

AnyWay®

WP4000 变频功率分析仪

用户手册

V15.09

 **银河电气**
YINHE ELECTRIC

感谢您使用 WP4000 变频功率分析仪

本手册为湖南银河电气有限公司产品 WP4000 变频功率分析仪的用户手册，本手册为用户提供安装调试、操作使用及日常维护的有关注意事项，在安装、使用前请仔细阅读。本手册随产品一起提供，请妥善保管、以备查阅和维护使用。

声明

我们非常认真的整理此手册，但我们对本手册的内容不保证完全正确。因为我们的产品一直在持续的改良及更新，故我方保留随时修改本手册的内容而不另行通知的权利。同时我们对不正确使用本手册所包含内容而导致的直接、间接、有意、无意的损坏及隐患概不负责。

安全操作知识



严禁在带电的情况去触碰变频功率传感器，严禁在带电的情况将变频功率传感器直接与任何导电体直接接触。

- ◆ 产品使用前，请您务必仔细阅读用户手册。
- ◆ 为保证测量稳定性和测量精度，产品应预热 0.5 小时后再进行测量；220V 电源插座地线须可靠接地。
- ◆ 传感器安装柜必须可靠接地。
- ◆ 需对产品进行搬动时，请您务必先关机并将与之相连的所有连接线缆等拔掉。
- ◆ 为避免频繁开关机对产品造成不必要的损伤，关机后，应至少等待 30 秒后再开机。
- ◆ 传输光纤为易损件，在现场布线时请务必使用套管将其保护起来。
- ◆ 如果发现机壳、稳固件、电源线、连接线缆，或相连的设备有任何损坏，请您立即将装置与电源断开。
- ◆ 如果对设备的安全运行存在疑虑，应立即关闭设备和相应附件，并在最快时间内与本公司技术支持部门取得联系，沟通解决。
- ◆ 功率单元（SP 变频功率传感器、DT 数字变送器）的安装必须在专业人员指导下进行。

专业人员仅指那些熟悉分析仪的安装、装配、连接和操作并已经完成下列至少一个方面培训的人士。

- ✓ 依照适用安全标准开启、关闭、操作、接地、标识电路、设备和系统。
- ✓ 依照适用安全标准维护和操作相关安全装置。

目 录

1	产品介绍.....	1
1.1	产品特点	1
1.2	系统构成	3
1.3	工作原理	4
1.4	系统精度	5
2	WP4000 变频功率分析仪	7
2.1	变频功率分析仪构成	7
2.2	变频功率分析仪安装	9
2.3	分析仪安装示意图.....	10
2.4	WP4000 变频功率分析仪操作与使用	11
2.5	通讯协议	30
3	SP 系列变频功率传感器	43
3.1	主要特点	43
3.2	技术指标	44
3.3	传感器的安装	44
3.4	传感器外形与尺寸	54
3.5	接线说明.....	60
3.5	选型指南	61
3.6	其他	63
4	DT 系列数字变送器	64
4.1	产品特点	64
4.2	技术指标	64
4.3	接线说明	66

4.4	DT 系列数字变送器的安装	69
4.5	DT 系列数字变送器选型指南.....	70
4.6	其他	73
5	产品计量与校准	74
5.1	幅值校准	74
5.2	相位校准	74
5.3	相位不确定度对功率准确度的影响	74
5.4	所需设备	75
6	扩展功能.....	76
6.1	扭矩转速测量	76
6.2	温度测量	77
7	产品运输及贮存	78
7.1	运输	78
7.2	贮存	78
8	产品停用及处置	78
9	产品售后及维护	78
10	产品订购及公司联系信息.....	79
10.1	产品订购信息	79
10.2	公司联系信息	80

1 产品介绍

WP4000 变频功率分析仪是湖南银河电气有限公司依托国防科技大学在多年从事电机试验及测试技术研究的基础上，遵循 IEC 及相关电机试验国家标准，为解决电机试验的宽频率范围、宽幅值范围及低功率因数等测试要求而研制的。WP4000 变频功率分析仪在宽幅值、宽频率、宽相位范围内全面满足试验标准要求，测量精度按系统整体溯源，具有统一的不确定度，维护试验数据的权威性。

对于电机试验而言，一台 WP4000 变频功率分析仪相当于一台数显功率分析仪、一台多通道示波器、一台谐波分析仪、大量不同量程的电压、电流传感器及换档开关等设备的组合。

1.1 产品特点

WP4000 变频功率分析仪是一种基于光纤传输的前端数字化系统，避免了信号在传输环节的损失与干扰，且更适合于网络化、智能化应用，最大限度地维护测试设备计量溯源的权威性。它适用于变压器、整流器、逆变器、变频器等各类变流器及电机、电器产品的检试验、能效评测及谐波分析，是电力电子、变频技术高速发展的必然产物，是变频技术持续健康发展的重要基础。

WP4000 变频功率分析仪的主要特点如下：

1. 前端数字化技术实现复杂电磁环境下的高精度测量

WP4000 变频功率分析仪采用前端数字化技术，由数字量输出的变频电量变送器和数字量输入的二次仪表构成，两者通过光纤连接。前端数字化与光纤传输完全避免了复杂电磁环境下传输环节本身的衰减和干扰，同时截断了传感器的最重要的干扰传播途径，增强了传感器和系统的电磁兼容性能。

2. 唯一一款标称全局精度指标的变频功率分析仪

WP4000 变频功率分析仪采用变压器、变频器等各种变流器及电机试验需要的幅值、频率、相位范围内实测最低准确度指标作为标称准确度指标，全面满足相关产品检试验的国家标准要求。

3. 首创大仪器技术——15kV 高电压、7kA 大电流直接测量

WP4000 变频功率分析仪根据电压、电流的量程从 1mV~15kV，100uA~7000A，变频电量变送器有 100 多种规格型号可供选择，对于高压、大电流测量，既可采用低电压、小电流的 DT 系列数字变送器与外部传感器配套使用，也可直接采

用高电压、大电流的 SP 系列变频功率传感器直接测量，减少中间环节，提高系统测量准确度。

4. 多机同步实现任意相电机的准确测量

每台 WP4000 变频功率分析仪可配置 1~6 个功率单元（SP 系列变频功率传感器/DT 系列数字变送器），对于更多功率单元的测试项目，可采用多台分析仪级联，在同步光纤的控制下，实现多台分析仪之间的准确同步测量，如：单台分析仪可构建一台六相电机试验台，单台分析仪可构建三个测点（二瓦计法）的双馈风力发电机试验台，三台分析仪可构建的 15 相新型感应电机试验台。

5. 宽幅值范围

AnyWay 称为 2 的 N 次方自动转换量程方案，N 每增加 1，可有效拓宽一倍的高精度测量范围。电压幅值测量范围可以从 1mV 到 15kV，电流幅值测量范围可以从 100uA 到 7000A。

6. 宽相位范围

WP4000 变频功率分析仪的功率单元——SP 系列变频功率传感器或 DT 系列数字变送器的电压、电流测量具有极小的角差，实现了在 0.05~1 功率因数范围内的高准确度测量。

7. 宽频率范围

功率单元（SP 变频功率传感器、DT 数字变送器）基波频率测试范围覆盖 0.1Hz~1500Hz。

8. 超强运算能力

WP4000 变频功率分析仪采用高性能的双核嵌入式 CPU 模块，内存容量不低于 2GByte，强大的运算能力和大容量存储能力为高采样频率和超长傅里叶时间窗提供了强有力的保障。

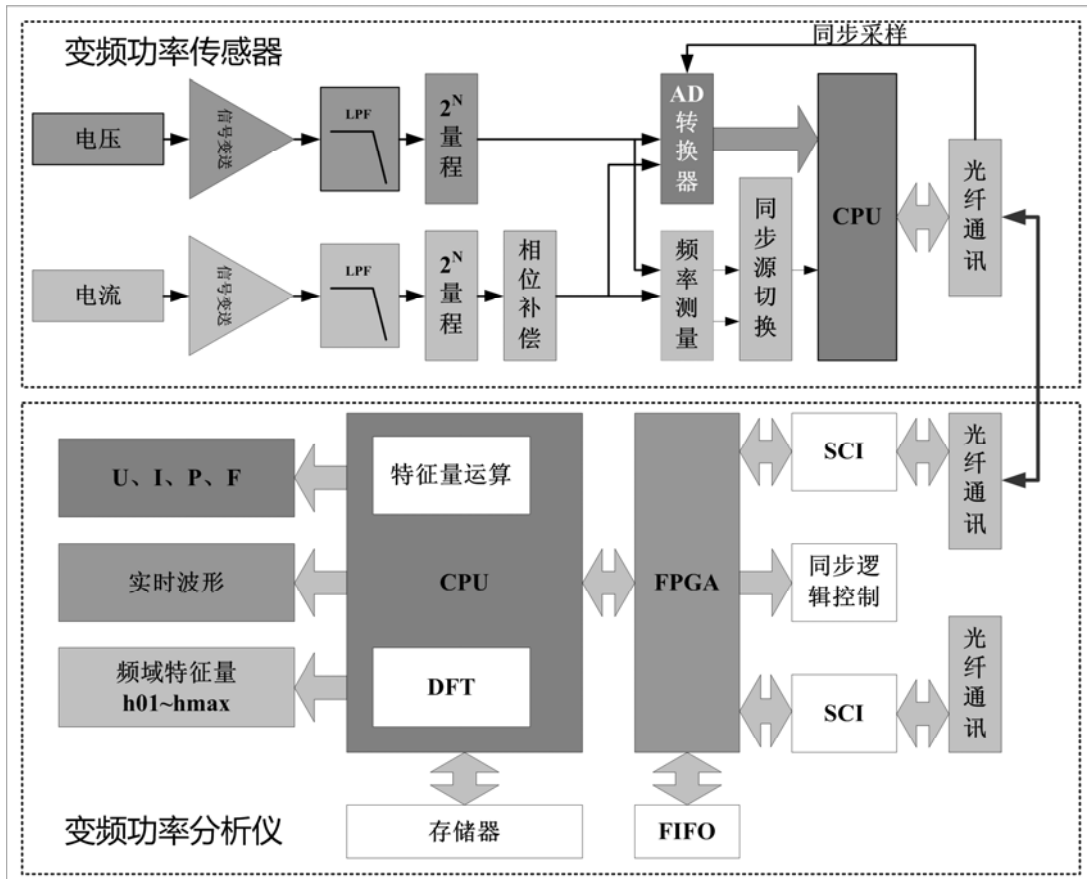
1.2 系统构成

AnyWay 品牌变频功率分析仪由 WP4000 变频功率分析仪、SP 系列变频功率传感器或者 DT 系列数字变送器以及传输光纤构成。另外，还可以通过扩展接口拓展更多功能。

- ◆ 分析仪：WP4000 变频功率分析仪
- ◆ 传感器：SP 系列变频功率传感器/DT 系列数字变送器
- ◆ 传输介质：光纤



1.3 工作原理



电压、电流信号经传感器内部感应器件变送后变为低电压信号，该信号经过抗混叠低通滤波器后，在 CPU 的干预下进行自动或手动量程转换，量程转换后的电压信号直接进入 AD 转换器和频率测量电路，电流信号经过相位补偿进入 AD 转换器和频率测量电路，在 CPU 干预下自动或手动选择电压或电流信号为同步源。CPU 将采样信号通过光纤收发器与 WP4000 变频功率分析仪进行通讯。

变频功率分析仪基于多任务操作系统，采用工业嵌入式 CPU 作为主处理器，采用 FPGA 作为实时通讯控制器，在 FPGA 的同步逻辑控制下与多台变频功率传感器进行通讯。为了保证高速采样的实时性，FPGA 设置了大容量的高速缓存。CPU 从 FPGA 获取数据经 DFT 及相关运算，通过屏幕显示电压、电流的真有效值 rms、基波有效值 h01、校准平均值 Mean、算术平均值 avg 等稳态幅值特征量；电压、电流对应的平均功率 avg、基波有功功率 h01 等功率参数；0~99 次谐波的幅值和相位等频域特征量及实时波形等。

1.4 系统精度

◆ AnyWay 的品牌理念

为了让用户考虑最少的技术问题，不走入技术误区。在分析仪精度上，AnyWay 品牌不主张追求片面的、特定情况下的高精度指标，而是以国家标准及行业标准作为基础，让标称的精度指标在最大范围内得以体现。

对于电工仪表，常用的准确度等级的含义是指测量的最大误差与满刻度之比的百分数，如 0.2 级，200V 量程的电压表，其最大绝对误差为 $0.2\% \times 200V = 0.4V$ 。对于 20V 的信号，其最大绝对误差仍然为 0.4V，而此时的相对误差为 2%。也就是说，被测信号越小，相对误差越大。另外，分析测量结果时，知道仪表的精度等级后，还需要知道当前的量程是多少，才能知道其误差范围。

目前，大部分的仪器或仪表采用读数误差与满刻度误差相结合的方式表示精度。如某仪器在某条件下，精度为：读数的 0.02%+量程的 0.04%。

WP4000 变频功率分析仪采用自动无缝量程转换技术，在每个 SP 系列变频功率传感器/DT 系列数字变送器内部设置 8 个档位，传感器根据测量瞬时值自动选择测量量程，从而保证每个档位只工作在半量程以上的范围内，使分析仪在额定量程的 1%~200%（电流）、0.75%~150%（电压）范围内，测量精度只与读数相关，用户在测试和测试结果分析时，无需过多的考虑量程对精度的影响。

◆ 精度指标

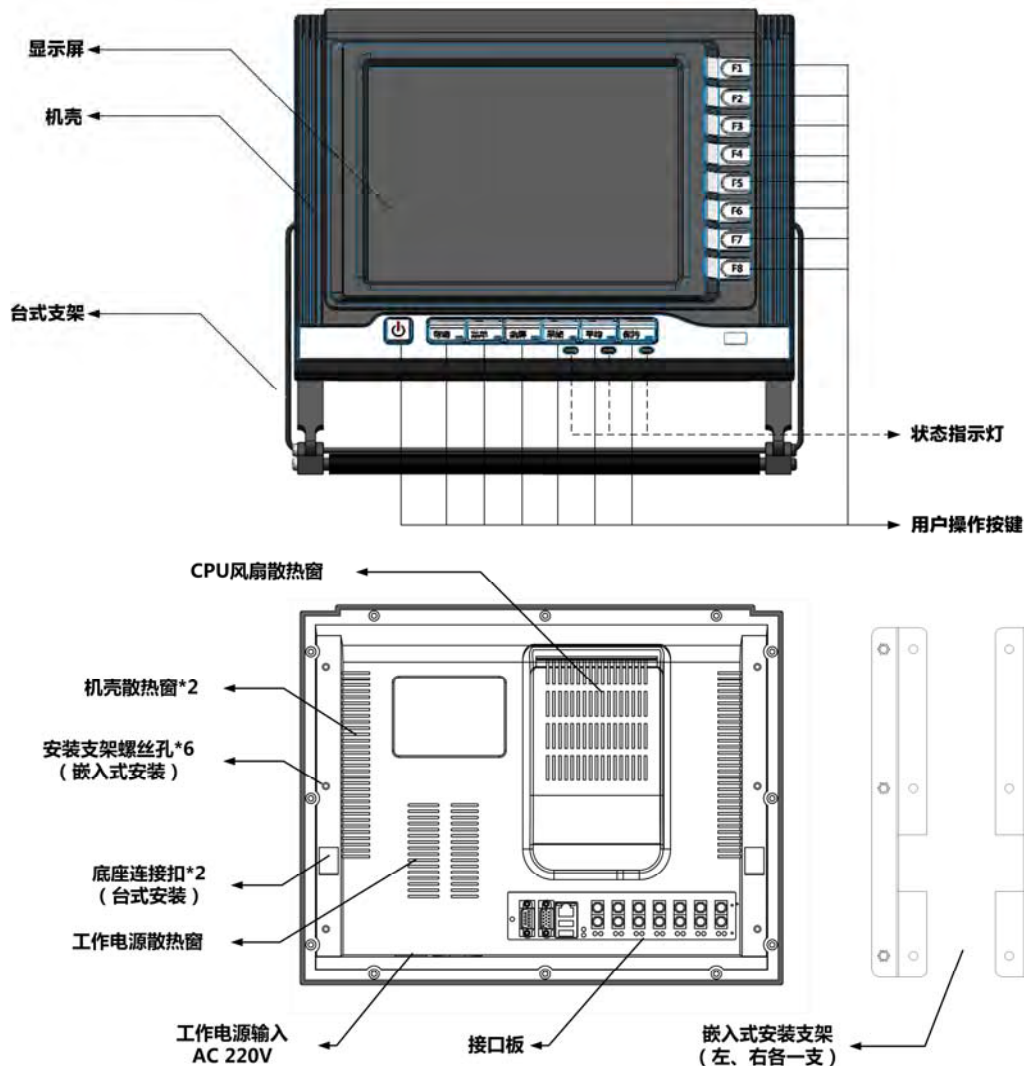
项目	指标	条件	
最高采样频率	250kHz		
带宽	100kHz		
电压	A 型：0.05%rd B 型：0.1%rd C 型：0.2%rd	幅值	0.75%~150%U _N （SP 系列） 0.5%~100% U _N （DT 系列）
		基波频率	DC, 0.1Hz~1500Hz
电流	A 型：0.05%rd B 型：0.1%rd C 型：0.2%rd	幅值	1%~200%I _N （SP 系列） 0.5%~100% I _N （DT 系列）
		基波频率	DC, 0.1Hz~1500Hz
功率	A 型：0.05%rd	功率因数	1

	B 型: 0.1%rd C 型: 0.2%rd	基波频率	45~66Hz
	A 型: 0.1%rd B 型: 0.2%rd C 型: 0.5%rd	功率因数	0.2~1
		基波频率	DC, 0.1Hz~1500Hz
	A 型: 0.2%rd B 型: 0.5%rd C 型: 1%rd	功率因数	0.05~0.2
基波频率		DC, 0.1Hz~1500Hz	
角差指标	$f/50 \times 5'$	基波频率	DC, 0.1Hz~1500Hz
频率测量精度	0.02%rd	DC, 0.1Hz~1500Hz	
电压过载时间	10min	$U < 1.5U_N$ (SP 系列)	
电流过载时间	3min	$I < 2I_N$	

2 WP4000 变频功率分析仪

2.1 变频功率分析仪构成

WP4000 变频功率分析仪主要由机壳、底座、安装支架（适用于嵌入式安装方式）、操作按键、显示屏以及输入输出接口四部分构成。



2.1.1 机壳、底座、嵌入式安装支架

WP4000 变频功率分析仪的机壳和底座采用 ABS+PC 混合料通过精密模具生产制造，具有较好的机械强度和优异的介电性能。产品出厂配备安装支架，可适用于分析仪嵌

