



# LD2 系列 CANopen 通讯手册

目 录	
目 录.....	2
第一章 端口连接及设置.....	5
1.1 CAN 总线连接器.....	5
1.2 LD2 系列通讯参数设置.....	5
第二章 CANOPEN 通讯.....	7
2.1 CANOPEN 协议概述.....	7
2.2 LD2 系列 CANOPEN 通讯服务.....	7
2.3 CANOPEN 预定义连接集.....	8
2.4 对象字典(OD).....	9
2.4.1 对象字典概述.....	9
2.4.2 对象字典结构.....	10
2.4.3 对象类型.....	10
2.4.4 访问属性.....	10
2.4.5 通讯对象字典.....	10
2.4.6 402 对象字典.....	13
2.4.7 伺服参数对象字典.....	15
2.5 网络管理(NMT).....	18
2.5.1 NMT 模块控制.....	18
2.5.2 NMT 节点保护.....	19
2.5.3 NMT Boot-up.....	20
2.5.4 NMT 通讯状态机.....	20
2.6 过程数据对象(PDO).....	20
2.7 服务数据对象(SDO).....	22
2.8 应急指示对象(EMERGENCY OBJECT).....	23
第三章 CANOPEN 设备控制.....	25
3.1 设备控制框图.....	25
3.1.1 操作模式.....	25
3.1.2 状态机.....	25
3.2 对象字典.....	26
3.2.1 对象类型.....	26
3.2.2 设备控制对象字典.....	26
第四章 LD2 系列 CANOPEN 操作模式.....	34
4.1 协议位置模式.....	34
4.1.1 脉冲当量.....	34
4.1.2 运动设置.....	34
4.1.3 查询设置.....	34
4.1.4 应用举例.....	34
4.2 协议速度模式.....	35
4.2.1 运动设置.....	35
4.2.2 查询设置.....	36

4.2.3 应用举例.....	36
4.3 力矩模式.....	37
4.3.1 运动设置.....	37
4.3.2 查询设置.....	37
4.3.3 应用举例.....	37
4.4 原点模式.....	38
4.4.1 运动设置.....	38
4.4.2 查询设置.....	39
4.4.3 应用举例.....	39
4.5 急停.....	40
4.5.1 运动设置.....	40
4.5.2 查询设置.....	40
第五章 上位机操作.....	41
5.1 对象字典的编辑.....	41
5.2 上位机配置 PDO.....	41
5.3 402 观测器.....	42
第六章 报警与处理.....	43
6.1 报警一览表.....	43
6.2 报警处理方法.....	47
附录 A.....	54
附录 B.....	55
附录 C.....	56
附录 D.....	56
附录 E 驱动器特殊应用对象.....	57
附录 F 回零方式说明.....	57
参考文献.....	59

## 版本说明：

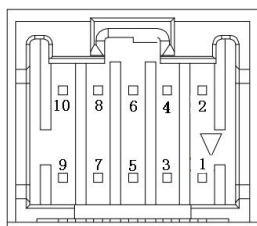
版本	程序版本	更新时间	更新内容	更新者
V1.00		2020.6.29	初版	

## 第一章 端口连接及设置

本章主要介绍雷赛 LD2 系列伺服驱动器 CAN 总线连接器的定义及通讯设置。

### 1.1 CAN 总线连接器

雷赛 LD2 系列驱动器 CAN 总线端口采用的是 10PIN 插座（559591030 MOLEX），其端口定义如下：



每个引脚定义如下表：

引脚	表示的信号
1	CAN_H
3	CAN_L
5	CAN_GND

提示：在 LD2 系列驱动器内部硬件电路已经有 120 欧姆的终端电阻通过拨码开关可选拨，用户不必再附加终端电阻。

### 1.2 LD2 系列通讯参数设置

驱动器通讯地址可以设置的范围为 1~127(由于有些主站也要设置通讯地址，驱动器通讯地址须设置为主站地址以外的值)，控制模式设置为 CANopen 模式(对应参数值设置为 8)，波特率与参数设置值的对应关系如下表：

波特率通讯参数 PR0.24	波特率	通讯距离
0	1 Mbps	25 米
1	800 Kbps	50 米
2	500 Kbps	100 米
3	250 Kbps	250 米

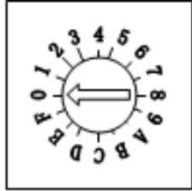
在雷赛 LD2 系列驱动器端可以通过驱动器上位机软件或旋码、拨码来修改通讯参数，驱动器参数与 CANopen 通讯参数对应关系如下表：

CANopen 通讯参数	上位机软件对应参数
控制模式	PR0.01=8
驱动器通讯地址	PR0.23
波特率通讯参数	PR0.24

注:

- 1、LD2 系列驱动器 id 在 31 个内可以通过旋码和拨码组合设置，超过 31 需参数设置。
- 2、LD2 系列驱动器波特率可以通过拨码设置。
- 3、LD2 系列驱动器内置 120Ω 终端电阻，可以通过拨码选择。

旋码:

端子号	图示	开关位	地址	开关位	地址
S1		0	Pr0.23 默认 16	8	8
		1	1	9	9
		2	2	A	10
		3	3	B	11
		4	4	C	12
		5	5	D	13
		6	6	E	14
		7	7	F	15

拨码:

CAN 波特率	SW1	SW2
Pr0.24 默认 1MHz	off	off
500KHz	on	off
250KHz	off	on
125KHz	on	on

SW3: 终端电阻

SW3=off 时，总线断开终端电阻。

SW3=on 时，总线接上终端电阻。

SW4: 高位地址选择

SW4=off 时，高位为 0，ID=旋码 ID。

SW4=on 时，高位为 1，ID=16+旋码 ID。

## 第二章 CANopen 通讯

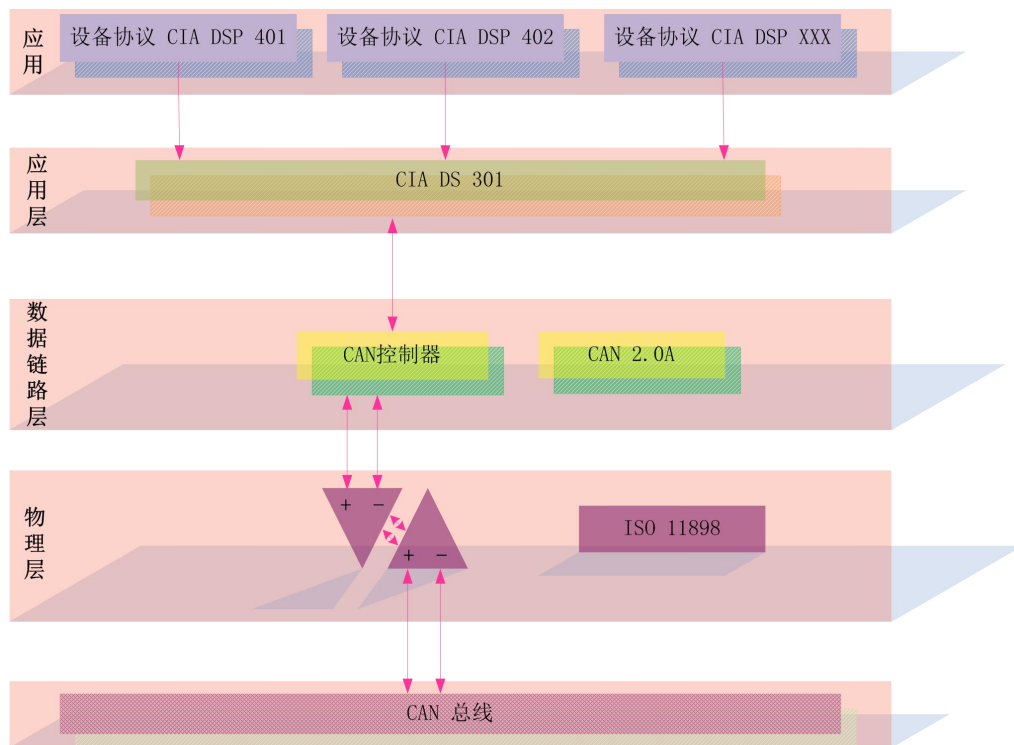
本章主要介绍 CANopen 协议及 LD2 系列的 CANopen 通讯功能。

### 2.1 CANopen 协议概述

CAN(Controller Area Network)现场总线仅仅定义了物理层、数据链路层，没有规定应用层；本身并不完整，需要一个高层协议来定义 CAN 报文中的各个数据位的具体作用。同时，随着 CAN 总线在工业自动化的应用越来越需广泛，就更加迫切的需要一个开放的、标准化的高层协议。

CANopen 是一种以 CAN 为基础的上层协议，是 CiA(CAN-in-Automation)定义的标准协议，在发布后不久就获得了广泛的承认。依靠 CANopen 协议的支持，可以将不同厂商遵循 CANopen 标准的设备通过 CAN 总线进行网络连接。

在 OSI 模型中，CAN 标准与 CANopen 协议之间的关系如下图所示：



CANopen 协议提供了一套标准的通讯对象：包含过程数据对象 PDO(Process Data Objects)、服务数据对象 SDO(Service Data Objects)和一些特定功能的时间戳(Time Stamp)，同步信息(Sync message)，紧急信息(Emergency message)；另外还制定了网络管理数据(network management data)，如开机信息(Boot-up message)、网络管理信息(NMT message)和错误控制信息(Error Control message)。

### 2.2 LD2 系列 CANopen 通讯服务

LD2 系列遵循的 CANopen 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 DSP 402 V2.01

LD2 系列的 CANopen 支持的服务：

- ◇ 支持 NMT Slave 服务
- ◇ 设备监控：支持心跳报文、节点保护
- ◇ 支持 PDO 服务：每个从站最多可配置 3 个 TxPDO 和 3 个 RxPDO
- ◇ PDO 传输类型：支持事件触发，时间触发，同步周期，同步非周期
- ◇ 支持 SDO 服务
- ◇ 支持 Emergency Protocol

LD2 系列的 CANopen 不支持的服务：

- ◇ 时间戳

## 2.3 CANopen 预定义连接集

为了减小简单网络的组态工作量，CANopen 定义了强制性的缺省标识符(CAN-ID)分配表。这些标志符在预操作状态下可用，通过动态分配还可修改它们。CANopen 设备必须向它所支持的通讯对象的提供相应的标识符。

缺省 ID 分配表是基于 11 位 CAN-ID，包含一个 4 位的功能码部分和一个 7 位的节点 ID(Node-ID)部分，如下图所示：

功能码				节点 ID						
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Node-ID 范围是 1~127(0 不允许被使用)。

预定义的连接集定义了 4 个接收 PDO(RXPDO)，4 个发送 PDO(TXPDO)，1 个 SDO(占用 2 个 CAN-ID)，1 个紧急对象和 1 个节点错误控制(Node Error Control)ID。也支持不需确认的 NMT 模块控制(NMT Module Control)服务，同步(SYNC)和时间戳(Time Stamp)对象的广播，定义如下表所示。

CANopen 预定义主/从连接集的广播对象			
对象	功能码	COB-ID	对象字典索引
NMT 模块控制	0000	0x000	—
同步	0001	0x080	1005H,1006H,1007H
时间戳	0010	0x100	1012H,1013H
CANopen 主/从连接集的对等对象			
对象	功能码	COB-ID	对象字典索引
紧急	0001	0x080+Node-ID	1024H,1015H
TXPDO1(发送)	0011	0x180+Node-ID	1800H
RXPDO1(接收)	0100	0x200+Node-ID	1400H
TXPDO2(发送)	0101	0x280+Node-ID	1801H
RXPDO2(接收)	0110	0x300+Node-ID	1401H
TXPDO3(发送)	0111	0x380+Node-ID	1802H
RXPDO3(接收)	1000	0x400+Node-ID	1402H
TXPDO4(发送)	1001	0x480+Node-ID	1803H
RXPDO4(接收)	1010	0x500+Node-ID	1403H
SDO(服务器发送)	1011	0x580+Node-ID	1200H
SDO(客户发送)	1100	0x600+Node-ID	1200H
NMT 错误控制	1110	0x700+Node-ID	1016H~1017H



注意：

- ⊙ PDO/SDO 发送/接收是相对于从(slave)CAN 节点方而言的。
- ⊙ NMT 错误控制包括节点保护(Node Guarding)，心跳报文(Heartbeat)和 Boot-up 协议。

ID 地址分配表与预定义的主从连接集相对应，因为所有的对等 ID 是不同的，所以实际上只有一个主设备(知道所有连接的节点 ID)能和连接的每个从节点(最多 127 个)以对等方式通讯。两个连接在一起的从节点不能够通讯。

举例：

4 号从站 TPDO2 的 COB-ID 为  $280h + 4 = 284h$ 。

## 2.4 对象字典(OD)

### 2.4.1 对象字典概述

对象字典(Object Dictionary)是一个有序的对象组；每个对象采用一个 16 位的索引值来寻址，为了允许访问数据结构中的单个元素，同时定义了一个 8 位的子索引，对象字典的结构如下表：

索引	对象
0000H	未使用
0001H——001FH	标准数据类型，如布尔型(Bool),有符号十六位(Integer16)等
0020H——003FH	复杂数据类型，如 PDO 通讯参数(PDOCommparam)等
0040H——005FH	制造商规定的负责数据类型
0060H——007FH	设备子协议规定的标准数据类型
0080H——009FH	设备子协议规定的复杂数据类型
00A0H——0FFFH	保留区域
1000H——1FFFH	通讯子协议区域，如设备类型，PDO 数量等
2000H——5FFFH	制造商特定子协议区域
6000H——9FFFH	标准的设备子协议区域，如 DSP 402 的对象字典区域等
A000H——FFFFH	保留区域

CANopen 网络中每个节点都有对象字典——包含了描述这个设备和它的网络行为的所有参数。

节点的对象字典是在电子数据文档(EDS: Electronic Data Sheet)中描述的。如果节点严格按照 EDS 描述其行为，也是可以的。其实，节点只需要能够提供对象字典中必需的对象(在 CANopen 规定中必需的项实际上是很少的)，以及其它可选择的、构成节点部分可配置功能的对象。

