

ASCII 编程手册

-适用 AP 系列驱动器配置的 MCK 软件

版权说明

本手册的版权为深圳市泰科智能伺服技术有限公司所有。未经泰科智能许可，不得以任何方式复制和抄袭本手册的内容。

本文档仅供用户参考，文档中的内容力图精确和可靠，但错误和疏忽之处在所难免，如果您发现错误，请不吝赐教。泰科智能保留随时修改和完善本文档的权利，有疑问请咨询我们，谢谢。

版次	发布时间	修订内容	修订前	修订后
V1.0	2014-3-25	全面修改		
V1.1	2014-4-12			加入 get , set, reset, i 命令的使用方法

目录

1. 概述.....	5
1.1. 泰科智能 ASCII 接口.....	5
1.2. 通讯协议.....	5
1.3. 接口界面.....	5
2. 指令集.....	6
2.1. ASCII 信息格式.....	6
2.2. 设置 (s) 命令.....	7
2.3. 获取 (g) 命令.....	7
2.4. 复制 (c) 命令.....	8
2.5. 驱动器复位 (r) 命令.....	8
2.6. 轨迹生成 (t) 命令.....	9
2.6. 寄存器读写 (t) 命令.....	9
2.8. 多轴驱动器 ASCII 信息格式.....	10
3. 控制环工作模式.....	15
3.1. 电流控制模式.....	15
3.1.1. 编程转矩/电流模式.....	15
3.1.2. 模拟输入控制电流环模式.....	16
3.1.3. PWM 控制速度模式.....	16
3.2. 速度控制模式.....	17
3.2.1. 可编程速度模式.....	17
3.2.2. 模拟量控制速度模式.....	18
3.2.3. PWM 控制速度模式.....	18
3.3. 位置控制模式.....	19
3.3.1. 位置控制模式下轨迹变量更新.....	19
3.3.2. 编程位置模式.....	19
3.3.3. 模拟量位置控制模式.....	20
3.3.4. 脉冲&方向位置控制模式.....	20
3.3.5. 正交模式.....	21
3.4. 参数限制及增益.....	15
3.4.1. 设置波特率.....	15
3.4.2. 设置电流环限制和增益.....	15
3.4.3. 设置速度环限制和增益.....	15
3.4.4. 设置位置环限制和增益.....	15
3.4.5. 监控状态.....	15
3.4.6. 读运行时的变量.....	17
3.4.7. 读数字输入.....	18
3.4.8. 读/设置数字输出.....	15
附录.....	16
A: 参考变量速查表.....	16
B: ASCII 返回错误代码表 (返回格式 e<错误号#).....	19

1. 概述

这个手册描述使用 ASCII 接口控制泰科智能 APM, APS, ATL 等系列驱动器的方法，适合对运动控制理论和操作，泰科智能驱动器及 MCK 软件有一定基础知识的人使用。

1.1. 泰科智能 ASCII 接口

泰科智能 ASCII 接口指的是使用一系列的指令集，通过 RS232 连接，来操作和监控泰科 APM, APS, ATL 系列的驱动器。

例如，通过 MCK 软件对驱动器进行过配置之后，可以通过 ASCII 接口界面进行程序控制：

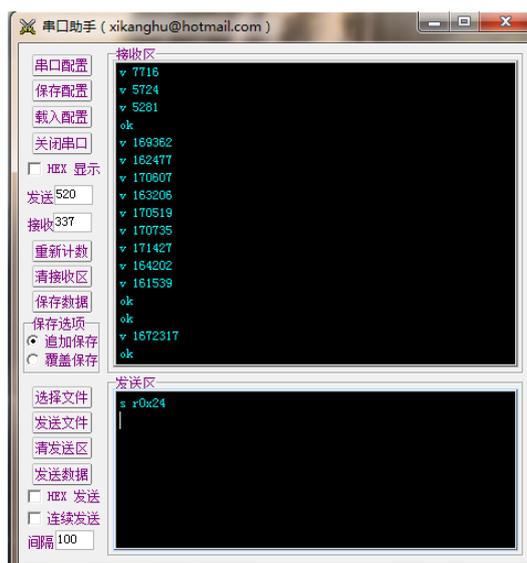
- 1: 使能驱动器工作在编程位置控制模式
- 2: 轴回零点
- 3: 编程一系列运动并监控位置、速度及其他的实时变量

1.2. 通讯协议

Baud Rate	9600 到 115200（上电或复位后自动设置为默认值 9600）参考波特率设置
Data Format	N,8,1（即无奇偶校验，8 位数据位，1 位停止位）
Flow Control	None

1.3. 接口界面

可以通过单片机串口，或串口助手使用，界面如下（配置串口后打开串口发送命令）：



2. 指令集

本节列出了 ASCII 编程的指令集及其使用方法。

2.1. ASCII 信息格式

发送 ASCII 数据的语法如下：

[<节点 ID>] <指令码> [<指令参数>...] <回车>

其中：

[<节点 ID>]: 指多点网络中某个节点的地址，范围 0-127，后面要跟空格。

<指令码>: 是下面给出的指令代码，只有一个字母，后面要跟空格，如果是复位命令则直接回车即可。

指令代码	作用
s	设置 RAM 或 Flash 中的一个变量值
g	读取 RAM 或 Flash 中的一个变量值
c	拷贝变量：从 RAM 到 Flash 或者从 Flash 到 RAM
r	复位驱动器
t	轨迹生成命令（用于位置控制模式）
i	读/写程序寄存器中的值

