AIMOTOR
CANOPEN 总线型驱动器使用说明

简易版

2026 年 02 月 28 日

V20260228 版

上海四横电机制造有限公司

地址：上海市青浦区崧春路 399 弄 1 号

目录

AIMOTOR CANOPEN 总线型驱动器使用说明 1
一、产品简介 3
1.1 产品概述 3
1.2 产品特性 3
1.3 组网方案 5
二、对象字典的参数说明与设置 6
2.1 对象字典 6
2.1.1 CIA301 子协议通讯参数 6
2.1.2 厂家自定义参数 9
2.1.3 CIA402 轴控参数 10
2.2 各控制模式以及关联对象字典 13
2.3 Cia402 对象字典位置单位计算 15
2.4 6040h 控制字位定义 16
2.5 6041h 状态字位定义 16
2.6 控制指令与状态跃迁 17
2.7 6040h 控制命令步骤 18
2.8 6098h 原点搜索方式 19
2.9 607Eh 指令方向极性 20
2.10 60FDh 与 60FEh 输入输出 20
2.11 60B8h 与 60B9h 探针功能 20
三、网络管理系统（NMT） 22
3.2 NMT 网络服务 22
3.2 NMT 错误控制 23
四、服务数据对象（SDO） 25
4.1 SDO 传输格式 25
4.2 速度模式控制 26
4.3 位置模式控制 27
4.4 回原模式控制 28
4.5 转矩模式控制 29
五、过程数据对象（PDO） 30
5.1 PDO 映射配置流程图 30
5.2 PDO 通道的通讯参数 31
5.3 PDO 通道的映射参数 32
5.4 PDO 配置过程参考例 33
5.5 同步对象 SYNC 36
六、故障查询 37
6.1 故障码表 37
6.2 故障查询方法 38
七、定制应用 39
7.1 PP 二段位置 HL 模式（四向穿梭车行走应用） 39
7.2 PP 二段位置 LH 模式（四向穿梭车伸叉应用） 40

一、产品简介

1.1 产品概述

AIMOTOR 驱动器采用 CANopen 总线通讯接口，将 CANopen 从站技术、矢量控制技术、内置微细分技术、自适应滤波技术、闭环控制技术融为一体，实现了系统的实时控制与实时数据传输，优化了电机的性能：具有极佳的平稳性和超低噪声；平滑、精确的纯正弦电流矢量控制技术有效的减小了电机发热。

1.2 产品特性

- 新一代 32 位 ARM 技术，性价比超高、平稳性佳、噪声、振动性能优越
- 采用 CANopen 从站技术，CANope 协议通常分为用户应用层、对象字典以及通信三个部分。其中最为核心的是对象字典，描述了应用对象和 CANopen 报文之间的关系。CANopen 通信是本文关键部分，其熟悉这部分对全面掌握 CANopen 协议至关重要
- CANopen 是一个公开的标准，任何公司都可以使用它来开发产品，无需支付许可费用。

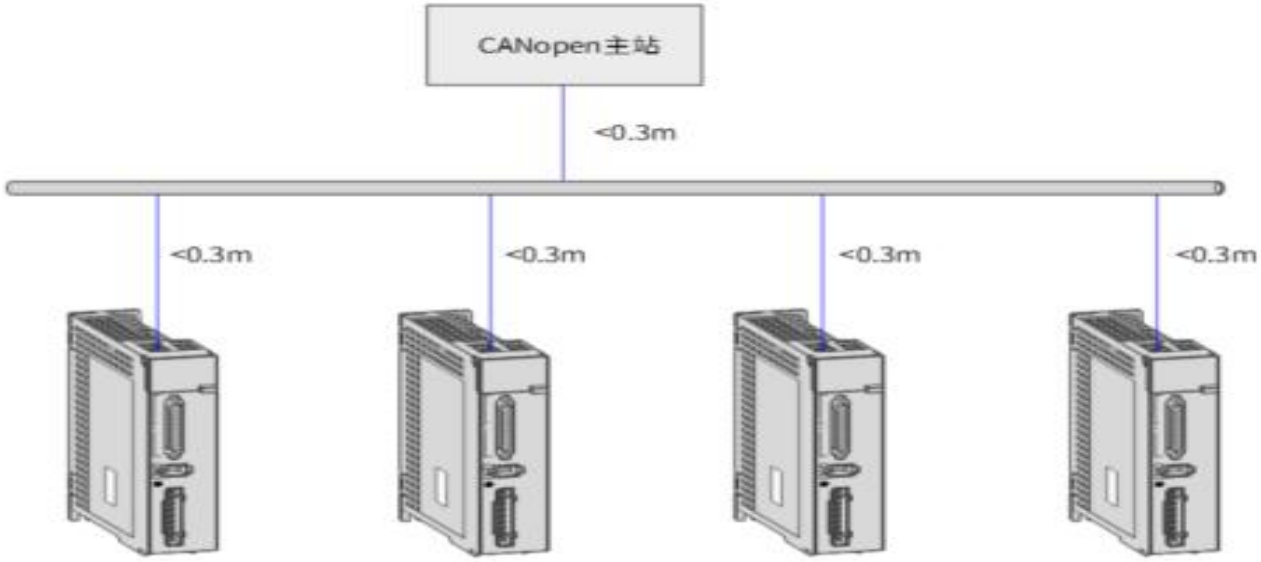
项目	说明
链路层协议	CAN 总线
应用层协议	CANopen 协议
CAN-ID 类型	11bit-CAN2.0A
波特率	500Kbit/s(默认) 1Mbit/s 、250 Kbit/s、125 Kbit/s、100 Kbit/s 、50 Kbit/s、20 Kbit/s
最大站点数	63 个
CAN 帧长度	0~8 字节
应用层 CAN 帧类型	数据帧、远程帧
终端匹配电阻	120Ω
支持子协议	CiA-301 V4.02：CANopen 应用层和通信协议 DSP-402 V3.0：驱动和运动控制子协议
支持服务	NMT：网络管理系统 SDO：服务数据对象 PDO：过程数据对象 设备监视：包括节点保护和心跳 SYNC：包括同步发生器及同步接收，应用于 PDO 传输
PDO 传输类型	时间触发、事件触发、同步触发
支持 PDO 数目	4 路 RPDO 通道，4 路 TPDO 通道
SDO 传输方式	加速 SDO 传输，分段 SDO 传输
支持伺服运行模式	PP(轮廓位置模式) PV(轮廓速度模式) PT(轮廓转矩模式) HM (原点回零模式) CSP(同步位置模式) CSV(同步速度模式) CST(同步转矩模式)

1.3 组网方案

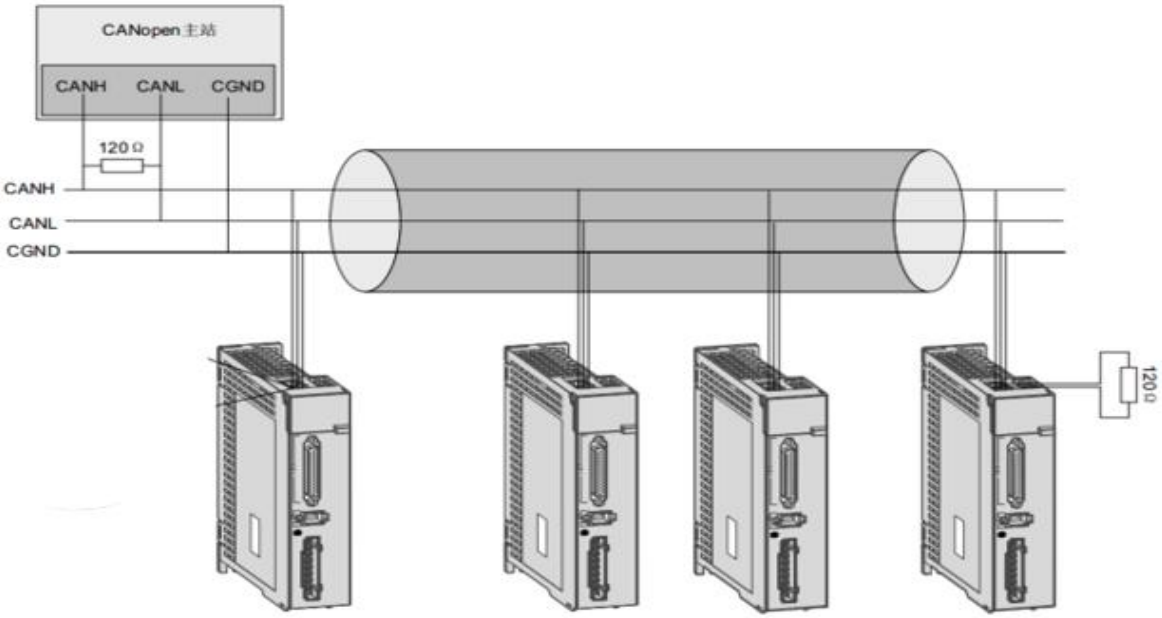
CAN 总线的传输距离与波特率、通信线缆有直接关系，最大总线线路长度与波特率关系如下表所示：

本机出厂默认 NodeId=1，速率=500kbps，如果想更改，请使用 AIMotor 系列 RS485 调试上位机更改 H0C_00 与 H0C-08 参数；

传输距离	通讯速率	节点数	双绞线线径
25m	1Mbps	64	0.2mm²
95m	500kbps	64	0.3mm²
560m	100kbps	64	0.5mm²
1100m	50kbps	64	0.75mm²



图<组网方案框架>



图<组网方案接线>

二、对象字典的参数说明与设置

2.1 对象字典

对象字典是设备规范中最重要的部分。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。通过网络可以采用有序的预定义的方式来访问的一组对象。

对象字典域	域类别	描述
0000h-0FFFh	数据类型参数	用户无访问意义
1000h-FFFh	通信对象区	按照 CIA301 协议定义通信对象参数以及设备类型等
2000h-5FFFh	制造商自定义对象区	我司将该区域定义了 AIMOTOR 驱动器所有参数功能码对象
6000h-9FFFh	子协议对象区	按照 CIA402 协议定义的一些常用 CIA402 运动控制对象

2.1.1 CIA301 子协议通讯参数

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	默认值	范围
1000	0	设备类型	与 CIA 规则一致	Uint32	RO	-	-
1001	0	错误寄存器	按位来表示错误类型信息；				
1003	0	当前存在的报警数量	1、00h 表示当前记录报警数量； 2、01h-0Ah 历史报警缓存条目数据：bit00-bit15，标准错误码 bit16-bit23 厂家自定义错误码	Uint8	RW	0	0~9
	1-0A	历史报警缓存条目		Uint32	RO	-	0~0xFFFFFFFF
1005	0	同步报文 COB-ID	周期同步功能下使用	Uint32	RO	0x80	-
1006	0	同步循环周期 us		Uint32	RW	0	0~0xFFFFFFFF
100A	0	软件版本	AIMOTOR_CIA402	str	RO	-	-
100C	0	节点守护时间	当 100C 不为 0，则开启节点守护功能。守护超时时间=100C*100D	Uint16	RW	0	0~32767
100D	0	寿命因子		Uint8	RW	0	0~255
1010	00	子索引个数	-	Uint8	RO	4	-
	01	保存所有对象	不支持				
	02	保存 cia301 对象	写入 0x65766173（save）				
	03	保存 cia402 对象	写入 0x65766173（save）	Uint32	RW	0	0~0xFFFFFFFF
1011	00	子索引个数	-	Uint8	RO	4	-
	01	恢复所有对象	不支持				
	02	恢复 cia301 对象	写入 0x64616F6C（load）				
	03	恢复 cia402 对象	写入 0x64616F6C（load）	Uint32	RW	0	0~0xFFFFFFFF
1014	0	紧急报文 COB-ID	紧急报文标识符	Uint32	RO	0x80+ID	-
1016	0	子索引个数	设置本机心跳消费时间 bit0-bit15，监视心跳超时时间 ms bit16-bit23 监视的节点 id	Uint8	RO	1	-
	1	消费者心跳时间		Uint32	RW	0	0~0xFFFFFFFF

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	默认值	范围
1017	0	生产者心跳时间	设置生产者心跳时间（本机产生心跳的间隔时间）ms	Uint16	RW	0	0~0xFFFF
1200	0	子索引个数	SDO 通讯 COB-ID	Uint8	RO	2	-
	1	客户端到服务器 COB-ID		Uint32	RO	0x600+ID	-
	2	服务器到客户端 COB-ID		Uint32	RO	0x580+ID	-
1400	0	子索引个数	设置 RPDO1 通讯参数，传输类型设 000-240，为同步传输模式。传输类型设 254-255，为异步传输模式。同步传输由同步帧触发生效；异步传输数据发生变化立即生效	Uint8	RO	6	-
	1	RPDO1 的 COB-ID		Uint32	RO	0x200+ID	-
	2	RPDO1 的传输类型		Uint8	RW	1	0~255
1401	0	子索引个数	设置 RPDO2 通讯参数	Uint8	RO	6	-
	1	RPDO2 的 COB-ID		Uint32	RO	0x300+ID	0~0xFFFFFFFF
	2	RPDO2 的传输类型		Uint8	RW	1	0~255
1402	0	子索引个数	设置 RPDO3 通讯参数	Uint8	RO	6	-
	1	RPDO3 的 COB-ID		Uint32	RO	0x400+ID	-
	2	RPDO3 的传输类型		Uint8	RW	1	0~255
1403	0	子索引个数	设置 RPDO4 通讯参数	Uint8	RO	6	-
	1	RPDO4 的 COB-ID		Uint32	RO	0x500+ID	-
	2	RPDO 4 的传输类型		Uint8	RW	1	0~255
1600	0	RPDO1 映射的个数	设置 RPDO 组 1 映射对象；出厂默认映射如下：子索引 1 映射 6040 控制字；子索引 2 映射 6060 控制模式；子索引 3 映射 607A 目标位置；子索引 4-8 未映射可按需分配；	Uint8	RO	8	-
	1	RPDO1 映射对象 1		Uint32	RW	0x60400010	0~0xFFFFFFFF
	2	RPDO1 映射对象 2		Uint32	RW	0x60600008	0~0xFFFFFFFF
	3	RPDO1 映射对象 3		Uint32	RW	0x607A0020	0~0xFFFFFFFF
	4-8	RPDO1 映射对象 4-8		Uint32	RW	0x00000000	0~0xFFFFFFFF
1601	0	RPDO2 映射的个数	设置 RPDO 组 2 映射对象；出厂默认映射如下：子索引 1 映射 60FF 目标速度；子索引 2 映射 6071 目标转矩；子索引 3-8 未映射可按需分配；	Uint8	RO	8	-
	1	RPDO2 映射对象 1		Uint32	RW	60FF0020	0~0xFFFFFFFF
	2	RPDO2 映射对象 2		Uint32	RW	60710010	0~0xFFFFFFFF
	3-8	RPDO2 映射对象 3-8		Uint32	RW	0x00000000	0~0xFFFFFFFF
1602	00	RPDO3 映射的个数	设置 RPDO 组 3 映射对象；子索引 1-8 未映射可按需分配；	Uint8	RO	8	-
	01-08	RXPDO3 映射对象 1-8		Uint32	RW	0x00000000	0~0xFFFFFFFF
1603	0	RPDO4 映射的个数	设置 RPDO 组 3 映射对象；子索引 1-8 未映射可按需分配；	Uint8	RO	8	-
	01-08	RXPDO 映射对象 1-8		Uint32	RW	0x00000000	0~0xFFFFFFFF

