

中国南方电网有限责任公司企业标准

电能计量装置现场检验作业指导书 (试行)

Q/CSG11304-2008

2008-02-25 发布

2008-02-25 实施

中国南方电网有限责任公司 发布

目 录

1	目的	4
2	适用范围	4
3	规范性引用文件	4
4	技术术语	4
5	现场检验工作的一般要求	5
5.1	安全工作	5
5.2	试验人员	5
5.2	试验设备	5
6	现场检验工作的一般流程	5
7	电能表现场实负荷（在线）检验	6
7.1	保证安全的组织措施	6
7.2	危险点分析与预防措施	6
7.3	试验人员	6
7.4	检验设备	6
7.5	检验项目	6
7.6	检验条件	7
7.7	检验方法与操作步骤	7
7.8	检验结果的处理	9
8	电流互感器现场检验	9
8.1	保证安全的组织措施	9
8.2	危险点分析与预防措施	9
8.3	试验人员	9
8.4	检验设备	10
8.5	检验项目	10
8.6	检验方法与操作步骤	10
8.7	检验结果的处理	12
9	电压互感器现场检验	13
9.1	保证安全的组织措施	13
9.2	危险点分析与预防措施	13
9.3	试验人员	13
9.4	检验设备	13
9.5	检验项目	14
9.6	检验方法	14
9.7	操作步骤	17
9.8	检验结果的处理	19
10	电压互感器二次回路压降测试	20
10.1	保证安全的组织措施	20
10.2	危险点分析与预防措施	20
10.3	测试人员	20
10.4	测试设备	20

10.5	测试方法	20
10.6	操作步骤	21
10.7	测试结果处理	21
11	电流互感器二次实际负荷测试	22
11.1	保证安全的组织措施	22
11.2	危险点分析与预防措施	22
11.3	测试人员	22
11.4	测试设备	22
11.5	测试方法	22
11.6	操作步骤	23
11.7	测试结果处理	23
12	电压互感器二次实际负荷测试	24
12.1	保证安全的组织措施	24
12.2	危险点分析与预控	24
12.3	测试人员	24
12.4	测试设备	24
12.5	测试方法	24
12.6	操作步骤	24
12.7	测试结果处理	25
13	附录	25
附录 A	电能计量装置合成误差的计算	26
附录 B	电压互感器的负荷误差换算	28
附录 C	电能计量装置现场检测原始记录格式	29

前 言

为规范中国南方电网有限责任公司各级电能计量检定机构开展电能计量装置现场检验工作的检验方法和操作程序，确保检验工作的安全和检验数据的准确可靠，制定本作业指导书。

本指导书的附录 A、附录 B 为规范性附录，附录 C 为参考性附录。

本指导书由中国南方电网有限责任公司市场部归口。

本指导书由中国南方电网有限责任公司市场部提出并负责解释。

本指导书起草单位：广西电力试验研究院有限公司。

本指导书主要起草人：李伟坚、周毅波、郑龙、石少青、曹敏、林军、胡嘉、叶瑞贞、林克灵、李亚林、丁辉。

本指导书由中国南方电网有限责任公司标准化委员会批准。

电能计量装置现场检验作业指导书

(试行)

1 目的

制定本作业指导书是为了规范中国南方电网有限责任公司各级电能计量检定机构开展电能计量装置现场检验工作的检验方法和操作程序，确保检验工作的安全和检验数据的准确可靠。

2 适用范围

本作业指导书适用于南方电网公司范围内新装及运行中的电能计量装置的现场检验。

3 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本指导书的引用而成为本指导书的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本指导书，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本指导书。

JJG1027 《测量误差及数据处理》

JJG1021 《电力互感器》

SD109 《电能计量装置检验规程》

DL408 《电业安全工作规程》（发电厂和变电所电气部分）

DL/T448 《电能计量装置技术管理规程》

DL/T614 《多功能电能表》

Q/CSG 1 004-2004 《电气工作票技术规范（发电、变电部分）》（南方电网公司企业标准）

4 技术术语

4.1 电能计量装置

指用于计量电能量的装置，包括电能表、计量用电压互感器、计量用电流互感器以及连接它们的二次回路的全部或其中的一部分。

4.2 电能计量装置现场检验

指对电能计量装置在安装现场实际工作状态下实施的在线（电能表、电压互感器二次压降、互感器二次实际负荷）或离线（电流、电压互感器）检测。

4.3 电压互感器二次实际负荷

指电压互感器在实际运行中，二次绕组所接的总导纳 Y ，按 $S=U_{2c}^2 \times Y$ 折算成伏安值。

4.4 电流互感器二次实际负荷

指电流互感器在实际运行中，二次绕组所接的总有效阻抗 Z ，按 $S=I_{2c}^2 \times Z$ 折算成伏安值。

4.5 电压互感器二次回路压降

指电压互感器二次端子电压与接入电能表对应端子之间的电压差，用同相分量和正交分量的合成值表示。

4.6 互感器合成误差

指电流、电压互感器的比值差和相位差在测量功率时的误差合成。

4.7 电压互感器二次回路压降合成误差

指电压互感器二次回路压降的正交分量、同相分量在测量功率时的误差合成。

4.8 电能计量装置综合误差

指电能表误差、互感器合成误差以及电压互感器二次回路压降合成误差的代数和。

5 现场检验工作的一般要求

5.1 安全工作

1) 为了保证工作人员在现场试验中的人身安全和电力系统发、供、配电气设备的安全运行，必须严格执行 DL408《电业安全工作规程》（发电厂和变电所电气部分）。

2) 工作人员与带电高压设备的要有足够安全距离，安全距离见表 1。

表 1: 安全距离

电压等级 (kV)	安全距离 (m)
10 及以下	0.70
20—35	1.00
60—110	1.50
220	3.00
500	5.00

3) 现场试验工作应采取保证安全的组织措施

组织措施包括:a) 工作票制度; b) 工作许可制度; c) 工作监护制度; d) 工作间断、转移和终结制度。

4) 现场试验工作应采取保证安全的技术措施

技术措施包括:a) 停电; b) 验电; c) 装设接地线; d) 悬挂标示牌和装设遮拦。

5) 危险点分析与预防措施

进行现场试验前应进行危险点分析，并提出有效的预防措施。

6) 未经允许试验人员不得对现场设备进行操作。

5.2 试验人员

现场试验人员不少于 2 人，至少应有 1 人持有所检验项目要求的计量检定员证，所有试验人员应具有进入工作场所要求的资格。

5.3 试验设备

用于检验工作的仪器设备应具有法定计量检定机构出具的有效期内的计量检定合格证，使用前 7 日内应进行检查核对，保证设备处于良好工作状态。

6 现场检验工作的一般流程

1) 接受工作任务

2) 指派工作人员: 按工作任务的要求，指派具有资格的工作负责人和工作人员。

3) 现场勘查 (必要时)

必要时工作人员应到试验现场进行勘查。现场勘查内容一般包括被检设备情况、现场设备运行情况、工作场地、试验电源、现场配合情况等。

4) 编写、审批试验方案

有要求时应编写试验方案，试验方案一般应包括：保证安全的组织措施、危险点分析与预防措施、试验时间、试验内容、试验人员、试验设备、试验条件、试验依据、试验方法等。试验方案经审批后执行。

5) 试验设备的准备

按工作任务的要求，准备所需的试验设备，进行使用前检查核对。

6) 试验设备的包装运输

对试验设备进行包装，要求防尘、防震、防潮、防腐蚀，运输时注意采取稳固措施，避免倾倒、跌落。

7) 办理工作票

根据试验内容按《电业安全工作规程》和南方电网公司《电气工作票技术规范》的要求办理工作票，必要时填写“二次设备及回路工作安全技术措施单”，工作票批准后才能进行工作。

8) 现场检验

按相应试验项目的检验方法和操作步骤进行现场检验。检验过程应注意监护，做好试验记录。

9) 工作票终结

检验工作完成后，清理试验现场，设备、人员撤离现场，工作负责人办理工作票终结手续。

10) 检验结果处理、归档

按检验项目相应的检验结果处理方法进行检验结果处理。按要求出具检验报告（或总结），检验记录、报告归档。

7 电能表现场实负荷（在线）检验

7.1 保证安全的组织措施

- 1) 办理第二种工作票，有要求时应填写“二次设备及回路工作安全技术措施单”。
- 2) 工作票许可后，工作负责人应前往工作地点，核实工作票各项内容，向工作班人员交代工作任务、安全工作要求和注意事项。
- 3) 至少有两人一起工作，其中一人进行监护。

7.2 危险点分析与预防措施

- 1) 有走错地点误碰其他设备的可能性。预防措施：在工作区范围设立标示牌或护栏。
- 2) 将标准表接入电流二次回路时，有可能导致电流互感器二次开路。
预防措施：a) 接入电流回路前，应测量标准表电流回路是否良好连通；b) 在断开和接通电流联片时，必须用仪表进行监视；c) 电流回路试验导线应有良好的绝缘，中间不允许有接头，并应有明显的极性和相别标志，连接头应具有自锁功能；d) 工作时应站在绝缘垫上，操作工具绝缘良好。
- 3) 有可能导致电压互感器二次短路。
预防措施：a) 接入电压回路前，应测量标准表电压回路，确认其不短路。b) 电压连接导线应有良好的绝缘中间不允许有接头，并应有明显的极性和相别标志。

7.3 试验人员

试验人员不少于2人，其中至少有1人持有电能表项目计量检定员证。

7.4 检验设备

使用的标准电能表现场校验仪的准确度级别应比被检电能表高两个等级或以上。现场检验三相三线两元件电能表时，应选用B相接地与否对测量误差没有影响的标准电能表。

7.5 检验项目

- 1) 测量实际负荷下电能表的误差；
- 2) 多费率电能表内部时钟校准；
- 3) 电池检查；
- 4) 事件记录检查；

-
- 5) 接线检查;
 - 6) 计量差错检查;
 - 7) 不合理的计量方式检查 (首次现场检验时);
 - 8) 多功能电能表的功能检查 (如果主站端具有远方功能, 则该项目不需要)。

