

保密等级  
限制

Q/DX

青 岛 鼎 信 通 讯 有 限 公 司 技 术 文 档

# 光伏设备数据交互模组企业标准

V1.1

2023-5-20 发布

2023-5-22 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司

发 布

## 1 范围

本标准规范书适用于光伏设备数据交互模组，用于指导模组设计、研发、质量检验等工作，它包括技术指标、功能要求、机械性能、电气性能、外观结构等要求。

本文件规定了低压分布式光伏系统下智能物联电能表光伏设备数据交互模组的结构、技术要求、试验方法及检验规则。

本文件适用于国家电网有限公司系统内智能物联电能表（以下简称“电能表”）光伏设备数据交互模组（以下简称“模组”）的设计、制造、采购、测试及验收。

## 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（包括所有的修改单）适用于本文件。

- 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
- 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
- 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)
- GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 5169.11-2017 电工电子产品着火危险试验第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法
- 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
- 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
- GB/T 17626.20-2014 电磁兼容 试验和测量技术横电磁波(TEM)波导中的发射和抗扰度试验
- DL/T 698.45 电能信息采集管理系统 第4-5部分：通信协议一面向对象的数据交换协议
- Q/GDW 1206 电能表抽样技术规范
- Q/GDW 10364-2020 单相智能电能表技术规范
- Q/GDW 10827-2020 三相智能电能表技术规范
- Q/GDW 12179-2021 智能物联电能表安全防护技术规范
- Q/GDW 12180-2021 智能物联电能表功能及软件规范

## 3 术语和定义

Q/GDW 12180-2021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**光伏设备 photovoltaic equipment**

包含所有逆变器、相关的平衡系统部件以及具有一个公共连接点的太阳能电池方阵在内的设备。

### 3.2

**数据交互模组 data interaction module**

智能物联电能表的一类扩展模组，用于实现智能物联电能表与光伏设备之间的数据交互。

### 3.3

**Modbus协议 modbus protocol**

Modbus协议是应用层报文传输协议，它在连接至不同类型总线的设备之间提供客户机/服务器通信，根据传输介质不同划分为多种形式，其中Modbus-RTU是一种基于串行链路的Modbus协议。

### 3.4

#### 寄存器 register

存储表征与光伏设备相关且具有特定含义数据的存储部件。

## 4 技术要求

### 4.1 环境条件

#### 4.1.1 参比温度及相对湿度

参比温度为23℃，相对湿度为45%~75%。

#### 4.1.2 温度范围

温度范围见表2。

表 2 温度范围

工作范围	温度范围
规定的工作范围	-25℃~55℃
极限的工作范围	-40℃~70℃
贮存和运输条件	-40℃~70℃

对特殊用途，可在订货合同中规定比表2严格的规定的温度范围，下限温度极限可以从-55℃、-40℃里选择，上限温度极限可以从+70℃、+85℃选择。

#### 4.1.3 大气压力

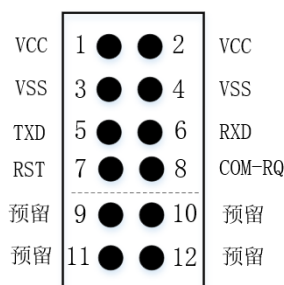
模组应能够在大气压力为63kPa~106kPa（海拔4000m及以下）的环境条件下正常工作，功能不受到影响，特殊订货要求除外。高海拔地区要求模组在海拔4000m~4700m应能正常工作。

### 4.2 工作电源

模组的工作电源由电能表提供，工作电压（5±0.25）V，最大峰值电流不应超过200mA。

### 4.3 接口要求

模组的弱电接口采用2×6（间距2.54mm）双排插针作为连接件，模组与电能表的硬件接口示意图如图1所示（模组正视图方向），接口定义说明见表3。模组外接插座和插头采用凤凰端子结构，接口示意图应符合附录A的要求。模组电源故障或短路时不应对电能表的基本功能产生影响，模组485电路与其他电路部分应进行电气隔离。



模组与电能表接口示意图（模组正视图方向）

表 3 模组与电能表引脚定义

接口 管脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模组)	说 明
1、2	电源	VCC	I	由电能表提供，工作电压应满足 $(5 \pm 0.25) \text{ V}$
3、4	电源地	VSS	-	电源地，比其他信号管脚的插针长 0.5mm
5	信号	TXD	O	模组给电能表发送信号引脚，模组输出为开漏方式，常态为高阻态。模组低电平电流驱动能力 $\geq 2\text{mA}$ 。 通信速率默认为 115200bps
6	信号	RXD	I	模组接收电能表通信信号引脚，模组内部一般通过上拉电阻连接到正电源
7	信号	RST	I	复位信号输入引脚，用来给模组复位，模组内部一般通过上拉电阻连接到正电源。复位信号脉宽不低于 200ms
8	信号	COM-RQ	O	模组到位信号（默认接地），输出，到位后为低电平
9	预留			预留（本模组不使用）
10	预留			预留（本模组不使用）
11	预留			预留（本模组不使用）
12	预留			预留（本模组不使用）

#### 4.4 功率消耗

模组静态功耗不应超过0.5W，最大动态功耗不应超过1W。

#### 4.5 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。

#### 4.6 功能要求

##### 4.6.1 功能概述

模组应具备以下功能：

- 模组与光伏设备通信，可查询与模组匹配的光伏设备信息；
- 模组能够响应电能表的指令对光伏设备的发电功率进行调节；
- 模组应具有兼容不同型号光伏设备映射关系的Modbus协议库，并能够在1分钟内实现协议的快速转换。

