

G1003 HART 转 Modbus 网关 使用手册



沈阳中科博微科技股份有限公司

警告

1. 禁止用户自行拆解网关。
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：V2.1

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 2021

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 外形结构	1
1.1.1 网关外形尺寸图	1
1.1.2 网关结构图	2
第 2 章 安装	3
2.1 DIN 导轨安装	3
2.2 网关硬件接口	3
2.2.1 HART 接口	3
2.2.2 网关电源接口	3
2.2.3 Modbus-RS485/422 接口	4
2.2.4 Modbus-RS232 接口	4
2.2.5 网关模式选择拨码开关 (MC)	4
2.2.6 内/外部采样电阻选择开关 (RS)	4
2.2.7 LED 指示灯	4
2.3 典型拓扑连接方式	5
第 3 章 功能概述	7
3.1 网关四种工作模式简介	7
3.1.1 正常工作模式	7
3.1.2 HART 调制解调器模式	7
3.1.3 配置模式	7
3.1.4 调试模式	7
3.2 HART 通道概述	8
3.3 Modbus 通道概述	8
3.4 网关内部数据区	8
3.4.1 内部数据访问	9
3.4.2 内部数据区的划分	9
3.4.3 默认自动轮询模式	9
3.4.4 自定义 HART 命令列表	11
第 4 章 网关配置	12
4.1 配置软件安装与启动	12
4.2 配置软件概述	12
4.3 配置软件与硬件的连接	14



4.4 Modbus 通道基本参数配置	15
4.5 HART 通道基本参数配置	16
4.6 自定义 HART 命令参数配置	17
4.6.1 地址自动映射	18
4.6.2 地址冲突检测	18
4.6.3 内存数据显示	19
4.7 Excel 文件保存配置参数	20
4.8 库文件保存配置参数	20
4.9 配置举例与验证	20
4.9.1 配置举例	20
4.9.2 结果验证	21
第 5 章 网关状态	24
第 6 章 网关维护	25
第 7 章 技术规格	26
7.1 基本参数	26
7.2 性能指标	26
7.3 物理特性	27
7.4 默认通信参数	27
附录 A 网关内存和寄存器描述	28
附录 B HART 通信协议	30
➤ 命令 0: 读设备唯一标识	31
➤ 命令 1: 读主变量 PV	31
➤ 命令 2: 读环路电流值和量程百分比值	32
➤ 命令 3: 读动态变量和环路电流值	32
➤ 命令 4: 保留	32
➤ 命令 5: 保留	32
➤ 命令 6: 写轮询地址, 即设备短地址	33
➤ 命令 7: 读取环路配置 (轮询地址+电流模式)	33
➤ 命令 8: 读动态变量类别	33
➤ 命令 9: 读设备变量及对应的状态	34
➤ 命令 11: 用短标签 (Tag) 读取设备唯一标识	35
➤ 命令 12: 读消息 (Message)	36
➤ 命令 13: 读短标签 (Tag)、描述 (Descriptor)、日期 (Date)	36
➤ 命令 14: 读主变量传感器信息	36



- 命令 15: 读设备信息 37
- 命令 16: 读最终装配号 37
- 命令 17: 写消息 (Message) 37
- 命令 18: 写短标签、描述、日期 38
- 命令 19: 写最终装配号 38
- 命令 20: 读长标签 38
- 命令 21: 用长标签读取设备唯一标识 38
- 命令 22: 写长标签 39
- 命令 38: 复位配置改变标志 39
- 命令 48: 读附加的设备状态 39
- 附录 C Modbus 通信协议 41
- 附录 D HART 通信协议 错误!未定义书签。

第1章 概述

产品名称: HART 转 Modbus 网关

产品型号: G1003

此网关实现了 HART 到 Modbus RTU/ASCII 的转换功能。可以使多个符合 HART 从站协议的 HART 从站设备接入到 Modbus 网络中。网关内部的 HART 端做主站, Modbus 端做从站。



图 1.1 G1003 HART 转 Modbus 网关产品图

1.1 外形结构

1.1.1 网关外形尺寸图

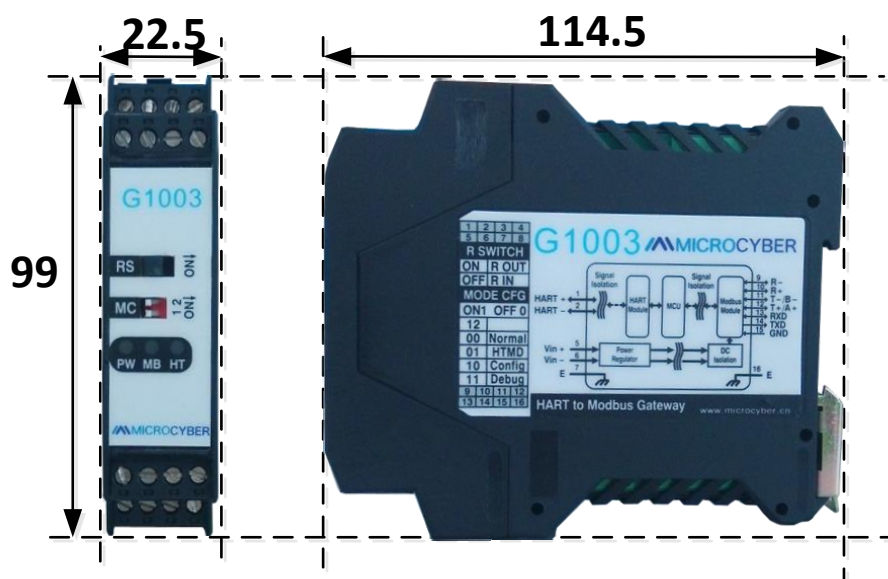


图 1.2 网关外形尺寸图 (114.5*99*22.5, 单位 mm)

1.1.2 网关结构图

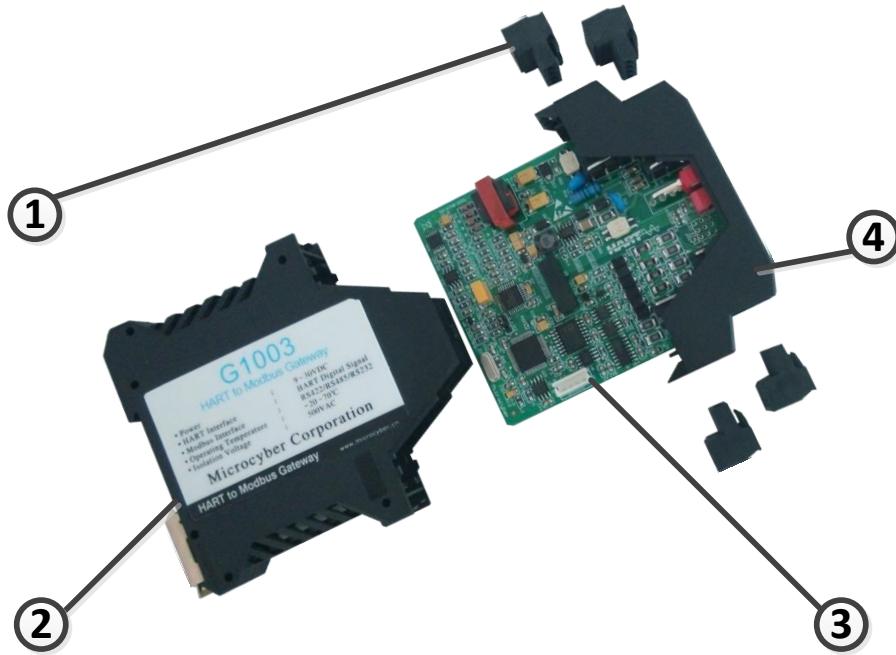


图 1.3 网关结构图

1	接线端子	2	下部壳体	3	网关主板	4	上部壳体
---	------	---	------	---	------	---	------

第2章 安装

2.1 DIN 导轨安装

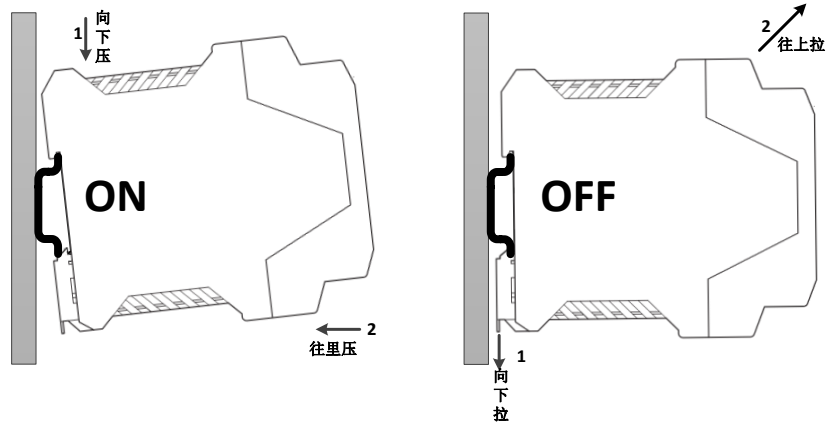


图 2.1 DIN 导轨安装图

2.2 网关硬件接口

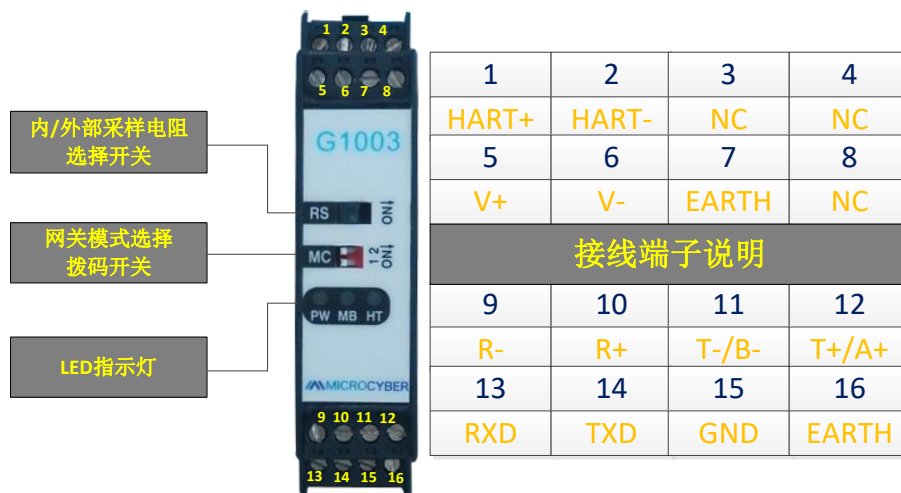


图 2.2 网关硬件接口图

2.2.1 HART 接口

表 2.1 HART 接口端子定义

序号	端子名称	端子用途
1	HART+	接 HART 采样电阻一端
2	HART-	接 HART 采样电阻另一端
3	NC	未连接
4	NC	未连接

2.2.2 网关电源接口

表 2.2 电源接口端子定义

序号	端子名称	端子用途
5	V+	接 9-30V 直流电源正
6	V-	接 9-30V 直流电源负
7	EARTH	接大地
8	NC	未连接

2.2.3 Modbus-RS485/422 接口

表 2.3 RS485/422 接口端子定义

序号	端子名称	端子用途
9	R-	RS-422 接收
10	R+	RS-422 接收
11	T-/B-	RS-422 发送 / RS-485 B-
12	T+/A+	RS-422 发送 / RS-485 A+

2.2.4 Modbus-RS232 接口

表 2.4 RS232 接口端子定义

序号	端子名称	端子用途
13	RXD	接 Modbus 主站系统的 TXD
14	TXD	接 Modbus 主站系统的 RXD
15	GND	接 Modbus 主站系统的 GND
16	EARTH	接大地