[<指令参数>...:]指明命令做什么，如何去做。如果有多个参数，中间需用空格隔开。

<回车>: 回车键，指令结束。

对于多轴驱动器，请参考[多轴驱动器 ASCII 信息格式](#)。

变量所表代表的意义参考后面[附录A](#)。

示例：

指令	返回值	说明
s r0x30 1200	ok	设置 RAM 中 0x30 变量（位置环比例增益）为 1200，ok 表示成功执行
g r0x30	v 1200	读取 RAM 中 0x30 变量（位置环比例增益）的值，返回值是 1200
g f0x17	e 15	意图读取 Flash 中 0x17 变量（实际电机位置）的值。返回值 e 15 表示读取的值不存在（实际电机位置只在 RAM 中）

若返回 e <错误号#>，请参考[错误代码](#)中查看错误原因。

2.2. 设置 (s) 命令

s 命令用来给可写入的驱动器变量赋值。

s 命令的语法格式如下：

[可选节点ID] s <存储区><变量ID> <数值>...<回车>

其中：

- **[可选节点ID]**: 是多点CAN网络中的CAN节点地址。范围是 0-127. 后面要跟一个空格。
- **s**: 是指令代码。后面跟一个空格
- **<存储区>**: 指出设置的变量在哪个存储区。f = flash, r = RAM
- **<变量ID>**: 指出要设置的变量。变量ID的格式可以是十进制的，也可以是十六进制的。
- **<数值>**: 是要设置的变量的新值。数值可以整数或者十六进制格式发送。如果需要多个值，中间请以空格隔开。
- **<回车>**: 回车键，指令结束。

发送过 s 命令后，驱动器会有以下返回：

- **ok<回车>** 表示指令被正常接收
- **e <错误号>(回车)** 表示指令无法被接收。请参考 [错误代码](#) 中查看错误原因。

s 命令示例

指令	返回值	说明
s r0x30 1200	ok	设置 RAM 区变量 0x30(位置环比例增益)为 1200.返回 ok 表示指令被正常执行。
s f0x30 1200	ok	设置 flash 区变量 0x30(位置环比例增益)为 1200.返回 ok 表示指令被正常执行。
s r 0x30 1000	e 33	本想修改 RAM 区中的 0x30 为 1200.返回 33 号错误。注意变量 ID 后有空格。

2.3. 获取 (g) 命令

g 命令用来获取驱动器变量的值。

g 命令的语法格式如下：

[可选节点ID] g <存储区><变量ID><回车>

其中：

- **[可选节点ID]**: 是多点CAN网络中的CAN节点地址。范围是 0-127. 后面要跟一个空格。
- **g**: 是指令代码。后面跟一个空格
- **<存储区>**: 指出设置的变量在哪个存储区。f = flash, r = RAM
- **<变量ID>**: 指出要获取的变量。变量ID的格式可以是十进制的，也可以是十六进制的。
- **<回车>**: 回车键，指令结束。

发送过 g 命令后，驱动器会有以下返回：

- **v [数值]<回车>** 其中数值表示变量中的内容。如果变量中包含多个数值，中间会以空格隔开。
- **e <错误号>(回车)** 表示指令无法被接收。请参考 [错误代码](#) 中查看错误原因。

g 命令示例

指令	返回值	说明
g r0x30	v 1200	获取 RAM 区变量 0x30(位置环比例增益)的值。本例中显示返回的值是 1200。
g f0x17	e 15	意欲获取 flash 中变量 0x17 (电机实际位置) 的值。返回了 15 号错误 (请求页中不存在该变量)。注意, 电机实际位置只存储在 RAM 中。

2.4. 复制 (c) 命令

c 命令用来将一个变量的值从一个存储区拷贝到另外一个存储区 (RAM到flash, 或者flash到RAM)。

c 命令的语法格式如下:

[可选节点ID] c <存储区> <变量ID> <回车>

其中:

- [可选节点ID]: 是多点CAN网络中的CAN节点地址。范围是 0-127. 后面要跟一个空格。
- c: 是指令代码。后面跟一个空格
- <存储区>: 指出设置的变量在哪个存储区。f = flash, r = RAM
- <变量ID>: 指出要复制的变量。变量ID的格式可以是十进制的, 也可以是十六进制的。
- <回车>: 回车键, 指令结束。

发送过 c 命令后, 驱动器会有以下返回:

- ok<回车> 表示指令被正常接收
- e <错误号>(回车) 表示指令无法被接收。请参考 [错误代码](#) 中查看错误原因。

c 命令示例

指令	返回值	说明
c r0x30	ok	将变量 0x30 的值从 RAM 中拷贝到 flash 中。ok 表示指令被正确执行。
c f0x30	ok	将变量 0x30 的值从flash中拷贝到RAM中。ok表示指令被正确执行。

2.5. 驱动器复位 (r) 命令

r 命令用来立即对驱动器进行复位。该命令不需要其它参数。驱动器复位后, 波特率设置为默认值 9600.

r 命令的语法格式如下:

[可选节点ID] r<回车>

其中:

- [可选节点ID]: 是多点CAN网络中的CAN节点地址。范围是 0-127. 后面要跟一个空格。
- r: 是复位命令代码。
- <回车>: 回车键, 指令结束。

该命令发送后, 驱动器不返回任何值。

r 命令示例

指令	返回值	说明
r	{无返回值}	驱动器被复位

注意: 如果复位命令发送给了多点网络中的一个驱动器, 会收到 32 号错误代码: “CAN Network communication failure”。这是因为在向网关驱动器 (连有串口线的那个) 应答前, 驱动器进行了复位。这种情况下可以直接忽略该错误。

2.6. 轨迹生成 (t) 命令

t 命令控制轨迹生成器。它可以初始化一个新的运动, 更新一个正在运行中的运动, 或开始一个回零序列。也可以停止一个运动的执行。

t 命令的语法格式如下:

[可选节点ID] t <子命令> <回车>

其中:

- **[可选节点ID]:** 是多点CAN网络中的CAN节点地址。范围是 0-127. 后面要跟一个空格。
- **t:** 是轨迹命令代码, 后面跟一个空格。
- **<子命令> :** 0 = 停止执行中的运动, 1 = 初始化/更新运动, 2 = 初始化回零序列
- **<回车>:** 回车符, 紧跟在子命令后, 表示指令结束。

发送过 **t** 命令后, 驱动器会有以下返回:

- **ok<回车>** 表示指令被正常接收。注意 **ok** 仅表示命令被驱动器接收。请查看轨迹状态寄存器, 确认运动确实被初始化了。
- **e <错误号>(回车)** 表示指令无法被接收。请参考 [错误代码](#) 中查看错误原因。

t 命令示例

指令	返回值	说明
t 1	ok	初始化一个运动。
t 2	e 33	本想初始化一个回零序列。返回了 33 号错误 (ASCII命令语法错误)。注意命令和子命令之间没有空格。

2.6. 寄存器读写 (i) 命令

寄存器命令 (**i**) 用来读写CVM程序中的 32 个内部寄存器。

i 命令的语法格式如下:

[可选节点ID] i <r#> [<数值>] <回车>

其中:

- **[可选节点ID]:** 是多点CAN网络中的CAN节点地址。范围是 0-127. 后面要跟一个空格。

- **i**: 是寄存器命令代码。后面跟一个空格。
- **<r#>**: 表示存取哪个寄存器。# = 寄存器号 (0-31)。
- **<数值>**: 是要写进寄存器中的新值。如果命令中没有此项, 就表示要读取寄存器中的值。数值可以整型或十六进制格式发送。
- **<回车>**: 回车符, 紧跟在寄存器号之后或者数值之后, 表示指令结束。

发送过 i 命令后, 驱动器会有以下返回:

- **ok<回车>** 表示指令被正常接收, 并且数值已经被写入到寄存器中。
- **r [数值]<回车>** 其中数值就是寄存器中的内容。
- **e <错误号>(回车)** 表示指令无法被接收。请参考 [错误代码](#) 中查看错误原因。

i 命令示例

指令	返回值	说明
i r0 15	ok	向第一个寄存器 (寄存器 0) 中写入 15
i r0	r 15	读第一个寄存器中的值。示例显示返回的是 15
8 i r0	r 35	读CAN网络中节点号为 8 的驱动器中寄存器 0 的值。示例显示返回值是 35

2.8. 多轴驱动器 ASCII 信息格式

一些驱动器可以支持多达三个轴的运动。当向驱动不止一个轴的驱动器发送ASCII命令是, 必须按以下格式指出设置的轴:

[<可选节点>].<轴号> <命令代码> [<命令参数>...] <回车>

其中:

- **[可选节点ID]**: 是多点CAN网络中的CAN节点地址。范围是 0-127。后面紧跟小数点和轴号
- **<轴号>**: 指出是哪个轴 (a,b,还是c)。轴号前面是一个小数点, 后面有一个空格。
- **<命令代码>**: 单个字母的命令代码。和上述一样, 可以是s, g, c, r, t, i.
- **<命令参数>**: 指出命令要做什么, 怎么做。如果需要多个参数, 中间请以空格隔开。
- **<回车>**: 回车键, 指令结束。

多轴示例

指令	返回值	说明
.b g r0x32	v1200	获取 b 轴上 RAM 中 0x32 变量 (电机实际位置) 的值。示例返回 1200
2.c g r0x32	v1200	获取 2 号节点上的 c 轴 RAM 中 0x32 变量 (电机实际位置) 的值。

3. 控制环工作模式

工作模式由一个状态变量（0x24）定义，赋予不同的值定义不同的工作模式，描述如下：

值	状态
0	未配置
1	电流环由编程电流值驱动
2	电流环由模拟输入值驱动
3	电流环由脉冲+方向输入驱动
4	电流环由内部的函数生产者驱动
5	电流环由通过 PWM 输入的 UV 命令驱动
11	速度环由编程的速度值驱动
12	速度环由模拟输入值驱动
13	速度环由脉冲+方向输入驱动
14	速度环由内部的函数生产者驱动
21	伺服模式下，位置环由轨迹生成器驱动
22	伺服模式下，位置环由模拟输入量驱动
23	伺服模式下，位置环由数字输入（脉冲+方向，主编码器等）驱动
24	伺服模式下，位置环由内部函数生成器驱动
25	伺服模式下，位置环由凸轮函数驱动
30	伺服模式下，位置环由 CANopen 接口驱动
31	微步模式下，位置环由轨迹生成器驱动
33	微步模式下，位置环由数字输入（脉冲+方向，主编码器等）驱动
34	微步模式下，位置环由内部函数生成器驱动
35	微步模式下，位置环由凸轮函数驱动
40	微步模式下，位置环由 CANopen 接口驱动
42	微步诊断模式，电流环由编程的电流值驱动，相角微步执行

3.1. 电流控制模式

3.1.1. 编程转矩/电流模式

设置驱动器工作在电流模式下，相关的变量说明如下(R-RAM, F-Flash):

变量	所在存储区	描述
0x24	R F	0- 停止(Disable) 1- 编程电流换控制模式
0x02	R F	编程的电流值。单位：0.01A
0x6a	R F	电流上升斜率。单位：mA/Sec 若赋值为 0 则会产生阶跃跳变

