山 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（晋）5005—2024

导轨式交流电能表校准规范

Calibration Specification of Guide Rail Meters

for Measuring Alternating-current Electrical Energy

2024—04—25 发布　　2024—06—25 实施

山西省市场监督管理局　发布

导轨式交流电能表校准规范

JJF（晋）5005-2024

Calibration Specification of

Guide Rail Meters for Measuring

Alternating-current Electrical Energy

本规范经山西省市场监督管理局于2024年04月25日批准，并自2024年06月25日起施行。

归 口 单 位： 山西省市场监督管理局

主要起草单位： 山西省检验检测中心（山西省标准计量技术研究院）

参加起草单位： 北京市计量检测科学研究院

河北省计量监督检测研究院

本规范技术条文由起草单位负责解释

本规范主要起草人：

崔　泓　　（山西省检验检测中心(山西省标准计量技术研究院)）

李　鑫　　（山西省检验检测中心(山西省标准计量技术研究院)）

贾　玲　　（山西省检验检测中心(山西省标准计量技术研究院)）

参加起草人：

张　磊　　（北京市计量检测科学研究院）

李晓东　　（山西省检验检测中心(山西省标准计量技术研究院)）

高新艳　　（河北省计量监督检测研究院）

任晓凤　　（山西省检验检测中心(山西省标准计量技术研究院)）

目　　录

引言 ..... （II）
1 范围 ..... （1）
2 引用文件 ..... （1）
3 术语 ..... （1）
4 概述 ..... （1）
5 计量特性 ..... （2）
5.1 误差表达方式 ..... （2）
5.2 基本误差 ..... （2）
5.3 潜动 ..... （3）
5.4 起动 ..... （3）
5.5 仪表常数 ..... （4）
6 校准条件 ..... （4）
6.1 环境条件 ..... （4）
6.2 测量标准及其他设备 ..... （4）
7 校准项目和校准方法 ..... （5）
7.1 校准项目 ..... （5）
7.2 校准方法 ..... （5）
8 校准结果表达 ..... （11）
8.1 校准证书 ..... （11）
8.2 数据修约 ..... （12）
9 复校时间间隔 ..... （12）
附录 A ..... （13）
附录 B ..... （21）
附录 C ..... （23）

引　　言

本规范按照 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》为基础性系列规范进行制定。

导轨式交流电能表是一种特殊的电能表，目前对于它的校准没有完全适用的技术法规，为此我们提出制定《导轨式交流电能表校准规范》山西省地方计量技术规范，可对导轨式交流电能表的校准提供具有科学性、合理性的校准依据和方法，为导轨式交流电能表量值的准确可靠提供技术依据。

北京市计量检测科学研究院，河北省计量监督检测研究院积极参与规范的编写，提供了有力的技术支持,其他各省级计量院对该规范提出了建设性意见，对规范的内容达成了一致意见。

本规范主要参考 JJG 596-2012 《电子式交流电能表检定规程》编制而成。

本规范为首次制定。

导轨式交流电能表校准规范

1 范围

本规范适用于参比频率为50Hz或60Hz单相、三相导轨式交流电能表（以下简称为电能表）的校准，不适用于标准电能表、数字电能表（被测电压、电流为数字量的电能表）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 596-2012 电子式交流电能表检定规程

JJG 780-1992 交流数字功率表检定规程

JJG 440-2008 工频单相相位表检定规程

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

导轨式交流电能表 Guide Rail Meters for Measuring Alternating-current Electrical Energy

具有导轨安装式结构的电能表，并且能够测量电压、电流、功率、频率、功率因数等电量参数中的一种或几种。

4 概述

导轨式交流电能表是一种微型电能表，采用导轨安装，方便与微型断路器匹配使用，具有体积小、安装方便、可靠性好的特点，多用于电能的分相计量、照明计量，由A/D转换器、CPU、显示单元、输出单元组成，其基本原理见图1。

