

## 操作手册

# S110

## 功率计



尊敬的客户：

感谢您选择我们的产品。

用户须在启动设备前完整阅读该操作手册并认真遵守。对于因未仔细查看或者未遵守此操作手册规定而造成的任何损失，制造商概不负责。

如果用户违反此操作手册所描述或规定的方式，擅自改动设备，仪器保修将自动失效并且制造商免除责任。

请按照此操作手册说明的专业用途使用该设备。

对于该设备在未描述用途上的适用性，希尔思公司不做任何保证。由于运输、设备性能或使用造成的间接损失，希尔思公司不承担责任。

## 目录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1 安全说明.....                      | 5  |
| 2 注册商标声明.....                    | 6  |
| 3 应用.....                        | 6  |
| 4 特点.....                        | 6  |
| 5 技术参数.....                      | 7  |
| 5.1 常规.....                      | 7  |
| 5.2 电气参数.....                    | 7  |
| 5.3 输入信号.....                    | 7  |
| 5.4 输出信号.....                    | 8  |
| 5.5 精度.....                      | 8  |
| 6 尺寸图（单位：mm）.....                | 8  |
| 7 确定安装点.....                     | 9  |
| 8 安装.....                        | 9  |
| 8.1 安装要求.....                    | 9  |
| 8.2 安装步骤.....                    | 9  |
| 8.3 电压和电流连接.....                 | 10 |
| 8.3.1 3 相 / 4 线连接.....           | 10 |
| 8.3.2 3 相 / 3 线连接.....           | 10 |
| 8.3.3 1 相 / 2 线连接.....           | 11 |
| 8.4 电气连接.....                    | 11 |
| 8.4.1 连接 S330 / 331.....         | 12 |
| 8.4.2 连接至罗氏线圈.....               | 12 |
| 9 信号输出.....                      | 14 |
| 9.1 Modbus/RTU 接口.....           | 14 |
| 9.2 连接 S110 到 Modbus/RTU 主机..... | 15 |
| 9.2.1 Modbus/RTU 电缆长度.....       | 15 |
| 9.2.2 Modbus/RTU 电缆类型.....       | 15 |
| 9.2.3 用 RS-485 分线器连接菊花链.....     | 16 |
| 9.2.4 Modbus/RTU 菊花链拓扑结构.....    | 17 |
| 10 额外配件（可选）.....                 | 18 |
| 11 维护.....                       | 18 |
| 12 废弃物的处置.....                   | 18 |
| 13 附录：Modbus 通信概要.....           | 19 |
| 13.1 请求指令格式.....                 | 19 |
| 13.2 功能码.....                    | 19 |
| 13.3 配置功率计.....                  | 21 |
| 13.4 配置指令列表.....                 | 22 |
| 13.5 Modbus 寄存器列表.....           | 25 |
| 13.6 谐波计算.....                   | 34 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 13.7 功率、电能和功率因素..... | 34 |
|----------------------|----|

## 1 安全说明



请检查此操作手册和产品类型是否匹配。

请查看此手册中包含的所有备注和说明。手册中包含了前期准备和安装、操作及维护各个阶段需要查看的重要信息。因此技术人员以及设备负责人或授权人员必须仔细阅读此操作说明。

请将此操作手册放置在操作现场便于取阅的地方。针对此操作手册或者产品有任何不明白或疑惑的地方，请联系制造商。



**警告！**

**电源电压！**

任何与产品通电部分的接触都有可能导致重大损伤甚至死亡。

- 考虑所有电气安装相关的规定。
- 进行维修维护作业时必须断开任何电源连接。
- 系统中任何电气工作只允许授权人员进行操作。



**注意！**

**操作条件许可范围**

请查看许可的操作条件，任何超出这些许可的操作都有可能导致设备故障，甚至损坏仪器或整个系统。

- 不要超出许可的操作范围。
- 请确保产品运行在允许的条件范围内。
- 不要超出或者低于允许的存储/操作温度和压力。
- 经常对产品进行维护和校验，至少一年一次。

### 常规安全说明

- 爆炸性场所不允许使用该产品
- 请在准备阶段和安装使用过程中查看国家法规。

### 备注

- 不允许拆卸产品。



**注意！**

**仪器故障会影响测量值！**

产品必须正确安装并定期维护，否则将导致错误的测量数据，从而导致错误的测量结果。

## 存储和运输

- 确保设备的运输温度为-30 ... +70°C 之间。
- 存储和运输时建议使用设备的原包装。
- 请确保设备的存储温度在-40 ... +85°C 之间。
- 避免阳光和紫外线的照射。
- 存储的湿度必须是< 90 %，无冷凝。

## 2 注册商标声明

注册商标      商标持有者

SUTO®      SUTO iTEC

MODBUS®      MODBUS Organization

HART®      HART Communication Foundation, Austin, USA

PROFIBUS®      PROFIBUS User Organization, Karlsruhe, Germany

## 3 应用

功率计是一款用来测量 3 相负载的实际功率 (kW) 和实际耗能 (kWh)。另外还可测量其他参数，例如电流、电压、功率因数  $\cos \phi$  等。

## 4 特点

- 测量有功功率、无功功率、频率、电压、电流、功率因数。
- 累积消耗能量 (kWh)。
- 3 相 3 线、3 相 4 线或 1 相 2 线测量。
- Modbus / RTU 输出。

## 5 技术参数

### 5.1 常规

|           |  |
|-----------|--|
| <b>CE</b> |  |
| 参数        | 各相电压和平均电压 [V]<br>各相电流和平均电流 [A]<br>有功功率 [kW]<br>无功功率 [kvar]<br>视在功率 [kVA]<br>消耗量 (各相总和)<br>功率因数<br>频率 [Hz]<br>总谐波失真 [%] |
| 标称电压范围    | 100 V ... 500 V  |
| 功率范围      | 高达 2500 kW (取决于罗氏线圈)   |
| 频率范围      | 50 / 60 Hz   |
| 谐波        | 高达 52th  |
| 采样率       | 8 k/sec  |
| 可选钳形表     | 罗氏线圈 1 ... 100 A<br>10 ... 1000 A<br>30 ... 3000 A   |
| 工作温度      | -25°C ... +55°C  |
| 储存温度      | -40°C ... +85°C  |
| 保护等级      | IP20 符合 IEC 60629  |
| 尺寸        | 145 mm x 40 mm x 90 mm (长 X 宽 X 高)   |
| 重量        | 210 g  |

### 5.2 电气参数

|    |        |
|----|--------|
| 电源 | 24 VDC |
|----|--------|

### 5.3 输入信号

|      |                 |
|------|-----------------|
| 罗氏线圈 | 0 mV ... 333 mV |
|------|-----------------|

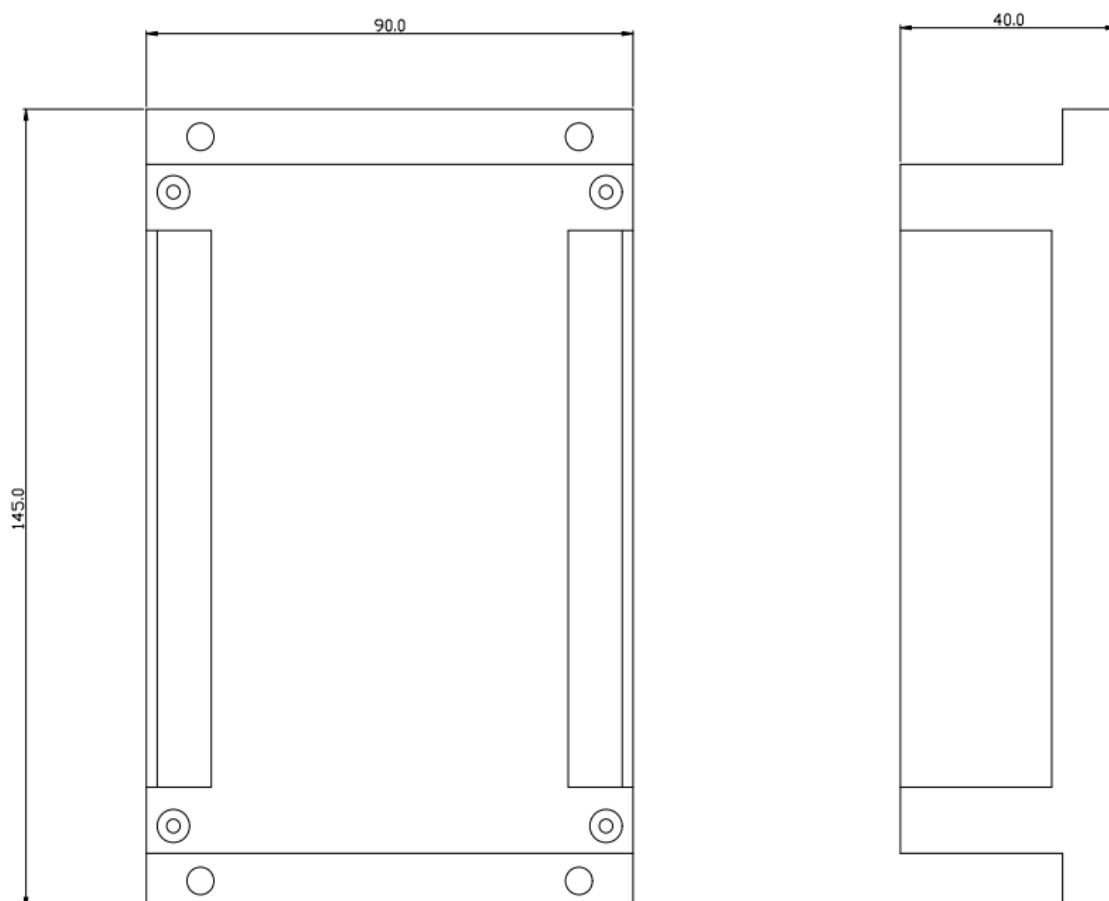
## 5.4 输出信号

|           |          |
|-----------|----------|
| Mudbus 输出 | 见第 8.1 章 |
|-----------|----------|

