

**TECHNICAL REFERENCE**

# **SG-AS伺服驱动器技术资料**

**—EtherCAT 通信规格篇—**

## 1. 前言

- 1.1 准备·连接
- 1.2 通信确立
- 1.3 对象设定
- 1.4 电机动作

## 2. 系统概述

- 2.1 EtherCAT 概述
- 2.2 系统组成(主站·从站组成)
- 2.3 规格一览

## 3. EtherCAT 通信规格

- 3.1 EtherCAT 帧结构
- 3.2 ESM (EtherCAT State Machine)
- 3.3 ESC 地址空间
- 3.4 SII(Slave Information Interface) EEPROM
- 3.5 通信同期模式
- 3.6 SDO(Service Data Object)
- 3.7 PDO(Process Data Object)

## 4. 对象共通规格

- 4.1 对象结构

## 5. CoE 通信区域(1000h~1FFFh)

- 5.1 对象一览
- 5.2 设备信息
- 5.3 Sync manager communication type (1C00h)
- 5.4 PDO(Process Data Object)映射
- 5.5 Sync manager 2/3 synchronization(1C32h、1C33h)

## 6. 驱动 Profile 区域(6000h~6FFFh)

- 6.1 对象一览
- 6.2 PDS(Power Drive Systems)规格
- 6.3 Controlword (6040h)
- 6.4 Statusword (6041h)
- 6.5 控制模式设定
- 6.6 位置控制功能 (csp)

# 1. 前言

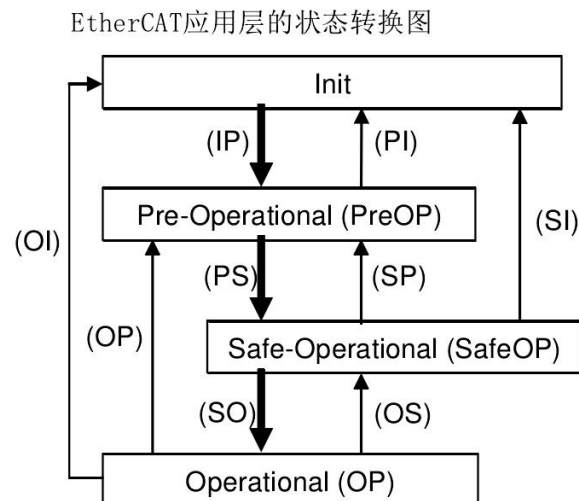
本资料对连接伺服驱动器 SG-AS 系列（从站）和上位装置（主站）间的网络接口 EtherCAT 的规格进行说明。

## 1.1 准备·连接

- 请连接从站和主站、从站和电机。
- EtherCAT 通信需要记载 EtherCAT 从站信息的 ESI 文件(.xml 形式)。本公司提供的 ESI 文件需先保存在主站所指定的 ESI 文件夹。
- 主站根据本公司提供的 ESI 的基础上(使用 configuration 工具)生成 ENI, 再构成 EtherCAT 网络。(详细内容请参照主站的操作说明书。)
- 请连接电源。请分别连接控制电源、主电源。电源连接后, 请确认前面 LED 数码管, 确认是否有报警发生。

## 1.2 通信确立

- 根据 ENI 文件, 主站执行通信的初始化、构成。  
作为设定的一个示例, DC 模式下需要进行以下设定。  
(DC 模式、2ms 周期、到锁存数据的时间=250us 的情况)  
1C32h-01h=2(DC)、1C32h-02h=2000000(ns)  
1C33h-01h=2(DC)、1C33h-03h=250000(ns)
- 执行 ESC 寄存器(MailBOX 用 SyncManager 等)设定, 将 ESM 状态从 Init 转化到 PreOP。
- 确认 ESM 状态转化到 PreOP 后, 执行 ESC 寄存器设定(DC、PDO 用 SyncManager 等), ESM 状态从 PreOP 转化到 SafeOP。
- 确认 ESM 状态转化到 SafeOP 后, 将 ESM 状态从 SafeOP 转化到 OP。



## 1.3 对象设定

在 pp 控制下, 对如下图所示的绝对定位动作的设定示例进行以下描述。

- 变更控制模式(6060h: Modes of operation)。

请设定 6060h=1(pp)。

- 变更目标位置(607Ah: Target Position)。

请设定 607Ah=50000000(指令单位)。

另外, 607Dh(软件位置限制) 设定为有效时, 动作范围被限制。

- 变更目标速度(6081h: Profile velocity)。

请设定 6081h=2000000(指令单位/s)。

另外, 根据 607Fh(最大 profile 速度)以及 6080h(Max motor speed)的设定值限制动作速度。

- 变更加速度(6083h: Profile acceleration)。

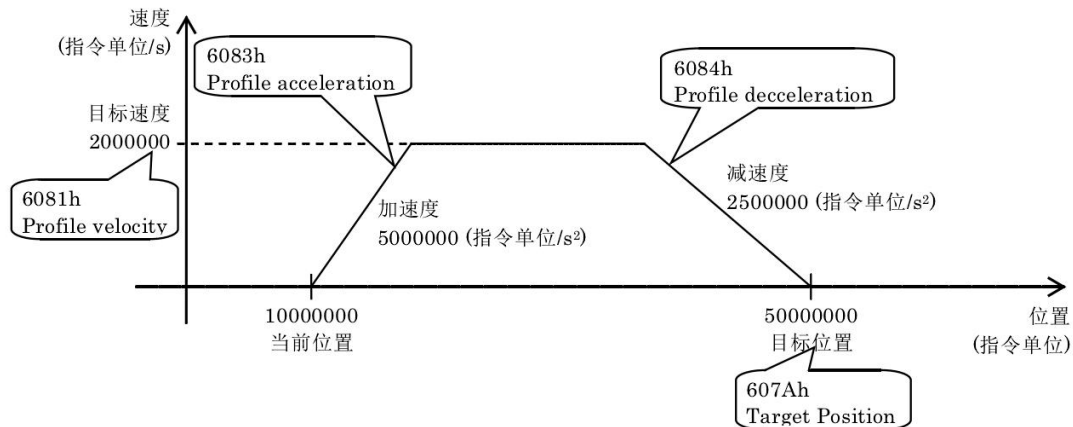
请设定 6083h=5000000(指令单位/s<sup>2</sup>)。

另外, 根据 60C5h(Max acceleration)的设定值限制动作速度。

- 变更减速度(6084h: Profile deceleration)。

请设定 6084h=2500000(指令单位/s<sup>2</sup>)。

另外, 根据 60C6h(Max deceleration)的设定值限制动作速度。



## 1.4 电机动作

- EtherCAT 通信是所谓的 PDS(Power Drive Systems)状态, 表示伺服驱动器的状态。

PDS 可以通过对象 6040h(Controlword)进行变更, 可通过 6041h(Statusword)参考状态。必须在通过 6041h(Statusword)确认状态已转换后, 才发送转换到下一状态的指令。

- 首先, PDS 状态从 Switch on disabled 转换到 Ready to switch on。

设定 6040h=0006h(2:Shutdown), 并确认 6041h 是从 xx40h 变化到 xx21h。

- 然后, PDS 状态从 Ready to switch on 转换到 Switched on。

设定 6040h=0007h(3:Switch on), 请确认 6041h 是从 xx21h 变化到 xx23h。

- 接着, PDS 状态从 Switched on 转换到操作有效。

设定 6040h=000Fh(4: Enable operation), 并确认 6041h 是从 xx23h 变化到 xx27h。

由于 6041h=xx27h, 变为伺服使能 ON 状态。

- 因为开始 pp 动作, 所以将 6040h 的 bit4(new set point)从 0 变更到 1。

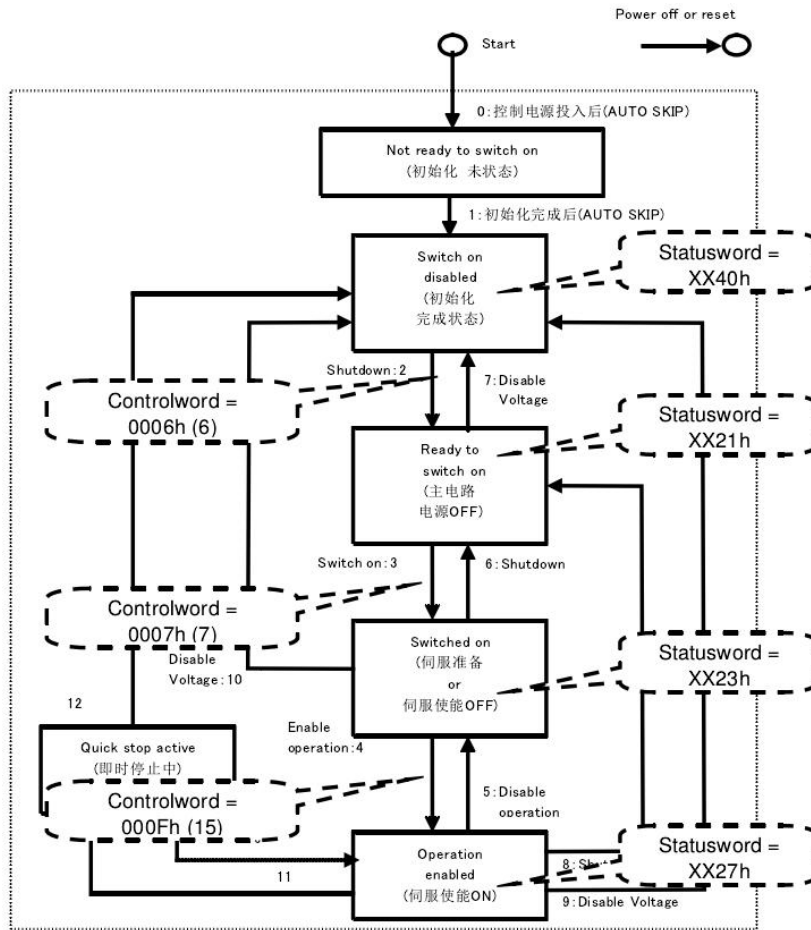
bit5(change set immediately)、bit6(absolute/relative)、bit9(change on set-point)仍为 0。

请设定 6040h=001Fh。

电机开始动作。

• 通过将 PDS 状态从 Operation enabled 转换到 Switched on，关闭伺服。

设定 6040h=0007h(5: Disable operation)，并确认 6041h 是从 xx27h 变化到 xx23h。



## 2. 系统概述

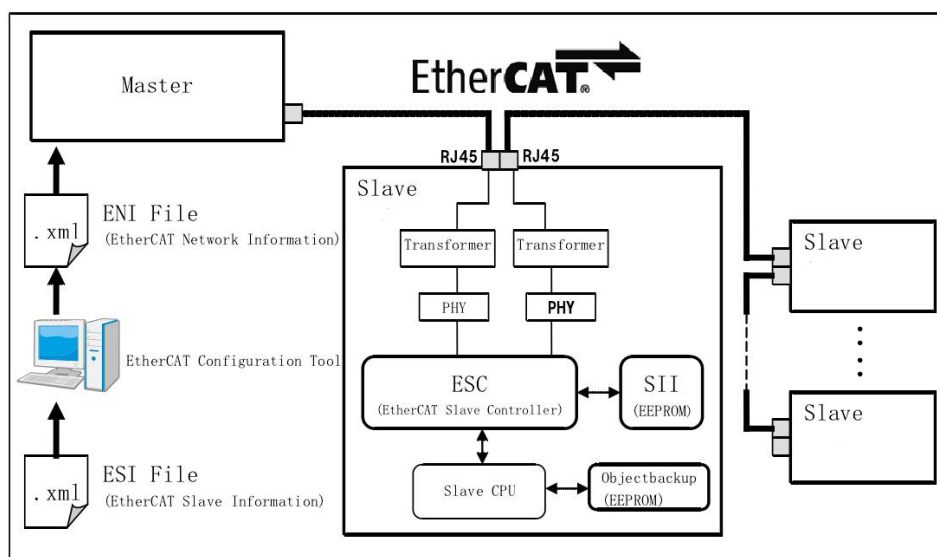
### 2.1 EtherCAT 概述

所谓 EtherCAT，是 Ethernet for Control Automation Technology 的简称，使用 Beckhoff Automation GmbH 开发的实时以太网的主站和从站间开放式的网络通信，由 ETG(EtherCAT Technology Group)进行管理。

### 2.2 系统组成(主站·从站组成)

EtherCAT 的连接形态是，线形连接主站(FA 控制器)和多个从站 (※线形连接以外的方式请通过另外的途径咨询)的网络系统。从站可能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。



**EtherCAT Slave Information (ESI) :**

本公司提供的 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、有无同期、SyncManager 设定等)的定义。

**EtherCAT Network Information (ENI) :**

主站侧生成的文件。ENI 载有识别从站信息(供应商信息等)、进行各从站的初始化的信息，主站是基于 ENI 记载的信息进行网络的初始化、构筑。

**Slave Information Interface (SII) :**

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。

### 2.3 规格一览

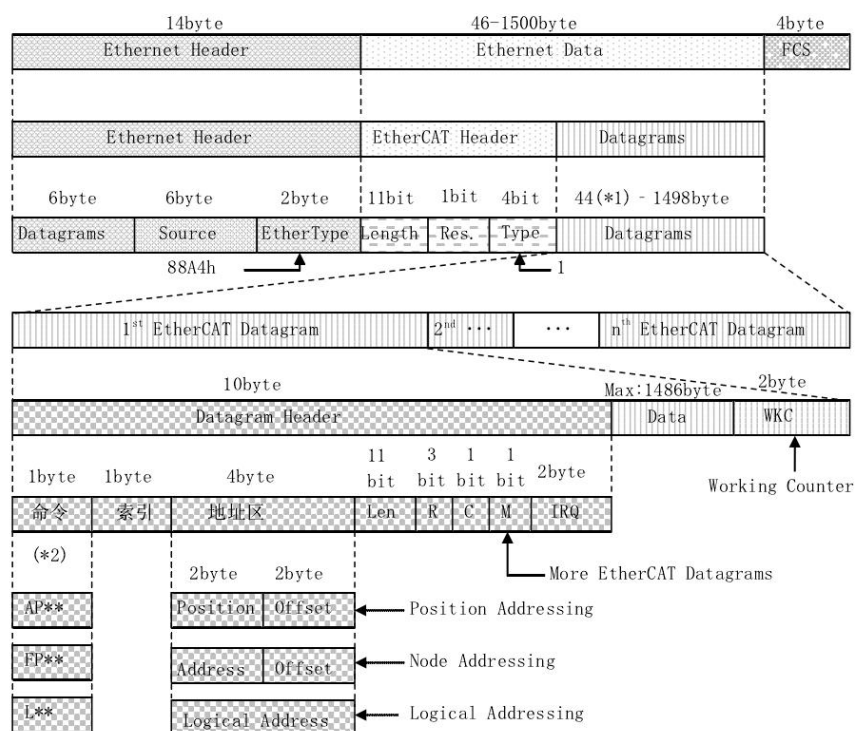
项 目	规 格		
Physical Layer	100BASE-TX (IEEE802.3)		
波特率	100[Mbps] (Full duplex)		
拓扑	LINE		
连接电缆	双绞线 CAT5e		
电缆长	节点间: 最大 100[m]		
连接从站(轴)数	最大 65535		
通信口	2ports (RJ45 connector)		
Explicit Device ID	对应		
Device Profile	CoE (CANopen over EtherCAT)		
SyncManager	4		
FMMU	2		
Modes of Operation (控制模式) 简称: Op-mode	Modes of operation		
	位置	pp	Profile position mode (未对应)
		csp	Cyclic synchronous position mode
		ip	Interpolate position mode (未对应)
		hm	Homing mode
	速度	pv	Profile velocity mode (未对应)
		csv	Cyclic synchronous velocity mode
	转矩	tq	Torque profile mode (未对应)
cst		Cyclic synchronous torque mode	
同期模式	DC (SYNC0事件同期)(DC 32/64bit) SM2 (SM2事件同期) FreeRUN (非同期)		
Cycle time (DC、SM2通信周期)	最小支持200us, 最大支持10ms, 中间取200us的任意整数倍; 默认通信周期1ms		
通信对象	SDO (服务数据对象), PDO (过程数据对象)		
SDO 信息	对应: SDO Request, SDO Response, SDO information 未对应: Complete Access, 诊断信息		
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]		
Diagnosis Object	仅对应 Diagnosis message(暂不支持)		
Command Object	未对应		
Shift time	250 μ s 时刻只对应 Input(响应) (暂不支持)		
通信异常时 csp 位置指令补偿	对应		

### 3. EtherCAT通信规格

### 3.1 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 帧的数据。因为 Ethernet Header 的 EtherType 为 0x88A4h，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 帧构成



寻址模式	Cmd	简称	名称	说明
-	00h	NOP	No operation	没有操作。
Position Addressing	01h	APRD	Auto increment physical read	各从站递增Address。 接收Address的值是0的帧的时候，执行被要求的read动作。
Position Addressing	02h	APWR	Auto increment physical write	各从站递增Address。 接收Address的值是0的帧的时候，执行被要求的write动作。
Position Addressing	03h	APRW	Auto increment physical read write	各从站递增Address。 接收Address的值是0的帧的时候，执行被要求的read&write动作。
Node Addressing	04h	FPRD	Configured address physical read	各从站是Address的值和Station Address一致时，执行被要求的 read 动作。

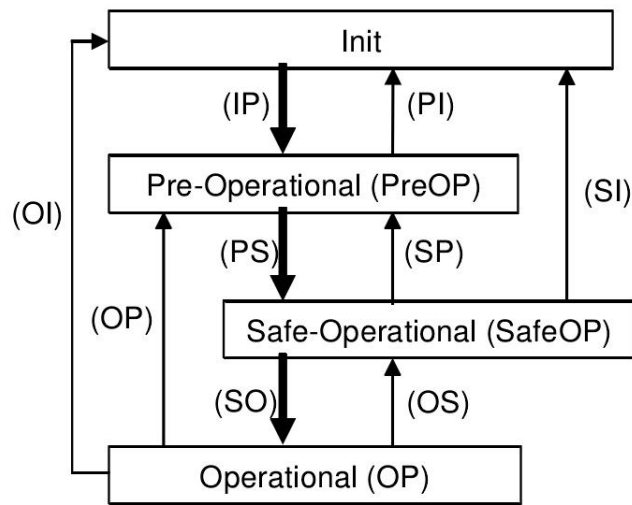


Node Addressing	05h	FPWR	Configured address physical write	各从站是Address的值和Station Address一致时，执行被要求的write动作。
Node Addressing	06h	FPRW	Configured address physical read write	各从站是Address的值和Station Address一致时，执行被要求的read&write动作。
—	07h	BRD	Broadcast read	全部从站执行被要求的read动作。
—	08h	BWR	Broadcast write	全部从站执行被要求的write动作。
—	09h	BRW	Broadcast read write	全部从站执行被要求的read write动作。
Logical Addressing	0Ah	LRD	Logical read	各从站是Logical Address的值和通过FMMU的请求被指定的逻辑存储器领域一致的时候，执行被要求的read动作。
Logical Addressing	0Bh	LWR	Logical write	各从站是Logical Address的值和通过FMMU的请求被指定的逻辑存储器领域一致的时候，执行被要求的write动作。
Logical Addressing	0Ch	LRW	Logical read write	各从站是Logical Address的值和通过FMMU的请求被指定的逻辑存储器领域一致的时候，执行被要求的read&write动作。
Position Addressing	0Dh	ARWM	Positional physical read/ multiple write	各从站递增Address。 Address的值接收0的帧完成的从站，执行被要求的read动作。其他的从站执行write动作。
Node Addressing	0Eh	FRMW	Configured address physical read / multiple write	各从站Address和Station Address的值比较，一致的从站执行被要求的read动作。其他的从站执行write动作。
—	0Fh ~	—	(Reserved)	—