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	默认值	范围
1800	0	子索引个数	设置 TPDO1 通讯参数，传输类型设 000-240，为同步传输模式。传输类型设 254-255，为异步传输模式。同步传输由同步帧触发上传；异步传输数据发生变化或事件计时器时间到立即上传	Uint8	RO	6	-
	1	TPDO1 的 COB-ID		Uint32	RO	0x180+ID	-
	2	TPDO1 的传输类型		Uint8	RW	1	0~255
	5	TPDO1 的事件计时器		Uint16	RW	0	0-65535
1801	0	子索引个数	设置 TPDO2 通讯参数	Uint8	RO	6	-
	1	TPDO2 的 COB-ID		Uint32	RO	0x280+ID	-
	2	TPDO2 的传输类型		Uint8	RW	1	0~255
	5	TPDO2 的事件计时器		Uint16	RW	0	0-65535
1802	0	子索引个数	设置 TPDO3 通讯参数	Uint8	RO	6	-
	1	TPDO3 的 COB-ID		Uint32	RO	0x380+ID	-
	2	TPDO3 的传输类型		Uint8	RW	1	0~255
	5	TPDO3 的事件计时器		Uint16	RW	0	0-65535
1803	0	子索引个数	设置 TPDO4 通讯参数	Uint8	RO	6	-
	1	TPDO4 的 COB-ID		Uint32	RO	0x480+ID	-
	2	TPDO4 的传输类型		Uint8	RW	1	0~255
	5	TPDO4 的事件计时器		Uint16	RW	0	0-65535
1A00	0	TPDO1 映射的个数	设置 TPDO 组 1 映射对象；出厂默认映射如下：子索引 1 映射 6041 状态字；子索引 2 映射 6061 显示模式；子索引 3 映射 6064 实际位置；子索引 4-8 未映射可按需分配；	Uint8	RO	8	-
	1	TPDO1 映射对象 1		Uint32	RW	0x60410010	0~0xFFFFFFFF
	2	TPDO1 映射对象 2		Uint32	RW	0x60610008	0~0xFFFFFFFF
	3	TPDO1 映射对象 3		Uint32	RW	0x60640020	0~0xFFFFFFFF
	4-8	TPDO1 映射对象 4-8		Uint32	RW	0x00000000	0~0xFFFFFFFF
1A01	0	TPDO2 映射的个数	设置 TPDO 组 2 映射对象；出厂默认映射如下：子索引 1 映射 606C 实际速度；子索引 2 映射 6077 实际转矩；子索引 3-8 未映射可按需分配；	Uint8	RO	8	-
	1	TPDO2 映射对象 1		Uint32	RW	606C0020	0~0xFFFFFFFF
	2	TPDO2 映射对象 2		Uint32	RW	60770010	0~0xFFFFFFFF
	3-8	TPDO2 映射对象 3-8		Uint32	RW	0x00000000	0~0xFFFFFFFF
1A02	00	TPDO3 映射的个数	设置 TPDO 组 3 映射对象；子索引 1-8 未映射可按需分配；	Uint8	RO	8	-
	01-08	TPDO3 映射对象 1-8		Uint32	RW	0x00000000	0~0xFFFFFFFF
1A03	0	TPDO4 映射的个数	设置 TPDO 组 4 映射对象；子索引 1-8 未映射可按需分配；	Uint8	RO	8	-
	01-08	TPDO4 映射对象 1-8		Uint32	RW	0x00000000	0~0xFFFFFFFF

2.1.2 厂家自定义参数

2000h-5FFFh 制造商定义对象区，我司将该区域定义了 AIMOTOR 驱动器所有参数功能码对象；
每一个参数都有对应的字典对象索引与子索引，AIMOTOR 驱动器参数功能码与对象字典的对应关系如下：
对象字典索引= 0x2000 + 功能码组号；对象字典子索引= 功能码组内偏置的十六进制+ 1；

举例：常用驱动器参数功能码与对象字典的映射关系

参数功能码			对应的对象字典地址		描述
参数功能码名	功能组号(16 进制)	组内偏置（10 进制）	索引(16 进制)	子索引(16 进制)	
H03-60	0x03	60	0x2003	0x3D	DI1 滤波时间
H03-61	0x03	61	0x2003	0x3E	DI2 滤波时间
H05-07	0x05	07	0x2005	0x08	电子齿轮比分子
H05-09	0x05	09	0x2005	0x0A	电子齿轮比分母
H05-21	0x05	21	0x2005	0x16	定位完成阈值
H07-09	0x07	09	0x2007	0x0A	正向力矩限制
H07-10	0x07	10	0x2007	0x0B	负向力矩限制
H08-00	0x08	00	0x2008	0x01	速度环增益
H08-01	0x08	01	0x2008	0x02	速度环积分
H08-02	0x08	02	0x2008	0x03	位置环增益
H08-15	0x08	15	0x2008	0x10	负载转动惯量比
H0A-04	0x0A	04	0x200A	0x05	电机过载保护增益
H0A-10	0x0A	10	0x200A	0x0B	位置偏差故障阈值
H0A-25	0x0A	25	0x200A	0x19	速度反馈显示滤波
H0A-44	0x0A	44	0x200A	0x2D	过压报警阈值
H0B-33	0x0B	33	0x200B	0x21	厂家故障记录
H0B-34	0x0B	34	0x200B	0x22	所选次数故障码
H0D-00	0x0D	00	0x200D	0x01	系统软件复位
H0D-20	0x0D	20	0x200D	0x14	绝对值编码器复位选择

由于参数功能码过多，所以不在 CANOPEN 说明书列举，请参阅同系列标准脉冲产品版说明书参数说明。

- 使用 SDO 通讯对厂家自定义参数对象进行读写操作时，请注意参数的属性，参数属性可以通过基础使用手册或上位机查看；
  1、 如果修改方式属性为<使能断开>参数，则需要先断开电机使能然后再写入的参数对象值，如 H05-07/H05-09；
  2、 如果出厂值属性为<注册值>参数，用户只能读取不可写入,如 H0A-44；
- H00 组、H01 组、H0B 组参数，用户只能读取不可写入；

2.1.3 CIA402 轴控参数

<table>
<tr><th>索引</th><th>子索引</th><th>名称</th><th>说明</th><th>类型</th><th>属性</th><th>默认值</th><th>范围</th></tr>
<tr><td>603F</td><td>0</td><td>故障码</td><td>驱动器当前产生的故障码，详见章节‘6.0 故障码信息表’描述；</td><td>Uint16</td><td>RO</td><td>0</td><td>0~65535</td></tr>
<tr><td>6040</td><td>0</td><td>控制字</td><td>详见章节‘2.4 6040 控制字’描述；</td><td>Uint16</td><td>RW</td><td>0</td><td>0~65535</td></tr>
<tr><td>6041</td><td>0</td><td>状态字</td><td>详见章节‘2.5 6041 状态字’描述；</td><td>Uint16</td><td>RO</td><td>-</td><td>0~65535</td></tr>
<tr><td>605A</td><td>0</td><td>快速停机代码</td><td><table><tr><th>值</th><th>减速度来源</th><th>减到 0 后</th></tr><tr><td>0</td><td>自由停机</td><td>解除使能</td></tr><tr><td>1</td><td>0x6084</td><td>解除使能</td></tr><tr><td>2</td><td>0x6085</td><td>解除使能</td></tr><tr><td>3</td><td>0x6084</td><td>保持锁轴</td></tr><tr><td>4</td><td>0x6085</td><td>保持锁轴</td></tr></table></td><td>Uint16</td><td>RW</td><td>1</td><td>0~65535</td></tr>
<tr><td>6060</td><td>0</td><td>运行模式设置</td><td>0：无作用
1：PP(轮廓位置模式)
3：PV(轮廓速度模式)
4：PT(轮廓转矩模式)
6：HM(原点搜索模式)
8：CSP(循环同步位置模式)
9：CSV(循环同步速度模式)
10：CST(循环同步转矩模式)</td><td>Int8</td><td>RW</td><td>1</td><td>0~10</td></tr>
<tr><td>6061</td><td>0</td><td>运行模式状态</td><td>查询 6060H 的状态；
0：无作用
1：PP(位置模式)
3：PV(速度模式)
4：PT(轮廓转矩模式)
6：HM(原点搜索模式)
8：CSP(循环同步位置模式)
9：CSV(循环同步速度模式)
10：CST(循环同步转矩模式)</td><td>Int8</td><td>RO</td><td>-</td><td>0~10</td></tr>
<tr><td>60FC</td><td>0</td><td>内部指令位置</td><td>驱动器内部生成的位置指令；（编码器单位）单位：Enc</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-2147483648~2147483647</td></tr>
<tr><td>6062</td><td>0</td><td>内部指令位置</td><td>驱动器内部生成的位置指令；（指令单位）单位：Pul</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-2147483648~2147483647</td></tr>
<tr><td>6063</td><td>0</td><td>实际位置</td><td>电机实际位置（编码器单位），单位：Enc</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-2147483648~2147483647</td></tr>
<tr><td>6064</td><td>0</td><td>实际位置</td><td>电机实际位置（指令单位），单位：Pul</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-2147483648~2147483647</td></tr>
<tr><td>606B</td><td>0</td><td>内部指令速度</td><td>驱动器内部生成的速度指令；单位：Pul/s</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-2147483648~2147483647</td></tr>
</table>

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	默认值	范围
606C	0	实际速度	电机实际速度， 单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~ 2147483647
6071	0	目标转矩	设置 PT(轮廓转矩模式)运行转矩；（1000 表示额定转矩） 单位：0.1%	Int16	RW	0	-3000~3000
6074	0	内部指令转矩	驱动器内部生成的转矩指令； 单位：0.1%	Int16	RO	-	-3000~3000
6077	0	实际转矩	电机实际转矩， 单位：0.1%	Int16	RO	-	-3000~3000
6078	0	实际电流	电机实际电流， 单位：0.01A	Int16	RO	-	-32767~32767
607A	0	目标位置	设置 PP(轮廓位置模式)运行位置；单位：Pul	Int32	RW	0	-2147483648~ 2147483647
607C	0	原点偏移	设置 HM(回原点模式)原点偏移量；单位：Pul	Int32	RW	0	-2147483648~ 2147483647
607D	0	子索引个数	-	Uint8	RO	2	0~255
	1	软件负向限位	设置 CANOPEN 模式软件限位，生效软件限位功能还需设置 H0A-40 参数	Int32	RW	- 2147483648	-2147483648~ 2147483647
	2	软件正向限位		Int32	RW	2147483647	-2147483648~ 2147483647
607E	0	指令极性	设置 PP/PV/PT 轮廓模式下指令方向逻辑；详见章节‘2.9 指令方向极性’内的描述；	Uint8	RW	0	0~255
607F	0	最大轮廓速度	设置 PT(轮廓转矩模式)运行最大速度限制；单位：Pul/s	Uin32	RW	0	-2147483648~ 2147483647
6081	0	轮廓速度	设置 PP 轮廓位置模式最大速度； 单位：Pul/s	Int32	RW	0	-2147483648~ 2147483647
6083	0	轮廓加速度	设置 PP、PV 轮廓模式加速度； 单位：Pul/s^2	Int32	RW	100000	-2147483648~ 2147483647
6084	0	轮廓减速度	设置 PP、PV 轮廓模式减速度； 单位：Pul/s^2	Int32	RW	100000	-2147483648~ 2147483647
6085	0	快速停机减速度	设置 PP/PV/PT 轮廓模式下快速停机减速度； 单位：Pul/s^2	Int32	RW	500000	-2147483648~ 2147483647
6098	0	回原点方式	目前可设置回原点方式的值为：01/02/04/06/17/18/24/28/33/34/35/37/38；详见章节‘2.8 回原点模式方法’内的描述；	Int8	RW	35	0~38

