

ICS 29.240

CCS K 43

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1152—2024

代替DL/T 1152—2012

互感器二次回路压降及负荷测试仪 通用技术条件

General requirements for testing instrument of transformer secondary
loop voltage drops and loads

2024-12-25发布

2025-06-25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 概述 5

5 技术要求 5

6 试验方法 10

7 检验规则 20

8 标志、标签和随行文件 21

9 包装、运输和贮存 22

附录 A （资料性）术语与定义的补充说明 23

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替DL/T 1152—2012《电压互感器二次回路电压降测试仪通用技术条件》，与DL/T 1152—2012相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 修改无线压降测试仪的涵盖范围，纳入了无线射频信号、二次回路信号线载波等不同原理的无线测量方式，适应无线压降测试仪的技术发展现状（见第4章）；
- b) 修改电磁兼容要求及试验方法（见5.8及6.8）；
- c) 增加压降测试仪互感器二次回路负荷测试功能及误差性能的明确要求及试验方法（见5.5.6.2及6.5.5.2）；
- d) 增加时钟准确度试验方法（见6.5.2）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国高电压试验技术和绝缘配合标准化技术委员会高电压试验技术分技术委员会（SAC/TC 163/SC 1）归口。

本文件起草单位：国网湖北省电力有限公司营销服务中心（计量中心）、中国电力科学研究院有限公司、国网重庆市电力公司营销服务中心、国网四川省电力公司营销服务中心、国网天津市电力公司电力科学研究院、太原市优特奥科电子科技有限公司、山西省机电设计研究院有限公司、云南电网有限责任公司计量中心、武汉磐电科技股份有限公司、湖北华中电力科技开发有限责任公司、华电电力科学研究院有限公司山东分院。

本文件主要起草人：雷鸣、古雄、陈江洪、郭正、王睿晗、闫宪峰、陈江、张成、谭时顺、钟尧、刘世富、吴颖波、张弛。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

本文件于2012年8月首次发布。

本次为第一次修订。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市西城区白广路二条一号，100761）。

互感器二次回路压降及负荷测试仪通用技术条件

1 范围

本文件规定了互感器二次回路压降及负荷测试仪(以下简称压降测试仪)的技术要求、试验方法、检验规则以及标识、包装、运输、贮存等要求。

本文件适用于采用有线测量方式和无线测量方式的压降测试仪。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,标注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Db:交变湿热(12h+12h循环)

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ea和导则:冲击

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc:振动(正弦)

GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

GB 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 9254.1—2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机电磁兼容 第1部分:发射要求

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分:通用要求

JJF 1619 互感器二次压降及负荷测试仪校准规范

DL/T 1517 二次压降及二次负荷现场测试技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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

电压互感器在实际运行中，由二次回路的接触电阻、导线电阻及分布参数引起的电能表端电压相量与电压互感器二次出口端电压相量之差（以下简称压降）。

压降在三相三线电路中以 $\Delta\dot{U}_{ab}$, $\Delta\dot{U}_{cb}$ 表示，在三相四线电路中以 $\Delta\dot{U}_a$, $\Delta\dot{U}_b$, $\Delta\dot{U}_c$ 表示。

3.2

二次压降值 magnitude of secondary voltage drop

二次压降的模值，以下简称压降值，计算公式见附录A.1。

压降值在三相三线电路中以 ΔU_{ab} , ΔU_{cb} 表示，单位为伏（V）。

压降值在三相四线电路中以 ΔU_a , ΔU_b , ΔU_c 表示，单位为伏（V）。

[来源：DL/T 1517—2016，3.5]

3.3

压降引起的比值差 ratio error result from voltage drop

电能表端电压相量模值与电压互感器二次出口端电压相量模值的差值与电压互感器二次出口端电压相量模值的比值，以下简称比值差，计算公式见附录A.2。

比值差在三相三线电路中以 f_{ab} , f_{cb} 表示，单位为百分率（%）。

比值差在三相四线电路中以 f_a , f_b , f_c 表示，单位为百分率（%）。

[来源：DL/T 1517—2016，3.6]

3.4

压降引起的相位差 phase displacement result from voltage drop

电能表端电压相量相对于电压互感器二次出口端电压相量的相位差，以下简称相位差，计算公式见附录A.3。

相位差在三相三线电路中以 δ_{ab} , δ_{cb} 表示，单位为分（'）。

在三相四线电路中以 δ_a , δ_b , δ_c 表示，单位为分（'）。

[来源：DL/T 1517—2016，3.7]

3.5

压降引起的电能计量误差 electric energy metering error result from voltage drop

由于二次压降的存在，使得电能计量装置计量的电能不等于实际电能，产生了电能计量误差，其值一般用相对误差表示，计算公式见附录A.4。

[来源：DL/T 1517—2016，3.8]

3.6

电压互感器二次负荷 secondary burden of voltage transformer

电压互感器在实际运行中，二次所接测量仪器仪表、连接导线的阻抗和接触电阻，以及连接导线间及其与地间电容组成的总导纳，单位为西门子（S）。

3.7

电流互感器二次负荷 secondary burden of current transformer

电流互感器在实际运行中，二次所接测量仪器仪表、连接导线的阻抗和接触电阻组成的总阻抗，单位为欧姆（ Ω ）。

3.8

二次负荷值 magnitude of secondary burden

实际测得的二次负荷折算为额定二次电压或额定二次电流的负荷值。

[来源：DL/T 1517—2016，3.4]

3.9

始端输入端 start input terminal

测量压降时，压降测试仪连接到电压互感器二次出口端的端子。

3.10

末端输入端 end input terminal

测量压降时，压降测试仪连接到电能表电压接线端的端子。

3.11

始端测量方式 measure method of start input

有线测量方式压降测试仪置于户外电压互感器附近的测量方式。

3.12

末端测量方式 measure method of end input

有线测量方式压降测试仪置于户内电能表器附近的测量方式。

4 概述

压降测试仪主要用于测量电压互感器二次端和电能表端电压回路的压降，包括有线压降测试方式和无线压降测试方式。压降测试仪通常集成电压、电流互感器二次回路负荷的功能。

a) 有线压降测试

有线测量方式的压降测试仪是通过一条专用的长导线和一条专用的短导线分别引入电压互感器二次回路出口端电压信号和电能表电压接线端信号，压降测试仪内部对压降直接进行同相、正交分解，获得同相分量模值和正交分量模值，据此计算出压降值、比值差、相位差，以及压降引起的电能计量误差。

b) 无线压降测试

无线测量方式的压降测试仪分为无线电方式和载波方式，由主机和分机组成，利用无线电射频信号、二次回路信号线载波等方式同步触发主机和分机，同时对电能表端电压信号和电压互感器二次出口端电压信号进行高精度采样，再通过数字信号处理技术获得比值差、相位差，据此计算出同相分量模值、正交分量模值和压降值，以及压降引起的电能计量误差。

c) 二次回路负荷测试

压降测试仪在测量电压互感器二次负荷时，通过测量电压互感器二次回路的电导分量和电纳分量，计算得到电压互感器二次负荷和功率因数的大小，其中电导分量为同相分量，电纳分量为正交分量。