### 3.2 ESM (EtherCAT State Machine)

EtherCAT 应用层的状态(ESM 状态)的转化图如下图所示。

EtherCAT应用层的状态转换图



ESM 状态	各状态下获取的动作	通信动作		
		SDO (邮箱)	PDO 发信	PDO 收信
Init	通信部的初始化中，SDO(Mailbox)收发信，PDO无法收发信的状态	-	-	-
Pre-Operational (略称:PreOP)	SDO(Mailbox)可以收发信的状态	Yes	-	-
Safe-Operational (略称:SafeOP)	除了SDO(Mailbox)收发信可以通过PDO的发信	Yes	Yes	-
Operational (略称:OP)	SDO(Mailbox)收发信、PDO收发全部可行状态	Yes	Yes	Yes

### 3.3 ESC 地址空间

UI /CU持有 8Kbyte 的物理地址空间。

最初的 4Kbyte(0000h~0FFFh)是作为寄存器空间使用，另外的 4Kbyte 是过程数据作为 RAM 领域使用。以下记载着代表寄存器。

ESC Register Byte Address	Length (Byte)	说明	初始值 *1)
<b>ESC Information</b>			
0000h	1	Type	04h
0001h	1	Revision	01h
0002h~0003h	2	Build	0101h
0004h	1	FMMUs supported	02h
0005h	1	SyncManagers supported	04h

ESC Register Byte Address	Length (Byte)	説明	初期値 *1)
0006h	1	RAM Size	04h
0007h	1	Port Descriptor	0Fh
0008h~0009h	2	ESC Features supported	00FCh
<b>Station Address</b>			
0010h~0011h	2	Configured Station Address	-
0012h~0013h	2	Configured Station Alias	-
...			
<b>Data Link Layer</b>			
...			
0100h~0103h	4	ESC DL Control	-
...			
0110h~0111h	2	ESC DL Status	-
<b>Application Layer</b>			
0120h~0121h	2	AL Control	-
0130h~0131h	2	AL Status	-
0134h~0135h	2	AL Status Code	-
...			
<b>PDI</b>			
0140h	1	PDI Control	00h
0141h	1	ESC Configuration	08h
0150h	1	PDI Configuration	-
0151h	1	SYNC/LATCH PDI Configuration	00h
0152h~0153h	2	Extended PDI Configuration	-
...			
<b>Watchdogs</b>			
0400h~0401h	2	Watchdog Divider	-
0410h~0411h	2	Watchdog Time PDI	-
0420h~0421h	2	Watchdog Time Process Data	-
0440h~0441h	2	Watchdog Status Process Data	-
0442h	1	Watchdog Counter Process Data	-
0443h	1	Watchdog Counter PDI	-
...			
<b>FMMU</b>			
0600h~062Fh	3x16	FMMU[2:0]	-
+0h~3h	4	Logical Start Address	-
+4h~5h	2	Length	-
+6h	1	Logical Start bit	-

ESC Register Byte Address	Length (Byte)	説明	初期値 *1)
+7h	1	Logical Stop bit	-
+8h~9h	2	Physical Start Address	-
+Ah	1	Physical Start bit	-
+Bh	1	Type	-
+Ch	1	Activate	-
+Dh~Fh	3	Reserved	-
...			
<b>Distributed Clocks (DC) — SYNC Out Unit</b>			
0981h	1	Activation	-
...			
0984h	1	Activation Status	-
098Eh	1	SYNC0 Status	-
...			
0990h~0993h	4	Start Time Cyclic Operation/Next SYNC0 Pulse	-
...			
09A0h~09A3h	4	SYNC0 Cycle Time	-
...			

\*1) 初始值是 ESC 启动时的值。此后可能通过 CPU 固件等进行变更。

### 3.4 SII(Slave Information Interface) EEPROM

SG-AS为了储存 EtherCAT 从站信息(ESI)载入 16kbit 的 EEPROM。

下表表示 EEPROM 的构造。ESI 使用字地址。

Address	+0h	+1h	+2h	+3h	+4h	+5h	+6h	+7h
0000h	EtherCAT Slave Controller Configuration Area							
0008h	Vendor ID		Product Code		Revision Number		Serial Number	
0010h	Hardware Delays				Bootstrap Mailbox Config			
0018h	Mailbox Sync Man Config						-	
0020h	Reserved							
...								
0030h								
0038h	-						Size	Version
0040h	Additional Information (Subdivided in Categories)							
...	Category Strings							
	Category FMMU							
	Category SyncManager							
	Category TxPDO / RxPDO for each PDO							

ESC 寄存器配置区(EEPROM 字地址 0000h~0007h)内，  
Configured Station Alias 是电源投入后通过 ESC 自动读出，写入 ESC 寄存器。  
将 SII EEPROM 变更后的值反映到 ESC 寄存器时，请再次投入电源。

(注) 0004h(Configured Station Alias)、0007h(Checksum)以外请不要从根本上变更。

SII EEPROM Word Address	名称	说明	ESC Register Word Address	数据类型	初期值
0000h	PDI Control	PDI控制·寄存器的初始 值	0140h 0141h	Unsigned16	0C08h
0001h	PDI Configuration	PDI配置寄存器的初始 值	0150h 0151h	Unsigned16	6600h
0002h	Pulse Length of SYNC	SYNC信号的脉冲长的 初始值	0982h 0983h	Unsigned16	0032h
0003h	Extended PDI Configuration	扩大PDI配置寄存器的 初始值	0152h 0153h	Unsigned16	0000h
0004h	Configured Station Alias	Station Alias (ID)的初始 值	0012h 0013h	Unsigned16	0000h
0005h	Reserved	预约	—	BYTE[4]	—
0006h	Reserved	预约	—	BYTE[4]	—
0007h	Checksum	ESC寄存器配置区的	—	Unsigned16	—

ESC Configuration · Area 接下来是 SII EEPROM 内容的记述。

SII EEPROM Word Address	名称	说明	ESC Register Word Address	数据类型	初期值
0008h	Vendor ID	厂商标识ID	—	Unsigned32	0929h
0009h					
000Ah 000Bh	Product Code	产品码	—	Unsigned32	(根据产品 而不同)
000Ch 000Dh	Revision Number	版本号	—	Unsigned32	(根据产品 而不同)
000Eh 000Fh	Serial Number	序列号	—	Unsigned32	(根据产品 而不同)
0010h	Execution Delay	执行延时	—	Unsigned16	0000h
0011h	Port0 Delay	口0延时	—	I16	0000h
0012h	Port1 Delay	口1延时	—	I16	0000h
0013h	Reserved	预约	—	BYTE[2]	—

0014h	Bootstrap Receive box Offset	引导状态下的收信 Mailbox的偏移量 (主站->从站) (未对应)	—	Unsigned16	0000h
0015h	Bootstrap Receive box Size	引导状态下的收信 Mailbox的大小 (主站->从站) (未对应)	—	Unsigned16	0000h
0016h	Bootstrap Send box Offset	引导状态下的送信 Mailbox的偏移量 (从站->主站) (未对应)	—	Unsigned16	0000h
0017h	Bootstrap Send box Size	引导状态下的送信 Mailbox的大小 (从站->主站) (未对应)	—	Unsigned16	0000h
0018h	Standard Receive box Offset	标准状态的收信 Mailbox的偏移量 (主站->从站)	—	Unsigned16	1800h
0019h	Standard Receive Mailbox Size	标准状态的收信 Mailbox的大小 (主站->从站)	—	Unsigned16	0180h
001Ah	Standard Send box Offset	标准状态的送信 Mailbox的偏移量 (从站->主站)	—	Unsigned16	1A00h
001Bh	Standard Send box Size	标准状态的送信 Mailbox的大小 (从站->主站)	—	Unsigned16	0180h
001Ch	box Protocol	被支持的Mailbox协议	—	Unsigned16	0004h
001Dh	Reserved	预约	—	BYTE[66]	—
...					
003Dh					
003Eh	Size	EEPROM的大小 (本伺服驱动器载入 16kbit的EEPROM)	—	Unsigned16	000Fh
003Fh	Version	版本 (固定为1。)	—	Unsigned16	0001h
0040h	每个类别的数据				

### 3.5 通信同期模式

UI /CU系列可以选择以下的同期模式。

同期模式	内容	同期方法	特征
DC	SYNC0 事件同期	以第 1 轴的时间为基准同期其他从站的时间信息	高精度； 需要在主站侧进行补偿处理。
SM2	SM2 事件同期	RxPDO 的收信事件同期	没有传送延时补偿，精度差； 一定要在上位控制器侧保证传送时间（专用硬件等）。
FreeRun	非同期	非同期	处理简单； 欠缺实时性。

### 3.6 SDO(Service Data Object)

TSVB 系列支持 SDO(Service Data Object)。

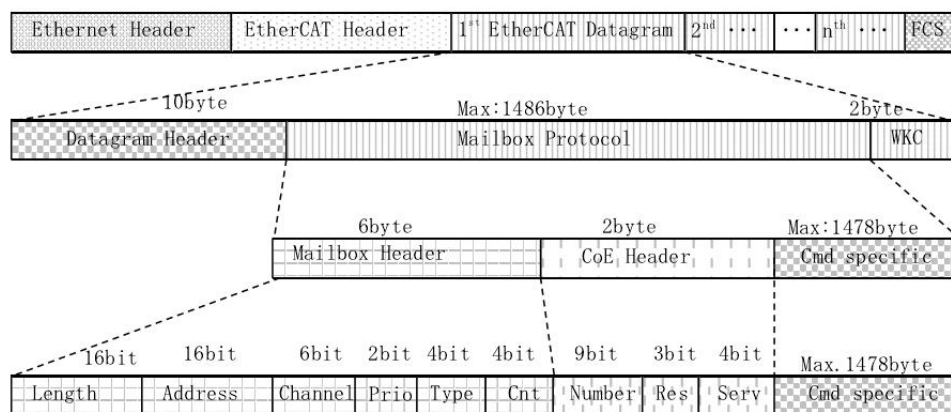
SDO 的数据交换使用 Mailbox 通信。因而请注意 SDO 的数据刷新时间变得不稳定。主站侧在对象字典内的记录中读写数据，可进行对象设定以及从站的各种状态的监测。  
注)·到 SDO 的读写动作的响应需要花费时间。

- 用 PDO 刷新的对象请不要用 SDO 刷新。

#### 1) Mailbox 数据结构

以下表示 Mailbox/SDO 的数据结构。

详细内容请参照 ETG 规格书(ETG1000-5 以及 ETG1000-6)。



数据部分	数据区域	数据类型	功能
Mailbox Header	Length	WORD	Mailbox 的数据长度
	Address	WORD	发信源的站地址
	Channel	Unsigned6	(Reserved)
	Priority	Unsigned2	优先度
	Type	Unsigned4	Mailbox 类型 00h: 报警

			01h : (Reserved) 02h : EoE(未对应) 03h : CoE 04h : FoE(未对应) 05h : SoE(未对应) 06h-0Eh : (Reserved) 0Fh : VoE(未对应)
	Cnt	Unsigned3	Mailbox 计数器
	Reserved	Unsigned1	(Reserved)
CoE Header	Number	Unsigned9	(Reserved)
	Reserved	Unsigned3	(Reserved)
	Service	Unsigned4	信息类型
Cmd specific	Size Indicator	Unsigned1	Data Set Size 使用许可
	Transfer Type	Unsigned1	Normal 转送/Expedited 转送选择
	Data Set Size	Unsigned2	指定数据大小
	Complete Access	Unsigned1	对象的存取方法的选择 (未对应)
	Command Specifier	Unsigned3	上传/下载 要求/响应等的选择
	Index	WORD	对象的 Index
	Subindex	BYTE	对象的 Subindex
	Data	BYTE[4]	对象的数据或者Abort message 等 【 根据Size Indicator,Transfer Type, Data Set Size,Complete Access, Command Specifier 的组合功能改变】

## 2) 异常发生时的信息 Abort message

如果 SDO 数据交换处理(read/write)失败，返回所谓 Abort message 的 Abort code 的报警信息。Abort message 只有 SDO 数据交换处理的报警处理，在 PDO 数据交换处理中没有 Abort message。Abort code 的内容可能会根据存取条件而有差异。

Abort code	内容	
05030000h	Toggle bit not changed	开关位没有变化 (Not supported)
05040000h	SDO protocol timeout	SDO 协议的超时 (Not supported)
05040001h	Client/Server command specifier not valid or unknown	客户/伺服命令指定无效/不明
05040005h	Out of memory	存储器范围外 (Not supported)
06010000h	Unsupported access to an object	不支持访问对象



06010001h	Attempt to read to a write only object	对写入专用对象的读访问 (Not supported)
06010002h	Attempt to write to a read only object	对读取专用对象的写访问
06010003h	Subindex cannot be written, SIO must be 0 for write access	无法写入子索引 子索引00h写入访问用必须为 0
06020000h	The object does not exist in the object dictionary	对象字典中不存在此对象
06040041h	The object can not be mapped into the PDO	不能将对象映射到PDO(Not supported)
06040042h	The number and length of the objects to be mapped would exceed the PDO length	被映射的对象的数/超过PDO的长度 (Not supported)
06040043h	General parameter incompatibility reason	一般的参数不一致(Not supported)
06040047h	General internal incompatibility in the device	设备的一般内部不一致(Not supported)
06060000h	Access failed due to a hardware error	由于硬件报警导致访问失败
06070010h	Data type does not match,length of service parameter does not match	数据类型不一致, 伺服参数的长度不一致
06070012h	Data type does not match,length of service parameter too high	数据类型不一致, 伺服参数太长(Not supported)
06070013h	Data type does not match,length of service parameter too low	数据类型不一致, 伺服参数太短(Not supported)
06090011h	Subindex does not exist	子索引不存在
06090030h	Value range of parameter exceeded(only for write access)	参数值是范围外(只有写访问)
06090031h	Value of parameter written too high	已写入的参数值太大
06090032h	Value of parameter written too low	已写入的参数值太小
06090036h	Maximum value is less than minimum value	最大值比最小值小
08000000h	General error	一般的报警 (Not supported)
08000020h	Data cannot be transferred or stored the application	数据无法传送/储存到应用层
08000021h	Data cannot be transferred or	因为本地控制, (Not supported)

	stored to the application because of local control	数据无法传送/储存到应用层
08000022h	Data cannot be transferred or stored to the application because of the present device state	目前的设备状态， 数据无法传送/储存到应用层
08000023h	object dictionary dynamic generation fails or no object dictionary is present	不存在对象字典

(伺服报警信息读取)

### 3.7 PDO(Process Data Object)

SG-AS系列支持 PDO(Process Data Object)。

对于 EtherCAT 实时数据的转送，通过 PDO(Process Data Object)的数据交换执行。

PDO 有从主站到从站转送的 RxPDO 和从从站到主站转送的 TxPDO。

	送信侧	受信侧
RxPDO	主站	从站
TxPDO	从站	主站

(注) PDO 正在更新的对象请不要更新 SDO

#### 3.7.1 PDO 映射对象

PDO 映射指从对象字典到 PDO 的应用对象的映射。

SG-AS 作为 PDO 映射用的一览表，可以使用 RxPDO 用 1600h~1603h、TxPDO 用 1A00h~1A03h 的映射对象。

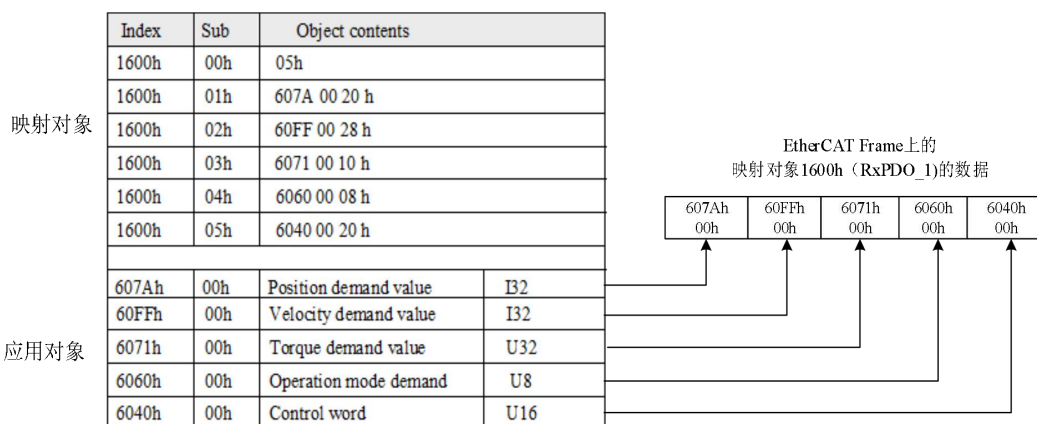
一个映射对象以下所示可以映射的应用对象的最大数。

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。

<设定例>

分配应用对象 607Ah,60FFh,6071h,6060h,6040h 到映射对象 1600h(Receive PDO mapping 1:RxPDO\_1)的情况。



### 3.7.2 PDO 分配对象

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

对 SyncManager PDO 分配对象记述 PDO 映射用的表和 SyncManager 的关系。

SG-AS，作为 SyncManager PDO 分配对象可以使用 RxPDO(SyncManager2)用 1C12h、TxPDO(SyncManager3)用 1C13h。

一个分配对象以下所示可以分配的应用对象的最大数。

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。

详细的设定方法请参照 5.4。

<设定例>

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

索引	子索引	对象内容
1C13h	00h	01h
	01h	1A00h
	02h	0000h
	03h	0000h
	04h	0000h
1A00h		TxPDO_1
1A01h		TxPDO_2
1A02h		TxPDO_3
1A03h		TxPDO_4

