

版本 V1.00 Copyright © 2011-8-1

北京博电新力电气股份有限公司 版权所有。

本手册中的产品信息、说明以及所有技术数据均不具有合同约束力。

北京博电新力电气股份有限公司（下简称北京博电公司）保留对产品技术数据进行修改而不另行通知的权利。

产品与本手册不符之处，以实际产品为准。

北京博电公司对于本手册中可能发生的错误不承担责任。

未经北京博电公司书面许可，不得全部或部分拷贝、重印该手册。

## 注意事项

---

1. 本装置为高精度电子仪器；为保证输出和测量的精度，装置开机后应预热 30min 以上。
2. 装置供电电源为 AC 220V，5A，50Hz；请勿将直流电压或 AC 380V 接入到电源输入端。
3. 装置内置嵌入式工业控制计算机，安装操作系统为 Windows XP。
4. 装置使用完毕后应放入外包装箱内存放。清洁箱体时，应将供电电源断开，将电源插头拔下，再用清洁剂或湿布小心擦拭。



### 【安全使用】

1. 必须使用带有保护接地的电源插座。
2. 装置使用之前先通过接地端将机身可靠接地，以防止装置运行中机身感应静电。
3. 禁止将前面板的任何连接插头接到接地端。
4. 当装置正在输出时，禁止带电插拔输出信号线。
5. 当断开连接电缆时，总是先断开电源端。
6. 当输出电压大于 36V 时应注意安全，防止触电事故的发生。
7. 禁止将外部电压或电流信号接入到装置的信号输出端。
8. 禁止将超出测量范围的信号接入到装置的信号测量端。
9. 将本装置输出的直流信号接入到本装置的直流信号测量端时，应避免信号反接。
10. 装置前、后部或底部留有通风的散热槽，为确保装置正常工作，切勿堵塞或封闭散热风槽。
11. 切勿将装置置于潮湿或有凝露的环境中运行。
12. 切勿将装置置于有易燃气体和水蒸汽的环境下运行。
13. 切勿将装置露天放置而被雨水淋湿。
14. 装置工作异常时，应及时与厂家联系，请勿自行维修。

# 目 录

注意事项 .....	2
目 录 .....	3
<b>1. 产品概述 .....</b>	<b>5</b>
1.1. 产品功能和特点 .....	5
1.2. 系统配置 .....	6
1.3. 面板说明 .....	7
<b>2. 技术参数 .....</b>	<b>10</b>
2.1. 交流输出 .....	10
2.2. 交流测量 .....	11
2.3. 直流输出 .....	13
2.4. 直流测量 .....	13
2.5. 开关量 .....	14
2.6. 故障保护 .....	14
2.7. 环境条件与影响量 .....	15
2.8. 绝缘电阻 .....	15
2.9. 外壳与防护 .....	15
2.10. 通讯接口 .....	15
2.11. 人机界面 .....	16
2.12. 机械参数 .....	16
<b>3. 测试软件概述 .....</b>	<b>17</b>
3.1. 概述 .....	17
3.2. 交流采样测试 .....	18
3.3. 变送器测试 .....	19
<b>4. 手动测试 .....</b>	<b>20</b>
4.1. 概述 .....	20
4.2. 测试参数设置 .....	22
4.3. 输出控制 .....	25
<b>5. 交流采样自动测试 .....</b>	<b>26</b>
5.1. 概述 .....	26
5.2. 测试参数设置 .....	27

5.3.	测试接线.....	38
5.4.	测试操作.....	38
<b>6.</b>	<b>变送器自动测试.....</b>	<b>42</b>
6.1.	概述.....	42
6.2.	测试参数设置.....	43
6.3.	测试接线.....	50
6.4.	测试操作.....	50
<b>7.</b>	<b>同期测试.....</b>	<b>52</b>
7.1.	概述.....	52
7.2.	测试参数设置.....	53
7.3.	测试接线.....	58
7.4.	测试操作.....	59
<b>8.</b>	<b>谐波测试.....</b>	<b>61</b>
8.1.	概述.....	61
8.2.	测试参数设置.....	62
8.3.	谐波输出.....	62
8.4.	谐波测试实例.....	62
<b>9.</b>	<b>实负荷测试.....</b>	<b>64</b>
9.1.	概述.....	64
9.2.	PM 测试软件实负荷测试使用说明.....	64
<b>附录 A</b>	<b>装置可能出现的异常现象.....</b>	<b>71</b>
<b>附录 B</b>	<b>闭环通讯设置.....</b>	<b>72</b>
<b>附录 C</b>	<b>点表设置程序使用说明.....</b>	<b>78</b>
<b>附录 D</b>	<b>点表命名说明.....</b>	<b>89</b>
<b>附录 E</b>	<b>交流采样闭环校验报告实例.....</b>	<b>91</b>

# 1. 产品概述

---

## 1.1. 产品功能和特点

PM205AM 交流采样变送器校验仪是电力自动化系统中广泛应用的变送器和各类交流采样测量设备的专业测试仪器。使用 PM205AM 交流采样变送器校验仪，能够对电测量变送器和交流采样设备进行参数校验和功能测试。PM205AM 适用于 0.2 级以下（含 0.2 级）各类交、直流采样装置和电测量变送器等设备的离线校验。

PM205AM 采用先进的微电子、电力电子和软件技术研制，包括 **0.05 级高精度、大功率交、直流源**、0.01 级高精度直流表、0.05 级三相交流表、**快速开关量输出**、输入单元等。

PM205AM 的高精度、大功率交、直流源采用硬件、软件两级闭环反馈的变压器耦合输出方式，具有输出快速稳定、稳定度好、相位准确度高、带载能力强等特点。PM205AM 的交流测量系统，测量准确度高，稳定性好，除能够准确测量交流信号幅值、频率外，还能够准确的测量相位。

PM205AM 具有 0.05 级三相交流电压、电流测量和电流钳测量功能，能够对交流采样装置进行实负荷状态测试。

PM205AM 的 0.01 级高精度直流表，除直流测量功能外，还能够测量直流纹波，能够对变送器的基本误差、纹波含量、响应时间等进行全面的测试。

PM205AM 的快速开出量单元，响应时间小于 0.1 毫秒。采用空接点输出方式，适合在现场应用。PM205AM 具有两路开入量单元，响应时间小于 1 毫秒，用于测试测控装置遥控或同期出口的动作特性。

PM205AM 具有第四路电压输出，可以实现四路同期的功能。在同期测试时，PM205AM 能够实现系统侧和待并侧两侧电压幅值、相位、频率以及频率变化率的自动变化，能够测试测控装置同期单元的检无压、同频同期、差频同期等功能。

PM205AM 内置嵌入式工业控制计算机，安装有 Windows XP 操作系统和 PM 自动化测试软件（嵌入版）。使用 PM 自动化测试软件，可以实现对电测量变送器及各类交流采样设备的全自动或半自动校验。测试软件功能单元包括：手动测试、交流采样自动测试、同期测试、谐波测试和变送器自动测试。

校验软件的全自动闭环校验是指，在规约数据库的支持下：

- 用户按校验作业指导书编制校验计划，程控输出，使校验工作方便、高效。
- 用户按照交流采样校验行业标准逐项添加设计好的电压、电流、功率、功率因数、频率校验点，形成了校验计划；校验计划可保存、调用。
- 校验仪顺序按设定的校验点自动输出，与被测装置进行通讯自动读取相应的校验结果报文（变送器校验直接测量变送器输出），自动计算校验误差和进行结果评估。
- 校验完成生成 Word、Excel 等格式的校验报告。
- 在断开与测控装置通讯时，可以进行半自动开环校验：按设定的校验点自动输出，用户将校验结果手工输入，自动计算校验误差和进行结果评估，自动生成校验报告。

PM205AM 的软件具有功能强大的电力系统通讯规约分析功能，能够与测控装置通讯，获取遥测、遥信、同期等报文（能够同时获取批量报文），发出遥控、同期遥控等报文，实现被测装置的自动闭环测试。通讯规约支持 IEC-60870-5-103 等多种通讯规约，支持与南瑞继保、南自、南瑞科技、四方、许继、东方电子等国内主要测控装置生产厂家、主流产品的通讯，并可按用户要求定制规约。

PM205AM 内置嵌入式工业控制计算机，采用 8.4 英寸 TFT 液晶显示器、嵌入式轨迹球鼠标、丰富的试验操作键、软件功能按键和数字输入键盘，配合嵌入式软件界面设计，为用户提供了友好丰富的人机交互界面。

总之，PM205AM 集优越的性能和丰富的功能于一体，是电力设备生产厂家、供电局、发电厂及铁路、石油等行业的电力自动化部门对交流采样和变送器等自动化设备进行校验、测试的理想设备。

## 1.2. 系统配置

- |              |         |
|--------------|---------|
| ● PM205AM 主机 | 1 台     |
| ● 专用测试线      | 1 套     |
| ● 交流电流钳      | 3 根（三相） |
| ● 电源线        | 1 根     |
| ● 以太网数据线     | 2 根     |
| ● 用户手册       | 1 册     |
| ● 合格证        | 1 套     |

## 1.3. 面板说明

### 1.3.1. 前面板

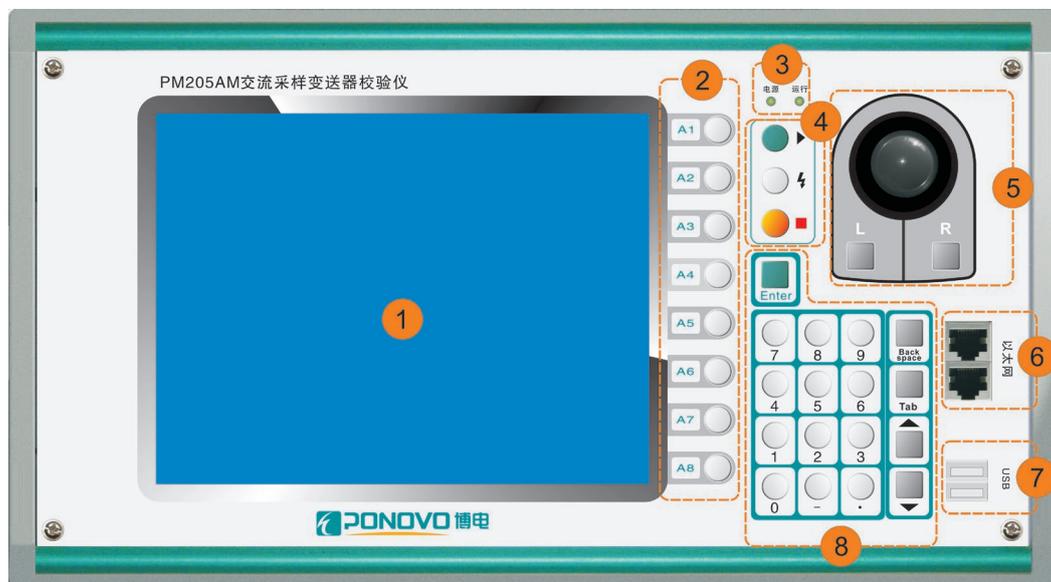


图 1-1 PM205AM 交流采样变送器校验仪前面板

- 1——液晶显示器窗口
- 2——快捷操作键
- 3——信号指示灯
- 4——测试操作键
- 5——轨迹球鼠标与左右键
- 6——以太网通讯接口
- 7——USB 接口（可以外接鼠标或键盘）
- 8——数字输入键

### 1.3.2. 端子板



图 1-2 PM205AM 交流采样变送器校验仪端子板

- 1——直流信号测量端子：Idc、Udc
- 2——交流电压测量端子和接地端子：Ua、Ub、Uc
- 3——交流电流测量端子（电流钳）：Ia、Ib、Ic
- 4——交流电流测量端子：Ia、Ib、Ic
- 5——交流电流输出端子：Ia、Ib、Ic
- 6——交流电压输出端子：Ua、Ub、Uc、Uz
- 7——直流信号输出端子：Idc、Udc1（0-750V）、Udc2（0±10V）

### 1.3.3. 后面板

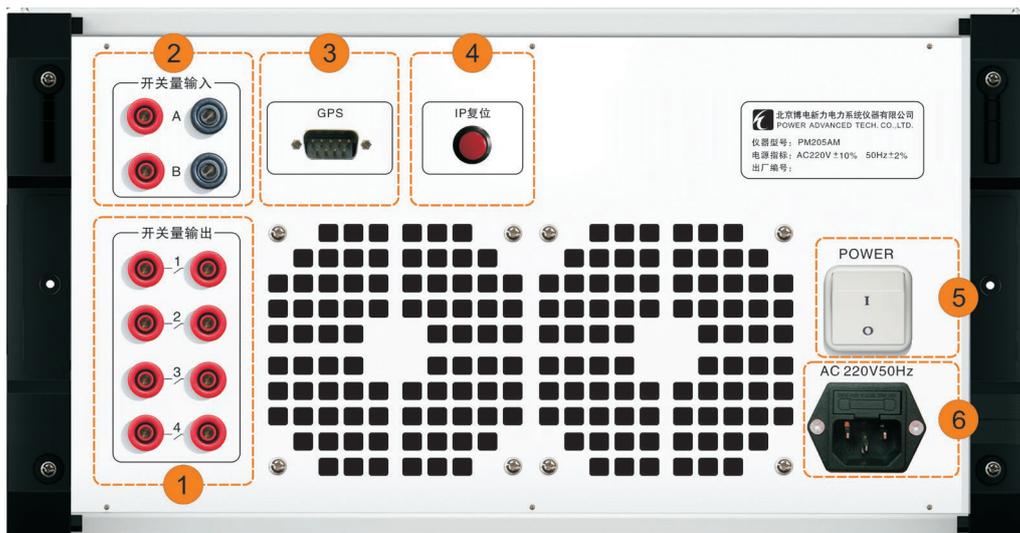


图 1-3 PM205AM 交流采样变送器校验仪后面板

- 1——开关量输出信号端子：1、2、3、4
- 2——开关量输入信号端子：A、B
- 3——GPS 同步信号输入
- 4——IP 复位按键
- 5——电源开关
- 6——电源接入端

## 2. 技术参数

---

### 2.1. 交流输出

#### 2.1.1. 三相交流电流 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$

- 2.1.1.1. 各相输出幅值、相位、频率独立调节；
- 2.1.1.2. 量程：1A、5A、10A、20A；
- 2.1.1.3. 输出范围：0~125%RG，最大输出 25A；
- 2.1.1.4. 最小调节步长：0.01%RG；
- 2.1.1.5. 准确度： $\leq \pm 0.05\%RG$ ；
- 2.1.1.6. 稳定度： $\leq \pm 0.01\%RG/1min$ ；
- 2.1.1.7. 最大输出功率：25VA/相；
- 2.1.1.8. 谐波失真率 THD： $\leq 0.2\%RG$ ；

#### 2.1.2. 三相交流电压 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$

- 2.1.2.1. 三相共用中性点的电压源；各相输出幅值、相位、频率独立调节；
- 2.1.2.2. 量程：57.7、100V、220V、380V；
- 2.1.2.3. 输出范围：0~130%RG，最大输出 500V；
- 2.1.2.4. 最小调节步长：0.01%RG；
- 2.1.2.5. 准确度： $\leq \pm 0.05\%RG$ ；
- 2.1.2.6. 稳定度： $\leq \pm 0.01\%RG/1min$ ；
- 2.1.2.7. 最大输出功率：30VA/相；
- 2.1.2.8. 谐波失真率 THD： $\leq 0.2\%RG$ ；

#### 2.1.3. 第四路交流电压 $U_z$

- 2.1.3.1. 输出幅值、相位、频率独立调节；
- 2.1.3.2. 量程：100V；
- 2.1.3.3. 输出范围：0~130%RG，最大输出 130V；

- 2.1.3.4. 最小调节步长：0.01%RG；
- 2.1.3.5. 准确度： $\leq\pm 0.05\%RG$ ；
- 2.1.3.6. 稳定度： $\leq\pm 0.01\%RG/1min$ ；
- 2.1.3.7. 最大输出功率：25VA/相；
- 2.1.3.8. 谐波失真率 THD： $\leq 0.2\% RG$ ；

## 2.1.4. 交流频率

- 2.1.4.1. 输出范围：45 Hz~65 Hz；
- 2.1.4.2. 最小调节步长：0.001 Hz；
- 2.1.4.3. 准确度： $\leq\pm 0.002 Hz$ ；

## 2.1.5. 交流相位

- 2.1.5.1. 输出范围： $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ ；
- 2.1.5.2. 最小调节步长： $0.01^{\circ}$ ；
- 2.1.5.3. 准确度： $\leq\pm 0.05^{\circ}$ ；

