

# ZLAC8015D V4.0 伺服轮毂电机驱动器

## CANopen 通信说明

版本	说明	日期
V1.00	初版	

## 目录

一、概要 .....	2
二、CIA301 说明 .....	2
2.1 通信对象标识符 (COB-ID) .....	2
2.2 对象字典 (OD) .....	3
2.3 服务数据对象 (SDO) .....	3
2.4 网络管理 NMT .....	4
2.5 心跳 (NMT 错误控制) .....	4
2.6 过程数据对象 (PDO) .....	5
2.6.1 PDO 的通信参数 .....	6
2.6.2 PDO 的映射参数 .....	6
2.6.3                    PDO 映射范例 .....	7
三、CIA402 说明 .....	8
3.1. CIA402 状态机 .....	8
3.2. 控制字与状态字 .....	10
3.3. 位置模式 .....	11
3.3.1 位置模式说明 .....	11
3.3.2 位置模式配置例程 .....	13
3.4. 速度模式 .....	14
3.4.1 速度模式说明 .....	14
3.4.2 速度模式配置例程 .....	16
3.5. 转矩模式 .....	17
3.5.1 转矩模式说明 .....	17
3.5.2 转矩模式配置例程 .....	18
3.6. 急停 .....	20
3.7. 故障及清除 .....	21
3.8.                    外部抱闸 .....	21
四、对象字典 .....	22

## 一、概要

本说明书只对 ZLAC8015D 在使用过程中最常用到的相关概念及注意事项做概要介绍，以便用户能用最短的时间了解 ZLAC8015D 系列产品的常规使用方法。

### ZLAC8015D 遵循的通讯规范

- 遵循 CAN 2.0A 标准
- 符合 CANopen 标准协议 DS 301 V4.02
- 符合 CANopen 标准协议 DS 402 V2.01

### ZLAC8015D 支持的服务

- 支持 SDO 服务
- 支持 PDO 服务：每个从站最多可配置 4 个 TxPDO 和 4 个 RxPDO
- 支持 NMT Slave 服务
- 设备监控：支持心跳报文

以下说明以驱动器地址为 1，波特率 500K。

驱动器地址为 1~127 可设；波特率 100kHz、125kHz、250kHz、500kHz、1000kHz 等 5 种，可通过软件设置，默认 500kHz；

## 二、CiA301 说明

### 2.1 通信对象标识符 (COB-ID)

通信对象标识符 (COB-ID) 是用来指定通信对象的优先级和对通信对象的识别，在 CANopen 协议中，规定 11 位仲裁位（标准帧格式）分为高 4 位的功能码（Function Code）和低 7 位的节点地址（Node-ID），称为 COB-ID（Communication Object Identifier）。

CANopen 预定义主/从连接集											
Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
功能码 (Function Code)											Node-ID

Node-ID 范围是 1~127(0 不允许被使用)。

对象	功能码	节点地址	COB-ID	对象字典索引
NMT 网络管理	0000	0	0x000	-
同步对象	0001	0	0x080	0x1005
紧急 EMCY	0001	1~127	0x081~0x0FF	0x1014
TPDO0	0011	1~127	0x181~0x1FF	0x1800
RPDO0	0100	1~127	0x201~0x27F	0x1400
TPDO1	0101	1~127	0x281~0x2FF	0x1801
RPDO1	0110	1~127	0x301~0x47F	0x1401
TPDO2	0111	1~127	0x381~0x3FF	0x1802
RPDO2	1000	1~127	0x401~0x47F	0x1402
TPDO3	1001	1~127	0x481~0x4FF	0x1803
RPDO3	1010	1~127	0x501~0x57F	0x1403
RSDO 服务器发送	1100	1~127	0x581~0x5FF	0x1200

TSDO 客户端应答	1011	1-127	0x601-0x67F	0x1200
NMT 错误控制	1110	1-127	0x701-0x77F	0x1016-0x1017

## 2.2 对象字典 (OD)

对象字典 (OD: Object Dictionary) 是 CANopen 的核心概念，网络中的每一个 CANopen 设备都有一个对象字典。对象字典是一组有序的数据对象的集合，这些对象描述了该设备的所有通讯和设备参数，并且通过 16 位的索引 (index) 和 8 位的子索引 (subindex) 来确定其在对象字典中的位置。

ZLAC8015D 支持的对象字典如下表：

索引范围	描述
0x1000-0x1A03	CiA301 通信对象子协议区
0x2000-0x2035	厂家自定义区
0x603F-0x60FF	CiA402 运动控制子协议区

## 2.3 服务数据对象 (SDO)

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

基本结构如下：

Byte0	Byte1:2	Byte3	Byte4:7
SDO 命令字	对象索引	对象子索引	数据

命令字如下：

命令	功能	类型	数据长度
2F	设置	M->S 请求	1 字节
2B	设置	M->S 请求	2 字节
27	设置	M->S 请求	3 字节
23	设置	M->S 请求	4 字节
60	设置反馈	S->M 确认	
40	读取	M->S 请求	0 字节
4F	读取反馈	S->M 应答	1 字节
4B	读取反馈	S->M 应答	2 字节
47	读取反馈	S->M 应答	3 字节
43	读取反馈	S->M 应答	4 字节
80	错误反馈	S->M 应答	4 字节

举个例子，通过 SDO 消息将数据 0x03 写入到索引为 0x6060，子索引为 0 的对象字典中。

COB-ID	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
客户→服务器								
0x601	2F	60	60	00	03	00	00	00
服务器→客户								
0x581	60	60	60	00	00	00	00	00

## 2.4 网络管理 NMT

NMT 提供网络管理服务。这种服务是采用主从通讯模式(所以只有一个 NMT 主节点)来实现的。只有 NMT 主节点能够传送 NMT 模块控制报文，所有从节点必须支持 NMT 模块控制服务，NMT 模块控制不需要应答。其消息格式如下：

NMT 主节点 → NMT 从节点		
COB-ID	Byte 0	Byte 1
0x000	命令字	Node-ID

当 Node-ID=0，则所有的 NMT 从节点都被寻址。命令字的取值与服务的对应关系如下表：

命令字	NMT 服务
0x01	启动命令 (让节点进入操作状态)
0x02	停止命令 (让节点进入停止状态)
0x80	预操作命令 (让节点进入预操作状态)
0x81	复位节点应用层 (让节点进入应用层复位状态)
0x82	复位节点通讯 (让节点进入通讯复位状态)

节点状态说明如下表：

状态	说明
初始化	节点上电后 CAN 控制器初始化
应用层复位	节点应用程序复位
通讯复位	节点 CANopen 通讯复位
预操作状态	节点 CANopen 通信处于操作状态； 可以进行 SDO 和 NMT 通信
操作状态	节点收到 NMT 主站发送的启动命令后，节点的 PDO 通信被激活
停止状态	节点收到 NMT 主站发来停止命令后，节点的 PDO 通信被禁止

## 2.5 心跳 (NMT 错误控制)

NMT 错误控制主要用于检测网络中的设备是否在线和设备所处的状态，包括节点/寿命保护和心跳。ZLAC8015D 目前仅支持心跳的方式。

一个节点可被配置为产生周期性的被称作心跳报文(Heartbeat)的报文。心跳模式采用的是生产者(从机)——消费者(主机)模型。CANopen 设备可以根据生产者心跳间隔对象 0x1017 设置的周期来发送心跳报文，单位为 ms。网络中总具有消费者心跳功能的节点，根据对象 0x1016 设置的消费者时间监视该生产者，一旦在消费者心跳时间范围内未接收到相应节点的生产者的心跳，则认为该节点掉线(或者存在故障)。

CANopen 从站按其对象字典中 0x1017 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 0x1016 中填写的心跳消费时间进行检查，假设超过若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。

从机每隔 0x1017 时间发送心跳报文，监视从机的主机（或其他从机），在消费者时间内未接收到心跳报文，则认为该从机掉站。 $0x1017 \times 2 \leq$  监控该从机的主机（或其他从机）的消费者时间，否则易误报从机掉站。

心跳报文格式如下表：

心跳生产者→消费者	
COB-ID	Byte 0
0x700+Node-ID	状态

状态说明如下表：

状态	说明
0x00	Boot-up
0x04	停止状态
0x05	操作状态
0x7F	预操作状态

※注：ZLAC8015D 是心跳生产者

## 2.6 过程数据对象 (PDO)

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 长度可以小于 8 个字节，传输速度比较快。每一个 PDO 信息包含了发送 PDO(TxPDO) 和接收 PDO(RxPDO) 信息，其传送方式定义在 PDO 通讯参数索引中。所有的 PDO 传送数据必须透过对象字典映像到对应的索引区上。ZLAC8015D 支持 4 组收发 PDO，相关对象如下表：

