

保密等级
绝密★30 年



青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

南网 R46 单相电能表企业标准 V1.1

2021 - 06 - 16 发布

2021 - 06 - 18 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 发 布

目 录

1 范围.....	5
2 规范性引用文件.....	5
3 技术要求.....	6
3.1 规格要求.....	6
3.2 环境条件.....	6
3.2.1 参比条件.....	6
3.2.2 温湿度范围.....	7
3.2.3 其他气候条件.....	7
3.3 机械和结构要求.....	7
3.4 元器件要求.....	8
3.4.1 元器件通用要求.....	8
3.4.2 线路板.....	9
3.4.3 压敏电阻.....	9
3.4.4 液晶显示器.....	9
3.4.5 电池及可充电储能器件.....	9
3.4.6 电解电容.....	10
3.4.7 接插件.....	10
3.4.8 隔离器件.....	10
3.4.9 负荷开关.....	10
3.4.10 可接触零部件.....	11
3.5 材料及工艺要求.....	11
3.5.1 表座.....	错误!未定义书签。
3.5.2 表盖.....	错误!未定义书签。
3.5.3 端子座及接线端子.....	错误!未定义书签。
3.5.4 端子盖.....	错误!未定义书签。
3.5.5 铭牌.....	错误!未定义书签。
3.6 功能要求.....	13
3.6.1 计量单元.....	14
3.6.2 管理单元.....	20
3.6.3 通信单元.....	28
3.7 计量单元与管理单元交互原则.....	31
3.8 数据存储要求.....	31
3.8.1 数据安全性要求.....	32
3.9 基本技术指标.....	33
3.9.1 基本最大允许误差.....	33
3.9.2 误差一致性.....	33
3.9.3 误差变差要求.....	33
3.9.4 负载电流升降变差.....	34
3.9.5 重复性试验.....	34
3.9.6 功率消耗.....	34
3.9.7 影响量.....	34

3.9.8 电源电压影响.....	36
3.9.9 过电压试验.....	36
3.9.10 电能表常数.....	36
3.9.11 计时准确度.....	36
3.9.12 仪表温度限值及耐热.....	36
3.9.13 通信模块接口带载能力（适用于带通信模块的电能表）.....	37
3.9.14 通信模块互换性要求.....	37
3.9.15 电流回路阻抗.....	37
3.9.16 谐波监测准确度要求.....	37
3.10 可靠性要求.....	37
3.10.1 基本要求.....	37
3.10.2 双 85 试验.....	38
3.10.3 跌落试验.....	38
3.10.4 高温耐久.....	39
3.10.5 盐雾试验.....	39
4 试验项目及要求.....	39
4.1 总则.....	39
4.2 绝缘性能试验.....	45
4.2.1 脉冲电压试验.....	45
4.2.2 交流电压试验.....	46
4.3 准确度试验.....	46
4.3.1 基本要求.....	46
4.3.2 热稳定.....	48
4.3.3 初始固有误差的测定试验.....	48
4.3.4 起动试验.....	48
4.3.5 潜动试验.....	49
4.3.6 电能表常数试验.....	49
4.3.7 误差一致性试验.....	50
4.3.8 误差变差试验.....	50
4.3.9 负载电流升降变差试验.....	50
4.3.10 测量重复性.....	51
4.3.11 影响量试验.....	51
4.3.12 计时准确度.....	53
4.3.13 组合最大允许误差.....	54
4.4 电气性能试验.....	54
4.4.1 功率消耗.....	55
4.4.2 电源电压试验.....	55
4.4.3 耐受长期过电压试验.....	56
4.4.4 短时过电流.....	错误!未定义书签。
4.4.5 自热影响.....	错误!未定义书签。
4.4.6 温升试验.....	57
4.4.7 通信模块接口带载能力试验.....	57
4.4.8 通信模块互换能力试验.....	57
4.4.9 电流回路阻抗试验.....	58

4.4.10	市电环境下的电源影响试验（内部要求）	58
4.4.11	储能器件放电试验	59
4.4.12	通信功能试验	59
4.4.13	谐波监测试验	59
4.5	端子座温度监测	60
4.6	剩余电流监测功能试验	61
4.6.1	剩余电流准确度试验	61
4.6.2	剩余电流报警试验	61
4.7	误差自监测试验	61
4.8	外部影响量试验	62
4.8.1	通用要求	62
4.8.2	验收准则	62
4.8.3	电磁兼容性试验	63
4.8.4	抗其他影响量试验	72
4.9	气候环境影响试验	78
4.9.1	通用试验要求	78
4.9.2	高温试验	78
4.9.3	低温试验	79
4.9.4	极限工作环境试验	79
4.9.5	交变湿热试验	79
4.9.6	阳光辐射防护试验	80
4.9.7	凝露试验	81
4.9.8	温度冲击试验（内部要求）	81
4.9.9	耐久试验	82
4.10	机械性能试验	82
4.10.1	防尘防水试验	82
4.10.2	弹簧锤试验	83
4.10.3	冲击试验	83
4.10.4	振动试验	83
4.10.5	汽车颠簸试验（内部要求）	84
4.10.6	仪表温度限值及耐热试验	84
4.10.7	接线端子压力试验	84
4.10.8	耐热和阻燃试验	84
4.11	特殊地区要求（内部要求）	84
4.11.1	交变湿热试验（福建、海南等高温高湿地区）	错误!未定义书签。
	版本记录	85
	附录 A（规范性附录）单相智能电能表外观尺寸图	86
A.1	外观简图说明	86
A.2	单相智能网关终端（开关内置）外观简图	错误!未定义书签。
A.3	单相智能网关终端（开关外置）外观简图	错误!未定义书签。
A.4	网关终端各单元接口结构图	错误!未定义书签。
A.5	管理单元接口结构图	错误!未定义书签。
A.6	时钟电池封装结构图	错误!未定义书签。
A.7	强弱电隔离片尺寸图	错误!未定义书签。

A.8 铅封螺钉简图.....	错误!未定义书签。
A.9 计量单元电子条码安装示意图.....	错误!未定义书签。
A.10 管理单元电子条码安装示意图.....	错误!未定义书签。
附录 B（规范性附录）单相智能网关终端侧视/后视尺寸简图....	错误!未定义书签。
附录 C（规范性附录）单相智能电能表接线端子尺寸简图.....	错误!未定义书签。
附录 D（规范性附录）单相智能网关终端端子接线图.....	88
附录 E（规范性附录）端盖尺寸图.....	错误!未定义书签。
附录 F（规范性附录）LCD 图形字符说明及尺寸	89
附录 G（规范性附录）循显和键显项配置推荐的顺序表.....	错误!未定义书签。
附录 H（资料性附录）事件判断设定值范围及其默认设定值....	错误!未定义书签。
附录 I（规范性附录）蓝牙通信要求.....	错误!未定义书签。
I.1 互联互通要求.....	错误!未定义书签。
I.2 通用要求.....	错误!未定义书签。
I.3 Mac 地址格式要求	错误!未定义书签。
附录 J（规范性附录）明文通信数据对象.....	错误!未定义书签。
附录 K（规范性附录）光测试输出要求.....	错误!未定义书签。
附录 L（资料性附录）传导差模电流干扰试验.....	错误!未定义书签。
附录 M（规范性附录）电流和电压电路中的谐波影响试验.....	错误!未定义书签。
附录 N（资料性附录）组合误差的推算.....	错误!未定义书签。
N.1 基于本部分的要求估算最大允许组合误差.....	错误!未定义书签。
N.2 基于型式试验结果和规定条件估算组合误差.....	错误!未定义书签。
N.2.1 方法 1	错误!未定义书签。
N.2.2 方法 2	错误!未定义书签。

1 范围

本标准规范书适用于鼎信南网 R46 单相电表的设计、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 4208—2017	外壳防护等级（IP代码）
GB/T 15284—2002	多费率电能表 特殊要求
GB/T 15464—1995	仪器仪表包装通用技术条件
GB/Z 21192—2007	电能表外形和安装尺寸
GB/T 1804-2000	一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差
GB/T 17215.211—2006	交流电测量设备通用要求 试验和试验条件-第11部分：测量设备
GB/T 17215.301—2007	多功能电能表特殊要求
GB/T 17215.321—2008	交流电测量设备 特殊要求-第21部分静止式有功电能表（1级和2级）
JJG 596—2012	电子式交流电能表
JJG 691—2014	多费率交流电能表
JJG 1099—2014	预付费交流电能表
DL/T614—2007	多功能电能表
DL/T645—2007	多功能电能表通信协议及其备案文件
DL/T 698—2009	电能信息采集与管理系统
DL/T 830—2002	静止式单相交流有功电能表使用导则
Q/GDW 1205-2013	电能计量器具条码
Q/GDW 1206-2013	电能表抽样技术规范
Q/GDW XXXX-XXXX	单相智能电能表技术规范
Q/GDW XXXX-XXXX	智能电能表功能规范

Q/GDW XXXX-XXXX 智能电能表信息交换安全认证技术规范

Q/GDW XXXX-XXXX 单相智能网关终端技术规范

Q/GDW XXXX-XXXX 单相智能网关终端功能要求及应用软件测试规范

3 技术要求

3.1 规格要求

- 准确度等级：有功 A 级；无功 2 级。
- 标称电压：220 V。
- 电流规格 I_{\min} - I_{tr} (I_{\max})：0.1-0.5(60) A, 0.1-0.5(80) A。
- 标称频率：50 Hz。
- 工作电压范围： $0.6U_{\text{nom}} \sim 1.3U_{\text{nom}}$ 。
- 脉冲常数与电压、电流规格对应关系见表 3.1。

表 3.1 规格要求与推荐常数

电压规格	电流规格 I_{\min} - I_{tr} (I_{\max})	基本电流 I_b	推荐常数
220 V	0.1-0.5(60) A	5A	1200 imp/kWh
	0.1-0.5(80) A		1200 imp/kvarh

3.2 环境条件

3.2.1 参比条件

表 3.2 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%
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～150kHz 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%

- ^a 试验在非参比温度的某一温度（包括允许偏差）下进行时，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；
 - ^c 应没有霜、露、冷凝水、雨等存在。

3.2.2 温湿度范围

表 3.3 温度范围

安装方式	室内仪表（H1 和 H2）	室外仪表（H3）
规定的工作范围	-10℃ ~55℃	-25℃ ~55℃ ^a
极限工作范围	-25℃ ~70℃	-25℃ ~70℃
储存和运输极限范围	-25℃ ~70℃	-25℃ ~85℃

3.2.3 其他气候条件

表 3.4 其他气候条件

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。

3.3 机械和结构要求

网关终端的设计和结构应能保证在正常条件下正常工作时不至引起任何危险。尤其应确保：

- a) 防爆炸的人身安全；防电击的人身安全；防过高温影响的人身安全；防火焰蔓延的安全；防固体异物、灰尘及水的进入；在正常工作条件下易受腐蚀的所有部件应予以有效防护；在正常工作条件下，任何防护层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；应能耐阳光辐射。
- b) 网关终端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。
- c) 部件应可靠地紧固并确保免于松动。

- d) 电气接线应防止断路，包括在本技术规范规定的某些过载条件下。
 - e) 网关终端结构应使由于布线、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达到最小。
 - f) 网关终端应设置显示键。按键等应灵活可靠，无卡死或接触不良现象，各部件应紧固无松动。
 - g) 应符合 GB/T 4208 规定的防护等级要求，网关终端应达到 IP54 防护等级。
 - h) 对在腐蚀环境中特殊使用的网关终端，附加要求应在订货合同中规定（如按 GB/T2423.17 的盐雾试验）。
- 外观结构、安装尺寸图及颜色
- a) 网关终端外形尺寸：160 mm（高）×118 mm（宽）×66 mm（厚）。
 - b) 网关终端的外观尺寸与安装尺寸、端子座结构及尺寸、LCD 结构及尺寸、通信模块结构及尺寸、电压和电流接线端子定义应符合附录 A 的要求。
 - c) 网关终端的条形码、指示灯、按键的相对位置应符合附录 A 的布置，外形尺寸严格按 3D 图执行。
 - d) 端子盖内侧的接线图应符合附录 A 中端子接线图的要求。
 - e) 计量单元结构设计应具有安全性，确保出厂后在不被破坏的情况下不可打开表盖。
 - f) 网关终端的表盖颜色，色卡号：RAL 9003(信号白)。
 - g) 网关终端表盖上的按钮颜色，色卡号 PANTONE: 287C（蓝色）。
 - h) 网关终端的表座颜色，色卡号：RAL 9003(信号白)。
 - i) 条形码白底黑字，黑色色卡号 PANTONE: Black C。
 - j) 端子座颜色，色卡号：RAL 9003(信号白)。
 - k) 电池盒外壳应使用透明 PC 材料制成。
 - l) 南方电网公司 Logo、铭牌标识的文字采用雕刻方式，黑色色卡号 PANTONE: Black C。
 - m) 强弱电端子间应采用安全绝缘板隔离；绝缘板使用透明 PC 材料制成。要求可靠固定，并不能挡住辅助接线端子，安装后应有防脱落功能。
 - n) 模块盖、绝缘板可实现互换，其结构、尺寸及布置位置参见附录 A。
 - o) 所有塑胶材料的色差值为 $\Delta E \leq 2.0$ 。

3.4 元器件要求

3.4.1 元器件通用要求

网关终端内所有元器件应采用防锈蚀、防氧化处理，且紧固点牢靠。

3.4.2 线路板

线路板须用耐氧化、耐腐蚀的双面/多层板，并具有网关终端生产厂家的标识。

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。

线路板焊接应采用回流焊、波峰焊工艺。

网关终端内部分流器、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。

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。

3.4.3 压敏电阻

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。

压敏电阻通流量应在20 kA以上，管芯名义直径不应低于20 mm。

3.4.4 液晶显示器

网关终端采用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15年。

LCD应具有宽视角，即视线垂直于LCD正面，主视角不小于60°。

LCD应具有高对比度（对比度大于4）。

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）。

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%。

LCD满足稳态湿热70℃/95% RH试验500 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，偏光片边缘周发白区域宽度不超过2 mm，底色无明显整体变淡。

