

RA 低功率（100~1500W）系列伺服驱动器技术手册
（RA-2R8AI-Q、RA-5R5AI-Q、RA-8R0AI-Q）

-EtherCAT 通讯篇
（V1.00）

目 录

关于本手册.....	6
概述.....	6
相关文档.....	6
注意.....	6
术语和缩语.....	6
手册版本变更记录.....	7
一、系统概要.....	8
1.1 ETHERCAT 概要.....	8
1.2 产品概述.....	8
1.3 系统构成(主站.从站构成).....	8
1.4 技术术语.....	9
1.5 数据类型.....	10
1.6 通讯规格一览.....	10
二、硬件配置.....	11
2.1 端子定义.....	11
2.2 驱动器接线.....	12
2.3 电缆规格.....	12
2.4 CN1 端子定义.....	13
2.4.1 连接器 CN1 的排列.....	13
2.4.2 输入输出电路回路.....	13
2.4.3 连接器 CN1 的信号说明.....	14
2.4.4 输入输出 IO 信号的分配.....	15
2.5 ETHERCAT 通讯下的显示.....	18

2.5.1 面板 LED 显示	18
2.5.2 状态监视	18
2.5.3 EtherCAT 通讯状态监视.....	20
2.5.4 CN4/CN5 的 LED 灯显示	20
三、ETHERCAT 通讯.....	21
3.1 CANOPEN OVER ETHERCAT(CoE)参考模型	21
3.2 ETHERCAT 帧结构	22
3.3 ETHERCAT 网络状态机 ESM (ETHERCAT STATE MACHINE)	23
3.4 ETHERCAT 从站信息	24
3.5 PDO 过程数据映射	25
3.5.1PDO 映射对象.....	25
3.5.2 PDO 分配对象	26
3.5.3 预设的 PDO 映射.....	26
3.5.4 重新定义 PDO 映射	27
3.6 基于分布时钟的网络同步	28
3.6.1 Sync manager 2/3 synchronization(1C32h、1C33h).....	28
3.6.2 DC 模式 (SYNC0 事件同步)	31
3.6.3 Free-Run.....	31
3.7 EMERGENCY MESSAGES 紧急事件报文	32
四、CIA402 设备规约	33
4.1 CANOPEN OVER ETHERCAT(CoE)状态机	33
4.1.1 CANopen over EtherCAT(CoE)状态机.....	33
4.2 设备控制相关参数	34

4.2.1 Controlword(0x6040).....	34
4.2.2 Statusword(0x6041).....	35
4.3 控制模式	36
4.4 HOMING MODE 回零模式	36
4.4.1 基本描述	36
4.4.2 回零模式相关参数	37
4.4.3 Controlword (0x6040) of Homing Mode.....	37
4.4.4 Statusword (0x6041) of Homing Mode.....	38
4.4.5 回零方法	38
4.4.6 应用举例	40
4.5 CYCLIC SYNCHRONOUS POSITION MODE 周期同步位置控制模式	41
4.5.1 基本描述	41
4.5.2 CSP 模式功能.....	41
4.5.3 模式相关的对象列表.....	41
4.5.4 Controlword (0x6040) of CSP Mode.....	42
4.5.5 Statusword (0x6041) of CSP Mode.....	42
4.5.6 应用举例	43
4.6 CYCLIC SYNCHRONOUS VELOCITY MODE 周期同步速度控制模式.....	43
4.6.1 基本描述	43
4.6.2 CSV 模式的功能.....	43
4.6.3 模式相关的对象列表.....	44
4.6.4 Controlword (0x6040) of CSV Mode.....	44
4.6.5 Statusword (0x6041) of CSV Mode	44

4.6.6 应用举例	44
4.7 CYCLIC SYNCHRONOUS TORQUE MODE 周期同步转矩控制模式	45
4.7.1 基本描述	45
4.7.2 CST 模式的功能	45
4.7.3 应用举例	45
4.7.4 模式相关的对象列表	46
4.8 轮廓位置控制模式 (PROFILE POSITION MODE)	47
4.8.1 轮廓位置模式的控制字	47
4.8.2 轮廓位置模式的状态字	48
4.8.3 轮廓位置控制相关参数	48
4.8.4 功能描述	50
4.9 转矩限制功能	52
4.10 软限位功能	53
4.11 TOUCH PROBE FUNCTION 探针功能	54
4.11.1 基本描述	54
4.11.2 相关的对象列表	54
4.11.3 Touch Probe 的锁存控制	54
4.11.4 Touch Probe 的触发	55
4.11.5 Touch Probe 的锁存状态	56
4.11.6 Touch Probe 的锁存位置存储	57
4.11.7 Touch Probe 的信号设定	58
4.12 数字量输入输出(DIGITAL INPUT /OUTPUT)	58
4.12.1 Digital outputs(60FEh)	58
4.12.2 Digital inputs(60FDh)	58
五、对象字典	59

5.1 对象规格描述 59

5.2 1000H 对象字典一览 59

5.3 2000~3000H 自定义对象字典一览 60

5.4 6000H 对象字典一览 62

5.5 对象字典详细说明 64

六、其他说明..... 85

6.1 PN 参数说明..... 85

6.2 UN 监控说明 89

6.3 特殊对象字典说明 91

七、故障及诊断 92

7.1 ETHERCAT 通讯故障一览表 92

7.2 ETHERCAT 通讯故障及对应驱动器处理参数..... 92

7.3 驱动器报警一览表 93

7.4 驱动器警告一览表 97

7.5 SDO 错误信息一览表..... 97

关于本手册

概述

本手册描述的是 RA 低功率系列伺服驱动器的 EtherCAT 应用，包含了运动控制系统怎样使用 EtherCAT 通讯的相关信息。

相关文档

CiA DS 301 V 4.01: CANopen Communication Profile for Industrial Systems - based on CAL

CiA DSP 402 V 2.0: CANopen Device Profile

更多信息可参见自动化国际用户和制造商协会的 EtherCAT 文献 (www.can-cia.de)。

注意

驱动器调试和使用中，请设置相关的保护安全装置。因本公司产品引起的特别损失、间接损失、及其他相关损失情况，本公司不承担相关责任。

本手册中所包含的信息为一般描述或特征介绍，在实际应用中并不总是与所述完全一致，或者可能由于产品的进一步开发而不完全适用。

术语和缩语

EtherCAT 全称为“Controller Area Network”，即控制器局域网

ETG 在自动化国际用户和制造商协会中的 EtherCAT。

COB 通讯对象，在 EtherCAT 网络上的一个传输单元。数据在 COB 内部沿着整个网络传输。COB 本身是 EtherCAT消息帧的一部分。

XML 电子数据表，在配置 EtherCAT网络时需要使用的一个节点专用 ASCII- 格式文件。XML 文件包含关于节点及其字典对象（参数）的常规信息。

OD 在本地存储某个设备所识别的所有通讯对象（COB）。

RO 表示只读访问。

RW 表示读/ 写访问。

PDO 进程数据对象，一种COB。用来传输时间关键数据，比如控制命令、给定值和实际值

SDO 服务数据对象，一种 COB。用来传输非时间关键数据，比如参数。

参数 参数是驱动器的一个操作指令。可以使用驱动器操作面板或者通过EtherCAT来读取和修改参数。

手册版本变更记录

日期	更改后版本	更改内容
2025年5月	V1.00	1、第一版;

一、系统概要

1.1 EtherCAT 概要

EtherCAT 是 Ethernet for Control Automation Technology 的简称。是 Beckhoff Automation GmbH 开发的实时以太网用的主站和从站间的开放网络通信，由 ETG(EtherCAT Technology Group)进行管理。

1.2 产品概述

RA 低功率型伺服驱动器, 实现了 EtherCAT 通讯(实时以太网通讯), 并且在其应用层实现了 CANopen Drive Profile(CiA402)。本驱动器支持 HM、PP、CSP、CSV、CST 等控制模式。

本资料对连接伺服驱动器 RA 系列(从站)和上位装置(主站)间的网络接口 EtherCAT 的规格进行说明。

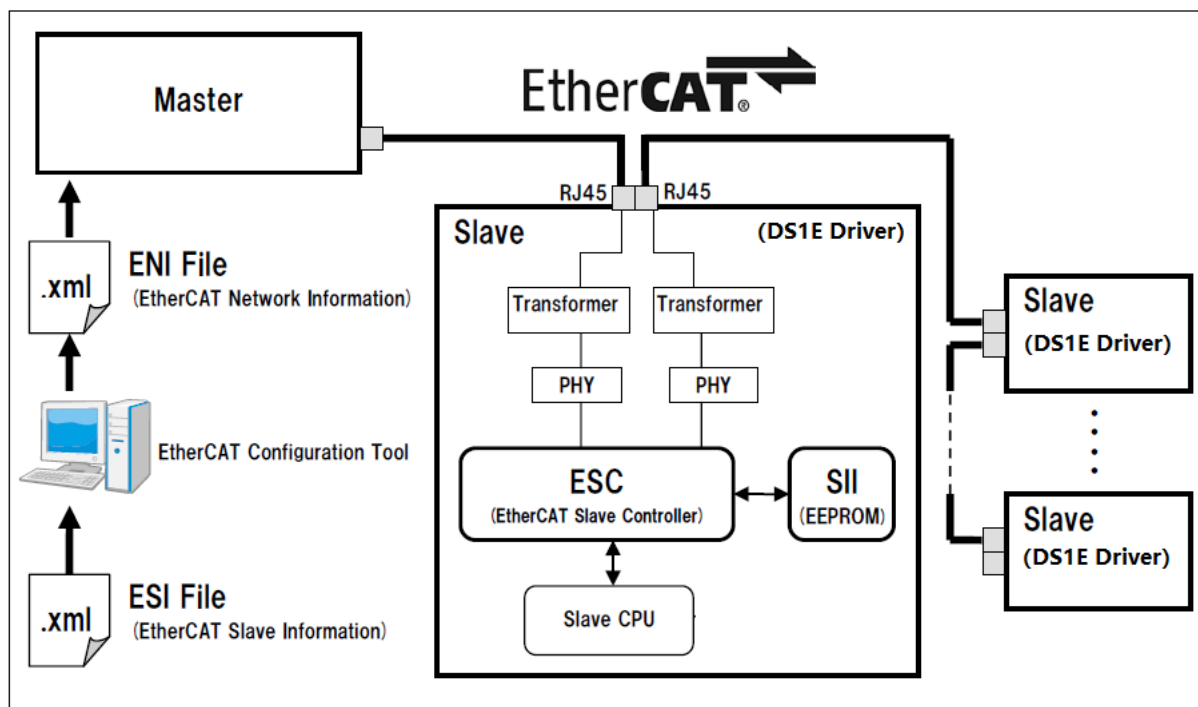
1.3 系统构成(主站.从站构成)

EtherCAT 的连接形态是，线型连接主站(FA 控制器)和多个从站的网络系统。

从站可连接的节点数取决于主站处理或者通信周期、传送字节数等。

请参照匹配的主站规格进行确认。

主站是基于本公司提供的 EtherCAT Slave Information (ESI)(使用 Configuration 工具)生成 EtherCAT Network Information (ENI)，使用 ENI 组成 EtherCAT 网络。



1.4 技术术语

下表列出了 EtherCAT 和 CANopen 中所使用的术语。

简称	说明
APRD	自动增物理读取方式：按照从站在网段内的位置来选取从站的存储空间
APWR	自动增物理写入方式：按照从站在网段内的位置来选取从站的存储空间
APRW	自动增物理读写单个从站
ARMW	自动增物理读和写多从站
BRD	广播读，读取所以联网从站的物理存储区域
BRW	广播写，写入所以联网从站的物理存储区域
CiA	CAN in Automation
CoE	CANopen over EtherCAT
DC	Distribute Clock 分布式时钟，使得所以从站获得相同的时间
ECAT	EtherCAT
EEPROM	电可擦除只读存储器
SII	Slave Information Interface ESC 连接保存 SII 数据的 EEPROM。此 EEPROM(SII)中，设定 ESC 的初始化信息、从站的应用通信设定的规格值(Mailbox 的数据大小值)、过程数据的映射等信息。
ENI	EtherCAT Network Information 主站侧生成的文件 ENI 载有识别从站信息(供应商信息等)、进行各从站初始化的信息，主站是基于 ENI 记载的信息进行网络的初始化、构筑
ESC	EtherCAT Slave Controller 从站控制器
ESI	EtherCAT Slave Information 本公司提供 XML 格式的文件 记载着从站固有的信息(供应商信息、产品信息、Profile、对象、过程数据、有无同步、SyncManager 设定等)的定义
ESM	EtherCAT 网络状态机
ETG	EtherCAT 协议组织
EtherCAT	实时工业以太网标准
FMMU	现场总线存储管理单元
INIT	EtherCAT 状态机：初始化状态
LRD	读取根据逻辑地址选取的一个或多个从站存储空间
LWR	写入数据到根据逻辑地址选取的从站空间
LRW	读取或写入数据到根据逻辑地址选取的从站的存储空间
OP	EtherCAT 状态机：操作状态
OD	对象字典
PDO	过程数据
PREOP	EtherCAT 状态机：预操作状态
RXPDO	接受 PDO
SAFEOP	EtherCAT 状态机：安全操作状态
SDO	服务数据对象
SyncManager	同步管理器，控制对应用存储区的访问
TXPDO	发送 PDO

PUU	脉冲用户单位（系统单位）
-----	--------------

1.5 数据类型

下表列出了本资料中涉及的数据类型及其范围

Code		数据类型	范围
UINT8	U8	无符号 8 位数	0 ~255
INT8	I8	有符号 8 位数	-128 ~+127
UINT16	U16	无符号 16 位参数	0 ~65535
INT16	I16	有符号 16 位参数	-32768 ~+32767
UINT32	U32	无符号 32 位参数	0 ~4294967295
INT32	I32	有符号 32 位参数	-2147483648 ~+2147483627
STR	STR	字符串	-

注：

具体每个参数的设定范围请查阅此文档中的对应参数说明。

1.6 通讯规格一览

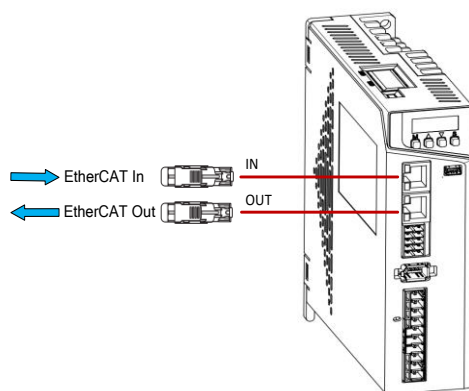
项目	规格																	
Physical Layer	100BASE-TX (IEEE802.3)																	
波特率	100[Mbps] (Full duplex)																	
拓扑	线型																	
连接电缆	屏蔽双绞线 CAT5e																	
电缆长度	节点间: 最大 100[m]																	
连接从站(轴)数	最大 65535																	
通信端口	2ports (RJ45 connector) IN(RJ45): EtherCAT Signal IN OUT(RJ45): EtherCAT Signal OUT																	
EtherCAT Indicators(LED)	[RUN] RUN Indicator (Yellow) [L/A IN] Port0 Link/Activity Indicator (Green)																	
设备 Profile	CoE (CANopen over EtherCAT)																	
SyncManager	4																	
FMMU	3																	
Modes of Operation (控制模式) 简称: Op-mode	<table><tr><th colspan="3">Modes of operation</th></tr><tr><td>周期同步位置控制</td><td>csp</td><td>Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)</td></tr><tr><td>回零</td><td>hm</td><td>Homing mode (原点复位位置控制模式)</td></tr><tr><td>周期同步速度控制</td><td>csv</td><td>Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)</td></tr><tr><td>周期同步转矩控制</td><td>cst</td><td>Cyclic synchronous torque mode</td></tr></table>			Modes of operation			周期同步位置控制	csp	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	回零	hm	Homing mode (原点复位位置控制模式)	周期同步速度控制	csv	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	周期同步转矩控制	cst	Cyclic synchronous torque mode
Modes of operation																		
周期同步位置控制	csp	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)																
回零	hm	Homing mode (原点复位位置控制模式)																
周期同步速度控制	csv	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)																
周期同步转矩控制	cst	Cyclic synchronous torque mode																

			(Cyclic 转矩控制模式)	
同步模式	DC (SYNC0 事件同步) SM2 (SM2 事件同步) FreeRUN (非同步)			
Cycle time (DC 通信周期)	125[μs] × n (n=1、2...128)			
通信对象	SDO (Service Data Object), PDO (Process Data Object)			
SDO 信息	对应: SDO Request, SDO Response, SDO information, Emergency message 未对应: Complete Access			
Free PDO Mapping	对应			
最大 PDO 分配数	RxPDO: 4 [Table] TxPDO: 4 [Table]			
最大 PDO 数据长度	RxPDO: 32 [byte] TxPDO: 32 [byte]			

二、硬件配置

2.1 端子定义

RA低功率伺服驱动器的示意图如下，“IN”、“OUT”端子为EtherCAT 的接线端子，其中“IN”为“EtherCAT IN”，“OUT”为“EtherCAT OUT”。

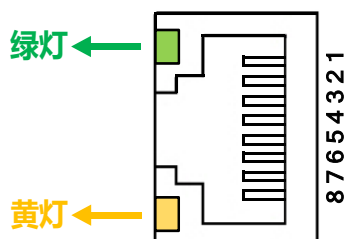


EtherCAT 接插件为连接 Ethernet 双绞线电缆的接插件

电气特性：依据 IEEE802.3 标准

接插件机构：RJ45 的 8 针模块化接插件（依据 ISO 8877）

■ 端子外形



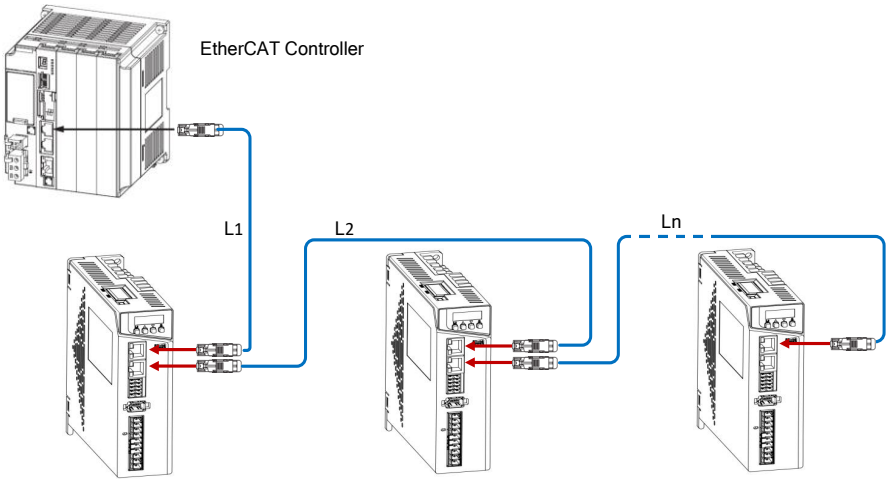
■ 端子信号定义

RA低功率驱动器		
端子记号	名称	功能
1	TX+	数据发送+
2	TX-	数据发送-
3	RX+	数据接收+
4	NC	悬空，不能接线
5	NC	悬空，不能接线
6	RX-	数据接收-
7	NC	悬空，不能接线
8	NC	悬空，不能接线
外壳	FG	屏蔽线

注：NC 为未使用。

2.2 驱动器接线

EtherCAT 网络一般由一部主站（例如 PLC）以及一系列的从站构成（如 RA 低功率伺服驱动器等）。每个 EtherCAT 从站（如 RA 低功率伺服驱动器等）有两个标准的以太网接口。其接线示意图如下所示。



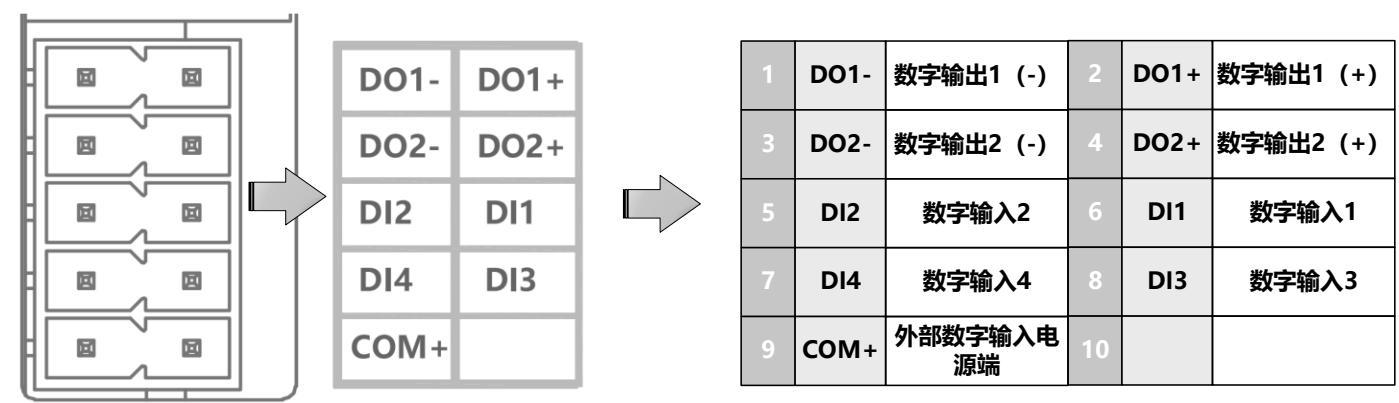
2.3 电缆规格

使用类别 5 以上屏蔽对应。
注：选择接插件时，请确认所使用的电缆适用于接插件。应该确认的项目有导体规格、导线的单线/绞线、2 对/4 对、外径等。

2.4 CN1 端子定义

RA 低功率驱动器的 IO 与 A2P 脉冲型驱动器有所不同。

2.4.1 连接器 CN1 的排列

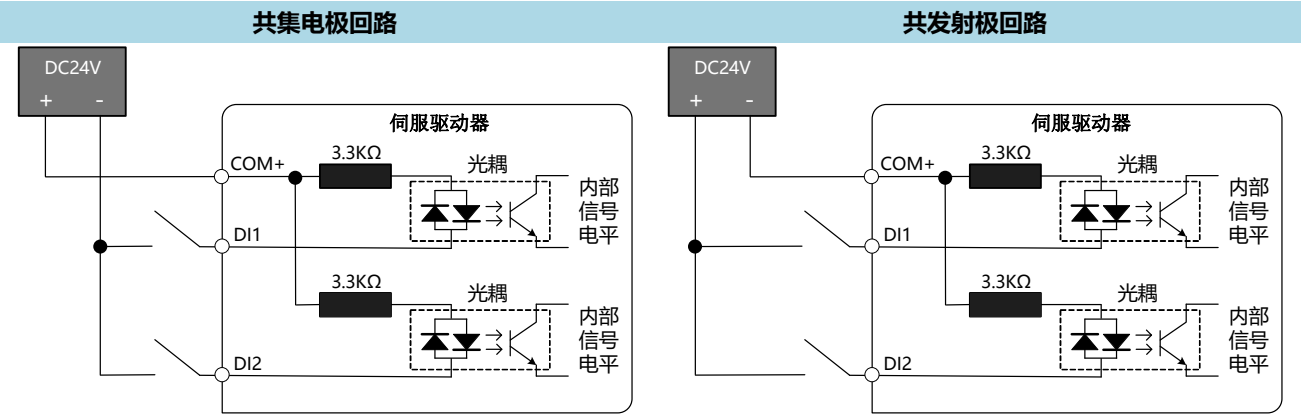


(注)

- 1) 请勿使用空置端子。
- 2) 请将输入输出信号用电缆的屏蔽层连接到连接器壳体上。通过伺服驱动器侧的连接器进行框架接地（FG）。
- 3) 所有输入输出引脚可通过参数设定来分配信号。

