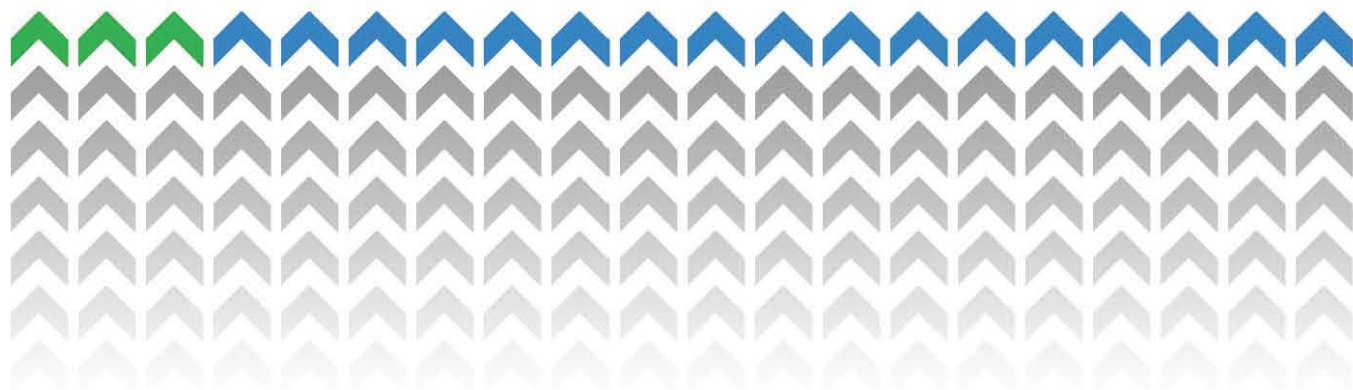




TP-TB

一体化调补装置

产品说明书



目 录

一、装置用途	3
二、技术原理	3
三、执行标准	8
四、产品技术参数	8
五、装置选用	9
六、装置内部电气接线图	11
七、安装接线	13
安装步骤	14
八、使用步骤	15
九、注意事项	16
十、安装示意图	17
十一、装置使用说明	19

一、 装置用途

TP-TB 型一体化调补装置由 ITD 型自动调补电容补偿装置和户外配电箱组成，主要用于对户外配变台区低压侧的三相负荷有功功率进行平衡化调整和无功功率补偿，可大幅减小零线电流，并使功率因数提高，实现稳定电压，提高供电质量，降低变损和线损。

二、 技术原理

理想情况下，三相变压器接三相均衡对称负荷，系统处于对称运行状态，三相电流大小相等，且相邻相间的相位差相等。但当三相负荷发生不对称变化，引起三相电流也发生不对称变化，造成三相电流的大小、相位各不相同，且相邻相间的相位差也不相等，即出现了负序和零序电流，因此系统中的电流便出现不对称。由于三相电流的不对称是由三相负荷的不对称引起的，只要我们让负荷变为对称，三相电流就会对称。如果我们用无功元件构造一个不对称的导纳网络，将之接在三相电源上后产生负序和零序电流，让其大小与负荷产生的负序和零序电流大小相等，而方向相反，那么根据叠加定理，系统负荷中的负序和零序电流将被抵消为零，只剩下正序分量，因此变压器的不对称的三相输出电流就转变成平衡的三相电流了。

1、无功元件可以调整有功的物理原理

首先我们对于可用无功元件构造的不对称的补偿导纳网络能够调整有功负荷平衡的原理进行说明。

如图 1 所示：A 相与零之间接有电阻 R，在没有接入所有电容和电感之前，只有 A 相有电流，B、C 相都没有电流，这是一个严重不

平衡系统。为使 A 相电流平均分配到三相之间且每相功率因数都能补偿到 1。采用如图所示的方法来进行不平衡的调整和功率因数补偿：

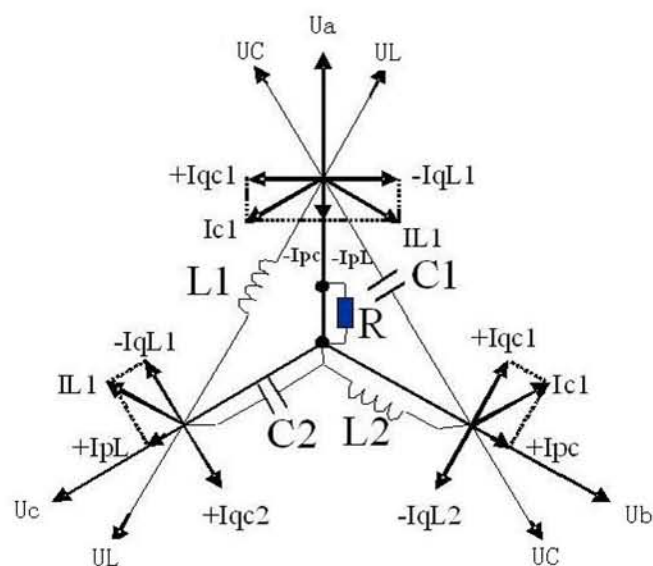


图 1

①、A、B 相之间接入电容 C1 的现象：

- ◆ 从 A 相看：由于电容电流 I_{c1} 超前电容电压 U_c 90° 。这时，在 A 相体现出垂直于 A 相电压的容性无功电流分量 $+I_{qc1}$ 和与 A 相电压方向相反的负有功电流分量 $-I_{pc}$ 。
- ◆ 从 B 相看：同理，电容电流 I_{c1} 超前电容电压 U_c 90° 。这时。在 B 相体现出垂直于 B 相电压的容性无功电流分量 $+I_{qc1}$ 和与 B 相电压方向相同的正有功电流分量 $+I_{pc}$ 。
- ◆ 由此看出：在 A、B 相之间跨接的电容 C1 后，A 相的部分有功电流被转移到了 B 相。
- ◆ 如果恰当地选择电容 C1，使之在 A 相的有功电流分量 $-I_{pc}$ 是 A 相有功电流的 $1/3$ ，这时，电容 C1 就会将 A 相的 $1/3$ 有功电流

