

单相物联表用电能质量模组 通用技术规范

国家电网有限公司
二〇二〇年八月

本规范对应的专用技术规范目录

序号	名 称
1	单相物联表用电能质量模组

目 录

1 结构.....	4
1.1 一般要求.....	4
1.2 外壳及其防护性能.....	4
1.3 金属部分的防腐蚀.....	5
2 技术要求.....	5
2.1 气候环境条件.....	5
2.2 工作电源.....	5
2.3 接口定义.....	5
2.4 输入数据要求.....	6
2.5 功耗.....	6
2.6 电磁兼容性要求.....	7
2.7 兼容性要求.....	7
2.8 功能要求.....	7
2.9 安全要求.....	9
2.10 软件升级.....	9
附 录 A （规范性附录） 模组外观尺寸.....	11
附 录 B （规范性附录） 模组上电工作流程.....	12
B.1 模组上电工作流程.....	12
B.2 模组流程补充.....	12
附 录 C （规范性附录） 事件记录判断阈值.....	13
附 录 D （规范性附录） 事件记录判断阈值.....	14

总则

1.1 本技术规范适用于国家电网有限公司系统（以下简称“公司系统”）单相物联表用电能质量模组的招标采购，它包括结构、气候环境条件、功能要求以及电磁兼容性等技术要求、验收要求以及供货、质保、售后服务等要求。

1.2 本技术规范提出的是最低限度的技术要求。凡本技术规范中未规定，但在相关国家标准、电力行业标准或 IEC 标准中有规定的规范条文，投标人应按相应标准的条文进行设备设计、制造、试验和安装。

1.3 如果投标人没有以书面形式对本技术规范的条文提出异议，则招标人认为投标人提供的设备完全符合本技术规范。如有异议，都应在投标书中以“投标人技术偏差表”为标题的专门章节中加以详细描述。

1.4 本技术规范所建议使用的标准如与投标人所执行的标准不一致，投标人应按更严格标准的条文执行或按双方商定的标准执行。

1.5 本技术规范经招标、投标双方确认后作为订货合同的技术附件，与合同正文具有同等的法律效力。

1.6 本技术规范主要的技术依据为以下规范，这些规范的内容与本技术规范具有同等法律效力（若有不一致之处，以招标文件技术规范为准），投标产品应满足下述规范的要求：

表 1. 引用的标准

标准名称
单相智能物联电能表用电能质量模组技术规范

1 结构

1.1 一般要求

1.1.1 模组尺寸

模组尺寸：81mm(高) × 18mm(宽) × 35mm(厚)，应符合附录 A 的要求。

1.1.2 模组颜色

模组颜色色卡号：RAL 9003(信号白)，色差值 $\Delta E \leq 2.0$ 。

1.2 外壳及其防护性能

- 模组外壳应使用绝缘、阻燃、防紫外线的 PC+（10%±2%）GF 材料制成，不应使用回收材料。
- 模组外壳应耐腐蚀、抗老化、有足够的强度。安装在电能表上的模组的防护性能应符合 GB/T 4208-2017 规定的 IP51 的要求。
- 模组外壳应符合 GB/T 5169.11-2017 的阻燃试验要求，试验温度为 650℃，试验时间为 30s。

- d) 模组上的灯孔为透明窗口，应采用透明度好、阻燃、防紫外线的聚碳酸酯（PC）材料，不应使用回收料，透明窗口与模组应紧密结合。
- e) 模组外壳不应有明显的凹凸痕、划伤、裂缝和毛刺。
- f) 模组信息应激光刻印于外壳表面，应清晰、耐久。

1.3 金属部分的防腐蚀

模组在正常运行条件下可能受到腐蚀或能生锈的金属部分，应有防锈、防腐的涂层或镀层，接插件表层镀金厚度不少于 2u"。

2 技术要求

2.1 气候环境条件

2.1.1 参比温度及相对湿度

参比温度为 23℃；相对湿度为 45%~75%。

2.1.2 温湿度范围

温度范围见表 1，相对湿度范围见表 2。

表 1 温度范围

规定的工作范围	-25℃~55℃
极限工作范围	-40℃~70℃
寒冷地区极限工作范围	-45℃~70℃
储存和运输极限范围	-40℃~70℃
寒冷地区储存和运输极限范围	-45℃~70℃