##### 4.6.2 时钟校时

时钟校时功能要求如下：

- a) 模组定期向电能表请求时钟，定期请求频次不超过24次/天；
- b) 模组接受电能表的校时指令。

模组接收到电能表的广播校时命令时，如果广播校时的范围大于最大校时偏差（默认5min），模组同样接受校时。

#### 4.6.3 事件记录

事件记录功能要求如下：

- a) 记录校时总次数及最近10次电能表主动发起校时的前后时刻；
- b) 记录模组软件在线升级总次数发生时刻以及最近10次升级前、升级后版本信息；
- c) 记录模组清零总次数，最近10次清零事件发生时刻；
- d) 记录光伏设备有功功率控制事件记录，记录总次数、最近10次调节发生时刻、调节前的电压、电流、功率及功率因数；
- e) 记录光伏设备无功功率控制事件记录，记录总次数、最近10次调节发生时刻、调节前的电压、电流、功率及功率因数；
- f) 记录光伏设备功率因数控制事件记录，记录总次数、最近10次调节发生时刻、调节前的电压、电流、功率及功率因数；
- g) 记录控制光伏设备开关机事件，记录总次数、最近10次控制事件发生时刻。

#### 4.6.4 模组清零

模组应在公钥下接受管理模组的清零命令，清除清零事件以外的所有数据。

#### 4.6.5 通信功能

##### 4.6.5.1 与电表通信

模组与电能表通信应满足：

- a) 模组与电能表上电交互流程应按照附录B要求执行；
- b) 模组与电能表之间的通信遵循DL/T 698.45协议。

##### 4.6.5.2 与光伏设备通信

模组与光伏设备通信应满足：

- a) 模组应提供基于RS-485物理层介质的通信，字节格式要求见表4；
- b) 通信速率默认为9600bps，最高支持115200bps；
- c) 模组应能采用Modbus-RTU或DL/T 698.45协议与光伏设备通信，通信规约符合附录C；

表4 字节格式要求

参数	说明
起始位	1
数据位	8
停止位	1
校验位	无

★成为低压用电领域的引领者★

485 通讯相关实验按默认速率进行，可支持通讯速率由研发端自测保证。

#### 4.7 安全要求

模组应集成硬件ESAM模块，安全要求应符合Q/GDW 12179-2021的规定。

#### 4.8 软件升级要求

模组的软件升级应符合 Q/GDW 12180-2021 中 5.16.3 的要求。

#### 4.9 电磁兼容要求

##### 4.9.1 总体要求

模组应能承受表5所示的电磁骚扰的影响。

表 5 电磁兼容性要求

电磁干扰源	严酷等级	干扰施加值	施加端口
射频辐射电磁场抗扰度	4	30V/m	整机
静电放电抗扰度	4	8.5kV	外壳和操作部分

##### 4.9.2 射频辐射电磁场抗扰度

在表 5 所列严酷等级的射频辐射电磁场影响下，模组不应发生死机或损坏，可出现复位或短时通信中断现象，试验后应能正常工作。

##### 4.9.3 静电放电抗扰度

在表 5 所列严酷等级的静电放电干扰下，模组不应发生死机或损坏，可出现复位或短时通信中断现象，试验后应能正常工作。

#### 4.10 绝缘性能要求

##### 4.10.1 脉冲电压

模组插在电能表上，整机应能承受脉冲电压影响，试验电压按下表规定施加。

表 6 整机脉冲电压

单位：V

从额定系统电压导出的相对地电压	脉冲电压
$\leq 100$	2500
$\leq 300$	6000

模组自身 485 对扩展模块口之间应能承受脉冲电压影响，试验电压按下表规定施加。

表 7 模块脉冲电压

单位：V

从额定系统电压导出的相对地电压	脉冲电压
-----------------	------

≤100	2500
------	------

#### 4.10.2 交流电压

模组插在电能表上，整机应能应能承受下表规定的交流试验电压。试验中，不应出现火花放电、闪络或击穿；试验后，整机应无机械损坏，并能正确工作。

模组自身 485 对扩展模块口之间应能承受下表规定的交流试验电压。试验中，不应出现火花放电、闪络或击穿；试验后，整机应无机械损坏，并能正确工作。

**表 8 整机交流电压试验**

绝缘等级	试验电压施加的点	由标称电压导出的线对中线电压 (V)	1 min 交流试验电压 (V r.m.s)
加强绝缘	在所有电网电路连接在一起 作为一端和另一端是地之间	≤150	2700
		≤300	3500

**表 9 模块交流电压试验**

绝缘等级	试验电压施加的点	由标称电压导出的线对中线电压 (V)	1 min 交流试验电压 (V r.m.s)
加强绝缘	在模组扩展口所有插针连接 在一起作为一端和另一端是 485 端子之间	≤150	2700
		/	/

## 5 试验项目及要求

### 5.1 结构试验

#### 5.1.1 一般检查

进行外观和结构检查，模组应满足本文件6.1的要求。

#### 5.1.2 防火焰蔓延

按照GB/T 5169.11-2017规定的方法进行试验。灼热丝顶部的温度为 $(650 \pm 10)^\circ\text{C}$ ，灼热丝顶部施加在试验样品上，试验时间为30s。在施加灼热丝期间和其后的30s内，观察样品试验部位以及周围，试验样品应无火焰或不灼热；样品在施加灼热丝期间产生火焰或灼热，应在灼热丝移去后30s内熄灭。

#### 5.1.3 盐雾腐蚀试验

按照GB/T 2423.17-2008规定进行试验。模组应安装在电能表上进行测试。将被试电能表以正常垂直安装方向放入盐雾箱，保持温度为 $35^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度大于85%，盐溶液采用高品质氯化钠溶液，浓度为 $5\% \pm 1\%$ （质量比），连续喷雾72h后在大气条件下恢复1h~2h。试验结束后检查模组金属部分应无腐蚀和生锈情况，功能应符合本技术规范要求。