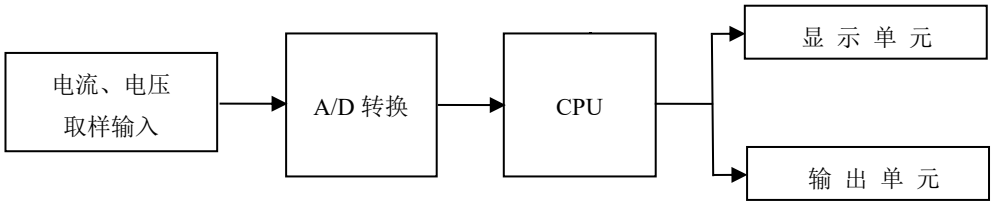

图1 导轨式交流电能表原理框图

5 计量特性

5.1 误差表达方式

5.1.1 用绝对误差表示示值误差形式：

$$\Delta = A_X - A_S \tag{1}$$

式中：

Δ——示值误差；

A_X——示值；

A_S——标准值。

5.1.2 用相对误差表示示值误差形式：

$$\gamma = \frac{A_X - A_S}{A_S} \times 100\% \tag{2}$$

式中：

γ——相对示值误差

5.2 基本误差

5.2.1 电能（有功）基本误差限见表 1、表 2。

表 1 单相电能表和平衡负载时三相电能表的基本误差限

类别	直接接入	经互感器接入	功率因数 $\cos\varphi$	电能表准确度等级			
				0.2S	0.5S	1	2
有功电能表	负载电流 I			基本误差限/%			
	—	$0.01I_n \leqslant I < 0.05I_n$	1	±0.4	±1.0	—	—
	$0.05I \leqslant I < 0.1I_b$	$0.02I_n \leqslant I < 0.05I_n$	1	—	—	±1.5	±2.5
	$0.1I_b \leqslant I \leqslant I_{max}$	$0.05I_n \leqslant I \leqslant I_{max}$	1	±0.2	±0.5	±1.0	±2.0
	—	$0.02I_n \leqslant I < 0.1I_n$	0.5L	±0.5	±1.0	—	—
			0.8C	±0.5	±1.0	—	—
	$0.1I_b \leqslant I < 0.2I_b$	$0.05I_n \leqslant I < 0.1I_n$	0.5L	—	—	±1.5	±2.5
			0.8C	—	—	±1.5	—
	$0.2I_b \leqslant I \leqslant I_{max}$	$0.1I_n \leqslant I \leqslant I_{max}$	0.5L	±0.3	±0.6	±1.0	±2.0
			0.8C	±0.3	±0.6	±1.0	—
注：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。							

表 2 不平衡负载时三相电能表的基本误差限

类别	直接接入	经互感器接入	功率因数 cosφ	电能表准确度等级			
				0.2S	0.5S	1	2
有功电能表	负载电流 I			基本误差限/%			
	$0.1I_b \leqslant I \leqslant I_{max}$	$0.05I_n \leqslant I \leqslant I_{max}$	1	±0.3	±0.6	±2.0	±3.0
	$0.2I_b \leqslant I \leqslant I_{max}$	$0.1I_n \leqslant I < I_{max}$	0.5L	±0.4	±1.0	±2.0	±3.0
	I_b	I_n	1	不平衡负载与平衡负载时的误差之差不超过（%）			
				±0.4	±1.0	±1.5	±2.5

5.2.2 电压、电流、功率基本误差限见表 3。

表 3 电能表电压、电流、功率基本误差限

电能表准确度等级	0.2S	0.5S	1	2
额定值的最大允许误差	±0.2%	±0.5%	±1%	±2%

5.2.3 频率基本误差限见表 4。

表 4 电能表频率基本误差限

电能表准确度等级	0.2S	0.5S	1	2
额定值的最大允许误差	±0.2%	±0.5%	±1%	±2%

5.2.4 功率因数基本误差限见表 5。

表 5 电能表功率因数基本误差限

电能表准确度等级	0.2S	0.5S	1	2
额定值的最大允许误差	±0.002	±0.005	±0.010	±0.020

注：电压、电流、功率、频率误差计算结果可按式（2）用相对误差表示，与基本误差限进行比较。

5.3 潜动

电流线路不加电流，电压线路施加 115%的参比电压，电能表的测试输出在规定的时限内不应产生多于一个的脉冲。

5.4 起动

在参比频率、参比电压和 $\cos\varphi=1$ 的条件下，电流线路通以表 6 规定的起动电流（三相电能表各相同时加电压、通起动电流），在规定的时限内电能表应能起动并连续记录。

如果该电能表为用于双向电能测量仪表，则该试验应用于每一个方向的电能测量。

表 6 单相和三相电能表的起动电流

类　别	有功电能表准确度等级			
	0.2S	0.5S	1	2
	起动电流/A			
直接接入的电能表	—	—	$0.004I_b$	$0.005I_b$
经互感器接入的电能表	$0.001I_n$	$0.001I_n$	$0.002I_n$	$0.003I_n$
注：经互感器接入的宽负载电能表（$I_{max}\geqslant 4I_b$），按 I_b 确定起动电流。				

5.5 仪表常数

电能表测试输出与显示器指示的电能量变化之间的关系，应与铭牌标志的常数一致。

6 校准条件

6.1 环境条件

校准应在表 7 规定的环境条件下进行。

表 7 校准电能表环境条件

影响量	参比值或参比范围	允许偏差
环境温度	20℃	±2℃
相对湿度	45%～75%	—
电源电压	额定值	±1%
电源频率	额定值	±0.5%

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 测量标准设备的技术要求见表 8。

表 8 测量标准设备的技术要求

参数	最大允许误差或准确度等级
电能（有功）	0.05 级
交流电压	±0.05%
交流电流	±0.05%
交流功率	±0.05%
频率	±0.01Hz
功率因数	±0.0005

6.2.2 耐压测试仪

校准用耐压测试仪输出交流电压范围：（0.1～5）kV，输出容量不低于 500VA，准确度等级不低于 5 级。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 9。

表 9 校准项目一览表

序号	校准项目	校准方法条款
1	外观及通电检查	7.2.1
2	交流电压试验	7.2.2
3	电能（有功）基本误差	7.2.4
4	交流电压示值误差	7.2.5
5	交流电流示值误差	7.2.6
6	交流功率示值误差	7.2.7
7	频率示值误差	7.2.8
8	功率因数示值误差	7.2.9
9	潜动试验	7.2.10
10	起动试验	7.2.11
11	仪表常数试验	7.2.12
注：可根据客户需求选择校准项目。		

