



STM57E 系列一体化步进电机

CANopen 通信用户手册（闭环）

版本号：A



北京立迈胜控制技术有限公司

目 录

目 录	II
1 关于手册	1
1.1 简介	1
1.2 数字值含义	1
1.3 位定义	1
1.1 版本信息	1
2 术语和缩略语	1
3 通信网络	3
3.1 CANopen 概述	3
3.2 SDO 访问	3
3.3 PDO 消息	6
3.4 EMCY 消息	11
3.5 网络管理（NMT 服务）	12
3.6 系统设置	13
4 设备控制	15
4.1 CiA402 状态机	15
5 单位转换	20
5.1 608F _h : 位置编码器分辨率	20
5.2 607E _h : 极性	20
5.3 举例	21
6 运行模式	22
6.1 控制模式概述	22
6.2 位置控制功能	23
6.3 轮廓位置模式（PP）	26
6.4 轮廓速度模式（PV）	33
6.5 原点回归模式（HM）	36
7 特殊功能	45
7.1 数字量输入与输出	45
7.2 参数保存和恢复	46
7.3 位置恢复功能	47
8 调整	47
8.1 概述	47
8.2 手动增益调整	48
9 故障管理	48
9.1 报警代码	48
9.2 故障动作设置	50
9.3 故障复位	51
9.4 故障检测说明	51
10 对象字典	52
10.1 通信参数 1000 _h 组	54
10.2 制造商定义参数 2000 _h 组说明	59
10.3 子协议定义参数 6000 _h 组说明	64

1 关于手册

1.1 简介

本手册用以说明北京立迈胜控制技术有限公司所生产的 STM57-E 系列 CANopen 通信方式的一体化步进电机的编程和操作方法。

1.2 数字值含义

本手册中，数值一般是以十进制格式表示。如果必须使用十六进制表示的，以在数字末尾下标 "h" 来进行表示，例如：1003_h。

对象的对象目录索引和子索引，表示为：<索引>：<子索引>

例如：对象 1003_h 的子索引 02 表示为 1003_h：02_h。

1.3 位定义

对象的各个位总是在 LSB 编号从 0 开始的。

	MSB				LSB				
Bit Nummer	7	6	5	4	3	2	1	0	
Bits	0	1	0	1	0	1	0	1	55 _{hex} =85 _{dec}

1.1 版本信息

手册版本	日期	修改记录
A	2024.03.11	创建

2 术语和缩略语

CAN 控制局域网（Controller area network）

CAN-ID CAN 标识符（Controller area network Identifier）

COB 通信对象（Communication object）

COB-ID COB 标识符（Communication object Identifier）

FSA 有限状态机（Finite state automaton）

LSB 最低有效位（Least significant bit）

MSB 最高有效位（Most significant bit）

PDO 过程数据对象（Process data object）

PDS 动力驱动系统（Power drive system）

RPDO 接收 PDO（Receive process data object）
SDO 服务数据对象（Service data object）
TPDO 发送 PDO（Transmit process data object）
NMT 网络管理（Network Management）

3 通信网络

3.1 CANopen 概述

北京立迈胜控制技术有限公司一体化步进电机采用 CANopen 通信控制，CANopen 是一个基于 CAN 串行总线的网络传输系统的应用层协议，遵循 ISO/OSI 标准模型。网络中不同的设备通过对象字典或者对象来相互交换数据，其中，主节点可以通过过程数据对象(PDO) 或者服务数据对象(SDO) 来获取或者修改其它节点对象字典列表中的数据。一体化步进电机驱动器是参照 CIA402 协议标准设计。CANopen 的设备模型如图所示。

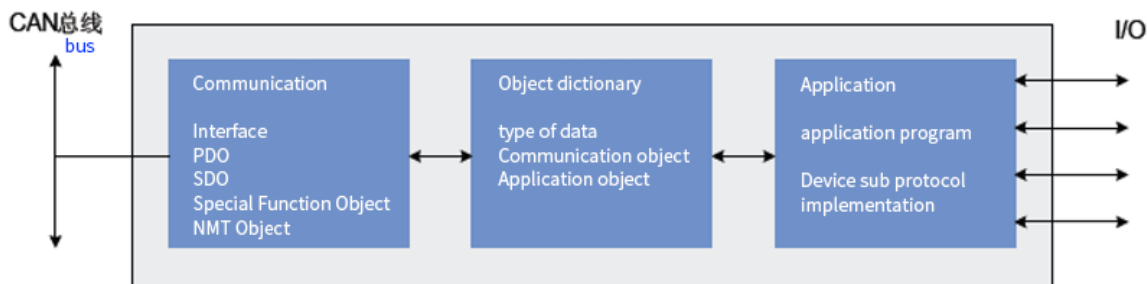


图 3-1

通信对象如下：

表 3-1

SDO	Service Data Object (服务数据对象)	设置控制器的普通参数
PDO	Process Data Object (过程数据对象)	快速交换过程数据（如：实际位置）
EMCY	Emergency Message (紧急信息)	传送驱动器的故障信息
NMT	Network Management (网络管理)	管理 CANopen 网络
HEARTBEAT	Error Control (错误控制)	可以监控节点的生命状态

3.2 SDO 访问

服务数据对象 (SDO) 通过对象索引和子索引与对象字典建立联系，通过 SDO 可以读取对象字典中的对象内容，或者在允许的情况下修改对象数据。

SDO 传输框架

SDO 传输方式遵循客户端——服务器模式，即一问一答方式。由 CAN 总线网络中的 SDO 客户端发起，SDO 服务器作出应答。因此，SDO 之间的数据交换至少需要两个 CAN 报文才能实现，而且两个 CAN 报文的 CAN 标识符不一样。SDO 的传输模型如下图所示

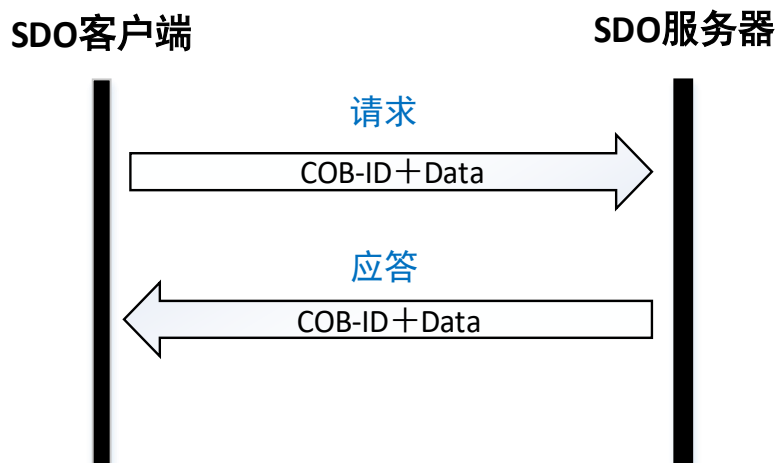


图 3-2 SDO 传输框架

3.2.1 SDO传输报文

SDO 传输报文由 COB-ID 和数据段组成，数据段采用小端模式，即低位在前，高位在后排列。所有的 SDO 报文数据段都必须是 8 个字节。

SDO 写数据报文格式如下图：

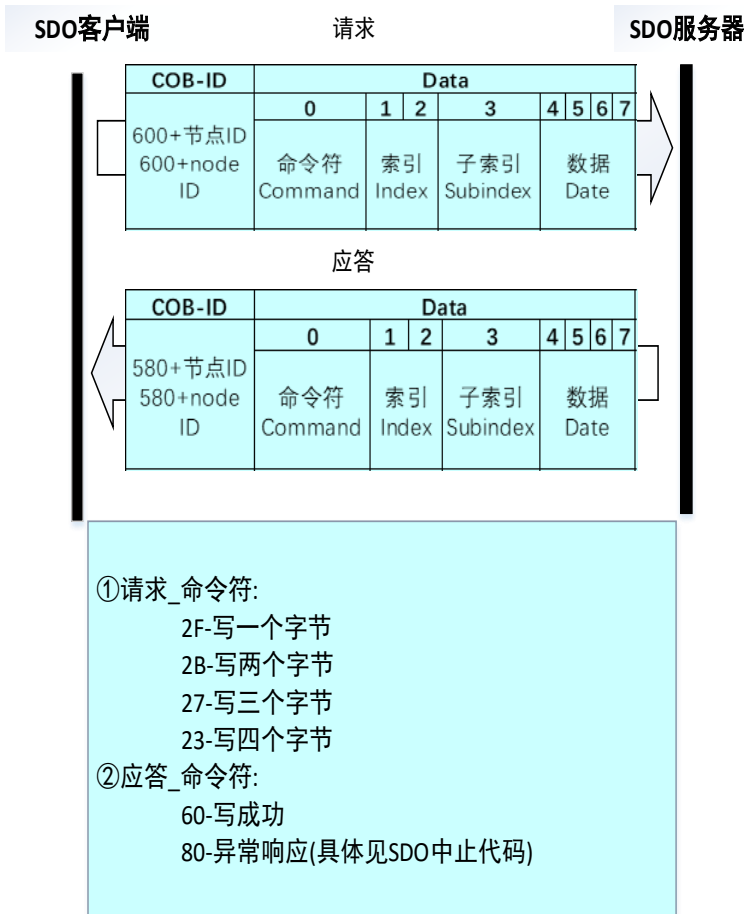


图 3-3

SDO 读数据报文格式如下图：

中止代码	描述
06 01 00 02	试图写只读对象
06 02 00 00	对象字典中对象不存在
06 04 00 41	对象不能够映射到 PDO
06 04 00 42	对象的数目或长度超过 PDO 长度
06 04 00 43	一般性参数不兼容
06 04 00 47	一般性设备内部不兼容
06 06 00 00	硬件错误导致对象访问失败
06 07 00 10	数据类型不匹配，服务参数长度不匹配
06 07 00 12	数据类型不匹配，服务参数长度太大
06 07 00 13	数据类型不匹配，服务数据长度太短
06 09 00 11	子索引不存在
06 09 00 30	超出参数的值范围
06 09 00 31	写入参数数值太大（写访问时）
06 09 00 32	写入参数值太小（写访问时）
06 09 00 36	最大值小于最小值
08 00 00 00	一般性错误(如字节数错误)
08 00 00 20	数据不能传送或保存到应用
08 00 00 21	由于本地控制导致数据不能传送或保存到应用
08 00 00 22	由于设备当前状态导致数据不能传送或保存到应用
08 00 00 23	对象字典动态产生错误或对象字典不存在

3.3 PDO 消息

过程数据对象 (PDO) 用来传输实时的数据，是 CANopen 中最主要的数据传输方式。通过 PDO 可以以事件控制的方式或周期性的方式进行传输数据。由于 PDO 的传输不需要应答，且 PDO 的长度可以小于 8 个字节，因此传输速度快。

3.3.1 PDO传输框架

PDO 的传输遵循的是生产者消费者模型，即 CAN 总线网络中生产者产生的 TPDO 可根据 COB-ID 由网络上一个或者多个消费者 RPDO 接收，传输模型如下图所示：

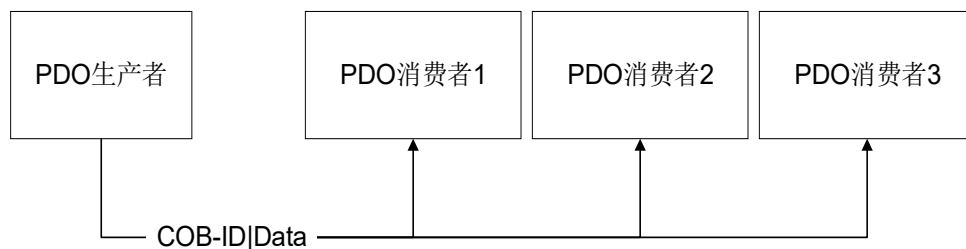


图 3-6 PDO 传输模型

3.3.2 PDO对象

按照接收与发送的不同，PDO 可分为 RPDO 和 TPDO。每个 PDO 由通信参数和映射参数共同决定最终传输的方式及内容。控制器使用了 4 个 RPDO 和 4 个 TPDO 来实现 PDO 的传输，相关对象列表如下：

表 3-3

PDO		标识符(COB-ID)	通信对象	映射对象
RPDO	1	0x200+node ID	1400 _h	1600 _h
	2	0x300+ node ID	1401 _h	1601 _h

PDO		标识符(COB-ID)	通信对象	映射对象
	3	0x400+ node ID	1402 _h	1602 _h
	4	0x500+ node ID	1403 _h	1603 _h
TPDO	1	0x180+ node ID	1800 _h	1A00 _h
	2	0x280+ node ID	1801 _h	1A01 _h
	3	0x380+ node ID	1802 _h	1A02 _h
	4	0x480+ node ID	1803 _h	1A03 _h

3.3.3 PDO通信参数

1. PDO 的标识符

包含控制位和标识数据，确定该 PDO 的总线优先级。COB-ID 位于通信参数 (RPDO: 1400_h~1403_h, TPDO: 1800_h~1803_h) 的子索引 01 上，最高位决定该 PDO 是否有效。

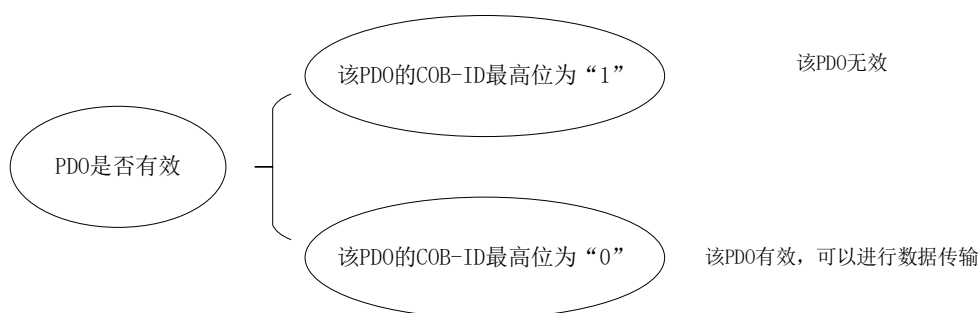


图 3-7

例如：对于节点地址为 1 的电机，TPDO1 的 COB-ID 为 80000181_h，表示该 PDO 被禁用，处于无效状态，当其 COB-ID 为 181_h时，表明该 PDO 被激活。

2. PDO 的传输类型

PDO 的传输类型位于通信参数 (RPDO: 1400_h~1403_h, TPDO: 1800_h~1803_h) 的子索引 02 上，决定该 PDO 遵循何种传输方式。

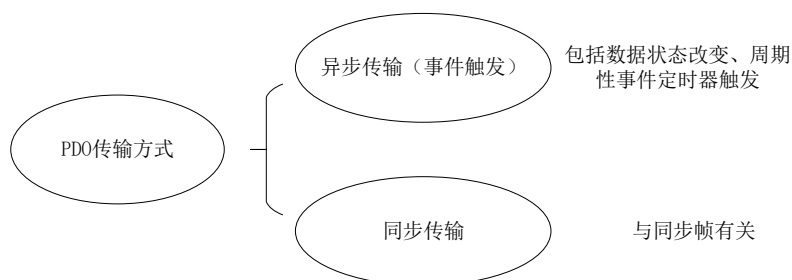


图 3-8 PDO 传输方式

传输触发类型如下图：

表 3-4

传输类型数值	同步		异步(事件触发)
	循环	非循环	
0		√	
1-240	√		
241-253	保留		
254、255			√

- 当 TPDO 的传输类型为 0 时，如果映射数据发生改变，且接收到一个同步帧，则发送该 TPDO；
当 TPDO 的传输类型为 1~240 时，接收到相应个数的同步帧时，发送该 TPDO；
当 TPDO 的传输类型是 254 或 255 时，映射数据发生改变或者事件计时器到达则发送该 TPDO。
- 当 RPDO 的传输类型为 0~240 时，只要接收到一个同步帧，则将该 RPDO 最新的数据更新到应用；当 RPDO 的传输类型为 254 或者 255 时，将接收到的数据直接更新到应用。

3. 禁止时间

针对 TPDO 设置了禁止时间，存放在通信参数(1800_h~1803_h)的子索引 03 上，避免由于某个高优先级的 PDO 数据量太大，持续占据总线，而使其他优先级较低的数据无力竞争总线的问题。该参数有 16 位无符号整数定义，单位是 100us，设置数值后，同一个 TPDO 传输间隔不得小于该参数对应的时间。

举例：设置 TPDO1 的禁止时间为 100，则 TPDO1 的传输间隔不会小于 10ms。

4. 事件计时器

针对异步传输(传输类型为 254 或 255)TPDO，定义事件计时器，位于通信参数 (1800_h~1803_h)的子索引 05 上。事件计时器也可以看做是一种触发事件，它会触发相应的 TPDO 传输。如果在计时器运行周期内出现了数据改变等其它事件，TPDO 也会触发，且事件计数器会被立即复位。事件定时器参数由 16 位无符号整数定义，单位 1ms。

3.3.4 PDO映射参数

PDO 映射参数包含指向 PDO 需要发送或者接收到的 PDO 对应的过程数据的指针，包括索引、子索引及映射对象长度。每个 PDO 数据长度最多可达 8 个字节，可同时映射一个或者多个对象。其中子索引 0 记录该 PDO 具体映射的对象个数，子索引 1~8 则是映射内容。映射参数内容定义如下：

表 3-5

位数	31-16（2 个字节）	15-8（1 个字节）	7-0（1 个字节）
含义	索引	子索引	对象长度

其中索引和子索引共同决定对象在对象字典中的位置，对象长度指明该对象的具体位长，用十六进制表示，即：

表 3-6

对象长度	位长
0x08	8 位
0x10	16 位
0x20	32 位

举例：RPDO1 映射了两个参数，6040_h和 6060_h；则映射总长度为 3 个字节 (2+1)，即 RPDO1 在传输过程中数据段有 3 个字节，其映射关系如下图所示：