转移到 B 相（即 $+I_{pc}$ ）。

②、A、C 相之间接入电感 L_1 的现象：

- ◆ 从 A 相看：由于电感电流 I_{L1} 滞后电感电压 U_L 90° 。在 A 相体现出一个垂直于 A 相电压的感性无功电流分量 $-I_{qL1}$ 和与 A 相电压方向相反的负有功电流分量 $-I_{pL}$ 。
- ◆ 从 C 相看：同理，电感电流 I_{L1} 滞后电感电压 U_L 90° 。在 C 相体现出一个垂直于 C 相电压的感性无功电流分量 $-I_{qL1}$ 和与 C 相电压方向相同的正有功电流分量 $+I_{pL}$ 。
- ◆ 由此看出：在 A、C 相之间跨接电感 L_1 后，A 相的部分有功电流被转移到了 C 相。
- ◆ 如果恰当地选择电容 L_1 ，使之在 A 相的有功电流分量 $-I_{pL}$ 是 A 相有功电流的 $1/3$ ，这时，电容 L_1 就会将 A 相的 $1/3$ 有功电流转移到 C 相。
- ◆ 通过上述分析看出：电容 C_1 将 A 相的 $1/3$ 有功电流转移到 B 相，电感 L_1 又将 A 相的 $1/3$ 有功电流转移到了 C 相。这时 B 相有 $1/3$ 的有功电流，C 相也有 $1/3$ 的有功电流，A 相也只剩下了 $1/3$ 的有功电流。所以，三相有功电流完全平衡。

③、接入后的三相功率因数：

A 相功率因数：电容 C_1 在 A 相的容性无功电流分量 $+I_{qc1}$ 与电感 L_1 在 A 相的感性无功分量 $-I_{qL1}$ 相互抵消。该相无功电流为零，功率因数为 1。

B 相功率因数：在 B 相与零之间恰当地接入电感 L_2 ，使之在 B 相

的感性无功电流分量 $-I_{qL2}$ 正好抵消该相容性无功电流分量 $+I_{qc1}$ 。该相无功电流为零，功率因数为 1。

C 相功率因数：在 C 相与零之间恰当地接入电容 C2，使之在 C 相的容性无功电流分量 $+I_{qc2}$ 正好抵消该相感性无功电流分量 $-I_{qL1}$ 。该相无功电流为零，功率因数为 1。

以上的分析表明：只要在相与相之间能够接入电容或电感，是完全可以达到在相与相之间的转移有功的目的。当实际的负荷相当于若干个电阻时，只要按照各个电阻的情况分别计算出补偿量，再按照迭加原理相加就可以了。

2、实际装置的构成

通过前面的阐述，揭示了使用无功元件在三相间转移平衡有功功率的原理。但原理电路中所需的电感在实际装置中却难以实施。如何解决装置中所需的电感，便成为装置构成的制约条件。**请注意：实际负荷系统中，存在着大量的感性负荷，我们可以将这些感性负荷看成装置的等效电抗器，这样一来就有效的解决了装置所需的电抗器的难题。**

注意：按上述方法，只要负荷系统有足够得感性无功，再接入足够的电容器，便可以达到有功平衡且无功补偿为零的效果。但如果负荷中的感性无功不足（即等效电抗不够），将导致装置转移有功电流能力不够。所以该装置能够在不过补的要求下，平衡调整有功电流的功能的前提条件是负荷系统必须有一定量的感性负荷。

根据前面矢量图的原理分析，在相间接入 1 千乏的电容器或电抗

器，可以转移 0.289 千瓦的有功功率，对于 380V 的低压配电系统，换算成转移的有功电流约为 0.76A。所以转移的有功电流的大小取决于接入相间电容器的大小和负载感性无功的多少。在负荷中感性无功不足的情况下，装置转移有功能力会下降，装置若强行投入电容器转移有功则会产生严重过补，这也是不允许的。

基于上述技术原理，我们提供了一种技术方案，一种一体化电容器调补装置，该装置由四只以上内置三只单相电容器的电容器组和相应的控制电路构成（如图 2 所示）。它综合应用嵌入式单片机技术、相控投切电容器开关技术、机电一体化设计制造技术等新技术成果，将无功补偿装置部件化，具有可靠性高、体积小、功能强大、安装使用方便等特点，可应用在各种低压无功补偿场合。该装置最大的特点还在于，它通过独特的电气结构和控制策略，自动控制电容器在相间和相与零线间不等量搭接，实现电源侧有功负荷不对称的自动平衡化调整同时补偿无功功率（简称“调补”）。

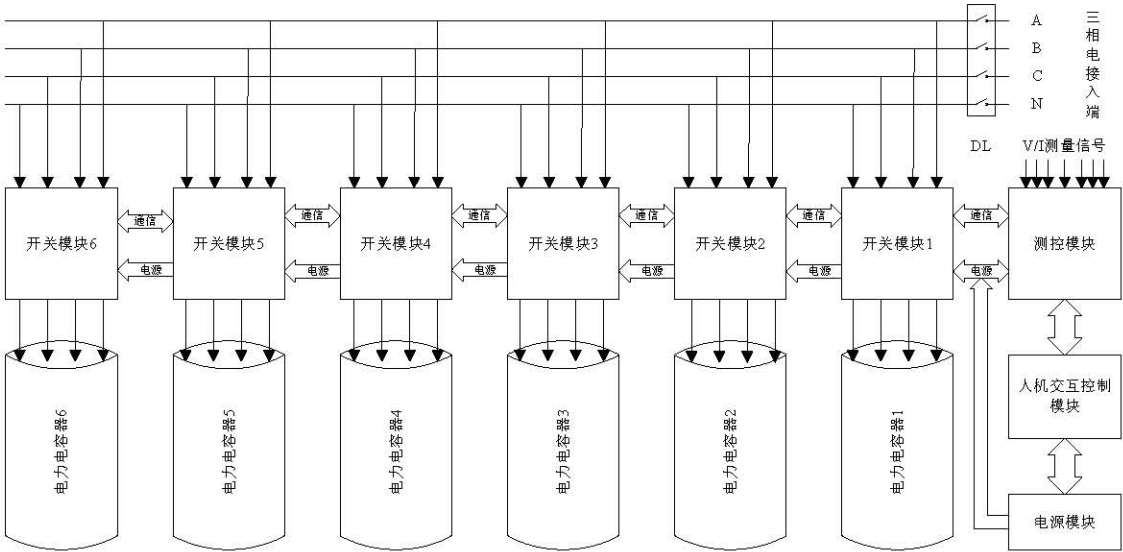




图3 ITD 电容器调补装置外观

三、 产品执行标准

GB/T 15576-2008 《低压无功功率补偿装置》

GB/T22582-2008 《电力电容器 低压功率因数补偿装置》

GB 7251.1-2005 《低压成套开关设备 第1部分》

DL/T 375-2010 《户外配电箱通用技术条件》

四、 产品技术参数

额定工作电压：380V±20%；

短耐电流：10KA

工作环境温度：-40～+55℃；

自身功耗:<30W

重 量: 60KG

体 积: (L*W*H) 58cm*63cm*67cm

补偿方式: 相间和相零分相不等量混合调补;

