

ICS 29.240

P 63

# 团 体 标 准

T/JSEE 002-2018

---

## 智能电能表软件可靠性测试技术规范

Technical specification of software reliability testing for smart  
electricity meter

2018-10-01 发布

2018-10-01 实施

江苏省电机工程学会 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 缩略语 .....	1
5 可靠性要求 .....	2
5.1 数据存储要求 .....	2
5.2 电能计量要求 .....	2
5.3 参数设置要求 .....	3
5.4 时钟要求 .....	3
5.5 通讯要求 .....	4
6 试验 .....	4
6.1 数据存储试验 .....	4
6.2 电能计量试验 .....	5
6.3 参数设置试验 .....	5
6.4 时钟试验 .....	6
6.5 通讯试验 .....	6
附 录 A（规范性附录） 数据重要等级 .....	8
附 录 B（规范性附录） 时钟数据非法判断原则 .....	9

## 前 言

本标准按照 GB/T 20001.5—2017《标准编写规范 第 5 部分：规范标准》给出的规则起草。

本标准由国网江苏省电力有限公司电力科学研究院提出并解释。

本标准由江苏省电机工程学会归口。

本标准起草单位：国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、江苏省电力试验研究院有限公司、中国电力科学研究院有限公司、国网江苏省电力有限公司经济技术研究院、国网山东省电力有限公司电力科学研究院、威胜集团有限公司、华立仪表集团股份有限公司。

本标准主要起草人：徐晴、黄奇峰、刘建、田正其、祝宇楠、丁晓、钱立军、穆小星、夏国芳、段梅梅、周超、欧阳曾恺、龚丹、纪峰、赵双双、鲍进、金萍、程含渺、张志、杨冉冉、丁戊子、葛扬、王伟、邹宁、邹盛。

# 智能电能表软件可靠性测试技术规范

## 1 范围

本标准规定了智能电能表（以下简称“电能表”）软件可靠性的技术要求及测试方法。

本标准适用于额定频率为50Hz电网中安装使用的智能电能表的软件可靠性设计及软件可靠性检测。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 11457 软件工程术语

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 28171 嵌入式软件可靠性测试方法

## 3 术语和定义

GB/T 11457、GB/T 28171界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 28171中的某些术语。

### 3.1

**智能电能表** smart electricity meter

由测量单元、数据处理单元、通信单元等组成，具有电能量计量、信息存储及处理、实时监测、自动控制、信息交互等功能的装置。

### 3.2

**软件可靠性** software reliability

特定数目的自然单元中或特定任务时间内软件无失效执行的概率。

[GB/T 28171—2011，定义3.1]

### 3.3

**非易失性存储器** nonvolatile memory

断电后仍能保证存储数据不丢失的存储器，如EEPROM、FLASH等。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

MCU：微控制单元（Micro Controller Unit）

RAM: 随机存取存储器 (Random Access Memory)

## 5 可靠性要求

### 5.1 数据存储要求

#### 5.1.1 数据存储、备份与校验

应满足如下要求:

- a) 数据根据重要级别分为 A、B、C、D 四个等级, 见附录 A;
- b) 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, 校验算法不应仅使用单字节校验和方式;
- c) A、B 类数据在非易失性存储器中应有备份, 应具有纠错功能;
- d) 不应使用受损且未恢复的数据。

#### 5.1.2 RAM 操作

应满足如下要求:

- a) 应对存储在 RAM 中的 A、B、C 类数据以及保证程序正确执行的运行数据等进行正确性检验;
- b) 当 RAM 中的数据被破坏, 相关数据应能够从非易失性存储中恢复。

#### 5.1.3 非易失存储器处理

应满足如下要求:

- a) 存储器写入次数不能超过工作温度范围 (GB/T 17215.211—2006) 的最低擦写次数;
- b) 存储器写操作的处理, 宜有防止子程序非法调用造成数据被破坏的机制;
- c) 写入数据不应超出定义的存储边界。

## 5.2 电能计量要求

### 5.2.1 电能量计算处理要求

#### 5.2.1.1 通过脉冲计算电能量

应满足如下要求:

- a) 有效脉冲宽度为 25ms ~ 96ms;
- b) 正常供电运行时, 应检测脉冲有效性, 不应丢掉一个有效脉冲、不应多计一个无效脉冲;
- c) 在施加的功率方向固定的情况下, 电表应在 3s 内确定脉冲的电能量方向;
- d) 电能量或者脉冲累加前应确认待修改数据的有效性;
- e) 电能量累加前应判断脉冲常数的正确性;
- f) 电能量累加时应检查费率号的正确性。

#### 5.2.1.2 通过能量寄存器计算电能量

应满足如下要求:

