

ICS 17.220.20

N 20

备案号: 26355-2009



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1112 — 2009

代替 SD 111 — 1983 和 SD 112 — 1983

交、直流仪表检验装置检定规程

Verification code of verification equipment for AC&DC meter

2009-07-22 发布

2009-12-01 实施

中华人民共和国国家能源局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 概述 1

3 技术要求 1

4 检定方法 6

5 检定结果的处理 16

6 检定周期 16

7 检定证书 16

附录 A（规范性附录） 检定证书内页数据格式 17

参考文献 24

前 言

本标准根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2005 年行业标准项目计划的通知》（发改办工业[2005] 739 号）的安排，对原水利电力部颁发的 SD 111—1983《交流仪表检验装置检定方法》和 SD 112—1983《直流仪表检验装置检定方法》进行合并修订。

本标准与 SD 111—1983 和 SD 112—1983 相比主要变化有：

——标准的名称改为《交、直流仪表检验装置检定规程》；

——标准的格式按照 DL/T 600—2001 要求编排；

——增加了表源一体式交、直流仪表检验装置的技术要求及检定方法；

——交、直流仪表检验装置的准确度等级向上扩展到 0.01 级；

——取消了 SD 112—1983 补偿法检验直流装置的技术要求；

——SD 111—1983 电能功能的技术要求及检定方法，可参照电能表检定装置的相关标准，本标准不再做规定；

——取消了对交、直流仪表检验装置综合误差的技术要求。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准实施后代替 SD 111—1983 和 SD 112—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并解释。

本标准负责起草单位：中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位：河南思达科技股份有限公司、山东电力研究院、山西电力科学研究院。

本标准主要起草人：赵莎、李恩政、鹿凯华、蔚晓明。

本标准代替 SD 111—1983 和 SD 112—1983 于 1983 年 12 月 31 日首次发布，本次为第一次修订。

本标准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中心（北京市白广路二条一号，100761）。

交、直流仪表检验装置检定规程

1 范围

本标准规定了交、直流仪表检验装置的技术要求、检定方法、检验周期等。

本标准适用于能够输出直流电压、电流、电阻和工频（45Hz～65Hz）电压、电流、有功功率以及频率、相位、功率因数等电量的交、直流仪表检验装置的首次检定、后续检定和使用中检验。

本标准适用于仅具有上述功能之一或上述任意两种及以上功能的装置。

2 概述

交、直流仪表检验装置（以下简称装置）其结构形式可分为表（标准表）源（信号源）分离式和表源一体式两类。表源分离式装置由信号源、标准表、量限扩展装置和辅助电路组成。表源一体式装置将标准表、信号源的功能集成在一个装置中，表源不能分离，具有标准源的性质。

3 技术要求

3.1 通用技术要求

3.1.1 外观

装置应明确标注以下信息：

- 产品名称及型号；
- 出厂编号（或设备编号）；
- 辅助电源的额定电压和额定频率；
- 准确度等级及对应的测量范围（或量限）；
- 制造厂商及生产日期。

3.1.2 结构

- a) 装置应设有接地端钮，并标明接地符号，接地端钮应与可接触的金属外壳有可靠的电气连接；
- b) 装置的开关、旋钮、按键和接口等控制和调节机构应有明确的功能标志；
- c) 表源分离式装置、标准表及其他配套仪表应有固定的工作位置。

3.1.3 显示

- a) 表源分离式装置配置的监视仪表应与装置的测量范围相适应；
- b) 监视仪表的误差应符合表 1 的规定；

表 1 监视仪表示值的误差限

装置准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
电压（引用误差）	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.5%	±0.5%
电流（引用误差）	±0.2%	±0.2%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
功率（引用误差）	±0.2%	±0.2%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
频率（绝对误差）	±0.1Hz	±0.1Hz	±0.2Hz	±0.2Hz	±0.2Hz
相位（绝对误差）	±0.3°	±0.3°	±0.5°	±0.5°	±0.5°

- c) 监视仪表的显示位数应不低于表 2 的要求，且小数点浮动；

表2 监视仪表显示位数

装置准确度等级	0.01级	0.02级	0.05级	0.1级	0.2级
电压、电流、功率	5位	5位	5位	4位	4位
频率、相位	4位	4位	4位	4位	4位

d) 表源一体式装置内置的标准表可同时作为监视仪表,不需另配监视仪表。

3.1.4 装置的磁场

放置被检表位置的磁感应强度应符合:

$I \leq 10\text{A}$ 时, $B \leq 0.0025\text{mT}$

$I = 100\text{A}$ 时, $B \leq 0.025\text{mT}$

其中, I 为装置输出的电流; B 为空气中的磁感应强度。10A 和 100A 之间的磁感应强度值可按内插法求得。

3.1.5 绝缘电阻

装置的各输出电路、辅助电源与不通电的外露金属部件之间,以及输出电压电路与电流电路之间的绝缘电阻不应低于 $10\text{M}\Omega$ 。

3.1.6 绝缘强度

装置的试验线路应能承受 50Hz 正弦波、有效值 2kV 的电压,历时 1min。标称线路电压低于 50V 的辅助电路,试验电压为 500V。试验电压施加于:

- 装置的电源输入电路与不通电的外露金属部件之间;
- 装置的输出电压、输出电流电路与不通电的外露金属部件之间;
- 装置的电源输入电路与装置的输出电路之间;
- 装置的输出电压电路与输出电流电路之间。

