

Q/DX

青 岛 鼎 信 通 讯 有 限 公 司 技 术 文 档

南网 21 规范单相表企业标准

V1.1

2021-06-08 发布

2021-06-18 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 发 布

目录

目录.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 特定表型要求.....	1
4 技术要求.....	1
4.1 规格要求.....	1
4.1.1 准确度等级.....	1
4.1.2 电能表规格.....	2
4.1.3 电压工作范围.....	2
4.2 环境条件.....	2
4.2.1 参比条件.....	2
4.2.2 温度范围.....	2
4.2.3 其它气候条件.....	3
4.3 机械和结构要求.....	3
4.3.1 通用要求.....	3
4.3.2 结构件.....	3
4.3.3 冲击试验要求.....	3
4.3.4 振动试验要求.....	3
4.3.5 弹簧锤试验要求.....	4
4.3.6 电能表温度限值及耐热试验要求.....	4
4.3.7 防火焰蔓延试验要求.....	4
4.4 元器件要求.....	4
4.4.1 元器件通用要求.....	4
4.4.2 线路板.....	4
4.4.3 压敏电阻.....	4
4.4.4 液晶显示器.....	4
4.4.5 电池及可充电储能器件.....	5
4.4.6 电解电容.....	5
4.4.7 接插件.....	5
4.4.8 隔离器件.....	5
4.4.9 采样元件.....	5
4.4.10 负荷开关.....	6
4.4.11 可接触部件.....	6
4.5 功能要求.....	6
4.5.1 电能计量.....	6
4.5.2 测量及监测.....	6
4.5.3 事件记录.....	7
4.5.4 时钟、电池.....	8
4.5.5 广播校时.....	8
4.5.6 费率、时段.....	8
4.5.7 阶梯电量.....	9

4.5.8 冻结功能	9
4.5.9 负荷记录	9
4.5.10 数据存储	10
4.5.11 电表清零	10
4.5.12 显示功能	10
4.5.13 报警功能	11
4.5.14 信号输出	11
4.5.15 通信要求	11
4.5.16 安全防护	13
4.5.17 费控功能	13
4.5.18 通断电要求	13
4.5.19 保电功能	14
4.5.20 电压监测	14
4.5.21 软件比对功能	14
4.6 准确度要求	15
4.6.1 基本最大允许误差	15
4.6.2 初始误差要求	15
4.6.3 起动	16
4.6.4 潜动	16
4.6.5 电能表常数	16
4.6.6 电子指示显示器电能示值组合误差	16
4.6.7 计时准确度	17
4.6.8 误差一致性	17
4.6.9 误差变差要求	17
4.6.10 负载电流升降变差	17
4.6.11 重复性	17
4.6.12 外部影响量	17
4.7 电气性能要求	19
4.7.1 功率消耗	19
4.7.2 电流回路阻抗	19
4.7.3 耐受长期过电压	19
4.7.4 电气试验流程	19
4.8 绝缘性能	19
4.8.1 脉冲电压	19
4.8.2 交流电压	20
4.9 可靠性要求	20
4.9.1 基本要求	20
4.9.2 盐雾试验	21
4.9.3 双 85 试验	21
4.9.4 跌落试验	21
4.10 数据安全性要求	21
4.10.1 一般性要求	21
4.10.2 编程要求	21
4.11 软件要求	21

4.12 包装要求.....	22
4.13 通信模块互换性要求.....	22
4.14 内控实验及要求.....	22
5 试验项目及要求.....	23
5.1 总则.....	23
5.2 准确度试验.....	28
5.2.1 热稳定.....	29
5.2.2 初始固有误差试验.....	29
5.2.3 起动试验.....	29
5.2.4 潜动试验.....	29
5.2.5 电能表常数试验.....	30
5.2.6 电子指示显示器电能示值组合误差.....	30
5.2.7 误差一致性试验.....	31
5.2.8 误差变差试验.....	31
5.2.9 负载电流升降变差试验.....	31
5.2.10 测量重复性试验.....	31
5.2.11 计时准确度试验.....	31
5.3 电气性能试验.....	32
5.3.1 功率消耗.....	32
5.3.2 电源电压试验.....	32
5.3.3 电流回路阻抗试验.....	33
5.3.4 耐受长期过电压试验.....	33
5.3.5 通信模块接口带载能力试验.....	33
5.3.6 通信模块互换能力试验.....	34
5.3.7 储能器件放电试验.....	34
5.3.8 通信功能试验.....	34
5.4 绝缘.....	35
5.4.1 通用试验条件.....	35
5.4.2 脉冲电压.....	35
5.4.3 交流电压试验.....	35
5.5 外部影响量试验.....	36
5.5.1 通用要求.....	36
5.5.2 验收准则.....	36
5.5.3 电磁兼容试验.....	36
5.5.4 抗其它影响量试验.....	42
5.6 气候影响试验.....	46
5.6.1 通用试验要求.....	46
5.6.2 高温试验.....	46
5.6.3 低温试验.....	46
5.6.4 极限工作环境试验.....	46
5.6.5 交变湿热试验.....	47
5.6.6 阳光辐射防护试验.....	47
5.6.7 防尘试验.....	47
5.6.8 防水试验.....	48

5.6.9 耐久试验.....	48
5.6.10 凝露试验.....	48
5.7 机械试验.....	48
5.7.1 弹簧锤试验.....	48
5.7.2 冲击试验.....	49
5.7.3 振动试验.....	49
5.7.4 电能表温度限值及耐热试验.....	49
5.7.5 接线端子压力试验.....	49
5.7.6 防火焰蔓延.....	49
6 材料及工艺要求.....	50
6.1 表座.....	50
6.2 表盖.....	50
6.3 端子座及接线端子.....	50
6.4 端子盖.....	51
6.5 铭牌.....	51
7 版本记录.....	51
附 录 A（规范性附录） 组合误差的推算.....	52
附 录 B（规范性附录） 与安全有关的电气试验流程图.....	54
附 录 C（资料性附录） 电磁兼容试验的试验设置.....	55
附 录 D（资料性附录） 传导差模电流干扰试验.....	58
附 录 E（规范性附录） 电流和电压电路中谐波影响试验的测试电路图.....	59
附 录 F（资料性附录） 短时过电流试验波形.....	65
附 录 G（资料性附录） 电能表显示内容.....	66
附 录 H（资料性附录） 电能表外观简图.....	68
附 录 I 特定表型要求试验项.....	72

1 范围

本标准规范书适用于南网 21 规范单相表所有表型及高防护表。用于指导电表的设计、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	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	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 2423.17	电工电子产品环境试验第 2 部分：试验方法试验 Ka：盐雾
GB/T 4208	外壳防护等级(IP 代码)
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 17215.321-2021	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	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	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）
DL/T 645—2007	多功能电能表通信协议
DL/T 500—2017	电压监测仪使用技术条件
Q/CSG 1209005—2015	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
Q/CSG 1204009—2015	中国南方电网电力监控系统安全防护技术规范
Q/CSG 1211019—2019	中国南方电网有限责任公司电能表用外置断路器技术规范
IEC 62052—31：2015	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(Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and testconditions — Part 31: Product safety requirements and tests)

3 特定表型要求

按附录要求执行。对应试验项或指标仅对特定产品有要求。

4 技术要求

4.1 规格要求

4.1.1 准确度等级

准确度等级为有功 A 级，无功 2 级。

4.1.2 电能表规格

表 4.1 电能表规格

等级	电压规格	有功电流规格 $I_{\min} - I_{tr} (I_{\max})$	标称频率	无功电流规格 $I_n (I_{\max})$	推荐常数 (imp/kWh、imp/kvarh)
有功: A 级 无功: 2 级	220V	0.25~0.5 (60) A	50Hz	5 (60) A	2000
有功: A 级 无功: 2 级	220V	0.25~0.5 (80) A		5 (80) A	2000

4.1.3 电压工作范围

表 4.2 电压工作范围

规定的工作范围	$0.6U_{\text{nom}} \sim 1.3U_{\text{nom}}$
---------	--

4.2 环境条件

4.2.1 参比条件

表 4.3 参比条件

影响量	参比值	允许偏差
环境温度	参比温度为 23 ℃ ^a	±2 ℃
环境相对湿度 ^c	45%~75%	-
大气压	63 kPa~106 kPa	-
电压	标称电压	±1.0%
频率	标称频率	±0.3%
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	-
对位置敏感的仪表的工作位置	按仪表的相关规定安装	±0.5°
射频场感应的传导干扰, 150 kHz~80 MHz	=0	<1 V
2kHz~150 kHz 频率范围内的传导差模电流	=0	<0.1 A

^a 试验在非参比温度的某一温度 (包括允许偏差) 下进行, 应通过采用相应的仪表温度系数来校正试验结果。

^b 试验包括:

- 首先将仪表与电源正常连接来测定各误差, 然后将电流电路和电压电路反向连接后测定各误差。两个误差之差的一半就是误差偏移的值。由于外磁场相位未知, 试验宜在 I_{tr} 、功率因数为 0.5 感性以及 0.5 I_{tr} 、功率因数为 1 的条件下进行;
- 应没有霜、露、冷凝水、雨等存在。

4.2.2 温度范围

表 4.4 温度范围

规定的工作范围	-25 °C ~55 °C ^a
极限工作范围	-25 °C ~70 °C
储存和运输极限范围	-25 °C ~85 °C

4.2.3 其它气候条件

表 4.5 温度范围

项目	室内仪表 (H1 和 H2)	室外仪表 (H3)
规定的工作范围	3K5 ^a	3K6 ^a
极限的工作范围	3K6 ^a	3K7 ^a
贮存和运输条件	贮存: 1K4 ^b ; 运输: 2K3 ^b	贮存: 1K5 ^b ; 运输: 2K4 ^c
^a 引自GB/T 4798.3—2007 表1, 冷凝、结冰以及8.2规定的条件除外。 ^b 引自GB/T 4798.1—2005 表1, 冷凝、降雨、结冰以及8.2规定的条件除外。 ^c 引自GB/T 4798.2—2008 表1, 冷凝、降雨、结冰以及8.2规定的条件除外。		

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℃ ± 10℃ 温度下不助燃、可熄灭。电能表端子座热变形温度 ≥ 200℃。
- 电压、电流接线柱在受到轴向 **66N** 的接线压力时, 接线端子位移不超过 0.5mm; 辅助端子接线柱在受到轴向 **12N** 的接线压力时, 接线端子位移不超过 0.5mm; IP68 表型不允许端子有位移。

4.3.3 冲击试验要求

电能表能够耐受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的冲击, 试验后电能表功能不应损坏, 误差偏移应符合表 4.11 中的规定。

4.3.4 振动试验要求

电能表具有一定的抗振性，可通过模拟运输振动测试。试验后仪表功能不应损坏，误差偏移应符合表 4.11 中的规定。

4.3.5 弹簧锤试验要求

仪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。

4.3.6 电能表温度限值及耐热试验要求

电能表温度限值及耐热应符合以下要求：

- 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) 电能表易接触表面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表面。

4.3.7 防火焰蔓延试验要求

端子座、端子盖和表壳应具备合适的安全性以防止火焰蔓延，不应因与之接触的带电部件过热而着火。

4.4 元器件要求

4.4.1 元器件通用要求

电能表内所有元器件应采用防锈蚀、防氧化处理，且紧固点牢靠。

4.4.2 线路板

- a) 线路板须用耐氧化、耐腐蚀的双面/多层板，并具有电能表生产厂家的标识。
- b) 线路板表面应清洗干净，不得有明显的污渍和焊迹，应做绝缘、防腐处理。
- c) 线路板焊接应采用回流焊、波峰焊工艺。
- d) 电能表内部分流器、端钮螺钉、引线之间以及线路板之间应保持足够的间隙和安全距离。
- e) 线路板之间，线路板和电流、电压元件之间，显示单元和其他部分之间的连接应采用可靠的接插件连接。

4.4.3 压敏电阻

- a) 在 85℃温度下，压敏电阻在最大连续交流工作电压下使用寿命不低于 1000 h。
- b) 压敏电阻极限冲击电流耐受能力应在 20 kA 及以上。

4.4.4 液晶显示器

- a) 电能表采用 LCD 显示，应选用常温型的性能符合 FSTN 类型的材质，其工作温度范围为-25℃ ~+85℃；在正常使用条件下，LCD 工作寿命应大于 10 年。
- b) LCD 应具有宽视角，即视线垂直于 LCD 正面，上下视角应不小于±60°。

- c) LCD 应具有高对比度（对比度大于 4）。
- d) LCD 应具有背光功能，背光颜色为白色（色坐标：X:0.25-0.3，Y:0.25-0.3）。
- e) LCD 的偏振片应具有防紫外线功能，在光波长 380nm 情况下，透过率不超过 1%。
- f) LCD 满足稳态湿热 70 °C/95% RH 试验 300 h 要求，试验后 LCD 应能正常显示，无显示暗淡现象，无明显的偏光片部分或全部失效现象，偏光片边缘发白区域宽度不超过 2mm，底色无明显的整体变淡。
- g) 在有表盖时，其电子显示器外部应能承受 15kV 试验电压的静电空气放电。

4.4.5 电池及可充电储能器件

- a) 应满足以下安全性能要求：在外部短路、非正常充电、强制放电、挤压、重物撞击、穿刺实验时，不爆炸不着火。应采用可靠的结构封装，确保电池及可充电储能器件发生漏液后不影响电能表正常运行。可充电储能器件不应因过充电、过放电或者错误极性安装等原因发生爆炸或引起火灾。
- b) 电池应采用绿色环保且不可充电的柱状锂电池，电池标称电压 3.6 V，额定容量 ≥ 1200 mAh，电池尺寸： $\phi 14.5\text{ mm} \times 25.4\text{ mm}$ （允许偏差： $\pm 0.5\text{ mm}$ ）。电池仓应采用透明材质，可清晰标示制造商或供应商的名称或商标(标志)。
- c) 时钟电池与电池仓为一体化设计；电池正负极应与 PCB 板接触紧密可靠，并在表内部与强电进行隔离，电池仓应具有良好密封性和绝缘性。
- d) 在 70°C 环境条件下，可充电储能器件循环使用寿命要求不低于 1 万次。可充电储能器件应满足稳态湿热 70°C/95% RH 试验下，寿命不少于 500 h。

4.4.6 电解电容

应满足在 105 °C 高温下的寿命不少于 5000 h。

4.4.7 接插件

- a) 电能表用接插件的塑胶，应选用性能稳定的材料，不能分解出有害物质及影响连接器的正常使用。接插件过锡炉测试，锡炉峰值温度 $260 \pm 5^\circ\text{C}$ 持续 3 秒，不应出现变形，且塑胶表面不应出现非设计因素造成的台阶及印痕。
- b) 连接器端子与导线之间的连接方式应采用压接的方式。
- c) 连接件应采用 O 型插座。在无卡扣作用的情况下，接插件各引脚的插入力不大于 2.5 N，拔出力不小于 0.4 N，端子与塑胶之间各引脚的保持力不小于 8.4 N。
- d) 接插件接触表面镀金厚度不低于 $2\text{ }\mu\text{m}$ （微英寸）。
- e) 按 GB/T 2423.17 盐雾实验要求，实验时间 168 h，实验后，接插件金属部分无发黑，无断裂，腐蚀程度在 5% 以下。

4.4.8 隔离器件

隔离器件的绝缘要求：外部电气间隙大于 7.0 mm。隔离器件耐压要求：满足 5 kV 交流电压，持续 1 分钟，漏电流小于 0.5 mA。

4.4.9 采样元件

- a) 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。
- b) 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。

4.4.10 负荷开关

- a) 内置负荷开关最大额定断开电流应大于等于80 A, 负荷开关技术要求符合IEC 62055-31中规定, 负荷开关类型选择UC2。内置负荷开关负荷通断电路与控制回路之间应能满足4kV交流耐压试验, 持续时间1分钟, 漏电流小于0.5mA。
- b) 采用内置负荷开关的电表进行通断操作时应有相应的硬件或软件的消弧措施, 在通、断 I_{max} 电流的条件下, 负荷开关的寿命不应小于6000次。在电表电压电路施加标称电压, 电流电路通过 $1.2 I_{max}$ 的条件下, 进行10次开关通断试验; 试验后, 电表应能正常工作。当在电表电压电路上施加70%~120%的标称电压时, 负荷开关应能正常工作。
- c) 外置负荷开关应满足Q/CSG 1211019-2019《中国南方电网有限责任公司电表用外置断路器技术规范》的要求。

4.4.11 可接触部件

- a) 电表运行维护期间可接触到的插拔部件, 如通信模块、可更换电池及其接口应符合IEC 62052-31: 2015中6.2的规定。
- b) 可接触带电部件不应成为危险带电部件; 如可接触带电部件成为危险带电部件, 应满足足够的绝缘强度, 限值应符合IEC 62052-31: 2015中6.3的规定。

4.5 功能要求

4.5.1 电能计量

- a) 具有正向有功电能、反向有功电能计量功能, 能存储其数据, 并可以设置组合有功。出厂默认值: 组合有功电能=正向有功电能+反向有功电能。
- b) 具有无功电能计量; 无功四个象限可分别计量。无功电量可设置成任意四个象限量之和, 并可以设置组合无功电能。出厂默认值: 组合无功1电量=I+IV, 组合无功2电量=II+III。
- c) 具有分时计量功能; 有功电能量应对尖、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和的方式计算总电能量。
- d) 至少存储上24个结算日的总电能和各费率电能量; 数据存储分界时刻为月初零时, 或在每月1号至28号内的整点时刻。
- e) 停电期间错过结算时刻, 上电时补全结算日电能量数据, 最多补冻最近12次。
- f) 当前电能量应支持4位小数存储, 允许电能量小数部分每次按单个脉冲代表的电能量增长。

4.5.2 测量及监测

- a) 能测量、记录、显示当前电表的电压、电流、功率、功率因数、频率等运行参数, 引用误差不超过 $\pm 0.5\%$ 。

- b) 其中各变量的测量范围满足以下规定：电压测量范围： $0.6U_{\text{nom}} \sim 1.3U_{\text{nom}}$ ；电流测量范围： $0.2I_{\text{tr}} \sim 1.2I_{\text{max}}$ ；功率测量范围：PQ（起动功率） $\sim 1.3U_{\text{nom}} \times 1.2I_{\text{max}}$ ；频率测量范围： $47.5\text{ Hz} \sim 52.5\text{ Hz}$ 。
- c) 功率因数测量条件满足以下规定：电压： $0.6U_{\text{nom}} \sim 1.3U_{\text{nom}}$ ，电流： $I_{\text{tr}} \sim 1.2I_{\text{max}}$ 。

