

FEREME

驱动器通讯测试

MODBUS 测试

测试准备：

1. 硬件测试：

- (1) 与硬件工程师确定 MODBUS 通讯接口定义：MAX485 通讯的 A+，B-；
- (2) 信号线上 EMC 测试，群脉冲测试和雷击浪涌测试；

2. 软件测试：

- (1) 由软件工程师提供测试的具体内容以及更改点；
- (2) 提供需要进行测试的驱动器型号以及电机代码（On-16）；
- (3) 软件的测试版本号首先确认（On-17）；

注：由软件工程师首先确定软件版本号，若更改点有歧义，请确认后进行测试；

Modbus 通讯口是使用 RS-485 串行接口，它定义了连接口的针脚、电缆、信号位、传输波特率、奇偶校验；

FEREME 伺服驱动器的 modbus 通讯说明

——串口调试助手篇

1. Modbus 通讯协议介绍

伺服驱动器可以采用 Modbus 模式进行上位机通讯，协议格式为：8 个数据位、一个停止位、无校验位，发送接收数据都是以 16 进制格式进行。

发送数据格式：

| 发送数据 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|----|-----|------|----|------|----|-----|----|
| 含义 | 站号 | 功能码 | 地址单元 | | 数据单元 | | 校验码 | |
| | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX |

站号即控制器地址

表格 1

站号，地址单元，数据单元均采用 16 进制数；校验位为 CRC（LRC）校验，由校验计算工具生成

Modbus 支持的功能码：

- (1) 03，表示读取保持寄存器；
- (2) 06，表示写单个模拟量寄存器；

2. FEREME 伺服驱动器的 modbus 通讯参数的基本设置：

- (1) PN-81=1；//RTU 协议：1；ACSII 协议：0；
- (2) PN-82=1；//站号设定范围：1~31；站号即控制器地址
- (3) PN-83=1；//波特率设定：0-----4800；1-----9600；2-----19200；3-----38400；4-----57600；5-----115200；
- (4) Modbus 通讯协议：8 个数据位，一个停止位，无校验；
- (5) 测试时不需要焊接 120Ω 的匹配电阻；
- (6) 如开机会出现 dE 报警，选择 Fn-06 参数初始化。

3. FEREME 伺服驱动器的 modbus 通讯协议的两种模式

（Pn-81）：RTU 模式和 ASCII 模式

- (1) RTU 模式 01 03 00 1E 00 0C 25 C9（读取 12 个参数）
01 03 00 1E 00 07 64 0E（读取 7 个参数）

a) RTU 模式的简易功能说明：

- 1) 读命令 03；（读命令一次最多可以读取 12 个参数）

1> 读取 Pn-01 的参数：01 03 00 00 01 84 0A；

详解，01 表示站号；03 表示功能码读取；00 表示读取参数地址的高 8 位 16 进制编码；00 表示读取参数地址的低 8 位 16 进制编码；00 表示读取数

据个数的高 8 位 16 进制编码, 01 表示读取数据个数的低 8 位 16 进制编码;
84 0A 是 CRC 校验码;

2> 驱动器返回的值: 01 03 01 00 04 49 87;

详解, 01 表示站号; 03 表示功能码读取; 01 表示读取参数的个数; 00 表示读取数据的高 8 位 16 进制编码; 04 表示读取数据的低 8 位 16 进制编码;
49 87 是 CRC 校验码;



2) 写命令 06;

1> 写入 Pn-01 的参数: 01 06 00 00 00 01 48 0A

详解, 01 表示站号; 06 表示功能码写入; 00 表示写入参数地址的高 8 位 16 进制编码; 00 表示写入参数地址的低 8 位 16 进制编码; 00 表示写入数据的高 8 位 16 进制编码; 01 表示写入数据的低 8 位 16 进制编码; 48 0A 是 CRC 校验码;