- a) 程序应能发现和剔除计量芯片中能量寄存器中偶发的异常值, 且能量寄存器的偶发异常值被剔除后, 不影响随后的计量;
- b) 读能量寄存器周期不宜大于 3s;
- c) 每次电能量累加应判断电能量方向;
- d) 电能量累加前应确认待修改数据的有效性;

- e) 电能量累加前应判断脉冲常数的正确性;
- f) 电能量累加时应检查费率号的正确性。

### 5.2.2 电能量存储

应满足如下要求:

- a) 电能量应定时或定量存储到非易失性存储器中;
- b) 单相表存储间隔应不大于 1kWh;
- c) 三相表存储间隔见表 1。

表1 三相表存储间隔

准确度等级	最大存储电能量间隔 kWh/kvarh
1	1 (直接式接入)
	0.1 (经互感器接入)
0.5S	0.01 (经互感器接入)
0.2S	0.01 (经互感器接入)

### 5.3 参数设置要求

#### 5.3.1 校表参数

应满足如下要求:

- a) 上电或复位后, 应使用正确的校表参数重新设置计量芯片的校表寄存器、控制寄存器;
- b) 校表参数应有合法性校验机制以保证读取过程中能及时判别参数是否正确;
- c) 校表参数应有冗余备份以保证校表参数在遭到局部破坏时不会影响正常计量。

#### 5.3.2 通讯设置参数的合法性检查

对于通讯参数设置操作, 应对所设置的参数进行合法性、有效性判断。

### 5.4 时钟要求

#### 5.4.1 时钟合法性检测机制

##### 5.4.1.1 日期、时间的设置

应满足如下要求:

- a) 对于日期、时间参数设置应该有合法检测机制, 不应将非法日期、时间值设置在电能表内;
- b) 程序只能接收小于或等于 5min 的时钟误差广播校时, 每日只允许校时一次, 且不应在程序执行结算数据转存操作前后 5min 内进行。

##### 5.4.1.2 时钟的运行

应满足如下要求:

- a) 程序应能及时发现剔除时钟数据的异常值, 在 5min 内恢复时钟到正常值;
- b) 若时钟在出现异常值后的 60min 内连续 3 次恢复不成功, 应上报时钟故障;
- c) 程序在查询或切换时区、时段、费率、阶梯时, 应按附录 B 原则判断时钟是否异常, 并能进行参数的合法性判断。当判断为异常时, 应能上报错误, 不进行切换操作。

#### 5.4.2 控制、状态和参数寄存器异常监测及恢复机制

程序应监测时钟芯片的参数寄存器、状态寄存器以及控制字寄存器，当发现参数值与设置不符时，应能在5min内恢复到正确参数值。不宜无条件重新写入控制字寄存器。

#### 5.4.3 温度补偿参数合法性检测机制

当时钟芯片的温度补偿需要MCU参与时，应对输入到时钟芯片的温度补偿参数进行合法性验证，不应写入错误的补偿参数导致时钟误差增大。

#### 5.4.4 中断异常检测及恢复机制

当使用了时钟芯片提供的中断信号作为中断源，应能够在三个中断周期内判断出中断异常，并能恢复正常中断。异常包括时钟芯片中断异常或MCU接收相应中断的机构异常。

### 5.5 通讯要求

#### 5.5.1 基本要求

电能表在通信过程中不应影响计量功能。

#### 5.5.2 电能表外部通讯

应满足如下要求：

- a) 各通道收发缓存及状态机应保证互不干扰；
- b) 接收缓存应避免越界造成数据错误；
- c) 应有通讯相关寄存器及状态机工作状态监视功能，出现异常能及时恢复；
- d) 正常供电下，模块通讯接口连续空闲超过 24h 后应有定时复位机制，防止模块死机。

#### 5.5.3 MCU 与外设通讯

应满足如下要求：

- a) 应定时监视通讯接口寄存器配置，出错后能自动恢复；
- b) 通信数据宜使用硬件校验机制；
- c) 同一总线上有多器件时，应避免多器件相互干扰；
- d) 应具备防止总线锁死措施。

#### 5.5.4 串口通信数据帧的纠错机制

软件应能应对各种非正常帧通信，当发生错误帧、重复帧或残帧等情况时，应不影响电能表的后续计量、通信、显示以及其他功能。

## 6 试验

### 6.1 数据存储试验

#### 6.1.1 重要数据存储分配方案验证

根据被测对象电能表的非易失性存储器存储分配方案，验证A、B、C类数据是否符合5.1.1的要求。

#### 6.1.2 重要数据损坏与恢复试验

试验在被测对象正常供电的条件下进行。试验时，改变A、B、C类数据主存储区、备份数据区的数据。改后，读取被改的A、B、C类数据，结果应符合5.1.1的要求。

### 6.1.3 随机存取存储器 RAM

试验在被测对象正常供电的条件下进行。试验时，改变RAM中的关键运行参数。改后，读取被改的关键运行参数，结果应符合5.1.2的要求。

### 6.1.4 非易失性存储器操作试验

#### 6.1.4.1 非易失性存储器写入寿命试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。试验时，统计非易失存储器各区域写入次数，计算在电能表寿命理论值内是否存在超出写入次数的风险，结果应符合5.1.3a)的要求。