相间转移有功能力: 装置角接电容器容量的 10%;

测量精度: 电压/电流 0.2%; 有功/无功: 0.5%;

保护方式: 过流保护、短路保护、缺相保护、过压保护、欠压保护、掉电保护、温度保护;

ITD 电容器调补装置典型配置及性能									
型号容量	编组方式 (Kvar)						步距比	1.1Ue 时相间有功电流转移能力 (A)	1.1Ue 时总无功补偿能力 (Kvar)
	Δ	Δ	Δ	Y	Y	Y			
ITD-60	30	15		10	5		1/12	9.8	52
ITD-84	24	12	6	24	12	6	1/14	7.8	72
ITD-102	24	24	12	24	12	6	1/17	13	88
ITD-120	24	24	12	24	24	12	1/10	13	103
ITD-140	32	32	16	24	24	12	1/12	17.2	120
ITD-150	30	30	30	24	24	12	1/12.5	20	130

五、装置的选用

根据电力相关规程要求, 配电变压器出口处的负荷电流不平衡度应小于**10%**, 其它地点不大于**20%**, 中性线电流不应超过低压侧额定电流的**25%**。

电流不平衡度的一般计算方法:

在电力系统中, 理论上应是三相电流的负序分量与正序分量的比值来表示电流不平衡度, 由于上述计算比较麻烦, 所以工程上常用下面计算方法来表示:

(最大相电流—最小相电流)/最大相电流。

对于400KVA变压器，额定电流576A。

当负荷无功功率为120KVAR左右时，可配装140KVAR的调补装置，该容量调补有功电流的能力约为35A。根据上述公式，考虑到调补装置投入后调整能力，运行应满足条件“(最大相电流—最小相电流—可调整电流)/(最大相电流)<10%”。因此，当“最大相电流<(最小相电流+35A)/0.9”时，该装置可以将三相电流调整至10%范围内。

同理，当负荷无功功率为100KVAR左右时，可配装120KVAR的调补装置，该容量调补有功电流的能力约为25A。当“最大相电流<(最小相电流+25A)/0.9”时，该装置可以将三相电流调整至10%范围内。

同理，当负荷无功功率为80KVAR左右时，可配装102KVAR的调补装置，该容量调补有功电流的能力约为25A。当“最大相电流<(最小相电流+25A)/0.9”时，该装置可以将三相电流调整至10%范围内。

【关于三相电流不平衡的治理方法的建议】:

随着技术的发展，目前基于电力电子技术的SVG和基于电容器技术的调补装置，都可以实现对负荷的三相不平衡进行调整同时补偿无功。但装置的调整能力是按其容量配置而有其适用范围的。不管是SVG还是基于电容器技术的调补装置，当负荷三相不平衡度越大，其调平衡所需设备装置的容量也越大，而设备装置容量越大，体积也越大，成本也越高，且可靠性也变低。因此对于不平衡负荷的治理应管理手段和技术手段双管齐下，在管理上先将单相负荷在三相上尽量均衡分配接入，再采用技术手段利用设备装置对负荷动态的不平衡进行可控范围的调节和补偿，才是最经济有效的方案。