注意：驱动器使能情况下，若要改变电流值及斜率，请先设置斜率。

示例：

期望驱动器工作在电流控制模式，电流增加速率为 0.5 秒内增加到 2A。观察电流值，当电流到达 2A 后修改输出控制电流在 2 秒内减小到 1A。

指令	返回值	说明
s r0x6a 4000	ok	电流增加速率 4A/Sec
s r0x02 200	ok	设置期望电流为 2A
s r0x24 1	ok	启动电流控制模式，输出电流以 4A/Sec 速度增加
用以下命令观察实际输出电流值		
g r0x0c	v 150	通过驱动器读取实际电流值，该处显示的是 1.5A
当电流到达 2A 时，改变电流速率及期望值		
s r0x6a 500	ok	修改电流速率为 0.5A/Sec
s r0x02 100	ok	修改给定值为 1A，电流将以 0.5A/Sec 的速率减小
停止驱动器控制		
s r0x24 0	ok	Disable 驱动器

3.1.2. 模拟输入控制电流环模式

该模式下，驱动器的输出电流和输入模拟参考电压量成比例关系。

相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 2-模拟电流模式
0x19	R F	比例因数：10V 输入电压对应的电流值。单位：0.01A
0x26	R F	模拟输入死区。单位：mV
0x1a	R F	模拟输入偏移量。单位：mV

注意：位置、速度和电流模式下都会用到 0x19, 0x26, 0x1a 变量，在这些模式之间切换工作时请先确认这些值是正确的。

3.1.3. PWM 控制速度模式

该模式下，输出电流和输入的 PWM 的占空比成比例关系。多数的应用中 PWM 输入的设置都是通过 TSM2 软件来实现的，并且运行过程中不做修改。

相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 3-PWM 控制电流模式
0xa9	R F	比例因数：100%占空比对应的电流值。单位：0.01A
0xa8	R F	PWM 输入设置(通常由 TSM2 软件设置)。具体参考表 1-1

注意：在 PWM 输入控制电流和速度模式中都使用了 0xa9 和 0xa8 变量，在改变模式时请确认这些值是正确的。

表 1-1

PWM 输入类型	PWM 输入反转	符号输入反转	允许 100%输出	值
50%	No	--	No	0x00
50%	No	--	Yes	0x08
50%	Yes	--	No	0x02
50%	Yes	--	Yes	0x0a
100%	No	No	No	0x01
100%	No	No	Yes	0x09
100%	No	Yes	No	0x05
100%	No	Yes	Yes	0x0d
100%	Yes	No	No	0x03
100%	Yes	No	Yes	0x0b
100%	Yes	Yes	No	0x07

3.2. 速度控制模式

3.2.1. 可编程速度模式

该模式可编程驱动器的输出为编程控制的电机速度。使能该模式或者改变电机的速度给定时，电机将按照一定的速率到达给定速度值。

相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 11-编程速度模式
0x2f	R F	速度给定值。单位：0.1counts/Second
0x36	R F	加速度限制。单位：1000counts/Second ²
0x37	R F	减速度限制。单位：1000counts/Second ²
0x39	R F	急速停止速率。单位：1000counts/Second ²

示例：

编程驱动器为速度控制模式，使能驱动器，监控电机速度，改变电机速度。

分析：假设反馈编码器为 2500 线，驱动器内部进行了 4 倍频，这样电机每转对应 10000counts，若希望设置加速度为 10rot/s^2 ，or 62.8rad/s^2 ，则对应加速度 $100000\text{counts/Second}^2$ ；速度为 1000RPM，则对应 $166666.6\text{counts/second}$ ，换算成该处的速度单位是 1666666。设置成 500RPM则对应 833333。

指令	返回值	说明
s r0x36 100	ok	设置加速度为 10rot/s^2
s r0x37 100	ok	设置加速度为 10rot/s^2

```

s r0x2f 1666666 ok          设置速度为 1000RPM
s r0x24 11      ok          设置为可编程速度控制模式
使用下面命令查看电机实际速度值
g r0x18        v 1666981    电机的实际运行速度是 1000.188RPM
改变给定速度值
s r0x2f 833333 ok          改变电机速度为 500RPM
停止驱动器运行
s r0x24 0      ok          停止驱动器控制

```

3.2.2. 模拟量控制速度模式

该模式下，速度输出与模拟输入电压成比例关系。

相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 12-模拟量控制速度模式
0x19	R F	比例因数：10V 模拟电压对应速度值。单位：0.1counts/s
0x26	R F	模拟输入死区。单位：mV
0x1a	R F	模拟输入偏移量。单位：mV
0x36	R F	加速度限制。单位：1000counts/Second ²
0x37	R F	减速度限制。单位：1000counts/Second ²
0x39	R F	急速停止速率。单位：1000counts/Second ²

注意：位置、速度和电流模式下都会用到 0x19, 0x26, 0x1a 变量，在这些模式之间切换工作是请先确认这些值是正确的。

3.2.3. PWM 控制速度模式

该模式下，电机速度与 PWM 输入的占空比成比例关系。多数的应用中 PWM 输入的设置都是通过 TSM2 软件来实现的，并且运行过程中不做修改。

相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 13-PWM 电流模式
0xa9	R F	比例因数：100%占空比对应的速度值。单位：0.01counts/s
0x36	R F	加速度限制。单位：1000counts/Second ²
0x37	R F	减速度限制。单位：1000counts/Second ²
0x39	R F	急速停止速率。单位：1000counts/Second ²
0xa8	R F	PWM 输入设置(通常由 TSM2 软件设置)。具体参考表 1-1

