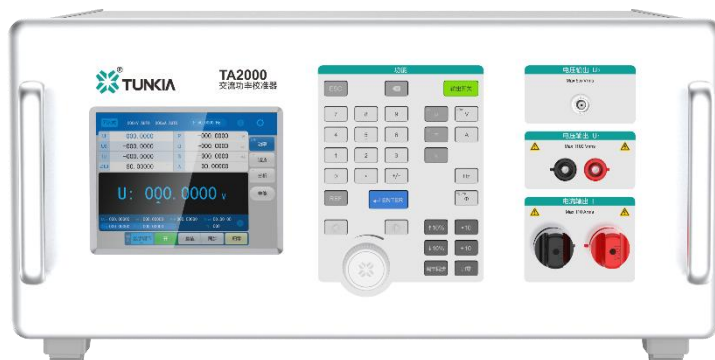


# TA2000 交流功率校准器 V1.1



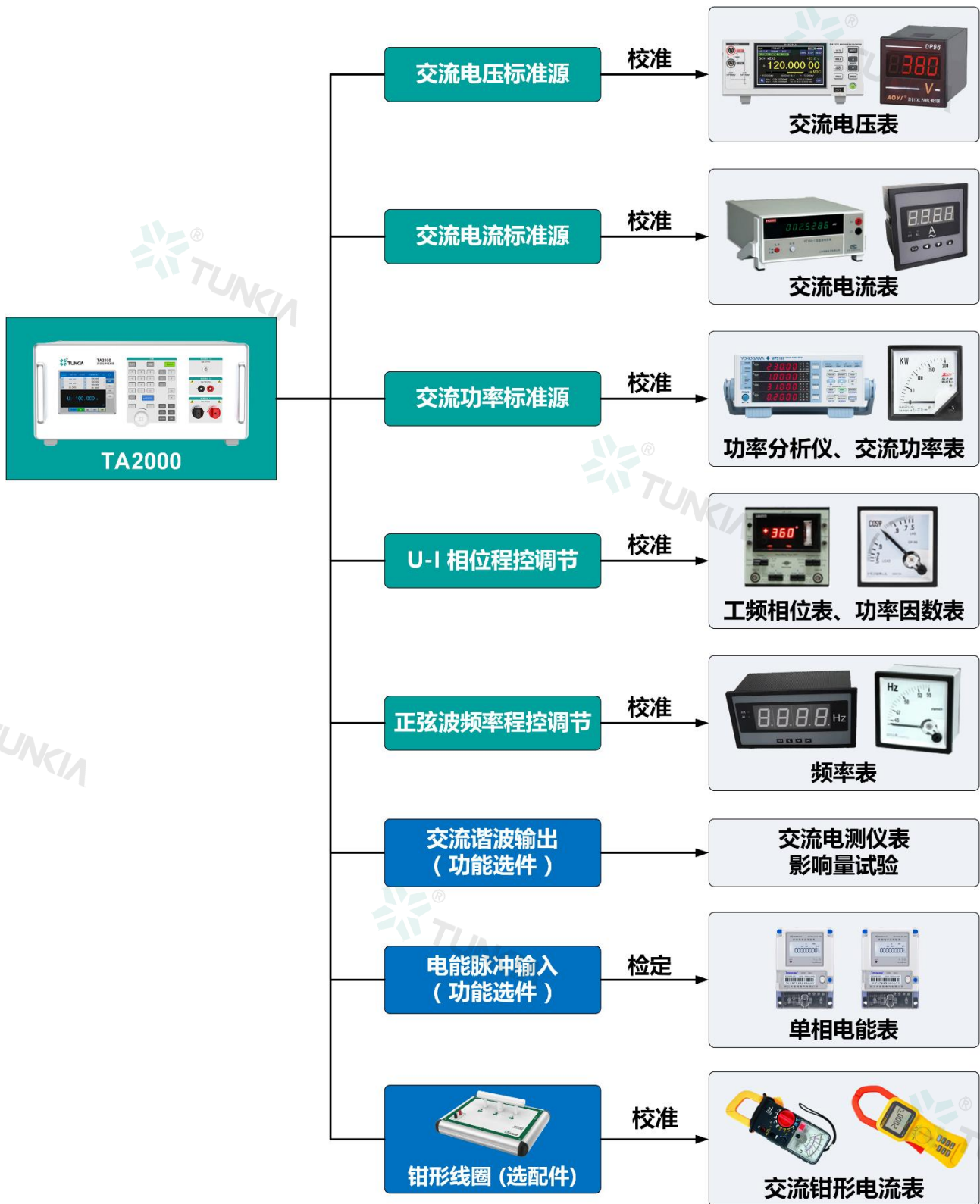
## 1. 概述

TA2000 是一款宽范围、高精度交流功率校准器，可输出交流电压、交流电流及交流功率标准源信号，具有辅助电压输出功能，并提供谐波功能选件，非常适合校准经电流传感器接入的交流功率分析仪和功率表。TA2000 的电能功能选件亦可用于检测单相交流电能表。

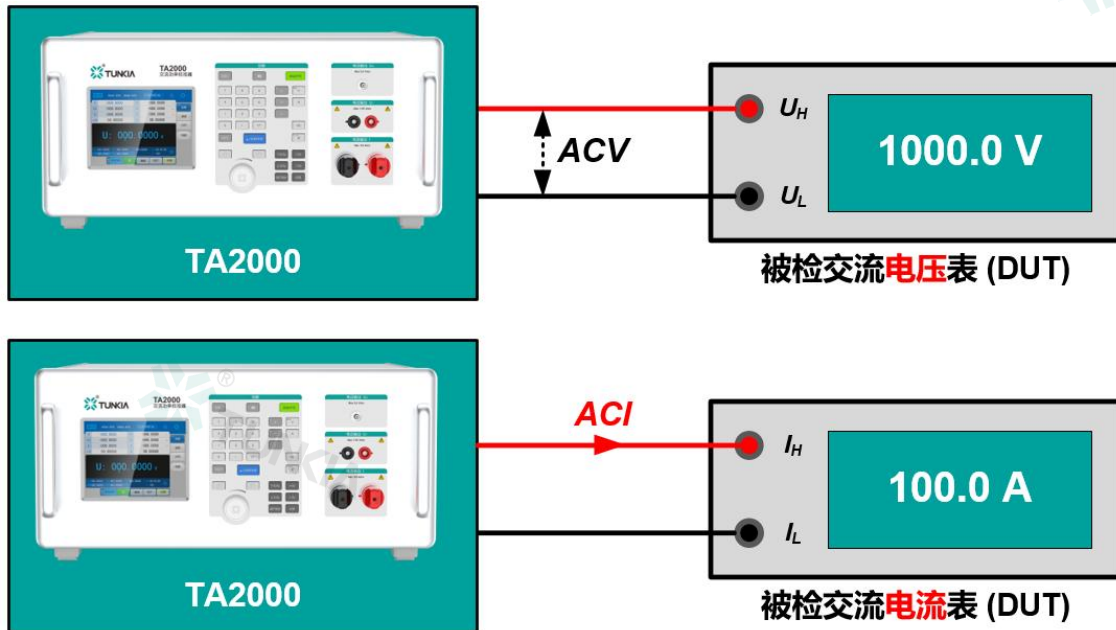
## 2. 产品特征

- ACV 输出：0.3 V ~ 1100 V
- ACI 输出：0.3 mA ~ 110 A
- AUX 输出：0.5 mV ~ 5.5 V
- F：40 Hz ~ 70 Hz（1500 Hz 选件）
- 最小分辨率：电压 10  $\mu$ V、电流 10 nA
- 电压/电流准确度：0.02 级/0.05 级
- 相位准确度： $\pm 0.01^\circ$  /  $\pm 0.02^\circ$
- 负载能力：电压 40 VA、电流 120 VA
- 调节细度：0.001%
- 失真度：<0.5%
- 谐波电压/电流输出（选型）
- 交流电能检测（选型）