在有表盖时，其电子显示器外部应能承受15 kV试验电压的静电空气放电。

3.4.5 电池及可充电储能器件

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网关终端正常运行。

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： $\phi 14.5$ mm \times 25.4 mm（允许偏差： ± 0.5 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)。

在70℃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℃/95% RH试验下，寿命不少于1000 h。

3.4.6 电解电容

应满足在105℃高温下的寿命不少于5000 h。

3.4.7 接插件

网关终端用接插件的塑胶，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。

连接器端子与导线之间的连接方式应采用压接的方式。

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。

接插件接触表面镀金厚度不低于 $2\mu\text{m}$ （微英寸）。

按GB/T2423.17盐雾实验要求，实验时间72h，实验后，接插件金属部分无发黑，无断裂，腐蚀程度在5%以下。

3.4.8 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。

3.4.9 负荷开关

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。

采用内置负荷开关的网关终端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。在网关终端电压电路施加标称电压，电

流电路通过 $1.2I_{\max}$ 的条件下，进行10次开关通断试验；试验后，网关终端应能正常工作。当在网关终端电压电路上施加70%~120%的标称电压时，负荷开关应能正常工作。

外置负荷开关应满足Q/CSG1211019-2019《中国南方电网有限责任公司网关终端用外置断路器技术规范》的要求。

3.4.10 可接触零部件

网关终端运行维护期间可接触到的插拔部件，如管理单元、通信单元、可更换电池及其接口应符合IEC 62052-31：2015中6.2的规定。

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。

3.5 材料及工艺要求

3.5.1 表座

- a) 表座应使用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。表座设计应考虑安装方便；应能满足高温85℃，高湿85%，周期为500h试验，试验后外观无明显变形、不开裂、不脆化，不影响装配。
- b) 采用不锈钢材料的嵌入式挂钩。

3.5.2 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) 表盖上按钮的材料应与表盖一致。
- d) 铭牌采用激光蚀刻方式。
- e) 塑胶材料应能满足高温85℃，高湿85%，周期为500h试验，试验后外观无明显变形、不开裂、不脆化，不影响装配。

3.5.3 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≥200℃（0.45 MPa），并符合GB/T 1634.1-2004和GB/T 1634.2-2004的规定。塑胶材料应能满足高温85℃，高湿85%，周期为500h试验，试验后外观无明显变形、不开裂、不脆化，不影响装配，绝缘电阻大于500 MΩ。
- 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，表面进行酸洗钝化、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。电能表接线螺杆直径应不小于M6。
- e) 端子座的电压电流接线端钮孔应能容纳至少18 mm 长去掉绝缘的导线；和螺钉的配合应能确保牢固固定最小2.5 mm²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) 电压、电流端子接线柱在受到轴向60 N 的压力时，接线柱不应内缩。
- g) 端子座内接线端子号应刻印，不易磨损。

3.5.4 封印及封印螺钉

- a) 封印螺钉应采用不锈钢制成的十字、一字通用型螺钉，螺钉应采用防脱落处理。
- b) 电能表的上端盖左耳和右耳封印为现场安装封印，可用于更换通信模块或时钟电池。
- c) 管理单元封印出厂时由生产厂家施加封印。
- d) 封印具有一次性防撬和防伪功能，出厂封应具有生产厂家的标识。

3.5.5 端盖

- a) 电能表上端盖材料同表盖相同，电能表下端盖和通信单元区域透明视窗使用绝缘、阻燃、防紫外线的透明PC材料制成。应能满足高温85℃，高湿85%，周期为500h试验，试验后外观无明显变形、不开裂、不脆化，不影响装配。
- 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) 在下端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；从端盖的正面应可清晰看见接线图。
- d) 下端盖采用与表壳连体方式，可以向上翻转并能可靠固定，翻转角度应大于115°，在表壳垂直悬挂状态，可以向上翻转并能可靠固定，需使用外力才能自然闭合。

3.5.6 铭牌、射频电子条码要求

铭牌雕刻内容应符合有关标准和技术规范的规定，铭牌标识清晰、笔划粗细和深度一致。

条形码的刻录质量和对比度须能容易被一般条形码扫描枪识别，不允许采用不干胶进行粘贴。

条形码采用code128码，其结构、尺寸及布置位置参见附录。

订货方可以根据自身管理需要在不影响现有基本规则和布局的条件下，增加体现其管理要求的管理条码。

电能表射频电子条码安装示意图见附录A.9，电子条码的长宽尺寸小于95mm×30mm。

管理单元模块的射频电子条码安装示意图见附录A.10，电子条码的长宽尺寸小于30mm×15mm。

3.5.7 蓝牙二维码要求

a) 蓝牙二维码的刻录质量和对比度须能容易被普通扫码工具识别，不允许采用不干胶进行粘贴。

b) 蓝牙二维码码制采用QR Code码编制规则，其结构、尺寸及布置位置参见附录。

3.5.8 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；

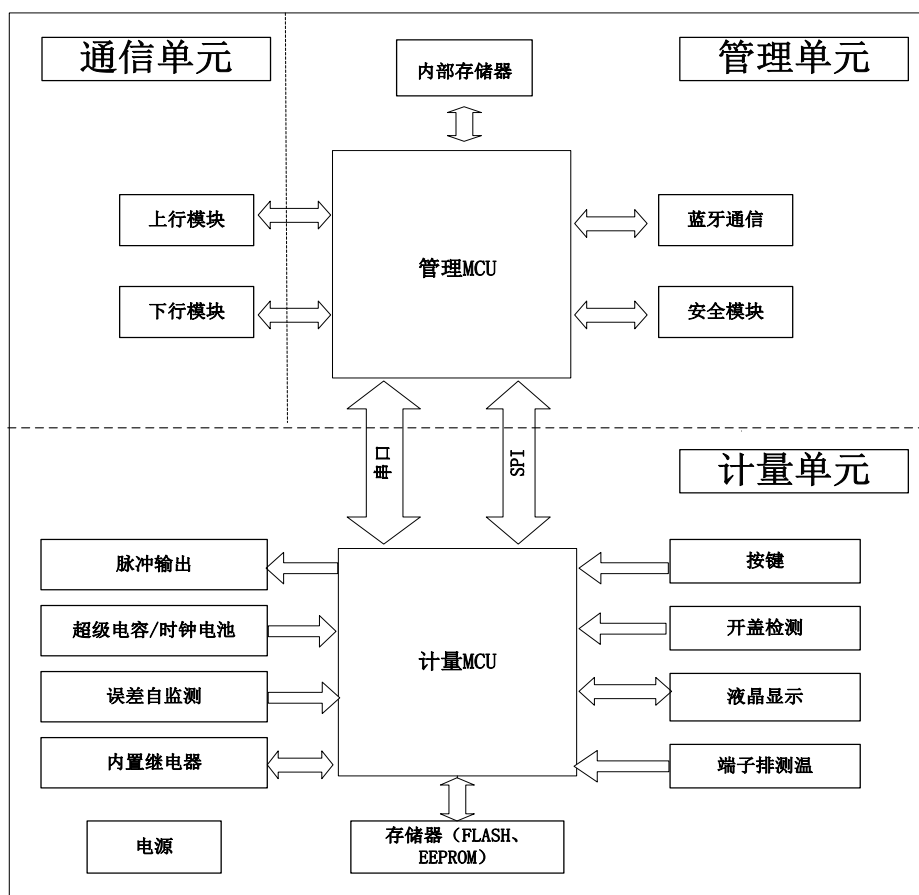
b) 采样元件如采用锰铜分流器，锰铜片与铜支架应焊接良好、可靠，不应采用铆接工艺；锰铜分流器与其采样连接端子之间应采用电子束或钎焊。

3.5.9 外置开关

外置开关宜用硬连接电气连接，焊接方式固定在线路板上，外置插座固定在端子座上；不应使用电缆连接或捆扎方式固定。

3.6 功能要求

网关终端内部功能应分为计量单元、管理单元和通信单元，各单元功能相互独立，整体架构参考下图。



3.6.1 计量单元

3.6.1.1 电能计量

- a) 具有正向有功总电能、反向有功总电能计量功能。
- b) 具有无功电能计量功能，无功四个象限可分别计量。

3.6.1.2 测量及监测

- a) 能测量、记录、显示当前网关终端的电压、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： $0.6U_{nom} \sim 1.3U_{nom}$ ；电流测量范围： $0.2I_{tr} \sim 1.2I_{max}$ ；功率测量范围： PQ （起动功率） $\sim 1.3U_{nom} \times 1.2I_{max}$ ；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： $0.6U_{nom} \sim 1.3U_{nom}$ ，电流： $I_{tr} \sim 1.2I_{max}$ 。

3.6.1.3 时钟、电池

具有日历、计时、闰年自动转换功能，在 $-25^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 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 $\pm 0.35\text{s}/24\text{h}$ 。

时钟电池仅支持给时钟供电，在网关终端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。电池更换接口不应成为危险带电部件。在网关终端断电且取出电池情况下，网关终端内部储能器件应能保证时钟正确计时时间不少于2天。电池电压不足时，网关终端应给予报警提示信号。

计量单元应具备判断时钟数据正确性功能，若发现时钟数据不正确，应主动向后台申请校时。

计量单元只允许接受来自管理单元的时钟设置和校时命令（含广播校时）。

3.6.1.4 广播校时

仅当计量单元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，即将计量单元的日期时钟调整到与命令下达的日期时钟一致。计量单元支持带网关终端通信地址的广播校时命令。

3.6.1.5 分钟冻结

计量单元应记录正向有功总电能、反向有功总电能、四象限无功总电能、电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率等数据，其中有功功率、无功功率应为1分钟的平均值。各类数据冻结间隔时间为1分钟，且能存储不少于365天的数据量。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。

3.6.1.6 事件记录

计量单元应记录下列事件：

- a) 永久记录计量单元清零事件的发生时刻及清零时的电能量数据。
- b) 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。
- c) 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。
- d) 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。

e) 记录管理单元软件升级总次数，最近10次软件升级的时刻、操作者代码、升级结果、软件版本的数据标识及对应的电能量数据等信息。

f) 记录管理单元更换事件总次数，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：在停电期间发生管理单元更换事件，发生时刻用上电时刻代替。

g) 记录与管理单元通信异常事件总次数，最近10次发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。

注：若管理单元和计量单元连续30秒无通信或者两个单元之间通信帧校验连续出错超过10次，认为出现通信异常，记录为通信异常事件。

当计量单元有重要事件发生时，应将事件发生状态上传给管理单元，由管理单元实现事件的上报功能，上报事件的内容可设置。

3.6.1.7 软件比对计

计量单元软件支持读取实现软件比对的功能。

3.6.1.8 清零

- a) 本测试密钥状态下，计量单元接收管理单元网关终端总清零命令，并执行清零操作。
- b) 清零应作永久性事件记录。
- c) 网关终端电量数据只能清零，禁止设定。
- d) 计量单元检测到管理单元异常时，不允许执行清零操作。

3.6.1.9 显示功能

- a) 网关终端显示内容分为数值、代码和符号三种。可显示电能量、电压、电流、功率、时间等各类数值，显示的数值单位应采用国家法制计量单位，如：kW、kvar、kWh、kvarh、V、A、℃等；显示符号可包括功率方向、费率、通信状态、相线、电池欠压等标志。
- b) 网关终端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) 网关终端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满屏显示、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。计量单元判定管理单元异常或被拔出后，上电全显时间和自动轮显时间固定为5s。

- d) 网关终端在正常工作状态时，进行按键操作时启动 LCD 背光。按键触发背光启动后，60s 无操作自动关闭背光。通过蓝牙、载波、微功率无线等通信方式同网关终端进行通讯时，禁止点亮背光。
- e) 网关终端显示内容可通过编程进行设置，参考附录 G。
- f) 网关终端掉电后，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。
- g) LCD 的显示图形、符号参见附录 F。
- h) 拉闸指示灯：使用高亮、长寿命黄色 LED，正常时灭，拉闸时常亮。

3.6.1.10 报警功能

报警采用背光点亮方式进行，当事件恢复正常后报警自动结束。

计量单元接收管理单元发送的报警控制命令并执行；计量单元检测到管理单元异常时，应进行报警。

报警事件可配置，配置参数在管理单元实现。

3.6.1.11 信号输出

a) 电能量脉冲输出

- 网关终端应具备与所计量的电能成正比的 LED 脉冲输出功能，输出脉冲应代表网关终端测量的总电能。光脉冲输出采用超亮、长寿命 LED 器件。
- 网关终端电能量脉冲输出宽度为：(30~96) ms。
- 有功指示灯：使用高亮、长寿命红色 LED，平时灭，计量有功电能时闪烁；
- 无功指示灯：使用高亮、长寿命红色 LED，平时灭，计量无功电能时闪烁。

b) 秒脉冲输出

- 网关终端应具有秒脉冲输出功能，秒脉冲复用无功指示灯输出，每日零点自动恢复为无功电能量脉冲输出。网关终端初次上电，或停电后再上电，默认为无功电能量脉冲信号输出。
- 支持通过轮显按键（长按超过 5s，合闸允许状态下该操作无效）将无功电能量脉冲输出切换为秒脉冲输出，15 分钟后自动恢复为无功电能量脉冲输出。
- 支持接受管理单元通信命令可实现秒脉冲和无功电能量脉冲输出之间切换。

c) 采样原始数据输出

计量单元具有采样原始数据输出的 SPI 接口,接口定义见附录 P, SPI 通信速率范围(1~6)Mbps。

3.6.1.12 通断电要求

采用内置负荷开关时, 计量单元接收管理单元发送的控制命令控制内置负荷开关实现通断电。

计量单元应具有拉合闸状态检测电路, 并将检测到的状态上报给管理单元。

3.6.1.13 安全防护

- a) 计量单元只接受来自管理单元的参数设置命令。
- b) 网关终端处于正式密钥状态时, 仅允许进行时钟设置和广播校时, 不允许进行清零等操作。
- c) 对计量单元进行时钟设置时, 需通过管理单元的安全认证, 管理单元收到合法(通过安全模块解密和 MAC 验证)时钟设置命令后, 采用明文方式对计量单元进行时钟设置。
- d) 计量单元应具备对管理单元进行合法性验证的功能, 防止非法管理单元插入。只有计量单元认证合法的管理单元才可正常使用。

