



让电测与计量变得简单

## IM1281BL 电测计量及漏电检测模块产品手册

PRODUCT MANUAL

V1.1



## 一、IM1281BL 电测计量及漏电检测模块简介



IM1281BL 电测计量及漏电模块是深圳市艾锐达光电有限公司为解决设备制造商对用电设备的用电情况和漏电进行监测而研发的嵌入式模块；作为汽车充电保护、生产自动化检测、路灯监控、节能改造、智能用电管理、设备能耗检测等诸多行业设备的电测计量及漏电检测专用的配套模块。

模块采用工业级专用电能计量芯片和电能漏电检测芯片，电压、电流全隔离采样。集成度高、可靠性好、体积小，方便集成嵌入到各种设备中。

### 产品概述

- 该模块可实现采集单相交流电参数，包括电压、电流、功率、功率因数、频率、电能等多个电参量，也可对设备用电安全进行检测。采集电能信息全、漏电检测功能可靠性高。
- 模块可以实现 A 型漏保+直流 6mA 漏电检测，精准检测剩余直流动作电流 3-6mA 和剩余交流动作电流 15-30mA，并能精确测量漏电流大小（具体描述见手册四、五章节寄存器列表）。
- 采用工业级专用电能计量芯片和电能漏电检测芯片，测量精度高。
- 通信规约采用电力行业通用标准 DL/T 645-2007 以及标准 Modbus-RTU 规约(二选一)，兼容性好，更方便通讯及开发。
- 电能数据掉电保护。
- 电量存储空间大，电量存满后翻转重新开始计量。
- 满足《JJG1148-2022 电动汽车交流充电桩计量检定规程》中相关计量要求。
- 满足《QZTT2301.4-2018 基站智能动环监控单元（FSU）技术要求第 4 部分：微站型》中相关计量要求。
- 满足《GBT6829-2017 剩余电流动作保护电器 (RCD) 的一般要求》

### 应用场合

目前，公司 IM 系列交直流计量模块已经在交直流充电桩、智能家居、动环监控 FSU、智能安防、照明监控、智能园区、数字机房、耗能管理、电池监控等领域广泛应用，得到各行业标杆企业的采用和认可。

此模块可方便嵌入应用于汽车充电桩、生产自动化检测、路灯监控、节能改造、智能用电管理、设备能耗监测等诸多行业，是物联网中对电进行智能感知的重要配套模块。

## 应用说明

- 请根据产品规格型号，参照以上图示正确接线。接线前要确保断开所有信号源，避免发生危险及损坏设备。检查确认接线无误后，再接通电源测试。
- 接通电源后，LED 红色指示灯常亮，通讯时，LED 红色指示灯在通讯数据传输时同步闪烁。
- 产品出厂时，均设置为默认配置：地址 1 号、波特率 4800bps、数据格式“n, 8, 1”，可通过我们提供的 IM-S11 测试软件来更改设置产品参数及产品的一般性测试。

## 二、技术参数

### 电气参数

| 基本参数                   |                                |      |       |
|------------------------|--------------------------------|------|-------|
| 有功精度等级                 | B 级 <sup>注1</sup>              |      |       |
| 电压量程                   | 1-380V ±1%F.S                  |      |       |
| 电流量程                   | 0.25-35A ±1%F.S                |      |       |
| 最小电能变量                 | 0.001kWh                       |      |       |
| 频率                     | AC50Hz                         |      |       |
| 最小功率变量                 | 0.0001KW                       |      |       |
| 功率因数                   | 可测量                            |      |       |
| 脉冲常数                   | 1000imp/kWh                    |      |       |
| 典型功耗                   | ≤40mA                          |      |       |
| 供电电源                   | DC5.0V 供电                      |      |       |
| 耐压等级                   | AC3000Vrms                     |      |       |
| 二氧化碳                   | 国家标准公式计算                       |      |       |
| 漏电参数（详细描述请看本章漏电动作特性参数） |                                |      |       |
| 定义                     | 最小值                            | 典型值  | 最大值   |
| 额定剩余直流动作电流             | 4.5mA                          | 5mA  | 5.5mA |
| 额定剩余交流动作电流             | 18mA                           | 20mA | 28mA  |
| 通讯功能                   |                                |      |       |
| 接口类型                   | Uart 口 TTL 电平                  |      |       |
| 通讯规约                   | DL/T 645-2007 和 MODBUS-RTU 双规约 |      |       |
| 数据格式                   | 默认“n, 8, 1”（无校验、8 位数据位、1 位停止位） |      |       |