2.2.5 网关模式选择拨码开关(MC)

表 2.5 网关模式选择拨码开关定义

序号	模式	拨码开关位 1	拨码开关位 2	模式说明
00	Normal	OFF	OFF	正常工作模式(默认)
01	HTMD	OFF	ON	HART 调制解调器模式
10	Config	ON	OFF	配置模式
11	Debug	ON	ON	调试模式

注意：模式切换后，网关需要断电重启后才能进入新的模式。

2.2.6 内/外部采样电阻选择开关(RS)

HART 转 Modbus 网关可由用户选择使用内部采样电阻还是外部采样电阻来获取 HART 信号，内部电阻规格为 250Ω, 1W，当采样电阻上的功率超过 1W 时，必须使用外部电阻。

表 2.6 采样电阻选择开关定义

开关名称	开关位置	说明
RS	ON	使用外部采样电阻(R OUT)
	OFF	使用内部采样电阻(R IN)

2.2.7 LED 指示灯

表 2.7 LED 指示灯定义

指示灯名称	颜色	指示灯说明	
PW	黄	设备电源指示灯	
MB	黄绿双色	黄	Modbus 发送指示灯
		绿	Modbus 接收指示灯
HT	黄绿双色	黄	HART 发送指示灯
		绿	HART 接收指示灯

2.3 典型拓扑连接方式

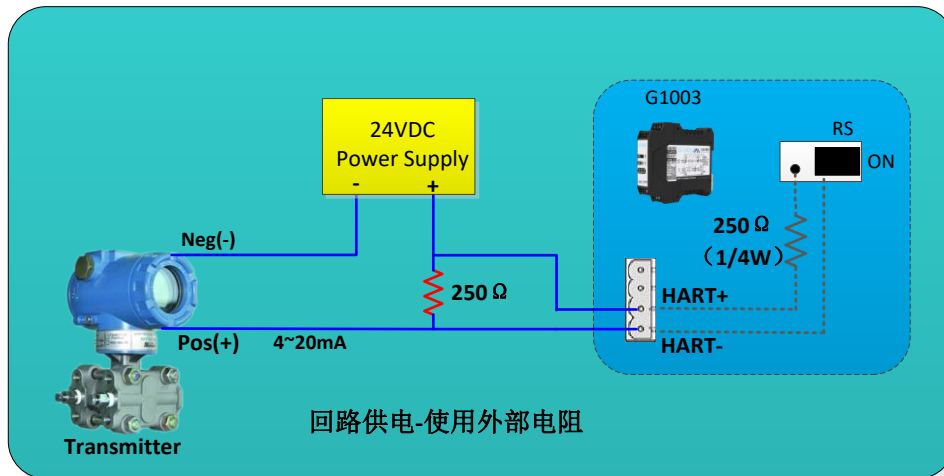


图 2.3 回路供电-使用外部电阻

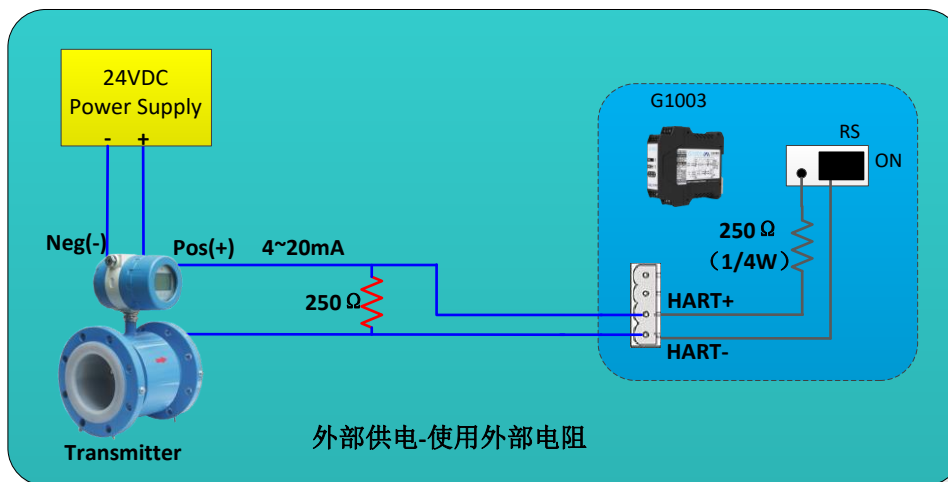


图 2.4 外部供电-使用外部电阻

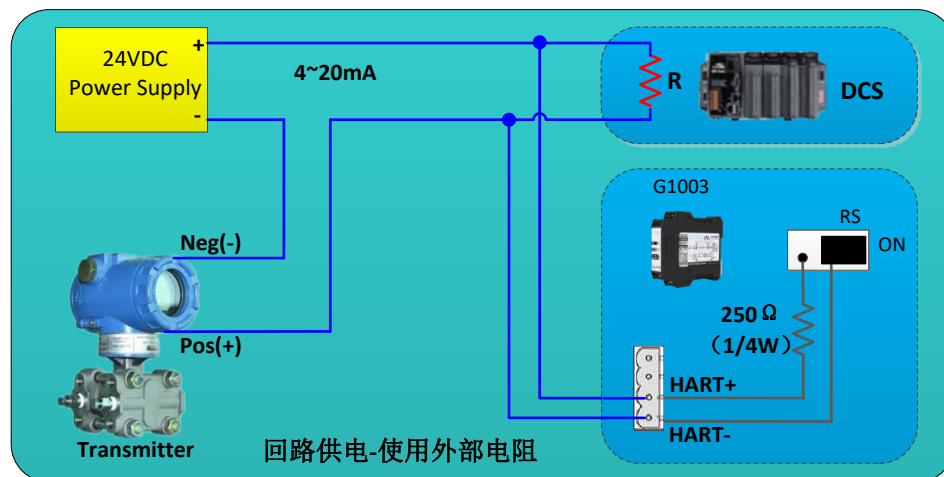


图 2.5 回路供电-使用外部电阻

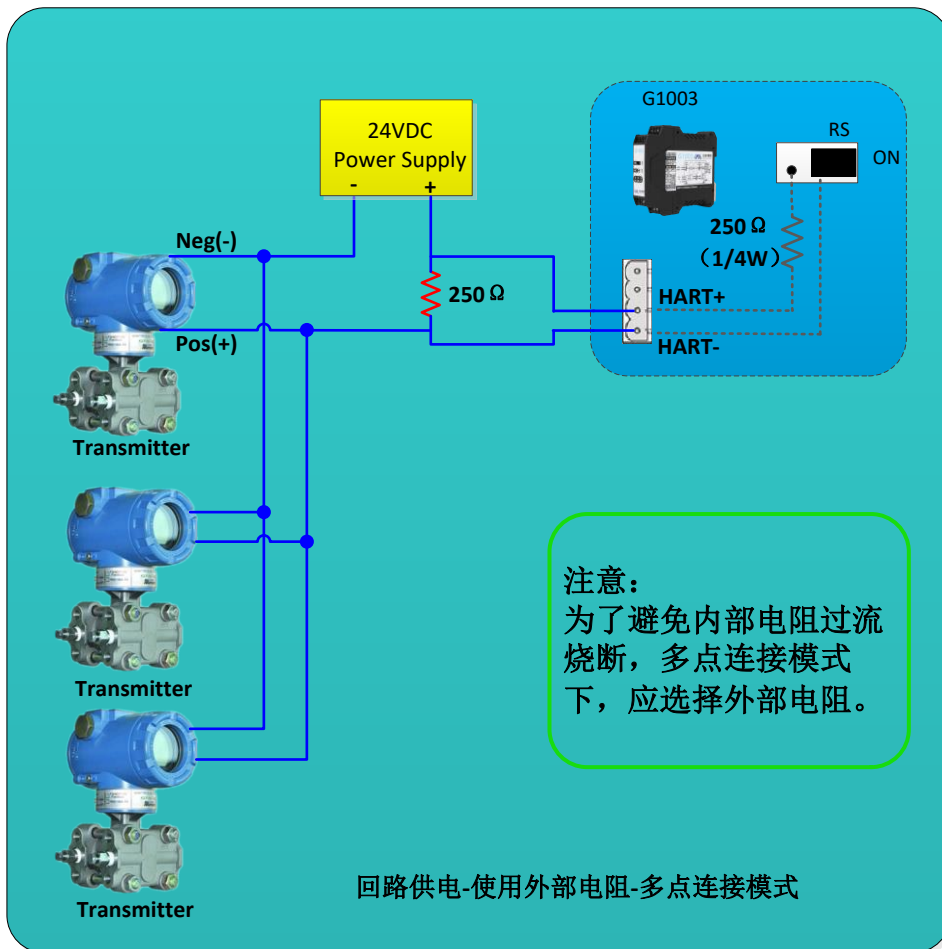


图 2.6 回路供电-使用外部电阻-多点连接模式

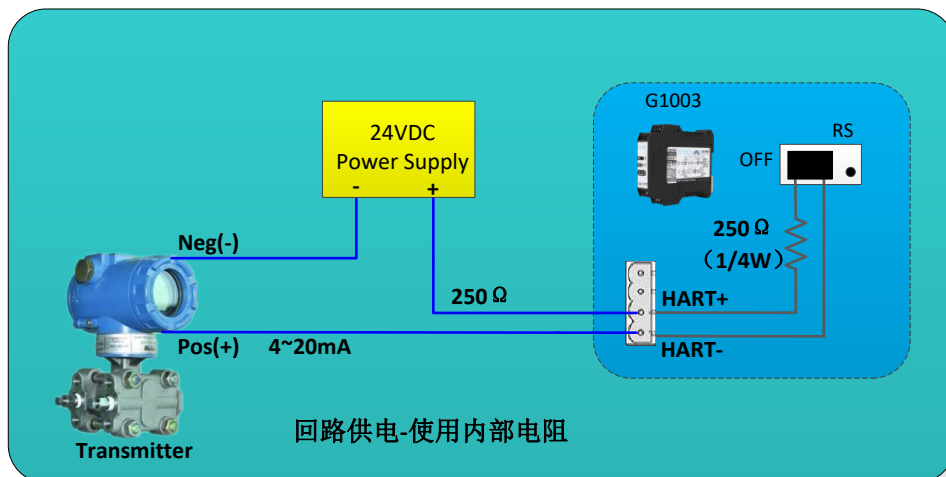


图 2.7 回路供电-使用内部电阻

第3章 功能概述

HART 转 Modbus 网关包含一个 HART 主站通道和一个 Modbus 从站通道。HART 主站通道负责获取 HART 网络中的 HART 从站设备的数据，并将获取的数据写入网关内部数据区；Modbus 从站通道负责接收来自 Modbus 主站的请求，包括配置网关参数时的请求和循环读取网关内部数据区的请求；通过 HART 转 Modbus 网关就可以轻松实现 Modbus 主站访问 HART 网络数据的功能。