对象	COB-ID	通信对象	映射参数
TPD00	0x181-0x1FF (0x180+节点地址)	0x1800	0x1A00
RPD00	0x201-0x27F (0x200+节点地址)	0x1400	0x1600
TPD01	0x281-0x2FF (0x280+节点地址)	0x1801	0x1A01
RPD01	0x301-0x37F (0x300+节点地址)	0x1401	0x1601
TPD02	0x381-0x3FF (0x380+节点地址)	0x1802	0x1A02
RPD02	0x401-0x47F (0x400+节点地址)	0x1402	0x1602
TPD03	0x481-0x4FF (0x480+节点地址)	0x1803	0x1A03
RPD03	0x501-0x57F (0x500+节点地址)	0x1403	0x1603

## 2.6.1 PDO 的通信参数

### 1. PDO 的 CAN 标识符

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

### 2. PDO 的传输类型

PDO 的传输类型位于通信参数(RPDO: 1400h~1403h, TPDO: 1800h~1803h) 的子索引 02 上。

**异步传输**——由事件触发传输，包括数据改变触发、周期性事件定时器触发；

**同步传输**——网络中同步帧有关。

通信参数(RPDO: 1400h~1403h, TPDO: 1800h~1803h) 子索引 02 不同的数值代表不同的传输类型，定义了触发 TPDO 传输或处理收到的 RPDO 的方法，具体对应关系如下表：

传输类型	同步		异步
	循环	非循环	
0		√	
1~240	√		
241~254		√	
254、255			√

#### 说明：

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

**※注意：ZLAC8015D 目前仅支持 254/255 传输方式**

### 3. 禁止时间

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

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

**建议：当变化较为频繁的对象(例如反馈位置、反馈速度等)配置到 TPDO，且该 TPDO 的传输类型为异步方式时，建议设置一定的禁止时间。**

### 4. 事件计时器

针对异步传输（传输类型为 254 或 255）的 TPDO，定义事件计时器，位于通信参数(1800h~1803h) 的子索引 05 上，单位为 500us。事件计时器也可以看做是一种触发事件，它也会触发相应的 TPDO 传输。如果在计时器运行周期内出现了数据改变等其它事件，TPDO 也会触发，且事件计数器会被立即复位。

## 2.6.2 PDO 的映射参数

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

例如将 0x6040 映射到 0x1A00 01 中

	Byte 7	Byte 6	Byte 5	Byte 4	Byte 3	Byte 2	Byte 1	Byte 0
定义	2B	00	1A	01	10	00	40	60
映射区	子索引号		映射对 象长度	被映射 子索引	被映射对象			

### 2.6.3 PDO 映射范例

1. 将 0x606C 03 配置为 TPDO0, 传输方式分别用事件触发 (254) 或定时器触发 (255)

主站 (COB-ID:0x601)	从站 COB-ID:0x581)	功能描述
2F 00 1A 00 00 00 00 00	60 00 1A 00 00 00 00 00	清空 TPDO0 映射
23 00 1A 01 20 03 6C 60	60 00 1A 01 00 00 00 00	映射 0x606C 03 至 0x1A00 01
2F 00 18 02 FE 00 00 00	60 00 18 02 00 00 00 00	设置 TPDO0 的传输方式为事件触发
2F 00 1A 00 01 00 00 00	60 00 1A 00 00 00 00 00	开启 1 个 TPDO0 映射
2B 10 20 00 01 00 00 00	60 10 20 00 00 00 00 00	保存参数至 EEPROM

主站 (COB-ID:0x601)	从站 COB-ID:0x581)	功能描述
2F 00 1A 00 00 00 00 00	60 00 1A 00 00 00 00 00	清空 TPDO0 映射
23 00 1A 01 20 03 6C 60	60 00 1A 01 00 00 00 00	映射 0x606C 03 至 0x1A00 01
2F 00 18 02 FF 00 00 00	60 00 18 02 00 00 00 00	设置 TPDO0 的传输方式为定时器触发
2B 00 18 05 E8 03 00 00	60 00 18 05 00 00 00 00	设置定时器时间 500ms
2F 00 1A 00 01 00 00 00	60 00 1A 00 00 00 00 00	开启 1 个 TPDO0 映射
2B 10 20 00 01 00 00 00	60 10 20 00 00 00 00 00	保存参数至 EEPROM

映射完成后，切换通信状态至操作模式以开启 PDO 传输，发送 NMT 启动命令

NMT 启动命令格式如下：

COB-ID: 000 数据: 01+ID (00 代表开启所有地址 PDO)

TPDO 上传格式如下表：

从站 (COB-ID:0x181)	功能描述
01 02 03 04	上传 606C 03 中的数据为 01 02 03 04

## 2. 将 0x60FF 01 和 60FF 02 配置为 RPD01, 传输方式事件触发 (异步模式)

主站 (COB-ID:0x601)	从站 COB-ID:0x581)	功能描述
2F 01 16 00 00 00 00 00	2F 01 16 00 00 00 00 00	清空 RPD01 映射
23 01 16 01 20 01 FF 60	23 01 16 01 00 00 00 00 00	映射 0x60FF 01 至 0x1601 01
23 01 16 02 20 02 FF 60	23 01 16 02 00 00 00 00 00	映射 0x60FF 02 至 0x1601 02
2F 01 16 00 02 00 00 00 00	2F 01 16 00 00 00 00 00 00	启动 RPD01 映射
2B 10 20 00 01 00 00 00 00	2B 10 20 00 00 00 00 00 00	保存参数至 ERRPOM

映射完成后，切换通信状态至操作模式以开启 PDO 传输，发送 NMT 启动命令  
NMT 启动命令格式如下：

COB-ID: 000 数据: 01+ID (00 代表开启所有地址 PDO)

RPDO 发送格式如下表：

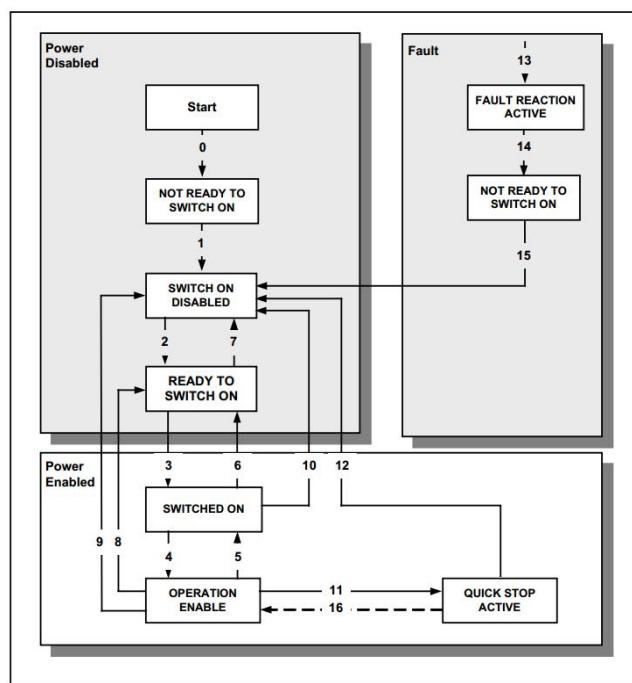
主站 (COB-ID:0x301)	功能描述
01 02 03 04 05 06 07 08	01 02 03 04 写入 60FF 01
	05 06 07 08 写入 60FF 02

## 三、 CiA402 说明

### 3.1. CiA402 状态机

CiA402 协议中定义了运动控制设备的标准状态机，同时还定义了各种运行模式，以及它们在对象字典中的定义。

标准状态机 (State machine) 描述了设备的状态和驱动可能的控制序列。每一步状态表示了一个特定的内部或者外部行为，设备的状态也决定了哪些命令可以被接收。



驱动器状态机

※ 状态机各状态对应说明如下表：

状态名	说明
NOT READY TO SWITCH ON	仅对驱动芯片供电，驱动正在初始化和自检，驱动功能未启用，此状态为内部状态。
SWITCH ON DISABLED	驱动初始化完成，驱动参数建立并可以被修改，此状态没有对电机供电，此状态为用户能够操作到的最低状态，驱动上电后，用户接触到的状态。
READY TO SWITCH ON	驱动参数可以被修改，驱动功能未启用，等待进入 SWITCH ON 状态。
SWITCH ON	对驱动提供高电压，功率放大器就绪，驱动参数可以被修改，驱动功能未启用。
OPERATION ENABLE	没有检测到故障，驱动功能启用，并对电机上电 驱动参数可以被修改，根据 BP[N] 参数，决定此状态刹车是否会自动释放。
QUICK STOP ACTIVE	驱动参数可以被修改，急停功能启用，驱动功能启用，电机处于上电状态。
FAULT REACTION ACTIVE	驱动参数可以被修改，驱动产生了故障，故障反应功能启用，驱动功能停用，此状态不能手动进入，驱动发生故障时自动进入。

