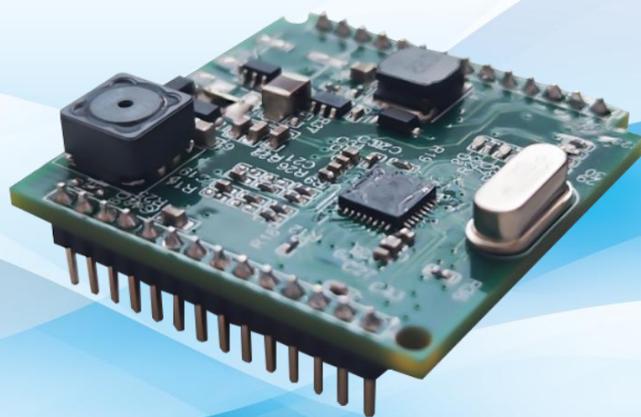




MC0312
Ethernet-APL 嵌入式核心模块
使用手册



沈阳中科博微科技股份有限公司



警告

1. 禁止用户自行拆装元器件。
2. 请用户自行检查网关供电电压是否符合使用手册中的供电电压要求。

版本：V1.0

免责声明

已经检查过此手册的内容，确认所描述的硬件和软件的一致性。由于无法完全排除误差，不能保证绝对一致。然而我们将定期检查此手册中的数据，并在后续版本中予以必要的修正。欢迎任何关于改进的建议。

Microcyber Corporation 2024

技术数据随时有变。

公司简介

沈阳中科博微科技股份有限公司是由中国科学院沈阳自动化研究所发起创建的一家高新技术企业，主要从事网络化控制系统、工业通信及仪表、开发、生产和应用。中科博微承担了多个国家科技重大专项、国家高技术研究发展计划（863 计划）、智能制造装备发展专项等国家科技计划项目，是国家网络化控制系统工程研究中心建设依托单位。

中科博微成功地开发了国内第一个通过国际认证的现场总线协议主栈、第一个通过国家认证的现场总线仪表、国内第一个通过德国 TÜV 认证的安全仪表，与其它单位共同主持了制定国内第一个工业以太网协议标准 EPA、第一个工业无线通信协议标准 WIA-PA，并成为 IEC 国际标准。

中科博微的产品和技术曾荣获国家科技进步二等奖两项、国家科技发明奖一项、中国科学院科技进步一等奖一项、辽宁省科技进步一等奖一项，产品出口欧美等发达国家，美国 Emerson、英国 Rotork、英国 Bifold 等业内顶尖企业都在其产品中采用了博微的关键技术或关键部件，成功完成了 200 多项大型自动化工程项目。

中科博微是 FCG 组织成员；是 Profibus 用户组织（PNO）成员。

中科博微成功通过了 ISO9001:2008 质量管理体系认证和汽车行业的 ISO/TS16949 质量体系认证。优秀的研发团队，丰富的自动化工程设计与实施经验，业界领先的产品，庞大的市场网络，优秀的企业文化，都为公司的创业和持续发展奠定了坚实基础。承载员工理想，创造客户价值，促进企业发展。

承载员工理想，创造客户价值，促进企业发展。



目 录

第 1 章 概述	1
1.1 模块特点	1
1.1.1 同尺寸	1
1.1.2 同接口	1
1.1.3 易升级	1
1.1.4 配置简单	1
1.2 外型尺寸	2
1.3 模块结构	2
第 2 章 模块安装及工作原理	3
2.1 模块对外接口	3
2.2 模块接口功能介绍	3
2.3 转换逻辑	4
2.4 配置接口	5
第 3 章 设备配置	7
3.1 配置工具简介	7
3.2 配置 Modbus 接口	10
3.3 配置设备变量	11
3.4 配置动态变量	13
3.5 变量监视	13
第 4 章 其它配置	15
4.1 配置 PV 量程	15
4.2 配置缩放因子	16
4.3 调试校准区域操作	17
4.4 数据保存和恢复	17
4.5 批量下载	18
第 5 章 Ethernet-APL 设备开发解决方案	19
5.1 MC0312 模块在压力变送器中的应用	19
5.2 MC0312 模块在流量计中应用	20
5.3 Ethernet-APL 模块应用示例	20
第 6 章 维护	21
第 7 章 技术规格	22
7.1 基本参数	22
7.2 物理特性	22



第 1 章 概述

MC0312 Ethernet-APL 嵌入式核心模块是沈阳中科博微科技股份有限公司研发的一款符合 10BASE-T1L(IEEE 802.3cg)标准的小型化模块，支持总线供电、通信速率 10Mbps、最大通信距离 1000 米。MC0312 Ethernet-APL 嵌入式核心模块软件协议支持 Modbus-RTU 主站和 HART-IP 从站功能，可以将用户 Modbus 设备快速升级为支持 APL 物理层的 HART-IP 协议设备。同时 MC0312 也是 Microcyber MC 系列嵌入式核心模块之一。此系列嵌入式核心模块具有同尺寸，同接口，易升级，配置简单等特点，是用户快速开发现场总线设备的理想选择。MC0312 Ethernet-APL 嵌入式核心模块实物如下图 1 所示：



图 1 MC0312 Ethernet-AP 嵌入式核心模块

1.1 模块特点

1.1.1 同尺寸

Microcyber MC 系列嵌入式核心模块尺寸相同，35mm（长）*35mm（宽）。

1.1.2 同接口

Microcyber MC 系列嵌入式核心模块均采用 2.0 间距双排 14 针接插件，功能兼容。

1.1.3 易升级

替换 Microcyber MC 系列不同的嵌入式核心模块，即刻实现不同协议的设备。

1.1.4 配置简单

使用 Microcyber 专用配置工具进行配置，操作简单，使用方便。



1.2 外型尺寸

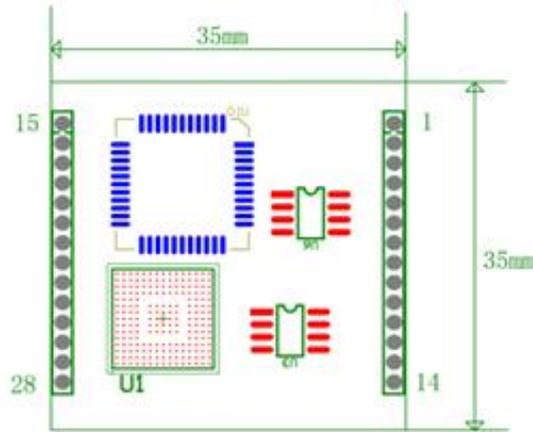


图 2 MC0312 嵌入式核心模块外型尺寸（单位：mm）

1.3 模块结构



图 3 MC0312 嵌入式核心模块结构



第 2 章 模块安装及工作原理

2.1 模块对外接口

MC0312 Ethernet-APL 嵌入式核心模块的接口分布及定义如下表 1 所示：



图 4 MC0312L 嵌入式核心模块接口定义

2.2 模块接口功能介绍

表 1 接口定义

管脚	名称	描述
1	TDO	JTAG 调试接口
2	TDI	JTAG 调试接口
3	RESET	复位
4	GND	参考地
5	TMS	JTAG 调试接口
6	RXD	串口接收
7	TXD	串口发送
8	TCK	JTAG 调试接口
9	SPISTE	GPIO、SPI 接口
10	SOMI	GPIO、SPI 接口
11	SIMO	GPIO、SPI 接口
12	SPICLK	GPIO、SPI 接口
13	VCC-3.3V	3.3V 电源输出
14	VCC-5V	5V 电源输出



