ICS 27.100
F 22
备案号：50807-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1487 — 2015

单相智能电能表技术规范

Technical specification for single phase smart electricity meters

仪器服务网 YIQIFUWU.COM

2015-07-01 发布　　2015-10-01 实施

国家能源局　发布

目　　次

前言 …… Ⅱ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　技术要求 …… 1
5　试验项目 …… 9
6　检验规则 …… 15
附录 A（资料性附录）　智能电能表电压、电流规格对照表 …… 16
附录 B（资料性附录）　试验项目明细表 …… 17

仪器服务网 YIQIFUWU.COM

前　言

本标准依据 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准与 DL/T 1490《智能电能表功能规范》、DL/T 1488《单相智能电能表型式规范》、DL/T 1491《智能电能表信息交换安全认证技术规范》共同成为单相智能电能表设计、制造、管理、维护工作的系列标准。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电测量标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、国网浙江省电力公司、国网江苏省电力公司、国网福建省电力公司、国网安徽省电力公司、国网北京市电力公司。

本标准主要起草人：姜洪浪、杨湘江、杜蜀薇、杜新纲、葛得辉、郜波、林繁涛、彭楚宁、左嘉、姚力、纪峰、张颖、肖坚红、刘国跃。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

仪器服务网 YIQIFUWU.COM

单相智能电能表技术规范

1 范围

本标准规定了单相智能电能表（以下简称“电能表”）的规格、适应环境、机械性能、电气性能、抗干扰及可靠性等方面的技术要求和试验项目，规范了电能表的功能设置，并给出了电能表的检验规则。

本标准适用于电力行业规范测量参比频率为 50Hz（或 60Hz）交流电能的安装式单相智能电能表的设计、制造、订货和使用。

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，仅所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 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17215.211 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 多功能电能表 特殊要求

DL/T 645 多功能电能表通信协议

DL/T 830 静止式单相交流有功电能表使用导则

DL/T 1488 单相智能电能表型式规范

DL/T 1490 智能电能表功能规范

DL/T 1491 智能电能表信息交换安全认证技术规范

JJG 596 电子式交流电能表检定规程

IEC 62055-31：2005 电测量 付费系统 第 31 部分：特殊要求 静止式有功付费电能表（1 级和 2 级）[Electricity metering–Payment systems–Part 31: Particular requirements–Static payment meters for active energy (classes 1 and 2)]

3 术语和定义

DL/T 1490 界定的术语和定义适用于本标准。

4 技术要求

4.1 规格要求

4.1.1 准确度等级

准确度等级为有功 2 级。

4.1.2 标准参比电压

标准参比电压见表 1。

4.1.3 电能表电压工作范围

电压工作范围见表 2。

4.1.4 标准参比电流

标准参比电流见表 3。

表1 标准参比电压

电能表接入线路方式	参比电压 V
直接接入	220

表2 电压工作范围

规定的工作范围	$0.9U_n$～$1.1U_n$
扩展的工作范围	$0.8U_n$～$1.15U_n$
极限工作范围	$0.0U_n$～$1.15U_n$

表3 标准参比电流

电能表接入线路方式	参比电流 A
直接接入	5，10

每款电能表的电压、电流规格参见本标准附录A。

4.1.5 标准的参比频率

参比频率的标准值为50Hz。

4.1.6 电能表常数

电能表根据不同规格推荐脉冲常数见表4。

表4 单相智能电能表推荐脉冲常数

接入方式	电压 V	最大电流 A	推荐常数 imp/kWh
直接接入	220	60	1200
	220	100	800

4.2 环境条件

4.2.1 参比温度及相对湿度

参比温度为23℃，相对湿度为45%～75%。

4.2.2 温、湿度范围

温度范围见表5，相对湿度见表6。

表5 温度范围 ℃

工作范围	户内式	户外式
规定的工作范围	–10～45	–25～60
极限工作范围	–25～60	–40～70
寒冷地区极限工作范围	–25～60	–45～70
储存和运输极限范围	–25～70	–40～70
寒冷地区储存和运输极限范围	–25～70	–45～70

表6 相 对 湿 度

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

4.2.3 大气压力

63.0kPa～106.0kPa（海拔 4000m 及以下），特殊订货要求除外。高海拔地区要求电能表满足在海拔 4000m～4700m 正常工作。

4.3 机械及结构要求

4.3.1 总体要求

电能表机械和结构要求除应符合 DL/T 1488 的规定外，还应满足本标准 4.3.2～4.3.8 的要求。

4.3.2 通用要求

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

4.3.3 结构件

电能表表壳采用 II 类防护绝缘包封，在 90℃的高温环境下不应出现变形，在 650℃±10℃温度下不助燃，可熄灭。端子座在 960℃±10℃温度下不助燃、可熄灭。电能表端子座热变形温度不小于 200℃。