7.2 校准方法

7.2.1 外观及通电检查

电能表应有明显的标识，包括名称、型号、制造厂名和编号；产品所依据的标准、顺序号和制造年份；参比频率、参比电压、参比电流和最大电流；仪表常数、准确度等级、计量单位(显示单元为液晶元件时,计量单位可在液晶元件中显示)。通电后电能表各功能应正常；显示器（若有时）、按键、开关、通讯接口等功能部件均应能正常工作；按照说明书的要求进行预热。

7.2.2 交流电压试验

a)所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点,另一点是地,试验电压施加于该两点间;对于互感器接入式的电能表,应增加不相连接的电压线路与电流线路间的试验。

b)试验电压应在(5~10)s 内由零升到表 10 的规定值,保持 1 min,随后以同样速度将

试验电压降到零。试验中,电能表不应出现闪络、破坏性放电或击穿;试验后,电能表无机械损坏,电能表应能正确工作。

表 10 交流电压试验

试验电压（方均根）		试验电压施加点
Ⅰ类防护电能表	Ⅱ类防护电能表	
2 kV	4 kV	所有的电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点,另一点是地,试验电压施加于该两点间
2 kV	2 kV	在工作中不连接的线路之间

7.2.3 校准点的选取

7.2.3.1 电能（有功）

电能测量功能的校准点在参比频率、参比电压，不同功率因数下，按负载电流逐次减小的顺序，推荐依据表 11 和表 12 规定的校准点进行基本误差的校准。

表 11 校准单相电能表和平衡负载下的三相电能表时应调定的负载点

有功电能表类别及准确度等级		$\cos\varphi$=1	$\cos\varphi$=0.5L $\cos\varphi$=0.8C
		负 载 电 流	
直接接入	1，2	I_{max}，I_b，0.1I_b，0.05I_b	I_{max}，I_b，0.2I_b，0.1I_b
经互感器接入	0.2S，0.5S	I_{max}，I_n，0.05I_n，0.01I_n	I_{max}，I_n，0.1I_n，0.02I_n
	1，2	I_{max}，I_n，0.05I_n，0.02I_n	I_{max_x}，I_n，0.1I_n，0.05I_n

表 12 不平衡负载时三相电能表分组校准时应调定的负载点

有功电能表类别及准确度等级		$\cos\varphi$=1	$\cos\varphi$=0.5L
		负 载 电 流	
直接接入	1，2	I_{max}，I_b，0.1I_b	I_{max}，I_b，0.2I_b
经互感器接入	0.2S，0.5S，1，2	I_{max}，I_n，0.05I_n	I_{max}，I_n，0.1I_n

7.2.3.2 交流电压

校准点应选取为被校仪器的参比电压点，如推荐的点有 57.7V、100V、220V 和 380V。

7.2.3.3 交流电流

交流电流测量功能的校准点根据被校仪器交流电流的测量范围选取，一般选取基本电流和最大电流。

7.2.3.4 交流功率

电压线路施加参比电压，电流线路施加基本电流和最大电流，在功率因数分别为 1、

0.5L、0.8C 的情况下进行基本校准点示值误差校准。

7.2.3.5 频率

频率测量功能的校准点应在测量范围下限频率，施加参比电压，或参比范围限值之一的电压值，增大频率，顺序达到所选择的校准点，推荐的校准点有 45Hz、50Hz、55Hz、60Hz、65Hz。

7.2.3.6 功率因数

功率因数测量的校准点应在电压线路施加参比电压值；电流线路施加最大电流值。设置功率因数，依次达到所选取的校准点进行功率因数示值误差的校准，推荐的校准点有 1、0.5L、0.5C、0.8L、0.8C。

