

2019 年第二课堂培训指导书

山西电力职业技术学院

2019.8

一、低压集抄系统安装与调试

(一) 安装要求

低压集抄运维实训系统的硬件主要包括电脑主站和低压计量屏，屏正面有一只三相四线电子式电能表、一只集中器、两只接线盒及其接线。屏背面有三只电流互感器、一只空气开关、一只负荷开关以及一、二次线的联合接线等。

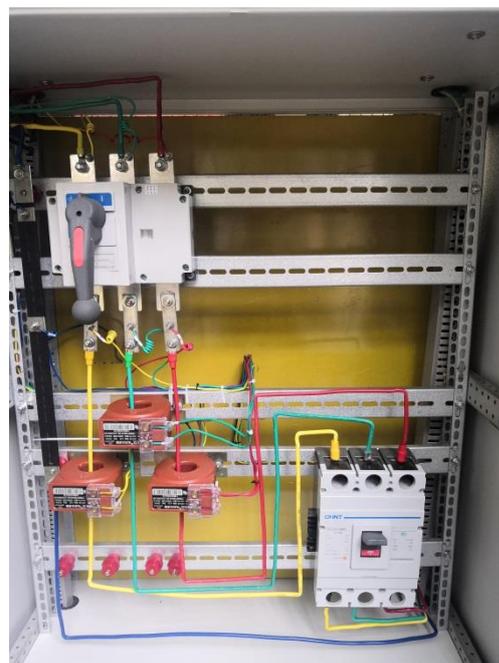
按照 DL/T 825-2002 电能计量装置安装接线规则要求安装。



未完成安装的屏正面



已完成安装的屏正面



未完成安装的屏背面

已完成安装的屏背面

折线时左右手的拇指与食指要靠在一起折线（四指折线），其他手指不要用力，以免导线弯曲，

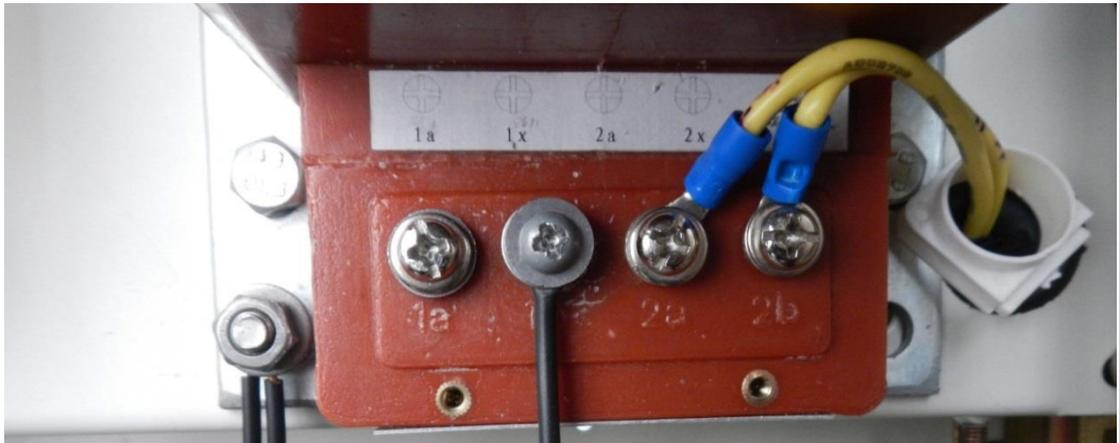


- 先将导线弯折成锐角，然后再恢复成直角，这样能够保证工艺美观

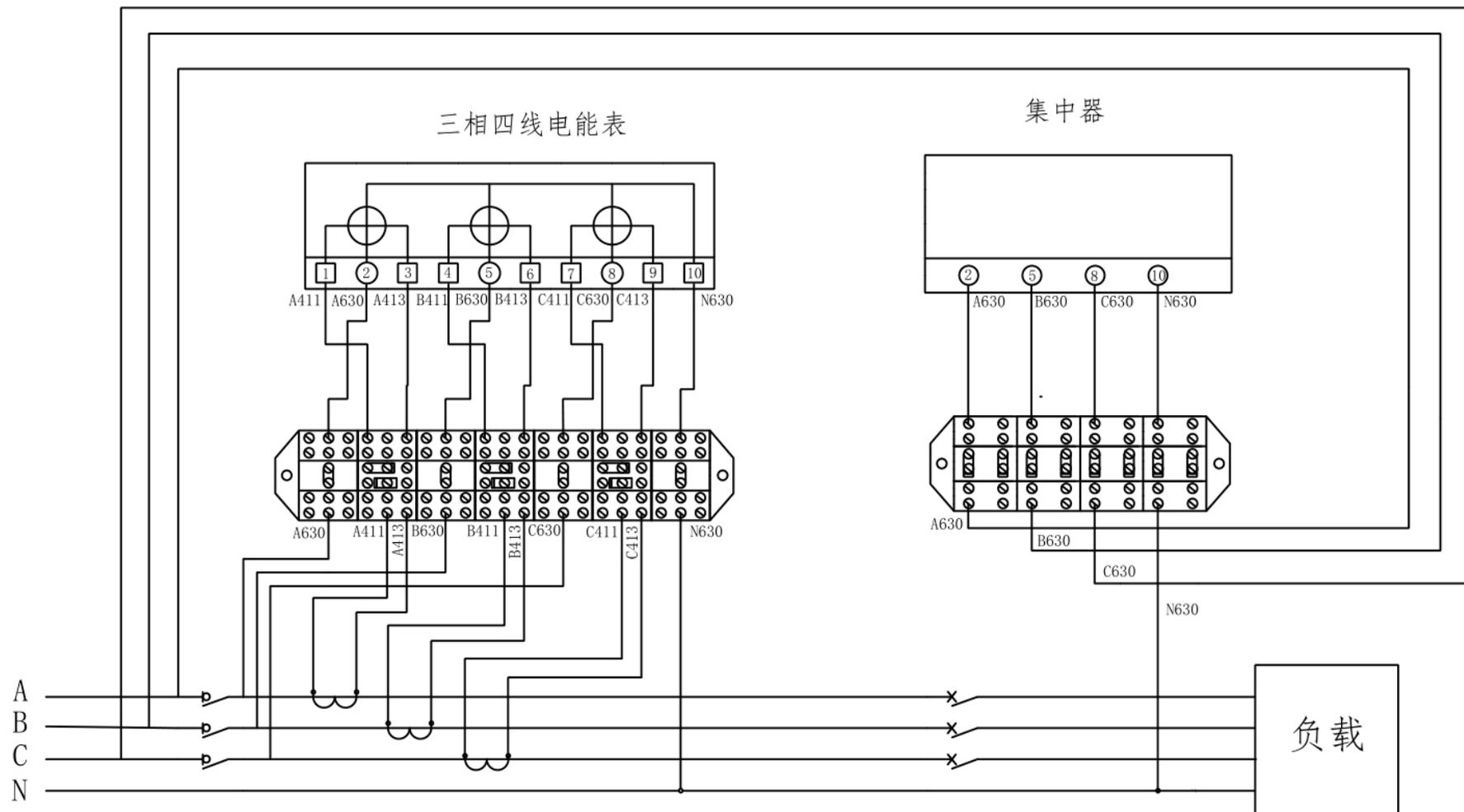


- **圆圈制作**
- 用尖嘴钳将导线弯成闭合圆圈，弯圈过程中尖嘴钳慢慢变换位置，手腕要不断随之旋转，圆圈大小要合适（要能将UV相电压互感器二次侧x端的螺丝套入，但不能比垫片尺寸大）



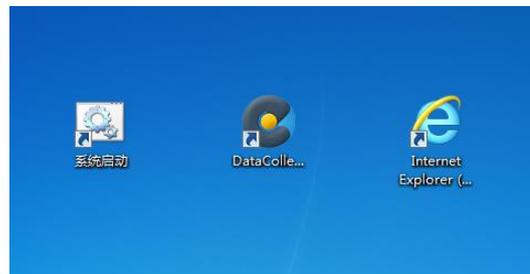


(二) 安装接线图



(三) 主站建档

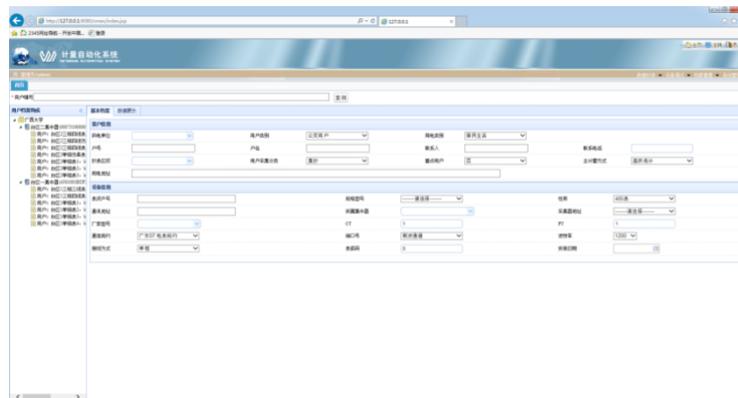
1、按照从左到右的顺序点开下图所示程序。



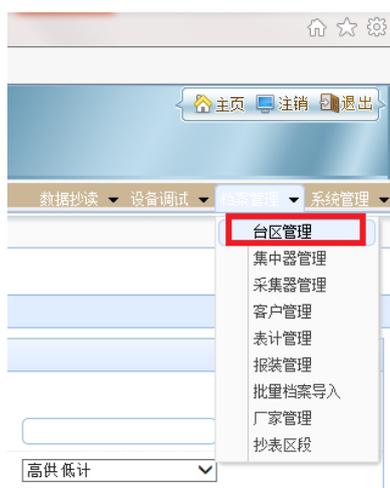
2、点击“登录”进入计量自动化系统登录界面。注意：在点击“登录”后，此时的网址为 <http://127.0.0.1:9080/cmcs/>