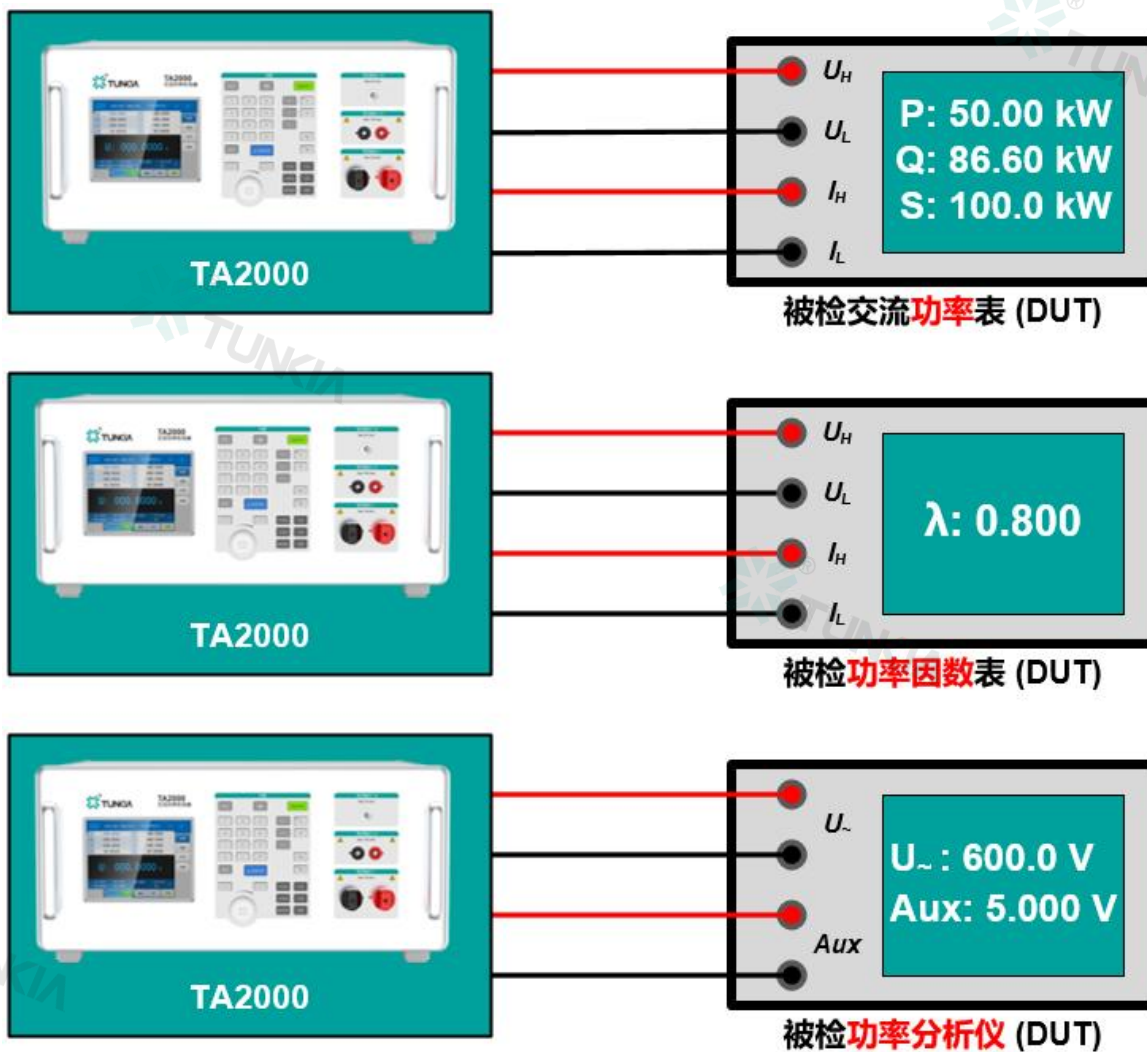
### 3. 主要应用



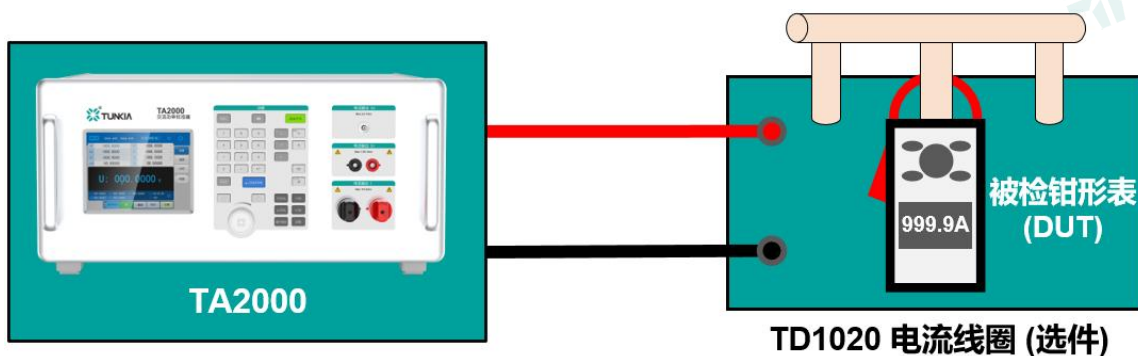
## ☆ 校准交流电测仪表



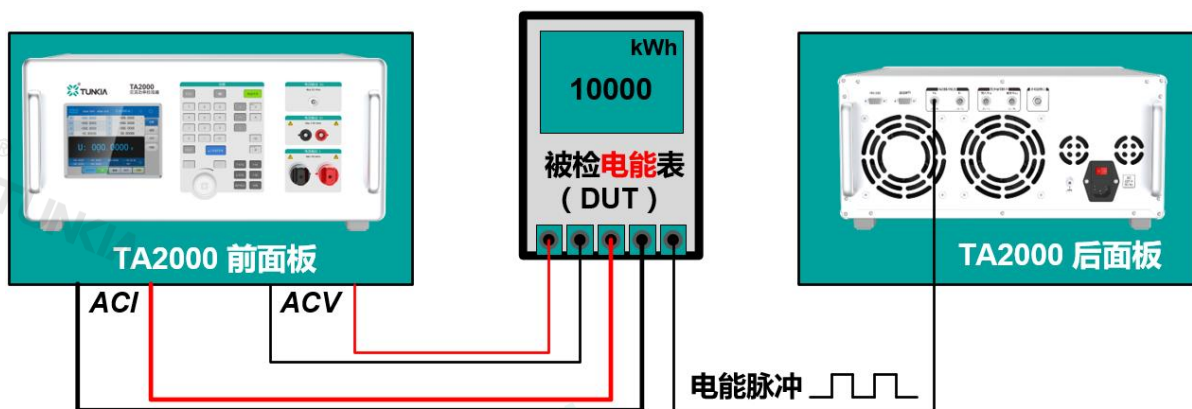
- 交流电压标准源 (ACV) 输出范围: 0.3 V ~ 1100 V @ 40 Hz ~ 70 Hz, 300 V@1.5 kHz
- 交流电流标准源 (ACI) 输出范围: 0.3 mA ~ 100 A @ 40 Hz ~ 70 Hz, 50 A@1.5 kHz
- **0.02 级规格仪器:** 适用于校准 0.1 级及以下的交流电压表、电流表
- **0.05 级规格仪器:** 适用于校准 0.2 级及以下的交流电压表、电流表。
- 注: 标准配置最高频率为 70 Hz; 最高频率 1.5 kHz 为功能选件。

**☆ 校准交流功率仪表**


- **应用场景 1:** 由交流电压(ACV)、电流(ACI)独立输出且相位可调组成的虚功率标准源, 适用于校准常规的 U-I 输入方式的单相交流功率表。
- **应用场景 2:** 由交流电压(ACV)、小信号电压(AUX)独立输出且相位可调组成虚功率标准源, 适用于校准具有的电流传感器输入方式的单相功率分析仪。
- **0.02 级规格仪器:** 可用于校准 0.1 级及以下的有功功率表、无功功率表、视在功率表、工频相位表、功率因数表、功率分析仪。
