

钛虎伺服协议

VB13

最后编写日期：2025/08/05

版权所有：钛虎机器人（上海）有限公司

未经本公司的书面许可，禁止转载或复制本书的一部分或全部内容。

目录

钛虎伺服协议 1

第一章 概述 4

 1.1 CAN 概述 4

 1.2 通讯接口和对象字典概述 4

第二章 CANOPEN 通讯 6

 1.1. SDO 服务数据对象 6

 1.2. PDO 过程数据对象 6

 1.3. SYNC 报文 9

 1.4. Heartbeat 心跳 9

 1.5. NMT 管理 10

第三章 设备控制 12

 6040_h: Controlword 13

 6041_h: Statusword 14

 6060_h: modes_of_operation 16

 6061_h: modes_of_operation_display 16

第四章 模式控制 17

 说明 17

 模式 1: 轮廓位置模式 (ProfilePositionMode) 17

 模式 2: 速度控制 (VelocityMode) 参考模式 3 19

 模式 3: 轮廓速度控制 (ProfileVelocityMode) 20

 模式 4: 轮廓转矩控制 (ProfileTorqueMode) 22

 模式 5: 24

 模式 6: 24

 模式 7: 位置插补模式 (Interpolation position mode) 24

 模式 8: 周期位置模式 (Cyclic synchronous position mode) 24

 模式 9: 周期速度模式 (Cyclic synchronous speed mode) 26

 模式 10: 周期转矩模式 (Cyclic synchronous CURRENT mode) 27

第五章 控制案例 30

 读写 SDO 实例 30

 读写 PDO 实例 30

NMT 管理切换到 PreO	错误！未定义书签。
PDO 通信配置	30
PDO 映射配置	31
NMT 管理切换到 OP	32
控制实例	32
第六章 索引表	34
CIA301:	34
CIA402 自定义:	34
CIA402	35

第一章 概述

1.1 CAN 概述

本控制系统是一个基于 CAN（控制局域网）串行总线系统和 CAL（CAN 应用层）的高层协议，通信协议假定相连设备的硬件带有一个符合 ISO 11898 标准的 CAN 收发器和一个 CAN 控制器。统一使用 **CAN 2.0A**

- CAN,2.0A：支持标准帧，定义了 11bit 的标识区，
- CAN,2.0B：支持扩展帧，定义了 29bit 的标识区，
- 控制器所用的物理介质是符合 ISO 11898 标准，采用差分驱动机制和公共反馈的双线总线。总线的最大长度取决于通讯速度，具体规定如下

通讯波特率	最大总线长度
1M bit/s	25 m
500k bit/s	100 m
250k bit/s	250 m
125k bit/s	500 m
100k bit/s	600 m
50k bit/s	1000 m

从理论上来说，总线上最多可以有 127 个节点。不过，在实际应用中，最大节点数量取决于所用 CAN 收发器的性能。每个节点都是一个独立的设备，对于伺服驱动器来说，每个逻辑设备对应一个其所控制的轴

1.2 通讯接口和对象字典概述

通讯接口主要定义了过程数据报文（PDO）、服务数据报文（SDO），网络状态管理报文（ NMT ）以及其他相关报文怎么传输的协议。

CANopen 的核心概念是设备对象字典（ OD：Object Dictionary ），CANopen 通讯通过对象字典（ OD）能够访问驱动器的所有参数。注意：对象字典是在 CANopen 中实现的。对象字典中的对象可以通过一个已知的 16 位索引和一个 8 位子索引来识别（请参见附录中的对象字典列表） ， CANopen 已经将对象字典进行了分类，如下表：

主索引	对象	主索引	对象
0000H	保留	2000H~5FFFH	制造商特定的对象

0001H~001FH	静态数据类型	6000H~67FFH	逻辑设备 1 的对象
0020H~003FH	复杂数据类型	6800H~6FFFH	逻辑设备 2 的对象
0040H~005FH	制造商特定数据类型	7000H~77FFH	逻辑设备 3 的对象
0060H~007FH	设备规范基本数据类型	***	***
0080H~009FH	设备规范基本数据类型	9800H~9FFFH	逻辑设备 8 的对象
00A0H~0FFFFH	保留	A000H~BFFFH	标准接口规范使用的对象
1000H~1FFFFH	通讯规范	C000H~FFFFH	保留

其中最常用到的对象有

1) 1000H-1FFFFH，通信规范使用的对象。读写这些对象可以实现网络的配置，PDO 映射等操作。

2) 2000H-5FFFH，制造商特定的对象。对 Pnxxx 参数的读写可以通过这些对象实现。

3) 6000H-9FFFH，逻辑设备 1-8 的对象。属于 CIA 402 设备子协议中对象，对这些对象的操作可以实现伺服驱动器的各种操作模式。也可以通过附录中对象字典列表查找相关对象的索引。

第二章 CANOPEN 通讯

CANopen 通讯模型定义了如下几种报文（通讯对象）：

缩写	详称	说明
SDO	Service Data Object	用于非时间关键数据，比如参数。
PDO	Process Data Object	用于传输时间关键进程数据（给定值、控制字、状态信息等）。
SYNC	Synchronization Message	用于同步 CAN 节点。
EMCY	Emergency Message	用于传输驱动器的报警事件。
NMT	Network Management	用于 CANopen 网络管理。
Heartbeat	Error Control Protocol	用于监测所有节点的生命状态。

通信格式采用 **标准帧** 的方式。其中 COB-ID（通讯对象标识符）分配：

功能码				电机 ID（节点地址）						
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

1.1. SDO 服务数据对象

SDO 用来访问一个设备的对象字典。访问者被称作客户 (client)，对象字典被访问且提供所请求服务的 CANopen 设备被称作服务器 (server)。客户的 CAN 报文和服务器的应答 CAN 报文总是包含 8 字节数据（尽管不是所有的数据字节都一定有意义）。一个客户的请求一定有来自服务器的应答。

SDO 基本结构如下

	帧 ID	Len	Byte0	Byte1~2	Byte3	Byte4~7
发送	0x600+\$NODEID	8	CS 字符	索引	子索引	数据
接收	0x580+\$NODEID					

CS 命令字符

读操作			索引	子索引	数据
Command	Read	40 _h	XX XX	XX	00 00 00 00
Answer	uint8/int8	4F _h	XX XX	XX	XX XX XX XX
	uint16/int16	4B _h	XX XX	XX	XX XX XX XX
	uint32/int32	43 _h	XX XX	XX	XX XX XX XX
写操作			索引	子索引	数据
Command	uint8/int8	2F _h	XX XX	XX	XX XX XX XX
	uint16/int16	2B _h	XX XX	XX	XX XX XX XX
	uint32/int32	23 _h	XX XX	XX	XX XX XX XX
Answer	成功	60 _h	XX XX	XX	XX XX XX XX
	异常响应	80 _h	XX XX	XX	XX XX XX XX

数据值 高字节在前，低字节在后

1.2. PDO 过程数据对象

PDO 用来传输实时数据， 数据从一个生产者传到一个或多个消费者。数据传送限制在 1 到 8 个字节。 PDO 通讯没有协议约束（意味着数据内容已预先定义） ， 因此消费者可以在很短的时间内处理完接受到的数据。 PDO 数据内容只由它的 CAN ID 定义， 假定生产者和消费者知道这个 PDO 的数据内容。

	索引
RPDO 通讯参数	1400 _h ~15FF _h
RPDO 映射参数	1600 _h ~17FF _h
TPDO 通讯参数	1800 _h ~19FF _h
TPDO 映射参数	1A00 _h ~1BFF _h

每个 PDO 在对象字典中用 2 个对象描述：

PDO 通讯参数： 包含将被 PDO 使用的 COB-ID ， 传输类型， 禁止时间和定时器周期。

PDO 映射参数： 包含一个对象字典中对象的列表， 这些对象映射到 PDO 里， 包括它们的位数据长度（ in bits ）。生产者和消费者必须知道这个映射， 以解释 PDO 内容。

本驱动器支持 4 条动态 PDO 映射。使用 SDO 报文可以配置 PDO 映射参数、PDO 通讯参数， 以下只列出了第 1 路发送、接受 PDO 详细的通讯参数和映射参数。另 3 路发送/接收 PDO 详细的通讯参数和映射参数与此相同

TPDO 通道配置

索引	1800 _h	TPDO1 通道配置	COB-ID	180 _h
	1801 _h	TPDO2 通道配置	COB-ID	280 _h
	1802 _h	TPDO3 通道配置	COB-ID	380 _h
	1803 _h	TPDO4 通道配置	COB-ID	480 _h
子索引	名称	类型	值	读取
00	子索引数量	Uint8	6	RO
01	COB-ID	Uint32	180 _h +ID	RW
02	TransmissionType	Uint8	0	RW
03	InhibitTime	uint16	0	RW
04	CompatibilityEntry	Uint8	0	RW
05	EventTimer	uint16	0	RW
06	SYNCstartValue	Uint8	0	RW

TransmissionType	传输值为 0： 数据发送改变且收到 SYNC 才回被触发 PDO
	传输值为 1~240： 收到设定值个 SYNC 后才回被触发 PDO
	传输值 241~253： 保留（停用）
	传输值 254~255： 根据定时周期触发 PDO
InhibitTime	抑制禁止时间，即定义两个连续 PDO 传输的最小间隔时间，避免数据竞争总线的问题。单位 100us。
CompatibilityEntry	保留
EventTimer	事件定时周期，达到规定时间后传输一个配置的 PDO 数据。