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	默认值	范围
6099	0	子索引个数	-	Uint8	RO	2	0~255
	1	寻原点速度 1	HM(回原点模式)接近原点速度：高速找原点；单位：Pul/s	Int32	RW	10000	-2147483648~2147483647
	2	寻原点速度 2	HM(回原点模式)确定原点速度：低速找原点；单位：Pul/s	Int32	RW	1000	-2147483648~2147483647
609A	0	回原点加减速度	HM(回原点模式)的回原点加减速度；单位：Pul/s^2	Int32	RW	10000	-2147483648~2147483647
60B8	0	探针模式	设置探针 1 和探针 2 的功能	Uint16	RW	0	0~65535
60B9	0	探针状态	读取探针 1 和探针 2 的状态	Uint16	RO	-	0~65535
60BA	0	探针 1 上升沿位置值	探针 1 信号的上升沿时刻，锁存的位置反馈值。单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~2147483647
60BB	0	探针 1 下降沿位置值	探针 1 信号的下降沿时刻，锁存的位置反馈值。单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~2147483647
60BC	0	探针 2 上升沿位置值	探针 2 信号的上升沿时刻，锁存的位置反馈值。单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~2147483647
60BD	0	探针 2 下降沿位置值	探针 2 信号的下降沿时刻，锁存的位置反馈值。单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~2147483647
60D5	0	探针 1 上升沿计数值	探针 1 上升沿锁存计数器，每次触发该对象自加一次	Uint16	RO	-	0~65535
60D6	0	探针 1 下降沿计数值	探针 1 下降沿锁存计数器，每次触发该对象自加一次	Uint16	RO	-	0~65535
60D7	0	探针 2 上升沿计数值	探针 2 上升沿锁存计数器，每次触发该对象自加一次	Uint16	RO	-	0~65535
60D8	0	探针 2 下降沿计数值	探针 2 下降沿锁存计数器，每次触发该对象自加一次	Uint16	RO	-	0~65535
60FD	0	数字量信号输入状态	DI1-DI7 输入端口状态反馈 2 进制 bit15-bit21 位表示	Uint32	RO	-	0~127
60FE	0	子索引个数	-	Uint8	RO	2	0~255
	1	数字量信号输出	详见章节‘2.10 60FEh’内的描述；	Uint32	RW	-	-2147483648~2147483647
	2	数字量信号强制掩码		Uint32	RW	0	-2147483648~2147483647
60FF	0	目标速度	设置 PV(轮廓速度模式)运行速度；单位：Pul/s	Int32	RW	0	-2147483648~2147483647
6502	0	本驱动支持的运行模式	用于查询产品支持的 CIA402 运动控制模式，0x03AD 表示支持 PP,PV,PT,HM,CSP,CSV,CST 运行模式	Uint32	RO	0x03AD	0~0xFFFFFFFF

2.2 各控制模式以及关联对象字典

控制模式	索引+子索引	名称	数据类型	读写权限	单位	是否必须
同步位置模式(CSP)	6060	控制模式设置=8	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	607A	目标位置	Int32	RW	Pul	√
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	√
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	
轮廓位置模式(PP)	6060	控制模式设置=1	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	607A	目标位置	Int32	RW	Pul	√
	6081	最大速度	Int32	RW	Pul/s	√
	6083	加速度	DINT	RW	Pul/s^2	√
	6084	减速度	DINT	RW	Pul/s^2	√
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	√
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	
轮廓速度模式(PV)/同步速度模式(CSV)	6060	控制模式设置=3/9	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	60FF	目标速度	Int32	RW	Pul/s	√
	6083	加速度	Int32	RW	Pul/s^2	(PV)√
	6084	减速度	Int32	RW	Pul/s^2	(PV)√
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	√
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	

控制模式	索引+子索引	名称	数据类型	读写权限	单位	是否必须
轮廓转矩模式(PT)/同步转矩模式（CST)	6060	控制模式设置=4/10	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	6071	目标转矩	Int16	RW	0.1%	√
	607F	最大速度限制	Uint32	RW	Pul/s	√
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	√
回原点模式(HM)	6060	控制模式设置=6	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	6098	回零方法	Int8	RW	-	√
	6099-01	寻原点高速 1	Int32	RW	Pul/s	√
	6099-02	寻原点低速 2	Int32	RW	Pul/s	√
	609A	原点加速度	Int32	RW	Pul/s^2	√
	607C	原点偏移	Int32	RW	Pul	
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	
其他辅助关联参数	605A	快速停机代码	Uint16	RW	-	
	6085	急停减速度	Uint32	RW	Pul/s^2	
	607E	指令极性	Uint8	RW	-	
	607D-01	软件负向限位	Int32	RW	-	
	607D-02	软件正向限位	Int32	RW	-	
	60FD	数字量输入状态	Uint32	RO	-	
	60FE-01	数字量输出状态	Uint32	RW	-	
	60FE-02	数字量输出掩码	Uint32	RW	-	

◆ 无论采用哪种控制模式对从站进行控制，都离不开对 6040H(控制字)和 6041H(状态字)两个字典对象的读写操作，主从站以这两个字典对象作为传输媒介实现指令下发和状态监视。2.4-2.5 小节重点介绍这两个对象字典各个位的定义和含义。

2.3 Cia402 对象字典位置单位计算

CIA402 协议中速度值不是我们理解的表示每分钟转速单位 r/min 而是每秒指令脉冲数单位 Pul/s；加减速度单位是 Pul/s^2；
如果我想要设置每分钟的转速，应该先将分钟转为秒，再乘以电机 1 圈脉冲数单位即可；
AIMotor 系列驱动出厂默认 1000 脉冲电机旋转 1 圈；如果更改 1 圈脉冲数请使用调试软件或 SDO 通讯方式设置 H05-07 电子齿轮分子和 H05-09 电子齿轮分母，如设置 2000 脉冲电机旋转一圈，则设置 H05-09 参数值 2000 即可；

单位转换示意表

1 圈脉冲数	用户理解的单位				转换成遵循 CIA402 协议规定的单位			
H05-07 分子 H05-09 分母	目标位置 r	目标速度 r/min	加速到目标的加速时间	减速到 0 的减速时间	目标位置 Pul	目标速度 Pul/s	加速度 Pul/s^2	减速度 Pul/s^2
出厂默认 1000	运行到 100.5 转	每分钟 2000 转	2 秒加速到每分钟 2000 转	3 秒减速到完全停止	100.5*1000 =100500	2000/60*1000 =33333	33333/2 =16666	33333/3 =11111

举例：假设控制模式为 PP 轮廓位置模式下，如上表，根据 1 圈脉冲数和用户期望的目标位置、目标转速和加减速时间，计算 CIA402 里的位置值、速度值和加减速度值，然后使用 SDO 通讯控制电机绝对定位运行的具体步骤；

Step1：使用上位机将驱动器控制模式参数 H02-00 设为 8（CANopen 控制模式）；

Step2：使用 SDO 通讯将 CIA402 对象字典里的 6060h 运动模式写入 1（轮廓位置模式）；

Step3：使用 SDO 通讯将 CIA402 对象字典里的轮廓位置模式相关对象-目标位置 607Ah 写入 100500；目标速度 6081h 写入 33333；加速度 6083h 写入 16666；减速度 6084h 写入 11111；

Step4：使用 SDO 通讯将 CIA402 对象字典里的 6040h 控制字顺序依次写入 00h→06h→07h→0Fh→1F 电机启动运行，当运行到 100500 位置电机自动停止。

注意：关于电机一圈脉冲数（反馈分辨率）设置

电机编码器分辨率	电子齿轮分子（H05-07）	电子齿轮分子（H05-09）	输入与反馈一圈实际脉冲当量
以 17 位分辨率编码器为例 分辨率为 131072	0（表示对应编码器分辨率）	1000	=1000
	4	3	131072/4*3=98304
	10000	2500	131072/10000*2500=32768
	131072	2500	131072/131072*2500=2500

出厂默认电子齿轮分子（H05-07）=0，电子齿轮比分母（H05_09）=1000,即输入与反馈一圈脉冲当量=1000；

2.4 6040h 控制字位定义

位	0	1	2	3	4-6	7	8	9-15
功能	进入伺服准备好	进入接通主回路	执行快速停止	执行使能运行	运行模式相关	故障复位	暂停	NA

◆ bit0~bit3 在各伺服模式下意义相同，控制字 6040h 按状态跃迁要求顺序发送命令，引导伺服跳转到对应的状态下运行相关功能。

bit0~bit3 值	表示的要进入的状态
0x0	进入伺服无故障
0x6	进入伺服准备好
0x7	进入等待使能
0xF	进入伺服使能
0x2	执行快速停机

◆ bit7 故障复位, bit8 运行暂停， 触发逻辑是上升沿有效；bit4-bit6 不同的运行模式，功能意义不同(请查 2.7 章节控制命令步骤)。

控制字的每一个 bit 位单独赋值无意义，必须与其他位共同构成某一控制指令（参考 2.6 控制指令与状态跃迁）。

2.5 6041h 状态字位定义

位	0	1	2	3	4	5	6	7/8	9	10	11	12-13	14	15
功能	已准备好	等待使能	已使能运行	发生故障	已上电	快速停止激活	不可运行	NA	远程控制	目标到达	限位	运行模式相关	NA	原点已找到

◆bit0~bit9 在各伺服模式下意义相同，伺服反馈当前唯一确定的运行状态，可能产生的状态如下表。

bit0~bit9 值	表示的状态
0x000	正在初始化中
0x250	当前无故障
0x231	伺服已准备好
0x233	等待打开使能
0x237	伺服已使能
0x217	快速停机中
0x218	伺服处于故障状态
0x21F	正在故障停机

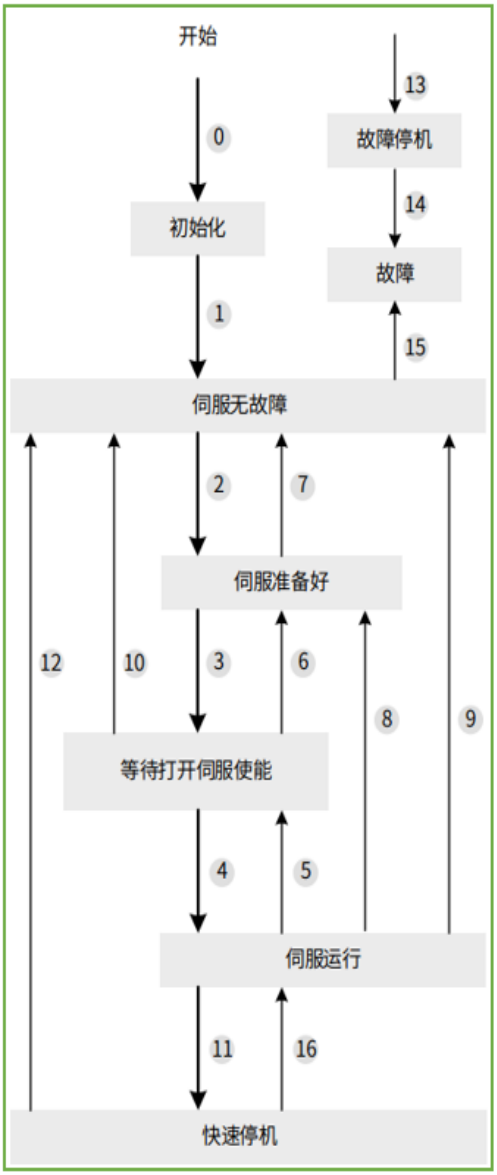
◆bit10~bit15 其中 bit10/bit12/bit13 在各伺服模式下意义不同，bit11/bit15 在各伺服模式下意义相同，bit14 厂家保留无意义。如下表。

位	PP	PV	PT	HM	CSP	CSV	CST
bit10	位置到达	速度一致	力矩到达	位置到达	无意义固定 1	无意义固定 1	无意义固定 1
bit11	当内部检测到软件限位或硬件限位触发，此位为 1，限位解除此位为 0						
bit12	位置更新允许	零速待机中	无意义固定 0	回零已完成	跟随激活固定 1	跟随激活固定 1	跟随激活固定 1
bit13	位置跟随超差	无意义固定 0	无意义固定 0	回零有错误	位置跟随超差	无意义固定 0	无意义固定 0
bit15	当成功执行过原点复归，此位为 1，产生报警或断开使能此位为 0						

2.6 控制指令与状态跃迁

CIA402 状态跃迁图

CIA402 状态切换		控制字 6040	状态字 6041
标号	**过程迁移**	**控制命令**	**反馈 bit0-bit9**
0	上电→初始化	自动过渡，无需命令	0x0000
1	初始化→伺服无故障	1、如果初始化结束检测到故障直接进入 13， 2、如果初始化结束无故障，自动过渡，无需命令	0x0250
2	伺服无故障→伺服准备好	0x06	0x0231
3	伺服准备好→等待打开伺服使能	0x07	0x0233
4	等待打开伺服使能→伺服运行	0x0F	0x0237
5	伺服运行→等待打开伺服使能	0x07	0x0233
6	等待打开伺服使能→伺服准备好	0x06	0x0231
7	伺服准备好→伺服无故障	0x00	0x0250
8	伺服运行→伺服准备好	0x06	0x0231
9	伺服运行→伺服无故障	0x00	0x0250
10	等待打开伺服使能→伺服无故障	0x00	0x0250
11	伺服运行→快速停机	0x02	0x0217
12	快速停机→伺服无故障	快速停机完成后自动过渡，无需命令	0x0250
13	→故障停机	除故障状态外，其它状态下，驱动一旦检测到报警，自动切换到故障停机状态，无需命令	0x021F
14	故障停机→故障	故障停机完成后自动过渡，无需命令	0x0218
15	故障→伺服无故障	0x80	0x0250
16	快速停机→伺服运行	快速停机完成后，发送命令 0x0F	0x0237



◆ 用户必须遵循状态跃迁表对 CANOPEN 电机进行控制；

◆ 控制字 6040h 每一个 bit 位单独赋值无意义，必须与其他位共同构成某一控制指令。

◆ 状态字 6041h 的 bit0~bit9 和 bit11、bit15 在伺服任何运行模式下意义相同。

◆ 状态字 6041h 的 bit10、bit12、bit13 在伺服不同的运行模式下意义不相同。

2.7 6040h 控制命令步骤

注意：使用 CANopen 控制需要使用我司调试 AIMOTOR 软件将 H02-00 控制模式参数设 8（CANopen 控制），
一旦设为 CANopen 控制必须遵循 CANopen 控制要求,其对应的对象字典生效；其它控制模式无效；