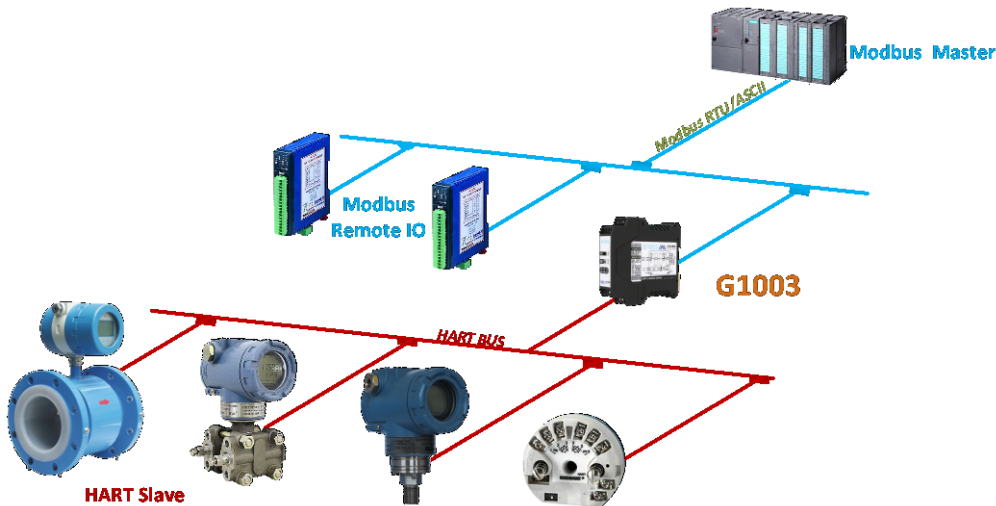


图 3.1 网关应用拓扑连接

3.1 网关四种工作模式简介

HART 转 Modbus 网关设计为四种工作模式，分别是正常工作模式、HART 调制解调器模式、配置模式和调试模式，可以通过网关上的两位拨码开关来选择网关模式，具体设置请参见 [2.2.5](#) 小节。

3.1.1 正常工作模式

网关根据已配置的参数进行工作，获取 HART 网络中从站设备的数据并存入网关内部数据区，同时 Modbus 通道处于等待请求的状态，如果有请求到来则进行处理并做出响应。Modbus 通道按照用户已配置的通信参数进行通信。

3.1.2 HART 调制解调器模式

网关透传 HART 主站系统和 HART 从站网络之间的所有数据。网关就完全可以被当做 HART 调制解调器使用。Modbus 通道按照 HART 通道的通信参数(波特率：1200bps，8 位数据位，奇校验(odd)，1 位停止位)进行转发数据。

3.1.3 配置模式

通过组态软件可配置网关的所有参数，在配置模式下，HART 通道不工作，只有 Modbus 通道接收组态配置软件的请求。Modbus 通道采用固定的通信参数(地址：1，波特率：19200bps，8 位数据位，偶校验(even)，1 位停止位，CRC 低字节在前)和组态软件通信。

3.1.4 调试模式

HART 通道和 Modbus 通道正常工作。用户在没有可用的 Modbus 主站系统时，可以通过组态软件查看网关的所有参数，简单调试网关。Modbus 通道采用固定的通信参数(地址：1，波特率：19200bps，8 位数据位，偶校验(even)，1 位停止位，CRC 低字节在前)和组态软件通信。

3.2 HART 通道概述

HART 转 Modbus 网关支持一个 HART 通道，它作为 HART 第一主站或第二主站运行，主动（发送 HART 命令）获取 HART 网络中所有已配置 HART 从站设备的数据，并将数据暂存于网关内部数据区，等待 Modbus 主站系统的访问请求。

网关在自动查询模式下，会主动访问 HART 从站设备，即主动发送 HART 命令 0、3、13、14、15 来获取 HART 网络中指定的 HART 从站设备数据，并将数据保存在 HART 从站基本数据区。

除此之外，用户还可以配置需要的 HART 命令来执行特定功能，HART 通道共可配置 100 条 HART 命令。针对用户配置的 HART 命令，当网关收到 HART 从站设备的响应数据后，会将数据暂存入网关内部的数据输入区；当网关要发送一条用户配置的命令到 HART 从站设备时，会从网关内部的数据输出区读取数据。

HART 转 Modbus 网关在上电启动后，会发送 HART 命令 0 来查询已配置的设备是否在线，并根据是否有从站设备的响应来设置相应的设备是否在线标志。在发送其它 HART 命令时，只会向当前在线的 HART 从站设备发送命令。HART 命令在发送后，如果没有收到 HART 从站设备的响应，并且超过了用户配置的重试次数，则网关视当前从站设备处于离线状态，待下一次发送 0 号命令查询未在线设备时，才会更新设备在线与否的状态。网关的这种能力可以提高 HART 网络的通信吞吐量。

在一个 HART 网络中，可以同时存在两个 HART 主站，第一主站和第二主站。HART 转 Modbus 网关可以被配置为工作于这两种模式的其中之一，同时也支持网络中同时存在第一主站和第二主站。当网络中同时存在两个主站通信时，网关的数据吞吐量会有所下降；当网络中只存在一个 HART 主站通信时，网关的数据吞吐量会显著增大。

3.3 Modbus 通道概述

Modbus 通道是作为从站存在的，它的作用是接收来自 Modbus 主站系统的请求，包括对网关的参数配置请求和对网关内部数据读取的请求。Modbus 通道可以被配置为 Modbus RTU 或 Modbus ASCII 两种通信模式中的任意一种，其它的通信参数（Modbus 从站地址、波特率、数据位、校验位、停止位等）皆可通过组态配置软件方便的进行组态配置。

Modbus 通道在网关不同的工作模式下，通信参数是有区别的。在正常工作模式下，通信参数被设置为用户配置的通信参数；在配置模式和调试模式下采用固定的默认通信参数（地址：1，波特率：19200bps，8 位数据位，偶校验（even），1 位停止位）；在 HART 调制解调器模式下，由于需要转发 HART 数据包，因此必须工作于 HART 通信模式下，即通信参数被设置为（波特率：1200bps，8 位数据位，奇校验（odd），1 位停止位）。

Modbus 通道的硬件接口共有 3 个，RS232、RS485 和 RS422，它们共同占用 Modbus 通道，即这三个硬件接口可以同时连接，但是不能够同时进行通信。

3.4 网关内部数据区

HART 转 Modbus 网关的内部数据区是 HART 通道和 Modbus 通道共享的，网关的作用就类似于一个管道一样，其作用是将一个网络中的设备的数据传递到另一个网络中的设备中去。除了来自 HART 从站设备和 Modbus 主站设备的数据需要映射到网关内部的数据区中外，网关在工作过程中产生的状态和错误信息也被映射到网关内部特定的数据区中。

3.4.1 内部数据访问

下面的图 3.2 描述了数据流在网关内部及外部的流动方向：

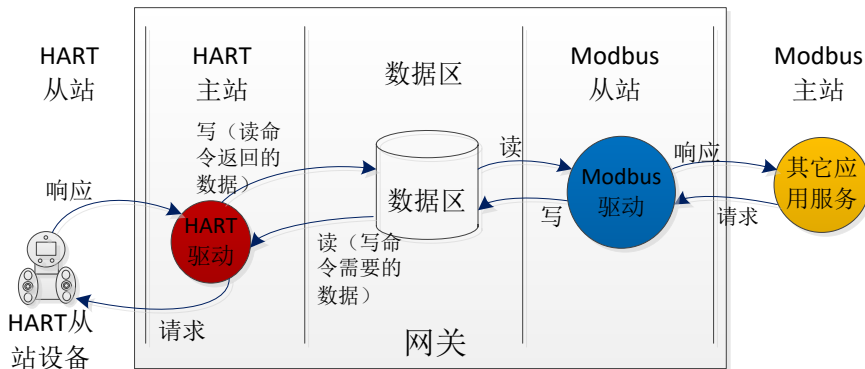


图 3.2 网关数据访问

(1) 网关内部的 HART 主站驱动使用数据的方式有两种：

- 发送一条 HART 读命令到 HART 从站设备，返回的响应数据将写入网关内部数据区；
- 发送一条 HART 写命令到 HART 从站设备，需要从网关内部数据输出区取数据；

(2) 网关内部的 Modbus 驱动使用数据的方式有两种：

- 接收 Modbus 主站的写请求，将数据(配置参数)写入数据区；
- 回复 Modbus 主站的读请求，将数据区的数据返回给 Modbus 主站系统；

3.4.2 内部数据区的划分

HART 转 Modbus 网关内部数据区的划分如下图 3.3 所示：

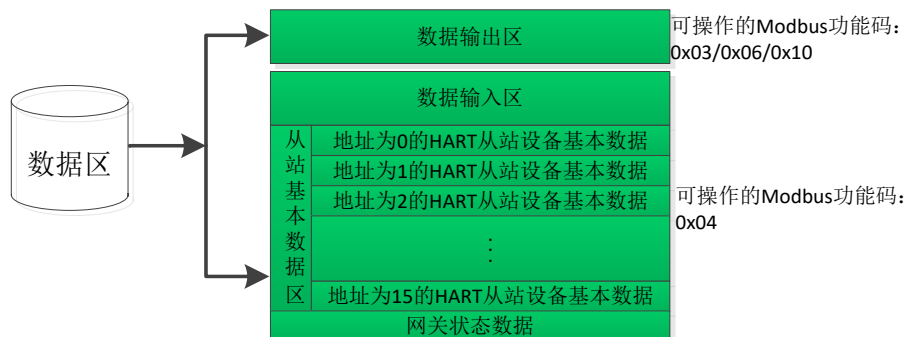


图 3.3 网关内部数据划分

3.4.3 默认自动轮询模式

默认自动轮询模式可以通过 HART 配置参数中的“自动轮询模式使能开关”进行设置。当此功能禁止时，HART 通道将只执行用户自定义配置的 HART 命令列表中命令；当此功能使能时，网关内部的 HART 驱动将自动获取 HART 网络中已配置的 HART 从站设备的数据，并同时执行用户配置的 HART 命令。

当自动轮询模式的特性使能后，网关将自动对已配置的 HART 从站设备执行如下表的 HART 命令，并且将自动存储响应数据到网关内部的 HART 从站基本数据区。

表 3.1 内置 HART 命令

命令号	描述
0	读设备唯一标识(长地址、厂商 ID 等)
3	读主变量电流和四个动态变量
13	读位号、描述和日期
14	读主变量传感器信息
15	读变送器输出信息

网关可以最多获取 16 个 HART 从站设备的基本数据信息，每一个 HART 从站设备需要 102 字节的数据区作为暂存区，它们是按照不同短地址进行区别存放的，如图 3.3 所示。这 102 字节的数据存储格式如下表所示：

表 3.2 每个 HART 从站设备的基本数据信息

数据区字节偏移	数据类型	描述	字节个数	数据来源
0	Byte	自动轮询模式命令状态	1	网关产生
1	Byte	响应码(RC)	1	HART 响应帧
2	Byte	设备状态(DS)	1	HART 响应帧
3	Byte	请求帧最小前导符个数	1	CMD0
4-5	Word	制造商 ID	2	CMD0
6-7	Word	设备类型(Device Type)	2	CMD0
8	Byte	响应帧最小前导符个数	1	CMD0
9	Byte	HART 协议主版本号	1	CMD0
10	Byte	设备版本号	1	CMD0
11	Byte	软件版本号	1	CMD0
12	Byte	硬件版本号	1	CMD0
13	Byte	设备标志	1	CMD0
14-16	Byte	设备 ID	3	CMD0
17	Byte	最大设备变量个数	1	CMD0
18-19	Word	配置改变计数器	2	CMD0
20	Byte	主变量单位	1	CMD3
21	Byte	第二变量单位	1	CMD3
22	Byte	第三变量单位	1	CMD3
23	Byte	第四变量单位	1	CMD3
24-31	Byte	工位号(短标签)	8	CMD13
32-47	Byte	描述	16	CMD13
48-50	Byte	日期	3	CMD13
51	Byte	扩展设备状态	1	CMD0
52-54	Byte	传感器序列号	3	CMD14
55	Byte	传感器上下限和最小跨度单位	1	CMD14
56	Byte	主变量报警选择码	1	CMD15
57	Byte	主变量传递函数	1	CMD15
58	Byte	主变量量程上下限单位	1	CMD15
59	Byte	写保护代码	1	CMD15
60-61	Word	经销商代码	2	CMD0/CMD15
62-65	Float	主变量值(PV)	4	CMD3
66-69	Float	第二变量值(SV)	4	CMD3
70-73	Float	第三变量值(TV)	4	CMD3
74-77	Float	第四变量值(QV)	4	CMD3
78-81	Float	传感器上限	4	CMD14
82-85	Float	传感器下限	4	CMD14
86-89	Float	传感器最小跨度	4	CMD14
90-93	Float	主变量量程上限	4	CMD15
94-97	Float	主变量量程下限	4	CMD15
98-101	Float	主变量阻尼	4	CMD15
字节(Byte)总数			102	
字(Word)总数			51	
寄存器总数/每个 HART 从站设备			51	