4.3.4 显示

在电能表正常使用条件下，LCD 使用寿命应大于 10 年。在安装有表盖的条件下，其电子显示器外部应能承受 15kV 试验电压的静电空气放电。

4.3.5 输出接口

4.3.5.1 电能量脉冲输出

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。

4.3.5.2 多功能测试接口

应满足 DL/T 1490 的要求。

4.3.5.3 跳闸输出接口

外置负荷开关的电能表跳闸输出接口应满足 DL/T 1490—2015 的要求。

4.3.5.4 RS485 通信接口

应满足 DL/T 1490 的要求。

4.3.5.5 调制型红外通信接口

应满足 DL/T 1490 的要求。

4.3.5.6 通信模块接口带载能力

带通信模块的电能表，其通信模块接口带载能力应满足：U_{CC} 电压 12V±1V，负载电流 0mA～125mA。

4.3.6 电池

电能表内电池应满足以下要求：

a） 时钟电池采用绿色环保锂电池，在电能表寿命周期内无需更换，断电后可维持内部时钟正确工作时间累计不少于 5 年。

b） 时钟电池应有防止电池爆炸的防护措施。

4.3.7 卡座

电能表内卡座应满足以下要求：

a） 介质的插口应能防尘、防水，防尘应达到 GB 4208 中规定的 IP5X 防护等级要求；户内式电能表的防水要求应达到 IPX1 防护等级，对于户外式电能表应达到 IPX4 防护等级。

b） CPU 卡在卡座中连续插拔 20 次后，卡片及触点应无划裂，并能用该卡座正常读写。在规定的使用条件下，卡座应能承受不小于 2 万次的 CPU 卡插拔。

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

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

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

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

4.3.8 负荷开关

负荷开关可采用内置或外置方式。当采用内置负荷开关时电能表最大电流不宜超过 60A，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，其出口回路应有防误动作和便于现场测试的安全措施。电能表在扩展的工作电压范围内，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两种方式之一实现对外置负荷开关的控制：

a） 从电能表跳闸控制端子 5 和 6 输出一对无源无极性控制开关信号，开关触点容量为交流 250V、2A。开关触点的非激励态为闭合，激励态为断开（也可由供需双方协议商定）。当控制开关处于非激励态时，外置负荷开关闭合，允许用户用电；当控制开关处于激励态时，外置负荷开关断开，中断用户供电。

b） 从电能表跳闸控制端子 5 直接输出一个交流电压控制信号，该控制信号引自该电能表供电线路的相线，驱动能力应不小于 20mA。控制信号的非激励态输出电压应为供电电压的 90%～100%，激励态输出电压应为供电电压的 0%～25%。当控制信号处于非激励态时，外置负荷开关闭合，允许用户用电；当控制信号处于激励态时，外置负荷开关断开，中断用户供电。表内的跳闸控制开关宜采用电磁继电器。该控制输出回路应具备长时间过载和短路保护能力。过载和短路保护机构的动作电流阈值应不大于 100mA。

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

注：采用外置负荷开关时，电能表处于允许合闸状态下，表内继电器直接合闸，用户不需按电能表按键，只需合上外置负荷开关即可。

4.4 功能要求

电能表的功能配置应满足 DL/T 1490 的有关要求。

4.5 准确度要求

4.5.1 电流变化引起的误差限

出厂误差数据应控制在表 7 规定的误差限值的 60%以内。

表7 百分数误差限

负载电流	功率因数	电能表误差限
$0.05I_b \leqslant I < 0.1I_b$	1	±1.5%
$0.1I_b \leqslant I \leqslant I_{max}$		±1.0%
$0.1I_b \leqslant I < 0.2I_b$	0.5L，0.8C	±1.5%
$0.2I_b \leqslant I \leqslant I_{max}$	0.5L，0.8C	±1.5%

4.5.2 起动

在 $0.004I_b$ 起动电流条件下，仪表应能起动并连续记录。若为双向计量仪表，应对每个计量方向进行试验。

4.5.3 潜动

当电能表只加电压，电流线路无电流时，其测试输出不应产生多于一个的脉冲。

4.5.4 电能表常数

测试输出与显示器指示之间的关系，应与铭牌标志一致。

4.5.5 计度器总电能示值组合误差

$$\left|\Delta W_D - (\Delta W_{D1} + \Delta W_{D2} + \cdots + \Delta W_{Dn})\right| \leqslant (n-1)\times 10^{-\alpha} \quad (1)$$