压降测试仪在测量电流互感器二次负荷时，通过测量电流互感器二次回路的电阻分量和电抗分量，计算得到电流互感器二次负荷和功率因数的大小，其中电阻分量为同相分量，电抗分量为正交分量。

5 技术要求

5.1 环境要求

5.1.1 工作环境条件

压降测试仪的工作环境条件应符合表1的要求。

表1 正常工作环境条件

使用场景	户内使用	户外使用
温度(℃)	0~40	-25~40
相对湿度上限值(%)	80	95
海拔(m)	≤2000	

5.1.2 运输、贮存基本环境条件

压降测试仪运输、贮存的基本环境条件应符合表2的要求。

表2 运输、贮存的基本环境条件

基本环境条件		额 定 值	
		运输	贮存
高温(℃)		55	40
低温(℃)		-25	-5
相对湿度上限值(%)		95(25℃)	80(25℃)
振动 (正弦)	加速度(m/s^2)	30	—
	频率(Hz)	1.3~2	—
自由跌落高度(mm)		250	—

5.1.3 供电电源

压降测试仪的供电电源应符合以下要求：

a) 采用交流电源供电时：

- 1) 电源频率：50 Hz±0.5 Hz；
- 2) 电源电压：220 V±22 V；
- 3) 总谐波畸变率：<5%。

b) 压降测试仪应配置可充电电池，仪器在充电状态应能正常工作，且有充电状态指示。一次充满电后，连续待机时间不小于8 h，连续工作时间不小于3 h。

5.2 外观和结构

压降测试仪的外观应符合以下要求：

- 外观应完好，铭牌的标识应正确清晰；
- 各按键工作正常，各旋转开关转动灵活，定位准确；
- 操作界面字迹清晰，亮度正常；
- 仪器有明显的铜质接地端子；
- 产品端子标志正确、齐全，并符合图样要求。

5.3 安全性能

5.3.1 绝缘电阻

压降测试仪测量回路与金属外壳之间，电源输入端与金属外壳之间，绝缘电阻均不小于20 MΩ。

5.3.2 绝缘强度

压降测试仪测量回路与金属外壳之间，电源输入端与金属外壳之间，能承受1.5 kV、频率50 Hz

的正弦波电压 1 min，应不发生破坏性放电，并应保持数据及程序不变，仪器应准确正常工作。

5.4 功能要求

5.4.1 一般要求

压降测试仪应能测量压降值、比值差、相位差，并自动计算压降误差和压降引起的电能计量误差，宜具有电流互感器、电压互感器的二次回路负荷测量功能。压降测试仪应既可以进行三相测量，也可以进行单相测量。

5.4.2 显示

二次压降测试时，压降测试仪应同时显示输入端电压、压降值、比值差、相位差、压降误差、高压三相线路负荷阻抗角预设值、压降引起的电能计量误差、电网频率等数据，采用无线测量方式的压降测试仪在二次压降测试时，还应显示主机和分机之间通讯状态；

二次负荷测试时，压降测试仪应同时显示输入端电压、输入端电流、二次回路导纳/阻抗、二次负荷值、电网频率等数据；

压降测试仪的任意操作界面应有日历时钟及电池电量百分比指示。

5.4.3 数据存储

压降测试仪应能至少存储 150 组测试数据。断电后，数据应能保存 6 年以上。

5.4.4 通信接口

压降测试仪主机及分机应配置通信接口，宜采用 RS 232、USB、蓝牙或以太网等接口进行数据传输。

5.4.5 无线电通信参数

无线测量原理的压降测试仪采用的无线电台应符合下列要求：

- 无线信号频率宜采用 433 MHz、2.4 GHz 频带；
- 主机和分机之间相距 1 km 的数据传输要求。

5.4.6 载波通信参数

载波测量原理的压降测试仪采用的载波模块应符合下列要求：

- 载波信号宜采用二进制相移键控、正交相移键控等调制方式；
- 载波带宽不应低于 1 Mbps。

5.4.7 零位自校准

压降测试时，为消除采用有线测量方式时因接入专用的长导线阻抗，以及无线测量方式时因主、分机通信连接延时、初始对时等因素所带来的零位误差，压降测试仪应有零位自校准功能。可选择按测量方式及接线方式进行自校，并在实际测量时自动扣除。

5.4.8 诊断及核相

压降测试仪应能对输入信号的有效性自动诊断，并有相应的指示或文字提示；能检查始端、末端相序的一致性；仪器掉电、缺相或错相时应有报警提示。

5.5 性能要求

5.5.1 测量范围

压降测试仪的主要变量测量范围应符合以下条件：

- 压降值测量范围：0 V ~ 5 V；
- 压降误差测量范围：-10 % ~ +10 %；
- 比值差测量范围：-10 % ~ +10 %；
- 相位差测量范围：-100' ~ +100'；
- 压降引起的电能计量误差测量范围：-10 % ~ +10 %；
- 电压互感器二次负荷的测量范围：0.1 mS ~ 50 mS；
- 电流互感器二次负荷的测量范围：0.1 Ω ~ 50.0 Ω。

5.5.2 内附电压、电流百分表误差

用于指示工作电压、电流大小的百分表的误差一般不宜超出式（1）给定的范围。

$$\Delta X = \pm(X \cdot a\% + n) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔX ——电压、电流百分表的示值误差；

a ——电压、电流百分表的准确度等级；

X ——百分表的读数；

n ——末位1个字。

5.5.3 时钟

压降测试仪应具备硬件时钟电路，在试验条件温度下，晶振时间开关的日计时准确度不应大于0.5s/d，应有晶振频率或秒信号的测试接口。

5.5.4 分辨力

压降测试仪的分辨力应不大于最大允许误差的1/10。

5.5.5 测量回路功率消耗

电压、电流测量输入回路的有功功率消耗应小于3 W，视在功率消耗应小于5 VA。

5.5.6 准确度

5.5.6.1 电压互感器二次压降准确度

压降测试仪，其基本误差包括比值差的测量误差和相位差的测量误差。

比值差的测量误差不得超出式（2）给出的误差限值范围，相位差的测量误差不应超出式（3）给出的误差限值范围。

$$\Delta X = \pm(X \cdot a\% + 0.000291 \cdot Y \cdot a\% + D_x) \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta Y = \pm(3438 \cdot X \cdot a\% + Y \cdot a\% + D_y) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

ΔX ——压降测试仪比值差的测量误差限值；

ΔY ——压降测试仪相位差的测量误差限值；

X ——压降测试仪比值差测量示值的绝对值；

- Y——压降测试仪相位差测量示值的绝对值；
 D_x ——压降测试仪比值差的最小分度值或量化值；
 D_y ——压降测试仪相位差的最小分度值或量化值；
 α ——压降测试仪准确度等级指数，分为1级和2级。