## 5.5 精度

|    |   |
|----|---|
| 精度 | 电压: 0.2% (100 ... 500 V)<br>电流: 0.5% (1 ... 120%)<br>功率因数: 0.005 ( 10 ... 120%)<br>频率: 0.01 % ( 45 ... 65 Hz)<br>有功/视在功率: IEC62053-22 Class 0.5<br>无功功率: IEC62053-21 Class 2<br>有功消耗量: IEC62053-22 Class 0.5s<br>无功消耗量: IEC62053-21 Class 2 |
|----|---|

## 6 尺寸图 (单位: mm)





## 7 确定安装点

功率计可以直接安装在压缩机的接线匣中，或是安装在空压机供电的电源线上。如果轨道式功率计不能安装，还有挂墙式功率计可以选择。

## 8 安装

在安装功率计之前，请确保以下备件齐全。

| 数量 | 描述   | 订货号                               |
|----|------|-----------------------------------|
| 1  | 功率计  | D554 0130                         |
| 3  | 罗氏线圈 | S554 0140 / S554 0141 / S554 0142 |
| 1  | 操作手册 | 没有订货号                             |

### 8.1 安装要求



注意！

如果没有正确安装设备，可能会出现测量错误。

- 设备只能在室内使用！假如要安装在室外，必须避免阳光直射和雨水冲洗。
- 我们强烈建议不要将 **S110** 长期安装在潮湿的环境中。这种环境通常存在于压缩机出口。

