

操作指南 • 11/2018

ET 200SP HA HART 应用指南

ET 200SP HA, HART

目录

1	HART 功能概述.....	3
2	硬件组态及基本设置.....	4
2.1	硬件组态及设置	4
2.2	通过通道驱动块读取通道模拟量信号	8
2.3	8 HART 设置下的 HART 变量	9
2.4	1 multiHART 或 4 multiHART 设置下的 HART 变量.....	10
2.4.1	1 multiHART.....	10
2.4.2	4 multiHART.....	12
3	通过读取数据记录访问 HART 变量.....	14
3.1	命令 3 读取 HART 变量.....	14
3.2	命令 121 读取 HART 变量	18

1 HART 功能概述

HART 通信是在 4-20mA 信号上叠加一个幅值为 $\pm 0.5\text{mA}$ 的正弦波信号，通过调整正弦波的频率来表示信号 0 和 1，如图 1-1 所示，1200Hz 表示 1，2200Hz 表示 0。HART 通信是基于请求/响应的方式，即主站向从站发送请求命令，从站收到请求命令后，将数据返回给主站。

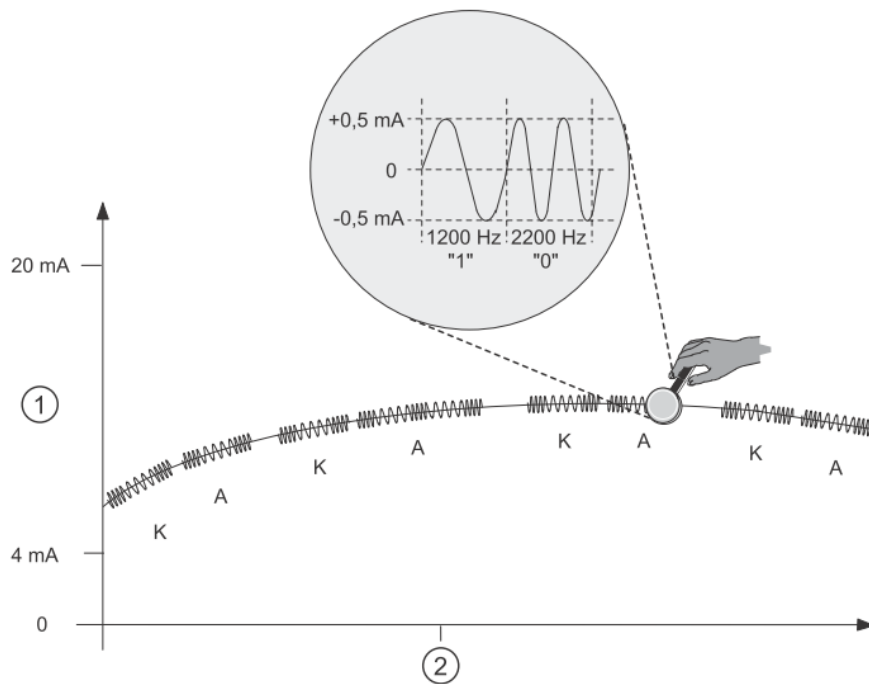


图 1-1 叠加在 4-20mA 上的 HART 信号

本文介绍西门子 ET 200SP HA 的 I/O 模块 AI-DI 16/DQ16x24VDC 6DL1 133-6EW00-0PH16 读取 HART 变量的几种方法。

ET 200 SP HA 中有 3 个 I/O 模块支持 HART 功能：

AI-DI 16/DQ16x24VDC HART (6DL1 133-6EW00-0PH1)

手册链接：<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109747245>

AI 16xI 2 线制 HART (6DL1 134-6TH00-0PH1)

手册链接：<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109747241>

AQ 8xI HART (6DL1135-6TF00-0PH1)

手册链接：<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109747242>

2 硬件组态及基本设置

以西门子温度传感器 TH300 为例，说明如何通过 ET 200SP HA 带 HART 功能的 I/O 模块读取传感器过程数据。

相关软件及主要硬件：

- SIMATIC PCS 7 V9.0
- CPU 410: 6ES7 410-5HX08-0AB0
- ET 200SP HA I/O 模块: 6DL1 133-6EW00-0PH1
- 温度传感器 SITRANS TH300: 7NG3 212-0NN00