5.5.6.2 互感器二次负荷准确度

电压互感器二次负荷同相分量电导 G 和正交分量电纳 B ，电流互感器二次负荷同相分量电阻 R 和正交分量电抗 X 的测量误差分别不超过式（4）和式（5）的误差限值范围，准确度等级指数分为 1 级和 2 级。

$$\Delta X = \pm(X \cdot \alpha\% + Y \cdot \alpha\% + D_x) \cdots \cdots (4)$$

$$\Delta Y = \pm(X \cdot \alpha\% + Y \cdot \alpha\% + D_y) \cdots \cdots (5)$$

式中：

- ΔX ——压降测试仪同相分量测量误差限值；
 ΔY ——压降测试仪正交分量测量误差限值；
 X ——压降测试仪同相分量示值的绝对值；
 Y ——压降测试仪正交分量示值的绝对值；
 D_x ——压降测试仪同相分量的最小分度值或量化值；
 D_y ——压降测试仪正交分量的最小分度值或量化值；
 α ——压降测试仪准确度等级指数，分为1级和2级。

5.6 环境适应性

5.6.1 防尘和防水

压降测试仪外壳密封防护等级应符合GB/T 4208中IP 54要求。

5.6.2 冲击影响要求

压降测试仪在非工作状态、无包装条件下，应能承受半正弦脉冲波的加速度试验。试验后不应有破裂、变形及内部各零部件松脱、损坏等现象。试验后压降测试仪计量功能和使用功能应正常。

5.6.3 振动影响要求

压降测试仪在非工作状态、无包装条件下，应能承受三个互相垂直的轴线上依次进行的振动试验。试验后不应有破裂、变形及内部各零部件松脱、损坏等现象。试验后压降测试仪计量功能和使用功能应正常。

5.7 气候影响

5.7.1 一般规定

压降测试仪气候影响应符合GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 2423.4的有关规定。

5.7.2 高温影响

在不工作状态下加温至 $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，保持72 h后恢复至 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。试验后压降测试仪计量功能和使用功能应正常。

5.7.3 低温影响

在不工作状态下降温至 $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，保持72 h后恢复至 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。试验后压降测试仪计量功能和使用功能应正常。

5.7.4 交变湿热影响

所有电压、电流线路加额定电压，在不采取特殊措施排除表面潮气条件下，试验6个周期。试验后压降测试仪计量功能和使用功能应正常。

5.8 电磁兼容性（EMC）

5.8.1 工频磁场抗扰度

压降测试仪应能承受GB/T 18268.1规定的额定工频磁场抗扰度试验，满足性能判据A的要求，试验结束后，压降测试仪的准确度应满足5.5.6的要求。

5.8.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

压降测试仪应能承受GB/T 18268.1规定的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，满足性能判据B的要求，试验结束后，压降测试仪的准确度应满足5.5.6的要求。

5.8.3 静电放电抗扰度

压降测试仪应能承受GB/T 18268.1规定的静电放电抗扰度试验，满足性能判据C的要求，试验结束后，压降测试仪的准确度应满足5.5.6的要求。

5.8.4 射频电磁场辐射抗扰度

压降测试仪应能承受GB/T 18268.1规定的射频电磁场辐射抗扰度试验，满足性能判据A的要求，试验结束后，压降测试仪的准确度应满足5.5.6的要求。

5.8.5 浪涌（冲击）抗扰度

压降测试仪应能承受GB/T 18268.1规定的浪涌（冲击）抗扰度试验，满足性能判据B的要求，试验结束后，压降测试仪的准确度应满足5.5.6的要求。

5.8.6 射频场感应的传导骚扰抗扰度

压降测试仪应能承受GB/T 18268.1规定的射频场感应的传导骚扰抗扰度试验，满足性能判据A的要求，试验结束后，压降测试仪的准确度应满足5.5.6的要求。

5.8.7 无线电干扰抑制

压降测试仪不应产生干扰其他设备的传导和辐射，符合GB/T 9254.1—2021对B级信息技术设备的规定。

6 试验方法

6.1 试验条件

除环境试验外，压降测试仪的试验条件还应符合以下要求：

- 环境温度： $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 环境相对湿度： $30\% \sim 80\%$ ；
- 电源频率： $50\text{ Hz} \pm 0.5\text{ Hz}$ ；
- 电源电压： $220\text{ V} \pm 22\text{ V}$ ；
- 电源总谐波畸变率：不大于5%。

6.2 外观检查

目测及手感方法检查，应符合5.2的要求。

6.3 电气安全试验

6.3.1 绝缘电阻试验

在压降测试仪开机工作状态下，用500 V兆欧表测量绝缘电阻，结果应符合5.3.1的要求。

6.3.2 绝缘强度试验

在压降测试仪开机工作状态下，在试验部位施加有效值1.5 kV、频率50 Hz的正弦波电压1 min，结果应符合5.3.2的要求。

6.4 功能试验

6.4.1 基本功能检查

在压降测试仪开机工作状态下，逐项检查各项功能，结果应符合5.4.1～5.4.6的要求。

6.4.2 零位自校准功能检查

有线测量方式的压降测试仪选择始端测量方式或末端测量方式，将经过校准的专用短导线、专用长导线按照图1、图2（以三相四线测量方式为例）接入，无线测量方式的压降测试仪的主机及分机将经过校准的专用短导线接入，如图3，结果应符合5.4.7的要求，压降测试仪各测量回路所测得的零位读数应不大于末位2个字。