3.6.1.14 误差自监测

具有误差自监测功能, 自监测误差相对实际测量的网关终端误差偏差绝对值不大于0.01, 计算方法见公式1。

应能监测出: 电流采样电路(分流器、互感器以及相关的采样电路)、电压采样电路(分压电阻串及相关采样电路)、计量基准、计量ADC等电路因发生窃电、故障、老化或者失效造成的幅值和相位误差变化。

$$E = |E_0 - E_1| \quad (1)$$

式中:

E_0 : 检定装置检测到被测网关终端的误差值;

E_1 : 网关终端自监测的误差值;

E : 误差偏差绝对值。

- a) 误差自监测超差事件记录判断阈值可设置, 默认为参比工作条件下的网关终端准确度等级的1.2倍。

b)误差自监测数据支持实时采集和历史数据采集，实时数据采集时间间隔可在3min~120min范围内设置，默认间隔时间为3min；计量误差自监测历史数据更新周期为60min~120min，默认间隔时间为60min。

c)在默认计量误差自监测历史数据更新周期的情况下，可保存最近184天的数据。

3.6.1.15 端子座温度监测

具有火线和零线4个接线端子温度监测功能，能对端子座温度进行监测，任一接线端子两次测温之间的时间间隔不超过5秒。

3.6.1.16 剩余电流监测

计量单元具有剩余电流测量功能，在规定的温湿度范围内，准确度满足以下要求：

a) 当 $10\text{ mA} \leq I_A \leq 300\text{ mA}$ 时，测量的剩余电流偏差不大于3 mA；

b) 当 $I_A > 300\text{ mA}$ ，测量的剩余电流应大于等于297 mA。

3.6.1.17 谐波监测

计量单元具有2~21次谐波监测功能，监测参数和监测准确度要求参见下表。

谐波监测参数

序号	功能项	
1	谐波（2~21次）	谐波电压、电流含有率
2	总谐波	电压总谐波畸变率、电流总谐波畸变率
		谐波电压含量、谐波电流含量
3	基波	基波电压、基波电流

表 3.5 谐波监测准确度要求

被测量	条件	误差极限	误差计算公式
电压	$U_{hn} \geq 3\% U_{nom}$	$\pm 5\%$	$(U_h - U_{hn})/U_{hn}$
	$U_{hn} < 3\% U_{nom}$	$\pm 0.15\%$	$(U_h - U_{hn})/U_{nom}$
电流	$I_{hn} \geq 10\% I_b$	$\pm 5\%$	$(I_h - I_{hn})/I_{hn}$
	$I_{hn} < 10\% I_b$	$\pm 0.50\%$	$(I_h - I_{hn})/I_b$
注1: U_h 为第h次谐波电压实际测量值； U_{hn} 为第h次谐波电压给定值； 注2: I_h 为第h次谐波电流实际测量值； I_{hn} 为第h次谐波电流给定值。			
	试验次数	5	

3.6.2 管理单元

3.6.2.1 电能计量

- a) 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。组合无功电量可设置成任意象限电能之和，出厂默认值：组合无功 1 电量=I+IV，组合无功 2 电量=II+III。
- b) 具有分时计量功能，有功电能量按相应的时段分别累计，存储各费率电能量。
- c) 至少存储上 12 个月的总电能和各费率电能量；数据转存分界时刻为月初零时，或在每月 1 号至 28 号内的整点时刻。
- d) 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。

3.6.2.2 时钟

管理单元上电初始化时，从计量单元获取实时时钟作为初始时钟，每分钟与计量单元时钟进行同步，确保同计量单元时钟相差不大于 1 s。

管理单元收到合法时钟设置（通过安全模块解密和 MAC 验证）或广播校时命令后，采用明文方式对计量单元进行时钟设置。不允许电能表在执行结算数据转存与时段投切操作前后 10min 内广播校时。广播校时每天只允许校对一次。

可通过蓝牙、通信模块对电能表进行校时，日期和时间的设置必须有防止非授权人操作的安全措施。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。

3.6.2.3 事件记录

管理单元应记录下列事件：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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。
- d) 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。
- e) 应记录时钟电池欠压累计时间（分辨率为分钟），最近10次时钟电池欠压事件发生时刻及其对应的电能量数据等信息。
- f) 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。
- g) 记录自监测误差超差总次数，最近10次发生时刻、结束时刻、误差数据、电压、电流及对应的电能量数据等信息。

- h) 记录剩余电流监测报警事件总次数，最近10次发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
- i) 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。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。
- j) 应记录电压越上限和电压越下限事件总次数，最近10次发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
- k) 应记录端子座温度超限跳闸总次数，最近10次发生时刻、结束时刻、对应的火线和零线端子座温度分钟变化量、电压、电流及功率等信息。
- m) 应记录端子座温度剧变总次数，最近10次发生时刻、结束时刻、对应的火线和零线端子座温度、电压、电流及功率等信息。
- n) 应记录端子座温度不平衡总次数，最近10次发生时刻、结束时刻、对应的火线和零线端子座温度、电压、电流及功率等信息。
- o) 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；
- p) 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；
- q) 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；
- r) 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；
- s) 永久记录管理单元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；
- u) 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；
- v) 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；
- w) 应记录最近10次电压/电流总谐波畸变率，记录事件发生时刻、电压总谐波畸变率/电流总谐波畸变率、谐波电压含量/谐波电流含量信息。
- x) 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分钟的火线电流值，并在事件发生后10秒内通过上行模块进行停电上报。
- 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，应通过上行通信模块主动上报事件或故障状态。上报事件的内容可设置。

3.6.2.4 费率时段

一天内可以任意设置尖、峰、平、谷等8种费率、至少24个时段，最小时段为15 min，可跨越零点设置。

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。

应支持节假日和周休日特殊费率时段的设置。

应支持通过蓝牙、上行通信模块修改时段表、时区表，并应有防止非授权人操作的安全措施。

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。

3.6.2.5 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。

3.6.2.6 电表清零

a) 具有电表清零功能，收到清零命令后先把清零命令以明文方式发送到计量单元，收到正确应答后清除管理单元内存储的电能量、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) 电能表电量数据只能清零，禁止设定。

3.6.2.7 通信要求

管理单元应具备蓝牙通信功能，并满足：

- a) 蓝牙与管理单元之间的通信速率至少达到115200 bps，且通信距离大于10米。
- b) 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。
- c) 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，其通信服务UUID和通用要求详见附录H。

3.6.2.8 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。冻结分为5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，冻结当前的日期、时间、所有电能量和重要测量的数据；瞬时冻结量应保存最后3次的的数据。

c) 约定冻结

在新老两种时区/时段/阶梯转换或其他特殊要求时，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62天的数据。

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。

3.6.2.9 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”五类数据项中任意组合。

电压、电流等数据的负荷记录间隔时间为1min~30min范围内设置，默认间隔时间为5min，有功电能相关数据负荷记录间隔时间为1min~30min范围内设置，默认间隔时间为5min，无功相关数据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默认负荷记录间隔时间的情况下不少于365天的数据量。

3.6.2.10 报警功能

管理单元要输出报警时，发送控制命令给计量单元，由计量单元控制 LCD 以背光方式进行报警。

3.6.2.11 安全防护

管理单元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、瞬时冻结和秒脉冲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、瞬时冻结和秒脉冲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 S 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》、《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T22239-2019）、《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）、《中国南方电网电力监控系统安全防护技术规范》（Q/CSG1204009-2015）等网络安全防护的相关要求，确保设备及其通信安全。

3.6.2.12 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。

管理单元对外置负荷开关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。

3.6.2.13 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,管理单元发送控制命令给计量单元,由计量单元控制内置负荷开关进行通断电,并根据计量单元上报的内置负荷开关状态更新继电器实际状态。

d) 当收到远程拉闸命令,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) 管理单元收到拉合闸命令后,在执行拉合闸动作时,记录拉/合闸事件记录。

f) 电能表的继电器状态字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。

3.6.2.14 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。

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。长按轮显键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。

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。

3.6.2.15 电压监测

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，能记录电压监测时间、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198V）的时间累计超过规定时间（默认为10h）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235.4V）的时间累计超过规定时间（默认为20h）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。

3.6.2.16 互换性要求

管理单元可插拔，实现不停电更换，同一生产厂家的管理单元应能实现互换。在热插拔管理单元时，计量单元的计量性能不应受到影响和改变，不应引起计量单元复位或损坏。

a) 在测试密钥状态下，管理单元插拔后重新上电：

1) 如果管理单元ESAM内保存的表号与计量单元存储的表号不一致，管理单元应清除管理单元的其它历史电量和负荷记录，从当前时刻开始，将ESAM中的表号同步至计量单元，并保持与计量单元数据同步，实现各项功能。

2) 如果管理单元ESAM内保存的表号与计量单元存储的表号一致，且计量单元存储的管理单元通信异常时间不超过365天的，管理单元应从计量单元中补齐相关数据；如果通信异常时间相差大于365天，按表号不一致方式处理。

b) 在正式密钥状态下，管理单元插拔后重新上电：

1) 如果管理单元ESAM内保存的表号与计量单元存储的表号不一致，应通过上行通信模块上报管理单元异常事件。

2) 如果管理单元ESAM内保存的表号与计量单元存储的表号一致，且计量单元存储的管理单元通信异常时间不超过365天的，管理单元应从计量单元中补齐相关数据；如果通信异常时间相差大于365天，应通过上行通信模块上报管理单元异常事件。

3.6.2.17 误差自监测

a) 误差自监测超差事件记录判断阈值可设置，默认为参比工作条件下的电能表准确度等级的1.2倍。

b) 误差自监测数据支持实时采集和历史数据采集，实时数据采集时间间隔可在3min~120min范围内设置，默认间隔时间为3min；计量误差自监测历史数据更新周期为60min~120min，默认间隔时间为60min。

c) 在默认计量误差自监测历史数据更新周期的情况下，可保存最近184天的数据。

3.6.2.18 端子排温度监测

a) 端子座温度、端子座温度分钟变化量、端子座温度不平衡程度限值可设置，当接线端子的上述状态超过限值或者恢复到限值以下时，应能执行报警、拉闸保护、解除报警、合闸恢复等动作，同时应能以事件方式记录并上报。

b) 当端子座温度超过设定阈值时（默认为 $115\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），能实现主动上报并产生预警。

c) 当端子座温度超过设定阈值时（默认为 $130\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）且电流超过端子座温度超限跳闸电流阈值时，内置负荷开关电能表能主动上报并自动切断负荷开关，外置负荷开关电能表能主动上报并发出断开外置断路器控制命令。当端子座温度恢复至正常值时，内置负荷开关电能表处于合闸允许状态，可通过按键方式进行合闸；外置负荷开关电能表可通过按键输出直接合闸命令，控制外置断路器合闸。

3.6.2.19 剩余电流监测

剩余电流报警设定值 $I_{\Delta n}$ 可设置范围为10 mA~300 mA，默认30 mA。

当 $10\text{ mA} \leq I_{\Delta} \leq 300\text{ mA}$ 时，剩余电流大于 $I_{\Delta n}-3\text{ mA}$ 时，电能表应报警并记录事件记录，并在30 s内主动上报；当 $I_{\Delta} > 300\text{ mA}$ 时，电能表应报警并记录事件记录，并在30 s内主动上报。

3.6.2.20 谐波监测

管理单元应能监测并记录电压总谐波畸变率超限、电流总谐波畸变率超限事件，每类事件至少记录最近10次超限事件的发生时刻、畸变率等信息。

3.6.2.21 负荷分类监测*（可选）

对大于100 W的用电负荷具备分类监测功能，单一负荷情况下监测准确率不低于95%，多负荷情况下监测准确率不低于85%。用电负荷分类建议参照附录I。

3.6.2.22 运维管理

应能存储以下信息：

- a) 电能表安装位置（GPS/GNSS 定位）信息。
- b) 电能表出厂验收、首次检定、运行检验及退役鉴定等环节误差数据。
- c) 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) 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、误差自监测、剩余电流、谐波监测、温度、电流超限、电压超限等状态信息。

3.6.3 通信单元

网关终端至少应具有上行、下行两种通信接口。上行通信推荐使用载波、微功率无线、无线公网、NB-IoT 等方式。下行通信为扩展预留，可接入 RS485、LoRa、无线 MBus 等通信模块。网关终端与上下行通信模块之间的通信速率固定为 38400 bps，偶校验。

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，网关终端的计量性能、存储的计量数据和参数不应受到影响和改变。网关终端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，均不应引起网关终端表计量功能异常、复位或损坏。上下行通信模块均应具有 12 位内部 ID（BCD 码），可通过串口

或无线方式进行读取。

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

网关终端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 项网关终端数据项，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、停电上报双模模块等上行模块应具备互换功能。模块更换后，网关终端的计量性能、存储的计量数据和参数不应受到影响和改变。

网关终端载波通信模块、微功率无线通信模块和 RS485 模块应具备良好的向上版本兼容性。

a) RS485通信

1) RS485通信模块与外部设备通信速率可设置，设置范围为（1200-115200）bps,缺省值为 9600bps。

2) RS485通信模块接口应有失效保护电路，在未接入、接入或更换通信模块时，不对网关终端自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。

3) 网关终端上电后3s内RS485通信模块应可正常通讯。

4) RS485通信模块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的交流电历时5分钟不损坏；
 - 应能承受1kV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通信模块应能正常通信。

b) 载波通信

1) 网关终端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，不对网关终端自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。

3) 网关终端上电后5 s内可以进行载波通讯。

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4 kV交流电压试验，漏电流不大于 0.5mA，试验后应能正常通信。

c) 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，不对网关终端自身的性能、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。

d) LoRa无线通信

1) LoRa无线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，不对网关终端自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。

