ICS XX.XXX.XX
CCS X XX

# 团　　体　　标　　准

T/ZAII XXX—2022

# 智能电能表微处理器通用技术要求

General technical requirements for micro processor of smart meter

（征求意见稿）

2022-XX-XX 发布　　2022-XX-XX 实施

浙江省物联网产业协会　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 ..... 2
5 技术要求 ..... 3
5.1 基本要求 ..... 3
5.2 电气性能 ..... 3
5.3 功能要求 ..... 4
5.4 环境要求 ..... 7
5.5 可靠性要求 ..... 7
5.6 机械性能 ..... 7
5.7 功能要求附加信息记录的方法 ..... 7
附录 A ..... 8

# 前　　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省物联网产业协会提出并归口。

本文件主要起草单位： ×××、×××、×××。

本文件主要起草人： ×××、×××、×××。

# 智能电能表微处理器通用技术要求

## 1 范围

本文件规定了国内电力领域用单相智能电能表微处理器的技术要求，主要包括电气性能、功能要求、机械性能等。

本文件适用于国内电力领域用单相智能电能表微处理器的研发及应用过程。

本文件规定了国内电力领域用单相智能电能表微处理器对应的芯片手册中应明确的内容。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB/T 17574-1998 半导体器件 集成电路 第 2 部分：数字集成电路

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法试验 A：低温(IEC 60068-2-1：2007，IDT)

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法试验 B：高温(IEC 60068-2-2：2007，IDT)

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法试验 Db：交变湿热(12h＋12h 循环)(IEC 60068-2-30：2005，IDT)

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（IEC 61000-4-2：2008，IDT）

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验（IEC 61000-4-3：2010，IDT）

GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验（IEC 61000-4-4：2012，IDT）

GB/T 4937.19-2018 半导体器件 机械和气候试验方法 第 19 部分：芯片剪切强度

JESD22-A113D《Preconditioning of Nonhermetic Surface Mount Devices Prior to Reliability Testing》

JESD22-A118B《Accelerated Moisture Resistance-Unbiased HAST》

JESD22-A104E《Temperature Cycling》

JESD22-A103E《High Temperature Storage Life》

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**智能电能表 smart meter**

由测量单元、数据处理单元、通信单元等组成，具备电能量计量、数据处理、实时监测、自动控制、信息交互等功能的电能表。

3.2

微处理器 micro processor

指将处理器、模拟 IP 单元、数字 IP 单元和存储器等集成在单一芯片上，可以是面向特定用途的控制类芯片，也可以是面向通用应用需求的控制类芯片。在本文件中描述的微处理器专指应用在智能电能表上的微处理器。

3.3

芯片手册 chip manual

芯片手册包含对产品技术特征的基本描述，包含产品的基本配置、管脚的数量和分配、电气特性、封装信息、模块功能介绍等产品相关信息。

3.4

实时时钟（RTC）real-time clock

提供精确的实时时间,或者为电子系统提供精确时间的芯片、模块或者集成电路。

3.5

看门狗(WDT) watchdog timer

一种定时器电路，有一个输入端用于喂狗，一个输出到MCU的RST端，MCU在正常工作状态下，在预设时间间隔输出一个信号到喂狗端，给WDT电路清零，如果超过规定的时间无喂狗信号产生，WDT定时超过，会给出一个复位信号到MCU，使MCU复位。看门狗的作用就是防止程序发生死循环，或者说程序跑飞。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

VOH：输出高电平
VOL：输出低电平
VIH：输入高电平
VIL：输入低电平
IOH：高电平输出电流
IOL：低电平输出电流
IIH：高电平输入电流
IIL：低电平输入电流
WDT：看门狗
RTC：实时时钟
ADC：模数转换电路
DAC：数模转换电路
MCU：微控制单元
RAM：随机存取存储器
GPIO：通用输入/输出口
UART：通用异步收发传输器
$I^2C$：集成电路总线
DMA：直接存储器访问控制器
SPI：串行外设接口
PWM：脉冲宽度调制
ISO7816：ISO7816 传输协议
IAP：在应用编程

# 5 技术要求

## 5.1 基本要求

### 5.1.1 工作温度

工作温度-40℃～85℃，存储温度-55℃～150℃。

### 5.1.2 工作湿度

工作湿度<95% RH。

### 5.1.3 大气压力

工作大气压范围 63.0 kPa～106.0 kPa（海拔 4000 m 及以下），特殊订货要求除外。高海拔地区，计量芯片满足在海拔 4000 m～4700 m 正常工作。