7.6 检验条件

- 1) 在现场检验时, 工作条件应满足下列要求:
- 2) 电压对额定值的偏差不应超过 $\pm 10\%$;
- 3) 频率对额定值的偏差不应超过 $\pm 2\%$;
- 4) 负荷相对稳定。
- 6) 当负荷电流低于被检电能表标定电流的 10% (对于 S 级的电能表为 5%) 或功率因数低于 0.5 时, 不宜进行误差测定。

7.7 检验方法与操作步骤

7.7.1 电能表误差测量

电能表误差测量采用标准表法。

7.7.2 电能表误差操作步骤

- 1) 将标准设备的电流回路串联接入被检电能表相应的电流回路 (或用现场校验仪的电流钳测量电流值), 将标准设备的电压回路并联接入被测电能表相应的电压回路; 接线前先检查确认电流回路导通、电压回路不短路。
- 2) 根据被检电能表的实际情况, 使用标准设备的光电头采读被检电能表转盘转数 (或光脉冲数), 被检电能表有输出脉冲的也可以接输出脉冲。
- 3) 断开电流连片, 将电流输入到标准表。断开电流连片时应注意对分流情况进行监视。
- 4) 操作标准电能表, 查看并记录电流、电压、相位等二次电量参数。
- 5) 进行电能表相对误差测量。在标准电能表达到热稳定后, 且在负荷相对稳定的状态下, 测定误差。测定次数一般不得少于 2 次, 取其平均值作为实际误差。但对有明显错误的读数应该舍去。当实际误差在最大允许值的 80%~120% 时, 至少应再增加 2 次测量, 取多次测量数据的平均值作为实际误差。
- 6) 将标准设备退出被测电能表测量回路。先接通电流连片, 检查标准表分流情况, 确认标准表分流接近为零后, 方可拆除试验接线。

7.7.3 电能表内部时钟校准

- 1) 校核电能表内部时钟与北京时间之差;
- 2) 电能表内部时钟校准的步骤

a) 检查电能表内部日历时钟是否正确

检查被试电能表内的日历时钟, 与北京时间相差在 1 分钟以内的可不调整时间, 相差在 1~5 分钟需现场调整时间; 与北京时间误差在 5 分钟以上, 分析原因, 必要时更换表计。

b) 采用 GPS 法校对电能表内部时钟

将 GPS 的通讯接口 (串口) 接至便携式电脑的一个通讯接口, 电能表通讯接口接便携式电脑的另一个通讯接口。时钟校对前, 首先使 GPS 处于有效接收状态 (工作现场注意 GPS 接收天线摆放位置和接收电缆的屏蔽), 校准便携式电脑的时钟后, 再用便携式电脑中的电表校时软件对电能表内部时钟进行校准, 校准时记录电表时差, 校准后检查电能表时钟。若现场不具备 GPS 法校时条件, 可在试验室先将便携式电脑时钟校准, 再在工作现场对电能表内部时钟进行校准, 注意时间不得超过 1 周。

c) 采用北京时间校对法校准电能表内部时钟

将便携式电脑与北京时间校准后, 再用便携式电脑中的电表校时软件对电能表内部时钟进行校准, 校准前记录电能表时差, 校准后检查电表时钟。当电表具备硬件校时功能时, 可采用

手动方式。

7.7.4 电池检查

检查电能表内部用电池的使用时间或使用情况的记录,当发现异常情况时,应及时更换并作相应的记录。

7.7.5 事件记录检查

检查多功能电能表事件记录寄存器,并将记录下载到便携式电脑中。

7.7.6 接线检查

检查电能表和计量用互感器二次接线是否正确,可以采用相位表或带接线检查功能的电能表现场校验仪检查接线。检查应在电能表接线端进行。

根据做出的相量图或现场校验仪给出的结果与实际负荷电流及功率因数相比较,分析判断电能表的接线是否正确。如有错误,先经有关管理人员确认,然后按分析结果更正电能表接线,重新检查。如仍然不能确定其错误接线的实际情况,则应停电检查。

对于判断为错误接线的电能计量装置应有详细的记录,包括错误接线的形式、向量图、计算公式、更正后的接线形式、向量图等。

7.7.7 计量差错检查

检查以下可能存在的计量差错:

- 1) 电能表倍率差错。电能表的计费倍率 K_G 应按下式计算。

$$K_G = \frac{K_L K_Y}{K'_L K'_Y} K_N$$

式中: $K_L K_Y$ ——与电能表连用的计量用电流互感器和电压互感器的变比;

$K'_L K'_Y$ ——电能表铭牌上标示的电流互感器和电压互感器的变比;

K_N ——电能表铭牌标示的倍率,未标示者为 1。

- 2) 电压互感器熔断器熔断或二次回路接触不良。
- 3) 电流互感器二次回路接触不良或开路。
- 4) 电压相序反。
- 5) 电流回路极性不正确。

7.7.8 不合理的计量方式检查

检查以下可能存在的不合理的计量方式:

- 1) 电流互感器的变比过大,致使电流互感器经常在 20% (S 级: 5%) 额定电流以下运行的;
- 2) 电能表接在电压、电流互感器非计量二次绕组上;
- 3) 电压与电流互感器分别接在电力变压器不同侧的;电能表电压回路未接到相应的母线电压互感器二次上。
- 4) 无换向计度器的感应式无功电能表和双向计量的感应式有功电能表无止逆器的。

7.7.9 多功能电能表的功能检查

如果主站端不具备多功能电能表的远方功能,需进行以下检测项目:

- 1) 检查各费率电量之和与总电量是否相等(多费率电能表的组合误差)。对多费率表(或多功能表),应检查各费率电量之和与总电量是否相等,其相对误差如果大于 0.2%,应检查原因。
- 2) 检查多费率表费率时段设置是否正确

检查运行表计的费率时段结构是符合本部门规定，如有疑问，可进一步检查电表费率时段的设置是否正确，分析原因，必要时更换表计。

3) 当多用户访问电能表时，应检查电能表访问权限设置是否正确，并记录下编程总次数及最近一次编程时间是否正确。如有异常，应检查原因。

4) 检查多费率（多功能）电能表的负荷曲线（若电能表具有此项功能）。检查多费率（多功能）电能表的负荷曲线通道数目及被测量设置是否正确，时间间隔是否满足规定，负荷曲线数据是否有效。当出现异常情况时，应给予更正或更换表计。

5) 检查最大需量寄存器设置是否正确

检查多费率（多功能）电能表最大需量寄存器的需量周期、滑差间隔及复位时间设置是否正确。当出现异常情况时，应给予更正。

6) 检查多费率（多功能）电能表的结算（冻结时间）日是否正确，当出现异常情况时，应给予更正。

7.8 检验结果的处理

1) 现场检验电能表的误差均应在其等级允许范围内，将检验结果和有效期等有关项目填入检验证（单），必要时出具检验报告。

2) 当现场检测电能表的误差超过其等级指标时，应填写详细的检验报告，现场严禁调表。提请及时更换电能表。

3) 现场检验电能表多功能部分有问题时，应及时更正，并填写更正情况报告。

4) 对于现场计量有差错的，或发现有不合理计量的，应及时更正，并填写更正情况报告。

5) 电能表现场检验误差原始记录档案应妥善保管。

6) 电能表轮换或故障时，应在资产卡上记录。

8 电流互感器现场检验

8.1 保证安全的组织措施

1) 办理工作票，有要求时填写“二次设备及回路工作安全技术措施单”。对已投运的电流互感器进行检验，应办理第一种工作票；对未投运的电流互感器进行检验，视现场情况办理第一种或第三种工作票。

2) 工作票许可后，工作负责人应前往工作地点，核实工作票各项内容，向工作班人员交代工作任务、安全工作要求和注意事项。

3) 至少有三人一起工作，其中一人进行监护。

8.2 危险点分析与预防措施

1) 有走错间隔误碰其他设备的可能性。

预防措施：在工作区范围设立标示牌或护栏。

2) 接一次试验导线操作为高空作业，有高空坠落和高空坠物伤人的可能性。

预防措施：应遵守高空作业的安全规定，高空作业必须佩戴安全带。一次试验导线要接稳，以免跌落。

3) 使用高空作业车时，存在碰触带电高压设备的危险。

预防措施：高空作业车应由持证驾驶员操控，其他人员严禁操控高空作业车。高空作业车移动过程必须有人指挥、监护。

4) 在一次为 3/2 结线的系统中进行 CT 二次回路断开、绕组短路操作，有可能将运行中的另一组 CT 二次电流分流导致保护装置动作（跳闸）。

预防措施：a) 进行 CT 二次回路甩线、绕组短路操作前退出与被试 CT 二次电流有关的保护装置。

b) 查实 CT 二次回路的接线方式，如果被试 CT 二次回路与其它运行中的 CT 二次回路并联，必

须先断开 CT 二次回路然后短路 CT 二次绕组；如果被试 CT 二次回路没有与其它运行中的 CT 二次回路并联，可以先短路绕组后断开二次回路；

5) 恢复 CT 的二次回路接线时有可能发生错误。

预防措施：拆除 CT 的二次回路接线时要做好记录，恢复 CT 二次回路时必须认真检查核对。

8.3 检验人员

检验人员不少于3人，其中至少有2人持有互感器项目计量检定员证。

8.4 检验设备

1) 标准电流互感器的准确度级别应比被检高2个等级或以上，检定S级的电流互感器时，标准电流互感器应比被检电流互感器高3个等级，具有与被试设备相同的变比。

2) 电流负荷箱的额定电流、负荷值及功率因数应满足试验要求（一般要求覆盖被试电流互感器二次额定负荷和下限负荷，必要时考虑覆盖被试电流互感器的实际二次负荷）。

3) 升流设备应有足够的容量。检验电压等级为110kV及以下并且一次电流为1000A及下的CT，升流容量可按5kVA考虑；检验电压等级为220kV及以上或一次电流大于1000A的CT，升流容量应按10kVA以上考虑；电压等级越高、一次电流越大，所需的升流容量越大。