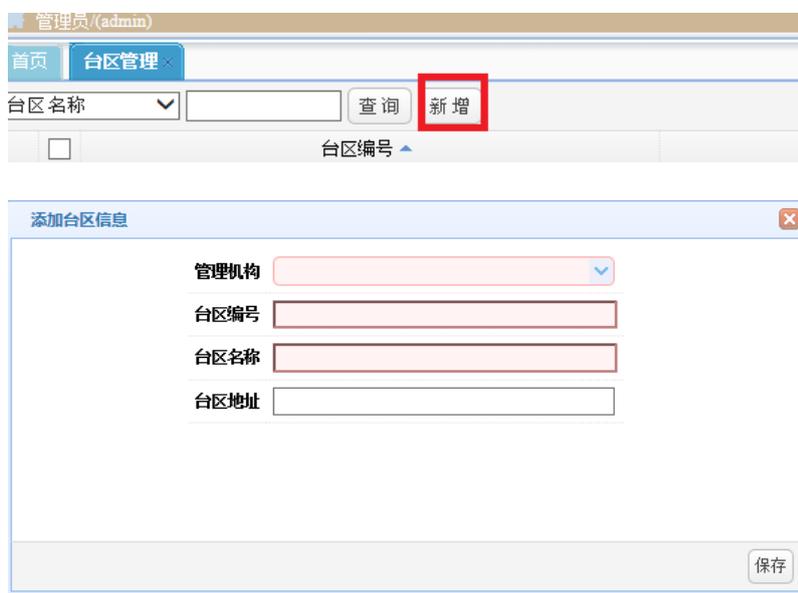
3、用户名为“admin”，初始密码为“123456”。输入完毕后点击“登录”即可进入计量自动化系统，出现的界面如下图所示。



4、点击“档案管理”中的“台区管理”



5、点击“新增”



“管理机构”选择“南宁供电局”；

“台区编号”可填入“001”；

“台区名称”可填入“广西电力职业技术学院”；

“台区地址”可填入“广西南宁市科园大道 39 号”

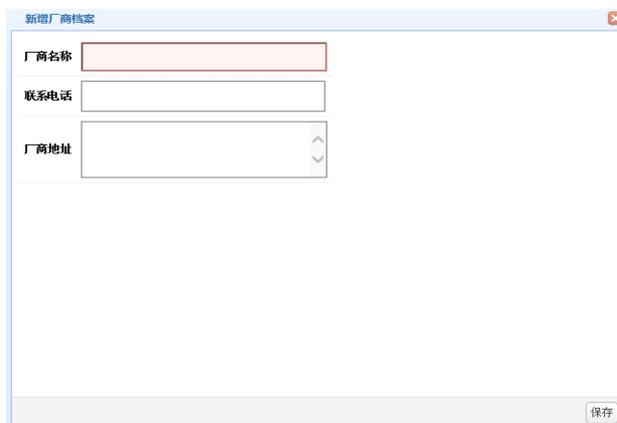
6、点击“档案管理”中的“厂家管理”



7、点击新增



出现的界面如下：

The screenshot shows a modal window titled '新增厂商档案' (Add Manufacturer Profile). It contains three input fields: '厂商名称' (Manufacturer Name), '联系电话' (Contact Phone), and '厂商地址' (Manufacturer Address). The '厂商名称' field is highlighted with a red border. At the bottom right of the modal, there is a '保存' (Save) button.

“厂商名称”填入“威胜”；“联系电话”：可填入 13900000000；“厂商地址”可填入“湖南长沙”。

8、点击档案管理》抄表区段》新增

The screenshot shows a web application interface for '抄表区段' (Meter Reading Section). At the top, there are tabs for '首页' (Home) and '抄表区段'. Below the tabs, there is a search bar with a dropdown menu for '抄表区段编号' (Meter Reading Section Number) and a search button labeled '查询'. To the right of the search bar, there is a green button with a plus sign and the text '新增' (Add), which is highlighted with a red rectangular box. Below the search bar, there is a modal window titled '添加区段信息' (Add Section Information). It contains two input fields: '抄表区段编号' (Meter Reading Section Number) and '抄表区段名称' (Meter Reading Section Name). The '抄表区段编号' field is highlighted with a red border. At the bottom right of the modal, there is a '保存' (Save) button.

抄表区段：为有规律的编码，如 001，002 等依次排下去。

抄表区段编号

抄表区段名称：所要抄表的地区名称，如南宁，桂林等。

抄表区段名称

设置完成后点击“保存”；

以上是对“档案管理”中的“台区管理”、“厂家管理”、“抄表区段”相关信息的录入，主要是为了“集中器管理”做准备工作，下面就是对“集中器管理”进行设置了。

9、点击档案管理》集中器管理》新增

台区管理：单击下拉列表可从列表当中选取台区管理。

通信规约类型：选择下拉列表中“南网标准”。

终端类型：选择下拉列表中的“集中器”选项。

终端厂家：选择下拉列表中的“威胜”选项。

终端资产号：输入集中器面板上的资产编号



- 终端名称：集中器（此处以集中器为例）
- 通讯地址：对于台区的集中器来说，输入集中器面板上的逻辑地址即可。而对于仿真集中器来说，该实训系统中已提前绑定集中器、仿真表的通信地址：000731000001。故台区集中器通讯地址只能填写“000731000001”，否则数据读取软件将无法使用。
- 卡号：可填入 13900000000
- 安装地址：与通讯地址保持一致即可。
- 设备状态：选择下拉列表中的“启用”选项。

10、点击“保存”后，集中器处于“在线”状态后，可点击查询按钮来更新集中器的在线情况。方可进行下一步操作。

提示：如果已录信息出现错误或需要更改时，可在“集中器管理”界面点击“编辑”进行修改。

修改集中器信息
✕

台区	广西电力职业技术学院
通信规约类型	南网标准
终端类型	集中器
终端厂家	威胜
终端资产号	000731000001
终端名称	广西电力职业技术学院 集中器
通讯地址	000731000001 <small>(共12字符，前6字符为10进制，后6字符16进制)</small>
卡号	
安装地址	广西电力职业技术学院
设备状态	启用

（四）集中器设置

台区集中器的档案信息已经录入到计量自动化系统当中，接下来需要手动对集中器通讯参数进行设置，使其能够与上位机中的数据采集系统通信成功。

1、IP 的设置

（1）点击按钮盘的任意按键，在集中器屏幕变亮后点击“确认”键进入到主界面。



（2）操作上下键选中“参数查询与设置”，点击“确认”键。



（3）操作上下键选中“通讯通道查询与设置”，点击“确认”键。



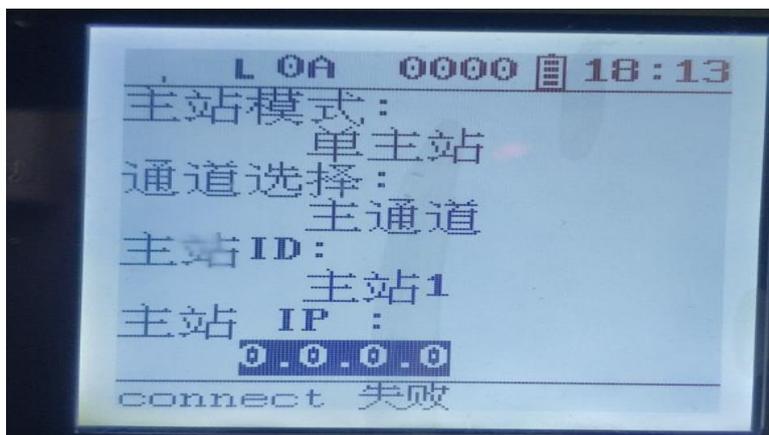
（4）操作上下键选中“通讯参数设置”，点击“确认”键。



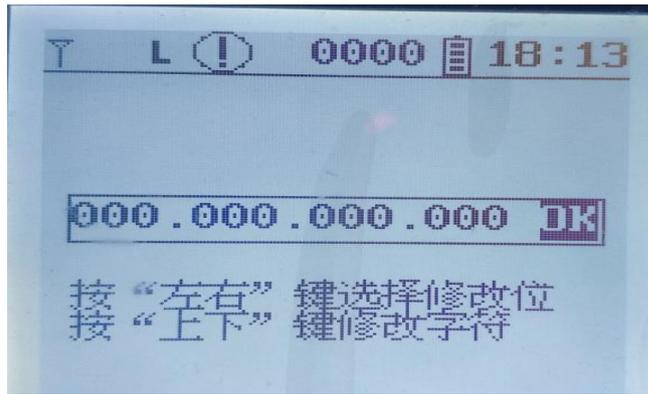
(5) 操作上下左右键调整密码为“000000”，操作左右键使光标停于“OK”处，点击“确认”键。若提示错误则重新输入“111111”即可，因为本套设备所有电表设置的密码只有“000000”和“111111”两种。



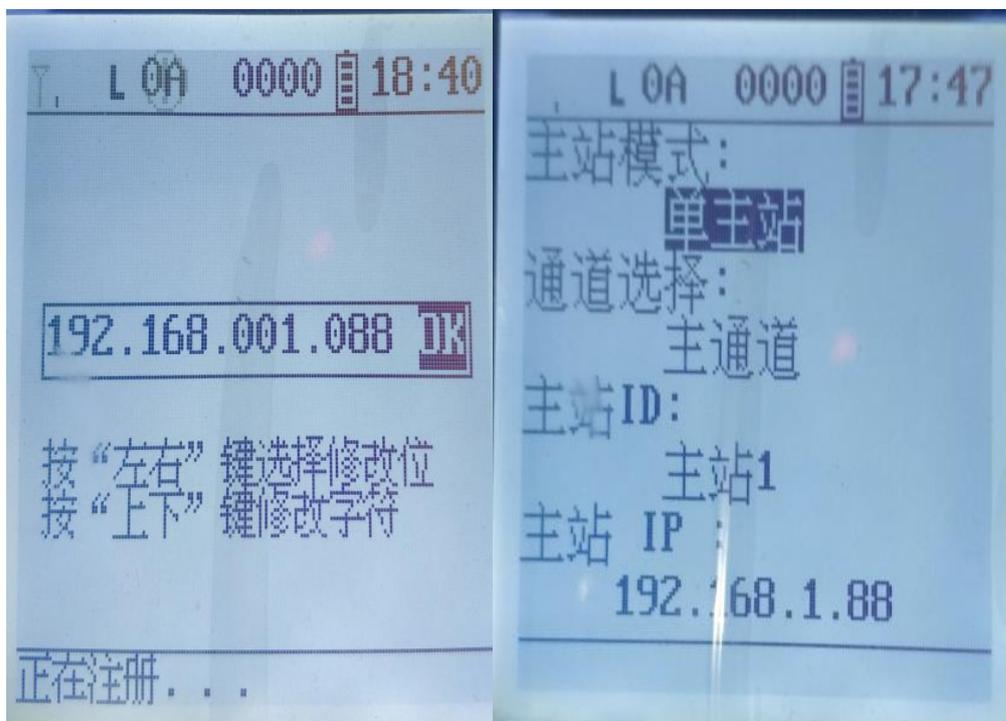
(6) 操作上下键选中“主站 IP”下方的参数设置处，点击“确认”键。



(7) 操作上下左右键设置主站 IP 为 192.168.001.088。操作左右键使光标悬浮于“OK”处，点击“确认”键，IP 地址设置即成功。



集中器设置完 IP 地址的效果图如下所示：



(8) 由于本设备配套的上位机默认主站 IP 地址为固定值 192.168.1.88 才能正常运行，故只能通过更改电脑 IP 值以使其满足通讯要求。本步骤将如何更改电脑主机 IP 的过程介绍如下：