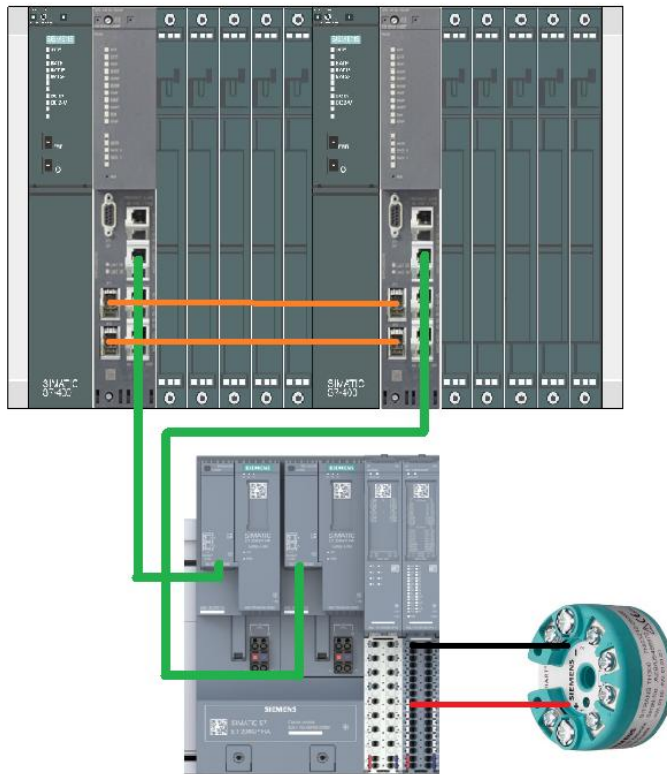


图 2-1 硬件连接

2.1 硬件组态及设置

打开硬件组态窗口，在 ET 200SP HA 下插入 I/O 模块，如图 2-2 所示：

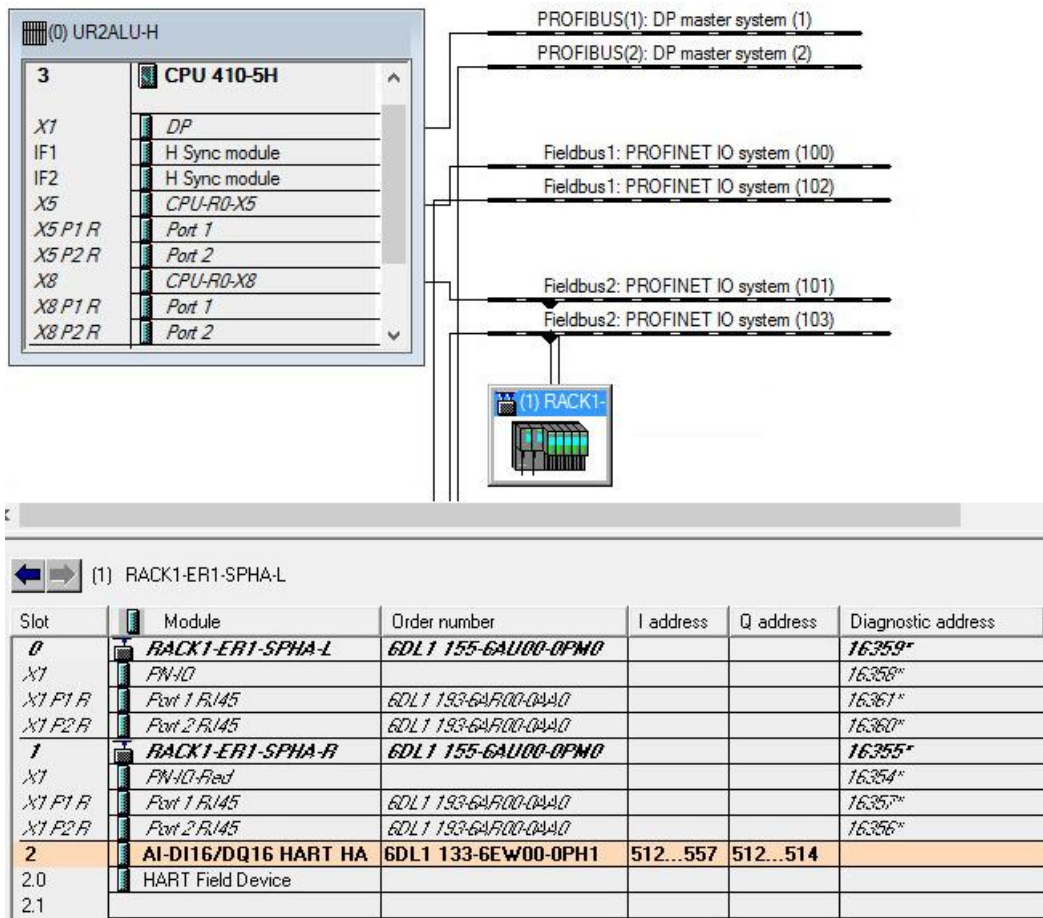


图 2-2 硬件组态

模块下方的扩展插槽是否需要插入 HART Field Device，取决于通道的测量范围（Measuring range）：

- 测量范围设置为 4..20mA HART，则必须插入 HART Field Device，否则在 CFC 编译时无法生成通道驱动块的管脚连接。
- 测量范围设置为非 HART 类型，例如 0.. 20mA，则不需要插入 HART Field Device。