入式安装の場合。

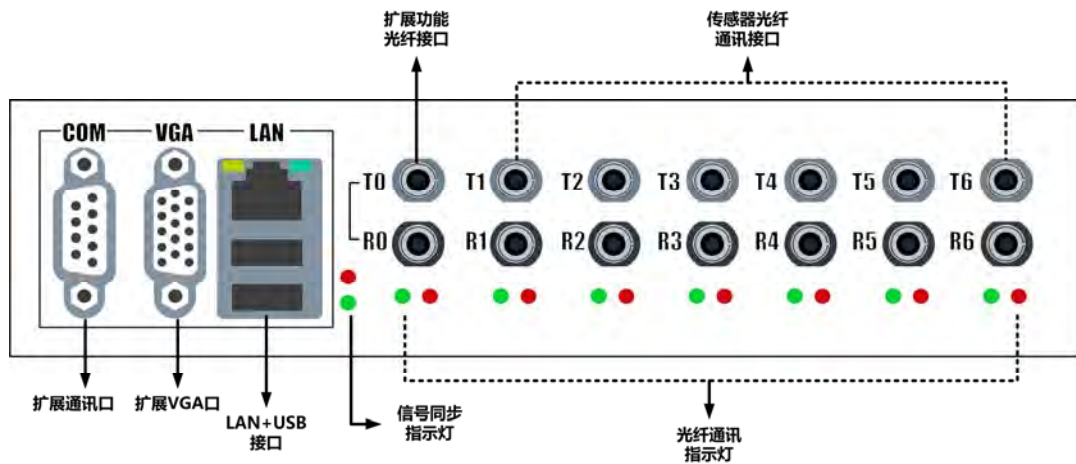
2.1.2 显示屏

WP4000 变频功率分析仪的显示屏采用 12.1 寸高亮度工业液晶显示屏，屏幕表面经过特殊工艺处理，具备良好的防镜面反射、防强光反射性能。

2.1.3 操作按键

WP4000 变频功率分析仪共计 15 个操作按键，均采用工业级微动开关，可靠使用寿命 30 万次以上；键面采用优质硅胶材料制造，触感舒适；表面丝印采用特殊工艺处理，耐磨性良好，可防油污、酒精、汗渍等一般化学腐蚀。

2.1.4 接口



- ◆ AC220V: 位于分析仪底端，连接分析仪工作电源。本仪器可在 AC 198~264V 的输入电源电压范围内保持正常工作,电源插座地线必须可靠接地。
- ◆ COM: 扩展功能 RS232/RS485 (可选) 通讯接口。
- ◆ VGA: 扩展屏幕接口，分析仪支持双显示，可以外接显示器、投影仪等设备，方便对数据进行现场演示。
- ◆ LAN: 网络+USB 接口，可提供两路 USB 接口，外接移动存储设备，同时分析仪通过 RJ45 接口接入局域网中，与上位机进行以太网通讯。
- ◆ R1/T1.....R6/T6: SP 变频功率传感器/DT 数字变送器通讯光纤接口，分析仪通过此 6 对光纤接口可同时与 6 台传感器或变送器进行数据通讯，提供 6 路测量通道。
- ◆ R0/T0: 扩展通讯光纤接口。

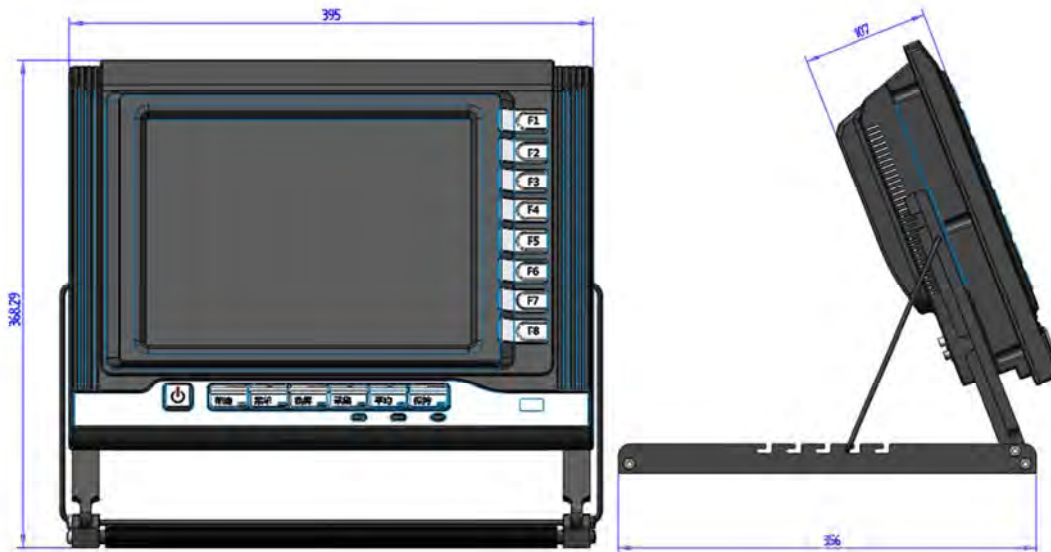
2.2 变频功率分析仪安装

WP4000 变频功率分析仪安装方式可分为台式和嵌入式两种方式。

为保证本仪器的可靠使用，建议仪器安装位置（放置位置）与现场强电磁干扰源（如变频器）保持至少 5m 的直线距离。

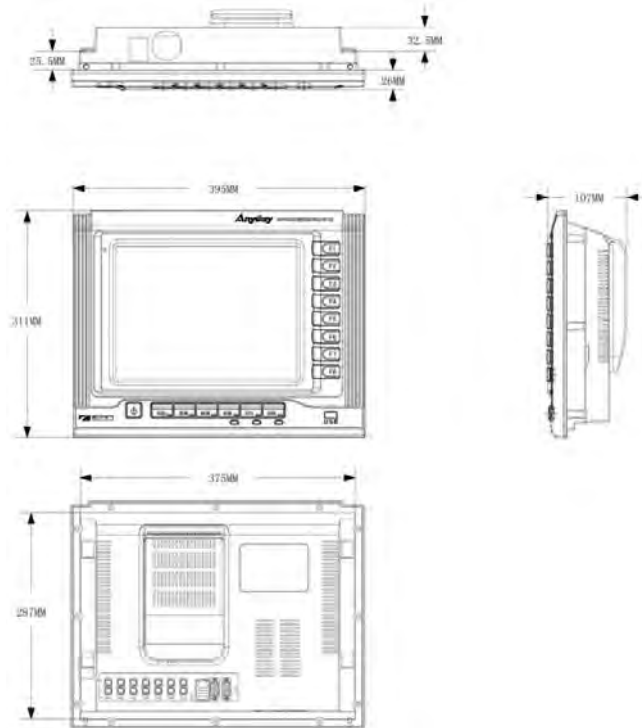
2.2.1 分析仪外型尺寸（台式、嵌入式）

◆ 台式



（单位：mm）

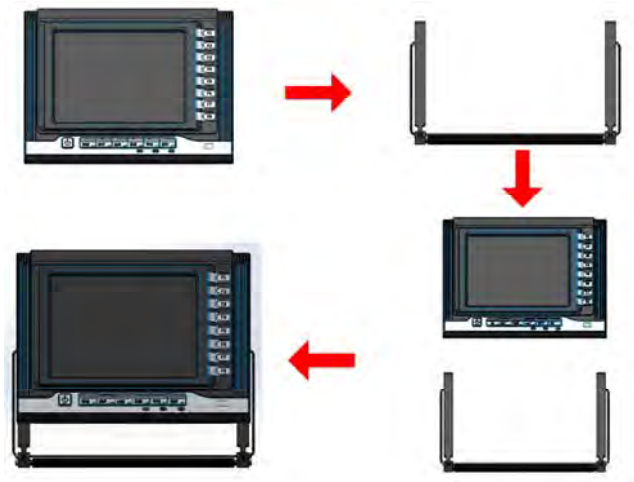
◆ 嵌入式



2.3 分析仪安装示意图（台式、嵌入式）

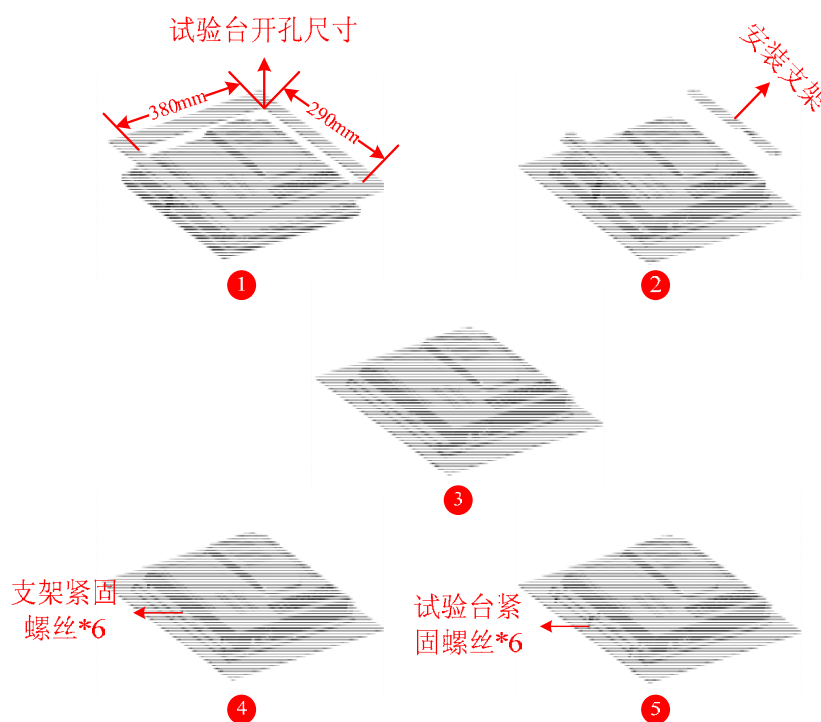
◆ 台式

安装步骤依据下图中顺序操作。



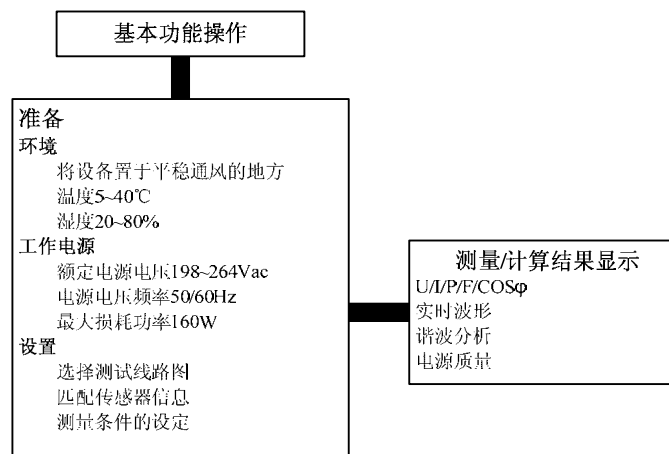
◆ 嵌入式

安装步骤依据下图中数字编号顺序。

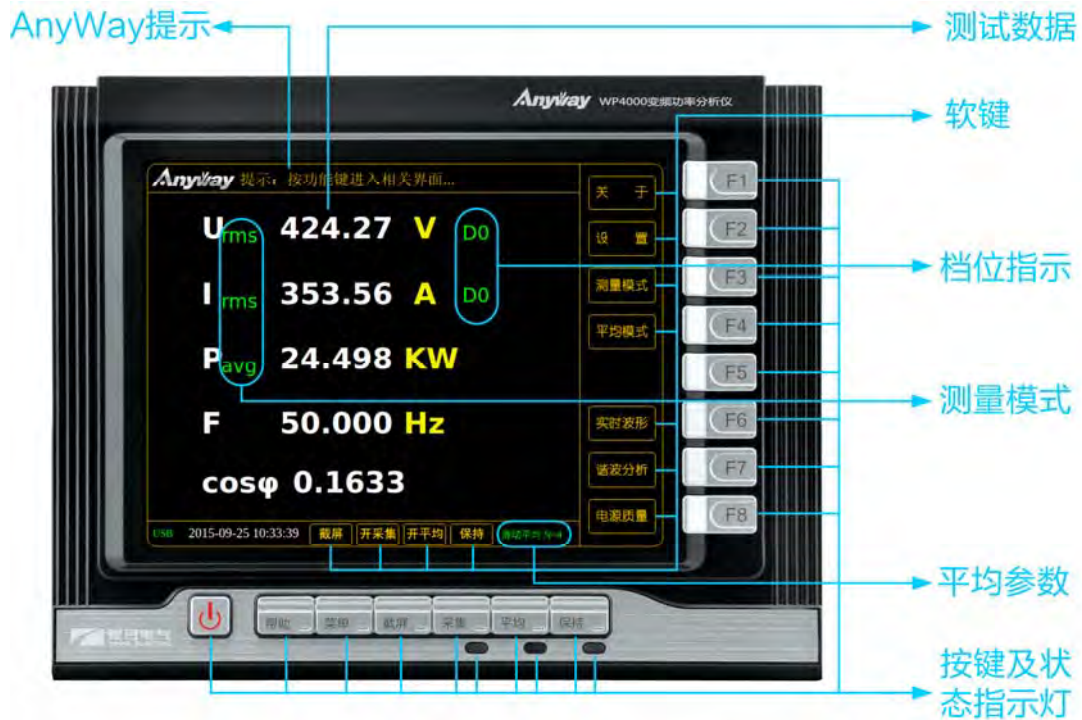


2.4 WP4000 变频功率分析仪操作与使用

2.4.1 基本操作流程



2.4.2 主界面及前面板解析



1. 按键

WP4000 变频功率分析仪所有操作均通过按键完成。面板共有 15 个按键：右侧的“F1~F8”8 个按键及底部的“电源、帮助、菜单、截屏、采集、平均、保持”7 个按键。

a. 电源键

关机状态下，轻按“电源”键一次，开启分析仪，启动时间约为 40~100S。开机状态下，轻按“电源”键一次，10~30S 后，分析仪自动关机。

b. 帮助键

按下帮助键，分析仪对当前显示界面的操作及显示参数进行详细说明，用于指导新用户如何使用 WP4000 变频功率分析仪，提供在线帮助。

c. 菜单键

WP4000 变频功率分析仪预留功能按键，本版本暂无定义。

d. 截屏键

按下截屏键，WP4000 变频功率分析仪自动截取当前屏幕并保存至外部移动存储设

备，格式是以日期时间命名的.png 图像文件，截屏功能在各个界面均有效。

注意：

1. U 盘是 FAT32 格式，并且不存在其它分区。
2. 分析仪系统已识别 U 盘，即界面的左下角有提示“USB”，截屏功能才有效。

e. 采集键

采集所有信号的实时波形数据，并将数据存放到 U 盘设备中（保存的方式是自动生成以日期时间命名的文件夹，并将实时波形以.wave 格式储存）。按下采集键，开始瞬态数据采集，其下方指示灯亮，软键指示变为关采集；再次按下采集键，结束数据采集，指示灯灭，软键提示开采集。采集时所有瞬态数据写入内部缓存器，待结束时自动保存至外部移动存储设备。

注意：

1. U 盘是 FAT32 格式，并且不存在其它分区。
2. 分析仪系统已识别 U 盘，即界面的左下角有提示“USB”，采集功能才有效。
3. 每秒约产生 2-3M bit 的数据，采集时间不宜超过 15 分钟（数据量大，存储时间长）。

f. 平均键

根据平均模式的设置，显示开平均后的计算结果。按下平均键，开启平均功能，其下方指示灯亮，软键指示关平均；再次按下平均键，关闭平均功能，指示灯灭，软键指示开平均。

g. 保持键

保持的主要作用是便于查看波形与读数。按下保持键，其下方指示灯亮，表示处于保持状态，所有数据波形停止更新；再次按下保持键，指示灯灭，恢复运行状态。

2. 软键

用于指示按键的含义或状态，与分析仪操作面板的按键功能一一对应。

3. 其它

a. 档位指示

用于指示变频功率传感器或 DT 数字变送器在测量电压与电流时所处的档位，分别包括 0~7 共 8 个档位，手动量程（M）和自动量程（D）两种方式，正常工作下处于自动量

程模式，手动量程主要用于定制功能测试。

b. 测试数据

主界面下主要包含 U、I、P、F、COS φ 常规测试数据。其他测试数据请参考实时波形、电源质量、谐波分析部分。

2.4.3 线路选择

WP4000 变频功率分析仪至少包含 17 幅线路图，测量时请务必保证所选择的线路图与实际传感器接线方式一致，否则有可能导致测量数据不正确。

线路图说明：

1.线路组合由 线路图 (1V1A) +显示范围 (1x1) 两部分构成。

2.1V1A,2V2A,,2V3A,3V3A 表示传感器接入一次线路的形式，比如 2V3A 表示测 2 路电压和 3 路电流，一台变频功率传感器可同时测量一路电压和一路电流，该线路图共需接入 3 台传感器。分析仪提供 6 对光纤端口，最多可接入 6 台传感器。

3. (1×1), (2×1), (2×2), (2×3)表示该线路图在主界面上显示占用的范围。 我们可以将主界面分为 2 行 3 列的 6 格视图， (1×1)表示该线路图需占用 1 行 1 列的显示范围， (2×1)表示该线路图需占用 2 行 1 列的显示范围， (2×2)表示该线路图需占用 2 行 2 列的显示范围， (2×3)表示该线路图需占用 2 行 3 列的显示范围， 6 格视图显示顺序如下图：



组合规则：

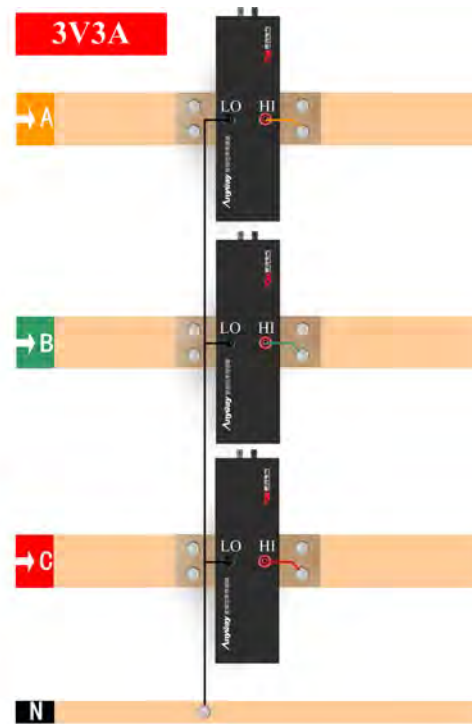
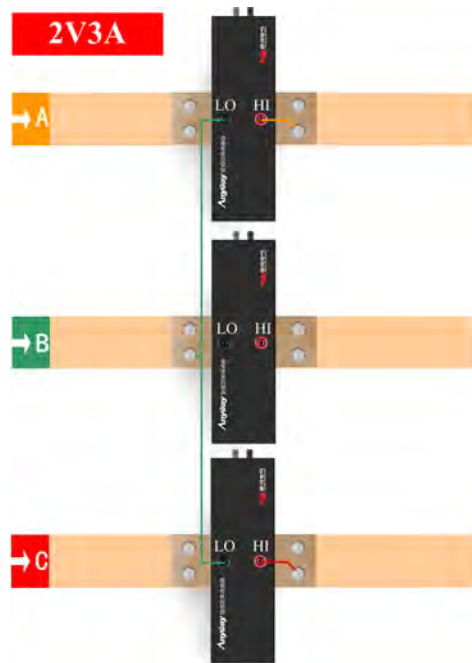
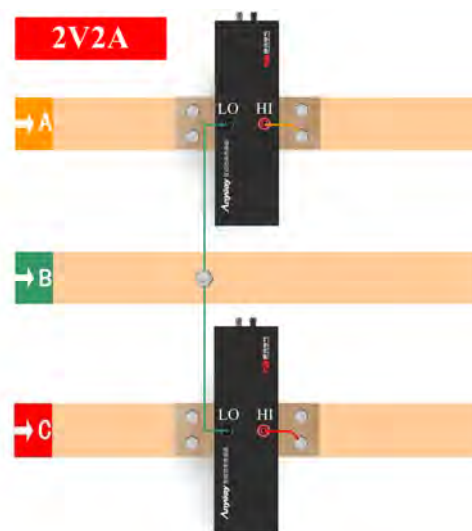
1. 所有模型端口占用数不能超过 6 个；
2. 所有组合不能超过 6 格的显示范围；
3. 当您选择的线路组合超过显示范围，会提示“存放该模块的空间不足”，当你选择的组合端口占用数超过 6 个时，会提示“添加该模块的端口不足”。

