

意优 CANopen&EtherCAT 应用手册 V2.2



目录

1.关节电机信息	3
1.1 接口描述	3
1.2 通信参数	10
2 网络通信	11
2.1 CANopen 应用协议	11
2.2 EtherCAT 协议	15
2.2 CIA402 应用协议	17
3 参数配置及使用准备	23
3.1 通信模式	23
3.2 波特率设置	23
3.3 节点 ID 设置	23
3.4 参数单位	23
3.5 电子齿轮比	24
3.6 用户原点偏移设置	24
3.7 软件位置限制	24
3.8 抱闸控制	25
4 运动模式	26
4.1 轮廓位置模式,profile position mode	26
4.2 轮廓速度模式,profile velocity mode	27
4.3 轮廓扭矩模式,profile torque mode	27
4.4 插补位置模式,interpolated position mode	28
4.6 循环同步位置模式, cyclic synchronous position mode	29
4.7 循环同步速度模式, cyclic synchronous velocity mode	30
4.8 循环同步扭矩模式, cyclic synchronous torque mode	31
5 错误与处理	32
5.1 错误检测	32
5.2 错误处理	32
6 对象字典	35
6.1 1000h-CIA301 字典组	35
6.2 2000h-厂商字典组	52
6.3 6000h-CIA402 字典组	60

1. 关节电机信息

1.1 接口描述

PH08 CANopen 系列接口分布见图 1-1，信号说明见表 1-1。

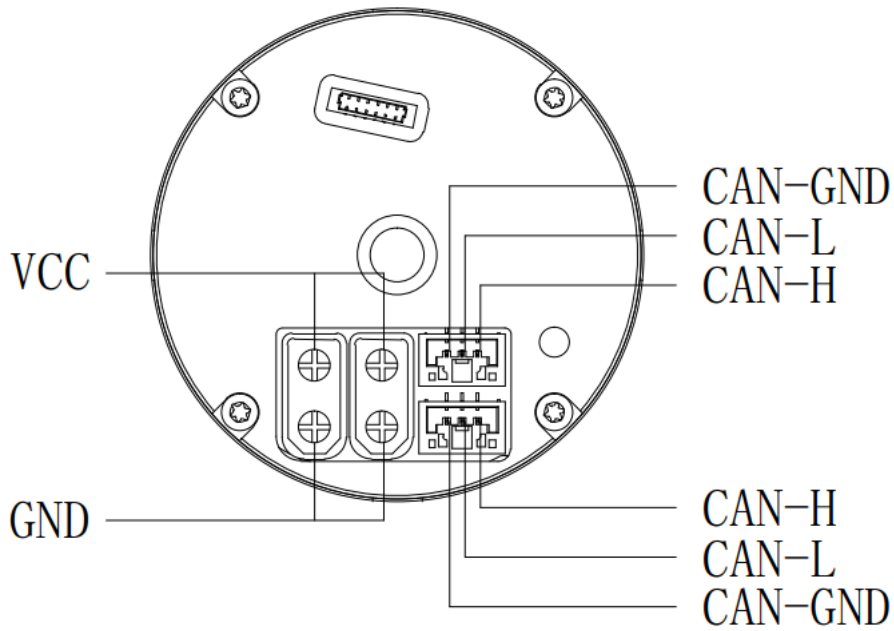


图 1-1 PH08 CANopen 系列尾部接口图

接口	端子类型	信号名称	信号解释
电源接口*2	XT30	VCC	电源输入正
		GND	电源输入地
CAN 接口*2	GH1.25-3P	CAN-H	CAN 信号高
		CAN-L	CAN 信号低
		CAN-GND	CAN 信号地

表 1-1 PH08 CANopen 系列信号说明

PH11 CANopen 系列接口分布见图 1-2，信号说明见表 1-2。

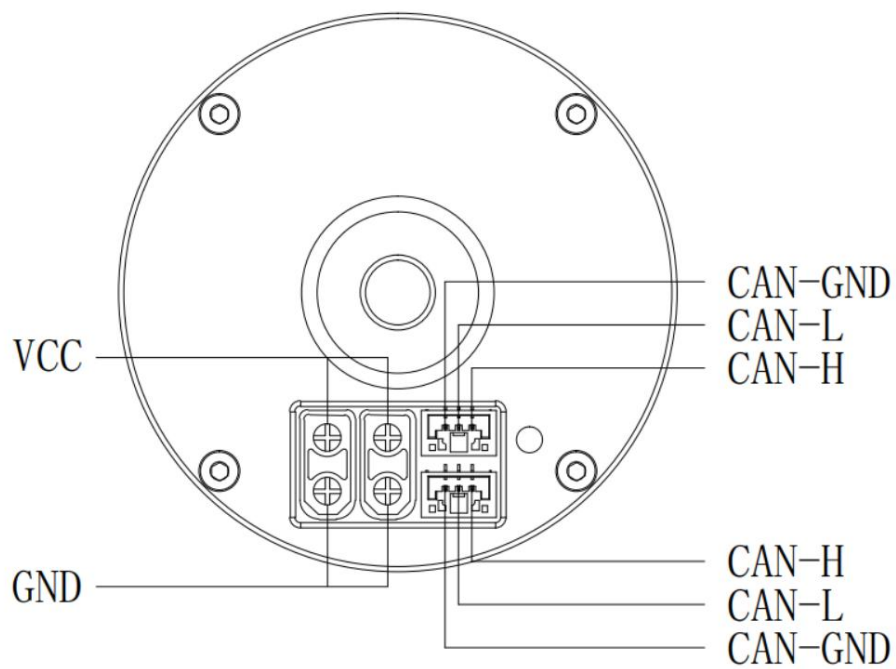


图 1-2 PH11 CANopen 系列尾部接口图

接口	端子类型	信号名称	信号解释
电源接口*2	XT30	VCC	电源输入正
		GND	电源输入地
CAN 接口*2	GH1.25-3P	CAN-H	CAN 信号高
		CAN-L	CAN 信号低
		CAN-GND	CAN 信号地

表 1-2 PH11 CANopen 系列信号说明

PH11 EtherCAT 系列接口分布见图 1-3，信号说明见表 1-3。

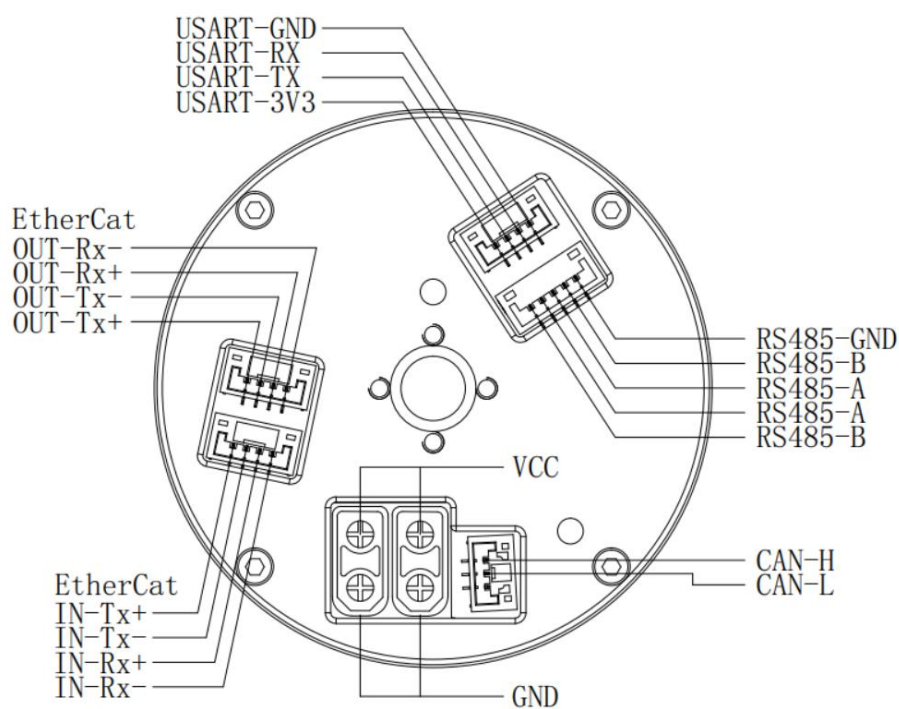


图 1-3 PH11 EtherCAT 系列尾部接口图

接口	端子类型	信号名称	信号解释
电源接口*2	XT30	VCC	电源输入正
		GND	电源输入地
EtherCAT IN	CH1.25-4P	IN-Tx+	EtherCAT IN 发送差分信号正
		IN-Tx-	EtherCAT IN 发送差分信号负
		IN-Rx+	EtherCAT IN 接收差分信号正
		IN-Rx-	EtherCAT IN 接收差分信号负
EtherCAT OUT	CH1.25-4P	OUT-Tx+	EtherCAT OUT 发送差分信号正
		OUT-Tx-	EtherCAT OUT 发送差分信号负
		OUT-Rx+	EtherCAT OUT 接收差分信号正
		OUT-Rx-	EtherCAT OUT 接收差分信号负
CAN 接口	GH1.25-3P	CAN-H	CAN 信号高
		CAN-L	CAN 信号低
		空	空
RS485 接口	GH1.25-5P	RS485-B	RS485 信号 B
		RS485-A	RS485 信号 A
		RS485-A	RS485 信号 A
		RS485-B	RS485 信号 B
		RS485-GND	RS485 信号 GND
USART 接口	GH1.25-4P	USART-3V3	3.3V 对外供电
		USART-TX	串口输出
		USART-RX	串口输入
		USART-GND	串口 GND

表 1-3 PH11 EtherCAT 系列信号说明

PH14/PH17 CANopen 系列接口分布见图 1-4，信号说明见表 1-4。

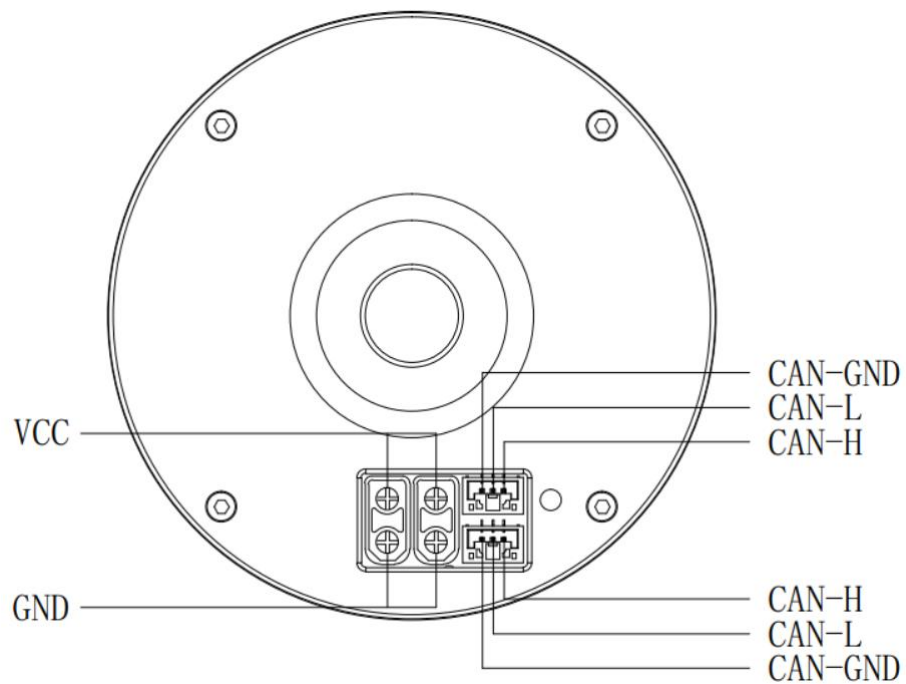


图 1-4 PH14 CANopen 系列尾部接口图

接口	端子类型	信号名称	信号解释
电源接口*2	XT30	VCC	电源输入正
		GND	电源输入地
CAN 接口*2	GH1.25-3P	CAN-H	CAN 信号高
		CAN-L	CAN 信号低
		CAN-GND	CAN 信号地

表 1-4 PH14 CANopen 系列信号说明

PH14/PH17 EtherCAT 系列接口分布见图 1-5，信号说明见表 1-5。

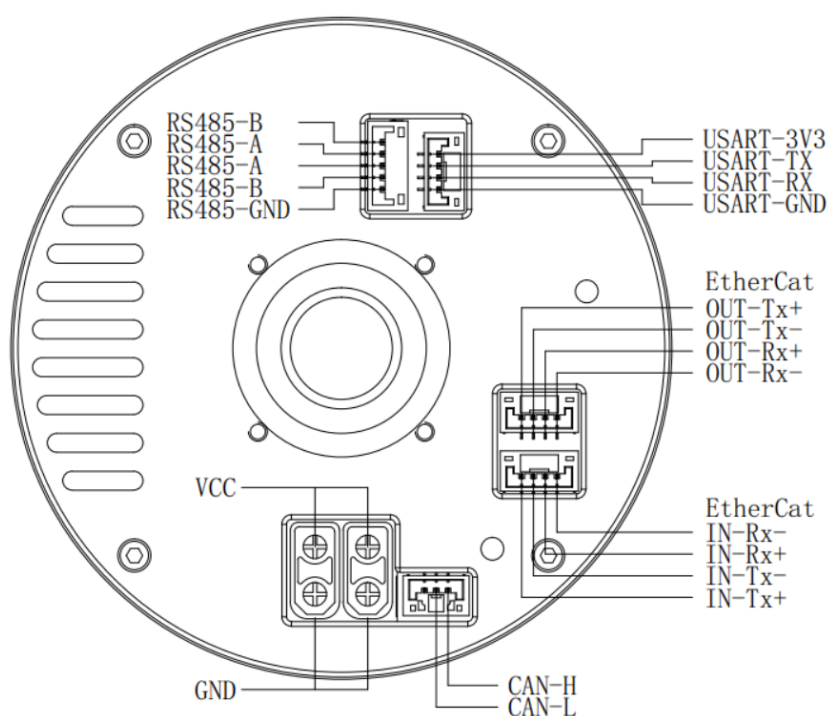


图 1-5 PH14/PH17 EtherCAT 系列尾部接口图

接口	端子类型	信号名称	信号解释
电源接口*2	XT30	VCC	电源输入正
		GND	电源输入地
EtherCAT IN	CH1.25-4P	IN-Tx+	EtherCAT IN 发送差分信号正
		IN-Tx-	EtherCAT IN 发送差分信号负
		IN-Rx+	EtherCAT IN 接收差分信号正
		IN-Rx-	EtherCAT IN 接收差分信号负
EtherCAT OUT	CH1.25-4P	OUT-Tx+	EtherCAT OUT 发送差分信号正
		OUT-Tx-	EtherCAT OUT 发送差分信号负
		OUT-Rx+	EtherCAT OUT 接收差分信号正
		OUT-Rx-	EtherCAT OUT 接收差分信号负
CAN 接口	GH1.25-3P	CAN-H	CAN 信号高
		CAN-L	CAN 信号低
		空	空
RS485 接口	GH1.25-5P	RS485-B	RS485 信号 B
		RS485-A	RS485 信号 A
		RS485-A	RS485 信号 A
		RS485-B	RS485 信号 B
		RS485-GND	RS485 信号 GND
USART 接口	GH1.25-4P	USART-3V3	3.3V 对外供电
		USART-TX	串口输出
		USART-RX	串口输入
		USART-GND	串口 GND