15	GPIO	GPIO
16	GPIO	GPIO
17	GPIO	GPIO
18	GPIO	GPIO
19	GPIO	GPIO
20	GPIO	GPIO
21	GPIO	GPIO
22	I2CSCL	GPIO、I2C 接口
23	I2CSDA	GPIO、I2C 接口
24	GPIO	GPIO
25	GPIO	GPIO
26	GND	参考地
27	APL+	总线电源正
28	APL-	总线电源负

2.3 转换逻辑

MC0312 Ethernet-APL 嵌入式核心模块是一款可以将 Modbus 协议设备转换成支持 Ethernet-APL 物理层的 HART-IP 协议设备的嵌入式模块。MC0312 模块嵌入到 Modbus 协议设备（温度、压力、流量、物位、执行器等仪表）中，通过 TTL 串口的方式和仪表连接，与仪表的通信协议为 Modbus-RTU 协议。MC0312 模块支持 Modbus 主站和 HART-IP 从站功能，可以将 Modbus 设备中数据寄存器（如输入寄存器、保持寄存器）的数据转换到 HART-IP 命令所对应的动态变量中。例如一台流量计中地址为 30000（范围 1-65536）的保持寄存器所存放的是瞬时流量值，那么我们可以将该保持寄存器配置给 HART-IP 模块的设备变量 0（范围 0-5），然后再将设备变量 0 指定为主变量（或第二、三、四变量），转换逻辑如下图 5 所示：

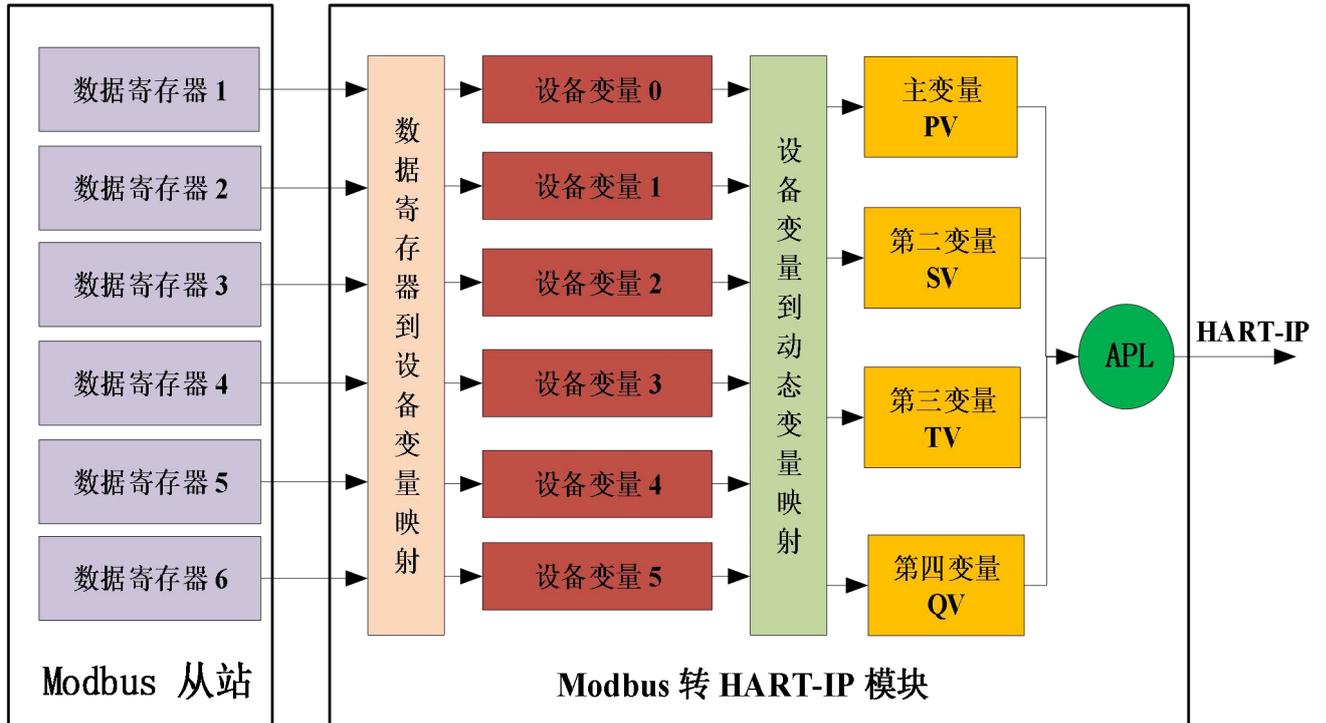


图 5 MC0312 数据映射逻辑图

MC0312 模块作为一款通用型模块能适配市面上所有的 Modbus 仪表,用户在使用 MC0312 模块时配合使用中科博微提供的 HART-IPMPT 组态软件可以完成对模块的相关功能配置,具体的配置信息包括如下:

- 配置 Modbus 通信参数,如从站地址、通信速率、通信校验方式;
- 配置数据存储方式,包括数据寄存器地址、数据类型、字节排列顺序等;
- 配置 HART-IP 动态变量数据寄存器映射到设备变量、设备变量映射到动态变量;
- 配置 IP 地址等;

经过上述配置,HART-IP 主站设备使用 HART-IP 命令就可以访问 MC0312 模块中的动态变量,从而实现了 Modbus 数据寄存器(如存储流量计的瞬时流量值)中的数据到 HART-IP 主站的数字化传送。

2.4 配置接口

MC0312 模块可以实现 Modbus 协议和 HART-IP 协议转换功能,模块可以直接插到用户设备电路板上,外部通过 Ethernet-APL 物理层与 HART-IP 主设备连接,内部通过 TTL 接口和 Modbus 设备连接,模块配置接线图如下图所示。