六、 装置内部电气接线图

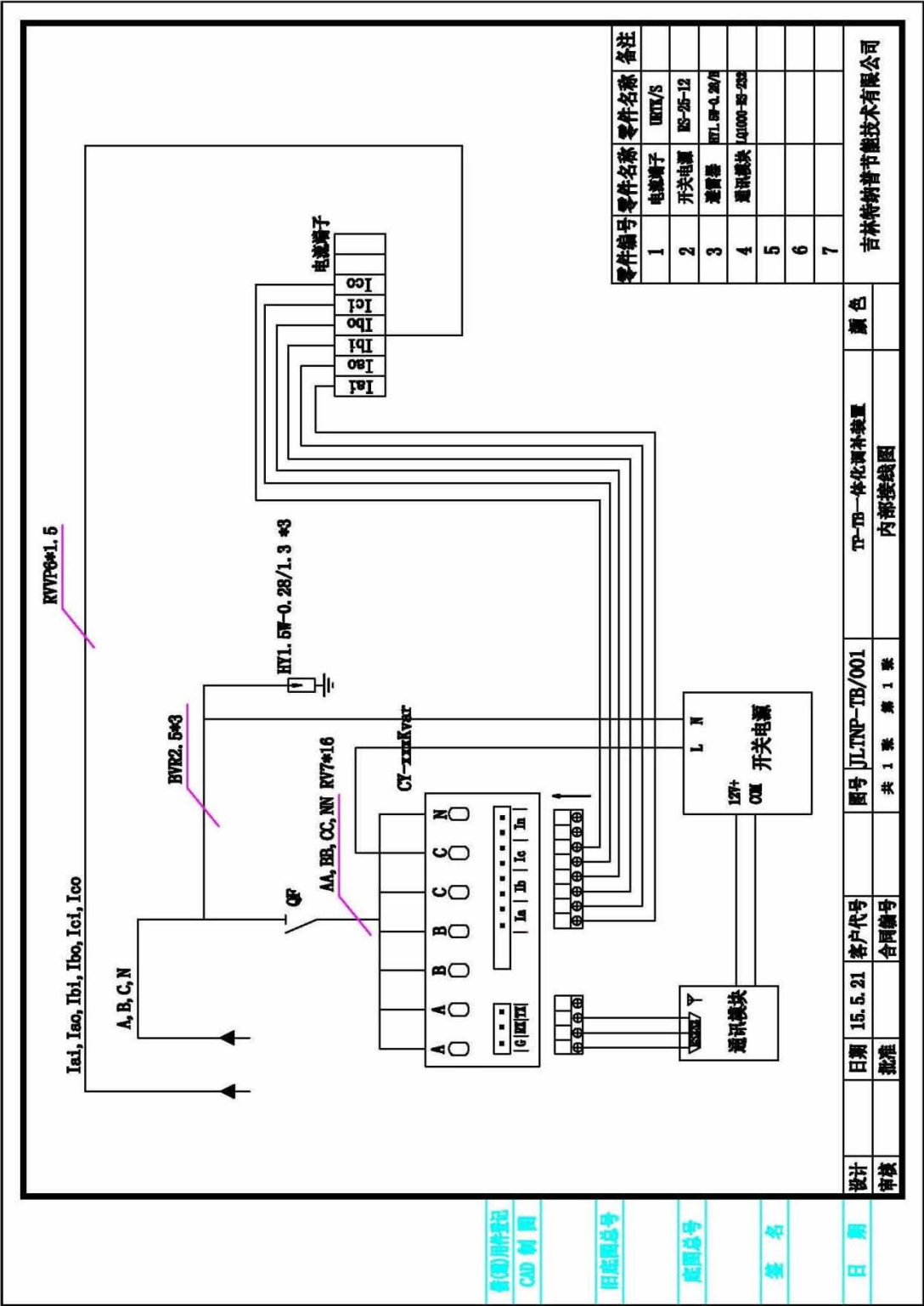


图 4 TB 箱内接线图

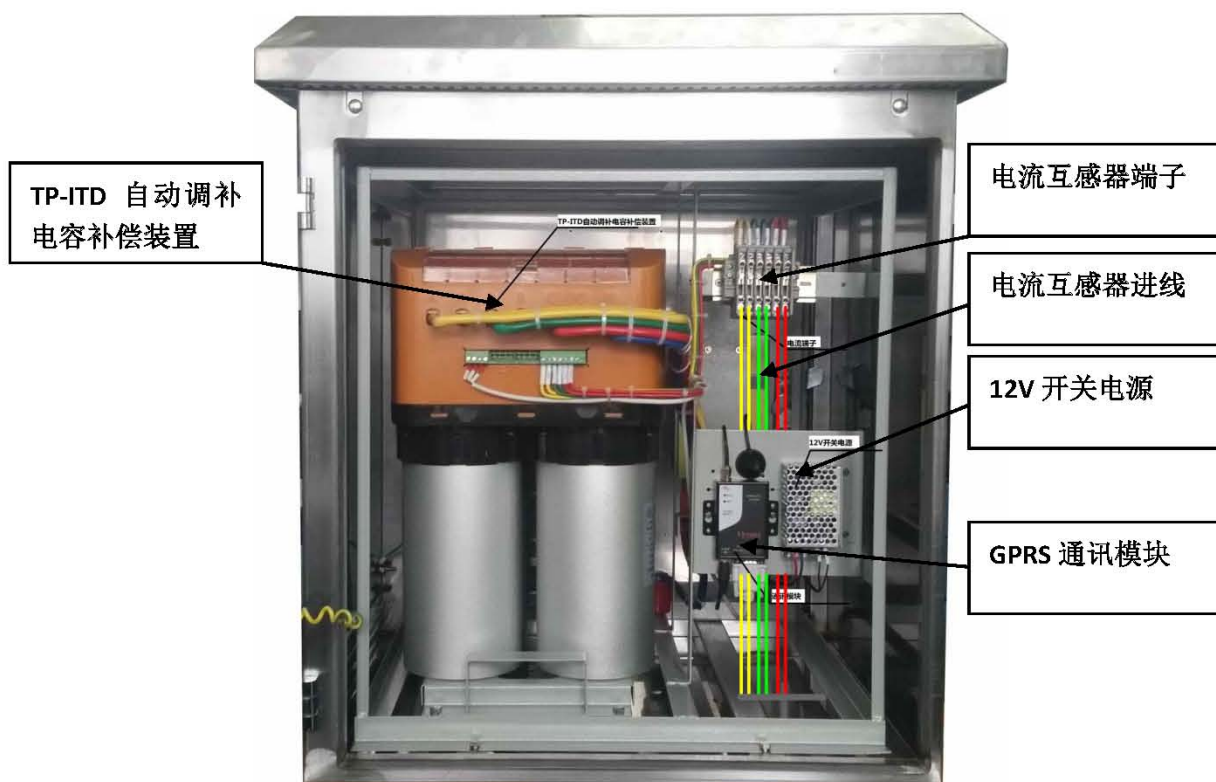


图 5 TB 箱进线侧示意图

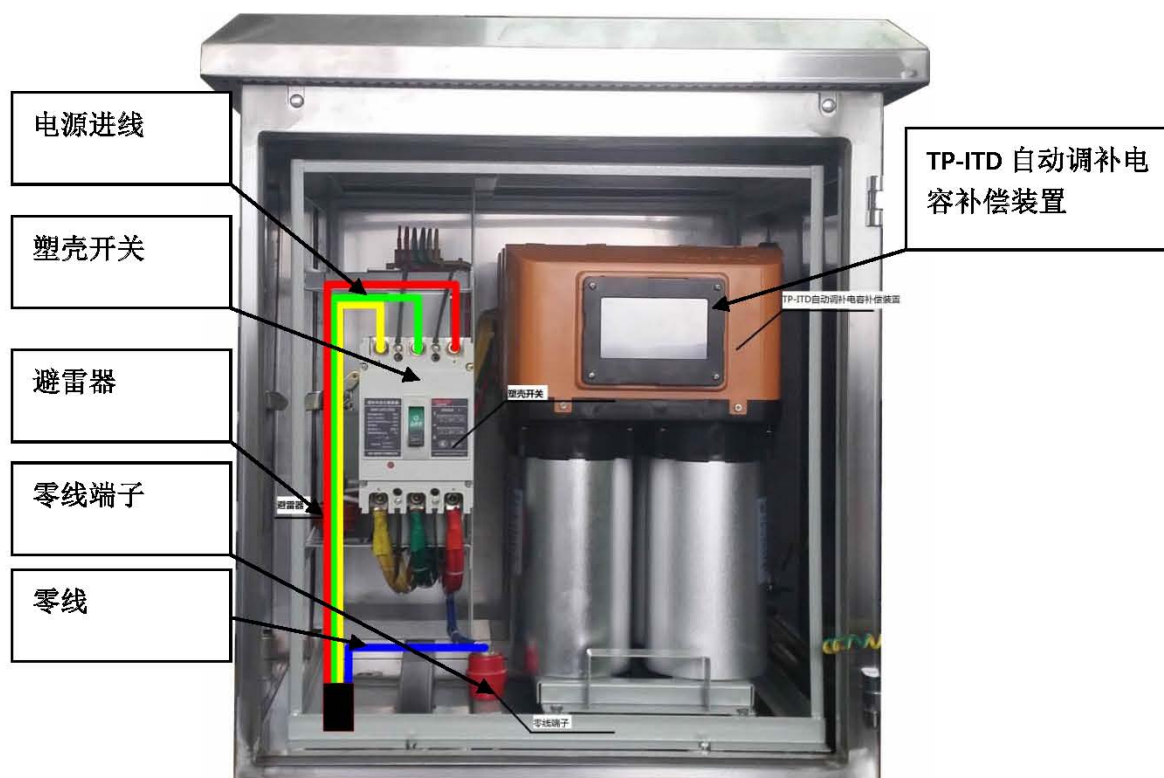


图 6

七、 安装接线

该装置可以安装在配变台区架上、背挂在杆子上，如图 7。



图 7

（一）保障安装过程安全的措施

现场安装人员应认真执行安装规程和现场安全措施，互相关心施工安全，并监督安全规程和现场安全措施的实施。

1、停电

检查断开后的高压侧跌落式或低压侧隔离开关是否在断开位置。

2、验电

验明线路确无电压，验电器要用合格的相应电压等级的专用验电器。验电时应戴绝缘手套，并有专人监护。

3、挂接地线

挂接地线时，应先接接地端后接导线端，接地线连接要可靠，不准缠绕。拆接地线时的程序与此相反。装、拆接地线时，工作人员应戴绝缘手套，人体不得碰触接地线。

4、上杆（台）前应检查

登杆工具如脚扣、安全带、梯子等是否完整牢固。现场工作人员必须戴安全帽、穿工作服及绝缘鞋，杆（台）上人员应防止掉东西，使用的工具、材料应用绳索传递，不得乱扔，杆（台）下应防止行人逗留。

（二）、柜体的安装位置