表 1-5 PH14/PH17 EtherCAT 系列信号说明

PH20/PH25 CANopen 系列接口分布见图 1-6，信号说明见表 1-6。

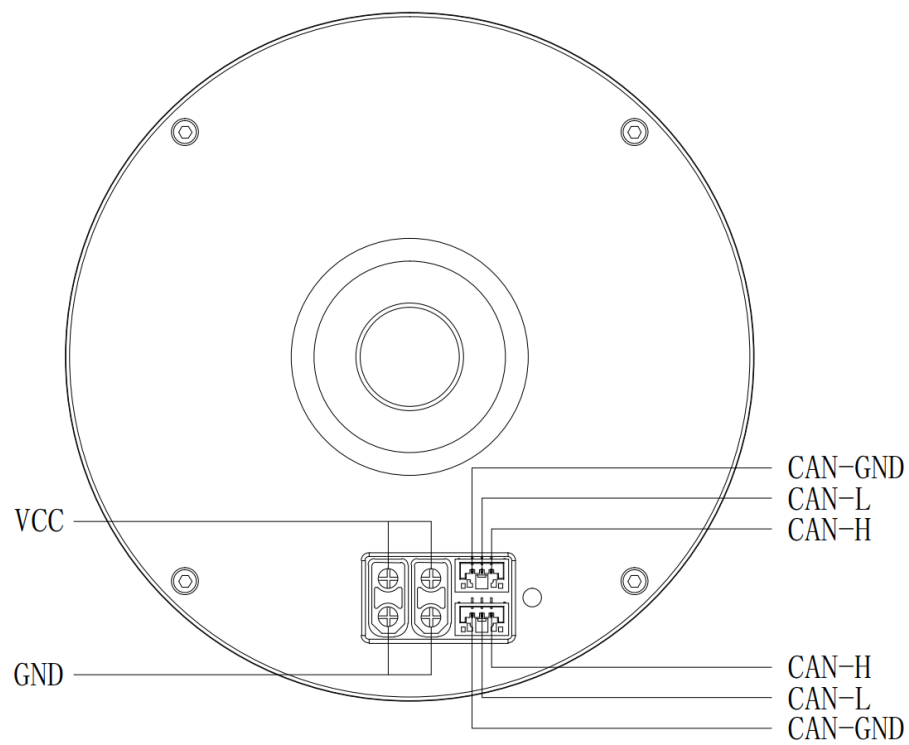


图 1-6 PH20/PH25 CANopen 系列尾部接口图

接口	端子类型	信号名称	信号解释
电源接口*2	XT30	VCC	电源输入正
		GND	电源输入地
CAN 接口*2	GH1.25-3P	CAN-H	CAN 信号高
		CAN-L	CAN 信号低
		CAN-GND	CAN 信号地

表 1-6 PH14 CANopen 系列信号说明

PH20/PH25 EtherCAT 系列接口分布见图 1-7，信号说明见表 1-7。

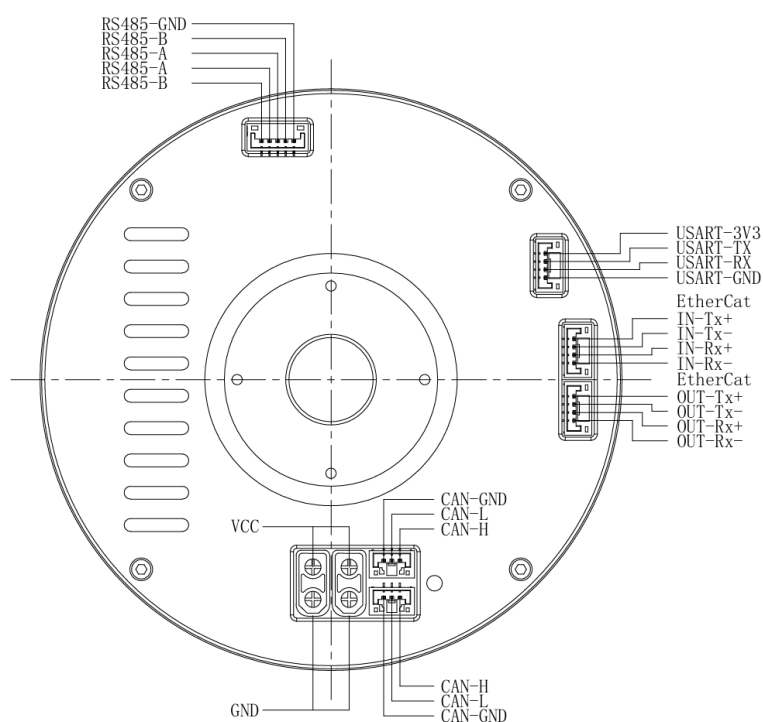


图 1-7 PH20/PH25 EtherCAT 系列尾部接口图

接口	端子类型	信号名称	信号解释
电源接口*2	XT30	VCC	电源输入正
		GND	电源输入地
EtherCAT IN	CH1.25-4P	IN-Tx+	EtherCAT IN 发送差分信号正
		IN-Tx-	EtherCAT IN 发送差分信号负
		IN-Rx+	EtherCAT IN 接收差分信号正
		IN-Rx-	EtherCAT IN 接收差分信号负
EtherCAT OUT	CH1.25-4P	OUT-Tx+	EtherCAT OUT 发送差分信号正
		OUT-Tx-	EtherCAT OUT 发送差分信号负
		OUT-Rx+	EtherCAT OUT 接收差分信号正
		OUT-Rx-	EtherCAT OUT 接收差分信号负
CAN 接口	GH1.25-3P	CAN-H	CAN 信号高
		CAN-L	CAN 信号低
		空	空
RS485 接口	GH1.25-5P	RS485-B	RS485 信号 B
		RS485-A	RS485 信号 A
		RS485-A	RS485 信号 A
		RS485-B	RS485 信号 B
		RS485-GND	RS485 信号 GND
USART 接口	GH1.25-4P	USART-3V3	3.3V 对外供电
		USART-TX	串口输出
		USART-RX	串口输入
		USART-GND	串口 GND

表 1-7 PH20/PH25 EtherCAT 系列信号说明

1.2 通信参数

CANopen 通信参数下表 1-8:

应用层协议	CANopen(CIA301、CIA402)
链路层协议	11bit-CAN2.0A(ISO11898-1)
物理层协议	11bit-CAN2.0A(ISO11898-2)
波特率支持	1Mbit/s(默认)、500Kbit/s、250Kbit/s、125Kbit/s、100Kbit/s、50Kbit/s、20Kbit/s、10Kbit/s
最大节点数	127 个
支持服务	nmt,sdo,pdo,sync,heartbeat
PDO 传输类型	async,sync,event-drive
SDO 传输方式	expedited、normal、block
支持模式	轮廓位置模式,profile position mode(1) 轮廓速度模式,profile velocity mode(3) 轮廓扭矩模式,profile torque mode(4) 插补位置模式,interpolated position mode(7) 循环同步位置模式,cyclic synchronous position mode(8) 循环同步速度模式, cyclic synchronous velocity mode(9) 循环同步扭矩模式, cyclic synchronous torque mode(10)

表 1-8 CANopen 通信参数表

EtherCAT 通信参数如下表 1-9:

应用层协议	EtherCAT(CIA402)
物理层协议	100Base-TX
波特率支持	100 Mbit/s(100Base-TX)
最大节点数	65535
支持服务	COE (PDO、SDO)
同步方式	DC、FreeRun
最小同步周期	1ms
最大传输距离	100m
支持模式	轮廓位置模式,profile position mode(1) 轮廓速度模式,profile velocity mode(3) 轮廓扭矩模式,profile torque mode(4) 插补位置模式,interpolated position mode(7) 循环同步位置模式,cyclic synchronous position mode(8) 循环同步速度模式, cyclic synchronous velocity mode(9) 循环同步扭矩模式, cyclic synchronous torque mode(10)

表 1-9 EtherCAT 通信参数表

2 网络通信

2.1 CANopen 应用协议

CANopen 是一个基于 CAN 总线的网络传输应用层协议，遵循主从通信架构。主从节点通过过程数据对象(PDO)、服务数据对象(SDO)进行字典内容数据的读写以及其他信息的交互。CIA301(DS301)协议标准定义了 CANopen 基本的通信框架，CIA402(DS402)定义了驱动器和运动控制的具体实现和标准。

2.1.1 通信标识符

CANopen 将 CAN2.0A 的 11 位 ID 重新定义为 COB-ID=功能代码(高四位)+节点地址(低 7 位)。

10bit	9bit	8bit	7bit	6bit	5bit	4bit	3bit	2bit	1bit	0bit
功能代码				节点 ID						

COB-ID 组成格式

CANopen 对各个通信对象分配了默认的 COB-ID 分组，下列表格为详细内容：

通信对象	功能代码	节点地址	COB-ID	字典索引
NMT	0000b	0	0h	/
SYNC	0001b	0	80h	1005h,1006h
EMCY	0001b	1-127	80h+NodeID	1014h
TPDO1	0011b	1-127	180h+NodeID	1800h
TPDO2	0101b	1-127	280h+NodeID	1801h
TPDO3	0111b	1-127	380h+NodeID	1802h
TPDO4	1001b	1-127	480h+NodeID	1803h
RPDO1	0100b	1-127	200h+NodeID	1400h
RPDO2	0110b	1-127	300h+NodeID	1401h
RPDO3	1000b	1-127	400h+NodeID	1402h
RPDO4	1010b	1-127	500h+NodeID	1403h
TSDO	1011b	1-127	580h+NodeID	1200h
RSDO	1100b	1-127	600h+NodeID	1200h
NMT(心跳)	0100b	1-127	700h+NodeID	1016h,1017h
NMT(节点守护)	0100b	1-127	700h+NodeID	/

COB-ID 分配表

2.1.2 对象字典 OD

CANopen 对象字典 (OD: Object Dictionary) 是 CANopen 协议中非常重要的定义。CANopen 将各种参数数据定义成为对象并分配一个 16bit 索引地址，不同类型数据索引分

配表如以下:

Index range 索引范围	Description 描述
0000h	Reserved 保留
0001h to 025Fh	Data types 数据类型
0260h to 0FFFh	Reserved 保留
1000h to 1FFFh	Communication profile area 通讯对象子协议区
2000h to 5FFFh	Manufacturer-specific profile area 制造商特定子协议区
6000h to 9FFFh	Standardized profile area 标准化设备子协议区
A000h to AFFFh	Network variables 网络变量 (符合 IEC61131-3)
B000h to BFFFh	System variables 用于路由网关的系统变量
C000h to FFFFh	Reserved 保留

CANopen 对象字典划分

2.1.3 网络管理 NMT

网络管理系统(NMT)用于初始化、启动、停止网络中的节点，遵循主从架构且只能有一个 NMT 主机。

NMT 命令如下:

NMT Command Code	Description
0x01	节点状态变更为“operational”
0x02	节点状态变更为“stopped”
0x80	节点状态变更为“pre-operational”
0x81	复位节点“reset node”
0x82	复位通信“reset communication”

NMT 状态码如下:

NMT State Code	Description
0x00	boot up/initialization
0x04	stopped
0x05	operational
0x7f	pre-operational

举例 1, 如让 id=1 进入 NMT 的 pre-operational 状态, can 报文如下:

主机发送: canid=0x00,rtr=0,dlc=1,data=0x02 //电机 NMT 进入 stopped

主机发送: canid=0x701,rtr=1,dlc=0 //rtr 远程帧方式获得 NMT 状态

电机上传: canid=0x701,rtr=0,dlc=1,data=0x04/0x84 //stopped 状态,bit7 间隔反转

2.1.4 服务数据对象 SDO

SDO 主要用于 CANopen 主站对从节点参数配置。服务确认是 SDO 的最大的特点, 为每个消息都生成一个应答, 确保数据传输的准确性。在一个 CANopen 系统中, 通常 CANopen 从节点作为 SDO 服务器, CANopen 主节点作为客户端 (称为 CS 通讯)。SDO

客户端通过索引和子索引，能够访问 SDO 服务器上的对象字典。这样 CANopen 主节点可以访问从节点的任意对象字典项的参数，并且 SDO 也可以传输任何长度的数据（当数据长度超过 4 个字节时就拆分成多个报文来传输）。

SDO 写数据根据字典长度 CS (command specifier) 命令符不同，操作格式如下：

操作	COB-ID	Byte0(CS)	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
写	0x600+ NodeID	0x23	index		subindex	data			
		0x27	index		subindex	data			/
		0x2B	index		subindex	data		/	/
		0x2F	index		subindex	data	/	/	/
返回	0x580+ NodeID	0x60	index		subindex				
		0x80	index		subindex	aborting code			

注：返回 CS=0x60 时代表操作成功，返回 CS=0x80 时，表示 SDO 操作失败，aborting code 详情参考下面 SDO 中止码。

举例 1，id=1 电机，写 16bit 字典，CS=0x2B，写 0x1017:00 (uint16 类型) =0x03e8。

主机发送：canid=0x601,rtr=0,dlc=8,data=2B 17 10 00 E8 03 00 00

电机返回：canid=0x581,rtr=0,dlc=8,data=60 17 10 00 00 00 00 00

以上是写 1017:00 字典=0x03e8，即设置心跳时间=1000ms，随后会收到电机按照 1000 毫秒间隔上传心跳报文。

SDO 读操作格式，返回的数据不同长度的数据对应格式如下：

操作	COB-ID	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
读	0x600+ NodeID	0x40	index		subindex	data			
	0x580+ NodeID	0x43	index		subindex	data			
		0x47	index		subindex	data			/
		0x4B	index		subindex	data		/	/
		0x4F	index		subindex	data	/	/	/
		0x80	index		subindex	aborting code			

注：返回 CS=0x80 时，表示 SDO 操作失败，aborting code 详情参考下面 SDO 中止码。

举例 1，id=1 电机，读 16bi 字典，CS=0x40，读 0x1017:00(uint16 类型)。

主机发送：canid=0x601,rtr=0,dlc=8,data=40 17 10 00 00 00 00 00

电机返回：canid=0x581,rtr=0,dlc=8,data=4b 17 10 00 e8 03 00 00 //数据 16bit,0x03e8

SDO 传输中止码，当 sdo 格式非法或参数不对时，会返回对应的错误码。

aborting code	描述
0x05030000	触发没交替改变
0x05040000	SDO 超时
0x05040001	非法的客户端或服务器
0x05040002	非法的块大小
0x05040005	内存超出
0x06010001	不允许读取
0x06010002	不允许写入