3.2 计量性能要求

3.2.1 基本误差

在表 14 规定的参比条件下,各等级装置的误差应符合表 3~表 6 的规定。

表3 各等级装置允许误差限

装置功能	各等级装置允许误差限(引用误差)				
	0.01级	0.02级	0.05级	0.1级	0.2级
直流电压、电流	$\pm 0.01\%$	$\pm 0.02\%$	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$
交流电压、电流	$\pm 0.01\%$	$\pm 0.02\%$	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$
交流有功功率	$\pm 0.01\%$	$\pm 0.02\%$	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$
直流电阻	$\pm 0.01\%$	$\pm 0.02\%$	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$

表4 频率允许误差限

装置频率准确度	0.01Hz	0.02Hz	0.05Hz	0.1Hz
允许误差限	$\pm 0.01\text{Hz}$	$\pm 0.02\text{Hz}$	$\pm 0.05\text{Hz}$	$\pm 0.1\text{Hz}$

表5 相位角允许误差限

装置相位角准确度	0.02°	0.05°	0.1°	0.2°	0.5°
允许误差限	$\pm 0.02^\circ$	$\pm 0.05^\circ$	$\pm 0.1^\circ$	$\pm 0.2^\circ$	$\pm 0.5^\circ$
相当于引用误差限	$\pm 0.022\%$	$\pm 0.055\%$	$\pm 0.11\%$	$\pm 0.22\%$	$\pm 0.55\%$

表6 功率因数允许误差限

装置功率因数准确度	0.000 2	0.000 5	0.001	0.002	0.005
允许误差限	0.000 2	0.000 5	0.001	0.002	0.005
相当于引用误差限	$\pm 0.02\%$	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$

3.2.2 输出调节范围

装置输出范围应与装置的工作量限相适应,在任何量限下装置电压、电流输出均应能平稳连续(或按规定步长)地从0调节到110%的量限值,相位、频率应能平稳地调节到所需值。

3.2.3 输出调节细度

电压、电流的调节细度(以与各量限的上量限相比的不连续量的百分数来表示)不应超过相应允许误差限的1/5。频率、相位的调节细度不应超过相应允许误差限的1/5。

3.2.4 输出设定准确度

表源一体式装置输出电压、电流、频率和相位幅值的设定准确度应符合制造厂的规定值。

3.2.5 相间影响

调节三相装置的电压、电流和相位(功率因数)任一电量时,其他电量的改变应不超过表14规定的误差范围。

3.2.6 相序

三相装置输出的三相电压、电流相序应正确。

3.2.7 输出稳定度

在常用负载范围内,装置输出电压、电流、功率、频率、相位在1min内的稳定度应不超过表7~表9的规定。

表7 装置输出交、直流电压,交、直流电流和交流功率的稳定度

装置准确度等级	0.01级	0.02级	0.05级	0.1级	0.2级
稳定度	0.005%	0.01%	0.02%	0.02%	0.05%

表8 装置输出频率的稳定度

装置频率准确度	0.01Hz	0.02Hz	0.05Hz	0.1Hz
稳定度	0.005Hz	0.01Hz	0.01Hz	0.02Hz

表9 装置输出相位的稳定度

装置相位角准确度	0.02°	0.05°	0.1°	0.2°	0.5°
稳定度	0.01°	0.02°	0.05°	0.1°	0.2°

3.2.8 三相不对称度

三相装置应能输出对称的电量,在装置显示(或默认)对称时,实际输出的不对称度应符合表10的规定。

表10 三相装置输出的不对称度允许误差限

装置准确度等级	0.01级	0.02级	0.05级	0.1级	0.2级
电压不对称度	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$
电流不对称度	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 2.0\%$
相位不对称度	1°	1°	2°	2°	2°

3.2.9 波形失真度

装置在常用输出负载范围内，输出电压、电流的波形失真度应不超过表 14 的规定。

3.2.10 负载调整率

装置输出电压、电流的负载调整率应不超过表 11 的规定。

表 11 装置输出的负载调整率

装置准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
电压负载调整率	±0.5%	±0.5%	±1%	±1%	±2%
电流负载调整率	±0.5%	±0.5%	±1%	±1%	±2%

3.2.11 测量重复性

装置的测量重复性用实验标准差来表征，由试验确定的实验标准差应不超过装置允许误差限的 1/5。

3.2.12 直流电压、电流纹波含量

装置输出直流电压、电流的纹波含量应不超过表 12 的规定。

表 12 直流电压、电流纹波含量

装置准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
电压纹波含量	1%	1%	1%	2%	2%
电流纹波含量	1%	1%	1%	2%	2%

3.3 标准器

3.3.1 标准表

- 装置配套使用的标准表（以下简称工作标准表）应固定使用，其允许误差限应符合表 3～表 6 的规定；
- 三相装置各相使用的工作标准表应具有相同的型式及量限；
- 工作标准表应具有有效期内的检定证书或校准证书。

3.3.2 互感器

当工作标准表的测量范围不能满足装置输出要求时，装置须配置标准互感器（以下简称工作标准互感器）。工作标准互感器应满足以下要求：

- 工作标准互感器应固定使用，三相装置各相使用的工作标准电压（电流）互感器应具有相同的型式及量限，其准确度等级应不低于表 13 的规定；

表 13 工作标准互感器的准确度等级

装置准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
工作标准互感器准确度等级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级