下面这个表格定义了上表中的“自动轮询模式命令状态”的每一位的含义：

表 3.3 内置命令执行状态定义

位#	描述
0	命令 0 执行成功
1	命令 3 执行成功
2	命令 13 执行成功
3	命令 14 执行成功
4	命令 15 执行成功
5	保留
6	保留
7	保留

具体每一台 HART 从站设备的每一个基本信息具体的寄存器位置请参见附录 1 的详细描述。

3.4.4 自定义 HART 命令列表

自定义的 HART 命令列表指定了用户配置的 HART 命令，网关在发送这类命令时，将从网关的内部数据区的数据输出区读取参数，将其组成 HART 数据包发给 HART 从站设备；网关将收到的响应数据存入网关的内部数据区的数据输入区，供 Modbus 通道使用。

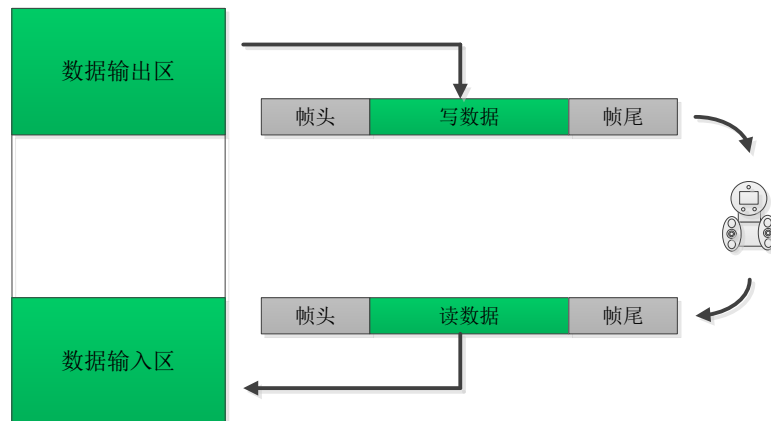


图 3.4 数据输入输出区访问

在自定义 HART 命令的组包发送时，数据域的数据由用户在数据输出区中写入，并且由用户保证正确性。

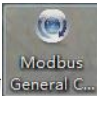


第4章 网关配置

在本章节将简单描述使用 **Modbus General Configuration tool** (以下简称“配置软件”) 软件对 HART 转 Modbus 网关的配置方法、步骤及快速配置举例，其它详细的介绍请参见配置软件的使用说明书。

4.1 配置软件安装与启动

在配置 HART 转 Modbus 网关之前，必须先安装 Modbus General Configuration tool 软件，您可以随时从我们的[官方网站](#)上下载最新版本的配置软件。然后运行安装文件名为 Modbus General Configuration tool.exe 的可执行文件，跟随着安装提示，您就可以顺利的将软件安装完毕。

启动 HART 转 Modbus 的配置软件的三种方式：

- 双击桌面的  快捷方式启动；
- 单击开始菜单中的  **Modbus General Configuration tool** 快捷方式启动；
- 双击安装目录下的  **Modbus General Configuration tool.exe** 启动；

4.2 配置软件概述

配置软件成功启动后的界面如图 4.1 所示：





图 4.1 配置软件主界面

① 菜单栏

- 文件，用户执行菜单“文件” -> “退出”或点击窗口右上角关闭按钮，即可退出本配置软件；
- 工具，包含“语言设置”功能，支持中文和英文；
- 帮助，显示本配置软件的基本信息，如软件版本号、发布时间等信息；

② 工具栏

 “全搜索设备”功能，可对添加到设备列表中的串口进行全搜索上线操作；

 “取消全搜索”功能，取消正在进行的全搜索操作；

 “批量下载”功能，可对当前参数区的数据进行批量下载操作；

 “打印”功能，可对当前参数区的数据进行打印操作；

③ 设备列表

此处以树形列表的形式对串口端口及其所属设备进行管理，最多支持 16 个串口端口，每个端口下管理一个具有 Modbus 从站协议的设备，用户可在此树形列表中进行添加串口、搜索设备、删除设备、连接、断开连接、上传参数、下载在线参数、下载离线参数等操作。

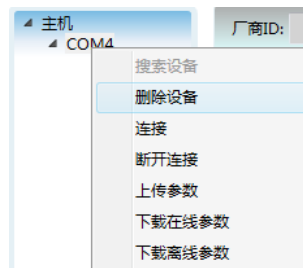


图 4.2 设备列表界面

④ 设备信息

显示厂商信息 ID、设备类型 ID 及协议类型等信息。

⑤ 参数区

以表格的形式分类显示设备的配置参数，通过此参数区可对网关参数进行查看和配置。

⑥ 文件库

此处以树形列表的形式对文件库中的文件进行管理，文件库的文件以 XML 的格式进行存储，数据内容为从设备协议类型的参数数据，用户可对文件库文件进行加载、删除、保存、导入等操作。

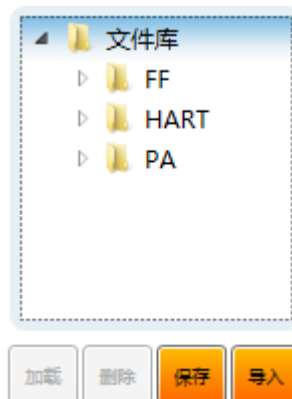


图 4.3 文件库界面

⑦ 操作提示



此区域显示一些简单的用户操作提示信息，帮助用户进行状态查看及操作指导等。

4.3 配置软件与硬件的连接

- (1) 在配置 HART 转 Modbus 网关的参数之前，需要将网关前面板的两位模式配置拨码开关(MC)拨到配置模式, 即:

表 4.1 配置模式拨码开关的位置定义

MC	位 2	OFF
	位 1	ON

- (2) 然后用串口线(或 485/422 转串口线)连接网关的 RS232 (或 RS485/RS422) 接口和电脑的串口，最后给网关上电，此时网关的电源指示灯(PW)应该常亮。
- (3) 启动配置软件，右键单击设备列表中的“主机”，点击“添加串口”，弹出端口列表窗口如下图 4.4 所示，在左侧“端口列表”里选中当前连接有网关的串口，点击按钮  将其移动到右侧的“已选端口”，最后点击按钮 ，这时选中的串口 COM_x 将出现在设备列表中的主机下面。

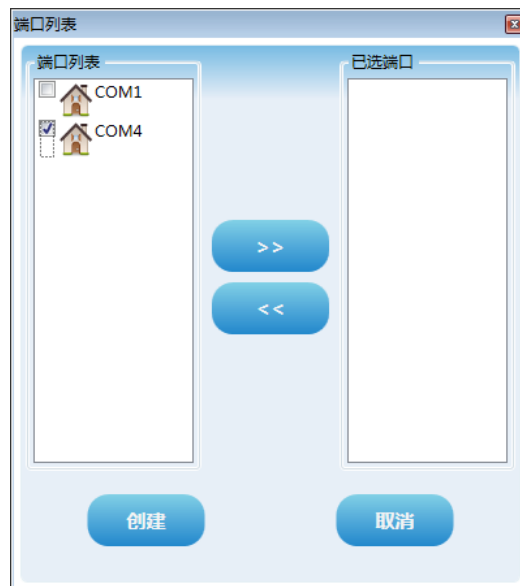


图 4.4 添加串口界面


- (4) 右键单击设备列表中的串口 COM_x，在弹出的菜单里左键单击“搜索设备”，或左键单击工具栏上的“全搜索设备”图标  进行搜索设备。
- (5) 到此处，HART 转 Modbus 网关的产品型号 G1003 应该已经出现在配置软件左侧的“主机->COM_x”树形列表的下面，左键单击 G1003 后，配置软件将会读取网关当前的配置参数，并且显示在配置软件的参数区。用户可以对这些参数进行修改并下载到网关中。



图 4.5 G1003 上线后的界面

4.4 Modbus 通道基本参数配置

此部分描述 Modbus 通道的基本参数配置，这些参数在网关工作于[正常工作模式](#)时生效。在配置软件参数区的“参数列表”下拉选项中选择“Modbus 配置数据”，则会显示出网关 Modbus 通道当前的参数配置情况，如图 4.6 所示。用户只能在配置模式下可修改此部分参数，配置完毕后点击“下载当前页参数”按钮将新的配置下载到网关中。



图 4.6 Modbus 通道参数配置界面

Modbus 配置参数的描述如下表所示：

表 4.2 Modbus 配置参数描述

参数名称	参数说明
波特率	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200bps 可选
数据位	7 位或 8 位可选（当通信模式设置为 RTU 时，7 位数据位无意义）
奇偶校验	无校验、偶校验或奇校验可选
停止位	1 位或 2 位可选
CRC 校验	正常或交换可选（即先发送高字节还是先发送低字节）
从站地址	设置网关的 Modbus 通道的从站地址，1~247
通讯模式	RTU 或 ASCII 可选

4.5 HART 通道基本参数配置

在配置软件参数区的“参数列表”下拉选项中选择“HART 配置数据”，则会显示出网关 HART 通道当前的参数配置情况，如图 4.7 所示。用户只能在配置模式下可修改此部分参数，配置完毕后点击“下载当前页参数”按钮将新的配置下载到网关中。



名称	值
网络模式	单点
主站类型	第一主站
短地址列表	0
前导符个数	5
自定义命令个数	2
重试次数	3
自动轮询模式使能开关	禁止
轮询时间(ms)	300
响应超时时间(ms)	1000

图 4.7 HART 通道参数配置界面

HART 配置参数的描述如下表所示：

表 4.3 HART 配置参数描述

参数名称	参数说明
网络模式	选择 HART 网络的拓扑连接方式为单点还是多点模式。在单点模式中，网关只能和地址为 0 的 HART 从站设备通讯
主站类型	选择网关作为第一主站工作还是作为第二主站工作
短地址列表	配置网关下的 HART 网络中从站设备的短地址（即轮询地址），范围 0~15，可多选
前导符个数	发送 HART 数据帧时的同步符，2~20 可选，根据 HART 从站设备的实际需求设定

自定义命令个数	用户自定义总共配置的 HART 命令的条数，不可写，当用户配置命令时自动增加
重试次数	网关发送 HART 命令后，未收到响应时的重试次数，0~10 次
自动轮询模式使能开关	是否执行网关内置的 HART 命令（CMD0/3/13/14/15）
轮询时间 (ms)	设定一条命令发送开始到开始发送下一条命令的时间间隔，范围 256~65535ms；如果轮询时间比响应超时时间短，则发送下一条命令的时间可能将推迟到响应超时时间结束。
响应超时时间 (ms)	设定网关等待从站设备应答的最大时间，范围是 256~65535ms，这个时间需要根据配置的命令的最大数据帧的长度适当计算配置，大约=帧长度*9.16ms；如果设置的时间太短，会造成较长的数据包丢失

4.6 自定义 HART 命令参数配置

用户可以通过配置软件的“自定义命令配置数据”选项来增加 HART 命令，完成对现场设备更多数据信息的获取。整个网关中用户可以最多配置 100 条 HART 命令，配置完毕后点击“下载当前页参数”按钮将新的配置下载到网关中。



