

风力发电机组变流控制器的 PROFIBUS-DP 从站接口开发

秦成虎，鹿海霞

(国电南京自动化股份有限公司，江苏 南京 210003)

摘 要：本文提出了一种基于PROFIBUS-DP总线的风电变流系统通讯方案，介绍了通讯模块的功能和硬件设计方法。变流系统的PROFIBUS-DP总线接口实现，方便了变流系统与主控系统的连接。实验证明基于 PROFIBUS-DP 总线的变流控制器具有结构简单、高可靠性、高性能价格比等特点。

关键词：风力发电机组；变流系统；PROFIBUS-DP

1 简介

风力发电机组是实现自然风能----机械能---电能的转换的设备。在风力发电机组的控制系统中通常包括主控系统、变桨系统和变流系统。主控系统被称为风电系统的大脑,他的稳定性和反应速度直接影响到发电效果。但主控系统与变流系统、变桨系统的通讯效果和质量直接影响到其控制品质。主要控制对象如图 1 所示。

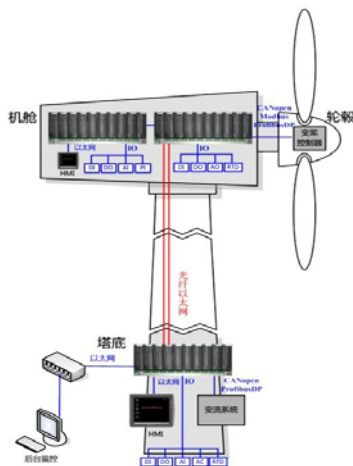


图 1 风力发电机组的主要控制单元

目前，市场上主控系统大多采用现场总线方式与变流系统及变桨系统通讯，如 PROFIBUS-DP 和 CANOPEN 等。相比较而言，采用 PROFIBUS-DP 通讯的较多，例如倍福的主控系统。这样，对国内的变流器厂家来说，PROFIBUSDP 通讯成为瓶颈。为了扩展自己变流器的应用，变流器厂家必须开发相应的通讯接口。就 PROFIBUS-DP 从站接口实现方法而言，目前常用的方法有两种，一个通过 PROFIBUS-DP 从站网关模块，将变流器接入到

PROFIBUS-DP 网络，一种是要变流器的控制器中采用嵌入式的 PROFIBUS 接口通过转接来实现，但变流器控制器与 DP 从站之间还是采用串口等低速总线进行通讯。这两种方案都是将 PROFIBUS-DP 总线转为低速总线与变流控制器进行通讯的。故 PROFIBUS 通讯成为主控系统与变流器通讯的瓶颈。为此，本文提出将 PROFIBUS-DP 通讯不通过任何转接,直接嵌入到变流控制器中,从而真正解决了由于转接模块产生的 PROFIBUS-DP 通讯实时性的问题。

2 基本方案

由于变流器的主控制器采用的是 TI 公司的 TMS320F28335,这里直接用 MICROCHIP 公司的 VPC3+C 来开发带 PROFIBUS-DP 接口的变流器控制器。该芯片可工作于 3.3V 供电电压，与 TMS320F28335 可以直接连接。实现简单、方便。既节约了成本，又缩小了体积。如图 2 所示。

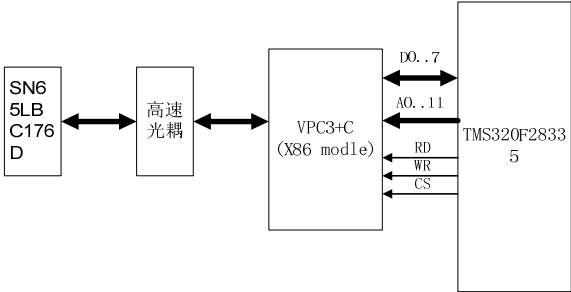


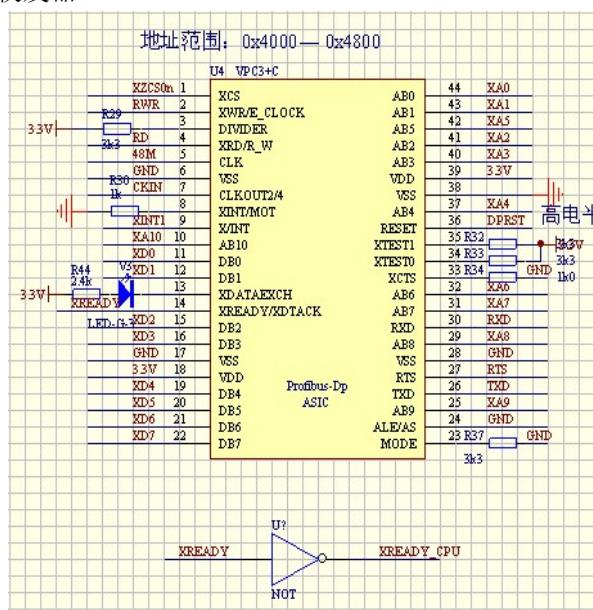
图 2 PROFIBUS-DP 从站接口方案

VPC3+C是一个带有 8 位微处理器接口的通讯芯片，用于智能Profibus-DP从站的应用，集成有全部Profibus-DP协议。自动识别和支持可达 12Mbit/s数据传输率。^[1]