- 工作标准互感器量限应与装置的测量范围相适应，工作标准表的工作量限应与工作标准互感器的量限相适应；
- 工作标准互感器应具有有效期内的检定证书或校准证书。

3.4 检定条件

3.4.1 检定各级装置时参比条件及其允许偏差

检定各级装置时参比条件及其允许偏差不应超过表 14 的规定。

表 14 检定各级装置时参比条件及其允许偏差

影响量	参比条件	各等级装置参比条件的允许偏差				
		0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
环境温度	20℃	±1℃	±1℃	±2℃	±2℃	±2℃
环境湿度	50%R.H.	±15%	±15%	±20%	±20%	±20%
工作位置	制造商规定位置	按制造商规定				
测量电路电压	参比电压	±0.2%	±0.2%	±0.2%	±0.5%	±1%
测量电路电流	规定电流	±0.5%	±0.5%	±1%	±1%	±1%
测量电路波形	正弦波无失真	±0.5%	±0.5%	±1%	±2%	±2%
测量电路频率	参比频率	±0.2%	±0.2%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
测量电路相位角	规定的相位角	0.3°	0.3°	0.5°	0.5°	1°
外磁场	0mT	0.000 5mT				
相序	正相序	正相序				
辅助电源电压	额定值	±10%				
辅助电源频率	额定值	±1%				

3.4.2 检定用标准设备

a) 检定装置时使用的标准设备（以下简称参考标准）各功能的允许误差限应符合表 15～表 17 的规定；

表 15 交直流电压、交直流电流和交流功率参考标准允许误差限

装置准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
允许误差限（引用误差）	0.005%	0.01%	0.02%	0.02%	0.05%

表 16 参考频率标准允许误差限

装置准确度等级	0.01Hz	0.02Hz	0.05Hz	0.1Hz
允许误差限	0.002Hz	0.005Hz	0.01Hz	0.02Hz

表 17 参考相位标准允许误差限

装置准确度等级	0.02°	0.05°	0.1°	0.2°	0.5°
允许误差限	±0.01°	±0.02°	±0.03°	±0.05°	±0.1°
相当于引用误差限	±0.011%	±0.022%	±0.033%	±0.055%	±0.11%

b) 参考标准设备应具有有效期内的检定证书或校准证书。

3.5 检定项目

装置检定项目见表 18。

表 18 检定项目一览表

序号	检 定 项 目	首次检定	后续检定		使用中检验
			周期检定	修理后检定	
1	外观	+	+	+	—
2	结构	+	—	—	—
3	显示	+	+	—	—

表 18 (续)

序号	检 定 项 目	首次检定	后续检定		使用中检验
			周期检定	修理后检定	
4	装置的磁场	+	—	—	—
5	绝缘电阻	+	+	+	—
6	绝缘强度	+	—	+	—
7	基本误差	+	+	+	+
8	调节范围	±	—	+	—
9	输出调节细度	+	—	+	—
10	设定准确度	+	—	+	—
11	相间影响	+	—	+	—
12	相序	+	—	+	—
13	输出稳定度	+	+	+	+
14	三相不对称度	+	+	+	—
15	波形失真度	+	+	+	—
16	负载调整率	+	—	+	—
17	测量重复性	+	+	+	+
18	直流纹波系数	+	—	+	—

4 检定方法

4.1 外观

用目测法检查装置外观。

4.2 结构

用目测和手感的方法检查装置的标志和结构。

4.3 显示

4.3.1 显示状态

正确连接被检装置和参考标准，需接地的设备正确接地，按说明书要求通电预热。用目测法检查装置监视仪表的显示值与分辨力。

4.3.2 确定监视仪表示值误差

- 将电压、电流、功率、频率、相位等参考标准的电流测量回路串联在装置的电流输出回路，电压测量回路并联在装置的电压输出回路，采用比较法确定监视仪表的示值误差；
- 测量在控制量限和常用负载下进行；
- 电压、电流在额定输出的 50%~100% 范围内选取 3~5 个测试点，频率为额定频率，相位在输出范围内任意选取 3~5 个测试点；
- 表源一体式装置不需进行此项试验。

4.4 装置磁场

- 不接入被检表，电压输出端开路，电流输出端短路，辅助设备和周围电器处于正常状态，在装置输出 10A 和最大电流时分别测量被检表位置的磁场；
- 用测量误差不超过 10% 的磁感应强度计直接测量；
- 用单只磁场探测线圈测量磁感应强度时，应取三维方向测量值的方和根值作为测量结果。

4.5 绝缘电阻

选用额定电压为 1kV 的绝缘电阻表按 3.1.5 的要求测量装置的绝缘电阻值，工作电压低于 50V 的电

气部件选用额定电压为 500V 的绝缘电阻表, 测量结果应不低于 10MΩ。

4.6 绝缘强度

按照 3.1.6 的规定进行绝缘强度试验(表源分离式装置应将配置的标准器等与线路断开), 应无击穿现象。

4.7 基本误差

4.7.1 检定点的确定

- 检定电压、电流时, 选择装置的控制量限作为全检量限, 均匀选取不少于 10 个检定点(包括满量限点和 1/10 满量限点), 其他量限选择最大误差点和满量限点;
- 检定交流有功功率时, 电压、电流各选择 2 个~3 个量限, 对其所有组合量限在功率因数 1.0 和 0.5 (感性、容性) 分别进行, 单相、三相四线、三相三线不同的接线方式应分别确定量限组合;
- 检定频率时, 在电压控制量限输出额定值, 频率在其输出范围内, 以 50Hz 为基准点, 均匀选取 5 个~10 个检定点;
- 检定相位角时, 在控制量限输出电压、电流额定值, 相位角检定点在其输出范围内按照 30° 步进的原则选取;
- 检定功率因数时, 在控制量限输出电压、电流额定值, 选取 1.0、0.5 (感性、容性)、0.866 (感性、容性) 和 0 作为检定点;
- 三相装置每相均应进行检定。