- **0.05 级规格仪器:** 可用于校准 0.2 级及以下的有功功率表、无功功率表、视在功率表、工频相位表、功率因数表、功率分析仪。

**☆ 校准交流钳形电流表（选配件）**


- 用户可选配 TD1020 电流线圈（50 匝），通入 20 A 的交流标准电流，可实现最大 1000 At 的等效电流输出，适用于校准 1 级及以下的较低精度等级的交流钳形电流表或电流夹。
- 如需校准更高精度的钳形电流表，可选择天恒测控的 TD1040 或 TD1050A 等钳形电流表校准装置产品。

**☆ 检测单相电能表（功能选件）**


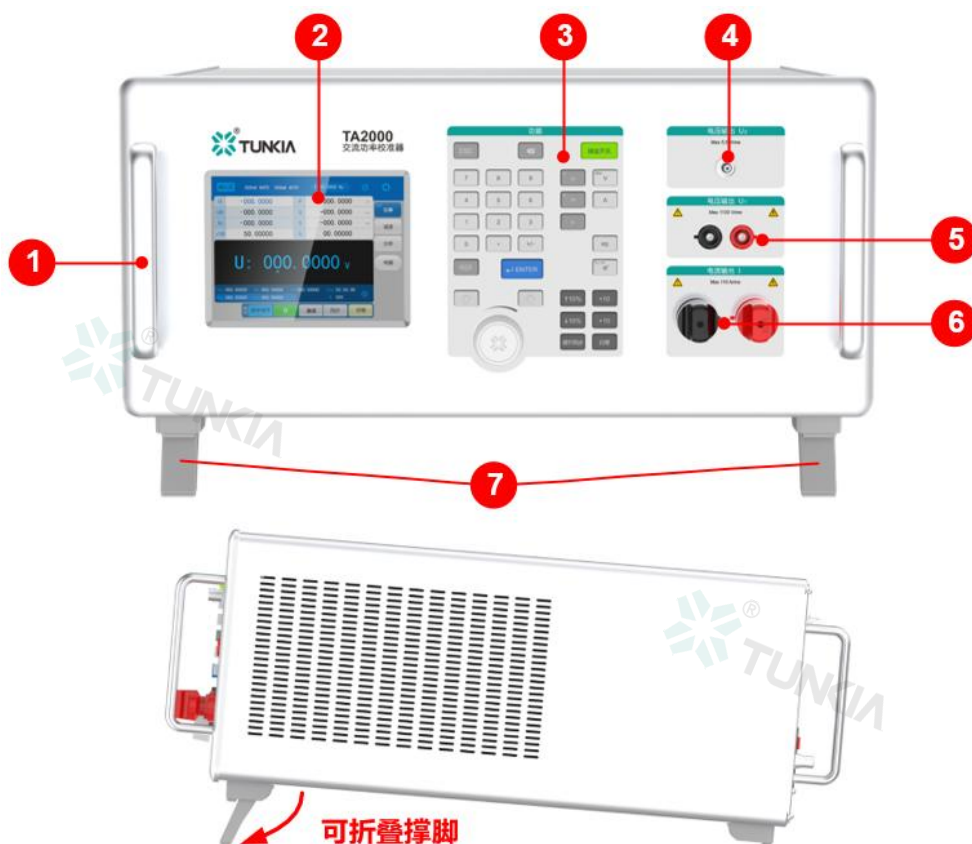
- 可选标准电能计量模块，具有电能脉冲信号输入/输出功能。
- 配合单相标准功率源的输出功能，用于检测单块单相交流电能表。

#### 4. 参考标准

分类	标准名称
国家标准	GB/T 15637-2012 数字多用表校准仪通用规范
计量法规	JJF 1075-2015 钳形电流表校准规范
	JJF 1284-2011 交直流电表校验仪校准规范
	JJG 124-2005 电流表、电压表、功率表及电阻表检定规程
军工标准	JJG (军工) 68-2019 交流数字电流表检定规程
	JJG (军工) 70-2020 交流标准电流源检定规程
	JJG (军工) 71-2017 交流标准电压源检定规程
	JJG (军工) 72-2020 交流数字电压表检定规程