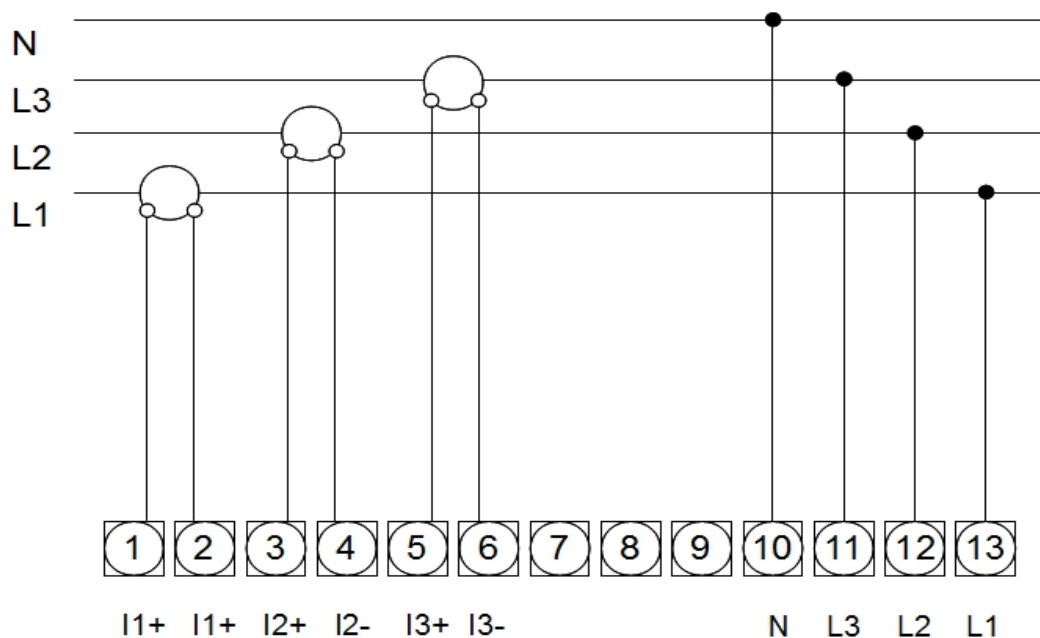
### 8.2 安装步骤

#### **S110** 轨道式安装

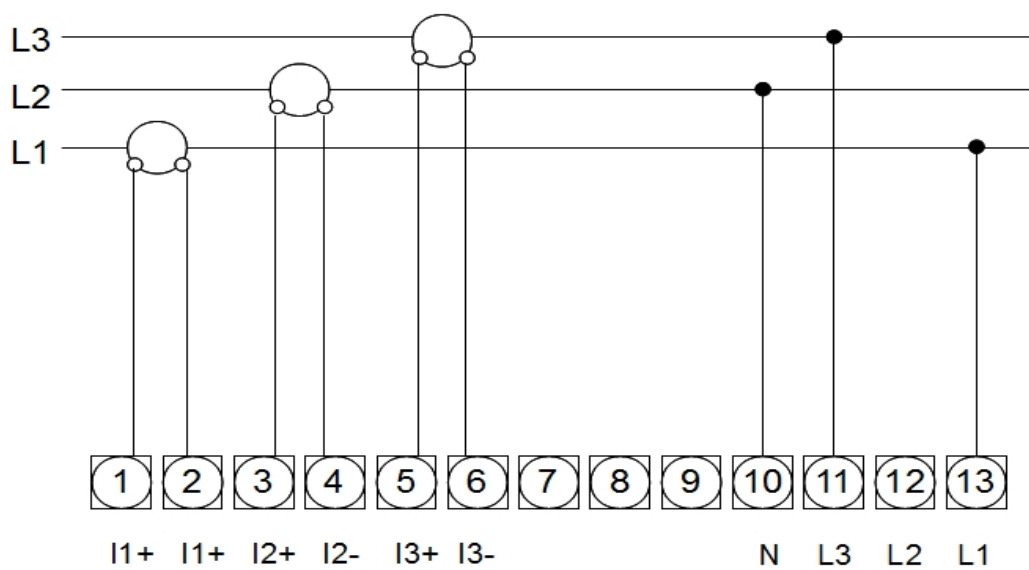
**S110** 轨道式功率计可安装在配电箱或是直接安装在压缩机的接线盒上。

## 8.3 电压和电流连接

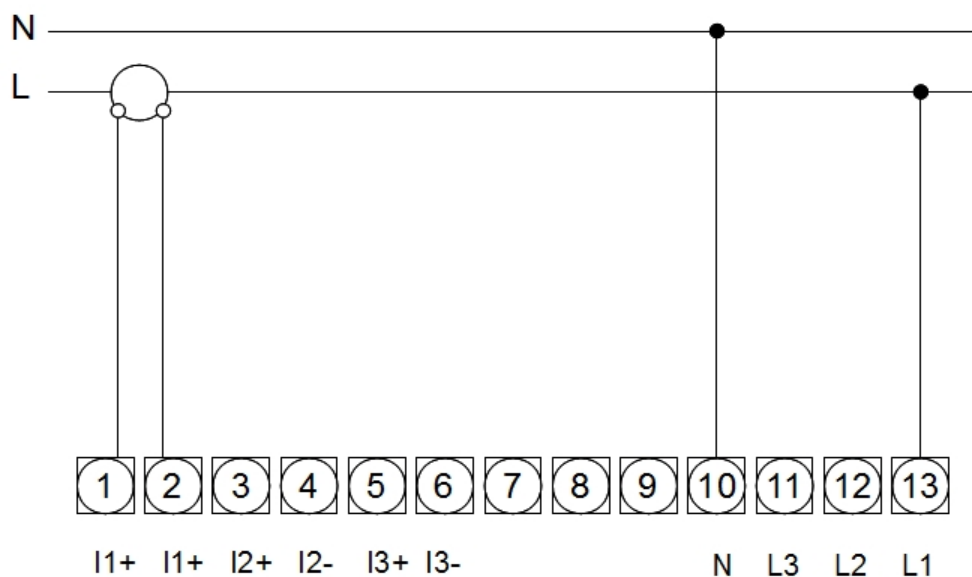
### 8.3.1 3 相 / 4 线连接



### 8.3.2 3 相 / 3 线连接

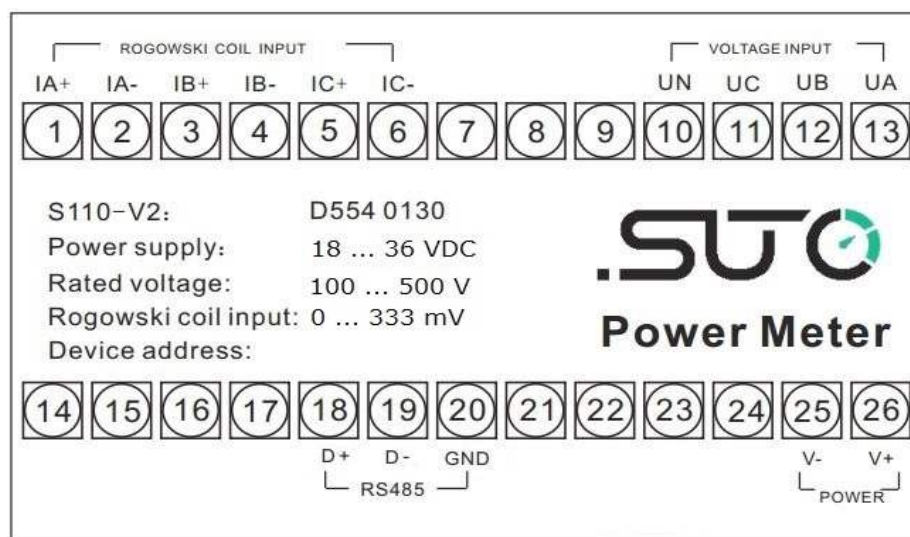


### 8.3.3 1 相 / 2 线连接



## 8.4 电气连接

功率计 S110 可连接至 S330 / 331。请参照下面操作进行电气安装。



S110 连接图



**警告！**

请不要将任何常规线圈连接至罗氏线圈输入，否则设备将受到永久损坏！

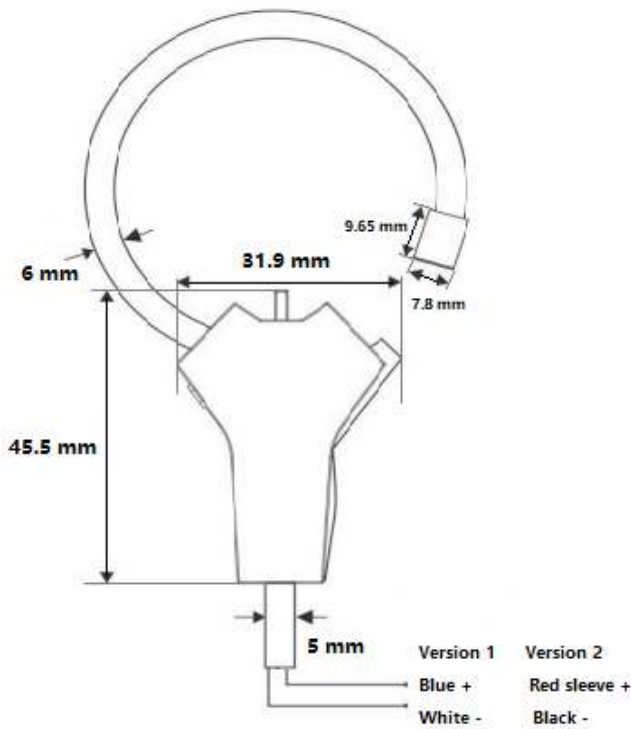
8.4.1 连接 S330 / 331

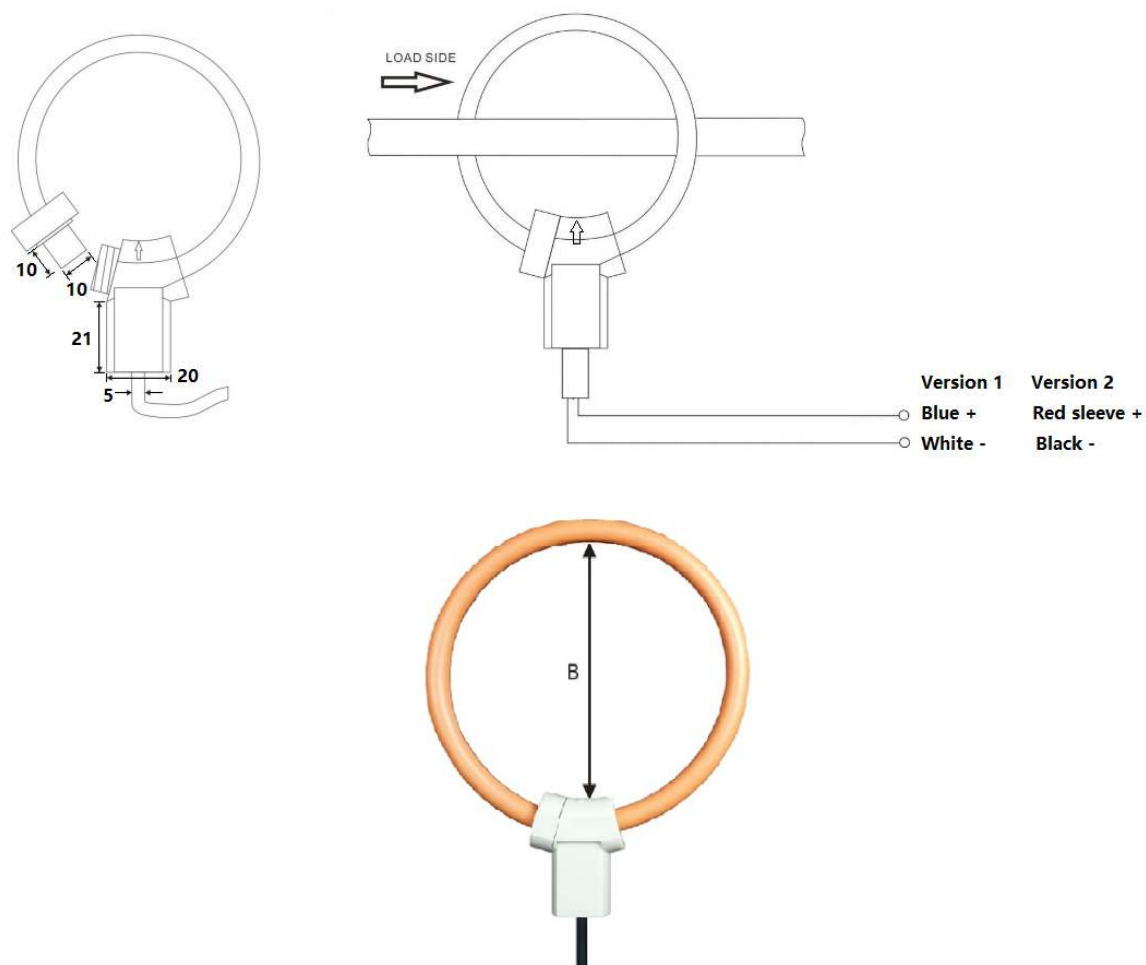
| S330 / 331 |    |      | S110 |        |
|------------|----|------|------|--------|
| 端子         | 引脚 | 信号   | 引脚   | 信号     |
| A 或 B      | 3  | + Vb | 26   | + 24 V |
|            | 2  | - Vb | 25   | 0 V    |
|            | 4  | + D  | 18   | + D    |
|            | 5  | - D  | 19   | - D    |
|            | 6  | GND  | 20   | GND    |

| 引脚定义说明 |            |
|--------|------------|
| + Vb   | 电源负极       |
| - Vb   | 电源正极       |
| + D    | Modbus 数据+ |
| - D    | Modbus 数据- |
| GND    | Modbus 地线  |

8.4.2 连接至罗氏线圈

请参照以下步骤连接线圈。





1. 请留意电流方向。外壳上箭头所指示的方向即为电流方向。
2. 电缆的颜色代码有 2 个版本，将+电缆和-电缆连接到 S110-V2 的电流信号输入。连接详情请参阅 8.3 章节。

| 订货号       | <b>S554 0142</b> | <b>S554 0140</b> | <b>S554 0141</b> |
|-----------|------------------|------------------|------------------|
| 线圈尺寸 (mm) | 16               | 100              | 150              |

## 9 信号输出

### 9.1 Modbus/RTU 接口

S110 可以通过 Modbus / RTU 输出连接至 S330 / S331。

Modbus 通讯的默认设置如下：

|            |            |
|------------|------------|
| 模式         | : RTU      |
| 波特率        | : 19200    |
| 设备地址       | : 序列号最后两位数 |
| 帧/奇偶校验/停止位 | : 8, N, 1  |
| 反应时间       | : 1 秒      |
| 反应延迟       | : 0 毫秒     |
| 帧间间隔       | : 7 个字符    |

本设备返回给主机的响应消息为：

- 功能码：03

字节顺序的信息如下表所示：

| 字节<br>顺序 | 顺序                    |                        |                      |                        | 数据<br>类型        |
|----------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
|          | 1st                   | 2nd                    | 3rd                  | 4th                    |                 |
| 1-0-3-2  | Byte 1<br>(MMMMMMMM*) | Byte 0<br>(MMMMMMMM *) | Byte 3<br>(SEEEEEEE) | Byte 2<br>(EMMMMMMM *) | FLOAT           |
| 1-0-3-2  | Byte 1                | Byte 0<br>LSB          | Byte 3<br>MSB        | Byte 2                 | UINT32<br>INT32 |
| 1-0      | Byte 1<br>MSB         | Byte 0<br>LSB          | ---                  | ---                    | UINT16<br>INT16 |
| 1-0      | Byte 1<br>XXX *       | Byte 0<br>DATA         | ---                  | ---                    | UINT8<br>INT8   |