根据现场实际情况选择补偿柜的安装位置，利用自带抱箍将柜体安装固定在变压器台下的电杆上，并用相应的螺栓固定。

（三）、电源电缆及互感器接线方式的选定

电源电缆接在柜内断路器(NF0)一次侧，一般从左至右为：A(黄)、B(绿)、C(红)，零线(蓝)接在柜内的零线端子上并紧固。三个互感器的接线按相序 A、B、C 分别接在互感器接线端子(DZ1)的 IAI(s1)—IAO(s2)、IBI(s1)—IBO(s2)、ICI(s1)—ICO(s2)。

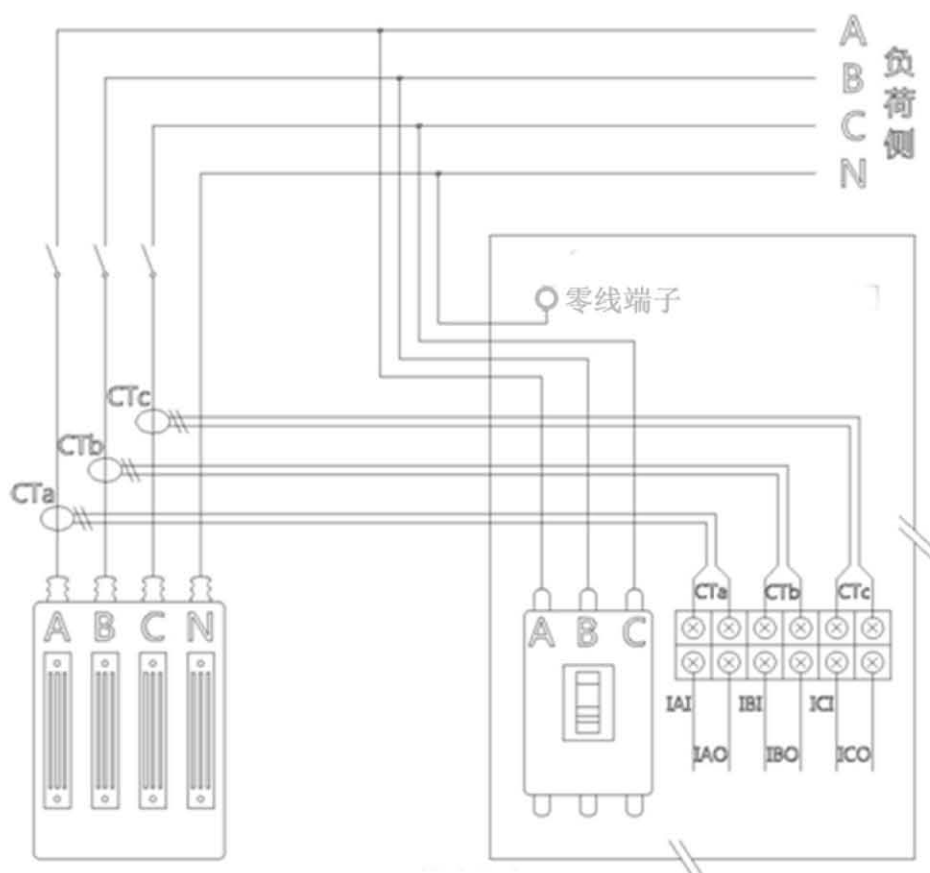


图 8 电气接线图

安装步骤：

- 1、松开通讯模块固定螺丝两颗，取下模块后打开模块后盖装入 SIM 数据卡，再将模块重新固定好。
- 2、将设备吊装到台架安装高度。

- 3、将设备用抱箍固定到水泥杆上。
- 4、将电缆连接在补偿点与装置进线开关上。**注意，电缆接头须用端子压接！**
- 5、将零线与装置的零线端子固定连接好；
- 6、将三只电流互感器穿接在补偿点前（电源侧），CT 的安装方向（箭头→）由电源侧指向负荷侧 P1 进 P2 出；
- 7、用截面不小于 1.5mm^2 的 6 芯电缆分别将三个 CT 的二次输出端子 S1 和 S2 与装置内的电流信号端子连接；
- 8、将接地保护线与装置的外壳连接固定牢靠；
- 9、将通信模块的天线从电缆进线口中穿出，再将天线吸附在箱外的铁横担上；