4.5.3 事件记录

电能表应记录下列事件：

- a) 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；
- b) 应记录编程总次数，最近 10 次编程的时刻、操作者代码、编程项的数据标识；
- c) 应记录时钟设置总次数（不包含广播校时），最近 10 次校时前时刻、校时后时刻、操作者代码；
- d) 应记录广播校时总次数，最近 100 次校时前时刻、校时后时刻及对应的电能量数据等信息；
- e) 应记录最近 10 次控制拉闸和最近 10 次控制合闸事件，记录拉、合闸事件发生时刻和电能量等数据；
- f) 应记录开表盖总次数，最近 10 次开表盖事件的发生、结束时刻及对应的电能量数据等信息；停电期间，电能表只记最早的一次开表盖事件；
- g) 应记录过流总次数和总累计时间，最近 10 次过流发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息；
- h) 应记录失压总次数及累计失压时间，最近 10 次失压事件的发生、结束时刻及对应的电能量数据等信息；
- i) 应记录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等信息；
注：如果负荷开关实际状态与电能表发给负荷开关的命令状态不一致，且持续 5 s 以上，记录为负荷开关误动作事件。
- j) 应记录最近 2 次密钥更新事件，记录事件发生时刻及更新前的密钥状态字等信息；
- k) 应记录最近 2 次阶梯表编程事件，记录事件发生时刻及编程前当前套阶梯表和备用套阶梯表等信息；
- l) 应记录最近 2 次时段表编程事件、最近 2 次时区表编程事件、最近 2 次周休日编程事件；
- m) 应记录最近 10 次有功组合方式编程记录事件，记录事件发生时刻及编程前的有功组合方式特征字等信息；
- n) 应记录最近 10 次无功组合方式编程记录事件，记录事件发生时刻及编程前的无功组合方式特征字等信息；
- o) 应记录最近 10 次事件清零事件，记录事件发生时刻及事件清零标识码等信息；
- p) 应记录停电的总次数和累计停电时间，最近 10 次停电发生及结束的时刻、停电发生前 3 分钟的火线电流平均值，并在事件发生后 10 秒内通过通信模块进行停电上报；
- q) 应记录电能表零线电流异常总次数，最近 10 次发生、结束时刻及对应的电能量数据等信息；
- r) 应记录时钟故障总次数，最近 10 次故障发生、结束时刻及对应电能量；
- s) 应记录计量芯片故障总次数，最近 10 次故障发生、结束时刻及对应电能量；

- t) 当电能表的外部供电为电能表工作电压范围时，电能表内部直流工作电源异常导致处理器进入到低功耗状态，且持续时间大于 1s，记录为电源异常事件。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；

注：电能表在进入低功耗后记录且仅记录一次电源异常事件。

- u) 应记录时钟电池欠压累计时间（分辨率为分钟），最近 10 次事件发生时刻及其对应的电能量数据等信息。
- v) 记录时钟电池更换总次数，最近 10 次更换发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
- w) 应记录最近 10 次通信模块更换事件，记录更换发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息；
- x) 应记录最近 10 次通信模块异常事件，记录异常发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息；
- y) 应记录低电压事件和高电压事件，记录最近 10 次低电压事件和高电压事件发生时间、结束时间和对应的电压值。

记录每种事件总发生次数和（或）总累计时间。

当有重要事件发生时，宜支持主动上报。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。

4.5.4 时钟、电池

- a) 具有日历、计时、闰年自动转换功能，在 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，时钟的计时准确度应优于 $\pm 1\text{s}/24\text{h}$ ，时钟准确度的温度系数应优于 $0.1\text{s}/^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ ，在参比温度 ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) 下，时钟日计时误差应优于 $\pm 0.5\text{s}/24\text{h}$ 。
- b) 时钟电池优先支持给时钟供电，在电能表寿命周期内支持可更换，停电后可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信号。电池更换接口不应成为危险带电部件。
- c) 电能表内应具备储能器件，在电能表断电时，储能器件应优先为时钟供电。在电能表断电且取出电池情况下，电能表内部储能器件应能保证时钟正确计时时间不少于 2 天。
- d) 可通过蓝牙、RS485、载波和微功率无线等通信接口对电能表进行校时，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。蓝牙只支持带电能表通信地址的广播校时、日期时间设置命令。
- e) 电能表应具备判断时钟数据正确性功能，若发现时钟数据不正确，应以主动上报方式向后台申请校时。

4.5.5 广播校时

仅当从站的日期和时钟与主站的时差在 ± 10 分钟以内时执行广播校时命令，即将从站的日期时钟调整到与命令下达的日期时钟一致。不允许电能表在执行结算数据转存操作前后或每日零点前后 10 分钟内校时。每天只允许校对一次。支持带电能表通信地址的广播校时命令。

4.5.6 费率、时段

- a) 一天内可以任意设置尖、峰、平、谷等 12 种费率；24h 内最多可以设置 14 个时段，最小时段为 15min，可跨越零点设置，各时段设置按时间从小到大排列。

- b) 电能表应具有两套及以上可以任意编程的时段表,每套时段表内最多有 8 个日时段表,并可在设定的时间点启用第二套费率时段。全年至少可设置 2~14 个时区。时区表、时段表切换前,应先判断电能表时钟是否存在异常和参数是否合法,当时钟数据异常和参数非法时应上报错误,不切换。
- c) 电能表应支持节假日和周休日特殊费率时段的设置。
- d) 电能表应支持通过蓝牙、RS485 和载波等通信接口修改时段表,并应有防止非授权人操作的安全措施。
- e) 日时段表支持按实际时段数设置,设置成功后应按最后一个日时段补齐后续时段。

4.5.7 阶梯电量

至少具有两套阶梯电量参数,支持以月、年为计费周期的阶梯电量累计方式,称为月阶梯、年阶梯,支持电能表在指定时间实现两种方式自动切换,并能显示电能表当前所处的阶梯及阶梯电量。

月阶梯的月度用电量在每月第1结算日进行转存,转存后当前月度用电量清零。

年阶梯的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。

年结算日只用于年阶梯用电量结算,电能示值还按月结算日转存。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。

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。

应至少可设置2张阶梯表,可按时区执行不同的阶梯表。

每张阶梯表至少可设置6个阶梯值。

4.5.8 冻结功能

支持电压、电流、频率、有功功率、无功功率、功率因数、正反向有功总电能、组合无功总电能、四象限无功总电能等信息的冻结。在停电时有冻结事件发生的,在上电后补冻停电后下一个冻结数据。同一冻结时间点,各类冻结保存的相同数据项应保持一致。冻结分为6类:

- a) 定时冻结

按照约定的时间及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) 约定冻结

在新老两种时段、阶梯转换或电力部门认为有特殊要求时,冻结转换时刻的电能量以及其他重要数据。

- d) 日冻结

存储每天零点时刻的电能量,应可存储254天的数据。

- e) 月冻结

存储每月1日零点的总电能和各费率的电能数据,应可存储24次。

- f) 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。

4.5.9 负荷记录

负荷记录内容可以从“电压、电流、频率”，“有、无功率”，“功率因数”，“有、无功总电能”，“四象限无功总电能”，“分时有功电能”六类数据项中任意组合。

每类负荷记录间隔时间为1min~30min范围内设置，默认间隔时间为15min。每类负荷记录的时间间隔可以相同，也可以不同。

负荷记录的存储空间应至少保证在记录六类数据、默认负荷记录间隔时间的情况下不少于365天的数据量。

4.5.10 数据存储

- a) 至少能存储最近 24 个月或最近 24 个（结算）抄表周期的总电能和各费率的电能数据，数据转存分界时间为每月最后一日的 24 时（月初零时）或在每月 1 至 28 日内的整点时刻。
- b) 电能表应存储安装位置（北斗/GPS/GNSS 定位）信息。
- c) 电能表应存储售电合同相关信息，至少包括售电方、购电方、用电容量、对应的费率时段和电价等相关信息。
- d) 电能表应存储状态监测信息：电表运行时间、电池、存储器、计量芯片、负荷开关、安全模块、时钟、温度、电流超限、电压超限等状态信息
- e) 电能表同一时间点冻结数据、负荷记录数据的相同数据项应保持一致。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。
- f) 电能表内部数据根据重要级别分为 A、B、C、D 四类数据，A、B、C 类数据应保存于非易失性存储器，应有校验码用于数据正确性检测；且 A、B 类数据在非易失性存储器中应有备份，具备纠错功能。掉电时应将 RAM 中需保存的数据保存到非易失性存储器中（A 类：计量相关数据；B 类：结算、冻结、费控相关参数；C 类：通信参数、事件记录、负荷记录相关参数；D 类：其他数据）。电能表电源掉电后，所有存储的数据保存时间至少为 10 年。

4.5.11 电表清零

- a) 清除电能表内存储的电能量、冻结量、事件记录、负荷记录等数据。
- b) 电表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。
- d) 电能表清零操作只允许在测试密钥状态下执行。

4.5.12 显示功能

- a) 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，可参考附录 E。电能表可显示电能量、电压、电流、功率、时间等各类数值；电能显示小数位数支持 0~4 位可设，默认 2 位；显示数据保持右对齐；当电能数据超出显示范围时向右进行借位显示，至多借到只剩零位小数；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；显示符号可包括功率方向、费率、编程状态、相线、电池欠压等标志。
- b) 电能表应具备自动轮显和按键两种显示方式；自动轮显时间（5~20）s 可设置，默认 5s。

- c) 电能表应具备上电全显功能，上电后 1s 内 LCD 满屏显示、背光点亮、LED 灯全亮（脉冲灯除外）；LCD 显示、背光点亮与 LED 灯亮维持时间默认 5s，时间间隔可在（5~30）s 内设置。
- d) 电能表在正常工作状态时，进行按键操作时启动 LCD 背光。按键触发背光启动后，60 s 无操作自动关闭背光。通过载波、微功率无线等远程通信方式同电能表进行通信时，禁止点亮背光。
- e) 电能表掉电后，2h 内可通过按键唤醒显示 10 次，每次持续时间 30 秒，支持自动轮显和按键两种显示方式，仅显示正、反向有功总电量和户号，自动轮显时间固定为 5 秒。掉电 2h 后 LCD 应关闭显示，不支持唤醒。
注：连续多次按键或者在 30 秒内间歇性按键都记为一次按键唤醒。
- f) LCD 的显示图形、符号参见附录 D。
- g) 脉冲指示灯：使用高亮、长寿命红色 LED，平时灭，计量电能时闪烁。
- h) 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。

4.5.13 报警功能

- a) 电能表可通过液晶上符号显示进行报警，当事件恢复正常后报警自动结束；
- b) 单相电能表支持通过液晶符号报警功率反向、电池欠压。

4.5.14 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 脉冲输出功能，输出脉冲应代表电能表测量的总电能。光脉冲输出采用超亮、长寿命 LED 器件。
电能表电能量脉冲输出宽度为：（30~96）ms。有脉冲输出时，通过 5mA 电流时脉冲输出出口的压降不得高于 0.8V；没有脉冲输出时，脉冲输出口直流阻抗应不小于 100k Ω 。
- b) 多功能信号输出
多功能信号端子可输出秒脉冲信号、有功电能、无功电能脉冲信号，三种信号可在同一多功能信号端子通过软件设置进行转换，每日零点自动恢复为秒脉冲输出。电能表初次上电，或停电后再上电，默认为秒脉冲信号输出。
- 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。

4.5.15 通信要求

电能表至少应具有一路红外通信接口、一路 RS485 通信接口，具备蓝牙通信功能，具备模块通信功能，模块根据需要可使用载波通信模块、微功率无线通信模块、载波-无线双模模块等外置通信模块。

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，在热拔插通信模块、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。电能表与通信模块之间的通信速率可设置，设置范围为（1200-19200）bps，默认值为 9600bps、偶校验。电能表与通信模块的通信速率支持协商，通信速率协商由通信模块发起。

正常供电下，模块通信接口连续空闲超过 36 小时后应有定时复位机制，防止模块死机。

电能表应支持多项数据组合抄读要求，组合抄读能任意组合最多 20 项电能表数据项，且支持分帧方式。

载波通信模块、微功率无线通信模块、载波-无线双模模块等通信模块应具备互换功能。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。当其它设备通过通信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。

电能表载波通信模块、微功率无线通信模块等应具备良好的向上版本兼容性。

a) 红外通信：

- 1) 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 5 米。
- 2) 红外接口的电气和机械性能应满足 DL/T 645—2007 的要求。
- 3) 红外通信仅支持明文抄读和明文合闸，不支持设置，也不需要进行红外认证和身份认证。

b) RS485 通信：

- 1) RS485 与外部设备通信速率可设置，设置范围为（1200~19200）bps，缺省值为 9600bps。
- 2) 电能表上电后 3s 内 RS485 接口应可正常通信。
- 3) RS485 输出端子必须符合以下要求：
 - 与强电端子间应能承受 4kV 的交流电压历时 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 的交流电压历时 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 RS485 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) 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。
- 3) 电能表上电后 5 s 内可以进行载波通信。
- 4) 载波通信模块的强弱电接口之间应能承受历时 1 分钟的 4kV 交流电压试验，漏电流不大于 0.5mA，试验后应能正常通信。

d) 微功率无线通信：

- 1) 微功率通信接口应有失效保护电路，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。
- 2) 速率：10kbps，频率范围：470~510MHz，发送功率小于等于 50mW，接收灵敏度：-103dBm，使用外置天线或者内置弹簧天线，通信目视距离不于 400 米。
- 3) 需满足《中华人民共和国无线电频率划分规定》和《中华人民共和国无线电管理条例》等政策法规的强制性要求。

e) 蓝牙通信：

- 1) 蓝牙与电能表之间的通信速率至少达到 115200 bps，且通信距离大于 10 米。
- 2) 蓝牙至少应通过 Bluetooth SIG（蓝牙技术联盟）协议栈版本认证，获得其授权的 QDID 编号，电能表以整机或蓝牙模组的方式通过蓝牙认证，认证内容至少包含核心规格版本、灵敏度、频偏、物理层速度等指标。
- 3) 为保证互联互通和兼容性，蓝牙须采用 5.0 及更高标准版本。

4.5.16 安全防护

电能表应支持安全认证功能，通过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

通过通信单元读取电能表数据时，以明文的方式进行数据的传输。

b) 写数据

电能表的清零及参数设置等应通过安全模块身份认证、数据加密保护和MAC认证。广播校时、更改波特率、瞬时冻结和多功能输出设置命令无需进行身份认证，以明文的方式进行数据的传输。广播校时、瞬时冻结和多功能输出设置命令支持以广播形式下发。

c) 蓝牙通信安全策略

通过蓝牙读取电能表附录K中数据时无需蓝牙认证，以明文方式传输，读取其他数据时需要通过蓝牙认证。

通过蓝牙对电能表进行参数设置、数据回抄、远程控制时，应先进行蓝牙认证，再进行远程身份认证，然后再进行上述操作。

d) 网络安全

应符合《中华人民共和国网络安全法》、《电力监控系统安全防护规定》（国家发改委14号令）、《电力监控系统安全防护总体方案等安全防护方案和评估规范》（国能安全〔2015〕36号）、GB/T 22239-2019《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》、Q/CSG1204009-2015《中国南方电网电力监控系统安全防护技术规范》等网络安全防护的相关要求，确保设备及其通信安全。

4.5.17 费控功能

a) 费控功能采用远程费控方式，参照附件C执行。电能表主要实现计量功能，计费功能由远程的主站/售电系统完成，当用户欠费时由远程主站/售电系统发送拉闸命令，给用户断电，当用户充值后，远程主站/售电系统再发送直接合闸命令或者合闸允许命令，电能表判断命令有效后直接合闸或者允许用户手动合闸。

b) 安全认证要求：

对电能表进行参数设置和下发远程控制命令操作时，应有严格的加密认证，以确保数据传输安全可靠。

c) 电能表支持明文合闸命令。

4.5.18 通断电要求

- a) 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。电能表处于合闸允许状态，可通过本地方式由用户自行合闸或发送直接合闸命令进行合闸。
- b) 采用外置负荷开关时，合闸允许状态下电能表输出直接合闸控制信号，用户不需按电能表按键，根据外置负荷开关的控制方式自动合闸或手动合闸。
- c) 采用内置负荷开关时，电能表应具有拉合闸状态检测电路。
- d) 当电能表收到远程拉闸命令，应先判断继电器拉闸控制电流门限值，当电流大于该值时，应延时直至电流小于该值后再执行拉闸，延时时间最长不超过24小时。继电器拉闸控制电流门限值设置为0时，电能表不做判断。
- e) 电能表拉闸灯亮或灭表示检测到的电路实际状态，液晶“拉闸”字符表示电能表收到的命令。电能表收到拉合闸命令后，在执行拉合闸动作时，记录拉/合闸事件记录。

- f) 电能表的运行状态字 3 中 bit4 位反映线路实际工作状态，刷新延迟时间不超过 10s。
外置负荷开关电能表按同时检测功率和外置断路器（含电压）反馈状态进行处理，内置负荷开关电能表按检测功率和内部拉合闸状态检测电路反馈信号进行处理。

4.5.19 保电功能

- a) 电能表具有远程保电功能，当电能表接收到保电命令时便处于保电状态，不执行任何情况引起的拉闸操作直至解除保电命令。
- b) 电能表在保电状态下接收到拉闸命令，电能表不执行拉闸操作，返回处于保电状态拉闸失败的信息，LCD 不应显示“拉闸”字符。
- c) 对负荷开关内置的电能表：电能表在拉闸状态时，收到保电命令，进入合闸允许状态；LCD “拉闸”字符熄灭，拉闸灯闪烁。按下轮显键 3s（或收到直接合闸命令）后电能表合闸。
对负荷开关外置的电能表：电能表在拉闸状态时，收到保电命令，应立即合闸，LCD “拉闸”字符熄灭，检测到合闸成功后拉闸灯熄灭。
- d) 电能表在拉闸前的延时过程中接收到保电命令时，电能表 LCD“拉闸”字符消失，电能表处于继续用电状态。
- e) 保电解除命令仅对电能表处于保电状态有效。保电命令解除后，电能表处于继续用电状态，收到主站下发的拉闸命令才执行拉闸。

4.5.20 电压监测

电能表应具有电压合格率统计、高低电压事件判断和停电统计的功能，电压合格率统计应满足 a)、b)、c)、d) 条的要求，高低电压判断应满足 e)、f) 条的要求，停电统计应满足 g) 条的要求。

