

SANMOTION

CLOSED LOOP STEPPING SYSTEM

Model No.PB

TYPE E

PB4D003E4**

DC24V / 48V 输入

使用说明书

SANYO DENKI

变更记录

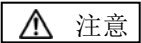
第三版(C)

- P9-3
 - 修改：消耗电流→消耗电力

No Text on This Page.

安装、运转、维修、点检前, 请务必熟读本使用说明书和其他附录, 以确保正确使用本产品。
请务必确保是在已熟知机器的相关知识、安全信息及注意事项的基础上使用本产品。
在本使用说明书中, 安全注意事项分为“危险”、“警告”、“注意”三个级别。

■ 警告标识	
	操作失误可能出现危险状况、导致死亡或重伤。
	操作失误可能出现危险状况、导致死亡或重伤。
	操作失误可能出现危险状况、导致中等程度的人身伤害和轻伤或只造成物理损坏。

此外,  中记载的事项, 根据实际情况不同有也可能导致严重后果。所有记载事项皆为重要内容, 请务必遵守。

■ 禁止、强制的图形标识	
	表示禁止(不可实施的内容)。
	表示强制(必须实施的内容)。

安全注意事项

■ 使用注意事项



警告

- ◆ 请勿在爆炸性气体环境中使用。
易造成人身伤害或引发火灾。
- ◆ 请勿在通电状态下进行配线、维修、点检等操作。请务必在切断电源 1 分钟以后再进行作业。
易发生触电或造成产品损坏。
- ◆ 请务必实施驱动器的功能接地以及将电机的外壳接地。
易发生触电。
- ◆ 请勿用手触摸驱动器内部部件。
易发生触电。
- ◆ 请勿损伤、重压电缆, 在电缆上挂放重物, 或者挤压电缆。
易发生触电。
- ◆ 请勿触碰运行状态下电机的运转部位。
易导致人身伤害。



注意

- ◆ 请使用配套的驱动器和电机。
易发生火灾、故障。
- ◆ 搬运、设置、接线、运转、维修、点检等操作都必须由专业技术人员实施。
易发生触电、造成人身伤害、引发火灾等危险。
- ◆ 请勿将机器安装在潮湿、易腐蚀、易燃环境中或可燃物附近。
易引起火灾, 发生故障。
- ◆ 请注意伺服驱动器/伺服电机及周边设备的发热。
有被烫伤的危险。
- ◆ 通电中或切断电源不久后, 伺服驱动器的散热片、再生电阻、伺服电机等仍处于高温状态, 请勿触碰。
有被烫伤的危险。
- ◆ 安装、运转、维修、点检前, 请务必仔细阅读使用说明书, 并按照说明进行操作。
易发生触电、造成人身伤害、引发火灾等危险。
- ◆ 使用伺服驱动器和伺服电机时, 请勿超出其规格范围。
易发生触电、造成人身伤害或产品损坏。

■ 保管



禁止

- ◆ 请勿保管在漏雨、有水、有害气体和有害液体的环境中。
易发生故障。



强制

- ◆ 保存时请避免阳光直射, 注意温度、湿度范围(无结露)。
- ◆ 驱动器温度、湿度范围 $-20^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$, 90%RH 以下
易发生故障。
- ◆ 需长期保存伺服驱动器(3 年以上)时, 详情请咨询我公司。
长期保存会导致电解电容器的容量降低, 从而导致故障发生。
- ◆ 长期保管伺服电机(3 年以上)时, 详情请咨询我公司。
需检查确认轴承和制动器等。

■ 搬运



注意

- ◆ 搬运时请勿手持电缆、伺服电机出力轴或检出器部分。
易造成故障、人身伤害。
- ◆ 搬运时请小心, 防止坠落、倾翻等危险。
易导致人身伤害。



强制

- ◆ 产品的超载可能导致货物的倒塌, 请按照外箱的指示进行操作。
易导致人身伤害。

安全注意事项

■ 安装



注意

- ◆ 请勿在产品上放置重物或攀爬其上。
易导致人身伤害。
- ◆ 请务必遵守正确的安装方向。
易造成火灾或发生故障。
- ◆ 请勿使产品坠落或使其受到强烈撞击。
易发生故障。
- ◆ 请勿堵塞换气口并做防异物处理。
易造成火灾。
- ◆ 将伺服驱动器安装在控制柜内时, 请遵照使用说明书所规定的间距。
易造成火灾、故障。
- ◆ 请先确认上下方向后再打开包装。
易导致人身伤害。
- ◆ 请确认产品是否与订购货物一致。
易导致人身伤害、设备损坏。
- ◆ 安装时请注意安全, 小心坠落、倾翻等危险。
易导致人身伤害。
- ◆ 请将产品安装在金属等不可燃物。
易造成火灾。
- ◆ 所设防冲撞安全装置等必须能够承受系统的最大输出。
易导致人身伤害。

■ 接线



注意

- ◆ 请确保接线正确。否则易导致电机飞车。
易导致人身伤害。
- ◆ 请按照接线图或使用说明书进行接线。
易导致触电、造成火灾。
- ◆ 请遵照电气设备安装技术标准或内线规定进行接线施工。
易导致烧坏、火灾。



强制

- ◆ 请在电路中设置紧急停止电路, 以便实时停止机械运转并切断电源。
此外, 请在伺服驱动器外部构建警报发生时切断主电路电源的外部保护电路。
易造成失控、人身伤害、烧坏、火灾、二次损坏。
- ◆ 主电路电源、控制电路用电源以及输入输出信号用电源请使用强化绝缘(双重绝缘)的电源。

■ 操作、运转



注意

- ◆ 过度调试变更会导致运转不稳定, 请勿过度调试变更。
易导致人身伤害。
- ◆ 试运转时, 请将伺服电机固定并在与其他机械分离状态下进行, 确认无异常后方可联机使用。
易导致人身伤害。
- ◆ 保持制动器不是用来确保机械安全的停止装置。
请在机械上安装用于确保安全的停止装置。
易导致人身伤害。
- ◆ 报警发生时, 请在排除故障并确保安全后, 重置报警器, 然后再重新运转。
易导致人身伤害。
- ◆ 请确认输入电源电压是否在规格的范围以内。
易发生故障。
- ◆ 伺服电机电压暂降恢复后, 请勿靠近机器, 机器可能突然重新启动。
(请确认机械的设计能够保证电机重启之后的安全性。)
易导致人身伤害。
- ◆ 请勿继续使用发生故障、破损及烧坏的伺服驱动器或伺服电机。
易导致人身伤害、造成火灾。
- ◆ 发生异常时, 请立即停止运转。
易发生触电、导致人身伤害、造成火灾。
- ◆ 在垂直轴上使用伺服电机时, 请安装安全装置以免工件在报警等状态下掉落。
易导致人身伤害、产品损坏。



禁止

- ◆ 伺服电机的内置制动器用于保持电机轴不掉落, 而非一般制动装置。请勿作为一般制动装置使用。
否则会造成制动器损坏。
易发生故障。
- ◆ 请勿向伺服电机的编码器用电缆施加静电或高压电等。
易发生故障。
- ◆ 在驱动器不通电时, 若连续使用外力旋转电机, 电机发热导致危险。请勿进行此类操作。
易导致火灾、烫伤、电机损坏。
- ◆ 施加超出输入电压规格范围的电压时, 易导致零部件发生故障,
请勿使用超出输入电压规格范围的电压。
易造成故障、人身伤害。



强制

- ◆ 请在电路中设置紧急停止电路, 以便实时停止机械运转并切断电源。
此外, 请在伺服驱动器外部构建警报发生时切断主电路电源的外部保护电路。
易造成失控、人身伤害、烧坏、火灾、二次损坏。
- ◆ 伺服电机未配备保护装置, 请配备过电流保护装置、漏电断路器、过热保护装置、紧急停止装置对其进行保护。
易导致人身伤害、造成火灾。
- ◆ 请在规定的温度、湿度范围内运转。
伺服驱动器
温度 0℃~+55℃
湿度 90%RH 以下(无结露)
伺服电机
温度 -10℃~+40℃ (带谐波齿轮为 0℃~+40℃)
湿度 90%RH 以下(无结露)

易造成烧毁、故障。

■ 维修、点检



注意

- ◆ 伺服驱动器中使用的零部件(电解电容器、冷却风扇、保险丝、编码器用锂电池)长期使用会老化。
为预防及确保安全, 请参照标准使用期限更换新部件。
如有需要详情请咨询我司。
易发生故障。
- ◆ 通电中严禁接近、触碰接地端子和连接器。
易导致触电。
- ◆ 维护点检时请注意伺服驱动器的温升状况。
易造成烫伤。
- ◆ 请联系我公司进行产品的修理, 请勿自行拆卸, 否则有可能导致无法运转。
易发生故障。



禁止

- ◆ 请勿自行拆卸修理。
易造成火灾、导致触电。
- ◆ 请勿测定绝缘电阻及绝缘耐压。
易造成产品损坏。
- ◆ 通电状态下切断电源一分钟内将连接器等(可插拔部件除外)拔除, 由于发生浪涌电压会导致电子零部件发生故障,
请勿进行此类操作。
易导致触电、造成产品损坏。
- ◆ 请勿拆掉铭牌。



强制

- ◆ 请将要废弃的伺服驱动器或伺服电机作为工业废弃物进行处理。

目录

1. 前言

1.1 致初次使用者	1—1
1.2 产品的特征	1—1
1.3 产品的各部件名称	1—2
1.4 系统构成	1—3
1.5 开箱注意事项	1—4
1.6 产品的确认	1—4
1.7 使用注意事项	1—5
1.8 型号的辨识	1—6
1.8.1 驱动器的型号	1—6
1.8.2 电机的型号	1—7
1.8.3 适用电机一览	1—8

2. 安装

2.1 驱动器的安装	2—1
2.1.1 驱动器安装注意事项	2—1
2.1.2 安装方向及安装位置	2—2
2.1.3 控制柜内的安装条件	2—2
2.2 电机的安装	2—3
2.2.1 安装位置	2—3
2.2.2 安装方法	2—3
2.3 电缆的安装	2—6

3. 接线

3.1 外部接线图	3—1
3.2 连接器型号、适用电线	3—2
3.3 连接器的引脚排列与注意事项	3—4
3.3.1 电源连接器 (CN1, CN2)	3—4
3.3.2 动力线用连接器 (CN7~10)	3—4
3.3.3 编码器连接器 (CN3~6)	3—4
3.3.4 输入输出信号连接器 (CN11)	3—5
3.4 输入输出信号	3—7
3.4.1 通用输入	3—7
3.4.2 通用输出	3—7
3.5 输入输出信号电路电气的特性	3—8
3.5.1 采样周期的延迟时间	3—8
3.6 接地	3—9
3.6.1 驱动器的接地	3—9
3.6.2 电机外壳接地	3—9

4. 接口

4.1 关于 EtherCAT 4-1

4.1.1 概要 4-1

4.1.2 EtherCAT 规划 4-1

4.2 模型(Reference Model)..... 4-3

4.2.1 OSI 参考模型 4-3

4.2.2 驱动器构造..... 4-4

4.3 EtherCAT 指示灯 4-5

4.3.1 Link/Activity 指示灯..... 4-5

4.3.2 RUN 指示灯 4-6

4.3.3 ERR 指示灯 4-7

4.4 设置 4-8

4.4.1 节点 ID 4-8

4.4.2 物理通信规格 4-8

4.5 通信规格..... 4-9

4.5.1 设备模型..... 4-9

4.5.2 通信..... 4-10

4.5.3 EtherCAT 协议 4-11

4.5.4 数据报头..... 4-12

4.5.5 指令类型..... 4-13

4.5.6 WKC(工作计数器) 4-14

4.5.7 帧处理..... 4-14

4.6 寻址示意图 4-15

4.6.1 位置寻址(自动递增寻址) 4-15

4.6.2 节点寻址(固定位置寻址) 4-15

4.6.3 逻辑寻址(Logical Addressing) 4-16

4.6.4 FMMU(Fieldbus Memory Management Unit) 4-16

4.6.5 SM(SyncManager) 4-17

4.6.6 缓存模式(三区缓存模式) 4-17

4.6.7 邮箱模式..... 4-19

4.7 访问对象字典..... 4-20

4.7.1 服务数据对象(SDO) 4-20

4.7.2 邮箱协议..... 4-20

4.7.3 CANopen 数据头协议..... 4-22

4.7.4 SDO 信息 4-22

4.7.5 过程数据对象(PDO) 4-36

4.8 分布式时钟(DC) 4-38

4.8.1 时钟同步..... 4-38

4.8.2 系统时间(System Time) 4-38

目录

4.8.3 时钟同步过程	4-39
4.8.4 时钟同步的初始化步骤(例)	4-40
4.8.5 SYNC0/1 信号输出初始化步骤(例)	4-40
4.9 通信时序	4-41
4.10 EtherCAT 状态机(ESM)	4-43
4.10.1 ESM	4-43
4.10.2 状态	4-44
5. EtherCAT 数据链路层	
5.1 设备寻址	5-1
5.1.1 地址空间概要	5-1
5.1.2 寄存器写入操作作用阴影缓存区	5-1
5.1.3 EtherCAT 从站控制器的功能块	5-2
5.2 地址空间	5-3
5.2.1 ESC 信息	5-5
5.2.2 站地址	5-6
5.2.3 写入保护	5-6
5.2.4 ESC 数据链路层	5-7
5.2.5 应用层	5-10
5.2.6 过程数据接口(PDI)	5-13
5.2.7 中断	5-14
5.2.8 错误计数器	5-18
5.2.9 看门狗	5-19
5.2.10 EEPROM 接口/ESI(从站信息接口)	5-20
5.2.11 MII 管理器接口	5-21
5.2.12 FMMU [7:0](现场总线内存管理单元)	5-24
5.2.13 SyncManager(SM[7:0])	5-26
5.2.14 分布式时钟(DC)	5-29
5.2.15 DC-时间环路控制单元	5-34
5.2.16 ESC 标准寄存器	5-42
5.3 EEPROM 映射	5-45
5.3.1 地址空间概要	5-45
5.3.2 地址空间定义	5-45
5.3.3 从站信息接口种类	5-50
6. 对象字典	
6.1 对象字典概要	6-1
6.1.1 对象字典构成及轴的定义	6-1
6.1.2 对象编码定义	6-1
6.1.3 操作类型	6-2

6.1.4 数据类型区	6-2
6.2 CoE 通信对象区	6-4
6.2.1 对象组 0x1000~参数详情.....	6-7
6.2.2 PDO 映射	6-9
6.2.3 通信时序	6-16
6.2.4 自由运行模式(Free Run:非同步运转)	6-17
6.2.5 SM2 事件同步模式(Synchronous with SM2 Event).....	6-18
6.2.6 DC 模式(SYNC0 事件同步)	6-19
6.2.7 DC 模式(SYNC1 事件同步)	6-20
6.3 PDS FSA.....	6-21
6.3.1 概要.....	6-21
6.3.2 FSA(有限状态自动机 Finite States Automaton)	6-22
6.3.3 状态显示指示灯	6-25
6.3.4 控制字	6-26
6.3.5 状态字	6-28
6.4 规划区域.....	6-29
6.4.1 错误代码与错误动作	6-31
6.4.2 操作模式	6-33
6.4.3 功能组“位置”	6-34
6.4.4 规划位置模式	6-35
6.4.5 周期同步位置模式	6-38
6.4.6 功能组“速度”“复位”	6-40
6.4.7 规划速度模式	6-41
6.4.8 周期同步速度模式	6-41
6.4.9 复位模式	6-43
6.4.10 功能组“接触式探针(Touch Probe)”	6-49
6.4.11 操作模式参数(规划区域)	6-51
6.5 制造商自定义区域	6-64
6.5.1 对象组	6-64
6.5.2 “控制指令”参数	6-67
7. 运转	
7.1 试运转	7-1
7.1.1 确认安装、接线	7-1
7.1.2 动作的确认	7-1
7.2 ESC 上电时序	7-2
7.3 EtherCAT 初始化处理.....	7-3
7.4 运转时序	7-7
7.5 调整	7-9
7.5.1 闭环控制	7-9

目录

7.5.2 无偏差闭环控制	7—10
8. 维护	
8.1 故障检修	8—1
8.2 报警列表	8—2
8.3 报警发生时的故障检修	8—4
8.3.1 发生报警时的显示	8—4
8.3.2 报警处理方法	8—5
8.4 点检	8—12
8.5 零部件维护	8—13
9. 基本规格	
9.1 驱动器基本规格	9—1
9.2 电机基本规格	9—2
9.2.1 标准电机	9—2
9.2.2 电机可选配件	9—3
9.3 速度-转矩, 消耗电流特性	9—4
9.4 外形图	9—9
9.4.1 驱动器外形图	9—9
9.4.2 电机外形图	9—10
10. 可选配件	
10.1 可选配件一览表	10—1
10.2 连接器·电缆	10—2
10.3 再生单元	10—6
10.4 设置软件	10—8

1章

前言

本章将对系统的特点及构成, 开箱、使用时的
注意事项及型号的辨识进行说明。

1.1 致初次使用者	1-1
1.2 产品的特征	1-1
1.3 产品的各部件名称	1-2
1.4 系统构成	1-3
1.5 开箱注意事项	1-4
1.6 产品的确认	1-4
1.7 使用注意事项	1-5
1.8 型号的辨识	1-6
1.8.1 驱动器的型号	1-6
1.8.2 电机的型号	1-7
1.8.3 适用电机一览	1-8

1 章 前言

1.1 致初次使用者

我司的驱动器、步进电机以应用于一般工业设备而进行设计。因此请注意以下几点。

- 设置、安装、使用前请熟读“使用说明书”，以确保正确使用本产品。
- 请勿对产品进行改造、加工。
- 进行设置或维护作业时，请咨询购买此产品的代理店或专业人士。
- 在以下环境中使用时，如系统多重化、应急发电设备的设置等，在运用、维持、管理方面需要特别注意，详情请咨询我司。
 - 用于与人的生命相关的医疗设备等时
 - 用于可能造成人身伤害的电车、电梯等
 - 用于对社会、公众产生重大影响的电脑系统等
 - 用于其他对人身安全、维持公共功能产生重大影响的设备等
- 用于车载、搬运等振动环境时请咨询我司。

使用(安装、接线、运转、维修、点检)前，请务必熟读本使用说明书，以确保正确使用本产品。请务必确保是在已熟知机器的相关知识、安全信息及注意事项的基础上使用本产品。阅读后的使用说明书请存放至容易取阅的位置。

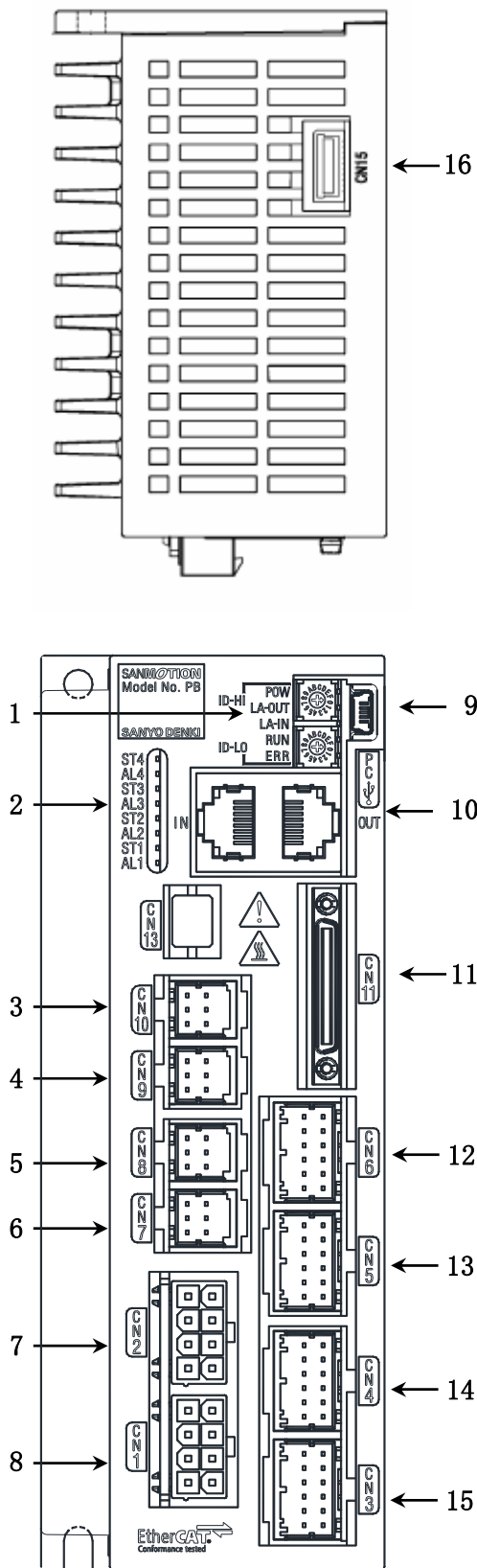
1.2 产品的特征

闭环步进系统“SANMOTION Model No. PB”是兼备了步进电机操作便利与伺服电机可靠性的系统。由于步进电机搭载了位置检出用编码器，可通过反馈进行闭环控制。与步进系统相比，可靠性高，可通过简单的系统实现高效率的驱动。

PB4D003E4xx 产品特征如下。

- 节省空间·节省接线
使用 1 台驱动器可驱动 4 轴步进电机，节省了驱动器的设置空间。
只需使用 1 台驱动器的电源、输入输出信号线，因此可减少接线。
- 搭载无偏差闭环模式
在以往的克服了步进电机丢步这一弱点的闭环控制的基础上，搭载了对于位置指令的延迟较少的控制模式。
由于对于位置指令的延迟较少，适用于重视动作轨迹的装置或需要轴间动作配合的装置。
- 适用电机的扩充
在以往的脉冲编码器电机的基础上，也支持串行编码器电机。
每轴可连接不同的编码器的电机。
- 丰富的解析功能
支持我司标准的设置软件“SANMOTION MOTOR SETUP SOFTWARE”。可通过电脑进行控制参数的设置、运转状态的监视、试运转等操作。

1.3 产品的各部件名称

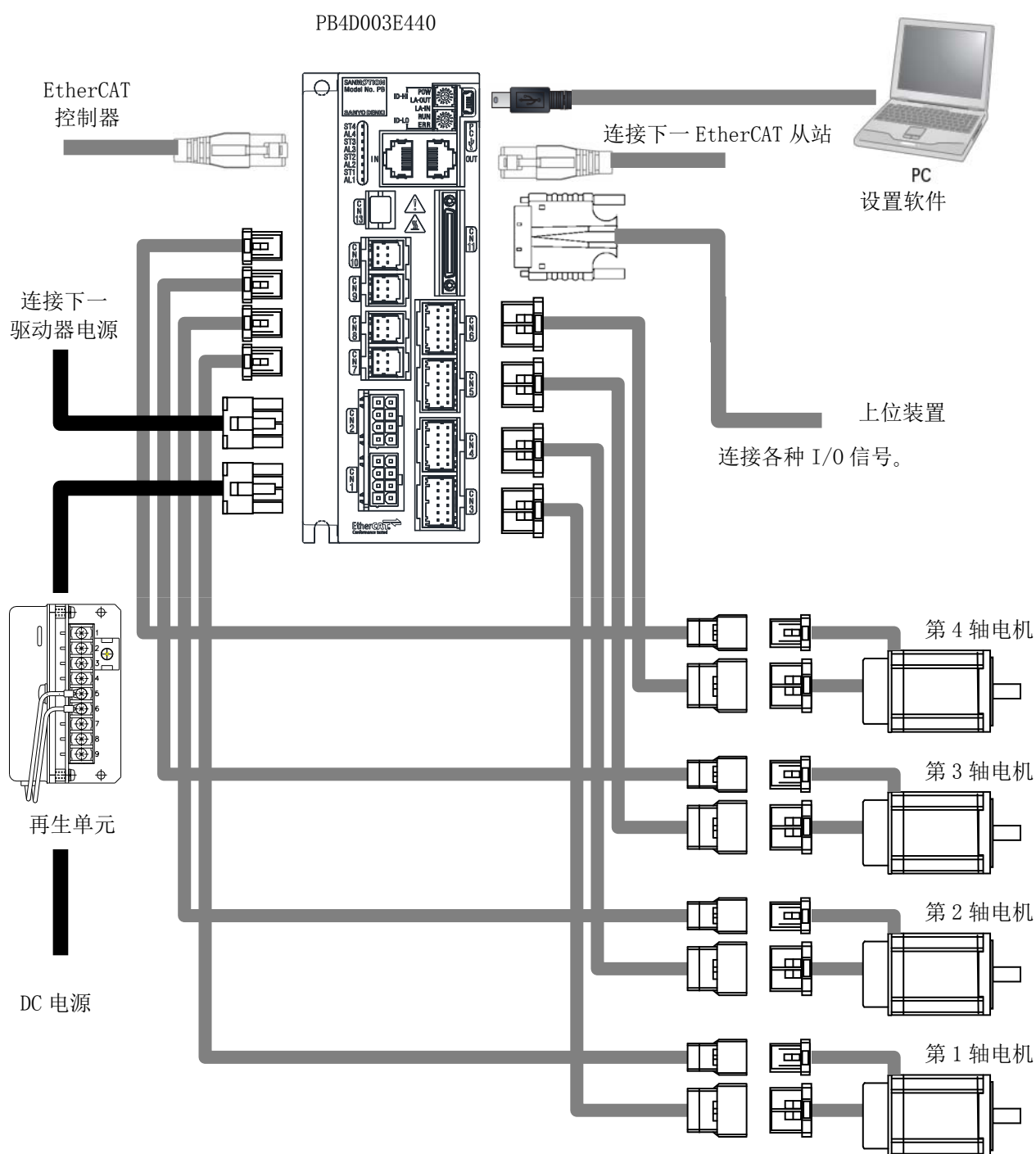


编号		名称・用途
1	POW	控制电源确立 LED（绿） 控制电源上电，驱动器内部的控制电路电源确立时亮灯。
	LA-OUT	OUT L/A LED（绿）
	LA-IN	IN L/A LED（绿）
	RUN	RUN LED（绿）
	ERR	ERR LED（红）
	ID-HI	ADDR HI 旋转开关
2	ID-LO	ADDR LO 旋转开关
	ST4	第 4 轴状态 LED（绿）
	AL4	第 4 轴报警 LED（红）
	ST3	第 3 轴状态 LED（绿）
	AL3	第 3 轴报警 LED（红）
	ST2	第 2 轴状态 LED（绿）
	AL2	第 2 轴报警 LED（红）
	ST1	第 1 轴状态 LED（绿）
	AL1	第 1 轴报警 LED（红）
3	第 4 轴电机动力线 (CN10) ※	
4	第 3 轴电机动力线 (CN9) ※	
5	第 2 轴电机动力线 (CN8)	
6	第 1 轴电机动力线 (CN7)	
7	电源菊花链用连接器 (CN2)	
8	电源输入 (CN1)	
9	电脑通信用连接器 (CN12)	
10	EtherCAT 通信用连接器 (IN, OUT)	
11	上位装置输入输出信号用连接器 (CN11)	
12	第 4 轴编码器信号用连接器 (CN6) ※	
13	第 3 轴编码器信号用连接器 (CN5) ※	
14	第 2 轴编码器信号用连接器 (CN4)	
15	第 1 轴编码器信号用连接器 (CN3)	
16	维护用连接器 (CN15)	

※ 不同 PB 驱动器的规格, 有可能实际未安装连接器。

1 章 前言

1.4 系统构成



- ✓ 连接器、适用电线详情请参照“3.2 连接器型号.适用电线”。
- ✓ 可选件详情请参照“9. 可选配件”。
- ✓ 通过与电脑通信设置参数或监视波形等时需使用设置软件。详情请参照说明书 M0010763。
- ✓ 使用 60 角电机时请连接再生单元。(根据使用条件, 有可能无需连接。)

1.5 开箱注意事项 / 1.6 产品的确认

1.5 开箱注意事项

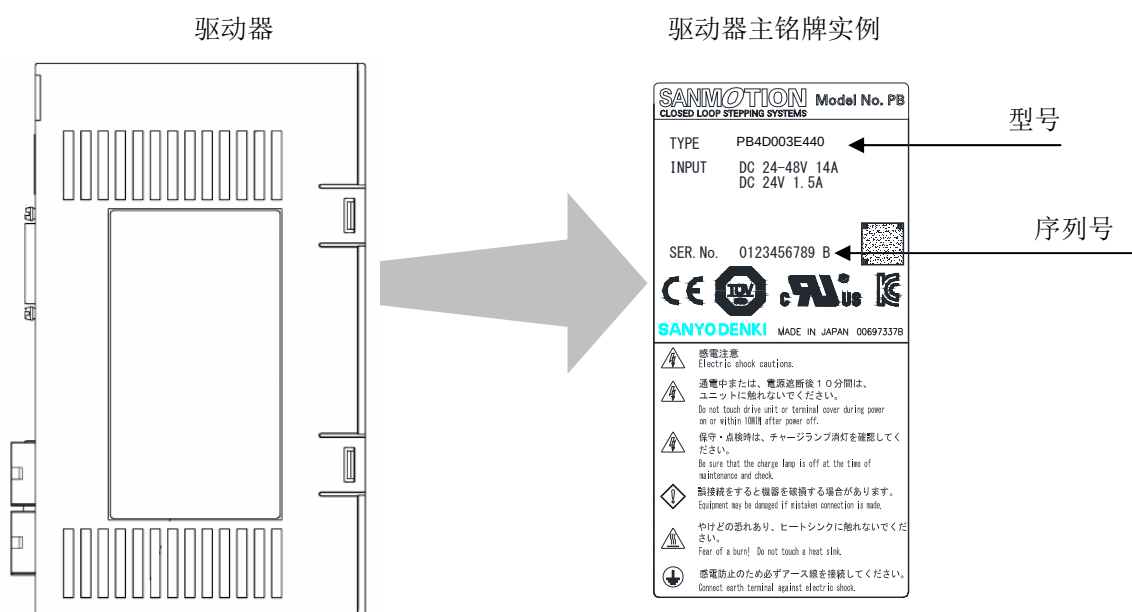
购买本产品时, 开箱时请注意以下几点。

- 请勿抓住驱动器的连接器取出驱动器。
- 取出驱动器时, 请勿使用带电的手进行触碰。

1.6 产品的确认

本产品到货时, 请对以下各点进行确认。如有异常请联系我司。

- 确认电机及驱动器的型号是否与订购产品一致。型号记载于主铭牌的“TYPE”后。
- 确认电机及驱动器外观是否有问题。
- 确认驱动器、电机的螺丝是否有松动。



序列号的辨识

驱动器: 月(2位)+年(2位)+日(2位)+序列号(4位)+产品版本(省略为“A”)

电机 : 月(2位)+年(1位)+日(2位)+年(4位)

1 章 前言

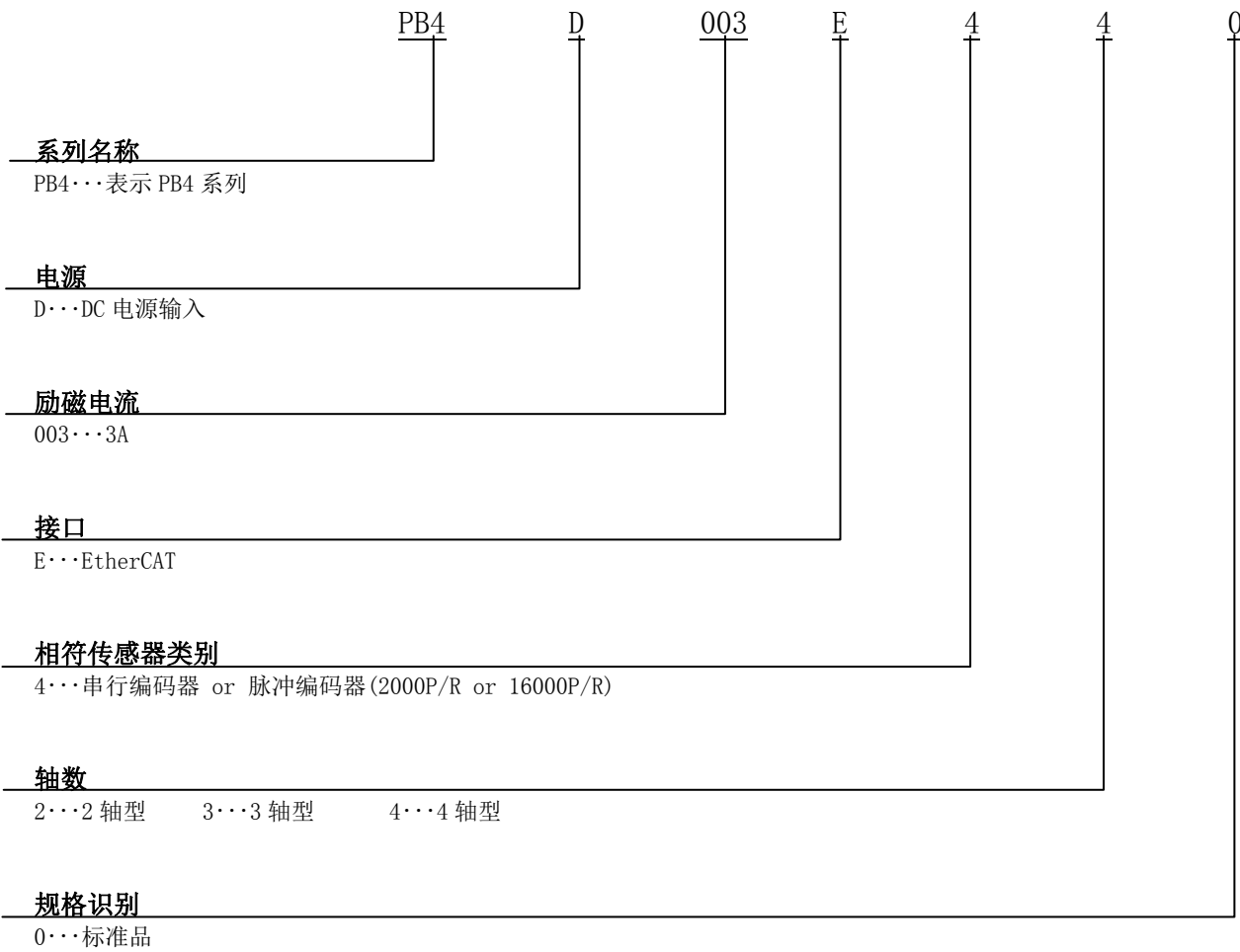
1.7 使用注意事项

使用时请注意以下几点。

- 安装本产品时, 请勿使电机及驱动器受到撞击。
撞击有可能导致发生故障。
- 确认所使用驱动器的型号后, 电源请使用
主电源 $24V/48V \pm 10\%$
控制电源 $24V \pm 10\%$ 。
使用除此以外的电源有可能发生事故。
- 维护点检时请在充分确认了负载状态等的安全性后开关电源。
在有负载的状态下开关电源有可能导致事故或故障发生。
- 在腐蚀性(酸、碱等)、易燃性、易爆炸性液体或气体的环境下, 本产品有可能发生变形或破损, 请勿在该环境下使用。
- 请勿在有易燃性或易爆炸性液体、气体的环境中使用。否则会引发火灾或爆炸事故。
十分危险, 请勿在该环境下使用。
- 请在环境温度 $0 \sim 55^{\circ}\text{C}$ (电机为 $-10 \sim 40^{\circ}\text{C}$) 的范围内, 以及环境湿度 90%RH 以下使用。
- 请避免电机及驱动器接触到水、切削液、雨水等。
接触到水、切削液、雨水等有可能导致漏电、触电等事故发生。
- 为安全起见, 请确保电机及驱动器使用了第 3 类($100\ \Omega$ 以下)以上的接地线。
- 请勿对电机及驱动器进行耐压测试及绝缘电阻测试。
- 接线时请务必参考“3. 接线”进行正确的接线。
接线错误有可能导致破损。

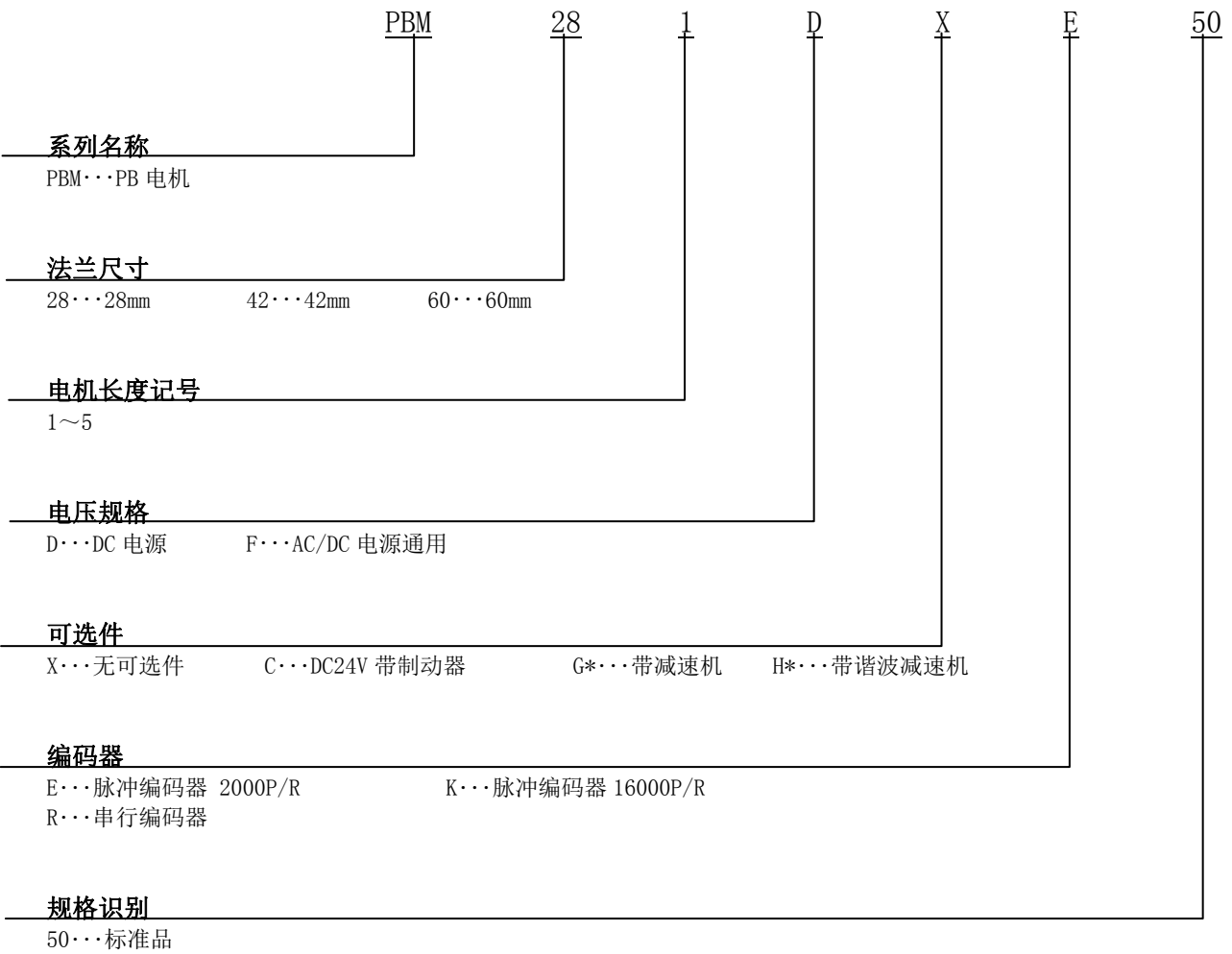
1.8 型号的辨识

1.8.1 驱动器的型号



1 章 前言

1.8.2 电机的型号



※关于适用电机请参照“1.8.3 适用电机一览”。

1.8.3 适用电机一览

编码器	法兰尺寸	电机型号
串行编码器	42mm	PBM423D**R50
	60mm	PBM603D**R50
		PBM604D**R50
脉冲编码器 16000P/R	42mm	PBM423D**K50
	60mm	PBM603D**K50
		PBM604D**K50
脉冲编码器 2000P/R	28mm	PBM281D**E50
		PBM285D**E50

※带可选件电机详情请咨询我司。

No Text on This Page.

2章

安装

本章将对驱动器、电机及电缆的安装进行说明。

- 2.1 驱动器的安装 2-1
 - 2.1.1 驱动器安装注意事项 2-1
 - 2.1.2 安装方向及安装位置 2-2
 - 2.1.3 控制柜内的安装条件 2-2
- 2.2 电机的安装 2-3
 - 2.2.1 安装位置 2-3
 - 2.2.2 安装方法 2-3
- 2.3 电缆的安装 2-6

2 章 安装

2.1 驱动器的安装

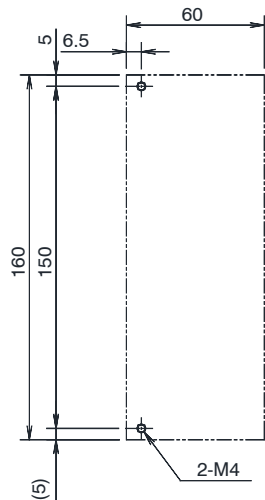
2.1.1 驱动器安装注意事项

关于驱动器的安装位置与安装方法请注意以下几点。

项目	注意事项
安装在机箱内	由于机柜内部机器的电耗及机柜尺寸大小等因素的影响, 机箱的内部温度会比外界的温度高。 安装时, 请充分考虑机柜的大小、冷却装置及机柜内部的布局, 确保伺服驱动器的环境温度低于 55℃。 为了确保驱动器的长寿命和高可靠性, 建议在温度低于 40℃的环境下使用。
附近有振动源时	请在伺服驱动器同底座间安放减震器, 确保振动不会直接传递给伺服驱动器。
附近有发热源时	请确保即使在因对流、辐射等因素导致温度上升时, 伺服驱动器的环境温度仍然低于 55℃。
腐蚀性气体环境	长时间使用会导致连接器等接点部件的接触不良。 请勿在腐蚀性气体环境中使用。
爆炸性或 易燃性气体环境	严禁在有爆炸性或易燃性气体环境中使用。机柜内的继电器盒接触器及再生电阻等部件会产生火花, 有可能成为火源并引起火灾、爆炸事故。
粉尘或油雾环境	请勿在有粉尘或油雾环境中使用。 由于粉尘或油雾的附着和堆积, 会导致部件的绝缘性下降或发生漏电, 从而导致伺服驱动器损坏。
强干扰环境	当有干扰混入到输入信号或者电源电路时, 会导致驱动器的误动作。在可能受到干扰影响的环境中使用, 请采取相应的抗干扰措施。如驱动器前段加装干扰滤波器, 优化接线和改善干扰源等措施。

2.1.2 安装方向及安装位置

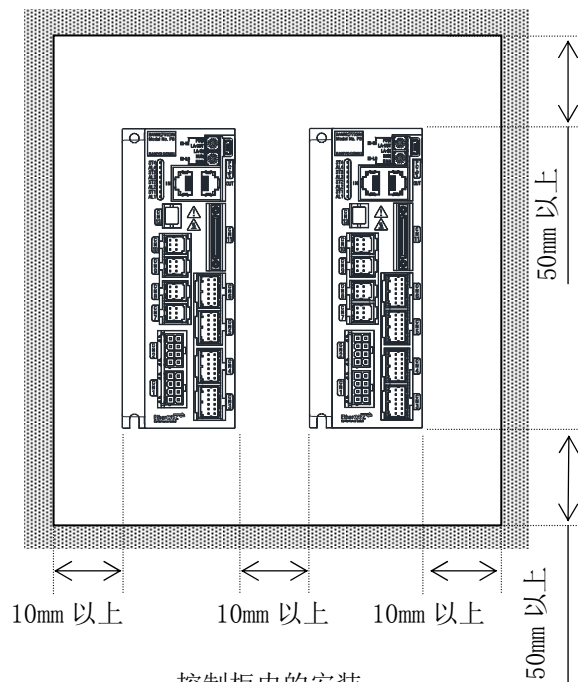
- 请务必纵向安装驱动器。



驱动器安装孔位置（从驱动器正面看）

2.1.3 控制柜内的安装条件

- 为避免阻碍散热器、伺服驱动器内部的空气流通, 请在伺服驱动器的上下方各留 50mm 以上的空间。如出现伺服驱动器的周围有热量滞留的情况, 请使用冷却风扇保持空气流通。
- 请确保伺服驱动器的环境温度低于 55℃。为了确保驱动器长寿命和高可靠性, 建议在温度低于 40℃ 的环境中使用。
- 为避免阻碍驱动器侧面散热片的散热及驱动器内部空气的流通, 请在伺服驱动器的两侧各留 10mm 以上的空间。



2 章 安装

2.2 电机的安装

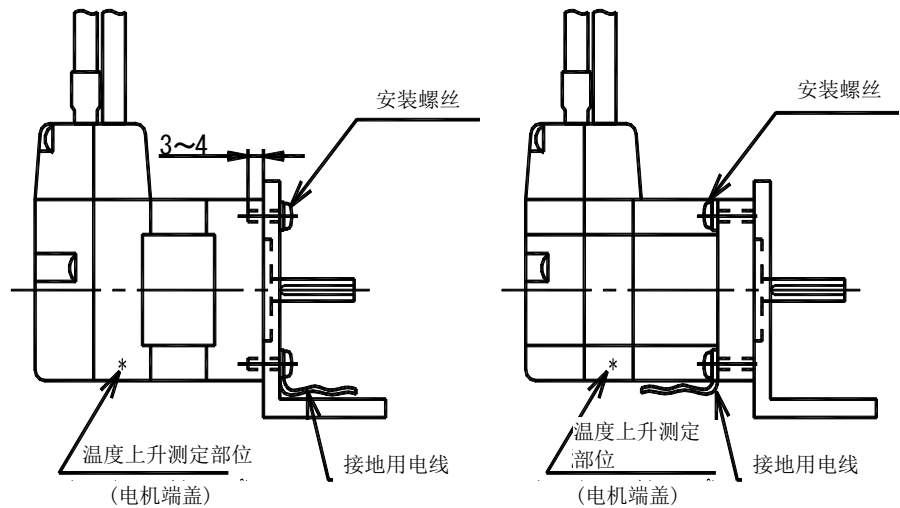
2.2.1 安装位置

请将电机安装在室内。

- 动作时 环境温度-10~40℃
 环境湿度20~90%RH(无结露)
- 通风良好, 无腐蚀性、爆发性气体的场所
- 无粉尘或碎屑的场所
- 便于清洁和维护的场所
- 请避免应用在一直暴露在油中或者有大量水滴、油滴、切削液的用途上。
- 请勿安装在有腐蚀性(酸、碱等)、易燃性、爆炸性液体或气体的环境中。

2.2.2 安装方法

- 安装
 - ◆ 请利用安装面的螺孔或安装孔, 及电机凸缘进行安装。



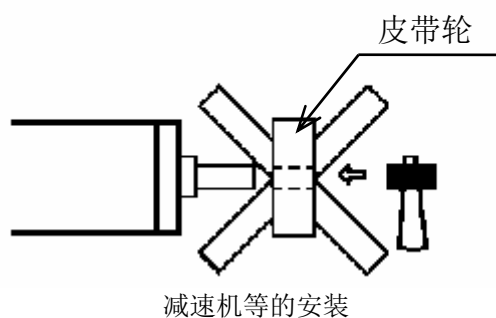
PBM28□, 423

PBM60□

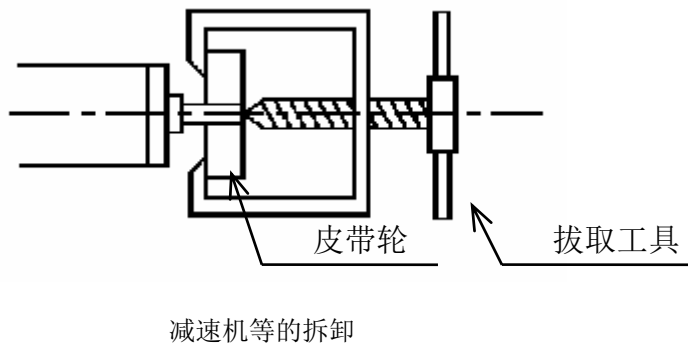
安装边长尺寸	电机型号	使用螺丝	推荐紧固转矩 [N·m]
28mm 边长	PBM28□	M2.6 2 个	0.4
42mm 边长	PBM423	M3 4 个	0.62
60mm 边长	PBM60□	M4 4 个	1.43

■ 与机械的连接

- ◆ 进行电机轴与机械的定心操作时请遵守下图方法正确操作。
使用刚体联轴器时, 即时微小的偏芯也可能造成输出轴的损伤, 请务必注意。
- ◆ 安装到机械上时, 请事先加工出安装孔并确保能够与电机法兰盘前的凸缘相吻合。此外, 请务必确保安装面的平整度。
平整度不足可能导致电机的输出轴及轴承损坏。
- ◆ 安装减速机、皮带轮、联轴器时, 请勿敲击输出轴。



- ◆ 卸下减速机、皮带轮时, 请使用专用的拔取工具。



2 章 安装

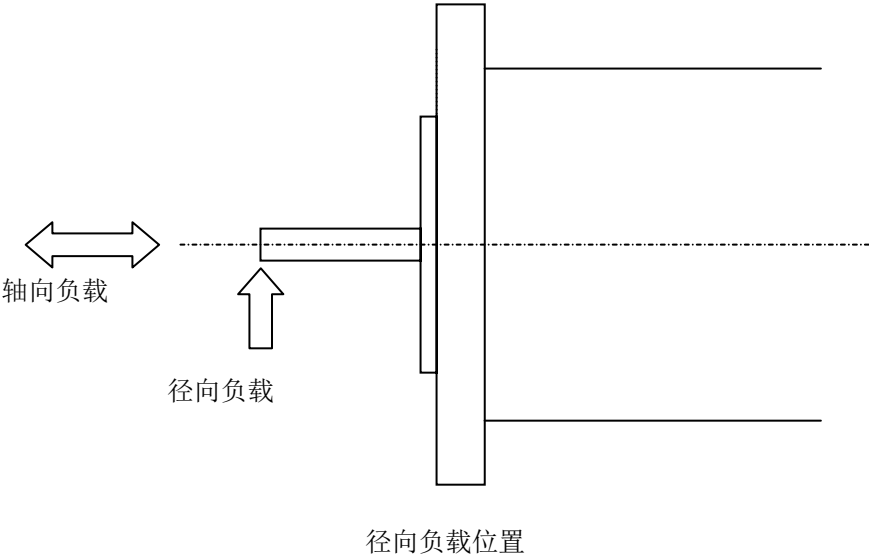
■ 轴承的容许负载

◆ 使用皮带轮传动时, 请确认电机所能承受的负载不能超过皮带张力等的容许值。

电机型号	径向负载[N]	轴向负载[N]
PBM28□DXE50	26	10
PBM423DXK50	48	9.8
PBM60□DXK50	120	14.7

✓ 请勿施加过大的轴向负载、径向负载。

【注意】 轴向负载、径向负载为分别单独加载到轴上时的容许负载。
容许径向负载为施加在输出轴前段部分的最大负载。(参照下图)



2.3 电缆的安装

- 注意不要让电缆受到外压和损伤。
- 将伺服电机安装在装置的移动部位上时, 请避免电缆受到过强的外压(拉拽)。建议扩大弯曲半径为电缆直径的 8 倍以上。
- 布线时需注意电缆周边不要有切削废屑等容易刮伤电缆外壳的地方。此外, 请勿将电缆安装在易被机械边角撞击或可能被机器或人踩到的地方。
- 采取固定在机械上等方法, 以确保电缆的各连接部位不会受到弯曲压力及自重压力的影响。
- 应用在移动部位时, 因电机及电缆等会受绞线等因素的影响, 请根据所需的弯曲寿命及电缆种类决定电缆的弯曲半径。
- 建议安装可动部分的电缆时, 将电缆的构造设置为适合定期更换的构造。另外, 如需选用移动部分专用电缆时, 请联系我司。

No Text on This Page.

3章

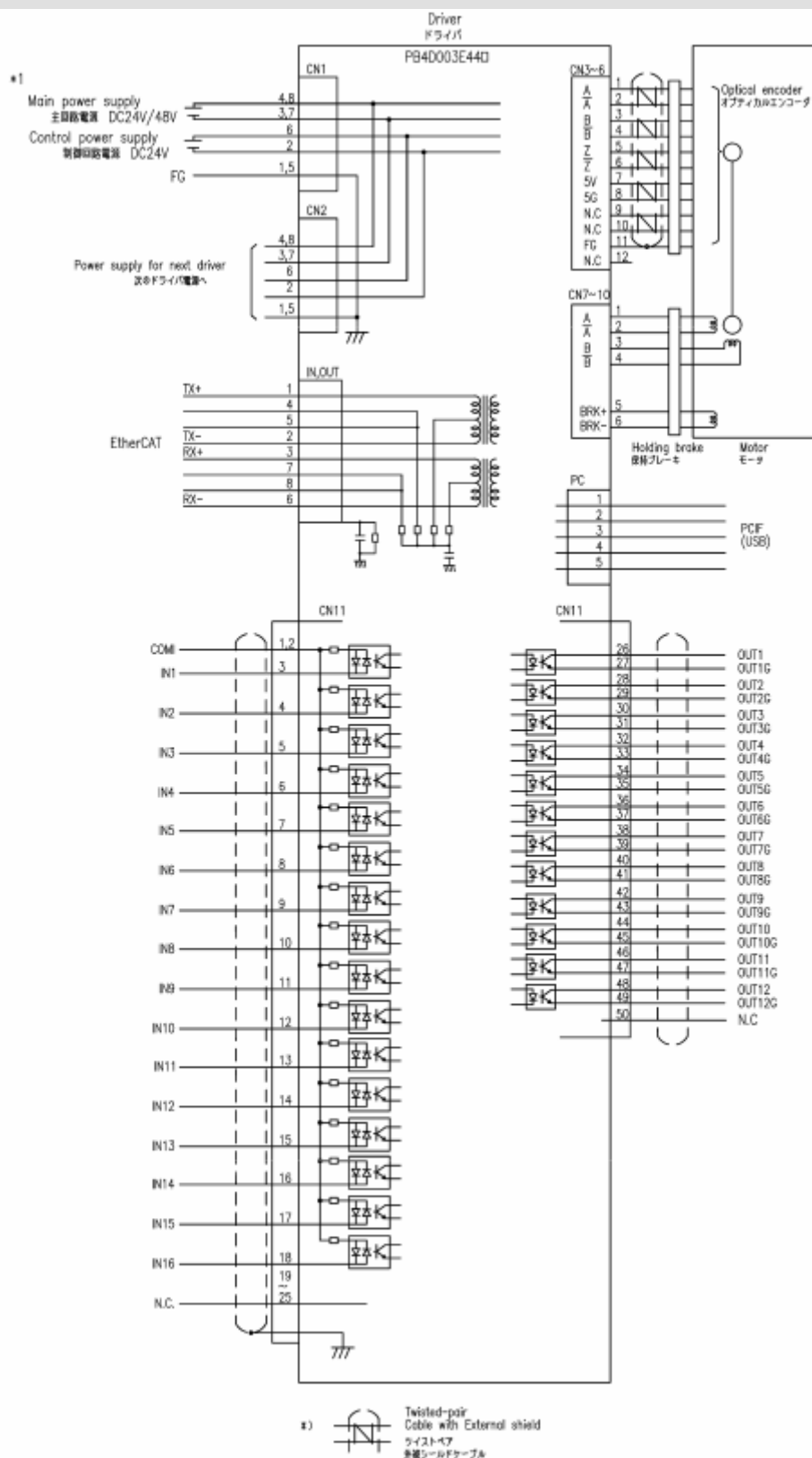
接线

本章将对驱动器、电机与周边设备的接线进行说明。

3.1 外部接线图	3-1
3.2 连接器型号、适用电线	3-2
3.3 连接器的引脚排列与注意事项.....	3-4
3.3.1 电源连接器 (CN1, CN2)	3-4
3.3.2 动力线用连接器 (CN7~10)	3-4
3.3.3 编码器连接器 (CN3~6)	3-4
3.3.4 输入输出信号连接器 (CN11)	3-5
3.3.5 EtherCAT 连接器 (IN, OUT)	3-6
3.4 输入输出信号.....	3-7
3.4.1 通用输入	3-7
3.4.2 通用输出	3-7
3.5 输入输出信号电路电气的特性.....	3-8
3.5.1 采样周期的延迟时间	3-8
3.6 接地	3-9
3.6.1 驱动器的接地	3-9
3.6.2 电机外壳接地	3-9

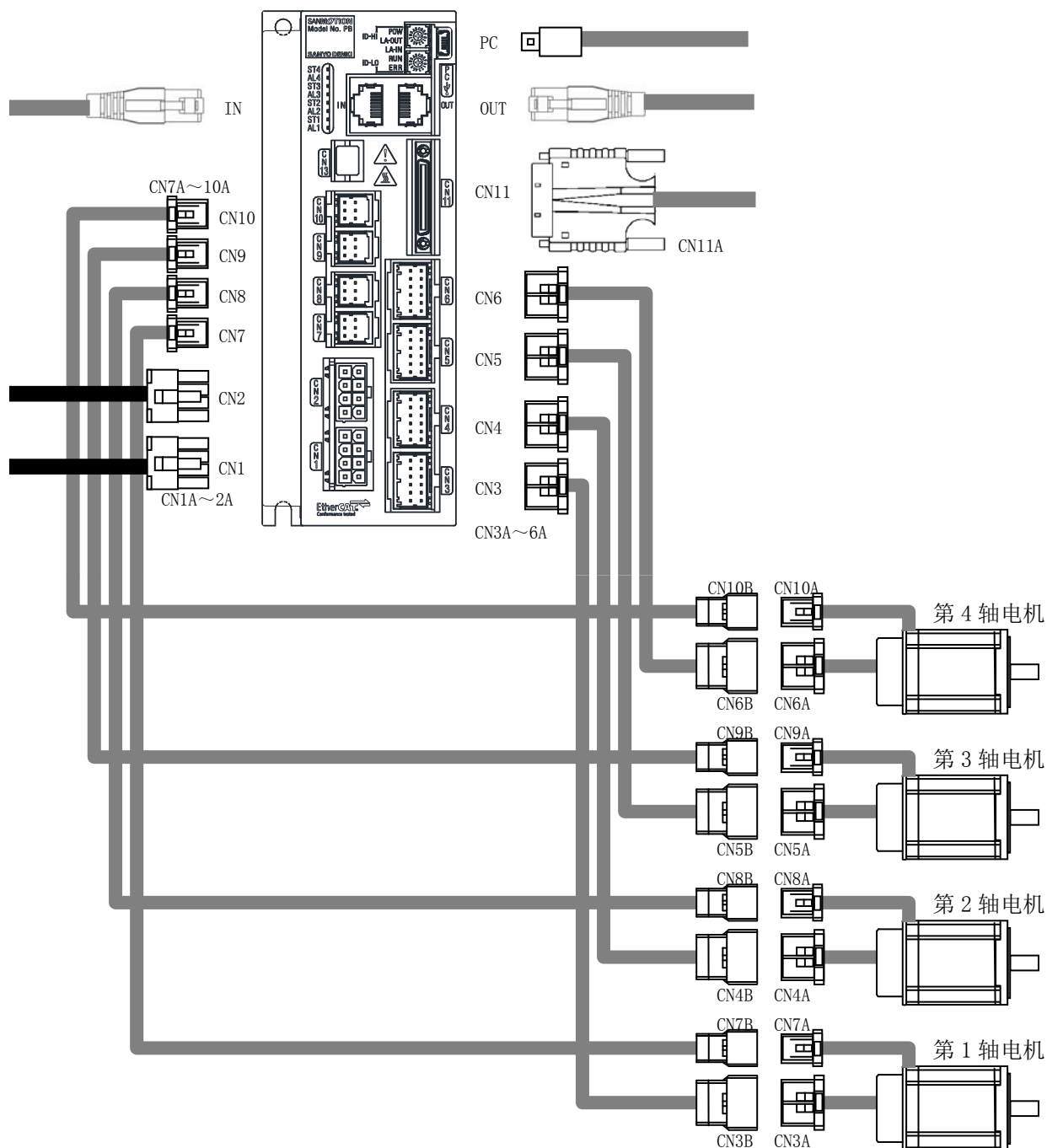
3 章 接线

3.1 外部接线图



*1. 请在电源至末端驱动器的总延长长度低于 2m, 最大电源电流低于 14A(一般为 7A)时使用。

3.2 连接器型号、适用电线



3 章 接线

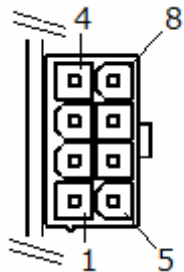
适用	记 号	名 称	型 号	适用电线	最大 延长 长度	制造商
电源	CN1 CN2	插头	5569-08A2	AWG16~24 离散电线	2m	日本 Molex 合同公司
	CN1A CN2A	外壳	5557-08R-210			
		端子	5556T3 (AWG16 联锁) 5556T3L (AWG16 散装) 5556T (AWG18~24 联锁) 5556TL (AWG18~24 散装)			
动力	CN7~ CN10	插头	2-1827876-3	AWG18~22 离散电线	20m	Tyco Electronics Japan G. K.
	CN7A~ CN10A	插头外壳	2-1827864-3			
		插头端子	1827570-2 (AWG22~28)			
	CN7B~ CN10B	接头外壳	2-1903130-3			
		接头端子	1903112-2 (AWG22~28)			
编码器	CN3~ CN6	插头	1-1827876-6	AWG22~28 外屏蔽双绞线电 缆	20m	Tyco Electronics Japan G. K.
	CN3A~ CN6A	插头外壳	1-1827864-6			
		插头端子	1827570-2 (AWG22~28)			
	CN3B~ CN6B	接头外壳	1-1903130-6			
		接头端子	1903112-2 (AWG22~28)			
I/O	CN11	连接器	HDR-EC50LFD+SLD+	AWG30 (压接类型) AWG28 (锡焊类型) 外屏蔽双绞线电 缆	2m	本多通信工业 株式会社
	CN11A	外壳	HDR-50LPH			
		连接器	HDR-E50MAG1+ (压接类型) HDR-E50MSG1+ (锡焊类型)			
EtherCAT	IN, OUT	· IN 连接上位侧, OUT 连接下一从站。 · 电缆请使用级别“5e 类”及以上的屏蔽双绞电缆。 · 端口连接具有端口自动翻转功能 (智能 MDI/MDI-X——自动识别 MDI 和 MDI-X 的功能), 可使用直连线或交叉线的任意一种。			因使用电 缆而异	—
USB	PC	请使用市场上销售的普通电缆 (驱动器侧使用 mini-B)。			5m	—

- ✓ 连接器规格请参考制造商目录。
- ✓ 超出最大延长长度时, 请采取措施以避免因干扰导致误动作。
- ✓ 使用 CN1、CN2 将菊花链连接到下一驱动器电源时, 请注意主电路电源的合计电流。请恒定在 7A 以下使用, 加速时等的峰值也请控制在 14A 以内。
此外, 从电源到最远驱动器的总延长请勿超过上述的长度。

3.3 连接器的引脚排列与注意事项

3.3.1 电源连接器 (CN1, CN2)

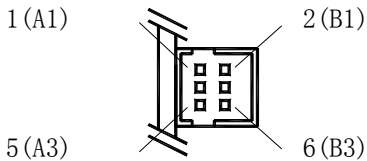
引脚编号	信号名称
1	FG
2	控制电源 GND
3	主电路电源 GND
4	主电路电源 24V/48V
5	FG
6	控制电源 24V
7	主电路电源 GND
8	主电路电源 24V/48V



- ✓ 在驱动器内部连接了 2 号引脚、3 号引脚、7 号引脚。
- ✓ 使用单电源时, 请使用 DC24V 主电路电源, 连接 4 号引脚、6 号引脚、8 号引脚。

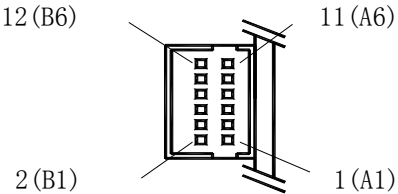
3.3.2 动力线用连接器 (CN7~10)

引脚编号	信号名称
1 (A1)	动力 A 相
2 (B1)	动力 A 相
3 (A2)	动力 B 相
4 (B2)	动力 B 相
5 (A3)	保持制动器+
6 (B3)	保持制动器-



3.3.3 编码器连接器 (CN3~6)

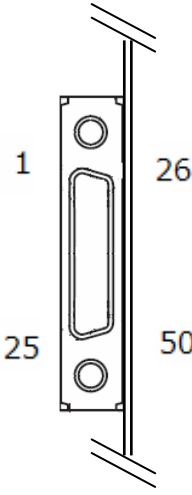
引脚编号	信号名称
1 (A1)	A 相+ (蓝)
2 (B1)	A 相- (褐)
3 (A2)	B 相+ (绿)
4 (B2)	B 相- (紫)
5 (A3)	Z 相+ (白)
6 (B3)	Z 相- (黄)
7 (A4)	VCC (红)
8 (B4)	GND (黑)
9 (A5)	-
10 (B5)	-
11 (A6)	FG (黑)
12 (B6)	-



3 章 接线

3.3.4 输入输出信号连接器（CN11）

引脚编号	信号名称	
1	COMI	输入信号公共端
2	COMI	
3	IN1 (NLMT1)	轴 1 负方向限位输入
4	IN2 (PLMT1)	轴 1 正方向限位输入
5	IN3 (HOME1)	轴 1 原点输入
6	IN4 (TPRB1)	轴 1 接触式探针输入
7	IN5 (NLMT2)	轴 2 负方向限位输入
8	IN6 (PLMT2)	轴 2 正方向限位输入
9	IN7 (HOME2)	轴 2 原点输入
10	IN8 (TPRB2)	轴 2 接触式探针输入
11	IN9 (NLMT3)	轴 3 负方向限位输入
12	IN10 (PLMT3)	轴 3 正方向限位输入
13	IN11 (HOME3)	轴 3 原点输入
14	IN12 (TPRB3)	轴 3 接触式探针输入
15	IN13 (NLMT4)	轴 4 负方向限位输入
16	IN14 (PLMT4)	轴 4 正方向限位输入
17	IN15 (HOME4)	轴 4 原点输入
18	IN16 (TPRB4)	轴 4 接触式探针输入
19	N. C	未使用
20	N. C	
21	N. C	
22	N. C	
23	N. C	
24	N. C	
25	N. C	
26	OUT1	通用输出 1
27	OUT1G	
28	OUT2	通用输出 2
29	OUT2G	
30	OUT3	通用输出 3
31	OUT3G	
32	OUT4	通用输出 4
33	OUT4G	

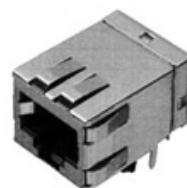


3.3 连接器引脚排列与注意

引脚编号	信号名称	
34	OUT5	通用输出 5
35	OUT5G	
36	OUT6	通用输出 6
37	OUT6G	
38	OUT7	通用输出 7
39	OUT7G	
40	OUT8	通用输出 8
41	OUT8G	
42	OUT9	通用输出 9
43	OUT9G	
44	OUT10	通用输出 10
45	OUT10G	
46	OUT11	通用输出 11
47	OUT11G	
48	OUT12	通用输出 12
49	OUT12G	
50	N.C	未使用

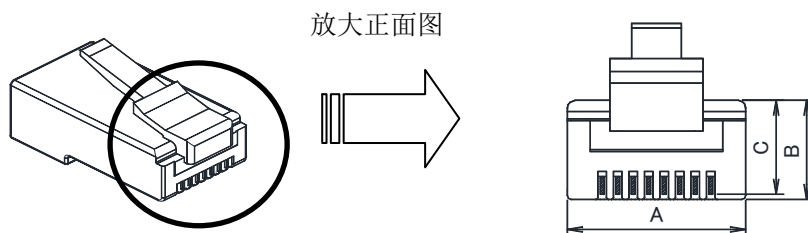
3.3.5 EtherCAT 连接器 (IN, OUT)

引脚编号	信号名称	
1	TX+	发送信号+
2	TX-	发送信号-
3	RX+	接受信号+
4	-	75 Ω 连接
5	-	75 Ω 连接
6	RX-	接受信号-
7	-	75 Ω 连接
8	-	75 Ω 连接



■ 选择 RJ-45 模块连接器的注意事项

- 模块连接器的选择、加工请按下图所示规格尺寸（规格：TIA-968-A）。
- 特别是 C 尺寸（从连接器树脂上端到端子的下端）使用规格尺寸范围以外的连接器（现成制品及加工品）时，插拔连接器时有可能使驱动器侧连接器的各接触端子承受过度负荷，而造成端子或连接器的损伤、或因接触不良而产生通信异常。



规格尺寸：

A: 11.58 ~ 11.78 mm

B: 6.49 ~ 6.70 mm

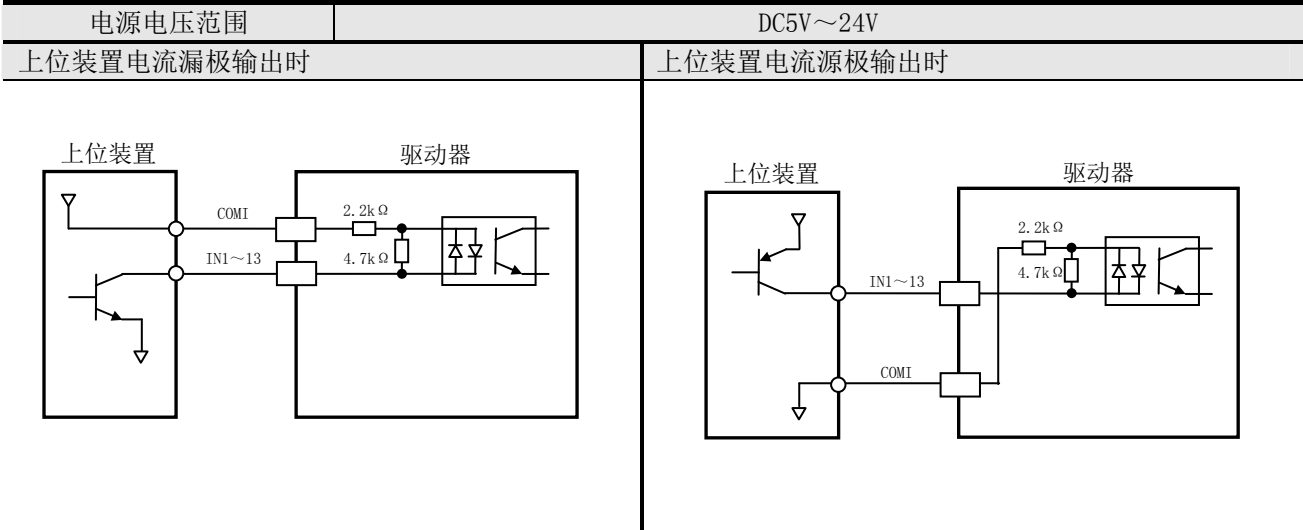
C: 5.89 ~ 6.15 mm

3 章 接线

3.4 输入输出信号

3.4.1 通用输入

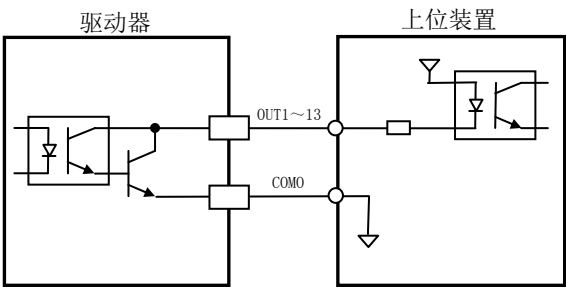
■ 连接实例



3.4.2 通用输出

■ 连接实例

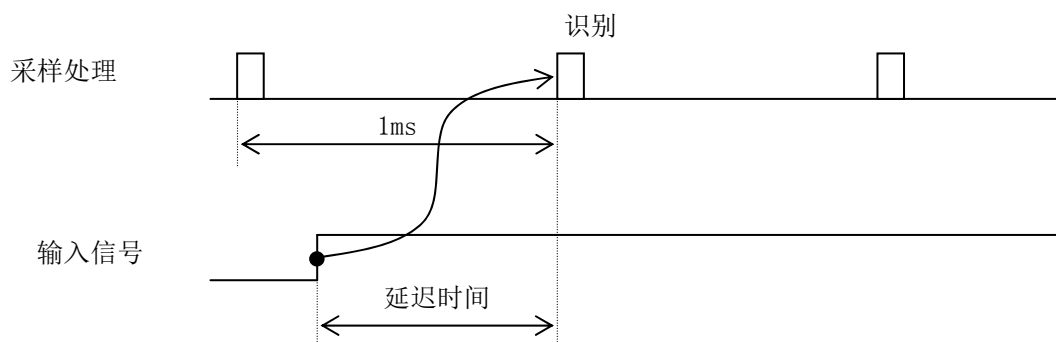
电源电压范围	DC5~24V	
最大电流	使用 DC24V 时	50mA（最大饱和电压 3.5V 以下）
	使用 DC12V 时	30mA（最大饱和电压 3.0V 以下）
	使用 DC5V 时	10mA（最大饱和电压 2.0V 以下）



3.5 输入输出信号电路电气的特性

3.5.1 采样周期的延迟时间

由于驱动器的采样周期, 在实际输入信号后到驱动器识别为止, 各输入输出信号将产生最多 1ms 的延迟时间。请预先考虑到延迟时间, 来决定控制的时间点。



3 章 接线

3.6 接地

3.6.1 驱动器的接地

- 请务必通过外框上或 CN1/CN2 的 1 号或 5 号引脚的接地用端子接出地线, 将驱动器接地。请使用规格为 AWG16 (1.25mm²) 及以上的缆线进行单点接地。

3.6.2 电机外壳接地

- 机械一方通过外壳将电机接地时, 从驱动器 PWM 控制电源部分通过电机寄生电容 (Cf) 产生 $C_f \times dv/dt$ 电流。为避免受该电流影响, 请将电机外壳安装在电源地线接地的金属面上, 或将电机接地端子与驱动器地线相连接并单点接地。
- 电机的接地线请使用规格为 AWG18 (0.75mm²) 及以上的电缆。
- 接线的接地: 将电机接线置于金属导管或金属盒中时, 请务必将金属部分进行接地。请进行单点接地处理。

4章

接口

本章将对 EtherCAT 进行说明。

4.1 关于 EtherCAT	4-1
4.1.1 概要	4-1
4.1.2 EtherCAT 规划	4-1
4.2 模型(Reference Model)	4-3
4.2.1 OSI 参考模型	4-3
4.2.2 驱动器构造	4-4
4.3 EtherCAT 指示灯	4-5
4.3.1 Link/Activity 指示灯	4-5
4.3.2 RUN 指示灯	4-6
4.3.3 ERR 指示灯	4-7
4.4 设置	4-8
4.4.1 节点 ID	4-8
4.4.2 物理通信规格	4-8
4.5 通信规格	4-9
4.5.1 设备模型	4-9
4.5.2 通信	4-10
4.5.3 EtherCAT 协议	4-11
4.5.4 数据报头	4-12
4.5.5 指令类型	4-13
4.5.6 WKC(工作计数器)	4-14
4.5.7 帧处理	4-14
4.6 寻址示意图	4-15
4.6.1 位置寻址(自动递增寻址)	4-15
4.6.2 节点寻址(固定位置寻址)	4-15
4.6.3 逻辑寻址(Logical Addressing)	4-16
4.6.4 FMMU(Fieldbus Memory Management Unit)	4-16
4.6.5 SM(SyncManager)	4-17
4.6.6 缓存模式(三区缓存模式)	4-17
4.6.7 邮箱模式	4-19
4.7 访问对象字典	4-20
4.7.1 服务数据对象(SDO)	4-20
4.7.2 邮箱协议	4-20
4.7.3 CANopen 数据头协议	4-22
4.7.4 SDO 信息	4-22
4.7.5 过程数据对象(PDO)	4-36

4.8 分布式时钟 (DC)	4-38
4.8.1 时钟同步	4-38
4.8.2 系统时间 (System Time)	4-38
4.8.3 时钟同步过程	4-39
4.8.4 时钟同步的初始化步骤 (例)	4-40
4.8.5 SYNC0/1 信号输出初始化步骤 (例)	4-40
4.9 通信时序	4-41
4.10 EtherCAT 状态机 (ESM)	4-43
4.10.1 ESM	4-43
4.10.2 状态	4-44