4) 一次大电流导线应有足够的截面积，一般按5A/mm²考虑。

5) 所使用二次试验导线的阻抗应符合有关要求（一般被试CT二次回路导线电阻值为0.05Ω，标准CT二次回路导线电阻值为0.1Ω）。

8.5 检验项目

1) 外直观检查。

2) 绕组的极性检查。

3) 计量绕组的误差测量（必要时进行接近现场实际二次负荷下的误差测量）。

4) 退磁（可选）。

8.6 检验方法与操作步骤

8.6.1 直观检查

如有下列缺陷之一者，需修复后方予测试。

1) 外观损伤，绝缘套管不清洁。对油浸式，油标指示位置不合乎规定；对环氧树脂式，有裂痕；对 SF6 式，气压表值不满足规定要求。

2) 名牌及必要的标志不完整（包括技术参数、极性标志、额定绝缘水平、互感器型号、出厂序号、制造年月、准确度等级等）。

3) 接线端钮缺少、损坏或无标记；穿心式电流互感器没有极性标记。

4) 多变比电流互感器在铭牌或面板上未标有不同电流比的接线方式。

5) 严重影响测试工作进行的其它缺陷。

8.6.2 工作电源接线

1) 互感器校验仪的工作电源应尽量避免与升流器电源使用相同相，以免电压变化过大干扰校验仪正常工作。

2) 试验设备接试验电源时，应通过开关控制，并有监视仪表和保护装置等。

3) 试验电源应接在具有足够输出容量的电源输出端。

8.6.3 试验接线

按图 1 连接一次、二次及测量回路。

1) 确认电流互感器一次连接方式（当一次为可变连接时）。

2) 确认一次电流无别的旁路（一般要求 CT 所在间隔的开关断开，连接 CT 一次的接地刀闸接地）。

3) 确认被试电流互感器计量二次绕组正确无误并与其二次回路完全断开；其余二次绕组应可靠短路。

4) 一次回路连接

a) 应尽量减小一次连线的长度。必要时，应采取措施将标准互感器和升流器置于被试电流互

感器最小距离范围内（将试验设备抬高）。

b) 接电流一次线时，应首先检查被接导体是否存在氧化或污垢等现象，如果被接导体氧化或存在污垢，应用砂纸或其他工具清洁后再连接。

c) 采用线夹和端子板连接电流一次线时，应尽量保持较大的接触面，严禁点接触。

d) 开关（断路器）套管式电流互感器一次接线端子位于开关（断路器）两侧套管上，接线时注意检查开关（断路器）合、分状态，试验时开关（断路器）位置必须处于“合”状态。

e) 封闭式组合开关设备的电流互感器一般安装在断路器两侧，各有接地刀闸。可把一侧接地刀闸的接地线（板）拆除，作为一次电流极性端子，把另一侧接地点作为另一个电流端子。注意一次电流必须通过断路器形成闭合回路，因此试验时断路器要处于闭合状态（需解锁）。

5) 二次回路连接。

a) 对于额定二次电流为 5A 的电流互感器应在其二次接线盒处接二次线；对于额定二次电流为 1A 的电流互感器可在其二次端子箱处接线。

b) 除进行测试的绕组按图 1 接线外，其余二次绕组应用导线短路，短路线应接牢，不得使用缠绕或夹接方式。

6) 校验仪接地端子接地。

7) 预置互感器校验仪测量功能。将校验仪置于“CT 误差”测量功能。

8) 通电时试验。先将一次电流升至额定电流值的 1%~5%，如未发现异常，将电流升至最大电流测量点，再降到接近零值准备正式测量。如有异常，应排除故障后再测。

8.6.4 绕组的极性检查

一般用电流互感器校验仪进行极性检查。当按规定的标记接好试验线通电时，如发现校验仪的极性指示器动作而又排除是由于变比接错、误差过大等因素所致，则可确认试品与标准电流互感器的极性相反（标准电流互感器的极性为减极性）。

8.6.5 基本误差测试

1) 测试原理与接线

用比较法进行电流互感器误差测量，原理接线见图 1。图中给出采用测差法原理的互感器校验仪的接线方法，连接其他类型互感器校验仪的接线按照其说明书进行。图中只画出了待检测的二次绕组接线，其余应短路的 CT 二次绕组未画出。

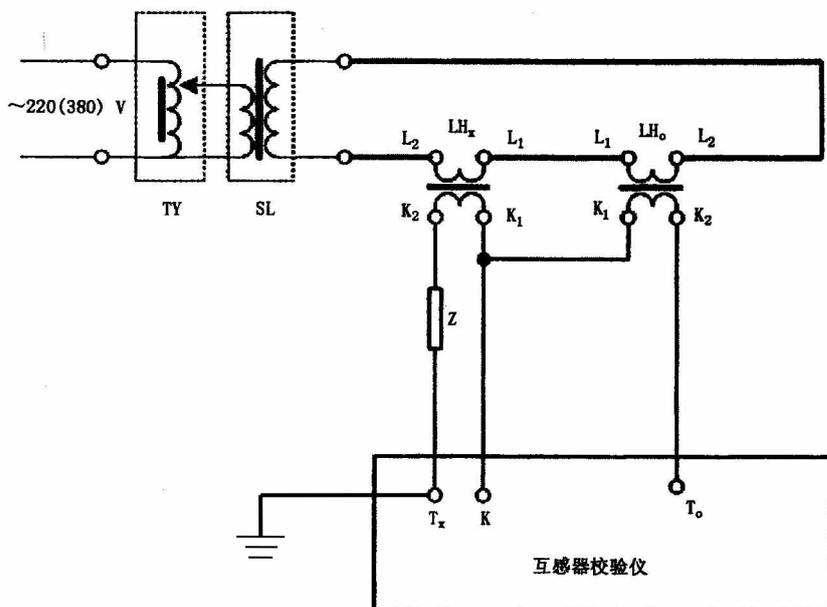


图 1 用直接比较法或单相比较法测试电流互感器误差原理接线图

图中，TY 一调压器；SL 一升流器；LH_x 一被检电流互感器；LH₀ 一标准电流互感器
Z 一电流负荷箱或二次实际负荷；L₁、L₂ (P₁、P₂) 一电流互感器一次的对应端子
K₁、K₂, (S₁、S₂) (K_x,) 一电流互感器二次的对应端子 (x: 端子序号)

2) 误差测量

在额定负荷及 1/4 额定负荷和接近实际负荷下分别测量，误差测量点按额定一次电流的 1% (S 级)，5%，20%，100%，120%测试下进行。若有特殊要求可增加测试点。二次负荷的功率因数应根据铭牌规定值选取。测试过程中按规定的格式和要求做好原始记录，原始记录填写应用签字笔或钢笔书写，不得任意修改。

8.6.6 退磁 (可选)

一般要求在随机情况下进行误差测试，当发现互感器误差超差时，允许进行退磁后再测试。最佳的退磁方法应按标牌上标注的或技术文件中所规定的退磁方法和要求为宜。如制造厂未做规定，可根据具体情况选择下述方法之一。

为保证试验设备和人员安全，宜使用闭路退磁。

1) 闭路退磁法

在电流互感器的二次侧接一个相当于其额定负荷 10~20 倍的可变电阻，一次通以工频交流电流，将电流从零平滑地升至额定电流值的 120%，再将电流均匀缓慢地降至零，然后依次减小可变电阻至其值的 1/2、1/5、1/10，重复上述过程。

对于多次级的电流互感器，其余铁心的二次线圈此时均应短路；当同一个铁芯中有多个二次绕组时，被检的二次绕组接退磁电阻，其余的二次绕组开路。

2) 开路退磁法

在电流互感器的被试二次绕组开路、其余二次绕组短路的情况下，一次绕组通以工频交流电流，将电流从零平滑地升至一次额定电流值的 10%~15%，然后将电流平稳、缓慢降到零。退磁过程中应在匝数最多的二次绕组两端接入交流峰值电压表监视二次电压，当电压示值超过 4.5kV 时，应停止增加电流，并在此较小的电流下退磁。

进行开路退磁时，二次绕组感应的高电压对设备和人员都有危险。试验前应将二次回路接线解开并将其移开绕组端子 2cm 以上。将绕组的 K₁ (S₁) 端子接地。交流峰值电压表的连接线应使用硬线，连接线与周边物体的距离不小于 2cm。

8.6.7 试验完毕，拆除一、二次试验接线。

8.6.8 恢复被检电流互感器接线并检查核对。

8.6.9 收拾试验设备，清理现场，试验人员撤离工作现场。

8.6.10 工作负责人办理工作票终结手续。

8.7 检验结果的处理

8.7.1 判断被检电流互感器的误差是否超过表 2 中给出的误差限值，应以修约后的数据为准。误差的修约按表 3 进行。

表 2 测量用电流互感器的误差限值

准确 度级 别	比值差						相位差					
	倍率 因数	额定电流下的百分数值					倍率因 数	额定电流下的百分数值				
		1	5	20	100	120		1	5	20	100	120
0.2S	±%	0.75	0.35	0.2	0.2	0.2	±(´)	30	15	10	10	10
0.2		/	0.75	0.35	0.2	0.2		/	30	15	10	10
0.5S		1.5	0.75	0.5	0.5	0.5		90	45	30	30	30
0.5		/	1.5	0.75	0.5	0.5		/	90	45	30	30
1		/	3.0	1.5	1.0	1.0		/	180	90	60	60

表3 测量用电流互感器误差的修约间隔

各等级的误差修约间隔	准确度等级			
	倍率因数	0.2	0.5	1
比值差	%	0.02	0.05	0.1
相位差	(′)	1	2	5

8.7.2 按要求出具检验报告。如随机情况下的误差测试结果超差，退磁后的误差测试结果合格，则检验报告应同时给出退磁前后的测试结果并加以说明，退磁前后的误差均合格方可判断被检的电流互感器为合格。

