- 功率因数表：监测系统功率因数变化

\* 完备的仪表监控为冶炼操作员和管理人员提供完善的冶炼供电信息，为增产节能、工艺调整提供依据。

## 系统性能特点

上海坤友电气有限公司提供的 KYLB-KR 型矿热炉低压无功补偿及谐波治理装置根据矿热炉三相电极运行特点，采取了三相不等量就地分相补偿，调平三相功率的方案，以降低补偿短网上的线路无功补偿容量损耗，同时节省用户在补偿短网上的投资。在达到调平三相功率目的的基础上，为保障整体设备的使用寿命，提高设备利用率，尤其是设备关键元件——电容器。在控制上我们采取了“先进先出”的原则，配套人机界面实现生产全过程投切监控、瞬时运行数据数字显示，以及运行参数设置，简洁、明了、可靠，极大的方便了用户的使用和操作。

## 经济技术指标

- 月均功率因数：提高到 0.92 以上，避免供电部门的调度罚款
- 增加设备的有功出力，产量提高
- 提高电炉末端电压、单位产品电耗降低
- 炉料燃烧更均匀，合金成份更稳定，产品优质品率大大提高
- 减少炉渣的沉淀，延长挖炉等检修的间隔时间
- 谐波电压、电流满足国际《电能质量公用电网谐波》GB/T14594-93 的要求，为企业节电 2-5%、增产 5% 以上。

## 主要技术参数

额定电压	90V~460V
基波频率	50Hz
控制物理量	功率因数；无功功率；谐波电流等
无功补偿容量	2000Kvar~20000Kvar
工作制	连续工作
结构形式	箱式、柜式
环境温度	户内型 -10℃ ~ +65℃
相对湿度	日平均不大于 95%，月平均不大于 90%（户内）
投切方式	分组、分级、手动、远程、就地控制投切
补偿方式	分组、分级、手动、远程、就地控制投切
爆炸性尘埃和导电性尘埃	无



上海坤友电气有限公司  
中国上海市宝山区真大路 526 号  
邮编: 200436  
电话: +86-21-6380 0920  
传真: +86-21-2301 0250  
邮箱: shkunyou@126.com  
www.shkunyou.com.cn

Shanghai Kunyou Electrical Co., Ltd.  
526 Zheng Nan Road, Baoshan District ,  
Shanghai, China 200436  
Tel: +86-21-6380 0920  
Fax: +86-21-2301 0250  
E\_mail: shkunyou@126.com  
www.shkunyou.com.cn