## 2.1.6. 有功功率、无功功率

- 2.1.6.1. 有功功率准确度： $\leq\pm 0.05\%RG$ ；稳定度： $\leq\pm 0.01\%RG/1min$ ；
- 2.1.6.2. 无功功率准确度： $\leq\pm 0.1\%RG$ ；稳定度： $\leq\pm 0.02\%RG/1min$ ；

## 2.1.7. 谐波

- 2.1.7.1. 谐波次数：2~21 次；
- 2.1.7.2. 谐波含量：0~40%RG；
- 2.1.7.3. 谐波相位： $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ ；
- 2.1.7.4. 幅值准确度： $\leq\pm 0.5\%RG$ ；

## 2.2. 交流测量

### 2.2.1. 交流电流测量 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$

- 2.2.1.1. 量程：1A、5A、10A、20A；
- 2.2.1.2. 测量范围：0~125%RG，最大输入 25A；

2.2.1.3. 分辨力：0.01%；显示位数： $5\frac{1}{2}$ ；

2.2.1.4. 测量准确度： $\leq\pm 0.05\%RG$

## 2.2.2.交流电压测量 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$

2.2.2.1. 量程：57.7、100V、220V、380V；

2.2.2.2. 测量范围：0~130%RG，最大输入 500V；

2.2.2.3. 分辨力：0.01%；显示位数： $5\frac{1}{2}$ ；

2.2.2.4. 测量准确度： $\leq\pm 0.05\%RG$ ；

## 2.2.3.交流频率测量

2.2.3.1. 分辨力：0.001 Hz；

2.2.3.2. 测量准确度： $\leq\pm 0.002$  Hz；

## 2.2.4.交流相位

2.2.4.1. 分辨力：0.01°；

2.2.4.2. 测量准确度： $\leq\pm 0.05^\circ$ ；

## 2.2.5.有功功率、无功功率

2.2.5.1. 有功功率测量准确度： $\leq\pm 0.05\%RG$ ；

2.2.5.2. 无功功率测量准确度： $\leq\pm 0.1\%RG$ ；

## 2.2.6.交流电流测量（电流钳） $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$

2.2.6.1. 量程：5A；

2.2.6.2. 测量范围：0~120%RG，最大输入 6A；

2.2.6.3. 分辨力：0.01%；显示位数： $5\frac{1}{2}$ ；

2.2.6.4. 测量准确度： $\leq\pm 0.2\%RG$ ；

2.2.6.5. 有功功率测量准确度： $\leq\pm 0.2\%RG$ ；

2.2.6.6. 无功功率测量准确度： $\leq\pm 0.5\%RG$ 。

## 2.3. 直流输出

### 2.3.1. 直流电流 $I_{dc}$

- 2.3.1.1. 量程： $\pm 1\text{mA}$ 、 $\pm 5\text{mA}$ 、 $\pm 20\text{mA}$ 、 $\pm 100\text{mA}$ ；
- 2.3.1.2. 输出范围：0~125%RG，最大输出 $\pm 125\text{mA}$ ；
- 2.3.1.3. 准确度： $\leq \pm 0.05\% \text{RG}$ ；
- 2.3.1.4. 稳定度： $\leq \pm 0.01\% \text{RG}/1\text{min}$ ；
- 2.3.1.5. 最大负载电压：10V；
- 2.3.1.6. 纹波含量： $\leq 0.5\% \text{RG}$ ；

### 2.3.2. 直流电压 $U_{dc1}$

- 2.3.2.1. 量程：100V、300V、600V；
- 2.3.2.2. 输出范围：0~125%RG，最大输出 750V；
- 2.3.2.3. 准确度： $\leq 0.05\% \text{RG}$ ；
- 2.3.2.4. 稳定度： $\leq \pm 0.01\% \text{RG} / 1\text{min}$ ；
- 2.3.2.5. 纹波含量： $\leq 0.5\% \text{RG}$ ；
- 2.3.2.6. 最大负载电流：50mA；

### 2.3.3. 直流电压 $U_{dc2}$

- 2.3.3.1. 量程： $\pm 75 \text{mV}$ 、 $\pm 1\text{V}$ 、 $\pm 5\text{V}$ 、 $\pm 10\text{V}$ ；
- 2.3.3.2. 输出范围：0~125%RG，最大输出 $\pm 12.5\text{V}$ ；
- 2.3.3.3. 准确度： $\leq \pm 0.05\% \text{RG}$ ；
- 2.3.3.4. 稳定度： $\leq \pm 0.01\% \text{RG} / 1\text{min}$ ；
- 2.3.3.5. 纹波含量： $\leq 0.5\% \text{RG}$ ；
- 2.3.3.6. 最大负载电流： $\pm 100\text{mA}$ 。

## 2.4. 直流测量

### 2.4.1. 直流电流测量 $I_{dc}$

- 2.4.1.1. 量程： $\pm 1\text{mA}$ 、 $\pm 5\text{mA}$ 、 $\pm 20\text{mA}$ ；

2.4.1.2. 测量范围：0~125%RG，最大输入±25mA；

2.4.1.3. 分辨力：0.001%；显示位数： $6\frac{1}{2}$ ；

2.4.1.4. 测量准确度： $\leq\pm 0.01\%$  RG；

## 2.4.2. 直流电压测量 Udc

2.4.2.1. 量程： $\pm 1V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 10V$ ；

2.4.2.2. 测量范围：0~125%RG，最大输入±12.5V；

2.4.2.3. 分辨力：0.001%；显示位数： $6\frac{1}{2}$ ；

2.4.2.4. 测量准确度： $\leq\pm 0.01\%$  RG；

## 2.5. 开关量

### 2.5.1. 开关量输出 1、2、3、4

2.5.1.1. 在电气上相互隔离的、可独立设置断开或闭合的开出量 4 对；

2.5.1.2. 各开出量的遮断容量不低于 DC 300V，500mA；

2.5.1.3. 各开出量输出不同步时间误差： $\leq 0.1ms$ ；

2.5.1.4. 可编程脉冲输出：频率 0~500Hz 可调，脉宽 1ms~500ms 可调；

### 2.5.2. 开关量输入 A、B

2.5.2.1. 在电气上相互隔离的开入量 2 对，隔离电压 500V；

2.5.2.2. 兼容空接点和有源接点（30V~250V 直流电位）输入，自动识别有源接点输入极性；

2.5.2.3. 最大承受输入电压为 250V（直流）；

2.5.2.4. 开入量动作时间测量误差： $\leq 1ms$ 。

## 2.6. 故障保护

2.6.1. 装置具有交流输出过载保护功能；当电压输出短路或发生输出过载时，装置自动停止输出；

2.6.2. 装置具有过热保护功能；当发生装置过热时，装置自动停止输出；

2.6.3. 装置具有自动电流开路保护和电流开路检测功能；当电流开路时，装置自动停止输出；

## 2.7. 环境条件与影响量

下表中基准工作条件是用于产品的出厂检验及仲裁时的试验环境条件、额定工作条件是产品调试和使用的环境条件。

影响量		基准工作条件	额定工作条件
环境温度		20℃±2℃	-5℃~+45℃
相对湿度		45%~75%	10%~90%
大气压强		86kPa ~106kPa	80kPa ~110kPa
交流 供电 电源	电压	220V±1%	220V±20%
	频率	49.5Hz~50.5Hz	49Hz~51Hz
	波形	正弦波 允许总谐波畸变率不大于 2%	正弦波 允许总谐波畸变率不大于 5%

## 2.8. 绝缘电阻

在室温、湿度小于 75% 条件下装置的绝缘电阻应满足：

电源输入端对地（机箱金属外壳）用 1000V 兆欧表测试，其绝缘应不小于 300MΩ；

电压、电流输出端对地（机箱金属外壳）用 500V 兆欧表测试，其绝缘应不小于 50MΩ；

开关量输入、输出端对地（机箱金属外壳）用 500V 兆欧表测试，其绝缘应不小于 50MΩ。

## 2.9. 外壳与防护

外壳防护等级应符合 GB 4208-1993 规定的 IP21 级的要求。

## 2.10. 通讯接口

2.10.1. 与被测装置通讯接口：RJ45 接口×2；

2.10.2. RS-232 接口：与 PGPS 时间同步装置的接口。

## 2.11. 人机界面

2.11.1. 8.4 英寸 TFT 显示器；

2.11.2. 轨迹球鼠标+左右键；

2.11.3. 功能键和数字键盘；

2.11.4. USB 接口×2。

## 2.12. 机械参数

2.12.1. 全铝合金挤压型材，电磁兼容进口机箱；

2.12.2. 尺寸：364mm×200mm×475mm(W×H×D)；

2.12.3. 重量：23Kg。

## 3. 测试软件概述

### 3.1. 概述

PM205AM 内置嵌入式工业控制计算机，安装有 Windows XP 操作系统和 PM 自动化测试软件（嵌入版）。使用 PM 自动化测试软件，可以实现对电测量变送器及各类交流采样设备的全自动或半自动校验。测试软件功能单元包括：手动测试、交流采样自动测试、同期测试、谐波测试和变送器自动测试。



图 3-1 软件启动界面

## 3.2. 交流采样测试

对 RTU、测控单元等各类交流采样设备的测试，PM 测试软件提供了手动测试、交流采样自动测试、同期测试、谐波测试等测试功能单元。

交流采样自动测试单元依照国家电网公司《Q/GDW 140-2006 交流采样测量装置运行检验管理规程》等规程的要求，用于自动校验测控装置、RTU 等交、直流采样设备的测量准确度和进行频率、三相不平衡等影响量测试。

交流采样闭环测试是指，交流采样装置通过通讯线与 PM205AM 内嵌计算机联机，PM 测试软件与交流采样装置通讯，实时获取和解析装置上传报文，自动得到交直流采样测量值的测试过程。

在交流采样自动测试模块中，在规约数据库的支持下：

- 用户按校验作业指导书编制校验计划，程控输出，使校验工作方便、高效。
- 用户按照交流采样校验行业标准逐项添加设计好的电压、电流、功率、功率因数、频率等校验点，形成校验计划；校验计划可保存、调用。
- 校验仪顺序按设定的校验点自动输出，与交流采样装置进行通讯，自动读取相应的校验结果报文，自动计算校验误差和进行结果评估。
- 校验完成生成 Word、Excel 等格式的校验报告。

在断开与交流采样装置通讯时，可以进行半自动开环校验：按设定的校验点自动输出，用户将校验结果手工输入，自动计算校验误差和进行结果评估，自动生成校验报告。

PM 测试软件目前支持 DL/T 634.5101-2002、DL/T 634.5104-2002、DL/T 667-1999、IEC 61850、DL/T 860、DL 450-91 等多种通讯规约。通讯规约数据库能够提供：南瑞继保、南瑞科技、国电南自、北京四方、许继电气、东方电子、积成电子、深圳南瑞等主要测控装置生产厂家主流产品的通讯规约支持，并可按用户要求定制规约。

同期测试单元用于变电站测控装置的同期功能测试，其测试功能是针对变电站用测控装置的同期功能设计的，能够对测控装置所有同期功能进行测试，特别是通过准确的变频，能够对同期滑差功能进行测试。同期测试单元的测试项目包括：检无压、同频同期、差频同期。同频同期测

试包括两侧压差检测、相差检测；差频同期测试包括两侧压差检测、频差检测、滑差检测。通过与测控装置的通讯，PM 测试软件能够发出同期遥控命令，并通过 PM 测试装置的开关量输入功能检测同期动作情况，实现同期功能的闭环测试。

在交流采样自动测试单元中，可以通过设置适合的测试参数，对测控装置频率、不平衡等影响量情况进行测试。在谐波测试单元中，可以对谐波影响量进行测试。谐波测试单元能够同时设置三相电压、三相电流通多至 21 次谐波的谐波含量和相位。

手动测试单元提供了对 PM 测试装置输出、测量、开关量等功能的灵活控制。用户可以直接设置或按变化步长设置交、直流电压、电流、功率输出和开关量输出状态，并实时查看直流测量结果和开关量输入状态。

### 3.3. 变送器测试

变送器自动测试单元依照《JJG（电力）01-1994 电测量变送器检定规程》等规程的要求，用于自动校验电测量变送器的准确度。

变送器闭环测试是指，变送器输出直流标准信号接入到 PM 测控装置的直流测量端，PM 测试软件实时获取变送器输出的测试过程。

在变送器自动测试模块中：

- 用户按校验作业指导书编制校验计划，程控输出，使校验工作方便、高效。
- 用户按照变送器检定规程逐项添加电压、电流、功率、功率因数、频率、直流等各类变送器的校验点，形成校验计划；校验计划可保存、调用。
- 校验仪顺序按设定的校验点自动输出，实时测量变送器输出，自动计算校验误差和进行结果评估。
- 校验完成后可生成 Word、Excel 等格式的校验报告。

## 4. 手动测试

### 4.1. 概述



图 4-1 手动测试单元界面

在手动测试单元中，可手动设置输出交、直流电压电流和开出状态，同时显示直流电压或电流测量值。

手动测试单元界面包括参数设置以及输入输出（A1）和矢量图显示区（A2）两个单元。点击面板上快捷键  可直接在输入输出（A1）和矢量图显示区（A2）两个单元进行切换。

参数设置以及输入输出（A1）单元里包括参数设置区、输出显示窗口、测量显示窗口。在测试界面下方的状态栏，显示了当前软件和联机测试装置的各种状态。

矢量图显示区（A2）单元里包括矢量图显示区。输出时，矢量图区显示当前电压、电流的幅值及相位。矢量图有相电压、线电压两种界面模式，如图 3-2 所示。在矢量图显示区能显示相电压（A3）和线电压（A4），点击操作面板上快捷键  可以在矢量图显示区相电压（A3）和线

电压（A4）之间进行切换。

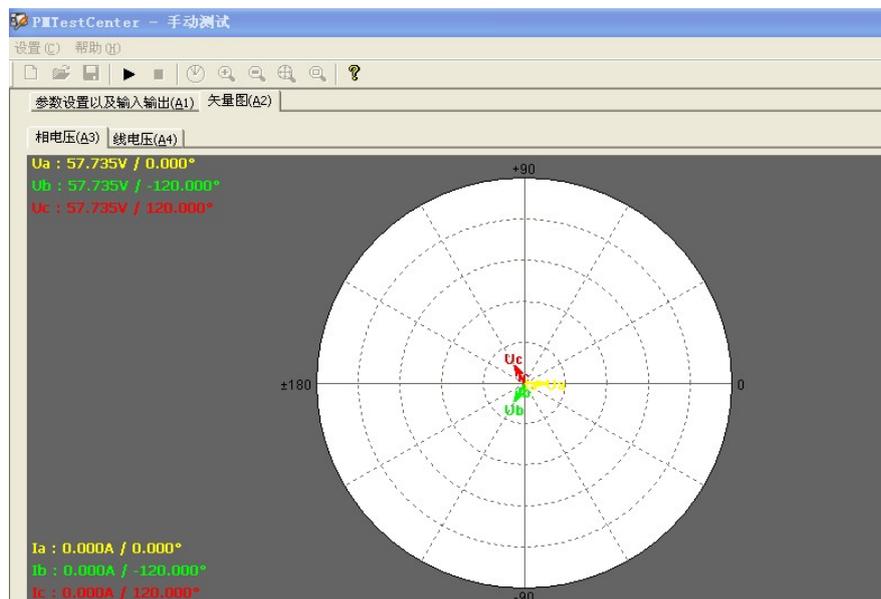
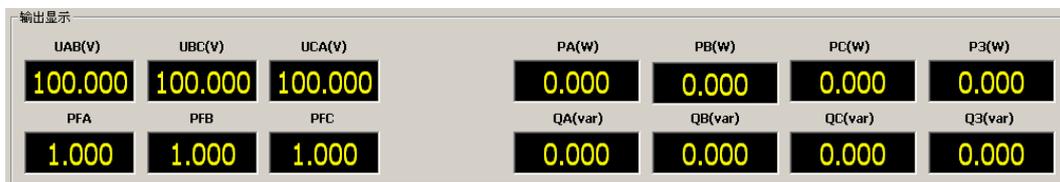


图 4-2 矢量图显示区

输出显示区显示当前输出的交流线电压幅值和功率值。



(a) 三相四线功率



(b) 三相三线功率

图 4-3 输出显示

测量显示区显示直流测量输入的电压、电流的值。

因为直流电压、直流电流共用内部测量通道，所以需要显示直流电压的测量值时，选择

UDC(V) 单选框；需要显示直流电流的测量值时，选择  IDC(mA) 单选框。



图 4-4 测量显示

在界面下方的信息栏，从左至右依次为：

- (1) 程序状态。
- (2) 测试信息：测试过程的信息。
- (3) 测试仪连接信息：包括校验仪连接、运行、故障等等信息；运行灯灰色表示断开，运行灯在闪烁表示正在运行。
- (4) 开入量信息：灰色代表开入状态为断开，绿色表示开入状态为闭合。

