



# YCK-Y 单相程控精密测试电源

## 使用说明书

武汉卓亚电力自动化有限责任公司

**武汉卓亚电力自动化有限责任公司**

wuhan zhuoya electric power automation co.,ltd

# 目 录

注意事项.....	4
第一章：简介 .....	5
第二章：主要特点.....	6
第三章：主要技术指标.....	7
第一节： 交流电压输出 .....	7
第二节： 交流电流输出 .....	7
第三节：相位.....	7
第四节：频率.....	8
第五节：工作电源.....	8
第六节：体积和重量.....	8
第七节：环境条件.....	8
第四章：主要功能.....	8
第一节:交流标准源输出 .....	8
第二节： 变送器检定 .....	9
第三节: 通讯功能.....	9
第四节： 谐波输出.....	9
第五节：二次开发.....	9
第六节：组态软件.....	9
第七节：本地功能.....	10
第五章：使用指南 .....	10

第一节: 接线.....	10
第二节：前面板.....	11
第三节：接线端子说明.....	11
第四节： 界面操作及说明.....	11
第五节：基本量操作说明.....	13
第六节：快捷键使用说明.....	17
第七节： 谐波输出.....	17
第六章：校准.....	18
第一节：校准原理.....	18

## 注意事项

电压输出不允许对地短路。

尽管本设备带有过载和短路保护，但建议用户工作在额定功率值以下，以保证设备的长期稳定运行。

不可以用手接触设备的电压输出端以免触电。

设备出现问题请及时通知我公司维修，没有经过专业培训的人员不可以拆开本设备。

设备电源输入端只能使用 5A/250V 的标准保险丝。

使用本设备时，请保证机壳可靠接地，以保证人身安全，设备背后有接地螺栓可以用于安全接地，或者保证三叉电源线的中线已经可靠接入大地回路。

**警告：** 请在本说明书规定的条件下使用本设备，以保证设备和人员的安全。

## 第一章：简介

标准功率源是一种标准仪器，它能输出频率、相位、幅值在一定范围内任意可调的高精度、高稳定度的正弦电压和电流，用于电力工作时做校对使用，可以用于模拟电力系统实际工作中遇到的各种情况。由于标准功率源的工作对象一般都要消耗功率源的能量，所以要求功率源的输出是要能够带负载的，并且在负载变化时要保证输出的精度和稳定度。而实际上标准功率源工作的对象也是不固定的，有可能是各种各样的输入阻抗都不一样的表计，所以对于负载的适应能力是标准功率源的一项重要指标。

随着国内工业的发展，对电能质量的要求也越来越高，因此不少设备增加了对供电的谐波失真进行监测的功能，而为了能够检定和校准这类设备就需要功率源在输出上要能够按照要求在纯净的正弦波上叠加各种含量和次数的谐波。因此谐波输出能力也成为标准功率源的一个越来越重要的功能。

考量一个标准功率源的性能好坏主要有如下一些指标：

1、稳定度	优秀的功率源其稳定度在任何条件下都应当能得到保证，稳定的输出是高精度的前提条件。
2、精度	输出精度衡量了输出值的精确程度
3、失真度	优秀的标准功率源不但要保证输出有效值的精度，而且其谐波失真度要足够小
4、负载调整率	空载和带载时输出的变化率称为负载调整率，极小的负载调整率是一个优秀的功率源其强劲的带载能力的表现。
5、负载调整时间	负载变化时功率源会自动调整输出以保证输出的精度，而这个调整的过程时间称为负载调整时间，优秀的功率源其负载调整时间应当小于 1mS，并且不能出现上下波动的振荡情况。

单相程控精密测试电源是基于 1.2G MAC 的 DSP、大规模的 FPGA、高速高精度的 DA 以及高保真功率放大器构成的新一代高精度标准功率源，适用于电力系统的电测、热工、远动、调度等需要测量、检验及高精度标准信号源的电力部门，也适用于其它需要高精度标准功率源进行计量检测、检验的场合。

