

ICS 29.240  
F 29  
备案号: 57216-2017

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

**DL/T 1664 — 2016**  
代替 SD 109 — 1983

---

## 电能计量装置现场检验规程

Inspection regulation of electric energy metering device on-site installation

2016-12-05 发布

2017-05-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 电能表现场检验..... 2

    4.1 性能要求..... 2

    4.2 检验要求..... 3

    4.3 检验方法..... 4

    4.4 检验结果的处理..... 7

    4.5 检验周期..... 7

5 电压互感器现场检验..... 7

    5.1 性能要求..... 7

    5.2 检验要求..... 8

    5.3 检验方法..... 9

    5.4 检验结果的处理..... 10

    5.5 检验周期..... 11

6 电流互感器现场检验..... 11

    6.1 性能要求..... 11

    6.2 检验要求..... 12

    6.3 检验方法..... 13

    6.4 检验结果的处理..... 14

    6.5 检验周期..... 15

7 二次回路现场检验..... 15

    7.1 性能要求..... 15

    7.2 检验要求..... 15

    7.3 检验方法..... 16

    7.4 检验结果的处理..... 16

    7.5 检验周期..... 17

附录 A（资料性附录） 电能计量装置综合误差的计算..... 18

附录 B（资料性附录） 内插法的计算方法..... 21

附录 C（规范性附录） 现场检验接线图..... 22

附录 D（资料性附录） 电能计量装置现场检验原始记录格式..... 28

附录 E（资料性附录） 充磁和退磁方法..... 33

附录 F（资料性附录） 扩大负荷法外推电流互感器误差..... 34

## 前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准是对 SD 109—1983《电能计量装置检验规程》的修订，与 SD 109—1983 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

——鉴于现行国家检定规程已经完全覆盖电能计量装置实验室检验相关内容，标准名称修改为“电能计量装置现场检验规程”；

——按照 DL/T 600—2001 的规定，并有利于理解和实施本标准，增加了第 3 章“术语和定义”；

——鉴于 DL/T 448 中已定义电能计量装置的分类办法和检验周期，删除原第 1 章“电能计量装置的分类办法和检验周期”；

——鉴于现行国家检定规程已经完全覆盖电能表实验室检验相关内容，删除原第 2 章“电能表的检验项目”、第 3 章“电能表的技术要求及检验方法”及附录 A 的内容；

——第 4 章“电能表现场检验”中增加了外观检查、计数器电能示值组合误差试验、时钟示值偏差试验、通信接口检查、功能检查的检验内容；电能表的工作误差限根据 JJG 596—2012 进行修订，并增加了无功电能的要求、特殊环境温度下工作误差限的修正方法；

——将原第 5 章“测量用互感器的检验”拆分为第 5 章“电压互感器现场检验”和第 6 章“电流互感器现场检验”，并根据 JJG 1021—2007 的内容进行修订；

——增加第 7 章“二次回路现场检验”的内容；

——增加了“检验结果的处理”的内容；

——将原第 6 章“电能计量装置的综合误差的计算”调整为附录 A“电能计量装置综合误差的计算”；

——鉴于现行行业标准已经对典型计量方式进行了规定，故删除了原附录 B 的内容；

——增加了附录 B“内插法的计算方法”、附录 C“现场检验接线图”、附录 D“电能计量装置现场检验原始记录格式”、附录 E“充磁和退磁方法”及附录 F“扩大负荷法外推电流互感器误差”。

本标准自发布之日起代替 SD 109—1983。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电测量标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、国家电网公司、国网河南省电力公司、国网辽宁省电力公司、国网湖北省电力公司、国网上海市电力公司、国网甘肃省电力公司、国网山东省电力公司、国网福建省电力公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、中国长江电力股份有限公司。

本标准主要起草人：杨湘江，于海波，彭楚宁、王锐，吴守建，吴良科，徐二强，孙长河，陈俊，朱彬若，杜卫华，孙尚斌，杨剑，郭志伟，林国营，孟庆亮，童绪林。

本标准首次发布于 1983 年 12 月 31 日，本次为第一次修订。

本标准在执行过程中的意见和建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



# 电能计量装置现场检验规程

## 1 范围

本标准规定了新装及运行中的电能计量装置性能要求、检验要求、检验方法及检验结果的处理。  
本标准适用于以质量监督管理、运行质量监控、客户申诉情况核查等为目的而开展的电能计量装置现场检验工作。  
本标准不适用于高压电能表、直流及数字化电能计量装置的现场检验。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 17215.701—2011 标准电能表
- GB 20840.2—2014 互感器 第2部分：电流互感器的补充技术要求
- GB 20840.3—2013 互感器 第3部分：电磁式电压互感器的补充技术要求
- GB/T 20840.5—2013 互感器 第5部分：电容式电压互感器的补充技术要求
- GB 26860—2011 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分
- DL/T 448 电能计量装置技术管理规程
- DL/T 732—2000 电能表测量用光电采样器
- DL/T 826—2002 交流电能表现场测试仪
- DL/T 1478—2015 电子式交流电能表现场检验规程
- JB/T 9641—1999 试验变压器
- JJG 1021—2007 电力互感器检定规程
- JJG 169—2010 互感器校验仪检定规程
- JJG 307—2006 机电式交流电能表检定规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**电能计量装置 electric energy metering device**

由各种类型的电能表或与计量用电压、电流互感器（或专用二次绕组）及其二次回路相连接组成的用于计量电能的装置，包括成套的电能计量柜（箱、屏）。

### 3.2

**电能计量装置现场检验 on-site inspection of electric energy metering device**

在安装现场，为检验电能计量装置性能而进行的试验。包括：在运行工况下实施的电能表工作误差、互感器二次实际负荷、电压互感器二次回路压降试验；在非运行工况下实施的电流互感器、电压互感器试验；设备外观、封印完整性、接线正确性等项目的检查。

### 3.3

**电压互感器二次回路压降 voltage transformer secondary circuit voltage drop**

电压互感器二次回路电缆的电阻、刀闸和接点电阻等造成的相对于电压互感器二次端子与接入电



DL / T 1664 — 2016

能表对应端子之间的电压差，它是一个交流向量。

3.4

电压互感器二次实际负荷 **voltage transformer actual secondary burden**  
电压互感器在实际运行中，二次所接设备以及二次电缆间及其与地线间电容组成的总导纳。

3.5

电流互感器二次实际负荷 **current transformer actual secondary burden**  
电流互感器在实际运行中，二次所接设备的阻抗、二次电缆和接点电阻的总有效阻抗。

3.6

工作误差 **operating error**  
电能表在现场运行条件下的计量误差。

4 电能表现场检验

4.1 性能要求

4.1.1 工作误差

电能表的工作误差用相对误差表示。在 4.2.1 条规定的现场条件下，电能表的工作误差限应满足表 1 的规定，表中功率因数未给定值用内插法求出，内插法的计算方法参见附录 B。

特殊环境温度下（ $-25^{\circ}\text{C}\leq T<-10^{\circ}\text{C}$  或  $45^{\circ}\text{C}<T\leq 60^{\circ}\text{C}$ ），考虑环境温度变化影响，工作误差限加上修正值，修正值  $e$  按式（1）计算：

$$e=P\times|\Delta T|\times 100\% \tag{1}$$

式中：

$P$ ——电能表的温度系数，%/K；

$\Delta T$ ——环境温度偏离值，高温时取当前环境温度与  $45^{\circ}\text{C}$  的差值，低温时取当前环境温度与  $-10^{\circ}\text{C}$  的差值。

表 1 电能表的工作误差限

类别	直接接入	经互感器接入 <sup>d</sup>	功率因数 <sup>b</sup>		电能表准确度等级					
					有功电能				无功电能	
					0.2S <sup>c</sup>	0.5S <sup>c</sup>	1	2	2	3
负载电流 <sup>a</sup>			工作误差限（%）							
有功电能表	$0.1I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05I_n \leq I \leq I_{max}$	$\cos\varphi$	1	±0.2	±0.5	±1.0	±2.0	—	—
	$0.1I_b \leq I < 0.2I_b$	$0.05I_n \leq I < 0.1I_n$		0.5L (C)	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5	—	—
	$0.2I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1I_n \leq I \leq I_{max}$			±0.3	±0.6	±1.0	±2.0	—	—
无功电能表	$0.1I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.05I_n \leq I \leq I_{max}$	$\sin\varphi$	1	—	—	—	—	±2.0	±3.0
	$0.1I_b \leq I < 0.2I_b$	$0.05I_n \leq I < 0.1I_n$		0.5L (C)	—	—	—	—	±2.5	±4.0
	$0.2I_b \leq I \leq I_{max}$	$0.1I_n \leq I \leq I_{max}$			—	—	—	—	±2.0	±3.0

<sup>a</sup>  $I_b$ —基本电流； $I_{max}$ —最大电流； $I_n$ —经电流互感器接入的电能表额定电流，其值与电流互感器次级额定电流相同；经电流互感器接入的电能表最大电流  $I_{max}$  与互感器次级额定扩展电流（ $1.2I_n$ ， $1.5I_n$  或  $2I_n$ ）相同。

<sup>b</sup> 角  $\varphi$  是星形负载支路相电压与相电流间的相位差； $L$ —感性负载， $C$ —容性负载。

<sup>c</sup> 对 0.2S 级、0.5S 级表只适用于经互感器接入的电能表。

<sup>d</sup> 经互感器接入的宽负载电能表（ $I_{max} \geq 4I_b$ ）[如 3×1.5（6）A]，其计量性能仍按  $I_b$  确定。

## 4.1.2 计数器电能示值组合误差

### 4.1.2.1 机电式计数器

在读取机电式计数器电能示值时，应半数字读出后取有效数。

$$|W_D - (W_{D1} + W_{D2} + \dots + W_{Dn})| \leq 2(n-1) \times 10^{-(\alpha+1)} \quad (2)$$

式中：

$W_D$  ——当前机电式总电能计数器的电能量，kWh；

$W_{D1}, W_{D2}, \dots, W_{Dn}$  ——当前各费率时段对应的机电式计数器的电能量，kWh；

$n$  ——费率数；

$\alpha$  ——机电式总电能计数器的小数位数。

机电式计数器电能示值的组合误差应符合式（2）的规定。

### 4.1.2.2 电子式计数器

$$|W_D - (W_{D1} + W_{D2} + \dots + W_{Dn})| \leq (n-1) \times 10^{-\beta} \quad (3)$$

式中：

$W_D$  ——当前电子显示器总电能计数器的电能量，kWh；

$W_{D1}, W_{D2}, \dots, W_{Dn}$  ——当前电子显示器各费率时段对应的计数器的电能量，kWh；

$n$  ——费率数；

$\beta$  ——电子显示总电能计数器的小数位数。

电子式计数器电能示值的组合误差应符合式（3）的规定。

## 4.1.3 时钟示值偏差

对具有时钟功能的电能表，其时钟示值偏差应不超过 10min。

## 4.2 检验要求

### 4.2.1 现场检验条件

现场检验时，一般应满足下列条件：

- 环境温度：-10℃～45℃；
- 相对湿度≤90%；
- 大气压力 63kPa～106kPa（海拔 4000m 及以下）；
- 工作场所不存在影响检验的无法清除的障碍物；
- 工作场所不存在严重的安全隐患；
- 电压对额定电压的偏差不应超过±10%；
- 频率对额定值的偏差不应超过±5%；
- 电压和电流的波形失真度≤5%；
- 每一相负荷电流不低于被检电能表基本电流的 10%（对于 S 级电能表为 5%）；
- 负荷无明显波动；
- 无可觉察到的振动和震动；
- 封印完整；
- 电能表端钮盒或联合试验接线盒无影响接线的严重损坏；
- 电能表现场测试仪按设备要求的时间通电预热；

DL / T 1664 — 2016

o) 现场检验工作至少由两人担任，并应严格遵守 GB 26860—2011 的规定。

4.2.2 检验设备要求

现场检验设备应满足下列要求：

- a) 电能表现场测试仪的准确度等级应满足表 2 的规定，检验 0.2S、0.5S 级电能表时电流回路应直接接入；
- b) 电能表现场测试仪应符合 GB/T 17215.701—2011、DL/T 826—2002 的规定；
- c) 光电采样器的调节机构、对光调节以及环境光照度对光电采样器的影响等应符合 DL/T 732—2000 中第 5 章的规定；
- d) 电能表现场测试仪在运输和保管中应有防尘、防潮和防震措施；
- e) 电能表现场测试仪和试验端子之间的连接导线应有良好的绝缘，应确保连接可靠，防止工作中松脱；应有明显的极性和相别标志，防止电压互感器二次短路、电流互感器二次开路，以确保人身和设备的安全。

表 2 电能表现场测试仪的准确度等级要求

被检电能表的准确度等级	0.2S	0.5S	1	2
电能表现场测试仪准确度等级	0.05	0.1	0.1	0.2
电能表现场测试仪（含电流钳）准确度等级	—	—	0.3	0.3

4.2.3 检验项目

电能表现场检验项目见表 3。

表 3 电能表现场检验项目一览表

序号	检 验 项 目	
1	外观检查	+
2	接线检查	+
3	计量差错和不合理的计量方式检查	+
4	工作误差试验	+
5	计数器电能示值组合误差试验 <sup>a</sup>	+
6	时钟示值偏差试验 <sup>b</sup>	+
7	通信接口检查	*
8	功能检查	*
注：符号“+”表示必须检验，符号“*”表示按需检验。 <sup>a</sup> 此项试验适用于初始已设置费率时段的多费率电能表。 <sup>b</sup> 此项试验适用于具有时钟功能的电能表。		

4.3 检验方法

4.3.1 外观检查

有下列缺陷之一的电能表判定为外观不合格：

- a) 铭牌不完整、字迹不清楚或无法辨别。
- b) 液晶或数码显示器缺少笔画、断码或不显示，指示灯与运行状态不符等现象。



- c) 字轮式计数器上的数字约有 1/5 高度被字窗遮盖（末位字轮和处在进位的字轮除外）。
- d) 表壳损坏，视窗模糊、固定不牢、破裂。
- e) 按键失灵。
- f) 接线端子损坏。
- g) 接地部分锈蚀或涂漆。
- h) 封印不完整。

#### 4.3.2 接线检查

运行中的电能表和计量用互感器二次接线正确性的检查，一般采用相量图法，也可以采用相位表法、力矩法等。检查应在电能表接线端子处进行。

将做出的相量图与实际负载电流及功率因数相比较，基于负荷性质（容性或感性）分析确定电能表的接线回路是否正确。如有错误，应根据分析的结果在测量表计上更正后重新做相量图。如仍不能确定其错误接线的实际状况，则应停电检查。