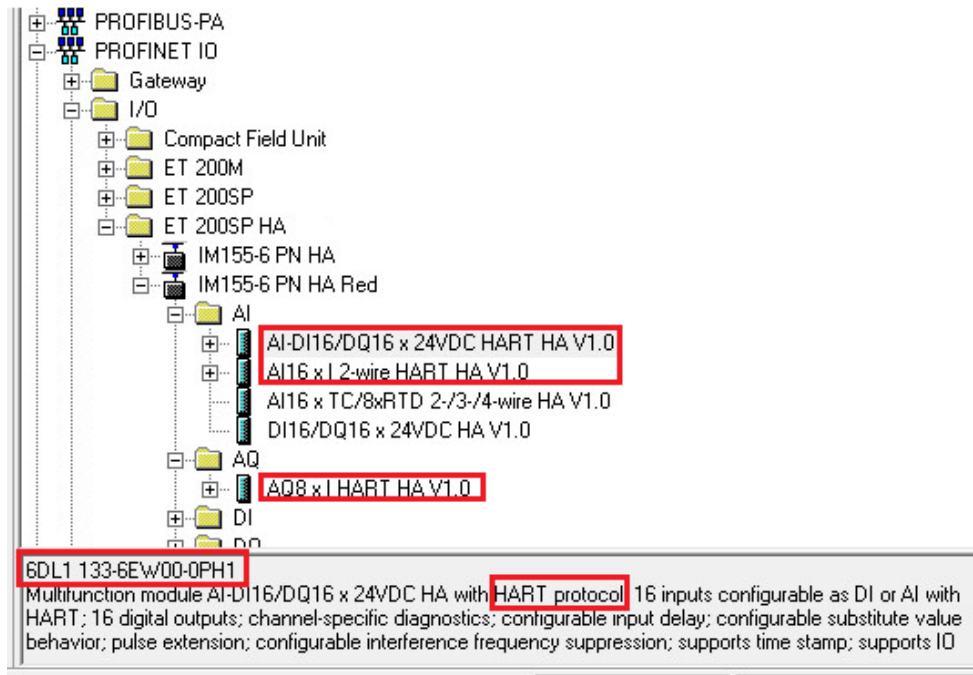


图 2-3 硬件组态

ET 200SP HA 有 3 个模块支持 HART 功能，如图 2-3，具体到本文中使用的 I/O 模块，组态如下。

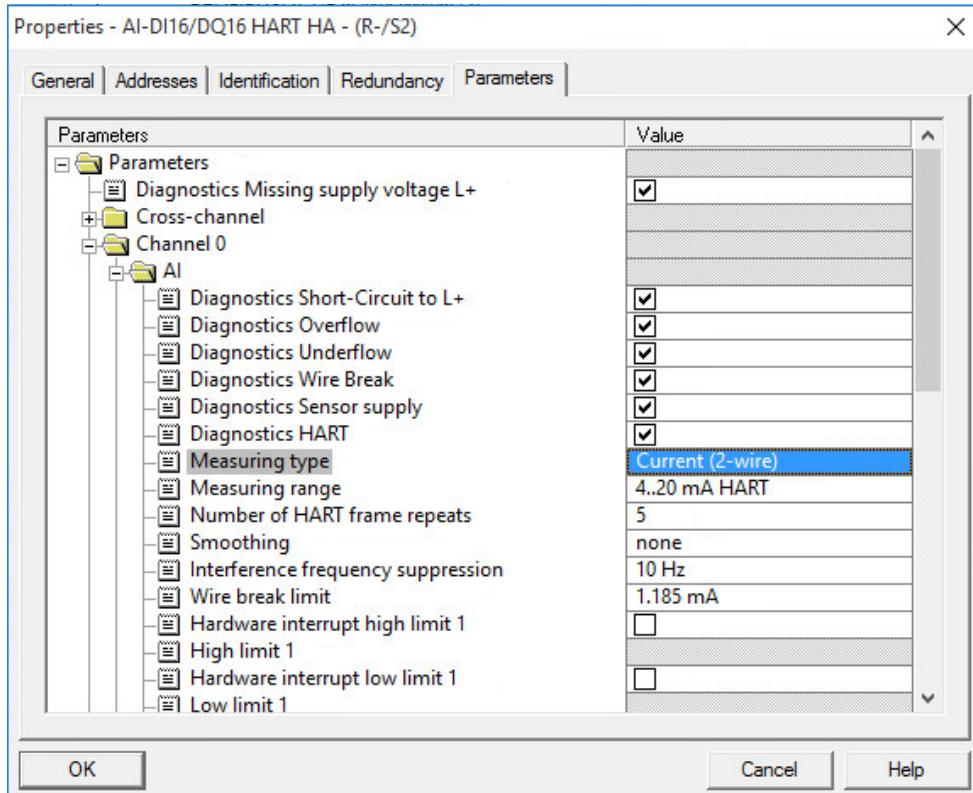


图 2-4 模块组态

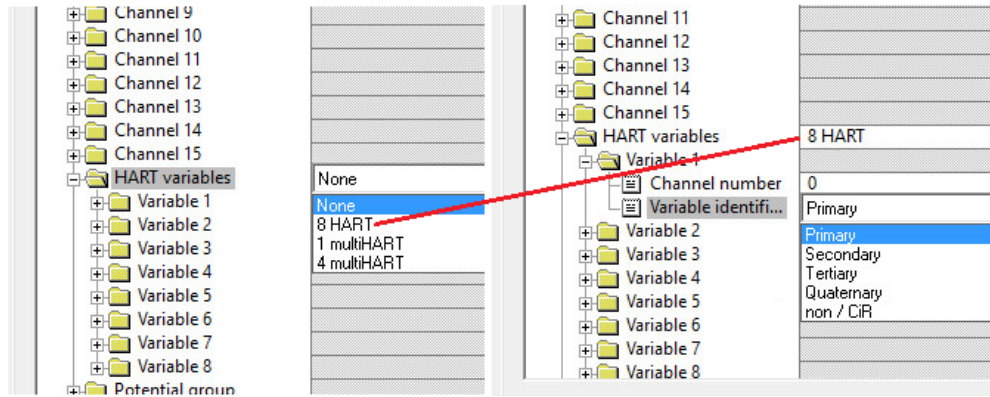


图 2-5 HART 变量组态

如图 2-5，可以选择多种 HART 变量组态形式，分为两类：

- **8 HART**

在 I/O 模块的属性对话框中最多组态 8 个 HART 变量（Variable 1 到 Variable 8），可以选择通道提供的四个 HART 变量之一：

- PV（Primary Variable，一级变量）
- SV（Secondary Variable，二级变量）
- TV（Tertiary Variable，三级变量）
- QV（Quaternary Variable，四级变量）

模块循环读取 HART 变量。

使用 8 HART 时，只占用 40 个输入地址空间：

- 每个 HART 变量占用额外的 5 个字节，共 40 个字节的输入空间

- **1 multiHART 和 4 multiHART**

每个 MultiHART 有一个的命令字节，用于标示所请求的 HART 变量，这样就可以通过 1 个或者 4 个 multiHART 地址空间读取所有个通道的各个变量。