	单位 1ms。
SYNCstartValue	保留

TPDO 通道映射

索引	1A00 _h	TPDO1 通道映射		
	1A01 _h	TPDO2 通道映射		
	1A02 _h	TPDO3 通道映射		
	1A03 _h	TPDO4 通道映射		
子索引	名称	类型	值	读取
00	子索引数量	Uint8	8	RW
01	PDO 映射参数 1	Uint32	0	RW
02	PDO 映射参数 2	Uint32	0	RW
03	PDO 映射参数 3	Uint32	0	RW
04	PDO 映射参数 4	Uint32	0	RW
05	PDO 映射参数 5	Uint32	0	RW
06	PDO 映射参数 6	Uint32	0	RW
07	PDO 映射参数 7	Uint32	0	RW
08	PDO 映射参数 8	Uint32	0	RW

RPDO 通道配置

索引	1400 _h	RPDO1 通道配置	COB-ID	200 _h
	1401 _h	RPDO2 通道配置	COB-ID	300 _h
	1402 _h	RPDO3 通道配置	COB-ID	400 _h
	1403 _h	RPDO4 通道配置	COB-ID	500 _h
子索引	名称	类型	值	读取
00	子索引数量	Uint8	6	RO
01	COB-ID	Uint32	180 _h +ID	RW
02	TransmissionType	Uint8	0	RW
03	InhibitTime	uint16	0	RW
04	CompatibilityEntry	Uint8	0	RW
05	EventTimer	uint16	0	RW
06	SYNCstartValue	Uint8	0	RW

TransmissionType	传输值为 0：保留 RPDO 直接生效
	传输值为 1~240：保留 RPDO 直接生效
	传输值 241~253：保留 RPDO 直接生效
	传输值 254~255：保留 RPDO 直接生效
InhibitTime	保留
CompatibilityEntry	保留
EventTimer	保留
SYNCstartValue	保留

RPDO 通道映射

索引	1600 _h	RPDO1 通道映射		
	1601 _h	RPDO2 通道映射		
	1602 _h	RPDO3 通道映射		
	1603 _h	RPDO4 通道映射		
子索引	名称	类型	值	读取
00	子索引数量	Uint8	8	RW
01	PDO 映射参数 1	Uint32	0	RW
02	PDO 映射参数 2	Uint32	0	RW
03	PDO 映射参数 3	Uint32	0	RW
04	PDO 映射参数 4	Uint32	0	RW
05	PDO 映射参数 5	Uint32	0	RW
06	PDO 映射参数 6	Uint32	0	RW
07	PDO 映射参数 7	Uint32	0	RW
08	PDO 映射参数 8	Uint32	0	RW

1.3. SYNC 报文

同步对象用于控制数据在网络设备间的同步传输，所有支持同步 PDO 的节点都可以（同时）接收到此报文，并使用该对象与其他节点进行同步。所以 SYNC 报文又称同步帧

一般应用方式为主节点定时发送 SYNC 报文，从节点收到后同步执行任务。SYNC 报文的 COB-ID 固定为 80h，SYNC 报文可以不传送数据以使报文尽可能短，一般数据长度为 0，可以从对象字典的 1005h 读出 COB-ID。

帧 ID	Len
0x80	0

1.4. Heartbeat 心跳

主站通过两种方式判断从站是否出现故障，并根据这些故障做相应的处理

心跳报文

从站以“监督时间”周期性的发送报文到主站，如果超过“心跳消费者时间”后主站还没有收到从站的下一个心跳报文，那么主站判断从站出错!

帧 ID	Len	Byte0
0x700+ID	1	NMT 状态值

NMT 状态值含义

状态值	Name		NMT	SDO	PDO
0x00	Initializing	节点上电后行初始化	-	-	-
0x01	Reset Application	未连接	-	-	-
0x02	Connecting	连接	-	-	-

0x03	Preparing	准备			
0x04	Stopped	关闭 SDO、PDO 通信	√	-	-
0x05	Operational	开启 SDO、PDO 通信	√	√	√
0x7F	Pre-Operational	开启 SDO 通信	√	√	-

当一个 Heartbeat 节点启动后它的 Boot-up 报文是其第一个 Heartbeat 报文。

节点守护

主站以“监督时间”周期性的发送报文到从站，从站接收到后即回应，如果超过“监督时间×寿命因子”时间后，主站还没有收到从站回应的报文，那么主站判断从站出错!

主站请求报文格式

帧 ID	Len
0x700+ID	0

从站响应报文格式

帧 ID	Len	Byte0
0x700+ID	1	NMT 状态值

标准的 CAN 从站一般都只支持一种节点保护方式，FD3 系列伺服驱动器两种保护方式都支持。但一个节点不能够同时支持节点保护和心跳报文，只能选其中一种作为保护。

主站请求

周期上传

从站按“0x1017 的值”周期性地发送心跳报文，若主站在规定时间内未收到，则认为节点离线

主站按 0x1016 检查 ID 和时间，若未在规定时间内收到从站的下一个心跳报文，则判断从站已离线或损坏

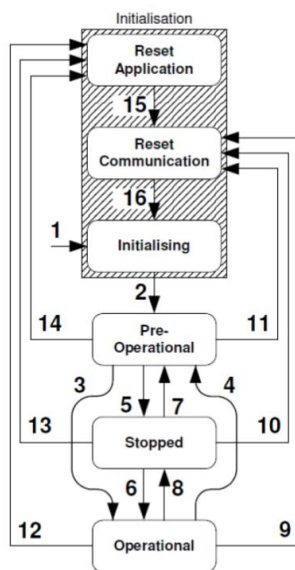
1.5. NMT 管理

在 CANopen 网络中，分主站和从站，而通常由主站来管理整个网络。

可以通过 NMT 管理报文来实现在各种模式之间切换，只有 NMT-Master 节点能够传送 NMT Module Control 信息，所有从设备都必须支持 NMT 模块控制服务，同时 NMT Module Control 消息不需要应答。

设备在初始化结束后，自动进入 Pre-Operational 状态，发送 Boot-up 消息，NMT 消息格式如

下:NMTMaster-NMT Slave(s)



NMT 报文结构

帧 ID	Len	Byte0	Byte1
0x000	2	命令符	Node_ID

当 Node_ID 为 0 时，表示全部 NMT 从设备被寻址。

命令符	NMT 服务
0x01	开启远程节点
0x02	关闭远程节点
0x80	进入预操作状态
0x81	复位节点
0x82	复位通信

第三章 设备控制

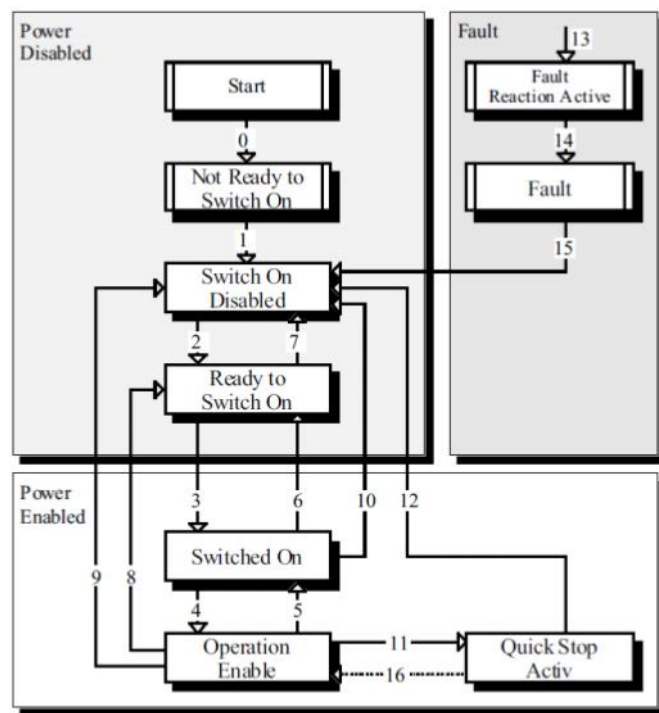
本章节主要描述主机如何通过 CANopen 总线控制驱动器，比如控制伺服 ON 或清除报警等

主站通过 controlword（控制字）对驱动器的控制，通过读驱动器的 statusword（状态字）能知道驱动器当前状态。本章节将使用到下面的一些术语：

State(状态): 如果主电激活或发生报警，伺服驱动都处在不同状态。CANopen 总线控制下的状态机将在本节重点讲解。例如： SWITCH_ON_DISABLED

State Transition(状态传输): 状态机也定义了如何从一个状态转移到另一个状态。状态转移依靠主站控制的 controlword 或驱动器自身，例如驱动器发生报警。

Command(命令): 为了启动 State Transition(状态传输)，定义了 controlword 的位组合，这些位组合被称作 Command(命令)。



如上图所示, 状态机可以分成三部分: “Power Disabled”(主电关闭)、“Power Enabled”(主电打开)和“Fault”。所有状态在发生报警后均进入“Fault”。驱动器上电完成初始化后, 进入 Switch on disabled 状态。在该状态, 可以进行 CAN 通信, 可以对驱动器进行配置 (例如, 将驱动器的工作模式设置成“PP”模式)。此时, 主电仍然关闭, 电机没有被励磁。经过 StateTransition(状态传输)2、3、4 后, 进入 OPERATION ENABLE。此时, 主电已开启, 驱动器根据配置的工作模式控制电机。因此, 在该状态之前必须先确认已经正确配置了驱动器的参数和相应的输入值为零。State Transition(状态传输)9 完成关闭电路主电。一旦驱动器发生报警, 驱