## 4. 对象共通规格

### 4.1 对象结构

全部对象，4 位的 16 进制数表示 16bit Index4，每个组的对象字典内进行配置。

CiA402 规定的 CoE(CANopen over EtherCAT)的对象字典、SG-AS 系列的对象字典构成如下所示。

CiA402规定的对象字典		TSVB的对象字典		
Index	内容	Index	内容	参照
0000h~0FFFh	数据类型区域	0000h~0FFFh	数据类型区域	-
1000h~1FFFh	CoE 通信区域	1000h~1FFFh	CoE 通信区域	5章
2000h~5FFFh	Manufacturer-specific区域	2000h~2FFFh	伺服参数区域	7章
		3000h~5FFFh	Reserved	-
6000h~9FFFh	Profile区域	6000h~6FFFh	驱动 Profile区域	6章
		7000h~9FFFh	Reserved	-
A000h~FFFFh	Reserved	A000h~FFFFh	Reserved	-

## 5. CoE 通信区域(1000h~1FFFh)

### 5.1 对象一览

Index	Sub-Index	Name
1000h	00h	Device type
1001h	00h	Error register
1008h	00h	Manufacturer device name
1009h	00h	Manufacturer hardware version
100Ah	00h	Manufacturer software version
1010h	-	Store parameters
	00h	Number of entries
	01h	Save all parameters
1018h	-	Identity object
	00h	Number of entries
	01h	Vendor ID
	02h	Product code
	03h	Revision number
	04h	Serial number
10F3h	-	Diagnosis history
	00h	Number of entries
	01h	Maximum messages
	02h	Newest message
	03h	Newest acknowledged message
	04h	New messages available
	05h	Flags
	06h	Diagnosis message 1
	:	:
	13h	Diagnosis message 14

Index	Sub-Index	Name
1600h	-	Receive PDO mapping 1
	00h	Number of entries
	01h	1st receive PDO mapped
	02h	2nd receive PDO mapped
	03h	3rd receive PDO mapped
	:	:
	20h	32nd receive PDO mapped
	1601h	-
00h		Number of entries
01h		1st receive PDO mapped
02h		2nd receive PDO mapped
03h		3rd receive PDO mapped
:		:
:		:

	20h	32nd receive PDO mapped
1602h	-	Receive PDO mapping 3
	00h	Number of entries
	01h	1st receive PDO mapped
	02h	2nd receive PDO mapped
	03h	3rd receive PDO mapped
	:	:
	20h	32nd receive PDO mapped
1603h	-	Receive PDO mapping 4
	00h	Number of entries
	01h	1st receive PDO mapped
	02h	2nd receive PDO mapped
	03h	3rd receive PDO mapped
	:	:
	20h	32nd receive PDO mapped

Index	Sub-Index	Name
1A00h	-	Transmit PDO mapping 1
	00h	Number of entries
	01h	1st transmit PDO mapped
	02h	2nd transmit PDO mapped
	03h	3rd transmit PDO mapped
	:	:
	20h	32nd transmit PDO mapped
1A01h	-	Transmit PDO mapping 2
	00h	Number of entries
	01h	1st transmit PDO mapped
	02h	2nd transmit PDO mapped
	03h	3rd transmit PDO mapped
	:	:
	20h	32nd transmit PDO mapped
1A02h	-	Transmit PDO mapping 3
	00h	Number of entries
	01h	1st transmit PDO mapped
	02h	2nd transmit PDO mapped
	03h	3rd transmit PDO mapped
	:	:
	20h	32nd transmit PDO mapped
1A03h	-	Transmit PDO mapping 4
	00h	Number of entries
	01h	1st transmit PDO mapped
	02h	2nd transmit PDO mapped
	03h	3rd transmit PDO mapped
	:	:
	20h	32nd transmit PDO mapped
1C00h	-	Sync manager communication type

00h	Number of used sync manager channels
01h	Communication type sync manager 0
02h	Communication type sync manager 1
03h	Communication type sync manager 2
04h	Communication type sync manager 3

## 5.2 设备信息

本节对从站的设备信息相关对象进行说明。

Index	Sub-Index	Name
1C12h	-	Sync manager channel 2
	00h	Number of assigned PDOs
	01h	PDO mapping object index of assigned RxPDO 1
	02h	PDO mapping object index of assigned RxPDO 2
	03h	PDO mapping object index of assigned RxPDO 3
	04h	PDO mapping object index of assigned RxPDO 4
1C13h	-	Sync manager channel 3
	00h	Number of assigned PDOs
	01h	PDO mapping object index of assigned TxPDO 1
	02h	PDO mapping object index of assigned TxPDO 2
	03h	PDO mapping object index of assigned TxPDO 3
	04h	PDO mapping object index of assigned TxPDO 4
1C32h	-	Sync manager 2 synchronization
	00h	Number of sub-objects
	01h	Sync mode
	02h	Cycle time
	03h	Shift time
	04h	Sync modes supported
	05h	Minimum cycle time
	06h	Calc and copy time
	08h	Command
	09h	Delay time
	0Ah	Sync0 cycle time
	0Bh~0Eh	Not supported
	20h	Sync error
1C33h	-	Sync manager 3 synchronization
	00h	Number of sub-objects
	01h	Sync mode
	02h	Cycle time
	03h	Shift time
	04h	Sync modes supported
	05h	Minimum cycle time
	06h	Calc and copy time
	08h	Command
	09h	Delay time
	0Ah	Sync0 cycle time
	0Bh~0Eh	Not supported
	20h	Sync error

Index	Sub-Index	Name/ Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO											
1000h	00h	Device type	-	0~4294967295	U32	ro	No											
		·表示设备类别。 如果是伺服驱动器，值固定为 00020192h。																
1001h	00h	错误寄存器	-	0~255	U8	ro	No											
		表示伺服驱动器发生报警的类别(状态)。 报警未发生时表示 0000h。																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0~3</td> <td>(Not supported)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>总线相关报警</td> </tr> <tr> <td>5~6</td> <td>(Reserved)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>总线无关的报警</td> </tr> </tbody> </table>		Bit	内容	0~3	(Not supported)	4	总线相关报警	5~6	(Reserved)	7	总线无关的报警					
		Bit	内容															
		0~3	(Not supported)															
		4	总线相关报警															
5~6	(Reserved)																	
7	总线无关的报警																	
报警的详细内容参见第8章。																		
1008h	00h	Manufacturer device																
1009h	00h	Manufacturer hardware																
100Ah	00h	Manufacturer software																
1018h	-	Identity object	-	-	-	-	-											
		表示设备信息。																
	00h	Number of entries	-	0~255	U8	ro	No											
		表示默认的Subindex数，值固定为04h。																
	01h	Vendor ID	-	0~4294967295	U32	ro	No											
		表示EtherCAT设备的Vendor ID。值固定为929h。																
	02h	Product code	-	0~4294967295	U32	ro	No											
		表示产品代码。																
	03h	Revision number	-	0~4294967295	U32	ro	No											
		表示产品版本号。																
04h	Software version	-	0~4294967295	U32	ro	No												
	表示产品序列号。																	

### 5.3 Sync manager communication type (1C00h)

各 SyncManager 分配到如何的动作模式，通过 1C00h 的对象来设定。

对于伺服驱动器来说值是固定的。



Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
	-	Sync manager communication type	-	-	-	-	-
1C00h	-	设定各 Sync Manager 的动作模式。					
	00h	Number of used sync manager channels	-	0~255	U8	ro	No
		表示默认的子索引数。值固定为 4。					
	01h	Communication type sync manager 0	-	0~4	U8	ro	No
		设定Sync Manager 0的用途。 0: 未使用 1: 邮箱收信(主站→从站)      3: RxPDO(主站→从站) 2: 邮箱送信(从站→主站)      4: TxPDO(从站→主站) 因为Sync Manager0使用Mailbox收信，所以值固定为1。					
	02h	Communication type sync manager 1	-	0~4	U8	ro	No
		设定Sync Manager 1的用途，参考01h说明。 因为Sync Manager1使用 Mailbox 送信，所以值固定为 2。					
	03h	Communication type sync manager 2	-	0~4	U8	ro	No
		设定Sync Manager 2的用途，参考01h说明。 因为Sync Manager2使用Process data output (RxPDO)，所以值固定为 3。					
	04h	Communication type sync manager 3	-	0~4	U8	ro	No
Sync Manager 3的用途，参考01h说明。 因为Sync Manager 3使用Process data input (TxPDO)，所以值固定为 4。							

## 5.4 PDO(Process Data Object)映射

### 5.4.1 PDO 分配对象(1C12h~1C13h)

SyncManager 分配怎样的 PDO 映射用的表，通过 1C12h 到 1C13h 的对象设定。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
1C12h		Sync manager channel 2	-	-	-	-	-

	<ul style="list-style-type: none"> <li>设定Sync Manager2上的PDO映射对象的入口。 Sync Manager2作为Process data output (RxPDO)使用。 ESM状态只有在PreOP时才可以变更此对象的设定值。 注) 如果 Subindex00h 一旦不为 0, 01h~04h 不能变更。</li> </ul>						
00h	Number of assigned PDOs	-	0~4	U8	rw	No	
<ul style="list-style-type: none"> <li>表示本对象的分配对象数。</li> </ul>							
01h	PDO mapping object index of assigned RxPDO 1	-	1600h~1603h	U16	rw	No	
<ul style="list-style-type: none"> <li>指定使用的 PDO 映射对象。</li> </ul>							
02h	PDO mapping object index of assigned RxPDO 2	-	1600h~1603h	U16	rw	No	
<ul style="list-style-type: none"> <li>指定使用的 PDO 映射对象。</li> </ul>							
03h	PDO mapping object index of assigned RxPDO 3	-	1600h~1603h	U16	rw	No	
<ul style="list-style-type: none"> <li>指定使用的 PDO 映射对象。</li> </ul>							
04h	PDO mapping object index of assigned RxPDO 4	-	1600h~1603h	U16	rw	No	
<ul style="list-style-type: none"> <li>指定使用的 PDO 映射对象。</li> </ul>							
1C13h	Sync manager channel 3	-	-	-	-	-	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>设定Sync Manager3上的PDO映射对象的入口。 Sync Manager3作为Process data output (TxPDO)使用。 ESM状态只有在PreOP时才可以变更此对象的设定值。 注) 如果 Subindex00h 一旦不为 0, 01h~04h 不能变更。</li> </ul>						
	00h	Number of assigned PDOs	-	0~4	U8	rw	No
	<ul style="list-style-type: none"> <li>表示本对象的分配对象数。</li> </ul>						
	01h	PDO mapping object index of assigned TxPDO 1	-	1A00h~1A03h	U16	rw	No
	<ul style="list-style-type: none"> <li>指定使用的 PDO 映射对象。</li> </ul>						
	02h	PDO mapping object index of assigned TxPDO 2	-	1A00h~1A03h	U16	rw	No
<ul style="list-style-type: none"> <li>指定使用的 PDO 映射对象。</li> </ul>							
03h	PDO mapping object index of assigned TxPDO 3	-	1A00h~1A03h	U16	rw	No	

		·指定使用的 PDO 映射对象。					
04h	PDO mapping object index of assigned TxPDO 4	-	1A00h~1A03h	U16	rw	No	
		·指定使用的 PDO 映射对象。					

注) 1C12h、1C13h 的 Subindex01h-04h 只有在 ESM 状态为 PreOP 并且 Subindex00h=0 的时候可以变更设定。除此之外的状态是返回 Abort Code (06010003h)。

设定变更后，设定使用 Subindex00h 的 Subindex 数，通过转换 ESM 状态到 SafeOP 反映 PDO 分配对象设定。

#### 5.4.2 PDO 映射对象(1600h~1603h、1A00h~1A03h)

作为 PDO 映射对象用的表，可以使用 RxPDO 用 1600h~1603h、TxPDO 用 1A00h~1A03h 的对象。

Subindex 01h 之后，表示映射的应用层对象的信息。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO
1600h		Receive PDO mapping 1	-	-	-	-	-
	-	·表示RxPDO的对象。 此对象的设定值的变更，ESM状态只有在PreOP的时候可行。 注)如果一旦Subindex00h不为0，则01h~20h的变更无法执行。					
	00h	Number of entries	-	0~32	U8	rw	No
		·设定此对象映射的 RxPDO 的对象数。					
	01h	1st receive PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No
		·设定第 1 个映射的对象。					
		Bit	31...16	15...08	07...0		
		Index编号		Subindex编号		位长	
	02h	2nd receive PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No
		·设定第2个映射的对象。 设定方法和Subindex01h相同。					
03h	3rd receive PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No	
	·设定第3个映射的对象。 设定方法和Subindex01h相同。						
04h	4th receive PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No	
	·设定第4个映射的对象。						

		设定方法和Subindex01h相同。					
	...	...					
	20h	32th receive PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No
		<ul style="list-style-type: none"> <li>设定第32个映射的对象。</li> </ul> 设定方法和Subindex01h相同。					
1601h	-	Receive PDO mapping 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>Subindex等的规格和1600h相同。</li> </ul>					
1602h	-	Receive PDO mapping 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>Subindex等的规格和1600h相同。</li> </ul>					
1603h	-	Receive PDO mapping 4 <ul style="list-style-type: none"> <li>Subindex等的规格和1600h相同。</li> </ul>					

注) ·请勿映射重复相同的对象。

不保证已重复设定情况的变动。

· 1600h-1603h 的 Subindex01h-20h 只有在 ESM 状态 PreOP 并且 Subindex00h=0 的时候可以变更设定。除此之外的状态返回 Abort Code (06010003h)。

设定变更后, 设定使用 Subindex 0h 的 Subindex 数, 通过转化 ESM 状态到 SafeOP 反映 PDO 映射对象设定。

Index	Sub-Index	Name/Description	Units	Range	Data Type	Access	PDO								
1A00h		Transmit PDO mapping 1	-	-	-	-	-								
	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>表示TxPDO的对象。</li> </ul> 此对象的设定值的变更, ESM状态只有在PreOP的时候可行。 注)如果一旦Subindex00h不为0, 则01h~20h的变更无法执行。													
	00h	Number of entries	-	0~32	U8	rw	No								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>设定此对象映射的 RxPDO 的对象数。</li> </ul>													
	01h	1st transmit PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>设定第 1 个映射的对象。</li> </ul> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:10%;">Bit</td> <td style="width:20%;">31...16</td> <td style="width:20%;">15...08</td> <td style="width:20%;">07...0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Index编号</td> <td>Subindex编号</td> <td>位长</td> </tr> </table>						Bit	31...16	15...08	07...0		Index编号	Subindex编号	位长
	Bit	31...16	15...08	07...0											
	Index编号	Subindex编号	位长												
02h	2nd transmit PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No									
	<ul style="list-style-type: none"> <li>设定第2个映射的对象。</li> </ul> 设定方法和Subindex01h相同。														
03h	3rd transmit PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No									

		<ul style="list-style-type: none"> <li>设定第3个映射的对象。 设定方法和Subindex01h相同。</li> </ul>					
	04h	4th transmit PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No
		<ul style="list-style-type: none"> <li>设定第4个映射的对象。 设定方法和Subindex01h相同。</li> </ul>					
	...	...					
	20h	32th transmit PDO mapped	-	0~4294967295	U32	rw	No
		<ul style="list-style-type: none"> <li>设定第32个映射的对象。 设定方法和Subindex01h相同。</li> </ul>					
1A01h	-	Transmit PDO mapping 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>Subindex等的规格和1600h相同。</li> </ul>					
1A02h	-	Transmit PDO mapping 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>Subindex等的规格和1600h相同。</li> </ul>					
1A03h	-	Transmit PDO mapping 4 <ul style="list-style-type: none"> <li>Subindex等的规格和1600h相同。</li> </ul>					

注) 请勿映射重复相同的对象。

不保证已重复设定情况的变动。

• 1A00h-1A03h 的 Subindex01h-20h 只有在 ESM 状态 PreOP 并且 Subindex00h=0 的时候可以变更设定。除此之外的状态返回 Abort Code (06010003h)。

设定变更后, 设定使用 Subindex00h 的 Subindex 数, 通过转化 ESM 状态到 SafeOP 反映 PDO 映射对象设定。

### 5.4.3 默认 PDO 映射

TSVB, 作为默认的 PDO 映射以下的内容被定义。

还有, 此默认的 PDO 映射是 PDO 映射对象的出厂时的值。

此内容是 ESI 文件(.xml 形式)也被定义。

另外, 出厂值是如下格式。

Bit	31...16	15...08	07...0
	Index编号	Subindex编号	位长

#### • PDO 映射 1

	Index	Sub-Index	Size	Name	出厂值
RxPDO (1600h)	607Ah	00h	32	Position demand value	607A0020h
	60FFh	00h	32	Velocity demand value	60FF0020h
	6071h	00h	16	Torque demand value	60710010h
	6060h	00h	8	Operation mode demand	60600008h

	6040h	00h	16	Control word	60400010h
TxPDO (1A00h)	6064h	00h	32	Position actual value	60640020h
	606Ch	00h	32	Velocity actual value	606C0020h
	6077h	00h	16	Torque actual value	60770010h
	6061h	00h	8	Operation mode display	60610008h
	6041h	00h	16	Status word	60410010h

• PDO 映射 2

	Index	Sub-Index	Size	Name	出厂值
RxPDO (1601h)	607Ah	00h	32	Position demand value	607A0020h
	60FFh	00h	32	Velocity demand value	60FF0020h
	6040h	00h	16	Control word	60400010h
TxPDO (1A01h)	6064h	00h	32	Position actual value	60640020h
	606Ch	00h	32	Velocity actual value	606C0020h
	6041h	00h	16	Status word	60410010h

注：当前版本驱动器不仅支持选择如上 PDO 映射，并且支持 PDO 动态映射。

5-4-4 PDO 映射设定步骤

以增加 6081h-00h(Profile velocity)到 1600h(Receive PDO mapping 1)的情况为事例对 PDO 映射的设定步骤进行说明。

变更前

Index	设定值	对象内容
1600h-01h	60400010h	6040h-00h Controlword
1600h-02h	60600008h	6060h-00h Modes of operation
1600h-03h	607A0020h	607Ah-00h Target Position
1600h-04h	60B80010h	60B8h-00h Touch probe function

变更后

Index	设定值	对象内容
1600h-01h	60400010h	6040h-00h Controlword
1600h-02h	60600008h	6060h-00h Modes of operation
1600h-03h	607A0020h	607Ah-00h Target Position
1600h-04h	60B80010h	60B8h-00h Touch probe function
1600h-05h	60810020h	6081h-00h Profile velocity