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| 波特率         | 2400bps-19200bps, 默认 4800bps |
| 数据刷新间隔      | ≥250ms                       |
| 指示灯         | 电源指示/通讯指示 (红)                |
| <b>使用环境</b> |                              |
| 工作温度        | -40℃~+85℃                    |
| 相对湿度        | 5~95%, 无结露 (在 40℃下)          |
| 海拔高度        | 0~3000 米                     |
| 工作环境        | 无爆炸、腐蚀气体及导电尘埃, 无显著振动和冲击的场所   |
| <b>机械尺寸</b> |                              |
| 外形尺寸        | 长 62mm 宽 42mm 高 34 mm        |
| 安装方式        | 2.54 间距插针安装 (提供封装库)          |

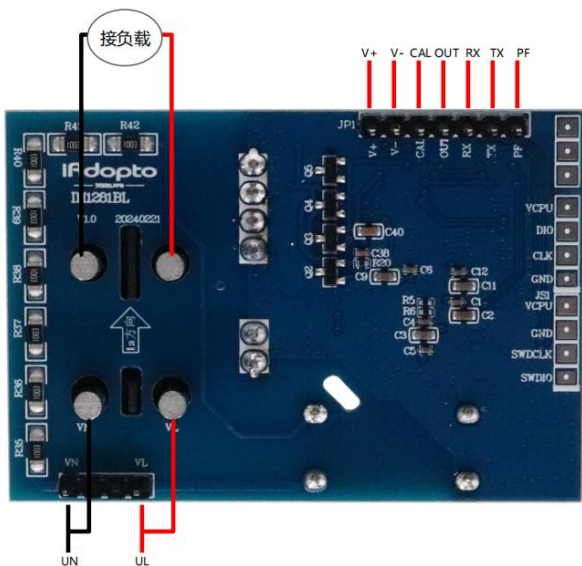
注 1: 此处为相对误差;

## 漏电动作特性

| 测试项    | 剩余电流波形                         | 出厂值   |       |       |
|--------|--------------------------------|-------|-------|-------|
|        |                                | Min   | Typ   | Max   |
| 剩余动作电流 | 50HZ 交流电                       | 15mA  | 24mA  | 30mA  |
|        | 0 度角脉动直流                       | 8mA   | 15mA  | 35mA  |
|        | 90 度脉动直流                       | 10mA  | 20mA  | 35mA  |
|        | 135 度脉动直流                      | 8mA   | 20mA  | 35mA  |
|        | 平滑直流                           | 3mA   | 5mA   | 6mA   |
|        | 两相整流波形                         | 3.5mA | 5.5mA | 7mA   |
|        | 三相整流波形                         | 3.5mA | 5mA   | 6mA   |
|        | IC-CPD 复合波形                    | 15mA  | 32mA  | 35mA  |
| 动作时间   | 有效值 30mA、频率 50Hz 的交流电          | ---   | 30ms  | 150ms |
|        | 有效值 60mA、频率 50Hz 的交流电          | ---   | 25ms  | 80ms  |
|        | 有效值 150mA、频率 50Hz 的交流电         | ---   | 15ms  | 40ms  |
|        | 有效值 5000mA、频率 50Hz 的交流电        | ---   | 15ms  | 40ms  |
|        | 有效值 42mA 的 0 度角脉动直流            | ---   | 25ms  | 150ms |
|        | 有效值 84mA 的 0 度角脉动直流            | ---   | 20ms  | 120ms |
|        | 有效值 210mA 的 0 度角脉动直流           | ---   | 15ms  | 40ms  |
|        | 有效值 42mA 的 0 度角脉动直流叠加 6mA 平滑直流 | ---   | 20ms  | 150ms |