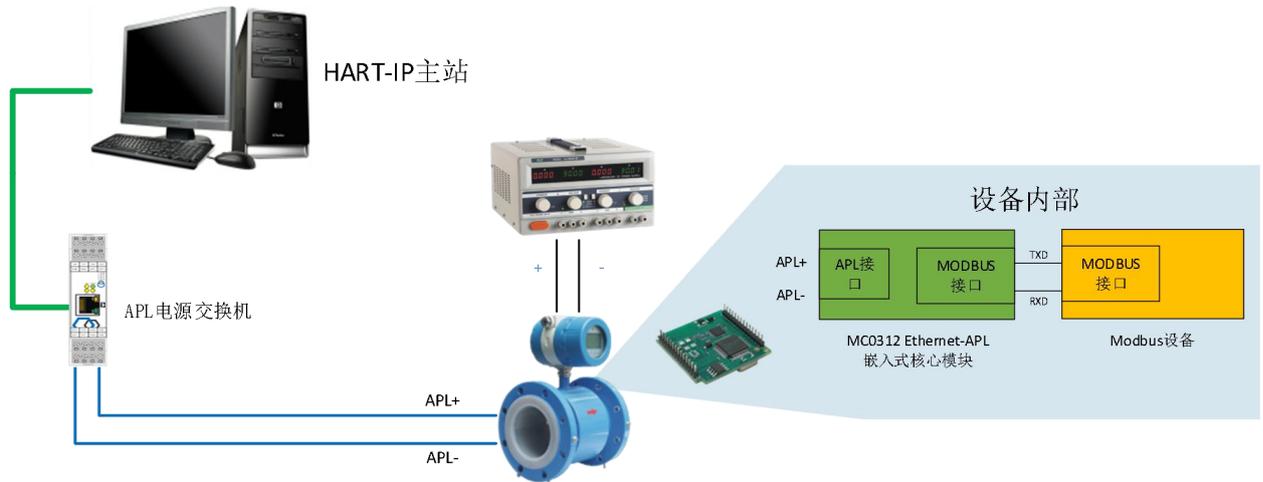


图 6 MC0312 模块配置接线图

以 PC 机作主站设备运行中科博微的 HART-IP MPT 组态软件，APL 电源交换机一端通过常规以太网和 PC 机连接，电源交换机的 Ethernet-APL 接口和现场 APL 设备连接，并且给 APL 设备供电。连接好后可以使用 HART-IP MPT 组态软件对 MC0312 模块进行配置。



第 3 章 设备配置

3.1 配置工具简介

HART-IP MPT 上位机组态软件是为 MC0312 模块专门开发的配置工具，HART-IP MPT 组态软件具有 HART-IP 主站功能可以通过 HART-IP 协议和 MC0312 模块进行通信和配置。HART-IP MPT 组态软件初始化界面如下图 7 所示。



图 7 组态软件图标及初始界面

点击设置，在弹出的菜单中选择网络设置，或者点击  图标，弹出网络设置对话框，在网络设置对话框（如图中对话框）中设置网络信息，可以选择网络协议，TCP 或者 UDP，选择网络协议之后，就可以填写设备 IP，例如：192.168.2.151。端口默认为 5094，也可以填写其他端口，建议使用默认。点击确定进行网络连接，如果连接成功则会在左侧列表中显示连接成功的设备信息，格式为 IP 地址加端口号。下图 9 中为连接成功时设备的显示。