7.2.4 电能（有功）基本误差

按图 2（a）和图 2（b）连接设备。

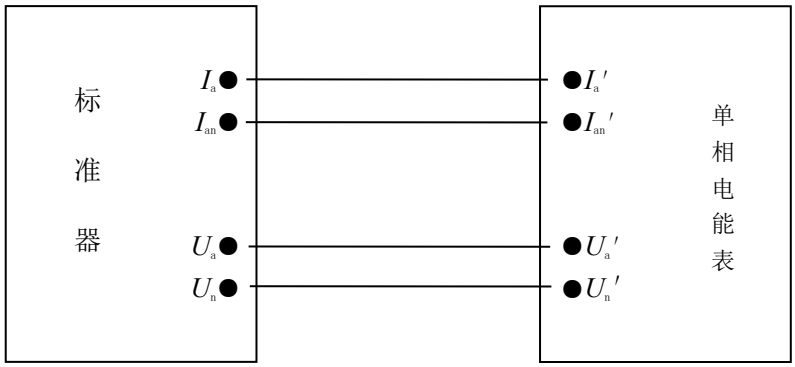

图 2（a） 单相电能表电能（有功）基本误差校准示意图

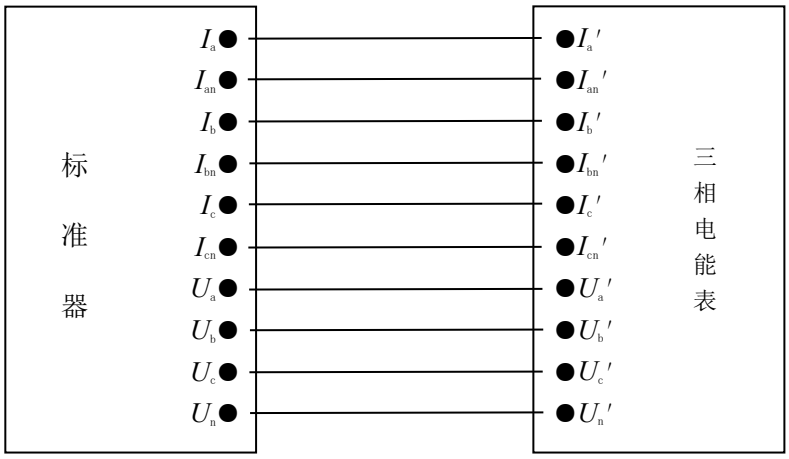

图 2（b） 三相电能表电能（有功）基本误差校准示意图

采用标准表法校准电能，标准电能表与被校电能表都在连续工作的情况下,用被校电能表输出的脉冲(低频或高频)控制标准电能表计数来确定被校电能表的相对误差。被校仪器电能的相对误差 γ 按式（3）计算：