图 4.8 自定义命令配置数据界面

如上图 4.8 所示，点击按钮“添加”增加一条 HART 命令后，上面的列表中增加一行，最左边的一列“索引”将从 0 开始自动增加。用户鼠标左键单击选中命令列表中的一条命令后，可以在下面进行修改命令的属性，然后点击按钮“修改”完成。用户也可以选中一条命令后点击按钮“删除”将其从命令列表中除去。每一条添加的命令都有相同的属性：

自定义 HART 命令参数的描述如下表所示：


表 4.4 自定义 HART 命令参数描述

参数名称	参数说明
索引	当前命令的索引，范围（0~99）； 无需设置，配置软件自动调整
短地址	配置的当前命令归哪一个 HART 从站设备所有，范围 0~15
命令号	HART 命令号，范围 0~255
输出模式	选择命令执行的方式，包括初始化输出、轮询输出、逢变输出和不输出； ① 初始化输出：这类命令在网关上电且对应的 HART 从站设备在线时发送一次，然后模式自动变为不输出； ② 轮询输出：这类命令周期性的输出； ③ 逢变输出：当这类命令的发送缓冲区的数据发生变化时才执行；

	④ 不输出：这类命令不主动输出；
发送缓冲区起始地址	设定命令输出数据的内存起始地址，范围 2000~6999； HART 命令相关信息请参见附录 1 的描述
发送缓冲区字节长度	设定命令输出数据的字节长度
接收缓冲区起始地址	设定命令输入数据的内存起始地址，接收缓冲区中存放 HART 命令响应的数据域段，范围 2000~6999； HART 命令相关信息请参见附录 1 的描述
接收缓冲区字节长度	设定命令输入数据的长度
发送缓冲区寄存器起始地址	方便用户通过 Modbus 主站设置参数时，方便寻址，范围 1000~3499； 无需设置，软件自动调整
发送缓冲区寄存器个数	无需设置，软件根据起始地址和长度自动调整
接收缓冲区寄存器起始地址	方便用户通过 Modbus 主站设置参数时，方便寻址，范围 1000~3499； 无需设置，软件自动调整
接收缓冲区寄存器个数	无需设置，软件根据起始地址和长度自动调整

4.6.1 地址自动映射

当用户添加多条 HART 命令后，并且配置好了所有参数（除发送缓冲区起始地址和接收缓冲区起始地址之外）后，配置软件可以根据用户配置的输入输出区字节长度来无冲突的自动分配输入输出区起始地址。

点击工具栏上的自动地址映射图标后，完成自动分配。

4.6.2 地址冲突检测

用户可以通过冲突检测功能来查看所有配置的命令的输入输出数据在内存中的分配情况，查看是否有冲突的地方。

点击工具栏上的冲突检测图标，弹出如图 4.9 的界面：

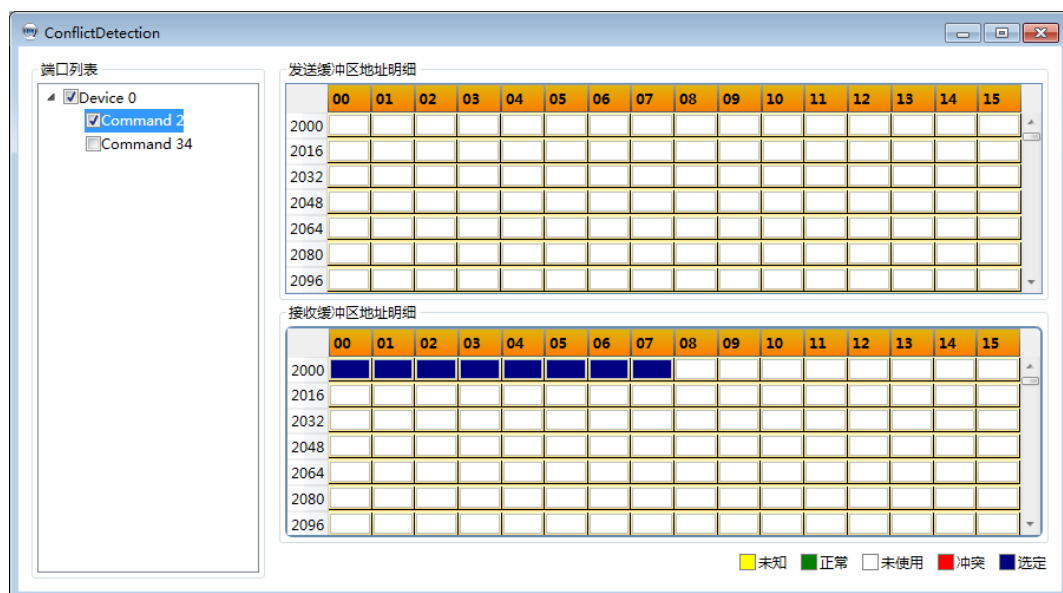


图 4.9 地址冲突检测界面

由上图所示，其中左侧的树形列表中列出了所有已配置的 HART 从站设备，并且在下列出了当前用户为其配置的所有 HART 命令。右侧则以图形界面的形式直观的显示了当前的输入输出区的内存分配情况。当点击某一条命令后，右侧的内存分配图将以蓝色来表示当前命令的输入输出数据所在的存储位置。用红色来表示冲突的地方。

4.6.3 内存数据显示


内存数据显示功能方便用户可以查看网关内部的输入输出数据的交换情况，并且可以修改输出数据。当网关的 Modbus 通道未连接用户的 Modbus 主站系统时，可以通过配置软件来进行 HART 总线及 HART 从站设备的调试工作。使用该功能的步骤如下：

- (1) 将网关前面板的两位模式配置拨码开关(MC)拨到调试模式, 即:

表 4.5 调试模式拨码开关的位置状态

MC	位 2	ON
	位 1	ON

- (2) 用串口线(或 485/422 转串口线)连接网关的 RS232 (或 RS485/RS422) 接口和电脑的串口，最后给网关上电，此时网关运行于调试模式。

- (3) 启动配置软件，G1003 上线后，点击工具栏上的内存显示图标，打开内存显示界面，如图 4.10 所示：

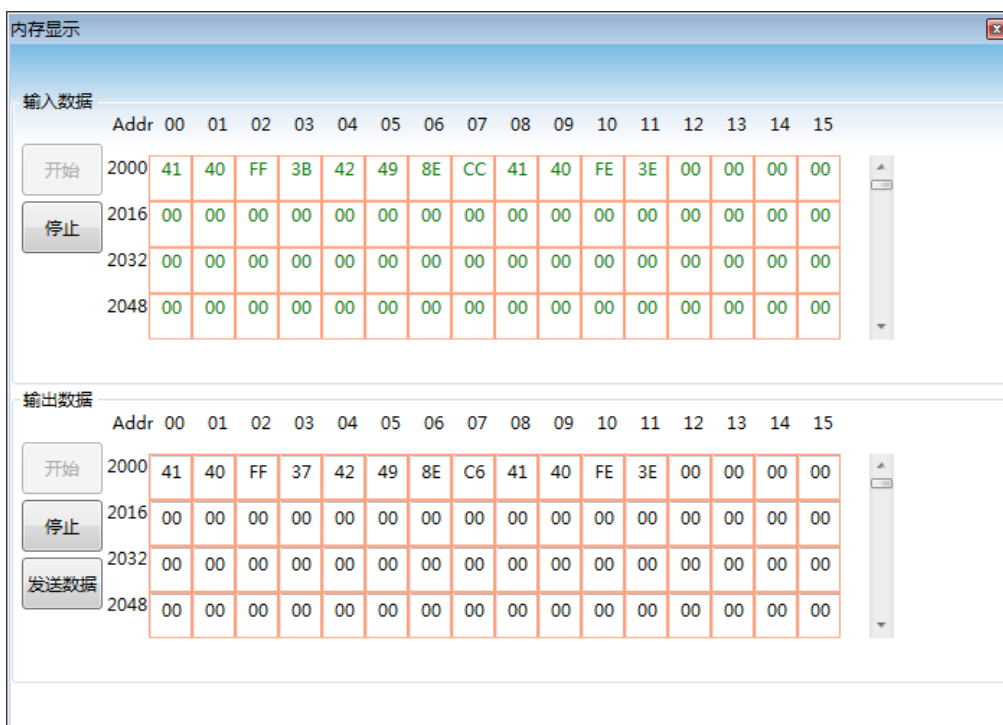



图 4.10 内存显示界面

如图 4.10 所示，输入输出数据都以表格的形式显示了每一个内存单元当前的值。当要修改输出数据时，先点击按钮“停止”，再修改相应数据，最后点击按钮“发送数据”即可。

说明：用户可以在配置模式下，针对配置的 HART 命令，提前在输出数据区将 HART 命令的数据写入。

4.7 Excel 文件保存配置参数

用户在配置完网关的所有参数后，可以点击工具栏上的生成 Excel 文件图标，将当前软件页面中显示的 Modbus 配置数据、HART 配置数据和自定义命令配置数据保存为 Excel 文件，供以后参考。

4.8 库文件保存配置参数

用户在配置完网关的所有参数后，可以点击配置软件左下角库文件下面的“保存”按钮，将当前软件页面中显示的 Modbus 配置数据、HART 配置数据和自定义命令配置数据保存为 xml 文件。点击“保存”按钮后弹出如图 4.11 所示的保存文件界面：

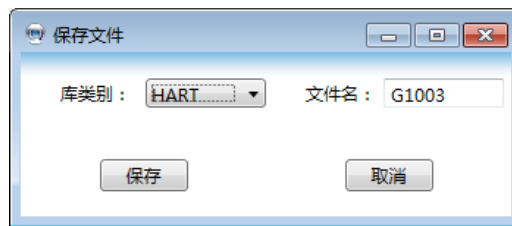


图 4.11 库文件保存

在库类别中选择“HART”，在文件名中输入方便记忆的文件名（例：G1003），然后点击“保存”按钮，此时左侧的库文件树形列表的 HART 目录下应该加入了 G1003.xml 的文件。

当用户在以后需要配置另一块网，并且配置参数与当前的网关一致，则可以直接加载保存的 G1003.xml 文件，然后直接下载这些配置参数即可。

4.9 配置举例与验证

我们将通过 Modbus 主站模拟软件读取网关获取的短地址为 0 的 HART 从站设备的数据信息为例介绍 HART 转 Modbus 网关的使用过程：

4.9.1 配置举例

- (1) 硬件的连接、配置软件的启动及 G1003 的上线步骤请参见 4.3 小节的描述，网关此时应该进入配置模式。
- (2) Modbus 配置数据按图 4.12 所示的进行配置，配置完成后可以点击“下载当前页参数”；

参数列表： Modbus配置数据		下载当前页参数
名称	值	
波特率	19200	
数据位	8	
奇偶检验	偶校验	
停止位	1	
CRC字节顺序	正常	
从站地址	1	
通信模式	RTU	

图 4.12 Modbus 参数配置举例

(3) HART 配置数据按图 4.13 所示的进行配置，配置完成后可以点击“下载当前页参数”；



名称	值
网络模式	单点
主站类型	第一主站
短地址列表	0
前导符个数	5
自定义命令个数	2
重试次数	3
自动轮询模式使能开关	使能
轮询时间(ms)	300
响应超时时间(ms)	1000

图 4.13 HART 参数配置举例

(4) 配置两条 HART 自定义命令，命令 2 和命令 34：命令 2 为读取环路电流值和量程百分比，命令 34 为写主变量阻尼值；我们将命令 2 配置为轮询输出，命令 34 配置为逢变输出，具体配置按图 4.14 所示进行配置，配置完成后可以点击“下载当前页参数”；