#### 4.3.3 计量差错和不合理的计量方式检查

##### 4.3.3.1 计量差错检查

现场检验时，应检查下列计量差错：

- a) 电能表倍率差错。电能表的计费倍率  $K_G$  应按式（4）计算：

$$K_G = \frac{K_L K_Y}{K'_L K'_Y} K_N \quad (4)$$

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。

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

##### 4.3.3.2 不合理的计量方式检查

现场检验时，应检查下列不合理计量方式：

- a) 电流互感器的变比过大，致使电流互感器经常在 20%（对于 S 级电流互感器为 5%）额定电流以下运行。
- b) 电能表接在电流互感器非计量二次绕组上。
- c) 电压与电流互感器分别接在电力变压器不同侧。
- d) 电能表电压回路未接到相应的母线电压互感器二次上。
- e) 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。

#### 4.3.4 工作误差试验

##### 4.3.4.1 试验方法及要求

工作误差试验应采用标准电能表法，在实际负荷下按照附录 C.1 规定的方式进行接线。电能表现

DL / T 1664 — 2016

场测试仪工作电源宜使用外部电源。

现场负荷功率因数低于 0.5 时，不宜进行有功电能工作误差的测试。其他试验条件应满足 4.2.1 的要求。

对于考核无功的计量点，当  $\sin\varphi$  低于 0.5 时，不宜进行无功电能工作误差的测试。  
运行中的电能表在实际负荷下的工作误差应符合表 1 的要求。

4.3.4.2 算定脉冲数和显示被检电能表误差的小数位数

机电式电能表现场测试仪的算定脉冲数参照 JJG 307—2006 中 5.2.4.5 b) 的要求。  
电子式电能表现场测试仪的算定（或预置）脉冲数按式（5）计算。

$$m_0 = \frac{C_0 N}{C_L} \tag{5}$$

式中：

- $m_0$  ——电能表现场测试仪的算定（或预置）脉冲数；
- $N$  ——被检电能表脉冲数；
- $C_0$  ——电能表现场测试仪的（脉冲）仪表常数，imp/kWh；
- $C_L$  ——被检电能表的（脉冲）仪表常数，imp/kWh。

要适当地选择被检电能表的脉冲数，使电能表现场测试仪的算定（或预置）脉冲数和实测脉冲数不少于表 4 的规定。

表 4 算定（或预置）脉冲数和显示被检电能表误差的小数位数

电能表现场测试仪准确度等级	0.05 级	0.1 级	0.2 级	0.3 级
算定（或预置）脉冲数	50000	20000	10000	6000
显示被检电能表误差的小数位数	3 位	2 位	2 位	2 位

4.3.4.3 重复测量次数原则

应至少记录两次误差测定数据，取其算术平均值作为实测误差值。  
若不能正确地采集被检电能表脉冲数，则舍去测得的数据。  
若测得的误差值等于被检电能表允许工作误差限的 80%~120%时，应再进行两次测量，取这两次与前两次测量数据的平均值作为最后测得的误差值。

4.3.5 计数器电能示值组合误差试验

读取同一时刻的总电能计数器和各费率时段相应计数器的电能示值，按式（2）或式（3）计算计数器电能示值组合误差。

4.3.6 时钟示值偏差试验

时钟示值偏差试验应按照 DL/T 1478—2015 中 6.5 的规定执行。

4.3.7 通信接口检查

通信接口检查应按照 DL/T 1478—2015 中 6.6 的规定执行。

4.3.8 功能检查

功能检查应按照 DL/T 1478—2015 中 6.7 的规定执行。

4.4 检验结果的处理

4.4.1 测量数据修约

工作误差测量数据按表 5 相应等级修约。

表 5 电能表工作误差数据修约间隔

被检电能表准确度等级	0.2S	0.5S	1	2	3
修约间隔 (%)	0.02	0.05	0.1	0.2	0.2

计数器电能示值组合误差应保留到计数器的最小有效位。  
时钟示值偏差修约间距为 1s。  
判断测量数据是否满足要求，一律以修约后的结果为准。

4.4.2 检验结果输出

检验结束，由检验单位施加封印，出具检验结论，根据需要粘贴检验标识或出具检验报告。  
检验原始记录格式参见附录 D。

4.5 检验周期

检验周期应符合 DL/T 448 的相关规定。

5 电压互感器现场检验

5.1 性能要求

5.1.1 绝缘

电压互感器绝缘电阻应满足表 6 要求。

表 6 电压互感器绝缘电阻要求

项目	一次对二次绕组及地 <sup>a</sup>	二次绕组之间	二次绕组对地
要求	>1000MΩ	>500MΩ	>500MΩ
<sup>a</sup> 电容式电压互感器除外。			

5.1.2 基本误差

在参比条件下，电压互感器的误差不得超出表 7 给定的限值范围，实际误差曲线不得超出误差限值连线所形成的折线范围。

表 7 电压互感器基本误差限值

准确度级别	误差项	电压百分数 (%)
		80~120
0.1	比值差 (±, %)	0.1
	相位差 (±, ')	5



表 7（续）

准确度级别	误差项	电压百分数（%）
		80~120
0.2	比值差（±，%）	0.2
	相位差（±，'）	10
0.5	比值差（±，%）	0.5
	相位差（±，'）	20

5.1.3 稳定性

电压互感器在连续的两次周期检验中，各测量点误差的变化，不得大于其基本误差限值的 2/3。

5.2 检验要求

5.2.1 现场检验条件

现场检验时，一般应满足下列条件：

- a) 现场检验参比条件见表 8。
- b) 用于检验的设备如升压器、调压器等在工作中产生的电磁干扰引入的测量误差不大于被检电压互感器误差限值的 1/10。
- c) 现场周围环境电磁场干扰所引起被检电压互感器误差的变化，应不大于被检电压互感器误差限值的 1/20。
- d) 被检电压互感器应从系统中隔离并保持足够的绝缘距离。

表 8 现场检验参比条件

环境温度 <sup>a</sup>	相对湿度	电源频率	电源波形畸变系数	二次负荷 <sup>b</sup>	外绝缘
-25℃~55℃	≤95%	50Hz±0.5Hz	≤5%	额定负荷~下限负荷	清洁、干燥
<sup>a</sup> 当被检电压互感器技术条件规定的环境温度与-25℃~55℃范围不一致时，以技术条件规定的环境温度作为参比环境温度。					
<sup>b</sup> 除非用户有要求，被检电压互感器的下限负荷均按 2.5VA 选取；有多个二次绕组时，下限负荷分配给被检二次绕组，其他二次绕组空载。					

5.2.2 检验设备要求

电压互感器现场检验设备包括升压设备、高压试验变压器、标准电压互感器、互感器校验仪、电压互感器负荷箱及监测用电压百分表等组成，应满足下列要求：

- a) 升压设备由调压器和升压器（高压试验变压器或串联谐振升压装置）等组成。调压器应有足够的调节细度，其输出容量和电压应与升压器相适应。
- b) 用于检验工作的升压器、调压器等所引起被检电压互感器误差的变化，应不大于被检电压互感器误差限值的 1/10。
- c) 使用高压试验变压器检验电磁式电压互感器时，应符合 JB/T 9641—1999 的要求。调压器应与试验变压器的额定电压和实际输出容量匹配，调压装置应有输出电流指示和过流保护功能。检验三相电压互感器，应使用三相试验变压器和三相调压电源。
- d) 检验电容式电压互感器和气体绝缘开关设备组合电器（GIS）中的电压互感器宜使用相应电压等级的串联谐振升压装置。串联谐振升压装置应采用调感式，用电网频率激励。升压装置中电

- 抗器输出电压应不低于被检电压互感器额定电压的 1.2 倍，额定电流应满足被检电压互感器电压为额定电压 1.2 倍时的试验电流要求。
- e) 标准电压互感器宜选用电磁式电压互感器。标准电压互感器额定变比应和被检电压互感器相同，准确度等级至少比被检电压互感器高两个等级，在现场检验环境条件下的实际误差不大于被检电压互感器基本误差限值的 1/5。标准电压互感器的二次实际负荷（含差压回路负荷），应在其额定负荷与下限负荷之间。
  - f) 现场检验宜使用高端测差方式的互感器校验仪。电压互感器校验仪应符合 JJG 169—2010 的技术要求：其比值差和相位差示值分辨率应不低于 0.001%和 0.01'，谐波抑制能力不小于 26dB，差压回路的负荷不大于 0.1VA。在现场检验环境条件下，互感器校验仪引起的测量误差，应不大于被检电压互感器基本误差限值的 1/10。
  - g) 用于电压互感器现场检验的电压互感器负荷箱，在接线端子所在的面板上应有额定环境温度区间、额定频率、额定电压及额定功率因数的明确标志。本标准推荐的额定温度区间为：低温型 -25℃~15℃，常温型 -5℃~35℃，高温型 15℃~55℃。现场检验时使用的电压互感器负荷箱，其额定环境温度区间应能覆盖检验时实际环境温度范围。在规定的环境温度区间中心点附近（允许偏离范围±2℃），电压互感器负荷箱在额定频率 50Hz（60Hz）、额定电压的 80%~120%时，标称负荷值的有功分量和无功分量的相对误差不应超过±3%，周围温度每变化 5℃时，负荷的误差变化不超过±1%。当  $\cos\varphi=1$  时，残余无功分量同样不得超过±3%。电压互感器负荷箱所置负荷不等于二次额定负荷时，测量结果可以进行误差换算求得，被检电压互感器在二次实际负荷下的误差也可参照进行。负荷误差换算方法参见 JJG 1021—2007 附录 D。
  - h) 监测用电压百分表的准确度等级不低于 1.5 级。在规定的测量范围内，内阻抗应保持不变。

5.2.3 检验项目

电压互感器现场检验项目见表 9。

表 9 电压互感器现场检验项目一览表

序号	检 验 项 目	检验类型	
		首次检验	后续检验
1	外观检查	+	+
2	绝缘试验	+	+
3	绕组极性检查	+	—
4	基本误差测量	+	+
5	二次实际负荷下计量绕组误差测量	—	*
6	稳定性试验	—	+

注：符号“+”表示必须检验，符号“\*”表示按需检验，符号“—”表示不需检验。

5.3 检验方法

5.3.1 外观检查

有下列缺陷之一者，判定为外观不合格：

- a) 绝缘套管不清洁，油位或气体指示不正确。
- b) 铭牌及必要的标志不完整（包括产品型号、出厂序号、制造厂名称等基本信息及额定绝缘水平、额定电压比、准确度等级及额定二次负荷等技术参数）。

- c) 接线端钮缺少、损坏或无标记，接地端子上无接地标志，电容式电压互感器端子箱中阻尼电阻、避雷器等元件缺失或损坏。

5.3.2 绝缘试验

电压互感器绝缘电阻应使用 2.5kV 绝缘电阻表进行测量，也可采用未超过有效期的交接试验或预防试验报告的数据。

5.3.3 绕组的极性检查

宜使用互感器校验仪检查绕组的极性。极性检查一般与误差测量同时进行，标准电压互感器的极性是已知的，根据被检电压互感器的接线标志，按比较法线路完成测量接线后，升起电压至额定值的 5%以下试测，用互感器校验仪的极性指示功能或误差测量功能确定互感器的极性。如无异常，则极性标识正确。

5.3.4 基本误差测量

按照附录 C.2 检验接线图进行基本误差测量。电压互感器误差的测量点参见表 10 所示。有多个二次绕组的电压互感器，除剩余绕组外，各二次绕组应按表 8 的规定接入额定负荷或者下限负荷。

表 10 电压互感器误差测量点

电压百分数 (%)	80	100	105 <sup>a</sup>	110 <sup>b</sup>	115 <sup>c</sup>
额定负荷	+	+	+	+	+
下限负荷	+	+	—	—	—
<sup>a</sup> 适用于 750kV 和 1000kV 电压互感器。 <sup>b</sup> 适用于 330kV 和 500kV 电压互感器。 <sup>c</sup> 适用于 220kV 及以下电压互感器。					

5.3.5 二次实际负荷下计量绕组的误差测量

电压互感器二次实际负荷下误差测量宜采用根据二次实际负荷值选择负荷箱替代的方法进行。电压互感器二次实际负荷下的现场误差测量与基本误差测量原理接线相同，两者可合并进行。

5.3.6 稳定性试验

电压互感器的稳定性取上次检验结果与当前检验结果，分别计算两次检验结果中比值差的差值和相位差的差值。

5.4 检验结果的处理

5.4.1 测量数据修约

电压互感器现场检验时读取的比值差保留到 0.001%，相位差保留到 0.01'，且按规定的格式和要求做好原始记录，并妥善保管。

误差测量数据可按表 11 相应等级修约。

表 11 电压互感器误差数据修约间隔

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



### 5.4.2 检验结果输出

检验结束，由检验单位出具检验结论，根据需要出具检验报告。  
检验原始记录格式参见附录 D。

### 5.5 检验周期

检验周期应符合 JJG 1021—2007 的相关规定。

## 6 电流互感器现场检验

### 6.1 性能要求

#### 6.1.1 绝缘

电流互感器的绝缘电阻应满足表 12 要求。

表 12 电流互感器绝缘电阻要求

项目	一次对二次绕组及地	二次绕组之间	二次绕组对地
要求	$>1500\text{M}\Omega$	$>500\text{M}\Omega$	$>500\text{M}\Omega$

#### 6.1.2 基本误差

在参比条件下，电流互感器的误差不得超出表 13 给定的限值范围，实际误差曲线不得超出误差限值连线所形成的折线范围。电流互感器的基本误差以退磁后的误差为准。

表 13 电流互感器基本误差限值

准确度级别	误差项	电流百分数 (%)				
		1	5	20	100	120
0.1	比值差 (±, %)	—	0.4	0.2	0.1	0.1
	相位差 (±, °)	—	15	8	5	5
0.2	比值差 (±, %)	—	0.75	0.35	0.2	0.2
	相位差 (±, °)	—	30	15	10	10
0.2S	比值差 (±, %)	0.75	0.35	0.2	0.2	0.2
	相位差 (±, °)	30	15	10	10	10
0.5	比值差 (±, %)	—	1.5	0.75	0.5	0.5
	相位差 (±, °)	—	90	45	30	30
0.5S	比值差 (±, %)	1.5	0.75	0.5	0.5	0.5
	相位差 (±, °)	90	45	30	30	30

#### 6.1.3 稳定性

电流互感器在连续的两周期检验中，各测量点误差的变化，不得大于其基本误差限值的 2/3。

6.2 检验要求

6.2.1 现场检验条件

现场检验时，一般应满足下列条件：

- a) 现场检验参比条件见表 14。
- b) 用于检验的设备如升流器、调压器等在工作中产生的电磁干扰引入的测量误差不大于被检电流互感器误差限值的 1/10。
- c) 现场周围环境电磁场干扰所引起被检电流互感器误差的变化，不应大于被检电流互感器误差限值的 1/20。
- d) 被检电流互感器从系统中隔离，除被检二次绕组外其他二次绕组应可靠短接。