操作步骤：

1. 在主界面下，依次按“设置”-“线路选择”键，进入线路选择界面。
2. 按“线路选择上”或“线路选择下”键，选择相符合的线路图，再按“增加”键。如需重新选择，可按“清空”键，清空所选线路或组合。
3. 按“确定”键确认所选线路图或线路组合，并返回主界面；按“上一级”键放弃选择，并返回上一级界面。



线路原理图到传感器实际接线示意图：



2.4.4 校准匹配、校准备份、校准更新

变频功率分析仪出厂前，均经过严格的校准，相关校准信息保存在 WP4000 变频功率分析仪内部。使用时若发现校准信息与传感器不匹配，请使用该系列功能进行正确配置。其具体使用方法如下：

校准更新：分析仪自动读取传感器校准信息，将分析仪内部的校准信息与传感器自动匹配。一般在更改传感器与分析仪光纤连接端口时需要此操作。

按下“校准更新”，软件读取传感器注册信息，根据 ID 匹配每一端口的校准信息，一般情况下，需按 1~3 次校准更新才能读取完全。若不能读取到信息，该端口会有“FILE NOT EXIST”的提示；若端口未接传感器，则提示“NOT LINK”；第一个端口（R1/T1）一定要接传感器，否则无法识别到其它端口的传感器信息。

校准文件读取优先级别：**Sensor0 ~Sensor5** 为最高配置文件读取，否则按照 ID 读取配置文件。

操作步骤：

1. 在主界面下，按“关于”键，进入操作界面。
2. 按“校准更新”键，匹配更新校准信息
3. 按“返回”键，返回主界面。

如何判断传感器校准信息是否匹配？

匹配判定依据：传感器铭牌所示型号与序列号信息与 WP4000 所示信息一致且有计量人员电子签名标识。



2.4.5 更新周期

该界面设定更新周期及显示当前的采样频率。更新周期设定范围 10mS~5500mS。



计算点数:

计算点数 = (更新周期 / 信号周期 + 1) * (信号周期 / 采样时间), 从公式可以看出更新周期决定计算量以及计算数据的稳定, 一般根据当前运行频率设置成整数倍周期点数为最佳, 更新周期并不决定主界面的刷新速率。

设定规则:

1. 为了使测量结果更准确、稳定, WP4000S 设定的更新周期为数据更新的下限值, 实际的更新周期会在测量过程中自动调整为信号周期的整数倍。
2. 例如, 更新周期设定为 500ms, 而信号频率为 50.01Hz, 对应的信号周期为 19.99ms, 该信号的 25 个周期为 499.9ms, 小于 500ms, 实际的更新周期则会取 26 个周期, 即约为 520ms。
3. 当信号周期较大, 单个周期大于更新周期两倍时, 取更新周期设定值的两倍为实际更新周期。
4. 对于直流信号, 不存在信号周期, 实际更新周期按更新周期设定值的两倍取值。因此, 对于直流测试, 可将更新周期设为期望值的 0.5 倍。
5. 为了减小 50Hz 及其整倍数频率纹波的影响, 可将更新周期设为 10mS 的整倍数。
6. 频率高于 1Hz 的交流信号建议取 500mS, 直流信号建议取 250ms。

操作步骤:

1. 在主界面下，依次按“设置”、“更新周期”键，进入更新周期设置界面。
2. 按“+1”、“-1”、“+10”、“-10”、“+100”、“-100”键，修改更新周期设定值。
3. 按“确认”键，确认并返回上一级界面；按“返回”键，放弃当前操作并返回上一级界面。

2.4.6 测量模式

WP4000 测量模式有 rms、h01、avg、mean 四种可选，根据用户设置的模式，分析仪在主界面显示对应模式的数据。

测量模式设置以相组为单位进行设置，原则上，将互相关联的回路组成相组，例如，独立的 2V2A 单元作为一个相组，两个独立的 2V2A 单元作为两个相组，但并联的两个 2V2A 单元作为一个相组。

对于直流回路，U、I 可选测量模式有 avg（算术平均值）、rms（真有效值），P 测量模式固定为 avg（有功功率）。

对于交流回路，U、I 可选测量模式有 h01（基波有效值）、rms（真有效值）、mean（校准平均值），P 可选测量模式有 h01（基波有功功率）、avg（总有功功率）。

Anyway 提示: 按 ▲ ▼ ◀ ▶ 选择参数, 按模式切换...

	相组1	相组2	相组3	相组4	相组5	相组6
U	rms	rms	rms	rms	rms	rms
I	rms	rms	rms	rms	rms	rms
P	avg	avg	avg	avg	avg	avg

模式切换
模式切换
确定
主菜单

USB 湖南银河电气有限公司 www.yinhe-hn.com TEL: 0731 83971 888

注意：

1. 为了简化操作，WP4000 测量模式以相组为单位进行设置。
2. 在正弦供电的交流测试中，测量模式可任意选择。
3. 在变频器供电的交流电机测试中，除非特殊要求，一般 U、I、P 均取 h01 模式。
4. 叠频试验时，U、I 取 rms 模式，P 取 avg 模式。

模式说明：

RMS: 真有效值

在正弦交流电流电中根据热等效原理，定义电流和电压的有效值为其瞬时值在整数倍个周期内的方均根值。

用于表征周期信号的大小，反应其在一个周期内的平均做功能力。在数值上等于它的瞬时值的平方在一个周期内积分的平均值再取平方根，因此，真有效值又称为方均根值。

MEAN: 校准平均值

在数值上是各个采样点的绝对值的平均值再乘以校准系数（1.1107）得到。对于纯正弦波，其 mean 值在数值上等于 rms 值；对于正弦调制的 PWM 波，其 mean 值在数值上等于其基波有效值。

H01: 基波有效值

在复杂的周期性振荡中，包含基波和谐波。和该振荡最长周期相等的正弦波分量称为基波。相应于这个周期的频率称为基波频率。频率等于基波频率的整倍数的正弦波分量称为谐波。

电压、电流的 H01 表示一次谐波的有效值，功率的 H01 表示一次谐波的有功功率。

AVG: 算术平均值

电压电流的 AVG 数值上等于信号的直流分量。功率的 AVG 表示平均功率，通常称总有功功率，包含基波有功功率和谐波有功功率。

操作步骤：

- 1) 在主界面下，按“测量模式”键，进入测量模式设置界面。
- 2) 按“上”、“下”、“左”、“右”键，选择待设信号类型。
- 3) 按“模式切换上”、“模式切换下”键，切换测量模式。

- 4) 按“确认”键，确认设置生效并返回主界面；
- 5) 按“主菜单”键，放弃操作直接返回主界面。

2.4.7 平均模式

用于设置计算平均的方式及平均参数，平均的目的是消除数据波动，得到一个能反映一段时间内数据平均大小的相对稳定的数值。

一般而言，平均点数越大，平均时间越长，读数越稳定。另外平均时间与信号周期越吻合，读数越稳定。WP4000 变频功率分析仪除了常用的滑动平均和指数平均方式外，在研究电机试验信号变化规律的基础上，增加了独有的智能平均模式。



平均点数设定范围：滑动平均：4~256；指数平均：4~128；智能周期：8~256。

1. 滑动平均

$$Y_n = \frac{X_{n-(N-1)} + X_{n-(N-2)} + \dots + X_{n-1} + X_n}{N}$$

式中 Y_n 为平均运算的结果， X_n 为当前实测数据， X_{n-1} 为 X_n 的前第 1 个实测数据， $X_{n-(N-1)}$ 为其前第 $N-1$ 个实测数据， N 为平均点数，设置范围为 4~256。

2.指数平均

$$Y_n = Y_{n-1} + \frac{X_n - Y_{n-1}}{K}$$

式中 Y_n 为平均运算的结果， Y_{n-1} 为上一次平均运算的结果， X_n 为当前实测数据。K 的设置范围为 4~128。

操作步骤：

1. 在主界面下，按“平均模式”键，进入平均模式设置界面；
2. 按“平均模式”键，切换至需要设定的模式；
3. 按“+1”、“-1”、“+10”、“-10”键，设置平均点数或衰减系数；
4. 按“确定”键，保存设置并返回主界面；
5. 按“主菜单”键，返回主界面。

2.4.8 变比设置

变比设置功能主要应用于使用 DT 系列数字变送器作为功率单元，或通过选配扭矩/转速测试模块后扩展了扭矩/转速测试功能的变频功率分析仪。

当 DT 数字变送器外部连接互感器时，为了使 WP4000 变频功率分析仪显示的读数无需经过换算，直接给出互感器原边信号测量值，可使用该功能将互感器的实际变比设置于 WP4000 内，可设置范围为 0~99999.99999。

扭矩/转速变比设置需要根据扭矩传感器的相关参数进行设置，以下是详细说明。

电压电流变比设定：

电压电流变比系统默认值为 1。

使用变频功率传感器的作为分析仪的功率单元时，无需设置变比，保持系统默认值 1 即可。

使用 DT 数字变送器作为分析仪的功率单元时，如未外接任何电压/电流互感器，则同样无需设置变比，保持系统默认值 1 即可；当数字变送器的任一通道外接互感器时，相应的通道必须按照互感器的变比设置变比。

例如：DT 数字变送器的电流测量通道外接一台 400A/5A 的电流互感器，则功率分析仪相应电流通道的变比须设置为 200。

通道编号 0~11 分别表示 Port1~6 的输入信号。通道编号 0 和 1 表示 Port1 的电流和

电压信号，通道编号 2 和 3 表示 Port2 的电流和电压信号，依此类推。



转速扭矩变比设定:

转速扭矩的变比设定需根据转速模块或扭矩仪的相关参数进行设置。

系统默认转速扭矩的 A 通道变比为 1，B 通道变比为 0。在实际测试环境下，需要设定。若分析仪未连接扭矩转速测试模块，则无需进行此项操作。

主界面转速扭矩读取数值 = (X-B) * A，其中 X 代表输入的频率值，B 代表转速或扭矩的 B 通道变比，A 代表转速或扭矩的 A 通道变比。

转速变比:

变比通道 A: 与电机的极对数有关； $A = 60 \div \text{电机极对数}$ ，或与每分钟产生的脉冲有关； $A = \text{每分钟脉冲数} \div 60$ 。

变比通道 B: B 一般为 0。

扭矩变比:

变比通道 A: 为系数，扭矩仪会有说明，或者可通过扭矩仪的参数计算求得。（例如：一台扭矩仪输出信号中心频率为 10000Hz，最大扭矩为 500N·m，最大频率为 15000Hz，则根据上述公式 $500N \cdot m = (15000 - 10000) \times A$ ，求得 $A = 0.1$ 。

变比通道 B: 等于扭矩仪的中心频率。

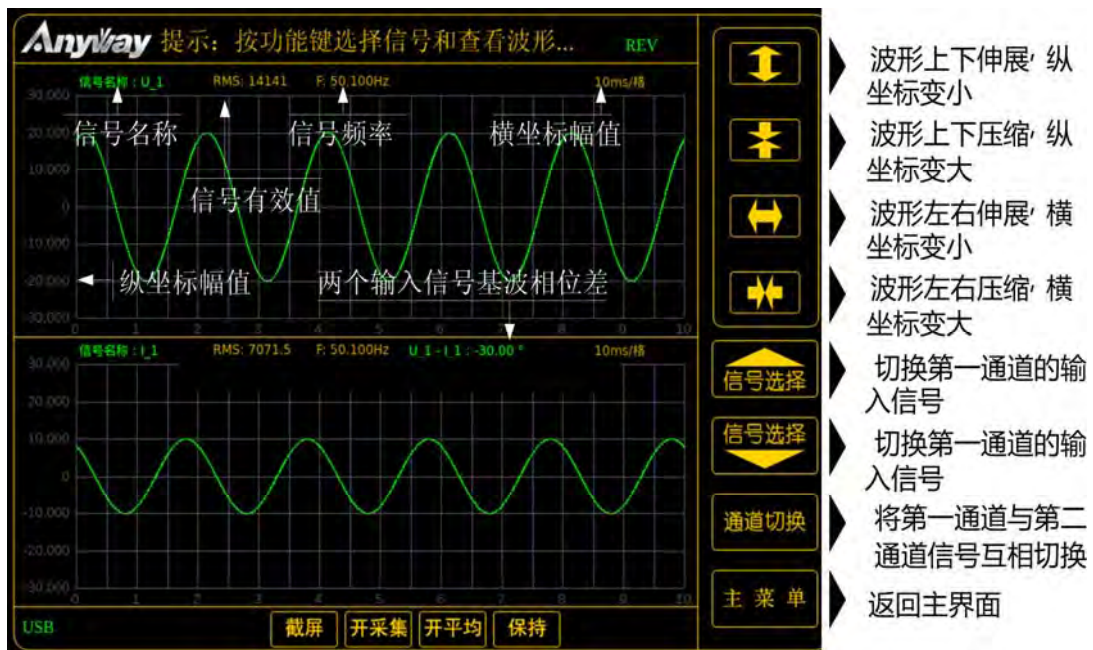
操作步骤:

1. 在主界面下, 依次按“设置”、“变比设置”键, 进入变比设置界面;
2. 按“设备切换”, 电流、转速、扭矩信号之间切换, 选择待设变比信号;
3. 按“信号切换”键, 切换电流电压的通道编号, 或是转速扭矩的 A、B 通道, 选择待设变比通道;
4. 按“步长左”或“步长右”, 使变比设定位的光标左移或者右移;
5. 按“+”或“-”, 增减光标位的数值;
6. 按“确定”键, 确认设置生效;
7. 按“返回”键, 返回上一级菜单。

2.4.9 实时波形

实时波形主要用于信号波形的查看与分析,包括输入信号的波形、真有效值、频率以及基波相位差。WP4000 实时波形界面分为两个通道显示,第一通道为实际可操作通道,若需操作第二通道可按“通道切换”键,将第一通道输入信号与第二通道信号互换。

横坐标幅值范围: 0.1ms/格~0.5s/格, 纵坐标幅值范围: -3~3 到 -60000~60000。



操作步骤:

1. 在主界面下，按“实时波形”键，进入实时波形界面。
2. 按“信号选择上”、“信号选择下”键，选择第一通道输入信号。
3. 按“上下伸展”、“上下压缩”、“左右伸展”、“左右压缩”键，调整纵坐标与横坐标。
4. 按“主菜单”键，返回主界面。

2.4.10 电源质量

电源质量提供三相对称分析和谐波运算相关参数。矢量图描述电流、电压之间的相位关系。



以下是相关参量的计算公式:

(1) 三相对称分析 (针对三相电路特征的分析)

电压相间不平衡度计算: $E_u = (U_{max} - U_{min}) \div U_{avg}$

电流相间不平衡度计算： $E_i = (I_{\max} - I_{\min}) \div I_{\text{avg}}$

电压正序分量 PSC_u ，电流正序分量 PSC_i ：

$$PSC_u = \sqrt{\frac{(u_a^2 + u_b^2 + u_c^2) + \sqrt{3(2u_a^2u_b^2 + 2u_b^2u_c^2 + 2u_c^2u_a^2 - u_a^4 - u_b^4 - u_c^4)}}{6}}$$

$$PSC_i = \sqrt{\frac{(i_a^2 + i_b^2 + i_c^2) + \sqrt{3(2i_a^2i_b^2 + 2i_b^2i_c^2 + 2i_c^2i_a^2 - i_a^4 - i_b^4 - i_c^4)}}{6}}$$

电压负序分量 NSC_u ，电流负序分量 NSC_i ：

$$NSC_u = \sqrt{\frac{(u_a^2 + u_b^2 + u_c^2) - \sqrt{3(2u_a^2u_b^2 + 2u_b^2u_c^2 + 2u_c^2u_a^2 - u_a^4 - u_b^4 - u_c^4)}}{6}}$$

$$NSC_i = \sqrt{\frac{(i_a^2 + i_b^2 + i_c^2) - \sqrt{3(2i_a^2i_b^2 + 2i_b^2i_c^2 + 2i_c^2i_a^2 - i_a^4 - i_b^4 - i_c^4)}}{6}}$$

(2) 矢量图

描述电流、电压之间的相位关系图，正确的反应信号之间的向量关系。

(3) 谐波运算（分析选中信号的谐波特征）

谐波失真：

$$THD = \frac{\sqrt{X_{rms}^2 - X_{h00}^2 - X_{h01}^2}}{X_{h01}}$$

（X 表示电压或电流；h00 表示直流分量，在数值上等于电压或电流的 avg 值；h01 表示基波值。）

谐波含量：

$$HC = \frac{\sqrt{X_{rms}^2 - X_{h00}^2 - X_{h01}^2}}{\sqrt{X_{rms}^2 - X_{h00}^2}}$$

(X 表示电压或电流；h00 表示直流分量，在数值上等于电压或电流的 avg 值；h01 表示基波值。)

谐波电压因数：

$$HVF = \frac{\sqrt{\frac{X_{h02}^2}{2} + \frac{X_{h04}^2}{4} + \frac{X_{h05}^2}{5} + \frac{X_{h07}^2}{7} + \frac{X_{h08}^2}{8} + \frac{X_{h10}^2}{10} + \frac{X_{h11}^2}{11} + \frac{X_{h13}^2}{13}}}{X_{h01}}$$

波形畸变率：

$$K(\%) = \frac{\sqrt{X_{rms}^2 - X_{h00}^2 - X_{h01}^2}}{X_{h01}} \cdot 100$$

电话谐波因数：

$$THF = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{99} (X_{hn} \cdot \lambda_n)^2}}{X_{rms}}$$

操作步骤：

1. 主界面下按“电源质量”键，进入电源质量界面。
2. 按“单元选择”键，选择三相对称分析单元。
3. 按“信号选择上”、“信号选择下”键，选择分析信号。
4. 按“主菜单”键，返回主界面。

2.4.11 谐波分析

用于计算分析信号的谐波特征，谐波分析结果按数值表格和柱形图两种方式显示，最大显示 99 次谐波。

数值表格分两页显示，第一页显示 0~49 次谐波，第二页显示 50~99 次谐波，表格中 No 表示谐波次数（譬如：No=0 表示 0 次谐波，也就是直流分量；No=1 表示 1 次谐波，也称基波。），Mag 表示谐波幅值，Phase 表示谐波相位。

柱形图显示有四种选择类型，分别是：全部谐波、奇次谐波、偶次谐波和 6K±1 次谐波。

AnyWay 提示：按功能键进入相关界面...

