

保密等级
限制

Q/DX

青 岛 鼎 信 通 讯 有 限 公 司 技 术 文 档

三相电能表企业标准

V1.4

2023-03-27 发布

2023-04-07 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司

发 布

1 范围

本标准规范书适用于国网 20 规范三相电表所有表型,用于指导电表设计、研发、质量检验等工作,它包括技术指标、功能要求、机械性能、电气性能、外观结构等要求。

凡本技术规范书中未述及,但在有关国家、电力行业或 IEC 等标准中做了规定的条文,应按相应标准执行。

本标准规范为基本规范,涉及到具体表型具体规范若有差别,按照具体规范执行,具体规范未说明部分按照本规范执行。

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 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(IEC 60068-2-1:2007, IDT)

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(IEC 60068-2-2:2007, IDT)

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)(IEC 60068-2-30:2005, IDT)

GB/T 4208-2017 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17215.211 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 17215.321 电测量设备(交流)特殊要求 第 21 部分:静止式有功电能表(A 级、B 级、C 级、D 级和 E 级)

GB/T 17215.323-2008 交流电测量设备 特殊要求 第 23 部分 静止式无功电能表(2 级和 3 级)

GB/T 17215.9321-2016 电测量设备 可信性 第 321 部分:耐久性-高温下的计量特性稳定性试验(IEC/TR 62059-32-1:2011, IDT)

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(IEC 61000-4-2:2008, IDT)

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2010, IDT)

GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(IEC 61000-4-4:2012, IDT)

- GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(IEC 61000-4-5:2014, IDT)
- GB/T 17626.6—2017 电磁兼容-第 4-6 部分: 试验和测量技术-射频场感应的传导干扰抗扰度(IEC 61000-4-6: 2013, IDT)
- GB/T 17626.12—2013 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验(IEC 61000-4-12: 2006, IDT)
- GB/T 17626.18—2016 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验(IEC 61000-4-18: 2006, IDT)
- GB / T 17626.20—2014 电磁兼容试验和测量技术横电磁波(TEM)波导中的发射和抗扰度试验(IEC 61000-4-20: 2010, IDT)
- GB/T 17626.29—2006 电磁兼容试验和测量技术直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(IEC 61000-4-29: 2000, IDT)
- JJG 596 电子式交流电能表检定规程
- DL/T 698.45 电能信息采集管理系统 第 4-5 部分: 通信协议一面向对象的数据交换协议
- DL/T 830-2002 静止式单相交流有功电能表使用导则
- Q/GDW 1206-2013 电能表抽样技术规范
- Q/GDW 1206—2013 电能表抽样技术规范
- Q/GDW 10354—2020 智能电能表功能规范
- Q/GDW 10356—2020 三相智能电能表型式规范
- Q/GDW 10365—2020 智能电能表信息交换安全认证技术规范
- IEC 61000-4-8, Ed 2.0(2009-09) 电磁兼容(EMC) -第 4-8 部分: 试验和测量技术-工频磁场抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-8: Testing and measurement techniques - Power frequency magnetic field immunity test)
- IEC 61000-4-11: 2017 电磁兼容(EMC) -第 4-11 部分: 试验和测量技术-电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11 : Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests)
- IEC 61000-4-19: 2014 电磁兼容(EMC) -第 4-19 部分: 试验和测量技术-交流电源端口抗信号频率范围 2kHz~150kHz、差模传导干扰试验(Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-19: Testing and measurement techniques-Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signalling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports)

IEC CISPR 32: 2015 多媒体设备的电磁兼容性 - 辐射要求 (Electromagnetic compatibility of multimedia equipment - Emission requirements)

ISO 4892-3: 2013 塑料 试验室光源照射法 第 3 部分: UV 荧光灯 (Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 3: Fluorescent UV lamps)

3 特定表型要求

具体如附录 A

4 技术要求

4.1 规格要求

表 4.1 电表规格

接入方式	等级	电压规格	电流规格 $I_{\min}\text{-}I_{\text{tr}}(I_{\max})$	参比频率
互感器接入	有功：D 级	3×57.7/100V	0.003-0.015(1.2) A	50Hz
	无功：2 级	3×100V	0.015-0.075(6) A	
	有功：C 级 无功：2 级	3×220/380V	0.003-0.015(1.2) A	
		3×57.7/100V 3×100V	0.015-0.075(6) A	
	有功：B 级 无功：2 级	3×220/380V	0.015-0.075(6) A	
		3×57.7/100V 3×100V		
直接接入	有功：B 级 无功：2 级	3×220/380V	0.2-0.5(60) A	
			0.4-1(100) A	

注: 对于直接接入式电能表 $I_{tr} = 0.1 I_b$, $I_{\min} = 0.4 I_{tr}$; 对于经互感器接入式电能表 $I_{tr} = 0.05 I_b$, $I_{\min} = 0.2 I_{tr}$

表 4.2 电能表常数

接入方式	电压 V	最大电流 A	推荐常数 imp/kWh、imp/kvarh
直接接入	3×220/380	60	1000
	3×220/380	100	500
经互感器接入	3×220/380	6	10000
	3×220/380	1.2	40000
	3×57.7/100	6	20000
	3×57.7/100	1.2	100000
	3×100	6	20000
	3×100	1.2	100000

4.1.1 电压工作范围

表 4.3 电压工作范围

规定的工作范围	$0.9U_{\text{nom}} \sim 1.1U_{\text{nom}}$
扩展的工作范围	$0.8U_{\text{nom}} \sim 1.15U_{\text{nom}}$
极限工作范围	$0.0U_{\text{nom}} \sim 1.15U_{\text{nom}}$

4.2 环境条件

4.2.1 参比条件

表 4.4 参比条件

影响量	参比值	允许偏差
环境温度	参比温度为 23 °C ^a	±2 °C
环境相对湿度 c	45% ~ 75%	-
大气压	86 kPa ~ 106 kPa	-
电压	标称电压	±1.0%
频率	标称频率	±0.3%
相序, 仅对多相电能表	L1-L2-L3	-
电压不平衡	所有相连接	-
波形	正弦电压和正弦电流	畸变因数 (d) 小于 2%
外部恒定磁感应	=0	-
标称频率的外部磁感应	=0	引起误差偏移不大于±0.1%的磁感应值, 但在任何情况下宜小于 0.05 mT ^b
射频电磁场, 30 kHz ~ 6 GHz	=0	<1 V/m
辅助装置工作	辅助装置不工作	-
对位置敏感的电能表的工作位置	按电能表的相关规定安装	±0.5°
射频场感应的传导干扰, 150 kHz ~ 80 MHz	=0	<1 V
2 kHz ~ 150 kHz 频率范围内的传导差模电流	=0	<0.1 A
直流电压纹波	=0	±1.0%
<p>注1: 应没有霜、露、冷凝水、雨等存在。</p> <p>注2: 误差偏移计算方法: 在 I_{tr}、功率因数为 1 的条件下进行三次测量; 每次测量后, 在相序不改变时, 电流电路和电压电路的连接全部改变120°, 测定每一误差之间(连接改变前与连接改变后)的最大差值, 他们的平均值就是误差偏移的值。</p>		

4.2.2 温度范围

表 4.5 温度范围

工作范围	温度范围
------	------

规定的工作范围	-40 ℃~80 ℃
极限的工作范围	-45 ℃~85 ℃
贮存和运输条件	-40 ℃~70 ℃

4.2.3 大气压力

电能表应能够在大气压力为 63.0kPa~106.0kPa（海拔 4000m 及以下）的环境条件下正常工作，计量功能不能收到影响，特殊订货要求除外。高海拔地区要求电能表满足在海拔 4000m~4700m 正常工作。

4.3 机械和结构要求

4.3.1 通用要求

- 电能表机械和结构要求除应符合单相智能电能表型式规范的规定外，还应满足以下的要求。
- 电能表的设计和结构应能保证在额定条件下使用时不引起任何危险。尤其应保证：防电击的人身安全；防高温影响的人身安全；防火焰蔓延的安全；防固体异物、灰尘及水的保护。
- 易受腐蚀的所有部件在正常条件下应予以有效防护。
- 任一保护层在正常工作条件下不应由于一般的操作而引起损坏，也不应由于在空气中暴露而受损。
- 电能表应有足够的机械强度，并能承受在正常工作条件下可能出现的高温 and 低温。部件应可靠地紧固并确保不松动。
- 电气接线应防止断路，包括在本标准规定的某些过载条件下。电能表结构应使由于布线、螺钉等偶然松动引起的带电部位与可触及导电部件之间绝缘短路的危险最小。
- 电能表应能耐阳光照射。

4.3.2 结构件

- 电能表表壳采用 II 类防护绝缘包封，在 90℃ 的高温环境下不应出现变形，在 650℃±10℃ 温度下不助燃，可熄灭。端子座在 960℃±15 ℃ 温度下不助燃、可熄灭。电能表端子座热变形温度 ≥200℃。
- 电压、电流接线端子在受到轴向 100N 的接线压力时，接线端子位移不超过 0.5mm；辅助端子接线端子在受到轴向 20N 的接线压力时，接线端子位移不超过 0.5mm。

4.3.3 采样元件

- 采样元件如采用精密互感器，应保证精密互感器具有足够的准确度，并用硬连接可靠地固定在端子上，或采用焊接方式固定在线路板上；不应使用胶类物质或捆扎方式固定。
- 采样元件如采用锰铜分流器，锰铜片与铜支架应焊接良好、可靠，不应采用铆接工艺；锰铜分

流器与其采样连接端子之间应采用电子束或钎焊。

4.3.4 显示

电能表采用LCD显示，在正常使用条件下，LCD工作寿命应大于16年。在安装有表盖的条件下，其电子显示器外部应能承受16.5kV试验电压的静电空气放电。

4.3.5 输出接口

4.3.5.1 电能量脉冲输出

完整的电能量脉冲输出应大于60ms，其中高/低电平输出应不小于30ms。电脉冲输出口在有脉冲输出时，通过5mA电流时脉冲输出口的压降不得高于0.7V；在没有脉冲输出时，脉冲输出口直流阻抗应不小于100k Ω 。

4.3.5.2 多功能测试接口

应满足Q/GDW 1354—2020的要求。

4.3.5.3 报警输出接口

报警输出触点额定参数为交流电压220V、电流5A；直流电压100V，电流0.1A。

4.3.5.4 跳闸输出接口（适用于外置负荷开关的电能表）

应满足Q/GDW 1354—2020的要求。

4.3.5.5 RS485 通信接口

应满足Q/GDW 1354—2020的要求。

4.3.5.6 调制型红外通信接口

应满足Q/GDW 1354—2020的要求。

4.3.5.7 通信模块接口带载能力（适用于带通信模块的电能表）

通信模块V_{cc}电压+12V±1V，负载工作电流0mA~420mA，最大峰值电流600mA且持续时间不超过20ms，秒平均电流不超过420mA。VCC 电源带载 400mA 情况下，VCC 电源的纹波 V_{p-p} 应小于 1%。

通信模块电源故障或短路时不应影响电能表的基本功能（电表应采取保护措施）。

4.3.6 电池

电能表的电池应符合以下要求：

抄表及全失压电池统一使用 CR-P2 型号，输出电压为 6V，额定容量不小于 1400mAh，便于电池统一储备和更换；

时钟电池采用绿色环保锂电池，电池标称电压 3.6V，额定容量不小于 1200mAh，不可更换，断电后可维持内部时钟正确工作时间累计不少于 6年；

时钟电池应有防脱落措施，引脚焊点应足够牢固，与电池正极直接连接的裸露导体与其它裸露导体之间应有防短路措施。

4.3.7 卡座

电能表的卡座应符合以下要求：

介质的插口应能防尘、防水，电能表防尘应达到 GB/T 4208-2017 中规定的 IP5X 防护等级要求；电能表应达到 IPX4 防护等级；

CPU 卡在卡座中连续插拔 20 次后，卡片及触点应无划裂，并能用该卡座正常读写。在规定的使用条件下，卡座应能承受不小于 3 万次的 CPU 卡插拔；

电能表在正常工作状态下，将金属片插入卡座（卡座电气接口应在表内部与强电进行隔离）5min 后拔出，试验后电能表能正常工作，内存数据不丢失；

卡座读写头触点对卡的每一个触点的压力应不大于 0.6N，在插拔过程中不应损坏卡和集成电路或使之产生划裂。干净卡的触点与干净的卡座触点的接触电阻不应大于 100mΩ。卡座应具有承受触点间短路的能力，不论短路时间长短，短路触点数量多少，均不应损坏卡座或引起功能上的改变。已插入 CPU 卡的卡座出现突然通断电现象时，接触触点上不应出现引起卡误操作的信号；

当卡座水平放置、插卡口面向观察者且读卡触点处于下面时，与插卡口平行远离观察者的部分为卡座底部。到位开关触点应在卡座底部，并距卡座左侧内壁 10mm~25mm 范围内，到位开关触点的行程方向应与插卡方向一致，行程范围为 0mm~2.5mm；

CPU 卡应能以 90° 垂直方向插入电能表卡座底部，插入底部后，卡尾露出电能表部分应为 35mm ± 3mm。

4.3.8 负荷开关

负荷开关可采用内置或外置方式，应采用一体化设计，由一个控制信号控制，以保证三相开关同时动作。符合开关满足如下要求：

- 采用内置负荷开关的电能表进行开关操作时，应有相应的硬件或软件消弧措施，其出口回路应有防护动作和便于现场测试的安全措施。电能表在扩展的工作电压范围内，内置负荷开关应能正常工作，电能表最大电流不宜超过60A，短路电流承载能力类型选择UC2；
- 采用外置负荷开关的电能表可采用以下两种方式之一实现对负荷开关的控制：
- 从电能表跳闸控制端子14、15和16输出两组无源无极性控制开关信号，开关节点容量为交流 250V、2A；
- 从电能表跳闸控制端子14输出一个交流电压控制信号，该控制信号引自该电能表供电线路的相线。跳合闸输入反馈信号R接辅助端子16，这两个信号端子均以供电线路的零线（N）作为信号参考点，要求采用220V（AC）串联100kΩ的方式进行控制和反馈。控制信号的非激励态输出电压应为供电电压的90%至100%，激励态输出电压应为供电电压的0%至25%。当控制信号处于非激励态时，外置负荷开关闭合，允许用户用电；当控制信号处于激励态时，外置负荷开关断开，

中断用户供电。表内的跳闸控制开关宜采用电磁继电器。该控制输出回路应具备长时间过载和短路保护能力。

- e) 电能表负荷开关无论内置、外置，用户购电成功后，可由主站通过远程发送直接合闸命令或允许合闸命令；电能表处于允许合闸转台，可通过本地方式由用户自行合闸。

4.3.9 冲击试验

电能表具有耐受一个不重复的标准冲击脉冲波形冲击试验，该波形具有特定峰值加速度和持续时间的，试验后电能表功能不应损坏，误差偏移应符合表4.20中的规定。

4.3.10 振动试验

电能表具有一定的抗振性，可通过模拟运输振动测试。试验后电能表功能不应损坏，误差偏移应符合表4.20中的规定。

4.3.11 弹簧锤试验

电能表外壳的机械应力应进行弹簧锤试验，试验后表盖和端钮盖不应出现可能触及带电部件的损伤，或轻微损伤不应削弱对间接接触的防护或对固体物质、灰尘和水的侵入等的防护。

4.3.12 电能表温度限值及耐热

电能表温度限值及耐热应符合以下要求：

规定此试验的工作温度 - 25℃ ~ 55℃。端子修正后的温度计算为 $X(\text{测试最高温度}) + Y(\text{额定最高温度}) - Z(\text{环境温度}) < 100\text{K}/120\text{K}$ 。

- a) 在试验条件下，电路和绝缘体的温度不应达到影响电能表正常工作的温度；
- b) 电能表易接触表明的塑料温度不应超过 100℃，端子金属部分的温度不应超过 120℃。
- c) 端子附近的接触面不作为易接触面。

4.4 功能要求

4.4.1 电能计量

- a) 具有正向、反向有功电能量和四象限无功电能量计量功能，并可以据此设置组合有功和组合无功电能量。
- b) 四象限无功电能除能分别记录、显示外，还可通过软件编程，实现组合无功 1 和组合无功 2 的计算、记录、显示。
- c) 具有分时计量功能；有功、无功电能量应对尖、峰、平、谷等各时段电能量及总电能量分别进行累计、存储；不应采用各费率或各时段电能量算术加的方式计算总电能量。
- d) 具有计量分相有功电能量功能；不应采用各分相电能量算术加的方式计算总电能量。

★成为低压用电领域的引领者★

4.4.2 需量测量

- a) 在约定的时间间隔内（一般为一个月），测量单向或双向最大需量、分时段最大需量及其出现的日期和时间，并存储带时标的的数据。
- b) 最大需量测量采用滑差方式，需量周期可在 5、10、15、30、60min 中选择；滑差式需量周期的滑差时间可以在 1、2、3、5min 中选择；需量周期应为滑差时间的 5 的整倍数。出厂默认值：需量周期 15min、滑差时间 1min。
- c) 总的最大需量测量应连续进行；各费率时段最大需量的测量应在相应的费率时段内完整的测量周期内进行。
- d) 当发生电压线路上电、清零、时钟调整、时段转换、需量周期变更、功率潮流方向转换等情况时，电能表应从当前时刻开始，按照需量周期进行需量测量；当第一个需量周期完成后，按滑差间隔开始最大需量记录；在不完整的需量周期内，不应做最大需量的记录。
- e) 能存储 12 个结算日最大需量数据。

4.4.3 测量及监测

- a) 可测量总及各分相有功功率、无功功率、功率因数、分相电压、分相（含零线）电流、频率等运行参数。测量误差（引用误差）不超过 $\pm 1\%$ 。
- b) 电压测量范围：具备辅助电源的电能表 $0.05U_{nom} \sim 1.2U_{nom}$ ，不具备辅助电源的电能表 $0.6U_{nom} \sim 1.5U_{nom}$ ；
- c) 电流测量范围：20 规范： $I_{min} \sim 1.2I_{max}$
- d) 功率测量范围： P_Q （起动功率） $\sim 1.2U_{nom} \times 1.2I_{max}$ ；
- e) 频率测量范围：47.5Hz~52.5Hz；
- f) 功率因数测量条件：
 - 被测相电压： $0.8U_{nom} \sim 1.2U_{nom}$ ；
 - 被测相电流： $I_{tr} \sim 1.2I_{max}$ ；
- g) 三相电能表应提供越限监测功能，可对线（相）电压、电流、功率因数等参数设置限值并进行监测，当某参数超出或低于设定的限值时，应以事件方式进行记录，记录格式及要求按 DL/T 698.45—2017 执行。

4.4.4 事件记录

- a) 应记录各相失压的总次数，最近 10 次失压发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息；失压功能应满足 DL/T 566 的技术要求。
- b) 应记录各相断相的总次数，最近 10 次断相发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
- c) 应记录各相失流的总次数，最近 10 次失流发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
- d) 应记录最近 10 次全失压发生时刻、结束时刻、及对应的电流值；全失压后程序不应紊乱，所有数据都不应丢失，且保存时间应不小于 180 天；电压恢复后，电能表应正常工作。
- e) 三相电能表应记录电压（流）逆相序总次数，最近 10 次发生时刻、结束时刻及其对应的电能量数据。
- f) 应记录潮流反向的总次数，最近 10 次潮流反向发生时刻及对应的电能量数据等信息。
- g) 应记录掉电的总次数，以及最近 10 次掉电发生及结束的时刻。

- h) 应记录需量超限的总次数，以及最近 10 次需量超限发生及结束的时刻。
- i) 三相电能表应记录最近 10 次电压（流）不平衡发生、结束时刻及对应的电能量数据。
- j) 应记录恒定磁场干扰事件总次数，最近 10 次发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据。
- k) 应记录电源异常事件总次数，最近 10 次发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据。
- l) 应记录内置负荷开关误动作事件总次数，最近 10 次发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据。
- m) 应记录需量清零的总次数，以及最近 10 次需量清零的时刻、操作者代码。
- n) 应记录编程总次数，以及最近 10 次编程记录，每次编程记录记录编程期间最早一次数据项编程时刻、操作者代码以及编程期间最后 10 个编程项的数据标识。
- o) 应记录校时总次数（不包含广播校时），以及最近 10 次校时的时刻、操作者代码。
- p) 应记录各相过载总次数、总时间，最近 10 次过载的持续时间。
- q) 应能记录开表盖总次数，最近 10 次开表盖事件的发生、结束时刻以及开表盖发生时刻的电能量数据，停电期间，电能表只记最早的一次开表盖事件。
- r) 应能记录开端钮盖总次数，最近 10 次开端钮盖事件的发生、结束时刻以及开端钮盖发生时刻的电能量数据，停电期间，电能表只记最早的一次开端钮盖事件。
- s) 永久记录电能表清零事件的发生时刻及清零时的电能量数据。
- t) 应记录最近 10 次拉闸和最近 10 次合闸事件，记录拉、合闸事件发生时刻、操作者代码和电能量数据。
- u) 依据 DL/T 645—2007 及其备案文件要求，通过附加信息的方式实现事件的上报功能。上报事件的内容可设置。
- v) 可记录每种事件总发生次数和（或）总累计时间。