输出过程中，开入量信息栏实时显示当前开入量状态。



图 4-5 信息栏

## 4.2. 测试参数设置

### 4.2.1. 交直流输出设置

可设置输出交流 A、B、C 相电压、电流的幅值和角度。可设置输出直流电压、电流的幅值。直流扩展电压（Udc 300V），可选择 Ux 通道。当选择 U4 时，可设置 U4 输出频率。



图 4-6 交直流输出设置

选择“功率因数”，电流的相角被自动置为 0°、-120°、120°，电压的相角根据功率因数自动计

算。

点击 **序分量** 按钮，可打开序分量设置界面。序分量界面可以显示电压、电流的正序、负序、零序分量的值，并且可以通过设置的电压序分量推算出相电压的值。



图 4-7 序分量

#### 4.2.2. 频率设置

这里设置的频率为交流电压、电流的通用频率。



图 4-8 频率设置

#### 4.2.3. 变化量设置



图 4-9 变化量设置

可通过设置变化量、变化参数、变化方式、变化步长和  键控制输出值。



图 4-10 变化量

在交流输出状态下，变化量如图 4-10。

选择交流量作为变化量时可以变化幅值和相位，选择直流量作为变化量时只能变化幅值。

变化方式采用两种方式：绝对和相对方式。绝对方式是指变化量按设定的步长增、减；相对方式是指变化量按照额定值的百分比增、减。

#### 4.2.4. 功率接线选择

功率接线选择有两种：“三相四线”、“三相三线”。

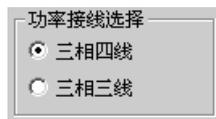


图 4-11 功率接线设置

在不同的功率接线方式下，输出显示栏中显示相应的输出功率值。功率接线若为“三相四线”，显示单相、三相功率及功率因数的值。功率接线若为“三相三线”，显示  $P'$ 、 $P''$  及三相有功功率、无功功率、功率因数的值。

- 若选择“三相四线”，单相功率的计算方法为（以 A 相为例）：

$$P_A = U_A * I_A * PF_A。$$

其中： $PF_A$ ——A 相功率因数。

三相功率为各单相功率的累加。

- 若选择“三相三线”，三相功率的计算方法为：

$$P_3 = P' + P''、Q_3 = \sqrt{3} * (P'' - P')。$$

其中  $P' = U_{AB} * I_A * \cos \varphi'$ 、 $P'' = U_{CB} * I_C * \cos \varphi''$ 。

式中： $\varphi'$ ----- $\dot{U}_{AB}$  和  $\dot{I}_A$  的相位差；

$\varphi''$ ----- $\dot{U}_{CB}$  和  $\dot{I}_C$  的相位差。

#### 4.2.5. 开出设置



图 4-12 开出量设置

开出设置只控制两路常规开出。表明该开出状态为“断开”，表明该开出状态为“闭合”。

手动输出

### 4.3. 输出控制

按下工具栏上的控制按钮  校验仪开始输出，按下控制按钮  停止输出。也可用快捷键控制：**F2 开始输出、ESC 停止输出**。





自动闭环校验是应用校验项目列表实现程序控制的，校验项目列表中显示所有待测点。校验项目列表可以被保存为校验模板或从校验模板中导入。

点击校验项目列表下方的功能键可以添加校验点、修改当前校验点参数、删除当前或全部校验点。

校验项目列表中包含若干栏内容，其意义如下：

- 表示选中或不选该校验点，可以手工勾选；
- 表示该点的校验状态，若为黑色表示该点未进行校验，若为蓝色表示该点已经校验并且结果评估为“合格”；若为红色表示该点已经校验，结果评估为“不合格”；
- 序号：校验点序号；
- 遥测量：校验点的名称；
- 等级：校验点误差等级；
- 百分比：校验点占基准值的比例；
- 二次（一次）设定值：校验仪的输出值；
- 二次（一次）测量值：通过通讯口测控装置上传的遥测值；
- 误差（%）：校验点的实际误差；
- 结果评估：遥测量实际误差和误差等级比较后的结果。

### 5.2.2. 打开标准测试模板

校验项目列表可以从标准测试模板中导入。点击测试项目列表下方左侧的“测试模板”，打开“测试模板选择”对话框。

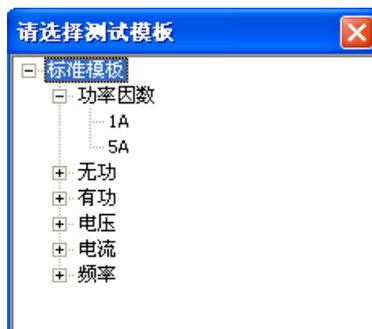


图 5-4 选择标准测试模板

树形列表中列出了在功率因数、无功功率、有功功率、电压、电流、频率等类型的标准测试模板。每一类测试模板都按照参数特征分为若干可选的子类，例如，功率因数分类中有 1A 和 5A 两种测试模板，分别包含电流额定值为 1A 和 5A 两种情况下国网公司交流采样校验规范中规定的功率因数测试全部测试项目。用户可以根据需要选择标准测试模板。

### 5.2.3. 建立用户测试模板

用户可以根据实际需要建立自己的测试模板。

在“文件”菜单下选择“新建模板”，之后在测试项目列表中添加需要的测试项目，完成后点击“文件”菜单下的“保存模板”，即可保存用户自己的测试模板。



图 5-5 文件菜单

现场使用时，在“文件”菜单下选择“打开模板”，即可打开用户自定义模板，进行测试。

工具栏中的文件工具 ，与“文件”菜单中的“新建模板”、“打开模板”、“保存模板”对应。

### 5.2.4. 添加交流遥测校验项目

点击“交流量校验”按钮，弹出“遥测设置”窗口。

在“遥测设置”窗口中，校验项目选择栏中有电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率等选项。选择不同的校验项目并设置其参数，点击“添加”即完成一个新校验点的添加。完成校验点添加之后点击“退出”退出。

### 5.2.4.1. 添加电压遥测校验点:



图 5-6 添加电压遥测点

- 电压标称值：一般为 100V 或 57.74V。
- 电压输出百分比：基本误差校验时，一般要求以下几个校验点：0%、20%、40%、60%、80%、100%、120%。
- 相位：基本误差校验时，三相相位要求对称。
- 频率：基本误差校验时，频率要求为  $50\text{Hz} \pm 2\%$ 。
- 误差等级：设定为被校装置要求的误差等级：0.1、0.2、0.5、1。
- 校验时间：指单点校验时间，可采用默认值，也可任意设置。闭环校验时要大于被测装置可靠上传数据的时间；开环校验时应大于人工读数据的时间。
- PT 变比设置：若遥测量为一次值或标么值则选择“显示一次值和标么值”，同时输入实际的 PT 变比。
- 遥测量通道选择：被测装置的遥测输入通道和校验仪输出通道的对应关系。当校验软件显示与规约数据库已连接时，遥测量通道显示变亮可选，下拉菜单列出对应设备规约数

数据库中的校验通道列表。

- 遥测量选择：当校验软件显示与规约数据库断开时，通道选择变灰，用户可以手工设置遥测量选择，并设置有关的交流板参数。可选的 19 个遥测量选项分别为：三相相电压、线电压、线路电压（当选择线路电压时，用校验仪的 B 相电压代替线路电压接入 RTU 装置）、3U0、正序电压、负序电压以及相应的标么值。
- 交流板设置：考虑到有的测控装置带有几块交流板，并且每块交流板上可能有若干路交流通道，为了使形成的校验报告和装置的配置相符，用户根据实际输入将校验的某块交流板及某路交流通道。

#### 5.2.4.2.添加电流遥测校验点：



图 5-7 添加电流遥测点

- 电流标称值：一般为 1A 或 5A，视现场 CT 二次侧的额定值而定。
- 电流输出百分比：基本误差校验时，一般要求以下几个校验点：0%、20%、40%、60%、80%、100%、120%。
- 频率：基本误差校验时，频率要求为 50Hz±2%。

- CT 变比设置：若遥测量为一次值或标么值则选择“显示一次值和标么值”，同时输入实际的 CT 变比。
- 遥测量选择：当校验软件显示与规约数据库断开时，可选的 12 个遥测量选项分别为：三相电流、3I0、正序电流、负序电流以及相应的标么值。
- 其他参数设置同电压。

#### 5.2.4.3.添加有功功率遥测校验点：

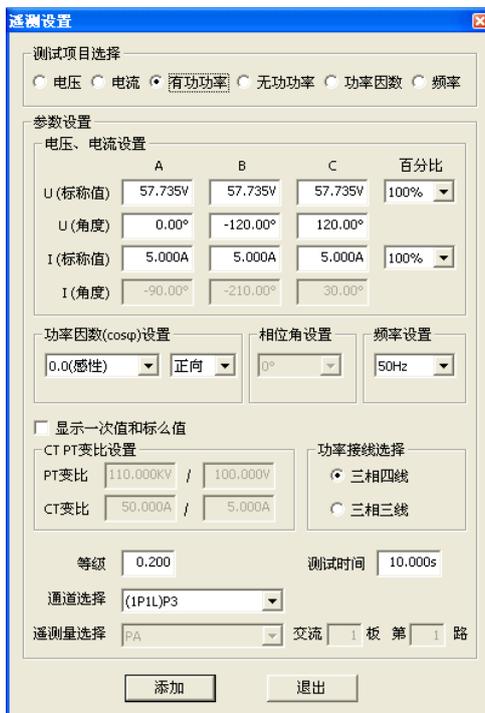


图 5-8 添加有功功率遥测点

- 电压输出：线电压 100V。
- 电流标称值：一般为 1A 或 5A，视现场 CT 二次侧的额定值而定。
- 电流输出百分比：基本误差校验时，一般要求以下几个校验点：0%、20%、40%、60%、80%、100%、120%。
- 功率因数：有功功率因数可选择 0.0(感性)、0.0(容性)、0.5(感性)、0.5(容性)、0.866(感性)、0.866(容性)、1.0。

- 功率接线方式：根据现场接线情况选择功率接线方式为三相四线或三相三线。
- CT、PT 变比设置：若遥测量为一次值或标么值则选择“显示一次值和标么值”，同时输入实际的 CT、PT 变比。
- 遥测量选择：当校验软件显示与规约数据库断开时，可选的 11 个遥测量选项分别为：单相有功功率、三相有功功率、三相视在功率以及相应有功功率的标么值。
- 其他参数设置同电压。

#### 5.2.4.4.添加无功功率遥测校验点：



图 5-9 添加无功功率遥测点

- 电压输出：线电压 100V。
- 电流标称值：一般为 1A 或 5A，视现场 CT 二次侧的额定值而定。
- 电流输出百分比：基本误差校验时，一般要求以下几个校验点：0%、20%、40%、60%、80%、100%、120%。
- 功率因数：无功功率因数可选择 0.0(感性)、0.0(容性)、0.5(感性)、0.5(容性)、0.866(感

性)、0.866(容性)、1.0。

- 功率接线方式：根据现场接线情况选择功率接线方式为三相四线或三相三线。
- 测试时间：指单点校验时间，可采用默认值，也可任意设置。闭环校验时要大于被测装置可靠上传数据的时间；开环校验时应大于人工读数据的时间。
- CT、PT 变比设置：若遥测量为一次值或标么值则选择“显示一次值和标么值”，同时输入实际的 CT、PT 变比。
- 遥测量选择：当校验软件显示与规约数据库断开时，可选的 10 个遥测量选项分别为：单相无功功率、三相无功功率、以及相应无功功率的标么值。
- 其他参数设置同电压。

#### 5.2.4.5.添加功率因数遥测校验点：

图 5-10 添加功率因数遥测点

- 电压输出：线电压 100V。
- 电流输出：额定电流 1A 或 5A。

- 阻抗角（功率因数角）：可设置为  $0^\circ$ 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$ 。
- 遥测量选择：当校验软件显示与规约数据库断开时，可选的 4 个遥测量选项分别为：A 相功率因数、B 相功率因数、C 相功率因数、三相功率因数。
- 其他参数设置同电压。

#### 5.2.4.6. 添加频率遥测校验点：



图 5-11 添加频率遥测点

- 电压输出：线电压  $100V \pm 2\%$ 。
- 电流输出：任意。
- 频率：45、47、49、50、51、53、55Hz。
- 遥测量选择：当校验软件显示与规约数据库断开时，可选的遥测量选项只有频率。
- 其他参数设置同电压。

## 5.2.5. 添加直流遥测校验项目

点击“直流量校验”按钮，弹出“直流校验”窗口。

在“直流校验”窗口中，校验项目选择栏中有直流电压、直流电流选项。选择不同的校验项目并设置其参数，点击“添加”即完成一个新校验点的添加。完成校验点添加之后点击“退出”退出。



图 5-12 直流校验窗口

## 5.2.6. 遥测校验误差计算

### 5.2.6.1. 二次值（默认）基本误差计算公式：

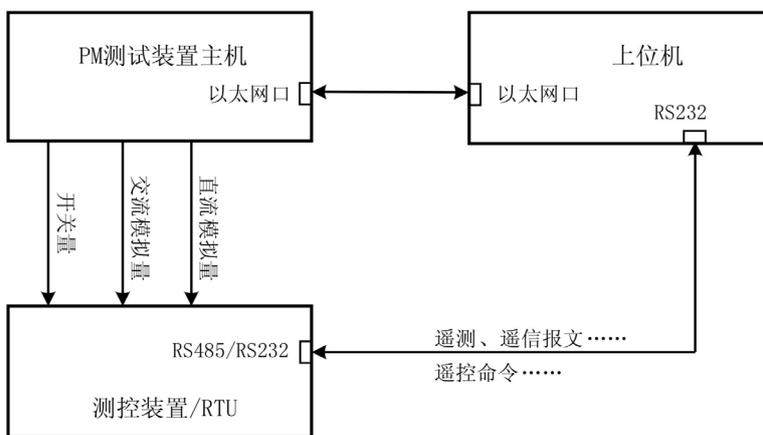
- 电压：基本误差 = (设定值 - 测量值) / AFu × 100%，AFu = 设定的标称值。对于相电压、线电压、正序电压、负序电压、3U0 的基本误差计算，公式中分母 AFu 的值保持标称值不变。
- 电流：基本误差 = (设定值 - 测量值) / AFi × 100%。对于相电流、3I0 的基本误差计算，公式中分母 AFi = 1A 或 5A（根据 CT 二次侧额定电流）。
- 有功功率：基本误差 = (设定值 - 测量值) / AFp × 100%，AFp =  $\sqrt{3}$  × AFu × AFi，单相、三相误差计算中，AFp 的值是相同的。

- 无功功率：基本误差 = (设定值 - 测量值) /  $AF_q \times 100\%$ ,  $AF_q = \sqrt{3} \times AF_u \times AF_i$ , 单相、三相误差计算中,  $AF_q$  的值是相同的。
- 功率因数：基本误差 = (设定值 - 测量值) /  $AF_\phi \times 100\%$ ,  $AF_\phi = 1$ 。
- 频率：基本误差 = (设定值 - 测量值) /  $AF_f \times 100\%$ ,  $AF_f = 10\text{Hz}$ 。

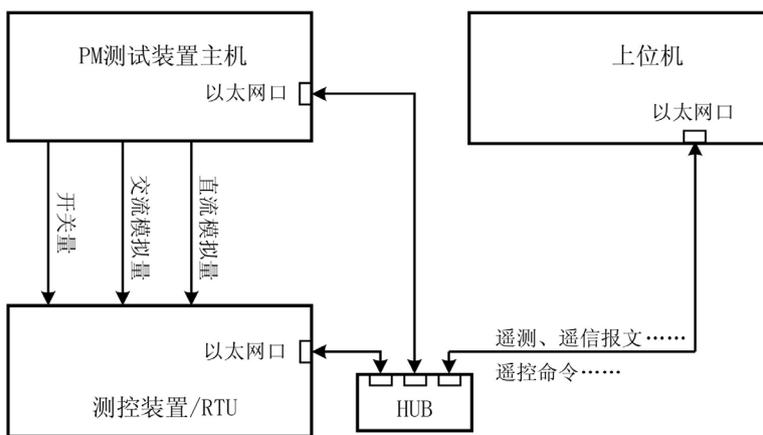
#### 5.2.6.2.一次值（若选择“显示一次值或标么值”）基本误差计算公式：