顺序控制步骤		步 0	步 1	步 2	步 3	步 4	步 5	步 6	步 7
模式	**控制字**	**预备工作**	**初始**	**准备好**	**等使能**	**使能**	**启动运行**	**变位/速**	**正常停止**
CSP 循环同步位置模式	6040	建立通讯 分配 PDO 映射 激活主站循环同步	00h	06h	07h	0Fh	主站发送位置下发指令	主站控制	主站位置指令停止下发；
PP 轮廓位置模式	6040	建立通讯状态 设置 PP 模式相关的运动参数	00h	06h	07h	0Fh	绝对定位非立即更新 0Fh→1Fh		1:：位置到达自动停止； 2：发送停止命令；
						2Fh	绝对定位立即更新 2Fh→3Fh		
						4Fh	相对定位非立即更新 4Fh→5Fh		
						6Fh	相对定位立即更新 6Fh→7Fh		
PV/CSV 速度模式	6040	建立通讯状态 设置 PV/CSV 模式相关的运动参数	00h	06h	07h	0Fh	使能后 即启动运行	变更速度即可	1：目标速度对象索引 60FFh 写 0 2：发送停止命令
PT/CST 转矩模式	6040	建立通讯状态 设置 PT/CST 模式相关的运动参数	00h	06h	07h	0Fh	使能后 即启动运行	变更转矩即可	1：最高速度对象索引 607Fh 写 0； 2：发送停止命令；
HM 回原点模式	6040	建立通讯状态 设置 HM 模式相关的运动参数态	00h	06h	07h	0Fh	0Fh→1Fh 启动原点搜索	-	1：原点找到自动停止； 2：1Fh→0Fh 停止；

- CSP 循环同步位置模式，由主控单元按同步周期进行位置下发，电机根据下发的绝对位置点和同步周期执行位移，电机运行的轮廓曲线（如位置、速度等）由主控单元事先规划计算；
- PP/PV/PT/CST 轮廓模式，主控单元可先设定好模式必须的参数，然后根据模式控制命令步骤控制电机运行，电机运行的轮廓曲线由电机根据设定的参数值（如加减速度，运行速度等）进行规划计算。
- CSV 同步速度模式，主控单元规自主划速度曲线，电机端无加减速迟滞作用。

注 1：运行过程中非正常停止方式

切换状态方式：将控制字 6040h 写 0h 或 6h 或 7h，CIA402 控制状态不再处于运行状态，电机将解除使能并按照惯性自由停止；
快速停机方式：将控制字 6040h 写 2h，电机将按照 605Ah 对象索引里选择的减速度方式和停止后状态；
减速暂停方式：将控制字 6040h 写 10Fh，电机将按照 605Ah 对象索引里选择的减速度方式和停止后状态；
快速停机与暂停不适用与 CSP,HM 模式，CSP 模式由主机控制规划轨迹。HM 模式控制字 6040h 写 1F→0F 停止。

2.8 6098h 原点搜索方式

设定值	初始方向	减速点	原点	过程步骤
24	正向	原点开关	原点开关	电机首先以设定的方向高速搜索原点开关，遇到原点开关信号上升沿开始低速运行脱离，脱离到原点开关信号下降沿电机换向并以继续低速搜索原点开关信号上升沿，遇到原点开关信号上升沿立即停止，回零成功。
28	反向	原点开关	原点开关	
34	正向	Z 信号	电机 Z 信号	电机首先以设定的方向高速搜索 Z 相，遇到电机 Z 相信号上升沿开始低速换向运行，遇到 Z 相另一侧上升沿信号立即停止，回零成功。
33	反向	Z 信号	电机 Z 信号	
4	正向	原点开关	电机 Z 信号	电机首先以设定的方向高速搜索原点开关，遇到原点开关信号上升沿开始低速换向运行脱离，脱离到原点开关信号下降沿再次换向低速搜索原点开关信号上升沿，遇到原点开关信号上升沿后运行到 Z 相信号立即停止，回零成功。
6	反向	原点开关	电机 Z 信号	
18	正向	正向超程	正向超程	电机首先以设定的方向高速搜索原点开关，遇到正向超程开关信号上升沿开始低速换向脱离，脱离到正向超程开关信号下降沿电机再次换向低速搜索正向超程开关信号上升沿，遇到正向超程开关信号上升沿立即停止，回零成功。
17	反向	反向超程	反向超程	
2	正向	正向超程	Z 信号	电机首先以设定的方向高速搜索正向超程开关，遇到正向超程开关信号上升沿开始减速换向运行脱离，脱离到正向超程开关信号下降沿继续运行到电机 Z 相信号立即停止，回零成功。
1	反向	反向超程	Z 信号	
37	正向	机械极限位	机械极限位	电机首先以设定的方向和力矩（H05_58 设定的力矩）低速搜索机械极限位置，遇到机械极限位置抵住堵转且转矩到达触停回零转矩限制上限且保持默认时间电机立即停止，回零成功。
38	反向	机械极限位	机械极限位	
35	-	-	-	将当前位置设为原点

注意：

- 原点搜索方式中有用到的外部开关信号，请关联选择的对应的 DI 功能选项，否则将发生报警 ER.601 回零失败；
- 更换原点搜索方式请在解除电机使能的情况下修改回原点模式 6098h 对象参数；
- 选择的模式中如果减速点为原点开关，并且关联正反超程开关 DI，电机在搜索路径中碰到超程开关电机自动换向继续搜索；
- 过程步骤中高速搜索速度 6099 索引的子索引 1 对象设置，低速搜索速度由 6099 索引的子索引 2 设置；
- 如果在 H05_35 参数时间内仍未找到原点，将发生报警 ER.601 回零超时；
- 原点复归成功后，DO 功能（OutFun16-HomeAttain）原点回零完成输出有效，使能 OFF 后原点回零完成输出无效；

2.9 607Eh 指令方向极性

位	0	1	2	3	4	5	6	7
功能	NA	NA	NA	NA	NA	转矩指令极性	速度指令极性	位置指令极性

Bit7=1，表示 PP 轮廓位置模式下，将位置指令 607Ah×(-1)，电机转向反向。

Bit6=1，表示 PV/CSV 轮廓速度模式下，将速度指令 60FFh×(-1)，电机转向反向。

Bit5=1，表示 PT/CST 轮廓转矩模式下，将转矩指令 6071h×(-1)，电机转向反向。

注：在 CSP 模式下，可以通过厂家参数 H02_02 （旋转方向选择）。在 HM 模式下不可方向取反。

NA：表示无定义

2.10 60FDh 与 60FEh 输入输出

1）60FD 数字量输入监控

位	0-15	16	17	18	19	20	21	22	23-31
60FD-00h 状态监控	保留	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	DI6	DI7	保留

2）60FE 数字量输出监控与强制

位	0	1-15	16	17	18	19	20	21-31
物理输出端子	刹车抱闸	保留	DO1	DO2	DO3	DO4	DO5	保留
60FE-01h 状态监控&位强制控制 **60FE-02h 强制控制位选使能**	1、当 60FE-02h 对应的位设为 0 时，60FE-01h 的该位状态有内部状态决定，用户可监控该位当前状态； 2、当 60FE-02h 对应的位设为 1 时，60FE-01h 的该位保持当前输出状态不再由内部状态决定并且，用户可强制对 60FE-01h 的该位进行写操作，写 1 该位物理端口输出强制 ON，写 0 该位物理端口输出强制 OFF； 3、bit0 位，是刹车抱闸电机专用控制位，电机使能运行时此位用户强制关闭无效。只有解除使能运行后可进行强制写 1 开启或写 0 关闭；							

2.11 60B8h 与 60B9h 探针功能

探针功能即位置锁存功能。它能锁存 DI 信号或电机 Z 信号发生变化时的位置信息(指令单位)。支持 2 路探针，可同时记录每个探针信号的上升沿和下降沿对应的位置信息，即可同时锁存 4 个位置信息。

使用 DI 端子作为探针触发信号时应注意以下事项：

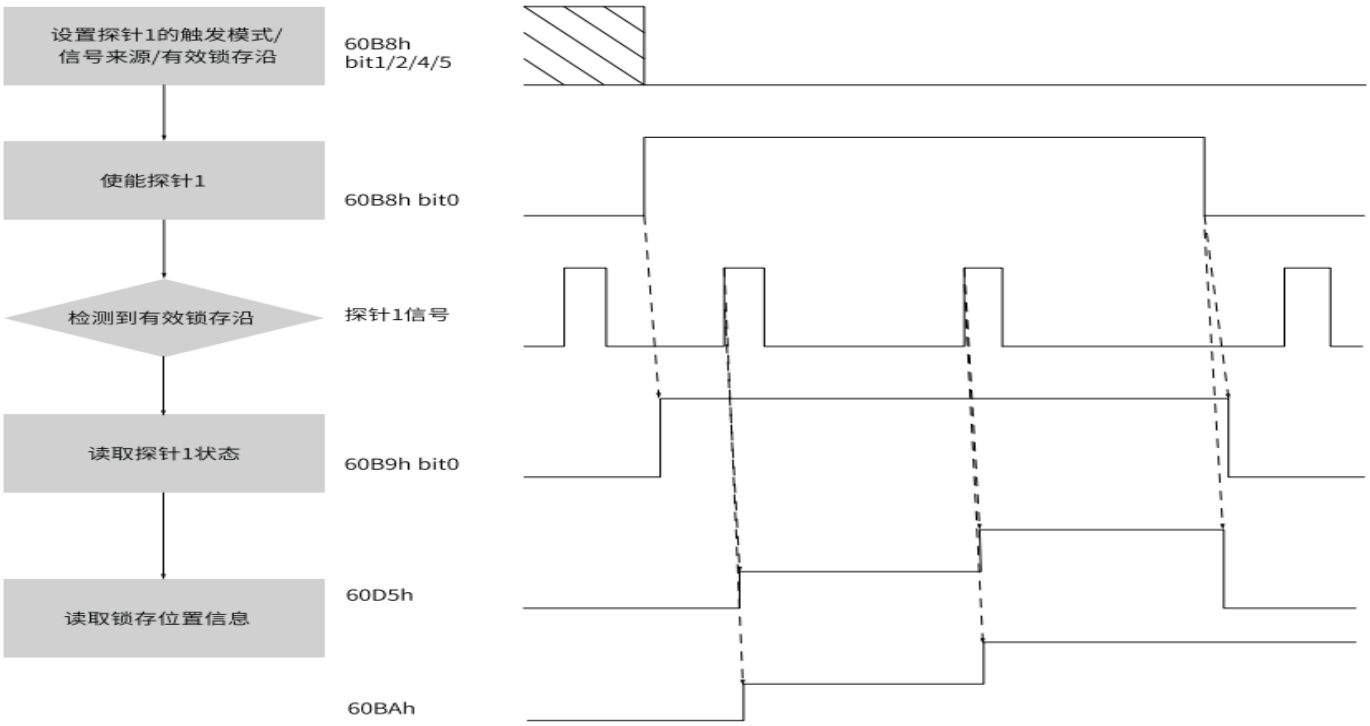
- 先将 DI 端子功能设为“InFun 选项 38(探针 1)/ InFun 选项 39(探针 2)”。
- 建议将探针功能的 DI 端子滤波时间尽量设小，以提高捕获灵敏度。
- 信号接通宽度不得小于滤波时间（最小 1ms）否则无法正确捕获输入信号。

探针触发的锁存位置数据		探针触发的次数记录（禁能后清零）	
索引	**描述**	**索引**	**描述**
60BA	探针 1 信号的上升沿时的位置值。单位：Pul/s	60D5	探针 1 上升沿锁存计数器，每次触发自加一次
60BB	探针 1 信号的下降沿时的位置值。单位：Pul/s	60D6	探针 1 下降沿锁存计数器，每次触发自加一次
60BC	探针 2 信号的上升沿时的位置值。单位：Pul/s	60D7	探针 2 上升沿锁存计数器，每次触发自加一次
60BD	探针 2 信号的下降沿时的位置值。单位：Pul/s	60D8	探针 2 下降沿锁存计数器，每次触发自加一次

60B8h 探针模式		60B9h 探针状态	
Bit 位	**功能描述**	**Bit 位**	**功能描述**
0	探针 1 使能控制（0：禁能；1：使能）	0	探针 1 使能状态（0：已禁能；1：已使能）
1	探针 1 触发模式控制（0：单次；1：连续）	1	探针 1 上升沿锁存执行状态（0：未执行；1：已执行）
2	探针 1 触发信号选择（0：DI 输入；1：Z 信号）	2	探针 1 下降沿锁存执行状态（0：未执行；1：已执行）
3	保留	3	保留
4	探针 1 上升沿触发使能（0：禁能；1：使能）	4	保留
5	探针 1 下降沿触发使能（0：禁能；1：使能）	5	保留
6	保留	6	探针 1 触发模式选择为连续采样时，触发探针的总次数（范围 0-3 循环），断开探针使能置 0
7	保留	7	
8	探针 2 使能控制（0：禁能；1：使能）	8	探针 2 使能状态（0：已禁能；1：已使能）
9	探针 2 触发模式控制（0：单次；1：连续）	9	探针 2 上升沿锁存执行状态（0：未执行；1：已执行）
10	探针 2 触发信号选择（0：DI 输入；1：Z 信号）	10	探针 2 下降沿锁存执行状态（0：未执行；1：已执行）
11	保留	11	保留
12	探针 2 上升沿触发使能（0：禁能；1：使能）	12	保留
13	探针 2 下降沿触发使能（0：禁能；1：使能）	13	保留
14	保留	14	探针 2 触发模式选择为连续采样时，触发探针的总次数（范围 0-3 循环），断开探针使能置 0
15	保留	15	