动器的状态都进入 FAULT。

状态名	说明
Not ready to switch on	伺服驱动器正在初始化过程中，不能进行 CAN 通讯。
Switch on disabled	伺服驱动器初始化完成，可以进行 CAN 通信。
Ready to switch on	伺服驱动器等待进入 Switch On 状态，电机没有被励磁。
Switched on	伺服驱动器伺服准备好状态，主电已上。
Operation enable	伺服驱动器伺服给电机输入励磁信号，按照控制模式控制电机。
Quick stop active	伺服驱动器将根据设定的方式停机。
Fault reaction active	伺服驱动器检测到报警发生，按照设定的方式停机，电机仍然有励磁信号。
Fault	电机无励磁信号。

设备控制参数

索引	名称	Type	Attr
6040 _h	controlword	uint16	RW
6041 _h	statusword	uint16	RO
605A _h	quick_stop_option_code	int16	RW
605B _h	shutdown_option_code	int16	RW
605C _h	disabled_operation_option_code	int16	RW
605D _h	halt_option_code	int16	RW
605E _h	fault_reaction_option_code	int16	RW

6040_h: Controlword

15~11	10~9	8	7	6~4	3	2	1	0
Manufacturer specific	Reserved	Halt	Fault reset	Operation mode specific	Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on

Bit0~3 和 Bit7

状态机的传输由这 5 位组成的相应控制命令出发。(X 表示该位可以被忽略)

Command	控制字的位					Transitions
	Fault reset	Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on	
Shutdown	0	X	1	1	0	2,6,8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Switch on	0	1	1	1	1	3
Disable voltage	0	X	X	0	X	7,9,10,12
Quick stop	0	X	0	1	X	7,10,11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4,16
Fault reset	1	X	X	X	X	15

设备控制命令表

Bit4~6 和 Bit8

这 4 位在不同控制模式下，定义不同。

Bit	控制模式		
	profile position mode	profile velocity mode	homing mode
4	new_set_point	/	/
5	change_set_immediately	/	/
6	Abs/rel	/	/
8	/	/	/

6041_h: Statusword

位	说明
0	Ready to switch on
1	Switched on
2	Operation enabled
3	Fault
4	Voltage enabled
5	Quick stop
6	Switch on disabled
7	Warning
8	保留
9	Remote
10	Target reached
11	Internal limit active
13~12	Operation mode specific
15~14	保留

Bit0~3、Bit5 和 Bit8

这几位的组合表示驱动器所处的状态

Value (binary)	State
xxxx xxxx x0xx 0000	Not ready to switch on
xxxx xxxx x1xx 0000	Switch on disabled
xxxx xxxx x01x 0001	Ready to switch on
xxxx xxxx x01x 0011	Switched on
xxxx xxxx x01x 0111	Operation enable
xxxx xxxx x00x 0111	Quick stop active
xxxx xxxx x0xx 1111	Fault reaction active
xxxx xxxx x0xx 1000	Fault

Bit4: 当该位为 1 时，表示主电已开启。

Bit5: 当该位为 0 时，表示驱动器将按照设置（ 605A h : quick_stop_option_code ）停机。

Bit7: 当该位为 1 时，表示驱动器检测到报警。

ERROR_CODE (16 进制)	说明
--------------------	----

索引 603F _n	0x6010, 软件错误 0x3210, 过压 0x3220, 欠压 0x5510, 启动错误 0x2310, 过流 0x7305, 传感器错误 0x4310, 温度错误 0x8130, 心跳错误 ()
----------------------	---

Bit9: 当该位在使能状态总是置 1，表示驱动器的 Controlword 能够被处理。

Bit10: 该位在不同控制模式下，含义不同。

Profile Position Mode 时，当设定位置到达后，该位将被置位；当 Halt 启动，速度减速到零后，该位将被置位；当新的位置设定后，该位将被清除。

Profile Velocity Mode 时，当速度到达给定速度后，该位将被置位；当 Halt 启动，速度减速到零后，该位将被置位。

Bit11: Internal limit active

当该位为 1 时，表示内部转矩超过设定值，或者位置到达正转或者反转极限位置。可以通过读对象 60FDh (Digital Inputs) 确定。

Bit12、13: 该 2 位在不同控制模式下，含义不同

Bit	控制模式		
	profile position mode	profile velocity mode	homing mode
12	Set-point acknowledge	Speed	/
13	Following error	Max slippage error	/

其他位: 均是保留的

主要通过几种操作模式 (operation mode) 来实现伺服电机各种参数的控制，以及实现一些其他的辅助功能。目前，支持的操作模式主要有：

位置模式 (Profile Position Mode)
速度模式 (Velocity Mode)
速度模式 (Profile Velocity Mode)
转矩模式 (Torque Mode)
//
//回零模式 (Homing Mode)。
位置插补模式 (Interpolation Mode)
周期位置模式 Cyclic synchronous position mode
周期速度模式 (Cyclic synchronous speed mode
//周期转矩模式 Cyclic synchronous CURRENT

mode

控制模式参数

索引	名称	Type	Attr
6060 _h	modes_of_operation	int8	RW
6061 _h	modes_of_operation_display	int8	RO

6060h: modes_of_operation

伺服驱动器的控制模式由 modes_of_operation 参数决定。

值	说明	
0	空闲 (IDLE)	
1	轮廓位置模式 (Profile Position Mode)	支持
2	速度模式 (Velocity Mode)	支持
3	轮廓速度模式 (Profile Velocity Mode)	支持
4	转矩模式 (Profile Torque Mode)	支持
5		不支持
5		不支持
7	位置插补模式 (Interpolation Mode)	不支持
8	周期位置模式 (Cyclic synchronous position mode)	支持
9	周期速度模式 (Cyclic synchronous speed mode)	支持
10	周期转矩模式 (Cyclic synchronous CURRENT mode)	支持 (试用)
11	保留	

6061h: modes_of_operation_display

伺服驱动器当前的控制模式可以通过读 modes_of_operation_display 参数知道

第四章 模式控制

说明

电机运动控制可以用 SDO 控制也可以使用 PDO 控制

建议的通信方式为实时参数由 PDO 控制（如目标位置、目标速度等）、其他参数可以使用 SDO 控制（如位置限制、加速度等）

速度单位：0.01 转每秒

加速度：0.01 转每秒/每毫秒

位置：cnt（电机每转为 65536cnt）

轮廓速度<最大轮廓速度<最大电机速度

最小位置限制<目标位置<最大位置限制

零位说明设置：

步骤一：读取两个索引（当前位置 0x6064 的值为 A，位置偏移量 0x2008 的值为 B）

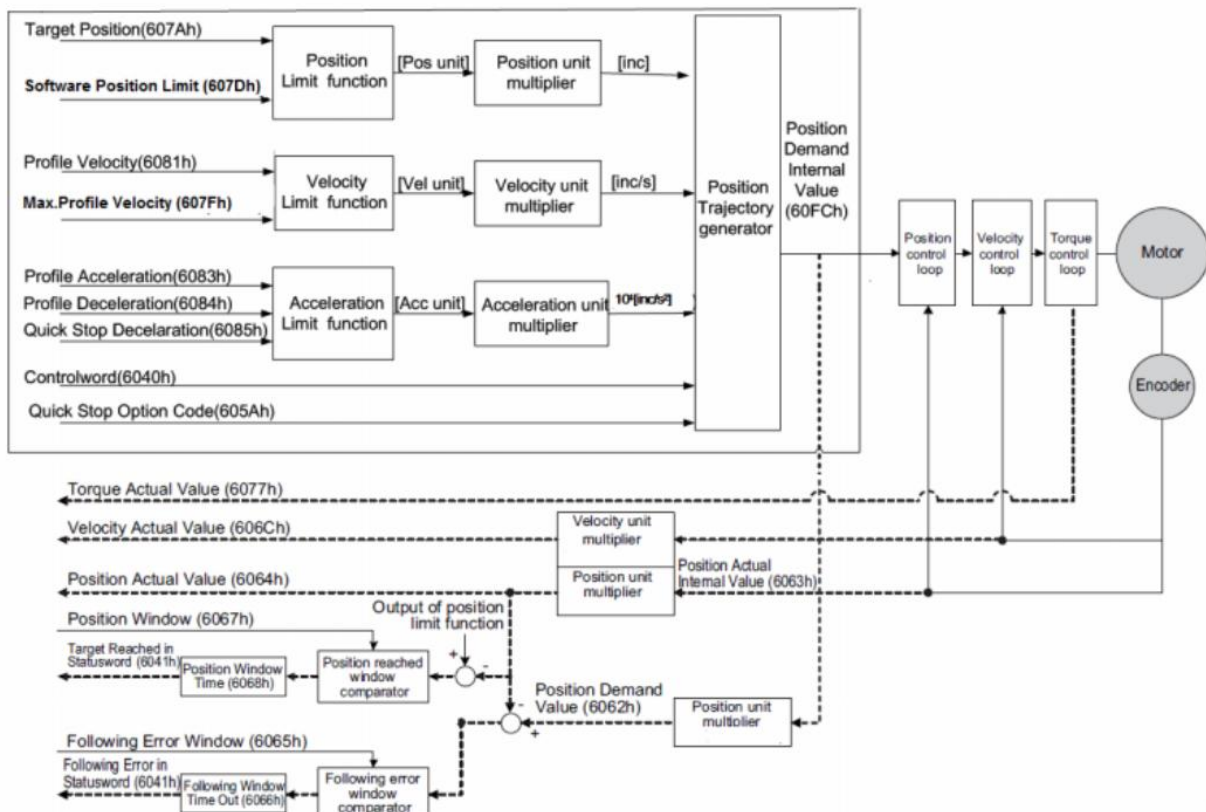
步骤二：将读取的两个值相加（当前位置值+偏移量位置值=A+B）

步骤三：设置保存（将位置偏移量 0x2008 的值设置为 A+B，保存）

保存参数为：索引 0x2000，发 1 保存

电流值采用千分比模式显示，如获取实际电流 mA=额定电流（0x6075）*千分比（0x6078）

模式 1：轮廓位置模式（ProfilePositionMode）



涉及到的字典对象：

索引	子索引	名称	数据类型	访问
603F _h		错误代码	uint16	RO
6040 _h		控制字	uint16	RW
6041 _h		状态字	uint16	RO
6060 _h		控制模式	int8	RW
6061 _h		控制模式显示	int8	RO
6062 _h		用户位置需求值	int32	RO
6064 _h		用户位置反馈	int32	RO
606C _h		用户实际速度反馈	int32	RO
607A _h		目标位置	int32	RW
607D _h	01	软限位最小位置	int32	RW
607D _h	02	软限位最大位置	int32	RW
6081 _h		轮廓速度	uint32	RW
6083 _h		轮廓加速度	uint32	RW
6084 _h		轮廓减速度	uint32	RW