\* S: 信号, E: 指数, M: 小数, XXX: 没有值

说明：

- Modbus 参数的设置可通过 Modbus 软件进行修改。  
有关 Modbus 通讯的更多信息，请参见第 13 章附录：Modbus 通信概要
-

## 9.2 连接 S110 到 Modbus/RTU 主机

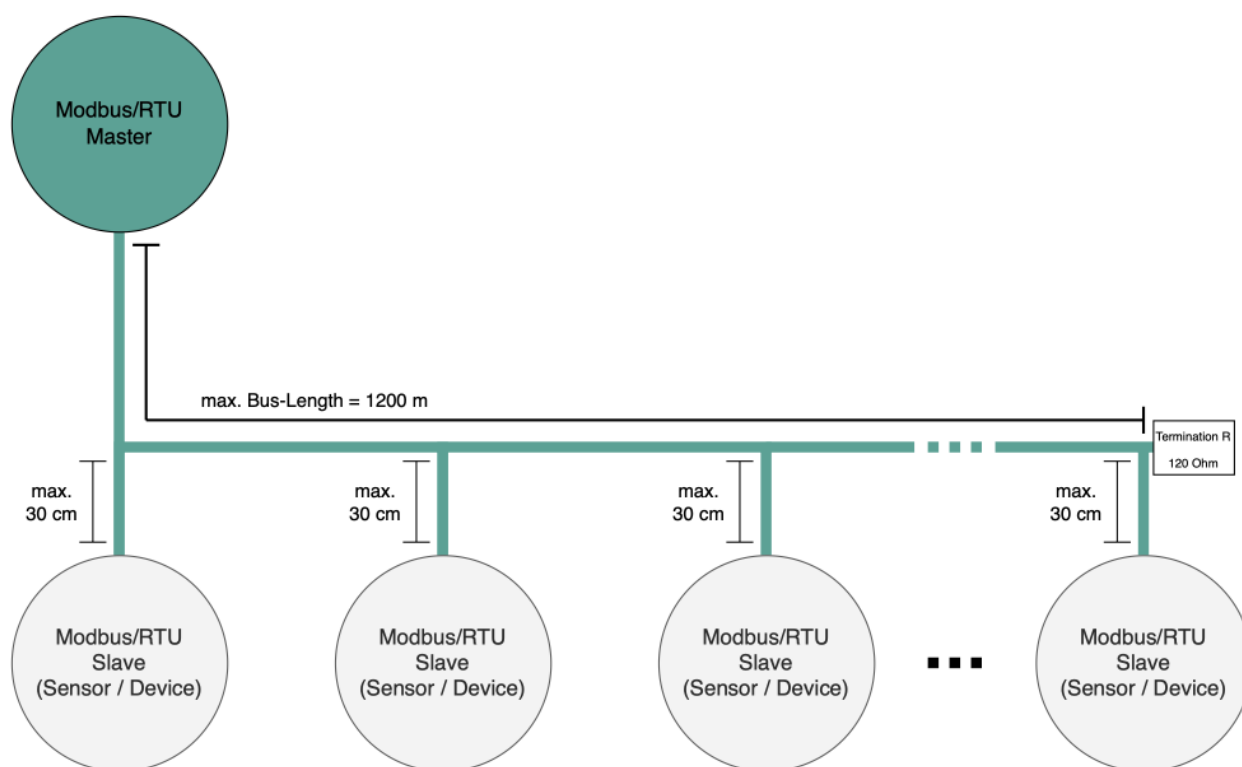
带 Modbus/RTU 输出接口的设备可以连接到一台 Modbus 主机上。该主机可以是 SUTO 的显示或网关设备，也可以是第三方的 Modbus 主机。

### 9.2.1 Modbus/RTU 电缆长度

Modbus/RTU 总线的电缆长度有限制，不能超过限制，否则通信可能不稳定。

- 总线的最大总长度不能超过 1200 米。
- 每个节点到总线的长度不能超过 30 厘米。

如下图所示。

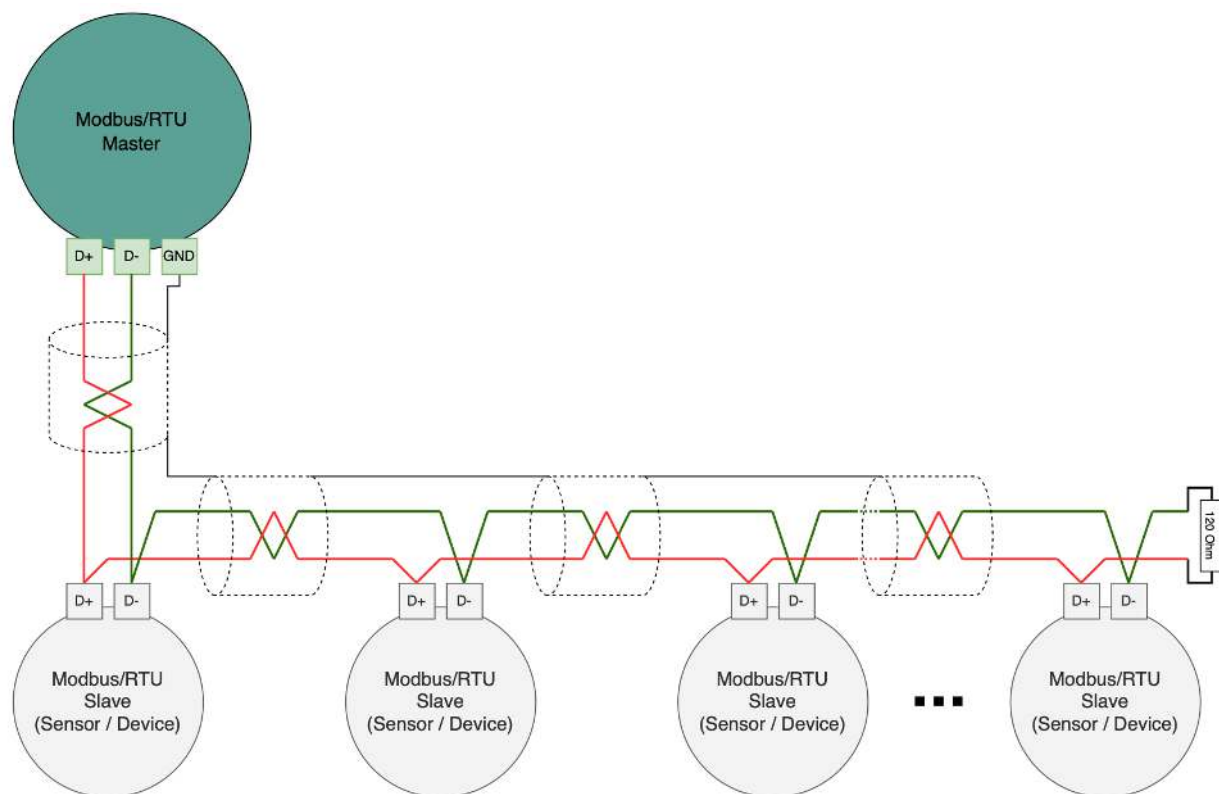


### 9.2.2 Modbus/RTU 电缆类型

为了保证通信稳定，必须使用双绞线来建立 Modbus/RTU 连接。

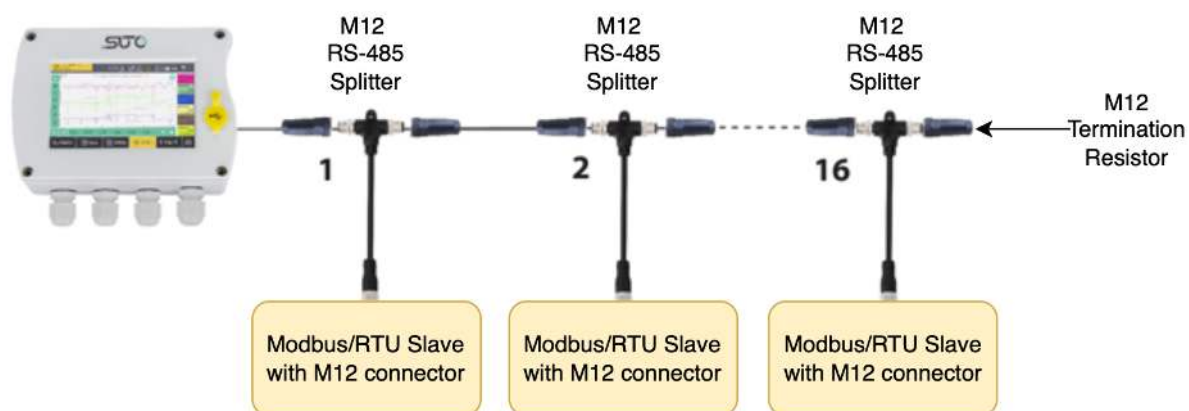
- 总线电缆规格必须符合 EIA485 标准，必须是双绞屏蔽线，如  $2 \times 2 \times 0.22 \text{ mm}^2$ , Li-2YCY (A553 0123)。
- 屏蔽层的一端必须与地(GND)连接。
- 在总线的末端，要安装一个 120 欧姆的电阻。

如下图所示。



### 9.2.3 用 RS-485 分线器连接菊花链

S421 带有 M12 接头，可通过 M12 RS-485 分线器(A554 3310)至 Modbus 菊花链。使用该分线器，还可将 M12 终端电阻接在最后一个分线器上。如下图所示。



