

西门子 PLC 与 ABB 变频器之间的通讯

摘要: Profibus 是目前工控系统中最成功的现场总线之一, 得到了广泛的应用。它不依赖于生产厂家的限制, 是开放式的现场总线, 各种各样的自动化设备均可通过同样的接口协议进行信息交换。本文讲述了西门子 PLC (S7-300) 与 ABB 变频器 (ABB-ACS800 系列) 之间的网络通讯, 给出了具体实现的通讯协议、实现时要解决的关键技术问题和解决思路, 以及部分实现代码示例。

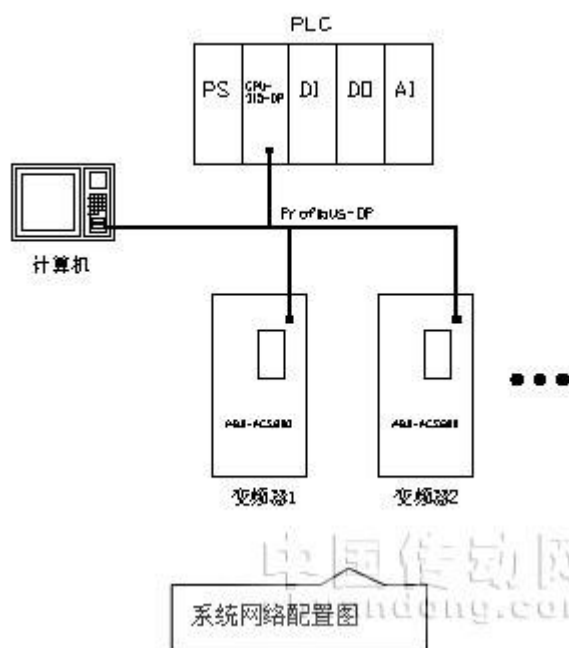
关键词: 西门子 PLC ABB 变频器 现场总线 Profibus-DP

1 引言

Profibus-DP (Distributed I/O System-分布式 I/O 系统) 是一种经过优化的模块, 有较高的数据传输率, 适用于系统和外部设备之间的通信, 远程 I/O 系统尤为合适。适用于对时间要求苛刻的自动化控制系统中。Profibus-DP 现场总线系统可使许多现场设备 (如 PLC、智能变送器、变频器) 在同一总线进行双向多信息数字通讯, 因此可方便地使用不同厂家生产的控制测量系统相互连接成通讯网络。通过 Profibus-DP 过程现场总线通讯技术的这一特点, 本文分别采用西门子的 S7-300 PLC 和 ABB 公司的 ACS800 变频器实现网络通讯, 完成通过网络控制传动设备。

2 系统配置

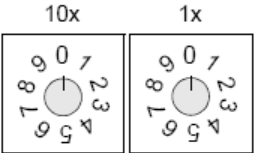
1) 该系统以西门子公司的 SIMATIC S7-315-2DP 作为主站, ABB 公司的变频器 ABB-ACS800 为从站, 实现全数字交流调速系统在 Profibus-DP 网中的通讯及控制。附图为该系统的 Profibus-DP 网的网络配置图。



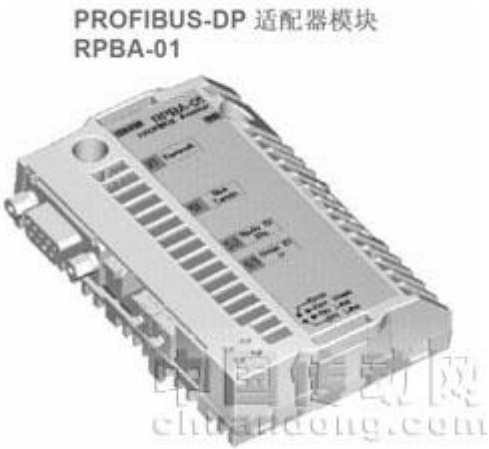
2) 编程软件为 STEP7 V5.4 软件, 用于对 S7-300 PLC 编程和对 Profibus-DP 网进行组态和通讯配置, 计算机与 PLC 通讯采用 Profibus-DP 通讯方式。

3) RPBA-01 为与变频器配套的通讯适配器, 插在 ABB 变频器的插槽 1 内, 其外观如图所示, 其中 S1 为总线终端器选择开关, 总线终端器可以防止总线电缆端的信号反射, 如果模块