表 2 相对湿度

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

招标方可根据实际使用情况对温度范围提出特殊要求。

2.1.3 大气压力

模组在 86kPa~106kPa（海拔 2000m 及以下）应能正常工作，特殊订货要求除外。

2.2 工作电源

模组的工作电源由电能表电源提供，工作电压+5V，静态工作电流 0~100mA，最大峰值电流不应超过 200mA。

2.3 接口定义

模组与电能表的硬件接口示意图（正视图）如图 1 所示，接口定义说明见表 3。

与模组连接的电能表接口应与强电进行隔离以保证安全，隔离元器件功能失效时不应发生安全隔离失效，模组电源故障或短路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。

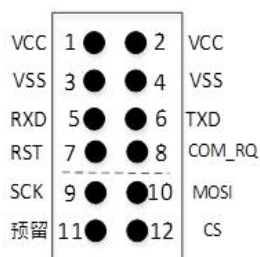


图 1 模组与电能表接口示意图

表 3 电能表与模组引脚定义

接口管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对管理模组)	说明
1、2	电源	VCC	O	由电能表提供，+5V，静态工作 0~100mA。 (模组静态功耗不应超过 0.5W，最大动态功耗不超过 1W)
3、4	电源地	VSS	-	电源地
5	信号	RXD	I	模组给管理模组发送信号引脚，要求通信模块输出为开漏方式，常态为高阻态。要求通信模块低电平电流驱动能力 $\geq 2\text{mA}$ 。 通信速率默认为 9600bps。
6	信号	TXD	O	管理模组通信信号输出引脚，开漏方式，常态为高阻态。
7	信号	/RST	O	管理模组控制引脚，用来给模组复位，开漏方式；常态为高阻态，低电平有效，复位信号脉宽不低于 200mS
8	信号	COM_RQ	I	模块到位信号，输入，模块到位后为低电平。
计量模组数据接口				
接口管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对计量模组)	说明
9	信号	SCLK	O	悬空
10	信号	MOSI	O	悬空
11	预留			悬空
12	信号	CS	O	悬空

2.4 输入数据要求

由单相智能物联电能表的计量模组提供电能质量分析模组所需的原始采样数据，原始数据单周波采样点至少 128 个。

2.5 功耗

模组静态功耗不应超过 0.5W，最大动态功耗不应超过 1 W。

2.6 电磁兼容性要求

模组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。

注：考虑的骚扰为：

- 静电放电；
- 射频电磁场；
- 快速瞬变脉冲群；
- 浪涌。

2.7 兼容性要求

模组可与任何符合型式规范尺寸和接口要求的电能表相匹配，支持热插拔，满足功能、通信等相应兼容性要求。

2.8 功能要求

2.8.1 指示灯

模组状态指示采用两个高亮 LED 指示灯，指示灯位置参照附录 A，释义见表 4。

表 4 指示灯状态释义

	指示灯状态	释义
指示灯 1	红色闪烁 (0.5Hz)	模组接收计量模组 SPI 数据
	红色常亮	电源正常
	灭	电源异常
指示灯 2	绿色闪烁 (4Hz)	模组与管理模组通信
	常亮	初始化失败
	灭	初始化成功

2.8.2 通信要求

- a) 电能质量模组与管理模组采用串口全双工通信模式，通讯速率默认 9600bps，最大可支持 460800 bps。
- b) 电能质量模组与管理模组之间的通信遵循 DL/T 698.45—2017 协议。
- c) 电能质量模组与电能表管理模组的上电交互流程参见附录 B。

2.8.3 时钟

电能质量模组与管理模组认证成功后，电能质量模组向管理模组请求时钟进行时钟同步，且满足以下要求：

- a) 模组应定期向电能表的管理模组请求时钟，请求频次不超过 24 次/天；
- b) 模组应接受管理模组的时钟设置。

2.8.4 清零功能

- a) 清除模组内存储的电能质量分析结果、事件记录等数据。

b) 清零仅限测试密钥状态下进行，清零操作应作为事件永久记录，应有防止非授权人员操作的安全措施。

2.8.5 电能质量监测

2.8.5.1 数据监测

电能质量模组的数据监测功能应能满足表 4 的规定。

表 4 数据监测量

电能质量数据		
稳态数据	电压偏差	
	频率偏差	
	电压波动	
	闪变	
	谐波	谐波电压、电流含有率 (2~50 次)
		谐波电流有效值 (2~50 次)
		电压总谐波畸变率、电流总谐波畸变率
间谐波	间谐波电压、电流含有率 (0.5~49.5次)	
	间谐波电流有效值 (0.5~49.5 次)	
暂态数据	事件数据	电压暂降
		电压暂升
		短时中断
	有效值数据	触发记录的有效值数据