### 5.1.4 物理特征

物理特征要求如下：

a) 芯片印字面文字方向应由左至右排列，印字无残缺；
b) 印字内容应包含设计或制造企业识别标识、型号、生产批次、1 脚标识等内容。
c) 环境温度-40℃～85℃之间芯片应保持结构上可靠和可用；
d) 在正常使用期间芯片和其上已印的内容应能防止由于光照而产生变化；
e) 暴露在 79.500 A.r/m 的磁场中应不造成集成电路的失效；
f) 带静电的人在正常使用情况下应不损坏集成电路，生产测试的过程中也应不损坏集成电路。

## 5.2 电气性能

### 5.2.1 工作电压

规定的工作电压应满足表 1 要求。

**表1 工作电压**

| 序号 | 条件 | 范围 |
|---|---|---|
| 1 | 数字部分工作电压 | 2.2 V～3.6 V/5.5 V |
| 2 | 模拟部分工作电压 | 2.6 V～3.6 V/5.5 V |

### 5.2.2 工作电流

各种模式下的工作电流宜满足表 2 要求。

**表2 工作电流**

| 序号 | 条 件 | 要 求 |
|---|---|---|
| 1 | 正常运行模式（采用高速时钟运行，相对应电能表处于正常运行模式） | 300 uA/MHz |
| 2 | 低功耗模式（采用低速时钟，相对应电能表采用电池或者超级电容供电） | 5 uA |

### 5.2.3 基准电压

应自带基准电压，基准电压值大小由芯片设计者自行决定，且应在芯片手册描述的范围之内。

#### 5.2.4 动态参数

动态电特性参数宜测试建立时间和保持时间、最高工作频率。参数定义和意义参见 GB/T 17574-1998。

### 5.3 功能要求

#### 5.3.1 微处理器内核

考虑到智能电能表的应用要求，宜采用具有低功耗运行模式的32位内核。

#### 5.3.2 Flash 空间

Flash 部分宜满足如下要求：

a） Flash 的擦除次数不能低于 2 万次；

b） Flash 支持在应用编程（IAP），方便使用者远程升级程序；

c） Flash 的存贮空间不能低于 128 k 字节。

#### 5.3.3 RAM 空间

RAM 部分空间宜不小于 16 k 字节且带有纠错功能（1 bit 纠错、2 bit 检错）。

#### 5.3.4 系统复位

系统复位要求如下：

a） 芯片应具备可靠的复位设计，在芯片上电或者收到干扰死机时，应能正常复位；

b） 芯片的复位应包含：上、下电复位、外部硬件复位、软件复位、看门狗复位等；

c） 系统对上电复位和下电复位的时序要求，如下：

——不同的复位发生后，各模块必须回到相应的初始状态；

——看门狗复位的应为最高级别复位，确保该复位发生后，所有模块均回到初始状态；

——芯片需要有专门的寄存器指示最后一次发生复位的复位源。

#### 5.3.5 时钟系统

时钟系统要求如下：

a） 支持外接 32768 Hz 晶振；

b） 需要有一路时钟永远都能处于工作状态，用于看门狗和时钟监测；

c） 具备时钟监测电路，当外部晶振停止工作时能产品报警；

d） 自动时钟切换功能，当主时钟停止工作，系统能自动切换到备用时钟；

e） 各外设的时钟能单独设置工作频率，能单独开启关闭；

f） 最高工作时钟不能低于 20 MHz。

#### 5.3.6 电源管理

电源管理要求如下：

a） 主电源最高可以支持 5.5 V 供电、最低至少支持 2.2 V；

b） 额度工作电压支持 5.0 V 或者 3.3 V；

c） 具备主电源监测功能，该功能即使在低功耗模式下也能开启；

d） 各外设的电源应单独开启和关闭。

#### 5.3.7 工作模式

芯片应支持正常工作模式和低功耗工作模式：

a） 低功耗工作模式下，需要有部分 RAM 的数据不会丢失；
b） 低功耗模式下，支持定时唤醒、外部事件唤醒和来电唤醒；
c） 芯片从休眠模式下唤醒，支持唤醒后继续从休眠处开始继续运行或者复位从头执行。