表 14 现场检验参比条件

环境温度 <sup>a</sup>	相对湿度	电源频率	电源波形畸变系数	二次负荷 <sup>b</sup>	外绝缘
-25℃~55℃	≤95%	50Hz±0.5Hz	≤5%	额定负荷~下限负荷	清洁、干燥
<sup>a</sup> 当被检电流互感器技术条件规定的环境温度与-25℃~55℃范围不一致时，以技术条件规定的环境温度作为参比环境温度。					
<sup>b</sup> 除非用户有要求，二次额定电流 5A 的被检电流互感器下限负荷按 3.75VA 选取，二次额定电流 1A 的被检电流互感器下限负荷按 1VA 选取。					

6.2.2 检验设备要求

电流互感器现场检验设备包括升流设备、标准电流互感器、电流互感器校验仪、电流互感器负荷箱及监测用电流百分表等组成。应满足下列要求：

- a) 升流设备由调压器、升流器和无功补偿装置等组成。调压器应有足够的调节细度，其输出容量和电压应与升流器相适应。升流器应有足够的容量和不同的输出电压挡，以满足在相应的一次试验回路阻抗下，输出电流大小和输出波形的要求。无功补偿装置应有足够的容量和调节细度，以满足在相应的一次试验回路感抗下，足以满足达到完全无功补偿的要求。试验电源设备引起的输出波形畸变系数应不超过 5%。
- b) 升流器、调压器、大电流电缆线等所引起被检电流互感器误差的变化，不应大于被检电流互感器误差限值的 1/10。
- c) 标准电流互感器额定变比应和被检电流互感器相同，准确度至少比被检电流互感器高两个等级，在现场检验环境条件下的实际误差不大于被检电流互感器基本误差限值的 1/5。
- d) 标准电流互感器的二次实际负荷（含差值回路负荷），应在其额定负荷与下限负荷之间。如果需要使用标准电流互感器的误差检定值，则标准电流互感器的二次实际负荷（含差值回路负荷）与其检定证书规定负荷的偏差，应不大于 10%。
- e) 电流互感器校验仪应符合 JJG 169—2010 的技术要求：其比值差和相位差示值分辨率应不低于 0.001%和 0.01'。在现场检验环境条件下，电流互感器校验仪引起的测量误差，应不大于被检电流互感器基本误差限值的 1/10。其中差值回路的二次负荷对标准电流互感器和被检电流互感器误差的影响均不大于它们基本误差限值的 1/20。
- f) 电流互感器负荷箱在接线端子所在的面板上应有额定环境温度区间、额定频率、额定电流及额定功率因数的明确标志。电流互感器负荷箱还应标明外部接线电阻数值。本标准推荐的额定温度区间为：低温型-25℃~15℃，常温型-5℃~35℃，高温型 15℃~55℃。电流互感器负荷箱的额定环境温度区间应能覆盖检验时实际环境温度范围。在规定的环境温度区间中心点附近

(允许偏离范围 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )，电流互感器负荷箱在额定频率 50Hz (60Hz)、额定电流的 1%~120% 时，标称负荷值 (与规定的二次引线电阻一并计算) 的有功分量和无功分量的相对误差不应超过表 15 的规定，当  $\cos\varphi=1$  时，残余无功分量同样不得超过表 15 的规定。周围温度每变化  $5^{\circ}\text{C}$  时，负荷的误差变化不应超过  $\pm 1\%$ 。

表 15 电流互感器负荷箱允许误差

电流百分数	有功部分			无功部分		
	1%	5%	20%~120%	1%	5%	20%~120%
基本误差限值 (%)	$\pm 6$	$\pm 4$	$\pm 3$	$\pm 6$	$\pm 4$	$\pm 3$

g) 监测用电流百分表的准确度等级不低于 1.5 级。在规定的测量范围内，内阻抗应保持不变。

### 6.2.3 检验项目

电流互感器现场检验项目见表 16。

表 16 电流互感器现场检验项目一览表

序号	检 验 项 目	检 验 类 型	
		首次检验	后续检验
1	外观检查	+	+
2	绝缘电阻测量	+	+
3	绕组的极性检查	+	—
4	基本误差测量	+	+
5	二次实际负荷下计量绕组的误差测量	—	*
6	稳定性试验	—	+

注：符号“+”表示必须检验，符号“\*”表示按需检验，符号“—”表示不需检验。

## 6.3 检验方法

### 6.3.1 外观检查

有下列缺陷之一者，判定为外观不合格：

- 绝缘套管不清洁，油位或气体指示不正确。
- 铭牌及必要的标志不完整 (包括产品型号、出厂序号、制造厂名称等基本信息及额定绝缘水平、额定电流比、准确度等级及额定二次负荷等技术参数)。
- 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。
- 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。

### 6.3.2 绝缘电阻测量

绝缘电阻应使用 2.5kV 绝缘电阻表进行测量，也可采用未超过有效期的交接试验或预防试验报告的数据。

### 6.3.3 绕组的极性检查

绕组的极性宜使用互感器校验仪进行检查，可与基本误差测量同时进行。标准电流互感器的极性



是已知的，根据被检电流互感器的接线标志，按比较法线路完成测量接线后，升起电流至额定值的 5% 以下试测，用互感器校验仪的极性指示功能或误差测量功能确定互感器的极性。如无异常，则极性标识正确。

6.3.4 基本误差测量

电流互感器基本误差测量应按照以下要求进行：

- a) 对于首检或检修后的电流互感器，应先后在充磁和退磁的状态下进行误差测量，两次测量结果均应满足表 13 的要求。充磁和退磁的方法见附录 E。
- b) 对于后续周期检验的电流互感器，宜在退磁情况下进行误差测试，测试结果应满足表 13 的要求。
- c) 基本误差测量宜使用标准电流互感器比较法，原理接线图见附录 C.3。
- d) 电流互感器误差的测量点参见表 17 所示。

表 17 电流互感器误差测量点

电流百分数 (%)	1 <sup>a</sup>	5	20	100	120
额定负荷	+	+	+	+	+
下限负荷	+	+	+	+	—
<sup>a</sup> 仅适用于 S 级电流互感器。					

- e) 首次检验时，宜在电流互感器安装后进行误差测量，且对全部电流比按表 17 规定的测量点以直接比较法进行现场检验。当条件不具备时，可在安装前按此要求进行误差测量，但电流互感器安装后须在不低于 20%额定电流下进行复核。
- f) 周期检验时，除非用户有要求，只对实际使用的变比进行误差测量。对运行中的电流互感器，如因条件所限，无法按表 17 规定的测量点以直接比较法进行周期检验时，可使用扩大负荷法外推电流互感器误差，计算方法参见附录 F。
- g) 当一次返回导体的磁场对套管式电流互感器误差产生的影响不大于基本误差限值的 1/6 时，允许使用等安匝法（含并联等安匝法）测量电流互感器的误差。等安匝测量方法及注意事项参见 JJG 1021—2007 附录 C。

6.3.5 二次实际负荷下的误差测量

电流互感器二次实际负荷下误差测量宜根据二次实际负荷值选择负荷箱替代的方法进行。电流互感器二次实际负荷下的现场误差测量与基本误差测量原理接线相同，两者可合并进行。

6.3.6 稳定性试验

电流互感器的稳定性试验取上次检验结果与当前检验结果，分别计算两次检验结果中比值差的差值和相位差的差值。

6.4 检验结果的处理

6.4.1 测量数据修约

电流互感器现场检验时读取的比值差保留到 0.001%，相位差保留到 0.01'，且按规定的格式和要求做好原始记录，并妥善保管。

误差测量数据可按表 18 相应等级修约。

表 18 电流互感器误差数据修约间隔

准确度等级		0.1	0.2	0.2S	0.5	0.5S
修约间隔	比值差（±，%）	0.01	0.02	0.02	0.05	0.05
	相位差（±，°）	0.5	1	1	2	2

6.4.2 检验结果输出

检验结束，由检验单位出具检验结论，根据需要出具检验报告。  
检验原始记录格式参见附录 D。

6.5 检验周期

检验周期应符合 JJG 1021—2007 的相关规定。

7 二次回路现场检验

7.1 性能要求

7.1.1 电压互感器二次回路压降

电能计量装置中电压互感器二次回路压降应不大于其额定二次电压的 0.2%。

7.1.2 互感器二次实际负荷

电能计量装置中电压互感器和电流互感器的二次实际负荷应符合表 19 的要求。

表 19 互感器二次实际负荷要求

互感器类型	额定二次电流	额定二次负荷范围	二次实际负荷要求
电流互感器	1A	≤5VA	0VA~100%额定二次负荷
		>5VA	1VA~100%额定二次负荷
	5A	≤15VA	0VA~100%额定二次负荷
		>15VA	3.75VA~100%额定二次负荷
电压互感器	—	≤10VA	0VA~100%额定二次负荷
		>10VA	2.5VA~100%额定二次负荷

7.2 检验要求

7.2.1 现场检验条件

- 现场检验时，应满足以下条件：
- a) 环境温度：-10℃~45℃；
  - b) 相对湿度≤90%；
  - c) 大气压力 63kPa~106kPa（海拔 4000m 及以下）；
  - d) 测试仪器按设备要求的时间通电预热。

7.2.2 检验设备要求

二次回路现场检验设备包含压降测试仪、二次实际负荷测试仪及专用导线，应满足下列要求：

- a) 压降测试仪的测量误差应不超过±2%，比值差和相位差示值分辨率应不低于 0.01%和 0.01'；
- b) 二次实际负荷测试仪的测量误差应不超过±2%，导纳分辨率应不低于 0.01mS，阻抗分辨率应不低于 0.01Ω，电压分辨率应不低于 0.01V，电流分辨率应不低于 0.01A；
- c) 压降测试仪对被测试回路带来的负荷最大不超过 1VA，二次实际负荷测试仪对被测试回路带来的负荷最大不超过 0.1VA；
- d) 测试仪器的的工作回路（接地的除外）对金属面板及金属外壳之间的绝缘电阻应不低于 20MΩ，工作时不接地的回路（包括交流电源插座）对金属外壳应能承受有效值为 1.5kV 的 50Hz 正弦波电压 1min 耐压试验；
- e) 测试仪导线接头接触可靠，有明显的极性和相别标志；
- f) 连接互感器二次端子与测试仪器之间的导线应是专用屏蔽导线，其屏蔽层应可靠接地。

7.2.3 检验项目

二次回路的现场检验项目见表 20。

表 20 二次回路现场检验项目一览表

序号	检 验 项 目	检 验 类 型	
		首次检验	后续检验
1	电压互感器二次回路压降测量	+	+
2	电压互感器二次实际负荷测量	+	*
3	电流互感器二次实际负荷测量	+	*

注：符号“+”表示必须检验，符号“\*”表示按需检验。

7.3 检验方法

7.3.1 电压互感器二次回路压降测量

一般采用压降测试仪进行电压互感器二次回路压降的现场测量，原理接线图详见附录 C.4。电压互感器二次回路压降引起的误差按式（6）计算：

$$\varepsilon_{\Delta U} = \sqrt{f^2 + (0.0291\delta)^2}$$
 (6)

式中：

- $\varepsilon_{\Delta U}$  ——二次回路压降引起的误差，%；
- $f$  ——同相分量，%；
- $\delta$  ——正交分量，'。

7.3.2 电压互感器二次实际负荷测量

一般采用二次负荷测试仪进行电压互感器二次实际负荷的现场测量，测试原理接线参见附录 C.4。

7.3.3 电流互感器二次实际负荷的测量

一般采用二次负荷测试仪进行电流互感器二次实际负荷的现场测量，测试原理接线参见附录 C.4。

7.4 检验结果的处理

7.4.1 测量数据修约

电压互感器二次回路压降测量数据修约间隔为 0.02%。



电压互感器和电流互感器的二次实际负荷测量数据按表 21 修约。

表 21 二次实际负荷数据修约间隔

测量数据	负荷值	功率因数
修约间隔	0.1VA	0.01

#### 7.4.2 检验结果的输出

检验结束，由检验单位出具检验结论，根据需要出具检验报告。

检验原始记录格式参见附录 D。

#### 7.5 检验周期

检验周期应符合 DL/T 448 的相关规定。

附录 A  
(资料性附录)  
电能计量装置综合误差的计算

### A.1 合成误差

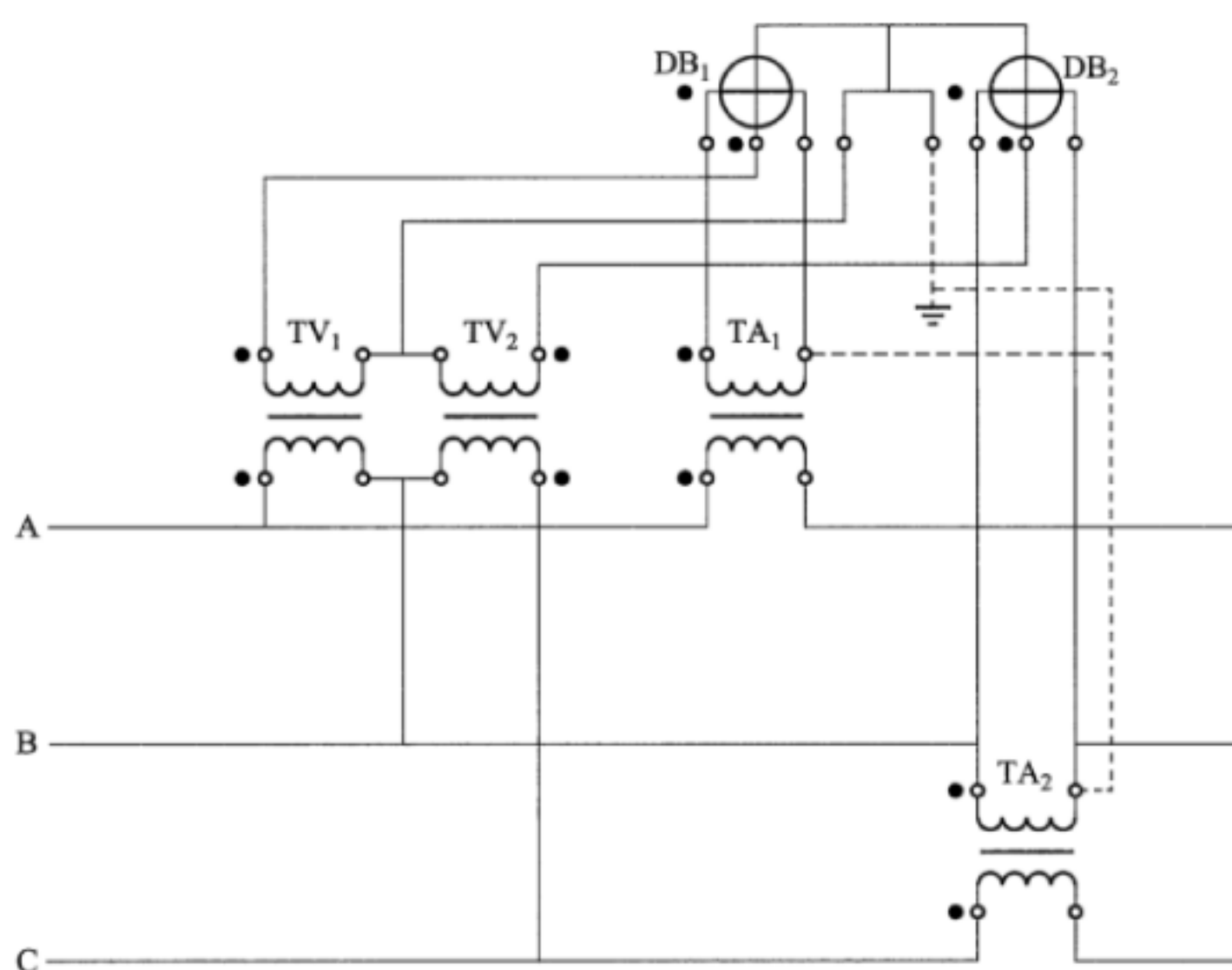
计量用电流、电压互感器的比值差和相位差以及计量用电压互感器二次回路压降的正交分量、同相分量在测量功率时的误差合成。

