

SIEMENS

如何通过 USS 协议实现 S7-1200 与 MM440 变频器的通信

How to communication between S7-1200 and MM440 inverter by USS protocol

Getting Started

Edition (2010 年 6 月)

摘要 本文介绍了通过 USS 协议实现 S7-1200 与 MM440 的通信。

关键词 USS 协议, S7-1200, MM440, 变频器

Key Words USS protocol, S7-1200, MM440, Frequency converter

目 录

如何通过USS协议实现S7-1200 与MM440 变频器的通信	1
1. USS通信介绍	4
1.1. USS协议特点	4
1.2. S7-1200 USS通信简介	5
2. 硬件需求及接线	6
2.1. 硬件需求	6
2.2. 接线	6
3. 组态	9
3.1. PLC 硬件组态	9
3.2. MM440 参数设置	10
4. USS通信原理与编程的实现	12
4.1 S7 1200 PLC与MM440 通过USS通信的基本原理	12
4.2. 功能块使用介绍	14
4.3. S7 1200 PLC进行USS通信的编程	14
4.3.1. USS_DRV功能块的编程	14
4.3.2. USS通信接口参数功能块的编程	16
4.3.3. USS_RPM功能块的编程	18
4.3.4. USS_WPM功能块的编程	18
4.3.5. 常见错误	20
附录一推荐网址	22

西门子 S7-1200 PLC 在当前的市场中有着广泛的应用，作为常与变频器共同使用的 PLC，其与西门子 MM440 变频器的 USS 通信一直在市场上有着非常广泛的应用。本文将主要介绍如何使用 USS 通信协议来实现 S7-1200 与 MM440 变频器的通信。

1. USS 通信介绍

1.1. USS 协议特点

USS (Universal Serial Interface, 即通用串行通信接口) 是西门子专为驱动装置开发的通信协议。USS 协议的基本特点如下：

- 支持多点通信（因而可以应用在 RS 485 等网络上）
- 采用单主站的“主-从”访问机制
- 每个网络上最多可以有 32 个节点（最多 31 个从站）
- 简单可靠的报文格式，使数据传输灵活高效
- 容易实现，成本较低

USS 的工作机制是，通信总是由主站发起，USS 主站不断循环轮询各个从站，从站根据接收到的指令，决定是否以及如何响应。从站永远不会主动发送数据。从站在以下条件满足时应答：

- 接收到的主站报文没有错误，并且
- 本从站在接收到主站报文中被寻址

上述条件不满足，或者主站发出的是广播报文，从站不会做任何响应。对于主站来说，从站必须在接收到主站报文之后的一定时间内发回响应。否则主站将视为出错。

USS 的字符传输格式符合 UART 规范，即使用串行异步传输方式。USS 在串行数据总线上的字符传输帧为 11 位长度，如表 1 所示：

起始位	数据位							校验位	停止位	
1	0 LSB	1	2	3	4	5	6	7 MSB	偶 x1	1

表 1: USS 字符帧

USS 协议的报文简洁可靠，高效灵活。报文由一连串字符组成，协议中定义了它们的特定功能，表 2 所示：

STX	LGE	ADR	净数据区					BCC
			1.	2.	3.	...	n	

表 2: USS 报文结构

每小格代表一个字符（字节）。其中：

STX: 起始字符，总是 02 h

LGE: 报文长度

ADR: 从站地址及报文类型

BCC: BCC 校验符

净数据区由 PKW 区和 PZD 区组成，如表 3 所示：

PKW 区						PZD 区			
PKE	IND	PWE1	PWE2	...	PWE _m	PZD1	PZD2	...	PZD _n

表 3: USS 净数据区

PKW: 此区域用于读写参数值、参数定义或参数描述文本，并可修改和报告参数的改变。

其中：

- **PKE:** 参数 ID。包括代表主站指令和从站响应的信息，以及参数号等
- **IND:** 参数索引，主要用于与 PKE 配合定位参数
- **PWE_m:** 参数值数据

PZD: 此区域用于在主站和从站之间传递控制和过程数据。控制参数按设定好的固定格式在主、从站之间对应往返。如：

- **PZD1:** 主站发给从站的控制字/从站返回主站的状态字
- **PZD2:** 主站发给从站的给定/从站返回主站的实际反馈

根据传输的数据类型和驱动装置的不同，PKW 和 PZD 区的数据长度都不是固定的，它们可以灵活改变以适应具体的需要。但是，在用于与控制器通信的自动控制任务时，网络上的所有节点都要按相同的设定工作，并且在整个工作过程中不能随意改变。

注意：

对于不同的驱动装置和工作模式，PKW 和 PZD 的长度可以按一定规律定义。一旦确定就不能在运行中随意改变；

PKW 可以访问所有对 USS 通信开放的参数；而 PZD 仅能访问特定的控制和过程数据；

PKW 在许多驱动装置中是作为后台任务处理，因此 PZD 的实时性要比 PKW 好。

1.2. S7-1200 USS 通信简介

CM 1241 RS485 模块通过 RS485 端口与 MM440 进行通信。可使用 USS 库控制 MM440 和读/写 MM440 参数。该库提供 1 个 FB 和 3 个 FC 来支持 USS 协议。每个 CM1241 RS485 通信模块最多支持 16 个 MM440。连接到一个 CM 1241 RS485 的所有

MM440（最多 16 个）是同一 USS 网络的一部分。连接到另一 CM 1241 RS485 的所有 MM440 是另一 USS 网络的一部分。因为 S7-1200 最多支持三个 CM 1241 RS485 设备，所以用户最多可建立三个 USS 网络，每个网络最多 16 个 MM440，总共支持 48 个 USS MM440。各 USS 网络使用各自唯一的数据块进行管理（使用三个 CM 1241 RS485 设备建立三个 USS 网络需要三个数据块）。同一 USS 网络相关的所有指令必须共享该数据块。这包括用于控制网络上所有 MM440 的 USS_DRV、USS_PORT、USS_RPM 和 USS_WPM 指令。