轮廓位置模式需要通过 PDO 或者 SDO 对目标索引做如下操作：

- 1、首先设置 NMT 状态为“Operational”，并且设置控制模式参数（0x6060）为 1。
- 2、根据实际需要设置给定目标位置（0x607A）等参数；
- 3、将控制字(0x6040)的 bit4（new_set_point）设为“1”； bit5（change_set_immediately ）设为 “1”； bit6（绝对 /相对）则由目标位置类型（绝对或相对）而定；
- 4、在状态字 statusword 的 bit12（set_point_acknowledge ）设置好驱动器应答，不论之前的位置有没有执行完成，驱动器将立即开始执行位置控制；
- 5、到达目标位置后，驱动器通过状态字 statusword 的 bit10（target_reached ）应答。然后依照程序继续运动或接受新的目标位置

如：

第一：启动电机

索引	步骤	设定值
6060	切换操作模式为轮廓位置模式	1
6040	使能电机	6->15
完成以上步骤电机将进入轮廓位置模式，并保持当前位置		

步骤三：设定目标位置

索引	步骤	设定值
607A _h	目标位置	1000000
6040 _h	根据控制字的用法，可选绝对位置控制、相对位置控制、立刻更新位置、完成路径后更新位置	/

多圈控制建议使用周期位置（数值过大造成数据计算溢出，位置值过大，加速度设置小于 1000，过大易造成数据计算溢出）
更新位置后，设定参数电机将会以设定的加减速速度对电机从当前位置到目标位置进行速度的梯形路径规划

状态读取：

索引	名称	含义
603F _h	错误代码	
6041 _h	状态字	
6061 _h	控制模式显示	
6064 _h	用户位置反馈	
606C _h	用户实际速度反馈	

在速度曲线选择为 S 形时，使用 6083 h （profile_acceleration ）限制 其最大加速度， 6081h （profile_velocity ）限制其最大速度，使用 60A4-01 h （VAR Profile_jerk1 ）设置其加加速度。**目前 只支持对称的 T 形曲线规划。**

模式 2：速度控制（VelocityMode）功能与模式 3 相同

控制流程图

涉及到的字典对象：

索引	子索引	名称	数据类型	访问
603F _h		错误代码	uint16	RO
6040 _h		控制字	uint16	RW
6041 _h		状态字	uint16	RO
6060 _h		控制模式	int8	RW
6061 _h		控制模式显示	int8	RO
6064 _h		用户位置反馈	int32	RO
606B _h		用户速度指令值	int32	RO
606C _h		用户实际速度反馈	int32	RO
606D _h		速度到达阈值	uint16	RW
606E _h		速度到达时间	uint16	RW
606F _h		零速度阈值	uint16	RW
6070 _h		零速度阈值时间	uint16	RW
6083 _h		轮廓加速度	uint32	RW

6084 _h		轮廓减速度	uint32	RW
607F		最大轮廓速度		
60FF _h		目标速度	int32	RW

控制字

状态字

速度使用教程使用 PDO 控制或者 SDO 控制

第一：启动电机

索引	步骤	设定值
6060	切换操作模式为速度模式	2
6040	使能电机	6->15->31
完成以上步骤电机将进入轮廓速度模式，并保持速度为 0		

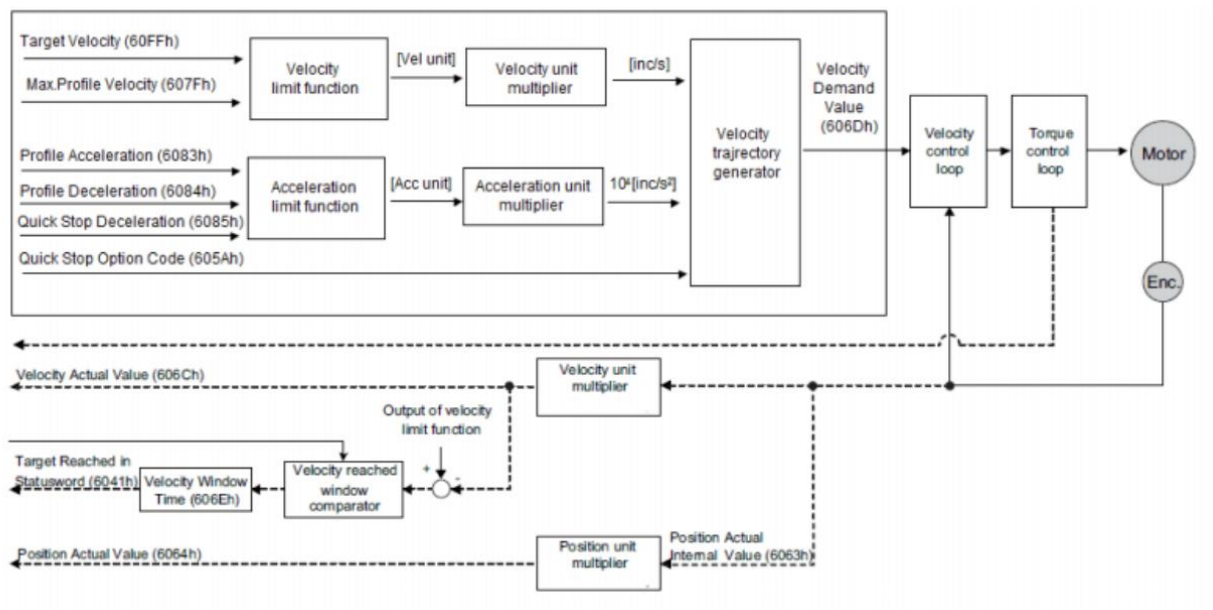
步骤二：设定参数

索引	步骤	设定值
6081 _h	最大轮廓速度	2000
6083 _h	轮廓加速度	10
6084 _h	轮廓减速度	10
60FF _h	目标速度	1000
目标速度更新后，电机将以梯形加速度的方式到达目标速度		

状态读取：

索引	名称	含义
603F _h	错误代码	
6041 _h	状态字	
6061 _h	控制模式显示	
6064 _h	用户位置反馈	
606C _h	用户实际速度反馈	

模式 3：轮廓速度控制（ProfileVelocityMode）



涉及到的字典对象：

索引	子索引	名称	数据类型	访问
603F _h		错误代码	uint16	RO
6040 _h		控制字	uint16	RW
6041 _h		状态字	uint16	RO
6060 _h		控制模式	int8	RW
6061 _h		控制模式显示	int8	RO
6063 _h		电机位置反馈	int32	RO
6064 _h		用户位置反馈	int32	RO
6065 _h		用户位置最大偏差	uint32	RW
606B _h		用户速度指令值	int32	RO
606C _h		用户实际速度反馈	int32	RO
606D _h		速度到达阈值	uint16	RW
606E _h		速度到达时间	uint16	RW
606F _h		零速度阈值	uint16	RW
6070 _h		零速度阈值时间	uint16	RW
607D _h	01	软限位最小位置	int32	RW
607D _h	02	软限位最大位置	int32	RW
6083 _h		轮廓加速度	uint32	RW
6084 _h		轮廓减速度	uint32	RW
6094 _h	01	速度因子：分子	uint32	RW
6094 _h	02	速度因子：进给常量	uint32	RW
60FF _h		目标速度	int32	RW

模式 3 与模式 2 目前尚无区别
轮廓速度使用教程使用 PDO 控制或者 SDO 控制
第一：启动电机

索引	步骤	设定值
6060	切换操作模式为轮廓速度模式	3
6040	使能电机	6->15->31
完成以上步骤电机将进入轮廓速度模式，并保持速度为 0		

步骤二：设定参数

索引	步骤	设定值
6081 _h	最大轮廓速度	2000
6083 _h	轮廓加速度	10
6084 _h	轮廓减速度	10
60FF _h	目标速度	1000
目标速度更新后，电机将以梯形加速度的方式到达目标速度		

状态读取：

索引	名称	含义
603F _h	错误代码	
6041 _h	状态字	
6061 _h	控制模式显示	
6064 _h	用户位置反馈	
606C _h	用户实际速度反馈	