式中：

ΔW_D ——该时间内，电子显示器总电能计数器的电能增量；

ΔW_{D1}，ΔW_{D2}，…，ΔW_{Dn} ——该时间内，各费率时段对应的计数器的电能增量；

n——费率数；

α——电子显示总电能计数器小数位数。

4.5.6 时钟准确度

时钟准确度应满足的条件如下：

a） 在参比温度及工作电压范围内，时钟误差不应超过 0.5s/d。

b） 在工作温度范围 –25℃～+60℃内，时钟误差随温度的改变量不应超过 0.1s/（d • ℃），在该温度范围内时钟误差不应超过±1s/d。

4.5.7 误差一致性

同一批次数只被试样品在同一测试点的测试误差与平均值间的偏差不应超过表 8 的限定值。

表8 误差一致性限值

误差限值	I_b（$\cos\varphi$=1、0.5L）	$0.1I_b$（$\cos\varphi$=1）
	±0.3%	±0.4%

4.5.8 误差变差要求

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

4.5.9 负载电流升降变差

电能表基本误差按照负载电流从小到大，然后从大到小的顺序进行两次测试，记录负载点误差；

在功率因数为 1、负载电流为 $0.05I_b$～I_{max} 的变化范围内，同一只被试样品在相同负载点处的误差变化的绝对值不应超过 0.25%。

4.5.10 测量的重复性

电能表各测量结果按照式（2）计算标准偏差估计值 S（%），该值不应超过表 9 规定限值。

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

式中：

n ——对每个负载点进行重复测量的次数，$n\geqslant 5$；

γ_i ——第 i 次测量得出的相对误差，%；

$\overline{\gamma}$ ——各次测量得出的相对误差平均值，%。

$$\overline{\gamma}=\frac{\gamma_1+\gamma_2+\cdots+\gamma_n}{n} \tag{3}$$

表 9 测量重复性限值

负载电流	功率因数	S
$0.1I_b$～I_{max}	1	0.2%
$0.2I_b$～I_{max}	$0.5L$	0.2%

4.5.11 影响量

电能表影响量要求如下：

a） 影响量相对于参比条件的变化引起的平均温度系数与附加百分数误差改变极限应按等级符合表 10 的规定。

表 10 影 响 量

影响量	电流值	功率因数	平均温度系数 1/K
环境温度改变	$0.1I_b\leqslant I\leqslant I_{max}$	1	0.05%
	$0.2I_b\leqslant I\leqslant I_{max}$	$0.5L$	0.07%
—	—	—	百分数误差改变极限
电压改变±10%	$0.05I_b\leqslant I\leqslant I_{max}$	1	0.7%
	$0.1I_b\leqslant I\leqslant I_{max}$	$0.5L$	1.0%
电压改变–20%，+15%[a]	$0.05I_b\leqslant I\leqslant I_{max}$	1	2.1%
电压小于 $0.8U_n$[a]	I_b	1	–100%～+10%
频率改变±2%	$0.05I_b\leqslant I\leqslant I_{max}$	1	0.5%
	$0.1I_b\leqslant I\leqslant I_{max}$	$0.5L$	0.7%
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%

表 10（续）

影响量	电流值	功率因数	平均温度系数 1/K
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	4.0%
[a] 此项试验不是影响量试验，仅用于验证仪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 $0.8U_n$ 时的技术要求（–100%～+10%）是指仪表的百分数误差，而非仪表百分数误差改变量。			

b） 5mT 工频磁场无负载。电能表处于工作状态，电流线路无电流，将其放置在 0.5mT 工频磁场干扰中，电能表的测试输出不应产生多于一个的脉冲。

c） 外部恒定磁感应。电能表处于工作状态，将其放置在 200mT 恒定磁场干扰中，电能表应不死机、不黑屏；内置负荷开关的电能表，其负荷开关不应误动作，并能正确执行拉合闸命令；电能表计量误差改变量不超过 1.0%。

4.6 电气要求

4.6.1 功耗

4.6.1.1 电压线路功耗

电能表电压线路功耗应符合以下要求：

a） 在参比频率、参比电流和参比电压条件下，电能表处于非通信状态（带通信模块电能表模块仓不插模块），背光关闭，电压线路的有功功率和视在功率消耗不应大于 1.5W、10VA。

b） 电能表在通信状态下，电压线路的有功功率不应大于 3W。

4.6.1.2 电流线路功耗

在参比电流、参比温度和参比频率下，电流线路的视在功率消耗不应超过 1VA。

4.6.2 电源电压影响

电源电压影响要求如下：

a） 电压在规定工作范围内变化时引起的允许误差改变量极限应满足表 10 的相关要求。电能表试验后，不应使电能表死机或发生信息改变。

b） 电压短时中断和暂降对仪表影响应满足 GB/T 17215.301 的规定。

4.6.3 短时过电流影响

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。当回到初始工作条件时，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 时的电能表误差改变量不超过±1.5%。