0x06020000	无对应字典
0x06040041	支持映射
0x06060000	访问失败
0x06070010	数据长度不支持
0x06090011	无对对应字典从索引
0x06090030	超出范围限制
0x06090031	参数太小
0x06090032	参数太大
0x08000000	一般性的错误
0x08000021	本地控制错误

2.1.5 过程数据对象 PDO

PDO 属于过程数据用来单向传输实时数据，无需接收节点回应 CAN 报文来确认，遵循生产消费者模型。PDO 按照从机节点的角度，可分为 RPDO 和 TPDO，由通信参数和映射参数共同决定最终的传输方式。

PDO 对象列表：

名称		COB-ID	通信对象	映射对象
RPDO	1	200h+NodeID	1400h	1600h
	2	300h+NodeID	1401h	1601h
	3	400h+NodeID	1402h	1602h
	4	500h+NodeID	1403h	1603h
TPDO	1	180h+NodeID	1800h	1A00h
	2	280h+NodeID	1801h	1A01h
	3	380h+NodeID	1802h	1A02h
	4	480h+NodeID	1803h	1A03h

PDO 通信参数：PDO 相关的 COB-ID、状态位、传输类型、禁止时间和时间计时器均可通过对应的通信对象字典进行配置。

PDO 映射参数：可通过配置 PDO 对应的映射对象字典，设置 PDO 实际对应的数据内容。

2.1.6 同步对象 SYNC

同步对象是用于控制同一网络中多个节点发送与接收之间同步一致的特殊机制，多用于 PDO 的同步传输。可以通过以下字典：1006h（循环同步周期）、1007（同步窗口时间）、1005h（同步对象）进行配置。

2.1.7 紧急对象服务 EMCY

紧急事件对象（Emergency），是当设备内部发生错误，触发该对象，发送设备内部错误代码，提示 NMT 主站。紧急报文属于诊断性报文，一般不会影响 CANopen 通讯，其 CAN-ID 存储在 1014h 的索引中，一般会定义为 080h +node-ID，数据包含 8 个字节。

2.2 EtherCAT 协议

EtherCAT 是一种基于标准以太网的高性能实时工业通信协议，具有拓扑灵活、延迟低、通信高效的优势。通过结合 CANopen 协议实现对伺服设备控制，使伺服控制速率大大提高且更加简单易用。

2.2.1 EtherCAT 通信结构

PH EtherCAT 系列关节按照 IEC 61800-7（CANopen）CANopen 运动控制协议设计，完全符合 EtherCAT 通信架构，架构示意如图 2-1。

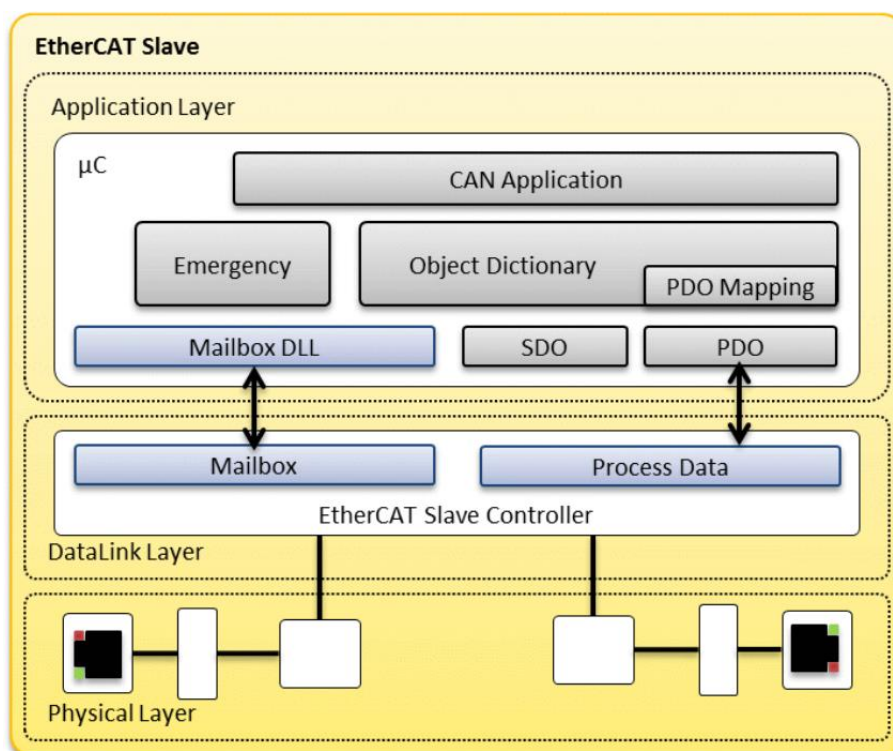


图 2-1

2.2.2 EtherCAT 通信状态机

PH EtherCAT 系列关节目前支持除 Bootstrap 外的四种状态，EtherCAT 主站可以根据关节不同状态进行控制切换。主站完成对关节的初始化配置后，关节应处于 Operational 状态，且 ESC 状态指示灯处于常亮状态。

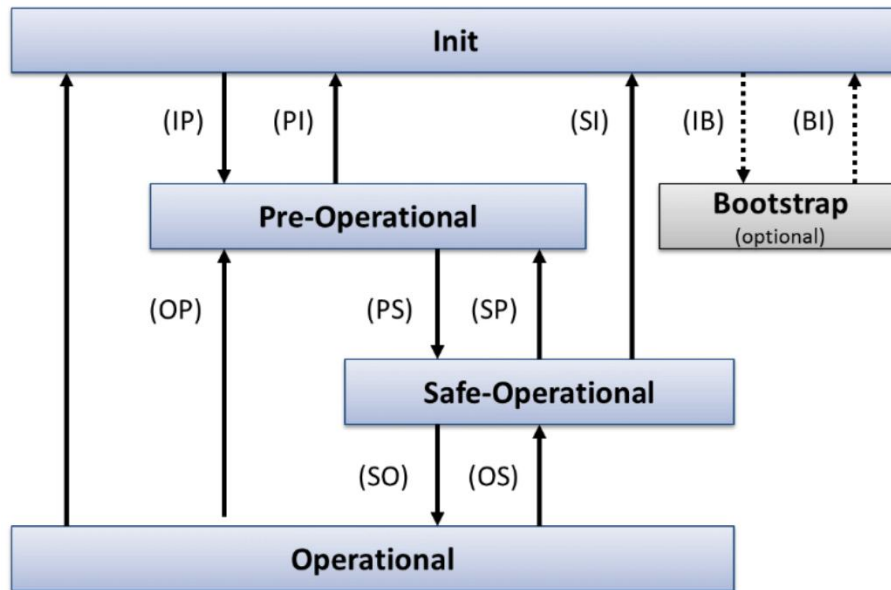


图 2-2 EtherCAT 通信状态机

2.2.3 EtherCAT 分布时钟

DC 模式是 EtherCAT 实现多设备高精度时间同步的核心技术，通过消除主站与从站、从站与从站之间的时钟偏差，确保所有节点在同一时间基准下运行。PH EtherCAT 系列驱动器支持 DC 同步模式，同步周期由 SYNC 控制。

2.2.4 EtherCAT 过程数据

过程数据是 EtherCAT 网络中实时传输的控制信息，用于主站（如 PLC）与从站（如伺服关节）之间的周期性数据交换。根据数据传输方向，PDO 可分为 RPDO（Reception PDO）和 TPDO（Transmission PDO），RPDO 将主站数据传送到从站，TPDO 将从站数据反馈至主站。PH EtherCAT 系列关节提供了 3 组 RPDO+TPDO 组合，其中第一组为可配置，各允许最大配置 10 个字典。

2.2.5 EtherCAT 邮箱数据

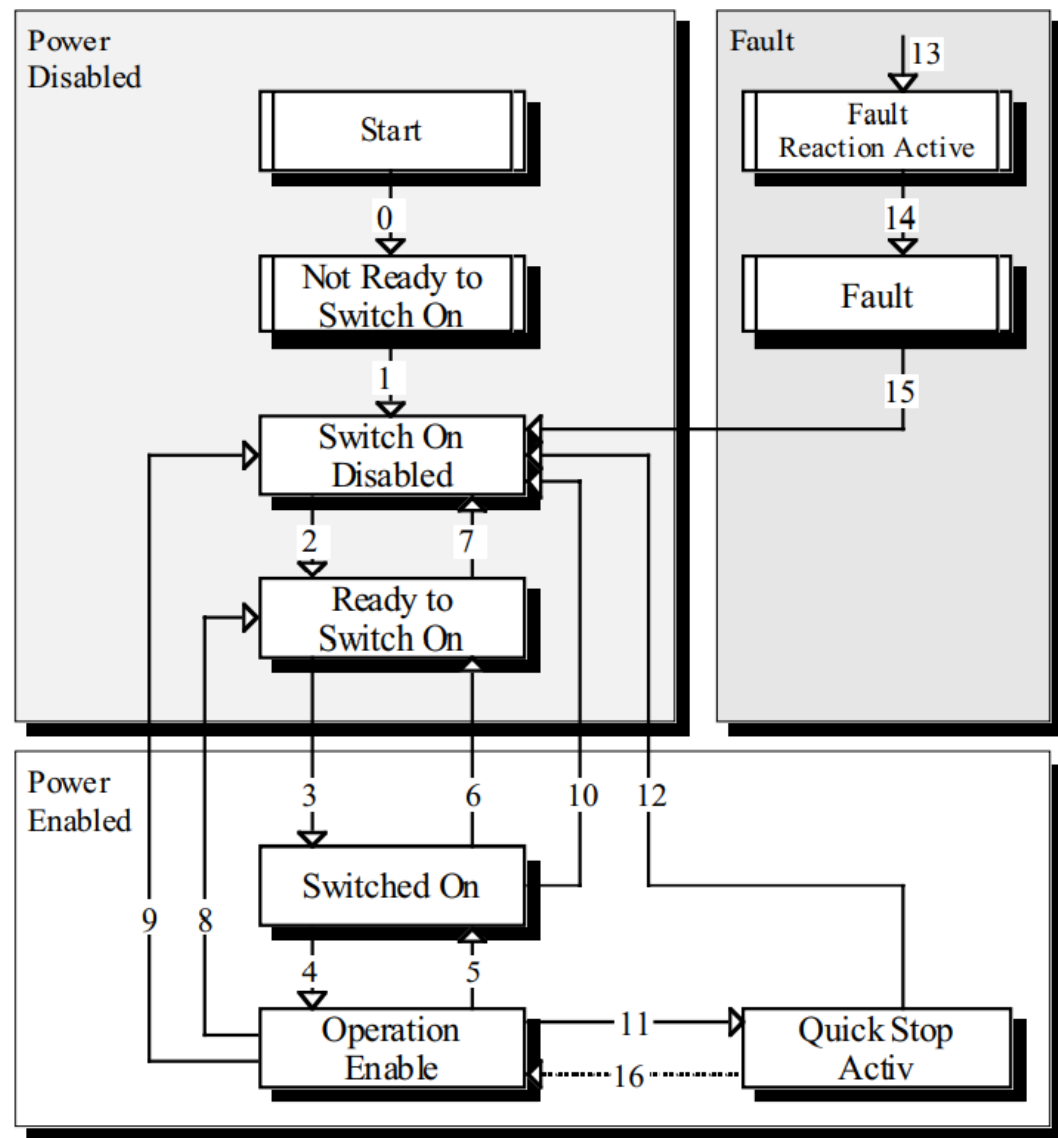
PH EtherCAT 系列邮箱数据 SDO 用于传输非周期性数据，如通信参数的配置、驱动参数配置，支持标准的 CoE 服务。

2.2 CIA402 应用协议

CIA402 协议(IEC 61800-7)是在 CANopen 或 EtherCAT 协议的基础上,对电机运动控制运动进行更加详细的定义和规范。通过这套标准的规范和定义,不同厂家的运动设备和控制设备更加容易结合使用。

2.2.1 状态机

CIA402 协议定义了驱动器在不同控制和条件下状态切换的流程,如下图:



电机不同状态说明如下:

- **START 状态:** 电机复位开机状态。
 - 自动走 *StateTransition0* 切换至 NotReadyToSwitchOn 状态。

- **NOT READY TO SWITCH ON 状态**: 电机正在硬件自检, 抱闸处于抱死状态, 电机处于未使能状态。
 - 电机完成自建和初始化后, 自动走 *StateTransition1* 流程 SwitchOnDisabled 状态。
- **SWITCH ON DISABLED 状态**: 电机已经完成自检及初始化, 驱动参数已完成设置, 电机处于未使能状态。
 - 此状态下收到 ShutDown 指令会走 *StateTransition2* 切换至 ReadyToSwitchOn 状态。
- **READY TO SWITCH ON 状态**: 此状态下电机运动参数可更改, 电机未使能。
 - 此状态收到 SwitchOn 指令会走 *StateTransition3* 切换至 SwitchOn 状态。
 - 此状态收到 DisableVoltage/QuickStop 指令会走 *StateTransition7* 切换至 SwitchOnDisabled 状态。
- **SWITCHED ON 状态**: 此状态下电机驱动参数可更改, 电机未使能。
 - 此状态收到 EnableOperation 指令会走 *StateTransition4* 切换至 OperationEnable 状态。
 - 此状态收到 ShutDown 指令会走 *StateTransition6* 切换至 ReadyToSwitchOn 状态。
 - 此状态收到 DisableVoltage/QuickStop 指令会走 *StateTransition10* 切换至 SwitchOnDisabled 状态。
- **OPERATION ENABLE**: 此状态下电机已使能且无报错。
 - 此状态收到 SwitchOn 指令会走 *StateTransition5* 切换至 SwitchOn 状态。
 - 此状态收到 ShutDown 指令会走 *StateTransition8* 切换至 ReadyToSwitchOn 状态。
 - 此状态收到 DisableVoltage 指令会走 *StateTransition9* 切换至 SwitchOnDisabled 状态。
 - 此状态收到 QuickStop 指令会走 *StateTransition11* 切换至 QuickStopActive 状态。
- **QUICK STOP ACTIVE**: 正在执行快速停机过程, 电机处于使能状态。
 - 此状态停机完成需要释放输出使能(*Quick-Stop-Option-Code*!=5~8)或收到 DisableVoltage 指令会走 *StateTransition12* 切换至 SwitchOnDisabled 状态。
 - 当 *Quick-Stop-Option-Code*==5~8, 此状态收到 EnableOperation 指令会走 *StateTransition16* 切换至 OperationEnable 状态。
- **FAULT REACTION ACTIVE**: 错误发生, 正在执行快速停机, 电机处于使能状态。
 - 错误减速停机完成, 自动走 *StateTransition14* 切换至 Fault 状态。
- **FAULT**: 电机出错状态, 非使能。
 - 此状态收到 FaultReset 指令走 *StateTransition15* 切换至 SwitchOnDisabled 状态。

