

团 体 标 准

T/CIMA 0195—XXXX

量子交流标准电能表

Quantum standard meter for AC electrical energy

(征求意见稿)

20260508

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国仪器仪表行业协会 发布

CIMA

CIMA

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 分类	3
5 组成原理	3
6 技术要求	4
7 试验方法	14
8 检验规则	25
9 包装、运输和贮存	26

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。

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。

本文件由中国仪器仪表行业协会电工仪器仪表分会提出。

本文件由中国仪器仪表行业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

量子交流标准电能表

1 范围

本文件规定了量子交流标准电能表（以下简称“标准表”）的分类、组成原理、技术要求、试验方法、检验规则、包装、运输和贮存。

本文件适用于新制造的量子交流标准电能表。

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，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 2423.1—2008 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—2008 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—2008 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—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 2423.10—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5169.11—2017 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法（GWEPT）
- 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—2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求
- GB/T 16935.1—2023 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验
- GB/T 17215.211—2021 电测量设备（交流）通用要求、试验和试验条件 第11部分：测量设备
- GB/T 17215.231—2021 电测量设备（交流）通用要求、试验和试验条件 第31部分：产品安全要求和试验
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 25480—2010 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法
- GB/T 43737—2024 量子测量术语
- GB/T 43918—2024 交流标准电能表

3 术语和定义

GB/T 43918—2024 和 GB/T 43737—2024 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

量子电压基准 quantum voltage standard

用约瑟夫森效应来复现电压单位量值的装置。

3.2

原子钟 atomic clock

以原子（分子、离子）稳定的量子跃迁辐射的频率为参考、对实用频率源进行频率或相位锁定、产生准确稳定时间（频率）信号的装置或功能单元。

[来源：GB/T 43737—2024，5.5，有修改]

3.3

量子交流标准电能表 quantum standard meter for AC electrical energy

利用原子钟、量子电压基准作为溯源参考，在受控的实验室环境中使用，以获得最佳准确度和稳定性，并溯源到国际标准、国家标准，或与国际标准、国家标准进行比对，用于测量功率单位量值、电能单位量值的仪表。

3.4

采样器 sampling unit

对模拟电压或电流信号进行离散化采样的装置或功能单元。

3.5

最小电流 minimum current

I_{\min}

规定的符合标准表准确度等级要求的电流最小值。

注1：除非另有说明，“电压”和“电流”术语指方均根（RMS）值。

注2：此值根据标准表不同量程规定不同的值。

注3： I_{\min} 在表8中选取，或制造商规定的满足准确度等级要求的最小电流值。

[来源：GB/T 43918—2024，3.3，有修改]

3.6

最大电流 maximum current

I_{\max}

规定的标准表持续承载并保持安全且满足准确度等级要求的电流最大值。

注：除非另有说明，“电压”和“电流”术语指方均根（RMS）值。

[来源：GB/T 43918—2024，3.4]

3.7

标称电流 nominal current

I_n

确定标准表相关性能所依据的电流值。

注：除非另有说明，“电压”和“电流”术语指方均根（RMS）值。

[来源：GB/T 43918—2024，3.5]

3.8

标称电压 nominal voltage

U_n

确定标准表相关性能所依据的电压值。

注：除非另有说明，“电压”和“电流”术语指方均根（RMS）值。

[来源：GB/T 43918—2024, 3.6]

3.9

标称频率 nominal frequency

f_{nom}

确定标准表相关性能所依据的频率值。

[来源：GB/T 43918—2024, 3.7]

4 分类

4.1 按准确度等级分类

标准表按电能测量准确度等级分为：

- a) 有功电能：0.003 级、0.005 级、0.01 级；
- b) 无功电能：0.003 级、0.005 级、0.01 级。

注：本文件所述的无功电能仅针对基波。

4.2 按使用相别类型分类

标准表按使用相别类型分为：

- a) 单相量子交流标准电能表；
- b) 三相量子交流标准电能表。

5 组成原理

5.1 组成

标准表由量子电压基准和本体部分组成。本体部分由原子钟、采样器、电压变换器、电流变换器、切换开关、电能计算单元、脉冲输入和输出组成。

5.2 原理

标准表结构原理图见图 1。

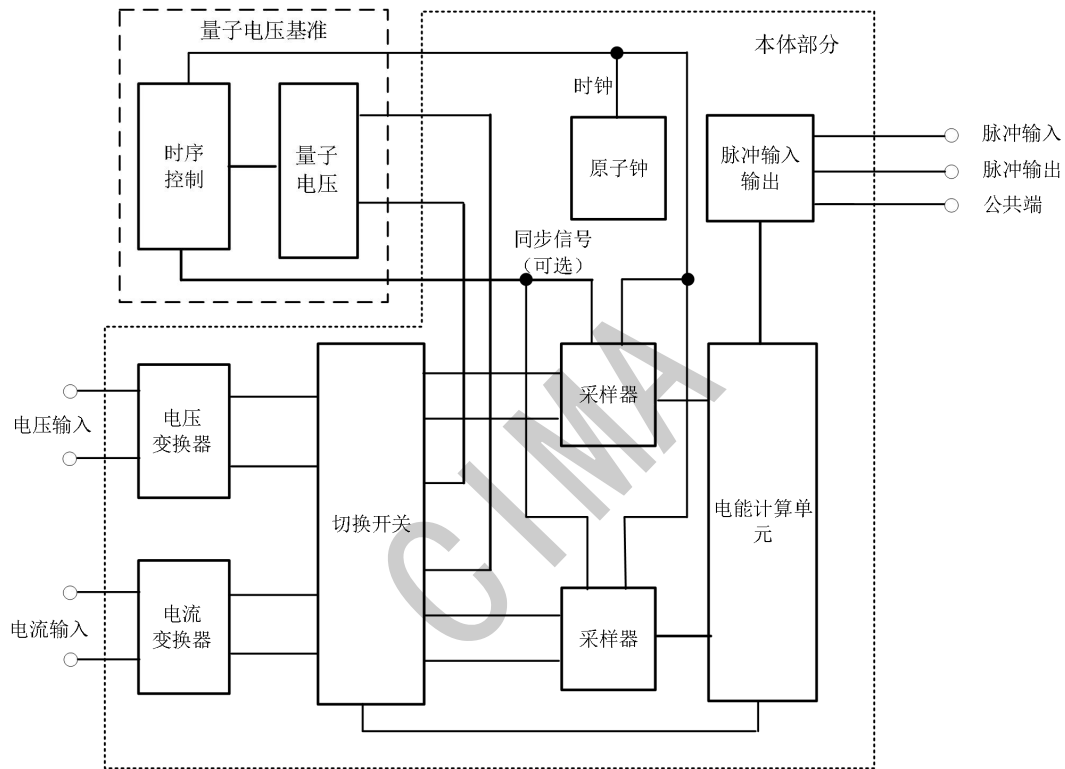


图 1 标准表结构原理图

其中，标准表的各主要组成部分工作原理如下：

- 原子钟为采样器和量子电压基准提供时钟信号；
- 输入电压和电流信号分别经电压变换器和电流变换器转换后，通过切换开关由采样器进行采样，并将采样值实时溯源至量子电压基准；
- 采样器接收量子电压基准发出的同步信号；
- 电能计算单元根据采样数据计算标准表的电能值，通过脉冲输入输出模块输出相应电能脉冲，并可根据输入的脉冲值计算电能误差。