CANopen 包含了较多的子协议；其中，通讯子协议(communication profile)，描述对象字典的主要形式和对象字典中的通讯子协议区域中的对象、通讯参数；同时描述了 CANopen 通讯对象；这个子协议适用于所有的 CANopen 设备。另外，还有各种设备子协议(device profile)，为各种不同类型设备定义对象字典中的对象。设备子协议为对象字典中的每个对象描述了它的功能、名字、索引和子索引、数据类型，以及这个对象是必需的还是可选的，这个对象是只读、只写或者可读写等等。设备子协议定义了对象字典中哪些对象是必需的，哪些是可选的；如果需要的项超过了设备子协议中可以提供的，在设备子协议中已预留足够空间提供给厂商的特定功能使用。对象字典中描述通讯参数部分对所有 CANopen 设备(例如在对象字典中的对象是相同的，对象值不必一定相同)都是一样的。对象字典中设备相关部

分对于不同类的设备是不同的。

### 2.4.2 对象字典结构

DS 301 中规定了对象字典的基本结构，如下表：

索引	对象	名称	类型	属性	必选/可选
----	----	----	----	----	-------

### 2.4.3 对象类型

上表中“对象”栏对应的 LD2 系列 CANopen 对象代码如下表所示：。

对象名称	对象代码	说明
NULL	0	无数据
DOMAIN	2	大量的数据，如可执行代码段
VAR	7	变量，如布尔，无符号 8 位类型
ARRAY	8	数组，大量同类型的数据
RECORD	9	记录，可以为大量不同类型的数据

### 2.4.4 访问属性

属性	说明
RW	可读写
WO	只写
RO	只读
CONST	常数，只读

### 2.4.5 通讯对象字典

LD2 系列 CANopen 通讯类对象字典列表如下：

索引	子索引	名称	单位	默认值	最小值	最大值
1000	0	设备类型	-	0x20192	0	0x7FFFFFFF
1001	0	故障寄存器	-	0	0	255
1005	0	同步对象识别	-	0x80	0	0x7FFFFFFF
1007	0	同步窗口	-	0	0	2147483647
100C	0	寿命保护时间	-	0	0	65535
100D	0	寿命保护系数	-	0	0	255
1014	0	紧急事件识别对象	-	0x80	0	0x80
1017	0	心跳生产时间	-	1000	0	65535
1018	00	子索引数量	-	0x4	0	4
1018	01	厂商代码	-	0x331	0	0x7FFFFFFF
1018	02	产品代码	-	0x5	0	0x7FFFFFFF
1018	03	修正码	-	0x100	0	0x7FFFFFFF
1018	04	序列号	-	0x1	0	0x7FFFFFFF
1400	00	子索引数量	-	5	0	5
1400	01	对象识别代码	-	0x200	0	0x7FFFFFFF
1400	02	传输类型	-	255	1	255
1401	00	子索引数量	-	5	0	5
1401	01	对象识别代码	-	0x300	0	0x7FFFFFFF

1401	02	传输类型	-	255	1	255
1402	00	子索引数量	-	5	0	5
1402	01	对象识别代码	-	0x400	0	0x7FFFFFFF
1402	02	传输类型	-	255	1	255
1403	00	子索引数量	-	5	0	5
1403	01	对象识别代码	-	0x500	0	0x7FFFFFFF
1403	02	传输类型	-	255	1	255
1600	00	子索引数量	-	2	0	8
1600	01	映射信息 1	-	0x60400010	0	0x7FFFFFFF
1600	02	映射信息 2	-	0x607A0020	0	0x7FFFFFFF
1600	03	映射信息 3	-	0	0	0x7FFFFFFF
1600	04	映射信息 4	-	0	0	0x7FFFFFFF
1600	05	映射信息 5	-	0	0	0x7FFFFFFF
1600	06	映射信息 6	-	0	0	0x7FFFFFFF
1600	07	映射信息 7	-	0	0	0x7FFFFFFF
1600	08	映射信息 8	-	0	0	0x7FFFFFFF
1601	00	子索引数量	-	2	0	8
1601	01	映射信息 1	-	0x60810020	0	0x7FFFFFFF
1601	02	映射信息 2	-	0x60830020	0	0x7FFFFFFF
1601	03	映射信息 3	-	0	0	0x7FFFFFFF
1601	04	映射信息 4	-	0	0	0x7FFFFFFF
1601	05	映射信息 5	-	0	0	0x7FFFFFFF
1601	06	映射信息 6	-	0	0	0x7FFFFFFF
1601	07	映射信息 7	-	0	0	0x7FFFFFFF
1601	08	映射信息 8	-	0	0	0x7FFFFFFF
1602	00	子索引数量	-	2	0	8
1602	01	映射信息 1	-	0x60400010	0	0x7FFFFFFF
1602	02	映射信息 2	-	0x60FF0020	0	0x7FFFFFFF
1602	03	映射信息 3	-	0	0	0x7FFFFFFF
1602	04	映射信息 4	-	0	0	0x7FFFFFFF
1602	05	映射信息 5	-	0	0	0x7FFFFFFF
1602	06	映射信息 6	-	0	0	0x7FFFFFFF
1602	07	映射信息 7	-	0	0	0x7FFFFFFF
1602	08	映射信息 8	-	0	0	0x7FFFFFFF
1603	00	子索引数量	-	2	0	8
1603	01	映射信息 1	-	0x60830020	0	0x7FFFFFFF
1603	02	映射信息 2	-	0x60840020	0	0x7FFFFFFF
1603	03	映射信息 3	-	0	0	0x7FFFFFFF
1603	04	映射信息 4	-	0	0	0x7FFFFFFF
1603	05	映射信息 5	-	0	0	0x7FFFFFFF
1603	06	映射信息 6	-	0	0	0x7FFFFFFF

1603	07	映射信息 7	-	0	0	0x7FFFFFFF
1603	08	映射信息 8	-	0	0	0x7FFFFFFF
1800	00	子索引数量	-	5	0	5
1800	01	对象识别代码	-	0x280	0	0x7FFFFFFF
1800	02	传输类型	-	255	1	255
1800	03	抑制时间	-	400	0	65535
1800	05	定时器	-	0	0	65535
1801	00	子索引数量	-	5	0	5
1801	01	对象识别代码	-	0x380	0	0x7FFFFFFF
1801	02	传输类型	-	255	1	255
1801	03	抑制时间	-	400	0	65535
1801	05	定时器	-	0	0	65535
1802	00	子索引数量	-	5	0	5
1802	01	对象识别代码	-	0x480	0	0x7FFFFFFF
1802	02	传输类型	-	255	1	255
1802	03	抑制时间	-	600	0	65535
1802	05	定时器	-	0	0	65535
1803	00	子索引数量	-	5	0	5
1803	01	对象识别代码	-	0x480	0	0x7FFFFFFF
1803	02	传输类型	-	255	1	255
1803	03	抑制时间	-	800	0	65535
1803	05	定时器	-	0	0	65535
1A00	00	子索引数量	-	1	0	8
1A00	01	映射信息 1	-	0x60410010	0	0x7FFFFFFF
1A00	02	映射信息 2	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A00	03	映射信息 3	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A00	04	映射信息 4	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A00	05	映射信息 5	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A00	06	映射信息 6	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A00	07	映射信息 7	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A00	08	映射信息 8	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A01	00	子索引数量	-	2	0	8
1A01	01	映射信息 1	-	0x60410010	0	0x7FFFFFFF
1A01	02	映射信息 2	-	0x60640020	0	0x7FFFFFFF
1A01	03	映射信息 3	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A01	04	映射信息 4	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A01	05	映射信息 5	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A01	06	映射信息 6	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A01	07	映射信息 7	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A01	08	映射信息 8	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A02	00	子索引数量	-	2	0	8

1A02	01	映射信息 1	-	0x60640020	0	0x7FFFFFFF
1A02	02	映射信息 2	-	0x606C0020	0	0x7FFFFFFF
1A02	03	映射信息 3	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A02	04	映射信息 4	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A02	05	映射信息 5	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A02	06	映射信息 6	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A02	07	映射信息 7	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A02	08	映射信息 8	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A03	00	子索引数量	-	2	0	8
1A03	01	映射信息 1	-	0x60640020	0	0x7FFFFFFF
1A03	02	映射信息 2	-	0x60FD0020	0	0x7FFFFFFF
1A03	03	映射信息 3	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A03	04	映射信息 4	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A03	05	映射信息 5	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A03	06	映射信息 6	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A03	07	映射信息 7	-	0	0	0x7FFFFFFF
1A03	08	映射信息 8	-	0	0	0x7FFFFFFF

#### 2.4.6 402 对象字典

LD2 系列 CANopen 402 对象字典列表如下：

索引	子索引	名称	单位	默认值	最小值	最大值
603F	00	错误码	-	0	0	0xFFFF
6040	00	控制字	-	0	0	0xFFFF
6041	00	状态字	-	0	0	0xFFFF
605A	00	急停功能码	-	0	0	7
605B	00	关闭电源功能码	-	0	0	1
605C	00	断使能功能码	-	0	0	1
605D	00	暂停功能码	-	0	0	4
6060	00	操作模式	-	0	-2	6
6061	00	操作模式显示	-	0	-2	6
6062	00	位置指令值	Unit	0	-214748364	2147483647
6063	00	内部实际位置	pulse	0	-214748364	2147483647
6064	00	实际位置	Unit	0	-214748364	2147483647
606B	00	速度指令值	Unit/s	0	-214748364	2147483647
606C	00	实际速度	Unit/s	0	-214748364	2147483647
6071	00	目标转矩	0.1%	0	-5000	5000
6072	00	最大转矩	0.1%	3000	0	5000
6073	00	最大电流	0.1%	3000	0	5000
6074	00	转矩指令值	0.1%	0	-5000	5000

6075	00	电机额定电流	mA	3000	0	2147483647
6076	00	电机额定转矩	mN.m	3000	0	2147483647
6077	00	实际转矩	0.1%		-5000	5000
6078	00	实际电流	0.1%		-5000	5000
6079	00	直流母线电压	mV		0	200000
607A	00	目标位置	Uint		-214748364	2147483647
607C	00	零点偏移	Uint		-214748364	2147483647
607D	00	子索引数量	-		0	2
607D	01	最小位置限制值	Uint		-214748364	2147483647
607D	02	最大位置限制值	Uint		-214748364	2147483647
607E	00	电机运行方向	-		0	255
607F	00	最大协议速度	Uint/s	2147483647	0	2147483647
6080	00	电机最大速度	r/min	6000	0	10000
6081	00	协议速度	Uint/s	10000	0	2147483647
6083	00	协议加速度	Uint/s2		0	2147483647
6084	00	协议减速度	Uint/s2		0	2147483647
6085	00	急停减速度	Uint/s2		0	2147483647
6087	00	转矩斜率	0.1%/s		0	2147483647
608F	00	子索引数量	-	2	0	2
608F	01	编码器脉冲个数	pulse	10000	0	2147483647
608F	02	电机运动圈数	r	1	0	2147483647
6091	00	子索引数量	-	2	0	2
6091	01	电机运动圈数	r	1	0	1000
6091	02	轴运行圈数	r	1	0	1000
6092	00	子索引数量	-		0	2
6092	01	进给量	Uint		0	2147483647
6092	02	轴运行圈数	r		0	1
6098	00	回零方法	-		-4	37
6099	00	子索引数量	-		0	2
6099	01	找限位速度	Uint/s		0	2147483647
6099	02	找原点速度	Uint/s		0	2147483647
609A	00	原点加速度	Uint/s2		0	2147483647
60C5	00	最大加速度	Uint/s2		0	2147483647
60C6	00	最大减速度	Uint/s2		0	2147483647
60E0	00	正向转矩限制	0.1%	3000	0	5000
60E1	00	负向转矩限制	0.1%	3000	0	5000
60F4	00	实际跟踪误差	Uint	0	-214748364	2147483647
60FA	00	位置环输出控制量	Uint/s	0	-214748364	2147483647
60FC	00	内部位置指令	pulse	0	-214748364	2147483647
60FD	00	数字输入	-	0	0	0xFFFFFFFF
60FE	00	子索引数量	-	2	0	2

60FE	01	物理输出	-	0	0	0xFFFFFFFF
60FE	02	位掩码	-	0xFFFFFFFF	0	0xFFFFFFFF
60FF	00	目标速度	Unit/s	0	-214748364	2147483647
6502	00	支持的操作模式	-	0x2D	0	0xFFFFFFFF

#### 2.4.7 伺服参数对象字典

LD2 系列伺服参数对象字典列表如下：

参数编号	参数名称	默认值	范围	单位	对象字典索引-子索引	说明
Pr0.00	模型跟踪带宽	1	0 ~ 10000	--	2000-00H	无
Pr0.01	控制模式	8	0 ~ 10	--	2001-00H	断电有效
Pr0.02	实时自动调整模式	2	0 ~ 2	--	2002-00H	无
Pr0.03	实时自动调整刚性	11	0 ~ 31	--	2003-00H	无
Pr0.04	惯量比	250	0 ~ 10000	%	2004-00H	无
Pr0.06	PP 极性设置	0	0~1	--	2006-00H	立即生效
Pr0.08	每转指令脉冲数	0	0 ~ 8388608	Pulse	2008-00H	断使能修改有效
Pr0.13	第 1 转矩限制	300	0 ~ 500	--	2013-00H	无
Pr0.14	位置偏差过大设置	200	0 ~ 500	0.1rev	2014-00H	编码器单位
Pr0.15	绝对式编码器设定	0	0~15	--	2015-00H	无
Pr0.16	再生放电阻阻值	10	1~1000	欧姆 Ω	2016-00H	断电有效
Pr0.17	再生放电阻功率	100	10~5000	W	2017-00H	立即生效
Pr0.23	CAN 站号	16	1~127	--	2023-00H	断电有效
Pr0.24	CAN 波特率	0	0~10	--	2024-00H	断电有效
Pr1.00	第 1 位置环增益	320	0 ~ 30000	0.1/s	2100-00H	无
Pr1.01	第 1 速度环增益	180	1 ~ 32767	0.1Hz	2101-00H	无
Pr1.02	第 1 速度环积分时间常数	310	1 ~ 10000	0.1ms	2102-00H	无
Pr1.03	第 1 速度检测滤波器	15	0 ~ 10000	--	2103-00H	无
Pr1.04	第 1 转矩滤波器	126	0 ~ 2500	0.01ms	2104-00H	无
Pr1.05	第 2 位置环增益	380	0 ~ 30000	0.1/s	2105-00H	无
Pr1.06	第 2 速度环增益	180	1 ~ 32767	0.1Hz	2106-00H	无
Pr1.07	第 2 速度环积分时间常数	10000	1 ~ 10000	0.1ms	2107-00H	无
Pr1.08	第 2 速度检测滤波器	15	0 ~ 31	--	2108-00H	无
Pr1.09	第 2 转矩滤波器	126	0 ~ 2500	0.01ms	2109-00H	无
Pr1.10	速度前馈增益	300	0 ~ 1000	0.10%	2110-00H	无
Pr1.11	速度前馈滤波器时间常数	50	0 ~ 6400	0.01ms	2111-00H	无
Pr1.12	转矩前馈增益	0	0 ~ 1000	0.10%	2112-00H	无
Pr1.13	转矩前馈滤波器时间常数	0	0 ~ 6400	0.01ms	2113-00H	无