- a) 具有日、月电压合格率统计功能，能记录电压累计考核时间、电压合格率、电压超上限率、电压超下限率、电压超上限时间、电压超下限时间、最高电压及发生时刻、最低电压及发生时刻、平均电压。
- b) 电压测量和计算、电压合格率计算方法应符合 DL/T 500 的要求。
- c) 应至少记录 3 个月的日电压合格率统计数据。
- d) 应至少记录 12 个月的月电压合格率统计数据。
- e) 具有低电压事件判断功能。当电能表电压幅值低于设定值（默认为 90%标称电压）的时间累计超过规定时间（默认为 10 h）时，记录为低电压事件。应记录最近 10 次低电压事件发生时间、结束时间和对应的电压值，并支持主动上报。低电压用户判定电压和时间定值支持设置。
- f) 具有高电压事件判断功能。当电能表电压幅值高于设定值（默认为 107%标称电压）的时间累计超过规定时间（默认为 20 h）时，记录为高电压事件。应记录最近 10 次高电压事件发生时间、结束时间和对应的电压值，并支持主动上报。高电压用户判定电压和时间定值支持设置。
- g) 具有按月、年统计停电总次数和累计停电时长功能，应至少记录 36 个月/3 年的停电总次数、累计停电时长统计数据。

4.5.21 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。

4.6 准确度要求

4.6.1 基本最大允许误差

下表中的值适用于每个计量方向，电能表出厂误差数据应控制在误差限值的 **50%** 以内。

表 4.6 误差极限

负载电流	功率因数 $\cos \phi$	误差限 (%)
$I_{min} \leq I < I_{tr}$	1.0	± 1.5
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$		± 1.0
$I_{min} \leq I < I_{tr}$	0.5L, 0.8C	± 1.5
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$		± 1.0
$I_{st} \leq I < I_{min}$	1.0	$\pm 1.5 \cdot I_{min} / I$

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 50% 限制。

4.6.2 初始误差要求

表 4.7 有功初始固有误差

序号	电压	电流	功率因数	误差要求 (%)
1	Un	Imin	1.0	± 0.50
2	Un	Itr	1.0	± 0.35
3	Un	10Itr	1.0	± 0.35
4	Un	0.5Imax	1.0	± 0.35
5	Un	Imax	1.0	± 0.35
6	Un	Imin	0.5L	± 0.50
7	Un	Itr	0.5L	± 0.35
8	Un	10Itr	0.5L	± 0.35
9	Un	0.5Imax	0.5L	± 0.35
10	Un	Imax	0.5L	± 0.35
11	Un	Imin	0.8C	± 0.50
12	Un	Itr	0.8C	± 0.35
13	Un	10Itr	0.8C	± 0.35
14	Un	0.5Imax	0.8C	± 0.35
15	Un	Imax	0.8C	± 0.35

表 4.8 无功初始固有误差

序号	电压	电流	功率因数	误差要求（%）
1	Un	Imin	1.0	±0.60
2	Un	Itr	1.0	±0.60
3	Un	10Itr	1.0	±0.60
4	Un	0.5Imax	1.0	±0.60
5	Un	Imax	1.0	±0.60
6	Un	Imin	0.5L	±0.60
7	Un	Itr	0.5L	±0.60
8	Un	10Itr	0.5L	±0.60
9	Un	0.5Imax	0.5L	±0.60
10	Un	Imax	0.5L	±0.60
11	Un	Imin	0.8C	±0.60
12	Un	Itr	0.8C	±0.60
13	Un	10Itr	0.8C	±0.60
14	Un	0.5Imax	0.8C	±0.60
15	Un	Imax	0.8C	±0.60

4.6.3 起动

有功起动试验，应对每个计量方向进行试验。满足表 4.6 要求。
无功起动试验过程中，起动功率和起动电流的测量误差不应超过±5%。

4.6.4 潜动

在规定时间内其测试输出不应产生多于一个的脉冲。

4.6.5 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。

4.6.6 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：

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

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。

4.6.7 计时准确度

- a) 在参比温度及工作电压范围内，时钟准确度不应超过 $\pm 0.5 \text{ s}/24\text{h}$ 。
- b) 在 $-25^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$ 温度范围内，时钟准确度的温度系数应优于 $0.1 \text{ s}/^\circ\text{C}/24 \text{ h}$ ；在该温度范围内，时钟准确度应不超过 $\pm 1\text{s}/24 \text{ h}$ 。
- c) 在参比温度下，采用备用电源供电时钟偏差应优于 $\pm 2 \text{ s}/96 \text{ h}$

4.6.8 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的限定值。

表 4.9 误差一致性限值

误差限值	$10I_{tr} (\cos\varphi=1、0.5L)$	$I_{tr} (\cos\varphi=1)$
	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.4\%$

4.6.9 误差变差要求

对同一被试样品相同的测试点，在负载电流为 $10I_{tr}$ 、功率因数为 1 和 0.5L 的负载点进行重复测试，相邻测试结果间的最大误差变化的绝对值不应超过 0.2%。

4.6.10 负载电流升降变差

电能表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；在功率因数为 1、负载电流为 $I_{min} \sim I_{max}$ 的变化范围内，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 0.25%。

4.6.11 重复性

同一被测信号在相同的测量条件下，电能表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规定限值。

表 4.10 测量重复性限值

功率因数	电流值	$S (\%)$
1	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.1
1	$I_{min} \leq I < I_{tr}$	0.15
0.5L, 0.8C	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.1

4.6.12 外部影响量

外部影响量包含阳光辐射、防尘、防水、电磁兼容和表 4.11 中所列的其他影响量。

电磁兼容影响量包含：静电放电、射频电磁场、快速瞬变脉冲群、射频场感应的传导干扰、浪涌、交流电压暂降和短时中断、2 kHz~150 kHz 传导电流干扰、工频磁场、振铃波和外部恒定磁场、无线电干扰抑制。

电能表在阳光辐射防护、防尘、防水、交流电压暂降和短时中断、静电放电、射频电磁场（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,当外部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,并应符合表 4.11 中对电能表基本最大允许误差极限的要求。

表 4.11 影响量

影响量		电流值	功率因数	电能表误差偏移极限 (%)
交流电压暂降和短时中断试验		/	/	/
静电放电试验		/	/	/
射频电磁场(有电流)试验 ¹⁾		$10I_{tr}$	1	± 2.0
射频电磁场(无电流)试验 ¹⁾		/	/	/
快速瞬变脉冲群试验		$10I_{tr}$	1	± 4.0
射频场感应的传导干扰试验		$10I_{tr}$	1	± 2.0
传导差模电流干扰试验		$10I_{tr}$	1	± 4.0
浪涌抗扰度试验		/	/	/
振铃波试验		/	/	/
外部恒定磁场试验		$10I_{tr}$	1	± 1.5
外部工频磁场试验		$10I_{tr}$ 、 I_{max}	1	± 1.3
外部工频磁场(无负载条件)试验		/	/	/
外部工频磁场干扰试验		/	/	/
无线电干扰抑制(EMI)试验		/	/	/
电流和电压电路中谐波-第 5 次谐波试验		$0.5I_{max}$	1	± 0.8
电流和电压电路中谐波-方顶波波形试验		$10I_{tr}$	1	± 0.6
电流和电压电路中谐波-尖顶波波形试验		$10I_{tr}$	1	± 0.6
电流电路中的间谐波-脉冲群触发波形试验		$10I_{tr}$	1	± 1.5
电流电路中的奇次谐波-90 度相位触发波形试验		$10I_{tr}$	1	± 0.8
直流和偶次谐波-半波整流波形试验		$10I_{tr} \leq I \leq 1.2I_{max}$	1	± 3.0
			0.5L	± 3.0
电压改变试验	$U_{nom} \pm 10\%$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.5
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 1.0
	$0.6U_{nom} \leq U < 0.9U_{nom}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 1.0
	$1.1U_{nom} < U \leq 1.3U_{nom}$		1	± 1.0
$U < 0.6U_{nom}$		$10I_{tr}$	1	-100~+10
环境温度改变试验 ²⁾		$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.05
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 0.07
频率改变试验		$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.5
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	± 0.7
辅助装置工作试验		I_{min} 、 I_{tr} 、 I_{max}	1	± 0.3
短时过电流试验		$10I_{tr}$	1	± 1.5
负载电流快速改变试验 ³⁾		$10I_{tr}$	1	± 2.0
自热试验		I_{max}	1	± 0.5
			0.5L	

高次谐波试验	I_{tr}	1	± 1.0
高温试验	$10I_{tr}$	1	± 0.3
低温试验	$10I_{tr}$	1	± 0.3
极限工作环境试验	I_{max}	1	/
交变湿热试验	$10I_{tr}$	1	± 0.1
耐久性试验	I_{tr} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{max}	1	± 0.3
冲击试验	$10I_{tr}$	1	± 0.3
振动试验	$10I_{tr}$	1	± 0.3
1) 射频场感应的直接或间接传导干扰； 2) 各等级电能表的平均温度系数（%/K）； 3) 电能表的精确电量误差。			

4.7 电气性能要求

4.7.1 功率消耗

4.7.1.1 电压线路功耗

- 在标称频率、 $10 I_{tr}$ 和标称电压条件下，电能表处于非通信状态（带通信模块电能表模块仓不插模块），背光关闭，电压线路的有功功率和视在功率消耗不应大于 1W、6VA；非通讯状态下带模块，电压线路的有功功率和视在功率消耗不应大于 2W、8VA。
- 电能表在通信状态下，电压线路的有功功率和视在功率不应大于 3W、10VA。

4.7.1.2 电流线路功耗

在 $10 I_{tr}$ 、参比温度和标称频率下，电流线路的视在功率消耗不应超过 1VA。

4.7.2 电流回路阻抗

本项目针对开关内置表。
电流回路阻抗平均值应小于 $1.5 \text{ m}\Omega$ 。

4.7.3 耐受长期过电压

电能表应能耐受 $1.9U_{nom}$ 的最大耐受电压 4h。试验后功能正常。

4.7.4 电气试验流程

与安全有关的电气试验流程图见附录 B。

4.8 绝缘性能

4.8.1 脉冲电压

电能表应能承受脉冲电压影响，试验电压按下表规定施加。

表 4.12 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）
--------------------	---------

150 < U ≤ 300	6000
---------------	------

4.8.2 交流电压

电能表应能承受下表规定的交流电压试验。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，并能正确工作。

表 4.13 交流电压试验

试验电压施加的点	1 min 交流试验电压 V
在所有电网电路连接在一起作为一端和另一端是地之间	4000

注：电网电路和地之间按照加强绝缘等级对电能表绝缘性能进行验收；所有电流线路和电压线路以及参比电压超过40V的辅助线路连接在一起为一点，另一点是地，试验电压施加于该两点间。

4.9 可靠性要求

可靠性试验前后需要按照下表进行试验，确保可靠性试验未降低电表性能。

表 4.14 基本功能验证

项目	内容	要求
计量	10Itr、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 10 次）
红外通信	5 米 200 字节	成功率 90%以上（至少 10 次）
控制	跳合闸	正常响应
功率消耗	电压线路	满足内控要求

4.9.1 基本要求

- 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规定值。

表 4.15 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
单年允许故障率%	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

- b) 订购的电能表具有国家电网计量中心出具的、置信区间 95%、可靠寿命不少于 16 年的可靠性检测报告；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厂家、型号、规格、主要性能、品级等；

- 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。

注:提高电能表使用寿命要求至16年,增加10年以后寿命保证期允许故障率,电能表允许的故障率是指单纯由设备质量故障引起的当年故障率统计数据。

4.9.2 盐雾试验

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

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。

4.9.3 双 85 试验

- a) 常规试验:
试验方法:按照电表双85试验方案进行试验。
- b) 特殊试验:
- 样本数量:2只
 - 高温(85°C)、低温(-45°C)工况下,每200h测试精度误差、漏电流,不进行耐压测试。
 - 共记录5轮数据,累计1000h。
 - 要求每次测试使用的台体和工装必须保持一致。
 - 测试结果都需满足企标要求。其余要求,按照常规双85进行。

4.9.4 跌落试验

按照内控试验方法执行。

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

4.10 数据安全性要求

4.10.1 一般性要求

- a) 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。
- b) 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。

4.10.2 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。

4.11 软件要求

- a) 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;
- b) 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。

- c) 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；
- d) 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；
- 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。

4.12 包装要求

应按照 GB/T 13384—2008 的要求进行产品包装。

4.13 通信模块互换性要求

- a) 带载波模块或微功率无线模块的电能表，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。
- b) 通信模块互换时应支持带热拔插操作。
- c) 跟换新模块后，在通信状态下，电能表 10 I_n 点的计量误差不应超过相应准确度等级，同时与满足本文 4.7.1 功耗要求

4.14 内控实验及要求

按内控方案执行

- a) 温度冲击实验（锰铜采样类产品）

- 非通电状态下，
- 温度范围：低温-45℃，高温 85℃；
- 温度保持时间：30min，温度转换时间 2-3min；周期：24 循环试验。

判定：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

- b) 超低温影响实验

- 在-45℃的环境温度下通电运行 12 小时后
- 电能表通以额定试验电压 $U=100\%U_n$ ，试验电流 $I=I_{max}$ 、 $I=I_b$ ， $\cos \phi=1$ 、 $\cos \phi=0.5L$ 下运行。

判定：实验中误差不能超过规程限值；恢复实验室标准环境下 12 小时后，按规程要求进行检定，精度应无超差。液晶显示不作判定。

- c) 汽车颠簸实验

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。

判定：试验完毕后按规定检查产品的功能性能应无异常

- d) 极端高温环境下的电源中断影响试验

- 温度 85℃，电压 $1.2U_n$ ，全跌，持续 20s，上电 20s
- 试验 2000 次

判定：试验后被测产品应正常工作，数据无改变

- e) 极端低温环境下的电源中断影响试验

- 温度-45℃，电压 $1.2U_n$ ，全跌，持续 20s，上电 20s

- 试验 2000 次

判定：试验后被测产品应正常工作，数据无改变。液晶显示不作判定。

f) 过压保护试验

- 按要求调整输入电压，观察样品是否可正常进入保护状态；
- 再次调整降低输入电压，样品应能正常退出过压保护状态

g) 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。

h) 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，连续运行 24h

判定：试验后产品功能性能正常。

i) 对讲机抗扰度试验（射频电磁场抗扰度试验）

- 用两只对讲机随机设置多个频段进行干扰测试。确保对讲机正常通讯。
- 将其中一个对讲机在电表周围移动施加干扰，另外一个放置于离电表 1m~1.5m 位置。

判定：观察电表是否存在精度超差、复位、黑屏等现象。

j) 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%Un，电流线路无电流，48 小时后抄读电能表底度值。

判定：试验前后电能量应无变化

k) 凝露实验

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；

判定：试验过程中及试验后产品功能性能应正常。

l) 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。

m) 电棍影响试验

按内控试验方法执行（研发自测）。

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的规定。

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(30 台)	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		时钟	√	√					√
8		费率和时段	√	√					√
9		清零	√	√					√
10		冻结	√	√					√
11		时钟	√	√					√
12		事件记录	√	√					√
13		通信	√	√					√
14		信号输出	√	√					√
15		显示	√	√					√
16		测量及监测	√	√					√
17		安全防护	√	√					√
18		费控功能	√	√					√
19		阶梯电价	√	√					√
20		停电抄表及显示	√	√					√
21		保电功能	√	√					√
22		报警	√	√					√
23		辅助电源	√	√					√
24		电能表软件比对功能	√	√					√
25		电源异常事件记录功能	√	√					√
26		负荷开关误动作检测功能	√	√					√
27	可靠性	基本要求			√				
28		盐雾试验			√				
29		双 85 试验			√				

30	要求	跌落试验				√				
31	绝缘性能	脉冲电压试验	√	√		√	√			√
32		交流电压试验	√	√		√	√			√
33	准确度试验	初始固有误差	√	√		√	√			√
34		起动试验	√	√		√	√			√
35		潜动试验	√	√		√	√			√
36		电能表常数试验	√	√		√	√			√
37		电子指示显示器电能示值组合误差	√	√		√	√			√
38		误差一致性试验	√	√		√	√			√
39		误差变差试验	√	√		√	√			√
40		负载电流升降变差试验	√	√		√	√			√
41		测量重复性试验	√	√		√	√			√
42		计时准确度试验	√	√		√	√			√
43	电气性能试验	功率消耗	√	√		√	√			√
44		电源电压试验	√	√		√	√			√
45		电流回路阻抗测试	√	√		√	√			√
46		耐受长期过电压试验	√	√		√	√			√
47		通讯模块接口带载能力试验	√	√		√	√			√
48		通讯模块互换能力试验	√	√		√	√			√
49		储能器件放电试验	√	√		√	√			√
50		通信功能试验	√	√		√	√			√
51	电磁兼容	交流电压暂降和短时中断试验	√	√		√	√			√

52	试验	静电放电试验	√	√		√	√		√
53		射频电磁场（电流电路中无电流）试验	√	√		√	√		√
54		射频电磁场（电流电路中有电流）试验	√	√		√	√		√
55		快速瞬变脉冲群试验	√	√		√	√		√
56		射频场感应的传导干扰试验	√	√		√	√		√
57		传导差模电流干扰试验	√	√		√	√		√
58		浪涌抗扰度试验	√	√		√	√		√
59		振铃波试验	√	√		√	√		√
60		外部恒定磁场试验	√	√		√	√		√
61		外部工频磁场试验	√	√		√	√		√
62		外部工频磁场（无负载条件）试验	√	√		√	√		√
63		外部工频磁场干扰试验	√	√		√	√		√
64		无线电干扰抑制	√	√		√	√		√
65	抗其它影响量试验	电流和电压电路中谐波 - 第5次谐波试验	√	√		√	√		√
66		电流和电压电路中谐波 - 方顶波波形试验	√	√		√	√		√
67		电流和电压电路中	√	√		√	√		√

		谐波 - 尖顶波波形试验							
68		电流电路中的间谐波 - 脉冲串触发波形试验	√	√		√	√		√
69		电流电路中的奇次谐波 -90度相位触发波形试验	√	√		√	√		√
70		直流和偶次谐波 - 半波整流波形试验	√	√		√	√		√
71		电压改变试验	√	√		√	√		√
72		环境温度改变试验	√	√		√	√		√
73		频率改变试验	√	√		√	√		√
74		辅助装置工作试验	√	√		√	√		√
75		短时过电流试验	√	√		√	√		√
76		负载电流快速改变试验	√	√		√	√		√
77		自热试验	√	√		√	√		√
78		高次谐波试验	√	√		√	√		√
79	气候影响试验	高温试验	√	√		√	√		√
80		低温试验	√	√		√	√		√
81		极限工作环境试验	√	√		√	√		√
82		交变湿热试验	√	√		√	√		√
83		阳光辐射防护试验	√	√		√			√
84		防尘试验	√	√		√			√
85		防水试验	√	√		√			√
86		耐久性试验	√	√		√			√
87		凝露试验	√	√		√			√
88	机械	弹簧锤试验	√			√			√
89		冲击试验	√			√			√