6 技术要求

6.1 气候适应性

在表 1 规定的工作温度范围或/和表 2 规定的相对湿度范围内，标准表应能正常工作，温度变化引起的功率误差百分数改变量应满足 6.5.4 的要求。

表 1 各准确度等级标准表耐受的环境温度

工作环境温度参数	各准确度等级标准表耐受的环境温度范围		
	0.003 级	0.005 级	0.01 级
温度下限/℃	+20		+15
温度上限/℃	+26		+30

表 2 标准表正常运行的相对湿度

年平均相对湿度	≤75%
30 天最大值 (一年中这些天是以自然方式分布的) 最大值	95%
在其余时间有时达到	85%

6.2 结构和外观

6.2.1 外壳

标准表的外壳应满足下列要求：

- 具有防护打开外壳的措施，只有在解除防护后才能打开外壳，触及内部部件；
- 无影响标准表正常工作的明显损坏。

6.2.2 铭牌

标准表的铭牌应至少给出下列信息：

- 制造商名称或商标；
- 产品名称和产品型号；
- 产品准确度等级；
- 电压测量范围；
- 电流测量范围；
- 供电电源；
- 产品制造日期；
- 产品出厂编号；
- 产品依据标准。

6.2.3 端子和接口

标准表的端子和接口应满足下列要求：

- 具有供电电源输入端子、电压测量端子、电流测量端子、接地端子、脉冲输入端子和脉冲输出端子；
- 各端子应具有清晰明显的端子名称标识；
- 供电电源输入端子、电压测量端子、电流测量端子具有清晰明显的警示标志；
- 对接地端子的接地标志进行标识；
- 所有的标识和标志具有耐久性，不易被擦除。

6.2.4 信息显示和指示

标准表应具有数据和信息显示部件，或/和用于状态指示和警示的显示部件或指示灯。

各准确度等级标准表显示的有效位数及分辨力应符合表 3 的规定。

表 3 显示的有效位数及分辨力

标准表准确度等级	0.003 级	0.005 级	0.01 级
显示电压、电流时的有效位数	7	6	6

表 3 (续)

标准表准确度等级	0.003 级	0.005 级	0.01 级
显示相位值时的有效位数	6	6	6
显示频率值时的有效位数	5	5	5
显示功率、电能值时的有效位数	7	6	6
显示被检表误差时的分辨力	0.000 03	0.000 05	0.000 1

6.3 机械要求

6.3.1 机械危险防护

标准表对机械危险的防护应符合 GB/T 17215.231—2021 中第 7 章的规定。

6.3.2 外壳防护

标准表外壳防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP30。

6.3.3 抗机械振动

标准表应具有一定的抗振性，经过 7.3.3 抗机械振动试验后，标准表应能正常工作，技术性能应符合 6.5 的规定。

6.3.4 抗机械冲击

标准表应能够耐受一个不重复的具有特定峰值加速度和持续时间标准冲击脉冲波形的冲击，经过 7.3.4 抗机械冲击试验后，标准表应能正常工作，技术性能应符合 6.5 的规定。

6.3.5 防止火焰蔓延

标准表的端子、面板、外壳应具有合理的防止火焰蔓延的安全措施，不助燃，移除热源后应自动熄灭。试验中，不应由于与其接触的带电件的过热而引起燃烧。经 7.3.5 防止火焰蔓延试验后，标准表应能正常工作。

6.3.6 表面温度限值

在表 1 规定的工作温度的上限时，标准表电压回路和电流回路通以最大值，标准表防止灼伤的表面温度不应超过表 4 规定的限值。

表 4 表面温度限值

标准表易触及的部件或部位		表面温度限值 ℃
可能触及的密封部件外表面 (触及持续时间约 1 s)	无护套或阳极氧化的金属	65
	有护套(涂料、非金属化)的金属	80
	玻璃和陶瓷	80

表 4（续）

标准表易触及的部件或部位		表面温度限值 ℃
可能触及的密封部件外表面 (触及持续时间约 1 s)	塑料	85
用户操作的标准表表面、按键等	金属	55
	玻璃和陶瓷	65
	塑料	70
	正常使用中短时间 (1 s~4 s) 握住的非金属部分	70
注：表面温度限值的取值取自 GB/T 17215.231—2021 的 10.1 中的表 31。		

6.3.7 电气间隙和爬电距离

工作在海拔高度 2 000 m 及以下场所的标准表，其电压测量、电流测量及供电电源端子的任何端子与地之间，以及与脉冲输入输出端子、通信接口之间的电气间隙和爬电距离不应小于表 5 的规定。工作海拔高度在 2 000 m 以上、5 000 m 以下场所的标准表，其电气间隙应乘以表 6 规定的倍乘系数。

表 5 电气间隙和爬电距离

电压（峰值） U V	最小电气间隙 mm	最小爬电距离 mm
$U \leq 100$	0.5	1.4
$100 < U \leq 150$	1.5	1.6
$150 < U \leq 300$	3.0	3.2
$300 < U \leq 600$	5.5	6.3

表 6 海拔高度 5000 m 以下电气间隙的倍乘系数

标准表工作的海拔高度 h m	倍乘系数
$h \leq 2000$	1.0
$2000 < h \leq 3000$	1.14
$3000 < h \leq 4000$	1.29
$4000 < h \leq 5000$	1.48
注：表中数值取自 GB/T 17215.231—2021 的表 5。	

6.4 标称值和测量范围

6.4.1 电压

标准表的标称电压 U_n 从表 7 中选取，电压测量范围： $0.5U_n \sim 1.2U_n$ 。

注：电压测量范围是指标准表正常工作条件下满足准确度等级要求的测量值。对需要扩展测量范围的其它特殊应用，由采购方与制造方协商确定。

表 7 标称电压值 (U_n)

推荐的标称值 V	例外值 V
57.7、100、220、380	60、110、120、200、208、230、240、277、347、400、415、480、600
注：对超出本表范围的特殊应用值，可由采购方与制造方协商确定。	

6.4.2 电流

标准表的标称电流 I_n 推荐值：1 A、2 A、5 A 以及它们的十进位倍数或分数。标准表最小电流推荐值从表 8 中选取。

表 8 最小电流推荐值

类别	推荐值 A
三相标准表最小电流 (I_{min})	0.0003、0.001、0.003、0.005、0.01
单相标准表最小电流 (I_{min})	0.01、0.05、0.1

6.4.3 频率

标准表的标称频率 f_n 为：50 Hz 或 60 Hz，频率测量范围：45 Hz~65 Hz。

6.5 准确度要求

6.5.1 基本误差

在 7.4.1 规定的参比条件下，标准表电压、电流、相位、功率测量示值误差的极限不应超过表 9 的规定，电能测量的误差极限不应超过表 10 和表 11 的规定。

三相标准表如果作为单相标准表使用，则分相的误差也应符合表 9、表 10 和表 11 的规定。

表 9 示值的误差极限

被测量		各准确度等级标准表的示值误差极限		
		0.003级	0.005级	0.01级
电压		$\pm 0.003\%$	$\pm 0.005\%$	$\pm 0.01\%$
电流	$0.1A \leq I \leq I_{max}$	$\pm 0.003\%$	$\pm 0.005\%$	$\pm 0.01\%$
	$0.01A$ (或 I_{min}) $\leq I \leq 0.1A$	-	$\pm 0.005\%$	$\pm 0.01\%$

表 9 (续)

