

# 《智能电能表微处理器通用技术要求》

(征求意见稿) 编制说明

标准工作组

2022年11月20日

## 一、任务来源

2022年5月30日，经论证研究，浙江省物联网产业协会下发了制定《智能电能表主控芯片通用技术要求》团体标准工作计划，并列入2022年浙江省物联网产业协会团体标准编制计划（计划编号2022-008-ZAII）。本标准由浙江省物联网产业协会提出并归口，主要起草单位为杭州万高科技股份有限公司，计划完成时间：2023年1月。

## 二、标准技术背景、起草工作组成员及主要分工

长期以来，智能电表微处理器严重依赖进口，国产智能电表设计程度不足、复杂工业环境下通信可靠性差。

现有国产智能电表微处理器在复杂工业应用环境下，由于电压基准温漂补偿、信号调理、AD转换、噪声抑制等性能难以综合平衡，高精度信号无法有效采集，在智能电表应用中受到了极大限制。同时现有国产智能电表微处理器的通信可靠性差、误动或失效风险高等电表可靠性问题和影响电表采样精度的片上信号串扰问题亟待解决。

为贯彻落实质检总局、国家标准委下发的《关于培育和发展团体标准的指导意见》，快速响应创新和市场需求，经评议由杭州万高科技股份有限公司主要编制的团体标准列入2022年浙江省物联网产业协会团体标准编制计划。

2022年4月15日，杭州万高科技股份有限公司向浙江省物联网产业协会提交《智能电能表主控芯片通用技术要

求》团体标准项目立项建议书；4月22日，杭州万高科技股份有限公司组织成立了由杭州万高科技股份有限公司组成的标准起草工作组，并推荐陈波、王心怡、孙全、杜春瑶作为标准起草工作组成员。2022年5月30日，浙江省物联网产业协会下发了团体标准编制计划。

本标准由杭州万高科技股份有限公司主持起草，陈波主要负责标准的技术参数制定和检验方法，组织试验和验证工作，并对技术参数及其检验方法、编写内容提出了专业的意见；杜春瑶负责标准的起草和统稿工作，对标准的结构、内容及相关技术要求进行了全面的编写，收集和处理各方反馈意见；孙全、王心怡负责对标准草案的技术内容、编写格式及标准编制说明进行全面的审核，提出专业的修改意见。

### 三、主要工作过程

1、2022年5月30日，浙江省物联网产业协会文件关于下发团体标准制定计划的通知，规定了《智能电能表主控芯片通用技术要求》标准编制计划，确定杭州万高科技股份有限公司作为标准主要起草单位，并委托杭州万高科技股份有限公司成立标准工作组和推荐标准起草工作组成员。杭州万高科技股份有限公司组建了由陈波、王心怡、孙全、杜春瑶为主组成的标准起草工作组。

2、标准工作组收集了国内智能电能表微处理器类国家标准的技术性能参数，对其进行整理分析，同时结合我国标

准的体系、编写要求的有关规定，在杭州万高科技股份有限公司标准草案的基础上进行修改后，于 2022 年 6 月 16 日形成了标准讨论稿。

3、6 月 17 日，省物联网产业协会在杭州万高科技股份有限公司组织召开标准研讨会，对标准制定思路、标准架构进行了讨论，并将标准名称由《智能电能表主控芯片通用技术要求》调整为《智能电能表微处理器通用技术要求》。

会后，标准牵头单位将标准讨论稿发至工作组各单位征求意见；标准工作组陆续收到了各单位反馈，修改“RAM 空间”、“看门狗功能”、“机械性能”、“封装”等技术要求的意见；11 月 20 日，杭州万高科技股份有限公司根据修改意见对标准讨论稿进行了整理和修改，形成了标准征求意见稿。

#### **四、参引国家标准情况**

##### **1、编写规则**

按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草了本标准。

##### **2、主要依据**

本标准编制过程中，以国家标准、企业标准、用户的意见和现场实际使用环境为依据，充分考虑了产品的发展动态。在确定标准主要技术性能指标时，如：工作温度、工作湿度、电气性能、可靠性、机械性能等，综合考虑生产企业的能力和用户的实际需求、现场实际使用环境，寻求最大的

经济和社会效益，技术指标在国家标准的基础上适当提高，充分体现了本标准在技术上的先进性、经济性、合理性。

本标准引用的主要文件有：

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

(2) 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)

(3) 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)

(4) 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)

(5) 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)

(6) 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)

(7) 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)

(8) 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

## 五、参引国际标准情况

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》

## 六、主要性能指标编制说明

### 1、严格制定性能指标要求

通过调研国家标准、行业标准和智能电能表微处理器在使用过程中的实际情况，制订了适用于智能电能表微处理器的性能指标：

(1) 规定了工作温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，存储温度 $-55^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ；