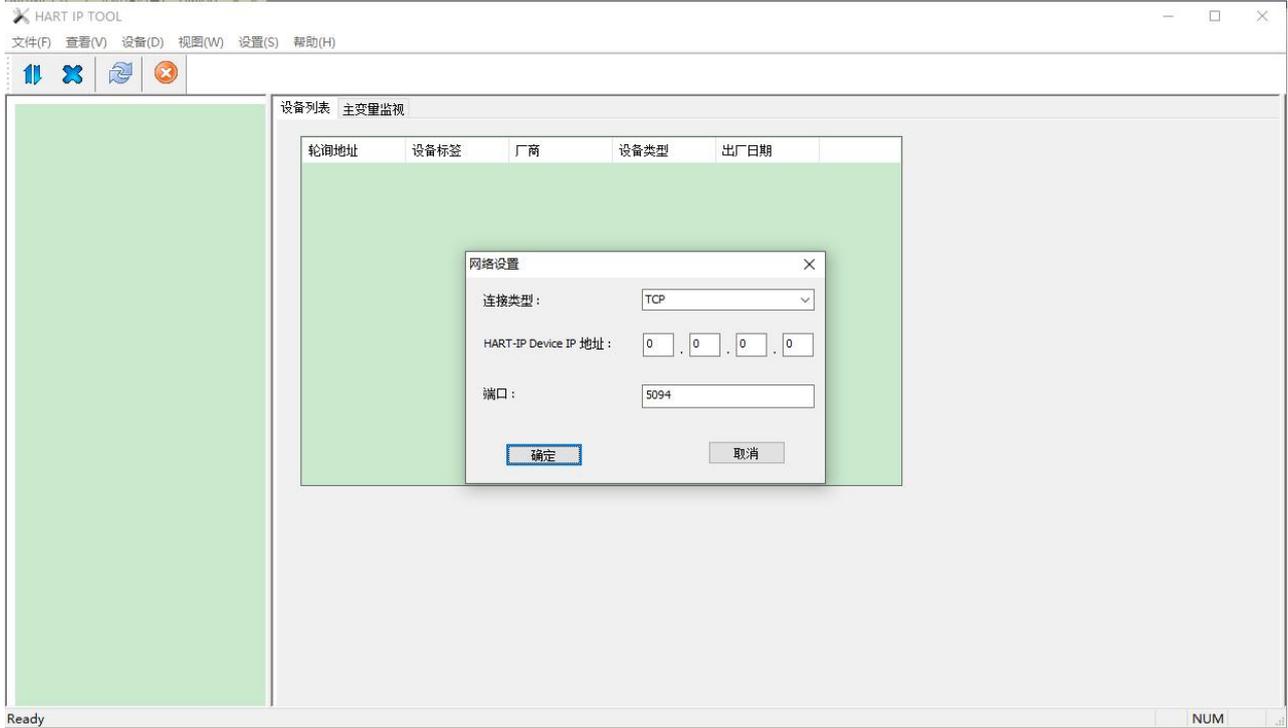


图 8 输入设备 IP 地址

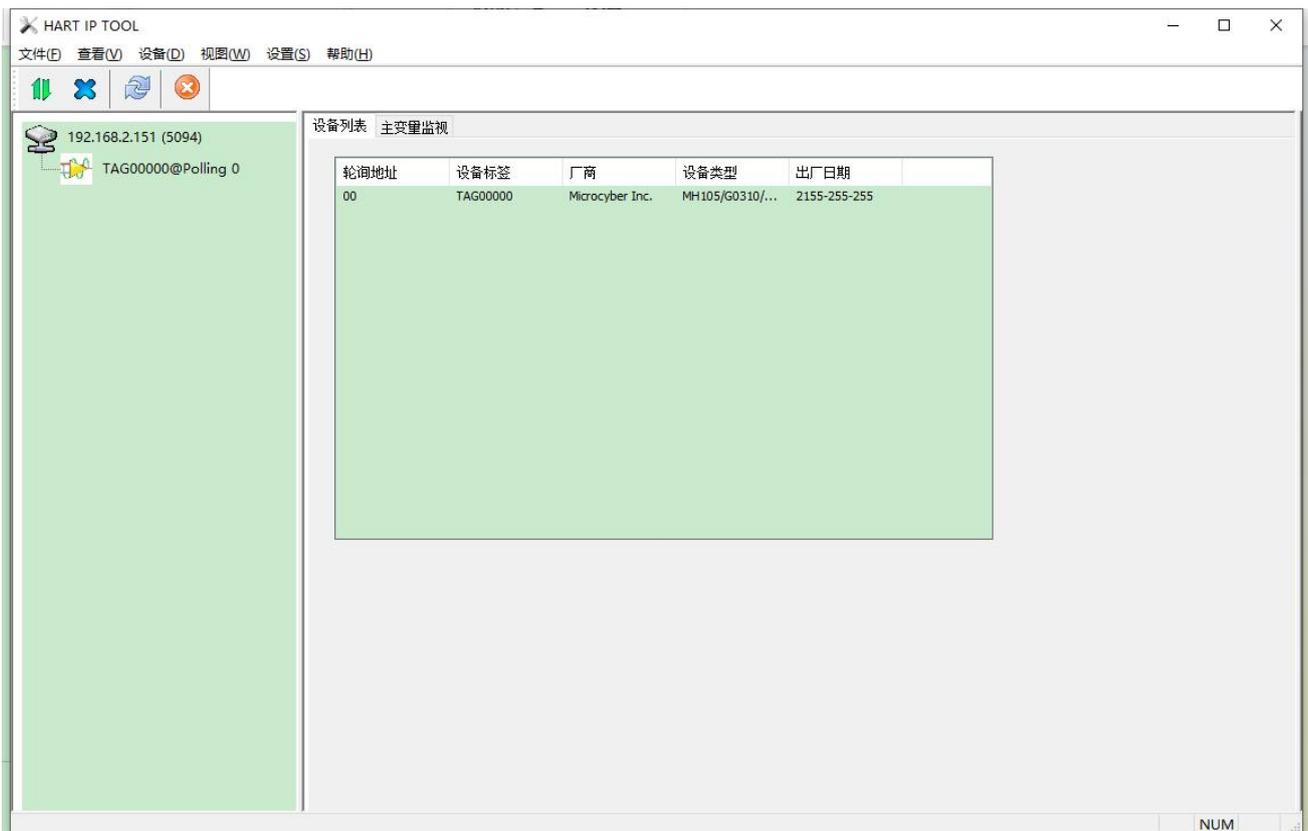


图 9 显示连接成功的设备



图示短地址为‘0’的设备（以下称 0 号设备）在线，鼠标左击 0 号设备，组态软件与 MC0312 模块连续通信后，选项卡视图变化如下图所示：

基本信息 变量监视 网关配置

设备信息

地址	0		
消息	MANUFACTURED BY MICROCYBER@?????@		
描述	SMART INSTP@OCX@		
长工位号	0000000000000000		
工位号	TAG00000	报警类型	高报警
日期	2155 年 255 月 255 日	写保护	写保护
装配号	000000	制造商ID	00D1

标识

制造商	Microcyber Inc.
设备类型	MH105/G0310/M0310
设备ID	FF FF FF
长地址	E1 88 FF FF FF

版本

通用命令	7
设备版本	1
硬件版本	1
软件版本	1.5

应用

图 10 MC0312 模块基本信息页面

‘网关配置’选项主要是对 MC0312 的 Modbus 通信参数进行配置，经过配置后 MC0312 可以与 Modbus 仪表进行通信，获取仪表的数据。网关配置界面如下图所示：