2. 硬件需求及接线

2.1. 硬件需求

S7-1200 PLC 目前有 3 种类型的 CPU：

- 1) S7-1211C CPU。
- 2) S7-1212C CPU。
- 3) S7-1214C CPU。

这三种类型的 CPU 都可以使用 USS 通信协议通过通信模块 CM1241 RS485 来实现 S7-1200 与 MM440 变频器的通信。

本例中使用的 PLC 硬件为：

- | | |
|-----------------|---------------------------|
| 1) S7-1214C | (6ES7 214 -1BE30 -0XB0) |
| 2) CM1241 RS485 | (6ES7 241 -1CH30 -0XB0) |
| 3) CSM 1277 | (6GK7 277 -1AA00 -0AA0) |

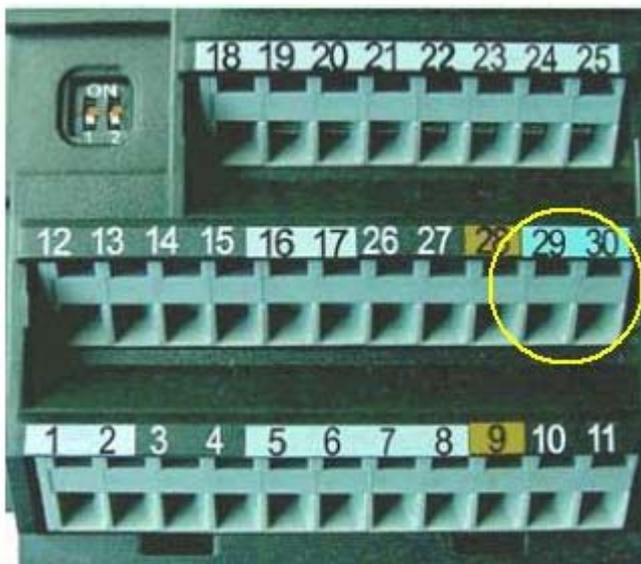
本例中使用的 MM440 变频器硬件为：

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1) MM440 | (6SE6440 - 2AB11 - 2AA1) |
| 2) MICROMASTER 4 ENCODER MODULE | (6SE6400 - 0EN00 - 0AA0) |
| 3) SIEMENS MOTOR | (1LA7060 - 4AB10 - Z) |
| 4) USS 通信电缆 | (6XV1830 - 0EH10) |

2.2. 接线

建议使用西门子的网络插头和 PROFIBUS 电缆。在 S7-1200 CPU 通信口上使用西门子网络插头。

PROFIBUS 电缆的红色导线 B 即 RS 485 信号 +，此信号应当连接到 MM 440 通信端口的 P+；绿色导线 A 即 RS 485 信号 -，此信号应当连接到 MM 440 通信端口的 N-。



端子号	名称	功能
1	-	电源输出 10 V
2	-	电源输出 0 V
29	P+	RS 485 信号 +
30	N-	RS 485 信号 -

表 4: MM440 端子定义

图 1: MM440 接线端子

因为 MM 440 通信口是端子连接，所以 PROFIBUS 电缆不需要网络插头，而是剥出线头直接压在端子上。如果还要连接下一个驱动装置，则两条电缆的同色芯线可以压在同一个端子内。PROFIBUS 电缆的红色芯线应当压入端子 29；绿色芯线应当连接到端子 30，如图 1、表 4 所示。完整接线图如图 2 所示。