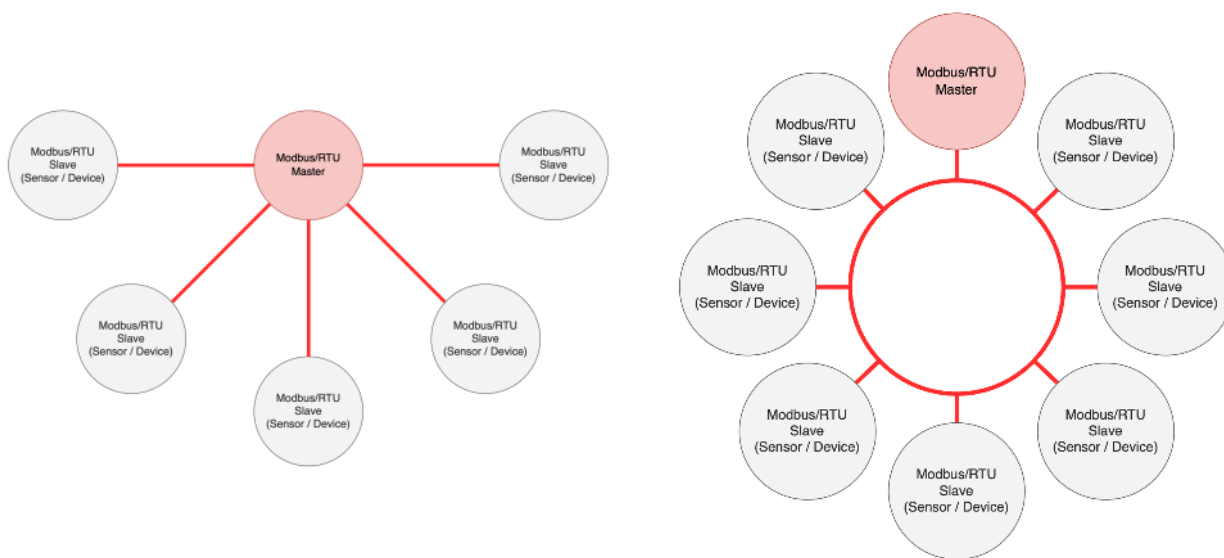


### 9.2.4 Modbus/RTU 菊花链拓扑结构

推荐的总线拓扑是将设备连接成菊花链，如 Modbus/RTU 电缆长度节中的图所示。不要使用其他连接拓扑。

在总线的末端要放置一个 120 欧的电阻以减少干扰。

不要使用星型或环形结构，如下所示。



## 10 额外配件（可选）

下面是可用的额外配件：

- 罗氏线圈，100 A，16 mm 管径，1.8 m 电缆，一端开线。
- 罗氏线圈，1000 A，100 mm 管径，1.8 m 电缆，一端开线。
- 罗氏线圈，3000 A，150 mm 管径，1.8 m 电缆，一端开线。

## 11 维护

清洁服务套装建议只用湿布。



**注意！**

不要用酒精清洁功率计。

如果污染物不能被去除，则传感器必须由制造商进行检查和维修。

## 12 废弃物的处置



电子设备是可循环利用的材料，不属于生活垃圾。设备、配件和外箱的处置必须符合当地法规的要求。废弃物也可由产品制造商进行回收，请与制造商联系。

## 13 附录：Modbus 通信概要

本功率表采用标准的 Modbus-RTU 协议，波特率可通过编程修改为：1200、2400、4800、9600 等，并采用 CRC16 校验。

### 13.1 请求指令格式

| 从机地址   | 功能码    | 命令块      | CRC        |
|--------|--------|----------|------------|
| 8-Bits | 8-Bits | N×8-Bits | 16-Bits 校验 |

### 13.2 功能码

功能码定义终端设备执行相应的功能地址。下表列出了该设备使用的功能码、意义及功能。

| 功能码 |      | 功能名称   | 描述             |
|-----|------|--------|----------------|
| 十进制 | 十六进制 |        |                |
| 3   | 03H  | 读寄存器   | 寄存器读取十六进制数据    |
| 16  | 10H  | 写多个寄存器 | 向多个寄存器写入十六进制数据 |

#### 寄存器列表

寄存器列表有以下几个条目：

| 寄存器名称 | 寄存器地址 | 读/写 | 寄存器个数 | 类型 | 单位 | 描述 |
|-------|-------|-----|-------|----|----|----|
|-------|-------|-----|-------|----|----|----|

- **寄存器名称：** 用来指示寄存器的用途
- **寄存器地址：** Modbus 寄存器的地址，为十进制。
- **读/写：** 用来指示该寄存器可进行的操作
- **寄存器个数：** 说明寄存器有几个 Int16 大小
- **类型：** 说明数据的类型
- **单位：** 说明寄存器值单位的大小
- **描述：** 对寄存器的说明

## 数据类型列表

下表列出了本文档使用的数据类型：

| 类型        | 描述        | 范围                                     |
|-----------|-----------|--|
| UInt16    | 16 位无符号整型 | 0 ... 65535                            |
| Int16     | 16 位有符号整型 | -32768 ... +32767                      |
| UInt32    | 32 位无符号整型 | 0 ... 4, 294, 967, 295                 |
| UInt64    | 64 位无符号整型 | 0 ... 18, 446, 744, 073, 709, 551, 615 |
| UTF8      | 8 位 UTF   | 多字节 Unicode 编码                         |
| Float32   | 32 位浮点数   | 标准 IEEE 单精度浮点数                         |
| Bitmap    | -         | -                                      |
| Date Time | -         | -                                      |

日期格式：

| 16-bit<br>序号 | 单元           |    |    |    |    |    |   |   |                     |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------|--------------|----|----|----|----|----|---|---|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|              | 15           | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7                   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1            | 保留 (0)       |    |    |    |    |    |   |   | 年 (0-99, 从 2000 开始) |   |   |   |   |   |   |   |
| 2            | 月 (1-12)     |    |    |    |    |    |   |   | 日 (1-31)            |   |   |   |   |   |   |   |
| 3            | 时 (0-23)     |    |    |    |    |    |   |   | 分 (0-59)            |   |   |   |   |   |   |   |
| 4            | 毫秒 (0-59999) |    |    |    |    |    |   |   |                     |   |   |   |   |   |   |   |

### 13.3 配置功率计

您可以通过 Modbus 来配置功率表，用功能码 16 向指令寄存器写入对应的指令代码及参数来配置功率计。

#### 配置请求

下表列出了配置点表示的通用数据包格式：

| 从机地址  | 功能码 | 指令寄存器地址         | 指令寄存器个数 | 数据长度 | 写入指令寄存器的值 | CRC 校验 |
|-------|-----|-----------------|---------|------|-----------|--------|
| 1-247 | 16  | 300<br>(最大 423) | N       | N×2  |           |        |

#### 配置结果

配置结果可通过读取寄存器 424 和 425 来获得。

下表是配置结果的说明：

| 寄存器地址 | 描述     | 大小<br>(Int16) | 数据（举例）  |
|-------|--------|---------------|---|
| 424   | 配置指令代码 | 1             | 1001(设置日期时间)  |
| 425   | 配置结果   | 1             | 0 = 配置成功<br>80 = 无效指令代码<br>81 = 无效参数值<br>82 = 无效参数个数<br>83 = 指令没有执行 |

#### 配置请求举例

下表是指令寄存器设置日期时间的说明：

| 从机地址 | 功能码 | 指令寄存器地址 | 指令寄存器个数 | 数据长度 | 写入指令寄存器的值                          | CRC 验证 |
|------|-----|---------|---------|------|------------------------------------|--------|
| 1    | 16  | 300     | 7       | 14   | 1001,<br>2016, 1, 1,<br>10, 10, 10 |        |

说明：

所有保留的参数值，都应该设置为 0。

### 13.4 配置指令列表

#### 设置系统时间

| 指令代码 | 操作<br>读/写 | 大小 | 类型     | 单位 | 范围        | 描述 |
|------|-----------|----|--------|----|-----------|----|
| 001  | W         | 1  | UInt16 | -  | 2000-2099 | 年  |
|      | W         | 1  | UInt16 | -  | 1-12      | 月  |
|      | W         | 1  | UInt16 | -  | 1-31      | 日  |
|      | W         | 1  | UInt16 | -  | 0-23      | 时  |
|      | W         | 1  | UInt16 | -  | 0-59      | 分  |
|      | W         | 1  | UInt16 | -  | 0-59      | 秒  |

#### 设置通信参数

| 指令代码 | 读/写 | 大小   | 类型     | 单位 | 范围                | 描述   |
|------|-----|------|--------|----|-------------------|--|
| 1002 | W   | 1    | UInt16 | -  | 1-247             | 从机地址   |
|      | W   | 1    | UInt16 | -  | 0,1,2,3,<br>4,5,6 | 波特率<br>0=1200<br>1=2400<br>2=4800<br>3=9600<br>4=19200<br>5=38400<br>6=57600 |
|      | W   | R/WC | UInt16 | -  | 0,1,2             | 奇偶校验<br>0 = 奇校验<br>1 = 偶检验<br>2 = 无校验  |

## 设置功率系统

| 指令代码 | 读/写 | 大小 | 类型     | 单位 | 范围                  | 描述   |
|------|-----|----|--------|----|---------------------|--|
| 1003 | W   | 1  | UInt16 | -  | 0,1,2,3,4           | 接线方式<br>0 = 1PH2W L-N<br>1 = 1PH2W L-L<br>2 = 3PH4W<br>3 = 3PH3W<br>4 = 1PH3W_LL |
|      | W   | 1  | UInt16 | Hz | 50,60               | 电网频率   |
|      | W   | 2  | UInt32 | V  | -                   | VT 一次侧电压值  |
|      | W   | 1  | UInt16 | V  | 100,110,<br>115,120 | VT 二次侧电压值  |
|      | W   | 2  | UInt32 | A  | -                   | 线圈 一次侧电压值  |
|      | W   | 1  | UInt16 | mV | 最大 333mV            | 线圈 二次侧电压值  |
|      | W   | 2  | UInt32 | A  | -                   | 罗氏线圈 一次侧电压值  |
|      | W   | 1  | UInt16 | mV | 最大 333mV            | 罗氏线圈 二次侧电压值  |
|      | W   | 1  | UInt16 | -  | 0,1                 | 电压连接<br>0 = 直接接入<br>1 = 3PH4W (3 VTs)  |
|      | W   | 1  | UInt16 | -  | 0,1                 | 电压连接<br>0 = 罗氏线圈接入<br>1 = 线圈   |