|                                 |     |      |       |
|---------------------------------|-----|------|-------|
| 有效值 84mA 的 0 度角脉动直流叠加 6mA 平滑直流  | --- | 20ms | 120ms |
| 有效值 210mA 的 0 度角脉动直流叠加 6mA 平滑直流 | --- | 20ms | 40ms  |
| 6mA 平滑直流                        | --- | 50ms | 500ms |
| 60mA 平滑直流                       | --- | 40ms | 150ms |
| 300mA 平滑直流                      | --- | 10ms | 40ms  |
| 有效值 60mA 的两相整流                  | --- | 30ms | 150ms |
| 有效值 200mA 的两相整流                 | --- | 20ms | 80ms  |
| 有效值 60mA 的三相整流                  | --- | 15ms | 150ms |
| 有效值 200mA 的三相整流                 | --- | 30ms | 80ms  |
| 有效值 210mA IC-CPD 复合波形           | --- | 10ms | 40ms  |

### 三、模块引脚定义



| 引脚                                                                       | 功能                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| V+                                                                       | 计量模块供电电源正                                             |
| V-                                                                       | 计量模块供电电源地                                             |
| 说明：<br>此组电压为模块供电电压，一般与 MCU 共用即可，支持 5V 供电， <b>注意接线正确，电源反接会导致 PCB 板损坏。</b> |                                                       |
| CAL                                                                      | 检测引脚（输入 DC3.3V，OUT 会变为高电平。检测模块是否正常）                   |
| OUT                                                                      | 输出触发，当检测到漏电事件时输出高电平（输出高电平，高电平持续时间 Tx = 100ms（验证自检功能）） |
| RX                                                                       | 模块 UART TTL 电平接收，接外部 TX                               |
| TX                                                                       | 模块 UART TTL 电平发送，接外部 RX                               |
| PF                                                                       | 脉冲输出引脚，用于检测电能精度(不需要可悬空)                               |
| UL                                                                       | 接火线                                                   |
| UN                                                                       | 接零线                                                   |

## 四、Modbus 通讯规约

Modbus 协议电参数寄存器列表（每个地址 4 个字节，高字节在前）

| 序号 | 项目     | 寄存器地址 | 字长 | 读/写      | 数据类型及说明                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------|-------|----|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 电压     | 0048H | 4  | 读        | 16 进制无符号数 单位 0.0001V<br>实际值= HEX2DEC(寄存器值) x 单位, 以下相同                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2  | 电流     | 0049H | 4  | 读        | 16 进制无符号数 单位 0.0001A                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3  | 有功功率   | 004AH | 4  | 读        | 16 进制无符号数 单位 0.0001W                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4  | 有功电能   | 004BH | 4  | 读/写<br>0 | 16 进制无符号数 单位 0.0001kWh                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5  | 功率因数   | 004CH | 4  | 读        | 16 进制无符号数 单位 0.001                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6  | 二氧化碳排量 | 004DH | 4  | 读        | 16 进制无符号数 单位 0.0001Kg                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7  | 温度     | 004EH | 4  | 读        | 16 进制有符号数 补码 单位 0.01℃                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8  | 频率     | 004FH | 4  | 读        | 16 进制无符号数 单位 0.01Hz                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 9  | 剩余直流电流 | 00D1H | 4  | 读        | 16 进制有符号数 补码 单位 0.001mA                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | 剩余交流电流 | 00D2H | 4  | 读        | 16 进制有符号数 补码 单位 0.001mA                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | 地址及波特率 | 0004H | 2  | 读/写      | 16 进制 默认值为 0105H:<br>(地址 01H ~ 8, N, 1, 4800), 默认地址为 1<br>高字节代表地址, 范围 1~255, 0 为广播地址<br>低字节: 高 2 位数据格式<br>(00: 10 位数据 “8,N,1”) 无校验 1 位结束位<br>(01: 11 位数据 “8,E,1”) 偶校验 1 位结束位<br>(10: 11 位数据 “8,0,1”) 奇校验 1 位结束位<br>低字节: 低 4 位为波特率<br>(3: 1200bps      4: 2400bps)<br>(5: 4800bps      6: 9600bps)<br>(7: 19200bps) |