4.1 关于 EtherCAT

本章将对 EtherCAT 网络通信的构建方法、物理参数的调整方法、激活各种功能的方法的技术规格进行说明。本书的使用对象需要具备一定的驱动器、运动控制、网络及 EtherCAT CoE (CANopen over EtherCAT) 相关知识。

您可通过下方的 ETG 官网 (EtherCAT Technology Group), 获取 EtherCAT 的详细资料。

<http://www.ethercat.org/>

■ Trademark

EtherCAT® is registered trademark and patented technology, licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

4.1.1 概要

EtherCAT 是 **Ethernet for Control Automation Technology** 的简称, 是由德国倍福自动化有限公司 (BECKHOFF) 研发的通过实时以太网进行主站与从站间的开放网络通信, 由 EtherCAT 技术协会 (EtherCAT Technology Group) 进行管理。

EtherCAT 可使用双绞线或光纤电缆进行连接。通过 EtherCAT 可以构建多种拓扑结构, 比如总线拓扑结构、树形拓扑结构、菊花链式拓扑结构、蜂窝拓扑结构等。从主站发出的数据帧在经过从站时将读取 Output 数据, 并以同样的方式插入 Input 数据。同时, 由于通信协议遵守基于 IEEE802.3 的标准以太网协议, 因此无需构建新的子总线用于 EtherCAT 连接。

协议通过各个向以太网帧直接传送、多个子报文构成, 各个报文及 4GB 过程映像, 实现了广播和组播通信的功能。使用符合 100BASE-TX 标准的以太网时, 缆线的最大长度可达到 100m, 系统最多可容纳 65535 台子轴, 因此整个网络规模几乎是无限限制的。

此外, EtherCAT 还可通过交换机与普通的 TCP/IP 相互连接。

4.1.2 EtherCAT 规划

IEC61158 Section12

- IEC61158-2-12 (EtherCAT Physical Layer Specification and service definition)
- IEC61158-3-12 (EtherCAT Data-link service definition)
- IEC61158-5-12 (EtherCAT layer service definition)
- IEC61158-6-12 (EtherCAT layer protocol specification)

IEC61158 中规定了基于 Ethernet 的网络的基本通信结构, 其中, Section12 中对 EtherCAT 通信规划的 EtherCAT 状态机 (ESM)、利用 FMMU 特性的 Process Data 通信方式、基于 EtherCAT 邮箱的 CoE 服务通道、使用同步管理 (SM) 及分布式时钟 (DC:Distributed Clock) 方式的同步结构进行了说明。

IEC61800 Part7 (Adjustable speed electrical power drive systems)

- IEC61800-7-1 (Generic interface and use of profiles for power drive systems - Interface definition)
- IEC61800-7-200 (Generic interface and use of profiles for power drive systems - Profile specifications)
- IEC61800-7-300 (Generic interface and use of profiles for power drive systems - Mapping of profiles to network technologies)

4 章 接口

IEC61800 第 7 部分电气传动系统(PDS)规划中对伺服驱动器的功能型动作进行了规定, Section1 中规定了 PDS 的通用接口及规划使用方法。

S Section200 对规划类型的规格进行了规定。Profile type1(-201)中对数据协议 CiA402 的对象字典、迁移状态 FSA 及动作模式功能进行了详细的说明。Profile type4(-204)中主要对 SERCOS 的 IDN 及相位进行了详细的说明

。Section300 对网络技术中的映射进行了规定。Mapping of profile type1(-301)中对 CANopen、CANopen over EtherCAT 进行了说明, Mapping of profile type4(-304)中对 SERCOS 及 Servo drive over EtherCAT 等通信协议进行了说明。

4.2 模型(Reference Model)

4.2.1 OSI 参考模型

OSI 参考模型(Open Systems Interconnection 七层结构)与 EtherCAT 通信模型的对比如下所示。在 EtherCAT 模型中没有第 3 层到第 6 层。

OSI 参考模型与 EtherCAT (CoE) 模型的比较

层	OSI reference model		EtherCAT model
第 7 层	Application(应用层)		SDO (Service Data Object : Mailbox) PDO (Process Data Object) ESM (EtherCAT State Machine) ESI (Slave Information Interface)
第 6 层	Presentation(表示层)	}	Empty
第 5 层	Session(会话层)		
第 4 层	Transport(传输层)		
第 3 层	Network(网络层)		
第 2 层	Data link(数据链路层)		SM (Sync Manager) FMMU (Field Memory Management Unit) PDI (Process Data Interface) DC (Distributed Clock)
第 1 层	Physical(物理层)		100BASE-TX E-BUS (LVDS for backplane)

■ 第 1 层(物理层)

进行电气交换及机械作业, 以便将数据输出到通信电路。该层中规定了引脚形状及电缆特性。

■ 第 2 层(数据链路层)

确保通信双方的物理通信路径, 并检出通过路径的数据错误等。

■ 第 3 层(网络层)

进行通信路径的选择、通信路径内的地址管理等, 以便将数据从发送方路由到接收方。

■ 第 4 层(传输层)

为保证发送方发送的数据可以正确且快速的发送到接收方, 进行数据压缩, 错误修正, 重新发送数据等操作。

■ 第 5 层(会话层)

为进行通信程序间的数据收送进行建立/断开虚拟连接操作。

■ 第 6 层(表示层)

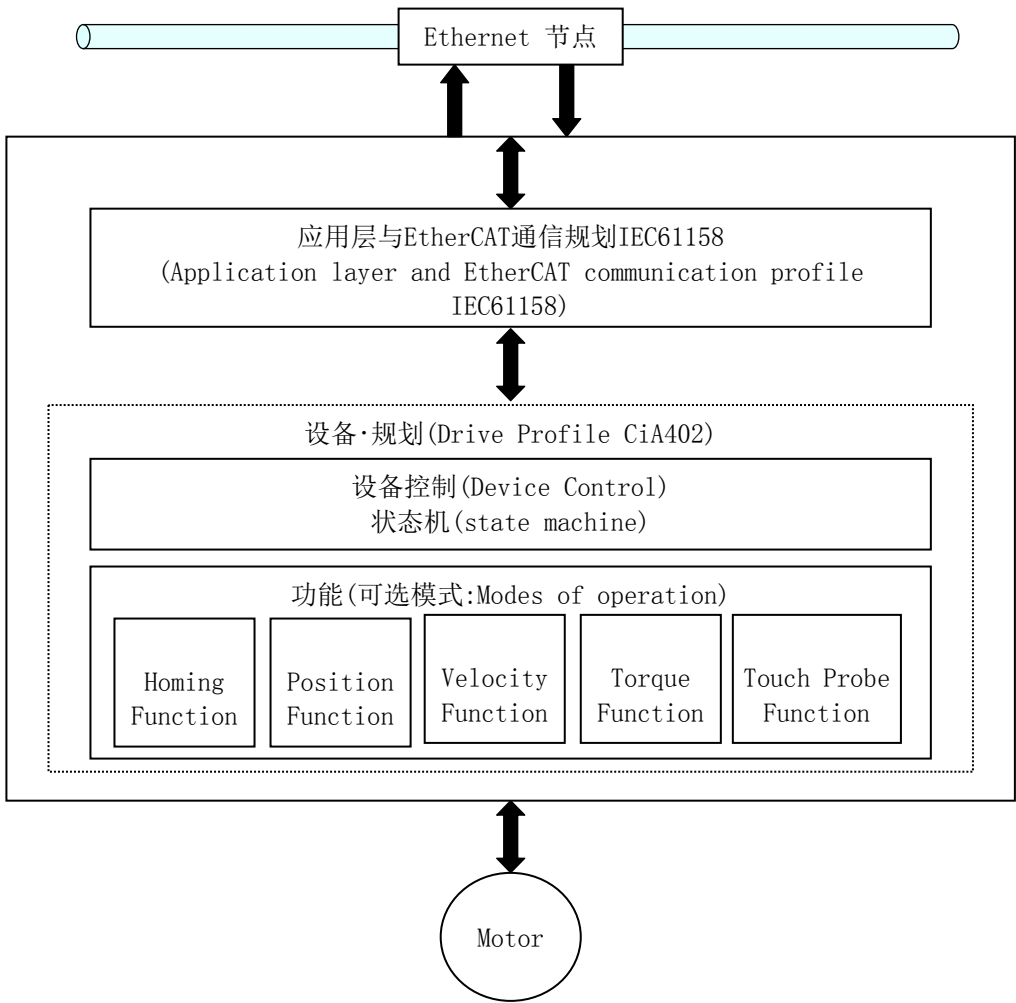
将从会话层中接收到的数据转化为适合用户使用的形式, 将从应用层中接收到的数据转化为适用于通信的形式。

■ 第 7 层(应用层)

向用户及其他程序提供使用数据通信的各种服务。

4 章 接口

4.2.2 驱动器构造

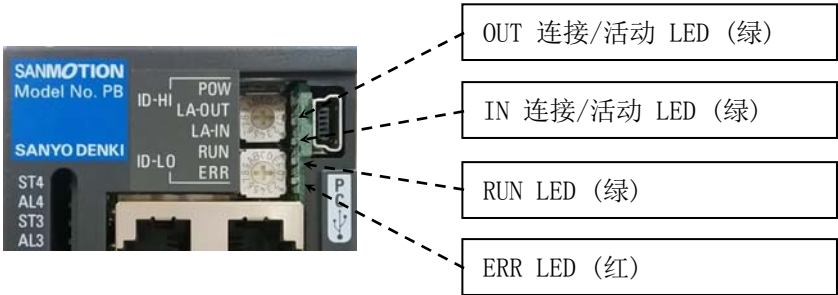


通信体系结构 (Communication architecture)

4.3 EtherCAT 指示灯

本驱动器上安装有 EtherCAT 规格中规定的 4 种指示灯。

- OUT 连接/活动指示灯 : 绿色 LED
- IN 连接/活动指示灯 : 绿色 LED
- RUN 指示灯 : 绿色 LED
- ERR 指示灯 : 赤色 LED



4.3.1 Link/Activity 指示灯

可通过观察连接/活动指示灯 (绿色 LED 灯) 的状态 (亮灯/熄灯/快闪), 确认各端口的物理连接状态及动作状况。连接/活动指示灯的状态说明如下所示。

连接/活动指示灯状态说明		
连接	活动	连接/活动指示 LED 灯的状态
Yes	No	ON (亮灯)
Yes	Yes	Flickering (快闪)
No	—	OFF (熄灯)

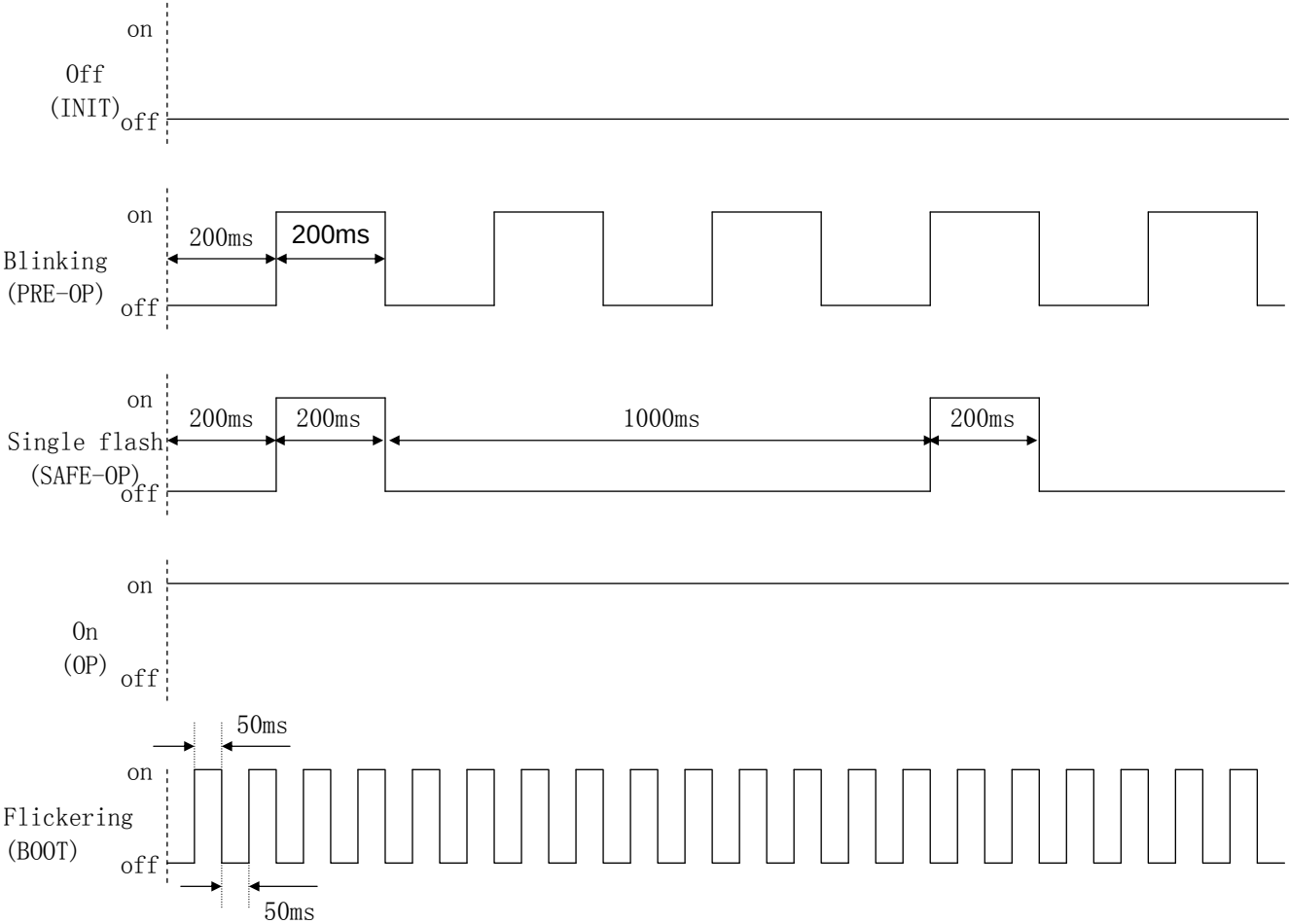
4 章 接口

4.3.2 RUN 指示灯

可通过运行指示灯 (绿色 LED 灯) 的亮灯/熄灯/闪烁情况, 确认 EtherCAT 通信状态及 (ESM) 的状态。运行指示灯的状态说明如下所示。

运行指示灯状态说明		
运行指示灯状态	ESM	状态说明
Off (熄灯)	INIT	“INIT” 状态
Blinking (闪烁)	PRE-OPERATIONAL	“PRE-OPERATIONAL” 状态
Single flash (闪一次)	SAFE-OPERATIONAL	” SAFE-OPERATIONAL” 状态
On (亮灯)	OPERATIONAL	“OPERATIONAL” 状态
Flickering (闪烁)	INITIALISATION or BOOTSTRAP	初始化时还未到 “INIT” 状态或 “BOOTSTRAP” 状态 (固件下载操作中)

运行 LED 灯的显示状态与闪烁周期



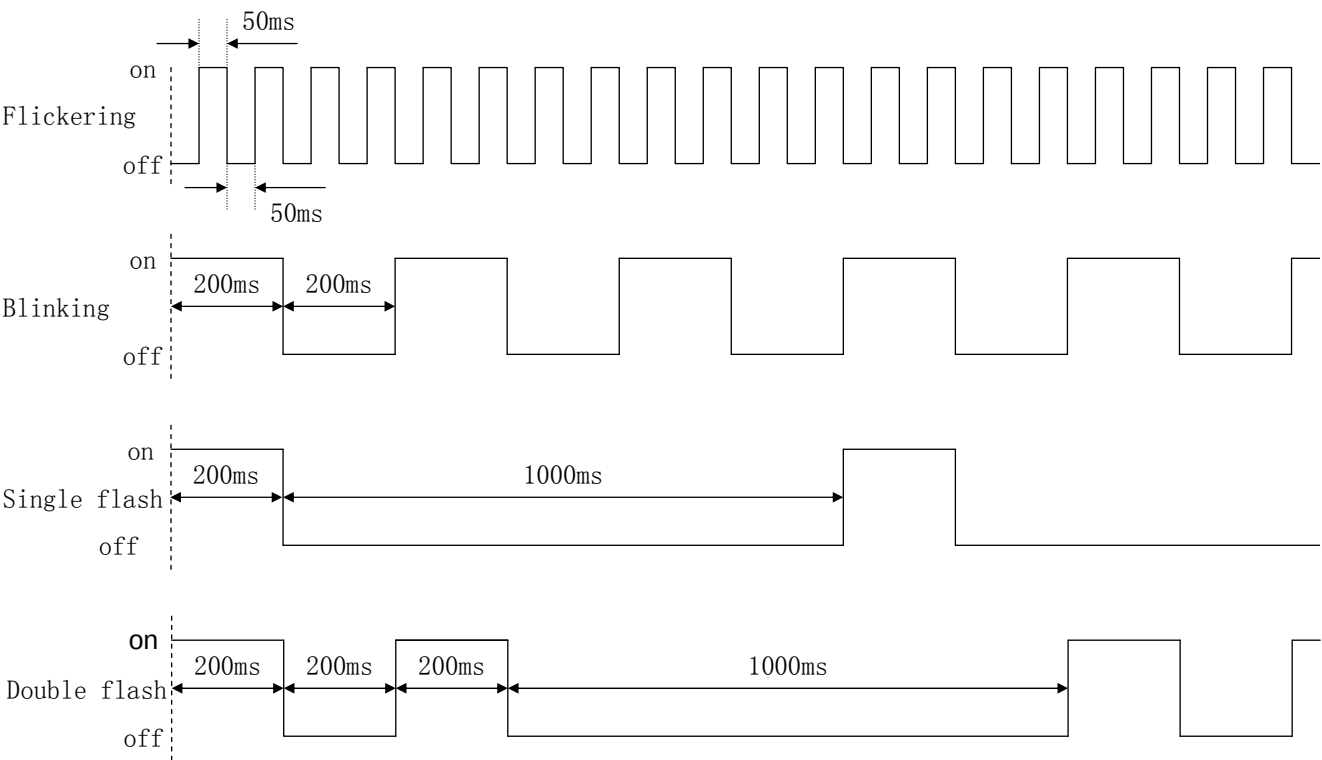
4.3.3 ERR 指示灯

通过错误指示灯 (红色 LED) 的亮灯/熄灯/闪烁状态表示无效的状态机 (ESM) 变更和看门狗错误。错误指示灯的状态说明如下。

错误指示灯说明

Error 状态	状态	状态说明
Off (熄灯)	无错误	EtherCAT 通信动作正常
Flickering (快闪)	开机引导错误	发生开机引导错误 · 已迁移到 INIT 状态, 但 AL 状态寄存器中有错误。
Blinking (闪烁)	无效的配置	常规的配置错误 · 主站发出的 ESM 迁移指令因寄存器或对象的设置原因无效。
Single flash (闪烁一次)	无效的 ESM 变更	由于通过从站自主变更了 ESM, 错误被设置到 AL 状态寄存器。 · 如在同步错误状态下自动迁移到 Safe-Operational 的情况等。
Double flash (闪烁两次)	应用程序看门狗超时	发生应用程序看门狗超时 · 发生同步管理器 (SyncManager) 看门狗超时
On (亮灯)	PDI 看门狗超时	发生 PDI 看门狗超时 · CPU 应用程序控制器未动作。

错误 LED 灯的显示状态与闪烁频率



4 章 接口

4.4 设置

4.4.1 节点 ID

- ◆ 以太网中的各从站设备都有各自固定的节点 ID, 一般来说, 固定的节点 ID 可在位置寻址模式中进行设置。
- ◆ 除节点 ID 以外, 还可通过驱动器正面的旋转开关 (0x00~0xFF:bit 7~0), 及预置在伺服驱动器内的非易失性存储器中写入的 (使用 SANMOTION Motor 设置软件写入) bit 15~8 的设置数值设置轴的地址, 设置范围为 0~65, 535。
- ◆ 设置值将在控制电源上电后写入地址空间的站别名设置寄存器 (0x0012) 中。在控制电源 ON 的状态下修改轴的地址时, 要使新修改的地址生效需重启电源。

4.4.2 物理通信规格

物理通信规格

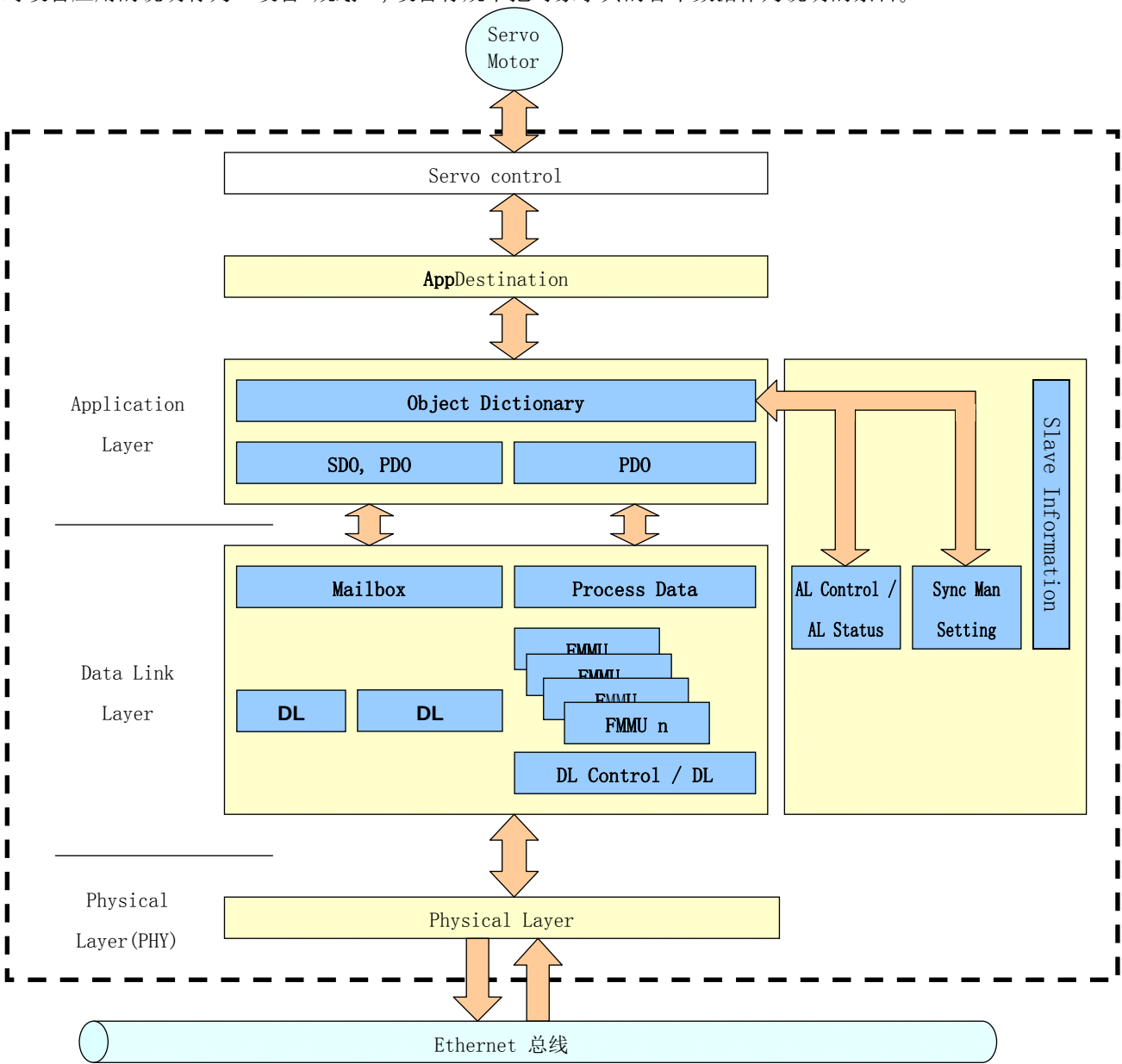
项 目	规 格	Note
拓扑结构	总线	
数据流向	路径: 由主站向第一台从站, 再从最后一台从站折回。	
通信媒介	双绞线	
通信速度	100 Mbit/s	
通信参数设置	基于 ISO/IEC 8802-3 标准的自动协商功能, 自动跨接功能	
周期时间	由具体应用决定。	
设备地址	所选择的地址	
同步	数据交换用 (DC) 的特殊协议	
从站报文	EtherCAT CoE 标准下 Mailbox 中的 SDO 报文	
主站报文	EtherCAT CoE 标准下 Mailbox 中的 SDO 报文	
初始化	上电后的初始化过程为 Init→Pre-Operational→Safe-Operational→Operational 模式。	
电缆长度	Max 100m	节点间
节点	Max 65, 535	单个网段

4.5 通信规格

4.5.1 设备模型

- Communication
此功能单元包括通过基础网络结构进行数据传输的各项功能。
- Object Dictionary
使用对象字典将对应用对象、通信对象及使用该设备的状态机产生影响。
- Application
应用包括与动作环境相适应的进行数据交换的通信设备功能。

对象字典具有作为通信与应用间的接口的功能。
对设备应用的说明称为“设备·规划”，设备行规中把对象字典的各个数据作为说明的条目。



对象字典与设备模型

4 章 接口

■ 对象索引 (Object Index)

所有的对象都使用 4 位 16 进制的 16bit 索引进行定位。
对象被按组配置在对象字典中。
CoE 中规定的对象字典概要如下所示。

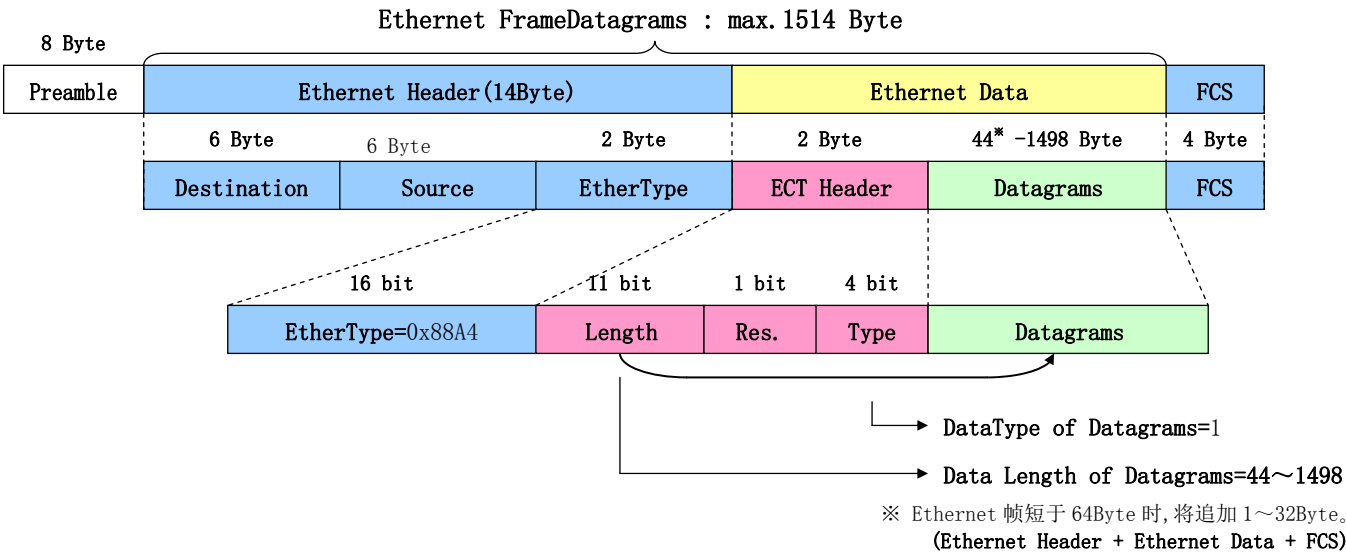
对象索引配置

Index(Hex)	对象
0x1000~0x1FFF	Communication Profile Area
0x2000~0x5FFF	Manufacturer Specific Profile Area
0x6000~0x9FFF	Standardized Device Profile Area
0xA000~0xFFFF	Reserved

4.5.2 通信

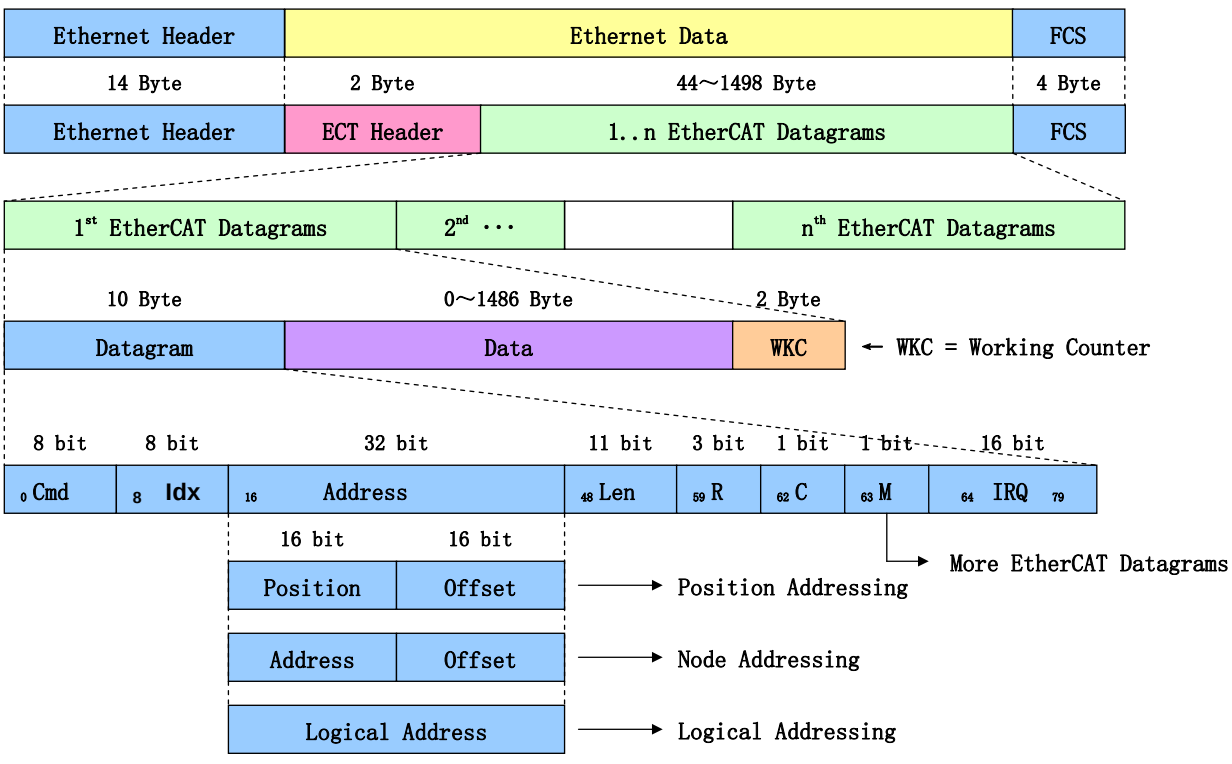
■ Ethernet 协议

由于 EtherCAT 采用了 IEEE 802.3 标准的以太网帧, 因此可以使用标准的网络控制器。
所以主站侧无需另外搭设硬件即可构建系统。
EtherCAT 的预设 Ether Type 为 “0x88A4”, 以区别于其他以太网帧。
此外, EtherCAT 不需要使用 IP 协议。
数据帧对 EtherCAT 数据报进行定义, 并根据 EtherCAT 帧头进行更详细的分类。
只有 EtherCAT 帧头为 Type “1” 的 EtherCAT 帧将被从站设备处理。



4.5.3 EtherCAT 协议

为了更便捷地构建网络, IEC61158EtherCAT 通信规划中对作为默认值的指令进行了标准化的规定。网络中的各个节点都被分配给一个地址, 因此每个节点都可以使用同个以太网中的 EtherCAT 数据报。帧最终以 EtherCAT 数据报结束。



EtherCAT 数据报

4 章 接口

4.5.4 数据报头

数据报前端的 10 Byte 数据报头决定了后续数据将被如何处理。

EtherCAT数据报头

域	数据类型	值/说明
Cmd	BYTE	EtherCAT指令类型
idx	BYTE	idx是用于复制/识别数据报的数据标识符, idx在主站中进行处理, 无法在从站中进行变更。
Address	BYTE[4]	指通过32 bit地址访问从站的访问方式。 ·自动递增地址 (16bit设备地址+16bit偏移地址) ·节点地址 (16bit设备地址+16bit偏移地址) ·逻辑地址 (32bit逻辑地址)
Len	11bit	此数据报后的数据长度
R	3bit	Reserved, 0
C	1bit	帧循环 0 : 无循环 1 : 已循环过
M	1bit	相邻的EtherCAT数据报 0 : 最后一个EtherCAT数据报 (n th EtherCAT Datagrams) 1 : 后接EtherCAT数据报 (例:1 st EtherCAT Datagrams后连接的数据报是2 nd EtherCAT Datagrams)
IRQ	WORD	执行逻辑OR后所有相关从站的EtherCAT中断请求寄存器
Data	BYTE[n]	读/写数据
WKC	WORD	工作计数器

4.5.5 指令类型

EtherCAT数据报前端的8 bit指令类型决定了后续“Address”及访问方式。EtherCAT指令类型列表如下所示。读写操作、读取操作将在写入操作前执行。

EtherCATT指令类型			
CMD	缩略语	名 称	说明
0 (0x00)	NOP	No Operation	空指令
1 (0x01)	APRD	Auto Increment Read	递增地址, 收信地址为零时, 向数据报设置读取数据
2 (0x02)	APWR	Auto Increment Write	递增地址, 收信地址为零时, 将数据写入内存区。
3 (0x03)	APRW	Auto Increment ReadWrite	递增地址, 收信地址为零时, 向数据报设置读取数据, 并在同一内存区中写入数据。
4 (0x04)	FPRD	Configured Address Read	地址一致时, 向数据报设置读取数据。
5 (0x05)	FPWR	Configured Address Write	地址一致时, 向内存区写入数据。
6 (0x06)	FPRW	Configured Address Read Write	地址一致时, 向EtherCAT数据报设置读取数据, 在同一内存区中写入数据。
7 (0x07)	BRD	Broadcast Read	设置所有从站的内存区数据及数据报数据的逻辑OR。
8 (0x08)	BWR	Broadcast Write	所有从站向内存区写入数据。
9 (0x09)	BRW	Broadcast Read Write	设置所有从站的内存区数据及数据报数据的逻辑OR, 并将数据写入内存区。(一般不使用BWR。)
10 (0x0A)	LRD	Logical Memory Read	收信地址与读取设置FMMU一致时, 向数据报设置写入数据。
11 (0x0B)	LWR	Logical Memory Write	收信地址与写入设置FMMU一致时, 向内存区写入数据。
12 (0x0C)	LRW	Logical Memory Read Write	收信地址与读取设置FMMU一致时, 向数据报设置读取数据。 收信地址与写入设置FMMU一致时, 向内存区写入数据。
13 (0x0D)	ARMW	Auto Increment Read Multiple Write	递增地址, 收信地址为零时, 面向数据报中插入读取数据。 其他从站向内存区写入数据。
14 (0x0E)	FRMW	Configured Read Multiple Write	地址一致时, 向数据报设置读取数据。 其他的从站向内存区写入数据。
15~255 (0x0F~0xFF)			Reserved

关于EtherCAT数据报32位地址的EtherCAT寻址模式请参考表1-7。

EtherCAT寻址模式

模式	域	数据类型	值/说明
Auto Increment Address	Position	WORD	各从站位置递增, Position = 0 的从站将被寻址。
	Offset	WORD	ESC的本地寄存器或内存地址。
Configured Station Address	Address	WORD	设置的轴地址与设置的站地址(无效时)一致时, 从站将被寻址。
	Offset	WORD	ESC的本地寄存器或内存地址。
Logical Address	Address	DWORD	逻辑地址(通过FMMU设置)FMMU配置与地址一致时, 从站将被寻址。

4 章 接口

4.5.6 WKC(工作计数器)

每个EtherCAT数据报都以16bit的工作计数器(WKC)结束。工作计数器计算被EtherCAT数据报正常访问的设备台数。同时, 从站驱动器中搭载的ESC(硬件)也将递增工作计数器的数值。
每个数据报都应有通过主站预计出的工作计数器的数值。
主站通过对比向各从站发出的指令与WKC的目标值和实际计算结果, 对EtherCAT数据报是否执行了处理进行确认。各指令与工作计数器的递增过程如下表所示。

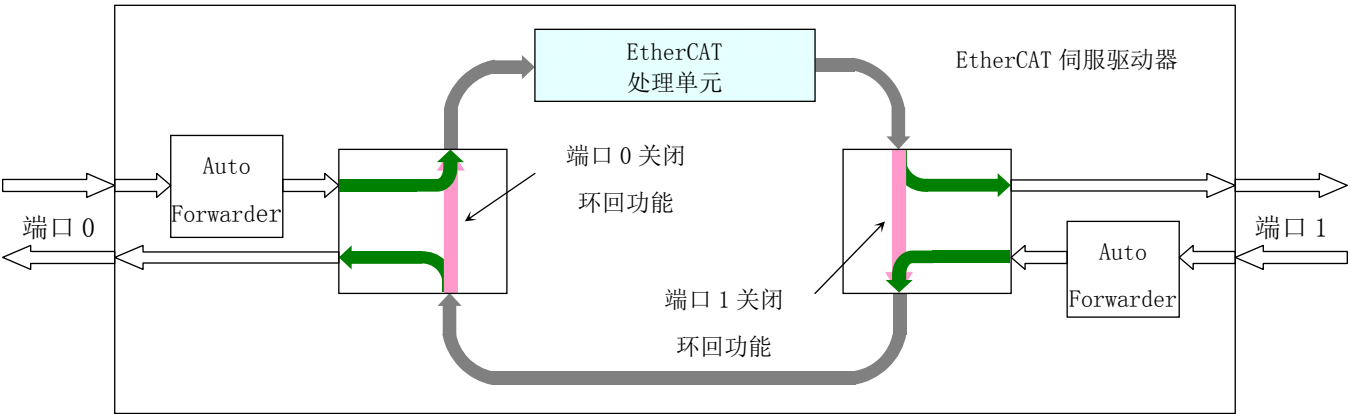
工作计数器的增加数		
指令	数据类型	增加数
读取指令	读取失败	不变
	读取成功	+1
写入指令	写入失败	不变
	写入成功	+1
读/写指令	失败	不变
	读取成功	+1
	写入成功	+2
	读/写成功	+3

4.5.7 帧处理

Model No. PB EtherCAT 驱动器有 2 个端口, 帧处理顺序(Processing)由逻辑端口编号决定。

使用端口		帧处理顺序	
1 Port	端口0 → 处理 → 端口0	⇒	端口1 → → → 端口0
	端口1 → 处理 → 端口1		端口0 → 处理 → 端口1
2 Ports	端口0 → 处理 → 端口1		端口1 → → → 端口0
	端口1 → → → 端口0		端口0 → 处理 → 端口1

经过 EtherCAT 处理单元的方向称为“处理(Processing)”, 不经过处理单元时称为“转发(Forwarding)”。

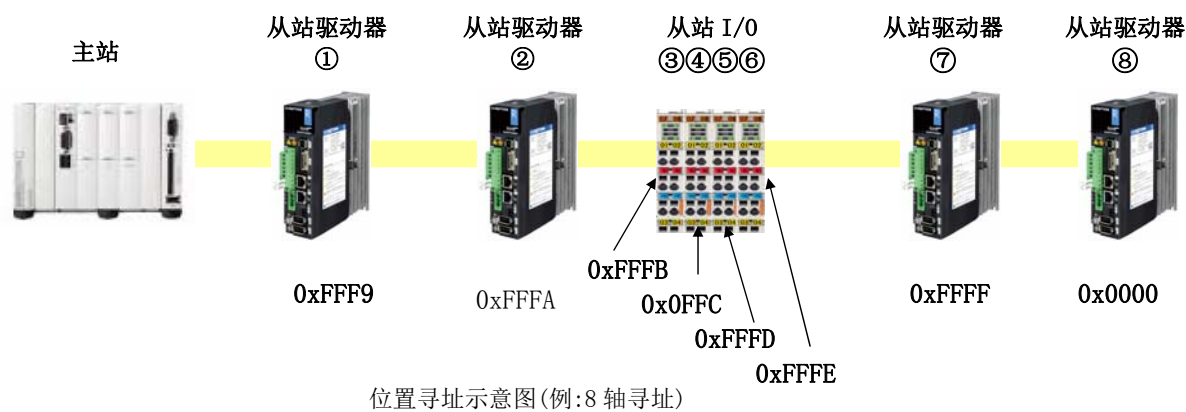


Model No. PB 驱动器的帧处理顺序

4.6 寻址示意图

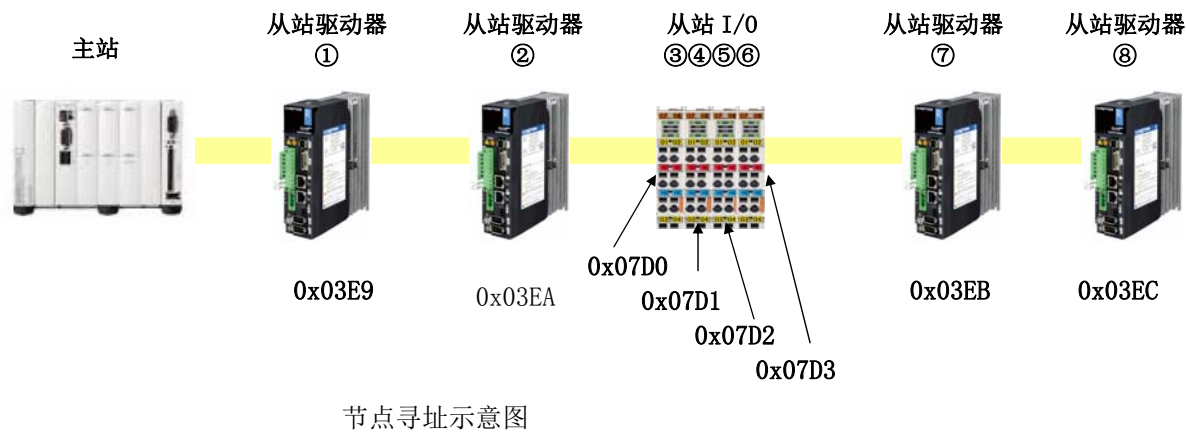
4.6.1 位置寻址(自动递增寻址)

位置寻址是按照从主站开始的连接顺序(物理位置)访问从站时所使用的指令。
各从站设备在数据报经过时将递增一个 16bit 的地址字段。接收地址字段时“0x0000”的从站将被寻址并作出响应。
位置寻址的示意图如下所示。寻址第一轴时, 帧必须被传输到位置设置“0x0000”下, 寻址第 8 轴时, 帧必须传输到位置设置“0xFFFF”下。



4.6.2 节点寻址(固定位置寻址)

节点寻址操作中, 与在一般位置寻址中由主站在站地址寄存器(0x0010)中设置的地址一致的从站将被寻址。
此功能保障了在添加设备、网段拓扑结构发生变更或是卸载从站时仍然能够正常访问各站。
从站固有的节点地址为使用驱动器正面的旋转地址开关与 CoE 对象字典:扩展站别名(0x4013)的加算值为站别名(0x0012)中设置的地址, 因此连接顺序发生改变也可以正确识别。此外, 还可以通过 DL 控制器的设置对该种形式的地址进行访问。



4 章 接口

4.6.3 逻辑寻址(Logical Addressing)

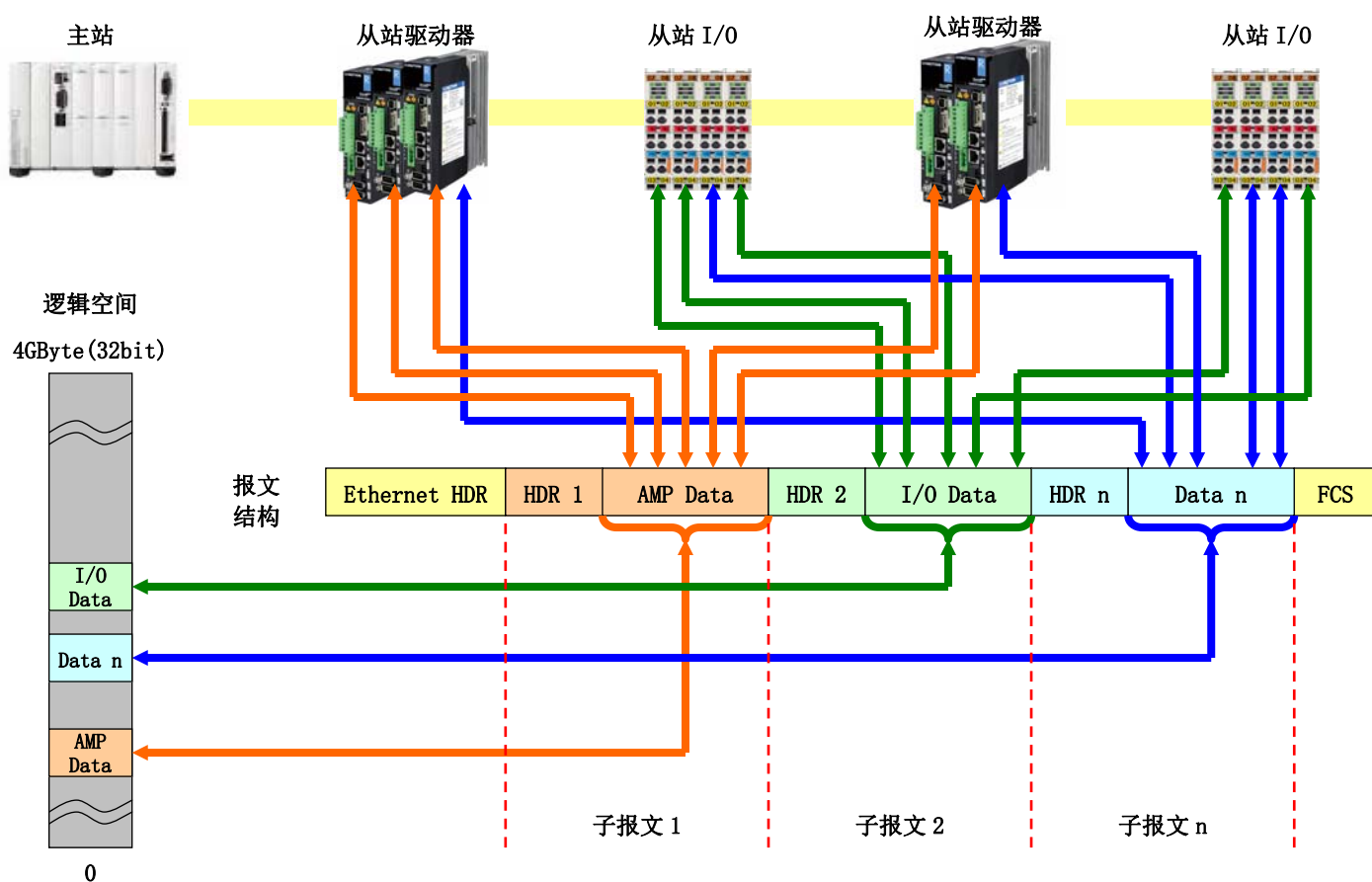
逻辑寻址时, 将网段内的 32bit 地址字段作为 1 个地址值使用。

逻辑寻址不是对各站进行寻址, 而是对网段中 4GB 字段宽度的逻辑地址空间进行寻址。

该网段可以使用任何一个从站编号, 通过现场总线内存管理单元 (FMMU) 的内部地址映射方式, 可以将 32bit 的逻辑地址转换为物理地址。

各 FMMU 通道对与从站中的一个连续的物理地址空间相邻的逻辑地址空间进行映射。

逻辑寻址示意图如下所示:



逻辑寻址示意图

4.6.4 FMMU(Fieldbus Memory Management Unit)

进行逻辑寻址时, FMMU (现场总线内存管理单元) 将转变 ESC 的物理地址与 4GByte (32bit 地址) 的主站逻辑地址。

各 FMMU 通道通过将主站中连续的逻辑地址空间分配到从站的连续物理地址空间中, 可以对主站管理的逻辑地址与跨各个从站的物理地址进行统一的管理。此外, FMMU 中支持 “Read”, “Write”, “Read/Write” 三种访问方式。

4.6.5 SM(SyncManager)

ESC 内存可以无限制的用于主站与从站微控制器间的数据交换。但由于 SM 是使用通信内存对 ESC 内部进行寻址, 因此会有以下几个缺点:

- 无法保证数据的整合性。
为保证数据交换的协调性, 需要使用相关软件进行信号处理。
- 无法保障数据安全。
构建数据安全机制需要通过使用软件来实现。
- EtherCAT 主站或从站确认访问终止通知前, 主站与从站都必须一直轮询内存。

允许 SM 操作与正常的数据通信在 EtherCAT 主站与从站间转换, 同时向两方插入变更通知。SM 在主站中进行设置, 数据交换时将使用内存区中设置的缓存区。

通信方向与缓存模式及邮箱模式相同。

对缓存区的访问通过 SM 的硬件进行控制, 访问时需要首先对起始地址进行访问, 否则访问将被拒绝。

访问起始地址后, 可以对整个缓存区进行访问。访问终止地址后访问结束且缓存状态发生改变。并且在插入或设定看门狗触发脉冲后发生。同一帧只能访问一次终止地址。

SM では 2 つの通信モードがサポートされます。

- 缓存模式
使用缓存模式时, 随时都可对 EtherCAT 主站与从站两方的通信缓存区进行访问。
收信方可以不断读取送信方中写入的最新缓存数据, 发信方可以不断更新缓存值。但是在写入速度快于读取速度时, 旧的数据将被覆盖。
一般在 TxPDO·RxPDO 的 PDO 通信中使用缓存模式。
- 邮箱模式
邮箱模式中使用握手机制而非数据交换机制, 因此不会丢失数据。但 EtherCAT 主站和从站只有在另一方访问终止后才能访问缓存区。
首先发信方将数据写入缓存区, 然后缓存区被锁定为只读, 直至收信方读走缓存区的数据。
邮箱模式通常作为应用层协议使用。
只有在接收数据帧 FCS (帧校验序列) 正确时主站才会改变 SM 的通道的数据状态, 这样在数据帧结束后缓存区状态将立即发生变化。
SM 的设置寄存器从地址 0x0800 开始配置。

4.6.6 缓存模式(三区缓存模式)

主站与从站能够同时进行数据的读取与写入的缓存模式叫做三区缓存模式。在三区缓存模式下, 内存中将分配出 3 个相同大小的缓存区。开始地址及第一个缓存区大小将设置在 0x0800~的 SM0~7 配置寄存器中。

此缓存地址是为了在主站及从站中读取/写入数据而设置的。

访问第一个缓存区 (0) 地址宽度时, 由于 SM 会自动切换 3 个缓存区中 1 个 SM 自动切换访问。

因此主站与从站只需要访问对方缓存区 (0) 的地址即可。

此外, 由于缓存区 (1) 与 (2) 使用的内存将被自动保留, 因此该部分内存无法使用, 在设置其他 SM 时, 请务必考虑到该部分内存的使用情况。

4 章 接口

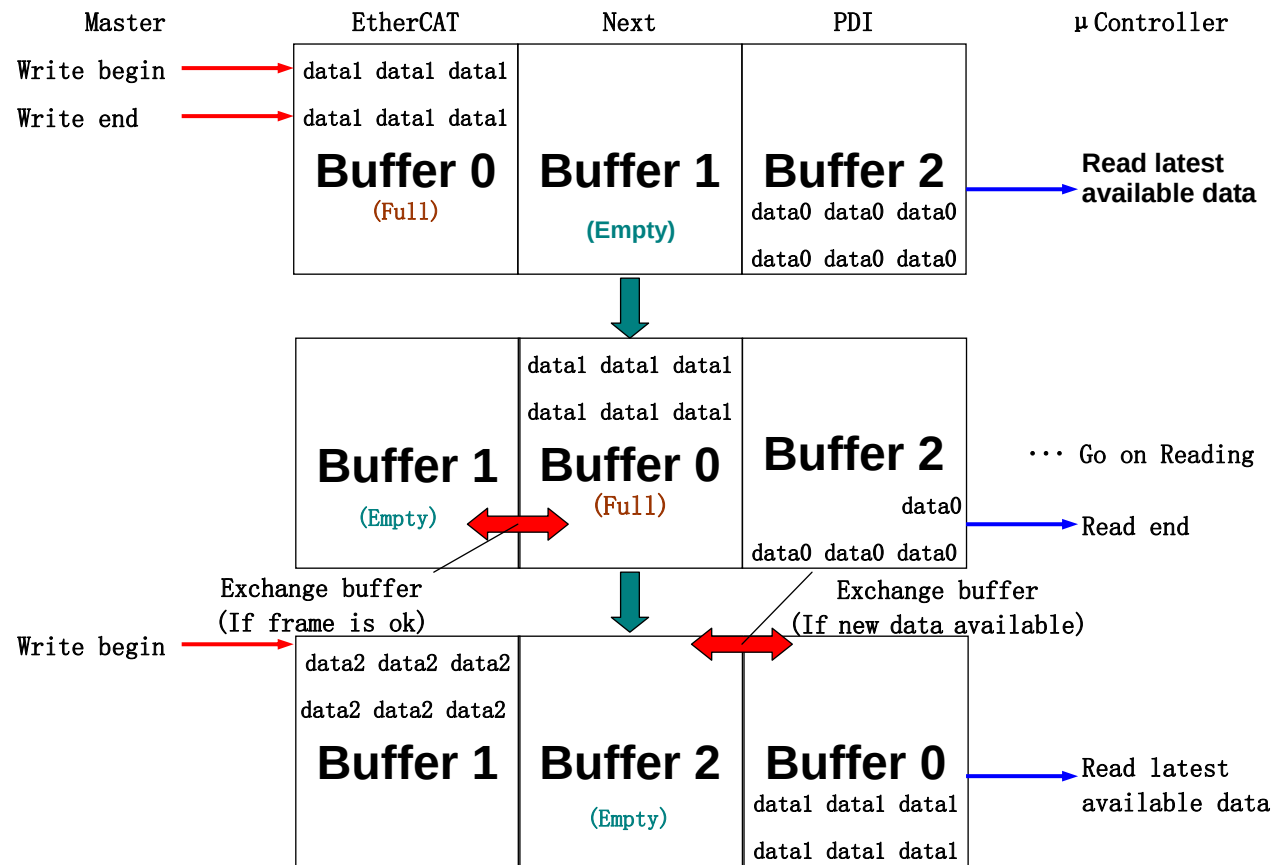
一般情况下, 三个缓存区中一个缓存区用于写入数据, 一个用于读取数据, 另一个作为保留的写入数据用缓存区使用。

起始地址 0x1000 与数据长度: 起始地址为 0x0100 时的规定及数据交换实例如下所示。

缓存地址	对象索引
0x1000~0x10FF	Buffer 0 (Visible)
0x1100~0x11FF	Buffer 1 (Invisible 不可使用)
0x1200~0x12FF	Buffer 2 (Invisible 不可使用)
0x1300~	下一个可用区域

由于所有的缓存区都在 SM 中进行控制, 因此主站、从站同时对 Buffer 0 进行访问。
SM 设置中只对 Buffer 0 进行设置。

SyncManager 缓存模式的缓存分配



SyncManager 缓存模式交换实例 (主站 ⇒ 从站)

SM 的状态寄存器将显示当前的状态, 并将最新写入的缓存状态作为插入状态进行显示。在 SM 缓存第一次被写入前, 最新的写入缓存状态将显示为 “3”。

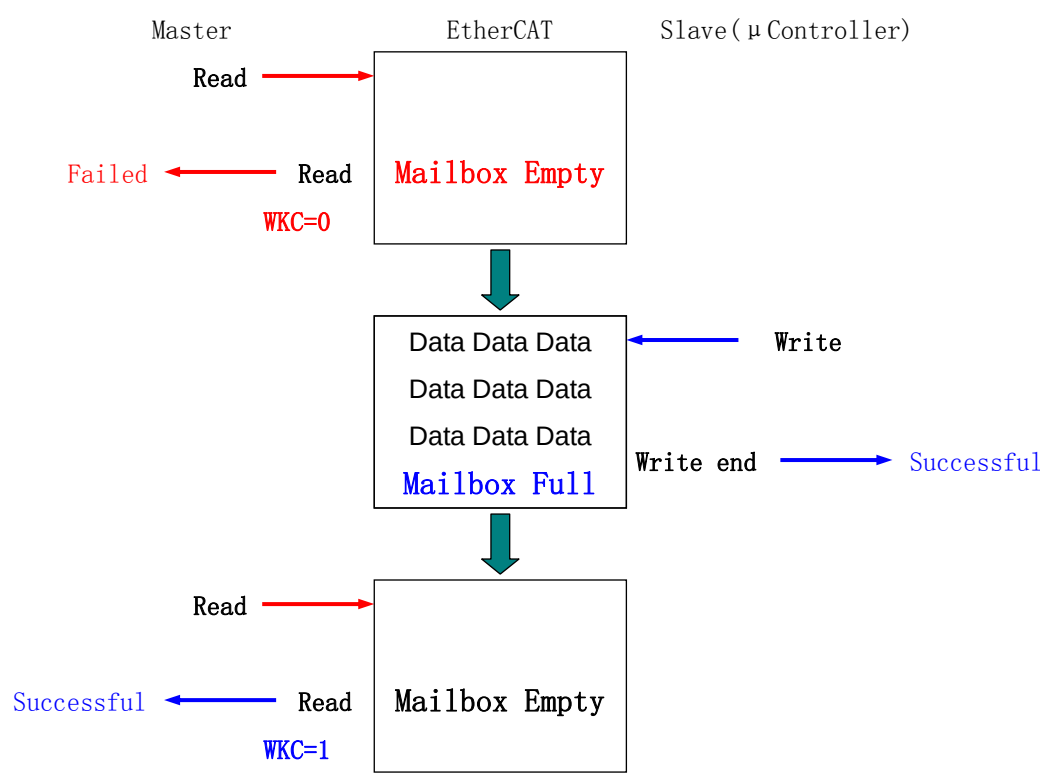
4.6.7 邮箱模式

邮箱模式通过握手机制的方式进行写入数据与读取数据的交换, 保证收信方能够完整地接受到发信方发出的所有数据。

邮箱模式使用被设置的 1 个单位大小的缓存区, 完成 SM 的初始设置及启动后, 即可作为邮箱缓存区使用。对缓存区写入数据完成后, 写入访问将被锁定, 此时收信方可以开始读取数据。数据正常读取完成后将解除锁定, 缓存区重新被允许写入数据。

此模式下读取/写入数据所花费的时间不重要。

使用邮箱模式时的数据交换实例如下图所示：



Mailbox Mode 数据交换实例 (从站 ⇒ 主站)

4 章 接口

4.7 访问对象字典

Model No. PB EtherCAT 驱动器支持 CoE (CANopen over EtherCAT), 并可通过以下两种方式中的任意一种访问设备对象字典。

- 服务数据对象 (SDO)
- 过程数据对象 (PDO)

4.7.1 服务数据对象(SDO)

主站通过使用 SDO 传输对象字典的项目进行读取/写入操作, 可以控制设备设置、监视等从站驱动器的各项参数。支持 EtherCAT CoE 的主站将对各从站设备进行 SDO 传输。
通过 SDO 主站发送的 T_SDO 进行数据变更、读取 R_SDO 的请求等操作。

4.7.2 邮箱协议

邮箱是在主站到从站、从站到主站方向中使用的与逻辑寻址不同的独立的通信, 邮箱支持多种 DL 用户协议。从站到从站的数据传输必须通过主站处理。

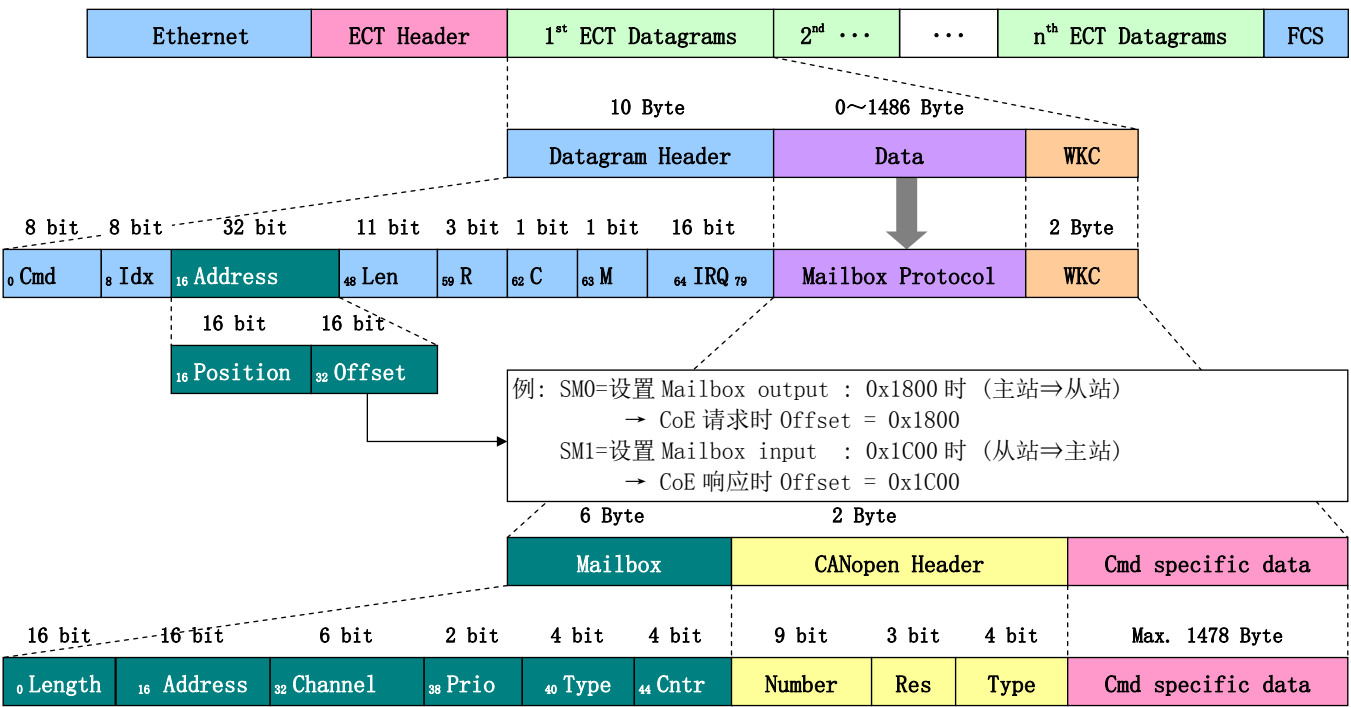
邮箱数据头 (MailBox Header) 中含有可以用于实现主站的重定向服务的地址字段。

邮箱使用两 SyncManager 通道 (SM), 一个用于主站到从站方向, 另一个用于从站到主站方向。

(例: SM0 为主站 → 从站方向, SM1 为从站 → 主站方向)

由于邮箱通信是对非周期性的单一从站进行寻址, 因此不使用逻辑寻址方式而使用不需要 FMMU 的物理寻址方式。

邮箱·接口协议及结构如下图所示。



邮箱数据头结构

标记(略称)	数据长度	说 明
Length(Len)	2 Byte	跟随的邮箱服务数据的长度
Address(Ad)	2 Byte	发信方的站地地址
Channel(Ch)	6 bit	Reserved(0x00)
Priority(Pr)	2 bit	Reserved 优先级别(0x00~0x03)
Type(Typ)	4 bit	邮箱类型, 后接数据的协议识别码。 0 : Mailbox Error 3 : CoE(CAN open over EtherCAT)
Counter(Ct)	4 bit	序列号 用于重复检测的顺序编号, 每个新的邮箱服务将加 1。 (为了兼容老版本只使用 1~7。)

4 章 接口

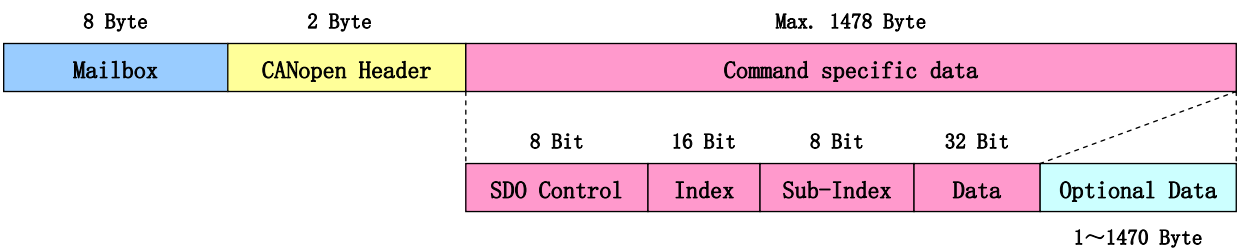
4.7.3 CANopen 数据头协议

“CANopen 数据头”由 2Byte 的识别码构成,包括“序号(Number)”与“类型(Type)”两部分。
“CANopen 数据头”的构成如下所示。

CoE 指令结构		
标记(略称)	数据长度	说 明
Number (Num)	9 bit	PD0 序号 (只在 PD0 传输时使用) 0x000~0x1FF
Type (Type)	4 bit	信息类型 0 : Reserved 1 : 紧急事件信息 2 : SDO 请求 3 : SDO 响应 4 : Reserved(TxPDO) 5 : Reserved(RxPDO) 6 : Reserved(Remote transmission Request of TxPDO) 7 : Reserved(Remote transmission Request of RxPDO) 8 : SDO 信息 9~15 : Reserved

4.7.4 SDO 信息

SDO 信息由“CANopen 数据头”及“SDO 数据帧”两部分构成。一般可以传输最大 4Byte 的数据,此外,通过使用“可选扩展数据”区,可以将传输的数据扩展到 1470Byte。
由于 R-ADVANCED EtherCAT CoE 驱动器的传输数据大部分都小于 4Byte,因此可以进行快速的 SDO 数据传输。
SDO 信息的结构如下所示。



SDO 信息(例)

SDO信息结构

标记(略称)	数据长度	说 明
SDO Control	1 Byte	标准 CANopen SDO 服务
Index	2 Byte	索引标识的对象地址
Sub Index	1 Byte	子索引标识的对象字典
Data	4 Byte	SDO 服务用数据
Option Data	1~1470 Byte	使用可选扩展指令时, 能将大于 4Byte 的数据用 1 帧发送 (最大可使用整个邮箱大小的数据空间。)

■SDO 指令

主站发出的读取数据/写入数据的指令将在开始发送指令传输代码、“Index”、“Sub-Index”后执行。从站通过返回请求的数据进行响应。

SDO 应答信息与请求信息一样, 添加了“Index”与“Sub-Index (Sub-idx)”。

响应数据的长度由 SDO 指令(cmd)传输代码决定。

未能读取信息时从站将返回错误信息。(详情参看 SDO 错误信息)。各指令的详细说明请参考下页以后的内容。

SDO 信息一览

指令列表	项/图	备 注
SDO 下载 快速请求	图 1	
SDO 下载 快速响应	图 2	
SDO 上传 快速请求	图 3	
SDO 上传 快速响应	图 4	
SDO 下载 常规请求	图 5	
SDO 下载 常规响应	图 2	见图 2
SDO 上传 常规请求	图 3	见图 3
SDO 上传 常规响应	图 6	

Command specific 名称及略称一览

⁰ Size Indicator	: ⁰ S I	¹ Transfer Type	: ¹ T T
² Data Set Size	: ² D S	⁴ Complete Access	: ⁴ C A
⁵ Command Specific	: ⁵ C S	⁰ SDO Control	: ⁰ SDO
⁸ Index	: ⁸ Idx	²⁴ Sub-Index	: ²⁴ Sub
³² Compleat Size	: ³² Cmp S		