- 电压：基本误差 = (设定值-测量值) /  $AF_u / TV \text{ 变比} \times 100\%$ ,  $AF_u =$  设定的标称值。  
对于相电压、线电压、正序电压、负序电压、3U0 的基本误差计算, 公式中分母  $AF_u$  的值保持标称值不变。
- 电流：基本误差 = (设定值-测量值) /  $AF_i / TA \text{ 变比} \times 100\%$ 。对于相电流、3I0 的基本误差计算, 公式中分母  $AF_i=1$  或 5A (根据 CT 二次侧额定电流)。
- 有功功率：基本误差 = (设定值-测量值) /  $AF_p / TV \text{ 变比} / TA \text{ 变比} \times 100\%$ ,  $AF_p = \sqrt{3} \times AF_u \times AF_i$ 。单相、三相误差计算中,  $AF_p$  的值是相同的。
- 无功功率：基本误差 = (设定值-测量值) /  $AF_q / TV \text{ 变比} / TA \text{ 变比} \times 100\%$ ,  $AF_q = \sqrt{3} \times AF_u \times AF_i$ 。单相、三相误差计算中,  $AF_q$  的值是相同的。
- 功率因数：基本误差 = (设定值-测量值) /  $AF_\phi \times 100\%$ ,  $AF_\phi = 1$ 。
- 频率：基本误差 = (设定值-测量值) /  $AF_f \times 100\%$ ,  $AF_f = 10$ 。

### 5.3. 测试接线



(a) 测控装置/RTU 通讯口为 RS485/RS232 口



(b) 测控装置/RTU 通讯口为以太网口

图 5-13 PM 测试装置闭环校验接线

### 5.4. 测试操作

#### 5.4.1. 自动闭环校验操作

 根据被测设备和校验项目选择校验接线。

### 建立与测控装置 / RTU 之间的通讯连接。

交流采样自动闭环校验的关键是建立测控装置或 RTU 与上位机之间的数据通讯。

建立对测控装置闭环通讯的前提条件包括：

(1) 测试软件规约数据库支持该型号测控装置规约，即菜单“设置”——“装置型号”列表中包含该测控装置型号。

(2) 测试软件规约数据库已包含该型号测控装置点表。一般的，软件安装后自带的测控装置规约配置文件中包含所有遥测量的点表，如果需要修改点表，参见“附录 A”。

用户启动联机校验软件后，在主窗口界面下，点击菜单“设置/装置型号”，在弹出的“选择设备模板”对话框中选择按待校验设备型号定义的文件夹（如 CSI200E）。选中装置型号后，程序自动弹出通讯设置对话框，用户设置通讯参数。在完成一次被测设备模板和通讯设置后，设置的内容作为缺省设置保存，只要不关闭测试界面不需再次设置。

完成通讯设置后，点击“工具/闭环测试”，即可建立校验仪上位机和测控装置的连接。

### 建立校验项目列表。

通过打开预先保存的校验模板或逐点创建、编辑校验点建立校验项目列表。或从菜单栏和工具栏上的“打开模板”，打开已保存的测试列表。

### 开始校验。

建立校验项目列表后，点击工具栏  按钮（或按快捷 F2）开始校验。程序按校验项目列表顺序控制输出，同时从动态数据库读取校验结果并计算误差，再根据设定的误差等级进行结果评估。

测试过程中，在校验列表的右侧会动态显示出测量值、误差、结果评估等校验结果，同时在校验项目的左侧以图标  颜色表示校验项目的状态结果信息，蓝色表示合格，红色表示不合格。对于遥测校验会自动在“误差曲线显示”窗口绘出遥测量校验误差曲线，对于超范围的遥测点将以红色标记显示在曲线上。

### 停止校验。

全部项目校验完成后，校验仪自动停止输出。校验过程中，如需中止校验，可按下工具栏  按钮（或 ESC 键）停止校验。

### 重新校验。

如果某校验项不合格，也可以通过校验项目列表左侧的图标  单选某一项重新校验。

需要注意，重新校验的结果会覆盖原来校验的结果，因此完成一组校验之后需要及时生成报告。

### 生成报告。

校验完成后，点击报告菜单。报告菜单的功能是生成校验报告和打开校验报告。生成报告分为生成标准报告和生成用户报告。标准报告是指软件自带的报告格式，用户报告是指用户可以根据自己需要的报告格式来定制报告的格式。

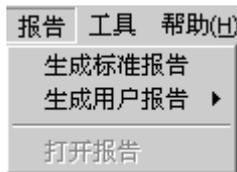


图 5-14 报告菜单

生成标准报告的过程为：点击“生成标准报告”，弹出“保存报告”窗口。输入厂站、回路、设备名称等内容，按“确定”将自动生成报告，报告自动保存到 PM 安装目录下的 Report 文件夹下。

图 5-15 生成报告

选择菜单的“报告——打开报告”可打开已存储的报告。附录 C 是打开的一份报告的实例，结果评估中的不合格项以红色标注。

## 5.4.2. 半自动开环校验操作

若不能建立测控装置或 RTU 与上位机之间的数据通讯，不具备自动闭环校验的条件，也可进行半自动开环校验。在半自动校验时，按照校验项目列表中建立的校验点，程序控制输出，但校验结果需要人工从装置的就地显示屏读取，在测试过程中手工输入，试验结束后程序自动生成校

验报告。

**【注意】**设置的校验时间应该大于人工读数时间。

半自动开环校验操作步骤如下：

-  连接校验接线。
-  启动联机校验软件，选择交流采样自动校验单元。
-  点击菜单“工具/闭环测试”，断开规约数据库连接。
-  建立校验项目列表，或从菜单栏和工具栏上的“打开模板”。
-  开始校验。

校验仪自动按校验项目列表输出校验值，校验人员读取被测装置显示屏实测值，将实测值输入程序数据录入对话框，由程序计算校验误差。

 生成报告。

校验结束后与自动闭环校验一样可以生成报告。之后点击“报告/打开报告”菜单，打开测试报告。如果没有将各个点的实测值输入，在报告中实测值和误差计算栏会为空白。用户也可以自行记录实测值、计算误差并填写到报告中。

## 6. 变送器自动测试

### 6.1. 概述

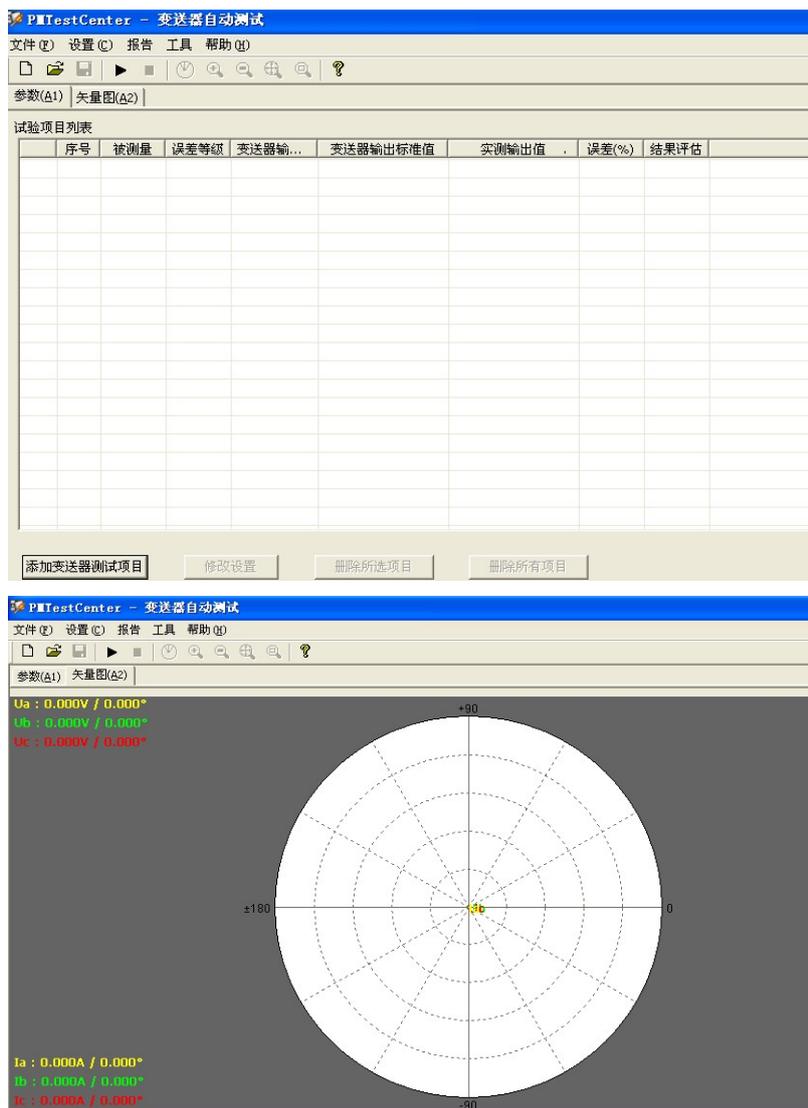


图 6-1 变送器自动校验单元界面

变送器自动校验单元可实现对交流和直流电测量变送器元件准确度的自动闭环校验。变送器的自动闭环校验过程是校验仪测量变送器输出的直流电压或电流，与测试点标准值比较得到误差。



- 误差（%）：校验点的实际误差；
- 结果评估：遥测量实际误差和误差等级比较后的结果。

建立校验项目列表后，按“开始”键即可闭环或半闭环（人工获得并输入测量值）完成校验，自动生成校验报告。会自动在“误差曲线显示”窗口绘出误差曲线，对于超范围的测试点将以红色标记显示在曲线上。

## 6.2.2. 建立用户测试模板

用户可以根据实际需要建立自己的测试模板。在“文件”菜单下选择“新建模板”，之后在测试项目列表中添加需要的测试项目，完成后点击“文件”菜单下的“保存模板”，即可保存用户自己的测试模板。现场使用时，在“文件”菜单下选择“打开模板”，即可打开用户自定义模板，进行测试。

工具栏中的文件工具 ，与“文件”菜单中的“新建模板”、“打开模板”、“保存模板”对应。

## 6.2.3. 添加变送器校验项目

### 6.2.3.1. 添加变送器

点击“添加变送器”命令按钮，弹出“添加变送器”对话框。

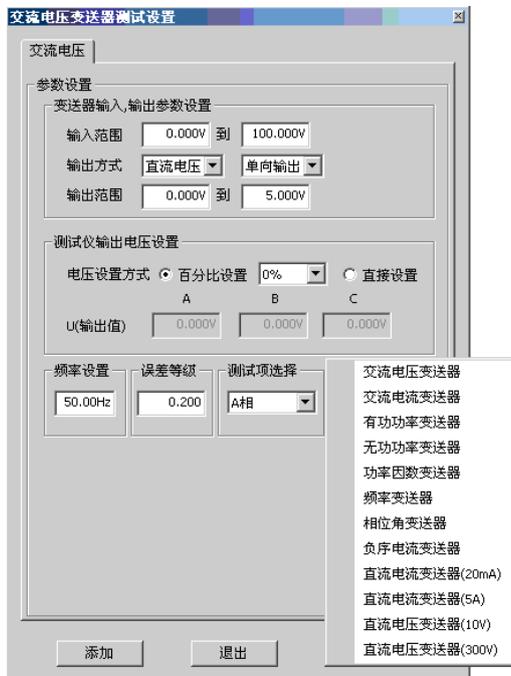


图 6-3 添加变送器

变送器类型选择有 12 项：电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率、相位角、负序电流、直流电流（20mA 或 5A）、直流电压（10V 或 300V）。按校验对象选择某一选项，“确定”后，由“添加变送器测试项目”按钮打开设置界面，设置界面中显示选定类型变送器的相关设置参数，在此界面进行具体设置，添加测试项目。

### 6.2.3.2. 添加电压校验点

交流电压变送器、直流电压（10V 或 300V）变送器的设置是类似的，以交流电压变送器为例对其参数设置进行说明，其它类型的电压变送器参考此参数说明。



图 6-4 变送器校验：添加电压校验点

- **变送器输入范围：**设置变送器测量输入电压的额定范围。
- **变送器输出方式：**设置变送器输出的方式。选项 1：直流电压/直流电流；选项 2：单向输出/对称输出/双向输出。
- **变送器输出范围：**设置变送器输出的额定范围。
- **测试仪输出电压设置：**设置校验仪的实际输出电压值，有两种设置方式：百分比设置/直接设置。选百分比设置时，百分比设置数据设置框变亮，点击 ，可选择预设的百分值。输出电压=变送器输入电压范围×百分值设定值。选择直接设置方式时，在电压设置框中直接设置电压值。
- **频率设置：**设置输出电压的频率。
- **误差等级：**设置变送器校验误差等级，按被试变送器标称的误差等级设置，用于校验结果评估。
- **测试项选择：**设置被测量名称，用于生成校验报告。

- **测试时间：**设置每一校验项的校验时间，应大于校验仪稳定读到变送器输出值的时间，可设为 1 秒。

根据设置可以得到变送器校验误差的计算公式：

变送器输出值与输入值的换算系数  $K = (\text{输出最大值} - \text{输出最小值}) / (\text{输入最大值} - \text{输入最小值})$ 。

变送器输出标准值 = (实际输入值 - 输入设定最小值) × K + 输出设定最小值。

变送器的校验误差 = ((变送器输出实测值 - 变送器输出标准值) / 变送器输出额定范围) × 100%。

选择不同的输出方式，变送器输出额定范围不同：

单向输出：变送器输出额定范围 = 输出最大值 - 输出最小值

对称输出：变送器输出额定范围 = (输出最大值 - 输出最小值) / 2

双向输出：变送器输出额定范围 = (输出最大值 - 输出最小值) / 2

### 6.2.3.3. 添加电流校验点

交流电流、负序电流、直流电流（20mA 或 5A）的设置均类似，以交流电流的设置为例进行说明，其它类型的电流变送器参考此参数说明。



图 6-5 变送器校验：添加电流校验点

- **变送器输入范围：**设置变送器测量输入电流的额定范围。
- **测试仪输出电流设置：**设置校验仪的实际输出电流值，有两种设置方式：百分比设置/直接设置。选百分比设置时，百分比设置数据设置框变亮，点击 ，可选择预设的百分值。输出电流 = 变送器输入电流范围 × 百分值设定值。选择直接设置方式时，在电流设置框中直接设置电流值。
- 其他参数设置同电压。

### 6.2.3.4. 添加有功功率校验点

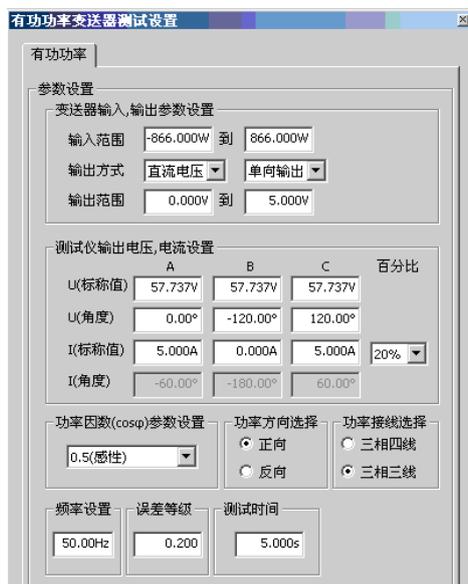


图 6-6 变送器校验：添加有功功率校验点

- **变送器输入范围：**设置变送器测量输入有功功率的额定范围。
- **测试仪输出电压、电流设置：**电压幅值设置按标称值直接设置，缺省值为额定相电压 57.7V，电压角度设置缺省为正相序互差 120 度，一般不需修改。电流幅值设置分为两项：先设置电流基准值，缺省值为 5A；再选择百分比。预设置为 0%、20%、40%、60%、80%、100%、120%。实际输出值=基准值×百分比。
- **功率因数设置 (cosφ)：**设置输出功率的功率因数  $\cos\varphi$ ，预设值：0（感性）、0（容性）、0.5（感性）、0.5（容性）、0.866（感性）、0.866（容性）、1。改变不同的功率因数设置值时，电压相位不变，电流相位自动变化。
- **功率方向选择：**选择校验仪输出的功率方向，以变送器测量送出功率为正方向，设置为反方向时，校验仪输出反方向功率。
- **功率接线选择：**选择功率测量的接线方式，可选项：三相四线/三相三线，缺省方式为三相四线接线。
- 其他参数设置同电压。

### 6.2.3.5. 添加无功功率校验点

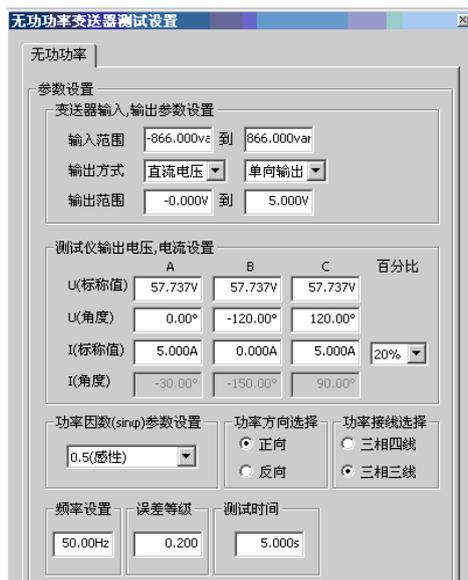


图 6-7 变送器校验：添加无功功率校验点

- **变送器输入范围**：设置变送器测量输入无功功率的额定范围。
- **功率因数设置 ( $\sin\phi$ )**：设置输出无功功率的功率因数数值  $\sin\phi$ ，预设值：0、0.5（感性）、0.5（容性）、0.866（感性）、0.866（容性）、1（感性）、1（容性）。改变不同的功率因数设置值时，电压相位不变，电流相位自动变化。
- 其他参数设置同有功功率。