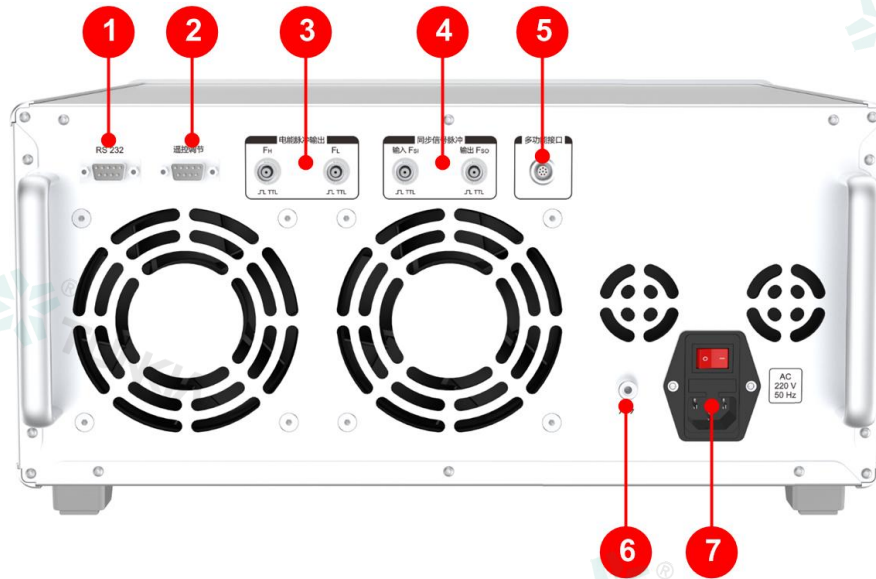
## 5. 仪器外观

### ☆ 仪器前面板



序号	功能说明
①	仪器提手：前后面板各有一对，方便用户搬运仪器。
②	液晶触摸彩屏：多电量直观显示，可触摸操作，大大提升仪器的易用性。
③	按键操作面板：多种量值输入和调节模式，极大的提升仪器的操作便捷性。
④	辅助电压输出端子（AUX）：采用 BNC 头输出，最大 5.5 V <sub>rms</sub> 。
⑤	电压输出端子（ACV）：采用保护式接线柱，防止人员误操作导致高电压危险。
⑥	电流输出端子（ACI）：可接Φ4 枪插或 U 型插片，最大支持 110 A <sub>rms</sub> 的电流。
⑦	可折叠撑脚：将仪器略微抬高一定角度，以获得最佳的操作与读数视角。

## ☆ 仪器后面板

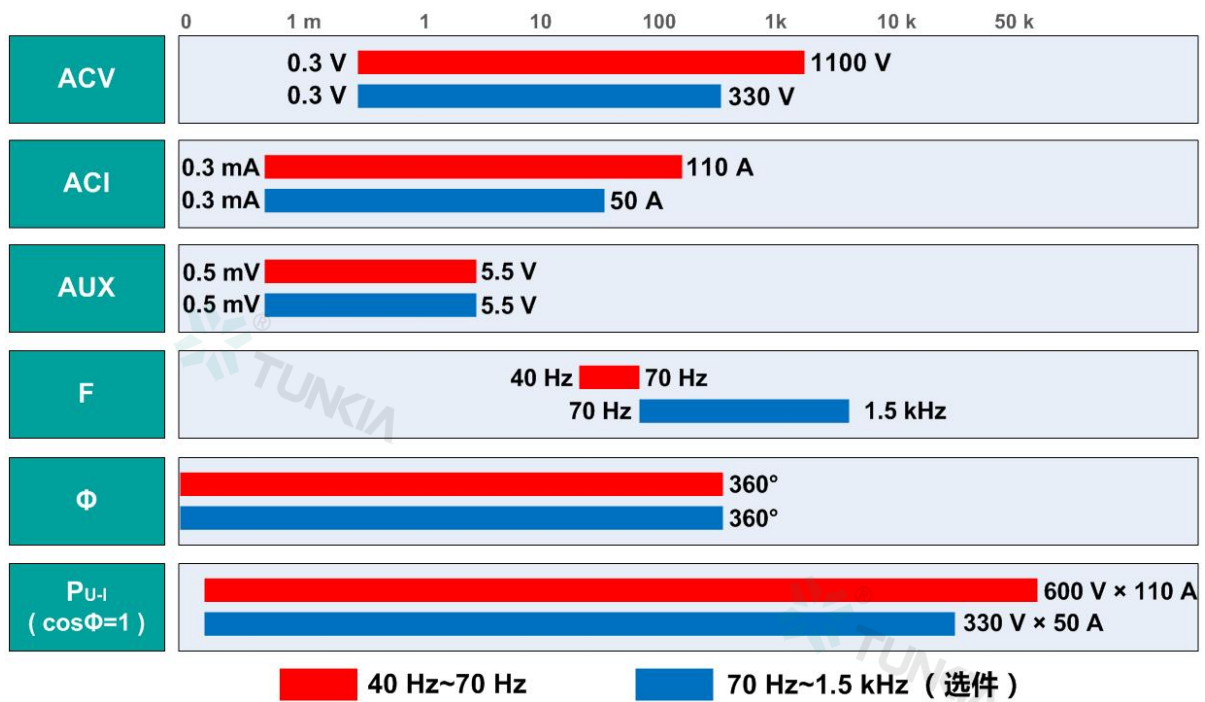


序号	功能说明
1	<b>RS232 接口：</b> 可连接至计算机，方便用户编程控制功率校准器的输出。
2	<b>遥控调节箱接口：</b> 通过控制电缆连接遥控调节箱（选件）。
3	<b>电能脉冲输出接口：</b> 分为高频和低频输出接口，输出信号类型为 TTL 电平(选件)。
4	<b>同步信号脉冲接口：</b> 包含同步输入和同步输出接口。
5	<b>多功能接口：</b> 用于检定交流电能表。
6	<b>机壳地接口：</b> 仪器工作前应进行接地操作，以保障用电安全。
7	<b>电源开关和接口：</b> 船型开关、带保险管的 AC 220V 电源输入接口。



## 6. 功能特点

### ☆ 宽输出范围



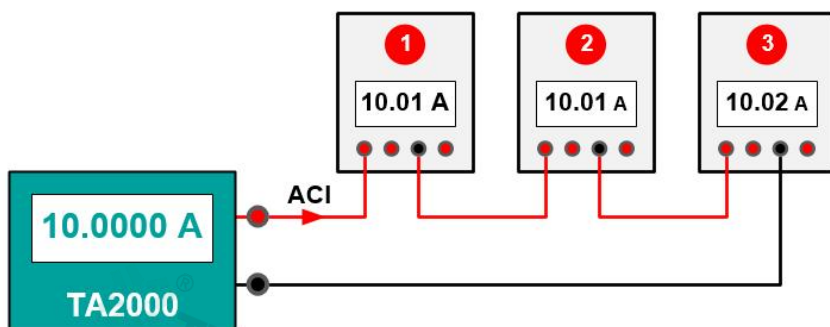
- 宽范围输出的能力可覆盖常用的单相交流电测量仪表的校准。

### ☆ 操作便捷



- **大尺寸触摸屏**：全彩且屏幕亮度高、画质清晰，支持触摸操作，功能全面、简单快捷。
- **数字程控按键**：可实现定点输出、旋转编码器、步进调节多种输入方式，操作方便快捷。
- **前面板接线**：电压、电流均采用对接线端子，一次接线即可应对轻松应对校准工作。
- **方案价值**：这种组合操作方式，有效地提升了操作的便捷性，以适应多样化的应用场景。

