Yanlanmc®
For smarter equip

用户技术手册

CANOPEN电机驱动协议说明书

通信接口　CANopen

全部或部分适用于以下产品

YLEC200S-CP , YLEC200-CP, YLEC400-CP, YLEC800-CP, YLEC1000-CP,
YLEC1200-CP, YLEC1500-CP, YLEC1800-CP, YLEC3000-CP



目录（点击对应目录可跳转）

一、文档名词说明---------- 1

二、CANopen协议报文ID及基本概念 ---------- 1

三、CANopen协议详解 ---------- 4

四、对象字典OD明细 ---------- 13

五、CiA402控制状态机 ---------- 36

六、上位机设置为CANOPEN通信 ---------- 38

七、故障信息说明 ---------- 39

八、控制模式 ---------- 40

九、SDO abort code ---------- 49

定制服务 ---------- 50

注意事项 ---------- 51

服务、维护、保修 ---------- 51

印记 ---------- 51

无刷FOC驱动器选型指南：

主命名方式：

YLEC - 200S - RM

① ② ③

① YLEC系列无刷驱动器

②功率代号

200S: 微型200W
200: 常规200W
400: 常规400W
800: 常规800W
1000: 常规1000W
1200: 常规1200W
1500: 常规1500W
1800: 常规1800W
3000: 常规3000W

③通讯代码

RM: RS485
CN: CAN2.0
CP: CANopen
X:客户定制

电流对照表：

	额定电流 (A)	峰值电流（A）	电压范围 (VDC)
200S	4 A	8 A	12-80V
200	5 A	10 A	
400	10 A	20 A	
800	16 A	32 A	
1000	20 A	40 A	
1200	24 A	48 A	
1500	30 A	60 A	
1800	36 A	72 A	
3000	70 A	140 A	

1. 文档名词说明

简称	全称	备注
CCW	count clockwise	逆时针方向
COB	communication object	通信对象
CSP	cyclic synchronous position	循环同步位置模式
CST	cyclic synchronous torque	循环同步扭矩模式
CSV	cyclic synchronous velocity	循环同步速度模式
CW	clockwise	顺时针方向
HM	homing mode	回零模式
HS	home switch	原点开关
IPM	interpolation position mode	插补位置模式
PDO	process data object	过程数据对象
PP	profile position	标准位置模式，也叫规划位置模式
PT	profile torque	标准扭矩模式，也叫规划扭矩模式
PV	Profile velocity	标准速度模式，也叫规划速度模式
RPM	revolution per minute	圈每分钟,一种速度单位
ERPM	electrical revolution per minute	电角度转每分钟,一种速度单位，erpm=rpm*磁极对数
ro	read only	只读
rw	read write	读写
wo	write only	只写
SDO	service data object	服务数据对象

2. CANopen 协议报文 ID 及基本概念

2.1. 网络管理（NMT）

虽然 CANopen 的通讯发挥了 CAN 的特色，所有节点通信地位平等，运行时允许自行发送报文，但CANopen网络为了稳定可靠可控，都需要设置一个网络管理主机 NMT-Master （NetworkManagement-Master），所有节点的启动、停止都是有他进行控制。
NMT 主机一般是 CANopen 网络中具备监控的 PLC 或者 PC（当然也可以是一般的功能节点），所以也成为 CANopen 主站。
相对应的其他 CANopen 节点就是 NMT 从机(NMT-slaves)。
NMT 主机和 NMT 从机之间通讯的报文就称为 NMT 网络管理报文。管理报文负责层管理、网络管理和 ID 分配服务。
例如，初始化、配置和网络管理（其中包括节点保护）。网络管理中，同一个网络中只允许有一个主节点、一个或多个从节点，并遵循主从模式。
另外，为了协调各个节点的同步、心跳、时间、错误提示等通讯控制，CANopen 还定义了一系列特殊协议（Special protocols）报文。
如表 1-1 所示，为 CANopen 预定义报文（Pre-defined CAN-IDs）的 NMT 报文和特殊协议报文。

表 1-1 NMT 与特殊协议的 CAN-ID 定义

Object 对象	Specification 规范	CAN-ID
NMT 网络管理命令	CiA301	000_h
Global failsafe command 全局故障安全命令	CiA304	001_h
Flying master 动态主站	CiA302-2	071_h to 076_h
Indicate active interface 标示活动接口	CiA302-6	$07F_h$
Sync 同步报文	CiA301	080_h
Emergency 紧急报文	CiA301	081_h to $0FF_h$（080_h +node-ID)
Time stamp 时间戳报文	CiA301	100_h
Safety-relevant data objects 安全相关数据对象	CiA301	101_h to 180_h

2.2. 过程数据对象（PDO）和服务数据对象（SDO）

用户应用 CANopen 时，需要传递的配置信息和应用信息都是放在过程数据对象 PDO（Process dataobject）和服务数据对象
SDO (Service data object)里面。这就是 CiA301 协议所规定的基础协议，而CiA4xx 的子协议或者用户自定义的对象就是具体数据内容。
PDO 和 SDO 的通讯区别在于，PDO 属于过程数据，即单向传输，无需接收节点回应 CAN 报文来确认，从通讯术语上来说是属于“生产消费”模型。
如图 1-1 所示：

图 1-1 生产消费模型



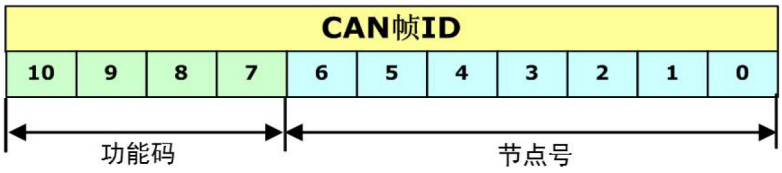
而 SDO 属于服务数据，有指定被接收节点的地址（Node-ID），并且需要指定的接收节点回应 CAN报文来确认已经接收，
如果超时没有确认，则发送节点将会重新发送原报文。这种通讯方式属于常见的“服务器客户端”的通信模型，即我们通常所说的轮询式。
如图 1-2 所示。

图 1-2 服务器客户端模型



对于 PDO 和 SDO 的报文 ID 分配，为了减少网络的组态工作量，CANopen 预定义了强制性的缺省标识符（CAN-ID）分配表，该分配表是基于 11 位 CAN-ID 的标准帧格式。将其划分为 4 位的功能码（Function-ID）和 7 位的节点号（Node-ID）。
如图 1-3 所示.

图 1-3 PDO 和 SDO 的预定义连接 ID 分配



在 CANopen 里也通常把 CAN-ID 称为 COB-ID（通信对象编号）。所以我们可以分清楚两个易于混淆的名称：

- COB-ID：Communication Object Identifier,即 CANopen 中对某种通讯对象的报文帧 ID，即 CAN报文的 11 位 ID。代表了一种通讯含义。
- Node-ID：节点 ID 号，即 CANopen 网络中的节点地址，CANopen 规定了逻辑上最大 128 个节点，所以 Node-ID 最大为 128（7 位）。

COB-ID 和 Node-ID 无必然联系，但在过程数据对象（PDO）和服务数据对象（SDO） 中，COB-ID中包含了 Node-ID
由于需要区分每个 CANopen 节点的输入和输出，所以 PDO 分为 TPDO（发送 PDO）和(接收RPDO)，发送和接收是以 CANopen 从站节点为参考（如果 CAN 主站就相反）。TPDO 和 RPDO 分别有 4 个数据对象，每种数据对象就是 1 条 CAN 报文封装。
而 SDO 就相对比较简单固定，发起通讯的“问”SDO 的 CAN 帧 ID 就是 600h +node-ID，这里的 Node-ID 是被问的节点地址，而被问的节点应“答”SDO 的 CAN 帧 ID 就是 580h+node-ID。一般在 CANopen 网络中，只有 NMT 主机能发起 SDO 通讯，进行节点参数配置或者关键性参数的传递。当然从节点也可以对其他从节点发起 SDO 通讯。

表 1-2 PDO 与 SDO 的 CAN-ID 定义

Object 对象	Specification 规范	CAN-ID (COB-ID)
TPDO1 发送过程数据对象 1	CiA301	181_h to $1FF_h$ (180_h +node-ID)
RPDO1 接收过程数据对象 1	CiA301	201_h to $27F_h$ (200_h +node-ID)
TPDO2 发送过程数据对象 2	CiA301	281_h to $2FF_h$ (280_h +node-ID)
RPDO2 接收过程数据对象 2	CiA301	301_h to $37F_h$ (300_h +node-ID)
TPDO3 发送过程数据对象 3	CiA301	381_h to $3FF_h$ (380_h +node-ID)
RPDO3 接收过程数据对象 3	CiA301	401_h to $47F_h$ (400_h +node-ID)
TPDO4 发送过程数据对象 4	CiA301	481_h to $4FF_h$ (480_h +node-ID)
RPDO4 接收过程数据对象 4	CiA301	501_h to $57F_h$ (500_h +node-ID)
Default SDO server-to-client 服务数据对象“答”	CiA301	581_h to $5FF_h$ (580_h +node-ID)
Default SDO client-to-server 服务数据对象“问”	CiA301	601_h to $67F_h$ (600_h +node-ID)

2.3. 对象字典 OD

CANopen 对象字典（OD: Object Dictionary）是 CANopen 协议最为核心的概念。所谓的对象字典就是一个有序的对象组，描述了对应 CANopen 节点的所有参数，包括通讯数据的存放位置也列入其索引，这个表变成可以传递形式就叫做 EDS 文件（电子数据文档 Electronic Data Sheet）。
每个对象采用一个 16 位的索引值来寻址，这个索引值通常被称为索引，其范围在 0x0000 到 0xFFFF之间。为了避免数据大量时无索引可分配，所以在某些索引下也定义了一个 8 位的索引值，这个索引值通常被称为子索引，其范围是 0x00 到 0xFF 之间。
每个索引内具体的参数，最大用 32 位的变量来表示，即 Unsigned32，四个字节。
每个 CANopen 设备都有一个对象字典，使用电子数据文档（EDS 文件）来记录这些参数，而不需要把这些参数记录在纸上。对于 CANopen 网络中的主节点来说，不需要对 CANopen 从节点的每个对象字典项都访问。
CANopen 对象字典中的项由一系列子协议来描述。子协议为对象字典中的每个对象都描述了它的功能、名字、索引、子索引、数据类型，以及这个对象是否必需、读写属性等等， 这样可保证不同厂商的同类型设备兼容。
CANopen 协议的核心描述子协议是 DS301，其包括了 CANopen 协议应用层及通信结构描述，其它的协议子协议都是对 DS301 协议描述文本的补充与扩展。在不同的应用行业都会起草一份 CANopen设备子协议，子协议编号一般是 DS4xx 。

表 1-3 对象字典概述

Index range 索引范围	Description 描述
0000_h	Reserved 保留
0001_h to $025F_h$	Data types 数据类型
0260_h to $0FFF_h$	Reserved 保留
1000_h to $1FFF_h$	Communication profile area 通讯对象子协议区
2000_h to $5FFF_h$	Manufacturer-specific profile area 制造商特定子协议区
6000_h to $9FFF_h$	Standardized profile area 标准化设备子协议区
$A000_h$ to $AFFF_h$	Network variables 网络变量（符合 IEC61131-3）
$B000_h$ to $BFFF_h$	System variables 用于路由网关的系统变量
$C000_h$ to $FFFF_h$	Reserved 保留

3. CANopen 协议详解

3.1. 网络管理 NMT（Network management)