4.7.2 直流电压基本误差的检定

用直接比较法检定直流电压的基本误差。

- 按图 1 连接设备;

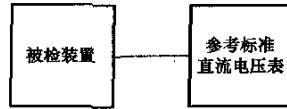


图 1 直接比较法检定直流电压基本误差示意图

- 调节被检装置输出直流电压至设定值, 读取装置和参考标准电压表的读数值, 装置直流电压的误差按式 (1) 计算:

$$\gamma_{U_{dc}} = \frac{U_{dcX} - U_{dcN}}{U_{dcF}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

- $\gamma_{U_{dc}}$ ——装置输出直流电压的误差, 用百分数表示;
- U_{dcX} ——装置输出直流电压的读数值, V;
- U_{dcN} ——参考标准直流电压表的读数值, V;
- U_{dcF} ——检定点所在量限的上限值, V。

4.7.3 直流电流基本误差的检定

4.7.3.1 直接比较法

- 按图 2 连接设备;

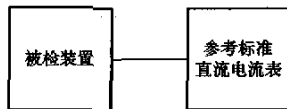


图 2 直接比较法检定直流电流基本误差示意图

- b) 调节被检装置输出直流电流至设定值, 读取装置和参考标准直流电流表的读数值, 装置直流电流的误差按式 (2) 计算:

$$\gamma_{\text{dc}} = \frac{I_{\text{dcX}} - I_{\text{dcN}}}{I_{\text{dcF}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

γ_{dc} ——装置输出直流电流的误差, 用百分数表示;

I_{dcX} ——装置输出直流电流的读数值, A;

I_{dcN} ——参考标准直流电流表的读数值, A;

I_{dcF} ——检定点所在量限的上限值, A。

4.7.3.2 电流电压转换法

- a) 如图 3 所示, 将直流标准电阻的电流端连接至被检装置的直流电流输出端, 将标准电阻的电压端连接至参考标准直流电压表。

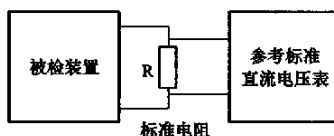


图 3 电流电压转换法检定直流电流基本误差示意图

- b) 调节被检装置输出直流电流至设定值, 读取装置和参考标准直流电压表的读数值, 装置直流电流的误差按式 (3) 计算:

$$\gamma_{\text{dc}} = \frac{I_{\text{dcX}} - \frac{U_{\text{dcN}}}{R}}{I_{\text{dcF}}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

γ_{dc} ——装置输出直流电流的误差, 用百分数表示;

I_{dcX} ——装置输出直流电流的读数值, A;

U_{dcN} ——参考标准直流电压表的读数值, V;

I_{dcF} ——检定点所在量限的上限值, A;

R ——直流标准电阻的电阻值, Ω 。

- c) 由参考直流标准电阻引起的误差应不超过被检装置允许误差的 1/5, 标准电阻的功耗应不超过其额定值。
- d) 由参考标准直流电压表产生的附加误差应不超过装置允许误差限的 1/5, 直流标准电压表的内阻与标准电阻的电阻值之比应不小于 50 000。

4.7.4 交流电压基本误差的检定

4.7.4.1 直接比较法

- a) 按图 4 连接设备。

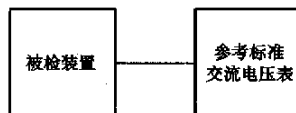


图 4 直接比较法检定交流电压示意图

- b) 调节被检装置输出交流电压至设定值, 读取装置输出交流电压的读数值和参考标准交流电压表

的读数。

- c) 装置输出交流电压的误差按式 (4) 计算:

$$\gamma_{Uac} = \frac{U_{acX} - U_{acN}}{U_{acF}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

γ_{Uac} ——装置输出交流电压的误差, 用百分数表示;

U_{acX} ——装置输出交流电压的读数, V;

U_{acN} ——参考标准交流电压表的读数, V;

U_{acF} ——检定点所在量限的上限值, V。

- d) 三相装置每相均按此方法检定。

4.7.4.2 交直流转换法

- a) 按图 5 连接仪器。

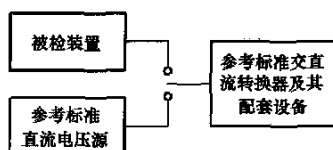


图 5 交直流转换法检定交流电压误差示意图

- b) 分别调节被检装置输出交流电压和参考标准直流电压源输出直流电压至设定值, 读取装置输出交流电压的读数值和参考标准交直流转换标准器的交直流转换差值 (非直接显示的交直流转换标准器可通过输出信号计算出交、直流转换差值)。

- c) 装置每相输出交流电压的误差按式 (5) 计算:

$$\gamma_{Uac} = \frac{U_{acX} - U_0(1 - \delta)}{U_{acF}} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

γ_{Uac} ——装置输出交流电压的误差, 用百分数表示;

U_{acX} ——装置输出交流电压的读数, V;

U_0 ——参考标准直流电压源的读数, V;

δ ——参考标准交直流转换器的交直流转换差值, %或 $\times 10^{-6}$;