←增加

<设定方法 1> 使用 SDO 信息设定的情况

1) 把 ESM 状态从 Init 转换到 PreOP。

使用 Mailbox 协议，可发送 SDO 信息。

2) 在 SDO 信息下 设定 1600h-00h 的值为 0。

为了变更 SubIndex=01h 以后，需要设定为 0。

3) 在 SDO 信息下设定 1600h-05h 的值为 607A0020h。

设定值 60810020h 的含义如下。

6	0	8	1	0	0	2	0
Index 编号				SubIndex 编号		位长	

4) 在 SDO 信息下设定 1600h-00h 的值为 5。

意思是使用 1600h 的设定到 SubIndex=05h。

5) 把 ESM 状态从 PreOP 转换到 SafeOP。

TxPDO 有效。

6) 把 ESM 状态从 SafeOP 转换到 OP。

RxPDO 有效。

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

Sync manager2 的设定通过 1C32h(Sync manager 2 synchronization)执行，

Sync manager3 的设定通过 1C33h(Sync manager 3 synchronization)执行。

#### Sync manager 2 synchronization

Index	Sub-Index	Name / Description																				
1C32h	-	Sync manager 2 synchronization 不执行 Sync manager2 的设定。																				
1C32h	00h	Number of sub-对象 •表示此对象的 Subindex 数。																				
1C32h	01h	Sync mode •设定 Sync Manager 2 的同期模式。 00h: FreeRun (not synchronized) 01h: SM2 (synchronized with SM 2 Event) 02h: DC SYNC0 (synchronized with Sync0 Event) 03h: Not supported (设定不可) •依据和 ESC 寄存器 0981h(DC-Activation)的设定的组合(下表)， 将此对象的设定值从 PreOP 转换到 SafeOP 时自动设定。																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ESC 寄存器 0981h 设定状态</th> <th>1C32h-01h 设定值</th> <th></th> <th>PreOP→SafeOP 转换时被变更的1C32h-01h 的值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">DC 有效 ON</td> <td>00h: FreeRun</td> <td rowspan="3">⇒</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 有效 OFF</td> <td>00h: FreeRun</td> <td rowspan="3"></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> </tbody> </table>	ESC 寄存器 0981h 设定状态	1C32h-01h 设定值		PreOP→SafeOP 转换时被变更的1C32h-01h 的值	DC 有效 ON	00h: FreeRun	⇒	02h: DC SYNC0	01h: SM2	02h: DC SYNC0	02h: DC SYNC0	02h: DC SYNC0	DC 有效 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 转换时被变更的1C32h-01h 的值																			
DC 有效 ON	00h: FreeRun	⇒	02h: DC SYNC0																			
	01h: SM2		02h: DC SYNC0																			
	02h: DC SYNC0		02h: DC SYNC0																			
DC 有效 OFF	00h: FreeRun		00h: FreeRun																			
	01h: SM2		01h: SM2																			
	02h: DC SYNC0		00h: FreeRun																			

1C32h	02h	<p>Cycle time</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 设定 Sync Manager 的周期。</li> <li>• 请设定 200us的整数倍，最大支持10ms。</li> </ul>
1C32h	03h	Shift time • Not supported
1C32h	04h	<p>Sync modes supported • 设定支持的同期类型。</p> <p>BIT0: FreeRun 模式支持</p> <p>0: 未支持、1: FreeRun 模式支持</p> <p>此伺服驱动器被设定为 1。</p> <p>BIT1: SM 同期模式支持</p> <p>0: 未支持、1: SM2 Event 同期支持</p> <p>此伺服驱动器被设定为 1。</p> <p>BIT4-2: DC 同期模式支持</p> <p>000b: 未支持</p> <p>001b: DC sync0 Event 支持</p> <p>此伺服驱动器被设定为 001b。</p> <p>BIT6-5: 输出偏移支持</p> <p>00b: 未支持</p> <p>01b: 本地时间的偏移量支持</p> <p>此伺服驱动器被设定为 00b。</p> <p>BIT15-7: Reserved</p>

Index	Sub-Index	Name/ Description
1C32h	05h	<p>Minimum cycle tim</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 从 SM2 Event、SYNC0 Event 到 ESC 的读取，写入完成的最小值。</li> <li>此伺服驱动器为 17000。 *1)1C32h-02h 请设定 为200us的整数倍。</li> </ul>
1C32h	06h	<p>Calc and copy time</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 从 SM2 Event、SYNC0 Event 到 PWM 信号生成完成的时间。</li> <li>此伺服驱动器为 500000。</li> </ul>
1C32h	08h	Command • Not supported
1C32h	09h	<p>Delay time • 从 PWM 信号输出到电源晶体管输出的时间。</p> <p>此伺服驱动器为 0.</p>
1C32h	0Ah	<p>Sync0 cycle time</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DC SYNC0(1C32h-01h=02h)时 ESC 寄存器 09A0h 的值被设定。</li> <li>DC SYNC0 以外时被设定为 0。</li> </ul>



1C32h	0Bh	Cycle time too small•Not supported
1C32h	0Ch	SM-event missed•Not supported
1C32h	0Dh	Shift time too short•Not supported
1C32h	0Eh	RxPDO toggle failed•Not supported
1C32h	20h	Sync error•Not supported

◆Sync manager 3 synchronization

Index	Sub-Index	Name/ Description			
1C33h	-	Sync manager3synchronization 不执行 Sync manager3 的设定。			
1C33h	00h	Number of sub-对象•表示此对象的 Subindex 数。值固定为 20h。			
1C33h	01h	Sync mode •设定 Sync Manager 3 的同期模式。请设定和 Sync Manager 2 相同模式。 00h: FreeRun (not synchronized) 01h: Not supported (设定不可) 02h: DC SYNC0 (synchronized with Sync0 Event) 03h: Not supported (设定不可) 22h: SM2 (synchronized with SM2 Event) •根据和 ESC 寄存器 0981h(DC-Activation)的设定的组合(下表)、从 PreOP 转化到 SafeOP 时自动设定此对象的设定值。			
		ESC 寄存器 0981h 设	1C33h-02h 设定值		PreOP→SafeOP 转换时被变更的 1C33h-02h 的值
		DC 有效 ON	00h: FreeRun 22h: SM2 02h: DC SYNC0	⇒	02h: DC SYNC0 02h: DC SYNC0 02h: DC SYNC0
		DC 有效 OFF	00h: FreeRun 22h: SM2 02h: DC SYNC0		00h: FreeRun 22h: SM2 00h: FreeRun
1C33h	02h	Cycle time•Sync Manager 的周期被设定。和 1C32h-02h 相同的值被设定。			
1C33h	03h	Shift time•设定从 Sync0 Event、SM2 Event 到从站 CPU 把 RxPDO 值写入 ESC 的时间。请设定以 250000 为倍数并且比 Cycle time 小的值。通常请设定为 0。			

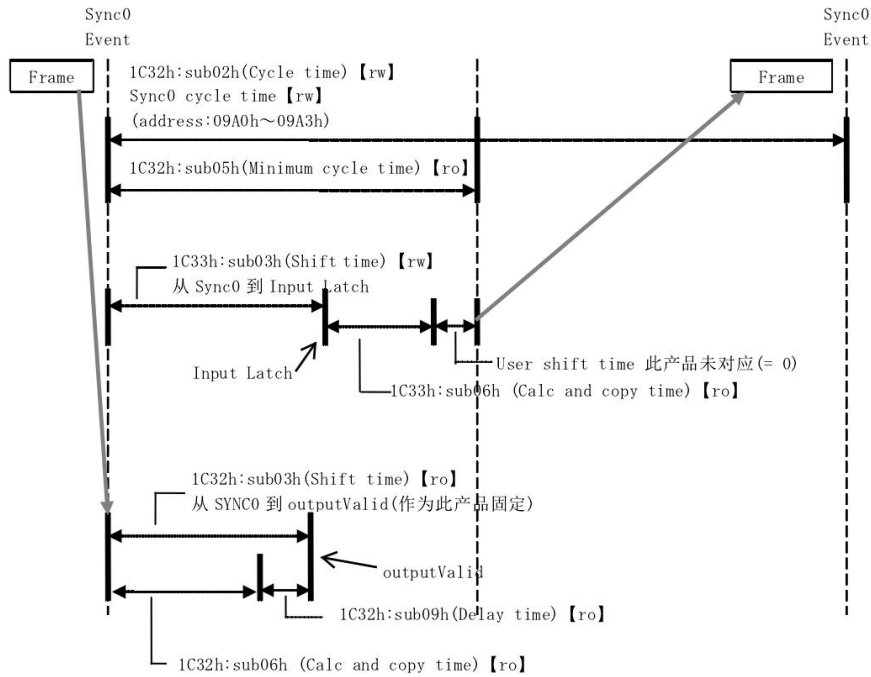
1C33h	04h	<p>Sync modes supported</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•支持的同期类型被设定。</li> <li>BIT0: FreeRun 模式支持 0: 未支持、1: FreeRun 模式支持 此伺服驱动器被设定为 1。</li> <li>BIT1: SM 同期模式支持 0: 未支持、1: SM2 事件同期支持 此伺服驱动器被设定为 1。</li> <li>BIT4-2: DC 同期模式支持 000b: 未支持 001b: DC SYNC0 事件支持 此伺服驱动器被设定为 001b。</li> <li>BIT6-5: 输入偏移支持 00b: 未支持 01b: Local time 的偏移量支持 此伺服驱动器被设定为 01b。</li> <li>BIT15-7: Reserved</li> </ul>
-------	-----	--

Index	Sub-Index	Name/ Description
1C33h	05h	<p>Minimum cycle time</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•从 SM2 Event、SYNC0 Event 到 ESC 的读取，写入完成的最小值。和 1C32h-05h 相同的值。</li> </ul>
1C33h	06h	<p>Calc and copy time</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•从锁定编码器内的数据到通信数据写入 ESC 寄存器完成的时间。此伺服驱动器为 400000。</li> </ul>
1C33h	08h	Command•Not supported
1C33h	09h	<p>Delay time</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•从 PWM 信号输出到电源晶体管输出的时间。和 1C32h-09h 相同的值。</li> </ul>
1C33h	0Ah	<p>Sync0 cycle time</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•和 1C32h-0Ah 相同的值。</li> </ul>
1C33h	0Bh	Cycle time too small•Not supported
1C33h	0Ch	SM-event missed•Not supported
1C33h	0Dh	Shift time too short•Not supported
1C33h	0Eh	RxPDO toggle failed•Not supported
1C33h	20h	Sync error•Not supported

### 5-5-1 DC(SYNC0 Event 同期)

同期方法	特征
以第 1 轴的时间为基准 同期其他从站的时间信息	<ul style="list-style-type: none"> <li>高精度</li> <li>有必要在主站侧进行补偿处理</li> </ul>

在此伺服驱动器中 DC 同期模式规格如下。



### DC 同期模式时 Sync manager 2/3 synchronization 设定

Index	Sub-Index	Access	Name	Value
1C32h	00h	ro	Number of sub-objects	20h
1C32h	01h	rw	Sync mode	02h: DC SYNC0 (synchronized with Sync0 Event)
1C32h	02h	rw	Cycle time	250μs:250000 500μs:500000 1ms:1000000 2ms:2000000 4ms:4000000
1C32h	03h	ro	Shift time	不支持
1C32h	04h	ro	Sync modes supported	bit4-2: DC 同期模式支持 001b: DC SYNC0 Event 支持
1C32h	05h	ro	Minimum cycle time	17000 *1)
1C32h	06h	ro	Calc and copy time	500000 *1)
1C32h	09h	ro	Delay time	0 *1)
1C32h	0Ah	ro	Sync0 cycle time	ESC 寄存器 09A0h 的值
1C32h	0Bh	ro	Cycle time too small	Not supported
1C32h	0Ch	ro	SM-event missed	Not supported

1C32h	0Dh	ro	Shift time too short	Not supported
1C32h	20h	ro	Sync error	Not supported

\*1) 此设定值是参考值，并非要确保的内容。

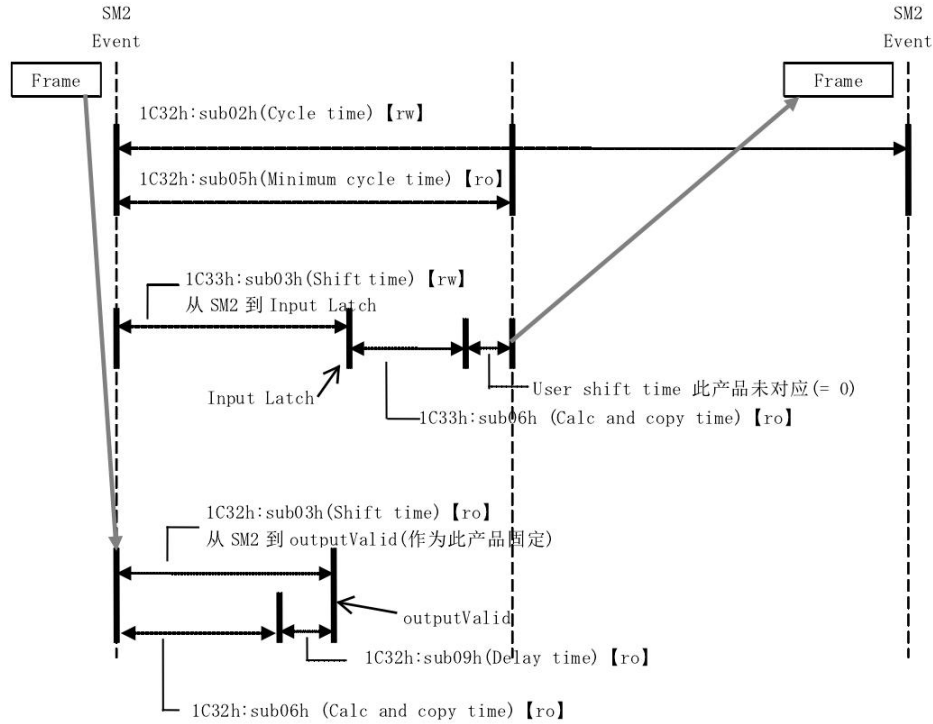
Index	Sub-Index	Access	Name	Value
1C33h	00h	ro	Number of sub	和 1C32h:00h 相同的设定。
1C33h	01h	rw	Sync mode	02h: DC SYNC0 (synchronized with Sync0 Event)
1C33h	02h	ro	Cycle time	和 1C32h:02h 相同的设定。
1C33h	03h	rw	Shift time	0、250000ns ~ 3750000ns (每 250000ns 设定从站 CPU 到 ESC 写入 RxPDO 值的时间)
1C33h	04h	ro	Sync modes supported	bit4-2: DC 同期类型支持 001b: DC SYNC0 Event 支持 bit6-5: 输入偏移支持 00b: 未支持 01b: Local time 的偏移量支持
1C33h	05h	ro	Minimum cycle time	和 1C32h:05h 相同的设定。
1C33h	06h	ro	Calc and copy time	400000 *1)
1C33h	09h	ro	Delay time	和 1C32h:09h 相同的设定。
1C33h	0Ah	ro	Sync0 cycle time	和 1C32h:0Ah 相同的设定。
1C33h	0Bh	ro	Cycle time too small	Not supported
1C33h	0Ch	ro	SM-event missed	Not supported
1C33h	0Dh	ro	Shift time too short	Not supported
1C33h	20h	ro	Sync error	Not supported

\*1) 此设定值是参考值，并非要确保的内容。

#### 5-5-2 SM2(SM2 Event 同期)

同期方法	特征
与 RxPDO 的收信时间同步	<ul style="list-style-type: none"> <li>无传送延迟补偿精度差</li> <li>传送时间一定要在上位侧确保</li> </ul>

在此伺服驱动器中 SM2 模式规格如下。



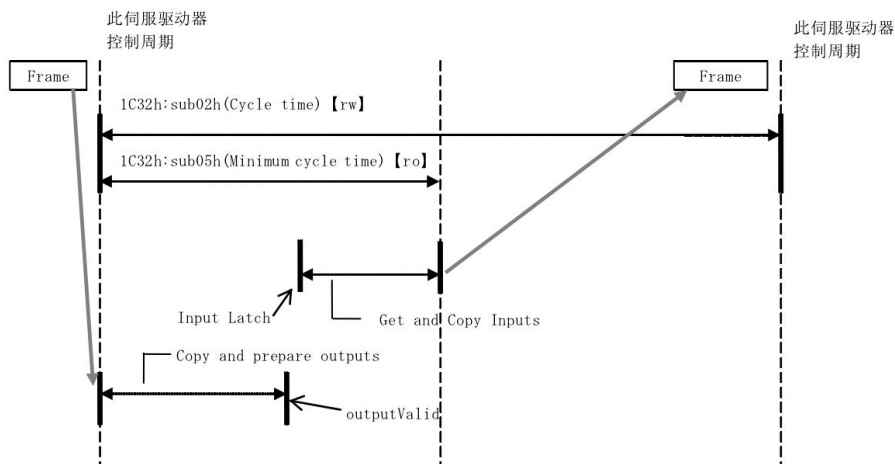
SM2 Event 同期模式时 Sync manager 2/3 synchronization 设定

Index	Sub-Index	Access	Name	Value
1C32h	00h	ro	Number of sub	20h(固定)
1C32h	01h	rw	Sync mode	01h: SM2 (synchronized with SM2 Event)
1C32h	02h	rw	Cycle time	250μs:250000 500μs:500000 1ms:1000000 2ms:2000000 4ms:4000000
1C32h	03h	ro	Shift time	不支持
1C32h	04h	ro	Sync modes supported	bit1: SM 同期模式支持 1: SM2 Event 同期支持
1C32h	05h	ro	Minimum cycle time	17000 *1)
1C32h	06h	ro	Calc and copy time	500000 *1)
1C32h	09h	ro	Delay time	0 *1)
1C32h	0Ah	ro	Sync0 cycle time	0
1C32h	0Bh	ro	Cycle time too small	Not supported
1C32h	0Ch	ro	SM-event missed	Not supported
1C32h	0Dh	ro	Shift time too short	Not supported
1C32h	20h	ro	Sync error	Not supported

Index	Sub-Index	Access	Name	Value
1C33h	00h	ro	Number of sub	和 1C32h:00h 相同的设定。
1C33h	01h	rw	Sync mode	22h: SM2 (synchronized with SM2 Event)