点击电脑桌面右下角宽带及无线网络连接标识



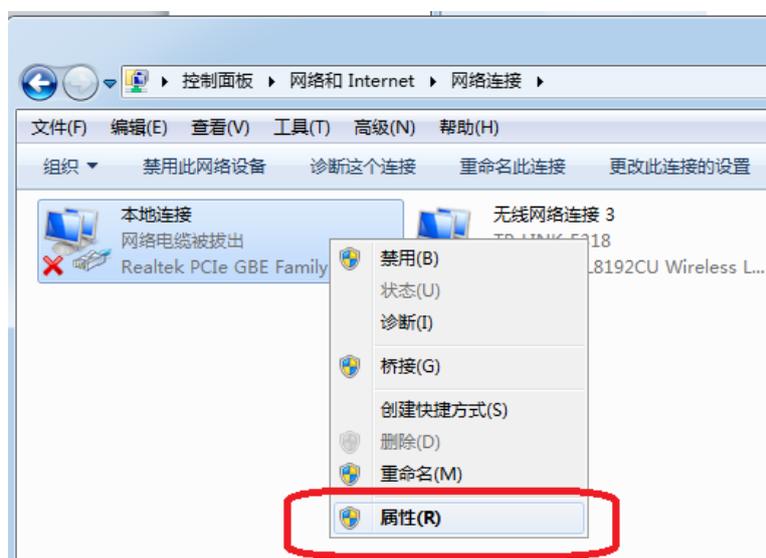
在弹出的界面中，单击“打开网络和共享中心”



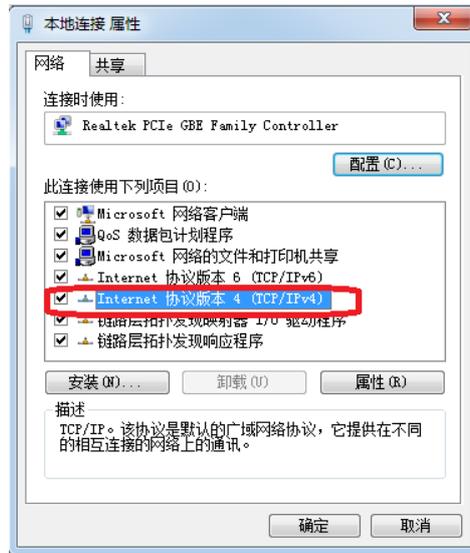
在弹出的界面中，单击“更改适配器设置”。



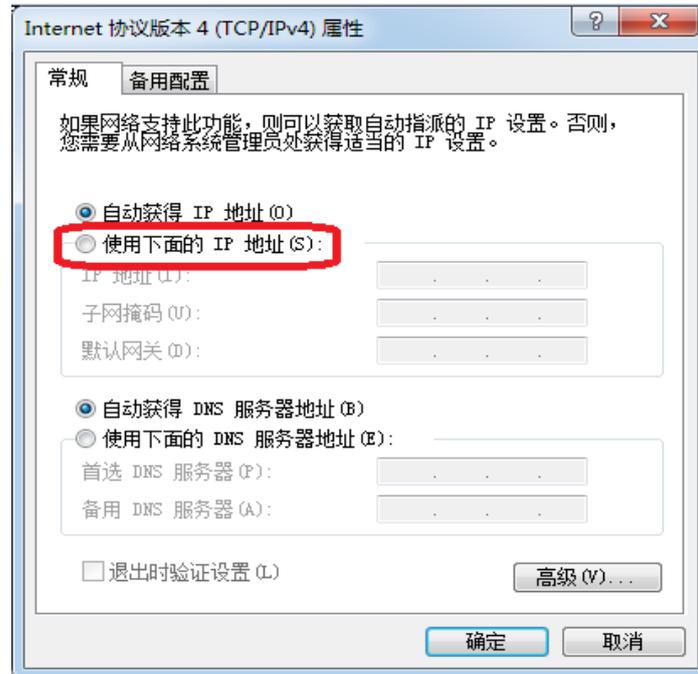
在弹出的界面中，点击“本地连接”，然后单击鼠标右键，继续点击“属性”。



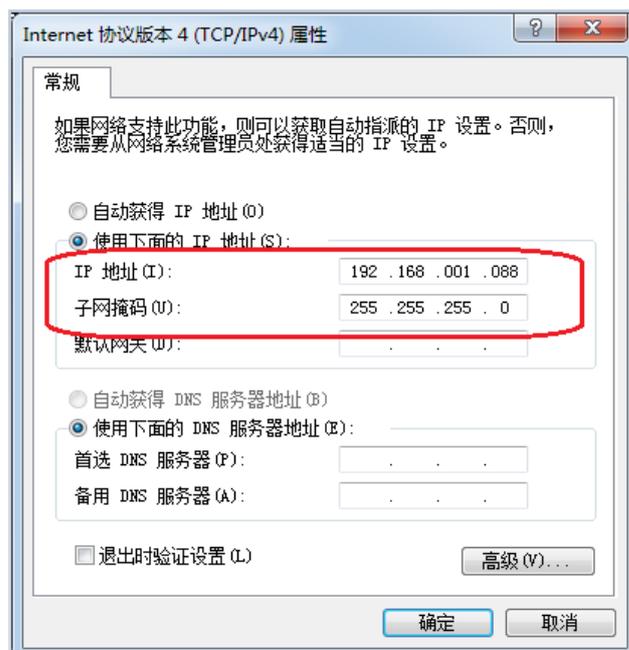
在弹出的界面中，双击“Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4)”项。



点击“使用下面的 IP 地址”。



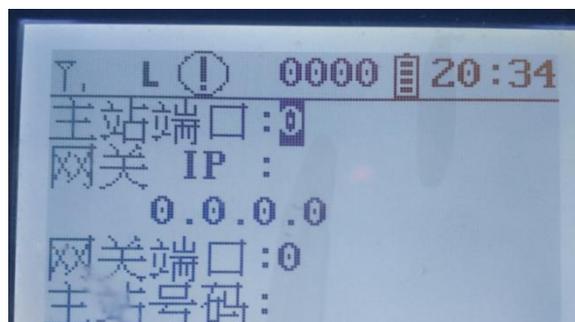
·按下图所示在“IP 地址”栏及“子网掩码”栏分别输入 192.168.001.088 和 255.255.255.0。默认网关 192.168.1.1。



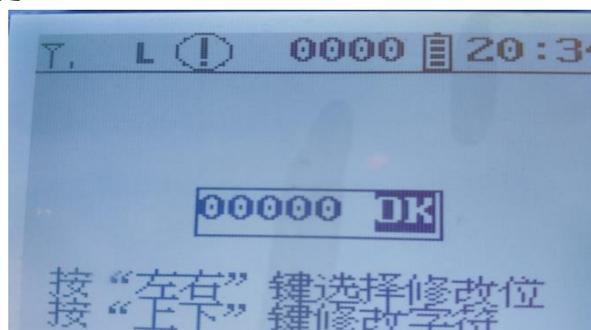
·输入完毕后，点击“确定”即可，电脑 IP 地址等参数即修改成功。

2、端口设置

(1) 在设置完主站 IP 之后，立即进行主站端口设置。在集中器“主站 IP”页面下页，即为“主站端口”项。点击“确认”键进入到主站端口设置界面。



(2) 操作上下左右按键，设置 5 位端口码为“06002”，使光标浮于“OK”处，点击“确认”键。



(3) 设置完毕后，效果如下所示。



至此，台区集中器通讯参数设置完毕，台区集中器与上位机数据采集系统已建立初步通信。

(4) 通道类型：选择 Ethernet

(5) 退回到以太网 IP 地址设置界面》手动设置 IP 地址》终端 IP: 192.168.1.100~255。

(6) 子网掩码和默认网关与上述相同。

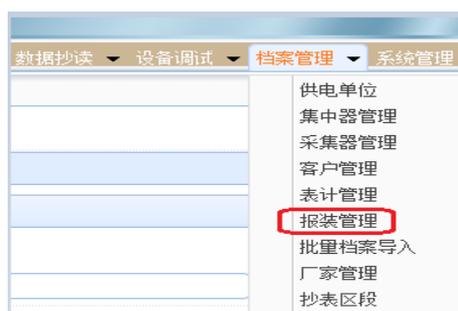
(7) 退出到终端管理与维护界面》终端编号》密码 000000》地市区县码 000731，十六进制 000001

(五) 电表建档

以三相四线电能表为例。



1、点击“档案管理”中的“报装管理”



2、进入“报装管理”界面后，主要需要填写的信息栏介绍如下：

客户信息					
供电单位	<input type="text"/>	用户类别	公变用户	用电类别	居民生活
户号	<input type="text"/>	户名	<input type="text"/>	联系人	<input type="text"/>
抄表区段	<input type="text"/>	用户所属分类	复抄	重点用户	否
				主计量方式	高压低计
用电地址	<input type="text"/>				
设备信息					
表资产号	<input type="text"/>	规格型号	请选择	性质	485表
通讯地址	<input type="text"/>	所属集中器	请选择	采集器地址	请选择
厂家型号	<input type="text"/>	CT	1	PT	1
通信规约	广东07电表规约	端口号	默认为通	波特率	1200
接线方式	单相	表码	0	计量点分类	低压用户计量点