注：本要求不适用于在电流回路中有触点的电能表。

4.6.4 自热影响

在功率因数为 1 或 0.5L、负载电流为 I_{max} 的工况下，由自热引起的误差改变量不应超过表 11 的规定。

4.6.5 温升影响

在额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，在环境温度为 40℃时不应超过 25K。

表 11　自热影响误差改变量限值

电流值	功率因数	百分数误差改变量限值
I_{max}	1	0.7%
I_{max}	0.5L	1.0%

4.6.6　电流回路阻抗

电能表电流回路阻抗值是在电流回路通以最大电流 I_{max} 时，测试电流回路进出两端电压，然后除以最大电流 I_{max} 计算所得。内置负荷开关电能表在负荷开关通断后，其电流回路阻抗平均值应小于 2mΩ。

4.6.7　短时过电压

电能表电压线路施加 380V 交流电压 1h，电能表不应损坏，试验后电能表应能正常工作。

4.7　绝缘性能

4.7.1　脉冲电压

电能表应能承受脉冲电压影响，试验电压按表 12 规定施加。

表 12　脉　冲　电　压　　V

从系统额定电压导出的相对地电压	脉冲电压
≤100	2500
≤300	6000

4.7.2　交流电压

试验应在下列条件下进行：

a）　试验电压波形：近似正弦波。

b）　频率：45Hz～65Hz。

c）　电源容量：至少 500VA。

d）　试验电压：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。

e）　试验时间：1min。

f）　在对地试验中，参比电压等于或低于 40V 的辅助线路应接地。

试验中，仪表不应出现闪络、破坏性放电或击穿；试验后，仪表应无机械损坏，并能正确工作。

4.8　电磁兼容性要求

4.8.1　对电磁骚扰的抗扰度

电能表的设计应能保证在电磁干扰影响下不损坏或不受实质性影响。

注：考虑的干扰为：静电放电、浪涌、射频电磁场、快速瞬变脉冲群、射频场感应的传导电压。

4.8.2　无线电干扰抑制

电能表不应发生能干扰其他设备正常运行的传导和辐射噪声。

4.9　可靠性要求

电能表可靠性要求如下：

a）　产品的设计和元器件选用应保证整表从验收合格之日起平均使用寿命大于等于 10 年。

b）　订购的电能表具有相关资质单位出具的平均无故障时间不少于 10 年的可靠性检测报告；报告内容应对电能表生产厂家提供的主要元器件明细表进行标注。电能表的功能、结构、线路、关键器件等有重大变动时，必须重新进行全性能试验和可靠性验证试验，并在产品说

明书中标注以示区别。

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。

4.10 数据安全性要求

4.10.1 一般性要求

数据安全性的一般要求如下：

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

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

4.10.2 编程要求

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

4.11 软件要求

电能表软件要求如下：

a） 电能表生产厂家应提供操作应用软件，并可通过 RS485 或红外等接口方便抄读电能表内部记录的数据、信息，并下载到相应存储设备中。

b） 涉及计量准确性的软件设置功能，应提供明确的说明资料，并经试验验证，确保其稳定可靠。

c） 设置软件应采用权限和密码分级管理体系，具有设置验证功能，并能记录操作人员、操作时间、操作项目等信息，能备份被改写的内容。

d） 表内软件和操作应用软件应成熟、完整，表内软件出厂后不允许远程或现场升级更改；操作应用软件应满足用户要求；软件要有良好的向下兼容性。

e） 表内软件应具备备案和比对能力。

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

4.12 包装要求

应按照 GB/T 13384 的要求进行产品包装。

4.13 通信模块互换性要求

带载波模块或微功率无线公网模块的电能表，为保证电能表外置通信模块的互换性能，电能表的外置通信模块接口应和交流采样电路实行电气隔离，应有失效保护电路，即在未接入、接入或更换通信模块时，不应对电能表自身的性能、运行参数以及正常计量造成影响。