驱动器状态机通过控制字（对象 6040h）的 bit0~bit3、bit7 位来控制，具体描述如下表：

※ 控制字切换状态

命令	控制字					状态切换
	Bit7	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
Shutdown	0	X	1	1	0	2, 6, 8
Switchon	0	0	1	1	1	3
Switchon +Enable operation	0	1	1	1	1	3+4
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	†	X	X	X	X	15
Bits 标注为 X 是无效						

状态机中各个状态可以通过状态字（对象 6041h）的 bit0~bit3、bit5、bit6 显示，具体描述如下表：

※ 状态字切换状态

状态	状态字					
	Bit6	Bit5	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Not ready to switch on	0	X	0	0	0	0
Switch on disabled	1	X	0	0	0	0
Ready to switch on	0	1	0	0	0	1

Switched on	0	1	0	0	1	1
Operation enabled	0	1	0	1	1	1
Quick stop active	0	0	0	1	1	1
Fault reaction active	0	X	1	1	1	1
Fault	0	X	1	0	0	0
Bits 标注为 X 是无效						

### 3.2. 控制字与状态字

驱动器的启停控制指令和状态描述主要通过控制字 6040h 与状态字 6041h 实现，因此对控制字和状态字的熟练使用十分必要，下表简要描述了控制字和状态字各位的定义。

控制字	常用命令	功能说明
6040h	00	初始化步骤 0：此时 6041 低 4 位状态为：0000，电机释放；
	06	初始化步骤 1：此时 6041 低 4 位状态为：0001，电机释放；
	07	初始化步骤 2：此时 6041 低 4 位状态为：0011，电机使能；
	0F	初始化步骤 3：此时 6041 低 4 位状态为：0111，电机使能；
	0F	速度模式（6061=3）下启动指令；
	0F->1F	转矩模式（6061=4）下启动指令； 位置模式（6061=1）下绝对运动启动指令；
	4F->5F	位置模式（6061=1）下相对运动启动指令；

状态字	位定义	功能说明
6041h	Bit0~Bit3	6040=0: xxxx xxxx xxxx 0000 6040=6: xxxx xxxx xxxx 0001 6040=7: xxxx xxxx xxxx 0011 6040=F: xxxx xxxx xxxx 0111
	Bit7	0: 驱动器正常； 1: 驱动器报警；
	Bit8	0: 转矩未完成； 1: 转矩已完成；
	Bit11	0: 表示此时 6040h 的 Bit4 位状态为 0； 1: 表示此时 6040h 的 Bit4 位状态为 1；
	Bit13	0: 电机释放； 1: 电机使能；
	Bit14	0: 电机停止中； 1: 电机运行中；
	Bit15	0: 位置模式下运动未到位； 1: 位置模式下运动已到位；

实例：上电后对驱动器初始化操作，初始化后进入正常工作状态，该操作一般在上电后进行。

主站	从站	从站状态字
00: 01 00	NMT 初始化	NMT 初始化
601: 2B 40 60 00 00 00 00 00	581: 60 40 60 00 00 00 00 00	6041: xxxx xxxx xxxx 0000
601: 2B 40 60 00 06 00 00 00	581: 60 40 60 00 00 00 00 00	6041: xxxx xxxx xxxx 0001
601: 2B 40 60 00 07 00 00 00	581: 60 40 60 00 00 00 00 00	6041: xxxx xxxx xxxx 0011
601: 2B 40 60 00 0F 00 00 00	581: 60 40 60 00 00 00 00 00	6041: xxxx xxxx xxxx 0111

CANopen 通过对对象 6060h (Mode of Operation) 对驱动器工作模式进行设置，并通过对象 6061h (Mode of operation display) 反映驱动器当前的工作模式状态。 ZLAC8015D 系列驱动器目前支持 3 种工作模式：位置模式(Profile Position Mode)，速度模式(Profile Velocity Mode)，转矩模式(Profile Torque Mode)。

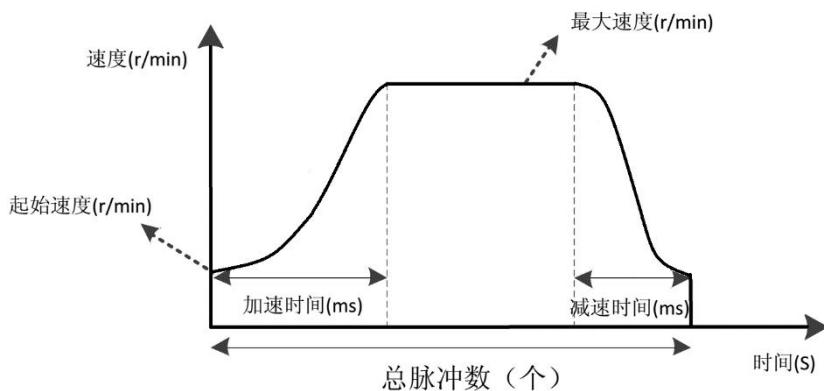
#### ※ 驱动器工作模式

索引	子索引	名称	类型	属性	PDO 映射	参数范围	默认值
6060h	00	工作模式	I8	RW	NO	0: 未定义 1: 位置模式 3: 速度模式 4: 转矩模式	0

### 3.3. 位置模式

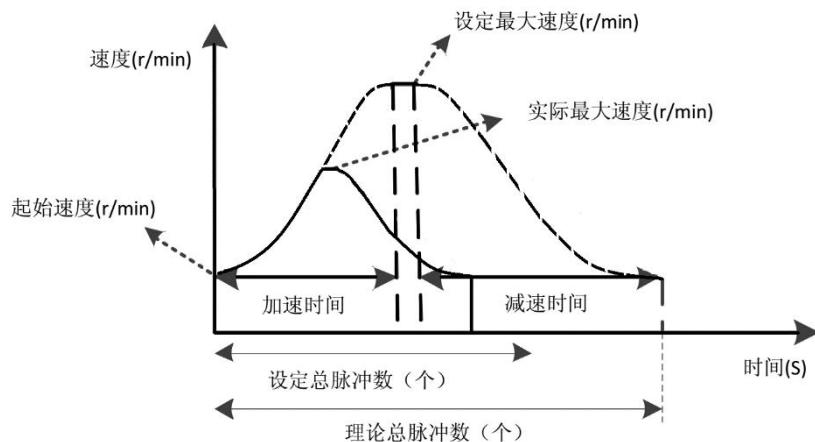
#### 3.3.1 位置模式说明

位置模式采用 S 形加减速曲线实现，用户可以通过总线设置起始速度、最大速度、加速时间、减速时间和总脉冲数几个参数来实现精确的位置控制。S 形加减速曲线如下图所示。



位置模式加减速曲线

当用户设定的总脉冲数个数较少时，电机可能在加速到最大速度之前就需要进行减速（即电机实际运行过程中未加速到用户设定的最大速度），速度曲线如下图所示。图中实线所示为电机实际运行曲线，虚线为要加速到设定最大速度需要运行的曲线。理论总脉冲数为按照用户设定参数（起始速度、最大速度、加速时间、减速时间）计算得到的最小总脉冲数。当用户设定的总脉冲数小于理论总脉冲数时，电机就会按下图中实线运行。



位置模式加减速曲线（未加速到设定最大速度）

#### 状态字

状态字	位定义	功能说明
6041h	Bit0~Bit3	6040=0: xxxx xxxx xxxx 0000 6040=6: xxxx xxxx xxxx 0001 6040=7: xxxx xxxx xxxx 0011 6040=F: xxxx xxxx xxxx 0111
	Bit5	0: 驱动器急停状态; 1: 驱动器非急停状态; (指令急停)
	Bit10	0: 目标位置未达到; 1: 目标位置到达;
	Bit12	0: 目标位置未生效; 1: 目标位置生效;
	Bit13	0: 电机运行未到位; 1: 电机运行到位; (根据驱动器超差阈值判断)
	Bit14	0: 电机停止中; 1: 电机运行中;
	Bit15	0: 处于非外部急停状态; 1: 处于外部急停状态;

#### ※ 相关对象字典内容

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	PDO 映射	默认值
6040h	00	控制字	控制字	U16	RW	YES	0
6060h	00	运行模式	0: 未定义; 1: 位置模式; 3: 速度模式; 4: 转矩模式;	I8	RW	YES	0
607Ah	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	目标位置(左)	位置模式运行总脉冲数范围:	I32	RW	YES	0