- 台区管理：通过下拉列表进行选择。
- 户号：一般由 6 位数字构成，且应具有一定规则。例如本台区中第一块三相四线表的户号取为 001341。
- 户名：电表的命名。例如本台区中第一块三相四线表的户名取为台区 1 三相四线表 1。
- 抄表区段：通过下拉列表进行选择。
- 表资产号：一般贴于电表表盘上，以 No. 开头接在其后的 12 位数字即为表资产号。或者为电表资产编号的后 12 位数字。
- 通讯地址：与“表资产号”一致。
- 厂家型号：通过下拉列表进行选择。
- 通信规约：点击下拉列表选择“DL/T645-2007 规约”。
- 接线方式：点击下拉列表，共有单相、三相三线和三相四线三种接线方式选择。本节为三相四线电能表档案录入，故此处接线方式选择“三相四线”。
- 规格型号：点击下拉列表，共有单相电子表、多功能表和其它类型三个选项选择。本节为三相四线电能表档案录入，故此处规格型号选择“多功能表”。
- 所属集中器：下拉选项
- CT：填入电流互感器的变比
- 表底数：填 0
- 性质：485 表
- PT：无 PT，故填 1
- 波特率：台区 I 及台区中所有电表波特率均设置为 2400。
- 计量点分类：低压用户计量点

在上述信息栏填写完毕后，点击保存，三相四线电能表档案信息录入成功。

(六) 调试

在完成前三节的内容之后，上位机数据采集系统与集中器已可建立通信，台区中除集中器外其他所有表的档案也均已录入计量自动化系统。值得一提的是在对台区任意表的数据进行召测之前，还需完成表类档案信息下发的操作。在这之后本节将通过召测某一块电表的电能数据成功与否来验证系统调试是否圆满完

成。

1、电表档案信息下发到集中器

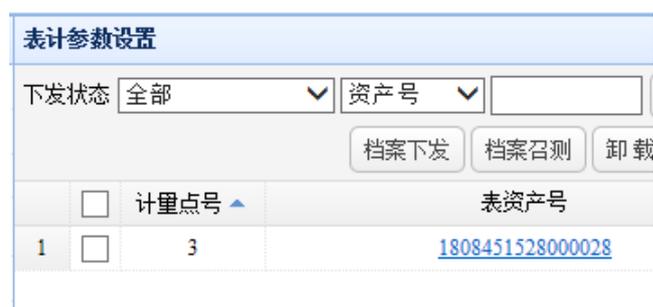
(1) 在计量自动化系统的主界面中，点击“设备调试”下拉列表中的“设备调试”。



(2) 在“设备调试”界面中，点击需要下发电表档案的台区 1 集中器后的“调试”。



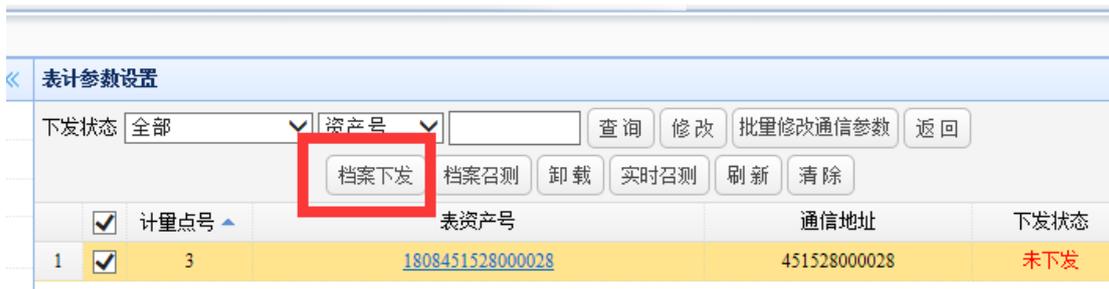
在“集中器调试”界面，会显示之前添加了档案信息的电表表资产号等信息。集中器还会按照先后顺序为添加的电表取一“计量点号”，如下图所示。



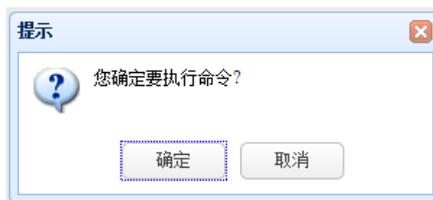
(3) 用户可任意勾选需要下发档案的电表，也可直接勾选“计量点号”左侧的勾选框全选台区集中器下的电表。



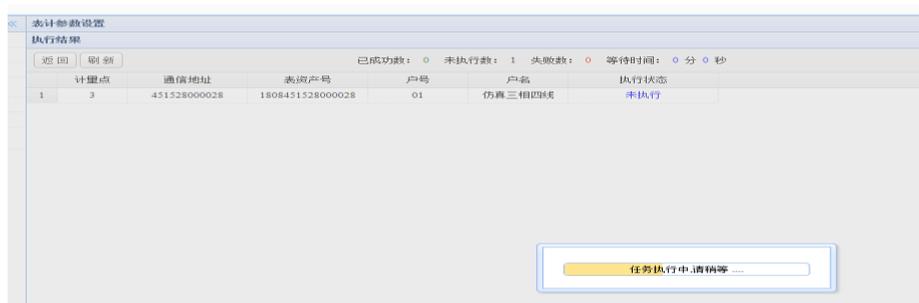
(4) 选取好需要下发档案的电表后，点击“下发”。



(5) 在随后弹出的对话框中，点击“确定”。



下发过程如下图所示。



(6) 等待下发档案信息完毕，执行结果如下图所示。至此电表档案信息下发成功，可实现通过计量自动化系统对电表数据进行召测。

表计参数设置						
执行结果						
返回		刷新		已成功数: 1 未执行数: 0 失败数: 0 等待时间: 0分5秒		
	计量点	通信地址	表资产号	户号	户名	执行状态
1	3	451528000028	1808451528000028	01	仿真三相四线	执行成功

2、电表数据召测

(1) 点击返回

表计参数设置						
执行结果						
返回		刷新		已成功数: 1 未执行数: 0 失败数: 0 等待时间: 0分5秒		
	计量点	通信地址	表资产号	户号	户名	执行状态
1	3	451528000028	1808451528000028	01	仿真三相四线	执行成功

(2) 勾选“计量点号”，点击“档案召测”。

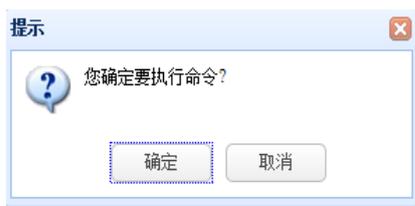
表计参数设置							
下发状态	全部	资产号		查询	修改	批量修改通信参数	返回
	档案下发	档案召测	卸载	实时召测	刷新	清除	
<input checked="" type="checkbox"/>	计量点号	表资产号	通信地址	下发状态	召测结果 (正在 所属采集器地址)		
1	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1808451528000028	451528000028	已下发	000000000000	

表计参数设置						
执行结果						
返回		刷新		已成功数: 1 未执行数: 0 失败数: 0 等待时间: 0分5秒		
	执行状态	是否相同	测量点号	通信地址	来源	表状态
1	执行成功	相同	3	451528000028	数据库	有效
2			3	451528000028	集中器	有效

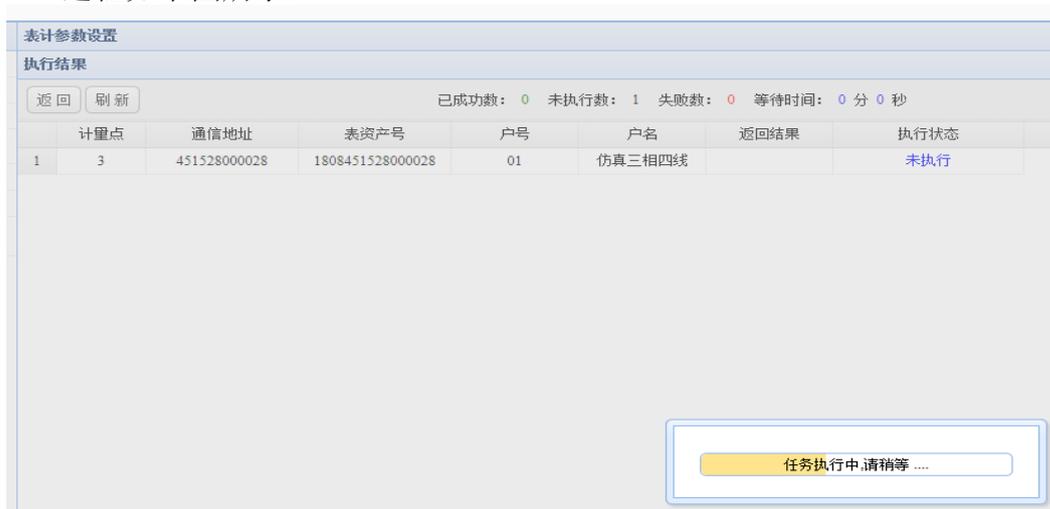
(3) 勾选完需要召测数据的电表后，点击“实时召测（随抄）”。

表计参数设置							
下发状态	全部	资产号		查询	修改	批量修改通信参数	返回
	档案下发	档案召测	卸载	实时召测	刷新	清除	
<input checked="" type="checkbox"/>	计量点号	表资产号	通信地址	下发状态	召测结果 (正在 所属采集器地址)		
1	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1808451528000028	451528000028	已下发	000000000000	

(4) 在弹出的对话框中点击“确定”。



过程如下图所示：



(5) 等待电表数据召测完毕，结果如下图所示。



通过台区集中器召测台区中电表数据，这说明系统台区调试成功。

(六) 设备编号（参考南方电网标准）

集中器（举例）：0401ZJ00005001800000001

0401: 南宁网区, z: 终端类, J: 集中器, 000: 南宁供电局, 05: 220/308V, 00: 无电流, 18: 2018 年, 00000001: 流水号

电能表（举例）：0401SG00005061800000001

0401: 南宁网区, s: 三相电能表, G: 多功能, 000: 南宁供电局, 05: 220/308V, 06: 10A 电流, 18: 2018 年, 00000001: 流水号

(七) 操作步骤总结

1、主站建档

台区管理→厂家管理→抄表区段→集中器管理

2、集中器设置

参数查询与设置》通讯通道查询与设置》通讯参数设置》密码 OK 》主站 IP →主站端口→通道类型→以太网 IP 地址》手动设置 IP 地址》终端 IP→终端管理与维护》终端编号》密码》地市区县码

3、电表建档

主站：档案管理》报装管理

4、系统调试

设备调试→集中器→调试→计量点号→档案下发→实时召测（随抄）

（八）恢复初始状态的操作步骤

1、主站参数删除

- （1）设备调试》集中器》调试》三相四线表》卸载。
- （2）档案管理》表计管理》三相四线表》删除。
- （3）档案管理》集中器管理》集中器》删除。
- （4）档案管理》台区管理》台区》删除。
- （5）档案管理》台区管理》抄表区段》删除。

