

保密等级
限制

Q/DX

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

单相电能表企业标准

V1.2

2021 - 06 - 16 发布

2021 - 06 - 18 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 发 布

1 范围

本标准规范书适用于鼎信单相电表的设计、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

3 技术要求

3.1 规格要求

准确度等级：有功 1 级、有功 2 级

参比电压：220V/230V...

参比电流：5(60)A/5(80)A...

参比频率：50Hz/60Hz

脉冲常数：400/800/1200...

3.2 环境条件

3.2.1 参比温度及湿度

参比温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；湿度为 45%~75%。

3.2.2 温湿度范围

表 3.1 温度范围

安装方式	户内式	户外式
规定的工作范围	$-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
极限工作范围	$-45^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$	$-45^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
储存和运输极限范围	$-25^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$	$-25^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$

表 3.2 相对湿度

年平均	$< 75\%$
40 天（这些天以自然方式分布在一年中）	$\geq 95\%$
在其他天偶然出现	$\geq 85\%$

3.2.3 大气压力

63.0kPa~106.0kPa（海拔 4000m 及以下），特殊要求除外。

3.3 机械和结构要求

3.3.1 通用要求

电能表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) 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。

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过载条件下。

f) 应符合 GB4208 规定的防护等级要求：户内用的电能表防护等级应达到 IP51 防护等级，户外用的电能表防护等级应达到 IP54 防护等级。

3.3.2 采样元件

采样元件如采用精密互感器，应保证精密互感器具有足够的准确度，并用硬连接可靠地固定在端子上，或采用焊接方式固定在线路板上；不应使用胶类物质或捆扎方式固定。

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

3.3.3 显示器

电能表采用 LCD 显示，其工作温度范围为 $-45^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ ；在正常使用条件下，LCD 工作寿命应大于 10 年。

LCD 应具有宽视角，即视线垂直于 LCD 正面，上下视角应不小于 $\pm 60^{\circ}$ 。

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。

LCD 的偏振片应具有防紫外线功能。

3.3.4 线路板

线路板须用抗氧化、耐腐蚀的双面/多层敷铜环氧树脂板，并具有电能表生产厂家的标识。

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。

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。

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导线焊接或可靠的接插件连接。

3.3.5 负荷开关

负荷开关可采用内置或外置方式。内置负荷开关最大额定断开电流应大于等于 80A，负荷开关技术要求符合 IEC 62055—31:2005，负荷开关类型选择 Uc2。

采用内置负荷开关的电能表进行开关操作时应有相应的硬件或软件的消弧措施。在通、断 I_{max} 电流的条件下，负荷开关的寿命不应小于 6000 次。在电能表电压线路施加参比电压，电流线路通过 $1.2I_{\text{max}}$ 的条件下，进行 10 次开关通断试验；试验后，电能表应能正常工作。当在电能表电压线路上施加 70%~120% 的参比电压时，负荷开关应能正常工作。

采用外置负荷开关的电能表可采取以下方式实现对外置负荷开关的控制：

a) 5 号端子输出控制信号，6 号端子接收反馈信号。控制信号采用交流 220V 电平方式（允许半波整流），内部串联 $100\text{k}\Omega$ 电阻后输出。

b) 从电能表供电电源上升至临界电压开始计时，5S 内电能表应输出有效控制信号。

c) 控制信号要求如下：

1) 在电能表正常工作电压（ $70\%U_n \sim 120\%U_n$ ）范围内，若控制信号采取半波整流方式，信号的非激励态输出电压平均值不低于 60V，正向峰值电压不低于 180V，激励态输出电压平均值小于 36V。

2) 在电能表正常工作电压 ($70\%U_n \sim 120\%U_n$) 范围内, 若控制信号采用 AC220V 电平方式, 信号的非激励态输出电压应为电能表供电电压的 60% 至 120%, 激励态输出电压应为供电电压的 0% 至 25%。

3) 当控制信号处于非激励态时, 外置负荷开关闭合, 允许用户用电; 当控制信号处于激励态时, 外置负荷开关断开, 中断用户供电。

d) 电能表应能识别以下所有的反馈信号:

1) 若反馈信号采取半波整流方式: 信号输出电压平均值高于 60V, 正向峰值电压高于 180V 时, 电能表应识别为非激励态; 信号正向峰值电压低于 10V, 电能表应识别为激励态。

2) 若反馈信号采取 AC220V 电平方式: 信号输出电压有效值高于 130V, 电能表应识别为非激励态; 信号输出电压有效值低于 5V, 电能表应识别为激励态。

e) 控制信号和反馈信号均以供电线路的零线 (N) 作为信号参考点。

3.4 功能要求

3.4.1 电能计量

具有正向有功电能、反向有功电能计量功能, 能存储其数据, 并可以据此设置组合有功。出厂默认值: 组合有功电能 = 正向有功电能 + 反向有功电能。

具有分时计量功能, 有功电能量按相应的时段分别累计、存储总、尖、峰、平、谷电能量。

至少存储上 12 个月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。

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。

3.4.2 测量及监测

能测量、记录、显示当前电能表的电压、电流 (含零线)、功率、功率因数等运行参数, 引用误差不超过 $\pm 1\%$ 。

其中各变量的测量范围满足以下规定: 电压测量范围: $0.6U_n \sim 1.2U_n$; 电流测量范围: $0.05I_b \sim 1.2I_{max}$; 功率测量范围: PQ (起动功率) $\sim 1.2U_n \times 1.2I_{max}$; 频率测量范围: $47.5\text{Hz} \sim 52.5\text{Hz}$ 。