8.7.3 原始记录、检验报告应妥善保管、归档。

9 电压互感器现场检验

9.1 保证安全的组织措施

- 1) 办理工作票，有要求时填写“二次设备及回路工作安全技术措施单”。对已投运的电压互感器进行检验，应办理第一种工作票；对未投运的电度互感器进行检验，视现场情况办理第一种或第三种工作票。
- 2) 工作票许可后，工作负责人应前往工作地点，核实工作票各项内容。
- 3) 至少有三人一起工作，其中一人进行监护。

9.2 危险点分析与预防措施

- 1) 有走错间隔误碰其他设备的危险性。
预防措施：在工作区范围设立安全围栏并悬挂标示牌。
- 2) 接一次试验导线操作为高空作业，有高空坠落和高空坠物伤人的危险性。
预防措施：应遵守高空作业的安全规定，高空作业必须佩戴安全带；一次试验导线要接稳，以免跌落。
- 3) 使用高空作业车时，存在碰触带电高压设备的危险性。
预防措施：高空作业车应由持证驾驶员操控，其他人员严禁操控高空作业车。高空作业车移动过程必须有人指挥、监护。
- 3) 安装试验设备时，有吊物脱钩伤人的危险性。
预防措施：1) 使用合格的吊车，由持证司机驾驶。2) 使用合格的起吊工具。3) 起吊过程派专人指挥、监护。4) 起重机吊臂下禁止站人。
- 4) 恢复电压互感器的二次回路接线时有可能发生错误。
预防措施：拆除电压互感器的二次回路接线时要做好记录，恢复时必须认真检查核对。
- 5) 拆除电压互感器的二次接线时有可能错拆一次尾端接线造成设备损坏。
预防措施：拆线时注意核对接线端子编号，并由第二人核查。
- 6) 进行高压试验时存在高压电伤人或损坏设备的危险性。
预防措施：试验时带电的设备与人员及周边设备（物体）应有足够的安全距离。在升压带电设备周围装设安全围栏，并派人看守以防误入。

9.3 试验人员

检验人员不少于3人，其中至少有2人持有互感器项目计量检定员证。

9.4 检验设备

- 1) 标准电压互感器的准确度级别应比被检高2级或以上，具有与被试设备相同的变比。

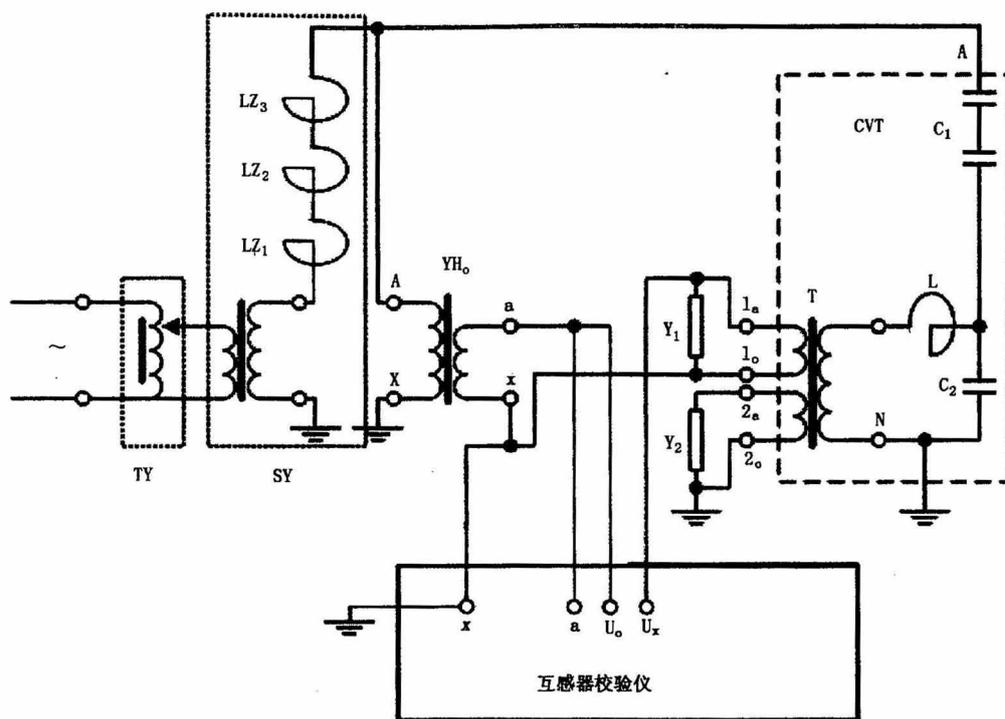


图 3

图中：TY——调压器；SY——升压器；YH₀——标准电压互感器；

YH_x (CVT) ——被试电压互感器；Y₁、Y₂——电压负荷箱；

A、X (A、N) ——电压互感器一次的对端子；

a、x (1a、1₀、2a、2₀) ——电压互感器二次的对端子。

注 1：若使用电磁式电压互感器组中的一台作为升压器，应限制低压励磁电流不超过 30A，时间不超过一分钟。如果电流达到 45A，时间不能超过半分钟。

2) 使用标准电容分压器的原理接线见图 4、图 5。图 4 接线一般适合于标准电容分压器的高压标准电容量小于 100PF 时使用。

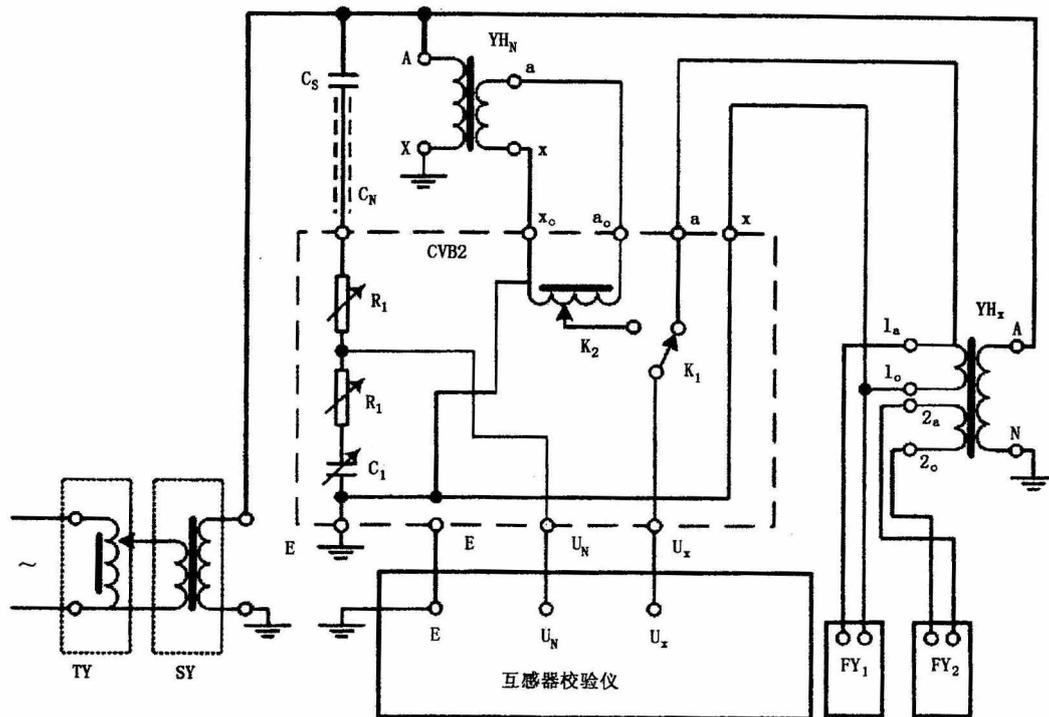


图 4

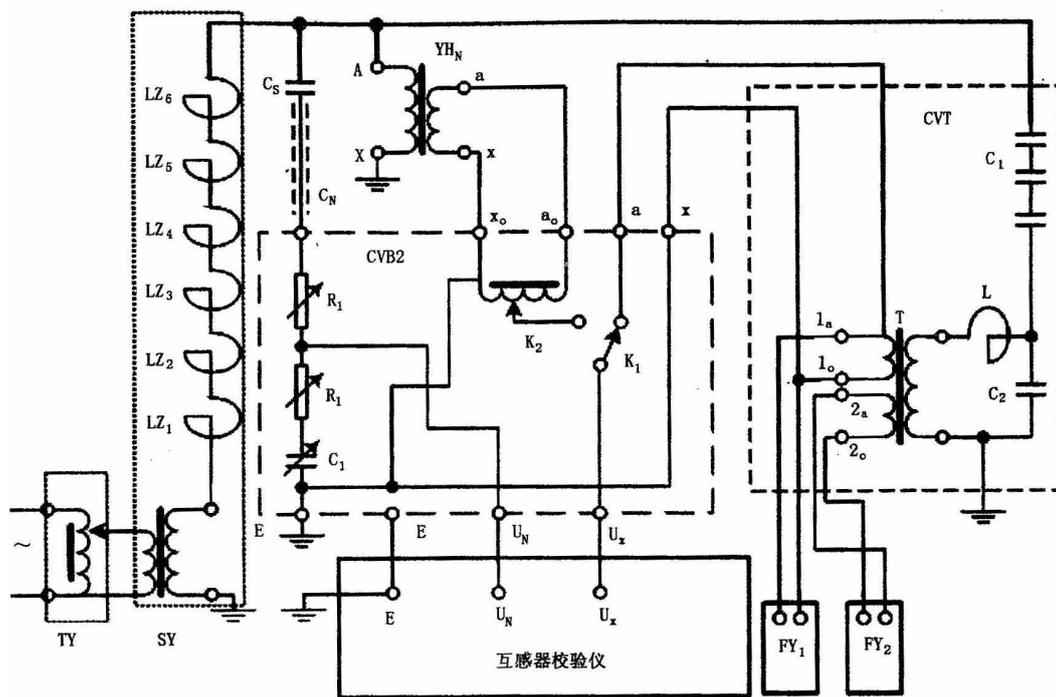


图 5

图中：TY——调压器；SY——升压器；YH_N——校准用标准电压互感器

YH_x (CVT) ——被试电压互感器；Y₁、Y₂——电压负荷箱；

A、X (A、N) ——电压互感器一次的对端子；

a、x (1_a、1_o、2_a、2_o) ——电压互感器二次的对端子。

CVB2——电容补偿箱 C_s、C_N——标准电容分压器

电容式电压比例标准器使用前要先校准。校准使用替代法，用标准电压互感器代替试品，选择 10%~50%电压百分点中的某一点作为参考点（参考点一般选标准电压互感器的最高工作高压点），使用电