### Modbus 通讯规约说明

本仪表提供 Uart TTL 通讯接口, 采用标准 Modbus-RTU 协议, 各种数据信息均可在通讯线路上传送。每个网络仪表均可设定其通讯地址, 通讯连接应使用带有铜网的屏蔽双绞线, 线径不小于 0.5mm<sup>2</sup>。布线时应使通讯线远离强电电缆或其他强电场环境。

Modbus 协议在一根通讯线上采用主从应答方式的通讯连接方式。首先, 主计算机的信号寻址到一台唯一地址的终端设备(从机), 然后, 终端设备发出的应答信号以相反的方向传输给主机, 即: 在一根单独的通讯线上信号沿着相反的两个方向传输所有的通讯数据流(半双工的工作模式)。Modbus 协议只允许在主机(PC, PLC 等)和终端设备之间通讯, 而不允许独立的终端设备之间的数据交换, 这样各终端设备不会在它们初始化时占据通讯线路, 而仅限于响应到达本机的查询信号。

### Modbus协议查询应答数据流



**主机查询：**查询消息帧包括设备地址、功能代码、数据信息码、校验码。地址码表明要选中的从机设备；功能代码告之被选中的从设备要执行何种功能，例如功能代码 03 或 04 是要求从设备读寄存器并返回它们的内容；数据段包含了从设备要执行功能的任何附加信息，校验码用来检验一帧信息的正确性，从设备提供了一种验证消息内容是否正确的方法，它采用 CRC16 的校准规则。

**从机响应：**如果从设备产生正常的回应，在回应消息中有从机地址码、功能代码、数据信息码和 CRC16 校验码。数据信息码则包括了从设备收集的数据：像寄存器值或状态。如果有错误发生，我们约定是从机不进行响应。

我们规定在本仪表中采用的通讯数据格式：每个字节的位（1 个起始位、8 个数据位、奇校验或偶校验或无校验、1 个或 2 个停止位）。

数据帧的结构，即报文格式：

|        |        |        |               |
|--------|--------|--------|---------------|
| 设备地址   | 功能代码   | 数据段    | CRC16校验码      |
| 1个byte | 1个byte | N个byte | 2个byte(低字节在前) |

**设备地址：**由一个字节组成，每个终端设备的地址必须是唯一的，仅仅被寻址到的终端会响应相应的查询。

**功能代码：**告诉了被寻址到的终端执行何种功能。下表列出该系列仪表所支持的功能代码，以及它们的功能。

| 功能代码 | 功能          |
|------|-------------|
| 03H  | 读一个或多个寄存器的值 |
| 10H  | 写一个或多个寄存器的值 |

**数据段：**包含了终端执行特定功能所需要的数据或者终端响应查询时采集到的数据。这些数据的内容可能是数值、参考地址或者设置值。

**校验码：**CRC16 占用两个字节，包含了一个 16 位的二进制值。CRC 值由传输设备计算出来，然后附加到数据帧上，接收设备在接收数据时重新计算 CRC 值，然后与接收到的 CRC 域中的值进行比较，如果这两个值不相等，就发生了错误。

生成一个 CRC16 的流程为：

- (1) 预置一个 16 位寄存器为 0FFFFH (全 1)，称之为 CRC 寄存器。
- (2) 把数据帧中的第一个字节的 8 位与 CRC 寄存器中的低字节进行异或运算，结果存回 CRC 寄存器。
- (3) 将 CRC 寄存器向右移一位，最高位填以 0，最低位移出并检测。
- (4) 如果最低位为 0：重复第三步（下一次移位）；如果最低位为 1：将 CRC 寄存器与一个预设的固定值 (0A001H) 进行异或运算。
- (5) 重复第三步和第四步直到 8 次移位。这样处理完了一个完整的八位。
- (6) 重复第 2 步到第 5 步来处理下一个八位，直到所有的字节处理结束。
- (7) 最终 CRC 寄存器的值就是 CRC16 的值。