假设需求：使用 DI5 作为探针 1 触发信号时，且探针 1 上升沿锁存位置，触发模式连续锁存。

1. 设置 DI2 功能为探针 1 输入，对应参数 (H03.04)为 38。 设定探针功能(60B8h)为 0x0013：当触发 DI2 输入时如下时序：

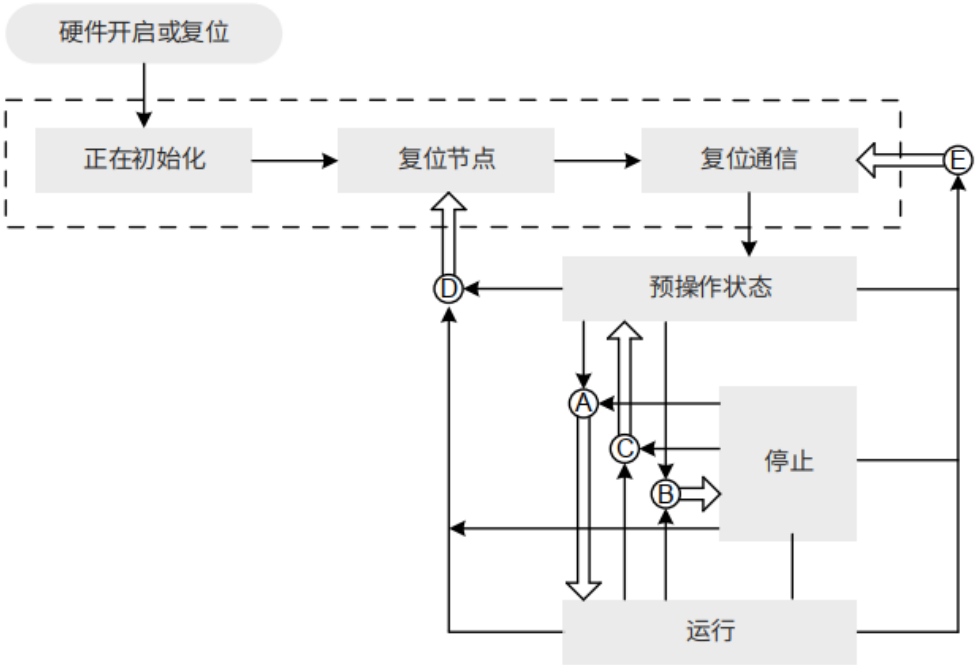


三、网络管理系统（NMT）

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。

3.2 NMT 网络服务

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。



上图中带字母的转换由 NMT 报文实现，且只有 NMT 主机能够发送 NMT 控制报文，报文格式下表所示。

COB_ID	RTR	DATA/字节	
		byte0	byte1
0x000	0	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，具体下表说明；

第二个字节是节点地址，当其为“0”时为广播消息，网络中的所有从设备均有效。

命令字	转向符号	说明
0x01	A	启动远程节点
0x02	B	停止远程节点
0x80	C	进入预操作状态指令
0x81	D	复位节点指令
0x82	E	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。正在初始化将各个模块的参数加载，而复位节点将对象字典制造商定义区和子协议区恢复到上次保存值，复位通信将对象字典中通信参数恢复到上次保存值。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。

当 NMT 主机发送停止节点报文时，设备进入停止状态，CANopen 通信只有 NMT 模块正常工作。

各种 NMT 状态下支持的 CANopen 服务如下表所示。

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

3.2 NMT 错误控制

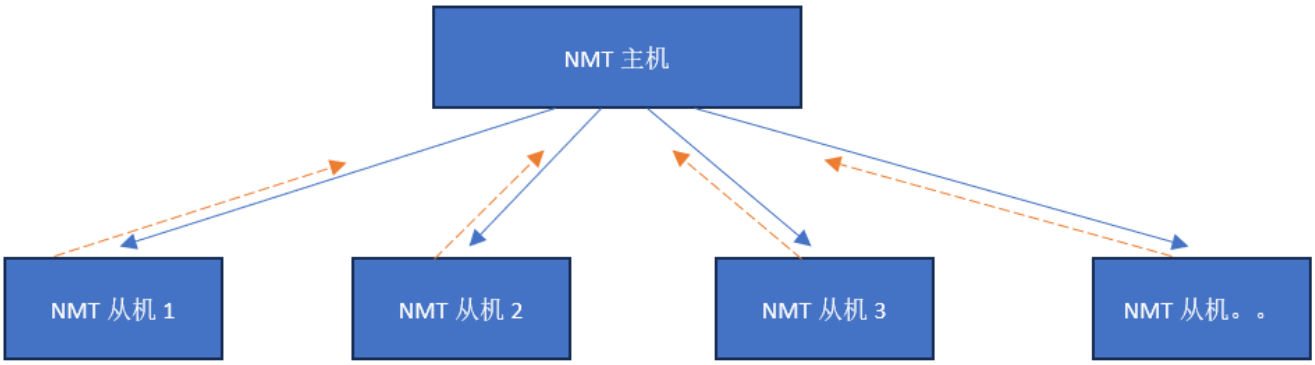
NMT 错误控制主要用于检测网络中的设备是否在线和设备所处的状态，包括节点保护、寿命保护和心跳。

- 不允许同时使用寿命保护和心跳功能！
- 节点保护、寿命保护和心跳的时不宜设置过短，以免增大网络负载！

1） **节点 / 寿命保护**

节点保护是 NMT 主机通过远程帧，周期地查询 NMT 从机的状态；寿命保护则是从站通过收到的用于监视从站的远程帧间隔来间接监视主站的状态。节点保护遵循的是主从模型，每个远程帧都必须得到应答。

与节点/寿命保护相关的对象包括保护时间 100Ch 和寿命因子 100Dh。100Ch 的值是正常情况下节点保护远程帧间隔，单位是 ms，100Ch 和 100Dh 的乘积决定了主机查询的最迟时间。正常情况下，节点保护都是可以实现的。当节点 100Ch 和 100D 都为非零，且接收到一帧节点保护请求帧时，激活寿命保护。



如上图所示，主站每隔 100Ch 时间发送节点保护远程帧从机必须做出应答，否则认为从站掉站；从站 100Ch×100Dh 时间内未接收到节点保护远程帧，则认为主站掉站。

保护时间 100Ch 建议不低于 50ms，寿命因子 100Dh 必须不小于 2。

NMT 主节点发送远程帧如下表所示：

COB_ID	RTR
0x700+Node-ID	1

NMT 从节点返回的应答数据帧报文如下表所示，数据段为一个字节的 NMT 当前网络状态字。

COB_ID	RTR	DATA
0x700+Node-ID	0	状态字

COB_ID	说明
bit7	必须在每次中交替置“0”或者“1”
bit6- bit0	4:停止状态 5：操作状态 127：预操作状态

2）心跳保护

由于节点守护的远程帧格式在 CAN 发展中逐渐被淘汰，而且节点守护由于需要更多的主站开销与增加网络负载，CiA 协会已经不建议使用，被心跳报文所取代。

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 1017h 设置的周期来发送心跳报文，单位为 ms。网络总具有消费者心跳功能的节点，根据对象 1016h 设置的消费者时间监视该生产者，一旦在消费者心跳时间范围内未接收到相应节点的生产者心跳，则认为该节点出现故障。

配置生产者心跳时间间隔 1017h 后，节点心跳功能激活，开始产生心跳报文。配置消费者心跳 1016h 的有效子索引后，接收到相应节点发出的一帧心跳即开始监视。

与节点守护不同，CANopen 网络设备既可以是心跳生产者，也可以是心跳消费者，建议心跳生产者的时间不要低于 50ms，而消费者心跳时间不要低于 40ms，且为相应生产者心跳时间的 1.8 倍以上。

NMT 心跳帧报文格式如下表所示

COB_ID	RTR	DATA
0x700+Node-ID	0	状态字以下状态之一 4:停止状态 5：操作状态 127：预操作状态

四、服务数据对象（SDO）

4.1 SDO 传输格式

1）SDO 传输框架

SDO 传输方式遵循客户端——服务器模式，即一应一答方式。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。

2）SDO 传输报文

SDO 的传输分为不高于 4 个字节和高于 4 个字节的对象数据传输。不高于 4 个字节采用加速 SDO 传输方式，高于 4 个字节采用分段传输或块传输方式。本机只支持加速 SDO 传输和分段传输。

SDO 传输报文由 COB-ID 和数据段组成。由下表可以看出，T_SDO 和 R_SDO 报文的 COB-ID 不一致。

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 传输报文格式如下表。

<table>
<tr><th>COB_ID</th><th colspan="8">DATA</th></tr>
<tr><td rowspan="2">580h+Node_ID
/
600h+Node_ID</td><td>byte0</td><td>byte 1</td><td>byte 2</td><td>byte 3</td><td>byte 4</td><td>byte 5</td><td>byte 6</td><td>byte 7</td></tr>
<tr><td>命令代码</td><td colspan="2">索引</td><td>子索引</td><td colspan="4">数据</td></tr>
</table>

其中，命令代码指明了该段 SDO 的传输类型和传输数据长度，索引和子索引是对象在列表的位置，数据是该对象的数值。

3) SDO 加速写传输报文

<table>
<tr><th colspan="2">传输方向</th><th>COB_ID</th><th>byte0</th><th>byte1</th><th>byte 2</th><th>byte 3</th><th>byte 4</th><th>byte 5</th><th>byte 6</th><th>byte 7</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">客户端→</td><td rowspan="4">600h+Node_ID</td><td>23h</td><td colspan="2" rowspan="4">索引</td><td rowspan="4">子索引</td><td colspan="4">数据</td></tr>
<tr><td>27h</td><td colspan="3">数据</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2bh</td><td colspan="2">数据</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2fh</td><td>数据</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">←服务器</td><td>正常</td><td rowspan="2">580h+Node_ID</td><td>60h</td><td colspan="2" rowspan="2">索引</td><td rowspan="2">子索引</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>异常</td><td>80h</td><td colspan="4">中止代码</td></tr>
</table>

4) SDO 加速读传输报文

<table>
<tr><th colspan="2">传输方向</th><th>COB_ID</th><th>byte0</th><th>byte1</th><th>byte 2</th><th>byte 3</th><th>byte 4</th><th>byte 5</th><th>byte 6</th><th>byte 7</th></tr>
<tr><td colspan="2">客户端→</td><td>600h+Node_ID</td><td>40h</td><td colspan="2">索引</td><td>子索引</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="5">←服务器</td><td rowspan="4">正常</td><td rowspan="5">580h+Node_ID</td><td>43h</td><td colspan="2" rowspan="5">索引</td><td rowspan="5">子索引</td><td colspan="4">数据</td></tr>
<tr><td>47h</td><td colspan="3">数据</td><td>-</td></tr>
<tr><td>4bh</td><td colspan="2">数据</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>4fh</td><td>数据</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>异常</td><td>80h</td><td colspan="4">中止代码</td></tr>
</table>

5）SDO 通讯错误中止码

中止码	标识符	说明
0x00000000	OD_SUCCESSFUL	SDO 通讯成功
0x06010001	OD_READ_NOT_ALLOWED	试图读取只写对象
0x06010002	OD_WRITE_NOT_ALLOWED	试图写入只读对象
0x06020000	OD_NO_SUCH_OBJECT	对象在字典中不存在
0x06040041	OD_NOT_MAPPABLE	对象不能映射在 PDO
0x06060000	OD_ACCES_FAILED	由于硬件错误，访问失败
0x06070010	OD_LENGTH_DATA_INVALID	数据类型不匹配、服务参数长度不匹配
0x06090011	OD_NO_SUCH_SUBINDEX	字索引不存在
0x06090030	OD_VALUE_RANGE_EXCEEDED	超出参数值范围（仅限写访问）
0x06090031	OD_VALUE_TOO_LOW	超出参数值太高
0x06090032	OD_VALUE_TOO_HIGH	超出参数值太低
0x05030000	SDOABT_TOGGLE_NOT_ALTERNED	切换位不交替
0x05040000	SDOABT_TIMED_OUT	SDO 协议通讯超时
0x05040001	SDOABT_CS_NOT_VALID	命令说明符无效
0x05040002	SDOABT_INVALID_BLOCK_SIZE	块大小无效（仅块模式）
0x05040005	SDOABT_OUT_OF_MEMORY	内存溢出
0x08000000	SDOABT_GENERAL_ERROR	SDO 报文大小错误
0x08000021	SDOABT_LOCAL_CTRL_ERROR	由于本地控制，数据不能传输或存储到应用程序中

4.2 速度模式控制

以下 SDO 控制报文均以控制节点 1 电机为例：

描述	帧 ID	帧类型	帧格式	DLC	数据段 DATA[0]~DATA[7] 16 进制 大端模式存放			
					DATA[0]	DATA[1]~ DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]~ DATA[7]
写运行模式=3	601	数据帧	标准帧	8	2F	60 60	00	03 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	60 60	00	00 00 00 00
写目标速度	601	数据帧	标准帧	8	23	FF 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	FF 60	00	00 00 00 00
写加速度	601	数据帧	标准帧	8	23	83 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	83 60	00	00 00 00 00
写减速度	601	数据帧	标准帧	8	23	84 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	84 60	00	00 00 00 00
[注 1]写控制字=6	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	06 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 1]写控制字=7	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	07 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00

[注 1]写控制字=0F	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	0F 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
读状态字	601	数据帧	标准帧	8	40	41 60	00	00 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	4B	41 60	00	xx xx xx xx 返回值
读当前速度	601	数据帧	标准帧	8	40	6C 60	00	00 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	43	6C 60	00	xx xx xx xx 返回值

[注 1]写 6040h 控制字 06,电机进入准备好状态；写 07，电机等待使能状态；
07→0F,电机将使能并按照速度配置的参数进行速度运行；
0F→07,电机将解除使能，自由停止；