制造年月、准确度等级等)。

3) 接线端钮缺少、损坏或无标记。

9.7.2 标准设备和升压设备的组装

按设备使用说明书的要求组装标准设备和升压设备的组装。组装时注意安全距离。若使用电容式电压比例标准还应注意标准器与周边物体的距离满足使用说明书的要求。

9.7.3 一次试验线连接

按所使用的原理线路图连接一次试验导线。

- 1) 高压引线推荐使用直径 1.5~2.5mm 软铜裸线, 35kV 及以下的电压等级可使用硬线。
- 2) GIS 设备的电压互感器从出线套管上连接一次导线。
- 3) 试品顶部到高压架空线的高压引线必须拆除, 拆除时必须用专用接地线把架空线和试品接地。拆除后的架空线用绝缘绳紧固, 与试品的距离 500kV 等级不小于 2 米, 220kV 等级不小于 1 米, 110kV 等级不小于 0.5 米。
- 4) 对线路电压互感器试验时, 允许带避雷器和阻波器升压, 应把避雷器低端妥善接地。
- 5) 对母线电压互感器试验时, 应断开电压互感器隔离刀闸。
- 6) 测试前和测试后电压互感器都必须用专用放电棒放电。
- 7) 应将电压互感器高压侧可靠接地后, 方可接触一次高压线。
- 8) 室内组合电器的试验时, 应注意绝缘隔离(可使用环氧树脂板等绝缘板)和挂接地线。
- 9) 电压等级在 110kV 及以上时, 禁用硬导线作一次线。
- 10) 用于载波通讯的电容式电压互感器, 试验时应短接载波接入端子, 合上载波短路刀闸, 没有刀闸时可用导线短接载波保护球隙。

9.7.4 二次试验线连接

- 1) 打开电压互感器底座上的接线盒, 拆下计量绕组及其它(测量、保护等)绕组的二次引线, 并作相应的标记和绝缘措施(防止接地短路和恢复接线时接错)。
- 2) 按所使用的原理线路图连接二次试验导线。应注意以下事项:
 - a) 误差测量回路导线必须专用。一般包括电压高(或低)端对接线、a 线、x 线、K 线、D 线。
 - b) 误差测量回路的二次导线必须用螺丝连接, 不得用接线夹连接。
 - c) 电压负荷箱直接用导线连接到相应的绕组出线端子, 不得共用误差测量回路导线, 以免带来附加误差。连接电压负荷箱的 N 线也不能共用。额定电压相同的电压负荷箱可以并联使用。并联后的负荷等于各台负荷的和(功率因数相同时)。
 - d) 注意检查接地线, 每个绝缘的回路应单独, 只允许由一个接地点。被试绕组必须在校验仪处接地。

9.7.5 试验电源接线

- 1) 试验电源应接在具有足够输出容量的电源输出端。
- 2) 校验仪的供电电源与升压器电源宜使用电源的不同相别, 以免电源压降干扰仪器工作。电源引线接到测量工作区时, 应通过开关给工作设备供电。

9.7.6 通电前检查

接线完成后, 工作负责人应检查高压回路的绝缘距离是否符合要求, 接线是否正确。使用谐振升压电源时, 核查选用的电抗值是否合适。

9.7.7 标准电容分压器的校准(使用标准电容分压器时)

- 1) 将校准用电磁式标准电压互感器接入测量回路。
- 2) 将互感器校验仪置于调零功能状态。平稳地升起一次电压至额定值 5%~10%之间的某一值, 调节电容补偿箱使校验仪指零仪平衡。如未发现异常, 升压到额定校准电压点, 重新调节电容补偿箱使指零仪平衡, 完成校准操作。如有异常, 应排除后再试测。
- 3) 将校准用电磁式标准电压互感器的一次接线取下。

9.7.8 绕组的极性检查。

一般用电压互感器校验仪进行极性检查。当按规定的标记接好试验线通电时，如发现校验仪的极性指示器动作而又排除是由于变比接错、误差过大等因素所致，则可确认试品与标准电压互感器的极性相反（标准电压互感器的极性为减极性）。

9.7.9. 误差测量

- 1) 将互感器校验仪置于电压互感器误差测量功能。平稳地升起一次电压至额定值 5%~10%之间的某一值，读取校验仪读书。如未发现异常，升压到最大测量电压点，然后降到零准备正式测量。如有异常，应排除后再试测。
- 2) 在额定负荷点测量电压额定百分数 80%、100%、115%点（500kV 为 110%）的误差。额定负荷点是指除剩余绕组外的其余绕组均带额定二次负荷。
- 3) 在下限负荷点下测量电压百分数 80%、100%点的误差。下限负荷点是指被检绕组接 2.5VA，其余绕组负荷为零。
- 4) 有要求时应在接近实际二次负荷点测量电压互感器的误差。
- 5) 测试过程中按规定的格式和要求做好原始记录，原始记录填写应用签字笔或钢笔书写，不得任意修改。

9.7.10 试验完毕，拆除一、二次试验接线。

9.7.11 恢复被检电压互感器接线并检查核对。

9.7.12 收拾试验设备，清理现场，试验人员撤离工作现场。

9.7.13 工作负责人办理工作票终结手续。

9.8 检验结果的处理

9.8.1 电压互感器基本误差

判断被检电压互感器的误差是否超过表 4 中给出的误差限值，应以修约后的数据为准。误差的修约间隔见表 5。

表 4 电压互感器基本误差限值

准确等级	U_p/U_n (%)	80	100	115 (110)
0.5	比值差 (±%)	0.5	0.5	0.5
	相位差 (±′)	30	30	30
0.2	比值差 (±%)	0.2	0.2	0.2
	相位差 (±′)	10	10	10
0.1	比值差 (±%)	0.1	0.1	0.1
	相位差 (±′)	5	5	5

表 5 误差数据修约间隔

准确度等级	1	0.5	0.2	0.1
比值差 (±%)	0.1	0.05	0.02	0.01
相位差 (±′)	5	2	1	0.5

9.8.2 某二次负荷值不能用电压负荷箱给出时，该负荷点的误差值可以进行误差换算求得。参见附录C电压互感器的负荷误差换算。

9.8.3 按要求出具检验报告。

9.8.4 原始记录、检验报告应妥善保管、归档。

10 电压互感器二次回路压降测试

10.1 保证安全的组织措施

- 1) 办理第二种工作票，有要求时填写“二次设备及回路工作安全技术措施单”。
- 2) 工作票许可后，工作负责人应前往工作地点，核实工作票各项内容，向工作人员交代工作任务、安全工作要求和注意事项。
- 3) 至少有 3 人一起工作，其中一人进行监护。

10.2 危险点分析与预防措施

- 1) 存在走错位置误碰其他设备的危险性。

预防措施：在工作区范围设立标示牌或护栏。

- 2) 带电测试时存在电压互感器二次回路短路或接地的危险性。

预防措施：测试引线必须有足够的绝缘强度，以防止对地短路。接线前必须事先用兆欧表检查一遍各测量导线（包括电缆线车）的每芯间，芯与屏蔽层之间的绝缘情况。

- 3) 带电测试时存在操作人员触电的危险性。

预防措施：操作时使用绝缘良好的工具。

10.3 测试人员

现场测试人员不少于4人，其中至少有1人持有互感器项目计量检定员证。

10.4 测试设备

- 1) 电压互感器二次回路压降测试仪的等级不应低于 2.0 级，其基本误差应包含测试引线所带来的附加误差。

- 2) 通讯工具

试验人员之间相互联络用的通讯工具应不影响电力系统其它设备安全运行和正常工作。

- 3) 三相电源箱（PT 停电时测试需具备）

具有三相六线输出，输出电压范围 0~100V 可调。

- 4) 使用前的压降测试仪应进行自校，自校方法见设备使用说明书。

10.5 测试方法

宜使用电压互感器二次回路压降测试仪进行测试，推荐采用将测试仪置于电能表处的末端测量方式。

10.5.1 带电测试

在 PT 正常运行情况下，用临时施放的测试电缆线将 PT 二次输出端电压（PT 端子箱处）引到主控室电度表屏处，将 PT 二次输出端电压及电能表端电压同时接入 PT 二次回路压降测试仪，由 PT 二次回路压降测试仪测量出电压互感器二次回路压降相对值（用比值差和相位差表示）。

测试原理接线见图 7

10.5.2 停电测试

在 PT 停电情况下，在 PT 端子箱处断开 PT 计量二次回路（取下保险或断开小空开），使用三相电源箱给 PT 计量二次回路加模拟运行电压（三相对称电压），然后进行测试，测试接线与带电测试相同。

注意事项：

- 1) 所加模拟运行电压不得超过额定二次电压的 1.1 倍，以免造成二次设备损坏。
- 2) 注意区分回路断点两侧，切勿将电压加到 PT 二次绕组侧造成 PT 倒送电。
- 3) 测试时二次回路的负载应与正常运行时的负载相同。