2) 调制方式为LoRa扩频，使用频率501-510MHz，发射功率小于+17dBm，单次通信时间小于5秒，开阔地通信直线距离不低于1500米。

3) 通过无线模块与外置设备通信时，LoRa模块负责管理外置设备的档案，并完成与无线设备之间的组网，实现无线通信。

4) 无线主模块与外置设备之间可以自动建立网络，主从模块之间须避免干扰。

e) NB-IoT无线通信

1) 支持带电热插拔，应有失效保护电路；即在未接入、接入或更换通信模块时，网关终端自身的性能、运行参数以及正常计量不应受到影响。

2) 应符合通信行业标准,支持NB-IoT多频网络通信。

f) 光纤、以太网通信

1) 以太网或光纤通信模块支持带电热插拔，应有失效保护电路；即在未接入、接入或更换通信模块时，网关终端自身的性能、运行参数以及正常计量不应受到影响；

2) 满足IEEE 802.3u标准，传输速率10/100Mbit/s自适应。

3) 在单模光纤上，以1000Mbit/S速率，分路比至少为1:32，OLT和ONU之间最大传输距离不小于10km；在多模光纤上，以1000Mbit/S速率，分路比至少为1:16，OLT和ONU之间最大传输距离不小于20km；误比特率不大F10-12，正常条件下，2048bit/s通道的24h测试，误比特率为0。

g) 无线M-Bus通信

1) 支持带电热插拔，应有失效保护电路；即在未接入、接入或更换通信模块时，网关终端自身的性能、运行参数以及正常计量不应受到影响。

2) 遵循EN 13757-3、EN 13757-4、EN 13757-5规约。

3) 无线M-Bus模块自动建立档案结构，并完成与其他无线M-Bus设备的组网，实现数据抄读。

4) 通信距离不低于100米。

3.7 计量单元与管理单元交互原则

a) 通信方式

管理单元与计量单元之间采用明文方式进行通信。

b) 参数设置

设置计量单元的参数时，其安全性由管理单元保证。

c) 电量同步

正向有功总电能、反向有功总电能、四象限无功总电能以计量单元存储数据为基准。

管理单元每秒钟对计量单元电量数据进行同步，并对数据合法性进行判断，防止电量数据突变。

在同一时刻管理单元与计量单元冻结的电能量数据应以计量单元为准，并保持一致。

每日1点，管理单元应将当前各费率电量、四象限无功电量及对应时标同步至计量单元。如管理单元被插拔，72h后重新上电，管理单元应在5分钟之内根据计量单元存储的各费率电量和分钟冻结数据完成各费率电量同步，确保网关终端电能组合示值误差满足JJG 691的要求。

d) 时钟同步

计量单元与管理单元时钟同步应采用硬件时钟同步方式。

e) 参数同步

网关终端铭牌信息保存到计量单元，管理单元有需要时进行读取。铭牌信息包含：蓝牙MAC地址、资产编号、网关终端规格参数等。

管理单元的通信地址有更新时应立即同步到计量单元。

f) 显示

管理单元正常工作时，显示内容由管理单元推送给计量单元。管理单元异常时，计量单元按缺省显示参数显示计量单元数据。

g) 安全机制

采用随机数同步累加的方式保证计量单元对管理单元的合法性判断。

3.8 数据存储要求

网关终端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：通讯参数、事件记录、负荷记录相关参数；D类：其他数据）。

网关终端电源掉电后，网关终端存储的所有数据保存时间至少为15年。

3.8.1 数据安全性要求

3.8.1.1 一般要求

当其它设备通过通信接口与网关终端交换信息时，网关终端的计量性能、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，网关终端存储、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。

3.8.1.2 编程要求

可通过蓝牙、载波、微功率无线等通信方式对网关终端进行编程，并具备编程安全防护措施。

3.8.1.3 软件要求

网关终端在上电启动或应干扰导致复位时，软件引导应具有安全校验功能，校验出错时应能快速自动切换到备份区域运行，不允许出现黑屏或计量功能失能的情况。计量相关的数据以及程序应采用多重备份及实时校验来保护数据的安全。

计量单元软件、运行参数等出厂后应不允许进行远程及现场升级更改。

管理单元软件应采用分层设计，至少包括驱动层、平台层、应用层，经验证合格后，允许进行远程和现场升级，应满足以下要求：

a)管理单元MCU能够运行嵌入式实时多任务操作系统（RTOS），实时操作系统应安全可靠，无影响安全的“后门”，支持独立升级。操作系统各版本之间应向下兼容，且不影响此操作系统上原有应用程序的可靠运行。

b)管理单元应支持经过安全加密的操作软件升级、应用程序升级、组件升级等多种方式，升级前后不允许出现死机、LCD显示和计量等功能中断、冻结数据发生改变等影响使用的情况。

c)升级过程应支持断点续传；升级程序安装过程中如果发生停电或通讯中断，应有停电保护机制，上电后能继续完成安装。

d)升级文件、应用程序等应能通过互联互通和安全性测试。只有经过安全认证和完整性检查的程序才允许以加密方式升级，未经系统授权的程序不允许下载或升级。软件安装前，应对原程序进行备份；升级成功后，应将之前的程序保存到备份区；如升级失败，或虽升级成功但发现其它异常时，可以快速切换到之前的版本运行。

e)管理单元软件应采用模块化设计要求，支持不低于10个虚拟环境应用程序同时存储和运行，预留给应用程序的总存储空间不得低于128kByte。

3.9 基本技术指标

3.9.1 基本最大允许误差

a) 电能表有功电能的误差不得超过表3.6的规定。

表 3.6 基本最大允许误差

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	$\pm 1.5 \cdot I_{min} / I$

b) 电能表无功电能的误差应满足GB/T 17215.323-2008的规定。

注：电能表出厂误差数据应控制在规定的误差限值的60%以内， $I_{st} \leq I < I_{min}$ 电流范围内的出厂误差限值按照本表固定，不受60%限制。

3.9.2 误差一致性

同一批次数只被试样品在同一测试点的有功电能的测试误差与平均值间的偏差不能超过表7的限定值。

表 3.7 误差一致性限值（%）

误差限值	$10I_{tr}$ （ $\cos\phi=1.0$ 、0.5L）	I_{tr} （ $\cos\phi=1.0$ ）
	± 0.3	± 0.4

3.9.3 误差变差要求

对同一被试样品相同的测试点，在负荷电流为 $10I_{tr}$ 、功率因数为1.0和0.5L的负载点进行重复测试，相邻测试结果间有功电能的最大误差变化的绝对值不应超过0.2%。

3.9.4 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；在功率因数1.0、负荷电流 $0.05I_b \sim I_{max}$ 变化范围内，同一只被试样品在相同负载点处有功电能的误差变化的绝对值不应超过0.25%。

3.9.5 重复性试验

电能表在标称电压、标称频率下，对每个测量点做不少于10次测量时，每个试验点最大测量值与最小测量值之间的绝对差值不超过表8的规定。

表 3.8 重复性限值 (%)

负载电流	功率因数 (或 $\sin \phi$)	绝对差值 (%)
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1, 0.5L	0.2
$I_{min} \leq I < I_{tr}$	1	0.25

3.9.6 功率消耗

a) 电压电路

在标称电压、参比温度和标称频率下，电能表在非通信状态时（不带通信模块），上电30分钟后测试，电压线路的有功功率和视在功率不应超过表9的限定值。

表 3.9 功耗限值

通信方式	
不带模块	带模块
2 W、8 VA	2.5W、10 VA

电能表在通信状态时（带上行通信模块），上电30分钟后测试，电压线路功耗不应大于4W，12VA。

b) 电流电路

在基本电流、参比温度和标称频率下，电能表电流电路的视在功率消耗不应大于1 VA。

3.9.7 影响量

a) 影响量相对于参比条件的变化引起有功电能的附加百分数误差偏移应符合表3.10的规定

表 3.10 影响量误差偏移极限

影响量		电流值	功率因数	电能表误差偏移极限 (%)
冲击试验		$10I_{tr}$	1	± 0.3
振动试验		$10I_{tr}$	1	± 0.3
高温试验		$10I_{tr}$	1	± 0.3
低温试验		$10I_{tr}$	1	± 0.3
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
射频电磁场 (有电流)试验 ¹⁾		$10I_{tr}$	1	± 2.0
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
外部恒定磁场试验		$10I_{tr}$	1	± 1.0
外部工频磁场试验		$10I_{tr}$ 、 I_{max}	1	± 1.3
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
			1	± 0.8
直流和偶次谐波-半波整流波形试验		$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	1	± 0.8
			0.5L	± 0.8
2) 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 到 +10
环境温度改变试验 ³⁾		$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	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		$10I_{tr}$	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
短时过电压试验		$10I_{tr}$	1	± 0.7

1) 射频场感应的直接或间接传导干扰;

2) 此项试验不是影响量试验, 仅用于验证电能表电源电压影响试验中的扩展工作范围和极限工作范

围，电压小

于 $0.6U_{nom}$ 时的技术要求(-100~10)是指电能表的百分数误差，而非电能表百分数误差改变量；

3) 各等级电能表的平均温度系数（%/K）。

b) 外部干扰试验

阳光辐射防护、防尘试验、防水试验、电压暂降和短时中断试验、静电放电试验、射频电磁场（无电流）试验、浪涌试验、振铃波试验、外部工频磁场（无负载条件）试验、外部工频磁场干扰试验、无线电干扰抑制试验方法和要求遵守 GB/T 17215.211 和 GB/T 17215.321 中的规定。

3.9.8 电源电压影响

a) 工作电压范围和运行中的误差要求参见表3.10。

b) 电压短时中断和暂降对仪表影响应满足 GB/T 17215.211-201x 的规定，当电压恢复时，不应使电能表计量特性降低。

3.9.9 过电压试验

电压电路施加 $1.9 U_{nom}$ 交流电压4小时，电能表应无损坏，试验后电能表应能正常工作。

3.9.10 电能表常数

电能表测试输出与计度显示指示之间的关系应与铭牌标志一致。

试验应采用在电能表中记录电能量 E 的方法来进行， E_{min} 至少为以下公式的计算值：

$$E_{min} = \frac{1000 \times R}{b} \text{ wh 或 varh}$$

式中：

R——基本电能寄存器的可见分辨力，用Wh（或varh）表示，

b——基本最大允许误差，用百分数（%）表示。

应在 $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ 的任一电流下进行。计算电能表记录的有功电能与由测试输出的脉冲数给出的通过电能表的电能之间的相对差，不应超过电能表基本最大允许误差的1/10。

3.9.11 计时准确度

在-25℃~+70℃温度范围内，时钟的计时准确度应优于±1 s/24 h，时钟准确度的温度系数应优于 0.1 s/℃/24 h，在参比温度（23℃±2℃）下，时钟准确度应优于±0.35s/24h。

3.9.12 仪表温度限值及耐热

在规定工作条件下电路和绝缘体不应达到影响电能表正常工作的温度。电能表易接触表面

的塑料的温升不应超过 25K，端子金属部分的温升不应超过 65K。

3.9.13 通信模块接口带载能力（适用于带通信模块的电表表）

上行模块：VCC 电压+12 V±1 V，负载电流动态最大电流峰值 250mA，同时电流秒平均值不大于 125mA。

下行模块：VCC 电压+5 V±0.5 V，负载电流动态最大电流峰值 200mA，同时电流秒平均值不大于 100mA。

3.9.14 通信模块互换性要求

带载波模块或微功率无线模块的电表，为保证电表外置通信模块的互换性能，电表的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，在未接入、接入或更换通信模块时，不对电表自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。

3.9.15 电流回路阻抗

电表电流回路阻抗值是在电流回路通以 1.2 I_{\max} 电流时，测试电流回路进出两端电压，然后除以电流 1.2 I_{\max} 计算所得。内置负荷开关电表在负荷开关通断试验后，其电流回路阻抗平均值应小于 1.5 mΩ。

3.9.16 谐波监测准确度要求

谐波监测准确度要求见表 3.11。

表 3.11 谐波监测准确度要求

被测量	条件	误差极限	误差计算公式
电压	$U_{hn} \geq 3\% U_{nom}$	±5%	$(U_h - U_{hn})/U_{hn}$
	$U_{hn} < 3\% U_{nom}$	±0.15%	$(U_h - U_{hn})/U_{nom}$
电流	$I_{hn} \geq 10\% I_b$	±5%	$(I_h - I_{hn})/I_{hn}$
	$I_{hn} < 10\% I_b$	±0.50%	$(I_h - I_{hn})/I_b$
注1： U_h 为第h次谐波电压实际测量值； U_{hn} 为第h次谐波电压给定值； 注2： I_h 为第h次谐波电流实际测量值； I_{hn} 为第h次谐波电流给定值。			

3.10 可靠性要求

3.10.1 基本要求

a) 网关终端产品的设计和元器件选用应保证产品使用寿命大于等于15年。产品从验收合格之日起，由于网关终端质量原因引起的故障，其允许故障率应小于等于表3.12规定值。

表 3.12 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
单年允许故障率%	0.2	0.2 5	0.3	0.3 5	0.4	0.4 5	0.5	0.5 5	0.6	0.6 5	0.7 5	0.8 5	0.9 5	1.0 5	1.1 5

b) 制造单位应提供参照GB/T 17215.941-2012/IEC 62059-41:2006标准要求，基于元器件应力法的网关终端可靠性预计报告，报告内容包括网关终端设计方案、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，确保网关终端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、MCU、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、通信模块、安全模块等，元器件参数应包括生产厂家、型号、规格、主要性能、品级等。

c) 网关终端在频繁快速停复电或电压升降后，恢复正常工作状态网关终端应不死机、不黑屏、计量正确，设置参数不改变。

3.10.2 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℃）、低温（-45℃）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。

3.10.3 跌落试验

单台：按以下要求进行跌落试验，两面、相邻短边任意一棱，相邻长边任意一棱、一角（最易损坏的角），5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。方法参照GB 4857.5-1992。本条最终实验结果需与硬件开发评审确认。

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。

单台跌落后需要保证基本功能正常，出现不合格项需与硬件开发评审确定最终实验结果；整箱跌落后，电表不能有外观损坏，电表功能正常。

3.10.4 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。实验结束前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。同时按照表4.2进行功能验证, 按照表4.4检表点, 记录检表数据。注意高低温试验的日计时和计量精度需要根据环境温度改变相应的修正系数后来进行误差判定。

