

目 录

前 言	2
一、功能特点	4
二、技术指标	5
三、结构外观	6
(一)、仪器外观	6
(二)、测试接线端子接口	6
(三)、仪器辅助端子接口	7
(四)、仪器铝合金外包装箱	7
四、液晶界面	8
五、使用方法	20
(一). 电气参数测量 (双路 8 通道)	21
(二). 单路三相四线测量	22
(三). 单路三相三线测量	23
(四). 六钳差动保护矢量分析	24
(五). 双钳差动保护矢量分析部分	25
(六). PT 并列测试部分	26
六、电池维护及充电	27
七、注意事项	27
附录一：主变的几种接线方式	28
附录二： 三相三线计量接线判断	32

CTSL-P 保护回路矢量分析仪

杭州高电科技有限公司

地址：杭州钱江经济开发区永泰路 2 号 15#
网站：<http://www.hzhv.com>

电话：0571-89935606
邮箱：hzhv@hzhv.com

前 言

随着电力行业的发展和微机综合自动化产品的推广应用，保护回路和计量回路的接线正确与否直接影响到电力系统工作的稳定性和电费计量的准确性，而这两点正是电力系统非常重要的两个方面。

由于保护装置和高压计量装置的接线比较多，容易造成错误接线，而又不易被察觉，（尤其是差动保护的接线复杂，有时高低侧同时引入，又存在不同的联结组别，极易接错，而在平时运行中又可能不会误动或拒动，存在很大的隐患）。本公司根据现场测试需要，适时开发出多功能矢量分析仪。

该产品集多功能于一身，具有多种测量功能，主要功能为：

相位仪功能—校验主变差动保护和母线差动的正确性；

PT 并列运行状态检测仪；

两段母线运行参数、矢量同屏对比；

电参量测试仪功能—测试电力系统必要的参数；

计量接线检测仪功能—对三相三线电能计量接线检进行检测；

谐波含量测试功能—现场测试电压和电流的谐波含量；

示波器功能—显示柱状图，做为简单的示波器，用来观察测试信号波形。

该测量仪器采用 DSP 交流采样，可同时测量 8 路电压和 8 路电流模拟量，仪器首创 16 通道矢量同屏显示，人机对话界面友好；自主研发开模的手持式结构，高强度工程塑料，坚固且轻便，使用简便，大大方便了现场使用，是电力工作者的得力助手。

一、功能特点

- 1、 8 路电压（双 UA、UB、UC、UN），8 路电流（双 IA、IB、IC、IN）测量数据、矢量图同屏显示；
- 2、 可用于两段母线矢量关系对比、核相；
- 3、 对于差动保护装置的测试只需一次接线即可完成六角图的绘制，大大提高了工作效率；在空间小，接线困难的情况下，还可采用双钳法进行多次测量最终绘制出完整的六角图。
- 4、 采用钳形电流互感器采集电流，不用断开电流回路，安全方便。
- 5、 可进行复杂保护装置的矢量分析，判断接线是否正确，并给出正确的接线图以供对比。
- 6、 可进行常规电参量测试，同时显示三相电压、三相电流、三相有功功率、三相视在功率、三相相位角；并可直读折算到互感器一次侧的电压幅值、电流的幅值、功率的数值。
- 7、 可进行三相三线高压计量装置错误接线检查，能对三相三线 48 种接线进行分析判断，直接给出分析结果；查处恶意改变计量接线的窃电手段，有效避免电费流失。
- 8、 可进行现场被测信号的谐波分析，能分析出 2—64 次谐波的各次含量，自动计算出总谐波失真度。
- 9、 采用 10 寸大屏幕彩色液晶屏显示器，分辨率 1280×800；
- 10、 仪器具有屏幕截图功能，对任何一屏的显示数据可以图片的形式手动保存下来；
- 11、 电容屏触摸操作，与平板电脑和智能手机操作近似，简便易用；
- 12、 支持鼠标操作，适应不同习惯的操作人员；
- 13、 大容量锂电池供电，连续工作长达 8 小时。
- 14、 用户可随时将测试的数据以记录的形式保存下来，以供集中统一管理、备案、查阅，可存储 200 组以上的数据。
- 15、 可将保存的记录通过 U 盘上传到后台管理计算机，进行综合分析，评审。
- 16、 具备万年历、时钟功能，实时显示测试工作进行的日期及时间。
- 17、 体积小、重量轻，便于现场使用。
- 18、 USB 接口，可用优盘等移动存储设备导出数据。

二、技术指标

1、输入特性

电压通道数量：8 通道

电压测量范围：10~450V

电压显示分辨率：0.01V

电流通道数量：8 通道

电流测量范围：0~10A

电流显示分辨率：0.0001A

相位测量范围：0° ~360°

谐波分析次数：2~64 次

2、准确度

电压：±0.1%

电流、功率：±0.2%

相角：±0.2°

谐波电压含有率测量误差：≤0.3%

谐波电流含有率测量误差：≤0.5%

3、工作温度：-15℃~ +45℃

4、充电电源：交流 160V~260V

5、绝缘：(1)、电压、电流输入端对机壳的绝缘电阻≥100MΩ。

(2)、工作电源输入端对外壳之间承受工频 2KV（有效值），历时 1 分钟实验。

6、体积：280mm×210mm×58mm

7、重量：1.8Kg

三、结构外观

(一)、仪器外观



图一、仪器正面视图

仪器顶端是伸缩提手，正面是触控液晶显示屏；所有的操作通过触摸屏或外置鼠标来进行。

(二)、测试接线端子接口



图二、接线端子接口

接线端子区位于仪器的左侧面，如图二，包括：电压输入端子 UA₁、UB₁、UC₁、UO₁、UN₁、UA₂、UB₂、UC₂、UO₂、UN₂；钳形电流互感器接口 (IA₁、IB₁、IC₁、IO₁、IA₂、IB₂、IC₂、IO₂)。

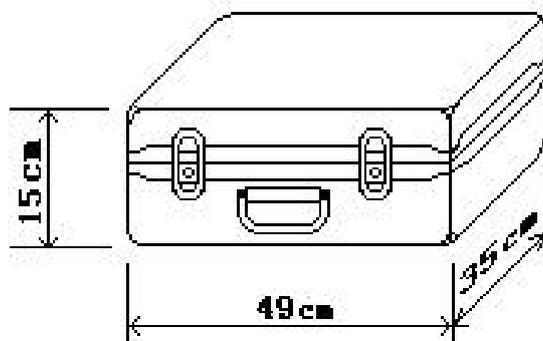
(三)、仪器辅助端子接口



图三、辅助端子接口

辅助端子区位于仪器的右侧面，包括：仪器工作开关、RS232/RS485 接口（用于将数据上传电脑）、USB 接口（用于连接 U 盘，可在线升级程序；也可以外接鼠标）、充电接口（仪器亏电时须及时充电，避免电池深度放电影响电池寿命，长期不用最好在一个月内充一次电，每次充电最好在 6 小时以上）。

(四)、仪器铝合金外包装箱



图四、仪器外包装箱尺寸

四、液晶界面

液晶显示界面包括主菜单和十几个功能界面：

1. 主菜单：



图五、主菜单

当开机后显示图五界面。屏幕中显示出各项功能菜单，包括十二个选项：参数设置、电气参数、谐波测试、频谱分析、波形显示、计量分析、六钳差动、双钳差动、PT 并列、母线差动、历史记录、系统关机。点击图标进入相应功能界面。屏幕左上角显示出当前实时的日期和时间，右下角显示出内置充电电池的剩余电量，用户可根据此数值来判断是否需要为仪器充电；。

2. 参数设置界面



图六、参数设置

参数设置界面如图六所示，此屏用于调整试验前所需要确定的数据。包括：接线方式、电流输入、电压变比、电流变比、当前日期、当前时间。

- 接线方式：指被测装置的接线联接方式，包括：三相三线和三相四线两种情况。点击相应的选项进行选择。
- 电流输入：指用哪种方式进行电流的测量，包括：2A 钳表测量、10A 钳表测量 2 种选项。点击相应的选项进行选择。
- 电压变比：指被测装置所连接的电压互感器的变比数值。
- 电流变比：指被测装置所连接的电流互感器的变比数值。
- 设置日期：对当前的日期进行设置。
- 设置时间：对当前的时间进行设置。

3. 电气参数-二次参量界面

一路参量[二次]				二路参量[二次]			
	电压(V)	电流(A)	功角(度)		电压(V)	电流(A)	功角(度)
A相	100.130	1.0049	036.90	A相	100.171	1.0051	036.82
B相	100.195	1.0033	036.88	B相	100.131	1.0021	036.84
C相	100.035	1.0033	036.91	C相	100.048	1.0032	036.87
N相	2.037	1.0024		N相	2.195	1.0024	
	有功(W)	无功(Var)	视在(VA)		有功(W)	无功(Var)	视在(VA)
A相	80.47	61.67	100.62	A相	80.61	61.60	100.68
B相	80.43	60.63	100.52	B相	80.32	60.45	100.34
C相	80.30	58.69	100.37	C相	80.33	58.68	100.37
总	241.20	180.99	301.51	总	241.27	180.73	301.39
总力率	0.79999			总力率	0.80052		

二次参量 一次参量 矢量显示

电流档:2A_Q 接线方式:3P4L

截屏 暂停 继续 返回

图七、电气参数-二次参量

二次参量界面如图七所示，界面左侧显示出第一路测试信号 ABCN 各相电压、电流、功角，ABC 各相有功功率、无功功率、视在功率，总有功功率、总无功功率、总视在功率、总功率因数；界面右侧显示出第二路测试信号 ABCN 各相电压、电流、功角，ABC 各相有功功率、无功功率、视在功率，总有功功率、总无功功率、总视在功率、总功率因数。