4 章 接口

■ SDO 下载 快速请求

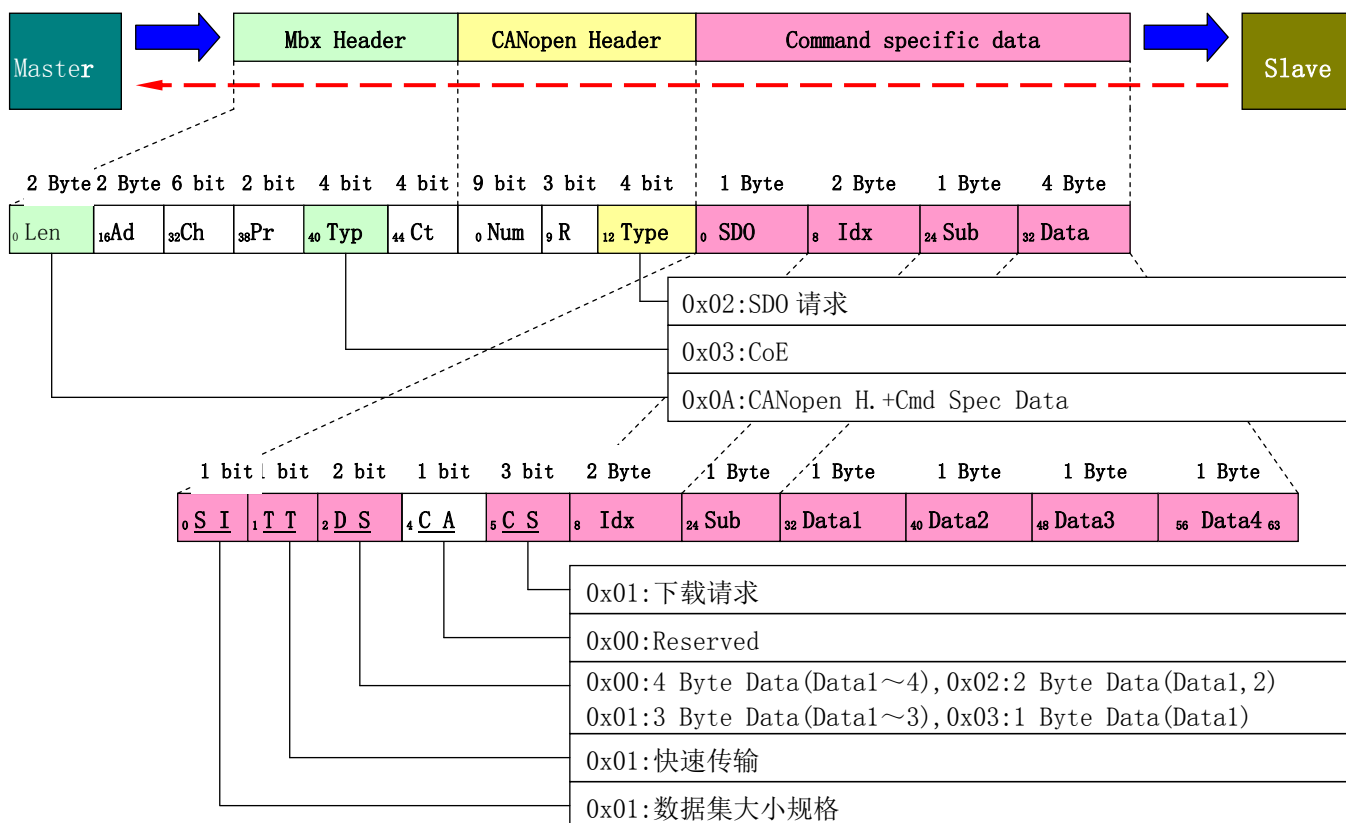


图 1 : SDO 下载 快速请求

■ SDO 下载 快速响应

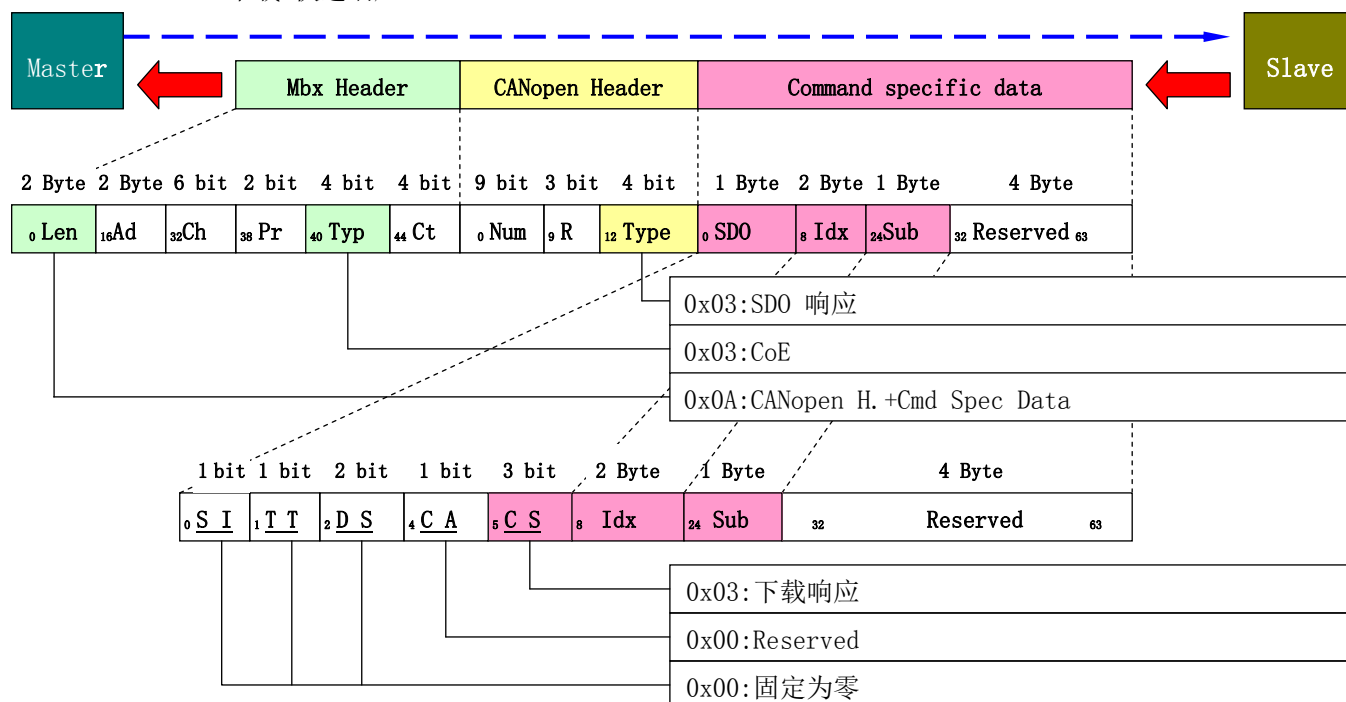


图 2 : SDO 下载 快速响应

■ SDO 上传 快速请求

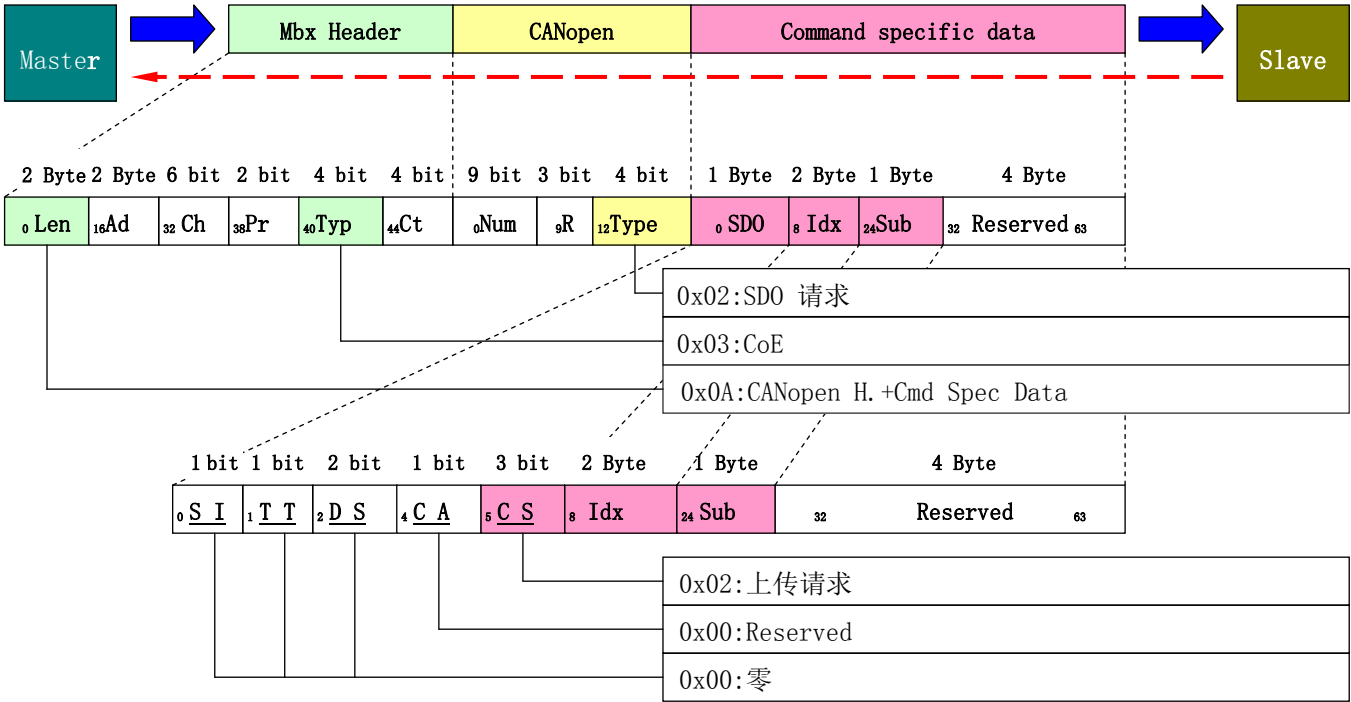


图 3：SDO 上传 快速请求

■ SDO 上传 快速响应

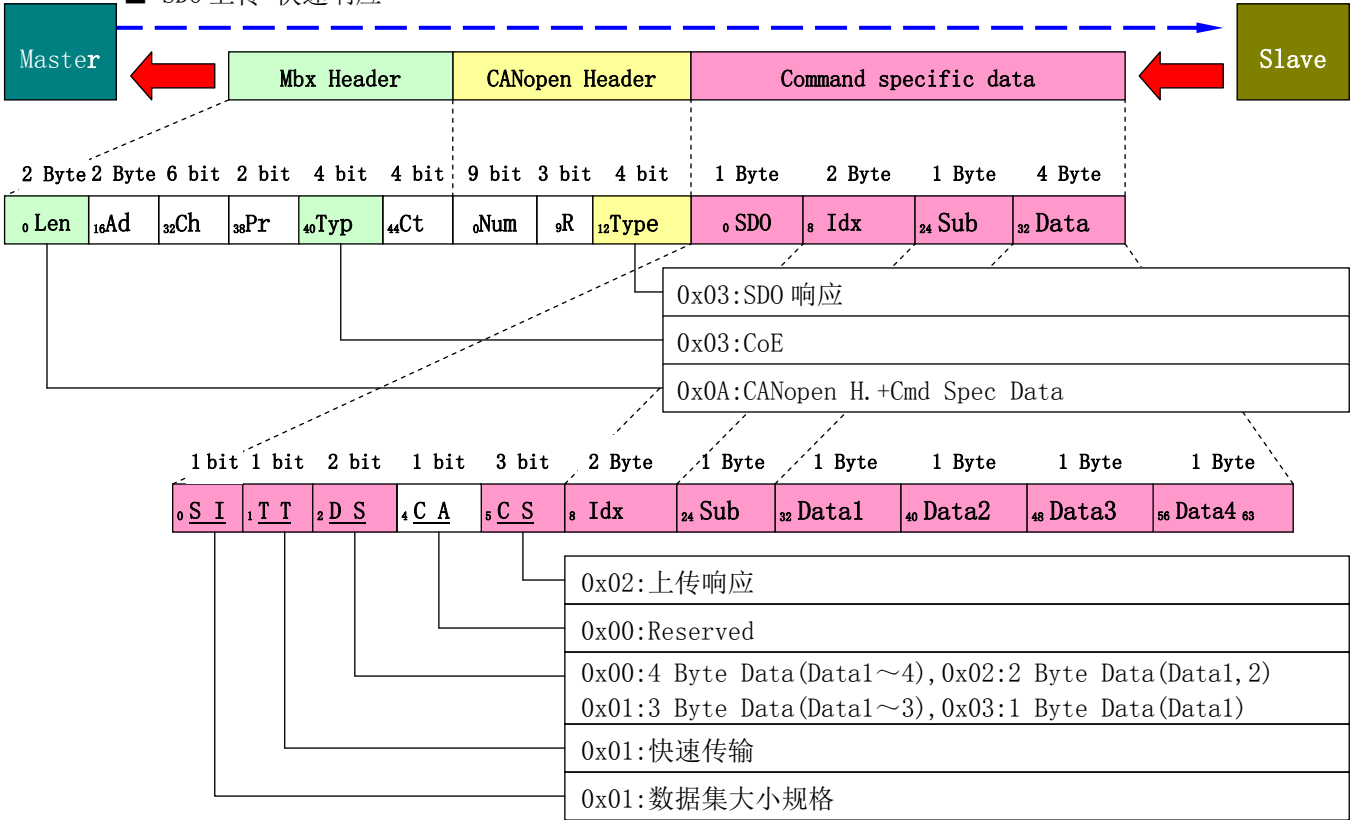


图 4：SDO 上传 快速响应

4 章 接口

■ SDO 下载 常规请求

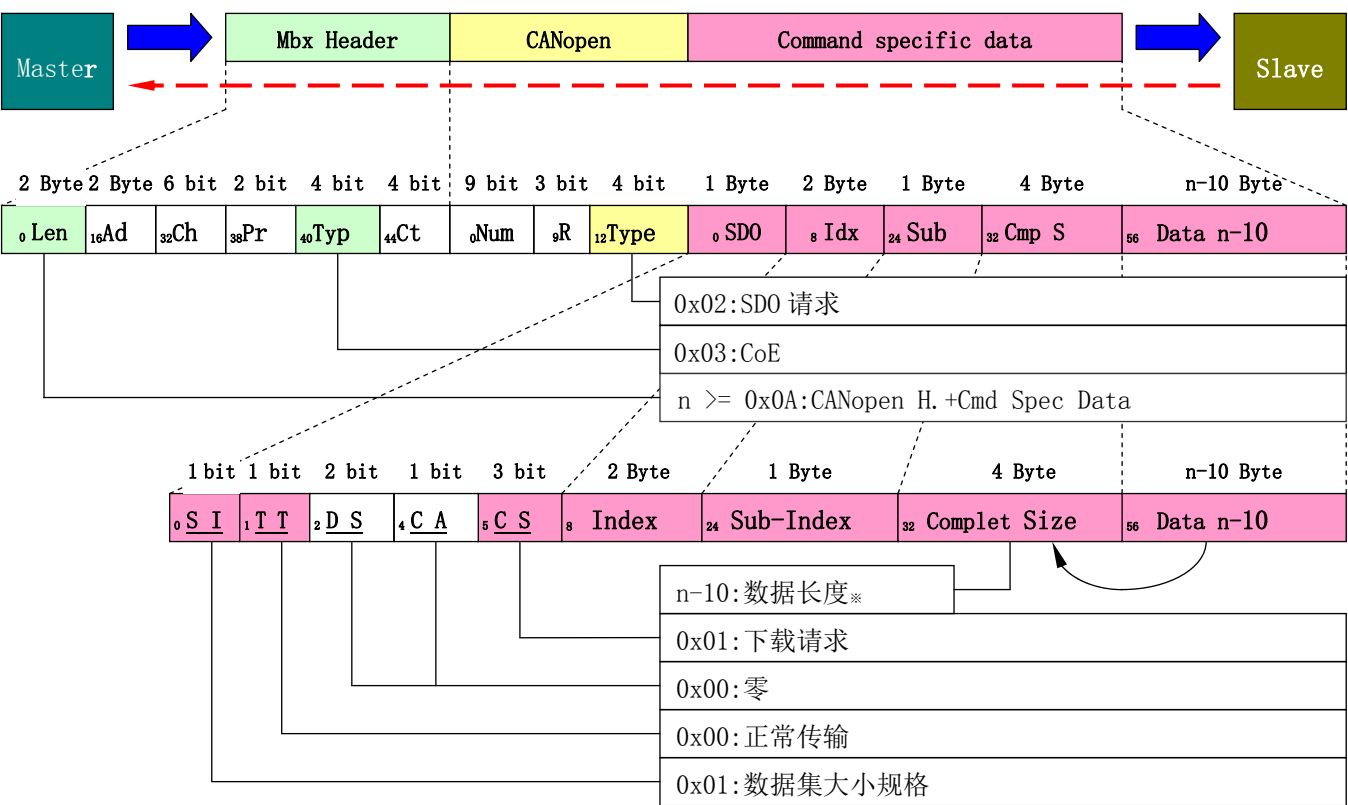


图 5：SDO 下载 正常请求

■ SDO 下载 正常响应

SDO 下载 正常响应的结构与 SDO 下载 快速响应相同。
详情请参考图 2：SDO 下载 快速响应。

■ SDO 上传 常规请求

“SDO 下载 常规响应”的数据帧结构与“SDO 上传 快速请求”相同。详情请参考图 3：SDO 上传 快速请求。

■ SDO 上传 常规响应

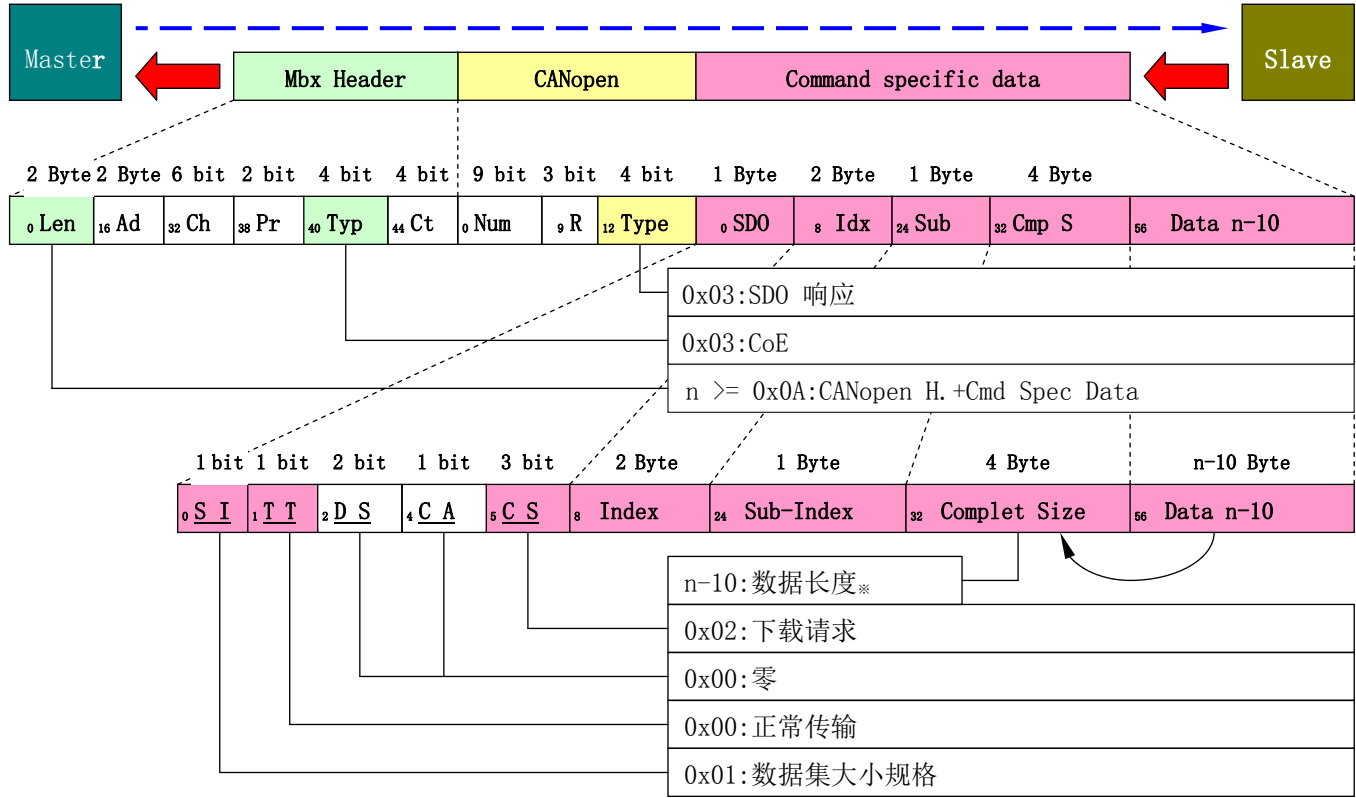


图 6：SDO 上传 常规响应

■ 终止 SDO 传输

由于某种原因(如数值超出设置范围)未能接受 SDO 信息时, 从站返回错误信息作为响应 SDO 请求。

终止 SDO 信息的结构及终止传输代码列表如下所示。

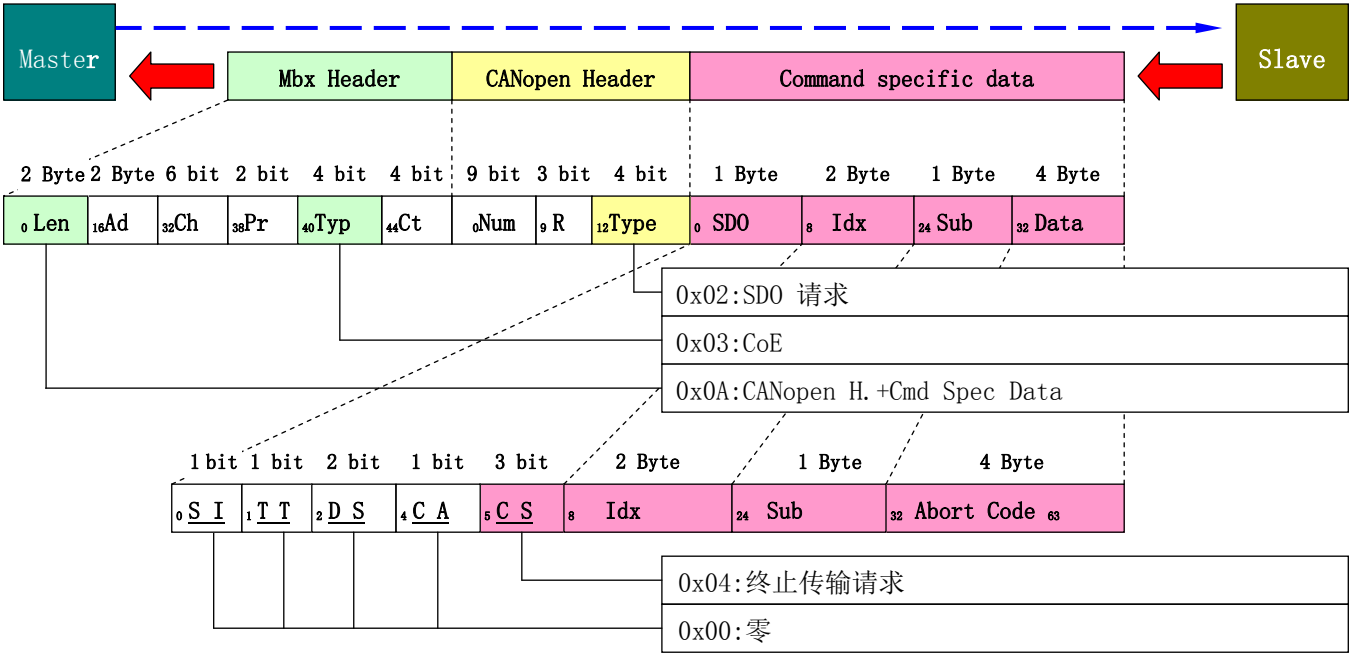


图 7: 终止 SDO 传输请求

终止 SDO 传输代码

SDO 错误代码	说明
0x05 03 00 00	翻转位无变化
0x05 04 00 00	SDO 协议超时
0x05 04 00 01	客户机/服务器 指令编号无效或未知
0x05 04 00 05	内存溢出
0x06 01 00 00	不支持某一对象的访问
0x06 01 00 01	读一个只写数据对象
0x06 01 00 02	写一个只读数据对象
0x06 02 00 00	对象字典内不存在该数据对象
0x06 04 00 41	数据对象无法映射到 PDO 中
0x06 04 00 42	要映射的数据对象的数量或长度超过了 PDO 数据长度
0x06 04 00 43	与常规的参数不兼容
0x06 04 00 47	与设备的常规内部不兼容
0x06 06 00 00	由于硬件错误导致访问失败（由于禁止写入设置导致失败）
0x06 07 00 10	数据类型不匹配, 服务参数长度不匹配
0x06 07 00 12	数据类型不匹配, 服务参数长度过长
0x06 07 00 13	数据类型不匹配, 服务参数长度过短
0x06 09 00 11	子索引不存在
0x06 09 00 30	参数的数值超出范围(写入访问专用)
0x06 09 00 31	写入参数值过大
0x06 09 00 32	写入参数值过小
0x06 09 00 36	最大值小于最小值
0x08 00 00 00	普通错误
0x08 00 00 20	无法传输或保存数据到应用
0x08 00 00 21	由于本地控制的原因, 数据无法传输或保存到应用
0x08 00 00 22	由于当前设备状态的原因, 数据无法传输或保存到应用
0x08 00 00 23	未找到对象字典

4 章 接口

■ 紧急事件 (EMCY)

在设备内部发生错误时，主站将发出紧急事件对象对应邮箱输入请求指令。
发生 1 个错误事件只能发送一次紧急事件信息。
也就是说，只有设备中发生新的错误后才会再次发出紧急事件信息。
紧急事件信息的结构如下图所示。

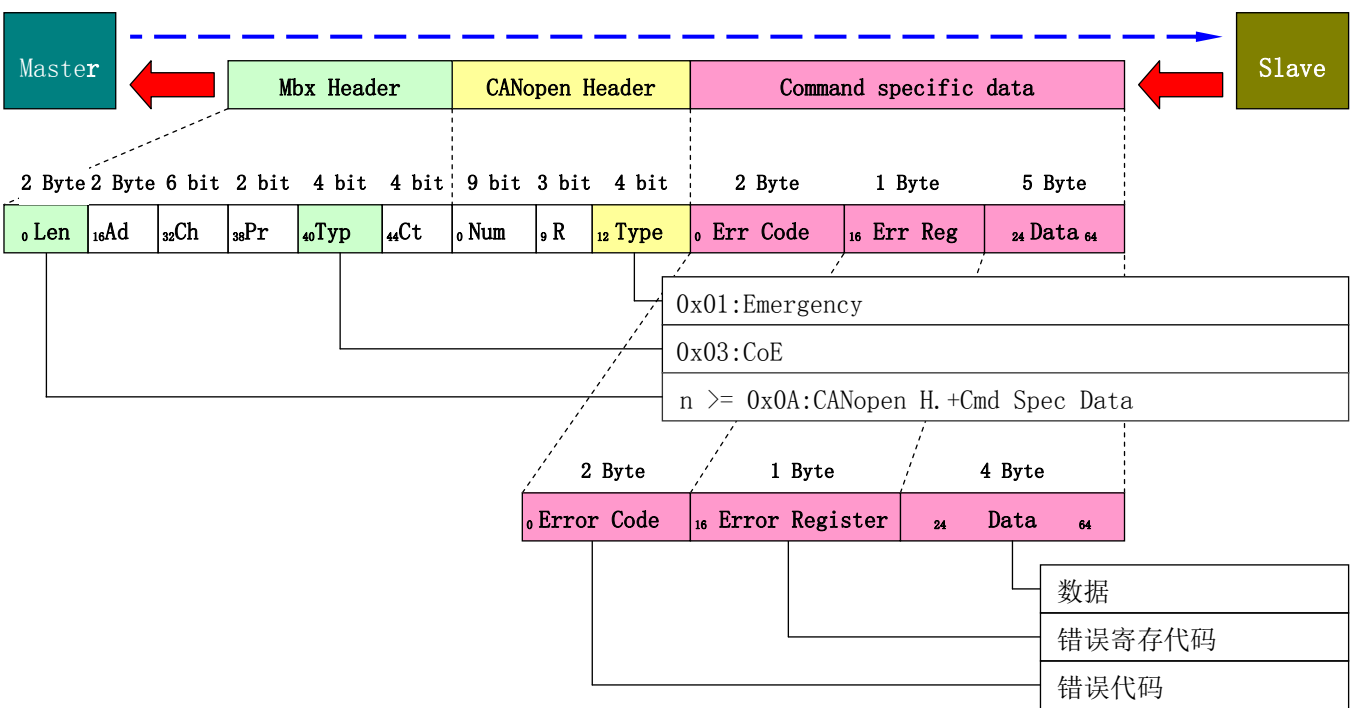


图 8:EMCY 信息

错误代码列表

Error Code	说明
0x0000	错误复位或无错误
0x1001	S0E 无效服务
0x1002	S0E 未支持
0x1101	SD0 无效指令
0x1102	SD0 无效数据头
0x1103	SD0 未支持
0xA000	SM 传输错误 :PRE-OP 到 SAFE-OP 的迁移失败。
0xA001	SM 传输错误 :SAFE-OP 到 OP 的迁移失败。

■ SDO 信息

◆ 对象列表 请求

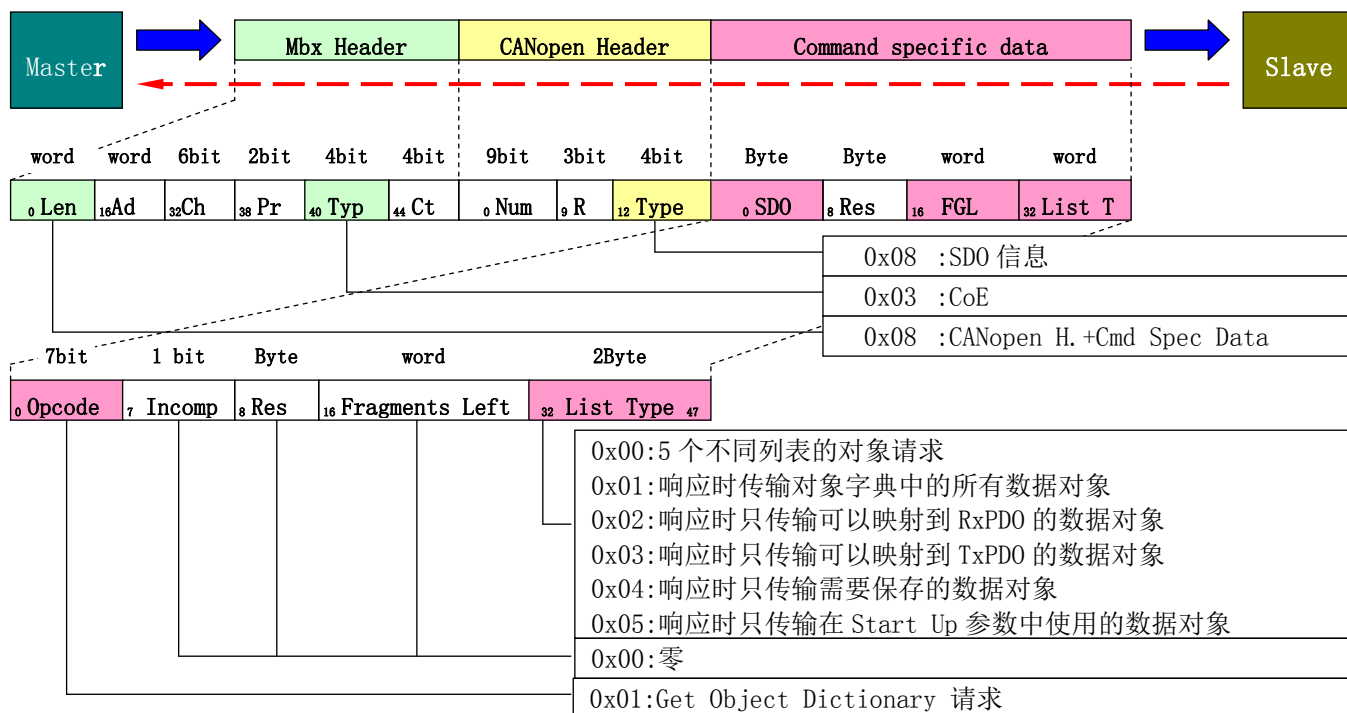


图 9 : Get OD List Request (对象字典请求)

◆ 对象列表响应 (对象列表段响应)

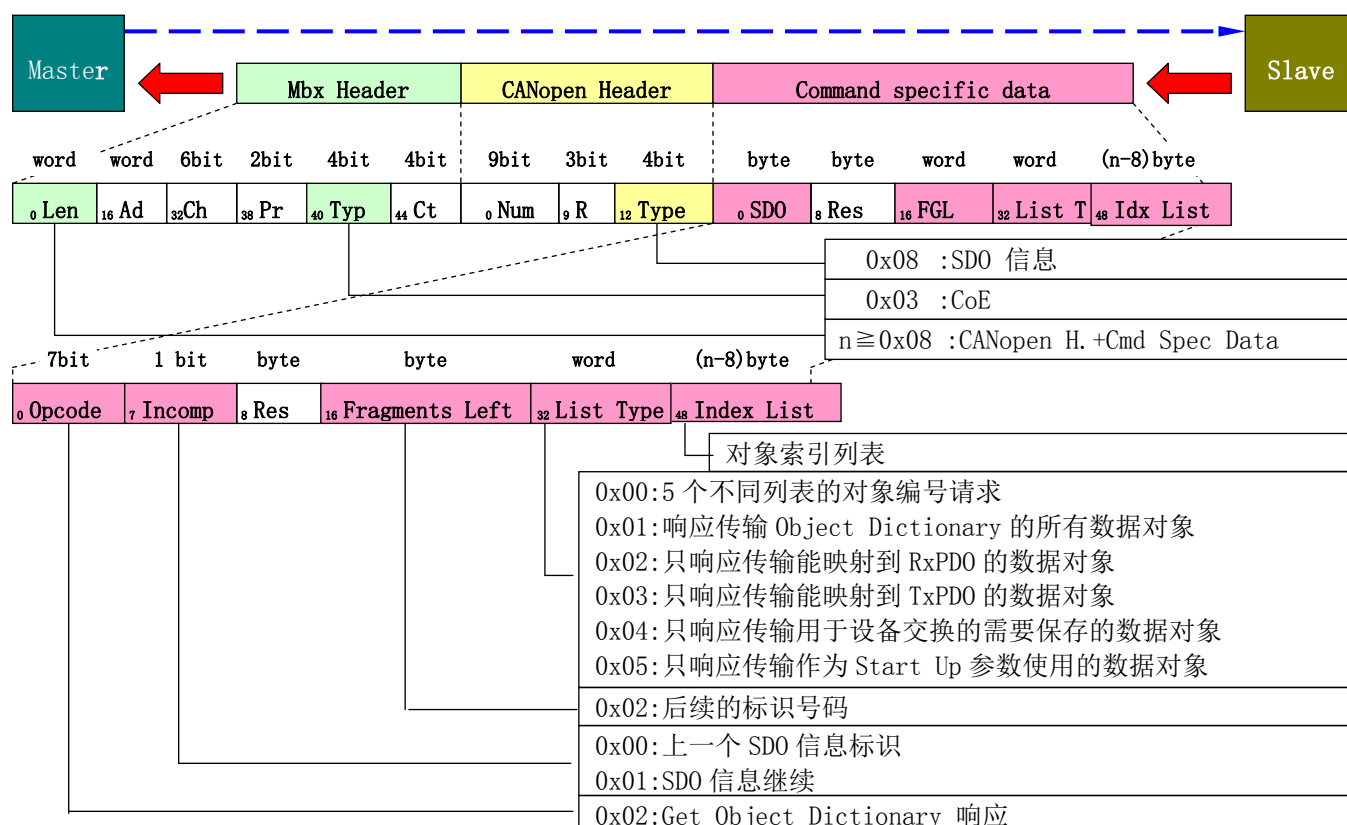


图 10 : Get OD List Response (对象字典响应)

4 章 接口

◆ 对象描述请求

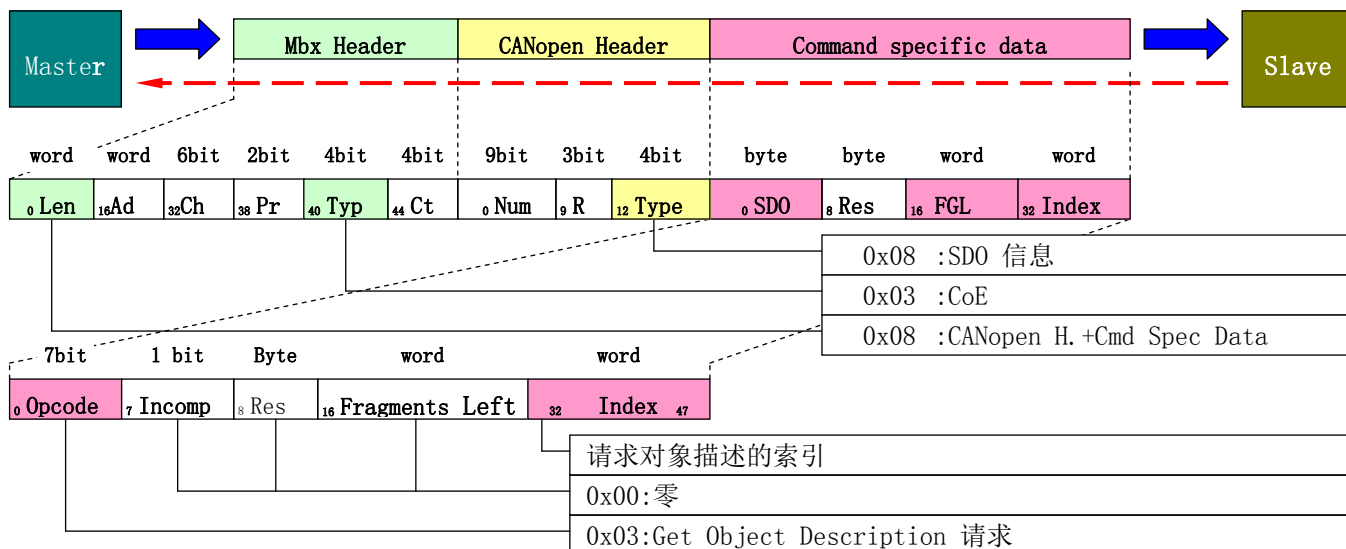


图 11 : Get Object Description Request(对象描述请求)

◆ 对象描述响应

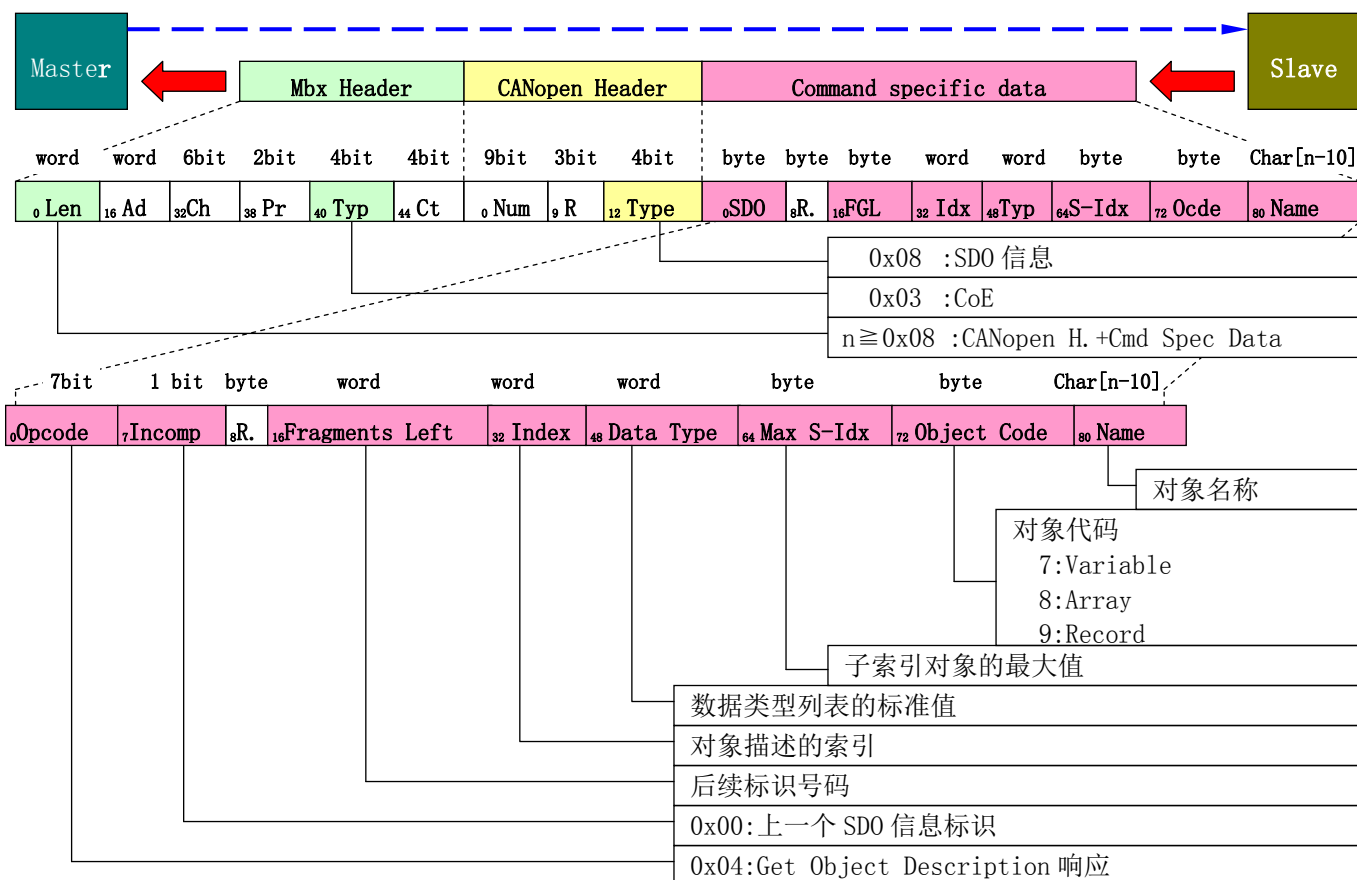


图 12 : Get Object Description Response(对象字典响应)

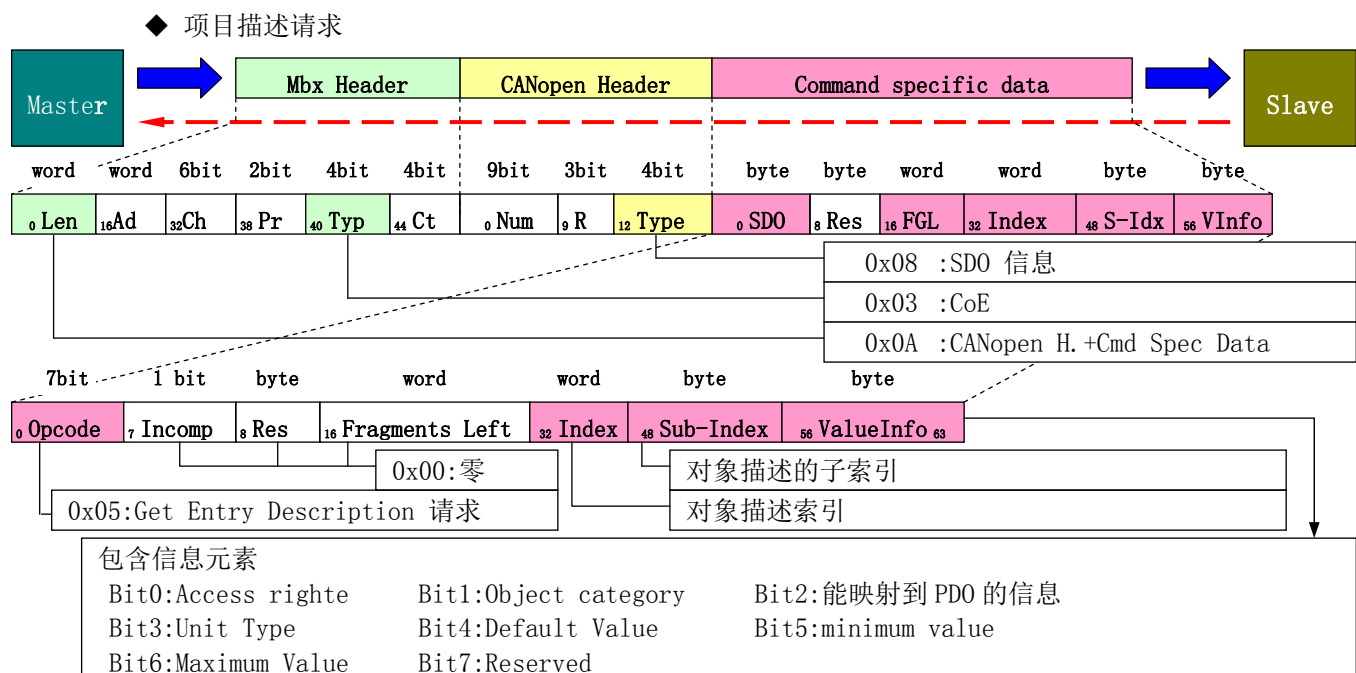


图 13 : Get Entry Description Request(对象描述请求)

4 章 接口

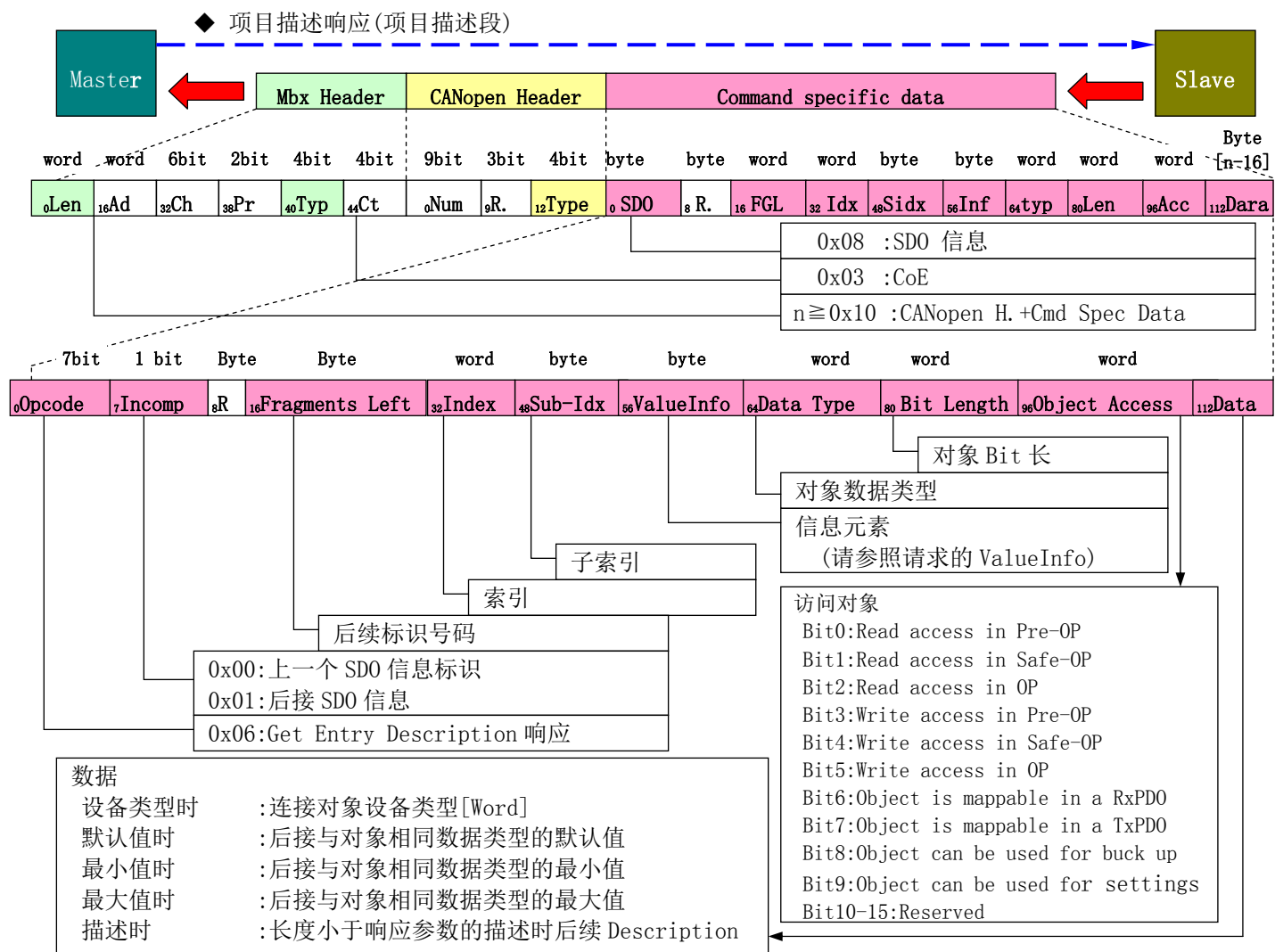


图 14 : Get Entry Description Response(对象字典响应)

◆ SDO 信息错误请求

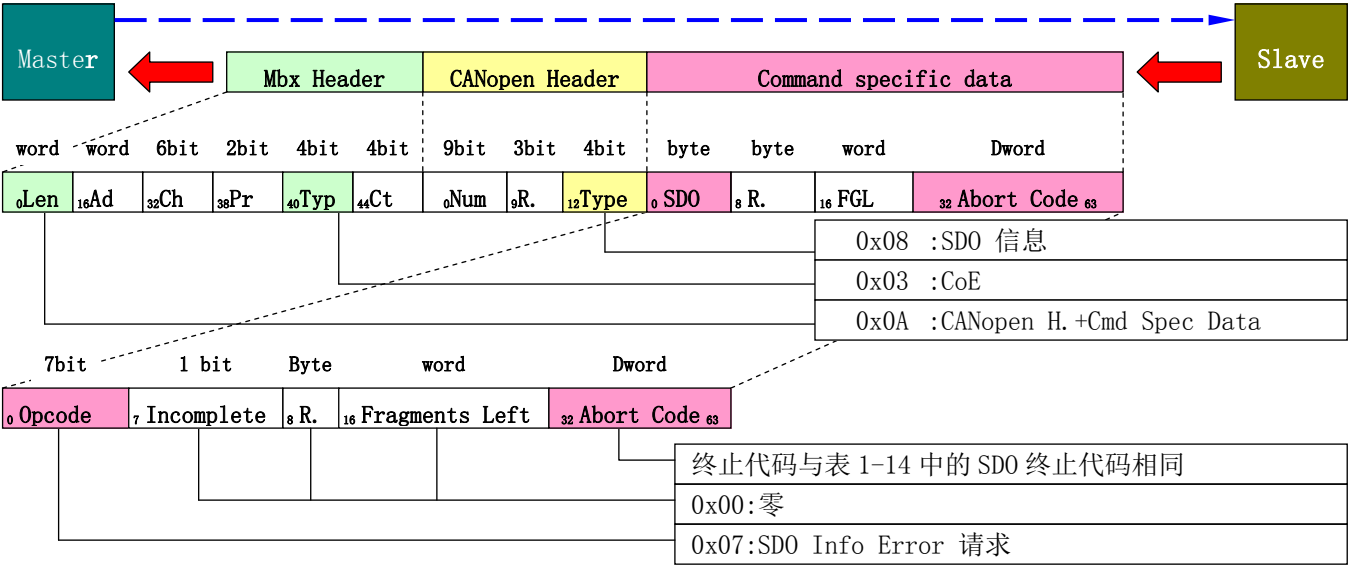


图 15：错误请求(SDO Information Error 请求)

4 章 接口

4.7.5 过程数据对象 (PDO)

■ 概要

EtherCAT 的实时数据传输需要使用“过程数据对象 (PDO)”进行。
PDO 传输不需要协议传输处理的系统开销 (overhead)。
使用的 PDO 包括用于主站向从站传输的 RxPDO (收信 PDO) 及从站向主站传输的 TxPDO (发信 PDO) 两种。
MODELNO. PB EtherCAT CoE 驱动器的 PDO 映射, 通过在设置设备阶段使用 SDO 服务, 可以对对象字典的该项目分配需要的 PDO 数及 PDO 对象。

■ PDO 设置

通过设置 PDO, 用户可以优化“PDO 映射的信息区”、“收信/发信数据的形态 (传输数据类型) 及触发条件”。

■ PDO 映射

Model No. PB EtherCAT 驱动器的 PDO 映射可变更。
因此 EtherCAT CoE 网络管理器可以自由地变更在操作中 PDO 传输的数据的映射。
使用“收信 PDO 映射参数 (0x1600~0x1603, 0x1700~0x1703)”变更 RxPDO 映射, 使用“发信 PDO 映射参数 (0x1A00~0x1A03, 0x1B00~0x1B03)”变更 TxPDO 映射参数。
映射时, 每个将被传输的 PDO 都需要设置索引、子索引及数据长度。
数据长度必须与对象字典中的数据长度一致。

映射到 TPD0 的实例如下所示。

“0x1B0y” Transmit PDO Mapping (Example)

Sub-Index	Data (32bit)			Name
0x00	4			Number of Entry
0x01	0x6064	0x00	0x20	Position actual value
0x02	0x6061	0x00	0x08	Operation Mode Display
0x03	0x0000	0x00	0x08	Reserved
0x04	0x6041	0x00	0x10	Status Word

Index (2byte)	Sub-Index (1Byte)	Object Length (1byte)
------------------	----------------------	--------------------------



Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
PDO “0x1B0y”	0x6064:00				0x6061:00	Reserved	0x6041:00	

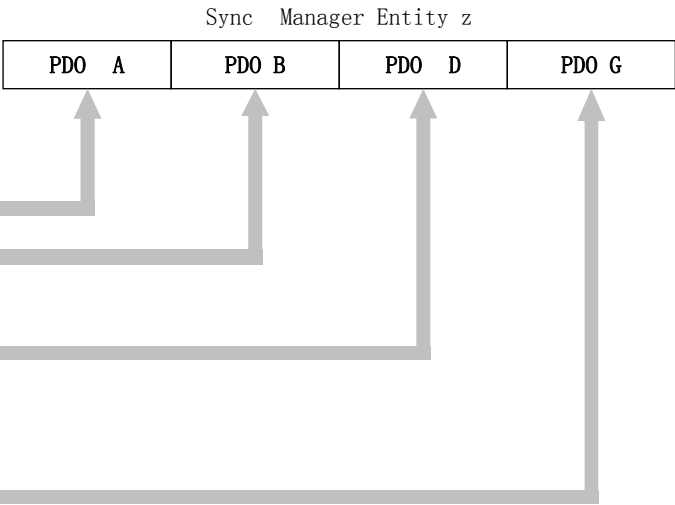
- 请按照以下步骤进行映射。
- ① 将映射对象数 (子索引 0 中的设置) 暂时清零。
 - ② 从分配在前面的对象 (子索引 1) 开始写入设置。
 - ③ 在映射对象数 (子索引 0) 中写入分配的对象数。

Sync Manager Channel (SM)中为过程数据对象将 PDO 与 SM 的关系定义为 Sync Manager PDO 分配。
SM PDO 分配表的子索引:0x00 为被分配的 PDO 数。
Model No.PB EtherCAT 驱动器中,索引:0x1C12(SM 通道 2)为输出 PDO 设置,索引:0x1C13(SM 通道 3)
为输入 PDO 的对象字典。

Object Dictionary

Sync Manager Assign Object

Index	Sub-index	Object contents
0x1C1z	0x01	0x1B00
0x1C1z	0x02	0x1B01
0x1C1z	0x03	0x1B03
0x1C1z	0x04	0x1B06
Mapping Object		
	0x1B00	PDO A
	0x1B01	PDO B
	0x1B02	PDO C
	0x1B03	PDO D
	0x1B04	PDO E
	0x1B05	PDO F
	0x1B06	PDO G



Sync Manager PDO 分配(例)

默认 PDO 映射

仅 RxPDO:0x1600 与 TxPDO:0x1A00 的 Sub-Index:0x01 的设置由 CoE 规格决定。
其他子索引(Sub-Index)及索引(Index)可以自由的映射。
PDO 的默认映射如下表所示。

默认的 PDO 映射

Index. Sub-Index	对象索引	对象名称	说明
0x1600. 0x01:RxPDO (主站 ⇒ 从站)	0x6040	控制字	状态机的控制
0x1A00. 0x01:TxPDO (从站 ⇒ 主站)	0x6041	状态字	显示状态

此外,在 CANopen 中需要对 RxPDO 传输数据类型:0x1400~, TxPDO 传输数据类型:0x1800~的子索引
1~4 进行设置,而在 EtherCAT 中不使用(保留)。

4 章 接口

4.8 分布式时钟(DC)

在 EtherCAT 中, 通过使用从站控制器中的分布式时钟(DC)单元, 进行从站间及从站与主站间的同步。MODELNO. PB EtherCAT 驱动器支持的 DC 功能如下所示。

- 从站间或从站与主站间的时钟同步。
- 为输入事件产生精确的时间标记。
- 通过 DC 设置产生中断, 从而进行准确的同步处理。
- 同步采样数字输入。

4.8.1 时钟同步

DC 时钟同步操作的基础是全部主站与从站的所有 EtherCAT 设备共有—个相同的 EtherCAT 系统时间。由于 EtherCAT 设备间互相同步, 因此本地应用也相应地能够同步。

在系统同步中, 所有的从站将与标准时钟同步。

—般情况下, 主站后连接的 1 个网段内的第—个从站的时间为“系统时间(System Time)”, 这个系统时间将作为同步其他从站 DC 本地时钟“System Time”与主站时间的标准时钟使用。

通过计算可得出传播延迟、各从站的时钟漂移量及时钟偏量。

从站搭载的 ESC 可以对 EtherCAT System Time 产生同步信号。

4.8.2 系统时间(System Time)

Model No. PB EtherCAT 驱动器的系统时间(0x0910~0x0918)长 8 Byte, 单位是 1ns/Lsb, 最大可以计时 500 年。数据“0x0”表示 2000 年 1 月 1 日的 0:00Hour 0sec 000ms 000ns 000ns。下面将对同步中使用的专业术语进行说明。

- 标准时钟(Reference Clock)定义
将—台 EtherCAT 设备的时钟作为标准时钟使用。
—般情况下, 标准时钟是进行同步的主站与所有从站间具有 DC 功能的第—个从站。
标准时钟提供系统时间。
- 本地时钟(Local Clock)定义
最初, 各从站使用独立于标准时钟的本地时钟。
本地时钟与标准时钟间的时间差(偏移)与时钟漂移量相同, 都可以通过补偿进行调整。
通过测定本地时钟的速度与追加调节时钟偏移量可以补偿本地时钟。此外, 各 DC 从站都保存有—个通过计算本地时钟与本地时钟偏移量得出的标准时钟的副本。
- 传播延迟(Propagation Delay)
标准时钟与从站时钟间的传播延迟必须在系统时间传输到从站时获得。
- 偏移(Offset)
本地时钟与标准时钟间存在偏移有两个原因。
—是从标准时钟的从站到本地时钟设备传输过程中的传播延迟, 二是由于上电时间差导致的本地时间初始值的时间差。偏移将通过对各从站进行补偿消除。
标准时钟的从站通过追加本地偏移, 从本地时间中导出系统时间。
这个偏移量显示了本地时间(上电后开始计算)与主站时间的的时间差。

- 漂移 (Drift)
- 由于标准时钟与 DC 从站时钟不总是能一直使用相同的时钟源, 因此它们的时钟源将受时钟间的偏差的影响, 导致时钟源总会比其他的时钟快一些, 因此每个本地时钟将存在各自不同的漂移量。

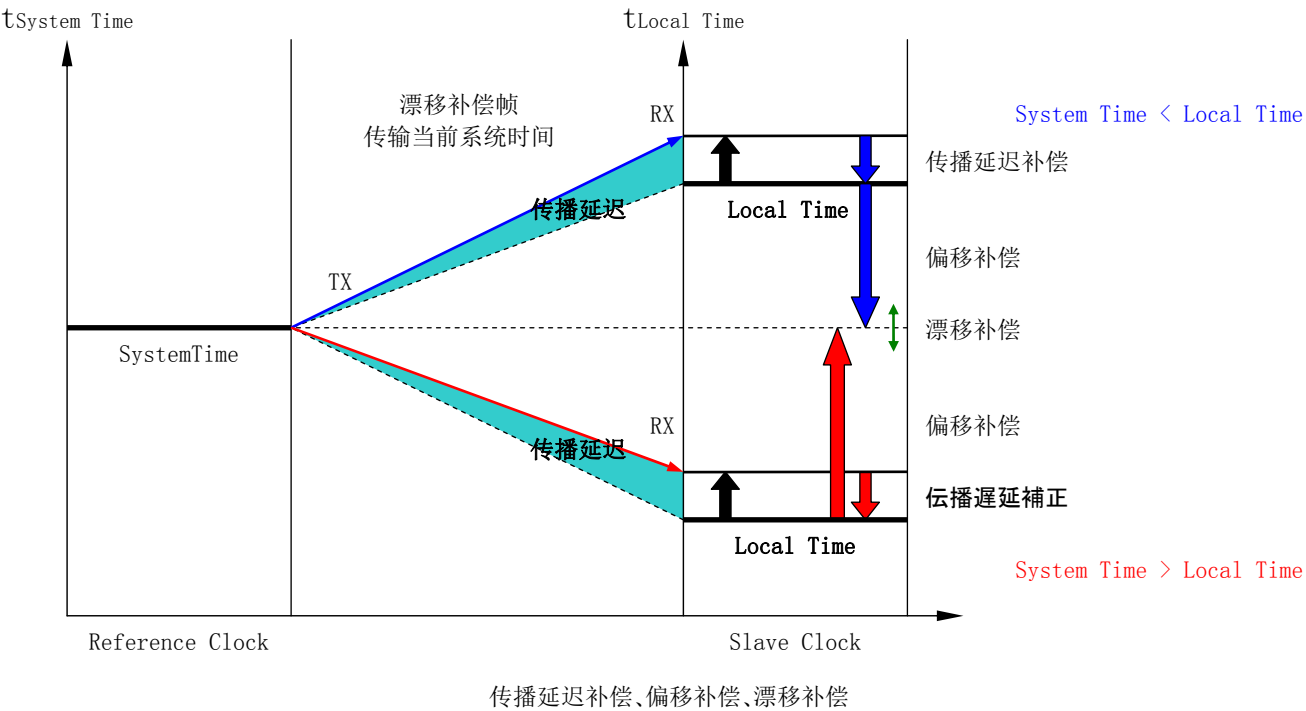
Model No. PB EtherCAT 驱动器支持收发信息时间戳、系统时间有效、产生同步信号的分布式时钟 (DC) 功能。

4.8.3 时钟同步过程

时钟同步过程分为以下三步。

- 1) 测量传播延迟
- 主站开始测量从站间个方向上的传播延迟。
各从站计算测试帧的收信时间。
之后主站读取时间戳, 并计算所有从站间的传播延迟。
- 2) 补偿标准时钟 (系统时间) 偏移
- 将个从站时钟的本地时间与系统时间进行比较。
通过在各个从站中写入数值补偿每个从站的时间差。
所有的从站得到同一个时间值。
- 3) 标准时钟的漂移补偿
- 标准时钟与本地时钟间的漂移补偿必须通过计算时间差与调整本地时钟定期进行补偿。

以下对从站本地时间比系统时间早及从站本地时间比系统时间晚的补偿计算方法进行说明。



4 章 接口

4.8.4 时钟同步的初始化步骤(例)

时钟同步(包括传播延迟测量的偏移补偿、漂移补偿)的初始化步骤如下所述。
初始化后,所有的 DC 从站与标准时钟同步。

- 1) 主站通过读取从站的 DL 状态寄存器,掌握网络构成。
- 2) 为读取端口 0 寄存器的收信时间,主站将通过广播写入发送最小 1 字节的数据。所有从站将通过各端口及 ECAT 处理单元匹配本地时间。
- 3) 主站将等待,直到广播写入发送的数据帧返回。
- 4) 主站根据网络构成读取所有从站的收信时间端口 0/1 及 ECAT 处理单元收信时间寄存器(0x0918:0x091F)。
- 5) 主站计算各传播延迟时间,将数值写入从站的系统时间延迟寄存器中。
- 6) 主站将在标准时钟(第 1 轴从站)的系统时间偏移寄存器中进行设置,以使标准时钟与主站时间相同。标准时钟的偏移值为主站时间减去标准时钟的 ECAT 处理单元收信时间(本地时间)所得的数值。
- 7) 主站计算所有 DC 从站的系统时间偏移值,并写入系统时间偏移寄存器。各从站的偏移值(第 2 轴及以后各从站)。为标准时钟的 ECAT 处理单元收信时间减去各 DC 从站 ECAT 处理单元收信时间所得的数值。
- 8) 静态漂移补偿时,主站将在一开始将“ARMW”或“FRMW”指令分几次发送各 DC 从站。(例:15,000 帧)
- 9) 动态漂移补偿时,主站将周期性的将“ARMW”或“FRMW”指令发送给各 DC 从站。
用于漂移补偿的指令比例由最大容许偏差决定。

4.8.5 SYNC0/1 信号输出初始化步骤(例)

同步信号输出按以下步骤进行初始化。

- 1) 启用 PDI 控制寄存器(0x0140.10=1)DC SYNC Out Unit 的位。
- 2) 为使输出驱动程序设置适合从站内部的电路结构,在 SYNC/Latch PDI Configuration 寄存器中设置 SYNC0/1 输出。※在初始化 EEPROM 数值时设置 0x0151。
- 3) 在 Pulse Length 寄存器中设置 SYNC 信号的脉冲宽度。(请务必设置 SYNC0 Cycle Time>0)※初始化时,EEPROM 将对 0x0982:0x0983 进行设置。
- 4) 对 ECAT 或 0x0980 的设备描述部分的 PDI 分配同步单元。
- 5) 设置 SYNC0 信号周期(0x09A0:0x09A3)及 SYNC1 信号周期(0x09A4:0x09A7)。
- 6) 设置开始周期时间操作(0x0990:0x0997)为比容许输出周期更往后的时间。
(例:设置为读取系统时间后,加上开始时间及容许写入时间的数值。)
- 7) 允许有效周期操作位(0x0981.0=1)作为 SYNC0 及 SYNC1 有效位(0x0981[2:1]=0x3)的同步信号。

同步单元将等待直到输出第一个 SYNC0 脉冲的时间。

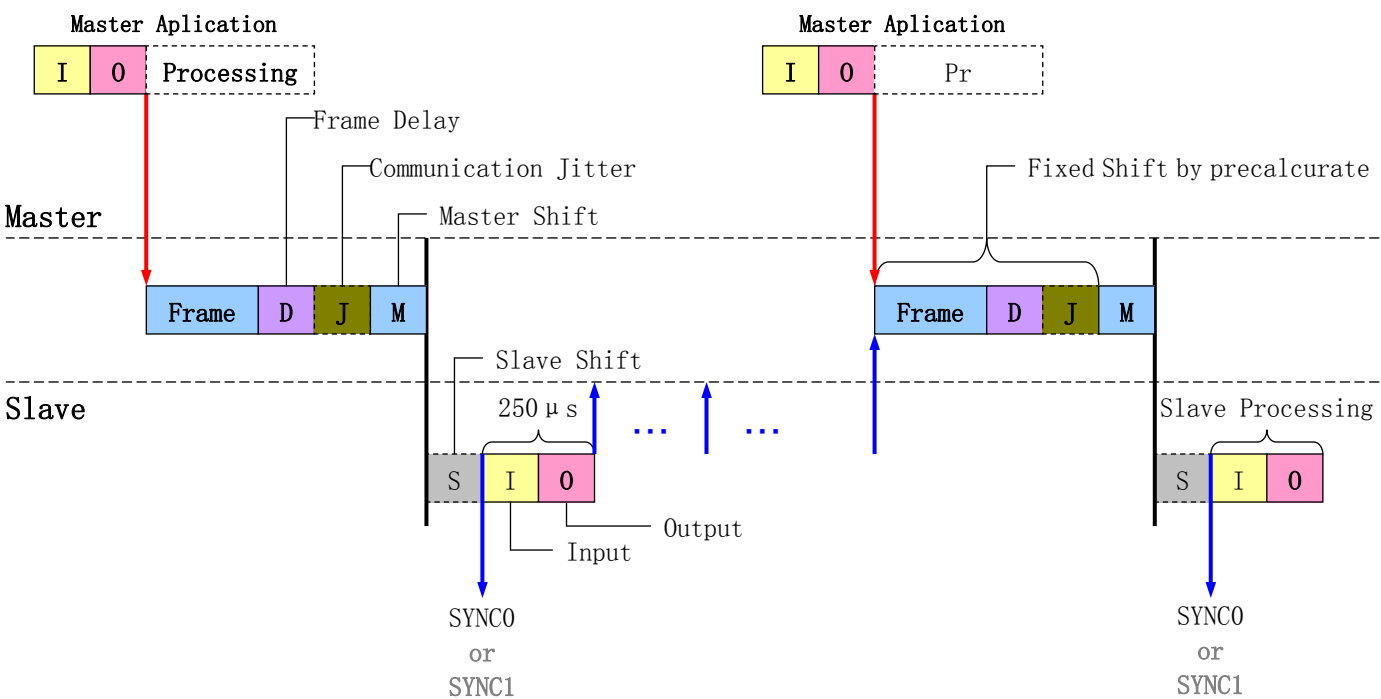
周期动作的开始时间寄存器与下一个 SYNC1 脉冲寄存器可读,以便获取下一个输出事件时间。

4.9 通信时序

EtherCAT 同步处理通过主站及从站内部的 EtherCAT 设备独立进行。同步模式的标准通信方式有以下三种。

- 1) 自由运行模式
从站应用与 EtherCAT 同步信号不同步。(非同步模式)
- 2) SM 事件同步模式
传输周期输出时从站应用与 SM2 事件同步, 只传输周期输入时, 从站应用与 SM3※事件同步。
※本驱动器不支持与 SM3 事件同步。
- 3) SYNC 事件同步模式
从站应用与 SYNC0 或 SYNC1 事件同步。

通过 CoE 对象字典 0x1C32 及 0x1033 的子索引的组合可识别同步模式。使用 DC 的通信时序如下图所示。



按照 DC 时序进行的通信

- **Frame**
通信帧, 数据帧传输时间 (80ns/Byte+5 μs)
- **Frame Delay(Communication Delay)**
EtherCAT从站的数据传输延迟时间 (电缆延迟约5ns/m, 100BASE-TX时约1 μs)
- **Jitter(Communication Jitter)**
一般指受主站性能影响的帧开始送信抖动时间。(Cycle Time Jitter)
- **Cycle Time Jitter**
周期时间抖动, 为应用规格, 由从站及主站系统 (硬件) 决定。
在此例中, 预留的抖动时间为周期时间的10%。

4 章 接口

- **Master Shift(Communication Master)**

主站内部的调整转换时间, 用于调整主站中的必要处理时间。

- **Slave Shift**

EtherCAT从站到开始处理时的延迟时间, (MODELNO. PB EtherCAT驱动器为“0”。)

- **Input or Output**

从站的Input用于输入和处理EtherCAT通信的RxPDO, Output用于TxPDO的输出。

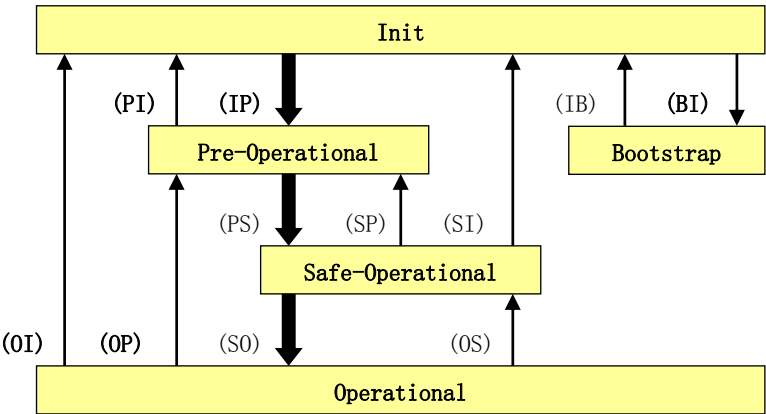
4. 10 EtherCAT 状态机 (ESM)

ESM 中包含 EtherCAT 中规定的各种状态。

- Init (初始化)
- Pre-Operational (预运行)
- Safe-Operational (安全运行)
- Operational (运行)
- Bootstrap (引导状态)

4. 10. 1 ESM

ESM 状态的改变由主站发起。
主站通过向从站的 AL 控制寄存器中写入希望变更的新 ESM, 要求变更状态。从站响应此指令, 执行所请求的指令转换, 并将状态转换是否成功的结果写入本地的 AL 状态中。
若请求的状态转换失败, 从站将给出错误标志 (Error Flag)。



ESM 状态转化关系图

状态迁移及本地管理服务

迁移 标记	Direction ⇒	本地管理 服务
IP	INIT TO PREOP	开始邮箱通信
PI	PREOP TO INIT	停止邮箱通信
PS	PREOP TO SAFEOP	开始输入更新
SP	SAFEOP TO PREOP	停止输入更新
SO	SAFEOP TO OP	开始输出更新
OS	OP TO SAFEOP	停止输出更新
OP	OP TO PREOP	停止输出更新, 停止输入更新
SI	SAFEOP TO INIT	停止输入更新, 停止邮箱通信
OI	OP TO INIT	停止输出更新, 停止输入更新。停止邮箱通信
IB	INIT TO BOOT	开始固件升级(FoE) 启动引导状态模式
BI	BOOT TO INIT	停止固件升级(FoE) 重启设备

4.10.2 状态

- Init 状态
初始化状态定义了主站与从站在应用层的初始通信关系。
在应用层中, 主站与从站间不可以直接通信。
主站使用“Init”状态进行从站配置寄存器的初始化设置。
从站支持邮箱通信服务时, 将按“Init”状态执行对应的SM设置。
- Pre-Operational 状态
在预运行状态下, 若从站支持可选邮箱, 则可进行邮箱通信。
主站与从站可以使用邮箱来进行应用配置的初始化及参数的变更。此状态下不允许过程数据通信。
- Safe-Operational 状态
在安全操作状态下, 从站应用除去不处理的输出数据, 传输实际输入数据, 输出处在“安全状态”。
- Operational 状态
运行状态中, 从站应用发出输入数据, 主站应用发出输出数据。
- Bootstrap 状态
引导状态下, 从站应用可以接收通过FoE(File access Over EtherCAT)协议下载的新固件。

5章

EtherCAT 数据链路层

本章将对 EtherCAT 数据链路层进行说明。

5.1 设备寻址	5-1
5.1.1 地址空间概要	5-1
5.1.2 寄存器写入操作作用阴影缓存区	5-1
5.1.3 EtherCAT 从站控制器的功能块	5-2
5.2 地址空间	5-3
5.2.1 ESC 信息	5-5
5.2.2 站地址	5-6
5.2.3 写入保护	5-6
5.2.4 ESC 数据链路层	5-7
5.2.5 应用层	5-10
5.2.6 过程数据接口 (PDI)	5-13
5.2.7 中断	5-14
5.2.8 错误计数器	5-18
5.2.9 看门狗	5-19
5.2.10 EEPROM 接口/ESI (从站信息接口)	5-20
5.2.11 MII 管理器接口	5-21
5.2.12 FMMU [7:0] (现场总线内存管理单元)	5-24
5.2.13 SyncManager (SM[7:0])	5-26
5.2.14 分布式时钟 (DC)	5-29
5.2.15 DC-时间环路控制单元	5-34
5.2.16 ESC 标准寄存器	5-42
5.3 EEPROM 映射	5-45
5.3.1 地址空间概要	5-45
5.3.2 地址空间定义	5-45
5.3.3 从站信息接口种类	5-50

5 章 EtherCAT 数据链路层

5.1 设备寻址

5.1.1 地址空间概要

从站设备的配址由已设置的站地址或站别名地址的节点地址进行, 配址方式为自动递增配址。

■ 位置地址/自动递增地址

数据报保持为已配址从站位置地址的负值, 各从站地址逐渐递增。

读取到地址“0”的从站将被配址, 并接收数据。

位置地址主要用于在启动EtherCAT系统时通过扫描现场总线把握系统的连接状况。

■ 节点地址/站地址设置及站别名设置

站地址在启动时由主站进行分配, 不能通过EtherCAT从站进行更改。站别名的参数将保存在ESI EEPROM中, 可以通过EtherCAT从站进行变更。设置站别名必须经过主站许可。只有站地址或站别名与节点地址相符时, 才会开始执行相应的命令动作。

MODEL NO. PB EtherCAT 从站驱动器的每个 ESC 设备中从站都有一个 14 位的本地地址空间, 地址 0x0000:0x0FFF 为 EtherCAT 寄存器专用, 地址 0x1000:0x2FFF 可作为进程内存使用。

本地地址通过 EtherCAT 数据报的 16 位 Offset 地址进行配址。

进程内存空间可作为 PDO 接口、SD0(邮箱)接口等用于应用程序通信。

5.1.2 寄存器写入操作作用阴影缓存区

ESC 中有寄存器 (0x0000~0x0F7F) 写入操作作用阴影缓存区。

数据帧的写入数据保存在阴影缓存区中。数据帧被正常接收时, 阴影缓存区中的数据将输出到有效的寄存器中。其他情况下不输出阴影缓存区中的数据。

执行此操作后, 寄存器将在接收到 EtherCAT 数据帧的 FCS 后立即开始使用新数据。

同时 SyncManager 在数据帧被正常接收后更新缓存区。

由于用户内存及进程内存中没有阴影缓存区, 因此访问该区域后将立即响应。若将 SM 设置为用户内存或进程内存, 则写入数据将存入内存中。

但是, 发生错误时不更新缓存区。

5.1.3 EtherCAT 从站控制器的功能块

■ EtherCAT 接口 (Ethernet/EBUS)

EtherCAT接口或端口用于连接ESC与主站及其他EtherCAT从站。

MAC子层对于ESC必不可少, 物理层使用Ethernet或EBUS。

EBUS用物理层直接连到ASIC。Ethernet端口为将Ethernet PHY外接到ESC的MII端口上。

EtherCAT的传输速率为符合全双工通信要求的100Mbit/s。链路状态及通信状态将反馈给监控设备。

MODEL NO. PB EtherCAT从站驱动器支持两个端口, 逻辑端口分别为0与1。

■ EtherCAT 处理单元

EtherCAT处理单元 (EPU) 接收、分析并处理EtherCAT数据帧。

处理单元逻辑上被分配在端口0及端口1间。EPU除包括EtherCAT从站的主功能模块外还包括端口转发、回环及PDI。

5 章 EtherCAT 数据链路层

5.2 地址空间

MODEL NO. PB EtherCAT 驱动器中有 12kByte 的地址空间。其中下位 4kByte (0x0000~0x1000) 用于配置所有 EtherCAT 产品通用的配置寄存器。

MODEL NO. PB EtherCAT 驱动器过程数据用 RAM 空间为 0x1000 到 0x2FFF 的 8kByte。

地址空间列表如下所示。

地址空间列表(表 1)

Address	长度 (Byte)	说 明	Address	长度 (Byte)	说 明
ESC 信息			看门狗		
0x0000	1	类型	0x0400:0x0401	2	看门狗分配器
0x0001	1	版本	0x0410:0x0411	2	看门狗时间 PDI
0x0002:0x0003	2	结构	0x0420:0x0421	2	看门狗时间 过程数据
0x0004	1	支持 FMMU	0x0440:0x0441	2	看门狗状态 过程数据
0x0005	1	支持 SyncManager	0x0442	1	看门狗计数器 过程数据
0x0006	1	RAM 大小	0x0443	1	看门狗计数器 PDI
0x0007	1	端口描述符	EEPROM 接口 (ESI)		
0x0008:0x0009	2	支持 ESC 特征	0x0500	1	EEPROM 设置
站地址			0x0501	1	EEPROM PDI 访问状态
0x0010:0x0011	2	站地址设置	0x0502:0x0503	2	EEPROM 控制/状态
0x0012:0x0013	2	站别名设置	0x0504:0x0507	4	EEPROM 地址
写入保护			0x0508:0x050F	4/8	EEPROM 数据
0x0020	1	写入寄存器使能	MII 管理界面 (ESI)		
0x0021	1	写入寄存器保护	0x0510:0x0511	2	MII 管理控制/状态
0x0030	1	ESC 写入使能	0x0512	1	PHY 地址
0x0031	1	ESC 写入保护	0x0513	1	PHY 寄存器地址
数据链路层			0x0514:0x0515	2	PHY 数据
0x0040	1	ESC 重置	FMMU (现场总线内存管理单元)		
0x0100:0x0103	4	ESC DL 控制	0x0600:0x06FF	8x16	FMMU [7:0]
0x0108:0x0109	2	物理读取/写入偏移	+0x0:0x3	4	逻辑起始地址
0x0110:0x0111	2	ESC DL 状态	+0x4:0x5	2	长度
应用层			+0x6	1	逻辑起始位
0x0120:0x0121	2	AL 控制	+0x7	1	逻辑停止位
0x0130:0x0131	2	AL 状态	+0x8:0x9	2	物理起始地址
0x0134:0x0135	2	AL 状态编码	+0xA	1	物理起始位
过程数据接口 (PDI)			+0xB	1	类型
0x0140:0x0141	2	PDI 控制	+0xC	1	启用
0x0150	1	SYNC/LATCH PDI 设置	+0xD:0xF	3	保留
0x0151:0x0153	3	扩展 PDI 设置	SyncManager (SM)		
中断			0x0800:0x087F	8x8	SM [7:0]
0x0200:0x0201	2	ECAT 中断屏蔽	+0x0:0x1	2	物理起始地址
0x0204:0x0207	4	AL 事件掩码	+0x2:0x3	2	长度
0x0210:0x0211	2	ECAT 中断请求	+0x4	1	控制寄存器
0x0220:0x0223	4	AL 事件请求	+0x5	1	状态寄存器
错误计数器			+0x6	1	启用
0x0300:0x0307	4x2	Rx 错误计数 [3:0]	+0x7	1	PDI 控制
0x0308:0x030B	4x1	传输 Rx 错误计数器 [3:0]			
0x030C	1	ECAT 处理装置错误计数器			
0x030D	1	PDI 错误计数器			
0x0310:0x0313	4x1	丢失链路计数器 [3:0]			

✓ 列表中未列出的地址被保留, 无法写入数据。读取访问保留的地址时将返回“0”。

地址空间列表(表 2)

Address	长度 (Byte)	说 明	Address	长度 (Byte)	说 明
分布式时钟 (DC)			DC-Latch 输入单元		
0x0900:0x09FF	–	分布式时钟 (DC)	0x09A8	1	Latch0 控制
0x0900:0x0903	4	收信时间端口 0	0x09A9	1	Latch1 控制
0x0904:0x0907	4	收信时间端口 1	0x09AE	1	Latch0 状态
0x0908:0x090B	4	收信时间端口 2	0x09AF	1	Latch1 状态
0x090C:0x090F	4	收信时间端口 3	0x09B0:0x09B7	4/8	Latch0 上升沿时间
DC-时间环控制单元			0x09B8:0x09BF	4/8	Latch0 下降沿时间
0x0910:0x0917	4/8	系统时间	0x09C0:0x09C7	4/8	Latch1 上升沿时间
0x0918:0x091F	8	ECAT 处理单元接收时间	0x09C8:0x09CF	4/8	Latch1 下降沿时间
0x0920:0x0927	4/8	系统时间偏移	DC-SyncManager 事件时间		
0x0928:0x092B	4	系统时间延迟	0x09F0:0x09F3	4	ECT 缓存区更改事件时间
0x092C:0x092F	4	系统时间差	0x09F8:0x09FB	4	PDI 缓存区启动事件时间
0x0930:0x0931	2	记速器启动	0x09FC:0x09FF	4	PDI 缓存区更改事件时间
0x0932:0x0933	2	计速器差	ESC 规范寄存器		
0x0934	1	系统时间差滤波器深度	0x0E00:0x0EFF	256	ESC 规范寄存器
0x0935	1	计速器滤波器深度	数字输入输出		
DC-周期单元控制			0x0F00:0x0F03	4	数字 I/O 输出数据
0x0980	1	周期单元控制	0x0F10:0x0F11	2	通用输出
DC-SYNC 输出单元			0x0F18:0x0F19	2	通用输入
0x0981	1	启用	用户 RAM		
0x0982:0x0983	2	SYNC 信号脉冲长度	0x0F80:0x0FA1	33	ESC 扩展信息
0x098E	1	SYNC0 状态	0x0FC0:0x0FFF	64	用户 RAM
0x098F	1	SYNC1 状态	过程数据 RAM		
0x0990:0x0997	4/8	开始时间周期操作/ 下一个 SYNC0 脉冲	0x1000:0x2FFF	8192	过程数据 RAM
0x0998:0x099F	4/8	下一个 SYNC1 脉冲			
0x09A0:0x09A3	4	SYNC0 周期时间			
0x09A4:0x09A7	4	SYNC1 周期时间			