功率因数测量条件满足以下规定: 电压: $0.8U_n \sim 1.2U_n$, 电流: $0.1I_b \sim 1.2I_{max}$ 。

3.4.3 事件记录

电能表应记录下列事件:

- 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;
- 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;
- 应记录校时总次数 (不包含广播校时), 最近 10 次校时的时刻、操作者代码;
- 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;

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；

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) 当电能表的外部供电为电能表工作电压范围（ $0.78U_n \sim 1.15U_n$ ）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。

i) 应记录时钟电池欠压累计时间（分辨率为分钟），事件发生时刻及其对应的电能量数据等信息。

j) 负荷开关内置电能表，如果表内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5s以上，记录为负荷开关误动作事件。应记录内置负荷开关误动作事件总次数，最近10次发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据。

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。

3.4.4 时钟、电池

应采用具有内置温度补偿功能的硬件时钟电路，具有日历、计时、闰年自动转换功能；在 $-25^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，时钟准确度不大于1s/d；在参比温度（ 23°C ）下，时钟准确度不大于0.5s/d。

应采用绿色环保且不可充电的柱状锂电池，电池标称电压3.6V，额定容量 $\geq 1200\text{mAh}$ ，电池尺寸： $\phi 14.5\text{mm} \times 25.4\text{mm}$ （允许偏差： $\pm 0.5\text{mm}$ ），清晰标示制造商或供应商的名称或商标（标志）。

在电能表寿命周期内无需更换电池，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。

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

可通过RS485、红外、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。

3.4.5 广播校时

仅当从站的日期和时钟与主站的时差在 ± 5 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5分钟内校时，以免影响某些例行操作。每天只允许校对一次。

3.4.6 费率、时段

一天内至少可以任意设置尖、峰、平、谷4种费率、至少12个时段，最小时段为15min，可跨越零点设置。

电能表应具有两套及以上可以任意编程的费率及时段表，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。全年至少可设置2~14个时区。

电能表应支持节假日和周休日特殊费率时段的设置。

电能表应支持通过RS485、红外和载波等通信接口修改费率表、时段表，并应有防止非授权人操作的安全措施。

3.4.7 阶梯电价

本地费控模式下电能表至少具有两套阶梯电价，并可在设置时间点启用另一套阶梯电价计费；支持以月、年为计费周期的阶梯计费方式，称为月阶梯、年阶梯，并支持电能表在指定时间实现两种方式自动切换。

月阶梯以月度用电量来结算电费，月度用电量在 DL/T 645—2007 中的每月第 1 结算日进行转存，转存后当前月度用电量清零。

年阶梯以年度用电量来结算电费，年度用电量在年结算日进行转存，转存后当前年度用电量清零。年结算日只能是 1 至 12 月中某月的 1 号至 28 号内的整点时刻，设置为其它数据则不执行年阶梯。

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。

每套阶梯电价应至少可设置 2 张阶梯电价表，可按时区执行不同的阶梯电价表。

每张阶梯电价表至少可设置 6 个阶梯值、7 个阶梯电价。

3.4.8 冻结功能

在停电时有冻结事件发生的，需要在上电后补冻最近一次冻结数据。冻结分为5类：

- 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。
- 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 次的数据。
- 约定冻结：在新老两种费率/时段/阶梯转换、费控模式切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 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。

3.4.9 负荷记录

负荷记录内容可以从DL/T645-2007定义的“电压、电流、频率”、“有功功率”、“功率因数”、“有功总电能”四类数据项中任意组合。单相费控表电压、电流数据记录在A相电压、A相电流，有功功率、功率因数记录在总有功功率、总功率因数。

负荷记录间隔时间可以在1min~60min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有功总电能、电压、电流、频率、有功功率、功率因数，间隔时间为15min的情况下不少于3天的数据量。

3.4.10 电表清零

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。

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。

电能表底度值只能清零，禁止设定。

3.4.11 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。电能表可显示电能量、电压、电流、功率、时间、剩余金额等各类数值，显示的数值单位应采用国家法定计量单位，如：kW、kWh、V、A等；显示代码包括显示内容编码和插卡提示；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、插卡、红外通讯等操作，LCD应启动背光。按键或插卡触发背光启动后，60s无操作自动关闭背光；红外触发时，2个自动轮显周期后关闭背光。

e) 停电后7天内，LCD常显当前组合有功总电量。不支持红外唤醒，可通过按键唤醒自动轮显（背光灯可不点亮）；唤醒后如无操作，自动循环显示一遍后，常显当前组合有功总电量；唤醒后如有按键显示操作，则操作结束30秒后，常显当前组合有功总电量。