3.10.5 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 试验项目及要求

4.1 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4.1的规定。

表 4.1 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.		需量测量	√	√					√
8.		测量及监测	√	√					√
9.		安全保护	√	√					√
10.		事件记录	√	√					√
11.		时钟	√	√					√
12.		广播校时	√	√					√

13.		费率时段	√	√					√
14.		保电功能	√	√					√
15.		阶梯电价	√	√					√
16.		冻结功能	√	√					√
17.		负荷记录	√	√					√
18.		清零	√	√					√
19.		数据存储	√	√					√
20.		显示功能	√	√					√
21.		报警	√	√					√
22.		辅助电源	√	√					√
23.		通信	√	√	√				√
24.		信号输出	√	√					√
25.		安全认证	√	√					√
26.		费控功能	√	√					√
27.		电能表软件 比对功能	√	√					√
28.		电源异常事 件记录功能	√	√					√
29.		通断电要求	√	√					√
30.	可靠性要求	基本要求				√			
31.		盐雾试验				√			
32.		双 85 试验				√			
33.		高温耐久				√			
34.		跌落试验				√			

35.	绝缘性能	脉冲电压试验	√	√		√	√		√
36.		交流电压试验	√	√		√	√		√
37.	准确 度试 验	初始固有误差	√	√		√	√		√
38.		起动试验	√	√		√	√		√
39.		潜动试验	√	√		√	√		√
40.		电能表常数试验	√	√		√	√		√
41.		电子指示显示器电能示值组合误差	√	√		√	√		√
42.		误差一致性试验	√	√		√	√		√
43.		误差变差试验	√	√		√	√		√
44.		负载电流升降变差试验	√	√		√	√		√
45.		测量重复性试验	√	√		√	√		√
46.		计时准确度试验	√	√		√	√		√
47.	电气性能 试验	组合最大允许误差试验	√	√		√	√		√
48.		组合最大允许误差试验	√	√		√	√		√
49.		功率消耗	√	√		√	√		√
50.		电源电压试验	√	√		√	√		√
51.		耐受长期过电压试验	√	√		√	√		√
52.		短时过电流试验	√	√		√	√		√
53.		模组接口带载能力试验	√	√		√	√		√
54.		模组互换性试验	√	√		√	√		√
55.		通信功能试验	√	√		√	√		√

56.		市电环境下的电源影响试验	√	√		√	√			√
57.		储能器件放电试验	√	√		√	√			√
58.		谐波监测试验	√	√		√	√			√
59.		电流回路阻抗试验	√	√		√	√			√
60.		过压保护试验	√	√		√	√			√
61.		电流过载试验	√	√		√	√			√
62.		外部供电情况下始终电池放电试验	√	√		√	√			√
63.		端子座温度监测准确度	√	√		√	√			√
64.		计量误差自监测准确度	√	√		√	√			√
65.		剩余电流监测试验								
66.	电磁兼容试验	交流电压暂降和短时中断试验	√	√		√	√			√
67.		静电放电抗扰度试验	√	√		√	√			√
68.		射频电磁场（电流电路中无电流）试验	√	√		√	√			√
69.		射频电磁场（电流电路中有电流）试验	√	√		√	√			√
70.		快速瞬变脉冲群试验	√	√		√	√			√
71.		射频场感应的传导干扰试验	√	√		√	√			√
72.		传导差模电流干扰试验	√	√		√	√			√
73.		浪涌抗扰度试验	√	√		√	√			√

74.		振铃波试验	√	√		√	√		√
75.		衰减振荡波抗扰试验	√	√		√	√		√
76.		外部恒定磁场试验	√	√		√	√		√
77.		外部工频磁场试验	√	√		√	√		√
78.		外部工频磁场（无负载条件）试验	√	√		√	√		√
79.		外部工频磁场干扰试验	√	√		√	√		√
80.		无线电干扰抑制	√	√		√	√		√
81.		对讲机影响试验	√						
82.		电棍影响试验	√						
83.	谐波影响	电流和电压电路中谐波-第 5 次谐波试验	√	√		√	√		√
84.		电流和电压电路中谐波-方顶波波形试验	√	√		√	√		√
85.		电流和电压电路中谐波-尖顶波波形试验	√	√		√	√		√
86.		电流电路中的间谐波-脉冲串触发波形试验	√	√		√	√		√
87.		电流电路中的奇次谐波-90 度相位触发波形试验	√	√		√	√		√
88.		直流和偶次谐波-半波整流波形试验	√	√		√	√		√

89.	抗其他影响量试验	电压改变试验	√	√		√	√		√
90.		环境温度改变试验	√	√		√	√		√
91.		频率改变试验	√	√		√	√		√
92.		辅助装置工作试验	√	√		√	√		√
93.		短时过电流试验	√	√		√	√		√
94.		负载电流快速改变试验	√	√		√	√		√
95.		自热试验	√	√		√	√		√
96.		器件温升试验	√	√		√	√		√
97.		GPRS 模块屏蔽箱影响试验	√	√		√	√		√
98.		高次谐波试验	√	√		√	√		√
99.	气候影响试验	高温试验	√	√		√	√		√
100.		低温试验	√	√		√	√		√
101.		极限工作环境试验	√	√		√	√		√
102.		超低温影响试验	√	√		√	√		√
103.		交变湿热试验	√	√		√	√		√
104.		阳光辐射防护试验	√	√		√			√
105.		温度冲击试验	√	√		√			√
106.		凝露试验	√	√		√			√
107.	机械试验	弹簧锤试验	√			√			√
108.		冲击试验	√			√			√
109.		防尘试验	√	√		√			√
110.		防水试验	√	√		√			√

111.	振动试验	√			√				√
112.	仪温度限值 及耐热试验	√			√				√
113.	接线端子压 力试验	√			√				√
114.	耐热和阻燃 试验	√			√				√

4.2 绝缘性能试验

试验时仅对整表进行，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。

试验中对“地”是包围仪表的导电箱，此导电箱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，是导电箱接近端子和接线孔，距离不大于2cm。

试验后，参比条件下的仪表的百分数误差的改变应不大于测量不确定度并无机械损坏

环境要求：温度：15℃～35℃；相对湿度：45%～75%；大气压力：86kPa～106kPa。

绝缘性能试验前后需要按照表4.2进行试验，确保绝缘性能试验未降低电表性能。

表 4.2 基本功能验证

项目	内容	要求
计量	10I _{tr} 、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）
控制	跳合闸	正常响应
功率消耗	电压线路（不加电流）	满足内控要求

4.2.1 脉冲电压试验

按照17215.211-2006规定的条件试验。

脉冲波形：按GB/T 16927.1规定的1.2/50μs脉冲；

电压上升时间：±30%；

电压下降时间：±20%；

电源阻抗：500Ω ±50Ω；

电源能量：0.5J±0.05J；

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。

仪表电路的所有段子，包括参比电压超过40V辅助电路端子，应连接在一起。参比电压低于或者等于40V的辅助线路应接地。脉冲电压施加在所有电路和地之间。

试验电压按表4.3所示，试验中，仪表不应出现闪络、破裂放电或击穿。

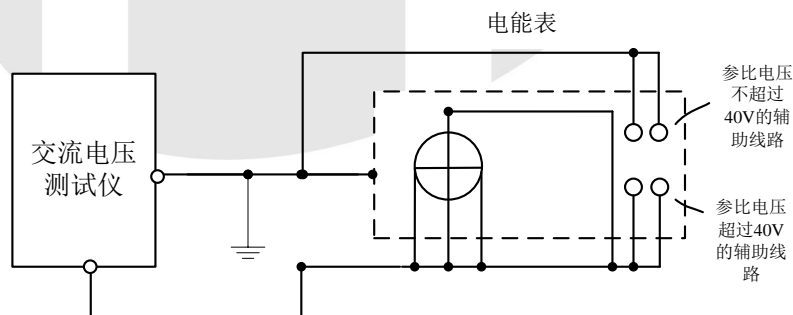
表 4.3 脉冲电压要求表

从额定系统电压导出的相对地电压/V	脉冲电压 /V
≤ 100	2500
≤ 300	6000
≤ 600	8000

4.2.2 交流电压试验

- 1) 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，在该两点间施加 4kV 试验电压；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。
- 2) 在工作中不连接的各线路之间，试验电压为 2.1kV。
 - 试验电压近似正弦波，频率在 45Hz 和 60Hz 之间，电源容量至少 500VA。
 - 试验时间：1min, 漏电流 $\leq 5\text{mA}$ ，**7 级电弧检测**。
 - 试验中不应发生飞弧、火花放电或击穿现象。
 - 对地电压试验中，参比电压等于或低于 40V 的辅助线路应接地。

试验后，在标称电压、10 I_{tr} 和 $\cos \phi = 1$ 条件下测量仪表百分数误差，结果应满足准确度等级要求。



注1：辅助端子中拉闸信号输出及报警信号输出实际应用中接强电，标称电压超过40V。

注2：应通过设定试验设备的跳闸电流来判断试验结果，跳闸电流设为5mA，当通过试验设备两端的电流大于跳闸电流时，设备报警，即认为仪表产生闪络或击穿现象。

4.3 准确度试验

4.3.1 基本要求

电能表均应满足以下要求。

a) 初始固有误差的测试负载点

1) 电能表的基本最大允许误差用相对误差表示。在表13规定的试验条件下，电能表的基本最大允许误差限应满足表5的规定。如果电能表应用于测量双向电能，则表13的规定适用于每一方向的电能测量。

2) 电能表有功计量试验按表 4.4 规定的负载点进行。

3) 电能表无功计量试验按表 4.5 规定的负载点进行。

表 4.4 验收试验负载点和误差限（有功）

试验 No	电压	电流	功率因数 ($\cos\varphi$)	误差限 (%)
1	U_{nom}	I_{min}	1	± 0.5
2	U_{nom}	$5I_{tr}$	1	± 0.35
3	U_{nom}	$10I_{tr}$	1	± 0.35
4	U_{nom}	I_{max}	1	± 0.35
5	U_{nom}	$5I_{tr}$	0.5L、0.8C	± 0.35
6	U_{nom}	I_{tr}	0.5L、0.8C	± 0.35
7	U_{nom}	$10I_{tr}$	0.5L、0.8C	± 0.35
8	U_{nom}	I_{max}	0.5L、0.8C	± 0.35
9	$0.8 U_{nom}$	$10I_{tr}$	1	± 0.35
10	$1.2 U_{nom}$	$10I_{tr}$	1	± 0.35
11	$0.8 U_{nom}$	$10I_{tr}$	0.5L、0.8C	± 0.35
12	$1.2 U_{nom}$	$10I_{tr}$	0.5L、0.8C	± 0.35

表 4.5 验收试验负载点和误差限（无功）

试验 No	电压	电流	功率因数 ($\sin\varphi$)	误差限 (%)
1	U_{nom}	I_{min}	1	± 1
2	U_{nom}	$5I_{tr}$	1	± 0.5
3	U_{nom}	$10I_{tr}$	1	± 0.5
4	U_{nom}	I_{max}	1	± 0.5
5	U_{nom}	$5I_{tr}$	0.5L、0.8C	± 0.5

试验 No	电压	电流	功率因数 ($\sin\phi$)	误差限 (%)
6	U_{nom}	I_{tr}	0.5L、0.8C	± 0.5
7	U_{nom}	$10I_{tr}$	0.5L、0.8C	± 0.5
8	U_{nom}	I_{max}	0.5L、0.8C	± 0.5

4.3.2 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，则可认为仪表达达到热稳定。

4.3.3 初始固有误差的测定试验

初始固有误差试验点的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。每一个试验点，误差结果应是两次测量的平均值。在最大电流 I_{max} 时，包括稳定时间在内的最大测量时间应为10 min。初始固有误差试验点至少包含表4.4和表4.5规定的强制试验点。

如果电能表应用于测量双向电能，每一方向的电能测量都应满足基本最大允许误差的极限要求。

4.3.4 起动试验

1) 有功起动试验应在以下条件下进行：

在标称电压、标称频率、 $\cos\phi$ (或 $\sin\phi$)=1.0和负载电流 I_{st} 的条件下进行测试。

如果网关终端为用于双向电能测量仪表，则该试验应用于每一方向的电能测量。

网关终端应输出速率均匀的脉冲，且基本最大允许误差满足表4.4要求。

两个脉冲之间的预期时间（时间间隔）由以下公式给出：

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

式中：

k——输出装置每千瓦时（或千乏时）输出的脉冲数（imp/kWh或imp/kvarh）；

m——单元数量；

U_{nom} ——标称电压，单位为 V；

I_{st} ——起动电流，为 $0.004I_b$ ，单位为 A；

试验应按以下步骤进行：

- a) 启动仪表；
- b) 允许第一个脉冲在 1.5τ 秒内出现；
- c) 第二个脉冲允许在下一个 1.5τ 秒内出现；

此后，开始测试仪表的误差。

2) 无功启动试验应在以下条件下进行：

网关终端施加标称电压、起动电流， $\sin \phi$ 为 1，仪表应能起动并连续记录，在起动时限 $t_Q(\text{min})$ 内仪表测试输出至少产生一个脉冲。

起动时限 $t_Q(\text{min})$ 按下式计算：

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

其中 k 为网关终端表常数(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 $0.005I_b$ 。

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 $\pm 5\%$ 。

4.3.5 潜动试验

➤ 常规试验

当施加电压而电流线路无电流时，仪表的测试输出不应产生多于一个脉冲。

试验时，电流线路应开路，电压线路所加电压应为参比电压的 115%。

最短试验时间为：

$$\Delta t = \frac{100 \times 10^3}{1.15 \times b \times k \times m \times U_{\text{nom}} \times I_{\text{min}}}$$

其中：

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（或千乏时）输出的脉冲数（imp/kWh 或 imp/kvarh）；