### A.2 综合误差

电能表误差和计量用互感器误差以及计量用电压互感器二次回路压降合成误差的代数和。

### A.3 三相二元件（三相三线）电能计量装置综合误差的计算

在中性点非有效接地系统中，通常使用不接地电流电压互感器和二元件电能表计量三相三线有功电能，如图 A.1 所示。



TV<sub>1</sub>—第一元件电压互感器；TA<sub>1</sub>—第一元件电流互感器；DB<sub>1</sub>—电能计量第一单元；  
TV<sub>2</sub>—第二元件电压互感器；TA<sub>2</sub>—第二元件电流互感器；DB<sub>2</sub>—电能计量第二单元。

图 A.1 三相三线有功电能计量接线

电能计量装置的综合误差  $\gamma$  是电流、电压互感器的合成误差  $\gamma_h$ ，电压互感器二次回路压降误差  $\gamma_d$ ，电能表的误差  $\gamma_e$  的代数和。分别用式 (A.1) ~ 式 (A.3) 表示。

$$\gamma = \gamma_h + \gamma_d + \gamma_e \quad (\text{A.1})$$

$$\gamma_h = 0.5(f_{11} + f_{12} + f_{v1} + f_{v2}) + 0.0084[(\delta_{11} - \delta_{v1}) - (\delta_{12} - \delta_{v2})] \\ + 0.289[(f_{12} + f_{v2}) - (f_{11} + f_{v1})] \tan \varphi + 0.0145[(\delta_{11} - \delta_{v1}) + (\delta_{12} - \delta_{v2})] \tan \varphi (\%) \quad (\text{A.2})$$

$$\gamma_d = 0.5(f_1 + f_2) + 0.0084(\delta_2 - \delta_1) + 0.289(f_2 - f_1) \tan \varphi - 0.0145(\delta_2 + \delta_1) \tan \varphi (\%) \quad (\text{A.3})$$

式中：

$f_{11}$  和  $\delta_{11}$  ——第一元件电流互感器的误差；

$f_{v1}$  和  $\delta_{v1}$  ——第一元件电压互感器的误差；

$f_{12}$  和  $\delta_{12}$  ——第二元件电流互感器的误差;

$f_{V2}$  和  $\delta_{V2}$  ——第二元件电压互感器的误差;

$\varphi$  ——功率因数角;

$f_1$  和  $\delta_1$  ——第一元件电压互感器二次引线压降误差;

$f_2$  和  $\delta_2$  ——第二元件电压互感器二次引线压降误差。

在中性点非有效接地系统中,有时使用三台接地电压互感器作 Y—Y 连接。这时需要把电压互感器的相电压误差换算为线电压误差。计算公式见式 (A.4) ~ 式 (A.7):

$$f_{ab} = (f_a + f_b) / 2 + 0.0084(\delta_a - \delta_b)(\%) \quad (\text{A.4})$$

$$f_{cb} = (f_c + f_b) / 2 + 0.0084(\delta_b - \delta_c)(\%) \quad (\text{A.5})$$

$$\delta_{ab} = (\delta_a + \delta_b) / 2 + 9.924(f_b - f_a)(') \quad (\text{A.6})$$

$$\delta_{cb} = (\delta_c + \delta_b) / 2 + 9.924(f_c - f_b)(') \quad (\text{A.7})$$

式中:

$f_{ab}$ 、 $f_{cb}$  ——A—B 相间和 C—B 相间电压比值差;

$\delta_{ab}$ 、 $\delta_{cb}$  ——A—B 相间和 C—B 相间电压相位差;

$f_a$ 、 $f_b$ 、 $f_c$  ——A 相、B 相和 C 相电压互感器的比值差;

$\delta_a$ 、 $\delta_b$ 、 $\delta_c$  ——A 相、B 相和 C 相电压互感器的相位差。

#### A.4 三相三元件 (三相四线) 有功电能计量装置综合误差的计算

这种接线用于中性点有效接地的电力系统,使用三台电流互感器、三台接地电压互感器和一台三元件电能表计量三相四线有功电能。接线见图 A.2。

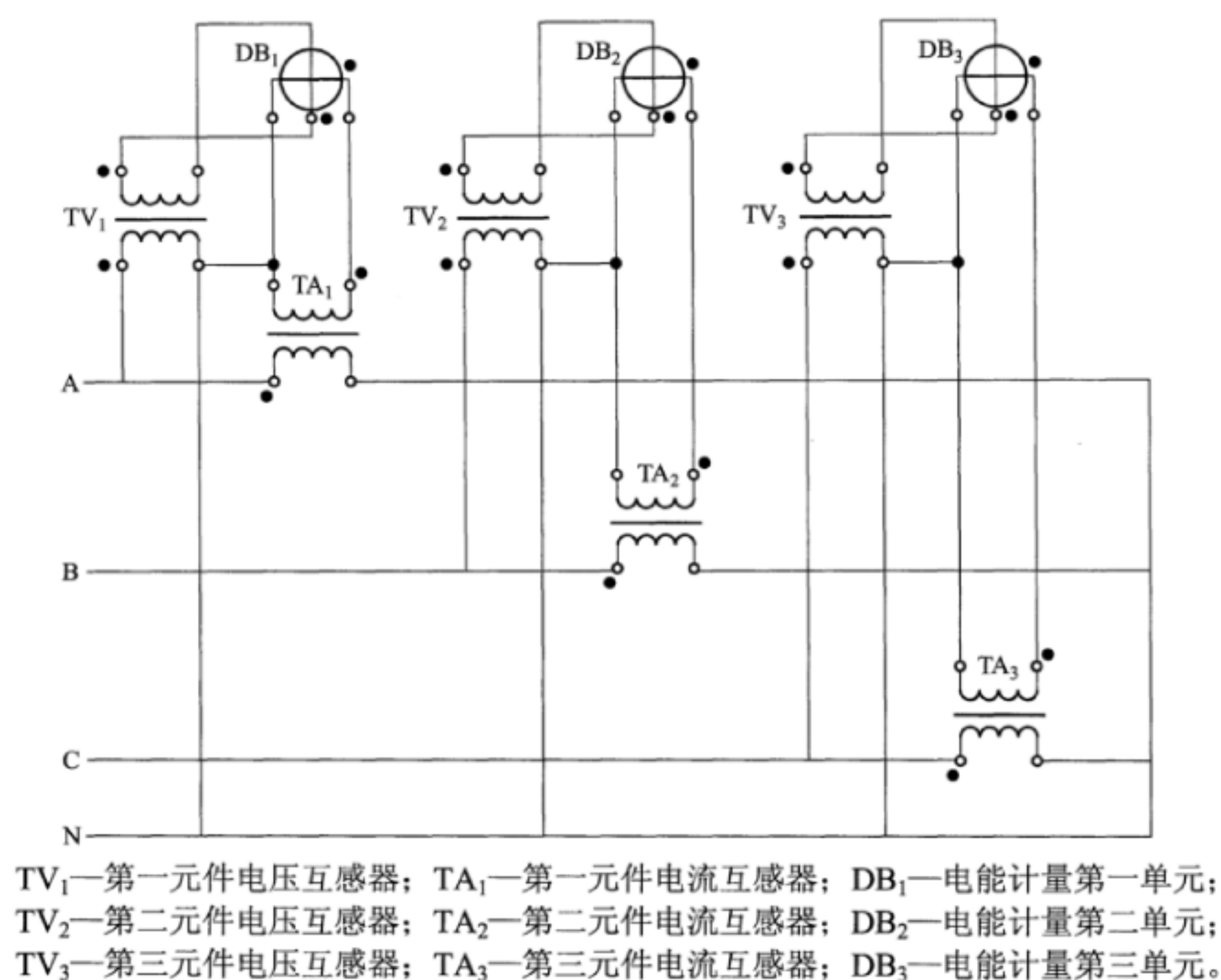


图 A.2 三相四线有功电能计量接线

这种电能计量装置的综合误差  $\gamma$  也是电流、电压互感器的合成误差  $\gamma_h$ , 电压互感器二次引线压降误差  $\gamma_d$ , 电能计量单元的误差  $\gamma_e$  的代数和。分别用式 (A.8) ~ 式 (A.10) 表示。



$$\gamma = \gamma_h + \gamma_d + \gamma_e \quad (\text{A.8})$$

$$\gamma_h = 1/3(f_{11} + f_{v1} + f_{12} + f_{v2} + f_{13} + f_{v3}) + 0.0097(\delta_{11} - \delta_{v1} + \delta_{12} - \delta_{v2} + \delta_{13} - \delta_{v3})\% \quad (\text{A.9})$$

$$\gamma_d = 1/3(f_1 + f_2 + f_3) - 0.0097(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) \tan \varphi\% \quad (\text{A.10})$$

式中：

$f_{11}$  和  $\delta_{11}$  ——第一元件电流互感器的误差；

$f_{v1}$  和  $\delta_{v1}$  ——第一元件电压互感器的误差；

$f_{12}$  和  $\delta_{12}$  ——第二元件电流互感器的误差；

$f_{v2}$  和  $\delta_{v2}$  ——第二元件电压互感器的误差；

$f_{13}$  和  $\delta_{13}$  ——第三元件电流互感器的误差；

$f_{v3}$  和  $\delta_{v3}$  ——第三元件电压互感器的误差；

$\varphi$  ——功率因数角；

$f_1$  和  $\delta_1$  ——第一元件电压互感器二次引线压降误差；

$f_2$  和  $\delta_2$  ——第二元件电压互感器二次引线压降误差；

$f_3$  和  $\delta_3$  ——第三元件电压互感器二次引线压降误差。

附 录 B  
(资料性附录)  
内插法的计算方法

内插法的计算公式如下:

$$\gamma_x \approx \gamma_1 - \frac{(\gamma_1 - \gamma_2)(\cos \varphi_x - \cos \varphi_1)}{\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中:

$\gamma_1, \gamma_2$ ——功率因数为  $\cos \varphi_1$ 、 $\cos \varphi_2$  时的工作误差限 ( $\cos \varphi_1 < \cos \varphi_2$ );

$\gamma_x$ ——功率因数为  $\cos \varphi_x$  时的工作误差限 ( $\cos \varphi_1 < \cos \varphi_x < \cos \varphi_2$ )。

示例: 0.2S 级三相电能表, 平衡负载,  $I=0.5I_n$ , 功率因数为 0.95 时, 查表 1 得到  $\cos \varphi_1=0.5$ ,  $\cos \varphi_2=1$ , 则对应的  $\gamma_1=0.3$ ,  $\gamma_2=0.2$ , 此时被检电能表工作误差限为:

$$\gamma \approx 0.3 - \frac{(0.3-0.2) \times (0.95-0.5)}{1-0.5} \times 100\% = 0.21\%$$