4.4.5 时钟

- a) 应采用具有温度补偿功能的内置硬件时钟电路，内部时钟端子输出频率为 1Hz。
- b) 时钟应具有日历、计时、闰年自动转换功能。
- c) 应使用环保型的锂电池作为时钟备用电源；时钟备用电源在电能表寿命周期内无需更换，断电后应维持内部时钟正确工作时间累计不少于 5 年；电池电压不足时，电能表应给予报警提示。
- d) 可通过 RS485、红外等通信接口对电能表校时，日期和时间的设置必须有防止非授权人操作的安全措施，除广播校时外，校时必须使用密文进行。
- e) 电能表只接受小于或等于 5 分钟的时钟误差广播校时；每日只允许校时一次（日期发生改变即允许校时），且应尽量避免在电能表执行结算数据转存操作前后 5 分钟内进行。

4.4.6 费率、时段

- a) 至少应支持尖、峰、平、谷四个费率。
- b) 应具有两套可以任意编程的费率和时段，并可在设定的时间点起用另一套费率和时段。
- c) 每套费率时段全年至少可设置 2 个时区；24 小时内至少可以设置 8 个时段；时段最小间隔为 15 分钟，且应大于电能表内设定的需量周期；时段可以跨越零点设置。各时段设置按时间从小到大排列。
- d) 应支持公共假日和周休日特殊费率时段的设置。

4.4.7 阶梯电价

- a) 本地费控电能表具有两套阶梯电价,并可在设置时间点启用另一套阶梯电价计费;支持以月、年为计费周期的阶梯算费方式,称为月阶梯、年阶梯,并支持电能表在指定时间实现两种方式自动切换。
- b) 月阶梯以月度用电量来结算电费,月度用电量在 DL/T 645—2007 中的每月第 1 结算日进行转存,转存后当前月度用电量清零。
- c) 年阶梯以年度用电量来结算电费,年度用电量在年结算日进行转存,转存后当前年度用电量清零。年结算日只能是 1 至 12 月中某月的 1 号至 28 号内的整点时刻,设置为其它数据则不执行年阶梯。
- d) 年结算日只用于年阶梯用电量结算,电能示值、需量还按月结算日转存。两套年结算日的切换时间采用两套阶梯切换时间,和两套阶梯同时切换。
- e) 两套阶梯参数、阶梯切换时间适用于月阶梯、年阶梯,执行年阶梯时,则不再执行月阶梯。

4.4.8 冻结功能

- a) 定时冻结:按照约定的时刻及时间间隔冻结电能量数据;每个冻结量至少应保存 60 次。
- b) 瞬时冻结:在非正常情况下,冻结当前的日历、时间、所有电能量和重要测量量的数据;瞬时冻结量应保存最后 3 次的的数据。
- c) 日冻结:存储每天零点的电能量,应可存储 62 天的数据量。停电时刻错过日冻结时刻,上电时补全日冻结数据,最多补冻最近 7 个日冻结数据。
- d) 约定冻结:在新老两套费率/时段转换、阶梯电价转换或电力公司认为有特殊需要时,冻结转换时刻的电能量以及其他重要数据。
- e) 整点冻结:存储整点时刻或半点时刻的有功总电能,应可存储 254 个数据。
- f) 冻结内容及标识应符合 DL/T 645—2007 及其备案文件要求。

4.4.9 负荷记录

- a) 负荷记录内容可以从 DL/T 645—2007 定义的“电压、电流、频率”、“有、无功功率”、“功率因数”、“有、无功总电能”、“四象限无功总电能”、“当前需量”六类数据项中任意组合。
- b) 负荷记录间隔时间可以在 1~60min 范围内设置;每类负荷记录的间隔时间可以相同,也可以不同。
- c) 负荷记录的存储空间应至少保证在记录正反向有功总电能、无功总电能、四象限无功,间隔时间为 1min 的情况下不少于 40 天的数据量。

4.4.10 电表清零

- a) 清除电能表内存储的电能量、最大需量、冻结量、事件记录、负荷记录等数据。
- b) 清零操作应作为事件永久记录,应有防止非授权人操作的安全措施。
- c) 电能表底度值只能清零,禁止设定。

4.4.11 需量清零

- a) 清空电能表内当前的最大需量及发生的日期、时间等数据。
- b) 需量清零应有防止非授权人操作的措施。

4.4.12 显示功能

- a) 电能表在正常工作状态进行按键、插卡、红外通讯等操作时，LCD 应启动背光。按键或插卡触发背光启动后，60s 无操作自动关闭背光；红外触发时，2 个自动轮显周期后关闭背光。
- b) 电能表显示内容分为数值、代码和符号三种；显示内容可通过编程进行设置。电能表可显示电能、需量、电压、电流、功率、时间、剩余金额等各类数值，数值显示位数不少于 8 位，显示小数位可以设置；显示的数值单位应采用国家法定计量单位，如：kW、kvar、kWh、kvarh、V、A 等；显示代码包括显示内容编码和插卡提示；显示代码参见附录 B；显示符号可包括功率方向、费率、象限、编程状态、相线、电池欠压、故障（如失压、断相、逆相序）等标志。
- c) 电能表应具有停电后唤醒显示的功能。
- d) 应具备自动循环和按键两种显示方式；自动循环显示时间间隔可在 5~20s 内设置。
- e) 具备上电全显功能，电能表在上电后 1 秒内液晶满屏显示，LED 灯全亮（脉冲灯除外）；背光点亮，液晶显示与 LED 灯亮、背光点亮的时间默认 5s，时间间隔可在 5~30s 内设置。
- f) 具备通过通讯命令使带电电能表液晶屏全显示及 LED 灯全亮功能（脉冲灯除外），液晶显示与 LED 灯亮维持时间为 10s。
- g) 电能表应能通过液晶显示测试密钥、正式密钥等状态。
- h) 脉冲指示灯：使用高亮、长寿命红色 LED，平时灭，计量有无功电能时闪烁；
- i) 拉闸指示灯：使用高亮、长寿命黄色 LED，负荷开关合闸时灭，拉闸时常亮。
- j) 本地费控表具有插卡操作异常代码显示，方便现场快速分析问题、解决，异常代码见附录 B。

4.4.13 报警功能

- a) 报警通过液晶上符号进行报警，当事件恢复正常后报警自动结束。
- b) 三相表可通过报警输出端子外接报警装置进行报警，并可通过按键关闭，当事件恢复正常后报警自动结束。
- c) 报警事件包括：失压、逆相序、过载、功率反向（双向表除外）、电池欠压等。

4.4.14 辅助电源

- a) 电能表可配置辅助电源接线端子。
- b) 辅助电源供电电压为 100~240V 交、直流自适应。

具备辅助电源的电能表，应以辅助电源供电优先；线路和辅助电源两种供电方式应能实现无间断自动转换。

4.4.15 通信要求

电能表至少应具有一个红外通信接口、一个 RS485 通信接口。

通信信道物理层必须独立，任意一条通信信道的损坏都不得影响其它信道正常工作。通信时，电能表的计量性能、存储的计量数据和参数不应受到影响和改变。电能表与通信模块接口均应设计相应保护电路，在热拔插通讯模块、模块损坏、模块短路等情况下，均不应引起电能表复位或损坏。

红外、RS485 和通信模块等方式对电能表进行设置或抄读数据的权限一致，均能实现 DL/T 698.45—2017 规约要求的所有功能。

电能表应具备载波通信模块、微功率无线通信模块、无线公网通信模块的互换，模块更换后，电能表的计量性能、存储的计量数据和参数不应受到影响和改变。

电能表载波通信模块和微功率无线通信模块应具备良好的向上兼容性。

a) 红外通信：

1) 应具备调制型或接触式红外接口，调制型红外接口的缺省的通信速率为1200bps，红外通信的有效距离不小于5米。

b) RS485通信：

1) RS485接口必须和电能表内部电路实行电气隔离，并有失效保护电路。

2) 通信速率可设置，其范围为1200~115200bps。默认速率为115200bps。

3) 电能表上电后3s内应可以使用RS485接口进行通讯。

4) RS485输出端子必须符合以下要求：

RS485输出端子与强电端子间应能承受4kV的电压历时1分钟的耐压试验；

应能承受9kV的静电接触放电；

应能承受4kV的浪涌试验（对零线）；

A、B端子间应能承受380V的交流电历时5分钟不损坏；

应能承受2kV快速瞬变脉冲群耦合试验，试验过程中能正常通信；

各项试验后485接口应能正常通信。

c) 载波通信：

1) 电能表可配置窄带或宽带载波模块；载波模块自动组网，配合集中器识别相位。

2) 电能表与载波通信模块之间的通信速率可设置，缺省值为115200bps。

3) 载波通信模块采用外置即插即用型，且需支持热插拔。载波通信接口应有失效保护电路，即在未接入、接入或更换通信模块时，不对电能表自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。

4) 电能表上电5s内可以进行载波通讯。

d) 微功率无线通信：

1) 接口通信速率缺省值为115200bps。

2) 如采用外置即插即用型微功率通信模块的电能表，微功率通信接口应有失效保护电路，即在未接入、接入或更换通信模块时，不对电能表自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。

4.4.16 信号输出

a) 电能量脉冲输出

电能表应具备与所计量的电能成正比的LED脉冲和电脉冲输出功能。光脉冲输出采用超亮、长寿命LED器件。电脉冲输出应有电气隔离，并能从正面采集。光测试输出装置的特性应符合GB/T 17215.211—2006的要求。电测试输出装置的特性应符合GB/T 15284—2002的要求。

完整的电能量脉冲输出应大于60ms，其中高/低电平输出应不小于30ms。电脉冲输出口在有脉冲输出时，通过5mA电流时脉冲输出口的压降不得高于0.7V；在没有脉冲输出时，脉冲输出口直流阻抗应不小于100kΩ。

b) 多功能信号输出

多功能信号端子可输出时间信号或时段投切信号，两种信号可在同一多功能信号端子通过软件设置进行转换。电能表初次上电，或停电后再上电，多功能信号输出端子缺省为时间信号输出。

时间信号为秒信号。时段投切信号为80ms±16ms的脉冲信号。时段改变就发出时段投切信号，即使费率不变仍然要输出时段投切信号。

c) 控制输出

电能表可输出电脉冲或电平开关信号（输出方式可设），控制外部报警装置或负荷开关。

4.4.17 电源供电方式

对于参比电压大于等于220V的表型：

对于三相四线电能表，当电能表三相电压中有任意一相或两相电压低于电能表的临界电压，电能表应能正常工作；对于三相三线电能表，当电能表三相电压中有任意一相电压低于电能表的临界电压，电能表应能正常工作。

电能表能够启动工作的最低电压为参比电压（对宽量程的电能表此值为参比电压下限）的50%。

任意一相输入电压 $\geq 70\%U_n$ 时，电能表应能正常计量（包括正常显示及通信）；当输入电压 $\leq 1.5U_n$ 时，电能表应能长期工作。

对于参比电压为57.7V的表型：

当各相电压均达到参比电压下限的60%时或单相电压达到参比电压的85%单独工作时，电能表能够启动工作。

4.4.18 安全防护

电能表应支持安全认证功能，应通过电能表内嵌安全模块采用加密保护方式进行身份认证、对传输数据进行加密保护和MAC认证，做到数据机密性和完整性保护，有效防止非法操作。

a) 读数据

通过通信端口读取电能表数据时，参照DL/T645-2007定义的协议格式，以明文的方式进行数据的传输。

b) 写数据

电能表的清零、编程及参数设置等应符合《中国南方电网公司费控电能表信息交换安全认证技术要求》的规定。广播校时、更改波特率、瞬时冻结和多功能端子输出控制设置命令无需进行身份验证，参照DL/T645-2007定义的协议格式，以明文的方式进行数据的传输。广播校时、瞬时冻结和多功能端子输出控制设置命令支持以广播形式下发。

4.4.19 费控功能

- a) 费控功能的实现分为本地和远程两种方式：本地方式通过CPU卡、射频卡等固态介质实现，远程方式通过公网、载波等虚拟介质和远程售电系统实现。
- b) 当剩余金额小于或等于设定的报警金额时，电能表应以声、光或其他方式提醒用户，报警提示应参照附件C执行；透支金额应实时记录，当透支金额低于设定的透支门限金额时，电能表应发出断电信号，控制负荷开关中断供电；当电能表接收到有效的续交电费信息后，应首先扣除透支金额，当剩余金额大于设定值（默认为零）时，方可通过远程或本地方式使电能表处于合闸或允许合闸状态，允许合闸状态由人工本地恢复供电。
- c) 当供电线路停止供电时，剩余金额以及其他需要保护的信息不应丢失。
- d) 剩余金额不能超过设计允许的电能表最大储值金额；最大储值金额由电能表显示位数决定。
- e) 电能表的预存电费金额应能与表内的剩余金额进行准确迭加。
- f) 完成电费预存后，电能表应将剩余金额、电能表用电参数等信息，按照不同的费控方式返写至

固态介质或通过虚拟介质传回售电系统。

- g) 电能表不应接受使用非指定介质输入购电金额等信息。
- h) 当使用非指定介质或进行非法操作时，电能表应能进行有效防护；在非指定介质或非法操作撤销后，电能表应能正常工作且数据不丢失。
- i) 在保证安全的情况下，可通过虚拟介质对电能表内的用电参数进行设置。
- j) 远程费控电能表应能够支持远程直接合闸与远程允许合闸。
- k) 本地费控电能表可通过固态介质对电能表内的用电参数进行设置。
- l) 本地费控电能表在进行购电操作时，需提示读卡成功或读卡失败，提示应参照附件 C 执行；
- m) 若用户遗失 CPU 卡或射频卡，通过一定的补遗程序可获得补发的新卡；电能表应接受补发的 CPU 卡或射频卡，并拒绝原卡继续使用。
- n) 购电卡插入本地费控电能表后 3s 内，应完成相应的读写操作。

4.4.20 软件比对功能

电能表支持其目标代码通过通信方式加密读出实现软件比对的功能。

4.4.21 恒定磁场监测及事件记录功能

在恒定磁场干扰且能正常工作时，电能表具有恒定磁场监测功能，当磁感应强度高于100mT时，电能表应记录恒定磁场干扰事件。

4.4.22 电源异常事件记录功能

电能表具有电源异常检测功能，检测到电源原边异常，应记录电源异常事件记录。

4.4.23 负荷开关误动作检测功能

对于负荷开关内置电能表，如果检测到表内负荷开关误动作，应记录负荷开关误动作事件记录。

4.5 准确度要求

4.5.1 初始固有误差

电能表无功准确度等级应符合GB/T17215.323—2008中8.1的规定。

1) B 级直接接入式

表 4.6 有功正潮流误差试验

类别	电流	功率因数	B 级表	
			全检方案	鼎信出厂方案
正向有功	I_{\max}	1.0	± 0.30	± 0.30

(合相)		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	0.5Imax	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	10Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Imin	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
正向有功 (A相)	Imax	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	10Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Imin	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
正向有功 (B相)	Imax	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	10Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Imin	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
正向有功 (C相)	Imax	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30

	10Itr	0.8C	± 0.30	\
		1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Imin	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\

表 4.7 有功负潮流误差试验

类别	电流	功率因数	B 级表	
			全检方案	鼎信出厂方案
反向有功 (合相)	Imax	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	0.5Imax	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	10Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Imin	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
反向有功 (A 相)	Imax	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	10Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Itr	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	Imin	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30

		0.8C	± 0.30	\
反向有功 (B相)	I _{max}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	10I _{tr}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	I _{tr}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	I _{min}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
反向有功 (C相)	I _{max}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	10I _{tr}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	I _{tr}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	± 0.30
		0.8C	± 0.30	\
	I _{min}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\

表 4.8 无功误差试验

类别	电流	功率因数	B 级表	
			全检方案	鼎信出厂方案
平衡负载 时的初始 固有误差 (无功)	I _{max}	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	I _b	1.0	± 0.60	± 0.60
		0.5L	± 0.60	± 0.60
		0.5C	± 0.60	\
		0.25L	± 0.60	\
		0.25C	± 0.60	\
	0.5I _b	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\

		0.5C	± 0.60	\
		0.25L	± 0.60	\
		0.25C	± 0.60	\
	0.2Ib	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
		0.25L	± 0.60	\
		0.25C	± 0.60	\
	0.1Ib	1.0	± 0.60	\
	0.05Ib	1.0	± 0.60	\
无功 (A相)	Imax	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	Ib	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.5Ib	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.2Ib	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.1Ib	1.0	± 0.60	\
无功 (B相)	Imax	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	Ib	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.5Ib	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.2Ib	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.1Ib	1.0	± 0.60	\
无功 (C相)	Imax	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	Ib	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\

	0.5Ib	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.2Ib	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.1Ib	1.0	± 0.60	\

2) 三相表（C级互感器接入式）

表 4.9 有功正潮流误差试验

类别	电流	功率因数	C 级表	
			全检方案	鼎信出厂方案
正向有功 (合相)	I _{max}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	0.5I _{max}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	10I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{min}	1.0	± 0.30	± 0.15
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
正向有功 (A 相)	I _{max}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	10I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{min}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
正向有功	I _{max}	1.0	± 0.15	± 0.15

(B 相)	10Itr	0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
		1.0	± 0.15	± 0.15
	Itr	0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
		1.0	± 0.15	± 0.15
	Imin	0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
		1.0	± 0.30	± 0.30
正向有功 (C 相)	Imax	0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
		1.0	± 0.15	± 0.15
	10Itr	0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
		1.0	± 0.15	± 0.15
	Itr	0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
		1.0	± 0.15	± 0.15
	Imin	0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
		1.0	± 0.30	± 0.30

表 4.10 有功负潮流误差试验

类别	电流	功率因数	C 级表	
			全检方案	鼎信出厂方案
反向有功 (合相)	Imax	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	0.5Imax	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	10Itr	0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
		1.0	± 0.15	± 0.15
	Itr	0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
		1.0	± 0.15	± 0.15
	Imin	1.0	± 0.30	± 0.30

		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
反向有功 (A相)	I _{max}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	10I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{min}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
反向有功 (B相)	I _{max}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	10I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{min}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\
反向有功 (C相)	I _{max}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	10I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{tr}	1.0	± 0.15	± 0.15
		0.5L	± 0.15	± 0.15
		0.8C	± 0.15	\
	I _{min}	1.0	± 0.30	± 0.30
		0.5L	± 0.30	\
		0.8C	± 0.30	\

表 4.11 无功误差试验

★成为低压用电领域的引领者★

类别	电流	功率因数	C 级表	
			全检方案	鼎信出厂方案
平衡负载时的初始固有误差（无功）	I _{max}	1.0	±0.60	\
		0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
	I _n	1.0	±0.60	±0.60
		0.5L	±0.60	±0.60
		0.5C	±0.60	\
		0.25L	±0.60	\
		0.25C	±0.60	\
	0.5I _n	1.0	±0.60	\
		0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
		0.25L	±0.60	\
		0.25C	±0.60	\
	0.1I _n	1.0	±0.60	\
		0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
		0.25L	±0.60	\
		0.25C	±0.60	\
	0.05I _n	1.0	±0.60	\
		0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
	0.02I _n	1.0	±0.60	\
无功（A 相）	I _{max}	1.0	±0.60	\
		0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
	I _n	1.0	±0.60	\
		0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
	0.5I _n	1.0	±0.60	\
		0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
	0.1I _b	0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
	0.05I _n	1.0	±0.60	\
无功（B 相）	I _{max}	1.0	±0.60	\
		0.5L	±0.60	\
		0.5C	±0.60	\
	I _n	1.0	±0.60	\

		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
		1.0	± 0.60	\
	0.5I _n	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
		1.0	± 0.60	\
	0.1I _b	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.05I _n	1.0	± 0.60	\
无功 (C相)	I _{max}	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	I _n	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.5I _n	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.1I _b	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.05I _n	1.0	± 0.60	\

3) 三相表 (D级互感器接入式)

表 4.12 有功正潮流误差试验

类别	电流	功率因数	D级表	
			全检方案	鼎信出厂方案
正向有功 (合相)	I _{max}	1.0	± 0.08	± 0.08
		0.5L	± 0.10	± 0.10
		0.8C	± 0.10	\
	0.5I _{max}	1.0	± 0.08	± 0.08
		0.5L	± 0.10	± 0.10
		0.8C	± 0.10	\
	10I _{tr}	1.0	± 0.08	± 0.08
		0.5L	± 0.08	± 0.08
		0.8C	± 0.08	\
	I _{tr}	1.0	± 0.08	± 0.08
		0.5L	± 0.10	± 0.10
		0.8C	± 0.10	\
	I _{min}	1.0	± 0.08	± 0.08
		0.5L	± 0.10	\
		0.8C	± 0.10	\

正向有功 (A 相)	I _{max}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	10I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{min}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	\
		0.8C	±0.10	\
正向有功 (B 相)	I _{max}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	10I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{min}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	\
		0.8C	±0.10	\
正向有功 (C 相)	I _{max}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	10I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{min}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	\
		0.8C	±0.10	\

表 4.13 有功负潮流误差试验

类别	电流	功率因数	D 级表	
			全检方案	鼎信出厂方案

反向有功 (合相)	I _{max}	1.0	±0.08	±0.08
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	0.5I _{max}	1.0	±0.08	±0.08
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	10I _{tr}	1.0	±0.08	±0.08
		0.5L	±0.08	±0.08
		0.8C	±0.08	\
	I _{tr}	1.0	±0.08	±0.08
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{min}	1.0	±0.08	±0.08
		0.5L	±0.10	\
		0.8C	±0.10	\
反向有功 (A相)	I _{max}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	10I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{min}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	\
		0.8C	±0.10	\
反向有功 (B相)	I _{max}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	10I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{tr}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	±0.10
		0.8C	±0.10	\
	I _{min}	1.0	±0.10	±0.10
		0.5L	±0.10	\
		0.8C	±0.10	\
反向有功	I _{max}	1.0	±0.10	±0.10