2.8.5.2 准确度

电能质量模组基本误差不应超过表 5 规定的允许极限。

表 5 允许误差要求

类型	内容	分析量值类型	最大误差
稳态数据	电压偏差	电压	$\pm 0.05\%$
	频率偏差	频率	$\pm 0.005\text{Hz}$
	电压波动	电压	$\pm 5\%$
	闪变	短时间闪变	$\pm 5\%$
	谐波和间谐波		电压
电流			$\pm 0.5\% I_h$ $\pm 0.05\% I_N$
暂态数据	电压暂降、电压暂升和短时中断	电压	$\pm 0.1\%U_N$

		时间	±2周波
--	--	----	------

2.8.6 事件记录

模组应具备以下事件记录功能，事件判定设定值及默认值参见附录 C，所有事件均应主动上报。

- d) 电压谐波总畸变率超限：应记录电压谐波总畸变率超限事件总次数，最近 10 次发生时刻、结束时刻及对应电压、电流、频率、功率因数、电压谐波总畸变率；
- e) 电流谐波总畸变率超限：应记录电流谐波总畸变率超限事件总次数，最近 10 次发生时刻、结束时刻及对应的、电压、电流、频率、功率因数、电流谐波总畸变率；
- f) 电压闪变：应记录电压短时闪变超限和电压长时闪变超限事件总次数，最近 10 次发生时刻、结束时刻及对应的、电压、电流、频率、功率因数、闪变值；
- g) 电压暂降、电压暂升和短时中断发生过程的所有频率、电压波动与闪变、供电电压偏差、谐波及间谐波测量结果；
- h) 应能记录模组输入报文异常事件总次数，最近 10 次采样值报文异常事件发生或结束时刻，采样值报文事件见表 6，输入报文异常判定方法见附录 D；
- i) 永久记录模组清零事件的发生时刻。

表 6 输入报文异常事件

序号	输入报文异常事件
1	输入值通信中断
2	输入值报文数据无效事件
3	输入值报文丢失事件

2.8.7 事件主动上报

具有依据 DL/T 698.45-2017 协议的通知/确认类数据交换服务上报（REPORT）实现事件的主动上报功能，上报服务可以实现对对象属性、记录型对象属性上报，上报事件的内容可设置。

2.8.8 分析统计

模组应具有按设定周期统计分析电能质量指标的功能：

- a) 分析统计周期不大于 24 小时。
- b) 至少包括监测量最大值、最小值、平均值、95%概率值的统计。
- c) 表 5 规定的稳态数据、暂态数据超限次数统计。

2.8.9 数据存储

模组应具备数据存储功能，满足以下要求：

- a) 至少应能存储上 10 个电能质量分析统计结果；
- b) 至少应能存储 5.8.5 规定的近 10 次事件记录内容；
- c) 至少应能满足外部 flash 存储空间不小于 8M，RAM 空间不小于 2M。

2.9 安全要求

模组的密钥更新、参数更新、远程控制、安全认证等应符合 Q/GDW 1365—20XX 的要求。

2.10 软件升级

模组软件在授权后可进行升级，升级过程中不能影响电能表的正常工作，也不应引起电能量、电能质量参数等重要数据的改变，同时必须有对应的事件记录。软件要有良好的向下兼容性。模组软件升级需要通过电能表管理模组转发，升级包括升级准备阶段、升级文件下载与确认以及执行升级和结果查询三个大的过程，升级过程同时支持点对点传输及组播传输。