2> 驱动器返回的值: 01 06 00 00 00 01 48 0A

详解, 01 表示站号; 06 表示功能码写入; 00 表示写入参数地址的高 8 位 16 进制编码; 00 表示写入参数地址的低 8 位 16 进制编码; 00 表示写入数据的高 8 位 16 进制编码; 01 表示写入数据的低 8 位 16 进制编码; 48 0A 是 CRC 校验码;

b) RTU 模式的简易运行示例

1) 速度模式运行:

1> 速度模式使能: 01 06 08 00 01 01 4B FA;

先速度使能, 然后向电机发送速度命令

2> 给定使能+正方向: 01 06 08 00 01 11 4A 36;

00 06 08 00 01 11 4B E7

3> 给定使能+反方向: 01 06 08 00 01 21 4A 22;

00 06 08 00 01 21 4B F3

4> 速度模式给定速度: 01 06 08 02 00 50 2A 56; //0050 表示 16 进制

数，是十进制数的 80；命令表示额定转速的万分之 80：
 $2500 \times 80 / 10000 = 20 \text{rpm/min}$ (可观察 On-01 平均转速)

- 5> 速度模式给定速度 200r/min: 01 06 08 02 03 20 2B 42
 00 06 08 02 03 20 2A 93
- 6> 给定速度为 0: 01 06 08 02 00 00 2A 6A;
 00 06 08 02 00 00 2B BB
- 7> 速度模式去掉使能状态: 01 06 08 00 00 01 4A 6A;
 00 06 08 00 00 01 4B BB

电机额定转速(Pn-A3)的 50%: 01 06 08 02 13 88 27 3C;

电机额定转速(Pn-A3)的 80%: 01 06 08 02 1F 40 23 AA;

电机额定转速(Pn-A3)的 100%，万分之一; 01 06 08 02 27 10 30 56;

2) 速度模式的多段速运行，通过修改参数为 Pn-31, Pn-32, Pn-33 的参数值实现多段速模式运行:

- 1> 由参数 Pn-31 控制速度正转的代码: 01 06 08 00 01 51 4B C6;
 由参数 Pn-31 控制速度反转的代码: 01 06 08 00 01 61 4B D2;
- 2> 由参数 Pn-32 控制速度正转的代码: 01 06 08 00 01 91 4B 96;
 由参数 Pn-32 控制速度反转的代码: 01 06 08 00 01 A1 4B 82;
- 3> 由参数 Pn-33 控制速度正转的代码: 01 06 08 00 01 D1 4A 66;
- 4> 由参数 Pn-33 控制速度反转的代码: 01 06 08 00 01 E1 4A 72;
- 5> 速度停车的代码: 01 06 08 00 01 01 4B FA;
- 6> 速度复位的代码: 01 06 08 00 04 01 48 AA;

3) 位置模式运行:

- 1> 位置模式使能: 01 06 08 00 01 00 8A 3A;
- 2> 位置模式给定位置高位: 01 06 08 04 00 01 0B AB;
 位置模式给定位置低位: 01 06 08 05 86 A0 F9 B3; /*正转 100000 脉冲; //0001 86A0 表示+100000;
 位置模式给定位置高位: 01 06 08 04 00 0F 8A 6F
 位置模式给定位置低位: 01 06 08 05 42 40 AA FB; /*正转 1000000 脉冲; //000F 4240 表示+1000000;
 位置模式给定位置高位: 01 06 08 04 00 2D 0A 76
 位置模式给定位置低位: 01 06 08 05 C6 C0 C8 5B//正转 3000000
- 3> 位置模式给定位置高位: 01 06 08 04 FF FE 0A 1B;
 位置模式给定位置低位: 01 06 08 05 79 60 B8 13; /*反转 100000 脉冲; //FFFE 7960 表示-100000;
- 4> 位置模式给定速度: 01 06 08 02 00 32 AB BF; 额定转速的 $50/10000=0.5\%$, 24rpm; 位置模式给定速度 50r/min: 01 06 08 02 00 C8 2B FC (00C8 表示十六进制数, 十进制为 200, 命令额定转速的万分之 2%。 $2500 \times 200 / 10000 = 50 \text{r/min}$)
- 5> 位置模式去掉使能状态: 01 06 08 00 00 00 8B AA;
- 6> 位置复位的代码: 01 06 08 00 04 00 89 6A;