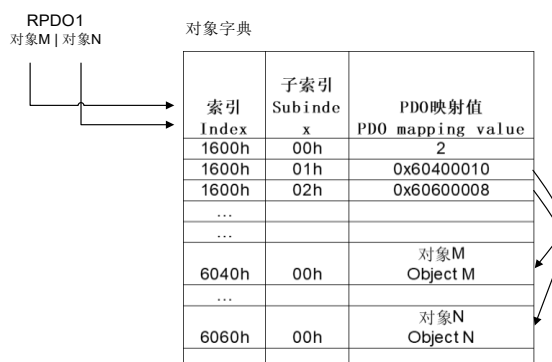


图 3-9 RPDO1 映射关系

TPDO 的映射方式与 RPDO 是一致的，方向相反。RPDO 按照映射关系解码输入，TPDO 是按照映射关系加码输出。

举例：TPDO1 映射了两个参数，6041_h 和 6061_h；则映射总长度为 3 个字节 (2+1)，即 TPDO1 在传输过程中数据段有 3 个字节，其映射关系如下图所示

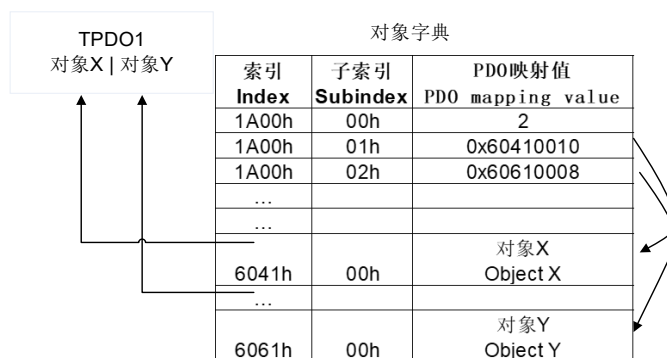


图 3-10

如果设备支持 PDO 映射参数的动态修改，那么使用 SDO 报文可以配置 PDO 映射参数。本设备支持 PDO 映射参数的动态修改，修改 PDO 映射必须遵守如下流程：

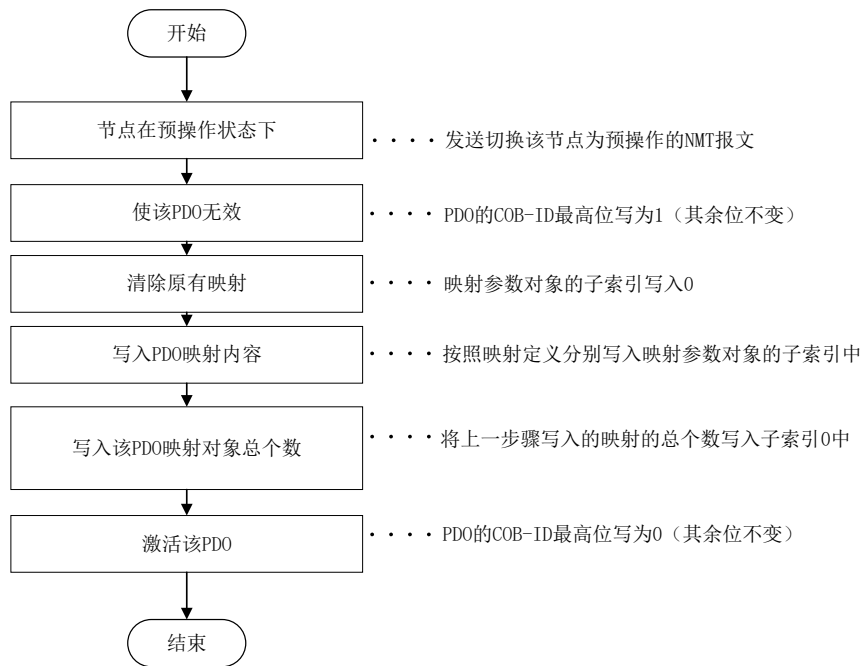


图 3-11

3.4 EMCY 消息

当节点出现错误时，按照标准化机制，节点会发送一帧紧急报文。紧急报文遵循的是生产者—消费者模型，节点故障发出后，CAN 网络中其它节点可选择处理该故障。本设备只作为紧急报文生产者，不处理其它节点紧急报文。

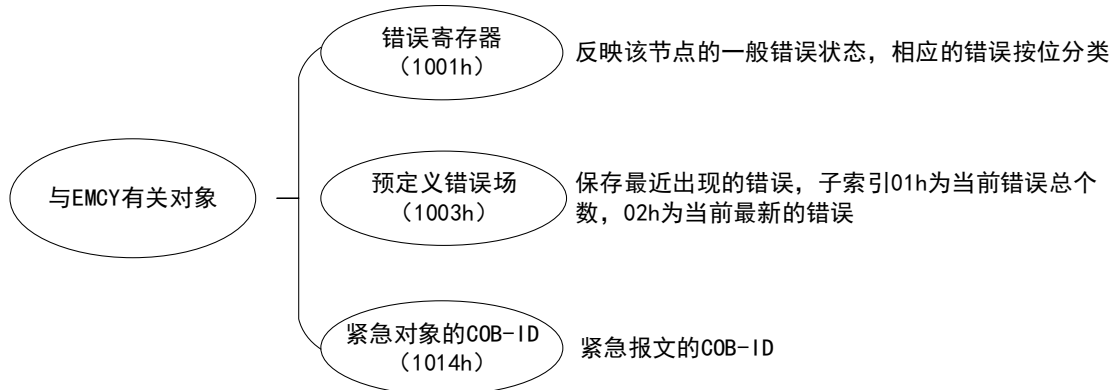


图 3-12

当节点出现故障时，需要更新错误寄存器和预定义错误场。紧急报文内容按以下规范：

表 3-7

COB-ID	报文（字节）							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0x80+Node ID	错误码		错误寄存器	保留	辅助字节			

辅助字节显示用户指定错误码，错误码及辅助字节定义具体请参见“故障管理”

3.5 网络管理（NMT 服务）

网络管理系统 (NMT) 负责初始化、启动及停止网络及网络中的设备，属于主/从系统。CANopen 网络中有且只有一个 NMT 主机，可配置包括本身在内的 CANopen 网络。

3.5.1 NMT 服务

CANopen 按照协议规定的状态机执行相应工作。其中，部分为内部自动实现转换，部分必须由 NMT 主机发送 NMT 报文实现转换，具体如下图：

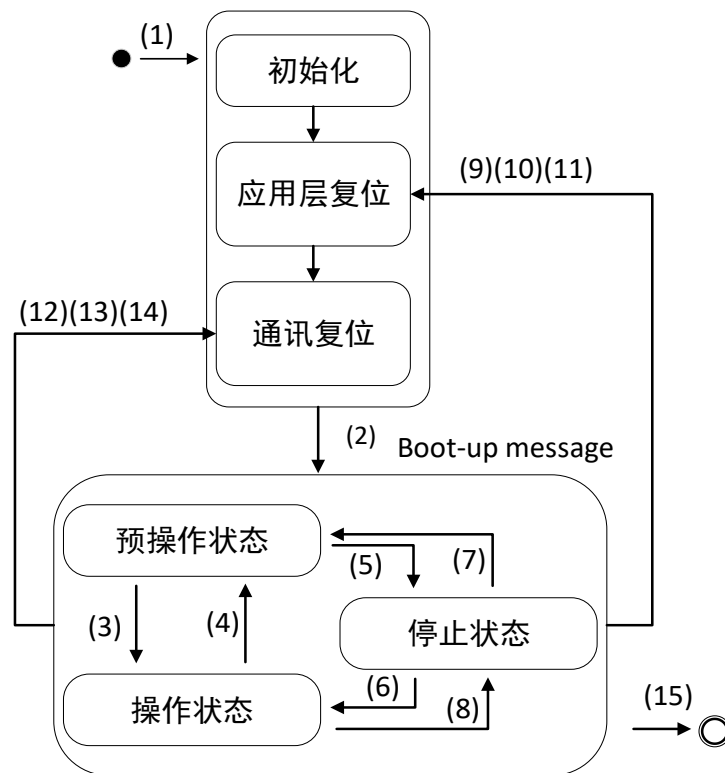


图 3-13

(1) 上电；(2) 自动切换到预操作状态；(3) 切换到操作状态；(4) 切换到预操作状态；
(5)、(8) 切换到停止状态；(9)、(10)、(11) 切换到应用层复位状态；
(12)、(13)、(14) 切换到通讯复位状态；(15) 掉电或者硬件复位。

上图中转换由 NMT 报文实现，且只有 NMT 主机能够发送 NMT 控制报文，消息报文格式如下表所示：

表 3-8

COB-ID	Data/字节	
	0	1
0x000	命令字	Node ID

NMT 报文的 COB-ID 固定是“0x000”。数据区由两个字节组成：第一个字节是命令字，表明该帧的控制作用如下表，第二个字节是 CANopen 节点地址，当其为“0”时为广播消息，网络中的所有从设备均有效。

表 3-9

命令字	说明
0x01	进入操作状态指令
0x02	停止节点指令
0x80	进入预操作状态指令

0x81	复位节点指令
0x82	复位通信指令

设备上电后会自动进入初始化状态，包括正在初始化、复位节点和复位通信。而后设备发送 Boot-up，自动进入预操作状态，此状态为主要的配置节点状态。完成配置后，节点需要 NMT 主机发送 NMT 报文进入操作状态。操作状态是 CANopen 正常工作时的状态，各个模块都应正常工作。

各种 NMT 状态下支持的 CANopen 服务如下表所示：

表 3-10

服务类型	预操作	操作	停止
过程数据对象 (PDO)	否	是	否
服务数据对象 (SDO)	是	是	否
同步报文	是	是	否
紧急报文 (EMCY)	是	是	否
网络管理系统 (NMT)	是	是	是
错误控制	是	是	是

3.5.2 错误控制

NMT 错误控制主要用于检测网络中的设备是否在线和设备所处的状态，包括节点保护、寿命保护和心跳。本设备只支持心跳。

心跳模式采用的是生产者——消费者模型。CANopen 设备可根据生产者心跳间隔对象 1017_h 设置的周期来发送心跳报文，单位为 ms。心跳报文格式如下：

表 3-11

COB-ID	Data(1 byte)
0x700+Node ID	Node status

节点状态：0x04：停止状态
0x05：操作状态
0x7F：预操作状态

3.5.3 启动协议

启动电源或者复位之后，电机会通过一条启动消息报告初始化阶段完成，然后自动进入预操作状态。

启动消息的组成几乎和心跳消息一样，只是不发送 NMT 状态，而是发送 0。启动消息的报文组成：

表 3-12

COB-ID	Data(1 byte)
0x700+Node ID	0

3.6 系统设置

为了能够使一体化电机准确的接入 CANopen 现场总线网络，需要对一体化电机驱动器的相关对象进行设置。

3.6.1 波特率设置

通过设置对象 200C_h：03_h 来改变 CAN 通信波特率，发送包含了准备设置的 CAN 通信波特率值。

设置值及与波特率的对应表：

表 3-13

数值	波特率
0x00	10 kBit/sec

0x01	20 kBit/sec
0x02	50 kBit/sec
0x03	100 kBit/sec
0x04	125 kBit/sec
0x05	250 kBit/sec
0x06	500 kBit/sec
0x07	800 kBit/sec
0x08	1 MBit/sec

3.6.2 节点ID

通过对对象 200C_h: 02_h 的设置来改变节点 ID，节点 ID 的设置范围为 1~127

3.6.3 通信线的连接

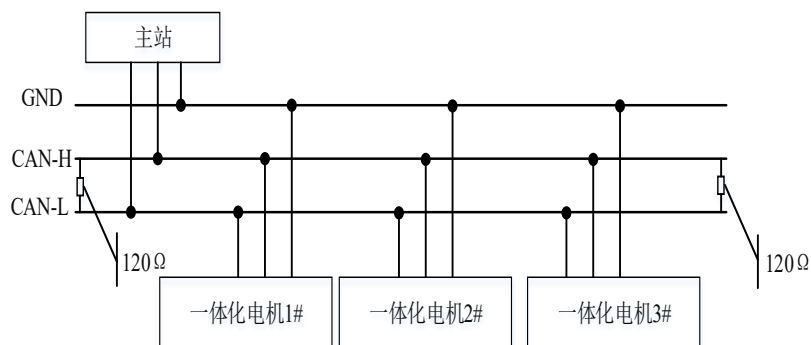


图 3-14

4 设备控制

4.1 CiA402 状态机

通过运行一个状态机，来控制切换一体化电机的运行状态，这是在标准 CiA402 中定义的。通过控制字 6040_h 来控制电机驱动器，而设备的实际状态可以从状态字对象 6041_h 里回读。

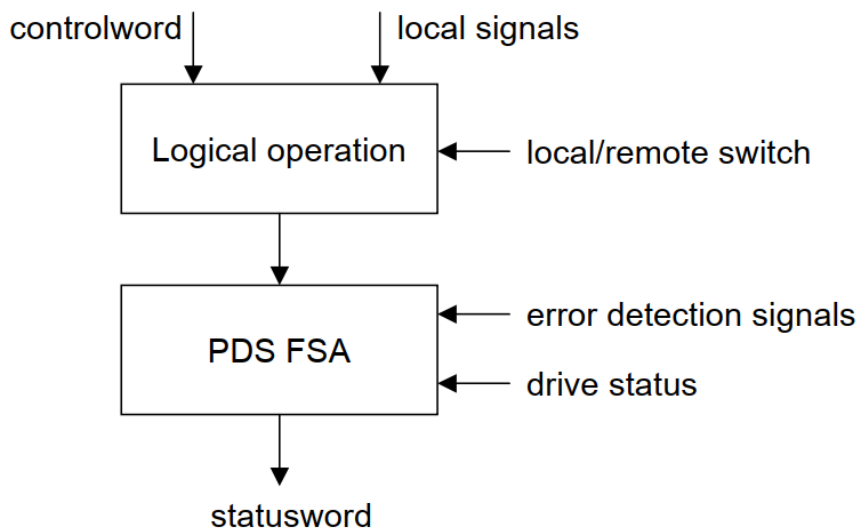


图 4-1

4.1.1 状态转换图

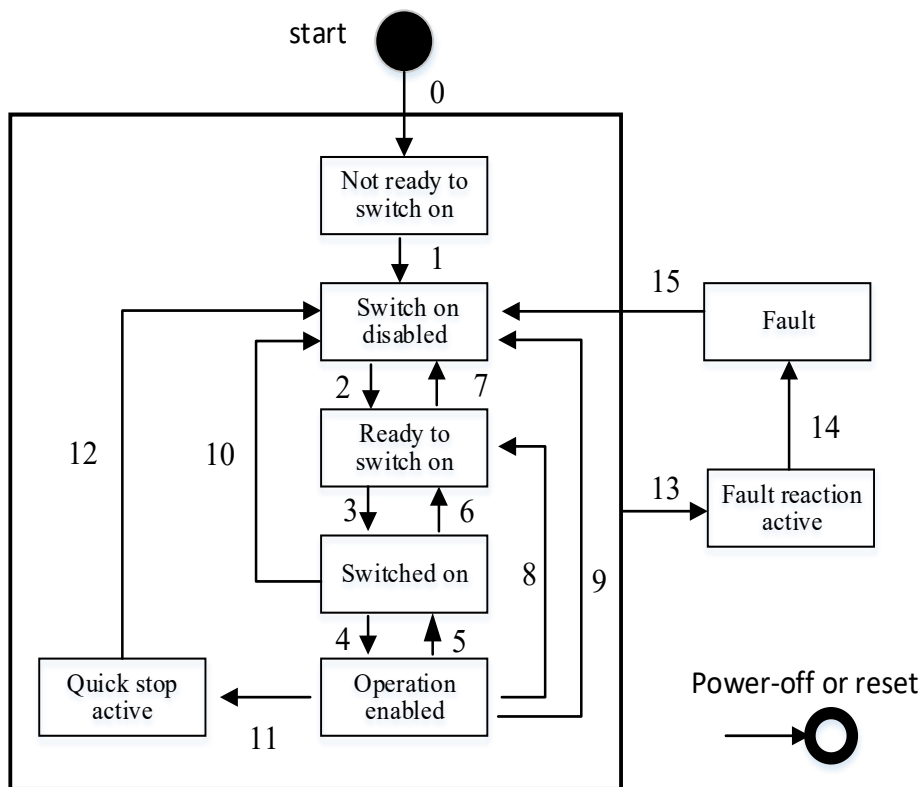


图 4-2

各状态对应电机情况如下表所示：

表 4-1

Function	FSA states							
	Not ready to switch on	Switch on disabled	Ready to switch on	Switched on	Operation enabled	Quick stop active	Fault reaction active	Fault
Brake applied, if present	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes
Low-level power applied	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
High-level power applied	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes/No
Drive function enabled	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No
Configuration allowed	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes

控制字与状态机状态切换如下表：

表 4-2

Command	Bits of the controlword					Transitions
	Bit7	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
Shutdown	0	×	1	1	0	2,6,8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Switch on + enable operation	0	1	1	1	1	3+4 (NOTE)
Disable voltage	0	×	×	0	×	7, 9, 10, 12
Quick stop	0	×	0	1	×	7, 10, 11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4, 16
Fault reset		×	×	×	×	15

NOTE:

Automatic transition to Enable operation state after executing SWITCHED ON state functionality