被测量		各准确度等级标准表的示值误差极限		
		0.003级	0.005级	0.01级
电流	$3\text{mA} \leq I < 0.01\text{A}^{\text{a}}$	-	$\pm 0.01\%$	$\pm 0.02\%$
	$0.3\text{mA} (\text{或 } I_{\text{min}}) \leq I < 3\text{mA}^{\text{b}}$	-	-	$\pm 0.02\% \times 3\text{mA} / I$
功率	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n, 0.1\text{A} \leq I \leq I_{\text{max}}$	$\pm 0.003\%$	$\pm 0.005\%$	$\pm 0.01\%$
	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n, 0.01\text{A} (\text{或 } I_{\text{min}}) \leq I \leq 0.1\text{A}$	-	$\pm 0.005\%$	$\pm 0.01\%$
	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n, 3\text{mA} \leq I < 0.01\text{A}$	-	$\pm 0.01\%$	$\pm 0.02\%$
	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n, 0.3\text{mA} (\text{或 } I_{\text{min}}) \leq I < 3\text{mA}$	-	-	$\pm 0.02\% \times 3\text{mA} / I$
相位		$\pm 0.0005^\circ$	$\pm 0.001^\circ$	$\pm 0.0012^\circ$
频率		$\pm 0.0005\text{Hz}$	$\pm 0.001\text{Hz}$	$\pm 0.001\text{Hz}$
^a 仅适用于三相标准表; ^b 用户有特殊要求时采用。				

表 10 有功测量的误差极限

被测量	量值		各等级标准表的百分数误差极限 %		
	电流	功率因数	0.003级	0.005级	0.01级
平衡负载(或单相)及 不平衡负载时的有功电能	$0.1\text{A} \leq I \leq I_{\text{max}}$	1	± 0.003	± 0.005	± 0.01
		$0.5\text{L} \sim 1 \sim 0.8\text{C}$	± 0.003	± 0.005	± 0.01
		0.5C	± 0.006	± 0.01	± 0.02
		0.25L	± 0.012	± 0.02	± 0.04
		0.25C	± 0.012	± 0.02	± 0.04
	$0.01\text{A} (\text{或 } I_{\text{min}}) \leq I \leq 0.1\text{A}$	1	-	± 0.005	± 0.01
		$0.5\text{L} \sim 1 \sim 0.8\text{C}$	-	± 0.005	± 0.01
		0.5C	-	± 0.01	± 0.02
		0.25L	-	± 0.02	± 0.04
		0.25C	-	± 0.02	± 0.04
	$3\text{mA} \leq I < 0.01\text{A}^{\text{a}}$	1	-	± 0.01	± 0.02
		$0.5\text{L} \sim 1 \sim 0.8\text{C}$	-	± 0.02	± 0.04
	$0.3\text{mA} (\text{或 } I_{\text{min}}) \leq I < 3\text{mA}^{\text{b}}$	1	-	-	$\pm 0.02\% \times 3\text{mA} / I$
	注: L——电感负载; C——电容负载。				
^a 仅适用于三相标准表; ^b 用户有特殊要求时采用。					

表 11 无功测量的误差极限

被测量	量值		各准确度等级标准表的百分数误差极限 %		
	电流	功率因数	0.003级	0.005级	0.01级
单相和平衡负载时的无功电能	$0.1A \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.003	± 0.005	± 0.01
		0.5 (L, C)	± 0.006	± 0.010	± 0.015
		0.25 (L, C)	± 0.006	± 0.015	± 0.02
	$0.01A$ (或 I_{min}) $\leq I \leq 0.1A$	1	-	± 0.005	± 0.01
		0.5 (L, C)	-	± 0.01	± 0.015
		0.25 (L, C)	-	± 0.015	± 0.02
	$3mA \leq I < 0.01A^a$	1	-	± 0.01	± 0.02
		0.5 (L, C)	-	± 0.015	± 0.03
		0.25 (L, C)	-	± 0.03	± 0.05
不平衡负载时的无功电能	$0.1A \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.006	± 0.01	± 0.02
		0.5 (L, C)	± 0.012	± 0.02	± 0.03
		0.25 (L, C)	± 0.015	± 0.03	± 0.05
	$0.01A$ (或 I_{min}) $\leq I \leq 0.1A$	1	-	± 0.01	± 0.02
		0.5 (L, C)	-	± 0.02	± 0.03
		0.25 (L, C)	-	± 0.03	± 0.05

注：L——电感负载；C——电容负载。

^a 仅适用于三相标准表。

6.5.2 稳定性

在 7.4.1 规定的参比条件下，标准表电压、电流、功率和电能测量的 8h 连续工作稳定性、24h 变差和年稳定性测量结果均应符合表 9、表 10 和表 11 的规定，各次测量结果之间的最大差值应符合表 12 的规定。

表 12 稳定性误差极限

稳定性类别	各准确度等级标准表百分数误差改变量极限 %		
	0.003级	0.005级	0.01级
8h连续工作稳定性	± 0.0012	± 0.002	± 0.004
24h变差	± 0.0012	± 0.002	± 0.004

表 12 (续)

稳定性类别	各准确度等级标准表百分数误差改变量极限		
	%		
	0.003级	0.005级	0.01级
年稳定性	±0.0015	±0.025	±0.005

6.5.3 重复性

测量标准表重复性用实验标准差的方式进行计算。在 7.4.1 规定的参比条件下,对标准表电能误差进行不少于 10 次的重复测量,标准表试验标准差不应超过表 13 的规定。

表 13 标准表实验标准差

范围	功率因数	各等级标准表实验标准差		
		%		
		0.003级	0.005级	0.01级
$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01A \text{ (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	0.5L~1~0.8C	0.0005	0.0008	0.0015

6.5.4 影响量

在 7.4.1 规定的参比条件下,由影响量变化而引起的标准表电能误差改变量不应超过表 14 的规定。

表 14 影响量引起的百分数误差极限

影响量	范围 (平衡负载)	功率因数		各等级标准表百分数误差改变量极限		
		$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	%		
				0.003级	0.005级	0.01级
供电电源电压变化±10%	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01 A \text{ (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	±0.0006	±0.001	±0.002
		-	1	±0.0006	±0.001	±0.002
温度变化	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01 A \text{ (或 } I_{\min}) < I \leq I_{\max}$	1	-	±0.0006	0.001	0.0015
		-	1	±0.0006	0.001	0.0015
逆相序	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01 A \text{ (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	±0.001	±0.0015
		-	1	-	±0.001	±0.0015
电压、电流线路中的第5次谐波 ^a	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01 A \text{ (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	±0.01	±0.02
		-	1	-	±0.01	±0.02
电压、电流线路中的方顶波 ^b	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01 A \text{ (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	±0.01	±0.02
		-	1	-	±0.01	±0.02

表 14 (续)

影响量	范围 (平衡负载)	功率因数		各等级标准表百分数误差改变量极限 %		
		$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	0.003级	0.005级	0.01级
电压、电流线路中的 尖顶波 ^c	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01 \text{ A (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	± 0.01	± 0.02
		-	1	-	± 0.01	± 0.02
电压、电流线路中的 高次谐波 ^d	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01 \text{ A (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	± 0.01	± 0.02
		-	1	-	± 0.01	± 0.02
电流线路中的 奇次谐波 ^e	U_n $0.01 \text{ A (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	± 0.01	± 0.02
		-	1	-	± 0.01	± 0.02
电流线路中的 间谐波 ^f	U_n $0.01 \text{ A (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	± 0.01	± 0.02
		-	1	-	± 0.01	± 0.02
负载电流升降变差	U_n $0.01 \text{ A (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	± 0.001	± 0.002
		-	1	-	± 0.001	± 0.002
负载电流快速变化	U_n $0.01 \text{ A (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	± 0.01	± 0.02
		-	1	-	± 0.01	± 0.02
外部工频磁场 0.5mT ^g	$0.5U_n \leq U \leq 1.2U_n$ $0.01 \text{ A (或 } I_{\min}) \leq I \leq I_{\max}$	1	-	-	± 0.01	± 0.01
		-	1	-	± 0.01	± 0.01