U_{acF} ——检定点所在量限的上限值, V。

- d) 参考直流标准电压源和参考标准交直流转换标准器及其配套设备引起的误差均不应超过被检装置允许误差的 1/5。

- e) 三相装置每相均按此方法检定。

4.7.4.3 过渡比较法

- a) 如图 6 所示, 首先将过渡高稳交流电压表与被检装置连接, 调节被检装置输出交流电压至设定值, 读取装置和过渡高稳交流电压表的读数。

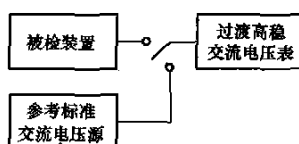


图 6 过渡比较法检定交流电压示意图

- b) 断开过渡高稳交流电压表与被检装置连接, 将过渡高稳交流电压表与参考标准交流电压源连接, 调节参考标准交流电压源的输出电压, 使过渡高稳交流电压表保持与第 a) 条相同的读数, 读取参考标准交流电压源的读数值。装置每相输出交流电压的误差按式 (6) 计算:

$$\gamma_{Uac} = \frac{U_{acX} - U_{acS}}{U_{acF}} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

γ_{Uac} ——装置输出交流电压的误差, 用百分数表示;

U_{acX} ——装置输出交流电压的读数值, V;

U_{acS} ——参考标准交流电压源的读数值, V;

U_{acF} ——检定点所在量限的上限值, V。

- c) 三相装置每相均按此方法检定。

4.7.5 交流电流基本误差的检定

4.7.5.1 直接比较法

- a) 按图 7 连接设备。

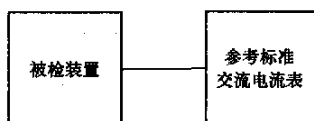


图 7 直接比较法检定交流电流基本误差示意图

- b) 调节被检装置输出交流电流至设定值, 读取装置和参考标准交流电流表的读数值。

- c) 装置每相输出交流电流的误差按式 (7) 计算:

$$\gamma_{Iac} = \frac{I_{acX} - I_{acN}}{I_{acF}} \times 100\% \quad (7)$$

式中:

γ_{Iac} ——装置输出交流电流的误差, 用百分数表示;

I_{acX} ——装置输出交流电流的读数值, A;

I_{acN} ——参考标准交流电流表的读数值, A;

I_{acF} ——检定点所在量限的上限值, A。

- d) 三相装置每相均按此方法检定。

4.7.5.2 互感器法

- a) 按图 8 所示连接设备; 被检装置的交流电流输出端接入参考标准互感器一次侧, 参考标准交流电流表如图 8a) 所示直接接入参考标准互感器的二次侧或如图 8b) 所示经交流电阻接入参考标准互感器的二次侧。

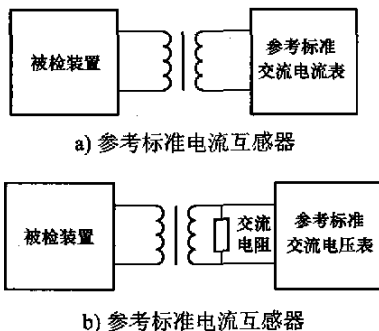


图 8 互感器法检定交流电流基本误差示意图

- b) 调节被检装置输出交流电流至设定值, 读取装置和参考标准交流电流表的读数值。
c) 按图 8a) 连接的被检装置每相输出交流电流的误差按式 (8) 计算:

$$\gamma_{Iac} = \frac{I_{acX} - k_I I_{acN}}{I_{acF}} \times 100\% \quad (8)$$

式中:

γ_{Iac} —— 装置输出交流电流的误差, 用百分数表示;

I_{acX} —— 装置输出交流电流的读数值, A;

k_I —— 参考标准电流互感器的变比, 无量纲;

I_{acN} —— 参考标准交流电流表的读数值, A;

I_{acF} —— 检定点所在量限的上限值, A。

- d) 按图 8b) 连接的被检装置每相输出交流电流的误差按式 (9) 计算:

$$\gamma_{Iac} = \frac{I_{acX} - k_I \frac{U_{acN}}{R_s}}{I_{acF}} \times 100\% \quad (9)$$

式中:

γ_{Iac} —— 装置输出交流电流的误差, 用百分数表示;

I_{acX} —— 装置输出交流电流的读数值, A;

k_I —— 参考标准电流互感器的变比, 无量纲;

U_{acN} —— 参考标准交流电压表的读数值, V;

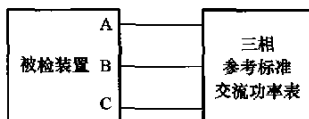
R_s —— 交流电阻的阻值, Ω ;

I_{acF} —— 检定点所在量限的上限值, A。

- e) 参考标准电流互感器、交流电阻及参考标准交流电压表的等级指数与被检装置的等级指数之比均应不大于 1/5。
f) 三相装置每相均按此方法检定。

4.7.6 交流有功功率基本误差的检定

- a) 按图 9 连接仪器。



a)



b)

图 9 直接比较法检定交流有功功率示意图

- b) 调节装置输出有功功率至设定值, 读取装置和参考标准交流有功功率表的读数值。
c) 装置每相输出交流有功功率的误差按式 (10) 计算:

$$\gamma_P = \frac{P_X - P_N}{F_P} \times 100\% \quad (10)$$

式中:

γ_P ——装置输出交流有功功率的误差,用百分数表示;

P_X ——装置输出交流有功功率的读数值, W;

P_N ——参考标准功率表读数值, W;