各状态下状态字如下表：

表 4-3

Statusword	PDS FSA state
xxxx xxxx x0xx 0000b	Not ready to switch on
xxxx xxxx x1xx 0000b	Switch on disabled
xxxx xxxx x01x 0001b	Ready to switch on
xxxx xxxx x01x 0011b	Switched on
xxxx xxxx x01x 0111b	Operation enabled
xxxx xxxx x00x 0111b	Quick stop active
xxxx xxxx x0xx 1111b	Fault reaction active
xxxx xxxx x0xx 1000b	Fault

注：x 表示该 bit 位不关心，bit8 到 bit15 在不同模式下有不同含义，具体的各位状态请查看各运行模式。

4.1.2 控制字

控制字的位，定义如下：

15	11	10	9	8	7	6	4	3	2	1	0
ms		r	oms	H	fr		oms	eo	qs	ev	so
MSB						LSB					

LEGEND: ms = manufacturer-specific; r = reserved; oms = operation mode specific; h = halt; fr

= fault reset; eo = enable operation; qs = quick stop; ev = enable voltage; so = switch on

● 注意

控制字的每一个 bit 位单独赋值无意义，必须与其他控制位组合构成某一控制指令。bit0~bit3 和 bit7 在各运动模式下意义相同，必须按顺序发送命令，才可将电机驱动器按照 CiA402 状态机切换流程引导入预计的状态，每一命令对应一确定的状态。bit4~bit6 与各运动模式相关(请查看不同模式下的控制指令)

4.1.3 状态字

状态字的位，定义如下：

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ms		oms		ila	tr	rm	ms	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso
MSB								LSB							

表 4-4

位	描述
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	manufacturer-specific
9	remote
10	target reached
11	internal limit active
12-13	operation mode specific
14-15	manufacturer-specific

● 注意

状态字的每一个 bit 位单独赋值无意义，必须与其他控制位组合构成反馈电机当前的状态。bit0~bit9 在各模式下意义相同，控制字 6040_h 按顺序发送命令后，电机反馈确定的状态。bit10, bit11, bit15 在各运动模式下意义相同，反馈电机执行某运动模式后的状态。

4.1.4 停机方式

停机方式为状态机离开“运行”状态时的动作，相应的设置对象如下图所示：

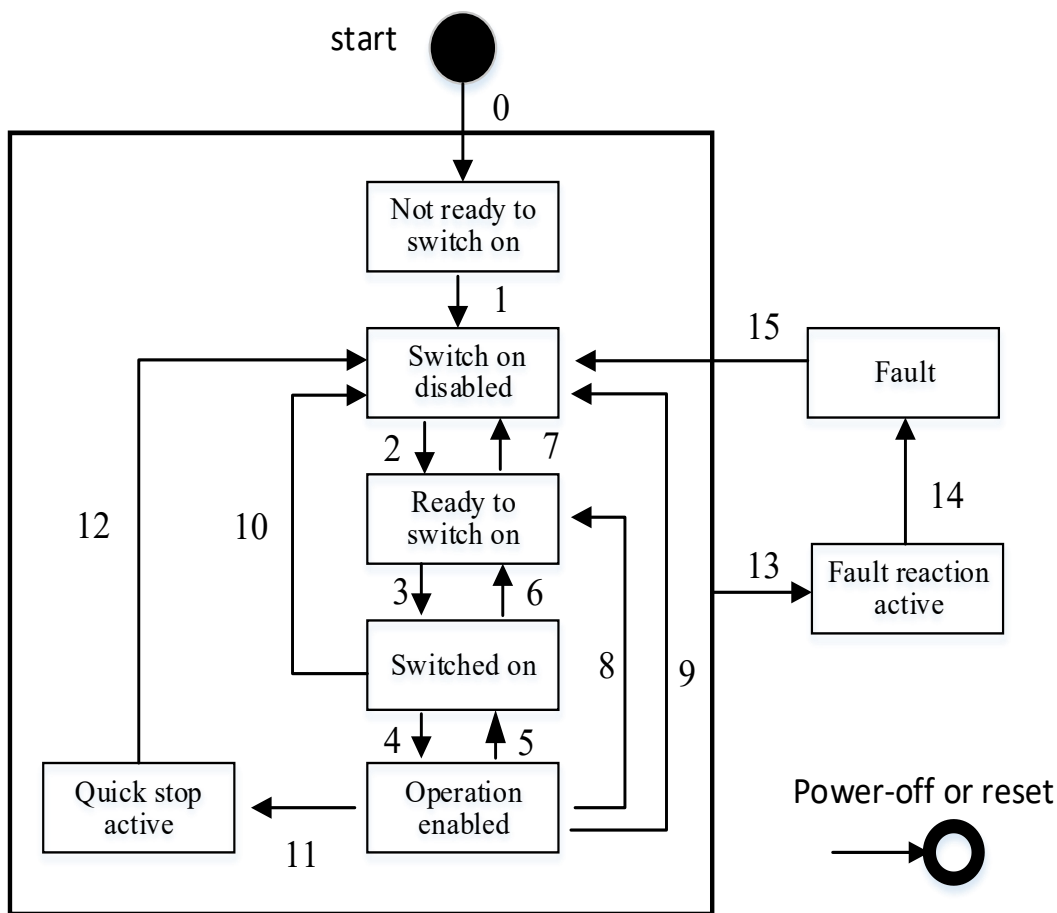


图 4-3

● 故障停机

发生故障和警告时，驱动自动进入故障停机状态，故障停机方式与 605E_h（Fault reaction option code）有关。当 605E_h = -1 时，停机方式和故障码中的反应码有关，为可配置参数；605E_h > 0 时，停机方式通过对象字典 605E_h 选择，605E_h 设定值与停机方式关系如下表：

表 4-5

设定值	停机方式
-1	停机方式和故障码中的反应码有关，详见“9.1 报警码”
0x00	自由停机，保持自由运行状态。
0x01	以 6084 _h 设定的减速度斜坡慢速停机
0x02	以 6085 _h 设定的减速度斜坡快速停机

● 快速停机

非故障状态下，控制字 6040_h = 0x02 时，执行快速停机。

快速停机方式通过对象字典 605A_h（Quick stop option code）选择，605A_h 的设定值含义见下表：

表 4-6

设定值	停机方式
0x00	自由停机，保持自由运行状态。
0x01	以 6084 _h 设定的减速度斜坡停机，停机完成后保持自由运行状

	态。
0x02	以 6085 _h 设定的减速度斜坡停机，停机完成后保持自由运行状态。

● 暂停停机

控制字 6040_h 的 bit8 为暂停功能位，bit8 发生 0→1 变化时执行暂停停机。

暂停停机方式通过对象字典 605D_h（Halt option code）选择，605D_h 的设定值含义见下表：

表 4-7

设定值	停机方式
0x00	保留
0x01	以 6084 _h 设定的减速度斜坡慢速停机，停机完成后保持抱机状态。
0x02	以 6085 _h 设定的减速度斜坡快速停机，停机完成后保持抱机状态。

● 失能运行停机

失能运行停机方式通过对象字典 605C_h（Disable operation option code）选择，605C_h 的设定值与含义见下表：

表 4-8

设定值	停机方式
0x00	自由停机，保持自由运行状态。
0x01	以 6084 _h 设定的减速度斜坡停机，停机完成后保持自由运行状态。

● 停机

停机通过对象字典 605B_h（Shutdown option code）选择，605B_h 的设定值含义见下表：

表 4-9

设定值	停机方式
0x00	自由停机，保持自由运行状态。
0x01	以 6084 _h 设定的减速度斜坡停机，停机完成后保持自由运行状态。

5 单位转换

为了适应各行各业的应用，方便用户定义各自的命令单位，此设备的内部单位转换单元可以将任意用户单位（User Unit: 简称 UU）转换成驱动器内部的运行单位（Encoder Increment: 简称 Inc）

5.1 608F_h: 位置编码器分辨率

此对象应指示配置的编码器增量和电机转动圈数。位置编码器分辨率的计算公式如下：

$$\text{位置编码器分辨率} = \frac{\text{编码器增量 (608F}_h\text{: 01}_h\text{)}}{\text{电机转数 (608F}_h\text{: 02}_h\text{)}}$$

下表为对象的描述：

表 5-1

属性	描述
索引	608F _h
名称	编码器分辨率
数据结构	Array
数据类型	Unsigned32

下表为子索引的描述：

表 5-2

属性	描述	
子索引	01 _h	02 _h
描述	编码器增量	电机转数
可访问性	rw	rw
能否映射	否	否
数据类型	Unsigned32	Unsigned32
默认值	1600	1（固定值）

5.2 607E_h: 极性

该对象字典用来设定位置指令和速度指令是乘 1 或-1。位置极性只在轮廓位置模式内部使用，对原点回归模式无影响。速度极性只在轮廓速度模式使用。具体定义如下表所示：

表 5-3

位-值含义		
7	6	5~0
Position polarity	Velocity polarity	reserved (0)

上表中的位值表示为：0 表示乘以 1，1 表示乘以-1。例如位置极性 Position Polarity = 0，表示 Position demand value 的值将被乘上 1。下表为对象的描述：

表 5-4

属性	描述
索引	607E _h
名称	极性(Polarity)
数据结构	Variable
可访问性	rw
数据类型	Unsigned8
默认值	0

5.3 举例

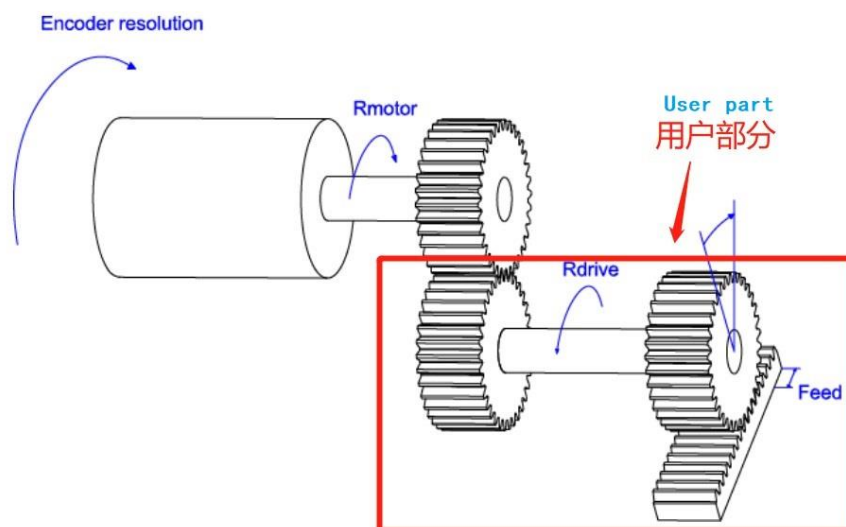


图 5-1

如上图所示，Rmotor 为电机轴，Rdrive 为驱动轴。假设：电机轴旋转一圈，编码器增量 Encoder resolution = 10000；当 Rdrive 旋转 1 圈时候，Rmotor 旋转 3 圈；从以上条件可知，驱动轴转 1 圈，需要电机走 3*10000 个编码器码，即电机转动 3 圈。设定的参数可根据以下公式计算：

位置编码器分辨率 608F_h:

$$\text{位置编码器分辨率} = \frac{\text{编码器增量 (608F}_h\text{: 01}_h\text{)}}{\text{电机转数 (608F}_h\text{: 02}_h\text{)}} = \frac{10000}{1} = 10000$$

6 运行模式

6.1 控制模式概述

一体化步进电机的控制模式目前只支持 CiA402 模式，对象描述如下：

表 6-1

属性	描述
索引	2002 _h
名称	基础控制参数
数据结构	Record
数据类型	-

子索引 01_h 来确定模式：

表 6-2

子索引	01 _h
描述	控制模式选择
可访问性	rw
能否映射	否
数据范围	Unsigned8
默认值	0
值含义	0x00: CiA402 模式

选择 CiA402 模式后，需要设置 6060_h 来选择具体运动模式（控制模式选择，运行状态设置无效），对象描述如下：

表 6-3

子索引	6060 _h
描述	模式选择
可访问性	rw
能否映射	可映射
数据范围	Unsigned8
默认值	0x01
子索引	-
值含义	0x01: 轮廓位置模式(PP) 0x03: 轮廓速度模式(PV) 0x06: 原点回归模式(HM) 其它数值无实际定义

在伺服状态使能状态下，且电机轴转速为 0 时，伺服驱动器的工作模式可在 PP 与 HM 之间切换。

6.2 位置控制功能

6.2.1 结构图

位置跟随误差

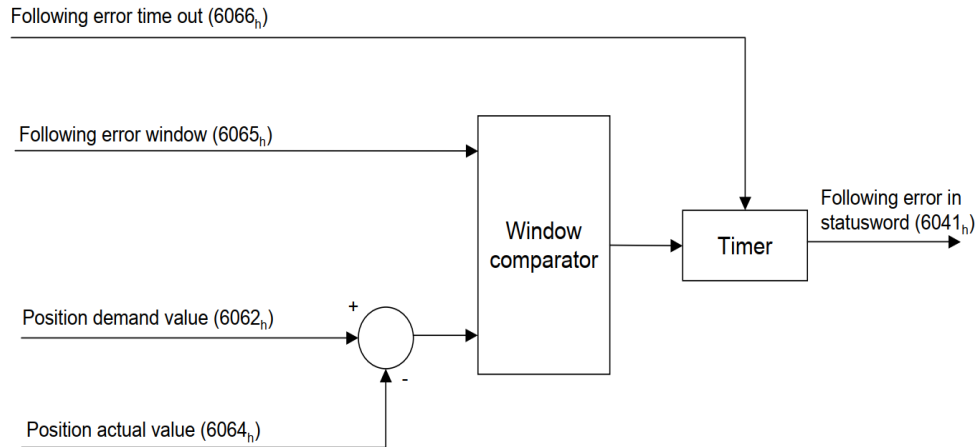


图 6-1

位置到达

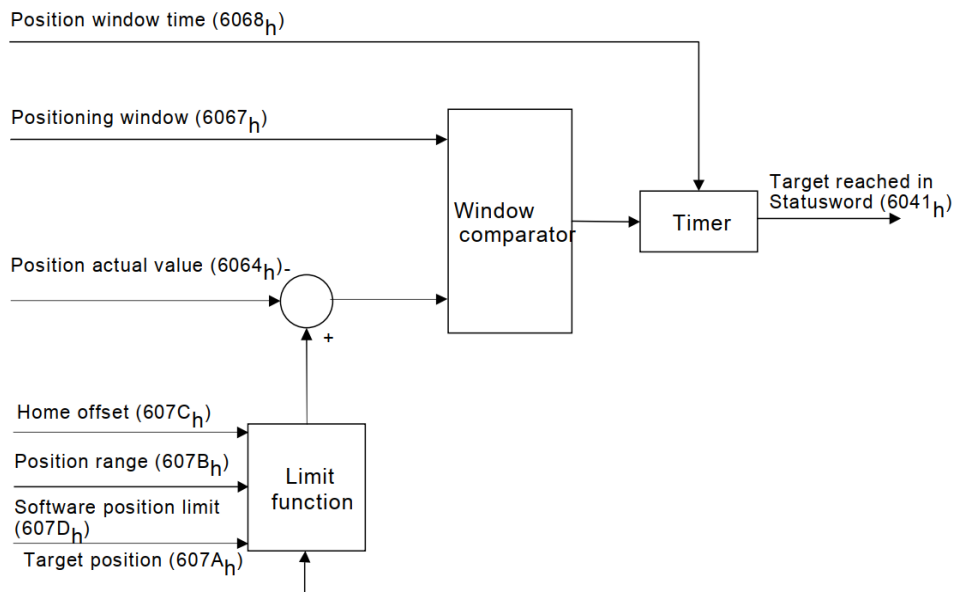


图 6-2

6.2.2 相关对象

跟随误差

表 6-4

对象索引	描述
6041 _h	状态字
6062 _h	驱动器内部当前目标位置指令值（用户单位）
6064 _h	电机当前的用户绝对位置反馈（用户单位）
6065 _h	跟随偏差阈值窗口（用户单位）
6066 _h	跟随偏差超时时间阈值（单位：ms）

位置到达

表 6-5

对象索引	描述
6041 _h	状态字
6064 _h	电机当前的用户绝对位置反馈（用户单位）
6067 _h	位置到达窗口（用户单位）
6068 _h	位置到达窗口时间（单位：ms）
607A _h	预设的目标位置（用户单位）
607C _h	原点偏移值（用户单位） 具体描述：设置原点回归下电机原点偏离机械零点的物理位置 设置位置类控制模式(轮廓位置模式、原点回零)下机械零点偏离电机原点的物理位置 原点偏置生效条件：本次上电运行，已完成原点回零操作，状态字 6041 _h 的 bit15=1。
607D _h	目标位置的限值（用户单位）