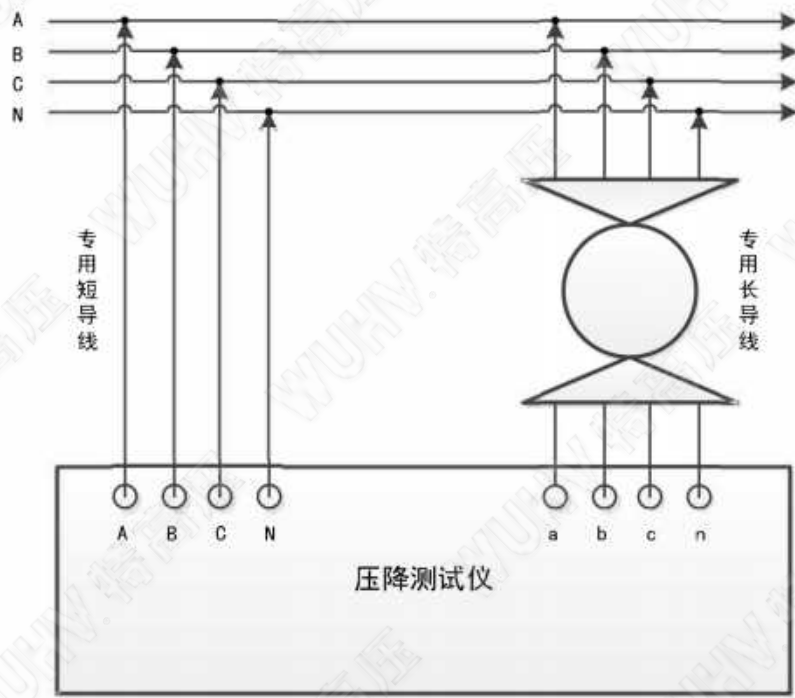


图1 始端测量方式零位自校准检查接线示意图

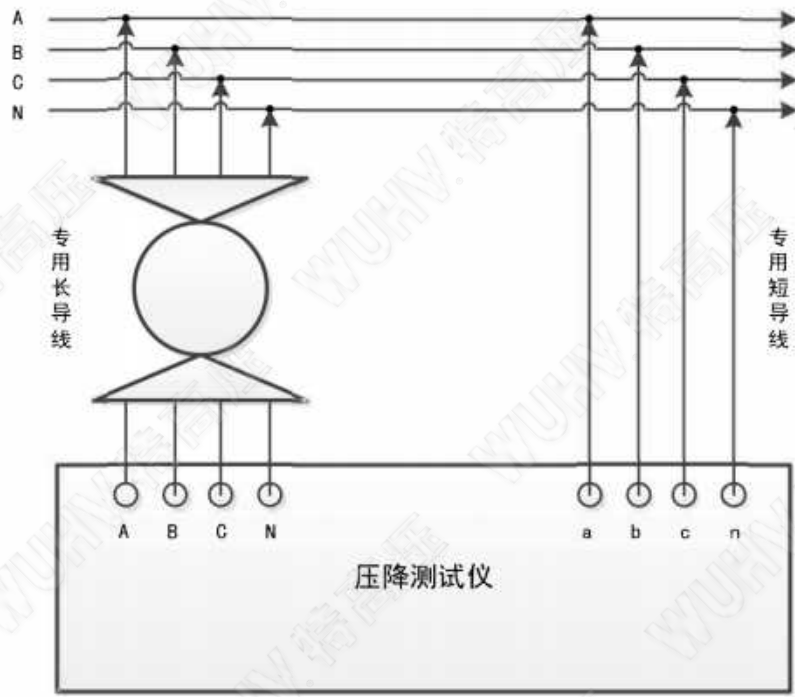


图2 末端测量方式零位自校准检查接线示意图

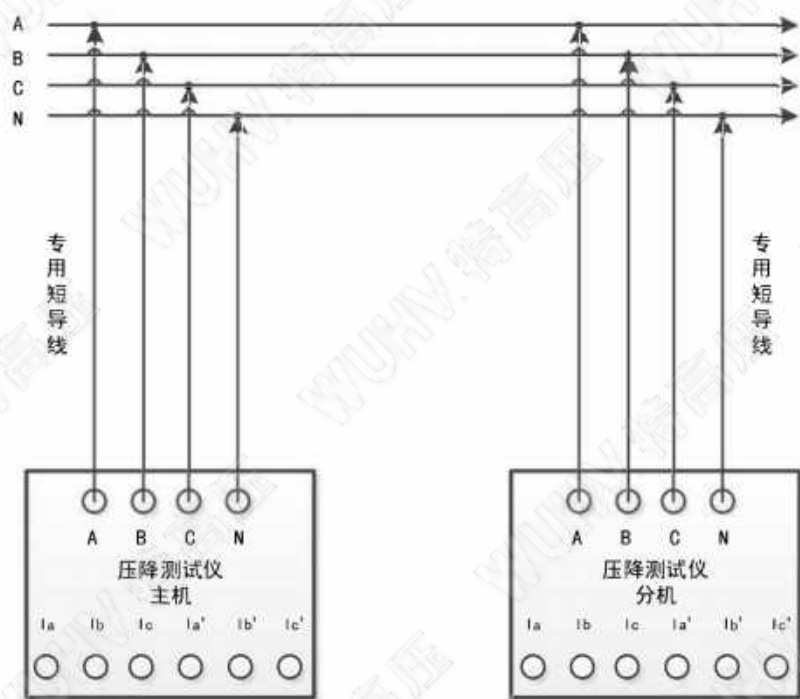


图3 无线测量方式零位自校准检查接线示意图

6.4.3 诊断及核相试验

压降测试仪按三相三线线路(或三相四线线路)接线,电压升至额定值后,将压降测试仪的始端输入端(或末端输入端)接成各种错误组合,分别进入各种相应的测量回路进行检查。受检仪器应有指示出接线错误所在而拒绝测量的信号发出。

压降测试仪按三相三线线路(或三相四线线路)接线,电压升至额定值后,将压降测试仪的始端输入端(或末端输入端)中三相电压断开一相,此时仪器应有相应的文字提示或音响警示。依次断开压降测试仪的始端输入端A、B、C三相、末端输入端A、B、C三相进行测试,测试线路见图4、图5。