一个 CANopen 网络中为了保证可靠、可控，必须要 NMT 网络管理， 这是节点具备 CANopen 协议的最基本的要素。

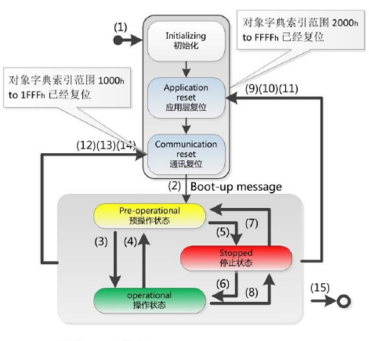
3.1.1. NMT 节点状态

NMT 管理涉及到一个 CANopen 节点从上电开始的 6 钟状态，包括：

- **初始化（Initializing）：** 节点上电后对功能部件包括 CAN 控制器进行初始化；
- **应用层复位（Application Reset）：** 节点中的应用程序复位（开始），比如开关量输出、模拟量输出的初始值；
- 通讯复位（Communication reset）：节点中的 CANopen 通讯复位（开始），从这个时刻起，此节点就可以进行 CANopen 通讯了。
- **预操作状态（Pre-operational）：** 节点的 CANopen 通讯处于操作就绪状态，此时此节点不能进行PDO 通信，而可以进行 SDO 进行参数配置和 NMT 网络管理的操作；
- **操作状态（operational）：** 节点收到 NMT 主机发来的启动命令后，CANopen 通讯被激活，PDO通信启动后，按照对象字典里面规定的规则进行传输，同样 SDO 也可以对节点进行数据传输和参数修改；
- **停止状态（Stopped）：** 节点收到 NMT 主机发来的停止命令后，节点的 PDO 通信被停止，但 SDO和 NMT 网络管理依然可以对节点进行操作；

除了初始化状态，NMT 主机通过 NMT 命令可以让网络中任意一个的 CANopen 节点进行其他 5 种状态的切换。如图 2-1 所示。
当然 CANopen 节点也可以程序自动完成这些状态的切换。

图 2-1 NMT 管理状态转换图

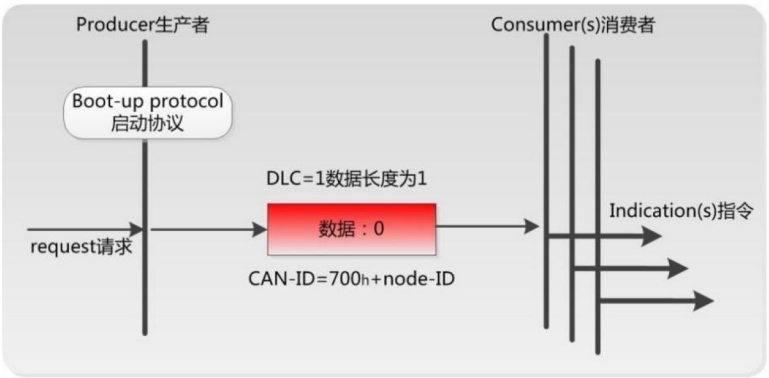


(1)Power on上电
(2)Automatic switch to Pre-operational
自动切换到预操作状态
(3)and(6)NMT Switch to Operational
网络管理切换到操作状态
(4)and(7)NMT Switch to Pre-Operational
网络管理切换到预操作状态
(5)and(8)NMT Switch to Stopped
网络管理切换到停止状态
(9),(10)and(11)NMT Switch to Application reset
网络管理切换到应用层复位状态
(12),(13)and(14)NMT Switch to Communication reset
网络管理切换到通讯复位状态
(15)Power-off or hardware reset
掉电或者硬件复位

3.1.2. NMT 节点上线报文

任何一个 CANopen 从站上线后，为了提示主站它已经加入网络（便于热插拔），或者避免与其他从站 Node-ID 冲突。这个从站必须发出节点上线报文（boot-up），如图 2-2 所示，节点上线报文的 ID 为700h+Node-ID，数据为 1 个字节 0。生产者为 CANopen 从站

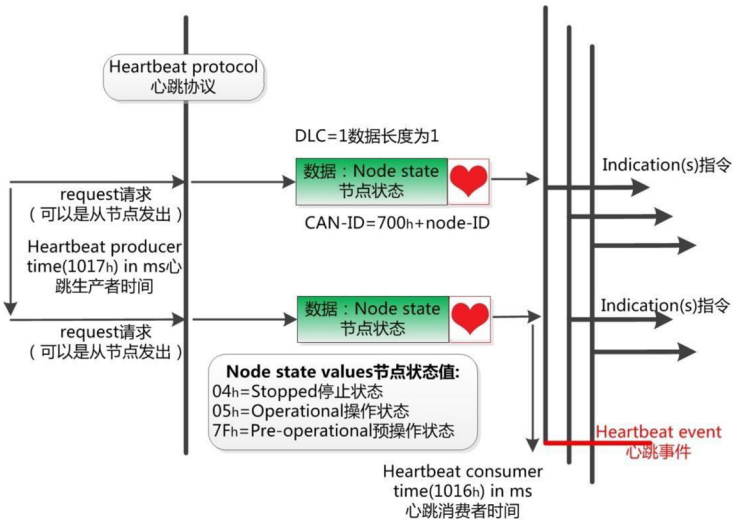
图 2-2 节点上线报



3.1.3. NMT 节点状态与心跳

为了监控 CANopen 节点是否在线与目前的节点状态。CANopen 应用中通常都要求在线上电的从站定时发送状态报文（心跳报文），以便于主站确认从站是否故障、是否脱离网络。如图 2-3 所示，为心跳报文发送的格式，CANID 与节点上线报文相同为 700h+Node-ID，数据为 1 个字节，代表节点目前的状态，04h 为停止状态，05h 为操作状态，7Fh 为预操作状态。

图 2-3 节点状态与心跳报文



CANopen 从站按其对象字典中 1017h 中填写的心跳生产时间（ms）进行心跳报文的发送，而CANopen 主站（NMT 主站）则会按其 1016h 中填写的心跳消费时间进行检查，假设超过诺干次心跳消费时间没有收到从站的心跳报文，则认为从站已经离线或者损坏。

3.1.4. NMT 节点状态切换命令

NMT 网络管理中，最核心的就是 NMT 节点状态切换命令，这是 NMT 主站所进行网络管理的“命令”报文。
CANID 均为 000h，具备最高的 CAN 优先级。数据为 2 个字节

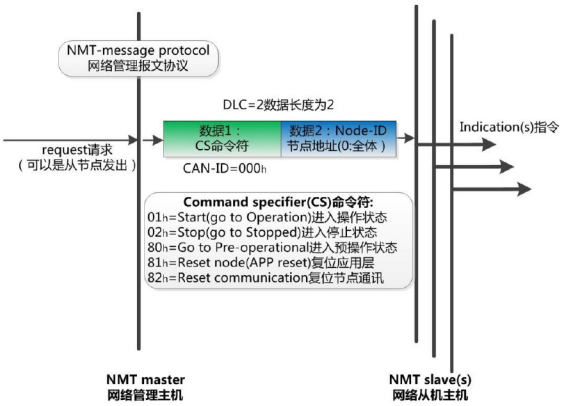
- **第 1 个字节代表命令类型**

  01h 为启动命令（让节点进入操作状态）；
  02h 为停止命令（让节点进入停止状态）；
  80h 为进入预操作状态（让节点进入预操作状态）；
  81h 为复位节点应用层（让节点的应用恢复初始状态，比如列车门都恢复打开状态）；
  82h 为复位节点通讯（让节点的 CAN 和 CANopen 通讯重新初始化，一般用于总线收到干扰，导致节点总线错误被动，或者总线关闭时）。

- **第二个字节代表被控制的节点 Node-ID**

  如果要对整个网络所有节点同时进行控制，则这个数值为 0 即可。
  如图 2-4 所示:

图 2-4 节点状态切换命令



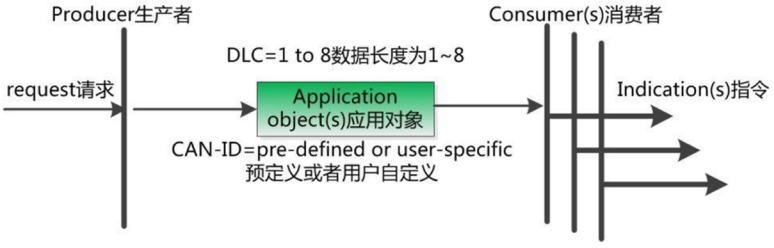
3.2. 过程数据对象 PDO（Process data object)

PDO 属于过程数据用来传输实时数据，即单向传输，无需接收节点回应 CAN 报文来确认，从通讯术语上来说是属于“生产消费”模型 PDO，没有指向性。
数据长度被限制为 1~8 字节。最多只要 1 帧就可以把一条信息或者一个变量传递结束。

3.2.1. PDO 的 CAN-ID 定义

PDO 通信比较灵活，广义上只要符合 PDO 范围内的所有 CANID 都可以作为节点自身的 TPDO 或者RPDO 使用，也称为 COB-ID，不受功能码和 Node-ID 限制，如图 2-5 所示。

图 2-5 PDO 的 CANID 规则



而在 PDO 预定义中，人为规定了 TPDO 和 RPDO，规定了 Node-ID 在 PDO 中的位置，规定了 PDO的编号，如表 2-1 所示。

表 2-1 PDO 的 CAN-ID 定义

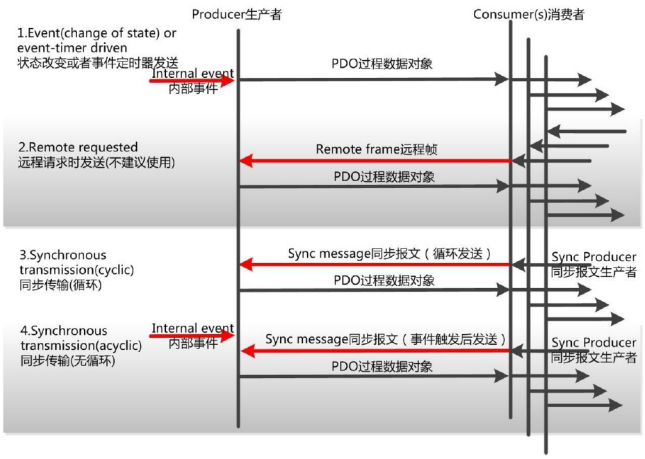
Object 对象	Specification 规范	CAN-ID（COB-ID）
TPDO1 发送过程数据对象 1	CiA301	181_h to $1FF_h$（180_h +node-ID）
RPDO1 接收过程数据对象 1	CiA301	201_h to $27F_h$（200_h +node-ID）
TPDO2 发送过程数据对象 2	CiA301	281_h to $2FF_h$（280_h +node-ID）
RPDO2 接收过程数据对象 2	CiA301	301_h to $37F_h$（300_h +node-ID）
TPDO3 发送过程数据对象 3	CiA301	381_h to $3FF_h$（380_h +node-ID）
RPDO3 接收过程数据对象 3	CiA301	401_h to $47F_h$（400_h +node-ID）
TPDO4 发送过程数据对象 4	CiA301	481_h to $4FF_h$（480_h +node-ID）
RPDO4 接收过程数据对象 4	CiA301	501_h to $57F_h$（500_h +node-ID）

PDO 分为 TPDO（发送 PDO）和(接收 RPDO)，发送和接收是以 CANopen 节点自身为参考（如果CAN 主站或者其他从站就相反）。
TPDO 和 RPDO 分别有 4 个数据对象，每种数据对象就是 1 条 CAN报文封装，这些都是数据收发的容器。

3.2.2. PDO 的传输形式

PDO 的两种传输方式：同步传输和异步传输。 如图 2-6 所示，1、2 为异步传输，3、4 为同步传输。

图 2-6 PDO 的传输形式



- **异步传输（由特定事件触发）**

  其触发方式可有两种，第一种是由设备子协议中规定的对象特定事件来触发（例如，定时传输，数据变化传输等）。
  第二种是通过发送与 PDO 的 COB-ID 相同的远程帧来触发 PDO 的发送。目前应用中的异步传输基本都采用第一种。