6.2.3 功能描述

位置跟随误差

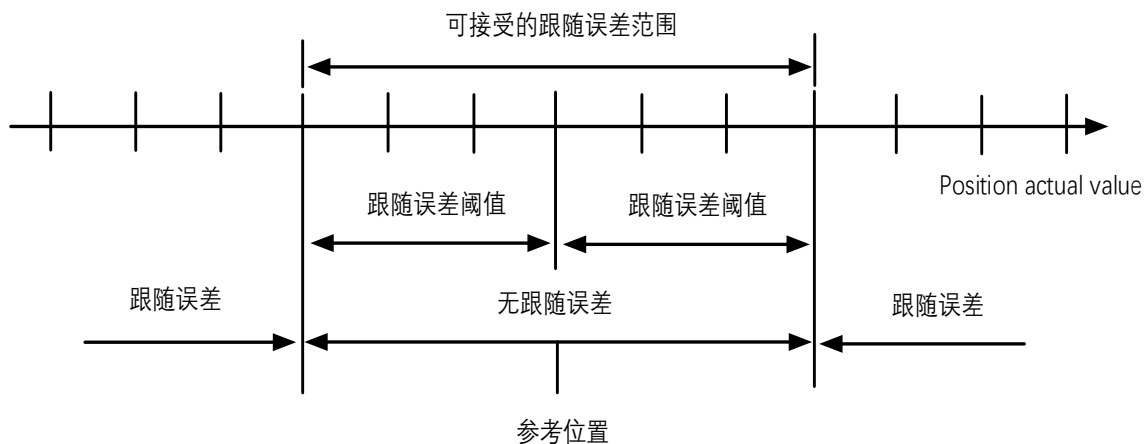


图 6-3

跟随误差指的是参考位置 6062_h 和实际位置 6064_h 的偏差。在 6066_h 设定的时间内，如果跟随误差值一直大于跟随误差窗口 6065_h 的值（如图 6-3 所示，跟随误差超出可接受的跟随误差范围），那么状态字 6041_h 的 bit13 将被置 1，时序图如下图所示：

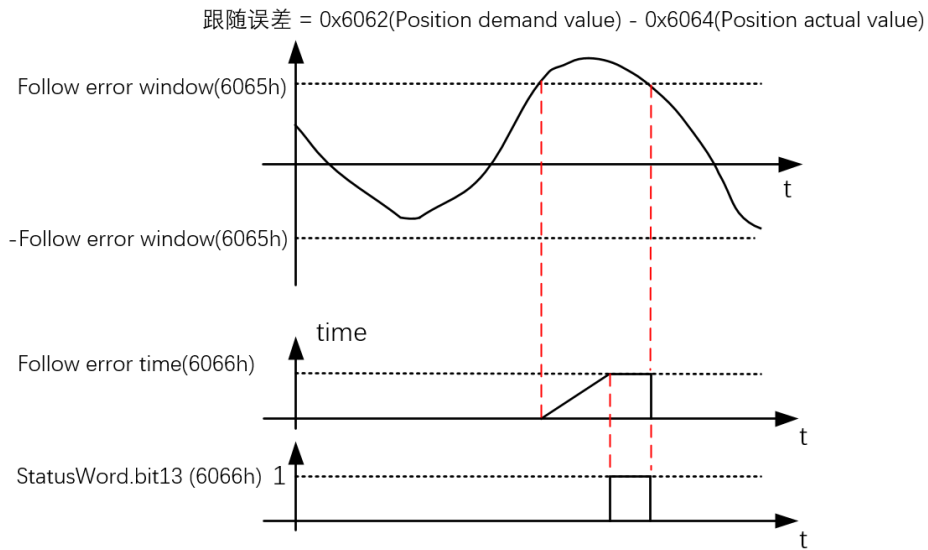


图 6-4

位置到达

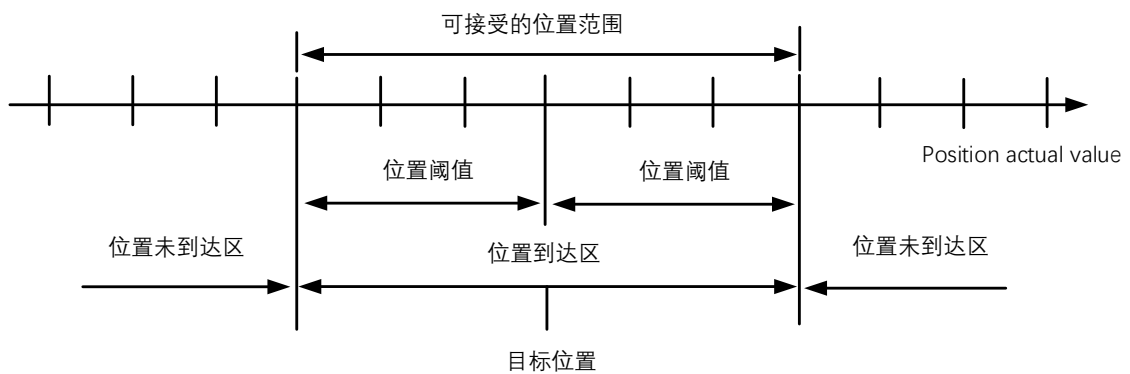


图 6-5

位置差值为目标位置 $607A_h$ 和实际位置 6064_h 的差值。如果该差值稳定在可接受的位置范围（如上图所示）并达到设定时间 6068_h ，那么状态字的 bit10 将被置 1，即表示目标位置到达。时序图如下图所示：

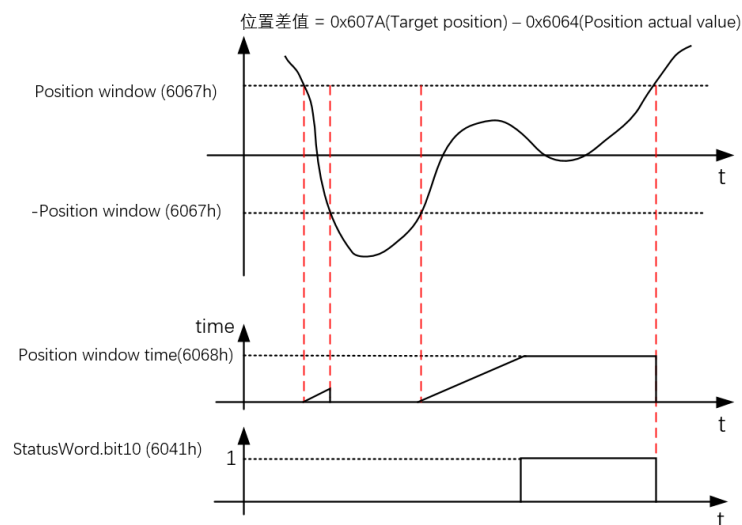


图 6-6

6.3 轮廓位置模式（PP）

此模式主要用于点对点定位应用。此模式下，上位机给目标位置(绝对或者相对)、位置曲线的速度、加减速及减速度，步进驱动器内部的轨迹发生器将根据设置生成目标位置曲线指令，驱动器内部完成位置控制，速度控制，转矩控制。总体结构如下图：

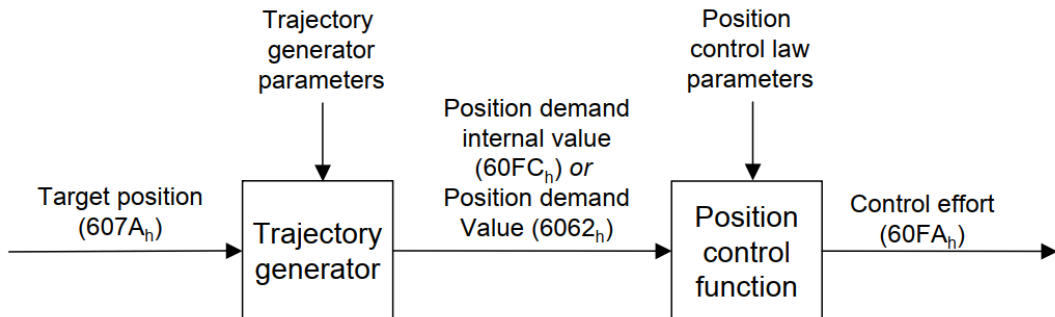


图 6-7

6.3.1 结构图

下图定义了轨迹发生器的详细结构：

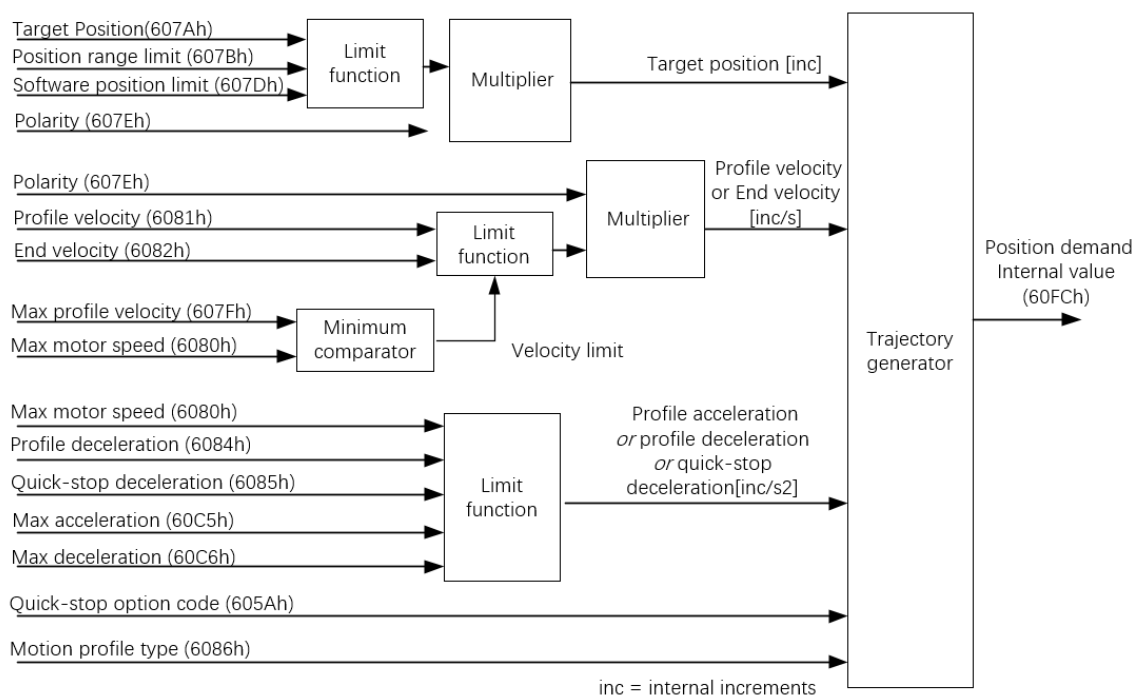


图 6-8

6.3.2 相关对象

在该模式下需要注意下述对象：

表 6-6

对象索引	描述
605D _h	暂停方式选择
605A _h	快速停机方式选择
6062 _h	驱动器内部当前目标位置指令值（用户单位）
6063 _h	电机当前的绝对位置反馈（编码器单位）
6064 _h	电机的当前位置（用户单位）
607A _h	预设的目标位置（用户单位）
607D _h	目标位置的限制（用户单位）
607E _h	旋转方向(极性)，详见“5.3 607E _h :极性”
607F _h	运行过程中的最大轮廓速度（用户单位/s），起限制速度的作用。
6080 _h	电机最大速度（rpm）
6081 _h	该段位移指令运行过程中的匀速阶段轮廓速度（用户单位/s），即定位期间到达加速度斜坡末端的速度。大小受 607F _h 限制。
6082 _h	轮廓终点速度，到达目标位置时的速度（用户单位/s），斜坡末端的速度，通常将该对象设置为零，这样在到达目标位置时速度正好减为 0。大小受 607F _h 限制。
6083 _h	运行过程中的轮廓加速度（用户单位/s ² ），大小受 60C5 _h 限制。
6084 _h	运行过程中的轮廓减速度（用户单位/s ² ），大小受 60C6 _h 限制。
6085 _h	执行“快速停机”时的停机减速度（用户单位/s ² ）
60C5 _h	最大加速度限值（用户单位/s ² ）
60C6 _h	最大减速度限值（用户单位/s ² ）
60FC _h	轨迹发生器的输出，即内部规划的实时位置指令（编码器单位）

6.3.3 控制指令与状态信息

启用

启用该模式，必须在对象 2002_h: 01_h 中设定值为"0"和对象 6060_h(Modes Of Operation)中设定值为"1"。

控制字

15	10	9	8	7	6	5	4	3	0
(see 4.1.2)	Change on set-point	Halt	(see4.1.2)	abs/rel	Change set immediately	New set-point	(see4.1.2)		
MSB					LSB				

在轮廓位置模式下，对象 6040_h (Controlword)中的下述位具有特别的功能

表 6-7

位 5	位 4	含义
0	0->1	非立刻更新，将先完成正在执行的运行任务，然后才启动下个运行任务
1	0-> 1	立刻更新，将立即执行由位 4 触发的运行任务
位 Bit	值	含义
6	0	目标位置为绝对位置指令
	1	目标位置为相对位置指令，目标位置是基于当前位置的相对位置
8	0	应执行或继续定位
	1	电机将减速并停止运动，减速度取决于对象 605D _h

状态字

15	14	13	12	11	10	9	0
(see 4.1.3)	Following error	Set-point acknowledge	(see 4.1.3)	reached Target	(see 4.1.3)		
MSB					LSB		

在轮廓位置模式下，对象 6041_h (Statusword)中的下述位具有特别的功能：

表 6-8

位	值	含义
10	0	非暂停状态下(6040 _h 的 bit8 = 0): 目标未到达 暂停状态下(6040 _h 的 bit8 = 1): 电机减速
	1	非暂停状态下(6040 _h 的 bit8 = 0): 目标到达 暂停状态下(6040 _h 的 bit8 = 1): 电机转速为 0
12	0	之前的定位点定位完成，等待新设定点
	1	之前的定位点仍在处理，新的定位点将会覆盖旧的定位点
13	0	无跟随误差
	1	有跟随误差

6.3.4 功能描述

下面分立即更新和非立即更新解释控制指令时序：

1. 控制指令时序-立刻更新

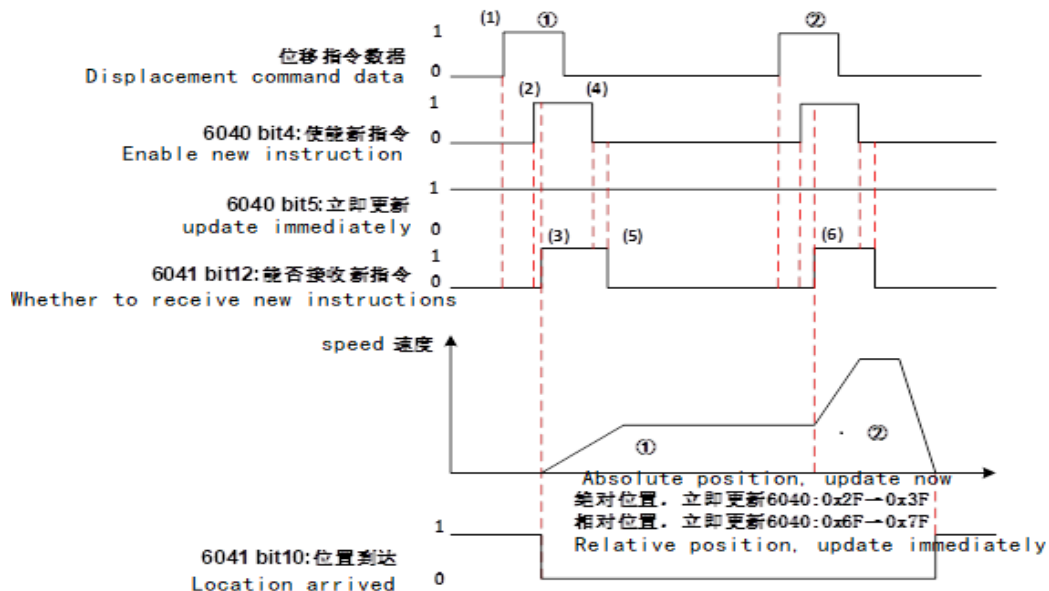


图 6-99

下表是对上图过程中标注的一些释义：

表 6-9

(1)	上位机更新位移指令(包括目标位移 607A _h , 加速时间 6083 _h , 减速时间 6084 _h , 轮廓速度 6081 _h 等)
(2)	将 6040 _h 的 bit4 由 0 置 1, 提示从站有新的位移指令（立即更新时 6040 _h 的 bit5 设为 1）
(3)	从站在接收到 6040 _h 的 bit4 的上升沿后, 对是否可接收该新的位移指令做出判断: 若此时 6041 _h 的 bit12 为 0, 表明从站可接收新的位移指令①; 从站接收新的位移指令后, 将 6041 _h 的 bit12 由 0 置 1, 表明新的位移指令①已接收, 且当前从站处于不能继续接收新的位移指令状态。 立即更新模式下, 新的位移指令一旦被接收(6041 _h 的 bit12 由 0 变为 1), 电机立刻执行该位移指令
(4)	上位机接收到从站的状态字 6041 _h 的 bit12 变为 1 后, 才可以释放位移指令数据, 并将控制字 6040 _h 的 bit4 由 1 置 0, 表明当前无新的位置指令
(5)	从站检测到控制字 6040 _h 的 bit4 由 1 变为 0 时, 可以将状态字 6041 _h 的 bit12 由 1 置 0, 表明从站已准备好可以接收新的位移指令。