- **以上非 FAULT 状态：**除 Fault 和 FaultReactionActive 以外状态，当前无错误发生，具体表现看对应状态解释。
 - 检测到电机出错走 **StateTransition13** 切换至 FaultReactionActive 状态。

电机状态切换流程说明：

- **State Transition 0: START ⇒ NOT READY TO SWITCH ON**
触发原因：电机复位重启
执行动作：电机自检，初始化。
- **State Transition 1: NOT READY TO SWITCH ON ⇒ SWITCH ON DISABLED**
触发原因：电机自检及初始化完成
执行动作：激活通信。
- **State Transition 2: SWITCH ON DISABLED ⇒ READY TO SWITCH ON**
触发原因：收到 ShutDown 指令
执行动作：无。
- **State Transition 3: READY TO SWITCH ON ⇒ SWITCHED ON**
触发原因：收到 SwitchOn 指令
执行动作：电源部分准备。
- **State Transition 4: SWITCHED ON ⇒ OPERATION ENABLE**
触发原因：收到 EnableOperation 指令
执行动作：电机使能
- **State Transition 5: OPERATION ENABLE ⇒ SWITCHED ON**
触发原因：收到 DisableOperation 指令
执行动作：电机下使能
- **State Transition 6: SWITCHED ON ⇒ READY TO SWITCH ON**
触发原因：收到 ShutDown 指令
执行动作：电机电源部分断开。
- **State Transition 7: READY TO SWITCH ON ⇒ SWITCH ON DISABLED**
触发原因：收到 ShutDown 或 DisableVoltage 命令
执行动作：无
- **State Transition 8: OPERATION ENABLE ⇒ READY TO SWITCH ON**
触发原因：收到 ShutDown 指令
执行动作：立即下使能释放输出，轴处于自由状态，如有抱闸，抱闸抱死。
- **State Transition 9: OPERATION ENABLE ⇒ SWITCH ON DISABLED**
触发原因：收到 DisableVoltage 或 QuickStop 指令

执行动作：立即下使能释放输出，轴处于自由状态，如有抱闸，抱闸抱死。

➤ **State Transition 10: SWITCHED ON ⇒ SWITCH ON DISABLED**

触发原因：收到 DisableVoltage 或 QuickStop 指令

执行动作：立即下使能释放输出，轴处于自由状态，如有抱闸，抱闸抱死。

➤ **State Transition 11: OPERATION ENABLE ⇒ QUICK STOP ACTIVE**

触发原因：收到 QuickStop 指令

执行动作：快速停机流程开始执行

➤ **State Transition 12: QUICK STOP ACTIVE ⇒ SWITCH ON DISABLED**

触发原因：QuickStop 指令执行完成或收到 DisableVoltage 指令，并且 Quick-Stop-Option-Code! =5.

执行动作：电机下使能释放输出，轴处于自由状态，如有抱闸，抱闸抱死

➤ **State Transition 13: All states ⇒ FAULT REACTION ACTIVE**

触发原因：电机检测到错误

执行动作：执行错误反应

➤ **State Transition 14: FAULT REACTION ACTIVE ⇒ FAULT**

触发原因：错误故障反应完成

执行动作：电机下使能释放输出，轴处于自由状态，如有抱闸，抱闸抱死

➤ **State Transition 15: FAULT ⇒ SWITCH ON DISABLED**

触发原因：收到 FaultReset 指令

执行动作：错误状态复位

➤ **State Transition 16: QUICK STOP ACTIVE ⇒ OPERATION ENABLE**

触发原因：收到 EnableOperation 指令且 Quick-Stop-Option-Code = 5~8

执行动作：电机保持使能

2.2.2 控制字

控制字(6040h)是电机状态控制的重要输入字典，也是整个 CIA402 协议的应用关键。

0x6040, device type, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6040	0x00	rw	Uint16	/	/	RPDO

控制字 bit 功能详解:

Bit15-bit11	Bit10	bit9	bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
/	/	/	h	fr	oms			eo	qs	ev	so

- Bit0-so: switch on
- Bit1-ev: enable voltage
- Bit2-qs: quick stop
- Bit3-eo: enable operation
- Bit7-fr: fault reset
- Bit6-bit4: oms= Operation mode specific(不同模式意义不同)
- Bit8-h:halt(不同模式意义不同)

控制字 Bit0-bit3 和 Bit7 组合表:

Command	Bit of the controlword					<i>Transitions</i>
	Fault reset (bit7)	Enable operation (bit3)	Quick stop (bit2)	Enable voltage (bit1)	Switch on (bit 0)	
Shutdown	0	X	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 (注 1)
Disable voltage	0	X	X	0	X	7,9,10,12
Quick stop	0	X	0	1	X	7,10,11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4,16
Fault reset	rising	X	X	X	X(注 2)	15

注 1: 此指令包含 Switch_on&Enable_operation,收到此指令时, 如果当前在 ReadyToSwitch On 状态, 将会执行 **Transitions 3+ Transitions 4** 流程, 进入 EnableOperation 状态; 如果当前在 SwitchedOn 状态, 将会执行 **Transitions 4** 流程, 进入 EnableOperation 状态。

注 2: 上表中'X'表示此 bit 可以为任意值。

控制字 bit4-bit6 和 bit8 在不同模式下的功能表如下:

Bit	Operation mode			
	Profile position mode	Profile velocity mode	Profile torque mode	Interpolation position mode
4	新目标使能(上升沿)	保留	保留	激活插补模式
5	立即更新	保留	保留	保留
6	0:绝对位置 1:相对位置	保留	保留	保留
8	暂停	暂停	暂停	暂停

2.2.3 状态字

状态字(6041h)是实时反应伺服电机内部状态的重要字典，同样也是 DS402 协议应用的关键。

0x6041, device type, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6041	0x00	ro	Uint16	/	/	NO

状态字各 bit 功能详解：

bit	名称	描述
0	Ready to switch on	1-有效，0-无效
1	Switched on	1-有效，0-无效
2	Operation enabled	1-有效，0-无效
3	Fault	1-有效，0-无效
4	Voltage enabled	1-有效，0-无效
5	Quick stop	0-有效，1-无效
6	Switch on disabled	1-有效，0-无效
7	Warning	1-有效，0-无效
8	Manufacturer specific	保留
9	Remote	0-CANopen 不可操作，1-CANopen 可操作
10	Target reached	0-目标未达到，1-目标达到
11	Internal limit active	0-未触发软件超限，1-触发软件超限
12-13	Operation mode specific	与伺服各模式相关
14-15	Manufacturer specific	保留

状态字 bit12-bit13 在不同模式下的功能表如下：

Operation mode	状态字功能	
	Bit12	Bit13
Profile position mode	可接收新位置状态 0: 可接收新位置 1: 不可接收新位置	跟随误差状态 0:位置跟随误差小于 0x6065 1:位置跟随误差大于 0x6065
Profile velocity mode	速度为 0 状态 0:速度不为 0 1:速度为 0	保留
Profile torque mode	保留	保留
Interpolation position mode	插补激活状态 0:插补未激活 1:插补激活	跟随误差状态 0:位置跟随误差小于 0x6065 1:位置跟随误差大于 0x6065
Cyclic synchronous position mode	0:目标位置忽略 1:目标位置用于位置环	跟随误差状态 0:位置跟随误差小于 0x6065 1:位置跟随误差大于 0x6065
Cyclic synchronous velocity mode	0:目标速度忽略 1:目标速度用于速度环	保留
Cyclic synchronous torque mode	0:目标扭矩忽略 1:目标扭矩用于扭矩环	保留

3 参数配置及使用准备

在正式开始使用我司伺服执行器前，需要用户根据自己的实际需要做一些参数及操作配置。

3.1 通信模式

PH EtherCAT 系列关节目前支持 EtherCAT 和 CANopen 两种通信，可以通过设置通信模式 2004:00 字典进行选择。

通信模式字典，2004:00(uint8)内容含义如下：

0(默认)	EtherCAT 模式，关节模组接收 EtherCAT 主站下发的控制数据进行运动。
1	CANopen 模式，关节模组接收 CANopen 主站下发的控制数据进行运动。
其他	保留

设置完成后立即生效，如果需要保存，可设置字典 1010:01=0x65766173，即可保存参数。

3.2 波特率设置

PH 系列关节默认 CAN 波特率为 1000Kbit/s，分别支持 500Kbit/s、250Kbit/s、125Kbit/s、100Kbit/s、50Kbit/s、20Kbit/s。可通过设置字典：0x2001:02 如下参数设置不同波特率。字典 EuCanBitRate(0x2001:02)参数和波特率对应关系如下：

1000	500	250	125	100	50	20	10
1000Kbit/s	500Kbit/s	250Kbit/s	125Kbit/s	100Kbit/s	50Kbit/s	20Kbit/s	10Kbit/s

设置完成后，设置字典 1010:01=0x65766173，即可保存参数，断电重启即可生效。

3.3 节点 ID 设置

PH 系列关节出厂默认 CANopen ID=1，设置 ID 范围=1-127。可以通过设置字典 EuCanNodeId(0x2001:01)=ID，完成新的 ID 设置。

设置完成后，设置字典 0x1010:01=0x65766173，即可保存参数，断电重启即可生效。

3.4 参数单位

位置：单位：脉冲单位，int32 类型，有正负。一圈脉冲数为字典 Shaft_revolutions(0x6091:02)值。我司 PH 系列谐波电机，减速前原始电机默认按照 16bit 分辨率输出，所以输出轴默认分辨率是 65536*减速比。以下为不同减速比默认输出轴分辨率：

减速比	51	81	101	121
分辨率	3342336	5308416	6619136	7929856

速度：单位：脉冲/秒，int32 类型，有正负。如速度=1000000 脉冲/秒，代表电机 1 秒钟完成 1000000 脉冲的位置增加。

加/减速度：单位：脉冲/(秒*秒),uint32 类型，只有正数。如加速度=1000000 脉冲/(秒*秒)，代表电机 1 秒钟完成 1000000(脉冲/秒)速度增加，最大加、减速度为 1E8 脉冲/(秒*秒)。

扭矩：单位：千分比，1000 对应额定扭矩值（V139 之前固件版本，500 对应额定扭矩）。

3.5 电子齿轮比

输出轴分辨率：对应字典 Motor_revolutions(0x6091:01)= 65536*减速比，单位为脉冲，代表电机原始输出轴转动一圈对应的脉冲数，此值固定不可更改。

用户输入分辨率：对应字典 Shaft_revolutions(0x6091:02)= 65536*减速比（默认），单位为脉冲，代表输出轴转动一圈，用户需要输入的脉冲数。

可以通过修改用户分辨率 Shaft_revolutions(0x6091:02)，可以实现用户定义输出轴一圈脉冲数。举例：如现有系统采用 360000 对应伺服电机旋转 1 圈=360 度。配置用户分辨率：=360000，即可实现用户单位的分辨率和电机输出分辨率的转化。

1.如轮廓速度模式下，输入目标速度=120000，伺服电机运行至 120 度/每秒

2.如轮廓位置模式下，输入目标位置为绝对位置时 Target_position(0x607A:00)：=90000，伺服电机运动至 90 度。

以上完成后可以通过设置字典 1010:01=0x65766173，对参数进行保存 eeprom 中，下次开机自动载入。

注意：修改电子齿轮比，电机不会同步修改其他的保护参数、检测参数等，可能会导致默认的保护参数不再合适，建议保持默认分辨率使用。

3.6 用户原点偏移设置

1，清空 homeoffset 字典：配置 HomeOffset(0x607C:00)=0，获得电机的实际位置。

2，将当前的实际位置*-1 写入 HomeOffset，当前的位置会偏移成 0。

3，参数保存，SDO 写 1010:01=0x65766173，即可保存参数，下次开机自动载入 HomeOffset 字典。

注：每次设置 HomeOffset 之前，需要依次执行上面的 3 步操作。

3.7 软件位置限制

所有机型可以通过设置字典 SoftLimitState(0x2003:00)= 0x4C494D54，打开软件位置限制功能，位置上限字典 Software_position_limit_Maxima(0x607D:02),位置下限字典为 Software_position_limit_Minima (0x607D:01)，在轨迹位置模式和插补位置模式均生效。位置限制单位为用户单位，例如打开软件位置限制，并设置软件位置上限=180 度，下限=0 度，配置如下：

- 字典：SoftLimitState(0x2003:00)= 0x4C494D54；打开软件位置限制功能
- 字典：Software_position_limit_Maxima(0x607D:02)=180/360* 用户分辨率 Shaft_revolutions(0x6091:02)；设置上限
- 字典：Software_position_limit_Minima (0x607D:01)=0/360* 用户分辨率 Shaft_revolutions(0x6091:02)；设置下限

3.8 抱闸控制

手动抱闸控制：可通过设置字典 0x2014:01=1（或非 0）值开启抱闸供电（抱闸松开，不制动）。设置字典 0x2014:01=0 关闭抱闸供电（抱闸闭合，制动）。用户需要根据实际使用，若电机运行时误关闭抱闸供电，抱闸抱死可能会造成电机堵转。

抱闸状态读取：读取字典 x2014:02 获得抱闸当前状态。值为 0 时代表抱闸供电关闭状态（抱闸闭合），值为 1 时代表高压供电开启状态（抱闸松开），值为 2 时代表低压供电保持状态（抱闸松开）。

注：1，伺服运动前会自动开启抱闸供电，抱闸不再制动。2，伺服释放输出停机，会关闭抱闸供电，抱闸抱死制动。

4 运动模式

4.1 轮廓位置模式,profile position mode

在 pp 模式下，伺服内部根据输入的 target position, profile velocity, profile acceleration, profile deceleration 来规划运动路径。

4.1.1 相关字典

Index	描述
0x603F	Error code,错误码
0x6040	Control word,控制字
0x6041	Status word,状态字
0x605A	quickstop option code
0x605B	shutdown option code
0x605E	fault reaction option code
0x6060	mode of operation,工作模式
0x6062	position demand value,位置规划值,用户单位;
0x6064	position actual value,位置当前值,用户单位;
0x6065	following error window,跟随错误窗口值,用户单位
0x6067	position window,判定位置到达的位置窗口,用户单位;
0x6068	position window time,判定位置到达的时间窗口;
0x607A	target position,目标位置,用户单位;
0x607C	home offset, 原点偏移,用户单位;
0x607D	software position limit, 软件位置限制,用户单位;
0x607F	max profile velocity,最大速度,用户单位;
0x6081	profile velocity,规划速度,用户单位;
0x6083	Profile acceleration,规划加速度,用户单位;
0x6084	profile deceleration,规划减速度,用户单位;
0x6091	gear ratio,电子齿轮比
0x60F4	following error actual value,跟随误差实际值,用户单位;