点击暂停按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击继续按钮刷新；点击返回按钮返回主菜单。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

4. 电气参数-一次参量界面



图八、电气参数-一次参量

一次参量界面如图八所示，界面左侧显示出第一路测试信号 ABCN 各相电压、电流、功角，ABC 各相有功功率、无功功率、视在功率，总有功功率、总无功功率、总视在功率、总功率因数；界面右侧显示出第二路测试信号 ABCN 各相电压、电流、功角，ABC 各相有功功率、无功功率、视在功率，总有功功率、总无功功率、总视在功率、总功率因数。以上所有显示数据均为根据所设置的电压变比和电流变比把二次侧数值折算到电压和电流互感器一次侧的数据。

点击**暂停**按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击**继续**按钮刷新；点击**返回**按钮返回主菜单。

点击**截屏**按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

5. 电气参数-矢量显示界面

电气参数-矢量显示界面如图九所示：界面左侧显示出第一路测试信号各相电压和电流的矢量关系图，电参量（包括 ABCN 四相电压、四相电流在图中对应的角度）；界面中部显示出第二路测试信号各相电压和电流的矢量关系图，电参量（包括 ABCN 四相电压、四相电流在图中对应的角度）。右侧是控制选项；包括：参考基准的选择（可以选择第一路信号 A 相电压或 A 相电流做为参考基准，也就是 0 度位置），通道的开关选择（每一相电压和电流都可以单独选择显示或关闭）。



图九、电气参数-矢量显示

点击暂停按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击继续按钮刷新；点击返回按钮返回主菜单。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

6. 谐波测试界面：

	Ua1(V)	Ub1(V)	Uc1(V)	Ia1(A)	Ib1(A)	Ic1(A)						
畸变率	0.23%	0.19%	0.17%	0.20%	0.24%	0.21%						
有效值	100.087	100.175	100.004	1.00	1.00	1.00						
	Ua1幅值	Ua1含量	Ub1幅值	Ub1含量	Uc1幅值	Uc1含量	Ia1幅值	Ia1含量	Ib1幅值	Ib1含量	Ic1幅值	Ic1含量
1	100.07	100.00%	100.13	100.00%	99.96	100.00%	1.004	100.00%	1.003	100.00%	1.003	100.00%
2	0.01	0.01%	0.04	0.04%	0.02	0.02%	0.000	0.04%	0.001	0.12%	0.001	0.07%
3	0.05	0.05%	0.03	0.03%	0.01	0.01%	0.000	0.01%	0.000	0.02%	0.000	0.02%
4	0.01	0.01%	0.01	0.01%	0.03	0.03%	0.000	0.04%	0.000	0.03%	0.000	0.03%
5	0.05	0.05%	0.02	0.02%	0.00	0.00%	0.000	0.04%	0.000	0.03%	0.000	0.01%
6	0.04	0.04%	0.04	0.04%	0.04	0.04%	0.000	0.02%	0.000	0.02%	0.000	0.02%
7	0.07	0.07%	0.03	0.03%	0.03	0.03%	0.000	0.03%	0.000	0.05%	0.000	0.04%
8	0.04	0.04%	0.03	0.03%	0.03	0.03%	0.000	0.03%	0.000	0.04%	0.000	0.03%
9	0.03	0.03%	0.02	0.02%	0.01	0.01%	0.000	0.04%	0.000	0.02%	0.000	0.04%
10	0.04	0.04%	0.02	0.02%	0.03	0.03%	0.000	0.02%	0.000	0.01%	0.000	0.01%
11	0.02	0.02%	0.02	0.02%	0.02	0.02%	0.000	0.01%	0.000	0.03%	0.000	0.04%
12	0.04	0.04%	0.01	0.01%	0.02	0.02%	0.000	0.01%	0.000	0.01%	0.000	0.01%
13	0.02	0.02%	0.02	0.02%	0.03	0.03%	0.000	0.05%	0.000	0.05%	0.000	0.02%
14	0.00	0.00%	0.01	0.01%	0.02	0.02%	0.000	0.01%	0.000	0.02%	0.000	0.01%
15	0.03	0.03%	0.02	0.02%	0.02	0.02%	0.000	0.02%	0.000	0.02%	0.000	0.02%
16	0.01	0.01%	0.00	0.00%	0.02	0.02%	0.000	0.01%	0.000	0.02%	0.000	0.01%

图十、谐波测试界面

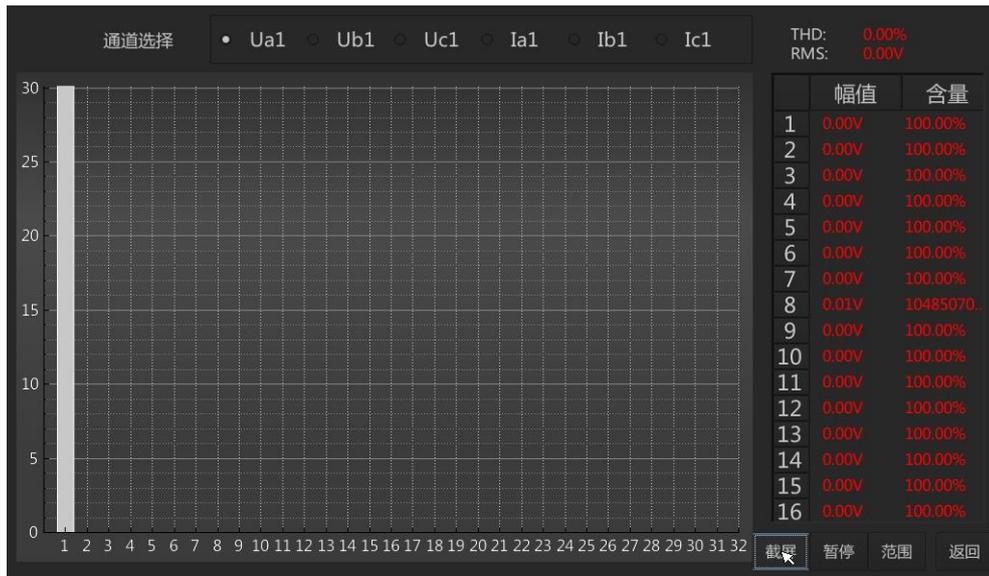
对第一路测试信号的 ABC 三相电压和三相电流进行谐波测试，如图十所示：其中前两行数据为各相的电压或电流波形畸变率（即总谐波失真度）和各相电压、电流的真有效值；后面表格中为各次谐波的数据。其中 1 次为基波电压和电流，以下依次为其它各次谐波的数值，以有效值形式和基波的

百分比两种形式表示，以表格的形式显示 1-64 次谐波数据。可通过点击上翻和下翻按钮来切换不同谐波次数的显示。

点击暂停按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击继续按钮刷新数据；点击返回按钮返回主菜单。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

7. 频谱分析界面：



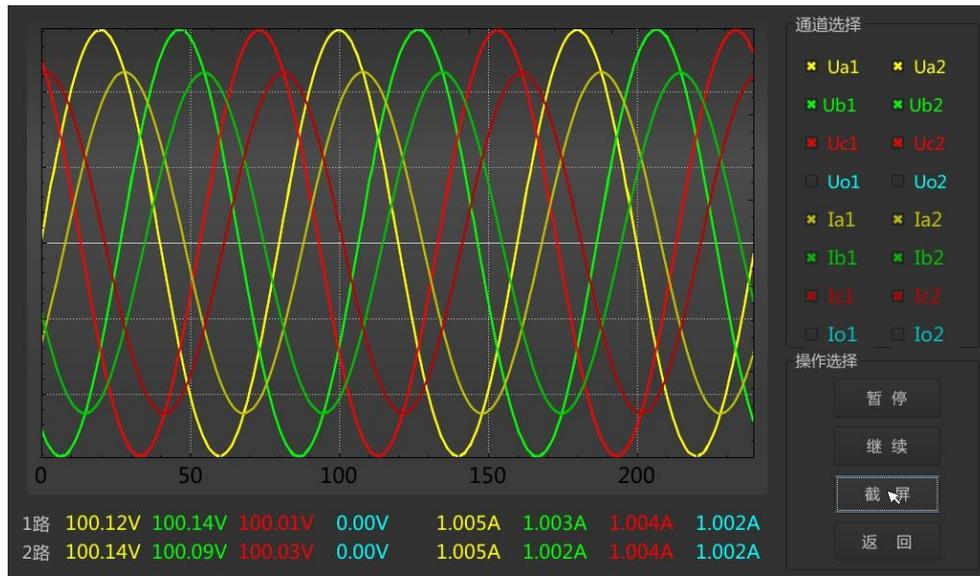
图十一、频谱分析界面

对第一路测试信号的 ABC 三相电压和三相电流进行谐波测试，并以频谱图型式显示，如图十一所示。以柱状图的形式显示出某一相电压或电流的谐波含量分布柱状图，相邻次数的谐波含量柱用不同的颜色区分开，每 10 种颜色为一组，循环显示；因 32 次以上的谐波一般情况下用不到，我们在柱状图里只显示到 32 次。顶端 UA-UB-UC-IA-IB-IC 提示当前测量通道（可通过点击相应的单选钮来改变所选通道），纵坐标刻度 0%-30% 表示各次谐波分量的百分比含量，基波含量始终对应到 100% 刻度（当所有次数的谐波含量都小于 30% 时进行放大显示，即以 30% 做为满刻度；当有一项以上的谐波含量大于 30% 时，以正常刻度显示，即以 100% 做为满刻度），横坐标的指示的是谐波的次数，右侧数值显示总谐波畸变率 THD、有效值和 1-64 次各次谐波的数值（可通过点击范围按钮并选择相应的范围值来改变显示范围）。