2.4.2 输入输出电路回路

■ 输入信号典型电路如下图所示（仅是示意图，通讯型信号名称有差异）

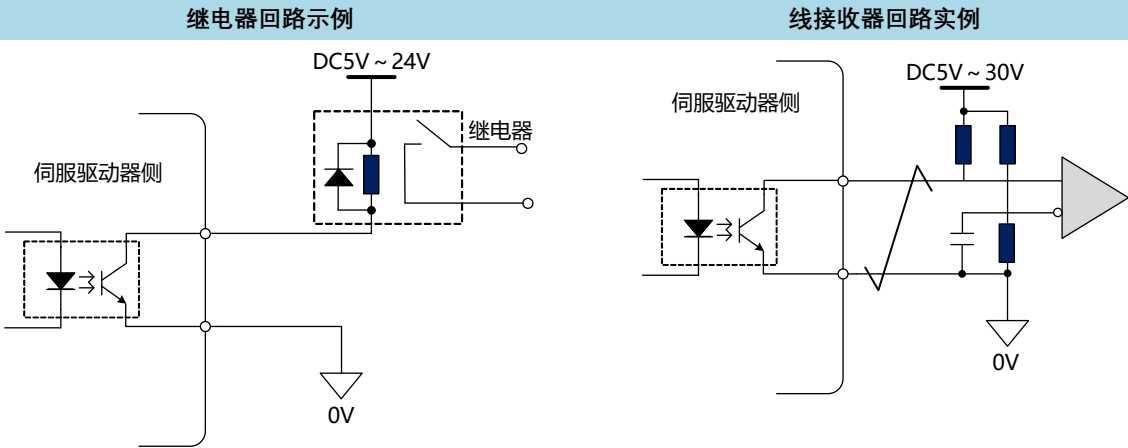


输入信号的极性		输入信号的极性	
光电耦合器	内部信号电平	光电耦合器	内部信号电平
ON	L 电平	ON	L 电平
OFF	H 电平	OFF	H 电平

■ 输出信号典型电路如下图所示

◆光电耦合器输出回路

伺服报警输出（ALM）信号、伺服准备就绪输出（S-RDY）信号以及其他顺控输出信号为光电耦合器输出回路。



(注) 光电耦合器输出电路的最大容许电压、电流范围如下所示。

- ◆ 最大容许电压：DC30V
- ◆ 电流范围：DC5~50mA

2.4.3 连接器 CN1 的信号说明

■ 输入信号的名称及其功能(默认引脚分配情况下)

控制模式	信号名	功能	
通用	DI1: /S-ON	伺服ON：电机变为通电状态。 注意在EtherCAT通讯下，请用CiA402的控制字进行伺服使能。 在内部设定速度控制下，可使用此信号。	
	DI2: /C-SEL	控制模式切换：在不同的控制模式间切换（保留）。 注意在EtherCAT通讯下，用CiA402进行控制模式切换。	
	DI3: POT DI4: NOT	正转驱动禁止 反转驱动禁止	超程禁止：为ON时停止伺服电机的运转。
	COM+	I/O信号供电电源，需由用户提供24VDC电源。	

■ 输出信号的名称及其功能

控制模式	信号名	功能
通用	DO1+: ALM+	伺服报警：检测到异常状态时OFF。
	DO1-: ALM-	
	DO2+: BK+	外部制动器信号输出。
	DO2+: BK-	

2.4.4 输入输出 IO 信号的分配

(一) 输入信号的分配

输入信号一般可按照出厂设定使用，也可根据需要进行分配。

(1) 按照出厂设定使用时

■ 出厂时的输入信号分配状态可通过 Pn500~Pn503 进行确认。**注意 RA 低功率型驱动器输入信号描述和 A2P 脉冲型驱动器描述一致，但 RA 低功率驱动器由于采用通讯控制，请使用 CiA402 协议定义的内容进行控制。**

参数号	名称	设定范围	单位	出厂值	生效时间
Pn500	h. ××□□: 端口 DI1 输入信号选择	h.0000~311F	~	h.0000	立即
	【00】伺服使能 (/S-ON)				
	【01】控制模式切换 (/C-SEL)				
	【02】禁止正转侧驱动 (P-OT)				
	【03】禁止反转侧驱动 (N-OT)				
	【04】位置偏差清除 (/CLR)				
	【05】报警复位 (/ALM-RST)				
	【06】零速箝位 (ZEROSPD)				
	【07】命令取反 (/CMDINV)				
	【08】指令脉冲输入倍率切换 (/PSEL)				
	【09】指令脉冲输入禁止 (/INHIBIT)				
	【0A】正转侧外部转矩限制 (/P-CL)				
	【0B】反转侧外部转矩限制 (/N-CL)				
	【0C】增益切换 (/G-SEL)				
	【0F】内部指令速度选择 0 (/INSPD0)				
	【10】内部指令速度选择 1 (/INSPD1)				
	【13】内部指令转矩选择 0 (/INTOR0)				
	【14】内部指令转矩选择 1 (/INTOR1)				
	【15】回零开关信号 (HOMESWITCH)				
	【31】探针输入 1 (TouchProbe1)				
	【32】探针输入 2 (TouchProbe2)				
	h. ×□××: 端口 DI1 输入信号取反	h.0000~311F	~	h.0000	立即
	【0】信号不取反				
	【1】信号取反				
	h. □×××: 端口 DI1 输入信号状态				
	【0】输入信号状态由外部 IO 控制				
	【1】信号常有效				
	【2】信号常无效				
Pn501	端口 DI2 输入信号选择	h.0000~311F	~	h.0001	立即
Pn502	端口 DI3 输入信号选择	h.0000~311F	~	h.0002	立即
Pn503	端口 DI4 输入信号选择	h.0000~311F	~	h.0003	立即

- 输入端口 DI1 ~ DI4 对应引脚及默认信号名称如下：

参数号	端口名称	默认信号
Pn500	DI1	/S-ON
Pn501	DI2	/C-SEL
Pn502	DI3	POT
Pn503	DI4	NOT

(2) 输入信号的确认

输入信号的状态可以通过输入信号监视（Un010）进行确认。关于输入信号监视（Un010），请参照《A2P 系列伺服驱动器技术手册-脉冲篇》的“5.3 输入信号监视”。

(3) 相关注意事项

- 如果有两个 IO 引脚被分配为同一个信号时，此信号的有效状态与更高标号的 DI 信号为准。如 DI1 和 DI2 都设置为 0（/S-ON 信号），则驱动器的/S-ON 信号状态由 DI1 决定。
- 如果 IO 信号的使能和控制字（6040h）的使能同时有效时，驱动器会报警 E.190。

(二) 输出信号的分配

输出信号根据 Pn510~Pn511 的设定，被分配到输入输出信号连接器（CN1）上。

(1) 确认出厂时的分配状态

可通过以下参数来确认出厂时的输出信号分配状态。

参数号	名称	设定范围	单位	出厂值	生效时间
Pn510	端口 DO1 输出信号配置	h.0000~311F	--	h.0000	立即
	h. ××□□: 端口 DO1 输出信号选择				
	【00】报警信号输出 (ALM)				
	【01】Z脉冲集电极信号 (CZ)				
	【02】制动器控制信号 (BK)				
	【03】定位完成 (COIN) : 位置偏差小于 Pn606 的数值后输出				
	【04】警告信号输出 (WARN)				
	【05】伺服准备就绪输出 (S-RDY)				
	【06】速度一致输出 (VCMP)				
	【07】电机旋转检出 (TGON)				
Pn511	端口 DO2 输出信号配置	h.0000~311F	--	h.0002	立即
	同上				

输出端口 DO1 ~ DO2 对应引脚及默认信号名称如下：

参数号	名称	默认信号
Pn510	DO1	ALM
Pn511	DO2	BK

(2) 变更输出信号的分配后使用时

- 没有检出的信号为“无效”状态。例如，位置控制时，定位完成 (COIN) 信号为“无效”。

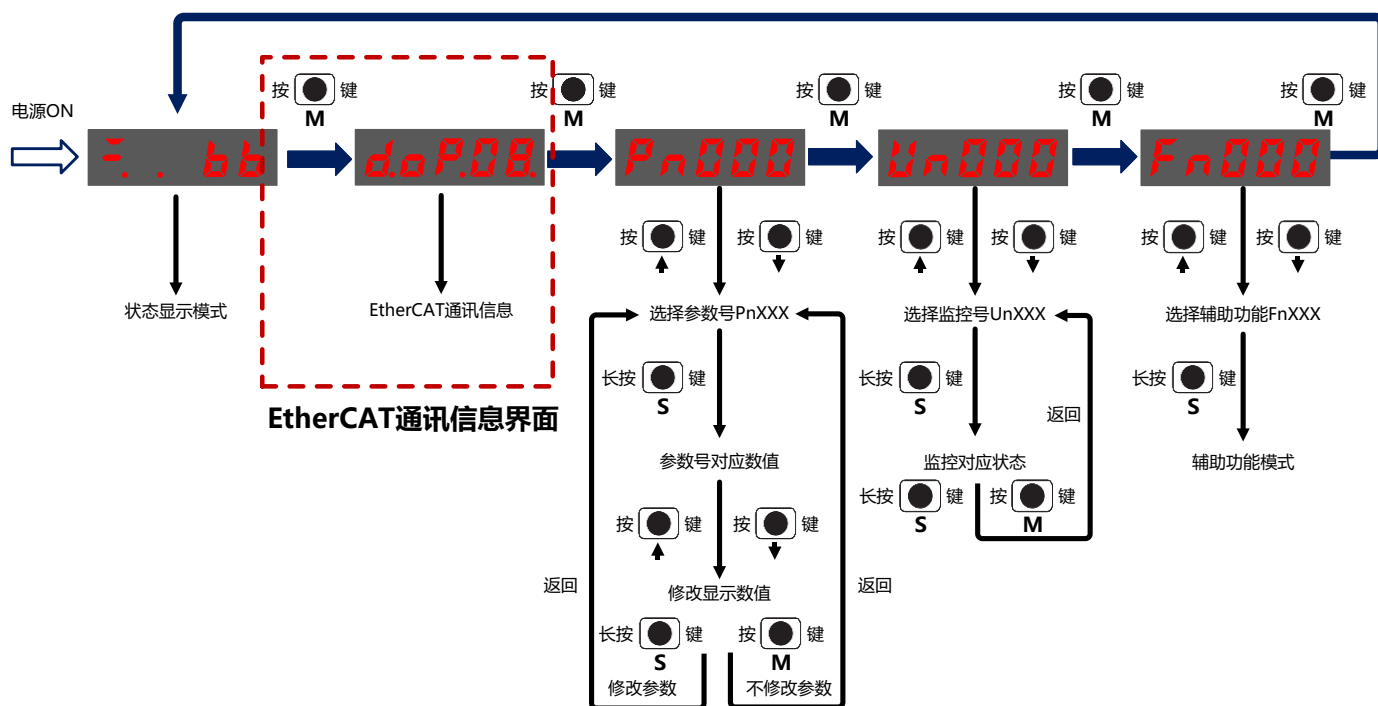
2.5 EtherCAT 通讯下的显示

2.5.1 面板 LED 显示

面板操作器的按键及显示请参考《A2P 系列伺服驱动器技术手册-脉冲篇》。在通讯模式下，驱动器面板显示还存在如下不同之处：

▲ RA 低功率驱动增加了一个界面显示通讯相关状态

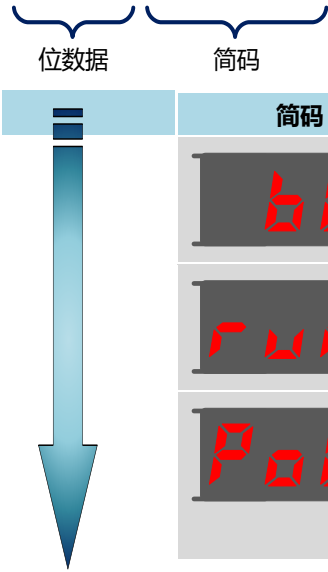
按 MODE 键，功能会如下进行切换



2.5.2 状态监视

接通电源后，操作面板会显示当前驱动器的状态。状态显示的信息分为两部分，如下图所示。

- ◆ 前两位是“位数据”，表示驱动器运行时的一些常用信号说明。
- ◆ 后三位是“简码”，表示驱动器当前的运行状态。



简码	含义	简码	含义
	基极封锁中 表示伺服 OFF 的状态 (伺服电机不通电状态) 。		禁止反转驱动状态 表示输入信号 (N-OT) 为开路状态。
	运行中 表示伺服 ON 的状态 (伺服电机通电状态) 。		报警状态 闪烁显示报警编号
	禁止正转驱动状态 表示输入信号 (P-OT) 为开路状态。		警告状态 闪烁显示警告编号

显示	含义
	控制电源 ON 显示 伺服驱动器的控制电源 ON 时亮灯。 伺服驱动器的控制电源 OFF 时熄灭。
	基极封锁显示 基极封锁 (伺服 OFF 状态) 中亮灯。 伺服 ON 时熄灭。
	位置控制时：为定位完成 (COIN) 显示 位置指令和电机实际位置间的偏差在规定值内 (通过 Pn606 设定, 出厂设定值为 10 个指令单位) 时亮灯, 超出规定值时熄灭。 速度、转矩控制时：为速度一致 (V-CMP) 显示 伺服电机的速度和指令速度之差在规定值内 (通过 Pn522 设定, 出厂设定值为 10 min-1) 时亮灯, 超出规定值时熄灭。
	旋转检出 (TGON) 显示 伺服电机的旋转速度高于规定值 (通过 Pn521 设定, 出厂设定值为 20 min-1) 时亮灯, 低于规定值时熄灭。
	位置控制时：为指令脉冲输入中显示 有指令脉冲输入时亮灯。未输入指令脉冲时熄灭。 速度、转矩控制时：为速度指令输入中显示 输入中的速度指令大于规定值 (通过 Pn521 设定, 出厂设定值为 20 min-1) 时亮灯, 小于规定值时熄灭。
	位置控制时：为清除信号输入中显示 有清除信号输入时亮灯。无清除信号输入时熄灭。 速度、转矩控制时：为转矩指令输入中显示 输入中的转矩指令大于规定值 (额定转矩的 10%) 时亮灯, 小于规定值时熄灭。
	电源准备就绪显示 主回路电源 ON 时亮灯。主回路电源 OFF 时熄灭。

2.5.3 EtherCAT 通讯状态监视

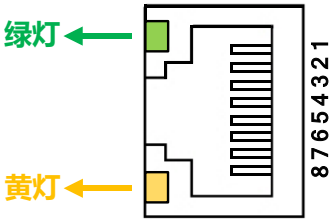
EtherCAT 通讯监视模式下表示意义如下：



序号	缩略符号	含义
【1】	"F"	EtherCAT 数据更新模式为 FreenRun
	"S"	EtherCAT 数据更新模式为 SM 模式
	"d"	EtherCAT 数据更新模式为 DC 模式
【2】	"In"	网络状态为 Init
	"Po"	网络状态为 Pre-Operational
	"So"	网络状态为 Safe-Operational
	"oP"	网络状态为 Operational
【3】	1~99	DC 模式的周期时间。 ◆ 当 DC 时间<12ms，显示单位为 125us(2 位 LED 显示无点)。例如显示为 "08"，则 DC 模式的周期时间 T = 8*125us=1ms； ◆ 当 DC 时间>12ms，显示单位为 ms(2 位 LED 显示点)。例如显示为 "1.6."，则 DC 模式的周期时间 T = 16*1ms=16ms；

2.5.4 CN4/CN5 的 LED 灯显示

"IN" 、 "OUT" 的 RJ45 灯可表示通讯相关信息。

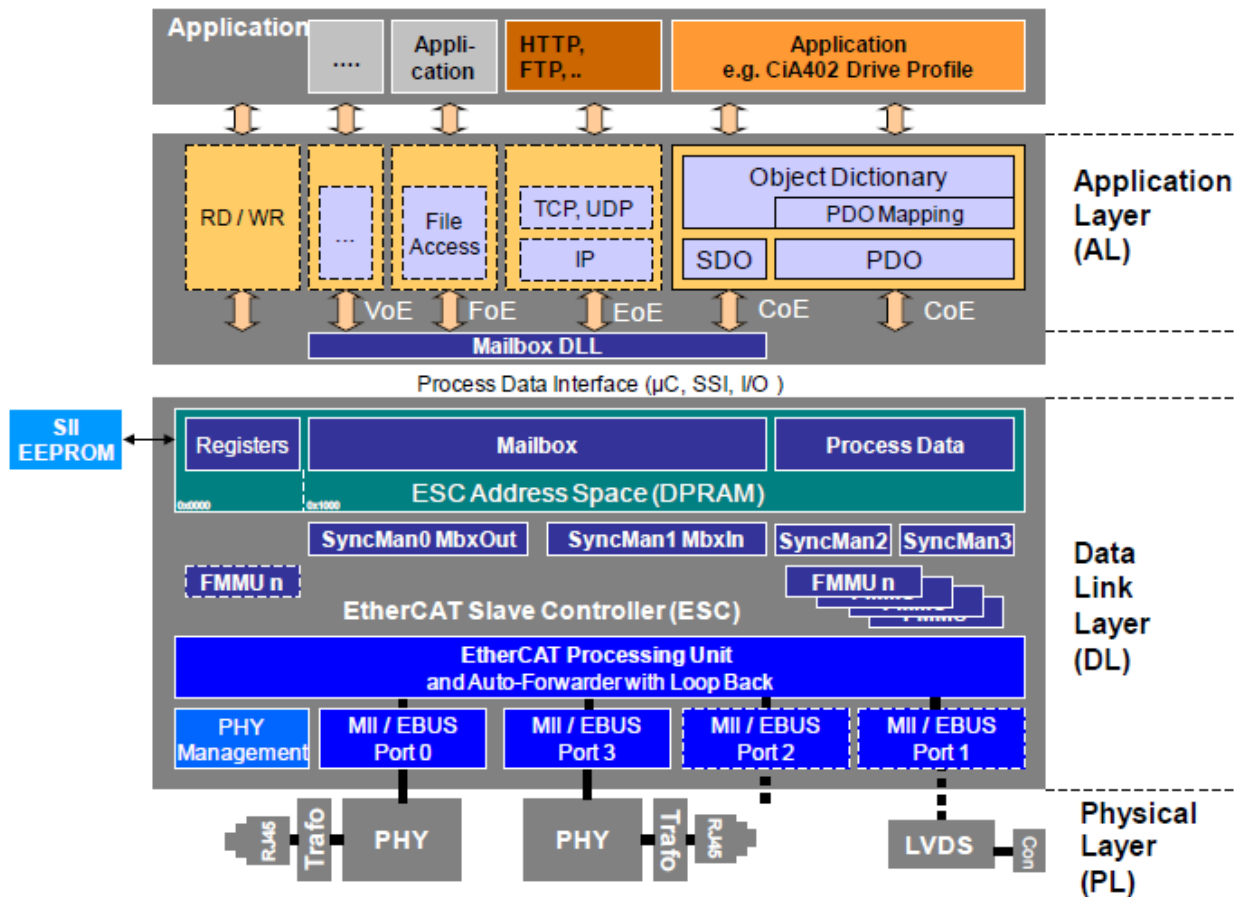


RJ45 灯	显示	含义
黄灯	熄灭	通讯未连接或者连接错误
	闪烁	通讯连接中
	常亮	通讯正常 100M 波特率连接
绿灯	熄灭	通讯未连接
	闪烁	通讯数据交换中

三、EtherCAT 通讯

3.1 CANopen over EtherCAT(CoE)参考模型

EtherCAT 的描述使用了 ISO/IEC 7498 的原理。EtherCAT 规范定义了完整的自顶向下的 OSI 协议栈和一些栈用户的功能。EtherCAT 应用层提供了和现场总线应用层通用的用户特性。



EtherCAT (CoE) 网络参考模型主要由两部分组成：数据链路层和应用层。数据链路层主要负责 EtherCAT 通讯协议，应用层嵌入了 CANopen drive Profile (DS402) 通讯规约。

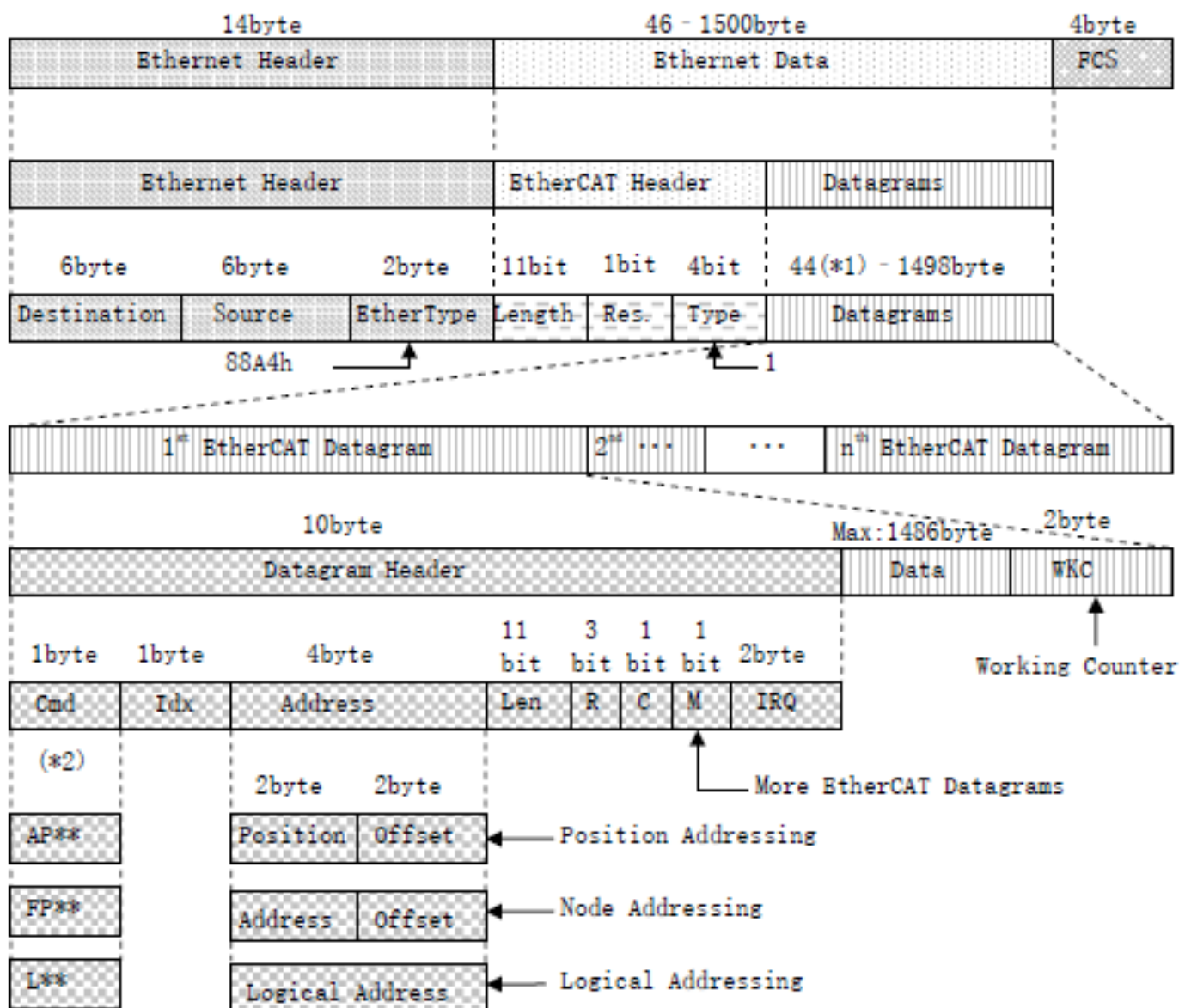
3.2 EtherCAT 帧结构

EtherCAT 是基于 Ethernet 可实时控制的工业用通信协议。

只是对 IEEE 802.3 Ethernet 规格进行扩充，并未对基本结构进行任何变更，所以可以转送标准的 Ethernet 帧内的数据。

因为 Ethernet Header 的 EtherType 为「88A4h」，所以将之后的 Ethernet Data 作为 EtherCAT 帧来处理。EtherCAT 帧是由 EtherCAT 帧头和 1 个以上的 EtherCAT 子报文构成，进一步再细分 EtherCAT 子报文。仅 EtherCAT 帧头的 Type=1 的 EtherCAT 帧根据 ESC 进行处理。