^a 第 5 次谐波是指在电压或电流测量回路中施加第 5 次谐波；
^b 方顶波波形见 GB/T 43918—2024 附录 B 中的图 B.2；
^c 尖顶波波形见 GB/T 43918—2024 附录 B 中的图 B.3；
^d 高次谐波指频率从 $15f_n$ 到 $40f_n$ 扫频的非同步谐波信号；
^e 奇次谐波为不同角度时的相位触发波形（ 90° 相位触发波形见 GB/T 43918—2024 附录 B 中的图 B.4）；
^f 间谐波指脉冲串触发波形，见 GB/T 43918—2024 附录 B 中的图 B.6；
^g 磁感应强度 0.5 mT 的外部工频磁场，是由与施加给标准表电压频率相同的电流产生，并在最不利的相位和方向的条件 下，标准表的误差改变量不应超过本表的规定值。标准表应置于环形线圈的中央，获得工频外磁场感应，环形线圈平均直径为 1 m，线圈截面为方形，相对于直径的径向厚度小，磁场强度为 400 A/m。

6.6 电气性能要求

6.6.1 供电电源

标准表正常工作的供电电源应满足下列要求：

- 电压额定值 U_{sn} ：AC 110 V 或 AC 220 V；
- 电压范围： $(1 \pm 10\%) U_{sn}$ ；
- 波形失真度： $\leq 2\%$ ；
- 频率： $(1 \pm 2\%) f_n$ 。

6.6.2 功率消耗

标准表电压测量回路施加最大电压、电流测量回路施加最大电流，功率因数为1，其它条件为参比值时，供电电源的功率消耗不应大于500 VA，同时应满足以下要求：

- a) 电压测量回路的输入端口电流不大于 5 mA；
- b) 电流测量回路的输入端口电压不大于 1 V。

6.6.3 电能脉冲

标准表应能输出高频电能脉冲和低频电能脉冲，额定功率时高频电能脉冲输出频率 f_H (Hz) 不应低于表15的规定。

注：额定功率是指标准表输入标称电压、标称电流，在功率因数为1时的功率。

若标准表本身具有运算和其它功能，则应具有相应功能的输入接口，以接收来自其它被检表的脉冲信号，其可接收的脉冲频率不应低于被检表最高脉冲频率的2倍。

当标准表设计为多量程时，应给出每个量程的电能脉冲常数。当脉冲常数与其它电压、电流相对应时，应明确标识。标准表实际脉冲常数应与标示的电能脉冲常数完全相同。

表 15 标准表在额定输入功率下的 f_H 值

标准表准确度等级	0.003级	0.005级	0.01级
三相标准表 f_H 最小值/kHz	300	150	50
单相标准表 f_H 最小值/kHz	100	50	15

在 7.4.1 规定的参比条件下，标准表施加与脉冲常数相对应的标称电压、标称电流，保持功率因数为1，测量脉冲输出端子的脉冲频率，按式（1）计算脉冲常数（C），与标示的脉冲常数进行比较。

$$C = \frac{3600 \times 1000 \times f}{m \times U_n \times I_n} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- f ——标准表在标称值时输出的电能脉冲频率，单位为赫兹（Hz）；
 m ——标准表的相别，单相标准表取1，三相标准表取3。

6.6.4 绝缘性能

6.6.4.1 绝缘电阻

绝缘电阻在下列端子之间测量：

- a) 电压测量端子和电流测量端子与机壳地之间；
- b) 供电电源端子与机壳地之间；
- c) 脉冲输入输出端子和通信接口与机壳地之间；
- d) 电压测量端子、电流测量端子和供电电源端子与脉冲输入输出端子和通信接口之间。

在 7.4.1 规定的参比条件下，绝缘电阻值不应小于 100 M Ω 。

在高温高湿条件下，绝缘电阻值不应小于 50 M Ω 。

注：高温高湿即在表 1 规定的工作温度上限和表 2 规定的工作湿度最大值。

6.6.4.2 交流电压

标准表应能承受 2 kV、50 Hz 历时 1 min 的交流电压试验。试验中不应发生闪络、火花放电或击穿现象，且漏电流不超过 5 mA。试验后，标准表应能正常工作，且技术性能应符合 6.5 的规定。

注：交流电压试验不针对量子电压基准装置。

6.6.5 自热

各准确度等级标准表自热影响的电能误差偏移极限应符合表16的规定。

表 16 误差偏移极限

标准表准确度等级	0.003级	0.005	0.01级
标准表20 min内误差偏移极限/%	±0.001	±0.001	±0.003

6.7 电磁兼容性要求

6.7.1 通用要求

标准表的电磁兼容性应满足以下要求：

- 电磁兼容试验时的温度和湿度应满足基本电磁兼容相关标准要求；所有其他参比条件应符合 7.4.1 的规定；
- 所有电缆应按制造商的说明书进行连接（例如电压和电流测量电缆、通信电缆、辅助电源电缆、I/O 电缆、辅助装置电缆等）；
- 除非测试条款中另有规定，电缆长度、信号端口连接或终端负载应满足基本电磁兼容相关标准要求；
- 如果标准表适用于多个标称电压，则按相关试验说明的规定，在一个标称电压下进行试验即可，所有用于接地的部分应接地。

6.7.2 无线电干扰抑制

标准表应能够承受在正常使用条件下出现的干扰，在无线电干扰抑制试验中不应产生干扰其它设备的传导和辐射噪声，具体试验方法与试验条件应符合本文件7.6.1的规定。

6.7.3 静电放电抗扰度

标准表应能够承受在正常使用条件下出现的干扰，静电放电抗扰度试验后，当影响量或干扰移除且恢复到参比条件时，标准表应能恢复其所有功能，自身计量性能不允许降低，并能满足表10和表11规定的准确度要求，具体试验方法与试验条件应符合本文件7.6.2的规定。

7 试验方法

7.1 气候适应性试验

7.1.1 通用要求

标准表气候适应性试验宜满足以下通用要求：

- 每项气候试验前，应在参比条件下测定标准表的基本误差；
- 每项气候试验后，标准表功能不应损坏，由气候适应性试验引起的误差偏移应符合本文件中 6.5 的规定；

- c) 每项气候试验后，目视检查标准表，标准表的外观，特别是标志和显示器的清晰度不应改变。

7.1.2 高温试验

按照GB/T 2423.2—2008中规定的方法，在下列条件下进行试验，试验后自然恢复到室温，被检标准表应能够正常工作，自身计量性能不应降低，并能满足表10和表11规定的误差极限要求：

- a) 标准表为工作状态；
- b) 试验程序 Bb；
- c) 温度：见表 1；
- d) 试验时间：16 h。

注：高温试验不针对量子电压基准。

7.1.3 低温试验

按照GB/T 2423.1—2008中规定的方法，在下列条件下进行试验，试验后自然恢复到室温，被检标准表应能够正常工作，自身计量性能不应降低，并能满足表10和表11规定的误差极限要求：