			相对： -0x7FFFFFFF~0x7FFFFFFF 绝对： -0x3FFFFFFF~0x3FFFFFFF				
	02	目标位置 (右)	位置模式运行总脉冲数范 围： 相对： -0x7FFFFFFF~0x7FFFFFFF 绝对： -0x3FFFFFFF~0x3FFFFFFF	I32	RW	YES	0
6081h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	最大速度 (左)	位置模式时的最大速度； 范围：1~1000r/min；	U32	RW	YES	120r/min
	02	最大速度 (右)	位置模式时的最大速度； 范围：1~1000r/min；	U32	RW	YES	120r/min
6083h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	S形加速时 间(左)	加速时间； 范围：0~32767ms；	U32	RW	YES	500ms
	02	S形加速时 间(右)	加速时间； 范围：0~32767ms；	U32	RW	YES	500ms
6084h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	S形减速时 间(左)	减速时间； 范围：0~32767ms；	U32	RW	YES	500ms
	02	S形减速时 间(右)	减速时间； 范围：0~32767ms；	U32	RW	YES	500ms

### 3.3.2 位置模式配置例程

例如使电机按参数（加速时间 100ms、减速时间 100ms、最大速度 60r/min、总脉冲数 3200）相对运动。

#### 位置模式初始化：

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2F 60 60 00 01 00 00 00	60 60 60 00 00 00 00 00	设置位置模式
23 83 60 01 64 00 00 00	60 83 60 01 00 00 00 00	设置左电机 S形加速时间 100ms
23 83 60 02 64 00 00 00	60 83 60 01 00 00 00 00	设置右电机 S形加速时间 100ms
23 84 60 01 64 00 00 00	60 84 60 01 00 00 00 00	设置左电机 S形减速时间 100ms
23 84 60 02 64 00 00 00	60 84 60 01 00 00 00 00	设置右电机 S形减速时间 100ms
23 81 60 01 3C 00 00 00	60 81 60 01 00 00 00 00	设置左电机 最大速度 60r/min
23 81 60 02 3C 00 00 00	60 81 60 01 00 00 00 00	设置右电机 最大速度 60r/min

2B 40 60 00 06 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	使能
2B 40 60 00 07 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
2B 40 60 00 0F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	

### 相对位置同步控制

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
23 7A 60 01 00 7D 00 00	60 7A 60 01 00 00 00 00	设置左电机 目标位置 32000
23 7A 60 02 00 83 FF FF	60 7A 60 02 00 00 00 00	设置右电机 目标位置 -32000
2B 40 60 00 4F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	启动相对运动
2B 40 60 00 5F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
23 7A 60 01 00 83 FF FF	60 7A 60 01 00 00 00 00	设置左电机 目标位置 -32000
23 7A 60 02 00 7D 00 00	60 7A 60 02 00 00 00 00	设置右电机 目标位置 32000
2B 40 60 00 4F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	启动相对运动
2B 40 60 00 5F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
2B 40 60 00 00 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	停机

### 绝对位置同步控制

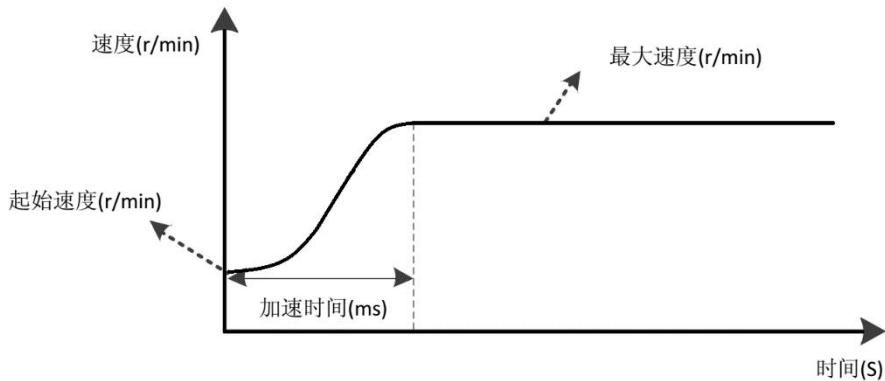
主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
23 7A 60 01 00 7D 00 00	60 7A 60 01 00 00 00 00	设置左电机 目标位置 32000
23 7A 60 02 00 83 FF FF	60 7A 60 02 00 00 00 00	设置右电机 目标位置 -32000
2B 40 60 00 0F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	启动绝对运动
2B 40 60 00 1F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
23 7A 60 01 00 83 FF FF	60 7A 60 01 00 00 00 00	设置左电机 目标位置 -32000
23 7A 60 02 00 7D 00 00	60 7A 60 02 00 00 00 00	设置右电机 目标位置 32000
2B 40 60 00 0F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	启动绝对运动
2B 40 60 00 1F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
2B 40 60 00 00 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	停机

※注意：位置控制时，控制字的切换会同时控制两个电机，所以当控制单台电机时，另一台电机的目标位置应当给 0

## 3.4. 速度模式

### 3.4.1 速度模式说明

速度模式的加速曲线如下图所示。与位置模式不同，速度模式需要设置的参数仅有起始速度、目标速度和加速时间三个参数。电机按这三个参数设置加速到最大速度后，按最大速度匀速运行。



速度模式加速曲线

#### 状态字

状态字	位定义	功能说明
6041h	Bit0~Bit3	6040=0: xxxx xxxx xxxx 0000 6040=6: xxxx xxxx xxxx 0001 6040=7: xxxx xxxx xxxx 0011 6040=F: xxxx xxxx xxxx 0111
	Bit5	0: 驱动器急停状态; 1: 驱动器非急停状态; (指令急停)
	Bit10	0: 速度未到位; 1: 速度到位;
	Bit12	0: 速度不为0速; 1: 速度为0速;
	Bit14	0: 电机停止中; 1: 电机运行中;
	Bit15	0: 处于非外部急停状态; 1: 处于外部急停状态;

#### ※ 相关对象字典内容

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	PDO 映射	默认值
200Fh	00	同步/异步控制标志位	0: 异步控制 1: 同步控制	U1 6	RW	YES	0
6040h	00	控制字	控制字	U16	RW	YES	0
6060h	00	运行模式	0: 未定义; 1: 位置模式; 3: 速度模式; 4: 转矩模式;	I8	RW	YES	0
6083h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	S形加速时间(左)	加速时间; 范围: 0-32767ms;	U32	RW	YES	500ms
	02	S形加速时间(右)	加速时间;	U32	RW	YES	500ms

			范围: 0~32767ms;				
6084h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	S形减速时间(左)	减速时间; 范围: 0~32767ms;	U32	RW	YES	500ms
	02	S形减速时间(右)	减速时间; 范围: 0~32767ms;	U32	RW	YES	500ms
60FFh	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	目标速度(左)	速度模式时的目标速度; 范围: -1000~1000r/min;	I32	RW	YES	0
	02	目标速度(右)	速度模式时的目标速度; 范围: -1000~1000r/min;	I32	RW	YES	0
	03	左右目标速度组合 低 16 为左电机 高 16 为右电机	电机当前运动速度, 单位 0.1r/min	U32 (I1 6+I 16)	RO	YES	0

### 3.4.2 速度模式配置例程

例如使电机按参数 (加速时间 100ms、减速时间 100ms、目标速度 60r/min) 旋转。

※ 假设驱动器从站号为 1, CANopen 指令控制如下表描述:

#### 速度模式异步控制初始化:

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B 0F 20 00 00 00 00 00	60 0F 20 00 00 00 00 00	设置异步控制
2F 60 60 00 03 00 00 00	60 60 60 00 00 00 00 00	设置速度模式
23 83 60 01 64 00 00 00	60 83 60 01 00 00 00 00	设置左电机 S形加速时间 100ms
23 83 60 02 64 00 00 00	60 83 60 02 00 00 00 00	设置右电机 S形加速时间 100ms
23 84 60 01 64 00 00 00	60 84 60 01 00 00 00 00	设置左电机 S形减速时间 100ms
23 84 60 02 64 00 00 00	60 84 60 02 00 00 00 00	设置右电机 S形减速时间 100ms
2B 40 60 00 06 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	使能
2B 40 60 00 07 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
2B 40 60 00 0F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	

#### 左电机速度控制

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
23 FF 60 01 64 00 00 00	60 FF 60 01 00 00 00 00	设置左电机 目标速度 100rpm
23 FF 60 01 9C FF FF FF	60 FF 60 01 00 00 00 00	设置左电机 目标速度 -100rpm
2B 40 60 00 00 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	停机

### 右电机速度模式

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
23 FF 60 02 64 00 00 00	60 FF 60 02 00 00 00 00	设置右电机 目标速度 100rpm
23 FF 60 02 9C FF FF FF	60 FF 60 02 00 00 00 00	设置右电机 目标速度-100rpm
2B 40 60 00 00 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	停机