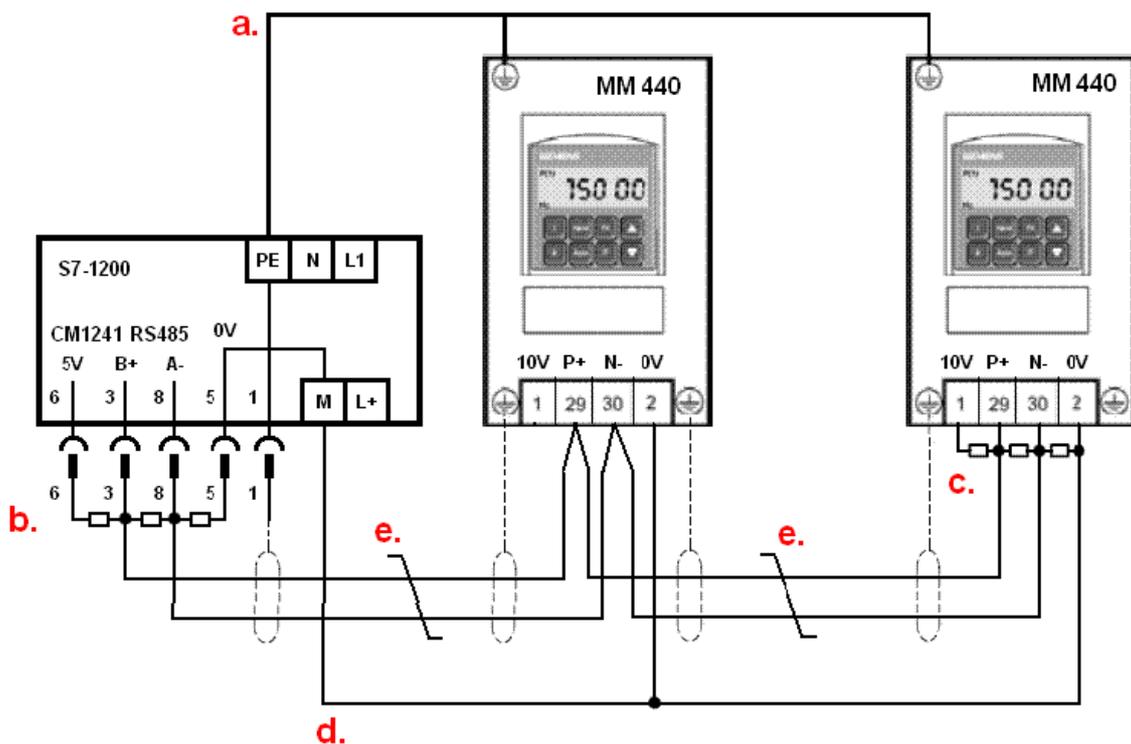


图 2: S7-1200 与 MM440 接线图

- a. 屏蔽/保护接地母排，或可靠的多点接地。此连接对抑制干扰有重要意义。
- b. PROFIBUS 网络插头，内置偏置和终端电阻。
- c. MM 440 端的偏置和终端电阻。
- d. 通信口的等电位连接。可以保护通信口不致因共模电压差损坏或通信中断。
- e. 双绞屏蔽电缆（PROFIBUS）电缆，因是高速通信，电缆的屏蔽层须双端接地（接 PE）。

注意，以下点对网络的性能有极为重要的影响。几乎所有网络通信质量方面的问题都与未考虑到下列事项有关：

- 偏置电阻用于在复杂的环境下确保通信线上的电平在总线未被驱动时保持稳定；终端电阻用于吸收网络上的反射信号。一个完善的总线型网络必须在两端接偏置和终端电阻。
- 通信口 M 的等电位连接建议单独采用较粗的导线，而不要使用 PROFIBUS 的屏蔽层，因为此连接上可能有较大的电流，以致通信中断。

- PROFIBUS 电缆的屏蔽层要尽量大面积接 PE。一个实用的做法是在靠近插头、接线端子处环剥外皮，用压箍将裸露的屏蔽层压紧在 PE 接地体上（如 PE 母排或良好接地的裸露金属安装板）。
- 通信线与动力线分开布线；紧贴金属板安装也能改善抗干扰能力。驱动装置的输入/输出端要尽量采用滤波装置，并使用屏蔽电缆。
- 在 MM 440 的包装内提供了终端偏置电阻元件，接线时可按说明书直接压在端子上。如果可能，可采用热缩管将此元件包裹，并适当固定。

3. 组态

我们通过下述的实际操作来介绍如何在 Step7 Basic V10.5 中组态 S7-1214C 和 MM440 变频器的 USS 通信。

3.1. PLC 硬件组态

首先在 Step7 Basic V10.5 中建立一个项目，如图 3 所示。



图 3：新建 S7 1200 项目

在硬件配置中，添加 CPU1214C 和通信模块 CM1241 RS485 模块，如图 4 所示：



图 4： S7 1200 硬件配置

在 CPU 的属性中，设置以太网的 IP 地址，建立 PG 与 PLC 的连接，如图 5 所示。

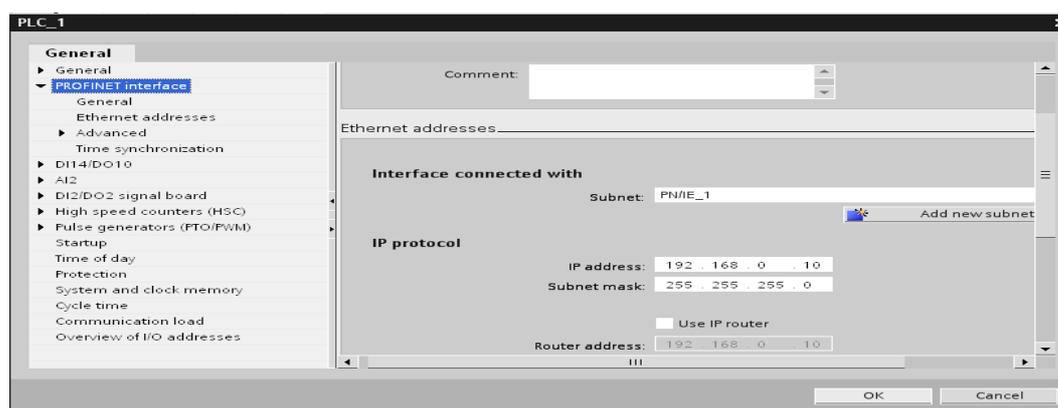


图 5： S7 1200 IP 地址的设置

3.2. MM440 参数设置

我们假定已经完成了驱动装置的基本参数设置和调试（如电机参数辨识等等），以下只涉及与 S7-1200 控制器连接相关的参数。

MM 440 的参数分为几个访问级别，以便于过滤不需要查看的部分。与 S7-1200 连接时，需要设置的主要有“控制源”和“设定源”两组参数。要设置此类参数，需要“专家”参数访问级别，即首先需要把 P0003 参数设置为 3。

控制源参数设置：

控制命令控制驱动装置的启动、停止、正/反转等功能。控制源参数设置决定了驱动装置从何种途径接受控制信号，如表 5 所示。

取值	功能说明
0	工厂缺省设置
1	BOP (操作键盘) 控制
2	由端子排输入控制信号
4	BOP Link 上的 USS 控制
5	COM Link (端子 USS 接口) 上的 USS 控制
6	COM Link 上的 CB (通信接口板) 控制