编程命令字节轮询 HART 变量。

使用 multiHART 时，占用输入和输出地址空间：

- 1 个 multiHART 范围占用额外的 6 个字节输入和 1 个字节的输出地址空间
- 4 个 multiHART 范围占用额外的 24 个字节输入和 4 个字节的输出地址空间

79	I	551.6		BOOL	79	I	551.6		BOOL
80	I	551.7		BOOL	80	I	551.7		BOOL
81	IB	552		BYTE	81	ID	552		REAL
82	ID	553		REAL	82	IB	556		BYTE
83	IB	557		BYTE	83	ID	557		REAL
84	Q	512.0		BOOL	84	IB	561		BYTE
85	Q	512.1		BOOL	85	ID	562		REAL
86	Q	512.2		BOOL	86	IB	566		BYTE
87	Q	512.3		BOOL	87	ID	567		REAL
88	Q	512.4		BOOL	88	IB	571		BYTE
89	Q	512.5		BOOL	89	ID	572		REAL
90	Q	512.6		BOOL	90	IB	576		BYTE
91	Q	512.7		BOOL	91	ID	577		REAL
92	Q	513.0		BOOL	92	IB	581		BYTE
93	Q	513.1		BOOL	93	ID	582		REAL
94	Q	513.2		BOOL	94	IB	586		BYTE
95	Q	513.3		BOOL	95	ID	587		REAL
96	Q	513.4		BOOL	96	IB	591		BYTE
97	Q	513.5		BOOL	97	Q	512.0		BOOL
98	Q	513.6		BOOL	98	Q	512.1		BOOL
99	Q	513.7		BOOL	99	Q	512.2		BOOL
10	QB	514		BYTE	10	Q	512.3		BOOL

1 multiHART

8 HART

图 2-6 1 multiHart 和 8 Hart 设置下的地址空间

2.2 通过通道驱动块读取通道模拟量信号

APL 库中的通道驱动块 Pcs7AnIn (FB1869) 读取 4-20mA 信号。

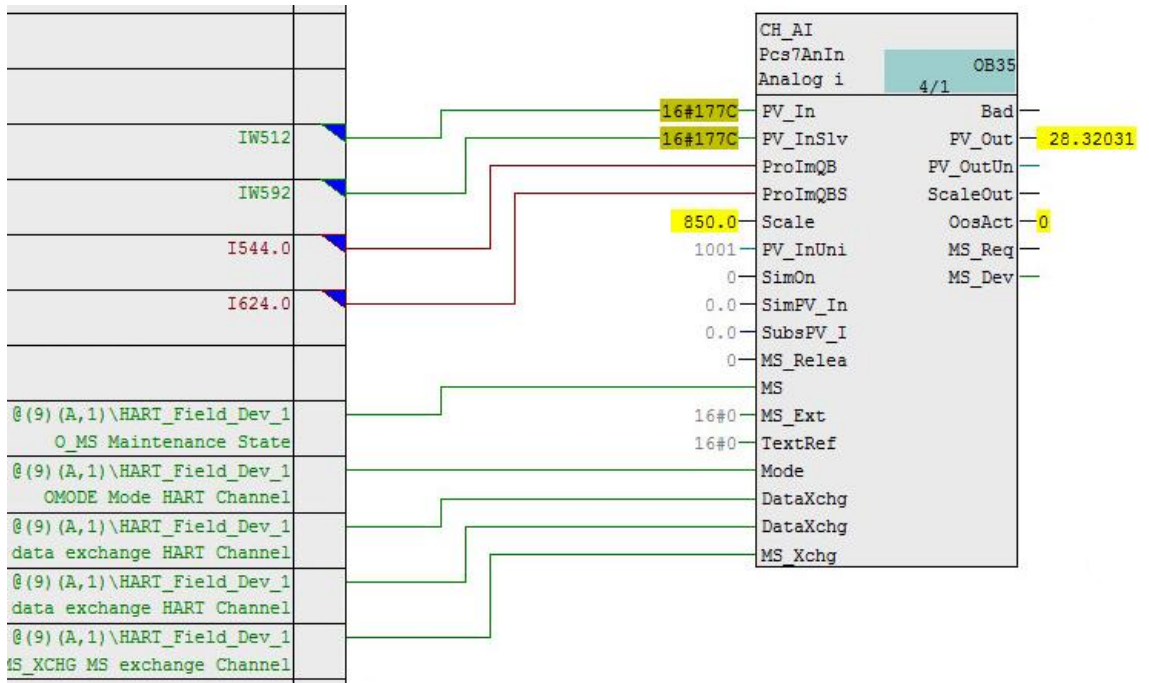


图 2-7 通道驱动读取模拟值

更多关于通道驱动块的信息 (Scale, PV_InUnit 等), 请参考 APL 手册或在线帮助。

2.3 8 HART 设置下的 HART 变量

如果设置为 8 HART，那么该模块可以通过组态的方式读取最多 8 个 HART 变量。
HART 地址空间如图 2-8 所示：

EB x +	HART 范围	
40	值	已组态 HART 变量 0
:		
43		
44	QC	
45	值	已组态 HART 变量 1
:		
48		
49	QC	
:		
:		
:		
75	值	已组态 HART 变量 7
:		
78		
79	QC	

图 2-8 8 HART 地址空间

其中：EB x 为模块起始地址，QC 为质量代码。

本文中模块起始地址为 512，所以 HART 地址范围为输入区域 552-591 的 40 个字节。Variable 1 到 Variable 4 分别组态为通道 0 仪表的 PV, SV, TV 和 QV, 可以过程映像区直接读取 HART 变量，如图 2-9。