4.1.2 使用配置

- 1, 配置 0x6060(mode of operation)= 1(profile position mode)。
 - 2, 配置 0x6040(control word)=0x06->0x07->0x0f, 让伺服进入使能状态。
 - 3, 更新加速度(6083)、减速度(6084)、速度(6081)。
 - 4, 更新目标位置(607A)、0x6040(control word)=0x2f->0x3f, 电机运行至目标位置。
- 注意：6040(control word)的切换需要监测 6041(status word)各状态 bit 的变化。

4.2 轮廓速度模式,profile velocity mode

在 pv 模式下，伺服内部根据 profile velocity, profile acceleration, profile deceleration 规划电机的速度曲线。

4.2.1 相关字典

Index	描述
0x603F	Error code,错误码
0x6040	Control word,控制字
0x6041	Status word,状态字
0x605A	quickstop option code
0x605B	shutdown option code
0x605E	fault reaction option code
0x6060	mode of operation,工作模式
0x606B	velocity demand value,速度规划值,用户单位;
0x606C	velocity actual value,速度实际值,用户单位;
0x607F	max profile velocity,最大速度,用户单位;
0x6081	profile velocity,规划速度,用户单位;
0x6083	Profile acceleration,规划加速度,用户单位;
0x6084	profile deceleration,规划减速度,用户单位;
0x6091	gear ratio,电子齿轮比
0x2021	velocity flowing error window
0x60FF	target velocity, 目标速度,用户单位

4.2.2 使用配置

- 1, 配置 0x6060(mode of operation)= 3(profile velocity mode)。
- 2, 初始化速度(0x6083)、减速度(0x6084)、目标速度(0x60FF)。
- 3, 配置 0x6040(control word)=0x06->0x07->0x0f, 伺服进入使能状态并开始转动。
- 4, 更改 0x60FF 字典, 伺服会运行至新速度。

注意 1: 6040(control word)的切换需要监测 6041(status word)各状态 bit 的变化。

4.3 轮廓扭矩模式,profile torque mode

在 pt 模式下, 伺服根据用户输入的 target torque 和 torque slope , 规划力矩输出曲线, 最终稳定输出 target torque。

4.3.1 相关字典

Index	描述
-------	----

0x603F	Error code,错误码
0x6040	Control word,控制字
0x6041	Status word,状态字
0x605A	quickstop option code
0x605B	shutdown option code
0x605E	fault reaction option code
0x6060	mode of operation,工作模式
0x6071	target torque,目标扭矩, 单位是千分之一的额定扭矩
0x6072	max torque,最大扭矩, 单位是千分之一的额定扭矩;
0x6074	Torque demand,需求扭矩, 单位是千分之一的额定扭矩;
0x6077	torque actual value,实际扭矩, 单位是千分之一的额定扭矩;
0x6087	torque slope,扭矩斜坡, 单位是千分之一的额定扭矩每秒;

4.3.2 使用配置

- 1, 配置 0x6060(mode of operation)= 4(profile torque mode)。
 - 2, 配置 0x6040(control word)=0x06->0x07->0x0f, 让伺服进入使能状态。
 - 3, 更新 torque slope (6087)。
 - 4, 更新 target torque (6071), 电机会运行至目标目标扭矩。
- 注意 1: 6040(control word)的切换需要监测 6041(status word)各状态 bit 的变化。

4.4 插补位置模式,interpolated position mode

ip 模式下, 主控制器需要按照固定周期 (和 60C2.interpolation time period 相同) 将规划好的位置数据发送给伺服驱动器。伺服内部会根据 60C2 (interpolation time period) 将收到的目标位置进行 1 毫秒平均细分, 然后按照 1 毫秒周期执行细分后的位置数据。此模式只支持绝对位置,支持同步和异步模式控制。

4.4.1 相关字典

Index	描述
0x603F	Error code,错误码
0x6040	Control word,控制字
0x6041	Status word,状态字
0x605A	quickstop option code
0x605B	shutdown option code
0x605E	fault reaction option code
0x6060	mode of operation,工作模式
0x606C	velocity actual value,速度实际值,用户单位;
0x6077	torque actual value,实际输出扭矩,单位为千分比;
0x607C	home offset, 原点偏移,用户单位;
0x607D	software position limit, 软件位置限制,用户单位;
0x607F	max profile velocity,最大速度,用户单位;

0x6091	gear ratio,电子齿轮比
0x60C1	interpolation data record, 插补数据,只支持 1 条绝对位置;
0x60C2	interpolation time period, 插补时间
0x60F4	following error actual value,跟随误差实际值,用户单位;

4.4.2 使用配置

- 1, 配置 0x6060(mode of operation)= 7(interpolated position mode)。
- 2, 配置 60C2(interpolation time period)=位置规划周期
- 3, 配置 0x6040(control word)=0x06->0x07->0x0f, 让伺服进入使能状态。
- 4, 配置 0x6040(control word)=0x1f, 激活 interpolated position mode。
- 5, 主机控制端按照 60C2((interpolation time period)周期规划位置轨迹, 同时更新至电机的 60C1:01 (interpolation data record)字典。电机收到新位置, 按照插补周期细分后运行, 直到运行至目标位置。

注意 1: 6040(control word)的切换需要监测 6041(status word)各状态 bit 的变化。

4.6 循环同步位置模式, cyclic synchronous position mode

Csp 模式下, 电机收到新的目标位置后, 将会按照允许的最大速度运行目标位置。此模式只支持绝对位置,支持同步模式控制。

4.6.1 相关字典

Index	描述
0x1006	communication Cycle Period,同步周期;
0x603F	Error code,错误码
0x6040	Control word,控制字
0x6041	Status word,状态字
0x605A	quickstop option code
0x605B	shutdown option code
0x605E	fault reaction option code
0x6060	mode of operation,工作模式
0x6062	position demand value,位置规划值,用户单位;
0x6064	position actual value,位置当前值,用户单位;
0x606C	velocity actual value,速度实际值,用户单位;
0x6077	torque actual value,实际输出扭矩,单位为千分比;
0x607A	target position,目标位置,用户单位;
0x607C	home offset, 原点偏移,用户单位;
0x607D	software position limit, 软件位置限制,用户单位;
0x607F	max profile velocity,最大速度,用户单位;
0x6091	gear ratio,电子齿轮比
0x60F4	following error actual value,跟随误差实际值,用户单位;

4.6.2 使用配置

- 1, 配置 0x6060(mode of operation)= 8(cyclic synchronous position mode)。
 - 2, 配置 0x6040(control word)=0x06->0x07->0x0f, 让伺服进入使能状态。
 - 3, 主机控制端按照固定周期规划位置轨迹, 同时更新至电机的 607A (target position) 字典。电机收到新位置, 按照允许的最大速度运行至目标位置。
- 注意 1: 6040(control word)的切换需要监测 6041(status word)各状态 bit 的变化。

4.7 循环同步速度模式, cyclic synchronous velocity mode

Csv 模式下, 伺服驱动器收到控制端下发的目标速度后, 将会按照允许的最大速度运行至目标速度。

4.7.1 相关字典

Index	描述
0x1006	communication Cycle Period,同步周期;
0x603F	Error code,错误码
0x6040	Control word,控制字
0x6041	Status word,状态字
0x605A	quickstop option code
0x605B	shutdown option code
0x605E	fault reaction option code
0x6060	mode of operation,工作模式
0x606B	velocity demand value,速度规划值,用户单位;
0x606C	velocity actual value,速度实际值,用户单位;
0x6077	torque actual value,实际输出扭矩,单位为千分比;
0x607F	max profile velocity,最大速度,用户单位;
0x6091	gear ratio,电子齿轮比
0x2021	velocity flowing error window
0x60FF	target velocity,目标速度,用户单位;

4.7.2 使用配置

- 1, 配置 0x6060(mode of operation)= 9(cyclic synchronous velocity mode)。
 - 2, 配置 0x6040(control word)=0x06->0x07->0x0f, 让伺服进入使能状态。
 - 3, 主机控制端按照固定周期规划速度轨迹, 同时更新至电机的 60FF (target velocity) 字典。电机收到新速度, 按照允许的最大速度运行至目标速度。
- 注意 1: 6040(control word)的切换需要监测 6041(status word)各状态 bit 的变化。

4.8 循环同步扭矩模式, cyclic synchronous torque mode

Cst 模式下, 伺服驱动器收到控制端下发的目标扭矩后, 将会按照允许的最大扭矩运行至目标目标。

4.8.1 相关字典

Index	描述
0x1006	communication Cycle Period,同步周期;
0x603F	Error code,错误码
0x6040	Control word,控制字
0x6041	Status word,状态字
0x605A	quickstop option code
0x605B	shutdown option code
0x605E	fault reaction option code
0x6060	mode of operation,工作模式
0x6071	target torque,目标扭矩,以 rated torque 为基数的千分比;
0x6072	max torque,最大扭矩,以 rated torque 为基数的千分比;
0x6074	demand torque,需求扭矩,以 rated torque 为基数的千分比;
0x6077	torque actual value,实际输出扭矩,单位为千分比;

4.8.2 使用配置

- 1, 配置 0x6060(mode of operation)= 0x0a(cyclic synchronous torque mode)。
 - 2, 配置 0x6040(control word)=0x06->0x07->0x0f, 让伺服进入使能状态。
 - 3, 主机控制端按照固定周期规划扭矩轨迹, 同时更新至电机的 6071 (target torque)字典。电机收到新扭矩, 按照允许的最大扭矩运行至目标扭矩。
- 注意 1: 6040(control word)的切换需要监测 6041(status word)各状态 bit 的变化。

5 错误与处理

5.1 错误检测

当电机指示灯闪烁 1HZ 红色报警指示灯并且 6041-bit3=1，表示电机进入错误状态，可以通过读取字典 603f:00(uint16 类型)获得错误码(errorcode)。如电机 id=1，SDO 读取指令举例如下：

主机发送：canid=0x601,rtr=0,dlc=8,data=40 3f 60 00 00 00 00 00

电机返回：canid=0x581,rtr=0,dlc=8,data=4b 3f 60 00 11 86 00 00

以上电机返回 0x8611 就是当前错误码，只要返回值不为 0 即属于报错状态。如果判断错误可清除，可以通过写控制字典（6040: 00）=0x0080（FaultReset）指令清除错误。

5.2 错误处理

错误码	0x3210,过压保护
出错条件	DC 总线电压超过 0x202D:03 且持续时间大于 0x202D:04。
可能原因 1	原因：总线供电电压异常。 对策：检测总线电压情况，确认供电电压符合参数。
可能原因 2	原因：负载过重、减速度过大导致再生电压超限。 对策：降低减速度、加入泄放电阻。
可能原因 3	原因：电机硬件检测出错。 对策：硬件类出错一般无法自行恢复，可尝试重启后排除是否为硬件错误，如确认是硬件异常需联系厂家售后。

错误码	0x3220,欠压保护
出错条件	DC 总线电压低于 0x202D:01 且持续时间大于 0x202D:02。
可能原因 1	原因：总线供电电压异常。 对策：检测总线电压情况，确认供电电压符合参数。
可能原因 2	原因：负载过重、加速度过大导致电源供电电压拉低。 对策：加大电源电流输出能力、减缓加减速度等。
可能原因 3	原因：电机硬件异常导致电流消耗过大，拉低总线电压。 对策：硬件类出错一般无法自行恢复，可尝试重启后排除是否为硬件错误，如确认是硬件异常需联系厂家售后。

错误码	0x3230,过载保护
出错条件	连续工作过载，根据 i2t 方式计算积分超过过载限制值 0x2028:00。
可能原因 1	原因：过载或堵转 对策：检查电机是否过载、堵转或电机异常。
可能原因 2	原因：i2t 过载限制参数不合理。 对策：根据实际场景可适当修改过载限制值 0x2028:00。

错误码	0x4210,温度过高
出错条件	电机内部温度超过 0x2016:00(uint16)设置温度，默认 85 度

可能原因 1	原因：保护温度设置不合理 对策：检查 0x2016:00 字典是否合理
可能原因 2	原因：电机负载不合理，导致电机过载发热 对策：检查电机选型和负载是否匹配
可能原因 3	原因：电机硬件异常，导致电流过大或温度传感器损坏 对策：联系厂家返修

错误码	0x7121,电机堵转
出错条件	速度和位置模式下电机使能转动运转时，实际速度小于 2020:03，电流大于 2020:01 且持续时间大于 2020:02。2020:03 默认 100000，2020:01 默认 900，2020:02 默认 3000ms。
可能原因 1	原因：电机堵转或负载过大 对策：检查是否有堵转或机械卡滞
可能原因 2	原因：参数设置不合理 对策：结合实际使用检查 0x2020:01-03 字典是否合理，查看 6091:02 电子齿轮比是否修改，以上参数适配原始默认减速比，如修改电子齿轮比也要对应修改。
可能原因 3	原因：电机硬件异常，如编码器松动导致电机异常转动 对策：可重启查看是否能自行恢复，如果无法恢复联系厂家返修。

错误码	0x7310,电机超速
出错条件	速度和位置模式下电机使能后，实际速度大于 0x2024:00，持续时间大于 0x2025:00。(V138 版本之前超速字典为 0x607F:00)。
可能原因 1	原因：参数设置不合理 对策：结合实际使用检查 0x2024:00 字典是否合理，查看 6091:02 电子齿轮比是否修改，以上参数适配原始默认减速比，如修改电子齿轮比也要对应修改。
可能原因 2	原因：电机编码器异常，导致驱动异常，控制不受控 对策：排除外界因素导致，确认硬件异常联系厂家

错误码	0x8130,心跳掉线（主机掉线）
出错条件	主机配置了心跳机制字典(1016)，约束时间内电机未收到响应的守护信息，判定主机掉线。
可能原因 1	原因：参数设置不合理 对策：查看 1016 相关字典是否合理正确，不能小于实际主机心跳发出时间。
可能原因 2	原因：can 线断开、主机异常等。 对策：检查 can、主机供电及功能是否正常。

错误码	0x8500,速度误差过大
出错条件	PV, CSV 模式下电机内部规划速度和实际速度值差值超过 2021:01 字典，且持续时间大于 2021: 02。2021:01 默认 100000,2021:02 默认 3000ms。
可能原因 1	原因：电机堵转或负载过大 对策：检查是否有堵转或机械卡滞
可能原因 2	原因：参数设置不合理 对策：检查 0x2021:01,2021:02 字典是否合理。查看 6091:02 电子齿轮比

	是否修改，以上参数适配原始默认减速比，如修改电子齿轮比也要对应修改。
可能原因 3	原因：电机硬件异常，如编码器松动导致电机异常转动 对策：一般硬件异常无法自己恢复，可多次重启查看是否能自行恢复，如果无法自行恢复，需要联系厂家返修。