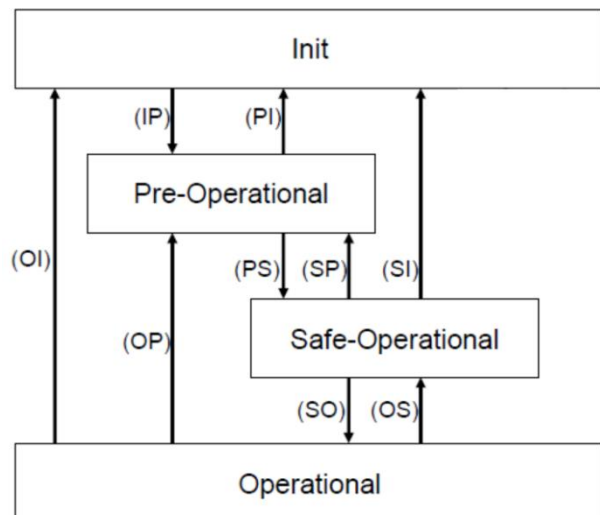
Ethernet / EtherCAT 帧结构如下所示：



*1) Ethernet 帧比 64byte 短时，追加 1~32byte。
(Ethernet Header + Ethernet Data + FCS)

3.3 EtherCAT 网络状态机 ESM (EtherCAT State Machine)

EtherCAT 应用层的状态(ESM 状态)的迁移图如下图所示。



ESM 负责在启动和工作器件协调主站与从站。ESM 状态说明如下表。

状态	描述
Init	<ul style="list-style-type: none"> ◆不能邮箱通信 ◆不能 PDO 通信
Init → Pre-Operational (IP)	<ul style="list-style-type: none"> ◆主站配置链路层地址和 SM 通道, 启动邮箱通信 ◆主站初始化 DC 时钟同步 ◆主站请求向 Pre-Op 状态转换 ◆主站设置 AL 控制寄存器 ◆从站确定邮箱是否正常初始化
Pre-Operational (Pre-Op)	<ul style="list-style-type: none"> ◆邮箱通信被激活 ◆不能进行过程数据通信 (PDO)
Pre-Operational → Safe-Operational (PS)	<ul style="list-style-type: none"> ◆主站为过程数据配置同步管理器 (Sync Manager) 通道及 FMMU 通道 ◆主站通过 SOD 配置 PDO 数据映射和 Sync Manager PDO 参数设置 ◆主站请求 Safe-Op 状态转换 ◆从站检查负责 PDO 数据的 Sync Manager 配置是否正确, 如果从站发出启动同步请求, 检查分布时钟的设置是否正确
Safe-Operational (Safe-Op)	<ul style="list-style-type: none"> ◆从站应用程序将传送实际输入数据, 不对输出进行操作 ◆输出被设置为“安全状态”
Safe-Operational → Operational (SO)	<ul style="list-style-type: none"> ◆主站发送有效的输出数据 ◆主站请求向 Op 状态转换
Operational (Op)	<ul style="list-style-type: none"> ◆可以邮箱通信 ◆可以 PDO 通信

CoE 中的对象字典包括了参数, 应用数据以及 PDO 映射信息。

过程数据对象 (PDO) 由对象字典中能够进行 PDO 映射的对象构成, PDO 数据中的内容由 PDO 映射来定义。PDO 数据的读取与写入是周期性的, 不需要查找对象字典; 而邮箱通讯 (SDO) 是非周期性通讯, 在读写它们时要查找对象字典。

注：为了使 SDO 与 PDO 数据能在 EtherCAT 数据链路层上得到正确解析，需要对 FMMU 与 Sync Manager（同步管理器）进行配置。

Sync Manager	Assignment	Size
Sync Manager 0	Assigned to Receive Mailbox	32 ~ 256Byte
Sync Manager 1	Assigned to Transmit Mailbox	32 ~ 256Byte
Sync Manager 2	Assigned to Receive PDO	1 ~ 128Byte
Sync Manager 3	Assigned to Transmit PDO	1 ~ 128Byte

3.4 EtherCAT 从站信息

EtherCAT 从站信息文件（XML 文件）是用于主站读取，用于构建主站与从站的组态。

XML 文件包含 EtherCAT 通信设置所必须的信息，RA 低功率驱动器提供的 xml 文件为“TX5E-EtherCAT-V101.xml”。

3.5 PDO 过程数据映射

PDO 映像对象的 RxPDO 和 TxPDO 分别位于对象字典(Object Dictionary) 的索引 0x1600 至 0x1603 与 0x1A00 至 0x1A03。

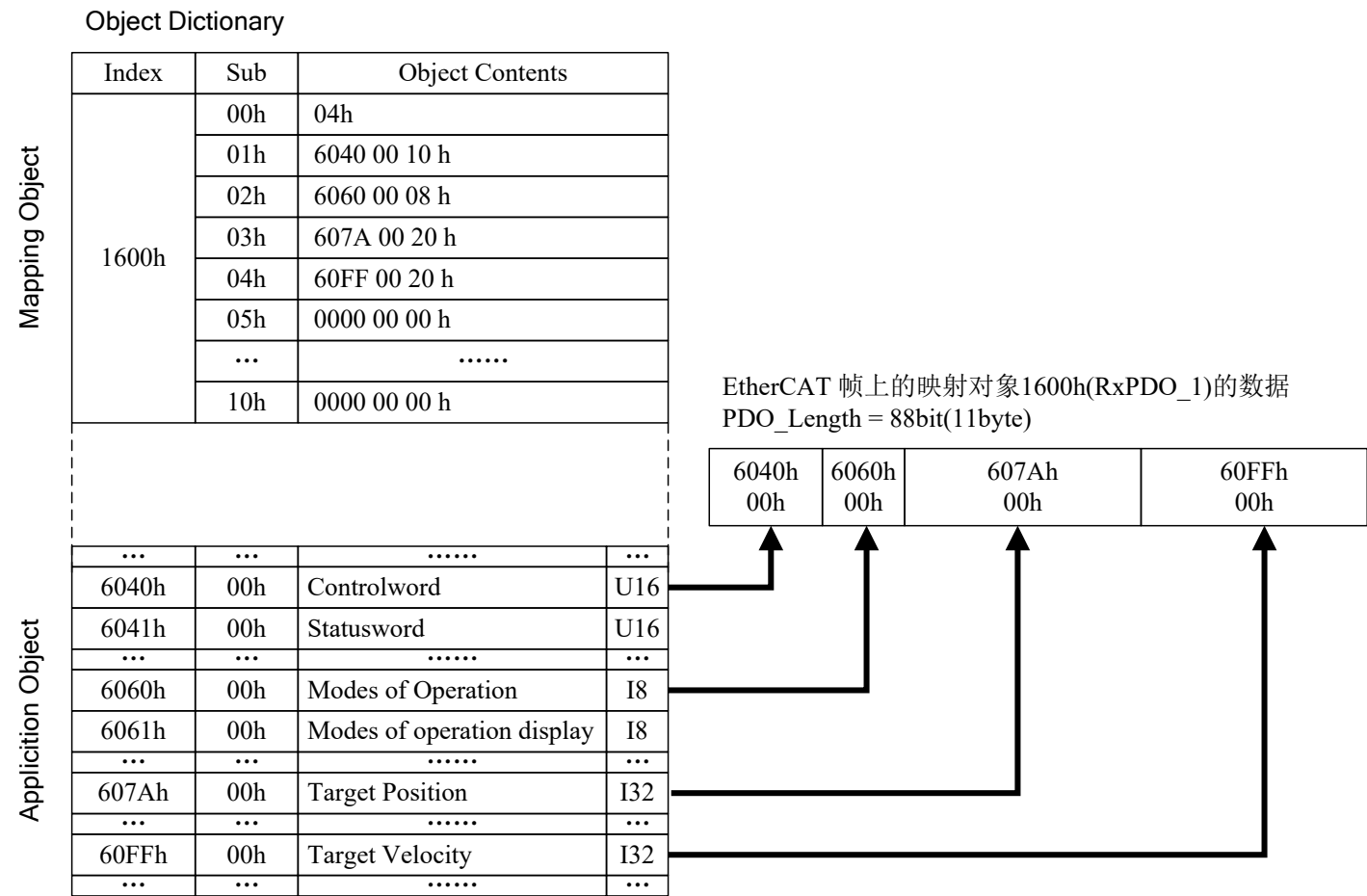
3.5.1PDO 映射对象

PDO 映射是指，从对象字典到 PDO 的应用对象的映射。
可以使用 RxPDO 用 1600h~1603h、TxPDO 用 1A00h~1A03h 的映射对象。
一个映射对象可以映射的应用对象的最大数如下所示。

最大 PDO 数据长度	RxPDO：32 [byte]
	TxPDO：32 [byte]

以下表示的是 PDO 映射的设定示例。每个 PDO 映射对象最多可添加 16 个对象，且总的字节数不能超过 32 个字节。
<设定示例>

分配应用对象 6040h,6060h,607Ah,60FFh 到映射对象 1600h(Receive PDO mapping 1:RxPDO_1)的情况。



3.5.2 PDO 分配对象

为了 PDO 数据交换，必须分配 PDO 映射用的表到 SyncManager。

RA 低功率系列驱动器，作为 SyncManager PDO 分配对象，可以使用 RxPDO(SyncManager2)用 1C12h、TxPDO(SyncManager3)用 1C13h。

一个映射对象可以映射的应用对象的最大数如下所示。

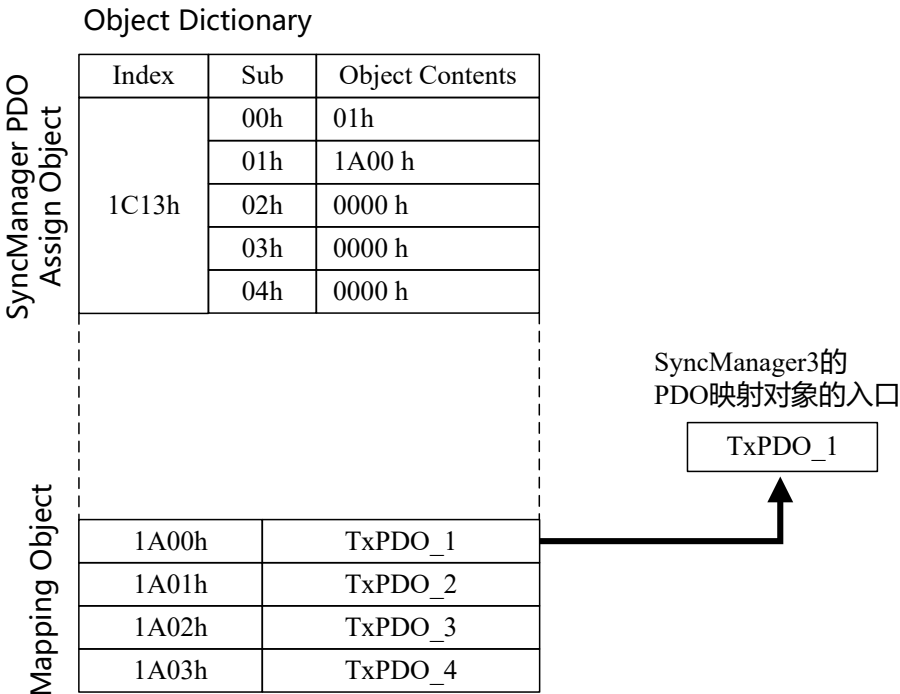
最大 PDO 分配数	RxPDO: 4 [Table]
	TxPDO: 4 [Table]

通常、因为映射对象 1 个就足够了，所以默认的不需要变更。

以下是 SyncManager PDO 分配对象的设定示例。

<设定示例>

分配映射对象 1A00h 到分配对象 1C13h(Sync manager channel 3)的情况。



注意：

PDO 映射对象（0x1600~0x1603、0x1A00~0x1A03）以及 SM PDO Assign 对象（0x1C12、0x1C13）在 Pre-Op 状态下进行写操作才会生效。

3.5.3 预设的 PDO 映射

下表为 RA 低功率驱动器用于数据交换的 PDO 映像(预设)，

■ 第一组预设 PDO 映射（默认的 PDO 配置(PDO assignment))

RxPDO1 (0x1600)	Controlword (0x6040)	Target Position (0x607A)	Target Velocity (0x60FF)	Target Torque (0x6071)	Mode of Operation (0x6060)
--------------------	-------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------	----------------------------------

TxPDO1 (0x1A00)	Statusword (0x6041)	Position Actual Value (0x6064)	Speed Actual Value (0x606C)	Torque Actual Value (0x6077)	Operation Mode Display (0x6061)
--------------------	------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	--

■ 第二组预设 PDO 映射

RxPDO2 (0x1601)	Controlword (0x6040)	Target Position (0x607A)
TxPDO2 (0x1A01)	Statusword (0x6041)	Position Actual Value (0x6064)

■ 第三组预设 PDO 映射

RxPDO3 (0x1602)	Controlword (0x6040)	Target Velocity (0x60FF)	
TxPDO3 (0x1A02)	Statusword (0x6041)	Position Actual Value (0x6064)	Speed Actual Value (0x606C)

■ 第四组预设 PDO 映射

RxPDO4 (0x1603)	Controlword (0x6040)	Target Torque (0x6071)	Max Profile Velocity (0x607F)
TxPDO4 (0x1A03)	Statusword (0x6041)	Position Actual Value (0x6064)	Torque Actual Value (0x6077)

注意：详细的 PDO 映射信息可以在 xml 文件中查询。

3.5.4 重新定义 PDO 映射

PDO 重映射的操作步骤：

1. 停止 PDO 分配功能（将 0x1C12 和 0x1C13 的子索引 0 设置为 0）；
2. 停止 PDO 映射功能（将 0x1600~0x1603 和 0x1A00~0x1A03 的子索引 0 全部设置为 0）；
3. 设置 PDO 映射对象（0x1600~0x1603 和 0x1A00~0x1A03）的映射入口；
4. 设置 PDO 映射对象（0x1600~0x1603 和 0x1A00~0x1A03）映射入口的数值；
5. 设置 PDO 分配对象（设置 0x1C12 和 0x1C13 的子索引 1）；
6. 重新打开 PDO 分配功能（将 0x1C12 和 0x1C13 的子索引 0 设置为 1）。

注意：

PDO 映射对象（0x1600~0x1603、0x1A00~0x1A03）以及 SM PDO Assign 对象（0x1C12、0x1C13）在 Pre-Op 状态下进行写操作才会生效。

3.6 基于分布时钟的网络同步

分布时钟 (Distributed Clock) 可以使所有 EtherCAT 设备使用相同的系统时间, 从而控制各设备任务的同步执行。EtherCAT 网络中以主站连接的第一个具有分布时钟功能的从站的时钟作为整个网络的参考时钟, 其余从站和主站都以参考时钟为基准来进行同步。

RA 低功率驱动器的 EtherCAT 通信是吸纳以下的同步模式。其中, 同步模式的切换可以通过同步控制寄存器 (ESC 0x980、0x981) 来进行配置。

3.6.1 Sync manager 2/3 synchronization(1C32h、1C33h)

Sync manager2 的设定根据 1C32h(Sync manager 2 synchronization)执行,

Sync manager3 的设定根据 1C33h(Sync manager 3 synchronization)执行。

◆Sync manager 2 synchronization

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO																		
1C32h	00h	Number of sub-objects	--	0~255	U8	ro	No																		
		表示此对象的 Subindex 数。 值固定为 20h。																							
	01h	Sync mode	--	0~65535	U16	rw	No																		
		设定 Sync Manager 2 的同步模式。 00h : FreeRun (not synchronized) 01h : SM2 (synchronized with SM 2 Event) 02h : DC SYNC0 (synchronized with Sync0 Event) 03h : Not supported (不可设定) 根据与 ESC 寄存器 0981h(DC-Activation)的设定的组合(下表), 从 PreOP 迁移到 SafeOP 时自动设定此对象的设定值。																							
		<table><tr><th>ESC 寄存器 0981h 设定状态</th><th>1C32h-01h 设定值</th><th>⇒</th><th>PreOP→SafeOP 迁移时被变更的 1C32h-01h 的值</th></tr><tr><td rowspan="3">DC 使能 ON</td><td>00h: FreeRun</td><td rowspan="9"></td><td>02h: DC SYNC0</td></tr><tr><td>01h: SM2</td><td>02h: DC SYNC0</td></tr><tr><td>02h: DC SYNC0</td><td>02h: DC SYNC0</td></tr><tr><td rowspan="3">DC 使能 OFF</td><td>00h: FreeRun</td><td>00h: FreeRun</td></tr><tr><td>01h: SM2</td><td>01h: SM2</td></tr><tr><td>02h: DC SYNC0</td><td>00h: FreeRun</td></tr></table>						ESC 寄存器 0981h 设定状态	1C32h-01h 设定值	⇒	PreOP→SafeOP 迁移时被变更的 1C32h-01h 的值	DC 使能 ON	00h: FreeRun		02h: DC SYNC0	01h: SM2	02h: DC SYNC0	02h: DC SYNC0	02h: DC SYNC0	DC 使能 OFF	00h: FreeRun	00h: FreeRun	01h: SM2	01h: SM2	02h: DC SYNC0
ESC 寄存器 0981h 设定状态		1C32h-01h 设定值	⇒	PreOP→SafeOP 迁移时被变更的 1C32h-01h 的值																					
DC 使能 ON	00h: FreeRun		02h: DC SYNC0																						
	01h: SM2		02h: DC SYNC0																						
	02h: DC SYNC0		02h: DC SYNC0																						
DC 使能 OFF	00h: FreeRun		00h: FreeRun																						
	01h: SM2		01h: SM2																						
	02h: DC SYNC0		00h: FreeRun																						
02h	Cycle time		ns	0~0xFFFFFFFF	U32	rw	No																		
设定 Sync Manager 的周期。																									
<table><tr><th>Sync mode (1C32h-01h)</th><th>功能</th></tr><tr><td>00h (FreeRun)</td><td>根据本地时钟设定事件的间隔。</td></tr><tr><td>01h (Synchronous with SM2)</td><td>设定 SM2 事件的最小时间间隔。</td></tr><tr><td>02h (DC SYNC0)</td><td>Sync0 Cycle Time (ESC 寄存器: 09A0h)被设定。</td></tr></table>							Sync mode (1C32h-01h)	功能	00h (FreeRun)	根据本地时钟设定事件的间隔。	01h (Synchronous with SM2)	设定 SM2 事件的最小时间间隔。	02h (DC SYNC0)	Sync0 Cycle Time (ESC 寄存器: 09A0h)被设定。											
Sync mode (1C32h-01h)	功能																								
00h (FreeRun)	根据本地时钟设定事件的间隔。																								
01h (Synchronous with SM2)	设定 SM2 事件的最小时间间隔。																								
02h (DC SYNC0)	Sync0 Cycle Time (ESC 寄存器: 09A0h)被设定。																								
请设定 125000(125μs)*n(n=1,2,3...16)。如果设定上述以外的值会发生 E.Exx(同步周期设定异常保护)。																									

	03h	Shift time					
		Not supported					
	04h	Sync modes supported	--	0~65535	U16	ro	No
		设定支持的同步类型。 BIT0: FreeRun 模式支持 0: 未支持、1: FreeRun 模式支持 此伺服驱动器被设定为 1。 BIT1: SM 同步模式支持 0: 未支持、1: SM2 事件同步支持 此伺服驱动器被设定为 1。 BIT4-2: DC 同步模式支持 000b: 未支持 001b: DC sync0 事件支持 此伺服驱动器被设定为 001b。 BIT6-5: 输出偏移支持 00b: 未支持 01b: 本地时钟的偏移量支持 此伺服驱动器被设定为 00b。 BIT15-7: Reserved					
	05h	Minimum cycle time	ns	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	No
		可设定的通信周期的最小值。 此伺服驱动器为 125000。*1) 1C32h-02h 请设定 125000(125μs)*n(n=1,2,3...16)。如果设定上述以外的值会发生 E.Exx(同步周期设定异常保护)。					
	06h	Calc and copy time	ns	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	No
		从 SM2 事件、SYNC0 事件到 ESC 读取完成的时间。 信号有偏差时, 此时间也可以延伸。 此伺服驱动器是 25000。					
	0Ah	Sync0 cycle tim	ns	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	No
		DC SYNC0(1C32h-01h=02h)时, ESC 寄存器 09A0h 的值被设定。 DC SYNC0 以外时, 设定为 0					
	20h	Sync error	--	0~1	Bool	ro	No
		Not supported					

◆Sync manager 3 synchronization

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
1C33h	00h	Number of sub-objects	--	0~255	U8	ro	No
		表示此对象的 Subindex 数。 值固定为 20h。					
	01h	Sync mode	--	0~65535	U16	rw	No
		设定 Sync Manager 3 的同步模式。请设定和 Sync Manager 2 相同模式。 00h : FreeRun (not synchronized) 01h : SM2 (synchronized with SM 2 Event)					

	02h : DC SYNC0 (synchronized with Sync0 Event) 03h : Not supported (不可设定) 根据与 ESC 寄存器 0981h(DC-Activation)的设定的组合(下表), 从 PreOP 迁移到 SafeOP 时自动设定此对象的设定值。 <table><tr><th>ESC 寄存器 0981h 设定状态</th><th>1C32h-01h 设定值</th><th>⇒</th><th>PreOP→SafeOP 迁移时被变更的 1C32h-01h 的值</th></tr><tr><td rowspan="3">DC 使能 ON</td><td>00h: FreeRun</td><td rowspan="6"></td><td>02h: DC SYNC0</td></tr><tr><td>01h: SM2</td><td>02h: DC SYNC0</td></tr><tr><td>02h: DC SYNC0</td><td>02h: DC SYNC0</td></tr><tr><td rowspan="3">DC 使能 OFF</td><td>00h: FreeRun</td><td>00h: FreeRun</td></tr><tr><td>01h: SM2</td><td>01h: SM2</td></tr><tr><td>02h: DC SYNC0</td><td>00h: FreeRun</td></tr></table>							ESC 寄存器 0981h 设定状态	1C32h-01h 设定值	⇒	PreOP→SafeOP 迁移时被变更的 1C32h-01h 的值	DC 使能 ON	00h: FreeRun		02h: DC SYNC0	01h: SM2	02h: DC SYNC0	02h: DC SYNC0	02h: DC SYNC0	DC 使能 OFF	00h: FreeRun	00h: FreeRun	01h: SM2	01h: SM2	02h: DC SYNC0	00h: FreeRun
ESC 寄存器 0981h 设定状态	1C32h-01h 设定值	⇒	PreOP→SafeOP 迁移时被变更的 1C32h-01h 的值																							
DC 使能 ON	00h: FreeRun		02h: DC SYNC0																							
	01h: SM2		02h: DC SYNC0																							
	02h: DC SYNC0		02h: DC SYNC0																							
DC 使能 OFF	00h: FreeRun		00h: FreeRun																							
	01h: SM2		01h: SM2																							
	02h: DC SYNC0		00h: FreeRun																							
02h	Cycle time	ns	0~0xFFFFFFFF	U32	rw	No																				
设定 Sync Manager 的周期。 被设定为和 1C32h-02h 相同的值																										
03h	Shift time	ns	0~0xFFFFFFFF	U32	rw	No																				
设定从 Sync0 事件、SM2 事件到从站 CPU 把 RxPDO 值写入 ESC 的时间。 请设定以 125000 为倍数并且比 Cycle time 小的值。 通常为 0。																										
04h	Sync modes supported	--	0~65535	U16	ro	No																				
设定支持的同步类型。 BIT0: FreeRun 模式支持 0: 未支持、1: FreeRun 模式支持 此伺服驱动器被设定为 1。 BIT1: SM 同步模式支持 0: 未支持、1: SM2 事件同步支持 此伺服驱动器被设定为 1。 BIT4-2: DC 同步模式支持 000b: 未支持 001b: DC sync0 事件支持 此伺服驱动器被设定为 001b。 BIT6-5: 输出偏移支持 00b: 未支持 01b: 本地时钟的偏移量支持 此伺服驱动器被设定为 00b。 BIT15-7: Reserved																										
05h	Minimum cycle time	ns	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	No																				
可设定的通信周期的最小值。 与 1C32h-05 相同的值。																										
06h	Calc and copy time	ns	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	No																				
从 SM2 事件、SYNC0 事件到 ESC 寄存器写入完成的时间。																										
0Ah	Sync0 cycle tim	ns	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	No																				
与 1C32h-0Ah 相同的值。																										