SDO 控制电机

一启动电机

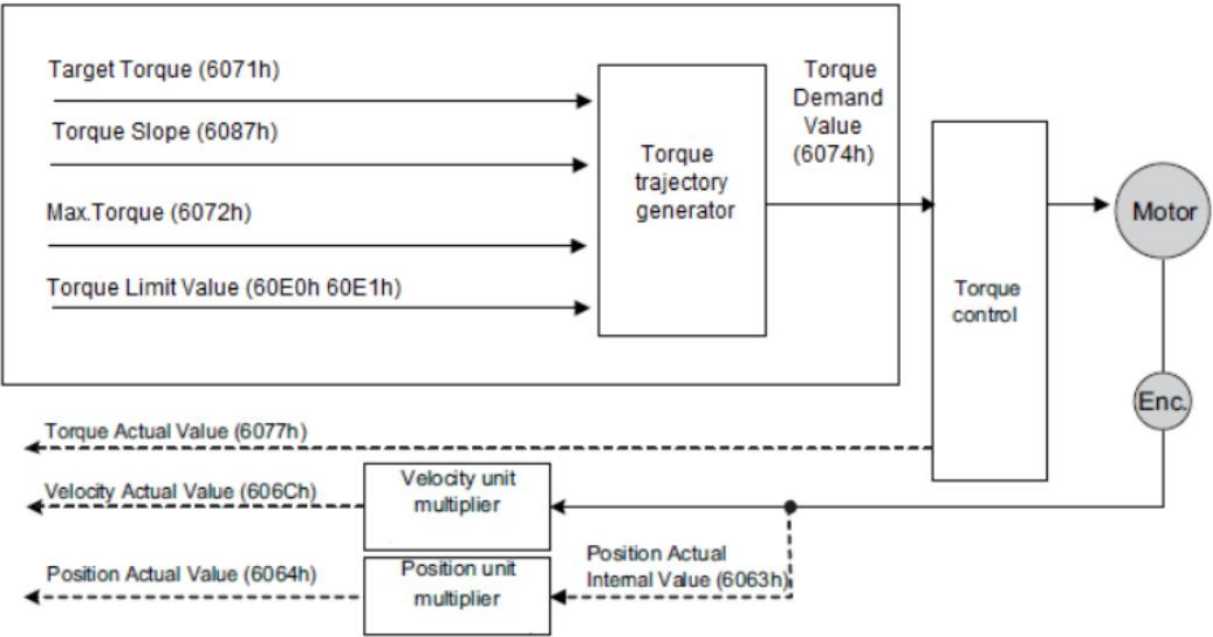
ID (600+ID) 长度 8: 2B 40 60 00 06 00 00 00 电机下使能
ID (600+ID) 长度 8: 2B 40 60 00 0F 00 00 00 电机上使能
ID (600+ID) 长度 8: 2F 60 60 00 03 00 00 00 切换操作模式为轮廓速度模式

二

设定参数

ID (600+ID) 长度 8: 23 83 60 00 0A 00 00 00 设置轮廓加速度 (10)
ID (600+ID) 长度 8: 23 84 60 00 0A 00 00 00 设置轮廓减速度 (10)
ID (600+ID) 长度 8: 23 81 60 00 D0 07 00 00 设置最大轮廓速度 (2000)
ID (600+ID) 长度 8: 23 FF 60 00 E8 03 00 00 目标速度 (1000)

模式 4：轮廓转矩控制 (ProfileTorqueMode)



涉及到的字典对象：

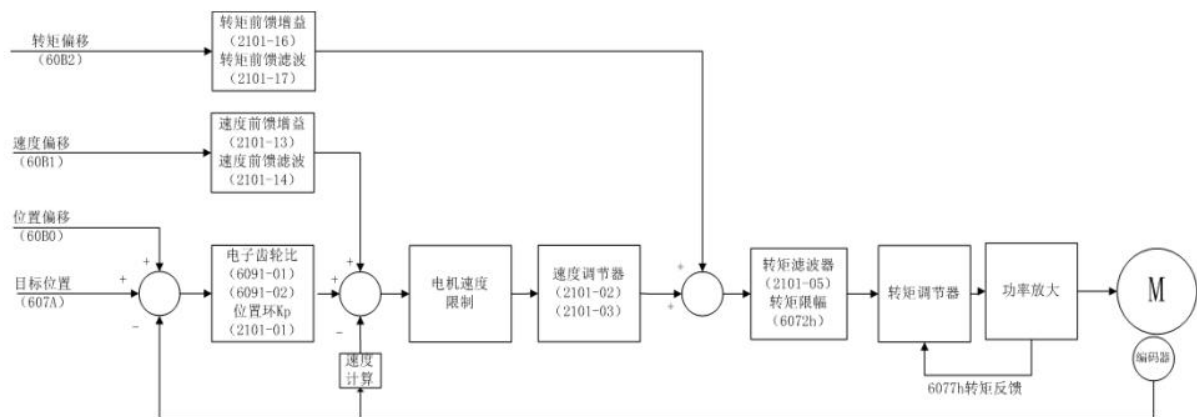
索引	子索引	名称	数据类型	访问
603F _h		错误代码	uint16	RO
6040 _h		控制字	uint16	RW
6041 _h		状态字	uint16	RO
6060 _h		控制模式	int8	RW
6061 _h		控制模式显示	int8	RO
6064 _h		用户位置反馈	int32	RO
606C _h		用户实际速度反馈	int32	RO
6071 _h		目标扭矩	int16	RW
6072 _h		最大扭矩	int16	RW
6074 _h		需求扭矩	int16	RO
6087 _h		扭矩斜率	uint32	RW

第一：启动电机

索引	步骤	设定值
6060	切换操作模式为轮廓转矩	4
6040	使能电机	6->15->31
完成以上步骤电机将进入轮廓转矩模式。		

步骤二：设定参数

索引	步骤	设定值
6072 _n	最大扭矩（上电默认为 0）	1000
6071 _n	目标扭矩	1000
6074 _h	输出目标扭矩	



使用的索引同轮廓位置一致（区别：无轮廓加速度、轮廓减速度）

索引	子索引	名称	数据类型	访问
603F _h		错误代码	uint16	RO
6040 _h		控制字	uint16	RW
6041 _h		状态字	uint16	RO
6060 _h		控制模式	int8	RW
6061 _h		控制模式显示	int8	RO
6062 _h		用户位置需求值	int32	RO
6064 _h		用户位置反馈	int32	RO
606C _h		用户实际速度反馈	int32	RO
607A _h		目标位置	int32	RW
607D _h	01	软限位最小位置	int32	RW
607D _h	02	软限位最大位置	int32	RW
6081 _h		轮廓速度	uint32	RW

周期位置模式一般使用 PDO 控制，对目标索引做如下操作：

步骤一：设定参数

索引	步骤	设定值
607D _h	设定软限位最小位置和软限位最大位置	±65536000
6081 _h	轮廓速度	2000
设定运动范围和速度上限		

步骤二：启动电机

索引	步骤	设定值
6060	切换操作模式为周期位置模式	8
6040	使能电机	6->15
完成以上步骤电机将进入周期位置模式，并保持当前位置		

步骤三：设定目标位置

索引	步骤	设定值
----	----	-----

607A _h	目标位置	/
目标位置以当前位置为起点进行周期性下发，如 5ms、10ms 等，下发轨迹尽量平滑。		
如让电机按 2000 速度进行 SIN 曲线运动		
则速度轨迹为 $speed=2000*\sin(2\pi*t/T)$,t 为当前时刻,T 为周期		
位置轨迹为 $pos=pos+speed*t$,		

状态读取：

索引	名称	含义
603F _h	错误代码	
6041 _h	状态字	
6061 _h	控制模式显示	
6064 _h	用户位置反馈	
606C _h	用户实际速度反馈	

模式 9：周期速度模式（Cyclic synchronous speed mode）

使用的索引同速度模式一致

涉及到的字典对象：

索引	子索引	名称	数据类型	访问
603F _h		错误代码	uint16	RO
6040 _h		控制字	uint16	RW
6041 _h		状态字	uint16	RO
6060 _h		控制模式	int8	RW
6061 _h		控制模式显示	int8	RO
6063 _h		电机位置反馈	int32	RO
6064 _h		用户位置反馈	int32	RO
6065 _h		用户位置最大偏差	uint32	RW
606B _h		用户速度指令值	int32	RO
606C _h		用户实际速度反馈	int32	RO
606D _h		速度到达阈值	uint16	RW
606E _h		速度到达时间	uint16	RW

606F _h		零速度阈值	uint16	RW
6070 _h		零速度阈值时间	uint16	RW
607D _h	01	软限位最小位置	int32	RW
607D _h	02	软限位最大位置	int32	RW
6083 _h		轮廓加速度	uint32	RW
6084 _h		轮廓减速度	uint32	RW
6094 _h	01	速度因子：分子	uint32	RW
6094 _h	02	速度因子：进给常量	uint32	RW
60FF _h		目标速度	int32	RW

模式 3 与模式 2 目前尚无区别

轮廓速度使用教程使用 PDO 控制或者 SDO 控制

第一：启动电机

索引	步骤	设定值
6060	切换操作模式为轮廓速度模式	3
6040	使能电机	6->15->31
完成以上步骤电机将进入轮廓速度模式，并保持速度为 0		

步骤二：设定参数

索引	步骤	设定值
6081 _h	最大轮廓速度	2000
6083 _h	轮廓加速度	10
6084 _h	轮廓减速度	10
60FF _h	目标速度	1000
目标速度更新后电机将以梯形加速度的方式到达目标速度		

状态读取：

索引	名称	含义
603F _h	错误代码	
6041 _h	状态字	
6061 _h	控制模式显示	
6064 _h	用户位置反馈	
606C _h	用户实际速度反馈	

模式 10：周期转矩模式（Cyclic Synchronous Torque Mode）

涉及到的字典对象：

索引	子索引	名称	数据类型	访问
603F _h		错误代码	uint16	RO
6040 _h		控制字	uint16	RW
6041 _h		状态字	uint16	RO
6060 _h		控制模式	int8	RW

6061 _h		控制模式显示	int8	RO
6064 _h		用户位置反馈	int32	RO
606C _h		用户实际速度反馈	int32	RO
6071 _h		目标扭矩	int16	RW
6072 _h		最大扭矩	int16	RW
6074 _h		需求扭矩	int16	RO
6087 _h		扭矩斜率	uint32	RW

第一：启动电机

索引	步骤	设定值
6060	切换操作模式为轮廓转矩	4
6040	使能电机	6->15->31
完成以上步骤电机将进入轮廓转矩.		