注意：在 PWM 输入控制电流和速度模式中都使用了 0xa9 和 0xa8 变量，在改变模式时请确认这些值是正确的。

3.3. 位置控制模式

3.3.1. 位置控制模式下轨迹变量更新

当驱动器进入位置控制模式时，轨迹变量（速度、加速度和减速度）会被拷贝到轨迹生成器中。设置位置控制模式后，若要改变其中的任一个的值，需要在发送新的值后再发一个 **t1** 命令。

3.3.2. 编程位置模式

该模式下，电机轴运动到指定的位置后通过串口向驱动器发送命令。目标位置可以是相对的，也可以是绝对的。运动曲线可以设置为梯形，也可以设置为 S 型。

要初始化一个运动，需要先设置其相应的变量，然后发送轨迹命令 **t1** 来启动该运动。当使用梯形曲线时，可以在运动期间修改运动参数。同样，先设置好变量，然后再跟一个 **t1** 命令。接收到 **t1** 命令后，目标位置，绝对/相对，速度，加速度和减速度都会被更新。按这种方式，就可以在运动过程中改变运动曲线。但是如果是 S 型曲线的话不能用上述方式更新。要使运动停止，只需发送 **t0** 命令即可。该命令使用设定的急速停止速率停止电机运动。但是驱动器还是处于使能状态的。

另有一种特殊的速度模式，可以使用梯形速度曲线（需设置速度，加/减速度）控制轴的运动，但是没有目标位置。运动的方向通过向位置指令变量写“1”或“-1”实现。运动开始后，若要停止运动可以通过将速度变量设置为 0 然后跟一个 **t1** 命令实现，或者发送 **t0** 命令。

编程位置控制模式相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 21-伺服-位置控制 31-步进-位置控制
0xc8	R F	曲线类型 0= 绝对运动，梯形曲线 1= 绝对运动，S 形曲线 256 = 相对运动，梯形曲线 257 = 相对运动，S 形曲线 2 = 速度运动
0xca	R F	位置命令。单位：counts 相对运动 = 运动距离 绝对运动 = 运动的目标位置 速度运动 = 1-正向，-1-反向
0xcb	R F	最大速度。单位：0.1counts/second
0xcc	R F	最大加速度。单位：10counts/second ²
0xcd	R F	最大减速度。单位：10counts/second ²
0xce	R F	最大jerk速度。单位：100counts/second ³
0xcf	R F	急速停止速度。单位：10counts/second ²

注意：1) 梯形曲线中没有使用最大 jerk 速度。

2) S 形曲线中，没有使用最大减速度，加减速都是使用的最大加速度值。

3.3.3. 模拟量位置控制模式

该模式下，轴的位置由外部输入的模拟量来决定。

模拟位置命令按相对运动命令来执行。使能驱动器就会读取模拟电压值。电压的任何改变都会改变轴的相对位移，等价于使能后从那点开始的电压的改变量。要使用绝对位置，则每次驱动器使能时都要执行回初始点的操作。

相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 22-模拟量位置控制模式
0x19	R F	比例因数：10V 电压输入对应的位置。单位：counts
0x26	R F	死区。单位：mV
0x1a	R F	模拟输入偏移量。该模式下请设置为 0
0xcb	R F	最大速度。单位：0.1counts/second
0xcc	R F	最大加速度。单位：10counts/second ²
0xcd	R F	最大减速度。单位：10counts/second ²
0xcf	R F	急速停止速度。单位：10counts/second ²

注意：

- 1)位置、速度和电流模式下都会用到 0x19, 0x26, 0x1a 变量，在这些模式之间切换工作时请先确认这些值是正确的。
- 2)要想改变模拟量对应的方向，可以将比例因数设为负值。

3.3.4. 脉冲&方向位置控制模式

该模式下，位置指令由一个数字端口的脉冲数给定，方向由另一个数字输入端口的逻辑电平决定。

比例因数设置每个输入脉冲所对应的位置指令的系数，单位是脉冲数 counts。该系数以两个 16 位字的形式存放在变量 0xa9 中，第一个字是分子（位置脉冲数），第二个字是分母（输入脉冲数）。例如，要实现一个外部脉冲输入对应 10 个位置脉冲的话，系数就应该设置为 10/1。为便于发送，需将它们转换成十六进制格式，这样系数应该是 0x000a / 0x0001。最后结合指令代码到一起发送给驱动器：s r0xa9 0x000a0001。

要改变方向，请将分子改成负值。但是注意负数的十六进制表达方式。例如将上面的例子的方向改变的话，系数是-10/1，换成十六进制，-10 是 0xffff6，发送的指令就变成了 S r0xa9 0xffff60001。

相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 23-数字输入位置模式-伺服电机 33-数字输入位置模式-步进电机
0xa8	R F	数字命令设置

		脉冲 + 方向 0 = 上升沿增加位置 4096 = 下降沿增加位置
0xa9	R F	比例因数：输出脉冲/输入脉冲数
0xcb	R F	最大速度。单位：0.1counts/second
0xcc	R F	最大加速度。单位：10counts/second ²
0xcd	R F	最大减速度。单位：10counts/second ²
0xcf	R F	急速停止速度。单位：10counts/second ²

3.3.5. 正交模式

正交位置模式中，轴的位置由带 A，B 数字通道的主编码器确定。

由比例系数来设定主编码器发送一个脉冲所对应的位移数，也以脉冲数表示。该系数以两个 16 位字的形式存放在变量 0xa9 中，第一个字是分子（位置脉冲数），第二个字是分母（输入脉冲数）。例如，要实现一个外部脉冲输入对应 10 个位置脉冲的话，系数就应该设置为 10/1。为便于发送，需将它们转换成十六进制格式，这样系数应该是 0x000a / 0x0001。最后结合指令代码到一起发送给驱动器：s r0xa9 0x000a0001。