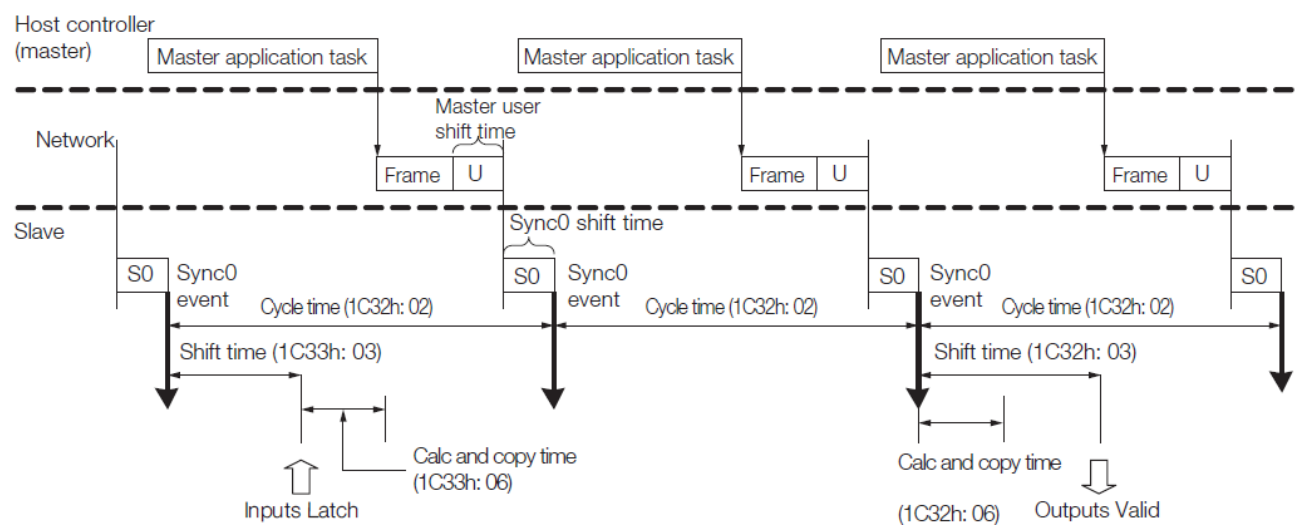
	20h	Sync error	--	0~1	Bool	ro	No
		Not supported					

3.6.2 DC 模式 (SYNC0 事件同步)

这种模式下，本地应用程序与 Sync0 时间同步。

同步方法	特征
以第 1 轴的时间为基准同步其他从站的时间信息	<ul style="list-style-type: none">高精度需要在主站侧进行补偿处理

在此伺服驱动器中 DC 同步模式规格如下。



本驱动器不支持 Sync1 时间同步。

3.6.3 Free-Run

这种模式下，伺服驱动器本地应用程序周期与通信周期以及主站周期各自独立。

3.7 Emergency Messages 紧急事件报文

Emergency message 是在伺服驱动器(从站)内, 异常(报警)发生时根据 Mailbox 通信由从站通知主站。
未发生异常(报警), 只发生警告时不进行通知。

Emergency message 由 8 字节的数据构成。

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
内容	Emergency Error Code (OD:603Fh)		Error register (Object 1001h)	Error Field				
其他	L byte	H byte		Panel Error Code		N/A		

1) Error code

Error code 返回和 603Fh(Error code)相同的值。

0000h ~ FFFFh 根据 IEC61800-7-201 进行定义。

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
603Fh	00h	Error code	--	0~65535	U16	ro	TxPDO
现在伺服驱动器发生的报警(只有主编号)/警告。 报警和警告未发生时, 其数值为 0x0000。 报警和警告同时发生时, 显示报警。							

2) Error register

Error register 返回和 1001h(Error register)相同的值。

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO															
1001h	00h	Error register	--	0~255	U8	ro	TxPDO															
<div>显示伺服驱动器正发生的报警种类(状态)。 报警未发生时，显示 0000h。 不显示警告。</div> <table><tr><th>Bit</th><th>内容</th></tr><tr><td>0</td><td rowspan="4">(Not supported)</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>2</td></tr><tr><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>AL status code 定义的报警发生 *1</td></tr><tr><td>5</td><td>(Not supported)</td></tr><tr><td>6</td><td>(reserved)</td></tr><tr><td>7</td><td>AL status code 未定义的报警发生 *2</td></tr></table> <div>*1) 所谓"AL status code 定义的报警"，指 EtherCAT 通信关联异常的报警。 *2) 所谓"AL status code 未定义的报警"，指 EtherCAT 通信关联异常以外的报警。</div>								Bit	内容	0	(Not supported)	1	2	3	4	AL status code 定义的报警发生 *1	5	(Not supported)	6	(reserved)	7	AL status code 未定义的报警发生 *2
Bit	内容																					
0	(Not supported)																					
1																						
2																						
3																						
4	AL status code 定义的报警发生 *1																					
5	(Not supported)																					
6	(reserved)																					
7	AL status code 未定义的报警发生 *2																					

3) Panel Error Code

数值为当前驱动器面板显示报警号。例如驱动器出现 E.120 报警时，Panel Error Code 的内容为 0x0120。

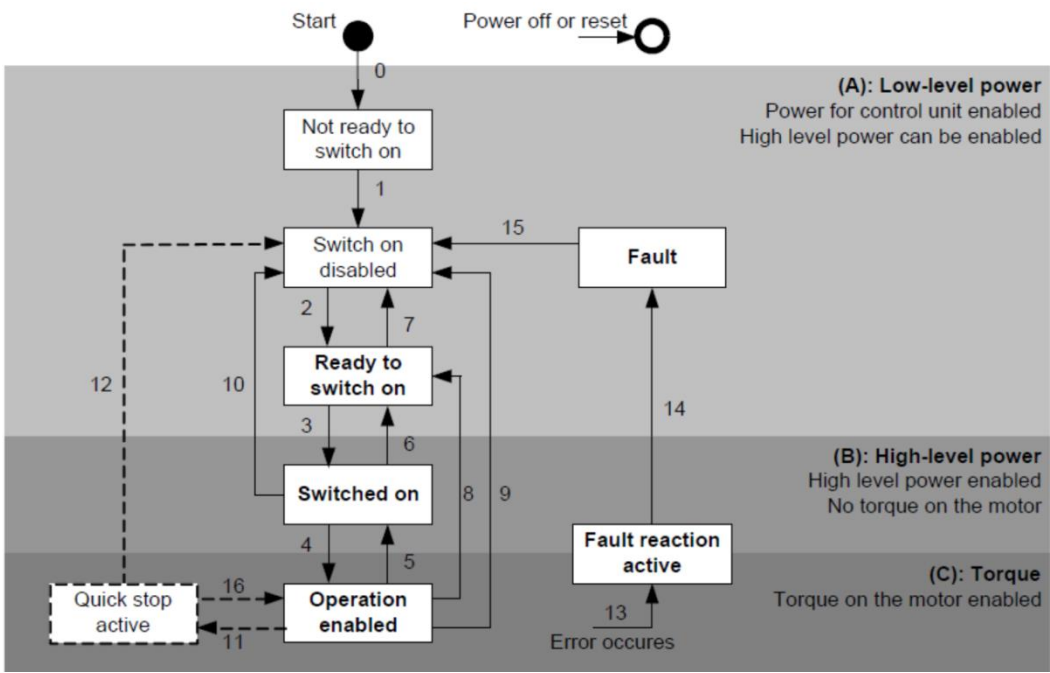
四、CiA402 设备规约

4.1 CANopen over EtherCAT(CoE)状态机

主站通过 Controlword（控制字，0x6040）来对 RA 低功率伺服驱动器进行控制，通过读取 Statusword（状态字，0x6041）来获取驱动器当前状态，伺服驱动器内部根据主站控制指令完成电机控制功能。

4.1.1 CANopen over EtherCAT(CoE)状态机

根据用户命令或者异常检出等，伺服驱动器的电源控制关联的 PDS(Power Drive Systems)的状态转换(FSA(Finite State Automaton))如下图定义。



状态名	说明
Not Ready to Switch On	驱动器处于初始化过程中。
Switch On Disabled	驱动器初始化完成。
Ready to Switch On	驱动器等待进入 Switch On 状态，电机没有被励磁。
Switched On	驱动器处于准备好状态，主回路电源正常。
Operation Enable	驱动器使能，按照控制模式控制电机。
Quick Stop Active	驱动器根据设定的方式停机。
Fault Reaction Active	驱动器检测到报警发生，按照设定的方式停机，电机此时仍有励磁信号。
Fault	驱动器处于故障状态，电机无励磁信号。

4.2 设备控制相关参数

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6040h	00h	Controlword	--	0~65535	U16	rw	RxPDO
6041h	00h	Statusword	--	0~65535	U16	ro	TxPDO

4.2.1 Controlword(0x6040)

PDS 状态迁移等、控制从站(伺服驱动器)的命令是通过 6040h(控制字)设定。

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6040h	00h	Controlword	--	0~65535	U16	rw	RxPDO

6040h 控制字包括以下内容：

1. 用于状态控制的位；
2. 与控制模式相关的位；
3. 厂家自定义的控制位；

6040h 各 bit 的详细介绍如下：

15	11	10	9	8	7	6	4	3	2	1	0
manufacturer specific	reserved		halt	Fault reset	Operation mode specific		Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on	
O	O		O	M	O		M	M	M	M	


MSB


LSB

其中：MSB：最高位；LSB：最低位；

O：可选的；M：必须的。

BITS 0 - 3 AND 7（用于状态控制的位）

Command	Bit of the controlword					Transitions
	Fault reset	Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on	
Shutdown	0	X	1	1	0	2,6,8
Switch on	0	0	1	1	1	3*
Switch on	0	1	1	1	1	3**
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

其中：X 为不相关； 为上升沿跳变。

BITS 4, 5, 6 AND 8（与控制模式相关的位）：

Bit	Operation mode		
	Profile position mode	Profile velocity mode	Homing mode
4	New set-point	reserved	Homing operation start
5	Change set immediately	reserved	reserved
6	abs/rel	reserved	reserved
8	Halt	Halt	Halt

BITS 9, 10: 备用。

BITS 11 - 15: 厂家自定义。

4.2.2 Statusword(0x6041)

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6041h	00h	Statusword	--	0~65535	U16	ro	TxPDO

6041h 状态字包括以下内容：

1. 驱动器当前的状态位；
2. 与控制模式相关的状态位；
3. 厂家自定义的状态位；

6041h 各 **bit** 的详细介绍如下：

Bit	Description	M / O
0	Ready to switch on	M
1	Switched on	M
2	Operation enabled	M
3	Fault	M
4	Voltage enabled	M
5	Quick stop	M
6	Switch on disabled	M
7	Warning	O
8	Manufacture specific	O
9	Remote	M
10	Target reached	M
11	Internal limit active	M
12 – 13	Operation mode specific	O
14 – 15	Manufacturer specific	O

BIT 0 – 3, 5, AND 6:

Value (binary)	State
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

其中：X 为不相关。

BIT 4: Voltage enabled, 当该位为1 时, 表示主回路电源已正常。

BIT 7: Warning, 当该位为1 时, 表示驱动器有报警;

BIT 8: DC Calibration Status, 当该位为1 时, 表示驱动器内部时钟与DC Sync0 同步;

BIT 9: Remote, 当该位为1 时, 表示从站处于OP 态, 主站可以通过PDO 远程控制驱动器;

BIT 10: Target reached, 该位在不同控制模式下, 含义不同;

BIT 11: Internal limit active, 表示位置限位;

BIT 12 AND 13: 该位在不同控制模式下, 含义不同;

Bit	Operation mode		
	pp	pv	hm
12	Set-point Acknowledge	Speed	Homing attained
13	Following error	Max slippage error	Homing error

BIT 14: 该位为1 时表示电机零速状态;

BIT 15: 保留;

4.3 控制模式

RA 低功率伺服驱动器目前支持 CoE 中的 4 种控制模式:

- ◆ 回零模式 (Homing Mode)
- ◆ 轮廓位置控制模式 (Profile Position Mode)
- ◆ 周期同步位置控制模式 (Cyclic Synchronous Position Mode)
- ◆ 周期同步速度控制模式 (Cyclic Synchronous Velocity Mode)
- ◆ 周期同步转矩控制模式 (Cyclic Synchronous Torque Mode)

本章节主要描述上述的几种控制方式。

4.4 Homing Mode 回零模式

4.4.1 基本描述

Homing mode 为驱动器自行寻找原点位置。用户可以设置 Homing 模式的运行转速。

注意: 在该模式下, 需要将限位开关、原点开关信号接至驱动器的开关量输入端子 CN1, 如果限位开关信号接至上位机或 PLC, 则需要使用上位机主导的回零过程。

4.4.2 回零模式相关参数

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6040h	00h	Controlword	--	0~65535	U16	rw	RxPDO
6041h	00h	Statusword	--	0~65535	U16	ro	TxPDO
6060h	00h	Modes of operation	--	-128 ~ 127	I8	rw	RxPDO
6061h	00h	Modes of operation	--	-128 ~ 127	I8	ro	TxPDO
607Ch	00h	Homing offset	指令单位	0xE0000000~0x10000000	I32	rw	RxPDO
6098h	00h	Homing method	--	1~ 6	I8	rw	RxPDO
				17~22 33~35			
· 设定值不在此范围时，返回错误							
6099h	--	Homing speeds	--	--	--	--	--
	00h	Number of entries	--	2	U8	ro	NO
	01h	Speed during search for switch	0.1rpm	0 ~ 30000	U32	rw	RxPDO
	02h	Speed during search for zero	0.1rpm	0 ~ 30000	U32	rw	RxPDO
609A	00h	Homing acceleration	--	0 ~ 10000	U32	rw	NO
	· 设定回零控制模式(hm)时的加速度以及减速度。 · 原点回零制模式(hm)的减速度兼用于此对象。 · 各 Homing method 最终停止时(原点位置检出时)无需使用此对象的设定，伺服锁定停止。						

注: 各对象的详细描述请参考 CiA DS402 标准。

4.4.3 Controlword (0x6040) of Homing Mode

15 ~ 9	8	7 ~ 5	4	3 ~ 0
*	Halt	*	home_start_operation	*

* 参考前面章节

Name	Value	Description
home_start_operation	0	Homing mode inactive
	0 → 1	Start homing mode
	1	Homing mode active
	1 → 0	Interrupt homing mode
Halt	0	Execute the instruction of bit 4
	1	Stop axle

4.4.4 Statusword (0x6041) of Homing Mode

15 ~ 14	13	12	11	10	9 ~ 0
*	homing_error	homing_attained	*	target_reached	*

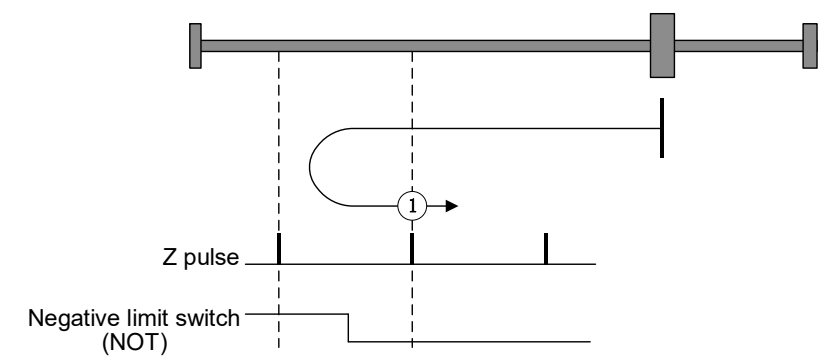
* 参考前面章节

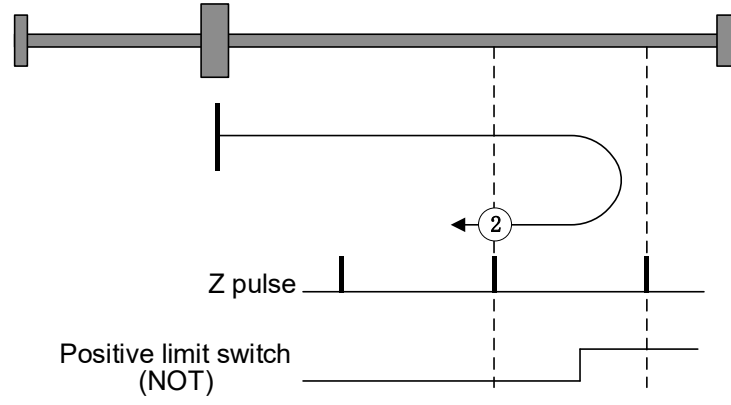
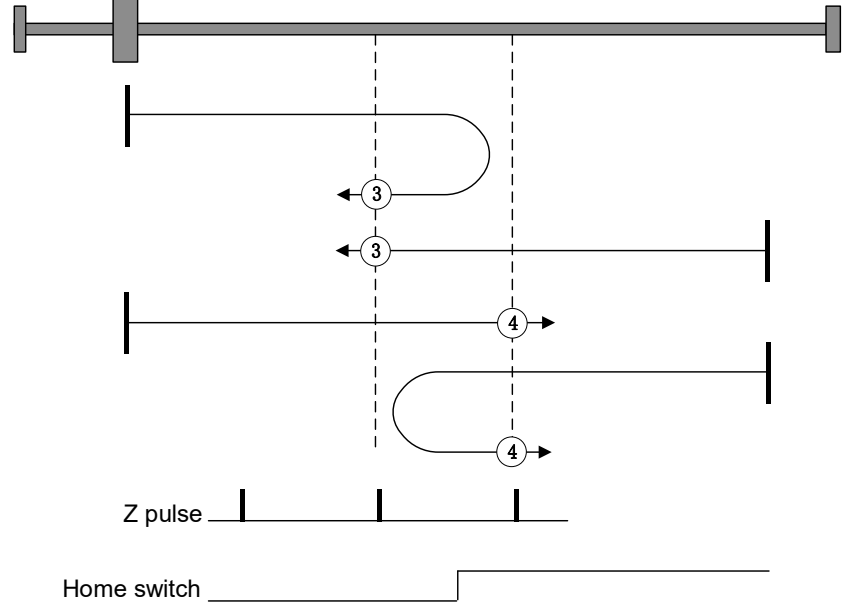
Name	Value	Description
Target reached	0	Halt = 0: Home position not reached Halt = 1: Axle decelerates
	1	Halt = 0: Home position reached Halt = 1: Axle has velocity 0
Homing attained	0	Homing mode not yet completed
	1	Homing mode carried out successfully
Homing error	0	No homing error
	1	Homing error occurred; Homing mode carried out not successfully; The error cause is found by reading the error code

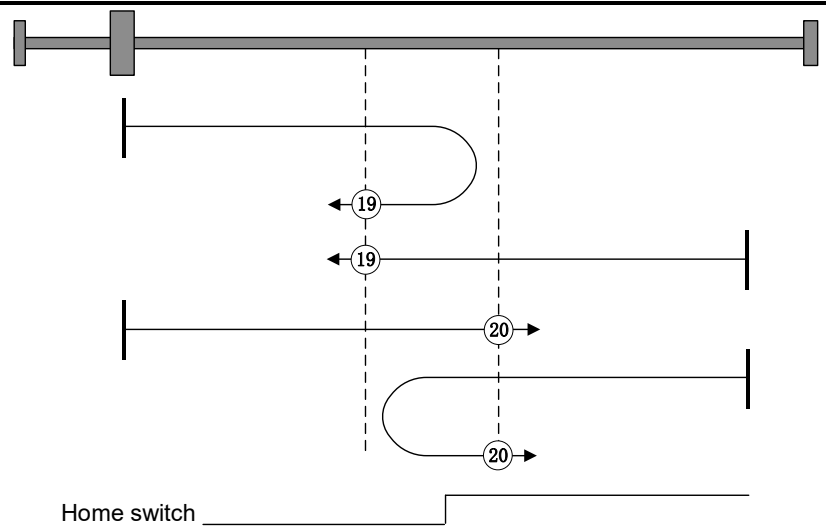
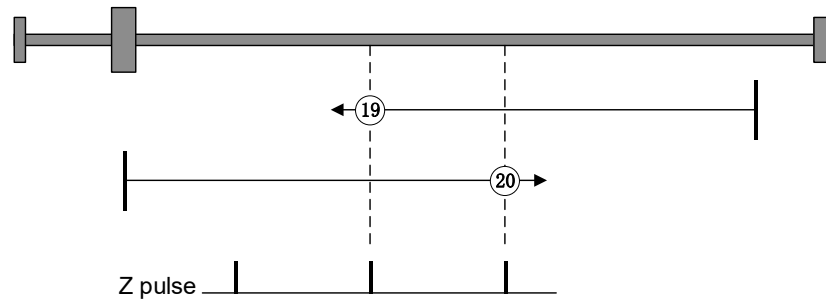
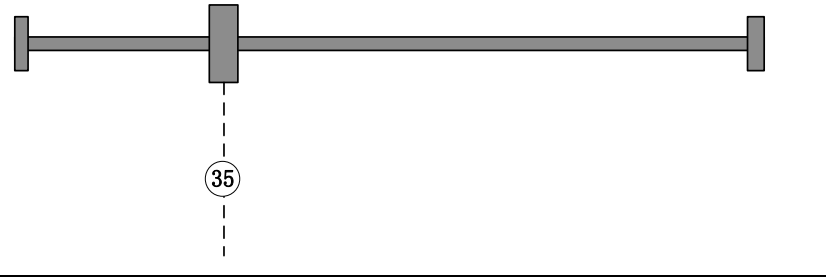
4.4.5 回零方法

有 4 种信号与回零模式相关，分别为：正限位开关（POT）、负限位开关（NOT）、参考点开关（Home Switch）和编码器 Z 信号（Z pulse）。

回零方式表格

DS402 回零方式	启动方向	目标位置	参考点位置	详细说明
1	负	NOT	Z 脉冲	<p>使用 Z 脉冲和负限位开关：驱动器首先以高速向负限位开关移动，到达 NOT 后减速停止并以慢速返回，寻找目标零位位置（离开 NOT 后编码器的第一个 Z 脉冲位置）。</p> 
2	正	POT	Z 脉冲	<p>使用 Z 脉冲和正限位开关：驱动器首先以高速向正限位开关移动，到达 POT 后减速停止并以慢速返回，寻找目标零位位置（离开 POT 后编码器的第一个 Z 脉冲位置）。</p>

				
3	正	Home Switch	Z 脉冲	<p>驱动器初始方向移动依赖于参考点的开关状态，目标零位位置是参考点开关（Home Switch） 左边或右边的第一个 Z 脉冲位置。</p> 
4	负	Home Switch	Z 脉冲	
5	负	Home Switch	Z 脉冲	<p>驱动器初始方向移动依赖于参考点的开关状态，目标零位位置是参考点开关（Home Switch） 左边或右边的第一个 Z 脉冲位置。</p>
6	正	Home Switch	Z 脉冲	
17	负	NOT	NOT	<p>这 6 种回零方法与 1~6 相类似，只是目标零位位置不再使用 Z 脉冲，而与限位开关或参考点开关（Home Switch）的变化有关。</p> <p>下图为 19 和 20 的示意图，与方法 3 和 4 相类似。</p>
18	正	POT	POT	
19	正	Home Switch	Home Switch	
20	负	Home Switch	Home Switch	
21	负	Home Switch	Home Switch	
22	正	Home Switch	Home Switch	

				 <p>Home switch</p>
33	负	Z 脉冲	Z 脉冲	这 2 种回零方法只与 Z 脉冲相关。
34	正	Z 脉冲	Z 脉冲	
				 <p>Z pulse</p>
35	--	当前位置	当前位置	当前位置即为系统零点。  <p>35</p>

4.4.6 应用举例

当使用 Homing 模式时，需要操作的步骤为：

1. 将【Mode of operations: 6060h】设置为原点复归模式(homing mode) (0x06)；
2. 设置【Home offset: 607Ch】；
3. 设置【Homing method: 6098h】，此设定范围为 1 至 35。(请参阅以下的 OD-6098h 定义说明)，本驱动器支持模式1~6、17~22、33~35；
4. 设置【Homing speeds: 6099h Sub-1】，修改 Homing 过程中寻找限位开关的速度（单位为 0.1rpm）；
5. 设置【Homing speeds: 6099h Sub-2】，修改Homing 过程中寻找零位的速度（单位为0.1rpm）；
6. 设置回零加速度【Homing Acceleration: 609Ah】，修改 Homing 过程中寻找零位的加速度（单位为 0.1rpm/S）；
7. 根据回零模式分配输入信号，如 P-OT 信号（如 Pn502=02h）、HomeSwitch 信号（如 Pn503 =15h）等；
8. 将【Controlword: 6040h】依序设定为(0x06 -> 0x07 -> 0x0F)，将驱动器 Servo On，并让电机开始运作；