- **同步传输（通过接收同步对象实现同步）**

  同步传输就是通过同步报文让所有节点能在同一时刻进行上传数据或者执行下达的应用指令，可以有效避免异步传输导致的应用逻辑混乱和总线负载不平衡的问题。一般发送同步报文的节点是 NMT 主机。
  同步传输又可分为周期传输（循环）和非周期传输（无循环）。周期传输则是通过接收同步对象（SYNC）来实现，可以设置 1~240 个同步对象触发。非周期传输是由远程帧预触发或者由设备子协议中规定的对象特定事件预触发传送。

3.2.3. PDO 的通信参数

PDO 通信参数，定义了该设备所使用的 COB-ID、传输类型、定时周期等。RPDO 通讯参数位于对象字典索引的 1400h to 15FFh，TPDO 通讯参数位于对象字典索引的 1800h to 19FFh。每条索引代表一个 PDO 的通信参数集，其中的子索引分别指向具体的各种参数。如表 2-2 所示。

表 2-2 PDO 的通信参数

Index 索引	Sub-index 子索引	Description 描述	Data type 数据类型
RPDO: 1400h to 15FFh TPDO: 1800h to 19FFh	00h	Number of entries 参数条目数量	Unsigned8
	01h	COB-ID：发送/接收这个 PDO 的帧 ID	Unsigned32
	02h	Transmission type 发送类型	Unsigned8
		00h：非循环同步	
		01h：循环同步	
		FCh：远程同步	
		FDh：远程异步	
		FEh：异步，制造商特定事件	
		FFh：异步，设备子协议特定事件	
	03h	Inhibit time 生产禁止约束时间(1/10ms)	Unsigned16
	05h	Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms)	Unsigned16
	06h	SYNC start value 同步起始值	Unsigned8

- **Number of entries 参数条目数量：**即本索引中有几条参数；
- **COB-ID：**即这个 PDO 发出或者接收的对应 CAN 帧 ID；
- **发送类型：**即这个 PDO 发送或者接收的传输形式，通常使用循环同步和异步制造商特定事件较多；
- **Inhibit time 生产禁止约束时间(1/10ms)：**约束 PDO 发送的最小间隔，避免导致总线负载剧烈增加，比如数字量输入过快，导致状态改变发送的 TPDO 频繁发送， 总线负载加大，所以需要一个约束时间来进行“滤波”，这个时间单位为 0.1ms；
- **Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms)：**定时发送的 PDO，它的定时时间，如果这个时间为 0，则这个 PDO 为事件改变发送。
- **SYNC start value 同步起始值：**同步传输的 PDO，收到诺干个同步包后，才进行发送，这个同步起始值就是同步包数量。比如设置为 2，即收到 2 个同步包后才进行发送。

3.2.4. PDO 的映射参数

PDO 映射参数包含了一个对象字典中的对象列表，这些对象映射到相应的 PDO，其中包括数据的长度（单位，位），对于生产者和消费者都必须要知道这个映射参数，才能够正确的解释 PDO 内容。就是将通信参数、应用数据和具体 CAN 报文中数据联系起来。
RPDO 通讯参数 1400h to 15FFh，映射参数 1600h to 17FFh，数据存放为 2000h 之后厂商自定义区域；TPDO 通讯参数 1800h to 19FFh，映射参数 1A00h to 1BFFh，数据存放为 2000h 之后厂商自定义区域。
为了更加直观地表现映射，表 2-3 模拟 TPDO1，将参数、应用数据、CAN 报文数据联合起来展示，不同的映射采用不同的颜色。

表 2-3 PDO 在对象字典中的映射关系

Index 索引	Sub 子索引	Object contents 对象内容
1800h 通信参数	01h	COB-ID：值为 181h
	02h	发送类型: FEh
	03h	生产禁止约束时间(1/10ms)：200
	05h	Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms)：0
	06h	SYNC start value 同步起始值：无
1A00h 映射参数	01h	值20000108 h 为映射到索引 2000h 的子索引 01h，对象是 8 位
	02h	值20030310 h 为映射到索引 2003h 的子索引 03h，对象是 16 位
	03h	值20030108 h 为映射到索引 2003h 的子索引 01h，对象是 8 位
以下为厂商自定义区域：		
2000h	01h	值01h
2000h	02h	值02h
2001h	00h	值00h
2002h	00h	值00h
2003h	01h	值12h
2003h	02h	值34h
2003h	03h	值5678h

CAN transmission(CAN 发送报文)
TPDO1（CAN-ID = 181h） Data field：数据域 4 个字节

Data1	Data2	Data3	Data4
01h	78h	56h	12h

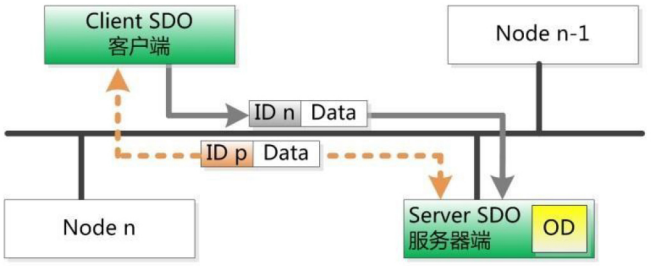
3.3. 服务数据对象 SDO（Service data object）

SDO 主要用于 CANopen 主站对从节点的参数配置。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）。

3.3.1. 通讯原则（communication principle）

SDO 的通讯原则非常单一，发送方（客户端）发送 CAN-ID 为 600h+Node-ID 的报文， 其中Node-ID 为接收方（服务器）的节点地址，数据长度均为 8 字节；
接收方（服务器）成功接收后，回应 CAN-ID 为 580h+Node-ID 的报文。这里的 Node-ID 依然是接收方（服务器）的节点地址，数据长度均为 8 字节。如图 2-7 所示。

图 2-7 SDO 通讯原则

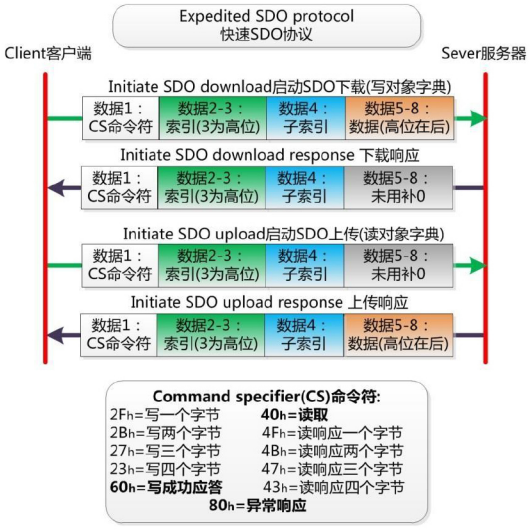


原则1.DLC=8数据长度均为8，不存在的补0
原则2.CAN-ID client-to-server for Default-SDO=600h+node-ID
客户端发给服务器（问）的CAN-ID为600h加节点地址
原则3.CAN-ID server-to-client for Default-SDO=580h+node-ID
服务器发给客户端（答）的CAN-ID为580h加节点地址

3.3.2. 快速 SDO 协议（Expedited SDO protocol）

最常用最常见的 SDO 协议是快速 SDO，所谓快速，就是 1 次来回就搞定。前提是读取和写入的值不能大于 32 位。如图 2-8 所示，为快速 SDO 协议的示意图。命令中直接包含了要读写的索引、子索引、数据。可谓直接命中。

图 2-8 快速 SDO



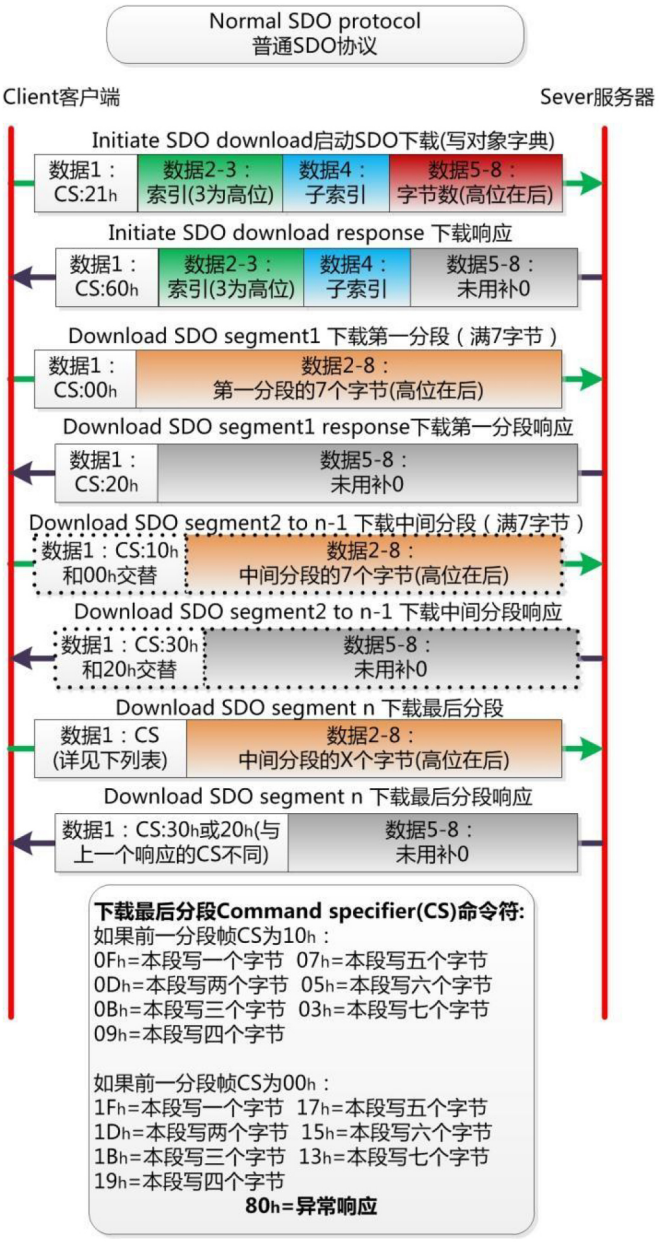
通过快速 SDO，可以直接对 CANopen 节点的对象字典中的值进行读取和修改，所以在做参数配置之外，也经常作为关键性数据传输之用。

3.3.3. 普通 SDO 协议（Normal SDO protocol）

当需要传输的值超过 32 位时，就不能使用快速 SDO 传输。必须使用普通 SDO 进行分帧传输。在应用中较少用到，一般用于 CANopen 节点的程序固件升级，或者做网关转换 MVB 总线之类数据最大可达 256 位的应用。
当然普通 SDO 的 CAN 帧 ID 与快速 SDO 相同，依然发送方（客户端）发送的报文 CAN-ID为 600h+Node-ID，接收方（服务器）成功接收后，回应 CAN-ID 为 580h+Node-ID 的报文。