## ☆ 高负载能力



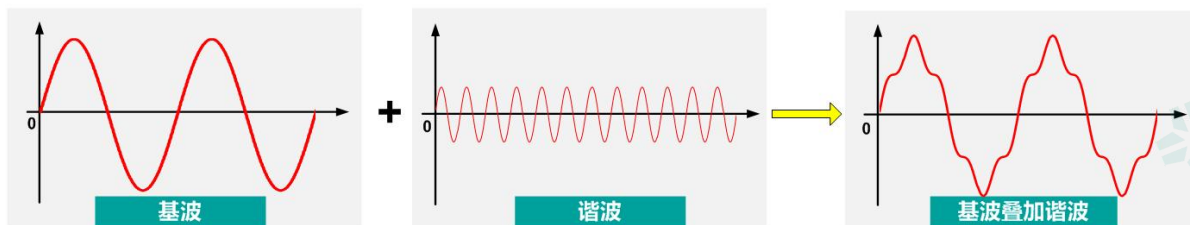
图(a) 支持同时校准多块数字表



图(b) 指针式模拟表

- TA2000 的电压和电流标准源均具有较强的驱动能力，确保仪器在接入较大的负载时，仍能保持高精度和高稳定的恒压或恒流输出，能覆盖模拟指针式仪表的校准。
- 较强的输出负载能力也能实现同时校准多块数字式交流仪表。  
(注：具体数量与被检表的负载大小有关)

## ☆ 谐波输出（选件）



- **方案特点：**TA2000 具有谐波输出功能，电压或电流均叠加 2~31 次谐波 @ 50 Hz，支持独立设置各次谐波的幅值和相位。当设定完成后，可以查看信号输出波形和频谱图。

## ☆ 多种量值输出与调节方式



图(a) 操作台数字按键

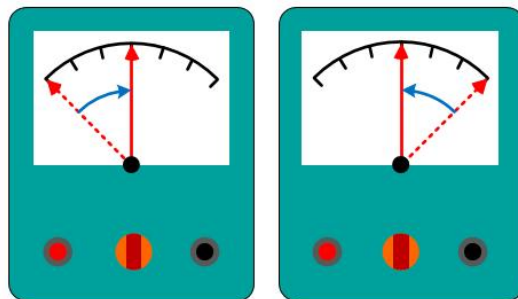


图(b) 触摸屏量值输出界面

- 仪器具有“**定点输出**”方式，通过操作台的数字按键或者点击触摸屏，直接设置所需输出的量值，仪器将全自动切换至最佳量程输出，使得校准数字式仪表变得非常方便。
- 特别是在设定交流功率输出时，直接同时输入电压电流幅值、频率和相位角即可（如上图 b 所示），使用十分便捷。

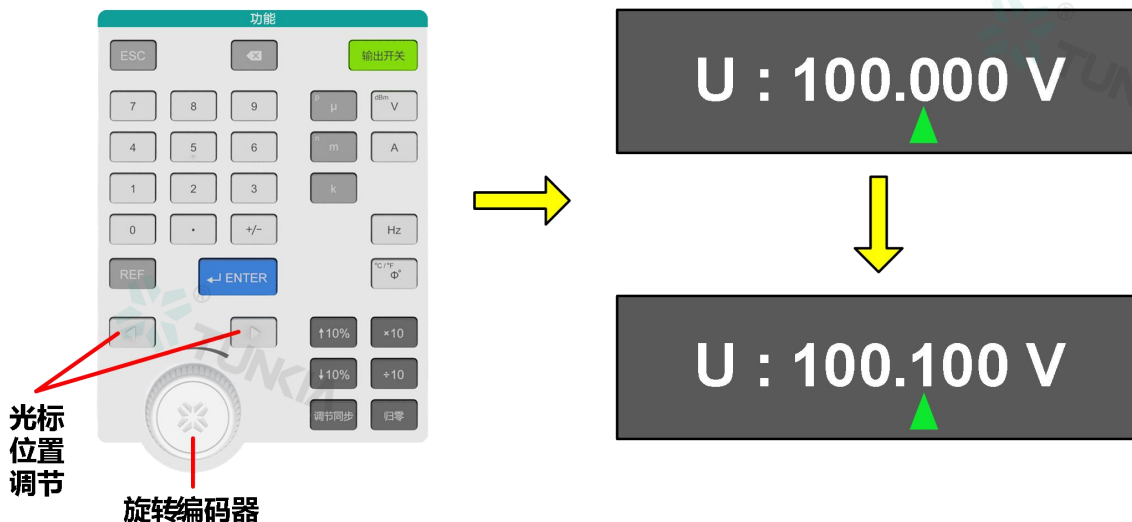


遥控调节箱 (选件)

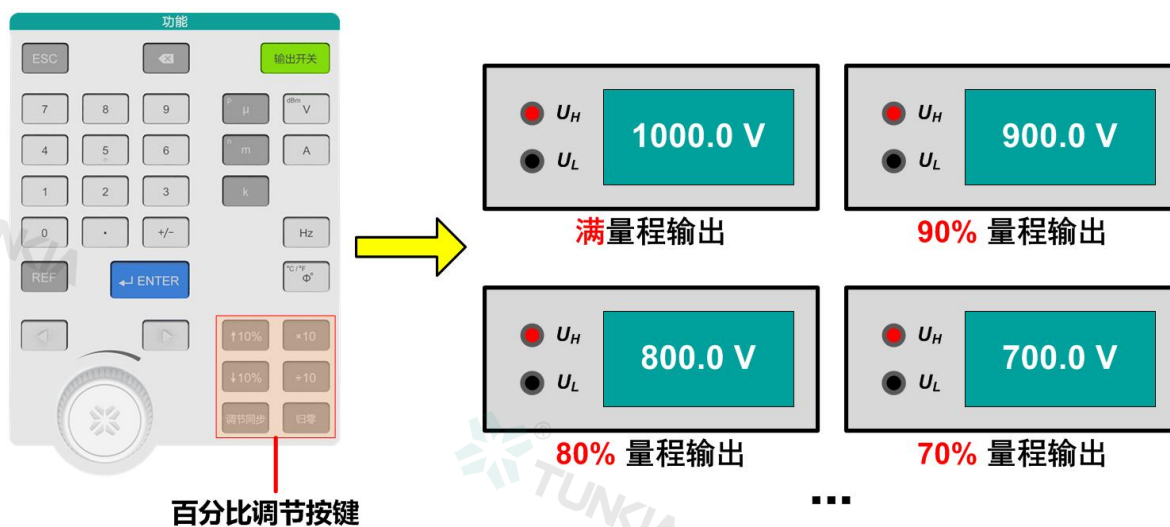

 方便校准模拟表**升降变差**

- 检定模拟指针式通常需要逐刻度地进行检定，特别是“升降变差”（即被检点的上升和下降引起的变化），需要调节源的输出使被检表的指示器对齐到该被检点的分度线上。
- 使用数字定点输出的方式来调节标准源的输出实现对齐刻度是相对不便的。
- 为此我们为用户提供了**遥控调节箱（选配件）**，通过粗调—细调的操作，能迅速将输出调节至与被检表刻度对齐，非常方便完成模拟表的检定。特别是当需要考虑到移动时的摩擦或迟滞效应时，此功能尤其有用。