9. 将【Controlword: 6040h】依序设定为(0x0F -> 0x1F), 进行回零操作 (Homing operation start (Bit4) 从 **0->1** 来启动, Homing operation start 从 **1->0** 来中断 Homing 过程) ;
10. 读取【Statusword: 6041h】, 取得驱动器状态。6041h 中的 bit12 来判断 Homing 过程是否完成, 根据 bit13 来判断 Homing 过程是否有故障。

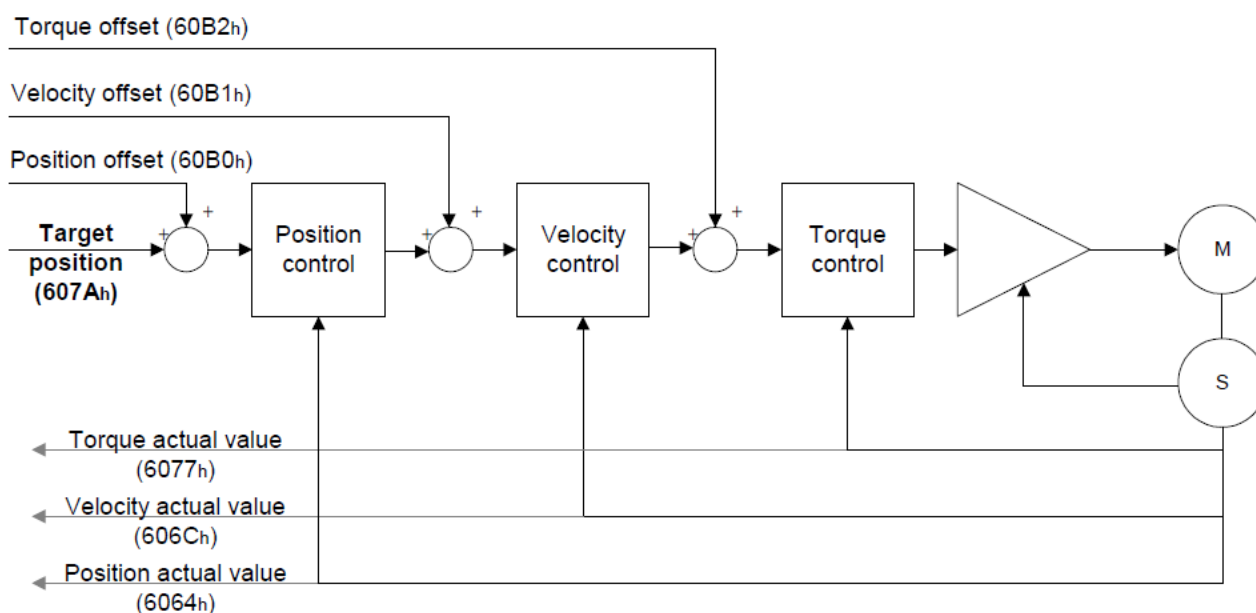
4.5 Cyclic Synchronous Position Mode 周期同步位置控制模式

4.5.1 基本描述

上位机在周期同步位置模式(Cyclic Synchronous Position Mode)下规划路径并定期发送 PDO, 在传送每一笔 PDO 时, 均会同时将目标位置(target position)和控制字(controlword)的数据传送至驱动器。同时主站可以提供附加的速度偏移(velocity offset)和扭矩偏移(torque offset) 指令。

插补周期定义了目标位置 (Target Position) 更新的时间间隔, 在该模式下, 插补周期与 EtherCAT 同步周期相同。

4.5.2 CSP 模式功能



4.5.3 模式相关的对象列表

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6040h	00h	Controlword	--	0~65535	U16	rw	RxPDO
6041h	00h	Statusword	--	0~65535	U16	ro	TxPDO
6060h	00h	Modes of operation	--	-128 ~ 127	I8	rw	RxPDO
6061h	00h	Modes of operation	--	-128 ~ 127	I8	ro	TxPDO
6064h	00h	Position actual value	指令单位	0x80000000~0x7FFFFFFF	I32	ro	TxPDO
6065h	00h	Following error	指令单位	0~0xFFFFFFFF	U32	rw	RxPDO

		window	位				
6066h	00h	Following error time out	1ms	0 ~65535	U16	rw	RxPDO
6067h	00h	Position window	指令单位	0~0xFFFFFFFF	U32	rw	RxPDO
6068h	00h	Position window time	1ms	0 ~65535	U16	rw	RxPDO
606Ch	00h	Velocity actual value	0.1rpm	0x80000000~0x7FFFFFFF	I32	ro	RxPDO
6077h	00h	Torque actual value	0.1%	0x8000~0x7FFF	I16	ro	RxPDO
607Ah	00h	Target position	指令单位	0x80000000~0x7FFFFFFF	I32	rw	RxPDO
60B0h	00h	Position offset	指令单位	0x80000000~0x7FFFFFFF	I32	rw	RxPDO
60B1h	00h	Velocity offset	0.1rpm	0x80000000~0x7FFFFFFF	I32	rw	RxPDO
60B2h	00h	Torque offset	0.1%	0x8000~0x7FFF	I16	rw	RxPDO

4.5.4 Controlword (0x6040) of CSP Mode

15 ~ 9	8	7 ~ 0
*	Halt	*

* 参考前面章节

Name	Value	Description
Halt	0	Execute the instruction of bit 4
	1	Stop axle

4.5.5 Statusword (0x6041) of CSP Mode

15 ~ 14	13	12	11 ~ 0
*	following error	drive follows command value	*

* 参考前面章节

Name	Value	Description
drive follows command value	0	在 SOFF、POT、NOT、HALT、quickstop 等状态下，不执行位置命令。
	1	在其他状态下，执行位置命令。
following error	0	No following erro.
	1	Position following error occurred; CSP mode carried out not successfully;

4.5.6 应用举例

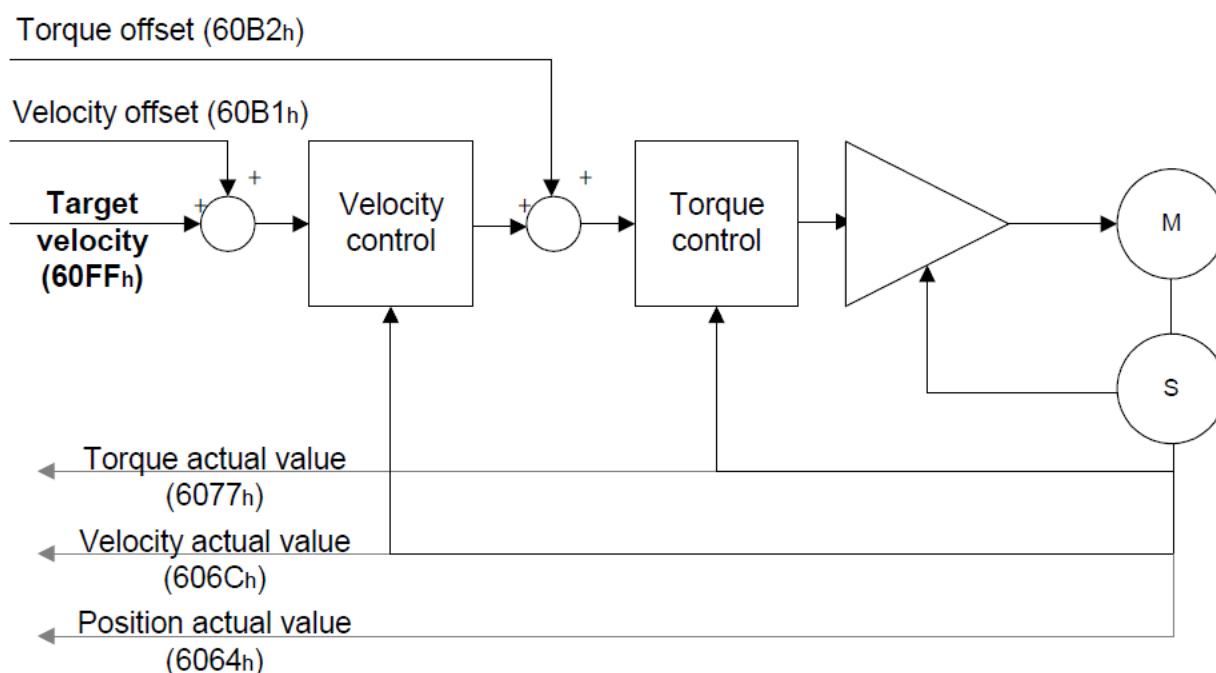
1. 设置驱动器电子齿轮Pn20E、Pn210(注意电子齿轮修改后需要重新上电有效)；使电机实际运行位置与命令位置一致。例如：对于17bit编码器电机，指令位置命令10000个脉冲使电机旋转一圈，则设置 $Pn20E=2^{17}=8388608$ ， $Pn210=10000$ 。也可设置 $Pn20E=10000$ ， $Pn210=0$ （驱动器会自动计算电子齿轮比）；
2. 重新上电。设置【6060h: Mode of operations】为周期同步位置模式(cyclic synchronous position mode) (0x08)；
3. 依序设置【6040h: Control word】为 (0x06 -> 0x07 -> 0x0F)，使驱动器 Servo On；
4. 设置【607Ah: Target Position Cmd】为电机运行目标位置（单位：PUU）；
5. 查询【6064h: Position actual value】来获取电机实际位置反馈（单位：PUU）；
6. 查询【606Ch: Velocity actual value】来获取电机实际速度反馈；
7. 查询【6077h: Torque actual value】来获取实际转矩反馈（单位：0.1%额定转矩）；
8. 查询【6041h: Status word】来获取伺服驱动器的状态反馈（following error、target reached and internal limit active）；

4.6 Cyclic Synchronous Velocity Mode 周期同步速度控制模式

4.6.1 基本描述

上位机在周期同步速度模式(Cyclic Synchronous Velocity Mode) 下规划速度并定期发送 PDO，在传送每一笔 PDO 时，会将目标速度(target velocity)和控制字符(controlword)的数据同时传送至驱动器。此外，速度偏移(velocity offset)和扭矩偏移(torque offset)可作为速度及扭矩的前馈控制设定。

4.6.2 CSV 模式的功能



4.6.3 模式相关的对象列表

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6040h	00h	Controlword	--	0~65535	U16	rw	RxPDO
6041h	00h	Statusword	--	0~65535	U16	ro	TxPDO
6060h	00h	Modes of operation	--	-128 ~ 127	I8	rw	RxPDO
6061h	00h	Modes of operation	--	-128 ~ 127	I8	ro	TxPDO
6064h	00h	Position actual value	指令单位	0x80000000~0x7FFFFFFF	I32	ro	TxPDO
606Ch	00h	Velocity actual value	0.1rpm	-60000~60000	I32	ro	TxPDO
60B1h	00h	Velocity offset	0.1rpm	-60000~60000	I32	rw	RxPDO
60B2h	00h	Torque offset	0.1%额定转矩	-3000~3000	I16	rw	RxPDO
60FFh	00h	Target velocity	0.1rpm	-60000~60000	I32	rw	RxPDO

4.6.4 Controlword (0x6040) of CSV Mode

15 ~ 9	8	7 ~ 0
*	Halt	*

* 参考前面章节

Name	Value	Description
Halt	0	Execute the instruction of bit 4
	1	Stop axle

4.6.5 Statusword (0x6041) of CSV Mode

15 ~ 13	12	11 ~ 0
*	drive follows command value	*

* 参考前面章节

Name	Value	Description
drive follows command value	0	在 SOFF、POT、NOT、HALT、quickstop 等状态下，不执行速度命令。
	1	在其他状态下，执行速度命令。

4.6.6 应用举例

当使用Cyclic Synchronous Velocity Mode模式时，需要操作的步骤为：

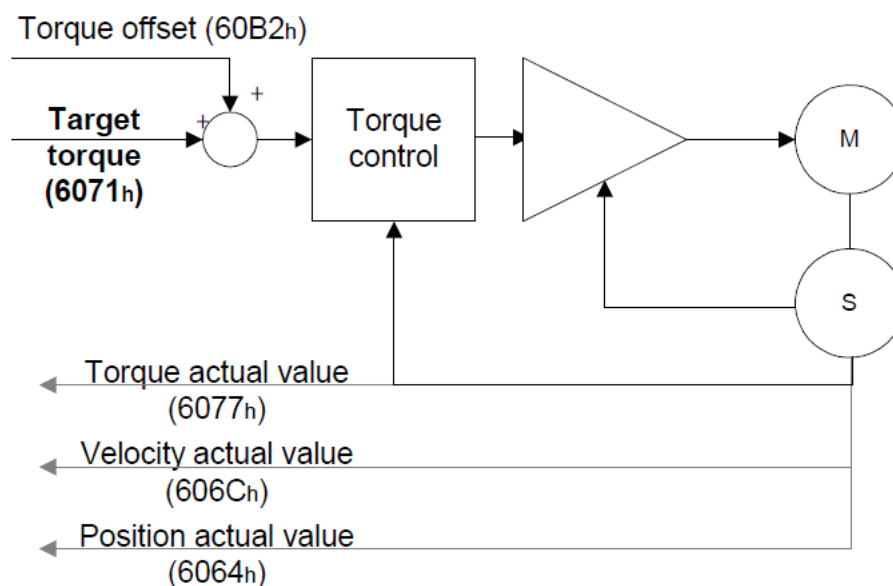
1. 设置【6060h: Mode of operations】为周期同步速度模式(Cyclic Synchronous Velocity Mode) (0x09);
2. 依序设置【6040h: Control word】为 (0x06 -> 0x07 -> 0x0F), 使驱动器 Servo On;
3. 设置 3305h、3306h 来修改加速时间和减速时间;
4. 设置【60FFh: Target Velocity Cmd】作为目标速度 (单位: 0.1rpm) ;
5. 查询【6064h: Position actual value】来获取电机实际位置反馈;
6. 查询【606Ch: Velocity actual value】来获取电机实际速度反馈;
7. 查询【6077h: Torque actual value】来获取实际转矩反馈 (单位: 0.1%额定转矩) ;
8. 查询【6041h: Status word】来获取伺服驱动器的状态反馈 (following error、target reached and internal limit active) 。
9. 当在此模式下需要用到转矩限制时, 修改【6071h: Target torque】, 则可以把电机输出转矩限制在【6071h: Target torque】内。如果不需要转矩限制, 需把设置驱动器参数Pn002.0=0。另外, 正向转矩限制为参数Pn402与6071h的最小值, 反向转矩限制为参数Pn403与6071h的最小值。

4.7 Cyclic Synchronous Torque Mode 周期同步转矩控制模式

4.7.1 基本描述

上位机在周期同步转矩模式(Cyclic Synchronous Torque Mode) 下规划扭矩。在此模式中, 上位机在传送每一笔 PDO 时, 会同时传送目标扭矩(target torque)和控制字符 (controlword)的数据至驱动器。此外, 扭矩偏移(torque offset)可作为扭矩前馈控制设定。

4.7.2 CST 模式的功能



4.7.3 应用举例

当使用Cyclic Synchronous Velocity Mode模式时, 需要操作的步骤为:

1. 设置【6060h: Mode of operations】为周期同步速度模式(Cyclic Synchronous Torque Mode) (0x0A);
2. 依序设置【6040h: Control word】为 (0x06 -> 0x07 -> 0x0F), 使驱动器 Servo On;

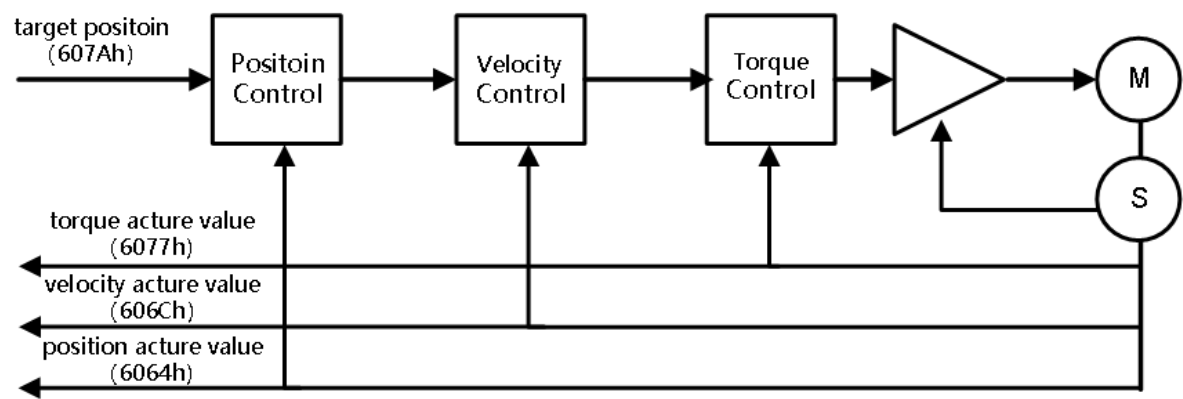
3. 设置【607Fh: Max profile velocity】来限制转矩控制下的速度限制，速度限制值为参数Pn407与607Fh的最小值，所以需要把Pn407速度限制值设置大于607Fh值；
4. 设置【6071h: Target Torque Cmd】作为目标转矩（单位：0.1%额定转矩）；
5. 查询【6064h: Position actual value】来获取电机实际位置反馈；
6. 查询【606Ch: Velocity actual value】来获取电机实际速度反馈；
7. 查询【6077h: Torque actual value】来获取实际转矩反馈（单位：0.1%额定转矩）；
8. 查询【6041h: Status word】来获取伺服驱动器的状态反馈（following error、target reached and internal limit active）。
9. 当在此模式下需要用到转矩限制时，修改【6071h: Target torque】，则可以把电机输出转矩限制在【6071h: Target torque】内。如果不需要转矩限制，需把设置驱动器参数Pn002.0=0。另外，正向转矩限制为参数Pn402与6071h的最小值，反向转矩限制为参数Pn403与6071h的最小值。

1. 设置【607Fh: Max profile velocity】来限制转矩控制下的速度限制，速度限制值为参数Pn407与607Fh的最小值，所以需要把Pn407速度限制值设置大于607Fh值；
2. 查询【6074h: Torque demand value】来获取内部实际转矩指令（单位：0.1%额定转矩）；
3. 查询【6076h: Motor rated torque】来获取电机额定转矩（单位：mNm）；
4. 查询【6077h: Torque actual value】来获取实际转矩反馈（单位：0.1%额定转矩）；
5. 查询【6078h: Current actual value】来获取实际输出电流（单位：0.1%额定转矩）；
6. 当在此模式下需要用到速度限制时，修改【607Fh: Max Profile Velocity】（单位：0.1rpm），则可以把电机输出速度限制在【607Fh: Max Profile Velocity】内。

4.7.4 模式相关的对象列表

Index	Sub	Name /Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6040h	00h	Controlword	--	0~65535	U16	rw	RxPDO
6041h	00h	Statusword	--	0~65535	U16	ro	TxPDO
6060h	00h	Modes of operation	--	-128 ~ 127	I8	rw	RxPDO
6061h	00h	Modes of operation	--	-128 ~ 127	I8	ro	TxPDO
6064h	00h	Position actual value	指令单位	0x80000000~0x7FFFFFFF	I32	ro	TxPDO
6071h	00h	Target torque	0.1 %	-32768 ~ 32767	I16	rw	RxPDO
6073h	00h	Max current	0.1 %	0~65535	U16	ro	NO
6074h	00h	Torque demand value	0.1 %	0~65535	U16	ro	NO
6075h	00h	Motor rated current	mA	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	NO
6076h	00h	Motor rated torque	mn•M	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	NO
6077h	00h	Torque actual value	0.1 %	-32768 ~ 32767	I16	ro	TxPDO
6078h	00h	Current actual value	0.1 %	-32768 ~ 32767	I16	ro	TxPDO
6079h	00h	DC link circuit voltage	mV	0~0xFFFFFFFF	U32	ro	NO
607Fh	00h	Max Profile Velocity	0.1rpm	0~0xFFFFFFFF	U32	rw	RxPDO

4.8 轮廓位置控制模式 (PROFILE POSITION MODE)



4.8.1 轮廓位置模式的控制字

15 ~ 9	8	7	6	5	4	3 ~ 0
*	Halt	*	abs / rel	change set immediately	New set-point	*

*: 参考前面章节

Name	Value	Description
New set-point	0	Does not assume <i>target position</i>
	1	Assume <i>target position</i>
Change set immediately	0	Finish the actual positioning and then start the next positioning
	1	Interrupt the actual positioning and start the next positioning
abs / rel	0	<i>Target position</i> is an absolute value
	1	<i>Target position</i> is a relative value
Halt	0	Execute positioning
	1	Stop axle with <i>profile deceleration</i> (if not supported with <i>profile acceleration</i>)

4.8.2 轮廓位置模式的状态字

15 ~ 14	13	12	11	10	9 ~ 0
*	Following error	Set_point acknowledge	*	Target reached	*

*: 参考前面章节

Name	Value	Description
Target reached	0	Halt = 0: <i>Target position</i> not reached Halt = 1: Axle decelerates
	1	Halt = 0: <i>Target position</i> reached Halt = 1: Velocity of axle is 0
Set-point acknowledge	0	Trajectory generator has not assumed the positioning values (yet)
	1	Trajectory generator has assumed the positioning values
Following error	0	No following error
	1	Following error

4.8.3 轮廓位置控制相关参数

Index	Object	Name	Type	Attr.
607A h	VAR	target_position	INT32	RW
6081 h	VAR	profile_velocity	UINT32	RW
6083 h	VAR	profile_acceleration	UINT32	RW
6084 h	VAR	profile_deceleration	UINT32	RW
6085 h	VAR	quick_stop_deceleration	UINT32	RW

target_position

target_position 是给定目标位置，该位置可以是相对值，也可以是绝对值，取决于 controlword 的 bit6。

Index	607A h
Name	target_position
Object Code	VAR
Data Type	INT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	position units
Value Range	--
Default Value	0

profile_velocity

profile_velocity 是指位置启动后，完成加速后最终到达的速度。

Index	6081 h
Name	profile_velocity
Object Code	VAR
Data Type	UINT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	speed units(0.1rpm)
Value Range	--
Default Value	0

profile_acceleration

profile_acceleration 是到达给定位置期间的加速度。

Index	6083 h
Name	profile_acceleration
Object Code	VAR
Data Type	UINT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	acceleration units
Value Range	--
Default Value	100000 R/10min/s

profile_deceleration

profile_deceleration 是到达给定位置期间的加速度。

Index	6084 h
Name	profile_deceleration
Object Code	VAR
Data Type	UINT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	acceleration units
Value Range	--
Default Value	100000 R/10min/s

quick_stop_deceleration

quick_stop_deceleration 是急停（Quick Stop）的减速度。

Index	6085 h
Name	quick_stop_deceleration
Object Code	VAR
Data Type	UINT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	acceleration units
Value Range	--
Default Value	200000 R/10min/s

4.8.4 功能描述

给定目标位置有两种方法：

单步设定：

电机到达目标位置后，驱动器通知主机“目标位置到达”，然后获取新的目标位置并开始运动。在获取新的目标位置前，电机速度通常为零。

连续设定：

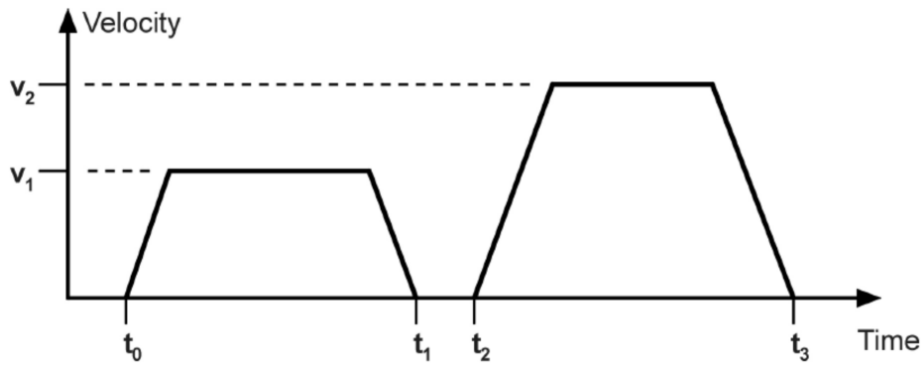
电机到达目标位置后，立即继续朝下一个事先设置好的目标位置运动。这样可达到无停顿的连续运动效果，在两个目标位置之间，电机可以无需减速到零。