f) 电能表在本地模式下具有插卡操作异常代码显示，方便现场快速分析问题、解决，异常代码见下表3.3。

表3.3 异常代码显示表

序号	异常显示	问题归类	错误信息字
1	Err-31	电能表故障	1: 电能表电压过低 2: 操作ESAM错误 3: ESAM复位错 (ESAM损坏或未安装)
2	Err-32	无效卡片	4: 卡片复位错误 (卡损坏或不明类型卡, 如反插卡、插铁片等) 5: 身份认证错误 (通信成功但是密文不匹配) 6: 外部认证错误 (通信成功但是认证不通过) 7: 未发行的卡片 (读卡片时返回6B00) 8: 卡类型错误 9: 卡片操作未授权 (密钥状态不为公钥时插参数预置卡) 10: MAC校验错误
3	Err-33	卡与表不匹配	11: 表号不一致 12: 客户编号不一致 13: 卡序列号不一致
4	Err-34	售电操作错误	14: 卡片文件格式不合法 15: 购电卡插入未开户电能表 16: 补卡插入未开户电能表 17: 购电次数错误 18: 用户卡返写信息文件不为空
5	Err-35	接触不良	19: 操作卡片通信错误 20: 提前拔卡
6	Err-36	超囤积	21: 剩余金额超囤积

h) 脉冲指示灯: 使用高亮、长寿命红色LED, 平时灭, 计量有功电能时闪烁;

i) 拉闸指示灯: 使用高亮、长寿命黄色LED, 负荷开关合闸时灭, 拉闸时常亮。

3.4.12 报警功能

光报警采用背光点亮方式进行光报警, 当事件恢复正常后报警自动结束。

报警事件包括: 功率反向 (双向表除外)、电池欠压等。

3.4.13 通信要求

电能表至少应具有一个红外通信接口、一个RS485通信接口。

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

红外、RS485和通信模块等方式对电能表进行设置或抄读数据的权限一致, 均能实现DL/T 645—2007规约要求的所有功能。

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。

电能表载波通信模块和微功率无线通信模块应具备良好的向上兼容性。

a) 红外通信：

1) 应具备调制型红外接口，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，通信字节200。

b) RS485通信：

1) RS485接口必须和电能表内部电路实行电气隔离，并有失效保护电路。

2) 通信速率可设置，其范围为1200-9600bps。

3) 电能表上电后3s内应可以使用RS485接口进行通讯。

4) RS485输出端子必须符合以下要求：

✧ RS485输出端子与强电端子间应能承受4kV的电压历时1分钟的耐压试验；

✧ 应能承受9.2kV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485接口应能正常通信。

c) 载波通信：

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

2) 电能表与载波通信模块之间的通信速率可设置，缺省值为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。

d) 微功率无线通信：

1) 接口通信速率缺省值为 2400bps。

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

3.4.14 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脉冲和电脉冲输出功能。光脉冲输出采用超亮、长寿命LED器件。电脉冲输出应有电气隔离，并能从正面采集。光测试输出装置的特性应符合GB/T 17215.211—2006的要求。电测试输出装置的特性应符合GB/T15284—2002的要求。

电能表电能量脉冲输出宽度为： $80\text{ms} \pm 16\text{ms}$ 。电脉冲输出在有脉冲输出时，通过5mA 电流时脉冲出口的压降不得高于0.8V；在没有脉冲输出时，脉冲输出口直流阻抗应不小于 $100\text{k}\Omega$ 。

b) 多功能信号输出

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

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

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。

3.4.15 安全防护

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

3.4.16 费控功能

a) 费控功能的实现分为本地和远程两种方式，两种费控方式需支持设置和切换；本地方式通过CPU卡、交互终端等固态介质实现，远程方式通过公网、载波、微功率无线等虚拟介质和远程售电系统实现。

b) 电能表具备本地和远程两种费控方式的功能，出厂默认为远程费控方式。

3.4.17 通断电要求

a) 电能表负荷开关无论内置、外置，用户购电成功后，可由主站通过远程发送直接合闸命令或允许合闸命令。电能表处于合闸允许状态，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内继电器直接合闸，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。

3.4.18 一般性要求

当其它设备通过接口与电能表交换信息时，电能表的计量性能、存储的数据信息和参数不应受到影响和改变。

在任何情况下，电能表存储、记录的电量数据以及运行参数不应因非法操作和干扰而发生改变。

3.5 可靠性要求

可靠性试验前后需要按照表4.2进行试验，确保可靠性试验未降低电表性能。

3.5.1 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10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表3.4规定值。

表3.4 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
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

b) 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、通信模块、CPU卡、安全模块等，元器件参数应涉及生产厂家、型号、规格、主要性能、品级等。

c) 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。

3.5.2 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。

3.5.3 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℃)、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。