该装置采用 320\*240 液晶显示屏，全中文显示，界面清晰简捷、操作方便、视觉效果好。核心模块采用 32 位的高速 DSP，功能强大、可靠性高、灵活性和适应性强、软件可升级，使产品性能大幅度提升。功率输出均有过流、过热保护，电流开路时候有限压功能，可以保证检测人员的安全，是标准仪器中具有较高实用价值的仪器。

## 第二章：主要特点

- 1、可以输出纯净的，失真度在 0.03%（典型值）的正弦功率信号。
- 2、频率输出从 40Hz~65Hz 任意可调，分辨率 0.002Hz，准确度 0.002Hz。
- 3、A、B 相为一个频率基准，C 相是一个单独的频率基准，因此可以分相变频。
- 4、相位 0~360 度任意可调，可以方便模拟各种供电情况，甚至反送电的情形。
- 5、强劲的带载能力，可以满足容性、感性、阻性负载或者复合类型负载，且负载调整率优于 0.01%RG。
- 6、极佳的温度稳定性，核心器件为温度系数小至 1PPM 的军工级产品，可以在室外的温度环境下保证输出的精度。
- 7、采用 32 位 MCU+DSP 处理器，功能强大灵活。
- 8、工频每周波高达 50000 点的波形捏合，内部信号输出无需滤波器进行平滑滤波，保证了波形的精确输出，使得高次谐波的输出成为可能，也使得系统拥有极佳的谐波失真度指标。
- 9、可通过一个 RS232 方便和 PC 相连，拓展其他功能。
- 10、完善的过流、过压、过热、短路、开路、过载保护。
- 11、硬件 PID，输出几乎无延时，响应极快，负载的改变不会引起输出的丝毫波动，这是竞争厂家无法做到的。
- 12、320\*240 液晶显示，中文菜单，操作简单。
- 13、开放通讯协议，方便二次开发（RTU/FTU/用电管理终端/公变计量终端的出厂自动检定）。
- 14、可带纯容性负载。

## 第三章：主要技术指标

### 第一节：交流电压输出

调节细度：0.01%RG

准确度：优于 0.05%RG

稳定度：优于 0.01%RG/1min

失真度：优于 0.1%（非容性负载）

输出功率：额定每相 25VA

满负载调整率：小于 0.01%RG

满负载调整时间：小于 1mS

输出范围：0V~420V

档位设置：0V~140V、140V~280V、280V~420V

温度漂移：8PPM/°C

长期稳定性：60PPM/年

### 第二节：交流电流输出

调节细度：0.01%RG

准确度：优于 0.05%RG

稳定度：优于 0.01% RG /1min

失真度：优于 0.1%（非容性负载）

输出功率：额定每相 25VA

满负载调整率：小于 0.01%RG

满负载调整时间：小于 1ms

输出范围：0A、1mA~20A

档位设置：0A~0.2A、0.2A~1A、1A~5A、5A~10A、10A~20A

温度漂移：8PPM/°C

长期稳定性：60PPM/年

### 第三节：相位

调节范围：0~359.99 度 分辨率：0.01 度 准确度：0.03 度

## 第四节：频率

调节范围：40Hz~65Hz

分辨率：0.002Hz

准确度：0.002Hz

温度漂移：0.5PPM/°C

长期稳定性：4PPM/年

## 第五节：工作电源

220(±5%) V, AC /50Hz。

## 第六节：体积和重量

体积：420mm×320mm×155mm（长×宽×高）

重量：12kg

单相程控精密测试电源有着非常小的体积和很轻的重量，非常适用于需要频繁移动的现场检测工作。

## 第七节：环境条件

工作温度：0°C~40°C

相对湿度：≤85%

储存条件：-30°C~60°C

单相程控精密测试有着非常高的温度稳定性，可以在非常宽的温度范围内高精度工作，在0°C~40°C的温度范围内保证输出误差不超过量程的万分之五。

# 第四章：主要功能

## 第一节:交流标准源输出

可以输出工频（40Hz~65Hz）频率、相位及幅度可调的高精度电压电流，是非常高精度的可调电压电流源。

单相程控精密测试可以输出非常纯净的正弦电压电流，其失真度不超过0.1%，



典型值为 0.03%。电压电流输出有着非常高的输出稳定度，典型值为 0.003% RD。因此其非常适合用于需要高精度检验校准的工作场合，比如计量部门对于各种电压、电流、功率等电参数表计的检测。