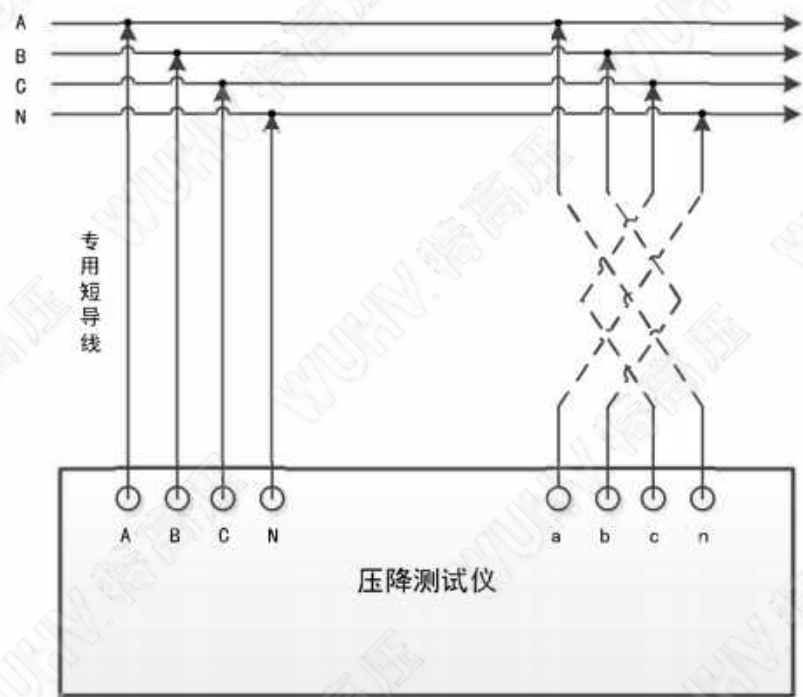


图4 有线测量方式诊断及核相功能接线示意图

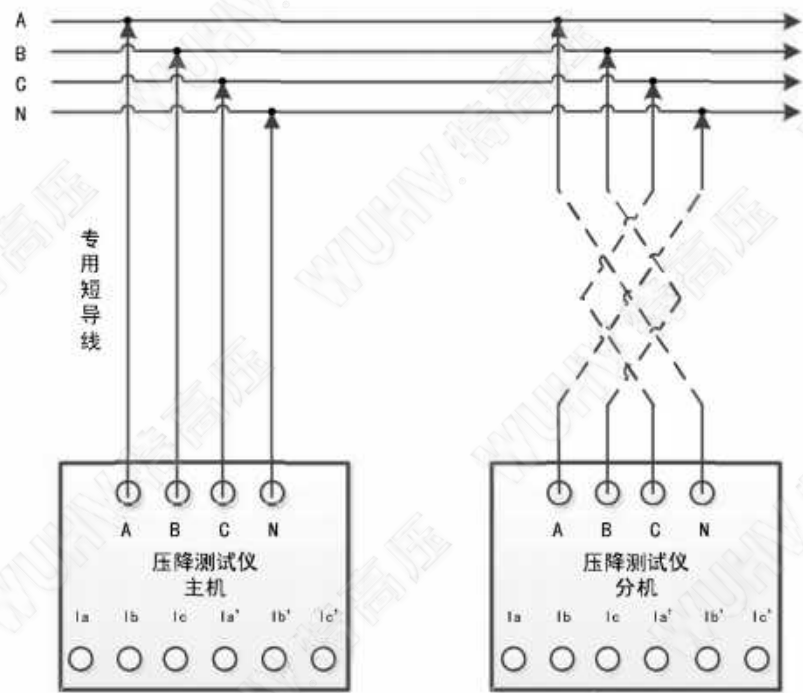


图5 无线测量方式诊断及核相功能接线示意图

6.5 性能试验

6.5.1 电压、电流百分表误差试验

用数字式电压表和电流表对内附百分表误差进行测量，电压百分表检验100 V、100/ $\sqrt{3}$ V档，测量点为80%、100%、120%；电流百分表检验5 A、1 A档，检验点为5%、20%、100%、120%，结果符合5.5.2的要求。

6.5.2 时钟准确度试验

在试验条件下，用标准时钟测试仪测试其时基频率输出，连续测量5次，每次测量时间为1 min，取其算术平均值，试验结果应符合5.5.3的要求。

6.5.3 分辨力试验

由互感器校验仪整检装置输出标准同相信号 X_0 或正交信号 Y_0 ，此时被校压降测试仪显示为某一数值（可等于零或任何数值）。

微调互感器校验仪整检装置输出信号，使被校压降测试仪末位变化10个字，读出互感器校验仪整检装置的标准值 X_1 或 Y_1 。

则 $L_x = |X_1 - X_0|/10$ 即为被校压降测试仪同相分量的分辨力， $L_y = |Y_1 - Y_0|/10$ 即为被校压降测试仪正交分量的分辨力。

试验结果应符合5.5.4要求。

6.5.4 测量回路功率消耗试验

在额定电压/电流下，用准确度不低于2级的低阻抗电流表、高阻抗电压表及低功率因数功率表来测量压降测试仪电压/电流输入回路的功率消耗（也可用其他准确度相当的方法进行），试验结果应符合5.5.5的要求。

6.5.5 准确度试验

6.5.5.1 电压互感器二次压降准确度试验

压降测试仪的电压互感器二次压降准确度试验按下列方法进行：

使用互感器校验仪整检装置作为标准器。1级的压降测试仪的二次压降准确度试验，应使用0.2级准确度的互感器校验仪整检装置。2级的压降测试仪的二次压降准确度试验，应使用0.5级准确度的互感器校验仪整检装置。

互感器校验仪整检装置输出电气上互相绝缘的工作电压源 U 和等效微差电压源 ΔU ，工作电压源和等效微差电压源的信号频率为 $50 \text{ Hz} \pm 0.5 \text{ Hz}$ ，电源总谐波畸变率不大于5%。等效微差电压源 ΔU 的同相分量与正交分量应连续可调且输出叠加电压相量。

使压降测试仪工作在三相三线(三相四线)测量方式的单回路测量状态，有线测量方式及无线测量方式压降测试仪的二次压降准确度试验接线如图6及图7所示。

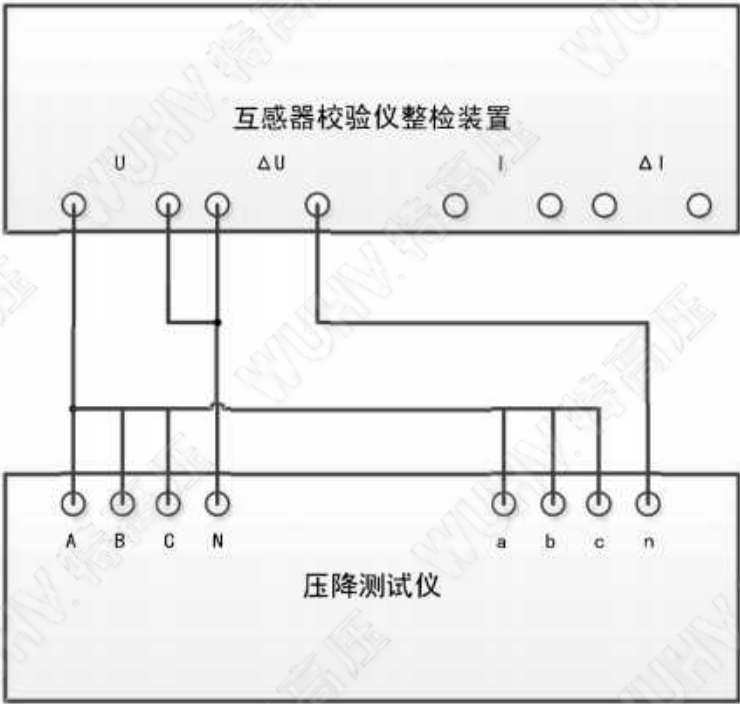


图6 有线测量方式压降准确度试验接线示意图

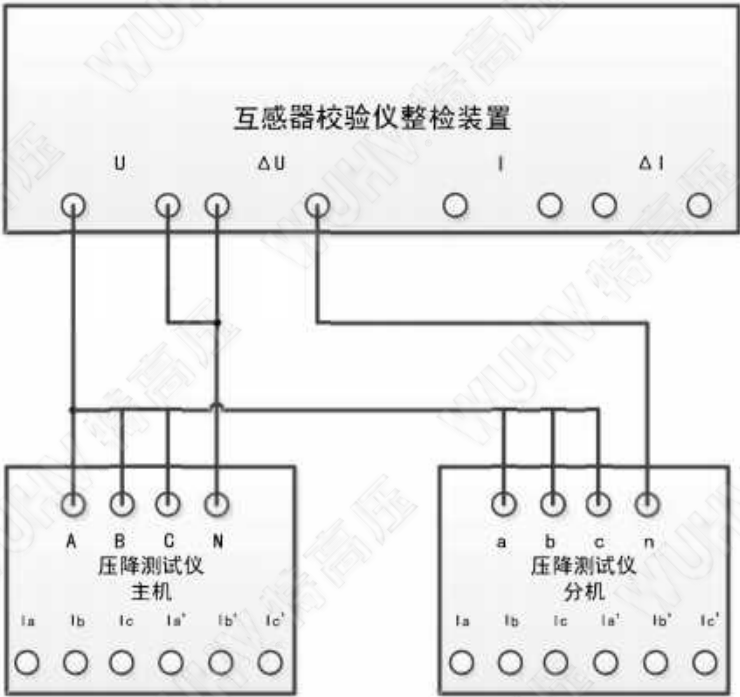


图7 无线测量方式压降准确度试验接线示意图

三相三线线路和三相四线路时压降测试仪接线如表 3 所示。

表 3 压降测试仪测量回路接线表

测量回路	始端输入端接线相别		末端输入端接线相别	
	H	L	h	l
三相三线回路 1	A	B	a	b
三相三线回路 2	C	B	c	b
三相四线回路 1	A	N	a	n
三相四线回路 2	B	N	b	n
三相四线回路 3	C	N	c	n