### 速度模式同步控制初始化:

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B 0F 20 00 01 00 00 00	60 0F 20 00 00 00 00 00	设置同步控制
2F 60 60 00 03 00 00 00	60 60 60 00 00 00 00 00	设置速度模式
23 83 60 01 64 00 00 00	60 83 60 01 00 00 00 00	设置左电机 S形加速时间 100ms
23 83 60 02 64 00 00 00	60 83 60 02 00 00 00 00	设置右电机 S形加速时间 100ms
23 84 60 01 64 00 00 00	60 84 60 01 00 00 00 00	设置左电机 S形减速时间 100ms
23 84 60 02 64 00 00 00	60 84 60 02 00 00 00 00	设置右电机 S形减速时间 100ms
2B 40 60 00 06 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	使能
2B 40 60 00 07 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
2B 40 60 00 0F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	

### 同步速度控制

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
23 FF 60 03 64 00 64 00	60 FF 60 03 00 00 00 00	设置同步 目标速度 100rpm
23 FF 60 03 9C FF 9C FF	60 FF 60 03 00 00 00 00	设置同步 目标速度-100rpm
2B 40 60 00 00 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	停机

※注: 同步目标速度: 低 16 为左电机, 高 16 为右电机

## 3.5. 转矩模式

### 3.5.1 转矩模式说明

转矩模式下需将工作模式对象 6060h 值设置为 4, 当工作模式状态对象 6061h 寄存器读取为 4 时可进行 HM 工作模式的相关操作。该模式下涉及到的对象如下:

#### 状态字

状态字	位定义	功能说明
	Bit0~Bit3	6040=0: xxxx xxxx xxxx 0000 6040=6: xxxx xxxx xxxx 0001 6040=7: xxxx xxxx xxxx 0011 6040=F: xxxx xxxx xxxx 0111

	Bit5	0: 驱动器急停状态; 1: 驱动器非急停状态; (指令急停)
	Bit10	0: 转矩未到达; 1: 转矩到达;
	Bit14	0: 电机停止中; 1: 电机运行中;
	Bit15	0: 处于非外部急停状态; 1: 处于外部急停状态;

注释: 低 16 为左电机 高 16 为右电机

※ 相关对象字典内容

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	PDO 映射	默认值
200Fh	00	同步/异步控制标志位	0: 异步控制 1: 同步控制	U16	RW	YES	0
6040h	00	控制字	控制字	U16	RW	YES	0
6060h	00	运行模式	0: 未定义; 1: 位置模式; 3: 速度模式; 4: 转矩模式;	I8	RW	YES	0
6071h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RW	NO	2
	01	目标转矩(左)	单位: mA 范围: -30000~30000;	I16	RW	YES	0
	02	目标转矩(右)	单位: mA 范围: -30000~30000;	I16	RW	YES	0
	03	左右目标转矩组合 低 16 为左电机 高 16 为右电机	单位: mA 范围: -30000~30000; (I1 6+I 16)	U32	RW	YES	0
6087h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	转矩斜率(左)	电流/1000/second; 单位: mA/s;	U32	RW	YES	300ms
	02	转矩斜率(右)	电流/1000/second; 单位: mA/s;	U32	RW	YES	300ms

### 3.5.2 转矩模式配置例程

完成转矩工作，目标转矩 100mA。

※ 假设驱动器从站号为 1， CANopen 指令控制如下表描述：

#### 转矩模式异步控制初始化

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B 0F 20 00 00 00 00 00	60 0F 20 00 00 00 00 00	设置异步控制
2F 60 60 00 04 00 00 00	60 60 60 00 00 00 00 00	设置转矩模式
23 87 60 01 64 00 00 00	60 87 60 01 00 00 00 00	设置左电机

		转矩斜率 100mA/s
23 87 60 02 64 00 00 00	60 87 60 02 00 00 00 00	设置右电机 转矩斜率 100mA/s
2B 40 60 00 06 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	使能
2B 40 60 00 07 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
2B 40 60 00 0F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	

### 左电机转矩控制

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B 71 60 01 E8 03 00 00	60 71 60 01 00 00 00 00	设置左电机 目标转矩 1000mA/s
2B 71 60 01 18 FC FF FF	60 71 60 01 00 00 00 00	设置左电机 目标转矩-1000mA/s
2B 40 60 00 00 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	停机

### 右电机转矩控制

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B 71 60 02 E8 03 00 00	60 71 60 02 00 00 00 00	设置右电机 目标转矩 1000mA/s
2B 71 60 02 18 FC FF FF	60 71 60 02 00 00 00 00	设置右电机 目标转矩-1000mA/s
2B 40 60 00 00 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	停机

※注：左/右目标转矩为 16 位数据，SDO 写命令字是 0x2B，同步目标转矩是 32 位数据，SDO 写命令字是 0x23

### 转矩模式同步控制初始化

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B OF 20 00 01 00 00 00	60 OF 20 00 00 00 00 00	设置同步控制
2F 60 60 00 04 00 00 00	60 60 60 00 00 00 00 00	设置转矩模式
23 87 60 01 64 00 00 00	60 87 60 01 00 00 00 00	设置左电机 转矩斜率 100mA/s
23 87 60 02 64 00 00 00	60 87 60 02 00 00 00 00	设置右电机 转矩斜率 100mA/s
2B 40 60 00 06 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	使能
2B 40 60 00 07 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	
2B 40 60 00 0F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	

### 同步转矩控制

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
23 71 60 03 E8 03 E8 03	60 71 60 03 00 00 00 00	设置同步 目标转矩 1000mA/s
23 71 60 03 18 FC 18 FC	60 71 60 03 00 00 00 00	设置同步 目标转矩-1000mA/s
2B 40 60 00 00 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	停机

※注：同步目标转矩：低 16 为左电机，高 16 为右电机

### 3.6 急停

急停可通过外部输入信号控制，也可以通过通信切换控制字状态来达到急停的目的。

※ 相关对象字典内容

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	PDO 映射	默认值
2003h	00	输入信号状态	2 路输入信号电平状态 Bit0~Bit1: X0~X1 输入电平状态;	U16	RO	YES	0
2030h	01	输入端子有效电平	Bit0: 输入端子 X0 控制位; Bit1: 输入端子 X1 控制位; Bit2~Bit15: 保留; 0: 默认; 1: 电平反转; 该驱动器默认输入端子电平上升沿或高电平有效;	U16	RW	YES	0
	02	输入端子 X0 端子功能选择	0: 未定义; 1~6: NC; 9: 急停信号;	U16	RW	YES	9
	03	输入端子 X1 端子功能选择		U16	RW	YES	0
605Ah	00	快速停止代码	快速停止命令后驱动器处理方式 0x00 05: 正常停止, 维持 quick stop 状态; 0x00 06: 急减速停, 维持 quick stop 状态; 0x00 07: 急停, 维持 quick stop 状态;	I16	RW	NO	5
6085h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	急停减速时间(左)	减速时间; 范围: 0~32767ms;	U32	RW	YES	10ms
	02	急停减速时间(右)	减速时间; 范围: 0~32767ms;	U32	RW	YES	10ms

急停指令:

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B 40 60 00 02 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	电机停止并保持使能状态
2B 40 60 00 0F 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	电机使能 (解除急停状态)

### 3.7 故障及清除

ZLAC8015D 支持过压、过流等保护，所有故障信息可通过读取对象 0x603F 获取。

故障码如下表：

0x603F	功能描述
0x0000 0000h	无错误
0x0000 0001h	过压
0x0000 0002h	欠压
0x0000 0100h	EEPROM 读写错误
0x0004 0004h	过流
0x0008 0008h	过载
0x0010 0010h	电流超差（预留）
0x0020 0020h	编码器超差
0x0040 0040h	速度超差（预留）
0x0080 0080h	参考电压出错
0x0200 0200h	霍尔出错
0x0400 0400h	电机高温
0x0800 0800h	编码器错误
0x2000 2000h	速度给定错误

※注：无错误/过压/欠压/EEPROM 读写错误为共有故障，其余故障分左右驱动，故障码高 16 位是左驱动，低 16 位是右驱动

清除故障：

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B 40 60 00 80 00 00 00	60 40 60 00 00 00 00 00	清除故障

### 3.8 外部抱闸

※ 相关对象字典内容

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	PDO 映射	默认值
2030h	04	输出端子有效电平	Bit0: 输出端子 Y0 控制位; Bit1: 输出端子 Y1 控制位; Bit2: 输出端子 B0 控制位; Bit3: 输出端子 B1 控制位;	U16	RW	YES	0

		0: 默认; 1: 电平反转; 该驱动器默认输入端子电平上升沿或高电平有效;				
07	输出端子 B0 端子功能选择	抱闸开启/关闭 0: 关闭 1: 开启	U16	RW	YES	0
08	输出端子 B1 端子功能选择	抱闸开启/关闭 0: 关闭 1: 开启	U16	RW	YES	0