## 第二节：变送器检定

用于电压、电流、功率检定。

## 第三节：通讯功能

用于和 PC 以及其他的主控模块通讯，通讯协议为《程控电源接口协议》。通讯波特率为 38400，无校验、一位停止位。单相程控精密测试电源的所有功能都可以通过

《程控电源接口协议》进行控制，因此非常方便用户进行自定义开发。

## 第四节：谐波输出

对于谐波源可以输出高达 512 次谐波。而单相程控精密测试电源可以准确输出 22 次谐波。输出谐波时不要超出下表所列出的含有率。

电压、电流各档位谐波输出的最大谐波含有率：

电压	最大谐波含有率	电流	最大谐波含有率
100V	20%	0.2A	20%
220V	15%	1A	20%
380V	10%	5A	15%
		10A	10%
		20A	5%

## 第五节：二次开发

用户可以根据《程控电源接口协议》通过通讯口开发出自己需要的各种功能。

## 第六节：组态软件

配有组态软件，可以利用个人电脑很方便地控制标准源的输出。

## 第七节：本地功能

配有 320\*240 液晶和 24 个按键以及旋转编码器，方便现场操作。

异常保护功能：

当功率源发生异常时，比如输出过载或者发生电压短路或者电流开路时功率源可以自动保护切断出现异常的输出相，并在液晶显示上面提示相应的信息，使用者应当确认并排除可能的故障，然后重新输出。

告警信息表：

故障名称	提示信息	可能的原因及排除方法
电压输出过载	Ua 过载, 该相输出已经关闭!	电压输出负载过重超过了功率源正常带载的能力，减小负载后重新输出，如果确认负荷在功率源的额定输出功率以内而源依然告警，那么可以判定为功率源出现了故障。
电流输出过载	Ia 过载, 该相输出已经关闭!	1、电流输出负载过重超过了功率源正常带载的能力，减小负载后重新输出，如果确认负荷在功率源的额定输出功率以内而源依然告警，那么可以判定为功率源出现了故障。 2、电流开路。
标准源输出异常	标准源输出异常, 输出已经关闭!	1、电压短路 2、电流开路 3、功率源故障

## 第五章：使用指南

### 第一节：接线

使用前，首先要接上电源，供电电源为单相工频 220V，通用于国内一般的市电。背板上有电源插座，接上电源后打开电源开关，功率源开始上电工作，上电后功率源处于输出停止状态，操作界面停留在开机主界面上面。然后可以进行负载接线操作，负载接线也可以在上电之前进行。

接线一定要在标准源输出停止的状态下进行，否则容易导致电压短路和电流开路等故障。电压接线严禁对地短路。电流在输出停止的状态下可以进行接线，而不用对标准源断电。电压和电流输出可以有单点连接。注意：电压输出不可短路，电流输出不可开路。

## 第二节：前面板



前面板如图 1 所示。图 1

## 第三节：接线端子说明

名称	含义	备注
Ua(黄)	电压输出正端	
Un(黑)	电压输出公共端	
Ia(红)	A 相电流输出正端	
Ia(黑)	A 相电流输出负端	

## 第四节：界面操作及说明

### 按键说明

- 1) 0~9：用于在输入框里面输入数据；
- 2) 小数点：用于在输入框中输入带小数的数据；
- 3) 10.0% ↑ 键：当操作焦点位于调节滑块上时，可以用来将当前输出值增加额定值的 10%，其余同类的按键以理类推；

- 4) Tab 键：用于顺序切换操作的焦点位置；
- 5) Shift 键：用于在谐波界面更换操作相，在基本量输出界面同时启动电压电流的输出；
- 6) Bak 键：在输入框中删除光标左边的已输入值；
- 7) Esc 键：退回上一个界面, 在主界面上再次按下 ESC 键可关断所有的输出；
- 8) Enter 键：在输入框里面按下 Enter 键将当前数值下发给功率源并输出；在调节滑块上按 Enter 键将切换输出状态，原来处于输出状态则切换到关断状态，反之亦然；
- 9) 方向键：可以移动操作焦点所在位置，当操作焦点处于输入框内时，左右键将移动光标所在位置；
- 10) 旋钮：顺时针旋转旋钮，操作焦点从左到右向下一行一行移动；逆时针旋转旋钮，操作焦点将从右到左向上一行一行移动。在输入框或者调节滑块上面按下旋钮可以切换输出状态。
- 11) L 键：用于快速设定当前输出的功率因数，按一次 L 键功率因素由原来的设定值改变为 0.1C，再按一次改为 1.0，再按一次又改成 0.5L 如此循环。  
注意：在输入框内按下旋钮并不会将输入框的当前值下发给功率源，而是只是切换源的输出状态，输出保持原来的值。