错误码	0x8611,位置误差过大
出错条件	PP, IP, CSP 模式下电机内部规划位置 and 实际位置差值超过 6065:00 字典，默认 300000
可能原因 1	原因：电机堵转或负载过大 对策：检查是否有堵转或机械卡滞
可能原因 2	原因：参数设置不合理 对策：检查 0x6065:00 字典是否合理。查看 6091:02 电子齿轮比是否修改，以上参数适配原始默认减速比，如修改电子齿轮比也要对应修改。
可能原因 3	原因：电机硬件异常，如编码器松动导致电机异常转动 对策：一般硬件异常无法自己恢复，可多次重启查看是否能自行恢复，如果无法自行恢复，需要联系厂家返修。

6 对象字典

6.1 1000h-CIA301 字典组

0x1000, device type, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1000	0x00	ro	uint32	/	/	NO

字典内容定义:

字典内容	描述
0x20192	设备类型 (固定值)

0x1001, error register, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1001	0x00	ro	Uint8	/	/	TPDO

字典内容定义:

Bit 内容	描述
0	generic error
1	current error
2	voltage error
3	temperature error
4	communication error
5	device profile specific error
6	reserved
7	manufacture error

0x1003, pre-defined error field, ARRAY

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1003	0x00	ro	Uint8	/	0	NO
0x1003	0x01	ro	Uint32	/	0	NO
0x1003	0x02	ro	Uint32	/	0	NO
0x1003	0x03	ro	Uint32	/	0	NO
0x1003	0x04	ro	Uint32	/	0	NO
0x1003	0x05	ro	Uint32	/	0	NO
0x1003	0x06	ro	Uint32	/	0	NO
0x1003	0x07	ro	Uint32	/	0	NO
0x1003	0x08	ro	Uint32	/	0	NO

0x1003	0x09	ro	Uint32	/	0	NO
0x1003	0x0A	ro	Uint32	/	0	NO

字典内容定义：

- subIndex=0x00,为当前记录的 error 的个数;
- subIndex=0x01~0x0A 为当前记录的 error;

0x1005, COB-ID SYNC message, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1005	0x00	const	uint32	/	0x00000080	NO

字典内容定义：

- 不支持修改 SYNC 的 COB-ID。

0x1006, communication cycle period, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1006	0x00	Rw	uint32	us	0	NO

字典内容定义：

- 循环同步周期，作为同步帧发生器时使用，默认设置为 0 关闭电机产生同步帧。
- 单位是微秒(us);

0x1008, manufacturer device name, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1008	0x00	ro	string	/	Euxxxx-xxx	NO

0x1009, Manufacturer Hardware Version, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1009	0x00	ro	string	/	Vx.xxxxxx	NO

0x100A, Manufacturer Software Version, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x100A	0x00	ro	string	/	Vxxx-xxxx	NO

0x100C, guard time, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x100C	0x00	rw	uint16	ms	0	NO

字典内容定义：

- 节点守护时间设置。(推荐使用 0x1016 心跳机制)

0x100D, life time factor, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x100D	0x00	rw	Uint8	\	0	NO

字典内容定义：

- 节点守护因子。(推荐使用 0x1016 心跳机制)

0x1010, store parameters, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1010	0x00	ro	Uint8	/	3	NO

store all parameters:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1010	0x01	rw	Uint32	/	0	NO

字典内容定义：

- 写入"0x65766173"保存所有参数到伺服电机内部 eeprom 中，其中参数 LSB 至 MSB 的 4 字节含义分别为：0x73='s',0x61='a',0x76='v',0x65='e'。
- 所有参数=通信参数+厂商参数+应用参数。

注：1010:02 和 1010:03 用法同 1010:01，目前均为保存所有参数，后续版本会分开保存。

0x1011, restore default parameters, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1011	0x00	ro	Uint8	/	3	NO

Restore all parameters:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1011	0x01	rw	Uint32	/	0	NO

字典内容定义：

- 写入" 0x64616F6C"恢复所有出厂参数到伺服电机，其中参数 LSB 至 MSB 的 4 字节含义分别为：0x6C='l',0x6F='o',0x61='a',0x64='d'。
- 所有参数=通信参数+厂商参数+应用参数。

注：1011:02 和 1011:03 用法同 1010:01，目前均为恢复所有参数，后续版本会分开恢复。

0x1014, COB ID emergency, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1014	0x00	Const	Uint32	/	0x00000080	NO

字典内容定义：

- 不支持修改 EMCY 的 COB-ID。

0x1015, inhibit time EMCY, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1015	0x00	rw	Uint16	0.1ms	0	NO

字典内容定义：

- EMCY 报文发送的抑制时间,也就是 EMCY 报文的最短发送间隔。
- 如果设置为 0,表示不限制发送间隔。

0x1016, consumer heartbeat time, ARRAY

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1016	0x00	ro	Uint32	/	0x04	NO
0x1016	0x01	Rw	Uint32	ms	0	NO
0x1016	0x02	Rw	Uint32	ms	0	NO
0x1016	0x03	Rw	Uint32	ms	0	NO
0x1016	0x04	Rw	Uint32	ms	0	NO
0x1016	0x05	Rw	Uint32	ms	0	NO

字典内容定义：

- 支持 5 组节点 heartbeat 监测;
- 每个监控节点的数据格式如下:

Byte3	Byte2	Byte1-byte0
reserved(0x00)	node-id	heartbeat time

0x1017, producer heartbeat time, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1017	0x00	rw	Uint16	ms	0	NO

字典内容定义：

- 配置非零值以激活主动心跳报文。

- 心跳报文属于 NMT, 所以任意 NMT 状态下都会发送。

0x1018, identity object, RECORD

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1018	0x00	const	Uint8	/	4	NO

vendor ID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1018	0x01	ro	Uint32	/	0	NO

- Vendor id:0x668

product code:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1018	0x02	ro	Uint32	/	0	NO

- 产品码列表

value	description
0x220801	PH08(谐波光电版)
0x230801	PH08(谐波双编版)
0x240802	PH08(谐波电池版)
0x221101	PH11(谐波光电版)
0x231101	PH11(谐波双编版)
0x221401	PH14(谐波双编版)
0x221701	PH17(谐波双编版)
0x222001	PH20(谐波双编版)
0x222501	PH25(谐波双编版)
0x240801	PP08(行星双编版)
0x241101	PP11(行星双编版)

revision number:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1018	0x03	ro	Uint32	/	0	NO

- 默认值: 0x10

serial number:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1018	0x04	ro	Uint32	/	0	NO

- 电机个体序列号

0x1200, SDO server parameter, RECORD

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1200	0x00	const	Uint8	/	2	NO

client to server COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
-------	----------	--------	------	-------	---------	---------

0x1200	0x01	const	Uint32	/	0x00000600+id	NO
--------	------	-------	--------	---	---------------	----

server to client COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1200	0x02	const	Uint32	/	0x00000580+id	NO

字典内容定义:

- 不支持修改 SDO 的 COB-ID;

0x1400, RPDO1 communication parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1400	0x00	const	Uint8	/	5	NO

COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1400	0x01	rw	Uint32	/	0x00000200+id	NO

- bit31=0 为使能,bit31=1 为禁止。设置=0x80000200+id 禁止此 RPDO, 设置 0x00000200+id 使能此 RPDO。

transmission type:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1400	0x02	const	Uint8	/	0xFF	NO

字典内容定义:

- transmission 支持以下种类:

value	description
0x00~0xF0	synchronous,同步
0xF1~0xFD	保留
0xFE	事件驱动
0xFF	事件驱动

event timer:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1400	0x05	rw	Uint16	/	0x00	NO

0x1401, RPDO2 communication parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1401	0x00	const	Uint8	/	5	NO

COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1401	0x01	rw	Uint32	/	0x00000300+id	NO

- bit31=0 为使能,bit31=1 为禁止。设置=0x80000300+nodeid 禁止此 RPDO, 设置 0x00000300+nodeid 使能此 RPDO。

transmission type:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
-------	----------	--------	------	-------	---------	---------

0x1401	0x02	const	Uint8	/	0xFF	NO
--------	------	-------	-------	---	------	----

字典内容定义:

- transmission 支持以下种类:

value	description
0x00~0xF0	synchronous,同步
0xF1~0xFD	保留
0xFE	事件驱动
0xFF	事件驱动

event timer:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1401	0x05	rw	Uint16	/	0x00	NO

0x1402, RPDO3 communication parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1402	0x00	const	Uint8	/	5	NO

COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1402	0x01	rw	Uint32	/	0x00000400+id	NO

- bit31=0 为使能,bit31=1 为禁止。设置=0x80000400+id 禁止此 RPDO, 设置 0x00000400+id 使能此 RPDO。

transmission type:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1402	0x02	const	Uint8	/	0xFF	NO

字典内容定义:

- transmission 支持以下种类:

value	description
0x00~0xF0	synchronous,同步
0xF1~0xFD	保留
0xFE	事件驱动
0xFF	事件驱动

event timer:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1402	0x05	rw	Uint16	/	0x00	NO

0x1403, RPDO4 communication parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1403	0x00	const	Uint8	/	5	NO

COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1403	0x01	rw	Uint32	/	0x00000500+id	NO

- bit31=0 为使能,bit31=1 为禁止。设置 =0x80000500+id 禁止此 RPDO, 设置 0x00000500+id 使能此 RPDO。

transmission type:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1403	0x02	const	Uint8	/	0xFF	NO

字典内容定义:

- transmission 支持以下种类:

value	description
0x00~0xF0	synchronous,同步
0xF1~0xFD	保留
0xFE	事件驱动
0xFF	事件驱动

event timer:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1403	0x05	rw	Uint16	/	0x00	NO

0x1600, RPDO1 mapping parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1600	0x00	Rw	Uint8	/	0	NO

mapped objects 1:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1600	0x01	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 2:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1600	0x02	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 3:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1600	0x03	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 4:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1600	0x04	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 5:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1600	0x05	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 6:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1600	0x06	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 7:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1600	0x07	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 8:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
-------	----------	--------	------	-------	---------	---------

0x1600	0x08	rw	Uint32	/	0x0	NO
--------	------	----	--------	---	-----	----

- mapped object 的 value 的组成如下表,其中 length 以 bit 计算,比如 uint8 的 length 是 8, uint32 的 length 是 32;

bit31~16	bit15~8	bit7~0
index	sub-index	length

- 0x1600 的 mapping parameter 配合 0x1400 的 communication parameter;

0x1601, RPDO2 mapping parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x00	Rw	Uint8	/	0	NO

mapped objects 1:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x01	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 2:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x02	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 3:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x03	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 4:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x04	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 5:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x05	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 6:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x06	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 7:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x07	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 8:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1601	0x08	rw	Uint32	/	0x0	NO

- mapped object 的 value 的组成如下表,其中 length 以 bit 计算,比如 uint8 的 length 是 8, uint32 的 length 是 32;

bit31~16	bit15~8	bit7~0
index	sub-index	length

- 0x1601 的 mapping parameter 配合 0x1401 的 communication parameter;

0x1602, RPDO3 mapping parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x00	Rw	Uint8	/	0	NO

mapped objects 1:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x01	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 2:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x02	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 3:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x03	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 4:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x04	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 5:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x05	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 6:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x06	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 7:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x07	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 8:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1602	0x08	rw	Uint32	/	0x0	NO

- mapped object 的 value 的组成如下表,其中 length 以 bit 计算,比如 uint8 的 length 是 8, uint32 的 length 是 32;

bit31~16	bit15~8	bit7~0
index	sub-index	length

- 0x1602 的 mapping parameter 配合 0x1402 的 communication parameter;

0x1603, RPDO3 mapping parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x00	Rw	Uint8	/	0	NO

mapped objects 1:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x01	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 2:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x02	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 3:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x03	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 4:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x04	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 5:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x05	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 6:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x06	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 7:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x07	rw	Uint32	/	0x0	NO

mapped objects 8:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1603	0x08	rw	Uint32	/	0x0	NO

- mapped object 的 value 的组成如下表,其中 length 以 bit 计算,比如 uint8 的 length 是 8, uint32 的 length 是 32;

bit31~16	bit15~8	bit7~0
index	sub-index	length

- 0x1603 的 mapping parameter 配合 0x1403 的 communication parameter;

0x1800, TPDO1 communication parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1800	0x00	const	Uint8	/	6	NO

COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1800	0x01	rw	Uint32	/	0x00000180+id	NO

- bit31=0 为使能,bit31=1 为禁止。设置 =0x80000180+id 禁止此 TPDO, 设置 0x00000180+id 使能此 TPDO。

transmission type:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1800	0x02	rw	Uint8	/	0xFF	NO

- transmission 支持以下种类:

value	description
0x00	async.事件触发后的下一个 SYNC 帧到来时发送 TPDO
0x01~0xF0	sync.如果值为 n,那么每 n 个 SYNC 帧发送一次 TPDO

0xF1~0xFB	保留
0xFB	不支持
0xFC	不支持
0xFE	事件驱动, 触发事件是 mapping 参数变动.
0xFF	事件驱动, 触发事件是 eventTimer 计时到 0

- 当为事件驱动时,发送时间间隔受到 inhibit time 的限制

inhibit time:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1800	0x03	rw	Uint16	0.1ms	0	NO

- inhibit time 的单位是 0.1ms,而 event timer 的单位是 ms,需要注意;

event timer:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1800	0x05	rw	Uint16	ms	0	NO

0x1801, TPDO2 communication parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1801	0x00	const	Uint8	/	6	NO

COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1801	0x01	rw	Uint32	/	0x00000280+id	NO

- bit31=0 为使能,bit31=1 为禁止。设置 =0x80000280+id 禁止此 TPDO, 设置 0x00000280+id 使能此 TPDO。

transmission type:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1801	0x02	rw	Uint8	/	0xFF	NO

- transmission 支持以下种类:

value	description
0x00	async.事件触发后的下一个 SYNC 帧到来时发送 TPDO
0x01~0xF0	sync.如果值为 n,那么每 n 个 SYNC 帧发送一次 TPDO
0xF1~0xFB	保留
0xFB	不支持
0xFC	不支持
0xFE	事件驱动, 触发事件是 mapping 参数变动.
0xFF	事件驱动, 触发事件是 eventTimer 计时到 0

- 当为事件驱动时,发送时间间隔受到 inhibit time 的限制.

inhibit time:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1801	0x03	rw	Uint16	0.1ms	0	NO

- inhibit time 的单位是 0.1ms,而 event timer 的单位是 ms,需要注意;

event timer:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1801	0x05	rw	Uint16	ms	0	NO

0x1802, TPDO3 communication parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1802	0x00	const	UInt8	/	6	NO

COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1802	0x01	rw	UInt32	/	0x00000380+id	NO

- bit31=0 为使能,bit31=1 为禁止。设置=0x80000380+id 禁止此 TPDO, 设置 0x00000380+id 使能此 TPDO。

transmission type:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1802	0x02	rw	UInt8	/	0xFF	NO