	数					
Pr1.14	第 2 增益切换选择	1	0 ~ 1	--	2114-00H	无
Pr1.15	位置控制参数切换模式	0	0 ~ 10	--	2115-00H	无
Pr1.16	位置控制参数切换延时	50	0 ~ 10000	0.1ms	2116-00H	无
Pr1.17	位置控制参数切换等级	50	0 ~ 20000	模式	2117-00H	无
Pr1.18	位置控制参数切换磁滞	33	0 ~ 20000	模式	2118-00H	无
Pr1.19	位置控制参数切换时间	33	0 ~ 10000	0.1ms	2119-00H	无
Pr1.23	速度调节器-kr	100	0 ~ 1000	%	2123-00H	无
Pr1.24	速度调节器-km	0	0 ~ 1000	%	2124-00H	无
Pr1.25	速度调节器-kd	0	0 ~ 1000	%	2125-00H	无
Pr1.26	速度调节器-kd 滤波器	10	0 ~ 10000	0.01ms	2126-00H	无
Pr1.28	第 1 位置环积分时间	10000	1 ~ 10000	0.1ms	2128-00H	无
Pr1.29	第 1 位置环微分时间	0	0 ~ 1000	0.01ms	2129-00H	无
Pr1.30	第 2 位置环积分时间	10000	1 ~ 10000	0.1ms	2130-00H	无
Pr1.31	第 2 位置环微分时间	0	0 ~ 1000	0.01ms	2131-00H	无
Pr1.32	位置环微分滤波器	10	0 ~ 10000	0.01ms	2132-00H	无
Pr1.34	速度反馈滤波等级设置	0	0 ~ 31	--	2134-00H	无
Pr1.37	特殊功能寄存器	0	0 ~ 32767	--	2137-00H	无
Pr2.00	陷波滤波器模式设定	0	0 ~ 4	--	2200-00H	无
Pr2.01	第 1 陷波频率	2000	50 ~ 2000	Hz	2201-00H	无
Pr2.02	第 1 陷波宽度	2	0 ~ 20	--	2202-00H	无
Pr2.03	第 1 陷波深度	0	0 ~ 99	--	2203-00H	无
Pr2.04	第 2 陷波频率	2000	50 ~ 2000	Hz	2204-00H	无
Pr2.05	第 2 陷波宽度	2	0 ~ 20	--	2205-00H	无
Pr2.06	第 2 陷波深度	0	0 ~ 99	--	2206-00H	无
Pr2.14	第 1 减振频率	0	0 ~ 2000	0.1Hz	2214-00H	无
Pr2.22	位置指令低通滤波器	0	0 ~ 32767	0.1ms	2222-00H	立即生效
Pr2.23	位置指令 FIR 滤波器	0	0 ~ 10000	0.1ms	2223-00H	断使能有效
Pr3.00	速度设置内外切换	0	0 ~ 15	--	2300-00H	无
Pr3.03	速度设置输入反转	0	0 ~ 1	--	2303-00H	无
Pr3.04	速度设置第 1 速	0	-10000 ~ 10000	r/min	2304-00H	无
Pr3.05	速度设置第 2 速	0	-10000 ~ 10000	r/min	2305-00H	无
Pr3.06	速度设置第 3 速	0	-10000 ~ 10000	r/min	2306-00H	无
Pr3.07	速度设置第 4 速	0	-10000 ~ 10000	r/min	2307-00H	无
Pr3.08	速度设置第 5 速	0	-10000 ~ 10000	r/min	2308-00H	无
Pr3.09	速度设置第 6 速	0	-10000 ~ 10000	r/min	2309-00H	无
Pr3.10	速度设置第 7 速	0	-10000 ~ 10000	r/min	2310-00H	无
Pr3.11	速度设置第 8 速	0	-10000 ~ 10000	r/min	2311-00H	无
Pr3.12	加速时间设置	100	0 ~ 10000	ms/(Krpm)	2312-00H	无



Pr3.13	减速时间设置	100	0 ~ 10000	ms/(Krpm)	2314-00H	无
Pr3.14	S 字加减速设置	0	0 ~ 1000	ms	2314-00H	无
Pr3.15	零速钳位功能选择	0	0 ~ 3	--	2315-00H	无
Pr3.16	零速钳位等级	30	0 ~ 2000	r/min	2316-00H	无
Pr3.17	转矩设置内外切换	0	0 ~ 2	--	2317-00H	无
Pr3.20	转矩设置输入反转	0	0 ~ 1	--	2320-00H	无
Pr3.21	转矩模式下速度限制值	0	0 ~ 10000	r/min	2321-00H	无
Pr3.22	内部转矩命令	0	0 ~ 500	%	2322-00H	无
Pr3.24	电机最高转速限制	0	0 ~ 10000	r/min	2324-00H	无
Pr4.02	SI-3 输入选择	14H	0 ~ 0xFF	--	2402-00H	十六进制
Pr4.03	SI-4 输入选择	16H	0 ~ 0xFF	--	2403-00H	十六进制
Pr4.04	SI-5 输入选择	01H	0 ~ 0xFF	--	2404-00H	十六进制
Pr4.05	SI-6 输入选择	02H	0 ~ 0xFF	--	2405-00H	十六进制
Pr4.10	SO-1 输出选择	01H	0 ~ 0xFF	--	2410-00H	十六进制
Pr4.11	SO-2 输出选择	02H	0 ~ 0xFF	--	2411-00H	十六进制
Pr4.12	SO-3 输出选择	03H	0 ~ 0xFF	--	2412-00H	十六进制
Pr4.31	定位结束范围	10	0 ~ 10000	0.1%	2431-00H	无
Pr4.32	定位输出设置	0	0 ~ 3	--	2432-00H	无
Pr4.33	INP 延时输出时间	0	0 ~ 30000	ms	2433-00H	无
Pr4.34	零速度设定	50	10 ~ 2000	r/min	2434-00H	无
Pr4.35	速度一致幅度设定	50	10 ~ 2000	r/min	2435-00H	无
Pr4.36	到达速度设定	1000	10 ~ 2000	r/min	2436-00H	无
Pr4.37	电磁刹车关闭延时时间	0	0 ~ 3000	ms	2437-00H	无
Pr4.38	电磁刹车开启延时时间	0	0 ~ 3000	ms	2438-00H	无
Pr4.39	制动器解除速度设置	30	30 ~ 3000	r/min	2439-00H	无
Pr4.43	E-stop 功能选择	0	0 ~ 1	--	2443-00H	无
Pr5.04	驱动禁止输入设定	1	0 ~ 4	--	2504-00H	无
Pr5.06	驱动停止模式	0	0 ~ 1	--	2506-00H	无
Pr5.08	直流母线欠压告警选择	1	0 ~ 1	--	2508-00H	无
Pr5.09	直流母线欠压检测延时	50	1 ~ 500	ms	2509-00H	无
Pr5.11	急停转矩限制	0	0 ~ 500	%	2511-00H	无
Pr5.12	过载等级设置	0	0 ~ 200	%	2512-00H	无
Pr5.13	过速度等级设置	0	0 ~ 5000	r/min	2513-00H	无
Pr5.16	报警清除设定	0	0 ~ 5	--	2516-00H	无
Pr5.17	偏差计数器清除模式	3	0 ~ 3	--	2517-00H	无
Pr5.20	位置设定单位选择	2	0 ~ 2	--	2520-00H	立即生效
Pr5.21	转矩限制选择	0	0 ~ 6	--	2521-00H	无
Pr5.22	第 2 转矩限制	300	0 ~ 500	%	2522-00H	无
Pr5.23	转矩正到达设置	0	0 ~ 300	%	2523-00H	无

Pr5.24	转矩负到达设置	0	0 ~ 300	%	2524-00H	无
Pr5.38	报警自动清除等待时间	0	0 ~ 32767	ms	2538-00H	无
Pr6.05	位置第 3 增益有效时间	0	0 ~ 10000	ms	2605-00H	无
Pr6.06	位置第 3 增益倍率	100	50 ~ 1000	%	2606-00H	无
Pr6.07	转矩指令加算值	0	-100 ~ 100	%	2607-00H	无
Pr6.08	正方向转矩补偿值	0	-100 ~ 100	%	2608-00H	无
Pr6.09	负方向转矩补偿值	0	-100 ~ 100	%	2609-00H	无
Pr6.14	报警时立即停止时间	0	0 ~ 1000	ms	2614-00H	无
Pr7.15	电机型号选择	0x8010	0~ 0x7FFFFFFF	--	--	十六进制，断电有效
Pr7.16	编码器分辨率	0x201	0 ~ 0xFFFF	--	--	十六进制，断电有效
Pr7.23	扩展编码器分辨率	0	0~2147483647	--	--	断电有效
Pr7.27	过温报警监控阈值设定	85	30 ~ 110	°C	--	立即生效
Pr7.28	内部泄放增益	0	0 ~ 150	%	--	立即生效
Pr7.30	欠压点设定	20	15~100	V	--	立即生效
Pr7.31	泄放控制模式设定	2	0 ~ 7	--	--	立即生效
Pr7.32	泄放开启阈值设定	80	18 ~ 100	V	--	立即生效
Pr7.33	泄放控制磁滞	5	1 ~ 50	V	--	立即生效
Pr7.34	过压点设定	90	18~200	V	--	立即生效
Pr7.48	上电使能延时时间	500	0 ~ 30000	ms	--	断电有效

## 2.5 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。

### 2.5.1 NMT 模块控制

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  $\longleftrightarrow$  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
1(01H)	启动远程节点
2(02H)	停止远程节点

128(80H)	进入预操作状态
129(81H)	节点复位
130(82H)	通讯复位

### 2.5.2 NMT 节点保护

通过此项服务，NMT 主节点可以检查每个节点的当前状态，主节点发送远程帧格式如下：

NMT 主节点  $\Longrightarrow$  NMT 从节点

COB-ID
0x700+Node-ID

NMT 从节点应答报文格式如下：

NMT 从节点  $\Longrightarrow$  NMT 主节点

COB-ID	Byte 0
0x700+Node-ID	Bit 6:0 状态

数据部分包括一个触发位(bit7)，触发位必须在每次节点保护应答中交替置“0”或者“1”。触发位在第一次节点保护请求时置为“0”。位 0 到 6(bits0~6)表示节点状态，其取值与状态的对应关系如下表所示：

数值	状态
0(00H)	初始化
1(01H)	未连接
2(02H)	连接
3(03H)	预备
4(04H)	停止
5(05H)	操作
127(7FH)	预操作

注意：状态 0 不在节点保护应答中出现。

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。

心跳生产者  $\Longrightarrow$  消费者

COB-ID	Byte 0
0x700+Node-ID	状态

其取值对应的意义如下表所示：

状态值	意义
0	Boot-up
4	停止
5	操作
127	预操作

### 2.5.3 NMT Boot-up

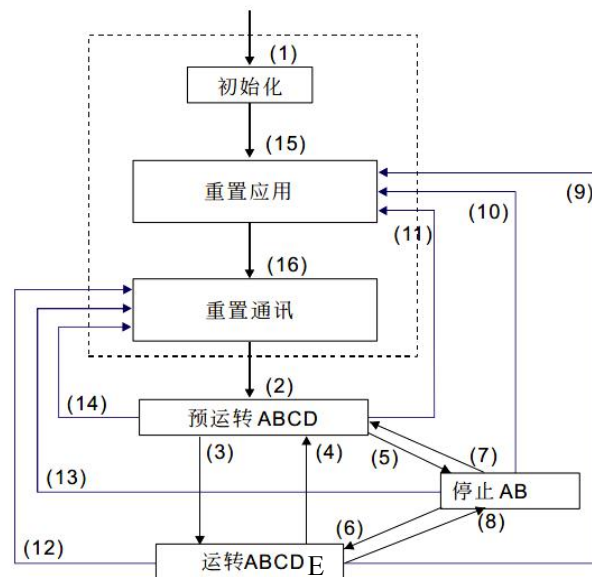
NMT 从节点发布 Boot-up 报文通知 NMT 主节点它已经从初始化状态进入预操作状态。

NMT 从节点  $\Longrightarrow$  NMT 主节点

COB-ID	Byte 0
0x700+Node-ID	0

### 2.5.4 NMT 通讯状态机

CANopen 的通讯状态机如下图所示：



- (1) 电源开启后，自动进入初始化状态
- (2) 自动进入预运转(预操作)状态
- (3) (6) 启动远程节点
- (4) (7) 进入预运转(预操作)状态
- (5) (8) 停止远程节点
- (9) (10) (11) 重置节点
- (12) (13) (14) 重置通讯
- (15) 自动进入重置应用状态
- (16) 自动进入重置通讯状态

- A: NMT
- B: Node Guard
- C: SDO
- D: Emergency
- E: PDO
- F: Boot-up

设备初始化(图中初始化、重置应用及重置通讯的统称)完成后进入预操作状态。在这一状态的设备可通过 SDO(例如使用配置工具)设置参数和分配 ID。然后，节点直接进入操作状态。