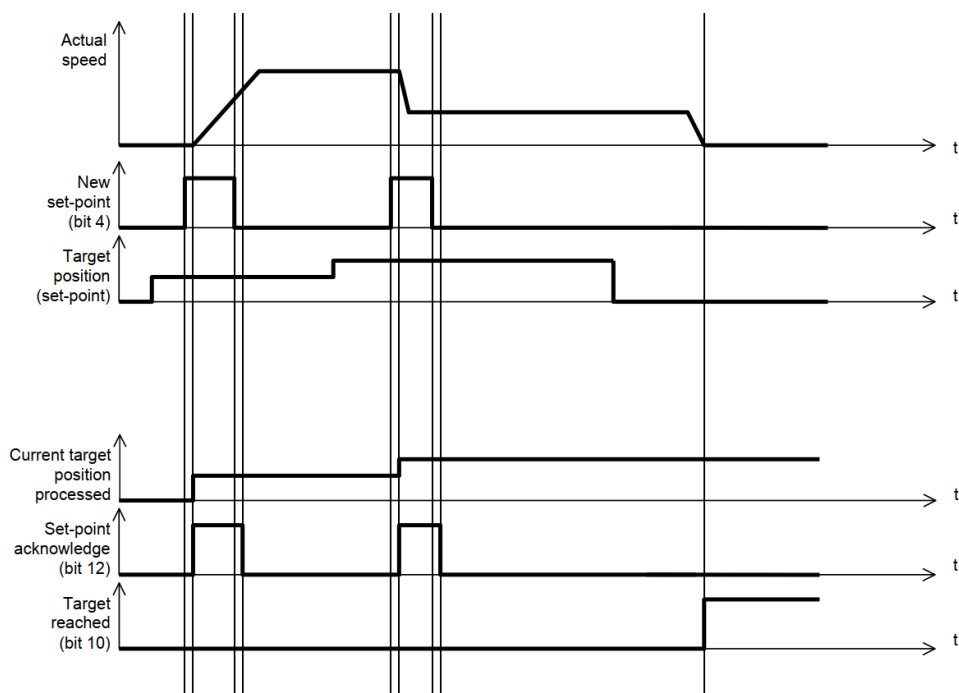


图 6-100

(1) 控制指令时序-非立刻更新

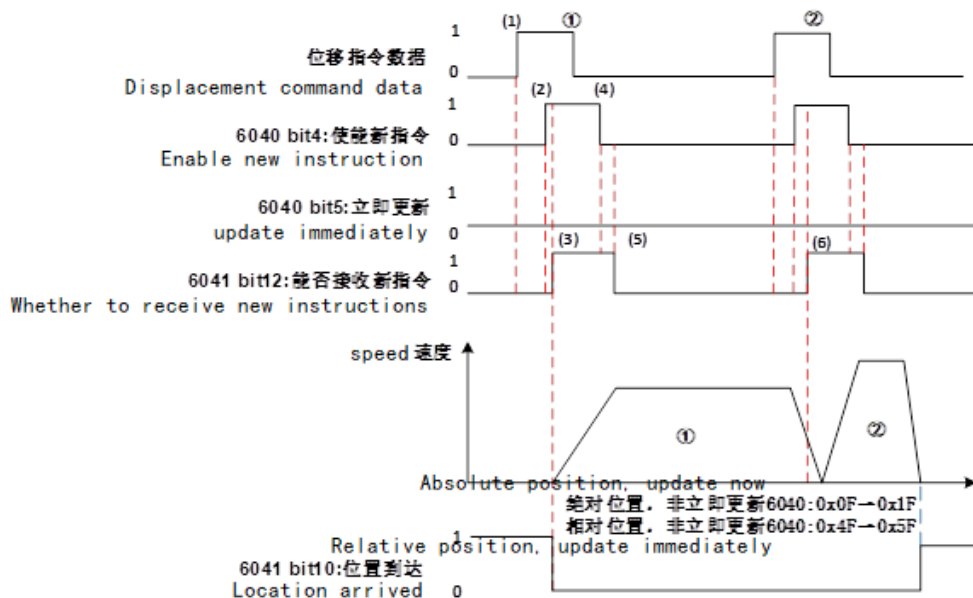


图 6-11

非立即更新情况下图中标注(1)-(5)与立即更新情况下释义类似，可以在图中位置(6)对比看出，区别在于：非立即更新情况下，虽然已经接受了新的目标位置②，但是需要先到达位置①，减速停机，再行进至位置②。

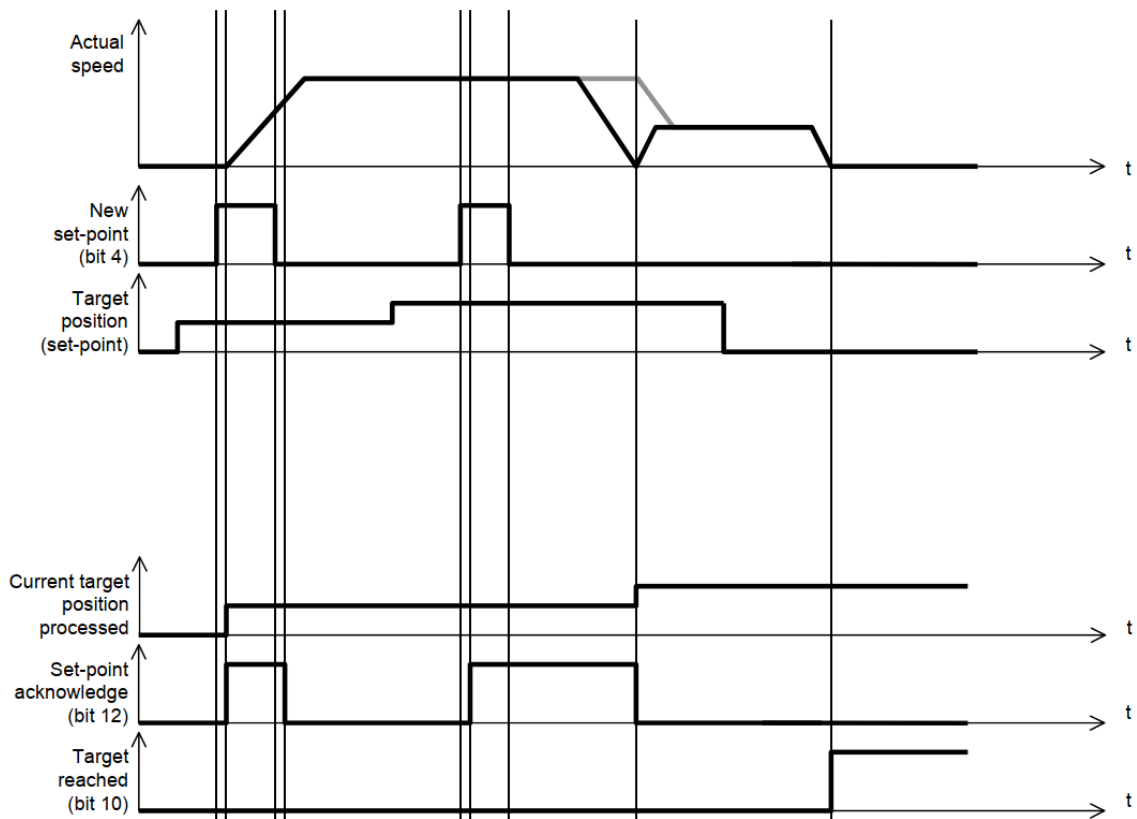


图 6-1211

6.3.5 配置举例

● 配置模式：

2002_h: 01_h=0、运行模式 6060_h=0x01，使设备工作在轮廓位置模式；

发送：601 2B 02 20 01 00 00 00 00 (设置为 CiA402 模式)

发送：601 2F 60 60 00 01 00 00 00 00 (设置为轮廓位置模式)

注：切换模式时，电机要处于失能状态；

● 参数配置：

写目标位置 607A_h（用户单位）；

写当前段位移指令匀速运行速度 6081_h(用户单位/s)；

设置位移的加速度 6083_h(用户单位/s²) 和减速度 6084_h(用户单位/s²)；

发送：601 23 7A 60 00 10 27 00 00 (设置目标位置 607A_h 为 10000)

发送：601 23 81 60 00 10 27 00 00 (设置目标速度 6081_h 为 10000)

发送：601 23 83 60 00 40 9C 00 00 (设置加速度 6083_h 为 40000)

发送：601 23 84 60 00 40 9C 00 00 (设置减速度 6084_h 为 40000)

● 设置控制字使电机使能

首次使能电机，必须先依次给控制字 6040_h 写入 0x6、0x7、0xF；后续断使能写入 0x7；使能则写入 0xF；

发送：601 2B 40 60 00 06 00 00 00 (设置 6040_h 为 0x6，使电机准备)

发送：601 2B 40 60 00 07 00 00 00 (设置 6040_h 为 0x7，使电机失能)

发送： 601 2B 40 60 00 0F 00 00 00 (设置 6040h 为 0xF， 使电机使能)

- 触发电机运行(电机使能后)

6040h = 0x(n)F → 0x(n+1)F， 电机运行；

不同的指令类型如下表所示：

表 6-10

6040 _h -bit6	6040 _h -bit5	6040 _h 变化	描述
0	0	0x0F → 0x1F	绝对位置，非立刻更新
0	1	0x2F → 0x3F	绝对位置，立刻更新
1	0	0x4F → 0x5F	相对位置，非立刻更新
1	1	0x6F → 0x7F	相对位置，立刻更新

发送： 601 2B 40 60 00 1F 00 00 00 (设置 6040h 为 0x1F， 绝对位置运动，非立刻更新)

发送： 601 2B 40 60 00 3F 00 00 00 (设置 6040h 为 0x3F， 绝对位置运动，立刻更新)

发送： 601 2B 40 60 00 5F 00 00 00 (设置 6040h 为 0x5F， 相对位置运动，非立刻更新)

发送： 601 2B 40 60 00 7F 00 00 00 (设置 6040h 为 0x7F， 相对位置运动，立刻更新)

- 监控参数：

实际位置反馈：6063_h(编码器单位)，6064_h(用户单位)

6.4 轮廓速度模式（PV）

此模式下，上位控制器将目标速度、加速度、减速度发送给步进驱动器，速度、转矩调节由驱动器内部执行。

6.4.1 结构图

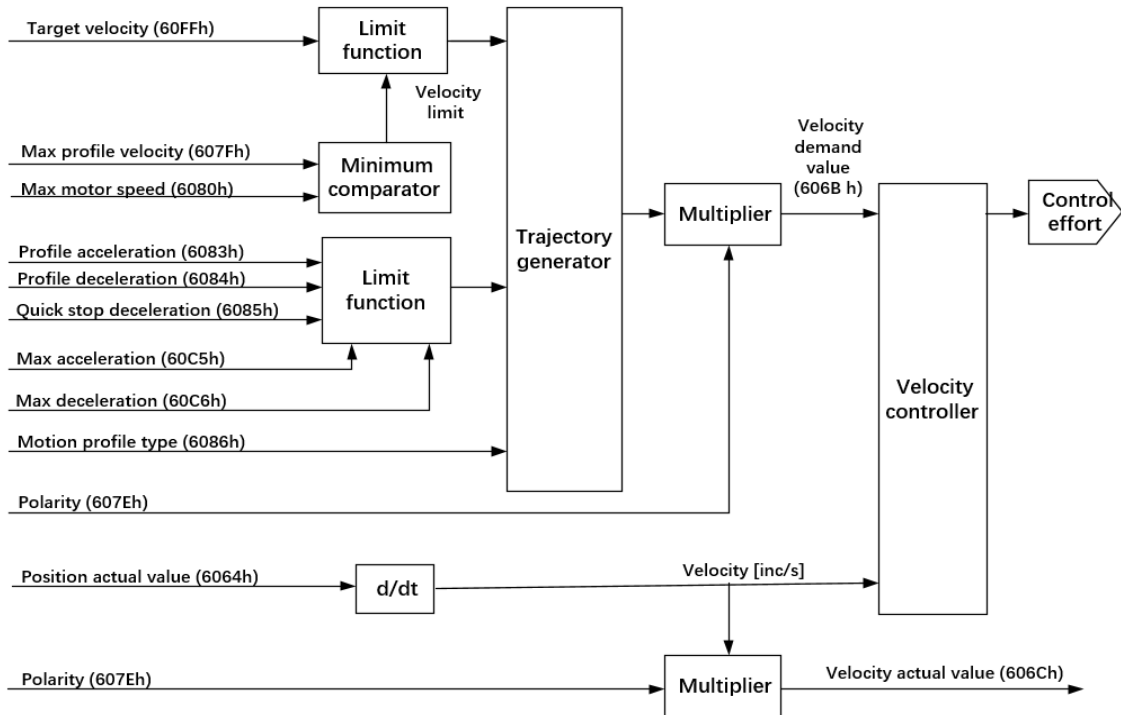


图 6-12

6.4.2 相关对象

在该模式下需要注意下述对象：

表 6-11

对象索引	描述
6063 _h	电机当前的绝对位置反馈（编码器单位）
6064 _h	电机当前的用户绝对位置反馈（用户单位）
606B _h	控制器内部生效的速度指令值
606C _h	当前的实际速度反馈值（rpm）
607E _h	旋转方向(极性)，详见“5.1.4 607Eh:极性”
607F _h	运行过程中的最大轮廓速度（用户单位/s），起限制速度的作用。
6080 _h	电机的最大转速（rpm）
6083 _h	运行过程中的轮廓加速度（用户单位/s ² ），大小受 60C5 _h 限制。
6084 _h	运行过程中的轮廓减速度（用户单位/s ² ），大小受 60C6 _h 限制。
6085 _h	执行“快速停机”时的停机减速度（用户单位/s ² ）
60C5 _h	最大加速度限值（用户单位/s ² ）
60C6 _h	最大减速度限值（用户单位/s ² ）
60FF _h	目标速度（用户单位/s）

6.4.3 控制指令与状态信息

启用

启用该模式，必须在对象 2002_h: 01_h 中设定值为"0"和对象 6060_h (Modes Of Operation) 中设定值为"3"。

控制字

15	9	8	7	6	4	3	0
(see 4.1.2)		Halt	(see 4.1.2)	reserved			(see 4.1.2)
MSB							LSB

在轮廓速度模式下，对象 6040_h (Controlword) 中的下述位具有特别的功能

表 6-12

位	值	含义
8	0	电机继续运行
	1	暂停

状态字

15	14	13	12	11	10	9	0
(see 4.1.3)	-	Speed	(see 4.1.3)	Target reached		(see 4.1.3)	
MSB							LSB

在轮廓速度模式下，对象 6041_h (Statusword) 中的下述位具有特别的功能：

表 6-13

位	值	含义
10	0	非暂停状态下(6040 _h 的 bit8 = 0): 目标速度未到达 暂停状态下(6040 _h 的 bit8 = 1): 电机减速
	1	非暂停状态下(6040 _h 的 bit8 = 0): 目标速度到达 暂停状态下(6040 _h 的 bit8 = 1): 电机转速为 0
12	0	速度不为 0
	1	速度为 0

6.4.4 功能描述

此模式下，上位控制器将目标速度、加速度、减速度发送给步进驱动器，速度、转矩调节由驱动器内部执行。

6.4.5 配置举例

● 配置模式

写 2002_h: 01_h=0、运行模式 6060_h=0x03，使其工作在轮廓速度模式；

发送：601 2B 02 20 01 00 00 00 00 (设置为 CiA402 模式)

发送：601 2F 60 60 00 03 00 00 00 (设置为轮廓速度模式)

- 配置参数：

写目标速度：60FF_h= 8000；

写轮廓加速度：6083_h= 40000 (用户单位/s²)；

写轮廓减速度：6084_h= 40000 (用户单位/s²)；

发送：601 23 FF 60 00 40 1F 00 00 (设置目标速度 60FF_h 为 8000，使能后，电机以 300rpm 的速度运行)

发送：601 23 83 60 00 40 9C 00 00 (设置加速度 6083_h 为 40000)

发送：601 23 84 60 00 40 9C 00 00 (设置减速度 6084_h 为 40000)

- 写控制字：

6040_h=0x06→0x07→0x0F，电机运行；后续断使能写入 0x7；使能则写入 0xF；

发送：601 2B 40 60 00 06 00 00 00 (设置 6040_h 为 0x6，使电机准备)

发送：601 2B 40 60 00 07 00 00 00 (设置 6040_h 为 0x7，使电机失能)

发送：601 2B 40 60 00 0F 00 00 00 (设置 6040_h 为 0xF，使电机使能)

- 参数监控：

当前的实际速度 606C_h（单位：rpm）

6.5 原点回归模式（HM）

原点回归模式是用于从目前的位置移动到设备的原点位置。在运动过程中，最大加速度，最小减速度，最大速度，最小速度等都考虑在内。

6.5.1 结构图

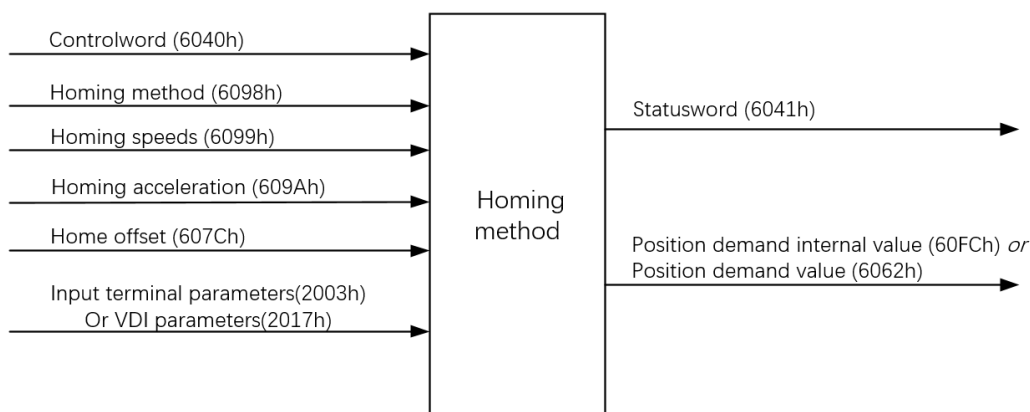


图 6-13

6.5.2 相关对象

在该模式下需要注意下述对象：

表 6-14

对象索引	描述
607C _h	具体描述：设置在原点回归模式下机械零点偏离电机原点的物理位置；在完成原点回归操作时，状态字 6041 _h 的 bit15=1 时生效
6098 _h	原点回归方式(参见"6.5.4 功能描述")
6099 _h	运行速度（用户单位/s） 子索引：6099 _h :01 _h ：寻找开关的速度； 6099 _h :02 _h ：寻找原点的速度
609A _h	原点回归运行的加速度（用户单位/s ² ）
60FC _h	轨迹发生器的输出，即内部规划的实时位置指令（编码器单位）
6063 _h	电机当前的绝对位置反馈（编码器单位）
2003 _h	实体输入端子功能配置（详见“7.1.1 数字量输入”） 需要注意的是：不能同时有多路输入端子配置为同一种开关，否则会报端子设置故障