- j) 电能质量模组应具备通过电能表管理模组转发进行软件下载、软件更新的功能，电能表管理模组收到的报文如果是密文，则先解密并再次加密后转发给电能质量模组，由电能质量模组解密后对启动传输命令、文件下载完整性及是否执行升级等进行合法性判断、处理。
- k) 启动传输命令中应包含待升级文件的版本信息、升级文件校验信息以及兼容的软、硬件版本信息，模组可根据版本信息识别待升级程序是否与模组厂家、软件、硬件等参数匹配，可根据校验信息进行升级文件的整体校验。
- l) 当未收到正确的启动传输命令时，模组应拒绝接收下载文件。
- m) 程序下载与更新过程中，不应影响电能表管理模组、计量模组的正常工作。
- n) 收到启动升级命令后，如果判断升级包不完整，则异常应答。
- o) 程序下载完成后，应具有立即启动或定时启动更新流程的功能。
- p) 程序更新过程中掉电，上电后应能重新启动更新程序。
- q) 升级过程中应具备断点续传功能。

附录 A 应具备升级过程及升级后升级结果查询功能。
(规范性附录)
模组外观尺寸

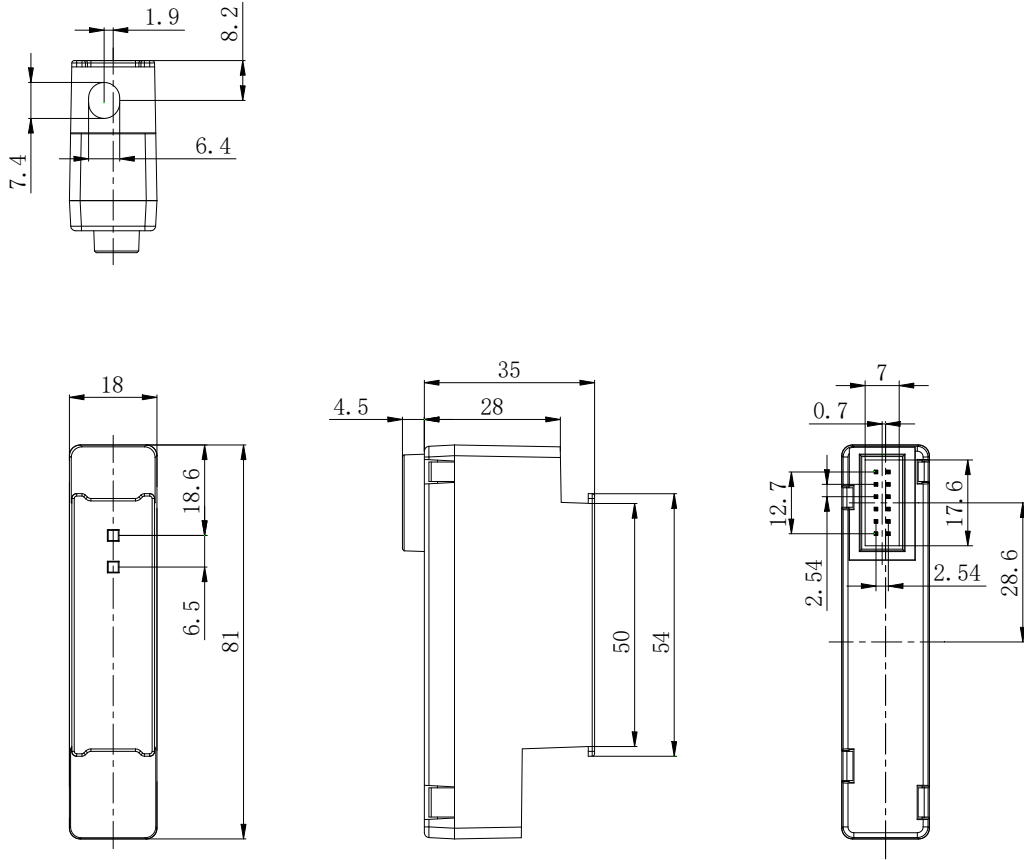


图 A.1 模组外观结构尺寸

附录 B
(规范性附录)
模组上电工作流程

B.1 模组上电工作流程

- a) 管理模组上电并稳定后，自动检测模组的 COM_RQ 引脚，确定模组是否接入。
- b) 管理模组确认模组接入后，等待 3 秒，读取模组中的电能表模组列表 (OAD: 40310200)，确认模组类型，如果给出正确应答，则继续后续步骤；如果模组未能给出正确应答，则管理模组再次读取电能质量模组中的电能表模组列表 (OAD: 40310200)，最多读三次，如果三次均失败，则通过/RST 引脚复位模组。
- c) 确认模组类型是电能质量模组后，管理模组更新电能表模组列表 (OAD: 40310200) 中内容，并与之前逻辑设备进行比对，如此次为新插入电能质量模组或更换电能质量模组，则记录通信模组变更事件记录 (OAD: 30300200)，并根据上报标识确认是否需要上报该事件。
- d) 主站读取逻辑设备中的对象列表 (OAD: 44000200)，对象列表 (OAD: 44000200) 中包括该逻辑设备中各个对象及对象访问权限，主站根据对象列表访问模组的相关数据。
- e) 电能质量模组访问管理模组时，管理模组视同主站访问管理模组，管理模组根据安全模式参数，判断所需数据的权限，模组根据需要决定是否读取管理模组的安全模式参数。
- f) 电能质量模组根据需要向管理模组请求时间进行时钟同步，如遇到主站下发校时或广播校时命令，管理模组同步计量模组时钟后，应对电能质量模组进行校时。
- g) 电能质量模组向计量模组请求电压、电流、功率、当前电量等原始数据，并将电能质量数据发送给管理模组，由电能表对当前状态进行同步显示。

B.2 模组流程补充

在电能质量应用中，手机 APP 通过蓝牙给电能表管理模组发电能质量指令，则电能表管理模组也给该手机 APP 分配逻辑地址，以支持主站通过终端、电能表管理模组与手机 APP 进行数据交互。