注意：一定要正相序安装！



八、 使用步骤

安装完毕后，检查所有接线正确无误后可以上电运行。

设备在出厂时，一般都配有 CT。装置的出厂设置中 CT 的变比、电压的保护值等参数都已设置好，不必再设置。若用户自行购置 CT，则需重新设置 CT 的变比。

- 1、 先给变压器送电（此时设备应处于断开状态）。
- 2、 用万用表测量装置进线开关的上口各相间和相零间的电压是否正常。检查相序是否正确，一定要正相序！（如果相序错误装置将不工作）
- 3、 合上进线开关，装置授电后延迟约 30 秒后便进入自动运行状态。此时装置前门上的运行指示灯闪亮，表示装置已进入自动运行状态，且运行正常。

当需要重新进入参数设置时，应在授电后 30 秒内操作装置触屏，进入设置界面进行相应操作，具体见装置使用说明。

九、 注意事项

该装置可以安装在表前或表后。由于该装置具有调整三相间有功功率的功能，使电源三相输出的有功功率重新分配（三相总功率不变），当使用分相计量表时，调补点装在表后时会影响各个表的计量值。调补点装在表前则对计量无影响。

维护变压器断电前须先断开此设备，送电时先给变压器送电后再给此设备送电！

十、安装示意图

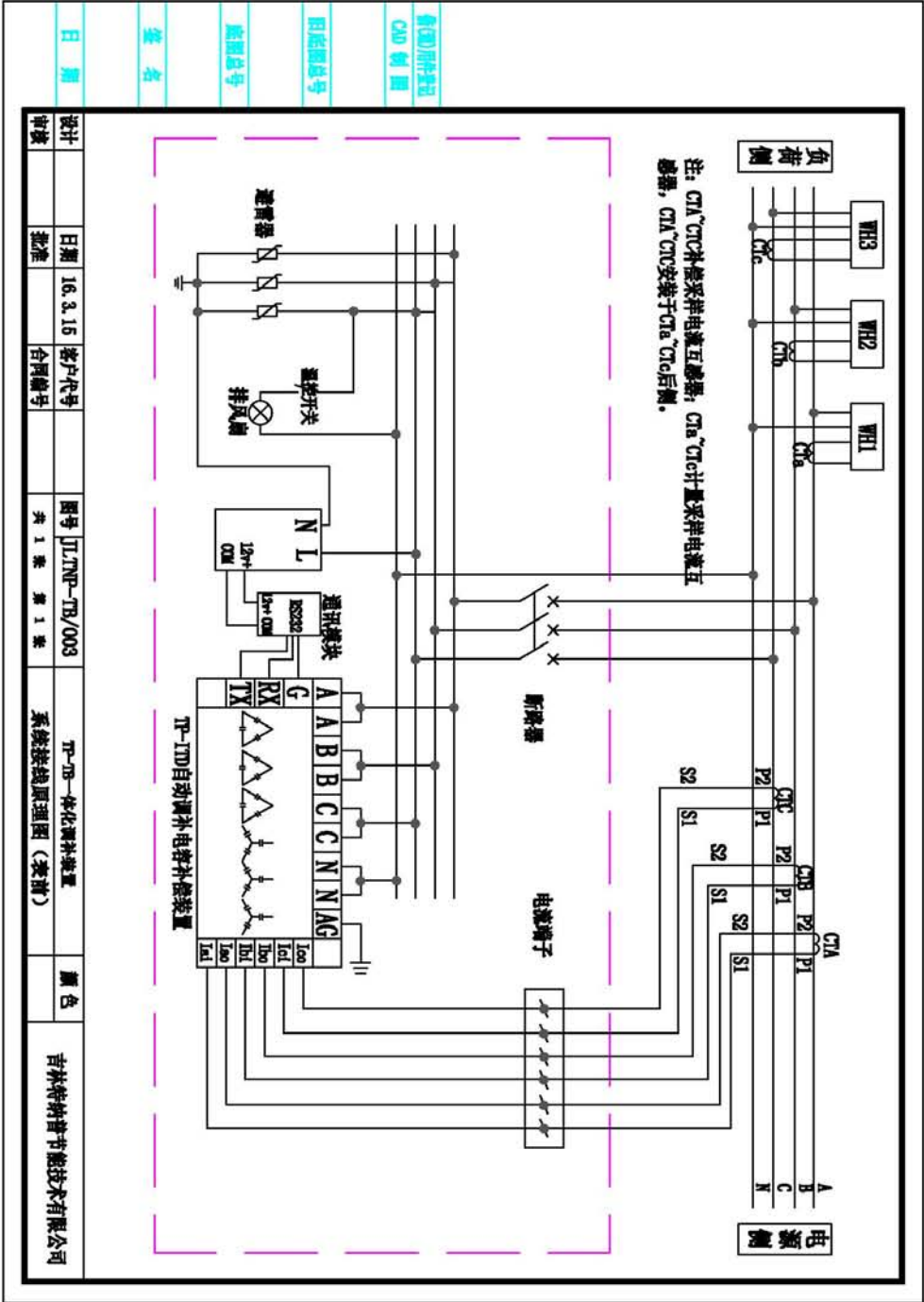


图 10 表前安装示意图

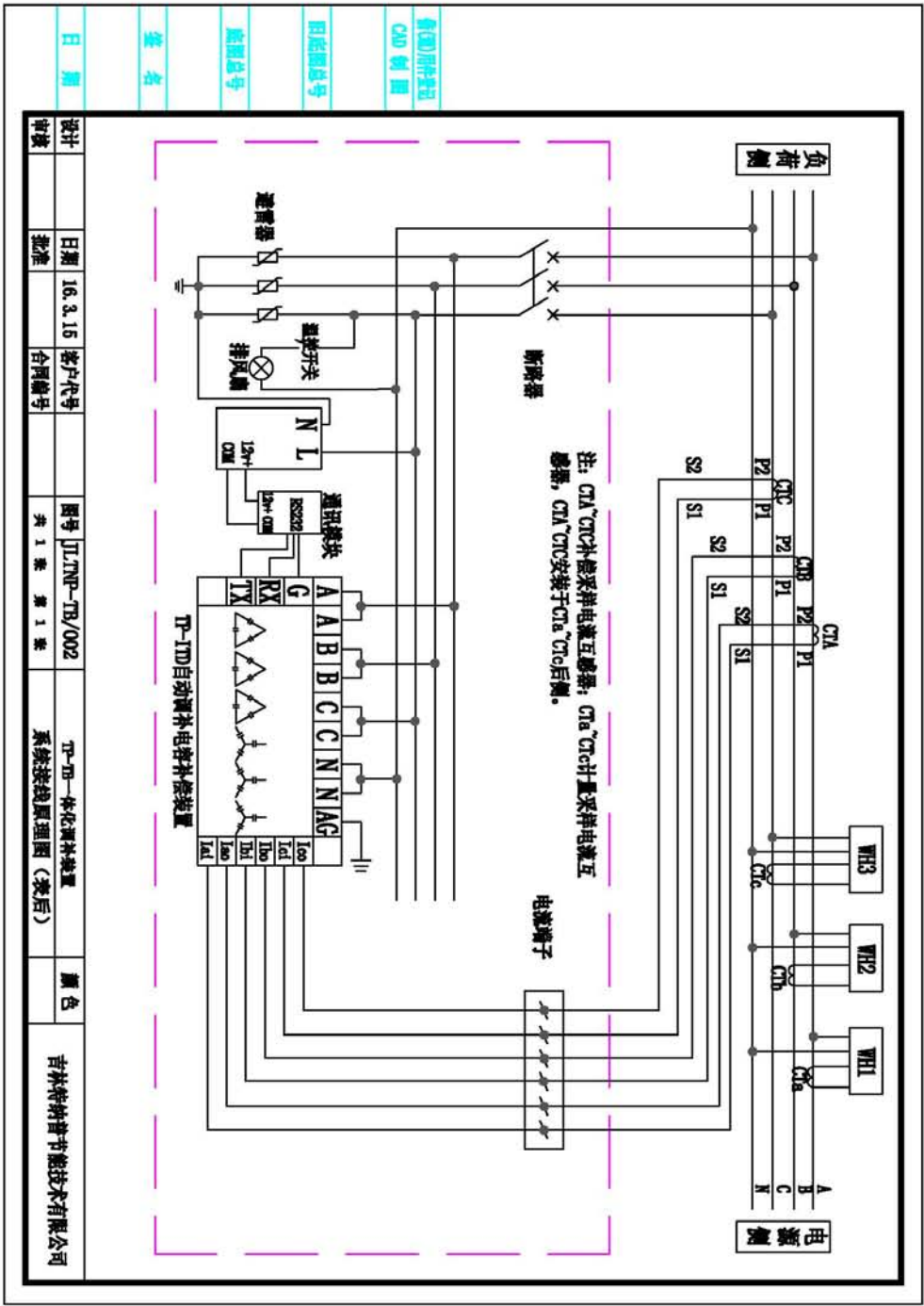


图 11 表后安装示意图

十一、装置使用说明