4) 力矩模式运行:

- 1> 力矩模式使能: 01 06 08 00 01 02 0B FB;
- 2> 力矩模式力矩: 01 06 08 03 00 32 FA 7F
- 3> 速度 Pn-31 正转: 01 06 08 00 01 52 0B C7 ;
- 4> 力矩停车代码: 01 06 08 00 04 02 08 AB;

注: 力矩模式暂时不能进行速度给定。

(2) ASCII 模式

- a) RTU 转换为 ASCII 模式: 01 06 00 50 00 00 89 DB;
- b) ASCII 转换为 RTU 模式: :010600500001A8;
- c) ASCII 模式的简易功能说明:

1) 读命令 03; (读命令一次最多可以读取 12 个参数)

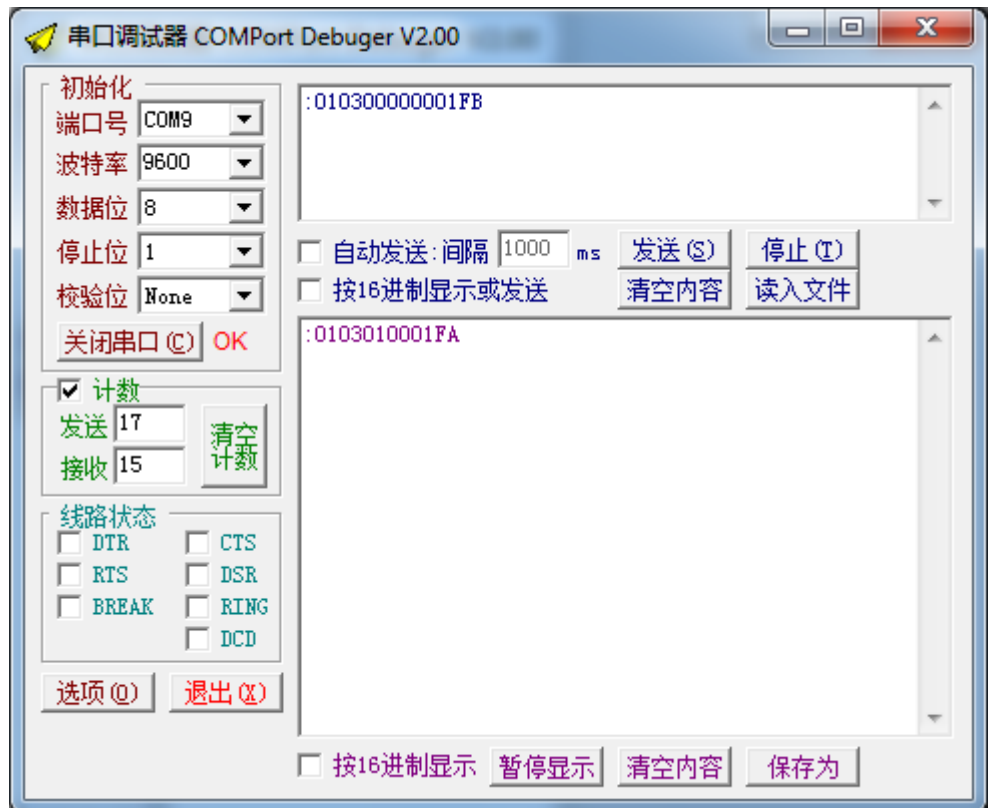
1> 读取 Pn-01 的参数: :010300000001FB

; //输入命令的结束符是 Enter。

详解, “:” 表示开始符; 01 表示站号; 03 表示功能码读取; 00 表示读取参数地址的高 8 位 16 进制编码; 00 表示读取参数地址的低 8 位 16 进制编码; 00 表示读取数据个数的高 8 位 16 进制编码, 01 表示读取数据个数的低 8 位 16 进制编码; FB 是 LRC 校验码; 结束符 Enter。

2> 驱动器返回的值: :0103010001FA;