信号：Ua_1 THD₁₀₀ 8.788 % THD：8.788 % F：50.00 Hz

No	Mag	Phase	No	Mag	Phase	No	Mag	Phase	No	Mag	Phase	No	Mag	Phase
00	0.001	90.0	10	0.002	142.8	20	0.002	15.1	30	0.000	248.5	40	0.000	212.6
01	1.000	0.0	11	0.004	105.4	21	0.000	0.6	31	0.000	334.2	41	0.000	245.2
02	0.010	105.7	12	0.001	148.0	22	0.000	7.4	32	0.001	107.8	42	0.000	214.9
03	0.085	211.4	13	0.003	97.6	23	0.000	85.6	33	0.000	326.7	43	0.000	306.3
04	0.003	137.2	14	0.001	115.0	24	0.001	239.5	34	0.000	126.7	44	0.000	111.1
05	0.017	235.7	15	0.002	113.6	25	0.001	106.5	35	0.000	347.0	45	0.000	9.9
06	0.001	170.3	16	0.001	24.2	26	0.001	240.2	36	0.001	306.2	46	0.000	101.8
07	0.002	224.2	17	0.001	210.6	27	0.001	124.5	37	0.000	132.9	47	0.000	295.5
08	0.000	148.2	18	0.002	10.5	28	0.001	254.7	38	0.000	272.7	48	0.000	79.6
09	0.004	98.8	19	0.001	292.9	29	0.000	215.5	39	0.000	161.9	49	0.000	0.0

控制按钮及功能：

- 翻页：谐波数据分两页，按此键切换页面
- 信号选择上：选择要分析的信号
- 信号选择下：选择要分析的信号
- 全部谐波：柱形图显示全部谐波
- 奇次谐波：柱形图显示奇次谐波
- 偶次谐波：柱形图显示偶次谐波
- 6K±1次：柱形图显示6k±1次谐波
- 主菜单：返回主界面

THD 运算公式：

$$THD = \sqrt{RMS^2 - H_{01}^2} / H_{01}$$

THD₁₀₀ 的运算公式：

$$THD_{100} = \sqrt{100 \text{次谐波的平方和}} / H_{01}$$

操作步骤：

1. 主界面下按“谐波分析”键，进入谐波分析界面。
2. 按“信号选择上”、“信号选择下”键，选择待分析信号。
3. 按“全部谐波”或“奇次谐波”或“偶次谐波”、“6K±1次”键，确认柱形图谐波显示。如需在数值表格中查看 50~99 次谐波，按“翻页”键。

2.5 通讯协议（适用 V3.01 01-06 以上）

功率分析仪与上位机通讯的物理连接采用以太网接口（RJ45）连接，使用 UDP 协议进行通讯。



两台机器间通讯采用 UDP 协议，功率分析仪固定 IP 地址和 SOCKET 端口号（该 IP 地址和端口号需要保存在上位机软件中）。功率分析仪监听该端口，在收到上位机对该端口发布的参数数据后，设置 SOCKET 中的远程 IP 和端口，进行通讯。

上位机应用注意事项：

协议现在支持的端口有 15015，16001，16002，16003 以及 16004 均是分析仪软件固定端口，上位机开发程序请不要占用以上端口在网络中的应用。每一个端口有不同的作用，均可与客户端程序进行独立通讯。

其中 15015 及 16003 端口主要用于与老版本客户端应用程序兼容，本协议不作说明。

16001 端口用于用于传感器的手动档位控制，谐波数据获取，电源质量数据获取。

16002 端口用于瞬态数据通讯，包括抽样率设置指令，瞬态数据请求指令，瞬态数据请求应答指令，瞬态数据包传输等。

初始状态：

功率分析仪初始化状态仅监听本机端口，在接收到参数设置数据后进行判断处理；

保持连接：

上位机在运行过程中每隔 60 秒周期性发送一次连接协议数据，功率分析仪需要以此判断上位机是否异常停机，就是说，在一定时间间隔内如果没有收到连接数据，功率分析仪的通讯将恢复初始化状态，不再向上位机发送测量数据。上位机在需要改变量程或者连接状态时，随时可以发送该数据。

通讯指令格式：

通讯指令由分析仪标识符、上位机标识符、控制字及设置参数四个部分组成。

分析仪标识符 Analyzer

分析仪标识符 Analyzer[8]，为字符数组，未加特殊声明，固定为“WP4000T1”。

上位机标识符 Master

上位机标识符 Master[8]，为字符数组，未加特殊声明，固定为“MASTER01”或“MASTER02”。

如果是“MASTER01”，无论原来是否已经建立通讯，SOCKET 的远程 IP 和端口都指向该数据的发送方 IP 和端口（如原来已经与一个标识为 MASTER02 的上位机建立通讯，需要重新初始化 SOCKET，将远程 IP 和端口指向为当前发送方）

如果是“MASTER02”，需要判断是否已经与一个标识为 MASTER01 的上位机建立通讯，如果已经建立，则无法与“MASTER02”建立通讯，不予应答；如果原先没有与一个 MASTER01 建立通讯，则将 SOCKET 的远程端口和 IP 都指向该数据的发送方。

除了“MASTER01”及“MASTER02”外的其它任何标识，分析仪不予响应。

命令字 Command

Command=0，取消连接，功率分析仪获得的测量参数不发送，同时 SOCKET 恢复初始化状态（监听端口）。

Command=1，数据请求，功率分析仪获得的测量参数发送到上位机

Command=2，设置手动量程

Command=3，恢复自动量程

2.5.1 16001 控制协议

该端口主要用于传感器的手动档位控制，谐波数据获取，电源质量数据获取，如无上述需求，可跳过本节。

量程控制命令：

```
struct {  
  
char Analyzer[8] = {'W','P','4','0','0','0','T','1'}; // 功率分析仪 ID 标识  
  
char Master[8]; // 上位机 ID 标识，“MASTER01”或者“MASTER02”，用来  
标志其优先权
```

```
int  command; // 0x0 1 手动设置量程 0x0 0 恢复自动量程
int  sID; // 传感器编号 0 - 5 ;
int  range_i // 设置的电流档位
int  range_u // 设置的电压档位
}
```

量程控制应答:

```
struct {
int    sID;          //传感器编号 0 - 5
int    range_U      //电压档位
int    range_I      //电流档位
}
```

谐波数据获取命令:

```
struct {
char  Analyzer [8];
char  Master [8];
unsigned int  connect ;    // 控制命令 0x11
unsigned int  vid;        // 切换到谐波分析视图 视图编号为 2
unsigned int  ich;        // 需要采集的通道编号
unsigned int  harmonic_c ; // 谐波次数 (获得 thd_f 的计数)
}
```

注：采样通道编号不能大于当前线图的最大通道编号。

谐波数据应答数据结构:

```
struct {
int  ich;          //需要采集的通道编号
float F;          //频率
}
```

```
float thd;           //THD
float thd_F;         //THD_F 根据谐波次数运算后获得的数据
float m_harmonic[100][4]; //100次谐波数据的谐波序号, msg(幅值), 含有率,
Phase(谐波相位)
}
```

电源质量数据获取命令:

```
struct
{
char Analyzer [8];
char Master [8];
unsigned int connect; // 控制命令 0x11
unsigned int vid;     // 切换到谐波分析视图 视图编号为 13
unsigned int ich;     // 需要采集的通道编号
}
```

注: 采样通道编号不能大于当前线图的最大通道编号。

电源质量数据应答数据结构:

```
Struct{
int ich; //需要采集的通道编号
int HVF; //谐波电压因素
float K; //波形畸变率
float T
HF; //电话谐波因数
}
```

温度采集控制:

温度采集会占用传感器的 IO 操作, 每个温度的获取需要 0.5S, 如果温度读取失败会返回 0。注意在读取温度前线要进行校准更新。

```
Struct {  
    char Analyzer[8];  
    char Master[8];  
    unsigned int connect; // 控制命令 0x13  
    unsigned int SID; // 传感器在分析仪器中对应的物理接口序号  
}
```

温度采集应答:

```
struct {  
    char ID[40]; // 传感器 ID  
    float T; // 温度  
}
```

选择控制频率:

用于控制频率选择的方式。0—表示从电流上取信号，1—表示从电压上取信号，2—表示从有系统自动选择。

```
Struct  
{  
    char Analyzer [8];  
    char Master [8];  
    unsigned int Command ; // 控制命令 0x14  
    unsigned int cmd_ F; // 选频方式  
    unsigned int umn; // 相组  
    unsigned int un; // 传感器序号  
}
```

2.5.2 16002 瞬态端口协议

该端口主要用于瞬态数据通讯，包括瞬态数据抽样设置指令，瞬态数据请求指令，瞬态数据请求应答，瞬态数据包接收。

2.5.3 连接协议以及数据协议

瞬态数据抽样率设置命令:

```
Struct
{
Char Analyzer [8];
char Master [8];
unsigned int Command ;// 控制命令 0x12
unsigned int interval ; // 采样级别
}
```

注：采样级别的含义是在原始值的基础上每个 interval 点采样。列入原始采样是 0-99 不间断为 100 个点, 假设采集级别 interval = 2 ; 采样点数为 0 2 4 697 99 ; 只有 50 个点。

瞬态数据请求指令:

瞬态数据连接数据结构:

```
Struct
{
Byte [1] Connet // 1-建立连接 0-取消连接
Byte [3] Channel // 1 表示采集 0 表示不采集 位数表示通道编号
}
```

如果你要采集第 3 和第 4 个通道的数据那数据结构如下设置:

	18	17	16	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01
000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0

瞬态数据连接应答:

```
Struct{
Byte [1] type = 0 //表示此数据是应答数据
```

```

Byte   [1] Connet    //1-建立连接 0-取消连接
Byte   [3] Channel   // 1 表示采集 0 表示不采集位数表示通道编号
}

```

瞬态数据包接收:

```

Struct{
Int     channel      //当前发送数据的从 1 开始目前最大通道为 18
Int     count        //发包序号
Float   data         //瞬态数据，数据大小固定为 32768 个 byte 每 4 个 byte
                一个数据
}

```

注：瞬态数据每次只发送一个完整的通道数据，如果您连接了多个通道数据按照从低到高通道顺序发送。例如你连接了 1 3 通道发送顺序为就是 1 3 通道数据循环。

2.5.4 16004 稳态端口协议

每一个测量参数及相关运算参量，在分析仪中对应一个参数 ID，参见参数 ID 表。

客户端应用程序根据参数 ID 表，设置需要读取的一个或多个参数 ID，即可获取该参数。

参数 ID 寻址指令:

连接指令数据结构

```

Struct
{
char Analyzer[8];
char Master[8];
Char connet[6]; // 获得功率分析仪器连接
}

```

读写操作:

读写数据结构


```
Struct
{
char Analyzer[8];
char Master[8];
byte type; //0x0 写操作 0x01 读操作
byte data[]; // 写或的操作指令
}
```

Type 为单字节为 0x00 为写操作，data[]为 byte 类型，组成方式为：用户地址空间 ID 和值组成

Type 为 0x01 是读操作：读取地址 ID 的数据为 4 字节数据，可同时读取多个数据地址。

数据应答数据结构：

应答数据数据段位 16 或者 12 字节。每个 ID 地址对应一个 16 或者 12 字节的数据段，应答数据最后是校验码。

```
Struct
{
int length // 数据包长度
int id; // 参数地址 ID 设置不需要 ID 次项不存在
float data; // 数据值
float time; // 时基
.
.
.
Int crc // 校验码为每个 16 进制字节和运算 。 设置不需要校验 次项不存在
}
```

写地址 ID 编码规则：

ID	大小	含义
0x00	1 BYTE	连接状态 0 断开连接 1 连接状态
0x01	1 BYTE	手动发送 自动发送
0x02	1 BYTE	是否发送 ID 0 不发送 ID 1 发送 ID
0x03	1 BYTE	预留
0x04	1 BYTE	是否增加校验
0x05	1 BYTE	预留
0x06	1 BYTE	设置一次读取数据量 0 -255 个数据包
0x07	1 BYTE	复位读取数据地址空间
0x08	1 BYTE	启动连续地址读取数据

参数 ID 编码规则：

参数 ID 表

偏移地址	名称	含义
0x0000-0x0008	I_RNG	I1~I9 电流信号量程
0x0020-0x0028	I_AVG	I1~I9 的 AVG 值
0x0040-0x0048	I_RMS	I1~I9 电流信号有效值
0x0060-0x0068	I_H01	I1~I9 电流信号基波值
0x0080-0x0088	I_MEAN	I1~I9 电流信号 mean 值
0x00A0-0x00A8	I_F	I1~I9 电流信号频率
0x00C0-0x00C8	I_PHASE	I 1~I9 电流信号相位
0x00E0-0x00E8	I_THD	I1~I9 电流信号 THD
0x0100-0x0108	U_RNG	U1~U9 电压信号量程
0x0120-0x0128	U_AVG	U1~U9 电压信号 AVG 值

0x0140-0x0148	U_RMS	U1~U9 电压信号有效值
0x0160-0x0168	U_H01	U1~U9 电压信号基波值
0x0180-0x0188	U_MEAN	U1~U9 电压信号 mean 值
0x01A0-0x01A8	U_F	U1~U9 电压信号频率
0x01C0-0x01C8	U_PHASE	U1~U9 电压信号相位
0x01E0-0x01E8	U_THD	U1~U9 电压信号 THD
0x0200-0x0208	H01_P	P1~P9 功率的 H01 值
0x0220-0x0228	AVG_P	P1~P9 功率的 AVG 值
0x0240-0x0242	G_U	1~3 号交流相组的平均电压
0x0248-0x024A	G_I	1~3 号交流相组的平均电流
0x0250-0x0252	G_C	1~3 号交流相组的基波功率因数
0x0258-0x025A	G_P	1~3 号交流相组的总有功功率或总基波有功功率
0x0260-0x0262	G_Q	1~3 号交流相组的总无功功率
0x0268-0x026A	G_S	1~3 号交流相组的总视在功率

2.5.5 地址协议



上图为 2V2A X 3 的线路图测试数据图。从左至右量程的的偏移地址为 0x0000 即为 Ia1 电流信号的量程, 0x0001 是 Ic1, 0x0002 是 Ib1 线路图的上位表明档位的信号就是虚拟信号由实际测到的信号的向量加减运算获得, 所以量程信息被排在两个实际信号的后边。第二单元的以此类推可以得到 Ia2 Ic2 Ib2 的地址分别是 0x0003 , 0x0004, 0x0005 。同理电流和电压测量信号的地址也是一样。

界面上大写的 U, I 的含义是大电流以及大电压, 这些数据是三相小电压 (如 Uab1 等), 小电流 (如 Ia1 等) 的算术平均的和。

P 为有功功率。

Cosφ 为基波功率因数 (相移因子)。

注意地址的排序都是从左至右依次增加。

以上图为列: 要取 2 单元的所有数据的简单示例:

电流, 电压取有效值, 功率为平均功率

有效值电流地址块

Address[0] = 0x0043;

Address[1] = 3;

有效值电压地址

Address[2] = 0x0143;

Address[3] = 3;

大电流，电压，有功功率以及基波功率因素

Address[4] = 0x0249;

Address[5] = 1;

Address[6] = 0x0241

Address[7] = 1;

Address[8] = 0x0259;

Address[9] = 1;

Address[10] = 0x0251;

Address[11] = 1;

第三个传感器的电压频率

Address[12] = 0x01A3;

Address[13] = 1;

以上是我们定义的地址列表，所以我们可以定义根据地址列表来定义我们的数据结构

Struct{

Float I_RMS[3];

Float U_RMS[3];

Float I;

Float U

Float P;

Float Cos;

```
Float F  
Float Time;  
Float COUNT;  
}
```

3 SP 系列变频功率传感器

3.1 主要特点

- ◆ 最高带宽和最高精度的变频高电压传感器。

目前适用于变频电量测量的电压传感器主要是霍尔电压传感器。霍尔电压传感器可测最高电压为 6400V，其带宽低于 1kHz，精度约 1%。

SP 系列变频功率传感器标准型号的最高测试电压可达 15kV(特殊定制可达 20kV)，典型带宽 100kHz，最高精度可达 0.05%。

- ◆ 唯一一款提供角差指标的变频电量传感器。

SP 系列变频功率传感器采用国防科技大学专家团队耗费数年研究成功的，具有自主知识产权的电压、电流敏感元件，具有微小的相移指标。并且因为将电压、电流传感器组合为一体，大大简化了相位补偿电路。0.2S3 级的变频功率传感器在 50Hz 时的角差典型值为 5'，相当于 0.1S 级电压、电流互感器的角差。

- ◆ 无需多传感器换挡实现宽范围高精度测试。

根据被测电压高低和电流大小选择合适量程的传感器以保证测量精度，几乎成了每一个测量工程师的基本常识。

然而，在各种电气设备的科学试验中，同一个电压或者电流，在不同的工况下其幅值的动态范围往往很大。比如电机或变压器的空载与短路试验，前者电压高，电流小，后者电压低，电流大。当电压、电流的高低大小差距较大时，通常采用多个不同量程电压、电流传感器，搭建换挡开关电路对其进行选择，使传感器量程与被测信号尽量匹配，以满足测量精度的需要。

对于高压大电流而言，多传感器及换挡开关成本高，占地面积大，可靠性也较差。为了解决这些问题，出现了适用工频测量的多绕组电磁式电压、电流互感器，可以通过对副边进行低电压小电流换挡，在一定程度上拓宽保证精度的测量范围。然而，对于霍尔电压、电流传感器等用于变频电量测量的传感器而言，市场上尚无副边换挡产品，往往换挡开关的造价远远超过传感器本身的价格。

SP 系列变频功率传感器的电压、电流通道均设置了 8 个档位，每个档位只测量在本档位量程的 50%~100%范围内的信号，实现了 0.5%~100%量程范围内的高准确度测量。采用无缝自动转换量程技术，档位切换时，数据不丢失的特点可满足宽幅值范围内的动态测量，全面记录被测信息，不放过每一个细节变化。AnyWay 称为 2 的 N 次方自动转换量程方案，N 每增加 1，可有效拓宽一倍的高精度测量范围。

3.2 技术指标

项目	指标	条件
最高采样频率	250kHz	
带宽	100kHz	
电压	A 型: 0.05%rd B 型: 0.1%rd C 型: 0.2%rd	幅值范围: 0.75%~150%U _N 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
电流	A 型: 0.05%rd B 型: 0.1%rd C 型: 0.2%rd	幅值范围: 1%~200%I _N 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
功率	A 型: 0.05%rd B 型: 0.1%rd C 型: 0.2%rd	功率因数=1, 额定电压, 额定电流; 基波频率: 45Hz~66Hz
	A 型: 0.1%rd B 型: 0.2%rd C 型: 0.5%rd	功率因数: 0.2~1 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
	A 型: 0.2%rd B 型: 0.5%rd C 型: 1%rd	功率因数: 0.05~0.2 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
角差指标	f/50x5'	基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
频率测量精度	0.02%rd	0.1Hz~1500Hz
电压过载时间	10min	U<1.5U _N
电流过载时间	3min	I<2I _N
隔离电压	2U _N +1kV	50/60Hz, 1min

3.3 传感器的安装

本部分将为安装、使用 SP 系列变频功率传感器（以下简称传感器）人员和传感器配套装置设计者，提供如何以安全的方式，正确安装和有效使用传感器的指导性规范文件，

相关人员必须遵循相关电气标准和本传感器安装技术规范。

本规范中的信息可能会进行略微修改，恕不另行通知。

3.3.1 相关名词解释

低压传感器：以 SP381***,SP691***,SP112***命名的传感器。

高压传感器：以 SP332***,SP662***,SP103***命名的传感器；高压传感器由传感器本体及高压调理模块两个部分构成。

指标距离：保证标称准确度下传感器本体与金属导体平面的直线最小距离

3.3.2 传感器结构说明

1. 低压传感器电位分布及连线要求

参见图 1，某型号低压传感器电位分布指示：传感器本体①（壳体为导电金属材料）与被测电流输入/输出端②、被测电压输入高端③，三者构成等电位体，④为测量参考电压输入端，⑤为 AC220 供电电源输入接口；**传感器外壳禁止接地**（以下简称“等电位体”）