(C 相)		0.5L	± 0.10	± 0.10
		0.8C	± 0.10	\
	10Itr	1.0	± 0.10	± 0.10
		0.5L	± 0.10	± 0.10
		0.8C	± 0.10	\
	Itr	1.0	± 0.10	± 0.10
		0.5L	± 0.10	± 0.10
		0.8C	± 0.10	\
	Imin	1.0	± 0.10	± 0.10
		0.5L	± 0.10	\
		0.8C	± 0.10	\

表 4.14 无功误差试验

类别	电流	功率因数	D 级表	
			全检方案	鼎信出厂方案
平衡负载时的初始固有误差（无功）	Imax	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	In	1.0	± 0.60	± 0.60
		0.5L	± 0.60	± 0.60
		0.5C	± 0.60	\
		0.25L	± 0.60	\
		0.25C	± 0.60	\
	0.5In	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
		0.25L	± 0.60	\
		0.25C	± 0.60	\
	0.1In	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
		0.25L	± 0.60	\
		0.25C	± 0.60	\
	0.05In	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.02In	1.0	± 0.60	\
无功（A 相）	Imax	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\

	In	0.5C	± 0.60	\
		1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.5In	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.1Ib	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.05In	1.0	± 0.60	\
无功 (B 相)	Imax	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	In	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.5In	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.1Ib	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.05In	1.0	± 0.60	\
无功 (C 相)	Imax	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	In	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.5In	1.0	± 0.60	\
		0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.1Ib	0.5L	± 0.60	\
		0.5C	± 0.60	\
	0.05In	1.0	± 0.60	\

4.5.2 起动

在规定起动电流条件下，电能表应能起动并连续记录。应对每个计量方向进行试验。

表 4.15 起动电流

★成为低压用电领域的引领者★

接入电路方式	功率因数	电能表等级		
		B	C	D
直接接入	1	$0.04I_{tr}$	$0.04I_{tr}$	$0.04I_{tr}$
经互感器接入	1	$0.04I_{tr}$	$0.02I_{tr}$	$0.02I_{tr}$

4.5.3 潜动

在规定时间内其测试输出不应产生多于一个的脉冲。

4.5.4 电能表常数

测试输出与显示器指示之间的关系，应与铭牌标志一致。

4.5.5 电能表示值误差

4.5.5.1 电子指示显示器电能示值组合误差

计数器示值（增量）的组合误差应符合下式规定：

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

式中：

- ΔW_D ——该时间内，电子显示器总电能计数器的电能增量；
 $\Delta W_{D1}, \Delta W_{D2}, \dots, \Delta W_{Dn}$ ——该时间内，各费率时段对应的计数器的电能增量；
 n ——费率数；
 α ——电子显示总电能计数器小数位数。

4.5.5.2 需量示值误差

需量测量准确度等级指数应与其有功电能的准确度等级指数一致，并根据测试负荷点做调整。电能表最大需量的测量准确度应符合以下公式要求：

$$\delta P = X + \frac{0.05P_n}{P} \quad (2)$$

式中：

- δP ——电能表的需量误差，%；
 X ——电能表的等级；
 P_n ——额定功率，kW；
 P ——测量负载点功率，kW。

4.5.6 计时准确度

电能表时钟准确度应满足如下要求：

- a) 在参比温度及工作电压范围内，时钟准确度不应超过 $\pm 0.45s/24h$ 。

- b) 在参比温度下，采用备用电源供电时钟偏差应优于 $\pm 2\text{s}/96\text{h}$ ；
- c) 在工作温度范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$ 内，时钟准确度随温度的改变量不应超过 $\pm 0.05\text{s}/^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ ，在该温度范围内时钟准确度不应超过 $\pm 0.5\text{s}/24\text{h}$ 。

4.5.7 误差一致性

同一批次数只被试样品在同一测试点的测试误差与平均值间的偏差不应超过下表中限定值。

表 4.16 误差一致性限值 (%)

电流	功率因数	电能表等级		
		B	C	D
$10I_{tr}$	1	± 0.15	± 0.12	± 0.06
	$0.5L$			
I_{tr}	1	± 0.20	± 0.16	± 0.08

4.5.8 误差变差要求

测试结果间的最大误差变化的绝对值不应超过下表中的限值。

表 4.17 误差变差限值 (%)

电流	功率因数	电能表等级		
		B	C	D
$10I_{tr}$	1	0.1	0.08	0.04
	$0.5L$			

4.5.9 负载电流升降变差

电能表基本误差按照负载电流从小到大，然后从大到小的顺序进行两次测试，记录负载点误差；在表4.15中规定条件下同一只被试样品在相同负载点处的误差变化的绝对值不应超过下表中的限值。

表 4.18 负载电流升降变差限值 (%)

电流	功率因数	电能表等级		
		B	C	D
$0.1I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	0.12	0.1	0.05

4.5.10 测量的重复性

同一被测信号在相同的测量条件下，应产生接近一致的连续测量结果。但内部各试验点最大测量值与最小测量值之间的绝对差不应超过下表中规定限值。

表 4.19 测量重复性限值

功率因数	电流值	电能表等级		
		B	C	D
1	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.08	0.04	0.016
1	$I_{min} \leq I < I_{tr}$	0.12	0.08	0.032
0.5L, 0.8C	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.08	0.05	0.024

4.5.11 影响量

影响量包含阳光辐射、防尘、防水、电压暂降和短时中断、静电放电、射频电磁场（电流线路中无电流）、浪涌、振铃波、外部工频磁场（无负载条件）、外部工频磁场干扰、无线电干扰抑制以及表4.20中所列的其他影响量。

电能表在阳光辐射防护、防尘、防水、电压暂降和短时中断、静电放电、射频电磁场（电流线路中无电流）、浪涌、振铃波、外部工频磁场（无负载条件）、外部工频磁场干扰单一外部影响试验下，试验过程中应无重大缺陷。试验结束后，当上述影响恢复到参比条件时，电能表的功能不应损坏，外观标识和显示器的清晰度不应改变，并应符合下表中对各准确度等级电能表基本最大允许误差极限的要求。

表 4.20 影响量

影响量	测试电流推荐值和电流测试范围 (平衡, 除非另有说明)		功率 因数	各等级电能表误差偏移极限 (%)		
	直接接入电能表	经互感器接 入电能表		B	C	D
冲击试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.3	± 0.17	± 0.1
振动试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.3	± 0.17	± 0.1
高温试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.3	± 0.17	± 0.1
低温试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.3	± 0.17	± 0.1
交变湿热试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.08	± 0.05	± 0.05
耐久性试验	I_{tr} 、 $10 I_{tr}$ 、 I_{max}	I_{tr} 、 $10 I_{tr}$ 、 I_{max}	1	± 0.3	± 0.17	± 0.1
射频电磁场 (有电 流) 试验 ¹⁾	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 1.5	± 1.0	± 1.0
快速瞬变脉冲群试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 4.0	± 1.0	± 1.0
射频场感应的传导干 扰试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 1.0	± 0.8	± 0.8
传导差模电流干扰试 验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 1.5	± 1.5	± 0.8
阻尼振荡波试验	-	$20 I_{tr}$	1	± 1.5	± 1.5	± 1.0
外部恒定磁场试验 (300mT)	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 1.0	± 0.75	± 0.5
外部工频磁场试验	$10 I_{tr}$ 、 I_{max}	$10 I_{tr}$ 、 I_{max}	1	± 1.0	± 0.5	± 0.25
电流和电压电路中谐 波-第5次谐波试验	$0.5 I_{max}$	$0.5 I_{max}$	1	± 0.5	± 0.4	± 0.4
电流和电压电路中谐 波-方顶波波形试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.3	± 0.3	± 0.2
电流和电压电路中谐 波-尖顶波波形试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.3	± 0.3	± 0.2
电流电路中的间谐波 -脉冲串触发波形试 验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 1.2	± 0.6	± 0.4
电流电路中的奇次谐 波-90度相位触发波 形试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.64	± 0.4	± 0.32
直流和偶次谐波-半 波整流波形试验	$10 I_{tr} \leq I \leq 1.2 I_{max}$	-	1	± 2.5	-	-
			0.5L	± 2.5	-	-
负载不平衡试验	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 1.0	± 0.7	± 0.3
	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 1.5	± 1.0	± 0.5

影响量		测试电流推荐值和电流测试范围 (平衡, 除非另有说明)		功率 因数	各等级电能表误差偏移极限 (%)		
		直接接入电能表	经互感器接 入电能表		B	C	D
电压 改变 试验 2)	$U_{nom} \pm 10\%$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.2	± 0.16	± 0.08
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 0.4	± 0.3	± 0.16
	$0.6U_{nom} \leq U < 0.9U_{nom};$ $1.1U_{nom} < U \leq 1.5U_{nom}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.4	± 0.2	± 0.16
	$U < 0.6U_{nom}$	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	+10 到 -100		
环境温度改变试验 3)		$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.03	± 0.02	± 0.01
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 0.05	± 0.03	± 0.02
一相或两相电压中断 试验		$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.8	± 0.8	± 0.4
频率改变试验		$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.16	± 0.16	± 0.08
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 0.16	± 0.16	± 0.08
逆相序试验		$I_{tr}, 10 I_{tr}$	$I_{tr}, 10 I_{tr}$	1	± 0.08	± 0.08	± 0.04
辅助电源电压改变试 验		-	$10 I_{tr}$	1	± 0.2	± 0.1	± 0.05
辅助装置工作试验		I_{min}, I_{tr}, I_{max}	I_{min}, I_{tr}, I_{max}	1	± 0.15	± 0.1	± 0.05
短时过电流试验		$10 I_{tr}$	-	1	± 0.05	± 0.05	± 0.05
		-	$10 I_{tr}$	1	± 0.05	± 0.04	± 0.04
负载电流快速改变试 验		$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 2.0	± 1.0	± 0.5
自热试验		I_{max}	I_{max}	$\frac{1}{0.5L}$	± 0.2	± 0.16	± 0.08
高次谐波试验		I_{tr}	I_{tr}	1	± 0.8	± 0.5	± 0.5
接地故障试验		-	$10 I_{tr}$	1	± 0.3	± 0.25	± 0.08
注 1: 射频场感应的直接或间接传导干扰;							
注 2: 各等级电能表的平均温度系数 (%/K)。							
注 3: 各等级电能表的电量误差。							

4.6 电气性能要求

4.6.1 功耗

4.6.1.1 电压线路功耗

电能表电压线路的功率消耗应符合以下要求:

- 在三相施加 $10I_{tr}$ 和标称电压、标称频率条件下, 电能表处于热稳定且非通信状态 (带通信模块电能表模块仓不插模块), 背光关闭, 每一电压线路的有功功率和视在功率消耗不应大于 $0.6W$ 、 $3VA$ 。
- 电能表在通信状态下, 电压线路的有功功率不应大于 $7W$ 。

4.6.1.2 电流线路功耗

电能表在 $10I_{tr}$ 和标称频率下，当 $10I_{tr}$ 小于10A时每一电流线路的视在功率消耗不应超过0.15VA，当 $10I_{tr}$ 大于或等于10A时每一电流线路的视在功率消耗不应超过0.3VA。

4.6.1.3 辅助电源线路功耗

电能表采用外部辅助电源供电时，每一电压线路的视在功耗不应大于0.5VA，线路的视在功耗不应大于8VA。

4.6.2 电流回路阻抗（内置表试验项目）

电能表电流回路阻抗值是在电流回路通以最大电流 I_{max} 时，测试电流回路进出两端电压，然后除以最大电流 I_{max} 计算所得。在符合开关10次通断后，内置负荷开关电能表的电流回路阻抗（包括开关阻抗）平均值应小于1.8mΩ。

4.7 绝缘性能

4.7.1 脉冲电压

电能表应能承受脉冲电压影响，试验电压按下表中规定施加。

表 4.21 脉冲电压

从额定系统电压导出的相对地电压 (V)	脉冲电压 (V)
≤ 100	2500
≤ 300	6500

4.7.2 交流电压

电能表应能承受下表中规定的交流电压试验电压。试验中，不应出现火花放电、闪络或击穿；试验后，电能表应无机械损坏，并能正常工作。

表 4.22 交流电压试验电压

由标称电压导出的线对中线电压 (V)	1 min 交流试验电压 (V r.m.s)	
	所有使用中不连接在一起的电网电路之间	在所有电网电路连接在一起作为一段和另一端是地之间
≤ 150	1350	2700
≤ 300	1500	4200

4.8 可靠性要求

电能表的可靠性应符合以下要求：

- a) 产品的设计和元器件选用应保证整表使用寿命大于等于16年，产品从验收合格之日起，由于电能表质量原因引起的故障，其允许故障率应小于等于下表中规定值。
- b) 订购的电能表具有第三方检测机构出具的置信区间为95%、可靠性寿命不少于16年的可靠性报告，报告内容应对电能表制造企业提供的主要元器件明细表进行标注。电能表的功能、结构、线路、关键器件等有重大变动时，必须重新进行全性能试验和可靠性验证试验，并在产品说明书中给以标注以示区别。国家电网计量中心负责对电能表全性能试验和可靠性验证试验中使用主要元器件和软件程序进行备案、技术审查和发布；
- c) 制造单位应提供基于元器件应力法的电能表可靠性预计报告，报告内容包括电能表设计方案、选用的主要元器件性能、可靠性相关工艺控制措施、可靠性计算过程及结果等，确保电能表的设计满足本标准规定的可靠性要求；主要元器件至少应包括计量专用芯片、CPU、液晶、电解电容、压敏电阻、电流互感器、电压互感器、晶振、片式二极管、片式电阻、片式电容、光耦、电池、负荷开关、CPU卡、ESAM模块等，元器件参数应涉及生产单位、型号、规格、性能参数等；
- d) 电能表在频繁快速停复电或电压升降后，恢复正常工作状态电能表应不死机、不黑屏、计量正确，设置参数不改变、电费扣减正确。

表 4.23 寿命保证期内允许的故障率

运行年数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
允许故障率%	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	1.15	1.25

4.8.1 盐雾试验

将样品非通电状态下放入盐雾箱，保持温度为 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于85%，喷雾16h后在大气条件下恢复1-2h。盐溶液浓度应为 $(5 \pm 1)\%$ （质量比）。

试验后，元器件不能有腐蚀现象，电表正常工作，准确度满足内控要求。

4.8.2 双 85 试验

试验方法：按照电表双85试验方案进行试验。

4.8.3 跌落试验

单台：按《青岛鼎信产品跌落试验方法》，先进行通用标准试验，按安装角度2次跌落，跌落高度1m。试验完成后，检查外观和功能是否符合要求。之后使用同批次样品进行极限标准试验，6面，按顺序依次进行，跌落次数：1次/面，共6次。

整箱：按照GB 4857.5-1992 5.6.2试验步骤，对样品进行2次跌落，跌落高度0.8m。试验完成后，检查外观和功能是否符合要求。

单台跌落（基本功能正常）不作为试验结果判定的标准，整箱跌落后，电表不能有外观损坏，电表功能正常。

注：单台6面跌落试验，出现不符要求情况，该测试项最终结果需与产品线硬件评审确定。

4.8.4 高温耐久

被测品处于正常工作状态下，1.2倍 U_n ，85℃，加谐波影响，持续通电，每天进行一次断电后通电观察产品是否可以正常启动，并读取电压。试验结束前1小时内测试温升。

运行200h后取出常温放置2h，测试时钟电池电压和低功耗下漏电流。

测试标准为：

时钟电池漏电流范围10~60uA

抄表电池漏电流范围25~60uA

时钟电池电压范围3.3~3.85V

同时按照下表进行功能验证，检表，记录检表数据。

表 4.24 基本功能验证

项目	内容	(试验后) 要求
计量	全检、日计时	满足基本误差限值
通信	485、载波等	成功率 90%以上 (至少 50 次)
红外通信	5 米 200 字节	成功率 90%以上 (至少 20 次)
控制	跳合闸	正常响应
功率消耗	电压线路	满足内控要求

4.9 数据安全性要求

4.9.1 通用要求

电能表的数据安全性应符合以下通用要求：

- 当其它设备通过接口与电能表交换信息时，电能表的计量性能、存储的数据信息和参数不应受到影响和改变。
- 在任何情况下，电能表存储、记录的电量数据以及运行参数不应因非法操作和干扰而发生改变。

4.9.2 编程要求

可通过调制型红外、RS485、载波、微功率无线等通信介质对电能表进行编程，并具备编程防护措施。

4.10 软件要求

- 电能表生产厂家应提供操作应用软件，并可通过RS485接口或红外等接口方便抄读电能表内部记录的数据、信息，并下载到相应存储设备中；
- 涉及计量准确性的软件设置功能，应提供明确的说明资料，并经试验验证，确保其稳定可靠；
- 设置软件应采用权限和密码分级管理体系，具有设置验证功能，并能记录操作人员、操作时间、操作项目等信息，能备份被改写的内容；
- 表内软件和操作应用软件应成熟、完整，表内软件出厂后不允许远程或现场升级更改；操作应用软件应满足用户要求；软件要有良好的向下兼容性；

★成为低压用电领域的引领者★

- e) 表内软件应具备备案和比对能力;
- f) 电能表生产厂家提供的电能表的嵌入式软件中不应留有后门, 任何内部参数改动均应在授权方式下进行。生产厂家在软件研发管理上应具备相关安全监督及防范机制, 防止出现软件泄密带来的安全隐患。

4.11 包装要求

应按照GB/T13384—2008的要求进行产品包装。

4.12 通信模块互换性要求

带载波模块、微功率无线模块或无线模块的电能表, 为保证电能表外置通信模块的互换性能, 电能表的外置通信模块接口应和交流采样电路实行电气隔离, 应有失效保护电路, 即在未接入、接入或更换通信模块时, 不对电能表自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。通信模块呼唤是应支持热拔插操作。

5 试验项目及要求

5.1 总则

电能表的全性能试验、抽样验收、全检验收的试验项目应符合下表5.1的规定。

变更只列通用

表 5.1 试验项目明细表

序号	试验项目	研发D版本 样机自测	研发设计变 更自测	生产功能检 测	新品质量全 性能试验	设计变更型 式试验(5 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC抽 检	质量认证
	试验大类/执行部门	研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	研发
1.	外观结构	通电检查	√	√	√			√	√
2.		外观尺寸	√	√	√			√	√
3.		材料及工艺	√	√	√			√	√
4.		铭牌条形码	√	√	√			√	√
5.		元器件	√	√	√			√	√
6.	功能要求	电能计量	√	√		√			√
7.		需量测量	√	√		√			√
8.		测量及监测	√	√		√			√
9.		事件记录	√	√		√			√
10.		时钟	√	√		√			√
11.		费率和时段	√	√		√			√
12.		阶梯电价	√	√		√			√
13.		冻结	√	√		√			√

序号	试验项目	研发 D 版本 样机自测	研发设计变 更自测	生产功能检 测	新品质量全 性能试验	设计变更型 式试验 (5 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC 抽 检	质量认证
	试验大类/执行部门	研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	研发
14.		负荷记录	√	√		√			√
15.		清零	√	√		√			√
16.		显示	√	√		√			√
17.		报警	√	√		√			√
18.		通信要求	√	√	√	√			√
19.		信号输出	√	√		√			√
20.		安全防护	√	√		√			√
21.		费控功能	√	√		√			√
22.		恒定磁场检测	√	√		√			√
23.	可靠性要求	盐雾试验			√				
24.		双 85 试验			√				
25.		跌落试验			√				
26.		高温耐久			√				
27.	准确度试验	初始固有误差误差试验	√	√	√	√			√
28.		起动试验	√	√	√				√
29.		潜动试验	√	√	√				√
30.		电能表常数试验	√	√	√				√
31.		电子示值误差试验	√	√	√				√
32.		计时准确度试验	√	√	√				√
33.		误差一致性试验	√	√	√				√
34.		变差要求试验	√	√	√				√
35.		负载电流升降变差试验	√	√	√				√
36.		重复性试验	√	√	√				√
37.	电磁兼容试验	电压暂降和短时中断试验	√	√	√				√
38.		电压逐渐变化试验	√	√	√				√

序号	试验项目	研发 D 版本 样机自测	研发设计变 更自测	生产功能检 测	新品质量全 性能试验	设计变更型 式试验 (5 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC 抽 检	质量认证
	试验大类/执行部门	研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	研发
39.	电压缓升缓 降试验	√	√		√				√
40.	电源缓升试 验	√	√		√				√
41.	静电放电试 验	√	√		√				√
42.	IC 卡座攻击 试验	√	√		√				√
43.	射频电磁场 (电流电路 中无电流) 试验	√	√		√				√
44.	射频电磁场 (电流电路 中有电流) 试验	√	√		√				√
45.	电棍放电试 验	√							
46.	快速瞬变脉 冲群试验	√	√		√	√			√
47.	射频场感应 的传导干扰 试验	√	√		√				√
48.	传导差模电 流干扰试验	√	√		√				√
49.	浪涌试验	√	√		√	√			√
50.	振铃波试验	√	√		√				√
51.	阻尼震荡波 试验	√	√		√				√
52.	外部恒定磁 场试验	√	√		√				√
53.	外部工频磁 场试验	√	√		√				√
54.	外部工频磁 场(无负载 条件)试验	√	√		√				√