- a) 标准表为工作状态；
- b) 试验程序 Ab；
- c) 温度：见表 1；
- d) 试验时间：16 h。

注：低温试验不针对量子电压基准。

7.1.4 耐湿热试验

按照 GB/T 2423.4—2008 中规定的方法和表 1 规定的温度，在各准确度等级的工作温度上限，进行不少于 2 个循环的交变湿热试验，试验中和试验结束后 24 h，按 6.6.4.1 的试验分别对标准表进行绝缘电阻测试。

注：耐湿热试验不针对量子电压基准。

7.1.5 工作温度范围试验

试验前，应在 7.4.1 规定的参比条件下测定标准表的初始误差；按 GB/T 2423.2—2008 中规定的方法，并在下列条件下进行试验：

- a) 标准表在工作状态下；
- b) 试验程序 Be；
- c) 温度：表 1 规定的温度上限；
- d) 时间：16 h；
- e) 在试验中温度达到表 1 规定的温度上限后的第 16 小时，测试标准表的误差，与初始误差比较，误差改变量应符合 6.5.4 中表 14 的限值要求；
- f) 将试验温度调整至表 1 规定的温度下限，运行 16 h；
- g) 在试验中温度达到表 1 规定的温度下限后的第 16 小时，测试标准表的误差，与初始误差比较，误差改变量应符合 6.5.4 中表 14 的限值要求。

注：量子电压基准在参比条件下工作。

7.2 结构和外观检查

7.2.1 外壳

目视检查标准表外壳的符合性。

外壳防护等级按照 GB/T 4208—2017 的规定进行试验。

验证打开外壳的防护措施，应在未解除防护措施时不能打开外壳。

7.2.2 铭牌

目视检查标准表铭牌信息和完整性。

7.2.3 端子和接口

目视检查标准表端子和接口的符合性根据供应商提供的文件进行验证。

标志的耐久性按照 GB/T 17215.231—2021 中 5.2.2 规定的方法进行试验。

7.2.4 信息显示和指示

目视检查标准表的数据和信息显示部件，或/和用于状态指示和警示的显示部件或指示灯；标准表通电工作后，目视检查数据显示的有效位数及分辨力。

7.3 机械试验

7.3.1 机械危险防护试验

按照 GB/T 17215.231—2021 中第 7 章规定的方法进行试验。

7.3.2 外壳防护试验

按照 GB/T 4208—2017 中 13.2 规定的方法进行试验。

7.3.3 抗机械振动试验

按照 GB/T 2423.10—2019 规定的方法，在三个互相垂直的轴线上，在下列条件进行试验：

- a) 标准表在非工作状态下，无包装；
- b) 频率范围：10 Hz～150 Hz；
- c) 交越频率：60 Hz；
- d) $f < 60$ Hz，恒定的位移振幅为 0.035 mm；
- e) $f > 60$ Hz，恒定加速度为 4.9 m/s²；
- f) 单点控制；
- g) 每一轴向扫描周期数：10 次。

注 1：一个扫描循环指从 10 Hz 到 150 Hz 再到 10 Hz 的过程，详见 GB/T 2423.10—2019 中 3.4 扫频循环的定义。

注 2：抗机械振动试验不针对量子电压基准。

7.3.4 抗机械冲击试验

按照 GB/T 2423.5—2019 规定的方法，在三个相互垂直的每个方向上连续冲击三次，在下列条件进行试验：

- a) 标准表在非工作状态下，带包装；
- b) 试验波形：半正弦冲击脉冲；
- c) 峰值加速度：100 m/s²；
- d) 脉冲时间：11 ms；
- e) 冲击次数：18 次。

注 1：结构和性能完全对称的标准表，如有关标准有规定，允许减少试验的方向数及相应的冲击次数。

注 2：抗机械冲击试验不针对量子电压基准。

7.3.5 防止火焰蔓延试验

按照GB/T 5169.11—2017规定的方法，在下列条件进行试验：

- 端子、面板和外壳：650 °C ± 10 °C；
- 作用时间：30 s ± 1 s；
- 将灼热丝与任一随机位置接触，如果端子与表面（端子安装在表壳面）是一个整体，则只需在端子上进行试验。

7.3.6 表面温度限值试验

标准表放置在温度控制室，调节控制室温度达到表1规定的工作温度上限值，施加规定的电压、电流，运行1 h后开始测量，在随后的1h试验期间内，每隔10 min用测温设备测试相应部位的温度，取其最大值作为表面温度值。

7.3.7 电气间隙和爬电距离试验

标准表电气间隙和爬电距离的测量按照GB/T 16935.1—2023中6.2和6.3规定的方法进行。

7.4 准确度试验

7.4.1 参比条件

标准表在进行准确度试验时，应保持以下试验条件：

- 所有用于接地的部分有效接地；
- 任一试验进行前，电路通电足够时间以达到热平衡；
- 量子电压基准稳定输出；
- 标准表的准确度试验在表 17 规定的参比条件下进行；
- 对于三相标准表，相序与接线图的标识一致，电压和电流输出满足表 18 规定的平衡条件；
- 在进行基本误差试验时，选取适当的采样时间，使被检表有足够的电能脉冲累计值，至少 1 个脉冲与电能脉冲累计值之比不超过被检表准确度等级的 1/100。

表 17 参比条件

量	参比值	各等级标准表允许的偏差		
		0.003级	0.005级	0.01级
环境温度	23 °C	±1 °C	±2 °C	±2 °C
相对湿度	60%	±15%	±15%	±15%
供电电源电压	U_n	±0.2%	±0.2%	±0.2%
供电电源频率	f_n	±0.1%	±0.1%	±0.1%
波形	正弦电压和正弦电流	波形失真度 ^a 小于或等于±0.5%	波形失真度 ^a 小于或等于±0.5%	波形失真度 ^a 小于或等于±0.5%
功率因数	1	±0.01	±0.01	±0.01
外部工频磁场	磁场强度为零	在任一情况下，总要求应小于0.01mT	在任一情况下，总要求应小于0.02mT	在任一情况下，总要求应小于0.05mT

^a 波形失真度指谐波含量的有效值与基波有效值之比值，一般以百分数表示。

表 18 电压和电流平衡条件

标准表的准确度等级	0.005级、0.01级
每相电压对三相电压平均值的偏差值 (%)	±0.2
每相电流对三相电流平均值的偏差值 (%)	±0.5
各相电流和电压的相位差与另外任一相电流和电压的相位差之差 (°)	≤1

7.4.2 基本误差试验

7.4.2.1 一般要求

针对多量程的标准表，应对各量程分别进行基本误差试验；针对支持测量双向电能的标准表，应对每个方向电能进行基本误差试验。

7.4.2.2 计算基本误差的方法

标准表的电压、电流、功率和电能基本误差采用相对误差方式进行计算，即将参考标准测量值 A_0 与被检标准表测量值（或示值） A_1 代入式（2）计算被检标准表电压、电流、功率和电能的基本误差 γ （%）：

$$\gamma = \frac{A_1 - A_0}{A_0} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

γ ——相对误差，单位：%；

A_0 ——参考标准测量值，单位：电压V、电流A、有功功率W、无功功率var、有功电能kWh、无功电能kvarh；

A_1 ——被检标准表测量值，单位：电压V、电流A、有功功率W、无功功率var、有功电能kWh、无功电能kvarh。

标准表的相位和频率的基本误差采用绝对误差方式进行计算，即将参考标准测量值 B_0 与被检标准表测量值（或示值） B_1 代入式（3）计算被检标准表相位和频率的基本误差：

$$\Delta = B_1 - B_0 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Δ ——绝对误差，单位：相位°、频率Hz；