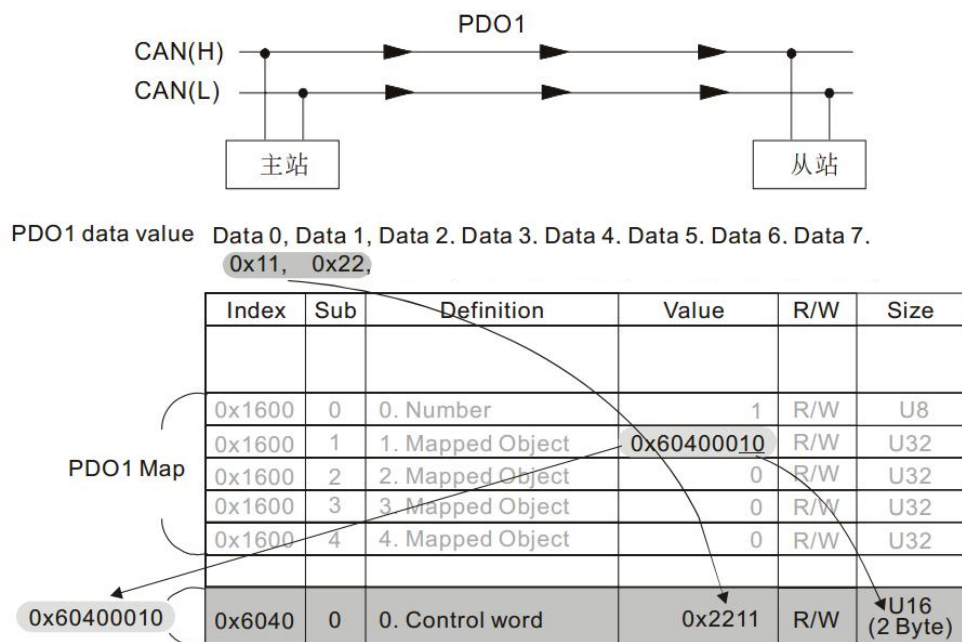
## 2.6 过程数据对象(PDO)

PDO 采用生产者/消费者模式，PDO 数据传送可以是一对一或是一对多的方式进行。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(第一组接收 PDO 信息设在索引 1400H、第一组发送 PDO 信息设在索引 1800H)。

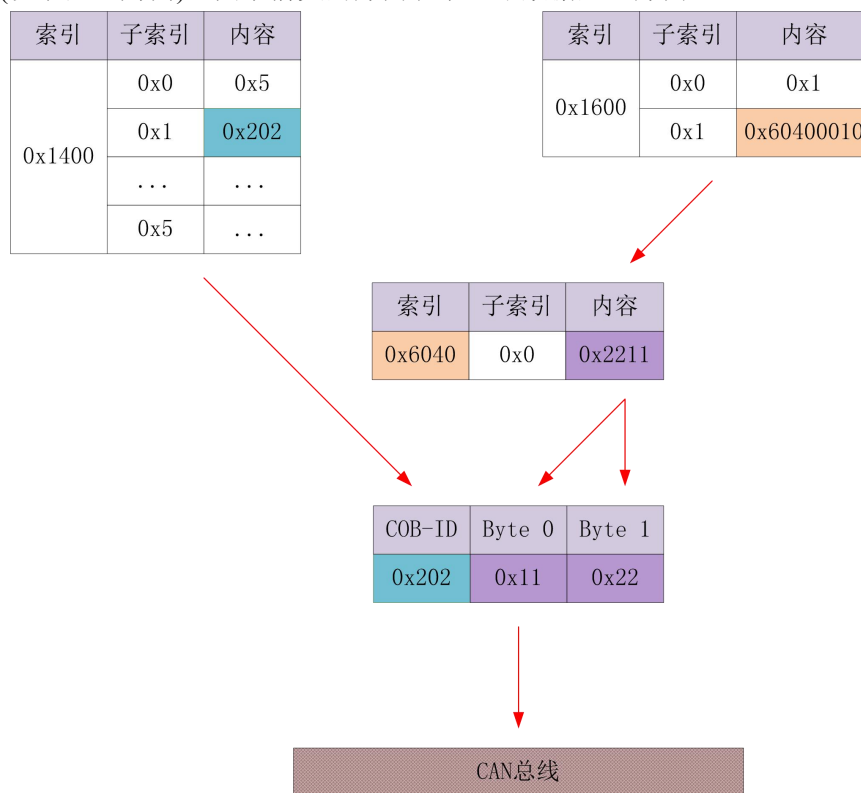
所有的 PDO 传送数据必须透过对象字典映像到对应的索引区上。以 DSP 402 中定义的 1600H 及 1A00H 对象为例：

注：图中对象字典的取值只是举例需要，并不代表实际意义。

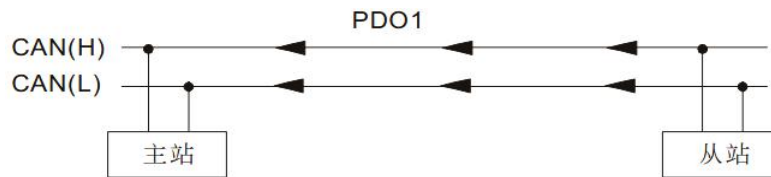
主站发送信息到从站 PDO



下图较详尽的表述了 PDO 参数(1400H)与 PDO 映射(1600H)之间的关系及 PDO 数据的传输过程(以节点 2 为例)，图示箭头的方向表示主站数据处理方向。



主站接收信息从站返回的信息

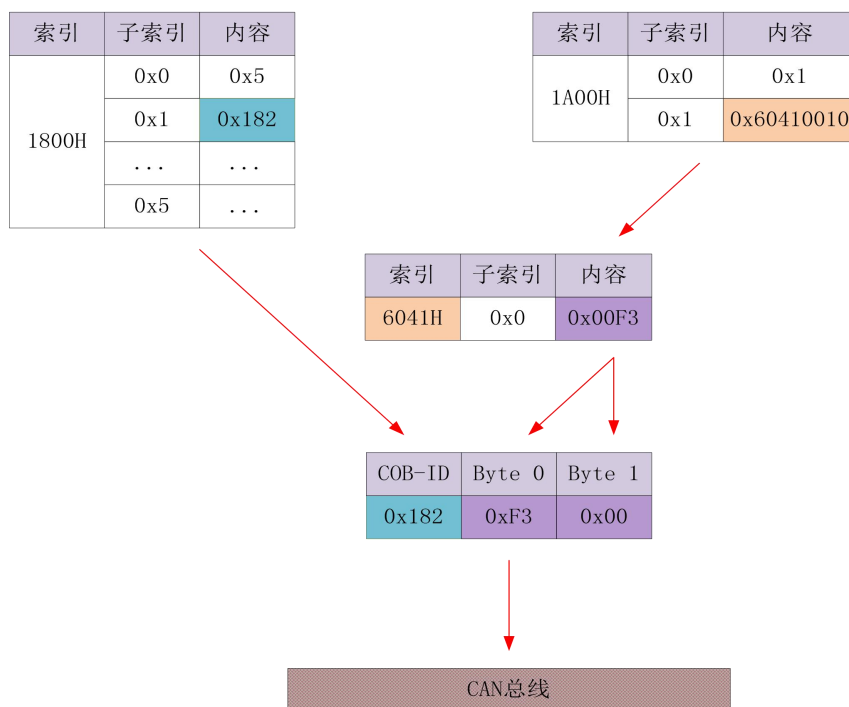


PDO1 data value Data 0, Data 1, Data 2, Data 3, Data 4, Data 5, Data 6, Data 7,  
0xF3, 0x00,

Index	Sub	Definition	Value	R/W	Size
0x1A00	0	0. Number	1	R/W	U8
0x1A00	1	1. Mapped Object	0x60410010	R/W	U32
0x1A00	2	2. Mapped Object	0	R/W	U32
0x1A00	3	3. Mapped Object	0	R/W	U32
0x1A00	4	4. Mapped Object	0	R/W	U32
0x6041	0	Statusword	0xF3	R/W	U16

PDO1 Map

下图较详尽的表述了 PDO 参数(1800H)与 PDO 映射(1A00H)之间的关系及 PDO 数据的传输过程(以节点 2 为例)，图示箭头的方向表示从站数据处理方向。



## 2.7 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。

其基本结构如下：

客户  $\longleftrightarrow$  服务器/服务器  $\longleftrightarrow$  客户

Byte 0	Byte 1:2	Byte 3	Byte 4:7
SDO 命令字	对象索引	对象子索引	数据

举一个例子，使用 SDO 消息将值 0x20F0 写入到 ID 为 2 的索引为 1801H，子索引为 3 的对象字典中。

客户  $\longleftrightarrow$  服务器

COB-ID	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
602	2B	01	18	03	F0	20	00	00
服务器 $\longleftrightarrow$ 客户								
582	60	01	18	03	00	00	00	00

使用下面的 SDO 消息，将对象字典中索引为 1801H 子索引为 3 的对象的数据读出。

客户  $\longleftrightarrow$  服务器

COB-ID	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
602	40	01	18	03	00	00	00	00
服务器 $\longleftrightarrow$ 客户								
582	4B	01	18	03	F0	20	00	00

SDO 客户或者服务器通过发出如下格式的报文来中止 SDO 传送：

客户  $\longleftrightarrow$  服务器/服务器  $\longleftrightarrow$  客户

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	1	0	0	-	-	-	-	-

在 SDO 的传送中止报文中，数据字节 0 和 1 表示对象索引，字节 2 表示子索引，字节 4 至 7 包含 32 位中止码，其描述了报文中止传送的原因，其具体描述可以附录 D。

## 2.8 应急指示对象(Emergency Object)

应急指示报文由设备内部出现的致命错误触发，由相关应用设备已最高优先级发送到其它设备。适用于中断类型的错误报警信号。

一个应急报文由 8 字节组成，格式如下：

发送端  $\longleftrightarrow$  接收端

COB-ID	Byte 0:1	Byte 2	Byte 3:7
0x080+Node-ID	应急错误代码	错误寄存器(1001H)	厂商指定区域

LD2 支持的应急错误代码详见附录 C

最近出现的错误都会保存在“预定于错误场”对象字典中(索引为 1003H)；用户可以通过 SDO 读取这些信息；但如果驱动器断电，LD2 不会保存这些错误信息。当前的错误类型保存在对象字典错误寄存器中(索引 1001H)。

设备可以将内部错误映射到这个状态字节中，并可以快速查看当前错误类型。

下表为错误寄存器位定义

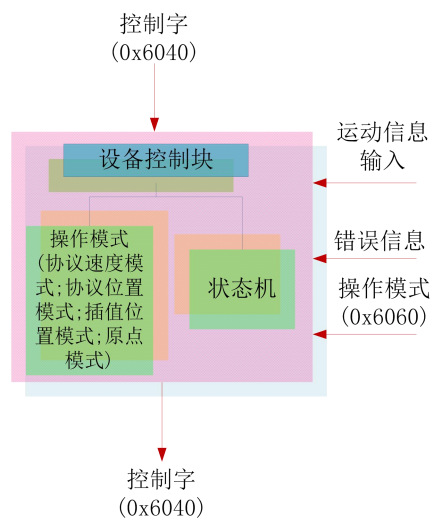
位	错误类型
0	一般性错误
1	电流
2	电压
3	温度
4	通讯
5	设备协议指定的错误
6	保留
7	厂商指定错误



## 第三章 CANopen 设备控制

### 3.1 设备控制框图

DSP 402 中介绍了驱动器控制有两个主要的控制功能块：操作模式和状态机。其结构关系如下图所示：

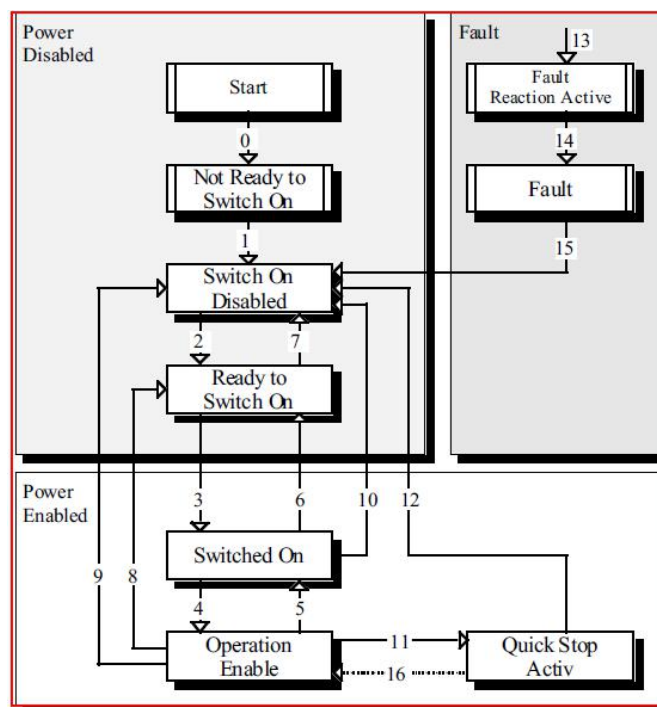


#### 3.1.1 操作模式

控制模式由操作模式(0x6060)对象决定，雷赛 LD2 系列 CANopen 驱动器目前支持协议位置模式、协议速度模式及原点模式；具体每个模式的操作详见第四章的相关章节。

#### 3.1.2 状态机

需要注意的是要区分 2.5.4 介绍的通讯状态机与本节介绍的设备状态机；通讯状态机主要有四个状态：初始化、预操作、操作及停止；本节介绍的状态机是当通讯状态机工作在操作状态时运行的设备控制状态机。



PDS 状态机的转换是依据主机发出的控制报文发生的；其中 0 和 1 是自动转换的；即 PDS 状态机的转换是从 Switch On Disabled 开始的；13 和 14 是出现故障后依据应用程序的处理过程而进行转换得到；其它的相关转换命令如下：

2:0x0006      3:0x0007      4:0x000F      5:0x0007      6:0x0006  
7:0x0000      8:0x0006      9:0x0000      10:0x0000      11:0x0002  
12:0x0000      15:0x0080      16:0x000F

PDS 状态机的的状态和状态字对应如下：

START: 无  
NOT\_READY\_TO\_SWITCH\_ON: 0x0000  
SWITCH\_ON\_DISABLED: 0x0040  
READY\_TO\_SWITCH\_ON: 0x0021  
SWITCHED\_ON: 0x0023  
OPERATION\_ENABLE: 0x0027  
QUICK\_STOP\_ACTIV: 0x0007  
FAULT\_REACTION\_ACTIV: 0x000f  
FAULT: 0x0008

## 3.2 对象字典

### 3.2.1 对象类型

请参考 2.4.5/2.4.6/2.4.7 节内容。

### 3.2.2 设备控制对象字典

LD2 中定义设备控制对象字典对象如下表：

索引	对象类型	名称	数据类型	访问属性
6040H	VAR	控制字	无符号 16 位	RW
6041H	VAR	状态字	无符号 16 位	RO
6060H	VAR	操作模式	有符号 8 位	RW
6061H	VAR	操作模式显示	有符号 8 位	RO
6064H	VAR	位置反馈	有符号 32 位	RW
606CH	VAR	速度反馈	有符号 32 位	RW
607AH	VAR	目标位置	有符号 32 位	RW
6081H	VAR	协议速度	无符号 32 位	RW
6083H	VAR	协议加速度	无符号 32 位	RW
6084H	VAR	协议减速度	无符号 32 位	RW
6085H	VAR	快速停止减速度	无符号 32 位	RW
6093H	ARRAY	脉冲当量	无符号 32 位	RW
6098H	VAR	回原点方法	有符号 8 位	RW
6099H	ARRAY	原点模式速度	无符号 32 位	RW
609AH	VAR	原点模式加速度	无符号 32 位	RW