点击暂停按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击继续按钮刷新数据；点击返回按钮返回主菜单。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

8. 波形显示界面



图十二、波形显示界面

将两路测试信号的 ABC0 四相电压和四相电流波形图显示出来。如图十二所示。在此屏中可显示出当前各个被测量的实际波形，波形实时刷新，能直观的显示出被测信号的失真情况（是否畸变、是否截顶），当前显示为 A、B、C、0 各相所有的电压电流的波形，右侧 16 个复选按钮为显示通道选择按钮，可以通过点击相应的复选钮来切换不同的显示参量，16 个通道显示方式任意组合；可以做为简单的示波器使用。屏幕最下方显示出两路 A、B、C、0 各相电压和电流的实际测量的有效值。

点击暂停按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击继续按钮刷新数据；点击返回按钮返回主菜单。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

9. 计量分析-四线界面

对第一路测试信号的 ABC 三相电压和三相电流进行矢量图分析。如图十三所示，在屏幕的左上部分显示出三相四线制计量装置的实测矢量六角图，同一个坐标系中三相电压、三相电流六个量的矢量关系；在屏幕的右上部分显示出三相电压、三相电流的幅值和各个量以 U_a 为参照量的相位角；屏幕的下半部分是用来显示接线结果的分析情况，包括：相序、接线判断、错接线更正系数，对于三相四线制的接线由于正确接线不唯一且较容易分析，在此不进行矢量图的自动分析判别，也不提供追补电量的更正系数，用户可以

通过此屏中的矢量图直观的看出三相四线计量装置的接线是否正确，各相负荷的容、感性关系，图中所示为弱感性负载时接线全部正确情况下的向量图。



图十三、计量分析-四线界面

点击**暂停**按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击**继续**按钮刷新数据；点击**返回**按钮返回主菜单。

点击**截屏**按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

10. 计量分析-三线界面



图十四、计量分析-三线界面

对第一路测试信号的电压和电流进行矢量图显示和接线判断。在屏幕的左上部分显示出三相三线制计量装置的实测矢量图，同一个坐标系中两个电压参量（Uab、Ucb）、两个电流参量（Ia、Ic）四个量的矢量关系；在屏幕的

右上部分显示出电压 U_{ab} 和 U_{cb} 、电流 I_a 和 I_c 的幅值和各个量以 U_a 为参照量的相位角；屏幕的下半部分是用来显示接线结果的分析情况，包括：相序、接线判断、错接线更正系数，根据不同的负荷情况功率夹角的不同分 4 种角度范围（感性 $-5\sim 55$ 、感性 $55\sim 115$ 、容性 $-5\sim -65$ 、容性 $-65\sim -125$ ）对 192 种接线情况进行结果判定。

图中所示为弱感性负载时接线全部正确情况下的向量图，角度属于 $-5\sim 55$ 的范围，因此我们要看接线分析的第一行感性（ $-5\sim 55$ ）的结果，另外三行的分析结果无效；图中接线判断中的“正序”表示电压是正相序，如为逆相序应显示“负序”；“ $U_a U_b U_c$ ”表示电压接线是应为“ $U_a U_b U_c$ ”的位置上所接的是“ $U_a U_b U_c$ ”电压接线正确；“ $+I_a +I_c$ ”表示电流接线应为“ $I_a I_c$ ”的位置上所接的是“ $I_a I_c$ ”相别正确，“+”表示极性也都是正确的；更正系数为“1”表示接线正确，电能计量值不需更正，如果接线不正确的情况下结果中会给出具体的补偿系数（根据不同种类的接线错误可能为数值，也可能为公式）。

点击暂停按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击继续按钮刷新数据；点击返回按钮返回主菜单。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

11. 六钳差动界面

六钳差动界面如图十五所示：



图十五、六钳差动

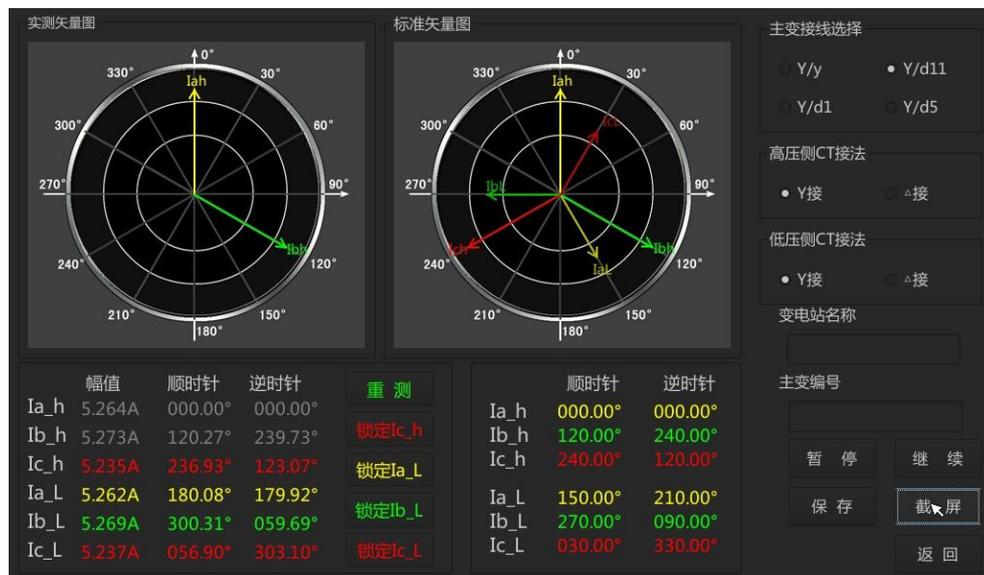
本界面用来进行主变差动保护装置接线的分析，用两路 ABC 相的 6 只钳表同时测量差动保护装置高、低压侧的各相电流，一次绘制成矢量图（其中第一路测量高压侧参量，第二路测量低压侧参量）。

图中可见：同时显示出两组矢量图，通过对比，可对测试结果进行分析。其中左侧为实测数据描绘的矢量图，右侧为标准矢量图；标准矢量图是根据右侧的主变接线选择、高压侧 CT 接法、低压侧 CT 接法三种参数的组合方式自动生成，目前预置了高、低压侧 CT 接法均为 Y 型的 4 种方式（其它所有互感器有三角形接线的情况均将接线方式转换为与 Y/Y 相同的情况）。屏幕下侧是高、低压侧各相电流参量实测幅值和相位角（所有的相位角都是以 I_{ah} 做为参考基准的测试结果），数据实时刷新。

点击暂停按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击继续按钮刷新数据；点击返回按钮返回主菜单。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

12. 双钳差动界面



图十六、双钳差动

双钳差动界面如图十六所示。本界面是利用双钳法进行主变差动保护装置接线的分析，用 2 只钳形电流表对被测保护装置的各相电流依次进行测量（其中第一路 A 相钳固定测量高压侧 A 相电流，第二路 A 相钳为活动钳，依次测量其他 5 个相别的电流），并依次按下相应锁定电流的按钮，绘制单个参数的向量图，当全部测试完毕后，测试结束。

在测试过程中一定要注意，改变活动钳表后一定要按下相应的按钮。矢量图下侧为各参量相对应的数据。

点击**暂停**按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击**继续**按钮刷新数据；点击**返回**按钮返回主菜单。

点击**截屏**按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

13. PT 并列界面



图十七、PT 并列

用两路 ABC 相的电压通道对两组电压进行并列测试。界面左侧显示出第一路测试信号各相电压的矢量关系图，电参量（ABC 三相电压在图中对应的角度）；界面中部显示出第二路测试信号各相电压的矢量关系图，电参量（ABC 三相电压在图中对应的角度）。注意：两组参量都是以第一路 Ua 做为参考基准。

点击**暂停**按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击**继续**按钮刷新数据；点击**返回**按钮返回主菜单。

点击**截屏**按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

14. 母线差动界面

用两路 ABC 相的电流通道对两组电流的相对矢量关系进行测试。界面左侧显示出第一路测试信号各相电流的矢量关系图，电参量（ABC 三相电流在图中对应的角度）；界面中部显示出第二路测试信号各相电流的矢量关系

图，电参量（ABC 三相电流在图中对应的角度）。注意：两组参量都是以第一路 Ia 做为参考基准。



图十八、母线差动

点击暂停按钮能将当前屏幕锁定，便于读数；点击继续按钮刷新数据；点击返回按钮返回主菜单。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

15. 历史记录界面

历史记录查询界面可以对各种存储的记录和电子说明书进行查阅。包括六种：接线分析、PT 并列、差动分析、母线差动、截屏图片、帮助信息。



图十八、历史记录-接线分析九

其中接线分析、PT 并列、差动分析、母线差动几个项目操作模式类似，在此只列出接线分析一个界面加以说明。图中可见右侧顶端有选择当前记录功能，点击记录时间右侧的倒三角标志可列出所有存好的数据记录，要查看哪条就点击哪条。还可以选择删除本条将本条记录删除，选择全部删除将本类型全部记录删除，选择导出 USB 将本类型记录导出到 U 盘。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