要改变方向，请将分子改成负值。但是注意负数的十六进制表达方式。例如将上面的例子的方向改变的话，系数是-10/1，换成十六进制，-10 是 0xffff6，发送的指令就变成了 S r0xa9 0xffff60001。

相关的变量说明如下：

变量	存储区	描述
0x24	R F	0-停止 23-数字输入位置模式-伺服电机 33-数字输入位置模式-步进电机
0xa8	R F	数字命令设置 512 = 正交模式
0xa9	R F	比例因数：输出脉冲/输入脉冲数
0xcb	R F	最大速度。单位：0.1counts/second
0xcc	R F	最大加速度。单位：10counts/second ²
0xcd	R F	最大减速度。单位：10counts/second ²
0xcf	R F	急速停止速度。单位：10counts/second ²

3.4. 参数限制及增益

变量 0x90(仅位于 RAM 中)控制驱动器串口的波特率。若要改变波特率，只需向该变量中写入一个新值。例如要将波特率由 9600 改成 115200，发送命令 s r0x90 115200，如果返回值是 ok，表示修改成功，但是该返回值是按新的波特率 115200 通讯的。

一旦输入回车之后，就不能再以 9600 的波特率发送命令了。如果还以 9600 发送命令，就有可能被驱动器误以为是一个波特率复位命令，从而导致波特率从新被调回到 9600。此外，设置过新的波特率后，至少要间隔 100 毫秒的时间才可以开始以新的波特率跟驱动器通讯。

在读 0x90 变量的值时，注意读出来的值和设置的值可能并不完全一样。这是因为驱动器根据内部微处理器的时钟频率将波特率调整到了和设定值接近的一个值了。

3.4.1. 设置波特率

电流环限制变量：

变量 ID	存储区	描述
0x21	R F	峰值电流。单位：0.01A
0x23	R F	I ² T时间限制。单位：mS
0x22	R F	连续电流限制。单位：0.01A
0xae	R F	电流环偏置。单位：0.01A

电流环增益变量：

0x00	R F	电流环比例增益 (Cp)
0x01	R F	电流环积分增益 (Ci)

3.4.2. 设置电流环限制和增益

速度环限制变量：

变量 ID	存储区	描述
0x3a	R F	速度环速度限制。单位：0.01counts/second
0x36	R F	速度环加速度限制。单位：1000counts/second ²
0x37	R F	速度环减速度限制。单位：1000counts/second ²
0xcf	R F	急停速率。单位：10counts/second ²

速度环增益变量：

0x27	R F	速度环比例增益 (Vp)
0x28	R F	速度环积分增益 (Vi)

3.4.3. 设置速度环限制和增益

位置环各参数的限制请参考第三章中编程位置控制模式。

位置环增益变量:

变量 ID	存储区	描述
0x30	R F	Pp – 位置环比例增益
0x33	R F	Vff – 速度前馈
0x34	R F	Aff – 加速度前馈
0xe3	R F	位置环增益乘法器。100 等价于 1 个因子

3.4.4. 设置位置环限制和增益

位置环各参数的限制请参考第三章中编程位置控制模式。

位置环增益变量:

变量 ID	存储区	描述
0x30	R F	Pp – 位置环比例增益
0x33	R F	Vff – 速度前馈
0x34	R F	Aff – 加速度前馈
0xe3	R F	位置环增益乘法器。100 等价于 1 个因子

3.4.5. 监控状态

状态寄存器变量 (0xa0):

该变量提供了驱动器的状态信息。0xa0 是只读的，并且只在 RAM 中。各位代表的意义如下:

位	意义
0	短路
1	驱动器过温
2	过压
3	欠压
4	电机温度传感器有效
5	反馈错误
6	电机相位错误
7	电流输出受限
8	电压输出受限
9	正限位开关有效
10	负限位开关有效
11	使能输入无效
12	软件禁用驱动器

13	正在停止电机
14	电机制动有效
15	PWM 输出无效
16	正向软件限位条件
17	反向软件限位条件
18	跟随错误
19	跟随警告
20	驱动器复位
21	位置回转。位置变量不可能无限增加。当达到一定值之后就会回来，这种计数方式称作位置回转或取模计数。该位只在位置回转时有效
22	驱动器错误。发生了配置成锁定的驱动器错误。关于锁定错误的更多信息，请参考 TSM2 用户指导手册。
23	达到了速度上限值
24	达到了加速度上限值
25	位置超出了跟随窗口
26	回初始点开关有效
27	运动之末电机还未达到指定位置。
28	速度窗口。当绝对速度误差超过速度窗口值时置位
29	相位没有初始化。如果没有霍尔，驱动器初始化相位前该位一直有效
30	命令错误。PWM 或其它命令信号有误
31	未定义

错误寄存器变量 (0xa4):

错误寄存器变量显示了已发生的锁定错误。0xa4 只存在 RAM 中。各位所代表的意义如下:

位	错误描述
0	CRC 失败。该错误很重要不能清除
1	驱动器内部错误。该错误很重要不能清除
2	短路
3	驱动器过温
4	电机过温
5	过压
6	欠压
7	反馈错误
8	相位错误
9	跟随错误
10	过流
11	FPGA 错误。该错误很重要不能清除。如果下载固件时发生该错误，重新下载可能会清除该错误
12	输入命令丢失
13-31	保留