2、集中器参数删除

集中器本体》终端管理与维护》参数初始化》数据区复位。

（九）评分标准

项目名称		低压集抄系统安装与调试评分表			
场次（选手填写）		工位号 （选手填写）	裁判员签名		
序号	项目	要求	评分标准	标准分	得分
1	着装与防护	1.现场工作服穿戴整齐，扣好衣扣、袖扣，无安全隐患。 2.穿着劳保鞋，鞋带绑扎扎实整齐，无安全隐患。 3.佩戴安全帽，帽子无破损，佩戴正确，无安全隐患。 4.操作过程中需戴棉纱手套（验电及书写时除外）。	每 1 处不满足要求，扣 0.2 分，扣完为止。	0.2	
2	工器具及材料检查	检查工作中使用的工器具及材料是否齐全	每 1 处不满足要求，扣 0.2 分，扣完为止。	0.2	

3	办理工作许可	向裁判员汇报，具备工作条件。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2	
4	工作前验电	选手接触设备前，应进行“三步式验电”。	未能完整地“三步式验电”过程，扣0.4分，扣完为止。	0.4	
5	工器具、设备使用	工作过程中工器具、仪表及设备均不能跌落。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2	
6	材料使用	取用导线应合理，不浪费。	1.多余的单根导线超过20cm以上，每根扣1分。 2.故意将剩余导线剪成两根及以上的行为，每次扣1分。 本项分扣完为止。	1	
7	申请送电	送电前需检查：(1)检查接线盒电流连接片及电流回路其他部分是否有开路。 (2)检查电压回路是否正常。 (3)整理工器具、清理现场、关闭柜门。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2	
8	送电后验电	送电后，应进行“三步式验电”。	未能完整地“三步式验电”过程，扣0.4分，扣完为止。	0.4	
9	清理现场	整理好所使用的仪器、仪表、工器具并清理现场。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2	
10	安装正确	1.安装接线正确，集中器和电能表正常运行。 2.通电运行正常，碰触接线不松动、不脱落。	1.安装接线不正确，集中器和电能表不能正常运行，扣20分。 2.接线正确，但碰触后因虚接而松动或脱落，每1处扣5分，扣完为止。	20	
11	电能表、集中器、互感器的安装	电能表、集中器、互感器的安装位置倾斜5°以内，安装稳固。	每1处不满足要求，扣0.5分，扣完为止。	2	
12	接线盒连片及其接线的安装	1.接线盒电压、电流连片在标准计量位置。 2.电压和电流的进线、出线安装在标准位置。	每1处不满足要求，扣0.5分，扣完为止。	2	
13	布线美观	布线要求横平竖直。	每1处不满足要求，扣0.5分，扣完为止。	2	
14	连接线分相分色	连接线分相分色，黄、绿、红、蓝、黄绿双色分别对应A、B、C、N、PE线。	每1处不满足要求，扣0.5分，扣完为止。	2	
15	接线头	接线头金属部分不得裸	每1处不满足要求，扣0.5分，扣完为止。	2	

	金属裸露	露。	扣完为止。		
16	接线头 接线深度	螺钉旋压导线连接部位应有 2 处明显压痕、不得压到绝缘皮上、导线连接必须牢固。	每 1 处不满足要求，扣 0.5 分，扣完为止。	2	
17	接线头 裕度	接线盒下方及屏背二次出线的接线头处，导线应留有裕度。	每 1 处不满足要求，扣 0.5 分，扣完为止。	2	
18	标识套 管安装	要求标识套管安装位置正确，文字朝向一致。	每 1 处不满足要求，扣 0.5 分，扣完为止。	2	
19	加盖加 封	正确安装互感器、接线盒、电能表和集中器的盖子，并正确实施封印。	每 1 处不满足要求，扣 0.5 分，扣完为止。	2	
20	系统调 试	集中器调试、主站建档以及实时召测电量。	电量召测不成功，扣 9 分，扣完为止。	9	
21	安全秩 序	1.竞赛过程出现较严重的不安全现象者，裁判可予以制止，并报告裁判长；如发生危及人身安全的行为时，裁判立即终止竞赛，经上报裁判长批准后，可取消选手该项目参赛资格。 2.选手不服从裁决，不听指挥，裁判可提出警告。不听警告者，报告裁判长取消竞赛资格。 3.选手扰乱他人竞赛，裁判提出警告，并报告裁判长裁决，情节严重者取消竞赛资格。			
总分				50	

注：底纹为灰色的部分，即 10~20 项，由终评裁判负责评分，其余部分由现场裁判负责评分。

二、互感器检定

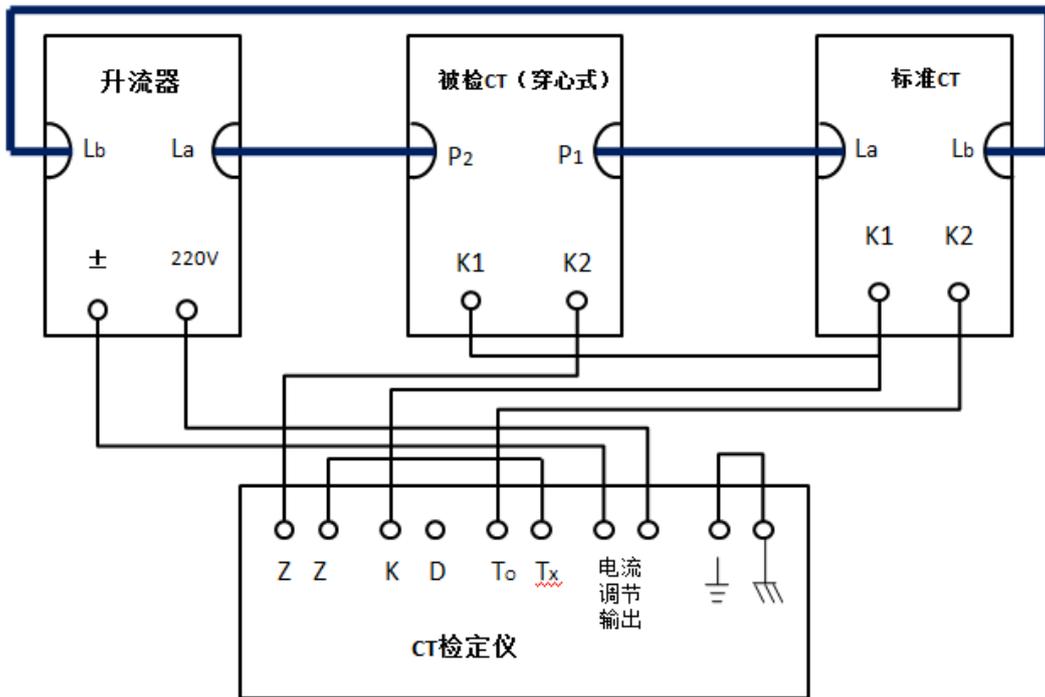
（一）电流互感器检定

变比 1500/5 和 1000/5 为穿芯 CT 所用，其余变比为蝶式 CT 所用，一次 L1/L2/L3 与二次 K1/K2/K3 的对应，并注意一次导线的不同。

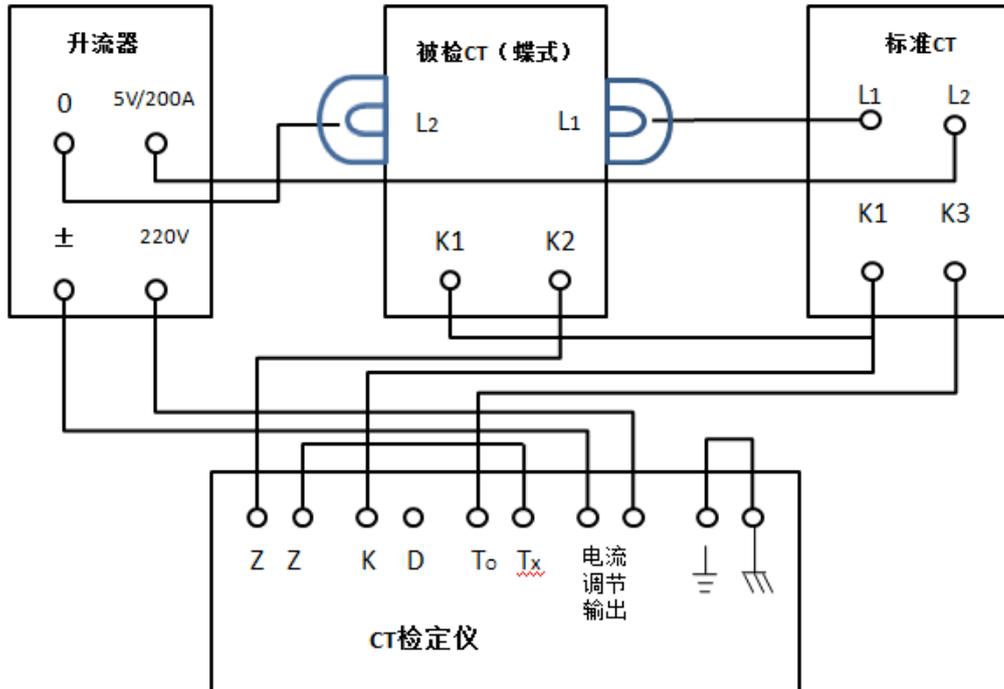
例如：在电脑设置铭牌为 1500/5 穿芯一匝，则对应的一次接线为 La/Lb，二次接线为 K1/K3。

1、电流互感器检定接线图

（1）以 1000/5 穿芯 CT 为例。



(2) 以 150/5 蝶式 CT 为例



2、检定规程：JJG 313-2010 《测量用电流互感器检定规程》

3、数据修约

数据修约法则的口诀归纳：“四舍六入五考虑，五后非零则进一，五后皆零视奇偶，五前为偶应舍去，五前为奇则进一”。

详见 GB/T 8170-2008 《数值修约规则与极限数值的表示和判定》。

4、修约间隔

互感器的误差修约间隔

修约间隔	准确度等级					
	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5
比值误差 (%)	0.001	0.002	0.005	0.01	0.02	0.05
相位误差 (')	0.02	0.05	0.2	0.5	1	2