1C33h	02h	ro	Cycle time	和 1C32h:02h 相同的设定。
1C33h	03h	rw	Shift time	0、250000ns ~ 3750000ns (每 250000ns 设定从站 CPU 到 ESC 写入 RxPDO 值的时间)
1C33h	04h	ro	Sync modes supported	和 1C32h:04h 相同的设定。
1C33h	05h	ro	Minimum cycle time	和 1C32h:05h 相同的设定。
1C33h	06h	ro	Calc and copy time	400000 *1)
1C33h	09h	ro	Delay time	和 1C32h:09h 相同的设定。
1C33h	0Ah	ro	Sync0 cycle time	和 1C32h:0Ah 相同的设定。
1C33h	0Bh	ro	Cycle time too small	Not supported
1C33h	0Ch	ro	SM-event missed	Not supported
1C33h	0Dh	ro	Shift time too short	Not supported
1C33h	20h	ro	Sync error	Not supported

### 5-5-3 FreeRun(非同期)



### FreeRun 模式时 Sync manager 2/3 synchronization 设定

Index	Sub-Index	Access	Name	Value
1C32h	00h	ro	Number of sub-对象s	20h(固定)
1C32h	01h	rw	Sync mode	00h: FreeRun (not synchronized)
1C32h	02h	rw	Cycle time	250μs:250000 500μs:500000 1ms:1000000 2ms:2000000 4ms:4000000
1C32h	03h	ro	Shift time	Not supported
1C32h	04h	ro	Sync modes supported	bit0: FreeRun 模式支持 1: FreeRun 模式支持
1C32h	05h	ro	Minimum cycle	17000 *1)

			time	
1C32h	06h	ro	Calc and copy time	Not supported
1C32h	09h	ro	Delay time	Not supported
1C32h	0Ah	ro	Sync0 cycle time	0
1C32h	0Bh	ro	Cycle time too small	Not supported
1C32h	0Ch	ro	SM-event missed	Not supported
1C32h	0Dh	ro	Shift time too short	Not supported
1C32h	20h	ro	Sync error	Not supported

Index	Sub-Index	Access	Name	Value
1C33h	00h	ro	Number of sub	和 1C32h:00h 相同的设定。
1C33h	01h	rw	Sync mode	00h: FreeRun (not synchronized)
1C33h	02h	ro	Cycle time	和 1C32h:02h 相同的设定。
1C33h	03h	rw	Shift time	Not supported
1C33h	04h	ro	Sync modes supported	和 1C32h:04h 相同的设定。
1C33h	05h	ro	Minimum cycle time	和 1C32h:05h 相同的设定。
1C33h	06h	ro	Calc and copy time	和 1C32h:06h 相同的设定。
1C33h	09h	ro	Delay time	和 1C32h:09h 相同的设定。
1C33h	0Ah	ro	Sync0 cycle time	和 1C32h:0Ah 相同的设定。
1C33h	0Bh	ro	Cycle time too small	Not supported
1C33h	0Ch	ro	SM-event missed	Not supported
1C33h	0Dh	ro	Shift time too short	Not supported
1C33h	20h	ro	Sync error	Not supported

\*1) 此设定值是参考值，并非要确保的内容。

## 6. 驱动 Profile 区域(6000h~6FFFh)

6-1 对象一览

Index	Sub-Index	Name
6007h	00h	Abort connection option code
603Fh	00h	Error code
6040h	00h	Controlword
6041h	00h	Statusword
605Ah	00h	Quick stop option code
605Bh	00h	Shutdown option code
605Ch	00h	Disable operation option code
605Dh	00h	Halt option code
605Eh	00h	Fault reaction option code
6060h	00h	Modes of operation
6061h	00h	Modes of operation display
6062h	00h	Position demand value
6063h	00h	Position actual internal value
6064h	00h	Position actual value
6065h	00h	Following error window
6066h	00h	Following error time out
6067h	00h	Position window
6068h	00h	Position window time
6069h	00h	Velocity sensor actual value
606Ah	00h	Sensor selection code
606Bh	00h	Velocity demand value
606Ch	00h	Velocity actual value
606Dh	00h	Velocity window
606Eh	00h	Velocity window time
606Fh	00h	Velocity threshold
6070h	00h	Velocity threshold time
6071h	00h	Target torque
6072h	00h	Max torque
6073h	00h	Max current
6074h	00h	Torque demand
6075h	00h	Motor rated current

Index	Sub-Index	Name
6076h	00h	Motor rated torque
6077h	00h	Torque actual value
6078h	00h	Current actual value
6079h	00h	DC link circuit voltage
607Ah	00h	Target position
607Bh	-	Position range limit



607Bh	00h	Highest sub-index supported
	01h	Min position range limit
	02h	Max position range limit
607Ch	00h	Home offset
607Dh	-	Software position limit
	00h	Number of entries
	01h	Min position limit
	02h	Max position limit
607Eh	00h	Polarity
607Fh	00h	Max profile velocity
6080h	00h	Max motor speed
6081h	00h	Profile velocity
6082h	00h	End velocity
6083h	00h	Profile acceleration
6084h	00h	Profile deceleration

Index	Sub-Index	Name
6085h	00h	Quick stop deceleration
6086h	00h	Motion profile type
6087h	00h	Torque slope
6088h	00h	Torque profile type
608Fh	-	Position encoder resolution
	00h	Highest sub-index supported
	01h	Encoder increments
	02h	Motor revolutions
6091h	-	Gear ratio
	00h	Number of entries
	01h	Motor revolutions
	02h	Shaft revolutions
6092h	-	Feed constant
	00h	Highest sub-index supported
	01h	Feed
	02h	Shaft revolutions
6098h	00h	Homing method
6099h	-	Homing speeds
	00h	Number of entries
	01h	Speed during search for switch
	02h	Speed during search for zero
609Ah	00h	Homing acceleration
60A3h	00h	Profile jerk use
60A4h	-	Profile jerk
	00h	Highest sub-index supported
	01h	Profile jerk 1

60A4h	02h	Profile jerk 2
60B0h	00h	Position offset
60B1h	00h	Velocity offset
60B2h	00h	Torque offset
60B8h	00h	Touch probe function
60B9h	00h	Touch probe status
60BAh	00h	Touch probe pos1 pos value
60BBh	00h	Touch probe pos1 neg value
60BCh	00h	Touch probe pos2 pos value
60BDh	00h	Touch probe pos2 neg value
60C0h	00h	Interpolation sub mode select

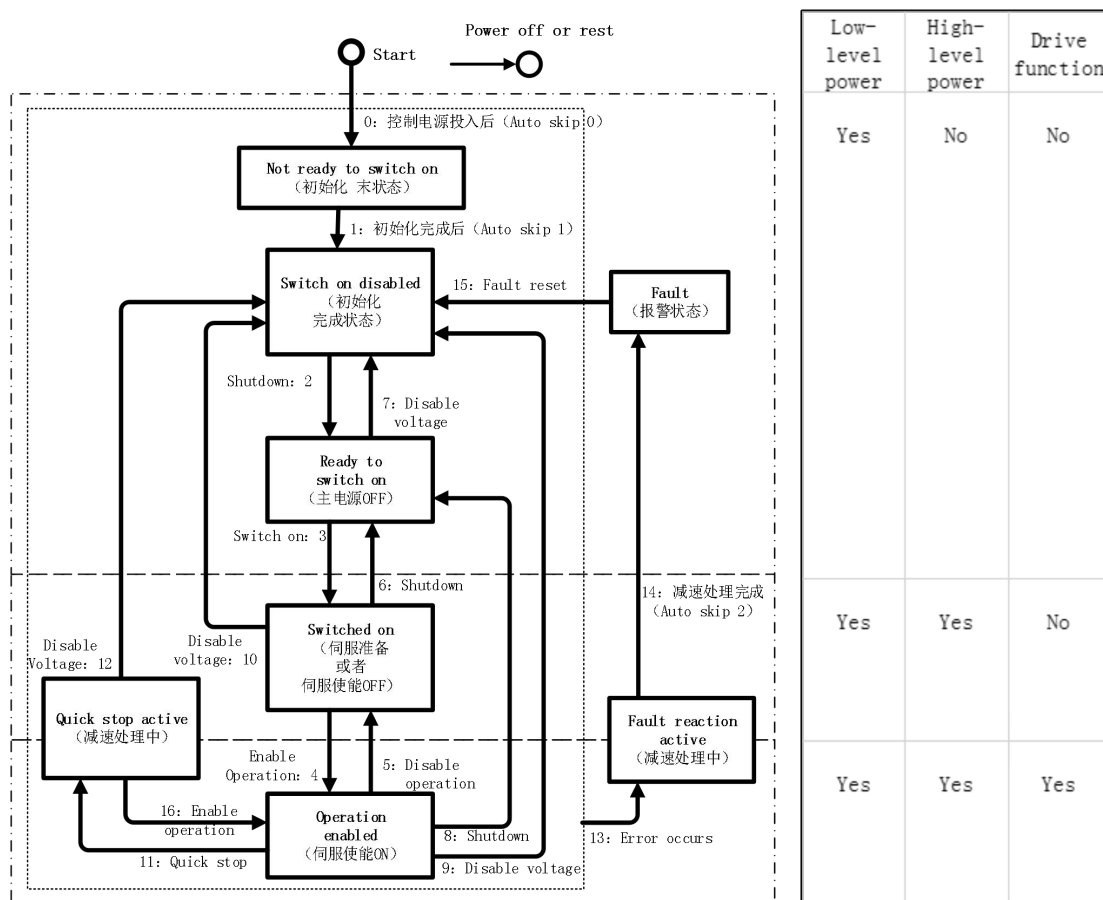
Index	Sub-Index	Name
60C1h	-	Interpolated data record
	00h	Highest sub-index supported
	01h	1st set-point
	:	:
	FEh	254th set-point
60C2h	-	Interpolation time period
	00h	Highest sub-index supported
	01h	Interpolation time period value
	02h	Interpolation time index
60C4h	-	Interpolation data configuration
	00h	Highest sub-index supported
	01h	Maximum buffer size
	02h	Actual buffer size
	03h	Buffer organisation
	04h	Buffer position
	05h	Size of data record
	06h	Buffer clear
60C5h	00h	Max acceleration
60C6h	00h	Max deceleration
60E3h	-	Supported homing method
	00h	Number of entries
	01h	1st supported homing method
	:	:
	20h	32nd supported homing method
60F2h	00h	Positioning option code
60F4h	00h	Following error actual value
60FAh	00h	Control effort
60FCh	00h	Position demand internal value
60FDh	00h	Digital inputs
60FEh	-	Digital outputs

60FEh	00h	Number of entries
	01h	Physical outputs
	02h	Bit mask
60FFh	00h	Target velocity
6502h	00h	Supported drive modes

## 6-2 PDS(Power Drive Systems)规格

### 6-2-1 Finite State Automaton (FSA)

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 的状态转换(FSA)如下图定义。



- 伺服准备状态条件是 High-level power(主电源)为 ON 的状态。

High-level power(主电源)是 OFF 的状态，不在伺服准备状态下，则不能转换到 Switched on 状态。

- 转换到 Operation enabled(伺服使能 ON)后，提升到 100ms 以上时间，输入动作指令。

下表表示 PDS 状态转换 Event(转换条件)和转换时的动作。

PDS 的转换，在取得握手的同时进行状态转换(通过 6041h: 状态字确认 Statusword 已转换后再发送下一转换命令)。

PDS Transitions		Event(s)	Action(s)
0	Auto skip 0	• 控制电源投入后, 或者应用层复位后自动转换。	• 执行驱动功能的自我诊断以及初始化处理。
1	Auto skip 1	• 初始化完成后自动转换。	• 通信被确立。
2	Shutdown	• 接收 Shutdown 命令的情况。。	• 无特别。
3	Switch on	• High-level power 在 ON 的状态下, 接收Switch on 命令的情况。	• 无特别。
4	Enable operation	• 接收 Enable operation 操作命令的情况。	• 驱动功能有效化。还有, 此前的 set point 数据全部清除。
5	Disable operation	• 接收 Disable operation 操作命令的情况。	• 驱动功能无效。
6	Shutdown	• 在 High-level power 是 ON 的状态下, 接收 Shutdown 命令的情况。 • 检出 High-level power 是 OFF 的状态的情况。	• 无特别。
7	Disable voltage	• 接收 Disable voltage 电压命令的情况。 • 接收 Quick stop 命令的情况。 • ESM 状态是 PreOP、SafeOP、OP 时转换到 Init 的情况。	• 无特别。
8	Shutdown	• 在 high-level power 是 ON 的状态下, 接收 Shutdown 命令的情况。	• 驱动功能无效。
9	Disable voltage	• 接收 Disable voltage 命令的情况。 • 在 Abort connection option code 的值是 2 的状态下, 检出 High-level power 是 OFF 的状态的情况。	• 驱动功能无效。
10	Disable voltage	• 接收 Disable voltage 电压命令的情况。 • 接收 uick stop 命令的情况。 • ESM 状态是 PreOP、SafeOP、OP 时转换到 Init 的情况。	• 无特别。
11	Quick stop	• 接收 Quick stop 的情况。 • 在 Abort connection option code 的值是 3 的状态下, 检出 High-level power 是 OFF 的状态的情况。	• 执行立即停止功能开始。
12	Disable voltage	• Quick stop option code 是 1,2,3 的设定值的情况下并且 Quick stop 动作完成的情况。 • Quick stop option code 是 5,6,7 的设定值的情况下并且 Quick stop 动作完成后, 接收 Disable voltage 电压命令的情况。 • 检出 High-level power 是 OFF 的状态的情况。	• 驱动功能无效。
13	Error occurs	• 异常检出的情况。 • 在 Abort connection option code 的值是 1 的状态下, 检出 High-level power 是 OFF 的状态的情况。	• 执行被设定的故障反映功能。
14	Auto skip 2	• 异常检出减速处理完成后, 自动转换。	• 驱动功能无效。
15	Fault reset	• 异常发生要因解除后, 接收 Fault reset 命令的情况。	• Fault 要因不存在的情况执行 Fault 状态的复位。
16	Enable operation	• Quick stop option code 是 5,6,7 的设定值的情况, 接收 Enable operation 命令的情况。	• 驱动功能有效化。

### 6-3 Controlword (6040h)

PDS 状态转换等, 控制从站(伺服驱动器)的命令是通过 6040h(Controlword)设定。

Index	Sub-Index	Name	Range	Data Type	Access	PDO	OP-mode					
		Controlword	0-65535	U16	rw	RxPDO	ALL					
6040h	00h	• 设定对 PDS 状态转换等伺服驱动器的控制命令。 Bit 信息详情										
		15 -- 10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		f	oms	h	fr	oms		eo	qs	ev	so	

r	= reserved (未对应)	fr	= fault reset
oms	= operation mode specific (控制模式依存 Bit)	eo	= enable operation
h	= halt	qs	= quick stop
		ev	= enable voltage
		so	= switch on

bit7,3-0(fault reset / enable operation / quick stop / enable voltage / switch on):

表示 PDS 的命令。表示以下命令和对应 Bit 的组合。

Command	bits of the controlword					PDS Transitions
	bit 7	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	
	fault reset	enable operation	quick stop	enable voltage	switch on	
Shutdown	0	-	1	1	0	2,6,8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Switch on + Enable operation	0	1	1	1	1	3+4 (*1)
Enable operation	0	1	1	1	1	4,16
Disable voltage	0	-	-	0	-	7,9,10,12
Quick stop	0	-	0 (*2)	1	-	7,10,11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Fault reset		-	-	-	-	15

(\*1) 执行 Switch on 命令后, 执行 Enable operation 命令。

(\*2) quick stop 命令的 bit 逻辑在 0 下有效。

请注意执行其他的 bit 逻辑和相反的动作。

bit8(halt):

1 时, 通过 605Dh(Halt option code)执行电机减速暂停。

暂停后, 返回 0 再开始动作。

但是, hm 控制模式下通过 1 中断动作, 就算返回 0 也无法再次打开。

bit9,6-4 (operation mode specific):

以下表示控制模式(Op-mode)固有的 oms Bit 的变动。

(详情请参照各控制模式的关联对象)

Op-mode	bit9	bit6	bit5	bit4
pp	change on set-point	absolute / relative	change set immediately	new set-point
pv	-	-	-	-
tq	-	-	-	-
hm	-	-	-	start homing
ip	-	-	-	enable interpolation
csp	-	-	-	-
csv	-	-	-	-

cst	-	-	-	-
-----	---	---	---	---

#### 6-4 Statusword (6041h)

从站(伺服驱动器)的状态确认，通过 6041h(Statusword)进行。

Index	Sub-Index	Name	Range	Data Type	Access	PDO	OP-mode																																	
		Statusword	0-65535	U16	ro	TxPDO	ALL																																	
6041h	00h	• 表示伺服驱动器的状态。 Bit 信息详情 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>15</th><th>14</th><th>13</th><th>12</th><th>11</th><th>10</th><th>9</th><th>8</th><th>7</th><th>6</th><th>5</th><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th><th>0</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>r</td><td></td><td>oms</td><td></td><td>ila</td><td>oms</td><td>rm</td><td>r</td><td>w</td><td>sod</td><td>qs</td><td>ve</td><td>f</td><td>oe</td><td>so</td><td>rtso</td></tr> </tbody> </table>						15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	r		oms		ila	oms	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso	
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																							
		r		oms		ila	oms	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso																							
r = reserved (未对应) oms = operation mode specific (控制模式依存 Bit) ila = internal limit active rm = remote			w = warning sod = switch on disabled qs = quick stop ve = voltage enabled f = fault oe = operation enabled so = switched on rtso = ready to switch on																																					

bit6,5,3-0(switch on disabled / quick stop / fault / operation enabled / switched on / ready to switch on):

根据此 Bit 可以确认 PDS 的状态。以下表示状态和对应的 Bit。

状态字	PDS state	
xxxx xxxx x0xx 0000 b	Not ready to switch on	初始化 未完成状态
xxxx xxxx x1xx 0000 b	Switch on disabled	初始化 完成状态
xxxx xxxx x01x 0001 b	Ready to switch on	主电路电源 OFF 状态
xxxx xxxx x01x 0011 b	Switched on	伺服使能 OFF / 伺服准备
xxxx xxxx x01x 0111 b	Operation enabled	伺服使能 ON
xxxx xxxx x00x 0111 b	Quick stop active	即停止
xxxx xxxx x0xx 1111 b	Fault reaction active	异常(报警)判断
xxxx xxxx x0xx 1000 b	Fault	异常(报警)状态

bit4(voltage enabled):

1 的情况下，表示主电路电源电压印加到 PDS。

bit5(quick stop):

0 的情况下，表示 PDS 接收 quick stop 要求。

立即停止的 bit 逻辑是在 0 下有效。

请注意执行其他的 bit 逻辑和相反的动作。

bit7(warning):

1 的情况下，表示警告正在发生。警告时 PDS 状态不变，

电机也继续动作。

bit8(reserved):

此 Bit 未使用(0 固定)。

bit9(remote):