$$\gamma=\frac{m_0-m}{m}\times 100\ (\%) \qquad (3)$$

式中：

m ——实测脉冲数；

m_0 ——算定（或预置）的脉冲数。

7.2.5 交流电压示值误差

按图 3（a）和图 3（b）连接设备。

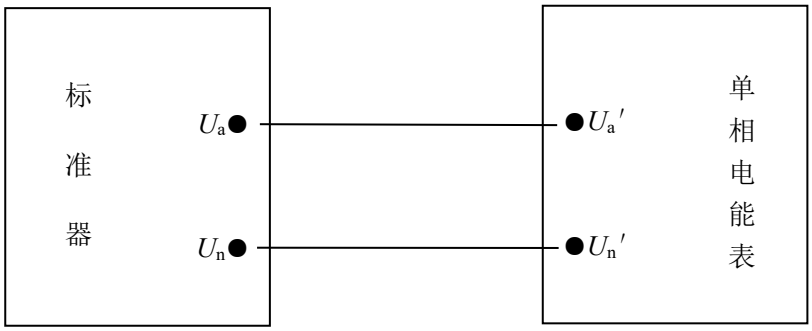

图 3（a） 单相电能表交流电压示值误差校准示意图

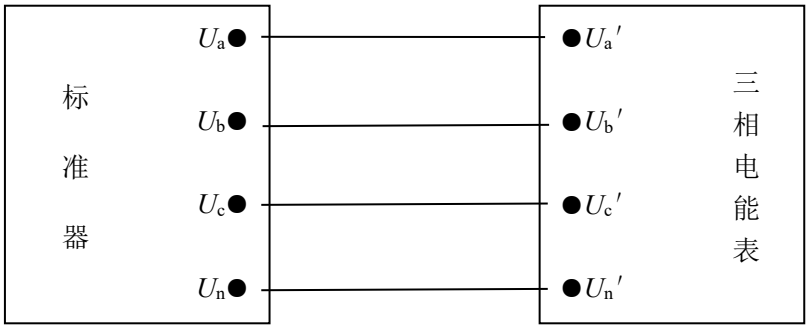

图 3（b） 三相电能表交流电压示值误差校准示意图

采用直接比较法，设置标准器输出标准电压 U_s，并记录被校仪器示值 U_x，则被校仪器的示值误差按式（4）计算：

$$\Delta U=U_x-U_s \qquad (4)$$

式中：

ΔU ——电能表交流电压示值误差，V；

U_x ——电能表交流电压示值，V；

U_s ——标准器输出标准电压值，V。

7.2.6 交流电流示值误差

按图 4（a）和图 4（b）连接设备。

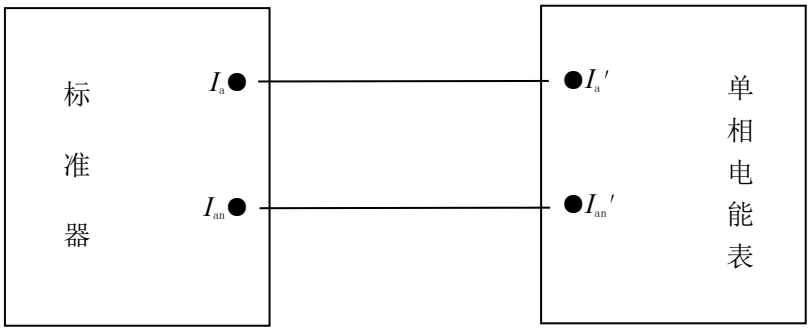

图 4（a） 单相电能表交流电流示值误差校准示意图

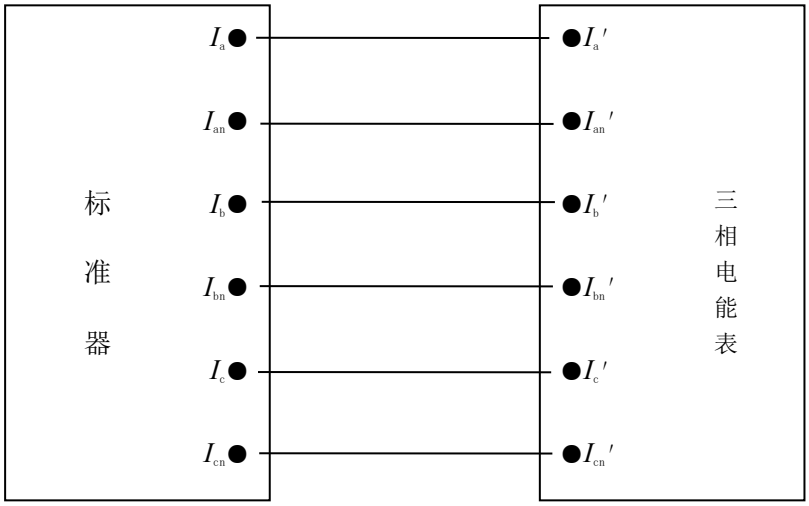

图 4（b） 三相电能表交流电流示值误差校准示意图

采用直接比较法，设置标准器的输出标准电流 I_s，并记录被校仪器示值 I_x，则被校仪器的示值误差按式（5）计算：

$$\Delta I = I_x - I_s \tag{5}$$

式中：

ΔI ——电能表交流电流示值误差，A；

I_x ——电能表交流电流示值，A；

I_s ——标准器输出标准电流值，A。

7.2.7 交流功率示值误差

按图 2（a）和图 2（b）连接设备。

采用直接比较法，设置标准器的输出标准功率 P_s，并记录被校仪器示值 P_x，则被校仪器的示值误差按式（6）计算：

$$\Delta P = P_x - P_s \tag{6}$$

式中：

ΔP ——电能表交流功率示值误差，W；

P_x——电能表交流功率示值，W；

P_s ——标准器输出标准功率值，W。

7.2.8 频率示值误差

按图 3（a）连接设备。

采用直接比较法，设置标准器输出标准频率 f_s，并记录被校仪器示值 f_x，则被校仪器的示值误差按式（7）计算：

$$\Delta f = f_x - f_s \tag{7}$$

式中：

Δf ——电能表频率示值误差，Hz；

f_x——电能表频率示值，Hz；

f_s ——标准器输出标准频率值，Hz。

7.2.9 功率因数示值误差

按图 2（a）和图 2（b）连接设备。

采用直接比较法，设置标准器输出标准功率因数值 Pf_s，并记录被校仪器示值 Pf_x，则被校仪器的示值误差按式（8）计算：

$$\Delta Pf = Pf_x - Pf_s \tag{8}$$

式中：

ΔPf ——电能表功率因数示值误差；

Pf_x ——电能表功率因数示值；

Pf_s ——标准器输出标准功率因数值。

7.2.10 潜动试验

试验时，电流线路不加电流，电压线路施加电压为参比电压的 115%，$\cos\varphi$=1 测试输出单元所发脉冲不应多于 1 个。

潜动试验最短试验时间 Δt 见式（9）：

0.2S 级表：

$$\Delta t \geqslant \frac{900\times10^6}{CmU_nI_{\max}} \quad (\text{min})$$

0.5S 级、1 级表：

$$\Delta t \geqslant \frac{600\times10^6}{CmU_nI_{\max}} \quad (\text{min})$$

2 级表：

$$\Delta t \geqslant \frac{480\times10^{6}}{CmU_{n}I_{\max}} \quad (\mathrm{min}) \tag{9}$$

其中：

C ——电能表输出单元发出的脉冲数，imp/kWh；

U_n ——参比电压，V；

$I_{\max}$ ——最大电流，A；

m ——系数，对单相电能表，m=1；对三相四线电能表，m=3；对三相三线电能表，$m=\sqrt{3}$。

7.2.11 起动试验

在电压线路加参比电压U_n和cosφ=1的条件下，电流线路的电流升到表6规定的起动电流I_{Q}后，电能表在起动时限t_{Q}内应能起动并连续记录。时限按式(10)确定：

$$t_{\mathrm{Q}} \leqslant 1.2\times\frac{60\times1000}{CmU_{n}I_{Q}} \quad (\mathrm{min}) \tag{10}$$

式中：

I_{Q} ——起动电流，A。

7.2.12 仪表常数试验

在参比频率、参比电压和最大电流及cosφ=1的条件下，被校电能表计度器末位(是否是小数位无关)改变至少1个数字，输出脉冲数N应符合式(11)的要求，即

$$N = bC\times10^{-a} \tag{11}$$

式中：

a ——计度器小数位数，无小数位时$a=0$；

b ——计度器倍数，未标注者为1；

C ——被校电能表常数，imp/kWh。

8 校准结果表达

8.1 校准证书

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少应包括以下信息：

a)标题：“校准证书”；

b)实验室名称和地址；

c)进行校准的地点（如果与实验室的地址不同)；

d)证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e)客户的名称和地址；

f)被校对象的描述和明确标识；

g)进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h)校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

i)本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

j)校准环境的描述；

k)校准结果及其测量不确定度的说明；

l)对校准规范的偏离的说明；

m)校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

n)校准结果仅对被校对象有效的说明；

o)未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8.2 数据修约

被校仪器的误差数据计算后，末位数应修约到被校仪器最大允许误差的 1/10。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，推荐为 1 年。