截屏图片查阅功能屏如下图所示：



图二十、历史记录-截屏图片

图中可见左侧是记录图片列表，要查看哪条就点击哪条，也可以点击下方的<<和>>查看上一条或下一条；点击全部删除将全部截屏图片删除，选择导出 USB 将所有截屏图片导出到 U 盘。

点击截屏按钮可将液晶屏显示内容以图片格式保存下来。

16. 系统关机界面

将操作系统关闭。建议在关闭硬开关之前要先在此界面关闭软件系统，防止软件出错。

五、使用方法

测试仪配有 2 条 5 芯的电压测试线和 8 只电流测试钳。电压测试线用来接入被测电压信号；电流钳用来检测电流信号，每只钳子分别对应一个钳表接口，不能互换，否则会影响测试精度，每只钳表中间有一个圆标贴，显示出钳表的相别和极性（标 N 的一端为电流的流出端，在使用接线要注意极性，接反会影响测试结果）。

在测试过程中要注意的问题：

- 1、要在测试前插好电流测试钳，严禁先夹测试钳后插入电流钳插座，这相当于电流测试钳二次开路，容易产生开路高压，损坏仪器。测试完成后要先摘下所有电流测试钳再拔下与主机相连的插头。
- 2、测试钳为保证各通道精度，应一一对应，要把各电流钳正确插入唯一与之对应的插座。交换不同输入，会降低测试精度，但一般测试精度在 $\pm 1\%$ 以内。
- 3、接入电压信号时测试线一定要先接到仪器的电压端子，然后再接到被测设备的电压端子；测试完成后一定要先摘下被测设备的电压接头，然后再拆除仪器侧的电压线。（此条尤为重要，反之可能引起大事故）

下面就不同的测试项目进行说明。

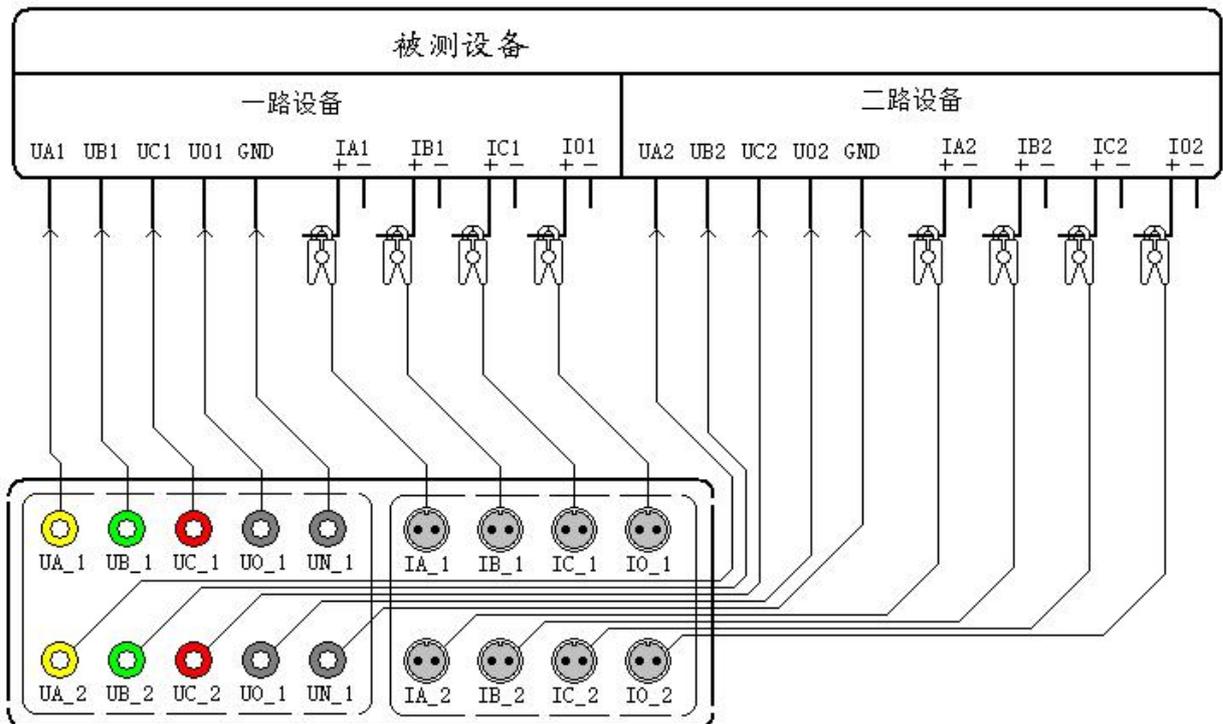
（一）. 电气参数测量（双路 8 通道）

1. 测试目的

用来检测两路电压（各四相）、两路电流（各四相）的测试数据。可将所有 16 个电参量的向量图同屏显示出来，从而确定供电系统的运行情况，便于分析故障原因和线损原因。

2. 测试方法

具体接线如图二十一所示：



图二十一、双路二次参量测试接线图

在本项目中同时接入两路是×四相电压和两路×四相电流信号。将第一路电压测试端子 UA_1、UB_1、UC_1、UO_1、UN_1 分别对应一路设备被测信号的 UA1、UB1、UC1、U01、UN1 五条相线；第一路四个钳形电流互感器 IA_1、IB_1、IC_1、IO_1 用来测量一路设备的 IA1、IB1、IC1、IO1 四相电流；第二路电压测试端子 UA_2、UB_2、UC_2、UO_2、UN_2 分别对应二路设备被测信号的 UA2、UB2、UC2、U02、UN2 五条相线，第二路四个钳形电流互感器 IA_2、IB_2、IC_2、IO_2 用来测量一路设备的 IA2、IB2、IC2、IO2 四相电流，接好线后进入“电气参数”屏查看测量数据。

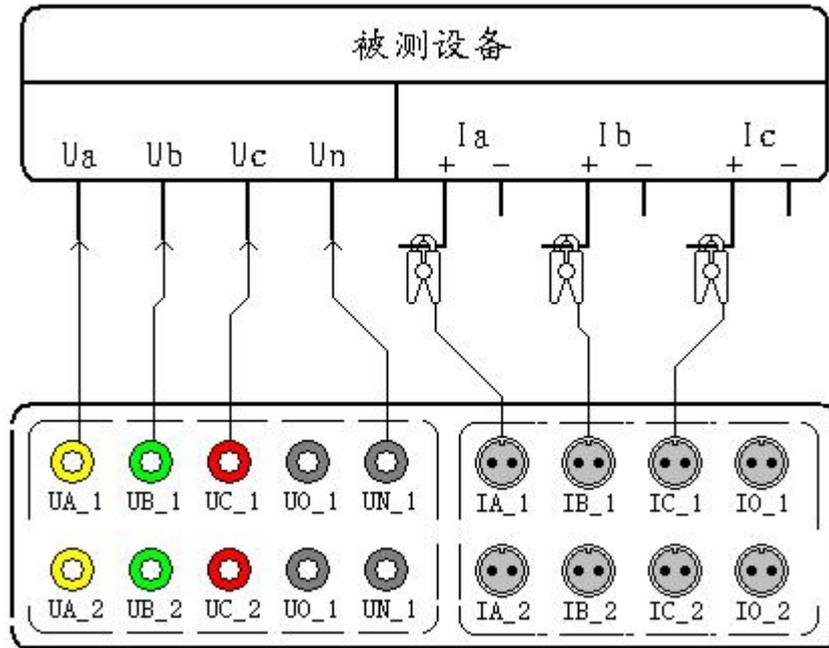
(二). 单路三相四线测量

1. 测试目的

用来检测被测三相四线制电气设备的电压、电流、功角、功率、功率因数等数据来了解被测设备的运行情况，便于分析故障原因和线损原因。

2. 测试方法

具体接线如图二十二所示：



图二十二、单路三相四线装置测试接线图

在本项目中同时接入三相电压和三路电流信号。将第一路电压测试端子 U_{A_1} 、 U_{B_1} 、 U_{C_1} 、 U_{N_1} 分别对应设备被测信号的 U_A 、 U_B 、 U_C 、 U_N 四条相线；第一路三个钳形电流互感器 I_{A_1} 、 I_{B_1} 、 I_{C_1} 用来测量被测设备的 I_A 、 I_B 、 I_C 三相电流，接好线后进入所需功能屏查看测量数据。

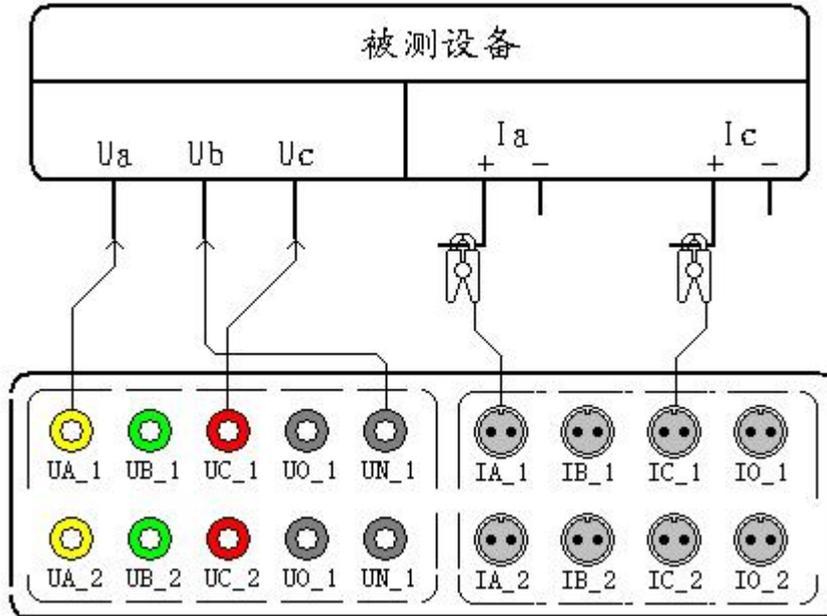
(三). 单路三相三线测量

1. 测试目的

用来检测被测三相三线制电气设备的电压、电流、功角、功率、功率因数等数据来了解被测设备的运行情况，便于分析故障原因和线损原因。

2. 测试方法

具体接线如图二十三所示：



图二十三、单路三相三线装置测试接线图

在本项目中同时接入三相电压和两路电流信号。将第一路电压测试端子 U_{A_1} 、 U_{N_1} 、 U_{C_1} 分别对应设备被测信号的 U_A 、 U_B 、 U_C 三条相线；第一路 I_{A_1} 、 I_{C_1} 两个钳形电流互感器用来测量被测设备的 I_A 、 I_C 两相电流，接好线后进入所需功能屏查看测量数据。