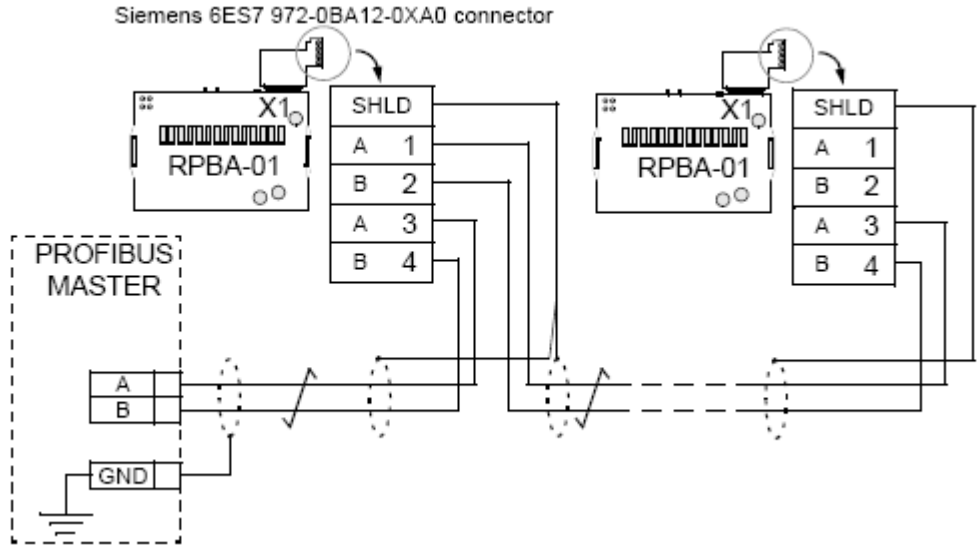
是网络中的最后一个模块或是第一个模块，总线终端器必须设置为 ON，当使用 PROFIBUS 带内置终端器的 D-sub 连接器时，必须断开 RPBA-01 终端器；S2 为 DP 地址十位, S3 为 DP 地址个位，如地址为 26，则 S2 拨到 2，S3 拨到 6，在操作时，可以改变节点的地址，但是模块必须重新初始化才能使改变生效。通过以下的两个旋钮设置变频器的地址，如要通过控制盘设置地址可将旋钮设为 00，然后通过控制盘上的参数 51.02 设置地址。



Node selectors

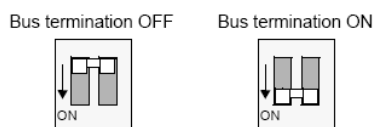


将 PROFIBUS 总线按下面的方式进行连接：
(注意：RPBA-01 必须安装在 ACS800 的 slot1 插槽上)