以上两种方法都可被控制字（controlword）的 bit4、bit5 和状态字 statusword 的 bit12（set_point_acknowledge）实时改变。通过握手机制，可中断正在执行中的位置控制，利用这几个字位重设目标位置并启动执行。

单步设定方法的步骤：

首先设置网络管理（NMT）状态为“操作（Operational）”，并且设置控制模式参数（6060 h）为 1。

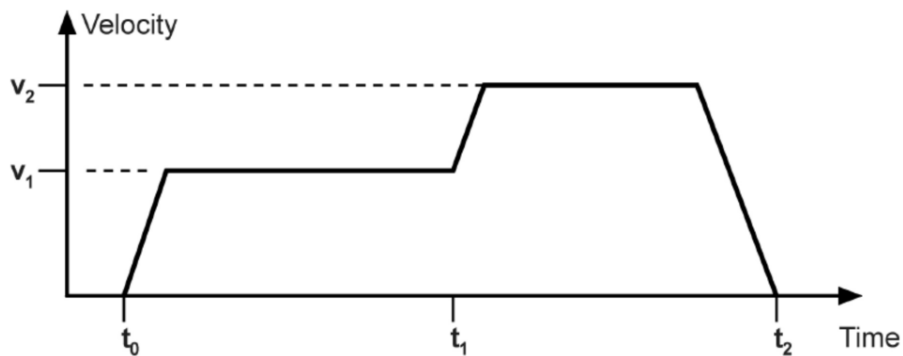
- 1、根据实际需要设置给定目标位置（target_position：607A h）等参数；
- 2、将控制字 controlword 的 bit4（new_set_point）设为“1”；bit5（change_set_immediately）设为“0”；bit6（绝对/相对）则由目标位置类型（绝对或相对）而定；
- 3、在状态字 statusword 的 bit12（set_point_acknowledge）设置好驱动器应答，然后开始执行位置控制；
- 4、到达目标位置后，驱动器通过状态字 statusword 的 bit10（target_reached）应答。然后依照程序继续运动或接受新的目标位置。



连续设定方法的步骤：

首先设置网络管理（NMT）状态为“操作（Operational）”，并且设置控制模式参数（6060 h）为 1。

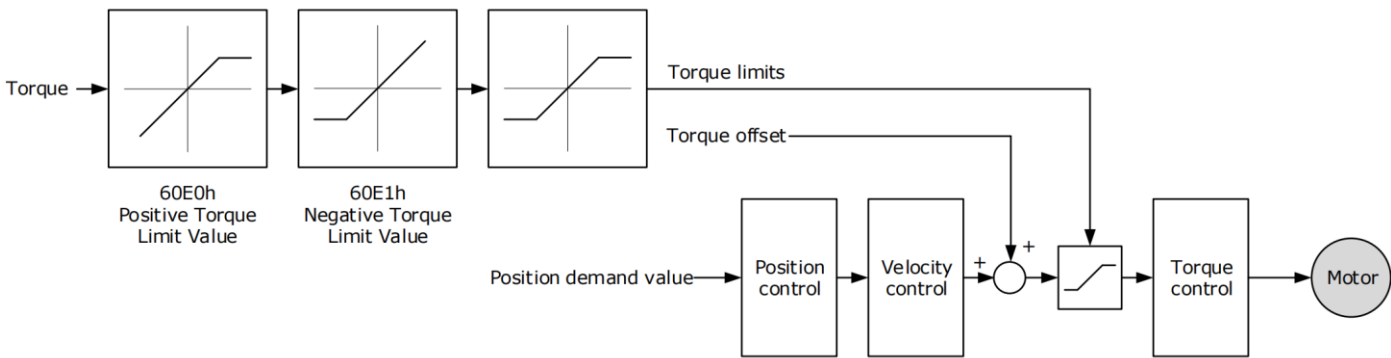
- 1、根据实际需要设置第 1 个给定目标位置（target_position : 607A h）、目标速度、加/减速等相关参数；
- 2、将控制字 controlword 的 bit4（new_set_point）设为“1”；bit5（change_set_immediately）设为“0”；bit6（绝对/相对）则由目标位置类型（绝对或相对）而定；
- 3、在状态字 statusword 的 bit12（set_point_acknowledge）设置好驱动器应答，然后开始执行位置控制；
- 4、设置第 2 个给定目标位置（target_position : 607A h）、目标速度、加/减速等相关参数；
- 5、将控制字 controlword 的 bit4（new_set_point）设为“1”；bit5（change_set_immediately）设为“1”；bit6（绝对/相对）则由目标位置类型（绝对或相对）而定；
- 6、到达第 1 个目标位置后，驱动器不停机继续走第 2 个目标位置控制；当到达第 2 个目标位置后，驱动器通过状态字 statusword 的 bit10（target_reached）应答。然后依照程序继续运动或接受新的目标位置。



4.9 转矩限制功能

通过对象 60E0h (Positive Torque Limit Value)和 60E1h (Negative Torque Limit Value)对驱动器的转矩指令进行限制。60E0h、60E1h 在各种模式下都有效。正向转矩限制为参数 Pn402 与 60E0h 的最小值，反向转矩限制为参数 Pn403 与 60E1h 的最小值。

下图显示了转矩限制功能的框图。



Index	Sub	Name/Description	Units	Data Type	Access	PDO
60E0h	00h	Positive Torque Limit Value 设定电机的正向转矩限制值。	0.1%	U16	rw	RxPDO
60E1h	00h	Negative Torque Limit Value 设定电机的反向转矩限制值。	0.1%	U16	rw	RxPDO

4.10 软限位功能

使用软限位功能能够指定绝对位置指令中的最大值与最小值，限制并检查每个位置目标。

与目标位置 (Target position) 一样，软限位的设定值使用位置指令单位 (Pos unit)，并且其始终是机械原点 (Home position) 的相对值。

在与目标位置 (Target position) 比较之前，需要通过 Home Offset 对软限位的设定值进行校正：

校正后的软限位最小值 = 607Dh: 01h – 607Ch

校正后的软限位最大值 = 607Dh: 02h – 607Ch

需满足下述两个条件才能生效校正后的软限位功能：

- ◆ 伺服已完成回零操作
- ◆ 校正后的软限位最小值 < 校正后的软限位最大值。

若伺服未完成回零操作，且 607Dh:01h < 607Dh:02h，则伺服将以 607Dh:01h 和 607Dh:02h 作为软限位的设定值。

若 607Dh:01h ≥ 607Dh:02h，则表示伺服不使用软限位功能。。

Index	Sub	Name/Description	Units	Data Type	Access	PDO
607Dh	00h	Number of elements 表示该对象的子索引数目。	--	U16	ro	N
	01h	Min position limit 设定软限位功能的最小位置值， 以此限制电机反向动作的范围。	PUU	I32	rw	RxPDO
	02h	Max position limit 设定软限位功能的最大位置值， 以此限制电机反向动作的范围。	PUU	I32	rw	RxPDO

4.11 Touch Probe Function 探针功能

4.11.1 基本描述

驱动器中探针功能 (Touch Probe Function) 能够把触发条件发生时电机位置信息锁存下来, 这样控制器可以利用这个位置参与计算, 涉及的相关对象如下表。

4.11.2 相关的对象列表

Index	Sub	Name/Description	Units	Data Type	Access	PDO
60B8h	00h	Touch Probe Function	--	U16	rw	RxPDO
60B9h	00h	Touch Probe Status	--	U16	ro	TxPDO
60BAh	00h	TouchProbePos1PosValue	--	I32	ro	TxPDO
60BBh	00h	TouchProbeNeg1PosValue	--	I32	ro	TxPDO
60BCh	00h	TouchProbePos2PosValue	--	I32	ro	TxPDO
60BDh	00h	TouchProbeNeg2PosValue	--	I32	ro	TxPDO

4.11.3 Touch Probe 的锁存控制

通过对象 60B8h (Touch probe function)来进行 Touch Probe 功能相关的设定。

INDEX	60B8h
Name	Touch Probe Function
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RW
PDO Mapping	RxPDO
Value Range	0~0xFFFF
Default Value	0

Touch Probe Function (60B8h) 每一个 bit 的说明如下:

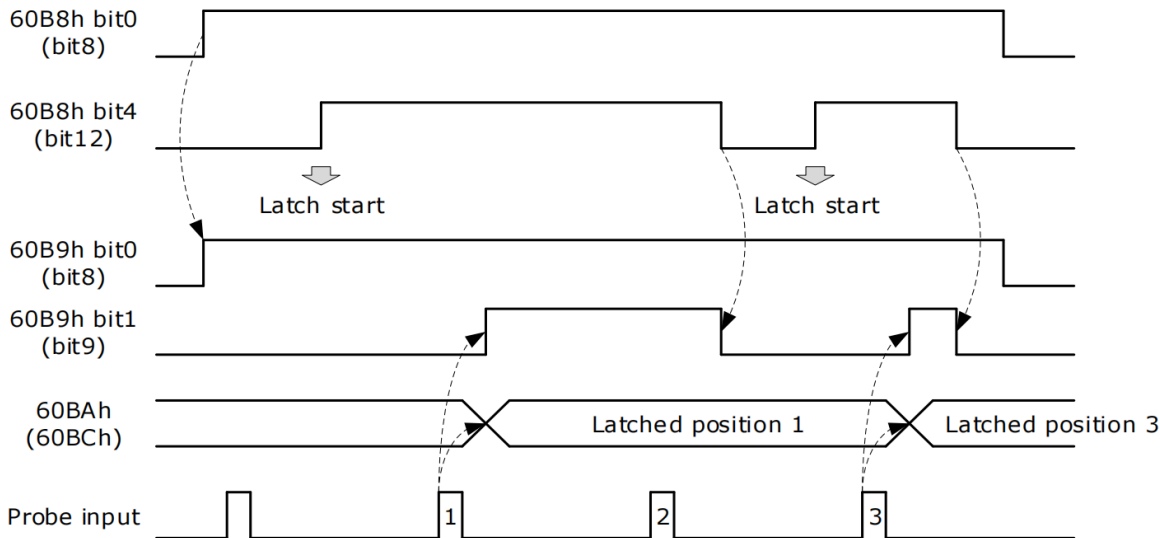
BIT	Value	Definition
BIT0	0	不使能 Touch Probe 1
	1	使能 Touch Probe 1
BIT1	0	单次触发, 仅在信号第一次触发时生效 Touch Probe 1
	1	连续触发, 每次信号被触发时均生效 Touch Probe 1
BIT2	0	使用 IO 信号 (对应 Pn50X) 作为 Touch Probe 1 的触发信号
	1	使用编码器 C 脉冲信号作为 Touch Probe 1 触发信号
BIT3	--	保留

BIT4	0	在 Touch Probe 1 的上升沿时不执行位置锁存
	1	在 Touch Probe 1 的上升沿时执行位置锁存
BIT5	0	在 Touch Probe 1 的下降沿时不执行位置锁存
	1	在 Touch Probe 1 的下降沿时执行位置锁存
BIT6	--	保留
BIT7	--	保留
BIT8	0	不使能 Touch Probe 2
	1	使能 Touch Probe 2
BIT9	0	单次触发，仅在信号第一次触发时生效 Touch Probe 2
	1	连续触发，每次信号被触发时均生效 Touch Probe 2
BIT10	0	使用 IO 信号（对应 Pn50X） 作为 Touch Probe 2 的触发信号
	1	使用编码器 C 脉冲信号作为 Touch Probe 2 触发信号
BIT11	--	保留
BIT12	0	在 Touch Probe 2 的上升沿时不执行位置锁存
	1	在 Touch Probe 2 的上升沿时执行位置锁存
BIT13	0	在 Touch Probe 2 的下降沿时不执行位置锁存
	1	在 Touch Probe 2 的下降沿时执行位置锁存
BIT14	--	保留
BIT15	--	保留

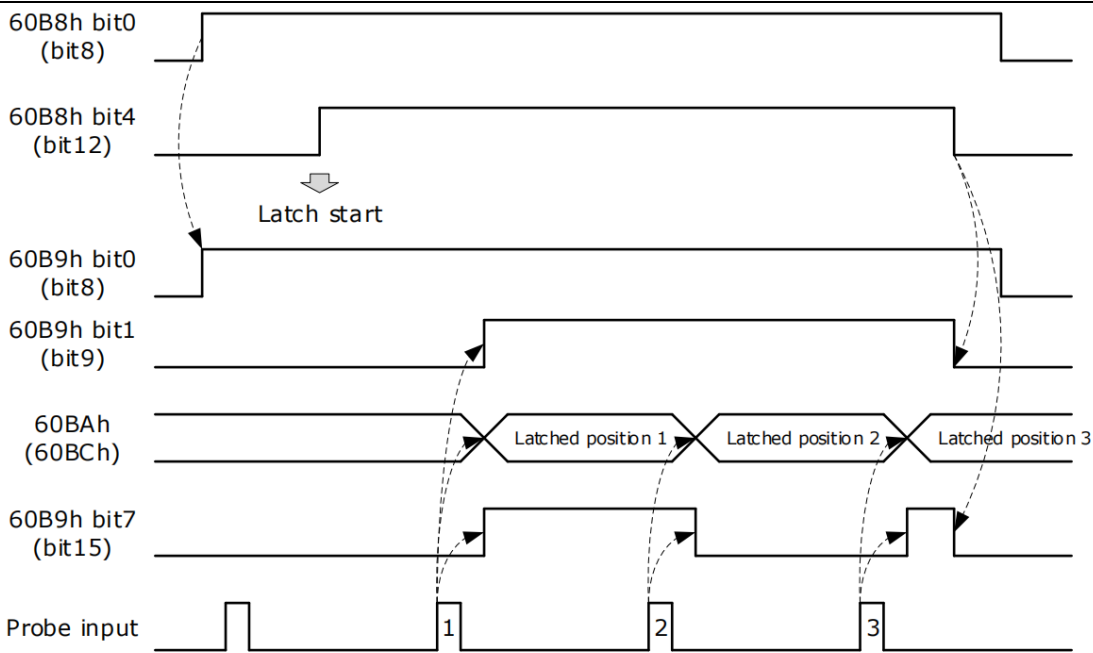
4.11.4 Touch Probe 的触发

根据 60B8h (Touch probe function) bit1 / bit9，可以选择 Touch Probe 功能的触发模式。

■ 单次触发 (60B8h: bit1 / bit9 = 0)：表示 Touch Probe 使能后，仅在信号第一次触发时生效。若需要再次获取，必须重新使能 Touch Probe。



■ 连续触发 (60B8h: bit1 / bit9 = 1)：表示 Touch Probe 使能后，每次信号被触发时均生效。



4.11.5 Touch Probe 的锁存状态

通过对象 60B9h (Touch probe status)可查看 Touch Probe 功能的运行状态。

INDEX	60B9h
Name	Touch Probe Status
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RO
PDO Mapping	TxPDO
Value Range	--
Default Value	--

Touch Probe Status (60B9h) 每一个 bit 的说明如下：

BIT	Value	Definition
BIT0	0	Touch Probe 1 未使能
	1	Touch Probe 1 使能中
BIT1	0	Touch Probe 1 在上升沿时未执行位置锁存
	1	Touch Probe 1 在上升沿时已执行位置锁存
BIT2	0	Touch Probe 1 在下降沿时未执行位置锁存
	1	Touch Probe 1 在下降沿时已执行位置锁存
BIT3	--	保留
BIT4	--	保留
BIT5	--	保留
BIT6	--	使用连续触发时，BIT6 和 BIT7 用来计数 Touch Probe 1 的执行。数

BIT7	--	值在 00 → 01 → 10 → 11 之间循环计数。
BIT8	0	Touch Probe 2 未使能
	1	Touch Probe 2 使能中
BIT9	0	Touch Probe 2 在上升沿时未执行位置锁存
	1	Touch Probe 2 在上升沿时已执行位置锁存
BIT10	0	Touch Probe 2 在下降沿时未执行位置锁存
	1	Touch Probe 2 在下降沿时已执行位置锁存
BIT11	--	保留
BIT12	--	保留
BIT13	--	保留
BIT14	--	使用连续触发时，BIT14 和 BIT15 用来计数 Touch Probe 2 的执行。 数值在 00 → 01 → 10 → 11 之间循环计数。
BIT15	--	

4.11.6 Touch Probe 的锁存位置存储

触发 Touch Probe 后，锁存的位置将存储于 60BAh (Touch probe pos1 pos value)、60BBh (Touch probe pos1 neg value)、60BCh (Touch probe pos2 pos value)和 60BDh (Touch probe pos2 neg value)。

Index	Sub	Name/Description	Units	Data Type	Access	PDO
60BAh	00h	TouchProbePos1PosValue	--	I32	RO	TxPDO
60BBh	00h	TouchProbeNeg1PosValue	--	I32	RO	TxPDO
60BCh	00h	TouchProbePos2PosValue	--	I32	RO	TxPDO
60BDh	00h	TouchProbeNeg2PosValue	--	I32	RO	TxPDO

TouchProbePos1PosValue (60BAh) 表示 Touch Probe1 上升沿触发条件发生时锁存的位置信息。

TouchProbeNeg1PosValue (60BBh) 表示 Touch Probe1 下降沿触发条件发生时锁存的位置信息。

TouchProbePos2PosValue (60BCh) 表示 Touch Probe2 上升沿触发条件发生时锁存的位置信息。

TouchProbeNeg2PosValue (60BDh) 表示 Touch Probe2 下降沿触发条件发生时锁存的位置信息。

4.11.7 Touch Probe 的信号设定

通过 Pn50X 参数分配 Touch Probe 信号, 设定为 31h、32h 分别对应探针 TouchProbe 输入 1 和 TouchProbe 输入 2。

参数号	名称	设定范围	单位	出厂值	生效时间
Pn500	h. ××□□: 端口 DI1 输入信号选择 ... 【15】回零开关信号 (HOMESWITCH) ... 【31】探针输入 1 (TouchProbe1) 【32】探针输入 2 (TouchProbe2)	h.0000~313F	~	h.0000	立即
	h. x□××: 端口 DI1 输入信号取反 【0】信号不取反 【1】信号取反				
	h. □×××: 端口 DI1 输入信号状态 【0】输入信号状态由外部 IO 控制 【1】信号常有效 【2】信号常无效				
Pn501	端口 DI2 输入信号选择	h.0000~311F	~	h.0001	立即
Pn502	端口 DI3 输入信号选择	h.0000~311F	~	h.0002	立即
Pn503	端口 DI4 输入信号选择	h.0000~311F	~	h.0003	立即

4.12 数字量输入输出(DIGITAL INPUT /OUTPUT)

4.12.1 Digital outputs(60FEh)

在某些场合下, 有些开关量 (如原点及限位信号) 不是直接送入伺服驱动器, 而是由上位机传送。此时需要使用对象 60FE-01h (Physical outputs) 来传输相关的信号。

BIT31~BIT20	BIT19	BIT18	BIT17	BIT16	BIT15~BIT0
保留	DI4	DI3	DI2	DI1	保留

此对象的 bit16-bit19 位分别对应 CN1 的输入引脚, 其中 bitmask(60FE:02h)对象相应的位设置为 1 时, 相应的位才有效。对需要在总线上传输的位, 还需要在 Pn500~Pn503 中进行 IO 设置选择相应功能。

4.12.2 Digital inputs(60FDh)

有时, 上位机需要监控驱动器侧的一些开关量输入, 上位机可以读取对象 60FDh(Digital Inputs)来获取, 定义如下:

BIT31~BIT20	BIT19	BIT18	BIT17	BIT16	BIT15~BIT4	BIT3	BIT1	BIT0
保留	DI4	DI3	DI2	DI1	保留	参考点开关状态	正向超程开关状态	反向超程开关状态

五、对象字典

全部对象，通过 4 位的 16 进制表示的 16bit Index 配置地址，每个组的对象字典内进行配置。

RA 低功率伺服驱动器的对象字典构成如下所示。

RA 低功率伺服驱动器的对象字典		
Index	内容	其他说明
0000h~0FFFh	数据类型区域	
1000h~1FFFh	COE 通信区域	
2000h~2FFFh	伺服参数区域（存储）	
3000h~3FFFh	伺服参数区域（非存储）	
4000h~4FFFh	Reserved	
5000h~5FFFh	Reserved	
6000h~6FFFh	驱动 Profile 区域	

5.1 对象规格描述

对象名称	含义
VAR	单个变量值，如：UNSIGNED8、Boolean、float、INTEGER16 等。
ARRAY	由相同类型的基本变量组成的多个数据的数组。Sub-index 0 为UNSIGNED8 类型，表示数组中数据的个数，不作为ARRAY 数据的一部分。
RECORD	由相同类型或者不同类型的基本变量组成的结构体。Sub-index 0 为UNSIGNED8类型，表示结构体的数据个数，不作为RECORD 数据的一部分。

5.2 1000h 对象字典一览

Index	Object Type	Name	Data Type	Access
1000h	VAR	device type	UNSIGNED32	RO
1001h	VAR	error register	UNSIGNED8	RO
1600h~1603h	RECORD	Receive PDO mapping	UNSIGNED32	RW
1A00h~1A03h	RECORD	Transmit PDO mapping	UNSIGNED32	RW
1C12h	RECORD	RxPDO assign	--	RW
1C13h	RECORD	TxPDO assign	--	RW

5.3 2000~3000h 自定义对象字典一览

Index	Object Type	Name	Data Type	Access
2000h~2636h	VAR	对应参数 Pn000~Pn706 注意： 1、 此段参数 EtherCAT 通讯修改后断会保存； 不要频繁修改，有导致 EEPROM 损坏的风险；另外，在断电前 1S 内，不要修改参数。 2、 仅下面参数支持通讯读写；	查看对应参数	RW
2000h (Pn000)	VAR	Function selection basic switch 0	UNSIGNED16	RW
2002h (Pn002)	VAR	Function selection basic switch 2	UNSIGNED16	RW
2010h (Pn010)	VAR	Axis address selection (for UART/CAN communication)	UNSIGNED16	RW
2100h (Pn100)	VAR	1st speed loop integral time constant	UNSIGNED16	RW
2101h (Pn101)	VAR	1st speed loop gain	UNSIGNED16	RW
2102h (Pn102)	VAR	1st position loop gain	UNSIGNED16	RW
2103h (Pn103)	VAR	Moment of inertia ratio	UNSIGNED16	RW
2109h (Pn109)	VAR	Speed feed forward gain	UNSIGNED16	RW
210Ah (Pn10A)	VAR	Velocity Feedforward Filter	UNSIGNED16	RW
220Eh (Pn20E)	VAR	Electronic gear ratio (numerator)	UNSIGNED32	RW
2210h (Pn210)	VAR	Electronic gear ratio (denominator)	UNSIGNED32	RW
2216h (Pn216)	VAR	Position command acceleration and deceleration time	UNSIGNED16	RW
2217h (Pn217)	VAR	Position command averaging filter	UNSIGNED16	RW
2301h (Pn301)	VAR	Internal 1st speed	SIGNED16	RW
2402h (Pn402)	VAR	Forward torque limit	UNSIGNED16	RW
2403h (Pn403)	VAR	Reverse side torque limit	UNSIGNED16	RW
2500h (Pn500)	VAR	Port DI1 input signal selection	UNSIGNED16	RW
2501h (Pn501)	VAR	Port DI2 input signal selection	UNSIGNED16	RW
2502h (Pn502)	VAR	Port DI3 input signal selection	UNSIGNED16	RW
2503h (Pn503)	VAR	Port DI4 input signal selection	UNSIGNED16	RW
2527h (Pn527)	VAR	Basic waiting process	UNSIGNED16	RW
2530h (Pn530)	VAR	Excessive position deviation alarm value	UNSIGNED16	RW
2606h (Pn606)	VAR	Positioning complete width	UNSIGNED32	RW
2608h (Pn608)	VAR	NEAR signal width	UNSIGNED32	RW
3000h~3636h	VAR	注意： 1、 此段参数 EtherCAT 通讯修改后断电后不会保存； 2、 仅下面参数支持通讯读写；	查看对应参数	RW
3100h (Pn100RAM)	VAR	1st speed loop integral time constant	UNSIGNED16	RW
3101h (Pn101RAM)	VAR	1st speed loop gain	UNSIGNED16	RW
3102h (Pn102RAM)	VAR	1st position loop gain	UNSIGNED16	RW