1、屏幕上电后出现如图 1-1 界面，按屏幕中间位置或等待 20 秒时间即可跳转到下一界面。



图 1-1

2、进入如图 2-1 运行界面后击左上角公司 LOGO “TUNEUP” 便可进入设置选择界面便可进入设置选择界面选择要做的设置。

tuneUP

caring for nature

A相

B相

C相

A

B

C

相电压	226.92	225.96	225.10	STOP	STOP	STOP
相电流	18.79	18.84	18.58	STOP	STOP	STOP
有功功率	4.09	3.65	4.16	STOP	STOP	STOP
无功功率	1.18	2.18	0.42	STOP	STOP	STOP
功率因数	0.96	0.86	0.99	STOP	STOP	STOP
电压谐波	1.31	1.19	1.61	STOP	STOP	STOP
电流谐波	18.72	10.11	20.83			
零线电流	6.56	温度	30			

10:41:59

图 2-1

3、进行步骤二操作后进入如图 3-1 界面，用户可进入手动投切运行界面、运行参数设置界面和日期时间设置界面。

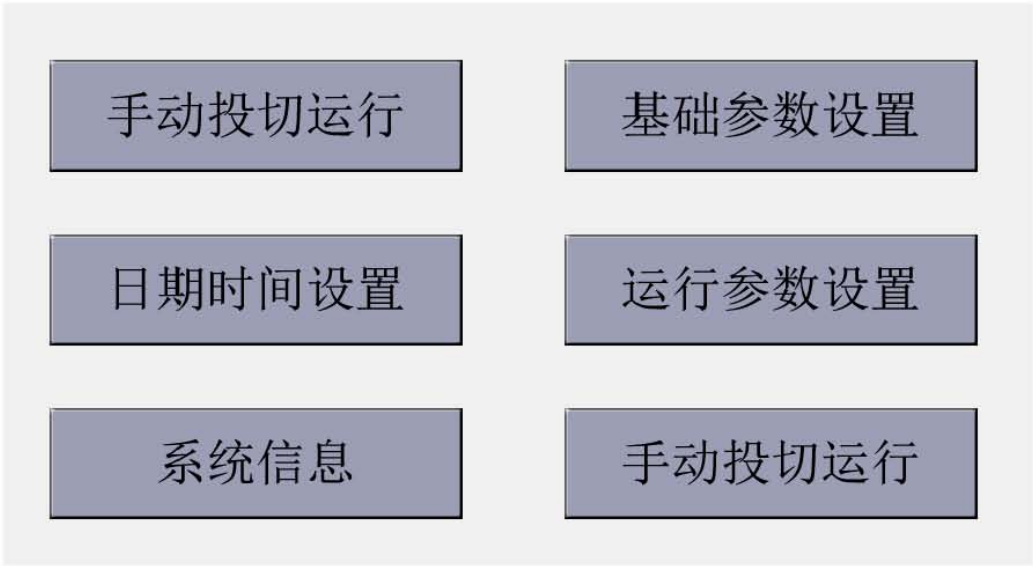


图 3-1

(1) 图 3-1，点击手动投切运行按钮进入手动投切界面，如图 3-2 所示。用户可手动选择电容器组以及每组中三项电容的投切，随着不同电容的投切 ABC 三相的无功也会有所改变，操作完成后点击返回按钮即可返回如图 3-1 界面。