序号	试验项目	研发 D 版本 样机自测	研发设计变 更自测	生产功能检 测	新品质量全 性能试验	设计变更型 式试验 (5 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC 抽 检	质量认证
	试验大类/执行部门	研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	研发
55.	外部工频磁 场干扰试验	√	√		√				√
56.	无线电干扰 抑制 (EMI) 试验	√	√		√				√
57.	对讲机试验	√	√						
58.	电流和电压 电路中的谐 波-第 5 次 谐波试验	√	√		√				√
59.	电流和电压 电路中的谐 波-方顶波 波形试验	√	√		√				√
60.	电流和电压 电路中的谐 波-尖顶波 波形试验	√	√		√				√
61.	电流电路中的 间谐波- 脉冲串触发 波形试验	√	√		√				√
62.	电流电路中的 奇次谐波 -90 度相位 触发波形试 验	√	√		√				√
63.	直流和偶次 谐波-半波 整流波形试 验	√	√		√	√			√
64.	负载不平衡 试验	√	√		√				√
65.	电压改变试 验	√	√		√				√
66.	环境温度改 变试验	√	√		√				√

序号	试验项目	研发 D 版本 样机自测	研发设计变 更自测	生产功能检 测	新品质量全 性能试验	设计变更型 式试验 (5 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC 抽 检	质量认证
	试验大类/执行部门	研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	研发
67.	一相或两相 电压中断试 验	√	√		√				√
68.	频率改变试 验	√	√		√				√
69.	逆向序试验	√	√		√				√
70.	辅助电源电 压改变试验	√	√		√				√
71.	辅助装置工 作试验	√	√		√				√
72.	短时过电流 试验	√	√		√				√
73.	负载电流快 速改变试验	√	√		√				√
74.	自热试验	√	√		√				√
75.	高次谐波试 验	√	√		√				√
76.	接地故障试 验	√	√		√				√
77.	零线虚接影 响试验	√	√		√				√
78.	电压随机中 断试验	√	√		√				
79.	高温试验	√	√		√				√
80.	低温试验	√	√		√				√
81.	极限工作环 境试验	√	√		√				√
82.	气候影响试 验 极端高温环 境下电源中 断影响试验	√	√		√				√
83.	极端低温环 境下电源中 断影响试验	√	√		√				√
84.	交变湿热试 验	√	√		√				√

序号	试验项目	研发 D 版本 样机自测	研发设计变 更自测	生产功能检 测	新品质量全 性能试验	设计变更型 式试验 (5 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC 抽 检	质量认证
	试验大类/执行部门	研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	研发
85.	阳光辐射防 护试验	√	√		√				√
86.	极限温度下 电表启动试 验	√	√		√				√
87.	器件温升试 验	√	√		√				√
88.	温度冲击试 验	√	√		√				√
89.	防尘试验	√	√		√				√
90.	防水试验	√	√		√				√
91.	耐久性试验	√	√		√				√
92.	凝露试验	√	√		√				√
93.	弹簧锤试验	√			√				√
94.	冲击试验	√			√				√
95.	振动试验	√			√				√
96.	电能表温度 限值及耐热 试验	√			√				√
97.	端子座压力 试验	√			√				√
98.	汽车颠簸试 验	√			√				√
99.	防火焰蔓延 试验	√			√				√
100.	功率消耗	√	√		√				√
101.	电流回路阻 抗试验	√	√		√				√
102.	GPRS 模块屏 蔽箱影响试 验	√	√		√				√
103.	通信模块接 口带载能力 试验	√	√		√				√
104.	通讯模块互 换能力试验	√	√		√				√

序号	试验项目	研发 D 版本 样机自测	研发设计变 更自测	生产功能检 测	新品质量全 性能试验	设计变更型 式试验 (5 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC 抽 检	质量认证
	试验大类/执行部门	研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	研发
105.	通讯功能试验	√	√		√				√
106.		√	√		√				√
107.	绝缘性能	√	√		√	√			√
108.		√	√		√				√
109.		√	√		√				√

5.2 准确度试验

5.2.1 初始固有误差试验

电能表在参比条件下达到热稳定后,开始初始固有误差试验,试验顺序应按从最小电流到最大电流,然后从最大电流到最小电流,每一个试验电流,误差结果应是两次测量的平均值;I_{max}时,包括稳定时间在内的最大测量时间应为10min。

5.2.2 起动试验

电能表在参比条件下达到热稳定。负载电流按照电能表等级升到规定的启动电流后,电能表应有脉冲输出或代表电能输出的指示灯闪烁,两个脉冲之间的预期时间(时间间隔 τ)按以下公式计算,允许第一个脉冲在启动电能表后1.5 τ 秒内出现,第二个脉冲允许在下一个1.5 τ 秒内出现,此后进行起动电流误差测试,百分数误差极限见下表:

电流 I	功率因数	百分数误差极限 %
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 1.0
	0.5L 到 1 到 0.8C	± 1.0
$I_{min} \leq I < I_{tr}$	1	± 1.5
	0.5L 到 1 到 0.8C	± 1.5
$I_{st} \leq I < I_{min}$	1	$\pm 1.5 * I_{min} / I$

注: $I_{st} \leq I < I_{min}$ 电流范围内的出厂误差限值按照本表规定,不受 60%限制。

如果电能表用于测量双向电能,则将电流线路反接,重复上述试验。

$$\tau = \frac{3.6 \times 10^6}{m \times k \times U_{nom} \times I_{st}} s \dots\dots\dots (5)$$

式中:

k ——输出装置每千瓦时输出的脉冲数 (imp/kWh) ;

m ——单元数量;

U_{nom} ——标称电压, 单位为 V;

I_{st} ——起动电流, 单位为 A;

5.2.3 潜动试验

5.2.3.1 常规试验

电能表电压回路通以 $1.1U_{\text{nom}}$, 电流回路无电流时, 在规定时间内电能表不应产生多于一个的脉冲输出。试验时间按以下公式确定

最短试验时间为:

$$\Delta t = \frac{100 \times 10^3}{1.1 \times b \times k \times m \times U_{\text{nom}} \times I_{\text{min}}} \text{h}$$

式中:

b —— I_{min} 时, 以百分数表示的基本最大允许误差极限, 取正值;

k ——输出装置每千瓦时输出的脉冲数 (imp/kWh) ;

m ——单元数量;

U_{nom} ——标称电压, 单位为V;

I_{min} ——最小电流, 单位为 A。

5.2.3.2 长时间潜动试验

试验前记录电能表底度值, 电能表电压线路施加 $115\%U_n$, 电流线路无电流, 48小时后抄读电能表底度值, 试验前后电能量应无变化。

5.2.4 电能表常数试验

电能表施加不低于 I_{tr} 的任意电流, 记录一段时间间隔内寄存器记录的电能值以及测试输出的输出脉冲数, 误差 e_k 由式 4 确定, 其值不应超过基本最大允许误差的 10%。

$$e_k = \frac{N/k - E}{E} \times 100\% \quad (7)$$

其中:

N 为测试输出的输出脉冲数;

k 为铭牌上标识的电能表常数, 单位为 imp/kWh;

E 为寄存器记录的电能值, 单位为 kWh;

要求记录的最小电能值为: $E_{\text{min}} = \frac{1000 \cdot R}{b} \text{kWh}$ 。

其中:

R 为寄存器的可见分辨力, 单位 kWh;

b 为电能表在 I_{\max} 、功率因数为 1 时的基本最大允许误差, 取正值, 单位为 %;

注: 可使用任何方式提高寄存器的可见分辨力 R , 只要注意保证其结果反映了寄存器的真实分辨力。

5.2.5 电能表示值误差试验

5.2.5.1 电子指示显示器电能示值组合误差

电能表应按照如下条件试验:

- 在标称电压、标称频率、 $10 I_{tr}$ 、功率因数为 1 的条件下;
- 仪表各费率时段任意交替编制, 日切换不少于 7 次;
- 读取总电能计数器和各费率计数器电能(初始)示值;
- 连续运行 24h 后;
- 读取总电能计数器和各费率时段相应计数器的电能示值;
- 计算出总电能计数器及各费率时段计数器所计的电能增量。
- 电能示值组合误差应满足 3.5.5.1 的要求

5.2.5.2 需量示值误差

试验开始前将仪表需量清零, 并将仪表的需量周期设置为 15min。

在电压线路通以标称电压、电流线路通以电流 I_{tr} 、 $10 I_{tr}$ 和 I_{\max} , 功率因数为 1 条件下, 仪表连续运行 15min 以上, 读取仪表的最大需量, 按下式计算需量示值误差。需量示值误差应满足 4.6.5.2 的要求。

$$\gamma_p = \frac{P - P_0}{P_0} \times 100\% \quad (8)$$

式中:

P ——被测仪表的需量示值 (kW);

P_0 ——标准表的功率示值 (kW)。

需量示值误差测量时推荐的测试负载点为: 在标称电压、标称频率、参比温度、功率因数为 1.0, 直入式电能表电流分别为 I_{tr} 、 $10 I_{tr}$ 和 I_{\max} , 经互感器接入式电能表试验电流为 $2 I_{tr}$ 、 $20 I_{tr}$ 和 I_{\max} 。

注: 互感式表试验电流为 $2 I_{tr}$ 、 $10 I_{tr}$ 和 I_{\max} 。

5.2.6 计时准确度试验

5.2.6.1 由电源供电的时钟试验

在参比条件下, 时钟精度测量仪预热达热稳定状态, 电能表达到热稳定后, 使用时钟测试仪在电能表时基频率测试点连续进行 3 次测量, 每次测量时间为 1min, 之后计算平均值, 时钟准确度不应超过本文件 4.5.6 要求。

5.2.6.2 采用备用电源工作的时钟试验

电能表再参比条件下达到热稳定后, 按以下步骤进行:

- 1) 被试电能表与标准时钟一起供电, 并同步;

★成为低压用电领域的引领者★

- 2) 电能表通电 30 min 后, 读取被试电能表的时钟; 然后, 被试电能表的供电电源关闭 96h;
- 3) 当电源恢复时, 电能表时钟偏差应优于 $\pm 2\text{s}$ 。

5.2.6.3 环境温度对日计时误差的影响

在参比温度下测量电能表时钟日计时误差, 然后将电能表置于高低温试验箱中, 将试验箱温度升至 80°C , 电能表在此温度下保持2h后测量电能表时钟日计时误差, 按下式进行计算电能表时钟日计时误差的温度系数, 采用同样的试验方法计算在 -40°C 时电能表时钟日计时误差的温度系数, 时钟准确度随温度的改变量不应超过 $0.05\text{s}/(\text{d}\cdot^{\circ}\text{C})$, 在该温度范围内时钟准确度不应超过 $0.5\text{s}/\text{d}$ 。

$$q = \left| \frac{e_1 - e_0}{t_1 - t_0} \right|$$

式中:

q —— 电能表时钟日计时误差的温度系数 $\text{s}/(\text{d}\cdot^{\circ}\text{C})$;

e_1 —— 试验温度下的电能表时钟日计时误差, s/d ;

e_0 —— 参比温度下的电能表时钟日计时误差, s/d ;

t_1 —— 试验温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_0 —— 参比温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.7 误差一致性试验

电能表在参比条件下达到热稳定。对同一批次 n 个被试样品(典型为3~6只电能表), 在标称电压、 10Itr 和 Itr 、功率因数1.0和0.5L处, 被试样品的测量结果与同一测试点 n 个样品的平均值的最大差值应满足本文4.5.7要求。被试样品应使用同一台多表位校验装置同时测试。

5.2.8 变差要求试验

电能表在参比条件下达到热稳定。对同一被试样品, 在参比电压、负载电流 10Itr 、功率因数1.0和0.5L处, 对样品做第一次测试; 在试验条件不变的条件下间隔5min后, 对样品做第二次测试, 同一测试点处的两次测试结果的差的绝对值需满足本文4.5.8要求。

5.2.9 负载电流升降变差试验

电能表在参比条件下达到热稳定。在功率因数为1.0, 负载电流 Imin 、 10Itr 、 Imax 的测试点按照负载电流从小到大的顺序进行首次误差测试, 记录各负载点的误差; 负载电流在 Imax 点保持2min后, 再按照负载电流从大到小的顺序进行第二次误差测试, 记录各负载点误差; 同一只被试样品在相同负载点处的误差变化的绝对值应满足本文4.5.9要求。

5.2.10 重复性试验

电能表各测量结果按照下式计算标准偏差估计值 S （%），该值应满足本文4.5.10要求。

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

(3)

式中：

n ——对每个负载点进行重复测量的次数， $n \geq 5$ ；

γ_i ——第 i 次测量得出的相对误差（%）；

$\bar{\gamma}$ ——各次测量得出的相对误差平均值（%），即：

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}{n} \dots\dots\dots$$

(4)

5.3 外部影响量试验

5.3.1 通用要求

试验前，所有用于接地的部分应接地、辅助装置（如：通信模块）应安装、在参比条件下测定电能表的固有误差。

试验要求应符合本规范中4.5.11中的要求。

5.3.2 试验验收准则

表5.2中的验收准则适用于5.3中所述的试验。

表 5.2 验收准则

验收准则	描述	
验收准则A	基本功能的暂时降低或失去是不允许的；显示器显示的电能寄存器内容应保持明确可读，但显示质量的退化（如颜色、亮度、对比度、清晰度、几何形状等）是可接受的。试验期间的任意时间，由影响量引起的误差偏移不应超过本文件4.5.11中对各准确度等级电能表规定的误差极限。	影响量或干扰移除且恢复到参比试验条件时，电能表不应损坏，并按有关标准的要求正确工作，其自身计量性能不允许降低。所有电能表功能应恢复。
验收准则B	功能或性能的暂时降低或失去是允许的，包括通信的暂时降低或失去、显示器功能的暂时降低或失去以及嵌入式软件（固件）的自复位，但电源控制开关和负荷控制开关不应意外动作，显示器显示的电能寄存器内容应保持明确可读。 试验期间的任意时间及试验结束后立即测试的情况下，电能表电能寄存器的值的改变不应产生大于临界改变值。 临界改变值 $x = m \times U_{nom} \times I_{nom} \times 10^{-6}$ ， x 为临界改变值，单位为kWh； m 为测量单元数； U_{nom} 为标称电压，单位为V； I_{max} 为最大电流，单位为A。	

5.3.3 电磁兼容试验

5.3.3.1 电磁兼容试验的驻留时间

驻留时间是在规定频率下干扰量或影响量施加的持续时间。被试设备（EUT）在经受扫频频带的电磁影响量或电磁干扰的情况下，在每个步进频率试验的驻留时间不应小于3 s。为了对电能表的准确度进行稳定验证，驻留时间必要时可扩展。

在每个步进频率，都应确定电能表是否易受影响。

电能表电流回路有电流的试验，应通过测量电能表的准确度来完成。

注：测量准确度的试验方法包括，使用电脉冲输出，或通过数据通信口读取电能表的电能寄存器。

电能表电流回路无电流的试验，应通过检查电能寄存器是否变化来完成。如发现了明显易受影响的步进频率，应通过对每个步进频率施加持续1min的试验信号，并测定电能寄存器的增量，1小时的推算增量不应超过临界变化值。

5.3.3.2 电压暂降和短时中断试验

5.3.3.2.1 交流电压暂降和短时中断试验

本试验适用于通过电压电路，或辅助电源电路，或两者同时由交流电源供电的电能表。

试验应按IEC 61000-4-11: 2017，在满足下列的条件下进行：

- 电压电路施加标称电压；
- 电流电路无电流，且电流端子应开路。
- 电能表应对为电能表供电的所有端口按序施加电压中断条件，包括辅助电源端口和电网电源端口，当对电网电源端口施加中断时，三相应同时施加；
- 具有中线的三相系统，交流电压暂降试验应施加再每一独立的相对中线电压，每次一相，其他相与电源电压连接；
- 没有中线的三相系统，交流电压暂降试验应施加再每一独立的相对相电压，每次一相，其他相与电源电压连接；
- 试验等级和试验时间，见表 5.3。

验收准则：B。

表 5.3 交流电压暂降和短时中断试验

试验	ΔU (电压降低)	持续时间 (s)	试验次数	试验之间的间隔 (s)
电压中断试验	100%	5	10	10
电压暂降试验	60%	0.02	10	10
电压暂降试验	60%	0.5	10	10
电压暂降试验	30%	0.01	10	10

5.3.3.2.2 直流电压暂降和短时中断试验

本试验适用于通过辅助电源电路由直流电源供电的电能表。

试验应按GB/T 17626.29—2006，在满足下列的条件下进行：

- 电压电路和辅助电源电路施加标称电压；

- b) 电流电路无电流，且电流端子应开路。
- c) 辅助电源端口的电压中断。
- d) 试验等级和试验时间，见表 5.4。

验收准则：B，分别适用于每项试验。

表 5.4 直流电压暂降和短时中断试验

试验	ΔU (电压降低)	持续时间 (s)	试验次数	试验之间的间隔 (s)
电压中断试验 1	100%	1	3	10
电压中断试验 2	100%	0.01	3	10
电压中断试验 3	100%	0.001	3	10
电压暂降试验 1	60%	0.3	3	10
电压暂降试验 2	60%	0.03	3	10
电压暂降试验 3	30%	0.3	3	10
电压暂降试验 4	30%	0.03	3	10

5.3.3.3 电压逐渐变化影响试验

电能表的电流线路无电流，电压在60s内从1.1Un均匀地下降至0V，再以相同的时间从0V均匀地上升到1.1Un，反复进行10次。试验后，产品应不出现损坏或信息改变，并按本部分要求正确地工作。

5.3.3.4 电压缓升缓降试验

在试验室条件下，电能表电流回路通参比电流（直接接入式10Itr，互感器接入式20Itr），电压回路从额定电压Un逐渐降低，寻找计量芯片工作电压临界值，使计量芯片内校表参数发生变化。电能表电压再上升到额定电压Un，检查电能表误差是否超差，如超差初步判断该样表存在故障隐患。

5.3.3.5 电源缓升试验

从0V缓慢匀速上升至额定电压，上升时间为30min（直接接入式电能表需要在负载端增加实负载），当产品达到额定工作电压后应正常工作，无数据丢失、数据显示错乱、死机等现象。

5.3.3.6 电源谐波实验

通过谐波发生器（电动车充电器）对产品施加干扰，测试元器件温升并观察是否存在异常现象，试验过程中及试验后功能性能正常。

5.3.3.7 静电放电试验

试验应按GB/T 17626.2—2018，在下列的条件下进行：

- a) 电压电路施加标称电压；
- b) 电流电路无电流，且电流端子应开路。
- c) 试验应施加在电能表的每个表面；

- d) 间接放电: **9kV** 的试验电压应以接触方式施加于水平耦合板和垂直耦合板; 水平和垂直耦合板试验, 电能表的所有面都应经受放电;
- e) 直接放电: **9kV** 接触放电试验电压应施加在正常操作易触及的金属部分; 如果电能表的外表面没有易触及的金属部分, 应施加 **16.5 kV** 试验电压的空气放电替代接触放电;
- f) 放电次数: 以最敏感极性放电 10 次; 如果敏感极性未知, 则正负极性各 10 次; 相邻放电之间至少间隔 1 s。

验收准则: B。

5.3.3.8 IC 卡座攻击试验

1、卡座应具有承受触点间短路的能力, 不论短路时间长短, 短路触点数量多少, 均不应损坏卡座或引起功能上的改变。已插入CPU卡的卡座出现突然通断电现象时, 接触触点上不应出现引起卡误操作的信号。

2、将IC卡座插入铁片, 进行静电试验试验电压9kV或更高。

3、已插入IC卡的卡座出现突然通断电现象时, 接触触点上不应出现引起卡误操作的信号。

5.3.3.9 射频电磁场(电流电路中无电流)试验

试验应按GB/T 17626.3—2016或GB/T 17626.20—2014, 在下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电压;
- b) 电流电路无电流, 且电流端子应开路;
- c) 暴露于电磁场中的电缆长度: **1 m**; 电缆长度的要求适用于电压电缆、输入/输出电缆和通信电缆。如有分离指示显示器, 分离指示显示器和电能表之间的电缆长度应按制造商的规定, 但不应小于 1 m。
- d) 试验应施加在电能表的每个表面:
 - 频带: 80 MHz~6 GHz; 以 1 kHz 正弦波对信号进行 80%调幅载波调制;
 - 未调制的试验场强: 30 V/m;
 - 频率增加的步长: 1%;
- e) 驻留时间应符合 5.3.3.1 的规定。

验收准则: B。

5.3.3.10 射频电磁场(电流电路中有电流)试验

试验应按GB/T 17626.3—2016或GB/T 17626.20——2014, 在下列的条件下进行:

- a) 电压电路和施加标称电压;
- b) 电流电路应施加 $10I_{tr}$;
- c) 被测试验信号的功率因数为 1.0;
- d) 在规定的参比条件内, 被测试验信号应保持恒定;
- e) 暴露于电磁场中的电缆长度: **1 m**; 电缆长度的要求适用于电流电缆、电压电缆、输入/输出电缆和通信电缆。如有分离指示显示器, 分离指示显示器和电能表之间的电缆长度应按制造商的规定, 但不应小于 1 m。
- f) 试验应施加在电能表的每个表面:
 - 频带: 80 MHz~6 GHz: 以 1 kHz 正弦波对信号进行 80%调幅载波调制;

★成为低压用电领域的引领者★

- 未调制的试验场强：10 V/m。
 - 频率增加的步长：1%；
 - g) 载波频率的每个增量间隔的误差都应被监测，并应符合表 4.20 中各准确度等级电能表规定的误差偏移极限；
 - h) 驻留时间应符合 5.3.3.1 的规定。
- 验收准则：A。