附录 C  
(规范性附录)  
现场检验接线图

C.1 电能表现场检验接线图

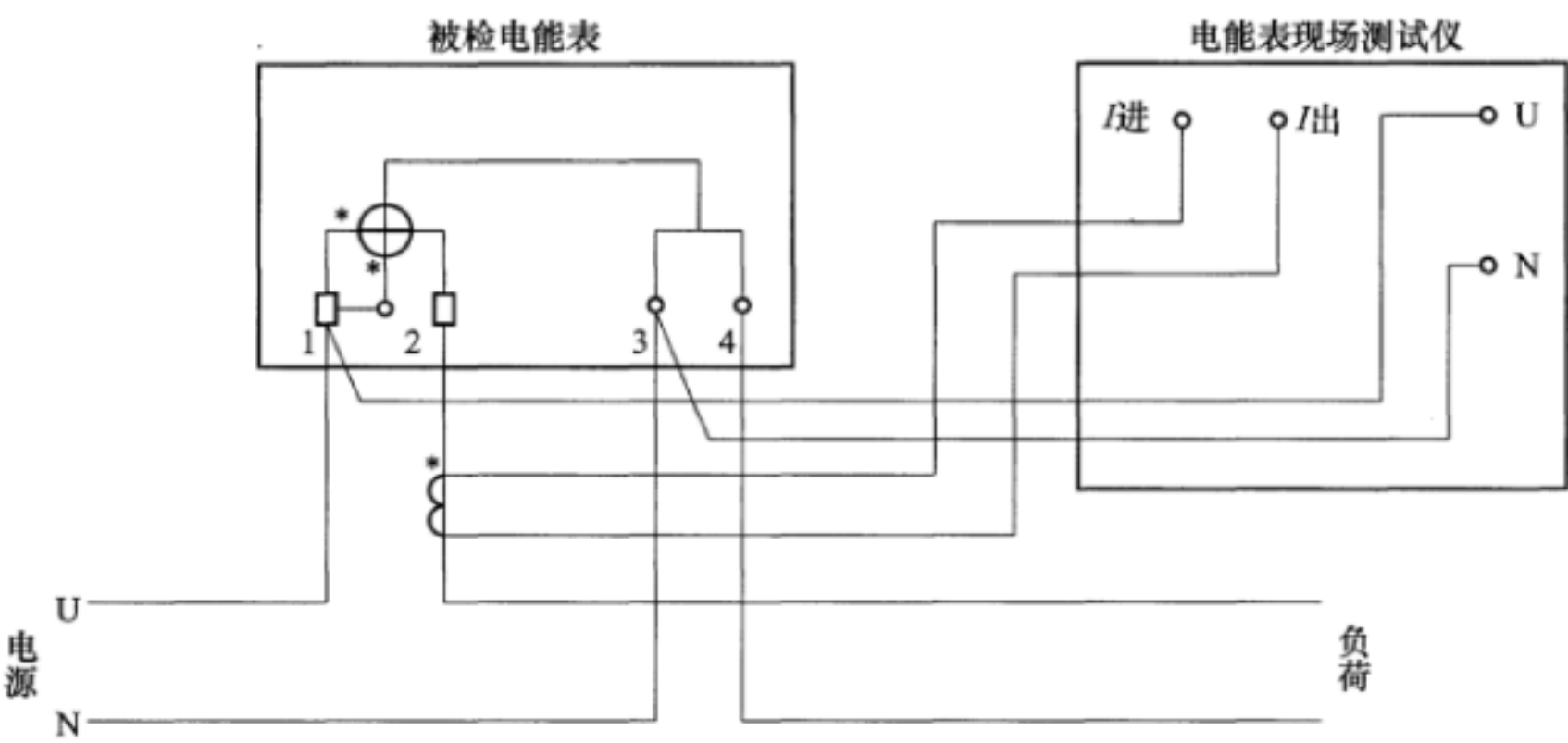


图 C.1 单相电能表现场检验接线图

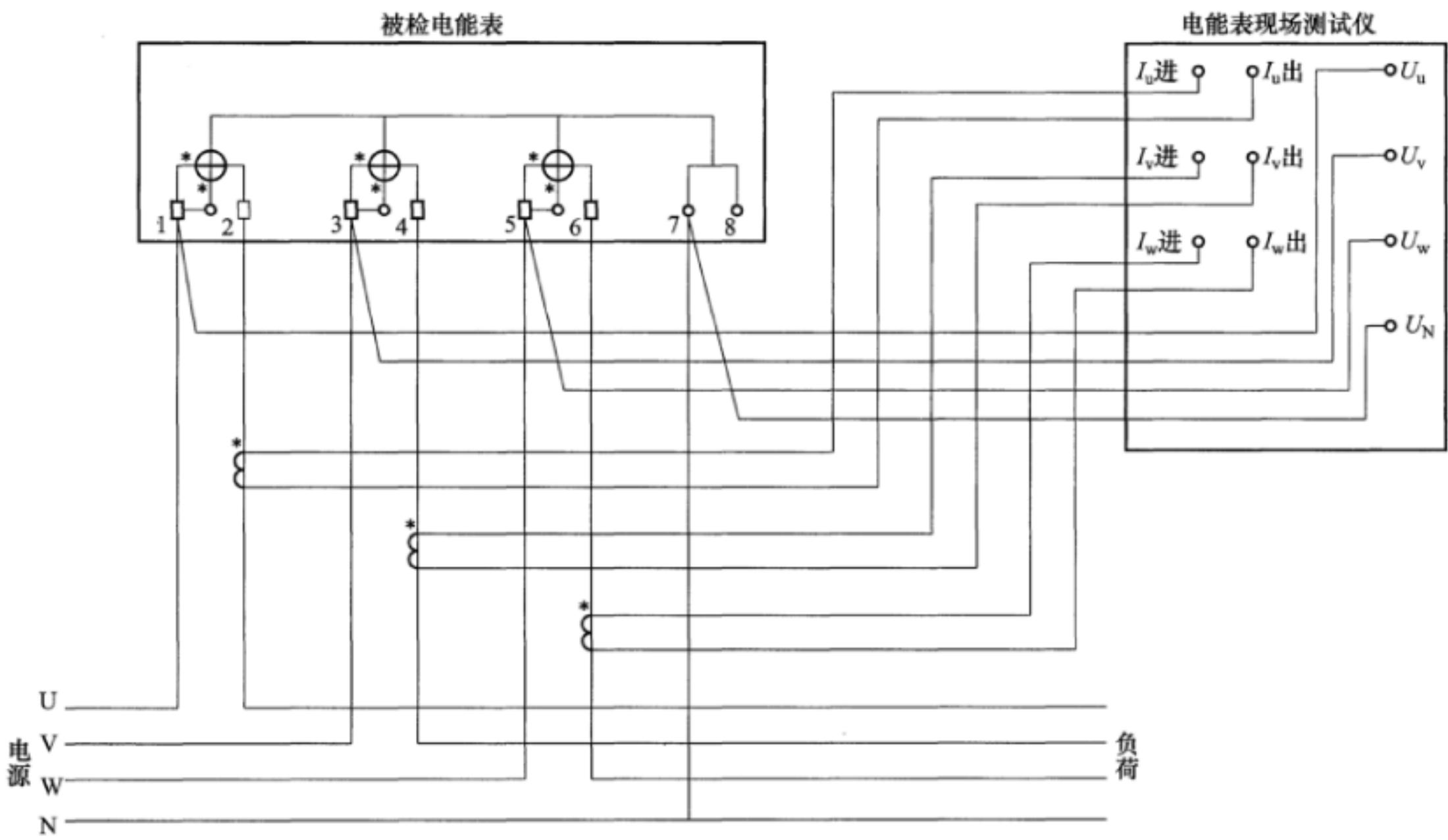


图 C.2 三相四线直接接入式电能表现场检验接线图



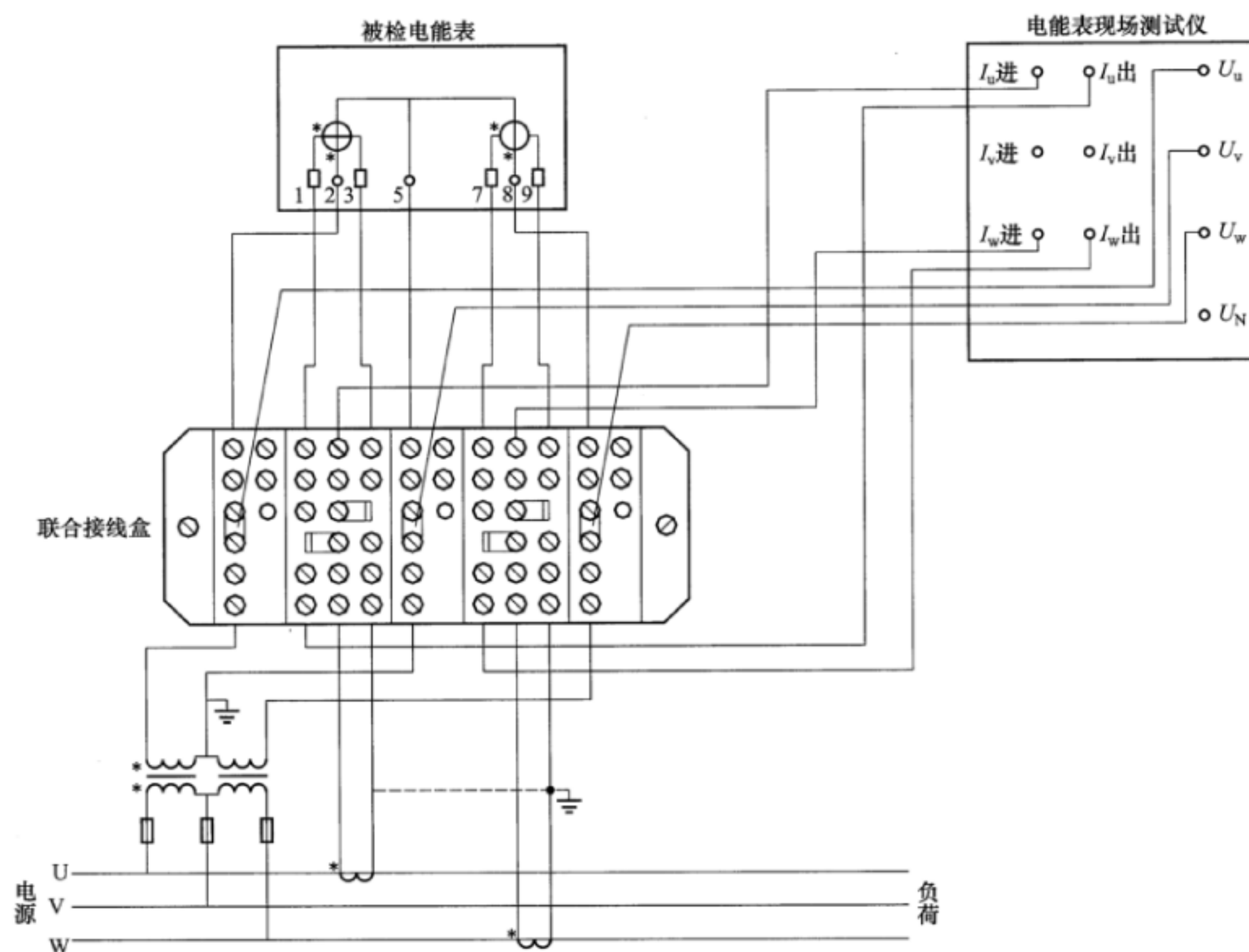


图 C.3 三相三线经互感器接入式电能表现场检验接线图

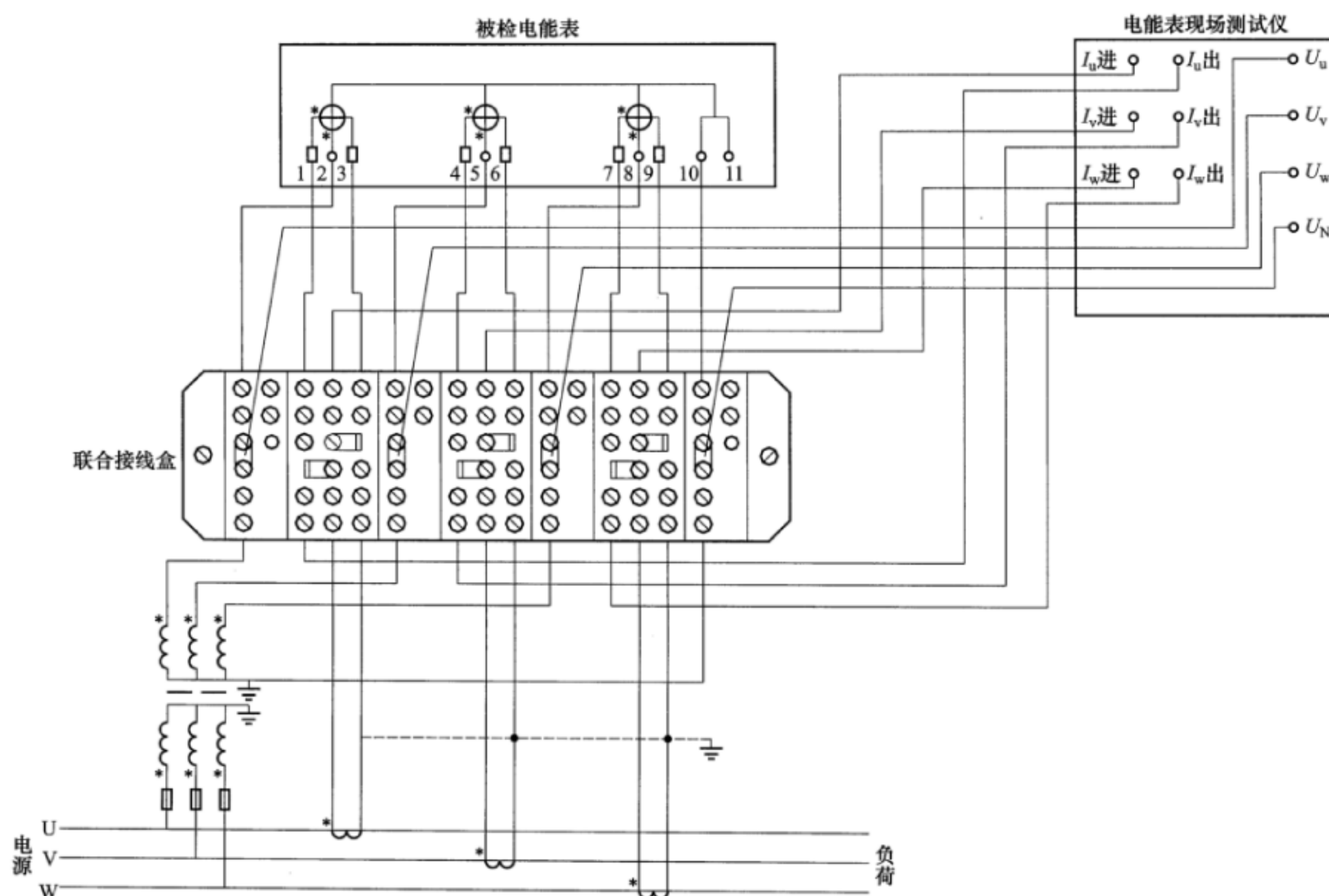


图 C.4 三相四线经互感器接入式电能表现场检验接线图

C.2 电压互感器现场检验接线图

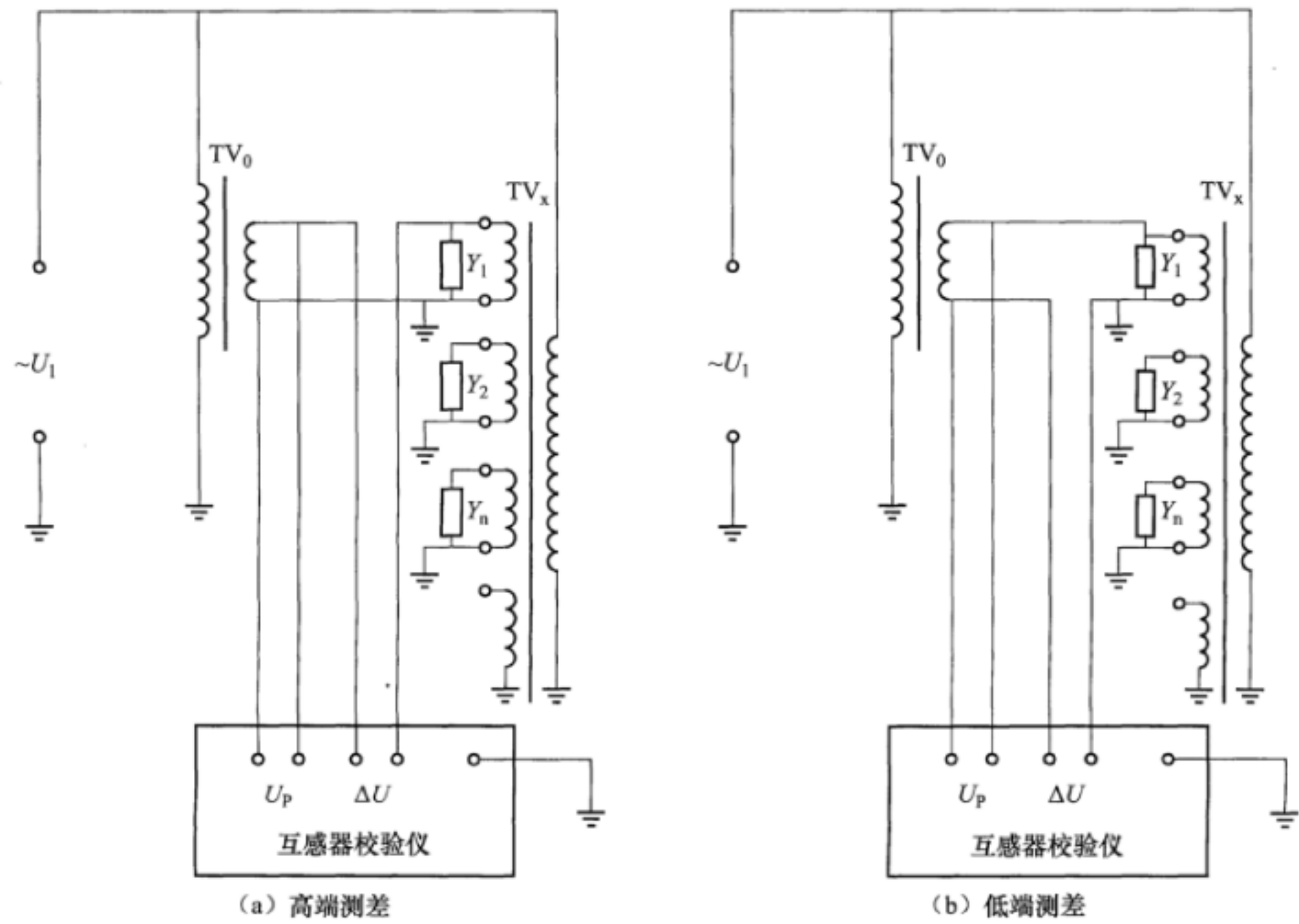


图 C.5 用比较法现场测量电磁式电压互感器现场检验接线图