6.2.1 主界面主界面用于选择各个功能单元，有：基本量输出、谐波输出。在主界面上按下旋钮或者 Enter 键，将进入相应的界面。

### 开机主界面

下图（图 2）为单相程控精密测试电源单相标准功率源的开机主界面，主界面上有两个选择按钮：“基本量输出”、“谐波输出”，这两个按钮分别用于选择对应的功能界面。



图 2

### 第五节：基本量操作说明

基本量输出控制界面分成两大部分，第一部分为输出状态的信息，第二部分是操作控制区，可以在这里对当前输出状态进行设定、修改等操作。基本量输出控制界面见图 2。

操作电压电流时可以对电压电流分别进行输出控制。对频率修改不会改变当前电压电流的输出状态。在调节滑块上面修改功率或者功率因数时，如果原来电压电流处于输出状态那么输出立即按修改后的值输出，如果原来电压电流处于关闭状态那么改变将在下次启动输出时生效。在输入框内修改功率或者功率因数那么将立即输出生效。

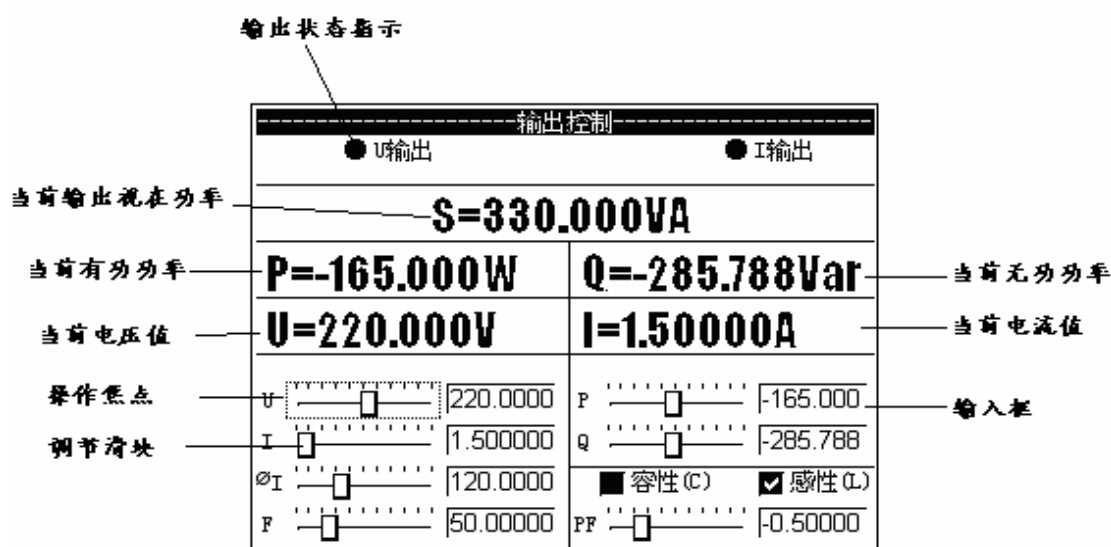


图 3

界面元素说明：（以下名称所指对象请参见图 2）

- 1) 输出状态指示：黑色的指示灯表示当前相正处于输出状态，白色的指示灯表示当前相 没有输出。
- 2) 操作焦点：指示当前操作的对象，操作焦点所在对象外围有虚线框标志，当操作焦点 在输入框内时会有光标指示。
- 3) 输入框：输入框用于输入当前相需要更改成的数据，输入值再按回车（Enter）键后有 效。在输入框内按回车键会将当前相设置为输出状态。在输入框内修改数据并按回车 生效后，系统会自动将光标移动到输入框的第一个字符处，如果因为各种原因输入不 成功则光标会停留在原处不动。
- 4) 调节滑块：用于按照额定值的一定百分比调节对应项的输出值，在单相程 控精密测试电源上默认电压额定值为 500V，电流 10A。
- 5) 当前输出视在功率：显示当前正在输出的视在功率值。
- 6) 当前有功功率：显示正在输出的有功功率  $P$  的值， $P=U \times I \times PF$ 。
- 7) 当前无功功率：显示正在输出的无功功率  $Q$  的值。
- 8) 当前电压值：显示当前正在输出的电压值。
- 9) 当前电流值：显示当前正在输出的电流值。

假设现在要让 U 输出 300V 的电压，可按如下两种方法进行操作：

第一种方法：使用调节滑块调节输出。 开机默认电压为 200V

第一步：使用旋钮或者 TAB 键，或者方向键，将操作焦点移动到 U 标志所在的调节滑 块上。

第二步：然后按 10.0%↑键（也可以使用别的百分比的按键），输出值（可以在输入框 内看到）将向上按额定值（500V）的 10%递增一直到 300。

第三步：按下旋钮或者 Enter 键切换到输出状态。这一步也可以在第二步之前进行。 第二种方法：使用输入框。