- transmission 支持以下种类:

value	description
0x00	async.事件触发后的下一个 SYNC 帧到来时发送 TPDO
0x01~0xF0	sync.如果值为 n,那么每 n 个 SYNC 帧发送一次 TPDO
0xF1~0xFB	保留
0xFB	不支持
0xFC	不支持
0xFE	事件驱动, 触发事件是 mapping 参数变动.
0xFF	事件驱动, 触发事件是 eventTimer 计时到 0

- 当为事件驱动时,发送时间间隔受到 inhibit time 的限制.

inhibit time:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1802	0x03	rw	UInt16	0.1ms	0	NO

- inhibit time 的单位是 0.1ms,而 event timer 的单位是 ms,需要注意;

event timer:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1802	0x05	rw	UInt16	ms	0	NO

0x1803, TPDO4 communication parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1803	0x00	const	UInt8	/	6	NO

COBID:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1803	0x01	rw	UInt32	/	0x00000480+id	NO

- bit31=0 为使能,bit31=1 为禁止。设置=0x80000480+id 禁止此 TPDO, 设置 0x00000480+id 使能此 TPDO。

transmission type:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
-------	----------	--------	------	-------	---------	---------

0x1803	0x02	rw	Uint8	/	0xFF	NO
--------	------	----	-------	---	------	----

- transmission 支持以下种类:

value	description
0x00	async.事件触发后的下一个 SYNC 帧到来时发送 TPDO
0x01~0xF0	sync.如果值为 n,那么每 n 个 SYNC 帧发送一次 TPDO
0xF1~0xFB	保留
0xFB	不支持
0xFC	不支持
0xFE	事件驱动, 触发事件是 mapping 参数变动.
0xFF	事件驱动, 触发事件是 eventTimer 计时到 0

- 当为事件驱动时,发送时间间隔受到 inhibit time 的限制.

inhibit time:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1803	0x03	rw	Uint16	0.1ms	0	NO

- inhibit time 的单位是 0.1ms,而 event timer 的单位是 ms,需要注意;

event timer:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1803	0x05	rw	Uint16	ms	0	NO

0x1A00, TPDO1 mapping parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x00	Rw	Uint8	/	0	NO

字典内容: 对应子索引个数。

mapped object 1:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x01	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 2:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x02	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 3:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x03	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 4:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x04	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 5:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x05	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 6:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x06	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 7:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x07	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 8:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A00	0x08	rw	Uint32	/	0	NO

字典内容：1A00:01-1A00:08 为 1A00 的 8 个子索引，每个子索引可设置映射一个对应的字典。对应格式如下：

Bit31-bit16	Bit15-bit8	Bit7-bit0
映射对象字典-主索引	映射对象字典-子索引	映射对象字典内容长度

0x1A01, TPDO2 mapping parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x00	Rw	Uint8	/	0	NO

字典内容：对应子索引个数。

mapped object 1:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x01	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 2:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x02	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 3:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x03	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 4:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x04	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 5:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x05	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 6:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x06	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 7:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x07	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 8:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A01	0x08	rw	Uint32	/	0	NO

字典内容：1A01:01-1A01:08 为 1A01 的 8 个子索引，每个子索引可设置映射一个对应的字典。对应格式如下：

Bit31-bit16	Bit15-bit8	Bit7-bit0
映射对象字典-主索引	映射对象字典-子索引	映射对象字典内容长度

0x1A02, TPDO3 mapping parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x00	rw	Uint8	/	0	NO

字典内容：对应子索引个数。

mapped object 1:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x01	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 2:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x02	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 3:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x03	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 4:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x04	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 5:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x05	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 6:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x06	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 7:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x07	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 8:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A02	0x08	rw	Uint32	/	0	NO

字典内容：1A02:01-1A02:08 为 1A02 的 8 个子索引，每个子索引可设置映射一个对应的字典。对应格式如下：

Bit31-bit16	Bit15-bit8	Bit7-bit0
映射对象字典-主索引	映射对象字典-子索引	映射对象字典内容长度

0x1A03, TPDO4 mapping parameter, RECORD

number of subindex:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A03	0x00	rw	Uint8	/	0	NO

字典内容：对应子索引个数。

mapped object 1:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
-------	----------	--------	------	-------	---------	---------

0x1A03	0x01	rw	Uint32	/	0	NO
--------	------	----	--------	---	---	----

mapped object 2:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A03	0x02	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 3:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A03	0x03	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 4:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A03	0x04	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 5:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A03	0x05	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 6:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A03	0x06	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 7:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A03	0x07	rw	Uint32	/	0	NO

mapped object 8:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x1A03	0x08	rw	Uint32	/	0	NO

字典内容：1A03:01-1A03:08 为 1A03 的 8 个子索引，每个子索引可设置映射一个对应的字典。对应格式如下：

Bit31-bit16	Bit15-bit8	Bit7-bit0
映射对象字典-主索引	映射对象字典-子索引	映射对象字典内容长度

6.2 2000h-厂商字典组

0x2001, servo parameter,伺服电机地址和比特率设置, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2001	0x00	Rw	Uint8	/	2	NO

Servo id,伺服电机地址字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2001	0x01	Rw	Uint8	/	1	NO

字典内容定义:

- 伺服电机节点 ID 修改, 支持 1-127。
- 修改后对参数保存字典 0x1010:01 写入"0x65766173"保存参数, 并断电重启生效。

Servo can baudrate,伺服电机波特率设置字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2001	0x02	Rw	Uint16	/	1000	NO

字典内容定义:

- 伺服电机节点 CAN 通信波特率修改, 波特率参数表如下。

1000	500	250	125	100	50	20	10
1000Kbit/s	500Kbit/s	250Kbit/s	125Kbit/s	100Kbit/s	50Kbit/s	20Kbit/s	10Kbit/s

- 修改后对参数保存字典 0x1010:01 写入"0x65766173"保存参数, 并断电重启生效。

0x2003, Soft Limit State,软件限位, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2003	0x00	Rw	Uint32	/	0	NO

字典内容定义:

- 写入" 0x4C494D54"开启伺服电机软件限位功能, 其中参数 LSB 至 MSB 的 4 字节含义分别为: 0x54='T',0x4D='M',0x49='I',0x4C='L'。
- 写入其他值则关闭软件限位功能。
- 修改后对参数保存字典 0x1010:01 写入"0x65766173"保存参数。

0x2004, Communication Mode,通信模式, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2004	0x00	Rw	Uint8	/	0	NO

字典内容定义:

- 0: EtherCAT 模式, 1: CANopen 模式, 其他: 保留。
- CANopen 系列关节不支持此字典。

- 修改后对参数保存字典 0x1010:01 写入"0x65766173"保存参数。

0x2010, Current loop pi, 伺服电机电流环 PI, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2010	0x00	Ro	Uint8	/	4	NO

Current loop kp default, 伺服电机电流环 Kp 默认值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2010	0x01	Ro	Uint16	/	/	NO

Current loop ki default, 伺服电机电流环 Ki 默认值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2010	0x02	Ro	Uint16	/	/	NO

Current loop kp, 伺服电机电流环 Kp 值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2010	0x03	Rw	Uint16	/	/	NO

Current loop ki, 伺服电机电流环 Ki 值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2010	0x04	Rw	Uint16	/	/	NO

注: 不同机型 PI 参数不同, 修改后如需保存, 需要发送保存指令。

0x2012, velocity loop pi, 速度环 PI, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2012	0x00	Ro	Uint8	/	4	NO

velocity loop kp default, 伺服电机速度环 Kp 默认值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2012	0x01	Ro	Uint16	/	/	NO

velocity loop ki default, 伺服电机速度环 Ki 默认值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2012	0x02	Ro	Uint16	/	/	NO

velocity loop kp, 伺服电机速度环 Kp 值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2012	0x03	Ro	Uint16	/	/	NO

velocity loop ki, 伺服电机速度环 Ki 值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2012	0x04	Ro	Uint16	/	/	NO

注: 不同机型 PI 参数不同, 修改后如需保存, 需要发送保存指令。

0x2013, position loop pi,位置环 PI, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2013	0x00	Ro	Uint8	/	4	NO

Position loop kp default,伺服电机位置环 Kp 默认值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2013	0x01	Ro	Uint16	/	0x400	NO

Position loop ki default,伺服电机位置环 Ki 默认值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2013	0x02	Ro	Uint16	/	0	NO

Position loop kp,伺服电机位置环 Kp 值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2013	0x03	Rw	Uint16	/	0x400	NO

Position loop ki,伺服电机位置环 Ki 值字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2013	0x04	Rw	Uint16	/	0	NO

注: 不同机型 PI 参数不同, 修改后如需保存, 需要发送保存指令。

0x2014, servo brake,抱闸控制, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2014	0x00	Ro	Uint8	/	3	NO

Brake control,抱闸控制字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2014	0x01	Rw	Uint8	/	0	NO

Brake state,抱闸状态字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2014	0x02	Ro	Uint8	/	0	NO

字典内容定义:

- 0x2014:01 字典为直接控制抱闸接口。通过直接写入 1 (或非 0) 值开启抱闸供电 (抱闸松开), 写入 0 关闭抱闸供电 (抱闸闭合)。
- 0x2014:02 字典为抱闸当前状态接口。值为 0 时代表抱闸供电关闭状态 (抱闸闭合), 值为 1 时代表 20V 供电开启状态 (抱闸松开), 值为 2 时代表 7V 供电保持状态 (抱闸松开)。

注: 在电机运动前, 如果抱闸未被供电开启, 会自动开启。

0x2016,servo temperature,电机温度, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2016	0x00	Ro	Uint8	/	3	NO

servo temperature,电机温度

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2016	0x01	Ro	Int8	度	/	NO

servo temperature limit,电机温度限制

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2016	0x02	Rw	Int8	度	85	NO

servo temperature limit time,电机温度保护时间

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2016	0x03	Rw	Uint16	ms	3000	NO

字典内容定义：

- 0x2016:01 电机内部的实时温度，有符号，最小单位为度。如字典值=40，代表当前温度为 40 度，如字典值=-10，代表当前温度为-10 度。
- 2016:02 电机保护温度，超过此温度且持续时间大于 2016:03 电机会报错停止运行，如更改需要保存，需发保存指令。
- 2016:03 电机超温持续时间，单位毫秒，如更改需要保存，需发保存指令。

0x2020,motor block,电机堵转, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2020	0x00	Ro	Uint8	/	3	NO

Block torque,堵转力矩

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2020	0x01	Rw	Uint16	/	900	NO

Block time,堵转时间

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2020	0x02	Rw	Uint16	Ms	3000	NO

Block velocity,堵转速度

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2020	0x03	Rw	Uint32	/	10000	NO

字典内容定义：

- 0x2020:01 堵转力矩，千分比，按照满值 1000。
- 0x2020:02 堵转时间，单位毫秒。
- 堵转速度，注意修改 6091:02 齿轮比时此值不会自动适配，需要根据实际修改。当电机运转过程中，扭矩大于堵转扭矩，持续时间大于堵转时间且速度小于堵转速度，电机即会报错并停止运行。以上参数修改保存，需要发送保存指令。

0x2021,velocity flowing error,速度跟随误差, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2021	0x00	Ro	Uint8	/	2	NO

Velocity flowing error windows,速度误差窗口

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2021	0x01	Rw	Uint32	/	100000	NO

Velocity flowing error time, 速度误差时间

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2021	0x02	Rw	Uint16	Ms	3000	NO

字典内容定义:

- 0x2021:01 速度跟随误差窗口。
- 0x2021:02 速度跟随误差持续时间。

速度模式下,电机内部规划速度和实际速度差值大于 2021:01 且持续时间大于 2021:02 时,电机将报错停止运行。

0x2022,torque window,力矩到达窗口, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2022	0x00	Rw	Uint16	1/1000	10	NO

字典内容定义:

- PT 模式下力矩到达检测窗口值,同 0x2023(torque window time)共同作用。当前扭矩和目标扭矩差值小于 torque window 且维持时间大于 torque window time,表示目标扭矩达到,状态字 6041-bit10=1。此值修改后,如需要保存,需要发送保存指令。

0x2023,torque window time,力矩到达窗口时间, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2023	0x00	Rw	Uint16	ms	1	NO

字典内容定义:

- PT 模式下力矩到达检测窗口时间值,同 0x2022(torque window)共同作用。当前扭矩和目标扭矩差值小于 torque window 且维持时间大于 torque window time,表示目标扭矩达到,状态字 6041-bit10=1。此值修改后,如需要保存,需要发送保存指令。

0x2024,over speed threshold,超速门限字典, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2024	0x00	Rw	Uint32	/	4369066	NO

字典内容定义：

- 实际速度超过此值并保持 over speed time(0x2025)时间，将会报超速错误。

0x2025,over speed time,超速持续时间字典, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2025	0x00	Rw	Uint16	Ms	100	NO

字典内容定义：

- 实际速度超过 over_speed_threshold(0x2024)并保持 over_speed_time(0x2025)时间，将会报超速错误。

0x2026,brake delay time,抱闸延时字典, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2026	0x00	Rw	Uint8	Ms	100	NO

字典内容定义：

- 用于下使能自动关闭抱闸供电，等待抱闸抱死再下使能的延时时间。

0x2028,i2t over load limit,过载保护限制值字典, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2028	0x00	Rw	Uint16	/	30	NO

字典内容定义：

- I2t 过载保护积分限制值，参照电机反馈扭矩(0x6077)和额定扭矩(扭矩=1000)，进行 $(I_p \cdot I_p - I_n \cdot I_n) \cdot T$ 积分计算，当积分制大于 0x2028 限制值会报过载错误，错误码:0x3230。 I_p 为实时扭矩相对额定扭矩的倍数参数， I_n 为额定扭矩倍数参数(即为 1)，当 $I_p < I_n$ 时会清空过载积分值。如电机连续按照扭矩反馈 2000 工作 10 秒， $i2t$ 过载积分值 $= (2 \cdot 2 - 1 \cdot 1) \cdot 10 = 30$ ，即触发过载保护。

0x2029,i2t over load value,过载保护值字典, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
-------	----------	--------	------	-------	---------	---------

0x2029	0x00	Ro	Uint16	/	0	NO
--------	------	----	--------	---	---	----

字典内容定义：

- I2t 过载保护实时积分值。

0x202A,first encoder value,第一编码器值, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x202A	0x00	Ro	Int32	/	0	NO

0x202B,second encoder value,第二编码器值, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x202B	0x00	Ro	Int32	/	0	NO

0x202C,theta bias value,电角度偏置, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x202C	0x00	Ro	Int32	/	0	NO

0x202D,dc voltage protection,母线直流电压保护, ARRAY

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x202D	0x00	Ro	uint8	/	4	NO

Under Voltage Threshold,欠压电压阈值

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x202D	0x01	Rw	uint32	mv	12000	NO