2 个字节以上的寄存器, 最低位地址为 LSB, 最高位地址为 MSB。

5 章 EtherCAT 数据链路层

寄存器说明

5.2.1 ESC 信息

类型

Address	bit	说 明	Master	Slave	Length	初始值
0x0000	7:0	EtherCAT 控制器 类型	R/-	R/-	1Byte	0x11

版本

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0001	7:0	EtherCAT 控制器版本	R/-	R/-	1Byte	0x00

结构

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0002 - 0x0003	15:0	EtherCAT 结构	R/-	R/-	2Byte	0x0000

支持 FMMU

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0004	7:0	支持 EtherCAT 从站驱动器 FMMU 通道编号	R/-	R/-	1Byte	0x08

支持同步管理器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0005	7:0	支持 EtherCAT 从站驱动器 SM 通道编号	R/-	R/-	1Byte	0x08

RAM 大小

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0006	7:0	支持 EtherCAT 从站驱动器 RAM 大小 (KByte)	R/-	R/-	1Byte	0x08

端口结构

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0007	1:0	Port 0	端口结构 00:未使用, 10:EBUS, 11:MII	R/-	R/-	1Byte	0x0F
	3:2	Port 1					
	7:4	Reserved					

支持 ESC 结构

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0008 - 0x0009	0	FMMU 操作	0:bit 适用, 1:Byte 适用	R/-	R/-	2Byte	0x00FC
	1	Reserved					
	2	DC	0:不可用, 1:利用可能				
	3	DC 宽度	0:32bit 宽度, 1:64bit 宽度				
	4	降低 EBUS 抖动	0:不可用, 标准抖动 1:不可用, 减少抖动				
	5	EBUS 加强链路检出	0:不可用 1:可用				
	6	MII 加强链路检出	0:不可用 1:可用				
	7	FCS 错误分开处理	0:不支持 1:支持 (错误的数据帧及追加的半字节不在传输 RX 错误计数器中计算)				
	15:8	Reserved					

5.2.2 站地址

站地址设置

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0010 - 0x0011	15:0	在节点寻址模式中使用 设置节点地址。	R/W	R/-	2 Byte	0x0000

站别名地址设置

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0012 - 0x0013	15:0	别名地址用于设置节点地址。 由 DL 控制器 bit24(0x0100.24) 激活。 ※ 从 EEPROM 0x0004 下载	R/-	R/W	2 Byte	0x0000 ※

5.2.3 写入保护

本驱动器搭载的 ESC 用于保护 ESC 全体及写入保护寄存器。
写入保护寄存器详情如下所示。

写入保护寄存器

Register Address	名 称	说 明
0x0020	Write Register Enable	暂时解除写入保护寄存器
0x0021	Write Register Protection	激活写入保护寄存器
0x0030	ESC Write Enable	暂时解除ESC写入保护
0x0031	ESC Write Protection	激活ESC写入保护寄存器

■ 寄存器写入保护

寄存器写入保护将对除0x0020及0x0030以外的寄存区(0x0000~0x0FFF)进行写入保护。激活寄存器写入保护时(0x0021.0=1),在对寄存器进行写入操作前,必须将寄存器写入操作使能位(0x0020.0)设置到同一数据帧中。

停用寄存器写入保护时也是如此。

其他情况下的寄存器写入操作无效。

■ ESC 写入保护

启用ESC写入保护后,将禁用对除0x0020及0x0030以外的任何区域的写入访问。

激活ESC写入保护时(0x0031.0=1),在进行任何写入操作前必须先将ESC写入操作使能位(0x0030.0)设置到同一数据帧中。

停用ESC写入保护时也是如此。

其他情况下的写入操作无效。

如果同时激活了寄存器写入保护与ESC写入保护(不建议),两个使能位也必须在任何写入操作前进行设置。

5 章 EtherCAT 数据链路层

激活写入寄存器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0020	0	激活写入寄存器保护后, 在允许其他写入操作对本站进行操作前, 同一以太网数据帧(任意值)必须先对其进行写入操作。数据帧写入后, 若写入寄存器保护未发生变更, 则写入保护继续有效。	-/W	-/-	1 Byte	0x00
	7:1	Reserved	-/-			

写入寄存器保护

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0021	0	写入寄存器保护 0: 保护无效 1: 保护有效	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	7:1	Reserved	R/-			

激活 ESC 写入操作

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0030	0	激活 ESC 写入保护后, 在允许其他写入操作对本站进行写入操作前, 同一以太网数据帧(任意值)必须先对此寄存器进行写入操作。数据帧写入后, 若 ESC 写入保护寄存器为未发生变更, 则 ESC 写入保护继续有效。	-/w	-/-	1 Byte	0x00
	7:1	Reserved	-/-			

ESC 写入保护

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0031	0	写入寄存器保护 0: 保护无效 1: 保护有效	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	7:1	Reserved	R/-			

5.2.4 ESC 数据链路层

■ 重置 ESC

通过EtherCAT 主站可以对MODEL NO. PB EtherCAT从站驱动器搭载的ESC进行硬件重置。进行重置操作时, 需要将3个特别的序列及连续的数据帧传输到从站的ESC重置寄存器(0x0040)中。顺利传输数据后从站ESC将被重置。

由于重置操作后数据链断开, 因此所有输出的数据帧可能不能再次传回给主站。

重置 ESC

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0040	7:0	写入 0x52(“R”)、0x45(“E”)、0x53(“S”)及 3 个数据帧到该寄存器后进行重置操作。	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	1:0	写入数值表示重置过程的顺序: 写入 0x52 后返回 0x01, 写入 0x45, 0x53 后返回 0x02, 其他将返回 0x00。				

5.2 地址空间

DL 控制

Address	bit	说 明	Master	Slave	Length	初始值
0x0100 - 0x0103	0	传输规则 0:EtherCAT 数据帧将被处理。其他数据将不经过处理直接传输 1:EtherCAT 数据帧将被处理 源 MAC 地址发生变更(本地管理地址的 SOURCE_MAC[1] 设置到 1)非 EtherCAT 数据帧将被废弃	R/W	R/-	4 Byte	0x01
	1	寄存器 0x101 临时设置 0:恒常使用 1:使用约 1sec 后,恢复之前的设置				
	7:2	Reserved	R/-			
	9:8	环路端口 0 00:自动 ⇒通过” link down” 闭环、“link up” 开环 01:自动闭环 ⇒使用 “link down” 闭环,使用 “link up” 后写入 01 开环 10:保持开环 11:保持闭环	R/W	R/-		0x00
		环路端口 1 00:自动 ⇒通过 “link down” 闭环、“link up” 开环 01:自动闭环⇒使用 “link down” 闭环,使用 “link up” 后写入 01 开环 10:保持开环 11:保持闭环				
	15:12	Reserved	R/-			
	18:16	RX FIFO 大小 (ESC 的开始传输将延迟到 FIFO 半满。) RX FIFO 大小/RX Delay 延迟缩短 0: EBUS:-50ns , MII:-40ns 1: EBUS:-40ns , MII:-40ns 2: EBUS:-30ns , MII:-40ns 3: EBUS:-20ns , MII:-40ns 4: EBUS:-10ns , MII:No change 5: EBUS:No change , MII:No change 6: EBUS:No change , MII:No change 7: EBUS:default , MII:default FIFO 能降低的大小取决于主从站等 Ethernet 设备及 ESC 时钟源的精度。 初始值为 “7” 的 RX FIFO 大小需要 100ppm 的精度。 FIFO 大小为 “0” 时可以对应 25ppm 的精度。 (1518/1522 的数据帧大小)	R/W	R/-		0x07
		EBUS Low 防抖 0:标准抖动 1:减小抖动				
	23:20	Reserved	R/-			
	24	站别名 0:忽略站别名 1:别名可用于所有地址的设置命令类型	R/W	R/-		0x00
	31:25	Reserved	R/-			

5 章 EtherCAT 数据链路层

物理读取/写入偏移

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0108 – 0x0109	15:0	读取地址与写入地址间的读取/写入命令偏移 (FPWR, APR/W) RD_ADR=ADR and WR_ADR=ADR+R/W-Offset	R/W	R/-	2 Byte	0x0000

DL 状态

Address	bit	说 明	Master	Slave	Length	初始值
0x0110 – 0x0111	0	PDI 操作/EEPROM 正常加载 0: EEPROM 未加载 无法访问过程数据 RAM 因此不能进行 PDI 操作。 1: EEPROM 正常加载 过程数据 RAM 的 PDI 操作正常。	R/-	R/-	2 Byte	–
	1	PDI 看门狗状态 0: 看门狗无效 1: 重新加载看门狗				
	2	加强链路检出※EEPROM ADR0x0000.9 0: 未启动 只使用上电后或重置后第一次加载的 EEPROM 数据 1: 启动				
	3	Reserved				
	4	端口 0 链接 0: 未连接 1: 链路检出				
	5	端口 1 链接 0: 未连接 1: 链路检出				
	7:6	Reserved				
	8	环路端口 0 0: 开 1: 关	R/-	R/-		–
	9	端口 0 通信 0: 未建立通信 1: 已建立通信				
	10	环路端口 1 0: 开 1: 关				
	11	端口 1 通信 0: 未建立通信 1: 已建立通信				
	12	Reserved(环路端口 2) 1: 关(固定)				
	13	Reserved(端口 2 通信) 0: 未建立通信(固定)				
	14	Reserved(环路端口 3) 1: 关(固定)				
	15	Reserved(端口 3 通信) 0: 未建立通信(固定)				

5.2.5 应用层

■ EtherCAT 状态机 (ESM) 寄存器

状态机通过ESC寄存器进行控制、监视。
主站通过写入AL控制寄存器请求变更状态。
从站将状态表示在AL状态寄存器中, 并将错误编码设置在AL状态编码寄存器中。

EtherCAT 状态机 (ESM) 寄存器		
Register Address	名 称	说 明
0x0120:0x0121	AL Control	主站发出的ESM请求
0x0130:0x0131	AL Status	从站应用程序的AL状态
0x0134:0x0135	AL Status Code	从站应用程序输出的错误编码
0x0140.8	PDI Control	设备响应的设置

✓ PDI 控制寄存器通过上电的 EEPROM(I2C) 进行设置。

■ AL 控制、AL 状态寄存器

向AL控制寄存器 (0x0120:0x0121) 中写入数据后, 从站开始变更ESM的状态。从站当前的状态将反映在AL状态寄存器 (0x0130:0x0131) 中。

■ 设备仿真

未搭载微控制器的从站由于无法通过自身变更ESM, 需要通过将设备仿真 (0x0140.8) 设置为 “1”, 把AL控制寄存器中的设置数据直接复制到AL状态寄存器中。
进行该项设置时, 若主站将错误指示Ack位中的错误位设置为 “1”, 则即使未发生错误错误指示位也将为 “1”, 因此请勿进行该项操作。
MODEL NO. PB EtherCAT从站驱动器中设备仿真:0x0140.8=0。

5 章 EtherCAT 数据链路层

AL 控制

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0120 - 0x0121	3:0	ESM 状态迁移	1: “Init State” 请求 2: “Pre-Operational State” 请求 3: “Bootstrap State” 请求 4: “Safe-Operational State” 请求 8: “Operational State” 请求	R/(W)	R/-	2 Byte	0x0001
	4	错误指示 Ack	0: 对 AL 状态寄存器的 bit4 错误指示采取 No Ack 对策 1: 对 AL 状态寄存器的 bit4 错误指示=1 采取 Acknowledge 对策				
	15:5	Reserved					

- ✓ 0x0140. 8=0 时, 为使 AL 控制寄存器进行类似 Mailbox 操作, PDI 必须在 ECAT 写入后, 写入 AL 控制寄存器。否则 ECAT 无法再次写入 AL 控制寄存器。
- ✓ 0x0140. 8=1 时, 可以写入 AL 控制寄存器, 寄存器中的内容将复制到 AL 状态寄存器中。

AL 状态

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0130 - 0x0131	3:0	ESM 状态	1: ” Init State” 2: ” Pre-Operational State” 3: ” Bootstrap State” 4: ” Safe-Operational State” 8: ” Operational State”	R/-	R/(W)	2 Byte	0x0001
	4	错误指示	0: 从站处于被请求的状态下, 或由于 AL 控制的 bit4 错误指示器 Ack=1 被清零。 1: 从站未进入被请求状态, 或由于本地操作导致状态改变。				
	15:5	Reserved					

- ✓ 只有在 0x0140. 8=0 时可以写入 AL 状态寄存器, =1 时将返回 AL 控制寄存器数据。

■ 错误指示及 AL 状态编码寄存器

通过设置错误指示标识 (0x0130. 4=1), 从站将表示包括ESM迁移在内的错误, 并将错误内容写入AL状态编码寄存器 (0x0134:0x0135)。

主站通过设置错误指示Ack标识 (0x0120. 4) 确认从站错误指示标识。AL状态编码列表如下所示。

5.2 地址空间

AL 状态编码器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0134 - 0x0135	15:0	AL 状态编码:从站通过设置错误指示标识(0x0130.4=1),从站将表示包括 ESM 迁移在内的错误,并将错误内容写入此寄存器。主站通过设置错误指示 Ack 标识(0x0120.4),确认从站错误指示标识。	R/-	R/W	2 Byte	0x0000
	编码	概要	发生时的 ESM		移行 ESM	
	0x0000	无错误	所有 ESM		当前 ESM	
	0x0001	Unspecified error	所有 ESM		所有 ESM	
	0x0002	NO MEMORY	所有 ESM		当前 ESM	
	0x0011	移行到无效的ESM的请求	0→B, S→B, P→B, I→S, I→0, P→0		当前ESM + E	
	0x0012	对不存在的ESM的请求	所有ESM		当前ESM + E	
	0x0013	不支持Bootstrap模式	I→B		I + E	
	0x0014	无效固件	I→P		I + E	
	0x0015	无效的mailbox设置	I→B		I + E	
	0x0016	无效的mailbox设置	I→P		I + E	
	0x0017	无效的SM设置	P→S, S→0		当前ESM + E	
	0x0018	可用输入无效	0, S→0		P + E	
	0x0019	无效的输出	0, S→0		S + E	
	0x001A	同步错误	0, S→0		S + E	
	0x001B	SM看门狗	0, S		S + E	
	0x001C	无效SM类型	0, S, P→S		S + E	
	0x001D	输出设置无效	0, S, P→S		S + E	
	0x001E	输入设置无效	0, S, P→S		P + E	
	0x001F	无效的看门狗设置	0, S, P→S		P + E	
	0x0020	需要冷启动从站	所有ESM		当前ESM + E	
	0x0021	需要初始化从站	B, P, S, 0		当前ESM + E	
	0x0022	需要PREOP从站	S, 0		S + E, 0 + E	
	0x0023	需要SAFEOP从站	0		0 + E	
	0x0024	输入映射无效	P→S		P + E	
	0x0025	输出映射无效	P→S		P + E	
	0x0026	设置不一致	P→S		P + E	
	0x0027	不支持自由运行模式	P→S		P + E	
	0x0028	不支持同步模式	P→S		P + E	
	0x0029	未设置自由运行三区缓存模式	P→S		P + E	
	0x002A	BACK GROUND WATCH DOG	S, 0		P + E	
	0x002B	NO VALID INPUTS SAND OUTPUTS	0, S→0		S + E	
	0x002C	FATAL SYNC ERROR	0		S + E	
	0x002D	NO SYNC ERROR	S→0		S + E	
	0x0030	DC SYNC设置无效	0, S→0, P→S		P + E	
	0x0031	DC Latch设置无效	0, S→0, P→S		P + E	
	0x0032	PLL 错误	0, S→0		S + E	
	0x0033	无效的DC IO 错误	0, S→0		S + E	
	0x0034	无效的DC 超时错误	0, S→0		S + E	
	0x0035	DC 无效SYNC周期时间	P→S		P + E	
	0x0036	DC SYNC0 CYCLE TIME	P→S		P + E	
	0x0037	DC SYNC1 CYCLE TIME	P→S		P + E	
	0x0042	MBX_EOE	B, P, S, 0		当前ESM + E	
	0x0043	MBX_COE	B, P, S, 0		当前ESM + E	
	0x0044	MBX_FOE	B, P, S, 0		当前ESM + E	
	0x0045	MBX_SOE	B, P, S, 0		当前ESM + E	
	0x004F	MBX_VOE	B, P, S, 0		当前ESM + E	
	0x0050	不访问EEPROM	B, P, S, 0		当前ESM + E	
	0x0051	EEPROM错误	B, P, S, 0		当前ESM + E	
	0x0061	更新设备识别值	P→S		P + E	

✓ 移行 ESM 列中的“+E”表示错误指示标识=1。

5 章 EtherCAT 数据链路层

5.2.6 过程数据接口 (PDI)

PDI 控制

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0140 – 0x0141	7:0	过程数据接口 8:16 位非同步微控制器接口	R/–	R/–	2 Byte	0x08 ※
	8	设备仿真(AL 状态控制) 0:在从站设置 AL 状态寄存器 1:设置 AL 控制寄存器参数				0x0C ※
	9	增强链路检出 0:禁用 1:启用 使用 MII 端口时为“0”				
	10	DC SYNC 输出单元 0:禁用(省电模式) 1:启用				
	11	DC Latch 输入单元 0:禁用(省电模式) 1:启用				
	15:12	Reserved				

※ EEPROM ADROx0000

8/16 位非同步微控制器设置

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0150	1:0	BUSY 输出设备 BUSY 输出极性 00:推挽输出低电平有效 01:开路漏极低电平有效 10:推挽输出高电平有效 11:开路源极高电平有效	R/–	R/–	1 Byte	0x00 ※
	3:2	IRQ 输出设备 IRQ 输出极性 00:推挽输出低电平有效 01:开路漏极低电平有效 10:推挽输出高电平有效 11:开路源极高电平有效				
	4	BHE 极性 0:低电平有效 1:高电平有效				
	6:5	Reserved				
	7	RD 极性 0:低电平有效 1:高电平有效				

※ EEPROM ADROx0001

SYNC/Latch PDI 设置

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0151	1:0	SYNC0 输出设备/极性 00:推挽输出低电平有效 01:开路漏极低电平有效 10:推挽输出高电平有效 11:开路源极高电平有效	R/–	R/–	1 Byte	0xCC ※
	2	SYNC0/Latch0 设置 0:LATCH0 输入 1:SYNC0 输出				
	3	AL 事件请求寄存器(0x0220.2)的 SYNC0 映射 0:禁用 1:启用				
	5:4	SYNC1 输出设备/极性 00:推挽输出低电平有效 01:开路漏极低电平有效 10:推挽输出高电平有效 11:开路源极高电平有效				
	6	SYNC1/Latch1 设置 0:LATCH1 输入 1:SYNC1 输出				
	7	AL 事件请求寄存器(0x0220.3)的 SYNC1 映射 0:禁用 1:启用				

※ EEPROM ADROx0001

非同步微控制器扩展设置

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0152 – 0x0153	0	读取 BUSY 延迟 0:正常读取 BUSY 输出 1:延迟读取 BUSY 输出	R/–	R/–	2 Byte	0x0000 ※
	15:1	Reserved				

※ EEPROM ADROx0003

5.2.7 中断

ESC 支持两种类型的中断:AL 事件请求 (PDI 中断) 及 ECAT 帧中断。

AL 事件请求用于中断微控制器, 通过从站进行设置。

ECAT 中断用于 EtherCAT 主站, 通过主站进行设置。

DC 同步信号也可以作为微控制器的中断信号。

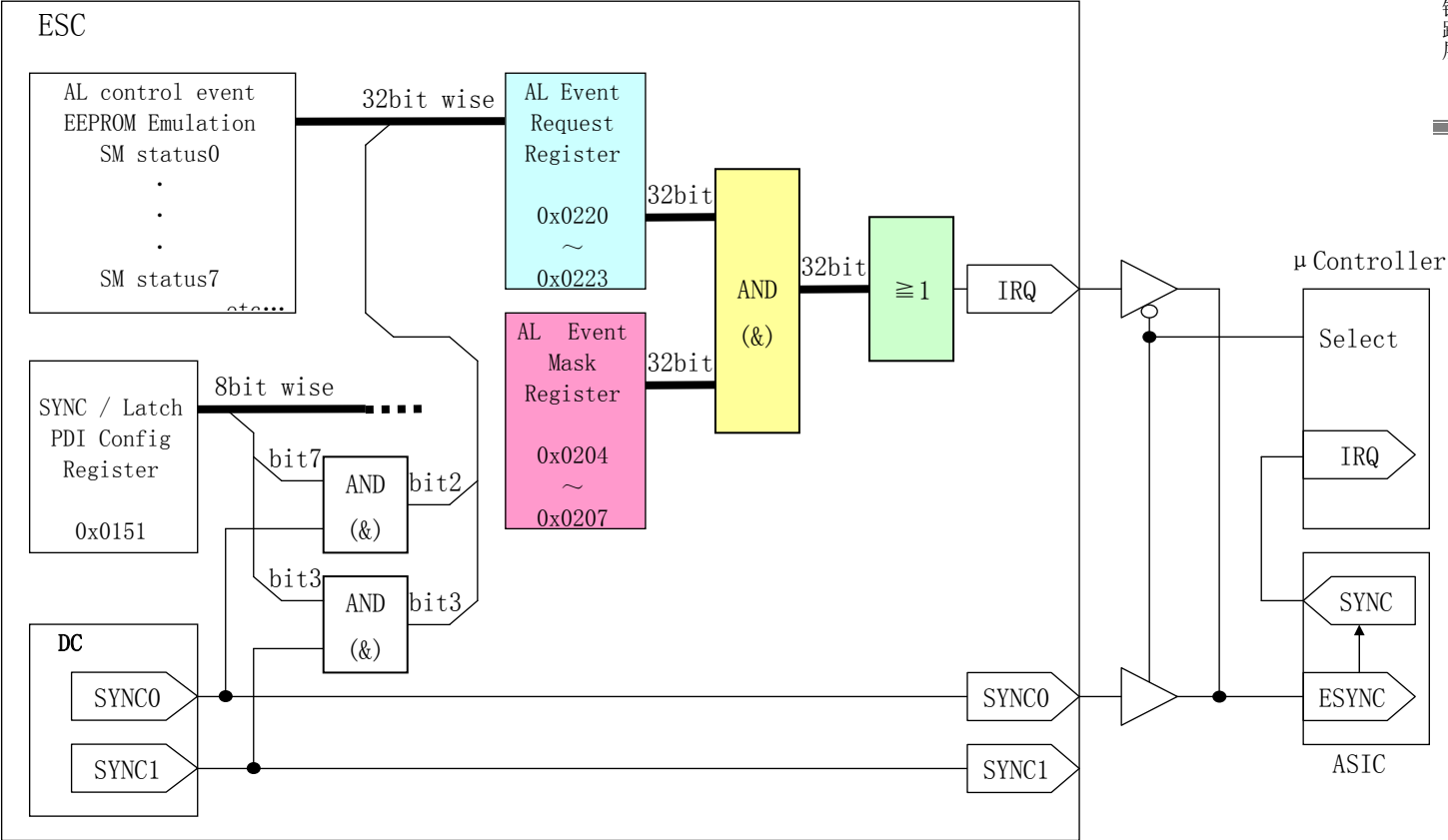
■ AL 事件请求 (PDI 中断)

AL事件请求使用IRQ/SPI_IRQ等PDI中断请求信号通知微控制器。

计算出AL事件请求寄存器 (0x0220:0x0223) 与AL事件掩码寄存器 (0x0204:0x0207) 的逻辑或(AND)后, 将结果通过逻辑和(OR)作为IRQ输出。

IRQ的输出设备特性通过使用SYNC/LATCH PDI配置寄存器 (0x0151) 进行设置。

AL事件掩码寄存器用于同步信号或作为SM收信完成信号等用于从站微控制器中。



PDI 中断信号结构

DC 同步信号可通过以下两种方式作为中断输出使用。

5 章 EtherCAT 数据链路层

- 将 SYNC 信号映射到 AL 事件请求寄存器 (SYNC/Latch PDI 配置寄存器:0x0151)的 bit3 与 bit7 中。按照 AL 事件掩码寄存器 (0x0204:0x0207) 中对应的中断许可设置, ESC 输出 1 个 IRQ 信号对微控制器进行中断操作。
此 IRQ 信号有最大为 40ns 的延迟。
- DC 同步信号 (SYNC0/1) 直接与从站的中断输入连接。在 DC 同步模式中, 通过此信号进行同步操作。SYNC0/1 同步信号输出延迟为最大 12ns。

从站的 AL 事件请求寄存器详情如下。

AL 事件请求寄存器		
Register Address	名 称	说 明
0x0150	PDI Configuration	IRQ设备特性(取决于从站电路)
0x0151	SYNC/LATCH PDI Configuration	映射DC同步信号到中断
0x0204:0x0207	AL Event Mask	掩码寄存器 (AL事件信号掩码)
0x0220:0x0223	AL Event Request	中断发生监视器
0x0804+N×8	SyncManager Control	SM事件中断映射

✔ 部分寄存器在初始化时通过 EEPROM 进行设置。

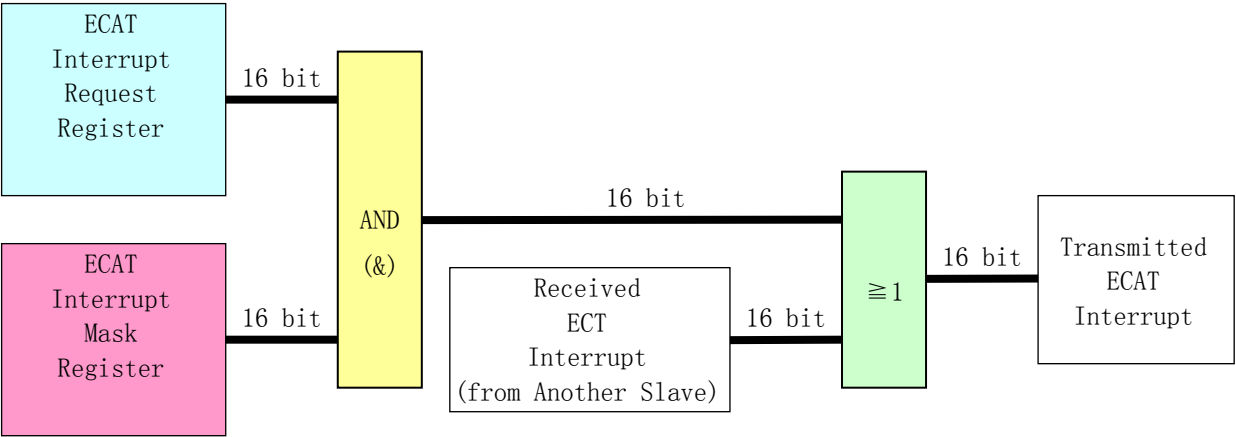
■ ECAT 中断 (EtherCAT 中断)

ECAT中断用于向EtherCAT主站通知从站事件, 使用EtherCAT数据报的IRQ区。

取ECAT中断请求寄存器 (0x0210:0x0211) 与ECAT中断掩码寄存器 (0x0200:0x0201) 的逻辑和 (AND) 后, 将得出的中断位通过逻辑或 (OR) 与ECAT IRQ区合并并作为ECAT IRQ输出写入ECAT IRQ区。

主站使用ECAT中断掩码寄存器, 允许选择主站应用程序中需要的中断。

但是, 由于所有从站都使用同一个IRQ区, 主站将无法识别中断来自哪个从站。



ECAT 中断信号结构

ECAT 中断中使用的寄存器如下所示。

ECAT 中断用寄存器

Register Address	名 称	说 明
0x0200:0x0201	ECAT Interrupt Mask	ECAT中断掩码寄存器
0x0210:0x0211	ECAT Interrupt Request	保留中断(中断发生监视器)
0x0804 +N*8	SyncManager Control	SM事件中断映射

5 章 EtherCAT 数据链路层

ECAT 中断掩码

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0200 – 0x0201	15:0	用于 EtherCAT 帧的 ECAT IRQ 区, ECAT 中断请求事件的 ECAT 中断掩码设置 0:相应的 ECAT 中断请求寄存器位不映射 1:相应的 ECAT 中断请求寄存器位映射	R/W	R/-	2 Byte	0x0000

AL 事件掩码

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0204 – 0x0207	31:0	用于映射 PDI IRQ 信号, AL 事件请求寄存器的掩码设置 0:相应的 ECAT 中断请求寄存器位不映射 1:相应的 ECAT 中断请求寄存器位映射	R/-	R/W	4 Byte	0x000000FF – 0x0000FF0F

ECAT 中断请求

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0210 – 0x0211	0	锁存事件 (读取锁存时间寄存器的 1 字节清零位) 0:无新锁存事件输入 1:锁存事件	R/-	R/-	2 Byte	0x0000
	1	Reserved				
	2	DL 状态事件 (读取 DL 状态清零位) 0:DL 状态无改变 1:DL 状态发生变化				
	3	AL 状态事件 (读取 AL 状态清零位) 0:AL 状态无改变 1:AL 状态发生变化				
	4	各 SM 状态镜像值 0:无 SM 通道 0 事件 1:SM 通道 0 事件待处理				
	...	...				
	11	各 SM 状态镜像值 0:无 SM 通道 7 事件 1:SM 通道 7 事件待处理				
	15:12	Reserved				

AL 事件请求

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0220 – 0x0223	0	AL 控制时间 (读取 AL 控制寄存器清零位) 0:AL 控制寄存器无变化 1:主站写了 AL 控制寄存器	R/-	R/-	4 Byte	0x00000000
	1	锁存事件 (读取锁存事件时间清零位) 0:锁存输入无变化 1:锁存输入至少改变 1 次				
	2	0x0151. 3=1 时的 SYNC0 状态 (读取 SYNC0 状态清零位)				
	3	0x0151. 7=1 时的 SYNC1 状态 (读取 SYNC1 状态清零位)				
	4	SM 激活寄存器变化 (偏移:0x0806+y×8) 0:SM0~7 无变化 1:SM0~7 中至少一个发生变化。 (读取 SM 激活寄存器清零位)				
	7:5	Reserved				
	8	SM 状态镜像 0:无 SM 通道 0 事件发生 1:SM 通道 0 事件待处理				
	...	...				
	15	SM 状态镜像 0:无 SM 通道 7 事件 1:SM 通道 7 事件待处理				
	31:16	Reserved				

5.2.8 错误计数器

RX 错误计数器

只在相对应的端口使能时计数

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0300	7:0	端口 0 无效帧计数(计数达到 0xFF 后停止)※	R/W (clr)	R/-	8 Byte	0x00
-	15:8	端口 0 的 RX 错误计数(计数达到 0xFF 后停止)※ 接收错误直接与 MII I/F/EBUS I/F 的 RX 错误相关				0x00
0x0307	23:16	端口 1 无效帧计数(计数到 0xFF 后停止)※				0x00
	31:24	端口 1 的 RX 错误计数(计数到 0xFF 后停止)※ 接收错误直接与 MII I/F/EBUS I/F 的 RX 错误相关				0x00
	63:32	Reserved				0x00000000

✓ 写 RX 错误计数器 0x0300-0x030B 中的任意一个后清零

数据帧格式出错时, 无效帧计数器将增加。
(序文, SFD:Start of Frame Delimiter, FCS:Frame check Sequence, 无效 Length)
因 FCS 无效而添加附加半字节时, 由于没有计数 FCS 错误, EtherCAT 将输出添加了无效 FCS 与付加半字节的错误帧。在内部帧或外部帧中都可能出现 RX 错误。
读取帧内部 RX 错误时, 将一直读取到读到无效帧为止。

传输 RX 错误计数器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0308	7:0	端口 0 传输错误计数器(计数到 0xFF 后停止)※	R/W (clr)	R/-	4 Byte	0x00
-	15:8	端口 1 传输错误计数器(计数到 0xFF 后停止)※				0x00
0x030B	23:16	Reserved				0x0000

※ 写 RX 错误计数器 0x0300-0x030B 中的任意一个后清零

ECAT 处理单元错误计数器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x030C	7:0	ECAT 处理单元错误计数器(计数到 0xFF 后停止)※ 发送给 ASIC 的帧通过时的错误计数器 (例:错误 FCS, 错误数据报结构等)	R/W (clr)	R/-	1 Byte	0x00

✓ 写入寄存器后清零

PDI 错误计数器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x030D	7:0	PDI 错误计数器(计数到 0xFF 后停止)※ PDI 访问中发生接口错误时计数	R/W (clr)	R/-	1 Byte	0x00

✓ 写入寄存器后清零

链路丢失计数器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0310	7:0	端口 0 链路丢失计数器(计数到 0xFF 后停止)※	R/W (clr)	R/-	4 Byte	0x00
-	15:8	端口 0 链路丢失计数器(计数到 0xFF 后停止)※				0x00
0x0313	31:16	Reserved				0x0000

✓ 写入链路丢失寄存器后清零

5 章 EtherCAT 数据链路层

5.2.9 看门狗

看门狗分频器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0400 - 0x0401	15:0	看门狗分频器 (初始值 100 μ s: 2, 500-2=2, 498) 表示基准看门狗数值的增加数值。25MHz 周期-2 的值	R/W	R/-	2 Byte	0x09C2

看门狗计时器 PDI

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0410 - 0x0411	15:0	看门狗计时器 PDI (初始值 100ms: 1, 000, at 0x0400=0x09C2) 从基准看门狗数值开始增加, 通过 PDI 访问重新计数。 设置看门狗计时器为“0”时看门狗未使能	R/W	R/-	2 Byte	0x03E8

看门狗计时器过程数据

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0420 - 0x0421	15: 0	看门狗计时器过程数据 (初始值 100ms) 从基准看门狗数值开始增加。 所有 SM 共用 1 个看门狗。	R/W	R/-	2 Byte	0x03E8

- ✓ 看门狗通过看门狗触发、使能位、设置及写入 SM 操作启动。
- ✓ 设置看门狗计时器过程数据 0x0420=0 时, SyncManager 看门狗功能未使能。

■ 看门狗状态 PDI

可在 DL 状态寄存器 0x0110.1 中读取 PDI 看门狗状态。

看门狗状态 过程数据

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0440 - 0x0441	0	过程数据 看门狗状态 0: 看门狗过程数据中断 (通过 SM 触发) 1: 看门狗过程数据正在运行或未使能	R/-	R/-	2 Byte	0x0000
	15: 1	Reserved				

看门狗计数器 过程数据

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0442	7: 0	看门狗 计数器 过程数据 (计数到 0xFF 后停止) 过程数据看门狗终止后开始计数	R/W (clr)	R/-	1 Byte	0x00

- ✓ 写入看门狗计数器 0x0442-0x0443 的任意一个后清零

看门狗计数器 PDI

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0443	7: 0	看门狗计数器 PDI (计数到 0xFF 后停止) PDI 看门狗终止后开始计数	R/W (clr)	R/-	1 Byte	0x00

- ✓ 写看门狗计数器 0x0442-0x0443 的任意一个后清零

5.2.10 EEPROM 接口/ESI(从站信息接口)

EEPROM 设置寄存器 0x0500. 0=0 及 EEPROM PDI 访问寄存器 0x0501=0 时, 主站可以控制 EEPROM。其他情况下由从站控制 EEPROM 接口。

EEPROM 配置

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0500	0	EEPROM 访问权	0: EtherCAT (主站) 1: PDI (从站)	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	1	从站访问 状态影响	0: 0x0501.0 位不改变 1: 0x0501.0 位复位为“0”				
	7: 2	Reserved		R/-	R/-		

EEPROM PDI 访问状态

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0501	0	访问 EEPROM ※	0: 从站解除访问 1: 从站已访问 EEPROM	R/-	R/ (W)	1 Byte	0x00
	7: 1	Reserved		R/-	R/-		

※ 0x0500. 0=1 , 0x0501=0 时只有写入访问有效

EEPROM 控制 / 状态

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0502 - 0x0503	0	ECAT 写入 使能※	0: 写入请求未使能 1: 写入请求使能 从站控制 EEPROM 时总为“1”	R/ (W)	R/-	2 Byte	0xC0
	4:1	Reserved					
	5	EEPROM 仿真	0: 正常操作(使用 ASIC 附属 I2C I/F) 1: 从站仿真(使用从站 EEPROM)				
	6	EEPROM 读取 字节长度	0: 4Byte 1: 8Byte				
	7	EEPROM 算法选择	0: 1 地址字节(16Kbit EEPROM) 1: 2 地址字节(32Kbit~4Mbit EEPROM)	R/ (W)	R/ (W)		0x00
	8	EEPROM 读取 命令※	Write: 0: 无操作 1: 开始读取操作 Read: 0: 无读取操作 1: 读取操作进行中				
	9	EEPROM 写入 命令※	Write: 0: 无操作 1: 开始读取操作 Read: 0: 无读取操作 1: 读取操作进行中				
	10	EEPROM 重载 命令※	Write: 0: 无操作 1: 开始重载 Read: 0: 无重载操作 1: 重置操作进行中				
	11	PDI 配置区 效验和错误	0: 效验正确 1: 效验和错误	R/-	R/-		
	12	EEPROM 加载 状态	0: EEPROM 加载, 设备信息正确 1: EEPROM 未加载, 设备信息不可用				
	13	错误应答 /命令※※	0: 无错误 1: EEPROM 无应答或命令无效				
	14	写入使能 错误※※	0: 无错误 1: 请求写入命令时无写入使能				
	15	繁忙位	0: EEPROM 接口空闲 1: EEPROM 接口繁忙				

- ✓ r/ (W): 写入访问由 EEPROM 接口的分配决定。
- ✓ EEPROM 接口(0x0502. 15=1)繁忙时, 暂时不允许写入访问操作。
- ※ 写入使能位“0”与命令位[10:8]将自动清零。手动清零命令寄存器将会同时清零错误位[14:13]。错误应答/命令位[13]待处理时, 请注意命令位[10:8]。
- ※※通过在命令寄存器中写入“0”清零错误位。

5 章 EtherCAT 数据链路层

EEPROM 地址

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0504	15:0	用于读取或写入操作的 EEPROM 地址 低位字 (=16bit)	R/(W)	R/(W)	4 Byte	0x00000000
- 0x0507	31:16	高位字				

- ✓ R/(W):R/(W):写入访问由EEPROM接口的分配决定。
- ✓ EEPROM接口(0x0502.15=1)繁忙时,暂时不允许写入访问操作。

EEPROM 数据

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0508	15:0	EEPROM 写入数据/读取数据 (低位 2Byte)	R/(W)	R/(W)	8 Byte	0x0000
0x050F	63:16	EEPROM 写入数据/读取数据 (高位 6Byte)	R/-	R/-		0x000000000000

- ✓ R/(W):写入访问由EEPROM接口的分配决定。
- ✓ EEPROM接口(0x0502.15=1)繁忙时,暂时不允许写入访问操作。

5.2.11 MII 管理器接口

MII 管理器 控制/状态

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0510 - 0x0511	0	写入使能※	0:写入未使能 1:写入使能	R/(W)	R/(W)	2 Byte	0x00
	1	从站控制可能 (0x0516:0x517) I/F 管理	0:仅限主站 (ECAT) 控制 1:允许从站控制	R/-	R/-		
	2	MI 链接检测 (0x0518:0x051B)	链接设置, 链接检出 0:不能使用 1:运行 MI 链接检出				
	7:3	PHY 地址 偏移	00000:偏移 “0”				
	9:8	命令寄存器	Write:开始命令 Read:正在运行的命令 命令: 00:无命令/MI 空闲(清零错误位) 01:读取 10:写入 其他:保留/无效命令(不发出)	R/(W)	R/(W)		
	12:10	Reserved		R/-	R/-		
	13	读取错误	0:无错误 1:发生读取错误 (PHY 或寄存器不能使用) 写入此寄存器后清零	R/(W)	R/(W)		
	14	命令错误	0:最后一条命令成功 1:请求写入命令是无写入使能, 或无效命令 使用有效命令或向命令寄存器位[9:8]写入 “00” 后清零。				
	15	繁忙	0:MI 控制状态空闲 1:MI 控制状态繁忙				

- ✓ r/(W):写入访问由 MI 分配决定。
- ✓ 管理器接口 (0x0502.15=1) 繁忙时, 暂时不允许写入访问操作。

※ 写入使能位“0”与命令位[9:8]将自动清零。手动清零命令寄存器将通过状态信息清零。写入使能位通过 PDI 访问终端的 S0F 清零。命令位在运行命令后清零。

5.2 地址空间

PHY 地址

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0512	4:0	PHY 地址	R/(W)	R/(W)	1	0x00
	7:5	Reserved	R/-	R/-	Byte	

r/(W):写入访问由 ECAT MPDI 的 MI 分配决定。

✓ 管理器接口 (0x0510.15=1) 繁忙时, 暂时不允许写入访问。

PHY 寄存器地址

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0513	4: 0	读取 / 写入 PHY 寄存器的地址	R/(W)	R/(W)	1	0x00
	7: 5	Reserved	R/-	R/-	Byte	

R/(W):写入访问由 ECAT MPDI 的 MI 分配决定。

✓ 管理器接口 (0x0510.15=1) 繁忙时, 暂时不允许写入访问。

PHY 数据

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0514 - 0x0515	15:0	PHY 读取/写入数据	R/(W)	R/(W)	2 Byte	0x0000

R/(W):写入访问由 ECAT MPDI 的 MI 分配决定。

✓ 管理器接口 (0x0510.15=1) 繁忙时, 暂时不允许写入访问。

MII 管理器 ECAT 访问状态

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0516	0	访问 MII 管理器	0:EtherCAT は MII 将释放 MII 管理器访问 1:EtherCAT は MII 允许访问 MII 管理器	R/(W)	R/-	1 Byte	0x00
	7:1	Reserved		R/-	R/-		

✓ R/(W):0x0517.0=0 时只允许写入访问

MII 管理器 PDI 访问状态

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0517	0	访问 MII 管理器	0:PDI は MII 将释放 MII 管理器访问 1:PDI は MII 允许访问 MII 管理器	R/-	R/(W)	1 Byte	0x00
	1	PDI 访问状态的影响	0:0x517.0 无变化 1:0x517.0 重置为 “0”	R/W	R/-		
	7:2	Reserved		R/-	R/-		

✓ R/(W):0x0516.0=0 中 0x0517.0=0 时, 只允许对 “0” 进行写入操作

5 章 EtherCAT 数据链路层

PHY 端口 0/1 状态

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0518 – 0x0519	0	物理链路 端口 0 状态	0:无物理链路 1:物理链路检出 (PHY 状态寄存器 1.2)	R/–	R/–	2 Byte	0x00
	1	端口 0 链路状态	0:无链路 1:链路检出 (100Mbit/s, 全双工, 自动协商)				
	2	端口 0 链路 状态错误	0:无错误 1:链路错误, 链路被禁止				
	3 ※	端口 0 读取错误	0:无读取错误 1:发生读取错误	R/(W)	R/(W)		
	4	端口 0 链路 部件错误	0:未检出错误 1:链接部件错误	R/–	R/–		
	7:5	Reserved		R/–	R/–		
	8	物理链接 端口 1 状态	0:无物理链接 1:物理链路检出 (PHY 状态寄存器 1.2)	R/–	R/–		0x00
	9	端口 1 链路状态	0:无链路 1:链路检出 (100Mbit/s, 全双工, 自动协商)				
	10	端口 1 链路 状态错误	0:无错误 1:链路错误, 链路被禁止				
	11 ※	端口 1 读取错误	0:无读取错误 1:发生读取错误	R/(W)	R/(W)		
	12	端口 1 链路 部件错误	0:未检出错误 1:链接部件错误	R/–	R/–		
	15:13	Reserved		R/–	R/–		

※ 向 PHY 状态端 0/1 中任意一个以上端口中写入数据后清零。

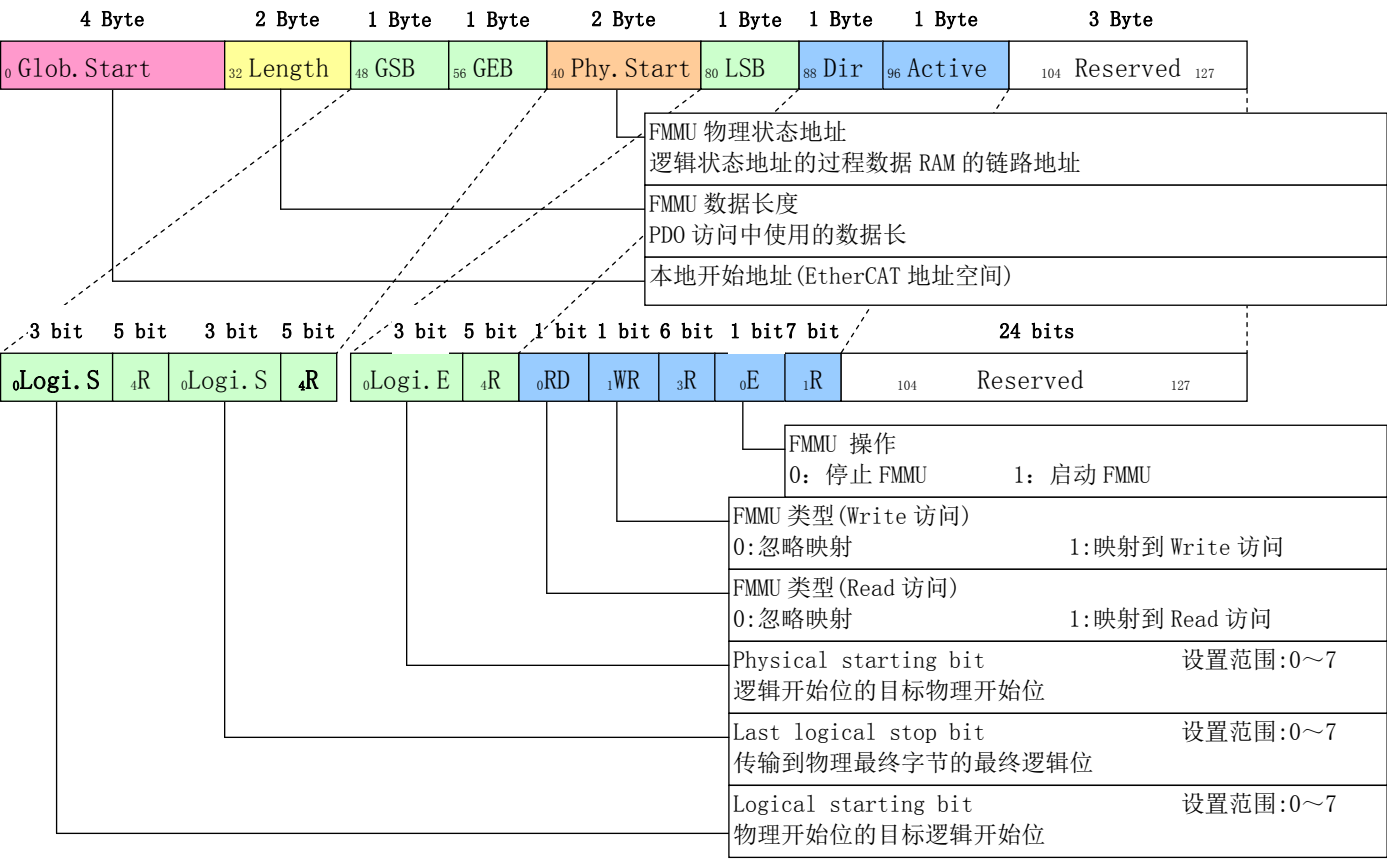
✓ R/(W):写入访问由 ECAT MPDI 的 MI 分配。

5.2.12 FMMU [7:0] (现场总线内存管理单元)

每个 FMMU 输入由 0x0600:0x060F 到 0x0670:0x067F 的 16 字节结构构成。
MODEL NO.PB EtherCAT 从站驱动器中有 FMMU0~FMMU7 共 8 个 FMMU, 下文中提到的 FMMU y 即指 FMMU0~7 (y=0~7)。

■ FMMU 结构配置寄存器

FMMU 个体配置寄存器结构如下所示。



FMMU 配置寄存器构成要素

使用FMMU时的特性与注意事项

- 各逻辑地址字节将通过一个FMMU读取、FMMU写入、或FMMU (读取/写入) 进行分配。将相同的逻辑字节设置到两个或以上读取或写入方向相同的FMMU中, 设置地址空间将使用编码较小的FMMU, 另外一个FMMU将被忽略。
- 几个FMMU同时指向同一个物理内存时, 将使用所有的FMMU, 这与使用1个读取/写入FMMU或两个FMMU相同, 不会发生冲突。
- 在未设置单独的读取与写入SyncManager (SM) 不使用相同的 (或重叠的) 物理地址域时。读取/写入FMMU不能与SM一起使用。
- 所有的地址都支持逐位读取。未映射到逻辑地址中的位在EtherCAT数据报中不发生变化。
例如: 允许将不同从站 (ESC) 的位映射到同一个逻辑字节中。
- 对未配置的逻辑地址空间进行读取操作不会改变数据。

5 章 EtherCAT 数据链路层

FMMU y 逻辑开始地址

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x06y0 – 0x06y3	31:0	EtherCAT 地址空间的逻辑开始地址	R/W	R/-	4 Byte	0x00000000

FMMU y 长度

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x06y4 – 0x06y5	15:0	第一个逻辑 FMMU 字节到最后一个 FMMU 字节+1 的偏移(例:使用 2 个字节时输入 2)	R/W	R/-	2 Byte	0x0000

FMMU y 逻辑地址空间开始位

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x06y6	2:0	逻辑开始位 要被映射的逻辑开始位 (从 LSB:0 计算到 MSB:7)	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	7:3	Reserved	R/-	R/-		

FMMU y 逻辑地址空间停止位

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x06y7	2:0	逻辑停止位 要被映射的逻辑停止位 (从 LSB:0 计算到 MSB:7)	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	7:3	Reserved	R/-	R/-		

FMMU y 物理开始地址

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x06y8 – 0x06y9	15:0	物理开始地址 逻辑开始地址 (映射到逻辑开始地址)	R/W	R/-	2 Byte	0x0000

FMMU y 物理开始位

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x06yA	2:0	物理开始位 作为逻辑开始位设置值指标的物理开始位 (位从 LSB:0 计算到 MSB:7)	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	7:3	Reserved, 写入 0				

FMMU y 类型

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x06yB	0	0:忽略读取访问的映射 1:使用读取访问的映射	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	1	0:忽略写入访问的映射 1:使用写入访问的映射				
	7:2	Reserved	R/-	R/-		

FMMU y 启用

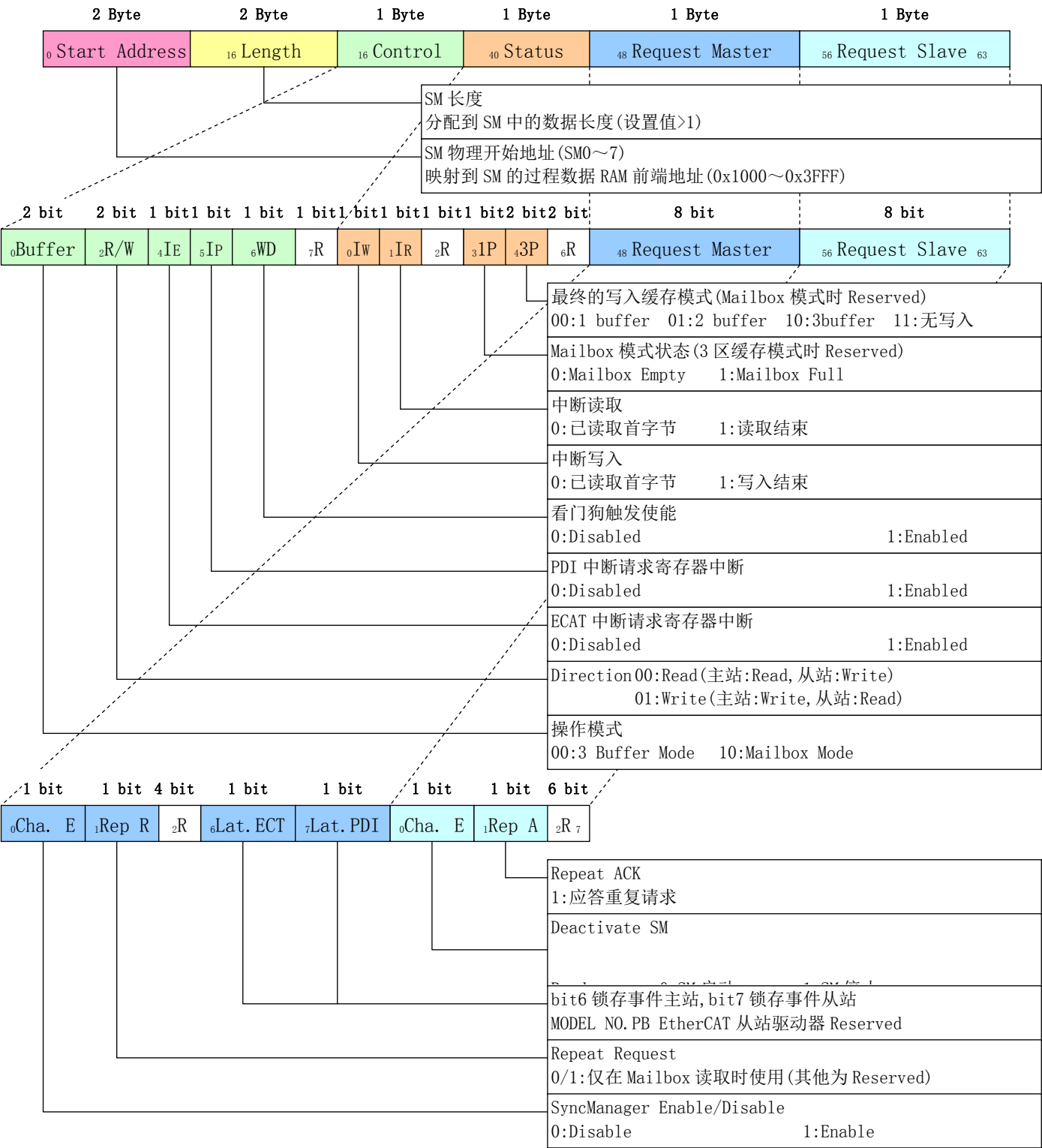
Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x06yC – 0x06yF	0	0:FMMU 未启用 1:FMMU 启用 FMMU 校验根据映射结构设置的逻辑地址块。	R/W	R/-	4 Byte	0x00000000
	31:1	Reserved				

5.2.13 SyncManager(SM[7:0])

SyncManager (SM) 寄存器由 0x0800:0x0807 到 0x0838:0x83F 共 8 字节。
MODEL NO. PB EtherCAT 从站驱动器中有 SM0~SM7 共 8 个 SM。
因此下文中的 y 指 SM(y=0~7) 的 8 个 SM。

■ SM 通道配置寄存器结构

SM配置寄存器结构如下所示。



SM 配置寄存器结构

5 章 EtherCAT 数据链路层

SyncManager y 物理开始地址

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0800+y ^{x8} - 0x0801+y ^{x8}	15:0	SyncManager 指定处理的规定的首字节 R/(W): 只有 SM 未使能(+0x6.0)时, 能写入寄存器	R/(W)	R/-	2 Byte	0x0000

SyncManager y 长度

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0802+y ^{x8} - 0x0803+y ^{x8}	15:0	分配到 SyncManager 的字节长度 (设置值大于“1”, 否则其他 SM 不能使能。设置为“1”时, 生成看门狗触发。) R/(W): 只有 SM 未使能(+0x6.0)时, 能写入寄存器	R/(W)	R/-	2 Byte	0x0000

- ✓ 设置范围为 0x0080(128Byte)~0x0400(1024Byte), 请设置为偶数。
- ✓ 写入设置范围外的数值时, Pre-Operation 请求时将返回 AL 状态编码“0x0016:无效的邮箱设置”。

SyncManager y 控制寄存器

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
SM0 0x0804+y ^{x8}	1:0	操作模式	00:缓存(三区缓存模式) 01:Reserved 10:邮箱(一区缓存模式) 11:Reserved	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	3:2	方向	00:读取(主站读取, 从站写入访问) 01:写入(主站写入, 从站读取访问) 10:Reserved 11:Reserved				
SM1 0x080C	4	ECAT 中断请求 寄存器中断	0:未使能 1:使能				
SM2 0x0814	5	PDI 中断请求 寄存器中断	0:未使能 1:使能				
	6	看门狗触发 使能※	0:未使能 1:使能				
SM3 0x081C	7	Reserved		R/-	R/-		

- ✓ R/(W): 只有 SM 未使能(+0x6.0)时, 可以写入寄存器
- ✓ 通过以下设置可使 SyncManager 看门狗功能无效: 设置看门狗触发使能位 6=0 使 0x0400(看门狗分配器)为 0, 或设置 0x0420(看门狗计时器过程数据)为 0。

SyncManager y 状态寄存器

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0805 +y ^{x8}	0	中断写入	1:中断请求寄存器 (0x0804+y ^{x8}) 允许的情况下, 成功写入缓存区后, 清零中断。 0:读取缓存区的前端地址字节后清零中断。	R/-	R/-	1 Byte	0x00
SM0 0x0805	1	中断读取	1:中断请求寄存器 (0x0804+y ^{x8}) 允许的情况下 成功写入缓存区后, 清零中断。 0:读取缓存区的前端地址字节后清零中断。				
SM1 0x080D	2	Reserved					
SM2 0x0815	3	Mailbox 模式 状态	0:Mailbox 空闲 1:Mailbox 满 ※三区缓存模式设置, Reserved				
SM3 0x081D	5:4	最后一个写入 缓存模式状态	00:1 区缓存 01:2 区缓存 10:3 区缓存 11:无写入 ※设置 Mailbox 模式时 Reserved				
	7:6	Reserved					

SyncManager y 启动

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0806 +y ^{x8}	0	SM 使能 /未使能	0:未使能 (无 SM 控制时访问内存) 1:使能 (SM 启动并控制配置的内存区设置	R/W	R/-	1 Byte	0x00
SM0 0x0806	1	重复 请求	0/1:Mailbox 重复请求切换表示需要重试 (用于主站发出的 Mailbox 读取)				
SM1 0x080E	5:2	Reserved		R/-	R/-		
SM2 0x0816	6	锁存事件 ECAT	0:无 1:发生锁存事件 (EtherCAT 主站进行缓存交换时)	R/W	R/-		
SM3 0x081E	7	锁存事件 PDI	0:无 1:发生锁存事件(从站进行缓存交换或访问缓存区 开始地址时)				

SyncManager y PDI 控制

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0807 +y ^{x8}	0	禁用 SM (SM 使用停止)	读取 0:普通模式(启动 SM) 1:停止 SM 并重置。 SM 将锁定对内存区的访问 写入: 0:启用 SM 1:请求停止 SM(对“1”的写入将延迟直至 正在处理的数据帧帧尾。)	R/-	R/W	1 Byte	0x00
SM0 0x0807	1	重复 Ack	若将此项设置为与重复请求设置的数值相同, 则从 站将提前通知对重复请求的设置。				
SM1 0x080F	7:2	Reserved		R/-	R/-		
SM2 0x0817							
SM3 0x081F							

5 章 EtherCAT 数据链路层

5.2.14 分布式时钟 (DC)

为进行时钟同步需要进行传播延迟测量、参考时钟的偏移补偿、参考时钟的漂移补偿。具体操作方法如下。

■ 传播延迟测量

各从站中可能发生设备与物理层间的处理/传输延迟, 从站电缆间也可能出现延迟。设置从站时钟同步时必须考虑到各参考时钟与各从站间的传播延迟。

- 1) 为了测量传播延迟, 主站发送最小1Byte的广播写入“DC-Receive Time Port0”。
 - 2) 各从站将分别记录端口0及端口1中收到Ethernet前导码的首位时的本地时间, 并将其作为时间戳保存。
 - 3) 主站将读取所有的时间戳, 并计算拓扑结构中的延迟时间。
- 参考时钟与各从站间的延迟时间将被写入从站的“系统时间延迟寄存器(0x0928:0x092B)”中。

收信时间寄存器用于将端口 0 收信时间寄存器中写入的广播的收信时间保存为时间戳。

由于从站的本地时钟未进行同步, 因此与不同从站间的收信时间无关。

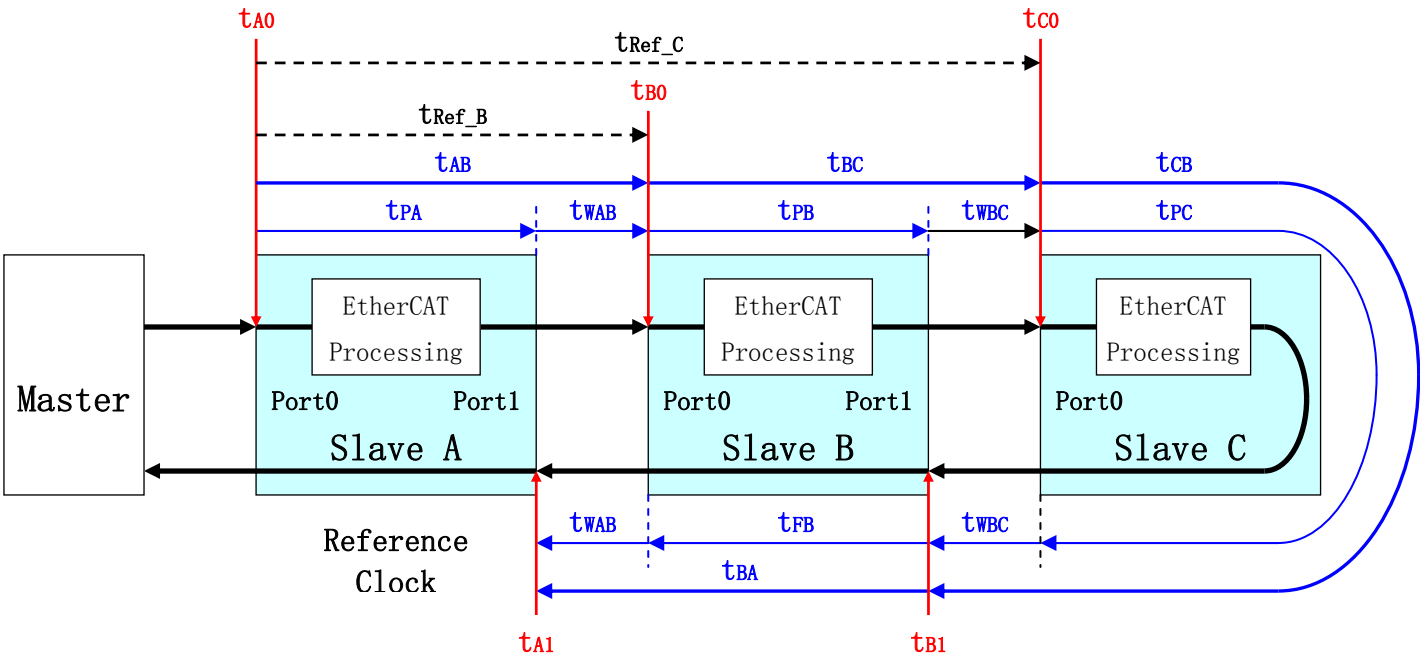
因此, 计算传播延迟时间差时必须基于从站各端口间的收信时间差。

传播延迟测量用寄存器

寄存器地址	名称	说明
0x0900:0x903	端口0收信时间	端口 0 收到数据帧时的本地时间
0x0904:0x907	端口1收信时间	端口 1 收到数据帧时的本地时间
0x0908:0x90B	-	Reserved
0x090C:0x90F	-	Reserved
0x0918:0x91F	收信时间ECAT运算处理单元	ECAT 运算处理单元收到数据帧时的本地时间

■ 传播延迟测量实例

本地设备与参考时钟设备间的传播延迟的计算方法如下图所示。
从站 A 为参考时钟, 从站 C 内部环路关闭, 假设所有电缆间的延迟都对称。



传播延迟计算实例

计算传播延迟用参数

参数	说明
t_{PA} , t_{PB} , t_{PC}	从站的处理延迟 (EtherCAT Processing Delay)
t_{FB}	从站的传输延迟 (EtherCAT FoR/Warding Delay)
t_{AB} , t_{BC} , t_{CB} , t_{BA}	从站间的传播延迟
t_{WAB} , t_{WBC} , t_{WCB} , t_{WBA}	从站间的导线传播延迟 (假设两个方向对称)
t_{A0} , t_{B0} , t_{C0} , t_{A1} , t_{B1}	从站 Receive Time Port0/1 数值 (检出前导码首位的时间)
t_P	所有从站相同时的处理延迟 (EtherCAT Processing)
t_F	所有从站相同时的传输延迟 (EtherCAT FoR/Warding)
t_{Diff}	所有从站相同时, 处理延迟与传输延迟间的时间差 ($t_{Diff}=t_P-t_F$) ※MII (Ethernet) 时, MODEL NO. PB EtherCAT 从站驱动器的 t_{Diff} 为 40ns 最少 1 个端口为 EBUS (LVDS) 时, 从站驱动器的 t_{Diff} 为 20ns。
t_{Ref_B} , t_{Ref_C}	参考时钟 (从站 A) 到从站的传播延迟

5 章 EtherCAT 数据链路层

■ 从站 B-C 间的传播延迟

从站 B 与 C ($t_{BC} \cdot t_{CB}$) 间的传播延迟由处理延迟 (Processing Delay) 与导线延迟构成。

$$t_{BC} = t_{PB} + t_{WBC}, \quad t_{CB} = t_{PC} + t_{WBC}$$

若从站 B·C 的处理延迟相等 ($t_P = t_{PB} = t_{PC}$), 则

$$t_{BC} = t_{CB} = t_P + t_{WBC}$$

由于从站 B 的两个收信时间间的关系为 $t_{B1} = t_{B0} + t_{BC} + t_{CB}$, 因此可以得出从站 B 与 C 间的传播延迟如下所示。

$$t_{BC} = t_{CB} = (t_{B1} - t_{B0}) / 2$$

■ 从站 A-B 间的传播延迟

从站 A 与 B (t_{AB} 与 t_{BA}) 间的传播延迟通过以下算式进行计算。

$$t_{AB} = t_{PA} + t_{WAB}, \quad t_{BA} = t_{FB} + t_{WAB}$$

从站 A·B 的处理延迟相等 ($t_P = t_{PA} = t_{PB} = t_{PC}$), 且从站 B 的处理延迟与转发延迟 (FoR/Warding Delay) 间的差为 $t_{Diff} = t_{PB} - t_{FB}$ 时

$$t_{AB} = t_P + t_{WAB}, \quad t_{BA} = t_{AB} - t_{Diff}$$

从站 A 的收信时间 (端口 0 与 1) 为

$$t_{A1} = t_{A0} + t_{AB} + t_{BC} + t_{CB} + t_{BA}$$

因此, 从站 A 与 B 间的传播延迟 t_{AB} 、 t_{BA} 为

$$\begin{aligned} 2 \times t_{AB} - t_{Diff} &= (t_{A1} - t_{A0}) - (t_{B1} - t_{B0}) \\ t_{AB} &= ((t_{A1} - t_{A0}) - (t_{B1} - t_{B0}) + t_{Diff}) / 2 \\ t_{BA} &= ((t_{A1} - t_{A0}) - (t_{B1} - t_{B0}) - t_{Diff}) / 2 \end{aligned}$$

■ 从站间的传播延迟之和的计算

$$\begin{aligned} t_{AB} &= ((t_{A1} - t_{A0}) - (t_{B1} - t_{B0}) + t_{Diff}) / 2 \\ t_{BA} &= ((t_{A1} - t_{A0}) - (t_{B1} - t_{B0}) - t_{Diff}) / 2 \\ t_{BC} &= (t_{B1} - t_{B0}) / 2 \\ t_{CB} &= (t_{B1} - t_{B0}) / 2 \end{aligned}$$

■ 参考时钟与从站时钟间的传播延迟

各从站时钟的系统时间延迟寄存器从从站的参考时钟取得传播延迟。延迟通过以下算式计算得出。

$$\begin{aligned} t_{Ref_B} &= t_{AB} \\ t_{Ref_C} &= t_{AB} + t_{BC} \end{aligned}$$

5.2 地址空间

■ 偏移补偿

系统时间偏移可用来补偿系统时间与本地系统时间副本之间的差。
 一般来说, 各从站的本地时钟是自由运行的, 与标准时钟不同步。
 为了使各从站的时间与系统时间同步, 主站将计算各从站时钟与参考时钟之间的偏移量。
 用于调整从站本地时间的偏移时间将被写入系统时间偏移寄存器。
 较小的偏移误差值, 有时会通过漂移补偿进行调整。
 从站使用自己的本地时间与本地偏移量, 可计算得出本地系统时间副本, 计算公式如下所示。

$$tLocal\ copy\ of\ System\ Time = tLocal\ time + tOffset$$

这个时间用产生同步信号输出(SyncSignal), 供从站驱动器使用。
 使用计算出的差值与参考时钟的系统时间偏移进行补偿后, 参考时钟的系统时间可作为主站时钟使用。偏移补偿中使用的寄存器详情如下。

偏移补偿用寄存器

寄存器地址	名称	说明
0x0910:0x0917	System Time	系统时间的本地复制时间
0x0920:0x0927	System Time Offset	本地时间与系统时间的差

■ 漂移补偿

测出参考时钟与从站时钟间的延迟时间并进行偏移补偿后, 将由各 ESC 统一的时间控制环, 对由于标准时钟与本地时钟的振荡器偏移而产生的本地时钟漂移进行补偿。
 由于进行偏移补偿需要花费较长的时间, 为避免设置时间过长, 在进行偏移补偿前需要先使用系统时间偏移进行补偿操作。

主站使用“ARMW”或“FRMW”命令, 从参考时钟周期性地转发系统时间到各从站时钟。
 各从站的时间控制环路在收到参考时钟中读取的表示系统时间的 32 位低位数据后, 将其与本地系统时间副本进行比较, 计算时需要考虑传播延迟时间, 计算公式如下所示。

$$\Delta t = (tLocal\ time + tOffset - tPropagation\ delay) - tReceived\ System\ Time$$

Δt 为正数时, 表示本地时间比系统时间快, 需要减慢运行。 Δt 为负数时, 表示本地时间比系统时间慢, 需要加快运行。时间控制环路调整本地时钟的运行速度。

为了快速补偿时钟的静态偏移, 主站应该在测量传播延迟和偏移补偿之后, 在独立的数据帧中连续发送约 15,000 次的 ARMW/FRMW 命令用于漂移补偿。
 控制环补偿静态偏差, 完成 DC 同步。随后, 再周期性地发送漂移补偿数据帧, 实时补偿动态时钟偏移。

5 章 EtherCAT 数据链路层

端口 0 接收时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0900 - 0x0903	31:0	【写入访问】 BWR/FPWR 命令进行写入访问时 锁存各端口中接收到第一个帧(前导码的第一个开始位) 时的本地时间。 【读取访问】 开始接收通过写入访问该地址锁存的最后一个接收的 数据帧时的本地时间。 ※与写入该寄存器的数据帧相同的数据帧不能读取时间戳, 请务必使用不同的数据帧进行访问。	R/W (特殊功能)	R/-	4 Byte	不确定

端口 1 接收时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0904 - 0x0907	31:0	使用 BWR/FPWR 写入访问 0x0900 时, 端口 1 锁存第一个数据帧 时的本地时间(前导码的第一个开始位)	R/-	R/-	4 Byte	不确定

端口 2/3 接收时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0908 - 0x090F	64:0	Reserved	R/-	R/-	8 Byte	不确定

ECAT 处理单元接收时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0918 - 0x091F	64:0	ECAT 处理单元通过 BWR 或 FPWR 写入 0x0900 时接受的帧 开始本地时间(前导码的第一个开始位)	R/-	R/-	8 Byte	不确定

5.2.15 DC-时间环路控制单元

时间环路控制单元由主站进行控制, 从站不会对时间环控制寄存器进行写入操作。

■ 时间控制环路设置及状态

时间控制环路由以下五个寄存器构成。

- 系统时间差 (0x092C~0x092F) 相当于本地系统时间副本与系统时间之间的差 (Δ t) 的平均值。两个时间相同时, 系统时间差为 “0”。
 - 计速开始寄存器 (0x0930~0x0931) 中的数值表示漂移补偿的带宽。
 - 计速器差寄存器 (0x0932~0x0933) 中的数值表示标准时钟的时钟周期与本地ESC间的偏移。
 - 系统时间差滤波器深度寄存器 (0x0934) 与计速器滤波器深度寄存器 (0x0935), 用于设置接收到的系统时间滤波器及计算出的时钟周期偏移平均值的滤波器。
- 此外, 可通过将 “计速器滤波器深度” 的值设置为 “0” 来增强控制环操作功能。

漂移补偿用寄存器

寄存器地址	名称	说明
0x0900:0x090F	Receive Time Port n	端口 n 接收到数据帧时的本地时间
0x0910:0x0917	System Time	本地系统时间副本 (系统时间偏移=0 时的本地时间)
0x0920:0x0927	System Time Offset	本地时间与系统时间之间的偏移
0x0928:0x092B	System Time Delay	参考时钟与 ESC 间的延迟
0x092C:0x092F	System Time Difference	本地系统时间副本与收到的系统时间数据间偏移的平均值
0x0930:0x0931	Speed Counter Start	用于调整本地系统时间副本的带宽
0x0932:0x0933	Speed Counter Difference	本地的时钟周期与参考时钟周期间的偏移
0x0934	System Time Difference Filter Depth	为平均接收到的系统时间设置的滤波器深度
0x0935	Speed Counter Filter Depth	为平均时钟周期偏移设置的滤波器深度

系统时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0910 - 0x0917	63:0	【读取访问】 本地系统时间副本 主站 : 在开始读取 Ethernet SOF DMZ 数据帧时锁存 从站 : 读取 0x0910 的最低位字节时锁存	R/(W) (特殊功能)	R/(W) (特殊功能)	8 Byte	0x0
	31:0	【写入访问】 写入的数值将与本地系统时间副本进行比较, 将比较结果输入时间控制环中, 表示为系统时间差 (0x092C)。。 主站 : 写入最低位字节 (0x0910) 时, 写入的数值将与帧尾 (SOF) 的锁存本地系统时间副本的时间进行比较。 ※ 0x0140. 10=1 时可用 从站 : Reserved 写入最高位字节 (0x0913) 时, 写入的数值将在访问结束时与 Latch Time 上升沿 (0x09B0:0x09B3) 相比较。 ※ 0x0140. 11=1 (Reserved) 时可用				

系统时间偏移

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0920 - 0x0927	63:0	本地时间与系统时间之间的延迟偏移将追加到本地时间中。 ※ 0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用	R/(W)	R/(W)	8 Byte	0x0

5 章 EtherCAT 数据链路层

系统时间延迟寄存器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0928 – 0x092B	31:0	参考时钟与 ESC 的延迟 ✓ 对此寄存器的写入访问取决于设置 0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用	R/(W)	R/(W)	4 Byte	0x0

系统时间差寄存器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x092C – 0x092F	30:0 31	保留的本地时间值与本地系统时间副本间的实际时间差 0:本地系统时间副本大与或等于收到的系统时间 1:本地系统时间副本比收到的系统时间小	R/–	R/–	4 Byte	0x0

✓ 0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用

计速器开始寄存器

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0930 – 0x0931	14:0 15	调整本地系统时间副本用带宽 (较大值→ 较小且较容易调整的数值) 通过写入访问将重置系统时间差 (0x092C:0x092F) 与 计速器差 (0x0932:0x0933)。 最小值为 00080。 Reserved	R/(W) R/–	R/(W) R/–	2 Byte	0x1000