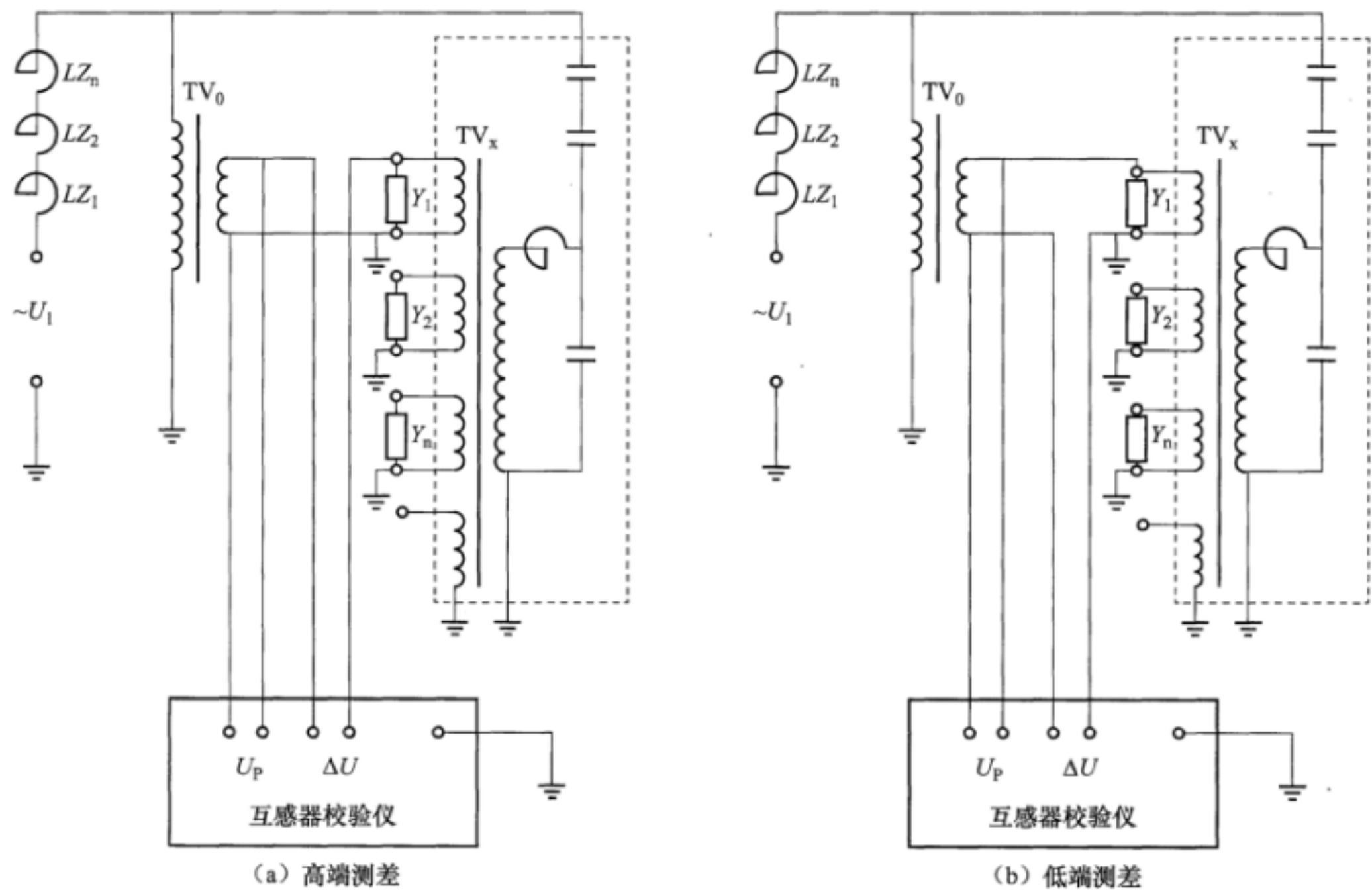
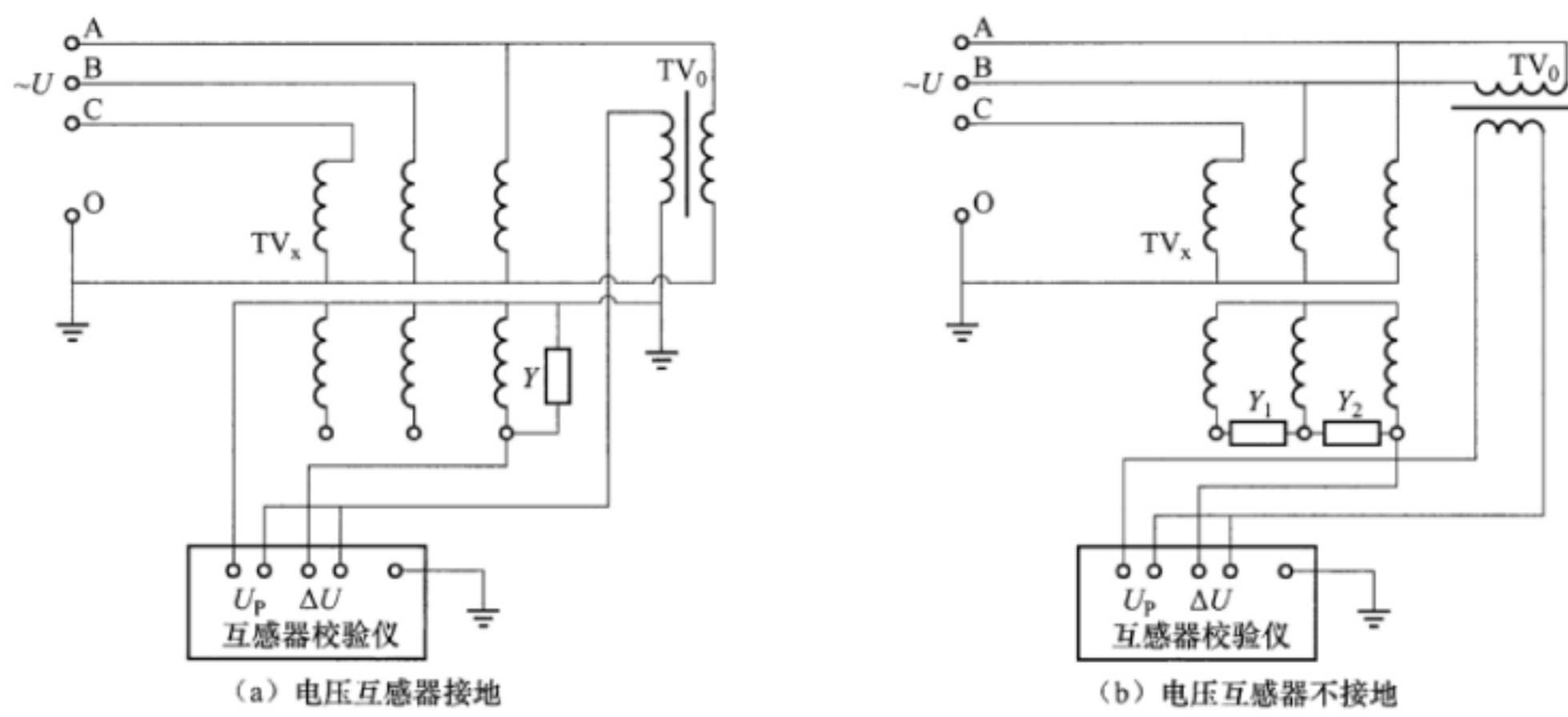


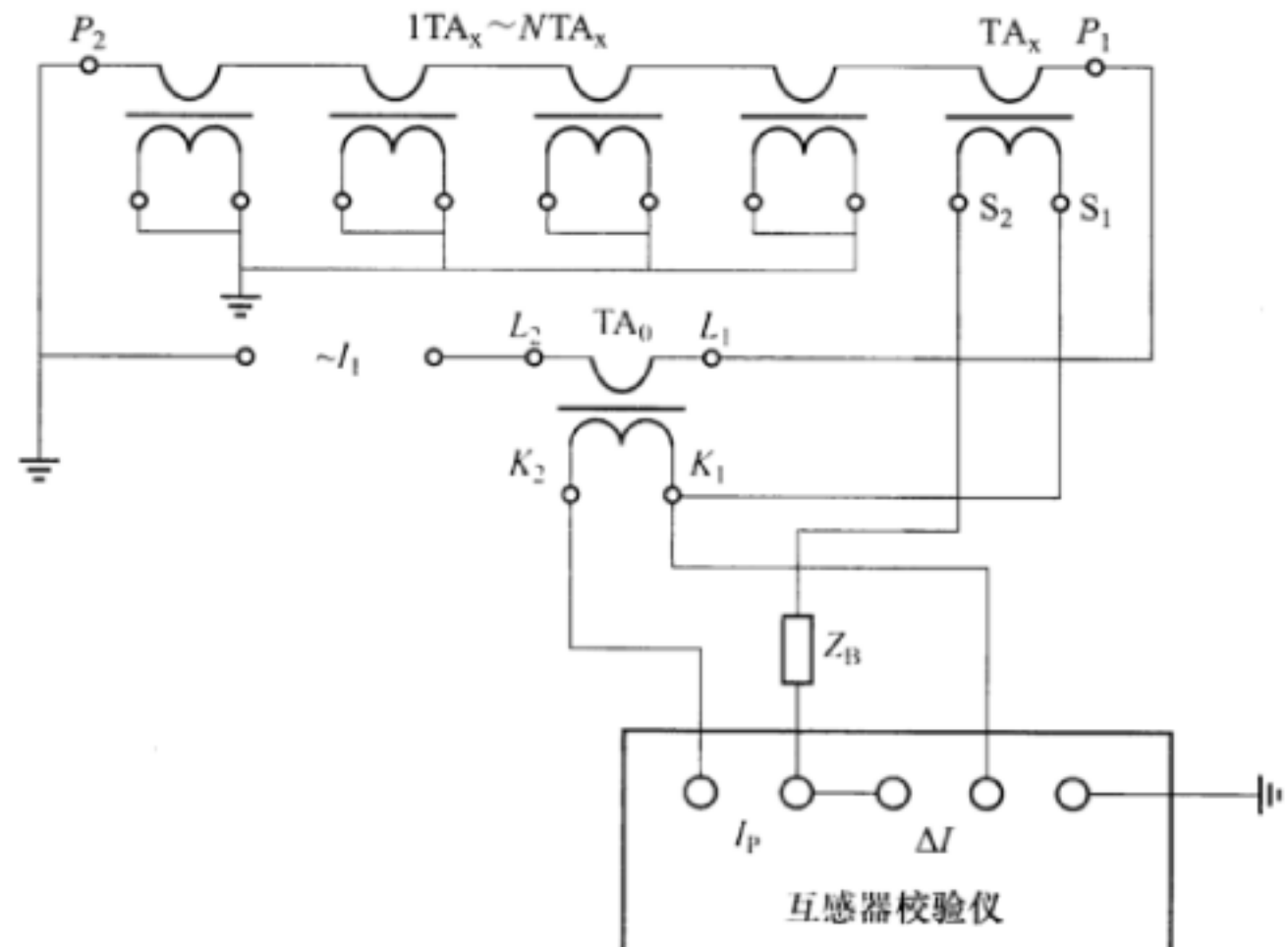
图 C.6 用比较法现场测量电容式电压互感器现场检验接线图



TV<sub>0</sub>—标准电压互感器；TV<sub>x</sub>—被检三相电压互感器；Y、Y<sub>1</sub>、Y<sub>2</sub>—电压互感器负荷箱。

图 C.7 三相五柱式电压互感器现场检验接线图

C.3 电流互感器现场检验接线图



TA<sub>0</sub>—标准电流互感器；TA<sub>x</sub>—被检电流互感器；Z<sub>B</sub>—电流互感器负荷箱（或二次实际负荷）；1TA<sub>x</sub>~NTAx—与被检电流互感器共用一次绕组的其他电流互感器。