☆ 多种量值输出与调节方式

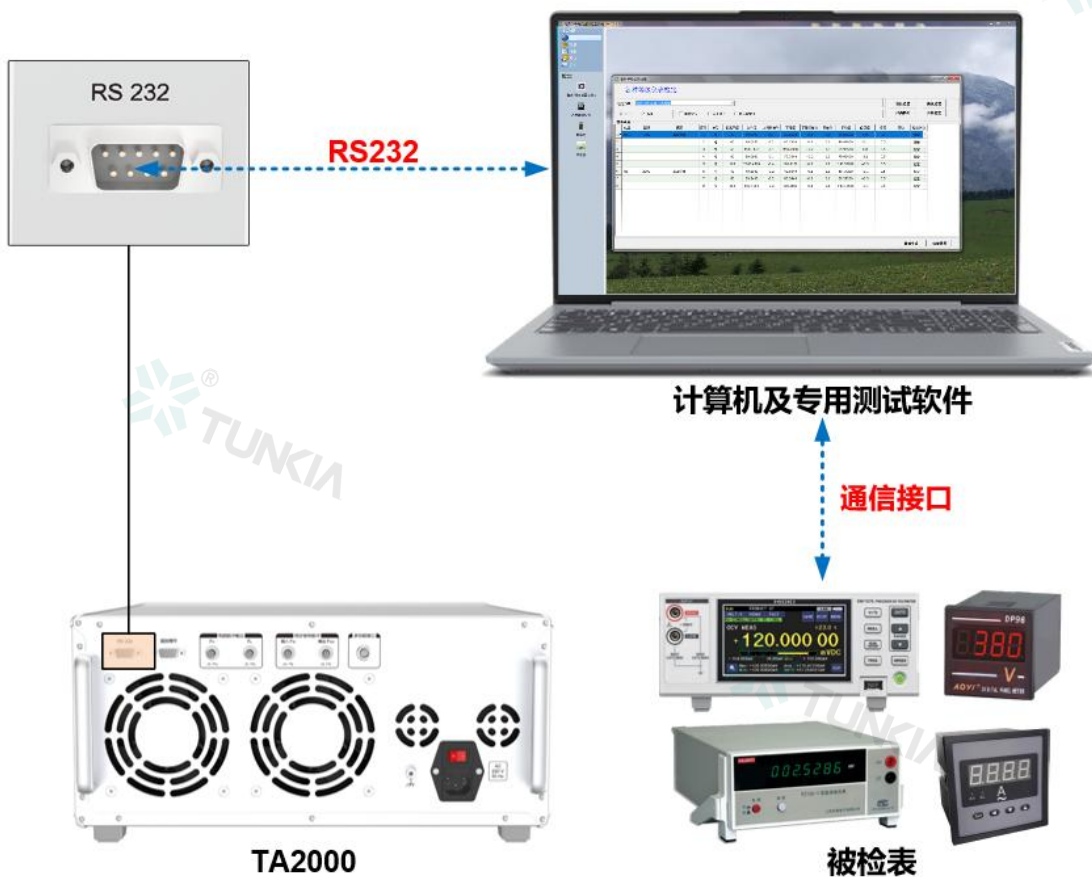


- 仪器前面板上配置了“**旋转编码器**”，点击左右方向键调节光标位置后，再通过顺时针或逆时针旋转来增大或减小量值输出。



- 校准电测量仪表时，通常需要按被检表各量程的 10% 的倍数比例选取校准点。
- 用户可通过本仪器前面板的“**百分比调节按键**”轻松实现被检表校准点的选取。

## ☆ 专用测试软件（选件）



- 功率类仪器仪表的计量校准工作量是巨大的，校准项目和校准点众多，涉及到的计量标准也较为繁杂，而传统方式采用人工手动计量的人为干扰因素较大，校准结果可靠性不够高，计量校准效率较低。
- 用户可选配由天恒测控自主开发的专用校准软件，参考 JJF 1587-2016、JJG 124-2005 等规程规范中的测试项目，软件协议库适配多种规格的被测仪表，支持被检设备的全自动或半自动校准，原始数据记录、分析、管理及定制模板报告导出。相较于传统手动校准具有明显优势，有效解决人工手动校准的各种不便，显著提高工作效率。  
(注：全自动校准时，被检设备应具备通信功能，并开放通信协议，可实现数据的读取)
- 可根据客户需求进行软件功能定制，支持添加新规程测试需求的后续软件升级。

## 7. 主要技术规格

### 7.1 交流电压输出

量程	频率 [1]	分辨力	输出范围	最大负载电流
3 V	40 Hz ~ 70 Hz	10 $\mu$ V	0.30000 V ~ 3.30000 V	500 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
10 V	40 Hz ~ 70 Hz	100 $\mu$ V	1.0000 V ~ 11.0000 V	500 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
30 V	40 Hz ~ 70 Hz	100 $\mu$ V	3.0000 V ~ 33.0000 V	500 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
100 V	40 Hz ~ 70 Hz	1 mV	10.000 V ~ 110.000 V	350 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
300 V	40 Hz ~ 70 Hz	1 mV	30.000 V ~ 330.000 V	120 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
600 V	40 Hz ~ 70 Hz	1 mV	60.000 V ~ 660.000 V	50 mA
1000 V	40 Hz ~ 70 Hz	10 mV	100.00 V ~ 1100.00 V	40 mA

注：[1] 70 Hz ~ 1500 Hz 频率输出范围为选件。

- 调节细度：0.001%\*RG，6 位十进制显示
- 保护功能：短路保护、过载保护、温度保护

量程	频率	短期稳定度 (%*RG/min)		测量不确定度(k=2) (ppm*RD + ppm*RG) [1]		失真度 (%)
		0.05级	0.02级	0.05级	0.02级	
3 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
10 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
30 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
100 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
300 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
600 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
1000 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5

注: [1] RD 为读数, RG 为量程值, 下同。

## 7.2 交流电流输出

量程	频率 [1]	分辨力	输出范围	最大负载电压
3 mA	40 Hz ~ 70 Hz	10 nA	0.30000 mA ~ 3.30000 mA	50 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
10 mA	40 Hz ~ 70 Hz	100 nA	1.0000 mA ~ 11.0000 mA	50 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
30 mA	40 Hz ~ 70 Hz	100 nA	3.0000 mA ~ 33.0000 mA	50 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
100 mA	40 Hz ~ 70 Hz	1 μA	10.000 mA ~ 100.000 mA	50 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
300 mA	40 Hz ~ 70 Hz	1 μA	30.000 mA ~ 330.000 mA	50 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
1 A	40 Hz ~ 70 Hz	10 μA	0.10000 A ~ 1.10000 A	50 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
3 A	40 Hz ~ 70 Hz	10 μA	0.30000 A ~ 3.30000 A	30 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
10 A	40 Hz ~ 70 Hz	100 μA	1.0000 A ~ 10.0000 A	6 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
30 A	40 Hz ~ 70 Hz	100 μA	3.0000 A ~ 33.0000 A	2.5 V
	70 Hz ~ 1500 Hz			
100 A	40 Hz ~ 70 Hz	1 mA	10.000 A ~ 110.000 A	1.2 V
	70 Hz ~ 1500 Hz		10.000 A ~ 50.000 A	