详解, “:” 表示开始符; 01 表示站号; 03 表示功能码读取; 01 表示读取参数的个数; 00 表示读取数据的高 8 位 16 进制编码; 04 表示读取数据的低 8 位 16 进制编码; FA 是 LRC 校验码。



2) 写命令 06; (写命令每次只能写入一个参数)

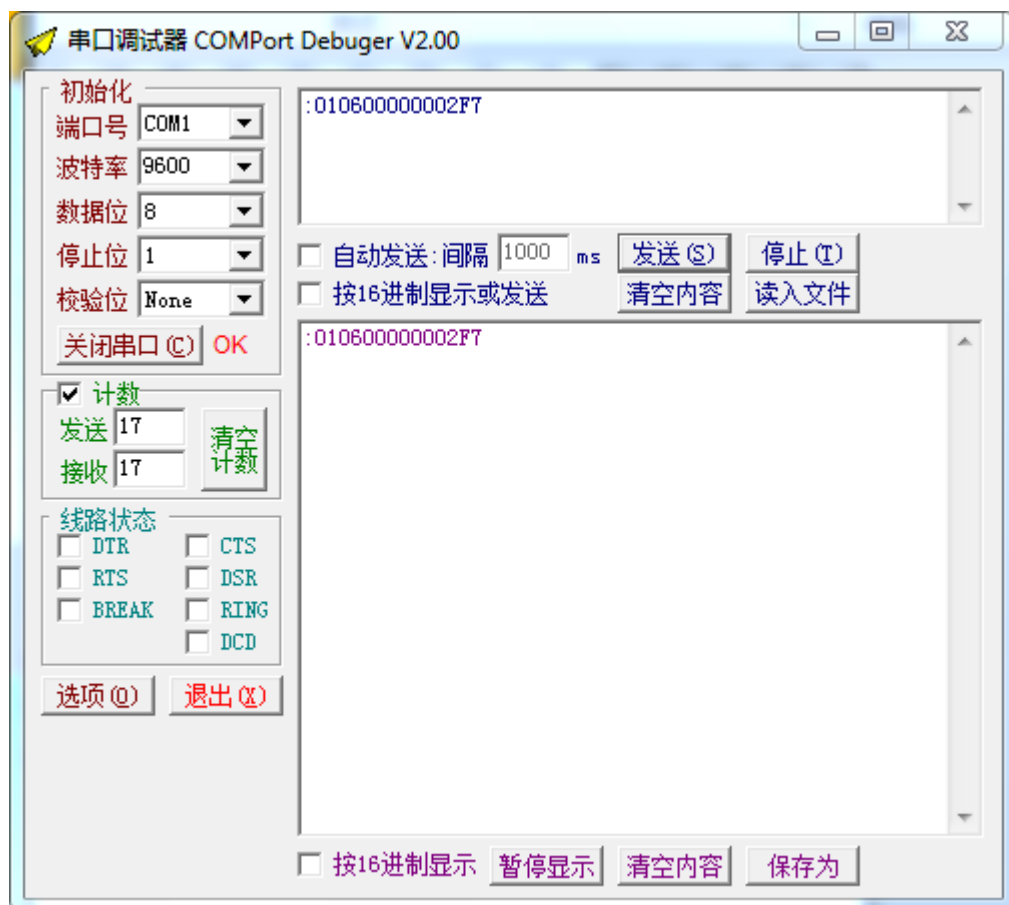
1> 写入 Pn-01 的参数: :010600000002F7

; //输入命令的结束符是 Enter。

详解，“:”表示开始符；01 表示站号；06 表示功能码写入；00 表示写入参数地址的高 8 位 16 进制编码；00 表示写入参数地址的低 8 位 16 进制编码；00 表示写入数据的高 8 位 16 进制编码，02 表示写入数的低 8 位 16 进制编码；F7 是 LRC 校验码；结束符 Enter。