3.5.4 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。本条不影响最终的试验结论。

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

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

3.5.5 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, 记录检表数据。

超级电容损坏不做评判标准。

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		测量及监测	√	√						√
8		事件记录	√	√						√
9		时钟、电池	√	√						√
10		广播校时	√	√						√
11		费率和时段	√	√						√
12		阶梯电价	√	√						√
13		冻结	√	√						√
14		负荷记录	√	√						√
15		电表清零	√	√						√
16		显示	√	√						√
17		报警	√	√						√
18		通信要求	√	√	√					√
19		信号输出	√	√						√
20		安全防护	√	√						√
21		费控功能	√	√						√
22		通断电要求	√	√						√
23	可靠性要求	基本要求				√				
24		盐雾试验				√				
25		双 85 试验				√				
26		跌落试验				√				
27	绝缘性能	脉冲电压试验	√	√		√	√			√
28		交流电压试验	√	√		√	√			√
29	准确 度试 验	基本误差	√	√		√	√			√
30		电能表常数试验	√	√		√	√			√
31		起动试验	√	√		√	√			√
32		潜动试验	√	√		√	√			√
33		误差一致性试验	√	√		√	√			√
34		误差变差试验	√	√		√	√			√
35		负载电流升降变差试验	√	√		√	√			√
36		影响量试验	√	√		√	√			√
37		日计时误差	√	√		√	√			√
38		环境温度对日计时误差的影响	√	√		√	√			√
39	电气	功率消耗	√	√		√	√			√

40	性能 试验	电源电压试 验	√	√		√	√			√
41		过电压试验				√	√			√
42		短时过电流 影响试验	√	√		√	√			√
43		自热试验	√	√		√	√			√
44		温升试验	√	√		√	√			√
45		通讯模块接 口带载能力 试验	√	√		√	√			√
46		通讯模块互 换能力试验	√	√		√	√			√
47		电流回路阻 抗试验	√	√		√	√			√
48		通信功能试 验	√	√		√	√			√
49	电磁 兼容 试验	静电放电抗 扰度试验	√	√		√	√			√
50		高频电磁场 抗扰度试验	√	√		√	√			√
51		快速瞬变脉 冲群抗扰度 试验	√	√		√	√			√
52		射频场感应 的传导骚扰 抗扰度	√	√		√	√			√
53		浪涌抗扰度 试验	√	√		√	√			√
54		衰减震荡波 抗扰度	√	√		√	√			√
55		无线电干扰 抑制(EMI)	√	√		√	√			√
56	气候 影响 试验	高低温试验	√	√		√	√			√
57		极限工作环 境试验	√	√		√	√			√
58		交变湿热试 验	√	√		√	√			√
59		阳光辐射防 护试验	√	√		√				√
61		凝露试验	√	√		√				√
62	机械 试验	防尘和防水 试验	√			√				√
63		弹簧锤试验	√			√				√

64	冲击试验	√			√				√
65	振动试验	√			√				√
66	接线端子压力试验	√			√				√
67	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，是导电箔接近端子和接线孔，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	I_b 、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（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1.2/50脉冲；

电压上升时间：±30%；

电压下降时间：±20%；

电源阻抗：500 Ω ± 50 Ω；

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 4.02kV 试验电压；
- 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 $\leq 2\text{mA}$ ，**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。

4.3 准确度试验

4.3.1 基本误差

电能表的基本误差用相对误差表示。电能表检表点按照客户要求进行设置，若客户没有明确要求，按照下表 4.4 所列检表点检表，正反向检测。

表 4.4 推荐误差检表点

试验 No	电压	电流	功率因数	误差限 (%) (2 级表, $I_b=5\text{A}$)	误差限 (%) (1 级表, $I_b=5\text{A}$)
1	U_n	I_{\max}	1	± 0.35	± 0.35
2	U_n	I_b	1	± 0.35	± 0.35
3	U_n	$0.05I_b$	1	± 0.50	± 0.50
4	U_n	$0.02I_b$	1	± 0.50	± 0.50
5	U_n	I_{\max}	0.5L	± 0.35	± 0.35
6	U_n	I_b	0.5L	± 0.35	± 0.35
7	U_n	$0.1I_b$	0.5L	± 0.35	± 0.35
8	U_n	$0.05 I_b$	0.5L	± 0.50	± 0.50
9	U_n	I_b	0.8C	± 0.35	± 0.35

4.3.2 起动

在额定电压、额定频率和 $\cos\varphi=1.0$ 的条件下，负载电流升到 $0.004I_b$ 后，电能表应有脉冲输出或代表电能输出的指示灯闪烁，启动时间不超过下述公式计算结果要求。如果电能表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。

起动规定时间 (min)：

$$t_Q = 1.2 \times \frac{60 \times 1000}{C \times P_Q}$$

式中C为脉冲常数，单位为imp/kWh； P_Q 为起动功率，单位为W。

4.3.3 潜动

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：

$$\Delta t = \frac{600 \times 1000}{C \times P_Q} \quad (\text{min})$$

其中：

C — 电能表脉冲常数，imp/kWh；

P_Q — 起动功率，W；

4.3.4 长时间潜动试验

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

4.3.5 电能表常数试验

在参比电压，电流线路通最大电流 I_{\max} 。功率因数为1的条件下，记录计度器在时间间隔 t 内的电能值 E 以及测试输出在 t 内的脉冲数 n ，仪表输出脉冲数和计度器指示值应符合下式要求。

$$\Delta E = \left| \frac{n}{C} - E \right| < 1 \times 10^{-4}$$

其中：

ΔE ——计度器示值误差；

n ——计数器记录的累积电能表输出脉冲个数；

C ——电能表常数，imp/kWh；

E ——电能表计度显示的小数位数。

4.3.6 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4.5 误差一致性限值（%）

误差限值	I_b ($\cos\phi=1.0$ 、0.5L)	0.1 I_b ($\cos\phi=1.0$)
	± 0.2	± 0.2

4.3.7 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%。

4.3.8 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（0.02I_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（0.02I_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%。