✓ 对此寄存器的写入访问取决于设置。0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用

计速器差

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0932 – 0x0933	15:0	表示本地时钟周期与参考时钟周期期间的偏移的系统时间差为稳定 在最小值后, 计算时钟偏移。	R/–	R/–	2 Byte	0x0000

✓ 0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用

$$\text{偏移} = \frac{\text{计速器开始}}{5 \times (\text{计速器开始} + \text{计速器 Diff} + 2) \times (\text{计速器开始} - \text{计速器 Diff} + 2)}$$

系统时间差滤波器的深度

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0934	3:0 7:4	调整接收系统时间用滤波器的深度 Reserved	R/(W) R/–	R/(W) R/–	1 Byte	0x0C

✓ 0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用。重置控制环路取决于在改变该项数值后对计速器开始 (0x0930:0x0931) 的写入。

计速器滤波器深度

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0935	3:0 7:4	调整时钟周期偏移用滤波器的深度 Reserved	R/(W) R/–	R/(W) R/–	1 Byte	0x0C

✓ 0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用。重置控制环路取决于在改变该项数值后, 对计速器将开始 (0x0930:0x0931) 的写入。

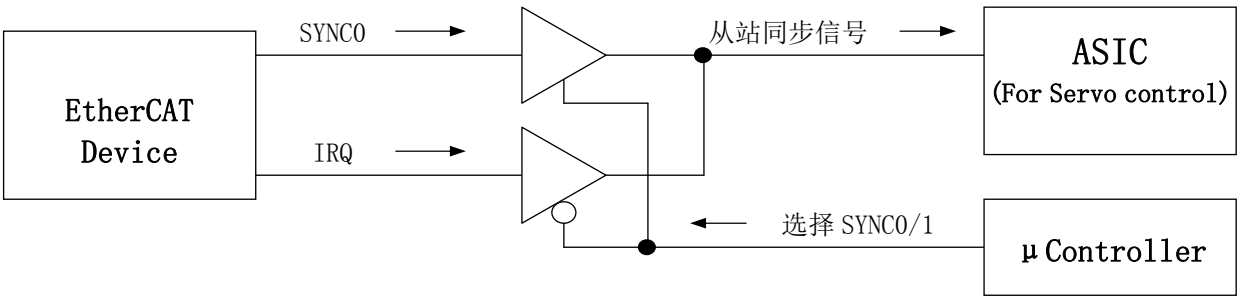
■ DC-周期单元控制

1. 同步信号

MODEL NO. PB EtherCAT从站驱动器支持分布式时钟 (DC) 功能, 同步信号用于生成中断信号, 在开始驱动器内部的同步处理时使用。

本驱动器通过设置CoE对象的SM同步, 即通过设置0x1C32~0x1C33, 决定与SYNC0, SYNC1信号中的哪个信号同步。

可以通过设置周期单元控制寄存器 (0x0980), 决定通过ECAT (主站) 或PDI (从站微控制器) 中的其中一个控制同步信号 (SYNC0/1) 输出。



MODEL NO. PB 分布式时钟 (DC) 信号

2. 设置

对SYNC0/1的DC同步信号、设备特性、发送给AL事件请求寄存器同步信号的映射等, 都通过设置的同步信号SyncLatch PDI配置寄存器0x0151进行控制。

同步信号的脉冲宽度在SYNC信号寄存器0x0982~0x0983的DC脉冲宽度中进行设置。

设置为“0”时为Ack模式。此外, ESI EEPROM在上电无法正常加载时, 不能输出SYNC信号。

3. 同步信号输出

ESC有SYNC0和SYNC1两个同步输出。支持“Cyclic generation”, “Single shot”, “Cyclic Acknowledge”, “Single shot Acknowledge”四种同步输出。但是, 在MODEL NO. PB EtherCAT从站驱动器中请使用“Cyclic generation”。(不支持其他种类的同步输出)

同步信号模式在脉冲宽度与SYNC0周期时间中进行选择。

5 章 EtherCAT 数据链路层

同步信号输出模式选择

同步信号的脉冲长度 (0x0982:0x0983)	SYNC0周期时间 (0x09A0:0x09A3)	
	>0	=0
>0	周期输出	Single Shot
=0	周期应答	Single Shot 应答

SYNC0信号的周期时间在SYNC0周期时间寄存器 (0x09A0:0x09A3) 中设置, 开始时间在开始时间周期操作寄存器 (0x0990:0x0997) 中设置。

运行同步单元后, SYNC0/1信号使能 (DC启动寄存器:0x0981) 后, 在到达开始时间时, 同步单元将输出SYNC0脉冲。同步脉冲将以内部模块100MHz单位 (10ns更新周期) 进行输出, 与系统时间相比较的内部同步信号输出延迟为12ns。

用于同步信号输出的寄存器详情如下所示。

同步信号输出设置寄存器

寄存器地址	名称	说明
0x0140[11:10]	PDI Control	DC 单元(节能)的使能/未使能
0x0151	Sync/Latch PDI Configuration	SYNC/LATCH[1:0]引脚设置
0x0980.0	Unit Cycle Control	EtherCAT 或 PDI 的周期功能的分配
0x0981	Activation	周期功能与同步引脚的启动
0x0982:0x0983	Pulse Length of SYNC Signal	同步冲量长的长度
0x098E	SYNC0 Status	SYNC0 信号的状态
0x098F	SYNC1 Status	SYNC1 信号的状态
0x0990:0x0997	SYNC0 Start Time	周期操作的开始时间
0x0998:0x099F	Next SYNC1 Pulse	下一个同步 1 脉冲
0x09A:0x09A3	SYNC0 Cycle Time	SYNC0 的周期时间
0x09A4:0x09A7	SYNC1Cycle Time	SYNC1 的周期时间

✔ ※一部分上表所示的寄存器将在电源 ON 时, 通过 EEPROM 进行设置。

周期生成(Cyclic Generation)

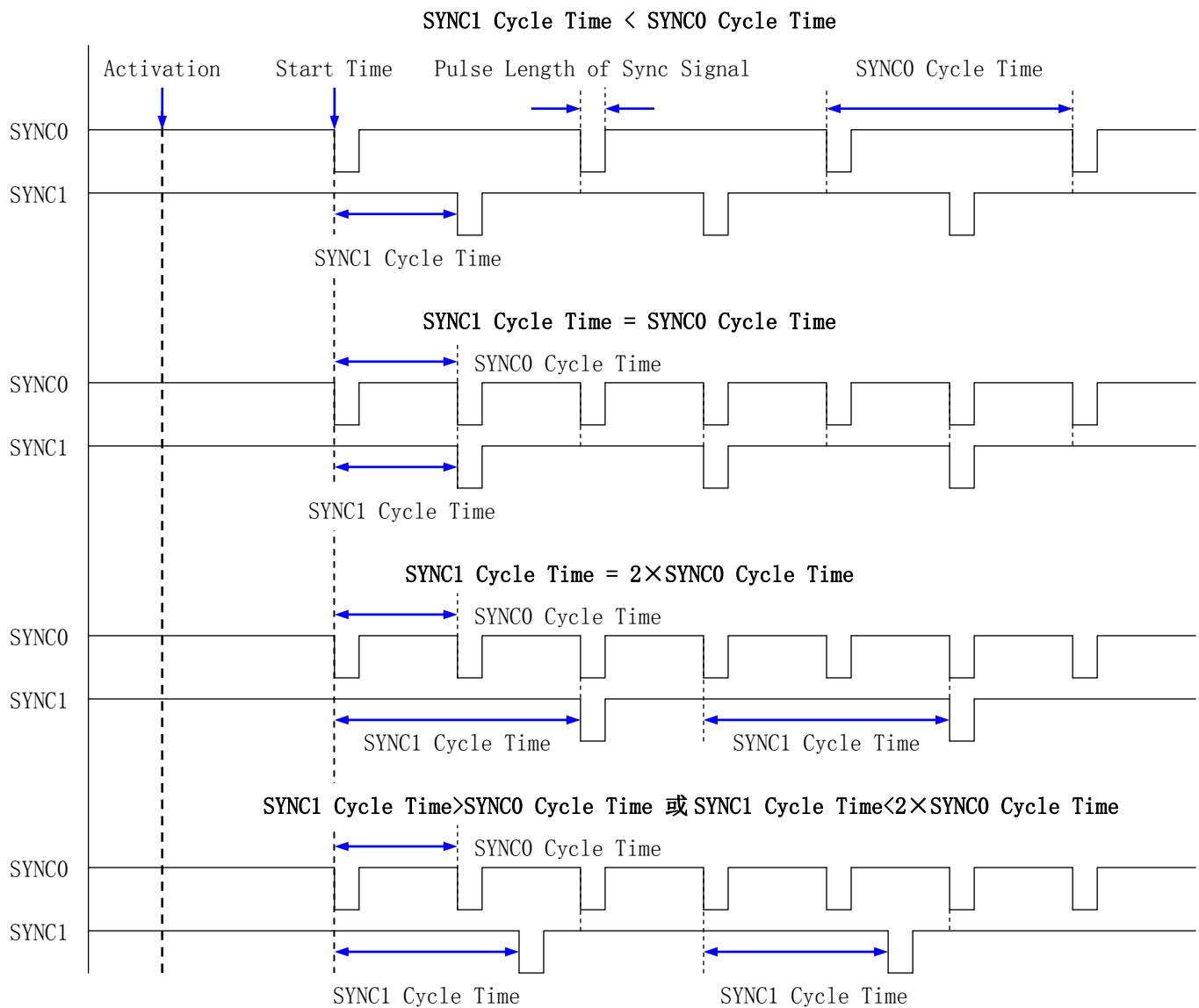
周期生成模式中, 将在Start Time后周期性地输出同步信号。同步信号将在停止运行周期单元后、或停止 SYNC0/1输出后停止输出。

周期通过SYNC0/1周期时间寄存器进行设置, SYNC信号的脉冲宽度设置在“0”以上。

但是, 如果脉冲宽度大于周期时间, 将在开始时间后持续输出脉冲。

SYNC1输出

同步信号: 输出SYNC0后将相对地输出SYNC1信号, 延迟在SYNC1 Cycle Time寄存器(0x09A4~0x09A7)中进行设置。设置SYNC1周期时间后的输出波形图如下所示。



Cycle Generation模式的波形

SYNC1 周期时间比 SYNC0 周期时间大时, 将如下方两个时序所示输出 SYNC1 脉冲。SYNC1 周期时间为“0”时, SYNC0 保持不变。

5 章 EtherCAT 数据链路层

周期单元控制

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0980	0	SYNC OUT Unit 控制	0:主站控制 (ECAT) 1:从站控制 (PDI)	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	3:1	Reserved		R/-			
	4	Latch In Unit0	Reserved (不支持 Latch 功能) (0:主站控制 1:从站控制)	R/W			
	5	Latch In Unit1	Reserved (不支持 Latch 功能) (0:主站控制 1:从站控制)				
	7:6	Reserved		R/-			

✓ 0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用。

DC-SYNC 输出单元

SYNC OUT Unit 激活寄存器

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0981	0	激活周期操作	0:未使能 1:使能 ※ SYNC0 周期时间为 0 时, 仅输出 1 次 SYNC0 脉冲。	R/(W)	R/(W)	1 Byte	0x00
	1	SYNC0 激活	0:未使能 1:输出 SYNC0 脉冲				
	2	SYNC1 激活	0:未使能 1:输出 SYNC1 脉冲				
	7:3	Reserved		R/-	R/-		

✓ 对此寄存器的写入操作取决于 0x0980. 0 的设置。0x0140. 10=1 时可用。

SYNC 信号的脉冲宽度

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0982 - 0x0983	15:0	SYNC 信号的脉冲宽度(单位:10ns) 0:应答模式:通过 SYNC0/SYNC1 的读取操作清零 SYNC 信号 ※从 EEPROM 地址 0x0002 加载	R/-	R/-	2 Byte	0x0064 ※

0x0140. 10=1 时可用。

SYNC 0 状态

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x098E	0	SYNC0 状态 应答模式中的 SYNC0 通过此寄存器的读取操作清零 0x0140. 10=1 时可用。	R/-	R/-	1 Byte	0x00
	7:1	Reserved				

SYNC 1 状态

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x098F	0	SYNC1 状态 应答模式中的 SYNC1 通过此寄存器的读取操作清零 0x0140. 10=1 时可用。	R/-	R/-	1 Byte	0x00
	7:1	Reserved				

开始周期时间操作

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0990 - 0x0997	63:0	写入:对周期操作的系统时间的开始时间写入操作取决于 0x980. 0 的设置 读取:下一个 SYNC0 脉冲的系统时间 (单位:1ns), 0x0140. 10=1 时可用。	R/(W)	R/(W)	8 Byte	0x0

5.2 地址空间

Next SYNC1 脉冲

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0998 - 0x099F	63:0	读取: 下一个 SYNC1 脉冲的系统时间 (单位: 1ns), 0x0140. 10=1 时可用。	R/-	R/-	8 Byte	0x0

SYNC0 周期时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09A0 - 0x09A3	31:0	两个连续 SYNC0 脉冲间的时间 写入取决于 0x980. 0 的设置。 0: Single Shot 模式, 仅输出 1 次。 (单位: 1ns), 0x0140. 10=1 时可用。	R/(W)	R/(W)	4 Byte	0x0

SYNC1 周期时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09A4 - 0x09A7	31:0	SYNC0 与 SYNC1 间的时间(单位: 1ns) 写入取决于 0x980. 0 的设置。 0x0140. 10=1 时可用。	R/(W)	R/(W)	4 Byte	0x0

DC-Latch 输入单元

MODEL NO. PB EtherCAT 从站驱动器不支持 Latch 功能。

请将以下 Latch 0/1 控制与状态寄存器设置为“0”。

- Latch 0 控制

Latch 0 状态

Latch 0 时间上升沿

Latch 1 时间上升沿
- Latch 1 控制

Latch 1 状态

Latch 0 时间下降沿

Latch 1 时间下降沿
- 0x09A8

0x09AE

0x09B0~0x09B7

0x09C0~0x09C7
- 0x09A9

0x09AF

0x09B8~0x09BF

0x09C8~0x09CF

Latch 0 控制

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09A8	0	Latch 0 上升沿 0: 激活连续锁存 1: 单次事件 (只激活第一个事件)	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	1	Latch 0 下降沿 0: 激活连续锁存 1: 单次事件 (只激活第一个事件)				
	7:2	Reserved	R/-			

※ 写入访问取决于 0x980. 4, 0x0140. 11=1 时可用。

Latch 1 控制

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09A9	0	Latch 1 上升沿 0: 激活连续锁存 1: 单次事件 (只激活第一个事件)	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	1	Latch 1 下降沿 0: 激活连续锁存 1: 单次事件 (只激活第一个事件)				
	7:2	Reserved	R/-			

✓ 写入访问取决于 0x980. 5, 0x0140. 11=1 时可用。

Latch 0 状态

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09AE	0	Latch0 上升沿事件, 只限单次事件, 其他为“0” 通过读取 Latch0 时间上升沿清零标识。	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	1	Latch0 下降沿事件, 只限单次事件, 其他为“0” 通过读取 Latch0 时间下降沿清零标识。				
	7:2	Reserved	R/-			

✓ 0x0140. 11=1 时可用。

5 章 EtherCAT 数据链路层

Latch 1 状态

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09AF	0	Latch1 上升沿事件, 只限单次事件, 其他为“0” 通过读取 Latch1 时间上升沿清零标识。	R/W	R/-	1 Byte	0x00
	1	Latch1 下降沿事件, 只限单次事件, 其他为“0” 通过读取 Latch1 时间下降沿清零标识。				
	7:2	Reserved	R/-			

✓ 0x0140. 11=1 时可用。

Latch 0 时间上升沿

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09B0 - 0x09B7	63:0	寄存器捕捉 Latch0 信号上升沿中的系统时间 (0x0140. 11=1 时可用)	R/-	R/-	8 Byte	0x0

Latch 0 时间下降沿

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09B8 - 0x09BF	63:0	寄存器捕捉 Latch0 信号下降沿中的系统时间 (0x0140. 11=1 时可用)	R/-	R/-	8 Byte	0x0

Latch 1 时间上升沿

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09C0 - 0x09C7	63:0	寄存器捕捉 Latch1 信号上升沿中的系统时间 (0x0140. 11=1 时可用)	R/-	R/-	8 Byte	0x0

Latch 1 时间下降沿

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09C8 - 0x09CF	63:0	寄存器捕捉 Latch1 信号下降沿中的系统时间 (0x0140. 11=1 时可用)	R/-	R/-	8 Byte	0x0

■ DC-SyncManager 事件时间

EtherCAT 缓存区更改事件时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09F0 - 0x09F3	31:0	寄存器捕捉导致至少 1 个 SM 管理器声明 ECAT 事件的帧开始本地时间。 (0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用)	R/-	R/-	4 Byte	0x0

PDI 缓存区开始事件时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09F8 - 0x09FB	31:0	寄存器捕捉至少 1 个 SM 管理器声明 PDI 缓存区开始事件时的本地时间。 (0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用)	R/-	R/-	4 Byte	0x0

PDI 缓存区更改事件时间

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x09FC - 0x09FF	31:0	寄存器捕捉至少一个 SM 管理器声明 PDI 缓存区变更事件时的本地时间。 (0x0140. 10=1 或 0x0140. 11=1 时可用)	R/-	R/-	4 Byte	0x0

5.2.16 ESC 标准寄存器

上电值

Address	bit	说明		Master	Slave	Length	初始值
0x0E00 - 0x0E01	1:0	端口模式 (P_MODE)	00:逻辑端口 0, 1 可用 01:逻辑端口 0, 1, 2 可用 10:逻辑端口 0, 1, 3 可用 11:逻辑端口 0, 1, 2, 3 可用	R/-	R/-	2 Byte	0x8C
	2	可用端口的物理层 (P_CONF)	逻辑端口 0 0:EBUS 1:MII				
	3		逻辑端口 1 0:EBUS 1:MII				
	4		逻辑端口 2 0:EBUS 1:MII				
	5		逻辑端口 3 0:EBUS 1:MII				
	7:6	CPU 时钟输出 (CLK_MODE)	00:0FF 01:25MHz 10:20MHz 11:10MHz	R/-	R/-		0x84
	9:8	MII TX 信号相移 (C25_SHI)	00:0° 相移 01:90° 相移 10:180° 相移 11:270° 相移				
	10	CLK25Output 使能 (C25_ENA)	0:未使能 1:使能 (25MHz 输出)				
	11	透明模式 MII (Trans_Mode_Ena)	0:未使能 1:使能-ERR 输入 (0:TX 信号为三态 1:ESC 驱动 TX 信号)				
	12	数字控制/状态移动 (Ctrl_status_Move)	0:使用时, 控制/状态信号映射到 PDI[39:32] 1:使用 PDI 字节时, 控制/状态信号后将映射到 最高位				
	13	PHY 地址偏移 (PHYAD_OFF)	0:无偏移 1:偏移为 16				
	14	PHY 链路极性 (LINKPOL)	0:LINK_MII 为低电平有效 1:LINK_MII 为高电平有效				
	15	Reserved	总为“1”				

5 章 EtherCAT 数据链路层

■ 数字输入输出

数字 I/O 输出

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0F00 – 0x0F03	31:0	输出数据 ※取决于设备设置与 PDI 设置	R/W	R/-	4 Byte	0x0

通用输出

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0F10 – 0x0F11	15:0	通用输出数据 ※取决于设备设置与 PDI 设置	R/W	R/W	2 Byte	0x0

通用输入

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0F18 – 0x0F19	15:0	通用输入数据 ※取决于设备设置与 PDI 设置	R/-	R/-	2 Byte	0x0

1) 用户 RAM

ESC 扩展信息（用户 RAM）

Address	bit	说明			Master	Slave	Length	初始值
0x0F80 – 0x0FA0	7:0	追加信息数			R/W	R/W	33 Byte	0xFF
	8	0x0102:0x0103	DL 控制寄存器	0:不可用 1:可用				—
	9	0x0134:0x0135	AL 状态编码寄存器	0:不可用 1:可用				—
	10	0x0200:0x0201	ECAT 中断掩码	0:不可用 1:可用				—
	11	0x0012:0x0013	状态别名设置	0:不可用 1:可用				—
	12	0x0F18:0x0F1F	通用输入	0:不可用 1:可用				—
	13	0x0F10:0x0F17	通用输出	0:不可用 1:可用				—
	14	0x0204:0x0207	AL 事件掩码	0:不可用 1:可用				—
	15	0x0108:0x0109	物理读取/写入偏移	0:不可用 1:可用				—
	16	0x0400:0x0401 0x0410:0x0411	看门狗分频写入 与看门狗 PDI	0:不可用 1:可用				—
	17	0x0442:0x0443	看门狗计数器	0:不可用 1:可用				—
	18	0x0020:0x0031	写入保护	0:不可用 1:可用				—
	20:19	Reserved						—
	21	0x09F0:0x09F0	DC-SM 事件时间	0:不可用 1:可用				—
	22	0x030C:0x030D	ECAT 处理单元 / PDI 错误计数器	0:不可用 1:可用				—
	23	0x0502.7	EEPROM 大小设置	0:支持 16kbit 以下 1:支持 32k~4Mbit				—
	26:24	Reserved						—
	27	0x0300:0x0313	链路丢失计数器	0:不可用 1:可用				—
	28	0x0510:0x0515	MII 管理器 I/F	0:不可用 1:可用				—
	29	增强链路检出 MII		0:不可用 1:可用				—
	30	增强链路检出 EBUS		0:不可用 1:可用				—
	31	Run LED (DEV_STATE LED)		0:不可用 1:可用				—
	32	Link Activity LED		0:不可用 1:可用				—
	37:33	Reserved						—
	38	DC 时间环路控制分配 PDI		0:不可用 1:可用				—
	39	链路检出及基于 MI 的配置		0:不可用 1:可用				—
	40	基于 PDI 的 MI 控制		0:不可用 1:可用				—
	41	自动 TX 相移		0:不可用 1:可用				—
	42	基于微控制器的 EEPROM 仿真		0:不可用 1:可用				—
	47:43	Reserved						—
	263:48	Reserved						0x0

5.2 地址空间

用户 RAM

Address	Byte	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0FA1 – 0x0FBF	0x1F	应用程序标准信息	R/W	R/W	31 Byte	不确定

从站响应(用户 RAM)

Address	bit	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x0FC0 – 0x0FFF		用于从站的响应检测。 设置对应轴的位后, 通过对该地址的广播读取 (BRD) 识别没有响应的从站。	R/W	R/(W)	64 Byte	不确定
	0	1: 第 1 轴从站				
	1	1: 第 2 轴从站				
	2	1: 第 3 轴从站				
	...	...				
	510	1: 第 511 轴从站				
	511	1: 第 512 轴从站				

2) 过程数据 RAM

过程数据 RAM 地址为 0x1000~0x2FFF。

过程数据 RAM

Address	Byte	说明	Master	Slave	Length	初始值
0x1000 – 0x2FFF	0x2000	过程数据 RAM ※只有在 EEPROM 被正常加载 (0x0110. 0=1) 时, 能够访问过程数据 RAM。	(R/W)	(R/W)	8, 192 Byte	不确定

5 章 EtherCAT 数据链路层

5.3 EEPROM 映射

5.3.1 地址空间概要

MODEL NO. PB EtherCAT 从站驱动器的从站控制器中, 搭载了供设备配置及各项参数使用的 64kbit 的 I²C(Inter-Integrated Circuit)接口 EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)。

通过使用按字寻址, 第一个 1kbit 用于存储设备配置, 1kbit~32kbit 用于存储伺服驱动器信息, 32kbit~64kbit 可用于存储各项参数。
EEPROM 的空间分配情况如下所示。

Word	0	1	2	3	4	5	6	7	
0x000	PDI Control	PDI Config.	SYNC Pulse	Ex. PDI	Config.	Station	Reserved	Reserved	Checksum
0x008	Vender ID		Product Code			Revision Number		Serial Number.	
0x010	Ex. Delay	Port 0 Delay	Port 1 Delay	Reserved		Boot RX	Boot RX	Boot TX	Boot TX
0x018	Standard RX	Standard RX	Standard TX	Standard TX	Mailbox	Reserved			
0x020									
0x028	Reserved								
0x030									
0x038	Reserved						EEPROM Size	Version	
0x040	1 st Category	1 st Category	1 st Category DATA ...						
.	...								
.	2 nd Category	2 nd Category	2 nd Category DATA ...						
.	...								
0x7F8	...								
0x800	Parameter (Future use)								
.	Reserved								
.	Reserved								
.	Reserved								
0xFF8	Reserved								

EEPROM 空间分配

5.3.2 地址空间定义

以下将对配置地址 (Word: 0x000~0x03F) 及设备配置地址 (Word: 0x040~0x7FF) 中存储的数据进行详细的说明。

5.3 EEPROM 映射

■ 从站信息接口区

PDI 控制

Address 0x0000	PDI 控制寄存器(0x0140:0x0141)的初始值 bit:9 将被复制到 DL 状态寄存器 0x110.2 (EX 链路检出), 并通过该位使其使能/不使能。			Length 1 word
bit	说明		Value	寄存器
7:0	过程数据接口	8:16 位异步微机 接口	0x08	0x0140
8	设备仿真 (AL 状态控制)	0:AL 在从站中设置 AL 状态寄存器 1:设置 AL 控制寄存器数值	0x0C	0x0141
9	增强链路检出	0:未使能 1:使能 使用 MII 端口时为“0”		
10	DC SYNC 输出单元	0:未使能(节电) 1:使能		
11	DC Latch 输入单元	0:未使能(节电) 1:使能		
15:12	Reserved			

PDI 配置

Address 0x0001	PDI 配置寄存器(0x0150:0x0151)的初始值			Length 1 word
bit	说明		Value	寄存器
1:0	BUSY 输出设备 BUSY 输出极性 00:推挽输出 低电平有效 01:开路漏极 低电平有效 10:推挽输出 高电平有效 11:开路源极 高电平有效		0x00	0x0150
3:2	IRQ 输出设备 IRQ 输出极性 00:推挽输出 低电平有效 01:开路漏极 低电平有效 10:推挽输出 高电平有效 01:开路源极 高电平有效			
4	BHE 极性 0:低电平有效 1:高电平有效			
6:5	Reserved			
7	RD 极性 0:低电平有效 1:高电平有效			
9:8	SYNC0 输出 设备/极性 00:推挽输出 低电平有效 01:开路漏极 低电平有效 10:推挽输出 高电平有效 01:开路源极 高电平有效		0xCC	0x0151
10	SYNC0/Latch0 设置 0:LATCH0 输入 1:SYNC0 输出			
11	对 AL 事件请求寄存器 (0x0220.2) 的 SYNC0 映射 0:未使能 1:使能			
13:12	SYNC1 输出 设备/极性 00:推挽输出 低电平有效 01:开路漏极 低电平有效 10:推挽输出 高电平有效 01:开路源极 高电平有效			
14	SYNC1/Latch1 设置 0:LATCH1 输入 1:SYNC1 输出			
15	对 AL 事件请求寄存器(0x0220.3)的 SYNC1 映射 0:未使能 1:使能			

SYNC 冲量宽

Address 0x0002	10ns 倍数的 SYNC 冲量			Length 1 word
bit	说明		初始值	寄存器
15:0	SYNC 信号的脉冲宽度(单位:10ns) 0:应答模式:通过读取 SYNC0/SYNC1 状态寄存器清零 SYNC 信号 ※0x0140.10=1 时可用。		0x0064 (1 μs)	0x0982 - 0x0983

扩展 PDI 配置

Address 0x0003	PDI 配置的扩展区域。			Length 1 word
bit	说明		初始值	寄存器
0	读取 BUSY 延迟 0:正常读取 BUSY 输出 1:延迟读取 BUSY 输出		0x0000	0x0152 -
15:1	Reserved			0x0153

5 章 EtherCAT 数据链路层

站别名设置

Address 0x0004	从站固有的轴地址。		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	别名地址用于设置节点地址。 由 DL 控制的 bit24 (0x0100.24) 决定是否使能。	0x0000	0x0012 - 0x0013

效验

Address 0x0007	用于调试 可通过 0x88A4 的校验和的值校验校验和可以使其不使能。		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	低位字节为通过多项式 X^8+X^2+X+1 (初始值 0xFF) 计算后分配的无符号数值, 包括 Word6 中 Word0 的分配值。	0x0000	-

Vender ID

Address 0x0008	ETG 中我司 EtherCAT 产品的供应商 ID。 CoE 对象的 Index:0x1018 Sub index:0x01		Length 2 word
bit	说明	值	寄存器
31:0	厂商固有 ID。 山洋电气的 Vender ID 与我司 CAN open 驱动器相同, 为 0x000001B9。	0x000001B9	-

产品代码

Address 0x000A	我司 EtherCAT 产品的产品代码。 CoE 对象的 Index:0x1018 Sub index:0x02		Length 2 word
bit	说明	值	寄存器
31:0	EtherCAT 驱动器的产品代码。	取决于产品	-

修订版本号

Address 0x000C	伺服驱动器的修订版本号。 CoE 对象的 Index:0x1018 Sub index:0x03		Length 2 word
bit	说明	值	寄存器
31:0	不支持	不支持	-

序列号

Address 0x000E	伺服驱动器的序列号。 CoE 对象的 Index:0x1018 Sub index:0x04		Length 2 word
bit	说明	值	寄存器
31:0	不支持	不支持	-

运行延迟

Address 0x0010	此驱动器为最终轴时, 以 100ps 为单位追加的通信线路延迟校正系数。 最后一个站		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps	0x0000	-

端口 0 延迟

Address 0x0011	主站位于端口 0 后时, 以 100ps 为单位追加的通信线路延迟校正系数。 最后一个站		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps/LSB, Integer	0x0000	-

5.3 EEPROM 映射

端口 1 延迟

Address 0x0012	主站位于端口 1 之后时, 以 100ps 为单位追加的通信线路延迟校正系数。 最后一个站		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps/LSB, Integer	0x0000	-

引导状态收信邮箱偏移

Address 0x0014	引导状态模式中主站对从站的数据传输中使用的邮箱偏移		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	从寄存器地址 0x1800 开始使用。	0x1800	-

引导状态收信邮箱大小

Address 0 x0015	引导状态模式中主站对从站的数据传输中使用的邮箱大小		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	0x0200 (512byte) 的大小。	0x0200	-

引导状态发信邮箱偏移

Address 0x0016	引导状态模式中从站对主站的数据传输中使用的邮箱偏移		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	从寄存器地址 0x1C00 开始使用。	0x1C00	-

引导状态发信邮箱大小

Address 0x0017	引导状态模式中从从站到主站的数据传输中使用的邮箱大小		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	0x0200 (512byte) 大小。	0x0200	-

收信邮箱偏移标准值

Address 0x0018	主要是 SM0 中从主站到从站的数据传输中使用的邮箱偏移		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	从寄存器地址 0x1800 开始使用。	0x1800	-

收信邮箱大小标准值

Address 0x0019	主要是 SM0 中使用的从主站到从站的数据传输中使用的邮箱大小		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	0x0200 (512Byte) 大小。	0x0200	-

发信邮箱偏移标准值

Address 0x001A	主要是 SM1 中使用的从从站到主站的数据传输中使用的邮箱偏移		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	从寄存器地址 0x1C00 开始使用。	0x1C00	-

发信邮箱大小标准值

Address 0x001B	主要是 SM1 中从从站到主站的数据传输中使用的邮箱大小		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	0x0200 (512Byte) 大小。	0x0200	-

5 章 EtherCAT 数据链路层

Mailbox 协议

Address 0x001C	支持的邮箱协议		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
0	AoE:ADS over EtherCAT(可从 www.beckhoff.com 下载)	0x0004	-
1	EoE:Ethernet over EtherCAT(数据链路服务的通道)		
2	CoE:CANopen over EtherCAT(SDO 访问)		
3	FoE:File Service over EtherCAT		
4	SoE:Servo Profile over EtherCAT		
5	VoE:Vender specific protocol		
15:6	Reserved		

端口 0 Tx 延迟

Address 0x0020	端口 0 发信时间的线路延迟用校正系数		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps/LSB, Unsigned16	0x0000	-

端口 1 Tx 延迟

Address 0x0021	端口 1 发信时间的线路延迟用校正系数		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位: 100ps / LSB, Unsigned16	0x0000	-

端口 0 Rx 延迟

Address 0x0024	端口 0 收信时间的线路延迟用校正系数		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps/LSB, Unsigned16	0x0000	-

端口 1 Rx 延迟

Address 0x0025	端口 1 收信时间的线路延迟用校正系数		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps/LSB, Unsigned16	0x0000	-

端口0到下一端口的传输

Address 0x0028	端口 0 的 PhL 收信到下一端口的 PhL 收信间的校正系数		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps/LSB, Unsigned16	0x0000	-

端口0外其他端口到下一端口的传输

Address 0x0029	端口 0 外其他端口的 PhL 收信到下一端口的 PhL 发信的校正系数		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps/LSB, Integer	0x0000	-

闭合端口附加传输时间

Address 0x002A	端口与 BAT WAN 端口的附加校正系数		Length 1 word
bit	说明	初始值	寄存器
15:0	单位:100ps/LSB, Integer	0x0000	-

EEPROM 大小

Address 0x003E	Kbit-1 中表示的 EEPROM 大小			Length 1 word
bit	说明		初始值	寄存器
15:0	本驱动器中搭载的 EEPROM 容量为 32kbit。“32kbit-1:0x1F”		0x001F	-

版本

Address 0x003F	版本			Length 1 word
bit	说明		初始值	寄存器
15:0	版本为 1。		0x0001	-

5.3.3 从站信息接口种类

1st 类别报头

Address 0x0040	从站信息的种类。			Length 1 word
bit	说明		初始值	寄存器
15:0	种类 类型	00 (0x00) :NOP	No info	0x000A
		10 (0x0A) :STRING	其他种类用字符串数据帧	
		20 (0x14) :Data Types	Reserved	
		30 (0x1E) :General	概略	
		40 (0x28) :FMMU	用于 FMMU	
		41 (0x29) :SyncManager	SyncManager 设置	
		42 (0x2A) :-	Reserved	
		43 (0x2B) :-	Reserved	
		50 (0x32) :TxPDO	TxPDO 描述	
		51 (0x33) :RxPDO	RxPDO 描述	
		60 (0x3C) :DC	Distributed Clock 描述	
		(0xFFFF) :End	供应商标准协议	

✓ STRINGs 种类用于存储其他种类中使用的所有字符串。其他种类可通过 STRING 种类中的索引关联。

1st 种类字符大小

Address 0x0041	1 st 种类的此地址后接字符数据的大小。			Length 1 word
bit	说明		初始值	寄存器
15:0	字符大小		取决于设置	-

1st 种类数据

Address 0x0042:	1 st 种类的此地址后接字符数据的大小			Length 1 word
bit	说明		初始值	寄存器
15:0	1 st 种类的数据		取决于设置	-

5 章 EtherCAT 数据链路层

以下将对各种类报头的种类类别分别进行说明。

字符串种类的结构

参数	Address	Data Type	值/说明
nStrings	0x0000	Byte	字符串数
Str1_len	0x0001	Byte	字符串 1 的长度
Str_1	0x0002	Byte [Str1_Len]	字符串 1 的数据
Str2_len	0x0002+Str1_Len	Byte	字符串 2 的长度
Str_2	0x0003+Str1_Len	Byte[Str2_Len]	字符串 2 的数据
...	...	...	-
Strn_len	0x000z	Byte	字符串 n 的长度
Strn_2	0x000z+1	Byte [Strn_Len]	字符串 n 的数据
PAD_Byte	0x000y	Byte	种类长度为奇数时追加 1 字节 (0x00)。

种类概要结构

参数	Address	Data Type	值/说明
GroupeIdx	0x0000	Unsigned8	(供应商标准) 集团信息:用字符串表示
ImgIdx	0x0001	Unsigned8	(供应商标准) 图像名称:用字符串表示
OderIdx	0x0002	Unsigned8	(供应商标准) 设备请求号码:用字符串表示
NameIdx	0x0003	Unsigned8	(供应商标准) 设备名称信息:用字符串表示
Physical layer Port0	0x0004	Unsigned2	0:Ebus
Physical layer Port1		Unsigned2	1:100BASE-TX
Physical layer Port2		Unsigned2	2:100BASE-FX
Physical layer Port3		Unsigned2	
CoE Details	0x0005	Unsigned8	bit0:使能 SDO bit1:使能 PDO 信息 bit2:使能 PDO 分配 bit3:使能 PDO 配置 bit4:使能 开始上传 bit5:使能 SDO 完全访问
FoE Details	0x0006	Unsigned8	bit0:使能 FoE
EoE Details	0x0007	Unsigned8	bit0:使能 EoE
SoE Details	0x0008	Unsigned8	Reserved
DS402Channels	0x0009	Unsigned8	Reserved
SysmanClass	0x000A	Unsigned8	Reserved
Flags	0x000B	Unsigned8	bit0:使能 Safe-OP bit1:使能无 LR/W
CurrentOnEbus	0x000C	Unsigned16	Ebus 实际耗电电流 (mA), 负值为吸收电流
PAD_Byte	0x000B	Byte[18]	Reserved

FMMU 种类结构

参数	Address	Data Type	值/说明
	0x0000	Byte	1:FMMU0 用于输出 2:FMMU0 用于输入 3:FMMU0 用于 SyncManager 状态 (读取邮箱)
	0x0001	Byte	1:FMMU1 用于输出 2:FMMU1 用于输入 3:FMMU7 用于 SyncManager 状态 (读取邮箱)
	...		
	0x0007	Byte	1:FMMU7 用于输出 2:FMMU7 用于输入 3:FMMU7 用于 SyncManager 状态 (读取邮箱)

各项目的 SyncManager 种类结构

参数	Address	Data Type	值/说明
Physical Start Address	0x0000	Word	数据的基点(参考 SM 的物理开始地址)
Length	0x0002	Word	
Control Register	0x0004	Byte	操作模式的定义(参考 SM 的控制寄存器)
Status Register	0x0005	Byte	忽略
Activate	0x0006	Byte	使能 SyncManager
PDI CTRL	0x0007	Byte	忽略

各要素的 RXPDO 与 TXPDO 种类结构

参数	Address	Data Type	值/说明
PDO Index	0x0000	Word	RxPDO : 0x1600~0x1603, 0x1700~0x1703 TxPDO : 0x1A00~0x1A00, 0x1b00~0x1B03
nEntry	0x0002	Byte	项目数
SyncM	0x0003	Byte	SyncManager 的关联 0x02 : 与 SM2 管理, 0x03 : 与 SM3 关联 0xFF : 未关联
Synchronization	0x0004	Byte	DC Synch 的标准值
NameIdx	0x0005	Byte	对象名称:用字符串表示
Flags	0x0006	Word	Reserved
Entry Index	0x0008	Word	输入的索引
SubIndex	0x000A	Byte	子索引
Entry Name Idx	0x000B	Byte	输入名称:用字符串表示
Data Type	0x000C	Byte	输入的数据类型
bitLen	0x000D	Byte	输入的位长度
Flags	0x000E	Word	Reserved
Next Entry	0x0010	8Byte	下一个输入……接各要素后

No Text on This Page.

6章

对象字典

本章将对对象字典进行说明。

6.1 对象字典概要	6-1
6.1.1 对象字典构成及轴的定义	6-1
6.1.2 对象编码定义	6-1
6.1.3 操作类型	6-2
6.1.4 数据类型区	6-2
6.2 CoE 通信对象区	6-4
6.2.1 对象组 0x1000~参数详情	6-7
6.2.2 PDO 映射	6-9
6.2.3 通信时序	6-16
6.2.4 自由运行模式(Free Run:非同步运转)	6-17
6.2.5 SM2 事件同步模式(Synchronous with SM2 Event)	6-18
6.2.6 DC 模式(SYNC0 事件同步)	6-19
6.2.7 DC 模式(SYNC1 事件同步)	6-20
6.3 PDS FSA	6-21
6.3.1 概要	6-21
6.3.2 FSA(有限状态自动机 Finite States Automaton)	6-22
6.3.3 状态显示指示灯	6-25
6.3.4 控制字	6-26
6.3.5 状态字	6-28
6.4 规划区域	6-29
6.4.1 错误代码与错误动作	6-31
6.4.2 操作模式	6-33
6.4.3 功能组“位置”	6-34
6.4.4 规划位置模式	6-35
6.4.5 周期同步位置模式	6-38
6.4.6 功能组“速度”“复位”	6-40
6.4.7 规划速度模式	6-41
6.4.8 周期同步速度模式	6-41
6.4.9 复位模式	6-43
6.4.10 功能组“接触式探针(Touch Probe)”	6-49
6.4.11 操作模式参数(规划区域)	6-51
6.5 制造商自定义区域	6-64
6.5.1 对象组	6-64
6.5.2 “控制指令”参数	6-67

6 章 对象字典

6.1 对象字典概要

6.1.1 对象字典构成及轴的定义

每个对象都使用4位16进制的16bit索引进行定位, 并按组分配在对象字典中。
CiA402中规定的CoE (CANopen over EtherCAT)对象字典的结构如下所示。
此外, 由于Model No. PB为4轴驱动器, 因此不同轴 No.的电机Index区域不同。
另外, 4轴驱动器的定义通过0x1000中的Device type声明。
详情请参考对象索引构成表(下表)。

- * 除特别标出之外, 本说明书中的Index都为轴1的Index No。
- * 轴2后的index No为以下各对象的Index加算一定偏移量。
- * 设置任一轴中Manufacturer Specific Profile Area, Standardized Device Profile Area中与轴不相关的Index No时, 所有轴中对应的Index都将更新为设置值。
- * 数据超出规格范围时可能导致异常动作或驱动器破损, 请使用规格范围内的数据。

对象索引构成	
Index (Hex)	对象
0x0000~0x0FFF	Data Type Area (数据类型区域)
0x1000~0x1FFF	Communication Profile Area (CoE 通信区域) * PDO 映射每轴 Index 递增 0x10。 * 0x1000 的 Device type 定义多轴驱动器
0x4000~0x41FF	Manufacturer Specific Profile Area (制造商定义区域:PB-轴 1)
0x4200~0x43FF	Manufacturer Specific Profile Area (制造商定义区域:PB-轴 2)
0x4400~0x45FF	Manufacturer Specific Profile Area (制造商定义区域:PB-轴 3)
0x4600~0x47FF	Manufacturer Specific Profile Area (制造商定义区域:PB-轴 4)
0x6000~0x67FF	Standardized Device Profile Area (规划 区域:轴 1) * 0x67FF 定义轴 1 Device type (STEP 驱动器)
0x6800~0x6FFF	Standardized Device Profile Area (规划 区域:轴 2) * 0x6FFF 定义轴 2 Device type (STEP 驱动器)
0x7000~0x77FF	Standardized Device Profile Area (规划 区域:轴 3) * 0x77FF 定义轴 3 Device type (STEP 驱动器)
0x7800~0x7FFF	Standardized Device Profile Area (规划 区域:轴 4) * 0x7FFF 定义轴 4 Device type (STEP 驱动器)
0xA000~0xFFFF	Reserved

6.1.2 对象编码定义

对象编码定义的输入构成如下:

对象编码定义		
对象编码	对象名	说明
0x0000	NULL	无数据区域的对象输入
0x0002	DOMAIN	大的可变长度数据
0x0005	DEFTYPE	表示 Boolean、Unsigned16 等类型的定义
0x0006	DEFSTRUCT	定义一个新的记录类型如 0x21 中的 PDO 映射结构
0x0007	VARIABLE	单一数据如 Unsigned8、Boolean、float、Integer16、visible string
0x0008	ARRAY	由相同的基础数据类型数据构成的各数据的一个多数据域对象 但是 Sub-Index 0 在 Unsigned8 中未非 ARRAY 数据。
0x0009	RECORD	由不同基础数据类型数据构成数据域的一个多数据域对象 但是 Sub-Index 0 在 Unsigned8 中为非 RECORD 数据。

6.1.3 操作类型

“属性”定义了各数据对象的操作权限。
操作属性决定操作权限,操作方向为由主站到从站。

对对象的操作属性

属性标记	说明
Rw, RW, rw	可进行读/写操作
Wo, WO, wo	只能进行写操作
Ro, RO, Ro	只能进行读操作
Const, CONST	只能进行读操作(值固定)

6.1.4 数据类型区

数据类型表明对象字典中对象的数据类型的索引。
索引 0x0001~0x001F 分配给标准数据类型、0x0020~0x07FF 分配给特殊定义的数据类型。数据类型区的对象字典如下所示。

数据类型对象字典

索引	对象	名称	索引	对象	名称
0x0001	DEFTYPE	BOOLEAN	0x0026		Reserved
0x0002	DEFTYPE	INTEGER8	0x0027	DEFTYPE	PDOCOMPAR
0x0003	DEFTYPE	INTEGER16	0x0028	DEFTYPE	ENUM
0x0004	DEFTYPE	INTEGER32	0x0029	DEFSTRUCT	SYNC_PAR
0x0005	DEFTYPE	UNSIGNED8	0x002A	DEFTYPE	RECORD
0x0006	DEFTYPE	UNSIGNED16	0x002B	DEFTYPE	BACKUP
0x0007	DEFTYPE	UNSIGNED32	0x002C	DEFTYPE	MDP
0x0008	DEFTYPE	REAL32	0x002D-02F		Reserved
0x0009	DEFTYPE	VISIBLE_STRING	0x0030	DEFTYPE	BIT1
0x000A	DEFTYPE	OCTET_STRING	0x0031	DEFTYPE	BIT2
0x000B	DEFTYPE	UNICODE_STRING	0x0032	DEFTYPE	BIT3
0x000C	DEFTYPE	TIME_OF_DAY	0x0033	DEFTYPE	BIT4
0x000D	DEFTYPE	TIME_DIFFERENCE	0x0034	DEFTYPE	BIT5
0x000E		Reserved	0x0035	DEFTYPE	BIT6
0x000F	DEFTYPE	DOMAIN	0x0036	DEFTYPE	BIT7
0x0010	DEFTYPE	INTEGER24	0x0037	DEFTYPE	BIT8
0x0011	DEFTYPE	REAL64	0x0038-03F		Reserved
0x0012	DEFTYPE	INTEGER40	0x0040-05F	DEFSTRUCT	Manufacturer Specific Complex Data Type
0x0013	DEFTYPE	INTEGER48	0x0060-07F	DEFTYPE	Device Profile 0 Specific Standard Data Types
0x0014	DEFTYPE	INTEGER56	0x0080-09F	DEFSTRUCT	Device Profile 0 Specific Complex Data Types
0x0015	DEFTYPE	INTEGER64	0x00A0-0BF	DEFTYPE	Device Profile 1 Specific Standard Data Types
0x0016	DEFTYPE	UNSIGNED24	0x00C0-0DF	DEFSTRUCT	Device Profile 1 Specific Complex Data Types
0x0017		Reserved	0x00E0-0FF	DEFTYPE	Device Profile 2 Specific Standard Data Types
0x0018	DEFTYPE	UNSIGNED40	0x0100-11F	DEFSTRUCT	Device Profile 2 Specific Complex Data Types
0x0019	DEFTYPE	UNSIGNED48	0x0120-13F	DEFTYPE	Device Profile 3 Specific Standard Data Types
0x001A	DEFTYPE	UNSIGNED56	0x0140-15F	DEFSTRUCT	Device Profile 3 Specific Complex Data Types
0x001B	DEFTYPE	UNSIGNED64	0x0160-17F	DEFTYPE	Device Profile 4 Specific Standard Data Types
0x001C	DEFTYPE	SAFETY	0x0180-19F	DEFSTRUCT	Device Profile 4 Specific Complex Data Types
0x001D-1F		Reserved	0x01A0-1BF	DEFTYPE	Device Profile 5 Specific Standard Data Types
0x0020		Reserved	0x01C0-1DF	DEFSTRUCT	Device Profile 5 Specific Complex Data Types
0x0021	DEFSTRUCT	PDO_MAPPING	0x01E0-1FF	DEFSTRUCT	Device Profile 6 Specific Standard Data Types
0x0022		Reserved	0x0200-21F	DEFSTRUCT	Device Profile 6 Specific Complex Data Types
0x0023	DEFSTRUCT	IDENTITY	0x0320-23F	DEFTYPE	Device Profile 7 Specific Standard Data Types
0x0024		Reserved	0x0440-25F	DEFSTRUCT	Device Profile 7 Specific Complex Data Types
0x0025	DEFSTRUCT	COMMAND_PAR	0x0260-7FF		Reserved

6 章 对象字典

此外, 枚举数据区分配在索引 0x0800~0x0FFF 中。

各项为规定了位数的数据类型 (如 BIT3 或 UNSIGND16), 或规定了整数值 (数据类型为 UNSIGND32) 的数据类型, 用字符串进行表示, 详情如下。

枚举数据定义

子索引	说明	数据类型	操作	PDO 映射	值
0x00	输入数	UNSIGNED8	R0	No	枚举值 N 的个数
	填充	UNSIGNED8			0:偶数 为确保 8 字节用的填充字节
0x01	Enum 1	OCTET STRING	R0	No	枚举字符串的 VISIBLE STRING UNSIGND32 的整数
...					
0xN	Enum N	OCTET STRING	R0	No	

6.2 CoE 通信对象区

关于 CoE 通信对象列表、对象类型、数据长度、操作 (Dir)、PDO 映射、参数有效时序 (更新) “●:即时有效 ▲:需要 ESM 变更请求 ■:重启控制电源使有效” 的详情请参见下表。

通信对象区 (表1)

Index	Sub-Index	Object Type	名称	数据长度	Dir	PDO Mapping	更新
0x1000	0x00	VAR	设备类型	Unsigned32	R0	No	—
0x1001	0x00	VAR	错误寄存器	Unsigned8	R0	Possible	—
0x1008	0x00	VAR	制造商 设备名称	VisibleString	R0	No	—
0x1009	0x00	VAR	制造商硬件版本	VisibleString	R0	No	—
0x100A	0x00	VAR	制造商软件版本	VisibleString	R0	No	—
0x1010	—	ARRAY	保存参数	—	—	—	—
	0x00	—	输入数	Unsigned8	R0	No	—
	0x01	—	保存所有参数	Unsigned32	RW	No	●
0x1018	—	RECORD	识别对象	—	—	—	—
	0x00	—	输入数	Unsigned8	R0	No	—
	0x01	—	供应商 ID	Unsigned32	R0	No	—
	0x02	—	产品编码	Unsigned32	R0	No	—
	0x03	—	修订版本号	Unsigned32	R0	No	—
	0x04	—	Not Suported [序列号]	Unsigned32	R0	No	—
0x1600 ~ 0x1603	—	RECORD	第 1 轴 收信 PDO 映射	PDO Mapping	—	—	—
	0x00	—	RxPDO 的输入数	Unsigned8	RW	No	▲
0x1603 ~ 0x1700 ~ 0x1703	0x01 ~ n	—	第 1 个映射的对象 ... 第 n 个映射的对象	Unsigned32	RW	No	▲
0x1610 ~ 0x1613	—	RECORD	第 2 轴 收信 PDO 映射	PDO Mapping	—	—	—
	0x00	—	RxPDO 的输入数	Unsigned8	RW	No	▲
0x1613 ~ 0x1710 ~ 0x1713	0x01 ~ n	—	第 1 个映射的对象 ... 第 n 个映射的对象	Unsigned32	RW	No	▲
0x1620 ~ 0x1623	—	RECORD	第 3 轴 收信 PDO 映射	PDO Mapping	—	—	—
	0x00	—	RxPDO 的输入数	Unsigned8	RW	No	▲
0x1623 ~ 0x1720 ~ 0x1723	0x01 ~ n	—	第 1 个映射的对象 ... 第 n 个映射的对象	Unsigned32	RW	No	▲

6 章 对象字典

通信对象区(表2)

Index	Sub-Index	Object Type	名称	数据长度	操作	PDO Mapping	更新
0x1630	—	RECORD	第 4 轴 收信 PDO 映射	PDO Mapping	—	—	—
~	0x00	—	RxPDO 的输入数	Unsigned8	RW	No	▲
0x1633	0x01	—	第 1 个映射的对象	Unsigned32	RW	No	▲
~	~	~	...				
0x1730	n	—	第 n 个映射的对象				
~	~	~	~	~	~	~	~
0x1733	~	~	~	~	~	~	~
0x1A00	—	RECORD	第 1 轴 发信 PDO 映射	PDO Mapping	—	—	—
~	0x00	—	TxPDO 的输入数	Unsigned8	RW	No	▲
0x1A03	0x01	—	第 1 个映射的对象	Unsigned32	RW	No	▲
~	~	~	...				
0x1B00	n	—	第 n 个映射的对象				
~	~	~	~	~	~	~	~
0x1B03	~	~	~	~	~	~	~
0x1A10	—	RECORD	第 2 轴 发信 PDO 映射	PDO Mapping	—	—	—
~	0x00	—	TxPDO 的输入数	Unsigned8	RW	No	▲
0x1A13	0x01	—	第 1 个映射的对象	Unsigned32	RW	No	▲
~	~	~	...				
0x1B10	n	—	第 n 个映射的对象				
~	~	~	~	~	~	~	~
0x1B13	~	~	~	~	~	~	~
0x1A20	—	RECORD	第 3 轴 发信 PDO 映射	PDO Mapping	—	—	—
~	0x00	—	TxPDO 的输入数	Unsigned8	RW	No	▲
0x1A23	0x01	—	第 1 个映射的对象	Unsigned32	RW	No	▲
~	~	~	...				
0x1B20	n	—	第 n 个映射的对象				
~	~	~	~	~	~	~	~
0x1B23	~	~	~	~	~	~	~
0x1A30	—	RECORD	第 4 轴 发信 PDO 映射	PDO Mapping	—	—	—
~	0x00	—	TxPDO 的输入数	Unsigned8	RW	No	▲
0x1A33	0x01	—	第 1 个映射的对象	Unsigned32	RW	No	▲
~	~	~	...				
0x1B30	n	—	第 n 个映射的对象				
~	~	~	~	~	~	~	~
0x1B33	~	~	~	~	~	~	~
0x1C00	—	ARRAY	SM (Sync Manager) 通信类型	—	—	—	—
~	0x00	—	输入数	Unsigned8	R0	No	—
~	0x01	—	SM0 的通信类型	Unsigned32	R0	No	▲
~	~	~	...				
~	0x04	—	SM3 的通信类型				

✓ 0x1000~0x1FFF 中未列出的索引为保留区。

6.2 CoE 通信对象区

通信对象区(表2)

Index	Sub-Index	Object Type	名称	数据长度	操作	PDO Mapping	更新
0x1C12 ~ 0x1C13	—	ARRAY	SM 0 ~ SM3 的 PDO 分配	—	—	—	—
	0x00	—	PDO 分配的对象数	Unsigned8	RW (R0)	No	▲
	0x01 ~ 0x07	—	PDO 分配的对象索引	Unsigned16	RW	No	▲
0x1C32 ~ 0x1C33	—	RECORD	SM 0~SM7 同步	—	—	—	—
	0x00	—	同步参数数	Unsigned8	R0	No	—
	0x01	—	同步类型	Unsigned32	RW (R0)	No	▲
	0x02	—	周期时间	Unsigned32	RW (R0)	No	—
	0x03	—	切换时间	Unsigned32	R0	No	—
	0x04	—	同步类型支持	Unsigned16	R0	No	—
	0x05	—	最小周期时间	Unsigned32	R0	No	—
	0x06	—	计算□复制时间	Unsigned32	R0	No	—
	0x07	—	Reserved	—	—	—	—
	0x08	—	Get Cycle Time	Unsigned16	RW (R0)	No	—
	0x09	—	延迟时间	Unsigned32	R0	No	—
	0x0A	—	Sync0 Cycle Time	Unsigned32	RW (R0)	No	—
	0x0B	—	Cycle Time Too Small	Unsigned32	R0	No	—
	0x0C	—	SM-Event Missed	Unsigned32	R0	No	—
	0x0D	—	Shift Time Too Short	Unsigned32	R0	No	—
	0x0E	—	RxPDO Toggle Failed	Unsigned32	R0	No	—
	0x0F ~ 0x1F		Reserved	—	—	—	—
	0x20	—	Sync Error	BOOL	R0	No	—

✔ 0x1000~0x1FFF 中未列出的索引为保留区。

6 章 对象字典

6.2.1 对象组 0x1000～参数详情

0x1000: 设备类型

Index	0x1000	表示设备的类型与规划功能。		对象编码		VAR	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	值
0x00	设备类型 [DEVICE] 显示 EtherCAT 伺服驱动用的设备类型。			Unsigned32	RO	No	0xFFFF0192
MSB LSB 模式位 类型 设备规划号码 31 24 23 16 15 0							
				0x0192	设备规划 (DS402d)		
				0xFF	多轴驱动		
				0xFF	多轴驱动		

0x1001: 错误寄存器

Index	0x1001	表示从站的错误状态。 请参考错误详情(错误位定义)。		对象编码		VAR	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	错误寄存器 [ERRREG]			Unsigned8	R0	Possible	0x00
bit7:制造商定义错误 bit6:Reserved bit5:设备行规划义错误 bit4:通信错误 bit3:温度错误 bit2:电压错误 bit1:电流错误 bit0:一般错误 (Generic error)							

0x1008: 设备名称

Index	0x1008	表示产品设备的名称		对象编码		VAR
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	值
0x00	设备名称 [DEVICE] 产品的设备名称(ASCII 码)		Visible String	R0	No	字符串 (-)
PB4 D 003 E 4 ☐ ☐ * 型号规格请参照第 1 章。						

0x1009: 硬件版本

Index	0x1009	表示产品的硬件版本		对象编码		VAR
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	值
0x00	硬件版本 [HARDVER]		Visible String (Unsigned32)	RO	No	字符串 (-)

0x100A: 软件版本

Index	0x100A	表示产品的软件版本		对象编码		VAR
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	值
0x00	软件版本 [SOFTVER]		Visible String (Unsigned32)	RO	No	字符串 (-)

6.2 CoE 通信对象区

0x1010: 保存参数

Index	0x1010	将当前驱动器的参数保存到非易失性存储器中。		对象编码		ARRAY
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	0x01
0x01	保存所有参数 [PARASAVE] 批量保存所有可保存的参数。 只有在子索引:0x01 中写入特定的标记后才能进行保存操作。特定的标记为 “save”。 ■写入操作时 ①主站在子索引子索引 01 中写入 “0x65 76 61 73” (ASCII:s:73,a:61,v:76,e:65)。 ↓ ②从站将正确写入标记的可保存参数保存到非易失性存储器*中。 ※非保存 EtherCAT 从站信息的 EEPROM。 ↓ ③从站顺利保存参数后,将通过 SDO 输出(启动下载响应)应答。 若保存参数失败,将通过 SDO 终止传输服务(终止编码:0606 0000h)应答。 若写入的标记错误,则通过 SDO 终止传输服务(终止编码:0800 0020h)应答。 ■读取操作时 从站以下列各种形式提供与保存参数功能相关的信息。		Unsigned32	RW	No	0x00000001
		Bit	值	说明		
		31-2: Reserved	0	保留		
		1: Auto	0	从站不自动保存参数		
		0: Cmd	1	通过上述写操作输出指令时从站保存参数。		

0x1018: 识别对象

Index	0x1018	显示从站设备的信息。		对象编码		RECORD
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	0x04
0x01	供应商 ID	[VENDOR]	Unsigned32	RO	No	0x000001B9
	ETG 中记载的供应商 ID					
0x02	产品编码	[PRODUCT]	Unsigned32	RO	No	根据产品而定
	产品的产品编码					
0x03	版本 No.	[AMPREV]	Unsigned32	RO	No	(一)
	产品的修订版本号 (未使用)					
0x04	序列号	[SERIAL]	Unsigned32	RO	No	(一)
	产品的序列号 (未使用)					

6 章 对象字典

6.2.2 PDO 映射

在 EtheCAT CoE 规划中, 由于 PDO 设置可以自由地改变主站与从站间的传输数据, 因此能够一直保持最优化。

在本驱动器中, 使用收信 PDO 映射参数 (0x1600~0x1603, 0x1700~0x1703: 轴 1, 0x1610~0x1613, 0x1710~0x1713: 轴 2, 0x1620~0x1623, 0x1720~0x1723: 轴 3, 0x1630~0x1633, 0x1730~0x1733: 轴 4) 变更 RxPDO 映射, 使用发信 PDO 映射参数 (0x1A00~0x1A03, 0x1B00~0x1B03: 轴 1, 0x1A10~0x1A13, 0x1B10~0x1B13: 轴 2, 0x1A20~0x1A23, 0x1B20~0x1B23: 轴 3, 0x1A30~0x1A33, 0x1B30~0x1B33: 轴 4) 变更 TxPDO 映射。

为进行映射, 需要对要传输的 PDO 的 Index、Sub-Index、数据长度 (位长) 进行设置。

数据长度必须和对象字典内的数据长度一致。

请按以下顺序进行映射:

- ① 首先将要映射的对象数 (将 Sub-Index: 设置为 0) 清零。
- ② 从被分配在前的对象 (Sub-Index: 1) 开始, 按顺序写入设置。
- ③ 在映射的对象的数量 (Sub-Index: 0) 中写入分配的对象数量。

■ PDO 映射的限制

- BOOLEAN 型对象可以映射到 16 位区域中的 16 位连续的区域。
- 请将 4 轴可映射的对象数量总计控制在 32 以下。
- 字节型对象可映射到 8 位区域中, 可任意配置奇偶地址位。

以下情况必须从 8 位或 16 位区域开始映射。

【将字节型对象映射到 BOOLEAN 型对象之后时】

使用 Padding 对象 (0D:0x0000 SI:0) 将下一个 8 位或 16 位区域前的位填充后再进行配置。

- 半字以上的对象可以映射到 16 位区域中, 但只能配置在偶数地址中。

以下情况必须先配置到偶数地址在进行映射。

【将半字以上的对象映射到 BOOLEAN 型对象之后时】

使用 Padding 对象将下一个 16 位区域前的位置填充后再进行配置。

【半字以上的对象被从奇数位开始映射时】

使用 Padding 对象填充 8 位后再开始配置。

0x1600~0x1603, 0x1700~0x1703: 轴 1/0x1610~0x1613, 0x1710~0x1713: 轴 2/0x1620~0x1623, 0x1720~0x1723: 轴 3/0x1630~0x1633, 0x1730~0x1733: 轴 4 为 RxPDO 映射对象字典的输入。

0x1600: 收信 PDO 映射 1: 轴 1

0x1610: 收信 PDO 映射 1: 轴 2

0x1620: 收信 PDO 映射 1: 轴 3

0x1630: 收信 PDO 映射 1: 轴 4

Index	0x1600	收信 PDO 映射 1	对象编码		RECORD
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO 范围 (初始值)
0x00	输入数 : RxPDO1 的对象数量		Unsigned8	RW	No 0x00~0x1F (0x03)
0x01	输入 1 第 1 个映射到 RxPDO1 的对象		Unsigned32	RW	No 0x60400010
0x02	输入 2 第 2 个映射到 RxPDO1 的对象		Unsigned32	RW	No 0x607A0020
0x03	输入 3 第 3 个映射到 RxPDO1 的对象		Unsigned32	RW	No 0x60FF0020
0x04 ~ n	输入 4 第 4 个映射到 RxPDO1 的对象 ... 输入 n 第 n 个映射到 RxPDO1 的对象 ✓ n 最大为 0x1F。		Unsigned32	RW	No 0x00000000 ~ 0xFFFFFFFF (0x00000000)

6.2 CoE 通信对象区

0x1601~0x1603, 0x1700~0x1703: RxPDO 映射 2~4, 257~260 (RxPDO x): 轴 1
 0x1611~0x1613, 0x1710~0x1713: RxPDO 映射 2~4, 257~260 (RxPDO x): 轴 2
 0x1621~0x1623, 0x1720~0x1723: RxPDO 映射 2~4, 257~260 (RxPDO x): 轴 3
 0x1631~0x1633, 0x1730~0x1733: RxPDO 映射 2~4, 257~260 (RxPDO x): 轴 4

Index 0x1601~0x1603 0x1700~0x1703		受信 PDO 映射 2~4, 257~260	对象编码		RECORD
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO
0x00	输入数 : RxPDOx 的对象数 n		Unsigned8	RW	No
0x01 ~ n	输入 1 第 1 个映射到 RxPDOx 的对象 ... 输入 n 第 n 个映射到 RxPDOx 的对象		Unsigned32	RW	No
					范围(初始值) 0x00~0x1F (0x00) 0x00000000 ~ 0xFFFFFFFF (0x00000000)

0x1A00~0x1A03, 0x1B00~0x1B03: 轴 1/0x1A10~0x1A13, 0x1B10~0x1B13: 轴 2/0x1A20~0x1A23, 0x1B20~0x1B23: 轴 3/0x1A30~0x1A33, 0x1B30~0x1B33: 轴 4 为 TxPDO 映射对象字典的输入。

0x1A00: TxPDO 映射 1 (TxPDO 1): 轴 1
 0x1A10: TxPDO 映射 1 (TxPDO 1): 轴 2
 0x1A20: TxPDO 映射 1 (TxPDO 1): 轴 3
 0x1A30: TxPDO 映射 1 (TxPDO 1): 轴 4

Index	0x1A00	发信 PDO 映射 1		对象编码		RECORD	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	范围(初始值)
0x00	输入数：TxPDO1 的对象数			Unsigned8	RW	No	0x00～0x1F (0x03)
0x01	输入 1 第 1 个映射到 TxPDO1 的对象			Unsigned32	RW	No	0x60410010
0x02	输入 2 第 2 个映射到 TxPDO1 的对象			Unsigned32	RW	No	0x60640020
0x03	输入 3 第 3 个映射到 TxPDO1 的对象			Unsigned32	RW	No	0x606C0020
0x04 ～ n	输入 4 第 4 个映射到 TxPDO1 的对象 ... 输入 n 第 n 个映射到 TxPDO1 的对象 ✓ n 最大为 0x1F。			Unsigned32	RW	No	0x00000000 ～ 0xFFFFFFFF (0x00000000)

0x1A01~0x1A03, 0x1B00~0x1B03: TxPDO 映射 2~4, 257~260 (TxPDO x): 轴 1
 0x1A11~0x1A13, 0x1B10~0x1B13: TxPDO 映射 2~4, 257~260 (TxPDO x): 轴 2
 0x1A21~0x1A23, 0x1B20~0x1B23: TxPDO 映射 2~4, 257~260 (TxPDO x): 轴 3
 0x1A31~0x1A33, 0x1B30~0x1B33: TxPDO 映射 2~4, 257~260 (TxPDO x): 轴 4

Index 0x1A01~0x1A03 0x1B00~0x1B03		发信 PDO 映射 4, 257~260	对象编码		RECORD	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	范围(初始值)
0x00	输入数 : TxPDO 的对象数 n		Unsigned8	RW	No	0x00~0x1F (0x00)
0x01 ~ n	输入 1 第 1 个映射到 TxPDOx 的对象 ... 输入 n 第 n 个映射到 TxPDOx 的对象 ✓ n 最大为 0x1F。		Unsigned32	RW	No	0x00000000 ~ 0xFFFFFFFF (0x00000000)

6 章 对象字典

0x1C00: SM(SyncManager)通信类型

0x1C00: SM(SyncManager) 通信类型							
Index	0x1C00	表示 SyncManager 的通信类型。		对象编码		ARRAY	
Sub-Idx	名称		说明	Data Type	操作	PDO	范围(初始值)
0x00	输入数		: 使用的 SM 通道数	Unsigned8	RO	No	0x04
0x01	通信类型 SM0		1: Mailbox 收信(主站→从站)	Unsigned8	RO	No	0x01
0x02	通信类型 SM1		2: Mailbox 发信(从站→主站)	Unsigned8	RO	No	0x02
0x03	通信类型 SM2		3: PD 输出(主站→从站)	Unsigned8	RO	No	0x03
0x04	通信类型 SM3		4: PD 输入(从站→主站)	Unsigned8	RO	No	0x04

SM(SyncManager)PDO 分配

0x1C12: SM 通道 2(Process Data/Output)

Index	0x1C12	表示分配到 SM2 中的 PDO 对象。	对象编码		ARRAY
Sub-Idx	名称/说明	Data Type	操作	PDO	范围
0x00	RxPDO 中分配的对象数 n	Unsigned8	RW	No	0x00~0x04
0x01 ~ n	RxPDO 中分配的 PDO 对象的索引	Unsigned16	RW	No	0x1600~0x1603 0x1610~0x1613 0x1620~0x1623 0x1630~0x1633 0x1700~0x1703 0x1710~0x1713 0x1720~0x1723 0x1730~0x1733

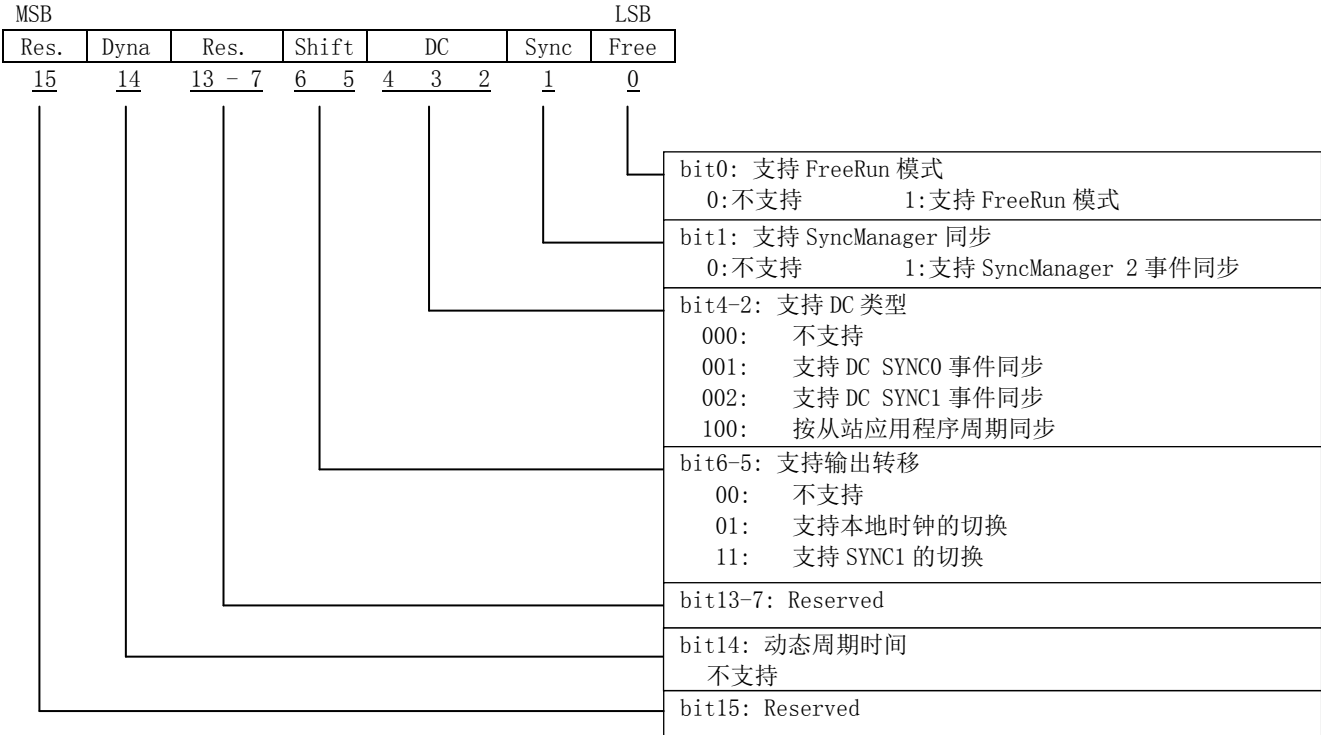
0x1C13: SM 通道 3(Process Data/Input)

Index	0x1C13	表示分配到 SM3 中的 PDO 对象。	对象编码		ARRAY
Sub-Idx	名称/说明	Data Type	操作	PDO	范围
0x00	TxPDO 中分配的对象数 n	Unsigned8	RW	No	0x00~0x04
0x01 ~ n	TxPDO 中分配的 PDO 对象的索引	Unsigned16	RW	No	0x1A00~0x1A03 0x1A10~0x1A13 0x1A20~0x1A23 0x1A30~0x1A33 0x1B00~0x1B03 0x1B10~0x1B13 0x1B20~0x1B23 0x1B30~0x1B33

6.2 CoE 通信对象区

0x1C32: SM2 同步(Output SyncManager Parameter)

Index	0x1C32	SM2 同步设置	对象编码		RECORD	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	范围
0x00	同步参数的数量		Unsigned8	RO	No	0x20
0x01	同步类型 [SM2TYP]		Unsigned16	RW	No	0x0002
	设置同步模式。		设置范围	0x0000~0x0003		
	0x00: not synchronized 非同步 (Free Run)					
	0x01: Synchron SM2 事件同步 (SM2 的 AL 事件同步)					
	0x02: DC Sync0 SYNC0 事件同步 (SYNC0 硬件信号同步)					
	0x03: DC Sync1 SYNC1 事件同步 (SYNC1 硬件信号同步)					
0x02	周期时间：单位 (ns) [SM2SYC]		Unsigned32	RW	No	0x0003D090 (0.25ms)
	设置主站-从站间的通信周期。		设置范围	0x0003D090~0x03D09000 (0.25~64ms)		
	Free Run (同步类型=0x00)：从站的本地计时器事件周期					
	SM2 同期 (同步类型=0x01)：SM2 事件周期(最小时间)					
	DC SYNC0 (同步类型=0x02)：SYNC0 周期时间 (0x09A0~0x09A3)					
	DC SYNC1 (同步类型=0x03)：SYNC0 周期时间 (0x09A0~0x09A3)					
	可设置数值：T _(ns) 0.25ms: 0x0003D090 0.5ms: 0x00074120 1ms: 0x000F4240					
	2ms：0x001E8480 4ms：0x003D0900 8ms: 0x007A1200					
	16ms: 0x00F42400 32ms：0x01E84800 64ms: 0x03D09000					
	✔ 设置为可设置数值以外的数值时,将返回错误。					
0x03	切换时间：单位 (ns)		Unsigned32	RO	No	0x0
	硬件输出有效动作与相关事件间的时间					
0x04	同步类型支持		Unsigned16	RO	No	0x000F



6 章 对象字典

Sub-Idx	名称/说明	Data Type	操作	PDO	范围
0x05	最小周期时间：单位(ns) 最小周期时间由从站支持。(本地周期的最大时间)	Unsigned32	RO	No	0x0003D090 (0.25ms)
0x06	复制/计算时间(Calc and Copy Time)单位(ns) 由 SyncManager 向本地内存复制过程数据(Process Data)时为微控制器所需要的时间。必要时,数据在传输给进程前将进行计算处理。	Unsigned32	RO	No	0x0000F424 (62.5 μs)
0x07	Reserved	Unsigned32	-	-	-
0x08	Get Cycle Time 0:停止测量本地周期时间 1:开始测量本地周期时间 ✓ 重新写入时,将重置测得的数据。	Unsigned16	RW	No	-
0x09	延迟时间 从站的硬件延迟时间。表示为了驱动输出数值,从 SYNC0 或 SYNC1 事件的触发收信开始到其生效位置的时间。 ✓ 只限同步类型 0x02 或 0x03 的 DC SYNC0/1。	Unsigned32	RO	No	0x0000F424 (62.5 μs)
0x0A	Not supported [Sync0 Cycle Time] 应用程序需要固定的 SYNC0 周期时间时,两个 Sync0 信号间的时间 ✓ 只限同步时间=0x03 的 DC SYNC0 与本地周期控制	Unsigned32	RW	No	-
0x0B	Cycle Time Too Small 此错误计数器在无法完成本地周期或在下个 SM 事件前无法准备输入数据等周期时间过短的情况下递增。	Unsigned16	RO	No	-
0x0C	SM Event Missed 此错误计数器在应用程序请求 SM 事件确无法收信时递增。结果可能导致数据无法再被复制。	Unsigned16	RO	No	-
0x0D	Shift Time Too Short 此错误计数器在由于切换时间或 SYNC1 周期时间过短,导致 SYNC0 触发与输出的时间间隔过短时递增。	Unsigned16	RO	No	-
0x0E	Not supported [RxPDO Toggle Failed] 此错误计数器在从站支持 RxPDO 切换及无法接收主站发出的新 RxPDO 数据时递增。(RxPDO 切换设置 TURE 时)	Unsigned16	RO	No	-
0x0F~0x1F	Reserved	-	-	-	-
0x20	Not supported [Sync Error] SM-Event Missed 或支持 Shift Time Too Short Counter 时可进行 TxPDO 映射。 0：无同步错误或不支持同步错误 1：同步错误	BOOL	RO	Possible	