表 5: 控制源由参数 P0700 设置

此参数有分组，在此仅设第一组，即 P0700[0]。

设定源控制参数：

设定值控制驱动装置的转速/频率等功能。设定源参数决定了驱动装置从哪里接受设定值（即给定），如表 6 所示。

取值	功能说明
0	无主设定
1	MOP 设定值
2	模拟量输入设定值
3	固定频率
4	BOP Link 上的 USS 设定
5	COM Link 上的 USS 设定
6	COM Link 上的 CB 设定
7	模拟量输入 2 设定值

表 6: 设定源由参数 P1000 设置

此参数有分组，在此仅设第一组，即 P1000[0]。

控制源和设定源之间可以自由组合，根据工艺要求可以灵活选用。我们以控制源和设定源都来自 COM Link 上的 USS 通信为例，简介 USS 通信的参数设置。

主要参数有：

1. P0700: 设置 P0700[0] = 5，即控制源来自 COM Link 上的 USS 通信；
2. P1000: 设置 P1000[0] = 5，即设定源来自 COM Link 上的 USS 通信；

3. P2009: 决定是否对 COM Link 上的 USS 通信设定值规格化, 即设定值将是运转频率的百分比形式, 还是绝对频率值。为 0, 不规格化 USS 通信设定值, 即设定为 MM440 中的频率设定范围的百分比形式; 为 1, 对 USS 通信设定值进行规格化, 即设定值为绝对的频率数值;
4. P2010: 设置 COM Link 上的 USS 通信速率。根据 S7-1200 通信口的限制, 支持的通信波特率如表 7 所示。

4	2400 bit/s
5	4800 bit/s
6	9600 bit/s
7	19200 bit/s
8	38400 bit/s
9	57600 bit/s
12	115200 bit/s

表 7: 通信波特率

5. P2011: 设置 P2011[0] = 0 至 31, 即驱动装置 COM Link 上的 USS 通信口在网络上的从站地址;
6. P2012: 设置 P2012[0] = 2, 即 USS PZD 区长度为 2 个字长;
7. P2013: 设置 P2013[0] = 127, 即 USS PKW 区的长度可变;
8. P2014: 设置 P2014[0] = 0 至 65535, 即 COM Link 上的 USS 通信控制信号中断超时时间, 单位为 ms; 如设置为 0, 则不进行此端口上的超时检查;
9. P0971: 设置 P0971 = 1, 上述参数将保存入 MM 440 的 EEPROM 中。

4. USS 通信原理与编程的实现

4.1 S7 1200 PLC 与 MM440 通过 USS 通信的基本原理

S7 1200 提供了专用的 USS 库进行 USS 通信, 如图 6 所示:

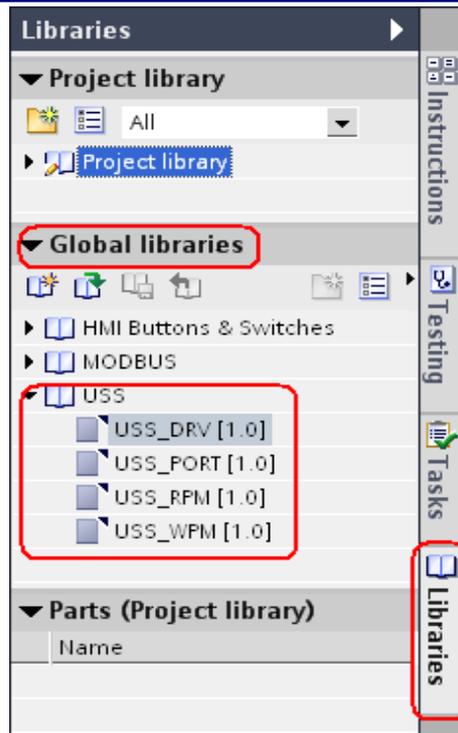


图 6: S7 1200 专用的 USS 库

USS_DRV 功能块通过 USS_DRV_DB 数据块实现与 USS_PORT 功能块的数据接收与传送，而 USS_PORT 功能块是 S7-1200 PLC CM1241 RS485 模块与 MM440 之间的通信接口。USS_RPM 功能块和 USS_WPM 功能块与 MM440 的通信与 USS_DRV 功能块的通信方式是相同的。如图 7 所示。