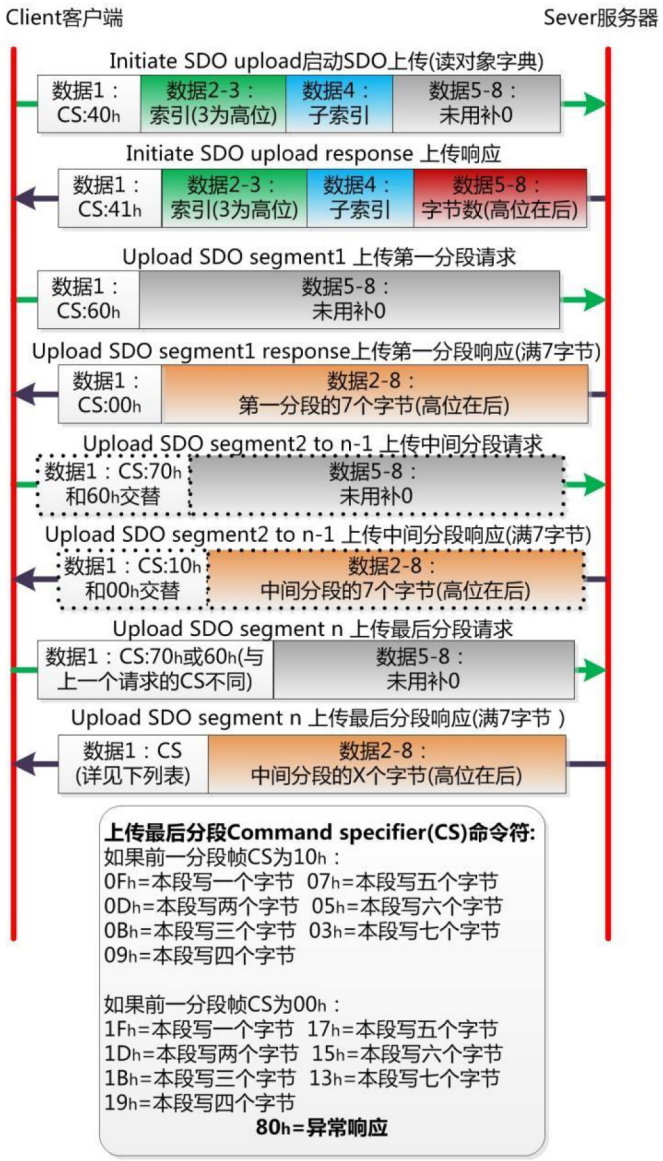
下载协议 download protocol 如图 2-9 所示

图 2-9 普通 SDO 下载协议



上传协议 upload protocol 如图 2-10 所示。

图 2-10 普通 SDO 上传协议



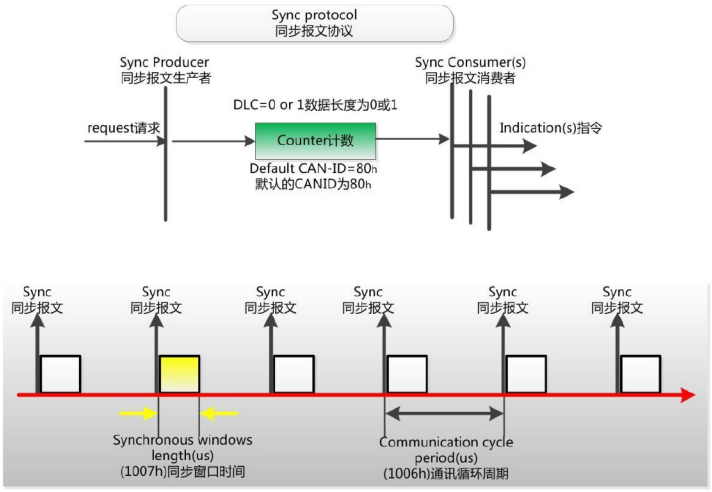
3.4. 特殊协议（Special protocols）

为了方便 CANopen 主站对从站管理。在 CANopen 协议中，已经为特殊的功能预定义了 COB-ID，其主要有以下几种特殊报文。

3.4.1. 同步协议（Sync protocol）

同步（SYNC），该报文对象主要实现整个网络的同步传输。
每个节点都以该同步报文作为 PDO 触发参数，因此该同步报文的 COB-ID 具有比较高的优先级以及最短的传输时间。
一般选用 80h 作为同步报文的 CAN-ID，如图 2-11 所示。

图 2-11 同步报文



一般同步报文由 NMT 主机发出，CAN 报文的数据为 0 字节。但如果一个网络内有 2 个同步机制，就需要设置不同的同步节拍，
比如某些节点按 1 个同步帧发送 1 次 PDO，其他的节点收到 2 个同步帧才发送 1 此 PDO，所以这里 PDO 参数中的同步起始值就起了作用。

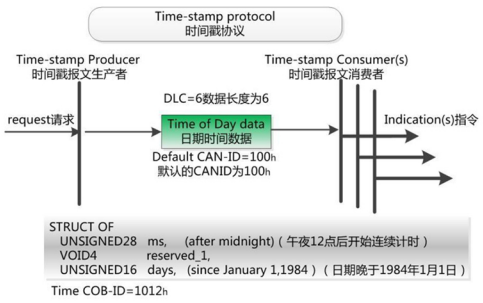
在同步协议中，有 2 个约束条件：

同步窗口时间：索引 1007h 约束了同步帧发送后，从节点发送 PDO 的时效，即在这个时间内发送的 PDO 才有效，超过时间的 PDO 将被丢弃；
通讯循环周期：索引 1006h 规定了同步帧的循环周期。

3.4.2. 时间戳协议（Time-stamp protocol）

时间标记对象（Time Stamp），NMT 主机发送自身的时钟，为网络各个节点提供公共的时间参考，即网络对时，这在故障诊断中非常需要。
时间戳协议采用广播方式，无需节点应答，CAN-ID 为 100h，数据长度为 6，数据为当前时刻与 1984年 1 月 1 日 0 时的时间差。
如图 2-12 所示。节点将此时间存储在对象字典 1012h 的索引中

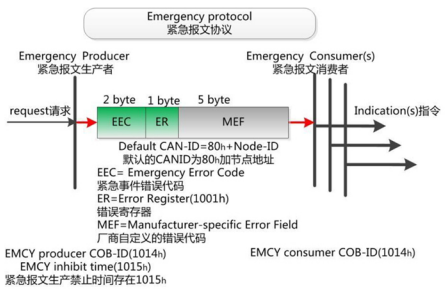
图 2-12 时间戳协议



3.4.3. 紧急报文协议（Emergency protocol）

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，如图 2-13 所示。

图 2-13 紧急报文



4. 对象字典 OD 明细

4.1. CiA301 控制字

4.1.1. 0x1000, Device Type

Index	0x1000
subIndex	0x00
Object name	Device Type
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	0x00020192
PDO mapping	no

描述：

- 0x00020192 指类型为直流无刷电机伺服 CANopen 协议规范。

4.1.2. 0x1001, Error Register

Index	0x1001
subIndex	0x00
Object name	Error Register
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	TPDO

描述：

任何错误的发生,generic error 位总是置位的;

Bit	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

4.1.3. 0x1003, Pre-defined Error Field

Index	0x1003
Object name	Pre-defined Error Field
Object Code	ARRAY

subIndex	0x00
name	Number Of Errors
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

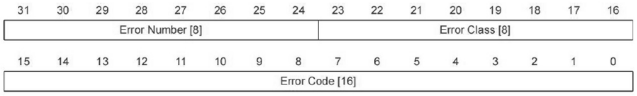
subIndex	0x01
name	Standard Error Field
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述:

- subIndex=0x00,为当前记录的 error 的个数;
- 对 0x00 写入 0 会清除所有错误;
- subIndex=0x01 为当前记录的 error,0x01 记录的 error 最新,如果当前无错误记录,那么尝试读取会

返回 SDO abort 0x08000024.

Bit 描述:



- Error Number [8]

Bit	描述
1	过压
2	欠压
3	过流
4	过温
5	MCU 欠压
6	从看门狗复位
7	编码器 SPI 故障
8	FLASH 故障
9	U 相电流传感器故障
10	V 相电流传感器故障
11	W 相电流传感器故障
12	三相电流不均衡
13	APP 配置有错误
14	电机配置有错误
15	CANopen 心跳故障
16	堵转
17	失速
18	超差
19	编码器未找到 Z 信号

- Error Class[8]

  和 0x1001, Error Register 相等。

- Error Code[16]

Error Code	描述
0x1000	普通错误
0x2300	过流
0x3100	电压错误
0x4200	温度错误
0x6010	从看门狗重启

4.1.4. 0x1005, COB-ID Sync

Index	0x1005
subIndex	0x00
Object name	COB-ID Sync
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000080
PDO mapping	no

描述:

您可以通过将 Bit 30 设置为“1”来激活同步消息的生成 (控制器成为网络的同步主机) 。在 0x1006, Communication Cycle Period 中设置循环时间。

4.1.5. 0x1006, Communication Cycle Period

Index	0x1006
subIndex	0x00
Object name	Communication Cycle Period
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述:

- 设置为 0 会 disable sync message;

- 单位是微秒(us),实际内部分辨精度是 1000us,也就是 1ms，建议设置为 1ms 的整倍数;

4.1.6. 0x1008, Manufacturer Device Name

Index	0x1008
subIndex	0x00
Object name	Manufacturer Device Name
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	VISIBLE_STRING
Default	"UFOC"
PDO mapping	no

4.1.7. 0x1009, Manufacturer Hardware Version

Index	0x1009
subIndex	0x00
Object name	Manufacturer Hardware Version
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	VISIBLE_STRING
Default	"0"
PDO mapping	no

4.1.8. 0x100A, Manufacturer Software Version

Index	0x100A
subIndex	0x00
Object name	Manufacturer Software Version
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	VISIBLE_STRING
Default	"6.6"
PDO mapping	no

4.1.9. 0x1010, Store Parameters

4.1.10. 0x1011, Restore Default Parameters

描述：

保存配置、恢复默认配置等功能仅支持上位机修改。

4.1.11. 0x1014, COB-ID EMCY

Index	0x1014
subIndex	0x00
Object name	COB-ID EMCY
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x80
PDO mapping	no

描述：

紧急帧 ID

4.1.12. 0x1016, Consumer Heartbeat Time

Index	0x1016
Object name	Consumer Heartbeat Time
Object Code	ARRAY

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x03
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	Consumer Heartbeat Time
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Consumer Heartbeat Time
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

subIndex	0x03
name	Consumer Heartbeat Time
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

- 默认支持接受 3 路节点的 heartbeat 消息;
- 每个监控节点的数据格式如下:
  - Bits 0 to 15: 监测心跳的时间，单位 ms。
  - Bits 16 to 23: 监测节点的 ID。



4.1.13. 0x1017, Producer Heartbeat Time

Index	0x1017
subIndex	0x00
Object name	Producer Heartbeat Time
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

- 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;;

4.1.14. 0x1018, Identity Object

Index	0x1018
Object name	Identity Object
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x04
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	Vendor-ID
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000

PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Product Code
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

subIndex	0x03
name	Revision Number
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

subIndex	0x04
name	Serial Number
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

4.1.15. 0x1200, SDO server parameter

Index	0x1200
Object name	SDO server parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x02
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	Client to Server COB-ID
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x600
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Server to Client COB-ID
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x580
PDO mapping	no

描述：

- 不支持修改 SDO 的 COB-ID;

4.1.16. 0x1400, Receive PDO 1 Communication Parameter

Index	0x1400
Object name	Receive PDO 1 Communication Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x02
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	COB-ID
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x200
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Transmission Type
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0xFF
PDO mapping	no

4.1.17. 0x1401, Receive PDO 2 Communication Parameter

Index	0x1401
Object name	Receive PDO 2 Communication Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x02
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	COB-ID
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x300
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Transmission Type
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0xFF
PDO mapping	no

4.1.18. 0x1402, Receive PDO 3 Communication Parameter

Index	0x1402
Object name	Receive PDO 3 Communication Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x02
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	COB-ID
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x400
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Transmission Type
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0xFF

PDO mapping	no

4.1.19. 0x1403, Receive PDO 4 Communication Parameter

Index	0x1403
Object name	Receive PDO 4 Communication Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x02
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	COB-ID
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x500
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Transmission Type
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0xFF
PDO mapping	no

4.1.20. 0x1600, Receive PDO 1 Mapping Parameter

Index	0x1600
Object name	Receive PDO 1 Mapping Parameter
Object Code	RECORD

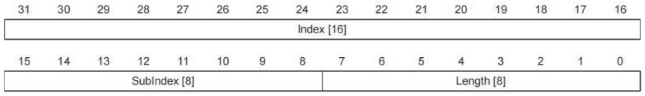
subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x08
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	PDO 1 Mapping for an application object 1
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x60400010
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	PDO 1 Mapping for an application object 2
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x60600008
PDO mapping	no

描述：

- subIndex 0x03~0x08 默认无映射，默认值为 0。不单独列出。
- 对应 RPDO 参数为 0x1400, Receive PDO 1 Communication Parameter
- 映射规则如下：



- Index [16]

映射对象的索引。

- Subindex [8]

  映射对象的子索引。

- Length [8]