#### 6.1.4.2 写入操作的安全防护试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。试验时，根据厂商提供操作试验的存储方案，修改相应数据为非法值，试验中，软件应符合5.1.3b)的要求。

#### 6.1.4.3 非易失性存储器数据存储越界试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。试验时，根据厂商提供操作试验的存储方案，触发对应的存储条件，条件触发后，软件应符合5.1.3c)的要求。

## 6.2 电能计量试验

### 6.2.1 电能量计算试验

#### 6.2.1.1 脉冲方式电能计算试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。试验时，模拟不同频率及宽度的脉冲信号至MCU，结果应符合5.2.1.1的要求。

#### 6.2.1.2 电能量方向判定时间试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。试验时，发送有效脉冲至MCU，改变电能量方向，电能量累加结果应符合5.2.1.2的要求。

#### 6.2.1.3 读能量寄存器方式电能计算试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。试验时，根据厂商提供的计量芯片数据手册，修改能量寄存器的存储值后，读取能量寄存器的存储值，结果应符合5.2.1.2的要求。

### 6.2.2 电能量存储试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。对被测对象施加最大电流，进行走字试验，待所计电量超过1kWh（或1kvarh）后读取电量数据，应符合5.2.2的要求。

## 6.3 参数设置试验

### 6.3.1 校表参数加载错误的自恢复机制试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。修改电能表的校表区数据，并修改计量芯片的参数寄存器数据，软件应符合5.3.1的要求。

### 6.3.2 通讯写参数的合法性检查试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。通过通讯接口设置非法参数，软件应能识别非法参数并报错。

## 6.4 时钟试验

### 6.4.1 日期、时间设置试验

#### 6.4.1.1 日期、时间参数设置合法性检测试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。上电后，设置异常的日期和时间值，软件应能识别异常的日期和时间值。

#### 6.4.1.2 广播校时试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。进行正5min以上、负5min以上、正5min以内、负5min以内的时间差的广播校时，抄读被测对象时间，应只有正5min以内、负5min以内两种广播校时能校时成功，其他两种校时失败。

### 6.4.2 时钟运行试验

#### 6.4.2.1 时钟数据异常试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。改变时钟芯片寄存器数据使其出现附录B.3、B.4所示的异常值，试验中，软件应符合5.4.1.2a)、5.4.1.2b)的要求。

#### 6.4.2.2 时区表、时段表、费率表、阶梯表的参数合法性试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。修改存储器中时区、时段、费率、阶梯相关参数为非法值，试验中，软件应符合5.4.1.2c)的要求。

### 6.4.3 控制、状态和参数寄存器异常试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。改变时钟芯片控制寄存器，试验中，软件应符合5.4.2的要求。

### 6.4.4 温度补偿参数异常试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。改变时钟芯片的温度补偿参数，试验中，软件应符合5.4.3的要求。

### 6.4.5 中断异常试验

此试验只适用于用时钟芯片信号作为中断源的电能表。试验在被测对象正常供电条件下进行。模拟时钟芯片停止输出中断信号，试验中，软件应符合5.4.4的要求。

## 6.5 通讯试验

### 6.5.1 外部通讯试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。发送通信帧长度大于电能表约定的最大缓存长度，试验中，软件应符合5.5.2的要求。

### 6.5.2 MCU 与外设通讯试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。修改通讯接口寄存器配置参数，软件应符合5.5.3的要求。

### 6.5.3 串口通信数据帧试验

试验在被测对象正常供电条件下进行。模拟非法功能码的数据帧（读写格式），软件应符合5.5.4的要求。

附 录 A  
(规范性附录)  
数据重要等级

A.1 A类数据

计量相关参数、与计量数据相关的指针索引类数据,包括但不限于:电能量、最大需量、脉冲尾数、校表参数、脉冲常数、需量周期、滑差周期。

A.2 B类数据

结算及冻结相关参数、费控相关参数,包括但不限于:特征字及模式字、结算日及冻结参数、钱包文件、金额、时区表、时段表、开户状态、卡片序列号、本地费控智能电能表金额相关参数、负荷开关相关参数。