### 6.2.3.6. 添加功率因数校验点

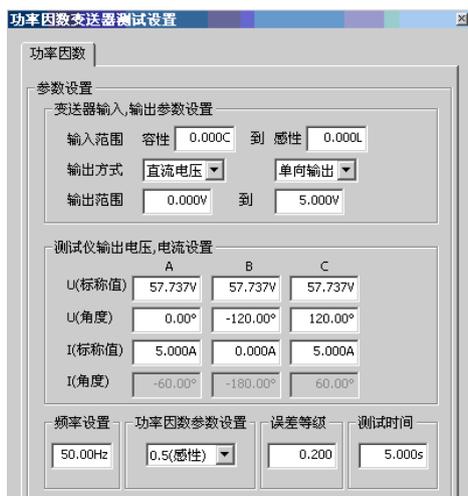


图 6-8 变送器校验：添加功率因数校验点

- **变送器输入范围：**设置变送器功率因数输入范围。
- **测试仪输出电压设置：**按电压标称值设置，缺省值相电压 57.7V。
- **测试仪输出电流设置：**按电流标称值设置，缺省值相电流 5A。
- **功率因数参数设置：**设置校验仪输出的功率因数，按预设值设置：0（感性）、0（容性）、0.5（感性）、0.5（容性）、0.866（感性）、0.866（容性）、1。
- 其他参数设置同电压。

### 6.2.3.7. 添加频率校验点



图 6-9 变送器校验：添加频率校验点

- **变送器输入范围：**设置变送器频率输入范围。
- **测试仪输出电压设置：**按电压标称值设置，缺省值相电压 57.7V。
- 其他参数设置同电压。

### 6.2.3.8. 添加相位角校验点

- **变送器输入范围：**设置变送器相位角输入范围。
- **测试仪输出电压设置：**按电压标称值设置，缺省值相电压 57.7V。
- **测试仪输出电流设置：**按电流标称值设置，缺省值相电流 5A。
- **相位角（U—I）设置：**设置电压与电流相位角差，以电压相位角为参考，电流相位角按设定的相位角滞后于电压相位角。
- 其他参数设置同电压。

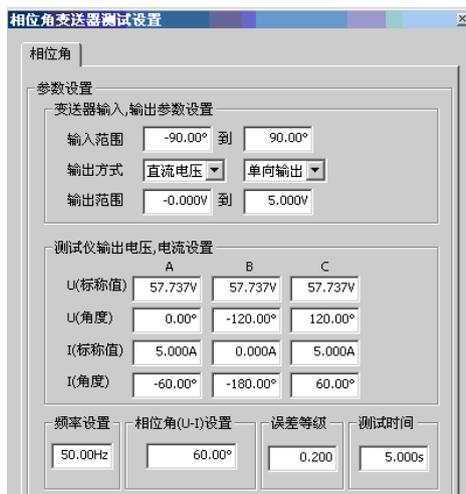


图 6-10 变送器校验：添加相位角校验点

### 6.3. 测试接线

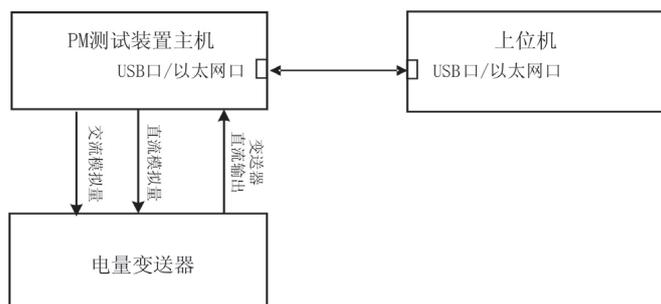


图 6-11 变送器自动校验接线

### 6.4. 测试操作

- ☛ 接好校验接线。
- ☛ 建立校验项目列表，或从菜单栏和工具栏上的“打开模板”，打开已保存的测试列表。
- ☛ 在工具栏选择“闭环测试”。
- ☛ 开始校验。

校验仪自动按校验项目列表逐项输出设定的电压电流值，并读取变送器输出的直流电流/电压，与计算的标准值比较，计算出校验误差，根据设定的误差等级，评估校验结果是否合格。在校验项目列表上，动态显示变送器输入值、变送器输出实测值、实测误差、结果评估等实测参数。该

校验项的左侧的小圆图标颜色表示校验状态，黑色表示未校验，蓝色表示校验合格，红色表示不合格。

如果在工具栏选择“开环测试”，开始校验后，校验仪自动按校验项目列表逐项输出设定的电压电流值，弹出输入对话框由用户填入变送器输出的直流电流/电压，与计算的标准值比较，计算出校验误差，根据设定的误差等级，评估校验结果是否合格。

#### 停止校验。

全部项目校验完成后，校验仪自动停止输出。校验过程中，如需中止校验，可按下工具栏按钮（或 ESC 键）停止校验。

#### 重新校验。

如果某校验项不合格，也可以通过校验项目列表左侧的图标单选某一项重新校验。未选中的校验项目将被跳过。

#### 生成报告。

点击菜单“报告/生成标准报告”或“报告/生成用户报告”，弹出“保存报告”对话框，按提示操作生成已完成的项目校验报告之后点击“报告/打开报告”菜单，打开测试报告。

生成报告分为生成标准报告和生成用户报告，标准报告是指软件自带的报告格式，用户报告是指用户可以根据自己需要的报告格式来定制报告的格式。

## 7. 同期测试

### 7.1. 概述

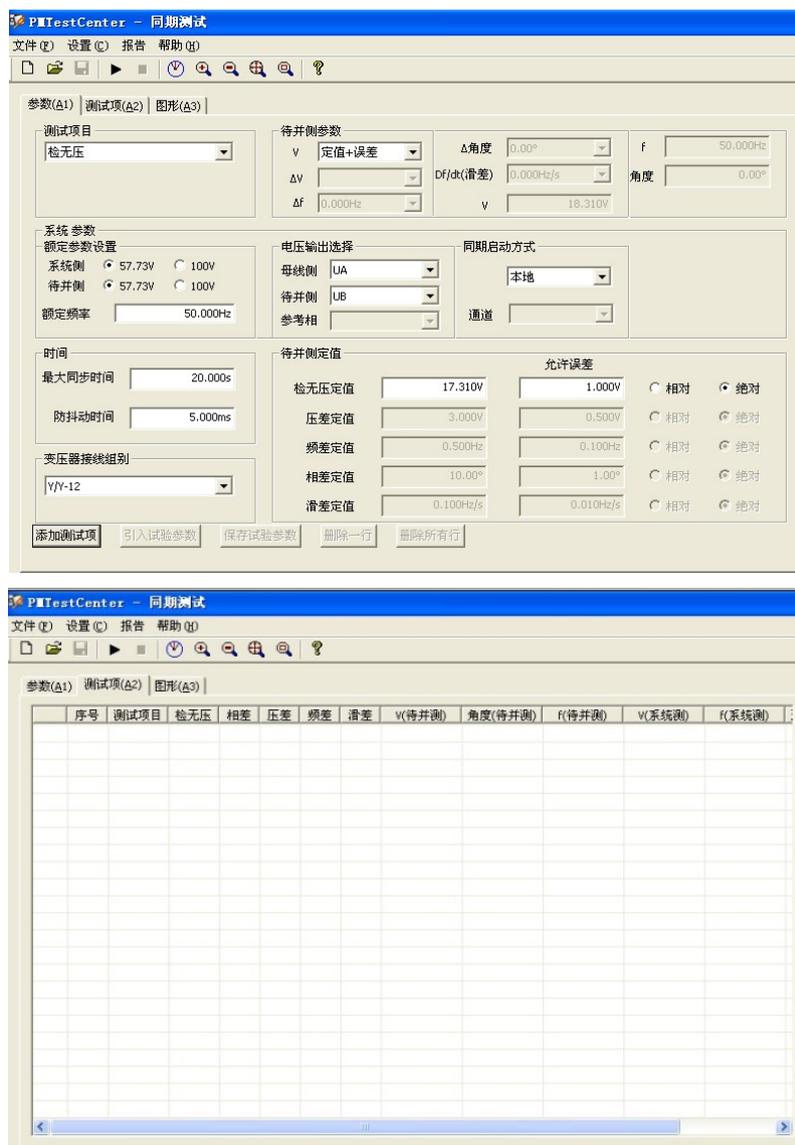


图 7-1 同期测试单元界面

同期测试单元用于测试测控装置的同期功能，主要是针对变电站用测控装置的同期功能。同期测试的项目包括：检无压、同频同期、差频同期。同频同期包括两侧电压差检查、相差检查；差

频同期包括两侧压差检查、频差检查、滑差检查。

同期测试单元界面包括参数设置区 (A1)、测试项目列表(A2)和同步窗口显示区(A3)。

在测试过程中，同步窗口指示了当前测试项目的同期参数。同步窗口纵坐标为待并侧和系统侧电压差，横坐标为待并侧和系统侧频率差。压差的参考范围上限为正的压差定值，下限为负的压差定值；频差的参考范围右边界为频差定值，左边界为负频差定值。这样就在坐标图中确定了同步窗口的大小。

使用工具栏上的按钮  可以改变同步窗口坐标。

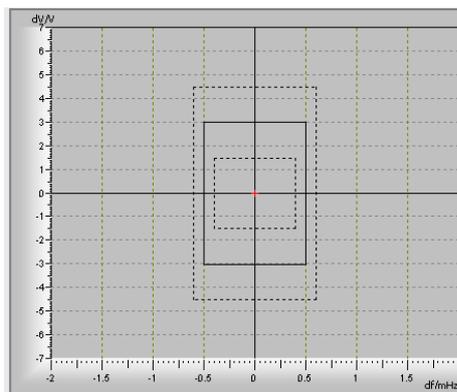


图 7-2 同步窗口

点击工具栏图标  可以打开同步指示器。同步指示器红色箭头代表系统侧电压相位；红色箭头两侧的边界是相差定值，界定了同步指示器中正负角度范围。测试过程中，待并侧电压相位可动态显示。



图 7-3 同步指示器

## 7.2. 测试参数设置

### 7.2.1. 测试项目列表

同期校验是应用校验项目列表实现程序控制的，校验项目列表中显示所有待测点。校验项目

列表可以被保存为校验模板或从校验模板中导入。

点击参数设置栏下方的功能键“添加测试项”可以添加校验点、删除当前或全部校验点。

	序号	测试项目	检无压	相差	压差	频差	滑差	V(待并测)	1
<input checked="" type="checkbox"/>	1	检无压	50.6...	-	-	-	-	50.600V	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	同频相差	-	11....	-	-	-	100.000V	

图 7-4 测试项目列表

测试列表左侧的图标是测试项目的选中标志，用户可根据需要选中已添加好的试验项目，有选择的进行测试。●图标显示该测试项目的状态，黑色表示未测试，蓝色表示测试合格，红色表示测试不合格。

### 7.2.2. 建立用户测试模板

用户可以根据实际需要建立自己的测试模板。在“文件”菜单下选择“新建模板”，之后在测试项目列表中添加需要的测试项目，完成后点击“文件”菜单下的“保存模板”，即可保存用户自己的测试模板。现场使用时，在“文件”菜单下选择“打开模板”，即可打开用户自定义模板，进行测试。

工具栏中的文件工具 ，与“文件”菜单中的“新建模板”、“打开模板”、“保存模板”对应。

### 7.2.3. 添加同期测试项目

同期测试项目包括检无压、同频同期（压差、相差）检查、差频同期（压差、频差、滑差）检查等。不同项目的待并侧参数和系统参数中的待并侧定值设置有所不同。

#### 7.2.3.1. 检无压参数设置

##### 待并侧参数

检无压的待并侧参数只需要设置待并侧电压。电压选择方式有两种，如图 7-5 所示：

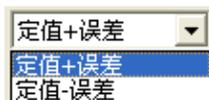


图 7-5 检无压：待并侧电压设置

选择“定值+误差”，待并侧电压大于检无压定值，同期不应合闸，若校验仪有上位机和测控装置的通讯口相连（闭环测试），则上位机同时收到同期失败报文；选择“定值-误差”，待并侧电压小于检无压定值，同期应合闸，若闭环测试，上位机同时收到同期成功报文。

#### ☛ 待并侧定值：

在界面下方待并侧定值设置窗口，输入压差定值和允许误差。

### 7.2.3.2. 同频同期（相差检查）参数设置

#### ☛ 待并侧参数

待并侧参数只需要设置待并侧与母线侧相差（ $\Delta$ 角度）。相差选择方式有四种，如下图 7-6 所示：



图 7-6 同频同期相差检查：待并侧相差设置

前两项对应待并侧相位超前母线侧相位，后两项对应待并侧相位滞后母线侧相位。选择第一项和第三项时，相差均不满足同期条件，同期不应合闸，若闭环测试，则上位机同时收到同期失败报文；选择第二项和第四项，相差满足同期条件，同期应该合闸，若闭环测试，上位机同时收到同期成功报文。

同频相差检查时，压差应合格，软件中默认压差为零。当变压器接线为 Y-Y12 时，待并侧相位等于相差值；当变压器接线为 Y-D11 时，待并侧相位等于“相差+30°”；当变压器接线为 Y-D1 时，待并侧相位等于“相差-30°”。

#### ☛ 待并侧定值

在界面下方待并侧定值设置窗口，输入相差定值和允许误差。

### 7.2.3.3. 同频同期（压差检查）参数设置

#### ☛ 待并侧参数

待并侧参数只需要设置待并侧压差 $\Delta V$ 。 $\Delta V$ 选择方式有四种，如图 7-7 所示：



图 7-7 同频同期压差检查：待并侧压差设置

前两项对应待并侧电压大于母线侧电压，后两项对应待并侧电压小于母线侧电压。选择第一项和第三项时同期不应合闸，若闭环测试，则上位机同时收到同期失败报文；选择第二项和第四项时同期应该合闸，若闭环测试，则上位机同时收到同期成功报文。

同频压差检查时，相差应合格，软件中默认相差为零（当变压器接线为 Y-Y12）；软件默认相差为  $30^\circ$ （当变压器接线为 Y-D11）；软件默认相差为  $-30^\circ$ （当变压器接线为 Y-D1）。

 **待并侧定值：**输入压差定值和允许误差。

#### 7.2.3.4. 差频同期（压差检查）参数设置

 **待并侧参数**

待并侧参数只需要设置待并侧和母线侧压差。四种压差选择方式如图 7-8 所示：



图 7-8 差频同期压差检查：待并侧压差设置

前两项对应待并侧电压大于母线侧电压，后两项对应待并侧电压小于母线侧电压。选择第一项和第三项时同期不应合闸，若闭环测试，则上位机同时收到同期失败报文；选择第二项和第四项时同期应该合闸，若闭环测试，则上位机同时收到同期成功报文。

差频压差检查时，频差应合格，软件默认频差等于“频差定值-误差”，默认滑差为零。

 **待并侧定值：**输入压差定值和允许误差及频差定值和允许误差。

#### 7.2.3.5. 差频同期（频差检查）参数设置

 **待并侧参数**

待并侧参数只需要设置待并侧和母线侧频差。共有四种频差选择方式，如图 7-9 所示：

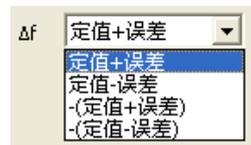


图 7-9 差频同期频差检查：待并侧频差设置

前两项对应待并侧频率大于母线侧频率，后两项对应待并侧频率小于母线侧频率。选择第一项和第三项时同期不应合闸，若闭环测试则上位机同时收到同期失败报文；选择第二项和第四项时同期应该合闸，若闭环测试则上位机同时收到同期成功报文。