要特别注意：三相三线测试接线没有中性点，被测装置的 B 相电压信号要接入我们仪器的中性点 U_{N_1} 。

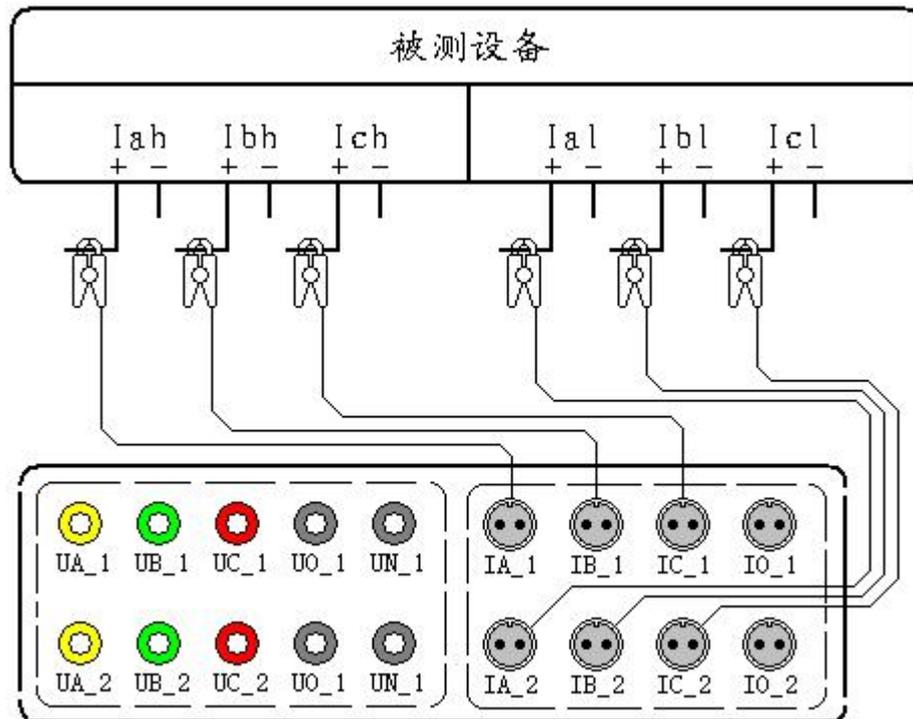
(四). 六钳差动保护矢量分析

1. 测试目的

通过检测被测设备保护装置的高、低压侧共六路电流的幅值和夹角关系来判断被测设备有无接线异常情况。从而确定保护装置是否可以正常运行并起到相应的保护功能。

2. 测试方法

具体接线如图二十四所示：



图二十四、六钳差动接线

首先对被测设备的参数进行设置，主要包括主变接线选择、高压 CT 接法、低压 CT 接法，设置完毕后进入“六钳差动测量”屏，开始接线，用六只电流钳同时测量高、低压两侧共六路电流，对应关系为：仪器的 IA1 接保护装置高压侧 A 相电流、IB1 接保护装置高压侧 B 相电流、IC1 接保护装置高压侧 C 相电流、IA2 接保护装置低压侧 A 相电流、IB2 接保护装置低压侧 B 相电流、IC2 接保护装置低压侧 c 相电流；接好后查看测量分析结果。

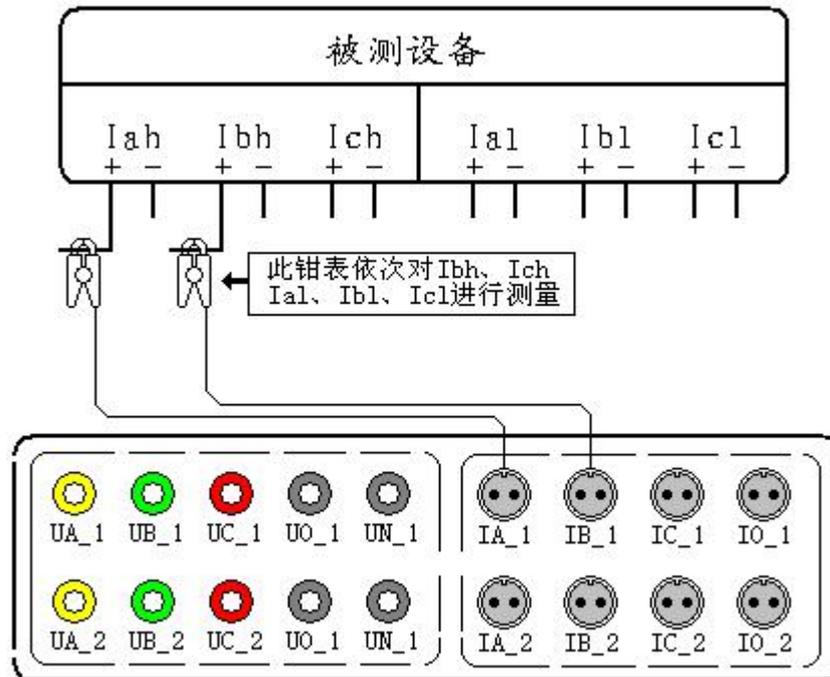
（五）. 双钳差动保护矢量分析部分

1. 测试目的

对于差动保护的测试，当被测设备接线空间较小，无法同时接入六只钳表时，采用双钳法逐次测量来完成保护装置的高、低压侧共六路电流的幅值和夹角关系的测量。

2. 测试方法

具体接线如图二十五所示：



图二十五、双钳差动接线

首先对被测设备的参数进行设置，主要包括主变接线选择、高压 CT 接法、低压 CT 接法，设置完毕后进入“双钳差动测量”屏，开始接线；用 IA1 和 IB1 两只钳表进行测量，其中 IA1 钳表固定检测被测保护装置的高压侧的 A 相电流，标有 IB1 的钳表逐次对其它相别的电流进行巡检，依次对每个电流进行测量，并根据提示按相应的按键对结果锁定，最终绘出完整的矢量图，如果觉得有个别参量测试不准确可重新接线测试。

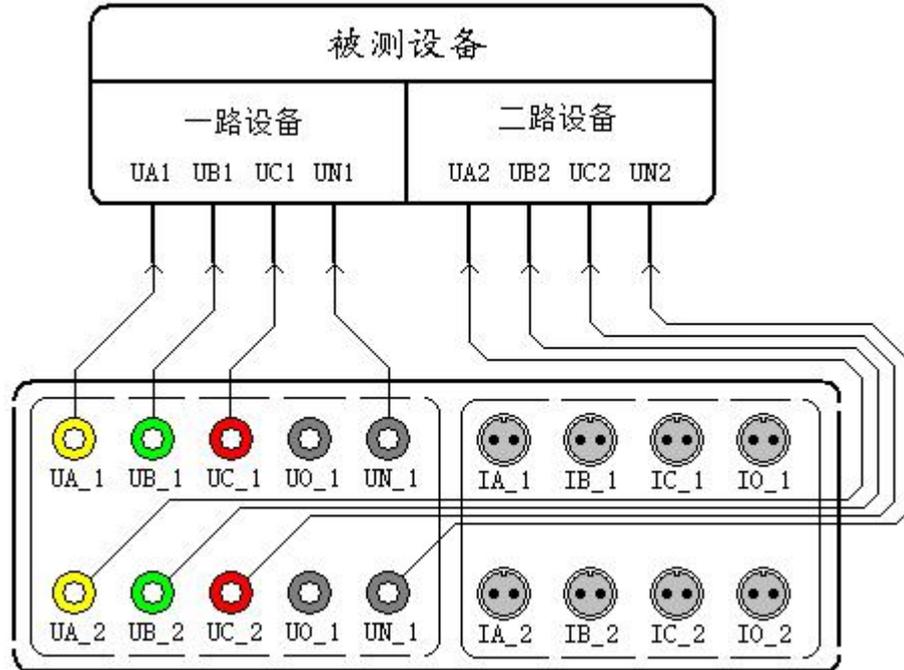
(六). PT 并列测试部分

1. 测试目的

用两路 ABC 相的电压通道对两组母线电压进行测试，来确定两段母线是否具备并列的条件。

2. 测试方法

具体接线如图二十六所示：



图二十六、PT 并列接线图

在本项目中同时接入两路×三相电压信号。将第一路电压测试端子 UA₁、UB₁、UC₁、UN₁ 分别对应一路设备被测信号的 UA1、UB1、UC1、UN1 四条相线；第二路电压测试端子 UA₂、UB₂、UC₂、UN₂ 分别对应二路设备被测信号的 UA2、UB2、UC2、UN2 四条相线，接好线后进入“PT 并列”功能屏查看测量数据。