B_0 ——参考标准测量值，单位：相位°、频率Hz；

B_1 ——被检标准表测量值，单位：相位°、频率Hz。

7.4.2.3 获取电能值的方法

计算误差时获取电能值可通过以下几种方法：

- a) 直接读取显示值；
- b) 通过对电能脉冲计数后换算得出；
- c) 功率对时间积分或瞬时电能值累计得出。

7.4.2.4 电能值同步采样的控制

进行标准表电能基本误差试验时, A_0 和 A_1 应为同一时间内的电能累积值。控制电能累积的信号可以是标准表的同步脉冲、参考标准表的同步脉冲, 也可是外接同步脉冲等。应选取适当的采样时间, 以便被测标准表有足够的电能脉冲累积值(或电能值); 此时, 一个脉冲与脉冲累积值之比(或电能分辨力与电能累积值之比)不超过对应误差限的1/100。但采样时间最长不应超过式(4)计算出的 T :

$$T = 60 \times \frac{x}{y} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- T ——采样时间, 单位为秒(s);
- x ——标准表某量限的额定功率;
- y ——标准表某量限的调定功率。

7.4.3 稳定性试验

7.4.3.1 标准表施加标称电压、标称电流、功率因数取1或0.5L(L为感性负载), 进行7.4.3.2~7.4.3.4的试验。

7.4.3.2 8 h连续工作稳定性试验步骤:

- a) 标准表连续工作8 h;
- b) 每隔1 h测量并记录一次标准表的误差 γ_i , 共测量9次。

标准表8 h连续工作稳定度按式(5)计算:

$$\Delta = \max(\gamma_8, \gamma_7, \dots, \gamma_i, \dots, \gamma_0) - \min(\gamma_8, \gamma_7, \dots, \gamma_i, \dots, \gamma_0) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- Δ ——被检标准表8 h连续工作稳定度, %;
- γ_i ——被检标准表第 i 次测量误差($i=0, 1, 2 \dots 8$), %。

7.4.3.2 24 h变差试验步骤:

- a) 测量并记录标准表的初始误差 γ_0 ;
- b) 将标准表关机后在实验室内放置24 h后开机, 并达到热平衡;
- c) 在相同的测试条件下, 再次测量并记录标准表的误差 γ_1 。

标准表24 h变差按式(6)计算:

$$\Delta = \gamma_1 - \gamma_0 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- Δ ——被检标准表的变差, %;
- γ_0 ——被检标准表初始测量误差, %;
- γ_1 ——被检标准表间隔一段时间后同等条件下测量误差, %。

7.4.3.2 年稳定性试验步骤:

- a) 测量并记录标准表的初始误差 γ_0 ;
- b) 标准表使用12个月后, 相同的测试条件下, 再次测量并记录标准表的误差 γ_1 。

标准表的年稳定性按式(6)计算。

7.4.4 重复性试验

设定不同的标称电压和标称电流, 在功率因数为1和0.5L时, 分别进行误差测试。按式(7)计算标准表实验标准差:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

S ——标准表实验标准差，%；

n ——测量次数；

γ_i ——标准表第 i 次测得的误差（ $i=1, 2, \dots, n$ ），%；

$\bar{\gamma}$ —— n 次测量误差的平均值，%。

7.4.5 影响量试验

7.4.5.1 供电电源电压变化试验

标准表供电电源施加标称频率，测量回路施加最大电压和最大电流，功率因数为1，目测被检标准表显示值正确的前提下，按下列步骤进行试验：

- 供电电源电压为额定电压时，测量并记录被检标准表误差值；
- 降低供电电源电压至额定电压的下限，测量并记录被检标准表误差值，计算该误差与 a) 项测得误差的差值；
- 提高供电电源电压至额定电压的上限，测量并记录被检标准表误差值，计算该误差与 a) 项测得误差的差值；
- 取 b) 与 c) 差值的绝对值最大值作为供电电源电压变化引起的误差改变量。

7.4.5.2 温度变化试验

标准表测量回路施加标称电压、标称电流，功率因数为1，按下列步骤进行试验：

- 将环境温度调节至参比温度，使标准表达到热平衡并保持 2 h，测量并记录被检标准表误差 γ_{TR} ；
- 调节环境温度至表 1 规定工作温度的上限值至少 4 h，测量并记录被检标准表误差值 γ_{TH} ；
- 调节环境温度至表 1 规定工作温度的下限值至少 4 h，测量并记录被检标准表误差值 γ_{TL} ；
- 标准表温度变化引起的误差改变量按下列方式确定：
 - 按式（8）计算由温度上升引起的误差改变量：

$$\Delta_{TU} = \frac{\gamma_{TR} - \gamma_{TH}}{T_H - T_R} \dots \dots \dots (8)$$

式中：

Δ_{TU} ——温度上升引起的标准表电能误差改变量，%/K；

γ_{TR} ——参比温度下标准表的电能误差，%；

γ_{TH} ——工作温度上限值时标准表的电能误差，%；

T_H ——工作温度上限值，℃；

T_R ——参比温度，℃。

- 按式（9）计算由温度下降引起的误差改变量：

$$\Delta_{TD} = \frac{\gamma_{TR} - \gamma_{TL}}{T_R - T_L} \dots \dots \dots (9)$$

式中：

Δ_{TD} ——温度下降引起的标准表电能误差改变量，%/K；

γ_{TR} ——参比温度下标准表的电能误差，%；

γ_{TL} ——工作温度下限值时标准表的电能误差，%；

T_L ——工作温度下限值，℃；

T_R ——参比温度，℃。

- 则温度变化引起的标准表误差改变量为：

$$\Delta_T = \max(|\Delta_{TU}|, |\Delta_{TD}|) \dots \dots \dots (10)$$

式中：

Δ_T ——温度变化引起的标准表电能误差改变量，%/K。

7.4.5.3 逆相序试验

本试验仅适用于三相标准表。标准表施加标称电压、10%的标称电流，功率因数为1，按下列步骤进行试验：

- 在测量线路电压和电流均为正相序的条件下，测量并记录电能误差；
- 三相中的任意两相交换相序时，测量并记录电能误差；
- 取 b) 与 a) 项测得的误差的差值作为逆相序引起的电能误差改变量。

7.4.5.4 电压、电流线路中第 5 次谐波试验

按下列步骤进行试验：

- 标准表施加基波电流 $I_1 = 0.5I_{max}$ 、基波电压 $U_1 = U_n$ 、基波功率因数为 1 的信号，测量并记录电能误差；
- 基波电压和谐波电压在正向过零点同相时，测量并记录标准表在基波电流 $I_1 = 0.5I_{max}$ 、基波电压 $U_1 = U_n$ 、基波功率因数为 1，第 5 次谐波电压含量 $U_5 = 0.1U_n$ 、第 5 次谐波电流含量 $I_5 = 0.4I_1$ 、谐波功率因数为 1 时的电能误差；
- 取 b) 与 a) 测得电能误差的差值作为误差改变量。

7.4.5.5 电压、电流线路中的方顶波波形试验

按下列步骤进行试验：

- 标准表施加基波电压 $U_1 = U_n$ 、基波电流 $I_1 = I_n$ 、基波功率因数为 1，测量并记录电能误差；
- 测量并记录标准表在 GB/T 17215.211—2021 附录 L 中表 L.1 方顶波波形参数要求下的误差；
- 取 b) 与 a) 测得电能误差的差值作为误差改变量。