5 试验项目

5.1 总体要求

电能表全性能试验的试验项目参见本标准附录 B。

5.2 气候影响试验

电能表按照如下条件试验：

a） 对电能表的高温试验、低温试验、交变湿热试验、阳光辐射防护试验应符合 GB/T 17215.211 的规定。每项气候影响试验后，电能表应无损坏，无信息改变，并能按本标准正确地工作。

b） 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 70℃，电能表电压线路施加 115%U_n，电流线路施加 I_{max}，运行 4h，在试验过程中电能表不应出现死机、黑屏现象。

5.3 机械试验

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 的规定，接线端子压力试验应符合 DL/T 1488 的规定。每项机械性能试验后，电能表应无损坏，无信息改变，并能按本标准正常工作。

5.4 功能检查

电能表的各项功能应符合 DL/T 1490 的要求。

5.5 准确度试验

5.5.1 电流变化引起的百分误差

电能表在参比条件下，电流变化引起的百分误差应小于本标准 4.5.1 准确度等级对应标准规定误差限的 60%。

5.5.2 起动

在参比电压、参比频率和 $\cos\varphi=1$ 的条件下，负载电流按照电能表等级升到规定起动电流后，电能表应有脉冲输出或代表电能输出的指示灯闪烁，起动时间（t_{st}）不应超过下式计算结果要求。如果电能表用于测量双向电能，则将电流线路反接，重复上述试验

$$t_{st}=1.2\times\frac{60\times1000}{C\times P_{st}}\ (\text{min}) \tag{4}$$

式中：

C——电能表常数，imp/kWh；

P_{st}——起动功率，W。

5.5.3 潜动

电能表电压回路通以 $115\%U_n$，电流回路无电流，在规定时间内电能表不应产生多于一个的脉冲输出。试验时间按式（5）确定

$$\Delta t\leqslant\frac{600\times1000}{C\times P_{st}}\ (\text{min}) \tag{5}$$

式中：

C——电能表常数，imp/kWh；

P_{st}——起动功率，W。

5.5.4 电能表常数

在参比电压，电流线路通以最大电流 I_{max}，功率因数为 1 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

$$\Delta E=\left|\frac{n}{C}-E\right|<1\times10^{-\alpha} \tag{6}$$

式中：

ΔE——计度器示值误差；

n——计数器记录的累计电能表输出脉冲数；

C——电能表常数，imp/kWh；

E——电能表计度累计值；

α——电能表计度显示的小数位数。

5.5.5 计度器总电能示值组合误差

电能表按照如下条件试验：

a） 在参比电压、参比频率、I_b、$\cos\varphi=1$（或 $\sin\varphi=1$）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。

5.5.6 时钟误差要求

5.5.6.1 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，结果应满足本标准 4.5.6 要求。

5.5.6.2 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，按式（7）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，结果应满足本标准 4.5.6 要求。

$$q=\left|\frac{e_1-e_0}{t_1-t_0}\right| \qquad (7)$$

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，℃。

5.5.7 误差一致性试验

电能表在参比电压、参比电流加载 30min 后，对同一批次 n 个被试样品（典型为 3～6 只表），在参比电压、I_b、$0.1I_b$、功率因数 1 和 $0.5L$ 处，被试样品的测量结果与同一测试点 n 个样品的平均值的最大差值不应超过表 8 的限值。被试样品应使用同一台多表位校验装置同时测试。

5.5.8 误差变差试验

电能表在参比电压、参比电流加载 30min 后，对同一被试样品，在参比电压、I_b、功率因数 1 和 $0.5L$ 处，对样品做第一次测试；在试验条件不变的条件下间隔 5min 后，对样品做第二次测试，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%。

5.5.9 负载电流升降变差试验

电能表在参比电压、参比电流加载 30min 后，按照负载电流从轻载到 I_{max} 的顺序进行首次误差测试，记录各负载点的误差；负载电流在 I_{max} 点保持 2min 后，再按照负载电流从 I_{max} 到轻载的顺序进行第二次误差测试，记录各负载点误差；同一只被试样品在相同负载点处的误差变化的绝对值不应超过 0.25%。测试点的负载电流为 $0.05I_b$、I_b、I_{max}。

5.5.10 测量重复性试验

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，按照式（2）计算标准偏差估计值，不应大于本标准 4.5.10 中表 9 规定限值。

5.5.11 影响量试验

电能表按照如下条件进行试验：

a） 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。电能表误差改变量应满足本标准 4.5.11 中表 10 的限值要求。

b） 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 1 个的脉冲输出。

c） 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、侧面靠近内置负荷开关的位置移动，负荷开关应不改变状态，连续发送 5 次拉合闸命令，负荷开关应正确动作。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 的计量误差改变量应不超过本标准 4.5.11 中 c）限定值的要求。