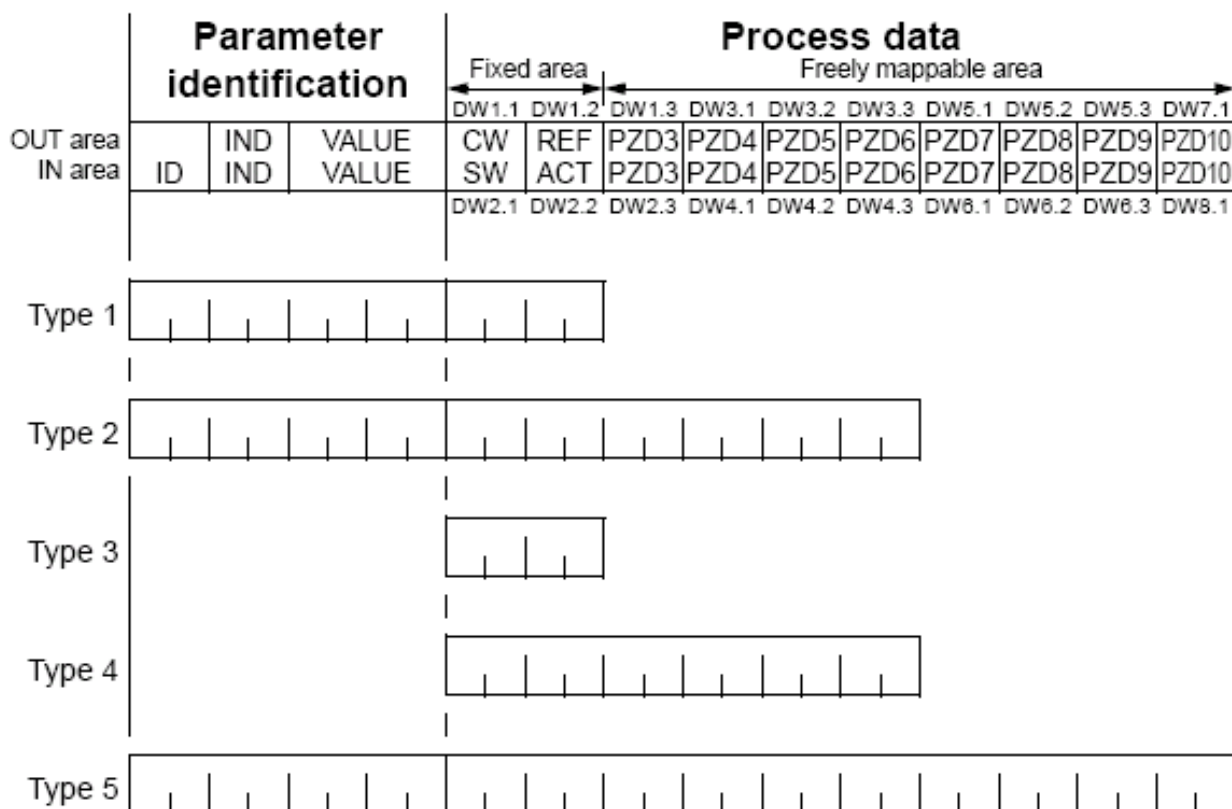
终端电阻

如果该变频器是总线上的最后一个设备必须将通信模块 RPBA-01 的终端电阻打开，即下图的 Bus termination on。



3 通讯协议的设计

1) PROFIBUS 是一种开放式串行通讯标准，该标准可以实现数据在各类自动化元件之间互相交换。PROFIBUS 主要有三种类型：PROFIBUS-FMS（Fieldbus Message Specification，现场总线信息规范），PROFIBUS-DP（Decentralised Periphery，分布式外设）和 PROFIBUS-PA（Process Automation，过程自动化）。RPBA-01 PROFIBUS-DP 适配器模只支持 PROFIBUS-DP 协议；。Profibus-DP 通讯协议的数据电报结构分为协议头、网络数据和协议层。网络数据即 PP0 包括参数值 PKW 及过程数据 PZD。参数值 PKW 是变频器运行时要定义的一些功能码如正反转命令源，给定值的命令源等；过程数据 PZD 是变频器运行过程中要输入/输出的一些数据值，如频率给定值、速度反馈值、电流反馈值等。Profibus-DP 共有 5 种类型的网络 PP0，其格式如下图所示，其中：ID-参数识别 IND-数组索引号 VALUE-参数值 CW-控制字 SW-状态字 REF-给定值 ACT-实际值 PZD-过程数据 DW-数据字。



名词解释：

OUT area - DCS 向 ACS800 发送的控制数据

IN area - ACS800 向 DCS 发送的状态数据

参数定义:

ID - 参数编号

IND - 排列索引

VALUE - 参数值 (最多 4 个字节)

过程数据:

CW - 控制字

SW - 状态数据

REF - 给定

ACT - 实际值

PZD - 过程数据(可自定义)

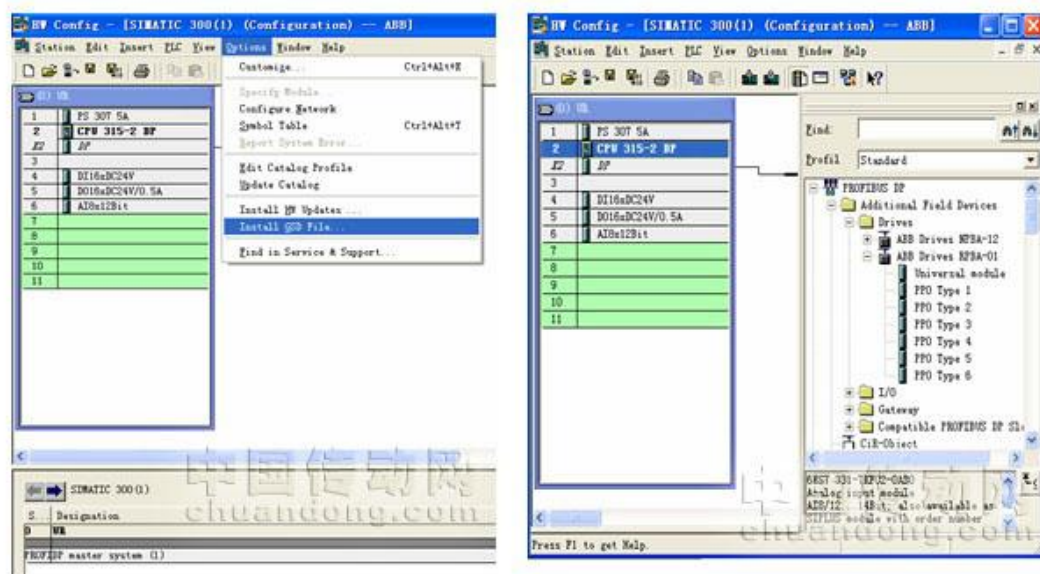
DW - 数据字

2) 总线的物理传输媒介是双绞型电缆(符合 RS-485 标准)。总线电缆的最大长度在 100~1200 米范围内,具体长度取决于所选的传输速率。最多可以有 31 个节点连接到同一个 PROFIBUS 网络段上,并且不需要使用中继器。如果使用中继器,连接到网络上的节点数(包括中继器和主机站)可以增加到 127 个。