注：[1] 70 Hz ~ 1500 Hz 频率输出范围为选件。

- 输出范围：0.3 mA ~ 110 A @ 40 Hz ~ 70 Hz; 0.3 mA ~ 50 A @ 70 Hz ~ 1.5 kHz
- 调节细度：0.001%\*RG，6位十进制显示
- 保护功能：开路保护、过载保护、温度保护



量程	频率	短期稳定度 (%*RG/min)		测量不确定度(k=2) (ppm*RD + ppm*RG)		失真度 (%)
		0.05级	0.02级	0.05级	0.02级	
3 mA	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
10 mA	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
30 mA	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
100 mA	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
300 mA	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
1 A	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
3 A	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
10 A	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
30 A	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
100 A	40 Hz ~ 70 Hz	0.01	0.005	300 + 200	120 + 80	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0

## 7.3 交流小电压输出

量程	频率 [1]	分辨力	输出范围	最大负载电流
5 mV	40 Hz ~ 70 Hz	10 nV	0.50000 mV ~ 5.50000 mV	10 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
20 mV	40 Hz ~ 70 Hz	100 nV	2.0000 mV ~ 22.0000 mV	10 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
50 mV	40 Hz ~ 70 Hz	100 nV	5.0000 mV ~ 55.0000 mV	10 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
200 mV	40 Hz ~ 70 Hz	1 μV	20.000 mV ~ 220.000 mV	10 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
500 mV	40 Hz ~ 70 Hz	1 μV	50.000 mV ~ 550.000 mV	10 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
2 V	40 Hz ~ 70 Hz	10 μV	0.20000 V ~ 2.20000 V	10 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			
5 V	40 Hz ~ 70 Hz	10 μV	0.50000 V ~ 5.50000 V	10 mA
	70 Hz ~ 1500 Hz			

注：[1] 70 Hz ~ 1500 Hz 频率输出范围为选件。

- 调节细度：0.001%\*RG，6 位十进制显示
- 保护功能：短路保护、过载保护
- 备注：该输出应用于功率分析仪的传感器小信号输入

量程	频率	短期稳定度 (%*RG/min)		测量不确定度(k=2) (ppm*RD+μV)		失真度 (%)
		0.05级	0.02级	0.05级	0.02级	
5 mV	40 Hz ~ 70 Hz	0.5	0.2	300 + 20	120 + 10	<1.0
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
20 mV	40 Hz ~ 70 Hz	0.1	0.05	300 + 20	120 + 10	<1.0
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
50 mV	40 Hz ~ 70 Hz	0.05	0.02	300 + 20	120 + 10	<1.0
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
200 mV	40 Hz ~ 70 Hz	0.05	0.02	300 + 100	120 + 60	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
500 mV	40 Hz ~ 70 Hz	0.05	0.02	300 + 100	120 + 60	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
2 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.02	0.01	300 + 400	120 + 150	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0
5 V	40 Hz ~ 70 Hz	0.02	0.01	300 + 1000	120 + 400	<0.5
	70 Hz ~ 1500 Hz					<1.0

注: [1] RD 为读数值, RG 为量程值, 下同。

#### 7.4 正弦波频率输出

调节范围	分辨力	测量不确定度(k=2)	
		0.05级	0.02级
40.0001 Hz ~ 99.9999 Hz	0.0001 Hz	0.02%	0.01%
100.000 Hz ~ 999.999 Hz	0.001 Hz	0.02%	0.01%
1000.00 Hz ~ 1500.00 Hz	0.01 Hz	0.02%	0.01%

## 7.5 交流功率输出

频率范围 (f)	电压范围 (U)	电流范围 (I)	小电压范围 (Aux)	相位范围 (φ)	功率因数范围 (λ)
40 Hz ~ 70 Hz	0.3 V ~ 600 V	0.3 mA ~ 110 A	0.5 mV ~ 5.5 V	0°~360°	-1~0~1
70 Hz ~ 1500 Hz	0.3 V ~ 330 V	0.3 mA ~ 50 A	0.5 mV ~ 5.5 V	0°~360°	-1~0~1

注：[1] 有功功率 $|\sin\varphi|\geq 0.5$ ，无功功率 $|\cos\varphi|\geq 0.5$ ；

[2] 更精确的功率测量不确定度技术指标，以及在其它功率因数下的功率测量不确定度，请参照计算

公式： $U_p = \sqrt{U_U^2 + U_I^2 + U_\lambda^2}$ ，其中 $U_U$ 是电压测量不确定度， $U_I$ 是电流测量不确定度， $U_\lambda$ 是功率因数测量不确定度。

## 7.6 相位和功率因数调节

相位		功率因数	测量不确定度(k=2)			
			相位		功率因数	
WATTS	VARS	$\lambda = \cos\varphi$	0.05 级	0.02 级	0.05 级	0.02 级
0°	90°	1.00000	0.02°	0.01°	0.000%	0.000%
10°	80°	0.98481	0.02°	0.01°	0.006%	0.003%
20°	70°	0.93969	0.02°	0.01°	0.013%	0.006%
30°	60°	0.86603	0.02°	0.01°	0.020%	0.010%
40°	50°	0.76604	0.02°	0.01°	0.029%	0.015%
50°	40°	0.64279	0.02°	0.01°	0.042%	0.021%
60°	30°	0.50000	0.02°	0.01°	0.060%	0.030%
70°	30°	0.34202	0.02°	0.01°	0.096%	0.048%
80°	10°	0.17365	0.02°	0.01°	0.198%	0.099%
90°	0°	0.00000	—	—	—	—

● [1] 相位调节范围：0.000°~359.999°，调节细度：0.005°

● [2] 功率因数调节范围：-1 ~ 0 ~ 1，调节细度：0.000 1

● [3] 其它功率因数不确定度计算公式： $U_\lambda = [1 - \cos(\varphi + \Delta\varphi) / \cos\varphi] \times 100\%$