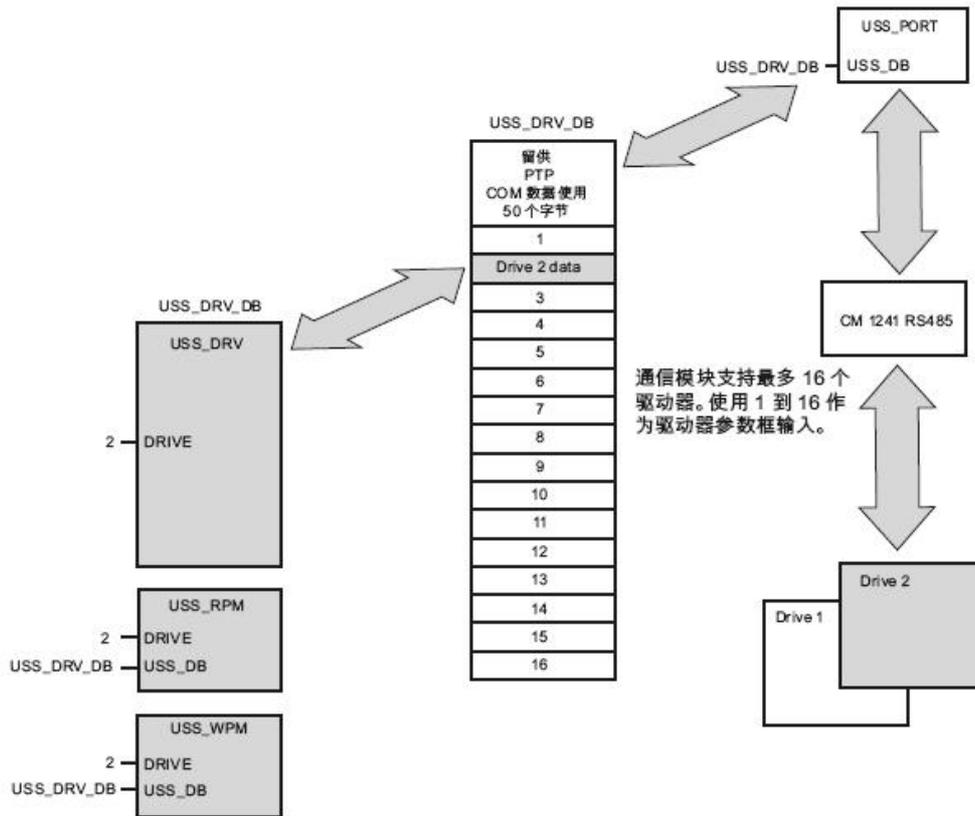


图 7：通信结构图

4.2. 功能块使用介绍

USS_DRV 功能块是 S7-1200 USS 通信的主体功能块，接受 MM440 的信息和控制 MM440 的指令都是通过这个功能块来完成的。必须在主 OB 中调用。

USS_PORT 功能块是 S7-1200 与 MM440 进行 USS 通信的接口，主要设置通信的接口参数。可在主 OB 或中断 OB 中调用。

USS_RPM 功能块是通过 USS 通信读取 MM440 的参数。必须在主 OB 中调用。

USS_WPM 功能块是通过 USS 通信设置 MM440 的参数。必须在主 OB 中调用。

4.3. S7 1200 PLC 进行 USS 通信的编程

4.3.1. USS_DRV 功能块的编程

USS_DRV 功能块的编程如图 8 所示。

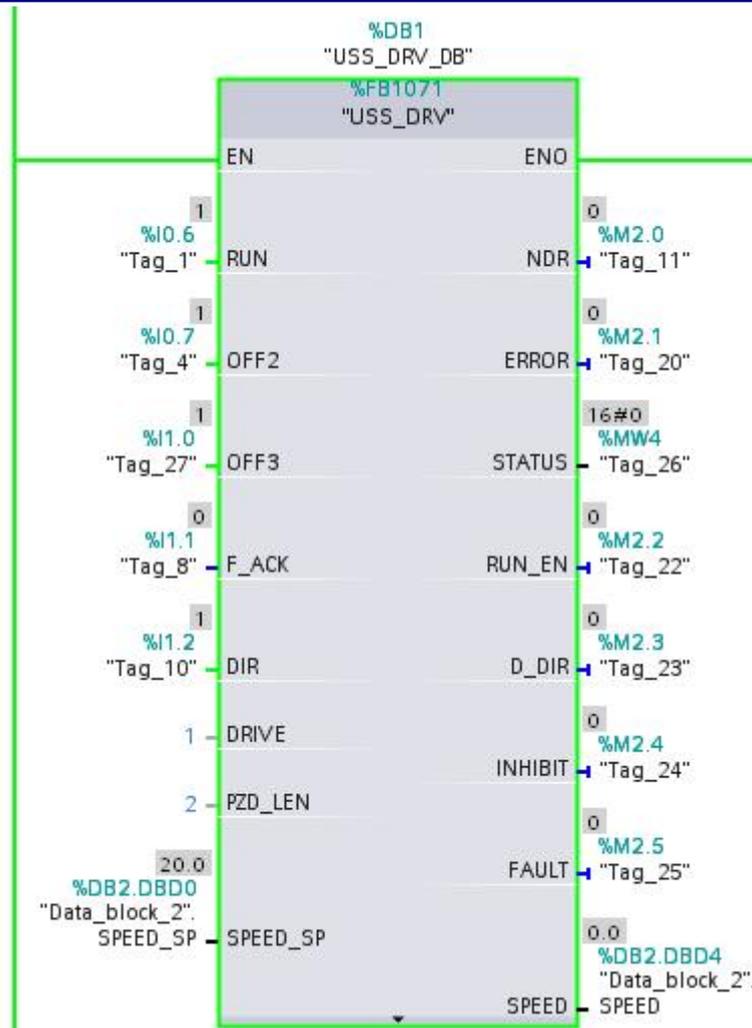


图 8: USS_DRV 功能块的编程

USS_DRV 功能块用来与 MM440 进行交换数据，从而读取 MM440 的状态以及控制 MM440 的运行。每个 MM440 使用唯一的一个 USS_DRV 功能块，但是同一个 CM1241 RS485 模块的 USS 网络的所有 MM440（最多 16 个）都使用同一个 USS_DRV_DB。

USS_DRV_DB: 指定 MM440 进行 USS 通信的数据块。

RUN: 指定 DB 块的 MM440 启动指令。

OFF2: 紧急停止，自由停车。 该位为 0 时停车。

OFF3: 快速停车，带制动停车。 该位为 0 时停车。

F_ACK: MM440 故障确认。

DIR : MM440 控制电机的转向。

SPEED_SP: MM440 的速度设定值。

NDR:	新数据就绪。
ERROR:	程序输出错误。
RUN_EN:	MM440 运行状态指示。
D_DIR:	MM440 运行方向状态指示。
INHIBIT:	MM440 是否被禁止的状态指示。
FAULT:	MM440 故障。
SPEED:	MM440 的反馈的实际速度值。
DRIVE:	MM440 的 USS 站地址。MM440 参数 P2011 设置。
PZD_LEN:	PZD 数据的字数，有效值 2，4，6 或 8 个字。MM440 参数 P2012 设置。