3103h (Pn103RAM)	VAR	Moment of inertia ratio	UNSIGNED16	RW
3109h (Pn109RAM)	VAR	Speed feed forward gain	UNSIGNED16	RW
310Ah (Pn10ARAM)	VAR	Velocity Feedforward Filter	UNSIGNED16	RW
320Eh (Pn20ERAM)	VAR	Electronic gear ratio (numerator)	UNSIGNED32	RW
3210h (Pn210RAM)	VAR	Electronic gear ratio (denominator)	UNSIGNED32	RW
3212h (Pn212)	VAR	Encoder frequency division pulse number	UNSIGNED16	RW
3216h (Pn216RAM)	VAR	Position command acceleration and deceleration time	UNSIGNED16	RW
3217h (Pn217RAM)	VAR	Position command averaging filter	UNSIGNED16	RW
3301h (Pn301RAM)	VAR	Internal 1st speed	SIGNED16	RW
3402h (Pn402RAM)	VAR	Forward torque limit	UNSIGNED16	RW
3403h (Pn403RAM)	VAR	Reverse side torque limit	UNSIGNED16	RW
3500h (Pn500RAM)	VAR	Port DI1 input signal selection	UNSIGNED16	RW
3501h (Pn501RAM)	VAR	Port DI2 input signal selection	UNSIGNED16	RW
3502h (Pn502RAM)	VAR	Port DI3 input signal selection	UNSIGNED16	RW
3503h (Pn503RAM)	VAR	Port DI4 input signal selection	UNSIGNED16	RW
3530h (Pn530RAM)	VAR	Excessive position deviation alarm value	UNSIGNED16	RW
3606h (Pn606RAM)	VAR	Positioning complete width	UNSIGNED32	RW
3D00h	VAR	特殊寄存器 1	UNSIGNED32	RW
3DF0h	VAR	驱动器软件版本 0x0100 表示版本为 V1.00 0x0200 表示版本为 V2.00	UNSIGNED16	RO
3DF1h	VAR	驱动器额定功率, 单位 W	UNSIGNED16	RO
3DF2h	VAR	驱动器额定电流, 单位 0.1A	UNSIGNED16	RO
3DF3h	VAR	电机额定功率, 单位 W	UNSIGNED16	RO
3DF4h	VAR	编码器分辨率 17bit 编码器为 131072; 23bit 编码器为 8388608;	UNSIGNED32	RO
3DF6h	VAR	电机最高速度, 单位 0.1rpm	UNSIGNED16	RO
3DF8h	VAR	电机额定转矩, 单位 0.01NM	UNSIGNED16	RO
3DFAh	VAR	电机额定电流, 单位 0.1A	UNSIGNED16	RO
3E00h	VAR	电机位置, 编码器单位, 低 32 位	UNSIGNED32	RO
3E01h	VAR	电机位置, 编码器单位, 高 32 位	UNSIGNED32	RO
3E02h	VAR	编码器单圈绝对值, 编码器单位,	UNSIGNED32	RO
3E03h	VAR	编码器多圈数据	UNSIGNED16	RO
3E06h	VAR	命令位置, 编码器单位, 低 32 位	UNSIGNED32	RO
3E07h	VAR	命令位置, 编码器单位, 高 32 位	UNSIGNED32	RO
3E08h	VAR	编码器绝对位置 (用户单位)	INTEGER32	RO
3EE1h	VAR	报警号码 (与驱动器面板显示一致)	UNSIGNED16	RO

5.4 6000h 对象字典一览

Index	Object Type	Name	Data Type	Access	Mappable
603Fh	VAR	Error Code	UNSIGNED16	RO	YES
6040h	VAR	Controlword	UNSIGNED16	RW	Y
6041h	VAR	Statusword	UNSIGNED16	RO	Y
6060h	VAR	Modes of operation	INTEGER8	RW	Y
6061h	VAR	Modes of operation display	INTEGER8	RO	Y
6062h	VAR	Position demand value	INTEGER32	RO	Y
6063h	VAR	Position actual internal value	INTEGER32	RO	Y
6064h	VAR	Position actual value	INTEGER32	RO	Y
6065h	VAR	Following error window	UNSIGNED32	RW	Y
6066h	VAR	Following error time out	UNSIGNED16	RW	Y
6067h	VAR	Position window	UNSIGNED32	RW	Y
6068h	VAR	Position window time	UNSIGNED16	RW	Y
606Bh	VAR	Velocity demand value	INTEGER32	RO	Y
606Ch	VAR	Velocity actual value	INTEGER32	RO	Y
606Dh	VAR	Velocity window	UNSIGNED16	RW	Y
606Eh	VAR	Velocity window time	UNSIGNED16	RW	Y
606Fh	VAR	Velocity threshold	UNSIGNED16	RW	Y
6070h	VAR	Velocity threshold time	UNSIGNED16	RW	Y
6071h	VAR	Target torque	INTEGER16	RW	Y
6074h	VAR	Torque demand value	INTEGER16	RO	NO
6077h	VAR	Torque actual value	INTEGER16	RO	Y
6078h	VAR	Current actual value	INTEGER16	RO	Y
607Ah	VAR	Target position	INTEGER32	RW	Y
607Bh	ARRAY	Position range limit	--	--	--
607Ch	VAR	Home offset	INTEGER32	RW	Y
607Dh	ARRAY	Software position limit	--	--	--
607Eh	VAR	Polarity	UNSIGNED8	RW	Y
607Fh	VAR	Max profile velocity	UNSIGNED32	RW	Y
6087h	VAR	Torque slope	UNSIGNED32	RW	Y
6098h	VAR	Homing method	INTEGER8	RW	Y
6099h	ARRAY	Homing speeds	--	--	--
609Ah	VAR	Homing acceleration	UNSIGNED32	RW	Y
60B0h	VAR	Position offset	INTEGER32	RW	Y
60B1h	VAR	Velocity offset	INTEGER32	RW	Y
60B2h	VAR	Torque offset	INTEGER16	RW	Y
60B8h	VAR	Touch Probe Function	UINTEGER16	RW	Y
60B9h	VAR	Touch Probe Status	UINTEGER16	RO	Y
60BAh	VAR	TouchProbePos1PosValue	INT32	RO	Y
60BBh	VAR	TouchProbeNeg1PosValue	INT32	RO	Y
60BCh	VAR	TouchProbePos2PosValue	INT32	RO	Y

60BDh	VAR	TouchProbeNeg2PosValue	INT32	RO	Y
60E0h	VAR	Positive Torque Limit Value	UNSIGNED16	RW	Y
60E1h	VAR	Negative Torque Limit Value	UNSIGNED16	RW	Y
60F4h	VAR	Following error actual value	INTEGER32	RO	Y
60FAh	VAR	Control effort	INTEGER32	RO	Y
60FCh	VAR	Position demand value*	INTEGER32	RO	Y
60FDh	VAR	Digital inputs	UNSIGNED32	RO	Y
60FEh	ARRAY	Digital outputs	--	--	--
60FFh	VAR	Target velocity	INTEGER32	RW	Y
6502h	VAR	Supported drive modes	UNSIGNED32	RO	NO

5.5 对象字典详细说明

Object 1000h: Device Type

INDEX	1000 _h
Name	device type
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED32
Access	RO
PDO Mapping	No
Value Range	UNSIGNED32
Default Value	04020192 _h : A2 Series

Object 1001h: Error Register

INDEX	1001 _h
Name	error register
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED8
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED8
Default Value	0

Object 1600h ~ 1603h: Receive PDO Mapping Parameter

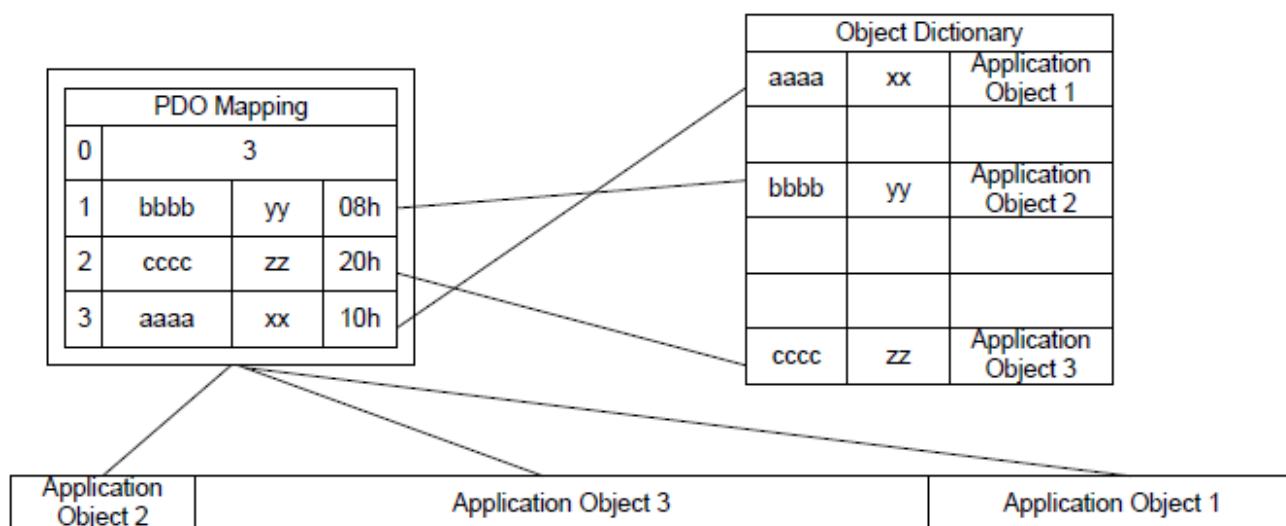
INDEX	1600 _h ~ 1603 _h
Name	Receive PDO mapping
Object Code	RECORD
Data Type	PDO Mapping
Access	RW
PDO Mapping	No

Sub-Index	0
Description	Number of mapped application objects in PDO
Data Type	UNSIGNED8

Access	RW
PDO Mapping	No
Value Range	0: deactivated 1~16:activated
Default Value	0

Sub-Index	1~16
Description	PDO mapping for the nth application object to be mapped
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	No
Value Range	UNSIGNED32
Default Value	0

注意每个PDO最大数据数为32byte。



Object 1A00h ~ 1A03h: Transmit PDO Mapping Parameter

INDEX	1A00 _h ~ 1A03 _h
Name	Transmit PDO mapping
Object Code	RECORD
Data Type	PDO Mapping
Access	RW
PDO Mapping	No

Sub-Index	0
Description	Number of mapped application objects in PDO
Data Type	UNSIGNED8
Access	RW
PDO Mapping	No
Value Range	0: deactivated 1~16: activated
Default Value	0

Sub-Index	1~16
Description	PDO mapping for the nth application object to be mapped
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	No
Value Range	UNSIGNED32
Default Value	0

注意每个PDO最大数据数为32byte。

Object 1C12h : RxPDO assign

INDEX	1C12 _h
Name	RxPDO assign
Object Code	RECORD
Data Type	PDO Mapping assign
Access	RW
PDO Mapping	No

Sub-Index	0
Description	Number of assigned PDO mapping
Data Type	UNSIGNED8
Access	RW
PDO Mapping	No
Value Range	0: 停用 1: 指派一个 PDO 映射作为 RxPDO
Default Value	1

Sub-Index	1
Description	Index of assigned PDO mapping
Data Type	UNSIGNED16
Access	RW
PDO Mapping	No
Value Range	1600 _h to 1603 _h
Default Value	1600 _h

Object 1C13h : TxPDO assign

INDEX	1C13 _h
Name	TxPDO assign
Object Code	RECORD
Data Type	PDO Mapping assign
Access	RW
PDO Mapping	No

Sub-Index	0
Description	Number of assigned PDO mapping
Data Type	UNSIGNED8
Access	RW
PDO Mapping	No
Value Range	0: 停用 1: 指派一个 PDO 映射作为 TxPDO
Default Value	1

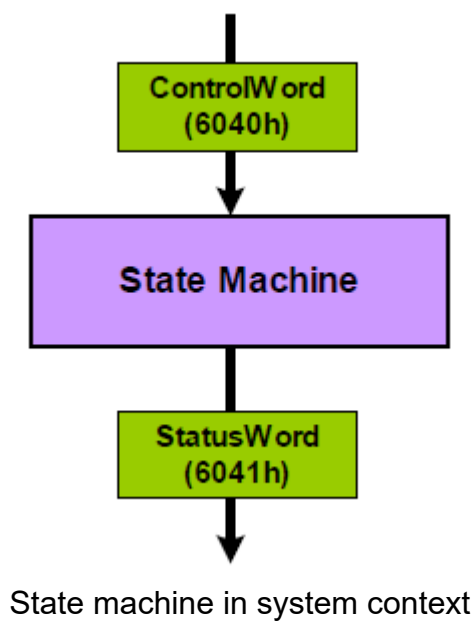
Sub-Index	1
Description	Index of assigned PDO mapping
Data Type	UNSIGNED16
Access	RW
PDO Mapping	No
Value Range	1A00 _h to 1A03 _h
Default Value	1A00 _h

Object 603Fh: Error code (error code of CANopen defined)

INDEX	603F _h
Name	Errorcode
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED16
Default Value	0

Object 6040h: Controlword

INDEX	6040 _h
Name	Controlword
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED16
Default Value	Default is 0x0000



Bit 定义表

15~9	8	7	6~4	3	2	1	0
N / A	Halt	Fault reset	Operation mode specific	Enable operation	Quick Stop	Enable voltage	Switch on

注:

使用者可逐步将 6040h 设定为 0x0006 > 0x0007 > 0x000F 以启动伺服。

Bit	HM	CSP	CSV	CST
4	Homing operation start (positive trigger)	N / A	N / A	N / A
5	N / A	N / A	N / A	N / A
6	N / A	N / A	N / A	N / A

模式缩写定义:

HM: 原点复归模式 (Homing Mode)

CSP: **Cyclic 位置控制模式** (Cyclic synchronous position mode)

CSV: **Cyclic 速度控制模式** (Cyclic synchronous velocity mode)

CST: **Cyclic 转矩控制模式** (Cyclic synchronous torque mode)

Object 6041h: Statusword

INDEX	6041 _h
Name	Statusword
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED16
Default Value	0

Data Description

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MSB								LSB							

Bit 定义表

0	Ready to switch on			
1	Switch on			
2	Operation enabled (status of servo on)			
3	Fault (the drive will servo off)			
4	Voltage enabled			
5	Quick stop			
6	Switch on disabled			
7	Warning (the drive is still servo on)			
8	N / A			
9	Remote			
10	Target reached			
11	Internal limit active (Not supported)			
	HM	CSP	CSV	CST
12	Homing attained	drive follows command value	drive follows command value	drive follows command value
13	Homing error	N / A	N / A	N / A
14	N / A	N / A	N / A	N / A
15	N / A	N / A	N / A	N / A

注:

Homing attained: 复归完成

Homing error: 回零错误

Object 6060h: Modes of operation

INDEX	6060 _h
Name	Modes of operation
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER8
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER8
Default Value	0
Comment	0: Reserved 1: Profile position mode 3: Profile velocity mode 4: Profile torque mode

	6: Homing mode 7: Interpolated position mode 8: Cyclic synchronous position mode 9: Cyclic synchronous velocity mode 10: Cyclic synchronous torque mode
--	---

Object 6061h: Modes of operation display

INDEX	6061 _h
Name	Modes of operation display
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER8
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER8
Default Value	0

Object 6062h: Position demand value

INDEX	6062 _h
Name	Position demand value
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Default Value	0
Comment	位置命令, 单位: PUU

Object 6063h: Position actual internal value

INDEX	6063 _h
Name	Position actual Internal value*
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RO

PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Default Value	0
Comment	单位: PUU

Object 6064h: Position actual value

INDEX	6064 _h
Name	Position actual value
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Default Value	0
Comment	单位: PUU

Object 6065h: Following error window

INDEX	6065 _h
Name	Following error window
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED32
Default Value	3840000
Comment	单位: PUU

Object 6067h: Position window

INDEX	6067 _h
Name	Position window
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	Yes

Value Range	UNSIGNED32
Default Value	100
Comment	单位: PUU

Object 6068h: Position window time

INDEX	6068 _h
Name	Position window time
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED16
Default Value	5
Comment	单位: millisecond

Object 606Bh: Velocity demand value

INDEX	606B _h
Name	Velocity demand value
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Comment	单位: 0.1 rpm

Object 606Ch: Velocity actual value

INDEX	606C _h
Name	Velocity actual value
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Comment	单位: 0.1 rpm

Object 606Dh: Velocity window

INDEX	606D _h
Name	Velocity window
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER16
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	0~3000
Default Value	100
Comment	单位: 0.1 rpm

Object 606Eh: Velocity window time

INDEX	606E _h
Name	Velocity window time
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED16
Default Value	5
Comment	Unit: millisecond

Object 6071h: Target torque

INDEX	6071 _h
Name	Target torque
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER16
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	-3000~3000
Default Value	0
Comment	Unit: one rated torque in a thousand

Object 6074h: Torque demand value

INDEX	6074 _h
Name	Torque demand value
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER16
Access	RO
PDO Mapping	NO
Value Range	INTEGER16
Comment	Unit: one rated torque in a thousand

Object 6077h: Torque actual value

INDEX	6077 _h
Name	Torque actual value
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER16
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER16
Comment	Unit: one rated torque in a thousand

Object 607Ah: Target position

INDEX	607A _h
Name	Target position
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Default Value	0
Comment	For Profile position mode 6060h = 1 Unit: PUU

Object 6081h: Profile_velocity

Index	6081 h
Name	profile_velocity
Object Code	VAR
Data Type	UINT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	speed units(0.1rpm)
Value Range	--
Default Value	0

Object 6083h: Profile_acceleration

Index	6083 h
Name	profile_acceleration
Object Code	VAR
Data Type	UINT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	acceleration units
Value Range	--
Default Value	100000 R/10min/s

Object 6084h: Profile_deceleration

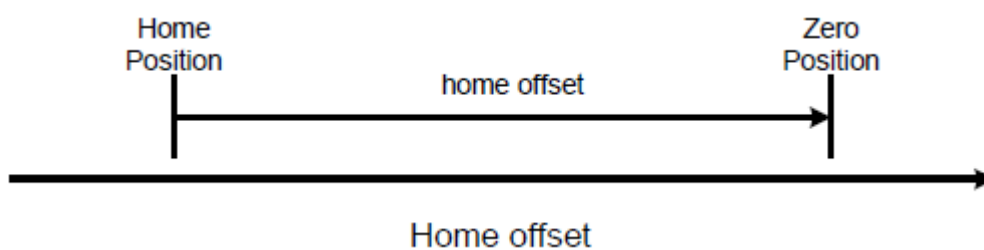
Index	6084 h
Name	profile_deceleration
Object Code	VAR
Data Type	UINT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	acceleration units
Value Range	--
Default Value	100000 R/10min/s

Object 6084h:Quick_stop_deceleration

Index	6085 h
Name	quick_stop_deceleration
Object Code	VAR
Data Type	UINT32
Access	RW
PDO Mapping	YES
Units	acceleration units
Value Range	--
Default Value	200000 R/10min/s

Object 607Ch: Home offset

INDEX	607Ch
Name	Home offset
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Default Value	0
Comment	单位: PUU

**Object 607Dh: Software position limit**

INDEX	607Dh
Name	Software position limit
Object Code	ARRAY
Data Type	INTEGER32
Access	RW
PDO Mapping	Yes

Sub-Index	0
Description	Number of entries
Data Type	UNSIGNED8
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	2
Default Value	2
Sub-Index	1
Description	Min position limit
Data Type	INTEGER32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	-1073741824 ~ +1073741824
Default Value	0
Comment	单位: PUU

Sub-Index	2
Description	Max position limit
Data Type	INTEGER32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	-1073741824 ~ +1073741824
Default Value	0
Comment	单位: PUU

Object 6087h: Torque slope

INDEX	6087 _h
Name	Torque slope
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED32
Default Value	0
Comment	单位: millisecond (time from 0 to 100% rated torque)

Object 6098h: Homing method

INDEX	6098 _h
Name	Homing method
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER8
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	1~ 6 17~22 33~35
Default Value	0
Comment	--

Object 6099h: Homing speeds

INDEX	6099 _h
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	2
Default Value	2

Sub-Index	1
Description	Speed during search for switch
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	1~20000rpm
Default Value	5000
Comment	单位: 0.1 rpm

Sub-Index	2
Description	Speed during search for zero
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	1~20000rpm
Default Value	100
Comment	单位: 0.1 rpm

Object 60B0h: Position offset

INDEX	60B0 _h
Name	Position offset
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Default Value	0
Comment	单位: PUU

Object 60B1h: Velocity offset

INDEX	60B1 _h
Name	Velocity offset
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Default Value	0
Comment	单位: 0.1 rpm

Object 60B2h: Torque offset

INDEX	60B2 _h
Name	Torque offset
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER16
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	3000 ~ -3000
Default Value	0
Comment	单位: one rated torque in a thousand

Object 60E0h: Positive Torque Limit Value

INDEX	60E0 _h
Name	Positive Torque Limit Value
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED16
Default Value	3500
Comment	单位：0.1%额定转矩

Object 60E1h: Negative Torque Limit Value

INDEX	60E1 _h
Name	Negative Torque Limit Value
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED16
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED16
Default Value	3500
Comment	单位：0.1%额定转矩

Object 60F4h: Following error actual value

INDEX	60F4 _h
Name	Following error actual value
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Comment	单位：PUU

Object 60FCh: Position demand value*

INDEX	60FC _h
Name	Position demand value*
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Comment	单位: increment

Object 60FDh: Digital inputs

INDEX	60FD _h
Name	Digital inputs
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED32
Access	RO
PDO Mapping	Yes
Value Range	UNSIGNED32
Default Value	0

对象功能：

60FD _h		
位	功能	说明
BIT0	负极限信号	--
BIT1	正极限信号	--
BIT2	原点复归信号	--
BIT3 ~15	-	保留
BIT16	DI1	--
BIT17	DI2	--
BIT18	DI3	--
BIT19	DI4	--
BIT20 ~31	-	保留

Object 60FEh: Digital outputs

INDEX	60FE _h
Sub-Index	0
Description	Number of elements
Data Type	UNSIGNED8
Access	RO
PDO Mapping	NO
Value Range	--
Default Value	2
Comment	--

Sub-Index	1
Description	Physical outputs
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	0~0xFFFFFFFF
Default Value	0
Comment	可通过该对象来操作 IO 信号（共 32 位），而无需使用外部开关量。

Sub-Index	2
Description	Bit mask
Data Type	UNSIGNED32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	0~0xFFFFFFFF
Default Value	0
Comment	设定 IO 信号的生效 / 失效。各个 bit 对应了 60FEh:01h 的定义，取值说明如下： <ul style="list-style-type: none"> ▶ [0]: 失效 ▶ [1]: 生效

对象功能：

60FEh		
位	功能	说明
BIT0~15	-	保留
BIT16	DI1	--
BIT17	DI2	--
BIT18	DI3	--
BIT19	DI4	--
BIT20~31	-	保留

Object 60FFh: Target velocity

INDEX	60FF _h
Name	Target velocity
Object Code	VAR
Data Type	INTEGER32
Access	RW
PDO Mapping	Yes
Value Range	INTEGER32
Comment	单位：0.1 rpm

Object 6502h: Supported drive modes

INDEX	6502 _h
Name	Supported drive modes
Object Code	VAR
Data Type	UNSIGNED32
Access	Ro
PDO Mapping	NO
Value Range	UNSIGNED32
Default Value	3A0 _h