60FFH	VAR	目标速度	有符号 32 位	RW
-------	-----	------	----------	----

## 6040H: 控制字

索引	6040H
名称	控制字
对象类型	VAR
数据类型	无符号 16 位
访问属性	RW
PDO 映射	可映射
值范围	0~2 <sup>16</sup> -1
默认值	0

控制字(6040H)数据类型位定义:

位	15:11	10:9	8	7	6:4	3	2	1	0
定义	无	无	中止	错误复位	视操作模式而定	允许操作	快速停止	电压输出	启动

位 7 与 3:0 的组合可触发的设备控制命令如下表所示。

控制命令	位 7 与 3:0 组合					设备状态机转换
	错误复位	允许操作	快速停止	电压输出	启动	
关闭电源	0	×	1	1	0	2;6;8
启动	0	0	1	1	1	3*
启动	0	1	1	1	1	3**
无输出电压	0	×	×	0	×	7;9;10;12
快速停止	0	×	0	1	×	7;10;11
未允许操作	0	0	1	1	1	5
允许操作	0	1	1	1	1	4;16
错误复位	上升沿	×	×	×	×	15

×代表不受此位状态的影响,\*表示在设备启动状态执行此转换,\*\*表示对启动状态无影响,保持在启动状态。

注: 控制字(6040H)的 6:4 会根据不同的操作模式(协议位置模式, 协议速度模式等)赋予其不同的定义, 详情可参见附录 A 的举例。

## 6041H: 状态字

索引	6041H
名称	状态字
对象类型	VAR
数据类型	无符号 16 位
访问属性	RO
PDO 映射	可映射
值范围	0~2 <sup>16</sup> -1
默认值	0

状态字数据类型位定义：

位	定义
15:14	无
13:12	无
11	内部限制有效
10	位置到达
9	远程
8	无
7	无
6	未启动
5	快速停止
4	电压输出
3	错误
2	允许操作
1	启动
0	准备启动

位 6 与 3:0 的组合代表的设备状态如下表所示。

位 6 与 3:0 组合	设备状态机状态
××××, ××××, ×0××, 0000	未准备启动
××××, ××××, ×1××, 0000	取消启动
××××, ××××, ×01×, 0001	准备启动
××××, ××××, ×01×, 0011	启动
××××, ××××, ×01×, 0111	允许操作
××××, ××××, ×00×, 0111	快速停止激活
××××, ××××, ×0××, 1111	故障效应激活
××××, ××××, ×0××, 1000	故障

×代表不受此位状态的影响。

6060H：操作模式

索引	6060H
名称	操作模式
对象类型	VAR
数据类型	有符号 8 位
访问属性	RW
PDO 映射	可映射
值范围	$-2^7 \sim 2^7 - 1$
默认值	1

操作模式值对应的意义描述：

值	描述
-1 ~ -128	无
0	无
1	协议位置模式

2	无
3	协议速度模式
4	无
5	无
6	原点模式
7	无
8~127	无

## 6061H: 操作模式显示

索引	6061H
名称	操作模式显示
对象类型	VAR
数据类型	有符号 8 位
访问属性	只读
PDO 映射	可映射
值范围	$-2^7 \sim 2^7 - 1$
默认值	0

操作模式显示值对应的意义描述：与操作模式(6060)相同。

## 6064H: 位置反馈

索引	6064H
名称	位置反馈
对象类型	VAR
数据类型	有符号 32 位
访问属性	RO
PDO 映射	可摄影
值范围	$-2^{31} \sim 2^{31} - 1$
默认值	0x0

## 606CH: 速度反馈

索引	606CH
名称	速度反馈
对象类型	VAR
数据类型	有符号 32 位
访问属性	RO
PDO 映射	可摄影
值范围	$-2^{31} \sim 2^{31} - 1$
默认值	0x0

## 607AH: 目标位置

索引	607AH
名称	目标位置
对象类型	VAR

数据类型	有符号 32 位
访问属性	RW
PDO 映射	可摄影
值范围	$-2^{31} \sim 2^{31}-1$
默认值	0x0

## 6081H: 协议速度

索引	6081H
名称	协议速度
对象类型	VAR
数据类型	无符号 32 位
访问属性	RW
PDO 映射	可摄影
值范围	$0 \sim 2^{32}-1$
默认值	0x0

## 6083H: 协议加速度

索引	6083H
名称	协议加速度
对象类型	VAR
数据类型	无符号 32 位
访问属性	RW
PDO 映射	可摄影
值范围	$0 \sim 2^{32}-1$
默认值	0x0

## 6084H: 协议减速度

索引	6084H
名称	协议减速度
对象类型	VAR
数据类型	无符号 32 位
访问属性	RW
PDO 映射	可摄影
值范围	$0 \sim 2^{32}-1$
取值	等于 6083

## 6085H: 快速停止减速度

索引	6085H
名称	快速停止减速度
对象类型	VAR
数据类型	无符号 32 位
访问属性	RW

PDO 映射	可映射
值范围	$0 \sim 2^{32}-1$
默认值	0x0

## 6093H: 脉冲当量

索引	6093H
名称	脉冲当量
对象类型	ARRAY
数据类型	无符号 32 位

## 子索引

子索引	0x0
描述	子索引数量
访问属性	RO
PDO 映射	不可映射
值范围	0x2
默认值	0x2

## 子索引

子索引	0x1
描述	分子
访问属性	RW
PDO 映射	可映射
值范围	$1 \sim 2^{32}-1$
默认值	0x1

## 子索引

子索引	0x2
描述	分母
访问属性	RW
PDO 映射	可映射
值范围	$1 \sim 2^{32}-1$
默认值	0x1

## 6098H: 回原点方法

索引	6098H
名称	回原点方法
对象类型	VAR
数据类型	有符号 8 位
访问属性	RW
PDO 映射	可映射
值范围	$-2^7 \sim 2^7-1$
默认值	0x0

回原点方法对应的意义描述:

值	描述
---	----

-1 ~ -128	无
1~6	方法 1~6
7~16	无
17~22	方法 17~22
23~35	无
36~127	保留

## 6099H: 原点模式速度

索引	6099H
名称	原点模式速度
对象类型	ARRAY
数据类型	无符号 32 位

## 子索引

子索引	0x0
描述	子索引数量
访问属性	RO
PDO 映射	不可映射
值范围	0x2
默认值	0x2

## 子索引

子索引	0x1
描述	回原点高速
访问属性	RW
PDO 映射	可映射
值范围	0~2 <sup>32</sup> -1
默认值	0x0

## 子索引

子索引	0x2
描述	回原点低速
访问属性	RW
PDO 映射	可映射
值范围	0~2 <sup>32</sup> -1
默认值	0x0

提示：电机运动的方向与最终停止的方向相同则使用低速运动，反之使用高速运动。

## 609AH: 原点模式加速度

索引	609AH
名称	原点模式加速度
对象类型	VAR
数据类型	无符号 32 位
访问属性	RW
PDO 映射	可映射



值范围	$0 \sim 2^{32}-1$
默认值	0x0

60FFH: 目标速度

索引	60FFH
名称	目标速度
对象类型	VAR
数据类型	有符号 32 位
访问属性	RW
PDO 映射	可映射
值范围	$-2^{31} \sim 2^{31}-1$
默认值	0x0

## 第四章 LD2 系列 CANopen 操作模式

本章主要介绍 LD2 系列支持的 CANopen 操作模式。

### 4.1 协议位置模式

#### 4.1.1 脉冲当量

脉冲当量采用 6093 设置，数据对象 6093H 的设置见对象字典的介绍。

#### 4.1.2 运动设置

- ☆ 设置操作模式(6060H)为协议位置模式(值为 1)。
- ☆ 将运动目标位置设置到目标位置(607AH)对象(单位 pulse)。
- ☆ 将运动最大速度设置到协议速度(6081H)对象(单位 pulse/s)。
- ☆ 设置协议加/减速度(6083H)为运动加/减速度(单位为 pulse/s<sup>2</sup>)。
- ☆ 设置脉冲当量(6093H)。
- ☆ 设置控制字(6040H)为相应的值来改变设备控制状态机并执行运动。

序号	对象字典	对象字典含义	设定值	单位
1	6060H	操作模式	1	无
2	6040H	控制字	根据需要设定。	无
3	607AH	目标位置	根据需要设定。	脉冲数
4	6081H	协议速度	根据需要设定。	脉冲数/秒
5	6083H	协议加/减速度	根据需要设定。	脉冲数/秒 <sup>2</sup>
6	6093H	脉冲当量	根据需要设定。	无

提示：各操作模式下控制字 (6040H) 操作及变化过程可参见附录 A。

#### 4.1.3 查询设置

- ▲ 可设置查询查询状态字(6041H)来获取运动状态。
- ▲ 可设置查询位置反馈(6064H)来观测运动时的实时位置信息。
- ▲ 可设置查询速度反馈(606CH)来获得实时速度反馈信息。

序号	对象字典	对象字典含义	单位
1	6041H	状态字	无
2	6064H	位置反馈	脉冲数
3	606CH	速度反馈	脉冲数/秒

#### 4.1.4 应用举例

序号	命令	含义
1	81 00 00 00 00 00 00 00	复位所有节点。如果需要复位指定节点，节点号通过修改 81 后的两位数字修改（注意是 16 进制）。

2	01 00 00 00 00 00 00 00	启动所有节点的远程控制。如果需要启动指定节点的远程控制，节点号通过修改 01 后的两位数字修改（注意是 16 进制）。
3	2b 40 60 00 06 00 00 00	写控制字为 06H，状态机切换状态 Switch On Disabled->Ready to Switch On
4	2b 40 60 00 07 00 00 00	写控制字为 07H，状态机切换状态 Ready to Switch On-> Switched On 此时驱动器内继电器吸合
5	2b 40 60 00 0f 00 00 00	写控制字为 0fH，状态机切换状态 Switched On->Operation Enable 此时电机使能
6	2f 60 60 00 01 00 00 00	写操作模式为 1H，即位置控制模式
7	23 81 60 00 90 D0 03 00	写协议速度为 3D090H（即 1500 转/分，换算规则参见“5.3 换算规则”），
8	23 83 60 00 90 D0 03 00	写协议加速度为 3D090H（即 1 秒加速到 1500 转/分，换算规则参见“5.3 换算规则”）
9	23 7a 60 00 20 4E 00 00	写目标位置为 4E20H（即 2 圈，换算规则参见“5.3 换算规则”）
10	2b 40 60 00 4f 00 00 00	写控制字为 4fH，设置为相对运动模式
11	2b 40 60 00 5f 00 00 00	写控制字为 5fH，电机开始运动
12	2b 40 60 00 07 00 00 00	写控制字为 07H，状态机切换状态 Operation Enable -> Switched On 此时电机去使能
13	2b 40 60 00 06 00 00 00	写控制字为 06H，状态机切换状态 Switched On ->Ready to Switch On 此时驱动器继电器解除吸合。

注：步骤 1（复位节点）和步骤 2（启动节点）的帧 ID 是“0x0000”，其余的步骤的帧 ID 为 SDO 的地址 0X0600+节点号。

## 4.2 协议速度模式

### 4.2.1 运动设置

- ☆ 设置操作模式(6060H)为协议速度模式(值为 3)。
- ☆ 将运动目标速度设置到协议速度(60FFH)对象(单位 pulse/s)。
- ☆ 设置协议加/减速度(6083H)为运动加/减速度(单位为 pulse/s<sup>2</sup>)。
- ☆ 设置控制字(6040H)为相应的值来改变设备控制状态机并执行运动。

序号	对象字典	对象字典含义	设定值	单位
1	6060H	操作模式	3	无
2	6040H	控制字	根据需要设定。	无
3	60FFH	协议速度	根据需要设定。	脉冲数/秒
4	6083H	协议加/减速度	根据需要设定。	脉冲数/秒 <sup>2</sup>

提示：各操作模式下控制字(6040H)操作及变化过程可参见附录 A。

#### 4.2.2 查询设置

- ▲ 可设置查询状态字(6041H)来获取运动状态。
- ▲ 可设置查询速度反馈(606CH)来获得实时速度反馈信息。

序号	对象字典	对象字典含义	单位
1	6041H	状态字	无
2	606CH	速度反馈	脉冲数/秒

#### 4.2.3 应用举例

序号	命令	含义
1	81 00 00 00 00 00 00 00	复位所有节点。如果需要复位指定节点，节点号通过修改 81 后的两位数字修改（注意是 16 进制）。
2	01 00 00 00 00 00 00 00	启动所有节点的远程控制。如果需要启动指定节点的远程控制，节点号通过修改 01 后的两位数字修改（注意是 16 进制）。
3	2b 40 60 00 06 00 00 00	写控制字为 06H，状态机切换状态 Switch On Disabled->Ready to Switch On
4	2b 40 60 00 07 00 00 00	写控制字为 07H，状态机切换状态 Ready to Switch On-> Switched On 此时驱动器内继电器吸合
5	2b 40 60 00 0f 00 00 00	写控制字为 0fH，状态机切换状态 Switched On->Operation Enable 此时电机使能
6	2f 60 60 00 03 00 00 00	写操作模式为 3H，即速度控制模式
7	23 ff 60 00 90 D0 03 00	写协议速度为 3D090H（即 1500 转/分，换算规则参见“5.3 换算规则”），
8	23 83 60 00 90D0 03 00	写协议加速度为 3D090H（即 1 秒加速到 1500 转/分，换算规则参见“5.3 换算规则”）
9	2b 40 60 00 0f 01 00 00	写控制字为 10fH，置 6040H 的第 8 位为 1，以便下次置 0 时启动电机运转。
10	2b 40 60 00 0f 00 00 00	写控制字为 0fH，置 6040H 的第 8 位为 0，电机开始运转。
11	2b 40 60 00 07 00 00 00	写控制字为 07H，状态机切换状态 Operation Enable -> Switched On 此时电机去使能
12	2b 40 60 00 06 00 00 00	写控制字为 06H，状态机切换状态 Switched On ->Ready to Switch On 此时驱动器继电器解除吸合。