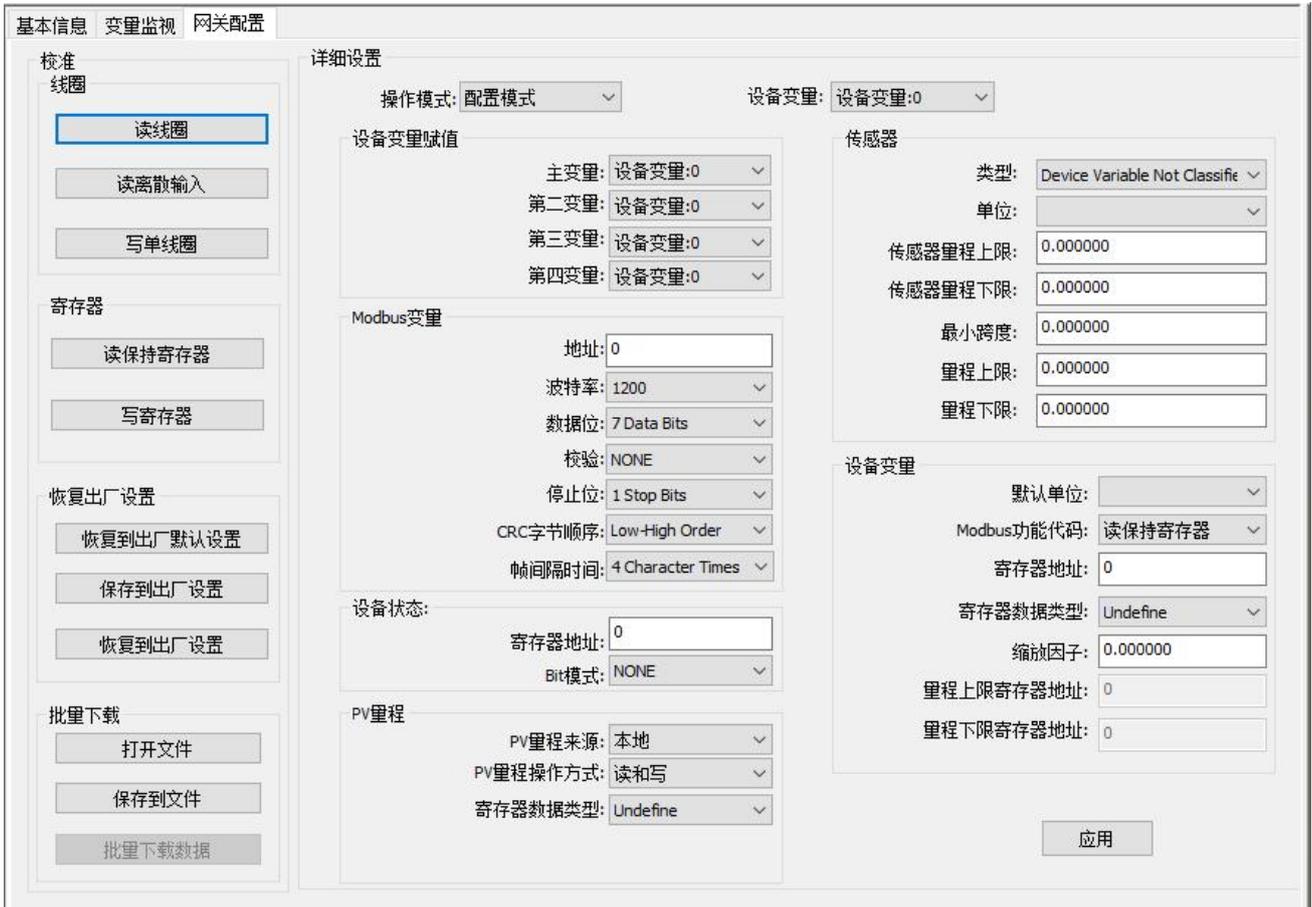


图 11 网关配置选项卡

备注：如果要对 MC0312 模块进行配置，首先将‘网关配置\详细设置\操作模式’选项组改为‘配置模式’，在此模式下，用户才能操作详细设置中的其它功能项；在配置模式下，MC0312 模块不会主动循环的向用户设备发送 Modbus 请求数据包。

配置完成后需要将操作模式设置为操作模式。

3.2 配置 Modbus 接口

为了确保 MC0312 模块能够与用户 Modbus 仪表正常通信，需要再使用上位机组态软件配置 Modbus 的通信参数。使用组态软件的‘网关配置\详细设置\Modbus 变量’选项组，用户可以根据自己的 Modbus 设备接口特征来配置 Modbus 通信参数，如图 12 所示：



图 12 Modbus 通讯参数

参数含义：

表 2 Modbus 通讯参数含义

功能名称	用途	默认参数
地址	用户 Modbus 从设备地址	1
波特率	MC0312 模块与用户设备通信通波特率	9600bps
数据位	MC0312 模块与用户设备通信数据长度	8
校验	校验方式：奇校验、偶校验、无校验	EVEN
停止位	停止位个数	1
CRC 字节顺序	Modbus 协议数据包最后的 2 字节 CRC 的发送顺序	Low-High Order

只有当表 2 中所有通信参数与用户 Modbus 设备接口特征完全符合时，才能保证通信正常。用户设置完参数后，点击‘应用’按钮将配置数据保存到 MC0312 模块中。

3.3 配置设备变量

设备变量的配置，即将用户 Modbus 设备中过程变量数据（例如流量计中的瞬时流量、累积流量、流速、介质密度、介质温度等变量）信息配置到 MC0312 模块的 HART-IP 设备变量上，MC0312 模块共支持 6 个设备变量的配置。使用 HART-IP MPT 组态软件的‘网关配置\详细设置\设备变量’选项组进行配置，具体需要配置的信息如图 13 所示：



图 13 设备变量配置

快速配置时用到的每一项的含义如表 3 所示。

表 3 设备变量配置

设备变量 n (n=0~5)	
功能名称	用途
类型	用户 Modbus 设备数据类型，根据不同的类型在‘类型’下拉列表中选择对应的项（例如：体积流量、温度、压力、密度等）。
单位	HART-IP 设备数据当前使用和显示的单位(PV 的单位)
传感器量程上限	用户 Modbus 设备能够采集的设备变量的最大极限值
传感器量程下限	用户 Modbus 设备能够采集的设备变量的最小极限值
最小跨度	量程跨度，一般设为传感器量程上限除以 100
量程上限	介于传感器量程上/下限之间
量程下限	介于传感器量程上/下限之间
默认单位	从 Modbus 设备读取的变量值的单位
Modbus 功能代码	读取设备变量 n 时需要发送的功能码
寄存器地址	设备变量在 Modbus 设备中的数据寄存器地址
寄存器数据类型	设备变量在 Modbus 数据寄存器中的字节顺序

其中，量程上限、量程下限，只有在当前设备变量映射为主变量时才能修改；此处设备变量的量程上/下限与 HART-IP 设备中的量程上/下限是同一个参数。

用户可以根据自己 Modbus 设备中的过程变量个数及和重要程度，将其分别配置到这 6 个设备变量上，配置完毕后，点击‘应用’按钮将数据保存到 MC0312 模块中；

注意：组态软件中使用到的（**数据寄存器地址 = 用户设备中数据寄存器地址 + 1**）。例如：如果用户设备中设备变量 0（流量）对应地址为 30000 的寄存器中，则组态软件中应该填写 30001。

表 3 中单位与默认单位关联如下：

HART 设备主变量值(PV) = HART-IP 设备变量 n(从默认单位到当前使用单位转换后的值)

3.4 配置动态变量

HART-IP 支持 4 个动态变量 PV、SV、TV 及 QV，使用 HART-IP MPT 组态软件可以将 6 个设备变量中的任意 4 个映射到 HART-IP 的 4 个动态变量上，使用组态软件的‘网关配置\详细设置\设备变量赋值’选项组进行配置，如图 14 所示。



图 14 设备变量到动态变量赋值

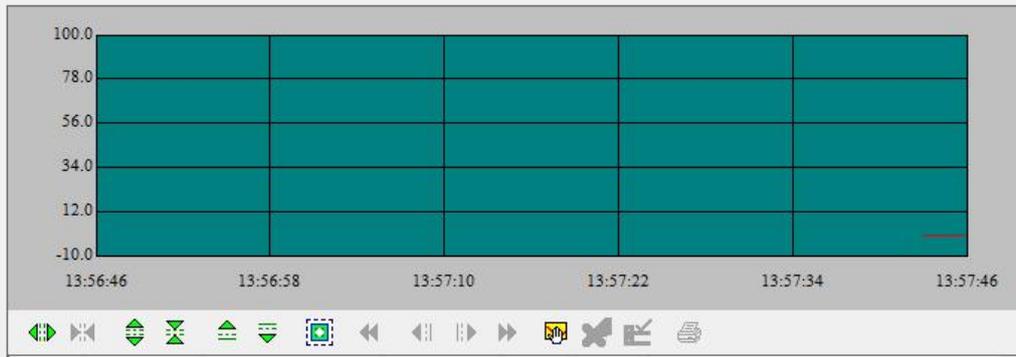
HART-IP 协议中规定有 4 个动态变量，第一变量（即主变量 PV）、第二变量（SV）、第三变量（TV）、第四变量（QV）；用户在节所配置的 6 个设备变量均可映射到这 4 个动态变量上，没有限制条件；