速度含义举例

下图为使用原点回归方式 18 时的速度变化：

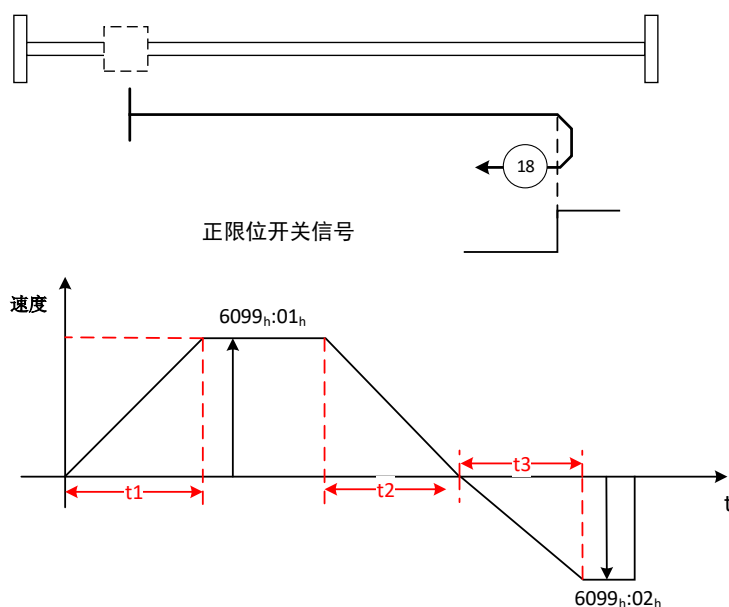


图 6-14

$$\text{其中: } t1 = \frac{6099h:01h}{609Ah}; \quad t2 = \frac{6099h:01h}{609Ah}; \quad t3 = \frac{6099h:02h}{609Ah}$$

6.5.3 控制指令与状态信息

启用

启用该模式，必须在对象 2002_h: 01_h 中设定值为"0"和对象 6060_h(Modes Of Operation)设定值为"6"，且多功能端子需配置原点开关或限位开关的功能。多功能端子配置详见 7.1 章节。

控制字

15	9	8	7	6	5	4	3	0	
(see 4.1.2)		Halt	(see 4.1.2)		reserved (0)		Homing operation start		(see 4.1.2)
MSB						LSB			

在原点回归模式下，对象 6040_h (Controlword) 中的下述位具有特别的功能

表 6-15

位	值	含义
4	0	未启动原点回归模式
	1	启动或继续原点回归模式
8	0	电机按 bit4 设置决定启动原点回归与否
	1	电机按 605D _h 的设置暂停运行

状态字

15	14	13	12	11	10	9	0
(see 4.1.3)	Homing error	Homing attained	(see 4.1.3)	Target reached	(see 4.1.3)		

MSB

LSB

在原点回归模式下，对象 **6041_h** (Statusword) 中的下述位具有特别的功能：

表 6-16

位	值	含义
10	0	目标位置未到达
	1	目标位置到达
12	0	原点回归未完成
	1	原点回归完成

6.5.4 功能描述

寻找原点开关方式

原点回归的方式支持 CiA402 中的 17~30，对于原点回零之后往往我们需要从零点开始运行工作，一般来说原点回零之后需要再进行运行到零点位置指令。为了方便用户使用，本系列一体化电机在原点回归之后会自动回到零点位置。

与 HM 模式相关的输入端子 DI 功能号配置：

表 6-17

功能号	功能定义
14	正限位开关
15	负限位开关
31	原点开关

需要原点回归的方向和开关状态如下表所示：

表 6-18

原点回归方式	使用的开关
17	负限位开关
18	正限位开关
19	原点开关
20	原点开关
21	原点开关
22	原点开关
23	原点开关，正限位开关
24	原点开关，正限位开关
25	原点开关，正限位开关
26	原点开关，正限位开关
27	原点开关，负限位开关
28	原点开关，负限位开关
29	原点开关，负限位开关
30	原点开关，负限位开关

● 原点回归方式 17：

机械原点：负限位开关

负限位开关为无效时，以反向高速开始回零，遇到负限位开关为有效时（沿变化），减速，反向，正向低速运行，遇到负限位开关无效时（沿变化）停止。

负限位开关为有效时，直接正向低速开始回零，遇到负限位开关为无效时（沿变化）停止。
运动轨迹如下图：



图 6-15

● 原点回归方式 18:

机械原点：正限位开关

正限位开关为无效时，以正向高速开始回零，遇到正限位开关为有效时（沿变化），减速，反向，反向低速运行，遇到正限位开关无效时（沿变化）停止。

正限位开关为有效时，直接反向低速开始回零，遇到正限位开关为无效时（沿变化）停止。

运动轨迹如下图：

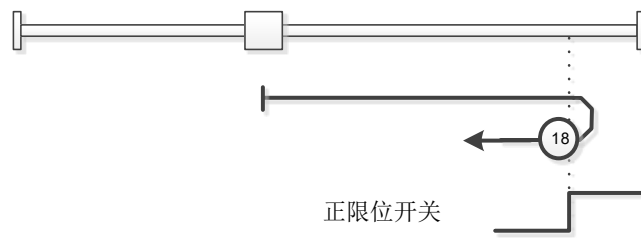


图 6-16

● 原点回归方式 19 和 20:

机械原点：原点开关

回归方式 19:

原点开关为无效时，以正向高速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化），减速，反向，反向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化）停止；原点开关为有效时，直接反向低速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化）停止。

回归方式 20:

原点开关为无效时，直接正向低速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化）停止；原点开关为有效时，以反向高速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化），减速，反向，正向低速运行，遇到原点开关有效时（沿变化）停止。

运动轨迹如下图：

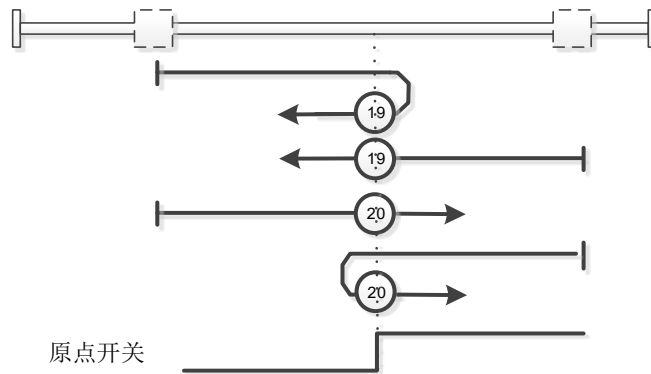


图 6-17

● 原点回归方式 21 和 22:

机械原点：原点开关

回归方式 21:

原点开关为无效时，以反向高速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化），减速，反向，正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化）停止；原点开关为有效时，直接正向低速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化）停止。

回归方式 22:

原点开关为无效时，直接反向低速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化）停止；原点开关为有效时，以正向高速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化），减速，反向，反向低速运行，遇到原点开关有效时（沿变化）停止。

运动轨迹如下图:

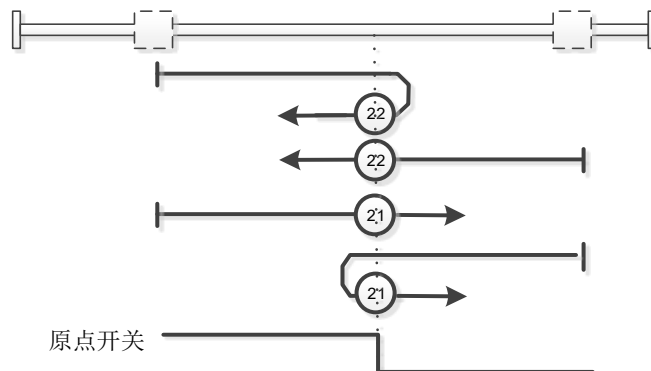


图 6-18

● 原点回归方式 23~26:

机械原点：原点开关

这几种方式实际上是电机先一个方向运动去扫描原点开关。只有在原点开关处于有效状态下是

比较短的寻找轨迹。

回归方式 23:

- a. 原点开关为无效时，未遇到正限位开关时，以正向高速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化），减速，反向，反向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化）停止；
- b. 原点开关为无效时，以正向高速开始回零，遇到正限位开关，反向，反向高速运行，遇到原点开关有效时（沿变化），减速，继续反向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化）停止；
- c. 原点开关为有效时，直接反向低速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化）停止。

回归方式 24:

- a. 原点开关为无效时，未遇到正限位开关时，以正向高速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化），减速，反向，反向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化），反向，正向低速运行，遇到原点开关有效时（沿变化）停止；
- b. 原点开关为无效时，以正向高速开始回零，遇到正限位开关，反向，反向高速运行，遇到原点开关有效时（沿变化），减速，反向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化），反向，正向低速运行，遇到原点开关有效时（沿变化）停止；
- c. 原点开关为有效时，直接反向低速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化），反向，正向低速运行，遇到原点开关为有效时（沿变化）停止。

回归方式 25:

- a. 原点开关为无效时，未遇到正限位开关时，以正向高速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化），减速，正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化），反向，反向低速运行，遇到原点开关有效时（沿变化）停止；
- b. 原点开关为无效时，以正向高速开始回零，遇到正限位开关，反向，反向高速运行，遇到原点开关有效时（沿变化），减速，正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化），反向，反向低速运行，遇到原点开关有效时（沿变化）停止；
- c. 原点开关为有效时，直接正向低速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化），反向，反向低速运行，遇到原点开关为有效时（沿变化）停止。

回归方式 26:

- a. 原点开关为无效时，未遇到正限位开关时，以正向高速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化），减速，正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化）停止；
- b. 原点开关为无效时，以正向高速开始回零，遇到正限位开关，反向，反向高速运行，遇到原点开关有效时（沿变化），减速，正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化）停止；
- c. 原点开关为有效时，直接正向低速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化）停止。

运动轨迹如下图：

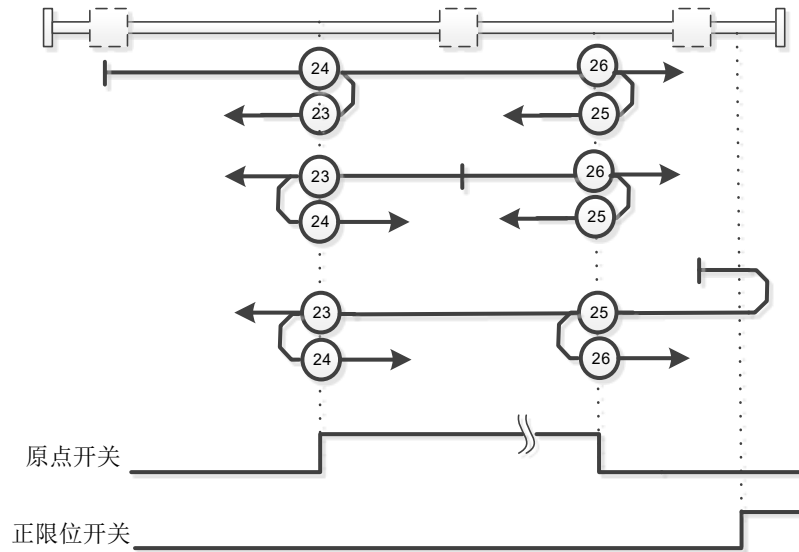


图 6-19

● 原点回归方式 27~30:

机械原点：原点开关

这几种方式实际上是电机先一个方向运动去扫描原点开关。只有在原点开关处于有效状态下是比较短的寻找轨迹。

回归方式 27:

- 原点开关为无效时，未遇到负限位开关时，以反向高速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化），减速，反向，正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化）停止；
- 原点开关为无效时，以反向高速开始回零，遇到负限位开关，反向，正向高速运行，遇到原点开关有效时（沿变化），减速，继续正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化）停止；
- 原点开关为有效时，直接正向低速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化）停止。

回归方式 28:

- 原点开关为无效时，未遇到负限位开关时，以反向高速开始回零，遇到原点开关为有效时（沿变化），减速，反向，正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化），反向，反向低速运行，遇到原点开关有效时（沿变化）停止；
- 原点开关为无效时，以反向高速开始回零，遇到正限位开关，反向，正向高速运行，遇到原点开关有效时（沿变化），减速，正向低速运行，遇到原点开关无效时（沿变化），反向，反向低速运行，遇到原点开关有效时（沿变化）停止；
- 原点开关为有效时，直接正向低速开始回零，遇到原点开关为无效时（沿变化），反向，反向低速运行，遇到原点开关为有效时（沿变化）停止。

回归方式 29:

- 原点开关为无效时，未遇到负限位开关时，以反向高速开始回零，遇到原点开关为有效时

发送: 601 2F 98 60 00 11 00 00 00 (设置回零方式为 17)

- 写寻找限位开关速度和寻找原点信号速度

6099_h: 01_h= 10000 (用户单位/s);

6099_h: 02_h=1000 (用户单位/s);

发送: 601 23 99 60 01 10 27 00 00 (设置寻找限位开关速度为 10000)

发送: 601 23 99 60 02 E8 03 00 00 (设置寻找原点信号速度为 1000)

- 设置回零加速度

609A_h=200000 (用户单位/s²);

发送: 601 23 9A 60 00 40 0D 03 00 (设置回零加速度为 200000)

- 写控制字

首次使能电机，必须先依次给控制字 6040_h 写入 0x6、0x7、0xF；后续断使能写入 0x7；

使能则写入 0xF；

发送: 601 2B 40 60 00 06 00 00 00 (设置 6040_h 为 0x6，使电机准备)

发送: 601 2B 40 60 00 07 00 00 00 (设置 6040_h 为 0x7，使电机失能)

发送: 601 2B 40 60 00 0F 00 00 00 (设置 6040_h 为 0xF，使电机使能)

6040_h = 0x0F → 0x1F，电机运行

发送: 601 2B 40 60 00 1F 00 00 00 (设置 6040_h 为 0x1F，电机运行)

7 特殊功能

7.1 数字量输入与输出

一体化电机具有输入与输出的接口。集成的数字量输入功能用于连接辅助运动控制的传感器，如限位微动开关，光电开关，霍尔传感器等。

相关对象设置

表 7-1

对象索引	描述
2003 _h	实体输入端子功能配置
2004 _h	DX1 端子功能选择
200B _h :05 _h	实体端子对应的实际电平状态（bit0-DI1~bit3-DI4）

控制指令

此设备数字量输入实体端子最多为 3 个：固定的输入 DI1~3；

7.1.1.1 实体端子

特殊功能选择

具体取值如下表：

表 7-2

功能号	功能定义
0	无定义
14	正向超程开关
15	反向超程开关
31	原点开关
33	设置原点

端子逻辑选择

多功能端子逻辑选择通过 **2003_h**（实体输入端子）参数组设置使用。具体取值如下表：

表 7-3

设定值	逻辑定义
0	低电平有效
1	高电平有效

注：

- 1、不同端子不能设置相同的功能号，若设置有误则会报参数错误故障。
- 2、数字输入端仅每毫秒探测一次。无法处理输入端处少于 1ms 的信号变化

举例

- 1、下面配置实体输入端子 DI1 为正限位开关

- 配置 DI1 为正限位开关，2003_h: 03_h=14

- 逻辑选择为低电平有效，2003_h: 04_h = 0

发送：601 2B 03 20 03 0E 00 00 00 (设置 DI1 功能为正限位开关)

发送：601 2B 03 20 04 00 00 00 00 (设置 DI1 逻辑为低电平有效)

7.1.2 数字量输出

相关对象设置

表 7-4

2004 _h	输出端子配置参数
200B _h :06 _h	输出端子对应的实际电平状态 (bit0-DO1)
2031 _h :02 _h	通信给定 DO 输出状态 (bit0~DO)

控制指令

此设备数字量输出实体端子有 2 个，需要配置对象 2004_h 选定输出端子功能和逻辑电平。也可以通过对象 2031_h: 02_h 通信给定输出状态。

表 7-5 输出端子功能选择

功能号	功能定义
0	无定义
1	普通 DO 口
2	电机运行停止
3	目标达到
4	报警输出

表 7-6 输出端子逻辑选择

设定值	逻辑定义
0	低电平有效
1	高电平有效

举例

例 1：配置 DO1 为普通 DO 功能，并将 DO1 口输出为导通状态：

- 配置 DO1 为输出，2004_h: 01_h = 1；
- 配置 DO1 逻辑为高电平有效，2004_h: 02_h = 1；
- 通信给定 DO1 输出为导通状态，2031_h: 02_h = 0x01，此时 DO1 对 GND 输出状态导通。

发送：601 2B 04 20 01 01 00 00 00 (配置 DO1 为输出)

发送：601 2B 04 20 02 01 00 00 00 (配置 DO1 逻辑为高电平有效)

发送：601 2B 31 20 02 01 00 00 00 (配置 DO1 输出为导通状态)

7.2 参数保存和恢复

参数管理按 CiA301 标准编写，1010_h 为保存参数功能对象，1011_h 为读取参数功能对象。

7.2.1 参数保存

在 1010_h 中，值为 1 表明支持对应的保存操作，0x65766173 为保存参数命令，往 1010_h 写保存参数命令字，返回 1 为保存参数成功，返回非 1 为不成功。