## 设置谐波次数

| 指令代码 | 读/写 | 大小 | 类型     | 单位 | 范围   | 描述     |
|------|-----|----|--------|----|------|--------|
| 1004 | W   | 1  | UInt16 | -  | 2-52 | HX 次谐波 |
|      | W   | 1  | UInt16 | -  | 2-52 | HY 次谐波 |
|      | W   | 1  | UInt16 | -  | 2-52 | HZ 次谐波 |

## 设置数字输出

| 指令代码 | 读/写 | 大小 | 类型     | 单位 | 范围 | 描述                         |
|------|-----|----|--------|----|----|----------------------------|
| 1005 | W   | 1  | UInt16 | -  | -  | 0 = 打开继电器输出<br>1 = 关闭继电器输出 |

## 复位电能

| 指令代码 | 读/写 | 大小 | 类型     | 单位 | 范围        | 描述   |
|------|-----|----|--------|----|-----------|--|
| 1006 | W   | 1  | UInt16 | -  | 2050-2053 | 2050:<br>复位 1 相电能<br>2051:<br>复位 2 相电能<br>2052:<br>复位 3 相电能<br>2053:<br>复位 1、2、3 相电能 |



### 13.5 Modbus 寄存器列表

| 寄存器名称 | 寄存器地址 | 操作   | 大小 | 类型       | 单位 | 描述   |
|-------|-------|------|----|----------|----|--|
| 功率计型号 | 50    | R    | 20 | UTF8     | -  |  |
| 序列号   | 70    | R    | 2  | UInt32   | -  |  |
| 固件版本号 | 72    | R    | 1  | UInt16   | -  | 数据格式: X.Y.ZTT  |
| 日期    | 73    | R/WC | 4  | 日期<br>时间 | -  | 日期/时间<br>寄存器 73: 年 00-99 (从 2000 到 2099)<br>寄存器 74: 月 (b15:b8),<br>日 (b7:b0)<br>寄存器 75: 时<br>(b15:b8), 分 (b7:b0)<br>寄存器 76: 毫秒 |

#### 通讯参数

| 寄存器名称 | 寄存器地址 | 操作   | 大小 | 类型     | 单位 | 描述  |
|-------|-------|------|----|--------|----|---|
| 从机地址  | 80    | R/WC | 1  | UInt16 | -  | 1-247   |
| 波特率   | 81    | R/WC | 1  | UInt16 | -  | 0 = 1200<br>1 = 2400<br>2 = 4800<br>3 = 9600<br>4 = 19200<br>5 = 38400<br>6 = 57600 |
| 校验方式  | 82    | R/WC | 1  | UInt16 | -  | 0 = 奇校验<br>1 = 偶校验<br>2 = 无校验   |

## 电力参数

| 寄存器名称        | 寄存器地址 | 操作   | 大小 | 类型     | 单位 | 描述   |
|--------------|-------|------|----|--------|----|--|
| 接线方式         | 90    | R/WC | 1  | UInt16 | -  | 0 = 1PH2W L-N<br>1 = 1PH2W L-L<br>2 = 3PH4W<br>3 = 3PH3W<br>4 = 1PH3W_LL N |
| 电网频率         | 91    | R/WC | 1  | UInt16 | Hz |  |
| VT 一次测量电压值   | 92    | R/WC | 2  | UInt32 | V  |  |
| VT 二次测量电压值   | 94    | R/WC | 1  | UInt16 | V  |  |
| 线圈 一次测量电压值   | 95    | R/WC | 2  | UInt32 | A  |  |
| 线圈 二次测量电压值   | 97    | R/WC | 1  | UInt16 | mV | 最大:333mV   |
| 罗氏线圈 一次测量电压值 | 98    | R/WC | 2  | UInt32 | A  |  |
| 罗氏线圈 二次测量电压值 | 100   | R/WC | 1  | UInt16 | mV | 最大:333mV   |
| 电压接入方式       | 101   | R/WC | 1  | UInt16 | -  | 0 = 直接接入<br>1 = 3PH3W (2VTs)<br>2 = 3PH4W (3VTs)                           |
| 电流接入方式       | 102   | R/WC | 1  | UInt16 | -  | 0 = 罗氏线圈<br>1 = 线圈   |

## 数字输出

| 寄存器名称  | 寄存器地址 | 操作   | 大小 | 类型     | 单位 | 描述                     |
|--------|-------|------|----|--------|----|------------------------|
| 数字输出状态 | 150   | R/WC | 1  | Bitmap | -  | 0 = 打开继电器<br>1 = 关闭继电器 |

## 配置指令寄存器

| 寄存器名称  | 寄存器地址 | 操作  | 大小 | 类型     | 单位 | 描述   |
|--------|-------|-----|----|--------|----|--|
| 指令代码   | 300   | R/W | 1  | UInt16 | -  |  |
| 参数 001 | 301   | R/W | 1  | UInt16 | -  |  |
| 参数 002 | 302   | R/W | 1  | UInt16 | -  |  |
| ...    | ...   | R/W | 1  | UInt16 | -  |  |
| 参数 123 | 423   | R/W | 1  | UInt16 | -  |  |
| 配置指令代码 | 424   | R   | 1  | UInt16 | -  |  |
| 配置结果   | 425   | R   | 1  | UInt16 | -  | 0 = 有效配置<br>80 = 无效指令代码<br>81 = 无效指令参数<br>82 = 无效指令参数个数<br>83 = 指令没有执行 |

## 基本数据

功率因数、频率、谐波、电流、电压、功率

| 寄存器名称  | 寄存器地址 | 操作 | 大小 | 类型      | 单位 | 描述      |
|--------|-------|----|----|---------|----|---------|
| PF1    | 2000  | R  | 2  | Float32 | -  | 1 相功率因数 |
| PF2    | 2002  | R  | 2  | Float32 | -  | 2 相功率因数 |
| PF3    | 2004  | R  | 2  | Float32 | -  | 3 相功率因数 |
| PF Avg | 2006  | R  | 2  | Float32 | -  | 平均功率因数  |

|              |      |      |   |         |    |                   |
|--------------|------|------|---|---------|----|-------------------|
| DPF1         | 2008 | R    | 2 | Float32 | -  | 1 相基波功率因数         |
| DPF2         | 2010 | R    | 2 | Float32 | -  | 2 相基波功率因数         |
| DPF3         | 2012 | R    | 2 | Float32 | -  | 3 相基波功率因数         |
| DPF Avg      | 2014 | R    | 2 | Float32 | -  | 平均基波功率因数          |
| 频率           |      |      |   |         |    |                   |
| Freq1        | 2016 | R    | 2 | Float32 | Hz | 1 相频率             |
| Freq2        | 2018 | R    | 2 | Float32 | Hz | 2 相频率             |
| Freq3        | 2020 | R    | 2 | Float32 | Hz | 3 相频率             |
| FreqAvg      | 2022 | R    | 2 | Float32 | Hz | 平均频率              |
| 谐波配置         |      |      |   |         |    |                   |
| HX<br>谐波次数   | 2024 | R/WC | 1 | UInt16  | -  | 范围:2-52           |
| HY<br>谐波次数   | 2025 | R/WC | 1 | UInt16  | -  | 范围:2-52           |
| HZ<br>谐波次数   | 2026 | R/WC | 1 | UInt16  | -  | 范围:2-52           |
| 电流谐波         |      |      |   |         |    |                   |
| I1THDx       | 2027 | R    | 2 | Float32 | %  | 1 相 X 次谐波的电流畸变    |
| I2THDx       | 2029 | R    | 2 | Float32 | %  | 2 相 X 次谐波的电流畸变    |
| I3THDx       | 2031 | R    | 2 | Float32 | %  | 3 相 X 次谐波的电流畸变    |
| ITHDx<br>Avg | 2033 | R    | 2 | Float32 | %  | X 次谐波的电流畸变<br>平均值 |
| I1THDy       | 2035 | R    | 2 | Float32 | %  | 1 相 Y 次谐波的电流畸变    |
| I2THDy       | 2037 | R    | 2 | Float32 | %  | 2 相 Y 次谐波的电流畸变    |
| I3THDy       | 2039 | R    | 2 | Float32 | %  | 3 相 Y 次谐波的电流畸变    |
| ITHDy<br>Avg | 2041 | R    | 2 | Float32 | %  | Y 次谐波的电流畸变<br>平均值 |
| I1THDz       | 2043 | R    | 2 | Float32 | %  | 1 相 Z 次谐波的电流畸变    |
| I2THDz       | 2045 | R    | 2 | Float32 | %  | 2 相 Z 次谐波的电流畸变    |
| I3THDz       | 2047 | R    | 2 | Float32 | %  | 3 相 Z 次谐波的电流畸变    |
| ITHDz<br>Avg | 2049 | R    | 2 | Float32 | %  | Z 次谐波的电流畸变<br>平均值 |