附 录 C
(规范性附录)
事件记录判断阈值

表 C.1 电能质量监测量越限事件记录判断阈值

序号	事件名称	设定值范围	默认设定值	允许误差
1	电压谐波总畸变率超限	1. 电压谐波总畸变率超限阈值定值范围: 1%~20%, 最小设定值级差 0.1%	5%	±0.3%
		2. 电压谐波总畸变率超限事件判定延时时间: 固定 60s	60s	±2s
2	电流谐波总畸变率超限	1. 电流谐波总畸变率超限阈值定值范围: 1%~20%, 最小设定值级差 0.1%	20%	±0.3%
		2. 电流谐波总畸变率超限事件判定延时时间: 固定 60s	60s	±2s
3	电压短时闪变超限	1. 电压短时闪变超限阈值定值范围: 0.1~10, 最小设定值级差 0.1	1.0	±0.1
		2. 电压短时闪变超限时间判定延时时间: 固定 600s	600s	±2s
4	电压长时闪变超限	1. 电压长时闪变超限阈值定值范围: 0.1~10, 最小设定值级差 0.1	0.8	±0.1
		2. 电压短时闪变超限时间判定延时时间: 固定 600s	600s	±2s
5	电压暂降	1.电压暂降超限阈值定值范围: 0.1p.u.-0.9p.u.	0.9p.u.	0.05 p.u.
		2.电压暂降超限时间判定延时时间: 固定 10s	10s	10ms
6	电压暂升	1.电压暂升超限阈值定值范围: 1.1 p.u.-1.8p.u.	1.1 p.u.	0.05 p.u.
		2.电压暂升超限时间判定延时时间: 固定 10s	10s	10ms
7	电压短时中断	电压短时中断阈值设定范围: 0-0.15 p.u.	0.1 p.u.	0.05 p.u.
8	输入数据报文异常	输入值通信中断触发时间定值范围: 1s-600s, 最小设定级差 1s	60s	± 1s
		输入值通信中断恢复时间定值范围: 1s-600s, 最小设定级差 1s	60s	± 1s
		输入值报文丢失统计报文数范围: 100-100000, 最小设定级差 10	10000	± 1
		输入值报文丢失触发发生率范围: 0.0001-0.02, 最小设定级差 0.0001	0.0001	±0.00001
		输入值报文丢失恢复时间定值范围: 1s-600s, 最小设定级差 1s	60s	± 1s

附 录 D
(规范性附录)
事件记录判断阈值

表 D.1 输入报文异常判定标准

序号	报文异常内容	判定标准
1	输入报文异常	电能质量模组检测到计量模组 SPI 发送数据帧头不正确,持续超过 2S, 认定输入报文异常
2	输入报文数据无效	电能质量模组检测到计量模组 SPI 发送数据校验位不正确,持续超过 2S, 认定输入报文异常
3	输入值通信中断	电能质量模组检测到计量模组 SPI 数据源超过 2S 没有数据, 判定为输入通信中断
4	输入值报文丢失	电能质量模组检测到计量模组 SPI 数据帧序号不连续, 时间超过 2S, 判定为输入报文丢失事件