步骤二：设定参数

索引	步骤	设定值
6072 _h	最大扭矩（上电默认为 0）	1000
6071 _h	目标扭矩（电流值 mA）	1000
6074 _h	输出目标扭矩	
6087 _h	扭矩斜率（输出扭矩向目标扭矩变化的斜率）	1
目标扭矩更新后电机将以梯形加速度的方式到达目标扭矩		

模式 0x41：力位混合模式（PT）

主要索引具体方式看控制 DEMO：

索引	子索引	名称	数据类型	访问
201B _h	01	减速比	int32_t	RW
201B _h	02	扭矩常数 KT	float	RW
201B _h	03	KP	float	RW
201B _h	04	KD	float	RW
201B _h	05	T_Min	float	RW
201B _h	06	T_Max	float	RW
201B _h	07	I_Max	float	RW
201B _h	08	I_Max	float	RW

须知

此协议为自定义协议：

- 1、使用前需要将 0x2005 第 9 位置 1 生效数据传输解析；
- 2、操作模式 0x6060 设置为 0x41，进入此模式就行控制；
- 3、控制字上使能后按协议解析传递数据即可。
- 4、生效后力混模式会占用 PDO 通道 4，电机接收数据 ID 为 0x500+ID,返回数据使用 0x480+ID
- 5、移植代码参考 can_Ti5_PT_mode.c 文件内有说明

第五章 控制案例

读写 SDO 实例

读状态字 6041_h

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
60X _h	8	40 _h	41 _h	60 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h
58X _h	8	4B _h	41 _h	60 _h	00 _h	08 _h	02 _h	00 _h	00

根据表可知，当前值为 0x0208，Bit3 置 1 表示存在故障,需要确认故障原因

读错误状态 603F_h

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
60X _h	8	40 _h	3F _h	60 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h
58X _h	8	4B _h	3F _h	60 _h	00 _h	10 _h	43 _h	00 _h	00

根据表可知，当前值为 0x4310，温度异常。可能存在温度过高。需要清除错误

写控制字 6040_h 清除错误需控制字发送 80_h

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
60X _h	8	2B _h	40 _h	60 _h	00 _h	80 _h	00 _h	00 _h	00 _h
58X _h	8	60 _h	40 _h	60 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00

读电机温度 2003_h

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
60X _h	8	40 _h	03 _h	20 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h
58X _h	8	4B _h	40 _h	60 _h	00 _h	64 _h	00 _h	00 _h	00

根据表可知，当前值为 0x0064，温度 100°C，等待电机冷却

读写 PDO 实例

RPDO 的需求

RPDO1	用于接收主站的数据	控制字、操作模式、目标位置
RPDO2	用于接收主站的数据	目标扭矩
RPDO3	不使用	/
RPDO4	不使用	/

TPDO 的需求

TPDO1	同步发送	状态字、模式、错误码
TPDO2	同步发送	实际位置、实际速度
TPDO3	定时 100ms 发送	电机温度/板温度
TPDO4	不使用	/

PDO 通信配置

SDO 配置 RPDO 通信参数（SDO 返回数据略）

打开通道 RPDO1：201_h

打开通道 RPDO2：301_h

关闭通道 RPDO3：401_h

关闭通道 RPDO4：501_h

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	00 _h	14 _h	01 _h	01 _h	02 _h	00 _h	00 _h
601 _h	8	23 _h	01 _h	14 _h	01 _h	01 _h	03 _h	00 _h	00 _h
601 _h	8	23 _h	02 _h	14 _h	01 _h	01 _h	04 _h	00 _h	80 _h
601 _h	8	23 _h	03 _h	14 _h	01 _h	01 _h	05 _h	00 _h	80 _h

SDO 配置 TPDO 通信参数 (SDO 返回略)

打开通道 TPDO1: 181_h

设置收到 1 个 SYNC 反馈数据

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	00 _h	18 _h	01 _h	81 _h	01 _h	00 _h	00 _h
601 _h	8	2F _h	00 _h	18 _h	02 _h	01 _h	00 _h	00 _h	00 _h

打开通道 TPDO2: 281_h

设置收到 1 个 SYNC 反馈数据

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	01 _h	18 _h	01 _h	81 _h	02 _h	00 _h	00 _h
601 _h	8	2F _h	01 _h	18 _h	02 _h	01 _h	00 _h	00 _h	00 _h

打开通道 TPDO3: 381_h

设置定时反馈数据

定时周期为 100ms

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	02 _h	18 _h	01 _h	81 _h	04 _h	00 _h	00 _h
601 _h	8	2F _h	02 _h	18 _h	02 _h	01 _h	00 _h	00 _h	00 _h
601 _h	8	2B _h	02 _h	18 _h	05 _h	64 _h	00 _h	00 _h	00 _h

关闭通道 TPDO4: 80000481 h

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	03 _h	18 _h	01 _h	81 _h	04 _h	00 _h	80 _h

PDO 通信参数配置完成.

PDO 映射配置

RPDO 的映射

	说明	索引	子索引	数据长度
RPDO1	控制字	6040 _h	00 _h	10 _h
	操作模式	6060 _h	00 _h	08 _h
	目标位置	607A _h	00 _h	20 _h
RPDO2	目标扭矩	6071 _h	00 _h	10 _h

TPDO 的映射

TPDO1	状态字	6041 _h	00 _h	10 _h
	实际操作模式	6061 _h	00 _h	08 _h
	错误码	603F _h	00 _h	10 _h
TPDO2	实际位置	6064 _h	00 _h	20 _h
	实际速度	606C _h	00 _h	20 _h

TPDO3	电机温度	2003 _h	00 _h	10 _h
	板温度	2004 _h	00 _h	10 _h

SDO 配置 RPDO 映射参数（SDO 返回略）

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	00 _h	16 _h	01 _h	40 _h	60 _h	00 _h	10 _h
601 _h	8	23 _h	00 _h	16 _h	02 _h	60 _h	60 _h	00 _h	08 _h
601 _h	8	23 _h	00 _h	16 _h	03 _h	7A _h	60 _h	00 _h	20 _h
601 _h	8	23 _h	00 _h	16 _h	00 _h	03 _h	00 _h	00 _h	00 _h
帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	01 _h	16 _h	01 _h	71 _h	60 _h	00 _h	10 _h
601 _h	8	23 _h	01 _h	16 _h	00 _h	01 _h	00 _h	00 _h	00 _h

SDO 配置 TPDO 映射参数（SDO 返回略）

帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	00 _h	1A _h	01 _h	41 _h	60 _h	00 _h	10 _h
601 _h	8	23 _h	00 _h	1A _h	02 _h	61 _h	60 _h	00 _h	08 _h
601 _h	8	23 _h	00 _h	1A _h	03 _h	3F _h	60 _h	00 _h	20 _h
601 _h	8	23 _h	00 _h	1A _h	00 _h	03 _h	00 _h	00 _h	00 _h
帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	01 _h	1A _h	01 _h	64 _h	60 _h	00 _h	20 _h
601 _h	8	23 _h	01 _h	1A _h	02 _h	6C _h	60 _h	00 _h	20 _h
601 _h	8	23 _h	01 _h	1A _h	00 _h	02 _h	00 _h	00 _h	00 _h
帧 ID	DLC	CS	索引		子索引	数据内容			
601 _h	8	23 _h	02 _h	1A _h	01 _h	0C _h	20 _h	00 _h	10 _h
601 _h	8	23 _h	02 _h	1A _h	02 _h	0D _h	20 _h	00 _h	10 _h
601 _h	8	23 _h	02 _h	1A _h	00 _h	02 _h	00 _h	00 _h	00 _h

完成映射

NMT 管理切换到 OP

节点 1 进入操作状态（广播 ID:00）

帧 ID	DLC	CS	ID
000 _h	2	01 _h	01 _h

控制实例

检查确认电机电源、接线、负载、安全等等无问题后上电，上电后 NMT 自动进入 OP 模式，控制字为 0x06，状态字为 0x0221，主站 10ms 发送一次数据

NMT 管理进入 Pre-Operational

Type	ID	Bety1	Bety2	Bety3	Bety4	Bety5	Bety6	Bety7	Bety8
NMT	000 _h	80 _h	01 _h						
	进入 PreO 预操作状态								
	SDO 配置通信参数略， SDO 配置映射参数略，								