4.3 位置模式控制

以下 SDO 控制报文均以控制节点 1 电机为例：

描述	帧 ID	帧类型	帧格式	DLC	数据段 DATA[0]~DATA[7] 16 进制 大端模式存放			
					DATA[0]	DATA[1]~ DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]~ DATA[7]
写运行模式=1	601	数据帧	标准帧	8	2F	60 60	00	01 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	60 60	00	00 00 00 00
写目标位置	601	数据帧	标准帧	8	23	7A 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	7A 60	00	00 00 00 00
写运行速度	601	数据帧	标准帧	8	23	81 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	81 60	00	00 00 00 00
写加速度	601	数据帧	标准帧	8	23	83 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	83 60	00	00 00 00 00
写减速度	601	数据帧	标准帧	8	23	84 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	84 60	00	00 00 00 00
[注 1]写控制字=6	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	06 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 1]写控制字=7	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	07 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 1]写控制字=0F	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	0F 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 1]写控制字=1F	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	1F 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00

读状态字	601	数据帧	标准帧	8	40	41 60	00	00 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	4B	41 60	00	xx xx xx xx 返回值
读当前位置	601	数据帧	标准帧	8	40	64 60	00	00 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	43	64 60	00	xx xx xx xx 返回值

[注 1]写 6040h 控制字 06,电机进入准备好状态；写 07，电机等待使能状态；然后写 0F 或 2F 或 4F 或 6F,电机将使能；最后写 1F 或 3F 或 5F 或 7F，电机将按照命令运行；

0F→1F,电机将执行绝对定位非立即更新；　2F→3F,电机将执行绝对定位立即更新；定位完成后电机自动停止；

4F→5F,电机将执行相对定位非立即更新；　6F→7F,电机将执行相对定位立即更新；定位完成后电机自动停止；

4.4 回原模式控制

以下 SDO 控制报文均以控制节点 1 电机为例：

描述	帧 ID	帧类型	帧格式	DLC	数据段 DATA[0]~DATA[7]　16 进制　大端模式存放			
					DATA[0]	DATA[1]~ DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]~ DATA[7]
写运行模式=6	601	数据帧	标准帧	8	2F	60 60	00	06 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	60 60	00	00 00 00 00
[注 1]写回原方式	601	数据帧	标准帧	8	2F	98 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	98 60	00	00 00 00 00
写回原高速	601	数据帧	标准帧	8	23	99 60	01	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	99 60	01	00 00 00 00
写回原低速	601	数据帧	标准帧	8	23	99 60	02	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	99 60	02	00 00 00 00
写加速度	601	数据帧	标准帧	8	23	9A 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	9A 60	00	00 00 00 00
[注 2]写控制字=6	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	06 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 2]写控制字=7	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	07 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 2]写控制字=0F	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	0F 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 2]写控制字=1F	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	1F 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00

读状态字	601	数据帧	标准帧	8	40	41 60	00	00 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	4B	41 60	00	xx xx xx xx 返回值
读当前位置	601	数据帧	标准帧	8	40	64 60	00	00 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	43	64 60	00	xx xx xx xx 返回值

[注 1]：本机支持的原点复归方式请查看 2.8 章节[6098h 原点搜索方式];

[注 2]：写 6040h 控制字 06,电机进入准备好状态；写 07，电机等待使能状态；然后写 0F 电机将使能；

0F→1F,电机将按照回原点的参数进行原点回归，原点回归成功后电机自动停止，当前位置清零；

1F→0F,电机将停止当前的原点回归动作；

4.5 转矩模式控制

以下 SDO 控制报文均以控制节点 1 电机为例：

描述	帧 ID	帧类型	帧格式	DLC	数据段 DATA[0]~DATA[7] 16 进制 大端模式存放			
					DATA[0]	DATA[1]~ DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]~ DATA[7]
写运行模式=4	601	数据帧	标准帧	8	2F	60 60	00	04 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	60 60	00	00 00 00 00
写目标转矩	601	数据帧	标准帧	8	2B	71 60	00	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	98 60	00	00 00 00 00
写速度限制	601	数据帧	标准帧	8	23	7F 60	01	xx xx xx xx 写入值
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	99 60	01	00 00 00 00
[注 1]写控制字=6	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	06 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 1]写控制字=7	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	07 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
[注 1]写控制字=0F	601	数据帧	标准帧	8	2B	40 60	00	0F 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	40 60	00	00 00 00 00
读状态字	601	数据帧	标准帧	8	40	41 60	00	00 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	4B	41 60	00	xx xx xx xx 返回值
读当前转矩	601	数据帧	标准帧	8	40	77 60	00	00 00 00 00
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	4B	77 60	00	xx xx xx xx 返回值

[注 1]：

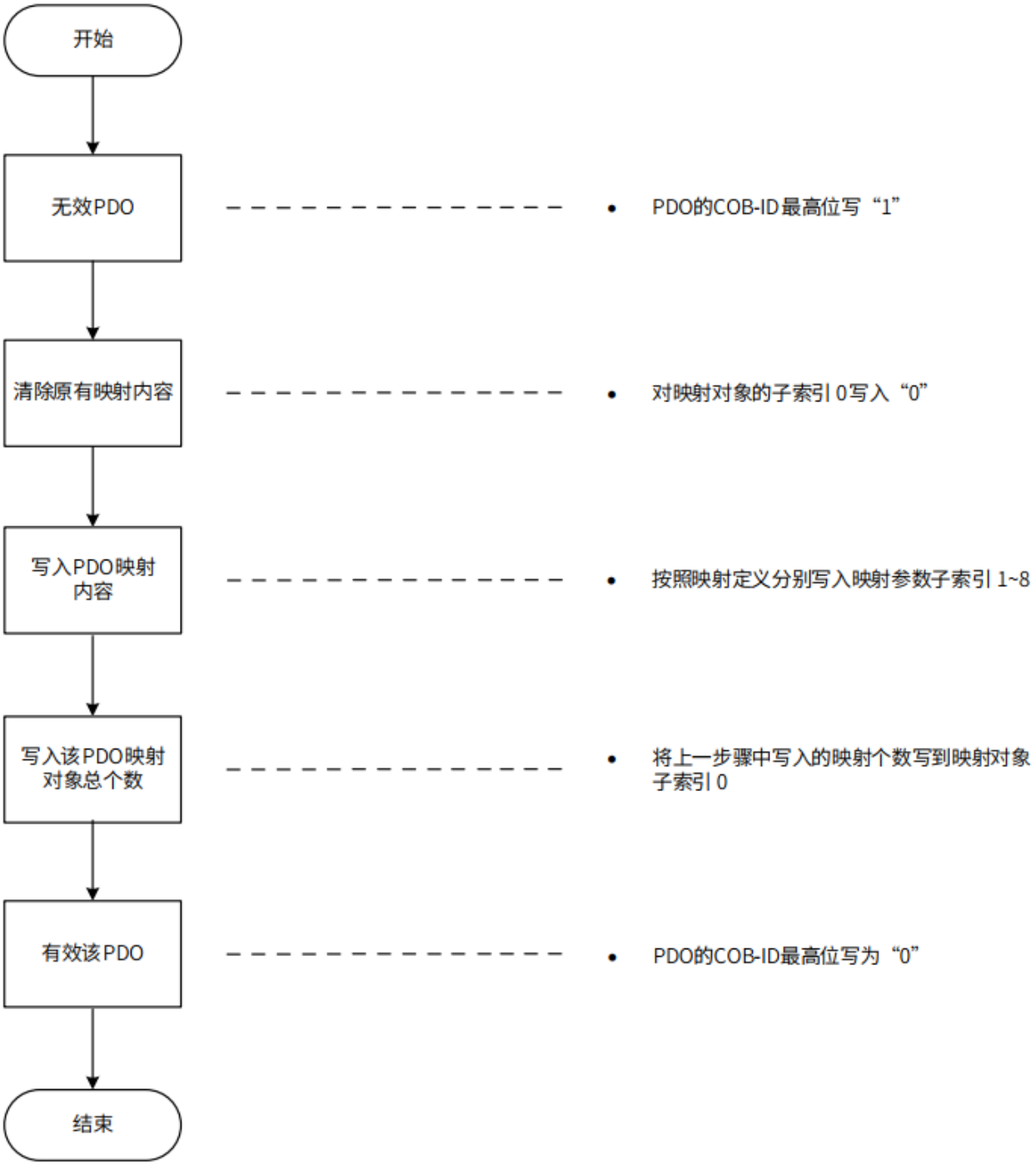
写 6040h 控制字 06,电机进入准备好状态；写 07，电机等待使能状态；

07→0F,电机将使能并按照转矩配置的参数进行转矩运行；

0F→07,电机将解除使能，自由停止；

五、过程数据对象（PDO）

5.1 PDO 映射配置流程图



5.2 PDO 通道的通讯参数

1）PDO 的通讯与映射对象

按照接收与发送的不同，PDO 可分为 RPDO 和 TPDO。PDO 由通信参数和映射参数共同决定最终传输的方式以及内容。AIMOTOR 伺服驱动器使用了四个 TPDO 和四个 RPDO 来实现 PDO 的传输相关对象列表如下。

名称		COB-ID	通信对象	映射对象
RPDO	1	200h+NODE_ID	1400h	1600h
	2	300h+NODE_ID	1401h	1601h
	3	400h+NODE_ID	1402h	1602h
	4	500h+NODE_ID	1403h	1603h
TPDO	1	180h+NODE_ID	1800h	1A00h
	2	280h+NODE_ID	1801h	1A02h
	3	380h+NODE_ID	1802h	1A03h
	4	480h+NODE_ID	1803h	1A04h

2）PDO 的 CAN 标识符

即PDO的COB-ID,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:1400h~1403h,TPDO:1800h~1803h)的子索引 01 上，最高位决定该 PDO 是否有效。

举例:

节点 1 的 RPDO1 的 COB_ID 配置为 0x80000201,表示失效该 PDO 通道传输；配置为 0x201 表示使能有效该 PDO 通道传输；

节点 1 的 TPDO1 的 COB_ID 配置为 0x80000181,表示失效该 PDO 通道传输；配置为 0x181 表示使能有效该 PDO 通道传输；

3）PDO 的传输类型

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

同步传输：由 CAN 网络中的同步帧触发;

异步传输：事件触发（数据改变触发、周期性事件定时器触发）；

传输类型数值	同步传输		异步传输
	循环	非循环	
000		√	
001~240	√（同步帧触发）		
241~251	保留		
252~253		√（远程帧触发，不建议使用）	
254~255			√（时间事件触发）

- 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 252 时，接收到一个同步帧则更新锁定当前 TPDO 映射数据，再接收一个远程帧则发送该 TPDO 映射数据；
- 当 TPDO 的传输类型是 253 时，接收一个远程帧则发送该 PDO 映射数据；

  远程帧格式示例（请求节点 1 的 TPDO1）：COB-ID=0x181 帧类型=标准帧（IDE=0）RTR 帧（RTR=1）数据长度=0 字节
- 当 TPDO 的传输类型是 254 或 255 时，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。

4）PDO 的禁止时间

针对 TPDO 设置了禁止时间，存放在通信参数(1800h~1803h)的子索引 03 上，防止 CAN 网络被优先级较低的 PDO 持续占有。该参数的单位是 100us，设置数值后，同一个 TPDO 传输间隔减不得小于该参数对应的时间。

举例：

TPDO2 的禁止时间为 300，则 TPDO 的传输间隔不会小于 30ms。

5）PDO 的事件计时器

针对异步传输(传输类型为 254 或 255)的 TPDO，定义事件计时器，位于通信参数(1800h~1803h)的子索引 05 上。事件计时器也可以看做是一种时间触发事件，它也会触发相应的 TPDO 传输。

5.3 PDO 通道的映射参数

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。

位	31~16	15~8	7~0
含义	索引	子索引	对象长度

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：

对象长度	位长
08h	8 位
10h	16 位
20h	32 位

例如：

控制字 6040_00h 的数据类型为 uint16_t，表示 16 位控制字 6040_00h 的映射参数为 60400010h。

控制模式 6060_00h 的数据类型为 int8_t，表示 8 位控制模式字 6060_00h 的映射参数为 60600008h。

目标位置 607A_00h 的数据类型为 int32_t，表示 32 位控制模式字 607A_00h 的映射参数为 607A0020h。

5.4 PDO 配置过程参考例

以下 PDO 配置报文均以控制节点 1 电机为例：

TPDO1 传输类型为同步传输，1 个同步帧 TPDO 数据上传；映射对象为 6041_00h（状态字）606C_00h（实际转速）。

RPDO1 传输类型为同步传输，1 个同步帧 RPDO 数据生效；映射对象为 6040_00h（控制字）6060_00h（控制模式）60FF_00h（目标转速）。