### 5.3.8 实时时钟（RTC）

芯片应有完全独立的 RTC 模块用于给电能表提供时钟基准。作为一个独立的重要功能模块，实时时钟设计应满足如下要求：

a） RTC 需提供年、月、日、时、分、秒、周基础数据。自动计算闰年；
b） RTC 模块及其相关寄存器仅受上电复位影响，其他复位不会复位该模块；
c） 在正常运行和低功耗模式下，RTC 模块均具备温度补偿功能；
d） 有专用的输出口输出秒脉冲，用于测量 RTC 计时误差；
e） 该模块功耗小于 5uA，最低工作电压小于 2.2V；
f） 在主电源没有电的情况下，RTC 模块也能通过备用电源继续工作；
g） RTC 模块的精度要求如表 3 所示。

**表3 RTC 精度**

| 序号 | 条件 | 要求 |
|---|---|---|
| 1 | 常温下 | 0.5s/d |
| 2 | -40℃～85℃ | 1s/d |

### 5.3.9 模拟/数字转换电路（ADC）

微处理器内嵌的 ADC 宜采用 SAR-ADC 结构、Δ-Σ ADC 结构。智能电能表芯片的 ADC 模块设计应满足如下要求：

a） 工作电压：2.6 V～3.6 V；
b） 实际精度 ENOB：不低于 12 bit；
c） 支持多通道转换，至少要支持一路外部电池电压、内部温度传感器转换；
d） 输入电压范围：0～3.6 V；
e） 采样速率：0.05 MHz～2 MHz。

### 5.3.10 温度传感器

芯片内部应带有温度传感器，温度传感器产生随温度线性变化的电压，通过内部 ADC 转换电路将传感器的输出转换成数字数值。温度传感器宜满足表 4 要求。

**表4 温度传感器精度要求**

| 序号 | 条件 | 要求 |
|---|---|---|
| 1 | -40℃～85℃ | ±2℃ |

### 5.3.11 液晶显示（LCD）驱动电路

单相智能表微处理器自带 LCD 显示驱动电路，用于显示电能表关键数据。根据智能电能表的应用需求，芯片宜支持段码式 LCD 驱动，具体要求如下：

a） 支持 4/6 COM 模式；
b） LCD 输出电压可调，宜调整范围为 2.8 V～3.6 V；
c） 支持 1/3 Bias 或 1/4 Bias 模式；

d） 支持低功耗模式下 LCD 驱动。

### 5.3.12 GPIO 功能

每个 GPIO 引脚应有由软件配置成输出(推挽或开漏)、输入(带或不带上拉或下拉)或复用的外设功能端口。多数 GPIO 引脚应与数字或模拟的复用外设共享。

应有 GPIO 引脚支持大电流通过能力，最小输出电流>2 mA。

### 5.3.13 看门狗功能

芯片应有看门狗功能：

a） 芯片上电后，看门狗应自动开始工作，不依赖程序开启；

b） 看门狗时钟应为系统永不停止工作的时钟；

c） 看门狗应可关闭，但关闭看门狗的使能应加扰乱机制，防止误关闭；

d） 低功耗模式下看门狗应能工作。如果未在看门狗计数器溢出之前喂狗，看门狗应复位芯片；

e） 看门狗计数器溢出时间应可设置，上电时采用默认时间。

### 5.3.14 远红外通信接口

微处理器至少有一路 UART 的数据输出口（TX）具备红外调制功能，调制频率为 38 kHz。

### 5.3.15 定时器

定时器应具备如下功能：

a） 支持 16 bit 定时器、32 bit 定时器；

b） 支持 PWM 模式，支持捕获、比较功能；

c） 支持定时器时钟源可选。

### 5.3.16 直接存储器访问控制器（DMA）

DMA 可以管理存储器到存储器、设备到存储器和存储器到设备的数据传输。智能电能表微处理器的 DMA 宜满足以下技术要求：

a） 每个通道都有专用的 DMA 请求，每个通道都同样支持软件触发，这些功能通过软件来配置；

b） 支持存储器间的传输，存储器到外设传输和外设到存储器传输；

c） 支持循环的缓冲器管理；

d） 每个通道都有事件标志。

示例：DMA 半传输、DMA 传输完成和 DMA 传输出错。

### 5.3.17 通信接口

微处理器宜有表5所示通信接口。

表5 通信接口

| 序 号 | 接口类型 | 数 量 |
|---|---|---|
| 1 | UART 接口 | 4 |
| 2 | SPI 接口 | 2 |
| 3 | ISO7816 接口 | 2 |
| 4 | $I^2C$ 接口 | 1 |