90	试验	振动试验	√			√				√
91		电能表温度限值及耐热试验	√			√				√
92		接线端子压力试验	√			√				√
93		防火焰蔓延	√			√				√
94	内控实验	温度冲击试验	√	√		√	√			√
95		超低温影响试验	√	√		√	√			√
96		汽车颠簸试验	√	√		√	√			√
97		电源缓慢变化试验	√	√		√	√			√
98		极端高温环境下的电源中断影响试验	√	√		√	√			√
99		极端低温环境下的电源中断影响试验	√	√		√	√			√
100		过压保护试验	√	√		√	√			√
101		外部供电情况下时钟电池放电电流检测	√	√		√	√			√
102		GPRS 模块屏蔽箱影响试验	√	√		√	√			√
103		对讲机抗扰度试验 (射频电磁场抗扰度试验)	√	√		√	√			√
104		长时间潜动试验	√	√		√	√			√
105		电源的谐波影响实验	√	√		√	√			√
106		电棍影响试验	√	√						

5.2 准确度试验

5.2.1 热稳定

热稳定：当由热效应引起的误差偏移在 20min 内按认可的测量方法所测得的值小于基本最大允许误差的 0.1 倍时，则可认为仪表达到热稳定。

5.2.2 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。

注：上升至 I_{\max} 后，应稳定 10min。

5.2.3 起动试验

电能表在参比条件下达到热稳定。

a) 有功起动试验

在标称电压、功率因数为 1 和负载电流 I_{st} 工况下，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 1.5τ 秒内出现，第二个脉冲允许在下一个 1.5τ 秒内出现，此后进行起动电流误差测试。

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。

$$\tau = \frac{3.6 \times 10^6}{k \times U_{nom} \times I_{st}} s$$

$$\tau = \frac{3.6 \times 10^6}{m \times k \times U_{nom}}$$

$$\tau = \frac{3.6 \times 10^6}{m \times k \times U_{nom}} s$$

式中：

k ——输出装置每千瓦时输出的脉冲数（imp/kWh）；

U_{nom} ——标称电压，单位为 V；

I_{st} ——起动电流，单位为 A。

b) 无功起动试验

电能表施加标称电压、起动电流， $\sin\phi$ 为 1，仪表应能起动并连续记录，在起动时限 $t_Q(\min)$ 内仪表测试输出至少产生一个脉冲。起动时限 $t_Q(\min)$ 按公式(3)计算：

$$t_Q = \frac{80 \times 10^3}{k \times m \times U_{nom} \times I_{st}}$$

其中 k 为电能表表常数(imp/kvarh)，经互感器接入式仪表，其常数应换算成二次常数； m 为系数为 1； U_{nom} 为仪表标称电压； I_{st} 为 $0.005I_n$ 。

5.2.4 潜动试验

a) 有功潜动试验

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

最短的试验时间 Δt 计算：

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

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）；

U_{nom} ——标称电压，单位为 V；

I_{min} ——最小电流，单位为 A。

b) 无功潜动试验

电能表电流电路无电流，电压电路应施加 $1.15U_{\text{nom}}$ 电压。仪表的测试输出不应产生多于一个的脉冲。如果电能表适用于多个标称电压，应采用最高的标称电压。

最短的试验时间 Δt (min) 以下公式(5)计算：

$$\Delta t \geq \frac{600 \times 10^6}{k \times m \times U_{\text{nom}} \times I_{\text{max}}}$$

其中：

k 为电能表常数(imp/kvarh)；

m 为系数， $m=1$ ；

U_{nom} (V) 为标称电压；

I_{max} (A) 为最大电流。

5.2.5 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 由下式确定，其值不应超过基本最大允许误差的 10%。

$$e_k = \frac{N/k - E}{E} \times 100\% \quad (6)$$

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。

5.2.6 电子指示显示器电能示值组合误差

电能表按照如下条件试验，

在标称电压、标称频率、 $10I_{\text{tr}}$ 、功率因数为 1 的条件下；

将电能表各费率时段按 15min~60min 任意交替编制，费率时段切换不少于 7 次，日切换不少于 7 次；首先读取总电能和各费率电能的初始示值。此后电能表电压电路施加标称电压，电流电路通 $10I_{\text{tr}}$ 或 I_{max} ，功率因数为 1，使该表的运行时间不少于 4h 或其总寄存器的电能增量不

少于 $200 \times 10^{-6} \text{kWh}$ ，各费率寄存器的电能增量不少于 $100 \times 10^{-6} \text{kWh}$ ，再次读取总电能和各费率电能的示值，计算总电能和各费率寄存器的电能增量，结果应满足 4.6.6 的要求

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 只表），在标称电压、 $10 I_{tr}$ 和 I_{tr} 、功率因数 1 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不应超过 4.6.8 的限值。被试样品应使用同一台多表位校验装置同时测试电能表在参比条件下达到热稳定。

5.2.8 误差变差试验

电能表在参比条件下达到热稳定。对同一被试样品，在标称电压、 $10 I_{tr}$ 、功率因数 1 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。

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。按照负载电流从轻载到 I_{max} 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 I_{max} 点保持 2min 后，再按照负载电流从 I_{max} 到轻载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不应超过 0.25%。测试点的负载电流为 I_{min} 、 $10 I_{tr}$ 、 I_{max} 。

5.2.10 测量重复性试验

电能表在参比条件下达到热稳定。在相同的试验条件以及接近连续的情况，对下表中每个负载点分别做不少于 3 次的误差测量。各测试点如下表。

表 5.2 重复性试验测试点

电流	功率因数
$0.5 I_{tr}$	1
I_{tr}	1, 0.5L, 0.8C
$10 I_{tr}$	1, 0.5L, 0.8C
I_{max}	1, 0.5L, 0.8C

5.2.11 计时准确度试验

- 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到热稳定状态，电能表达到热稳定后，使用时钟测试仪在仪表时基频率测试点连续进行 5 次测量，每次测量时间为 1min，之后计算平均值，时钟准确度应满足本文件中 4.6.7 要求。
- 环境温度对日计时误差的影响：
在参比温度下测量仪表时钟日计时误差，然后将仪表置于高低温试验箱中，将试验箱温度升至 55°C ，仪表在此温度下保持 2h 后测量仪表时钟日计时误差，按下式进行计算仪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 -25°C 时仪表时钟日计时误

差的温度系数，结果应满足 a) 要求。

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

式中：

q ——仪表时钟日计时误差的温度系数 $s/(24\text{ h}\cdot^{\circ}\text{C})$ ；

e_1 ——试验温度下的仪表时钟日计时误差， $s/24\text{ h}$ ；

e_0 ——参比温度下的仪表时钟日计时误差， $s/24\text{ h}$ ；

t_1 ——试验温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_0 ——参比温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

注：该试验测量两个值，即 23°C 与 55°C 计算得到的温度系数和 23°C 与 -25°C 计算得到的温度系数，两个温度区间的温度差值 $t_1 - t_0$ 分别等于 32°C 和 48°C 。两个温度系数均应满足 $0.1s/(d\cdot^{\circ}\text{C})$ ，而且在 -25°C 、 23°C 和 55°C 三个温度点的日计时误差应不超过 $1s/d$ 。

c) 时钟示值误差

用标准示值测试仪测试电能表的日期时间，首次检定时，电能表的时间显示与北京时间指示的误差应优于 $5s$ ；后续检定时，电能表的时钟示值误差应优于 10min 。

d) 采用备用电源工作的时钟试验（规范新增）

试验应参比条件及以下条件进行：

- 1) 被试电能表与标准时钟一起供电，并同步；
- 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 $\pm 2s$ 。

注：

- 上电后将通过上位机向被试电能表进行校时，确保时钟同步。
- 通电 30 min ，确保各储能器件充能完毕，关闭供电电源，不取出时钟电池，将电表静置 4 d 。
- 恢复电源后读取电表时钟，与标准时钟偏差在 $\pm 2\text{ s}$ 内即判定合格，考虑到电能表时钟精度，实际操作中可以 $\pm 2s$ 判定限值。

5.3 电气性能试验

5.3.1 功率消耗

5.3.1.1 电压线路

在参比条件下，电能表施加标称电压、 $10I_r$ ，仪表背光关闭，测量电压线路的有功功率消耗和视在功率消耗。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。

注：为真实模拟电能表现场实际运行工况，在测量电压回路功耗时明确电能表在参比电压、参比电流、液晶显示背光不点亮、继电器处于非激励状态下测试。而且考虑到带模块表不同模块静态功耗的差异，明确测试电能表非通信状态电压回路功耗应在不带通信模块时测试。

5.3.1.2 电流线路

在参比条件下，电能表施加标称电压、 $10I_r$ ，仪表背光关闭，测量每一电流线路的视在功率消耗。读取电压表示值 U ，其与 $10I_r$ 的乘积即为该电流线路上的视在功耗。

5.3.2 电源电压试验

- a) 电压暂降对时钟的影响试验
电压线路和辅助线路接参比电压，电流线路无电流，并在下述条件下进行试验：
 - ✧ 电压暂降： $\Delta U=50\%$
 - ✧ 暂降时间：1 min
 - ✧ 暂降次数：1试验后测试时钟的准确度，应不低于试验前时钟准确度。
- b) 电压和直流电源都中断对电能表程序和存贮数据的影响试验
将电能表电压中断，在24h期间内，使其直流电源中断5min。然后恢复供电，检查电能表程序运行是否正常，存贮的数据与试验前的数据相比较，不应发生变化。
- c) 电表启动过程电气特性
电表启动过程最大电流不超过150mA。台体220V供电，基表测试。
- d) 电源电压随机中断试验
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。
- e) 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。
- f) 电源缓升变化试验
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。
- g) 电压长时间中断对时钟影响试验
按GB / T 9092-1998中5.4.2的规定进行。
- h) 电压长时间中断对电能表影响试验
按下述步骤进行试验：
 - 1) 电能表施加标称电压；
 - 2) 电能表的时钟、日历设置在某月最后一天(或指定日前一天)的 23: 50；
 - 4) 读取电能表的当前值、存贮值后，中断供电电压；
 - 5) 至少 30min 后再恢复电源供电，立即读取电能表的当前值、存贮值；
 - 6) 对前、后两次数据进行比对。

5.3.3 电流回路阻抗试验

电能表在标称电压、电流 1.2I_{max}、功率因数 1 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，在施加电流时测量电流回路阻抗值，10 次测得阻抗平均值应满足以下要求。压降测量点为电流端子上两个螺丝中间的铜条上。

电能表电流回路阻抗值是测试电流回路进出两端电压，然后除以电流计算所得。

注：仅适用于开关内置表。

5.3.4 耐受长期过电压试验

电能表电压线路施加 1.9U_{nom} 交流电压 4h，试验过程中电能表可以有损坏，但是危险带电部件不应暴露，不应出现火焰，或者如果出现，火焰应该被遏制在电能表内。

5.3.5 通信模块接口带载能力试验

在电能表通信模块接口的VCC和地之间接入 96Ω 纯阻性负载（ $\pm 5\%$ 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。VCC电源带载（单相表 $125mA$ ）情况下，VCC电源的纹波 V_{p-p} 应小于 1% 。

电能表通信模块接口的VCC和地之间短路（阻抗 0Ω ， 2Ω ， 5Ω ， 10Ω ），电表可正常计量。

通信模块VCC电压 $+12V \pm 1V$ ，负载工作电流 $0mA \sim 125mA$ ，最大峰值电流 $250mA$ ，时间不低于 $20ms$ ，秒平均电流不超过 $125mA$ 。

注：在进行该项试验时，电能表电压线路施加参比电压。

5.3.6 通信模块互换能力试验

a) 热插拔试验

电能表施加参比电压、 $10 I_r$ ，在热插拔更换通信模块的情况下，电能表应能正确计量，且表内存贮的计量数据和参数不应受到影响和改变。

b) 性能影响试验

电能表接入相应的通信测试平台，施加参比电压、 $10 I_r$ ，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，测量电能表 $10 I_r$ 点的计量误差及功耗。

5.3.7 储能器件放电试验

- 电能表在标称电压加载 $10min$ 后，将电能表时钟与标准时间对时。
- 取出时钟电池且电能表断电，将表放入环境温度 $-25^{\circ}C$ 的工况下，静置 2 天（不包括温升温降时间）。
- 将时钟电池放回电能表电池仓，电能表上电。
- 表计时钟与标准时间比较误差不应超过 $5s$ 。
- 将同一样表在环境温度为 $70^{\circ}C$ 的情况下重复上述操作。

5.3.8 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 $5m$ ，通信字节 200 。

b) RS485通信：

- 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。
- 通信速率可设置，其范围为 $1200-9600bps$ 。
- 电能表上电后 $3s$ 内应可以使用RS485接口进行通讯。

c) 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 $1min$ 的耐压试验；
- 应能承受 $9kV$ 的静电接触放电；
- A、B端子间应能承受 $380V$ 的交流电历时 $5min$ 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。

d) 载波通信：

- 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。
- 电能表与载波通信模块之间的通信速率可设置，缺省值为 $9600bps$ 。

- 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。

5.4 绝缘

5.4.1 通用试验条件

- f) 绝缘试验的条件：对设备进行湿度预处理，预处理期间设备不通电。
 - 1) 按GB/T 2423.3 的规定在一个湿度箱里进行预处理，湿度箱里的空气的相对湿度为 $(93 \pm 3) \%$ ，湿度箱里的空气温度保持在 $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 。
 - 2) 加湿之前，将设备加温到 $40 ^\circ\text{C} \pm 2 ^\circ\text{C}$ 的温度，通常在湿度预处理前保持该温度至少 4 h。
 - 3) 湿度箱的空气是流动的，湿度箱的设计应不使冷凝水落到设备上。
 - 4) 设备在湿度箱里停留 48 h，其后将其取出，并且允许在以下环境条件下恢复 2 h：
 - ✧ 环境温度： $15 ^\circ\text{C} \sim 25 ^\circ\text{C}$ ；
 - ✧ 相对湿度： $45 \% \sim 75 \%$ ；
 - ✧ 大气压力： $86 \text{ kPa} \sim 106 \text{ kPa}$ ；
 - ✧ 应无霜、露、透水、雨和阳光辐射。
- g) 湿度预处理后恢复期结束后的 1 h 以内进行脉冲电压和交流电压试验。试验顺序见附B。
- h) 试验仅对整表进行，带有表盖和端子盖，端子螺钉应拧在端子所能固定最大导线位置上。首先应进行脉冲电压试验，而后进行交流电压试验。对于这些试验，术语“地”具有如下含义：
 - 1) 当表壳由金属制成时，“地”即表壳本身，置于导电平面上；
 - 2) 当表壳全部或只有部分由绝缘材料制成时，“地”是包围仪表的导电箔，此导电箔与所有可接触导电部件接触并与置于表底的导电平面相连接。在端子盖处，使导电箔接近端子和接线孔，距离不大于 2cm。

5.4.2 脉冲电压

试验应在下列条件下进行：

- a) 脉冲波形: $1.2/50\mu\text{s}$ 脉冲；
- b) 电压上升时间: $\pm 30\%$ ；
- c) 电压下降时间: $\pm 20\%$ ；
- d) 电源阻抗: $500\Omega \pm 50\Omega$ ；
- e) 电源能量: $0.5\text{J} \pm 0.05\text{J}$ ；
- f) 试验电压:，如下表

表 5.3 脉冲电压试验

从额定系统电压导出的相对地电压 (V)	脉冲电压 (V)
$150 < U \leq 300$	6000

- g) 试验电压允差: $+0\% \sim -10\%$ 。
- h) 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。试验中，仪表不应出现闪络、破坏性放电或击穿。
- i) 试验漏电流 3.5A。

5.4.3 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。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一点，另一点接地，试验电压施加于该两点间，试验接线示意图见图3。试验中，仪表应满足5.4.3要求；试验后，在标称电压、10I_{tr}和cosφ=1条件下测量仪表百分数误差，结果应满足准确度等级要求。

5.5 外部影响量试验

5.5.1 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初始固有误差。

5.5.2 验收准则

表5.4中的验收准则适用于5.5中所述的试验。

表 5.4 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，由影响量或干扰引起的误差偏移不应超过表4.11中对各准确度等级电能表规定的极限。	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 $x = U_{nom} \cdot I_{max} \cdot 10^{-6}$ ，x为临界改变值，单位为kWh；U _{nom} 为标称电压，单位V；I _{max} 为最大电流，单位A。	

注：

将外部影响量试验的验收准则分为两类，按照试验过程中是否施加电流进行区分，验收准则A通过在试验过后计算误差偏移来确定是否满足标准要求，验收准则B通过判断电能寄存器改变的临界值来判断是否满足要求，试验过程中可通过记录脉冲或目视或抄读来计算等效电能寄存器增量。

无论哪种验收准则，均应在试验结束后确定电能表的自身计量性能是否降低，应通过测试仪表在标称电压，10I_{tr}，功率因数为1的情况下的固有误差是否满足标准中最大允许误差的要求。即使满足验收准则A的误差偏移要求，但是超出基本最大允许误差的误差限值，也应判断为不合格。

5.5.3 电磁兼容试验

5.5.3.1 电磁兼容试验的驻留时间

驻留时间是在规定频率下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 3s。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。

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，1h 的推算增量不应超过临界变化值。

5.5.3.2 交流电压暂降和短时中断试验

试验应按 IEC 61000-4-11:2017 要求，并在本文 5.5.1 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) 试验等级和试验时间，见下表。

验收准则：B。

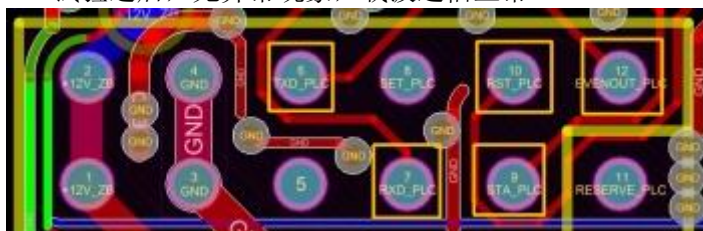
表 5.5 交流电压暂降和短时中断试验

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

5.5.3.3 静电放电试验

试验应按 GB/T 17626.2，在 5.5.1 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) 试验应施加在电能表的每个表面；
- d) 间接放电：9 kV 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：9 kV 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 1s。
- g) 载波接口处直接放电 ± 3 kV：
 - 测试点如下图黄色方框；
 - 放电次数，以最敏感极性放电 5 次；如果敏感极性未知，则正负极性各 5 次；
 - 相邻放电之间至少间隔 1s。
 - 试验之后，无异常现象，载波通信正常



验收准则：B。

5.5.3.4 射频电磁场（电流电路中无电流）试验

试验应按GB/T 17626.3或GB/T 17626.20，在5.5.1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) 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) 射频电磁场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5.5.3.1的规定。

验收准则：B。

5.5.3.5 射频电磁场（电流电路中有电流）试验

试验应按GB/T 17626.3或GB/T 17626.20，在5.5.1中规定的条件以及下列的条件下进行：

- 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；
- 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。
- 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；
 - 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4.11中各确度等级电能表规定的误差偏移极限；
- h) 驻留时间应符合5.5.3.1的规定。