六、电池维护及充电

仪器采用高性能锂离子充电电池做为内部电源，操作人员不能随意更换其他类型的电池，避免因电平不兼容而造成对仪器的损害。

仪器须及时充电，避免电池深度放电影响电池寿命，

正常使用的情况下尽可能每天充电（长期不用最好在一个月内存充一次电），以免影响使用和电池寿命，每次充电时间应在 6 小时以上，因内部有充电保护功能，可以对仪器连续充电。

每次将电池从仪器中取出后仪器内部的电池保护板自动进入保护状态，重新装入电池后，不能直接工作，需要用充电器给加电使之解除保护状态，才可正常工作。

七、注意事项

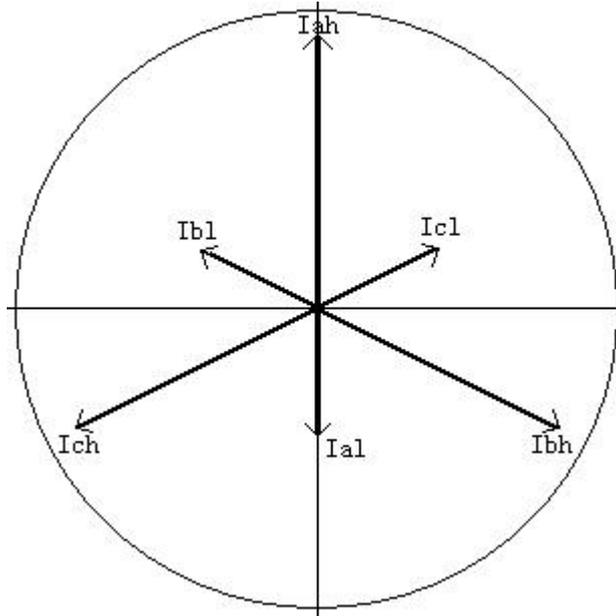
1. 在测量过程中一定不要接触测试线的金属部分，以避免被电击伤。
2. 测量接线一定要严格按说明书操作，确保人身安全。
3. 最好使用有地线的电源插座。
4. 不能在电压和电流过量限的情况下工作。
5. 各钳表一定要与面板上相应的插座一一对应，否则会影响测试结果。
6. 电压线和钳表接入时一定要按照先接仪器侧再接到被测装置的原则，拆除时一定要按照先拆装置侧再拆仪器侧的原则进行。