注：步骤 1（复位节点）和步骤 2（启动节点）的帧 ID 是“0x0000”，其余的步骤的帧 ID

为 SDO 的地址 0X0600+节点号。

## 4.3 力矩模式

### 4.3.1 运动设置

- ☆ 设置操作模式(6060H)为原点模式(值为 6)。
- ☆ 将采用的回原点方法对应的代码设置到回原点方法(6098H)对象。目前支持 12 种 CIA402 的回零方法。（即 6098H 可以设置为 1~14 与 17~30）
- ☆ 分别设置回原点高速及低速到回原点高速[6099H(0x1)]及回原点低速[6099H(0x2)]对象(单位为 pulse/s)。
- ☆ 设置协议加/减速度(609AH)为回原点加/减速度(单位为 pulse/s<sup>2</sup>)。
- ☆ 设置控制字(6040H)为相应的值来改变设备控制状态机并执行运动。

序号	对象字典	对象字典含义	设定值	单位
1	6060H	操作模式	4	无
2	6040H	控制字	根据需要设定。	无
3	6071H	力矩最大限制值	根据需要设定。	额定力矩的 0.05%
4	6087H	力矩变化率	根据需要设定。	(额定力矩的 0.05%) /秒
5	2074H	Pr3.21 速度限制值	根据需要设定。	转/分

提示：各操作模式下控制字(6040H)操作及变化过程可参见附录 A。

注意：目前 L6\_can 使用的是增量编码器 1r = 10000pulse

### 4.3.2 查询设置

- ▲ 可设置查询查询状态字(6041H)来获取运动状态。

序号	对象字典	对象字典含义	单位
1	6041H	状态字	无
2	606CH	速度反馈	脉冲数/秒

### 4.3.3 应用举例

序号	命令	含义
1	81 00 00 00 00 00 00 00	复位所有节点。如果需要复位指定节点，节点号通过修改 81 后的两位数字修改（注意是 16 进制）。
2	01 00 00 00 00 00 00 00	启动所有节点的远程控制。如果需要启动指定节点的远程控制，节点号通过修改 01 后的两位数字修改（注意是 16 进制）。
3	2b 40 60 00 06 00 00 00	写控制字为 06H，状态机切换状态 Switch On Disabled->Ready to Switch On
4	2b 40 60 00 07 00 00 00	写控制字为 07H，状态机切换状态 Ready to Switch On-> Switched On 此时驱动器内继电器吸合

5	2b 40 60 00 0f 00 00 00	写控制字为 0fH, 状态机切换状态 Switched On->Operation Enable 此时电机使能
6	2f 60 60 00 04 00 00 00	写操作模式为 4H, 即转矩控制模式
7	23 71 60 00 14 00 00 00	写力矩值为 14H (即 $20 \times 0.05\% = 1\%$ 额定力矩),
8	23 87 60 00 14 00 00 00	写力矩变化率为 14H (即 1 秒增加到额定力矩的 $20 \times 0.05\% = 1\%$ )
9	2b 7420 00 e8 03 00 00	写速度限制值 (Pr3.21) 为 3e8H (1000 转/分)
10	2b 40 60 00 0f 01 00 00	写控制字为 10fH, 置 6040H 的第 8 位为 1, 以便下次 置 0 时启动电机运转。
11	2b 40 60 00 0f 00 00 00	写控制字为 0fH, 置 6040H 的第 8 位为 0, 电机开始运 转。
12	2b 40 60 00 07 00 00 00	写控制字为 07H, 状态机切换状态 Operation Enable -> Switched On 此时电机去使能
13	2b 40 60 00 06 00 00 00	写控制字为 06H, 状态机切换状态 Switched On ->Ready to Switch On 此时驱动器继电器解除吸合。

注：步骤 1（复位节点）和步骤 2（启动节点）的帧 ID 是“0x0000”，其余的步骤的帧 ID 为 SDO 的地址 0X0600+节点号。

## 4.4 原点模式

### 4.4.1 运动设置

☆ 设置操作模式(6060H)为原点模式(值为 6)。

☆ 将采用的回原点方法对应的代码设置到回原点方法(6098H)对象。目前支持 12 种 CIA402 的回零方法。（即 6098H 可以设置为 1~14 与 17~30），回零方式参考附录 F。

☆ 分别设置回原点高速及低速到回原点高速[6099H(0x1)]及回原点低速[6099H(0x2)]对象 (单位为 pulse/s)。

☆ 设置协议加/减速度(609AH)为回原点加/减速度(单位为 pulse/s<sup>2</sup>)。

☆ 设置控制字(6040H)为相应的值来改变设备控制状态机并执行运动。

序号	对象字典	对象字典含义	设定值	单位
1	6060H	操作模式	6	无
2	6040H	控制字	根据需要设定。	无
3	6098H	回零方式	根据需要设定。	无
4	6099H	回零速度	根据需要设定。	脉冲数/秒
5	609AH	回零加减速	根据需要设定。	脉冲数/秒 <sup>2</sup>

提示：各操作模式下控制字(6040H)操作及变化过程可参见附录 A。

注意：目前 L6\_can 使用的是增量编码器 1r = 10000pulse

#### 4.4.2 查询设置

▲ 可设置查询状态字(6041H)来获取运动状态。

序号	对象字典	对象字典含义	单位
1	6041H	状态字	无
2	606CH	速度反馈	脉冲数/秒

#### 4.4.3 应用举例

序号	命令	含义
1	81 00 00 00 00 00 00 00	复位所有节点。如果需要复位指定节点，节点号通过修改 81 后的两位数字修改（注意是 16 进制）。
2	01 00 00 00 00 00 00 00	启动所有节点的远程控制。如果需要启动指定节点的远程控制，节点号通过修改 01 后的两位数字修改（注意是 16 进制）。
3	2b 40 60 00 06 00 00 00	写控制字为 06H，状态机切换状态 Switch On Disabled->Ready to Switch On
4	2b 40 60 00 07 00 00 00	写控制字为 07H，状态机切换状态 Ready to Switch On-> Switched On 此时驱动器内继电器吸合
5	2b 40 60 00 0f 00 00 00	写控制字为 0fH，状态机切换状态 Switched On->Operation Enable 此时电机使能
6	2f 60 60 00 06 00 00 00	写操作模式为 6，即速度控制模式
7	23 99 60 01 30 75 00 00	写回原点速度-高速为 7530H（即 180 转/分，换算规则参见“5.3 换算规则”）
8	23 99 60 02 20 4e 00 00	写回原点速度-低速为 4e20H（即 120 转/分，换算规则参见“5.3 换算规则”）
9	23 9a 60 00 30 75 00 00	写回原点加速度为 7530H（即 1 秒加速到 180 转/分，换算规则参见“5.3 换算规则”）
10	2f 98 60 00 16 00 00 00	写回零方式为 16H（第 22 种回零方式）
11	2b 40 60 00 1f 00 00 00	写控制字为 1f，置 6040H 的第 4 位为 1，进入回零活动状态。
12	2b 40 60 00 0f 00 00 00	写控制字为 0f，置 6040H 的第 4 位为 0，为上升沿启动回零。
13	2b 40 60 00 1f 00 00 00	写控制字为 1f，置 6040H 的第 4 位为 1，开始回零运动。
14	2b 40 60 00 07 00 00 00	写控制字为 07，状态机切换状态 Operation Enable -> Switched On 此时电机去使能

15	2b 40 60 00 06 00 00 00	写控制字为 06，状态机切换状态 Switched On ->Ready to Swith On 此时驱动器继电器解除吸合。
----	-------------------------	--

注：步骤 1（复位节点）和步骤 2（启动节点）的帧 ID 是“0x0000”，其余的步骤的帧 ID 为 SDO 的地址 0X0600+节点号。

## 4.5 急停

### 4.5.1 运动设置

- ☆ 设置急停减速度(6085H) (单位为 pulse/s<sup>2</sup>)。
  - ☆ 设置控制字(6040H)为相应的值来改变设备控制状态机并执行运动。
- 注意：急停会改变 PDS 状态机的状态

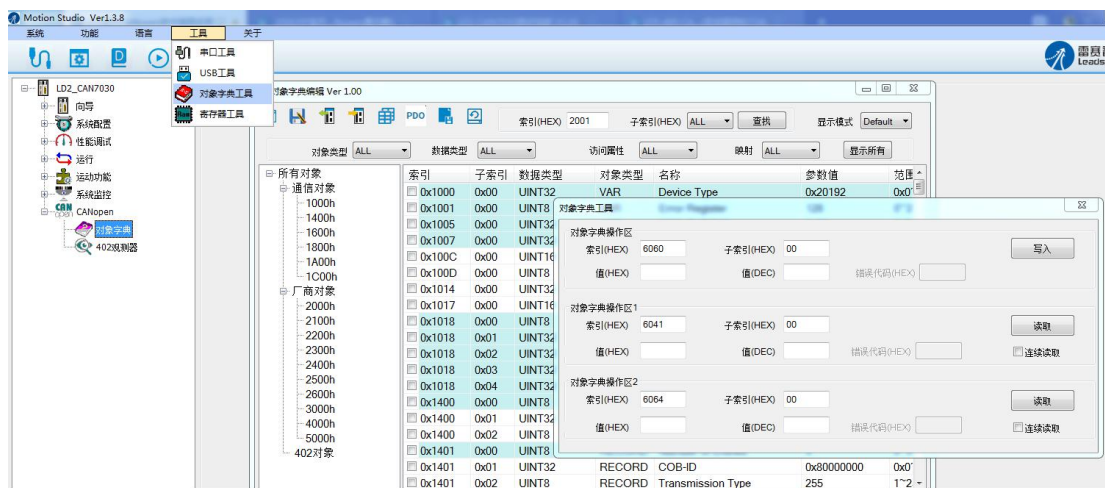
### 4.5.2 查询设置

- ▲ 可设置查询查询状态字(6041H)来获取运动状态。

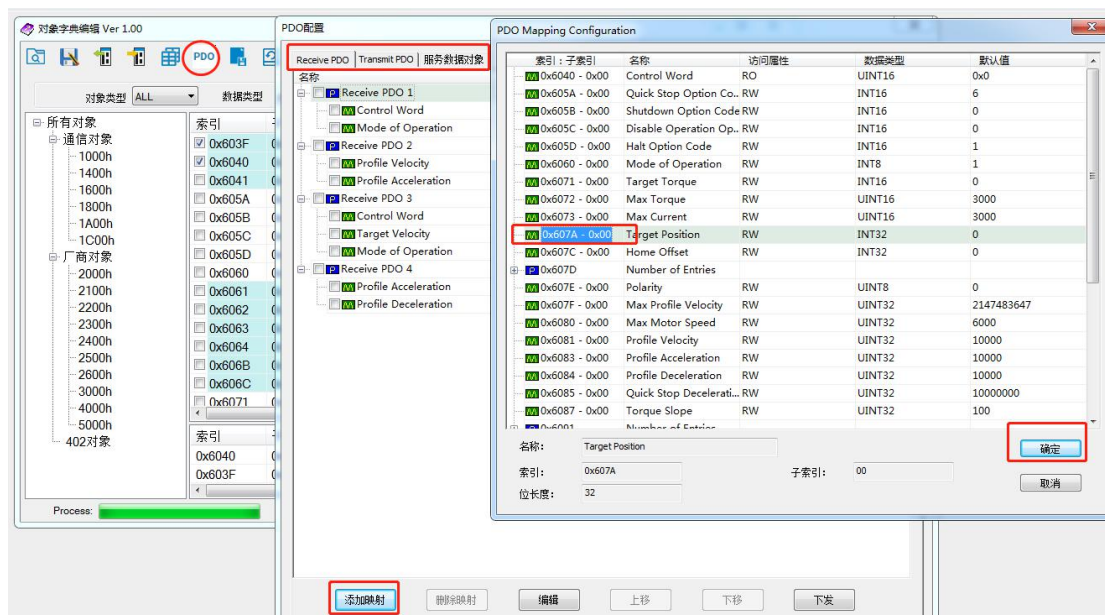


## 第五章 上位机操作

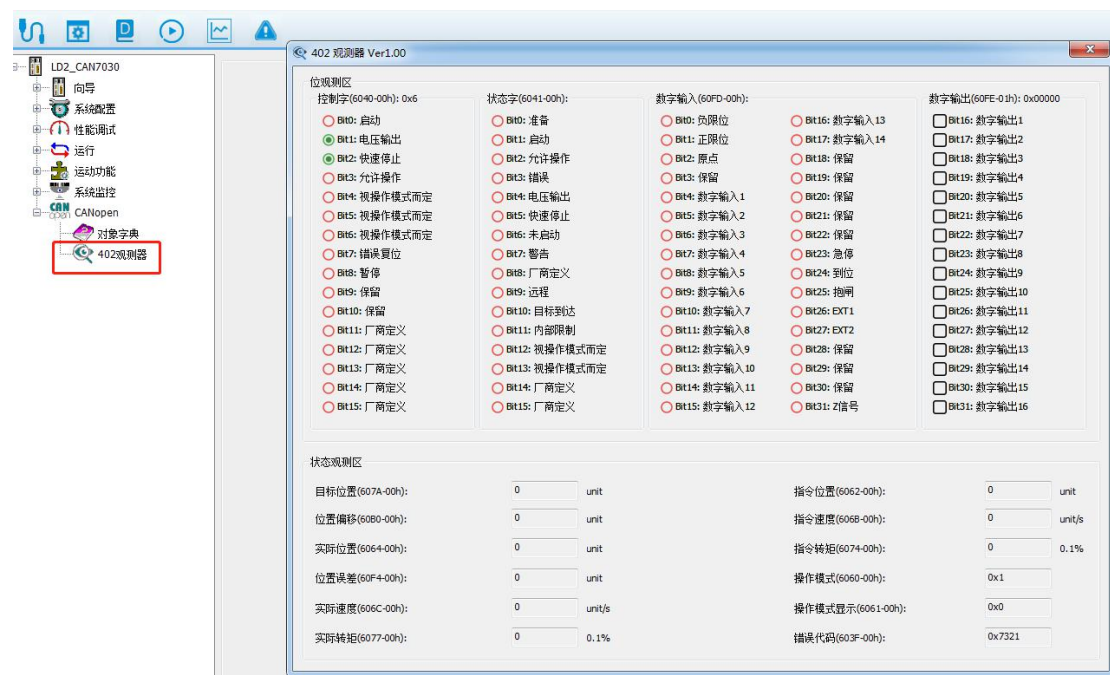
### 5.1 对象字典的编辑



### 5.2 上位机配置 PDO



## 5.3 402 观测器



## 第六章 报警与处理

### 6.1 报警一览表

出现错误时，驱动器保护功能动作，会停止电机转动，并且在上位机上自动显示当前对应错误代码。主站也可以通过对象字典读取对应的报警代码，驱动器的报警代码与对象字典的报警代码的对应关系表如下。