4.3.9 测量重复性

在参比电压、参比频率和参比电流下，对功率因数为1和0.5L两个负载点分别进行不少于5次的相对误差测量，按照下式计算标准差估计值，不应大于0.2%。

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

式中：

n——对每个负载点进行重复测量的次数，n≥5；

γ_i ——第i次测量得出的相对误差；

$\bar{\gamma}$ ——各次测量得出的相对误差平均值。

4.3.10 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4.6的限值要求。

表4.6 影响量试验判断阈值表

影响量	电流值	功率因数	平均温度系数 %/K
环境温度改变	$0.02I_b \leq I \leq I_{max}$	1	±0.015
	$0.02I_b \leq I \leq I_{max}$	0.5L	±0.015
—	—	—	百分数误差改变极限 (%)
电压改变(-30%~+20%)	$0.05I_b \leq I \leq I_{max}$	1	0.35
	$0.1I_b \leq I \leq I_{max}$	0.5L	0.5
电压小于 70%U _n	I_b	1	-100%~+10%
频率改变±2%	$0.05I_b \leq I \leq I_{max}$	1	0.25
	$0.1I_b \leq I \leq I_{max}$	0.5L	0.35
电压电流线路中的谐波分量	$0.5I_{max}$	1	0.8
交流电流线路中直流和偶次谐波	$I_{max}/\sqrt{2}$	1	3.0
交流电流线路中奇次谐波	$0.5I_b$	1	3.0
交流电流线路中次谐波	$0.5I_b$	1	3.0
工频磁场强度 0.5mT	I_b	1	2.0
射频电磁场抗扰度	I_b	1	2.0

射频场感应的传导骚扰抗扰度	I_b	1	2.0
快速瞬变脉冲群抗扰度	I_b	1	2.0

2) 0.5mT工频磁场无负载

电能表电压线路通以115% U_n ，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、底面靠近电源模块的位置，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、底面靠近计量采样单元的位置，在 I_b 、功率因数为1的计量误差改变量不超过1.0%。

4.3.10.1 环境温度改变

按照表4.6要求：将整个工作范围以20K为步进，每个温度点进行检测，每个工作范围确认平均温度系数。

4.3.10.2 电压改变和频率改变

电压：70% U_n 、90% U_n 、110% U_n 、120% U_n 及70% U_n 以下时误差满足表4.6的要求。其中，70% U_n 及以下时不计算改变量，要求实际误差不超过-100%—+10%

频率：98% f 、102% f

4.3.10.3 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 $P_s=0.1U_i \times 0.4I_i=0.04P_i$ ，或总有功功率为1.04 P_i （基波+谐波）。

4.3.11 日计时误差

a) 日计时误差

环境温度 23℃，相对湿度 45%~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 0.5s/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 60℃，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℃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 0.1s/(d·℃)，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 s/(d·℃)；

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，℃；

t_0 —— 参比温度，℃。

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

按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和2级)、DL/T614-2007《多功能电能表》等进行。

a) 电压线路

在参比电压、参比温度和参比频率下，电能表处于非通信状态时，电压线路的有功功率和视在功率消耗不应超过下表的限定值。

表 4.7 功耗限定值

通信方式		
带接口不带模块	窄带载波或微功率无线	宽带载波及其它
0.7W、6VA	1.5W、8VA	2W、10VA

电能表在通信状态下，电压线路功耗不应大于3W、12VA。

b) 电流线路

在基本电流、参比温度和参比频率下，电能表电流线路的视在功率消耗不应大于1VA。

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

电表启动过程最大电流不超过150mA。台体220V供电,基表测试。

此条作为试行标准,不作为电表是否合格的判断标准。

g) 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。

h) 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。

i) 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。

4.4.3 过电压试验

电能表电压线路施加1.9Un交流电压，电压持续时间4h，试验过程中电能表无损坏。试验前后电能表在参比电压、参比电流和 $\cos \phi = 1$ 下电能计量误差不变。

4.4.4 短时过电流

按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和2级）、DL/T 614-2007《多功能电能表》等进行。

此试验只针对开关外置电表：

直接接入式电能表应能经受 $30I_{\max}$ （允许误差为+0% ~ -10%）的短时过电流，施加时间为参比频率的半个周期；

经互感器接入的电能表应能经受 $20I_{\max}$ （允许误差为+0% ~ -10%）的短时过电流，施加时间为0.5s；

接线端保持电压进行试验，试验后在保持电压线路通电条件下应使仪表恢复到初始温度（约1h），电能表的信息不应改变并正确工作，且在电流为 I_b 和功率因数为1时，电能表误差该变量不超过1.5%。

4.4.5 自热影响

按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和2级）、DL/T 614-2007《多功能电能表》等进行。