NMT	000 _h	01 _h	01 _h						
	进入 OP 操作状态								
PDO	201 _h	06 _h	00 _h	08 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h	
	80 _h								
	181 _h	21 _h	02 _h	08 _h	00 _h	00 _h			
	281 _h	E8 _h	03 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h	00 _h
	第一次 PDO 通信完成： 由于实际位置未知，电机未上使能，目标位置 同步帧触发 TPDO 反馈数据，后续解读报文不显示此报文 反馈的 PDO 可知当前的位置为 1000，速度 0，后续解读报文不显示此报文 主站将目标位置配置为 1000，也可在预操作阶段通过 SDO 获取当前位置								
	10 次 PDO 通信略								
PDO	381 _h	19 _h	00 _h	E2 _h	FF _h				
	累计 100ms 出发定时 PDO 发出数据，读取到温度分别 25℃，-30℃（正常为室温 此处为展示数据类型读取）								
PDO	201 _h	07 _h	00 _h	08 _h	E8 _h	03 _h	00 _h	00 _h	
	181 _h	23 _h	02 _h	08 _h	00 _h	00 _h			
	准备上使能，控制字切换为 07 _h ，状态字变更 0x223 _h ，目标位置设置为 1000（此步骤 可略，控制字支持直接切换到 0F _h ） （方便理解报文状态字提前变化，实际下一 PDO 变化）								
PDO	201 _h	0F _h	00 _h	08 _h	E8 _h	03 _h	00 _h	00 _h	
	181 _h	27 _h	02 _h	08 _h	00 _h	00 _h			
	使能完成，可变更目标位置做轨迹运动								
	刹车款电机松开抱闸需要时间 100ms，轨迹运动需要增加一定延时。								
	轨迹结束位置在 2000								
PDO	201 _h	06 _h	00 _h	08 _h	E8 _h	03 _h	00 _h	00 _h	
	181 _h	21 _h	02 _h	08 _h	00 _h	00 _h			
	下使能能								

第六章 索引表

CIA301:

	索引	子索引	数据类型	读写类型
Device_Type	0x1000	-	uint32_t	RO
同步帧 ID	0x1005	-	uint32_t	RW
同步帧周期	0x1006	-	uint32_t	RW
同步帧窗口	0x1007	-	uint32_t	RW
供应商的设备名称	0x1008	-	char	RO
供应商的硬件版本	0x1009	-	char	RO
供应商的软件版本	0x100A	-	char	RO
监护周期单位	0x100C	-	uint16_t	RW
生存周期单位	0x100D	-	uint8_t	RW
保存参数	0x1010	-	uint32_t	RW
恢复参数	0x1011	-	uint32_t	RW
时间戳	0x1012	-	uint32_t	RW
高分辨时间戳	0x1013	-	uint32_t	RW
EMCY_ID	0x1014	-	uint32_t	RW
EMCY 抑制时间	0x1015	-	uint16_t	RW
消费者心跳	0x1016	01	uint32_t	RW
生产者心跳	0x1017	-	uint16_t	RW
供应商标识	0x1018	01	uint32_t	RO
特定设备		02	uint32_t	RO
版本修订号		03	uint32_t	RO
产品序列号		04	uint32_t	RO
RPDO	0x1400	-	-	RW
RPDO	0x1600	-	-	RW
TPDO	0x1800	-	-	RW
TPDO	0x1A00	-	-	RW
接收 SDO	1200	01	uint32_t	RO
发送 SDO		02	uint32_t	RO

Custom 自定义:

	索引	子索引	数据类型	读写类型
用户保存	0x2000	-	uint32_t	RW
用户设置	0x2001	-	uint32_t	RW
出厂设置	0x2002	-	uint32_t	RW

板温度保护值	0x2003	-	int16_t	RW
电机温度保护值	0x2004	-	int16_t	RW
参数配置 1	0x2005	-	uint32_t	RW
电机 ID	0x2006	-	uint16_t	RW
波特率	0x2007	-	uint16_t	RW
位置偏移	0x2008	-	int32_t	RW
最大电流	0x2009	-	int32_t	RW
最小电流	0x200A	-	int32_t	RW
电流绝对值	0x200B	-	int32_t	RO
当前温度	0x200C	-	int16_t	RO
当前板温度	0x200D	-	int16_t	RO
当前电压	0x200E	-	uint16_t	RO
参数配置 2	0x200F	-	uint32_t	RW
编码器电压	0x2028	-	uint16_t	RO
OTA 标志	0x20FE	-	uint32_t	RW
修改日期	0x20FF	-	int32_t	RO

CIA402

	索引	子索引	数据类型	读写类型
强制刹车	0x4602	-	uint32_t	RW
通信保护	0x6007	-	int16_t	RO
错误代码	0x603F	-	uint16_t	RO
控制字	0x6040	-	uint16_t	RW
状态字	0x6041	-	uint16_t	RO
急停方式 1	0x605A	-	int16_t	RW
急停方式 2	0x605B	-	int16_t	RW
急停方式 3	0x605C	-	int16_t	RW
急停方式 4	0x605D	-	int16_t	RW
急停方式 5	0x605E	-	int16_t	RW
操作模式	0x6060	-	int8_t	RW
模式显示	0x6061	-	int8_t	RO
位置需求值	0x6062	-	int32_t	RO
实际位置*	0x6063	-	int32_t	RO
实际位置	0x6064	-	int32_t	RO
最大跟随误差	0x6065	-	uint32_t	RW
误差超时	0x6066	-	uint16_t	RW

位置窗口	0x6067	-	uint32_t	RW
位置窗口时间	0x6068	-	uint16_t	RW
速度传感器实际值	0x6069	-	int32_t	RO
传感器选择	0x606A	-	int16_t	RW
速度需求值	0x606B	-	int32_t	RW
实际速度	0x606C	-	int32_t	RO
速度窗口	0x606D	-	uint16_t	RW
速度窗口时间	0x606E	-	uint16_t	RW
速度阈值	0x606F	-	uint16_t	RW
速度阈值时间	0x6070	-	uint16_t	RW
目标扭矩	0x6071	-	int16_t	RW
最大扭矩	0x6072	-	uint16_t	RW
最大电流	0x6073	-	uint16_t	RW
需求扭矩	0x6074	-	int16_t	RO
额定电流	0x6075	-	uint32_t	RW
额定扭矩	0x6076	-	uint32_t	RW
实际扭矩	0x6077	-	int16	RW
实际电流	0x6078	-	int16_t	RO
直流电压	0x6079	-	uint32_t	RW
目标位置	0x607A	-	int32_t	RW
硬件位置限制	0x607B	01	int32_t	RW
硬件位置限制		02	int32_t	RW
起始偏移量	0x607C	-	int32_t	RW
软件位置限制	0x607D	01	int32_t	RW
		02	int32_t	RW
指令方向	0x607E	-	uint8_t	RW
最大轮廓速度	0x607F	-	uint32_t	RW
最大速度	0x6080	-	uint32_t	RW
轮廓速度	0x6081	-	uint32_t	RW
轮廓结束速度	0x6082	-	uint32_t	RW
轮廓加速度	0x6083	-	uint32_t	RW
轮廓减速度	0x6084	-	uint32_t	RW
急停减速度	0x6085	-	uint32_t	RW
轮廓运动类型	0x6086	-	uint32_t	RW
扭矩斜率	0x6087	-	uint32_t	RW
扭矩斜率类型	0x6088	-	uint32_t	RW
位置因子-分子	0x6093	01	uint32_t	RW
位置因子-分母		02	uint32_t	RW
速度因子-分子	0x6094	01	uint32_t	RW
速度因子-分母		02	uint32_t	RW

加速度因子-分子	0x6097	01	uint32_t	RW
加速度因子-分母		02	uint32_t	RW
-	0x6098	-	int8_t	RW
-	0x6099	01	uint32_t	RW
-		02	uint32_t	
-	0x609A	-	uint32_t	
加加速度	0x60A4	-	uint32_t	RW
位置偏置	0x60B0	-	int32_t	RW
转速偏置	0x60B1	-	int32_t	RW
扭矩偏置	0x60B2	-	int32_t	RW
-	0x60C0	-	int16_t	RW
-	0x60C1	-	int32_t	RW
插补时间	0x60C2	01	uint8_t	RW
-		02	int8_t	RW
-	0x60C3	-	uint8_t	RW
-	0x60C4	-	uint8_t	RW
最大轮廓加速度	0x60C5	-	uint32_t	RW
最大轮廓加速度	0x60C6	-	uint32_t	RW
最大轮廓加速度	0x60E0	-	Uint16_t	RW
最大轮廓加速度	0x60E1	-	Uint16_t	RW
跟随误差	0x60F4		int32_t	RO
-	-	01	int16_t	RW
		02	int16_t	RW
		-	-	-
-	-	01	int16_t	RW
		02	int16_t	RW
		-	-	-
位置环 PID	0x60FB	01	int16_t	RW
		02	int16_t	RW
		03	int16_t	RW
目标速度	0x60FF	-	int32_t	RW

CIA402_HW

电机类型		0x6402	-	uint16_t	RW
目录号		0x6403	-	Char	RW
制造商		0x6404	-	Char	RW
地址		0x6405	-	Char	RW
电机校准日期		0x6406	-	int32_t	RW
电机寿命	0x6407	-	uint32_t	RW	

极对数	0x6410	01	uint8_t	RW
线圈 RS		02	uint8_t	RW
线圈 LS		03	uint8_t	RO
磁场对齐电角度		04	int32_t	RW
采样电阻增益		05	uint8_t	RW
采样电阻毫欧姆		06	uint8_t	RW
减速比		07	uint8_t	RO
转矩系数		08	uint16_t	RW
支持的操作模式	0x6502	-	uint32_t	RW
铭牌号	0x6503	-	char	RW
制造商	0x6504	-	char	RW
官网	0x6505	-	char	RW
最小线圈温度保护值	0x6510	01	int16_t	RW
最大线圈温度保护值		02	int16_t	RW
最小板温度保护值		03	int16_t	RW
最大板温度保护值		04	int16_t	RO
最低电压警报		05	uint16_t	RW
最大电压警报		06	uint16_t	RW
电池报警电压		07	uint16_t	RW
刹车保持电压,mV		08	uint16_t	RO
刹车释放电压,mV		09	uint16_t	RW
刹车释放时间		0A	uint16_t	RW