验收准则：A。

5.5.3.6 快速瞬变脉冲群试验

试验应按GB/T 17626.4，在5.5.1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为1；
- 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 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：±2 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。

注：在本标准中，HLV是指电压有效值大于等于40V的交、直流线路。ELV是指电压有效值小于40V的交、直流电路。外置负荷开关端子属于HLV信号端口。

5.5.3.7 射频场感应的传导干扰试验

试验应按GB/T 17626.6, 在5.5.1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为 1;
 - 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: 20 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, 并应符合表 4.11 中对各准确度等级电能表规定的误差偏移极限;
 - g) 驻留时间应符合 5.5.3.1 的规定。
- 验收准则: A。

5.5.3.8 传导差模电流干扰试验

本项试验用于验证电能表抗源自电力电子和电力线通信系统的2 kHz~150 kHz传导差模电流干扰的能力, 参见附录C。

仅进行传导差模电流干扰试验, 不需要进行传导差模电压干扰试验。

试验应按IEC 61000-4-19, 在5.5.1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) 电流电路施加表 $10I_{tr}$;
- c) 被测试验信号的功率因数为 1;
- 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) 差分试验电流 I_{diff} 应施加到电网电源端口:
 - ✧ 2 kHz~30 kHz: $I_{diff} = 3A$;
 - ✧ 30 kHz~150 kHz: $I_{diff} = 1.5A$;
 - ✧ 试验期间, I_{diff} 允差应为所选等级的 $\pm 5\%$;
- g) 频率增加的步长: 1%;
- h) 驻留时间应符合 5.5.3.1 的规定。

验收准则: A。试验配置的示例, 参见附录C。

注: 波形为具有间歇的CW(连续波)脉冲和矩形调制脉冲, 间断时间300ms。应分别在连续波、3Hz、101Hz、301Hz、601Hz的调制波形的条件下开展试验。

5.5.3.9 浪涌抗扰度试验

试验应按GB/T 17626.5—2019要求, 在5.5.1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:
 - a) 电网电源端口:
 - 差模方式: 6kV;
 - 发生器源阻抗: 2 Ω ;
 - b) HLV 信号端口;

- 差模方式：2kV；
 - 发生器源阻抗：2 Ω ；
 - c) ELV 信号端口：
 - 仅以共模方式，作为一个信号组试验：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，应以每分钟一次的速率施加浪涌试验信号。
- 验收准则：B。
- 电流波浪涌试验（研发自测）：
- 火线回路：差模 $\pm 20\text{kA}$ 各一次，试验后无器件损坏，火线计量精度改变量小于 $\pm 1.2\%$ 。
- 零线回路：差模 $\pm 20\text{kA}$ 各一次，试验后无器件损坏，零线计量精度改变量小于 $\pm 1.2\%$ 。

5.5.3.10 振铃波试验

试验应按GB/T 17626.12，在5.5.1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) 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：
 - a) 电网电源端口：
 - 共模方式（每一线和中线对地）：4 kV；
 - 差模方式：2 kV；
 - 发生器源阻抗：12 Ω ；
 - b) HLV 信号端口：
 - 共模方式（每一线和中线对地）：4kV；
 - 差模方式：2 kV；
 - 发生器源阻抗：12 Ω ；
 - c) ELV 信号端口：
 - 共模方式：1KV；
 - 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。

5.5.3.11 外部恒定磁场试验（针对内置表）

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。

试验应在5.5.1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) 被测试信号的功率因数为 1；
- d) 在规定的参比条件内，被测试信号应保持恒定；
- e) 将 50 mm×50 mm×50 mm 表面中心磁感应强度为 $200 \text{ mT} \pm 20 \text{ mT}$ 的磁铁分别放置在电能表正、反、左、右面进行测试。测试面参考附录 H。
- f) 每个表面的试验时间不应小于 20 min。
- g) 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，连续发送 5 次拉合闸命令，继电器应正确动作。
- h) 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 4.11 限值。

验收准则：A。

注：产生外部恒定磁场的工具可是永磁铁，也可是电磁铁（具备永磁铁衰减特性），表面磁感应强度为 $200\text{ mT} \pm 20\text{ mT}$ 。

注：电能表表壳上面和下面不做考核。对于负荷开关内置的电能表，磁场加在底面时不再考核拉合闸能力。

5.5.3.12 外部工频磁场试验

试验按 IEC 61000-4-8，在 5.5.1 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 $10I_{tr}$ 、 I_{max} ；
- c) 被测试验信号的功率因数为 1；
- 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 mT (400 A/m)；
- h) 试验持续时间应为 1 min 。

验收准则：A。

5.5.3.13 外部工频磁场（无负载条件）试验

试验按 IEC 61000-4-8，在 5.5.1 中规定的条件以及下列的条件下进行：

- 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 mT (400 A/m)；
- f) 试验时间： 20τ ， τ 的计算见公式（4）。

验收准则：电能表的测试输出不应产生多于一个的脉冲。

5.5.3.14 外部工频磁场干扰试验

试验按 IEC 61000-4-8，在 5.5.1 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) 试验应施加在电能表的每个表面，
 - 1) 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；
 - 2) 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。

5.5.3.15 无线电干扰抑制（EMI）

试验按IEC CISPR 32，在5.5.1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：试验结果应对IEC CISPR 32中对B级设备给出的限值有3dB的裕度

注：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

5.5.4 抗其它影响量试验

5.5.4.1 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。测试电路图应按附录E图E.1。

5.5.4.2 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： $U_1 = U_{nom}$ ；
- c) 基波频率功率因数（或 $\sin\phi_1$ ）为 1；
- d) 第5次谐波电压含量： $U_5 = 0.1U_{nom}$ ；
- e) 第5次谐波电流含量： $I_5 = 0.4I_1$ ；
- f) 谐波功率因数 $\cos\phi_5$ 为 1；
- g) 基波电压和谐波电压在正向过零点时同相。

注：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） $= 1.04P_1$ 。

验收准则：A。

5.5.4.3 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) 试验应按附录表 E.1 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 E.1 中的电流幅度波形图由图附录 E 图 E.9 表示。电流有效值不得超过 I_{max} ，即，表 E.1 的基波电流分量 I_1 不得超过 $0.93I_{max}$ 。
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 $10I_n$ 、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。
- 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4.5.1的规定。

5.5.4.4 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) 试验应按附录表 E.2 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。
 - b) 附录表 E.2 中的电流幅度波形图如附录 E 图 E.10 表示，其中电流峰值不得超过 $1.4I_{\max}$ ，即，附录表 E.2 的基波电流分量 I_1 （有效值）不得超过 $0.568I_{\max}$ 。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。
 - c) 试验至少应在 $10I_{tr}$ 、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。
- 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 4.5.1 的规定。

5.5.4.5 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：

- a) 间谐波的影响试验应以附录图 E.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；
 - b) 如附录 E.2 图所示，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；
 - c) 试验至少应在 $10I_{tr}$ 、功率因数为 1 的条件下进行；
 - d) 试验期间，电流的峰值不应超出 $1.4I_{\max}$ ；
 - e) 试验期间，电压的畸变因数应小于 2%。
- 验收准则：A。

5.5.4.6 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：

- a) 奇次谐波的影响试验应以附录 E 图 E.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；
 - b) 施加附录 E 图 E.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）；
 - c) 试验期间，电流的峰值不应超出 $1.4I_{\max}$ ；
 - d) 试验期间，电压的畸变因数应小于 2%；
 - e) 试验至少应在 $10I_{tr}$ 、功率因数为 1 的条件下进行。
- 验收准则：A。

5.5.4.7 直流和偶次谐波——半波整流波形试验

试验应按如下条件进行：

- a) 直流和偶次谐波的影响试验应以附录 E 图 E.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；电流波形如附录 E 图 E.7 所示；
 - b) 在流过标准表的电流幅度为电能表试验电流的 2 倍（即， $I=I_{\max}/\sqrt{2}$ ）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；
 - c) 试验期间，电压的畸变因数应小于 2%。
 - d) 试验应在电流范围 $10I_{tr} \leq I \leq 1.2I_{\max}$ 、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。

5.5.4.8 电压改变试验

本试验应施加于电网电源端口，试验应按本文4.6.12要求执行。

5.5.4.9 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：-25~-10℃、-10~+5℃、+5~+23℃、+23~+40℃、+40~+55℃
- 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} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{\max} ，功率因数为 1；以及负载电流为 I_{tr} 、 $10I_{tr}$ 、 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4.11中对各准确度等级电能表规定的平均温度系数极限。

5.5.4.10 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%；由频率改变引起电能表的误差偏移不应超过表 4.11 中对各准确度等级电能表规定的极限；
- b) 对适用于多个标称频率的电能表，本试验应适用于电能表的每一标称频率；频率试验点至少包括 $0.98f_{nom}$ 和 $1.02f_{nom}$ ；
- c) 试验至少应在 $10I_{tr}$ 、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。

5.5.4.11 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能表配置的试验配置；任何辅助装置的安装和工作或者辅助装置的组合，不应影响电能表的准确度；
- c) 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，在没有标识或接线是可逆的情况下，电能表在最不利条件的接线条件下试验；
- d) 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；
- e) 试验至少应在 I_{\min} 、 I_{tr} 、 I_{\max} ，功率因数为 1 的条件下进行。

验收准则：A。

注：将载波通信模块视为电能表的辅助装置。试验通过加装标准的载波通信模块，台体控制抄控器通过向电压电路中施加载波信号来模拟测试载波通信时电能表的计量性能。

5.5.4.12 短时过电流试验

短时过电流不应损坏电能表。试验应按如下条件进行：

- a) 试验电路应近似无感感，电压电路施加标称电压，电流电路通短时过电流；
- b) 试验电流和试验持续时间如下：
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。
- c) 试验后，在保持电压的情况下，允许仪表恢复到初始温度后（约 1h）进行误差测试。电能表的信息不应改变并正确工作，且在电流为 $10I_{tr}$ 和功率因数为 1 时的电能表误差改变量不应超过表 4.11 的限值；

验收准则：A。

5.5.4.13 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。

试验应按如下条件进行：

- 电压电路施加标称电压，功率因数为 1；
- 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 $10I_r$ 并在 t_{off} 期间中断：
 $t_{on}=10s$, $t_{off}=10s$, 总试验持续时间 4 h;
 $t_{on}=5s$, $t_{off}=5s$, 总试验持续时间 4 h;
 $t_{on}=5s$, $t_{off}=0.5s$, 总试验持续时间 4 h;
- 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；
- 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b)所列的单独每项试验都适用。

注：试验前后通过抄读电能表当前4位小数精度的电能来进行计算电能表电能改变E1。装置通过累加标准表脉冲来计算等效电能量E2。试验误差通过公式 $e=(E1-E2)/E2$ 来计算，应满足标准要求。

5.5.4.14 自热试验

试验应按如下条件进行：

- 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 $1 mm^2$ 时，则应使用横截面积为 $1 mm^2$ 的电缆；
- 电压电路应施加标称电压，电流电路无电流，至少持续 1 h；
- 然后，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内准确绘出作为时间函数的误差变化曲线；
- 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%；
- 试验结束后，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；
- 如果试验装置在小于 30 s 的时间内可改变负载，且电流一直保持在 I_{max} ，则可在每个间隔时间同时进行功率因数为 1 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%。
- 整个试验过程中电能表的误差偏移都应满足验收准则要求。

验收准则：A。

5.5.4.15 高次谐波试验

试验应按如下条件进行：

- 电压电路时间标称电压；
- 电能表电流电路施加电流 I_r ，功率因数为 1；
- 非同步试验信号（高次谐波）：电压值为 $0.02U_{nom}$ ，电流值为 $0.1I_r$ ；允差为 $\pm 5\%$ ；
- 从 $15f_{nom}$ 到 $40f_{nom}$ 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，在此期间测量电能表误差。每一谐波频率，都应取一个读数。

验收准则：A。

注：试验应分别在电压线路与电流线路中施加谐波分量。分别记录正向、反向扫频的最大误差偏差值。

5.6 气候影响试验

5.6.1 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 4.6.12 中规定；
- 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。

5.6.2 高温试验

试验应按GB/T 2423.2，在下列条件下进行：

- 电表非上电状态，试验温度、试验持续时间见下表。
- 保温至 71.5h 后，电表上电，验证表 5.6 的功能，需符合其要求。验证时间不超过 0.5h。
- 试验后，电能表恢复时间：2 h；误差偏移极限应符合表 4.11 的规定。

表 5.6 高低温实验中功能验证项

项目	内容	要求
计量	测试方法同环境温度改变试验	要求同环境温度改变试验
通信	485、载波等	成功率 90% 以上（至少 10 次）
红外通信	200 字节	成功率 90% 以上（至少 10 次）
控制	跳合闸	正常响应

表 5.7 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

5.6.3 低温试验

试验应按GB/T 2423.1，在下列条件进行：

- 电表非上电状态，试验温度、试验持续时间见下表。
- 保温至 71.5h 后，电表上电，验证表 5.6 的功能，需符合其要求。验证时间不超过 0.5h。
- 试验后，电能表恢复时间：2 h，误差偏移极限应符合表 4.11 的规定。

表 5.8 低温试验温度和试验持续时间

试验温度	试验持续时间
-25℃±2℃	72 h

5.6.4 极限工作环境试验

试验应在下列条件下进行：

- 电压电路施加1.15倍标称电压；
- 电流电路施加Imax；

- c) 功率因数为1;
- d) 试验温度为85℃;
- e) 试验持续时间: 4h;

试验过程中, 电能表不应出现死机、黑屏现象; 试验结束后, 电能表应能正确工作。

5.6.5 交变湿热试验

试验应按GB/T 2423.4, 在下列条件下进行:

- a) 电压电路施加标称电, 电流电路无电流;
- b) 试验上限温度: $+55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;
- c) 试验持续时间: 6个周期。
- d) 将电能表暴露在周期性变化的温度环境下, 温度在 25°C 和 b)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 95%以上, 在高温阶段保持相对湿度 93%以上。在温升过程中电能表可出现凝露;
- e) 一个周期 24h 包括
 - 1) 在 3h 内升温至上限温度;
 - 2) 保持上限温度直到从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 内就下降只 25°C ;
 - 4) 温度始终保持在 25°C , 直至一个周期 24h 结束。
- f) 在周期开始前的稳定阶段和周期结束后的恢复阶段, 应使电能表所有部件的温度变化范围在其最终温度的 3°C 以内。

试验期间, 不应出现重大缺陷。试验后, 电能表应立即正确工作, 误差偏移应符合表4.11中各准确度等级电能表误差偏移极限的规定。

试验结束后24 h, 应对电能表进行以下功能试验:

电能表应正确工作, 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。湿热试验也可视作腐蚀试验, 目测评判试验结果, 不应出现可能影响电能表功能特性的腐蚀痕迹。

5.6.6 阳光辐射防护试验

试验应按ISO 4892-3, 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) 试验程序如下表所示;
- 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 5.9 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	$0.76 \text{ W/m}^2/\text{nm}$ (340 nm)	$60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
4 h 凝露		关灯	$50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$

5.6.7 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。

5.6.8 防水试验

试验应按 GB/T 4208-2017，同时参照浙江局方测试方案，在下列条件下进行：

- a) 电能表电压电路施加标称电压， 电流电路无电流；
- b) 试验等级 IPX4。

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。

5.6.9 耐久试验

试验应按GB/T 17215.9321-2016，在下列条件进行：

按4.5.1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；

电压电路施加1.1倍标称电压；

电流电路施加 I_{max} ；

功率因数为1；

试验温度为电能表规定的上限温度极限；

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4.2.1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。

5.6.10 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) 第七部：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。

5.7 机械试验

5.7.1 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 3 次，电能表应无损坏。

5.7.2 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，试验应按如下条件进行：

- 试验强度： 脉冲波形：半正弦脉冲；
- 峰值加速度：30 gn (300 m/s²)；
- 脉冲周期：18 ms。
- 误差试验点：PF = 1, 10 I_r

试验结束后，电能表功能不应损坏，误差偏移满足表 4.11 要求；

5.7.3 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，试验应按如下条件进行：

- 频率范围：10 Hz~150 Hz；
- 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；
- 每轴上的持续时间：至少 2 min。

试验结束后，电能表功能不应损坏。误差偏移满足表 4.11 要求；

5.7.4 电能表温度限值及耐热试验

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℃±2℃。电能表电压电路承载 1.15U_{nom}，电流电路通以 I_{max}。

- 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 4.3.6 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±1℃，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）。

5.7.5 接线端子压力试验

高温试验后，给电压电流端子施加66N、辅助端子12N的力，端子不内缩（内缩量不超过0.5mm）。

5.7.6 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 mm±5 mm 处。

试验前，电能表和铺底层在温度 15℃~35℃，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：

- a) 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；
- b) 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 $7\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$ ；
- c) 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；
- d) 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。

6 材料及工艺要求

6.1 表座

表座应使用 $\text{PC}+(10\pm 1)\%\text{GF}$ 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 $\text{PC}+(10\pm 1)\%\text{GF}$ 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 $\text{PBT}+(30\pm 2)\%\text{GF}$ 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 2.5mm^2 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) 辅助端子接线柱孔径不小于 3mm。
- h) 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）。
- i) 辅助端子不使用时不装端子，注塑封堵，封堵方式见附录。
- j) RS485 接线端子的孔径应能容纳 2 根 0.75mm^2 的导线。

6.4 端子盖

- a) 端子盖应使用绝缘、阻燃、防紫外线的透明 PC 材料制成。
- 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，绝缘板采用透明 PC 材料制成，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，其结构、尺寸及布置位置参见附录。

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。

7 版本记录

版本编号/ 修改状态	拟制人/修改 人	修改 时间	备注
V1.0	吕永杰	20210616	第一版
V1.1	吕永杰	20210922	射频场感应的传导干扰试验中电压水平由 15V 改为 20V

附录 A

(规范性附录)

组合误差的推算

A.1 基于本部分的要求估算最大允许组合误差

本部分允许基本最大允许误差和影响量引起的误差偏移相加。因此，合格电能表使用时的实际误差可能超过基本最大允许误差。有必要估算一个综合最大允许误差，该误差表征符合本部分要求的电能表型式的最大误差。这就需要估计额定工作条件下任意电能表的测量误差。

然而，将基本最大允许误差和所有的误差偏移代数相加，将对电能表的测量不确定度给出一个非常不乐观的评估。有两个原因：一个原因是影响因素的任意集合，部分误差偏移小，部分可能有相反符号（趋向于彼此抵消）；另外一个原因是电能表是积分设备，由于影响量因子随时间变化，影响量引起的误差在某种程度上将会被平均。

如果我们做以下假设：

- a) 忽略综合效应；
- b) 影响因素的影响互不相关；
- c) 相对于额定工作条件的极限，影响量值更接近于参比值；
- d) 影响量和影响因素的影响可视作高斯分布，因此，最大允许误差偏移一半的值可用于标准不确定度。