## 5.2 气候影响试验

### 5.2.1 通用要求

模组应安装在电能表上进行测试。每项气候影响试验后，模组功能不应损坏，并能正常工作。

### 5.2.2 高温试验

试验应按GB/T 2423.2-2008，在下列条件下进行：

- a) 模组在非工作状态；
- b) 试验温度、试验持续时间见表10；
- c) 试验后，样品恢复时间：2 h。

表 10 高温试验温度和试验持续时间

试验温度	试验持续时间
(+70±2) °C	72 h

### 5.2.3 低温试验

试验应按GB/T 2423.1-2008，在下列条件下进行：

- a) 模组在非工作状态；
- b) 试验温度、试验持续时间见表11；
- c) 试验后，样品恢复时间：2 h。

表 11 低温试验温度和试验持续时间

试验温度	试验持续时间
(-40±2) °C	72 h

### 5.2.4 交变湿热试验

试验应按GB/T 2423.4—2008，在下列条件下进行：

- a) 试验时，电压电路施加标称电压，电流电路无电流；
- b) 试验上限温度：+55℃±2℃；
- c) 试验持续时间：6个周期；
- d) 将电能表暴露在周期性变化的温度环境下，温度在 25℃和 b) 规定的上限温度之间变化，在低温和温度变化阶段保持相对湿度在 95%以上，在高温阶段保持相对湿度在 93%以上。在升温过程中电能表可出现凝露；
- e) 一个周期 24h 包括：
  - 1) 在 3h 内升温至上限温度；
  - 2) 保持上限温度直到从周期起点开始计算的 12h；
  - 3) 在接下来的 3h 到 6h 温度降至 25℃，如果在前 1.5h 内温度下降的较快，则要求在 3h 内就下降至 25℃；
  - 4) 温度始终保持在 25℃，直至一个周期 24h 结束。
- f) 在周期开始前的稳定阶段和周期结束后的恢复阶段，应使电能表所有部件的温度变化范围在其最终温度的 3℃以内。



试验期间，不应出现重大缺陷；在试验终止的 24h 后，进行功能性检查，模组应能正常工作，不应出现影响模组功能特性的机械损伤或腐蚀。

### 5.3 功率消耗试验

给模组提供要求的工作电压，功耗应满足本文件4.4的要求。

### 5.4 兼容性试验

#### 5.4.1 热插拔试验

电能表施加标称电压，在模组热插入的情况下，模组应能正常工作；模组热拔出后，模组不应损坏且内部存贮的数据和参数不应受到影响和改变。

#### 5.4.2 接口符合性试验

模组插入相应测试平台，测试平台以10s的时间间隔对模组进行抄读，共抄读5次，模组应正确应答。

#### 5.4.3 模组电源工作能力试验

给模组提供  $(5 \pm 0.25)$  V 的工作电源，并施加纹波，模组应能正常工作：

- a) 在模组接口的VCC和地之间接入5.25V，纹波为0.4%电源，模组应能正常工作，测试平台以10s的时间间隔对模组进行抄读，共抄读5次，模组应正确应答。
- b) 在模组接口的VCC和地之间接入4.75V，纹波为0.4%电源，模组应能正常工作，测试平台以10s的时间间隔对模组进行抄读，共抄读5次，模组应正确应答。

### 5.5 功能试验

#### 5.5.1 试验系统

试验系统模拟电能表、光伏设备与被测模组进行交互，被测模组通过串口和RS-485与试验系统上电交互并进行功能测试。

#### 5.5.2 试验方法

按下述步骤进行：

- a) 连接模组与试验系统；
- b) 试验系统按照本文件4.6.5.1中的要求下发交互报文，模组应正确响应；
- c) 试验系统通过串口发送通信、控制报文给模组，模组应正确响应；
- d) 模组发送通信、控制报文给试验系统；
- e) 试验系统通过RS-485发送光伏设备响应报文给模组；
- f) 模组指示灯应符合本文件4.4中的状态指示要求。

## 5.6 安全试验

当模组通过接口与电能表进行通信和数据传输时，应满足本文件中4.7的要求。

## 5.7 软件升级试验

软件升级测试应按以下步骤进行：

- a) 试验系统下发与模组不匹配的启动传输命令，模组应返回异常应答；
- b) 采用正确的升级文件进行测试，按如下流程进行：
  - 1) 试验系统下发与模组匹配的启动传输命令，模组应正确响应；
  - 2) 试验系统下发写文件命令进行升级文件传输，模组应正确响应；
  - 3) 查询模组传输块状态字，确认升级文件完全收到后，试验系统下发执行升级命令，模组应正确响应；
  - 4) 试验系统查询模组升级结果，模组应返回升级成功；
  - 5) 试验系统查询模组上1次升级事件记录，模组应返回最近产生的事件记录。
- c) 采用错误的升级文件进行测试，按如下流程进行：
  - 1) 试验系统下发与模组匹配的启动传输命令，模组应正确响应；
  - 2) 试验系统下发写文件命令进行错误的升级文件传输，模组应正确响应；
  - 3) 查询模组传输块状态字升级文件完全收到后，试验系统下发执行升级命令，模组应不能升级，并保存错误升级状态信息。

## 5.8 电磁兼容试验

### 5.8.1 一般要求

电磁兼容性试验的一般要求包括：

- a) 通用试验条件适用于本文件4.9中规定的所有试验，另有规定除外；
- b) 试验前，应在参比条件下测试模组的功能；
- c) 电磁兼容性试验过程中，模组应安装在电能表上，整机作为台式设备进行试验，并盖上表盖和端子盖；
- d) 所有接地的部分应接地；
- e) 对任一影响量或干扰试验项目，每项试验仅施加一个外部影响量。