0(local)的情况下, 表示 6040h(Controlword)无法处理的状态。

1(remote)的情况下, 表示 6040h(Controlword)无法处理的状态。

ESM 状态是转换到 PreOP 以上时变为 1。

bit13,12,10(operation mode specific):

以下, 表示控制模式固有的 oms Bit 的变化。

(详情请参照各控制模式的关联对象)

Op-mode	bit13	bit12	bit10
pp	following error	set-point acknowledge	target reached
pv	max slippage error (Not supported)	speed	target reached
tq	-	-	target reached
hm	homing error	homing attained	target reached
ip	-	ip mode active	target reached
csp	following error	drive follows command value	-
csv	-	drive follows command value	-
cst	-	drive follows command value	-

bit11(internal limit active):

发生由于内部限制而引起的要因时, 6041h(Statusword)的 bit11(internal limit active)为 1。

下记表示 6041h(Statusword)的 bit11(internal limit active)为 1 的条件。

控制模式		内部限制要因	伺服使能 ON/OFF 状态
位置控制	pp,csp	立即停止 *1	仅 ON
		转矩限制	仅 ON *2
		驱动禁止输入(POT/NOT)	ON/OFF
	Hm	软件限制	ON/OFF
		立即停止 *1	仅 ON
速度控制	pv, csv	转矩限制	仅 ON *2
		立即停止 *1	仅 ON
		驱动禁止输入(POT/NOT)	ON/OFF
		速度限制	仅 ON
转矩控制	tq, cst	立即停止 *1	仅 ON
		转矩限制 *3	仅 ON *2
		驱动禁止输入(POT/NOT)	ON/OFF
		速度限制	仅 ON

\*1 及时在立即停止中也不为转矩限制状态的情况下除外。

\*2 转矩限制值为 0 时, 即使在伺服使能 OFF 状态下 bit11(internal limit active)也为 1。

所谓转矩限制值, 表示以下最小的值。

- 转矩指令值(6071h(Target torque) + 60B2h(Torque offset))(只限转矩控制时(tq,cst))
- 6072h(Max torque)
- 3013h(1st torque limit)
- 3522h(2nd torque limit) (只限 3521h=2 或者 4 的情况下)

\*3 根据 3703h(Output setup during torque limit)的设定, 可切换转矩控制时的转矩限制判定条件。

Index	Sub-Index	Name/ Description
3703h	00h	Output setup during torque limit 设定转矩控制时的转矩限制中输出的判定条件。 0: 转矩限制判定条件中包含「转矩指令值(6071h+60B2h)」 1: 转矩限制判定条件中不包含「转矩指令值(6071h+60B2h)」

bit15,14(reserved):

此 Bit 未使用(0 固定)。

## 6-5 控制模式设定

### 6-5-1 Supported drive modes (6502h)

此伺服驱动器可以根据 6502h(Modes of operation)确认支持控制模式(Supported drive modes)。

Index	Sub-Index	Name/ Description
-------	-----------	-------------------



6502h	00h	Supported drive modes																																							
		<ul style="list-style-type: none"> <li>表示支持的控制模式(Mode of operation)。</li> <li>表示值是 1 的情况下支持的此模式。</li> </ul>																																							
		<table border="1"> <tr> <th>bit</th> <th>31--16</th> <th>15--10</th> <th>9</th> <th>8</th> <th>7</th> <th>6</th> <th>5</th> <th>4</th> <th>3</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>0</th> </tr> <tr> <td>Op-mode</td> <td>ms</td> <td>r</td> <td>cst</td> <td>csv</td> <td>csp</td> <td>ip</td> <td>hm</td> <td>r</td> <td>tq</td> <td>pv</td> <td>vl</td> <td>pp</td> </tr> <tr> <td>Value</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>(0)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	bit	31--16	15--10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Op-mode	ms	r	cst	csv	csp	ip	hm	r	tq	pv	vl	pp	Value	0	0	1	1	1	(0)	0	0		0	0	0
		bit	31--16	15--10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																											
Op-mode	ms	r	cst	csv	csp	ip	hm	r	tq	pv	vl	pp																													
Value	0	0	1	1	1	(0)	0	0		0	0	0																													
<p>ms : manufacturer-specific</p> <p>r : 保留</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>bit</th> <th>Modes of operation</th> <th>简称</th> <th>对应*1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Profile position mode (Profile 位置控制模式)</td> <td>pp</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Velocity mode (速度控制模式)</td> <td>vl</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)</td> <td>pv</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Torque profile mode (Profile 转矩控制模式)</td> <td>tq</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Homing mode (原点复位位置控制模式)</td> <td>hm</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Interpolated position mode (补偿位置控制模式)</td> <td>ip</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)</td> <td>csp</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)</td> <td>csv</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 转矩控制模式)</td> <td>cst</td> <td>Yes</td> </tr> </tbody> </table>	bit	Modes of operation	简称	对应*1)	0	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp	No	1	Velocity mode (速度控制模式)	vl	No	2	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv	No	3	Torque profile mode (Profile 转矩控制模式)	tq	No	5	Homing mode (原点复位位置控制模式)	hm	No	6	Interpolated position mode (补偿位置控制模式)	ip	No	7	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp	Yes	8	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv	Yes	9	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 转矩控制模式)	cst	Yes	
bit	Modes of operation	简称	对应*1)																																						
0	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp	No																																						
1	Velocity mode (速度控制模式)	vl	No																																						
2	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv	No																																						
3	Torque profile mode (Profile 转矩控制模式)	tq	No																																						
5	Homing mode (原点复位位置控制模式)	hm	No																																						
6	Interpolated position mode (补偿位置控制模式)	ip	No																																						
7	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp	Yes																																						
8	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv	Yes																																						
9	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 转矩控制模式)	cst	Yes																																						

### 6-5-2 Modes of operation (6060h)

控制模式的设定通过 6060h(Modes of operation)进行。

Index	Sub-Index	Name/ Description
-------	-----------	-------------------

6060h	00h	Modes of operation			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 设定伺服驱动器的控制模式。 非对应的控制模式是禁止设定的。</li> </ul>			
		Value	操作显示模式	简称	对应*1)
		-128 - -1	Reserved	-	-
		0	No mode change/no mode assigned (模式未变更/模式未设定)	-	Yes
		1	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp	No
		2	Velocity mode (速度控制模式)	vl	No
		3	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv	No
		4	Torque profile mode (Profile 转矩控制模式)	tq	No
		6	Homing mode (原点复位位置控制模式)	hm	No
		7	Interpolated position mode (补偿位置控制模式)	ip	No
		8	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp	Yes
		9	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv	Yes
		10	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 控制模式)	cst	Yes
11 - 127	Reserved	-	-		

因为 6060h(Modes of operation)是 default=0(No mode change/no mode assigned), 电源投入后请一定设定使用的控制模式值。

6060h 的设定值是 0 并且 6061h 的设定值是 0 时, 如果将 PDS 状态转换到 Operation enabled, 发生 Err88.1(控制模式设定异常保护)。

- SDO 未对应的控制模式被设定的情况, 返回范围以外的端口信息。
- 6060h 控制模式的切换如下所示。

从初期状态 6060h=0(No mode assigned) 转换到可支持的 控制模式 (pp,pv,tq,hm,csp, csv, cst 等)后, 6060h=0 被设定的情况作为"No mode changed", 控制模式的切换无法执行。

### 6-5-3 Modes of operation display (6061h)

伺服驱动器内部的控制模式的确认根据 6061h(Modes of operation display)执行。

6060h(Modes of operation)设定后, 请确认通过检测设定本对象动作是否可运行。

Index	Sub-Index	Name/Description
-------	-----------	------------------

6061h	00h	Modes of operation display • 表示现在的控制模式。 定义和 6060h(Modes of operation)相同。																																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>值</th> <th>操作显示模式</th> <th>简称</th> <th>对应*1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-128 - -1</td> <td>Reserved</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>No mode change/no mode assigned (模式未变更/模式未设定)</td> <td>-</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Profile position mode (Profile 位置控制模式)</td> <td>pp</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Velocity mode (速度控制模式)</td> <td>vl</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)</td> <td>pv</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Torque profile mode (Profile 控制模式)</td> <td>tq</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Homing mode (原点复位位置控制模式)</td> <td>hm</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Interpolated position mode (补偿位置控制模式)</td> <td>ip</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)</td> <td>csp</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)</td> <td>csv</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 转矩控制模式)</td> <td>cst</td> <td>Yes</td> </tr> <tr> <td>11 - 127</td> <td>Reserved</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	值	操作显示模式	简称	对应*1)	-128 - -1	Reserved	-	-	0	No mode change/no mode assigned (模式未变更/模式未设定)	-	Yes	1	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp	Yes	2	Velocity mode (速度控制模式)	vl	No	3	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv	Yes	4	Torque profile mode (Profile 控制模式)	tq	Yes	6	Homing mode (原点复位位置控制模式)	hm	Yes	7	Interpolated position mode (补偿位置控制模式)	ip	No	8	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp	Yes	9	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv	Yes	10	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 转矩控制模式)	cst	Yes	11 - 127	Reserved	-	-
值	操作显示模式	简称	对应*1)																																																			
-128 - -1	Reserved	-	-																																																			
0	No mode change/no mode assigned (模式未变更/模式未设定)	-	Yes																																																			
1	Profile position mode (Profile 位置控制模式)	pp	Yes																																																			
2	Velocity mode (速度控制模式)	vl	No																																																			
3	Profile velocity mode (Profile 速度控制模式)	pv	Yes																																																			
4	Torque profile mode (Profile 控制模式)	tq	Yes																																																			
6	Homing mode (原点复位位置控制模式)	hm	Yes																																																			
7	Interpolated position mode (补偿位置控制模式)	ip	No																																																			
8	Cyclic synchronous position mode (Cyclic 位置控制模式)	csp	Yes																																																			
9	Cyclic synchronous velocity mode (Cyclic 速度控制模式)	csv	Yes																																																			
10	Cyclic synchronous torque mode (Cyclic 转矩控制模式)	cst	Yes																																																			
11 - 127	Reserved	-	-																																																			

#### 6-5-4 切换控制模式时的注意事项

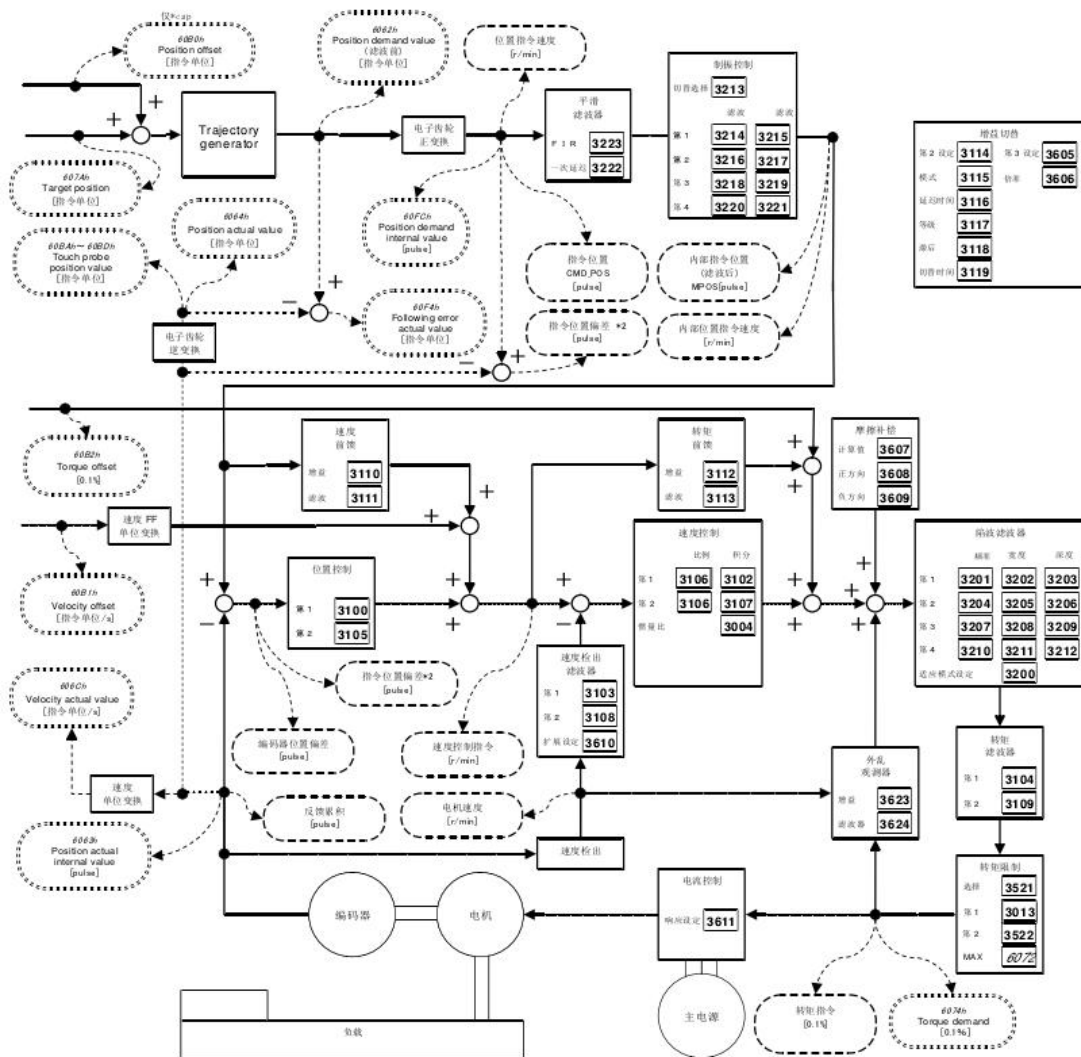
- 通过变更 6060h(Modes of operation)的值，可以切换控制模式。
- 请在 6061h(Modes of operation display)确认现在的伺服驱动器的控制模式。
- 控制模式切换时，请更新和 6060h 同步的控制模式相关的 RxDPO 的对象。
- 在变更后的控制模式下，不支持的对象的值是不定的。
- 从控制模式变更时到切换完成需要花费 2ms。  
此期间 6061h 和控制模式相关的 TxPDO 的对象值是不定的。
- 控制模式的切换请执行在 2ms 以上。  
短于 2ms 间隔在控制模式连续切换的情况下会发生 Err91.1(命令异常保护)。
- 控制模式的切换请一定在电机停止中进行。  
无法保证电机动作中(包含原点复位动作中、减速停止中)控制模式切换情况的动作。  
无法立即切换模式，或者会发生 Err27.4(指令异常保护 1)等情况。
- 6060h=0 且 6061h=0 的状态下，如果转换 PDS 状态到 "Operation enabled"，发生 Err88.1「控制模式设定异常保护」。

- 6060h 设定 0 以外的值后，如果设定 6060h=0 则保持前次的控制模式。
- 如果设定 6060h 未对应的控制模式，发生 Err88.1(控制模式设定异常保护)。
- 全闭环控制时，只能对应位置控制类的动作。因此，全闭环控制使用时，如果 6060h 设定 3(pv)、4(tq)、9(csv)、10(cst)其中任何一个，发生 Err88.1(控制模式设定异常保护)。

## 6-6 位置控制功能 (pp,csp,ip,hm)

### 6-6-1 位置控制共通功能

#### 1) 位置控制框图



- \*1) 斜体数字(例:607Ah)表示 EtherCAT 的对象编号。
- \*2) 粗体字(例:3100h)表示伺服参数的对象编号。
- \*3) 省略了 Polarity 等一部分对象。

#### 2) 位置控制共通下关联的对象(指令·设定类)

Index	Sub-Index	Name	Units	Data Type	Access	PDO
6040h	00h	Controlword	-	U16	rw	RxPDO

6072h	00h	Max torque	0.1%	U16	rw	RxPDO
607Ah	00h	Target position	指令单位	I32	rw	RxPDO
607Dh	-	Software position limit	-	-	-	-
607Dh	00h	Number of entries	-	U8	ro	No
607Dh	01h	Min position limit	指令单位	I32	rw	RxPDO
607Dh	02h	Max position limit	指令单位	I32	rw	RxPDO
607Fh	00h	Max profile velocity	指令单位/s	U32	rw	RxPDO
6080h	00h	Max motor speed	r/min	U32	rw	RxPDO
6081h	00h	Profile velocity	指令单位/s	U32	rw	RxPDO
6082h	00h	End velocity	指令单位/s	U32	rw	RxPDO
6083h	00h	Profile acceleration	指令单位/s <sup>2</sup>	U32	rw	RxPDO
6084h	00h	Profile deceleration	指令单位/s <sup>2</sup>	U32	rw	RxPDO
60B1h	00h	Velocity offset	指令单位/s	I32	rw	RxPDO
60B2h	00h	Torque offset	0.1%	I16	rw	RxPDO
60C5h	00h	Max acceleration	指令单位/s <sup>2</sup>	U32	rw	RxPDO
60C6h	00h	Max deceleration	指令单位/s <sup>2</sup>	U32	rw	RxPDO
60F2h	00h	Positioning option code	-	U16	rw	RxPDO

• 其他也有各控制模式相关的对象。

请参照各控制模式的「关联对象」。

• 6040h(Controlword)在各控制模式下功能不同。

请参照各控制模式的「关联对象」

• 位置类

Index	Sub-Index	Name/ Description
607Ah	00h	Target position • 设定目标位置。

• 速度类

Index	Sub-Index	Name/ Description
607Fh	00h	Max profile velocity • 设定速度极限值。 • 最大值是根据内部处理通过 6080h(Max motor speed)限制。
6080h	00h	Max motor speed • 设定电机最大速度。 • 最大值受通过内部处理从电机读取的最大速度限制。 • tq、cst 时，通过本对象的设定值限制速度。
6081h	00h	Profile velocity • 设定目标速度。 • 最大值是根据内部处理通过 607Fh(Max profile velocity)和 6080h(Max motor speed)小的一方限制。

6082h	00h	End velocity <ul style="list-style-type: none"> <li>设定结束速度。</li> <li>因为本伺服驱动器不支持，所以通常返回 0。</li> </ul>
60B1h	00h	Velocity offset <ul style="list-style-type: none"> <li>设定速度指令的偏差值(速度前馈)。</li> <li>最大值是根据内部处理通过 6080h(Max motor speed)限制。</li> </ul>

• 转矩类

Index	Sub-Index	Name/ Description
6072h	00h	Max torque 0.1% <ul style="list-style-type: none"> <li>设定电机的最大转矩。</li> <li>最大值受通过内部处理从电机读出的最大转矩限制。</li> <li>电机的最大转矩根据适用电机有所不同。</li> </ul>
60B2h	00h	Torque offset 0.1% <ul style="list-style-type: none"> <li>设定转矩指令的偏差值(转矩前馈)。</li> <li>在驱动禁止的情况下，减速中（立即停止中）转矩前馈值为 0。</li> </ul>