603F 代码 (HEX)	1001 代码 (HEX)	上位机报警 代码 (HEX)	含义
2211	2	0E0	软件过流
2212	2	0E1	硬件过流
3130	4	0D1	缺相
3150	4	0A0	电流检测回路错误
3151	4	0A1	电流检测回路错误
3152	4	0A2	模拟量输入回路错误
3153	4	0A3	缺相
3154	4	0A4	模拟量输入回路错误
3160	4	270	模拟量 1 输入过大
3161	4	271	模拟量 2 输入过大
3162	4	272	模拟量 3 输入过大
3201	4	0A5	直流母线基准电压错误
3205	4	0B0	控制电压过低
3206	4	0B1	控制电压过高
3211	4	0C0	直流母线电压过高
3221	4	0D0	直流母线电压过低
3222	4	0D2	主电源断线
4201	8	0A6	温度基准采样错误
4210	8	0F0	驱动器温度过高
5201	80	870	不支持操作模式下驱动器使能
5202	80	871	同步模式下不支持该操作模式启动

5441	80	570	I0 急停
5510	80	802	RAM 不足
5511	80	803	RAM 越界
5530	80	240	保存参数错误
5531	80	241	EEPROM 硬件错误
5532	80	242	保存历史报警错误
5533	80	243	保存厂商参数错误
5534	80	244	保存通讯参数错误
5535	80	245	保存 402 参数错误
5536	80	246	保存断电数据错误
5550	80	850	ESC EEPROM 无法访问
5551	80	851	ESI 文件保存错误
5552	80	852	链路建立失败
FF01	80	860	单位时间 ECAT 帧丢失过多
6201	80	806	保存的 ESI 文件与驱动器固件不匹配
6202	80	805	FOE 升级固件失败
6203	80	814	固件无效/失效
6321	80	210	输入 I0 参数重复
6322	80	211	输入 I0 参数超过范围
6323	80	212	输出 I0 参数超过范围
6329	80	090	FPGA 写参数错误
7122	80	5F0	电机型号错误
7321	80	150	编码器断线
7322	80	151	编码器通讯错误
7323	80	152	编码器初始位置错误
7324	80	170	编码器数据错误
7325	80	153/154	编码器数据加载错误
7326	80	155	编码器数据加载错误
7327	80	156	编码器数据加载错误

7328	80	157	编码器数据加载错误
7329	80	260	限位报警, 限位功能选择为报警时有效
7701	80	120	泄放过载
7702	80	121	泄放电阻故障
8110	10	901	CAN 超载报警
8120	10	902	被动错误
8130	10	903	心跳/节点保护超时
8140	10	904	掉线恢复
8141	10	905	掉线
8150	10	906	ID 冲突
8201	10	801	通讯未知错误
8207	10	807	PDO 映射的对象不存在
8208	10	808	PDO 映射的对象长度错误
8210	10	82B	由于长度错误 PDO 未处理/处理超时
8211	10	818	由于长度错误 TPDO 未处理/处理超时
8212	10	819	由于长度错误 RPDO 未处理/处理超时
8213	10	813	BOOT 不支持
8215	10	815	BOOT 模式配置无效
8216	10	816	Preop 无效配置
8217	10	817	无效 SM 配置/
821B	10	81B	SM 看门狗超时
821C	10	81C	无效 SM 类型
821D	10	81D	无效输出配置
821E	10	81E	无效输入配置
821F	10	81F	无效看门狗配置
8220	10	820	PDO 长度越界
8224	10	824	TPDO 映射无效
8225	10	825	RPDO 映射无效
8226	10	826	配置不一致

8310	2	101	过载
8311	2	100	过载
8305	2	105	转矩越界
8401	20	190	振动过大报警
8402	20	1A0	超速
8403	20	1A1	速度失控
8503	20	1B1	电子齿轮比错误
8611	20	180	位置环超差
8610	20	181	位置跟踪错误
8612	20	1B0	位置增量过大
871A	10	81A	同步丢失错误
8727	10	827	不支持自由运行模式
8728	10	828	不支持同步模式
872C	10	82C	致命同步错误
872D	10	82D	无同步错误
872E	10	82E	同步周期过小
8730	10	830	无效的 DC 配置
8732	10	832	DC PLL 错误
8733	10	833	DC 同步 IO 错误
8734	10	834	DC 同步超时
8735	10	835	DC 周期无效
8736	10	836	sync0 周期无效
8737	10	837	sync1 周期无效
873A	10	73A	SM2 丢失过多
873B	10	73B	Sync0 丢失过多
873C	10	73C	DC 误差过大

## 6.2 报警处理方法

〔注〕出现错误时，请清除错误原因后，再重新打开电源。

错误代码	主码	辅码	显示：“E00000” -- “E0000F”
	00	0~F	内容：与 FPGA 通讯错误
错误原因		错误检查	错误处置
驱动器内部故障。		/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示：“E00000” -- “E0000F”
	00	0~F	内容：电流检测回路错误
错误原因		错误检查	错误处置
电机输出 U、V、W 端子接线错误。		检查电机输出 U、V、W 端子接线是否正确。	确保电机输出 U、V、W 端子接线正确。
驱动器内部故障。		/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示：“E00002”、“E00004”
	00	2、4	内容：模拟量输入回路错误
错误原因		错误检查	错误处置
模拟量输入接线错误。		检查模拟量输入接线。	确保模拟量输入接线正确。
驱动器内部故障。		/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示：“E00003”
	00	3	内容：动力线断线
错误原因		错误检查	错误处置
动力线断线或者缺相		动力线断线或者缺相	延长线与电机相连情况下，使用万用表测量绕组线之间电阻值，若三相电阻不一致，可能是绕组开路或者电机损坏
电机绕组开路			更换电机

错误代码	主码	辅码	显示: “E2E005”
	E2	5	内容: 直流母线回路错误
错误原因		错误检查	错误处置
驱动器内部故障。		/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示: “E2E006”
	E2	6	内容: 温度检测回路错误
错误原因		错误检查	错误处置
驱动器内部故障。		/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示: “E2E000”
	E2	0	内容: 控制电源电压过低
错误原因		错误检查	错误处置
控制电源供电电压低。		测量驱动器的电源端子上电压; 检查端子接线是否牢固。	牢固供电端子接线。
电源容量不足, 受主电源冲击影响, 电压下降。		/	提高供电端子上供电电源的供电容量。
驱动器故障。		/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示: “E2E020”
	E2	0	内容: 直流母线电压过高
错误原因		错误检查	错误处置
内部制动电路损坏。		/	更换新的驱动器。
驱动器故障。		/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示: “E2E020”
	E2	0	内容: 直流母线电压过低
错误原因		错误检查	错误处置
主电源输入电压过低。		检查电源电压	检查电源电压; 牢固端子接线。



驱动器故障。	/	更换新的驱动器。
--------	---	----------

错误代码	主码	辅码	显示: “E2E0E0”
	E2	E0	内容: 过电流
错误原因		错误检查	错误处置
驱动器输出短路。		驱动器输出线间是否短路, 是否对 PG 地短路。	确保驱动器输出线未短路; 确保电机未损坏。
电机接线异常。		检查电机的接线顺序。	调整电机的接线顺序。
IGBT 模块短路异常。		断开驱动器输出线, 使能 Srv_on 并驱动电机, 查看是否仍过流。	更换新的驱动器。
控制参数设定异常。		参数设定是否超出限定值。	将参数调整到合适范围。
控制命令设定异常。		查看控制命令是否变动过于剧烈。	调整控制命令; 开启滤波。

错误代码	主码	辅码	显示: “E2E0E1”
	E2	E1	内容: 智能功率模块(IPM)过流
错误原因		错误检查	错误处置
驱动器输出短路。		驱动器输出线间是否短路, 是否对 PG 地短路。	确保驱动器输出线未短路; 确保电机未损坏。
电机接线异常。		检查电机的接线顺序。	调整电机的接线顺序。
IGBT 模块短路异常。		断开驱动器输出线, 使能 Srv_on 并驱动电机, 查看是否仍过流。	更换新的驱动器。
IGBT 模块欠压异常。		/	更换新的驱动器。
控制参数设定异常。		参数设定是否超出限定值。	将参数调整到合适范围。
控制命令设定异常。		查看控制命令是否变动过于剧烈。	调整控制命令; 开启滤波。

错误代码	主码	辅码	显示: “E2E0F0”
	E2	F0	内容: 驱动器过热
错误原因		错误检查	错误处置
驱动器功率器件的温度超过上限		测量驱动器散热器的温度是否过高。	加强散热条件; 提高驱动器、电机容量; 增大加、减速时间; 降低负载。

值。		
----	--	--




错误代 码	主码	辅码	显示: “ <b>888800</b> ”
	<b>88</b>	<b>0</b>	内容: 电机过载
错误原因		错误检查	错误处置
负载过重。		检查实际负载是否超过参数所设定的最大负载。	减小负载; 调整限制参数。
机械系统振荡。		检查机械是否振动; 加、减速是否设置的过快。	修改控制增益参数; 增大加、减速时间。
电机、编码器接线错误。		检查电机、编码器是否接错线; 是否断线。	调整接线; 更换编码器/电机。
电 磁 制 动 器 动 作。		检查制动器端子电压。	断开制动器。




错误代 码	主码	辅码	显示: “ <b>888820</b> ”
	<b>88</b>	<b>0</b>	内容: 电阻泄放回路过载
错误原因		错误检查	错误处置
再生能量超出泄放极限。		电机转速是否过快; 负载惯量是否过大。	降低电机转速; 减小负载惯量; 增加外部再生电阻; 提高驱动器、电机容量。
泄放电路损坏。		/	增加外部再生电阻; 更换新的驱动器。

错误代 码	主码	辅码	显示: “ <b>888850</b> ”
	<b>88</b>	<b>0</b>	内容: 编码器断线
错误原因		错误检查	错误处置
编码器断线。		编码器是否接线牢固。	牢固编码器接线。
编 码 器 接 线 错 误。		编码器是否接线正确。	纠正编码器接线错误。
编码器损坏。		/	更换新的电机。
编码器测量电路损坏。		/	更换新的驱动器。

错误代 码	主码	辅码	显示: “ <b>888852</b> ”
	<b>88</b>	<b>2</b>	内容: 编码器初始化位置错误
错误原因		错误检查	错误处置

通讯数据异常。	编码器电源电压是否为DC5V±5%；编码器线缆是否破损；编码器线缆的屏蔽层是否接好；编码器线缆是否与强电线缆绞缠在一起。	确保编码器电源电压正常；确保编码器线缆完好；确保编码器线缆的屏蔽层与FG地接触良好；确保编码器线缆与强电线缆分开布线。
编码器损坏。	/	更换新的电机。
编码器测量电路损坏。	/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示：“  ”
			内容：编码器数据出错
错误原因		错误检查	错误处置
通讯数据异常。		编码器电源电压是否为DC5V±5%；编码器线缆是否破损；编码器线缆的屏蔽层是否接好；编码器线缆是否与强电线缆绞缠在一起。	确保编码器电源电压正常；确保编码器线缆完好；确保编码器线缆的屏蔽层与FG地接触良好；确保编码器线缆与强电线缆分开布线。
编码器损坏。		/	更换新的电机。
编码器测量电路损坏。		/	更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示：“  ”
			内容：位置误差过大错误
错误原因		错误检查	错误处置
位置误差参数设置不合理。		检查参数 PA_014 数值是否过小。	增大参数 PA_014 的数值。
增益设置过小。		检查参数 PA_100、PA_105 是否数值过小。	增大参数 PA_100、PA_105 的数值。
扭矩限制过小。		检查参数 PA_013、PA_522 是否数值过小。	增大参数 PA_013、PA_522 的数值。
外部负载过大。		检查是否加、减速时间过快；转速是否过快；负载是否过大。	减小加、减速时间过快；降低转速；减轻负载。

错误代 码	主码	辅码	显示：“E2E2E2E2”	
	E2	E	内容：速度误差过大错误	
错误原因		错误检查		错误处置

内部位置指令速度与实际速度偏差过大。	检查参数 PA_602 是否过小。	增大参数 PA_602 数值；将参数 PA_602 设置为 0 使位置偏差过大检测无效。
内部位置指令速度的加、减速时间太短。	检查参数 PA_312、PA_313 是否过小。	增大 PA_312、PA_313 数值；调整速度控制相关增益，提高追随性。

错误代码	主码	辅码	显示：“888888”
	88	8	内容：超速 1
错误原因		错误检查	错误处置
电机的速度超过第一速度限制值。		检查电机速度指令是否过快；检查模拟速度指令电压是否过大；检查参数 PA_321 是否过小；检查指令脉冲的输入频率和分频系数是否合适；编码器是否接线正确。	调整输入速度指令大小；增大参数 PA_321 数值；修改指令脉冲的输入频率和分频系数；确保编码器接线正确。

错误代码	主码	辅码	显示：“888288”
	88	8	内容：I/F 输入端口分配错误
错误原因		错误检查	错误处置
信号重复设置。		检查参数 PA_400、PA_401、PA_402、PA_403、PA_404 是否设置正确。	确保正确设置参数 PA_400、PA_401、PA_402、PA_403、PA_404。
信号未设置。		检查参数 PA_400、PA_401、PA_402、PA_403、PA_404 是否设置正确。	确保正确设置参数 PA_400、PA_401、PA_402、PA_403、PA_404。

错误代码	主码	辅码	显示：“888288”
	88	8	内容：I/F 输入端口功能设定错误
错误原因		错误检查	错误处置
信号分配错误。		检查参数 PA_400、PA_401、PA_402、PA_403、PA_404 是否设置正确。	确保正确设置参数 PA_400、PA_401、PA_402、PA_403、PA_404。

错误代码	主码	辅码	显示：“888282”
	88	2	内容：I/F 输出端口功能设定错误

错误原因	错误检查	错误处置
信号重复设置。	检查参数 PA_410、PA_411、PA_412、PA_413 是否设置正确。	确保正确设置参数 PA_410、PA_411、PA_412、PA_413。
信号未设置。	检查参数 PA_410、PA_411、PA_412、PA_413 是否设置正确。	确保正确设置参数 PA_410、PA_411、PA_412、PA_413。