	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1	ID 552	TH300	FLOATING_POINT	27.7801	
2	IB 556	HEX		B#16#80	
3	ID 557		FLOATING_POINT	27.7801	
4	IB 561	HEX		B#16#80	
5	ID 562		FLOATING_POINT	0.0	
6	IB 566	HEX		B#16#80	
7	ID 567		FLOATING_POINT	32.9	
8	IB 571	HEX		B#16#80	
9					

图 2-9 通道 0 TH300 HART 变量组态

PCS 7 程序使用通道驱动块 FbAnIn (FB1813) 读取相应的 HART 变量。

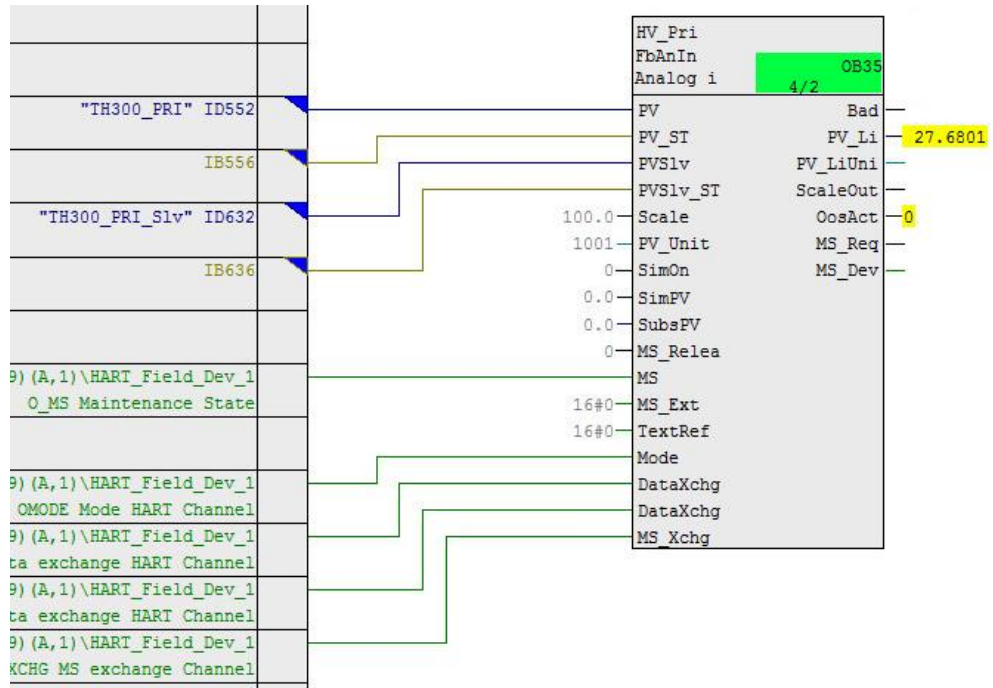


图 2-10 PCS 7 中读取 HART 变量

2.4 1 multiHART 或 4 multiHART 设置下的 HART 变量

如果通过参数分配对话框选择 multiHART 范围，则将创建 1 个或 4 个 MultiHART 范围。

multiHART 范围在输出区域占 1 字节（命令），在输入区域占 6 字节（1 字节确认 + 5 字节 HART 变量）。

2.4.1 1 multiHART

HART 地址空间如下：（占用输入区域 6 个字节，输出区域 1 个字节）：

输入区域：

EB x +	HART 范围	
40	确认	multiHART 范围
41	值	
:		
44		
45	QC	

输出区域：

QB x + 2	命令	multiHART 范围

可通过各 multiHART 范围读取模块中的所有 HART 变量。为此，使用输出区域中的命令字节请求模块中的一个 HART 变量。

命令字节用于标识所请求的 HART 变量（HART 变量参考），格式如下：

HART 变量参考	
位 0...3: 变量标识符 1 = 一级 2 = 二级 3 = 三级 4 = 四级	位 4...7: 通道编号 0...15

修改命令字节，读取 HART 变量，例如要读取通道 0 TH300 的四级变量，那么命令字节的为 4...7 设置为 0，位 0...3 设置为 4，即命令字节为 04，如图 2-11。

	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1	IB 552		HEX	B#16#04	
2	ID 553		FLOATING_POINT	34.2	
3	IB 557		HEX	B#16#80	
4					
5	QB 514		HEX	B#16#04	B#16#04
6					