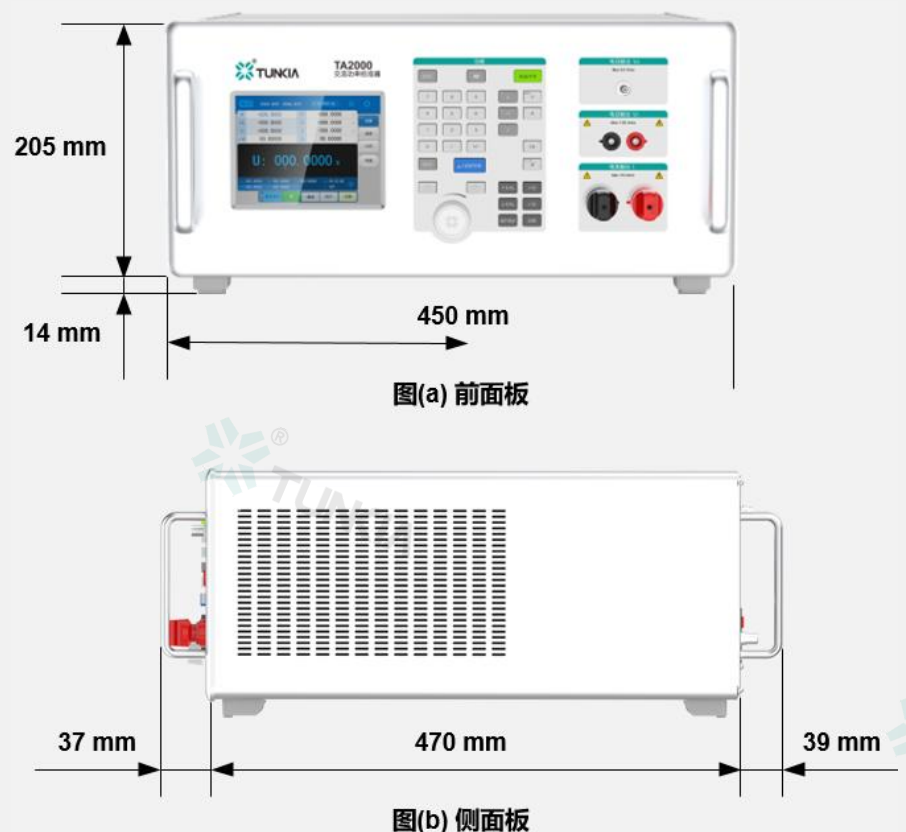
## 7.7 谐波输出（选型）

- 谐波输出：电压或电流均可设置
- 谐波次序：第 2~31 次
- 谐波幅度：0~40%
- 谐波相位：0.0° ~ 359.9°可调

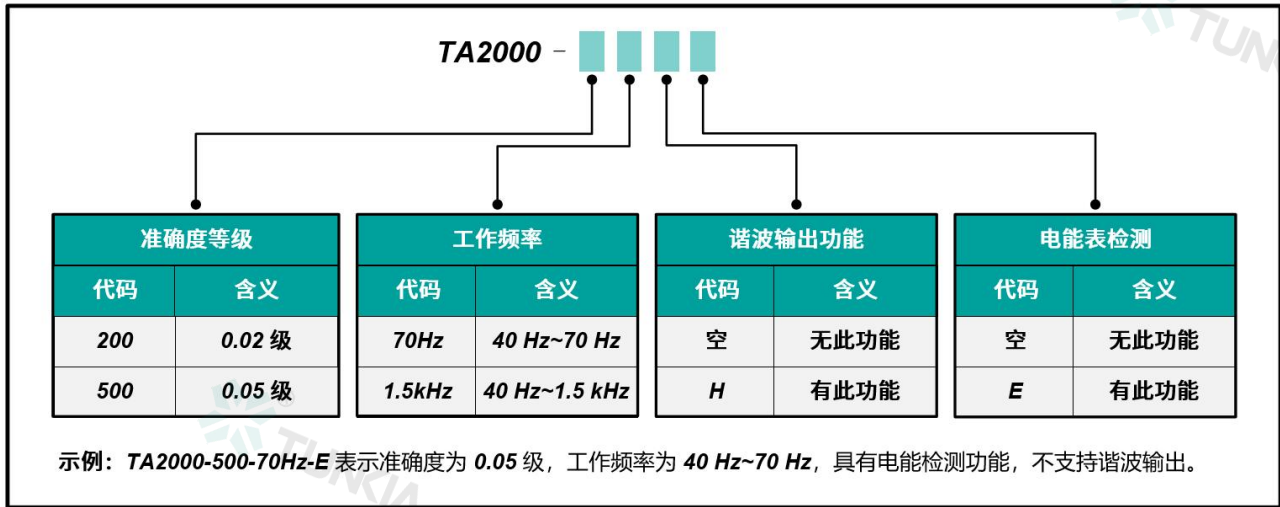
## 7.8 电能检测（选型）

- 标准电能脉冲输出：高频满量程值对应 60 kHz，低频满量程值对应 6 Hz
- 标准电能脉冲输入：频率  $\leq 200$  kHz，电压幅值：0...3.3 V...24 V

## 8. 一般技术规格

供电电源	AC (220±22) V, (50±2) Hz
最大功耗	600 VA
预热时间	30 分钟
温度性能	工作温度: 0°C~40°C 校准温度: 18°C~28°C 储存温度: -20°C~70°C
湿度性能	工作湿度: <80% @ 30°C, <70% @ 40°C 储存湿度: (20%~80%) R·H, 不结露
海拔高度	<3000 m
通讯接口	RS232 接口
外形尺寸	450 mm (W) × 470 mm (D) × 205 mm (H), 不含把手和撑脚。
	 <p>图(a) 前面板</p> <p>图(b) 侧面板</p>
整机质量	约 30.5 kg

## 9. 选型指南



## 10. 配件清单

序号	图片	名称	规格	数量	备注
1		电压测试导线	1.5m / 2.1mm <sup>2</sup> / Φ4-Φ4 枪插	红黑各 2 根	标配件
2		电流测试导线	1.5m / 8mm <sup>2</sup> / Φ4-Φ4 枪插	红黑各 1 根	标配件
3		电流测试导线	1.5m/25mm <sup>2</sup> 100A/Φ12 插片	红黑各 1 根	标配件
4		电流短接导线	0.18m / 1.6mm <sup>2</sup> / Φ4-Φ4 枪插	红黑各 1 根	标配件
5		鳄鱼夹	全护套 / Φ4 插孔	红黑各 2 个	标配件
6		插针转接头	Φ2*18mm / Φ4 插孔	红黑各 2 个	标配件
7		U 型插片	Φ8 薄插片 / Φ4 插孔	红黑各 3 个	标配件
8		辅助电压测试导线	1.5m/BNC 公头--Φ4 枪插	1 根	标配件
9		电源线	AC 220V、10A	1 根	标配件
10		包装箱	铝合金	1 个	标配件



序号	图片	名称	规格	数量	备注
1		电能脉冲输出线	BNC 高频公头--鳄鱼夹	1 根	电能功能选配件

注：用户在订货合同中注明功能选型，则发货时默认配备对应功能的配件。

如：TA2000-2001 具有电能功能，则发货清单中包含脉冲输出线。

序号	图片	名称	规格	数量	备注
1		遥控调节器	四端钮调节	1 个	遥控调节箱
2		遥控调节线	1.5m / RS232 线 / 公头-公头	1 根	选配件
3		电流线圈	20 A / 50 T	1 个	钳形表校准
4		电流测试导线	1.5m / 16mm <sup>2</sup> / $\Phi$ 12- $\Phi$ 12 插片	红黑各 1 根	选配件
5		校准软件	U 盘	1 套	软件选配件
6		通讯线	1.8m / USB 转 RS232(DB9 母座)	1 根	

注：以上配件需要单独购买，并在订货合同中注明。