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。

➤ 加严试验

- 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。
- 判定：试验前后电能量应无变化

4.3.6 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%。

$$e_k = \frac{N/k - E}{E} \times 100\%$$

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： $E_{\min} = \frac{1000 \cdot R}{b} \text{ kWh}$ 。

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。

4.3.7 误差一致性试验

被试电能表在参比电压、基本电流加载30min后，对同一批次 n 个被试样品(典型为3~6只电能表)，在参比电压、100% I_b 、10% I_b 、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不应超过下表规定的限值。被试样品应使用同一台多表位校验装置同时测试。

表 4.6 误差一致性限值 (%)

误差限值	10 I_{tr} (Cos ϕ =1.0、0.5L)	I_{tr} (Cos ϕ =1.0)
	± 0.3	± 0.4

4.3.8 误差变差试验

被试电能表在参比电压、基本电流加载30min后，对同一被试样品，在参比电压、100% I_b 、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不应超过0.2%。

注：间隔5min过程中被试样品仅加参比电压。

4.3.9 负载电流升降变差试验

被试电能表在参比电压、基本电流加载30min后，按照负载电流从轻载（0.05 I_b ）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（0.05 I_b ）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_{tr} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{\max}

4.3.10 测量重复性

网关终端在标称电压、标称频率下，对每个测量点做不少于10次测量时，每个试验点最大测量值与最小测量值之间的绝对差值不超过下表的规定。

表 4.7 测试的重复性限值

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

4.3.11 影响量试验

1) 应单独对某个影响量引起的改变量进行测试，所有其他影响量保持为参比条件，参比条件为（23℃±2℃，湿度45%RH~75%RH）。电能表误差改变量应满足下表4.8的限值要求。

表 4.8 影响量误差偏移极限

影响量	电流值	功率因数	网关终端误差偏移极限（%）
冲击试验	$10I_{tr}$	1	±0.3
振动试验	$10I_{tr}$	1	±0.3
高温试验	$10I_{tr}$	1	±0.3
低温试验	$10I_{tr}$	1	±0.3
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
射频电磁场（有电流）试验 ¹⁾	$10I_{tr}$	1	±2.0
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
外部恒定磁场试验	$10I_{tr}$	1	±1.0
外部工频磁场试验	$10I_{tr}$ 、 I_{\max}	1	±1.3
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		$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	1	± 0.8
			0.5L	± 0.8
2) 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
	$1.1U_{nom} < U \leq 1.3U_{nom}$			
	$U < 0.6U_{nom}$	$10I_{tr}$	1	-100 到 +10
环境温度改变试验 3)		$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	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		$10I_{tr}$	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
短时过电压试验		$10I_{tr}$	1	± 0.7
1) 射频场感应的直接或间接传导干扰; 2) 此项试验不是影响量试验, 仅用于验证电能表电源电压影响试验中的扩展工作范围和极限工作范围, 电压小于 $0.6U_{nom}$ 时的技术要求(-100~10)是指电能表的百分数误差, 而非电能表百分数误差改变量; 3) 各等级电能表的平均温度系数 (%/K)。				

2) 0.5mT工频磁场无负载

电能表电压线路通以115%Un, 电流回路无电流, 将0.5mT工频磁场施加在电能表受磁场影响最敏感处, 在20倍的理论起动时间内电能表不应产生多于一个的脉冲输出。

3) 外部恒定磁感应

电能表通以参比电压、参比电流, 将50mm×50mm×50mm表面磁场强度为200mT的磁铁分别放置在电能表正面、侧面, 每个平面试验持续20min, 电能表应不死机、不黑屏。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。将磁场分别放置在电能表正面、侧面靠近计量采样单元的位置, 在10Itr、功率因数为1的计量误差改变量不超过1.0%。

4.3.11.1 电压和电流线路中的谐波分量

试验条件:

基波电流 $I_i=0.5I_{max}$;

基波电压 $U_i = U_n$;

基波的功率因数: 1;

5次谐波电压含量: $U_s = 10\% U_n$;

5次谐波电流含量: $I_s = 40\% I_n$;

谐波功率因数: 1;

基波和谐波（在过零点）同相。

由5次谐波产生的谐波功率为 $P_s = 0.1 U_i \cdot 0.4 I_i = 0.04 P_i$ ，或总有功功率为 $1.04 P_i$ （基波+谐波）。

4.3.12 计时准确度

a) 由电源供电的时钟准确度

环境温度 23°C ，相对湿度 $45\% \sim 75\%$ ，施加参比电压；时钟精度测量仪预热达热稳定状态；仪表通电 20min 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，时钟准确度不应超过 0.35s/d 。

b) 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 70°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，时钟准确度随温度的改变量不应超过 $0.1\text{s}/(\text{d}\cdot^\circ\text{C})$ ，在该温度范围内时钟准确度不应超过 1s/d 。

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

式中：

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

e_1 —— 试验温度下的仪表时钟日计时误差， s/d ；

e_0 —— 参比温度下的仪表时钟日计时误差， s/d ；

t_1 —— 试验温度， $^\circ\text{C}$ ；

t_0 —— 参比温度， $^\circ\text{C}$ 。

注：该试验测量两个温度系数，即 23°C 与 55°C 计算得到的温度系数和 -25°C 与 23°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 $0.1\text{s}/(\text{d}\cdot^\circ\text{C})$ ，而且在 -25°C 、 23°C 和 55°C 三个温度点的日计时误差不应超过 1s/d 。

c) 采用备用电源工作的时钟试验

试验应在参比条件进行：

- 在参比温度下，被试仪表与标准时钟一起供电，并同步；
- 仪表通电 30 min 后，读取被试仪表的时钟；然后，被试仪表的供电电源关闭 72 h；
- 恢复电源后读取电表时钟，与标准时钟偏差在 ± 1.5 秒内即判定合格，考虑到电能表时钟精度，实际操作中可以 ± 2 s 判定限值。

注：上电后将通过上位机向被试仪表进行校时，确保时钟同步。

4.3.13 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，

- a) 在标称电压、标称频率、 $10 I_N$ 、 $\cos\varphi=1$ 条件下；
- b) 仪表各费率时段任意交替编制，日切换 7 次；
- c) 读取总电能计数器和各费率计数器电能（初始）示值；
- d) 连续运行 24h 后；
- e) 读取总电能计数器和各费率时段相应计数器的电能示值；
- f) 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。

计数器示值（增量）的组合误差应符合下式规定：

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

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。

4.3.14 组合最大允许误差试验

网关终端的组合最大误差（CME）应符合组合最大允许误差（CMPE）的要求。

为了估算组合最大误差，以下试验需要增加一些额外的试验点，以涵盖至少 $I_{\min} \sim I_{\max}$ 的整个电流范围，以及至少从 0.5L 到 0.8C 的功率因数范围。

- 初始固有误差的测定试验；
- 环境温度变化试验；
- 负载不平衡试验；
- 电压改变试验；
- 频率改变试验；
- 电流和电压电路中的谐波影响试验。

4.4 电气性能试验

电气性能试验前后需要按照表 4.2 进行试验，确保电气性能试验未降低电表性能。

4.4.1 功率消耗试验

在标称电压、参比温度和标称频率下，网关终端在非通信状态时（不带通信模块），上电30分钟后测试，电压线路的有功功率和视在功率不应超过表4.9的限定值。

表 4.9 功耗限定值

通信方式	
不带模块（仅管理芯和计量芯）	带下行模块
2 W、 8 VA	2.5W、 10 VA

网关终端在通信状态时（带上行通信模块），上电30分钟后测试，电压线路功耗不应大于4W，12VA。

b) 电流电路

在基本电流、参比温度和标称频率下，网关终端电流电路的视在功率消耗不应大于1 VA。

4.4.2 电源电压试验

a) 电压范围试验

工作电压范围和运行中的误差应满足4.3.9的要求。

b) 电压暂降和短时中断影响试验

电压暂降和短时中断对仪表影响应满足GB/T17626.11—2008的规定。

电压线路和辅助线路通以参比电压；电流线路无电流。

1) 电压中断 $\Delta U=100\%$

- 中断时间:1s;
- 中断次数:10次;
- 中断间隔时间:50ms

2) 电压中断 $\Delta U=100\%$

- 中断时间:额定频率的一个周期;
- 中断次数:1次

3) 电压暂降, $\Delta U=50\%$

- 暂降时间:1min;
- 暂降次数:1 次

c) 电压短时中断对时钟的影响试验

被试时钟经受连续20次电源中断，每次中断时间之间的间隔至少5s，其中断时间是：20 ms、50 ms、100 ms、200 ms、500 ms、1 s、2 s。

试验后测试时钟的准确度，应不低于试验前时钟准确度。

d) 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。

e) 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。

f) 电表启动过程电气特性

电表启动过程最大视在功率不得超过10VA。台体220V供电，基表测试。注：基表测试不带模块。

g) 电压长时间中断对网关终端影响试验

按下述步骤进行试验：

- 1) 网关终端施加标称电压；
- 2) 网关终端的时钟、日历设置在某月最后一天(或指定日前一天)的 23: 50；
- 3) 读取网关终端的当前值、存贮值后，中断供电电压；
- 4) 至少 30 min 后再恢复电源供电，立即读取网关终端的当前值、存贮值；
- 5) 对前、后两次数据进行比对。

g) 电压和直流电源同时中断对网关终端程序和存贮数据的影响试验

将网关终端电压中断，在24 h期间内，使其直流电源中断5 min。然后恢复供电，检查网关终端程序运行是否正常，存贮的数据与试验前的数据相比较，不应发生变化。

4.4.3 耐受长期过电压试验

网关终端电压电路施加 $1.9U_{\text{nom}}$ 交流电压，电压持续时间4 h，试验过程中网关终端无损坏。试验后网关终端在标称电压、基本电流和 $\cos\varphi=1$ 下电能计量误差满足准确度等级要求。

4.4.4 温升试验

在规定工作条件下电路和绝缘体不应达到影响电能表正常工作的温度。电能表易接触表面的塑料的温升不应超过25K，端子金属部分的温升不应超过65K。

4.4.5 通信模块接口带载能力试验

- a) 网关终端在标称电压条件下，网关终端上行模块接口的VCC和地之间接入96 Ω 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+12 V ± 1 V范围内。
- b) 网关终端在标称电压条件下，网关终端下行模块接口的VCC和地之间接入50 Ω 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+5 V ± 0.5 V范围内。
- c) 模拟电能表接口在不同阻值下短接故障对电能表计量的影响。单三相表：在载波通道板接口12V电源上分别带载1.2 Ω 、2 Ω 、5 Ω 、10 Ω 、50 Ω 、60 Ω 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；

4.4.6 通信模块互换能力试验

带载波模块或微功率无线模块的网关终端，为保证网关终端外置通信模块的互换性能，网关终端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，在未接入、接入或更换通信模块时，不应影响网关终端自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。

a) 热插拔试验

网关终端施加标称电压、基本电流，在热插拔更换通信模块的情况下，网关终端应能正确计量，且表内存贮的计量数据和参数不应受到影响和改变。

加严试验（内部要求）

产品输入120%Un,正常供电，带电插拔模块50次，插拔过程中产品能够正常工作（电能表应能正确计量和显示，且表内存储的计量数据和参数不应受到影响和改变），插拔过程中允许出现重启，但停止热插拔后产品要能正常工作，试验后模块无损坏或死机，工作正常，功能和性能符合要求。

b) 性能影响试验

网关终端接入相应的通信测试平台，施加标称电压、基本电流，互换模块插入网关终端10 s后，通信测试平台以10 s的时间间隔对网关终端的电能量和时间数据进行抄读，共抄读5次，网关终端应正确应答。在通信状态下，网关终端 $10I_n$ 点的计量误差不应超过相应准确度等级。在通信状态下测试网关终端电压回路功耗，应满足4.9要求。

4.4.7 电流回路阻抗试验

内置电表，电能表在参比电压、1.2 I_{max} 电流、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 1.2 I_{max} 电流时测量电流回路阻抗值，10 次测得阻抗平均值应小于 1.5m Ω 。

外置电表，电能表在参比电压、1.2 I_{max} 电流、功率因数 1 条件下工作 1h，测试电流回路阻抗值。

压降测量点为电流端子上两个螺丝中间的铜条上。

4.4.8 市电环境下的电源影响试验（内部要求）

4.4.8.1 电源缓慢变化试验

将设备温度升至80(-25) $^{\circ}\text{C}$ ，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。

4.4.8.1 极端高温环境下的电源中断影响试验

按照产品类别单相/三相供电，温度80 $^{\circ}\text{C}$ ，电压1.2 U_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。

4.4.8.2 极端低温环境下的电源中断影响试验

按照产品类别单相/三相供电，温度-25 $^{\circ}\text{C}$ ，电压1.2 U_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。

4.4.8.3 电源谐波影响试验

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。

4.4.9 储能器件放电试验

电能表在标称电压加载30min后，将电能表时钟与标准时间对时，再取出时钟电池且电能表在断电、环境温度为-25℃的情况下，静置2天。

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。将同一表在环境温度为70℃的情况下重复上述操作。

4.4.10 通信功能试验

电能表具备蓝牙通信功能。在参比温度环境下，将电能表放置于蓝牙装置屏蔽箱内加载标称电压，屏蔽箱内置接收天线、外接蓝牙综测仪，对电能表进行射频指标、兼容性、稳定性测试。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) 蓝牙通信：

- 1) 电能表蓝牙通信物理层速率支持1Mbps和2Mbps、频偏绝对值 $\leq 60\text{kHz}$ 。
- 2) 开启屏蔽箱内蓝牙模组群，测试装置两路蓝牙主机分别与电能表建立连接，并控制电能表与测试装置三路模拟从机建立连接，并进行数据通信，电能表应支持2主3从工作模式，单一通道连接速度 $\leq 3\text{s}$ ，通信成功率 $\geq 99\%$ ；
- 3) 电能表蓝牙各指标应同时满足附录I要求。

b) 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2400bps。
- 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。

4.4.11 谐波监测试验

谐波监测试验方法按照 GB/T 19862-2016 执行。

表 4.11 谐波监测准确度要求

被测量	条件	误差极限	误差计算公式
电压	$U_{\text{hn}} \geq 3\% U_{\text{nom}}$	$\pm 5\%$	$(U_{\text{h}} - U_{\text{hn}})/U_{\text{hn}}$