电流线路无电流，电压线路接参比电压至少2h（1级表）和1h（2级表）后，在电流线路施加最大电流。在功率因数为1时，施加电流后立即测量仪表误差，接着以足够短的间隔时间准确地画出作为时间函数的误差变化曲线。此项试验至少应进行1h，且在任何情况下直至在20min内其误差变化不大于0.2%为止。

由自热引起的误差改变量不应超过下表的规定。

表4.8 自热引起的误差改变量

电流值	功率因素	电能表误差改变量极限 (%)
-----	------	----------------

I _{max}	1	0.35
	0.5L	0.5

4.4.6 温升试验

试验应按下列条件进行：

- ✧ 电压线路通以 1.15 倍参比电压；
- ✧ 电流线路通以 1.2 倍最大电流；
- ✧ 环境温度：40℃；
- ✧ 试验时间：2h。

试验期间仪表不应受到风吹或直接的阳光辐射，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。电能表任何一点的温升，不应超过 25K。

4.4.7 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（±5%准确度），用电压表测量VCC与地两端电压，电压值应在+12V±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%。（电表供电电压0.9UN，1.0UN，1.1UN）

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

4.4.8 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、参比电流，在热拔插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、参比电流，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，电能表I_b点的计量误差不应超过相应准确度等级。

4.4.9 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 1.5mΩ。

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。

降压测量点为电流端子上两个螺丝中间的铜条上。

4.4.10 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：

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，通信字节200。

b) RS485通信：

1) RS485接口必须和电能表内部电路实行电气隔离，并有失效保护电路。

2) 通信速率可设置，其范围为1200-9600bps。

3) 电能表上电后3s内应可以使用RS485接口进行通讯。

4) RS485输出端子必须符合以下要求：

✧ RS485输出端子与强电端子间应能承受4kV的电压历时1分钟的耐压试验；

✧ 应能承受9.2kV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485接口应能正常通信。

c) 载波通信：

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

2) 电能表与载波通信模块之间的通信速率可设置，缺省值为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。

d) 电能表电能量脉冲输出宽度为：80ms±16ms。电脉冲输出在有脉冲输出时，通过5mA 电流时脉冲输出口的压降不得高于0.8V；在没有脉冲输出时，脉冲输出口直流阻抗应不小于100kΩ。

e) 多功能信号输出

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

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

4.4.11 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。停电状态下应不超过 $12\mu\text{A}$ ，有外部电源情况下不应超过 $2\mu\text{A}$ ，且不允许有充电电流。

4.4.12 RS485 端口间耐 380V 试验

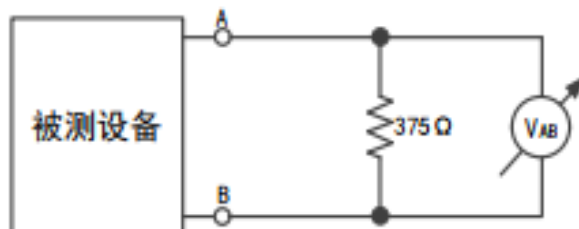
RS485的端口间应能承受380V的交流电5min，试验后无损坏，恢复正常状态后通讯正常。

4.4.13 485 带载能力试验

设备处于发送状态下，在 A、B 线间外接负载阻抗 375Ω 时，设备输出差模电压 $|V_{AB}| \geq 1.5\text{V}$ 。

测试方法：

- （1）按下图所示建立测试环境，使被测设备处于发送状态；
- （2）测量接口输出差模电压 V_{AB} ，测量值应满足上述要求。



4.4.14 启动试验

观察产品启动速度（上电后，显示屏第一次进入待机时间为准）；

如带无线通讯的电表，需要在 80°C 时连续通电工作24小时，记录电表上线速度，信号强度、24小时掉线次数，有无重启现象。

此条作为试行标准，不作为电表是否合格的判断标准。

4.4.15 储能器件放电实验

电能表在参比电压加载10min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 -40°C 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。将同一样表在环境温度为 70°C 的情况下重复上述操作。

4.5 电磁兼容性试验

电能表的设计应能保证在电磁骚扰影响下不损坏或不受实质性影响，不应发生能干扰其他设备正常运行的传导和辐射噪声。

静电放电抗扰度、射频电磁场抗扰度、快速瞬变脉冲群抗扰度、射频场感应的传导骚扰抗扰度、浪涌抗扰度、衰减振荡波抗扰度、无线电干扰抑制等电磁兼容试验应符合GB/T 17626系列标准的相关规定。

电磁兼容性试验前后需要按照表4.2进行验证，确保电磁兼容试验未降低电表性能。

4.5.1 静电放电抗扰度

- ✧ 接触放电， $\pm 9\text{kV}$ ，各 10 次，施加于正常使用时可能触及的金属部位，弱电各端子、表壳螺丝。
- ✧ 空气放电， $\pm 16.5\text{kV}$ ，电能表各个面（含正面液晶）及缝隙。
- ✧ 试验中功能或性能有短暂的降低或失去是容许的。试验后电表正常工作，精度不变，电能量不应产生大于 X 的变化量，不同电流规格 X 值如下表 4.9 所示。
- ✧ 试验前后需要按照表 4.2 进行验证，确保电磁兼容试验未降低电表性能。