图 2-11 1 multiHART 设置下 HART 变量的读取

PCS 7 提供了更为简洁高效的 HART 变量读取方式，使用通道驱动块 Pcs7HaAI（FB1931）读取设备的 4 个 HART 变量。

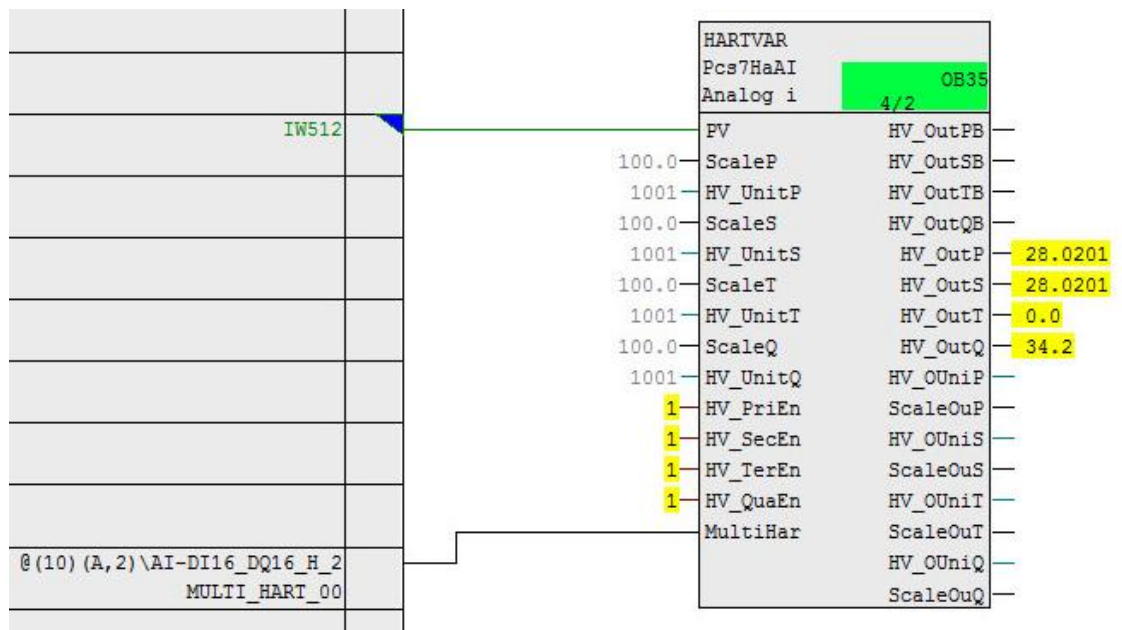


图 2-12 PCS 7 通道驱动读取 HART 变量

根据需求设置和互连功能块：

PV：仪表所连接的通道地址，例如 IW512，IW542

HV_PriEn：1= 读取第一 HART 变量

HV_SecEn：1= 读取第二 HART 变量

HV_TerEn：1= 读取第三 HART 变量

HV_QuaEn：1= 读取第四 HART 变量

HV_Unit(x=P,S,T,Q)：HART 变量单位

HV_Outx(x=P,S,T,Q)：HART 变量过程值

详细描述请参考 APL 手册。

2.4.2 4 multiHART

和 1 multiHART 类似，只是不同于 1 multiHART 占用 1 个 HART 范围，4 multiHART 则占用 4 个 HART 范围。

HART 地址空间如下：

输入区域：

EB x +	HART 范围	
40	确认	multiHART 范围 0
41	值	
:		
44		
45	QC	
:		
:		
:		
58	确认	multiHART 范围 3
59	值	
:		
62		
63	QC	

输出区域：

QB x + 2	命令	multiHART 范围 0
:		
:		
QB x + 5	命令	multiHART 范围 3

命令字节格式和 1 multiHART 完全一样，也同样使用 Pcs7HaAI (FB1931) 读取 HART 变量，此处不再赘述。

3 通过读取数据记录访问 HART 变量

除通过过程映像区读取 HART 变量之外，也可编程读取数据记录来访问 HART 变量。

HART 命令可以分为以下三类：

分类	特点	举例
通用 HART 命令 3-1	所有 HART 仪表都必须支持	0: 读取厂家、设备、版本等标识
		1: 读取主过程变量及其单位
		2: 读取输出电流及其百分比
		3: 读取输出电流及四个预定义的动态变量
		13/18: 读、写设备标签、描述和日期
HART 常用 HART 命令 设备特定的 HART 命令	通常情况下，HART 仪表都支持	35: 设定量程范围
		42: 对仪表进行主复位
		49/50: 写动态变量分配
		40: 强制电流输出
设备特定的 HART 命令	与厂家和设备相关	具体参考仪表厂家提供的手册

表 3-1 HART 命令

3.1 命令 3 读取 HART 变量

HART 命令通过单独的命令接口处理，每个命令接口带有一个作业数据记录和一个响应数据记录。以通用 HART 命令 3 和 TH300 通信为例，介绍西门子 ET 200SP HA 模块 6DL1 133-6EW00-0PH1 如何发送命令给仪表，如何接收仪表返回数据。

通道	数据记录编号	
	对现场设备的请求	来自现场设备的响应
0	80	81
1	82	83
2	84	85
3	86	87
:		
:		
15	110	111

表 3-2 HART 作业和相应记录

HART 命令由 I/O 模块 AI-DI 16/DQ16x24VDC HART HA 以透明消息格式和压缩消息格式处理，而来自模块的响应数据通常采用透明消息格式。命令 3 压缩格式发送消息具体的内容如下：

字节	初始值（十六进制）	注释（十六进制）
0	20	Req_Control (20 = 压缩消息格式 60 = 带有 SHC 字符串的压缩消息格式)
1	05	前导字节数 (5..20、255)
2	03	命令 (CMD)
3	00	长度 (以字节为单位)

表 3-3 HART 压缩格式的命令 3

命令 3 是 HART 通用命令，所有厂家的 HART 设备都支持该命令，通过该命令可以读取设备的输出电流以及四个动态变量 PV、SV、TV 和 QV，不同仪表对四个变量有不同的定义。命令 3 返回的具体内容如下：

字节	含义
Byte 0-3	输出电流 (mA)
Byte 4	PV 单位
Byte 5-8	PV 数值
Byte 9	SV 单位
Byte 10-13	SV 数值
Byte 14	TV 单位
Byte 15-18	TV 数值
Byte 19	QV 单位
Byte 20-23	QV 数值