第一步：使用旋钮或者 TAB 键，或者方向键，将操作焦点移动到 U 标志所在的调节滑 块右边的输入框内。

第二步：按数值键输入需要输出的电压值 300.0。 第三步：按下回车键，功率源将按照设定值输出 300V 的交流电压。

其他参数的调节和电压的调节方法类似。

源默认电压电流的相位都是 0，因此输出的功率因素为 1。 在电力系统中由于各种感性或容性负载的存在常常会导致线路中的电压和电流不会同时达到最大值，比如负载呈容性那么电流就会先于电压达到最大值， 而呈感性的负载其上的电压会先于电流达到最大值， 这样在同相电压电流之间就 出现了相位差，而这种同相电压电流之间的相位差就称之为相角。单相程控精密测试电源电压电流的任意一相的相位都可以随意设置，因此可以非常方便地模拟实际电力系统中的各种负载情况。

比如：设置  $U=220V$ ， $I=1.5A$ ， $U$  相位为 0 度， $I$  相位为 30 度，那么我们 知道此时电流在相位上超前电压 30 度，也就是电路呈容性，同时可得：

视在功率： $S=220 \times 1.5=330VA$

有功功率： $P=S \times \cos(-30) = 330 \times 0.866=285.788$  瓦

无功功率： $Q=S \times \sin(-30) = 330 \times -0.5=-165$  乏

功率因素： $\cos\varphi = \cos(-30) = 0.866$  应当注意的是，输入框里面的数值并不一定表示当前的输出值，应当看作为预设值。

用户在输入框内输入数据后只有按下回车键才可以确认输出。 功率的计算公式为： $S=UI$   $P=UI\cos\varphi$   $Q=UISin\varphi$

$U$ 、 $I$  为相电压和相电流， $\varphi$  为  $U$ 、 $I$  之间的相位差角。

S: 为视在功率。

P: 有功功率。

Q: 无功功率。

#### 按功率调节输出

在 P、Q 调节输入区域这里，可以直观方便地设置当前的有功功率和无功功率，数值为带正负号的数值。输入的数值自动限制在功率源在当前设定电压下所能输出的最大功率范围内，也就是说系统是在设定的电压不变的前提下调节电流的大小和相位。系统将根据输入的有功和无功的数值自动判断是感性还是容性，并计算当前功率因素和输出的电压电流及其相位等信息。当前相的有功和无功可以同时输入完后再在其中的一个输入框内按回车键确认输入。注意：输出确认正确后光标应当回到输入框的左边第一个字符处，否则为输入不正确，可以再次按确认键来确认输入。

按功率因素调节输出 在这个调节区域内可以在不改变当前电压电流大小的情况下调节当前输出的功率因素，配合感性和容性的选择可以使得用户能够方便的得到当前想要的输出状态。