5.3.3.11 电棍放电影响试验

按内控要求执行。

5.3.3.12 快速瞬变脉冲群试验

试验应按GB/T 17626.4—2018，在下列的条件下进行：

- a) 电压电路施加标称电压；
- b) 电流电路施加 10I_{tr}；
- c) 被测试验信号的功率因数为 1.0；
- d) 在规定的参比条件内，被测试验信号应保持恒定；
- e) 耦合器与被试电能表之间的电缆长度：1 m；
- f) 试验电压应以共模方式每次作用于一个端口：
 - 电网电源端口和电流互感器端口：±4.2kV；
 - HLV 辅助电源端口：±2 kV；
 - HLV 信号端口：±2 kV（所有端子作为一个信号组一起试验）；
 - ELV 辅助电源端口和 ELV 信号端口：±1 kV（所有端子作为一个信号组一起试验）；
- g) 试验持续时间：每一极性 60 s；
- h) 重复速率：100kHz。

验收准则：A；试验期间，指示显示器性能的暂时降低或失去是允许的；RS485通讯在±2 kV脉冲群下可正常工作。

5.3.3.13 射频场感应的传导干扰试验

试验应按GB/T 17626.6—2017，在下列的条件下进行：

- a) 电压电路施加标称电压；
- b) 电流电路施加 10I_{tr}；
- c) 被测试验信号的功率因数为 1.0；
- d) 在规定的参比条件内，被测试验信号应保持恒定；
- e) 试验应施加在电网电源端口、电流互感器端口、辅助电源端口、HLV 信号端口和 ELV 信号端口的所有端子（作为信号组一起试验）：
 - 频率范围：150 kHz～80 MHz；
 - 电压水平：15 V。
 - 频率增加的步长：1%；
- f) 每个载波频率的增量间隔的误差都应被监测，
- g) 驻留时间应符合 5.3.3.1 的规定。

★成为低压用电领域的引领者★

验收准则：A。

5.3.3.14 传导差模电流干扰试验

试验应按IEC 61000-4-19，在下列的条件下进行：

- a) 电压电路施加标称电压；
- b) 电流电路施加 $10I_{tr}$ ；
- c) 被测试验信号的功率因数为 1.0；
- d) 在规定的参比条件内，被测试验信号应保持恒定；
- e) 应采用具有间歇的 CW(连续波)脉冲和矩形调制脉冲的试验波形曲线（IEC 61000-4-19: 2014, 5.2.2 和 5.2.3）。
- f) 直接接入式电能表，差分试验电流 I_{diff} 应施加到电网电源端口：
 - 2 kHz~30 kHz: $I_{diff}=3\text{ A}$ ；
 - 30 kHz~150 kHz: $I_{diff}=1.5\text{ A}$ ；
- g) 经互感器接入电能表，差分试验电流 I_{diff} 应施加到电流电源端口：
 - 2 kHz~30 kHz: $I_{diff}=0.03I_{max}$ ；
 - 30 kHz~150 kHz: $I_{diff}=0.015I_{max}$ ；试验期间， I_{diff} 允差应为所选等级的±5%。
- h) 频率增加的步长：1%；
- i) 驻留时间应符合 5.3.3.1 的规定。

验收准则：A。

5.3.3.15 浪涌试验

试验应按IEC 61000-4-5，在4.3.1中规定的条件以及下列的条件下进行：

- a) 电压电路施加标称电压；
- b) 电流电路无电流，且电流端子应开路；
- c) 浪涌发生器与电能表之间的电缆长度：1 m；
- d) 浪涌试验信号应施加在：
 - 1) 电网电源端口和电流互感器端口：
 - 差模方式（每一线对线，每一线对中线）：**6kV**；
 - 发生器源阻抗：2 Ω；
 - 应在每一电流输入端子悬空（不连接，开路）的情况下，对电流互感器端口进行试验；
 - 2) HLV 辅助电源端口及 HLV 信号端口：
 - 差模方式：2.2 kV；
 - 发生器源阻抗：2 Ω；
 - 3) ELV 辅助电源端口和 ELV 信号端口：
 - 仅以共模方式，作为一个信号组试验：1.1kV；
 - 发生器源阻抗：42 Ω；
- e) 浪涌试验信号应在交流电压基波波形的 0°、90°、180°和 270°相位角施加；
- f) 试验持续时间：5 次正极性和 5 次负极性，应以每分钟 1 次的速率施加浪涌试验信号。

验收准则：B。

5.3.3.16 振铃波试验

试验应按GB/T 17626.12, 在下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电压;
 - b) 电流电路无电流, 且电流端子应开路;
 - c) 振铃波发生器与电能表之间的电缆长度: 1 m;
 - d) 振铃波试验波形应施加在:
 - 电网电源端口、电流互感器端口:
 - 共模方式(每一线和中线对地): 4.2 kV;
 - 差模方式(每一线对线、每一线对中线): 2.1 kV;
 - 发生器源阻抗: 12 Ω ;
 - 应在每一电流输入端子悬空(不连接, 开路)的情况下, 对电流互感器端口进行试验;
 - HLV 辅助电源端口和 HLV 信号端口:
 - 共模方式(每一线和中线对地): 4.2 kV;
 - 差模方式(每一线对线、每一线对中线): 2.1 kV;
 - 发生器源阻抗: 12 Ω ;
 - ELV 辅助电源端口和 ELV 信号端口:
 - 共模方式: 1.1 kV;
 - 发生器源阻抗: 30 Ω ;
 - 通信端口和信号端口应作为一个信号组进行试验, 仅以共模方式;
 - e) 振铃波试验信号应在交流电压基波波形的 0°、90°、180°和 270°相位角施加;
 - f) 试验持续时间: 5 次正极性和 5 次负极性, 应以每分钟一次的速率施加试验信号。
- 验收准则: B。

5.3.3.17 阻尼振荡波试验

本试验仅适用于经电压互感器接入电能表。

试验应按GB/T 17626.18, 在9.1中规定的条件以及下列的条件下进行:

- a) 电压电路和辅助电源电路(若有)施加标称电压;
 - b) 电流电路施加 20Itr;
 - c) 被测试验信号的功率因数 1.0;
 - d) 在参比条件内, 被测试验信号应保持恒定;
 - e) 试验电压应施加在电网电源端口、HLV 辅助电源端口和 HLV 信号端口, 以两种方式:
 - 共模方式: 2.5 kV;
 - 差模方式: 1.0 kV ;
 - f) 试验频率:
 - 100 kHz, 重复速率: 40 Hz;
 - 1 MHz, 重复速率: 400 Hz;
 - g) 试验持续时间: 60。每种试验频率以 2 s 开通、2 s 关断, 进行 15 个周期。
- 验收准则: A。

5.3.3.18 外部恒定磁场试验

本试验用于验证在正常工作环境下电能表对可能出现的外部恒定磁场的抗扰能力; 任何高于下述试验条件的要求, 宜由制造商和用户之间商定。

★成为低压用电领域的引领者★

试验应在下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电压;
- b) 电流电路施加 $10I_{tr}$;
- c) 被测试验信号的功率因数 1.0;
- d) 在规定的参比条件内, 被测试验信号应保持恒定;
- e) 将 $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}\times 50\text{ mm}$ 表面中心磁感应强度为 $300\text{ mT}\pm 30\text{ mT}$ 的磁铁分别置在电能表正、反、左、右面进行测试, 相应测试面参考附录 C。
- f) 每个表面的试验时间不应小于 20 min。
将磁场分别在电能表正面、侧面靠近继电器的位置移动, 继电器应不改变状态。
- g) 将磁场分别放置在电能表正面、侧面、底面靠近计量采样单元的位置, 在 $10I_{tr}$ 、功率因数为 1 的计量误差改变量不超过表 11 限值。
- h) 验收准则: A。

注: 产生外部恒定磁场的工具可是永磁铁, 也可能是电磁铁 (具备永磁铁衰减特性), 表面磁感应强度为 $300\text{ mT}\pm 30\text{ mT}$ 。

5.3.3.19 外部工频磁场试验

试验按 IEC 61000-4-8, 在 5.4.1 中规定的条件以及下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电压;
 - b) 电流电路施加 $10I_{tr}$;
 - c) 被测试验信号的功率因数 1.0;
 - d) 在规定的参比条件内, 被测试验信号应保持恒定;
 - e) 试验应施加在电能表的三个垂直平面上, 由与施加在电能表上的电压相同频率的电流产生外部磁感应, 被试电能表置于感应线圈的中心; 改变外部磁感应对电能表的方向和相位, 以电能表误差的最大偏移量确定为电能表处于外部工频磁场最不利的方向和相位影响的条件;
 - f) 感应线圈按 IEC 61000-4-8, Ed 2.0(2009-09), 6.3.3-a;
 - g) 浸入试验方式; 磁感应强度为 $0.5\text{ mT}(400\text{ A/m})$;
 - h) 试验持续时间应为 1 min。
- 验收准则: A。

5.3.3.20 外部工频磁场 (无负载条件) 试验

试验按 IEC 61000-4-8, 在下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加 1.15 倍的标称电压;
- b) 电流电路无电流, 且电流端子应开路;
- c) 试验应施加在电能表的三个垂直平面上, 由与施加在电能表上的电压相同频率的电流产生外部磁感应, 被试电能表置于感应线圈的中心; 改变外部磁感应对电能表的方向和相位, 以电能表误差的最大偏移量确定为电能表处于外部工频磁场最不利的方向和相位影响的条件;
- d) 感应线圈按 IEC 61000-4-8, Ed 2.0(2009-09), 6.3.3-a;
- e) 浸入试验方式; 磁感应强度为 $0.5\text{ mT}(400\text{ A/m})$;
- f) 试验时间: 20τ , τ 的计算见公式 (5)。

验收准则: 电能表的测试输出不应产生多于一个的脉冲; 对机电式电能表, 电能表的转子不应产生完整的一圈转动。

5.3.3.21 外部工频磁场干扰试验

试验按IEC 61000-4-8, 在下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电压;
- b) 电流电路无电流, 且电流端子应开路;
- c) 试验应施加在电能表的每个表面:由与施加在电能表上的电压相同频率的电流产生外部磁感应, 被试电能表置于感应线圈的中心; 改变外部磁感应对电能表的方向和相位, 以电能表误差的最大偏移量确定为电能表处于外部工频磁场最不利的方向和相位影响的条件;
- d) 感应线圈按 IEC 61000-4-8, Ed 2.0(2009-09), 6.3.3-a;
- e) 浸入试验方式: 短时磁场 (3 s) 施加在电能表三个垂直平面上;
- f) 短时 (3 s) 磁感应强度: 1000 A/m;

验收准则: B。

5.3.3.22 无线电干扰抑制试验

试验按IEC CISPR 32:2015, 在下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电压;
 - b) 电流电路应施加 $I_{tr} \sim 2I_{tr}$ 的电流 (以线性负载引出);
 - c) 与每一电压电路、辅助电源电路及电流电路端子的连接, 应使用长度为 1 m 的无屏蔽电缆;
- 验收准则: 试验结果应符合 IEC CISPR 32:2015 中对 B 级设备给出的限值; IEC CISPR 32:2015 对 A 级设备给出的限值仅对用于安装在工业环境中的电能表型式是可接受的。

辐射骚扰: 产品设计保留 6dB 预留 (辐射), 新品认证产品保留 3dB 裕量, 送检产品按照 6dB 裕量来控制。

注: 工业场所 (环境) 的实例, 包括但不限于: 制造厂、采矿或钻井作业、变电站、发电站。

5.3.3.23 对讲机试验

对讲机随机设置多个频段进行干扰测试, 具体参照内控试验方法执行。

5.3.4 抗其它影响量试验

5.3.4.1 电流和电压电路中的谐波影响试验

5.3.4.1.1 通用要求

试验用于验证在测量各种非正弦电流和电压信号时的电能表准确度。

试验应施加在电网电源端口和电流互感器端口, 除非另有规定。

5.3.4.1.2 电流和电压电路中谐波——第 5 次谐波试验

试验应按如下条件进行:

- a) 基波频率电流: $I_1 = 0.5I_{\max}$;
- b) 基波频率电压: $U_1 = U_{\text{nom}}$;

- c) 基波频率功率因数为 1;
- d) 第 5 次谐波电压含量: $U_5=0.1U_{\text{nom}}$;
- e) 第 5 次谐波电流含量: $I_5=0.4I_1$;
- f) 谐波功率因数 $\cos\varphi_5$ 为 1;
- g) 基波电压和谐波电压在正向过零点时同相。

验收准则: A。

注 1: 由第 5 次谐波产生的谐波有功功率为 $P_5=0.1U_1 \times 0.4I_1=0.04P_1$, 或总有功功率(基波+谐波)= $1.04P_1$ 。

5.3.4.1.3 电流和电压电路中谐波——方顶波波形试验

试验应按如下条件进行:

- a) 试验应按表 H1 规定的方顶波波形进行:
 - 单次谐波的电压幅度不应大于 $0.12U_1/h$, 单次谐波的电流幅度不应大于 I_1/h , 其中 h 是谐波次数, U_1 和 I_1 分别是基波电压和基波电流。表 H1 中的电流幅度波形图由图 H.9 表示。电流有效值不得超过 I_{max} , 即表 H1 的基波电流分量 I_1 不得超过 $0.93I_{\text{max}}$ 。各次谐波幅度的计算分别与电压或电流基波频率分量的幅度有关, 各次谐波相位角的计算分别与基波频率电压或电流过零点有关。
- b) 试验至少应在 $10I_{\text{tr}}$ 、功率因数为 1.0 的条件下进行, 其中功率因数为基波分量功率因数。

注: 图形中的给出值仅适用于 50 Hz。对其它频率, 参数必须相应调整。

验收准则: A。谐波同时施加在电压和电流电路时, 误差偏移极限不应超过 4.5.11 的规定。

表 H.1 方顶波波形

谐波次数	电流幅度	电流相角	电压幅度	电压相角
1	100%	0°	100%	0°
3	30%	0°	3.8%	180°
5	18%	0°	2.4%	180°
7	14%	0°	1.7%	180°
11	9%	0°	1.0%	180°
13	5%	0°	0.8%	180°

5.3.4.1.4 电流和电压电路中谐波——尖顶波波形试验

试验应按如下条件进行:

- a) 试验应按表 H2 规定的尖顶波波形进行:
 - 单次谐波的电压幅度不应大于 $0.12U_1/h$, 单谐波的电流幅度不应大于 I_1/h , 其中 h 是谐波次数, U_1 和 I_1 分别是基波电压和基波电流。表 H2 中的电流幅度波形图由图 H.10 表示。电流峰值不得超过 $1.4I_{\text{max}}$, 即, 表 H2 的基波电流分量 I_1 (有效值) 不得超过 $0.568I_{\text{max}}$ 。各次谐波幅度的计算分别与电压或电流基波频率分量的幅度有关, 各次谐波相位角的计算分别与基波频率电压或电流过零点有关。
- b) 试验至少应在 $10I_{\text{tr}}$ 、功率因数为 1 的条件下进行, 其中功率因数为基波分量功率因数。

注: 图形中的给出值仅适用于 50 Hz。对其它频率, 参数必须相应调整。

验收准则: A。谐波同时加在电压和电流电路时, 误差偏移极限不应超过 4.5.11 的规定。

表 H. 2 尖顶波波形

谐波次数	电流幅度	电流相角	电压幅度	电压相角
1	100%	0°	100%	0°
3	30%	180°	3.8%	0°
5	18%	0°	2.4%	180°
7	14%	180°	1.7%	0°
11	9%	180°	1.0%	0°
13	5%	0°	0.8%	180°

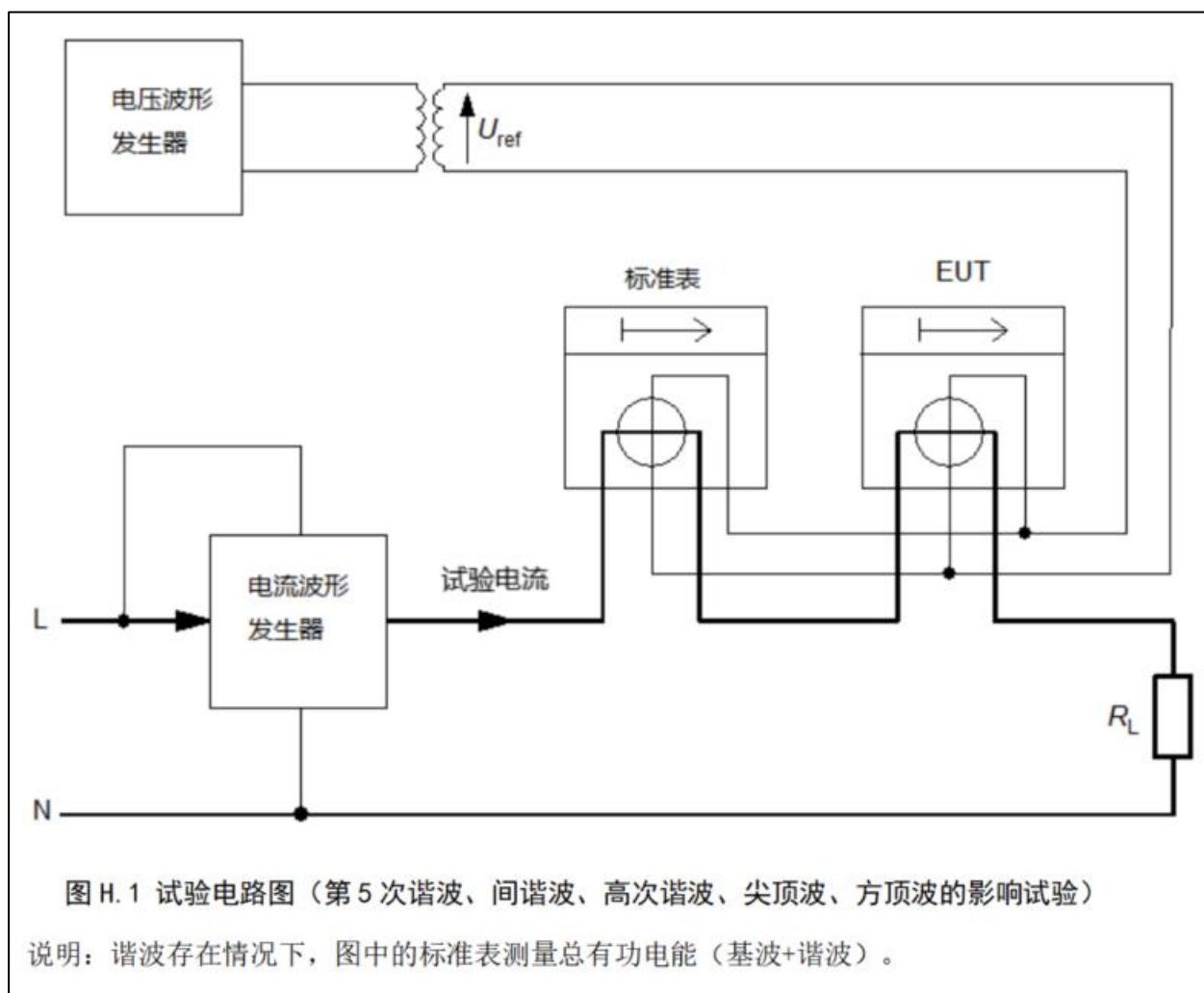
5. 3. 4. 1. 5 电流电路中的间谐波——脉冲串触发波形试验

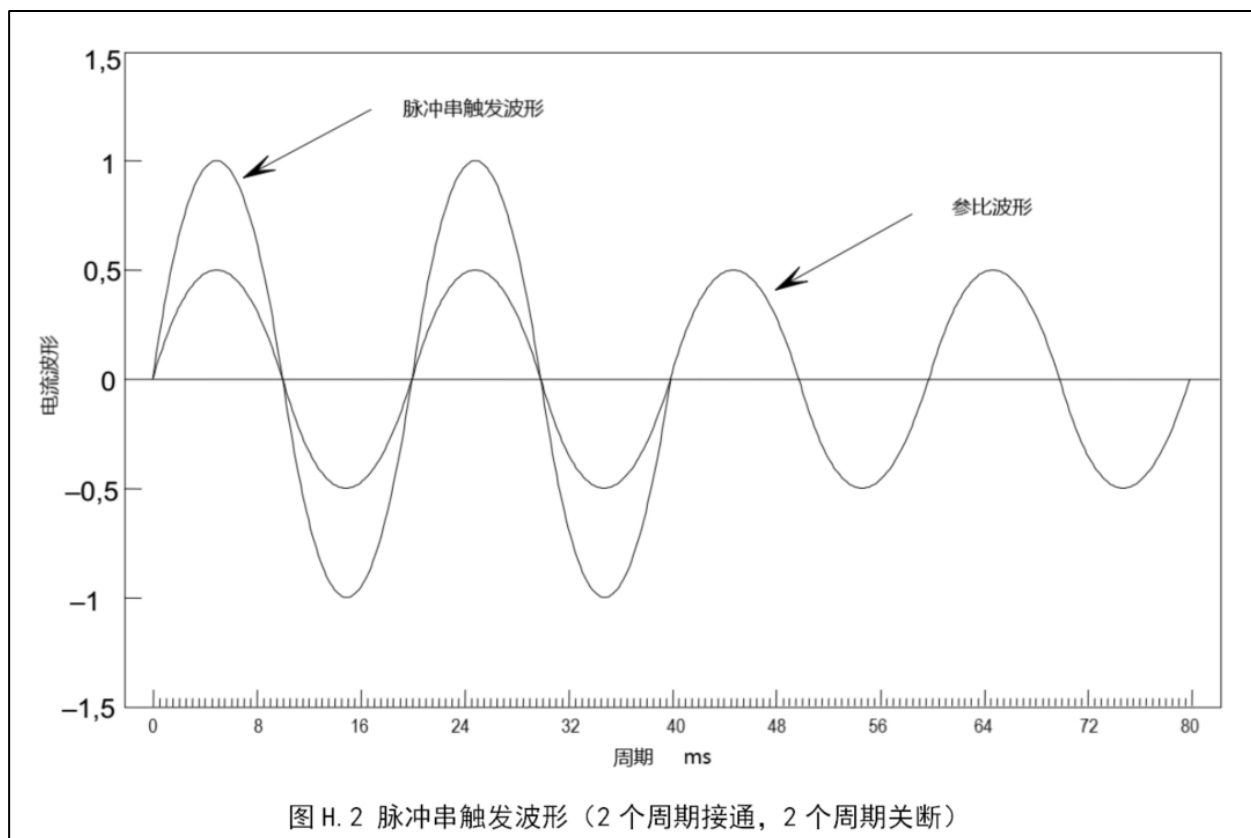
试验应按如下条件进行：

- 间谐波的影响试验应以图 H.1 所示的电路进行或采用能产生要求波形的其它试验设备进行；
- 如图 H.2 所示，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，应测量相对于正弦条件时的误差偏移（当电流有效值为 1.41 倍时，被测功率宜与原正弦信号时的功率相同），试验时不应引入直流电流；
- 试验至少应在 $10I_{tr}$ 、功率因数为 1 的条件下进行；
- 试验期间，电流的峰值不应超出 $1.4I_{max}$ ；
- 试验期间，电压的畸变因数应小于 2%。