5、修约方法

设待修约数为 A，修约间隔为 a，则 $A_1=A/a$ ， A_1 修约得 A_2 ，修约结果 $B=A_2 \times a$ 。

【例】某 0.5 级电流互感器的误差测量结果为： $f=-0.075\%$ ， $\delta =+9.82'$ ，修约过程如下：

0.5 级互感器的修约间隔 0.05%，则 $A_1=-0.075\% \div 0.05\%=-1.5 \rightarrow A_2=-2 \rightarrow B=-2 \times 0.05\%=-0.1\% \rightarrow -0.10\%$ （修约间隔为 0.05，故保留小数点后两位，不足两位的则以 0 补足）。

0.5 级互感器的相位差修约间隔为 2，则 $\delta =+9.82' \rightarrow +9.82' \div 2=4.91' \rightarrow +5' \rightarrow +5' \times 2=10'$ （修约间隔为 2，故保留整数位）。

6、样卷

电流互感器检定记录

原始记录编号：互字 001 号

送检单位 XXX 供电局 准确度级别 0.05S 级

型号 HL23/8 额定一次电流 5~3000 A

制造厂名 XXX 电气有限公司 额定二次电流 5A

出厂编号 4321 额定功率因数 1

用途 标准 额定负荷 5VA

证书编号 互字 001 号 额定频率 50Hz

额定电压 / kV

检定日期： 2016 年 05 月 20 日

有效期至： 2018 年 05 月 19 日

检定时使用的标准电流互感器：

名称双级电流互感器出厂编号7654

准确度级别0.002级设备编号/

有效期限2020年11月25日

检定时的环境条件：

温度20℃相对湿度60%

检定结果：

外观检查合格

绝缘电阻500MΩ

工频电压试验合格

极性正确

最大变差 f : 0.0005%; δ : 0.05'

稳定性/

结论及说明：合格。（若不合格，则说明不合格项）

核验李四

检定张三

检定日期：2016年05月20日

有效期至：2018年05月19日

误差数据记录表

比值差的倍率因数：% 相位差的倍率因数：'

量限	项目及误差		额定电流百分值					最大 变差	二次负荷 值	
			1	5	20	100	120		VA	cos ϕ
100/5	比值 差	上升	-0.0432	-0.0350	-0.0224	-0.0189	-0.0188	0.0002	5	1
		下降	-0.0434	-0.0352	-0.0226	-0.0191	/			
		平均	-0.0433	-0.0351	-0.0225	-0.0190	-0.0188			
		修约	-0.045	-0.035	-0.020	-0.020	-0.020			
	相位	上升	+1.63	+1.32	+0.89	+0.65	+0.61	0.05		

	差	下降	+1.68	+1.35	+0.91	+0.67	/			
		平均	+1.655	+1.335	+0.90	+0.66	+0.61			
		修约	+1.6	+1.4	+0.8	+0.6	+0.6			
100/5	比值差	上升	/	-0.0250	/	-0.0198	/	0.0005	.5	2 1
		下降	/	-0.0255	/	-0.0199	/			
		平均	/	-0.02525	/	-0.01985	/			
		修约	/	-0.025	/	-0.020	/			
	相位差	上升	/	+1.02	/	+0.55	/	0.05		
		下降	/	+1.05	/	+0.57	/			
		平均	/	+1.035	/	+0.56	/			
		修约	/	+1.0	/	+0.6	/			

7、评分标准

项目名称		电流互感器检定评分表					
场次（选手填写）		工位号（选手填写）		裁判员签名			
序号	项目	要求	评分标准			标准分	得分
1	着装与防护	1.现场工作服穿戴整齐，扣好衣扣、袖扣，无安全隐患。 2.穿着劳保鞋，鞋带绑扎扎实整齐，无安全隐患。 3.佩戴安全帽，帽子无破损，佩戴正确，无安全隐患。 4.操作过程中需戴棉纱手套（验电及书写时除外）。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。			0.2	
2	工器具及材料检查	检查工作中使用的工器具及材料是否齐全	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。			0.2	

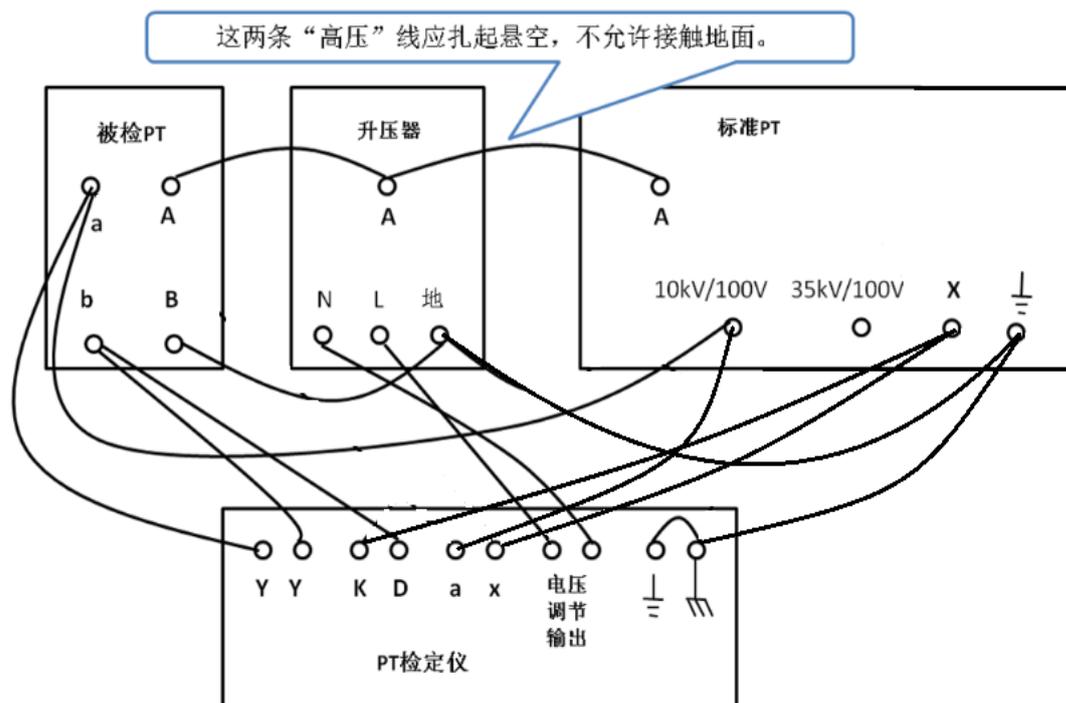
3	办理工作许可	向裁判员汇报，具备工作条件。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2	
4	工作前验电	选手接触设备前，应进行“三步式验电”。	未能完整地“三步式验电”过程，扣0.4分，扣完为止。	0.4	
5	工器具、设备使用	工作过程中工器具、仪表及设备均不能跌落。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2	
6	申请送电	送电前需检查电路是否正常，有无安全隐患。	未申请送电，扣0.2分，本项分扣完为止。	0.2	
7	送电后验电	送电后，应进行“三步式验电”。	未能完整地“三步式验电”过程，扣0.4分，扣完为止。	0.4	
8	清理现场	整理好所使用的仪器、仪表、工器具并清理现场。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2	
9	检定接线	按检定规程规定的接线要求完成试验接线。	每错接、漏接1根接线，扣0.5分，扣完为止。	1	
10	误差测量	按照题目和检定规程的要求完成误差测量。	1.参数设置和误差测量，每错、漏1个处扣0.5分。 2.仪器带电换挡每次扣0.5分。 3.带电断开装置试验电源每次扣0.5分。 本项分扣完为止。	2	
11	数据记录	按照题目和检定规程的要求，把测量数据填入检定记录表。	记录填写错、漏、涂改每处扣0.5分，扣完为止，但允许进行规范划改。误差测量结果错误的重复扣分。	1	
	数据处理	按照检定规程的修约规则对数据进行处理。	数据修约每错1处扣0.5分，扣完为止。误差测量结果错误的重复扣分。	3	
12	填写检定记录表	按照检定规程规定，填写检定记录表。	证书填写错、漏、涂改每处扣0.5分，扣完为止，但允许进行规范划改。由于之前误差测量结果错误或者数据修约错误而导致证书数据错误的，不重复扣分。	1	

13	安全秩序	1.竞赛过程出现较严重的不安全现象者，裁判可予以制止，并报告裁判长；如发生危及人身安全的行为时，裁判立即终止竞赛，经上报裁判长批准后，可取消选手该项目参赛资格。 2.选手不服从裁决，不听指挥，裁判可提出警告。不听警告者，报告裁判长取消竞赛资格。 3.选手扰乱他人竞赛，裁判提出警告，并报告裁判长裁决，情节严重者取消竞赛资格。		
总分			10	

注：底纹为灰色的部分，即 9~12 项，由终评裁判负责评分，其余部分由现场裁判负责评分。

(二) 电压互感器检定

1、接线图（以 10kV/100V 的 PT 为例）



2、检定规程：JJG 314-2010 《测量用电压互感器检定规程》

3、数据修约规程：GB/T 8170-2008 《数值修约规则与极限数值的表示和判定》

4、样卷

电压互感器检定记录

原始记录编号：互字 002 号

送检单位 XXX 供电局 准确度级别 0.02 级

型号 HJ-10 额定一次电压 10 kV
 制造厂名 XXX 电气有限公司 额定二次电压 100 V
 出厂编号 5621 额定功率因数 0.8
 设备编号 / 额定负荷 5VA
 用途 标准 用额定频率 50Hz
 证书编号 互字 002 号

检定时使用的标准电压互感器：

名称 标准电压互感器 出厂编号 7689
 准确度级别 0.002 级 设备编号 /
 有效期限 2017 年 11 月 25 日

检定时的环境条件：

温度 20 °C 相对湿度 60 %

检定结果：

绝缘电阻 500M Ω 绝缘强度试验 合格
 极性 正确 最大升降变差 f: 0.0005%; δ: 0.02'
 稳定性 /

结论及说明：合格。（若不合格，则说明不合格项）

核验 李四

检定 张三

检定日期：2016 年 05 月 20 日

有效期至：2018 年 05 月 19 日

误差数据记录表

比值差的倍率因数： % 相位差的倍率因数： '

量限	项目及误差		额定电压百分值					最大变差	二次负荷值	
			20	50	80	100	120		VA	cos φ
10000 /100	比值差	上升	-0.0232	-0.0150	-0.0124	-0.0089	-0.0088	0.0002	5	1
		下降	-0.0234	-0.0152	-0.0126	-0.0091	/			