7.4.5.6 电压、电流线路中的尖顶波波形试验

按下列步骤进行试验：

- 标准表施加基波电压 $U_1 = U_n$ 、基波电流 $I_1 = I_n$ 、基波功率因数为 1，测量并记录电能误差；
- 测量并记录标准表在 GB/T 17215.211—2021 附录 L 中表 L.9 尖顶波波形参数要求下的误差；
- 取 b) 与 a) 测得电能误差的差值作为误差改变量。

7.4.5.7 电压、电流线路中的高次谐波试验

按下列步骤进行试验：

- 标准表施加基波电压 $U_1 = U_n$ 、基波电流 $I_1 = 0.1I_n$ 、基波功率因数为 1，测量并记录电能误差；
- 施加电压值为 $0.02U_n$ ，电流值为 $0.01I_n$ ，允差为 $\pm 5\%$ 的非同步试验信号（高次谐波）；
- 从 $15f_n$ 到 $40f_n$ 扫频的非同步试验信号首先叠加到电压电路，然后叠加到电流电路，测量相对于正弦条件下的误差偏移；
- 非同步试验信号频率应从低频到高频扫频，然后再返回低频，在此期间测量并记录标准表电能误差。每一谐波频率，读取一个电能误差值；
- 对多相标准表，所有电压或电流电路可同时试验；
- 取 d) 与 a) 测得电能误差的差值的绝对值最大值作为误差改变量。

7.4.5.8 电流线路中的奇次谐波试验

按下列步骤进行试验：

- a) 标准表施加标称电压，标称电流、功率因数为1，测量并记录电能误差；
- b) 在正弦波形周期 45° 、 90° 、 135° 和 270° 相位时，分别施加具有2倍峰值电流的电流波形，测量并记录电能误差；
- c) 取 b) 与 a) 测得电能误差的差值的绝对值最大值作为误差改变量。

注：正弦波周期为 90° 相位时，波形参见 GB/T 43918—2024 附录 B 中的图 B.4。

7.4.5.9 电流线路中的间谐波试验

按下列步骤进行试验：

- a) 标准表施加标称电压，标称电流、功率因数为1，测量并记录电能误差；
- b) 按 GB/T 43918—2024 附录 B 中的图 B.6 波形的要求，施加具有2倍峰值，并且2个周期接通和2个周期关断的脉冲串触发电流波形时，测量并记录电能误差；
- c) 取 b) 与 a) 测得电能误差的差值作为误差改变量。

7.4.5.10 负载电流升降变差试验

标准表施加标称电压、标称频率、功率因数为1，按下列要求进行试验：

- a) 电流回路施加电流范围为 $I_{\min} \leq I \leq I_{\max}$ 的信号；
- b) 试验时的电流负载点至少取 I_{\min} 、 $20I_{\min}$ 和 I_{\max} ；
- c) 负载电流首先从 I_{\min} 到 I_{\max} 的顺序进行首次误差测试，记录各电流点的误差；
- d) 负载电流在 I_{\max} 点保持 2 min 后，再按负载电流从 I_{\max} 到 I_{\min} 的顺序进行第二次误差测试，记录各相同电流点的误差；
- e) 取 c) 与 d) 两次测量误差之差的绝对值最大值作为升降变差。

7.4.5.11 负载电流快速改变试验

按下列要求进行试验：

- a) 标准表施加标称电压，功率因数为1；
- b) 电流信号应在开通和关断状态之间重复切换，按以下的试验描述在 t_{on} 期间施加标称电流，并在 t_{off} 期间中断， t_{on} 和 t_{off} 的允差是标称频率的 ± 1 个周期：
 - 1) $t_{\text{on}}=10$ s, $t_{\text{off}}=10$ s, 总试验持续时间为 4 h, 测量并记录该时间段内被检标准表的电能累计值与标准电能累计值的误差平均值；
 - 2) $t_{\text{on}}=5$ s, $t_{\text{off}}=5$ s, 总试验持续时间为 4 h, 测量并记录该时间段内被检标准表的电能累计值与标准电能累计值的误差平均值；
 - 3) $t_{\text{on}}=5$ s, $t_{\text{off}}=0.5$ s, 总试验持续时间为 4 h, 测量并记录该时间段内被检标准表的电能累计值与标准电能累计值的误差平均值。
- c) 关断时间和开通时间不需要与电网频率的过零点同步；开通状态和关断状态之间的切换应在标称频率的一个周期内完成；
- d) 取 a)、b)、c) 测得电能误差平均值的绝对值最大值作为误差改变量。

7.4.5.12 外部工频磁场试验

标准表施加标称电压、0.5倍的标称电流，功率因数为1，按下列步骤进行试验：

- a) 在无外部交流磁场的条件下，测量并记录电能误差；
- b) 将标准表放置在磁感应强度为 0.5 mT 的交流磁场中，测量并记录电能误差；
- c) 取 b) 与 a) 测得电能误差的差值作为误差改变量。

注1：0.5 mT 的交流磁场可使用中心能放置标准表的环形电流线圈产生，环形线圈平均直径为 1 m，矩形截面相对于直径有较小的径向厚度。磁感应强度为 0.5 mT (400 A/m)。

注2：在进行标准表的影响量试验时，应考虑将对参考标准表的影响减至最小。

7.5 电气性能试验

7.5.1 供电电源试验

使用谐波失真度小于0.2%的可编程交流电源输出6.6.1中的电压范围上下限、最大谐波失真度、频率范围上下限，接入到标准表的供电电源输入。

7.5.2 功率消耗试验

标准表电源施加额定电压，电压线路施加最大电压、电流线路施加最大电流，采用准确度等级不低于0.5级的多功能表，测量供电电源的功率消耗。

施加最大输入电压，使用准确度等级不低于0.5级的数字式电流表测量标准表电压输入端口的电流值。

施加最大输入电流，使用准确度等级不低于0.5级的数字式电压表测量标准表电流输入端口的电压值。

7.5.3 电能脉冲试验

在7.4.1规定的参比条件下，标准表施加与脉冲常数相对应的标称电压、标称电流，保持功率因数为1，测量脉冲输出端子的脉冲频率，脉冲频率应符合表15的规定；按式（10）计算脉冲常数（C），与标示的脉冲常数进行比较。

$$C = \frac{3600 \times 1000 \times f}{m \times U \times I} \dots \dots \dots (10)$$

式中：

C——脉冲常数，单位为 imp/kWh；

U——标准表标称电压，单位为伏特（V）；

I——标准表的标称电流，单位为安培（A）；

f——标准表在标称值时输出的电能脉冲频率，单位为赫兹（Hz）；

m——标准表的相别，单相取1，三相取3。

7.5.4 绝缘性能试验

7.5.4.1 绝缘电阻试验

绝缘电阻试验应符合GB/T 16927.1的规定，并按下列步骤进行试验：

- a) 标准表在非工作状态下，无包装，且供电电源开关处于切断位置；
- b) 用兆欧表测试电压输入端子和电流输入端子与机壳地之间的绝缘电阻值；
- c) 用兆欧表测试供电电源端子与机壳地之间的绝缘电阻值；
- d) 用兆欧表测试脉冲输入输出端子和通信接口与机壳地之间的绝缘电阻值；
- e) 用兆欧表测试电压输入端子、电流输入端子和供电电源端子与脉冲输入输出端子和通信接口之间的绝缘电阻值；
- f) 测试用兆欧表的输出电压，除脉冲输入输出端子和通信接口与机壳地之间的试验为500 V之外，其余均为1000 V。