注：图形中的给出值仅适用于 50 Hz。对其它频率，参数必须相应调整。

验收准则：A。





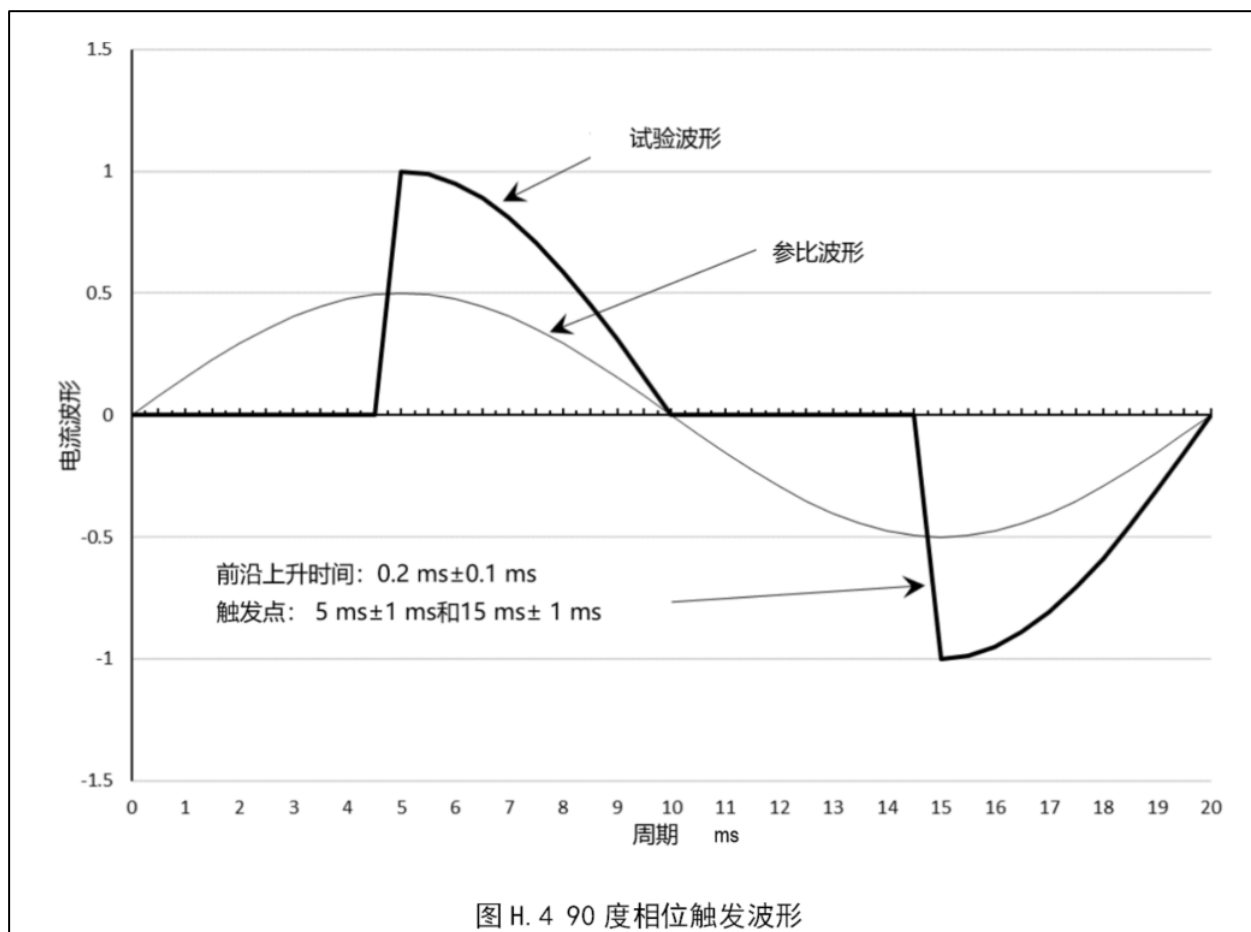
5.3.4.1.6 电流电路中的奇次谐波——90 度相位触发波形试验

试验应按如下条件进行：

- 奇次谐波的影响试验应以图 H.1 所示的电路进行或采用能产生要求波形的其它试验设备进行；
- 施加图 H.4 所示，施加具有 2 倍峰值电流、并在正弦波形周期的第一个和第三个 1/4 波形为零的电流波形时，应测量相对于 $10I_{tr}$ 、功率因数为 1 正弦条件时的误差偏移（被测功率宜与原正弦信号时的功率相同）；
- 试验期间，电流的峰值不应超出 $1.4I_{max}$ ；
- 试验期间，电压的畸变因数应小于 2%；
- 试验至少应在 $10I_{tr}$ 、功率因数为 1 的条件下进行。

注：图形中给出值仅适用于 50 Hz。对其它频率，参数必须相应调整。

验收准则：A。



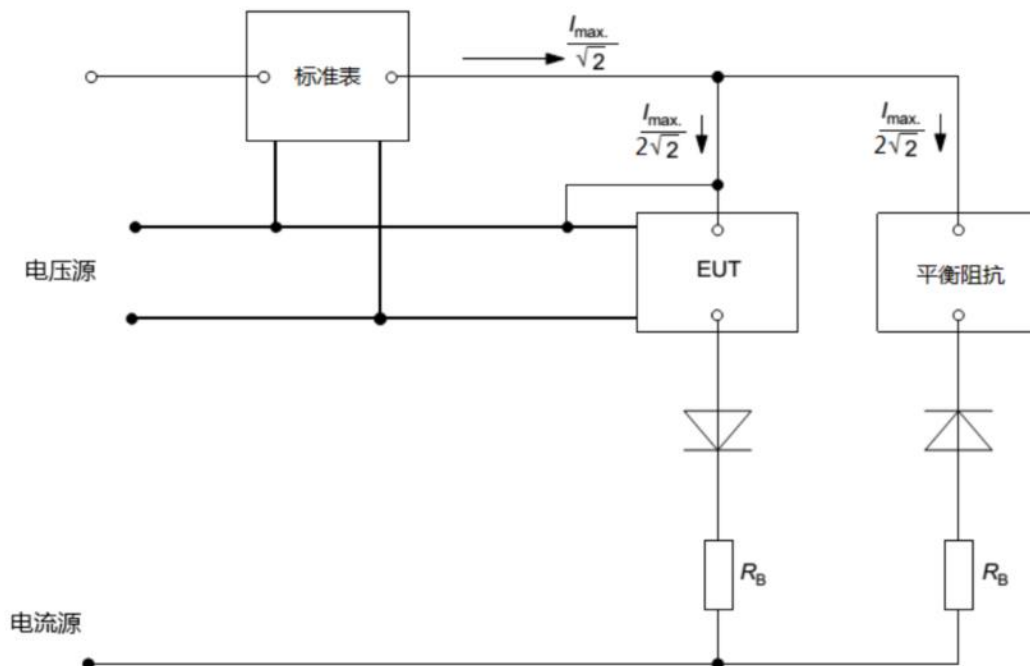
5.3.4.1.7 直流和偶次谐波——半波整流波形试验

本试验仅适用于直接接入式电能表。试验应按如下条件进行：

- 直流和偶次谐波的影响试验应以图 H.6 所示的电路进行或采用能产生要求波形的其它试验设备进行；电流波形如图 H.7 所示；
- 在流过标准表的电流幅度为电能表试验电流的 2 倍(即, $I = I_{\max}/\sqrt{2}\sqrt{2}$)且半波整流情况下, 应测量电能表在试验电流情况下相对于正弦条件下的误差偏移；
- 试验期间, 电压的畸变因数应小于 2%。

注：图形中给出值仅适用于 50 Hz。对其它频率, 参数必须相应调整。

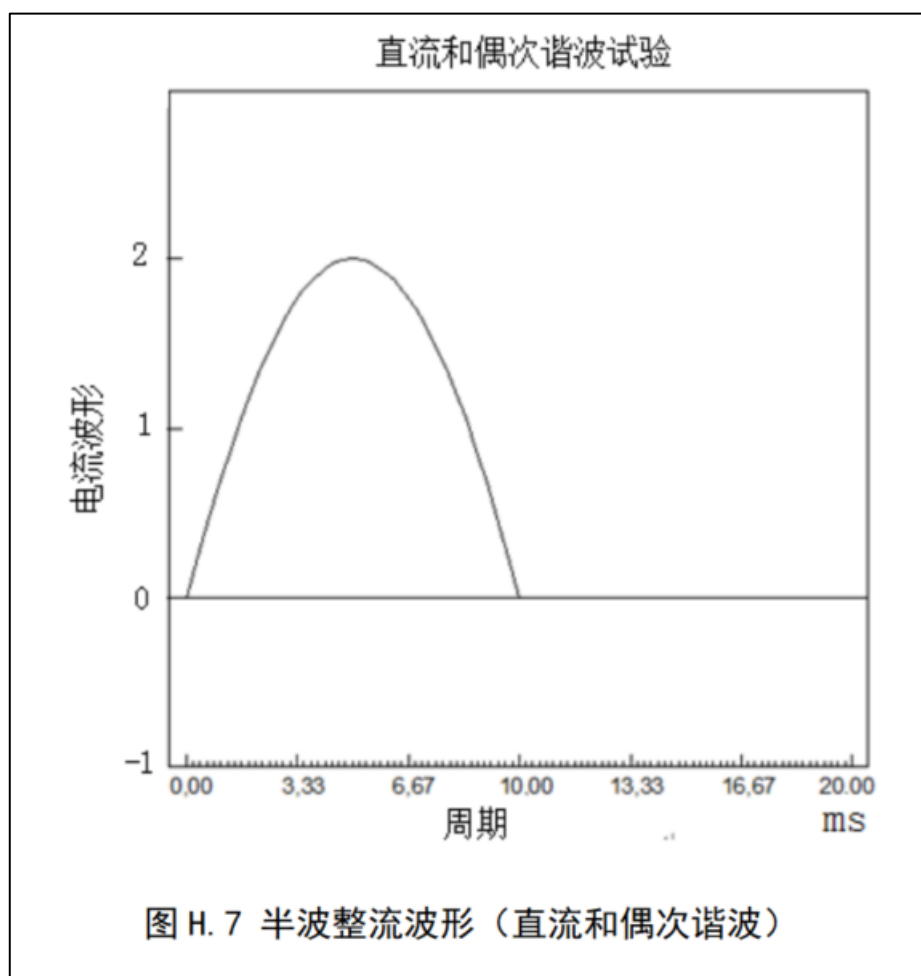
验收准则：A。



图H. 6半波整流（直流和偶次谐波）的试验电路图

说明：

- 1) 为保证测量的准确度，平衡阻抗应等于被试电能表（EUT）的阻抗；
- 2) 平衡阻抗最好是一只与被试电能表（EUT）同型号的电表；
- 3) 整流二极管应是同型号的；
- 4) 为了改善平衡条件，可在两支路中引入电阻 R_B ，其阻值宜近似为被试电能表（EUT）阻值的 10 倍。



5.3.4.2 负载不平衡试验

试验应按如下条件进行：

- a) 仅在一个电流电路施加有关标准给出的电流时，应测量电能表相对平衡负载时固有误差的偏移；
 - b) 应在功率因数为 1 和功率因数为 0.5 感性情况下，对所有电流电路进行试验；
 - c) 对直接接入电能表，试验至少应在电流为 I_{tr} 、 $10I_{tr}$ 和 I_{max} 条件下进行；
 - d) 对经互感器接入电能表，试验至少应在电流为 I_{tr} 、 $10I_{tr}$ 和 I_{max} 的条件下进行；
- 验收准则：A。

5.3.4.3 电压改变试验

本试验应施加于电网电源端口，试验应按如下条件进行：

- a) $0.9U_{nom} \leq \text{试验电压} \leq 1.1U_{nom}$ ，试验应在 I_{min} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{max} ，功率因数为 1 以及功率因数为 0.5 感性的条件下进行，试验电压包括 $0.9U_{nom}$ 和 $1.1U_{nom}$ ；
- b) $0.6U_{nom} \leq \text{试验电压} < 0.9U_{nom}$ 以及 $1.1U_{nom} < \text{试验电压} \leq 1.5U_{nom}$ ，试验应在负载电流未 I_{tr} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{max} ，功率因数为 1 的条件下进行，试验电压至少包括 $0.8U_{nom}$ 、 $0.85U_{nom}$ 和 $1.15U_{nom}$ ；

注：上三相电

- c) $0 \leq \text{试验电压} < 0.6U_{\text{nom}}$, 试验至少应在 $10I_{\text{tr}}$ 、功率因数为 1 的条件下进行, 试验电压至少包括 $0.7U_{\text{nom}}$ 、 $0.6U_{\text{nom}}$ 、 $0.5U_{\text{nom}}$ 、 $0.4U_{\text{nom}}$ 、 $0.3U_{\text{nom}}$ 、 $0.2U_{\text{nom}}$ 、 $0.1U_{\text{nom}}$ 、 0 V ;

试验过程中, 三相电压应平衡。

验收准则: A。

5.3.4.4 环境温度改变试验

试验应按如下条件进行:

- a) 电能表的平均温度系数, 应在规定的工作温度范围 ($-45^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$) 内任何不小于 15K 和不大于 23K 的区间内测定, 并在温度区间内测定电能表的误差; 参考温度区间: $-45 \sim -25^{\circ}\text{C}$ 、 $-25 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 、 $-5 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 、 $+15 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、 $+35 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 、 $+50 \sim 65^{\circ}\text{C}$ 、 $+65 \sim 85^{\circ}\text{C}$
- b) 试验期间, 温度在任何情况下也不应超出电能表规定的工作温度范围;
- c) 试验至少应在 I_{min} 、 $10I_{\text{tr}}$ 、 I_{max} , 功率因数为 1 以及负载电流为 I_{tr} 、 $10I_{\text{tr}}$ 、 I_{max} , 功率因数为 0.5 感性的条件下进行。

验收准则: A, 每一个平均温度系数都不应超出表 4.20 中对各准确度等级电能表规定的平均温度系数极限。

5.3.4.5 一相或两相电压中断试验

本试验不适用于辅助电源端口, 试验应按如下条件进行:

- a) 电压电路和辅助电源电路 (若有) 施加标称电压;
- b) 电能表在三相四线网络中, 一相或两相断开, 且电压中断相不为电能表电源电路供电; 所有试验情况组合, 总计 6 次;
- c) 在三相三线网络中 (如果电能表是为这种工作方式设计的), 三相中的一相 (A 相或者 C 相) 断开; 所有试验情况组合, 总计 3 次;
- d) 试验至少应在 $10I_{\text{tr}}$ 、功率因数为 1 的条件下进行。由电压中断引起的电能表误差偏移不应超过各准确度等级电能表规定的极限;
- e) 只由辅助电源供电的多相电能表, 不应为本试验的目的中断辅助电源电压。

验收准则: A。

5.3.4.6 频率改变试验

试验应按如下条件进行:

- a) 被测信号频率应从 f_{nom} 的 -2% 改变到 $+2\%$;
- b) 频率试验点为 $0.98f_{\text{nom}}$ 和 $1.02f_{\text{nom}}$;
- c) 试验应在负载电流为 I_{min} 、 $10I_{\text{tr}}$ 、 I_{max} , 功率因数为 1 以及功率因数为 0.5 感性的条件下进行。
- 验收准则: A。

5.3.4.7 逆相序试验

试验应按如下条件进行:

- a) 三相中的任意两相交换相序时, 应测量电能表相对于参比条件下的误差偏移;
- b) 试验应在负载电流为 I_{tr} 、 $10I_{\text{tr}}$ 、功率因数为 1 的条件下进行。

★成为低压用电领域的引领者★

验收准则：A。

5.3.4.8 辅助电源电压改变试验

本试验仅适用于具有交流或直流辅助电源的电表，试验应按如下条件进行：

- a) 试验电压应从标称辅助电源电压的-20%改变到+15%；
- b) 适用于工作在多个标称辅助电源电压的电表，试验电压应从最小标称辅助电源电压的-20%改变到最大标称辅助电源电压的+15%；
- c) 如果电表也适用于工作在直流辅助电源电压，试验电压应从标称直流辅助电源电压的-20%改变到+15%；
- d) 试验至少应在 $10I_{tr}$ 、功率因数(或 $\sin\phi$) 为 1 的条件下进行；

验收准则：A。

5.3.4.9 辅助装置工作试验

试验应按如下条件进行：

- a) 电压电路施加标称电压；
- b) 试验应在连接辅助装置的条件下进行，以创建一个代表使用中典型电表配置的试验配置；任何辅助装置的安装和工作或者辅助装置的组合，不应影响电表的准确度。为指示接线的正确方法，最好标识辅助装置的接线。如果采用插头和插座的方式接线，宜不可逆。然而，再美的标识或接线时可逆的情况下，电表在最不利的条件的接线条件下试验；

注：例如：扩展模组可以认为是辅助装置。

- c) 所有电缆应按制造商的维护说明书连接（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）。制造商应提供试验方案，以保证试验期间辅助装置的正确工作；
- d) 试验应在负载电流为 I_{min} 、 I_{tr} 、 I_{max} ，功率因数为 1 的条件下进行。

验收准则：A。

5.3.4.10 短时过电流试验

试验应按如下条件进行：

- a) 试验电路应近似无感，电压电路施加标称电压，电流电路通短时过电流，试验应逐相进行；
- b) 试验电流和试验持续时间如下：
 - 直接接入电表：应施加 $30I_{max}$ 、允差为 +0%~-10%的短时过电流，施加时间为标称频率的半个周期；
 - 经互感器接入电表：应施加 $20I_{max}$ 、允差为 +0%~-10%的短时过电流，施加时间为 0.5 s。
- c) 试验后，在保持电压的情况下，允许电表恢复到初始温度后进行误差测试。电表的信息不应改变并正确工作，且在电流为 $10 I_{tr}$ 和功率因数为 1 时的电表误差改变量不应超过表 4.20 的限定值；

注：本要求不适用于在电流回路中有触点的电表。

验收准则：A。短时过电流不应损坏电表

附录 I
(资料性附录)
短时过电流试验波形

本试验用于验证电能表承受短路电流的能力；短路电流将受到熔丝或线路保护装置的限制，如果无法实现一个精确的正弦半波，宜估算 I^2t （正弦半波的积分）。

$30I_{\max}$ 正弦半波的幅值 $I_m = 30 \times I_{\max} \times \sqrt{2} = 42.43I_{\max}$ 。

幅值为 I_m 的正弦半波的 I^2t 值为：

$$E = I_m^2 \int_0^{T/2} (\sin \omega t)^2 dt = \frac{I_m^2}{\omega} \int_0^{\pi} (\sin \varphi)^2 d\varphi$$

$$\omega = 2\pi/T, \quad E = I_m^2 * \left(\frac{T}{4}\right)。若 T = 20 \text{ ms}, \quad 则 E = (42.43I_{\max})^2 \times 5 \times 10^{-3} = 9 (I_{\max})^2 \text{ A}^2\text{s}$$

例如：

$I_{\max} = 60 \text{ A}$ ，则

$I_m = 2545 \text{ A}$ ；

$E = (2545)^2 \times 5 \times 10^{-3} \text{ A}^2\text{s} = 32400 \text{ A}^2\text{s}$ 。