调节工作电压源 U 电压至额定值，调节等效微差电压源 ΔU 的输出，同时记录互感器校验仪整检装置和压降测试仪的比值差测量示值与相位差测量示值。按照式 (6)、式 (7) 计算其测量误差：

$$\Delta x = x_1 - x_0 \quad \cdots \cdots \cdots (6)$$

式中：

- x_1 ——压降测试仪的比值差测量示值，单位 (%)；
- x_0 ——互感器校验仪整检装置比值差设定值，单位 (%)；
- Δx ——压降测试仪的比值差的测量示值误差，单位 (%)。

$$\Delta y = y_1 - y_0 \quad \cdots \cdots \cdots (7)$$

式中：

- y_1 ——压降测试仪的相位差测量示值，单位 (′)；
 - y_0 ——互感器校验仪整检装置相位差设定值，单位 (′)；
 - Δy ——压降测试仪的相位差的测量示值误差，单位 (%)。
- Δx 和 Δy 应符合 5.5.6.1 的要求。

6.5.5.2 互感器二次负荷准确度试验

压降测试仪的互感器二次负荷准确度试验按下列方法进行：

进行电压互感器二次负荷试验时，使用互感器校验仪整检装置作为标准器，输出电气上互相绝缘的工作电压源 U 和等效微差电流源 ΔI ，等效微差电流源 ΔI 的同相分量与正交分量应连续可调，如图 8 所示。

进行电流互感器二次负荷试验时，使用互感器校验仪整检装置作为标准器，输出电气上互相绝缘的工作电流源 I 和等效微差电压源 ΔU ，等效微差电压源 ΔU 的同相分量与正交分量应连续可调，如图 9 所示。

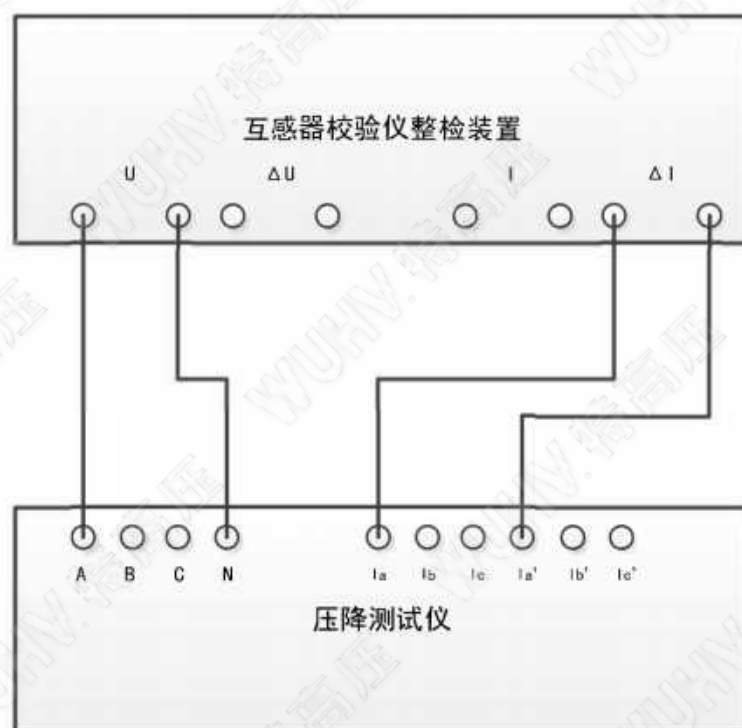


图8 电压互感器二次负荷试验接线示意图

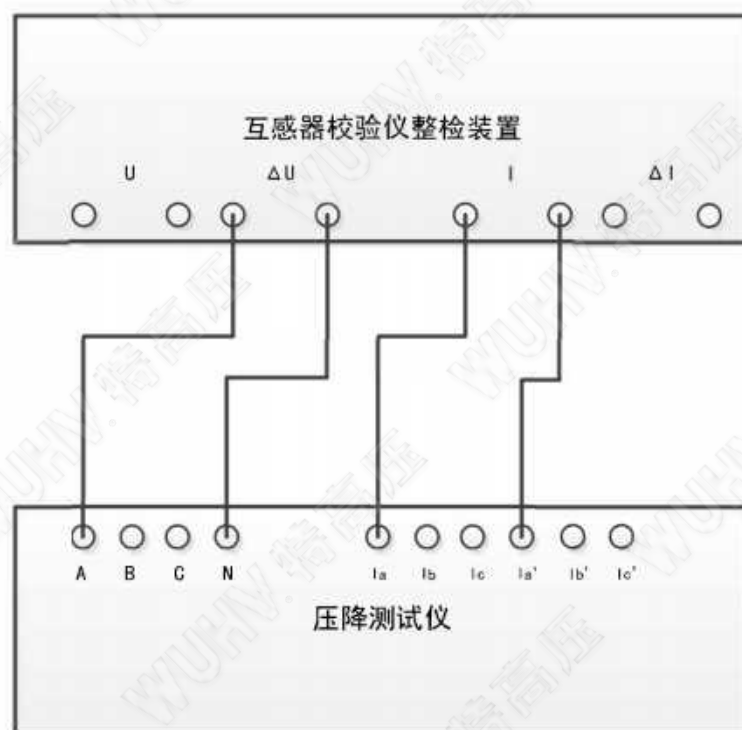


图9 电流互感器二次负荷试验接线示意图

进行电压互感器二次负荷试验时，调节工作电压源 U 至额定值，调节整检装置的同相分量 X_0 和正交分量 Y_0 ，整检装置输出等效微差电流 ΔI ，同时记录压降测试仪的同相分量示值 X_1 和正交分量示值 Y_1 。

进行电流互感器二次负荷试验时，调节工作电流源 I 至额定值，调节整检装置的同相分量 X_0 和正交分量 Y_0 ，整检装置输出等效微差电压 ΔU ，同时记录压降测试仪的同相分量示值 X_1 和正交分量示值 Y_1 。

按照式（8）、式（9）计算其测量误差：

$$\Delta X = X_1 - X_0 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\Delta Y = Y_1 - Y_0 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