	$U_{hn} < 3\% U_{nom}$	$\pm 0.15\%$	$(U_h - U_{hn})/U_{nom}$
电流	$I_{hn} \geq 10\% I_b$	$\pm 5\%$	$(I_h - I_{hn})/I_{hn}$
	$I_{hn} < 10\% I_b$	$\pm 0.50\%$	$(I_h - I_{hn})/I_b$
注1: U_h 为第h次谐波电压实际测量值; U_{hn} 为第h次谐波电压给定值; 注2: I_h 为第h次谐波电流实际测量值; I_{hn} 为第h次谐波电流给定值。			

4.4.12 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

4.4.13 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, 且不允许有充电电流。

4.4.14 电流过载试验

直接接入式静止式电能表的 I_{max}/I_b 小于 10 时, 应加载 $10I_b$ 的连续过载电流 15min, 并在参比电压、功率因数为 1.0 以及电能表稳定的条件下测试误差, 在此条件下, 电能表的误差不应超过等级指数要求的 2 倍, 恢复正常 15min 后, 电能表在参比电压、基本电流、功率因数为 1.0 的条件下的误差应符合等级指数要求。

4.5 端子座温度监测

在参比条件下, 单个或多个端子座进行升温试验, 温度测量准确度应符合如下规定:

具有火线和零线4个接线端子温度监测功能, 能对端子座温度进行监测, 任一接线端子两次测温之间的时间间隔不超过5秒。

电压线路通 U_n 电压, 给单个或多个端子进行升温试验, 在不同的条件下网关终端功能应符合如下规定:

- 能对端子座温度分钟变化量、端子座温度不平衡程度进行监测, 端子座温度、端子座温度分钟变化量、端子座温度不平衡程度限值可设置, 当接线端子的上述状态超过限值或者恢复到限值以下时, 应能执行报警、拉闸保护、解除报警、合闸恢复等动作, 同时应能以事件方式记录并上报。
- 当端子座温度超过设定阈值时(默认为 $115^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$), 能实现主动上报并产生预警。
- 当端子座温度超过设定阈值时(默认为 $130^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)且电流超过端子座温度超限跳闸电流阈值时, 内置负荷开关网关终端能主动上报并自动切断负荷开关, 外置负荷开关网关终端能主

动上报并发出断开外置断路器控制命令。当端子座温度恢复至正常值时，内置负荷开关网关终端处于合闸允许状态，可通过按键方式进行合闸；外置负荷开关网关终端可通过按键输出直接合闸命令，控制外置断路器合闸。

端子座测温推荐试验点如表 4.12 所列。试验分 4 步进行，试验 1 完成后，试验 2 立刻进行；试验 2 完成后，加热装置停止加温，等待电能表各端子温度恢复到 65℃以下，进行试验 3；试验 3 完成后，试验 4 立刻进行。

表 4.12 端子座测温推荐试验点

试验项目	端子 1	端子 2	端子 3	端子 4	记录温度测试点
试验 1	115℃±2℃	115℃±2℃	不加温	不加温	端子 1 和端子 2
试验 2	135℃±2℃	135℃±2℃	不加温	不加温	端子 1 和端子 2
试验 3	不加温	不加温	115℃±2℃	115℃±2℃	端子 3 和端子 4
试验 4	不加温	不加温	135℃±2℃	135℃±2℃	端子 3 和端子 4

4.6 剩余电流监测功能试验

4.6.1 剩余电流准确度试验

在剩余电流为 10 mA、30 mA、100 mA、400 mA 情况下，网关终端的剩余电流测量准确度应满足如下要求。

计量单元具有剩余电流测量功能，在规定的温湿度范围内，准确度满足以下要求：

- a) 当 $10 \text{ mA} \leq I_{\Delta} \leq 300 \text{ mA}$ 时，测量的剩余电流偏差不大于 3 mA；
- b) 当 $I_{\Delta} > 300 \text{ mA}$ ，测量的剩余电流应大于等于 297 mA。

在网关终端火线和零线回路同时施加同相位电流 $10 I_{tr}$ 、 I_{max} ，保持 1 min，剩余电流不超过 3 mA。

4.6.2 剩余电流报警试验

在剩余电流为 10 mA、30 mA、100 mA、400 mA 情况下，分别设置剩余电流报警阈值，网关终端的剩余电流测量报警事件记录应满足如下要求。

剩余电流报警设定值 $I_{\Delta n}$ 可设置范围为 10 mA~300 mA，默认 30 mA。

当 $10 \text{ mA} \leq I_{\Delta} \leq 300 \text{ mA}$ 时，剩余电流大于 $I_{\Delta n} - 3 \text{ mA}$ 时，网关终端应报警并记录事件记录，并在 30 s 内主动上报；当 $I_{\Delta} > 300 \text{ mA}$ 时，网关终端应报警并记录事件记录，并在 30 s 内主动上报。

4.7 误差自监测试验

a) 误差自监测准确度试验

被试网关终端按表 4.13 的电压、电流和相位测试条件下，每隔 10 分钟测试一次网关终端基本误差，连续记录 6 组数据，并计算算术平均值。然后读取自监测误差数据。计算自监测误差与测得误差算术平均值的偏差值，应满足 3.6.1.14 要求。

表 4.13 误差自监测偏差限值

电压	电流	相位	偏差限值
U_{nom}	I_{tr}	1.0	0.01
U_{nom}	$10 I_{tr}$	1.0	0.01
		0.5L	0.01
U_{nom}	I_{max}	1.0	0.01
$0.85 U_{nom}$	$10 I_{tr}$	1.0	0.01
$1.15 U_{nom}$	$10 I_{tr}$	1.0	0.01

b) 误差自监测超差事件记录

模拟计量回路故障，测试网关终端基本误差，读取误差自监测误差数据和事件记录，计算自监测误差与测得误差值的偏差值，应满足 3.6.1.14 要求。

注：测试网关终端基本误差装置准确度等级不低于0.05%，电流档电源内阻大于250 mΩ。

4.8 外部影响量试验

4.8.1 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。

试验要求应符合以下要求。

a) 外部影响量包含阳光辐射、防尘、防水和表4.8中所列的电能表电磁兼容影响量。

b) 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、阻尼振荡波、电压暂降和短时中断、2 kHz~150 kHz传导电流干扰、工频磁场、振铃波和外磁场、无线电干扰抑制。相对于参比条件的影响量变化所引起的附加百分数误差偏移极限应符合表4.8的规定。

c) 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（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，并应符合表4.8中对各准确度等级电能表基本最大允许误差极限的要求。

4.8.2 验收准则

表 4.14 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有关标准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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>临界改变值$x=m \cdot U_{mon} \cdot I_{max} \cdot 10^{-6}$，x为临界改变值，单位为kWh；m为测量单元数；$U_{mon}$为标称电压，单位V；$I_{max}$为最大电流，单位A。</p>	

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。

4.8.3 电磁兼容性试验

4.8.3.1 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1 min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。

注：

本条要求针对带扫频要求的试验项目，例如射频电磁场、差模电流干扰、射频场感应的传导等需要扫频的试验，确保了在每个步进频率施加了足够的干扰应力，并且持续时间应保证台体能够读出稳定的误差。

针对电流回路中无电流的试验，如被试设备没有变化，则通过误差偏移的大小来判断哪些点是明显受到影响的步进频率，并在步进频率处推算1小时的增量来计算临界变化值，判断是否满足验收准则。

4.8.3.2 交流电压暂降和短时中断试验

试验应按IEC 61000-4-11，在4.8.1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，见表 4.15。

验收准则：B，分别适用于表4.15的每项试验。

表 4.15 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

4.8.3.3 静电放电抗扰度

试验应按GB/T 17626.2，在4.8.1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 1s。

验收准则：B。

4.8.3.4 射频电磁场抗扰度（电流电路中无电流）

试验应按GB/T 17626.3或GB/T 17626.20，在4.8.1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 4.8.3.1 的规定。

验收准则：B。

4.8.3.5 射频电磁场抗扰度（电流电路中有电流）

试验应按GB/T 17626.3或GB/T 17626.20，在4.8.1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 4.8 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 4.8.3.1 的规定。

验收准则: A。

4.8.3.6 快速瞬变脉冲群抗扰度

试验应按GB/T 17626.4, 在4.8.1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 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。

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。

4.8.3.7 射频场感应的传导骚扰抗扰度

试验应按GB/T 17626.6, 在4.8.1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: 10 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 4.3 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 4.8.3.1 的规定。

验收准则: A。

4.8.3.8 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 4.8.1 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 4.8.3.1 的规定。

验收准则：A。试验配置的示例，参见附录L。

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。

4.8.3.9 浪涌抗扰度

试验应按IEC 61000-4-5，在4.5.1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：

——电网电源端口和电流互感器端口：

——差模方式（每一线对L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；

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：

火线回路：差模 $\pm 10\text{KA}$ 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 $\pm 10\text{KA}$ 各一次，试验后无器件损坏，零线计量精度改变量小于 $\pm 1.2\%$ 。

4.8.3.10 振铃波试验

试验应按GB/T 17626.12，在4.8.1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、电流互感器端口：

——共模方式（每一线和中线对地）：4 kV；

——差模方式（每一线对线、每一线对中线）：2 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；

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。

4.8.3.11 衰减振荡波抗扰度

针对经互感器工作的电能表：电压线路和辅助线路通以参比电压，额定电流 $10I_{tr}$ 和 $\cos \Phi$ （相应为 \sin ）按相应标准规定的数值；在电压线路和参比电压超过 40V 的辅助线路上的试验电压：

✧ 共模方式：2.5kV；差模方式：1.0kV；

✧ 试验频率：100kHz，重复频率：40Hz；

✧ 试验频率：1MHz，重复频率：400Hz

✧ 与电源频率的关系：异步；

试验时间：60s（对每种试验频率以 2s 开、2s 关，进行 15 周期），在试验时应不使设备的状况紊乱且误差的改变不超过 2.0%。

验收准则：B。

4.8.3.12 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。

试验应在4.5.1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) 将 50 mm×50 mm×50 mm 表面中心磁感应强度为 200 mT±20 mT 的磁铁分别放置在电能表按正常使用安装时所有可触及的表面。

f) 每个表面的试验时间不应小于 20 min。

g) 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 $200 \text{ mT} \pm 20 \text{ mT}$ 。

h) 电能表内部受恒定磁场影响的主要元器件包括继电器、互感器、变压器。考虑到元器件在表内的布局及磁铁随距离衰减的特性，电能表下面不做考核。考察：正面（液晶显示的面）、两个侧面（左右两侧）、顶面（强电端子对应的面）共四个面。

验收准则：A。

4.8.3.13 外部工频磁场试验

试验按IEC 61000-4-8，在4.8.1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。

4.8.3.14 外部工频磁场（无负载条件）试验

试验按IEC 61000-4-8，在4.8.1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。

4.8.3.15 外部工频磁场干扰试验

试验按 IEC 61000-4-8, 在 4.8.1 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, 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。

注: 新增试验: 试验强度约为 1.25 mT。

4.8.3.16 无线电干扰抑制 (EMI)

试验按 IEC CISPR 32, 在 4.8.1 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: 试验结果应符合 IEC CISPR 32 中对 B 级设备给出的限值; IEC CISPR 32 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。

4.8.3.17 电棍影响试验

按内控试验方法执行 (研发自测)。

4.8.3.18 对讲机影响试验

按内控试验方法执行（研发自测）。

- 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。

4.8.4 抗其他影响量试验

4.8.4.1 电流和电压电路中的谐波影响试验

4.8.4.1.1 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。测试电路图应按附录M图M.1。

4.8.4.1.2 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：

- 基波频率电流： $I_1=0.5I_{\max}$ ；
- 基波频率电压： $U_1=U_{\text{nom}}$ ；
- 基波频率功率因数（或 $\sin\varphi_1$ ）为 1；
- 第 5 次谐波电压含量： $U_5=0.1U_{\text{nom}}$ ；
- 第 5 次谐波电流含量： $I_5=0.4I_1$ ；
- 谐波功率因数 $\cos\varphi_5$ 为 1；
- 基波电压和谐波电压在正向过零点时同相。

注1：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)= $1.04P_1$ 。

验收准则：A。

4.8.4.1.3 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：

- 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 $10I_{tr}$ 、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。

4.8.4.1.4 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。

4.8.4.1.5 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：

- 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。

4.8.4.1.6 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：

- 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。

4.8.4.1.7 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) 试验应在电流为 $I_{max}/\sqrt{2}$ 、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。

4.8.4.2 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) $0.9U_{nom} \leq \text{试验电压} \leq 1.1U_{nom}$ ，试验至少应在 I_{min} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{max} ，功率因数为 1 以及 I_{tr} 、 $10I_{tr}$ 、 I_{max} ，功率因数为 0.5 感性的条件下进行，试验电压至少包括 $0.9U_{nom}$ 和 $1.1U_{nom}$ ；
- b) $0.8U_{nom} \leq \text{试验电压} < 0.9U_{nom}$ 以及 $1.1U_{nom} < \text{试验电压} \leq 1.15U_{nom}$ ，试验至少应在 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 $1.15U_{nom}$ ；

- c) $0 \leq \text{试验电压} < 0.8U_{\text{nom}}$, 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;

验收准则: A。

4.8.4.3 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;
- 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_{tr} 、 $10I_{\text{tr}}$ 、 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, 每一个平均温度系数都不应超出表 4.8 中对各准确度等级电能表规定的平均温度系数极限。

4.8.4.4 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 4.8 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 $0.98f_{\text{nom}}$ 和 $1.02f_{\text{nom}}$;
- c) 试验至少应在 I_{min} 、 $10I_{\text{tr}}$ 、 I_{max} , 功率因数为 1 以及 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。

4.8.4.5 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_{tr} 、 I_{max} ，功率因数为 1 的条件下进行。

——注：例如：扩展模组可以认为是辅助装置。

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。

4.8.4.6 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 $+0\% \sim -10\%$ 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 4.8 的限值；