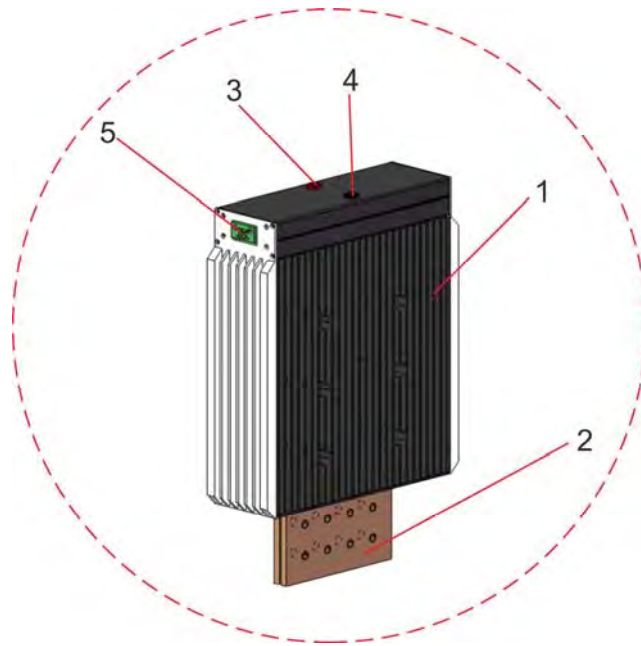


图 1

2. 高压传感器电位分布及连线要求

参见图 2，某型号高压传感器电位分布指示：传感器本体①（壳体为导电金属材料）

与电流输入/输出端②、被测电压输入高端③三者构成等电位体，④为测量参考电压输入端，⑤为 AC220 供电电源输入接口，高压调理模块⑥（壳体为绝缘壳体）。两者经连接线⑦连接在一起；**传感器本体外壳禁止接地**（以下简称“等电位体”）。

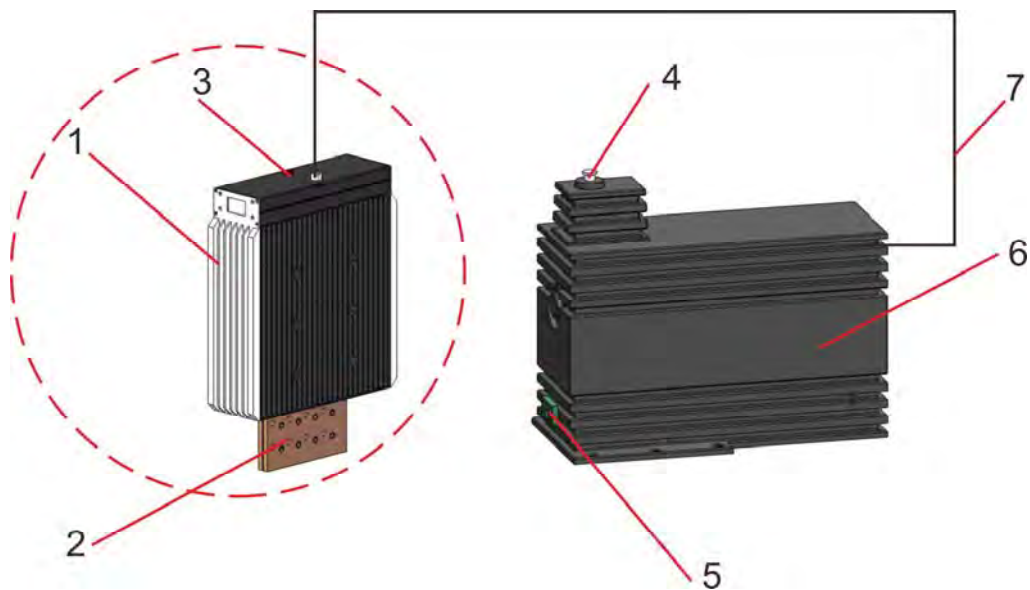


图 2

3.3.3 传感器电气间隙、爬电距离、指标距离相关要求说明

1. 传感器电气间隙相关要求

电气间隙参照国家标准——《GB4793.1-2007 测量、控制和实验室用电气设备安全通用要求》，测量示意图见图 3。

2. 传感器爬电距离相关要求

爬电距离参照国家标准——《GB4793.1-2007 测量、控制和实验室用电气设备安全通用要求》，测量示意图见图 3。

3. 传感器指标距离相关要求

传感器指标距离相关要求由变频电量计量检测中心提供大量试验数据分析总结后制定，测量示意图见图 3，详细参数要求参见附表 1。

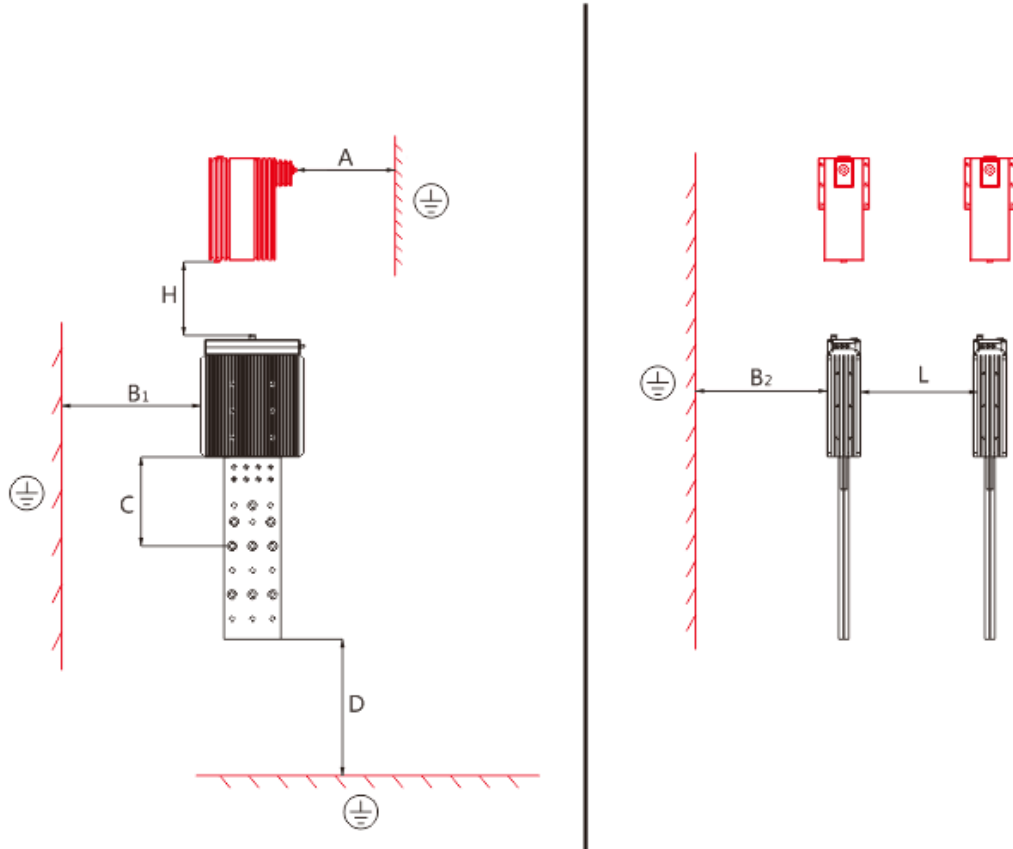
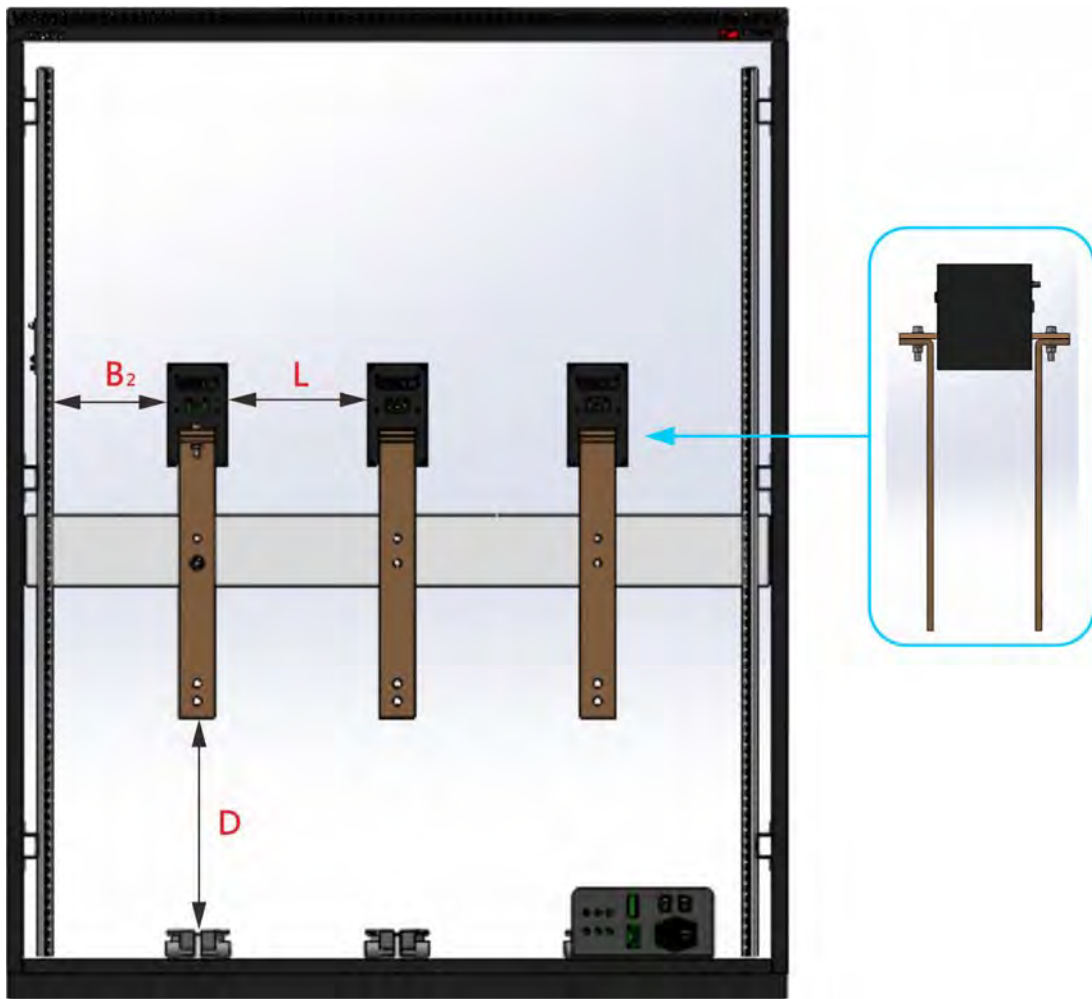
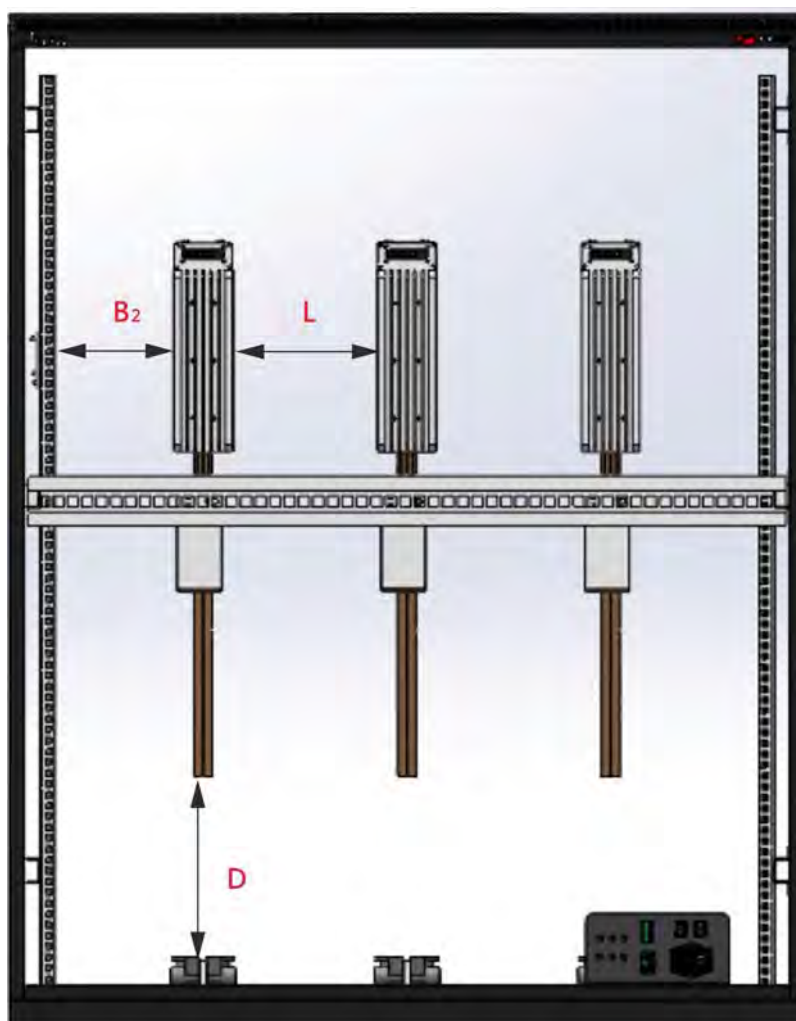


图 3: (所示 A、为电气间隙, D 为爬电距离, B1、B2、L 为指标距离, H 为连接线距离
(详见附表 1~2))

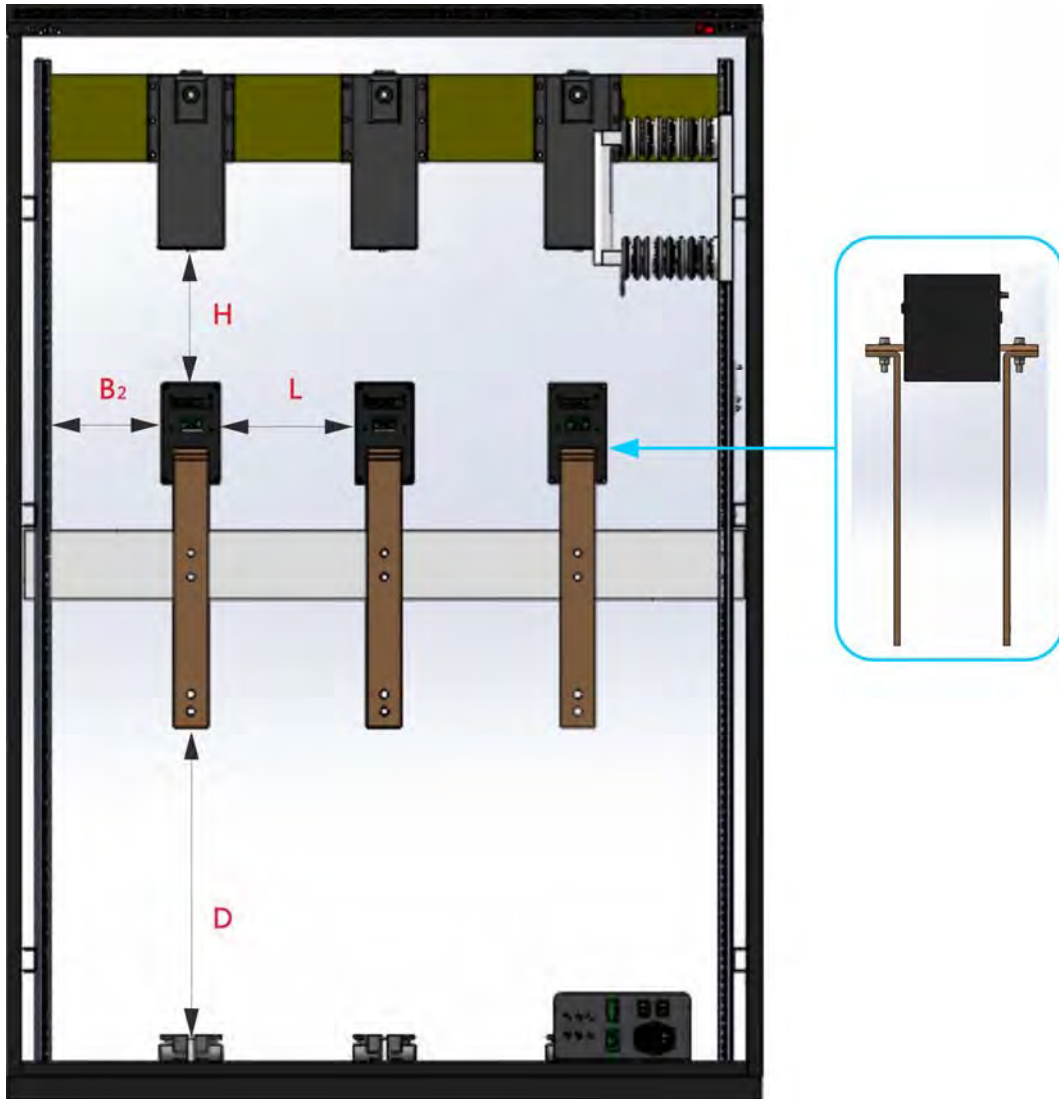
3.3.4 传感器标准安装示意图



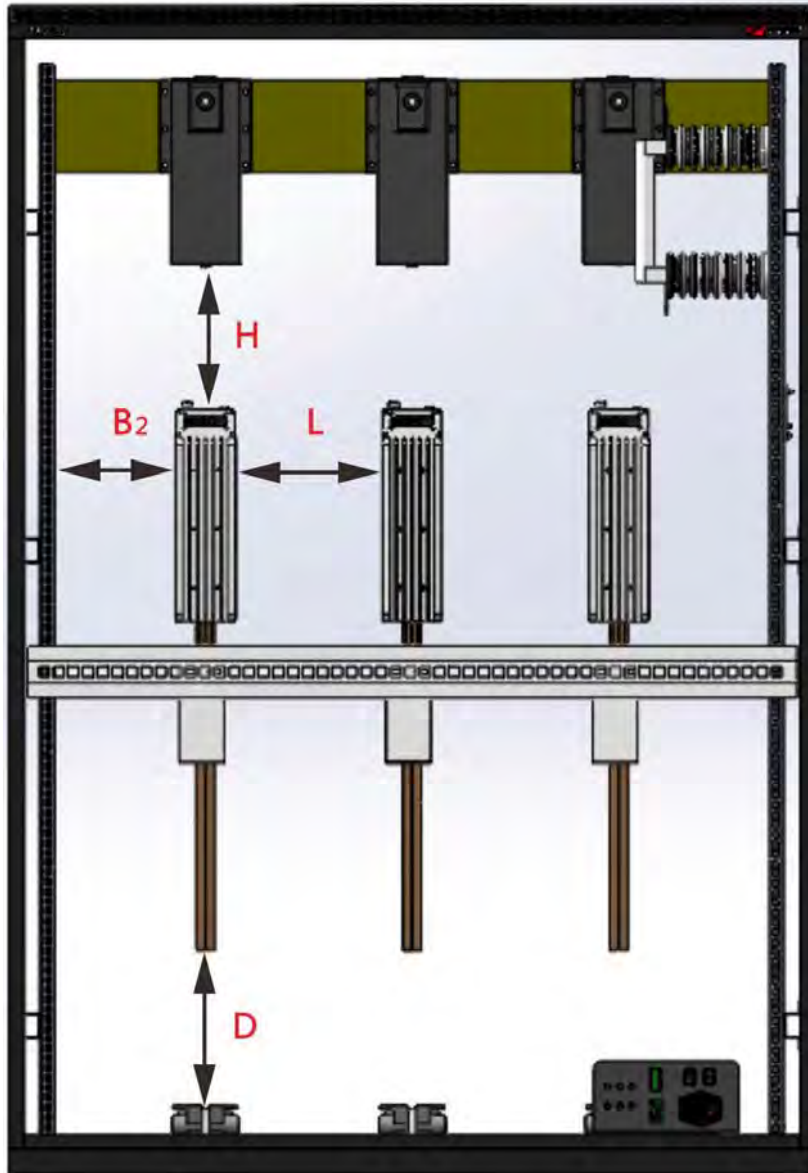
(图 4 为 200A~750A 低压传感器安装示意图)