4.3.2. USS 通信接口参数功能块的编程

USS 通信接口参数功能块的编程如图 9 所示。

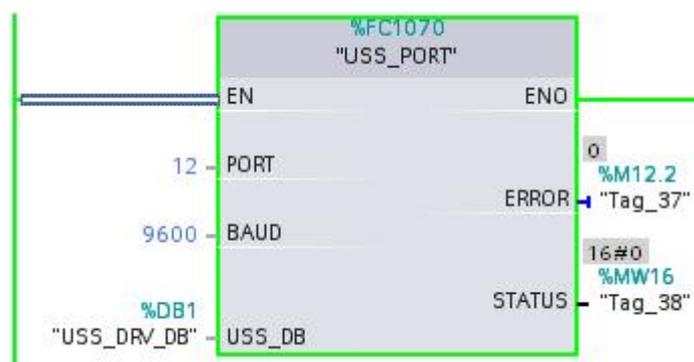


图 9: USS 通信接口参数功能块的编程

USS_PORT 功能块用来处理 USS 网络上的通信，它是 S71200 CPU 与 MM440 的通信接口。每个 CM1241 RS485 模块有且必须有一个 USS_PORT 功能块。

PORT: 通信模块标识符：在默认变量表的“常量”（Constants）选项卡内引用的常量。

BAUD: 指的是和 MM440 进行通行的速率。MM440 的参数 P2010 种进行设置。

USS_DB: 引用在用户程序中放置 USS_DRV 指令时创建和初始化的背景数据块。

ERROR: 输出错误。

STATUS: 扫描或初始化的状态。

USS_PORT 功能通过 RS485 通信模块处理 CPU 和变频器之间的实际通信。每次调用此功能可处理与一个变频器的一次通信。用户程序必须尽快调用此功能以防止与变频器通信

超时。可在主 OB 或任何中断 OB 中调用此功能。通常从循环中断 OB 调用 USS_PORT 以防止变频器超时以及使 USS_DRV 调用的 USS 数据保持最新。

S7-1200 PLC 与 MM440 的通信是与它本身的扫描周期不同步的，在完成一次与 MM440 的通信事件之前，S7-1200 通常完成了多个扫描。

USS_PORT 通信的时间间隔是 S7-1200 与 MM440 通信所需要的时间，不同的通信波特率对应的不同的 USS_PORT 通信间隔时间。表 8 列出了不同的波特率对应的 USS_PORT 最小通信间隔时间。

波特率	计算的最小 USS_PORT 调用间隔 (毫秒)	每个驱动器的驱动器消息间隔超时 (毫秒)
1200	790	2370
2400	405	1215
4800	212.5	638
9600	116.3	349
19200	68.2	205
38400	44.1	133
57600	36.1	109
115200	28.1	85

表 8: 不同的波特率对应的 USS_PORT 最小通信间隔时间

USS_PORT 在发生通信错误时，通常进行 3 次尝试来完成通信事件，那么 S7-1200 与 MM440 通信的时间就是 USS_PORT 发生通信超时的时间间隔。例如：如果通信波特率是 9600，那么 USS_PORT 与 MM440 通信的时间间隔应当大于最小的调用时间间隔，即大于 116.3 毫秒而小于 349 毫秒。S7-1200 USS 协议库默认的通信错误超时尝试次数是 2 次。

基于以上的 USS_PORT 通信时间的处理，建议在循环中断 OB 块中调用 USS_PORT 通信功能块。在建立循环中断 OB 块时，我们可以设置循环中断 OB 块的扫描时间，以满足通信的要求。循环中断 OB 块的扫描时间的设置如图 10 所示：