## Modbus—RTU 通讯规约示例

### 功能码 0x03：读多路寄存器

例子：主机要读取地址为 01，开始地址为 0048H 的 2 个从机寄存器数据

主机发送： 01 03 00 48 00 02 CRC  
地址 功能码 起始地址 数据长度 CRC 码

从机响应： 01 03 08 HH HH HH HH CRC  
地址 功能码 返回字节数 寄存器数据 1 寄存器数据 2 CRC 码

### 功能码 0x10：写多路寄存器

例子：主机要把 0000, 0000 保存到地址为 000C, 000D 的从机寄存器去（从机地址码为 0x01）

主机发送： 01 10 00 0C 00 02 04 00 00 00 00 F3 FA  
地址 功能码 起始地址 写寄存器数量 字节计数 数据 1 数据 2 CRC 码

从机响应： 01 10 00 0C 00 02 81 CB  
地址 功能码 起始地址 写寄存器数量 CRC 码

### 说明

设置参数时，注意不要写入非法数据（即超过数据范围限制的数据值）；

## 通讯报文举例

- (1) 读数据寄存器(功能码 03H)：读 48H 开始的 8 个寄存器值，

主机读数据帧：01 03 00 48 00 08 C4 1A

| 地址  | 命令  | 起始地址(高位在前) | 寄存器数(高位在前) | 校验码(低位在前) |
|-----|-----|------------|------------|-----------|
| 01H | 03H | 00H, 48H   | 00H, 08H   | C4H, 1AH  |

仪表回应数据帧：01 03 20 00 21 8D D8 00 01 38 75 01 0C 63 08 00 00 00 5A

00 00 03 E8 00 00 00 59 00 00 0C CB 00 00 13 88 1B C2



结果为：仪表地址为 01 电压 219.9000V 电流 7.9989A 功率 1758.9000W

电能 0.0090kWh 功率因素 1.000 二氧化碳 0.0089Kg 频率 50.00Hz

举例：电压实际值计算= HEX2DEC(00 21 8D D8)十六进制转十进制 x 0.0001V 单位 = 219.9000V

| 地址  | 命令  | 数据长度 | 数据段(4字节/32字节), 16进制                                                                                | 校验码      |
|-----|-----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 01H | 03H | 20H  | 00 21 8D D8 00 01 38 75 01 0C 63 08 00 00 00 5A<br>00 00 03 E8 00 00 00 59 00 00 0C CB 00 00 13 88 | 1BH, C2H |

(2) 写数据寄存器(功能码 10H):清零

主机写数据帧：01 10 00 4B 00 02 04 00 00 00 00 B6 2C

| 地址  | 命令  | 起始地址     | 寄存器数     | 字节数 | 数据段                | 校验码      |
|-----|-----|----------|----------|-----|--------------------|----------|
| 01H | 10H | 00H, 4BH | 00H, 02H | 04H | 00H, 00H, 00H, 00H | B6H, 2CH |

仪表回应数据帧：01 10 00 4B 00 02 2B F0

| 地址  | 命令  | 起始地址     | 寄存器数     | 校验码      |
|-----|-----|----------|----------|----------|
| 01H | 10H | 00H, 4BH | 00H, 02H | 2BH, F0H |

## 五、DL/T 645-2007 电能表通讯规约

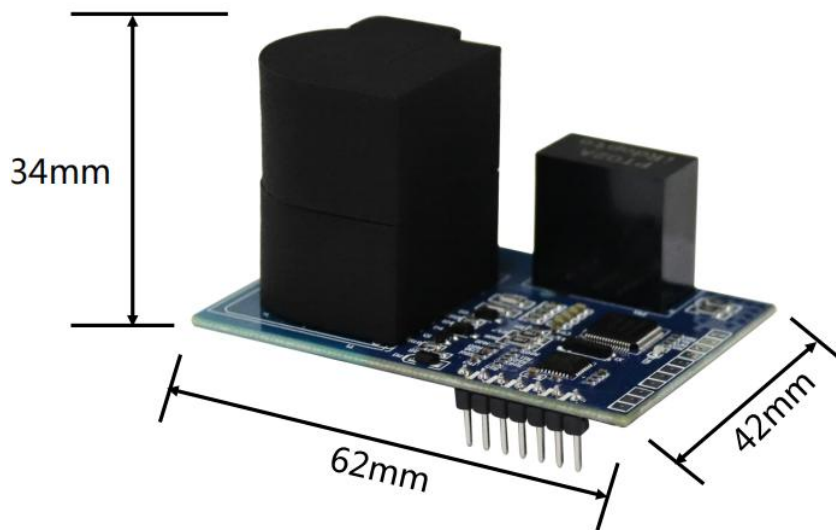
DL/T645 规约是针对电表通信而制定的行业通信协议. 如不熟悉, 不推荐使用。