索引	短地址列表	命令号	输出模式	发送缓冲区起始地址	发送数据字节长度	接收缓冲区起始地址	接收数据字节长度	发送数据Modbus寄存器起始地址	发送数据Modbus寄存器个数	接收数据Modbus寄存器起始地址	接收数据Modbus寄存器个数
0	0	2	轮询	2000	0	2000	8	1000	0	1000	4
1	0	34	逢变	2000	4	2008	4	1000	2	1004	2

图 4.14 自定义命令参数配置举例

(5) 将网关模式切换到正常工作模式，并上电重启；此时网关将执行配置的 HART 命令，获取从站地址为 0 的设备的的信息。

4.9.2 结果验证

按图 4.15 所示的连接方式，在 HART 转 Modbus 网关的 HART 接口连接一台 HART 压力表，RS232（或 RS485/RS422 通过 485/422 转 RS232 转换器）接口连接到电脑。

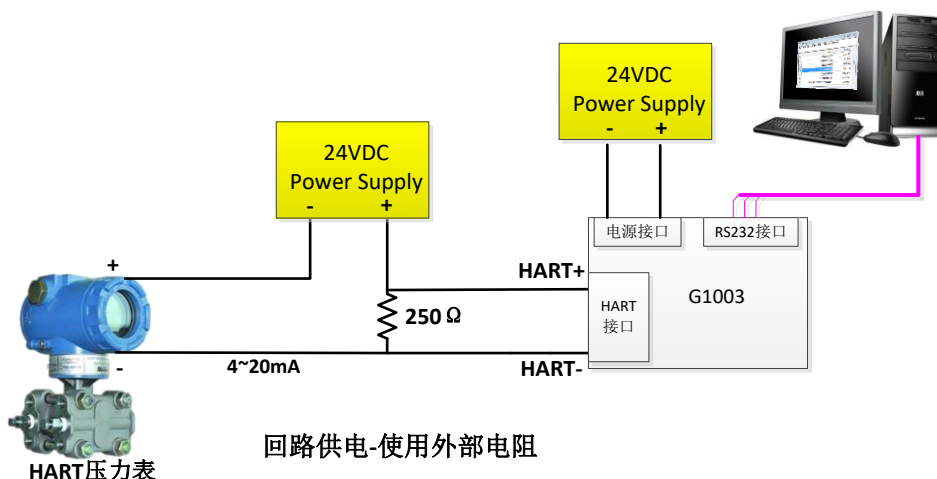


图 4.15 连接单台压力表的 G1003

电脑中运行 Modbus 主站模拟软件，通信设置如下图所示：



图 4.16 Modbus 主站模拟软件通信参数设置界面

(1) 网关自动轮询模式下发送的 HART 命令 0/3/13/14/15 获取的数据信息如下所示：

	Alias	03500	Alias	03510	Alias	03520	Alias	03530	Alias	03540	Alias	03550
0	命令发送状态 & First Status	0x1F00	PV & SV单位	0x0C20	描述	0x4444	经转ID	0x601E		0x0000		0x4F3E
1	2ndByte & RPreM	0x4005	TV & QV单位	0x0000	描述	0x4444	PV	0x3E85	LTL	0xC20C		
2	制速率 ID	0x601E	短标签	0x4141	描述	0x4444		0x39CE		0x0000		
3	DEVICE-TYPE	0xE0CF	短标签	0x4141	描述	0x4444	SV	0x41D2	SPAN	0x3E83		
4	RspPreM & HVer	0x0507	短标签	0x4141	日期	0x010A		0x0000		0x3333		
5	DevVer & SWVer	0x012A	短标签	0x4141	日期 & 扩展状态	0x0000	TV	0x0000	URV	0x420C		
6	HWVer & Flag	0x0101	描述	0x4444	SN	0x0350		0x0000		0x0000		
7	Device ID	0x0000	描述	0x4444	SN & 跨度单位	0x170C	QV	0x0000	LRV	0xC20C		
8	Dev ID& MxVar	0x0102	描述	0x4444	报警码 & 传递函数	0x0000		0x0000		0x0000		
9	配置改变计数器	0x00C1	描述	0x4444	上下量程单位 & 写保护	0x0C00	UTL	0x420C	PV-DAMP	0x4140		

图 4.17 HART 从站设备 0 的基本数据显示

(2) 轮询输出的命令 2 的响应数据如下图所示：

	Alias	01000
0	电流	12.059476
1		
2	百分比	50.371723

图 4.18 自定义命令 2 的响应数据

(3) 逢变输出的命令 34 新建了两个界面，一个是改变输出数据的发送界面，另一个是显示命令 34 响应数据的接收界面，操作如下：

①数据输出区数据改变前

②数据输出区数据改变后

图 4.19 Modbus 读取命令 34 的数据

如上图 4.19 所示，①中 cmd34 发送区原来的值为 0，cmd34 的接收区的值为 0；②中将 cmd34 的发送区的值修改为 1.5 以后，网关将会发送命令 34 到 HART 压力表，然后将收到的命令 34 的响应数据显示在了接收区。


用户也可通过点击配置软件工具栏上的内存显示图标来启动内存显示界面，如图 4.20 所示，



图 4.20 内存显示界面

命令 2 为读取主变量电流值和量程百分比，该命令没有请求数据，只有响应数据，前 4 个字节组成浮点数电流值，后四个字节组成浮点数为百分比。

命令 34 为写主变量阻尼值，用户在命令 34 的发送区写入经过换算的浮点数(例:1.5(0x3FC00000))，然后点击“发送数据”；当网关发送命令 34 并成功收到 HART 从站设备的响应后，命令 34 的响应数据就会显示在输入数据区，即命令 34 接收区。

第5章 网关状态


如图 5.1 所示，通过点击配置软件工具栏上的网关状态监控图标，可以查看网关当前的一些工作状态及 HART 网络中从站设备在线与否的情况。



图 5.1 网关状态监控界面

其中，当前工作模式代表网关当前的工作模式，通过此处也可判断网关模式拨码开关是否处于需要的位置。

发送 HART 请求帧的次数和接收 HART 响应帧的次数是指网关发送 HART 命令和接收 HART 响应的次数，这两个状态只有在网关工作于调试模式和正常工作模式时才会发生改变。

设备状态信息中共列出了 16 台设备在线与否的信息，当对应设备前面的图标为灰色时，表示设备未在线（即网关和此对应的设备未成功通讯），当图标变为绿色时，表示对应的 HART 从站设备在线。

网关错误信息状态指示是否配置参数有误，对应项前面的图标变为红色时，表示有错误发生，当为黑色时，表示没有错误出现。

第6章 网关维护

- 简单维护

表 6.1 LED 指示灯状态表

LED 指示灯	颜色	正常状态	异常状态	异常原因	纠正方法
PW	黄	常亮	灭	供电故障 内部故障	检查供电电源及连接 联系技术支持
HT	黄绿 双色	闪烁	灭	未正确配置网关 网关处于配置模式 供电故障 内部故障	检查配置参数，是否配置有 HART 命令 检查网关的工作模式 检查供电电源及连接 联系技术支持
MB	黄绿 双色	闪烁	灭	未接 Modbus 设备 配置错误 供电故障 内部故障	正确连接 Modbus 设备 检测是否正确配置模块参数 检查供电电源及连接 联系技术支持

表 6.2 问题定位

序号	异常现象	异常原因	解决办法
1	配置软件创建串口失败	a. 待创建的串口已被占用	a. 关闭已占用的串口或改用其它串口
2	配置软件搜索设备失败	a. 网关未正确供电 b. 网关与电脑未正确连接	a. 检查网关供电是否符合要求 b. 检查网关是否通过 RS232, RS485 或 RS485 接口正确连接到电脑
3	配置软件下载参数失败	a. 网关未正确供电 b. 网关与电脑未正确连接 c. 网关未处于配置模式	a. 检查网关供电是否符合要求 b. 检查网关是否通过 RS232, RS485 或 RS485 接口正确连接到电脑 c. 检查网关前面板的模式选择拨码开关 (MC) 是否拨到配置模式 (1:ON, 2:OFF), 网关模式切换后, 需要断电重启才能生效
4	批量下载多个网关的参数失败	a. 某个网关未正确连接 b. 某个串口下未挂接网关 c. 检查网关供电	a. 检查所有网关的硬件连接 b. 检查创建的串口个数和挂接的网关个数是否一一对应 c. 检查网关供电是否符合要求
5	Modbus 主站读写网关数据时收到负响应或无响应	a. 网关未处于正确的模式 b. 功能码使用错误	a. 检查网关工作模式 b. 检查待读取的数据是只读数据 (FC:4), 还是可读可写数据 (FC:3, 6, 16)

- 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

参数名称	参数说明
网关电源	9~30VDC
HART 接口	HART 数字信号
功耗	1W
HART 接口输入阻抗	≥5KΩ
HART 接口耐压值	50VDC
HART 输出幅值	500mVpp (500Ω)
湿度范围	(5~95)%RH
工作温度	-20℃~70℃
存储温度	-20℃~70℃
隔离电压	Modbus 和 HART 接口, 500VAC
HART 主站类型	第一主站或第二主站可选
HART 网络拓扑	支持 HART 单点工作模式或多点工作模式, 最多挂接 15 台仪表
阵发模式(Burst)	支持 HART 从站设备阵发模式
HART 自定义命令	支持最多 100 条自定义 HART 命令, HART 输入输出区数据缓冲区各 5000 字节
HART 调制解调器模式	网关可被配置为 HART 调制解调器模式进行使用
HART 采样电阻	可选择使用内部采样电阻或外部采样电阻
Modbus 硬件接口	RS232、RS422、RS485
Modbus 波特率	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200bps 可选
Modbus 通信模式	支持 Modbus 从站 RTU、ASCII 通信模式
Modbus 功能码	0x03/0x04/0x06/0x10

7.2 性能指标

指标名称	指标说明
防护等级	外壳防护等级达到 IP20
电磁兼容	符合 GB/T 18268.1-2010《测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第 1 部分:通用要求》中工业场所的抗扰度要求 HART 总线测试方法采用 GB/T 18268.23-2010《测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第 23 部分:特殊要求 带集成或远程信号调理变送器的试验配置、工作条件和性能判据》



7.3 物理特性

参数名称	参数说明
重量	0.2kg
结构材料	壳体：ABS/PA66；卡子：POM； 螺丝：不锈钢。

7.4 默认通信参数

Modbus 通道默认通信参数		
	正常工作模式 / 配置模式 / 调试模式	HART 调制解调器模式
波特率	19200	1200
数据位	8	8
奇偶校验	偶校验(Even)	奇校验
停止位	1	1
CRC 校验	正常(Normal)	无
从站地址	1	
通讯模式	RTU	
HART 通道默认通信参数		
网络模式	单点模式	
主站类型	第一主站	
短地址列表	0	
前导符个数	5	
自定义命令个数	0	
重试次数	3	
自动轮询模式使能开关	使能	
轮询时间	256ms	
响应超时时间	500ms	