容性、感性选择框：这两个选择框同一时刻只能选中一个，而且当输出没有无功时两个都不选中。改变容性或者感性选择时，相位的改变总是相对于电压相位的，即总是固定当前的电压相位来调节电流的输出相位。如果原来相应相的电流为输出状态那么改变容性感性选择时，当前相应相的电压电流输出的输出角度立即得到改变；如果原来电流没有输出，那么相位将在下次电流启动输出时得到改变。 功率因素输入框：

功率因素输入的范围为 $-1 \sim +1$ ，系统自动限制输入到有效范围内。输入功率因素后按下确认键，系统将在当前电压电流的设定值下根据设定的功率因素计算相应的有功和无功输出的功率，并计算当前电压电流的相位，同时启动功率源的电压电流输出。

按电压电流相位调节输出 这一部分主要是为了提供给用户当前的电压电流和相位信息，调节电压电流和它们之间的相位虽然是最直接的方法，但是却和思维习惯不合，因为从电压电流和相位到功率及功率因素还要经过运算的过程。不过有些情况下也许需要这样直观的表达，所以这里也提供这样的调节方式，以尽可



能满足用户操作方便的需求。

## 第六节：快捷键使用说明

为了方便在某些场合快捷操作的需要，定义了以下快捷按键。

快捷键作用：

L 快速设定功率因数，连续按 L 键功率因素将在 0.5L 和 1.0 之间循环切换，并且启动电压电流输出。

C 关闭源输出，按下 C 键将立即关闭所有的输出。

A 快速设定电流值，连续按 A 键电流值将按：0.5A、1A、2A、5A、10A、15A、20A 循环切换，在此过程中如果因故停止了电流的输出，那么循环将重新从 0.5A 开始。

Shift 同时启动电压电流，在基本量操作界面按下 Shift 键将按照当前的设定值同时启动电压电流输出。

## 第七节：谐波输出

谐波输出界面用于设置电压电流的谐波输出，首先在基波有效值框内输入基波的大小，再在右边 02 次~22 次输入框输入要叠加的各次谐波含有率，然后将控制焦点调节到启动按钮上按下旋转编码器或者回车键源即启动谐波输出，各次谐波可以叠加在一起，但是电压和电流的谐波含有率不能超过一定的限制，具体可以输出的谐波含有率范围请参见谐波输出章节说明。在此界面里按下 Shift 键可以改变要操作的相。各相输出有效值显示各相输出的包含谐波分量的总有效值，总畸变率显示当前输出相的总畸变率。

注意：各相是否有输出由输出指示灯指示。

谐波输出调节			
<input type="radio"/> U输出	各相输出有效值		<input type="radio"/> I输出
Ua			
Ia			
当前操作相： 按Shift改变	<input checked="" type="checkbox"/> Ua	<input type="checkbox"/> Ia	总畸变率%
基波有效值	02次	09次	16次
	03次	10次	17次
	04次	11次	18次
<input type="button" value="启动"/>	05次	12次	19次
	06次	13次	20次
<input type="button" value="停止"/>	07次	14次	21次
	08次	15次	22次

## 第六章：校准

功率源的长期稳定性是非常优秀的，出厂时已经使用高精度测量仪表进行精心校准了。如果经过长时间的运行发现精度有偏离，而如果用户对于精度的要求又非常苛刻的话那么可以对功率源进行软件校准，要校准功率源，用户必须要有高精度的测量仪表（0.02 级以上），或者送到权威部门进行校准。

如非必要，我们不建议用户自己进行校准，因为校准过程相对复杂，很容易因为操作错误而导致功率源输出不准。

### 第一节：校准原理

#### 1、幅度单折率校准原理

设设定值为  $Set(t)$ ，输出值为  $Out(t)$ ，标准表的测量值为  $Real(t)$ ，

原校准系数为  $K1$ ，

现在校准系数为： $K2$

则有

$$Out(t) = K1 * Set(t)$$

$$K2 = Out(t) / Real(t);$$

$$= Set(t) * K1 / Real(t); (1-2)$$

如此经过反复多次的校准，最终  $K1 == K2$ ；

\*如果需要详细的校准流程，请致电我司技术服务部。