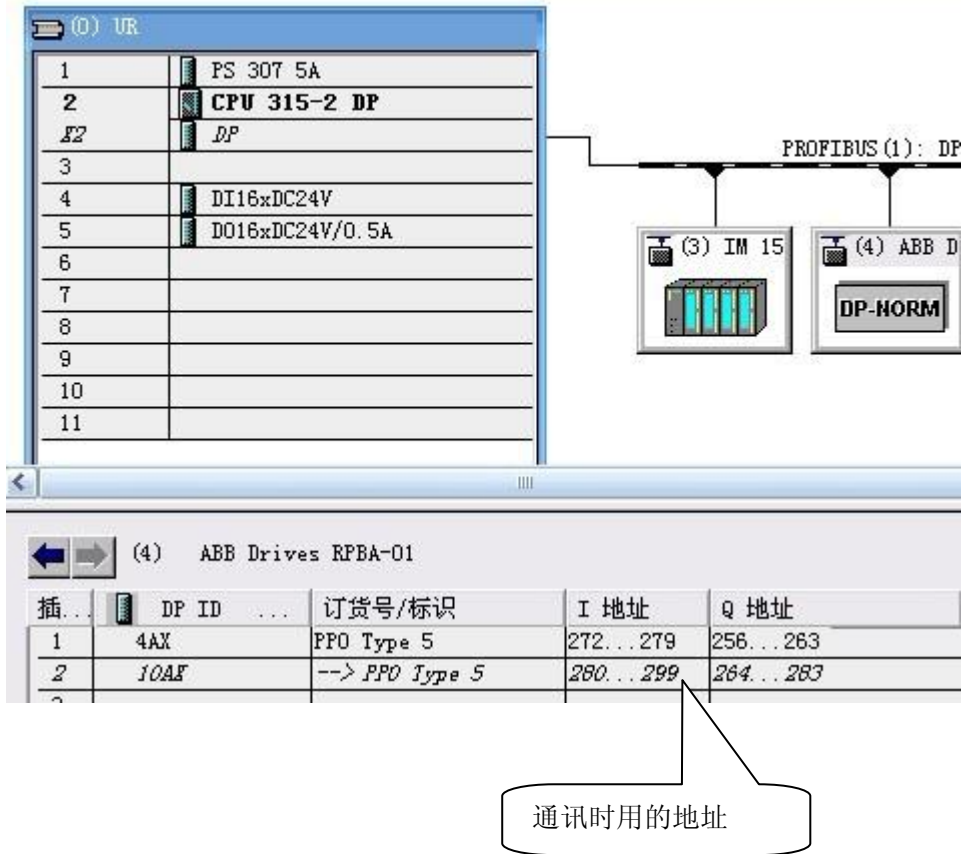
3) 通讯协议设计为主/从方式, S7-300 PLC 作为主站,变频器作为从站,主站向变频器传送控制指令,同时接受变频器反馈的运行状态及运行参数。变频器与 RPBA-01 通讯适配器模块相连,接入 Profibus-DP 网中作为从站,接受从主站 SIMATIC S7-315-2DP 来的控制。RPBA-01 通讯适配器模块将从 Profibus-DP 网中接收到的过程数据存入双向 RAM 中,变频器将 RAM 中的数据写入控制字、设定值或读出实际值、诊断信息等参量,从而使变频器能够按照计算机指令运行。

4 STEP7 项目系统组态及通讯编程

1) 使用 STEP7V5.4 组态软件,进入 Hardware Configure,将 RPBA-01 的 GSD (设备数据库)文件导入 STEP7 的编程环境中,点击 options——install GSD file 将 ABB 变频器的 GSD 文件导入 STEP7 中,如图 1 所示,导入成功后如图 2 所示,GSD 文件可从 www.profibus.com 或从 ABB 网站下载,文件名为 ABB_0812.GSD。



2) 选定 S7-315-2DP 为主站系统, 默认地址为 2, 将 ABB 的 RPBA-01 组态到 S7-315-2DP 为主站的 DP 网上, 并选定使用的 PPO 类型, 本文使用 PP05, 设定站点网络地址为 4, 如下图所示, 然后编译存盘。



3) PLC 主机从从站读取输入信息并把输出信息反送给从站, 因此在 PLC 主程序 OB1 中调用两个系统功能块 SFC14 和 SFC15 来读写这些数据, 实现到变频器的通信控制,