(图 5 为 1000A~3500A 低压传感器安装示意图)



(图 6 为 200A~750A 高压传感器安装示意图)



(图 7 为 1000A~3500A 高压传感器安装示意图)

附表文件

附表 1: 传感器指标距离参数要求

传感器型号	最小距离 L/mm	最小距离 B1/mm	最小距离 B2/mm	最小距离 C/mm
SP***201A/B/C	200	100	200	220
SP***301A/B/C	200	100	200	220
SP***501A/B/C	200	100	200	220
SP***751A/B/C	350	100	200	220
SP***102A/B/C	200	100	200	220
SP***152A/B/C	300	100	200	220
SP***202A/B/C	300	100	200	220
SP***252A/B/C	400	150	200	220
SP***302A/B/C	400	150	200	220
SP***352A/B/C	400	150	200	220

备注：以上距离要求应满足以下要求：
1、各型号传感器按照图 4~7 安装

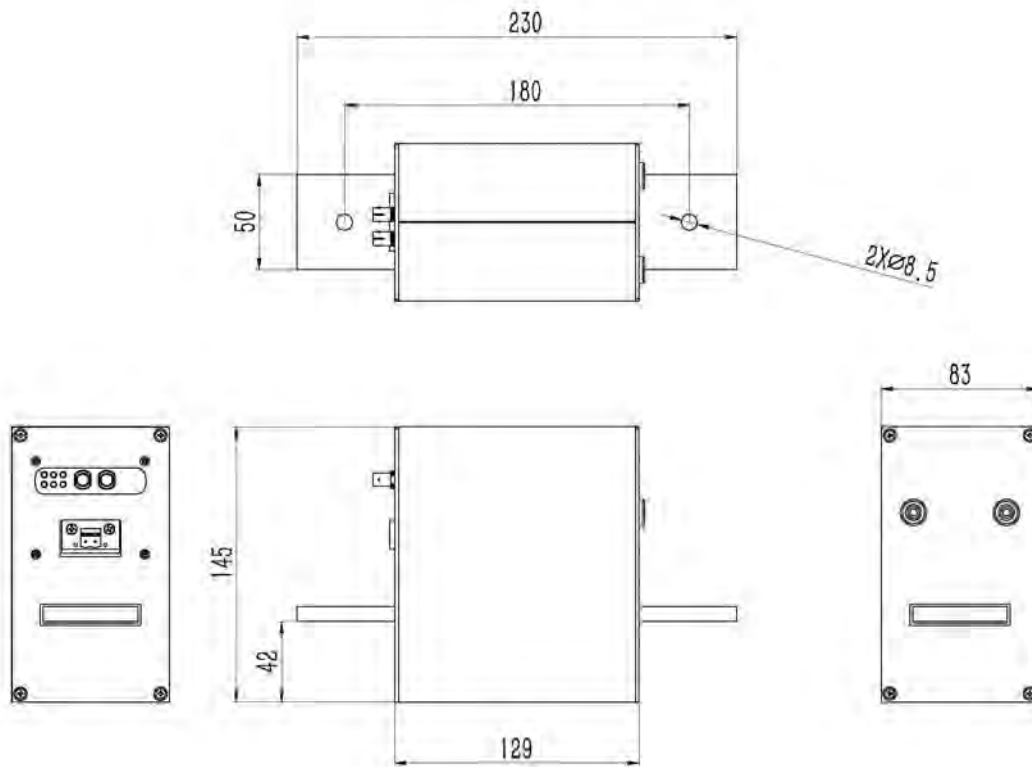
附表 2: 高压传感器连接线距离参数对照表

高压传感器型号(DC~1500Hz)	连接线距离 H/mm
SP***201A/B/C	200
SP***301A/B/C	200
SP***501A/B/C	200
SP***751A/B/C	200
SP***102A/B/C	200
SP***152A/B/C	200
SP***202A/B/C	200
SP***252A/B/C	200
SP***302A/B/C	200
SP***352A/B/C	200
备注：以上距离要求应满足以下要求： 1、各型号高压传感器按照图 6~7 安装	

3.4 传感器外形与尺寸

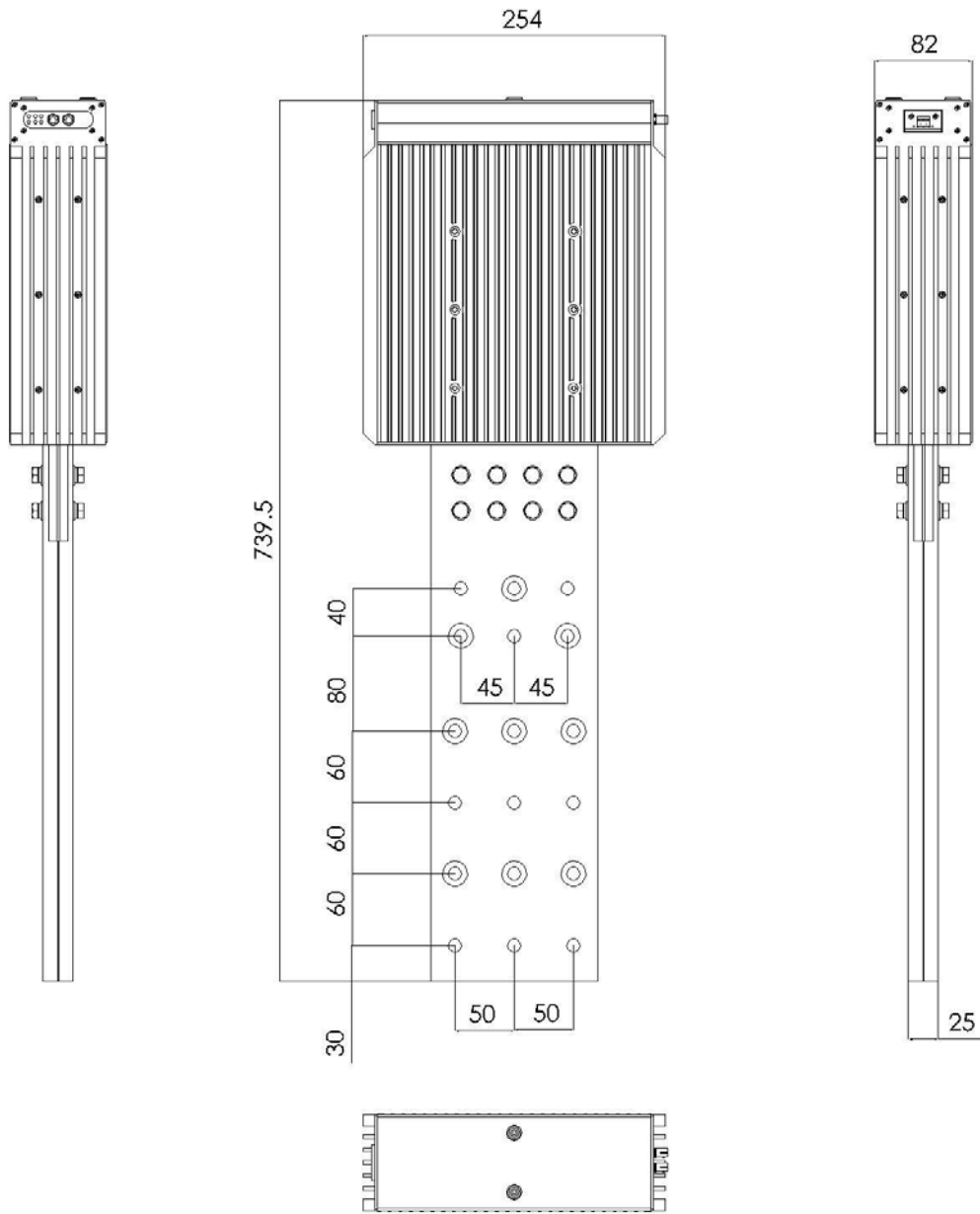
3.4.1 低压传感器 (SP381***, SP691***, SP112***)

200-750A



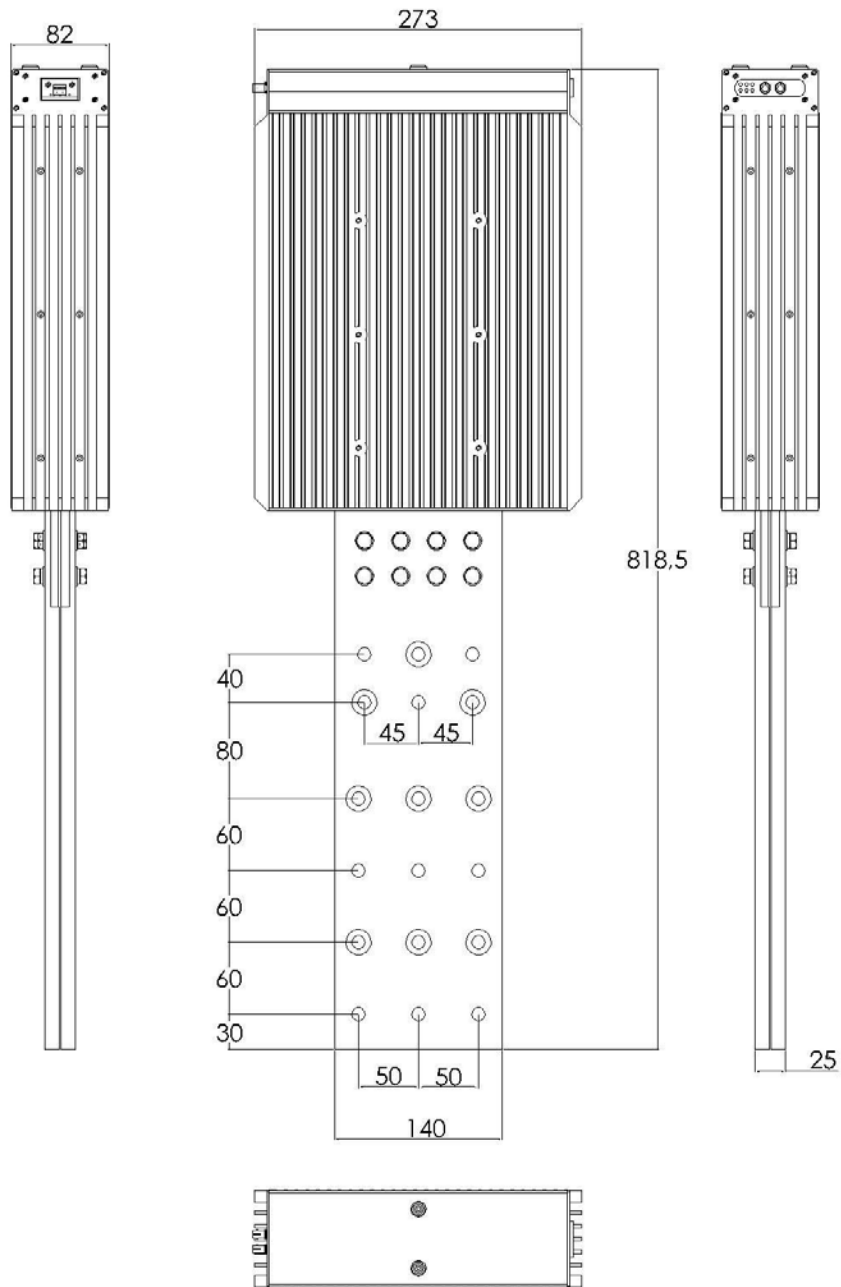
(单位: mm)

1000-2000A



(单位: mm)

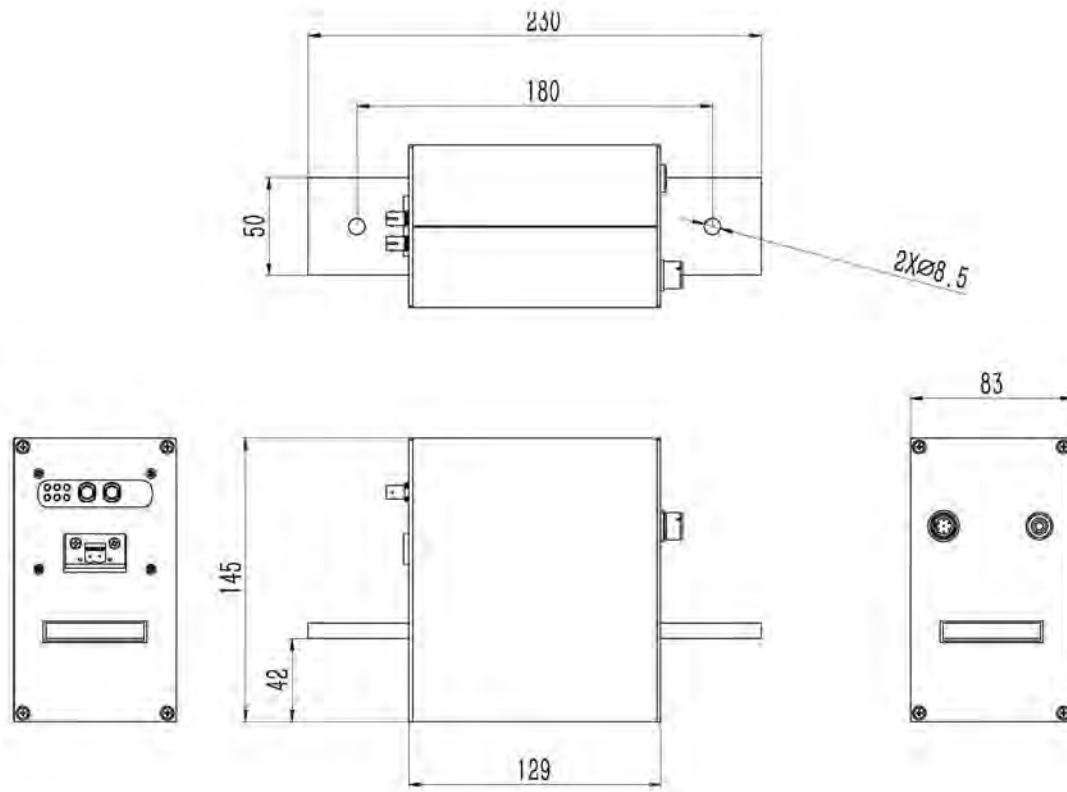
2500-3500A



(单位: mm)

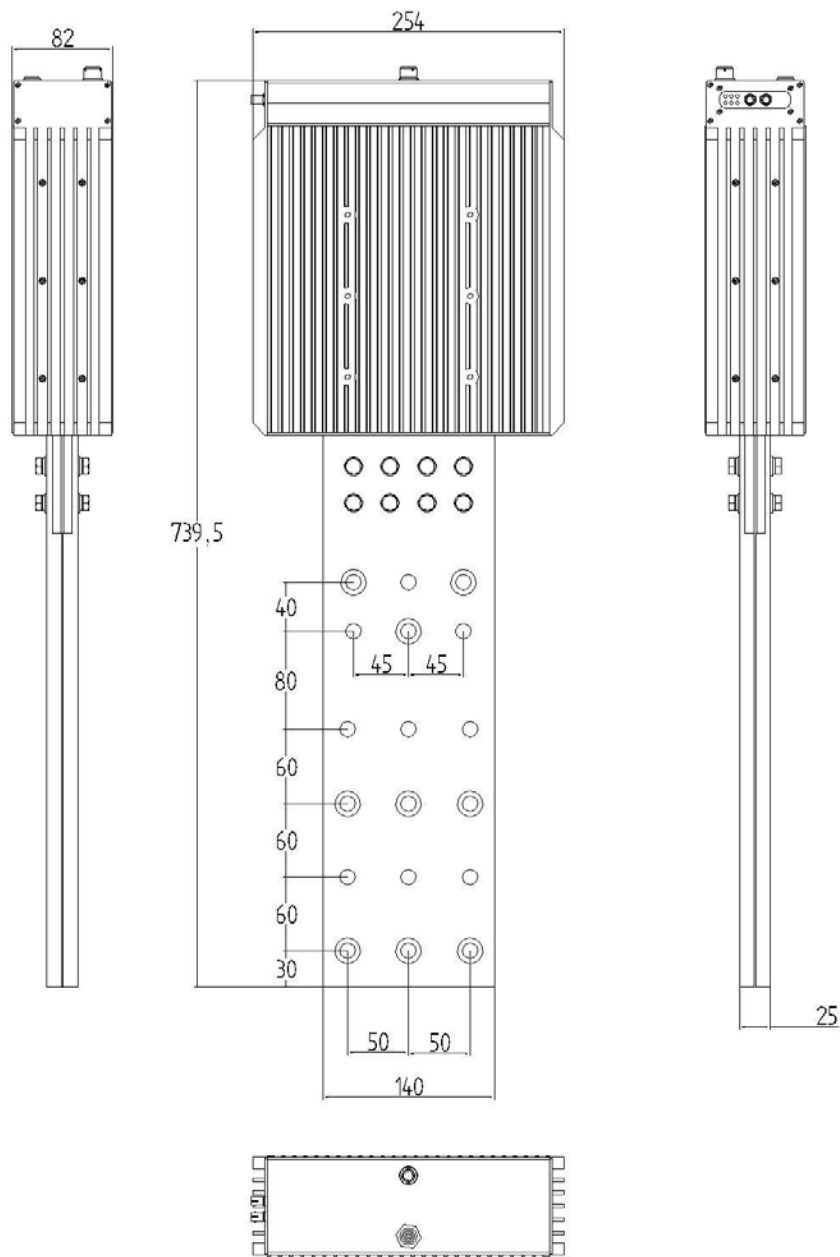
3.4.2 高压传感器 (SP332***, SP662***, SP103***)

200-750A



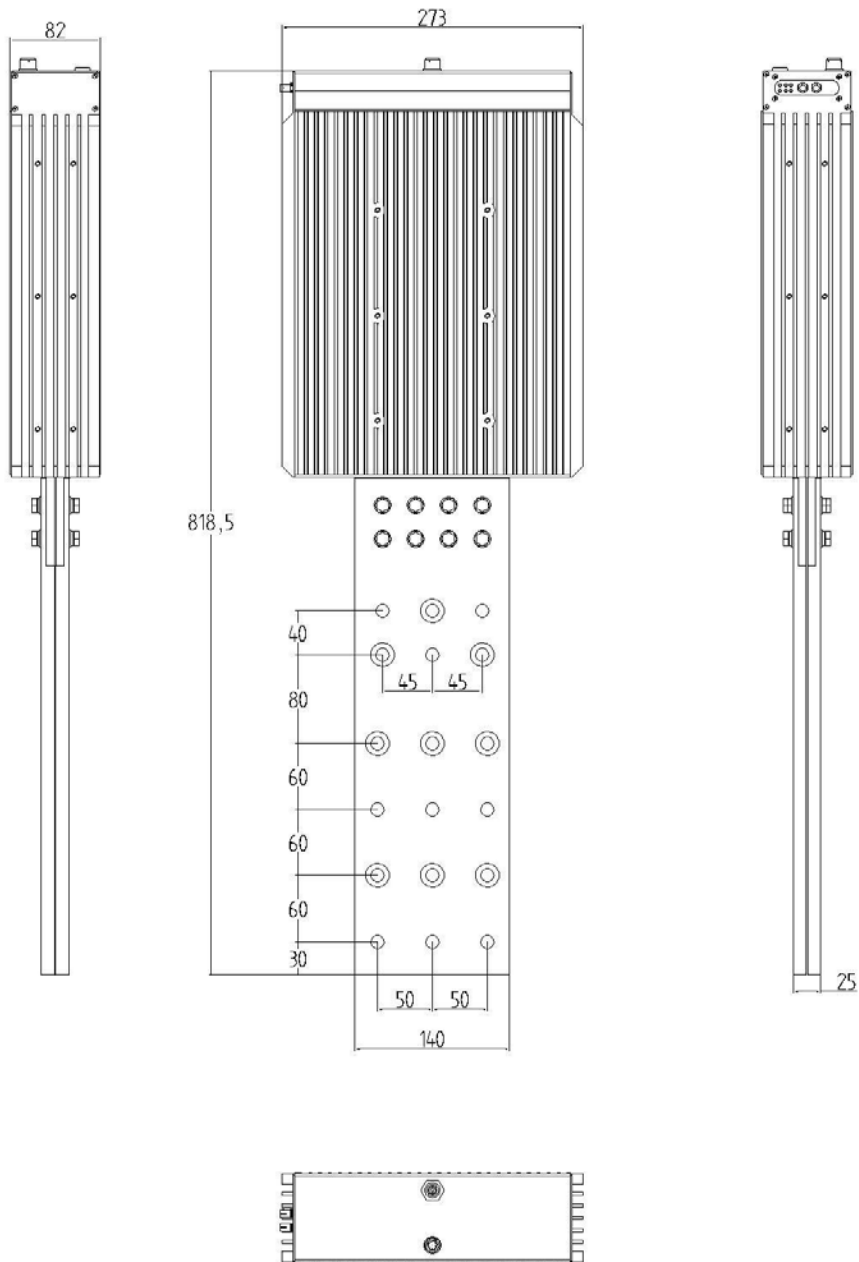
(单位: mm)