3.5 变量监视

完成了上述配置步骤中的 Modbus 通信参数配置、设备变量配置及动态变量配置后，将‘网关配置\详细设置\操作模式’选项组改为‘操作模式’，完成配置后 MC0312 模块将循环向用户设备发送 Modbus 协议的请求数据包，获取 6 个设备变量的值。打开组态软件的‘变量监视’界面，可以对 HART-IP 的动态变量进行监视，如图 15 所示：



基本信息 变量监视 网关配置



动态变量

第一变量

0.000000 °C

第二变量

0.000000 °C

第三变量

0.000000 °C

百分比

0.000000 %

第四变量

0.000000 Unknown

统计

成功: 15

重试: 0

错误: 0

发送: 15

轮询地址: 0

通讯正在进行中, 请稍候: 33%

NUM

图 15 变量监视



第 4 章 其它配置

HART-IP MPT 组态软件还提供了五个特殊的配置功能，以供用户更跟深入的使用 MC0312 模块，下面将详细描述这几部分。

4.1 配置 PV 量程

用户可以通过‘网关配置\详细设置\PV 量程’选项组来配置主变量量程上下限的来源和读写模式。



图 16 PV 量程操作

‘PV 量程来源’代表主变量的量程上限、量程下限是通过组态软件手动配置，还是从用户的 Modbus 设备远程读取。‘PV 量程操作方式’是指在远程模式下，是否可以对用户的 Modbus 设备中所存储的量程上下限进行读写操作。‘寄存器数据类型’是指在远程模式下，用户 Modbus 设备中所存储的量程上下限在寄存器中的存放格式。

下面的图 17 简单描述了在‘本地’和‘远程’两种模式的情况下，设备变量 0 映射为主变量 PV 的情况：

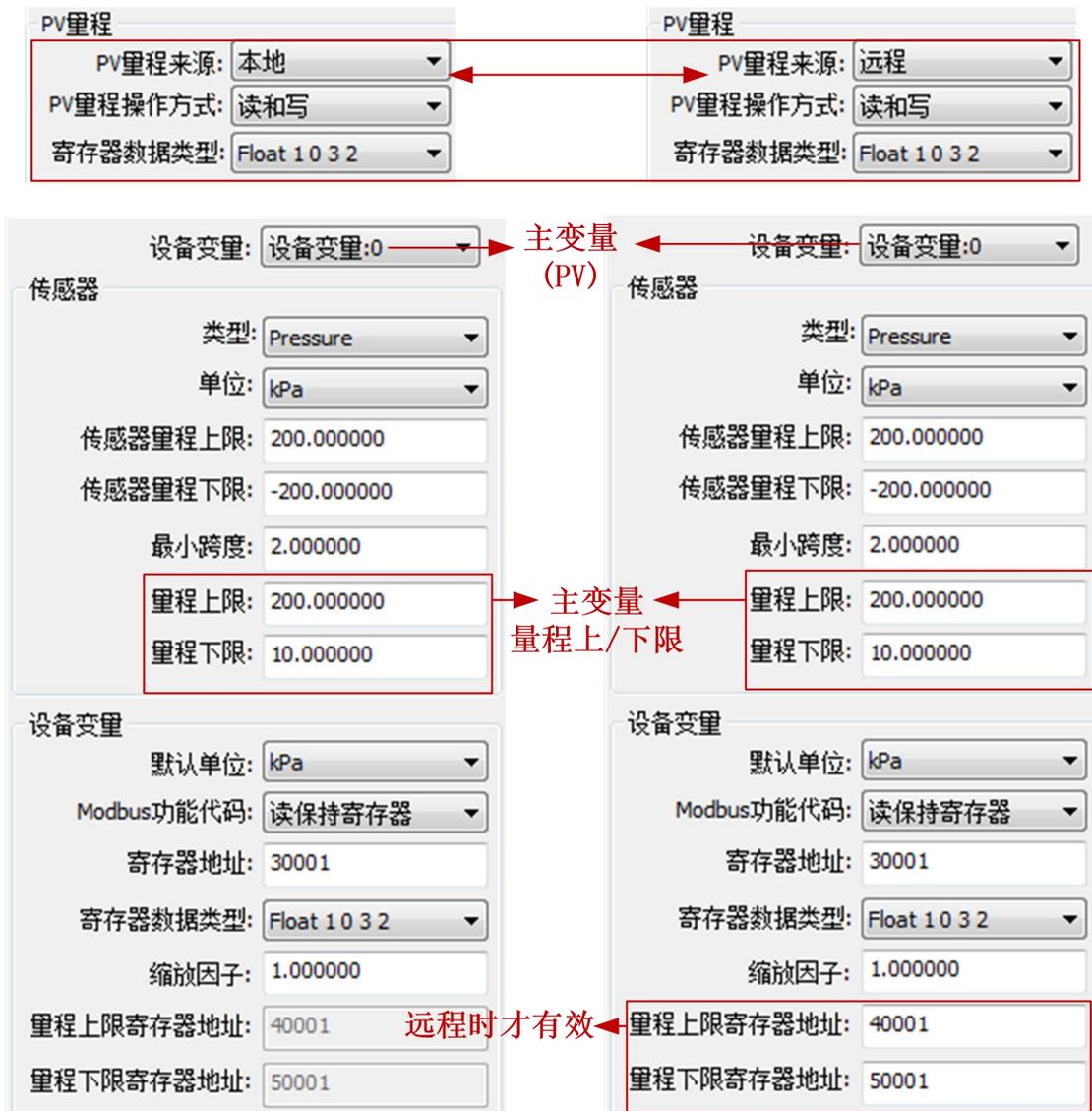


图 17 PV 量程操作实例

上图中，如果设备变量 0 没有被映射成主变量，则量程上限、量程下限及它们的寄存器地址都是不可操作的。当‘PV 量程来源’设置为‘远程’，操作方式设置为‘读和写’时，用户设置好量程上下限的值及它们的寄存器地址后，点击‘应用’按钮后，MC0312 模块就会将量程上下限的值以设定的数据类型发送给用户的 Modbus 设备（默认用功能码 16，写多个寄存器）；当为‘只读’时，MC0312 模块会周期性的从用户设备中指定的量程上下限寄存器读取量程上下限的值（默认读保持寄存器）。