5. 变频器运行参数设置

通讯电缆联接后, 启动变频器, 完成对变频器通讯参数的设置。

相关参数设置

98.02 fieldbus 表示 RPBA-01 通讯模板被激活;

98.07 COMM Profile (定义与现场总线或一个变频器进行通讯的协议, 该参数仅在现场总线通讯被参数 98.02 激活后才可见): 若设置为 GENERIC, 此参数值固定为 102 或 103. 即状态字的第 2 个字被固定。若设置 ABB Drives, 即 ABB Drives 协议

(设置完以上两个参数后 51 组参数的内容才可显示)

51.01 Module type : Profibus DP (通讯协议)

51.02 Node address: RPBA 硬件设置, 变频器地址

51.03 Baud rate: 无需设置 (自动适应 PLC 速度) 通讯速率值

51.04 PPO type: 无需设置 (自动适应 PLC 上设置的类型) DP 通讯协议类型

51.05 PZD3 out: 第 3 个 PPO 的控制数据信息 (自定义) 默认 PZD1 out 是控制字, PZD2 out 是速度给定, 不需要设置

51.06 PZD3 in: 第 3 个 PP0 的状态数据信息 (自定义) 默认 PZD1 in 是状态字, PZD2 in 是速度反馈

51.07 ...51.20: PZD 4 to PZD10

51.27 refresh (刷新 51 组的参数, 每次修改完 51 组参数都必需刷新, 断电, 在上电)

(以下参数应根据具体的控制方式进行设置)

10.01 EXT1 START/STOP/DIR : COMM.CW 外部控制地 1 设置为现场总线控制字控制

10.02 EXT2 START/STOP/DIR : COMM.CW 外部控制地 2 设置为现场总线控制字控制

11.02 EXT REF1 SELECT: COM.CW 设置外部给定 REF1 为现场总线字位 11

11.03 EXT REF1 SELECT: COM.REF 设置外部给定 REF1 为现场总线给定

11.06 EXT2 REF2 SELECT: COM.REF 设置外部给定 REF1 为现场总线给定 (如果参数设置为 COM.REF, 应将 51.05 PZD3 out 设置为 3)

16.01 RUN ENABLE 设置 COMM.CW 现场总线控制字 (位 3) 需要的外部信号

16.04 FAULT RESET SEL 设置 COMM.CW 即通过现场总线控制字 (位 7) 或控制盘上的 RESET 键实现复位功能。注意: 如果参数 10.01 或者 10.02 设置为 COMM.CW, 通过现场总线控制字 (位 7) 实现复位功能可以自动激活, 并不取决于参数 16.04 的设置。

给定值说明: REF1 用于 Speed 和 Frequency 的给定, 比例换算为 $20000 = [\text{参数 } 11.05]$;
 $0 = [\text{参数 } 11.04]$; $-1 = -[\text{参数 } 11.04]$; $-20000 = -[\text{参数 } 11.05]$ 。

REF2 用于 Speed 和 Frequency 的给定时, 比例换算为 $20000 = [\text{参数 } 11.08]$; $0 = [\text{参数 } 11.07]$; $-1 = -[\text{参数 } 11.07]$; $-20000 = -[\text{参数 } 11.08]$ 。

REF2 用于 Torque 给定时, 比例换算为 $10000 = [\text{参数 } 11.08]$; $0 = [\text{参数 } 11.07]$; $-1 = -[\text{参数 } 11.07]$; $-10000 = -[\text{参数 } 11.08]$ 。

REF1: 20000 相当于在 DTC 模式下给定变频器 1500rpm 或在 SCALAR 模式下给定变频器 50Hz

REF2: 10000 相当于给定 100% (转矩) 或 20000 相当于 100% (速度), 取决于应用宏程序。例如, 如果选择转矩控制宏, 则 REF2 为转矩给定值。

7. 过程参数的连接

(1) 从 PLC 发送到传动装置变频器的 PZD 值 (即 PZD OUT)

PZD1—控制字 (固定), 如变频器的启动使能, 停止, 急停等控制命令

PZD2—变频器的频率设定值

PZD3 OUT 自定义, 对应 51.05 PZD3 out

PZD4 OUT 自定义, 对应 51.07 PZD4 out

(2) 从传动装置变频器发送到 PLC 的 PZD 值 (即 PZD IN)

PZD1—状态字 (固定), 如报警, 故障等变频器运行状态。

PZD2—变频器的速度实际值、电流实际值等。

8. 用 ABB 传动通信协议的控制字 CW 控制电机起停的简易方法

1. 初始化变频器控制字 CW, 即向 ABB 传动通信协议的控制字 CW 中写入 1142 (16 进制数为 476);

2. 延时 100 毫秒后, 进入步骤 3;

3. 停止电机, 即主机向 ABB 传动通信协议的控制字 CW 中写入 1143 (16 进制数为 477);