5.6 电气性能试验

5.6.1 功率消耗

5.6.1.1 电压线路

在参比条件下，电能表施加参比电压、参比电流，仪表背光关闭，测量电压线路的有功功率消耗和视在功率消耗。电能表试验接线见图 1，读取数字式功率表的示值 P，即为该电压线路的有功功耗；读取数字式电流表的示值 I，其与参比电压的乘积即为该电压线路的视在功耗，电能表电压线路功耗应满足本标准 4.6.1.1 要求。

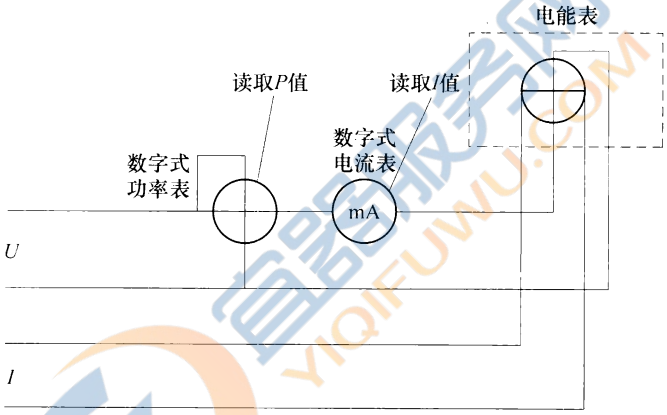


图 1 单相仪表电压线路功耗测量示意图

5.6.1.2 电流线路

在参比条件下，电能表施加参比电压、参比电流，仪表背光关闭，测量每一电流线路的视在功率消耗。电能表试验接线见图 2，读取电压表示值 U，其与参比电流的乘积即为该电流线路上的视在功耗，电能表电流线路功耗应满足本标准 4.6.1.2 要求。

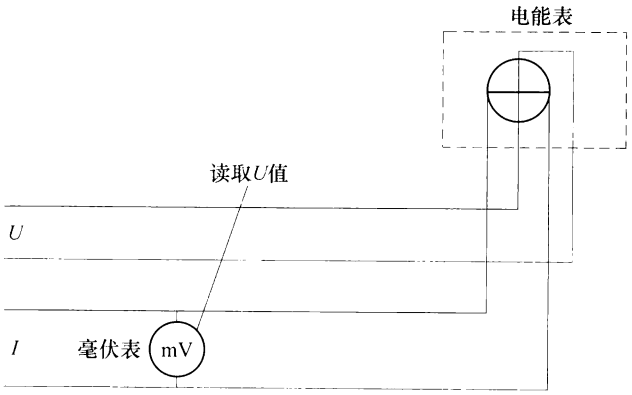


图 2 单相仪表电流线路功耗测量示意图

5.6.2 电源电压影响试验

电源电压影响试验应按照 GB/T 17215.301 的规定执行。

5.6.3 短时过电流影响试验

试验线路应近似无感。电压线路通以参比电压，电流线路施加本标准 4.6.3 规定的短时过电流。试验后，仪表不应损坏，当仪表温度恢复至参比温度时，在 I_b 和功率因数为 1 条件下测量仪表的百分数误差，与仪表在试验前的误差进行比较，结果应满足本标准 4.6.3 要求。

5.6.4 自热试验

仪表在电压线路通以参比电压，电流线路无电流条件下预热至少 2h 后，电流线路通以最大电流、平衡负载、功率因数为 1 条件下，立刻测量仪表百分数误差；接着以足够短的间隔时间准确地画出误差随时间变化的曲线。试验应至少应进行 1h，直至在 20min 内误差变化不大于 0.7%。功率因数为 0.5*L* 时重复上述试验。试验过程中测量的各次百分数误差与第一次测得的误差进行比较，结果应满足本标准 4.6.4 要求。

5.6.5 温升试验

试验应按下列条件进行：

a） 电压线路通以 1.15 倍参比电压。

b） 电流线路通以 1.2 倍最大电流。

c） 环境温度：40℃。

d） 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，仪表应无损坏，并应通过本标准 5.6 规定的绝缘试验。

5.6.6 电流回路阻抗测试

电能表在参比电压、最大电流、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，在施加最大电流时测量电流回路阻抗值，10 次测得阻抗平均值应满足本标准 4.6.6 要求。压降测量点应在电流端子上两个螺钉中间的铜条上。

5.6.7 短时过电压试验

电能表电压线路施加 380V 交流电压，电压持续时间 1h，试验过程中电能表无损坏。试验后电能表在参比电压、参比电流和 $\cos\varphi$=1 下电能计量误差满足准确度等级要求。