### 5.8.2 验收准则

试验结果应依据模组在试验中的功能丧失或性能降低现象进行分类，电磁抗扰性试验结果评价等级见表12描述。

B 级：试验时模组可出现短时通信中断，试验后无需人工干预，模组可以自行恢复。

表 12 电磁兼容性试验结果评价等级

试验项目	试验结果评价
射频电磁场辐射抗扰度	B
静电放电抗扰度	B

### 5.8.3 射频电磁场（电流电路中无电流）试验

试验应按GB/T 17626.3-2016或GB/T 17626.20-2014要求，在本标准5.9中规定的条件以及下列条件下进行：

- a) 电能表电压电路施加标称电压；
- b) 电流电路无电流，且电流端子应开路；
- c) 暴露于电磁场中的电缆长度：1m；电缆长度的要求适用于电压电缆、输入/输出电缆和通信电缆；
- d) 试验应施加在电能表的每个表面，要求如下：
  - 1) 频带：80MHz～6GHz；以1kHz正弦波对信号进行80%调幅载波调制；
  - 2) 未调制的试验场强：30V/m；
  - 3) 频率增加的步长：1%。
- e) 驻留时间应不少于3s。

### 5.8.4 静电放电抗扰度

试验应按GB/T 17626.2-2018执行，在本文件5.9中规定的条件以及下列的条件下进行：

- a) 电能表电压电路施加标称电压；
- b) 电流线路无电流，且电流端子应开路；
- c) 试验应施加在电能表的每个表面；
- d) 间接放电：8.5kV 的试验电压应以接触方式施加于水平耦合板和垂直耦合板。水平和垂直耦合板试验，所有面都应经受放电；
- e) 直接放电：8.5kV 接触放电试验电压应施加在正常操作易触及的金属部分；如果电能表的外表面没有易触及的金属部分，应施加 15.5kV 试验电压的空气放电替代接触放电；
- f) 放电次数：以最敏感极性放电 10 次；如果敏感极性未知，则正负极性各 10 次；相邻放电之间至少间隔 1s。

## 5.9 绝缘性能试验

绝缘性能试验包含脉冲电压试验和交流电压试验，试验应符合Q/GDW 10827-2020、Q/GDW 10364-2020中5.7规定的试验条件、试验程序和验收准则。

## 5.10 可靠性试验要求



光伏设备数据交互  
模组产品可靠性测

## 6 结构要求

### 6.1 一般要求

#### 6.1.1 模组尺寸

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

#### 6.1.2 模组颜色

模组外壳颜色色卡号：RAL9003(信号白)，色差值  $\Delta E \leq 2.0$ 。

### 6.2 外壳及防护性能

模组应满足以下要求：

- a) 模组外壳应使用绝缘、阻燃、防紫外线的 PC+GF（10%±2%）材料制成，不可使用回收材料。
- b) 模组外壳应耐腐蚀、抗老化、有足够的强度。模组安装在电能表上，模组防护性能应符合 GB/T 4208-2017 中 13.4 和 14.2.4 规定的 IP54 试验要求。
- c) 模组外壳应符合 GB/T 5169.11-2017 的阻燃性能要求。
- 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，不可使用回收材料，透明窗口与模组应无缝紧密结合。
- e) 模组外壳不应有明显的凹凸痕、划伤、裂缝和毛刺。

### 6.3 金属部分的防腐蚀

模组易受腐蚀的所有部件在正常条件下应予以有效防护，其中接插件表层镀金厚度不少于 2 μm（微英寸）。

### 6.4 状态指示

模组状态指示采用两个高亮、长寿命、绿色 LED 指示灯，指示灯位置应符合附录 A 要求，释义见表 13。

表 13 指示灯状态释义

序号	指示灯	指示灯状态	释义
1	状态	闪烁（0.5Hz）	模组与光伏设备通信
		常亮	电源正常
		灭	电源异常
2	通信	闪烁（4Hz）	模组与电能表通信
		常亮	未完成初始化或初始化失败
		灭	初始化成功

### 6.5 铭牌

铭牌应包含模组名称、指示灯、制造厂家名称、厂家商标等信息，由激光刻印于模组表面，应清晰、耐久。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

由制造单位对所生产的每只模组按照本规范的要求进行检验，检验合格后，出具质量合格证明。

## 7.2 全性能试验

按照本规范规定的试验项目、试验要求和试验方法进行检验，以确定模组规定的特性并证明其与本规范要求的符合性，试验项目应符合7.5的规定。在产品招标前、产品到货前或国家电网有限公司省级计量中心认为有必要时，应进行全性能试验。

全性能试验通常采用制造单位送样或抽样的方式获得被试样品。产品招标前全性能试验由国家电网有限公司计量中心负责，由制造单位送样。招标前全性能试验合格样品应进行元器件和软件备案。产品供货前的全性能试验由国家电网有限公司省级计量技术机构负责组织实施，供货前样品应从供应商已生产的小批量（模组1000只以上，最大不超过该中标批次的3%）产品中抽取，抽样数量为6只，抽样试验样品应进行封样处理。供货前全性能试验开始前，应从样品中抽取2只与招标前全性能试验对应厂家产品的备案资料进行元器件、软件和工艺的比对，并将合格样品留样2只，用于到货后的样品比对。

有下列情形之一者则判定为不合格：

- 对比产品招标前全性能试验和产品供货前全性能试验的样品，出现元器件不符、工艺简化、软件改动等情况；
- 招标前全性能试验中，依据本规范试验，样品中任意一只任意一项不合格，即判定该批模组不合格；
- 供货前全性能试验中，依据本规范试验项目分为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。