F_P ——检定点所在量限的额定功率值, W。

d) 按图 9a) 连接仪器法测量三相有功功率时, 误差按式 (10) 计算。

e) 按图 9b) 连接仪器法测量三相有功功率时, 误差按式 (11) 计算:

$$\gamma_P = \frac{P_X - \sum P_N}{F_P} \times 100\% \quad (11)$$

式中:

γ_P ——装置输出交流有功功率的误差,用百分数表示;

P_X ——装置输出交流有功功率的读数值, W;

$\sum P_N$ ——各相参考标准功率表读数值之和, W;

F_P ——检定点所在量限额定功率值, W。

f) 三相装置每相均应进行检定。

4.7.7 频率基本误差的检定

a) 按图 10 连接仪器。

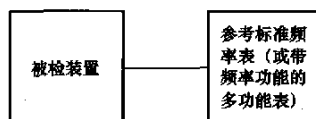


图 10 检定频率基本误差示意图

b) 调节装置输出交流电压、频率至设定值, 读取装置和参考标准频率表的频率读数值。

c) 装置输出频率的误差按式 (12) 计算:

$$\Delta_f = f_X - f_N \quad (12)$$

式中:

Δ_f ——装置输出频率的绝对误差, Hz;

f_X ——装置输出频率的读数值, Hz;

f_N ——参考标准频率表的读数值, Hz。

4.7.8 相位角基本误差的检定

a) 按图 11 连接仪器。

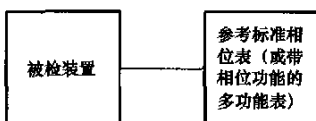


图 11 检定相位角基本误差示意图

b) 调节装置电压与电流之间的相位角至设定值, 读取装置和参考标准相位表的读数值。

c) 装置输出相位角的误差按式 (13)、式 (14) 计算:

$$\Delta_\varphi = \varphi_X - \varphi_N \quad (13)$$

式中:

Δ_φ ——装置输出相位角的误差, ($^\circ$);

φ_X ——装置输出相位角的读数值, (°);

φ_N ——参考标准相位表的读数值, (°)。

$$\gamma_\varphi = \frac{\varphi_X - \varphi_N}{\varphi_F} \times 100\% \quad (14)$$

式中:

γ_φ ——装置输出相位角的误差, 用百分数表示;

φ_X ——装置输出相位角的读数值, (°);

φ_N ——参考标准相位表的读数值, (°);

φ_F ——相位角误差计算的基准值, 90°。

4.7.9 功率因数基本误差的检定

a) 按图 12 连接仪器。

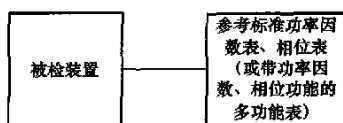


图 12 检定功率因数基本误差示意图

b) 调节被检装置输出功率的功率因数至设定值, 读取装置和参考标准功率因数表 (或参考标准相位表) 的读数值。

c) 选用参考标准功率因数表检定装置输出功率因数时, 误差按式 (15) 计算:

$$\Delta_{PF} = PF_X - PF_N \quad (15)$$

式中:

Δ_{PF} ——装置输出功率因数的误差, 无量纲;

PF_X ——装置输出功率因数的读数值, 无量纲;

PF_N ——参考标准功率因数表的读数值, 无量纲。

d) 选用参考标准相位表检定装置输出功率因数时, 误差按式 (16) 计算:

$$\Delta_{PF} = PF_X - \cos \varphi_N \quad (16)$$

式中:

Δ_{PF} ——装置输出功率因数的误差, 无量纲;

PF_X ——装置输出功率因数的读数值, 无量纲;

φ_N ——参考标准相位表的读数值, 无量纲。

4.7.10 直流电阻基本误差的检定

a) 按图 13 连接仪器。

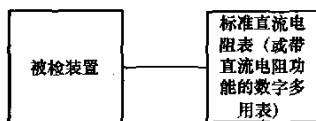


图 13 检定直流电阻基本误差示意图

b) 调节装置的直流电阻至设置值, 读取参考标准直流电阻表的读数值。

c) 装置直流电阻的误差按式 (17) 计算:

$$\gamma_R = \frac{R_X - R_N}{R_N} \times 100\% \quad (17)$$

式中：

γ_R ——装置直流电阻的误差，用百分数表示；

R_X ——装置直流电阻的标称值， Ω ；

R_N ——参考标准直流电阻表读数值， Ω 。

d) 检定 100Ω 及以下阻值电阻和 0.05 级及以上装置的直流电阻应采用四端接线法。

4.8 输出调节范围

依次调节装置的每一电量输出（此时其他量保持在额定输出），观察该电量是否输出平稳，调节范围应符合本标准 3.2.2 的规定。

4.9 输出调节细度

接入电压、电流、频率和相位等参考标准，在允许的调节范围内平缓地调节最小调节量，观察并读取被调节量的不连续量。

4.10 输出设定准确度

选择装置控制量限，分别测量电压、电流和相位在各设定点的设定值与实际输出值的差值。

4.11 相间影响

将装置所有交流量调至额定值的 100% 后，在调节范围内缓慢地反复调节某一量，同时观察其他输出量的变化。

4.12 相序

选择三相装置的控制量限，在装置指示（或默认）对称状态，采用相序表、向量图或测量相位等方法检查装置实际输出的相序，应与指示一致。

4.13 输出稳定度

a) 在常用输出负载范围内和控制量限下，选择本标准 4.7 相应的测量方法，连续测量时间为 1min，采样值不少于 20 个。

b) 测量分别在以下测试点进行：

1) 交直流电压和交直流电流为额定输出的 100% 和 50%；

2) 测量交流有功功率时，电压、电流为额定输出的 100%，功率因数为 1.0 和 0.5（感性、容性），分相功率与和相（三相四线和三相三线）功率均需测量；

3) 频率为 50Hz。

c) 按式 (18) 计算装置的 1min 输出稳定度：

$$1\text{min输出稳定度} = \frac{\text{输出电压(电流、功率)最大值} - \text{输出电压(电流、功率)最小值}}{\text{输出电压(电流、功率)上限值}} \times 100\% \quad (18)$$