如果短时过电流的波形不是精确的正弦半波，则电流脉冲的 I^2t 值宜与适合的半波相同。

5.3.4.11 负载电流快速改变试验

本试验的目的是验证电能表的准确度对负载电流的快速改变是否敏感，试验应在下列的条件下进行：

- a) 电压电路施加标称电压；
 - b) 功率因数为 1；
 - c) 电流电路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 $10I_{\text{tr}}$ 并在 t_{off} 期间中断：
 $t_{\text{on}}=10\text{s}$, $t_{\text{off}}=10\text{s}$, 总试验持续时间 4 h;
 $t_{\text{on}}=5\text{s}$, $t_{\text{off}}=5\text{s}$, 总试验持续时间 4 h;
 $t_{\text{on}}=5\text{s}$, $t_{\text{off}}=0.5\text{s}$, 总试验持续时间 4 h;
 - d) 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。 t_{on} 和 t_{off} 的允差是标称频率的 ± 1 个周期；
 - e) 准确度应在试验后采用读取电能表精确电量来验证；
- 验收准则：A。对于 c) 的单独每项试验都适用。

5.3.4.12 自热试验

试验应按如下条件进行：

- a) 用于给电能表通电的电缆长度为 1 m，横截面积应保证电流密度在 3.2A/mm^2 和 4A/mm^2 之间；如果这样会导致电缆的横截面积小于 1mm^2 时，则应使用横截面积为 1mm^2 的电缆；
- b) 电压电路应施加标称电压，电流电路无电流，至少持续 2 h；
- c) 电流电路施加最大电流 I_{\max} ，功率因数为 1；电流施加后，应立刻测量电能表误差，在足够短的间隔时间（不超过 5 min）内准确绘出作为时间函数的误差变化曲线；

★成为低压用电领域的引领者★

- d) 试验应至少进行 1 h, 且在任何情况下, 直至 20 min 内误差变化不大于电能表基本最大允许误差的 10%;
 - e) 试验结束后, 将电能表恢复到初始温度, 在功率因数为 0.5 感性、 I_{\max} 的情况下重复整个试验;
 - f) 如果试验装置在小于 30s 的时间内可以改变负载, 且电流一直保持 I_{\max} , 则可在每个间隔时间同时功率因数为 1.0 和 0.5L 的误差测试, 绘出两条误差曲线, 直至 20min 内两个误差的变化均不大于电能表基本最大允许误差的 10%;
 - g) 整个试验过程中电能表的误差偏移都应满足验收准则的要求。
- 验收准则: A。

5.3.4.13 高次谐波试验

试验应在下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电压;
 - b) 电流电路施加电流 I_{tr} , 功率因数为 1.0;
 - c) 非同步试验信号 (高次谐波): 电压值为 $0.02U_{nom}$, 电流值为 $0.1I_{tr}$; 允差为 $\pm 5\%$;
 - d) 从 $15f_{nom}$ 到 $40f_{nom}$ 扫频的非同步试验信号首先叠加到所有电压电路, 然后叠加到所有电流电路, 测量相对于正弦条件下的误差偏移。
 - e) 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, 在此期间测量电能表误差。每一谐波频率, 都应取一个读数。
 - f) 电能表所有电压或电流电路可同时测试。
- 验收准则: A。

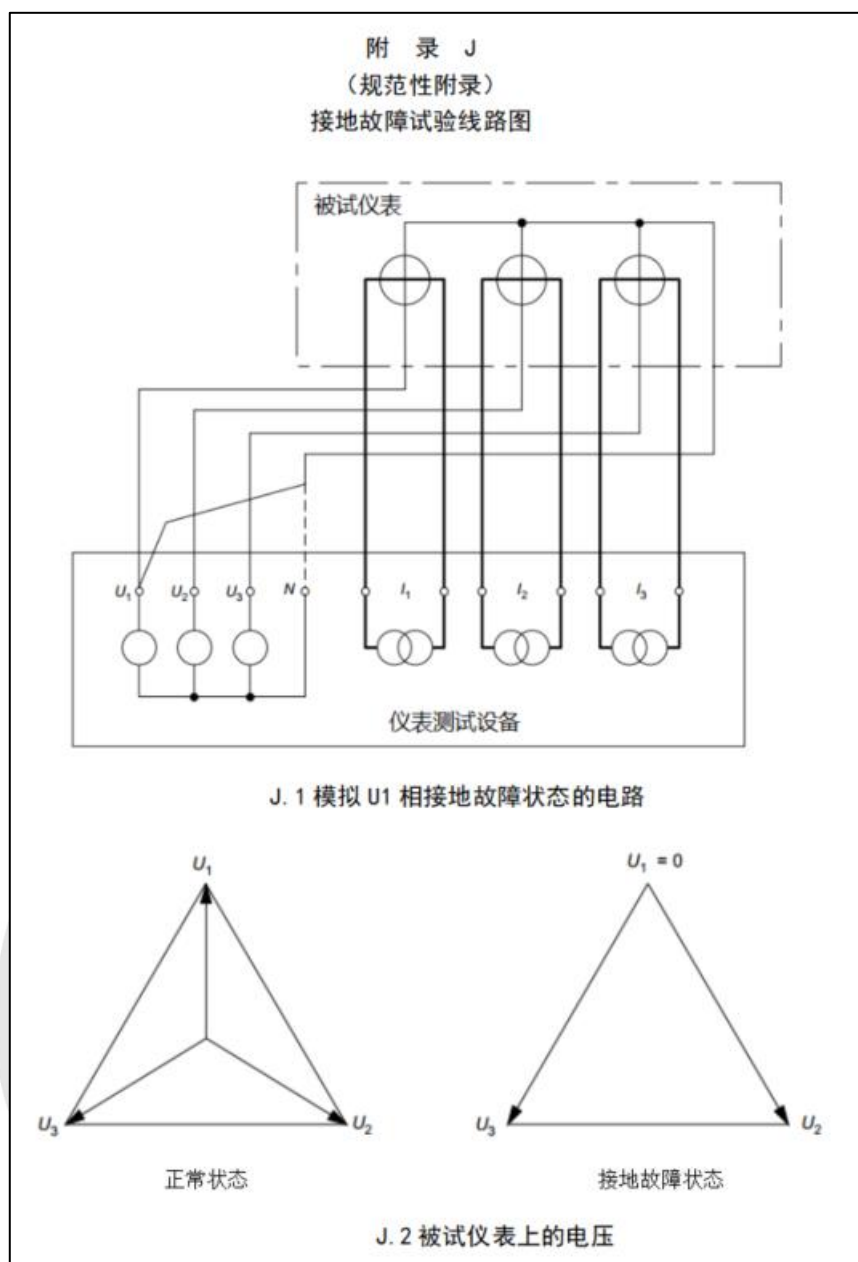
5.3.4.14 接地故障试验

试验应在以下列的条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电压;
- b) 辅助电源电路 (若有) 施加标称电压;
- c) 电流电路施加 $10I_{tr}$, 功率因数为 1.0;
- d) 在参比条件内, 被测试信号应保持恒定;
- e) 试验应施加在电网电源端口: 对三条相线中的某一相模拟接地故障条件下的试验时, 所有电压都提高到标称电压的 1.15 倍并持续 4 h;
- f) 试验时, 被试电能表的中线端与电能表试验设备(MTE) 的接地端断开, 而与电能表试验设备(MTE)的模拟接地故障的线电压端连接, 见附录 J; 这样, 被试电能表不经受接地故障的两电压端子接入的是 2 倍标称相电压;
- g) 模拟接地故障应适用于任意相, 共需进行三次试验;
- h) 上述的每个配置 (试验) 中, 试验运行之间的时间为 1 h。

试验期间, 功能或性能的暂时降低或失去是允许的, 包括通信的暂时降低或失去、显示器功能的暂时降低或失去以及嵌入式软件 (固件) 的自复位, 但电源控制开关和负荷控制开关不应意外动作, 显示器显示的电能寄存器内容应读取无歧义。

试验后, 电能表功能应不损坏, 并能正确工作。当电能表恢复到参比温度时, 在参比条件下测量电能表的误差偏移, 不应超过表 4.20 对各准确度等级电能表规定的极限。



5.3.4.15 零线虚接影响试验（适于三相四线表）

三相分别供1.2倍额定电压，电能表应正常工作，试验24h，试验后产品功能性能正常。

5.3.4.16 电压随机中断试验

产品额定电压供电，使用“电压随机跌落工装”对试验样品测试，测试时间12小时。跌落时间1s-60s随机中断，试验后产品功能性能正常。

5.4 气候影响试验

5.4.1 通用试验要求

电能表气候试验应符合以下通用要求：

- 每项气候试验前，应在参比条件下测定电能表的固有误差；
- 每项气候试验后，电能表功能不应损坏，由气候影响试验引起的误差偏移应符合本文件中 4.5.11 的规定；
- 每项气候试验后，目视检查电能表，电能表的外观，特别是标志和显示器的清晰度不应改变。

5.4.2 高温试验

试验应按GB/T 2423.2—2008，在下列条件下进行：

- 试验过程中，保温 72h，通电 0.5h 后，按照表 5.6 进行检表，精度误差按照环境温度改变试验的要求进行判定。
- 试验温度、试验持续时间见表 5.5；
- 试验后，电能表误差偏移的强制试验点： $10I_{tr}$ 、功率因数为 1.0，基本功能应正常。如表 4.20 所示。

表 5.5 高温试验温度和试验持续时间

试验温度	试验持续时间
+85 ℃±2 ℃	72 h

表 5.6 基本功能验证

项目	内容	（试验后）要求
计量误差	试验方法参考环境温度 改变试验	符合环境温度改变试验要求
通信	485、载波等	成功率 90%以上（至少 50 次）
红外通信	5 米 200 字节	成功率 90%以上（至少 20 次）
控制	跳合闸	正常响应
功率消耗	电压线路（静态功耗、 不加电流）	满足本文 4.6.1.1 要求

5.4.3 极端高温环境下的电源中断影响试验

三相供电，温度 85℃，电压 1.2Un，全跌，持续 20s，上电 20s，试验 2000 次，试验后被测产品应正常工作，数据无改变。

5.4.4 低温试验

试验应按GB/T 2423.1—2008，在下列条件进行：

- 试验过程中，保温 72h（-45℃），通电 0.5h 后，按照表 5.6 进行检表，精度误差按照环境温度改变试验的要求进行判定。
- 试验温度、试验持续时间见表 5.7。

- d) 试验后，电能表误差偏移的强制试验点： $10I_{tr}$ 、功率因数为 1，基本功能应正常。如表 4.20 所示。
- e) 低温中不能出现雪花屏。

表 5.7 低温试验温度和试验持续时间

试验温度	试验持续时间
$-45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	72 h

5.4.5 极端低温环境下的电源中断影响试验

三相供电，温度 $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，电压 $1.2U_n$ ，全跌，持续20s，上电20s，试验2000次，试验后被测产品应正常工作，数据无改变。

5.4.6 高低温功能（IC卡充值）试验

要求高温 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、低温 $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下IC卡能够正常识别充值。

5.4.7 温度冲击试验

参考产品需求进行验证，一般试验参数：非通电状态下，

温度范围：低温 $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，高温 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

温度保持时间：30min，温度转换时间2-3min；

周期：24循环

试验后产品功能性能正常，存储信息无改变，基本误差试验前后均满足企标内控要求。

5.4.8 极限温度下电表启动试验

将设备温度升至 $85(-45)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，16h后，分别对测试样品进行电压缓升（20s到 U_n ）、直接启动、和掉电后20s以上再启动的验证，产品应能正常工作。

5.4.9 器件温升试验

参比温度下，电压电路提供额定电压 U_n ，电流电路提供额定电流 I_b （直接接入： $10I_{tr}$ ，互感器接入： $20I_{tr}$ ），载波通讯连续抄读，在上述工况下运行2小时，测试所有器件温升不超过 35K 。

5.4.10 极限工作环境试验

电能表放置在温度试验箱内，环境温度设定为 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，电能表电压线路施加 $115\%U_n$ ，电流线路施加 I_{max} ，运行4小时，在试验过程中电能表不应出现死机、黑屏现象。

5.4.11 海南交变湿热试验

- 1) 被测样品在非工作，不带电状态下放入试验箱，进行交变湿热试验；
- 2) 交变湿热试验流程如下：
 - ①预处理：将样品提前刚在试验箱，并在 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ， $(95\% \pm 3\%) \text{RH}$ 稳定1h；
 - ②准备阶段：调整试验箱温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $55\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ ，时间 $1\text{h} \pm 10\text{min}$ ；
 - ③升温阶段：在 $3\text{h} \pm 30\text{min}$ 内，温度升至 $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度上升至 $95\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ ；
 - ④保持阶段：在温度 $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $95\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ 时，保持 $12\text{h} \pm 30\text{min}$ 。
 - ⑤降温阶段：在时间 $8\text{h} \pm 10\text{min}$ 内，温度降至 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度降至 $55\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ 范围内；
 - ⑥以上②-⑤过程重复6个周期后试验结束。
- 3) 试验后，参考以下顺序进行验证确认：
 - ①将产品从箱体里取出，应立即测量电能表误差，误差偏移不超过表的极限限值要求（该步只适用于量测产品）；
 - ②室温静置恢复24小时，上电进行产品的功能性能应正常；
 - ③然后进行绝缘性能等级无降低，包含工频耐压试验和脉冲电压试验（0.8倍试验前电压等级），之后复测确认功能性能应无异常；
 - ④测试浪涌冲击试验和脉冲群试验，产品功能性能应满足相应的要求。

5.4.12 交变湿热实验

试验应按GB/T 2423.4—2008，在下列条件下进行：

- a) 电压电路施加标称电压；
 - b) 电流电路无电流；
 - c) 试验上限温度： $+55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
 - d) 试验持续时间：6个周期。
 - e) 将电能表暴露在周期性变化的温度环境下，温度在 25°C 和c)规定的上限温度之间变化，在低温和温度变化阶段保持相对湿度在95%以上，在高温阶段保持相对湿度在93%以上。在升温过程中电能表可出现凝露；
 - f) 一个周期24h包括：
 - 1) 在3h内升温至上限温度；
 - 2) 保持上限温度直到周期起点开始计算的12h；
 - 3) 在接下来的3h到6h温度降至 25°C ，如果在前1.5h内温度下降的较快，则要求在3h内就下降至 25°C ；
 - 4) 温度始终保持在 25°C ，直至一个周期24h结束。
 - g) 电能表误差偏移的试验点：10Itr、功率因数为1.0。
- 试验期间，不应出现重大缺陷；试验结束后，应立即测量电能表误差，误差偏移不应超过表4.20规定的极限。在试验终止的24h后，进行功能性检查，电能表应能正常工作，不应出现影响电能表功能特性的机械损伤或腐蚀。电能表的绝缘性能可通过交流电压试验进一步验证。

5.4.13 阳光辐射防护试验

电能表应能承受阳光辐射。试验应按ISO 4892-3: 2013，在下列条件下进行：

- a) 电能表在非工作状态；
- b) 试验仪器：
灯型/波长: UVA-340;

黑色面板温度计；

照度计；

具有符合试验条件下参数的冷凝循环的循环控制装置；

c) 试验程序如表 5.8 所示；

d) 试验时间：132 个试验循环。

试验后，电能表应目测检验并进行功能试验。电能表的外观，特别是标识和显示器的清晰度不应改变，电能表的功能不应损坏。

表 5.8 阳光辐射试验程序

试验循环（12 h/周期）	灯型	光谱辐照度	黑色面板温度
8 h 干燥	UVA-340	0.76 W/m ² /nm（340 nm）	60 °C ± 3 °C
4 h 凝露		关灯	50 °C ± 3 °C

5.4.14 防尘试验

试验应按GB/T 4208—2017，在下列条件下进行：

a) 电能表在非工作状态，无包装；

b) 试验等级 IP5X；

c) 试验用的滑石粉或者其它粉尘的累计量或位置不应影响电能表正常工作，电能表上不应沉积导致爬电距离缩短的灰尘。

试验后，电能表应目测检验并进行功能试验。

5.4.15 防水试验

试验应按GB/T 4208—2017，在下列条件下进行：

a) 电能表按IPX4；

b) 电能表电压电路施加标称电压；电流电路无电流；

试验期间，不应出现重大缺陷。试验结束后24 h，电能表应能正确工作，不出现任何可能影响电能表功能特性的机械损伤或腐蚀的痕迹。

5.4.16 耐久性试验

电能表应按GB/T 17215.9321-2016，在下列条件进行：

a) 按 5.3.1 及如下条件测定电能表的初始固有误差：

电压电路施加标称电压；

电流电路施加 I_{tr} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{max} ；

功率因数为 1，功率因数为 0.5 感性；

b) 电压电路施加 1.1 倍标称电压；

c) 电流电路施加 I_{max} ；

d) 功率因数为 1；

e) 试验温度为 55°C；

f) 试验持续时间：1000 h；

试验结束后，电能表功能不应损坏。误差偏差极限应符合4.5.11中的规定，电能表误差偏移的强制试验点： I_{tr} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{max} ，功率因数为1。

5.4.17 凝露试验

按照凝露试验标准进行参数设定，试验过程中产品通电运行，按照现场使用安装方式进行放置：

- 1) 第一步：0.5小时，温度达到10℃，湿度达到50%RH；
- 2) 第二步：0.5小时，温度保持10℃，湿度达到90%RH；
- 3) 第三步：0.5小时，温度保持10℃，湿度达到95%RH；
- 4) 第四步：3.5小时，温度达到80℃，湿度保持95%RH；
- 5) 第五步：0.5小时，温度降到75℃，湿度降至30%RH；
- 6) 第六步：1.0小时，温度降至30℃，湿度保持30%RH；
- 7) 第七步：0.5小时，温度降至10℃，湿度升至50%RH；
- 8) 共5个循环；

试验过程中及试验后产品功能性能应正常。

5.5 机械试验

5.5.1 冲击试验

在非工作状态，将电能表固定在夹具或者冲击试验设备上，施加一个不重复的具有特定峰值加速度和持续时间的标准冲击脉冲波形，试验在下列条件下进行：

- a) 脉冲波形：半正弦脉冲；
- b) 峰值加速度：30 gn (300 m/s²)；
- c) 脉冲周期：18 ms。
- d) 误差试验点：功率因数为1.0，试验电流为10I_{tr}。

试验结束后，电能表应满足4.3.9的要求；

5.5.2 振动试验

在非工作状态，将电能表使用刚性夹具按照正常的安装方式将电能表紧固在试验台上，在电能表三个互相垂直的轴向上分别施加振动，试验在下列条件下进行：

- a) 频率范围：10 Hz～150 Hz；
- b) 试验强度：
总 r.m.s.水平：7 m/s²；
加速度频谱密度（ASD）水平（10 Hz～20 Hz）：1 m²/s³；
加速度频谱密度（ASD）水平（20 Hz～150 Hz）：-3 dB/倍频程；
- c) 每轴上的持续时间：至少2 min。
- d) 误差试验点：功率因数为1.0，试验电流为10I_{tr}。

试验结束后。电能表应满足本文件4.3.10的要求。

5.5.3 弹簧锤试验

将电能表安装在其正常工作位置，使其不得前后左右移动，弹簧锤以 0.2J 的动能垂直作用在电能表表壳的各外表面、窗口及端子盖上，应在每个位置上冲击 5 次，试验结束后，电能表应满足本文件中 4.3.11 的要求。

5.5.4 汽车颠簸试验

参照 ISTA 1A 系列标准，产品在正常无包装，非工作状态下进行振动试验，每个面进行一次，要求在所定的频率下进行恒位移振动，峰峰值为 25 mm，试验时间参考标准要求确定，试验完毕后按规定检查产品的功能性能应无异常，记录试验结果。

5.5.5 电能表温度限值及耐热

参比条件下，电能表安装在漆成亚黑色的胶合板（模拟墙）上进行试验。试验开始的环境温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。电能表电压电路承载 1.15 倍的标称电压，电流电路通以 I_{max} 。

规定此试验的工作温度 $-25^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 。端子修正后的温度计算为 $X(\text{测试最高温度}) + Y(\text{额定最高温度}) - Z(\text{环境温度}) < 100\text{K}/120\text{K}$ 。

- 试验应维持直至达到热平衡。
- 测得的最高温度应根据电能表的最高额定温度进行修正。试验中测得的电能表表面温度和端子温度修正后应符合 4.3.12 要求。

注 1：达到热平衡是指：取前面试验持续时间的 10 % 但是不小于 10 min 的间隔时间连续 3 次读数指示温度没有变化。连续 3 次读数的任意两个读数之间相对于环境温度变化不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，定义为温度没有变化。

注 2：修正是指：加上试验期间获得的环境温度和最高额定温度的差（未修正的温度可能会超过测得的材料或元器件的额定温度）。

5.5.6 防火焰蔓延

电能表应通过刚性夹具紧固在灼热丝试验装置上，将一块厚度至少为 10 mm 的平滑木板表面紧裹一层包装绢纸，作为试验铺底层置于灼热丝施加到电能表试验点的正下方 $200 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ 处。

试验前，电能表和铺底层在温度 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 45%~75% 的大气环境下放置至少 24 h。

在上述大气环境条件下移出的 30 min 内完成以下试验：

- 在表壳正面或侧面以及端子盖正面分别选择一点进行 $650^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的灼热丝试验；在电能表的端子座选择一点进行 $960^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ 的灼热丝试验，试验点距离电能表边缘应不小于 15 mm；
- 试验时灼热丝应缓慢靠近电能表表面，接触时速度应接近零，冲击力不超过 $1.0\text{N} \pm 0.2\text{N}$ ，灼热丝进入或贯穿电能表的深度应限定在 $7\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ；
- 在材料融化脱离灼热丝的情况下，灼热丝不应与电能表保持接触；
- 灼热丝作用时间为 $30 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$ ，之后将灼热丝和电能表慢慢分开，避免电能表任何进一步受热的和有任何空气流动可能对试验结果的影响。