1000-2000A



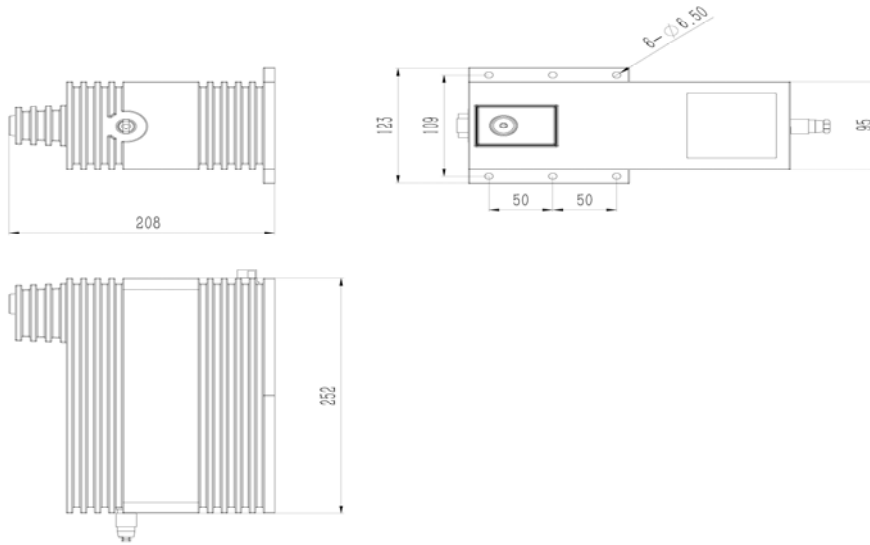
(单位: mm)

2500-3500A



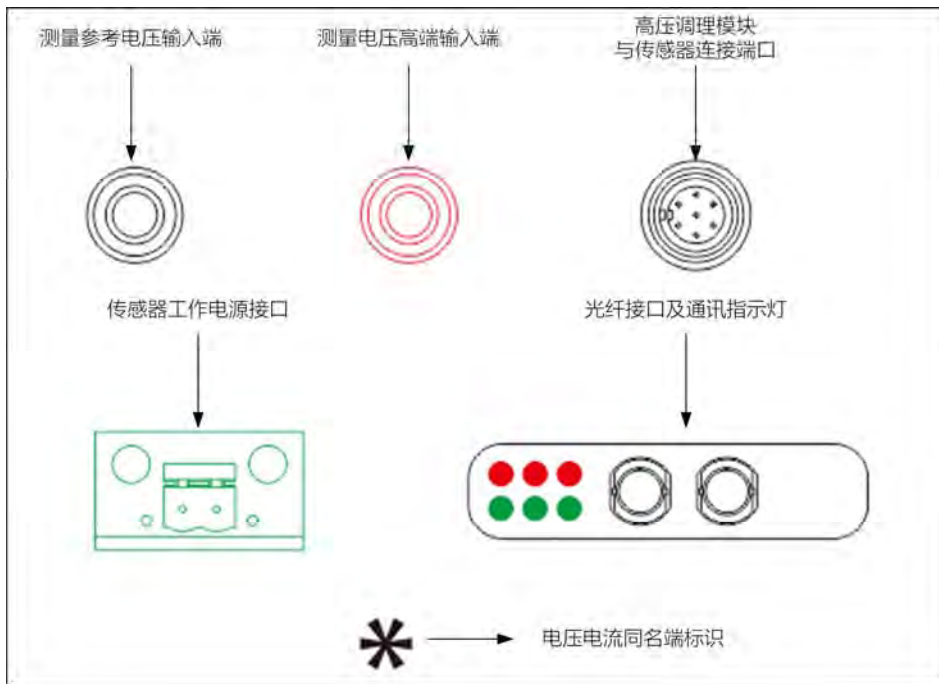
(单位: mm)

3.4.3 高压调理模块外形尺寸图

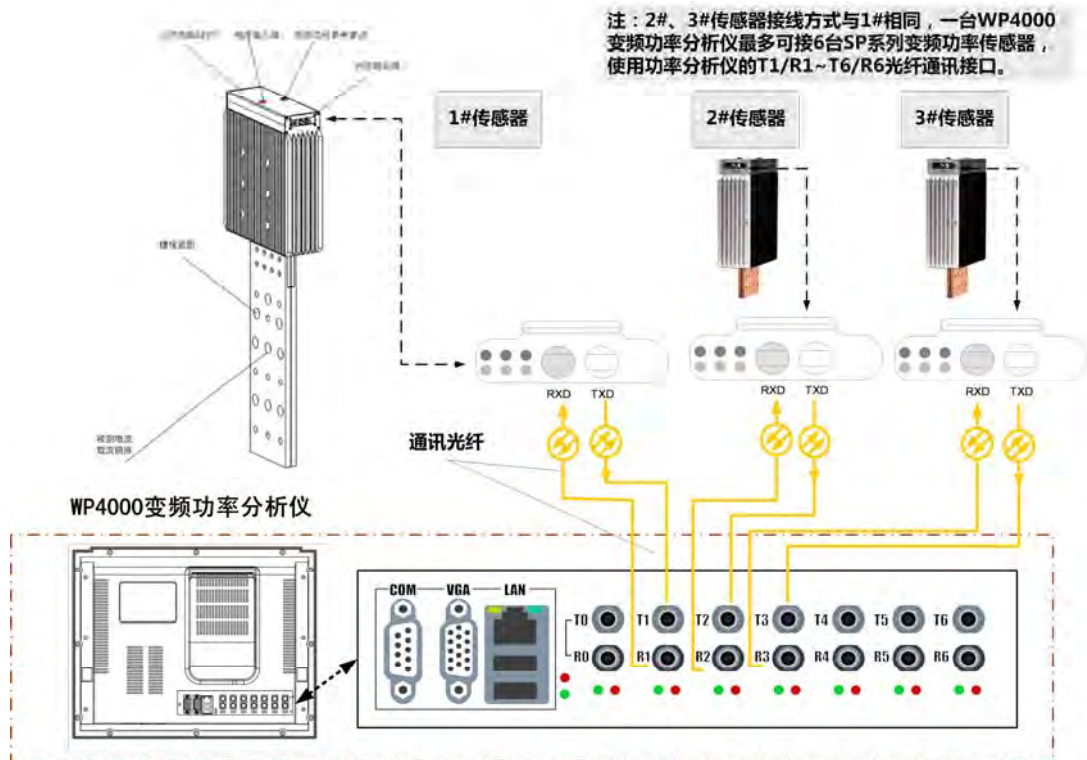


3.5 接线说明

3.5.1 接线端口



3.5.2 接线方式



3.6 选型指南

3.6.1 SP 系列变频功率传感器命名规则

以 SP103202C 变频功率传感器命名为例：

SP 为 AnyWay 变频功率传感器识别符，103 和 202 分别表示传感器的额定电压 U_N 及额定电流 I_N ，参照科学计数法方式，即 $a \times 10^n$ 形式，其中前两位数字为 a ，第三位为指数 n 。即 103 表示该传感器额定测试电压 $U_N = 10 \times 10^3 = 10\text{kV}$ ，202 表示额定测试电流 I_N 为 2000A。

由于采用先进的无缝自动量程转换技术，SP 系列变频功率传感器的电压有效测试范围为 $0.75\% \sim 150\%U_N$ ，电流的有效测试范围为 $1\% \sim 200\%I_N$ 。

C 表示精度，定义如下：

A：电压、电流精度为读数的 0.05%，功率精度为读数的 0.05%（功率因数=1）；

B: 电压、电流精度为读数的 0.1%，功率精度为读数的 0.1%（功率因数=1）；

C: 电压、电流精度为读数的 0.2%，功率精度为读数的 0.2%（功率因数=1）；

即 SP103202C 表示该传感器的电压、电流精度为读数 0.2%，功率精度为读数的 0.2%（功率因数=1，额定电压，额定电流条件下）；额定电压 U_N 为 10kV，额定电流 I_N 为 2000A；电压有效测试范围为 75V~15kV；电流有效测试范围为 20A~4000A。

SP 系列变频功率传感器的测试范围已经考虑了电机试验中 1.3 倍过电压试验及 2 倍电流过载(小功率电机电流过载能力可能要求更高)试验要求，因此用户选型时，只需考虑被试电机中最高电压电机的额定电压及最大电流电机的额定电流即可。

3.6.2 SP 系列变频功率传感器标准型号列表

U_N	Model	I_N	U_N	Model	I_N	U_N	Model	I_N
380V	SP381201X	200A	690V	SP691201X	200A	1140V	SP112201X	200A
	SP381301X	300A		SP691301X	300A		SP112301X	300A
	SP381401X	400A		SP691401X	400A		SP112401X	400A
	SP381501X	500A		SP691501X	500A		SP112501X	500A
	SP381751X	750A		SP691751X	750A		SP112751X	750A
	SP381102X	1000A		SP691102X	1000A		SP112102X	1000A
	SP381152X	1500A		SP691152X	1500A		SP112152X	1500A
	SP381202X	2000A		SP691202X	2000A		SP112202X	2000A
	SP381252X	2500A		SP691252X	2500A		SP112252X	2500A
	SP381302X	3000A		SP691302X	3000A		SP112302X	3000A
	SP381352X	3500A		SP691352X	3500A		SP112352X	3500A
3300V	SP332201X	200A	6600V	SP662201X	200A	10000V	SP103201X	200A
	SP332301X	300A		SP662301X	300A		SP103301X	300A
	SP332401X	400A		SP662401X	400A		SP103401X	400A
	SP332501X	500A		SP662501X	500A		SP103501X	500A
	SP332751X	750A		SP662751X	750A		SP103751X	750A
	SP332102X	1000A		SP662102X	1000A		SP103102X	1000A
	SP332152X	1500A		SP662152X	1500A		SP103152X	1500A
	SP332202X	2000A		SP662202X	2000A		SP103202X	2000A
	SP332252X	2500A		SP662252X	2500A		SP103252X	2500A
	SP332302X	3000A		SP662302X	3000A		SP103302X	3000A
	SP332352X	3500A		SP662352X	3500A		SP103352X	3500A

3.7 其他

3.7.1 温湿度指标

- ◆ 传感器贮存环境温度：(-25~+80)℃。
- ◆ 传感器贮存环境湿度：(20~80)%RH（无结露）。
- ◆ 传感器工作环境温度：(0~+50)℃。
- ◆ 传感器工作环境湿度：(20~80)%RH（无结露）。

4 DT 系列数字变送器

4.1 产品特点

DT 系列数字变送器是一种高准确度、宽量程、宽频带的双通道电压、电流数字变器，具备 SP 系列变频功率传感器的所有特点，该系列变送器配合互感器及各种霍尔传感器可实现高电压大电流的功率测试，用户可以根据现场实际情况任意组合，相比之下，比变频功率传感器具有更灵活的应用。

DT 系列数字变送器将输入的电压和电流信号在变送器内部进行信号调理和高速采样，输出数字量通过光纤传输至上位机。上位机软件对数字信号进行相关运算处理后可提取被测信号的有效值、基波、谐波、频率等各种特征值，还可通过对两个通道的相关运算得到有功功率、无功功率、视在功率及各次谐波功率等电参量。

由于采用光纤传输，DT 系列数字变送器可有效避免信号传输过程的损耗和干扰，满足各种复杂电磁环境下的高精度测量需要。

其主要特点有如下三点：

1. 采用前端数字化技术，具有超强的 EMC 性能；
2. 宽幅值、宽频率、宽相位范围内的高准确度测量；
3. 同一通道既可以测量模拟量，又可以测量数字脉冲信号。

4.2 技术指标

4.2.1 模拟量测量技术指标

项目	指标
带宽	100kHz
采样频率	250kHz
准确度	0.05 级或 0.1 级
电压测量范围	不同型号可涵盖 1mV~1280V 交直流电压
电流测量范围	不同型号可涵盖 100uA~128A 交直流电流

4.2.2 脉冲测量技术指标

项目	指标
频率	0.1Hz~50kHz
幅值	模拟量输入范围
波形	结合截止频率可设置的频率滤波器,可以测量任意信号的基波频率。

4.2.3 功率测量技术指标

项目	指标	条件
最高采样频率	250kHz	
带宽	100kHz	
电压精度	A 型: 0.05%rd B 型: 0.1%rd	幅值范围: 0.5%~100%UN 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
电流精度	A 型: 0.05%rd B 型: 0.1%rd	幅值范围: 0.5%~100%IN 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
功率精度	A 型: 0.05%rd B 型: 0.1%rd	功率因数=1; 额定电压, 额定电流 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
	A 型: 0.1%rd B 型: 0.2%rd	功率因数: 0.2~1 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
	A 型: 0.2%rd B 型: 0.5%rd	功率因数: 0.05~0.2 基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
角差指标	$f/50 \times 5'$	基波频率: DC, 0.1Hz~1500Hz
频率测量精度	0.02%rd	0.1Hz~1500Hz
隔离电压	3kV	