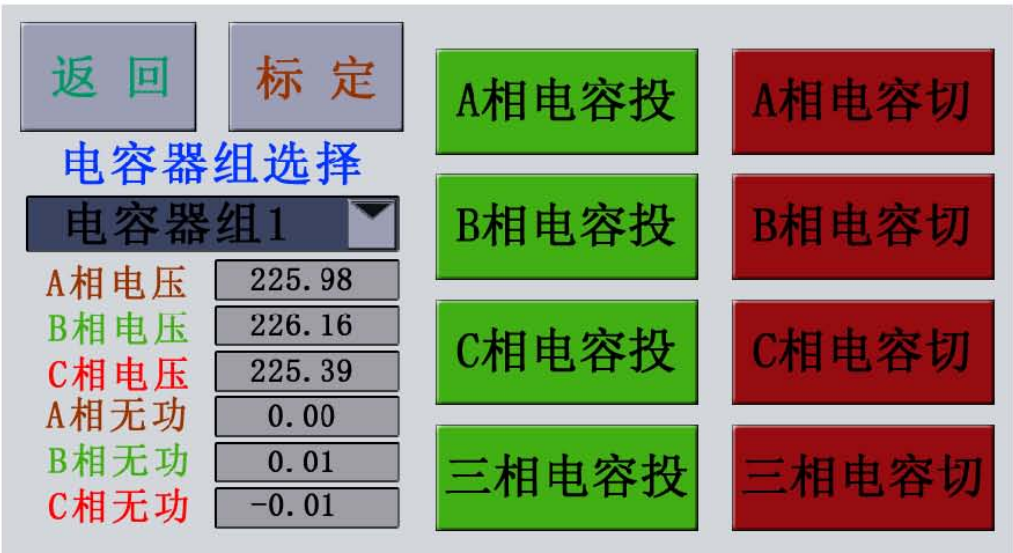


图 3-2

(2) 如图 3-1，点击运行参数设置按钮进入运行参数设置界面，如图 3-3 所示。在此界面中用户可按照用户需求进行更改如互感器变比（如：500/5A 互感器，输入 500 即可）、投切间隔、地址编码等，并开启无线数传，填写参数后点击保存按钮会出现如图 3-4 所示界面，单击确认即可。保存后用户可点击返回按钮返回如图 3-1 界面，也可以点击运行按钮返回如图 2-1 所示的运行界面。

互感变比	500	:5	零线电流	软件	▼
过压保护	260	V	关屏延时	300	秒
欠压保护	180	V	谐波保护	5	%
高温保护	65	°C	投切间隔	180	秒
低温保护	-30	°C	地址编码	148	
故障复位	初始化		无线数传	开启	

读取保存返回运行

图 3-3

系统运行参数设置成功

确认

读取保存返回运行

图 3-4

(3) 如图 3-1，点击日期时间设置按钮进入设置界面，如图 3-5 所示。用户可以自行更改系统的时间及日期，更改后点击确认即可。



图 3-5

(4) 以上操作结束后，若在如图 3-1 所示的界面，可以点击返回运行状态按钮返回如图 2-1 所示的运行界面。

4、 如图 4-1 所示，设备根据电网中的电参数进行计算与投切。

	A相		B相	C相	A	B	C
相电压	226.92	225.96	225.10		✓	✓	✓
相电流	18.79	18.84	18.58		STOP	STOP	STOP
有功功率	4.09	3.65	4.16		✓	STOP	✓
无功功率	1.18	2.18	0.42		STOP	STOP	STOP
功率因数	0.96	0.86	0.99		STOP	STOP	STOP
电压谐波	1.31	1.19	1.61		STOP	STOP	STOP
电流谐波	18.72	10.11	20.83				
零线电流	6.56	温度	30				
							09:59:20

图 4-1

以上操作结束后，若在如图 3-1 所示的界面，可以点击返回运行

状态按钮返回如图 2-1 所示的运行界面。

[附 1] 以下介绍一些设备运行中出现的图标和其含义，以便用户可以更容易操作设备。

图 4-1 所示即为设备正常运行时显示界面。



该图标表示系统核心正常；



该图标表示系统投切循环运行正常；



该图标代表系统故障，电容器投切已终止；



表示电容器已投入；



表示电容器未投入，此为正常运行状态；



该图标代表电容器故障；



该图标代表过零检测失败。

报警图标：



该图标代表电压谐波超限；



该图标代表电容器组内部环境温度超标；



该图标代表线路电压过高或者欠电压；



该图标代表相序错误；



该图标代表数据采集异常；



该图标代表电容器组控制系统故障；



该图标表示 GPRS 通讯已连接；



该图标代表 GPRS 通讯未连接；



该图标代表历史数据存储空间不足，如需历史数据应尽快拷贝，

否则系统会自行按时间顺序删除历史数据。用户可根据上述图标解决

设备在运行当中出现的问题，使设备运行在最佳的状态。

[附 2] 装置的故障及检修处理方法

如果装置投运后指示灯不亮或常亮不闪，则可能是装置故障或失电跳闸，需检修处理。

- 1、 正常情况下，装置进线开关和 ITD 开关在 1.5 倍的额定电流内运行是不会跳闸的。装置电容器组的谐波保护设置的是谐波电压保护，并有延时动作。但如果由于负荷中有瞬间很大的谐波电流时，可能会导致电容器电流过大而使开关跳闸，这种情况不会导致电容器的损坏，一般情况下再送电即可重新运行。
- 2、 如果装置遭受到雷击等过电压情况损坏，则装置必须拆下，更换新的电容器组或其他损坏部件。如果只是更换电容器组装置，则只需拉下进线开关，将电容器组进线端子拆下，信号线端子拔下，把电容器组拉出来，重新换一台即可。注意：新换电容器组的变比设定须与使用的互感器一致。