频差检查时，压差应合格，软件默认压差等于零；滑差为零。

 **待并侧定值：**输入频差定值和允许误差。

### 7.2.3.6. 差频同期（滑差检查）参数设置

 **待并侧参数**

待并侧参数只需要设置滑差。滑差选择方式有两种，如图 7-10 所示。

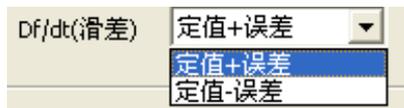


图 7-10 差频同期滑差检查：待并侧滑差设置

选择第一项同期不应合闸，若闭环测试则上位机同时收到同期失败报文；选择第二项同期应合闸，若闭环测试则上位机同时收到同期成功报文。

滑差检查时，压差应该合格，软件默认压差为零；频差也应合格，软件默认频差等于“频差定值-误差”。

 **待并侧定值：**输入频差定值、滑差定值及其允许误差。

### 7.2.3.7. 其他参数设置

 **电压输出选择**

校验仪的交流电压输出有 3 路，在试验开始前，需要指明哪相输出电压是模拟母线侧，哪相是模拟待并侧。母线侧电压用校验仪的 A 相电压来模拟，待并侧电压用校验仪的 B 相或 BC 相电压来模拟，如图 7-11。



图 7-11 系统参数：电压输出选择

 **同期启动方式**

同期功能一般需要一个合闸信号激活，测控装置获得合闸信号的方式有两种：本地、遥控，如图 7-12：



图 7-12 系统参数：同期启动方式

若选择“本地”，则合闸信号通过校验仪的开出来模拟，则校验仪的任意一路开出需要连接到测控装置的相应开入；若选择“遥控”方式则需要选择具体通道，由上位机发一个遥合信号给测控装置。

### ☛ 变压器接线组别

由于变压器接线造成同期并列两侧电压之间存在一个固有角度差时，通过接线选择来调整，接线选择有三种，如图 7-13 所示：



图 7-13 系统参数：变压器接线组别

母线侧的接线默认为 Y 侧。

只有在同频同期测试时，软件才根据变压器接线方式对待并侧相位进行调整。当变压器接线为“Y-Y12”时，待并侧相位等于相差值；当变压器接线为“Y-D11”时，待并侧相位等于“相差+30°”；当变压器接线为“Y-D1”时，待并侧相位等于“相差-30°”。

**注意：相差的定义为：“待并侧相位-母线侧相位”。母线侧相位默认为零。**

### ☛ 时间参数

最大同步时间：当超过此时间仍不能同步并列，将自动停止试验。

防开入抖动时间：开入接点断开或闭和时间大于此时间，校验仪才确认接点的状态，用以区分接点抖动和接点动作，一般不大于 10ms。

### ☛ 额定参数



图 7-14 系统参数：额定参数

母线侧与待并侧额定电压可选择为 100V 或 57.73V；额定频率默认值为 50Hz。

## 7.3. 测试接线

### 7.3.1. PM 测试装置开环校验接线

开环测试时，采用本地合闸（测试装置开出量闭合启动合闸）激活同期，不检查同期报文。

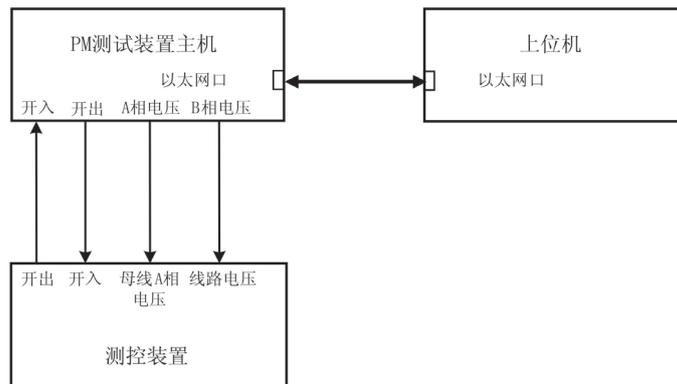


图 7-15 同期开环测试接线

### 7.3.2. PM 测试装置（以太网口）闭环校验接线

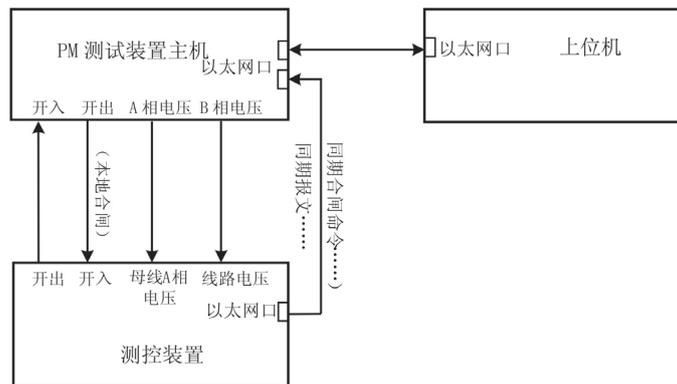


图 7-16 PM 测试装置（以太网口）同期闭环测试接线

## 7.4. 测试操作

### 7.4.1. 测控装置同期功能简介

测试测控装置的合闸同期检查功能时，需要给测控装置一个合闸输入信号，激活同期检查功能开始运行。

同期激活方式分为本地合闸和遥控合闸两种方式。本地合闸方式是指通过测控装置的开入端子输入合闸信号；遥控合闸方式是指通过数据通讯接口输入合闸信号。

若满足同期合闸条件，测控装置的合闸输出开出接点闭合，同时上送同期成功报文；若不满足同期合闸条件则测控装置的开出不闭合，同时上送同期失败报文。

### 7.4.2. 同期测试操作

- ☞ 按被测设备、同期激活方式、数据传输方式选择测试接线。
- ☞ 如果同期激活方式为遥控方式，完成与测控装置的闭环通讯设置。
- ☞ 建立测试项目列表。或从菜单栏和工具栏上的“打开模板”，打开已保存的测试列表。
- ☞ 开始测试。

校验仪开始按测试项目列表顺序测试，输出设定的电压电流，同时输出一个同步激活信号。

当选择本地启动方式时，同步激活信号从校验仪的四个开出量输出，可接任一开出信号到测控装置的指定开入端子；选择遥控启动方式时，同期激活信号通过数据线输出到测控装置，开始测试前应保证数据通讯正常。

测控装置开始检查同期条件，满足同期条件时，测控装置发出合闸命令，合闸开出接点闭合。校验仪收到合闸信号后停止输出，并显示“合闸成功”；当不满足同期条件时，校验仪输出时间达到设定的测试时间后自动停止输出，显示“合闸失败”。

#### ☞ 生成报告。

测试项目列表的测试项全部测试完成后，点击“报告/生成标准报告”菜单，保存测试报告。之后点击“报告/打开报告”菜单，打开测试报告。

生成报告分为生成标准报告和生成用户报告，标准报告是指软件自带的报告格式，用户报告是指用户可以根据自己需要的报告格式来定制报告的格式。

## 8. 谐波测试

### 8.1. 概述

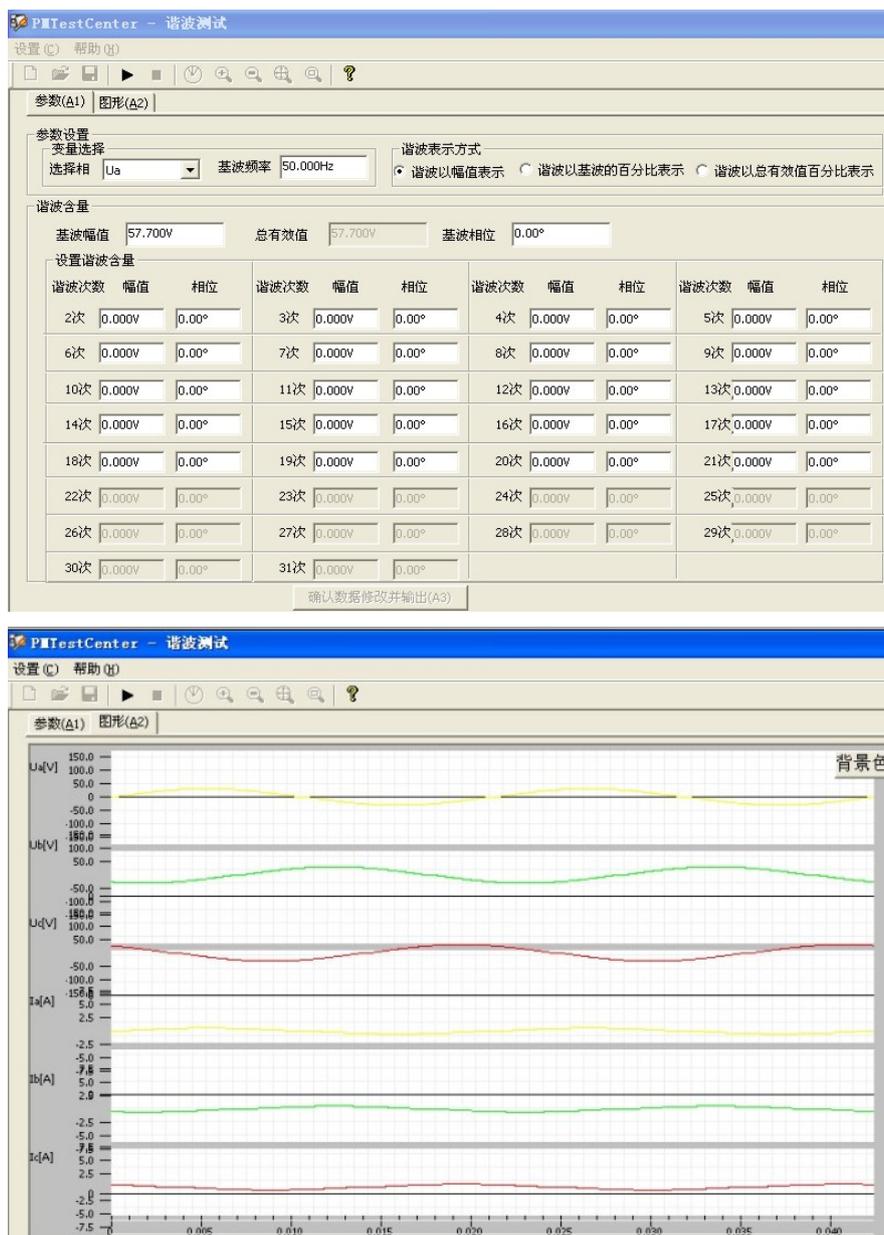


图 8-1 谐波测试单元界面

在谐波测试单元中，用户能够同时设置 3 相电压和 3 相电流通道的、每通道多至 21 次的谐波输出，包括幅值和相位参数。用户可以选择适合的谐波含量表示方式，包括：以幅值表示、以基波的百分比表示、以总有效值百分比表示。

谐波测试单元界面包括参数设置区 (A1)、波形显示窗口(A2)。

波形显示窗口纵坐标为三相电压和三相电流的幅值，横坐标为时间。波形显示根据当前参数设置显示 40ms 的输出波形。

## 8.2. 测试参数设置

在参数设置区，可以选择当前设置谐波参数的通道、基波频率以及谐波参数的表示方式。输出谐波的通道包括：Ua、Ub、Uc、Ia、Ib、Ic，以上通道按照各自的设置同步输出谐波。基波频率设置范围是 45Hz 至 65Hz。

谐波含量区包括当前设置通道的基波和各次谐波的幅值、相位参数。

当选择“谐波以幅值表示”时，可以直接修改各次谐波的幅值大小；“总有效值”一栏显示当前总有效值。

当选择“谐波以基波的百分比表示”时，各次谐波的幅值以基波幅值的百分比表示；“总有效值”一栏显示当前总有效值。

当选择“谐波以总有效值百分比表示”时，在“总有效值”一栏设置总有效值，各次谐波的幅值以总有效值的百分比表示；“基波幅值”一栏显示根据当前总有效值和各次谐波有效值换算得到的基波幅值。

## 8.3. 谐波输出

完成参数设置后，按下工具栏上的控制按钮  或操作面板上的  校验仪开始输出，按下控制按钮  或操作面板上的  停止输出。也可用快捷键控制：F2 开始输出、ESC 停止输出。在输出过程中，改变输出参数后，可以按下“确认数据修改并输出”按键，改变谐波输出。

## 8.4. 谐波测试实例

测控装置输入量波形畸变引起的改变量试验：

 将 PM 装置输出接到测控装置输入端。

☞ 启动联机测试软件，在主界面上选择“谐波测试”单元。

☞ 选择总有效值百分比方式，按要求将总有效值设置为要求的基波幅值，谐波含量设为零；测定测控装置的输出结果。

☞ 按要求从 3 次到 13 次依次叠加谐波分量，改变谐波百分比含量，模拟畸变的波形，并改变基波与谐波之间的相位角，使测控装置的输出结果产生最大的改变量。

☞ 计算测控装置输入量波形畸变引起的改变量。

## 9. 实负荷测试

---

### 9.1. 概述

实负荷测试操作单元，适用于 PM205AM 交流采样变送器校验仪、PM605AM 变电站监控系统微机型试验装置和 PM6400M 变电站综自智能检测系统等带实负荷测试功能的仪器。

### 9.2. PM 测试软件实负荷测试使用说明

点击 PM 测试软件图标

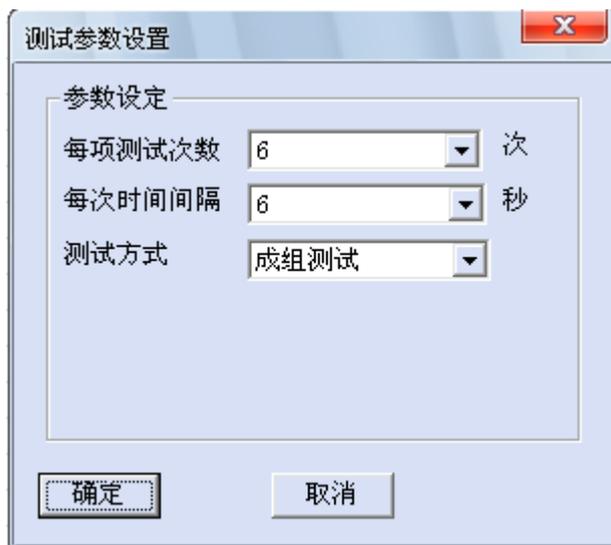


弹出如下测试界面：



点击 A6 实负荷测试功能选项，进入如下测试界面：





在参数设定中，可以设置同一测试点需要的测试次数，每次测试之间的时间间隔可以进行设置，测试方式有两种，一种是成组测试，一种是单点测试；然后点击“通讯设置”，弹出如下界面：



- **数据更新周期：**采集数据包发送的时间间隔。例如 50 毫秒发送一次数据包。
- **超时时间：**从发送命令开始，在指定的这段时间内如果设备没有进行数据返回或者返回数据是错误的時候，系统就认为设备超时。

- **通信方式:** 与设备之间的通信方式, 包括: UDP/IP 网络、串口(232/422/485)等。正确选择与测控装置一致的通讯方式。

然后点击下一步, 弹出如下界面, 设置完成后, 点击完成按钮。



- **设备 IP 地址和端口:** 按照测控装置的设备 IP 地址和端口设置, 可在装置本机查看。
- **本地 IP 地址和端口:** 按照本机 IP 地址和端口设置。
- **组播地址:** 按照装置组播地址进行填写。

点击“**装置型号**”菜单, Project 目录下列出了以当前可选的被测装置型号命名的文件夹, 文件夹中存放的是装置型号对应的规约驱动文件和装置信息表配置文件。



选择装置的厂家：用鼠标在以厂家命名的文件夹上双击，例如双击国电南自文件夹，弹出如下菜单：



选择装置的型号，点击与校验装置型号对应的文件夹，例如 psr\_660，点“确定”，即设置了被测装置型号。

然后点击“PM 设备 IP 地址设置”菜单，弹出如下窗口：



用于修改 PM 测试装置的 IP 地址，把 PM 的 IP 地址设置为和测控装置的 IP 在同一网段内，可以形成闭环测试。

点击设置按钮可选择钳形表电流输入测量与电流直接输入测量两种测量模式。

上述工作完成后，点击“开始测试”按钮，即可开始试验。测试完成后，点击“**生成报告**”按钮，即可生成可选固定格式的报告。

## 附录 A 装置可能出现的异常现象

---

- 打开主机电源，出现电压短路、过热指示，原因可能是：
  - 主机供电电压可能偏低。用万用表测量供电电压，如果电压小于 170 伏，应设法提高供电电压。
- 打开主机电源，电源指示灯无指示，原因可能是：
  - 电源保险烧断；
  - 220V 电源没接通；
  - 如果能听到风扇转动声音，可能是电源指示灯损坏。

## 附录 B 闭环通讯设置

### 一、与被测设备建立网络连接

PM205AM 对带有遥测功能的被测装置进行闭环测试之前，需要与被测装置建立通讯连接。对于通讯接口为以太网接口的被测装置，需要使 PM205AM 的 IP 地址与被测装置的 IP 地址在同一网段上（即 IP 地址前三段数值一致），且 IP 地址互不冲突（即 IP 地址最后一段数值互不相同）。在被测装置的 IP 地址不变的情况下，需要改变 PM205AM 的 IP 地址，具体方法如下。