		平均	-0.0233	-0.0151	-0.0125	-0.0090	-0.0088			
		修约	-0.024	-0.016	-0.012	-0.008	-0.008			
	相位差	上升	+0.63	+0.32	+0.19	+0.15	+0.13	0.02		
		下降	+0.65	+0.34	+0.20	+0.15	/			
		平均	+0.655	+0.335	+0.195	+0.15	+0.13			
		修约	+0.65	+0.35	+0.20	+0.15	+0.15			
	比值差	上升	-0.0050	/	/	-0.0018	/	0.0005		
		下降	-0.0055	/	/	-0.0019	/			
		平均	-0.00525	/	/	-0.00185	/			
		修约	-0.006	/	/	-0.002	/			
	相位差	上升	+0.32	/	/	+0.25	/	0.02		1. 25
		下降	+0.33	/	/	+0.27	/			
		平均	+0.325	/	/	+0.26	/			
		修约	+0.30	/	/	+0.25	/			

5、评分标准

项目名称		电压互感器检定评分表					
场次（选手填写）		工位号（选手填写）		裁判员签名			
序号	项目	要求	评分标准			标准分	得分
1	着装与防护	1.现场工作服穿戴整齐，扣好衣扣、袖扣，无安全隐患。 2.穿着劳保鞋，鞋带绑扎扎实整齐，无安全隐患。 3.佩戴安全帽，帽子无破损，佩戴正确，无安全隐患。 4.操作过程中需戴棉纱手套（验电及书写时除外）。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。			0.2	

2	工器具及材料检查	检查工作中使用的工器具及材料是否齐全	每 1 处不满足要求，扣 0.2 分，扣完为止。	0.2	
3	办理工作许可	向裁判员汇报，具备工作条件。	每 1 处不满足要求，扣 0.2 分，扣完为止。	0.2	
4	工作前验电	选手接触设备前，应进行“三步式验电”。	未能完整地“三步式验电”过程，扣 0.4 分，扣完为止。	0.4	
5	工器具、设备使用	工作过程中工器具、仪表及设备均不能跌落。	每 1 处不满足要求，扣 0.2 分，扣完为止。	0.2	
6	申请送电	送电前需检查电路是否正常，有无安全隐患。	未申请送电，扣 0.2 分，本项分扣完为止。	0.2	
7	送电后验电	送电后，应进行“三步式验电”。	未能完整地“三步式验电”过程，扣 0.4 分，扣完为止。	0.4	
8	清理现场	整理好所使用的仪器、仪表、工器具并清理现场。	每 1 处不满足要求，扣 0.2 分，扣完为止。	0.2	
9	检定接线	按检定规程规定的接线要求完成试验接线。	每错接、漏接 1 根接线扣 0.5 分，扣完为止。	1	
10	误差测量	按照题目和检定规程的要求完成误差测量。	1.参数设置和误差测量，每错、漏 1 个处扣 0.5 分。 2.仪器带电换挡每次扣 0.5 分。 3.带电断开装置试验电源每次扣 0.5 分。 本项分扣完为止。	2	
11	数据记录	按照题目和检定规程的要求，把测量数据填入检定记录表。	记录填写错、漏、涂改每 1 处扣 0.5 分，扣完为止，但允许进行规范划改。误差测量结果错误的重复扣分。	1	
	数据处理	按照检定规程的修约规则对数据进行处理。	数据修约每错 1 处扣 0.5 分，扣完为止。误差测量结果错误的重复扣分。	3	
12	填写检定记录表	按照检定规程规定，填写检定记录表。	每错、漏、涂改 1 处扣 0.5 分，扣完为止，但允许进行规范划改。由于之前误差测量结果错误或数据修约错误而导致记录表数据错误的，不重复扣分。	1	

13	安全秩序	1.竞赛过程出现较严重的不安全现象者，裁判可予以制止，并报告裁判长；如发生危及人身安全的行为时，裁判立即终止竞赛，经上报裁判长批准后，可取消选手该项目参赛资格。 2.选手不服从裁决，不听指挥，裁判可提出警告。不听警告者，报告裁判长取消竞赛资格。 3.选手扰乱他人竞赛，裁判提出警告，并报告裁判长裁决，情节严重者取消竞赛资格。		
总分			10	

注：底纹为灰色的部分，即 9~12 项，由终评裁判负责评分，其余部分由现场裁判负责评分。

三、电能计量装置错误接线检查及更正系数计算

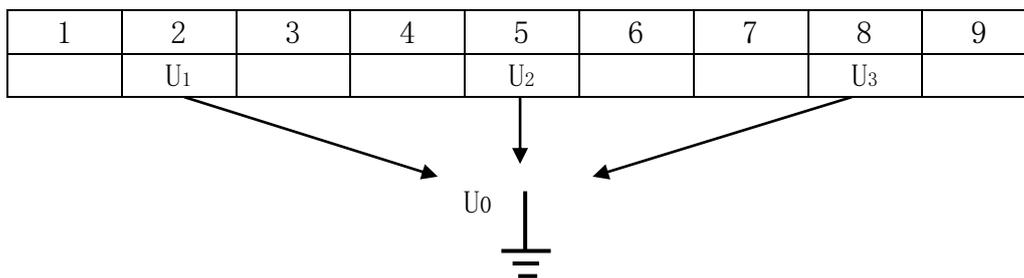
(一) 本次竞赛的故障设置范围：

1、TV 的正序和负序，包括 abc、bca、cab、acb、bac、cba（共 6 种）；

2、TA 的反接和错相，包括 \dot{I}_a 、 \dot{I}_c ； \dot{I}_a 、 $-\dot{I}_c$ ； $-\dot{I}_a$ 、 \dot{I}_c ； $-\dot{I}_a$ 、 $-\dot{I}_c$ ； \dot{I}_c 、 \dot{I}_a ； \dot{I}_c 、 $-\dot{I}_a$ ； $-\dot{I}_c$ 、 \dot{I}_a ； $-\dot{I}_c$ 、 $-\dot{I}_a$ （共 8 种）。

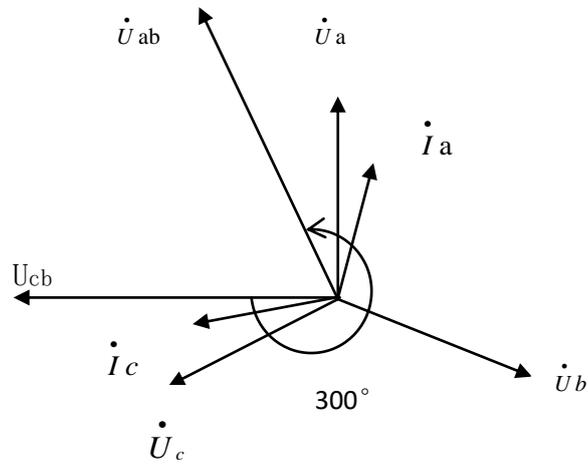
(二) 三相三线计量装置电压互感器二次侧 b 相接地，而 PE 线（黄绿双色）为接地端参考点，设为 0 端，即 U_0 。

U_1 、 U_2 、 U_3 分别代表 2、5、8 号电压端子，使用相位伏安表分别测量 U_1 、 U_2 、 U_3 三个端子与接地端之间的电压 U_{10} 、 U_{20} 、 U_{30} ，可判定电压为 0 的相即是 b 相电压端，其余两个端子对地电压应为 100V。





以 PE 线（黄绿双色）
作为接地端参考点，
设为 0 端。



（三）当测量 \dot{U}_{12} 超前 \dot{U}_{32} 的角度时，若 \dot{U}_{12} 超前 \dot{U}_{32} 300° （如上图），则为正相序；若 \dot{U}_{12} 超前 \dot{U}_{32} 60° ，则为逆向序。

例如：测得 $U_{10}=100V$, $U_{20}=100V$, $U_{30}=0V$, \dot{U}_{12} 超前 \dot{U}_{32} 60° ，可知 $\dot{U}_3=\dot{U}_b$, \dot{U}_{123} 为逆向序，从而确定 $\dot{U}_1=\dot{U}_a$, $\dot{U}_2=\dot{U}_c$ ，即相序为 acb。

U_1	U_2	U_3
a	c	b

（四）最后再测量 \dot{U}_{12} 超前 \dot{i}_1 和 \dot{i}_2 的角度，并画出相量图，列出功率表达式，计算更正系数。

（五）评分标准

项目名称		电能计量装置错误接线检查及更正系数计算评分表				
场次（选手填写）		工位号 （选手填写）		裁判员签名		
序号	项目	要求	评分标准	标准分	得分	
1	着装与防护	1.现场工作服穿戴整齐，扣好衣扣、袖扣，无安全隐患。 2.穿着劳保鞋，鞋带绑扎扎实整齐，无安全隐患。 3.佩戴安全帽，帽子无破损，佩戴正确，无安全隐患。 4.操作过程中需戴棉纱手套（验电及书写时除外）。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2		
2	工器具及材料检查	检查工作中使用的工器具及材料是否齐全	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2		
3	办理工作许可	向裁判员汇报，具备工作条件。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2		
4	工作前验电	选手接触设备前，应进行“三步式验电”。	未能完整地完“三步式验电”过程，扣0.4分，扣完为止。	0.4		
5	工器具、设备使用	工作过程中工器具、仪表及设备不能跌落。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2		
6	清理现场	整理好所使用的仪器、仪表、工器具并清理现场。	每1处不满足要求，扣0.2分，扣完为止。	0.2		
7	参数测量	正确进行参数测量，并做好原始数据记录。	每错、漏1处扣0.3分，扣完为止。	3.6		
8	画出相量图	画出计算更正系数时所需的电压、电流的相量及其夹角，并标明各个参数的文字符号。	相量、文字符号和角度标注，每错、漏1处扣1分，扣完为止。	6		
9	错误接线判断结果	按要求填写出错误接线形式。	每错、漏一处扣0.5分，扣完为止。	4		