• 加减速速度类

Index	Sub-Index	Name/ Description
6083h	00h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Profile acceleration 指令单位/s</li> <li>设定 Profile 加速度。</li> <li>如果设定 0，内部处理是作为 1 处理。</li> </ul>
6084h	00h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Profile deceleration 指令单位/s</li> <li>设定 Profile 减速度。</li> <li>如果设定 0，内部处理作为 1 处理。</li> </ul>
60C5h	00h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Max acceleration 指令单位/s</li> <li>设定最大加速度。</li> <li>如果设定 0，内部处理作为 1 处理。</li> </ul>
60C6h	00h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Max deceleration 指令单位/s</li> <li>设定最大减速度。</li> <li>如果设定 0，内部处理作为 1 处理。</li> </ul>

• 其它

Index	Sub-Index	Name/ Description
3724h	00h	Communication function extended setup 3 bit10 :伺服使能 OFF 中对象 60B2h(Torque offset)的内部值状态选择 (伺服使能 ON 时的落下防止功能) 0 :清除 1 : 通过 60B2h 的设定值更新

Software position limit (607Dh)

根据 607Dh(Software position limit)设定电机的动作范围(软件限制)。

Index	Sub-Index	Name/ Description
607Dh	-	Software position limit <ul style="list-style-type: none"> <li>设定软件限制值。</li> </ul>

607Dh	00h	Number of entries • 表示 607Dh(Software position limit)的 Sub-Index 的数。
607Dh	01h	Min position limit • 设定负方向的软件限定值。
607Dh	02h	Max position limit • 设定正方向的软件限制值。

设定单位

607Dh(Software position limit)通过指令单位设定。因此和 6062h(Position demand value) 等相同，请设定通过加进 607Ch(Home offset)的值进行设定。

Home offset 相关请参照 6-9-4 6)。

- 有效化

软件限制功能有效，需要满足以下条件。

- 位置控制模式(pp,ip,csp)下
- 位置坐标确认的事项

绝对式模式的情况

增量式的情况

- : ESM 状态转化到 PreOP 以上
- : 原点复归动作执行后正常结束

- 对象设定值的关系满足「607Dh-01h < 607Dh-02h」

软件限制的设定是 ESM 状态从 Init 转化到 PreOP 的时间以及原点复归动作完成时执行。

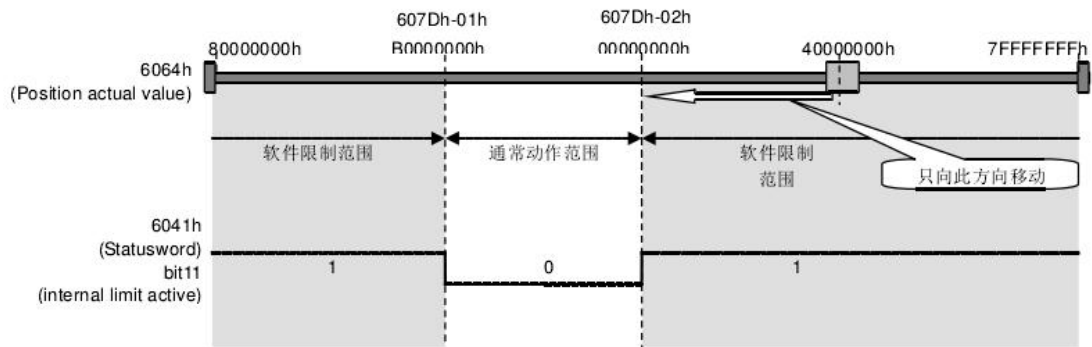
即使变更关联对象的设定值，也不能被反映，请注意。

还有，增量式模式使用的情况，ESM 状态从 Init 转化到 PreOP 时，因为软件限制功能无效，请再次执

行原点复归动作。

注) 位置信息初始化时，请设定实际位置在 607Dh-01h~607Dh-02h 之间(通常动作范围)。实际位置不在通常动作范围的情况例外，实际位置只向通常动作范围收敛的方向移动。(不能向逆方向移动。)

收敛到通常动作范围内为止 6041h(Statusword)的 bit11(internal limit active)是 1。



无效化

软件限制功能无效化的情况下，各对象的设定请满足以下的条件。

607Dh-01h  $\geq$  607Dh-02h

例) 607Dh-01h = 0

607Dh-02h = 0

• Wrap-around 动作

想执行 Wrap-around 动作时，请将软件限制功能无效化。

软件限制功能有效时，无论是实际位置还是指令位置在 Wrap-around 的情况下都会发生 Err88.3

(不正常动作异常保护)。另外有，6041h(Statusword)的 bit11(internal limit active)不定。

• 限制检出时动作

电机动作中实际位置或者指令位置是在检出软件限制时根据 quick stop ramp \*1)开始减速。

但是，存在 csp 控制模式是根据指令分配的时间延迟减速开始的情况。

\*1)quick stop ramp : 605Ah(Quick option code) = 2,6 的设定

3) 位置控制共通下关联的对象(监测类)

Index	Sub-Index	Name	Units	Range	Data Type	Access	PDO
6041h	00h	Statusword	-	0 - 65535	U16	ro	TxPDO
6062h	00h	Position demand value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	TxPDO
6063h	00h	Position actual internal value	pulse	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	TxPDO
6064h	00h	Position actual value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	TxPDO
6065h	00h	Following error window	指令单位	0 - 4294967295	U32	rw	RxPDO



6066h	00h	Following error time out	1ms	0 - 65535	U16	rw	RxPDO
6067h	00h	Position window	指令单位	0 - 4294967295	U32	rw	RxPDO
6068h	00h	Position window time	1ms	0 - 65535	U16	rw	RxPDO
6069h	00h	Velocity sensor actual value	-	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	TxPDO
606Ch	00h	Velocity actual value	指令单位/s	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	TxPDO
6074h	00h	Torque demand	0.1%	-32768 - 32767	I16	ro	TxPDO
6076h	00h	Motor rated torque	mN·m	0 - 4294967295	U32	ro	TxPDO
6077h	00h	Torque actual value	0.1%	-32768 - 32767	I16	ro	TxPDO
60F4h	00h	Following error actual value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	TxPDO
60FAh	00h	Control effort	指令单位/s	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	TxPDO
60FCh	00h	Position demand internal value	pulse	-2147483648 - 2147483647	I32	ro	TxPDO

其他也有各控制模式相关的对象。

请参照各控制模式的「关联对象」相关项目。

#### • 位置类

Index	Sub-Index	Name/ Description
6062h	00h	Position demand value 指令单位 • 表示指令位置(= IPOS)。
6063h	00h	Position actual pulse internal value • 表示电机的实际位置。 全闭环控制以外是编码器单位，全闭环控制时是外部光栅尺单位。
6064h	00h	Position actual value • 表示电机的实际位置(= APOS)。
60F4h	00h	Following error actual value • 表示位置偏差(= PERR)。
60FCh	00h	Position demand pulse internal value • 表示内部指令位置。

#### • 速度类

Index	Sub-Index	Name/ Description
6069h	00h	Velocity sensor actual value • 表示实际速度传感器值。 因为本伺服驱动器不支持，所以通常返回 0。
606Ch	00h	Velocity actual value • 表示电机的实际速度(= FSPD)。
60FAh	00h	Control effort • 表示内部指令速度(位置环的输出)。

#### • 转矩类

Index	Sub-Index	Name/ Description
6074h	00h	Torque demand 0.1% • 表示内部指令转矩。

6076h	00h	Motor rated torque    mNm • 从电机读取额定转矩，自动设定。
6077h	00h	Torque actual value    0.1% • 表示实际转矩。 • 和实际电流值相同的值。 • 本输出值是参考值，不保证是实际的值。

Statusword (6041h)<位置控制时的共通功能>

此项记述以下的功能。

bit10 : target reached (位置决定完成检出)

bit13 : following error (位置偏差过大检出)

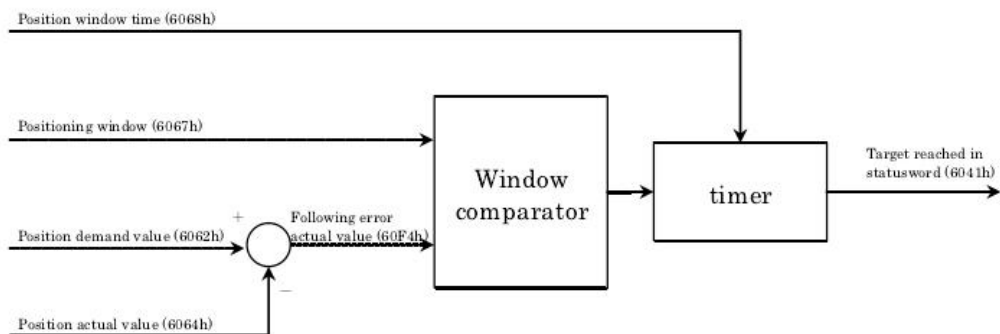
其他功能相关内容，请参照各位置控制模式的「关联对象」。

Index	Sub-Index	Name/ Description																																																
6041h	00h	Statusword            -    0 - 65535    U16   ro TxPDO ALL No • 表示伺服驱动器的状态。  Bit 信息详情  <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 2.5%;">15</td><td style="width: 2.5%;">14</td><td style="width: 2.5%;">13</td><td style="width: 2.5%;">12</td><td style="width: 2.5%;">11</td><td style="width: 2.5%;">10</td><td style="width: 2.5%;">9</td><td style="width: 2.5%;">8</td><td style="width: 2.5%;">7</td><td style="width: 2.5%;">6</td><td style="width: 2.5%;">5</td><td style="width: 2.5%;">4</td><td style="width: 2.5%;">3</td><td style="width: 2.5%;">2</td><td style="width: 2.5%;">1</td><td style="width: 2.5%;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="5">oms</td><td colspan="11">oms</td> </tr> <tr> <td>r</td><td colspan="2">following error (仅 pp, csp)</td><td>(控制模式下有所不同)</td><td>ila</td><td>target reached (csp 除外)</td><td>rm</td><td>r</td><td>w</td><td>sod</td><td>qs</td><td>ve</td><td>f</td><td>oe</td><td>so</td><td>rtso</td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>r = reserved(未对应)</p> <p>oms = operation mode specific (控制模式依存 bit)</p> <p>ila = internal limit active</p> <p>rm = remote</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>w = warning</p> <p>sod = switch on disabled</p> <p>qs = quick stop</p> <p>ve = voltage enabled</p> <p>f = fault</p> <p>oe = operation enabled</p> <p>so = switched on</p> <p>rtso = ready to switch on</p> </div> </div>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	oms					oms											r	following error (仅 pp, csp)		(控制模式下有所不同)	ila	target reached (csp 除外)	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																																			
oms					oms																																													
r	following error (仅 pp, csp)		(控制模式下有所不同)	ila	target reached (csp 除外)	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso																																			

bit10: target reached (Position reached)

伺服 ON 状态(Operation enable)，并且 set-points 全部给出完成指令生成的状态下，6062h(位置要求值)和 6064h(Position actual value)的差是在 6067h(Position window)设定完的范围内，如果经过在 6068h(Position window time)设定完的时间，6041h(Statusword)的 bit10(target reached)变为 1。

Bit	Name	Value	Definition
10	target reached	0	halt=0(通常时) : 定位未完成 halt=1(根据halt停止时) : 轴减速中
		1	halt=0(通常时) : 定位完成 halt=1(根据halt停止时) : 轴停止 (轴速度是0)



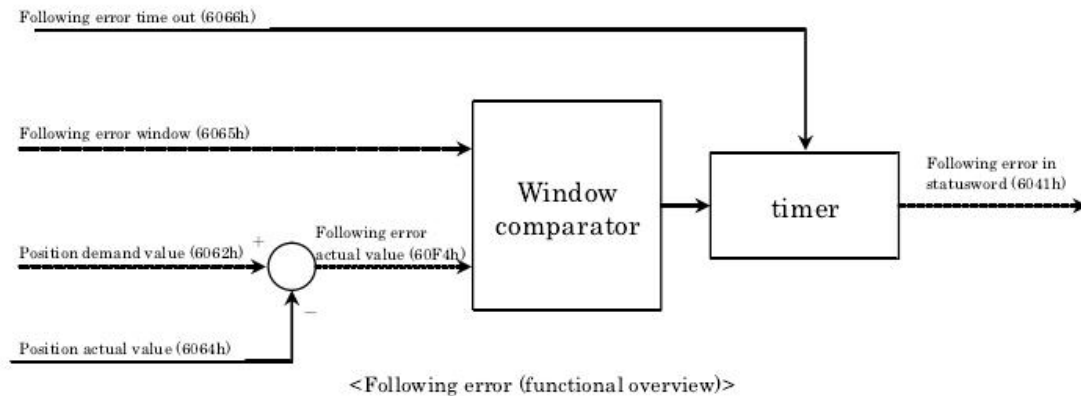
<Position reached (functional overview)>

Index	Sub-Index	Name/ Description
6067h	00h	Position window • 6062h(Position demand value)和 6064h(Position actual value)的差是在本参数设定值内, 如果经过 6068h(Position window time)设定的时间, 设定 6041h(Statusword)的 bit10(target reached)为 1 的阈值。如果差是本参数设定以外的值, 6041h 的 bit10 为 0。
6068h	00h	Position window time 1ms • 6062h(Position demand value)和 6064h(Position actual value)的差是在 6067h(Position window)设定的范围内的状态下, 设定到 6041h(statusword)的 bit10(target reached)为 1 的时间。

### bit13: following error

60F4h(Following error actual value)的值, 超过 6065h(Following error window)的设定范围的状态, 如果继续 6066h(Following error time out)设定的时间, 6041h(Statusword)的 bit13(following error)变为 1。

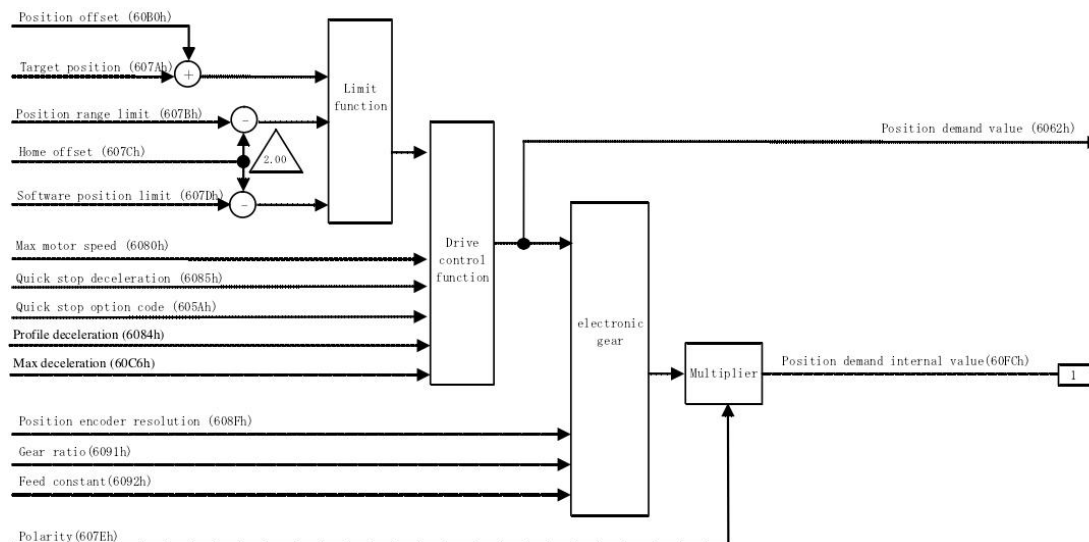
bit	Name	Value	Definition
13	following error	0	60F4h(Following error actual value) (= 6062h(Position demand value) - 6064h(Position actual value))的值, 未超过6065h(Following error window)的设定范围, 或者, 60F4h的值超过6065h的设定值, 不经过6066h设定的时间。
		1	60F4h(Following error actual value)的值, 超过6065h(Following error window)的设定范围的状态, 6066h(Following error time out)设定的时间以上, 继续

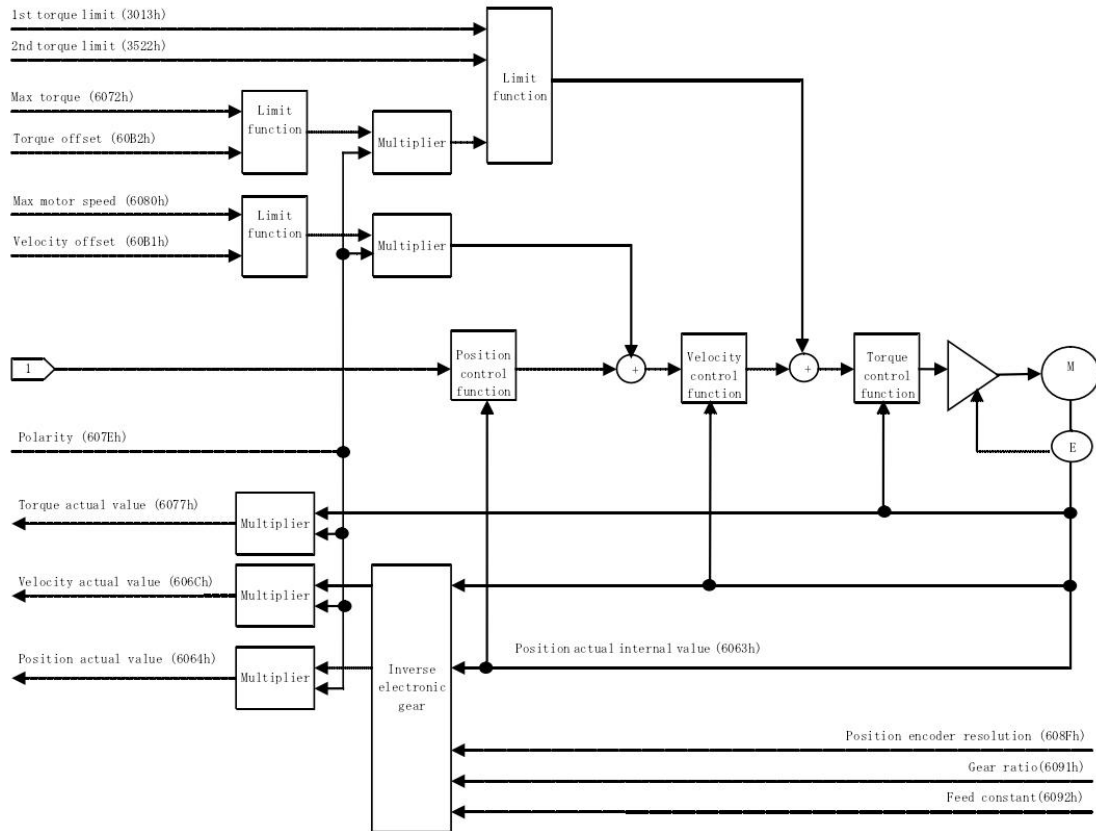


Index	Sub-Index	Name/ Description
6065h	00h	Following error window • 60F4h(Following error actual value)的值是本参数的设定值以外的情况下，设定 6041h(Statusword)的 bit13(following error)为 1 的阈值。
6066h	00h	Following error time out •60F4h(Following error actual value)的值超过 6065h(Following error window)的设定范围的状态是本参数的设定值以上如果继续的话，设定 6041h(Statusword)的 bit13(following error)为 1的阈值。