PM205AM 装置内部有两个网络设备，即测试整件（有网口接受外部控制）和工控机。**测试整件的默认 IP 地址为 192.168.1.133。在每次开机时长按住装置后面板的 IP 复位按钮，测试整件会自动恢复为默认 IP 地址。**所以要进行闭环测试，实际上要使测试整件、工控机与被测装置的 IP 地址保持在同一网段上。

IP 地址设置必须按照以下步骤：

- （1）首先将计算机的 IP 地址设置到和 PM 设备在同一网段上，能够与 PM 装置进行通讯。
- （2）修改 PM 设备 IP 地址到测控装置所在网段。
- （3）修改本机 IP 地址到测控装置所在网段。

#### 第一步：设置工控机 IP 地址。

- （1）选择“菜单栏”——“设置”菜单——“本机 IP 地址设置”。



- （2）弹出“本机 IP 地址设置”对话框。对话框中，本机 IP 地址默认设置值为 **192.168.1.134**，用户也可按需要进行改变。



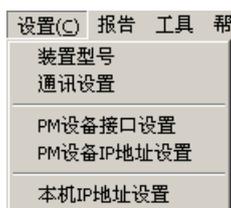
(3) 点击“确定”，完成设置。

### 第二步：联机。

在修改 IP 地址之前，必需先按“联机”按钮，联机成功后才能进行 IP 地址的修改。**注意**，在此之前，已经通过“本机 IP 地址设置”完成了对本机 IP 的修改。

### 第三步：修改测试整件和工控机 IP 地址。

(1) 选择“菜单栏”——“设置”菜单——“PM 设备 IP 地址设置”。



(2) 弹出“IP 地址修改工具”对话框。



(3) 按照测控装置 IP 地址，在对话框的“IP 地址”栏中输入同网段的 IP 地址，例如将 IP 地址设置为 **198.120.0.100**，按“更改 IP 地址”按键，PM 装置的 IP 地址自动修改为 **198.120.0.100**。

(4) 之后，计算机的 IP 地址自动更改为 **198.120.0.134**。

## 二、闭环通讯设置

 第一步：装置型号设置。



点击“装置型号”子菜单，Project 目录下列出了以当前可选的被测装置型号命名的文件夹，文件夹中存放的是装置型号对应的规约驱动文件和装置信息表配置文件。



选择装置的厂家：用鼠标在以厂家命名的文件夹上双击，例如双击国电南自文件夹，弹出如下菜单：



选择装置的型号，点击与校验装置型号对应的文件夹，例如 psr\_660，点“确定”，即设置了被

测装置型号。

### 第二步：通讯设置——选择通讯方式和获取信息方式。

选择装置型号后，将自动弹出通讯设置菜单。主要是对“设备地址”、“通讯方式”进行设置。其它可以使用默认值。



- **设备名称：**该设备名称为 ff。
- **数据更新周期：**采集数据包发送的时间间隔。例如 50 毫秒发送一次数据包。
- **超时时间：**从发送命令开始，在指定的这段时间内如果设备没有进行数据返回或者返回数据是错误的時候，系统就认为设备超时。
- **设备地址：**按照测控装置的设备地址设置，可在装置本机查看。
- **通信方式：**与设备之间的通信方式，包括：UDP/IP 网络、串口(232/422/485)等。正确选择与测控装置一致的通讯方式。



- **故障后恢复查询周期：**是指设备故障后重新查询设备的周期，默认是 5 分钟查询一次。
- **故障后恢复查询最大时限：**是指故障后重复查询设备的最长时间，默认最长时间为 60 分钟。例如：如果设备在 12: 00 故障，那么在 12: 00-13: 00 之间系统就会按照上面

所设置的周期（如 5 分钟）去查询。如果设备在 13:00 也就是 60 分钟以后仍没有恢复，那么系统就对这个设备放弃查询。

- “动态优化”和“初始禁止”选项：请在我公司工程人员的指导下使用，否则请保持默认状态。

### 第三步：通讯设置——配置设备信息。

(1) 如“通讯方式”选择为“串口（RS232/422/485）”，点击下一步，弹出串口设置面。



- 选择上位机所用的串口，如：COM1。
- 然后点击“端口设置”，弹出串口端口界面。



- 串口参数：串口参数包括波特率、数据组成格式等参数，必须与测控装置设置的串口参数相同。

(2) 如“通讯方式”选择为“UDP/IP 网络方式”，点击下一步，弹出网络设置界面。



- **设备 IP 地址和端口**：按照测控装置的设备 IP 地址和端口设置，可在装置本机查看。
- **本地 IP 地址和端口**：按照本机 IP 地址和端口设置。
- **组播地址**：不填写。

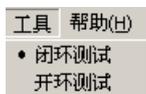
(3) 如“通讯方式”选择为“TCP/IP 网络方式”，点击下一步，弹出界面如下图。



- **设备 IP 地址和端口**：按照测控装置的设备 IP 地址和端口设置，可在装置本机查看。

#### 第四步：选择闭环测试。

点击软件菜单栏的工具菜单，选择“闭环测试”或“开环测试”。选择闭环测试时，程序自动控制与测控装置的通讯，获取测试结果，否则不与测控装置通讯，弹出对话框由用户录入测试结果。



## 附录 C 点表设置程序使用说明

---

### 一、简介

在 PM 测试软件安装路径下的 Bin 文件夹中可以打开  点表设置程序 NetEasy\_Admin.exe。

在 NetEasy\_Admin.exe 中，与测控装置通讯的配置信息（包括点表和其他通讯设置）以通讯工程的形式被管理。NetEasy\_Admin.exe 的主要功能是建立通讯工程、修改工程，如点名、连接项、修改设备的 IP 地址等等。下面主要介绍如何在已有的通讯工程范例基础上建立适合用户要求的工程。

### 二、创建工程

当创建一个新的工程的时候，首先进入 PM 测试软件安装目录下（说明中均按照默认路径处理，C:\PowerAdvance\PM），找到一个名字为 Project 的文件夹，该文件夹中存放了已有的工程。

在 Project 的文件夹下，有一些以厂家名称命名的文件夹，这些文件夹下是已经测试过的关于该厂家的一些型号的工程。

如果要建立一个现在还没有的工程，那么首先在 Project 文件夹下新建一个以厂家名称命名的文件夹（这样是为了工程信息比较清晰），例如名称为“国电南自”。然后，任意打开一个现有的工程，例如：“Project\四方”，这个文件夹下包含了四方的一些装置型号的工程，在里面任意选择一个文件夹，用鼠标右击，点复制。然后回到刚刚所建的文件夹下例如“国电南自”，在该文件夹空白处鼠标右击，点粘贴。将这个刚复制过来的文件夹重新命名，命名时，尽量按照装置的型号命名，例如命名为 prs\_660。

这样一个工程就建好了，现在还不能使用这个工程，因为这现在这只是一个工程的框架，内容还是其他厂家装置的内容。接下来，将这个工程改造成实际需要的工程。

### 三、将新建的工程设为当前工程

建立工程的第一步已经完成，就是复制一个已有的工程，并将其重新命名。然后打开 PM 测

试软件，进入交流采样自动测试界面，在菜单“设置”中选择“装置型号”，选择刚才所建立的文件夹下的 prs\_660，点击确定。



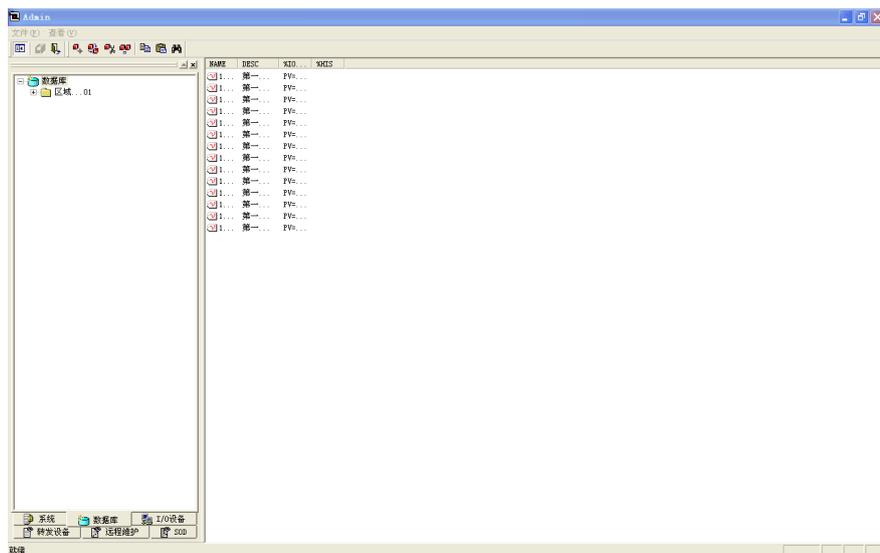
点击确定后弹出如下所示界面：



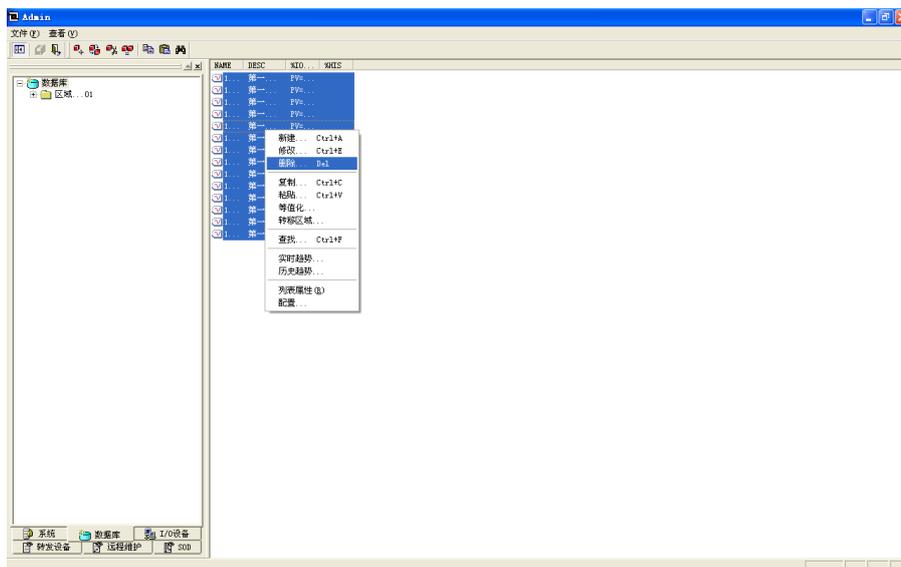
这个过程只是把刚才所建的工程，设置为当前工程。所以在这个界面下不需要任何设置，只点击下一步即可。

## 四、删除原工程中的配置

双击打开安装目录下“C:\PowerAdvance\PM\Bin”的 NetEasy\_Admin.exe 程序。进入 Admin 工程配置界面。鼠标左键单击界面左下角的“数据库”，这个工程原来包含的点，就全部展现出来了：



首先删除这里所有的点：用鼠标左键单击第一个点选中，然后按住 **shift** 键，用鼠标左键单击最后一个点，选中所有的点，然后在任意一个点上，用鼠标右击，弹出一个菜单，选删除。

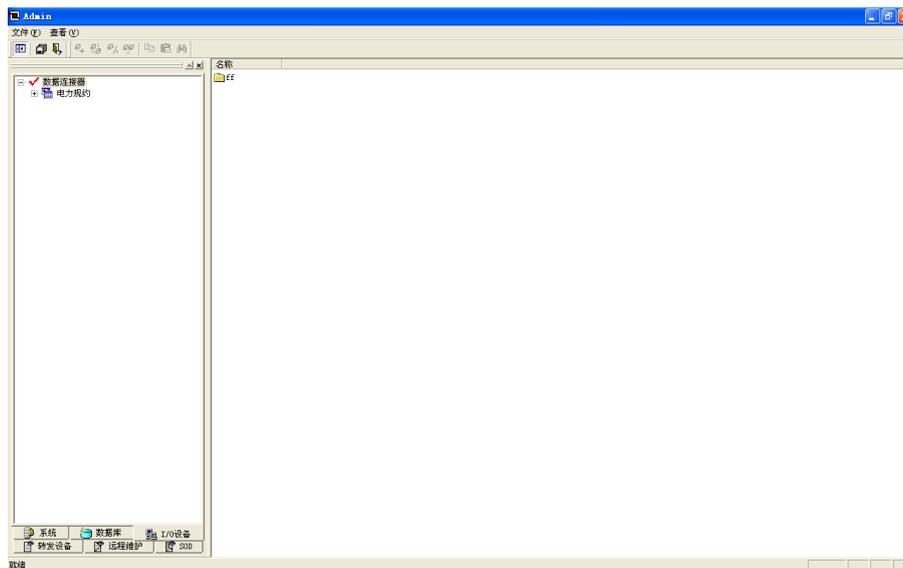


选完删除后，系统会提示以何种方式删除，如下图所示：



选择“点”，即默认设置，点击确认。这样界面上的点被全部删除。

删除完成后，点击工具栏上的保存图标来进行保存。保存完成后，点击左下角的“I/O 设备”选项卡，进入设备清单列表，如下图所示：



在南瑞继保→IEC\_103 下面有个名称为 ff 的设备，在设备上双击，如下图所示，点击取消（这一步的操作主要是看 ff 属于哪个驱动，双击后，在左边有一个名为 ff 的设备出现）。



在左边栏显示出来的 ff 上鼠标右击，会弹出来一个菜单，选择删除，该设备被删除。如下图所示：



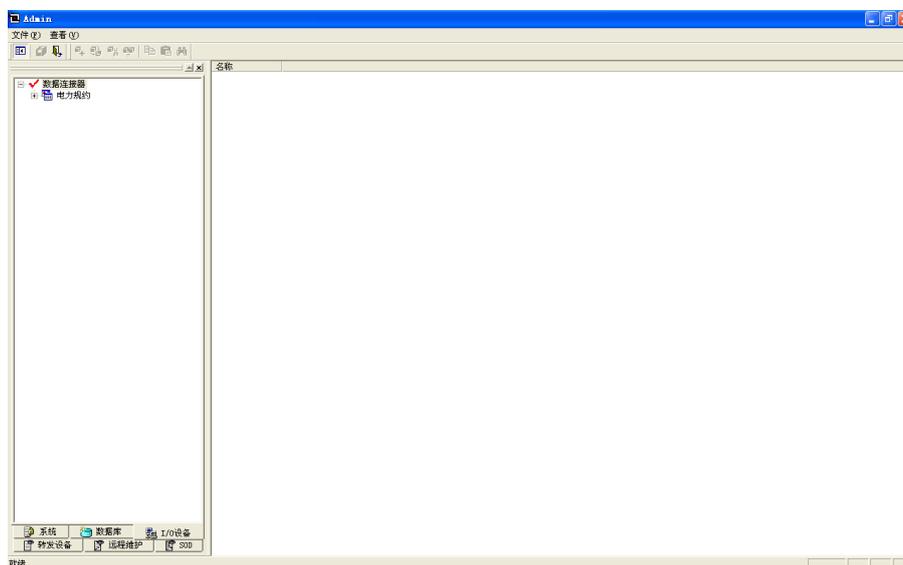
现在将拷贝过来工程中包含的设备和点信息都删除了，只剩下一个空的工程。接下来，利用这个空的工程，来建立所需要的工程。

## 五、添加设备

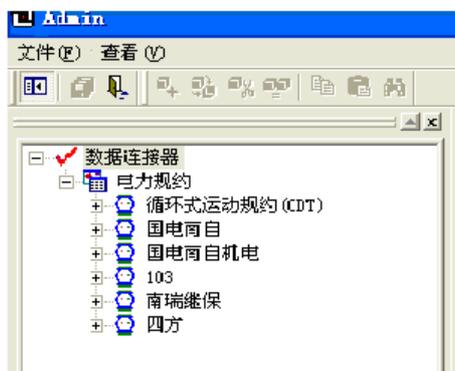
现在可以添加设备。所谓设备，指的就是仿照实际的设备，按照实际设备包含的信息，创建一个类似于实际设备的虚拟设备。例如，一台测控装置一般都包含：装置地址、装置的点表顺序、能采集的量等，按照这些信息，建立一个类似的虚拟设备，即计算机中的设备。