  映射的对象的长度（以 bits 为单位）。

4.1.21. 0x1601, Receive PDO 2 Mapping Parameter

映射规则见0x1600, Receive PDO 1 Mapping Parameter。对应RPDO参数为0x1401, Receive PDO 2 Communication Parameter。

4.1.22. 0x1602, Receive PDO 3 Mapping Parameter

映射规则见0x1600, Receive PDO 1 Mapping Parameter。对应RPDO参数为0x1402, Receive PDO 3 Communication Parameter。

4.1.23. 0x1603, Receive PDO 4 Mapping Parameter

映射规则见0x1600, Receive PDO 1 Mapping Parameter。对应RPDO参数为0x1403, Receive PDO 4 Communication Parameter。

4.1.24. 0x1800, Transmit PDO 1 Communication Parameter

Index	0x1800
Object name	Transmit PDO 1 Communication Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x06
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	COB-ID
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x180
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Transmission Type
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0xFF
PDO mapping	no

subIndex	0x03
name	Inhibit Time
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x04
name	Compatibility Entry
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x05

name	Event Timer
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x06
name	SYNC Start Value
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：

- Number of entries 参数条目数量：即本索引中有几条参数；
- COB-ID：即这个 PDO 发出或者接收的对应 CAN 帧 ID；
- Transmission Type：即这个 PDO 发送或者接收的传输形式，通常使用循环同步和异步制造商特定事件较多；
- Inhibit time 生产禁止约束时间(1/10 ms)：约束 PDO 发送的最小间隔，避免导致总线负载剧烈增加，比如数字量输入过快，导致状态改变发送的 TPDO 频繁发送， 总线负载加大，所以需要一个约束时间来进行“滤波”，这个时间单位为 0.1ms；
- Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms)：定时发送的 PDO，它的定时时间，

  如果这个时间为 0，则这个 PDO 为事件改变发送。

  SYNC start value 同步起始值：同步传输的 PDO，收到诺干个同步包后，才进行发送，这个同步起始值就是同步包数量。比如设置为 2，即收到 2 个同步包后才进行发送。

4.1.25. 0x1801, Transmit PDO 2 Communication Parameter

Index	0x1801
Object name	Transmit PDO 2 Communication Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x06
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	COB-ID
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x280
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Transmission Type
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0xFF
PDO mapping	no

subIndex	0x03
name	Inhibit Time
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000

PDO mapping	no

subIndex	0x04
name	Compatibility Entry
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x05
name	Event Timer
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x06
name	SYNC Start Value
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：

- Number of entries 参数条目数量：即本索引中有几条参数；
- COB-ID：即这个 PDO 发出或者接收的对应 CAN 帧 ID；
- Transmission Type：即这个 PDO 发送或者接收的传输形式，通常使用循环同步和异步制造商特定事件较多；
- Inhibit time 生产禁止约束时间(1/10 ms)：约束 PDO 发送的最小间隔，避免导致总线负载剧烈增加，比如数字量输入过快，导致状态改变发送的 TPDO 频繁发送， 总线负载加大，所以需要一个约束时间来进行“滤波”，这个时间单位为 0.1ms；
- Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms)：定时发送的 PDO，它的定时时间，

  如果这个时间为 0，则这个 PDO 为事件改变发送。

  SYNC start value 同步起始值：同步传输的 PDO，收到诺干个同步包后，才进行发送，这个同步起始值就是同步包数量。比如设置为 2，即收到 2 个同步包后才进行发送。

4.1.26. 0x1802, Transmit PDO 3 Communication Parameter

Index	0x1802
Object name	Transmit PDO 3 Communication Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x06
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	COB-ID
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x380
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Transmission Type

Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0xFF
PDO mapping	no

subIndex	0x03
name	Inhibit Time
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x04
name	Compatibility Entry
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x05
name	Event Timer
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x06
name	SYNC Start Value

Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：

- Number of entries 参数条目数量：即本索引中有几条参数；
- COB-ID：即这个 PDO 发出或者接收的对应 CAN 帧 ID；
- Transmission Type：即这个 PDO 发送或者接收的传输形式，通常使用循环同步和异步制造商特定事件较多；
- Inhibit time 生产禁止约束时间(1/10 ms)：约束 PDO 发送的最小间隔，避免导致总线负载剧烈增加，比如数字量输入过快，导致状态改变发送的 TPDO 频繁发送， 总线负载加大，所以需要一个约束时间来进行“滤波”，这个时间单位为 0.1ms；
- Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms)：定时发送的 PDO，它的定时时间，

  如果这个时间为 0，则这个 PDO 为事件改变发送。

  SYNC start value 同步起始值：同步传输的 PDO，收到诺干个同步包后，才进行发送，这个同步起始值就是同步包数量。比如设置为 2，即收到 2 个同步包后才进行发送。

4.1.27. 0x1803, Transmit PDO 4 Communication Parameter

Index	0x1803
Object name	Transmit PDO 4 Communication Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x06

PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	COB-ID
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	$NODEID+0x480
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Transmission Type
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0xFF
PDO mapping	no

subIndex	0x03
name	Inhibit Time
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x04
name	Compatibility Entry
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x05
name	Event Timer
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x06
name	SYNC Start Value
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：

- Number of entries 参数条目数量：即本索引中有几条参数；
- COB-ID：即这个 PDO 发出或者接收的对应 CAN 帧 ID；
- Transmission Type：即这个 PDO 发送或者接收的传输形式，通常使用循环同步和异步制造商特定事件较多；
- Inhibit time 生产禁止约束时间(1/10 ms)：约束 PDO 发送的最小间隔，避免导致总线负载剧烈增加，比如数字量输入过快，导致状态改变发送的 TPDO 频繁发送， 总线负载加大，所以需要一个约束时间来进行“滤波”，这个时间单位为 0.1ms；
- Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms)：定时发送的 PDO，它的定时时间，
  如果这个时间为 0，则这个 PDO 为事件改变发送。
- SYNC start value 同步起始值：同步传输的 PDO，收到诺干个同步包后，才进行发送，这个同步起始值就是同步包数量。比如设置为 2，即收到 2 个同步包后才进行发送。

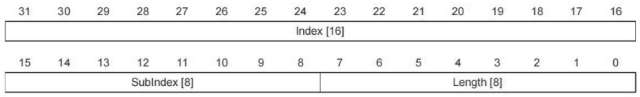
4.1.28. 0x1A00, Transmit PDO 1 Mapping Parameter

Index	0x1A00
Object name	Transmit PDO 1 Mapping Parameter
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x08
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	PDO 1 Mapping for a process data variable 1
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x60410010
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	PDO 1 Mapping for a process data variable 2
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x60610008
PDO mapping	no



- Index [16]

  映射对象的索引。

- Subindex [8]

  映射对象的子索引。

- Length [8]

  映射的对象的长度（以 bits 为单位）。

4.1.29. 0x1A01, Transmit PDO 2 Mapping Parameter

映射规则见 0x1A00, Transmit PDO 1 Mapping Parameter。对应 TPDO 参数为 0x1801, Transmit PDO 2 Communication Parameter。

4.1.30. 0x1A02, Transmit PDO 3 Mapping Parameter

映射规则见 0x1A00, Transmit PDO 1 Mapping Parameter。对应 TPDO 参数为 0x1802, Transmit PDO 3 Communication Parameter。

4.1.31. 0x1A03, Transmit PDO 4 Mapping Parameter

映射规则见 0x1A00, Transmit PDO 1 Mapping Parameter。对应 TPDO 参数为 0x1803, Transmit PDO 4 Communication Parameter。

4.2. 厂商控制字

4.2.1. 0x2001, motor real-time value

Index	0x2001
Object name	motor real-time value
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x05
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	motor duty
Access	ro
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	motor power
Access	ro
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x03
name	motor volt in
Access	ro
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x04
name	motor current in
Access	ro
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

subIndex	0x05
name	motor temperature
Access	ro
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

- subIndex 0x01：电机实时占空比。单位：无量纲；范围-1000~1000。
- subIndex 0x02：电机实时功率。单位：W
- subIndex 0x03：电机实时总线电压。单位：V
- subIndex 0x04：电机实时总线电流。单位：10mA
- subIndex 0x05：电机实时温度。单位：摄氏度

4.2.2. 0x2002, target duty

Index	0x2002
subIndex	0x00
Object name	target duty
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER16

Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

0x6060 控制模式为占空比时，0x2002 为目标占空比。

4.2.3. 0x2003, current pos

Index	0x2003
subIndex	0x00
Object name	current pos
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

设置当前位置。

4.2.4. 0x2004, brake current

Index	0x2004
subIndex	0x00
Object name	brake current
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

0x6060 控制模式为刹车时，0x2004 为目标刹车电流。

4.2.5. 0x2005, hander current

Index	0x2005
subIndex	0x00
Object name	hander current
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

0x6060 控制模式为手刹时，0x2005 为目标手刹电流。

4.2.6. 0x2006, switch mcconf

Index	0x2006
subIndex	0x00
Object name	switch mcconf
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：

驱动器内部可以保存 4 份电机的参数，通过此寄存器切换使用第几个参数表。上电默认使用 0#配置。

有效值 0~3。

4.2.7. 0x2007, loop max current

Index	0x2007
subIndex	0x00
Object name	loop max current
Object Code	VARIABLE
Access	rw

Type	INTEGER16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

闭环状态下最大电流，单位 10mA。可用来动态调节速度闭环、位置闭环下最大扭矩。

4.2.8. 0x2008, encoder_index

Index	0x2008
subIndex	0x00
Object name	encoder index
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：

驱动器使用 ABZ 编码器作为电机传感器时，该寄存器指示是否找到 Z 信号，值为 1 表示找到 Z 信号，为 0 代表未找到 Z 信号，如果未找到 Z 信号就发送速度闭环或位置闭环指令，驱动器会报未找到 Z 信号错误。

4.2.9. 0x2009, history_fault

Index	0x2009
Object name	History fault
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8

Default	0x05
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	History fault 1
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	History fault 2
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x03
name	History fault 3
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x04
name	History fault 4
Access	ro
Type	UNSIGNED8

Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x05
name	History fault 5
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：详情见故障信息说明

- subIndex 0x01：缓存历史错误 1。
- subIndex 0x02：缓存历史错误 2。
- subIndex 0x03：缓存历史错误 3。
- subIndex 0x04：缓存历史错误 4。
- subIndex 0x05：缓存历史错误 5。

4.2.10. 0x200A, io status

Index	0x200A
Object name	io status
Object Code	RECORD

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x02
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	io_status 1
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	io_status 2
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：

- subIndex 0x01：输入 IO 状态。
- subIndex 0x02：输出 IO 状态。
- IO 数据说明

IO（IN/OUT）	IN8/OUT8	IN7/OUT7	IN6/OUT6	IN5/OUT5	IN4/OUT4	IN3/OUT3	IN2/OUT2	IN1/OUT1
二进制 1/0	1 有效、0 无效	1 有效、0 无效	1 有效、0 无效	1 有效、0 无效	1 有效、0 无效	1 有效、0 无效	1 有效、0 无效	1 有效、0 无效

4.3. CiA402 控制字

4.3.1. 0x603F, Error Code

Index	0x603F
subIndex	0x00
Object name	Error Code
Object Code	VARIABLE
Access	ro

Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	TPDO

描述：

- 有关错误的含义，请参阅对象 1003h（Pre-defined Error Field）。
- 如果通过设置 6040h 控制字中的位 7 来重置错误，则该对象也会自动重置为“0”。

4.3.2. 0x6040, Controlword

Index	0x6040
subIndex	0x00
Object name	Controlword
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	RPDO

描述：

详解见 CiA 402 控制状态机。

4.3.3. 0x6041, Statusword

Index	0x6041
subIndex	0x00
Object name	Statusword
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	TPDO

详解见 CiA 402 控制状态机。

4.3.4. 0x605A, Quick Stop Option Code

Index	0x605A
subIndex	0x00
Object name	Quick Stop Option Code
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER16
Default	0x0002
PDO mapping	no