注意: 锁定的错误发生时，状态寄存器 (0xa0) 会置位。要清除错误，可以向相应的错误寄存器 (0xa4) 中写 1。

3.4.6. 读运行时的变量

本小节描述用来监控运行条件的变量。

电流环运行时的变量：

变量 ID	存储区	描述
0x15	R	给定电流值。单位：0.01A
0x0c	R	实际电流值。单位：0.01A
0x25	R	电流上限值。单位：0.01A

速度环运行时的变量：

变量 ID	存储区	描述
0x2c	R	给定速度值。单位：0.1counts/second
0x29	R	最大速度值。单位：0.1counts/second
0x18	R	电机实际速度值。单位：0.1counts/second
0x5e	R	负载实际速度值。单位：0.1counts/second
0x2a	R	速度环误差。单位：0.1counts/second

位置环运行时的变量：

变量 ID	存储区	描述
0x32	R	电机位置。单位：脉冲数 (counts)
0x17	R	负载位置。单位：脉冲数 (counts)
0x35	R	跟随误差。单位：脉冲数 (counts)

来自轨迹生成器的位置环输入 (变量)：

变量 ID	存储区	描述
0x3d	R	给定位置。单位：脉冲数 (counts)
0x2d	R	位置上限。单位：脉冲数 (counts)
0x3b	R	曲线速度。单位：0.1counts/second
0x3c	R	曲线加速度。单位：10counts/second ²

其它系统变量：

变量 ID	存储区	描述
0x1d	R	模拟输入电压。单位：mV
0x1b	R	正弦(Sin)输入电压。单位：mV
0x1c	R	余弦输(Cos)入电压。单位：mV
0x1e	R	总线电压。单位：100mV
0x20	R	驱动器温度。单位：摄氏度
0xb0	R	相角。单位：度

3.4.7. 读数字输入

输入状态变量 (0xa6):

可以通过 0xa6 变量读取驱动器可编程数字输入的高低电平状态。每个位所对应的输入号如下表所示。如果该端口是高电平，则相应的位置 1，低电平则置 0。

例如，如果读到的 0xa6 的值是 33，转换成二进制是 100001，由此可知 IN1 和 IN6 是高电平，其它输入口是低电平。0xa6 是只读的，并且只在 RAM 中。各位映射值如下所示。

注意：不同的驱动器，其可编程数字输入号是不同的。具体请参考相应文档。

位	输入
0	数字输入口 1
1	数字输入口 2
2	数字输入口 3
3	数字输入口 4
4	数字输入口 5
5	数字输入口 6
6	数字输入口 7
7	数字输入口 8
8	数字输入口 9
9	数字输入口 10
10	数字输入口 11
11	数字输入口 12
12	数字输入口 13
13	数字输入口 14
14	数字输入口 15
15	数字输入口 16

3.4.8. 读/设置数字输出

可以通过 TSM2 编程使数字输出反应任何一个或多个事件的状态。也可以配置成由控制程序写其状态。

外部控制器可以通过输入状态变量使一个输出有效或无效。输出引脚的实际电平由输出配置变量决定。这些变量在有效时设置输出引脚为高电平或低电平。驱动器上电或复位时，所有输出都初始化为无效状态。要保证上电或复位后输出为高电平，应该将它们配置成低电平有效。

配置输出口 (0x70-0x77):

要想通过程序控制输出引脚的电平状态，就必须将相应输出配置成程序控制。这可以通过在输出设置变量中设置适当的位来完成。

输出配置变量从 0x70 即输出口 1 开始，到 0x77 即输出口 8 结束，如下表所示。这些变量需要使用 s 命令带两个参数。

注意：可编程数字输出数因驱动器型号不同而不同。具体请参考相应文档。

变量 ID	存储区	描述
0x70	R F	输出口 1 的配置 258 0 = 程序控制，高电平有效 2 0 = 程序控制，低电平有效
0x71	R F	输出口 2 的配置 和 1 口一样
0x72-0x77	R F	输出口 3 到 8 的配置 和 1 口一样

设置输出状态 (0xab):

若输出口配置成程序控制，则通过向变量 0xab 中写值可以设置数字输出为有效/无效状态。没一个位代表下面表格所示的一个输出号。位是 1 表示输出有效，0 表示输出无效。

没有被配置成程序控制的输出口，向对应位写 1 或 0 不起作用。

注意：可编程数字输出数因驱动器型号不同而不同。具体请参考相应文档。

位	输出
0	数字输出 1
1	数字输出 2
...	
7	数字输出 8

读输出状态 (0xab):

读 0xab 可以知道所有数字输出的有效/无效状态，包括没有配置为程序控制的输出。

附录

A：参考变量速查表

编程电流模式变量	
0x02	编程电流值。单位：0.01A
0x6a	电流上升速率。单位：mA/Sec
模拟电流模式变量	
0x19	模拟输入比例因数。单位：0.01A
0x26	模拟输入死区。单位：mV
0x1a	模拟输入偏移量。单位：mV
PWM 电流模式变量	
0xa9	数字输入比例因数。单位：0.01A
0xa8	数字输入指令配置。
编程速度模式变量	
0x2f	编程速度值。单位：0.1counts/second
0x36	加速度限制。单位：1000counts/second ²
0x37	减速度限制。单位：1000counts/second ²
0x39	急速停止速率。单位：1000counts/second ²
模拟速度模式变量	
0x19	模拟输入比例因数。单位：0.1counts/second
0x26	模拟输入死区。单位：mV
0x1a	模拟输入偏移量。单位：mV
0x36	加速度限制。1000counts/second ²
0x37	减速度限制。1000counts/second ²
0x39	急速停止速率。单位：1000counts/second ²
PWM 速度模式变量	
0xa9	比例因数。单位：0.1counts/second
0x36	加速度限制。1000counts/second ²
0x37	减速度限制。1000counts/second ²
0x39	急速停止速率。单位：1000counts/second ²
0xa8	数字输入指令配置。
编程位置模式变量	
0xc8	曲线类型： 0 – 绝对运动，梯形曲线 1 – 绝对运动，S 形曲线 256 – 相对运动，梯形曲线 257 – 相对运动，S 形曲线 2 – 速度曲线
0xca	位置命令： 相对运动 = 移动的距离 绝对运动 = 移动的目标位置