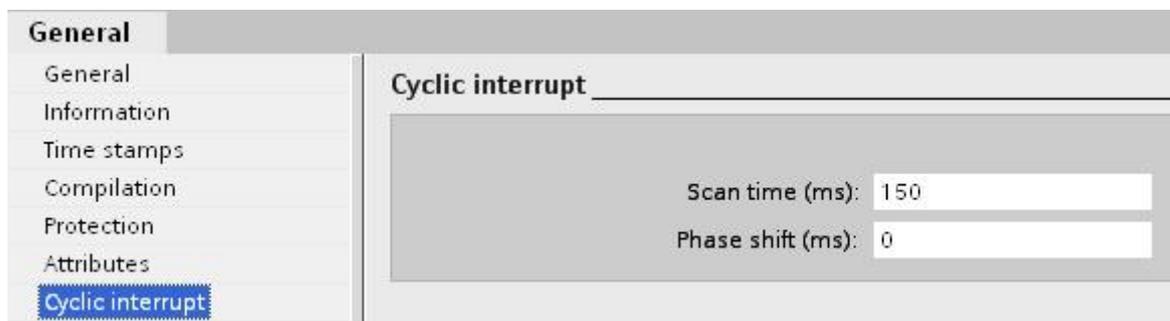


图 10: 循环中断 OB 块的扫描时间的设置

4.3.3. USS_RPM 功能块的编程

USS_RPM 功能块的编程 如图 11 所示。

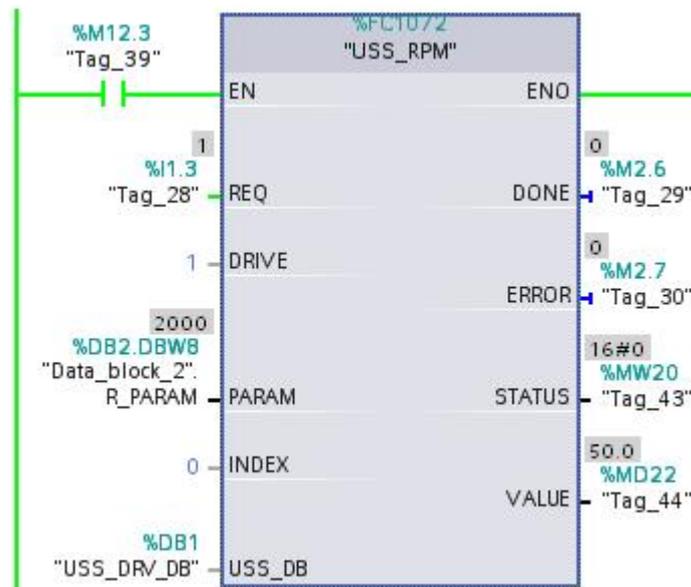


图 11: USS_RPM 功能块的编程

USS_RPM 功能块用于通过 USS 通信从 MM440 读取参数。

REQ: 读取参数请求。

DRIVE: MM440 的 USS 站地址。

PARAM: MM440 的参数代码。

INDEX: MM440 的参数索引代码

USS_DB: 指定 MM440 进行 USS 通信的数据块。

DONE: 读取参数完成。

ERROR: 读取参数错误。

STATUS: 读取参数状态代码。

VALUE: 所读取的参数的值。

注意: 进行读取参数功能块编程时, 各个数据的数据类型一定要正确对应。

4.3.4. USS_WPM 功能块的编程

USS_WPM 功能块的编程如图 12 所示。

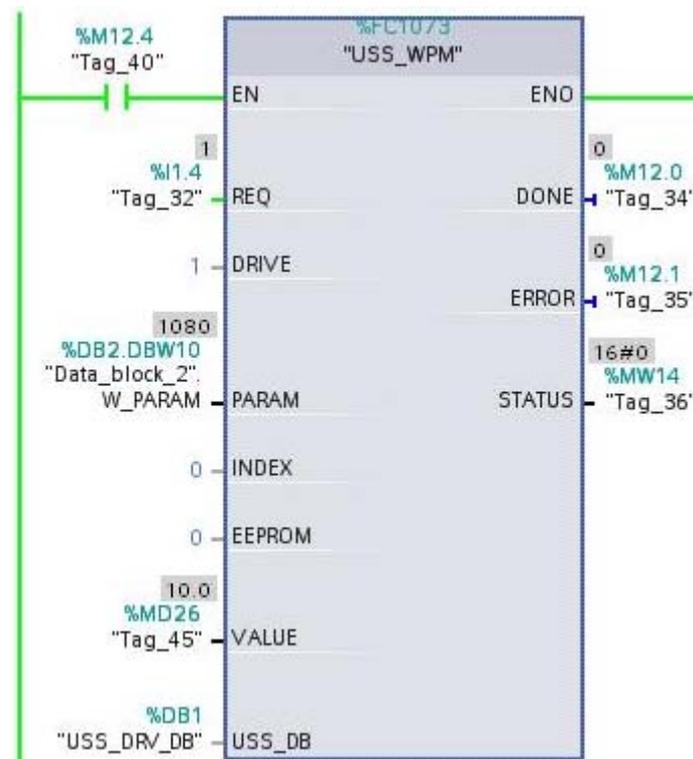


图 12: USS_WPM 功能块的编程

USS_WPM 功能块用于通过 USS 通信设置 MM440 的参数。

REQ: 写参数请求。

DRIVE: MM440 的 USS 站地址。

PARAM: MM440 的参数代码。

INDEX: MM440 的参数索引代码。

EEPROM: 把参数存储到 MM440 的 EEPROM。

VALUE: 设置参数的值。

USS_DB: 指定 MM440 进行 USS 通信的数据块。

DONE: 读取参数完成。

ERROR: 读取参数错误状态。

STATUS: 读取参数状态代码。

注意: 对写入参数功能块编程时，各个数据的数据类型一定要正确对应。

4.3.5. 常见错误

如果读写同时使能，则报错 818A：参数请求通道正在被本变频器的另一请求占用。如图 13 所示。

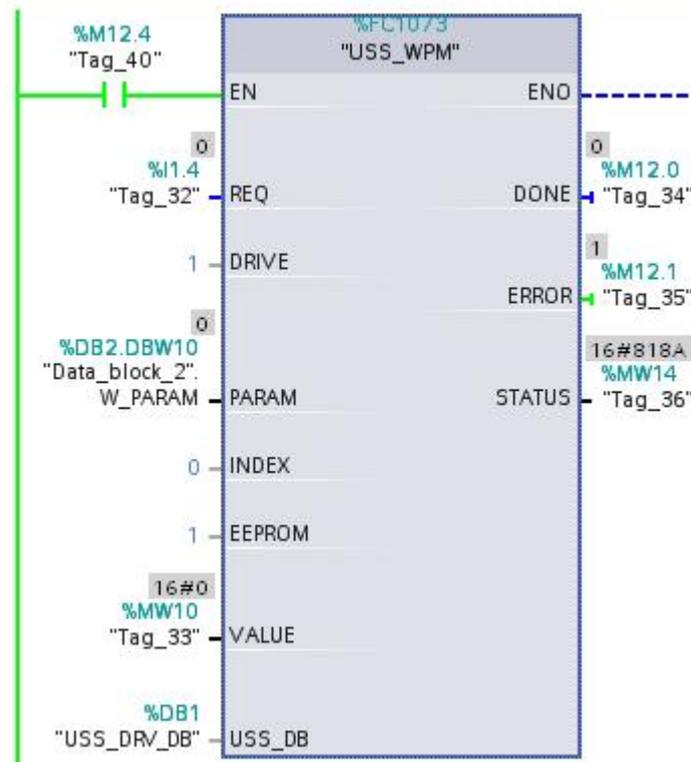


图 13: 读写同时使能报错

如果通信断开，则 PORT 报错 818B，如图 14 所示。

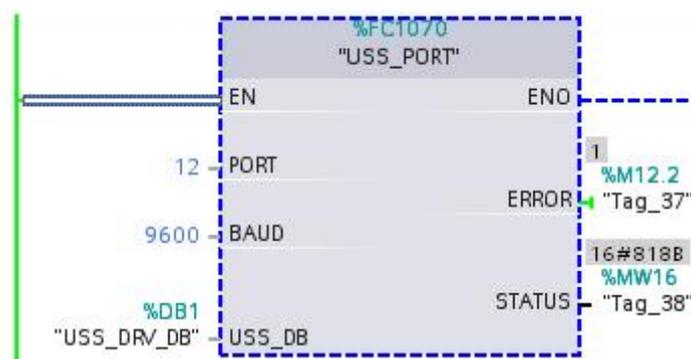


图 14: 通信断开报错

如果速度设定值不正确，则报错 8186，如图 15 所示。

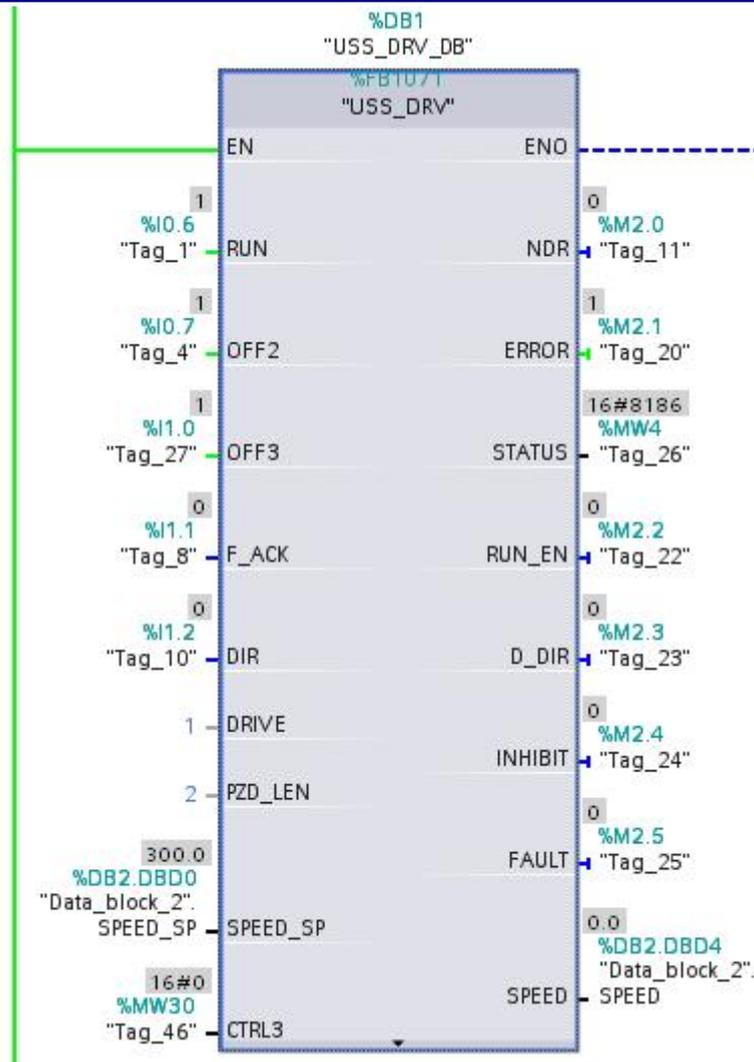


图 15: 速度设定值错误

如果您对该文档有任何建议，请将您的宝贵建议提交至[下载中心留言板](#)。