ΔX ——压降测试仪的同相分量误差；

ΔY ——压降测试仪的正交分量误差；

X_1 ——压降测试仪的同相分量示值；

Y_1 ——压降测试仪的正交分量示值；

X_0 ——压降测试仪的同相分量设定值；

Y_0 ——压降测试仪的正交分量设定值。

ΔX 和 ΔY 应符合 5.5.6.2 的要求。

6.6 环境适应性试验

6.6.1 防灰尘进入试验

防灰尘进入试验应按GB 4208—2017中13.4和13.5进行。

压降测试仪内部的大气压力与外部相同(即不欠压，也不过压)，并处于非工作状态。试验后进入的灰尘在数量上不应降低其绝缘性能。

6.6.2 防溅水进入试验

防溅水进入试验按GB 4208—2017中14.2.4的规定进行，且压降测试仪处于非工作状态。试验后，进入表内的水在数量上不应妨碍其工作和降低其绝缘性能。

6.6.3 冲击试验

冲击试验按GB/T 2423.5的要求，并在下列条件下进行试验：

—脉冲波形为半波正弦波；

—峰值加速度：149 m/s²；

—脉冲宽度：11 ms。

试验后应符合5.6.2要求。

6.6.4 振动试验

振动试验按GB/T 2423.10的要求，并在下列条件下进行试验：

—试验程序：A；

—频率范围：10 Hz ～ 150 Hz；

—高交越频率：60 Hz（ $f < 60$ Hz时，恒定的位移，振幅0.075 mm，而 $f > 60$ Hz时，恒定的加速度9.8 m/s²）；

—1点控制；

—每一轴向扫频周期数：10次。

10个扫频周期约需75 min，试验后应符合5.6.3要求。

6.7 气候影响试验

6.7.1 高温影响试验

高温影响试验应按GB/T 2423.2进行，试验条件应符合5.7.2要求。

6.7.2 低温影响试验

低温影响试验应按GB/T 2423.1进行，试验条件应符合5.7.3要求。

6.7.3 交变湿热试验

交变湿热试验应按GB/T 2423.4进行，试验条件应符合5.7.4要求，试验后应按6.4进行试验。

6.8 电磁兼容试验

6.8.1 工频磁场抗扰度试验

按GB/T 17626.8的规定和方法进行。

严酷等级：X级，施加400 A/m的工频磁场。

试验对象：压降测试仪外壳。

试验结果应符合5.8.1要求。

6.8.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按GB/T 17626.4的规定和方法进行。

严酷等级：2级。

试验对象：压降测试仪交流电源输入端，三相电流、三相电压输入端子。

试验结果应符合5.8.2要求。

6.8.3 静电放电抗扰度试验

按GB/T 17626.2的规定和方法进行。

严酷等级：2级。

试验对象：压降测试仪外壳。

试验结果应符合5.8.3的要求。

6.8.4 射频电磁场辐射抗扰度试验

按GB/T 17626.3的规定和方法进行。

严酷等级：1级。

试验对象：压降测试仪外壳。

试验结果应符合5.8.4的要求。

6.8.5 浪涌（冲击）抗扰度试验

按GB/T 17626.5的规定和方法进行。

严酷等级：2级。

试验对象：压降测试仪交流电源输入端。
试验结果应符合5.8.5的要求。

6.8.6 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按GB/T 17626.6的规定和方法进行。

严酷等级：1级。

试验对象：压降测试仪交流电源输入端，三相电流、三相电压输入端子。

试验结果应符合5.8.6的要求。

6.8.7 无线电干扰抑制试验

按GB/T 9254.1—2021中对B级信息技术设备的规定进行。

试验对象：电压线路、电流线路和辅助线路。

试验结果应符合5.8.7的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 一般要求

检验分为型式检验、出厂检验和后续检验。

7.1.2 型式检验

下列情况之一的，应进行型式检验：

- a) 新产品鉴定投产前；
- b) 在生产中当设计、材料、工艺或结构等改变，且其改变可能影响产品的性能时，应进行型式试验，此时的型式试验可以只进行与各项改变有关的试验项目；
- c) 停产1年以上恢复生产时；
- d) 国家质量监督机构要求进行质量一致性检验时。

7.1.3 出厂检验

制造厂对生产的每一台产品出厂进行的检验。

7.1.4 后续检验

在压降测试仪正常使用过程中，为保证产品质量和准确度进行的检验。

7.2 检验项目

检验项目见表4。

表4 检验项目

序号	检验项目	要求		型式检验	出厂检验	后续检验
		检验要求	试验方法			
1	外观检查	5.2	6.2	●	●	●

2	绝缘电阻试验	5.3.1	6.3.1	●	○	○
3	绝缘强度试验	5.3.2	6.3.2	●	○	/
4	基本功能检查	5.4.1~5.4.6	6.4.1	●	●	○
5	零位自校准功能检查	5.4.7	6.4.2	●	●	○
6	诊断及核相试验	5.4.8	6.4.3	●	●	○
7	电压、电流百分表误差试验	5.5.2	6.5.1	●	●	●
8	时钟准确度试验	5.5.3	6.5.2	●	●	●
9	分辨力试验	5.5.4	6.5.3	●	●	○
10	测量回路功率消耗试验	5.5.5	6.5.4	●	●	○
11	电压互感器二次压降准确度试验	5.5.6.1	6.5.5.1	●	●	●
12	互感器二次负荷准确度试验	5.5.6.2	6.5.5.2	●	●	●
13	防灰尘进入试验	5.6.1	6.6.1	●	○	/
14	防溅水进入试验	5.6.1	6.6.2	●	○	/
15	冲击试验	5.6.2	6.6.3	●	○	/
16	振动试验	5.6.3	6.6.4	●	○	/
17	高温影响试验	5.7.2	6.7.1	●	○	/
18	低温影响试验	5.7.2	6.7.2	●	○	/
19	交变湿热试验	5.7.2	6.7.3	●	○	/
20	工频磁场抗扰度试验	5.6.1	6.8.1	●	○	/
21	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	5.6.2	6.8.2	●	○	/
22	静电放电抗扰度试验	5.6.3	6.8.3	●	○	/
23	射频电磁场辐射抗扰度试验	5.6.4	6.8.4	●	○	/
24	浪涌（冲击）抗扰度试验	5.6.5	6.8.5	●	○	/
25	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	5.6.6	6.8.5	●	○	/
26	无线电干扰抑制试验	5.6.7	6.8.7	●	○	/

注：“●”表示必做试验项目，“○”表示选做试验项目，“/”表示不做试验项目。

7.3 判定规则

在型式试验时，当全部试品的所有项目都试验合格方能认为该产品的型式试验合格，否则认为型式试验不合格。

在出厂检验和后续检验时，如各项试验都合格，则该试品试验合格，如有一项试验不合格，则判定该试品不合格。

8 标志、标签和随行文件

8.1 标志

8.1.1 一般要求

压降测试仪应标识以下信息：

- 接线端子标志：接线端子标志由字母组成。应清晰、牢固地附着在接线端子近旁。
- 仪器安全接地端子：接地端子近旁应清晰、牢固地标示接地符号，并标出字母“E”。
- 警示牌：紧靠压降测试仪结构脆弱的部分（如显示屏、键盘）应有警示牌，并应在牌上写有“注意！易碎！”字样。