VPC3+C 完成信息处理、地址识别、数据安全排序和对 Profibus-DP 的协议处理。4KByte 的通讯 RAM 和组态处理器接口，在建立高性能 Profibus 从站应用时，具有明显的优势特点。依据 DP-V1 协议，还支持非循环通讯和报警信息。依据 DP-V2 协议，提供从站与从站的通讯，包括数据交换广播(D×B)和同步模式(IsoM)，以及 DP-V2 特定的“时间同步”功能。

由 TMS320F28335 控制 SPC3 的复位状态(当 F2812 的 GPIO 引脚输出高电平时，复位 VPC3+C；XIINT 接 TMS320F28335 的外部中断 XINT1；XRD、XWR 分别与 DSP 的读、写相连接；ALE 接地，VPC3+C 的 CLK 端接 48MHz 晶振的输入。SPC3 的 xINT/MOT 和 MODE 引脚都接低电平，为 Intel 接口，数据地址线分离，并且使用了 XREADY 信号。当 SPC3 准备好与控制器进行数据通信时，XREADY 信号变为低电平，而 TMS320F28335 的 XREADY 信号为高电平时，DSP 可以访问外设，所以 SPC3 和 TMS320F28335 的两个 XREADY 引脚之间加一个反相器。在 SPC3 的 XDATAEXCH 引脚接一个发光二极管，当 VPC3+C 进行数据交换时，二极管发光，方便于测试。^[2]

因为 PROFIBUS-DP 可以达到 12Mbit/s 的速率，因此对已接口电路的要求是非常高的。在此我们选用 Profibus 接口专用芯片 SN65LBC176D，SN65LBC176D 是 TI 公司生产的半双工、RS-485 收发器。



和参数缓存区通过辅助缓冲区 1 和辅助缓冲区 2 读取参数设置报文,从站地址设置报文和配置报文。

VPC3+C 首先将不同的参数调整报文(改变从站地址、发送参数设置数据)和组态报文、校验组态数据报文读入辅助缓冲区 1 和辅助缓冲区 2。如果报文无误,则将此数据与对应的目标缓冲器(改变从站地址缓冲区、发送参数设置数据缓冲区和组态缓冲区)进行交换。这些互相进行交换的缓冲器必须具有相同的长度,否则不能交换数据。用户可以定义上面提到的那几个报文使用哪个辅助缓冲器(Aux_buffers 1 或 Aux_buffers 2);在 R_Aux_Buf_Sel(2AH)存储器单元中定义了哪一个辅助缓冲器用于上述具体的报文。辅助缓冲器 1 必须总是可用(一直处于激活状态),而辅助缓冲器 2 是可选项。

4) 用户在 Read_Config-Buffer 读组态数据(Get_Cfg)。读组态缓冲器(Read_Config-Buffer)必须和组态缓冲器(Config-Buffer)的长度相同(在 31H, 33H 设置)。

5) 在“数据传递”(D)状态,数据输入缓冲区服务于读输入数据报文(RD_Input);在“用户”(U)状态,数据输出缓冲区服务于读输出数据报文(RD_Output)。

6) 在“等待组态状态”时,在组态报文(校验组态数据报文)以后,我们仍旧可以改变所有的缓冲区。

7) 在“数据交换状态”,只可以接受相同的组态,即组态的字节长度和缓冲区开始地址不得被改变。

8) 所有的缓冲器指针都是 8 位段地址,因为在 VPC3+C 内部只有 8 位地址寄存器。为了访问 RAM,在 4K Byte RAM 应用中 VPC3+C 将 8 位基地址右移 4 位(结果是 12 位物理地址),在 2K Byte RAM 应用中 VPC3+C 将 8 位基地址右移 3 位(结果是 11 位物理地址)。关于缓冲器起始地址,具体值可能是 16 字节或 8 字节的间隔。

VPC3+C 所有缓冲器必须在“离线状态”下组态,包括(缓冲器长度和开始地址)运行期间,缓冲器的组态严禁改变,但输入数据缓冲器(Dout-Buffers)长度和输出数据缓冲器(Din-Buffers)长度的组态除外。

配置报文(Chk_Cfg)后,用户仍然可以在 WAIT-CFG 状态根据实际情况修改这些缓冲器。在

DATA-EXCH 状态中,只有相同配置的数据才能被正确接收。

3 GSD 文件编辑

3.1 GSD 文件简介

为了将不同厂家生产的 PROFIBUS 产品集成在一起,从站设备厂家必须提供 GSD 文件(电子设备数据库文件),描述产品的功能参数。

PROFIBUS-DP 配置工具可根据厂商提供的 GSD 文件将其设备集成在同一总线系统中。标准化的 GSD 数据将通信扩大到操作员控制级。既简单又方便。

3.2 GSD 文件的组成

GSD 文件可以分为三个部分:

(1) 一般规范:这部分包括生产厂商和设备的名称,硬件和软件的版本状况,支持的波特率,可能的监视时间间隔以及总线插头的信号分配;

(2) 与 DP 主站有关的规范:这部分包括只运用于 DP 主站的各项参数(如连接从站的最多台数或上装和下装能力)。这一部分对从站没有规定;

(3) 与 DP 从站有关的规范:这部分包括与从站有关的一切规范(如输入/输出通道的数量和类型、中断测试的规范以及输入/输出数据一致性的信息)。

3.3 GSD 文件编写

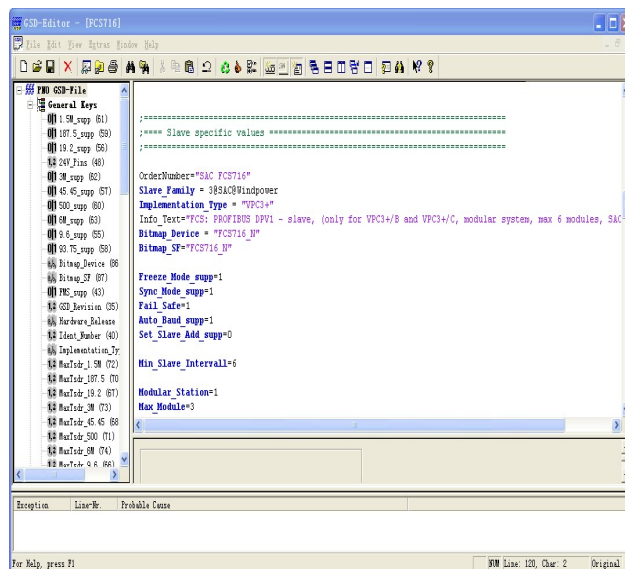


图 5 GSDEdit 界面

GSD 文件是 ASCII 文件,可以用任何一种 ASCII 编辑器编辑,如记事本、UltraEdit 等,也可

使用 PROFIBUS 用户组织提供的编辑程序 GSDEdit。GSD 文件是由若干行组成，每行都用一个关键字开头，包括关键字及参数(无符号数或字符串)两部分。GSD 文件中的关键字可以是标准关键字(在 PROFIBUS 标准中定义)或自定义关键字。标准关键字可以被 PROFIBUS 的任何组态工具所识别，而自定义关键字只能被特定的组态工具识别。在此，我们使用专用的 GSDEdit 进行编辑。如图 5 所示。

在目前开发的变流系统中，主要涉及到以下一些控制数据。如表 1 所示。包括 8 字节的输入数据和 24BYTE 的输出数据。

表 1 变流系统控制数据表

序号	名称	方向	BIT
1	控制字	变流	16
2	转矩指令(单位: N·M)	器接	16
3	功率因数角指令(单位: °)	收	16
4	保留		16
5	测量转矩(单位: N·M)	变流	16
6	测量转速(单位: r/min)	器发	16
7	状态字 1	送	16
8	状态字 2		16
9	进水口温度=0(单位: °C)		16
10	出水口温度=0(单位: °C)		16
11	IGBT 散热器温度(单位: °C)		16
12	设备型号和设备软件版本		16
13	定子电流		16
14	定子电压		16
15	转子电流		16
16	转子电压		16

为了更好地组织这些数据，我们需要编辑自己的 GSD 文件。在此处我们为输入和输出各设计两个 module，支持 8 个字节。

```
Module = "8 byte input con (0x97)" 0x97
```

```
EndModule
```

```
Module = "4 word input con (0xD3)" 0xD3
```

```
EndModule
```

```
Module = "8 byte output con (0xA7)" 0xA7
```

```
EndModule
```

```
Module = "4 word output con (0xE3)" 0xE3
```

```
EndModule
```

设计好的 GSD 文件可以直接导入到风电主控的 PROFIBUS-DP 主站配置软件中，可以方便地建立与变流系统的通讯。

4 结论

实践证明，基于TMS320F28335和VPC3+C的风电变流系统控制平台，能够加快开发进程，尽快推出具有自主知识产权的产品。本产品经实践证明，其设计结构合理、安全可靠。可以更好地扩展风电变流系统的应用。

参考文献：

[1] VPC3+C User Manual Revision 1.04[Z].

[2] 张智杰,休芳.基于VPC3的PROFIBUS-DP智能从站设计[J].电子产品世界,2011,18(1).

作者简介：

秦成虎（1975-），男，安徽和县人，程师，从事嵌入式产品硬件开发，E-mail: qch@sac-china.com。