2>驱动器返回的值： :010600000002F7

详解，“:”表示开始符；01 表示站号；06 表示功能码写入；00 表示写入参数地址的高 8 位 16 进制编码；00 表示写入参数地址的低 8 位 16 进制编码；00 表示写入数据的高 8 位 16 进制编码，02 表示写入数的低 8 位 16 进制编码；F7 是 LRC 校验码。



注：但发送正确的输入指令时，返回值出现汉字，则表示的内容为输入多代码，需清空输入多余的输入指令

4. 虚拟 IO 口的测试（#0807）：01 06 08 07 00 FF 7A 2B； （对应 On-11~On-12）

（1） 输入口 Input:

- a) 第一个输入口：01 06 08 07 00 01 FB AB；
- b) 第二个输入口：01 06 08 07 00 02 BB AA；
- c) 第三个输入口：01 06 08 07 00 04 3B A8；
- d) 第四个输入口：01 06 08 07 00 08 3B AD；
- e) 第五个输入口：01 06 08 07 00 10 3B A7；

- f) 全部输入口: 01 06 08 07 00 1F 7B A3;
- g) 第六个输入口 01 06 08 07 00 20 3B B3 (Pr-80)
- h) 第 13 个输入口 01 06 08 07 10 00 37 AB (Pr-87)
- i) 关闭输入口: 01 06 08 07 00 00 3A 6B;

(2) 输出口 Output: (目前只能测试 3 个)

- a) 第一个输出口: 01 06 08 06 00 01 AA 6B;
- b) 第二个输出口: 01 06 08 06 00 02 EA 6A;
- c) 第三个输出口: 01 06 08 06 00 04 6A 68;
- d) 全部输出: 01 06 08 06 00 07 2A 69;
- e) 关闭输出口: 01 06 08 06 00 00 6B AB;

(3) 测试方法:

- a) 测试输入口时, 需要对应 On-11 的值, 从右到左依次为, 第一个输入口, 第二个输入口, 第三个输入口, 第四个输入口, 第五个输入口;
- b) 测试输出口时, 需要对应 On-12 的值, 从右到左依次为, 第一个输出口, 第二个输出口, 第三个输出口;

(4) 输入虚拟端口测试: D0~D4 为 MI1~MI5 表示输入端口

测试时要将输出口设置成相应的端口输出。

读取虚拟口参数命令 01 03 08 24 00 01 C6 61

返回值: 01 03 02 00 1F F9 8C

列入返回值中 1F 表示为 16 进制数转换为二进制数为 11111。即输入端口 PN11~PN15 全部为 1 (闭合状态)。00 表示为 Pr80~Pr81 的端口状态为 0 (断开状态)

输出虚拟端口测试: D0~D3 为 MI1~MI4 表示输出端口 01 03 08 25 00 01 97 A1

01 03 02 00 07 F9 86

列入返回值中 07 表示为 16 进制数转换为二进制数为 111。即输出端口 PN15~ PN17 全部为 1 (闭合状态)。

5. 状态区读取 (#0810~#0823):

读取状态区的 24 个参数: 0810H~081BH 01 03 08 10 00 0C 46 6A

081CH~0823H 01 03 08 1C 00 0C 86 69

6. 站号测试 (Pn-82):

采用 RTU 模式测试: Pn-81=1; PN-83=1 (默认波特率 9600);

站号的独立性测试 (一个下位机只响应一个站号 (从机)): 试在设定站号下, 输入其它站号指令, 不响应 (即无数据返回), 再次输入本站号指令, 能够按照发送命令执行, 则通讯功能正常。监控 Sn-01 的运行状态。

- (1) 位置模式使能: 01 06 08 00 01 00 8A 3A; Sn-01 显示 P-P1n; (站号 1) 图 1;
 - (2) 速度模式使能: 01 06 08 00 01 01 4B FA; Sn-01 显示 n-Son; (站号 1) 图 2;
 - (3) 位置模式使能: 02 06 08 00 01 00 8A 09; Sn-01 显示 n-Son; (发送站号 2 指令)
- 图 3 ;
- (4) 速度模式使能: 02 06 08 00 01 01 4B C9; Sn-01 显示 n-Son; (发送站号 2 指令)