8.1.2 铭牌标志

每台压降测试仪应有牢固地固定在产品上且耐腐蚀的铭牌，铭牌上应体现以下信息：

- 产品名称；
 - 产品型号；
 - 出厂编号；
 - 准确度等级；
 - 出厂年月；
 - 额定频率；
 - 采用标准代号；
 - 制造厂名（不以工厂所在地地为厂名者，应同时标出地名）；
 - 国名（仅对出口产品）；
- 注：允许把铭牌印在面板表面。

8.2 标签

压降测试仪的标签应有以下内容：

- 压降测试仪的名称、产品标准编号、商标；
- 生产企业名称、详细地址、产品原产地；
- 种类、规格、型号、等级；
- 许可证号。

8.3 随行文件

压降测试仪应提供随行文件，主要包括：

- 产品检验合格证；
- 产品说明书；
- 装箱单；
- 随机备附件清单；
- 安装图
- 试验报告；
- 搬运说明；
- 其他有关资料。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

压降测试仪的包装、包装箱的标志及随机文件按照GB/T 13384和GB/T 191的规定执行。每台压降测试仪出厂时应附有下列文件：

- 产品合格证；
- 出厂检验记录；
- 使用说明书；
- 维修服务指南；
- 产品有备件时，还应提供产品备件一览表。

9.2 运输

在有包装状态下，压降测试仪运输的基本环境条件按5.1.2的规定执行。

9.3 贮存

压降测试仪的贮存环境条件按5.1.2的规定执行，存放地应清洁，空气中不含有足以引起腐蚀的有害物质。

附录 A

(资料性)

术语与定义的补充说明

A.1 二次压降值

二次压降值在三相三线电路中以 ΔU_{ab} 、 ΔU_{cb} 表示，单位为伏(V)，如式(A.1)、式(A.2)所示。

$$\Delta U_{ab} = \sqrt{[\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_{ab})]^2 + [\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_{ab})]^2} \cdots \cdots \cdots \text{(A.1)}$$

式中： $\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_{ab})$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_{ab}$ 为实轴，压降的实部；

$\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_{ab})$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_{ab}$ 为实轴，压降的虚部。

$$\Delta U_{cb} = \sqrt{[\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_{cb})]^2 + [\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_{cb})]^2} \cdots \cdots \cdots \text{(A.2)}$$

式中： $\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_{cb})$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_{cb}$ 为实轴，压降的实部；

$\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_{cb})$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_{cb}$ 为实轴，压降的虚部。

二次压降值在三相四线电路中以 ΔU_a 、 ΔU_b 、 ΔU_c 表示，单位为伏(V)，如式(A.3)、式(A.4)、式(A.5)所示。

$$\Delta U_a = \sqrt{[\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_a)]^2 + [\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_a)]^2} \cdots \cdots \cdots \text{(A.3)}$$

式中： $\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_a)$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_a$ 为实轴，压降的实部；

$\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_a)$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_a$ 为实轴，压降的虚部。

$$\Delta U_b = \sqrt{[\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_b)]^2 + [\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_b)]^2} \cdots \cdots \cdots \text{(A.4)}$$

式中： $\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_b)$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_b$ 为实轴，压降的实部；

$\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_b)$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_b$ 为实轴，压降的虚部。

$$\Delta U_c = \sqrt{[\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_c)]^2 + [\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_c)]^2} \cdots \cdots \cdots \text{(A.5)}$$

式中： $\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_c)$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_c$ 为实轴，压降的实部；

$\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_c)$ ——以电压互感器二次出口端线电压 $\dot{U}_c$ 为实轴，压降的虚部。

A.2 压降引起的比值差

压降引起的比值差在三相三线电路中以 f_{ab} 、 f_{cb} 表示，如式(A.6)、式(A.7)所示。

$$f_{ab} \approx \frac{\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_{ab})}{U_{ab}} \times 100 (\%) \cdots \cdots \cdots \text{(A.6)}$$

式中： U_{ab} ——电压互感器二次A、B出口端线电压相量模值。

$$f_{cb} \approx \frac{\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_{cb})}{U_{cb}} \times 100 (\%) \quad \cdots \cdots \cdots (A. 7)$$

式中： U_{cb} ——电压互感器二次C、B出口端线电压相量模值。

压降引起的比值差在三相四线电路中以 f_a, f_b, f_c 表示，如式 (A. 8)、式 (A. 9)、式 (A. 10) 所示。

$$f_a \approx \frac{\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_a)}{U_a} \times 100 (\%) \quad \cdots \cdots \cdots (A. 8)$$

式中： U_a ——电压互感器二次A相出口端电压相量模值。

$$f_b \approx \frac{\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_b)}{U_b} \times 100 (\%) \quad \cdots \cdots \cdots (A. 9)$$

式中： U_b ——电压互感器二次B相出口端电压相量模值。

$$f_c \approx \frac{\operatorname{Re}(\Delta \dot{U}_c)}{U_c} \times 100 (\%) \quad \cdots \cdots \cdots (A. 10)$$

式中： U_c ——电压互感器二次C相出口端电压相量模值。

A. 3 压降引起的相位差

压降引起的相位差在三相三线电路中以 δ_{ab}, δ_{cb} 表示，如式 (A. 11)、式 (A. 12) 所示。

$$\delta_{ab} \approx \frac{\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_{ab})}{U_{ab}} \times 3438 (') \quad \cdots \cdots \cdots (A. 11)$$

$$\delta_{cb} \approx \frac{\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_{cb})}{U_{cb}} \times 3438 (') \quad \cdots \cdots \cdots (A. 12)$$

压降引起的相位差在三相四线电路中以 $\delta_a, \delta_b, \delta_c$ 表示，如式 (A. 13)、式 (A. 14)、式 (A. 15) 所示。

$$\delta_a \approx \frac{\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_a)}{U_a} \times 3438 (') \quad \cdots \cdots \cdots (A. 13)$$

$$\delta_b \approx \frac{\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_b)}{U_b} \times 3438 (') \quad \cdots \cdots \cdots (A. 14)$$

$$\delta_c \approx \frac{\operatorname{Im}(\Delta \dot{U}_c)}{U_c} \times 3438 (') \quad \cdots \cdots \cdots (A. 15)$$

A. 4 压降引起的电能计量误差

压降引起的电能计量误差在三相三线电路中，压降引起的电能计量误差如式 (16) 所示。

$$\varepsilon_r = \left[\frac{f_{ab} + f_{cb}}{2} + \frac{\delta_{cb} - \delta_{ab}}{119.087} + \left(\frac{f_{cb} - f_{ab}}{3.464} - \frac{\delta_{ab} + \delta_{cb}}{68.755} \right) \tan \varphi \right] \quad \cdots \cdots \cdots (A. 16)$$

式中：

ε_r ——压降引起的电能计量误差（用%表示）；

φ ——高压三相线路负荷阻抗角，（用°表示）；

压降引起的电能计量误差在三相四线电路中，压降引起的电能计量误差如式（A.17）所示。

$$\varepsilon_r = \frac{1}{3} [(f_a + f_b + f_c) - 0.0291(\delta_a + \delta_b + \delta_c)\tan\varphi] \dots\dots\dots (A.17)$$