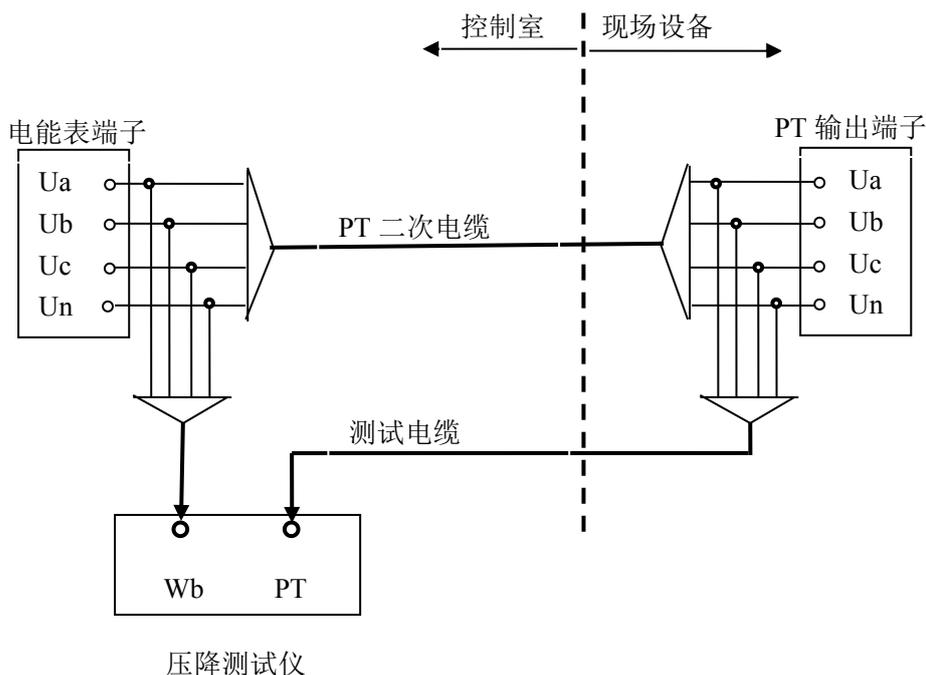


图 7

10.6 操作步骤

- 1) 施放测试电缆。施放过程中不得用力抖动电缆，以防电缆抛起碰触高压设备。
- 2) 用兆欧表检查测试电缆各相导线之间及各相导线对屏蔽层的绝缘状态，确认电缆线绝缘良好。
- 3) 将电缆一端的线头短接，用电阻表从另一头测量线间电阻，确认电缆线导通良好。
- 4) 打开 PT 二次回路压降测试仪电源，确认测试仪工作正常。
- 5) 先将测试电缆连接到测试仪，然后逐相连接到电能表接线盒的电压端子。
- 6) 将连接 PT 二次端子的电缆头逐相连接到 PT 二次端子。应接在 PT 二次引出线所连接的第一组端子处。

【注：建议先接线在保险（或小空开）后面进行一次测量，目的是预防万一测试电缆绝缘有问题，保险（或小空开）可起保护作用，另外通过两次测量可以发现保险（或小空开）是否接触良好。】

- 7) 操作 PT 二次回路压降测试仪进行测试，并做好数据记录。测试过程如出现异常数据，应检查后重测确认。压降超差的，应在记录上说明原因。
- 8) 测试完毕，收拾试验设备、电缆，撤离现场。
- 9) 工作负责人办理工作票终结手续。

10.7 测试结果处理

10.7.1 PT 二次回路电压降相对值按下列公式计算

$$\varepsilon_{\Delta U} = \sqrt{f^2 + (0.0291\delta)^2} \quad (\%)$$

式中： $\varepsilon_{\Delta U}$ ——二次压降的相对值百分数

f ——同相分量 (%)

δ ——正交分量 (′)

10.7.2 判断电压互感器二次回路电压降误差是否超过表 6 中给出的误差限值，应以修约后的数据为准。误差的修约按表 7 进行。

表6 PT二次回路压降的相对限值(DL/T448-2000)

电能计量装置类型	相对限值(%)
I、II类	0.2
其他	0.5

表7 PT二次回路压降的修约间隔

电能计量装置类型	相对限值(%)
I、II类	0.02
其他	0.05

10.7.3 有要求时出具测试报告。

10.7.4 原始记录、测试报告归档。

11 电流互感器二次实际负荷测试

11.1 保证安全的组织措施

- 1) 办理第二种工作票,有要求时填写“二次设备及回路工作安全技术措施单”。
- 2) 工作票许可后,工作负责人应前往工作地点,核实工作票各项内容,向工作人员交代工作任务、安全工作要求和注意事项。
- 3) 至少有二人一起工作,其中一人进行监护。

11.2 危险点分析与预防措施

- 1) 存在走错位置误碰其他设备的危险性。
预防措施:在工作区范围设立标示牌或护栏。
- 2) 带电测试时存在电流互感器二次回路开路的危险性。
预防措施:使用电流钳时动作要轻缓,严禁用力拉扯、撬动现场二次导线。

11.3 测试人员

现场测试人员不少于2人,其中至少有1人持有互感器项目计量检定员证。

11.4 测试设备

互感器二次负荷测试仪或互感器校验仪,准确度等级不应低于2.0级。

11.5 测试方法

- 1) 使用互感器二次负荷测试仪或互感器校验仪进行测试。推荐使用互感器二次负荷测试仪。
- 2) 通过测量电流互感器二次回路的端口电压与回路电流的向量比(即回路等效阻抗 Z),然后按 $S=I_{2e}^2 \times Z$ 折算成伏安值即为电流互感器二次绕组实际负荷。可以在停电状态和运行状态时进行测量,在停电状态时的测试原理接线见图8

图8给出设备停电时使用CT二次负荷测试仪测试从CT端子箱至电能表段回路实际阻抗接线图。在CT端子箱处断开CT二次回路电流联片,用三相电流发生器给回路加不超过CT额定二次电流的三相对称电流,将CT二次负荷测试仪的电压输入导线夹接到二次回路端(an、bn、cn),将电流钳钳到相应的a、b、c线上,然后操作仪器进行测量、读数,试验逐相进行。测量CT接线盒至CT端子箱段回路阻抗的方法与之相同,只需在A、B、C三相CT接线盒处用短导线将CT的计量二次绕组短接,即可按同样的方法进行测试。

CT端子箱至电能表段回路和CT接线盒至CT端子箱段回路的等效阻抗值之和即为CT二次回路的总等效阻抗值,按 $S=I_{2e}^2 \times Z$ 折算成伏安值即为CT二次绕组实际负荷。

也可以使用互感器校验仪的阻抗测量功能进行回路等效阻抗测试,在加三相对称电流的情况下,将所测量相的电流接入校验仪工作电流回路(T_0T_x),将回路端口电压接入校验仪差压回路(参照说明书),即可逐相进行测试。

在设备运行状态时进行测试,直接使用互感器二次负荷测试仪进行测试。设备带电时进行测试

不能对 CT 接线盒至 CT 端子箱段回路阻抗进行测量。

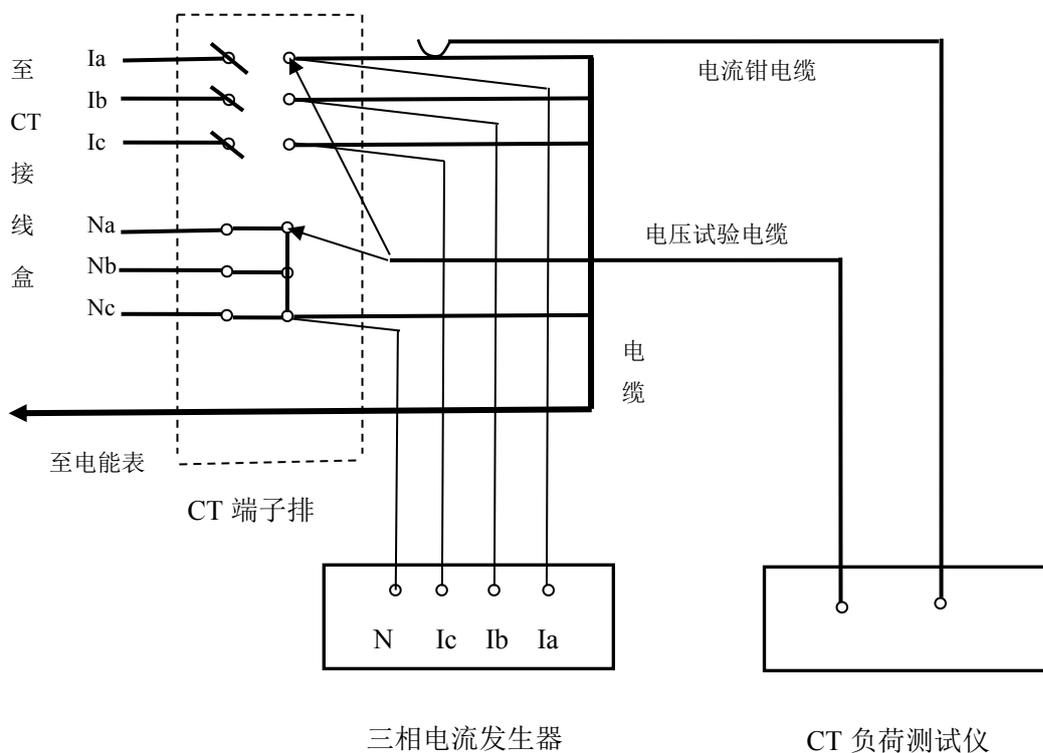


图 8 使用互感器二次负荷测试仪测试 CT 实际负荷接线图

11.6 操作步骤

11.6.1 停电测试

- 1) 断开 CT 端子箱处 CT 二次回路（打开电流连片），按试验原理接线图接线。
- 2) 打开三相电流发生器电源，调节三相输出电流使之对称（大小为 1A 即可）。
- 3) 操作 CT 负荷测试仪进行测量，保持三相电流发生器输出电流不变，改变 CT 负荷测试仪的电流钳和电压接线到相应的相别逐相进行测量，做好原始记录。
- 4) 测试完毕，关电源，收拾试验设备，撤离现场。
- 5) 工作负责人办理工作票终结手续。

11.6.2 带电测试

- a. 查实 CT 端子箱处 CT 二次回路接线及端子。
- b. 将 CT 负荷测试仪的电流钳和电压线接到相应的相别逐相进行测量，做好原始记录。
- d. 测试完毕，关电源，收拾试验设备，撤离现场。
- c. 工作负责人办理工作票终结手续。

11.7 测试结果处理

- 11.7.1 按 $S = I_{2e}^2 \times Z$ 将二次回路等效阻抗值折算成电流互感器二次绕组实际二次负荷伏安值。
- 11.7.2 判断电流互感器二次绕组实际负荷是否处于额定二次负荷的 25%~100% 范围。
- 11.7.3 有要求时出具测试报告。
- 11.7.4 原始记录、测试报告归档。