图 4;

- (5) 位置模式使能: 01 06 08 00 01 00 8A 3A; Sn-01 显示 P-P1n; (站号 1) 图 5;
- (6) 速度模式使能: 01 06 08 00 01 01 4B FA; Sn-01 显示 n-Son; (站号 1) 图 6;
- (7) 符合上述显示, 则通讯功能正常。(下附图串口调试助手说明, 按照上述步骤操作);



图 1



图 2



图 3



图 4



图 5



图 6

7. 波特率测试：01 03 00 52 00 01 25 DB； //波特率修改后，伺服驱动器需要断电有效；波特率设定：0-----4800；1-----9600；2-----19200；3-----38400；4-----57600；5-----115200；

- (1) 波特率设置为 4800：01 06 00 52 00 00 28 1B；
- (2) 波特率设置为 9600：01 06 00 52 00 01 E9 DB；
- (3) 波特率设置为 19200：01 06 00 52 00 02 A9 DA；
- (4) 波特率设置为 38400：01 06 00 52 00 03 68 1A；
- (5) 波特率设置为 57600：01 06 00 52 00 04 29 D8；
- (6) 波特率设置为 115200：01 06 00 52 00 05 E8 18；



图 A

上图 A，红色箭头：串口调试助手的波特率设定为 4800bps；蓝色箭头：读取 Pn-83 的参数值为 0；与设定的值一致，此时通讯正常；

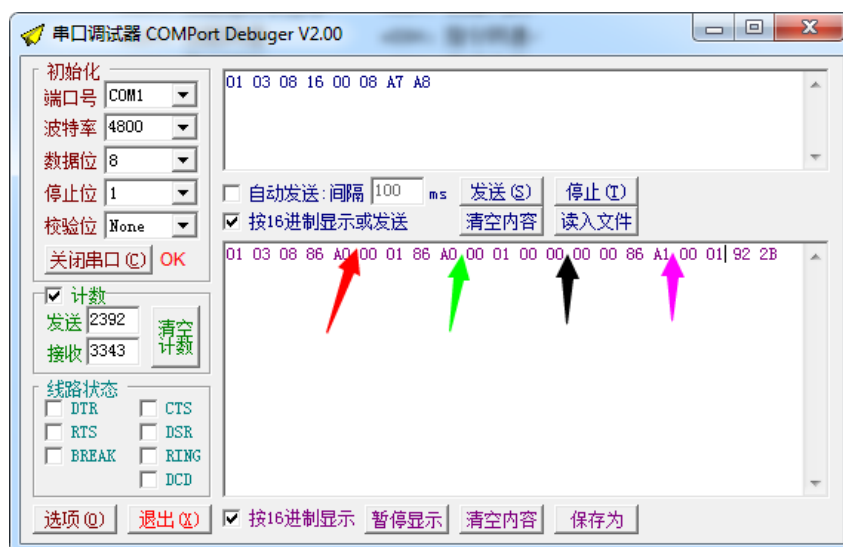


图 B

上图 B，修改串口小助手的波特率为 9600bps；由于驱动器的波特率为 4800bps；此时二者的波特率不一致，则数据通讯失败，会出现乱码；

8. 重要参数测试

- 命令积算脉冲 red(, 返回积算脉冲 green, 位置偏差 black, 编码器反馈 pink; 见下图
依次读取上述参数: 01 03 08 16 00 08 A7 A8; (注:86 A0 为低 8 位 00 01 为高八位)
(Fn-03):清除当前命令 (On-05) 和反馈脉冲 (On-04): 01 06 08 08 00 03 4A 69



注: (86 A0 为低 8 位 00 01 为高八位)

编码器反馈反应的是电机运转的圈数，必须加上使能信号，使能信号去除编码器反馈为

0

2. 速度给定命令：目前驱动器给定的位置模式的速度命令指令，最小的速度单位是 24rpm，当转速不足 24rpm 时，按照 24rpm 运行；当转速小于 48rpm，大于 24rpm 时，仍然按照 24rpm 运行；依次类推；
速度模式的转速按照实际给定的值来确定；即万分之 1，表示实际转速为（1/10000）*2500=0.25rpm；