- 欠压电压阈值，单位毫伏，默认 12V。

Under Voltage Time,欠压检测时间阈值

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x202D	0x02	Rw	uint32	ms	5	NO

- 欠压检测时间阈值，单位毫秒，默认 5ms。

Over Voltage Threshold,过压电压阈值

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x202D	0x03	Rw	uint32	mv	75000/48000	NO

- 过压检测电压阈值，单位毫伏，额定电压 48V 系列关节默认值是 75000mv，额定电压 24V 系列关节默认是 48000mv。

Over Voltage Time,过压检测时间阈值

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x202D	0x04	Rw	uint32	ms	5	NO

- 过压检测时间阈值，单位毫秒，默认 5ms。

0x2030,torque sensor value,扭矩传感器值, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2030	0x00	Ro	Float	N.m	0	TPDO

字典内容定义：

- Float 类型，扭矩传感器数值，更新速率 1KHZ，单位牛米。

注：带扭矩传感器机型此数值才有效，常规机型此数值默认为 0。

字典内容定义：

- 写入范围 10-360，单位为度/(秒*秒)，表示伺服电机原点校正转动的最大减速度。

注：此字典只针对输出轴光电定位版本电机有效。

0x2110,torque factor,扭矩转换因子, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x2110	0x00	Rw	Uint16	/	/	NO

字典内容定义：

此参数为出厂参数，为 iq 对应额定扭矩转换因子。

6.3 6000h-CIA402 字典组

0x603f, servo error code, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x603f	0x00	ro	Uint16	/	0	RPDO

字典内容定义：

- 详细内容见 [5.2 错误处理](#)

0x6040, control word, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6040	0x00	rw	Uint16	/	/	RPDO

字典内容定义：

- 详细内容见 [2.2.2 控制字](#)

0x6041, status word, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6041	0x00	rw	Uint16	/	/	TPDO

字典内容定义：

- 详细内容见 [2.2.3 状态字](#)

0x605A, quickstop option code, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x605A	0x00	rw	int16	/	1	NO

字典内容定义：

值	内容定义
0	立即停机,轴处于自由转动状态, 若有抱闸且自动抱闸使能会关闭抱闸供电, 进入抱闸状态。
1	按照减速斜坡减速停机,轴处于自由转动状态, 若有抱闸且自动抱闸使能会关闭抱闸供电, 进入抱闸状态。
2	按照快停减速斜坡减速停机, 轴处于自由转动状态, 若有抱闸且自动抱闸使能会关闭抱闸供电, 进入抱闸状态。
5	按照减速斜坡减速停机,轴处于保持状态。
6	按照快停减速斜坡减速停机, 轴处于保持状态。

其他	同 0 处理。
----	---------

- 在有重力做工或惯性较大的的情况下,谨慎使用 quickstop 功能;
- PP/PV/CSP/CSV/IP 模式的减速斜率由 0x6084 决定,快停减速斜率由 0x6085 决定; CST/PT 模式的减速斜率和快减斜率都是 0x6087 决定;

0x605B, shutdown option code, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x605B	0x00	rw	int16	/	1	NO

字典内容定义:

值	内容定义
0	立即停机,轴处于自由转动状态,若有抱闸且自动抱闸使能会关闭抱闸供电,进入抱闸状态。
1	按照减速斜坡减速停机,轴处于自由转动状态,若有抱闸且自动抱闸使能会关闭抱闸供电,进入抱闸状态。
其他	同 0 处理

- 在有重力做工或惯性较大的情况下,谨慎使用 shutdown 功能;
- PP/PV/CSP/CSV/IP 模式的减速斜率由 0x6084 决定; CST/PT 模式的减速斜率是 0x6087 决定;

0x605C, disable operation option code, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x605C	0x00	rw	int16	/	1	NO

字典内容定义:

值	内容定义
任意	按照减速斜坡减速停机,轴处于保持状态。

- PP/PV/CSP/CSV/IP 模式的减速斜率由 0x6084 决定; CST/PT 模式的减速斜率是 0x6087 决定;

0x605D, halt option code, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x605D	0x00	rw	int16	/	1	NO

字典内容定义:

值	内容定义
任意	按照减速斜坡减速停机,轴处于保持状态。

- PP PP/PV/CSP/CSV/IP 模式的减速斜率由 0x6084 决定; CST/PT 模式的减速斜率是 0x6087 决定;

0x605E, fault reaction option code, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x605E	0x00	rw	int16	/	0	NO

字典内容定义:

值	内容定义
0	立即停机,轴处于自由转动状态,若有抱闸且自动抱闸使能会关闭抱闸供电,进入抱闸状态。
1	按照减速斜坡减速停机,轴处于自由转动状态,若有抱闸且自动抱闸使能会关闭抱闸供电,进入抱闸状态。
2	按照快停减速斜坡减速停机,轴处于自由转动状态,若有抱闸且自动抱闸使能会关闭抱闸供电,进入抱闸状态。
其他	同 2 处理

- PP/PV/CSP/CSV/IP 模式的减速斜率由 0x6084 决定,快减斜率由 0x6085 决定;
CST/PT 模式的减速斜率和快减斜率都是 0x6087 决定;

0x6060, mode of operation, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6060	0x00	rw	Int8	/	1	RPDO

字典内容定义:

值	内容定义
1	profile position mode, 轨迹位置模式
3	profile velocity mode, 轨迹速度模式
4	profile torque mode, 轨迹力矩模式
7	interpolated position mode, 插补位置模式
8	Cyclic synchronous position mode, 循环同步位置模式
9	Cyclic synchronous velocity mode, 循环同步速度模式
10	Cyclic synchronous torque mode, 循环同步扭矩模式

0x6061, mode of operation display, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6061	0x00	ro	Int8	/	1	TPDO

字典内容定义:

值	内容定义
1	profile position mode, 轨迹位置模式
3	profile velocity mode, 轨迹速度模式
4	profile torque mode, 轨迹力矩模式
7	interpolated position mode, 插补位置模式
8	Cyclic synchronous position mode, 循环同步位置模式
9	Cyclic synchronous velocity mode, 循环同步速度模式

10	Cyclic synchronous torque mode, 循环同步扭矩模式
----	--

0x6062, position demand value, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6062	0x00	ro	Int32	pulse	/	TPDO

- 单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse,可通过配置 0x6091 电子齿轮比来修改为需要的单位比例。

0x6064, position actual value, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6064	0x00	ro	Int32	pulse	0	TPDO

- 单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse,可通过配置 0x6091 电子齿轮比来修改为需要的单位比例。

0x6065, maximal following error, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6065	0x00	rw	uint32	pulse	300000	NO

- 位置模式下,电机内部规划位置 and 实际位置差值大于 6065:00 时,电机报错停机。

0x6067, position window, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6067	0x00	rw	uint32	pulse	100	NO

- 位置模式位置到达判断位置窗口,电机内部规划位置和时间位置差值在 6067:00 内且持续时间大于 6068:00,即认为位置到达,6041 状态字 target reached bit 即会被置位。

0x6068, position window time, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6068	0x00	rw	Uint16	ms	1	NO

- 位置模式位置到达判断持续时间,电机内部规划位置和时间位置差值在 6067:00 内且持续时间大于 6068:00,即认为位置到达,6041 状态字 target reached bit 即会被置位。

0x606B, velocity demand value, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x606B	0x00	ro	Int32	Pulse/s	0	TPDO

- 电机内部实时规划的理论速度值，单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse/s,可通过配置 0x6091 电子齿轮比来修改为需要的单位比例。

0x606C, velocity actual value, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x606C	0x00	ro	Int32	Pulse/s	0	TPDO

- 电机实时速度值，单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse/s,可通过配置 0x6091 电子齿轮比来修改为需要的单位比例。

0x606D, velocity window, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x606D	0x00	rw	UInt16	Pulse/s	10000	NO

- PV 模式下，电机速度到达检测窗口值，同 0x606E(velocity window time)共同作用。当目标速度和当前速度差值小于 0x606D 且持续时间大于 0x606E，表示目标速度到达，6041-bit10 置 1。修改后，如需要保存，需要发送保存指令。

0x606E, velocity window time, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x606E	0x00	rw	UInt16	ms	1	NO

- PV 模式下，电机速度到达检测窗口时间值，同 0x606D(velocity window)共同作用。当目标速度和当前速度差值小于 0x606D 且持续时间大于 0x606E，表示目标速度到达，6041-bit10 置 1。修改后，如需要保存，需要发送保存指令。

0x606F, velocity threshold, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x606F	0x00	rw	UInt16	Pulse/s	1000	NO

- PV 模式下，电机速度零速检测窗口值，同 0x6070(velocity threshold time)共同作用。当实际速度小于 0x606F 且持续时间大于 0x6070，表示目标速度为 0，6041-bit12 置 1。修改后，如需要保存，需要发送保存指令。

0x6070, velocity threshold time, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6070	0x00	rw	UInt16	ms	1	NO

- PV 模式下，电机零速检测窗口时间值，同 0x6070(velocity threshold time)共同作用。当实际速度小于 0x606F 且持续时间大于 0x6070，表示目标速度为 0，6041-bit12 置 1。

修改后，如需要保存，需要发送保存指令。

0x6071, target torque, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6071	0x00	rw	Int16	1/1000	0	T/RPDO

- 目标扭矩，用于扭矩模式，1000 对应额定扭矩。

0x6072, max torque, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6072	0x00	rw	Int16	1/1000	/	RPDO

- 电机最大扭矩限制，1000 对应额定扭矩，不同型号默认值不一样。可在位置、速度模式下通过修改此值限制最大扭矩输出。

0x6074, torque demand, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6074	0x00	ro	Int16	1/1000	0	TPDO

- 电机内部实时规划的扭矩目标值，1000 对应额定扭矩。

0x6077, torque actual value, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6077	0x00	ro	Int16	1/1000	0	TPDO

- 电机内部实时的扭矩值，1000 对应额定扭矩。

0x6078, current actual value, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6078	0x00	ro	Int16	/	0	TPDO

- 电机内部实时的 iq 值。

0x6079, dclink circuit voltage, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6079	0x00	ro	uInt32	Mv	/	TPDO

- 电机内部直流母线电压，单位 mv。

0x607A, target position, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x607A	0x00	rw	Int32	Pulse	0	T/RPDO

- 电机目标位置，单位为 pulse,可通过配置 0x6091 电子齿轮比来修改为需要的单位比例。

0x607C, home offset, VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x607C	0x00	rw	Int32	/	0	NO

- 设置机械原点与电机原点的偏移差值。

0x607D, software position limit, VAR

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x607D	0x00	Ro	UInt8	/	2	NO

软件位置限制最小位置 min position limit 字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x607D	0x01	Rw	Int32	/	-2147483648	NO

软件位置限制最大位置 max position limit 字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x607D	0x02	Rw	Int32	/	2147483647	NO

字典内容:

- 位置限制开关见厂商自定义字典: SoftLimitState(0x2003:00)。

0x607F, max profile velocity,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x607F	0x00	rw	Int32	Pulse/s	4369066	NO

- 位置模式、速度模式最大速度限制。

0x6081, profile velocity,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6081	0x00	rw	UInt32	Pulse/s	/	NO

- 用于 profile position mode 模式时的巡航速度。
- 单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse/s,可通过配置 0x6091 gear ratio 来修改为需要的单位。

0x6083, profile acceleration,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6083	0x00	rw	Uint32	Pulse/s2	/	NO

- 用于轨迹运动模式时的巡航加速度。
- 单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse/s,可通过配置 0x6091 gear ratio 来修改为需要的单位。

0x6084, profile deceleration,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6084	0x00	rw	Uint32	Pulse/s2	/	NO

- 用于轨迹运动模式时的巡航减速度。
- 单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse/s,可通过配置 0x6091 gear ratio 来修改为需要的单位。

0x6085, quickstop deceleration,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6085	0x00	rw	Uint32	Pulse/s2	/	NO

- 单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse/s,可通过配置 0x6091 gear ratio 来修改为需要的单位。

0x6087, torque slope,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6087	0x00	rw	Uint32	/	/	NO

- torque slope 理解为 torque 的加速度,如果要 0.1 秒内将 torque 加到额定值,那么 torque slope 就是 $1000/0.1=10000$ 。

0x6091, gear ratio, VAR

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6091	0x00	Ro	Uint8	/	2	NO

电机输出轴 motor revolutios 分辨率字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6091	0x01	Ro	Uint32	/	65536*减速比	NO

用户输入 shaft revolutions 分辨率字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
-------	----------	--------	------	-------	---------	---------

0x6091	0x02	Rw	Uint32	/	65536*减速比	NO
--------	------	----	--------	---	-----------	----

字典内容:

- EuPH 系列电机统一采用 gear ratio (0x6091)作为各种模式下减速后输出端位置、速度、加减速度的电子比例，通过修改 6091:02 来适配用户输入单位和电机输出单位。
- EuPH 系列电机默认原始电机 16bit 输出，乘以减速比后代表电机输出轴转动一圈的脉冲总数，如 81 减速比电机，一圈脉冲分辨率=81*65536=5308416.

0x60C1, interpolation data record, VAR

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x60C1	0x00	Ro	Uint8	/	1	NO

插补位置数据字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x60C1	0x01	Rw	int32	/	0	T+RPDO

- 用于线性插补位置模式的位置;
- 只支持 1 个数据;

0x60C2, interpolation time period, VAR

number of subindex

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x60C2	0x00	Ro	Uint8	/	2	NO

插补时间周期字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x60C2	0x01	Rw	Uint8	/	1	NO

插补单位字典:

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x60C2	0x02	Ro	Int8	/	-3	NO

- 0x60C2-01 为插补周期，需要和控制端实际规划下发的周期保持一致。
- 0x60C2:02 默认为-3，不可修改，代表时间单位为毫秒。

0x60F4, following error actual value,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x60F4	0x00	ro	int32	Pulse	/	RPDO

- 位置模式下，规划位置 and 实际位置的实时差值。

0x60FF, target velocity,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
-------	----------	--------	------	-------	---------	---------

0x60FF	0x00	rw	int32	Pulse/s	0	NO
--------	------	----	-------	---------	---	----

- 单位为用户单位,默认情况下的单位为 pulse/s,可通过配置 0x6091 gear ratio 来修改为需要的单位。

0x6502, supported drive modes,VAR

Index	SubIndex	Access	Type	Units	Default	Map PDO
0x6502	0x00	ro	uint32	-	0x03CD	NO

- 支持如下模式:

值	内容定义
1	profile position mode, 轨迹位置模式
3	profile velocity mode, 轨迹速度模式
4	profile torque mode, 轨迹力矩模式
7	interpolated position mode, 插补位置模式
8	cyclic synchronous position mode, 循环同步位置模式
9	cyclic synchronous velocity mode, 循环同步速度模式
10	cyclic synchronous torque mode, 循环同步扭矩模式