该文档的文档编号：**A0467**

附录一 推荐网址

自动化系统

西门子（中国）有限公司

工业自动化与驱动技术集团 客户服务与支持中心

网站首页: www.4008104288.com.cn

自动化系统 下载中心:

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/DocList.aspx?Typeld=0&CatFirst=1>

自动化系统 全球技术资源:

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10805045/130000>

“找答案”自动化系统版区:

<http://www.ad.siemens.com.cn/service/answer/category.asp?cid=1027>

驱动技术

西门子（中国）有限公司

工业自动化与驱动技术集团 客户服务与支持中心

网站首页: www.4008104288.com.cn

驱动技术 下载中心:

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/DocList.aspx?Typeld=0&CatFirst=85>

驱动技术 全球技术资源:

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10803928/130000>

“找答案”驱动技术版区:

<http://www.ad.siemens.com.cn/service/answer/category.asp?cid=1038>

注意事项

应用示例与所示电路、设备及任何可能结果没有必然联系，并不完全相关。应用示例不表示客户的具体解决方案。它们仅对典型应用提供支持。用户负责确保所述产品的正确使用。这些应用示例不能免除用户在确保安全、专业使用、安装、操作和维护设备方面的责任。当使用这些应用示例时，应意识到西门子不对在所述责任条款范围之外的任何损坏/索赔承担责任。我们保留随时修改这些应用示例的权利，恕不另行通知。如果这些应用示例与其它西门子出版物(例如，目录)给出的建议不同，则以其它文档的内容为准。

声明

我们已核对过本手册的内容与所描述的硬件和软件相符。由于差错难以完全避免，我们不能保证完全一致。我们会经常对手册中的数据进行检查，并在后续的版本中进行必要的更正。欢迎您提出宝贵意见。

版权© 西门子（中国）有限公司 2001-2008 版权保留

复制、传播或者使用该文件或文件内容必须经过权利人书面明确同意。侵权者将承担权利人的全部损失。权利人保留一切权利，包括复制、发行，以及改编、汇编的权利。

西门子（中国）有限公司