31						16	15				7	6	5	4	3	2	1	0
Manufacturer specific								reserved				ip	hm	reserved	tq	pv	vl	pp
MSB																		LSB

六、其他说明

6.1 Pn 参数说明

参数详细说明请参考《A2P 系列伺服驱动器技术手册 - 脉冲篇》。

相关通讯参数说明

Pn 号	大小	名称	设定范围	单位	出厂值	生效时间	类别	章节
Pn002	2	功能选择基本开关 2	h.0000~8112	--	h.0100	重新上电	设定	--
		h.×××□: 保留 h.××□×: 保留 h.×□××: 绝对值编码器的使用方法 0: 作为绝对值编码器使用; 1: 将绝对值编码器用作 1 圈绝对值编码器; h.□×××: 保留						
Pn010	2	轴地址选择 (UART/CAN 通讯用)	1~127	--	1	重新上电	设定	--
Pn013	2	功能选择基本开关 13	h.0000~FFFF	--	h.0000	重新上电	设定	--
		h.×××□: 保留 h.××□×: 保留 h.×□××: 保留 h.□×××: 旋转模式应用 0: 无特殊功能; 1: 旋转模式应用; 详细说明参考 7.1.1 章节。						
Pn015	2	功能选择基本开关 15	h.0000~FFFF	--	h.0000	立即有效	设定	--
		h.×××□: 保留 h.××□×: 单位选择 0: 速度单位为 0.1rpm, 加速度单位为 0.1rpm/s; 1: 速度单位为指令单位/s, 加速度单位为指令单位/s ² ; h.×□××: E.82X 报警屏蔽 0: 不屏蔽 E.820/E.821/E.822 报警; 1: 屏蔽 E.820/E.821/E.822 报警; h.□×××: 保留						
Pn20E	4	电子齿数比 (分子)	1~1073741824	--	4	重新上电	设定	--
		见 Pn210 说明						
Pn210	4	电子齿数比 (分母)	0~1073741824	--	1	重新上电	设定	--
		1、当 Pn210 不为 0 时, 电子齿轮分子 = Pn20E, 电子齿轮分母 = Pn210; 2、当 Pn210 为 0 时, 每旋转 1 圈的指令脉冲数 = Pn20E, 相当于电机每旋转 1 圈的指令脉冲数为 Pn20E。 此种方式下, 驱动器会根据编码器类型自动计算电子齿轮。						

Pn 号	大小	名称	设定范围	单位	出厂值	生效时间	类别	章节
		Pn210	电子齿轮设置说明					
		≠0						
		=0						
Pn216	2	位置指令加减速时间参数	0 ~ 32767	0.1 ms	0	电机停止后	设定	--
Pn217	2	位置指令平均滤波器	0 ~ 1000	0.1 ms	0	电机停止后	设定	--
Pn500	2	端口 DI1 输入信号选择	h.0000~311F	--	h.0000	立即	设定	--
h.××□□: 端口 DI1 输入信号选择 【00】 伺服使能 (/S-ON) 【01】 控制模式切换 (/C-SEL) 【02】 禁止正转侧驱动 (P-OT) 【03】 禁止反转侧驱动 (N-OT) 【04】 位置偏差清除 (/CLR) 【05】 报警复位 (/ALM-RST) 【06】 零速箝位 (ZEROSPD) 【07】 命令取反 (/CMDINV) 【08】 指令脉冲输入倍率切换 (/PSEL) 【09】 指令脉冲输入禁止 (/INHIBIT) 【0A】 正转侧外部转矩限制 (/P-CL) 【0B】 反转侧外部转矩限制 (/N-CL) 【0C】 增益切换 (/G-SEL) 【0F】 内部指令速度选择 0 (/INSPD0) 【10】 内部指令速度选择 1 (/INSPD1) 【13】 内部指令转矩选择 0 (/INTOR0) 【14】 内部指令转矩选择 1 (/INTOR1) 【15】 回零开关信号 (/HOMESWITCH) 【16】 回零启动 (/HOMESTART) 【31】 探针输入 1 (TouchProbe1) 【32】 探针输入 2 (TouchProbe2) h.×□××: 端口 DI1 输入信号取反 【0】 信号不取反 【1】 信号取反 h.□×××: 端口 DI1 输入信号状态 【0】 输入信号状态由外部 IO 控制 【1】 信号常有效 【2】 信号常无效								
Pn501	2	端口 DI2 输入信号选择	h.0000~311F	--	h.0001	立即	设定	--
参考 Pn500 描述								
Pn502	2	端口 DI3 输入信号选择	h.0000~311F	--	h.2002	立即	设定	--

Pn 号	大小	名称	设定范围	单位	出厂值	生效时间	类别	章节
		参考 Pn500 描述						
Pn503	2	端口 DI4 输入信号选择	h.0000~311F	--	h.2003	立即	设定	--
		参考 Pn500 描述						
Pn510	2	端口 DO1 输出信号配置	h.0000~311F	--	h.0000	立即	设定	--
		h.××□□: 端口 DO1 输出信号选择 【00】报警信号输出 (ALM) 【01】Z脉冲集电极信号 (CZ) 【02】制动器控制信号 (BK) 【03】定位完成 (COIN) : 位置偏差小于 Pn606 的数值后输出 【04】警告信号输出 (WARN) 【05】伺服准备就绪输出 (S-RDY) 【06】速度一致输出 (VCMP) 【07】电机旋转检出 (TGON) 【08】转矩限制检出信号 (TLC) 【09】速度限制检出信号 (VLC) 【0A】位置定位接近中 (NEAR) : 位置偏差小于 Pn608 的数值后输出 【0B】转矩到达 (TREACH) : 转矩反馈达到 Pn525 的数值后输出 【13】回零完成输出信号 (HOMEEND (Pn203.3!=0 时, 回零点完成后输出此信号) 【14】回原点完成输出信号 (ORIGINEND) (Pn203.3=0 时, 回原点完成后输出此信号) h.×□××: 端口 DO1 输出信号取反 【0】信号不取反 【1】信号取反 h.□×××: 端口 DO1 输出信号状态 【0】输出信号状态由驱动器控制 【1】信号常有效 【2】信号常无效						
Pn511	2	端口 DO2 输出信号配置	h.0000~211F	--	h.0002	立即	设定	--
		参考 Pn510 描述						
Pn556	2	EtherCAT 通讯报警等级	h.0000~FFFF	--	h.5553	立即有效	设定	--
		h.×××□: E.810 报警等级 0: 屏蔽 E.810 报警 1~F: E.810 报警等级。数值越大, 报警判断时间越长。 h.××□×: E.814 报警等级 0: 屏蔽 E.814 报警 1~F: E.814 报警等级。数值越大, 报警判断时间越长。 h.×□××: E.815 报警等级 0: 屏蔽 E.815 报警 1~F: E.815 报警等级。数值越大, 报警判断时间越长。 h.□×××: 保留						
Pn5A5	4	绝对位置旋转模式负载旋转一圈的脉冲数低 32 位 详细说明参考 7.1.1 章节。	0~ 4294967295	编码器 单位	0	重新上电	设定	--
Pn5A7	4	绝对位置旋转模式负载旋转一圈的脉冲数高 32 位	0~ 2147483647	编码器 单位	0	重新上电	设定	--

Pn 号	大小	名称	设定范围	单位	出厂值	生效时间	类别	章节
		详细说明参考 7.1.1 章节。						

6.2 Un 监控说明

EtherCAT 伺服比脉冲型伺服多一些监控参数，方便查找问题。

监视号	显示内容	单位	数据类型
Un000	电机转速	【r/min】	int16
Un001	电机反馈脉冲数（编码器单位）	【1 编码器脉冲】	int32
Un003	脉冲命令输入脉冲数（电子齿轮之前）	【1 指令脉冲】	int32
Un005	位置偏差脉冲数（编码器单位）	【1 编码器脉冲】	int32
Un007	反馈脉冲计数器	【1 指令单位】	int32
Un009	位置偏差计数器	【1 指令单位】	int32
Un00D	旋转角 1（32 位 10 进制显示）	【1 编码器脉冲】	Uint32
Un00F	旋转角 2	【deg】	Uint16
Un010	输入信号监视	——	Uint16
Un011	输出信号监视	——	Uint16
Un015	主回路电压	【V】	Uint16
Un016	指令脉冲频率	【0.1KHz】	int16
Un020	内部转矩指令（相对于额定转矩的值）	【%】	int16
Un022	内部速度指令	【r/min】	int16
Un029	绝对值位置（编码器单位）	【1 编码器脉冲】	int32
Un02B	绝对值位置（用户单位） （与反馈到系统的数据一致）	【1 指令单位】	int32
Un030	电机累积负载率（将累积负载的额定值作为 100%）	【%】	Uint16
Un031	驱动负载率（将驱动负载的额定值作为 100%）	【%】	Uint16
Un032	再生负载率（将再生负载的额定值作为 100%）	【%】	Uint16
Un033	DB 负载率（将 DB 负载的额定值作为 100%）	【%】	Uint16
Un035	总运行时间	【100ms】	Uint32
Un05A	当前报警号	——	Uint16
Un060	编码器分辨率： 17 位编码器分辨率为 131072；	pulse	Uint32

	20 位编码器分辨率为 1048576; 23 位编码器分辨率为 8388608;		
Un062	电机额定转速	【r/min】	Uint16
Un063	电机最高转速	【r/min】	Uint16
Un064	电机额定转矩	【0.01N·M】	Uint16
Un065	电机额定电流	【0.1A】	Uint16
Un080	编码器单圈数值	【1 编码器脉冲】	Uint32
Un082	编码器多圈数值	【1 圈】	Uint16
Un084	电机绝对位置低 32 位（编码器单位）	【1 编码器脉冲】	int32
Un086	电机绝对位置高 32 位（编码器单位）	【1 编码器脉冲】	int32
Un088	电机绝对位置低 32 位（用户单位）	【1 指令单位】	int32
Un08A	电机绝对位置高 32 位（用户单位）	【1 指令单位】	int32
Un100	有效增益监视（第 1 增益=1，第 2 增益=2）	——	Uint16
Un101	转动惯量比	%	Uint16
Un105	位置定位整定时间	【0.1ms】	int32
Un107	位置定位过冲量	【1 指令单位】	int32
Un10A	残留振动频率	【0.1Hz】	Uint16
Un31C	当前控制模式	--	Uint16
Un231	控制模式（对象字典 6060h）	--	Uint16
Un232	控制字（对象字典 6040h）	--	Uint16
Un234	目标位置（对象字典 607Ah）	Pulse（用户单位）	int32
Un236	目标速度（对象字典 60FFh）	0.1rpm	int32
Un238	目标转矩（对象字典 6071h）	0.1%额定转矩	Int16
Un252	状态字（对象字典 6041h）	--	Uint16
Un254	非旋转模式下的实际位置（对象字典 6064h）	Pulse（用户单位）	int32
Un256	实际速度（对象字典 606Ch）	0.1rpm	int32
Un258	实际转矩（对象字典 6077h）	0.1%额定转矩	Int16
Un25A	旋转模式下的实际位置（对象字典 6064h）	Pulse（用户单位）	int32

6.3 特殊对象字典说明

某些特殊对象字典应用于一些特殊功能。

对象字典	说明	
3D00h	BIT0=1 (0x0001)	清除绝对值编码器相关报警和多圈信息, 同 Fn010 操作(Fn010 详细说明请参考此系列脉冲型说明书)。 注: 此功能仅在伺服报警且编码器为绝对值情况下才有效。
	BIT1=1 (0x0002)	清除绝对值编码器相关报警, 同 Fn011 操作。注意在绝对值编码器相关报警情况况时才能进行此操作。 注: 此功能仅在伺服报警且编码器为绝对值情况下才有效。
	BIT2=1 (0x0004)	报警清除。注意在有报警情况下才会进行此操作。
	BIT4=1 (0x0010)	监控 Un001、Un003、Un007、Un027 数据清零。不影响 Un02B、位置反馈等信息。

七、故障及诊断

7.1 EtherCAT 通讯故障一览表

Emergency Object

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Content	Emergency Error Code		Error register	Panel Alarm Code		N/A		

报警号	报警名称	报警内容	报警复位
E.810	EtherCAT 通讯中断	EtherCAT 通讯断线。	6040h fault reset
E.813	EtherCAT 通讯同步失败	与上位机的 EtherCAT 同步通讯失败。	6040h fault reset
E.814	EtherCAT 通讯 RxPDO 超时	驱动器在所设定的 EtherCAT 通讯周期内未接收到任何 RxPDO。	6040h fault reset
E.815	EtherCAT 通讯同步指令超时	在连续 4 个 EtherCAT 通讯周期内未收到目标位置命令。若现场干扰较大，且无法通过硬件排除。	6040h fault reset
E.816	EtherCAT 通讯周期设置错误	通讯周期设置小于 125us、大于 1S 或者不为 125us 的倍数，都会产生此报警。	重新配置时间
E.820	EtherCAT 通讯同步错误 1	EtherCAT 通讯同步错误 1	通讯重新复位
E.821	EtherCAT 通讯同步错误 2	EtherCAT 通讯同步错误 2	通讯重新复位
E.822	EtherCAT 通讯同步错误 3	EtherCAT 通讯同步错误 3	通讯重新复位

7.2 EtherCAT 通讯故障及对应驱动器处理参数

报警号	报警内容	Pn556 参数
E.810	在 OP 状态下，EtherCAT 通讯中网络断线。	h.×××□: E.810 报警等级 0: 屏蔽 E.810 报警 1~F: E.810 报警等级。数值越大，报警判断时间越长。
E.814	多个通讯周期内未接收到任何数据。	h.××□×: E.814 报警等级 0: 屏蔽 E.814 报警 1~F: E.814 报警等级。数值越大，报警判断时间越长。
E.815	EtherCAT 通讯同步指令超时。	h.×□××: E.815 报警等级 0: 屏蔽 E.815 报警 1~F: E.815 报警等级。数值越大，报警判断时间越长。

报警号	报警内容	Pn015 参数
E.820	EtherCAT 同步错误 1。	h.×□××: E.82X 报警屏蔽 0: 不屏蔽 E.820/E.821/E.822 报警; 1: 屏蔽 E.820/E.821/E.822 报警;
E.821	EtherCAT 同步错误 2。	
E.822	EtherCAT 同步错误 3。	

7.3 驱动器报警一览表

报警一览表按照报警编号的顺序，列出了报报警名称、报警内容、可否报警复位等内容。

报警复位可否

可：可通过报警复位解除报警。但如果仍然存在报警因素，则无法解除。

否：无法解除报警

报警号	报警名称	报警内容	报警复位
E.020	参数和校验异常	伺服驱动器内部参数的数据异常。	否
E.021	系统参数和校验异常	伺服单元内部参数的数据异常。	否
E.024	参数数值异常	伺服驱动器参数超过范围。	否
E.02A	系统报警	伺服单元内部程序发生异常 I2C 通讯异常	否
E.02B	系统报警	伺服单元内部程序发生异常	否
E.02C	XML 读取错误	驱动器存储的 XML 文件错误	否
E.02D	系统报警	伺服单元内部程序发生异常	否
E.030	组合错误	在可组合的电机容量范围外 (容量不匹配)	可
E.032	电机和驱动器匹配错误	电机和驱动器的电压类型等不匹配	可
E.03F	产品不支持	连接了不支持的产品	否
E.040	参数设定故障	超出设定范围	否
E.042	参数组合故障	参数组合故障	否
E.060	主电路检出部故障	主回路的各种检出数据异常	
E.070	电流检出故障 1	电流检出回路故障。	否
E.072	电流检出故障 2	电流检出回路故障。	否
E.100	过电流检出	功率晶体管过电流或散热片过热。	否
E.101	电机过电流	电机中流过超出容许的电流	否
E.120	电机过载 (瞬时过载)	电机以大幅度超过额定值的转矩进行了数秒至数十秒的运行。	可
E.121	驱动器过载 (瞬时过载)	驱动器以大幅度超过额定值的转矩进行了数秒至数十秒的运行。	可
E.130	电机过载 (连续过载)	电机以超过额定值的转矩进行了连续运行。	可
E.131	驱动器过载 (连续过载)	驱动器以超过额定值的转矩进行了连续运行。	可
E.136	碰撞报警	在打开碰撞保护的情况下, 电机负载超过设定。	可
E.150	DB 过载	由于 DB (动态制动器) 动作, 旋转或运行能量超过了 DB 电阻的容量。	可
E.160	冲击电流限制电阻过载	主回路电源接通频率过高。	否
E.170	主回路电源报警	主回路电源存在 ON→OFF→ON 现象, 且 Pn00D.0!=0。	可
E.176	散热片过热	驱动器的散热片温度过高。	可
E.190	伺服 ON 指令无效报警	执行了让电机通电的辅助功能后, 从上位装置输入了伺服 ON (S-ON) 信号。 或者 IO 使能和通讯通过控制字使能, 同时有效时, 产生此报警。	可
E.300	再生异常	再生电路故障。	否
E.320	再生过载	发生再生过载。	可
E.360	超程报警	伺服检出超程, 且 Pn00D.3=2 时报警。	可
E.400	过电压	主回路 DC 电压异常高。	可
E.410	欠电压	主回路 DC 电压不足。	可
E.500	编码器通讯故障	通讯型编码器通讯故障	否
E.502	编码器通讯多次出错	编码器通讯多次出现错误	否
E.504	编码器通讯校验异常	通讯型编码器通讯数据校验异常	可
E.505	编码器通讯帧错误 1	通讯型编码器通讯帧错误 (驱动器端)	可
E.506	编码器通讯帧错误 2	通讯型编码器通讯帧错误 (编码器端)	可
E.507	编码器通讯帧错误 3	通讯型编码器通讯数据错误	可
E.530	编码器和校验报警	通讯型编码器存储器的和校验结果异常	可

E.532	编码器参数异常	通讯型编码器的参数异常	可
E.550	编码器计数错误 1	通讯型编码器计数错误 1。	可
E.552	多圈编码器错误	通讯型多圈编码器错误。	可
E.554	编码器过速	通讯型多圈编码器过速错误。	可
E.555	编码器计数错误 2	通讯型多圈编码器计数错误。	可
E.556	编码器计数溢出	通讯型多圈编码器计数溢出错误。	可
E.558	编码器多圈数据错误	通讯型多圈编码器多圈数据错误。	可
E.55A	编码器电池报警	通讯型多圈编码器电池电压低报警	可
E.600	位置偏差过大报警	在伺服 ON 状态下，位置偏差超过了位置偏差过大报警值（Pn530）。	可
E.601	伺服 ON 时位置偏差过大报警	在伺服OFF期间，当位置偏差脉冲超过Pn532的设定值而试图在该状态下使伺服ON时显示的报警。	可
E.602	由于速度限制引起的位置偏差过大报警	在伺服 ON 时使用速度限制值（Pn538）执行速度限制，在该状态下输入指令脉冲，位置偏差超出了位置偏差过大报警值（Pn530）的设定值。	可
E.60A	堵转报警	在打开堵转保护的情况下，电机负载超过设定。	可
E.620	失控	检出伺服电机失控	可
E.632	超速	电机速度超过最高速度	可
E.636	振动报警	检出电机速度异常振动。	可
E.638	自动调整报警	自动调整中检出了振动。	可
E.710	CAN 通讯进入 BUSOFF 状态	由于通讯连接异常或者干扰等引起 CAN 通讯多次出错后，总线进入 BUSOFF 状态。 可通过参数 Pn013.bit0=1 屏蔽，即 Pn013 设置为 0x0001 可屏蔽此报警。	可
E.711	CAN 通讯错误过多	由于通讯连接异常或者干扰等引起 CAN 通讯多次出错	可
E.715	CAN 通讯同步出错	同步信号监测周期与设定周期相比过长。 可通过参数 Pn013.bit1=1 屏蔽，即 Pn013 设置为 0x0002 可屏蔽此报警。	可
E.810	EtherCAT 通讯中断	EtherCAT 通讯断线。 可通过参数 Pn556.0=0 屏蔽，即 Pn556 设置为 0xXXX0 可屏蔽此报警。 Pn556.0 为 E.810 报警判断等级。	可
E.813	EtherCAT 通讯同步失败	与上位机的 EtherCAT 同步通讯失败。	可
E.814	EtherCAT 通讯 RxPDO 超时	驱动器在所设定的 EtherCAT 通讯周期内未接收到任何 RxPDO。 可通过参数 Pn556.1=0 屏蔽，即 Pn556 设置为 0xXX0X 可屏蔽此报警。 Pn556.1 为 E.814 报警判断等级。	可
E.815	EtherCAT 通讯同步指令超时	在连续 4 个 EtherCAT 通讯周期内未收到目标位置命令。若现场干扰较大，且无法通过硬件排除。 可通过参数 Pn556.2=0 屏蔽，即 Pn556 设置为 0xX0XX 可屏蔽此报警。 Pn556.2 为 E.815 报警判断等级。	否
E.816	EtherCAT 通讯周期设置错误	通讯周期设置小于 125us、大于 1S 或者不为 125us 的倍数，都会产生此报警。	否
E.820	EtherCAT 通讯同步错误 1	EtherCAT 通讯同步错误 1 可通过参数 Pn015.bit8=1 屏蔽，即 Pn015 设置为 0x0100 可屏蔽此报警。	可
E.821	EtherCAT 通讯同步错误 2	EtherCAT 通讯同步错误 2 可通过参数 Pn015.bit8=1 屏蔽，即 Pn015 设置为 0x0100 可屏蔽此报警。	可
E.822	EtherCAT 通讯同步错误 3	EtherCAT 通讯同步错误 3 可通过参数 Pn015.bit8=1 屏蔽，即 Pn015 设置为 0x0100 可屏蔽此报警。	可

E.F01	系统报警 1	伺服驱动器内部程序发生异常 1。	否
E.F02	系统报警 2	伺服驱动器内部程序发生异常 2。	否
E.F03	系统报警 3	伺服驱动器内部程序发生异常 3。	否
E.F04	系统报警 4	伺服驱动器内部程序发生异常 4。	否
E.F10	程序版本烧写错误	烧写了不是此款驱动器的软件。	否

7.4 驱动器警告一览表

警告号	警告名称	警告内容
A.900	位置偏差过大	累积的位置偏差超过了 Pn530 设定的值。
A.901	伺服 ON 时位置偏差过大	伺服 ON 时累积的位置偏差超过了 Pn532 设定的值。
A.910	电机过载	是即将达到电机过载 (E.120 或 E.130) 报警之前的警告显示。如继续运行, 则有可能发生报警。
A.911	驱动器过载	是即将达到驱动器过载 (E.120 或 E.130) 报警之前的警告显示。如继续运行, 则有可能发生报警。
A.91A	振动	检出电机动作中异常振动。与 E.636 检出值相同, 通过振动检测开关 (Pn320) 来设定为报警还是警告。
A.920	再生过载	是即将达到再生过载 (E.120) 报警之前的警告显示。如继续运行, 则有可能发生报警。
A.921	DB 过载	是即将达到 DB 过载 (E.150) 报警之前的警告显示。 如继续运行, 则有可能发生报警。
A.930	绝对值编码器的电池故障	是绝对值编码器电池电压过低的警告显示。
A.941	需要重新接通电源的参数变更	变更了需要重新接通电源的参数。
A.970	欠电压	是即将达到欠电压(E.410) 报警之前的警告显示。如继续运行, 则有可能发生报警。
A.9A0	超程	伺服 ON 中检出超程。
A.9FF	复位警告	由于看门狗、电源等引起的复位。

7.5 SDO 错误信息一览表

Abort Code	说明
05040001h	伺服命令无效或不存在
06010002h	尝试写入只读对象
06020000h	对象不存在于对象字典内
06040041h	无法将对象映像至 PDO
06040042h	映像的物件数目及长度超过 PDO 长度
06060000h	因为硬件错误导致存取失败(储存或还原错误)
06070010h	数据型态不符; 参数长度不符
06090011h	Sub-index 不存在
06090030h	参数数值超出范围(写入)
08000000h	一般错误
08000020h	无法传输数据或将数据储存至应用程序内
08000021h	因为限制(以错误状态储存或还原)导致无法传输数据, 或无法将数据储存至应用程序内
08000022h	对象使用中