4.3 接线说明

4.3.1 接线端子定义

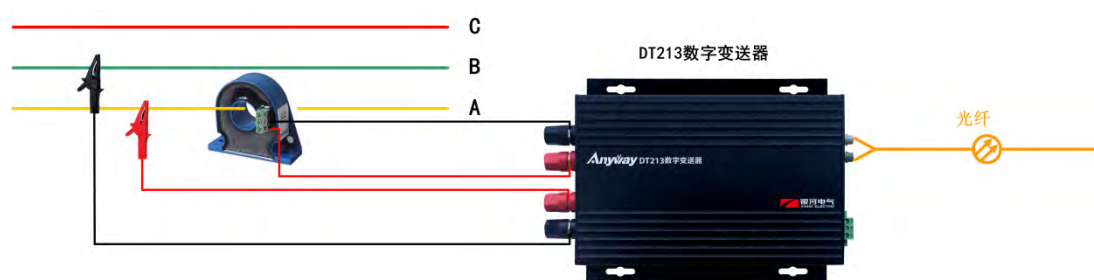
以 DT211 型数字变送器为例，其接线端口如下所示：



4.3.2 DT + 电流探头测量方式接线



4.3.3 DT+霍尔传感器测量方式接线



4.3.4 DT+互感器测量方式接线



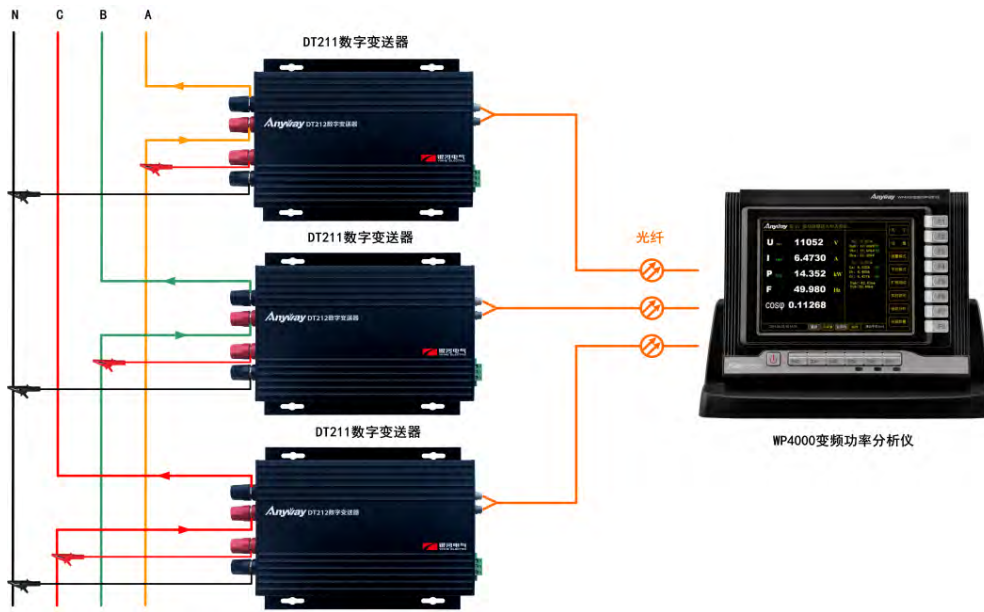
4.3.5 DT 直接测量接线



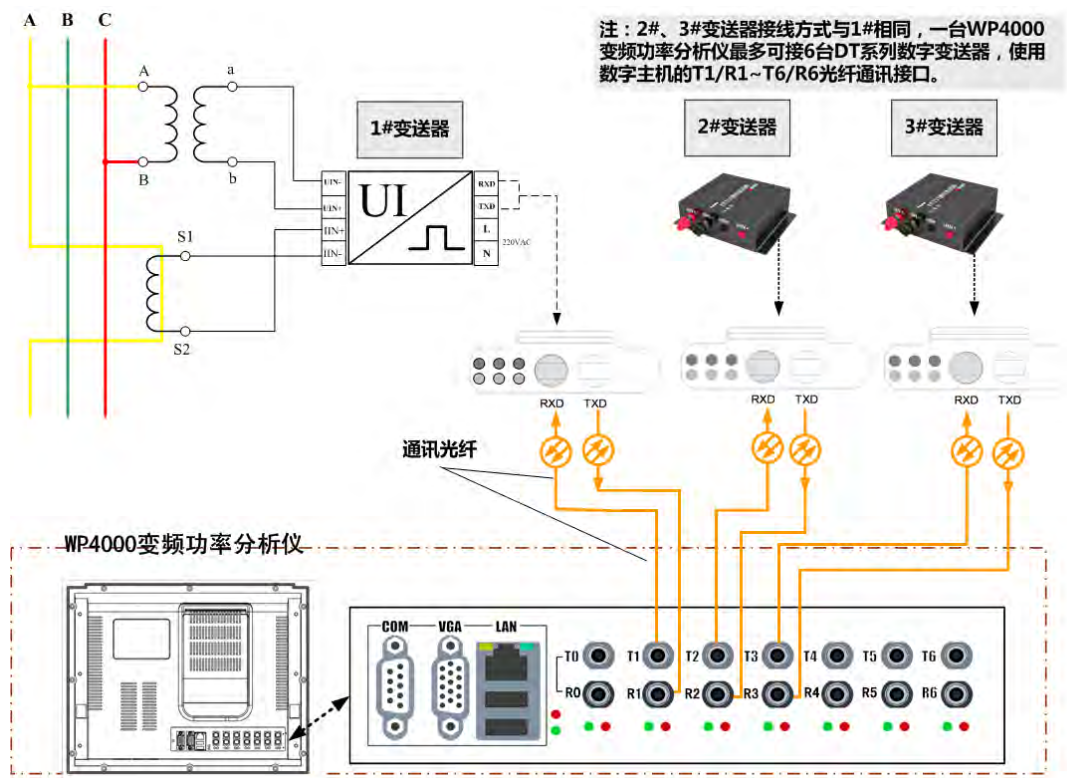
4.3.6 DT 与 DH2000 数字主机组成系统



4.3.7 DT 与 WP4000 功率分析仪组成系统



4.3.8 DT 与功率分析仪连接详解



4.4 DT 系列数字变送器的安装

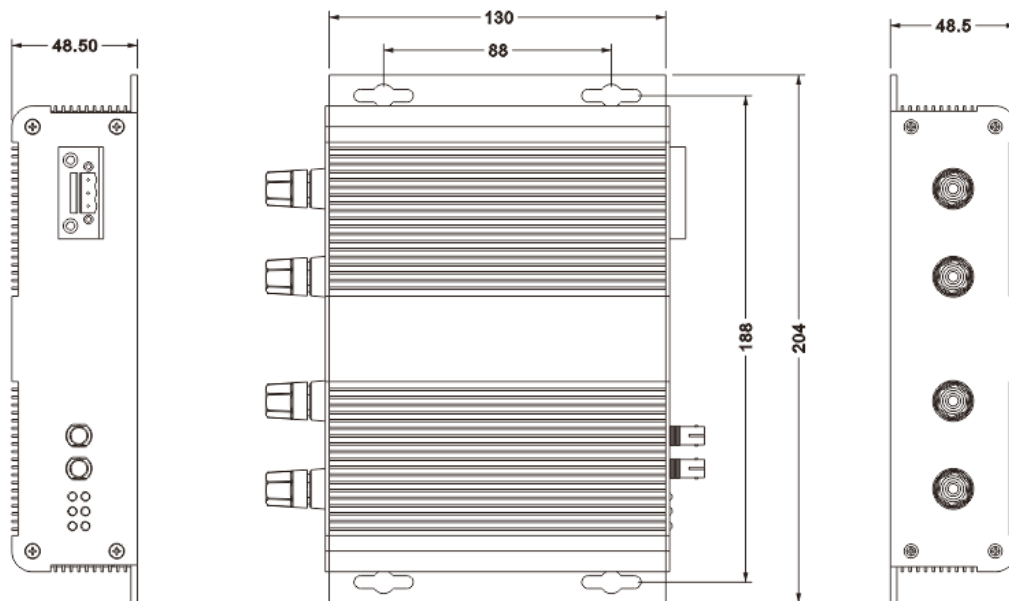
4.4.1 安装要点

- ◆ 按产品工作电源和输入输出信号要求，对照接线方法图示，将线缆接入对应接线端子，并保证连接紧固；
- ◆ 当被测信号在有效测量范围之内时，被测信号直接接入数字变送器进行测量。
注意：当被测信号超过了有效测试范围时，需连接互感器变比信号至有效范围内，再接入变送器进行测量，不可超量程测量；
- ◆ 光纤为易损件，在敷设光纤之前，最好先套上保护软管（如镀锌软管），以保护光纤不受外力破坏，影响通讯；
- ◆ 每台 WP4000 变频功率分析仪最多连接 6 台 DT 系列数字变送器，如果要实现更多通道的同步测量，可以采用多台分析仪级联的方式实现。

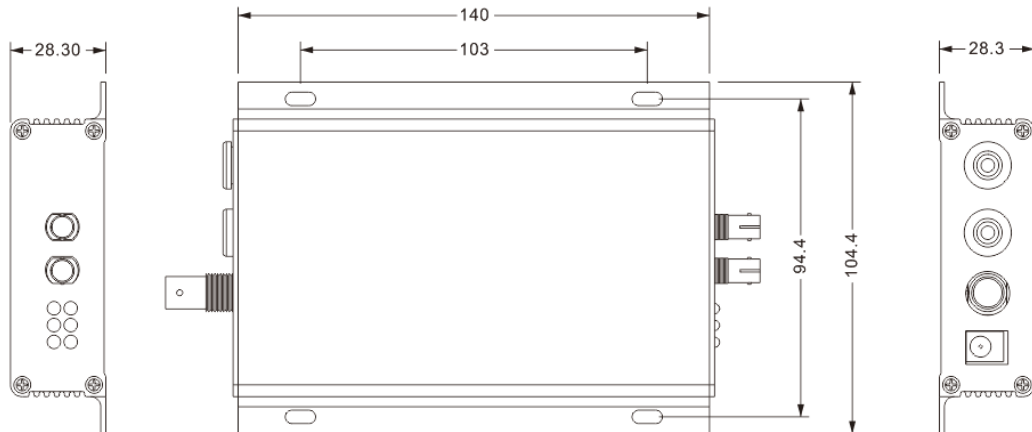
4.4.2 外形尺寸

DT 数字变送器目前共有 17 种型号可供用户选择，其外形尺寸分为两种，详细尺寸图如下图所示，用户根据尺寸图设计安装孔位和方式：

DT111,211,212,213,214,215,216,217,222 ,322,333 尺寸图



DT122,133,144,233,244,344 尺寸图



4.5 DT 系列数字变送器选型指南

4.5.1 DT 系列数字变送器命名规则

以 DT212B 数字变送器为例说明 DT 数字变送器的命名规则：

- ◆DT：数字变送器通用标识符。
- ◆第一位数字：表示数字变送器标通道属性。
 - 1：通道 1 为电压输入型，通道 2 为电压输入型。
 - 2：通道 1 为电压输入型，通道 2 为电流输入型。
 - 3：通道 1 为电流输入型，通道 2 为电流输入型。

DT212B 数字变送器的第一位数字为“2”，表示本数字变送器的通道 1 为电压输入型，通道 2 为电流输入型。

- ◆第二位数字：表示通道 1 的量程信息。

依据第一位数字确定的通道属性查询表 1 或表 2 获取通道 1 的量程信息。

DT212B 数字变送器的通道 1 为电压型，其量程信息查询表 1，数字“1”对应 5V~1280V。

- ◆第三位数字：表示通道 2 的量程信息。

依据第一位数字确定的通道属性查询表 1 或表 2 获取通道 2 的量程信息。

DT212B 数字变送器的通道 2 为电流型，其量程信息查询表 2，数字“2”对应 20mA~6.4A。

◆ 后缀字母：表示精度。

A：表示精度为 0.05%rd；

B：表示精度为 0.1%rd。

DT212B 数字变送器的后缀字母为 B，所以精度为 0.1%rd。

表 1：DT 系列数字变送器电压量程信息表示方法

数字标识	1	2	3	4	5
电压量程	5V~1280V	0.5V~128V	0.1V~25.6V	1mV~256mV	5mV~1280mV

表 2：DT 系列数字变送器电流量程信息表示方法

数字标识	1	2	3	4	5	6	7
电流量程	0.5A~ 128A	20mA~ 6.4A	4mA~ 1.28A	100uA~ 25.6mA	0.25A~ 64A	125mA~ 32A	62.5mA~ 16A

4.5.2 DT 系列数字变送器标准型号列表

型号	功能及技术指标
DT111A/B	双通道电压测量，准确度：0.05% rd/ 0.1%rd。 电压量程：5V~1280V，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT122 A/B	双通道电压测量，准确度：0.05%rd / 0.1%rd。 电压量程：0.1V~25.6V，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT133 A/B	双通道电压测量，准确度：0.05% rd/ 0.1%rd。 电压量程：0.1V~25.6V，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT144 A/B	双通道电压测量，准确度：0.05% rd/ 0.1%rd。 电压量程：1mV~256mV，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT211 A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05%rd / 0.1%rd，电压量程：5V~1280V。

	电流量程：0.5A~128A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT212 A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05%rd / 0.1%rd，电压量程：5V~1280V。 电流量程：20mA~6.4A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT213A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05%rd/0.1%rd，电压量程：5V~1280V。 电流量程：4mA~1.28A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT214 A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05% / 0.1%rd，电压量程：5V~1280V。 电流量程：100uA~25.6mA，频率范围：DC， 0.1Hz~1500Hz。
DT215A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05% / 0.1%rd，电压量程：5V~1280V。 电流量程：0.25A~64A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT216A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05% / 0.1%rd，电压量程：5V~1280V。 电流量程：125mA~32A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT217A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05% / 0.1%rd，电压量程：5V~1280V。 电流量程：62.5mA~16A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT222A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05% / 0.1%rd，电压量程：0.5V~128V。 电流量程：20mA~6.4A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT233A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05% / 0.1%rd，电压量程：0.1V~25.6V。 电流量程：4mA~1.28A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT244A/B	第一通道：电压测量，第二通道：电流测量。 准确度：0.05% / 0.1%rd，电压量程：1mV~256mV。

	电流量程：100uA~25.6mA，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT322 A/B	双通道电流测量，准确度：0.05% / 0.1%rd。 电流量程：20mA~6.4A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT333A/B	双通道电流测量，准确度：0.05% / 0.1%rd。 电流量程：4mA~1.28A，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。
DT344 A/B	双通道电流测量，准确度：0.05% / 0.1%rd。 电流量程：100uA~25.6mA，频率范围：DC，0.1Hz~1500Hz。

4.6 其他

4.6.1 工作环境

- ◆ 工作温度：0~50℃
- ◆ 相对湿度：20~80%
- ◆ 贮存温度：-25~80℃

4.6.2 注意事项

- ◆ 使用环境应无导电尘埃和无腐蚀金属和破坏绝缘的气体存在。
- ◆ 安装和更换数字变送器时，一定要切断电源。
- ◆ 不要强烈振动变送器。

5 产品计量与校准

5.1 幅值校准

WP4000 变频功率分析仪在出厂幅值校准时，进行了严格的幅频特性校正。大量的检测计量表明，首次校准后，在工频正弦信号下准确的调整电压、电流每一量程的增益，即可保障指标规定频率范围内的幅值精度指标。因此，年检时，如条件限制，只需进行工频校准比对。相位不确定度对功率准确度的影响。

5.2 相位校准

WP4000 变频功率分析仪在出厂相位校准时，进行了严格的相频特性校正。大量的检测计量表明，首次校准后，在工频正弦信号下准确的调整指定电压、电流、相位下的相位指标，即可保障指标规定频率范围内的相位精度指标。因此，年检时，如条件限制，只需进行工频校准比对。

5.3 相位不确定度对功率准确度的影响

由于：功率= $V \cdot I \cdot \cos(A)$ ，因此，相位准确度对功率准确度的影响可以用以下的例子说明：

如果相位准确度为 $\pm 0.05^\circ$ ，在标称的 PF = 0.5 下， $\cos(A)$ 会在 $\cos(59.95)$ 至 $\cos(60.05)$ 之间变化，也就是在 0.5008 至 0.4992 之间变化。表示变化范围为：

$$\frac{0.5008 - 0.4992}{0.5} \times 100\% = 0.3\%$$

如果 Φ 为设置的相位角， $u(\varphi)$ 为相位准确度，则一般情况下，相位准确度对功率准确度 $u(P)$ 的贡献由下式确定：

$$u(p) = \left(1 - \frac{\cos(\Phi + u(\varphi))}{\cos(\Phi)} \right) \times 100\%$$

在不同功率因数下相位不确定度对功率的影响：

相位不确定度	PF=1	PF=0.8	PF=0.2	PF=0.1	PF=0.05
0.0008°	±0.000%	±0.001%	±0.007%	±0.014%	±0.028%
0.050°	±0.000%	±0.065%	±0.427%	±0.868%	±1.743%

5.4 所需设备

WP4000 变频功率分析仪出厂前已对所有参数进行了严格的校准,如用户需要校准只需用工频正弦信号校准即可满足所有性能指标;若特殊要求校准其他参数,需要变频功率标准源来进行校准,主要采用的基准是 ATITAN 系列天涛变频功率标准源:

厂 家	湖南银河电气有限公司
产品名称	ATITAN 天涛变频功率标准源
产品型号	AT103102-W
选件一	不需要
选件二	不需要
选件三	不需要
附件一	标准安装支架

ATITAN 天涛变频功率标准源是湖南银河电气有限公司联合国防科技大学、湖南省计量检测研究院,在多年从事以变频电量的特性、应用与测量为主要研究对象的科研与实践探索中,融合当今世界最先进的测量与控制理论,顺应当前迫在眉睫的社会应用需求,以最前沿的技术和工艺手段研制而成的一种变频电流量值溯源系统核心装置。

ATITAN 天涛变频功率标准源获得国家发明专利 2 项、实用新型专利 8 项、外观设计专利 2 项,并通过了国家级科技成果鉴定。国家变频电量计量测量仪器计量站获得国家质检总局批准落户我公司,产品检定规程与制造标准即将纳入省标、国标体系。

ATITAN 天涛变频功率标准源的诞生及多项技术突破使在我国率先建立一整套较为完善的变频电流量值溯源系统成为现实,在电磁计量领域具有划时代的、里程碑式的重大历史意义。

ATITAN 天涛变频功率标准源可全面覆盖 0—10kV、0—1000A、5—1500Hz、相位角 0---359.99° 范围内的变频及工频电量测量仪器/系统的校准、检定需求,其基本准确度为 0.05%。

6 扩展功能

通过 WP4000 变频功率分析仪的扩展接口，并增配相应测量模块，还可实现更多拓展功能，如扭矩、转速测量、温度测量等。

6.1 扭矩转速测量

6.1.1 DM402x 系列频率测试子站

配置 DM402x 系列频率测试子站，通过 RS485 接口接入 WP4000 变频功率分析仪，即可完成转速扭矩的测试。

DM402x 系列频率测试子站的测量对象范围广，输入信号可以是交流信号，也可以是直流脉冲信号，测量信号频率范围覆盖 0.1Hz~50kHz，信号幅值范围在 2Vpp~30Vpp 之间，测量准确度可以达 0.1%，采用前端数字化技术，在测量端将被测量数字化，可有效的抑制各种电磁干扰，增强系统的电磁兼容性能。

用户可根据现场实际情况选择单通道/双通道/四通道频率测试子站进行测量。

6.1.2 漏磁感应式转速计

漏磁感应式转速计是湖南银河电气有限公司基于对国标 GBT1032-2012 中关于转速测量方法感应线圈法的研究及拓展，专门研制的一种新型转速测试仪，该转速计由漏磁感应式传感器及测量模块组成。工作时，感应式传感器放置于被测电机附近，将电机转子与定子电流的感应电动势信号传送至测量模块，由测量模块进行信号的调理，再通过上位机进行相关运算，即可准确得出被测电机的定子频率、转差频率、同步转速、异步转速、转差率等参数。

漏磁感应式转速计安装方便，使用简单，测量准确度高，它完全解决了潜水泵电机、油泵电机等无旋转轴外露的转速测量难题，使用户对电机当前的运转状态有更加全面的掌握。

其主要技术参数如下：

- ◆ 总线传输方式：RS485/光纤；
- ◆ 定子频率测量范围：20Hz~100Hz；
- ◆ 转差频率测量范围：0.1Hz~5Hz；
- ◆ 频率测量准确度：0.1%rd；
- ◆ 供电电源：AC220V，50/60Hz。

6.2 温度测量

配置 DM403x 系列温度测试子站以及热电阻，即可完成多通道温度测量。

DM403x 系列温度测试子站采用工业通用的三线制接法测量，以消除线路电阻对测量准确度的影响。

温度测试子站的输入、输出、电源、通讯线路之间均建立了高可靠的电气隔离，确保子站的安全使用。采用前端数字化技术，在测量端将被测量数字化，然后通过 RS485 总线与上位机进行数据传输，有效的减少了传输损耗和线路干扰，增强系统的电磁兼容性能。

用户可以根据现场实际需求选择四通道、八通道的温度测试子站进行温度测量。

其主要技术参数如下：

- ◆ 接线方式：三线制；
- ◆ 信号类型：PT100；
- ◆ 温度范围：-40℃~400℃；
- ◆ 精度：0.1%rd±0.5℃；
- ◆ 通讯方式：RS485/光纤；
- ◆ 供电电源：AC220V，50/60Hz。

7 产品运输及贮存

7.1 运输

包装好的产品能以任何交通工具运往任何地点，在长途运输时不得装在敞开的船舱和车厢中，中途转运时不得存放在露天仓库中，在运输过程中不允许和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车（或其他运输工具）装运，并且产品不允许经受雨、雪或液体物质的淋袭与机械碰撞。

7.2 贮存

产品贮存时应存放在原包装箱内，存放产品的仓库环境温度为 0~40℃，相对湿度为 20%~85%。仓库内不允许有各种有害气体和易燃、易爆及有腐蚀性的物品，并且无强烈的机械振动、冲击和强磁场作用。包装箱应垫离地面至少 10cm，距离墙壁、热源、冷源、窗口或空气入口至少 50cm。

8 产品停用及处置

- ◆ 确保关闭所有连接的设备并断开与电源的连接。
- ◆ 关闭功率分析仪和传感器/变送器及其附件。
- ◆ 移除所有连接的设备。
- ◆ 保护好装置，防止意外启动。
- ◆ 将用户手册与设备放置于一处，谨防丢失。

9 产品售后及维护

- ◆ 设备正常使用，测试信号未超过安全范围，非人为损坏，质保期为一年，质保期外，有偿维修。
- ◆ 光纤为易损件，使用过程中造成的肉眼可识别的损坏不予保修。
- ◆ 建议安装传感器的机柜不要经常移动，移动前要先拆下光纤。因移动拉扯造成光纤及其收发器损坏不予保修。
- ◆ 传感器/变送器输入电压或电流超过测试范围造成的损坏不予保修。
- ◆ 变频功率传感器/变送器贴有易碎标签，未经厂家许可不得擅自拆开，标签破碎，整

个设备不予保修。

- ◆ 产品表面污损严重时，请在拔掉电源后使用沾上肥皂水或软性家用洗涤剂的湿布擦拭外壳，避免使用腐蚀性试剂或溶剂。
- ◆ 确保设备安装位置的通风口不受阻挡。
- ◆ 详细阅读用户手册，严格遵照安全和技术规范使用本产品的前提下，本产品无须太多维护。

10 产品订购及公司联系信息

10.1 产品订购信息

型号	描述
WP4000	变频功率分析仪
SP*****A/B/C	变频功率传感器
DT*** A/B	数字变送器
附件	通讯光纤、网线（2m）、HUB、专用 U 盘、产品用户手册

10.2 公司联系信息

地址: 湖南省长沙市星沙经济技术开发区
开元路 17 号

邮编: 410073

电话: +86-731-88392988

传真: +86-731-88392900

销售热线: +86-731-88392600

服务热线: +86-731-88392611

网址: <http://www.vfe.cc>

Add: No.17 Kaiyuan Rd, Economic and
Technological Development
Zone ,Changsha .HuNan

P.c: 410073

Tel: +86-731-88392988

Fax: +86-731-88392900

Sales Hotline: +86-731-88392600

Service Hotline: +86-731-88392611

Website: <http://www.vfe.cc>

WWW.vfe.cc



地址：湖南省长沙市经济技术开发区开元路17号湘商世纪鑫城43-44楼
邮编：410073
前台：0731-8839 2988 传真：0731-8839 2900
技术咨询：0731-8839 2611 商务：731-8839 2955
网址：www.vfe.cc



银河电气微信公众号

● 本产品技术参数及产品外观以实物为准，如有变更，恕不另行通知！