6 章

Index	0x1C33	SM3 同步	对象编码		RECORD	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	同步参数数量		Unsigned8	RW	No	0x20
0x01	同步类型 [SM3TYP]		Unsigned16	RW	No	0x0002
	设置范围		0x00, 0x02, 0x03, 0x22			
	0x00: not synchronized 非同步 (Free Run)					
	0x01: Reserved					
	0x02: DC Sync0 SYNC0 事件同步 (SYNC0 硬件信号同步)					
	0x03: DC Sync1 SYNC1 事件同步 (SYNC1 硬件信号同步)					
	0x04~0x21: Reserved					
	0x22: Synchron SM2 事件同步 (Output 通过 Safe-OpE 及 OP 传输时					
0x02	周期时间 : 单位 (ns) [SM3SYC]		Unsigned32	RO	No	0x0003D090 (0.25ms)
	Free Run (同步类型=0x0) : 从站的本地计时器事件周期					
	SM2 同期 (同步类型=0x01) : SM2 事件周期 (最小时间)					
	DC SYNC0 (同步类型=0x02) : SYNC0 周期时间 (0x09A0~0x09A3)					
	DC SYNC1 (同步类型=0x03) : SYNC0 周期时间 (0x09A0~0x09A3)					
	✓ 值与 Index: 0x1C32、Sub-index2 相同。					
0x03	切换时间 : 单位 (ns)		Unsigned32	RO	No	0x0
	硬件的输入锁存操作与相关操作间的时间。 ✓ 值与 Index: 0x1C32、Sub-index3 相同。					
0x04	同步类型支持		Unsigned16	RO	No	0x000F



6 章 对象字典

Sub-Idx	名称/说明	Data Type	操作	PDO	范围
0x05	最小周期时间：单位(ns) 最小周期时间由从站支持。(本地周期的最大时间) ✓ 值与 Index:0x1C32、Sub-index5 相同。	Unsigned32	RO	No	0x0003D090 (0.25ms)
0x06	复制/计算时间(Calc and Copy Time)单位(ns) 从 Input Latch 到最小周期时间的所需时间。	Unsigned32	RO	No	0x0002DC6C (187.5 μs)
0x07	Reserved	–	–	–	–
0x08	Get Cycle Time 0:停止测量本地周期时间 1:开始测量本地周期时间 ✓重新写入时,将重置测得数据。	Unsigned16	RW	No	–
0x09	延迟时间 从站的硬件延迟时间,表示为了驱动输出数值,从 SYNC0 或 SYNC1 事件的触发收信开始到其生效位置的时间。 ✓只限同步类型 0x02 或 0x03 的 DC SYNC0/1。	Unsigned32	RO	No	0X0000F424 (62.5 μs)
0x0A	Not supported [Sync0 Cycle Time] 应用程序需要固定的 SYNC0 周期时间时,两个 Sync0 信号间的时间 ✓只限同步时间=0x03 的 DC SYNC0 与本地周期控制。	Unsigned32	RW	No	–
0x0B	Cycle Time Too Small 此错误计数器在无法完成本地周期或在下个 SM 事件前无法准备输入数据等周期时间过短的情况下递增。	Unsigned16	RO	No	–
0x0C	SM-Event Missed 此错误计数器在应用程序请求 SM 事件确无法收信时递增。结果可能导致数据无法再被复制。	Unsigned16	RO	No	–
0x0D	Shift Time Too Short 此错误计数器在由于切换时间或 SYNC1 周期时间过短,导致 SYNC0 触发与输出的时间间隔过短时递增。	Unsigned16	RO	No	–
0x0E	Not supported [RxPDO Toggle Failed] 此错误计数器在从站支持 RxPDO 切换及无法接收主站发出的新 RxPDO 数据时递增。 (RxPDO 切换设置为 TURE 时)	Unsigned16	RO	No	–
0x0F~0x1F	Reserved	–	–	–	–
0x20	Not supported [Sync Error] 支持 SM-Event Missed 或 Shift Time Too Short Counter 可映射 TxPDO。 <u>0：无同步错误或不支持同步错误</u> <u>1：同步错误</u>	BOOL	RO	Possible	–

6.2.3 通信时序

由于主站与从站中应用程序同步,因此 EtherCAT 的数据处理有一些特殊的操作。
同步类型中通过对象字典 0x1C32、0x1C33 的 Sub-Index 组合可以识别同步模式。以下将对通信时序中使用的术语进行说明。

Copy and Prepare Outputs(复制并准备输出)

从 SyncManager 输出区域读取本地计时器事件、SM2/3 事件、SYNC0/1 事件等触发事件中的输出数据。
随后,从站使用输出数据进行计算处理,并输出给电机。
“Copy and Prepare Output” 时间指,在需要进行精确的操作动作时,将 SyncManager 中的过程数据(Process Data)复制到本地内存所用的时间与取决于软件动作时间的硬件延迟。该项取决于 SyncManager 对象:0x1C32 中的数值。

Index	Sub-Index	时间定义
0x1C32	0x06	从 SyncManager 及精确操作中复制的过程数据(Process Data)
0x1C32	0x09	硬件延迟时间

Get and Copy Inputs(获取并复制输入)

“Get and Copy Inputs” 时间指,在需要进行精确的操作动作时,编码器信号的硬件读取与在 SyncManager 3 区域中复制输入/过程数据(Process Data)导致的延迟。
该项数值取决于 SyncManager 对象 0x1C33 中的数值。
输入可用于 SyncManager 3 区域,且在 0x1C32,0x05 “Minimum Cycle Time” 之后。

Index	Sub-Index	时间定义
0x1C33	0x06	从精确的操作及本地内存复制数据到 SyncManager
0x1C33	0x09	输入锁存准备导致的硬件延迟时间

Outputs Valid(输出有效时间)

本驱动器中的“Outputs Valid”指以下 3 种时间相加所得出的时间。
1) 由触发时间引发的将过程数据(Process Data)从 SyncManager 复制到本地内存的时间
2) 用于伺服环计算处理及向伺服用 ASIC 写入电流指令的时间
3) ASIC 中的电流环计算处理及 IGBT 门电路输出的硬件延迟

Start Driving Outputs(开始驱动输出)

“Start Driving Outputs”为微控制器向伺服用 ASIC 中写入电流指令的时间。
0x1C32,0x09 “Hardware Delay Time”指“Start Driving Outputs”与“Outputs Valid”间的时间。

Start Latch(开始锁存)

“Start Latch”为输入锁存处理的开始信号。
考虑到“Start Latch”与“Input Latch”间的硬件延迟时间与从站中安装的软件动作时间,将其定义在 0x1C33,0x09: “Delay Time”中。

Input Latch(输入锁存)

本驱动器中的“Input Latch”指获取电机传感器实际位置的时间。
但是,若不能从传感器接收到准确的位置时(串行传感器)。数据不会被复制到 SyncManager 区域中。

User Shift Time(用户切换时间)

“User Shift Time”为考虑到主站的抖动后的数值。

SYNC1 Cycle Time(SYNC1周期时间)

“SYNC1 Cycle Time”可能被用于“Start Input Latch”或“Start Driving Output”的切换中。只要“SYNC1 Cycle Time”以 SYNC0 为基准信号,那么 SYNC0 与 SYNC1 间的切换时间将定义在寄存器 0x984~0x987 中。

Shift Time(切换时间)

“Shift Time”对 SM2 事件、SYNC0、SYNC1 等同步事件间的时间及“Outputs Valid”或“Input Latch”进行定义。若可切换“Outputs Valid”或“Input Latch”,则可能写入该时间。

6 章 对象字典

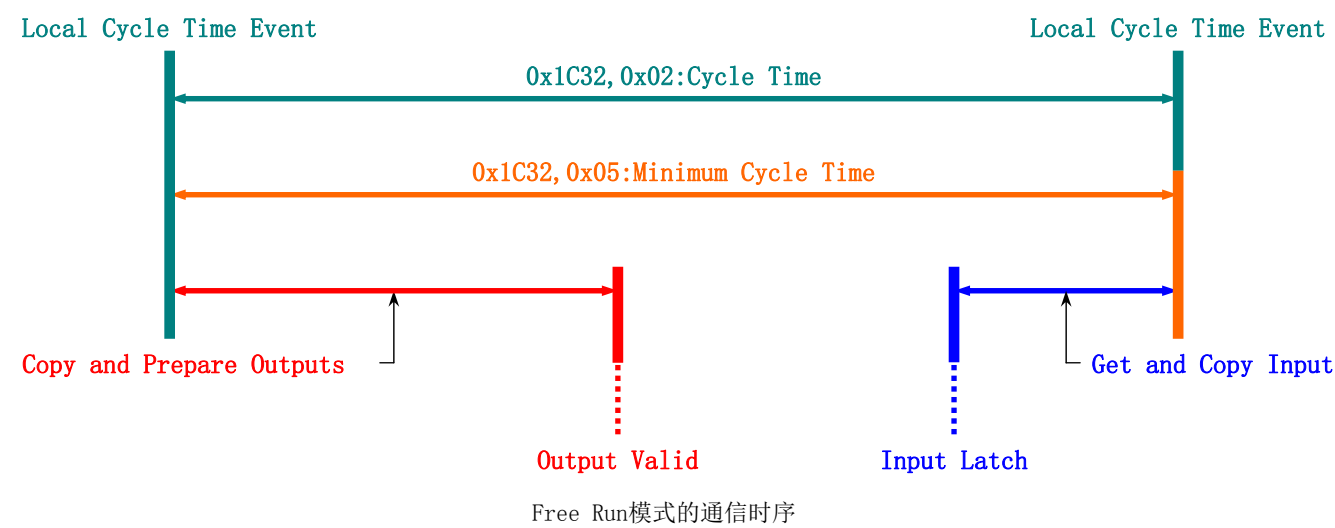
本驱动器支持的同步模式如下所示。

6.2.4 自由运行模式(Free Run:非同步运转)

自由运行模式通过应用程序控制器的计时器中断启动。
本地周期可独立于通信周期或主站周期。
作为可选功能, 从站可支持 0x1C32, 0x02 “Cycle Time”。此时, 从站也支持 0x1C32, 0x05 “Minimum Cycle Time”。
自由运行模式在 0x1C32:0x01=0x00 与 0x1C33:0x00=0x00 中进行设置。

Free Run 模式的参数

Index	Sub-Index	Dir	名 称	备注
0x1C32	0x01	RW	同步类型	0x00:Free Run 支持
	0x02	RO	周期时间	从站控制周期时间
	0x04	RO	同步类型支持	bit0=1:支持 FreeRun
	0x05	RO	最小周期时间	PB-EtherCAT 与 0x1C32:0x02 设置相同
0x1C33	0x01	RW	同步类型	0x00:Free Run 支持
	0x02	RO	周期时间	与 0x1C32:0x02 设置相同
	0x04	RO	同步类型支持	与 0x1C32:0x04 设置相同
	0x05	RO	最小周期时间	与 0x1C32:0x05 设置相同

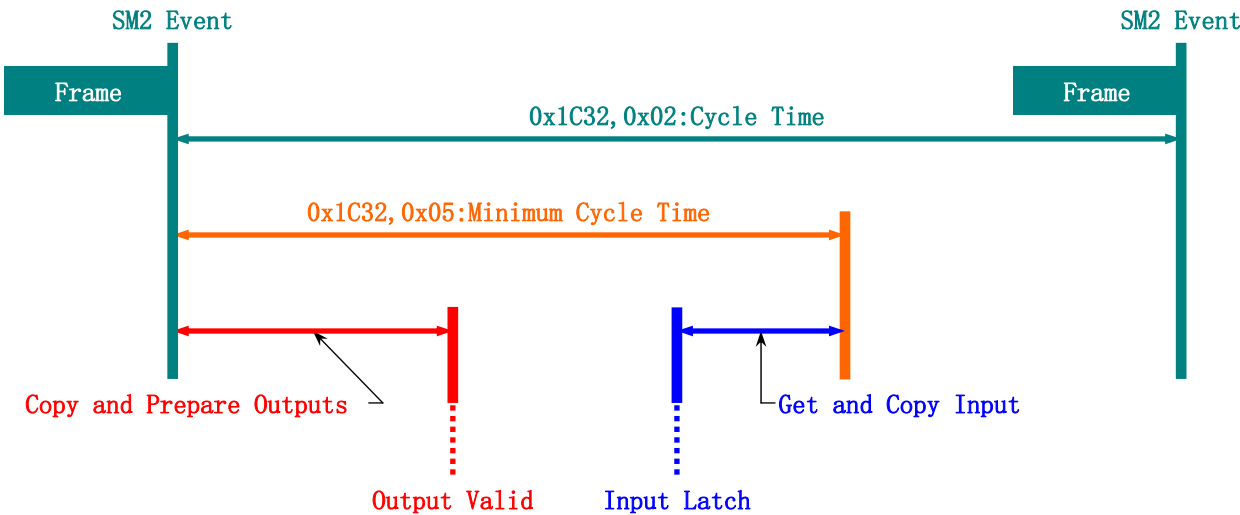


6.2.5 SM2 事件同步模式(Synchronous with SM2 Event)

由于从站的处理与 SM2 事件周期相对应, 因此从站的处理保持与 SM2 事件同步。
运转时使用本地周期时间直到收到 SM2 事件。
由于本驱动器中 Output 绝对有效, 因此无法执行 SM3 事件同步。

SM2事件同步模式的设置参数

Index	Sub-Index	Dir	名称/说明	
0x1C32	0x01	RW	同步类型	与 0x01:SM2 事件同步
	0x02	RW	周期时间	通信周期
	0x04	RO	同步类型支持	bit1=1:同步支持
	0x05	RO	最小周期时间	
	0x08	RW	周期时间取得	
	0x0B	RO	缩短周期时间	
	0x0C	RO	SM 事件丢失(事件遗漏)	
	0x0E	RO	RxPDO 切换失败	
	0x20	RO	同步错误	
0x1C33	0x01	RW	同步类型	与 0x22:SM2 事件同步
	0x02	RO	周期时间	与 0x1C32:0x02 设置相同
	0x04	RO	支持同步类型	与 0x1C32:0x04 设置相同
	0x05	RO	最小周期时间	与 0x1C32:0x05 设置相同
	0x08	RW	取得周期时间	与 0x1C32:0x08 设置相同
	0x0B	RO	缩短周期时间	与 0x1C32:0x0B 设置相同
	0x0C	RO	SM 事件丢失(事件遗漏)	与 0x1C32:0x0C 设置相同
	0x0E	RO	RxPDO 切换失败	与 0x1C32:0x0E 设置相同
	0x20	RO	同步错误	与 0x1C32:0x20 设置相同



SM2同步模式的通信时序

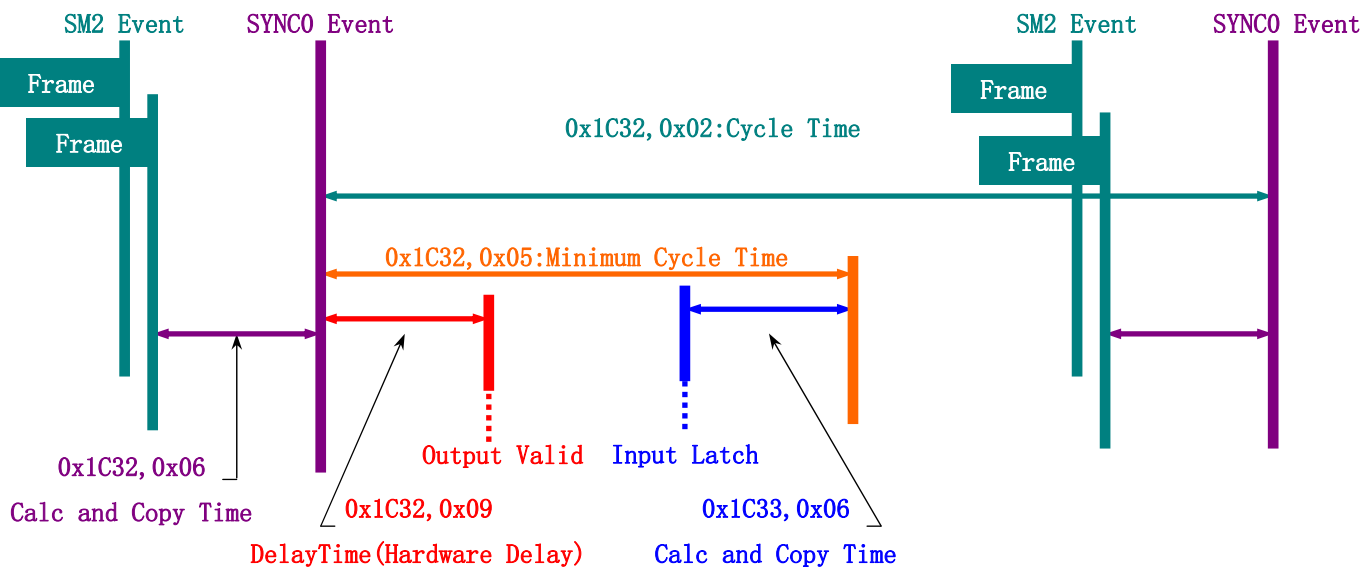
6 章 对象字典

6.2.6 DC 模式(SYNCO 事件同步)

SYNCO 事件收信后也开始从站的本地周期。
过程数据帧(Process Data Frame)必须在下个 SYNCO 中断发生前结束从站内的数据接收。
“Calc and Copy Time”中包括数据帧收信与 SYNCO 事件间的最小时间差。

DC模式(SYNCO事件同步)的参数

Index	Sub-Index	Dir	名称/说明	
0x1C32	0x01	RW	同步类型	与 0x02:DC SYNCO 事件同步
	0x02	RO	周期时间	SYNCO 周期时间
	0x04	RO	同步类型支持	bit4:2=001:DC SYNCO
	0x05	RO	最小周期时间	
	0x06	RO	Calc and Copy Time	数据帧与 SYNCO 中的最小时间
	0x08	RW	周期时间取得	
	0x09	RO	延迟时间	
	0x0B	RO	缩短周期时间	
	0x0C	RO	SM 事件丢失(事件遗漏)	
	0x0E	RO	RxPDO 切换失败	
	0x20	RO	同步错误	
0x1C33	0x01	RW	同步类型	与 0x02:DC SYNCO 事件同步
	0x02	RO	周期时间	与 0x1C32:0x02 同設定
	0x04	RO	同步类型支持	与 0x1C32:0x04 同設定
	0x05	RO	最小周期时间	与 0x1C32:0x05 同設定
	0x06	RO	Calc and Copy Time	Input Latch 与最小周期时间间的时间
	0x08	RW	周期时间取得	与 0x1C32:0x08 设置相同
	0x0B	RO	缩短周期时间	与 0x1C32:0x0B 设置相同
	0x0C	RO	SM 事件丢失(事件遗漏)	与 0x1C32:0x0C 设置相同
	0x0E	RO	RxPDO 切换失败	与 0x1C32:0x0E 设置相同
	0x20	RO	同步错误	与 0x1C32:0x20 设置相同



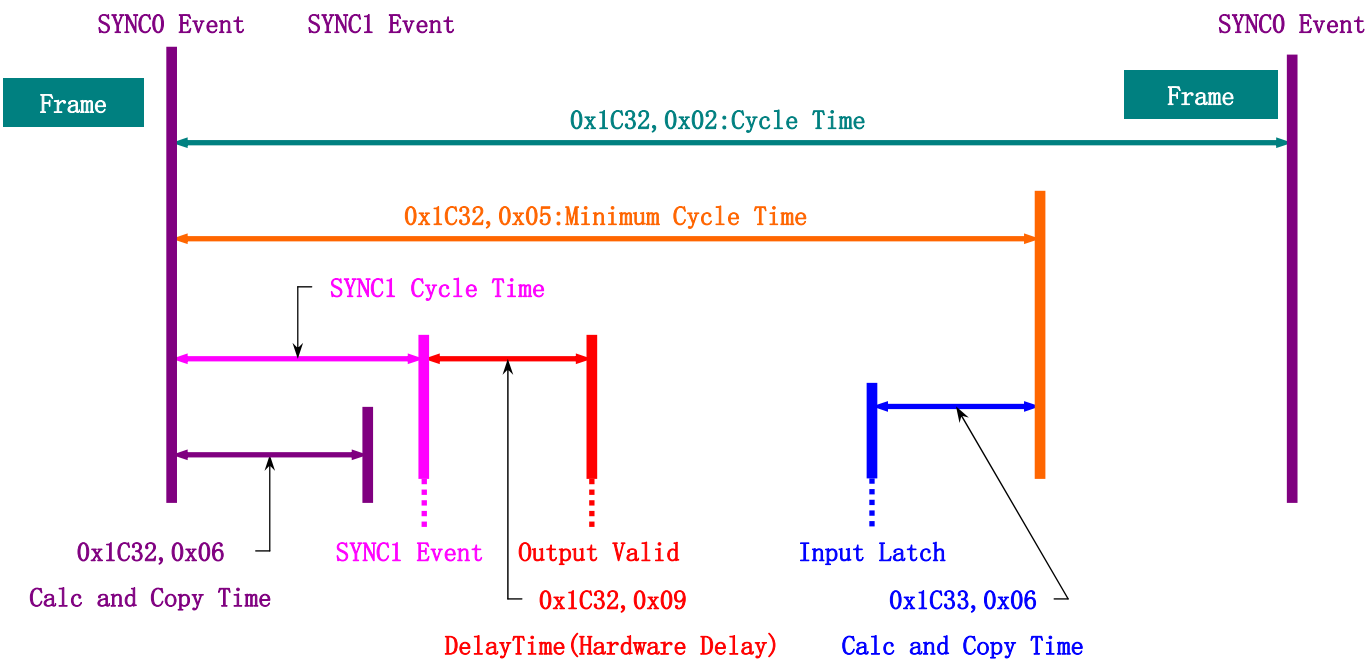
DC 同步模式(SYNCO)的通信时序

6.2.7 DC 模式(SYNC1 事件同步)

从站的本地周期在 SYNC0 事件收信后开始。
必须在下一个 SYNC0 中断发生前完成过程数据帧(Process Data Frame)的收信。
SYNC1 用于 “Output Valid” 中, 因此 SYNC1 周期时间定义为 SYNC0 与 “Start Driven Output” 间的时间差。
0x1C32, 0x06 (Calc and Copy Time) 指 SYNC1 周期时间的允许时间, 0x1C32, 0x09 (Delay Time) 定义驱动输出的硬件延迟。
0x1C32, 0x06 (Calc and Copy Time) 指 SYNC1 周期时间的允许时间, 0x1C32, 0x09 (Delay Time) 定义驱动输出的硬件延迟。

DC模式(SYNC1事件同步)的参数

Index	Sub-Index	Dir	名称/说明	
0x1C32	0x01	RW	同步类型	与 0x03:DC SYNC1 事件同步
	0x02	RO	周期时间	SYNC0 周期时间
	0x04	RO	同步类型支持	bit4:2=010:DC SYNC1
	0x05	RO	最小周期时间	
	0x06	RO	Calc and Copy Time	SYNC0 与最小 SYNC1 周期时间间的值
	0x08	RW	周期时间取得	
	0x09	RO	延迟时间	
	0x0B	RO	缩短周期时间	
	0x0C	RO	SM 事件丢失(事件遗漏)	
	0x0E	RO	RxPDO 切换失败	
	0x20	RO	同步错误	
0x1C33	0x01	RW	同步类型	与 0x03:DC SYNC1 事件同步
	0x02	RO	周期时间	与 0x1C32:0x02 设置相同
	0x04	RO	同步类型支持	与 0x1C32:0x04 设置相同
	0x05	RO	最小周期时间	与 0x1C32:0x05 设置相同
	0x06	RO	Calc and Copy Time	Input Latch 与最小周期时间间的时间
	0x08	RW	周期时间取得	与 0x1C32:0x08 设置相同
	0x0B	RO	缩短周期时间	与 0x1C32:0x0B 设置相同
	0x0C	RO	SM 事件丢失(事件遗漏)	与 0x1C32:0x0C 设置相同
	0x0E	RO	RxPDO 切换失败	与 0x1C32:0x0E 设置相同
	0x20	RO	同步错误	与 0x1C32:0x20 设置相同



DC 同步模式(SYNC0)的通信时序

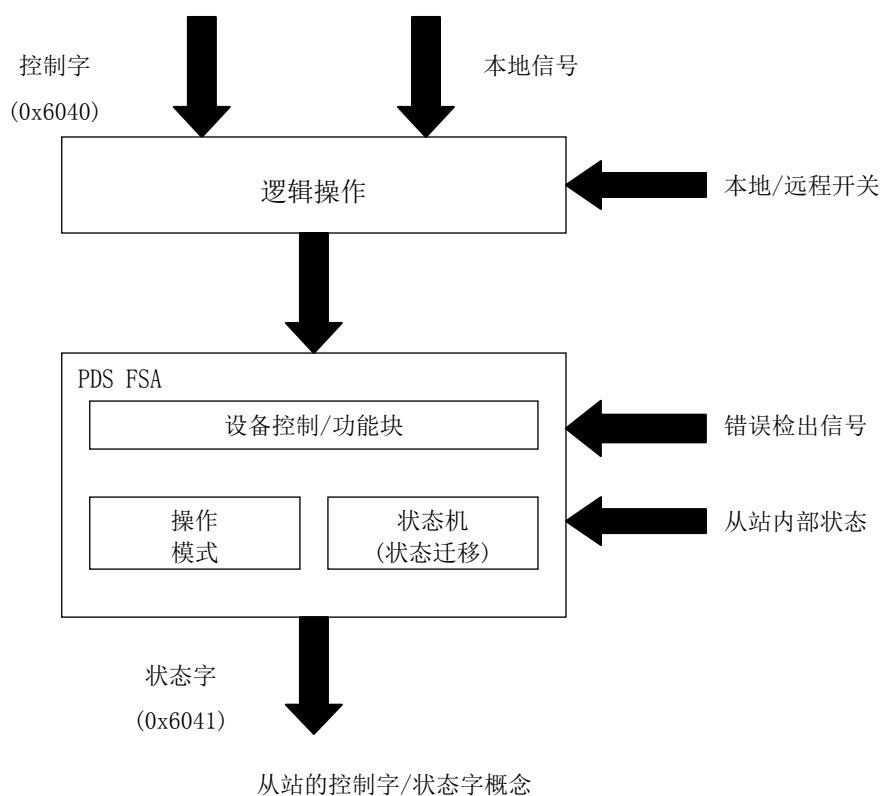
6 章 对象字典

6.3 PDS FSA

6.3.1 概要

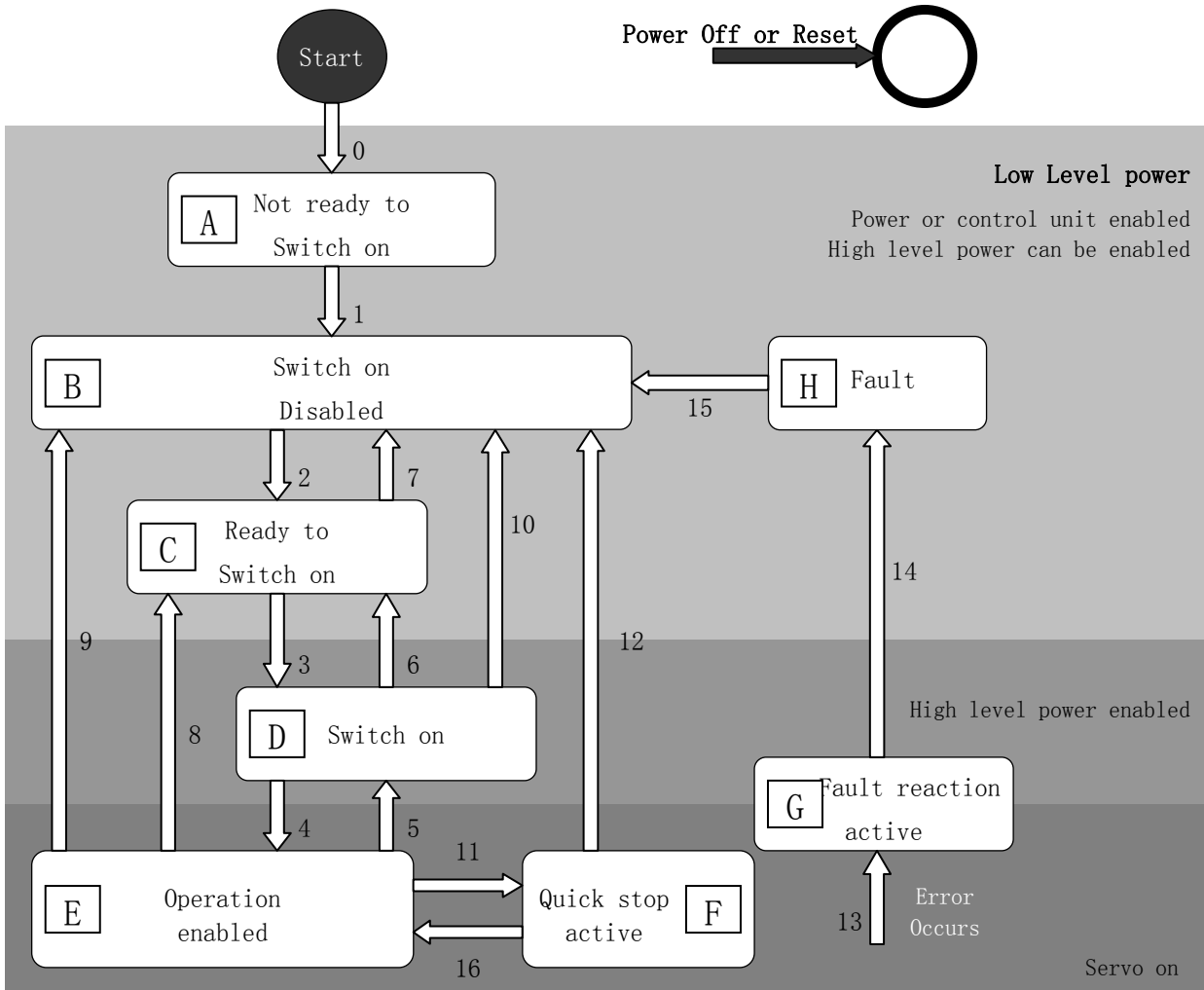
本驱动器的 PDS（电源驱动系统 Power Device System）FSA（有限状态机 Finite States Automaton）是一个定义了控制设备的保持、通过状态和功能块 (Black Box) 的动作的抽象概念, 定义了从站的应用程序动作。从站通过网络传输的对象“控制字 (0x6040)”对状态设备、模式、状态迁移进行控制。

通过从站设备中生成的“状态字 (0x6041)”返回当前状态。另外, PDSFSA 也可以通过错误检测信号进行控制。通过本地与网络驱动从站的过程如下图所示。



6.3.2 FSA(有限状态自动机 Finite States Automaton)

本驱动器的 FSA 决定了设备状态与驱动控制的时序,并表示各个状态固有的动作。
通过有限状态机可以决定从站驱动器将接收什么指令。



EtherCAT 驱动器的 FSA

Low Level power Area

已接通控制电源, 可以打开主电路电源的状态。

High Level Power Area

主电路电源为 SwitchOn 状态, 电机为 Servo OFF(伺服使能关闭)状态。

主电路未通电时, 向 SwitchOn 迁移的迁移 3 被从站取消。

目标(Target)及设置点(Set Point)的数值无效。

PB(增量传感器型)在主电路电源上电后的第一个 Switch on 状态下执行初始化动作。

Servo on

从站在 Servo on(伺服使能)状态下, 电机根据目标(Target)及设置点(Set Point)的数值动作。

6 章 对象字典

FSA 状态及 FSA 的状态迁移详情如下：

FSA 状态定义

No.	状态	含 义
[A]	未完成接通准备 [Not ready to Switch on]	对从站控制电源供电, 已接通控制电源。 从站正在初始化或自测试(Self Test)。
[B]	未使能接通 [Switch on Disabled]	从站完成初始化, 可以进行参数设置。 但还不能接通主电路电源。
[C]	准备接通 [Ready to Switch on]	允许接通主电路电源的状态。 能够进行参数的设置, 但功能处于无效状态。
[D]	接通 [Switch on]	已接通主电路电源, Switch on准备结束状态。 可对传输给从站的参数进行设置。 * 使用增量式传感器时, 仅在首次Switch On状态下执行初始化动作(最大5s)。注意, 此时无法迁移到操作使能状态(Operation enabled)。 * 固定励磁后, 将按照0x4017初始化动作类型中设置进行初始化动作。
[E]	操作使能 [Operation enabled]	驱动功能有效, 电机处于励磁状态且未发生Fault(报警)。 可对传输给从站的参数进行设置。
[F]	启动急停 [Quick stop active]	Quick stop(急停)功能处于运行状态。 驱动功能生效且电机为励磁状态。
[G]	启动故障动作 [Fault reaction active]	从站中发生Fault(报警), Quick stop(急停)功能正在运行的状态。 且由于驱动功能生效, 电机为励磁状态。
[H]	故障 [Fault]	从站中发生Fault(报警), Fault reaction已结束状态。 驱动功能无效, 主电路电源由应用程序控制处在打开或关闭的状态下。

FSA 的状态迁移

No.	[迁移前]→[迁移后]	事件 / 操作
0	[Start] ↓ [Not ready to Switch on]	事件 : 控制电源 ON 或重置应用程序后自动迁移。 操作 : 从站进行初始化或自测试。
1	[Not ready to Switch on] ↓ [Switch on Disabled]	事件 : 自动迁移。 操作 : 允许通信。
2	[Switch on Disabled] ↓ [Ready to Switch on]	事件 : 接收主站发出的“Shut down”指令(bit2, 1, 0=1, 1, 0)。 操作 : 无
3	[Ready to Switch on] ↓ [Switch on]	事件 : 接收主站发出的“Switch On”指令(bit3, 2, 1, 0=0, 1, 1, 1)。 操作 : 允许接通主电源状态, 请上电。
4	[Switch on] ↓ [Operation enabled]	事件 : 接收主站发出的“Enable operation”指令(bit3, 2, 1, 0=1, 1, 1, 1)。 操作 : 从站伺服使能, 将清除所有内部设置值。
5	[Operation enabled] ↓ [Switch on]	事件 : 接收主站发出的“Disabled operation”(bit3, 2, 1, 0=0, 1, 1, 1)指令。 操作 : 从站伺服使能关闭。
6	[Switch on] ↓ [Ready to Switch on]	事件 : 接收主站发出的“Shut down”指令(bit2, 1, 0=1, 1, 0)。 操作 : 主站需断开主电路电源。
7	[Ready to Switch on] ↓ [Switch on Disabled]	事件 : 接收主站发出的“Quick Stop”指令(bit2, 1=0, 1), 或“Disable voltage”指令(bit1=0)。 操作 : 无
8	[Operation enabled] ↓ [Ready to Switch on]	事件 : 接收主站发出的“Shut down”指令(bit2, 1, 0=1, 1, 0) 操作 : 从站伺服使能关闭, 主站需断开主电路电源。
9	[Operation enabled] ↓ [Switch on Disabled]	事件 : 接收主站发出的“Disable voltage”指令(bit1=0)。 操作 : 从站伺服使能关闭。主站需断开主电路电源。
10	[Switch on] ↓ [Switch on Disabled]	事件 : 接收主站发出的“Quick Stop”指令(bit2, 1=0, 1), 或“Disable voltage”指令(bit1=0) 操作 : 主站需断开主电路电源。
11	[Operation enabled] ↓ [Quick stop active]	事件 : 接收主站发出的“Quick Stop”指令(bit2, 1=0, 1)。 操作 : 运行 Quick Stop 功能。
12	[Quick stop active] ↓ [Switch on Disabled]	事件 : 当 Quick Stop option code1~3 中的 Quick Stop 动作结束时, 或接收到“Disable voltage”指令(bit1=0)时自动迁移。 操作 : 从站伺服使能关闭。主站需断开主电路电源。
13	Error occurs ↓ [Fault reaction active]	事件 : 从站中发生故障(报警)。 操作 : 运行已设置的 Fault 动作功能。
14	[Fault reaction active] ↓ [Fault]	事件 : 自动迁移。 操作 : 从站伺服使能关闭。主站需断开主电路电源。
15	[Fault] ↓ [Switch on Disabled]	事件 : 接收主站发出的“Fault reset”指令(bit7=0→1) 操作 : 不存在导致从站发生 Fault 时, 执行重置 Fault 确认未正常状态后, 主站需清零“Fault reset”位(bit7=1→0)。
16	[Quick stop active] ↓ [Operation enabled]	事件 : Quick Stop option code5~7 接收“Enable operation”指令 (bit3, 2, 1, 0=1, 1, 1, 1)。 操作 : 允许从站功能。

6 章 对象字典

6.3.3 状态显示指示灯

本驱动器将根据 FSA 的状态, ST LED(绿)熄灯或闪烁。

ST LED 状态	FSA 状态
熄灯	Not ready to Switch on Fault reaction active Fault
0.25s 周期闪烁	Switch on Disabled Ready to Switch on
0.5s 周期闪烁	Switch on
1s 周期闪烁	Operation enabled Quick stop active

6.3.4 控制字

控制字 (对象:0x6040) 指用于控制从站 FSA 状态的指令。
控制字由“FSA 控制位”、“操作模式固有控制位”、“制造商可选控制位”构成。以下将对所有操作通用的“FSA 控制位”的分配与指令编码进行详细说明。

控制字各 Bit 的分配

bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8
Manufacturer Specific (制造商自定义)					Reserved	Operation mode Specific	Halt
*	*	Push	ECLR	*			

bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Fault Reset	Operation mode Specific (操作模式定义)			Enable Operation	Quick Stop	Enable Voltage	Switch On

bit9、6、5、4 为操作模式规格。bit8 为 Halt 功能动作, 当操作模式定义中 bit8=1 时, 指令中的动作将被中断。从站由 Halt option code 定义并动作。
bit10、11、14、5 为保留位 (Reserved), 请将其设置为“0”。bit15~11 为制造商自定义。

0x6040: 控制字

Index	0x6040	表示 PDS (功率设备系统) 控制的 FSA (状态机 State Machine) 的收信指令。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	控制字	[CWORD]	Unsigned16	RW	Possible	0x0000
	控制字的位模式 (bit 7, 3, 2, 1, 0) 指令一览。		显示范围	0x0000~0xFFFF		

对象字典
⑥

FSA 控制 bit
MSB

Manufacturer Specific	Reserved	Operation mode Specific	Halt	Fault reset	Operation mode pacific	Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on
15 ... 11	10	9	8	7	6 ... 4	3	2	1	0

指令	控制字各 Bit					迁移 No.
	bit7	bit3	bit2	bit1	bit0	
Shut down	0	x	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)
Disable voltage	0	x	x	0	x	7, 9, 10, 12
Quick Stop	0	x	0	1	x	7, 10, 11
Disabled operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4, 16
Fault reset	0→1	x	x	x	x	15

(*1) 同时接收到 Switch On 与 Enable operation 时, 执行“Switch On”功能后将自动切换到“Enable operation”。
错误使用脉冲编码器时, 在上电后首次 Switch on 状态下, 初始化动作将被执行。请注意在初始化动作执行中 (最多 5 秒), 将会发生等待迁移至 Operation enabled 状态。

6 章 对象字典

Operation mode

Manufacturer Specific	Reserved	Operation mode Specific	Halt	Fault reset	Operation mode pacific	Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on
15 ··· 11	10	9	8	7	6 ··· 4	3	2	1	0

bit No	动作模式	状态名称	逻辑	功能
4	PP	New set point	0→1:启动	启动 PP
	CSP	reserve	—	—
	PV	reserve	—	—
	CSV	reserve	—	—
	HM	Homing operation start	0→1:启动	启动复位动作
5	PP	Change set immediately	1:追加指令	启动时, 动作中为 1 时追加指令
	CSP	reserve	—	—
	PV	reserve	—	—
	CSV	reserve	—	—
	HM	reserve	—	—
6	PP	ABS/REL	0:ABS	设置 0x607A 移动量的 ABS/Rel 启动时识别
	CSP	ABS/REL	1:ABS	设置 0x607A 移动量的 ABS/Rel 启动时识别
	PV	reserve	—	—
	CSV	reserve	—	—
	HM	reserve	—	—
9	—	reserve	—	—

Manufacturer Specific

Reserved	Push	Eclr	Reserved	Reserved	Operation mode pacific	Halt	Fr※	Operation mode pacific	eo※	qs※	ev※	so※
15, 14	13	12	11	10	9	8	7	6···4	3	2	1	0

bit12:编码器清零使能 清零绝对值传感器电池异常或多圈位置。 “1” 的状态持续 112ms 时清零。 “0” :编码器清零不使能 “1” :编码器清零使能	[ECLR]
bit13:挤压动作 指令动作中的电流限制。 “0” :电流限制不使能 “1” :电流限制使能 Push=1 时, 不检出过载异常。	[Push]

6.3.5 状态字

状态字(对象:0x6041)用于标示从站的 FSA 状态。状态字由“从站 FSA 状态位”、“操作模式固有状态位”、“制造商可选状态位”构成。
以下将对所有操作模式通用的“从站 FSA 状态位”的分配与指令编码进行详细说明。

状态字各个位的分配

bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8
Reserved (制造商自定义)		Reserved (操作模式定义)	Target Value Ignored	Internal Limit Active	Target reached	Remote	Reserved (制造商自定义)
bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Warning	Switch On Disabled	Quick Stop	Voltage Enabled	Fault	Operation Enabled	Switched On	Ready to Switch on

各个状态都将显示在表示出当前状态的状态字位模式中。

0x6041: 状态字(通用部分)

Index 0x6041		PDS(功率设备系统)控制的 FSA (状态机) 的状态。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	状态字 [STSWORD]		Unsigned16	R0	Possible	0x0000
	状态字的位模式(bit 6、5、3、2、1、0) 状态一览		显示范围	0x0000～0xFFFF		

MSB

LSB

Manufac- turer Specific	Operation mode Specific	Target Value Ignored	Internal Limit Active	Target reached	Remote	Manufac- turer Specific	Warning	Switch on disabled	Quick stop	Voltage Enabled	Fault	Operation enabled	Switch on	Ready to switch on
15, 14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

对象字典
6
章

No.	FSA 状态	状态字各 Bit					
		bit6	bit5	bit3	bit2	bit1	bit0
[A]	Not ready to Switch on	0	x	0	0	0	0
[B]	Switch on Disabled	1	x	0	0	0	0
[C]	Ready to Switch on	0	1	0	0	0	1
[D]	Switch on	0	1	0	0	1	1
[E]	Operation enabled	0	1	0	1	1	1
[F]	Quick stop active	0	0	0	1	1	1
[G]	Fault reaction active	0	x	1	1	1	1
[H]	Fault	0	x	1	0	0	0

- bit4:Voltage Enabled(主电路通电状态) “1” 表示主电路已上电。
- bit5:Quick Stop (急停) “0” 表示已经响应 Quick Stop Request 执行操作。
- bit7:Warning(警告状态)
从站发生警告时被设置为“1”。
- bit9:Remote(控制字远程) 当前通常返回“1”。
- bit10:Target reached 变更操作模式后设置为“1”。
- 在 Quick stop Option Code 为 5~7, Quick stop 动作结束且电机停止时设置为“1”。
- 此外, 状态字 bit10(Target reached) 为“1”时, 表示电机已到达设置值。变更目标位置后将清零为“0”。
- bit11:Internal Limit Active(内部限制有效)
目标位置范围外、无效、软限位、正转限位/反转限位的情况下被设置为“1”。设置范围取决于具体的规格。
- bit12:Target value ignored 到位(csp)、速度到达(csv)、Target value ignored 位在位置(csp)、速度(csv)模式下, 当驱动器内部的允许更新指令监视器允许更新指令时, 设置为“1”, 其他情况(禁止指令)时设置为“0”。
- ※ SOFF→SON 时设置电机励磁后保持制动器动作开放时间, 经过 BOFDLY 后设置为“1”。
- bit13, 8 为操作模式规格, bit15, 14 取决于制造商定义。

6 章 对象字典

6.4 规划区域

0x6000~0x67FF	Standardized Device Profile Area	(规划 区域:轴 1)
0x6800~0x6FFF	Standardized Device Profile Area	(规划 区域:轴 2)
0x7000~0x77FF	Standardized Device Profile Area	(规划 区域:轴 3)
0x7800~0x7FFF	Standardized Device Profile Area	(规划 区域:轴 4)

以下为 CoE (CANopen over EtherCAT) 规划区域对象列表及是否支持 PB-EtherCAT、数据长度、操作 (Dir)、PDO 映射、参数有效时间 (引用设置值模式)、“●:即时生效 ■:重启控制电源后生效”。

* Index No 均为轴 1 的 Index No。轴 2 后的 Index No 为轴 1 加算 0x0800×(轴号-1)后的数值。

规划区域(Part 1)

○ :支持, □:支持(不可变更:固定值), ×:不支持

Index	S-Idx	PP	PV	CSP	CSV	HM	名称	Save	Dir	PDO	更新
0x6007	0x00	□	□	□	□	□	终止连接选项代码	No	RW	No	-
0x603F	0x00	○	○	○	○	○	错误代码	-	RO	Possible	-
0x6040	0x00	○	○	○	○	○	控制字	No	RW	Possible	●
0x6041	0x00	○	○	○	○	○	状态字	-	RO	Possible	-
0x605A	0x00	○	○	○	○	○	急停选项代码	Yes	RW	No	●
0x605B	0x00	□	□	□	□	□	关机选项代码	No	RW	No	-
0x605C	0x00	□	□	□	□	□	未使能操作选项代码	No	RW	No	-
0x605D	0x00	○	○	□	□	○	暂停选项代码	Yes	RW	No	●
0x605E	0x00	□	□	□	□	□	故障动作选项代码	No	RW	No	-
0x6060	0x00	○	○	○	○	○	操作模式	Yes	RW	Possible	*1
0x6061	0x00	○	○	○	○	○	操作显示	-	RO	Possible	-
0x6062	0x00	○	○	○	○	○	指令位置	-	RO	Possible	-
0x6063	0x00	○	○	○	○	○	内部实际位置	-	RO	Possible	-
0x6064	0x00	○	○	○	○	○	实际位置	-	RO	Possible	-
0x6065	0x00	○	×	○	×	○	位置偏差窗口	Yes	RW	Possible	●
0x6067	0x00	○	×	○	×	×	位置窗口(In-Position)	Yes	RW	Possible	●
0x606B	0x00	○	○	○	○	○	指令速度	-	RO	Possible	-
0x606C	0x00	○	○	○	○	○	实际速度(速度监视器)	-	RO	Possible	-
0x606D	0x00	○	○	○	○	○	速度窗口(速度一致范围)	Yes	RW	Possible	●
0x607A	0x00	○	×	○	×	×	目标位置	No	RW	Possible	●
0x607B	0x00	-	-	-	-	-	位置范围限位	-	RO	No	-
↑	0x01	○	×	○	×	×	最小位置范围限位	Yes	RW	Possible	●
↑	0x02	○	×	○	×	×	最大位置范围限位	Yes	RW	Possible	●
0x607C	0x00	×	×	×	×	○	原点偏置	Yes	RW	Possible	●
0x607D	0x00	-	-	-	-	-	软件位置限位	-	RO	No	-
↑	0x01	○	○	○	○	×	软件最小位置限位	Yes	RW	Possible	●
↑	0x02	○	○	○	○	×	软件最大位置限位	Yes	RW	Possible	●
0x607E	0x00	○	○	○	○	○	极性	Yes	RW	No	■
0x607F	0x00	○	×	×	×	×	最大规划速度	Yes	RW	Possible	●
0x6080	0x00	○	○	○	○	○	最大电机速度	Yes	RW	No	●
0x6081	0x00	○	×	×	×	×	规划速度	Yes	RW	Possible	●

*1 动作时禁止设置

6.4 规划区域

Index	S-Idx	PP	PV	CSP	CSV	HM	名称	Save	Dir	PDO	更新
0x6083	0x00	○	○	×	×	×	规划加速度(加速时间常数)	Yes	RW	Possible	●
0x6084	0x00	○	○	×	×	×	规划减速度(减速时间常数)	Yes	RW	Possible	●
0x6085	0x00	○	○	○	○	○	急停减速度	Yes	RW	Possible	●
0x6092	0x00	○	○	○	○	○	进给常数	-	RO	No	-
↑	0x01	○	○	○	○	○	进给	Yes	RW	No	■
↑	0x02	○	○	○	○	○	轴分辨率	Yes	RW	No	■
0x6098	0x00	×	×	×	×	○	复位方式	Yes	RW	Possible	●
0x6099	0x00	-	-	-	-	-	复位速度	-	RO	No	-
↑	0x01	×	×	×	×	○	搜索限位开关速度	Yes	RW	Possible	●
↑	0x02	×	×	×	×	○	搜索零相速度	Yes	RW	Possible	●
0x609A	0x00	×	×	×	×	○	复位加减速速度	Yes	RW	Possible	●
0x60B8	0x00	○	○	○	○	○	接触式探针功能	No	RW	Possibl	●
0x60B9	0x00	○	○	○	○	○	接触式探针状态	-	RO	Possibl	●
0x60BA	0x00	○	○	○	○	○	接触式探针 1 位置上升沿	-	RO	Possibl	●
0x60BB	0x00	○	○	○	○	○	接触式探针 1 位置下降沿	-	RO	Possibl	●
0x60E3	0x00	-	-	-	-	-	支持复位方式	-	RO	No	-
↑	0x01	×	×	×	×	○	支持复位方式 1	-	RO	No	-
↑	0x02	×	×	×	×	○	支持复位方式 2	-	RO	No	-
↑	0x03	×	×	×	×	○	支持复位方式 3	-	RO	No	-
↑	0x04	×	×	×	×	○	支持复位方式 4	-	RO	No	-
↑	0x05	×	×	×	×	○	支持复位方式 5	-	RO	No	-
↑	0x06	×	×	×	×	○	支持复位方式 6	-	RO	No	-
↑	0x07	×	×	×	×	○	支持复位方式 7	-	RO	No	-
↑	0x08	×	×	×	×	○	支持复位方式 8	-	RO	No	-
↑	0x09	×	×	×	×	○	支持复位方式 9	-	RO	No	-
↑	0x0A	×	×	×	×	○	支持复位方式 10	-	RO	No	-
↑	0x0B	×	×	×	×	○	支持复位方式 11	-	RO	No	-
0x60E6	0x00	×	×	×	×	○	实际位置计算方式	Yes	RW	No	●
0x60F4	0x00	×	×	○	×	×	实际位置偏差(实际跟随误差值)	-	RO	Possible	-
0x60FD	0x00	○	○	○	○	○	数字输入	-	RO	Possible	-
0x60FE	0x00	-	-	-	-	-	数字输出	-	RO	No	-
↑	0x01	○	○	○	○	○	数字输出	No	RW	Possibl	●
0x60FF	0x00	×	○	×	○	×	目标速度(速度指令)	No	RW	Possibl	●
0x6502	0x00	○	○	○	○	○	支持驱动模式	-	RO	Possible	-
0x67FF	0x00	○	○	○	○	○	设备类型	-	RO	No	-

6 章 对象字典

6.4.1 错误代码与错误动作

0x6007: 终止连接选项代码

Index	0x6007	设置在断开主电路电源时将执行的动作。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	终止连接选项代码 2:Disable Voltage (迁移到 Switch On Disable, 状态变为 Gate OFF。)	[ABORTOP]	Integer16	RW	No	0x0002
			设置范围	0x0002		

0x603F: 错误代码

Index	0x603F	表示驱动器中发生的错误代码。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	错误代码读取当前发生的错误。 错误代码的详情请参考第 10 章内容。		Unsinged16	R0	Possible	-
			显示范围	0x0000~0xFFFF		
✓ 本错误代码将作为报警记录被保存。报警记录将保存 0x4101 中定义的编码。						

0x605A: 急停选项代码 (EMR)

Index			0x605A	设置输入急停(EMR)指令时的停止方法。		对象编码		Variable
Sub-Idx		名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00		急停选项代码 [QSTOP] 0:无励磁停止后迁移到 Switch On Disabled 1:通过 0x6084(Slow Down 减速度)停止后, 迁移到 Switch On Disabled 2:通过 0x6085(急停减速度)停止后, 迁移到 Switch On Disabled 3:速度指令=0 停止后, 迁移到 Switch On Disabled 5:通过 0x6084(Slow Down 减速度)停止后, 迁移到 Quick Stop Active 状态 6:通过 0x6085(急停减速度)停止后, 迁移到 Quick Stop Active 状态 7:通过速度指令=0 停止后, 迁移到 Quick Stop Active 状态			Integer16 设置范围	RW 0x0000~0x0007	No 0x0002	
✔ Quick Stop Active 状态下, 减速中电流受驱动中电流限制, 停止后受限于 SON 停止时电流限制。								

0x605B: 关机选项代码

Index	0x605B	设置由 Operation Enabled 向 Ready to Switch On 状态迁移时执行的动作。	对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	关机选项代码 0 :无励磁停止	[SHUTOP]	Integer16	RW	No	0x0000
			设置范围	0x0000		

0x605C: 未使能操作选项代码

Index	0x605C	设置从 Operation Enabled 向 Switched On 状态迁移时的动作。			对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	未使能操作选项代码 [DISOP] 0 : 无励磁停止			Integer16	RW	No	0x0000
				设置范围	0x0000		
✔ 电机停止后励磁电流取决于 Power Limit 的设置值。							

6.4 规划区域

0x605D: 暂停选项代码

Index	0x605D	设置了控制字 Halt 位时执行的动作。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	暂停选项代码 [HALTCD] 1:通过 0x6084(Slow Down 减速度)停止后, 进入操作使能状态 2:通过 0x6085(急停减速度)停止后, 进入操作使能状态 3:通过速度指令=0 停止后, 进入操作使能状态			Integer16	RW	NO	0x0001
				设置范围	0x0001~0x0003		
✓ Halt=1 状态下不接收动作指令。 ✓ Halt=0, 电机停止状态下可接收动作指令。 ✓ Halt=1 状态下的减速中电流在驱动中电流限制下动作, 停止后受限于 SON 停止时电流限制。							

0x605E: 故障动作选项代码

Index	0x605E	设置驱动器发生报警时执行的动作。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	故障动作选项代码 0: 无励磁停止后进入 Fault 状态	[FAULTOP]	Integer16	RW	NO	0x0000
			设置范围	0x0000		

6 章 对象字典

6.4.2 操作模式

EtherCAT-CoE 规格中包含操作模式列表中列出的各种动作模式。
PB EtherCAT-CoE 从站驱动器中支持的规划如操作模式列表所示。
可在“支持驱动模式:0x6502”中对支持的操作模式进行确认。

操作模式一览

操作模式	記号	适用 Model No PB EtherCAT
规划位置模式	PP	Yes
规划速度模式	PV	Yes
复位模式	HM	Yes
补全位置模式	IP	No
规划转矩(推力)模式	TQ	No
速度模式(逆变器等)	VL	No
周期同步位置模式	CSP	Yes
周期同步速度模式	CSV	Yes
周期同步转矩(推力)模式	CST	No

使用对象“操作模式:0x6060”进行操作模式的切换。确认当前操作模式时,使用对象“操作模式显示:0x6061”。
各操作模式中都分配有用于控制字与状态字的 Bit。

控制字中分配的模式固有 Bit

操作模式	bit8	bit6	bit5	bit4
PP 规划位置	Halt (暂停)	abs /rel (绝对位置/相对位置)	Change set immediately (再生成轨道)	New setpoint (新设置点)
CSP 周期同步位置			Reserved	Reserved
CSV 周期同步速度		Reserved	Reserved	Reserved
PV 规划速度		Reserved	Reserved	Reserved
HM 复位		Reserved	Reserved	Homing Enable (允许复位)

状态字中分配的制造商固有 Bit

操作模式	bit13	bit12	bit10
PP 规划位置	Following error (位置偏差过大)	Set-point Acknowledge (新设置点运行)	Target reached (到达目标) Quick Stop Finished (急停结束) Operation Change Finished (控制切换结束) Halt Active (暂停状态)
CSP 周期同步位置	Following error (位置偏差过大)	Target Position ignore (目标位置无效)	
CSV 周期同步速度	Reserved	Target velocity ignore (目标速度无效)	
PV 规划速度		Target velocity ignore (目标速度无效)	
HM 复位	Homing error (复位错误)	Homing attained (复位结束)	

6.4.3 功能组“位置”

■ 功能组“位置”模式概要

功能组“位置”模式中支持“规划位置模式”与“周期同步位置模式”。0x6060:操作模式为“1”时将以规划位置模式动作,为“8”时将以“周期同步位置模式”动作,功能组“位置”模式的主要对象列表如下所示。

位置模式的对象列表(制造商自定义区域)

Index	Sub-Index	名称	PDO 映射	0x6060 支持模式
0x4001	0x00	S形滤波器	Possible	CSP, PP
0x4002	0x00	位置环比例增益	Possible	CSP, PP
0x4004	0x00	前馈增益	Possible	CSP, PP
0x4006	0x00	速度反馈低通滤波器	Possible	CSP, PP
0x4007	0x00	速度环比例增益	Possible	CSP, PP
0x4008	0x00	速度环积分增益	Possible	CSP, PP
0x4009	0x00~0x04	电流限制	Possible	CSP, PP
0x400A	0x00	无偏差控制增益	Possible	CSP, PP
0x4022	0x00	允许两轴同步运转	Possible	CSP, PP

位置模式的对象列表(规划区域)

Index	Sub-Index	名称	PDO 映射	0x6060 支持模式
0x6040	0x00	控制字	Possible	CSP, PP
0x6041	0x00	状态字	Possible	CSP, PP
0x605A	0x00	急停选项代码	No	CSP, PP
0x6063	0x00	内部实际位置(串行编码器时)	Possible	CSP, PP
0x6064	0x00	实际位置	Possible	CSP, PP
0x6065	0x00	位置偏差窗口	No	CSP, PP
0x6067	0x00	位置窗口	No	CSP, PP
0x606C	0x00	实际速度	Possible	CSP, PP
0x607A	0x00	目标位置	Possible	CSP, PP
0x607B	0x00~0x02	位置范围限位	No	PP
0x607C	0x00	原点偏置	Possible	CSP, PP
0x607D	0x00~0x02	软件位置限位	No	CSP, PP
0x607E	0x00	极性	No	CSP, PP
0x607F	0x00	最大规划速度	No	PP
0x6081	0x00	规划速度	Possible	PP
0x6083	0x00	规划加速度	Possible	PP
0x6084	0x00	规划减速度	Possible	PP
0x60F4	0x00	实际位置偏差	Possible	CSP, PP

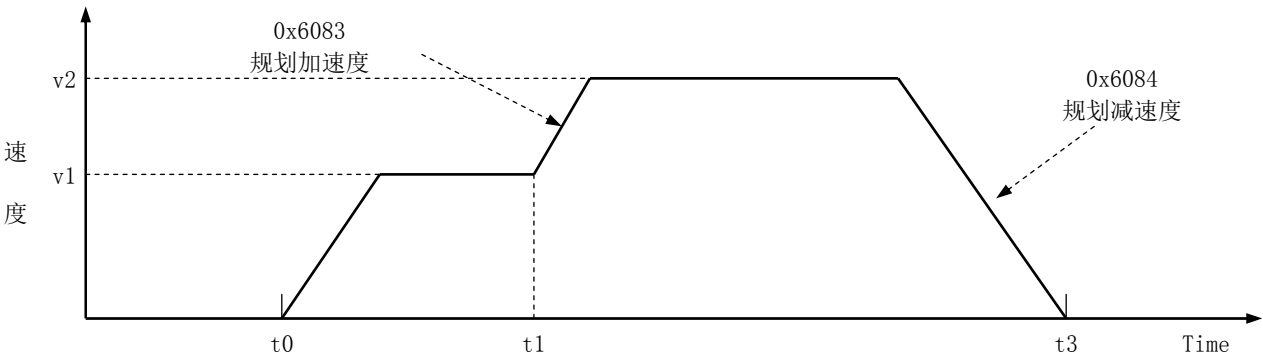
6.4.4 规划位置模式

0x6060:操作模式为“1”时,将以规划位置模式执行操作。
主站发送出目标位置(0x607A)、规划速度(0x6081)、规划加减速速度(0x6083、0x6084)。
从站通过设置 0x6040:控制字 bit4=1:New Setpoint,生成轨道并向目标位置移动。位置控制、速度控制、电流控制都由从站进行。

设备规划中支持的驱动器应用目标位置的方法包括以下两种:

- ①设置点的设置(通过 0x6040:控制字 bit5:Change set immediately=1 启动时)
在此模式下,驱动器接收到新的指令后会立即开始执行向下一个目标位置移动的操作,因此在切换设置点时电机速度不会变为零。

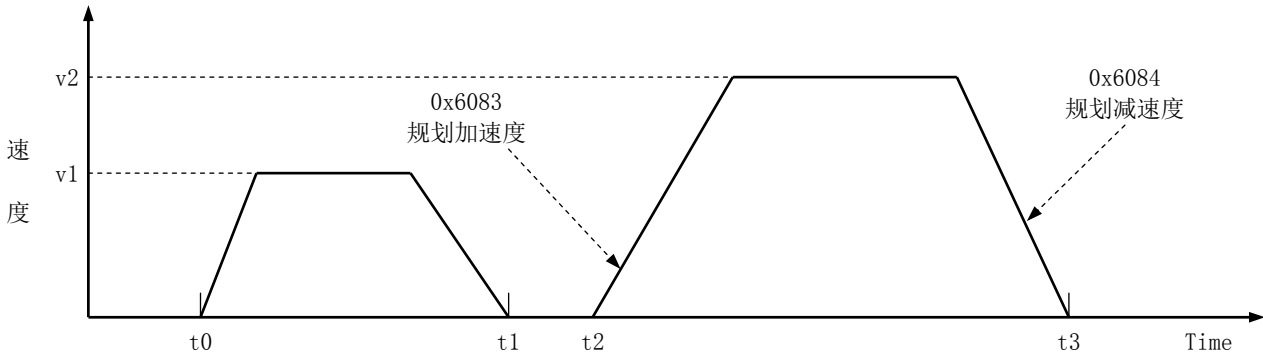
驱动器在 t_0 时间点收到第 1 个目标位置。在 t_1 时间点收到第 2 个目标位置后,驱动器立刻使移动到新目标位置的移动指令生效。



规划位置模式(立即按设置变更)

- ②单设置点(通过 0x6040:控制字 bit5:Change set immediately=0 启动时)
驱动器将上一个定位操作结束状态发送给上位控制器,再接收新的指令。
因此,在切换到下一个设置点时,电机出现速度暂时为零的情况。
*在动作过程中启动操作时,启动操作在当前动作结束后生效(启动将保留至当前动作结束)。

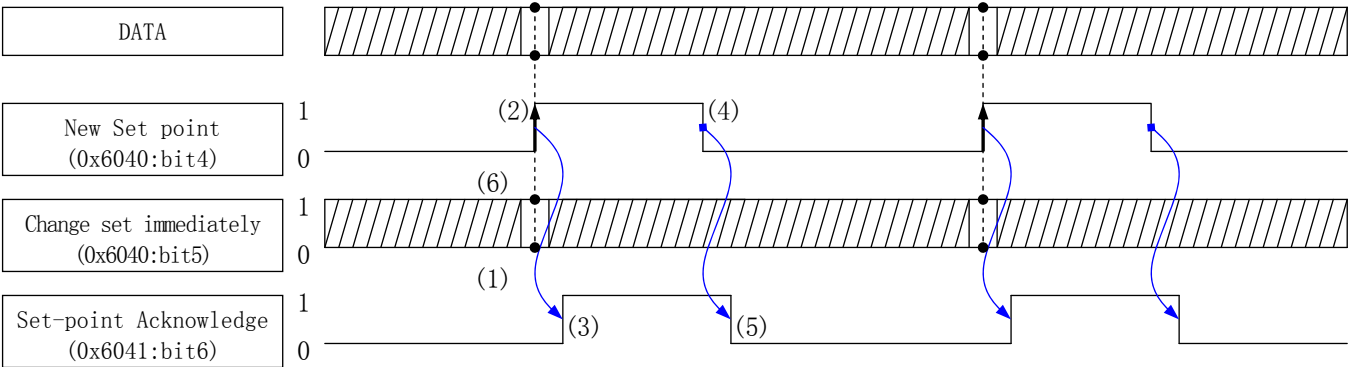
t_1 时间点到达目标位置 x_1 , 因此减速后速度暂时变为 0。
主站识别到向 x_1 的定位操作结束时,将按照上述内容发送下一目标信息,开始下一定位操作。



规划位置模式(单设置点)

注) 允许两轴同步运转(0x4022≠0 时)时,接收到较小轴的启动指令时两轴将同时启动。
此时,将对两轴输出相同指令。

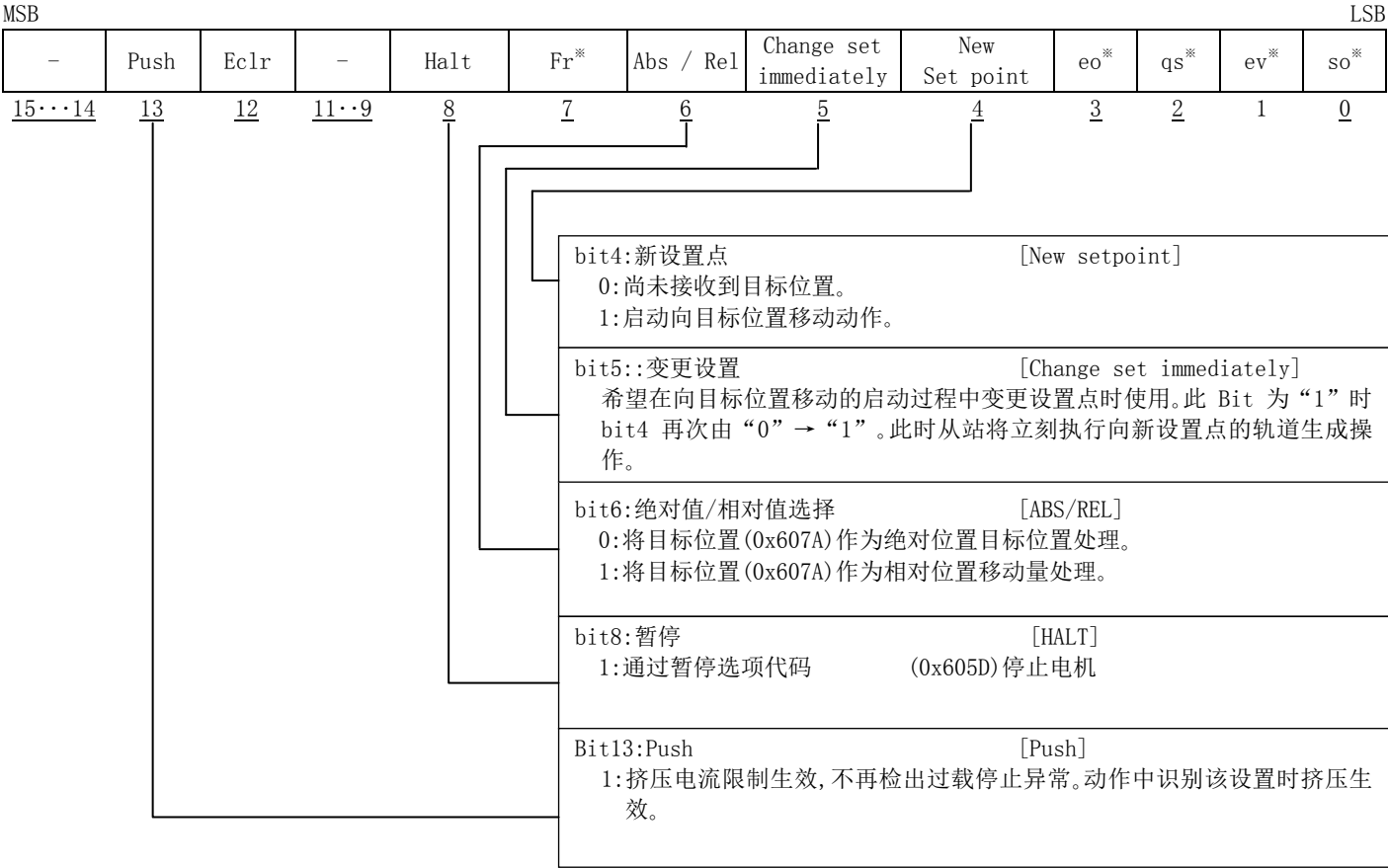
在控制字中的“New Set point”、“Change set immediately”的Bit、状态字中的“Set-point Acknowledge”Bit 定义的时间时控制上述两种模式。这些Bit 支持一个请求-响应机构,使驱动在执行前一指令时将准备下一个数据设置,从而使主站控制程序的响应时间最小化。



规划位置模式的时序图

0x6040: 控制字 (规划位置模式:PP)

Index	0x6040	表示行规位置模式 (PP) 中的操作模式定义 Bit 与制造商自定义 Bit。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	控制字 [CWORD]		Unsigned16	RW	Possible	0x0000
		※bit 7、3、2、1、0 的详情请参考控制字 Bit 指令一览。	设置范围	0x0000～0xFFFF		



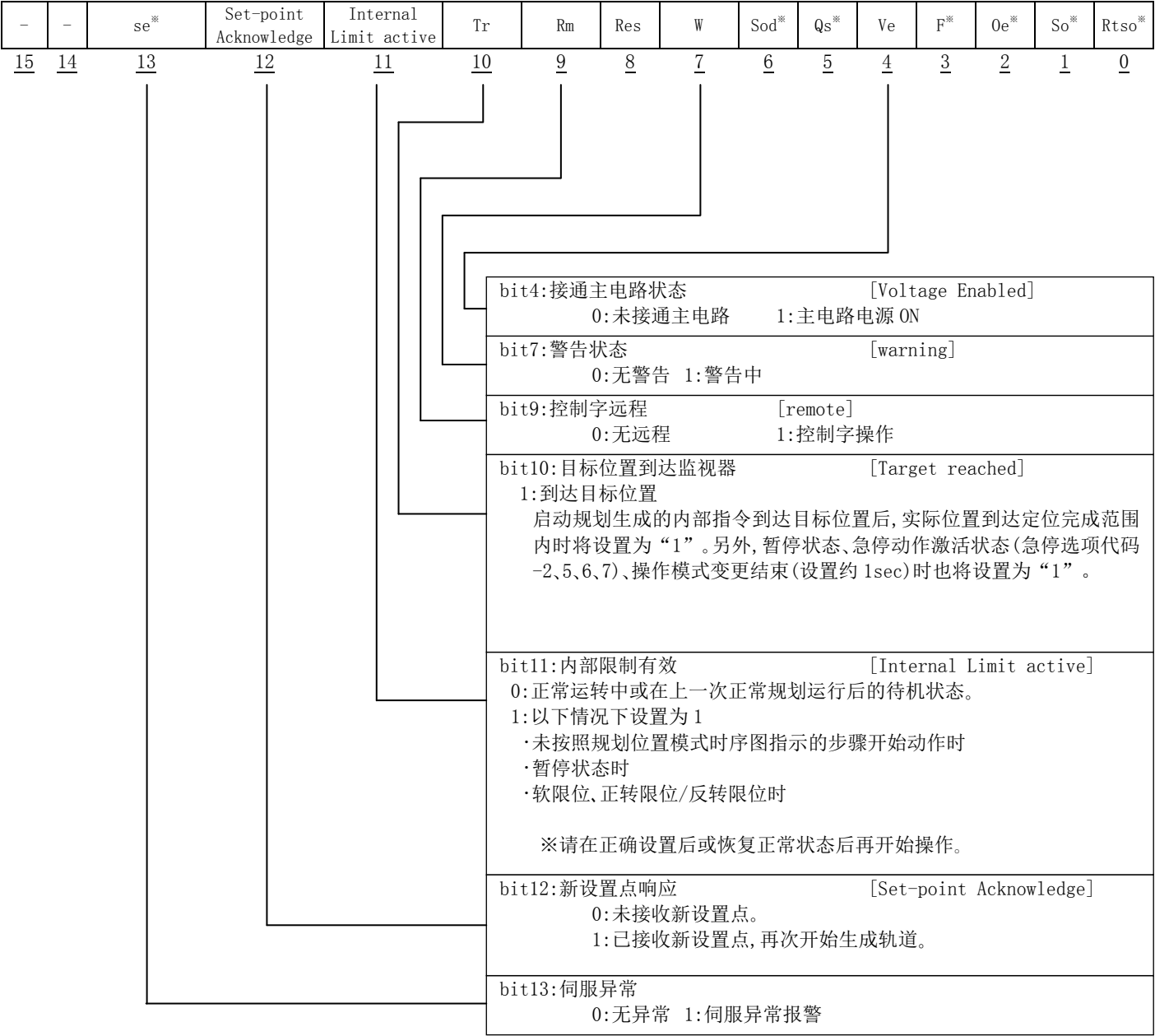
6 章 对象字典

0x6041: 状态字 (规划位置模式:PP)

Index	0x6041	表示规划位置模式 (PP) 的操作模式定义 Bit 与制造商自定义 Bit。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	状态字 [STSWORD] ※bit 6、5、3、2、1、0 请参考状态字 Bit Pattern 状态一览。		Unsigned16	R0	Possible	0x0000
			显示范围	0x0000～0xFFFF		

MSB

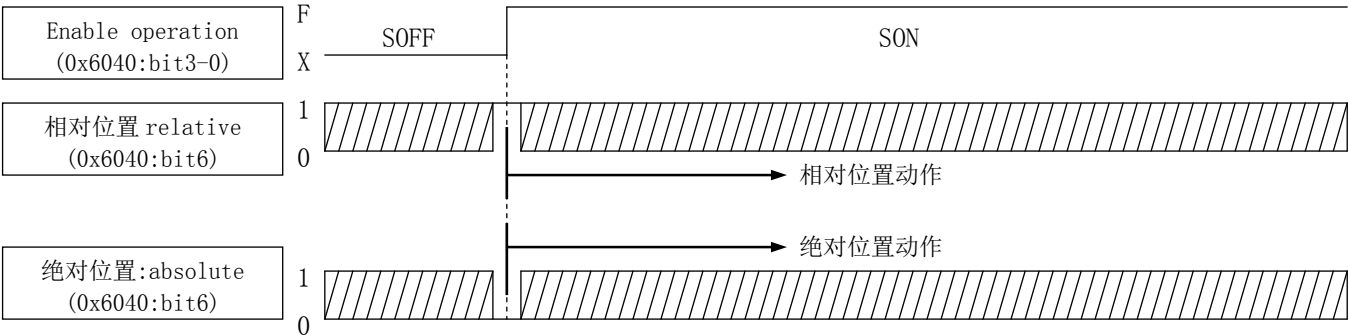
LSB



6.4.5 周期同步位置模式

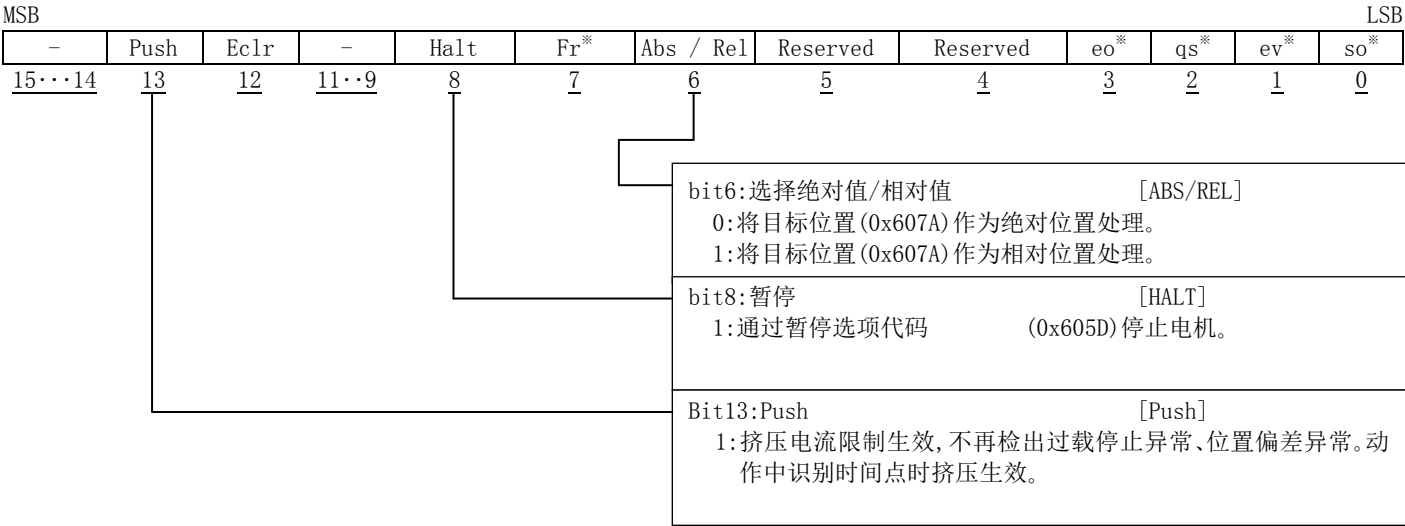
0x6060:操作模式为“8”时,驱动器按周期同步位置模式1(csp1)动作。

周期同步方式位置控制的轨道生成在主站(控制设备)中而非从站(驱动设备)。主站发出目标位置,由从站进行位置、速度控制。
此外,绝对位置/相对位置由设置操作使能(bit3-0=0x0F)后 0x6040:bit6 的逻辑决定。(bit6=0:绝对位置指令型、bit6=1:相对位置指令型)