### 6-6-3 Cyclic 位置控制模式(csp mode)

在上位装置(主站)生成指令位置，根据补偿周期更新(送信)指令位置后动作的位置控制模式。请使用 DC 或者 SM2 同期模式。





1) csp 控制模式关联的对象(指令·设定类)

Index	Sub-Index	Name	Units	Range	Data Type	Access
6040h	00h	Controlword	-	0 - 65535	U16	rw
60B0h	00h	Position offset	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	rw
3724h	00h	Communication function extended setup 3	-	-32768 - 32767	I16	rw

• 其他也有位置控制共通的关联对象。详情请参照 6-6-1。

Index	Sub-Index	Name	Units	Range	Data Type	Access
6072h	00h	Max torque	0.1%	0 - 65535	U16	rw
607Ah	00h	Target position	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	rw
	-	Software position limit	-	-	-	-
	00h	Number of entries	-	2	U8	ro
	01h	Min position limit	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	rw
	02h	Max position limit	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	rw
6080h	00h	Max motor speed	r/min指令单位	0 - 4294967295	U32	rw
60B1h	00h	Velocity offset	/s	-2147483648 - 2147483647	I32	rw
60B2h	00h	Torque offset	0.1%	-32768 - 32767	I16	rw

• 其他也有动作共通的关联对象。详情请参照 6-9。

Index	Sub-Index	Name	Units	Range	Data Type	Access
6007h	00h	Abort connection option code	—	0 - 3	I16	rw
605Ah	00h	Quick stop option code	—	0 - 7	I16	rw
605Bh	00h	Shutdown option code	—	0 - 1	I16	rw
605Ch	00h	Disable operation option code	—	0 - 1	I16	rw
605Dh	00h	Halt option code	—	1 - 3	I16	rw
605Eh	00h	Fault reaction option code	—	0 - 2	I16	rw

607Bh	-	Position range limit	-	-	-	-
	00h	Highest sub-index supported	-	2	U8	ro
	01h	Min position range limit	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	rw
	02h	Max position range limit	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	rw
607Ch	00h	Home offset	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	rw
607Eh	00h	Polarity	-	0 - 255	U8	rw
6085h	00h	Quick stop deceleration	指令单位	0 - 4294967295	U32	rw
608Fh	-	Position encoder resolution	-	-	-	-
	00h	Highest sub-index supported	-	2	U8	ro
	01h	Encoder increments	pulse	1 - 4294967295	U32	ro
	02h	Motor revolutions	r (电机)	1 - 4294967295	U32	ro
6091h	-	Gear ratio	-	-	-	-
	00h	Number of entries	-	2	U8	ro
	01h	Motor revolutions	r (电机)	1 - 4294967295	U32	rw
	02h	Shaft revolutions	r (轴)	1 - 4294967295	U32	rw
6092h	-	Feed constant	-	-	-	-
	00h	Highest sub-index supported	-	2	U8	ro
	01h	Feed	指令单位	1 - 4294967295	U32	rw
	02h	Shaft revolutions	r (轴)	1 - 4294967295	U32	rw
60B8h	00h	Touch probe function	-	0 - 65535	U16	rw
60C2h	-	Interpolation time period	-	-	-	-
	00h	Highest sub-index supported	-	2	U8	ro
	01h	Interpolation time period	-	0 - 255	U8	rw
	02h	Interpolation time index	-	-128 - 63	I8	rw
60FEh	-	Digital outputs	-	-	-	-
	00h	Number of entries	-	2	U8	ro
	01h	Physical outputs	-	0 - 4294967295	U32	rw
	02h	Bit mask	-	0 - 4294967295	U32	rw

• Controlword (6040h) <csp 控制模式下的功能>

Index	Sub-Index	Name/ Description																						
6040h	00h	Control word • 设定 PDS 状态迁移等到伺服驱动器的控制命令。																						
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>15···10</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>oms ----- r</td> <td>h</td> <td>fr</td> <td>r</td> <td>r</td> <td>r</td> <td>eo</td> <td>qs</td> <td>ev</td> <td>so</td> </tr> </table>	15···10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	r	oms ----- r	h	fr	r	r	r	eo	qs	ev	so
		15···10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0												
r	oms ----- r	h	fr	r	r	r	eo	qs	ev	so														
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">r = reserved(未对应)</td> <td style="width: 50%;">fr = fault reset</td> </tr> <tr> <td>oms = operation mode specific (控制模式依存 Bit)</td> <td>eo = enable operation</td> </tr> <tr> <td>h = halt</td> <td>qs = quick stop</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ev = enable voltage</td> </tr> <tr> <td></td> <td>so = switch on</td> </tr> </table>	r = reserved(未对应)	fr = fault reset	oms = operation mode specific (控制模式依存 Bit)	eo = enable operation	h = halt	qs = quick stop		ev = enable voltage		so = switch on														
r = reserved(未对应)	fr = fault reset																							
oms = operation mode specific (控制模式依存 Bit)	eo = enable operation																							
h = halt	qs = quick stop																							
	ev = enable voltage																							
	so = switch on																							

Csp 模式，不使用 oms Bit。

• 位置类

Index	Sub-Index	Name/ Description
60B0h	00h	Position offset • 设定位置指令的偏差。

2) csp 控制模式关联的对象(监测类)

- 其他也有位置控制共通的关联对象。

详情请参照 6-6-1。

Index	Sub-Index	Name	Units	Range	Data Type	Access
6062h	00h	Position demand value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
6063h	00h	Position actual internal value	pulse	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
6064h	00h	Position actual value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
6065h	00h	Following error window	指令单位	0 - 4294967295	U32	rw
6066h	00h	Following error time out	1ms	0 - 65535	U16	rw
6069h	00h	Velocity sensor actual value	-	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
606Ch	00h	Velocity actual value	指令单位/s	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
6074h	00h	Torque demand	0.1%	-32768 - 32767	I16	ro
6076h	00h	Motor rated torque	mN·m	0 - 4294967295	U32	ro
6077h	00h	Torque actual value	0.1%	-32768 - 32767	I16	ro
60F4h	00h	Following error actual value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
60FAh	00h	Control effort	指令单位/s	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
60FCh	00h	Position demand internal value	pulse	-2147483648 - 2147483647	I32	ro

其他也有动作共通的关联对象。

详情请参照 6-9。

Index	Sub-Index	Name	Units	Range	Data Type	Access
603F	00h	Error code	-	0 - 65535	U16	ro
60B9	00h	Touch probe status	-	0 - 65535	U16	ro
60B	00h	Touch probe pos1 pos value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
60BB	00h	Touch probe pos1 neg value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
60BC	00h	Touch probe pos2 pos value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
60B	00h	Touch probe pos2 neg value	指令单位	-2147483648 - 2147483647	I32	ro
60FD	00h	Digital inputs	-	0 - 4294967295	U32	ro

Index	Sub-Index	Name	Units	Range	Data Type	Access
6041h	00h	Statusword	-	0 - 65535	U16	ro

- Statusword (6041h) <csp 控制模式下的功能>

Index	Sub-Index	Name/ Description

6041h	00h	Status word · 表示伺服驱动器的状态。																																													
		Bit 信息详情																																													
		<table border="1"> <tr> <td>15···14</td> <td>13</td> <td>12</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">oms</td> <td></td> <td>oms</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>following error</td> <td>drive follows command and value</td> <td>ila</td> <td>r</td> <td>rm</td> <td>r</td> <td>w</td> <td>sod</td> <td>qs</td> <td>ve</td> <td>f</td> <td>oe</td> <td>so</td> <td>rtso</td> </tr> </table>	15···14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		oms			oms											r	following error	drive follows command and value	ila	r	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso
15···14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																																	
	oms			oms																																											
r	following error	drive follows command and value	ila	r	rm	r	w	sod	qs	ve	f	oe	so	rtso																																	
		<table> <tr> <td>r = reserved(未对应)</td> <td>w = warning</td> </tr> <tr> <td>oms = operation mode specific (控制模式依存的 Bit)</td> <td>sod = switch on disabled</td> </tr> <tr> <td>ila = internal limit active</td> <td>qs = quick stop</td> </tr> <tr> <td>rm = remote</td> <td>ve = voltage enabled</td> </tr> <tr> <td></td> <td>f = fault</td> </tr> <tr> <td></td> <td>oe = operation enabled</td> </tr> <tr> <td></td> <td>so = switched on</td> </tr> <tr> <td></td> <td>rtso = ready to switch on</td> </tr> </table>	r = reserved(未对应)	w = warning	oms = operation mode specific (控制模式依存的 Bit)	sod = switch on disabled	ila = internal limit active	qs = quick stop	rm = remote	ve = voltage enabled		f = fault		oe = operation enabled		so = switched on		rtso = ready to switch on																													
r = reserved(未对应)	w = warning																																														
oms = operation mode specific (控制模式依存的 Bit)	sod = switch on disabled																																														
ila = internal limit active	qs = quick stop																																														
rm = remote	ve = voltage enabled																																														
	f = fault																																														
	oe = operation enabled																																														
	so = switched on																																														
	rtso = ready to switch on																																														

bit13,12,10(operation mode specific):

bit	Name	Value	Definition
10	reserved	-	未使用
11	drive follows	0	根据目标位置不执行动作 *1)
12	drive follows	1	根据目标位置执行动作 *1)
13	following error	-	请参照6-6-1 3)。

\*1) 所谓「根据目标位置执行动作」指如果满足以下全部条件。

- PDS 状态为 Operation enabled 软件限位)
- 不为 Halt 停止状态
- 在正方向动作指令中 POT 未检出，或者在负方向动作指令中 NOT 未检出
- 转矩限制未发生(3724h bit11=0 时)
- 如果是正方向动作指令中，指令位置或者实际位置不超过 607Dh-02h 设定值
- 如果是负方向动作指令中，指令位置或者实际位置不超过 607Dh-01h 设定值
- 不为减速处理中状态(Halt、POT/NOT、Quickstop、Shutdown、Disable operation、Falut、

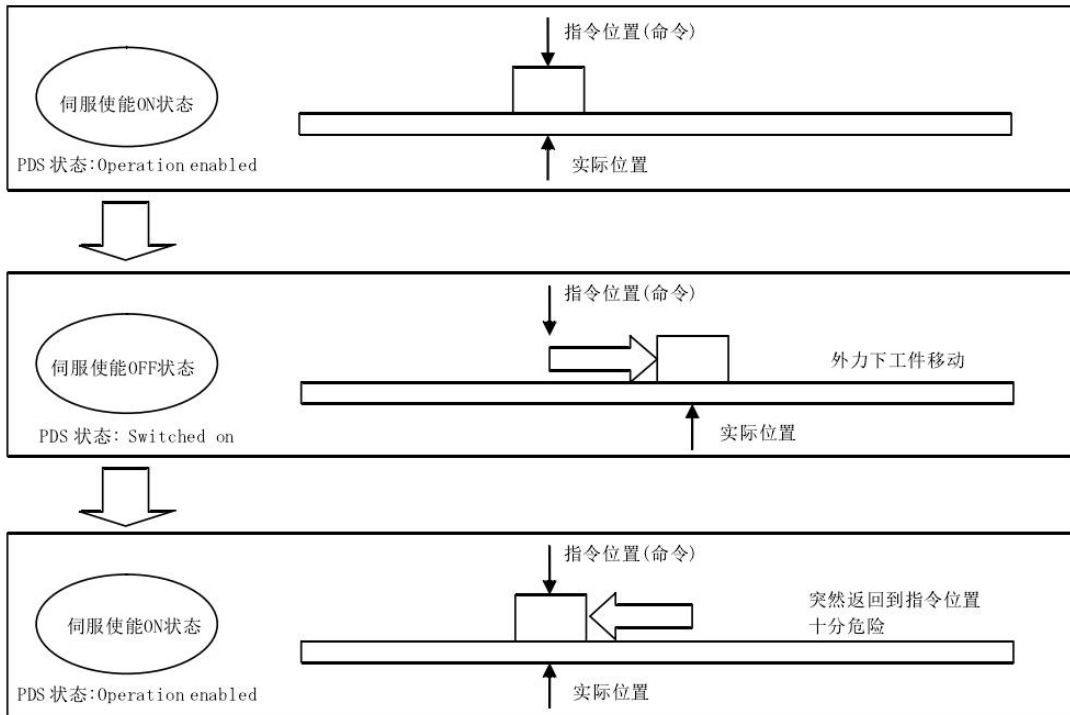
### 3) csp 控制模式的动作

- Cyclic 位置控制模式是生成动作模型(轨道)通过主机而不是从机进行。
  - 目标位置是 607Ah(Target position)和 60B0h(Position offset)相加的值，作为绝对位置理解。
  - 动作指令的更新(送信)是，在伺服 ON 指令(Operation enabled 指令)后，约 100ms 后输入。
  - 60C2h(Interpolation time period)，表示更新 607Ah(Target Position)和 60B0h(Position offset)2个对象的周期。此值被设定为和 1C32h-02h(Cycle time)相同的周期。
- 上位装置(主机)请务必通过 60C2h(Interpolation time period)的周期更新目标位置。
- 伺服 ON 状态，请构成 607Ah(Target Position) + 60B0h(Position offset)跟随 6064h(Position actual value)这样的主机处理。伺服 OFF 中如果电机靠外力等移动，下次伺服 ON 时因为要进行返回输入的目标位置动作，十分危险。还有，从 csp 控制模式以外的控制模式切换到 csp



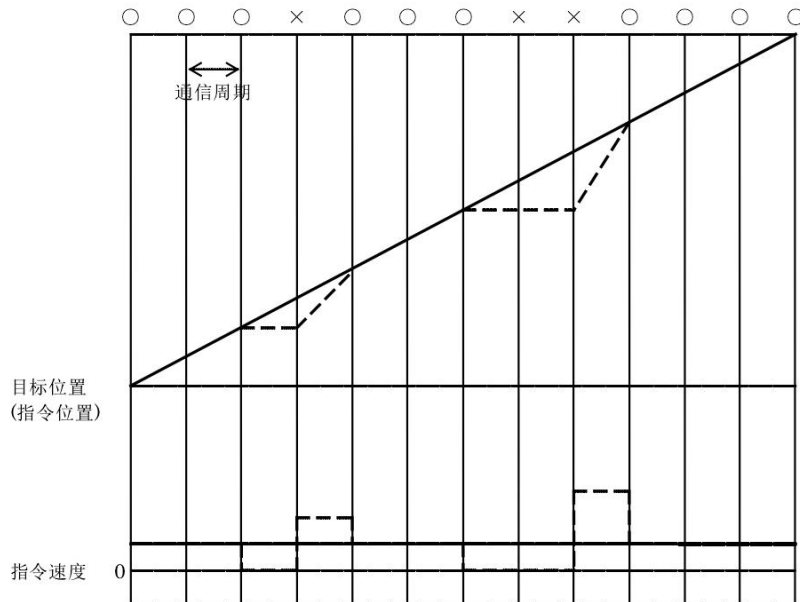
控制模式的时候同样也请进行跟随处理。

有害例：伺服使能 OFF 时的指令位置(不设定指令位置在实际位置的值的的情况)



#### 4) 通信异常发生时的补偿处理

动作中通信异常发生，如果未正常获取 607Ah(Target Position)，执行推定目标位置的补偿处理。



实线：指令补偿处理后、虚线：指令补偿处理前  
○：通信正常、×：通信异常

#### 5) 指令为止的变化量饱和和功能

以通过异常指令位置防止 Err27.4 发生以及电机动作稳定化为目的，使用 6080h(Max motor speed)的

换算值饱和指令位置变化量的功能。

• 适用范围

本功能只对应以下控制模式。

指令位置饱和功能的动作条件	
控制模式	• 位置控制(csp)

• 关联对象

Index	Sub-Index	Name/ Description
6080h	00h	Max motor speed • 设定电机最大速度。 • 最大值受内部处理中从电机读出的最大速度所限制。 • tq、cst 时，通过本对象的设定值限制速度。

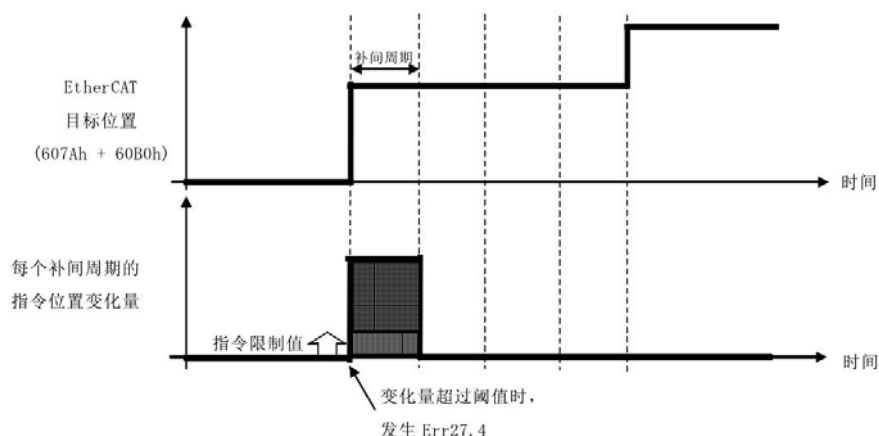
注意事项

- 即使在接收到异常指令位置的情况下也进行指令的分配，从而抑制 Err27.4 的发生。
- 6080h=0 时，执行位置的变化量限制为 0，但是 6041h(Statusword)的 bit11(internal limit active)不为 1。

动作示例(补间周期=250us)

来自与上位设备的目标位置(607Ah(Target position) + 60B0h(Position offset))的变化量超过指令限制值 (Err27.4 的发生阈值) 时，通过从 6080h 换算后的限制值饱和每个补间周期的指令位置变化量。通过此方式，即使在上位设备发送异常指令位置的情况下也可以防止 Err27.4 的发生，稳定其动作。

<指令位置的变化量饱和功能无效时>



<指令位置的变化量饱和和功能有效时>