表 4.9 X 值列表

电流规格/A	5 (20)	5 (30)	10 (40)	10 (60)
X 值/KWh	0.0044	0.0066	0.0088	0.0132

4.5.2 射频电磁场抗扰度

试验应按IEC61000-4-3，在下列条件下进行：

暴露于电磁场中的电缆长度：1m。

频率范围：80MHz~2000MHz；

在1k Hz正弦波上以80%调幅载波调制。

—无电流试验；

- ✧ 电压线路加参比电压；
- ✧ 电流线路无电流且电流端开路；
- ✧ 试验场强： 30V/m 。

在高频电磁场的作用下，电能表不应出现损坏或信息的改变，并能正常的工作，电能量不应产生大于xkWh的变化，x的数值见表4.9。

—有电流试验

- ✧ 仪表在工作状态；
- ✧ 电压线路和辅助线路通参比电压；
- ✧ 基本电流 I_b （相应的额定电流 I_n ）和 $\cos \phi$ （相应的 $\sin \phi$ ）按相应标准规定的数值；
- ✧ 未调制的试验场强： 10V/m 。

在试验时仪表正常工作且误差的改变符合表4.6要求。

4.5.3 快速瞬变脉冲群抗扰度

a) 电表通参比电压，参比电流。

- ✧ 耦合器与 EUT 之间电缆长度 $\leq 1\text{m}$ ；
- ✧ 电压线路和电流线路上试验电压 $\pm 4\text{kV}$ ，参比电压超过 40V 的辅助线路上(485 线路)试验电压 $\pm 2\text{kV}$ ；
- ✧ 试验频率 5KHz，100KHz；
- ✧ 试验时间 1min；

试验中电表正常工作，误差 $\leq 2.0\%$ 。

b) 电表通参比电压，电流端开路：

- ◇ 耦合器与 EUT 之间电缆长度 $\leq 1\text{m}$;
- ◇ 电压线路和电流线路上试验电压 $\pm 4\text{KV}$, 参比电压超过 40V 的辅助线路上试验电压 $\pm 2\text{KV}$;
- ◇ 试验频率 5KHz, 100KHz;
- ◇ 试验时间 1min;

在脉冲群的作用下, 电能表不应出现损坏或信息的改变, 并能正常的工作, 电能量不应产生大于 $x\text{kWh}$ 的变化, x 的数值见表4. 9。

对于与通信接口连接的, 长度超过2m的脉冲传输线、数据传输线, 应进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。试验按照GB/T 17215. 211-2006规定, 并在下述条件下进行:

- ◇ 电能表处于正常工作状态, 使用电容耦合夹将试验电压以共模方式耦合至数据通信线路。
- ◇ 试验频率 5KHz, 100KHz;
- ◇ 耦合在脉冲/数据传输线上的试验电压: 2kV;
- ◇ 试验时间: 60s。

在脉冲群的作用下, 可允许短时通信中断。试验后, 系统应能正常工作和通信。

4. 5. 4 射频场感应的传导骚扰抗扰度

电表通参比电压, 参比电流。

- ◇ 频率范围: 150KHz—80MHz;
- ◇ 试验电压: 10V。

在试验时应不使设备的状况紊乱且误差的改变应在符合表4. 6的要求。

4. 5. 5 浪涌抗扰度

- ◇ 电表通参比电压, 不加电流且电流端开路。
- ◇ 电缆长度1m;
- ◇ 耦合方式: 差模耦合和共模耦合;
- ◇ 相位角: 相对于交流电源零位的 60° 和 240° ;
- ◇ 试验电压: 差模耦合5KV (南网6KV), 共模耦合6KV; 在参比电压超过40V的辅助线路上试验电压1KV;
- ◇ RS485对零线: $\pm 4\text{KV}$ (共模), 试验时, 可以出现短时通信中断(B极), 其他功能和性能应正常, 试验后, 应能正常工作, 功能和性能应符合要求;
- ◇ 试验次数: 正负极性各10次;
- ◇ 时间间隔: 30s。

试验过程中电表正常工作, 不得出现复位、死机等情况, 试验后精度不变。电能量不应产生大于 $x\text{kWh}$ 的变化, x 的数值见表4. 9。

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. 5. 6 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 I_b 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%。

4.5.7 无线电干扰抑制（EMI）

按GB 9254-2008 B级台式设备要求；

传导骚扰：电源端子骚扰电压：150kHz~30MHz；

辐射骚扰：电源端子骚扰电压：30MHz~1000MHz；

在工作状态下，电压线路和辅助线路通以参比电压，电流在 $0.1I_b$ 与 $0.2I_b$ 之间，试验结果应符合 GB 9254 规定的要求。

4.5.8 对讲机抗扰度试验

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 $1m \sim 1.5m$ 位置，观察电表是否存在精度超差、复位、黑屏等现象。