4. 启动电机, 即主机向 ABB 传动通信协议的控制字 CW 中写入 1151 (16 进制数为 47F);

5. 正常后，启动电机，即主机向 ABB 传动通信协议的控制字 CW 中写入 1151（16 进制数为 47F）；停止电机，即主机向 ABB 传动通信协议的控制字 CW 中写入 1150（16 进制数为 47E）；0~50HZ 对应 0~20000

5. 控制字的第 7 位用来复位变频器故障，状态字的第 3 位是变频器发生故障。

控制字说明

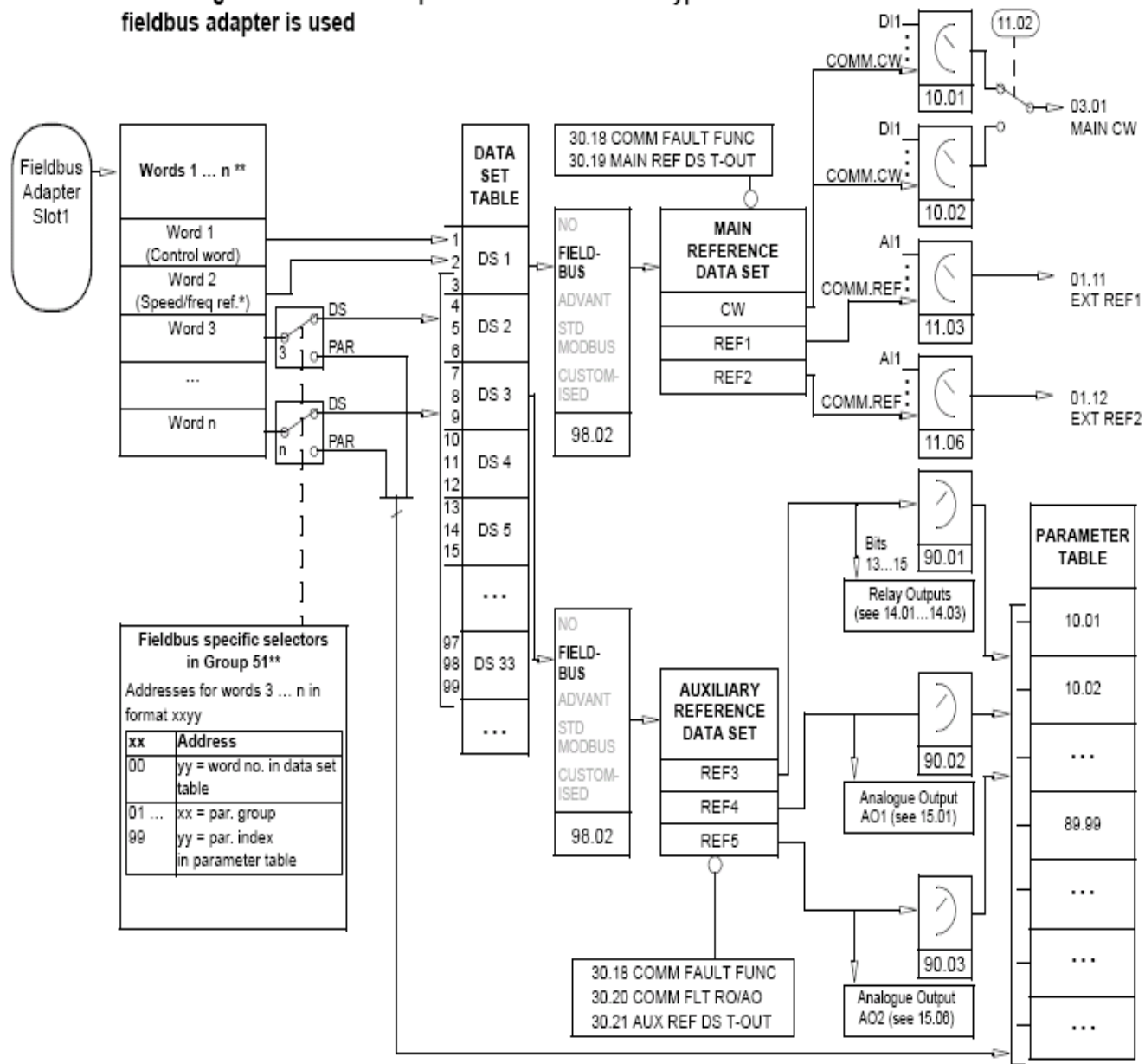
位	名称	值	进入状态 / 说明
0	OFF1 CONTROL	1	进入 READY TO OPERATE 状态。
		0	按已经选择的减速斜坡曲线 (22.03/22.05) 停车。进入 OFF1 ACTIVE 状态；接着进入 READY TO SWITCH ON，除非其它就绪信号 (OFF2, OFF3) 都有效。
1	OFF2 CONTROL	1	继续运行 (OFF2 无效)。
		0	急停，惯性停止。 进入 OFF2 ACTIVE 状态；接着进入 SWITCH-ON INHIBITED 状态。
2	OFF3 CONTROL	1	继续运行 (OFF3 无效)。
		0	急停，在参数 22.07 定义的时间内停止。进入 OFF3 ACTIVE 状态；接着进入 SWITCH-ON INHIBITED 状态。 警告： 必须确保电机和被驱动设备可以使用这种停止模式。
3	INHIBIT_OPERATION	1	进入 OPERATION ENABLED 状态。（注意：Run Enable 信号必须有效；参见参数 16.01。如果参数 16.01 设置为 COMM MODULE，此位也会激活 Run Enable 信号。）
		0	禁止运行。进入 OPERATION INHIBITED 状态。
4	RAMP_OUT_ZERO	1	正常运行。进入 RAMP FUNCTION GENERATOR: OUTPUT ENABLED。
		0	强制斜坡函数发生器的输出为零。 使斜坡停止（强制限制电流和直流电压）。
5	RAMP_HOLD	1	使能斜坡函数。 进入 RAMP FUNCTION GENERATOR: ACCELERATOR ENABLED。
		0	停止斜坡函数（斜坡函数发生器的输出停止）。
6	RAMP_IN_ZERO	1	正常运行。进入 OPERATING。
		0	强制斜坡函数发生器的输入为零。
7	RESET	0 ⇒ 1	如果当前故障存在，可进行故障复位。进入 SWITCH-ON INHIBITED。
		0	继续正常运行。
8	INCHING_1	1	未使用。
		1 ⇒ 0	未使用。
9	INCHING_2	1	未使用。
		1 ⇒ 0	未使用。
10	REMOTE_CMD	1	允许现场总线控制。
		0	控制字 <> 0 或给定值 <> 0：保留最后的控制字和给定值。 控制字 = 0 且 给定值 = 0：允许现场总线控制。 给定值和减速 / 加速斜坡都被锁定。
11	EXT CTRL LOC	1	选择外部控制地 EXT2。当参数 11.02 设定为 COMM MODULE 时有效。
		0	选择外部控制地 EXT1。当参数 11.02 设定为 COMM MODULE 时有效。
12 ... 15	Reserved		