描述：

可选值如下：

Quick Stop Option Code	描述
0x02	停机后轴处于自由转动状态，驱动器进入“SwitchOnDisabled”状态;
0x06	停机后轴处于锁定状态，驱动器进入“QuickstopActive”状态;

4.3.5. 0x6060, Modes Of Operation

Index	0x6060
subIndex	0x00
Object name	Modes Of Operation
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER8
Default	0x00
PDO mapping	RPDO

描述：

可选值如下：

Modes Of Operation	模式	描述
-3	Hander current mode	手刹模式
-2	Brake current mode	刹车模式
-1	duty mode	占空比模式
0	/	模式未配置
1	profile position mode	标准位置模式
3	profile velocity mode	标准速度模式
4	profile torque mode	规划力矩模式
6	homing mode	回零模式
7	interpolated position mode	插补位置模式<未实现>
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

4.3.6. 0x6061, Modes Of Operation Display

Index	0x6061
subIndex	0x00
Object name	Modes Of Operation Display
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	INTEGER8
Default	0x00
PDO mapping	TPDO

描述：

指示当前的操作模式。模式详解见 0x6060, Modes Of Operation。

4.3.7. 0x6062, Position Demand Value

Index	0x6062
subIndex	0x00
Object name	Position Demand Value
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	INTEGER32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

当前目标位置。即轨迹规划中间时刻的位置。单位 0.01 度。

4.3.8. 0x6064, Position Actual Value

Index	0x6064
subIndex	0x00
Object name	Position Actual Value
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	INTEGER32
Default	0x00000000
PDO mapping	TPDO

描述：

实时位置。单位 0.01 度。

4.3.9. 0x606B, Velocity Demand Value

Index	0x606B
subIndex	0x00

Object name	Velocity Demand Value
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	INTEGER32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

当前目标速度。即轨迹规划中间时刻的速度。单位 erpm。

4.3.10. 0x606C, Velocity Actual Value

Index	0x606C
subIndex	0x00
Object name	Velocity Actual Value
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	INTEGER32
Default	0x00000000
PDO mapping	TPDO

描述：

实时速度。单位 erpm。

4.3.11. 0x6071, Target Torque

Index	0x6071
subIndex	0x00
Object name	Target Torque
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

目标扭矩,用于 profile torque mode 和 cyclic synchronous torque mode;

4.3.12. 0x6074, Torque Demand

Index	0x6074
subIndex	0x00
Object name	Torque Demand
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	INTEGER16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

当前目标扭矩。即轨迹规划中间时刻的扭矩。单位 1/1000 最大扭矩。

4.3.13. 0x6077, Torque Actual Value

Index	0x6077
subIndex	0x00
Object name	Torque Actual Value
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	INTEGER16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

实时扭矩。单位 1/1000 最大扭矩。

4.3.14. 0x607A, Target Position

Index	0x607A
subIndex	0x00
Object name	Target Position

Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER32
Default	0x0000
PDO mapping	RPDO

描述：

目标扭矩,用于 profile position mode 和 cyclic synchronous position mode;。单位 0.01 度。

4.3.15. 0x6081, Profile Velocity

Index	0x6081
subIndex	0x00
Object name	Profile Velocity
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

用于 profile position mode 模式时的巡航速度.

4.3.16. 0x6083, Profile Acceleration

Index	0x6083
subIndex	0x00
Object name	Profile Acceleration
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

用于 profile position mode 模式时的加速度.

4.3.17. 0x6084, Profile Deceleration

Index	0x6084
subIndex	0x00
Object name	Profile Deceleration
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

用于 profile position mode 模式时的减速度.

4.3.18. 0x6085, Quick Stop Deceleration

Index	0x6085
subIndex	0x00
Object name	Quick Stop Deceleration
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

用于 Quick Stop 时的减速度.

4.3.19. 0x6087, Torque Slope

Index	0x6087
subIndex	0x00

Object name	Torque Slope
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

- 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;

4.3.20. 0x6098, Homing Method

Index	0x6098
subIndex	0x00
Object name	Homing Method
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER8
Default	0x00
PDO mapping	no

描述：

详情见

可选值如下：

Homing Method	描述
0	/
1	负极限开关触发有效电平为零点
2	正极限开关触发有效电平为零点
3	负极限开关触发有效电平后反向转动到无效电平为零点
4	正极限开关触发有效电平后反向转动到无效电平为零点
5	负方向堵转为零点
6	正方向堵转为零点
7	零点开关在负方向触发有效电平为零点
8	零点开关在负方向触发有效电平后反向转动到无效电平为零点
9	零点开关在正方向触发有效电平为零点
10	零点开关在正方向触发有效电平后反向转动到无效电平为零点

4.3.21. 0x6099, Homing Speed

Index	0x6099
Object name	Homing Speed
Object Code	ARRAY

subIndex	0x00
name	Number Of Entries
Access	ro
Type	UNSIGNED8
Default	0x02
PDO mapping	no

subIndex	0x01
name	Speed During Search For Switch
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

subIndex	0x02
name	Speed During Search For Zero
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

速度单位 erpm。

4.3.22. 0x609A, Homing Acceleration

Index	0x609A
subIndex	0x00
Object name	Homing Acceleration
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

回零的加速度，单位 erpm/s²。

4.3.23. 0x60F2, Positioning Option Code

Index	0x60F2
subIndex	0x00
Object name	Positioning Option Code
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	UNSIGNED16
Default	0x0000
PDO mapping	no

描述：

PP 模式使用此寄存器选择相对位置是基于哪个值。

可选值如下：

Positioning Option Code	描述
0	位置增量相对于上一次的 target position(0x607A)
2	位置增量相对于 position actual value(0x6064)

4.3.24. 0x60F4, Following Error Actual Value

Index	0x60F4
subIndex	0x00
Object name	Following Error Actual Value
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	INTEGER32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

位置 PID 闭环的实时位置误差。单位 0.01 度。

4.3.25. 0x60FF, Target Velocity

Index	0x60FF
subIndex	0x00
Object name	Target Velocity
Object Code	VARIABLE
Access	rw
Type	INTEGER32
Default	0x00000000
PDO mapping	no

描述：

目标速度。单位 erpm。

4.3.26. 0x6502, Supported Drive Modes

Index	0x6502
subIndex	0x00
Object name	Supported Drive Modes
Object Code	VARIABLE
Access	ro
Type	UNSIGNED32
Default	0x000003AD
PDO mapping	no

描述：

可选值如下：

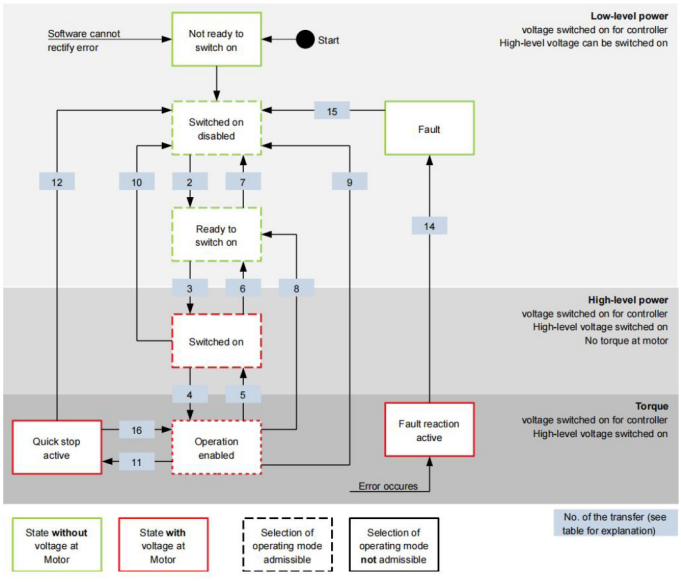
Modes	描述	支持
bit 0	profile position mode, 标准位置模式	是
bit 1	velocity mode, 速度模式	否
bit 2	profile velocity mode, 标准速度模式	是
bit 3	profile torque mode, 标准力矩模式	是
bit 4	reserved	/
bit 5	homing mode, 回零模式	是
bit 6	interpolated position mode,插补位置模式	否
bit 7	cyclic synchronous position mode, 循环同步位置模式	是
bit 8	cyclic synchronous velocity mode, 循环同步速度模式	是
bit 9	cyclic synchronous torque mode, 循环同步扭矩模式	是

5. CiA 402 控制状态机

要切换控制器状态，需要运行状态机。 这是在 CANopen CiA 402 中定义的。在对象 0x6040（控制字）中请求状态更改。状态机的实际状态可以在对象 0x6041（状态字）中找到。

5.1. 状态转换

图 4-1 状态迁移图



5.2. 0x6040 控制字

指令	Bit in object 6040h					状态
	Bit 7	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
Shutdown	0	x	1	1	0	2,6,8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Disable voltage	0	x	x	0	x	7, 10, 9, 12
Quick stop	0	x	0	1	x	11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4
Enable operation after Quick stop	0	1		1	1	16
Fault / warning reset		x	x	x	x	15

5.3. 0x6041 状态字

状态字 Bits 含义如所示:

Statusword (6041h)	状态
xxxx xxxx x0xx 0000	Not ready to switch on
xxxx xxxx x1xx 0000	Switch on disabled
xxxx xxxx x01x 0001	Ready to switch on
xxxx xxxx x01x 0011	Switched on
xxxx xxxx x01x 0111	Operation enabled
xxxx xxxx x00x 0111	Quick stop active
xxxx xxxx x0xx 1111	Fault reaction active
xxxx xxxx x0xx 1000	Fault

6. 上位机设置为 CANOPEN 通信

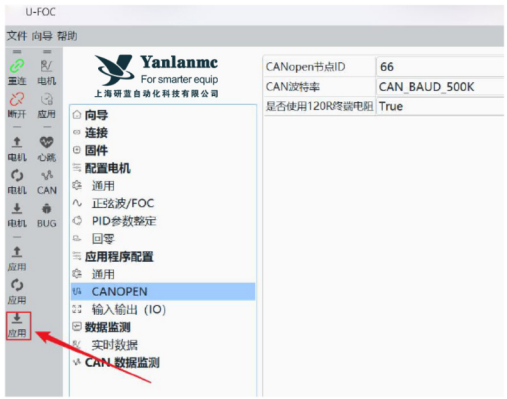
设置通信控制之前请先参照《入门学习视频》识别电机参数和正确设置电机最大速度、磁极对数等。
注意：设置为通信控制后，上位机仅用作监控数据，控制无效。
设置步骤如下：

1、设置应用类型为 CANOPEN。

2、配置 CANOPEN 参数。



3、写入应用参数到驱动器



4、驱动器会自动重启。（如果驱动器未自动重启，需用户手动重启驱动生效）

7. 故障信息说明

驱动器出现错误时，错误灯会闪烁错误值对应的次数。

错误值	错误信息	备注
0	无错误	
1	过压	
2	欠压	
3	绝对值超过最大电流	
4	MOS管过温	
5	MCU欠压	
6	看门狗触发后启动	
7	SPI接口驱动器错误	
8	FLASH损毁	
9	U相电流传感器偏移过大	
10	V相电流传感器偏移过大	
11	W相电流传感器偏移过大	
12	三相电流不平衡	
13	FLASH中电机配置损毁	
14	FLASH中应用配置损毁	
15	CANOPEN心跳错误	
16	堵转	
17	失速	
18	超差	
19	编码器未找到Z信号	

8. 控制模式

8.1. profile position mode

8.1.1. 说明

标准位置模式(轮廓位置模式)用于点对点运动,伺服根据输入的 target position, profile velocity, profile acceleration, profile deceleration 来规划运动路径.

- 支持梯形规划,不支持 S 型规划;

8.1.2. 使能

要配置为 profile position mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 0x1.

更新 target position 并不会使得伺服立即执行该 target position,伺服需要根据 control word 来执行更新 target position.最常见的 target position 的执行更新,需要 control word 从 0x0F 变到 0x3F.