附录 A

导轨式交流电能表校准测量不确定度评定示例

A.1 电能

A.1.1 概述

A.1.1.1 测量环境：环境温度（20±2）℃，相对湿度 45%～75%

A.1.1.2 测量标准：三相电能表检定装置，测量范围：电压：（57.7～380）V；电流：（0.1～100）A，电能准确度级别 0.05 级。

A.1.1.3 被测对象：0.2S 级导轨式交流电能表电能部分

A.1.1.4 测量方法：装置输出一定功率给被测电能表，得到的电能值与装置输出的标准电能值比较，得到被测电能表在该功率时的相对误差。

A.1.2 测量模型

$$\gamma_X = \gamma_S \tag{12}$$

式中：

γ_X——被测电能表的相对误差；

γ_S——装置上测得的相对误差。

A.1.3 标准不确定度评定

A.1.3.1 重复性引入的标准不确定度

重复性条件下，对0.2S级的电能表，在220V、6A、功率因数为1、平衡负载时进行独立重复测量，连续测量10次，得到测量列-0.091%，-0.090%，-0.110%，-0.090%，-0.100%，-0.081%，-0.080%，-0.098%，-0.082%，-0.080%。$\bar{x}$=-0.090%

单次实验标准差 $s=\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$ =0.0101%，则可得到u_1=0.0101%

D.1.3.2 装置电能误差引入的标准不确定度

装置经检定合格，在单相和三相（平衡负载）电能最大允许误差为±0.05%，按均匀分布计算，$k=\sqrt{3}$，u_2=0.05%/$\sqrt{3}$=0.0289%

A.1.3.3 测量结果的修约引入的标准不确定度

被测电能表化整间距为 0.02%，区间半宽为 0.01%，按均匀分布计算，$k=\sqrt{3}$，u_3=0.01%/$\sqrt{3}$=0.0058%

A.1.4 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.1

表 A.1 电能（有功）基本误差不确定度分量一览表

不确定度来源	不确定度分量 u_i
重复性	0.0101%
装置误差	0.0289%
测量结果的修约	0.0058%

A.1.5 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2+u_3^2}=0.031\%$$

A.1.6 扩展不确定度

取包含因子 k=2，在 220V、5A、功率因数为 1、平衡负载时点，测量结果的扩展不确定度 $U=k\cdot u_c$=0.062%，k=2。

A.2 交流电压

A.2.1 概述

A.2.1.1 测量环境：环境温度（20±2）℃，相对湿度 45%～75%

A.2.1.2 测量标准：三相电能表检定装置，测量范围：电压：（57.7～380）V；电流：（0.1～100）A，交流电压最大允许误差±0.05%。

A.2.1.3 被测对象：0.2S 级导轨式交流电能表交流电压部分，电压：3×220/380V。

A.2.1.4 测量方法：采用直接比较法，设定装置输出电压 U_s，读取被校表 A 相交流电压示值 U_x，从而计算的被校表交流电压的示值误差。

A.2.2 测量模型

$$\Delta U=U_x-U_s \tag{13}$$

式中：

ΔU ——交流电压示值误差，V；

U_x ——被校表交流电压示值，V；

U_s ——装置输出交流电压值，V。

A.2.3 标准不确定度评定

A.2.3.1 重复性引入的标准不确定度

重复性条件下，对交流电压 220V 点进行独立重复测量，连续测量 10 次，得到测量列（单位：V）：220.0，220.0，220.0，220.0，220.0，220.0，219.9，220.0，220.0，219.9。$\bar{x}$=219.98V

单次实验标准差 $s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$=0.042V，则可得到 u_1=0.042V

A.2.3.2 装置电压误差引入的标准不确定度

装置经检定合格，交流电压 220V 时，最大允许误差为±0.11V，按均匀分布计算，$k=\sqrt{3}$，u_2=0.11/$\sqrt{3}$=0.064V。

A.2.4 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.2

表 A.2 交流电压示值误差不确定度分量一览表

不确定度来源	不确定度分量 u_i
重复性	0.042V
装置误差	0.064V

A.2.5 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2}=0.076\text{V}$$

A.2.6 扩展不确定度：

取包含因子 k=2，交流电压 220V 点，测量结果的扩展不确定度 $U=k\cdot u_c$=0.2V，k=2。

A.3 交流电流

A.3.1 概述

A.3.1.1 测量环境：环境温度（20±2）℃，相对湿度 45%～75%

A.3.1.2 测量标准：三相电能表检定装置，测量范围：电压：（57.7～380）V；电流：（0.1～100）A，交流电流最大允许误差±0.05%。

A.3.1.3 被测对象：0.2S 级导轨式交流电能表交流电流部分，电流：3×1.5（6）A。

A.3.1.4 测量方法：采用直接比较法，设定装置输出电流 I_s，读取被校表 A 相交流电流示值 I_x，从而计算的被校表交流电流的示值误差。

A.3.2 测量模型

$$\Delta I=I_x-I_s \tag{14}$$

式中：

ΔI ——交流电流示值误差，A；

I_x ——被校交流电流示值，A；

I_s ——装置输出交流电流值，A。

A.3.3 标准不确定度评定

A.3.3.1 重复性引入的标准不确定度

重复性条件下，对交流电流 1.5A 点进行独立重复测量，连续测量 10 次，得到测量列（单位：A）：1.499，1.499，1.499，1.500，1.500，1.500，1.500，1.499，1.499，1.499。$\bar{x}$=1.4994A