图 C.8 用比较法现场检验电流互感器接线图

C.4 二次回路现场检验接线图

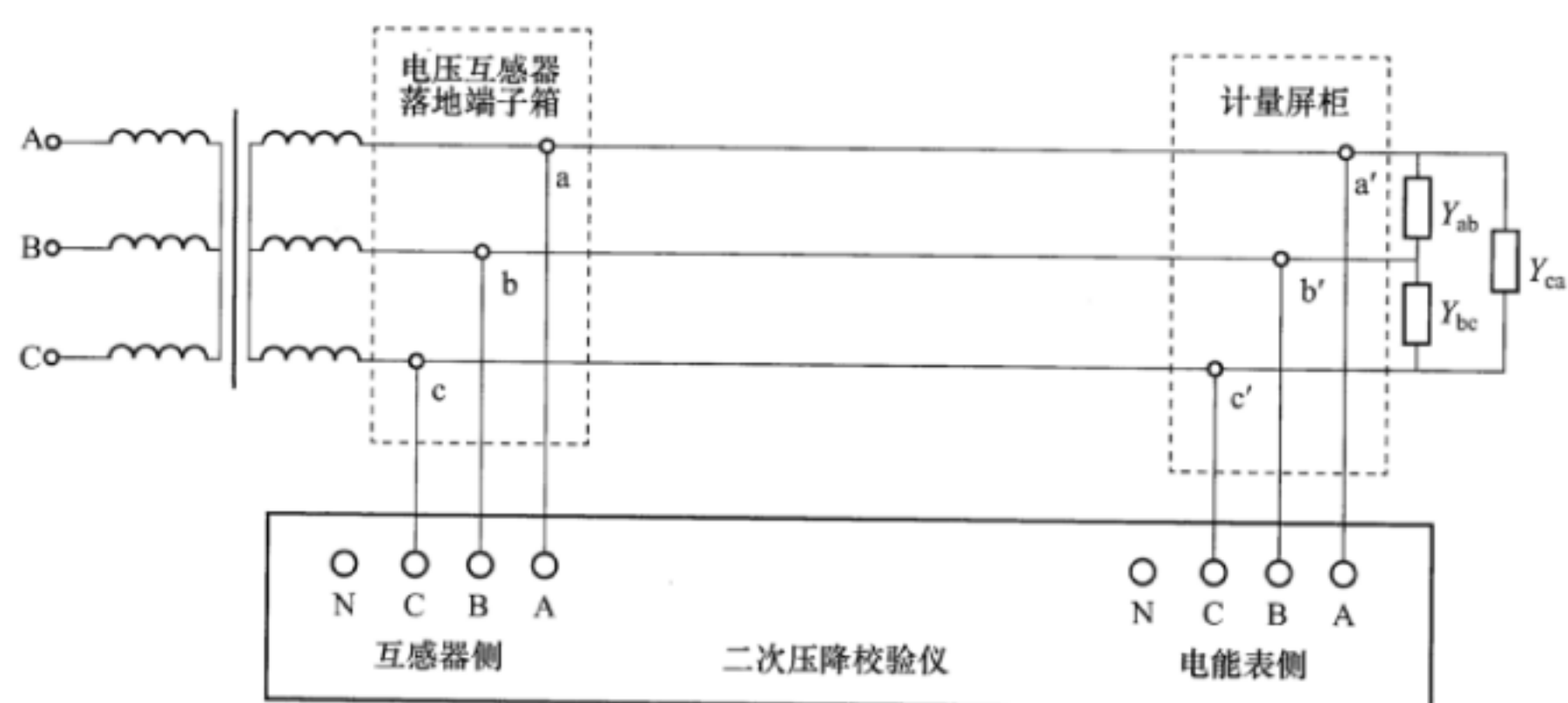


图 C.9 三相三线计量方式下二次回路压降现场检验接线图（测差法）



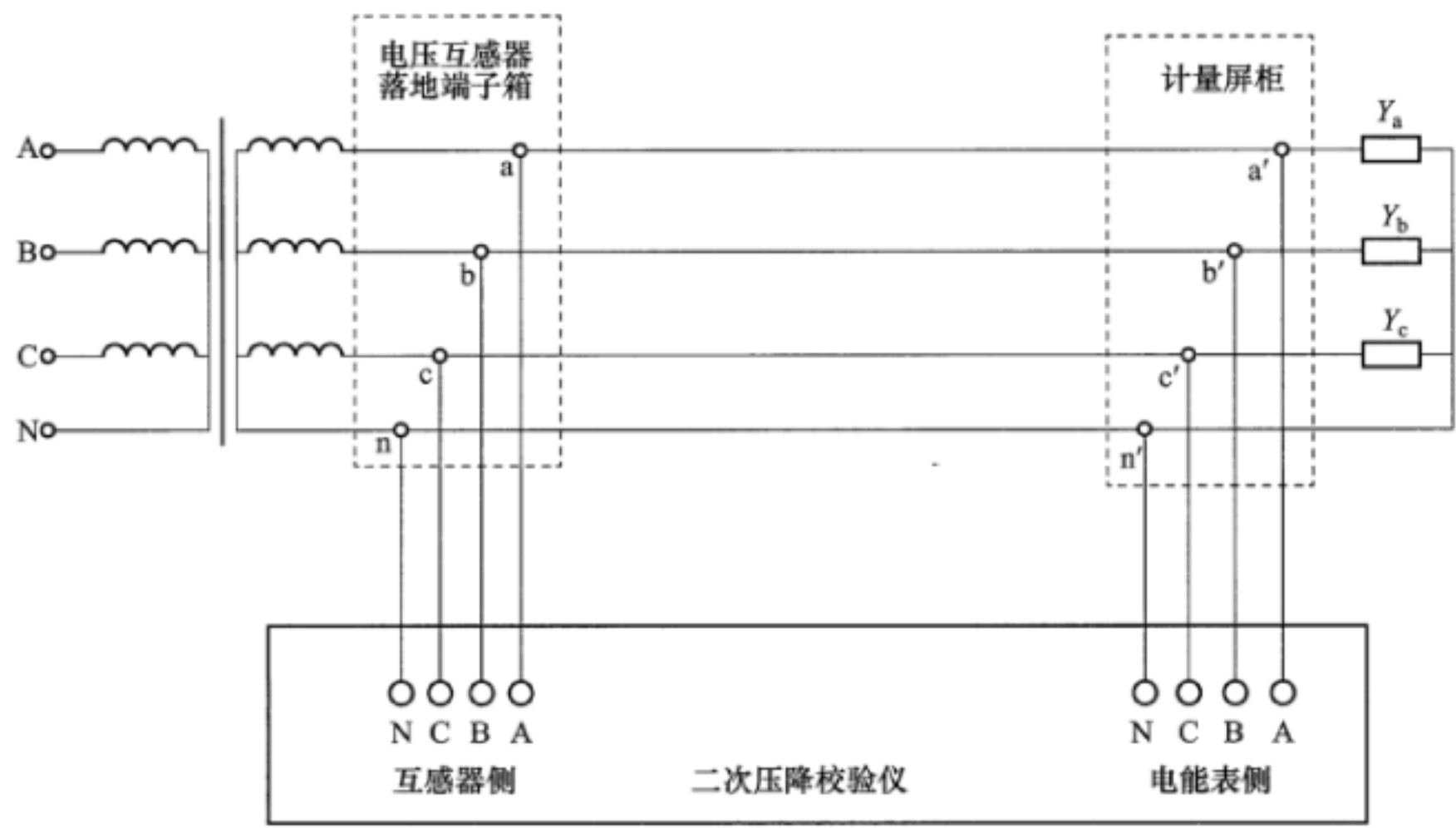


图 C.10 三相四线计量方式下二次回路压降现场检验接线图（测差法）

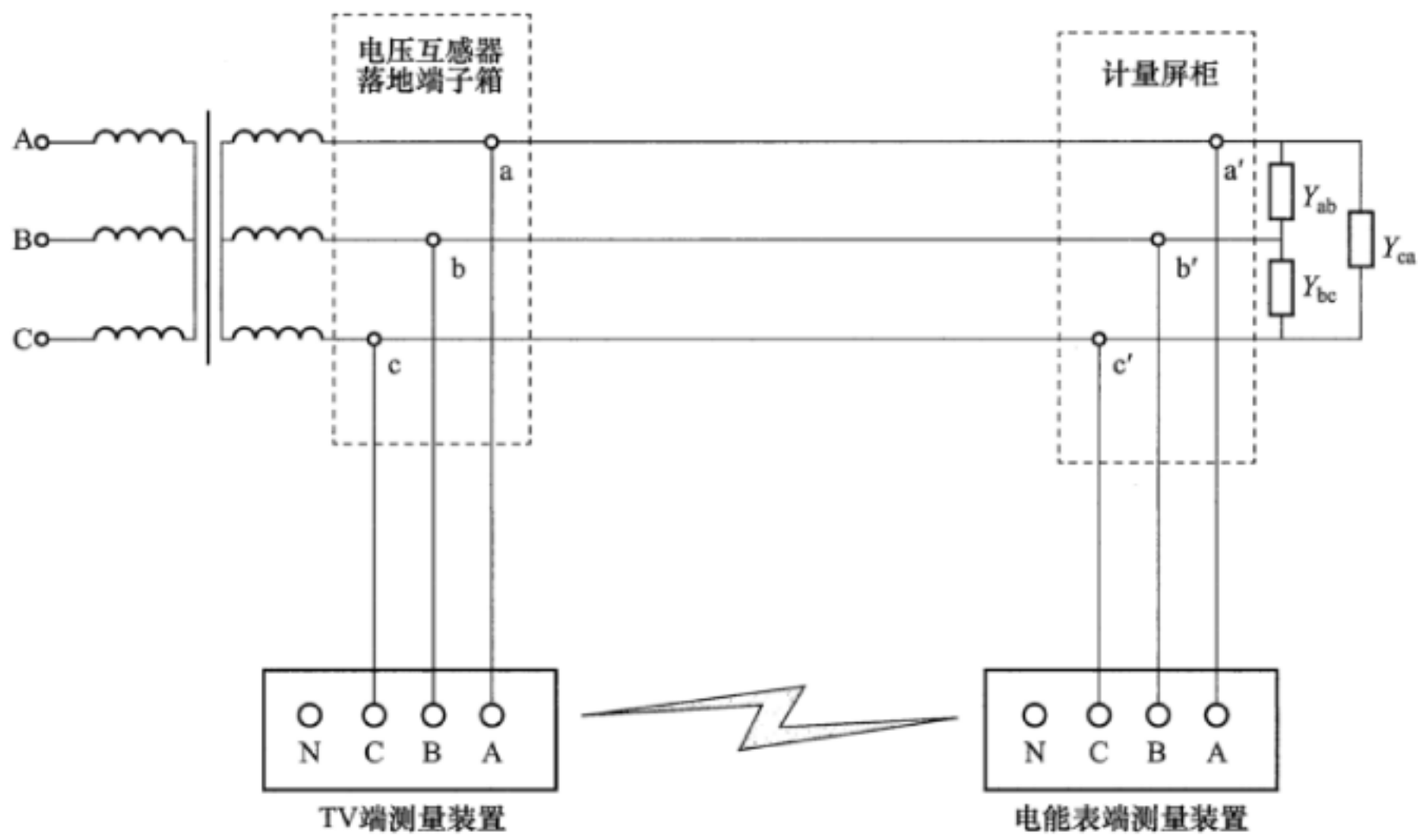


图 C.11 三相三线计量方式下二次回路压降现场检验接线图（比较法）

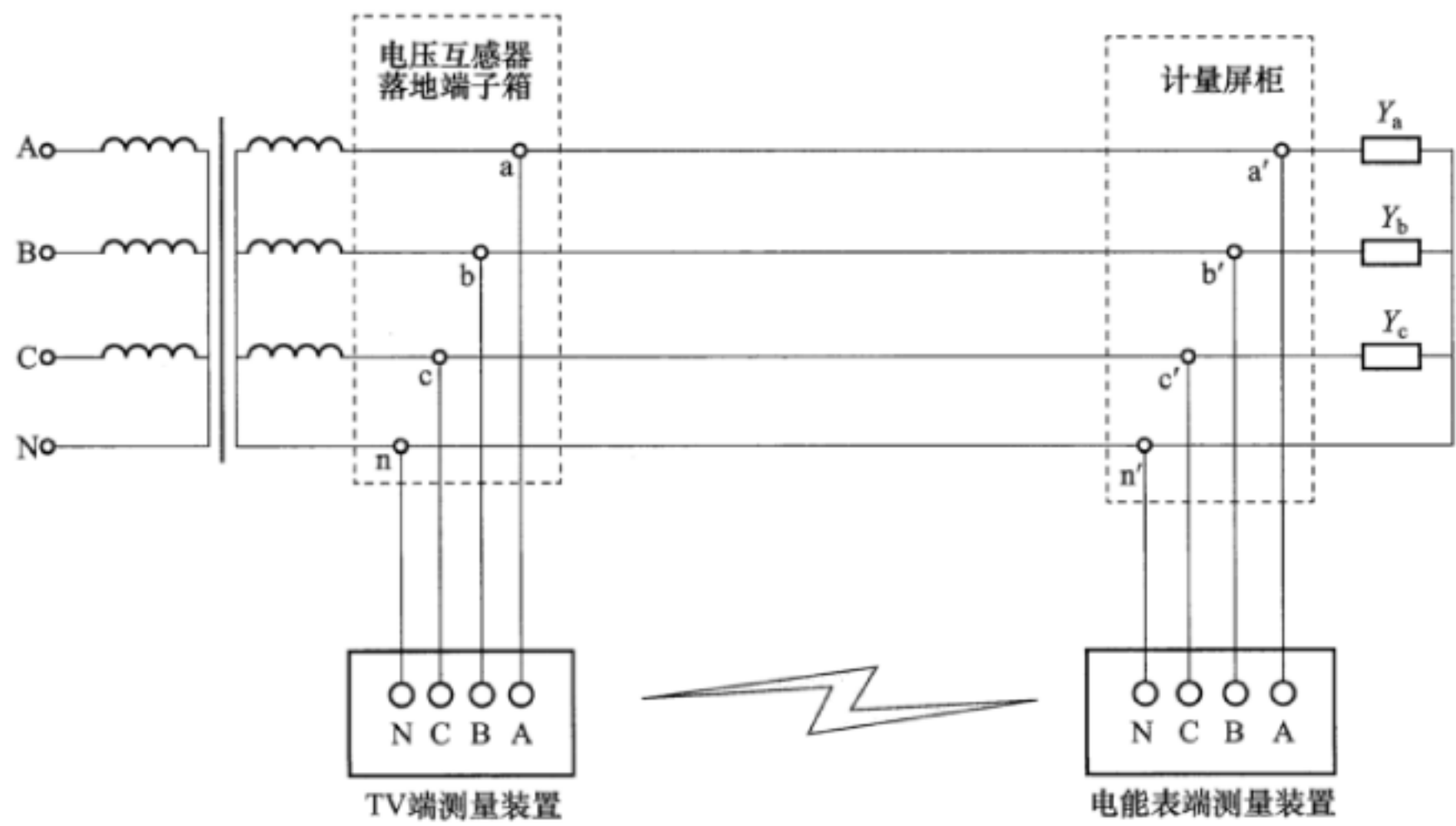


图 C.12 三相四线计量方式下二次回路压降现场检验接线图（比较法）

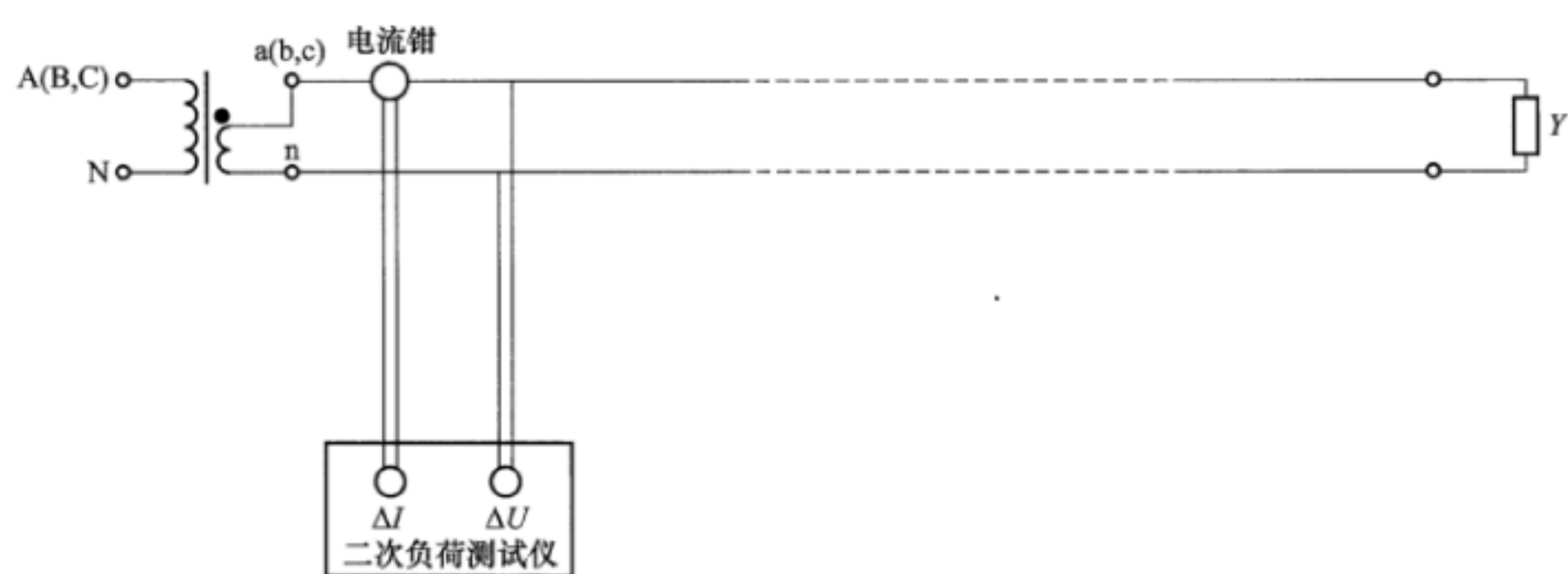


图 C.13 单相电压互感器二次实际负荷现场检验接线图

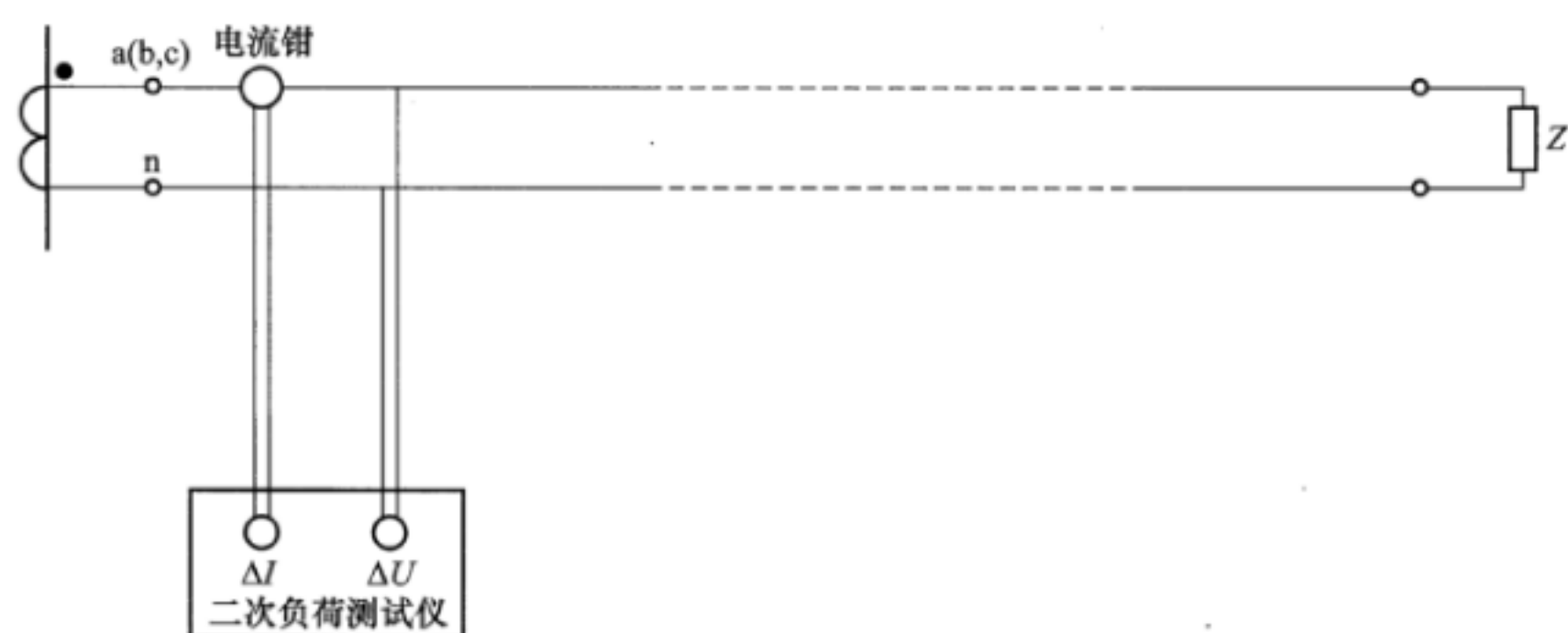


图 C.14 单相电流互感器二次实际负荷现场检验接线图

附 录 D  
(资料性附录)  
电能计量装置现场检验原始记录格式

D.1 电能表现场检验原始记录

户名\_\_\_\_\_户号\_\_\_\_\_  
客户地址\_\_\_\_\_  
表号\_\_\_\_\_制造厂\_\_\_\_\_型号\_\_\_\_\_相线\_\_\_\_\_  
电压\_\_\_\_\_电流\_\_\_\_\_准确度\_\_\_\_\_常数\_\_\_\_\_  
检验依据\_\_\_\_\_环境温度\_\_\_\_\_湿度\_\_\_\_\_检验日期\_\_\_\_\_  
检验设备：名称\_\_\_\_\_型号\_\_\_\_\_编号\_\_\_\_\_

一、检验项目及结果

- 1. 外观检查\_\_\_\_\_
- 2. 接线检查\_\_\_\_\_
- 3. 计量差错和不合理计量方式检查\_\_\_\_\_
- 4. 工作误差试验

电压 (V)	电流 (A)	相位角 (°)	功率因数	有功/无功 (W/var)	误差值 (%)	修约后误差值 (%)
$U_1$ :	$I_1$ :	$\varphi_1$ :			误差 1:	
$U_2$ :	$I_2$ :	$\varphi_2$ :			误差 2:	
$U_3$ :	$I_3$ :	$\varphi_3$ :			平均值:	

5. 计数器电能示值组合误差试验

电能示值 (kWh)					显示小数位数 $\alpha$	组合误差 (kWh)
$W_D$ :	$W_{D1}$ :	$W_{D2}$ :	$W_{D3}$ :	$W_{D4}$ :		

6. 时钟示值偏差试验

当前标准时钟\_\_\_\_\_当前电能表时钟\_\_\_\_\_时钟示值偏差\_\_\_\_\_

7. 通信接口检查\_\_\_\_\_

8. 功能检查\_\_\_\_\_

二、检验结论：☐符合/☐不符合所依据的检验规程。

结论说明：\_\_\_\_\_

检验人员：\_\_\_\_\_核验人员：\_\_\_\_\_

D.2 电压互感器现场检验记录

厂站名称：\_\_\_\_\_报告编号：\_\_\_\_\_  
线路名称：\_\_\_\_\_报告日期：\_\_\_\_\_  
生产厂家：\_\_\_\_\_检验日期：\_\_\_\_\_  
型 号：\_\_\_\_\_检验人员：\_\_\_\_\_

额定变比: \_\_\_\_\_ 核验人员: \_\_\_\_\_  
 温 度: \_\_\_\_\_ 湿 度: \_\_\_\_\_  
 额定频率: \_\_\_\_\_ 准确度等级:  $a_1, x_1$  \_\_\_\_\_  $a_2, x_2$  \_\_\_\_\_  
 出厂编号: A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_  
 导线截面: \_\_\_\_\_ 导线长度: \_\_\_\_\_  
 接线方式: \_\_\_\_\_  
 检验设备: 名称 \_\_\_\_\_ 型号 \_\_\_\_\_ 编号 \_\_\_\_\_

相别	序号	$U_p/U_n$	80	100	110 (105/115)	二次负荷			
						$a_1, x_1$		$a_2, x_2$	
						容量 (VA)	$\cos\varphi$	容量 (VA)	$\cos\varphi$
A	1	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	2	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	3	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	4	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
B	1	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	2	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	3	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	4	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
C	1	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	2	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	3	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
	4	$f(\%)$							
		$\delta(^{\circ})$							
合成		$\gamma(\%)$							



D.3 电流互感器现场检验原始记录