表 3-4 HART 命令 3 响应数据

创建 FC 作为 HART 命令收发数据记录的程序，在其中调用 SFB53 (WRREC) 和 SFB52 (RDREC) 请求和响应 HART 数据记录。

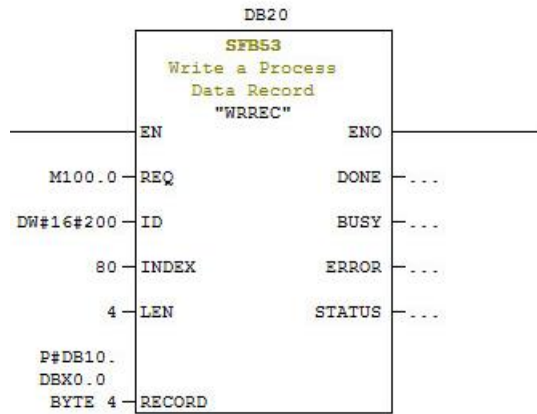


图 3-1 对现场设备的请求

SFB53 (WRREC) 发送数据记录请求给通道 0 连接的 TH300。

参数说明 (更多说明请参考在线帮助) :

REQ = 1 : 传送数据记录

ID: 设备逻辑地址, 如果是输出模块, Bit 15 必须是 1。

INDEX: 数据记录编号

LEN: 传送的数据记录最大长度 (字节)

RECORD: 传送的数据记录

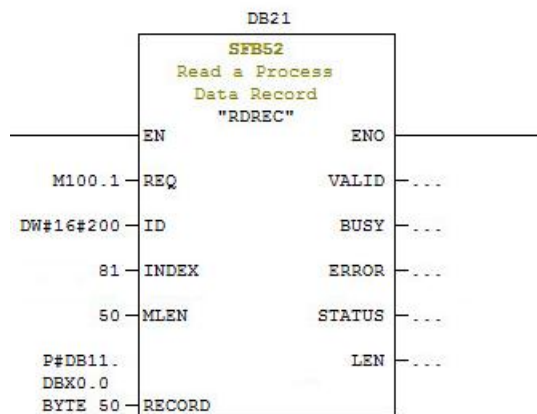


图 3-2 来自现场设备的相应 (SFB52)

SFB52 (RDREC) 接收来自通道 0 连接的 TH300 数据记录响应, 并存放在 DB11 中。

参数说明 (更多说明请参考在线帮助) :

REQ = 1 : 传送数据记录

ID: 设备逻辑地址, 如果是输出模块, Bit 15 必须是 1。

INDEX: 数据记录编号

MLEN: 取来的数据记录最大长度 (字节)

RECORD: 数据记录的目标区域

在 PCS7 的 CFC 环境中调用创建的 FC，例如本文中的 FC81。

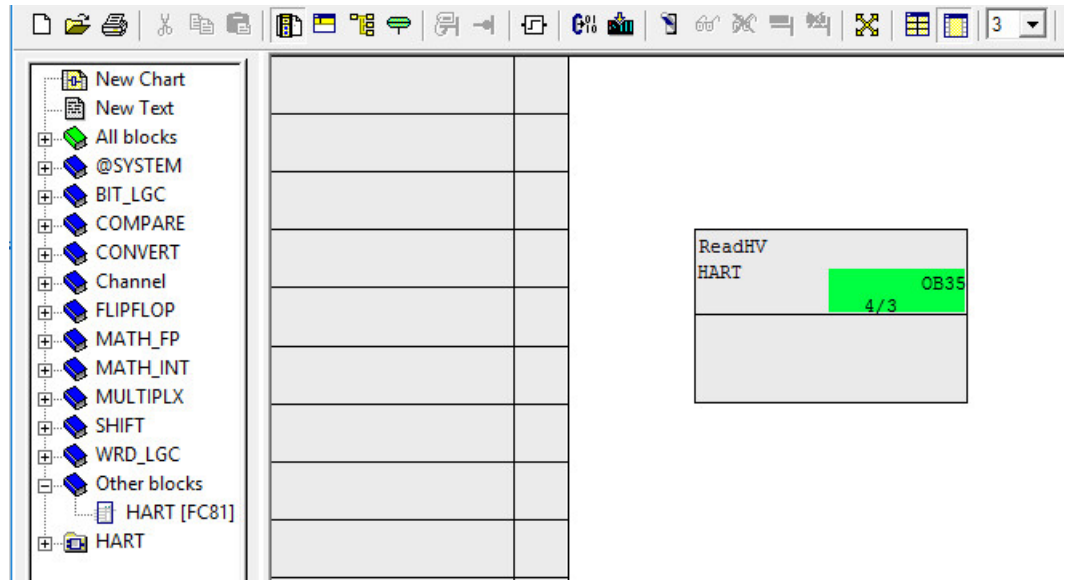


图 3-3 在 CFC 中调用 HART 数据记录程序

如表 3-3 定义，SFB53 发送数据记录 DB10 定义如下：

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Req_Control	BYTE	B#16#20	Req_Control, 20 = Compact message format
+1.0	Preamble	BYTE	B#16#5	Number of preamble bytes
+2.0	Command	BYTE	B#16#3	Command (CMD)
+3.0	Length	BYTE	B#16#0	Length in bytes
=4.0		END_STRUCT		

图 3-4 命令 3 传送 DB 定义

将 SFB53(WRREC) REQ 置 1，发送数据时间请求到 TH300，然后将 SFB52 (RDREC) 的 REQ 置 1，接收 TH300 响应数据，如图 3-5。