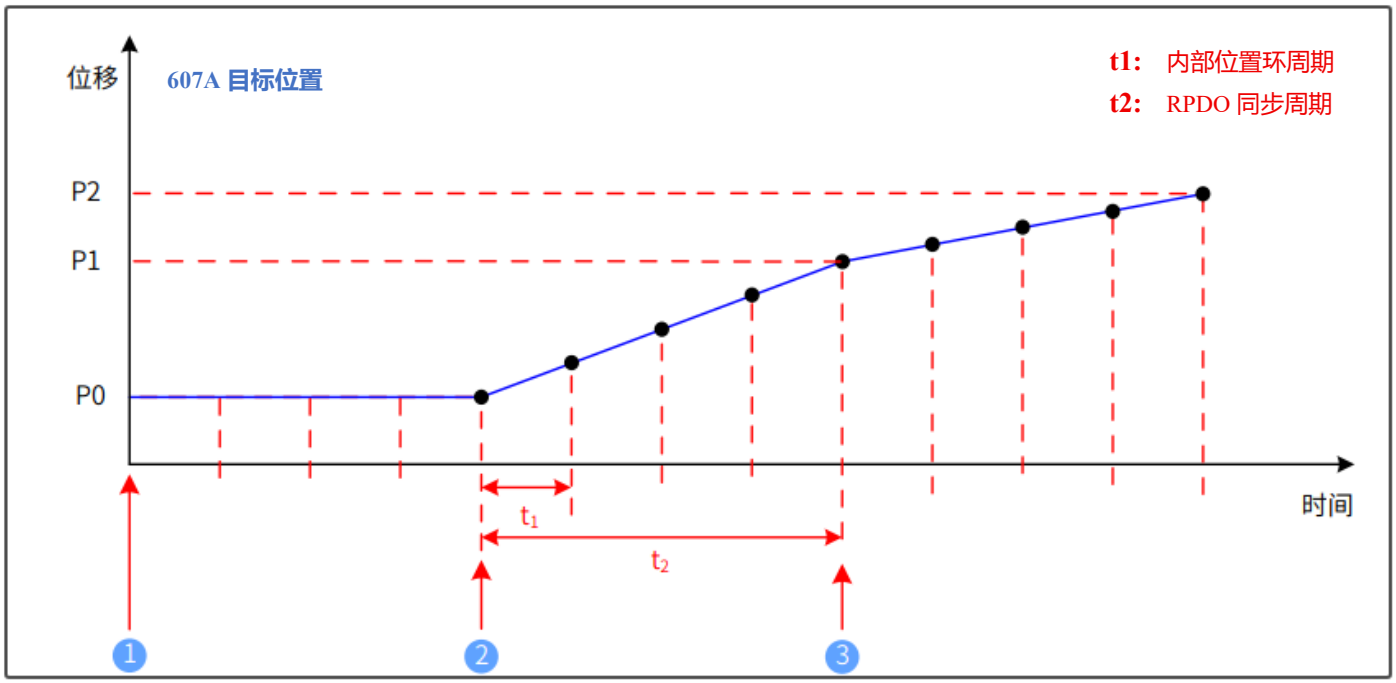
步骤	帧 ID	帧类型	帧格式	DCL	数据段 DATA[0]~DATA[7] 16 进制 大端模式存放				作用
					DATA0	DATA1~ DATA2	DATA3	DATA4~ DATA7	
节点设为预操作状态	000	数据帧	标准帧	2	80	01	-	-	NMT 预操作
设置 RPDO1 的 COB_ID 且失效 RPDO1	601	数据帧	标准帧	8	23	00 14	01	01 02 00 80	失效所有 RPDO 通道
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 14	01	00 00 00 00	
设置 RPDO2 的 COB_ID 且失效 RPDO2	601	数据帧	标准帧	8	23	01 14	01	01 03 00 80	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	01 14	01	00 00 00 00	
设置 RPDO3 的 COB_ID 且失效 RPDO3	601	数据帧	标准帧	8	23	02 14	01	01 04 00 80	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	02 14	01	00 00 00 00	
设置 RPDO4 的 COB_ID 且失效 RPDO4	601	数据帧	标准帧	8	23	03 14	01	01 05 00 80	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	03 14	01	00 00 00 00	
设置 TPDO1 的 COB_ID 且失效 TPDO1	601	数据帧	标准帧	8	23	00 18	01	81 01 00 80	失效所有 TPDO 通道
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 18	01	00 00 00 00	
设置 TPDO2 的 COB_ID 且失效 TPDO2	601	数据帧	标准帧	8	23	01 18	01	81 02 00 80	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	01 14	01	00 00 00 00	
设置 TPDO3 的 COB_ID 且失效 TPDO3	601	数据帧	标准帧	8	23	02 18	01	81 03 00 80	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	02 18	01	00 00 00 00	
设置 TPDO4 的 COB_ID 且失效 TPDO4	601	数据帧	标准帧	8	23	03 18	01	81 04 00 80	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	03 18	01	00 00 00 00	

设置 RPDO1 的传输类型	601	数据帧	标准帧	8	2F	00 14	02	01 00 00 00	配置 RPDO1 通讯参数和映射参数 最后使能 RPDO1 通道
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 14	02	00 00 00 00	
写 RPDO1 的映射对象 1	601	数据帧	标准帧	8	23	00 16	01	10 00 40 60	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 16	01	00 00 00 00	
写 RPDO1 的映射对象 2	601	数据帧	标准帧	8	23	00 16	02	08 00 60 60	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 16	02	00 00 00 00	
写 RPDO1 的映射对象 3	601	数据帧	标准帧	8	23	00 16	03	20 00 FF 60	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	23	00 16	03	00 00 00 00	
RPDO1 映射个数设 3	601	数据帧	标准帧	8	2F	00 16	00	03 00 00 00	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 16	00	00 00 00 00	
设置 RPDO1 的 COB_ID 且生效 RPDO1	601	数据帧	标准帧	8	23	00 14	01	01 02 00 00	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 14	01	00 00 00 00	
设置 TPDO1 的传输类型	601	数据帧	标准帧	8	2F	00 18	02	01 00 00 00	配置 TPDO1 通讯参数和映射参数 最后使能 TPDO1 通道
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 18	02	00 00 00 00	
写 TPDO1 的映射对象 1	601	数据帧	标准帧	8	23	00 1A	01	10 00 41 60	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 1A	01	00 00 00 00	
写 TPDO1 的映射对象 2	601	数据帧	标准帧	8	23	00 1A	02	20 00 6C 60	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	23	00 1A	02	00 00 00 00	
TPDO1 映射个数设 2	601	数据帧	标准帧	8	2F	00 1A	00	02 00 00 00	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 1A	02	00 00 00 00	
设置 TPDO1 的 COB_ID 且生效 TPDO1	601	数据帧	标准帧	8	23	00 18	01	81 01 00 00	
从机应答	581	数据帧	标准帧	8	60	00 18	01	00 00 00 00	
节点设为操作状态	000	数据帧	标准帧	2	01	01	-	-	NMT 操作

配置完进入操作状态后,从机每接收网络上的 1 个 sync 同步帧，则触发 TPDO 上传映射对象数据，生效接收的 RPDO 映射对象数据；

注意：CSP 同步位置模式下的 RPDO 传输注意事项

- 如果运行在 CSP 同步位置模式下， RPDO 必须映射 607Ah 目标位置对象。伺服从机按照接收到 607A 绝对目标位置运行。
- 如果包含 607Ah 的 RPDO 通道配置的传输类型是同步传输，主机周期性的下发 607Ah 目标位置并且发送 sync 同步帧，从机每接收到 1 个 sync 同步帧则 RPDO 数据生效，电机运行到 607A 目标位置；
- 如果包含 607Ah 的 RPDO 通道配置的传输类型是异步传输，主机周期性的下发 607Ah 目标位置无需发送 sync 同步帧，从机接收到 RPDO 映射值改变则立即数据生效，电机运行到 607A 目标位置；
- 不管同步传输还是异步传输，主机需要保证下发位置的周期一致性，节拍间隔稳定。周期时间写入从机的 1006h 对象，单位 us，这样伺服从站根据 1006h 的同步周期时间和内部位置环控制周期，平滑处理前后两次的同步位置阶跃。



假设：电机使能后的当前位置= x（任意位置），主控包含 607Ah 的 RPDO 通道下发周期时间=10ms，电机出厂 1000 puls 电机旋转 1 圈

P0 第 1 个周期下发且生效的 607Ah 位置 = x+10
↓ 间隔 t2 时间 10ms，电机内部细分 t1 执行
P1 第 2 个周期下发且生效的 607Ah 位置 = p0+10
↓ 间隔 t2 时间 10ms，电机内部细分 t1 执行
P2 第 3 个周期下发且生效的 607Ah 位置 = p1+10
↓ 间隔 t2 时间 10ms，电机内部细分 t1 执行
P2 第 100 个周期下发且生效的 607Ah 位置 =p99+10

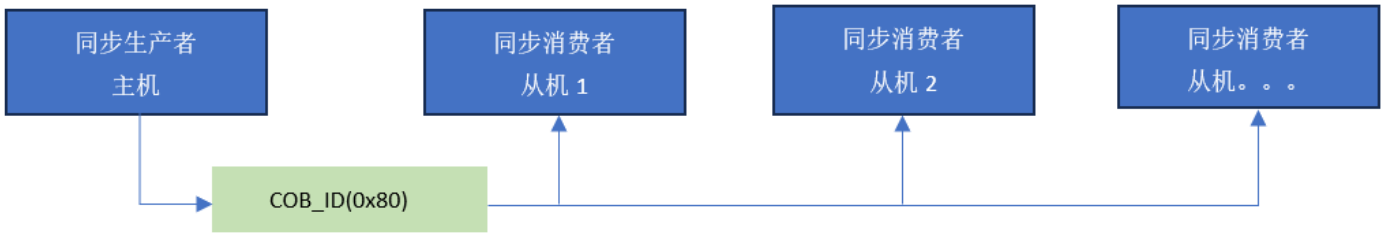
过程是：电机基于起始绝对位置 x，在 100 个周期后（1000ms）后，电机恒速运行到 p99+10 的绝对位置，运行距离为 1000puls（1 圈）。607Ah 不仅决定了电机旋转的位置，并且电机在周期时间固定的情况下，动态改变下发的 607Ah 绝对值大小，决定了电机的转速快慢。

5.5 同步对象 SYNC

同步对象（SYNC）是控制多个节点发送与接收之间谐调和同步的一种特殊机制，用于 PDO 的同步传输。

与 PDO 的传输类似，同步对象的传输遵循的是生产者——消费者模型，由同步生产者发出同步帧，CAN 网络中的其它所有节点都可以作为消费者接收该同步帧，且无需反馈。

同一个 CAN 网络中只允许有一个激活的同步发生器。一般由主站生产同步帧，所有从站消费同步帧。主机通过 SDO 通讯将同步周期时间（us）写入从机的对象字典中索引 1006-00h 对象，从机根据 1006-00h 对象的值即可直到主机的同步周期。



以 5.4 章节的 PDO 配置例解析

描述	帧 ID	帧类型	帧格式	DLC	数据段 DATA[0]~DATA[7] 16 进制 大端模式存放							
					DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
[注 1]同步帧	080	数据帧	标准帧	0	-	-	-	-	-	-	-	-
[注 2]TPDO 返回应答	181	数据帧	标准帧	6	37 02		E8 03 00 00				-	-
[注 3]RPDO 填充报文	201	数据帧	标准帧	7	0F 00		03	E8 03 00 00				-

[注 1]：在 TPDO 传输类型为 1-240 时，接收到相应个数的同步帧时，发送该 TPDO 应答报文。当 RPDO 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。

[注 2]：以 5.4 章节的 PDO 配置例，TPDO 返回报文内容为 3702E8030000。

其中 TPDO1 映射对象 1 为 6041_00h 其数据宽度为两个字节，在 TPDO1 返回的报文中 3702 即为 6041_00h 的值。

其中 TPDO1 映射对象 2 为 606C_00h 其数据宽度为四个字节，在 TPDO1 返回的报文中 E8030000 即为 606C_00h 的值。

[注 3]：以 5.4 章节的 PDO 配置例，RPDO1 报文内容为 0F0003E8030000。

其中 RPDO1 映射对象 1 为 6040_00h 其数据宽度为两个字节，则 0F00 即为 6040_00h 的设置值。

其中 RPDO1 映射对象 2 为 6060_00h 其数据宽度为一个字节，则 03 即为 6060_00h 的设置值。

其中 RPDO1 映射对象 3 为 60FF_00h 其数据宽度为四个字节，则 E8030000 即为 60FF_00h 的设置值。

六、故障查询

6.1 故障码表

- ◆ 厂家自定义故障码，一个故障信息对应一个故障码，具有唯一性，H0B-34 输出故障码；
- ◆ Cia402 标准故障码，当超出 cia402 行规外的故障信息以 0xFF00 故障码表示，不具有唯一性，603Fh 输出故障码；
- ◆ 一体集成式电机因未有显示面板，在不连接调试软件下，可参考指示灯闪烁变化判断报警信息，不具有唯一性；

厂家错误码 H0B-34	错误等级	可否复位	错误指示灯	CIA402 错误码 603Fh	备注说明
0x000	无错误	×	12 红 1 绿	0x0000	无故障
0x102	NO.1 错误	×	10 红 1 绿	0x6320	参数 CRC 错误
0x104	NO.1 错误	×	10 红 1 绿	0x6320	注册参数 CRC 错误
0x105	NO.1 错误	×	11 红 1 绿	0x6320	内部程序异常触发看门狗
0x201	NO.1 错误	×	4 红 1 绿	0x2312	硬件过流
0x208	NO.1 错误	×	12 红 1 绿	0xFF00	ia/ic 相静态电流偏置校准失败
0x234	NO.1 错误	×	12 红 1 绿	0xFF00	飞车
0x740	NO.1 错误	×	12 红 1 绿	0x7305	编码器干扰
0xA33	NO.1 错误	×	9 红 1 绿	0x7306	编码器数据异常
0x130	NO.1 错误	√	12 红 1 绿	0x6320	DI 功能重复分配
0x207	NO.1 错误	√	4 红 1 绿	0x2311	软件过流
0x400	NO.1 错误	√	3 红 1 绿	0x3210	主回路电过压
0x410	NO.1 错误	√	3 红 1 绿	0x3220	主回路电欠压
0x620	NO.1 错误	√	4 红 1 绿	0x3230	电机过载
0x630	NO.1 错误	√	4 红 1 绿	0x7121	电机堵转
0x650	NO.1 错误	√	6 红 1 绿	0x4210	散热器过热
0xB00	NO.1 错误	√	2 红 1 绿	0x8611	位置偏差过大
0x668	NO.2 错误	√	8 红 1 绿	0xFF00	回零方式不匹配
0x731	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x7306	编码器电池失效
0x733	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x7306	编码器多圈计数错误
0x735	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x7306	编码器多圈计数溢出
0xB01	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0xFF00	脉冲方向中断异常（高频切换）
0xD03	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x8130	CAN 通信连接中断
0x601	NO.2 错误	√	8 红 1 绿	0x8610	回原点超时
0x730	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x7307	编码器电池警告
0x900	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x5442	紧急停机
0x920	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x3210	制动电阻过载
0x922	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x6320	外接制动电阻过小
0x941	NO.3 警告	√	7 红 1 绿	0xFF00	变更参数需重新上电生效
0x942	NO.3 警告	√	10 红 1 绿	0x7600	参数存储频繁
0x950	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x5443	正向超程警告
0x952	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x5444	负向超程警告
0x980	NO.1 错误	×	12 红 1 绿	0x7306	编码器内部故障
0x994	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x8150	modbus 通讯超时
0x150	NO.1 错误	√	12 红 1 绿	0x0150	STO 输入状态异常
0xE08	NO.2 错误		12 红 1 绿	0x0E08	EtherCAT 网络异常