例如：1010_h: 01_h 写 0x65766173 为保存参数至用户区域。

7.2.2 参数恢复

1011_h 的子索引中，值为 1 表明支持对应的恢复操作，0x64616F6C 和 0x9A899E80 为恢复参数命令，往 1011_h 对应子索引写恢复参数命令字，返回 1 为恢复参数成功，返回非 1 为不成功。

例如：1011_h:01_h 写 0x64616F6C 为恢复出厂区域参数至用户区域，1011_h:01_h 写 0x9A899E80 为恢复 NiMotion 参数至用户区域。

7.3 位置恢复功能

电机经掉电再重新上电后，能够恢复绝对位置。

通过设置位置恢复方式 2005_h:18_h 值为 1 时，适用于单圈往返运动中，电机处在相对于零点负方向时，回归零点需要正向运行；电机处在相对于零点正方向时，回归零点需要负方向运行。

参数 2005_h:18_h 位置恢复方式，当值为 0 时为多圈绝对值恢复，当值为 1 时为单圈内的绝对位置恢复；

对于单圈的位置恢复中可以设置参数 2005_h:1D_h 阻挡位置来改变回零的方向。

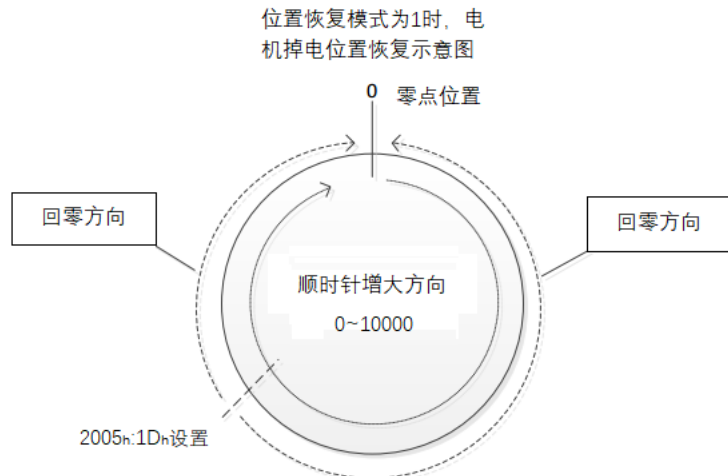


图 7-1

当位置恢复模式(2005_h:18_h)值为 0 时，适用于多圈数运动轨迹中，电机能够恢复当前的绝对位置。

8 调整

8.1 概述

为了最大限度的发挥一体化电机的性能，使该设备能快速、准确的响应来自上位机或者内部设定的指令，必须根据驱动负载的特性对步进电机增益进行合理的调整。一体化电机增益包括速度环增益、和速度环积分时间，他们之间相互影响，因此在调整步进电机增益参数时，必须考虑到各个参数之间的平衡。

8.2 手动增益调整

8.2.1 相关对象

表 8-1

对象索引	描述
2008 _h :01 _h	速度环增益（单位 0.1Hz），在不产生噪声、振动的情况下，增大此参数，可加快定位时间，带来更好的速度稳定性和跟随性；产生噪音，则降低参数设定值；
2008 _h :02 _h	速度环积分时间常数(单位 0.01ms)，减小设定值可加强积分作用，加快定位时间，但设定值过小易引起机械振动。

8.2.2 基本增益调整说明

一体化电机由三个控制环路构成，从内向外依次是电流环、速度环和位置环，电流环的响应频率最高。一体化步进电机出厂默认电流环增益参数已确保了充分的响应性，一般无需调整，因此需要调整的只有速度环增益及速度环积分时间常数。

基本增益调节如下：



图 8-1 速度环增益 n

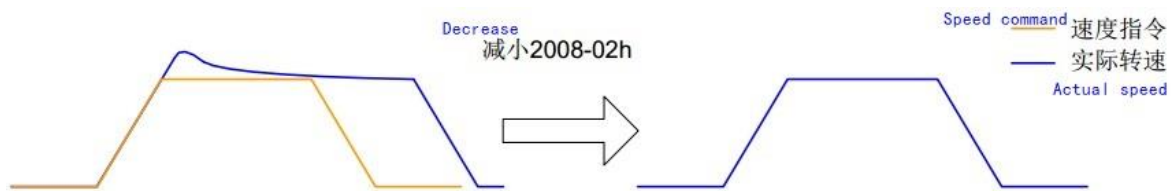


图 8-2 速度环积分时间常数

9 故障管理

9.1 报警代码

当一体化电机出现警告或者故障时，电机会主动报警（指示灯-黄灯闪烁，0.5s 闪烁频率表示为警告、0.25s 闪烁频率表示为故障；指示灯-绿色 0.5s 闪烁代表通信报警，常亮代表通信正常），并执行相应的动作。相应的报警代码会存储在对象 1003_h: 01_h~1003_h: 10_h 中，对象 1003_h: 00_h 为当前的故障数目。

对象 1003_h 中有 16 个报警队列，遵循先进先出规则。在历史报警存储都被占用的情况下，产生新的报警，会删除最早出现的错误，之前的错误依次向下移动。具体报警代码如下表所示：

表 9-1 报警代码一览表

报警代码	报警内容	默认报警类型	默认故障反应码	是否自复位	603F _h (错误码)
0x3002312	电机堵转	暂停并锁轴	3	否	0x2312
0x13210	电源过电压	故障	0	是	0x3210
0x1013220	电源欠电压	故障	1	是	0x3220
0x5080	驱动器故障	故障	0	否	0x5080
0x16320	参数设置错误	故障	0	是	0x6320
0x6321	注册故障*	故障	0	否	0x6321
0x4017307	编码器警告*	警告	4	是	0x7307
0x4017308	编码器校正失败	警告	4	是	0x7308
0x3017501	通信故障	警告	3	是	0x7501
0x8610	原点回归超时	故障	0	否	0x8610
0x3018613	软件限位错误	暂停并锁轴	3	否	0x8613
0x0401FF02	参数保存故障	警告	4	是	0xFF02
0xFF08	编码器读数据帧错误	故障	0	是	0xFF08
0x301FF0E	超负限位报警	警告	3	是	0xFF0E
0x301FF0F	超正限位报警	警告	3	是	0xFF0F

报警代码相应位的定义

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
故障反应码[8]								自复位允许[8]							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
故障码[16]															

- 故障反应码定义
 - 0- 状态机切换到故障状态（参照“4.1 CiA402 状态机”），如果 605E_h>=0, 则按照 605E_h 选择的故障停机方式；否则：功率管全关，自由停机。
 - 1- 状态机切换到故障状态（参照“4.1 CiA402 状态机”），如果 605E_h >=0, 则按照 605E_h 选择的故障停机方式；否则：按慢速曲线停车关闭输出。
 - 2- 状态机切换到故障状态（参照“4.1 CiA402 状态机”），如果 605E_h >=0, 则按照 605E_h 选择的故障停机方式；否则：按快速曲线停车关闭输出。
 - 3- 按快速曲线暂停锁轴，不切换到故障状态并不受对象 605E_h 影响。
 - 4- 警告且不改变当前运行状态，不切换到故障状态并不受对象 605E_h 影响。
 - 5- 忽略并记录在 1003_h 中，不切换到故障状态并不受对象 605E_h 影响。
 - 6- 忽略但不记录在 1003_h 中，不切换到故障状态并不受对象 605E_h 影响。
- 自复位允许
 - 0- 不允许
 - 1- 允许（当警告或者故障消除时，自动复位）

注：

- 上表（报警代码一览表）报警代码中默认报警类型为“故障”的，表示在产生此报警后，电机进入故障状态（状态字值为 0x228）
- 报警代码的默认报警类型、默认故障反应码和是否自复位可以通过对象 200E_h 进行配置
- 报警内容带*符号的无法通过对象 200E_h 进行配置。驱动器及硬件初始化故障后需要重新启动后一体化电机才能正常运行。
- 603F_h 包含一体化电机最后出现的错误，对应报警代码中低 16 位的故障码。

9.2 故障动作设置

报警代码由故障码(16 位)、故障反应码(8 位)和自复位允许(8 位)共 32 位组成。故障码表示电机在非正常状态下的故障现象，通过故障码判断电机的当前状态，一般和对象 603F_h(错误码)相对应，0 表示电机当前无故障；故障反应码表示电机故障后相应的动作方式和对状态字故障位的处理，如自由停机-故障状态、按一定减速度停机-故障状态、暂停锁轴-非故障状态等；自复位允许表示电机的故障消除后，是否允许电机自动复位当前状态字的故障位，1-允许、0-不允许。相应位的顺序如下：

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
故障反应码 [8]								自复位允许 [8]							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
故障码 [16]															

故障反应码的具体定义

- 0- 状态机切换到故障状态（参照“4.1 CiA402 状态机”），如果 605E_h≥0，则按照 605E 选择的故障停机方式；否则：功率管全关，自由停机。
- 1- 状态机切换到故障状态（参照“4.1 CiA402 状态机”），如果 605E_h≥0，则按照 605E 选择的故障停机方式；否则：按慢速曲线停车关闭输出。
- 2- 状态机切换到故障状态（参照“4.1 CiA402 状态机”），如果 605E_h≥0，则按照 605E 选择的故障停机方式；否则：按快速曲线停车关闭输出。
- 3- 按快速曲线暂停锁轴，不切换到故障状态并不受对象 605E_h影响。
- 4- 警告且不改变当前运行状态，不切换到故障状态并不受对象 605E_h影响。
- 5- 忽略并记录在 1003_h中，不切换到故障状态并不受对象 605E_h影响。
- 6- 忽略但不记录在 1003_h中，不切换到故障状态并不受对象 605E_h影响。

报警代码配置

故障代码组 200E_h里列举了可由用户自由配置的报警代码，具体如下：

表 9-2

故障代码组 200E _h	含义	默认故障动作
0x3002312	电机堵转	否
0x13210	电源过电压	是
0x1013220	电源欠电压	是
0x16320	参数设置错误	是
0x17501	CANopen 总线通信故障	否
0x8610	原点回归超时	是
0x3018613	软件限位错误	否

注：上述列表中故障动作的“是（否）”是表示在产生此故障后，电机是否进入故障状态。

报警代码配置举例说明

电源欠压设置

200E_h:04_h(电源欠电压)设置为 0x1003220，当电机运行时，供电电源电压低于检测阈值(默认 24V)，电机按 605E_h设置的停机方式停机(参照相应位的顺序，该故障反应码对应为 1)；当供电电源电压恢复正常时，需通过手动复位操作，电机才能进行正常的运行操作(参照相应位的顺序，自复位允许对应为 0)。

9.3 故障复位

电机故障恢复后，自复位不允许的故障码需通过手动复位操作，电机才能进行正常的运行操作。手动复位操作具体如下：

- 电机脱使能后，通过发送控制 0x80 来清除故障状态（控制字 bit7 上升沿有效）

9.4 故障检测说明

- 驱动器故障检测

该故障由驱动芯片故障信号中断响应触发，触发则报驱动器故障。

- 堵转故障检测

当驱动器检测到期望位置与实际位置的偏差大于 5000（编码器单位）时触发。

- 过压欠压故障检测

当一体化电机的电源电压高于(2001_h: 0E_h)设置的电压时，报过压故障；当一体化电机的电源电压低于(2001_h: 10_h)设置的电压时，报欠压故障。

- 参数设置故障检测

参数设置故障检测多功能端子的设置错误。

- 通信故障检测

该错误在 CANopen 通信下，由从站协议错误标志位标识。

- 编码器警告

电机上电时，编码器内部检测警告。

- 原点回归超时故障检测

当电机在 CiA402 原点回归模式使能的情况下，若在限定的时间(2005_h: 1C_h)内没有能完成原点回归的动作，则报原点回归超时故障。

- 软件超限故障检测

电机在位置控制模式下，根据 607D_h 设置的软件限位值来判断，实际位置和目标位置超出设定值则报软件超限故障。

- 超限开关故障检测

根据多功能端子设置的 14 和 15 功能号，检测正反限位开关是否触发，触发则报超限开关故障。

- 编码器校准数据存储 Flash 区域无数据（0x7308）

当 2000_h:20_h 校准功能位不等于 0，Flash 区域无数据时会报该故障，校准结束后，故障自动清除。

10 对象字典

对象字典是设备规范中重要的部分，它是一组参数和变量的有序集合，包含了设备描述及设备网络状态的所有参数。每个对象包含索引、子索引、名称、描述、数据类型、数据范围、可访问性、能否映射、出厂设定、单位、生效方式。

名词解释

“索引”：指定同一类对象在对象字典中的位置，以十六进制表示

“子索引”：同一个索引下面，包含多个对象，各对象在该类下的偏置

“数据类型及范围”：具体请参见下表

表 10-1

数据类型	数据范围	数据长度
Int8	-128~127	1 字节
Int16	-32768~32767	2 字节
Int32	-2147483583~2147483583	4 字节
UInt8	0~255	1 字节
UInt16	0~65535	2 字节
UInt32	0~4294967295	4 字节
String	ASCII	~

“可访问性”：具体请参见下表

表 10-2

可访问性	说明
RW	可读写
WO	只写
RO	只读

“能否映射”：具体请参见下表

表 Table 10-3

能否映射	说明
NO	不可映射在 PDO 中
RPDO	可以作为 RPDO
TPDO	可以作为 TPDO

“生效方式”：具体请参见下表

表 10-4

生效方式	说明
立即生效	参数设置完成后，设定值立即生效
停机生效	参数设置完成后，等到驱动器不处于运行状态，设定值生效
再次通电	参数设置完成后，重新接通驱动器电源，设定值生效

10.1 通信参数 1000h 组

1000_h 对象组包含 CANopen 通信所需的参数，通信参数均不可映射到 PDO。

表 10-5

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
1000 _h	-	设备类型	uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
1001 _h	-	错误寄存器	uint8	-	RO	NO	0	VAR	-
1003 _h	00 _h	当前设备中存在的报警数量	uint8	-	RO	NO	-	VAR	-
	01 _h	历史报警缓存	uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	02 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	03 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	04 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	05 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	06 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	07 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	08 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	09 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	0A _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	0B _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	0C _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	0D _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	0E _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	0F _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
	10 _h		uint32	-	RO	NO	-	VAR	-
1008 _h	-	设备名称	string	-	RO	NO	-	-	-
1009 _h	-	硬件版本号	string	-	RO	NO	-	-	-
100A _h	-	软件版本号	string	-	RO	NO	-	-	-
1010 _h	-	保存参数	string	-	RO	NO	-	ARRAY	-

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
	01 _h	保存当前所有参数	uint32	-	RW	NO	1	VAR	-
1011 _h	-	恢复默认参数	string	-	RO	NO	-	ARRAY	-
	01 _h	读取所有参数	uint32	-	RW	NO	1	VAR -	-
1017 _h	-	生产者心跳时间	uint16	-	RW	NO	0	ms	-
1018 _h	00 _h	条目数	uint8	-	R0	NO	-	VAR	-
	01 _h	厂商 ID 号	uint32	-	RO	NO	0x2D	-	-
	02 _h	产品编码	uint32	-	RO	NO	0x01	-	-
	03 _h	软件版本号	uint32	-	RO	NO	-	-	-
	04 _h	产品序列号	uint32	-	RO	NO	-	-	-
1400 _h	-	RPDO1 参数	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	R0	NO	-	VAR	-
	01 _h	COB-ID	uint32	-	RW	NO	0x200 +Node_ID	VAR	-
	02 _h	传输类型	uint32	-	RW	NO	0xFF	VAR	-
1401 _h	-	RPDO2 参数	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	R0	NO	-	VAR	-
	01 _h	COB-ID	uint32	-	RW	NO	0x300 +Node_ID	VAR	-
	02 _h	传输类型	uint32	-	RW	NO	0xFF	VAR	-
1402 _h	-	RPDO3 参数	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	R0	NO	-	VAR	-
	01 _h	COB-ID	uint32	-	RW	NO	0x400 +Node_ID	VAR	-
	02 _h	传输类型	uint32	-	RW	NO	0xFF	VAR	-

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
1403 _h	-	RPDO4 参数	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	R0	NO	-	VAR	-
	01 _h	COB-ID	uint32	-	RW	NO	0x500 +Node_ID	VAR	-
	02 _h	传输类型	uint32	-	RW	NO	0xFF	VAR	-
1600 _h	-	驱动器控制	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	01 _h	RPDO1 映射对象_1	uint32	-	RW	NO	0x60400010	VAR	-
	02 _h	RPDO1 映射对象_2	uint32	-	RW	NO	0x60600008	VAR	-
1601 _h	-	位置控制	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	01 _h	RPDO2 映射对象_1	uint32	-	RW	NO	0x607A0020	VAR	-
	02 _h	RPDO2 映射对象_2	uint32	-	RW	NO	0x60C10120	VAR	-
1602 _h	-	速度控制	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	01 _h	RPDO3 映射对象_1	uint32	-	RW	NO	0x60420010	VAR	-
	02 _h	RPDO3 映射对象_2	uint32	-	RW	NO	0x60FF0020	VAR	-
1603 _h	-	转矩控制	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	01 _h	RPDO4 映射对象_1	uint32	-	RW	NO	0x60710010	VAR	-
1800 _h	-	TPDO1 参数	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	RO	NO	-	VAR	-
	01 _h	COB-ID	uint32	-	RW	NO	0x180 +Node_ID	VAR	-
	02 _h	传输类型	uint8	-	RW	NO	0xFF	VAR	-
	03 _h	禁止时间	uint16	-	RW	NO	0x0	VAR	-
	04 _h	兼容性条目	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
	05 _h	事件计时器	uint16	-	RW	NO	0x0	VAR	-
1801 _h	-	TPDO2 参数	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	RO	NO	-	VAR	-
	01 _h	COB-ID	uint32	-	RW	NO	0x280 +Node_ID	VAR	-
	02 _h	传输类型	uint8	-	RW	NO	0xFF	VAR	-
	03 _h	禁止时间	uint16	-	RW	NO	0x0	VAR	-
	04 _h	兼容性条目	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	05 _h	事件计时器	uint16	-	RW	NO	0x0	VAR	-
1802 _h	-	TPDO3 参数	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	RO	NO	-	VAR	-
	01 _h	COB-ID	uint32	-	RW	NO	0x380 +Node_ID	VAR	-
	02 _h	传输类型	uint8	-	RW	NO	0xFF	VAR	-
	03 _h	禁止时间	uint16	-	RW	NO	0x0	VAR	-
	04 _h	兼容性条目	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	05 _h	事件计时器	uint16	-	RW	NO	0x0	VAR	-
1803 _h	-	TPDO4 参数	-	-	RO	NO	-	REC	-
	00 _h	条目数	uint8	-	RO	NO	-	VAR	-
	01 _h	COB-ID	uint32	-	RW	NO	0x480 +Node_ID	VAR	-
	02 _h	传输类型	uint8	-	RW	NO	0xFF	VAR	-
	03 _h	禁止时间	uint16	-	RW	NO	0x0	VAR	-
	04 _h	兼容性条目	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	05 _h	事件计时器	uint16	-	RW	NO	0x0	VAR	-
1A00 _h	-	驱动器状态	uint8	-	RO	NO	-	REC	-