状态字说明

位	名称	值	状态 / 说明
0	RDY_ON	1	READY TO SWITCH ON.
		0	NOT READY TO SWITCH ON.
1	RDY_RUN	1	READY TO OPERATE.
		0	OFF1 ACTIVE.
2	RDY_REF	1	OPERATION ENABLED.
		0	OPERATION INHIBITED.
3	TRIPPED	1	FAULT.
		0	无故障.
4	OFF_2_STA	1	OFF2 无效.
		0	OFF2 ACTIVE.
5	OFF_3_STA	1	OFF3 无效.
		0	OFF3 ACTIVE.
6	SWC_ON_INHIB	1	SWITCH-ON INHIBITED.
		0	
7	ALARM	1	警告 / 报警.
		0	无警告 / 报警.
8	AT_SETPOINT	1	OPERATING. 实际值等于给定值 (= 在公差范围内).
		0	实际值与给定值不同 (= 在公差范围之外).
9	REMOTE	1	传动控制地: REMOTE (EXT1 或 EXT2).
		0	传动控制地: LOCAL.
10	ABOVE_LIMIT	1	实际频率或速度等于或大于监控范围 (参数 32.02). 不管参数 32.02 的值, 对正反向都适用.
		0	实际频率或速度值在监控范围之内.
11	EXT CTRL LOC	1	选择外部控制地 EXT2.
		0	选择外部控制地 EXT1.
12	RUN ENABLE	1	接收到外部运行信号.
		0	未接收到外部运行信号.
13, 14	Reserved		
15		1	现场总线适配器模块 (在光纤通道 CHO 上) 检测出通讯出错.
		0	现场总线适配器 (CHO) 通讯正常.