## 7.3 抽样验收试验

产品到货后，按照Q/GDW 1206规定抽样方法进行抽样和抽样验收试验，试验项目应符合7.5的规定。抽样验收试验前应从样品中抽取2只与供货前全性能试验对应厂家的留样进行元器件、软件和工艺比对。

有下列情形之一者则判定为验收不合格：

- 依据检测样品，未经有效书面确认，出现元器件不符、工艺简化、软件改动等情况；
- 模组到货后抽样验收试验中，依据本规范试验项目分为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；
- 检测过程中发现有3只及以上样品存在因生产工艺、元器件等同一原因引起的质量隐患问题。

## 7.4 全检验收试验

按照本规范规定的试验要求和试验方法对到货产品进行100%验收检测。

有下列情形之一者则判定验收不合格：

- 全检验收合格率低于99%；
- 检测过程中发现有3只及以上样品存在因生产工艺、元器件等同一原因引起的质量隐患问题。

## 7.5 试验项目

试验项目明细表见表11。

表 14 试验项目明细表

序号	试 验 项 目		判定级别	全性能试验	抽样验收试验	全检验收试验	新品实验	硬件变更实验
1	结构试验	一般检查	B	•	•	•	•	
序号	试 验 项 目		判定级别	全性能试验	抽样验收试验	全检验收试验	新品实验	硬件变更实验
2	结构试验	防火焰蔓延试验	A	•	•		•	

序号	试 验 项 目		判定级别	全性能试验	抽样验收试验	全检验收试验	新品实验	硬件变更实验
3		盐雾腐蚀试验	A	•	•		•	
4	气候影响 试验	高温试验	A	•			•	•
5		低温试验	A	•			•	•
6		交变湿热试验	A	•			•	•
7	功率消耗试验		A	•			•	•
8	兼容性试验	热插拔试验	A	•	•		•	•
9		接口符合性试验	A	•	•			
13		模组电源工作能力试验	A	•	•			
14	功能试验	通信试验	A	•	•	•		
15		时钟校时试验	A	•	•	•		
16		事件记录测试	A	•	•	•		
17		软件升级测试	A	•				
18	安全试验		B	•		•		
19	电磁兼容 试验	射频辐射电磁场抗扰度 <sup>△</sup>	A	•	•		•	•
20		静电放电试验 <sup>△</sup>	A	•	•		•	•
21	绝缘性能	脉冲电压 <sup>△</sup>	A	•	•		•	•
22		交流电压 <sup>△</sup>	A	•	•		•	•
注 1：在抽样验收试验中，带△项目从抽样中随机抽取 6 只进行试验。								
注 2：“•”表示必做项试验。								

## 8 版本记录

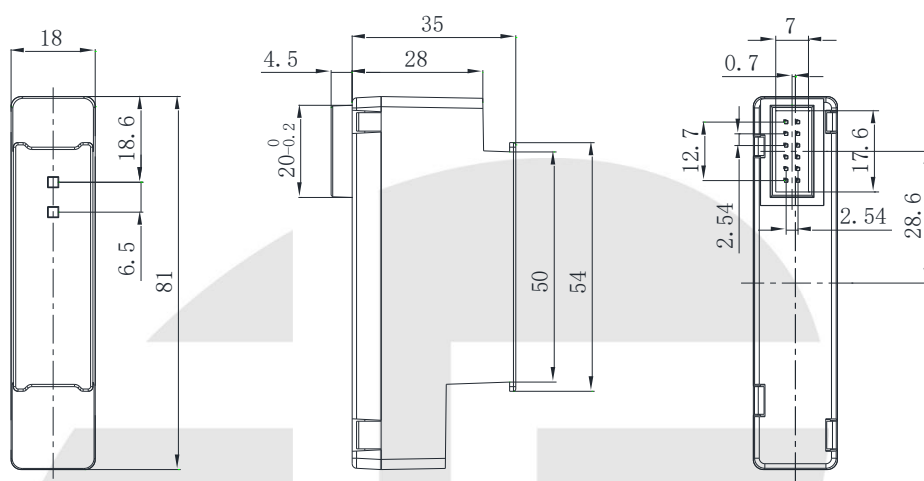
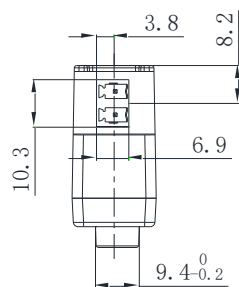
版 本 编 号 / 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	尚一诺	李伟		第一版
V1.1	尚一诺	李伟		1、增加 485 可支持通讯速率实验说明； 2、变更静电放电抗扰度试验要求，接触放电为 8.5KV；
				1、
				1、