5.6.8 通信模块接口带载能力试验

该试验适用于带通信模块的电能表，在电能表通信模块接口的 U_{CC} 和地之间接入 96Ω 纯阻性负载（±5%精度），用电压表测量 U_{CC} 与地两端电压，电压值应在 12V±1V 范围内。

5.6.9 通信模块互换能力试验（适用于带通信模块的电能表）

5.6.9.1 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，且表内存储的计量数据和参数不应受到影响和改变。

5.6.9.2 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。在通信状态下测试电能表电压回路功耗应满足本标准 4.6.1.1 要求。

5.7 绝缘

5.7.1 通用试验条件

试验仅对整表进行，带有表盖和端子盖，端子螺钉应旋转至紧固最大导线位置。首先应进行脉冲电压试验，而后进行交流电压试验。对于这些试验，术语“地”具有如下含义：

a） 当表壳由金属制成时，“地”即表壳本身，置于导电平面上。

b） 当表壳全部或只有部分由绝缘材料制成时，“地”是包围仪表的导电箔，此导电箔与所有可接触导电部件接触并与置于表底的导电平面相连接。在端子盖处，使导电箔接近端子和接线孔，距离不大于 2cm。

绝缘试验的标称条件为：

a） 环境温度：15℃～25℃。

b） 相对湿度：45%～75%。

c） 大气压力：86kPa～106kPa。

5.7.2 脉冲电压

试验应在下列条件下进行：

a） 脉冲波形：1.2/50μs 脉冲。

b） 电压上升时间：±30%。

c） 电压下降时间：±20%。

d） 电源阻抗：500Ω±50Ω。

e） 电源能量：0.5J±0.05J。

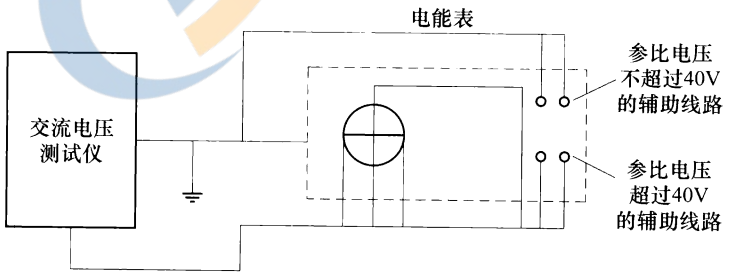
f） 试验电压：见表 12。

g） 试验电压允差：+0%～−10%。

每次试验，以一种极性施加 10 次脉冲，然后以另一种极性重复 10 次。两脉冲间最小时间为 3s。试验中，仪表不应出现闪络、破坏性放电或击穿。

5.7.3 交流电压试验

应在装上表壳和端子盖情况下进行试验，在无法触及试验电压施加点的情况下，可用横截面不超过接线孔横截面面积的导线将各试验线路引出。试验电压应在 5s～10s 内由零升到规定值，并保持 1min，随后试验电压以同样速度降到零。电流线路和电压线路以及参比电压超过 40V 的辅助线路连接在一起为一点，另一点接地，试验电压施加于该两点间，试验接线示意图见图 3。试验中，仪表应满足本标准 4.7.2 要求；试验后，在参比电压、参比电流和 $\cos\varphi=1$ 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，参比电压超过 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。

图 3 线路对地的试验接线示意图

5.8 电磁兼容性试验

电能表的静电放电抗扰度、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、无线电干扰抑制电磁兼容试验方法应按照 GB/T 17215.211 的规定执行。试验后，电能表应能正常工作，存储的信息无变化。

5.9 可靠性验证试验

按照 DL/T 830 执行。

5.10 费控安全试验

电能表的费控功能、密钥更新、参数更新、远程控制、安全认证的试验方法应按照 DL/T 1491 的规定执行。

5.11 通信规约一致性检查

电能表在全性能试验时，应进行通信规约一致性的检查。检查依据 DL/T 645 及其备案文件执行。

6 检验规则

6.1 出厂检验

由生产厂家对所生产的每个产品按照本标准提供的试验方法进行检验，检验合格后应施加出厂封印，并出具质量合格证明，检验项目参照 GB/T 17215.301 等相关标准要求。

6.2 全性能试验

按照本标准规定的试验项目、试验要求和试验方法进行检验，以确定电能表规定的特性并证明其与本标准要求的符合性，试验项目参见本标准附录 B。

有下列情形之一者则判定全性能试验为不合格：

a） 依据生产厂家有效书面确认，对比全性能试验的样品，出现元器件不符、工艺简化、软件改动等情况。

b） 电能表全性能试验中，依据本标准试验项目分为 A、B 两类，A 类为否决项，B 类为非否决项。样品出现任一项 A 类不合格即判定该批样品不合格，出现 B 类不合格，经整改后试验通过，判定该批样品合格，经整改后仍不通过的，判定该批产品不合格。