那么，组合最大允许误差（假设置信因子为2，每个因子的置信度约95%）可用以下公式估算：

$$v = 2 * \sqrt{\frac{v_{base}^2}{4} + \frac{v_{voltage}^2}{4} + \frac{v_{frequency}^2}{4} + \frac{v_{unbalance}^2}{4} + \frac{v_{harmonic}^2}{4} + \frac{v_{temperature}^2}{4}}$$

式中：

- v_{base} ——基本最大允许误差；
- $v_{voltage}$ ——电压改变允许的最大误差偏移；
- $v_{frequency}$ ——频率改变允许的最大误差偏移；
- $v_{unbalance}$ ——负载不平衡改变允许的最大误差偏移；
- $v_{harmonics}$ ——谐波含量允许的最大误差偏移；
- $v_{temperature}$ ——温度改变允许的最大误差偏移。

注：这符合ISO测量不确定度表示指南。

A.2 基于型式试验结果和规定条件估算组合误差

A.2.1 方法 1

一个特定电能表型式，最大组合误差可使用型式试验的结果来估计。型式试验结果通常比标准要求小，因此产生一个较小的估算最大组合误差。

保持高斯分布假设有效，那么可用试验结果的组合采用以下公式来估算组合最大误差：

$$e_{c(p,i)} = \sqrt{(e^2(PF_p, I_i) + \delta e_{p,i}^2(T) + \delta e_{p,i}^2(U) + \delta e_{p,i}^2(f))}$$

式中：对每个电流 I_i 和每个功率因数 PF_p ：

- $e(PF_p, I_i)$ ——试验中被测电能表在电流为 I_i 和功率因数为 PF_p 时的固有误差；
- $\delta e_{p,i}(T)$ ， $\delta e_{p,i}(U)$ ， $\delta e_{p,i}(f)$ ——试验中温度、电压、频率在额定工作条件中规定的整个范围内分别改变，在电流为 I_i 和功率因数为 PF_p 时测量的最大附加误差。

注：用于组合误差计算的成分 e_i 至少包括： e_{base} 、 $e_{frequency}$ 、 $e_{temperature}$ 和 $e_{voltage}$ 。

A. 2. 2 方法 2

假设高斯分布不再有效，影响因素的影响宜以矩形分布替代。

那么，可用试验结果的组合采用以下公式来估算组合最大误差³⁾

$$e_c = 2 * \sqrt{\frac{e_{base}^2}{3} + \frac{e_{voltage}^2}{3} + \frac{e_{frequency}^2}{3} + \frac{e_{unbalance}^2}{3} + \frac{e_{harmonic}^2}{3} + \frac{e_{temperature}^2}{3}}$$

式中：

e_{base} ——基本最大误差试验中测得的最大误差（考虑型式试验的测量不确定度）；

注：测量不确定度必须包括在综合误差的每个成分 e_i 中。因为一个项为已知值且另一个项为不确定值时，他们不能被作为两个不相关的统计分布来处理，所以必须代数相加。

$e_{voltage}$ ——电压改变试验中测得的最大误差偏移（考虑型式试验的测量不确定度）；

$e_{frequency}$ ——频率改变试验中测得的最大误差偏移（考虑型式试验的测量不确定度）；

$e_{unbalance}$ ——负载不平衡改变试验中测得的最大误差偏移（考虑型式试验的测量不确定度）；

$e_{harmonics}$ ——谐波含量试验中测得的最大误差偏移（考虑型式试验的测量不确定度）；

$e_{temperature}$ ——温度改变试验中测得的最大误差偏移（考虑型式试验的测量不确定度）。

注：用于组合误差计算的成分 e_i 宜至少包括： e_{base} 、 $e_{frequency}$ 、 $e_{temperature}$ 和 $e_{voltage}$ 。

上述估算未包括因子之间的关联（诸如：负载曲线和环境温度改变）对电能表准确度的影响，但在适合的情况下可模拟。

附录 B
(规范性附录)
与安全有关的电气试验流程图

本试验顺序是从安全角度，模拟电能表挂网现状中的雷击、气候变化、耐压、过流等单一影响量情况下的安全特性。

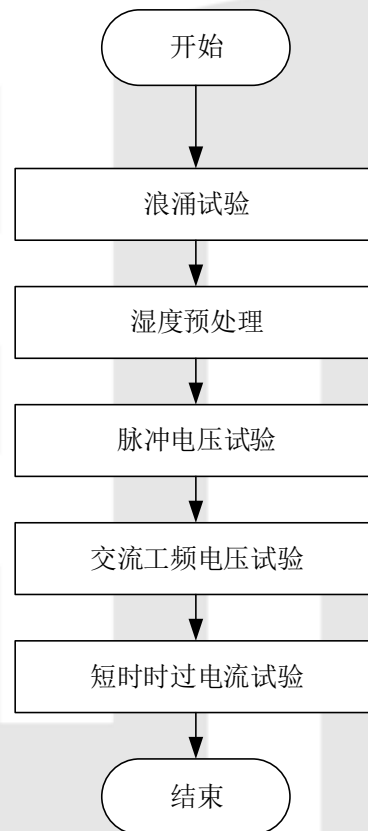


图 B.1 与安全有关的电气试验流程图

附录 C

(资料性附录)

电磁兼容试验的试验设置

C.1 电磁兼容试验的试验设置

电磁兼容试验的试验设置见图 C.1 至图 C.6。

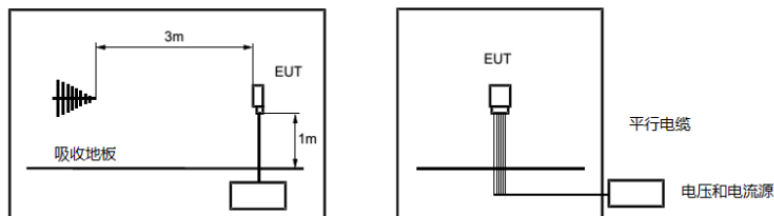


图 C.1 射频电磁场试验的试验设置

说明：

为获得 30 V/m 的场强可能需减少天线和 EUT 间距离到 1.5 m，此情况下，放大器的调节必须通过现场传感器控制。

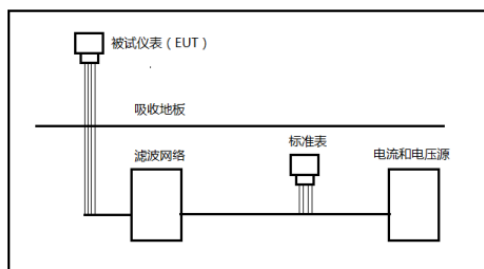
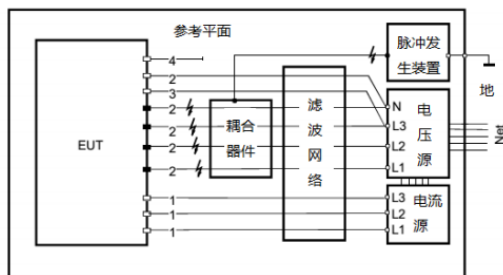


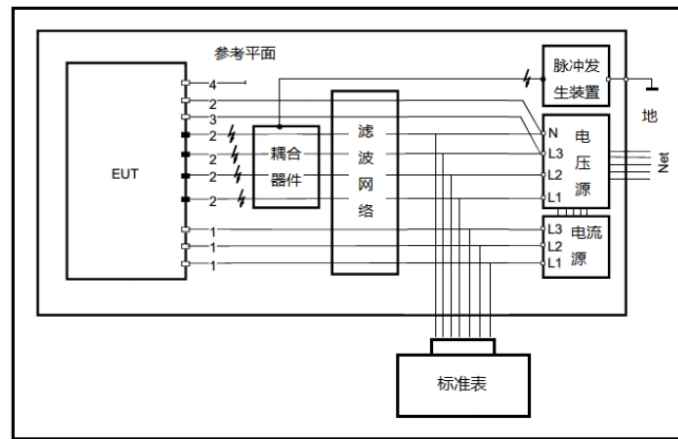
图 C.2 配置标准表的射频电磁场试验的试验设置



图例说明：

- 1) 1-电流电路；
- 2) 2-电压电路；
- 3) 3-标称电压超过 30 V 的辅助电路；
- 4) 4-标称电压低于 30 V 的辅助电路。

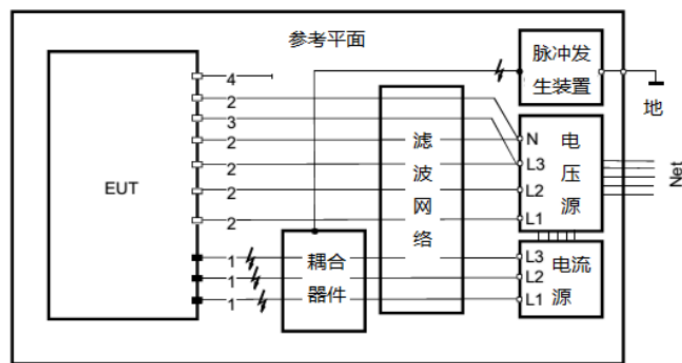
图 C.3 快速瞬变脉冲群试验的试验设置：电压电路



图例说明:

- 1) 1-电流电路;
- 2) 2-电压电路;
- 3) 3-标称电压超过 30 V 的辅助电路;
- 4) 4-标称电压低于 30 V 的辅助电路。

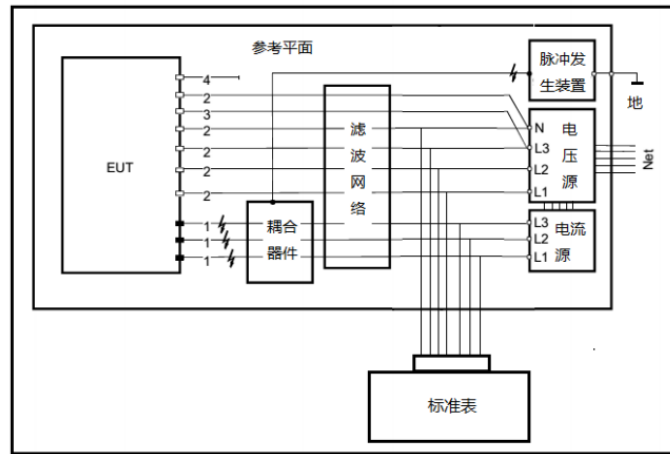
图 C.4 配置标准表的快速瞬变脉冲群试验的试验设置：电压电路



图例说明:

- 1) 1-电流电路;
- 2) 2-电压电路;
- 3) 3-标称电压超过 30 V 的辅助电路;
- 4) 4-标称电压低于 30 V 的辅助电路。

图 C.5 快速瞬变脉冲群试验的试验设置：电流电路



图例说明：

- 1) 1-电流电路；
- 2) 2-电压电路；
- 3) 3-标称电压超过 30 V 的辅助电路；
- 4) 4-标称电压低于 30 V 的辅助电路。

图 C. 6 配置标准表的快速瞬变脉冲群试验的试验设置：电流电路

附录 D
(资料性附录)
传导差模电流干扰试验

2 kHz~150 kHz范围内的差模电流干扰一般由诸如电力电子、逆变器和电力线通信系统设备产生。这些干扰以往在某些电能表设计上已经导致错误的电能计量。

这个范围内的电流干扰水平可达到媲美于电网频率的电流水平。干扰电流可在很大程度上干扰用于电能计量的电网频率的电流信号，并且引起诸如电流测量通道过载的问题。

为了识别和排除这样的电能表设计，差模电流干扰水平按现场可出现的干扰水平施加，并考虑适当的冗余。试验方法根据IEC 6100-4-19中的差模电流干扰。

另一方面，由于2 kHz ~150 kHz频率在现场布线的低阻抗，电流干扰只与小电压扰动（一般低于用于电能计量的电网频率的电压的1%）关联。因此，不用关注由2 kHz ~150 kHz频率范围的差模电压干扰导致的电能计量问题，针对该干扰的抗扰度试验是不需要的。因此，根据IEC 61000-4-19的差模电压干扰试验不适用。

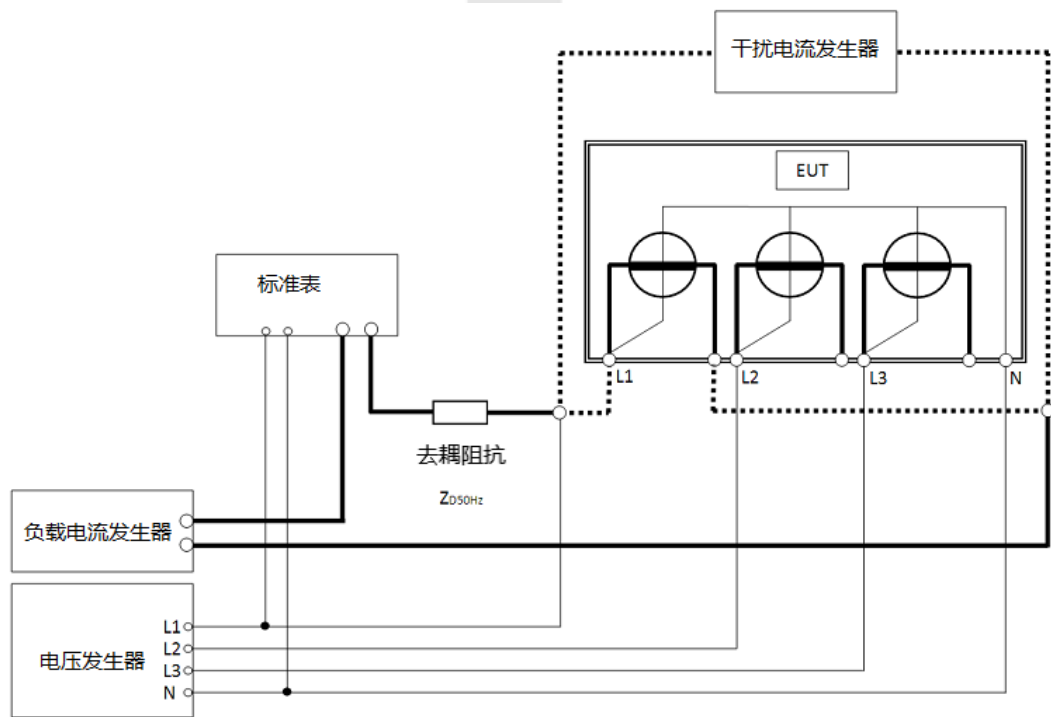


图 D.1 源自电力电子和电力线通信系统的差模电流干扰的试验设置（源自 IEC 61000-4-19）

附录 E

(规范性附录)