全部 FLASH 索引

常用

索引：0x2000 用户保存

子索引：00	数据类型：uint32_t	默认值：00
保存电机索引表参数，下发 1 保存参数，完成后自动清零		

索引：0x2001 用户读取

子索引：00	数据类型：uint32_t	
读取电机索引表参数，下发 1 读取参数，完成后自动清零		
默认值：00		

索引：0x2002 出厂设置

子索引：00	数据类型：uint32_t	
恢复出厂设置，下发 1 恢复参数，完成后自动清零		
默认值：00		

索引：0x2003 板温度保护值

子索引：00	数据类型：int16_t	
电路板温度保护报警值，温度传感器高于该值时，电机停止，单位摄氏度		
默认值：80		

索引：0x2004 电机温度保护值

子索引：00	数据类型：int16_t	
电机线圈温度保护值，温度传感器高于该值时，电机停止，单位摄氏度		
默认值：100		

索引：0x2005 其他参数（无）

子索引：00	数据类型：uint32	
暂无		
默认值：0		

索引：0x2006 电机 ID

子索引：00	数据类型：uint16	
电机 ID（1~127）修改后，仅在保存后生效		
默认值：1		

索引：0x2007 波特率设置

子索引：00	数据类型：uint16	
用于设置电机的通讯速率，可选值：1000、500、250、125、100、50，修改后，仅在保存后生效		

默认值：1000

索引：0x2008 位置偏移量

子索引：00	数据类型：int32
功 能：于设置读取位置归零，设置零点、起始位置，发送后直接生效	
公 式：读取的电机位置 = 编码器实际位置 - 位置偏移量	
设置零点所需的偏移量 = 读取的偏移量 + 读取的电机位置	
用 法：读取的 0x6064 当前位置 A，读取的 0x2008 偏移量为 B。则发送的数据为 A+B	
默认值：0	

索引：0x2009 最大电流设置

子索引：00	数据类型：int32
电机运行最大电流,绝对值小于索引 0x200B 的值，单位 mA	
默认值：根据型号	

索引：0x200A 最小电流设置

子索引：00	数据类型：int32
电机运行最小电流，绝对值小于索引 0x200B 的值，单位 mA	
默认值：根据型号	

索引：0x200B 电流绝对值

子索引：00	数据类型：int32
电机允许设置的参考电流值（根据电机型号），单位 mA	
默认值：根据型号	

索引：0x200C 电路板温度值

子索引：00	数据类型：int16
当前电机线圈温度值，单位摄氏度	
默认值：0	

索引：0x200D 线圈温度值

子索引：00	数据类型：int16
当前电路板温度值，单位摄氏度	
默认值：0	

索引：0x200E 电机总线电压

子索引：00	数据类型：uint16
电机总线电压，单位 V	
默认值：36	

索引：0x20FF 电机 CANOPEN 程序更新版本

子索引：00	数据类型：int32
--------	------------

程序更新时间
默认值：根据版本日期

索引：0x6007 通信保护

子索引：00	数据类型：int32
无 CAN 通信时的操作： 0:无操作， 1 故障，停止电机（NMT 管理时需要，决定是否停机）	
默认值：00	

索引：0x603F 错误状态

子索引：00	数据类型：uint16
0x6010, 软件错误 0x3210, 过压 0x3220, 欠压 0x5510, 启动错误 0x2310, 过流	
默认值：0	

索引：0x6040 控制字

子索引：00	数据类型：uint16
常用值 控制电机使能 0x0F(一般顺序为 0x06>0x07>0x0F) 控制电机失能 0x06 或 0x00、 控制电机清除错误 0x80 详细描述看-设备控制-控制字	
默认值：6	

索引：0x6041 状态字

子索引：00	数据类型：uint16
显示电机状态 电机使能状态和报错状态 详细描述看-设备控制-状态字	
默认值：0	

索引：0x6060 操作模式

子索引：00	数据类型：int8
电机要设置的运动模式	
默认值：8	

索引：0x6061 显示模式

子索引：00	数据类型：int8
显示电机的运动模式	
默认值：0	

索引：0x6062 用户位置指令

子索引：00	数据类型：int32
用户需求值	
默认值：0	

索引：0x6063 电机位置反馈

子索引：00	数据类型：int32
反馈为电机编码器位置	
默认值：0	

索引：0x6064 用户位置反馈

子索引：00	数据类型：int32
用户位置反馈	
默认值：0	

索引：0x606C 用户实际速度反馈

子索引：00	数据类型：int32
用户实际速度反馈	
默认值：8	

索引：0x606D 速度阈值窗口

子索引：00	数据类型：uint16
和 0x606E 速度阈值时间窗口，一起组成速度窗口比较器，判断是否到达目标速度， 单位和目标速度相同单位	
默认值：0	

索引：0x606E 速度阈值时间窗口

子索引：00	数据类型：uint16
和 0x606D 速度阈值窗口，一起组成速度窗口比较器，判断是否到达目标速度,状态字 bit10 单位 MS	
默认值：0	

索引：0x606F 零速阈值

子索引：00	数据类型：uint16
和 0x6070 组成比较器，电机运行速度低于该值时认为电机速度为零速，	
默认值：0	

索引：0x6070 零速阈值时间

子索引: 00	数据类型: uint16
和 0x606F 一起组成比较器, 零速运行时间超过该值, 判断电机停止,状态字 BIT12,	
默认值: 0	

索引: 0x6071 目标转矩

子索引: 00	数据类型: int16
单位: 0.1%的额定扭矩	
版本: 单位 mA	
默认值: 0	

索引: 0x6072 最大转矩

子索引: 00	数据类型: uint16
目标转矩的限制	
单位: 0.1%的额定扭矩	
默认值: 8	

索引: 0x6073 运行最大电流

子索引: 00	数据类型: uint16
单位: 0.1%的额定电流	
默认值: 0	

索引: 0x6074 转矩需求值

子索引: 00	数据类型: int16
电机按规划生成的目标轨迹扭矩	
单位: 0.1%的额定扭矩	
默认值: 0	

索引: 0x6075 额定电流

子索引: 00	数据类型: uint32
单位: mA	
来自电机铭牌 (来自测功机标定) 为额定扭矩下的电流	
型号:	
默认值: 0	

索引: 0x6076 额定扭矩

子索引: 00	数据类型: uint32
单位: mNm	
来自电机铭牌 (来自测功机标定) 为电机运行的额定扭矩	
型号:	

默认值：0

索引：0x6077 实际扭矩

子索引：00	数据类型：int16
单位：0.1%的额定扭矩	
当前的实际扭矩的值，来自电流转换或扭矩传感器	
默认值：0	

索引：0x6078 实际电流

子索引：00	数据类型：int16
单位：0.1%的额定电流	
电机运行的实际电流，来自电机电流环采样	
默认值：00	

索引：0x6079 直流电压

子索引：00	数据类型：uint32
单位：mV	
当前直流电路电压	
默认值：00	

索引：0x607A 目标位置

子索引：00	数据类型：int32
位置模式下，要设置到达的位置	
默认值：8	

索引：0x607B 软件位置限制

子索引：01	数据类型：int32
电机位置最低下限：65536*101*100	
默认值：	

子索引：02	数据类型：int32
电机位置最高上限：65536*101*100	
默认值：	

索引：0x607D 软件位置限制

子索引：01	数据类型：int32
电机位置最低下限：65536*101*100	

默认值：65536*101*100

子索引：02	数据类型：int32
电机位置最高上限：65536*101*100	
默认值：65536*101*100	

索引：0x607F 最大轮廓速度

子索引：00	数据类型：uint32
单位：与速度单位相同 轮廓移动的最大允许速度度，小于最大速度	
默认值：5000	

索引：0x6080 最大速度

子索引：00	数据类型：uint32
单位：与目标速度单位相同 电机最高的转速，最大值 10000	
默认值：10000	

索引：0x6081 轮廓速度

子索引：00	数据类型：uint32
轮廓模式下的速度且小于最大轮廓速度	
默认值：2000	

索引：0x6083 轮廓加速度

子索引：00	数据类型：uint32
速度模式下的当前速度离目标速度每毫秒的增加量，位置模式没用	
默认值：1	

索引：0x6084 轮廓减速度

子索引：00	数据类型：uint32
速度模式下的当前速度离目标速度每毫秒的减少量，位置模式没用	
默认值：1	

索引：0x6087 扭矩斜率系数

子索引：00	数据类型：uint32
目标扭矩到输出扭矩的输出斜率，每毫秒增加量（当前） 0.1%的额定扭矩每秒（未来）	
默认值：1	

索引：0x60F6 电流环 PID

子索引：01	数据类型：int16
--------	------------

电流环的比例 P
默认值：

子索引：02	数据类型：int16
电流环的积分 I	
默认值：	

子索引： 03	数据类型： int16
电流环的微分 D	
默认值：	

索引：0x60F9 速度环 PID

子索引： 01	数据类型： int16
速度环的比例 P	
默认值：	

子索引：02	数据类型：int16
速度环的积分 I	
默认值：	

索引：0x60FB 位置环 PID

子索引： 01	数据类型： int16
位置环的积分 P	
默认值： 400	

子索引：02	数据类型：int16
位置环的积分 I	
默认值：00	

子索引：03	数据类型：int16
位置环的积分 D	
默认值：00	

索引：0x60FF 目标速度

子索引：00	数据类型：int16
目标速度 0.01hz	
公 式： 目标速度=（输出端目标转速（度每秒）*减速比*100)/360； 目标速度=（输出端目标转速（RPM）*减速比*100)/60； 目标速度=（输出端角速度(rad/s) × 减速比 × 100) / 2π	
默认值： 1	