附录1 网关内存和寄存器描述

功能码	分类	网关内存地址	对应Modbus寄存器地址	用途说明	寄存器偏移	
只读寄存器部分【通过功能码4操作】	InData	2000 ~ 6999	1000 ~ 3499	用户自定义HART命令的数据输入区，用来缓存HART从站设备的响应数据		
	HART短地址为0的从站设备数据【每一个设备共102字节，即51个寄存器】	7000	3500 H	命令0, 3, 13, 14, 15是否发送成功的状态字节	0000 H	
		7001	3500 L	HART从站响应状态的第一字节	0000 L	
		7002	3501 H	HART从站响应状态的第二字节	0001 H	
		7003	3501 L	请求帧需要的最小前导符数	0001 L	
		7004 ~ 7005	3502	制造商ID	0002	
		7006 ~ 7007	3503	设备类型	0003	
		7008	3504 H	响应帧最小前导符数	0004 H	
		7009	3504 L	HART协议主版本号	0004 L	
		7010	3505 H	HART从站设备版本	0005 H	
		7011	3505 L	HART从站设备软件版本	0005 L	
		7012	3506 H	HART从站设备硬件版本	0006 H	
		7013	3506 L	设备标志	0006 L	
		7014 ~ 7016	3507 ~ 3508 H	设备ID	0007 ~ 0008 H	
		7017	3508 L	HART从站设备支持的最大设备变量数	0008 L	
		7018 ~ 7019	3509	配置改变标志计数器	0009	
		7020	3510 H	PV单位	0010 H	
		7021	3510 L	SV单位	0010 L	
		7022	3511 H	TV单位	0011 H	
		7023	3511 L	QV单位	0011 L	
		7024 ~ 7031	3512 ~ 3515	短标签Tag	0012 ~ 0015	
		7032 ~ 7047	3516 ~ 3523	描述	0016 ~ 0023	
		7048 ~ 7050	3524 ~ 3525 H	日期	0024 ~ 0025 H	
		7051	3525 L	扩展设备状态字节	0025 L	
		7052 ~ 7054	3526 ~ 3527 H	变送器序列号	0026 ~ 0027 H	
		7055	3527 L	最小跨度的单位	0027 L	
		7056	3528 H	PV报警选择码	0028 H	
		7057	3528 L	PV传递函数	0028 L	
		7058	3529 H	PV上下量程的单位	0029 H	
		7059	3529 L	设备写保护选择码	0029 L	
		7060 ~ 7061	3530	经销商ID	0030	
		7062	3531 ~ 3532	主变量值 PV	0031 ~ 0032	
		7066 ~ 7069	3533 ~ 3534	第二变量值 SV	0033 ~ 0034	
		7070 ~ 7073	3535 ~ 3536	第三变量值 TV	0035 ~ 0036	
		7074 ~ 7077	3537 ~ 3538	第四变量值 QV	0037 ~ 0038	
		7078 ~ 7081	3539 ~ 3540	传感器上限 UTL	0039 ~ 0040	
	7082 ~ 7085	3541 ~ 3542	传感器下限 LTL	0041 ~ 0042		
	7086 ~ 7089	3543 ~ 3544	最小跨度 SPAN	0043 ~ 0044		
	7090 ~ 7093	3545 ~ 3546	量程上限 URV	0045 ~ 0046		
	7094 ~ 7097	3547 ~ 3548	量程下限 LRV	0047 ~ 0048		
	7098 ~ 7101	3549 ~ 3550	PV阻尼	0049 ~ 0050		
	1	7102 ~ 7203	3551 ~ 3601	HART短地址为1的从站设备数据		
	2	7204 ~ 7305	3602 ~ 3652	HART短地址为2的从站设备数据		
	3	7306 ~ 7407	3653 ~ 3703	HART短地址为3的从站设备数据		
	4	7408 ~ 7509	3704 ~ 3754	HART短地址为4的从站设备数据		
	5	7510 ~ 7611	3755 ~ 3805	HART短地址为5的从站设备数据		
	6	7612 ~ 7713	3806 ~ 3856	HART短地址为6的从站设备数据		
	7	7714 ~ 7815	3857 ~ 3907	HART短地址为7的从站设备数据		
	8	7816 ~ 7917	3908 ~ 3958	HART短地址为8的从站设备数据		
	9	7918 ~ 8019	3959 ~ 4009	HART短地址为9的从站设备数据		
	10	8020 ~ 8121	4010 ~ 4060	HART短地址为10的从站设备数据		
	11	8122 ~ 8223	4061 ~ 4111	HART短地址为11的从站设备数据		
	12	8224 ~ 8325	4112 ~ 4162	HART短地址为12的从站设备数据		
	13	8326 ~ 8427	4163 ~ 4213	HART短地址为13的从站设备数据		
	14	8428 ~ 8529	4214 ~ 4264	HART短地址为14的从站设备数据		
	15	8530 ~ 8631	4265 ~ 4315	HART短地址为15的从站设备数据		
	网关状态数据	8632 ~ 8633	4316	发送HART请求帧的计数		
		8634 ~ 8635	4317	收到HART响应帧的计数		
		8636 ~ 8637	4318	网关配置错误信息，0为无错误		
		8638 ~ 8639	4319	HART从站设备离线信息，16bit, bit0~bit15代表设备0~15，置1则为离线		
		8640 ~ 8641	4320	网关软件版本		
		8642 ~ 8643	4321	网关硬件版本		
		8644	4322 H	网关当前模式(值0: 调试模式, 1:HART猫模式, 2: 配置模式, 3: 正常工作模式)		
	8645	4322 L	保留，未使用			
	可读可写 3/6/16	OutData	2000 ~ 6999	1000 ~ 3499	用户自定义HART命令的数据输出区，用来保存HART请求帧需要的数据	

说明:

- ① 每一个 HART 从站设备基本数据寄存器地址计算方法： $=3500+51*\text{轮询地址}+\text{寄存器偏移}$ 。

寄存器字节顺序	寄存器 N 高字节	寄存器 N 低字节	寄存器 N+1 高字节	寄存器 N+1 低字节
8 位整型数据 (88)	0x58	--	--	--
16 位整型数 (1616)	0x06	0x50	--	--
32 位整型数 (32323232)	0x01	0xED	0x36	0xA0
32 位浮点型数 (32. 32)	0x42	0x01	0x47	0xAE

- ② 当 HART 转 Modbus 网关的 HART 接口连接的某一个 HART 从站设备离线（掉电）后，网关中对应的 HART 从站设备信息将保持断电前最后一次的数据。

附录2 HART 通信协议

HART 协议是由 Rosemount（罗斯蒙特）公司提出的一种用于现场智能仪表和控制室设备之间的通信协议，它是 4~20mA 模拟信号向全数字信号过渡的一种协议，在 4~20mA 标准的模拟信号上叠加一个数字信号，原模拟信号仍然有效，且数字信号和模拟信号互不影响。HART 协议的有线部分参照了 ISO 的 OSI 七层模型中的标准物理层、数据链路层和应用层这三层。

HART 协议有线部分的物理层规定了信号的传输方法和传输媒介，它采用基于 Bell 202 标准的频移键控技术 (FSK) 来把数字信号叠加到 4~20mA 电流回路中。它用 1200Hz 的正弦波代表逻辑 1，用 2200Hz 的正弦波代表逻辑 0，电流峰峰值为正负 0.5mA。如下图所示：

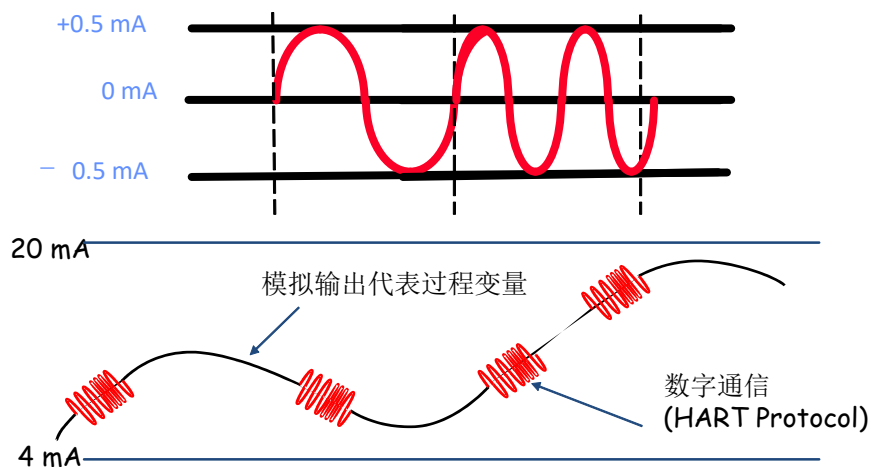


图 2.1 HART 物理层图示

HART 协议有线部分的数据链路层规定了 HART 有线协议帧的格式。请求帧和响应帧格式如下所示：



图 2.2 HART 帧格式

帧结构名称	说明
前导符	2~20 个 0xFF，同步信号
定界符	指示帧类型及地址类型
地址	HART 从设备地址，分为短地址（即轮询地址）和长地址
命令	命令号，0~253
数据长度	指示数据域共多少字节
数据	发送数据或响应数据（输出数据或输入数据），为响应帧时，数据域前两个字节为响应码和设备状态
校验码	异或校验码（从定界符到数据域结束的所有字节进行异或操作）

HART 协议的应用层包括三个类别的 HART 命令，用 HART 命令来操作数据，包括通用命令、常用命令和特殊命令。

HART 通用命令介绍如下：

➤ **命令 0: 读设备唯一标识**

 ● **请求数据**

字节	格式	说明
无请求数据		

 ● **响应数据**

字节	格式	说明
0	Unsigned-8	固定值, 254
1-2	Enum	设备类型
3	Unsigned-8	请求报文中最少前导符的个数
4	Unsigned-8	HART 协议版本号, HART7 为 7
5	Unsigned-8	设备版本号
6	Unsigned-8	设备软件版本号
7	Unsigned-5	设备硬件版本号, 本字节高 5 位
7	Enum	物理信号代码, 本字节低 3 位
8	Bits	设备标志 (如多传感器设备)
9-11	Unsigned-24	设备 ID, Device ID
12	Unsigned-8	响应报文中最少前导符的个数
13	Unsigned-8	最大设备变量的个数
14-15	Unsigned-16	配置改变计数器
16	Bits	扩展现场设备状态
17-18	Enum	制造商 ID
19-20	Enum	经销商代码
21	Enum	设备描述代码

 ➤ **命令 1: 读主变量 PV**

 ● **请求数据**

字节	格式	说明
无请求数据		

 ● **响应数据**

字节	格式	说明
0	Enum	主变量单位
1-4	Float	主变量值

➤ **命令 2: 读环路电流值和量程百分比值**

 ● **请求数据**

字节	格式	说明
无请求数据		

 ● **响应数据**

字节	格式	说明
0-3	Float	主变量环路电流 (单位 mA)
4-7	Float	主变量占的量程百分比值 (单位%)

 ➤ **命令 3: 读动态变量和环路电流值**

 ● **请求数据**

字节	格式	说明
无请求数据		

 ● **响应数据**

字节	格式	说明
0-3	Float	主变量环路电流值 (单位 mA)
4	Enum	主变量单位代码
5-8	Float	主变量值
9	Enum	第二变量单位代码
10-13	Float	第二变量值
14	Enum	第三变量单位代码
15-18	Float	第三变量值
19	Enum	第四变量单位代码
20-23	Float	第四变量值

 ➤ **命令 4: 保留**

 ➤ **命令 5: 保留**

➤ **命令 6: 写轮询地址, 即设备短地址**

 ● **请求数据**

字节	格式	说明
0	Unsigned-8	设备轮询地址
1	Enum	环路的电流模式

 ● **响应数据**

字节	格式	说明
0	Unsigned-8	设备轮询地址
1	Enum	环路的电流模式

 ➤ **命令 7: 读取环路配置 (轮询地址+电流模式)**

 ● **请求数据**

字节	格式	说明
无请求数据		

 ● **响应数据**

字节	格式	说明
0	Unsigned-8	设备轮询地址
1	Enum	环路的电流模式

 ➤ **命令 8: 读动态变量类别**

 ● **请求数据**

字节	格式	说明
无请求数据		

 ● **响应数据**

字节	格式	说明
0	Enum	主变量类别码
1	Enum	第二变量类别码
	Enum	第三变量类别码
	Enum	第四变量类别码

➤ 命令 9：读设备变量及对应的状态

● 请求数据

字节	格式	说明
0	Unsigned-8	槽 0：设备变量代码
1	Unsigned-8	槽 1：设备变量代码
2	Unsigned-8	槽 2：设备变量代码
3	Unsigned-8	槽 3：设备变量代码
4	Unsigned-8	槽 4：设备变量代码
5	Unsigned-8	槽 5：设备变量代码
6	Unsigned-8	槽 6：设备变量代码
7	Unsigned-8	槽 7：设备变量代码