8.1.3. 控制字

字典对象 0x6040(control word)中的以下位具有特殊功能:

位	描述	备注
bit 4	0 → 1: 表示预使能一段新的位移指令,是否使能成功,由伺服状态决定; 1 → 0:表示预清零控制字 6041h 的 bit12,是否成功清零,由伺服状态决定;	边沿触发,非电平触发.
bit 6	0: 0x607A 位置目标是绝对位置指令; 1: 0x607A 位置目标是相对位置指令;	

8.1.4. 状态字

对象 0x6041(status word)中的以下位具有特殊功能:

bit 10	描述
0	target position reached.
1	target position not reached.

到达目标位置的判断依据是驱动器程序固化好的，读取 Bit10 即可。

8.1.5. 相关寄存器

index	描述
0x6062	position demand value,位置规划值,0.01 度;
0x6064	position actual value,位置当前值,0.01 度;
0x606B	velocity demand value,速度规划值,erpm;
0x606C	velocity actual value,速度实际值,erpm;
0x607A	target position,目标位置,0.01 度;
0x6081	profile velocity,规划速度,erpm;
0x6083	profile acceleration,规划加速度,erpm/s²;
0x6084	profile deceleration,规划减速度,erpm/s²;
0x60F4	following error actual value,跟随误差实际值,0.01 度;

8.1.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 PP 模式配置,实现绝对位置控制,立即执行,运动到位置 500000（即 5000 度）：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 01 00 00 00	mode=0x01=profile position mode
601	23 7A 60 00 20 A1 07 00	target position =0x07A120=500000
601	23 81 60 00 10 27 00 00	profile velocity =0x2710=10000 erpm

601	23 83 60 00 88 13 00 00	profile acceleration =0x1388=5000 erpm/s²
601	23 84 60 00 88 13 00 00	profile deceleration =0x1388=5000 erpm/s²
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F
601	2B 40 60 00 3F 00 00 00	control word = 0x3F

对 nodeid=1 的实例进行 PP 模式配置,实现相对位置控制,立即执行,运动 500000（即 5000 度）：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 01 00 00 00	mode=0x01=profile position mode
601	23 7A 60 00 20 A1 07 00	target position =0x07A120=500000
601	23 81 60 00 10 27 00 00	profile velocity =0x2710=10000 erpm
601	23 83 60 00 88 13 00 00	profile acceleration =0x1388=5000 erpm/s²
601	23 84 60 00 88 13 00 00	profile deceleration =0x1388=5000 erpm/s²
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F
601	2B 40 60 00 3F 00 00 00	control word = 0x7F

8.2. profile velocity mode

8.2.1. 说明

标准速度模式(规划速度模式,轮廓速度模式),伺服根据用户给定 profile velocity, profile acceleration, profile deceleration 后,伺服规划电机的速度曲线.

8.2.2. 使能

要配置为 profile velocity mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 0x3。target velocity 的更新会触发伺服立即更新目标,不需要 control word 的 bit4 的边沿变化.也就是激活方式上和 PP 有很大的不同。

8.2.3. 控制字

无特殊功能。

8.2.4. 状态字

对象 0x6041(status word)中的以下位具有特殊功能:

bit 10	描述
0	target velocity reached.
1	target velocity not reached.

到达目标速度的判断依据是驱动器程序固化好的，读取 Bit10 即可。

8.2.5. 相关寄存器

index	描述
0x606B	velocity demand value,速度规划值,erpm;
0x606C	velocity actual value,速度实际值,erpm;
0x60FF	target velocity,目标速度,erpm;
0x6083	profile acceleration,规划加速度,erpm/s²;
0x6084	profile deceleration,规划减速度,erpm/s²;

8.2.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 PV 模式配置,实现速度控制，设置为 10000 erpm:

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 03 00 00 00	mode=0x03=profile velocity mode
601	23 FF 60 00 10 27 00 00	target velocity =0x2710=10000 erpm
601	23 83 60 00 88 13 00 00	profile acceleration =0x1388=5000 erpm/s²
601	23 84 60 00 88 13 00 00	profile deceleration =0x1388=5000 erpm/s²
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F

8.3. profile torque mode

8.3.1. 说明

标准力矩模式用于力矩控制,根据用户输入的 targe torque 和 torque slope 的值计算力矩改输出力矩直到稳定在 target torque.

8.3.2. 使能

要配置为 profile torque mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 0x4.控制方式和 PV 类似, 在伺服已经 enable 的状态下,只要更新 target torque,该 target torque 立马被执行.

8.3.3. 控制字

无特殊功能。

8.3.4. 状态字

对象 0x6041(status word)中的以下位具有特殊功能:

bit 10	描述
0	target torque reached.
1	target torque not reached.

8.3.5. 相关寄存器

index	描述
0x6071	target torque,目标扭矩, 单位是千分之一的额定扭矩;
0x6074	demand torque,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;

8.3.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 PT 模式配置,实现转矩控制，设置为 10%额定扭矩:

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 04 00 00 00	mode=0x04=profile torque mode
601	2B 71 60 00 64 00 00 00	target torque = 0x64=100, 10%*rated torque.
601	23 87 60 00 64 00 00 00	profile acceleration=0x64=100，即 1s 达到目标扭矩
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F

8.4. homing mode

8.4.1. 说明

回零模式中原点位置和零点位置为同一个点。

可以使用的传感器包括负极限开关、正极限开关、零点开关、堵转。

注意：如果使用传感器开关作为回零方式，需要在上位机上配置 IO 为相应的功能。否则回零失败。

8.4.2. 使能

要配置为 homing mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 0x6.

8.4.3. 控制字

字典对象 0x6040(control word)中的以下位具有特殊功能:

位	描述	备注
bit 4	0:回零未使能; 0→1:表示使能回零; 1:回零进行中; 1→0:表示中断回零;	边沿触发,非电平触发.

8.4.4. 状态字

对象 0x6041(status word)中的以下位具有特殊功能:

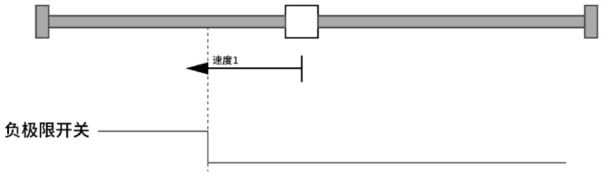
位	状态	描述
bit 10	0	速度不为 0
	1	速度为 0
bit 12	0	未得到零点
	1	得到零点
bit 13	0	无错误
	1	发生错误

回零成功结束的状态时 bit13=0,bit12=1,bit10=1.

8.4.5. 回零方法图形示意

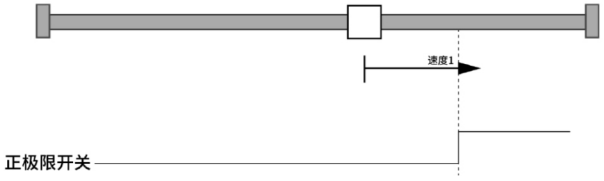
- **负极限开关触发有效电平为零点(0x6098=0x01)**

电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝负方向转动，加速度为（0x609A），负极限开关有效电平时设置为零点，并停止电机。零点设置完成。



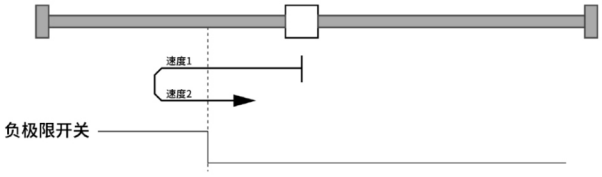
- **正极限开关触发有效电平为零点(0x6098=0x02)**

电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝正方向转动，加速度为（0x609A），正极限开关有效电平时设置为零点，并停止电机。零点设置完成。



- **负极限开关触发有效电平后反向转动到无效电平为零点(0x6098=0x03)**

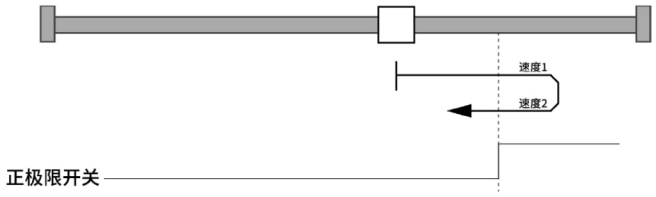
电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝负方向转动，加速度为（0x609A），负极限开关有效电平后，按速度 2（0x6099:02）朝正方向转动，负极限开关无效电平时设置为零点，并停止电机。零点设置完成。



- **正极限开关触发有效电平后反向转动到无效电平为零点(0x6098=0x04)**

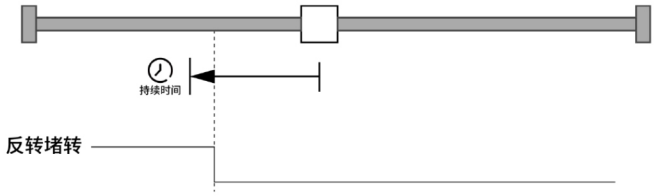
电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝正方向转动，加速度为（0x609A），正极限开关有效电平后，

按速度 2（0x6099:02）朝负方向转动，正极限开关无效电平时设置为零点，并停止电机。零点设置完成。



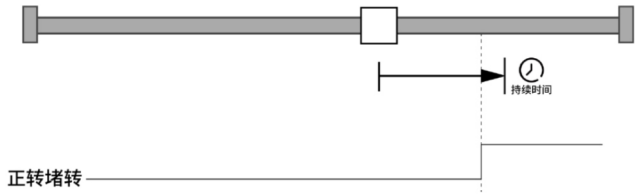
- **负方向堵转为零点(0x6098=0x05)**

电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝负方向转动，加速度为（0x609A），堵转后在堵转电流满足设置值保持设置时间后设置为零点，并停止电机。零点设置完成。（堵转电流和堵转时间在上位机设置后固化在驱动器内部，不可实时修改）



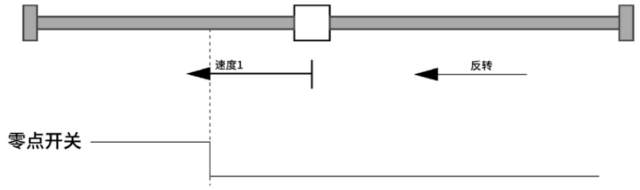
- **正方向堵转为零点(0x6098=0x06)**

电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝正方向转动，加速度为（0x609A），堵转后在堵转电流满足设置值保持设置时间后设置为零点，并停止电机。零点设置完成。（堵转电流和堵转时间在上位机设置后固化在驱动器内部，不可实时修改）



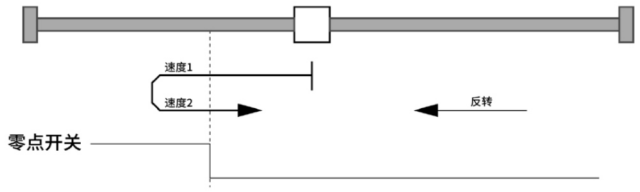
- **零点开关在负方向触发有效电平为零点(0x6098=0x07)**

电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝负方向转动，加速度为（0x609A），零点开关有效电平时设置为零点，并停止电机。零点设置完成。



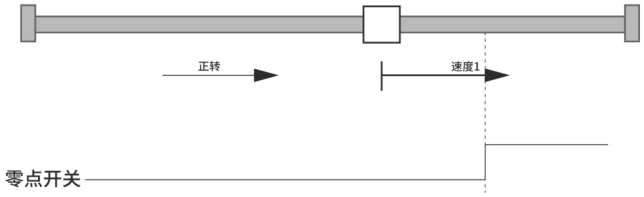
- **零点开关在负方向触发有效电平后反向转动到无效电平为零点(0x6098=0x08)**

电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝负方向转动，加速度为（0x609A），零点开关有效电平后，按速度 2（0x6099:02）朝正方向转动，零点开关无效电平时设置为零点，并停止电机。零点设置完成。