|           |      |   |   |         |   |               |
|-----------|------|---|---|---------|---|---------------|
| I1THD     | 2051 | R | 2 | Float32 | % | 1 相 总谐波的电流畸变  |
| I2THD     | 2053 | R | 2 | Float32 | % | 2 相 总谐波的电流畸变  |
| I3THD     | 2055 | R | 2 | Float32 | % | 3 相 总谐波的电流畸变  |
| ITHD Avg  | 2057 | R | 2 | Float32 | % | 总谐波的电流畸变平均值   |
| I1THx     | 2059 | R | 2 | Float32 | V | 1 相 X 次谐波电流值  |
| I2THx     | 2061 | R | 2 | Float32 | V | 2 相 X 次谐波电流值  |
| I3THx     | 2063 | R | 2 | Float32 | V | 3 相 X 次谐波电流值  |
| ITHx Avg  | 2065 | R | 2 | Float32 | V | X 次谐波平均电流值    |
| I1THy     | 2067 | R | 2 | Float32 | V | 1 相 Y 次谐波电流值  |
| I2THy     | 2069 | R | 2 | Float32 | V | 2 相 Y 次谐波电流值  |
| I3THy     | 2071 | R | 2 | Float32 | V | 3 相 Y 次谐波电流值  |
| ITHy Avg  | 2073 | R | 2 | Float32 | V | Y 次谐波平均电流值    |
| I1THz     | 2075 | R | 2 | Float32 | V | 1 相 Z 次谐波电流值  |
| I2THz     | 2077 | R | 2 | Float32 | V | 2 相 Z 次谐波电流值  |
| I3THz     | 2079 | R | 2 | Float32 | V | 3 相 Z 次谐波电流值  |
| ITHz Avg  | 2081 | R | 2 | Float32 | V | Z 次谐波平均电流值    |
| 电压谐波      |      |   |   |         |   |               |
| U1THDx    | 2083 | R | 2 | Float32 | % | 1 相 X 次谐波电压畸变 |
| U2THDx    | 2085 | R | 2 | Float32 | % | 2 相 X 次谐波电压畸变 |
| U3THDx    | 2087 | R | 2 | Float32 | % | 3 相 X 次谐波电压畸变 |
| UTHDx Avg | 2089 | R | 2 | Float32 | % | X 次谐波平均电压畸变   |
| U1THDy    | 2091 | R | 2 | Float32 | % | 1 相 Y 次谐波电压畸变 |
| U2THDy    | 2093 | R | 2 | Float32 | % | 2 相 Y 次谐波电压畸变 |
| U3THDy    | 2095 | R | 2 | Float32 | % | 3 相 Y 次谐波电压畸变 |
| UTHDy Avg | 2097 | R | 2 | Float32 | % | Y 次谐波平均电压畸变   |
| U1THDz    | 2099 | R | 2 | Float32 | % | 1 相 Z 次谐波电压畸变 |
| U2THDz    | 2101 | R | 2 | Float32 | % | 2 相 Z 次谐波电压畸变 |
| U3THDz    | 2103 | R | 2 | Float32 | % | 3 相 Z 次谐波电压畸变 |

|             |      |   |   |         |   |              |
|-------------|------|---|---|---------|---|--------------|
| UTHDz Avg   | 2105 | R | 2 | Float32 | % | Z 次谐波平均电压畸变  |
| U1THD       | 2107 | R | 2 | Float32 | % | 1 相 总谐波的电压畸变 |
| U2THD       | 2109 | R | 2 | Float32 | % | 2 相 总谐波的电压畸变 |
| U3THD       | 2111 | R | 2 | Float32 | % | 3 相 总谐波的电压畸变 |
| UTHD Avg    | 2113 | R | 2 | Float32 | % | 总谐波的电压值平均畸变  |
| U1THx       | 2115 | R | 2 | Float32 | V | 1 相 X 次谐波电压值 |
| U2THx       | 2117 | R | 2 | Float32 | V | 2 相 X 次谐波电压值 |
| U3THx       | 2119 | R | 2 | Float32 | V | 3 相 X 次谐波电压值 |
| UTHx Avg    | 2121 | R | 2 | Float32 | V | X 次谐波平均电压值   |
| U1THy       | 2123 | R | 2 | Float32 | V | 1 相 Y 次谐波电压值 |
| U2THy       | 2125 | R | 2 | Float32 | V | 2 相 Y 次谐波电压值 |
| U3THy       | 2127 | R | 2 | Float32 | V | 3 相 Y 次谐波电压值 |
| UTHy Avg    | 2129 | R | 2 | Float32 | V | Y 次谐波平均电压值   |
| U1          | 2131 | R | 2 | Float32 | V | 1 相 Z 次谐波电压值 |
| U2          | 2133 | R | 2 | Float32 | V | 2 相 Z 次谐波电压值 |
| U3          | 2135 | R | 2 | Float32 | V | 3 相 Z 次谐波电压值 |
| Voltage Avg | 2137 | R | 2 | Float32 | V | Z 次谐波平均电压值   |
| 电流          |      |   |   |         |   |              |
| I1          | 2139 | R | 2 | Float32 | A | 1 相电流        |
| I2          | 2141 | R | 2 | Float32 | A | 2 相电流        |
| I3          | 2143 | R | 2 | Float32 | A | 3 相电流        |
| Current Avg | 2145 | R | 2 | Float32 | A | 电流平均值        |
| 电压          |      |   |   |         |   |              |
| U1          | 2147 | R | 2 | Float32 | V | 1 相电压        |
| U2          | 2149 | R | 2 | Float32 | V | 2 相电压        |
| U3          | 2151 | R | 2 | Float32 | V | 3 相电压        |
| Volt. Avg   | 2153 | R | 2 | Float32 | V | 电压平均值        |

| 功率      |      |   |   |         |      |         |
|---------|------|---|---|---------|------|---------|
| P1      | 2155 | R | 2 | Float32 | kW   | 1 相有功功率 |
| P2      | 2157 | R | 2 | Float32 | kW   | 2 相有功功率 |
| P3      | 2159 | R | 2 | Float32 | kW   | 3 相有功功率 |
| PTotal  | 2161 | R | 2 | Float32 | kW   | 有功功率总和  |
| FQ1     | 2163 | R | 2 | Float32 | kVAR | 1 相无功功率 |
| FQ2     | 2165 | R | 2 | Float32 | kVAR | 2 相无功功率 |
| FQ3     | 2167 | R | 2 | Float32 | kVAR | 3 相无功功率 |
| FQTotal | 2169 | R | 2 | Float32 | kVAR | 无功功率总和  |
| S1      | 2171 | R | 2 | Float32 | kVA  | 1 相视在功率 |
| S2      | 2173 | R | 2 | Float32 | kVA  | 2 相视在功率 |
| S3      | 2175 | R | 2 | Float32 | kVA  | 3 相视在功率 |
| STotal  | 2177 | R | 2 | Float32 | kVA  | 视在功率总和  |

## 电能

电能的存储格式有两种：64 位无符号整数和 32 位浮点型数据。

| 电能 – 64 位无符号整数 |       |    |    |        |      |           |
|----------------|-------|----|----|--------|------|-----------|
| 寄存器名称          | 寄存器地址 | 读写 | 大小 | 类型     | 单位   | 描述        |
| 有功电能           |       |    |    |        |      |           |
| EP1Imp         | 3000  | R  | 4  | UInt64 | Wh   | 1 相有功电能输入 |
| EP2Imp         | 3004  | R  | 4  | UInt64 | Wh   | 2 相有功电能输入 |
| EP3Imp         | 3008  | R  | 4  | UInt64 | Wh   | 3 相有功电能输入 |
| EPImp          | 3012  | R  | 4  | UInt64 | Wh   | 有功电能输入总和  |
| EP1Exp         | 3016  | R  | 4  | UInt64 | Wh   | 1 相有功电能输出 |
| EP2Exp         | 3020  | R  | 4  | UInt64 | Wh   | 2 相有功电能输出 |
| EP3Exp         | 3024  | R  | 4  | UInt64 | Wh   | 3 相有功电能输出 |
| EPExp          | 3028  | R  | 4  | UInt64 | Wh   | 有功电能输出总和  |
| 无功电能           |       |    |    |        |      |           |
| EQ1Imp         | 3032  | R  | 4  | UInt64 | VARh | 1 相无功电能输入 |
| EQ2Imp         | 3036  | R  | 4  | UInt64 | VARh | 2 相无功电能输入 |
| EQ3Imp         | 3040  | R  | 4  | UInt64 | VARh | 3 相无功电能输入 |