12 电压互感器二次实际负荷测试

12.1 保证安全的组织措施

- 1) 办理第二种工作票，有要求时填写“二次设备及回路工作安全技术措施单”。
- 2) 工作票许可后，工作负责人应前往工作地点，核实工作票各项内容，向工作人员交代工作任务、安全工作要求和注意事项。
- 3) 至少有二人一起工作，其中一人进行监护。

12.2 危险点分析与预防措施

- 1) 存在走错位置误碰其他设备的危险性。
预防措施：在工作区范围设立标示牌或护栏。
- 2) 带电测试时存在电压互感器二次回路短路或接地的危险性。
预防措施：测试导线必须有足够的绝缘强度，以防止对地短路。接线前必须事先检查一遍各测量导线的每芯间，芯与屏蔽层之间的绝缘情况。
- 3) 带电测试时存在操作人员触电的危险性。
预防措施：操作时使用绝缘良好的工具。

12.3 测试人员

现场测试人员不少于2人，其中至少有1人持有互感器项目计量检定员证。

12.4 测试设备

互感器二次负荷测试仪或互感器校验仪，准确度等级不应低于2.0级。

12.5 测试方法

- 1) 使用互感器二次负荷测试仪或互感器校验仪进行测试。推荐使用互感器二次负荷测试仪。
- 2) 通过测量电压互感器二次回路的回路电流与端口电压的向量比（即回路等效导纳 Y ），然后按 $S = U_{2e}^2 \times Y$ 折算成伏安值即为电压互感器二次绕组实际负荷。可停电和带电状态下进行测试，停电时测试原理接线见图9。

图9给出在设备停电时使用PT二次负荷测试仪测试PT二次绕组实际负荷接线图。在PT端子箱处断开电压连片，用三相电压发生器给回路加不超过PT额定二次电压的三相对称电压，将PT二次负荷测试仪的电压输入导线夹接到二次回路端口（an、bn、cn），将电流钳钳到相应的a、b、c线上，然后操作仪器进行测量、读数，试验逐相进行。按 $S = U_{2e}^2 \times Y$ 折算成伏安值即为PT二次绕组实际负荷。

也可以使用互感器校验仪的导纳测量功能进行回路等效导纳测试，在加三相对称电压的情况下，将所测量相的电压接入校验仪工作电压回路，将回路端口电压接入校验仪差压回路（参照说明书），即可逐相进行测试。

设备带电时进行测试，直接使用互感器二次负荷测试仪参照以上的方法进行测试。

12.6 操作步骤

12.6.1 停电测试

- 1) 断开PT端子箱处PT二次回路（取下保险或断开小空开），按试验原理接线图接线。
- 2) 打开三相电压发生器电源，调节三相输出电压使之对称（大小为 $100\%U_{2e}$ ）。
- 3) 操作PT负荷测试仪进行测量，保持三相电压发生器输出电压不变，改变PT负荷测试仪的电流钳和电压接线到相应的相别逐相进行测量，做好原始记录。
- 4) 测试完毕，关电源，收拾试验设备，撤离现场。
- 5) 工作负责人办理工作票终结手续。

12.6.2 带电测试

- 1) 查实PT端子箱处PT二次回路接线及端子。

- 2) 将 PT 负荷测试仪的电流钳和电压线接到相应的相别逐相进行测量，做好原始记录。
- 3) 测试完毕，关电源，收拾试验设备，撤离现场。
- 4) 工作负责人办理工作票终结手续。

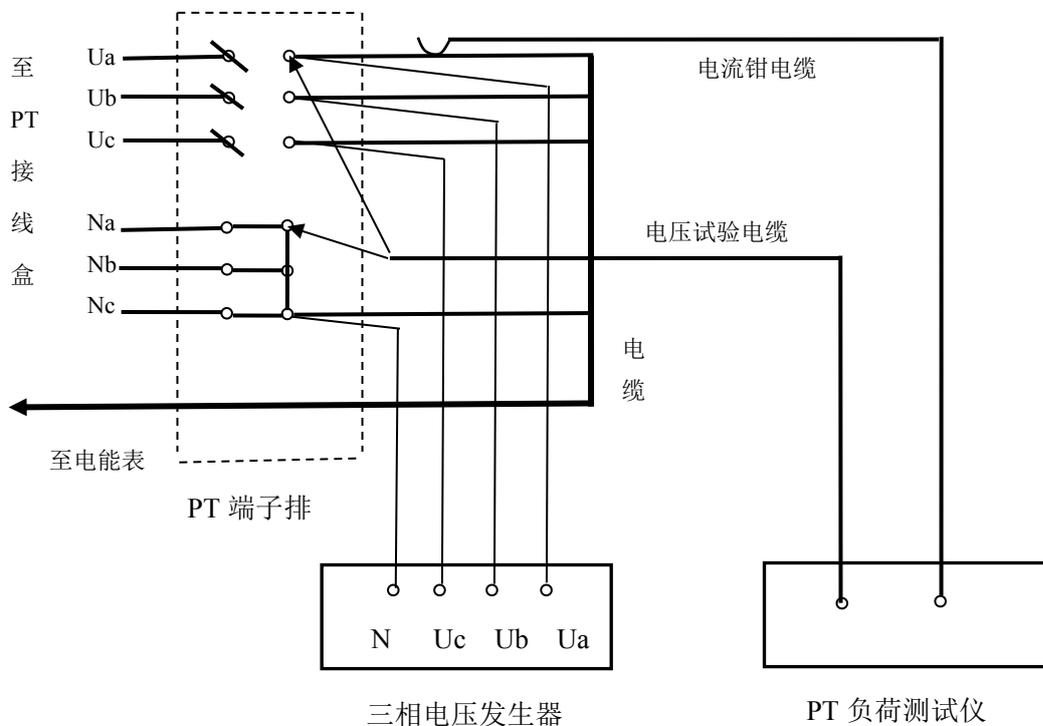


图 9 使用互感器二次负荷测试仪测试 PT 实际负荷接线图

12.7 测试结果处理

- 12.7.1 按 $S=U_{2e}^2 \times Y$ 将二次回路等效阻导纳折算成电压互感器二次绕组实际二次负荷伏安值。
- 12.7.2 判断电压互感器二次绕组实际负荷是否处于 2.5VA 至额定二次负荷之间范围。
- 12.7.3 有要求时出具测试报告。
- 12.7.4 原始记录、测试报告归档。

13 附录

- 附录 A 电能计量装置合成误差的计算
- 附录 B 电压互感器的负荷误差换算
- 附录 C 电能计量装置现场检测原始记录参考格式

附录 A 电能计量装置合成误差的计算

1 三相二元件（三相三线）电能计量装置

三相三线电能计量装置的组合误差 γ 等于电流、电压互感器的合成误差 γ_h 、电压互感器二次引线压降误差 γ_d 、电能表的误差 γ_e 之代数和。用公式表示就是：

$$\gamma = \gamma_h + \gamma_d + \gamma_e$$

其中

$$\begin{aligned} \gamma_h = & 0.5(f_{I1} + f_{I2} + f_{V1} + f_{V2}) + 0.0084[(\delta_{I1} - \delta_{V1}) - (\delta_{I2} - \delta_{V2})] \\ & + 0.289[(f_{I2} - f_{V2}) - (f_{I1} - f_{V1})] \operatorname{tg} \phi + 0.0145[\delta_{I1} - \delta_{V1} - (\delta_{I2} - \delta_{V2})] \operatorname{tg} \phi \quad (\%) \end{aligned}$$

式中 f_{I1} 和 δ_{I2} , f_{V1} 和 δ_{V1} 为第一元件电流、电压互感器的误差值； f_{I2} 和 δ_{I2} , f_{V2} 和 δ_{V2} 为第二元件电流、电压互感器的误差值； ϕ 为装置所计量线路的一次负荷功率因数角。

$$\gamma_d = 0.5(f_1 + f_2) + 0.084(\delta_2 - \delta_1) + 0.289(f_2 - f_1) \operatorname{tg} \phi - 0.0145(\delta_2 + \delta_1) \operatorname{tg} \phi \quad (\%)$$

式中 f_1 和 δ_1 为第一元件电压互感器二次回路压降值， f_2 和 δ_2 为第二元件电压互感器二次回路压降值。

当使用三台接地电压互感器作 Y-Y 连接时，需要把电压互感器的相电压误差换算为线电压误差。计算公式为：

$$f_{ab} = \frac{f_a + f_b}{2} + 0.0084(\delta_a - \delta_b) \quad (\%)$$

$$f_{cb} = \frac{f_c + f_b}{2} + 0.0084(\delta_c - \delta_b) \quad (\%)$$

$$\delta_{ab} = \frac{f_a + f_b}{2} + 9.924(f_a - f_b) \quad (')$$

$$\delta_{cb} = \frac{f_c + f_b}{2} + 9.924(f_c - f_b) \quad (')$$

式中 f_{ab} 、 f_{cb} 分别为 A-B 相间和 C-B 相间电压比值差， δ_{ab} 、 δ_{cb} 分别为 A-B 相间和 C-B 相间电压相位差， f_a 、 f_b 、 f_c 分别为 A 相、B 相和 C 相电压互感器的比值差， δ_a 、 δ_b 、 δ_c 分别为 A 相、B 相

和 C 相电压互感器的相位差。

2 三相三元件（三相四线）电能计量装置

三相四线电能计量装置的综合误差 γ 也是等于电流、电压互感器的合成误差 γ_h ，电压互感器二次回路压降误差 γ_d ，电能表的误差 γ_e 之代数和。用公式表示就是

$$\gamma = \gamma_h + \gamma_d + \gamma_e$$

其中

$$\gamma_h = \frac{1}{3}(f_{I1} + f_{V1} + f_{I2} + f_{V2} + f_{I3} + f_{V3}) + 0.0097(\delta_{I1} - \delta_{V1} + \delta_{I2} - \delta_{V2} + \delta_{I3} - \delta_{V3}) \quad (\%)$$