--	--	--	--	--

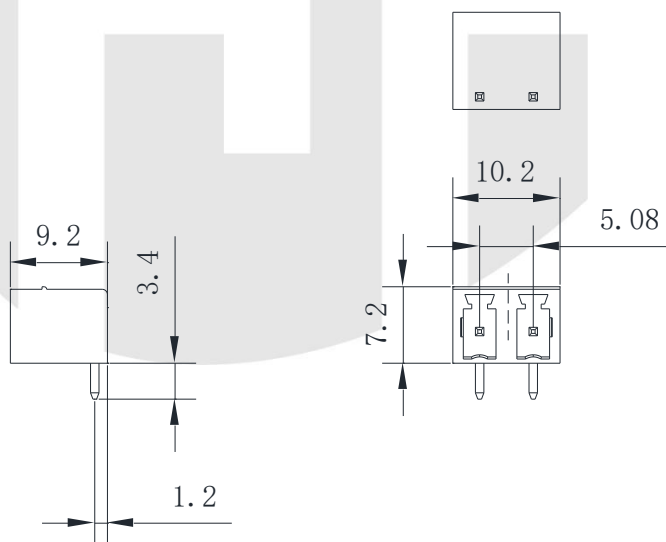
## 附录 A

模组外观尺寸应满足图A. 1-图A. 4的要求。

图中未单独标注公差的尺寸的允许公差遵照GB/T 1804-2000的m级要求执行。

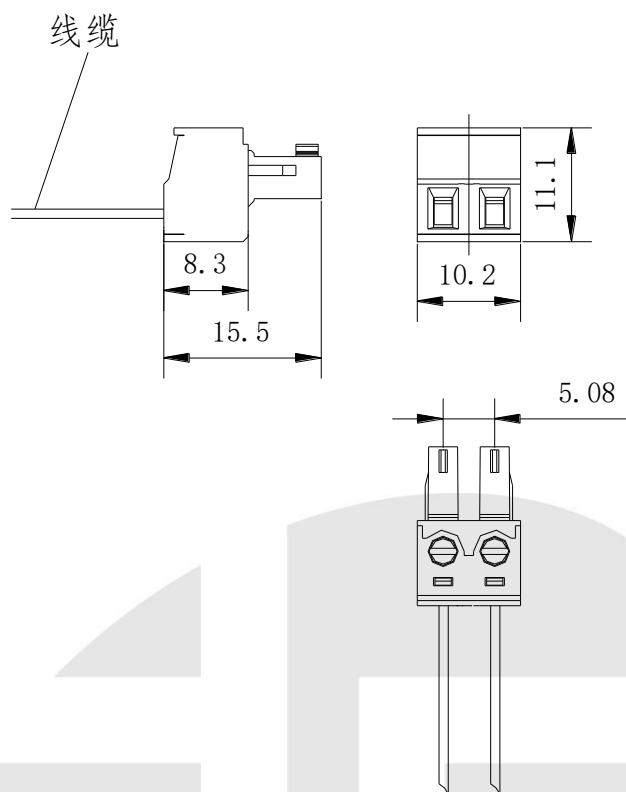


图A.1 模组外观尺寸

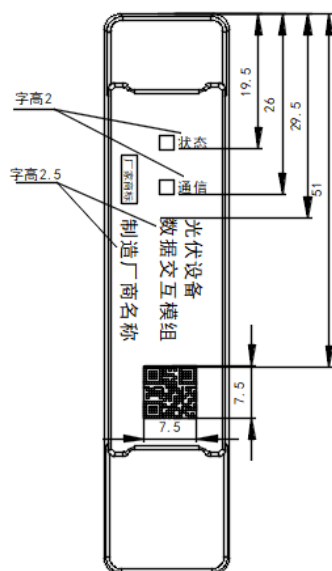


图A.2 外接插座接口图





图A.3 外接插头接口图



注 1：所有字体均为黑体，颜色为黑色；

注 2：厂家商标、二维码等信息激光刻印，颜色为黑色。

图A.4 模组刻印位置图

## 附录 B

### 附录 C (规范性附录)

### 附录 D 模组上电交互流程

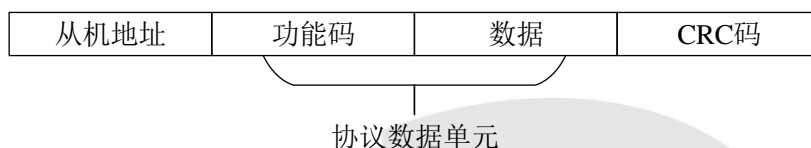
模组与智能物联电能表管理模组的上电交互流程如下：

- a) 上电并稳定后，管理模组自动检测模组的 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 5 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，则进入步骤 c)；如果模组未能给出正确应答，则管理模组再次读取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) 管理模组确认模组所在端口，如果模组逻辑地址已占用，则给模组重新分配一个逻辑地址，并在管理模组中建立起逻辑地址、端口的对应关系。
- d) 管理模组按照控制类模组类别对模组进行认证，认证通过后模组读取管理模组中计量元件数（OAD: 40100200）；在管理模组和扩展模组之间，握手、认证时，管理模组为客户机，模组为服务器，握手命令中，管理模组如果不知道扩展模组逻辑地址，命令中逻辑地址可用 0；认证命令中，可采用模组的逻辑地址，扩展模组收到报文时不判断报文中逻辑地址，应答报文中的逻辑地址采用接收报文中的逻辑地址。
- e) 管理模组如果检测到扩展模组有变化，则通过主动上报新增上报事件列表上报模组变更事件 OAD，引导主站读取管理模组中的电能表模组列表。
- f) 主站读取管理模组中的电能表模组列表（OAD: 40310200）（该列表包括了和管理模组通信的各个模组的逻辑地址）后，主站就可以通过管理模组访问接入的模组，具体方法：主站发报文给管理模组，报文中服务器地址为管理模组通信地址，逻辑地址为模组的逻辑地址，管理模组收到此命令后，首先判断服务器地址是否和管理模组通信地址一致，如果一致，则再根据管理模组中逻辑地址、端口的对应关系转发给对应的端口；采用这种方法，主站可以读取电能表模组中的对象列表（OAD: 44000200），对象列表（OAD: 44000200）中包括该模组中各个对象及对象访问权限。
- g) 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。
- h) 模组上电及复位后向管理模组请求时钟进行时钟同步。
- i) 管理模组一旦检测到模组被拔出，便停止与该模组的通信。