4.2 配置缩放因子

MC0312 模块针对每一个设备变量还特殊配备了一个缩放因子参数，方便用户对数据进行缩放，换算方式为：

$$\text{HART 设备变量 } n = \text{Modbus 设备变量 } n * \text{缩放因子}$$

如果用户不需要进行数值缩放，则不需要修改缩放因子的值，出厂默认为 1.0。

4.3 调试校准区域操作

调试校准区域的功能是供用户在初次使用配置 MC0312 模块时联调所用，通过组态软件的‘网关配置\校准’选项组中的‘线圈’和‘寄存器’来调试设备，功能区域如图 18 所示：



图 18 调试校准功能

当用户第一次使用 MC0312 模块时，在完成硬件连接后，并配置完成‘网关配置\详细设置\Modbus 变量’选项组中的所有通讯参数后，用户可以采用如图 18 中所示的功能来对 Modbus 设备读写数据，如果返回和写入的数据正确，说明 MC0312 模块和用户设备间的硬件连接和 Modbus 通讯参数都正确；反之则需要进一步检查硬件连接或软件配置。

4.4 数据保存和恢复

数据保存和恢复功能是通过组态软件的‘网关配置\校准\恢复出厂设置’选项组来实现的，如图 19 所示：

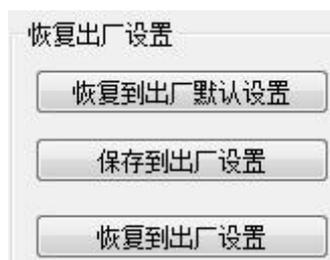


图 19 数据保存和恢复

- **恢复到出厂默认值：**将 MC0312 模块中的所有配置数据恢复到系统的初始值，用户需谨慎使用，执行完此功能后，用户配置的数据将全部丢失；
- **保存到出厂设置：**将用户的所有配置信息保存为出厂值（数据在 MC0312 模块中有了一个备份）；
- **恢复到出厂设置：**将 MC0312 模块中上一次执行‘保存到出厂值’时所备份的用户配置信息恢复到当前使用状态；

4.5 批量下载

批量下载功能是专为制造商提供的一项快捷配置功能,方便配置多个 MC0312 模块。通过组态软件的‘网
关配置\批量下载’选项组来实现的,如图 20 所示:



图 20 批量下载

当用户有多个 MC0312 模块需要进行同样的配置操作时,只需配置完成一个 MC0312 模块,然后点击‘保
存到文件’按钮将当前 MC0312 模块的配置信息保存为文件;再配置其它 MC0312 模块时,只需点击‘打开文
件’按钮将保存在文件中的配置信息读入,然后点击‘批量下载数据’按钮就可将当前页面显示的所有配置信
息下载到 MC0312 模块,完成配置。



第 5 章 Ethernet-APL 设备开发解决方案

让您的 Modbus 现场设备快速升级为 Ethernet APL 现场设备。

MC0312 Ethernet-APL 是一款经济高效的硬件嵌入式模块，用于开发 Ethernet-APL 现场设备。它除了提供 Ethernet-APL 的通信协议接口，还带有可以轻松配置以实现特定现场设备所需行为的应用软件。现有的 Modbus 设备可以直接升级为 Ethernet-APL 设备，甚至无需编写代码。

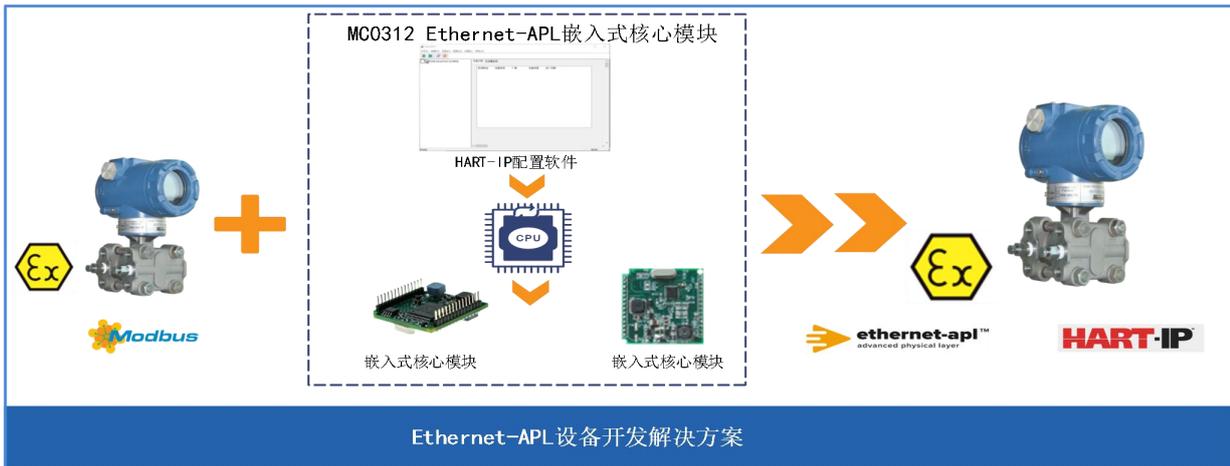


图 21 APL 设备开发解决方案

5.1 MC0312 模块在压力变送器中的应用

MC0312 Ethernet-APL 嵌入式核心模块能适配市面上所有类型的仪表如温度、压力、流量、液位、执行器等，可以将传统的仪表快速升级为 Ethernet-APL 现场设备，用户甚至不用编写一行代码。目前 MC0312 模块已经成功用于博微的压力变送器产品，使压力变送器支持 Ethernet-APL 通信接口，支持 HART-IP 通信协议。

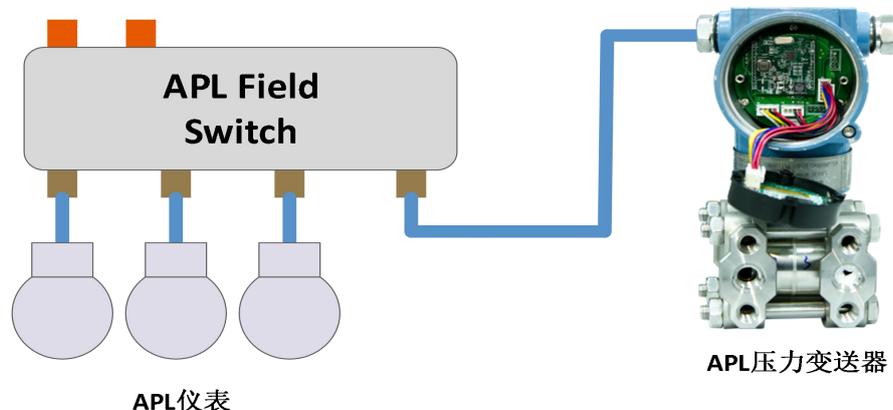


图 22 MC0312 模块在压力变送器上的应用



5.2 MC0312 模块在流量计中应用

MC0312 Ethernet-APL 嵌入式核心模块能适配市面上所有类型的仪表如温度、压力、流量、液位、执行器等，可以将传统的仪表快速升级为 Ethernet-APL 现场设备，用户甚至不用编写一行代码。MC0312 模块已经成功用于 OEM 客户的流量计产品中，使用客户的流量计支持 Ethernet-APL 通信接口，支持 HART-IP 通信协议。