式中 f_{I1} 和 δ_{I1} ， f_{V1} 和 δ_{V1} 为第一元件电流、电压互感器的误差值； f_{I2} 和 δ_{I2} ， f_{V2} 和 δ_{V2} 为第二元件电流、电压互感器的误差值； f_{I3} 和 δ_{I3} ， f_{V3} 和 δ_{V3} 为第三元件电流、电压互感器的误差； ϕ 为装置所计量线路的一次负荷功率因数角。

$$\gamma_d = \frac{1}{3}(f_1 + f_2 + f_3) - 0.0097(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) \operatorname{tg} \phi \quad (\%)$$

式中 f_1 和 δ_1 、 f_2 和 δ_2 、 f_3 和 δ_3 分别为第一元件、为第二元件、第三元件电压互感器二次回路压降值。

附录 B 电压互感器的负荷误差换算

1 公式法

用公式法计算时，需要分别在负荷 S_1 和空载下测量得到电压互感器的误差值。电压互感器在负荷 S_2 下的误差值按下式计算：

$$f_2 = f_0 - \frac{S_2}{S_1} [(f_0 - f_1) \cos(\varphi_2 - \varphi_1) + 0.0291(\delta_0 - \delta_1) \sin(\varphi_2 - \varphi_1)] \quad (\%)$$

$$\delta_2 = \delta_0 - \frac{S_2}{S_1} [(\delta_0 - \delta_1) \cos(\varphi_2 - \varphi_1) - 34.38(f_0 - f_1) \sin(\varphi_2 - \varphi_1)] \quad (')$$

式中：

f_0 、 f_1 、 f_2 分别为负荷空载、 S_1 和 S_2 下的比值差；

δ_0 、 δ_1 、 δ_2 分别为负荷空载、 S_1 和 S_2 下的相位差；

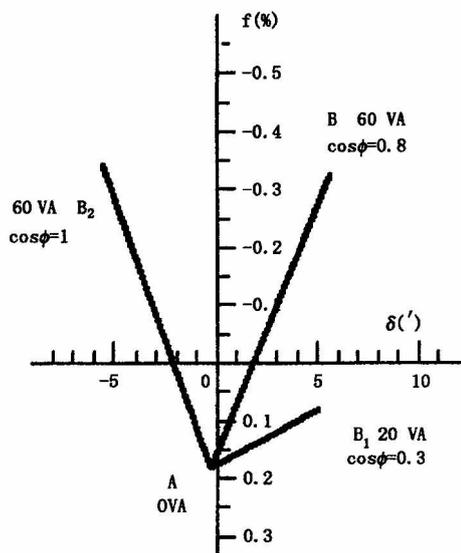
φ_1 、 φ_2 分别为负荷 S_1 、 S_2 的功率因数角。

2 图算法

在右图的直角坐标系中，横座标为相位误差，单位（'），方向左负右正。纵座标为比值误差，单位为%。方向下正上负。注意横座标是 $1\text{rad}=3438'$ 的尺寸比例作出的。因此两座标轴有同样的比例尺度。

设一台电压互感器空载误差为 0.18% 和 $-0.2'$ ，对应于 A 点。在带有 60VA ， $\cos=0.8$ 的负荷时，误差为 -0.33% 和 $+6'$ ，对应于 B 点。当负荷为 60VA ， $\cos=1$ 时，AB 射线向左转过 37° ，（因为 $\cos 37^\circ=0.8$ ）。B 点对应于 B₂，该点误差为 -0.34% 和 $-5.7'$ 。如果负荷变为 20VA ， $\cos=0.3$ ，则 AB₂ 射线向右转过 72.5° ，（因为 $\cos 72.5^\circ=0.3$ ）。同时长度变为 $1/3$ ，（因为 20VA 是 60VA 的 $1/3$ ），得到 B₁ 点。它对应的误差为 $+0.09\%$ 和 $+5'$ 。

如果电压互感器有两个或多个二次绕组，可以把各个绕组带负荷后对计量绕组误差的影响线性叠加。得到计量绕组在全部绕组带各自负荷时的误差。



3 电压互感器二次负荷误差外推法对所有电磁式电压互感器都适用。电容式电压互感器只有在负荷增加过程中误差变化方向保持不变时才适用。

附录 C-1

(XXXX 单位)

电能表现场检验原始记录

编号: _____

设备名称:		检验日期:		年	月	日
仪表名称:		制造厂名:		出厂编号:		
型 号:		准确度:	常数:	/kWh	规格:	
使用的标准器	型 号: _____		出厂编号: _____		准确度级别: _____	
	证书有效期: _____年____月____日					
1. 现场检验条件: 温度_____℃ 、 湿度 _____ %						
PT 变比:		V /		V		CT 变比: A / A
PT 二次侧电压 (V)				CT 二次侧电流 (A)		
相别	$U_{A(AB)}$	U_B	$U_{C(CB)}$	I_A	I_B	I_C
2. 电能表接线检查:						
相位	$U_{A(AB)}$	U_B	$U_{C(CB)}$	结论: 接线正确 <input type="checkbox"/> 接线错误 <input type="checkbox"/>		
I_A						
I_B						
I_C						
3. 误差测定:						
功率因数		标准表电流量程	被检表转数 (脉冲数)		相对误差 (%)	
其他功能检查和测试						
序号	测试项目		测试结果		备注	
1	组合误差					
2	日历时钟					
3	费率时段					
4	问权限设置					
5	负荷曲线					

6	最大需量寄存器设置		
7	结算（冻结时间）日		

核验人：_____ 记录人：_____

附录 C-2

(XXXX 单位)

电 流 互 感 器 误 差 现 场 检 验 记 录

编号：_____

厂站名称：_____

馈线名称：_____ 开关编号：_____

型 号：_____ 制 造 厂：_____

出厂编号：_____ 设备编号：_____

计量二次绕组名称：_____ 额定负载：_____ VA

使用的标准设备：

型号：_____ 出厂编号：_____ 检定证书有效期：_____

环境气温：_____℃；相对湿度：_____%；试验频率：_____Hz

误差数据：

绕组名 及变比	准确度 级别	I_p/I_N (%)	1	5	20	100	120	二 次 负 荷
		f (%)						VA
		δ (′)						$\cos \Phi =$
		f (%)						VA
		δ (′)						$\cos \Phi =$
		f (%)						VA
		δ (′)						$\cos \Phi =$
		f (%)						VA
		δ (′)						$\cos \Phi =$
		f (%)						VA
		δ (′)						$\cos \Phi =$

注：在馈路常用负荷曲线下应增加必要的测试点（最好 3~5 点）。

试验日期：_____年_____月_____日

核验人：_____ 记录人：_____

附录 C—3 (XXXX 单位)

电压互感器误差现场检验记录

编号：_____

厂站名称：_____

馈线名称：_____ 设备编号：_____

型 号：_____ 制 造 厂：_____

出厂编号：_____ 设备编号：_____

额定电压比：_____

额定二次负载：1a1n:_____VA; 2a2n: _____VA; 3a3n:_____VA

环境气温：_____℃，相对湿度：_____%，试验频率：_____Hz

使用的标准设备：

型号：_____ 出厂编号：_____ 检定证书有效期：_____

型号：_____ 出厂编号：_____ 检定证书有效期：_____

误差数据：

绕组名称	准确度级别	U_p/U_N (%)	80	100	110 (115)	二 次 负 荷
		f (%)				1a: VA cosΦ=
		δ (′)				2a: VA cosΦ=
		f (%)				1a: VA cosΦ=
		δ (′)				2a: VA cosΦ=
		f (%)				1a: VA cosΦ=
		δ (′)				2a: VA cosΦ=
		f (%)				1a: VA cosΦ=
		δ (′)				2a: VA cosΦ=

试验日期：_____年_____月_____日

试验人员：_____

核验人：_____ 记录人：_____

附录 C-4

(XXXX 单位)

电压互感器实际二负荷测试记录

编号: _____

厂站名称: _____

设备名称: _____ 设备编号: _____

计量二次绕组: 名称 _____、额定电压 _____ V、额定容量 _____ VA

环境气温: _____ °C、相对湿度: _____ %、试验频率: _____ Hz

使用的检测设备:

型号: _____ 出厂编号: _____ 检定证书有效期: _____

试验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

试验人员: _____

测试数据:

绕组名称	相别	二次回路实测导纳值		二次绕组实际负荷值		结论
		同相分量 ($\times 10^{-4}S$)	正交分量 ($\times 10^{-4}S$)	VA	$\cos \phi$	
	A					
	B					
	C					

核验人: _____ 记录人: _____

附录 A-5

(XXXX 单位)

电流互感器实际二负荷测试记录

编号: _____

厂站名称: _____

设备名称: _____ 设备编号: _____

计量二次绕组: 名称 _____、额定电流 _____ A、额定容量 _____ VA

环境气温: _____ °C、相对湿度: _____ %、试验频率: _____ Hz

使用的检测设备:

型号: _____ 出厂编号: _____ 检定证书有效期: _____

试验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

试验人员: _____

测试数据:

绕组名称	相别	二次回路实测导纳值		二次绕组实际负荷值		结论
		同相分量 ($\times 10^{-4}S$)	正交分量 ($\times 10^{-4}S$)	VA	$\cos \phi$	
	A					
	B					
	C					

核验人: _____ 记录人: _____

附录 C—6

(XXXX 单位)

PT 二次压降测试记录

编号: _____

厂站名称: _____

设备名称: _____ 设备编号: _____

计量二次绕组名称: _____

计量二次绕组所带电能表: _____

环境气温: _____℃、相对湿度: _____%、试验频率: _____Hz

使用的检测设备:

型号: _____ 出厂编号: _____ 检定证书有效期: _____

试验日期: _____年_____月_____日

试验人员: _____

测试数据:

相别	幅值差 (%)	相位差 (')	电压降 (%)	电压值 (V)
A0				
B0				
C0				
AB				
CB				

核验人: _____ 记录人: _____