7.5.4.2 交流电压试验

交流电压试验应满足以下要求：

- a) 标准表在非工作状态下，且供电电源开关处于接通位置；
- b) 标准表所有参比电压小于 40 V 的辅助线路接外壳地；
- c) 标准表电压测量线路和电流测量线路以及参比电压高于 40 V 的辅助线路连接为一点；
- d) 标准表的供电电源 L、N 连接为一点；
- e) 另一点为金属外壳或绝缘材料的金属外露部分；
- f) 选用容量不小于 500 VA 的耐压测试仪；
- g) 分别在 c) 和 e) 两点间，d) 和 e) 及 c) 和 d) 两点间施加波形近似正弦波的试验电压；
- h) 试验电压平稳地上升到规定值，期间无明显的瞬变；
- i) 保持试验电压时间 1 min，观察放电情况，测试漏电流。

注：交流电压试验不针对量子电压基准。

7.5.5 自热试验

自热试验应按下列步骤进行试验：

- a) 标准表加额定电压，测量回路无输入，持续工作 2h；
- b) 然后，电压在最大量程，输入最高电压；电流在最大量程，输入最大电流，功率因数为 1；电流施加后，应立刻测量标准表的有功误差，记录此时的标准表初始误差 A_1 ，并在足够短的间隔时间内准确绘出作为时间函数的误差变化曲线；
- c) 试验应至少进行 1h，且在任何情况下，直至 20min 内误差变化不大于各准确度等级标准表基本最大允许误差的 10%；记录此时标准表的功率误差 A_2 ， $A_2 - A_1$ 为误差的改变量，依据表 16 的规定判定结果。

7.6 电磁兼容性能试验

7.6.1 无线电干扰抑制试验

无线电干扰抑制试验应符合 GB/T 9254.1—2021 的规定，并在下列条件下进行试验：

- a) 标准表在工作状态；
- b) 供电电源施加额定电压，电压回路施加标称电压；
- c) 电流回路施加（1~2）倍的标称电流（以线性负载引出）。

7.6.2 静电放电抗扰度试验

静电放电抗扰度试验应符合 GB/T 17626.2—2018 的规定，并在下列条件下进行：

- a) 严酷等级：2；
- b) 接触放电试验电压：4kV；
- c) 空气放电试验电压：8kV；
- d) 放电次数：10 次；
- e) 标准表为非工作状态：
 - 1) 供电电源回路开路，电压回路和电流回路不施加信号；
 - 2) 所有电压接线端及供电电源接线端连接一起；
 - 3) 静电电压施加在被检标准表的面板、操作键、按钮等操作人员可能触及的部位，其时间间隔至少为 1s。
- f) 标准表在工作状态：
 - 1) 供电电源回路施加额定电压，电压回路在最小量程施加标称电压；
 - 2) 电流回路无电流，电流端子开路；

- 3) 静电电压施加在被检标准表的面板、操作键、按钮等操作人员可能触及的部位，其时间间隔至少为 1s。

注：静电放电抗扰度试验不针对量子电压基准。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

8.2 检验项目

标准表检验项目应符合表19的规定。

表 19 检验项目

序号	检验项目名称		章条号	检验类别		
				出厂检验	型式检验	
1	气候适应性试验	高温试验	7.1.2	-	√	
2		低温试验	7.1.3	-	√	
3		耐湿热试验	7.1.4	-	√	
4		工作温度范围试验	7.1.5	-	√	
5	结构和外观检查	外壳	7.2.1	√	√	
6		铭牌	7.2.2	√	√	
7		端子和接口	7.2.3	√	√	
8		信息显示和指示	7.2.4	√	√	
9	机械试验	机械危险防护试验	7.3.1	-	√	
10		外壳防护试验	7.3.2	-	√	
11		抗机械振动试验	7.3.3	-	√	
12		抗机械冲击试验	7.3.4	-	√	
13		防止火焰蔓延试验	7.3.5	-	√	
14		表面温度限值试验	7.3.6	-	√	
15		电气间隙和爬电距离试验	7.3.7	-	√	
16	准确度试验	基本误差试验	7.4.2	√	√	
17		稳定性试验	8h连续工作稳定性试验	7.4.3.2	√	√
18			24h变差试验	7.4.3.3	√	√
19			年稳定性试验	7.4.3.4	-	√

表 19（续）

序号	检验项目名称		章条号	检验类别			
				出厂检验	型式检验		
20	重复性试验		7.4.4	√	√		
21	准确度试验	抗影响量试验	供电电源电压变化试验	7.4.5.1	-	√	
22			温度变化试验	7.4.5.2	-	√	
23			逆相序试验	7.4.5.3	-	√	
24			电压、电流线路中的第5次谐波试验	7.4.5.4	√	√	
25			电压、电流线路中的方顶波试验	7.4.5.5	√	√	
26			电压、电流线路中的尖顶波试验	7.4.5.6	√	√	
27			电压、电流线路中的高次谐波试验	7.4.5.7	√	√	
28			电流线路中的奇次谐波试验	7.4.5.8	√	√	
29			电流线路中的间谐波试验	7.4.5.9	√	√	
30			负载电流升降变差试验	7.4.5.10	-	√	
31			负载电流快速改变试验	7.4.5.11	-	√	
32			外部工频磁场试验	7.4.5.12	-	√	
33	电气性能试验	供电电源试验		7.5.1	-	√	
34		功率消耗试验		7.5.2	-	√	
35	电气性能试验	电能脉冲试验		7.5.3	-	√	
36		绝缘性能试验	绝缘电阻试验		7.5.4.1	√	√
37			交流电压试验		7.5.4.2	√	√
38		自热试验		7.5.5	-	√	
39	电磁兼容性能试验	无线电干扰抑制试验		7.6.1	-	√	
40		静电放电抗扰度试验		7.6.2	-	√	
41	包装、运输和贮存	包装及随机文件检查		9.1	√	√	
42		运输		9.2	-	√	
43		贮存		9.3	-	√	

注：“√”表示检验时该项目应做试验，“-”表示检验时该项目不做试验。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装及随机文件

产品包装应符合 GB/T 13384—2008的规定。包装产品的随机文件包括：

- a) 产品合格证；
- b) 产品说明书；
- c) 装箱清单；
- d) 出厂测试报告；
- e) 产品保修卡及其它相应技术资料。

文件的符合性通过检查供应商提供的文件进行验证。

9.2 运输

标准表的运输环境条件应满足表 20 的要求，并按 GB/T 25480—2010 的规定进行验证。

表 20 运输环境条件

温度	相对湿度	冲击极限		高度（自由跌落）极限	底面与实验台面的夹角 （平面跌落）极限
		峰值加速度	脉冲持续时间		
-40 °C~+55 °C	≤95%	100 m/s ²	16 ms	1000 mm	30°
注：运输温度限值取自GB/T 25480—2010中的表1。					

9.3 贮存

标准表存放地应清洁，贮存环境条件应满足表21规定，在空气中不应含有引起腐蚀的有害物质。标准表的贮存应按GB/T 25480—2010的规定进行试验。

表 21 贮存环境条件

贮存温度	贮存相对湿度
-25 °C~+55 °C	5%~95%
注：贮存温度限值取自GB/T 25480—2010中的表1。	