从现场总线传来的控制数据结构图

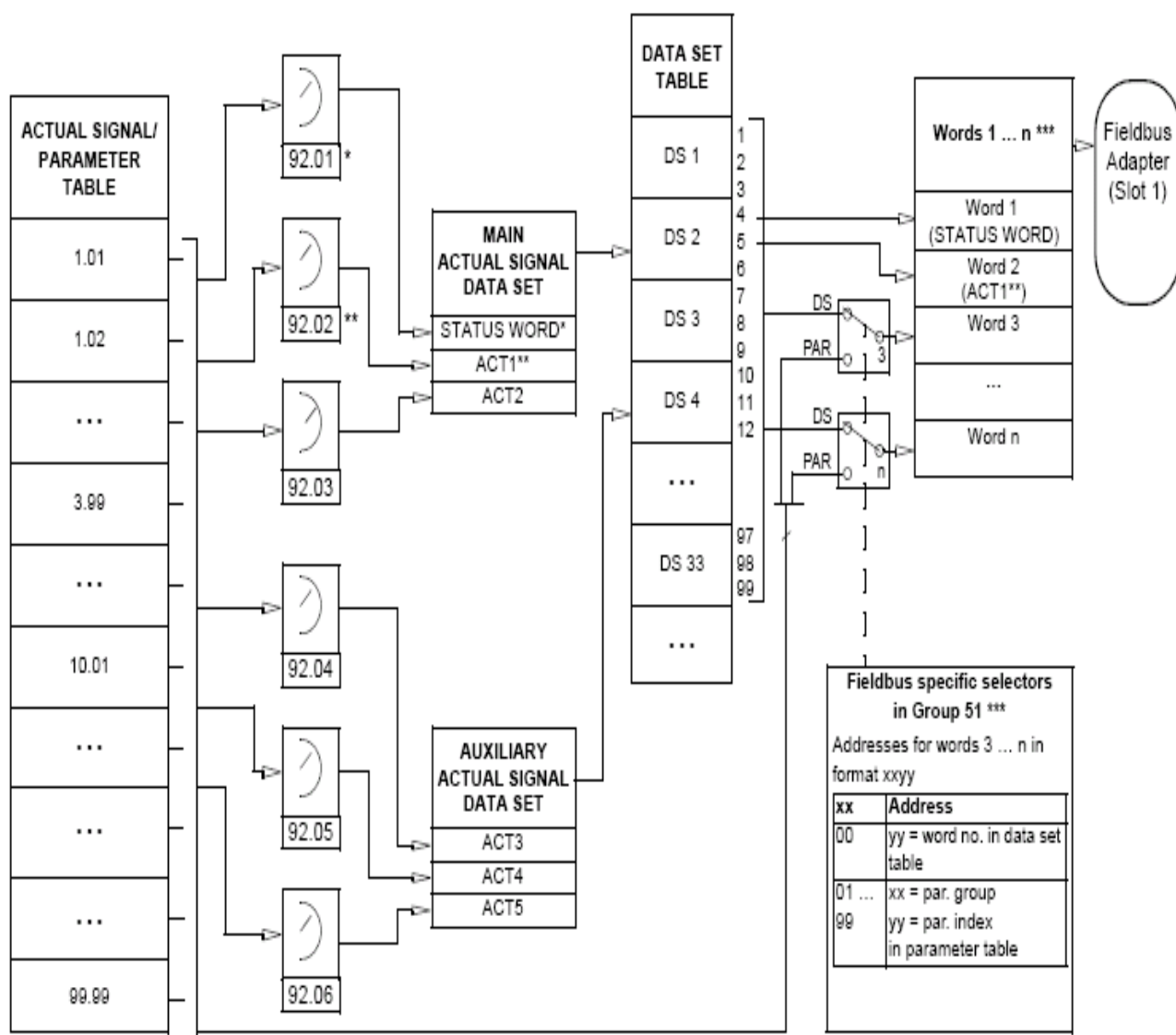
Block diagram: Control data input from fieldbus when a type Rxxx fieldbus adapter is used



* Depends on the selected motor control mode (parameter 99.04).
** See the fieldbus adapter user's manual for more information.

现场总线实际值的选择结构图

Block diagram: Actual value selection for fieldbus when a type Rxxx fieldbus adapter is used



* Fixed to 03.02 MAIN STATUS WORD.

** Fixed to 01.02 SPEED (DTC control) or 01.03 FREQUENCY (Scalar control) when Generic communication profile is used.

*** See the fieldbus adapter user's manual for more information.

9 结束语

这样，ABB 变频器与 S7-300PLC 的连接已经基本建立，可以通过编写程序通过 PLC 来控制变频器的启、停、速度给定等各项功能，来满足工艺要求。同时也可以读取变频器数据通过上位机进行显示，达到在线监视和诊断的目的，变频器控制系统采用了 Profibus-DP 现场总线控制模式后，不但整个系统可靠性强，操作简便，而且可根据工艺需要进行灵活的功能修

改。

参考文献

- [1] ABB 电气传动系统有限公司, PROFIBUS-DP 适配器模块 RPBA-01 用户手册。
- [2] ABB 电气传动系统有限公司, ACS800 固件手册 ACS800 标准控制程序 7.X。
- [3] 西门子 STEP7 编程手册

2012 年 08 月 03 日