验收准则：A。

4.8.4.7 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：

- a) 电压电路施加标称电压，功率因数为 1；
- b) 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 $10I_{tr}$ 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；
- c) 关断时间和开通时间不需要与电网频率的过零点同步。开通状态和关断状态之间的切

换应在标称频率的一个周期内完成。 t_{on} 和 t_{off} 的允差是标称频率的 ± 1 个周期；

- d) 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。

4.8.4.8 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 $1 mm^2$ 时，则应使用横截面积为 $1 mm^2$ 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 1 h；
- c) 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；
- 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，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 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%。
- g) 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。

4.8.4.9 器件温升（内部要求）

常温下，电压线路供1.3倍 U_n ，最大电流，在最大工况下运行2小时，测试所有器件温升不超过 35K。

4.8.4.10 高次谐波试验

试验应按如下条件进行：

- a) 电压电路时间标称电压；
- b) 电能表电流电路施加电流 I_{tr} ，功率因数为 1；
- 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。
- 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。

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。

4.8.4.11 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。

4.9 气候环境影响试验

4.9.1 通用试验要求

气候影响试验前后需要按照表4.2进行试验，确保气候影响试验未降低电表性能。

- a) 每项气候试验前，应在参比条件下测定电能表的固有误差；
- b) 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表 4.3 中规定；
- c) 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。

4.9.2 高温试验

试验应按GB/T 2423.2，在下列条件下进行：

仪表在非工作状态下。

试验环境：温度 85°C 。

试验时间：72h

实验结束前1h按照表4.2进行功能验证。注意高低温试验的日计时和计量精度需要根据环境温度改变相应的修正系数后来进行误差判定。

4.9.3 低温试验

试验应按GB/T 2423.2，在下列条件下进行：

仪表在非工作状态下。

试验环境：-25℃。

试验时间：16h

实验结束前1h按照表4.2进行功能验证。注意高低温试验的日计时和计量精度需要根据环境温度改变相应的修正系数后来进行误差判定。

4.9.4 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℃，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。

4.9.5 超低温影响实验

- 在-45℃的环境温度下通电运行 12 小时后（南网表型按-25℃工况执行）
- 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。

4.9.6 交变湿热试验

➤ 常规试验

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℃ ± 2℃；
- 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℃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
 - 在3h内升温至上限温度；
 - 保持上限温度直到从周期起点开始计算的12h；
 - 在接下来的3h到6h温度降至25℃，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℃；
 - 温度始终保持在25℃，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℃以内。
- g) 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4.8中各准确度等级电能表误差偏移极限的规定。

➤ 加严试验

交变湿热试验流程如下：

- 1) 产品送入交变湿热箱体后，1小时内温度保持在25度，湿度上升至75%RH；
- 2) 3小时内，温度升至75度，湿度上升至95%RH；
- 3) 温度在75度，湿度在95%RH时，保持12个小时；
- 4) 8小时温度降至25度，湿度降至55%RH；
- 5) 重复六个周期；

➤ 结果判定

试验结束后24 h，应对电能表进行以下试验：

- a) 绝缘等级不低于3kV；
- b) 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。

4.9.7 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;
- c) 具有符合试验条件下参数的冷凝循环的循环控制装置;
- d) 试验程序如下表所示;
- e) 试验时间: 132个试验循环。
- f) 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 4.16 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

4.9.8 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。

4.9.9 温度冲击试验 (内部要求)

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-25℃, 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。

4.9.10 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。

4.10 机械性能试验

对电能表的防尘和防水试验、弹簧锤试验、冲击试验、振动试验、耐热和阻燃试验应符合GB/T 17215.211-2006的规定。

每项机械性能试验后，确认电能表功能，外光无损坏，无信息改变。机械性能试验前后需要按照表4.2进行验证，确保机械性能试验未降低电表性能。

4.10.1 防尘防水试验

防尘防水试验按照户内表IP51，户外表IP54进行。

4.10.1.1 防尘试验

试验应按GB/T 4208-2017，在下列条件下进行：

电能表在非工作状态，无包装；

试验等级IP5X;

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。

4.10.1.2 防水试验

试验应按GB/T 4208-2017, 在下列条件下进行:

电能表电压电路施加标称电压, 电流电路无电流;

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。

4.10.2 弹簧锤试验

将仪表安装在其正常工作位置, 弹簧锤以 $(0.2J \pm 0.02J)$ 的动能作用在仪表表盖的外表面(包括窗口)及端子盖上, 仪表的外壳和端子盖应没有出现影响仪表功能及可能触及带电部件的损伤, 不减弱对间接接触的防护或不影响防止固体异物、灰尘和水进入的轻微损伤是允许的, 可通过后续的防尘、防水试验进一步验证。

4.10.3 冲击试验

仪表在非工作状态, 无包装。

- ✧ 进行半正弦脉冲;
- ✧ 峰值加速度: $30g_n(300m/s^2)$;
- ✧ 脉冲周期18ms。

使用刚性夹具将电能表紧固在试验台上, 对电能表三个互相垂直轴向的每一个方向连续施加3次冲击, 共18次, 试验过程中电能表应始终保持与夹具之间的刚性接触。试验后, 电能表应无损伤或信息改变, 并要对电能表进行基本误差试验。

4.10.4 振动试验

仪表在非工作状态, 无包装状态进行。

- ✧ 频率范围: $10Hz \sim 150Hz$;

- ✧ 交越频率：60Hz；
- ✧ $f < 60\text{Hz}$ ，恒定振幅 0.075mm；
- ✧ $f > 60\text{Hz}$ ，恒定加速度 9.8m/s^2 (1g)；
- ✧ 单点控制；
- ✧ 每轴扫描 20 个周期数。

注：10 个扫描周期=75min。

试验后，仪表应无损伤或信息改变并应能按相应标准的要求准确地工作，并要对电能表进行基本误差试验。

4.10.5 汽车颠簸试验（内部要求）

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。

4.10.6 仪表温度限值及耐热试验

试验应按下列条件进行：

- 电压电路通以 $1.15U_{\text{nom}}$ ；
- 电流电路通以 $1.2I_{\text{max}}$ ；
- 环境温度：40℃；
- 试验时间：2 h。

试验期间仪表不应受到风吹或直接的阳光辐射，试验中仪表应满足3.9.12要求，试验后仪表应无损坏并应通过4.2规定的绝缘性能试验。

4.10.7 接线端子压力试验

高温试验后，给电压电流端子施加100N，端子不内缩（内缩量不超过0.5mm）。

4.10.8 耐热和阻燃试验

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℃~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。

4.11 特殊地区要求

版本记录

版本编号/ 修改状态	拟制人/修改人	核人	批准人	备注
V1.0	赖溢超			第一版
V1.1 (20210617)	吕永杰			增加双 85 特殊试验

附录 A（规范性附录）单相智能电能表外观尺寸图

A.1 外观简图说明

图中未单独标注公差尺寸的允许公差遵照 GB/T 1804-2000 的 m 级要求执行。

图中中文为宋体，数字和字母为 Arial，颜色均为黑色。

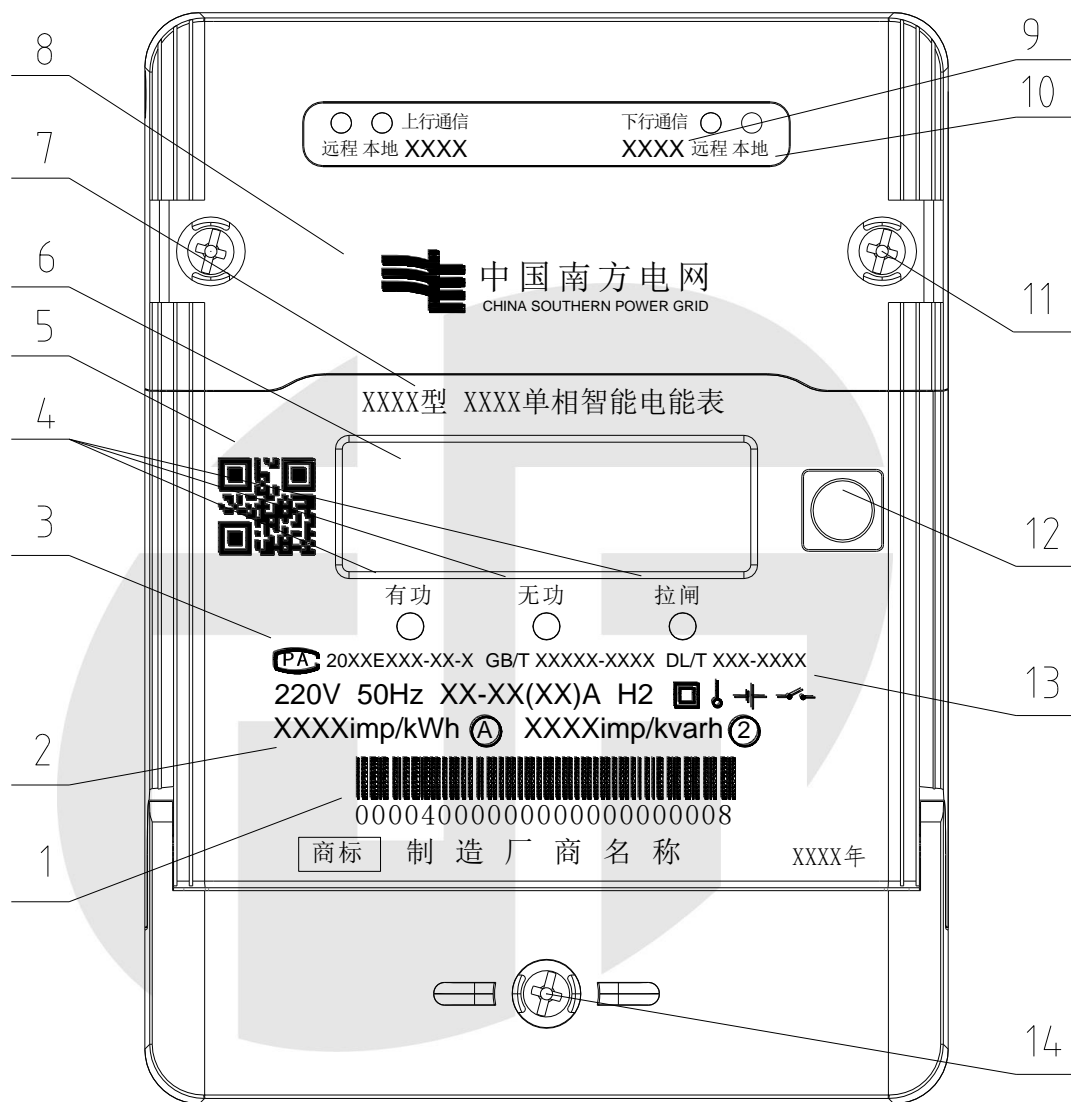


图 A.1 单相智能网关终端印刷位置说明图

表 A.1 单相智能网关终端印刷位置说明表

序号	名称	解释说明
1	资产编号	24 位条形码
2	铭牌标识	<p>电流、电压、常数等参数可根据相应的电能表要求变更</p> <p>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二线电能表</p> <p>有功、无功脉冲常数</p> <p>H2 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.</p>
3	计量器具标识	CPA 证信息
4	指示灯	有功、无功、拉闸
5	蓝牙地址二维码	蓝牙 MAC 地址
6	液晶区域	/
7	网关终端型号及名称	按照相应的要求确定
8	中国南方电网公司 Logo	中国南方电网公司 Logo
9	模块标识	模块型号标识
10	模块指示灯	模块指示灯标识
11	模块盖封印螺钉	安装卡扣式封印的封印螺钉
12	轮显按钮	通过该按钮查询相应显示内容
13	电能表制造标准	相关国标和行标
14	端子盖螺钉	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

附录 B
(规范性附录)
单相智能网关终端端子接线图

图B.1 单相智能网关终端端子接线图

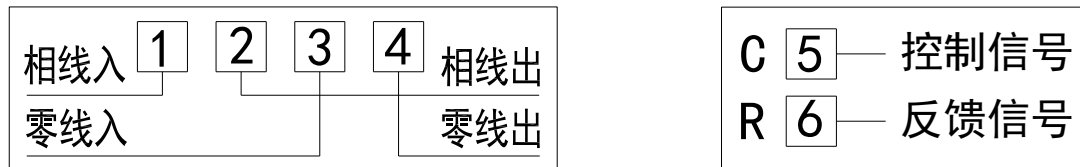



表 B.1 网关终端接线端子定义

1	相线接线端子
2	相线接线端子
3	零线接线端子
4	零线接线端子
5	拉闸控制端子(如有)
6	拉闸反馈端子(如有)

附录 C
(规范性附录)
LCD 图形字符说明及尺寸



号	LCD 图形	说明
		1) 梯度：显示当前运行阶梯 2) I、II、III、IV 象限指示 3) 汉字字符，可指示：正反向总有功电量； 4) 分费率电量 5) 表号 6) 户号
		1) 显示：XX 年 XX 月结算电量 2) 按键显示可利用变形显示：火线 L、剩余电流 Lc、零线 N、火线温度监测 L ₁ 、L ₂ ，零线温度 N ₁ 、N ₂
		4 费率显示：尖峰平谷
		1) 主数据反向或负数助读符号。 2) 主数据显示区，显示数据数值：可显示 6 位整数 4 位小数。
		依次为：

		<p>1) 当前功率反向提示符号</p> <p>2) 实验室状态，显示时为测试密钥状态，不显示为正式密钥状态；闪烁时表示闭锁。</p> <p>3) 上行模块通信中</p> <p>4) 蓝牙模组通信中</p> <p>5) 下行模块通信中</p> <p>6) 电池欠压指示</p>
	<p>T18</p>	<p>指示当前费率状态：当总费率 ≤ 4，显示尖/峰/平/谷；当总费率 > 4，显示 TX，X 为费率号；</p>
	<p>请购电</p>	<p>提示需购电</p>
	<p>°COSΦkVWhAkvarh</p>	<p>单位提示符，可提示： kWh、kW、V、A、 kvarh、°C、COSΦ</p>