### 645 协议电参数寄存器列表

| 序号 | 定义(名称) | 寄存器地址    | 字长 | 读/写属性 | 数据类型及说明                    |
|----|--------|----------|----|-------|----------------------------|
| 1  | 电压     | 02010100 | 2  | 读     | XXX.X 单位: V                |
| 2  | 电流     | 02020100 | 3  | 读     | XXX.XXX 单位: A              |
| 3  | 有功功率   | 02030000 | 3  | 读     | XX.XXXX 单位: kW             |
| 4  | 有功总电量  | 00000000 | 4  | 读/写 0 | XXXXXX.XX 单位: 0.01kWh      |
| 5  | 扩展总电量  | 80800001 | 4  | 读/写 0 | 16进制无符号数 单位: 0.001kWh      |
| 6  | 功率因数   | 02060000 | 2  | 读     | X.XXX                      |
| 7  | 温度     | 02800007 | 2  | 读     | XXX.X 单位: °C               |
| 8  | 频率     | 02800002 | 2  | 读     | XX.XX 单位: Hz               |
| 9  | 地址     | 04000401 | 6  | 读/写   | NNNNNNNNNN 默认 111111111111 |
| 10 | 剩余直流电流 | 20010100 | 4  | 读     | XXXXX.XXX 单位: mA           |
| 11 | 剩余交流电流 | 20010200 | 4  | 读     | XXXXX.XXX 单位: mA           |

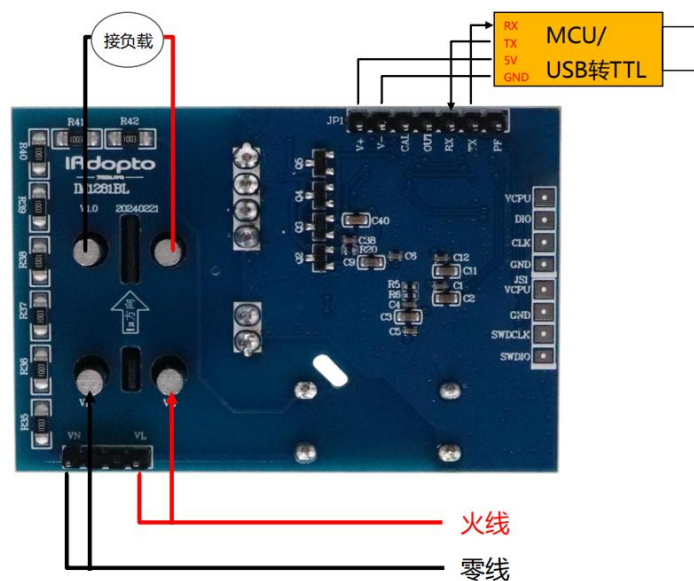
|    |     |          |   |     |                                                                                       |
|----|-----|----------|---|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | 波特率 | 04000703 | 1 | 读/写 | 16 进制无符号数<br>(04: 1200bps 08: 2400bps)<br>(10: 4800bps 20: 9600bps)<br>(40: 19200bps) |
|----|-----|----------|---|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|