| EQImp          | 3044  | R  | 4  | UInt64  | VARh | 无功电能输入总和  |
|----------------|-------|----|----|---------|------|-----------|
| EQ1Exp         | 3048  | R  | 4  | UInt64  | VARh | 1 相无功电能输出 |
| EQ2Exp         | 3052  | R  | 4  | UInt64  | VARh | 2 相无功电能输出 |
| EQ3Exp         | 3056  | R  | 4  | UInt64  | VARh | 3 相无功电能输出 |
| EQExp          | 3060  | R  | 4  | UInt64  | VARh | 无功电能输出总和  |
| 视在电能           |       |    |    |         |      |           |
| ES1Imp         | 3064  | R  | 4  | UInt64  | VAh  | 1 相视在电能输入 |
| ES2Imp         | 3068  | R  | 4  | UInt64  | VAh  | 2 相视在电能输入 |
| ES3Imp         | 3072  | R  | 4  | UInt64  | VAh  | 3 相视在电能输入 |
| ESImp          | 3076  | R  | 4  | UInt64  | VAh  | 视在电能输入总和  |
| ES1Exp         | 3080  | R  | 4  | UInt64  | VAh  | 1 相视在电能输出 |
| ES2Exp         | 3084  | R  | 4  | UInt64  | VAh  | 2 相视在电能输出 |
| ES3Exp         | 3088  | R  | 4  | UInt64  | VAh  | 3 相视在电能输出 |
| ESExp          | 3092  | R  | 4  | UInt64  | VAh  | 视在电能输出总和  |
| 电能 – 32 位浮点型数据 |       |    |    |         |      |           |
| 寄存器名称          | 寄存器地址 | 操作 | 大小 | 类型      | 单位   | 描述        |
| 有功电能           |       |    |    |         |      |           |
| EP1Imp         | 4000  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 1 相有功电能输入 |
| EP2Imp         | 4002  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 2 相有功电能输入 |
| EP3Imp         | 4004  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 3 相有功电能输入 |
| EPImp          | 4006  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 有功电能输入总和  |
| EP1Exp         | 4008  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 1 相有功电能输出 |
| EP2Exp         | 4010  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 2 相有功电能输出 |
| EP3Exp         | 4012  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 3 相有功电能输出 |
| EPExp          | 4014  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 有功电能输出总和  |
| EP1            | 4016  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 1 相有功电能总和 |
| EP2            | 4018  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 2 相有功电能总和 |
| EP3            | 4020  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 3 相有功电能总和 |
| EPSUM          | 4022  | R  | 2  | Float32 | Wh   | 所有有功电能总和  |



|        |      |   |   |         |      |           |
|--------|------|---|---|---------|------|-----------|
| 无功电能   |      |   |   |         |      |           |
| EQ1Imp | 4024 | R | 2 | Float32 | VARh | 1 相无功电能输入 |
| EQ2Imp | 4026 | R | 2 | Float32 | VARh | 2 相无功电能输入 |
| EQ3Imp | 4028 | R | 2 | Float32 | VARh | 3 相无功电能输入 |
| EQImp  | 4030 | R | 2 | Float32 | VARh | 无功电能输入总和  |
| EQ1Exp | 4032 | R | 2 | Float32 | VARh | 1 相无功电能输出 |
| EQ2Exp | 4034 | R | 2 | Float32 | VARh | 2 相无功电能输出 |
| EQ3Exp | 4036 | R | 2 | Float32 | VARh | 3 相无功电能输出 |
| EQExp  | 4038 | R | 2 | Float32 | VARh | 无功电能输出总和  |
| EQ1    | 4040 | R | 2 | Float32 | VARh | 1 相无功电能总和 |
| EQ2    | 4042 | R | 2 | Float32 | VARh | 2 相无功电能总和 |
| EQ3    | 4044 | R | 2 | Float32 | VARh | 3 相无功电能总和 |
| EQSUM  | 4046 | R | 2 | Float32 | VARh | 所有无功电能总和  |
| 视在电能   |      |   |   |         |      |           |
| ES1Imp | 4048 | R | 2 | Float32 | VAh  | 1 相视在电能输入 |
| ES2Imp | 4050 | R | 2 | Float32 | VAh  | 2 相视在电能输入 |
| ES3Imp | 4052 | R | 2 | Float32 | VAh  | 3 相视在电能输入 |
| ESImp  | 4054 | R | 2 | Float32 | VAh  | 视在电能输入总和  |
| ES1Exp | 4056 | R | 2 | Float32 | VAh  | 1 相视在电能输出 |
| ES2Exp | 4058 | R | 2 | Float32 | VAh  | 2 相视在电能输出 |
| ES3Exp | 4060 | R | 2 | Float32 | VAh  | 3 相视在电能输出 |
| ESExp  | 4062 | R | 2 | Float32 | VAh  | 视在电能输出总和  |
| ES1    | 4064 | R | 2 | Float32 | VAh  | 1 相视在电能总和 |
| ES2    | 4066 | R | 2 | Float32 | VAh  | 2 相视在电能总和 |
| ES3    | 4068 | R | 2 | Float32 | VAh  | 3 相视在电能总和 |
| ESSUM  | 4070 | R | 2 | Float32 | VAh  | 所有视在电能总和  |

### 13.6 谐波计算

电能质量分析值使用以下缩写：

- 相电流基波有效值：I1
- 相电压基波有效值：V1
- 相电流总谐波失真
- 相电压总谐波失真
- 相电流谐波失真

$$HD_{I_x} = \frac{I_x}{I_1}, x = 2, 3, \dots, N$$

$$HD_{I_y} = \frac{I_y}{I_1}, y = 2, 3, \dots, N$$

$$HD_{I_z} = \frac{I_z}{I_1}, z = 2, 3, \dots, N$$

- 相电压谐波失真

$$HD_{V_x} = \frac{V_x}{V_1}, x = 2, 3, \dots, N$$

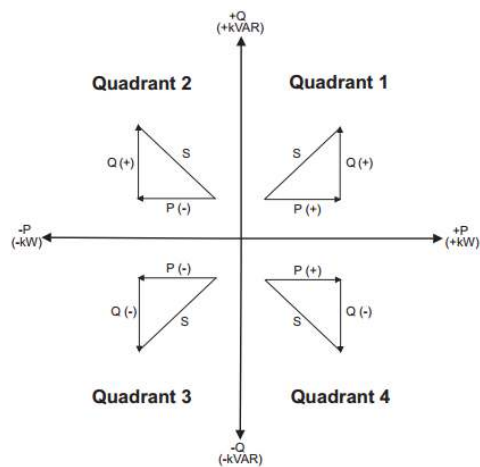
$$HD_{V_y} = \frac{V_y}{V_1}, y = 2, 3, \dots, N$$

$$HD_{V_z} = \frac{V_z}{V_1}, z = 2, 3, \dots, N$$

### 13.7 功率、电能和功率因素

功率和 **PQ** 坐标系

电表使用有功功率（P）和无功功率（Q）在PQ坐标系统上计算视在功率：



## 功率符号

正功率符号  $P(+)$  和  $Q(+)$  表示功率从源到负载。

负功率符号  $P(-)$  和  $Q(-)$  表示功率从负载到源。

## 电能导入（输入）/电能导出（输出）

电表根据有功功率符号（ $P$ ）来计算电能的导入和导出。当为正功率是（ $+P$ ）电能导入，当为负功率时（ $-P$ ）电能导出。

## 功率因数（PF）

功率因数（PF）是有功功率（ $P$ ）和视在功率（ $S$ ）的比值大小，从 0 到 1。

理想情况下，纯电阻负载是没有反应性器件，所以功率因数是 1；纯电感负载或者电容负载是没有阻性器件，所以功率因数是 0。

## PF 和 DPF

电表支持 PF 和 DPF 的测量：

- PF 是真实的功率因数，包括谐波。
- DPF 基波功率因数，只计算基波。

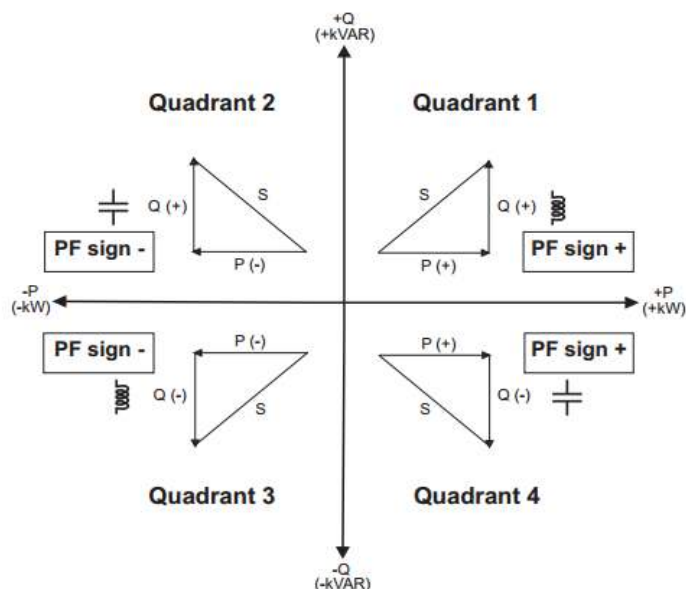
## PF 符号

电表根据 IEC 显示功率因数符号。

## IEC 模式下的 PF 符号

PF 的符号根据有功功率  $P$  的符号来定义。

- 正有功功率（ $+P$ ），PF 符号为正（ $+$ ）。
- 负有功功率（ $-P$ ），PF 符号为负（ $-$ ）。



---

## SUTO iTEC GmbH

Grißheimer Weg 21  
D-79423 Heitersheim  
Germany

Tel: +49 (0) 7634 50488 00

Email: [sales@suto-itec.com](mailto:sales@suto-itec.com)

Website: [www.suto-itec.com](http://www.suto-itec.com)

## 希尔思仪表(深圳)有限公司

深圳市南山区中山园路 1001 号  
TCL 国际 E 城 D3 栋 A 单元 11 层

电话: +86 (0) 755 8619 3164

邮箱: [sales.cn@suto-itec.com](mailto:sales.cn@suto-itec.com)

网址: [www.suto-itec.com](http://www.suto-itec.com)

版权所有 ©

如有错漏另行更正

S110\_V2\_im\_cn\_2022-2