0x6040: 控制字(周期同步位置模式:CSP)

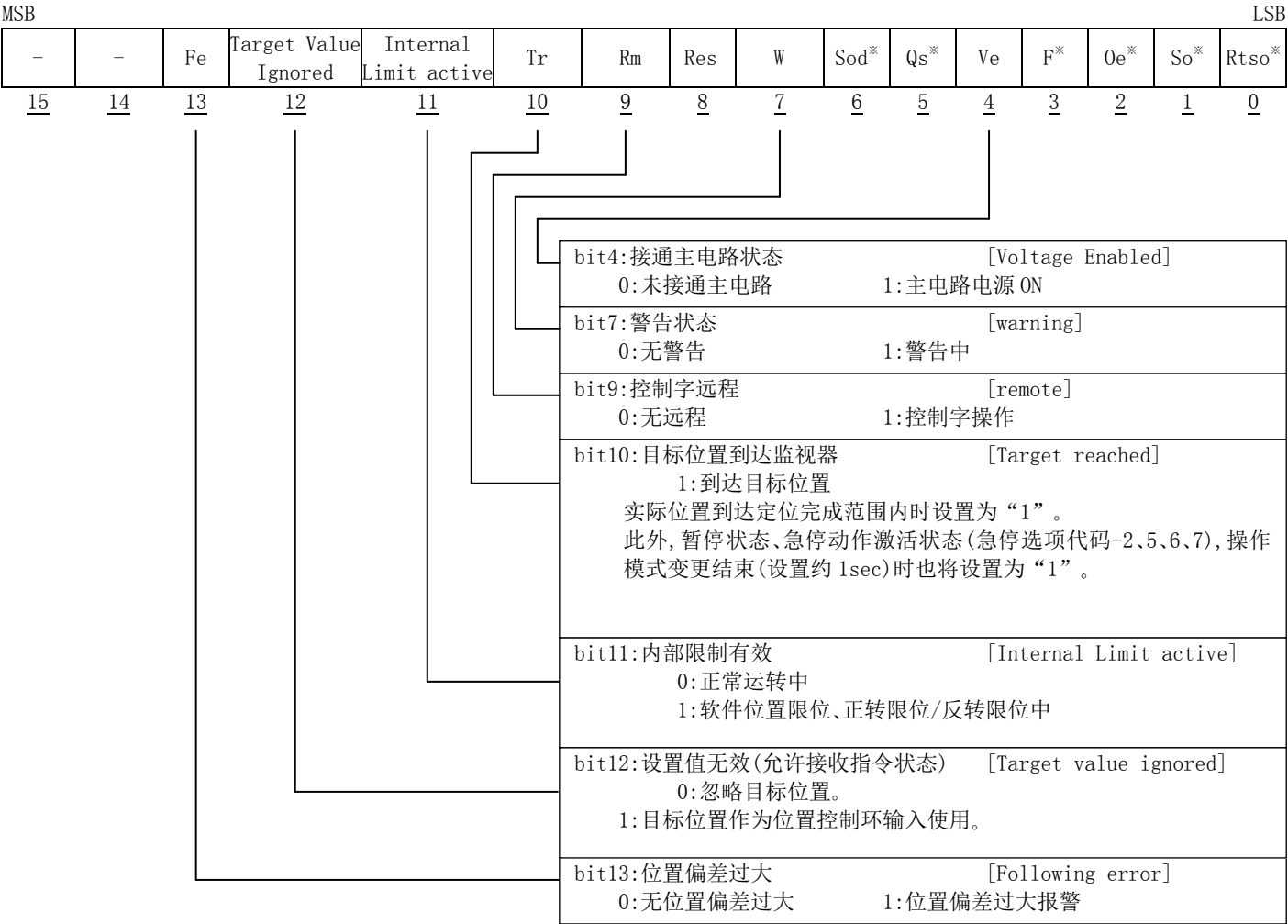
Index	0x6040	表示周期同步位置模式(CSP)的操作模式定义 Bit 与制造商自定义 Bit。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	控制字 [CWORD] ※bit 7, 3, 2, 1, 0 请参考控制字 Bit Pattern 指令一览。		Unsigned16	RW	Possible	0x0000
			设置范围	0x0000~0xFFFF		



6 章 对象字典

0x6041: 状态字(周期同步位置模式:CSP)

Index	0x6041	表示周期同步位置模式(CSP)的操作模式定义 Bit 与制造商自定义 Bit。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	状态字 [STSWORD]		Unsigned16	R0	Possible	0x0000
	※bit 6, 5, 3, 2, 1, 0 的详情请参考状态字 Bit Pattern 状态一览。		显示范围	0x0000～0xFFFF		



6.4.6 功能组“速度”“复位”

■ 功能组“速度”“复位”模式概要

“速度”模式支持“规划速度模式”与“周期同步速度模式”。
0x6060:操作模式为“3”、行规速度模式为“9”时以“周期同步速度模式”动作。
此外,为“6”复位模式时从站也将在速度模式下执行原点复位。
功能组“速度”“复位”模式的主要对象列表如下:

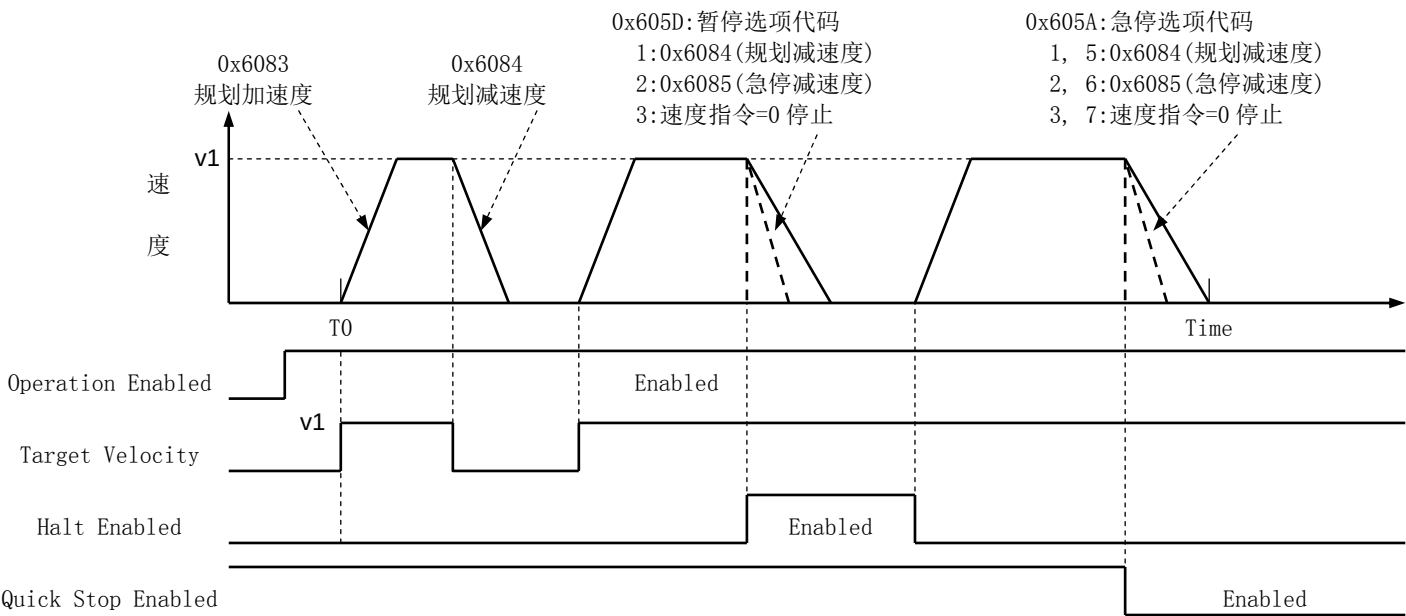
速度模式的对象列表

Index	Sub-Index	名称	PDO 映射	0x6060 支持模式
0x4006	0x00	速度反馈低通滤波器	Possible	CSV, PV, HM
0x4007	0x00	速度环比例增益	Possible	CSV, PV, HM
0x4008	0x00	速度环积分增益	Possible	CSV, PV, HM
0x4009	0x00~0x04	电流限制	Possible	CSV, PV, HM
0x6040	0x00	控制字	Possible	CSV, PV, HM
0x6041	0x00	状态字	Possible	CSV, PV, HM
0x605A	0x00	急停选项代码	No	CSV, PV, HM
0x6063	0x00	内部实际位置	Possible	CSV, PV, HM
0x6064	0x00	实际位置	Possible	CSV, PV, HM
0x606C	0x00	实际速度	Possible	CSV, PV, HM
0x607C	0x00	原点偏置	Possible	CSV, PV, HM
0x607E	0x00	极性	No	CSV, PV, HM
0x6083	0x00	规划加速度	Possible	PV(CSV, HM※)
0x6084	0x00	规划减速度	Possible	PV(CSV, HM※)
0x6098	0x00	复位方式	No	HM
0x6099	0x01~0x02	复位速度	Possible	HM
0x609A	0x00	复位加减速速度	No	HM
0x60FF	0x00	目标速度	Possible	CSV, PV, HM

6 章 对象字典

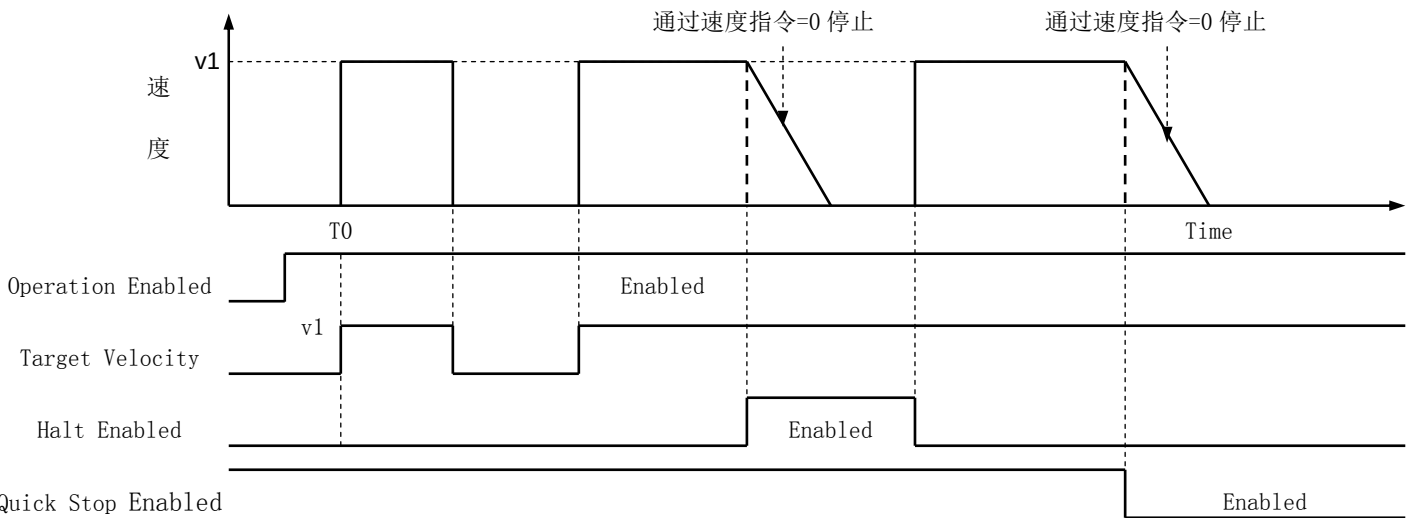
6.4.7 规划速度模式

此模式在主站(控制设备)中生成轨道。
主站通过周期同步或非同步方式向从站传输 0x60FF: 目标速度, 由从站进行速度控制。
另外, 可通过设置 0x6083: 规划加速度、0x6084: 规划减速度设置目标速度的倾斜度。



6.4.8 周期同步速度模式

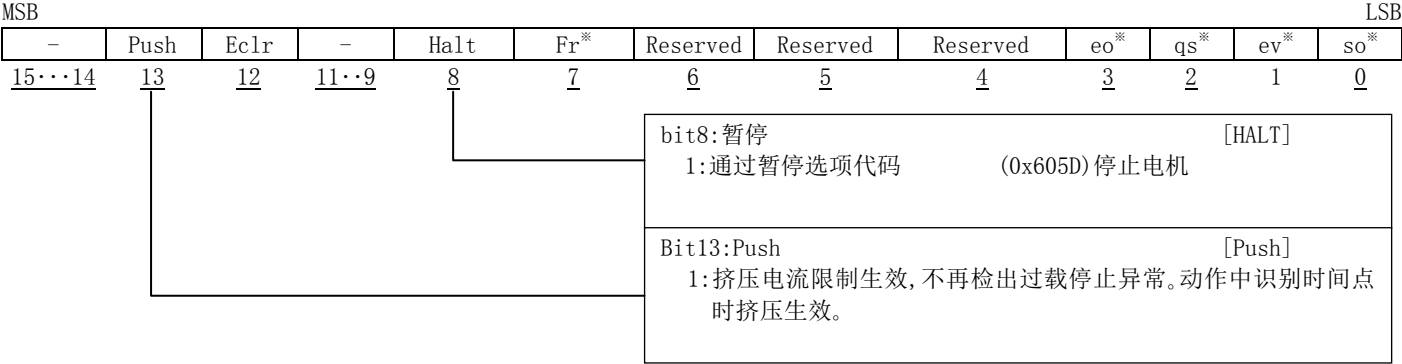
此模式的轨道生成仍由主站进行。
主站通过周期同步方式传输给从站 0x60FF: 目标速度, 由从站进行速度控制。
*控制方式仅为比例·积分控制。



6.4 规划区域

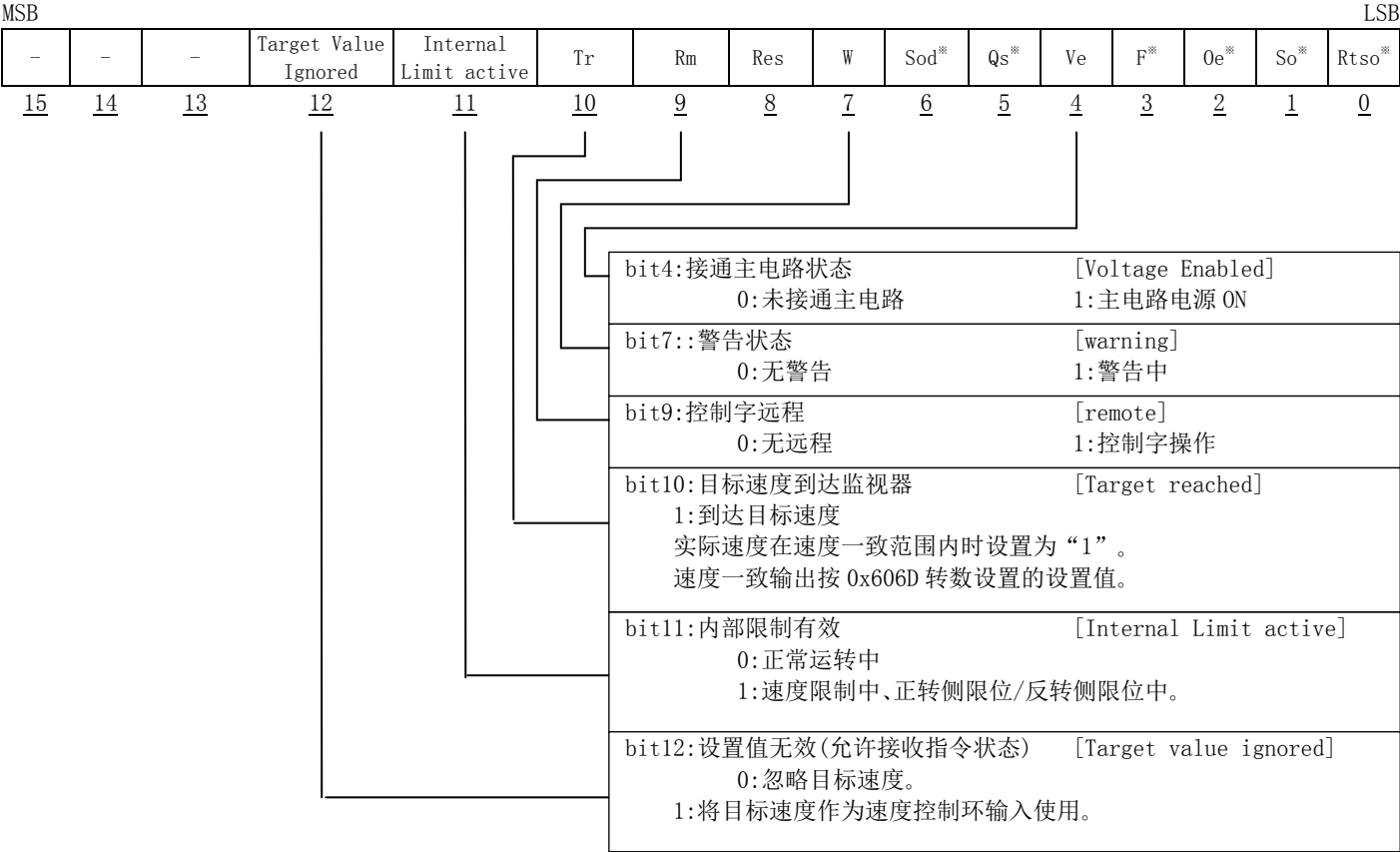
0x6040: 控制字(周期同步速度模式:CSV, 速度规划模式:PV)

Index	0x6040	设置周期同步位置模式(CSV)、规划速度模式(PV)的操作模式 定义 Bit 与制造商自定义 Bit。	对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	控制字	[CWORD]	Unsigned16	RW	Possible	0x0000
	※bit 7、3、2、1、0 的详情请参考控制字 Bit Pattern 指令 一览。		设置范围	0x0000～0xFFFF		



0x6041: 状态字(周期同步速度模式:CSV, 规划速度:PV)

Index	0x6041	表示周期同步速度模式 (CSV)、规划速度 (PV) 的操作模式定义 Bit 与制造商自定义 Bit。	对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	状态字	[STSWORD]	Unsigned16	RO	Possible	0x0000
	※bit 6、5、3、2、1、0 的详情请参考状态字 Bit Pattern 状态一览。		显示范围	0x0000～0xFFFF		



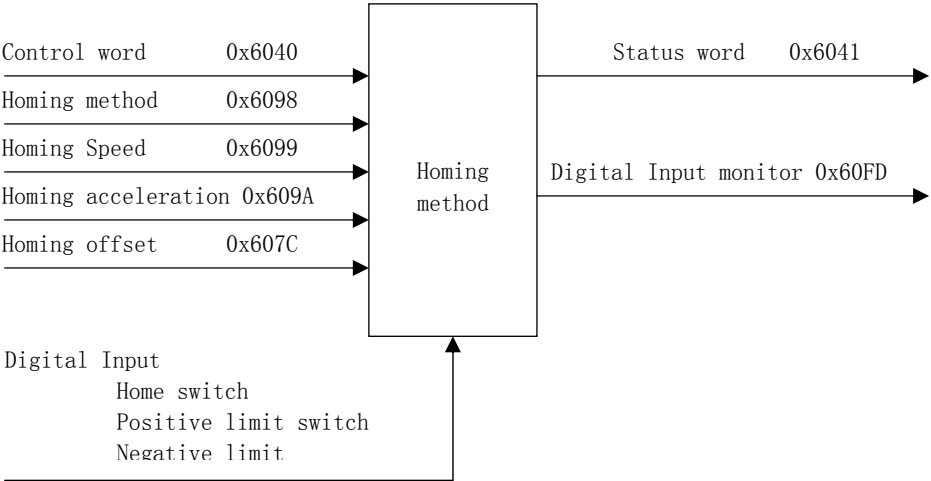
6.4.9 复位模式

以下将对装置在复位模式下找回原点位置(基准点、基准位置或零点)的方法进行说明。
输入对象将与输出对象一样被定义。用户可以设置速度、加速度及复位方法。此外,通过使用复位偏置对象可以将用户坐标系设置为原点位置。
状态字的输出数据只包括用于返回状态、复位顺序的结果和位置控制环的请求的 Bit。

复位速度 0x6099 包括两个速度, 高速度设置用于找原点限位开关 (Sub-Index1), 低速用于找子索引脉冲 (Sub-Index2)。

复位模式中使用的对象如下所示:

复位模式的对象列表			
Index	Sub-Index	名称	PDO 映射
0x607C	0x00	复位偏置	Possible
0x6098	0x00	复位方式	No
0x6099	0x00	复位速度	Possible
0x609A	0x00	复位加速度	No
0x60E3	0x00	支持复位模式	No
0x60E6	0x00	实际位置计算方式	Possible
0x60FD	0x00	数字输入	Possible



复位模式功能的输入输出

复位方式列表如下所示：

复位方式			
设置值	复位方式	停止位置	动作开始方向 (对象传感器为 inactive 时)
-2	负方向机械终端挤压复位	碰撞位置	负方向
-1	正方向机械终端挤压复位	碰撞位置	正方向
17	负方向限位开关复位	正方向边沿	负方向
18	正方向限位开关复位	负方向边沿	正方向
20	正方向原点开关复位	负方向边沿	正方向
22	负方向原点开关复位	正方向边沿	负方向
24	正方向限位开关与原点开关复位	负方向边沿	正方向
28	负方向限位开关与原点开关复位	正方向边沿	负方向
33	负方向索引脉冲复位	正方向边沿	负方向
34	正方向索引脉冲复位	负方向边沿	正方向
35	当前位置复位	当前位置	—

- 旋转方向定义:取决于 0x607E。
- 原点信号、限位信号的逻辑可通过 0x4010 设置。

■ 对象:0x607C 复位偏置的使用

取决于原点位置的坐标 0x607C:原点偏置值与 0x60E6:实际位置计算方式的设置。

- A) 绝对值复位

: 0x60E6=0

(绝对复位)

实际位置 (0x6064)=原点偏置 (0x607C)
- B) 相对值复位

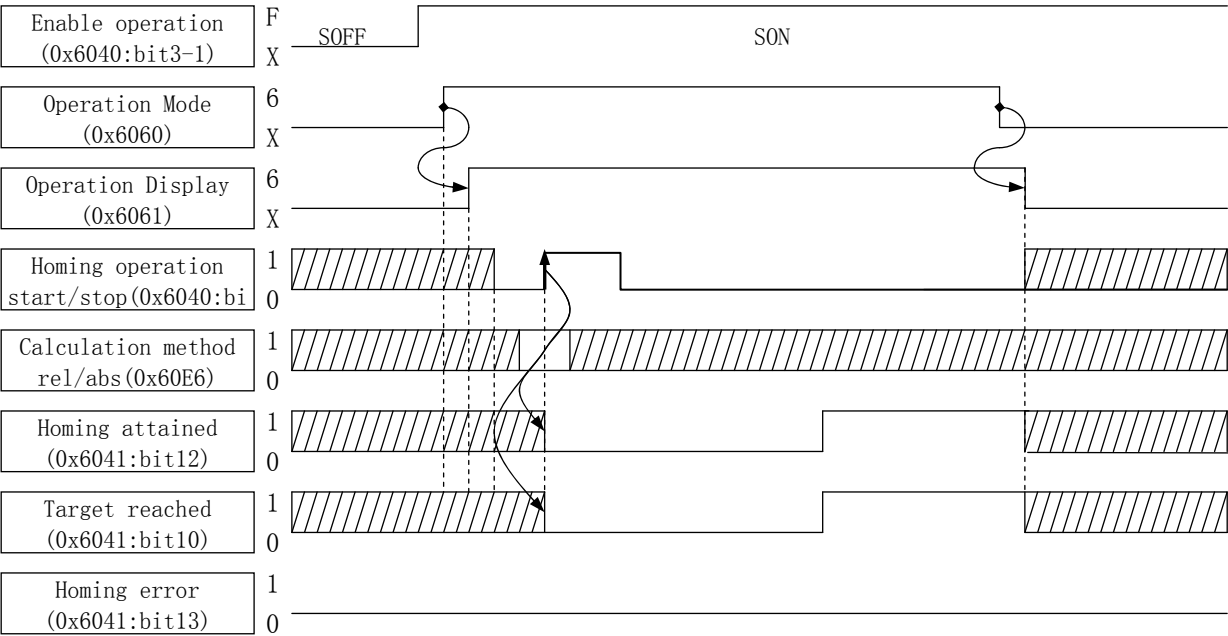
: 0x60E6=1

(相对复位)

实际位置 (0x6064)=当前位置 + 原点偏置 (0x607C)

本驱动器对应的复位模式时序如下图所示。

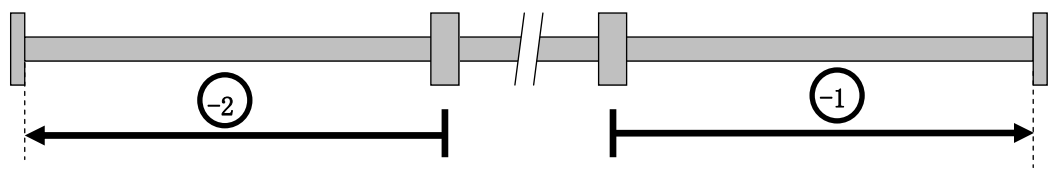
1) 复位模式开始与结束的时序



※传感器逻辑为 On Active

- 复位方式[-2]:负方向机械终端挤压复位
- 复位方式[-1]:正方向机械终端挤压复位

挤压原点在电流到达 0x4009 设置的挤压电流限制值后,经过 0x4016 设置的时间后变为 Homming Attained(0x6041-bit12=1),电机进入固定励磁状态。
请将挤压电流限制值设置为小于动作时挤压电流限制的数值。

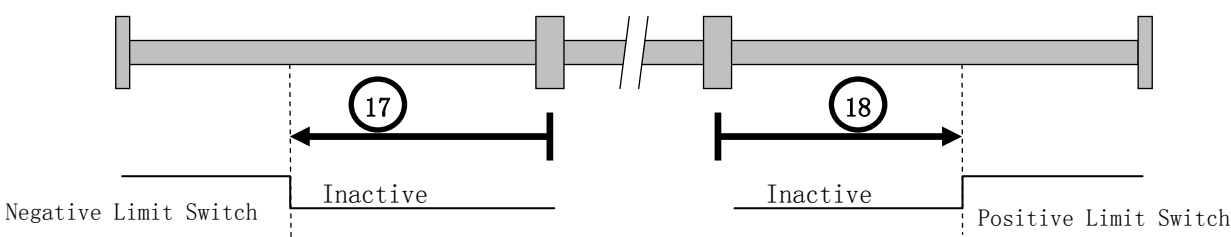


[-2] 负方向机械终端挤压复位

[-1] 正方向机械终端挤压复位

- 复位方式[17]:负方向限位开关复位
- 复位方式[18]:正方向限位开关复位

指定的限位开关 Inactive 时,复位开始时将按检出对象的传感器方向动作。在检测出传感器的 Active 边沿的时将内部计数器设置为原点,且电机在该位置停止运转。
限位传感器已经为 Active 时则向相反方向旋转,在检测出传感器变为 inactive 状态时再向相反方向运转以检测原点位置。

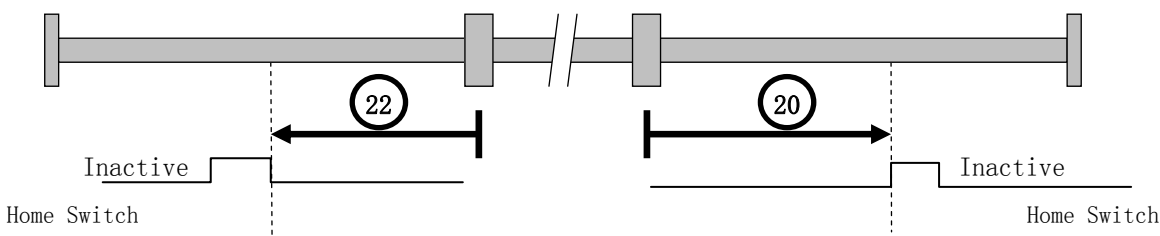


[17] 负方向限位开关

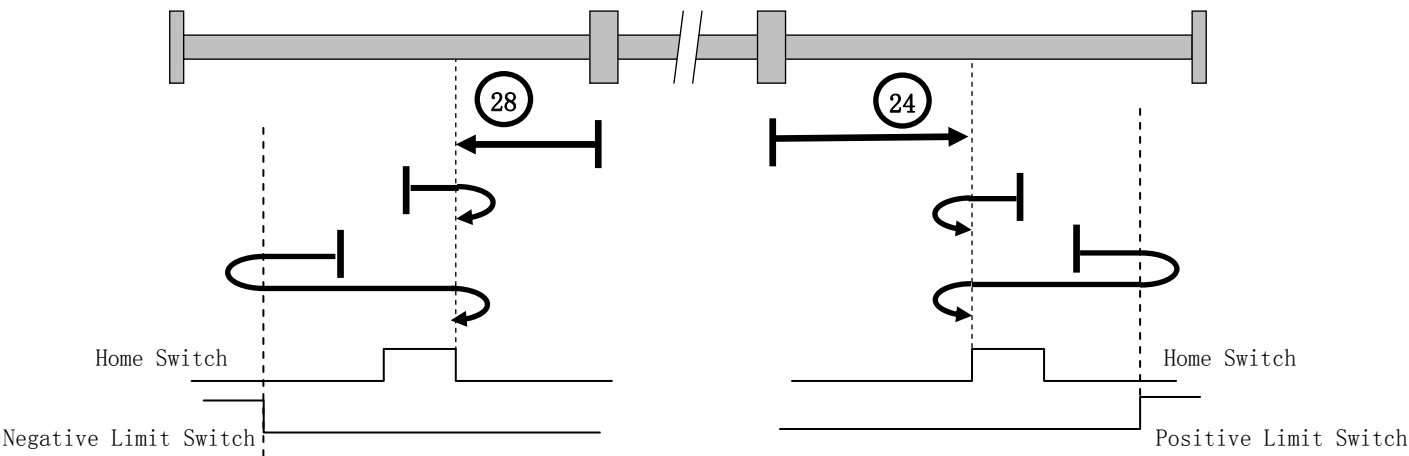
[18] 正方向限位开关

- 复位方式[20]:正方向原点开关复位
- 复位方式[22]:负方向原点开关复位

Home 开关 Inactive 时,复位开始时按指定的方向移动。在检测出传感器的 Active 边沿时设置内部计数器为原点,且电机在该位置停止运转。
原点传感器已经为 Active 时则向相反方向旋转,在检测出传感器变为 inactive 状态时再向相反方向运转以检测原点位置。

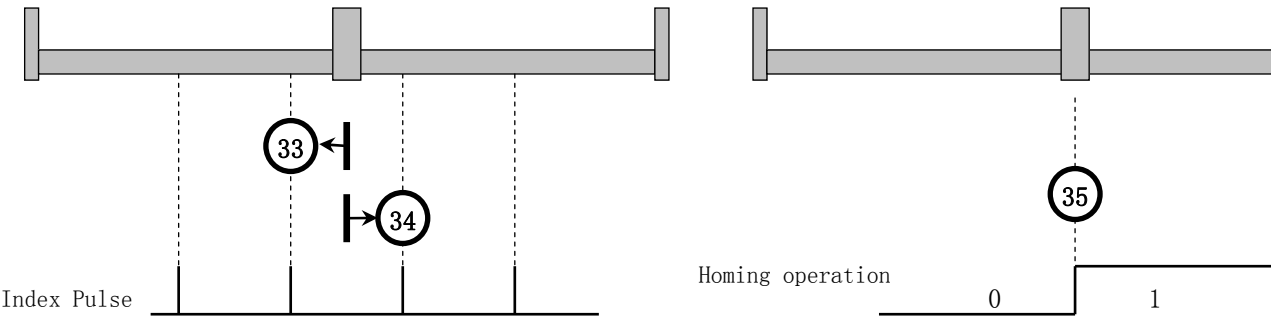


- 复位方式[24]: 正方向限位开关与原点开关复位
- 复位方式[28]: 负方向限位开关与原点开关复位



- 复位方式[33][34]: Homing on index Pulse
- 复位方式[35] : Homing on current position

复位方式[33][34]中, 原点位置为离开始复位时的位置最近的索引脉冲位置, 其中[33]为负方向上的最近索引脉冲位置, [34]为正方向上最近的索引脉冲位置。
复位方式[35]中, 原点位置即为开始复位时的位置, 即使不是操作使能状态(伺服 ON)也能执行操作。



[33] 复位到负方向索引脉冲
[34] 复位到正方向索引脉冲

[35] 复位到当前位置

6 章 对象字典

■ 绝对式电机的原点位置保持功能

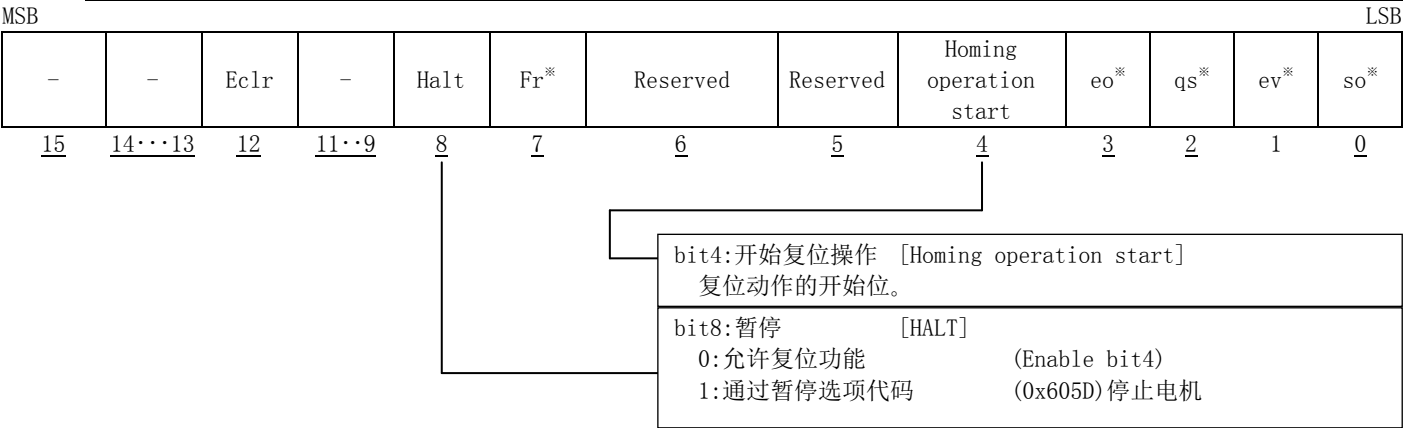
使用绝对式电机时, 执行 0x6098 复位方式 35(复位到当前位置)操作后, 可在复位结束后通过 0x1010 参数保存保存所有参数, 保存参数后, 在重新启动时 0x6064 实际位置中也将保持原点坐标。注意, 执行编码器清零操作时将无法正确表示原点坐标, 此时需要重新复位。

绝对式系统复位 “原点坐标保存步骤”如下:

- 步骤 ① 准备复位
- 设置 0x6098 复位方式为 35:复位到当前位置
- 设置 0x60E6 实际位置计算方式 (0:绝对值复位 1:相对值复位)
- 设置 0x607C 原点偏置
- (0:0:绝对值复位时为希望设置为基准检出位置的位置,
- 1:相对值复位时设为 0。)
- 设置 0x6060 操作模式为 6:复位模式
- 步骤 ② 开始复位
- 设置 0x6040 控制字的 Bit4=1:开始复位
- 步骤 ③ 确认基准位置检出
- 设置 0x6041 状态字的 Bit12=1:监视复位结束
- 步骤 ④ 保存原点坐标
- 在 0x1010 参数保存 Sub-Idx01:保存所有参数中写入 “0x65766173”。
- 步骤 ⑤ 确认保存结束
- 回到 0D:0x1010 参数保存 Sub-Idx01=1 完成保存操作。(0:保存中)

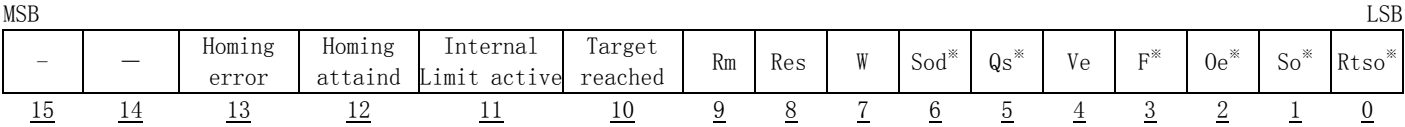
0x6040: 控制字(复位模式:HM)

Index	0x6040	表示复位模式(HM)的操作模式定义 Bit 与制造商自定义 Bit。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	控制字 [CWORD] ※bit 7、3、2、1、0 的详情请参考控制字 Bit Pattern 指令一览。	Unsigned16	RW	Possible	0x0000	
		设置范围	0x0000～0xFFFF			



0x6041: 状态字(复位模式:HM)

Index	0x6041	表示复位模式(HM)的操作模式定义 Bit 与制造商自定义 Bit。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	状态字 [STSWORD] ※bit 6、5、3、2、1、0 的详情请参考状态字 Bit Pattern 状态一览。		Unsigned16	RO	Possible	0x0000
			显示范围	0x0000～0xFFFF		



bit4:接通主电路状态	[Voltage Enabled]
0:未接通主电路	1:主电路电源 ON
bit7:警告状态	[warning]
0:无警告	1:警告中
bit9:控制字远程	[remote]
0:无远程	1:控制字操作
bit11:内部限制有效	[Internal Limit active]
0:正常运转中	1:速度限制中、CW 限位/CCW 限位中

bit13	bit12	bit10	说明
0	0	0	复位进行中。
0	0	1	中断复位或未开始复位。
0	1	0	Reserved
0	1	1	复位正常结束。
1	0	0	Reserved
1	0	1	发生复位错误,速度为零(ZV)
1	1	X	Reserved

6.4.10 功能组“接触式探针(Touch Probe)”

■ 接触式探针概要

接触式探针是将数字输入的边沿作为触发器, 锁存该时间点的传感器位置的功能。
由于接触式探针事件通过从站的硬件锁存传感器位置, 因此独立于 NC 周期时间, 能够准确地捕捉到传感器位置。本驱动器提供 Touch Probe1 (CONT1) 作为接触式探针功能的输入使用。

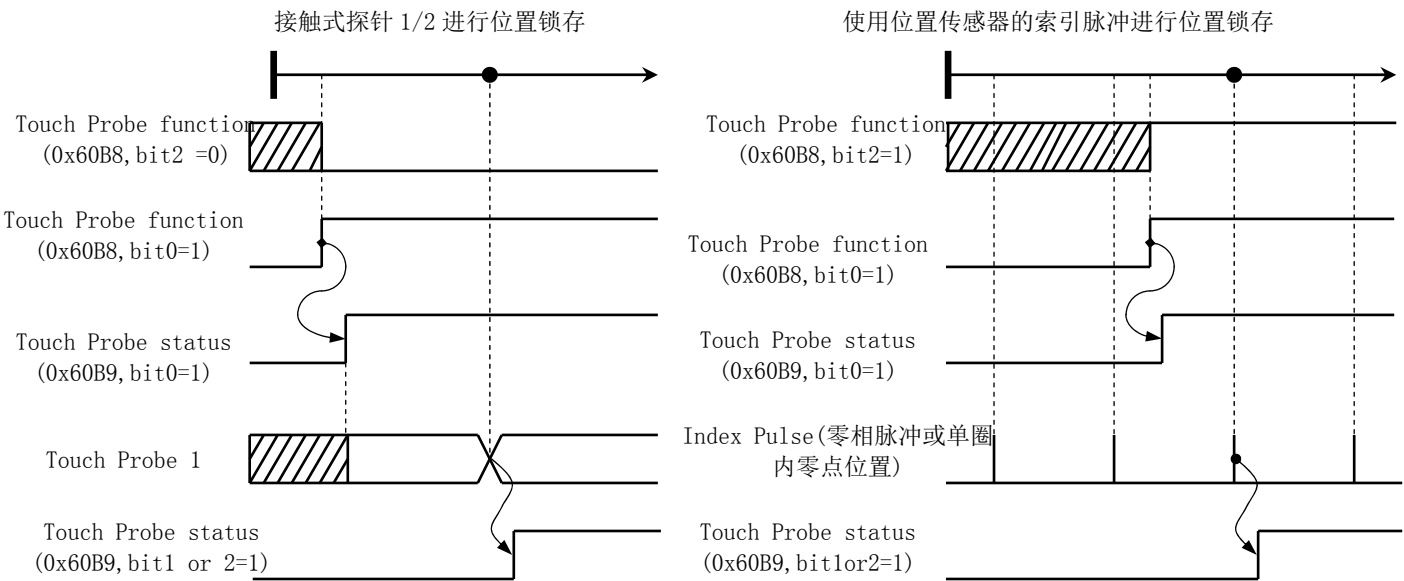
此功能中使用的对象列表如下所示。

接触式探针的对象列表			
Index	Sub-Index	名称	PDO 映射
0x60B8	0x00	接触式探针功能	Possible
0x60B9	0x00	接触式探针状态	Possible
0x60BA	0x00	接触式探针 1 锁存位置(上升沿)	Possible
0x60BB	0x00	接触式探针 1 锁存位置(下降沿)	Possible

- 接触式探针 1 (CONT1) 信号可通过设置 0x60B8, bit 2 触发器选择, 设置为通过接触式探针 1 输入或位置传感器的索引脉冲^{注 1)}触发。

注 1) 设置为通过位置传感器的索引脉冲触发时, 使用增量式传感器时使用 Z 相, 使用绝对值编码器时将把绝对值数据单圈旋转时为零的位置作为索引使用。

接触式探针功能时序图如下。

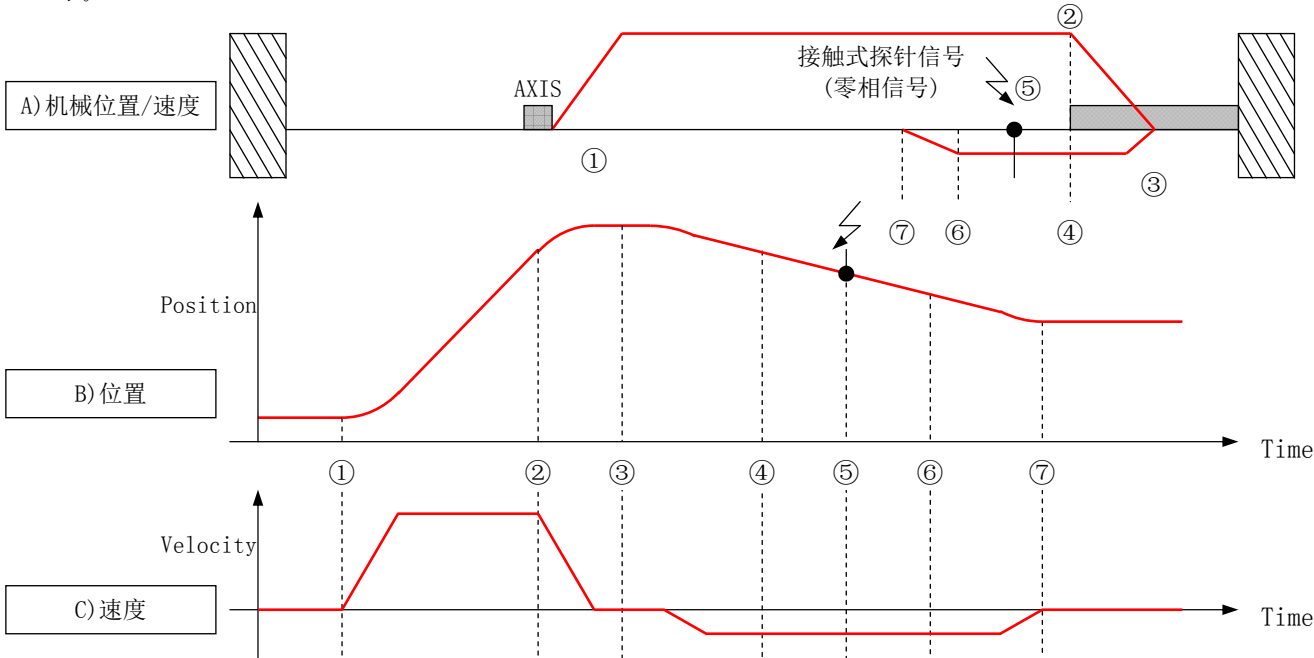


接触式探针 1 上升沿(位置传感器的索引脉冲)的锁存位置设置在 0x60BA
接触式探针 1 下降沿(位置传感器的索引脉冲)的锁存位置设置在 0x60BB

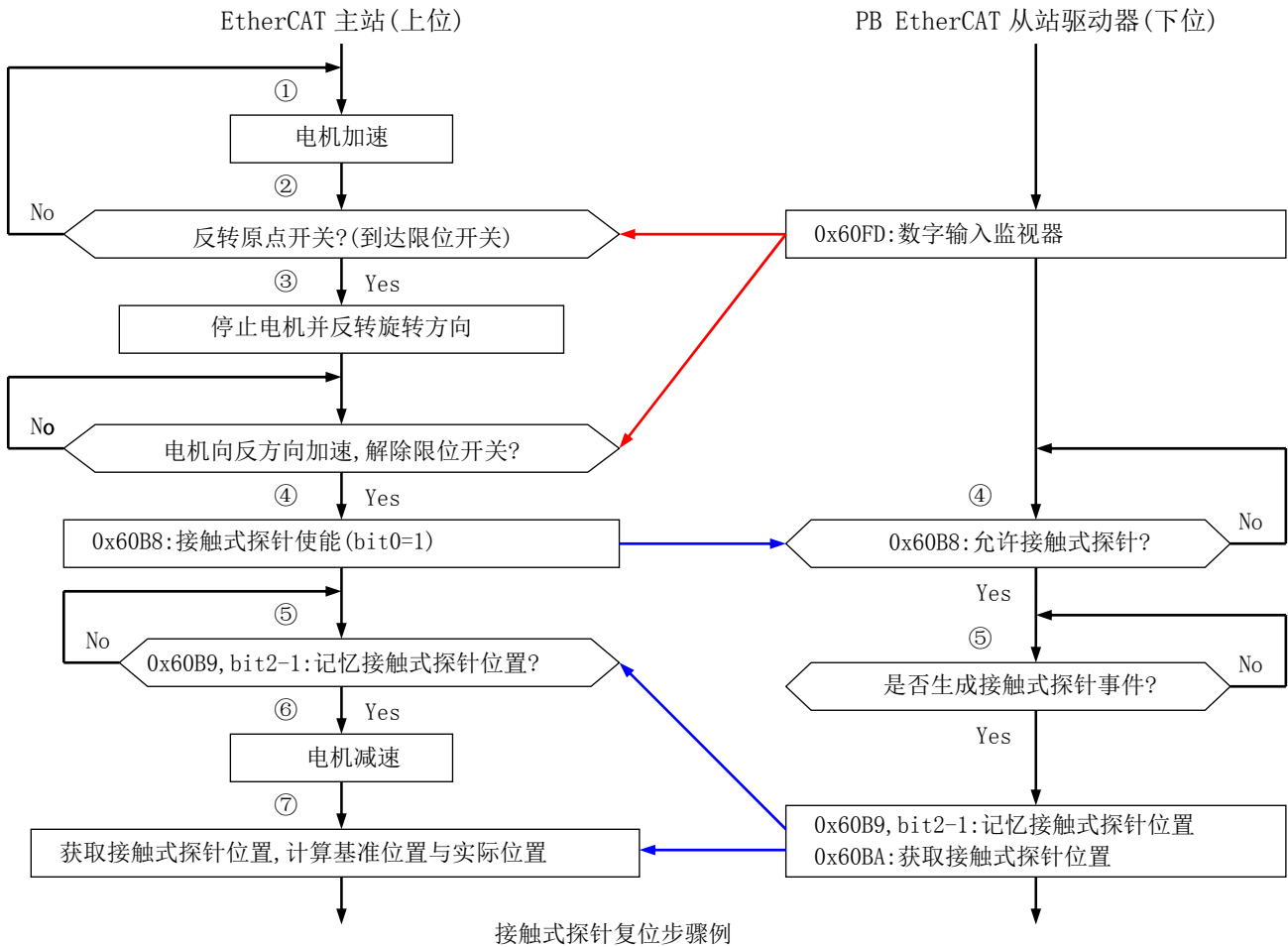
使用接触式探针功能进行位置锁存

主站主导复位(接触式探针复位方式)：Homing with touch-probe (without Limit Switch)

接触式探针复位是一种精确且快速的复位方式, 建议设置 EtherCAT 支持此种复位方式。接触式探针事件与主站/从站采样周期不同, 由于是在从站硬件中独立地运行, 因此能够被准确的捕捉到。使用接触式探针功能进行复位的实例如下所示。



使用接触式探针的以主站基准的复位
※ A) 为设备的轴位置, 红线表示速度, B) 为电机位置示意图, C) 为电机速度示意图。



6 章 对象字典

6.4.11 操作模式参数(规划区域)

0x6060: 操作模式

Index	0x6060	表示请求的操作模式。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	操作模式 [OPMODE]			Integer8	RW	Possible	0x00
				设置范围	0x00~0x09		
	0 :Reserved						
	1 : (PP) 规划位置模式						
	2 :Reserved						
	3 : (PV) 规划速度模式						
	4 :Reserved						
	5 :Reserved						
	6 : (HM) 复位模式						
	7 :Reserved						
	8 : (CSP) 周期同步位置模式						
	9 : (CSV) 周期同步速度模式						
✓ 变更模式请在电机停止状态下进行。							
✓ 各动作模式的详情请参考 6. 4. 3~6. 4. 9 章。							

0x6061: 显示操作模式

Index	0x6061	表示实际使用的操作模式。 定义与 0x6060:操作模式相同。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	操作模式显示 [OPDISP]			Integer8	RO	Possible	0x00
				显示范围	0x00~0x09		
	0 :无模式/未分配模式						
	1 : (PP) 规划位置模式						
	2 :Reserved						
	3 : (PV) 规划速度模式						
	4 :Reserved						
	5 :Reserved						
	6 : (HM) 复位模式						
	7 :Reserved						
	8 : (CSP) 周期同步位置模式						
	9 : (CSV) 周期同步速度模式						

0x6062: 指令位置

Index	0x6062	表示指令位置。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	指令位置 表示指令位置。	[CPMON]	Integer32	RO	Possible	-
			显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
			单位	用户单位		
✓ 符号根据 0x607E 的设置值而定, 正方向时返回正值。						
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

6.4 规划区域

0x6063: 内部实际位置(使用串行编码器时)

Index	0x6063	表示电机传感器的实际位置。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	内部实际位置 [IACPMON] 从传感器获取的实际位置, 不受复位动作等偏置 处理操作的影响。		Integer32	R0	Possible	-
			显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
			单位	Pulse		
✓ 符号根据 0x607E 的设置值而定, 正方向时返回正值。						
✓ 使用脉冲编码器时, 本 Index 不稳定。						

0x6064: 实际位置

Index	0x6064	表示偏置处理后的位置或电机编码器的实际位置。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	实际位置 [APMON] 指进行复位操作等时, 通过对内部实际位置进行偏置处理后的标准化位置。偏差处理前(复位结束前)将显示 0x6063: 内部实际位置相同的数值。	Integer32	R0	Possible	—		
		显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)				
		单位	用户单位				
✓ 符号根据 0x607E 的设置值而定, 正方向时返回正值。							
✓ 使用脉冲编码器时, 复位动作前的实际位置将初始化动作时的初始位置视为 0。							
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。							

0x6065: 位置偏差窗口

Index	0x6065	设置与位置请求值相对的可能允许的位置范围。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	位置偏差窗口 [OFLV] 实际位置超出位置偏差窗口时, 产生位置偏差过大报警。 实际位置偏差 ≧ 设置值		Unsigned32	RW	Possible	0x00000048 (72)
			设置范围	0x00000001~0x00000E10 (1~3600)		
			单位	0.1degree		
✔ 速度模式中不检出位置偏差过大报警。						

6 章 对象字典

0x6067: 位置窗口(定位结束范围)

Index	0x6067	设置视为到达目标位置的允许范围。 编码器的实际位置在位置窗口内时到达目标位置。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	位置窗口 [INP] 位置偏差计数器数值小于该设置值时 输出定位结束信号。 实际位置偏差 ≤ 设置值时 输出位置窗口监视器（0x6041：状态字的 Target reached）。			Unsigned32	RW	Possible	0x00000032 (50)
				设置范围	0x00000000~0x7FFFFFFF (0~2147483647)		
				单位	用户单位		
位置指令脉冲 频率监视器 位置偏差监视器 INP 1 0 1 定位结束范围 设置值							
✓ 周期同步位置模式中，Target reached 也使用本设置值，但只在识别移动量=0 后，位置偏差在设置范围内时视为到达目标位置。 ✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。							

0x606B: 指令速度

Index	0x606B	显示指令速度值。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data type	操作	PDO	初始值
0x00	指令速度 [CVMON] 显示指令速度。			Integer32	RO	Yes	-
				显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
				单位	用户单位/s		
✔ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。							

0x606C: 实际速度

Index	0x606C	表示位置传感器计算出的实际速度值。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data type	操作	PDO	初始值
0x00	实际速度 [ACVMON]			Integer32	RO	Yes	-
				显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
				单位	用户单位/s		
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。							

0x606D: 速度窗口(速度一致:转数设置)

Index	0x606D	以用户单位/s 设置视为速度一致的范围。		对象编码		Variable		
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	速度窗口 [VCMP] 速度偏差(速度指令与实际速度的差)在此设置范围 时输出速度一致。 速度偏差 ≤ 设置值 时 设置 VCMP 监视器。			Unsigned16	RW	Possible	0x1388 (5000)	
				设置范围	0x0000~0xFFFF (0~65535)			
				单位	用户单位/s			
在速度一致范围设置范围中时输出 STGDAT=1。								
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。								

0x607A: 目标位置

Index	0x607A	设置规划位置、周期位置模式中的指令位置。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	目标位置 [TAPOS]		Integer32	RW	Possible	0
	设置周期位置模式中每通信周期的位置指令或规划位置模式中的目标位置。		设置范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
	设置值通过控制字 bit6 选择为绝对位置或相对位置。		单位	用户单位		
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

0x607B: 位置范围限位

Index		0x607B	设置在规划位置模式下执行相对位置动作(Relative)时, 目标位置(0x607A)是否在 0x7FFFFFFF(最大值)与 0x80000000(最小值)间环回处理(Wrap around)。		对象编码		Array	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	输入数			Unsigned8	RO	No	2	
0x01	最小位置范围限位 [MINPLIM] 设置值为 0 时, 由最小值回到另一范围极限(最大值)。 设置值为 0x80000000 时不再环回。			Integer32	RW	Possible	0x80000000	
				设置值	0x80000000 或 0x00000000			
				单位	用户单位			
0x02	最大位置范围限位 [MAXPLIM] 设置值为 0 时, 由最大值回到另一范围极限(最小值)。 设置值为 0x7FFFFFFF 时不再环回。			Integer32	RW	Possible	0x7FFFFFFF	
				设置值	0x00000000 或 0x7FFFFFFF			
				单位	用户单位			
✓ 无模轴功能。								
✓ 规划位置模式中, 指令位置超出 Limit 后 Set Point Ack 无应答(=0)。								
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。								

6 章 对象字典

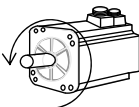
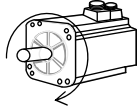
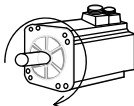
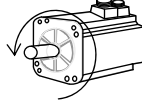
0x607C: 原点偏置

Index		0x607C	将复位模式中检测出的原点位置(机械原点位置)通过原点偏置值标准化。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	原点偏置 [HOFFSET]			Integer32	RW	Possible	0
	■ 设置的原点偏置 (0x607C) 将在复位中用于计算实际位置。			设置范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
				单位	用户单位		
复位过程中的实际位置 (0x6064) 可通过以下方式进行计算。							
A) 不使用当前位置计算(原点偏置=预设坐标值) 0x60E6=0 (绝对值复位) 时 实际位置 (0x6064)=原点偏置 (0x607C)							
B) 使用实际位置信息。(使用当前位置进行计算) 0x60E6=1 (相对复位) 时 实际位置 (0x6064)=当前位置 + 原点偏置 (0x607C)							
✓ 可随时写入原点偏置, 但仅用于计算实际位置的复位模式中。							
✓ 请勿在脉冲编码器时使用相对复位。							
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。							

0x607D: 软件位置限位

Index		0x607D	设置最大/最小软件位置限位。 规划位置模式时在指令时判定。		对象编码		Array
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数			-	RO	No	2
0x01	设置最小位置限位。 [SMINLIM]			Integer32	RW	Possible	0x00000000
				设置范围		0x80000000~0x7FFFFFFF	
				单位		用户单位	
0x02	设置最大位置限位。 [SMAXLIM]			Integer32	RW	Possible	0x00000000
				设置范围		0x80000000~0x7FFFFFFF	
				单位		用户单位	
由于实际使用的限位值包括原点偏置(0x607C), 因此在与目标位置比较前将在内部被标准化。 标准化最小位置限位 = 最小位置限位 - 原点偏置 标准化最大位置限位 = 最大位置限位 - 原点偏置							
✓ 最小位置限位≥最大位置限位时功能无效。 ✓ 规划位置模式中, 指令位置超过 Limit 时 Set Point Ack 无应答(=0)。 ✓ 速度模式、周期同步位置模式中实际位置到达设置值时开始减速停止。 ✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。							

0x607E: 极性(位置、速度指令输入极性)

Index	0x607E	设置指令的输入极性。 指令为 bit=1 时, 指令值乘以-1 得出的指令相反数。		对象 编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	极性	[CMDPOL]	Unsigned8	RW	No	0x00	
			设置范围	0x00 或 0xC0			
	从以下内容中选择位置、速度指令的极性。						
bit7 : 位置极性 “0” : 指令乘以+1 “1” : 乘以-1 · 规划位置模式、周期同步位置模式中, 设置为 1” 使 0x607A 目标位置 乘以-1, 指令极性反转。 bit6 : 速度极性 “0” : 指令乘以+1 “1” : 乘以-1 · 行规速度模式、周期同步速度模式中, 设置为” 1” 使 0x607F、0x6081 的速度输入值乘以-1, 加算极性反转。 bit5~0: Reserved ◆ 给出正 (+) 极性指令时, 根据设置旋转方向如下: ◆ 指令输入极性为标准设置值 “bit7=0、bit6=0” 时 指令极性-时反转 (CCW)  指令极性+时正转 (CW)  ◆ 指令输入极性为标准设置值 “bit7=1、bit6=1” 时 指令极性-时正转 (CW)  指令极性+时反转 (CCW) 							
✓ 请指定 Bit6、7 为同一方向。							

0x607F: 最大规划速度

Index	0x607F	设置规划位置模式中的允许最大速度。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	最大规划速度 [VCLM] 规划位置 (PP) 模式时, 0x6081 规划速度的最大值受限于该数值		Unsigned32	RW	Possible	0x6B49D20 (112500000)
			设置范围	0x00000001~0x6B49D20 (1~112500000)		
			单位	用户单位/s		
✔ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

0x6080: 最大电机速度

Index	0x6080	设置电机的最大速度。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	最大电机速度 电机速度超过设置值时, 会发生报警。	[MAXVEL]	Unsigned32	RW	No	0x00001518 (5400)
			设置范围	0x00000001~0x00001518 (1~5400)		
			单位	min ⁻¹		

6 章 对象字典

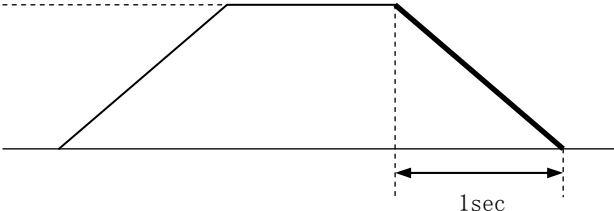
0x6081: 规划速度

Index	0x6081	设置规划位置模式动作时到达的最高速度。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	规划速度 [PROVEL] 数值在正转、反转时均有效。 超过 0x607F 时受限于 0x607F 的设置值。		Unsigned32	RW	Possible	0x000003E8 (1000)
			设置范围	0x00000001~0x6B49D20 (1~112500000)		
			单位	用户单位/s		
✓ 注意, 电机不同最高转速也不同。 ✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

0x6083: 规划加速度

Index		0x6083	设置在规划位置、规划速度模式动作时使用的电机加速度。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	规划加速度 对速度指令给出加速倾斜的参数, 设置 1 秒内速度的变化量。			Unsigned32	RW	Possible	0x00002710 (10000)	
				设置范围	0x00000001~0xFFFFFFFF (1~4294967295)			
				单位	用户单位/s ²			
	↑ 正转 或 反转 设置值 pps 0pps 1sec							
✓ 仅在规划位置、速度模式时有效。 ✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。								

0x6084: 规划减速度

Index	0x6084	设置在规划位置、规划速度模式动作时使用的电机减速度。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	规划减速度 [TVCDEC] 对速度指令给出减速倾斜的参数, 设置 1 秒内速度的变化量。		Unsigned32	RW	Possible	0x00002710 (10000)
			设置范围	0x00000001~0xFFFFFFFF (1~4294967295)		
			单位	用户单位/s ²		
	↑ 正转 或 反转 设置值 pps 0pps 					
✓ 仅在规划位置、速度模式时有效。 ✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

6.4 规划区域

0x6085: 急停减速度

Index	0x6085	设置急停或暂停时的减速度。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	急停减速度 [QSDEC] 设置在急停功能有效、急停编码对象 (0x605A) 设置为“2”或“6”时用于停止电机所使用的减速参数。 此外, 暂停选项代码对象 (0x605D) 为“2”时也使用该设置值。		Unsigned32	RW	Possible	0x00002710 (10000)
			设置范围	0x00000001~0xFFFFFFFF (1~4294967295)		
			单位	用户单位/s ²		
✔ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

0x6092: 进给常数

Index	0x6092	设置电机轴 1 旋转时的移动量(用户单位)。		对象编码		Array
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	2
0x01	进给 [FEED] 设置移动量。		Unsigned32	RW	No	0x00002710 (10000)
			设置范围	0x00000032~0x0016E360 (50~1500000)		
0x02	轴分辨率 [DRVR] 保留		Unsigned32	RW	No	0x00002710 (10000)
			设置范围	0x00000032~0x0016E360 (50~1500000)		

6 章 对象字典

0x6098: 复位方式

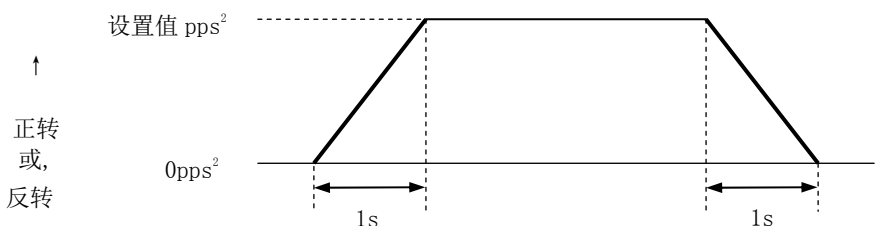
Index	0x6098	此对象用于设置使用的复位方式。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	复位方式	[HOMETYP]	Integer8	RW	Possible	0x23 (35)
	设置复位方式(原点复位方式)。		设置范围	0xFE~0x23 (-2~35)		
✓ 动作方向定义按 0x607E 的设置值。						
✓ 复位方式的动作详情请参考 6.4.9) 项的内容。						

设置值	复位方式
-2	负方向机械终端挤压复位
-1	正方向机械终端挤压复位
17	负方向限位开关复位
18	正方向限位开关复位
20	正方向原点开关复位
22	负方向原点开关复位
24	正方向限位开关与原点开关复位
28	负方向限位开关与原点开关复位
33	负方向索引脉冲复位
34	正方向索引脉冲复位
35	当前位置复位

0x6099: 复位速度

Index	0x6099	设置复位动作中使用的速度。		对象编码		ARRAY
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	0x02
0x01	搜索限位开关速度 [SSVCMD] 设置复位模式中, 搜索到终端位置开关前的电机速度。		Unsigned32	RW	Possible	0x000003E8 (1000)
			设置范围	0x00000001~0x000B71B0 (1~750000)		
			单位	用户单位/s		
0x02	搜索零相速度 [ZSVCMD] 指定检测出索引脉冲(零相)前的电机速度。		Unsigned32	RW	Possible	0x000003E8 (1000)
			设置范围	0x00000001~0x000B71B0 (1~750000)		
			单位	用户单位/s		
✔ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

0x609A: 复位加减速速度

Index	0x609A	设置复位模式中使用的加减速速度。		对象编码		Variable		
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	复位加减速速度 [HOMEACC] 设置复位动作的加减速速度、切换方向时的减速度。 设置 1 秒内速度的变化量。			Unsigned32	RW	Possible	0x00002710 (10000)	
				设置范围	0x00000001~0x02887FA0 (1~4294967295)			
				单位	用户单位/s ²			
	↑ 正转 或, 反转 设置值 pps² 0pps² 							
✓ 该参数仅在复位模式(HM)时有效。								
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。								

0x60B8：接触式探针功能

Index	0x60B8	控制接触式探针的功能。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	接触式探针功能 [TPFUNC]			Unsigned16	RW	Possible	0x0000
	表示接触式探针的定义。			设置范围	0x0000~0xFFFF		
	bit0:接触式探针 1 开关使能	...	0:接触式探针 1 开关 OFF				
			1:接触式探针 1 使能				
	bit1:接触式探针 1 触发动作	...	0:触发第一个事件				
			1:继续				
	bit2:接触式探针 1 触发器选择	...	0:通过接触式探针 1 输入触发				
			1:通过位置传感器的索引脉冲触发				
bit4:允许接触式探针 1 上升沿动作	...	0:上升沿采样 OFF					
		1:允许上升沿采样					
bit5:允许接触式探针 1 下降沿动作	...	0:下降沿采样 OFF					
		1:允许下降沿采样					
bit8~15: Reserved							
✓ 使用串行编码器时,单圈内数据为零的位置将作为索引脉冲。 ✓ 多轴无法同时使用接触式探针功能,请选择其中一轴使用该功能,且必须禁用两轴同步运转。 ✓ 使用脉冲编码器时 Z 相位置为索引脉冲。 注意,选择索引脉冲时请将动作速度控制在 200min⁻¹ 以下。							

0x60B9：接触式探针状态

Index	0x60B9	表示接触式探针的状态。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	接触式探针状态 [TPSTS]			Unsigned16	R0	Possible	0x0000
	表示接触式探针功能的状态。			显示范围	0x0000~0xFFFF		
	bit0:接触式探针 1 开关使能监视器			0:接触式探针 1 开关 OFF 状态			
				1:接触式探针 1 使能状态			
	bit1:接触式探针 1 上升位置锁存监视器			0:未记忆上升沿位置。			
				1:记忆上升沿位置。			
	bit2:接触式探针 1 下降位置锁存监视器			0:未记忆下降沿位置。			
				1:记忆下降沿位置。			
bit6:接触式探针 1 触发选择动作中监视器			0:接触式探针 1 输入触发模式				
(制造商自定义:测试用)			1:位置传感器的索引脉冲触发模式				
bit7:接触式探针 1 输入监视器			0:光耦 OFF (CONT1:OFF)				
(制造商自定义:测试用)			1:光耦 ON (CONT1:ON)				
bit8~15:Reserved							

0x60BA：接触式探针位置 1 上升值 (上升沿)

Index	0x60BA	通过接触式探针 1 的上升沿锁存的位置。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	接触式探针 1 正值 [TP1PP0S]		Integer32	R0	Possible	-
			显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
			单位	用户单位		
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

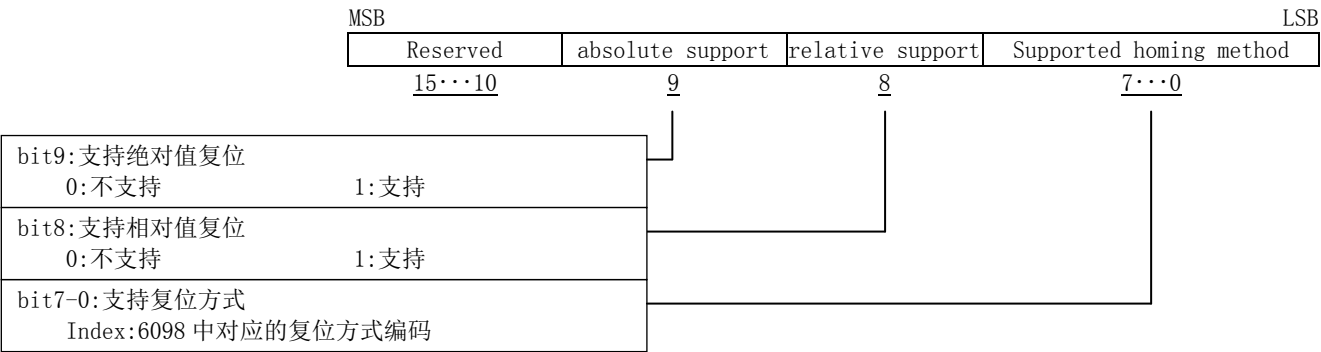
6 章 对象字典

0x60BB: 接触式探针位置 1 下降值(下降沿)

Index	0x60BB	通过接触式探针 1 的下降沿锁存的位置。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	接触式探针 1 负值 [TP1NPOS]		Integer32	R0	Possible	-
			显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
			单位	用户单位		
✔ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

0x60E3: 支持复位方式

Index	0x60E3	定义所支持的复位方式。	对象编码		ARRAY	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	0x0B
0x01	支持复位方式 1		Unsigned16	RO	No	0x01FE
	支持复位方式“-2”：“负方向机械终端挤压复位”。					
0x02	支持复位方式 2		Unsigned16	RO	No	0x01FF
	支持复位方式“-1”：“正方向机械终端挤压复位”。					
0x03	支持复位方式 3		Unsigned16	RO	No	0x0111
	支持复位方式“17”：“负方向限位开关复位”。					
0x04	支持复位方式 4		Unsigned16	RO	No	0x0112
	支持复位方式“18”：“正方向限位开关复位”。					
0x05	支持复位方式 5		Unsigned16	RO	No	0x0114
	支持复位方式“20”：“正方向原点开关复位”。					
0x06	支持复位方式 6		Unsigned16	RO	No	0x0116
	支持复位方式“22”：“负方向原点开关复位”。					
0x07	支持复位方式 7		Unsigned16	RO	No	0x0118
	支持复位方式“24”：“正方向限位开关与原点开关复位”。					
0x08	支持复位方式 8		Unsigned16	RO	No	0x011C
	支持复位方式“28”：“负方向限位开关与原点开关复位”。					
0x09	支持复位方式 9		Unsigned16	RO	No	0x0121
	支持复位方式“33”：“负方向索引脉冲复位”。					
0x0A	支持复位方式 10		Unsigned16	RO	No	0x0122
	支持复位方式“34”：“正方向索引脉冲复位”。					
0x0B	支持复位方式 11		Unsigned16	RO	No	0x0323
	支持复位方式“35”：“当前位置复位”。					



0x60E6: 实际位置计算方式

Index	0x60E6	定义在复位过程中实际位置(0x6064)的计算方法。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	实际位置计算方式 [HOMECALMETH]			Unsigned8	RW	No	0x00
				设置范围	0x00, 0x01		
	0 : 不使用当前位置进行计算(绝对值复位) 实际位置(0x6064)=原点偏置(0x607C)						
	1 : 使用当前位置进行计算(相对值复位) 实际位置(0x6064)=当前位置 + 原点偏置(0x607C)						
	2~255 : Reserved						
✔ 使用脉冲编码器时, 请勿设置为相对复位(0x60E6=1)。							

0x60F4: 实际位置偏差(实际跟随误差值)

Index	0x60F4	表示位置偏差监视器。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	实际位置偏差 [PMON] 监视剩余的移动量□			Integer32	RO	Possible	0x00000000
				显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
				单位	用户单位		
✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。							

0x60FD: 数字输入

Index		0x60FD		监视输入端口的输入状态。						对象编码				Record		
Sub-Idx		名称/说明							Data Type		操作		PDO		初始值	
0x00		数字输入监视器 [DINPUT] 光耦 ON 时为 1。							Unsigned32		RO		Possible		-	
									显示范围		0x00000000~0x0001000F					
-	-	-	-	-	-	-	-	Touch	-	EMR	Home	Positive	Negative			
								Probe				limit	limit			
31..24	23	22	21	20	19	18	17	16	15..4	3	2	1	0			

0x60FE: 数字输出

Index	0x60FE	控制保持制动器与通用输出的状态。								对象编码			Record	
Sub-Idx	名称/说明								Data Type	操作	PDO	初始值		
0x00	输入数								Unsigned8	R0	No	0x01		
0x01	数字输出 (通用输出 1:轴 1) 0=OFF 1=On(保持制动器制动)								Unsigned32	RW	Possible	0x00000001		
									设置范围	0x00000000~0xFFFFFFFF				
✓ 保持制动器控制仅在伺服 OFF 状态下有效。														
✓ OUT1~OUT12 输出仅在 0x4011 输出功能为通用输出时有效。														
-	OUT12	OUT11	OUT10	OUT9	OUT8	OUT7	OUT6	OUT5	OUT4	OUT3	OUT2	OUT1	-	Brake
31..28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15..1	0

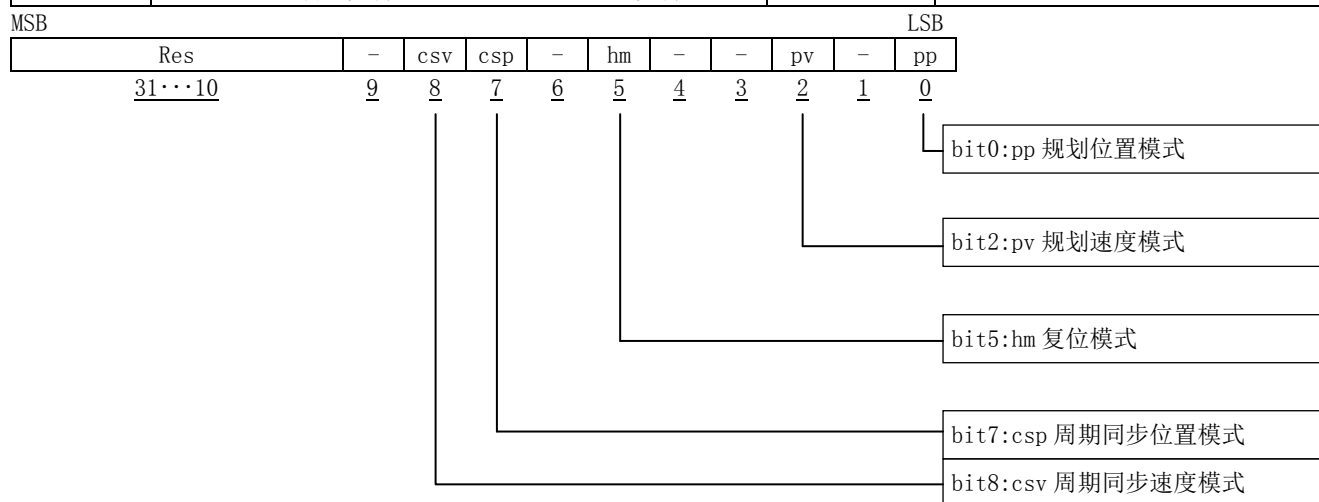
0x60FF: 目标速度

Index	0x60FF	表示设置的目标速度, 作为轨道生成器的输入使用。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	目标速度(速度指令) [TAVEL] 周期同步速度(CSV)、规划速度(PV)模式的速度指令输入。		Integer32	RW	Possible	0x00000000
			设置范围	0xF94B62E0~0x06B49D20 (-112500000~112500000)		
			单位	用户单位/s		
✔ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