### 5.3.18 程序保护功能

微处理器应具备程序保护功能，通过烧录器烧录后不能再次读取已烧录好的程序。

## 5.4 环境要求

参考GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验第2部分，芯片在经过高温运行、低温运行、高温高湿实验，交变湿热实验，温度冲击实验之后，外观无明显损伤，且功能正常。

## 5.5 可靠性要求

芯片应能接受表6所示的可靠性测试实验，实验后外观无明显损伤，且功能正常。

**表6 可靠性测试**

| 序 号 | 项 目 | 条 件 |
|---|---|---|
| 1 | 静电放电人体模式（HBM） | ±2 kV |
| 2 | 静电放电机械模式（MM） | ±200 V |
| 3 | 静电放电充电器件模式（CDM） | ±1 kV |
| 4 | 锁定效应（Latch_up） | 200 mA，1.5 倍供电电压 |
| 5 | 高温工作寿命要求 | 1000 h@125℃ |

## 5.6 机械性能

芯片的引出端应进行机械性能试验，试验后外观不应有任何机械损伤。参考：GB/T 4937.19-2018 半导体器件 机械和气候试验方法 第19部分：芯片剪切强度。或者国际标准 IEC 60479-1-2018，采用加压剪切试验方法，压力卡具的前端具有直径为0.5 mm端子。把剪切卡具对准器件的中心轴线并保证卡具与器件垂直，卡具与基板挂钩卡具的间隙距离小于器件厚度的1/4。

## 5.7 功能要求附加信息记录的方法

### 5.7.1 丝印

微处理器印字面文字方向应由左至右排列，印字无残缺。印字内容应包含设计或制造企业识别标识、型号、生产批次、引脚标识等内容。塑封体表面应无任何裂纹。

### 5.7.2 封装

微处理器的封装应支持无铅工艺，并规定以下封装特性：

a） 封装外形图：包括封装形式、封装尺寸、引出端定义功能符号等；

b） 热阻：应基于在规定的功耗下，以最严酷的推荐工作条件工作时，允许在器件表面参考点产生的最高温度；

c） 耐焊接热温度；

d） 回流焊曲线（适用时）。

# 附　录　A
（规范性）
芯片手册要求

## A.1　基准电压

芯片手册中必须明确参考电压值的相关技术参数，主要包括电压值、温度系数等。

## A.2　功能要求

功能要求如下：

——内核名称和内核个数芯片手册中应有明确的描述。涉及到多核系统的芯片手册中应详细描述工作原理需考虑到智能电能表的应用要求，宜采用具有低功耗运行模式的 32 位内核；

——芯片手册中应明确 Flash 内部空间和外部扩展空间大小，Flash 在-40℃～85℃温度下的编程时间、页擦除时间、整片擦除时间以及对应的编程、擦除电流大小、存储器的数据保持期限和寿命（擦写次数）、是否支持 ECC；

——芯片手册中应明确 RAM 内部空间和外部扩展空间大小。依据应用需求，应详细说明是否支持纠错功能（1bit 纠错、2bit 检错）；

——芯片手册中关于复位系统的工作原理和结构应描述清楚；

——芯片手册中关于时钟系统的工作原理和结构需描述清楚；需描述芯片的时钟树结构图，系统时钟和总线时钟、外设时钟之前的关系；需描述时钟系统和外部时钟、内部环振、内部 PLL 之前的时钟关系；需描述外部时钟特性和内部时钟特性以及对应的时序图；

——芯片手册中关于电源管理模块的原理和结构需要描述清楚；需要描述芯片 IO 供电、内核供电、模拟供电、电池供电的电压范围以及连接关系；需要明确系统的上电、下电时序要求，以及外设对电源的供电要求；

——应在芯片手册中详细说明各个工作模式的状态和相互之前切换的要求；

——芯片手册中应明确启动方式种类及配置方法，需要描述芯片的各种启动模式以及对应的启动配置需求；

——芯片手册中需要详细描述 ADC 模块的原理和结构；

——芯片手册中需要详细描述温度传感器的精度；

——芯片手册中应明确说明 GPIO 功能及相关寄存器配置方法；

——芯片手册中应明确看门狗功能及相关寄存器配置方法；

——芯片手册应描述定时器的类型和定时器的详细功能