※注：抱闸接线示意图详见《ZLAC8015D 伺服轮毂驱动器用户手册》，抱闸默认开启

#### 抱闸关闭（左电机 B0）：

主站(COB-ID:0x601)	从站(COB-ID:0x581)	功能描述
2B 30 20 07 00 00 00 00	60 30 20 00 00 00 00 00	关闭左电机抱闸

## 四、对象字典

ZLAC8015D 系列总线型轮毂电机驱动器参数寄存器包括三个部分，分别为 CIA301 定义的 1000h~1FFFh 寄存器、厂家自定义的 2000h~2FFFh 寄存器和 CIA402 定义的 6000h~6FFFh 寄存器。

1000h~1FFFh 寄存器为 CIA301 定义的与 CANopen 相关的基本参数通讯参数，包括 SDO， PDO 及映射寄存器等；

2000h~2FFFh 寄存器为厂家自定义的寄存器内容，包括如细分，电流的修改均可在该组参数内实现；

6000h~6FFFh 寄存器为 CIA402 定义的与运动控制相关的运动参数，包括位置模式，速度模式，转矩模式等工作模式寄存器及相关运动参数寄存器。

索引 子 索 引	名称	说明	类型	属性	PDO 映射	默认值
<b>CiA301 基本通讯参数组</b>						
1000h	00	设备类型	本设备支持 CiA301、CiA402 协议	U32	RO	NO 192
1001h	00	错误寄存器	驱动器当前错误状态	U8	RO	NO 0
1005h	00	同步报文 COB 识别符	同步报文 COB 标识符	U32	RW	NO 0x80
1009h	00	硬件版本	硬件版本	U16	RO	NO -
100Ah	00	软件版本	软件版本	U16	RO	NO -
1014h	00	EMNC 紧急报文 COB	EMNC 紧急报文 COB	U32	RW	NO 0x80
1017h	00	生产者心跳间隔	生产者心跳时间间隔，单位 ms	U16	RW	NO 0
1018h	00	制造商信息	子索引	U8	RO	NO 2

	01	Vendor ID	供应商 ID	U32	RO	NO	0x0100
	02	Product Code	供应商产品号	U32	RO	NO	0x0001
1200h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	2
	01	COB-ID (从站接收)	COB-ID (从站接收)	U32	RO	NO	600h+Node-ID
	02	COB-ID (从站发送)	COB-ID (从站发送)	U32	RO	NO	580h+Node-ID
1400h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	5
	01	RPDO0-COB-ID	标识符 COB-ID	U32	RW/S	NO	200+Node-ID
	02	传输类型	传输类型	U8	RW/S	NO	FFh
	03	禁止时间	禁止时间	U16	RW/S	NO	0
	04	保留	保留	U8	RW	NO	0
	05	事件定时器	事件定时器	U16	RW/S	NO	0
1401h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	5
	01	RPDO1-COB-ID	标识符 COB-ID	U32	RW/S	NO	300+Node-ID
	02	传输类型	传输类型	U8	RW/S	NO	FFh
	03	禁止时间	禁止时间	U16	RW/S	NO	0
	04	保留	保留	U8	RW	NO	0
	05	事件定时器	事件定时器	U16	RW/S	NO	0
1402h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	5
	01	RPDO2-COB-ID	标识符 COB-ID	U32	RW/S	NO	400+Node-ID
	02	传输类型	传输类型	U8	RW/S	NO	FFh
	03	禁止时间	禁止时间	U16	RW/S	NO	0
	04	保留	保留	U8	RW	NO	0
	05	事件定时器	事件定时器	U16	RW/S	NO	0
1403h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	5
	01	RPDO3-COB-ID	标识符 COB-ID	U32	RW/S	NO	500+Node-ID
	02	传输类型	传输类型	U8	RW/S	NO	FFh
	03	禁止时间	禁止时间	U16	RW/S	NO	0
	04	保留	保留	U8	RW	NO	0
	05	事件定时器	事件定时器	U16	RW/S	NO	0
1600h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RW/S	NO	1
	01	RPDO0-映射 1	映射至 6040h 寄存器	U32	RW/S	NO	60400010h
	02	RPDO0-映射 2	未映射	U32	RW/S	NO	-
	03	RPDO0-映射 3	未映射	U32	RW/S	NO	-
	04	RPDO0-映射 4	未映射	U32	RW/S	NO	-
1601h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RW/S	NO	0
	01	RPDO1-映射 1	未映射	U32	RW/S	NO	-

	02	RPDO1-映射 2	未映射	U32	RW/S	NO	-
	03	RPDO1-映射 3	未映射	U32	RW/S	NO	-
	04	RPDO1-映射 4	未映射	U32	RW/S	NO	-
1602h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RW/S	NO	0
	01	RPDO2-映射 1	未映射	U32	RW/S	NO	-
	02	RPDO2-映射 2	未映射	U32	RW/S	NO	-
	03	RPDO2-映射 3	未映射	U32	RW/S	NO	-
	04	RPDO2-映射 4	未映射	U32	RW/S	NO	-
1603h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RW/S	NO	0
	01	RPDO3-映射 1	未映射	U32	RW/S	NO	-
	02	RPDO3-映射 2	未映射	U32	RW/S	NO	-
	03	RPDO3-映射 3	未映射	U32	RW/S	NO	-
	04	RPDO3-映射 4	未映射	U32	RW/S	NO	-
1800h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	5
	01	TPDO0-COB-ID	标识符 COB-ID	U32	RW/S	NO	180+Nod e-ID
	02	传输类型	传输类型	U8	RW/S	NO	FFh
	03	禁止时间	禁止时间	U16	RW/S	NO	0
	04	保留	保留	U8	RW	NO	0
	05	事件定时器	事件定时器	U16	RW/S	NO	0
1801h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	5
	01	TPDO1-COB-ID	标识符 COB-ID	U32	RW/S	NO	280+Nod e-ID
	02	传输类型	传输类型	U8	RW/S	NO	FFh
	03	禁止时间	禁止时间	U16	RW/S	NO	0
	04	保留	保留	U8	RW	NO	0
	05	事件定时器	事件定时器	U16	RW/S	NO	0
1802h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	5
	01	TPDO2-COB-ID	标识符 COB-ID	U32	RW/S	NO	380+Nod e-ID
	02	传输类型	传输类型	U8	RW/S	NO	FFh
	03	禁止时间	禁止时间	U16	RW/S	NO	0
	04	保留	保留	U8	RW	NO	0
	05	事件定时器	事件定时器	U16	RW/S	NO	0
1803h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RO	NO	5
	01	TPDO3-COB-ID	标识符 COB-ID	U32	RW/S	NO	480+Nod e-ID
	02	传输类型	传输类型	U8	RW/S	NO	FFh
	03	禁止时间	禁止时间	U16	RW/S	NO	0
	04	保留	保留	U8	RW	NO	0
	05	事件定时器	事件定时器	U16	RW/S	NO	0
1A00h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RW/S	NO	0
	01	TPD00-映射 1	未映射	U32	RW/S	NO	-

	02	TPDO0-映射 2	未映射	U32	RW/S	NO	-
	03	TPDO0-映射 3	未映射	U32	RW/S	NO	-
	04	TPDO0-映射 4	未映射	U32	RW/S	NO	-
1A01h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RW/S	NO	0
	01	TPD01-映射 1	未映射	U32	RW/S	NO	-
	02	TPD01-映射 2	未映射	U32	RW/S	NO	-
	03	TPD01-映射 3	未映射	U32	RW/S	NO	-
	04	TPD01-映射 4	未映射	U32	RW/S	NO	-
1A02h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RW/S	NO	0
	01	TPD02-映射 1	未映射	U32	RW/S	NO	-
	02	TPD02-映射 2	未映射	U32	RW/S	NO	-
	03	TPD02-映射 3	未映射	U32	RW/S	NO	-
	04	TPD02-映射 4	未映射	U32	RW/S	NO	-
1A03h	00	子索引数目	子索引数目	U8	RW/S	NO	0
	01	TPD03-映射 1	未映射	U32	RW/S	NO	-
	02	TPD03-映射 2	未映射	U32	RW/S	NO	-
	03	TPD03-映射 3	未映射	U32	RW/S	NO	-
	04	TPD03-映射 4	未映射	U32	RW/S	NO	-