附 录 A
（资料性附录）
智能电能表电压、电流规格对照表

智能电能表电压、电流规格对照见表 A.1。

表 A.1 智能电能表电压、电流规格对照表

序号	智能电能表种类名称	电流规格 A	电压规格 V
1	2 级单相费控智能电能表（模块–远程–开关内置）	5（60）	220
2	2 级单相费控智能电能表（模块–远程–开关外置）	5（60） 10（100）	220
3	2 级单相费控智能电能表（远程–开关内置）	5（60）	220
4	2 级单相费控智能电能表（远程–开关外置）	5（60） 10（100）	220
5	2 级单相本地费控智能电能表（模块–CPU 卡–开关内置）	5（60）	220
6	2 级单相本地费控智能电能表（模块–射频卡–开关内置）	5（60）	220
7	2 级单相本地费控智能电能表（模块–CPU 卡–开关外置）	5（60） 10（100）	220
8	2 级单相本地费控智能电能表（模块–射频卡–开关外置）	5（60） 10（100）	220
9	2 级单相本地费控智能电能表（CPU 卡–开关内置）	5（60）	220
10	2 级单相本地费控智能电能表（射频卡–开关内置）	5（60）	220
11	2 级单相本地费控智能电能表（CPU 卡–开关外置）	5（60） 10（100）	220
12	2 级单相本地费控智能电能表（射频卡–开关外置）	5（60） 10（100）	220

附 录 B
（资料性附录）
试 验 项 目 明 细 表

试验项目明细见表 B.1。

表 B.1 试 验 项 目 明 细 表

序号	试 验 项 目		判定级别	全性能试验
1	外观、标志、通电检查		B	•
2	气候影响试验	高温试验	A	•
3		低温试验	A	•
4		交变湿热试验	A	•
5		阳光辐射防护试验	A	•
6		极限工作环境试验	A	•
7	机械试验	防尘试验	A	•
8		防水试验	A	•
9		弹簧锤试验	A	•
10		冲击试验	A	•
11		振动试验	A	•
12		耐热和阻燃试验	A	•
13		接线端子压力试验	A	•
14	准确度要求试验	电流变化引起的百分误差	A	•
15		起动试验	A	•
16		潜动试验	A	•
17		环境温度影响	A	•
18		电能表常数试验	A	•
19		计度器总电能示值误差	A	•
20		日计时误差	A	•
21		环境温度对日计时误差的影响	A	•
22		误差一致性试验	A	•
23		误差变差试验	A	•
24		负载电流升降变差试验	A	•
25		测量重复性试验	A	•
26		影响量试验	A	•

表 B.1（续）

序号	试验项目		判定级别	全性能试验
27	电气要求试验	功率消耗	A	•
28		电源电压影响	A	•
29		短时过电流影响试验	A	•
30		自热试验	A	•
31		温升试验	A	•
32		电流回路阻抗测试	A	•
33		短时过电压试验	A	•
34		通信模块接口带载能力测试	A	•
35		通信模块互换能力试验	A	•
36	绝缘	脉冲电压试验	A	•
37		交流电压试验	A	•
38	电磁兼容试验	静电放电抗扰度试验	A	•
39		射频电磁场抗扰度试验	A	•
40		快速瞬变脉冲群抗扰度试验	A	•
41		浪涌抗扰度试验	A	•
42		射频场感应的传导骚扰抗扰度	A	•
43		无线电干扰抑制	A	•
44	费控安全试验	费控功能试验	B	•
45		密钥更新试验	B	•
46		参数更新试验	B	•
47		远程控制试验	B	•
48		安全认证试验	A	•
49	通信规约一致性检查		B	•
50	功能检查		B	•
注：• 表示全性能试验所包含的项目。				

仪器服务网 YIQIFUWU.COM

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
单相智能电能表技术规范
DL / T 1487 — 2015
*
中国电力出版社出版、发行
（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http://www.cepp.sgcc.com.cn）
北京博图彩色印刷有限公司印刷
*
2016 年 1 月第一版 2016 年 1 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.25 印张 37 千字
印数 0001—2000 册
*
统一书号 155123・2701 定价 **11.00** 元

敬 告 读 者
本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换
版 权 专 有 翻 印 必 究

中国电力出版社官方微信

掌上电力书屋

刮开涂层
查询真伪

155123.2701