4.14 三相不对称度

a) 选择装置的常用电压、电流量限；

b) 在额定负载下，调节装置输出额定三相电压和电流，同时观察监视仪表，直至三相电压和电流调节到最佳状态；

c) 用三台 0.1 级电压表、电流表或一台 0.1 级三相多功能表测量装置输出的三相相电压（线电压）和相电流。装置的不对称度按式 (19)、式 (20) 计算：

$$\text{电压不对称度} = \frac{\text{相电压(或线电压)} - \text{三相相电压(或线电压)平均值}}{\text{三相相电压(或线电压)平均值}} \times 100\% \quad (19)$$

$$\text{电流不对称度} = \frac{\text{相电流} - \text{三相相电流平均值}}{\text{三相相电流平均值}} \times 100\% \quad (20)$$

d) 用三只（相）相位参考标准，在装置输出端同时测量任一相相电压和相应电流之间的相位角，取相位角之间最大差值作为相间相位不对称度；测量任一相电压（电流）与另一相电压（电流）

间的相位角, 取其与 120° 的最大差值作为线间相位不对称度。测量分别在功率因数角为 0° 、 60° (感性、容性) 和 90° (感性、容性) 时进行。改变相位角后, 不允许分别调节相位。

4.15 波形失真度

- 选择装置控制量限, 在常用输出负载范围内, 用失真度测试仪或谐波分析仪进行测量;
- 当需要将电流转换成电压或高电压转换成低电压测量时, 选用的转换器应为纯阻性负载。

4.16 负载调整率

- 选择装置控制量限, 在装置电压和电流输出端分别接入可调负载;
- 使装置输出额定交、直流电压和交、直流电流, 分别调节电压回路和电流回路的负载从最小至最大, 负载调整率按式 (21) 计算:

$$\text{负载调整率} = \frac{\text{测量值}_{\text{空载}} - \text{测量值}_{\text{满载}}}{\text{额定值}} \times 100\% \quad (21)$$

- 三相装置每相均应进行测量。

4.17 装置的重复性

- 重复性试验在装置控制量限的额定值进行;
- 在常用负载下, 分别测量装置输出的交流有功功率、频率、相位和交、直流电压以及交、直流电流的重复性;
- 0.05 级及以下装置进行不少于 5 次测量, 0.02 级及以上装置进行不少于 10 次测量;
- 每次测量必须从开机初始状态调整至测量状态;
- 按式 (22) 计算装置的重复性:

$$s = \frac{1}{\bar{\gamma}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (22)$$

式中:

- s ——装置的重复性, 用百分数表示;
- γ_i ——第 i 次测量结果, 量值单位对应各参量;
- $\bar{\gamma}$ ——各次测量结果 γ_i 的平均值, 与 γ_i 相同的量值单位;
- n ——重复测量的次数。

4.18 直流电压、电流纹波含量

- 测量装置输出直流电压的纹波含量时, 调节直流电压至控制量限上限值, 用真有效值交流数字电压表测量装置输出电压, 纹波含量按式 (23) 计算:

$$\text{电压纹波含量} = \frac{U_{ac}}{U_{dcn}} \times 100\% \quad (23)$$

式中:

- U_{ac} ——真有效值交流数字电压表的读数值;
- U_{dcn} ——装置输出直流电压量限的上限值。
- 测量装置输出直流电流的纹波含量时, 在电流端接入无感负载电阻, 调节直流电流至控制量限上限值, 用真有效值交流数字电压表测量负载电阻的端电压。纹波含量按式 (24) 计算:

$$\text{电流纹波含量} = \frac{U_{ac}}{R_d \times I_{dcn}} \times 100\% \quad (24)$$

式中:

- U_{ac} ——真有效值交流数字电压表的读数值;
- R_d ——负载电阻的电阻值;

I_{dcn} ——装置输出直流电流量限的上限值。

5 检定结果的处理

- a) 检定结果应给出误差值或直接给出输出标准值；
- b) 判断装置是否合格以修约后的数据为准；
- c) 基本误差的修约间距按表 19～表 22 进行，其他项目检定结果以相应误差限的 1/10 作为修约间距；

表 19 交直流电压、交直流电流、交流功率和直流电阻的修约间隔

装置准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
修约间距	0.001%	0.002%	0.005%	0.01%	0.02%

表 20 频率的修约间隔

装置准确度	0.01Hz	0.02Hz	0.05Hz	0.1Hz
修约间距	0.001Hz	0.002Hz	0.005Hz	0.01Hz

表 21 相位角的修约间隔

装置准确度	0.02°	0.05°	0.1°	0.2°	0.5°
修约间距	0.002°	0.005°	0.01°	0.02°	0.05°

表 22 功率因数的修约间隔

装置准确度	0.000 2	0.000 5	0.001	0.002	0.005
修约间距	0.000 02	0.000 05	0.000 1	0.000 2	0.000 5