厂站名称\_\_\_\_\_

线路名称\_\_\_\_\_

型号\_\_\_\_\_

制造厂名\_\_\_\_\_

出厂编号\_\_\_\_\_

极性\_\_\_\_\_

接线方式\_\_\_\_\_

计量二次绕组\_\_\_\_\_

环境温度\_\_\_\_\_

检验人员\_\_\_\_\_

检验设备：名称\_\_\_\_\_

准确度等级\_\_\_\_\_

额定一次电流\_\_\_\_\_

额定二次电流\_\_\_\_\_

额定功率因数\_\_\_\_\_

额定负荷\_\_\_\_\_

额定频率\_\_\_\_\_

额定电压\_\_\_\_\_

检验日期\_\_\_\_\_

环境湿度\_\_\_\_\_

核验人员\_\_\_\_\_

型号\_\_\_\_\_

编号\_\_\_\_\_

A 相												
误差	额定电流 百分比	1	5	10*	20	30*	40*	50*	100	120	二次负荷	
											VA	cosφ
B 相												
误差	额定电流 百分比	1	5	10*	20	30*	40*	50*	100	120	二次负荷	
											VA	cosφ
C 相												
误差	额定电流 百分比	1	5	10*	20	30*	40*	50*	100	120	二次负荷	
											VA	cosφ
注 *为可选测试点。												

## D.4 电压互感器二次回路压降测试原始记录

客户（厂站）			线路/开关号		
熔断器电压			空气小开关端电压		
型号		规格		合成误差	
二次回路电缆					
截面积			长度		
测试时条件					
温度			湿度		
所用测试设备情况					
测试结果					
相别	幅值差（%）	相位差（'）	电压降（%）	测算的回路阻抗	
AO					
BO					
CO					
AB					
CB					

检验人：\_\_\_\_\_

核验人：\_\_\_\_\_

检验日期：\_\_\_\_\_

## D.5 电压互感器二次实际负荷测试记录

客户（厂站）			线路名称		
额定变比			额定负荷		
温 度			湿 度		
检验设备					
相别	A（AB）	B（CB）	C（CA）		
电压（V）					
电流（A）					
电导分量（mS）					
电纳分量（mS）					
功率因数					
二次实际负荷（VA）					

检验人：\_\_\_\_\_

核验人：\_\_\_\_\_

检验日期：\_\_\_\_\_

D.6 电流互感器实际二次负荷测试记录

客户（厂站）		线路名称	
额定二次电流		额定负荷	
温 度		相对湿度	
检验设备			
相别	A	B	C
R			
X			
功率因数			
二次负荷（VA）			

检验人：\_\_\_\_\_ 核验人：\_\_\_\_\_ 检验日期：\_\_\_\_\_

附 录 E  
(资料性附录)  
充磁和退磁方法

### E.1 充磁

宜用直流电源对电流互感器进行充磁。充磁时，试验回路应串联合适的保险或保护电阻，其余二次绕组开路，试验电流从被试电流互感器的二次绕组注入。试验电流在 5s~10s 内从零平稳地升到被试电流互感器二次额定电流的 15%~20%，持续 1min~2min 后，再以相同速度降到零，反复以上过程 3 次~5 次。充磁所用的直流电源采用输出电流容量大于 1A 的整流直流电流或蓄电池。

当不具备直流电源时，可采用在电流互感器的二次侧接一个相当于其额定负荷 10 倍~20 倍的可变电阻（考虑足够容量），在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%，再将电流瞬间降至零。

### E.2 退磁

退磁应按标牌上标注的或技术文件规定的方法和要求进行。如制造厂未做规定，可采用开路法退磁或闭路法退磁。

闭路法退磁时，在电流互感器的被检二次绕组接一个相当于其额定负荷 10 倍~20 倍的可变电阻，一次通以工频电流，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，其余铁芯的二次绕组此时均应短路。

开路退磁法时，在电流互感器被检二次绕组开路的情况下，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%，再将电流均匀缓慢地降至零。退磁过程中应在电流互感器二次两端接一个峰值电压表，当示值超过 2600V 时，则应减小所加电流值。



附 录 F  
(资料性附录)

扩大负荷法外推电流互感器误差

若现场检验 GIS 封闭式组合开关设备的套管式电流互感器, 因电源或试验升流设备所限, 不具备在 100%、120%额定电流点测量误差的能力时, 可以通过增加二次负荷的方法进行间接测量。以在 100%额定电流点测量误差为例 (120%额定电流点下的误差参照此法类推): 设选定的电流百分点为  $m\%$  (不小于额定电流的 20%), 电流互感器的额定二次负荷为  $Z_B$ , 二次绕组电阻和漏电抗为  $Z_2$ , 分别在二次负荷  $Z_B$ , 电流百分点  $m\%$  以及二次负荷  $(2Z_B + Z_2)$ , 电流百分点  $0.5m\%$  下测量电流互感器的误差, 得到  $f_1$ 、 $\delta_1$  和  $f_2$ 、 $\delta_2$ 。然后在二次负荷  $100/mZ_B + (100/m - 1)Z_2$ , 电流百分点  $m\%$  下测量电流互感器的误差, 得到  $f_3$ 、 $\delta_3$ 。被检电流互感器 100%额定电流百分点下的比值误差  $f$  和相位误差  $\delta$  分别按式 (F.1) 和式 (F.2) 计算:

$$f = (2f_1 - f_2)(1 - m/100) + (m/100)f_3 \quad (\text{F.1})$$

$$\delta = (2\delta_1 - \delta_2)(1 - m/100) + (m/100)\delta_3 \quad (\text{F.2})$$