试验过程中，电能表不应燃烧。如发生燃烧，则应在移开灼热丝之后的 30 s 内熄灭，且铺底层的绢纸不应起燃。

5.5.7 端子座压力试验

- 电压、电流接线端子在受到轴向 100N 的接线压力时，接线端子位移不超过 0.5mm；

★成为低压用电领域的引领者★

- 辅助端子接线端子在受到轴向 20N 的接线压力时，接线端子位移不超过 0.5mm。

5.6 电气性能试验

5.6.1 功率消耗

5.6.1.1 电压线路

在参比条件下，电能表三个电压线路施加标称电压，三个电流线路施加 $10I_{tr}$ ，电能表背光关闭，测量电压线路的有功功率消耗和视在功率消耗。电能表一相电压功耗测试接线图见图1，读取数字式功率表的示值 P ，即为该电压线路的有功功耗；读取数字式电流表的示值 I ，其与标称电压的乘积即为该电压线路的视在功耗。对于多相电能表，应分别测量每个电压线路的有功功耗和视在功耗，电能表电压回路功耗应满足本文件4.6.1的要求。

5.6.1.2 电流线路

在参比条件下，电能表三个电压线路施加标称电压、三个电流线路施加 $10I_{tr}$ ，电能表背光关闭，测量每一电流线路的事在功率消耗。电能表一相电流功耗测试接线见图2，读取电压示值 U ，其与 $10I_{tr}$ 的乘积为该电流线路上的视在功耗。对于多相电能表，应分别测量每个电流线路的事在功耗，电能表电流线路功耗应满足本文件中4.6.11的要求。

5.6.1.3 辅助电源线路功耗

在参比条件下，电能表施加标称电压、 $10I_{tr}$ ，辅助电源线路施加220V交流电压，电能表背光关闭，读取串接在辅助电源线路的数字式电流表的示值 I ，其与220V的乘积即为该电压线路的视在功耗。

5.6.2 电流回路阻抗试验

电能表在标称电压、最大电流、功率因数为1.0条件下进行10次实负载拉合闸操作。每次操作断20s，通10s。每次拉合闸操作结束后，在施加最大电流时测量电流回路阻抗值，10次测得阻抗平均值应满足本文件中4.6.2的要求。压降测量点为电流端子上两个螺丝中间的铜条上。

5.6.3 通信模块接口带载能力试验

5.6.3.1 标准试验

在电能表通信模块接口的VCC和地之间接入 28Ω 纯阻性负载（ $\pm 1\%$ 准确度），用电压表测量VCC与地两端电压，电压值应在 $+12V \pm 1V$ 范围内。

5.6.3.2 加严试验（研发自测）

在载波通道板接口12V电源上分别带载1.2Ω、2Ω、5Ω、10Ω、50Ω、60Ω电阻和直接短路，分别监测运行10min，电能表应正常计量和通讯，不能出现黑屏、死机、参数改变等现象；其他产品按实际标准制定带载参数

5.6.4 通信模块互换能力试验

5.6.4.1 热插拔试验

电能表施加标称电压，在热拔插更换通信模块的情况下，表内存贮的计量数据和参数不应受到影响和改变。

5.6.4.2 性能影响试验

电能表接入相应的通信测试平台，施加标称电压，互换模块插入电能表10s后，通信测试平台以10s的时间间隔对电能表的电能量和时间数据进行抄读，共抄读5次，电能表应正确应答。在通信状态下测试电能表电压回路功耗，应满足本文件中4.6.1的要求。

5.6.5 通信功能试验

485通信信道物理层必须独立，任意一条通信信道的损坏都不得影响其它信道正常工作。通信时，电能表的计量性能、存储的计量数据和参数不应受到影响和改变。红外、RS485和通信模块等方式对电能表进行设置或抄读数据的权限一致。

电能表应具备载波通信模块与微功率无线通信模块的互换功能。模块更换后，电能表的计量性能、存储的计量数据和参数不应受到影响和改变。

a) 红外通信：

- 应具备调制型红外接口，调制型红外接口的缺省的通信速率为1200bps，红外通信的有效距离不小于6米，通信字节200。

b) RS485通信：

- 1) RS485接口必须和电能表内部电路实行电气隔离，并有失效保护电路。
- 2) 通信速率可设置，其范围为1200~115200bps。
- 3) 电能表上电后3s内应可以使用RS485接口进行通讯。
- 4) RS485输出端子必须符合以下要求：
 - 应能承受 4kV 的浪涌试验（对零线）；

➤ A、B 端子间应能承受 380V 的交流电历时 10 分钟不损坏。

c) 载波通信:

- 1) 电能表可配置窄带或宽带载波模块;载波模块自动组网,配合集中器识别相位。
- 2) 电能表与载波通信模块之间的通信速率可设置,速率以规范要求为准。
- 3) 载波通信模块采用外置即插即用型,且需支持热插拔。载波通信接口应有失效保护电路,即在未接入、接入或更换通信模块时,不对电能表自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。
- 4) 电能表上电5s内可以进行载波通讯。

d) 电能表电能量脉冲输出宽度为:满足本文4.3.5.1要求。

e) 多功能信号输出

- 多功能信号端子可输出时间信号或时段投切信号,两种信号可在同一多功能信号端子通过软件设置进行转换。电能表初次上电,或停电后再上电,多功能信号输出端子缺省为时间信号输出。
- 时间信号为秒信号。时段投切信号为 $80\text{ms} \pm 16\text{ms}$ 的脉冲信号。时段改变就发出时段投切信号,即使费率不变仍然要输出时段投切信号。

5.6.6 GPRS 模块屏蔽箱影响试验

通讯模块正常上线状态放置在使用屏蔽箱(室)或则暗室,连续运行24h,试验后产品功能应性能正常。

5.6.7 电源的谐波影响试验

- 通过谐波发生器对产品施加谐波干扰,测试时间 0.5h。
 - 观察样品并记录试验过程中和试验后样品的工作状态。
- 判定:试验过程中及试验后样品工作正常。

5.7 绝缘性能试验

5.7.1 脉冲电压试验

试验应在下列条件下进行:

- 脉冲波形: $1.2/50\mu\text{s}$ 脉冲;
- 电压上升时间: $\pm 30\%$;
- 电压下降时间: $\pm 20\%$;

- 电源阻抗：500 $\Omega \pm 50 \Omega$ ；
- 电源能量：0.5J $\pm 0.05J$ ；
- 试验允许误差：+0%~10%。

每次试验，以一种极性施加10次脉冲，然后以另一种极性重复10次。两脉冲间最小时间为3s。

试验电压按下表所示，试验中，电能表不应出现闪络、破裂放电或击穿。

表 5.9 脉冲电压要求表

从额定系统电压导出的相对地电压/V	脉冲电压/V
≤ 100	2500
≤ 300	6500

5.7.2 交流电压试验

应在装上表壳和端子盖情况下进行试验，在无法触及试验电压施加点的情况下，可用横截面不超过接线孔横截面面积的导线将各试验线路引出。试验电压应在(5~10)s内由零升到规定值，并保持1min，随后试验电压以同样速度降到零。交流电压试验如下：

a) 线路间的交流电压试验

- 在正常使用中同一测量单元的电压线路与电流线路分离并适当地绝缘(例如与测量互感器相接的每一线路)时，应分别对电压线路和电流线路间以及各电流线路间进行交流电压试验，试验接线示意图见图3和图4。
- 当在正常使用中一个测量单元的电压线路和电流线路连在一起时，不做该试验。
- 直接与电网干线连接或连接到电能表线路的同一电压互感器上的、标称电压超过40V的辅助线路，应经受与那些已经对电压线路给出的相同条件的交流电压试验，其他辅助线路应不做该试验。

b) 线路对地的交流电压试验

- 所有电流线路和电压线路以及标称电压超过40V的辅助线路连接在一起为异点，零一点接地，试验电压施加于该两点之间，试验接线示意图见图5。
- 例如：对于三相四线经互感器工作的电能表(电压线路和电流线路分离)，应按下列线路进行试验：
- 线路间：电压线路(UA、UB、UC)与电流线路(IA、IB、IC)之间；电流线路之间(IA与IB、IC；IB与IC)。
- 线路对地：UA、UB、UC、IA、IB、IC以及标称电压超过40V的辅助线路连接在一起对地(标称电压不超过40V的辅助线路接地)。
- 试验中，电能表应满足本文件中4.7.2的要求；试验后，在标称电压、10I_{tr}和功率因数为1.0条件下测量电能表百分数误差，结果应满足各准确度等级误差要求。

c) RS485端口耐压试验

- 输出端子与强电端子间应能承受4.2kV的电压历时1分钟的耐压试验。
- 试验后通信功能正常

5.7.3 天线带电影响试验

ANT口漏电：输入1.06Un，ANT口对PE漏电流小于0.5mA。

6 材料及工艺要求

6.1 表座

表座应使用 PC+(10±1)%GF 材料制成，要求耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度，上紧螺钉后，不应有变形现象。表座设计应考虑安装方便；采用嵌入式挂钩。

6.2 表盖

- a) 表盖应使用 PC+(10±1)%GF 材料制成，表面加细磨砂纹，要求耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度，上紧螺钉后，不应有变形现象。
- b) 表盖的透明窗口应采用透明度好、阻燃、防紫外线的聚碳酸酯（PC）材料；透明窗口与上盖应无缝紧密结合。
- c) 表盖和表座之间的密封性能要好，结合部应有环形闭合的密封圈。
- d) 表盖上按钮的材料应与表盖一致。

6.3 端子座及接线端子

- a) 端子座应使用绝缘、阻燃、防紫外线的 PBT+(30±2)%GF 材料制成，要求有足够的绝缘性能和机械强度，热变形温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ （0.45MPa），并符合 GB/T 1634.1-2004 和 GB/T 1634.2-2004 的规定。
- b) 电能表端子座与电能表底座之间应有密封垫带，密封良好。
- c) 电压、电流端子应组装在端子座中；端子应采用 HPb59-1 铜，表面进行钝化、镀铬或镀镍处理。
- d) 电压、电流端子螺钉应使用防锈、强度及导电性能优良材质（如使用铜材质）制成的一字、十字通用型螺钉，并有足够的机械强度。
- e) 端子座的电压电流接线端钮孔应能容纳至少 18mm 长去掉绝缘的导线；和螺钉的配合应能确保牢固固定最小 2.5mm² 的导线；固定方式应确保充分和持久的接触，以免松动和过度发热；在施加封印后，应不能触及接线端子；端子座内的端子部分采用嵌入式双螺钉旋紧。
- f) 端子座内接线端子号应刻印，不易磨损。

- g) 辅助端子螺钉采用不锈钢材质制成的一字、十字通用型螺钉，并有足够的机械强度。为方便测试，弱电辅助端子中测试端子须安装铜材质的 L 型测试片（5、6 端子不安装 L 型测试片）。
- h) 辅助端子不使用时不装端子，注塑封堵，封堵方式见附录。
- i) RS485 接线端子的孔径应能容纳 2 根 0.75mm² 的导线。

6.4 端子盖

- a) 端子盖应使用绝缘、阻燃、防紫外线的材料制成，颜色同上盖。
- b) 要求耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度，上紧螺钉后，不应有变形现象。
- c) 在端子盖内侧刻印电能表电压接线端子、电流接线端子、辅助接线端子等接线图，永久不会脱落；从端子盖的正面应可清晰看见接线图。
- d) 端子盖采用与表壳连体方式；端子盖可以向上翻转并能可靠固定，翻转角度应大于 135°，在表壳垂直悬挂状态，端子盖可以向上翻转并能可靠固定，需使用外力才能自然闭合。
- e) 强弱电端子间采用安全绝缘板隔离，绝缘板要求可靠固定，且不能挡住辅助接线端子，安装后应有防脱落功能。
- f) 绝缘板可实现互换。

6.5 铭牌

- a) 铭牌材料采用阻燃复合材料，应耐高温，能防紫外线辐射，不变形、不褪色。
- b) 铭牌标识清晰、不褪色，不允许采用不干胶进行粘贴。
- c) 铭牌上应有计量器具生产许可证和制造标准的标识。
- d) 铭牌的液晶窗口应为通孔。

6.6 电池盒要求

为防止电池漏液至线路板，停电抄表及全失压电池电池盒应采用封闭式设计。

7 版本记录

版本编号 / 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	孙广鑫			第一版
V1.1	孙广鑫			1、 根据 2019 南网投标时最新的取得的试验报告：提高显示器

				<p>抗静电干扰和工作温度指标。提高卡座插拔次数要求。提高测量与监测电压电流范围。提高和细化电压供电方式的要求。提高脉冲电压、交流电压试验要求。提高影响量试验要求。提高日计时误差要求。提高功率消耗要求。细化电源电压范围试验误差要求。提高过电压试验要求。提高温升和模块接口带载能力试验要求。提高通信功能试验要求。提高群脉冲试验要求。调整凝露试验说明。提高端子座及接线端子要求。提高电池工作时间要求。（标黄）</p> <p>2、 高低温试验补充影响量因素说明。（标黄）</p> <p>3、 电流回路阻抗试验要求调整为只测开关内置表。</p>
V1.2	张程杰			<p>1、根据最新三相表的 20 规范要求，修改并增加了部分试验项目。</p> <p>2、红字处为相对 20 规范加严要求。试验项目明细表中红字为 20 规范未要求试验。</p>
V1.3	吕永杰- 20210531			<p>1、 结合正式规范，调整全文</p> <p>2、 修改初始固有误差、一致性、重复性等试验要求</p> <p>3、 辅助电源线路功耗标准由 10VA 改为 8VA</p>
V1.4	蔺心爽- 20230327	咸日昭	刘祥波	<p>1、 电能表温度限值及耐热添加说明，规定此试验的工作温度 - 25 ℃~55 ℃。</p> <p>2、 修改器件温升试验条件，明确并添加最大工况的定义</p> <p>3、电压缓升缓降试验修改“电流回路通参比电流 10A，电压回路从额定电压 220V 逐渐降低”为“电流回路通参比电流（直接接入式 10Itr，互感器接入式 20Itr），电压回路从额定电压 Un 逐渐降低”</p> <p>4、修改海南交变湿热实验步骤、增加交变湿热实验</p> <p>5、根据 20 规范白皮书增加起动试验误差极限的对应表格，删除上版本的冗余公式</p> <p>6、更新 4.4.15 通信要求中 485、载波、微功率无线默认通信速率 115200</p> <p>7、更新 5.6.5 通信功能试验中 485 通信速率范围最大值 115200</p>

附录 A

特定表型试验要求

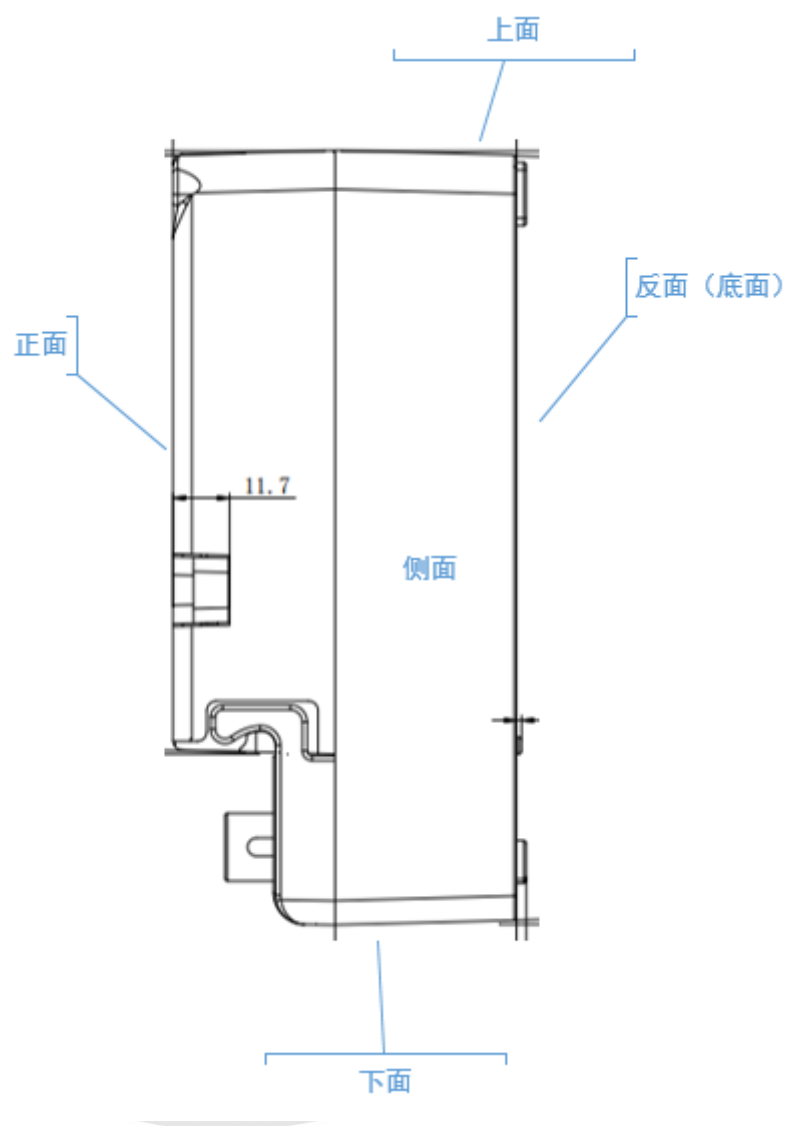
A.1 重庆区域

- 1) 电流采样回路开路下防潜试验
 - 断开电能表一条电流采样线，并对被试品施加工作电压，查看电能表电流，判定：若为零则说明满足要求。
 - 2) 外部供电情况下时钟电池放电电流检测
 - 将电流表串联接入时钟电池供电回路。
 - 分别测量时钟电池在停电状态，低压供电状态（70%额定电压）及过压供电状态（120%额定电压）下的电池充放电电流。
- 判定：停电状态下应不超过20uA，有外部电源情况下不应超过1uA，且不允许有充电电流。

附 录 B
本地费控卡表异常代码显示

序号	异常显示	问题归类	错误信息字
1	Err-31	电表故障	1: 表计电压过低 2: 操作ESAM错误 3: ESAM 复位错 (ESAM 损坏或未安装)
2	Err-32	无效卡片	4: 卡片复位错误 (卡损坏或不明类型卡, 如反插卡、插铁片等) 5: 身份认证错误 (通信成功但是密文不匹配) 6: 外部认证错误 (通信成功但是认证不通过) 7: 未发行的卡片 8: 卡类型错误 9: 密钥状态不匹配 10: MAC校验错误
3	Err-33	卡与表不匹配	11: 表号不一致 12: 客户编号不一致 13: 卡序列号不一致
4	Err-34	售电操作错误	14: 卡片文件格式不合法 15: 购电卡插入未开户表 16: 补卡插入未开户表 17: 购电次数错误
5	Err-35	接触不良	18: 操作卡片通信错误
6	Err-36	超囤积	19: 剩余金额超囤积

附录 C
恒定磁场试验测试面示意图



附录 D 电能表外观简图

D.1 三相本地费控智能电能表

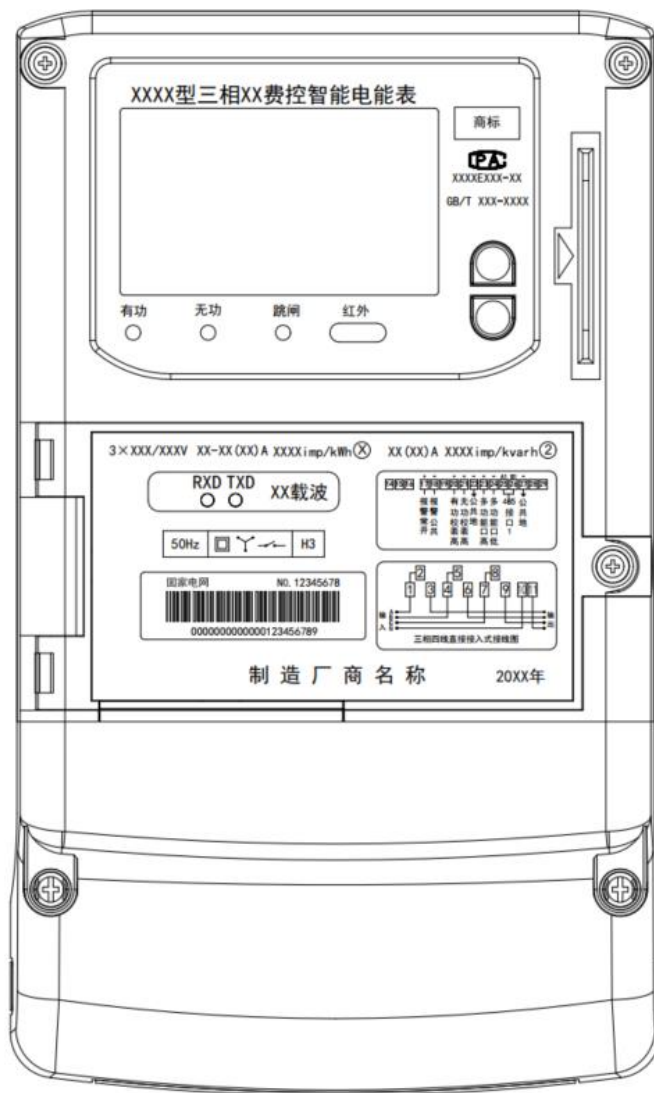


图 B.1 电能表外观简图

D.2 三相远程费控智能电能表