附 录 F（规范性附录）  
附 录 G与光伏设备通信规约

## G.1 帧结构

模组与光伏设备通信采用 Modbus-RTU 协议。Modbus-RTU 协议是一个主从协议，在同一时刻，只有一个主节点连接于总线，一个或多个从节点连接于同一个串行总线。主节点没有地址，从节点有地址，且从节点地址在串行总线上唯一。通信时，每条消息必须以连续的流方式传输。Modbus-RTU 协议帧结构如图 C.1 所示。



**图 C.1 Modbus-RTU 协议帧结构**

从机地址表示从节点地址，长度为 1 个字节。

协议数据单元由功能码和数据两部分组成。功能码表示从节点要执行的动作，长度为 1 个字节。数据是指含有请求或响应参数的数据，最大长度为 252 个字节。

CRC 码长度为 2 字节，低字节在前，高字节在后，是对 CRC 字段前所有字节的校验，校验算法采用 16 位 CRC 校验。

## G.2 应用层

### G.2.1 功能码定义

功能码定义见表 C.1。

**表A.1 功能码定义表**

序号	功能码	说明
1	0x03	读寄存器
2	0x06	写单个寄存器
3	0x10	写多个寄存器
4	0x15	模组推送电量等信息给光伏设备

### G.2.2 寄存器定义

寄存器定义见表 C.2，其中寄存器的数据类型定义见表 C.3。

**表A.2 寄存器定义表**

序号	信号量	寄存器地址	寄存器数量	数据类型	单位	增益	读写	备注
1	设备序列号	0xF000	10	UTF-8	-	-	RO	模组所连接光伏设备（逆变器或数据采集器）的序列号
2	额定有功功率	0xF050	2	U32	W	-	RO	额定有功功率 $P_{max}$
3	额定无功功率	0xF052	2	U32	Var	-	RO	额定无功功率 $Q_{max}$
4	输出类型	0xF054	1	U16	-	-	RO	电网相数，0：单相，1：三相
5	储能额定充电功率	0xF055	2	U32	W	-	RO	充电功率上限 $C_{max}$
6	储能额定放电功率	0xF057	2	U32	W	-	RO	放电功率上限 $D_{max}$
7	储能额定容量	0xF059	2	U32	Wh	-	RO	储能最大容量
8	储能剩余容量	0xF05B	1	U16	%	10	RO	数据范围[0, 1000]
9	逆变器开关机	0xF101	1	U16	-	-	RW	0：开机，1：关机
10	最大有功功率设定值	0xF102	2	I32	W	-	RW	数据范围[- $P_{max}$ , $P_{max}$ ]
11	额定有功功率百分比	0xF104	1	I16	%	10	RW	有功功率百分比，数据范围[-1000, 0], [0, 1000]
12	无功功率设定值	0xF105	2	I32	Var	-	RW	数据范围[- $Q_{max}$ , $Q_{max}$ ]
13	无功功率百分比	0xF107	1	I16	%	10	RW	无功功率百分比，数据范围[-1000, 0], [0, 1000]
14	功率因数设定值	0xF108	1	I16	-	1000	RW	数据范围[-1000, -800], [800, 1000]
15	储能充放电	0xF109	1	U16	-	-	RW	0：停止，1：充电，2：放电
16	储能强制充电功率	0xF10A	2	U32	W	-	RW	数据范围[0, $C_{max}$ ]
17	储能充电截止容量	0xF10C	1	U16	%	10	RW	数据范围[200, 1000]
18	储能强制放电功率	0xF10D	2	U32	W	-	RW	数据范围[0, $D_{max}$ ]
19	储能放电截止容量	0xF10F	1	U16	%	10	RW	数据范围[120, 200]
20	电网数据来源	0xF200	1	U16	-	-	WO	0：发电点，1：上网点
21	时间：年	0xF201	1	U16	-	-	WO	推送的电表数据所对应时标，示例：0x07E1=2017
22	时间：月+日	0xF202	1	U16	-	-	WO	推送的电表数据所对应时标，示例：高字节=月；低字节=日
23	时间：时+分	0xF203	1	U16	-	-	WO	推送的电表数据所对应时标，示例：高字节=时；低字节=分
24	时间：秒+0	0xF204	1	U16	-	-	WO	推送的电表数据所对应时标，示例：高字节=秒；低字节=0
25	日发电量/上网电量	0xF205	2	U32	kwh	100	WO	推送日发电量/上网电量信息
26	电网 A 相电压	0xF207	1	U16	V	10	WO	电网 A 相电压/单相电压
27	电网 B 相电压	0xF208	1	U16	V	10	WO	电网 B 相电压
28	电网 C 相电压	0xF209	1	U16	V	10	WO	电网 C 相电压
29	电网 A 相电流	0xF20A	1	U16	A	100	WO	电网 A 相电流/单相电流
30	电网 B 相电流	0xF20B	1	U16	A	100	WO	电网 B 相电流
31	电网 C 相电流	0xF20C	1	U16	A	100	WO	电网 C 相电流
32	电网 A 相有功功率	0xF20D	2	U32	W	-	WO	电网 A 相有功功率
33	电网 B 相有功功率	0xF20F	2	U32	W	-	WO	电网 B 相有功功率
34	电网 C 相有功功率	0xF211	2	U32	W	-	WO	电网 C 相有功功率
35	总有功功率	0xF213	2	U32	W	-	WO	总有功功率

表A.3 数据类型定义表

数据类型	说明
UTF-8	字符串，多字节数据流传输顺序为高字节在前，低字节在后。 例：UTF-8 数据“ABCD”，传输顺序为 A、B、C、D。
U16	无符号 16 位整型数据，高字节在前、低字节在后。 例：U16 数据 0x0102，传输顺序为 01、02。
I16	有符号 16 位整型数据，高字节在前、低字节在后。 例：I16 数据 0xE903，传输顺序为 E9、03。
U32	无符号 32 位整型数据，高字节在前、低字节在后。 例：U32 数据 0x01020304，传输顺序为 01、02、03、04。
I32	有符号 32 位整型数据，高字节在前、低字节在后。 例：I32 数据 0xFFFFF9C，传输顺序为 FF、FF、FF、9C。