9. 附录 1：一个 ModeBus 数据帧的构成

读命令在 Servo 中分为读取参数，读取实时数据，读取历史数据，其数据帧的构成都是一样的。

（1）读命令时的数据帧构成

发送读参数命令时的数据帧构成：

SciBuff[0]：开始符，为“:”对应的 ASCII 码 0x3a；

[1,2]：站号，两位十进制数表示，例如站号 15，分别存 1 和 5 的 ASCII 码到数组中；

[3,4]：功能码，=3：读；=6：写；=8：无操作；

[5,6,7,8]：读取的参数号，四位十进制数表示；

[9,10,11,12]：本次读取参数的个数，四位十进制数表示；

[13,14]：校验位；取和求反

[15]：=0x0d，结束符 CR；

[16]：=0x0a，结束符 LF；CR+LF=回车，表示本帧数据发送完毕；

返回读参数命令是的数据帧构成：

SciBuff[0]：开始符，为“;”对应的 ASCII 码 0x3a；（不变）

[1,2]：站号，两位十进制数表示，例如站号 15，分别存 1 和 5 的 ASCII 码到数组中；

（不变）

[3,4]：功能码，=3：读；=6：写；=8：无操作；（不变）

[5,6]：返回数据的长度，两位十进制数表示；（实际长度*2）

[7,...,54]：读取的参数，最多 12 个参数，每个参数用四位十进制数表示；（有效数据）

[55,56]：校验位；取和求反

[57]：=0x0d，结束符 CR；

[58]：=0x0a，结束符 LF；CR+LF=回车，表示本帧数据发送完毕；

（2）写命令时的数据帧构成

发送写命令时的数据帧构成：

SciBuff[0]：开始符，为“;”对应的 ASCII 码 0x3a；

[1,2]：站号，两位十进制数表示，例如站号 15，分别存 1 和 5 的 ASCII 码到数组中；

[3,4]：功能码，=3：读；=6：写；=8：无操作；

[5,6,7,8]：写参数的地址，四位十进制数表示；

[9,10,11,12]：写参数的值，四位十进制数表示；

[13,14]：校验位；取和求反

[15]：=0x0d，结束符 CR；

[16]：=0x0a，结束符 LF；CR+LF=回车，表示本帧数据发送完毕；

返回写命令时的数据帧构成：

按照发送过来的数据原样返回。

(3) 校验出错时的数据帧构成

SciBuff[0]: 开始符, 为 “;” 对应的 ASCII 码 0x3a;

[1,2]: 站号, 两位十进制数表示, 例如站号 15, 分别存 1 和 5 的 ASCII 码到数组中;

[4]: 0x38;

[5,6]: 错误代码, 两位十进制数表示;

[7,8]: 校验位

[9]: =0x0d, 结束符 CR;

[10]: =0x0a, 结束符 LF; CR+LF=回车, 表示本帧数据发送完毕;

10. 附录 2: FEREME 伺服驱动器的地址单元

地址单元:

0000H~07FFH: 参数区(列如: 读取 Pn-01 的值 01 03 00 00 00 01 84 0A
返回值 01 03 01 00 04 49 87)

0800H~08FFH: 命令区 (SciServoCom)

+00H (): 运行模式设定

D0~D3: 00=位置; 01=速度; 10=力矩;

D4~D5: 00=停车; 01=FWD; 10=REV; 11=Reserved;

D6~D7: 00=多段速无效; 01=多段速 1; 10=多段速 2; 11=多段速 3;

D8: SCI 使能

D9: SCI 急停

D10:SCI 复位

D11~D15: Fnxx 功能

=0: NULL

=1: FN01 (JOG: 点动运行)

=2: FN02 (Prt: 清除当前命令和反馈脉冲)

=3: FN03 (CPrt: 清除计算脉冲)

=4: FN04 (rt: 报警复位)