10	更正系数计算	写出更正系数计算式，计算式代入参数，计算更正系数。	1.更正系数计算式的正确与错误功率表达式，3分。每错、漏1处扣1分，扣完为止。 2.计算式代入参数，3分。每错、漏1处扣1分，扣完为止。 3.更正系数计算结果（保留两位小数），错误则扣3分；	10	
11	画出实际接线图	根据判断结果，画出错误状态下的实际接线图。	每错、漏1处扣1分，扣完为止。	5	
12	安全秩序	1.竞赛过程出现较严重的不安全现象者，裁判可予以制止，并报告裁判长；如发生危及人身安全的行为时，裁判立即终止竞赛，经上报裁判长批准后，可取消选手该项目参赛资格。 2.选手不服从裁决，不听指挥，裁判可提出警告。不听警告者，报告裁判长取消竞赛资格。 3.选手扰乱他人竞赛，裁判提出警告，并报告裁判长裁决，情节严重者取消竞赛资格。			
总分				30	

注：底纹为灰色的部分，即7~11项，由终评裁判负责评分，其余部分由现场裁判负责评分。

【例题1】某客户10kV高供高计，月平均功率因数0.94（感性），三相三线电能表表尾测量数据如下表，试分析判断其故障类型，计算更正系数，并画出实际接线图。

U ₁₀	U ₂₀	U ₃₀	I ₁	I ₂
0V	100V	100V	1.5A	1.5A

U ₁₂	U ₂₃	U ₃₁
100V	100V	100V

相位角	\dot{U}_{32}	\dot{I}_1	\dot{I}_2
\dot{U}_{12}	300°	350°	290°

解：1、根据测量数据可知，三相电压、电流对称，没有断线和短路。

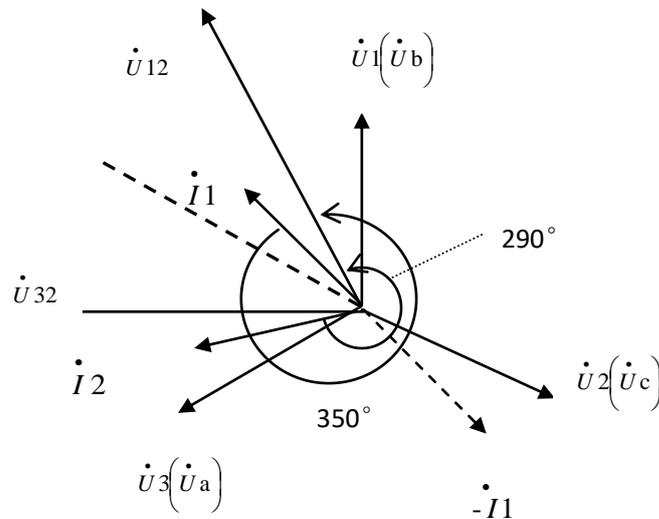
2、根据U₁₀=0V，可判定 $\dot{U}_1=\dot{U}_b$ ，由 \dot{U}_{12} 超前 \dot{U}_{32} 300°，可判定 $\dot{U}_1\dot{U}_2\dot{U}_3$ 为正相序，故 $\dot{U}_2=\dot{U}_c$ ， $\dot{U}_3=\dot{U}_a$ ，即电压相序为bca。

3、因为 \dot{U}_3 (\dot{U}_a) 超前 \dot{I}_2 的角度符合随相关系，故可判定 $\dot{I}_2 = \dot{I}_a$ 。

将 \dot{I}_1 反相得 $-\dot{I}_1$ ，而 \dot{U}_2 (\dot{U}_c) 超前 $-\dot{I}_1$ 的角度符合随相关系，故可判定 $-\dot{I}_1 = \dot{I}_c$ ，即 $\dot{I}_1 = -\dot{I}_c$ 。

因此，第一元件为 $[\dot{U}_{bc}, -\dot{I}_c]$ ，第二元件为 $[\dot{U}_{ac}, \dot{I}_a]$ 。

相量图：



4、更正系数计算

月平均功率因数为 0.94，故 $\Phi = \arccos 0.94 = 19.95^\circ$

$$K_G = P_0 / P'$$

$$= \sqrt{3} U I \cos \Phi / [U_{bc} I'_c \cos (30^\circ - \Phi) + U_{ac} I_a \cos (30^\circ - \Phi)]$$

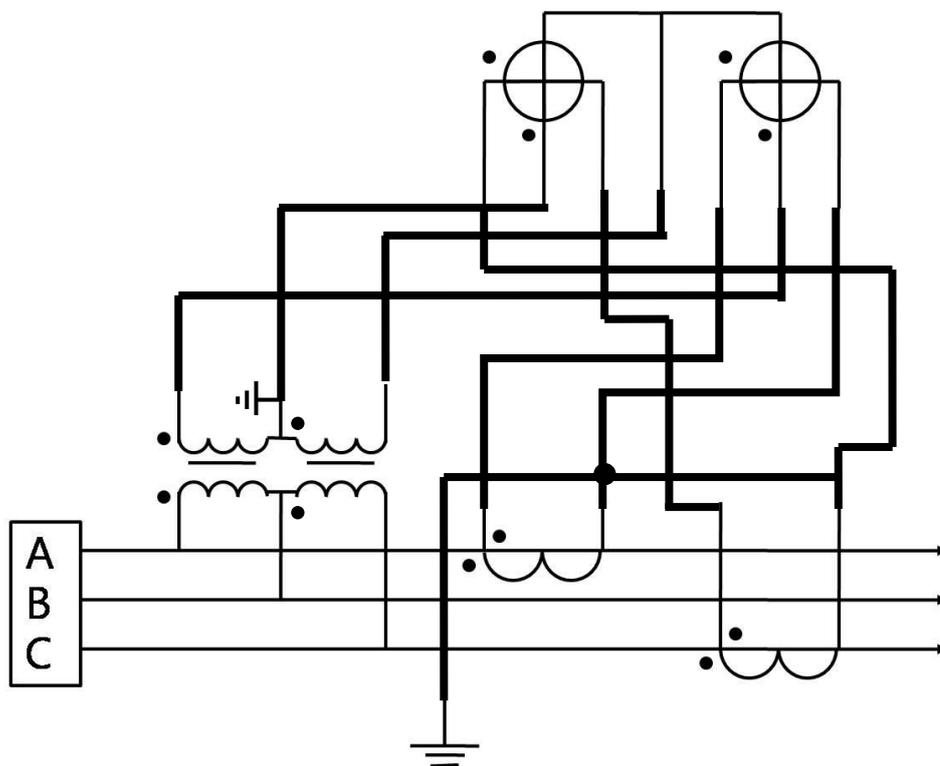
$$= \sqrt{3} \cos \Phi / [\cos (30^\circ - \Phi) + \cos (30^\circ - \Phi)]$$

$$= \sqrt{3} \times 0.94 / [\cos (30^\circ - 19.95^\circ) + \cos (30^\circ - 19.95^\circ)]$$

$$= 244.22 / 295.4$$

$$= 0.83$$

5、画出实际接线图：



【例题 2】某客户采用三相三线制供电，负荷平均功率因数 0.92（感性），表尾测得数据如下，试分析装置故障类型，计算更正系数，画出实际接线图。

U_{10}	U_{20}	U_{30}	I_1	I_2
100V	100V	0V	2.5A	2.5A

U_{12}	U_{23}	U_{31}
100V	100V	100V

相位角	\dot{U}_{32}	\dot{i}_1	\dot{i}_2
\dot{U}_{12}	60°	172°	232°

解： 1、根据测量数据可知，三相电压、电流对称，没有断线和短路。

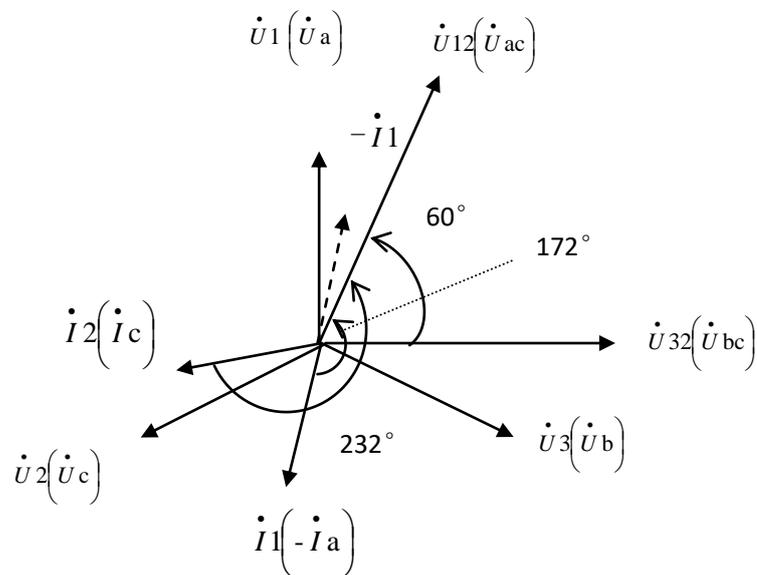
2、根据 $U_{30}=0V$ ，可判定 $\dot{U}_3 = \dot{U}_b$ ，由 \dot{U}_{12} 超前 \dot{U}_{32} 60° ，可判定 $\dot{U}_1 \dot{U}_2 \dot{U}_3$ 为逆

相序，故 $\dot{U}_1 = \dot{U}_a$ ， $\dot{U}_2 = \dot{U}_c$ ，即电压相序为 acb。

3、根据相量图所示， \dot{I}_2 滞后 \dot{U}_2 的角度符合随相关系，可判定 \dot{I}_2 与 \dot{U}_2 同相，故 $\dot{I}_2 = \dot{I}_c$ 。

而 $-\dot{I}_1$ 滞后 \dot{U}_1 的角度符合随相关系，可判定 $-\dot{I}_1$ 与 \dot{U}_1 同相。所以， $-\dot{I}_1 = \dot{I}_a$ ，即 $\dot{I}_1 = -\dot{I}_a$ 。

故电能表的接线方式：第一元件： $[\dot{U}_{ac}, -\dot{I}_a]$ ；第二元件： $[\dot{U}_{bc}, \dot{I}_c]$ 。



4、更正系数计算

月平均功率因数为 0.92，故 $\Phi = \arccos 0.92 = 23.07^\circ$

$$K_G = P_0 / P'$$

$$= \sqrt{3} UI \cos \Phi / [U_{ac} I'_a \cos (150^\circ + \Phi) + U_{bc} I_c \cos (150^\circ + \Phi)]$$

$$= \sqrt{3} \cos \Phi / [\cos (150^\circ + \Phi) + \cos (150^\circ + \Phi)]$$

$$= \sqrt{3} \times 0.92 / [\cos (150^\circ + 23.07^\circ) + \cos (150^\circ + 23.07^\circ)]$$

$$= 239.02 / -496.35$$

$$= -0.48$$