- d) 全部项目符合要求判定为合格，否则判定为不合格。合格的装置发给检定证书，不合格的装置发给检定结果通知书，并注明不合格项目；
- e) 三相装置检定不合格的，也可根据用户使用情况降级使用，并发给降级后的检定证书；或能符合单相装置要求的发给单相装置的检定证书，并予以注明。

6 检定周期

- a) 装置首次检定后 1 年进行第一次后续检定，此后后续检定的周期为 2 年；
- b) 装置检定不合格或检定有效期内出现影响计量性能的故障修理后重新检定的，按首次检定对待，修理后的装置检定合格方可投入使用；
- c) 表源分离式装置所配置的标准器的检定周期应依据相应的检定规程或标准。

7 检定证书

- a) 检定证书宜使用标准 A4 型纸；
- b) 检定证书内页数据格式宜参照附录 A。

附 录 A
(规范性附录)
检定证书内页数据格式

检定证书内页数据格式如下：

1 外观

结论：

2 结构

结论：

3 显示

功能	A 相		B 相		C 相		显示位数
	装置示值	误差值 (或标准值)	装置示值	误差值 (或标准值)	装置示值	误差值 (或标准值)	
直流电压							
直流电流							
交流电压							
交流电流							
频率							
相位角							

结论：

4 装置的磁场

10A 时：_____mT，100A 时：_____mT。

结论：

5 绝缘电阻

_____MΩ。

结论：

6 绝缘强度

试 验 线 路	试 验 电 压	试 验 结 果

结论：

7 基本误差

7.1 直流电压

表1 直 流 电 压

量 限	装 置 示 值	误差值（或标准值）

结论：

7.2 直流电流

表2 直 流 电 流

量 限	装 置 示 值	误差值（或标准值）

结论：

7.3 交流电压

表3 交 流 电 压

量 限	设定值	A 相		B 相		C 相	
		装置示值	误差值 （或标准值）	装置示值	误差值 （或标准值）	装置示值	误差值 （或标准值）

结论：

7.4 交流电流

表 4 交 流 电 流

量 限	设定值	A 相		B 相		C 相	
		装置示值	误差值 (或标准值)	装置示值	误差值 (或标准值)	装置示值	误差值 (或标准值)

结论:

7.5 交流有功功率

表 5 交 流 有 功 功 率

相制:

量限	设定电压、 电流、功率 因数	A 相		B 相		C 相		和相	
		装置 示值	误差值 (或标准值)	装置 示值	误差值 (或标准值)	装置 示值	误差值 (或标准值)	装置 示值	误差值 (或标准值)

结论:

7.6 频率

表 6 频 率

输出电压 (电流)	装 置 示 值	标 准 值

结论:

7.7 相位角

表7 相 位 角

设定 电压、电流值	设定相位 角值	A 相		B 相		C 相	
		装置示值	误差值 (或标准值)	装置示值	误差值 (或标准值)	装置示值	误差值 (或标准值)

结论:

7.8 功率因数

表8 功 率 因 数

设定 电压、电流值	设定功率 因数数值	A 相		B 相		C 相	
		装置示值	误差值 (或标准值)	装置示值	误差值 (或标准值)	装置示值	误差值 (或标准值)

结论:

7.9 直流电阻

表9 直 流 电 阻

装 置 示 值	标 准 值

结论:

8 调节范围

表10 调 节 范 围

功 能	量 限	调 节 范 围		
		A 相	B 相	C 相
直流电压				
直流电流				

表 10（续）

功 能	量 限	调 节 范 围		
		A 相	B 相	C 相
交流电压				
交流电流				
频率				
相位角				

结论：

9 调节细度

表 11 调 节 细 度

功 能	量 限	调 节 细 度		
		A 相	B 相	C 相
直流电压				
直流电流				
交流电压				
交流电流				
频率				
相位角				

结论：

10 设定准确度

结论：

11 相间影响

结论：

12 相序

结论：

13 输出稳定度

表 12 1min 输出稳定度

功 能	量 限	稳 定 度			
		A 相	B 相	C 相	和相
直流电压					
直流电流					
交流电压					
交流电流					
交流有功功率					
频率					
相位角					

结论:

14 波形失真度

表 13 波形失真度

功 能	测试电压、电流值	失 真 度 %		
		A 相	B 相	C 相
电压				
电流				

结论:

15 负载调整率

表 14 负载调整率

功 能	量 限	调 整 率 %		
		A 相	B 相	C 相
交流电压				
交流电流				

结论:

16 直流电压、电流纹波含量

表 15 纹 波 含 量

功 能	测试电压、电流值	纹波含量 %
电压		
电流		

结论:

17 装置的测量重复性

表 16 测量重复性

功 能	测 试 值	重 复 性		
		A 相	B 相	C 相
直流电压				
直流电流				
交流电压				
交流电流				
单相有功功率				
三相四线有功功率				
三相三线有功功率				
频率				
相位角				
功率因数				
直流电阻				

结论:

检定员: _____

核验员: _____

参 考 文 献

- (1) JJG 124—2005 电流表、电压表、功率表及电阻表
 - (2) JJG 440 工频单相相位表
 - (3) JJG 597—2005 交流电能表检定装置
 - (4) DL/T 460—2005 交流电能表检验装置检定规程
 - (5) GB/T 7676—1998 直接作用模拟指示电测量仪表及其附件
 - (6) GB/T 11150—2001 电能表检验装置
-