注意：不要同时将 SFB52/53 的 REQ 同时置 1

DB11.DBB	0	"CMDRCv".Rcv[0]	HEX	B#16#04	BYTE 0 = 16#04 表示作业成功无错完成
DB11.DBB	1	"CMDRCv".Rcv[1]	HEX	B#16#00	
DB11.DBB	2	"CMDRCv".Rcv[2]	HEX	B#16#86	
DB11.DBB	3	"CMDRCv".Rcv[3]	HEX	B#16#AA	
DB11.DBB	4	"CMDRCv".Rcv[4]	HEX	B#16#13	
DB11.DBB	5	"CMDRCv".Rcv[5]	HEX	B#16#4D	
DB11.DBB	6	"CMDRCv".Rcv[6]	HEX	B#16#85	
DB11.DBB	7	"CMDRCv".Rcv[7]	HEX	B#16#8C	
DB11.DBB	8	"CMDRCv".Rcv[8]	HEX	B#16#03	
DB11.DBB	9	"CMDRCv".Rcv[9]	HEX	B#16#1A	
DB11.DBB	10	"CMDRCv".Rcv[10]	HEX	B#16#00	
DB11.DBB	11	"CMDRCv".Rcv[11]	HEX	B#16#00	
DB11.DBD	12		FLOATING_POINT	7.537982	电流值, 单位mA
DB11.DBB	16	"CMDRCv".Rcv[16]	HEX	B#16#20	
DB11.DBD	17		FLOATING_POINT	32.1801	PV单位代码和过程值
DB11.DBB	21	"CMDRCv".Rcv[21]	HEX	B#16#20	
DB11.DBD	22		FLOATING_POINT	32.1801	SV单位代码和过程值
DB11.DBB	26	"CMDRCv".Rcv[26]	HEX	B#16#20	
DB11.DBD	27		FLOATING_POINT	0.0	TV单位代码和过程值
DB11.DBB	31	"CMDRCv".Rcv[31]	HEX	B#16#20	
DB11.DBD	32		FLOATING_POINT	38.8	QV单位代码和过程值
DB11.DBB	36	"CMDRCv".Rcv[36]	HEX	B#16#9A	
DB11.DBB	37	"CMDRCv".Rcv[37]	HEX	B#16#00	

图 3-5 通过命令 3 读取到的数据

3.2 命令 121 读取 HART 变量

启用 HART 模式时, I/O 模块 AI-DI 16/DQ16x24VDC HART HA 最多支持每通道 4 个 HART 变量。如果受已连接现场设备的支持, 则这些变量循环就绪。

上述 64 个 HART 变量可在 HART 变量数据记录 121 中读取。

HART 变量数据记录 121 结构如图 3-6:

字节	含义	
通道 0		
0...3	值	一级变量 (PV)
4	质量代码	
5...8	值	二级变量 (SV)
9	质量代码	
10...13	值	三级变量 (TV)
14	质量代码	
15...18	值	四级变量 (QV)
19	质量代码	
通道 1		
20...39	HART 变量与通道 0 的变量相同	
:		
:		
通道 15		
300...319	HART 变量与通道 0 的变量相同	

图 3-6 数据记录 121 结构

使用 SFB52 (RDREC) 读取数据记录 121。

注意：至少预留 320 个字节的存储空间存放 HART 变量。

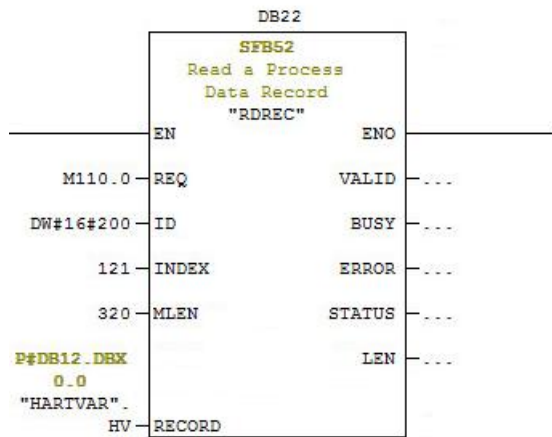


图 3-7 请求数据记录 121

同样在 FC 中编程，然后 CFC 中调用。

将 REQ 置 1，返回的数据记录如图 3-8：

DB12.DBD	0		FLOATING_POINT	32.1001	
DB12.DBB	4	"HART	HEX	B#16#80	
DB12.DBD	5		FLOATING_POINT	32.1001	
DB12.DBB	9	"HART	HEX	B#16#80	
DB12.DBD	10		FLOATING_POINT	0.0	
DB12.DBB	14	"HART	HEX	B#16#80	通道0 TH300
DB12.DBD	15		FLOATING_POINT	38.5	4个HART变量
DB12.DBB	19	"HART	HEX	B#16#80	
<hr/>					
DB12.DBB	20	"HART	HEX	B#16#00	
DB12.DBB	21	"HART	HEX	B#16#00	
DB12.DBB	22	"HART	HEX	B#16#00	通道1禁用
DB12.DBB	23	"HART	HEX	B#16#00	则值为0, QC=0x37
DB12.DBB	24	"HART	HEX	B#16#37	
<hr/>					
DB12.DBD	300		FLOATING_POINT	5.0001
DB12.DBB	304	"HART	HEX	B#16#78	
DB12.DBD	305		FLOATING_POINT	5.0001	
DB12.DBB	309	"HART	HEX	B#16#78	
DB12.DBD	310		FLOATING_POINT	0.0	
DB12.DBB	314	"HART	HEX	B#16#78	通道15 TH300 (故障)
DB12.DBD	315		FLOATING_POINT	0.0	4个HART变量
DB12.DBB	319	"HART	HEX	B#16#78	

图 3-8 数据记录 121 响应

注意：

如果未启用 HART 或已连接的现场设备未提供给定的 HART 变量，则设置变量 = 0 且 QC = 0x37（I/O 模块的初始化值）。

更多信息：

更多关于 HART 命令描述的信息，请参考模块手册。