(2) 规定了工作湿度 $<95\% \text{ RH}$ ；

(3) 规定了工作大气压范围  $63.0 \text{ kPa}\sim 106.0 \text{ kPa}$ （海拔  $4000 \text{ m}$  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  $4000 \text{ m}\sim 4700 \text{ m}$  正常工作；

(4) 规定了工作电压应满足表 1 要求；

表 1 工作电压

序号	条件	范围
1	数字部分工作电压	$2.2 \text{ V}\sim 3.6 \text{ V}/5.5 \text{ V}$
2	模拟部分工作电压	$2.6 \text{ V}\sim 3.6 \text{ V}/5.5 \text{ V}$

(5) 规定了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

(6) 规定了应自带基准电压，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；

(7) 规定了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；

(8) 规定了宜采用具有低功耗运行模式的 32 位内核；

(9) 规定了 Flash 的擦除次数不能低于 2 万次；Flash 支持在应用编程（IAP），方便使用者远程升级程序；Flash 的存储空间不能低于 128 k 字节；

(10) 规定了 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）；

(11) 规定了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；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；系统对上电复位和下电复位的时序要求：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；

(12) 规定了时钟系统支持外接 32768 Hz 晶振；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；具备时钟监测电路，当外部晶振停止工作时能产品报警；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；各外设的时钟能单独设置工作频率，能单独开启关闭；最高工作时钟不能低于 20 MHz；

(13) 规定了电源管理的主电源最高可以支持 5.5 V 供电、最低至少支持 2.2 V；额度工作电压支持 5.0 V 或者 3.3 V；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；各外设的电源应单独开启和关闭；

(14) 规定了芯片应支持正常工作模式和低功耗工作模式：低功耗工作模式下，需要有部分 RAM 的数据不会丢失；低功耗模式下，支持定时唤醒、外部事件唤醒和来电唤醒；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；

(15) 规定了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：RTC 需提供年、月、日、时、分、秒、周基础数据。自动计算闰年；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；在正常运行和低功耗模式下，RTC 模块均具备温度补偿功能；有专用的输出口输出秒脉冲，用于测量 RTC 计时误差；该模块功耗小于 5uA，最低工作电压小于 2.2V；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；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°C~85°C	1s/d

(16) 规定了微处理器内嵌的 ADC 宜采用 SAR-ADC 结构、 $\Delta-\Sigma$  ADC 结构。智能电能表芯片的 ADC 模块设计应满足如下要求：工作电压：2.6 V~3.6 V；实际精度 ENOB：不低于 12 bit；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；输入电压范围：0~3.6 V；采样速率：0.05 MHz~2 MHz。

(17) 规定了微处理器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°C~85°C	$\pm 2^\circ\text{C}$

(18) 规定了单相智能表微处理器自带液晶显示 (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：支持 4/6 COM 模式；LCD 输出电压可调，宜调整范围为 2.8 V~3.6 V；支持 1/3 Bias 或 1/4 Bias 模式；支持低功耗模式下 LCD 驱动；

(19) 规定了每个 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；

(20) 规定了芯片应有看门狗功能：芯片上电后，看门狗应自动开始工作，不依赖程序开启；看门狗时钟应为系统永不停止工作的时钟；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；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；看门狗计数器溢出时间应可设置，上电时采用默认时间；

(21) 规定了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；

(22) 规定了定时器应具备如下功能：支持 16 bit 定时器、32 bit 定时器；支持 PWM 模式，支持捕获、比较功能；支持定时器时钟源可选；

(23) 规定了直接存储器访问控制器 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：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；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；支持循环的缓冲器管理；每个通道都有事件标志；

(24) 规定了微处理器宜有表 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 <sup>2</sup> C 接口	1
---	---------------------	---

(25) 规定了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。

## 2、提出了环境要求

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。

## 3、提出可靠性要求

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°C

## 4、提出了机械性能要求

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、提出了功能要求附加信息记录的方法

(1) 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；

(2) 微处理器的封装应支持无铅工艺，并规定以下封装特性：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；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；耐焊接热温度；回流焊曲线（适用时）。

## 七、标准中如果涉及专利、应有明确的知识产权说明

本标准不涉及任何专利等知识产权问题。

## 八、预期达到的社会效益等情况

本标准成功解决目前国产智能电表微处理器在复杂工业应用环境下所存在的问题，不受环境条件的限值，安装方便，成本低。该标准一经发布实施，将被各个地方智能电表广泛采用，其价值不在标准本身，而是在于提高电表在复杂环境下安全有效运行，促进行业发展，具有不可估量的社会效益。

目前基于该标准开发的高集成度多功能流量电表样机；

在能源、市政等行业领域开展超过 150 台样机的示范应用建设，对智能电表微处理器设计技术在重点行业的创新发展起到积极的促进作用。

### **九、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准为新制定的团体标准，与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致，标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则》的有关要求。