=5: FN05 (ALrt: 报警记录初始化)

=6: FN06 (PAr: 参数初始化)

=7: FN07 (oFFt: 自动补偿调整)

=8: FN08 (保留)

=9: FN09 (保留)

=10: FN10 (ESY.1: 简易运行)

=11: FN11 (Ptn: 模式运行)

+01H (RecordMode):

D0~D3: 采样时间设置 (1ms PU, 1ms default)

D4: =1, 启动时保存; =0, 停止时保存

D5: =1, 允许采样; =0, 禁止采样

D6~D15: 采样变量选择

D6=SpeedNow (实际转速, 单位 0.1RPM)

D7=SpeedRef（实际转速，单位 0.1RPM）

D8=IQNow（Q 轴实际电流，单位 PU）

D9=IQRef（Q 轴给定电流，单位 PU）

D10=IDNow（D 轴实际电流，单位 PU）

D11=IDRef（D 轴给定电流，单位 PU）

D12=PosiErr（位置误差，单位个）

D13=PosiNow（位置累积，单位个）

D14=Currl（力矩，单位百分比）

D15=CurrU（U 相电流，单位 A）

+02H: 运行速度给定值（额定速度万分比，0.0001）

+03H: 运行力矩给定值（百分比，0.0001）

+04H: 运行位置给定值高位

+05H: 运行位置给定值低位（高位发送后发送低位有效）

+06H: 虚拟 IO，D0~D3 对应 Pn15~Pn18

+07H: 虚拟 IO，D0~D13 对应 Pn10~Pn14 Pr-80~Pr-87 设定的功能

+08H: =3 清除反馈脉冲和当前命令

=4 报警复位

0810H~082FH: 状态区

+10H: 当前运行状态字

+11H: 故障代码

+12H: 当前转速

+13H: 指令转速

+14H: 平均转矩

+15H: 直流电压

+16H: 命令积算脉冲(Lo)

+17H: 命令积算脉冲(Hi)

+18H: 返回积算脉冲(Lo)

+19H: 返回积算脉冲(Hi)

+1AH: 位置偏差(Lo)

+1BH: 位置偏差(Hi)

+1CH: 编码器反馈(Lo)（断使能清零）

+1DH: 编码器反馈(Hi)（断使能清零）

+1EH: 速度环反馈脉冲 LO（断使能不清零）

+1FH: 速度环反馈脉冲 HI（断使能不清零）

+20H: 电角度

+21H: 脉冲串输入频率

+22H: 散热器温度

+23H: 模拟给定电压

+24H: 虚拟 IO 输入：D0~D13: MI1~MI5（Pn-11~Pn-15） MI6~MI13（Pr-80~Pr-87）对应输入端口

+25H: 虚拟 IO 输出：MO1~MO3 对应 PN15~Pn-17 的输出的端口

//灰色为暂时未添加；

0810H~082FH: 状态区

//绝对值编码器专用地址

+20H: 绝对值单圈(Lo) pulse

+21H: 绝对值单圈(Hi) pulse

+22H: 绝对值多圈(Lo) pulse

+23H: 绝对值多圈(Hi) pulse

+24H: 绝对值位置(Lo) pulse

+25H: 绝对值位置(Hi) pulse

其中绝对值位置=绝对值多圈*每圈脉冲数+绝对值单圈

注：驱动器输入线未接大地，电脑接地时，通过上位机给驱动器发命令时，由于地线干扰，返回值不断接收。

监控参数的地址实例:

On-01: 01 03 08 12 00 01 26 6F //当前转速

On-02: 01 03 08 13 00 01 77 AF

On-03: 01 03 08 14 00 01 C6 E6 //平均扭矩

On-04: 01 03 08 18 00 02 46 6C

On-05: 01 03 08 16 00 02 27 AF

On-06: 01 03 08 0A 00 02 E6 69

On-07: 01 03 08 15 00 01 97 AE

On-09: 01 03 08 22 00 01 26 60

On-10: 01 03 08 23 00 01 77 A0

On-15: 01 03 08 21 00 01 D6 60