下面以南自总厂的这个已经建好的空工程来举例说明。

1) 打开安装目录下的 NetEasy\_Admin.exe。点左下角的“I/O 设备”选项卡，进入如下图所示的界面：



2) 点击“电力规约”前面的“+”，展开后，里面是现在已经做好的规约：



3) 点开国电南自前边的“+”，在 IEC103 上鼠标右击然后点击新建，如下图所示：



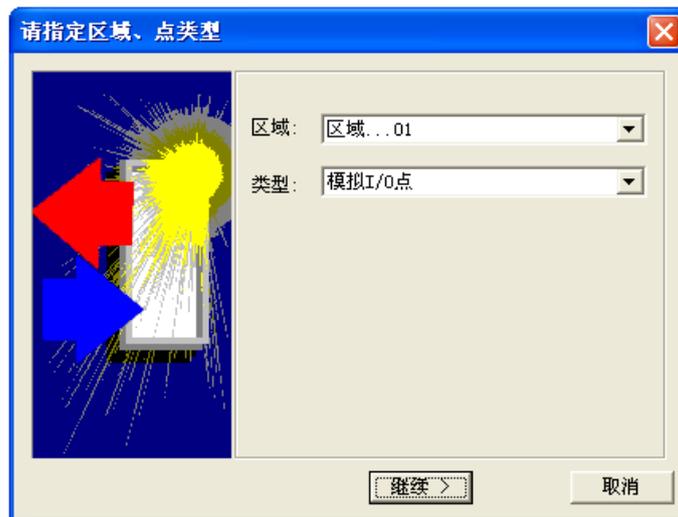
4) 鼠标左键点击新建，系统会弹出一个设备配置界面。如下图所示。



配置界面上有设备名称，更新周期，通讯方式等一些选项，但是只需要设置好设备名称，更新周期，通讯方式这三个选项，其余使用默认设置。其中“设备名称”必须填写成“ff”。“更新周期”一般写成 100 毫秒。“通讯方式”里面包含了同步，串口，TCP/IP 网络，UDP/IP 网络，网桥（GRS,CDMA 等）以及 MODEM 六种通讯方式。最常用的是串口，TCP/IP，UDP/IP 这三种方式，默认通讯方式显示都是该厂家用的通讯方式。设置完设备名称，更新周期以及设备地址后，点击下一步。

5) 点完下一步后，将会看到一些关于通讯的设置，不同的通讯方式设置方法不同，具体每个厂家的规约如何设置，详见驱动说明。

6)设备建好后, 然后来建立点。建点的时候, 鼠标左键点击左下角的“数据库”选项卡, 然后在右边的空白处, 双击鼠标, 弹出建点界面的第一步, 如下图所示。在第一步中, 所有的设置都采用默认值, 直接点击继续。



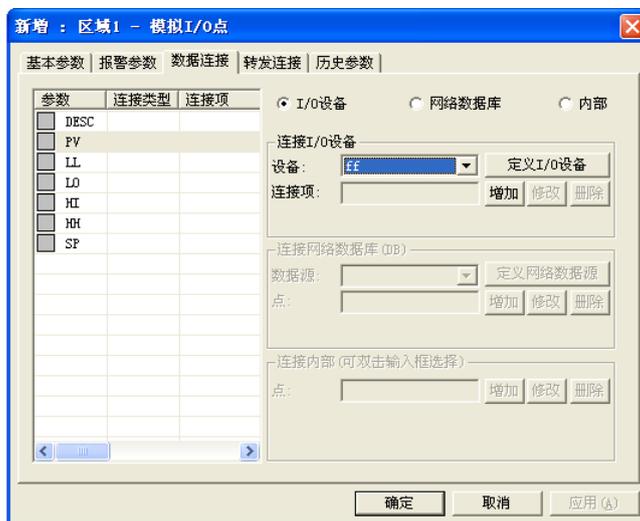
7) 点击继续后, 弹出建点的界面, 如下图所示。



首先要求输入点的名称, 点的说明和其余的一些选项。点名和点说明的命名规则详见附件: **点表命名说明**, 其余的一些选项使用默认值即可。每个点的命名, 需要按按照**点表命名说明**来命名, 否则得不到正确的报告。点说明是对该点的一个描述, 这个对于程序没有实际的影响, 只是为了

方便看这个点代表的意义。在建点的时候，尽量能够把点描述清楚。

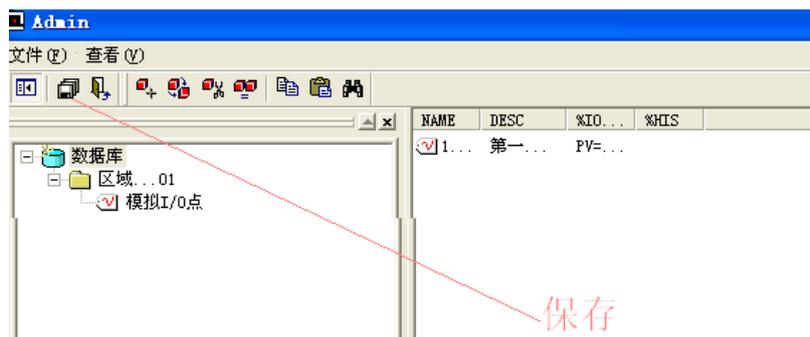
8) 设置完点名以及点说明后，点击“数据连接”选项卡，进入“数据连接”界面，如下图所示：



9) 进入该界面后，点击增加，弹出“组态界面”如下图所示，“组态界面”的每个选项如何填写，请参考驱动说明。完成后点确定。返回到 8) 的界面，点击确定。这样就完成了一个点的创建，如果需要创建多个点，重复步骤 7—9。



10) 点击保存退出，如下图所示。



## 六 驱动说明

### 1. 南瑞继保测控装置设置方法:

	量程	补偿系数 (乘)	补偿系数(加)
电流	4095	6/1.2 (如果额定电流是 5A 选择 6, 是 1A 选择 1.2)	0
电压	4095	120	0
功率因数	4095	1.2	0
有功功率	4095	1039.2 (如果装置量程为 1A 除以 5)	0
无功功率	4095	1039.2 (如果装置量程为 1A 除以 5)	0
视在功率	4095	1039.2 (如果装置量程为 1A 除以 5)	0
频率	4095	10	45

### 2. 南瑞科技测控装置设置方法:

	量程	补偿系数 (乘)	补偿系数(加)
频率	2047	10	50
功率因数	2047	2.046	0
电压	2047	120	0
电流	2047	6/1.2 (如果额定电流是 5A 选择 6, 是 1A 选择 1.2)	0
功率	2047	1246.5 (如果装置量程为 1A 除以 5)	0

### 3. 国电南自测控装置设置方法:

	量程	补偿系数 (乘)	补偿系数 (加)

电流	4096	6/1.2（如果额定电流是 5A 选择 6，1A 选择 1.2）	0
电压	4096	120（电压范围为 100V） 480(电压范围为 400V)	0
功率因数	4096	1	0
功率	4096	1039.2（如果额定电流为 1A 除以 5）	0
频率	4096	32.5	32.5

#### 4.四方测控装置设置方法:

	组号	路数	转换关系
电流	50+商	余数	1
电压	50+商	余数	1
功率因数	50+商	余数	1
功率	50+商	余数	1
频率	50+商	余数	1

说明：8 个通道为一组， $[(N-1)/8]$ 所得到的商为组号后面的加数，余数为路数。N 为内部通道号。内部通道号详见四方测控装置说明书。

注意：不同厂家和不同型号的测控装置点的创建顺序不同，点的创建顺序按照测控装置交流量采集的顺序来建立。如果不需要建立该点，直接跳过该点，继续创建其他的点，但是位置要给该点留出。点的创建顺序详见各个装置型号的技术说明书或屏幕显示的交流量采集顺序。

## 附录 D 点表命名说明

遥测	交流电压	1P1LUa 1P1LUb 1P1LUc 1P1LUx 1P1LUab 1P1LUbc 1P1LUca 1P1L3U0 ..... nPnLU[ ]	第一块板第一路 A 相电压 第一块板第一路 B 相电压 第一块板第一路 C 相电压 第一块板第一路 X 相电压 第一块板第一路 AB 线电压 第一块板第一路 BC 线电压 第一块板第一路 CA 线电压 第一块板第一路零序电压 ..... 第 N 块板第 N 路[ ]电压
	交流电流	1P1LIa 1P1LIb 1P1LIc 1P1L3I0 ..... nPnLI[ ]	第一块板第一路 A 相电流 第一块板第一路 B 相电流 第一块板第一路 C 相电流 第一块板第一路零序电流 ..... 第 N 块板第 N 路[ ]电流
	有功功率	1P1LP3 ..... nPnLP3	第一块板第一路有功功率、 ..... 第 N 块板第 N 路有功功率
	无功功率	1P1LQ3 ..... nPnLQ3	第一块板第一路无功功率 ..... 第 N 块板第 N 路无功功率

	功率因数	1P1LPF .....	第一块板第一路功率因数	
	频率	IP1LFre .....	第一块板第一路频率	
	直流电压	1P1LUDC	直流电压	
	直流电流	1P1LIDC	直流电流	
遥信		1P1LYX1 1P1LYX2 ..... 1P1LYXn	遥信一 遥信二  遥信 N	
	遥控		1P1LYK1 1P1LYK2 ..... 1P1LYKn	遥控一 遥控二  遥控 N

说明：为系统测试单元而建的点表，根据以上命名规则命名后，前面加上 DVn\_，如 DV1\_1P1LYX1。

## 附录 E 交流采样闭环校验报告实例

### RTU 测试报告

厂站: XXXX                      回路: XXXX                      设备名称: 数字式综合测量控制装置  
 试验人员: XXXX                试验日期: 2009-07-14  
 报告编写: XXXX                报告审核: XXXX  
 仪器型号: CSI-200E            生产厂家: 北京四方            精度等级: XXXX

#### 交流电压量测试误差及结果评估

标称值:  $U_A = 57.735V$ ,  $U_B = 57.735V$ ,  $U_C = 57.735V$

遥测量	频率	等级	百分比	二次(一次) 设定值	二次(一次) 测量值	误差(%)	结果评估
(1P1L)UA	50.000Hz	0.200	0%	0.000V	0.000V	0.000%	合格
(1P1L)UA	50.000Hz	0.200	20%	11.547V	11.543V	0.007%	合格
(1P1L)UA	50.000Hz	0.200	40%	23.094V	23.091V	0.005%	合格
(1P1L)UA	50.000Hz	0.200	60%	34.641V	34.635V	0.010%	合格
(1P1L)UA	50.000Hz	0.200	80%	46.188V	46.183V	0.009%	合格
(1P1L)UA	50.000Hz	0.200	100%	57.735V	57.802V	-0.116%	合格
(1P1L)UA	50.000Hz	0.200	120%	69.282V	69.293V	-0.019%	合格

#### 交流电流量测试误差及结果评估

标称值:  $I_A = 5.000A$ ,  $I_B = 5.000A$ ,  $I_C = 5.000A$

遥测量	频率	等级	百分比	二次(一次) 设定值	二次(一次) 测量值	误差(%)	结果评估
(1P1L)IA	50.000Hz	0.200	0%	0.000A	0.000A	0.000%	合格
(1P1L)IA	50.000Hz	0.200	20%	1.000A	1.000A	0.000%	合格
(1P1L)IA	50.000Hz	0.200	40%	2.000A	2.001A	-0.020%	合格
(1P1L)IA	50.000Hz	0.200	60%	3.000A	3.002A	-0.040%	合格
(1P1L)IA	50.000Hz	0.200	80%	4.000A	4.000A	0.000%	合格
(1P1L)IA	50.000Hz	0.200	100%	5.000A	4.999A	0.020%	合格
(1P1L)IA	50.000Hz	0.200	120%	6.000A	5.994A	0.120%	合格

## 有功功率测试误差及结果评估

接线方式：三相四线

标称值: UA = 57.735V, UB = 57.735V, UC = 57.735V

IA = 5.000A, IB = 5.000A, IC = 5.000A

遥测量	频率	等级	功率因数	二次(一次) 设定值	二次(一次) 测量值	误差(%)	结果评估
(1P1L)P3	50.000Hz	0.500	1.0	0.000W	0.001W	-0.000%	合格
(1P1L)P3	50.000Hz	0.500	1.0	207.846W	207.934W	-0.010%	合格
(1P1L)P3	50.000Hz	0.500	1.0	415.692W	415.976W	-0.033%	合格
(1P1L)P3	50.000Hz	0.500	1.0	623.538W	623.922W	-0.044%	合格
(1P1L)P3	50.000Hz	0.500	1.0	831.384W	831.609W	-0.026%	合格
(1P1L)P3	50.000Hz	0.500	1.0	1039.230W	1039.375W	-0.017%	合格
(1P1L)P3	50.000Hz	0.500	1.0	1247.076W	1246.375W	0.081%	合格

## 无功功率测试误差及结果评估

接线方式：三相四线

标称值: UA = 57.735V, UB = 57.735V, UC = 57.735V

IA = 5.000A, IB = 5.000A, IC = 5.000A

遥测量	频率	等级	功率因 数	二次(一次) 设定值	二次(一次) 测量值	误差(%)	结果 评估
(1P1L)Q3(容 性)	50.000Hz	0.500	1.0(容 性)	0.000var	-0.066var	0.008%	合格
(1P1L)Q3(容 性)	50.000Hz	0.500	1.0(容 性)	-207.846var	-207.988var	0.016%	合格
(1P1L)Q3(容 性)	50.000Hz	0.500	1.0(容 性)	-415.692var	-415.976var	0.033%	合格
(1P1L)Q3(容 性)	50.000Hz	0.500	1.0(容 性)	-623.538var	-623.875var	0.039%	合格
(1P1L)Q3(容 性)	50.000Hz	0.500	1.0(容 性)	-831.384var	-831.797var	0.048%	合格
(1P1L)Q3(容 性)	50.000Hz	0.500	1.0(容 性)	-1039.230var	-1039.344var	0.013%	合格
(1P1L)Q3(容 性)	50.000Hz	0.500	1.0(容 性)	-1247.076var	-1246.469var	-0.070%	合格

## 功率因数测试误差及结果评论

标称值: UA = 57.735V, UB = 57.735V, UC = 57.735V

IA = 5.000A, IB = 5.000A, IC = 5.000A

遥测量	频率	等级	相位角	设定值	测量值	误差(%)	结果评估
(1P1L)三相功率因数	50.000Hz	0.500	0°	1.000	1.000	0.000%	合格
(1P1L)三相功率因数(感性)	50.000Hz	0.500	30°	0.866	0.867	-0.097%	合格
(1P1L)三相功率因数(感性)	50.000Hz	0.500	45°	0.707	0.707	0.011%	合格
(1P1L)三相功率因数(感性)	50.000Hz	0.500	60°	0.500	0.500	0.000%	合格
(1P1L)三相功率因数(感性)	50.000Hz	0.500	90°	0.000	0.002	-0.200%	合格
(1P1L)三相功率因数(容性)	50.000Hz	0.500	-30°	0.866	0.866	0.003%	合格
(1P1L)三相功率因数(容性)	50.000Hz	0.500	-45°	0.707	0.707	0.011%	合格
(1P1L)三相功率因数(容性)	50.000Hz	0.500	-60°	0.500	0.500	0.000%	合格
(1P1L)三相功率因数(容性)	50.000Hz	0.500	-90°	0.000	-0.002	0.200%	合格

## 频率测试误差及结果评估

标称值: UA = 57.730V, UB = 57.730V, UC = 57.730V

遥测量	等级	设定值	测量值	误差(%)	结果评估
(1P1L)频率	0.500	45.000Hz	44.999Hz	0.010%	合格
(1P1L)频率	0.500	47.000Hz	47.000Hz	0.000%	合格
(1P1L)频率	0.500	49.000Hz	48.999Hz	0.010%	合格
(1P1L)频率	0.500	50.000Hz	50.000Hz	0.000%	合格
(1P1L)频率	0.500	51.000Hz	50.999Hz	0.010%	合格
(1P1L)频率	0.500	53.000Hz	52.999Hz	0.010%	合格
(1P1L)频率	0.500	55.000Hz	55.000Hz	0.000%	合格

产品规格可能随时更改，恕不另行通知

欲了解产品详情，敬请致电博电总部或各地派出机构 24小时技术服务热线: 400-680-0650  
北京博电新力电气股份有限公司 电话: 010-82755151 传真: 010-82755151-8005  
地址: 北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦C座 100098 国际部电话: 028-85176150

辽宁: 024-23925300/62103361	江苏、安徽: 025-83344652/4653
广东、海南: 020-22023678	重庆: 023-68625013
西藏、四川、云南、贵州、广西: 028-85257761/6057	山东: 0531-87923775
湖南、湖北、江西: 027-59521918/1919	黑龙江、吉林: 0451-87535873
河北南、河南、山西: 0371-67170077/0078	浙江: 0571-88867519
陕西、甘肃、宁夏、青海: 029-87662920	新疆: 0991-6871822
上海: 021-62036771	北京、天津、河北北: 010-83168518
福建: 0591-62700989	
<a href="http://www.ponovo.cn">http://www.ponovo.cn</a>	



2011-8 V1.00 第一次印刷