### 厂家自定义参数

2000h	00	通讯掉线保护时间	驱动器与主机通讯掉电 时间设置 单位: ms 范围: 0-32767;	U16	RW	YES	0
2001h	00	RS485 自定义驱动 器节点号	范围: 0-127	U16	RW	YES	1
2002h	00	RS485 自定义通讯 波特率	1: 128000bps 2: 115200bps 3: 57600bps 4: 38400bps 5: 19200bps 6: 9600bps	U16	RW	YES	2
2003h	00	输入信号状态	2 路输入信号电平状态 Bit0~Bit1: X0~X1 输入 电平状态;	U16	R0	YES	0
2004h	00	输出信号状态	2 路输出信号电平状态 Bit0~Bit1: Y0~Y1 输出 状态; Bit2~Bit3: B0~B1 输出 状态;	U16	R0	YES	0
2005h	00	反馈位置清零	用于清除反馈位置 0: 无效; 1: 清除左电机反馈位 置;	U16	RW	YES	0

			2: 清除右电机反馈位置; 3: 清除同步反馈位置;				
2006h	00	设置绝对位置原点	绝对位置模式时用于清除当前位置 0: 无效; 1: 设置左电机原点; 2: 设置右电机原点; 3: 设置同步原点;	U16	RW	YES	0
2007h	00	上电锁轴方式	0: 不使能, 不锁轴; 1: 不使能, 锁轴;	U16	RW	YES	0
2008h	00	电机最大转速	电机最大运行速度 单位 r/min; 范围 1-1000r/min;	U16	RW	YES	1000
2009h	00	寄存器参数设置	0: 无效; 1: 恢复出厂设置;	U16	RW	YES	0
200Ah	00	CAN 自定义驱动器节点号	范围: 1-127	U16	RW	YES	1
200Bh	00	CAN 自定义通讯波特率	0: 1000 Kbit/s 1: 500 Kbit/s 2: 250 Kbit/s 3: 125 Kbit/s 4: 100 Kbit/s	U16	RW	YES	1
200Ch	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	电机极对数(左)	4-64	U16	RW	YES	15
	02	电机极对数(右)	4-64	U16	RW	YES	15
200Dh	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	起始速度(左)	运动开始的初始速度; 单位 r/min; 范围 1-256/min;	U16	RW	YES	1r/min
	02	起始速度(右)	运动开始的初始速度; 单位 r/min; 范围 1-256/min;	U16	RW	YES	1r/min
200Eh	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	编码器线数设置(左)	0-4096	U16	RW	YES	1024
	02	编码器线数设置(右)	0-4096	U16	RW	YES	1024
200Fh	00	同步/异步控制标志位	0: 异步控制 1: 同步控制	U16	RW	YES	0
2010h	00	是否保存参数于 EEPROM	通信写入功能码值是否更新到 EEPROM. 0: 无效; 1: 保存所有 RW 属性的	U16	RW	YES	0

			参数到 EEPROM; :				
2011h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	电机与 Hall 的偏移 角度(左)	单位 1° ; 范围 -360~+360	I16	RW	YES	0
	02	电机与 Hall 的偏移 角度(右)	单位 1° ; 范围 -360~+360	I16	RW	YES	0
2012h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	过载系数(左)	范围 0~300, 单位%	U16	RW	YES	200
	02	过载系数(右)	范围 0~300, 单位%	U16	RW	YES	200
2013h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	电机温度保护阈值 (左)	单位 0.1°C; 范围 0~1200	U16	RW	YES	800
	02	电机温度保护阈值 (右)	单位 0.1°C; 范围 0~1200	U16	RW	YES	800
	03	驱动器温度保护阈 值	单位 0.1°C; 范围 0~1200	U16	RW	YES	800
2014h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	额定电流(左)	驱动器输出的额定电流 单位 0.1A; 范围 0~150	U16	RW	YES	150
	02	额定电流(右)	驱动器输出的额定电流 单位 0.1A; 范围 0~150	U16	RW	YES	150
2015h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	最大电流(左)	驱动器输出的最大电流 单位 0.1A; 范围 0~300	U16	RW	YES	300
	02	最大电流(右)	驱动器输出的最大电流 单位 0.1A; 范围 0~300	U16	RW	YES	300
2016h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	过载保护时间(左)	驱动器过载保护时间 单位 10ms; 范围 0~6553	U16	RW	YES	300
	02	过载保护时间(右)	驱动器过载保护时间 单位 10ms; 范围 0~6553	U16	RW	YES	300
2017h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	超差报警阈值(左)	编码器超差阈值 单位 *10counts; 范围 1~6553	U16	RW	YES	409
	02	超差报警阈值(右)	编码器超差阈值 单位 *10counts;	U16	RW	YES	409

			范围 1-6553				
2018h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 速度平滑系数	0-30000	U16	RW	YES	50
	02	R 速度平滑系数	0-30000	U16	RW	YES	50
2019h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 电流环比例系数	0-30000	U16	RW	YES	600
	02	R 电流环比例系数	0-30000	U16	RW	YES	600
201Ah	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 电流环积分增益	0-30000	U16	RW	YES	300
	02	R 电流环积分增益	0-30000	U16	RW	YES	300
201Bh	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 前馈输出平滑系数	0-30000	U16	RW	YES	100
	02	R 前馈输出平滑系数	0-30000	U16	RW	YES	100
201Ch	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 转矩输出平滑系数	0-30000	U16	RW	YES	100
	02	R 转矩输出平滑系数	0-30000	U16	RW	YES	100
201Dh	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 速度比例增益 Kp	0-30000	U16	RW	YES	500
	02	R 速度比例增益 Kp	0-30000	U16	RW	YES	500
201Eh	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 速度积分增益 Ki	0-30000	U16	RW	YES	100
	02	R 速度积分增益 Ki	0-30000	U16	RW	YES	100
201Fh	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 速度前馈增益 Kf	0-30000	U16	RW	YES	1000
	02	R 速度前馈增益 Kf	0-30000	U16	RW	YES	1000
2020h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 位置比例增益 Kp	0-30000	U16	RW	YES	50
	02	R 位置比例增益 Kp	0-30000	U16	RW	YES	50
2021h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 位置前馈增益 Kf	0-30000	U16	RW	YES	200
	02	R 位置前馈增益 Kf	0-30000	U16	RW	YES	200
2022h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 速度观测器系数 1	0-30000	U16	RW	YES	1000
	02	R 速度观测器系数 1	0-30000	U16	RW	YES	1000
2023h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 速度观测器系数 2	0-30000	U16	RW	YES	750
	02	R 速度观测器系数 2	0-30000	U16	RW	YES	750
2024h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 速度观测器系数 3	0-30000	U16	RW	YES	350

	02	R 速度观测器系数 3	0~30000	U16	RW	YES	350
2025h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	L 速度观测器系数 4	0~30000	U16	RW	YES	1000
	02	R 速度观测器系数 4	0~30000	U16	RW	YES	1000
2026h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	6
	01	报警 PWM 处理方式	0:关闭 1:开启	U16	RW	YES	1
	02	过载处理方式	0:关闭 1:开启	U16	RW	YES	0
	03	I/O 急停处理方式	0: 锁轴 1: 解轴	U16	RW	YES	0
	04	驻车模式	0:关闭 1:开启	U16	RW	YES	0
	05	给定速度分辨率	1~10 (1: 1RPM、十进制 10 即十六进制 A: 0.1RPM)	U16	RW	YES	1
	06	速度超差	0:关闭 1:开启	U16	RW	YES	1
2030h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	8
	01	输入端子有效电平	Bit0: 输入端子 X0 控制位; Bit1: 输入端子 X1 控制位; Bit2~Bit15: 保留; 0: 默认; 1: 电平反转; 该驱动器默认输入端子电平上升沿或高电平有效;	U16	RW	YES	0
	02	输入端子 X0 端子功能选择	0: 未定义; 1~6: NC;	U16	RW	YES	9
	03	输入端子 X1 端子功能选择	9: 急停信号;	U16	RW	YES	0
	04	输出端子有效电平	Bit0: 输出端子 Y0 控制位; Bit1: 输出端子 Y1 控制位; Bit2: 输出端子 B0 控制位; Bit3: 输出端子 B1 控制位; 0: 默认; 1: 电平反转; 该驱动器默认输入端子	U16	RW	YES	0