电流和电压电路中谐波影响试验的测试电路图

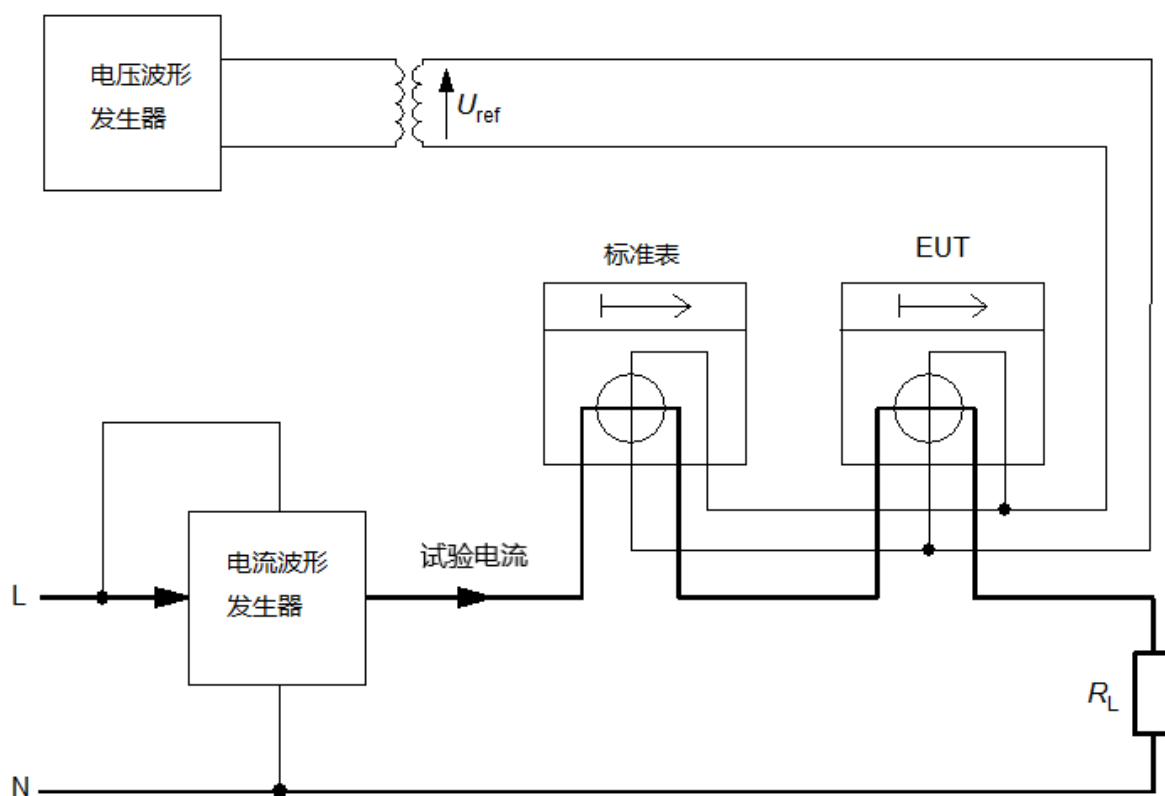


图 E.1 试验电路图（第 5 次谐波、间谐波、高次谐波、尖顶波、方顶波的影响试验）

说明：

谐波存在情况下，图中的标准表测量总有功电能（基波+谐波）。

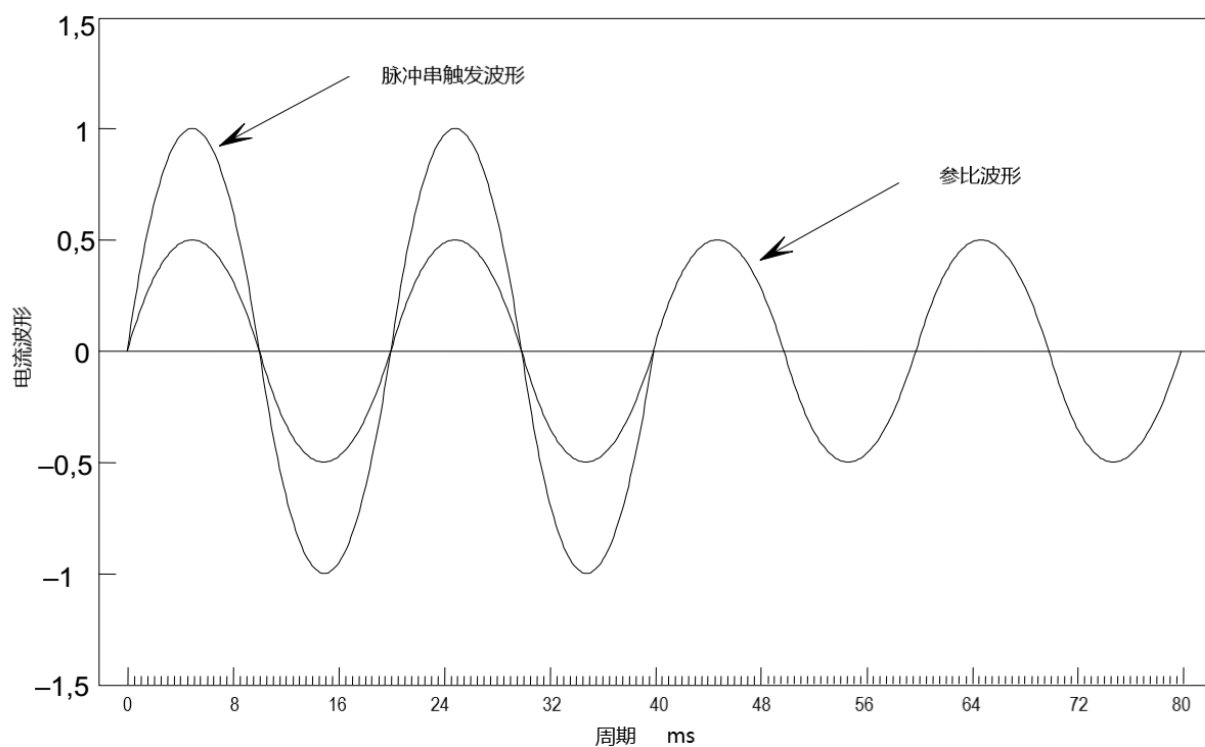


图 E.2 脉冲串触发波形（2 个周期接通，2 个周期关断）

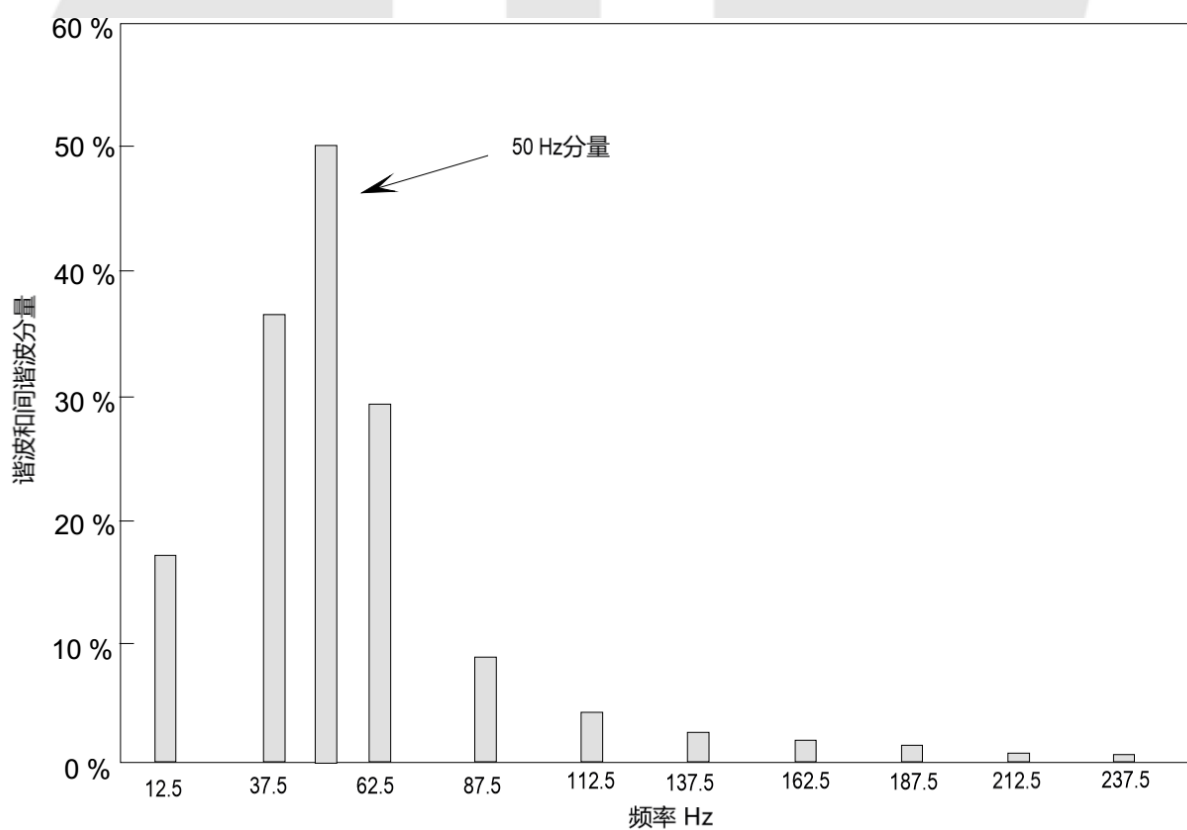


图 E.3 脉冲串触发波形的谐波含量信息分布（不完全傅里叶分析）

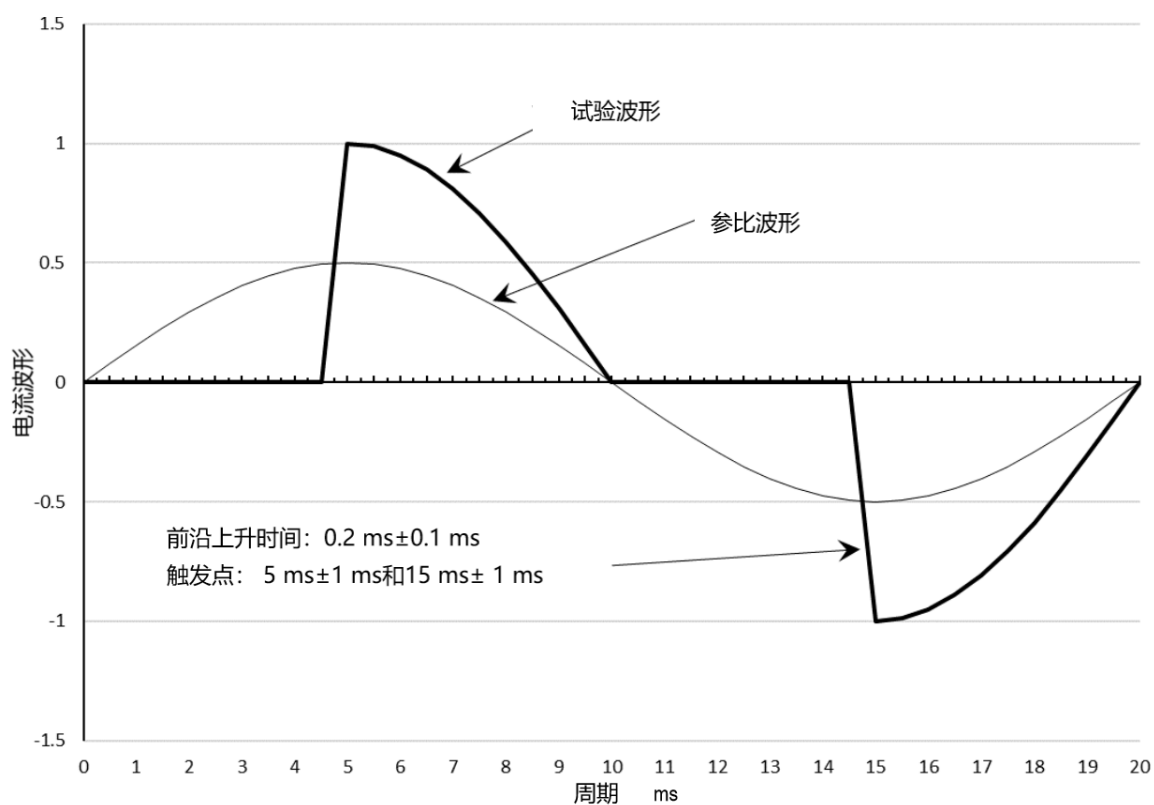


图 E.4 90 度相位触发波形

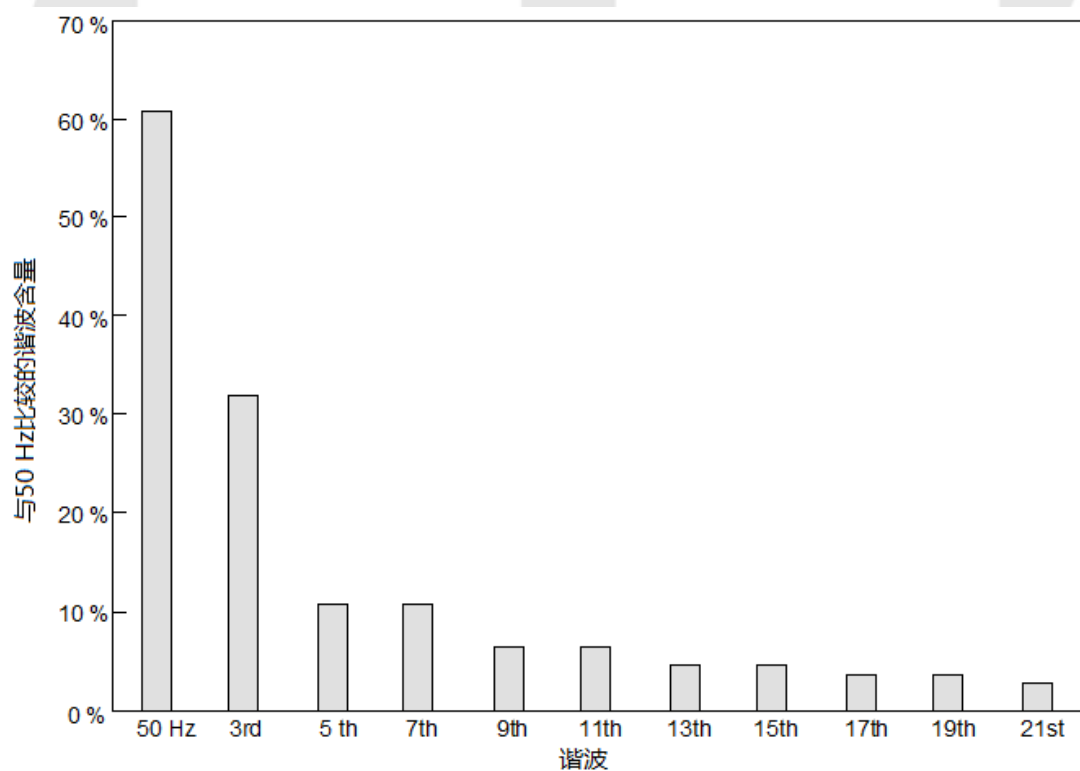


图 E.5 90 度相位触发波形的谐波含量信息分布（不完全傅里叶分析）

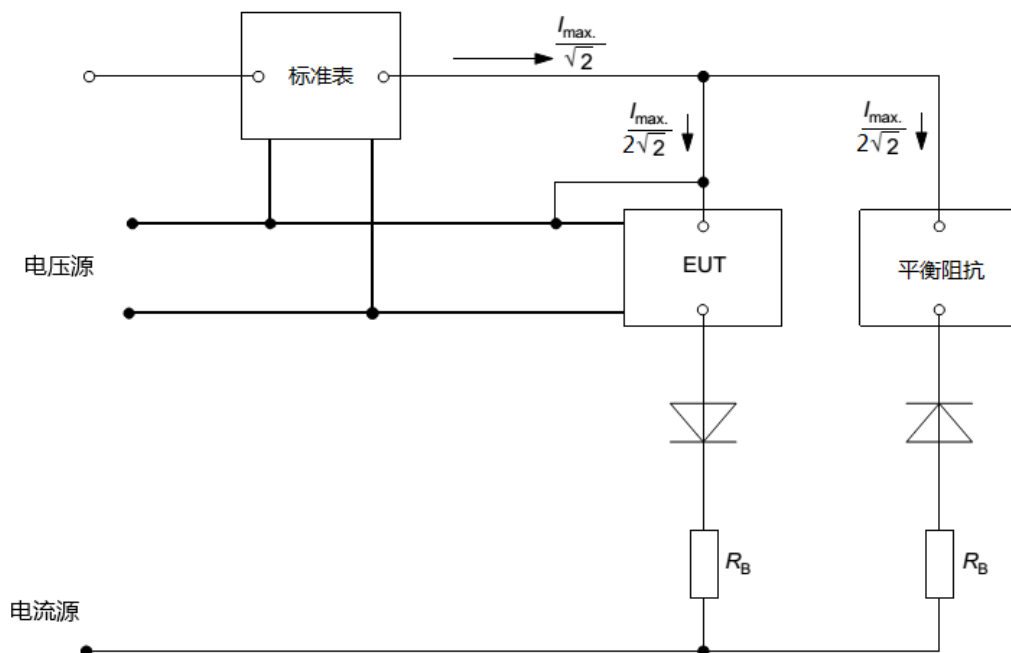


图 E.6 半波整流（直流和偶次谐波）的试验电路图

说明:

- a) 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；
- b) 平衡阻抗最好是一只与被试电能表（EUT）同型号的电表；
- c) 整流二极管应是同型号的；
- d) 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。

1)

直流和偶次谐波试验

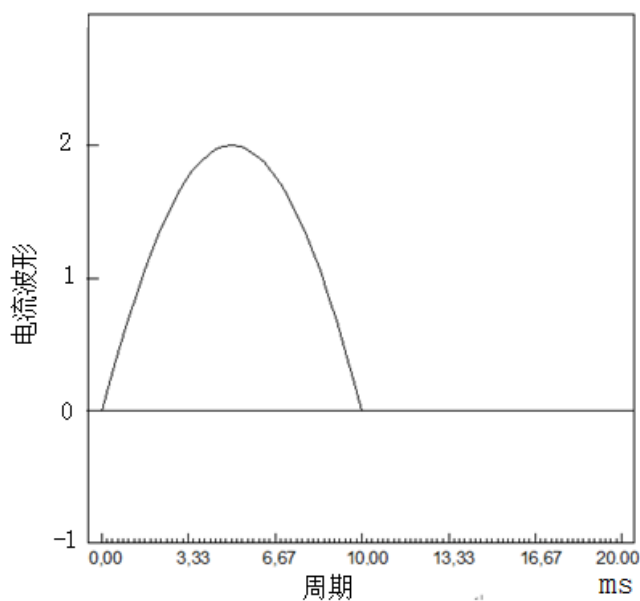


图 E.7 半波整流波形（直流和偶次谐波）

★成为低压用电领域的引领者★

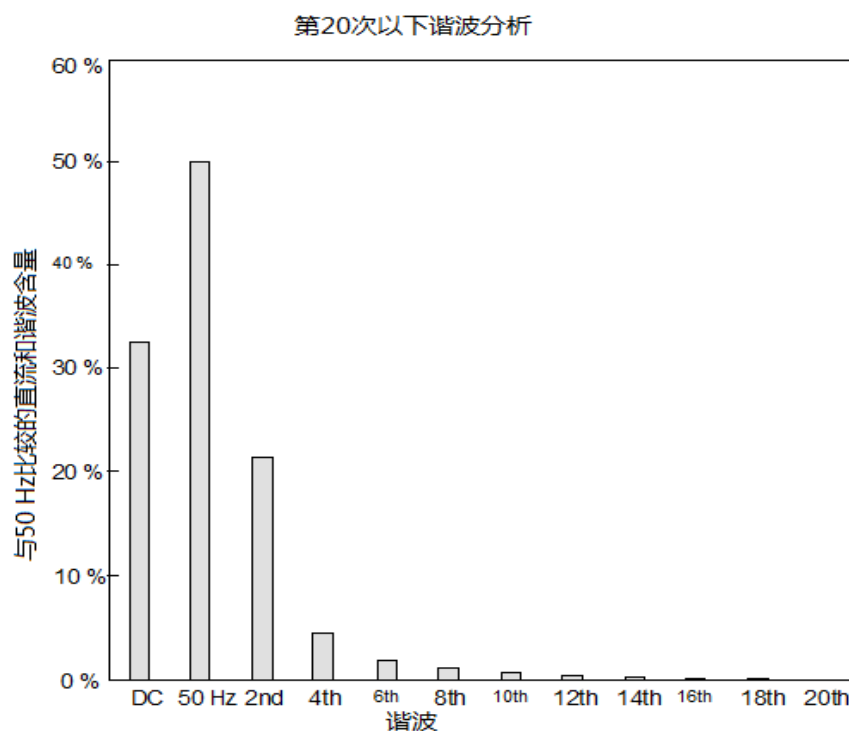


图 E.8 半波整流波形的谐波含量信息分布（不完全傅里叶分析）

说明：图K.3、K.4、K.5、K.7、K.8给出的值仅适用于50 Hz,对其它频率必须相应调整。

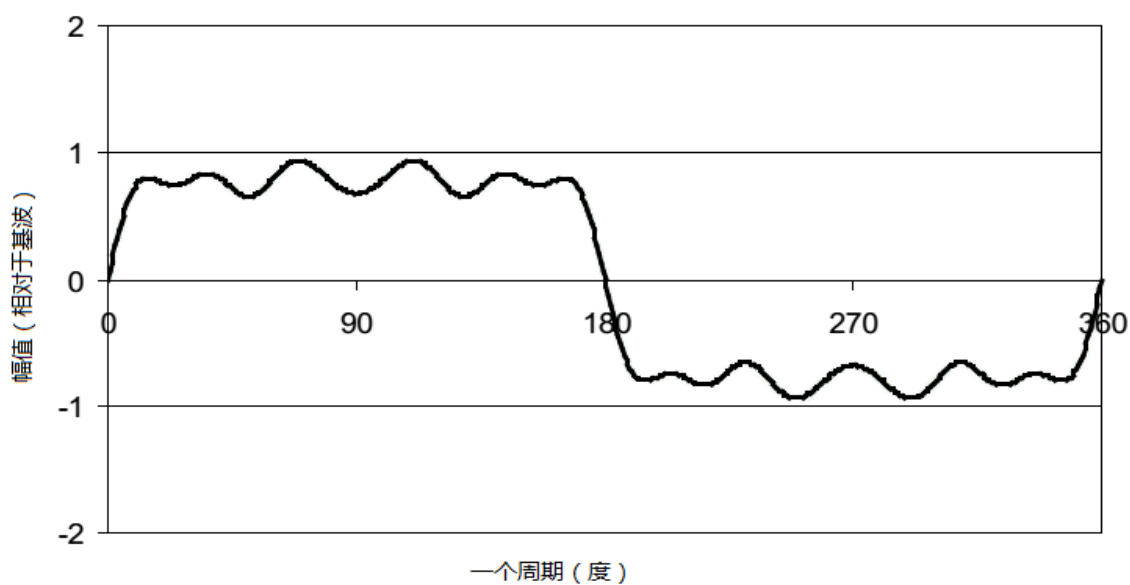


图 E.9 方顶波波形电流幅度

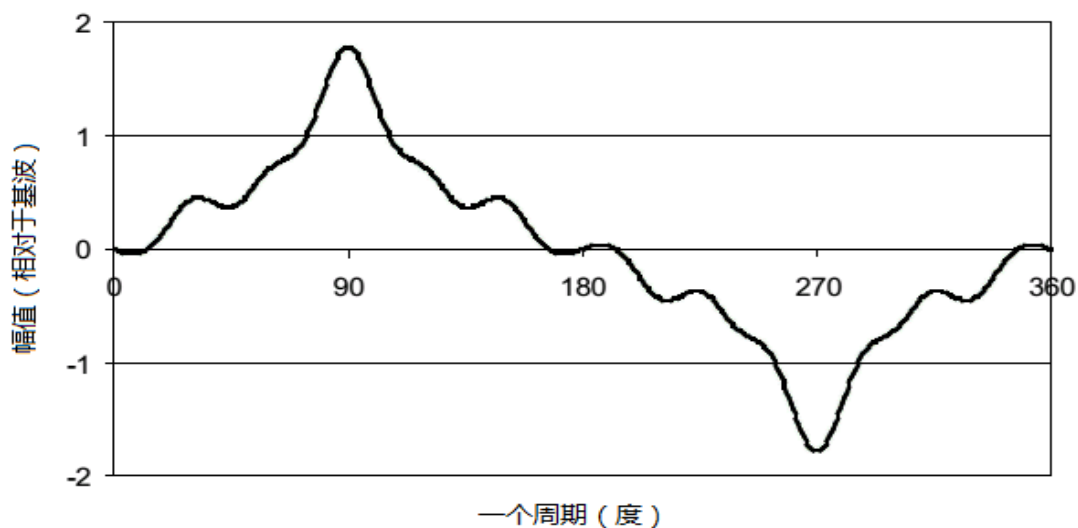


图 E.10 尖顶波波形电流幅度

表 E.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°

表 E.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°

附录 F

（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：

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

$\omega = 2\pi/T$ ， $E = I_m^2 * (\frac{T}{4})$ 。若 $T = 20 \text{ ms}$ ，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。