此条作为试行标准，不作为电表是否合格的判断标准。

4.6 气候影响试验

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。

4.6.1 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℃。

试验时间：72h

实验结束前1h按照表4.2进行功能验证，精度误差要求按照表4.6环境温度改变试验标准，IC卡能够正常识别充值，红外保证通信即可。

4.6.2 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：-40℃。（黑龙江-50℃）

试验时间：16h

实验结束前1h按照表4.2进行功能验证，精度误差要求按照表4.6环境温度改变试验标准，IC卡能够正常识别充值，红外保证通信即可。

4.6.3 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。

4.6.4 交变湿热试验

按照 GB/T2423.4，在下列条件下进行。

仪表在电压线路和辅助线路通参比电压，电流线路无电流进行试验。

交变方式：1；

上限温度+55℃±2℃；

不采取特殊的措施来排除表面潮气；

试验时间：6个周期；

试验结束前1h观察液晶显示是否异常，试验结束后24h，进行检表，误差表4.4所列阈值，电表进行绝缘强度试验，其中脉冲电压应乘以系数0.8。

4.6.5 阳光辐射防护试验

户外仪表应承受阳光辐射。

试验遵循GB/T 2423.24，在下列条件下进行：

仅对户外仪表；

仪表在非工作状态；

试验程序A（照光8h，遮暗16h）；

上限温度：+55℃；

试验时间：3个周期或者3天。

试验后，仪表应受目测检验。设备的外观，特别是标志的清晰度应不受改变。仪表的功能不能受损。

4.6.6 凝露试验

凝露试验水电阻率不大于 500mΩ。

温度要求：循环间隔时间 45min(调整到 25℃并维持)，升温时间 120min(25℃升至 80℃)，高温维持时间 45min(高温维持 80℃)，降温时间 90min(80℃降至 25℃)，300min/循环。

湿度要求：循环间隔时间 30min(调整湿度至 98%RH 并维持)，湿度维持时间 135min(保持 98%RH)，干燥过程一 45min(湿度从 98%降至 80%并维持)，干燥过程二 90min(湿度从 80%降 55%)，300min/循环。

循环次数：5个循环。

试验结束后24h检表，误差不超过表4.4所列阈值。

4.6.7 温度冲击试验

一般试验参数：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。

此条作为试行标准，暂不作为电表是否合格的判断标准。

4.7 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。

4.7.1 防尘防水试验

防尘防水试验按照户内表IP51，户外表IP54进行。

4.7.2 弹簧锤试验

将仪表安装在其正常工作位置，弹簧锤以 $(0.2\text{J} \pm 0.02\text{J})$ 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。

4.7.3 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： $30g_n (300\text{m/s}^2)$ ；
- ✧ 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。

4.7.4 振动试验

仪表在非工作状态，无包装状态进行。

- ✧ 频率范围： $10\text{Hz} \sim 150\text{Hz}$ ；
- ✧ 交越频率： 60Hz ；
- ✧ $f < 60\text{Hz}$ ，恒定振幅 0.075mm ；
- ✧ $f > 60\text{Hz}$ ，恒定加速度 $9.8\text{m/s}^2 (1g)$ ；
- ✧ 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。

汽车颠簸，参考性试验，不做判断标准。

4.7.5 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）。

4.7.6 耐热和阻燃试验

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的过热而着火，试验要求如下。

端子座：960℃±10℃

端子盖和表壳：650℃±10℃

作用时间：30s±1s。

可在任意随机为位置与灼热丝接触。如果端子座与表壳为一体，可以仅对端子座进行试验。

4.7.7 汽车颠簸试验

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

5 材料及工艺要求

5.1 表座

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

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。

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℃（0.45MPa），并符合 GB/T 1634.1-2004 和 GB/T 1634.2-2004 的规定。

b) 电能表端子座与电能表底座之间应有密封垫带，密封良好。

c) 电压、电流端子应组装在端子座中；端子应采用 HPb59-1 铜，表面进行钝化、镀铬或镀镍处理。

d) 电压、电流端子螺钉应使用防锈、强度及导电性能优良材质（如使用铜材质）制成的一字、十字通用型螺钉，并有足够的机械强度。

e) 端子座的电压电流接线端钮孔应能容纳至少 18mm 长去掉绝缘的导线；和螺钉的配合应能确保牢固固定最小 2.5mm² 的导线；固定方式应确保充分和持久的接触，以免松动和过度发热；在施加封印后，应不能触及接线端子；端子座内的端子部分采用嵌入式双螺钉旋紧。

- f) 电压、电流端子接线柱在受到轴向 60N 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。
- h) 辅助端子接线柱在受到轴向 10N 的压力时，接线柱不应松动和移位；辅助端子接线柱孔径不小于 3mm。
- i) 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）。
- j) 辅助端子不使用时不装端子，注塑封堵，封堵方式见附录。
- k) RS485 接线端子的孔径应能容纳 2 根 0.75mm² 的导线。

5.4 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。

5.5 铭牌

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

6 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	郭康			第一版
V1.1	郭康			1、 修改误差一致性、影响量和自热等试验标准，提高误差变化限值。 2、 删除恒定湿热试验。增加测量重复性试验。 3、 更改射频地磁场抗扰度和无线电干扰抑制试验频率值。

				4、明确表 4.2，通信成功率试验判定标准。 5、变更功率消耗试验的基表功率限值。 6、变更交流耐压试验标准。 7、增加电表启动过程电气特性要求。
V1.2(20210617)	吕永杰			增加双 85 特殊试验