单次实验标准差 $s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$=0.00052A，则可得到 u_1=0.00052A

A.3.3.2 装置电流误差引入的标准不确定度

装置经检定合格，交流电流 1.5A 时，最大允许误差为±0.00075A，按均匀分布计算，$k=\sqrt{3}$，u_2=0.00075/$\sqrt{3}$=0.00043A。

A.3.4 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.3

表 A.3 交流电流示值误差不确定度分量一览表

不确定度来源	不确定度分量 u_i
重复性	0.00052A
装置误差	0.00043A

A.3.5 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2}=0.00067\text{A}$$

A.3.6 扩展不确定度

取包含因子 k=2，交流电流 1.5A 点，测量结果的扩展不确定度 $U=k\cdot u_c$=0.001A，k=2。

A.4 交流功率

A.4.1 概述

A.4.1.1 测量环境：环境温度（20±2）℃，相对湿度 45%～75%

A.4.1.2 测量标准：三相电能表检定装置，测量范围：电压：（57.7～380）V；电流：

（0.1～100）A，功率最大允许误差±0.05%。

A.4.1.3 被测对象：0.2S 级导轨式交流电能表交流功率部分，电压：3×220/380V，电流：3×1.5（6）A。

A.4.1.4 测量方法：采用直接比较法，由装置同时输出电压与电流到被校表，装置的功率设定值 P_s，读取被校表的功率显示值 P_x，将 P_x 与 P_s 相减，其差值为被校表 A 相功率的示值误差。

A.4.2 测量模型

$$\Delta P = P_x - P_s \tag{15}$$

式中：

ΔP ——交流功率示值误差，W；

P_x ——被校表交流功率指示值，W；

P_s ——装置交流功率输出值；W。

A.4.3 标准不确定度评定

A.4.3.1 重复性引入的标准不确定度

重复性条件下，对交流功率（220V，1.5A，cosφ=1）点进行独立重复测量，连续测量 10 次，得到测量列（单位：W）：330.1，330.2，330.0，330.0，329.9，330.1，330.0，330.1，330.2，330.1。$\bar{x}$=330.07W

单次实验标准差 $s=\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$=0.095W，则可得到 u_1=0.095W

A.4.3.2 装置功率误差引入的标准不确定度

装置经检定合格，功率 330W（220V，1.5A，cosφ=1）点，功率最大允许误差为±0.165W，按均匀分布计算，$k=\sqrt{3}$，u_2=0.165/$\sqrt{3}$=0.095W。

A.4.4 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.4

表 A.4 交流功率示值误差不确定度分量一览表

不确定度来源	不确定度分量 u_i
重复性	0.095W
装置误差	0.095W

A.4.5 合成标准不确定度

$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2}$=0.13W

A.4.6 扩展不确定度

取包含因子 k=2，功率 330W（220V,1.5A,cosφ=1）点，测量结果的扩展不确定度 $U=k\cdot u_c$=0.3W，k=2。

A.5 频率

A.5.1 概述

A.5.1.1 测量环境：环境温度（20±2）℃，相对湿度 45%～75%

A.5.1.2 测量标准：三相电能表检定装置，测量范围：电压：（57.7～380）V；电流：（0.1～100）A，频率：（45～55）Hz，最大允许误差±0.01Hz。

A.5.1.3 被测对象：0.2S 级导轨式交流电能表频率部分。

A.5.1.4 测量方法：采用直接比较法，装置输出电压为被校表的额定电压，频率设定值为 f_s，读取被校表的频率示值 f_x，从而计算出被校表频率的示值误差。

A.5.2 测量模型

$$\Delta f=f_x-f_s \tag{16}$$

式中：

Δf ——频率的示值误差，Hz；

f_x ——被校表频率示值，Hz；

f_s ——装置的频率设定值，Hz。

A.5.3 标准不确定度评定

A.5.3.1 重复性引入的标准不确定度

重复性条件下，对频率50Hz（220V）点进行独立重复测量，连续测量10次，得到测量列（单位：Hz）：49.990，49.990，49.990，50.000，50.010，49.990，49.990，50.010，50.010，49.990。$\bar{x}$=49.9970Hz

单次实验标准差 $s=\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$=0.00949Hz，则可得到 u_1=0.00949Hz

A.5.3.2 装置频率误差引入的标准不确定度

装置经检定合格，50Hz（220V）时，频率最大允许误差为±0.01Hz，按均匀分布计算，$k=\sqrt{3}$，u_2=0.01/$\sqrt{3}$=0.00577Hz。

A.5.4 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.5

表 A.5 频率示值误差不确定度分量一览表

不确定度来源	不确定度分量 u_i
重复性	0.00949Hz
装置误差	0.00577Hz

A.5.5 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2}=0.0111\text{Hz}$$

A.5.6 扩展不确定度

取包含因子 k=2，频率 50Hz（220V）点，测量结果的扩展不确定度 $U=k\cdot u_c$=0.022Hz，k=2。

A.6 功率因数

A.6.1 概述

A.6.1.1 测量环境：环境温度（20±2）℃，相对湿度 45%～75%

A.6.1.2 测量标准：三相电能表检定装置，测量范围：电压：（57.7～380）V；电流：（0.1～100）A，功率因数（-1～0～1），最大允许误差±0.0005。