附录 G (资料性附录)
电能表显示内容



图 D.1 单相费控电能表 LCD 显示界面参考图

表 D.1 LCD 各图形、符号说明

序号	LCD 图形	说 明
1	当前上:8月组合正反向无有功IIIV总用电量 COSΦ阶梯费率:8时间段表户号常数	1) 当前、上1月~上12月的用电量、组合、正/反、总、费率 1-1X 2) 无功四象限 3) 功率因数 4) 常数 5) 阶梯、电量 6) 时间、时段、表号、户号
2	L N 88888888.88.88 VA kWh kvarh	数据显示及对应的单位符号。
3	← 蓝牙 电池欠压 蓝牙认证状态	从左到右: 1) 功率反向指示 2) 蓝牙通信中 3) 电池欠压指示 4) 蓝牙认证状态指示

序号	LCD 图形	说 明
		5) 电能表挂起/密码闭锁指示 6) 模块通信中 7) 485/红外通信指示 8) 显示为测试密钥状态, 不显示为正式密钥状态
4	请购电拉闸	1) “请购电”远程报警显示闪烁 2) “拉闸”继电器拉闸状态指示
5		1) “   表示运行在当前套阶梯,   同时显示表示有待切换的阶梯。 2) L8 指示当前运行第几阶梯 3) ①②代表当前套、备用套时段/费率, 默认为时段 4) T18 指示当前费率状态 (1-1X), 当费率超过 4 个时按此方式指示。
6		指示 T1~T4 当前费率状态 (尖峰平谷)

附录 H
(资料性附录)
电能表外观简图

外观简图说明

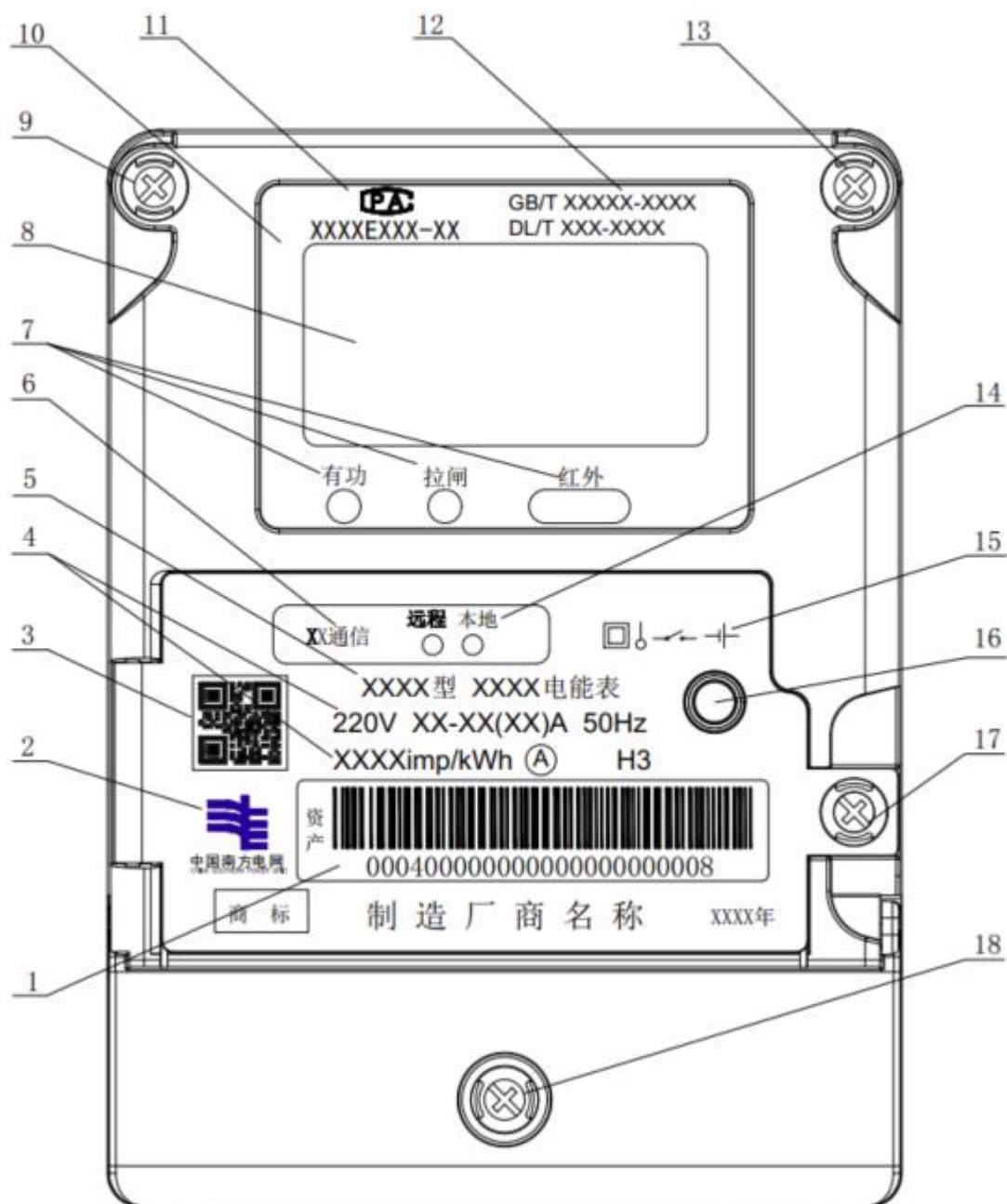
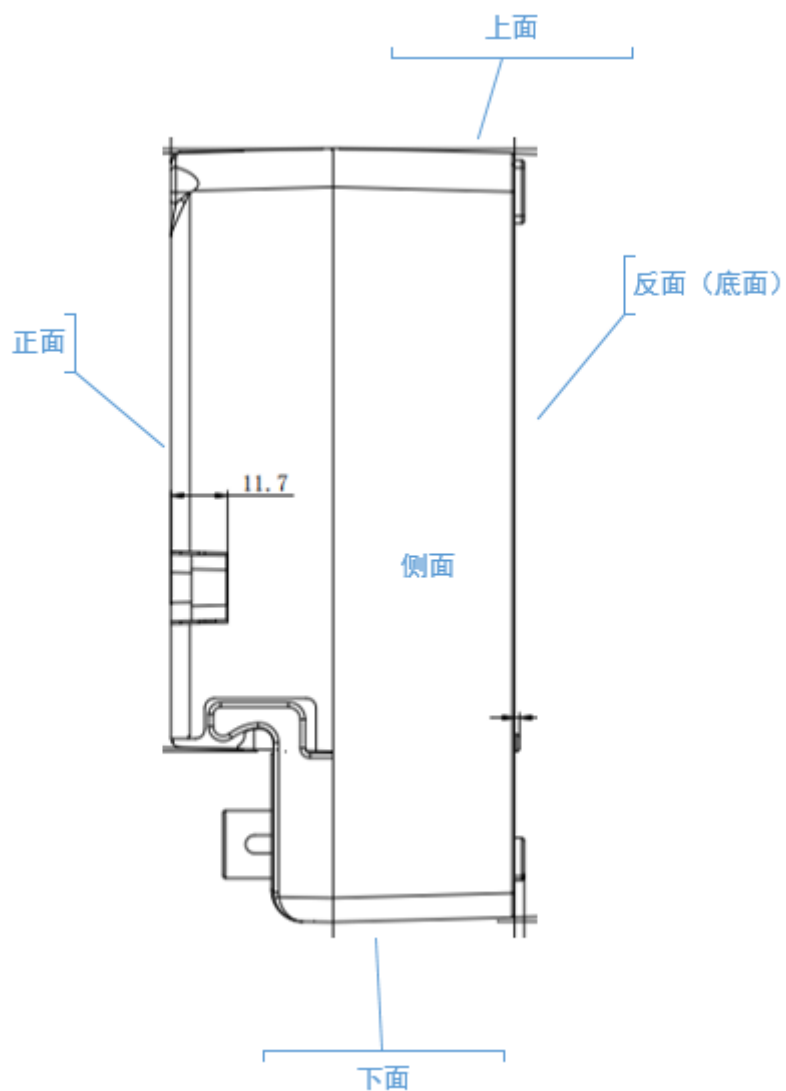


表 G.1 单相智能电能表印刷位置说明表

序号	名称	解释说明
1	资产编号	24 位条形码结构。
2	中国南方电网公司 Logo	/
3	蓝牙地址二维码	蓝牙 MAC 地址。
4、15	电流，电压等参数	电流、电压、常数等参数可根据相应的电能表要求变更。 ②表示为准确度等级；  表示为电能表为 II 类防护绝缘包封仪表；  表示接线方式为单相电能表；H3 温度和气候要求示意字符，根据实际供货要求标识为 H1、H2 或 H3。
5	电能表型号及名称	按照相应的要求确定。
6	模块厂商信息	采用载波通信方式标注“XX 载波”；采用微功率无线通信方式“标注 XX 无线”。
7	指示灯及红外通信口	根据功能选用相应的指示灯。
8	液晶区域	液晶屏可视尺寸为 60mm（长）×30mm（宽）。
9、13	表盖封印螺钉	9 由生产厂家加封；13 由检定部门加封。电能表封印状态要求可在正面直接观察到。可选择安装卡扣式封印的封印螺钉或穿线式封印的封印螺钉。
10	铭牌	/
11	计量器具标识	CPA 证信息。
12	制造标准	内容按照相应的要求确定。
14	模块指示灯	模块指示灯标识。
16	轮显按钮	通过该按钮查询相应显示内容。
17	铭牌翻盖封印螺钉	可选择安装卡扣式封印的封印螺钉或穿线式封印的封印螺钉。
18	端子盖封印螺钉	可选择安装卡扣式封印的封印螺钉或穿线式封印的封印螺钉。



恒定磁场试验测试面示意图

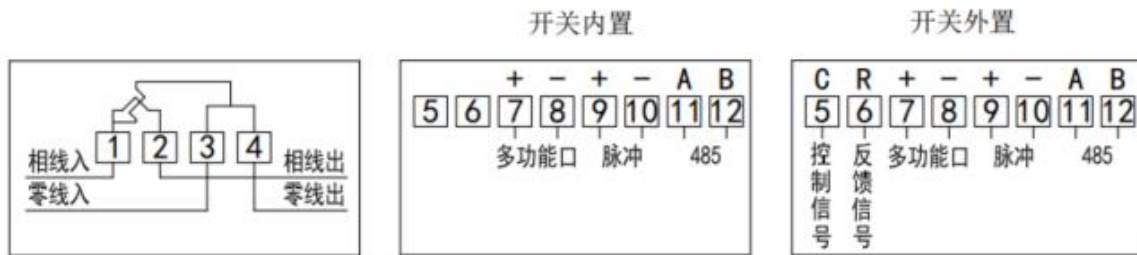


图 G.8 单相智能电能表端子接线图

表 G.2 电能表接线端子定义

1	相线接线端子	7	多功能输出口接线端子
2	相线接线端子	8	多功能输出口接线端子
3	零线接线端子	9	有功脉冲接线端子
4	零线接线端子	10	有功脉冲接线端子
5	控制信号 C/备用	11	485-A 接线端子
6	反馈信号 R/备用	12	485-B 接线端子

附 录 I

特定表型要求试验项

(一)重庆供货表型

1. 电流采样回路开路下防潜试验

开断电能表一条电流采样线，并对被试品施加工作电压 U_n 。

判定：查看电能表电流，若为零则说明满足要求。

2. 电路板电源线和电压参考线开路试验

断开电能表电路板的电源线或电压参考线，并对被试品施加工作电压 U_n 。

判定：查看电能表电流，电流值要求不大于0.5A。

3. 外部供电情况下电能表时钟电池放电电流检测

a) 将电流表串联接入时钟电池供电回路，

b) 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20 μ A，有外部电源情况下不应超过1 μ A，且不允许有充电电流。

(二)高防护表（IP68）

1. 温湿度-振动综合试验

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；

a) 试验前检测：产品功能性能正常，防水等级满足要求；

b) 循环及周期次数：以5个循环为一周期，实施6个周期。

c) 温湿度应力：

——第1循环：-55℃（最低贮存温度，1h）→-40℃（最低工作温度，1h）→85℃（最高贮存温度2h，保持30分钟后加湿1h）-最高工作温度（85℃，4h，保持1h后加湿2h）。

——第2、3、4、5循环：-40℃（最低工作温度，1h）-最高工作温度（85℃，3h，保持1h后加湿1h）。

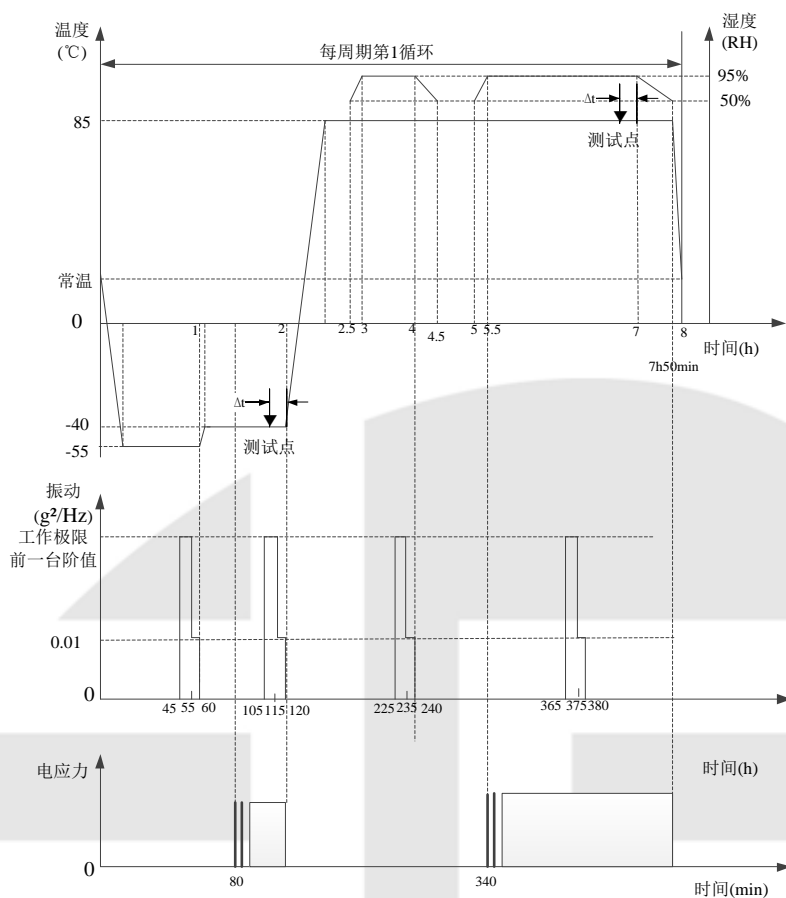
d) 温度变化速率：10℃/min。

e) 湿度应力：升温达到所规定温度后，湿度应力在30分钟内加湿至95%RH。

f) 电应力调节：每个温度循环受试样机的电应力按标称值施加。

g) 启动与通电：每个温度循环中，在低温贮存阶段不通电直至进入极限低温工作阶段保持30分钟后连续启动3次观察样机是否正常，然后保持通电直至极限低温工作阶段结束时断电；在极限高温贮存阶段不通电直至进入极限高温工作阶段保持30分钟后连续启动3次观察样机是否正常，然后保持通电直至极限高温工作阶段结束时断电。

h) 振动应力：受试样机在每个循环的极限低温贮存阶段结束前15分钟、极限高温贮存阶段结束前15分钟，施加相应的振动量级5分钟，加速度频谱密度0.04g²/Hz（4m2/s³随机振动）。



温湿度-振动综合应力强化试验每周期第一循环试验剖面图（参考）

判定准则：

- 试验过程中：在每次振动施加高量级振动应力期间完成样机功能性能测试，观察样机应正常工作。
- 试验后结构无损坏，防水性能无降低，功能及性能正常，10Itr 负载点误差改变量小于 0.33%

2. 阳光辐射试验

试验应按 GB/T 2423.24 在下列条件下进行：

- 仪表在非工作状态；
- 试验程序 A(照光 8h，遮暗 16h)；
- 上限温度： $+55^{\circ}\text{C}$
- 试验时间 10 个周期或 10 天（参考 2423）。

判定准则：

- 试验后，电能表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，防水性能无降低；
- 在 1.0，10Itr 负载点误差改变量小于 0.33%（参考 A 级）