附录一：主变的几种接线方式

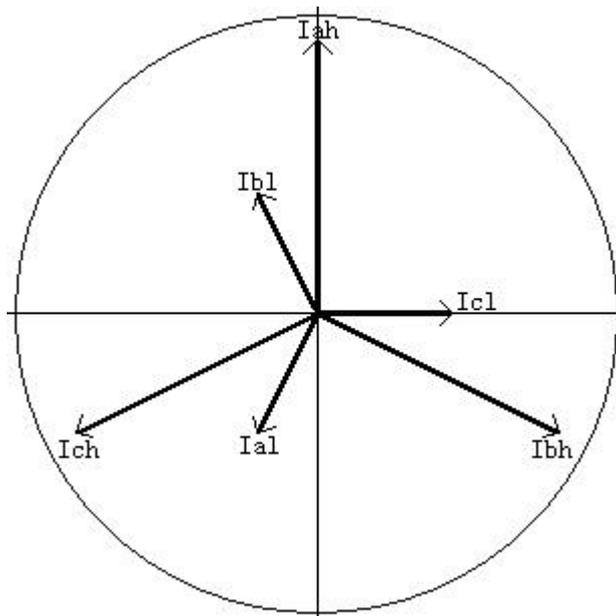
主变差动保护（针对两卷变）接线结果（只给出正确矢量图）

根据变压器的联结组别和高低压侧 CT 形式分为以下七种情况：

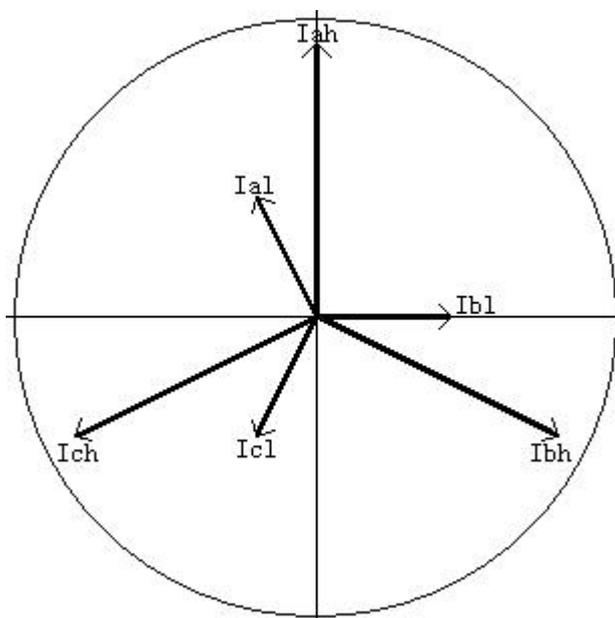
1. 主变为 Y/Y 接线方式，高低压侧 CT 为 Y/Y



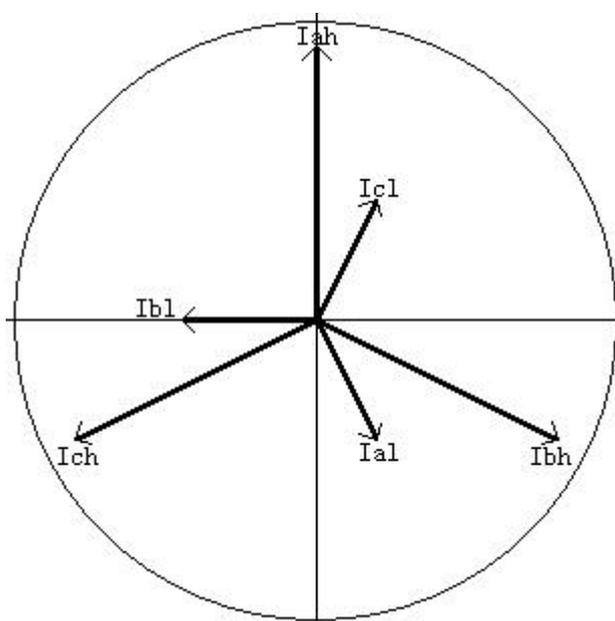
2. 主变为 Y/D1 接线方式，高低压侧 CT 为 Y/Y



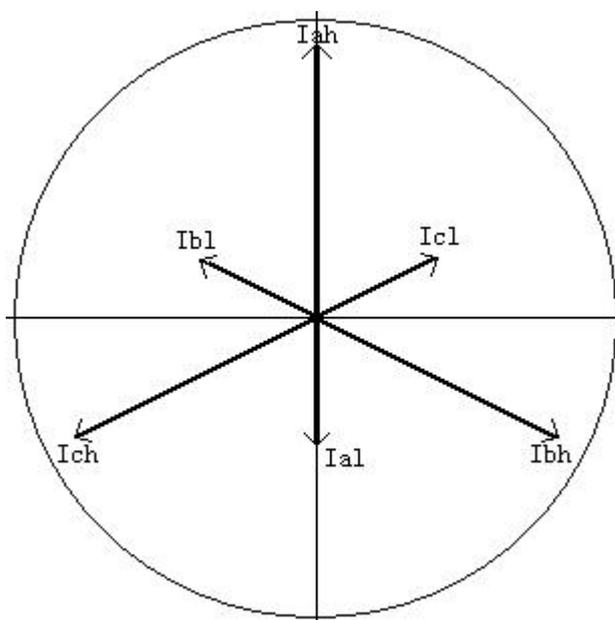
3. 主变为 Y/D5 接线方式，高低压侧 CT 为 Y/Y



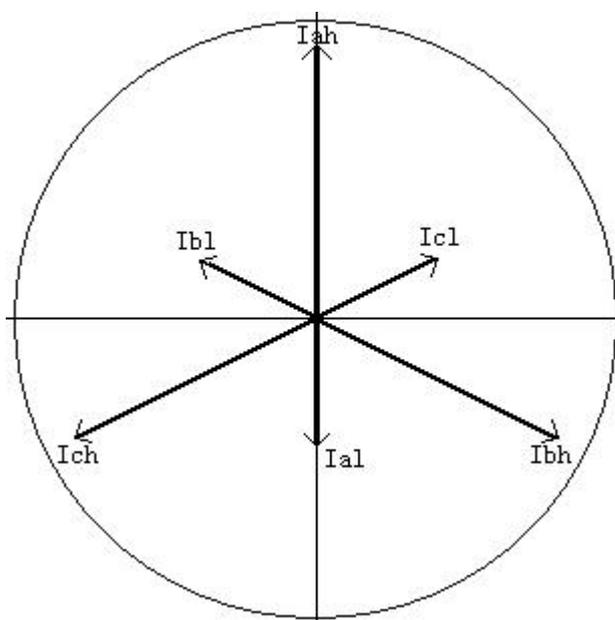
4. 主变为 Y/D11 接线方式，高低压侧 CT 为 Y/Y



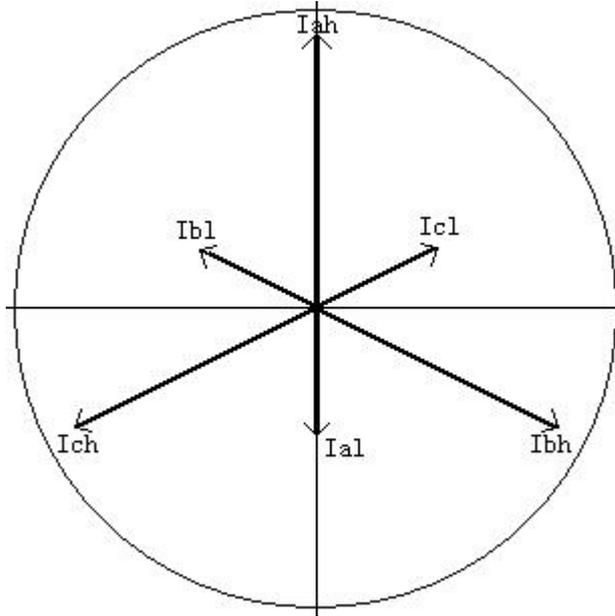
5. 主变为 Y/D1 接线方式，高低压侧 CT 为 D/Y



6. 主变为 Y/D5 接线方式，高低压侧 CT 为 D/Y

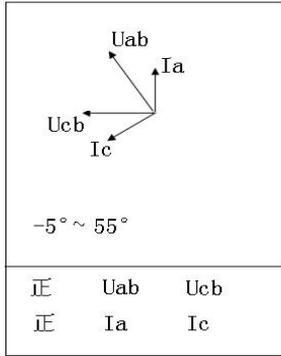


7. 主变为 Y/D11 接线方式，高低压侧 CT 为 D/Y

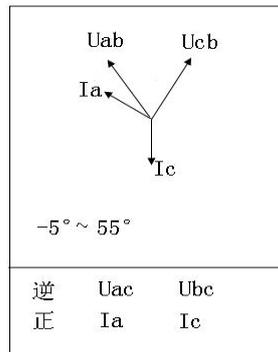


附录二： 三相三线计量接线判断

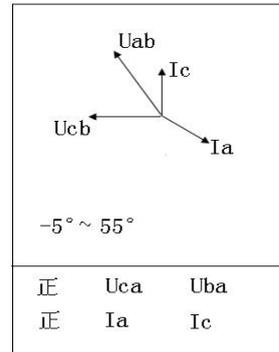
情况一： A、C 相电流正确



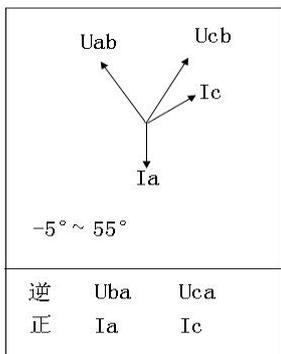
正确



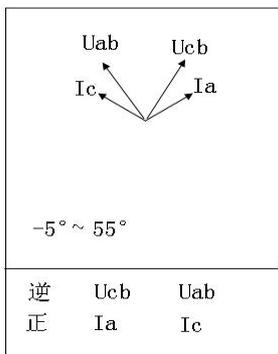
B、C相电压接错



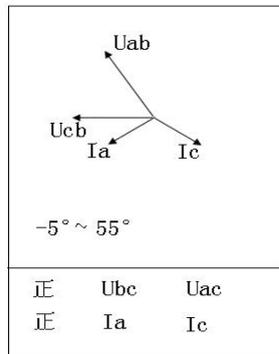
A、B、C电压接成C、A、B



A、B相电压接错

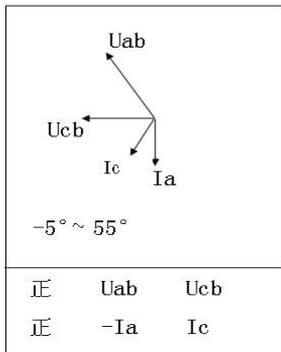


A、C相电压接错

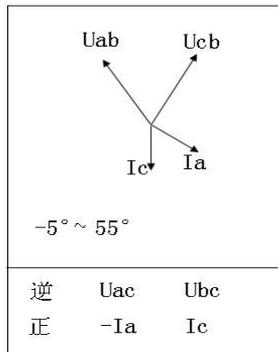


A、B、C电压接成B、C、A

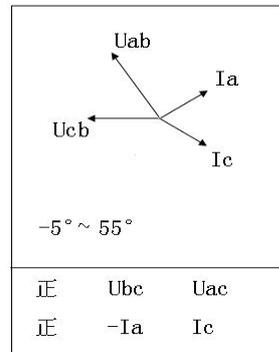
情况二： A 相电流反向



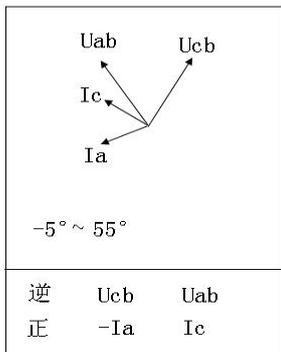
A、B、C三相电压接线正确



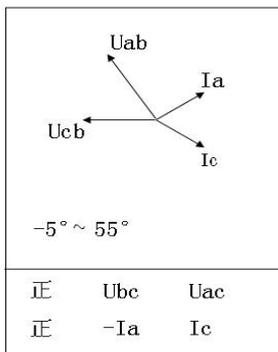
B、C相电压接反



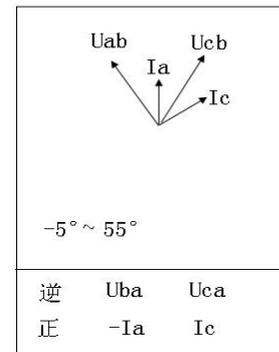
A、B、C三相电压分别接B、C、A



A、C相电压接反

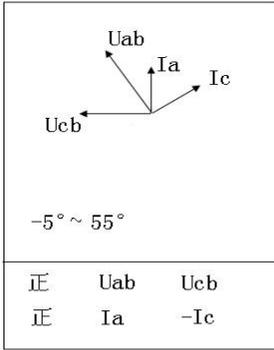


A、B、C三相电压分别接C、A、B

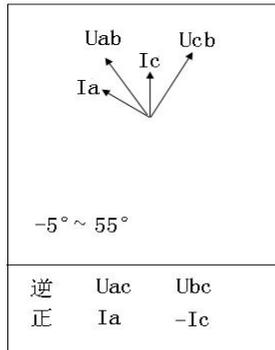


A、B相电压接反

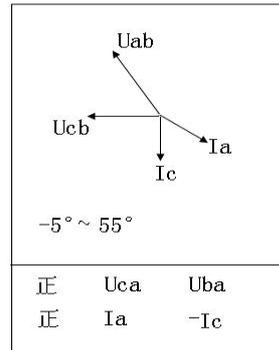
情况三：C相电流反向



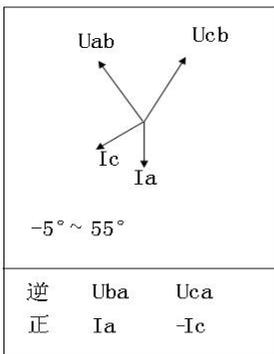
C相电流接反



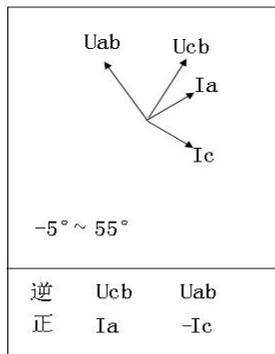
B、C相电压接错



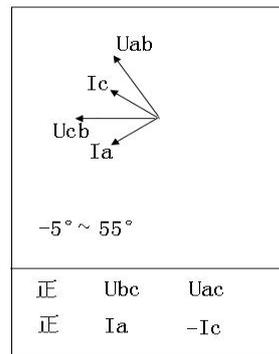
A、B、C三相电压顺序接错



A、B相电压接错

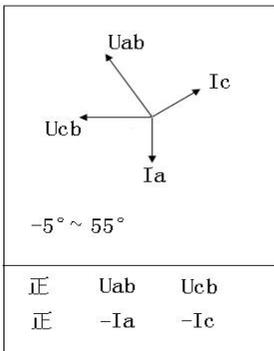


A、C相电压接错

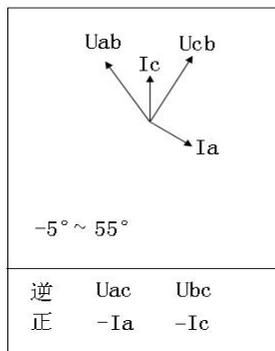


A、B、C三相电压接错

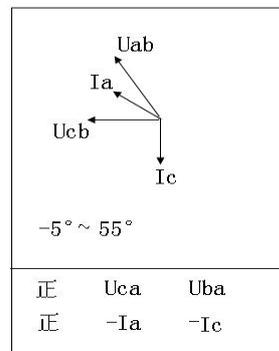