## 六、模块引脚尺寸(可提供封装库)

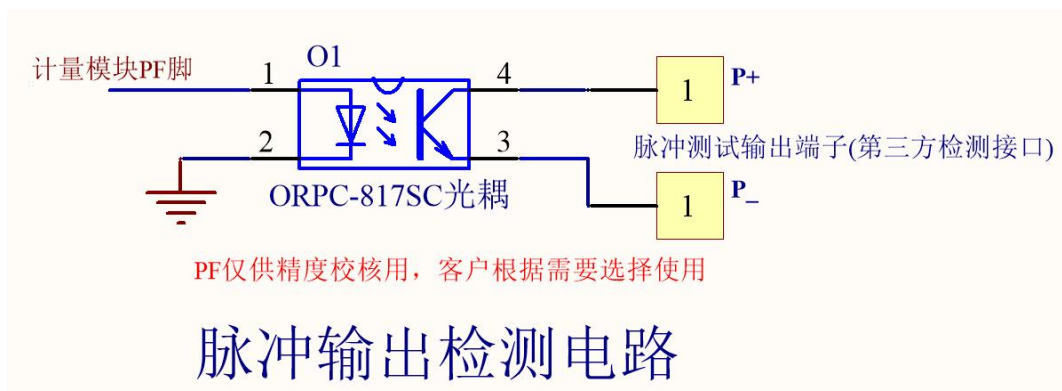


## 七、计量模块应用接线图

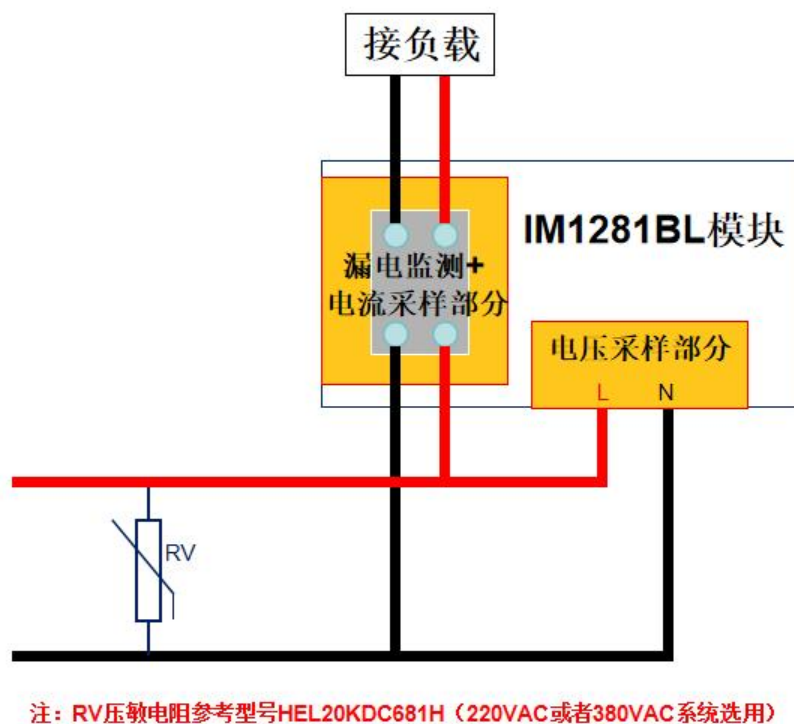
IM1281B 标准应用接线示意图



### IM1281B 脉冲检测接口接线示意图



## 八、外部保护电路设计(推荐)



## 九、工艺要求

1. 本产品板面喷有三防漆进行保护，严禁清洗产品板面。

## 十、注意事项

1. 请根据产品规格型号，参照图示正确接线。接线前要确保断开所有信号源及电源，避免发生危险及损坏设备。检查确认接线无误后，再接通电源测试。
2. 在 CT 一次侧有电流时，CT 的二次回路严禁开路；严禁带电接线或拔下端子。
3. 产品在有强电磁干扰的环境中使用，请注意输入输出信号线的屏蔽。
4. 集中安装时，最小安装间隔不应小于 10mm。
5. 本系列产品内部未设置防雷击电路，当模块的输入、输出馈线暴露于室外恶劣气候环境之中时，应注意采取防雷措施。
6. 本手册图片仅为当前版本，本公司为提升产品性能有权修改软件及硬件版本而不另行通知。
7. 本手册最终解释权归本公司所有，公司保留修改本手册中资料、数据、技术细节等的权利。

### 说明

本手册图片仅供参考，具体以实物为准。

本手册已经过仔细核对，但不排除有少量文字与内容错误的可能性，如有发现，请与本公司客服联系。对于手册更改恕不另行通知。

官网：<http://www.irdopto.com>

技术支持邮箱：[Wang.Changgen@ireader-opto.com](mailto:Wang.Changgen@ireader-opto.com)

固话：0755-26902860

地址：深圳市南山区西丽街道阳光社区松白路 1008 号 港鸿基  
高新智能产业园 A 栋 503



[扫一扫进入官方网站]



[扫一扫关注公众号]