			电平上升沿或高电平有效;				
05	输出端子 Y0 端子功能选择	0: 未定义 1: 报警信号; 2: 驱动器状态信号; 3: 到位信号 (预留)	U16	RW	YES	0	
06	输出端子 Y1 端子功能选择	0: 未定义 1: 报警信号; 2: 驱动器状态信号; 3: 到位信号 (预留)	U16	RW	YES	0	
07	输出端子 B0 端子功能选择	抱闸开启/关闭 0: 开启 1: 关闭	U16	RW	YES	0	
08	输出端子 B1 端子功能选择	抱闸开启/关闭 0: 开启 1: 关闭	U16	RW	YES	0	
2031h	00	软件版本	出厂默认	U16	RO	NO	-
2032h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	3
	01	电机温度(左)	单位 0.1° C; 范围-550-1200° C	I16	RO	YES	-
	02	电机温度(右)	单位 0.1° C; 范围-550-1200° C	I16	RO	YES	-
	03	驱动器温度	单位 0.1° C; 范围-550-1200° C	I16	RO	YES	-
2033h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	电机状态寄存器(左)	驱动器控制电机运动状态 0: 电机静止; 1: 电机运行;	U16	RO	YES	0
	02	电机状态寄存器(右)	驱动器控制电机运动状态 0: 电机静止; 1: 电机运行;	U16	RO	YES	0
2034h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	霍尔输入状态(左)	0-7; 如果出现 0 或 7, 为霍尔出错	U16	RO	YES	0
	02	霍尔输入状态(右)	0-7; 如果出现 0 或 7, 为霍尔出错	U16	RO	YES	0
2035h	00	母线电压	单位: 0.01V	U16	RO	YES	0
<b>CiA 402 参数组</b>							
603Fh	00	驱动器最近一次故障码	厂家自定义的驱动器错误情况。	U32	RO	YES	0

		<p>高 16 位: (右) 低 16 位: (左)</p> <p>0x0000 0000h: 无错误; 0x0000 0001h: 过压; 0x0000 0002h: 欠压; 0x0000 0100h: EEPROM 读写错误;</p> <p><b>左电机:</b></p> <p>0x0000 0004h: 过流; 0x0000 0008h: 过载; 0x0000 0010h: 电流超 差; (预留) 0x0000 0020h: 编码器 超差; 0x0000 0040h: 速度超 差; (预留) 0x0000 0080h: 参考电 压出错; 0x0000 0200h: 霍尔出 错; 0x0000 0400h: 电机超 温 0x0000 0800h: 编码器 错误</p> <p style="color: red;">0x0000 2000h: 速度给 定错误 (给定速度不能 超过额定转速)</p> <p><b>右电机:</b></p> <p>0x0004 0000h: 过流; 0x0008 0000h: 过载; 0x0010 0000h: 电流超 差; (预留) 0x0020 0000h: 编码器 超差; 0x0040 0000h: 速度超 差; (预留) 0x0080 0000h: 参考电 压出错; 0x0200 0000h: 霍尔出 错; 0x0400 0000h: 电机超 温 0x0800 0000h: 编码器 错误</p>			
--	--	--	--	--	--

			<b>0x2000 0000h: 速度给定错误（给定速度不能超过额定转速）</b>				
6040h	00	控制字	控制字	U16	RW	YES	0
6041h	00	状态字	状态字 低 16 为左电机 高 16 为右电机	U32	RO	YES	0
605Ah	00	快速停止代码	快速停止命令后驱动器处理方式 0x00 05: 正常停止, 维持 quick stop 状态; 0x00 06: 急减速停, 维持 quick stop 状态; 0x00 07: 急停, 维持 quick stop 状态;	I16	RW	NO	5
605Bh	00	关闭操作代码	关闭命令后驱动器处理方式 0x00 00: 无效; 0x00 01: 正常停止, 转到 ready to switch on 状态;	I16	RW	NO	1
605Ch	00	禁用操作代码	禁用操作命令后驱动器处理方式 0x00 00: 无效; 0x00 01: 正常停止, 转到 switched on 状态;	I16	RW	NO	1
605Dh	00	Halt 控制寄存器	控制字 Halt 命令后驱动器处理方式 0x00 01: 正常停止, 维持 Operation Enabled 状态; 0x00 02: 急减速停, 维持 Operation Enabled 状态; 0x00 03: 急停, 维持 Operation Enabled 状态;	I16	RW	NO	1
6060h	00	运行模式	0: 未定义; 1: 位置模式; 3: 速度模式; 4: 转矩模式;	I8	RW	YES	0
6061h	00	运行模式状态	0: 未定义; 1: 位置模式; 3: 速度模式;	I8	RO	YES	0

			4: 转矩模式;				
6064h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	实际位置反馈(左)	实际位置反馈, 单位 counts;	I32	RO	YES	0
	02	实际位置反馈(右)	实际位置反馈, 单位 counts;	I32	RO	YES	0
606Ch	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	3
	01	实际速度反馈(左)	电机当前运动速度, 单位 0.1r/min	I32	RO	YES	0
	02	实际速度反馈(右)	电机当前运动速度, 单位 0.1r/min	I32	RO	YES	0
	03	左右实际速度组合 低 16 为左电机 高 16 为右电机	电机当前运动速度, 单位 0.1r/min	U32( I16+ I16)	RO	YES	0
6071h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	3
	01	目标转矩(左)	单位: mA 范围: -30000~30000;	I16	RW	YES	0
	02	目标转矩(右)	单位: mA 范围: -30000~30000;	I16	RW	YES	0
	03	左右目标转矩组合 低 16 为左电机 高 16 为右电机	单位: mA 范围: -30000~30000;	U32( I16+ I16)	RW	YES	0
6077h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	3
	01	实时转矩反馈(左)	单位: 0.1A 范围: -600~600;	I16	RO	YES	0
	02	实时转矩反馈(右)	单位: 0.1A 范围: -600~600;	I16	RO	YES	0
	03	左右实时转矩组合 低 16 为左电机 高 16 为右电机	单位: 0.1A 范围: -600~600;	U32( I16+ I16)	RO	YES	0
607Ah	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	目标位置(左)	位置模式运行总脉冲数 范围: 相对: -0x7FFFFFFF~0x7FFFFFFF 绝对: -0x3FFFFFFF~0x3FFFFFFF	I32	RW	YES	0
	02	目标位置(右)	位置模式运行总脉冲数 范围: 相对: -0x7FFFFFFF~0x7FFFFFFF 绝对: -0x3FFFFFFF~0x3FFFFFFF	I32	RW	YES	0
6081h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2

	01	最大速度(左)	位置模式时的最大速度; 范围: 1-1000r/min;	U32	RW	YES	120r/min
	02	最大速度(右)	位置模式时的最大速度; 范围: 1-1000r/min;	U32	RW	YES	120r/min
6082h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	位置模式启/停速度(左)	位置模式时的启/停速度; 范围: 1-250/min;	U32	RW	YES	1r/min
	02	位置模式启/停速度(右)	位置模式时的启/停速度; 范围: 1-250/min;	U32	RW	YES	1r/min
6083h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	S形加速时间(左)	加速时间; 范围: 0-32767ms;	U32	RW	YES	500ms
	02	S形加速时间(右)	加速时间; 范围: 0-32767ms;	U32	RW	YES	500ms
6084h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	S形减速时间(左)	减速时间; 范围: 0-32767ms;	U32	RW	YES	500ms
	02	S形减速时间(右)	减速时间; 范围: 0-32767ms;	U32	RW	YES	500ms
6085h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	急停减速时间(左)	减速时间; 范围: 0-32767ms;	U32	RW	YES	10
	02	急停减速时间(右)	减速时间; 范围: 0-32767ms;	U32	RW	YES	10
6087h	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	2
	01	转矩斜率(左)	电流/1000/second; 单位: mA/s;	U32	RW	YES	300
	02	转矩斜率(右)	电流/1000/second; 单位: mA/s;	U32	RW	YES	300
60FFh	00	子索引数目	子索引数目	U16	RO	NO	3
	01	目标速度(左)	速度模式时的目标速度; 范围: -1000-1000r/min;	I32	RW	YES	0
	02	目标速度(右)	速度模式时的目标速度; 范围: -1000-1000r/min;	I32	RW	YES	0
	03	左右目标速度组合 低 16 为左电机 高 16 为右电机	电机当前运动速度, 单位 1r/min	U32 (I16+I16)	RO	YES	0

注意：

- U16 表示无符号 16 位；I16 表示有符号 16 位；U32 表示无符号 32 位；I32 表示有符号32 位。

注意：

**报警 PWM 处理方式：**驱动器进入报警状态之后，上管关闭、下管开启（将电机三根动力线短路）。

**过载处理方式：**比如电机  $I^2 t$  时间是 20 秒，则两倍过载持续时间是 6 秒，三倍过载持续时间是 4 秒。

## 附录 B SDO 错误码

0x00000000	成功
0x05030000	不交替切换位
0x05040000	SDO 协议超时
0x05040005	内存不足
0x06010001	不支持对对象的访问
0x06010002	尝试写一个只读对象
0x06020000	对象在对象字典中不存在
0x06040041	对象不允许映射至 PDO
0x06070010	数据类型不匹配，服务参数长度不匹配
0x06090011	子索引不存在
0x06090030	参数的值无效(仅下载)
0x06090031	参数写得太高(仅限下载)
0x06090032	参数写入过低(仅限下载)
0x08000000	常规错误
0x08000021	由于本地控制，数据无法传输或存储到应用程序