错误代码	主码	辅码	显示: “ <b>EE8240</b> ”
	<b>EE</b>	<b>0</b>	内容: EEPROM 参数保存时 CRC 校验错误
错误原因	错误检查		错误处置
r、t 端电压过低。	检查电源电压是否过低。		确保电源端电压在合适范围。
驱动器损坏。	可重复保存几次。		更换新的驱动器。

错误代码	主码	辅码	显示: “ <b>EE8260</b> ”
	<b>EE</b>	<b>0</b>	内容: 正/负超程输入有效
错误原因	错误检查		错误处置
正/负超程输入信号导通。	检查正/负超程输入信号状态。		/

错误代码	主码	辅码	显示: “ <b>EE8500</b> ”
	<b>EE</b>	<b>0</b>	内容: 强制报警输入有效
错误原因	错误检查		错误处置
强制报警输入信号导通。	检查强制报警输入信号是否导通。		确保输入信号接线正确。

错误代码	主码	辅码	显示: “ <b>EE8800</b> ”
	<b>EE</b>	<b>0</b>	内容: 总线通讯超时报警
错误原因	错误检查		错误处置
总线通讯超时	检查通讯线是否掉落、松动		确保通讯线连接稳固。

## 附录 A

各操作模式下控制字(6040H)的切换:

协议位置模式(操作模式 6060H 为 1)控制字(6040H)位定义:

位	15:9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	无	停止	错误复位	绝对/相对位置	立即有效	新的设置点	允许操作	快速停止	电压输出	启动

相对位置下的控制字(6040H)变化过程:

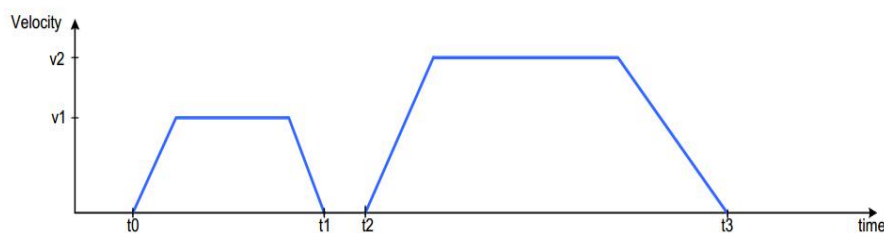
0x06	↔	0x07	↔	0x0F	↔	0x4F	↔	0x5F
电压输出+快速停止		+启动		+允许操作		+相对位置		+新的设置点

绝对位置下的控制字(6040H)变化过程

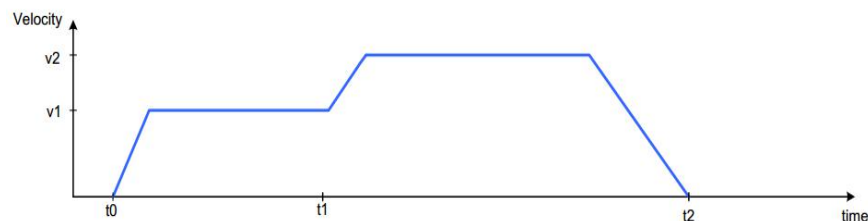
0x06	↔	0x07	↔	0x0F	↔	0x1F
电压输出+快速停止		+启动		+允许操作(默认绝对位置)		+新的设置点

以相对位置为例:

当控制字(6040H)第五位为零时(单点设定), 在运动过程中设置的新的位置点不是立即生效, 而是在当前的运动完成后, 再通过新的控制命令((6040H)第四位由 0 变 1)才能启动下一次运动。其运动过程如下图:



如果新的运动信息输入后, 控制字(6040H)第五位为 1 时新的设置点立即有效(多点设定), 那么新的信息将叠加在当前的信息上, 立即按新的运动信息开始运动。其运动过程如下图:



当前运动未结束, 新的运动信息发送至驱动器, 控制字(6040H)的第四位由 0 变 1 启动一次多点运动

注意: 绝对位置的 PP 运动相似处理。

协议速度模式(操作模式 6060H 为 3)控制字(6040H)位定义:

位	15:9	8	7	6:4	3	2	1	0
定义	无	停止	错误复位	无	允许操作	快速停止	电压输出	启动

协议速度模式下的控制字 (6040H) 变化过程 (第 8 位的下降沿执行):

0x06	↔	0x07	↔	0x0F	↔	0x10F	↔	0x00F
电压输出+快速停止		+启动		+允许操作		+停止		执行

原点模式 (操作模式 6060H 为 6) 控制字 (6040) 位定义:

位	15:9	8	7	6:5	4	3	2	1	0
定义	无	停止	错误复位	无	原点运动开始	允许操作	快速停止	电压输出	启动

原点模式模式下的控制字 (6040H) 变化过程:

0x06	↔	0x07	↔	0x0F	↔	0x1F	↔	0x0F
电压输出+快速停止		+启动		+允许操作		+原点运动开始		暂停

当驱动器从站在故障状态时, 可以发送错误复位的控制字 (6040H) 来转换到取消启动状态:

0x80
取消启动

## 附录 B

### PDO 传输类型定义表

传输代码	PDO 传输形式				
	周期	非周期	同步	异步	远程帧
0		√	√		
1~240	√		√		
241~251	保留				
252			√		√
253				√	√
254				√	
255				√	

传输代码 1-240 代表两个 PDO 传送之间的同步信息(SYNC)数目。

传输代码 252 代表接收 SYNC 信息之后立刻更新数据。

传输代码 253 代表接收 RTR 信息之后立刻更新数据。

传输代码 254 不支持。

传输类型代码 255 代表异步传送

**注 1: 当 PDO 的传输类型选择为异步(255)时, 必须设置抑制时间;**

**当 PDO 设置成同步(1~240)时, 同步窗口的长度建议设置成同步周期一样。**

注 2: PDO 主要用来传输需要快速反应的实时数据, 因此建议尽量少使用 PDO 以减少总线上的通信负载率; 原则上一种控制模式的使用 1 个 RPDO 与 1 个 TPDO; 不使用的 PDO 则将其禁止。

## 附录 C

应急错误代码表

应急错误代码	代码功能描述
0000H	无错误
8110H	CAN 溢出
8120H	错误被动模式
8130H	寿命保护/心跳错误
8140H	被迫离线恢复故障
8141H	被迫离线
8150H	发送 COB-ID 冲突
8210H	PDO 长度错误未处理
8220H	PDO 超过长度

## 附录 D

SDO 中止传送代码表

中止代码	代码功能描述
0503 0000H	触发位没有交替变化
0504 0000H	SDO 协议超时
0504 0001H	非法/未知的命令字
0504 0002H	无效的块大小(仅块传输模式)
0504 0003H	无效的序号(仅块传输模式)
0504 0004H	CRC 错误(仅块传输模式)
0504 0005H	内存溢出
0601 0000H	对象不支持访问
0601 0001H	试图读只写对象
0601 0002H	试图写只读对象
0602 0000H	对象不存在
0604 0041H	对象不能映射到 PDO
0604 0042H	映射的对象的数目和长度超出 PDO 长度
0604 0043H	一般性参数不兼容
0604 0047H	一般性设备内部不兼容



0606 0000H	硬件错误导致对象访问失败
0606 0010H	数据类型不匹配，服务参数长度不匹配
0606 0012H	数据类型不匹配，服务参数长度太长
0606 0013H	数据类型不匹配，服务参数长度太短
0609 0011H	子索引不存在
0609 0030H	超出参数的值范围(写访问时)
0609 0031H	写入参数数值太大
0609 0032H	写入参数数值太小
0609 0036H	最大值小于最小值
0800 0000H	一般性错误
0800 0020H	数据不能传送或保存到应用
0800 0021H	由于本地控制导致数据不能传送或保存到应用
0800 0022H	由于当前设备状态导致数据不能传送或保存到应用
0800 0023H	对象字典动态产生错误或对象字典不存在(例如通过文件生成对象字典，但由于文件损坏导致错误产生)

## 附录 E 驱动器特殊应用对象

对象字典索引	对象字典相关功能描述
3000H	IO 信号状态
3001H	状态转换标志
3002H	写 EEPROM 触发
3003H	写 EEPROM 状态
3004H	IO 输出设置
3010H	伺服报警代码
4000H	清除报警

注 1：当驱动器运行在 CANopen 的 PP 模式时：发送启动命令组（例如 2F/3F）的第一个控制字 2F 到数据对象 6040H，则数据对象 3001H 的值转变为 0x0020；表示驱动器进入准备启动曲线规划的状态，此时，再发送 3FH 到数据对象 6040H；则会立马启动曲线规划，驱动器开始运行。

注 2：3002H 写 0x5A5A 触发 EEPROM 保存 完成后变回 0x0000

注 3：3003H 在 3002H 写 0x5A5A 触发 EEPROM 保存时为 0x0000；保存完成后状态变成 0x5A5A；

注 4:4000H 写入 0x0001 清除报警代码（报警代码的属性必须是可清除的）

## 附录 F 回零方式说明

LD2 系列伺服按照 CANopenDS402 标准协议定义了各种回零方式。此处举例解释其轨迹定义，以 7,8,9,10 号回零方式为例：

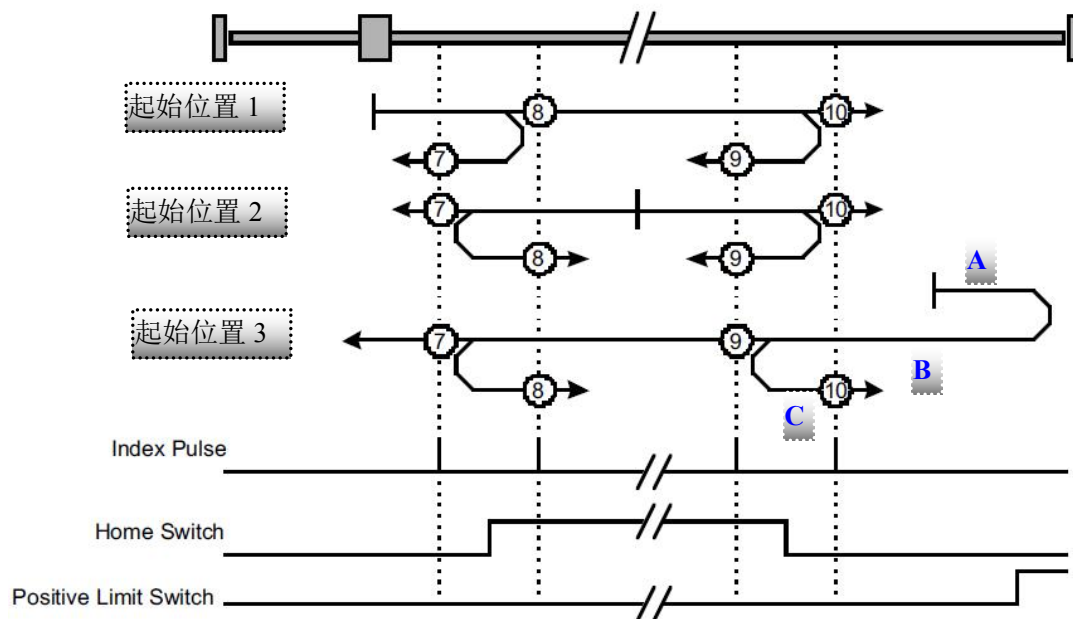


图 5-1 回零方式举例

## 1. 用到的信号

- (1) Index Pulse 编码器 Z 信号
- (2) Home Switch 原点信号
- (3) Positive Limit Switch 正限位信号，即正向驱动禁止输入（POT）

## 2. 关于回零运动的速度

回零运动速度分高速和低速两种。以回零运动最后一段轨迹的方向为参照，与此方向相同的轨迹为低速运动，反之为高速运动。

以 10 号回零方式为例，回零运动的最后一段轨迹即 C 段轨迹，方向是向右，所以 ABC 这 3 段轨迹中，向右的 A、C 段轨迹是低速，向左的 B 段轨迹是高速。

## 3. 轨迹描述

这里将 7,8,9,10 这 4 种回零方式的轨迹画在了同一图中，是为了便于描述轨迹相似的回零方式，也便于对比其间的区别。如上图所示。按照起始位置不同，可将轨迹分为 3 类：

## (1) 起始位置 1

滑块从原点左侧开始向右运动，遇到原点信号后：

A: 8 号回零方式下，滑块继续右移，遇到编码器 Z 信号停止。

B: 7 号回零方式下，滑块调转方向，向左移动，遇到编码器 Z 信号停止。

C: 9,10 号回零方式下，滑块继续右移，当滑块离开原点信号后：

D: 10 号回零方式下，滑块继续右移，遇到编码器 Z 信号停止。

E: 9 号回零方式下，滑块调转方向，向左移动，遇到编码器 Z 信号停止。

## (2) 起始位置 2

滑块从原点信号触发状态开始运动：

A: 7,8 号回零方式起始方向向左。7 号方式在离开原点后，遇到编码器 Z 信号后停止。8 号方式在离开原点后调转方向向右，遇到编码器 Z 信号再停止。

B: 9,10 号回零方式起始方向向右。10 号方式在离开原点后，遇到编码器 Z 信号后停止。9 号方式在离开原点后调转方向向左，遇到编码器 Z 信号再停止。

### (3) 起始位置 3

滑块从原点与正限位之间的位置开始向右运动，遇到正限位信号后，调转方向向左，继续向前遇到原点信号后：

A: 9 号回零方式下，滑块继续左移，遇到编码器 Z 信号停止。

B: 10 号回零方式下，滑块调转方向，向右移动，遇到编码器 Z 信号停止。

C: 7,8 号回零方式下，滑块继续左移，当滑块离开原点信号后：

D: 7 号回零方式下，滑块继续左移，遇到编码器 Z 信号停止。

E: 8 号回零方式下，滑块调转方向，向右移动，遇到编码器 Z 信号停止。

其余各种回零方式的轨迹请参考 CANopen 标准协议 DSP 402 的定义。理解方法与上图类似，这里不再赘述。

## 参考文献

[1] CANopen Application Layer and Communication Profile, CiA Draft Standard 301, Version 4.02, Date: 13 February 2002

[2] CANopen Device Profile Drives and Motion Control, CiA Draft Standard Proposal 402, Version 2.0, Date: 26 July 2002