A.6.1.3 被测对象：0.2S 级导轨式交流电能表功率因数部分。

A.6.1.4 测量方法：采用直接比较法，对被校表的功率因数进行测量，装置输出电压、电流到被校表，调节装置电流滞后电压 60º，此时功率因数为 0.5，此时记录下装置的功率因数示值 Pf_s 和被校表的示值 Pf_x。

A.6.2 测量模型

$$\Delta Pf=Pf_x-Pf_s \tag{17}$$

式中：

ΔPf ——功率因数示值误差；

Pf_x ——被校表功率因数显示值；

Pf_s ——装置功率因数示值。

A.6.3 标准不确定度评定

A.6.3.1 重复性引入的标准不确定度

重复性条件下，对功率因数0.5（220V；1.5A；cosφ=0.5）点进行独立重复测量，

连续测量10次，得到测量列0.499，0.499，0.499，0.499，0.499，0.499，0.499，0.499，0.499，0.499。$\bar{x}$=0.4990

单次实验标准差$s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$=0.000000，则可得到 u_1=0.000000

D.6.3.2 分辨力引入的标准不确定度

被测电能表分辨力为 0.001，则区间半宽为 0.0005，按均匀分布计算，$k=\sqrt{3}$，u_2=0.0005/$\sqrt{3}$=0.000289。

因为重复性引入的不确定度小于分辨力引入的不确定度，所以采用分辨力引入的不确定度分量。

A.6.3.3 装置功率因数误差引入的标准不确定度

装置经检定合格，功率因数 0.5（220V；1.5A；cosφ=0.5）点，功率因数最大允许误差为±0.0005，按均匀分布计算，$k=\sqrt{3}$，u_2=0.0005/$\sqrt{3}$=0.000289

A.6.4 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.6

表 A.6 功率因数示值误差不确定度分量一览表

不确定度来源	不确定度分量 u_i
分辨力	0.000289
装置误差	0.000289

A.6.5 合成标准不确定度

$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2}$=0.000409

A.6.6 扩展不确定度

取包含因子 k=2，功率因数 0.5 点，测量结果的扩展不确定度 $U=k\cdot u_c$=0.001，k=2。

附录 B

导轨式交流电能表校准原始记录格式

单相或三相导轨式交流电能表 原始记录

送校单位					记录编号	
样品	名称		型号规格		测量范围	
	制造厂		出厂编号		准确度等级	

标准器	名称	型号规格	出厂编号	证书编号	准确度等级	证书有效期

技术依据		温度：	℃
校准地点		相对湿度：	%

校准结果：

1.外观及通电检查：

2.交流电压试验：

3.潜动试验：

4.起动试验：

5.仪表常数试验：

6.误差校准：

（1）交流电压

A 相			B 相			C 相		
标准值	示值	测量不确定度	标准值	示值	测量不确定度	标准值	示值	测量不确定度

（2）交流电流

A 相			B 相			C 相		
标准值	示值	测量不确定度	标准值	示值	测量不确定度	标准值	示值	测量不确定度

（3）交流功率

电压	电流	功率因数	标准值	示值				
				A 相	B 相	C 相	Σ	测量不确定度

（4）频率

测试电压	标准值	示值	测量不确定度

（5）功率因数

电压	电流	功率因数	标准值	示值				测量不确定度
				A 相	B 相	C 相	Σ	

（6）电能　□单相/□三相平衡负载时误差：

电压量程	电流量程	功率因数	负载电流	基本误差(%)	测量不确定度
		1.0			
		0.5L			
		0.8C			

不平衡负载时误差：

电压量程	电流量程	功率因数	负载电流	基本误差(%)					
				A 相	测量不确定度	B 相	测量不确定度	C 相	测量不确定度
		1.0							
		0.5L							

附录 C

导轨式交流电能表校准证书（内页）格式

校准所使用主要计量标准器具			
名称	测量范围	不确定度/或准确度等级/或最大允许误差	证书编号
校准地点			
环境条件	温度：　　℃	相对湿度：　　%	其他：
校准依据（代号、名称）			

校准数据/结果：

一、外观及通电检查：_____；

二、交流电压试验：_____；

三、潜动试验：_____；

四、起动试验：_____；

五、仪表常数试验：_____；

六、误差校准：

1.交流电压：

A 相			B 相			C 相		
标准值	示值	测量不确定度	标准值	示值	测量不确定度	标准值	示值	测量不确定度

2.交流电流：

A 相			B 相			C 相		
标准值	示值	测量不确定度	标准值	示值	测量不确定度	标准值	示值	测量不确定度

3.交流功率：

电压	电流	功率因数	标准值	示值				测量不确定度
				A 相	B 相	C 相	Σ	

4.频率：

测试电压	标准值	示值	测量不确定度

5.功率因数：

电压	电流	功率因数	标准值	示值				测量不确定度
				A 相	B 相	C 相	Σ	

6.电能：

☐单相/☐三相平衡负载时误差：

电压量程	电流量程	功率因数	负载电流	基本误差(%)	测量不确定度
		1.0			
		0.5L			
		0.8C			

不平衡负载时误差：

电压量程	电流量程	功率因数	负载电流	基本误差(%)					
				A 相	测量不确定度	B 相	测量不确定度	C 相	测量不确定度
		1.0							
		0.5L							