## G. 2.3 报文格式

### G. 2.3.1 读寄存器 (0x03)

模组向光伏设备发送读命令。主节点请求帧格式、从节点正常响应帧格式、从节点异常响应帧格式、指令异常码分别见表C.4、C.5、C.6、C.7。

**表A.4 读寄存器 (0x03) 主节点请求帧格式定义**

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x03
寄存器起始地址	2 byte	0xF000~0xF0FF
寄存器个数	2 byte	1~124

**表A.5 读寄存器 (0x03) 从节点正常响应帧格式定义**

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x03
字节数	1 byte	寄存器值的数据字节长度
寄存器值	2~248 byte	具体数据

**表A.6 读寄存器 (0x03) 从节点异常响应帧格式定义**

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x83
异常码	1 byte	见表 C.7 指令异常码表

**表A.7 指令异常码**

异常码	说明
0x01	非法的功能码，表示功能码不是预期的 0x03, 0x06, 0x10, 0x15
0x02	非法的数据地址，表示读写的寄存器地址超出范围
0x03	非法的数据值，表示读写的寄存器个数或设定值超出范围或不允许写入
0x04	从节点设备故障
0x05	确认，从节点接受服务调用，但是需要相对长的时间完成服务。因此，从节点仅返回一个服务调用接收的确认
0x06	从节点设备繁忙
0x80	无权限

### G. 2. 3. 2 写单个寄存器 (0x06)

模组向光伏设备发送单一写命令。主节点请求帧格式、从节点异常响应帧格式、从节点异常响应帧格式分别见表C. 8、C. 9、C. 10。

**表A. 8 写单个寄存器 (0x06) 主节点请求帧格式定义**

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x06
寄存器地址	2 byte	0xF100~0xF1FF
寄存器值	2 byte	0x0000~0xFFFF

**表A. 9 写单个寄存器 (0x06) 从节点正常响应帧格式定义**

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x06
寄存器地址	2 byte	0xF100~0xF1FF
寄存器值	2 byte	0x0000~0xFFFF

**表A. 10 写单个寄存器 (0x06) 从节点异常响应帧格式定义**

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x86
异常码	1 byte	见表 C. 7 指令异常码表

### G. 2. 3. 3 写多个寄存器 (0x10)

模组向光伏设备一次发送多个写命令。主节点请求帧格式、从节点异常响应帧格式、从节点异常响应帧格式分别见表C. 11、C. 12、C. 13。

**表A. 11 写多个寄存器 (0x10) 主节点请求帧格式定义**

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x10
寄存器起始地址	2 byte	0xF100~0xF1FF
寄存器个数	2 byte	0x0000~0x007b
字节数	1 byte	寄存器值的数据字节长度
寄存器值	2~244 byte	具体数据

**表A. 12 写多个寄存器 (0x10) 从节点正常响应帧格式定义**

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x10
寄存器起始地址	2 byte	0xF100~0xF1FF
寄存器个数	2 byte	0x0000~0x007b

表A. 13 写多个寄存器(0x10)从节点异常响应帧格式定义

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x90
异常码	1 byte	见表 C. 7 指令异常码表

#### G. 2. 3. 4 信息推送(0x15)

模组推送电能表计量信息至光伏设备, 推送时间间隔可配置。主节点请求帧格式、从节点异常响应帧格式、从节点异常响应帧格式分别见表C. 14、C. 15、C. 16。

表A. 14 信息推送(0x15)主节点请求帧格式定义

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x15
寄存器起始地址	2 byte	0xF200~0xF2FF
寄存器个数	2 byte	0x0000~0x007b
字节数	1 byte	寄存器值的数据字节长度
寄存器值	2~244 byte	具体数据

表A. 15 信息推送(0x15)从节点正常响应帧格式定义

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x15
寄存器起始地址	2 byte	0xF200~0xF2FF
寄存器个数	2 byte	0x0000~0x007b

表A. 16 信息推送(0x15)从节点异常响应帧格式定义

协议数据单元	长度	说明
功能码	1 byte	0x95
异常码	1 byte	见表 C. 7 指令异常码表

#### G. 2. 4 数据交互示例

以Modbus-RTU通讯帧进行举例, 假设从机地址为1, 读取0xF050-0xF053地址数据, 帧格式见表C. 17。

请求指令: 01 03 F0 50 00 04 77 18

正常响应: 01 03 08 00 01 86 A0 00 00 C3 50 4A 64

寄存器0xF050、0xF051、0xF052、0xF053的数据分别是十六进制字节值00 01、86 A0、00 00、C3 50, 其中, 0xF050、0xF051代表额定有功功率, 数据类型为无符号32位整型数据, 将0x000186A0转换成十进制为100000, 表示逆变器额定有功功率为100000W。同理, 逆变器额定无功功率为50000var。

表A. 17 数据交互帧格式示例

请求		响应	
描述	帧数据	描述	帧数据

从机地址		01
功能码		03
寄存器起始地址	高位	F0
	低位	50
寄存器个数	高位	00
	低位	04
CRC 码	低位	77
	高位	18

从机地址		01
功能码		03
字节数		08
寄存器值	高位 (F050)	00
	低位 (F050)	01
	高位 (F051)	86
	低位 (F051)	A0
	高位 (F052)	00
	低位 (F052)	00
	高位 (F053)	C3
	低位 (F053)	50
CRC码	低位	4A
	高位	64

## 附录 H