6.2 故障查询方法

以下 3 种故障查询方法需要将对应的对象配置到主站系统中。通过主站读取对应对象的状态或值进行故障查询

方法 1：通过 CIA402 状态字查询

CIA402 状态字 6041h bit3 位为故障指示位， =1 表示当前存在故障；=0 表示当前无故障。

注：此方法只能判断是否故障，无法体现具体故障信息。

方法 2：查询厂家定义错误码（推荐）

参数号：H0B-33，选择查询的故障记录； 对象字典索引：200Bh，子索引 22h，读写

参数号：H0B-34，所选次数故障码； 对象字典索引：200Bh，子索引 23h，仅读

使用：H0B-33(200B-22h)用于选择查看的故障记录，H0B-34(200B-23h)显示所选择的历史故障

举例：当 H0B-33(200B-22h)设为 0 时，一旦发生故障 H0B-34(200B-23h)将显示当前厂家自定义故障码；

当 H0B-33(200B-22h)设为 1 时系统将查询历史前 1 次产生的厂家自定义故障码，并在 H0B-34(200B-23h)显示；

当 H0B-33(200B-22h)设为 2 时系统将查询历史前 2 次产生的厂家自定义故障码，并在 H0B-34(200B-23h)显示；

↓

↓

当 H0B-33(200B-22h)设为 9 时系统将查询历史前 9 次产生的厂家自定义故障码，并在 H0B-34(200B-23h)显示；

方法 3、查询 CIA402 定义错误码

当前故障码； 对象字典索引： 603Fh，子索引 00h，只读

历史故障数量；对象字典索引： 1003h，子索引 00h，读写

历史故障条目；对象字典索引： 1003h，子索引 01h~0Ah，仅读

使用：一旦发生故障，603F-00h 将产生当前故障对应的 Cia402 标准故障码,同时相应的厂家自定义故障码和 Cia402 标准故障码组合存储在对象 1003h 的 01h~0Ah 中；

对象 1003h 的 00h 为当前记录的的故障数量。将 1003-00h 写 0，表示清除历史故障记录，不允许写入非 0 值；

对象 1003h 的 01h~0Ah 为 10 个故障记录条目队列，采用堆栈方式存储，遵循先进先出规则。在历史报警存储满的情况下，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；每个条目的储存规则是 bit0-bit15 储存 Cia402 标准故障码，bit16-bit31 储存厂家自定义故障码；

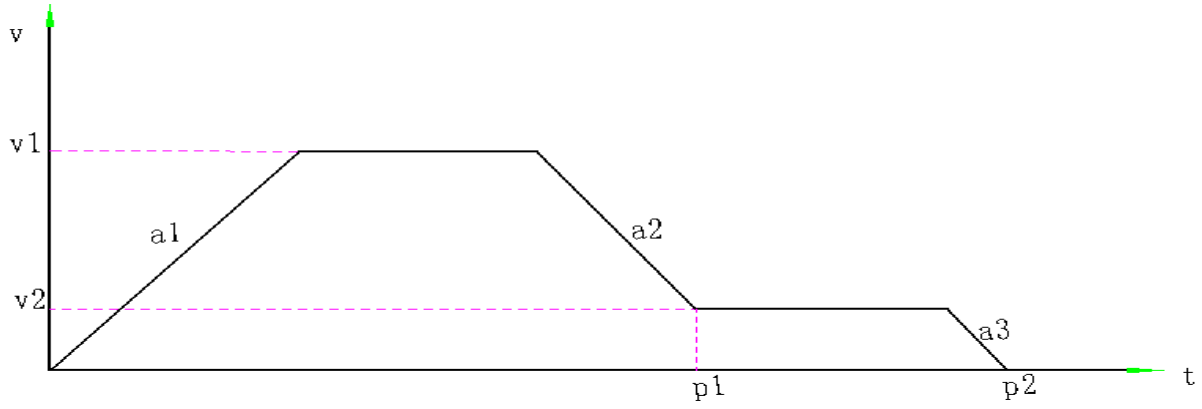
举例：用户可先读取 603F-00h 里的 Cia402 标准故障码值（非 0 值时表示有故障）判断当前节点是否故障。一旦产生了故障，可参考“6.1 章节故障表”初步确定故障信息。因为 Cia402 标准故障码在本系统中不具有唯一性，可继续读取 1003-01h 里的值（最近 1 次故障记录），值的低 16 位与当前的 603F-00h 里的 Cia402 标准故障码值一致，高 16 位表示对应的厂家定义故障码，根据获取厂家定义故障码来确定具体的故障信息。

七、定制应用

7.1 PP 二段位置 HL 模式（四向穿梭车行走应用）

本定制功能基于标准 pp 轮廓位置模式的特殊行业应用，主要应用在四向穿梭车的行走电机的运动控制。

1） 运动轨迹示意



2） 必须的控制对象

控制模式	索引+子索引	名称	数据类型	读写权限	单位	是否必须
二段位置 HL 模式	6060	控制模式设置=0x11	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	605A	快停方式=0x04	Int16	RW	-	√
	607A	目标位置(p1)	Int32	RW	Pul	√
	6081	轮廓速度(v1)	Int32	RW	Pul	√
	6083	加速度(a1)	Int32	RW	Pul/s	√
	6084	减速度(a2)	Int32	RW	Pul/s	√
	6085	快停减速度(a3)	Int32	RW	Pul/s	√
	6490	末速度(v2)	Int32	RW	Pul	√
	6491	末速度爬行最大距离限制	Int32	RW	Pul	√

3） 控制步骤

顺序控制步骤	步 0	步 1	步 2	步 3	步 4	步 5	步 7
控制字	**初始**	**准备好**	**等使能**	**使能**	**配置**	**触发运行**	**停止**
6040h	00h	06h	07h	0Fh	607Ah(p1)、6081h(v1)、6083h(a1)、6084h(a2)、6085h(a3)、6490h(v2)、6491h 等运动参数	绝对定位非立即更新 0Fh→1Fh	1:：接收停止命令强制停止； 2：爬行最大距离强制停止；
				2Fh		绝对定位　立即更新 2Fh→3Fh	
				4Fh		相对定位非立即更新 4Fh→5Fh	
				6Fh		相对定位　立即更新 6Fh→7Fh	

4 ）运动过程

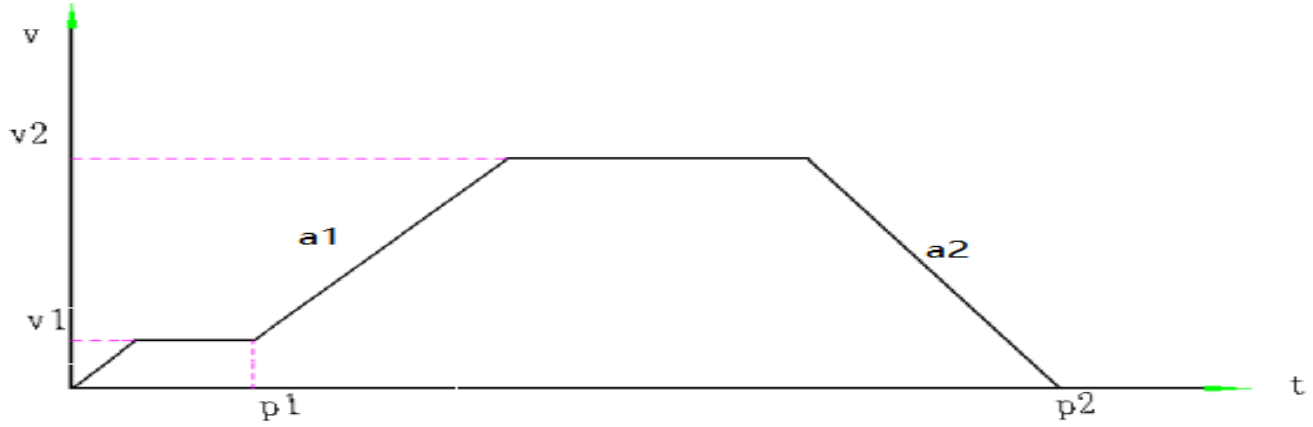
写控制字 6040h 进入触发运行时,系统会首先将到达状态清零（6041h-bit14=0），然后电机将按照 6081h(v1)、6083h(a1)、6084h(a2)运动参数进行 1 段梯形曲线运行，到达 607Ah(p1)的相对或绝对值后速度刚好减到末速度 6490h(v2)，然后将到达状态置位（6041h-bit14=1），继续按照 2 段末速度爬行，直到接收到主控下发的 6040h=0x02 停止命令后电机按照 6085h(a3)减速度停止并且将到达状态清零（6041h-bit14=0）。

注 1：电机运动过程中任意触发急停或暂停都将打断当前的运行，并按照 605Ah 配置的停机方式与 6084h/6085h 减速度停机。
注 2：若电机产生了报警，除 1 类不可报警复位外（严重的报警），均可通过写控制字 6040h 值 0x80 进行故障复位。
注 3：可通过监视 故障码 603Fh、状态字 6041h、实际位置 6064、实际速度 606Ch、实际转矩 6077h、获取电机状态。
注 4：P1 至 p2 的距离由主控发送停止命令时机决定，为防止迟迟未收到主控发送停止命令电机持续以末速度爬行导致超过机构限制，可以设置 6491h 对象作为爬行距离最大限制，一旦爬行距离超过 6491h 限制值，则主动停止。6491h 设 0 值时则不开启限制功能。

7.2 PP 二段位置 LH 模式（四向穿梭车伸叉应用）

本定制功能基于标准 pp 轮廓位置模式的特殊行业应用，主要应用在四向穿梭车的伸叉电机的运动控制。

1） 运动轨迹示意



2） 必须的控制对象

控制模式	索引+子索引	名称	数据类型	读写权限	单位	是否必须
二段位置 HL 模式	6060	控制模式设置=0x12	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	607A	目标位置(p2)	Int32	RW	Pul	√
	6081	轮廓速度(v2)	Int32	RW	Pul	√
	6083	加速度(a1)	Int32	RW	Pul/s	√
	6084	减速度(a2)	Int32	RW	Pul/s	√
	6492	轮廓速度(v1)	Int32	RW	Pul	√
	6493	目标位置(p1)	Int32	RW	Pul	√

3） 控制步骤

<table>
<tr><th>顺序控制步骤</th><th>步 0</th><th>步 1</th><th>步 2</th><th>步 3</th><th>步 4</th><th>步 5</th><th>步 7</th></tr>
<tr><th>控制字</th><th>初始</th><th>准备好</th><th>等使能</th><th>使能</th><th>配置</th><th>触发运行</th><th>停止</th></tr>
<tr><td rowspan="4">6040h</td><td rowspan="4">00h</td><td rowspan="4">06h</td><td rowspan="4">07h</td><td>0Fh</td><td rowspan="4">607Ah(p2)、
6081h(v2)、
6083h(a1)、
6084h(a2)、
6492h(v1)、
6493h(p1)、
等运动参数</td><td>绝对定位非立即更新
0Fh→1Fh</td><td rowspan="4">1:：接收停止命令强制停止；
2：到达目标位置自动停止；</td></tr>
<tr><td>2Fh</td><td>绝对定位　立即更新
2Fh→3Fh</td></tr>
<tr><td>4Fh</td><td>相对定位非立即更新
4Fh→5Fh</td></tr>
<tr><td>6Fh</td><td>相对定位　立即更新
6Fh→7Fh</td></tr>
</table>

4 ）运动过程

写控制字 6040h 进入触发运行时,系统会首先将到达状态清零（6041h-bit14=0），然后电机将按照 6492h(v1)、6083h(a1)运动参数进行 1 段梯形曲线运行到相对或绝对位置 6493h(p1)处不停止，再然后电机将按照 6491h(v1)、6083h(a1)、6084h(a2)运动参数进行 2 段梯形曲线运行到相对或绝对位置 607Ah(p1)处，到达 607Ah(p1)后速度刚好减到 0 速，然后将到达状态置位（6041h-bit14=1），当接收到主控下发的 6040h=0x02 停止命令后到达状态清零（6041h-bit14=0）。

注 1：电机运动过程中任意触发急停或暂停都将打断当前的运行，按照 605Ah 配置的停机方式与 6084h/6085h 减速度停机。
注 2：若电机产生了报警，除 1 类不可报警复位外（严重的报警），均可通过写控制字 6040h 值 0x80 进行故障复位。
注 3：可通过监视 故障码 603Fh、状态字 6041h、实际位置 6064、实际速度 606Ch、实际转矩 6077h 获取电机状态。
注 4：当运行距离不足以支持 V1 或 v2 持续，电机内部自动内部优化规划曲线。

勘误修订记录

勘误与修订	支持的下位机版本
6041h 状态字位定义：PT 模式下，bit12 由固定为 1 改为固定为 0	-
同步对象 SYNC ：PDO 报文组合表格修正	-
Cia402 对象字典：增加探针相关对象和描述	下位机版本>=V563 支持
Cia301 对象字典，1017h 心跳生产时间数据类型为 uint16	-
增加 CIA402 控制模式 0x11 PP 二段位置 HL 模式	下位机版本>=V570 支持
增加 CIA402 控制模式 0x12 PP 二段位置 LH 模式	下位机版本>=V570 支持
增加 CANopen RPDO 传输类型 0-240 时，等待同步帧触发生效（原不判断传输类型，直接生效）	下位机版本>=V570 支持