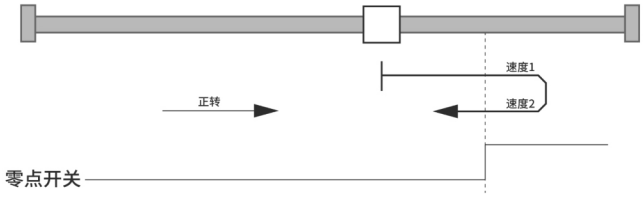
- **零点开关在正方向触发有效电平为零点(0x6098=0x09)**

电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝正方向转动，加速度为（0x609A），零点开关有效电平时设置为零点，并停止电机。零点设置完成。



- **零点开关在正方向触发有效电平后反向转动到无效电平为零点(0x6098=0x0A)**

电机此时按照速度 1（0x6099:01）朝正方向转动，加速度为（0x609A），零点开关有效电平后，按速度 2（0x6099:02）朝负方向转动，零点开关无效电平时设置为零点，并停止电机。零点设置完成。



8.4.6. 相关寄存器

index	描述
0x6098	homing method,回零方法;
0x6099	homing speeds, 回零速度;
0x609A	homing acceleration,回零加速度;

8.4.7. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行回零操作：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 98 60 00 01 00 00 00	homing method =1
601	2F 60 60 00 06 00 00 00	mode=0x06=homing mode
601	23 99 60 01 64 00 00 00	speed during search for switch=0x64=100 erpm
601	23 99 60 02 64 00 00 00	speed during search for zero=0x64=100 erpm
601	23 9A 60 00 64 00 00 00	homing acceleration=0x64=100 erpm/s²
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F
601	2B 40 60 00 1F 00 00 00	control word = 0x1F

8.5. cyclic synchronous position mode

8.5.1. 说明

循环同步位置模式也是位置控制,不同于标准位置模式的地方就是,标准位置模式会依据收到的 target position 做出三段规划(加速,匀速,减速),到达目标位置的速度是零.而循环同步位置模式的三段规划由命令发送方(上位机)来实现 的,所以伺服驱动器不需要执行三段规划了.

建议使用 SYNC 帧来同步位置,这样的控制方式可以获得较高的同步精度;

循环同步位置模式只支持绝对位置,不支持相对位置;

8.5.2. 使能

要配置为 cyclic synchronous position mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 0x8.

8.5.3. 控制字

字典对象 0x6040(control word)没有模式相关位.

8.5.4. 状态字

字典对象 0x6041(status word)没有特殊位.

8.5.5. 相关寄存器

index	描述
0x6062	position demand value,位置规划值,0.01 度;
0x6064	position actual value,位置当前值,0.01 度;
0x606B	velocity demand value,速度规划值,erpm;
0x606C	velocity actual value,速度实际值,erpm;
0x607A	target position,目标位置,0.01 度;
0x6081	profile velocity,规划速度,erpm;
0x6083	profile acceleration,规划加速度,erpm/s²;
0x6084	profile deceleration,规划减速度,erpm/s²;
0x60F4	following error actual value,跟随误差实际值,0.01 度;

8.5.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 CSP 模式配置 ：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 08 00 00 00	mode=0x08=cyclic synchronous position mode
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F
601	23 7A 60 00 02 00 00 00	target position =0x000002

8.6. cyclic synchronous velocity mode

8.6.1. 说明

循环同步速度模式是速度控制,速度的规划由上位机实现,上位机定期发送 target velocity 到伺服,伺服负责执行.

8.6.2. 使能

要配置为 cyclic synchronous velocity mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 0x09.

8.6.3. 控制字

字典对象 0x6040(control word)没有模式相关位.

8.6.4. 状态字

字典对象 0x6041(status word)没有特殊位.

8.6.5. 相关寄存器

index	描述
0x606B	velocity demand value,速度规划值,erpm;
0x606C	velocity actual value,速度实际值,erpm;
0x60FF	target velocity,目标速度,erpm;
0x6083	profile acceleration,规划加速度,erpm/s²;
0x6084	profile deceleration,规划减速度,erpm/s²;

8.6.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 CSV 模式配置：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 09 00 00 00	mode=0x09=cyclic synchronous velocity mode
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F
601	23 FF 60 00 02 00 00 00	target velocity =0x000002

8.7. cyclic synchronous torque mode

8.7.1. 说明

循环同步扭矩模式是扭矩控制，扭矩的规划由上位机实现,上位机定期发送 target torque 到伺服,伺服负责执行.

8.7.2. 使能

要配置为 cyclic synchronous torque mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 0xA.

8.7.3. 控制字

字典对象 0x6040(control word)没有模式相关位.

8.7.4. 状态字

字典对象 0x6041(status word)没有特殊位.

8.7.5. 相关寄存器

index	描述
0x6071	target torque,目标扭矩，单位是千分之一的额定扭矩;
0x6074	demand torque,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;

8.7.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 CST 模式配置：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 0A 00 00 00	mode=0x0A=cyclic synchronous torque mode
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F
601	23 71 60 00 02 00 00 00	target torque =0x000002

8.8. duty mode

8.8.1. 说明

占空比控制模式，厂家自定义模式.

8.8.2. 使能

要配置为 duty mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 -1.

8.8.3. 控制字

字典对象 0x6040(control word)没有模式相关位.

8.8.4. 状态字

字典对象 0x6041(status word)没有特殊位.

8.8.5. 相关寄存器

index	描述
0x2002	target duty,目标占空比。范围-1000~1000。

8.8.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 duty mode 模式配置：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 FF 00 00 00	mode=0xFF=duty mode
601	2B 02 20 00 64 00 00 00	target duty = 0x64=100，10%占空比
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F

8.9. brake current mode

8.9.1. 说明

刹车控制模式，厂家自定义模式.

8.9.2. 使能

要配置为 brake current mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 -2.

8.9.3. 控制字

字典对象 0x6040(control word)没有模式相关位.

8.9.4. 状态字

字典对象 0x6041(status word)没有特殊位.

8.9.5. 相关寄存器

index	描述
0x2004	brake current,刹车电流。单位 10mA。

8.9.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 brake current mode 模式配置：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 FE 00 00 00	mode=0xFE=brake current mode
601	2B 04 20 00 64 00 00 00	brake current = 0x64=100，即 1A。
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F

8.10. hander current mode

8.10.1. 说明

手刹控制模式，厂家自定义模式.

8.10.2. 使能

要配置为 hander current mode,需要将字典对象 0x6060(modes of operation)配置为 -3.

8.10.3. 控制字

字典对象 0x6040(control word)没有模式相关位.

8.10.4. 状态字

字典对象 0x6041(status word)没有特殊位.

8.10.5. 相关寄存器

index	描述
0x2005	hander current,刹车电流。单位 10mA。

8.10.6. 配置实例

对 nodeid=1 的实例进行 hander current mode 模式配置：

COB-ID	Data	Description
000	01 01	NMT enter operational
601	2F 60 60 00 FD 00 00 00	mode=0xFD=hander current mode
601	2B 05 20 00 64 00 00 00	hander current = 0x64=100，即 1A。
601	2B 40 60 00 06 00 00 00	control word = 0x06
601	2B 40 60 00 07 00 00 00	control word = 0x07
601	2B 40 60 00 0F 00 00 00	control word = 0x0F

9. SDO abort code

SDO abortcode 比较常见,这里将可能碰到的 abort code 罗列一下并加以说明。

abort code	name
0x05030000	toggle bit not alternated
0x05040000	SDO protocol timed out
0x05040001	client/server command specifier not valid or unknown
0x05040002	invalid block size(block mode only)
0x05040003	invalid sequence number(block mode only)
0x05040004	CRC error(block mode only)
0x05040005	out of memory
0x06010000	unsupported access to an object
0x06010001	attempt to read a write only object
0x06010002	attempt to write a read only object
0x06020000	object does not exist in the object dictionary
0x06040041	Object cannot be mapped to the PDO
0x06040042	The number and length of the objects to be mapped would exceed PDO length.
0x06040043	General parameter incompatibility reason.
0x06040047	General internal incompatibility in the device.
0x06060000	Access failed due to an hardware error.

0x06070010	Data type does not match, length of service parameter does not match
0x06070012	Data type does not match, length of service parameter too high
0x06070013	Data type does not match, length of service parameter too low
0x06090011	Sub-index does not exist
0x06090030	Invalid value for parameter (download only).
0x06090031	Value of parameter written too high (download only).
0x06090032	Value of parameter written too low (download only).
0x06090036	Maximum value is less than minimum value.
0x060A0023	Resource not available: SDO connection
0x08000000	General error
0x08000020	Data cannot be transferred or stored to the application.
0x08000021	Data cannot be transferred or stored to the application because of local control
0x08000022	Data cannot be transferred or stored to the application because of the present device state.
0x08000023	Object dictionary dynamic generation fails or no object dictionary is present (e.g. object dictionary is generated from file and generation fails because of an file error).
0x08000024	No data available

定制服务 Customized Service

- 通讯定制
- 参数定制
- 外观定制
- 可定制插头方式
- 可根据不同行业产品需求深度定制

注意事项 Special Attention

- 电机驱动属于精密仪器，请轻拿轻放，小心使用，尤其对驱动器外壳请勿敲，撞击及硬拽等。
- 电机驱动防护等级IP54，应避免安装在高湿环境
- 应避免系统中有强干扰，防止浪涌，高压等环境。
- 电机驱动外壳和屏蔽外层网线要做好良好的接地，防止雷击或高压静电对驱动电路造成损坏
- 产品的预测平均失效时间(MTBF)被认为足够长，但可预测的失效率不是零。因此，建议用户当产品可能出现故障时，用户应承担这些产品造成的所有问题，并应将多种安全手段纳入您的产品、系统或设备中，以防止导致严重的系统故障。

服务/维护/保修 Service/ maintenance/ warranty

Service 服务

Shanghai Yanlan Automation Technology Co., Ltd
509-510, No.1 Dongchen South Road, Pujiang Town, Shanghai
www.yanlanmc.cn www.yanlanmc.com
Email: info@yanlanmc.cn

Warranty 维护

The warranty expires at the end of the legal warranty-period or alternatively if the housing is opened. Dunkermotoren can allow no warranty for module damage that is caused by wrong wiring.
保修期在法定保修期结束时到期，或者如果外壳被打开，保修期也会到期。Yanlanmc对因接线错误或者不正当使用造成的模块损坏不提供免费保修。

Storage 存储

Please store the module protected from dust, contamination and humidity. Please look for the storage conditions. Please make sure that the storage conditions do not exceed the allowed storage temperature and humidity (see technical data).
请将模块存放在防尘、防污染和防潮的地方。请查看储存条件。请确保储存条件不超过允许的储存温度和湿度（见技术数据）。

Transport/ transmission 运输/传输

Please transport the modules under storage conditions and additionally shock-protected.
请在储存条件下运输模块，并额外提供防震保护。

Disposal 报废处理

The module is with its highly integrated circuit board electrical special waste and has to be disposed accordingly.
处置该模块具有高度集成的电路板电气特殊废物，必须相应处置。

印记 Imprint

重要通知

Yanlanmc保留因技术进步而对本手册及其所述产品进行任何修改的权利，恕不另行通知。未经Yanlanmc明确书面许可，不得以任何方式（复印、缩微胶片或任何其他方式）复制本文件的任何部分，也不得通过电子系统处理、复制或分发给第三方。本手册中的所有信息和技术规格都是经过精心编制的。但是，Yanlanmc既不能保证本手册中的信息是正确的，也不对因信息不正确而造成的后果承担任何法律或其他责任。保留所有权利。
Yanlanmc reserve the right to make any modifications due to progress in technology to this manual, and the product described therein without prior notice. No part of this documentation may be reproduced in any way (photocopy, micro film, or any other process) or be processed, copied or distributed to third parties by means of electronic systems without express written permission by Yanlanmc. All information and technical specifications in this manual were compiled withutmost care. However, Yanlanmc can neither give any guarantee that the information in this manual is correct nor accept any liability, legal or otherwise, for consequences which are due to incorrect information. All rights reserved.