● 响应数据

字节	格式	说明
0	Bits	扩展设备状态
1	Unsigned-8	槽 0：设备变量代码
2	Enum	槽 0：设备变量类别码
3	Enum	槽 0：单位代码
4-7	Float	槽 0：设备变量值
8	Bits	槽 0：设备变量的状态
9	Unsigned-8	槽 1：设备变量代码
10	Enum	槽 1：设备变量类别码
11	Enum	槽 1：单位代码
12-15	Float	槽 1：设备变量值
16	Bits	槽 1：设备变量的状态
17	Unsigned-8	槽 2：设备变量代码
18	Enum	槽 2：设备变量类别码
19	Enum	槽 2：单位代码
20-23	Float	槽 2：设备变量值
24	Bits	槽 2：设备变量的状态
25	Unsigned-8	槽 3：设备变量代码
26	Enum	槽 3：设备变量类别码
27	Enum	槽 3：单位代码
28-31	Float	槽 3：设备变量值

32	Bits	槽 3: 设备变量的状态
33	Unsigned-8	槽 4: 设备变量代码
34	Enum	槽 4: 设备变量类别码
35	Enum	槽 4: 单位代码
36-39	Float	槽 4: 设备变量值
40	Bits	槽 4: 设备变量的状态
41	Unsigned-8	槽 5: 设备变量代码
42	Enum	槽 5: 设备变量类别码
43	Enum	槽 5: 单位代码
44-47	Float	槽 5: 设备变量值
48	Bits	槽 5: 设备变量的状态
49	Unsigned-8	槽 6: 设备变量代码
50	Enum	槽 6: 设备变量类别码
51	Enum	槽 6: 单位代码
52-55	Float	槽 6: 设备变量值
56	Bits	槽 6: 设备变量的状态
57	Unsigned-8	槽 7: 设备变量代码
58	Enum	槽 7: 设备变量类别码
59	Enum	槽 7: 单位代码
60-63	Float	槽 7: 设备变量值
64	Bits	槽 7: 设备变量的状态
65-68	Time	槽 0: 日期时间戳

➤ **命令 11: 用短标签 (Tag) 读取设备唯一标识**

● **请求数据**

字节	格式	说明
0-5	Packed	短标签

● **响应数据**

字节	格式	说明
和命令 0 的响应数据相同		

➤ 命令 12: 读消息 (Message)

● 请求数据

字节	格式	说明
无请求数据		

● 响应数据

字节	格式	说明
0-23	Packed	消息, 24 个压缩形式的 ASCII 符

➤ 命令 13: 读短标签 (Tag)、描述 (Descriptor)、日期 (Date)

● 请求数据

字节	格式	说明
无请求数据		

● 响应数据

字节	格式	说明
0-5	Packed	短标签 (Tag)
6-17	Packed	描述 (Descriptor)
18-20	Date	日期

➤ 命令 14: 读主变量传感器信息

● 请求数据

字节	格式	说明
无请求数据		

● 响应数据

字节	格式	说明
0-2	Unsigned-24	传感器序列号
3	Enum	传感器极限值和最小跨度的单位代码
4-7	Float	传感器上限 (UTL)
8-11	Float	传感器下限 (LTL)
12-15	Float	最小跨度

➤ 命令 15: 读设备信息

● 请求数据

字节	格式	说明
无请求数据		

● 响应数据

字节	格式	说明
0	Enum	主变量报警选择代码
1	Enum	主变量传递函数代码
2	Enum	主变量量程上/下限单位代码
3-6	Float	主变量量程上限 (URV)
7-10	Float	主变量量程下限 (LRV)
11-14	Float	主变量阻尼时间 (单位秒)
15	Enum	写保护代码
16	Enum	保留, 固定值 "250"
17	Bits	主变量模拟通道标志 (1 输入, 0 输出)

➤ 命令 16: 读最终装配号

● 请求数据

字节	格式	说明
无请求数据		

● 响应数据

字节	格式	说明
0-2	Unsigned-24	最终装配号

➤ 命令 17: 写消息 (Message)

● 请求数据

字节	格式	说明
0-23	Packed	消息字符串

● 响应数据

字节	格式	说明
0-23	Packed	消息字符串

➤ 命令 18: 写短标签、描述、日期

● 请求数据

字节	格式	说明
0-5	Packed	短标签
6-17	Packed	描述
18-20	Date	日期

● 响应数据

字节	格式	说明
0-5	Packed	短标签
6-17	Packed	描述
18-20	Date	日期代码

➤ 命令 19: 写最终装配号

● 请求数据

字节	格式	说明
0-2	Unsigned	最终装配号

● 响应数据

字节	格式	说明
0-2	Unsigned	最终装配号

➤ 命令 20: 读长标签

● 请求数据

字节	格式	说明
无请求数据		

● 响应数据

字节	格式	说明
0-31	Latin-1	长标签

➤ 命令 21: 用长标签读取设备唯一标识

● 请求数据

字节	格式	说明
0-31	Latin-1	长标签

● 响应数据

字节	格式	说明
和命令 0 的响应数据相同		

➤ 命令 22: 写长标签

● 请求数据

字节	格式	说明
0-31	Latin-1	长标签

● 响应数据

字节	格式	说明
0-31	Latin-1	长标签

➤ 命令 38: 复位配置改变标志

● 请求数据

字节	格式	说明
0-1	Unsigned-16	配置改变计数器值

● 响应数据

字节	格式	说明
0-1	Unsigned-16	配置改变计数器值

➤ 命令 48: 读附加的设备状态

● 请求数据

字节	格式	说明
0-5	Bits 或 Enum	设备特殊状态
6	Bits	扩展设备状态
7	Bits	设备操作模式, 0x00
8	Bits	标准状态 0
9	Bits	标准状态 1
10	Bits	模拟通道饱和代码, 代表哪一路模拟通道处于饱和状态
11	Bits	标准状态 2
12	Bits	标准状态 3
13	Bits	模拟通道值固定代码, 代表哪一路模拟通道处于固定值状态
14-24	Bits 或 Enum	设备特殊状态

● 响应数据

字节	格式	说明
0-5	Bits 或 Enum	设备特殊状态
6	Bits	扩展设备状态
7	Bits	设备操作模式, 0x00
8	Bits	标准状态 0

9	Bits	标准状态 1
10	Bits	模拟通道饱和代码，代表哪一路模拟通道处于饱和状态
11	Bits	标准状态 2
12	Bits	标准状态 3
13	Bits	模拟通道值固定代码，代表哪一路模拟通道处于固定值状态
14-24	Bits 或 Enum	设备特殊状态

附录3 Modbus 通信协议

声明：本附录仅供用户了解 Modbus 通信协议。Modbus 通信协议

- 1) Modbus 协议主要用于控制器之间的通信。通过此协议，两个控制器相互之间或控制器通过网络（例如以太网）和其它设备之间可以进行通信。目前有很多设备采用 Modbus 的通信协议标准。
- 2) 如果按照国际 ISO/OSI 的 7 层网络模型来说，标准 Modbus 协议定义了通信物理层、链路层及应用层；

物理层：定义了基于 RS232 和 RS485 的异步串行通信规范；

链路层：规定了基于站号识别、主/从方式的介质访问控制；

应用层：规定了信息规范（或报文格式）及通信服务功能；

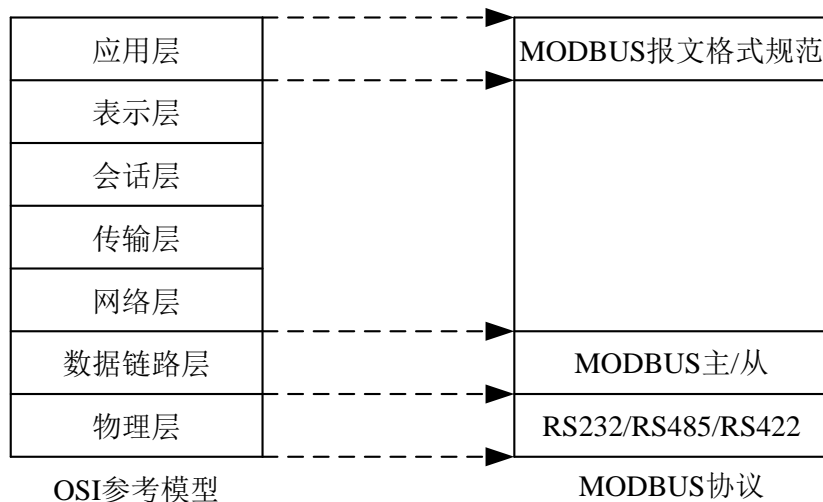


图 3.1 Modbus 协议模型

- 3) 目前很多 Modbus 设备应用都是基于 RS232/485，也有变化的 Modbus 网络通信，只使用 Modbus 的应用层（信息规范），而底层使用其它通信协议，如：底层使用以太网+TCP/IP 的 Modbus 网络通信、底层使用无线扩频通信 Modbus 网络等等。

Modbus 协议要点

- 1) Modbus 是主/从通信协议。主站主动发送报文，只有与主站发送报文中呼叫地址相同的从站才向主站发送响应报文。
- 2) 报文以 0 地址发送时为广播模式，无需从站应答。
- 3) Modbus 规定了 2 种字符传输模式：ASCII 模式、RTU（二进制）模式；两种传输模式不能混用。本产品可适用于这两种模式。

特性	RTU 模式	ASCII 模式
编码	二进制	ASCII（打印字符：0-9，a-z，A-Z）
每个字符位数	起始位：1BIT	起始位：1BIT
数据位	数据位：8BITS	数据位：7BITS
校验位	奇偶校验位(可选)：1 位	奇偶校验位(可选)：1 位
停止位	停止位：1 或 2	停止位：1 或 2
报文校验	CRC(循环冗余校验)	LRC(纵向冗余校验)

- 4) 传输错误校验

- 传输错误校验由奇偶校验、冗余校验检验。
- 当校验出错时，报文处理停止，从站不再继续通信，不对此报文产生应答；
- 通信错误一旦发生，报文便被视为不可靠；Modbus 主站在一定时间过后仍未收到从站应答，即做出“通信错误已发生”的判断。

5) 报文级（字符级）采用 CRC-16（循环冗余错误校验）

6) Modbus 报文 RTU 格式

不小于 3.5 个字符 的报文间隔时间	地址 1*byte	功能码 1*byte	数据 N*bytes	CRC 校验 2*bytes	不小于 3.5 个字符 的报文间隔时间
------------------------	--------------	---------------	---------------	-------------------	------------------------

7) Modbus 报文 ASCII 格式

起始字符 1*byte :	地址 2*byte	功能码 2*byte	数据 0~2x255*bytes	LRC 校验 2*bytes	结束符 2*bytes CR, LF
---------------------	--------------	---------------	---------------------	-------------------	--------------------------

附录4 选型代号表

选型代号表	G1003		HART 转 Modbus 网关			
			代号	硬件接口		
			F (可省略)	FSK (1200bps)		
				代号	软件接口	
			HM (可省略)	HART Master		
	G1003	-	(F	-	HM)	—— 选型示例



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：0086-24-31217263
传真：0086-24-31217293
EMAIL: sales@microcyber.cn