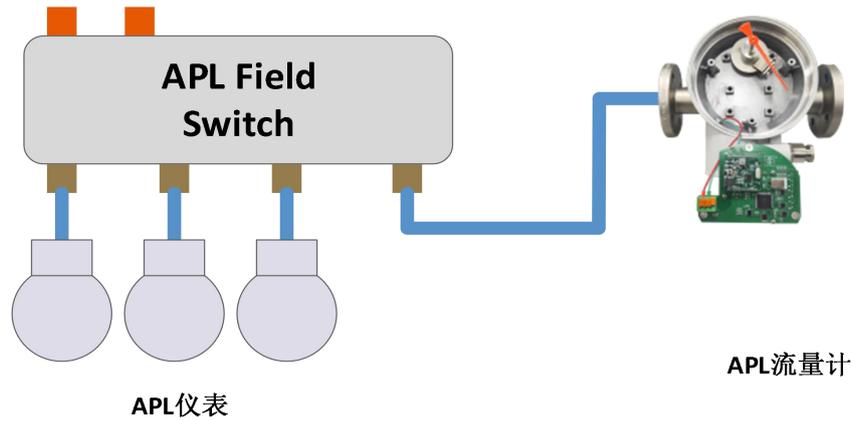


图 23 MC0312 模块在流量计上的应用

5.3 Ethernet-APL 模块应用示例

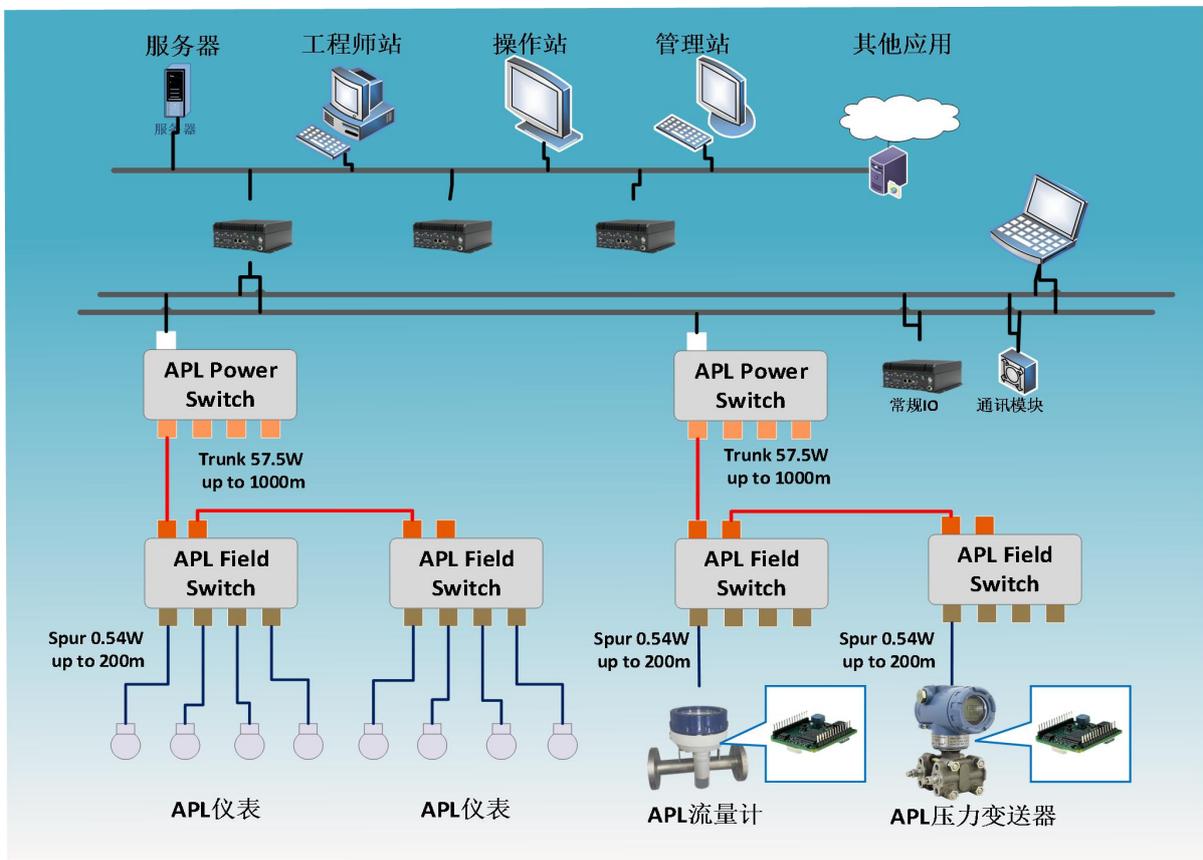


图 24 APL 应用案例



第 6 章 维护

- 简单维护

表 4 指示灯

LED 指示灯	颜色	正常状态	异常状态	异常原因	纠正方法
HART-IP 通信	绿色	闪烁	灭	无 HART-IP 通信	检查 HART-IP 主机设备及 HART-IP 接口设备
				供电故障	检查供电电源及连接
				内部故障	联系技术支持
			亮	无 HART-IP 通信	检查 HART-IP 主机设备及 HART-IP 接口设备
				内部故障	联系技术支持

- 日常维护只限于清洁设备。
- 故障维修：发现故障，请返厂维修。



第 7 章 技术规格

7.1 基本参数

测量对象	Modbus RTU 从设备
总线电源	14~30V
Modbus 接口	TTL (支持 MODBUS RTU 主站通讯协议)
隔离	总线与 Modbus 接口无隔离
总线协议	HART-IP
温度范围	-40℃~85℃
湿度范围	5~95%RH
启动时间	≤5 秒

7.2 物理特性

重量	16 g
结构材料	涂层: 聚脂环氧树脂。



中国科学院沈阳自动化研究所
沈阳中科博微科技股份有限公司
[Http://www.microcyber.cn](http://www.microcyber.cn)
地址：中国·沈阳·浑南新区文溯街17-8号
邮编：110179
电话：0086-24-31217308
传真：0086-24-31217293
EMAIL: sales@microcyber.cn