A.3 C类数据

通讯参数、事件记录参数相关、负荷记录相关参数、事件类及负荷记录指针索引数据、节假日及周休日相关参数。

A.4 D类数据

其他数据。

**附 录 B**  
**(规范性附录)**  
**时钟数据非法判断原则**

**B.1 上电后时钟数据异常小**

电能表上电后读出的时钟数据小于停电时刻记录的时间，判定为异常。

**B.2 上电后时钟数据异常大**

电能表上电后读出的时钟数据大于停电时刻记录时间180日，判定为异常。

**B.3 正常供电时时钟数据异常**

电能表正常供电时读出的数据偏差大于理论值60秒，判定为异常。

**B.4 时钟数据格式异常**

电能表读出的时钟数据其年、月、日、时、分、秒的值出现非法编码或超出其应有范围，判定为异常。

# 智能电能表软件可靠性检测技术规范

## 编 制 说 明

## 目 次

1 编制背景.....	12
2 编制主要原则.....	12
3 与其他标准文件的关系.....	13
4 主要工作过程.....	13
5 标准结构和内容.....	13
6 条文说明.....	13

## 1 编制背景

本标准编制背景为目前已有的智能电能表运行数据表明,依据技术标准进行的常规检测在一定程度上确保了智能电能表的供货质量,但无法排除智能电能表内在的隐性故障,有些厂家生产的智能电能表虽然通过层层质量检测,但在投运至现场后依旧发生故障,比如:电能量数据异常、计量误差超差等,这些故障多半属于智能电能表在典型现场工况下出现的潜在软件故障,一旦发生,就是同一软件批次的所有智能电能表的批量故障,所引发的后果将不堪设想,给公司经济效益带来损失的同时,也损害了公司的优质服务。

本标准编制的主要目的是通过对智能电能表软件进行可靠性测试,规范智能电能表软件设计,提高可靠性,保障智能电网建设。

## 2 编制主要原则

### 2.1 规范性原则

标准编写应规范,应严格按照国标编制规则并参照同类产品标准编写,标准内容、要素、格式符合编写规则要求。标准形式力戒与管理标准、招标文件、行政法文或规章制度等同化。语言、文字表述也要力求规范、严谨。

产品标准应保持与上级产品类标准、同类产品标准相一致原则,不应存在矛盾、相冲突的情况。

### 2.2 目的性原则

标准条款制定要紧紧围绕目的进行,应能解决目前存在的问题。标准编制应明确标准化对象、主体思想,保证智能电能表软件可靠性测试技术规范具备实用性、科学性,使生产者生产、使用者管理效益得到提高,真正服务于标准相关使用者工作需求。

### 2.3 先进性原则

充分吸收借鉴国内外相关领域应用的前沿技术、先进标准,反映相关试点工程已取得的先进成果和经验;标准应尽可能依照、参照、采用国际标准或等同的国家标准;标准实用性强、文档质量高。

### 2.4 普遍性原则

规范智能电能表软件设计,但不统一软件实现方案的原则。

### 2.5 适用性原则

技术要素适当、准确、可操作;具备兼容性,满足多专业、多样化使用的需求;产品满足不同地区、不同环境条件下运行需求。应根据目的、原则、惯例、基础标准等因素科学制定技术要素方案。

### 2.6 标准化原则

标准化理念贯穿标准制定的过程,智能电能表可靠性测试方法充分考虑试验的标准化设计。

## 2.7 经济性原则

智能电能表可靠性测试方法设计过程中遵循经济、环保原则，试验项目配置合理、科学。

## 3 与其它标准的关系

本部分与相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致。

本部分不涉及专利、软件著作权等知识产权使用问题。

## 4 主要工作过程

2017年3月，成立编写组，召开了第一次编制工作会议。会议拟出编制大纲、工作计划，并讨论通过；

2017年4月-5月，按照编制大纲和工作计划，由国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院相关人员编制标准草案稿；

2017年6月，组织召开标准起草组讨论会，收集电能表软件故障和测试的相关资料，对电能表编程、检测中的有关问题进行研讨，形成规范初稿；

2017年7月-12月，完成标准征求意见稿的编写，采用发函的方式，广泛、多次在计量监督管理部门、电力公司以及电能表生产厂家范围内征求意见。

2018年1月-3月，汇总各单位反馈意见，认真讨论反馈意见，确定采纳和不采纳的意见建议，修改形成标准送审稿。

2018年4月，结合意见修改征求意见稿并形成送审稿。

## 5 标准结构和内容

本标准的主要结构和内容如下：

本标准主题章分为2章，主题章可靠性要求分为一般要求、数据存储要求、电能计量要求、参数设置要求、时钟及日期要求、通讯要求6个部分，主题章检测项目及要求包括数据存储试验、电能计量试验、参数设置试验、时钟及日期试验、通讯试验、其他等部分。

## 6 条文说明

无。

---