	速度运动 = 1 表示正向, -1 表示反向 单位: 脉冲数(counts)
0xcb	最大速度值。单位: 0.1counts/second
0xcc	最大加速度。单位: 10counts/second ²
0xcd	最大减速度。单位: 10counts/second ²
0xce	最大jerk速度。单位: 100counts/second ³
0xcf	停止减速度。单位: 10counts/second ²
模拟位置模式变量	
0x19	模拟输入比例因数。单位: counts
0x26	死区。单位: mV
0xcb	最大速度值。单位: 0.1counts/second
0xcc	最大加速度。单位: 10counts/second ²
0xcd	最大减速度。单位: 10counts/second ²
0xcf	停止减速度。单位: 10counts/second ²
脉冲+方向模式变量	
0xa8	数字指令设置。 脉冲+方向 4096 = 上升沿增加位置 0 = 下降沿增加位置
0xa9	比例因数。输出脉冲数/输入脉冲数
0xcb	最大速度值。单位: 0.1counts/second
0xcc	最大加速度。单位: 10counts/second ²
0xcd	最大减速度。单位: 10counts/second ²
0xcf	停止减速度。单位: 10counts/second ²
正交模式	
0xa8	数字指令设置。 512 = 正交模式
0xa9	比例因数。输出脉冲数/输入脉冲数
0xcb	最大速度值。单位: 0.1counts/second
0xcc	最大加速度。单位: 10counts/second ²
0xcd	最大减速度。单位: 10counts/second ²
0xcf	停止减速度。单位: 10counts/second ²
电流环限制变量	
0x21	峰值电流限制。单位: 0.01A
0x23	I2T 时间限制。单位: mS
0x22	连续电流限制。单位: 0.01A
0xae	电流环偏移量。单位: 0.01A
电流环增益变量	
0x00	电流环比例增益 (Cp)
0x01	电流环积分增益 (Ci)
速度环限制变量	
0x3a	速度环速度限制。单位: 0.01 counts/second

0x36	速度环加速度限制。单位：1000 counts/second ²
0x37	速度环减速度限制。单位：1000 counts/second ²
0xcf	急停速率。单位：10 counts/second ²
速度环增益变量	
0x27	速度环比例增益 (Vp)
0x28	速度环积分增益 (Vi)
速度环滤波器变量	
0x6b	速度环输入指令滤波器系数
0x5f	速度环输出滤波器系数
位置环增益变量	
0x30	Pp – 位置环比例增益
0x33	Vff – 速度前馈
0x34	Aff – 加速度前馈
0xe3	位置环增益乘法器。100 等价于 1 个因子
电流环运行时变量	
0x15	给定电流。单位：0.01 A
0x0c	实际电流。单位：0.01 A
0x25	限制电流。单位：0.01 A
速度环运行时变量	
0x2c	给定速度。单位：0.1 counts/second
0xcb	曲线速度。单位：0.1 counts/second
0x29	限制速度。单位：0.1 counts/second
0x18	电机速度。单位：0.1 counts/second
0x5e	负载速度。单位：0.1 counts/second
0x2a	速度环误差。
位置环运行时变量	
0x3d	给定位置。单位：counts
0x2d	限制位置。单位：counts
0x32	电机位置。单位：counts
0x17	负载位置。单位：counts
0x35	跟随误差。单位：counts
来自轨迹生成器的位置环输入 (变量)	
0x3b	曲线速度。单位：0.1 counts/second
0x3c	曲线加速度。单位：10 counts/second ²
0x2d	限制位置。单位：counts
其它系统变量	
0x1d	模拟输入电压。单位：mV
0x1b	Sin 输入电压
0x1c	Cos 输入电压
0x1e	总线电压。单位：100mV
0x20	驱动器温度。单位：摄氏度
0xb0	相角。单位：度

0x90	波特率
输入和输出	
0xa6	读输入状态
0xab	读/写输出状态
0x70 – 0x77	配置输出
状态变量	
0xa0	状态寄存器
0xc9	轨迹寄存器
0xa4	错误寄存器
0x24	驱动器期望的状态

B : ASCII 返回错误代码表 (返回格式 e<错误号#))

错误号	代表意义 --- 会报这种错误的例子
1	传给命令的数据过多
3	未知命令代码 --- 第一个字符不是上面的 i, r, s, g 等命令
4	命令提供的数据不够
	命令提供的数据过多
9	未知的变量 ID --- 如 g r0xff
10	数据值超出范围
11	尝试修改只读变量
14	未知轴状态情况
15	变量不存在于请求页上 --- 如 g f0x18, 瞬时速度不在 flash 上
18	当前正在运动中非法启动另一个运动
19	运动速度限制非法
20	运动加速度限制非法
21	运动减速度限制非法
22	运动 jerk 限制非法
25	无效的轨迹模式
27	CVM 正在运行, 禁止通过 ASCII 发命令
31	无效的串口前向节点 ID 号
32	CAN 网络通信失败
33	命令语法错误 --- 如 g t0x18 or g r 0x18 or g r

深圳市泰科智能伺服技术有限公司

Techservo(ShenZhen)Co., LTD.

地址：深圳市南山区科技园中区麻雀岭工业区 M-4 栋深健大厦 5D1-1

TEL: 0755-26712201 26712221

FAX: 0755-26712958

E-mail: sales@techservo.com

网站: <http://www.techservo.com>