情况四：A、C相电流全反向



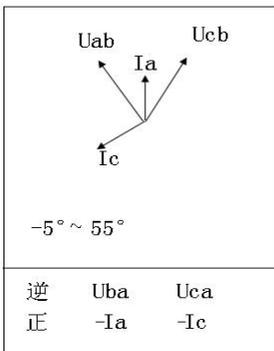
A、C相电流接反



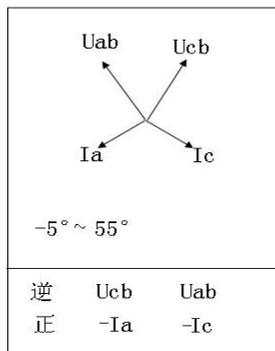
B、C相电压接错



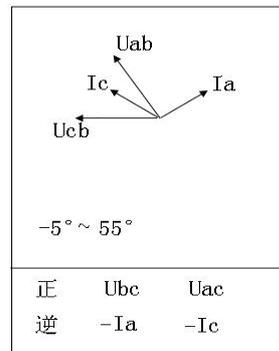
A、B、C三相电压顺序接错



A、B相电压接错

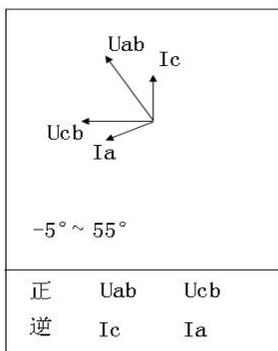


A、C相电压接错

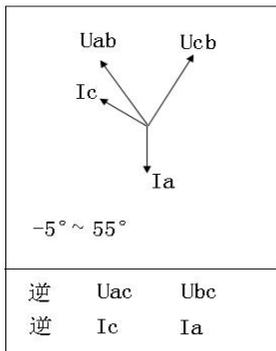


A、B、C三相电压接错

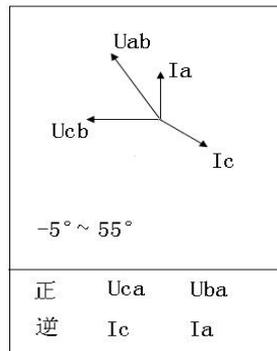
情况五：A、C相电流相间接错，极性正确



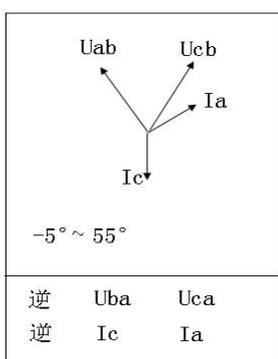
A、C相电流相间接错



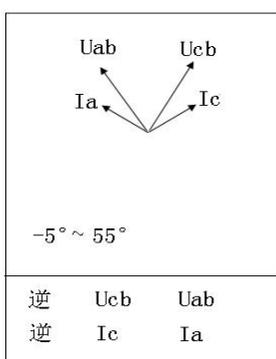
B、C相电压接错



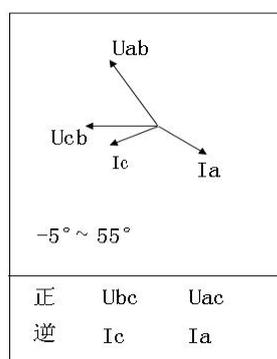
A、B、C顺序接错



A、B相电压接错

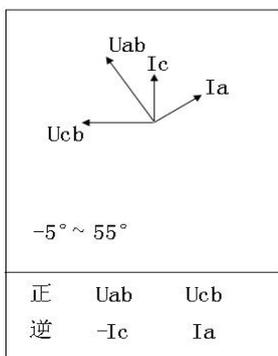


A、C相电压接错

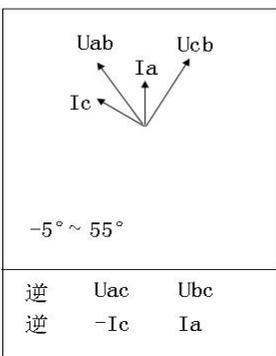


A、B、C三相电压接错

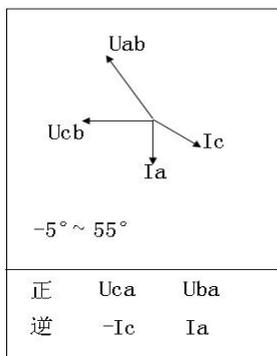
情况六：A、C相电流相间接错，且A相反向



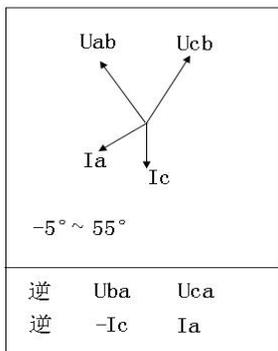
电压正确



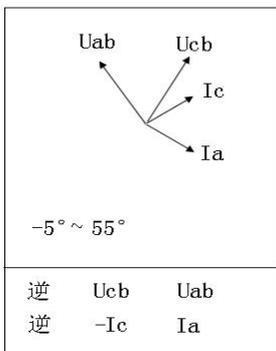
B、C相电压接错



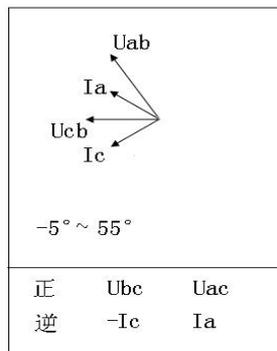
A、B、C三相电压顺序接错



A、B相电压接错

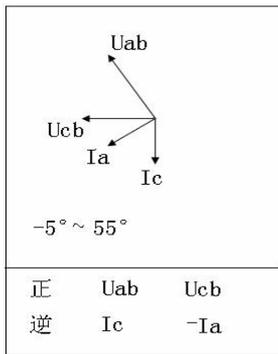


A、C相电压接错

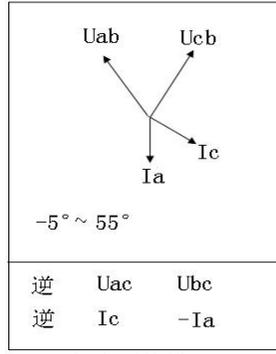


A、B、C三相电压接错

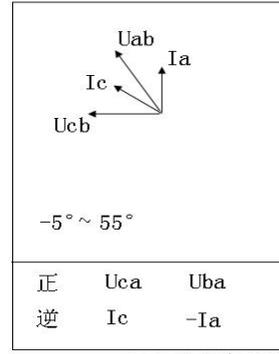
情况七：A、C相电流相间接错，且C相反向



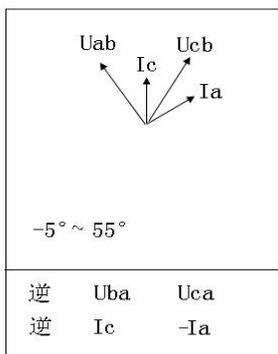
电压正确



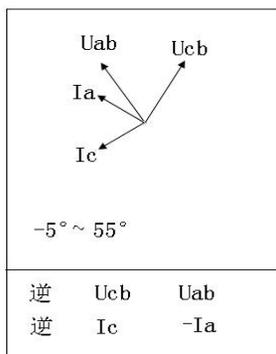
B、C相电压接错



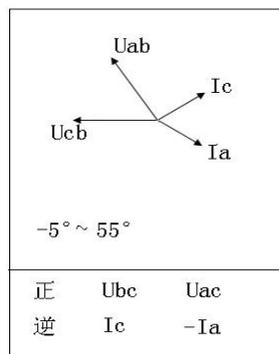
A、B、C三相电压顺序接错



A、B相电压接错

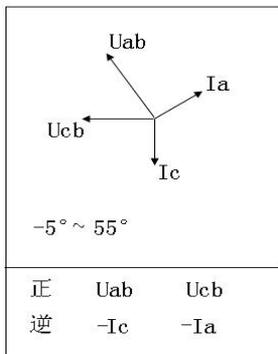


A、C相电压接错

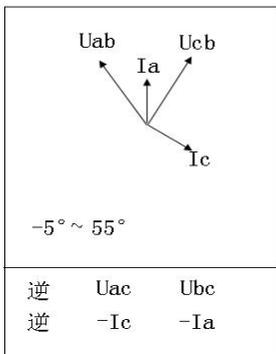


A、B、C三相电压顺序接错

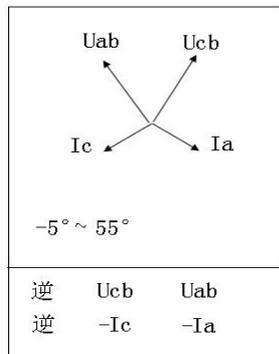
情况八：A、C相电流相间接错，且都反向



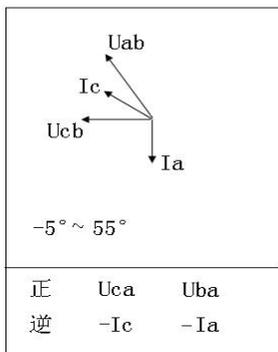
A、C相电流相间接错并接反



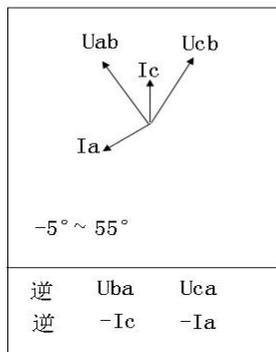
A、B相电压接反



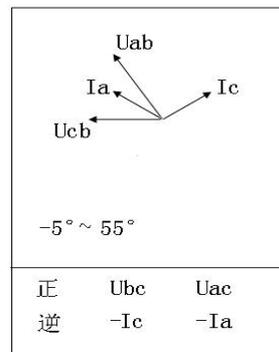
A、C相电压接



A、B、C三相电压顺序接错



A、B相电压接错



A、B、C三相电压接错

以上所提供的 48 种接线矢量图中只有第一种情况是正常的接线，其他图都有不同的问题。

在每幅图的下侧给出了判定结果，包括电压接线结果和电流的接线结果，同时还标注了相序的正确与否。