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
	00h	条目数	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	01h	TPDO1 映射对象_1	uint32	-	RW	NO	0x60410010	VAR	-
	02h	TPDO1 映射对象_2	uint32	-	RW	NO	0x60610008	VAR	-
1A01h	-	位置状态	uint8	-	RO	NO	-	REC	-
	00h	条目数	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	01h	TPDO2 映射对象_1	uint32	-	RW	NO	0x60630020	VAR	-
	02h	TPDO2 映射对象_2	uint32	-	RW	NO	0x60640020	VAR	-
1A02h	-	速度状态	uint8	-	RO	NO	-	REC	-
	00h	条目数	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	01h	TPDO3 映射对象_1	uint32	-	RW	NO	0x606C0020	VAR	-
1A03h	-	转矩状态	uint8	-	RO	NO	-	REC	-
	00h	条目数	uint8	-	RW	NO	-	VAR	-
	01h	TPDO4 映射对象_1	uint32	-	RW	NO	0x60770010	VAR	-

10.2 制造商定义参数 2000h 组说明

表 10-6

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
2000h（电机参数）	07h	额定电压	uint16	24~48	RW	NO	48	V	停机生效
	09h	额定电流	uint16	-	RW	NO	1250	0.01A	停机生效
	0Ah	最大电流	uint16	-	RW	NO	2250	0.01A	停机生效
	0Fh	最大转速	uint16	-	RW	NO	6000	rpm	停机生效
	12h	定子电阻	uint16	-	RW	NO	115	0.001Ω	停机生效
	14h	定子电感	uint16	-	RW	NO	25	0.01mH	停机生效
	20h	编码器功能设置	uint16	-	RW	NO	0		停机生效
2001h（驱动器参数）	08h	最大输出电流	uint16	0~65535	RO	NO	1500	0.01A	停机生效
	0Eh	直流母线过压保护点	uint16	0~65535	RW	NO	100	V	停机生效
	10h	直流母线电压欠压点	uint16	0~65535	RW	NO	24	V	停机生效
	1Dh	预留值	uint16	0~65535	RW	NO	625	0.01A	停机生效
2002h（基本控制参数）	01h	控制模式选择	uint16	0~4	RW	NO	4	-	停机设定立即生效
		具体描述：0-CIA402 模式							
	05h	预留值	uint16	0~100	RW	NO	50		
	1Fh	预留值	uint32	-	RO	NO	0	-	-
	03h	DI1 端子功能选择	uint16	0~48	RW	NO	1	1	停机生效

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
2003 _h （实体端子输入参数）	04 _h	DI1 端子逻辑选择	uint16	0~4	RW	NO	0	1	停机生效
		具体描述：详见 7.1 章节							
	05 _h	DI2 端子功能选择	uint16	0~48	RW	NO	2	1	停机生效
	06 _h	DI2 端子逻辑选择	uint16	0~4	RW	NO	2	1	停机生效
	07 _h	DI3 端子功能选择	uint16	0~48	RW	NO	12	1	停机生效
	08 _h	DI3 端子逻辑选择	uint16	0~4	RW	NO	0	1	停机生效
	09 _h	DI4 端子功能选择	uint16	0~48	RW	NO	0	1	停机生效
	0A _h	DI4 端子逻辑选择	uint16	0~4	RW	NO	0	1	停机生效
	15 _h	上电有效功能分配	uint16	0~65535	RW	NO	0	1	停机生效
		具体描述：bit0-DI1，bit1-DI2，bit2-DI3；相应位为 1 表示相应的 DI 端口为高电平 3.0V							
	16 _h	上电有效功能分配	uint16	0~65535	RW	NO	0	1	停机生效
		具体描述：bit0-DI1，bit1-DI2，bit2-DI3；相应位为 1 表示相应的 DI 端口为高电平 3.0V							
2004 _h （端子输出参数）	01 _h	DO1 端子功能选择	uint16	0~30	RW	NO	0	1	停机生效
		具体描述：详见 7.1 章节							
	02 _h	DO1 端子逻辑选择	uint16	0~1	RW	NO	0	1	停机生效
		具体描述：详见 7.1 章节							
	03 _h	DO2 端子功能选择	uint16	0~30	RW	NO	0	1	停机生效
	04 _h	DO2 端子逻辑选择	uint16	0~1	RW	NO	0	1	停机生效

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
2005_h （位置控制参数）	18 _h	位置恢复方式	int16	0~1	RW	NO	0	1	停机生效
	1C _h	原点回归时间限制	uint16	0~65535	RW	NO	10000	ms	停机生效
	1D _h	阻挡位置	int32	0~608F:01 _h 值	RW	NO	1000	1	停机生效
2008_h （增益类参数）	01 _h	速度环增益	uint16	1~20000	RW	NO	500	0.1Hz	运行设定立即生效
		具体描述：设置速度环的比例增益。此参数决定速度环的响应，越大则速度环响应越快，但是设置的太大可能引起振动。位置模式下，若要加大位置环增益，需同时加大速度环增益。							
	02 _h	速度环积分时间常数	uint16	0~51200	RW	NO	800	0.01ms	运行设定立即生效
		具体描述：设置速度环的积分时间常数。设置的值越小，积分效果越强，停止时的偏差值更快接近于 0。当此参数设置为 51200，无积分效果。							
200B_h （监控参数）	02 _h	实际电机转速	int16	-32768~32767	RO	NO	-	rpm	-
	05 _h	输入信号(DI 信号)监视	uint16	0~65535	RO	NO	0	1	-
	06 _h	输出信号(DO 信号)监视	uint16	0~65535	RO	NO	0	1	-
	0F _h	总上电时间	uint32	0~4294967295	RO	NO	0	s	-
	15 _h	母线电压值	uint16	0~65535	RO	NO	0	0.1V	-
	02 _h	驱动器轴地址	uint16	1~247	RW	NO	1	1	再次通电
		具体描述：设定使用 CANopen 通信时的驱动器轴地址。 1~247：多台电机进行组网时，每个电机只能有唯一的地址，否则会导致通信异常或无法通信。							
	03 _h	串口波特率设置	uint16	0~8	RW	NO	8	1	再次通电

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式																				
200C _h （通信参数）		具体描述：设置电机与上位机的通信速率，如下表所示： <table><tr><th>设定值</th><th>波特率设置</th></tr><tr><td>8</td><td>1MBit/sec</td></tr><tr><td>7</td><td>800kBit/sec</td></tr><tr><td>6</td><td>500kBit/sec</td></tr><tr><td>5</td><td>250kBit/sec</td></tr><tr><td>4</td><td>125kBit/sec</td></tr><tr><td>3</td><td>100kBit/sec</td></tr><tr><td>2</td><td>50kBit/sec</td></tr><tr><td>1</td><td>20kBit/sec</td></tr><tr><td>0</td><td>10kBit/sec</td></tr></table> 电机的通信速率必须和上位机通信速率一致，否则无法通信。								设定值	波特率设置	8	1MBit/sec	7	800kBit/sec	6	500kBit/sec	5	250kBit/sec	4	125kBit/sec	3	100kBit/sec	2	50kBit/sec	1	20kBit/sec	0	10kBit/sec
	设定值	波特率设置																											
	8	1MBit/sec																											
	7	800kBit/sec																											
	6	500kBit/sec																											
	5	250kBit/sec																											
	4	125kBit/sec																											
	3	100kBit/sec																											
	2	50kBit/sec																											
	1	20kBit/sec																											
0	10kBit/sec																												
07 _h	虚拟端子使能	uint16	0~1	RW	NO	0	1	立即生效																					
200E _h （故障代码）	02 _h	电机堵转	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	8978	1	立即生效																				
	03 _h	电源过压	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	78352	1	立即生效																				
	04 _h	电源欠压	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	16855584	1	立即生效																				
	07 _h	参数设置错误	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	90912	1	立即生效																				
	08 _h	电机超速	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	94992	1	立即生效																				
	09 _h	通信故障	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	95489	1	立即生效																				
	0A _h	原点回归超时错误	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	34320	1	立即生效																				
	0B _h	位置超差错误	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	34321	1	立即生效																				

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
200E_h （故障代码）	0C _h	软件超限故障	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	50431507	1	立即生效
	0D _h	超限开关故障	int32	- 214748364~2147483583	RW	NO	50431507	1	立即生效
2031_h （通信给定相关变量）	02 _h	通信给定 Do 输出状态	uint16	0~65535	RW	NO	0	1	停机生效
		具体描述：2004 _h 逻辑选择为正时，2031 _h ：02 _h =1,DO 输出高电平，2031 _h ：02 _h =0,DO 输出低电平； 2004 _h 逻辑选择为负时，2031 _h ：02 _h =1,DO 输出低电平；2031 _h ：02 _h =0,DO 输出高电平							

10.3 子协议定义参数 6000_h 组说明

表 10-7

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
603F _h	00 _h	错误码, 详见 9.1 章节	uint16	0~65535	RO	TPDO	0	-	-
6040 _h	00 _h	控制字	uint16	0~65535	RW	RPDO	0	1	停机生效
6041 _h	00 _h	状态字	uint16	0~65535	RO	TPDO	0	1	-
6042 _h	00 _h	预留给值	int16	-3000~3000	RW	RPDO	0	rpm	停机生效
6046 _h	01 _h	PP 模式的速度最小值	uint32	0~6000	RW	RPDO	10	rpm	停机生效
	02 _h	预留给值	uint32	0~6000	RW	RPDO	3000	rpm	停机生效
605A _h	00 _h	快速停机方式选择, 详见 4.1.4 章节	int16	0~2	RW	NO	2	1	停机生效
605B _h	00	停机方式选择, 详见 4.1.4 章节	int16	0~1	RW	NO	0	1	停机生效
605C _h	00	失能运行停机方式选择, 详见 4.1.4 章节	int16	0~1	RW	NO	0	1	停机生效
605D _h	00 _h	暂停方式选择, 详见 4.1.4 章节	int16	1~2	RW	NO	1	1	停机生效
605E _h	00 _h	故障停机方式选择, 详见 4.1.4 章节	int16	0~2	RO	NO	0	1	停机生效
6060 _h	00 _h	模式选择, 详见 6.1 章节	int8	0~10	RW	RPDO	1	1	停机生效
6061 _h	00 _h	运行模式显示, 详见 6.2 章节	int8	0~10	RO	TPDO	1	1	-
6062 _h	00 _h	驱动器内部当前生效的目标位置指令值	int32	-2147483583~2147483583	RO	TPDO	0	用户单位	-
6063 _h	00 _h	电机当前的绝对位置反馈	int32	-2147483583~2147483583	RO	TPDO	0	编码器单位	-
6064 _h	00 _h	电机当前的用户绝对位置反馈	int32	-2147483583~2147483583	RO	TPDO	0	用户单位	-
6065 _h	00 _h	位置偏差过大阈值	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	50	用户单位	停机生效

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
		具体描述：位置偏差超过 $\pm 6065_h$ 时，且时间到达 6066 _h 时，报跟踪错误							
6066 _h	00 _h	位置偏差过大超时	uint16	0~65535	RW	RPDO	30000	ms	停机生效
		具体描述：位置偏差超过 $\pm 6065_h$ 时，且时间到达 6066 _h 时，报跟踪错误							
6067 _h	00 _h	位置到达阈值	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	10	用户单位	停机生效
		具体描述：位置偏差在 $\pm 6067_h$ 以内，且时间达到 6068 _h 时，认为位置到达，位置类模式下，状态字 6041 _h 的 bit10=1							
6068 _h	00 _h	位置到达时间窗口	uint16	0~65535	RW	RPDO	5	1ms	停机生效
		具体描述： 位置偏差在 $\pm 6067_h$ 以内，且时间达到 6068 _h 时，认为位置到达，位置类模式下，状态字 6041 _h 的 bit10=1							
6069 _h	00 _h	速度传感器的反馈值	int32	-2147483583~2147483583	RO	TPDO	0	用户单位/s	-
606B _h	00 _h	控制器内部生效的速度指令值	int32	-2147483583~2147483583	RO	RPDO	0	用户单位/s	-
606C _h	00 _h	当前的实际速度反馈值	int32	-2147483583~2147483583	RO	TPDO	0	rpm	-
607A _h	00 _h	目标位置	int32	-2147483583~2147483583	RW	RPDO	0	用户单位	停机生效
607C _h	00 _h	原点偏移值	int32	-2147483583~2147483583	RW	RPDO	0	用户单位	停机生效
		具体描述：设置在原点回归模式下机械零点偏离电机原点的物理位置；在完成原点回归操作时，状态字 6041 _h 的 bit15=1 时生效							
607D _h	01 _h	软件绝对位置最小限制	int32	-2147483583~2147483583	RW	RPDO	-65535	用户单位	停机生效
	02 _h	软件绝对位置最大限制	int32	-2147483583~2147483583	RW	RPDO	65535	用户单位	停机生效
607E _h	00 _h	指令极性，详见 5.3 章节	uint8	0~255	RW	NO	0	1	停机生效
607F _h	00 _h	最大轮廓速度	uint32	0~1000000	RW	RPDO	500000	用户单位/s	停机生效
6080 _h	00 _h	电机最大速度	uint32	0~6000	RW	RPDO	4000	rpm	停机生效

索引	子索引	描述	数据类型	数据范围	可访问性	能否映射	出厂设定	单位	生效方式
6081 _h	00 _h	轮廓速度	uint32	0~1000000	RW	RPDO	500000	用户单位/s	停机生效
		具体描述：设置轮廓位置模式下该段位移指令的匀速运行速度，具体计算如下： $\text{电机转速 (rpm)} = \frac{6081_h \times \text{齿轮比} \times 6091_h}{\text{编码器分辨率}} \times 60$							
6082 _h	00 _h	轮廓终点速度	uint32	0~1000000	RW	RPDO	0	用户单位/s	停机生效
6083 _h	00 _h	轮廓加速度	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	409600	用户单位/s ²	停机生效
6084 _h	00 _h	轮廓减速度	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	409600	用户单位/s ²	停机生效
6085 _h	00 _h	快速停机减速度	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	500000	用户单位/s ²	停机生效
608F _h	01 _h	编码器增量	uint32	0~4294967295	RO	NO	10000	1	停机生效
	02 _h	电机转数	uint32	0~4294967295	RO	NO	1	1	停机生效
		具体描述：用于设置编码器增量对应电机转动的圈数 $\text{位置编码器分辨率} = \frac{\text{编码器增量 (608F}_h\text{:01}_h\text{)}}{\text{电机转数 (608F}_h\text{:02}_h\text{)}}$							
6098 _h	00 _h	原点回归方式，详见 6.7.4 章节	int8	17~30	RW	RPDO	20	1	停机生效
6099 _h	01 _h	找开关速度（高速）	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	10000	用户单位/s	停机生效
	02 _h	找原点速度（低速）	int32	-2147483583~2147483583	RW	RPDO	2730	用户单位/s	停机生效
609A _h	00 _h	原点回归加速度	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	409600	用户单位/s ²	停机生效
60C1 _h	01 _h	预留值	int32	-2147483583~2147483583	RW	RPDO	0	用户单位	停机生效
60C5 _h	00 _h	最大轮廓加速度	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	500000	用户单位/s ²	停机生效
60C6 _h	00 _h	最大轮廓减速度	uint32	0~4294967295	RW	RPDO	500000	用户单位/s ²	停机生效
60FC _h	00 _h	电机位置指令	int32	-2147483583~2147483583	RO	TPDO	0	用户单位	-
60FF _h	00 _h	目标速度	int32	-2147483583~2147483583	RW	RPDO	0	用户单位/s	停机生效
		具体描述：设置轮廓速度模式与周期同步速度模式下，用户速度指令							

- 本手册的全部内容或部分内容禁止擅自转载、拷贝。
- 产品性能、规格及外观可能因为改进，会在不经预先通知的情况下发生变化，敬请谅解。
- 我们力求使手册的内容尽可能正确，如果您发现有什么问题或错误、遗漏之处，请与北京立迈胜控制技术有限公司联系。

北京立迈胜控制技术有限公司
中国北京市大兴区金星路 12 号院 3 号楼
邮编：102628
电话：(010)60213882 传真：(010)60213882
邮箱：nimotion@nimotion.com
网站：<http://www.nimotion.com>