6 章 对象字典

0x6502: 支持驱动模式

Index	0x6502	表示驱动器所支持的驱动模式信息。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	支持驱动模式 [SUPMODE]		Unsigned32	RO	Possible	0x01A5
	0: 暂不支持 1: 支持		显示范围	0x01A5		



0x67FF: 设备类型

Index	0x67FF	表示设备的类型与规划功能。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	值
0x00	设备类型 表示 EtherCAT 设备类型。 [DEVICE]		Unsigned32	R0	No	0x00040192



6.5 制造商自定义区域

6.5.1 对象组

0x4000~0x41FF	Manufacturer Specific Profile Area	(制造商自定义区域:轴 1)
0x4200~0x43FF	Manufacturer Specific Profile Area	(制造商自定义区域:轴 2)
0x4400~0x45FF	Manufacturer Specific Profile Area	(制造商自定义区域:轴 3)
0x4600~0x47FF	Manufacturer Specific Profile Area	(制造商自定义区域:轴 4)

以下为 CoE (CANopen over EtherCAT) 的制造商自定义区域的对象列表, 其是否支持操作模、Save 对象、操作 (Dir)、PDO 映射、引用参数的动作模式的生效时间 “●:即时生效 ■:重启控制电源后生效” 的具体内容如下所示。

* Index No. 均为轴 1 的 Index No. 轴 2 后的 Index No 为轴 1 加算 0x0200×(轴号-1) 后的数值。

制造商自定义区域(Part 1)

Index	S-Idx	PP	PV	CSP	CSV	HM	名称	Save	Dir	PDO Mapping	更新
0x4000	0x00	○	○	○	○	○	控制字1	No	RW	Possible	●
0x4001	0x00	○	○	○	○	○	S形滤波器	Yes	RW	Possible	●
0x4002	0x00	○	○	○	○	○	位置环比例增益	Yes	RW	Possible	●
0x4004	0x00	○	○	○	○	○	前馈增益	Yes	RW	Possible	●
0x4005	0x00		○	○	○	○	速度指令滤波器	Yes	RW	Possible	●
0x4006	0x00	○	○	○	○	○	速度反馈低通滤波器	Yes	RW	Possible	●
0x4007	0x00	○	○	○	○	○	速度环比例增益	Yes	RW	Possible	●
0x4008	0x00	○	○	○	○	○	速度环积分时间常数	Yes	RW	Possible	●
0x4009	0x00	-	-	-	-	-	电流限制	-	RO	No	-
↑	0x01	○	○	○	○	○	伺服 ON 停止时电流限制	Yes	RW	Possible	●
↑	0x02	○	○	○	○	○	驱动时电流限制	Yes	RW	Possible	●
↑	0x03	○	○	○	○	○	Switch on 状态电流限制	Yes	RW	Possible	●
↑	0x04	○	○	○	○	○	挤压电流限制	Yes	RW	Possible	●
0x400A	0x00	○	○	○	○	○	无偏差控制增益	Yes	RW	Possible	●
0x400B	0x00	○	○	○	○	○	无偏差控制滤波器	Yes	RW	Possible	●
0x400C	0x00	○	○	○	○	○	无偏差控制最小电流	Yes	RW	Possible	●
0x400D	0x00	○	○	○	○	○	整定控制参数	Yes	RW	Possible	●
0x400E	0x00	○	○	○	○	○	特殊功能选择设置	Yes	RW	No	●
0x4010	0x00	-	-	-	-	-	输入信号功能	-	RO	No	-
↑	0x01	○	○	○	○	○	正方向限位输入功能	Yes	RW	No	●
↑	0x02	○	○	○	○	○	负方向限位输入功能	Yes	RW	No	●
↑	0x03	○	○	○	○	○	Home 输入功能	Yes	RW	No	●
0x4011	0x00	-	-	-	-	-	通用输出功能	-	RO	No	-
↑	0x01	○	○	○	○	○	通用输出 1 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x02	○	○	○	○	○	通用输出 2 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x03	○	○	○	○	○	通用输出 3 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x04	○	○	○	○	○	通用输出 4 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x05	○	○	○	○	○	通用输出 5 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x06	○	○	○	○	○	通用输出 6 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x07	○	○	○	○	○	通用输出 7 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x08	○	○	○	○	○	通用输出 8 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x09	○	○	○	○	○	通用输出 9 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x0A	○	○	○	○	○	通用输出 10 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x0B	○	○	○	○	○	通用输出 11 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x0C	○	○	○	○	○	通用输出 12 功能	Yes	RW	No	●
↑	0x0D	○	○	○	○	○	输出端口逻辑	Yes	RW	No	●

○:支持 ×:不支持

6 章 对象字典

制造商自定义区域(Part 2)

Index	S-Idx	PP	PV	CSP	CSV	HM	名称	Save	Dir	PDO Mapping	更新
0x4012	0x00	○	○	○	○	○	电机代码	Yes	RW	No	■
0x4013	0x00	—	—	—	—	—	扩展站别名	—	RO	No	—
↑	0x01	○	○	○	○	○	扩展别名编号	Yes	RW	No	■
↑	0x02	○	○	○	○	○	站别名选择	Yes	RW	No	■
0x4016	0x00	○	○	○	○	○	挤压结束判定时间	Yes	RW	No	●
0x4017	0x00	○	○	○	○	○	初始化动作类型	Yes	RW	No	●
0x4018	0x00	○	○	○	○	○	伺服环延迟时间	Yes	RW	No	●
0x4019	0x00	○	○	○	○	○	串行编码器清零功能选择	Yes	RW	No	●
0x401A	0x00	○	○	○	○	○	励磁选择	Yes	RW	No	■
0x401B	0x00	○	○	○	○	○	轴有效	Yes	RW	No	■
0x401C	0x00	○	○	○	○	○	控制方式	Yes	RW	No	■
0x4022	0x00	○	○	○	○	○	允许两轴同步运转	Yes	RW	Possible	●
0x4024	0x00	○	○	○	○	○	闭环控制切换速度	Yes	RW	No	●
0x4025	0x00	○	○	○	○	○	闭环控制延长时间	Yes	RW	No	●
0x4026	0x00	○	○	○	○	○	开环控制切换时间常数	Yes	RW	No	●
0x4027	0x00	—	—	—	—	—	位置补偿	—	RO	No	—
↑	0x01	○	×	○	×	○	位置补偿时间	Yes	RW	No	●
↑	0x02	○	×	○	×	○	位置补偿范围	Yes	RW	No	●
↑	0x03	○	×	○	×	○	位置补偿速度	Yes	RW	No	●
0x4028	0x00	—	—	—	—	—	背隙补偿	—	RO	No	—
↑	0x01	○	×	○	×	×	背隙补偿功能选择	Yes	RW	No	●
↑	0x02	○	×	○	×	×	背隙补偿补偿量	Yes	RW	No	●
↑	0x03	○	×	○	×	×	背隙补偿补偿方向	Yes	RW	No	●
0x4030	0x00	—	—	—	—	—	报警检出条件	—	RO	No	—
↑	0x01	○	○	○	○	○	报警检出屏蔽	Yes	RW	No	●
↑	0x02	○	○	○	○	○	伺服异常检出值	Yes	RW	No	●
↑	0x03	○	○	○	○	×	两轴间位置偏差异常阈值	Yes	RW	No	●
↑	0x04	○	○	○	○	○	过载异常检出电流	Yes	RW	No	●
↑	0x05	○	○	○	○	○	过载异常检出时间	Yes	RW	No	●
0x4031	0x00	—	—	—	—	—	警告检出条件	—	RO	No	—
↑	0x01	○	○	○	○	○	电流指令到达警告阈值	Yes	RW	No	●
↑	0x02	○	○	○	○	○	位置偏差警告阈值	Yes	RW	No	●
0x4041	0x00	○	○	○	○	○	Power Down 延迟时间	Yes	RW	No	●
0x4080	0x00	—	—	—	—	—	驱动记录参数	—	RO	No	—
↑	0x01	○	○	○	○	○	采样周期	Yes	RW	No	●
↑	0x02	○	○	○	○	○	采样点数	Yes	RW	No	●
↑	0x03	○	○	○	○	○	触发沿选择	Yes	RW	No	●
↑	0x04	○	○	○	○	○	触发通道选择	Yes	RW	No	●
↑	0x05	○	○	○	○	○	触发水平位置	Yes	RW	No	●
↑	0x06	○	○	○	○	○	触发水平	Yes	RW	No	●
↑	0x07	○	○	○	○	○	模拟通道 1 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x08	○	○	○	○	○	模拟通道 2 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x09	○	○	○	○	○	模拟通道 3 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x0A	○	○	○	○	○	模拟通道 4 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x0B	○	○	○	○	○	模拟通道 5 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x0C	○	○	○	○	○	模拟通道 6 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x0D	○	○	○	○	○	数字通道 1 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x0E	○	○	○	○	○	数字通道 2 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x0F	○	○	○	○	○	数字通道 3 选择	Yes	RW	No	●
↑	0x10	○	○	○	○	○	数字通道 4 选择	Yes	RW	No	●

○:支持 ×:不支持

6.5 制造商自定义区域

制造商自定义区域(Part 3)

Index	S-Idx	PP	PV	CSP	CSV	HM	名称	Save	Dir	PDO Mapping	更新
0x4100	0x00	○	○	○	○	○	状态字1	-	R0	Possible	-
0x4101	0x00	-	-	-	-	-	报警记录	-	R0	No	-
↑	0x01	○	○	○	○	○	当前的报警状态	-	R0	Possible	-
↑	0x02	○	○	○	○	○	前 1 次的报警状态	-	R0	No	-
↑	0x03	○	○	○	○	○	前 2 次的报警状态	-	R0	No	-
↑	0x04	○	○	○	○	○	前 3 次的报警状态	-	R0	No	-
↑	0x05	○	○	○	○	○	前 4 次的报警状态	-	R0	No	-
↑	0x06	○	○	○	○	○	前 5 次的报警状态	-	R0	No	-
↑	0x07	○	○	○	○	○	前 6 次的报警状态	-	R0	No	-
↑	0x08	○	○	○	○	○	前 7 次的报警状态	-	R0	No	-
0x4102	0x00	○	○	○	○	○	警告状态	-	R0	No	-
0x4103	0x00	○	○	○	○	○	驱动器温度监视器	-	R0	Possible	-
0x4104	0x00	○	○	○	○	○	主电路电源电压监视器	-	R0	Possible	-
0x4108	0x00	○	○	○	○	○	原点复位结束监视器	No	RW	Possible	●
0x4109	0x00	○	○	○	○	○	实际位置 2	-	R0	Possible	-
0x4110	0x00	○	○	○	○	○	生产编号	-	R0	No	-

○:支持 ×:不支持

6 章 对象字典

6.5.2 “控制指令”参数

0x4000: 控制字 1

Index	0x4000	制造商固有的驱动器控制用地址□		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	功能控制字 1 设置各功能是否有效。 0: 无效 1: 有效			Unsigned16	RW	Possible	—

MSB	LSB
15~1	0
PCLR	
bit0:位置偏差清零使能 1=清零位置偏差(等级识别) [PCLR]	
bit1~15:Reserve	

0x4001: S 形滤波器

Index	0x4001	设置位置指令的 S 形滤波器时间常数。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	S 形滤波器	[SFIL]	Unsigned16	RW	Possible	0x0000
	可以缓和负载起停时的冲击、减低振动。但し, 可以缓和负载起停时的冲击、减低振动。		设置范围	0x0000~0x0040 (0~64)		
			单位	ms		
✓ 请勿在动作中变更设置, 可能会产生位置误差。						

0x4002: 位置环比例增益

Index	0x4002	设置位置控制器的比例增益。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	位置环比例增益 [KP] 设置位置环比例增益。设置值越高响应性越好。		Unsigned16	RW	Possible	0x00C8 (200)
			设置范围	0x0001~0x0BB8 (1~3000)		
			单位	1/s		

0x4004: 前馈增益

Index			0x4004	设置位置控制器的前馈补偿。		对象编码		Variable
Sub-Idx		名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00		前馈增益 [FF] 设置闭环控制模式下的位置环前馈增益。设置值越高响应性越好。		Unsigned8	RW	Possible	0x00	
				设置范围	0x00～0x64 (0～100)			
				单位	%			

0x4005: 速度指令滤波器

Index	0x4005	设置速度指令的低通滤波器时间常数。		对象编码		Variable		
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	速度指令低通滤波器 速度模式中功能有效。			[VCFIL]	Unsigned16	RW	Possible	0x0010 (16)
设置范围				0x0000～0x0080 (0～128)				
单位				62.5 μs				

0x4006: 速度反馈低通滤波器

Index	0x4006	设置速度反馈低通滤波器。		对象编码		Variable		
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	速度反馈低通滤波器 [VDFIL] 闭环控制模式下有效。			Unsigned16	RW	Possible	0x0010 (16)	
				设置范围		0x0000～0x0080 (0～128)		
				单位		62.5 μs		

6.5 制造商自定义区域

0x4007: 速度环比例增益

Index	0x4007	设置速度控制器的比例增益。	对象编码			Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	速度环比例增益 设置闭环控制模式下的速度环比例增益。	[KVP]	Unsigned16	RW	Possible	0x0014
			设置范围	0x0005~0x012C (5~300)		
			单位	0.01%/min		

0x4008: 速度环积分时间常数

Index	0x4008	设置速度控制器的积分时间常数。	对象编码			Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	速度环积分时间常数 设置闭环控制模式下的速度环积分时间常数。	[KVI]	Unsigned16	RW	Possible	0x0064(100)
			设置范围	0x0001~0x03E8 (0~1000)		
			单位	ms		

0x4009: 电流限制

Index	0x4009	设置各个驱动状态的电流限制。	对象编码			Record
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	0x04
0x01	伺服 ON 停止时电流限制 设置伺服 ON 停止状态下的电流限制。	[ISTOP]	Unsigned8	RW	Possible	0x32(50)
			设置范围	0x00~0x64 (0~100)		
			单位	%		
0x02	驱动时电流限制 设置所有动作状态下的电流限制。	[IMOVE]	Unsigned8	RW	Possible	0x64(100)
			设置范围	0x00~0x64 (0~100)		
			单位	%		
0x03	Switch On 状态电流限制 设置 Switch On 状态下的电流限制。	[ISOFF]	Unsigned8	RW	Possible	0x00
			设置范围	0x00~0x64 (0~100)		
			单位	%		
0x04	挤压电流限制 设置挤压动作中的电流限制。	[IPUSH]	Unsigned8	RW	Possible	0x32(50)
			设置范围	0x00~0x64 (0~100)		
			单位	%		

0x400A: 无偏差控制增益

Index	0x400A	设置无偏差控制增益。	对象编码			Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	无偏差控制增益 设置无偏差控制模式下的增益。	[VDKP]	Unsigned16	RW	Possible	0x0003
			设置范围	0x0000~0x1D4C (0~7500)		
			单位	-		

0x400B: 无偏差控制滤波器

Index	0x400B	设置无偏差控制滤波器。	对象编码			Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	无偏差控制滤波器 无偏差控制模式下有效。	[DLFIL]	Unsigned16	RW	Possible	0x0000
			设置范围	0x0000~0x0080 (0~128)		
			单位	62.5 μ s		

6 章 对象字典

0x400C: 无偏差控制最小电流

Index		0x400C	设置无偏差控制最小电流。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	无偏差控制最小电流 [DLIMIN] 设置无偏差控制模式下驱动过程中的最小电流。 一般情况不可低于此设置值。若所需电流低于此设置值时,由于运转电流是稳定的,可降低外部干扰引起的振动。			Unsigned16	RW	Possible	0x32 (50)
				设置范围	0x00~0x64 (0~100)		
				单位	%		

0x400D: 整定控制参数

Index		0x400D	设置整定控制参数。		对象编码		Variable
Sub-Idx		名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00		整定控制参数 [STPARA] 可减少电机动作开始/停止时的过冲、下冲现象参数设置为“0”时不进行整定控制。置值越大整定控制的效果越明显,但是对于位置指令的延时也将变大。		Unsigned16	RW	Possible	0x0000
				设置范围	0x0000~0x4E20 (0~20000)		
				单位	0.1ms		
✓ 请勿在动作途中变更设置,可能导致出现位置偏差。							

0x400E: 特殊功能选择设置

Index	0x400E	设置可否使用 PB 驱动器的特殊功能。	对象编码		Variable		
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	特殊功能选择设置 Bit0 扩张电机旋转	[SPFSW]	Unsigned16	RW	No	0x0000	
			设置范围	0x00～0xFFFF			
			单位	—			

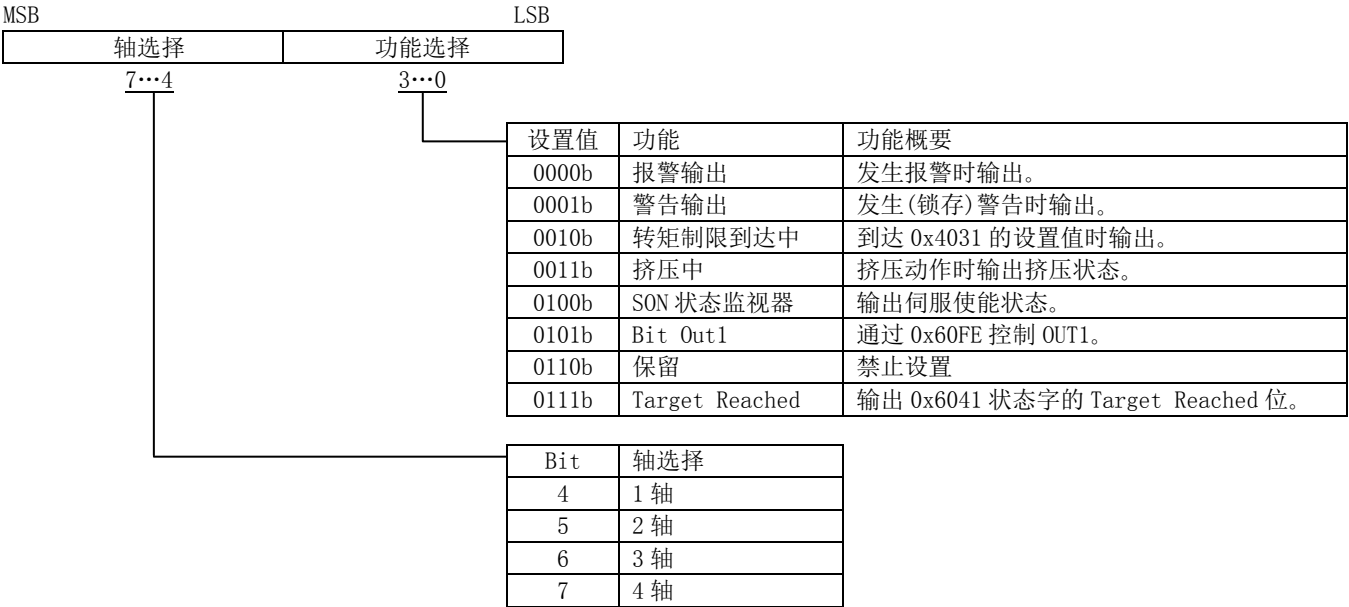
0x4010: 输入信号功能

Index	0x4010	设置输入信号是否有效、及输入信号的逻辑。 旋转方向取决于 0x607E。		对象编码		Record
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	0x03
0x01	正方向限位输入功能 [PLIMSW] 设置正方向限位输入功能有效/无效及功能的逻辑。		Unsigned8	RW	No	0x01
			设置范围	0x00~0x02		
			单位	0:无效 1:ON Active 2: OFF Active		
0x02	负方向限位输入功能 [NLIMSW] 设置负方向限位输入功能有效/无效及功能的逻辑。		Unsigned8	RW	No	0x01
			设置范围	0x00~0x02		
			单位	0:无效 1:ON Active 2: OFF Active		
0x03	Home 输入功能 [HOMESW] 设置 Home 输入功能有效/无效及功能的逻辑。		Unsigned8	RW	No	0x01
			设置范围	0x00~0x02		
			单位	0:无效 1:ON Active 2: OFF Active		

6.5 制造商自定义区域

0x4011: 通用输出功能

Index	0x4011	设置通用输出的功能。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data type	操作	PDO	初始值
00	输入数			Unsigned8	RO	No	0x0D(13)
0x01 ~ 0x0C	通用输出功能 [OUT1~12] 设置通用输出 1~12 的功能。			Unsigned8 设置范围	RW	No	0x00 0x00~0xFF



0x0D	通用输出逻辑 [OUTLOG] 设置通用输出 1~12 的逻辑。 各 bit 0:Active-High 1:Active-Low	Unsigned32	RW	No	0x0000
			设置范围	0x0000~0x0FFF	

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
-	-	-	-	OUT12	OUT11	OUT10	OUT9
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
OUT8	OUT7	OUT6	OUT5	OUT4	OUT3	OUT2	OUT1

0x4012: 电机代码

Index	0x4012	设置电机代码。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	电机代码 设置符合的电机代码。	[MOTCODE]	Unsigned8	RW	No	0x00
			设置范围	0x00~0x0F (0~15)		
			单位	-		
✔ 重启控制电源后设置值生效。						
✔ 仅在使用脉冲编码器时需设置该项。连接带串行编码器电机时, 本参数的设置值将被忽略。						

符合电机

电机型号	设置值	电机型号	设置值
PBM281D□E5□	0	-	8
PBM285D□E5□	1	-	9
-	2	-	10
-	3	PBM423D□K5□	11
-	4	-	12
-	5	-	13
-	6	PBM603D□K5□	14
-	7	PBM604D□K5□	15

6 章 对象字典

0x4013: 扩展站别名

Index		0x4013	用于设置超过站别名用旋转拨码盘(0~255)的扩展参数。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	0x02	
0x01	扩展别名编号		[EXALIAS]	Unsigned8	RW	No	0x00
			设置范围	0x00~0xFF			
	对站别名 Reg:0x0012, 0x0013 的 bit15~8 进行设置。bit7~0 通过驱动器正面的旋转拨码盘进行设置。0x4013.02=0x00 时, 将旋转拨码盘的数值与此数值的逻辑和(OR)反映在站别名 Reg:0x0012, 0x0013。						
0x02	站别名选择		[ALIASEL]	Unsigned8	RW	No	0x01
			设置范围	0x00, 0x01			
	选择反映到站别名 Reg:0x0012, 0x0013 的内容。 <u>0x00: 反映旋转拨码盘(bit7~0)与扩展站别名(bit15~8)的数值。</u> <u>0x01: 旋转拨码盘的数值为 0 时,反映 EEPROM 地址 04 编号的数值,不为 0 时,反映旋转拨码盘的数值。</u>						
✔ 重启控制电源后设置值生效。 ✔ 本指令设置任一轴后都将更新所有轴的设置值。							

0x4016: 挤压结束判定时间

Index		0x4016	设置挤压动作时的挤压判定时间。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值	
0x00	挤压结束判定时间 [PTIME]		Unsigned8	RW	No	0x0F (15)	
	到达挤压电流限制值后, 经过本设置中设置的时间后 Target Reached 信号 On。		设置范围	0x00~0xFF (0~255)			
			单位	ms			

0x4017: 初始化动作类型

Index		0x4017	设置初始化动作的类型。		对象编码		Variable
Sub-Idx		名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00		初始化动作类型 [RSTTYP] 设置使用脉冲编码器时, 首次 Switch On 状态下执行的初始化动作的动作开始方向。 <u>0: CW</u> <u>1: CCW</u>		Unsigned8	RW	No	0x00
				设置范围	0x00, 0x01		
				单位	—		
✓ 在机械末端附近首次迁移至 Switch on 状态时, 请将初始化动作的动作开始方向设置为与机械末端相反的方向。							
✓ 初始化动作时间最长为 8 秒。							

0x4018: 伺服环延迟时间

Index	0x4018	设置伺服环的延迟时间。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	伺服环延迟时间 [SLPDLY]		Unsigned8	RW	No	0x00
	在 SM2 同步状态下, 各个从站的 PDO 帧的收信时间由于电缆阻抗和处理的延迟将会有所偏差。此参数用于设置从 PDO 帧收信到伺服环开始计算为止的延迟时间。		设置范围	0x00~0xFF (0~255)		
			单位	0.1 μs		

6.5 制造商自定义区域

0x4019: 串行编码器清零功能选择

Index 0x4019	选择串行编码器的清零功能。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	串行编码器清零功能 [ECLRFUNC]		Unsigned8	RW	No	0x00
	0: 状态标识+多圈数据的清零 1: 状态标识的清零		设置范围	0x00, 0x01		

0x401A: 励磁选择

Index 0x401A	选择使用脉冲编码器时的初始化励磁相。			对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	励磁选择 [EORG]		Unsigned8	RW	No	0x00
	0: 励磁原点 (电机最大移动 3.6°)		设置范围	0x00, 0x01		
	1: 上次电源切断时的励磁相					
✔ 重启控制电源设置值生效。						

0x401B: 轴有效

Index 0x401B	选择轴的有效/无效。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	轴有效 [AXENA]		Unsigned8	RW	No	0x01
	不连接电机的轴请设置为 0。		设置范围	0x00, 0x01		
	0: 轴无效					
		1: 轴有效				
✔ 重启控制电源设置值生效。						

0x401C: 控制方式

Index 0x401C		选择电机的控制方式。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	控制方式 [CTRLTYPE]		Unsigned8	RW	No	0x00
	0: 闭环控制模式		设置范围	0x00, 0x01		
	1: 无偏差闭环控制模式					
✔ 重启控制电源设置值生效。						

0x4022: 允许两轴同步运转

Index 0x4022		设置允许/禁止两轴的同步运转。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	允许两轴同步运转 [SYNCOP]		Unsigned8	RW	No	0x00
	设置范围		0x00~0x09			
0: 禁止轴同步运转 7: 1, 2 轴, 3, 4 轴同步 1: 保留 8: 1, 3 轴, 2, 4 轴同步 2: 保留 9: 1, 4 轴, 2, 3 轴同步 3: 保留 4: 保留 5: 保留 6: 保留						
✓ 本指令设置任一轴后都将更新所有轴的设置值。						
✓ 设置为允许后, 如两轴间的位置偏差超过 0x4030-03 的设置值, 将检测出报警。						

6 章 对象字典

0x4024: 闭环控制切换速度

Index 0x4024	设置切换为闭环控制的速度。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	闭环控制切换速度 [OP/CL]		Unsigned16	RW	No	0x000F (15)
	闭环控制中, 在驱动状态下和停止时切换控制方式进行控制, 停止时使用开环控制, 驱动时使用闭环控制。 低速驱动(大约低于 100min ⁻¹) 状态下, 使用开环控制动作可能产生低振动, 低速驱动状态下的振动产生问题时, 通过设置高于低速驱动速度的设置值, 有可能起到抑制振动的作用。		设置范围	0x0000~0x1194 (0~4500)		
			单位	min ⁻¹		
✓ 即使速度低于设置值, 位置偏差过大时将自动切换为闭环控制。						
✓ 仅在闭环控制模式下有效。						

0x4025: 闭环控制延长时间

Index 0x4025	设置闭环控制的延长时间。		对象编码		Variable		
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值	
0x00	闭环控制延长时间 [CLEXTIM] 设置电机定位完成后, 到切换为停止时的控制模式(开环控制)的时间。	Unsigned16	RW	No	0x0000		
		设置范围	0x0000~0xFFFF (0~65535)				
		单位	ms				
✓ 仅在闭环控制模式下有效。							

0x4026: 开环控制切换时间常数

Index 0x4026	设置切换为开环控制的电流时间常数。		对象编码		Variable		
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值	
0x00	开环控制切换时间常数 [OPITIMC] 设置电机定位完成后, 到切换为停止时的电流的时间常数。设置每 1ms 的电流变化量。	Unsigned16	RW	No	0x000A (10)		
		设置范围	0x0000~0x0064 (0~100)				
		单位	% /ms				
✓ 仅在闭环控制模式下有效。							

0x4027: 位置补偿

0x10217 位置补偿

Index 0x4047	设置位置补偿功能。		对象编码		Variable		
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值	
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	3	
0x01	位置补偿时间 [PCRCTTIM] 设置电机定位结束时进行位置补偿的时间。	Unsigned16	RW	No	0x0000		
		设置范围	0x0000~0xFFFF (0~65535)				
		单位	ms				
0x02	位置补偿结束范围 [PCRCTR] 设置结束位置补偿的范围。	Unsigned16	RW	No	0x0708 (1800)		
		设置范围	0x0000~0x0708 (0~1800)				
		单位	0.001degree				
0x03	位置补偿速度 [PCRCTVEL] 设置进行位置补偿的速度。	Unsigned16	RW	No	0x0180 (384)		
		设置范围	0x0000~0x1388 (0~5000)				
		单位	0.01degree/s				

6.5 制造商自定义区域

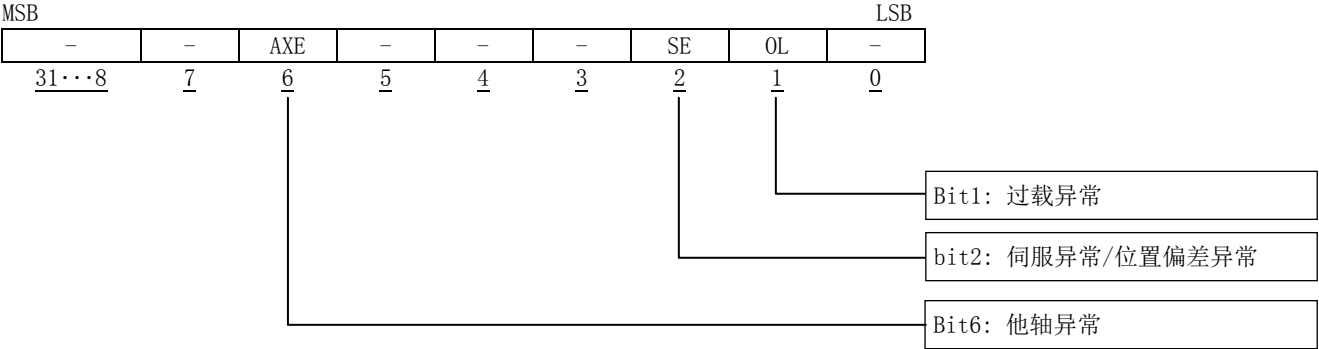
0x4028: 背隙补偿功能选择

Index 0x4028		设置背隙补偿功能。		对象编码		Record
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	3
0x01	背隙补偿功能选择 [BLCEN] 设置背隙补偿功能的有效/无效。 0: 无效 1: 有效	Unsigned8	RW	No	0x00	
		设置范围	0x00, 0x01			
0x02	背隙补偿量 [BLCVAL] ◆控制字的 bit6=0(将目标位置视为绝对位置)时 0x4049 中设置的的方向的位置指令时, 目标位置加上背隙补偿量。 ◆控制字的 bit6=1(将目标位置视为相对位置)时 目标位置的极性由正变为负时, 从目标位置减去背隙补偿量。 目标位置的极性由负变为正时, 目标位置加上背隙补偿量。	Unsigned32	RW	No	0x00000000	
		设置范围	0x00000000~0xFFFFFFFF (0~4294967295)			
		单位	用户单位			
0x03	背隙补偿方向 [BLCDIR] 控制字的 bit6=0(将目标位置视为绝对位置)时 指定进行背隙补偿的指令方向。 0: 正方向 1: 负方向	Unsigned8	RW	No	0x00	
		设置范围	0x00, 0x01			
✔ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。						

6 章 对象字典

0x4030: 报警检出条件

Index 0x4030	设置报警的检出条件。		对象编码		Record
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No
0x01	报警屏蔽 设置允许/禁止报警检出功能。 各 bit 0: 允许检出 1: 禁止检出	[ALMSK]	Unsigned32	RW	No
			设置范围	0x00000000~0xFFFFFFFF	



6.5 制造商自定义区域

0x4031: 警告检出条件

Index	0x4031	设置警告的检出条件。		对象编码		Record
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数		Unsigned8	RO	No	0x02
0x01	电流指令到达警告阈值 无偏差控制模式下不检出。 ✔ 即使到达一瞬间也会被设置。	[ICWLV]	Unsigned8	RW	No	0x64(100)
			设置范围	0x00~0x64(0~100)		
			单位	%		
0x02	位置偏差警告阈值	[OFWLV]	Unsigned32	RW	No	0x00000024 (36)
			设置范围	0x00000000~0x00000E10 (1~3600)		
			单位	0.1degree		

0x4041: Power Down 延迟时间

Index	0x4041	设置 Power Down 延迟时间。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值
0x00	Power Down 延迟时间 设置动作结束后的 Power Down 延迟时间。	[PDTIME]	Unsigned8	RW	No	0x0064(100)
			设置范围	0x0000~0x00FF(0~255)		
			单位	ms		

6 章 对象字典

0x4080: 驱动记录参数

Index 0x4080		驱动记录参数		对象编码		Record																									
Sub-Idx	名称/说明			Data type	操作	PDO	初始值																								
0x00	输入数			Unsigned8	RO	No	16																								
0x01	采样周期 [SAMPDIV]			Unsigned16	RW	No	1																								
	采样最小间隔(Ts)固定为 0.25ms。 设置采样间隔(T)公式 T=Ts×n 中 n 的值。			设置范围	0x0001~0xFFFF (1~65535)																										
0x02	采样点数 [SAMPNUM]			Unsigned8	RW	No	0																								
	选择驱动记录中每一通道的数据总数。 0: 256 点 1: 512 点 2: 1024 点			设置范围	0x00~0x02																										
0x03	触发沿选择 [TRGEDGSEL]			Unsigned8	RW	No	0																								
	设置驱动记录中的触发沿条件。 0: 上升沿 1: 下降沿 2: 上升沿或下降沿			设置范围	0x00~0x02																										
0x04	触发通道选择 [TRGCHSEL]			Unsigned8	RW	No	81h																								
	选择驱动记录器中触发条件的通道。 0x00: 模拟 CH1 0x05: 模拟 CH6 0x01: 模拟 CH2 0x80: 数字 CH1 0x02: 模拟 CH3 0x81: 数字 CH2 0x03: 模拟 CH4 0x82: 数字 CH3 0x04: 模拟 CH5 0x83: 数字 CH4			设置范围	0x00~0x83																										
0x05	触发水平位置 [TRGHPOS]			Unsigned8	RW	No	0x50 (80)																								
	设置驱动记录器中的触发水平位置。 设置相对于总采样时间而言,从采样开始的比值。			设置范围	0x00~0x64 (0~100)																										
				单位	%																										
0x06	触发水平 [TRGLVL]			Integer32	RW	No	1																								
	设置驱动记录器中的触发水平。			设置范围	0x80000000~0xFFFFFFFF (-2147483648~2147483647)																										
0x07	模拟通道选择 1 [CH1SEL]			Unsigned8	RW	No	0																								
				设置范围	0x00~0x0A (0~10)																										
0x08	模拟通道选择 2 [CH2SEL]			Unsigned8	RW	No	2																								
				设置范围	0x00~0x0A (0~10)																										
0x09	模拟通道选择 3 [CH3SEL]			Unsigned8	RW	No	3																								
				设置范围	0x00~0x0A (0~10)																										
0x0A	模拟通道选择 4 [CH4SEL]			Unsigned8	RW	No	4																								
				设置范围	0x00~0x0A (0~10)																										
0x0B	模拟通道选择 5 [CH5SEL]			Unsigned8	RW	No	6																								
				设置范围	0x00~0x0A (0~10)																										
0x0C	模拟通道选择 6 [CH6SEL]			Unsigned8	RW	No	7																								
				设置范围	0x00~0x0A (0~10)																										
以驱动记录器中的模拟通道来选择测定数据。																															
<table><tr><td>设置值</td><td>测定数据</td></tr><tr><td>0</td><td>速度监视器</td></tr><tr><td>1</td><td>速度指令监视器</td></tr><tr><td>2</td><td>电流指令监视器</td></tr><tr><td>3</td><td>位置偏差监视器</td></tr><tr><td>4</td><td>当前位置监视器</td></tr><tr><td>5</td><td>位置指令监视器</td></tr><tr><td>6</td><td>目标位置</td></tr><tr><td>7</td><td>目标速度</td></tr><tr><td>8</td><td>主电路电压监视器</td></tr><tr><td>9</td><td>控制字</td></tr><tr><td>10</td><td>状态字</td></tr></table>								设置值	测定数据	0	速度监视器	1	速度指令监视器	2	电流指令监视器	3	位置偏差监视器	4	当前位置监视器	5	位置指令监视器	6	目标位置	7	目标速度	8	主电路电压监视器	9	控制字	10	状态字
设置值	测定数据																														
0	速度监视器																														
1	速度指令监视器																														
2	电流指令监视器																														
3	位置偏差监视器																														
4	当前位置监视器																														
5	位置指令监视器																														
6	目标位置																														
7	目标速度																														
8	主电路电压监视器																														
9	控制字																														
10	状态字																														

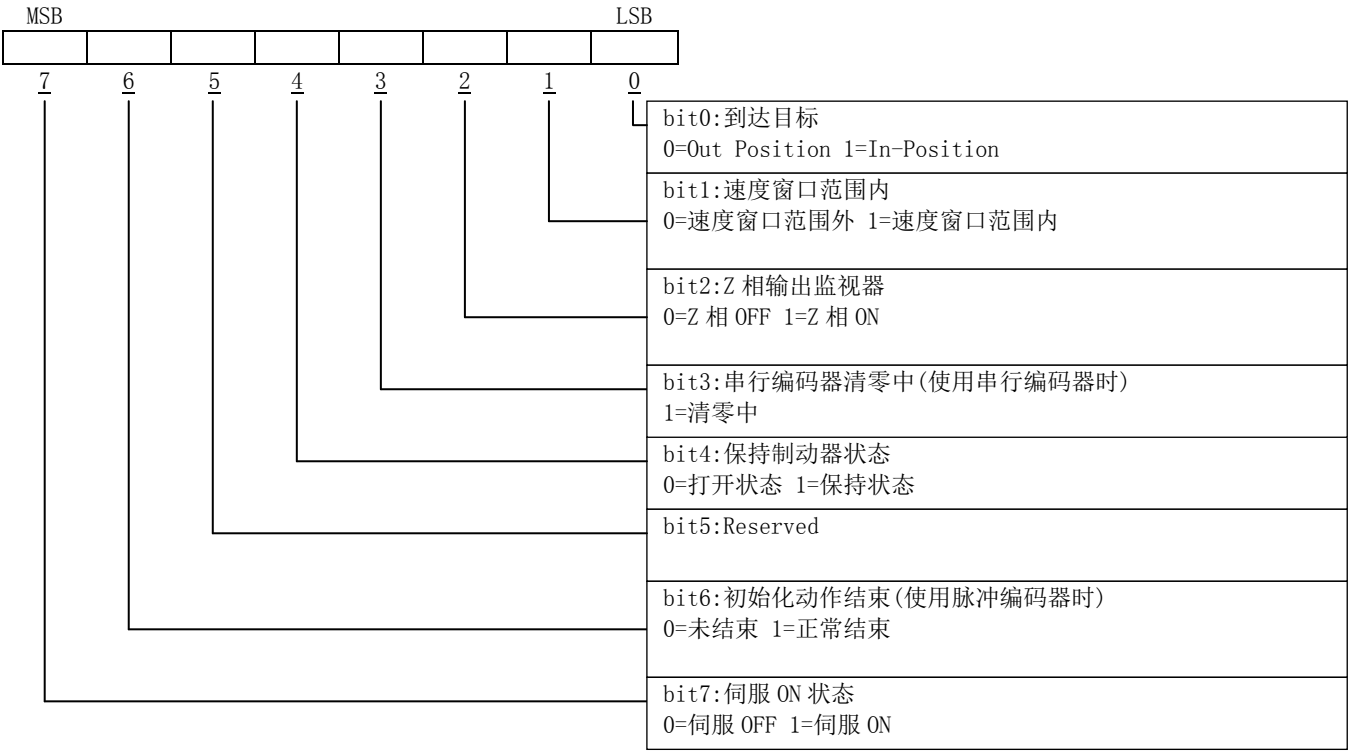
6.5 制造商自定义区域

Sub-Idx	名称/说明		Data type	操作	PDO	初始值																				
0x0D	数字通道选择 1	[DCH1SEL]	Unsigned8	RW	No	0																				
			设置范围		0x00~0x08																					
0x0E	数字通道选择 2	[DCH2SEL]	Unsigned8	RW	No	1																				
			设置范围		0x00~0x08																					
0x0F	数字通道选择 3	[DCH3SEL]	Unsigned8	RW	No	2																				
			设置范围		0x00~0x08																					
0x10	数字通道选择 4	[DCH4SEL]	Unsigned8	RW	No	3																				
			设置范围		0x00~0x08																					
以驱动记录器中的数字通道来选择测定数据。																										
<table><tr><th>设置值</th><th>测定数据</th></tr><tr><td>0</td><td>到达目标</td></tr><tr><td>1</td><td>报警</td></tr><tr><td>2</td><td>警告</td></tr><tr><td>3</td><td>伺服 ON</td></tr><tr><td>4</td><td>电流指令限位</td></tr><tr><td>5</td><td>正转侧限位输入</td></tr><tr><td>6</td><td>反转侧限位输入</td></tr><tr><td>7</td><td>Home 输入</td></tr><tr><td>8</td><td>接触式探针输入</td></tr></table>							设置值	测定数据	0	到达目标	1	报警	2	警告	3	伺服 ON	4	电流指令限位	5	正转侧限位输入	6	反转侧限位输入	7	Home 输入	8	接触式探针输入
设置值	测定数据																									
0	到达目标																									
1	报警																									
2	警告																									
3	伺服 ON																									
4	电流指令限位																									
5	正转侧限位输入																									
6	反转侧限位输入																									
7	Home 输入																									
8	接触式探针输入																									

6 章 对象字典

0x4100: 状态字 1

Index	0x4100	制造商固有的驱动器状态		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	状态字 1 返回驱动器各状态。 *bit8~15:Reserved		[STSWORD1] Unsigned16	R0	Possible	-



0x4101: 报警记录

Index 0x4101		显示当前或过去发生的报警记录。 保存的报警编码详情请参考 10.3 章。	对象编码		Record	
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	输入数(报警消息量)		Unsigned8	RO	No	0x08
0x01	当前的报警编码		Unsigned8	RO	Possible	—
0x02	前 1 次的报警编码		Unsigned8	RO	No	—
0x03	前 2 次的报警编码		Unsigned8	RO	No	—
0x04	前 3 次的报警编码		Unsigned8	RO	No	—
0x05	前 4 次的报警编码		Unsigned8	RO	No	—
0x06	前 5 次的报警编码		Unsigned8	RO	No	—
0x07	前 6 次的报警编码		Unsigned8	RO	No	—
0x08	前 7 次的报警编码		Unsigned8	RO	No	—

6.5 制造商自定义区域

0x4102：警告状态

Index	0x4102	表示警告的发生状态。 显示所有上电后发生的警告。 断开电源时清零警告状态。		对象编码		Variable																																									
Sub-Idx	名称/说明			Data Type	操作	PDO	初始值																																								
0x00	警告状态 返回驱动器各状态。			[WARMON] Unsigned16	RO	Possible	-																																								
MSB LSB																																															
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><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 colspan="8"><table><tr><td colspan="2">bit0: 电流指令到达（Index: 0x4031 设置阈值） 1=电流指令到达</td></tr><tr><td colspan="2">bit1: 驱动器过热 1=驱动器过热 （发生警告时请检讨散热条件）</td></tr><tr><td colspan="2">bit2: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit3: 主电路电源电压过低 1=主电路电源电压过低</td></tr><tr><td colspan="2">bit4: 位置偏差警告（Index: 0x4031 设置阈值） 1=有偏差</td></tr><tr><td colspan="2">bit5: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit6: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit7: Reserve</td></tr></table></td></tr></table>																7	6	5	4	3	2	1	0	<table><tr><td colspan="2">bit0: 电流指令到达（Index: 0x4031 设置阈值） 1=电流指令到达</td></tr><tr><td colspan="2">bit1: 驱动器过热 1=驱动器过热 （发生警告时请检讨散热条件）</td></tr><tr><td colspan="2">bit2: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit3: 主电路电源电压过低 1=主电路电源电压过低</td></tr><tr><td colspan="2">bit4: 位置偏差警告（Index: 0x4031 设置阈值） 1=有偏差</td></tr><tr><td colspan="2">bit5: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit6: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit7: Reserve</td></tr></table>								bit0: 电流指令到达（Index: 0x4031 设置阈值） 1=电流指令到达		bit1: 驱动器过热 1=驱动器过热 （发生警告时请检讨散热条件）		bit2: Reserve		bit3: 主电路电源电压过低 1=主电路电源电压过低		bit4: 位置偏差警告（Index: 0x4031 设置阈值） 1=有偏差		bit5: Reserve		bit6: Reserve		bit7: Reserve	
7	6	5	4	3	2	1	0																																								
<table><tr><td colspan="2">bit0: 电流指令到达（Index: 0x4031 设置阈值） 1=电流指令到达</td></tr><tr><td colspan="2">bit1: 驱动器过热 1=驱动器过热 （发生警告时请检讨散热条件）</td></tr><tr><td colspan="2">bit2: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit3: 主电路电源电压过低 1=主电路电源电压过低</td></tr><tr><td colspan="2">bit4: 位置偏差警告（Index: 0x4031 设置阈值） 1=有偏差</td></tr><tr><td colspan="2">bit5: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit6: Reserve</td></tr><tr><td colspan="2">bit7: Reserve</td></tr></table>								bit0: 电流指令到达（Index: 0x4031 设置阈值） 1=电流指令到达		bit1: 驱动器过热 1=驱动器过热 （发生警告时请检讨散热条件）		bit2: Reserve		bit3: 主电路电源电压过低 1=主电路电源电压过低		bit4: 位置偏差警告（Index: 0x4031 设置阈值） 1=有偏差		bit5: Reserve		bit6: Reserve		bit7: Reserve																									
bit0: 电流指令到达（Index: 0x4031 设置阈值） 1=电流指令到达																																															
bit1: 驱动器过热 1=驱动器过热 （发生警告时请检讨散热条件）																																															
bit2: Reserve																																															
bit3: 主电路电源电压过低 1=主电路电源电压过低																																															
bit4: 位置偏差警告（Index: 0x4031 设置阈值） 1=有偏差																																															
bit5: Reserve																																															
bit6: Reserve																																															
bit7: Reserve																																															

0x4103：驱动器温度监视器

Index	0x4103	读取驱动器的温度。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	驱动器温度监视器 [TEMPMON] 读取驱动器的温度。		Integer 16	R0	Possible	-
			单位	℃		

0x4104：主电路电源电压监视器

Index	0x4104	读取主电路电源电压。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	主电路电源电压监视器 读取主电路电源电压。		Unsigned16	RO	Possible	-
			单位	0.01V		

0x4108：原点复位结束监视器

Index	0x4108	读取原点复位结束状态。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data type	操作	PDO	初始值
0x00	原点复位结束监视器 读取原点复位结束状态。 原点复位正常结束时, 设置为 1。 使用串行编码器时, 设置为 1。 发生编码器断线报警时, 将被清零。 <u>0: 原点复位未结束</u> <u>1: 原点复位结束</u>			[HMCMP] Unsigned16 设置范围	RW	Possible	0 0, 1

6 章 对象字典

0x4109: 实际位置 2

Index 0x4109		表示不包含背隙补偿量的实际位置。		对象编码		Variable	
Sub-Idx	名称/说明			Data type	操作	PDO	初始值
0x00	实际位置 2 [APMON2]			Integer32	R0	Possible	-
	◆ 执行背隙补偿状态 实际位置 2=实际位置置(0x6064)-背隙补偿量(0x4048)			显示范围	0x80000000~0x7FFFFFFF (-2147483648~2147483647)		
	◆ 未执行背隙补偿状态 实际位置 2=实际位置(0x6064)			单位	用户单位		
✓ 符号根据 0x607E 的设置值而定, 正方向时返回正值。 ✓ 使用脉冲编码器时, 复位动作前的实际位置将初始化动作时的初始位置视为 0。 ✓ 用户单位通过 0x6092 进给常数进行设置。							

0x4110: 生产编号

Index 0x4110		表示产品的生产编号。		对象编码		Variable
Sub-Idx	名称/说明		Data Type	操作	PDO	初始值
0x00	生产编号 [DRVSENO] 显示驱动器的出厂编号。 生产编号为 10 位数字。 12 15 02 1234 月 年 日 生产编号		Visible String (Unsigned32)	R0	No	-

7章

运转

本章将对试运转、调整的步骤进行说明。

- 7.1 试运转 7-1
 - 7.1.1 确认安装、接线 7-1
 - 7.1.2 动作的确认 7-1
- 7.2 ESC 上电时序..... 7-2
- 7.3 EtherCAT 初始化处理..... 7-3
- 7.4 运转时序 7-7
- 7.5 调整 7-9
 - 7.5.1 闭环控制 7-9
 - 7.5.2 无偏差闭环控制 7-10

7 章 运转

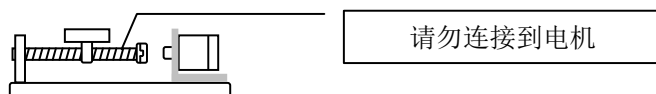
7.1 试运转

7.1.1 确认安装、接线

确认驱动器与电机的安装、接线。

[步骤 1: 安装]

- 请按照“2. 安装”的相关内容设置驱动器与步进电机。
- 务必使电机的转轴处于无负载状态, 请勿将电机轴与机械连接。



[步骤 3: 接线·连接 → 重启电源]

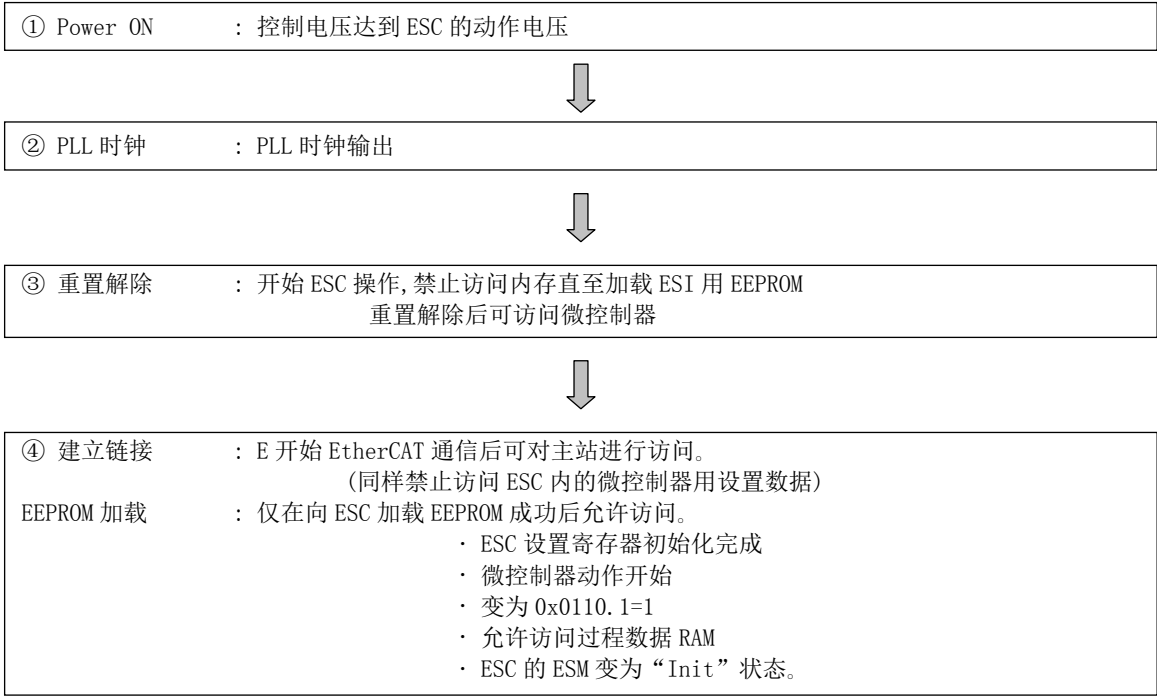
- 请按照“3. 接线”的相关内容, 只对电源进行接线。
- 请接通电源。使用脉冲编码器时, 请在设置软件中设置电机代码。
- 请按照“3. 接线”的相关内容, 给电源、电机接线。后确认驱动器的正面上方的 AL LED 是否在闪烁。
若 AL LED 闪烁, 请参照“8.3 报警发生时的故障检修”的内容进行处理。

7.1.2 动作的确认

- 请勿将电机的转轴连接到机械上, 请在无负载的状态下进行 JOG 运转。
- 确认电机朝正方向、负方向旋转。
 - ◆ 可通过设置软件进行操作。
从菜单的试运转中选择 JOG 运转。设置软件的操作方法请通过说明手册 M0010763 的“7.1 JOG 运转”进行确认。

7.2 ESC 上电时序

Model No. PB 的 EtherCAT 从站控制电源上电时的上电时序如下所示。



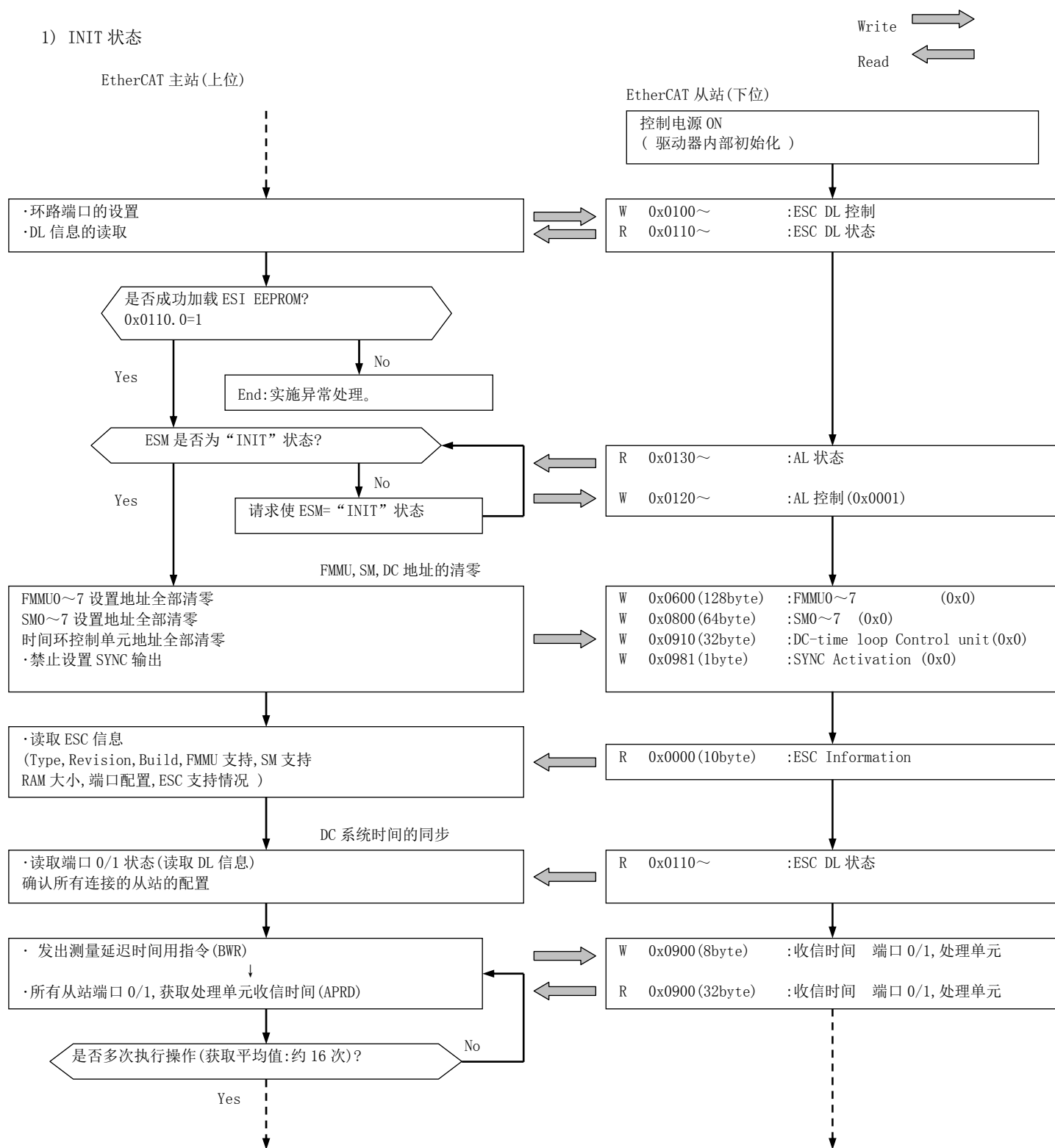
ESC 上电时序

7 章 运转

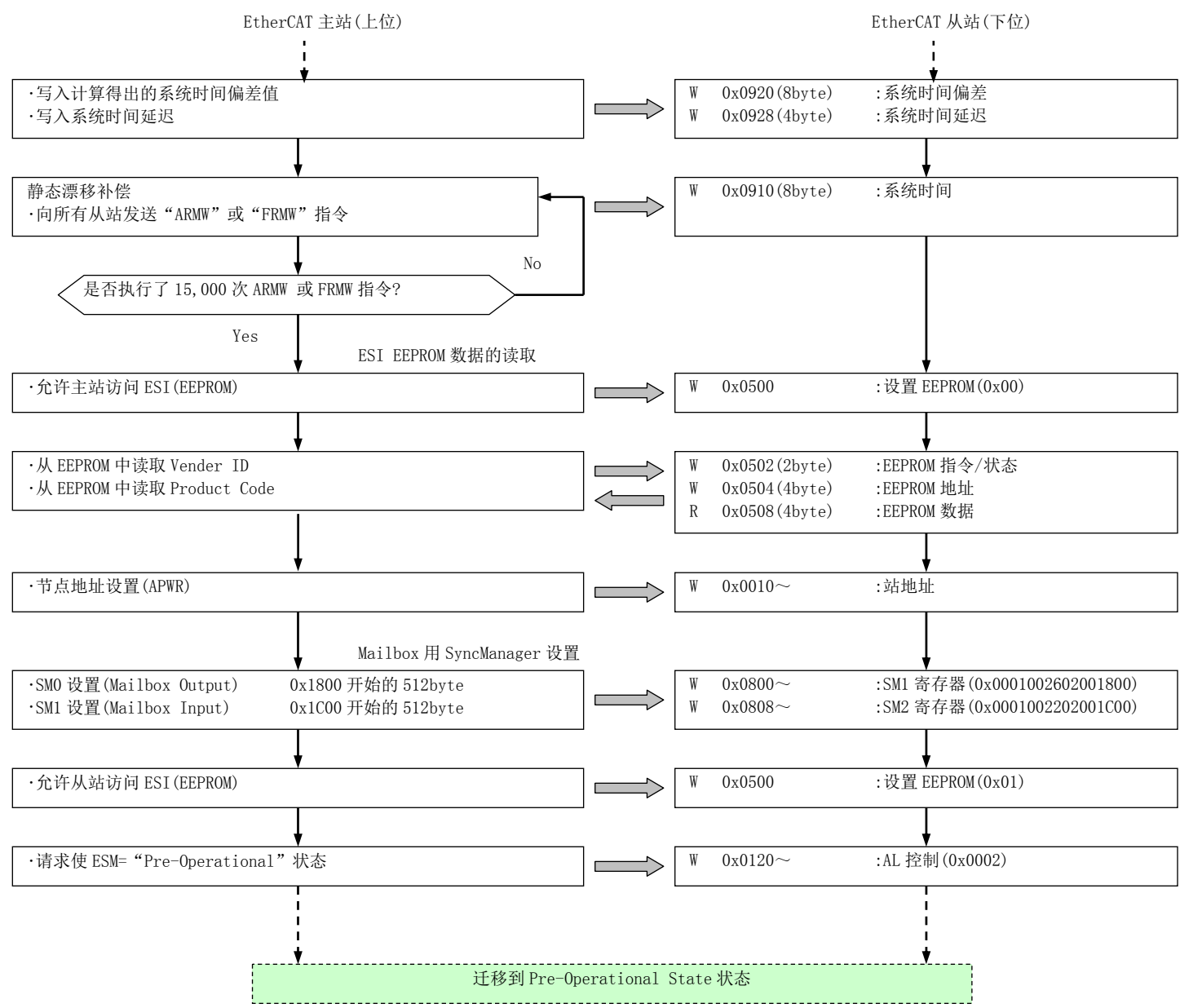
7.3 EtherCAT 初始化处理

在从站驱动器控制电源上电后到开始周期通信期间, 需要对主站到从站的数据链路层及应用程序的各参数进行设置。初始化处理的过程如下所示。

1) INIT 状态



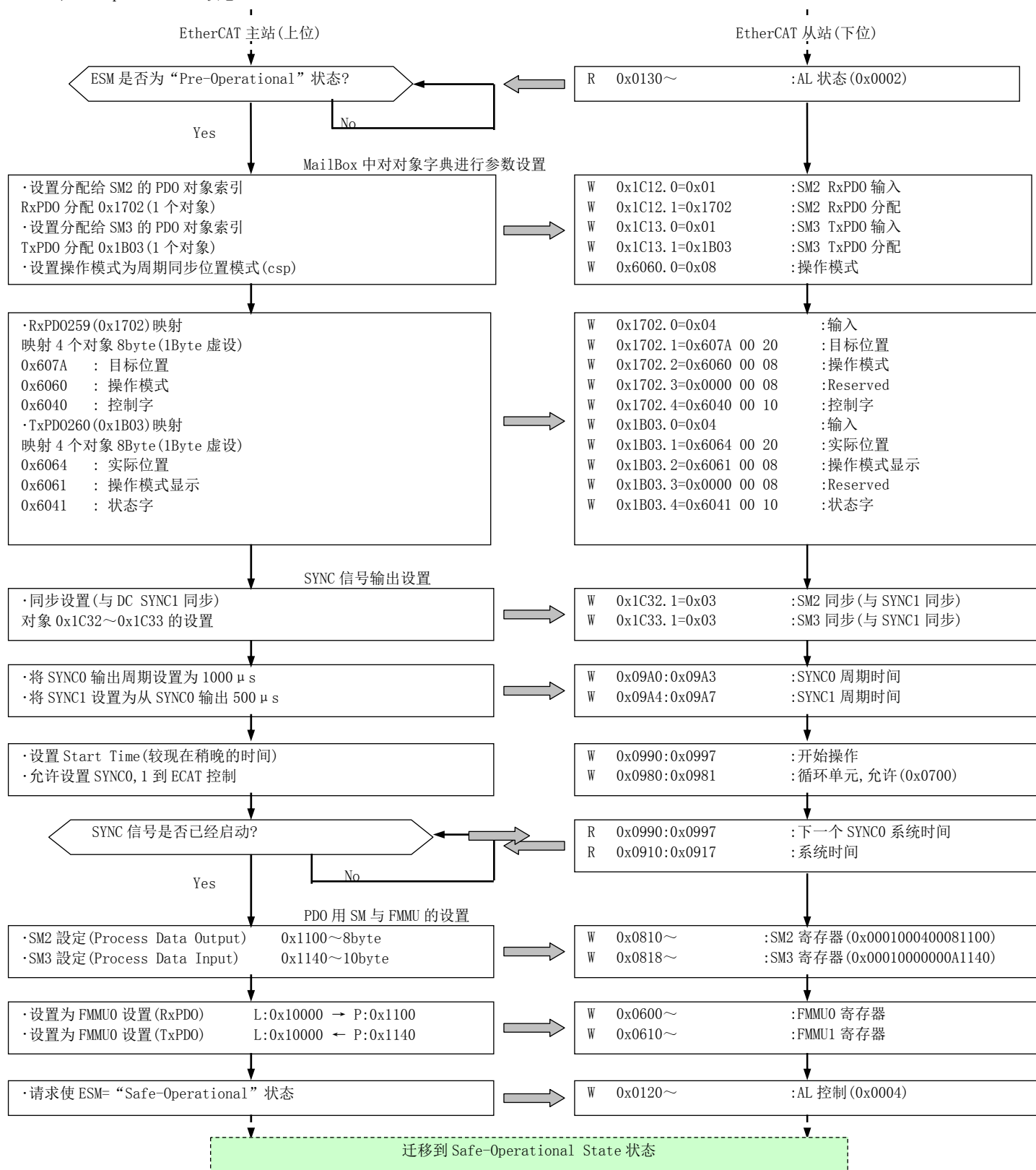
7.3 EtherCAT 初始化处理



初始化过程示例“INIT 状态”(2)

7 章 运转

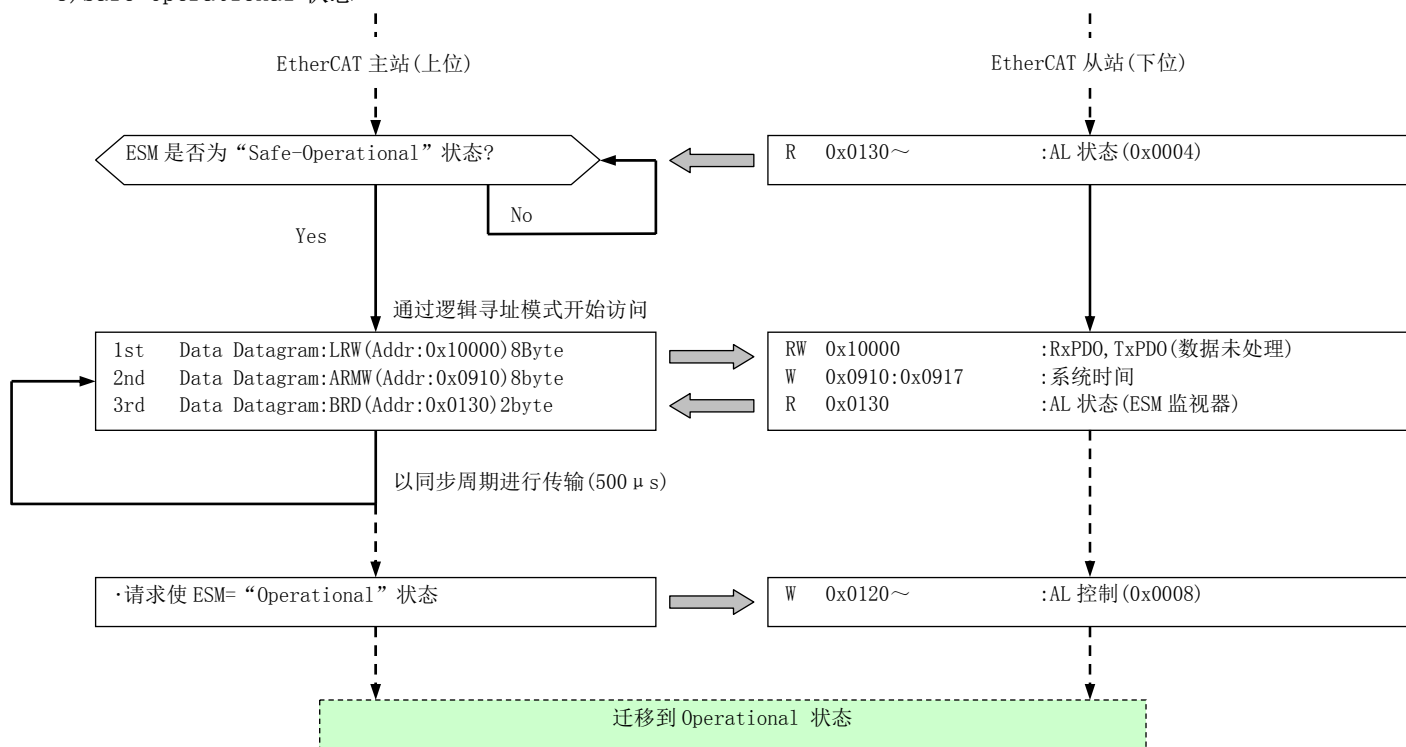
2) Pre-Operational 状态



初始化过程示例 “Pre-Operational 状态”

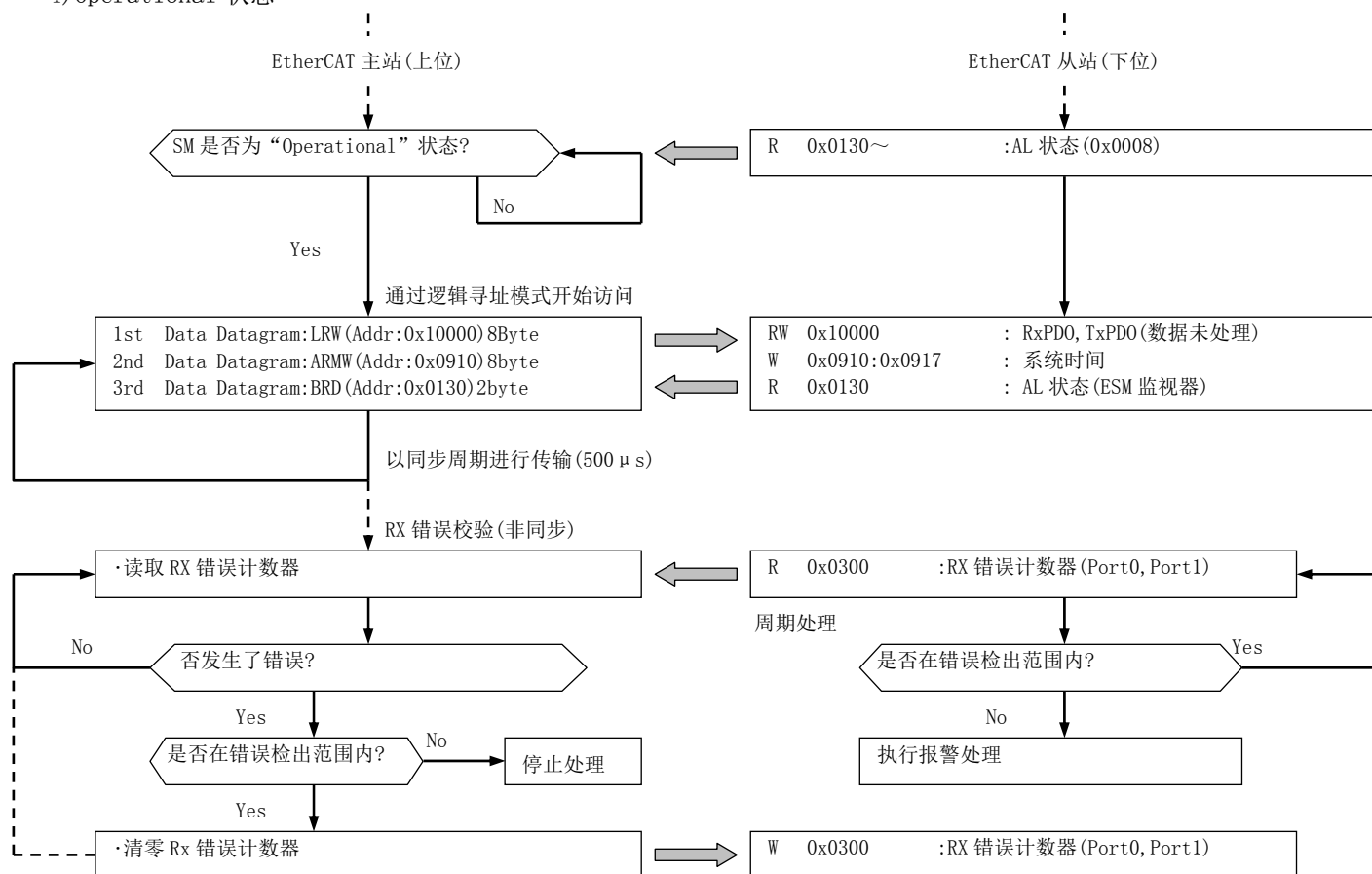
7.3 EtherCAT 初始化处理

3) Safe-Operational 状态



初始化过程示例 “Pre-Operational 状态”

4) Operational 状态

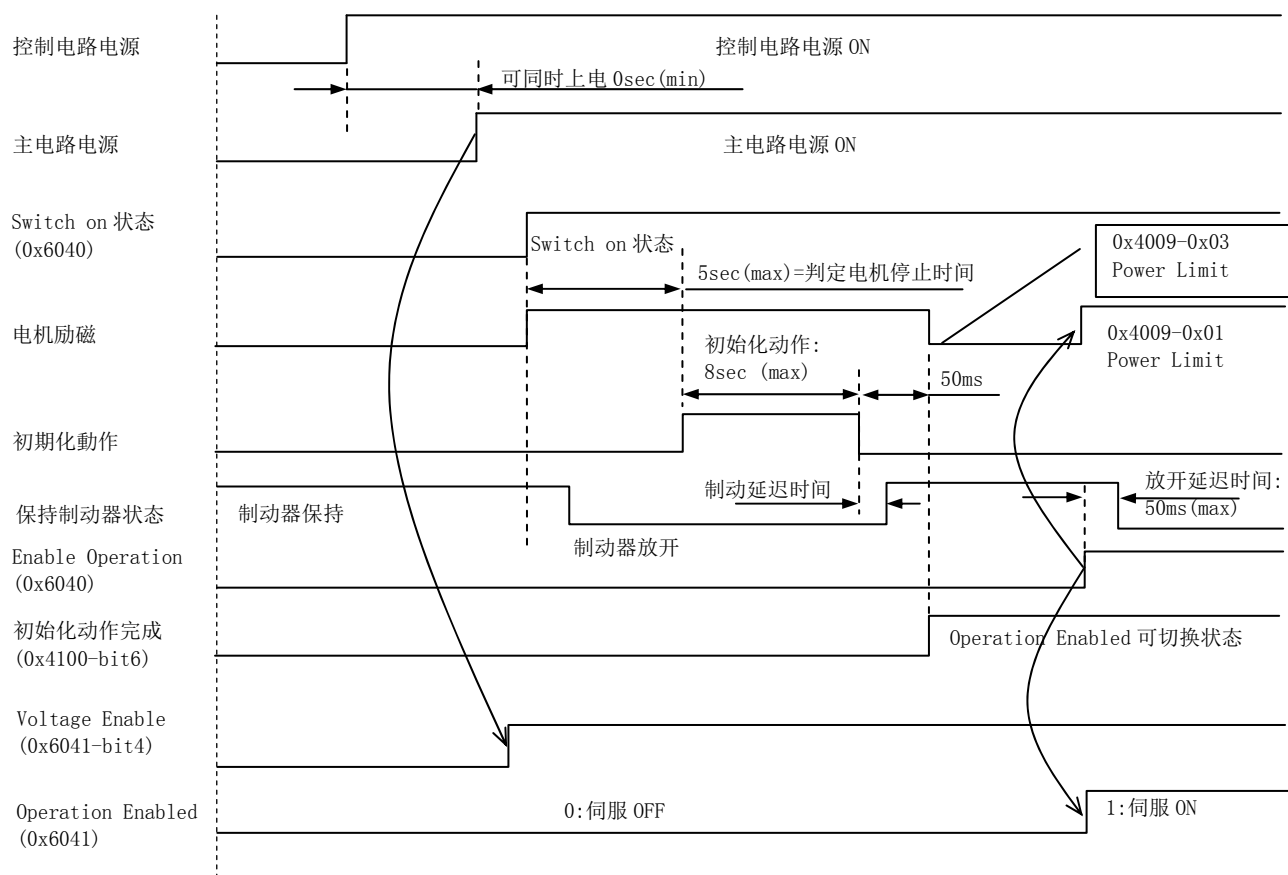


初始化过程示例 “Operational 状态”

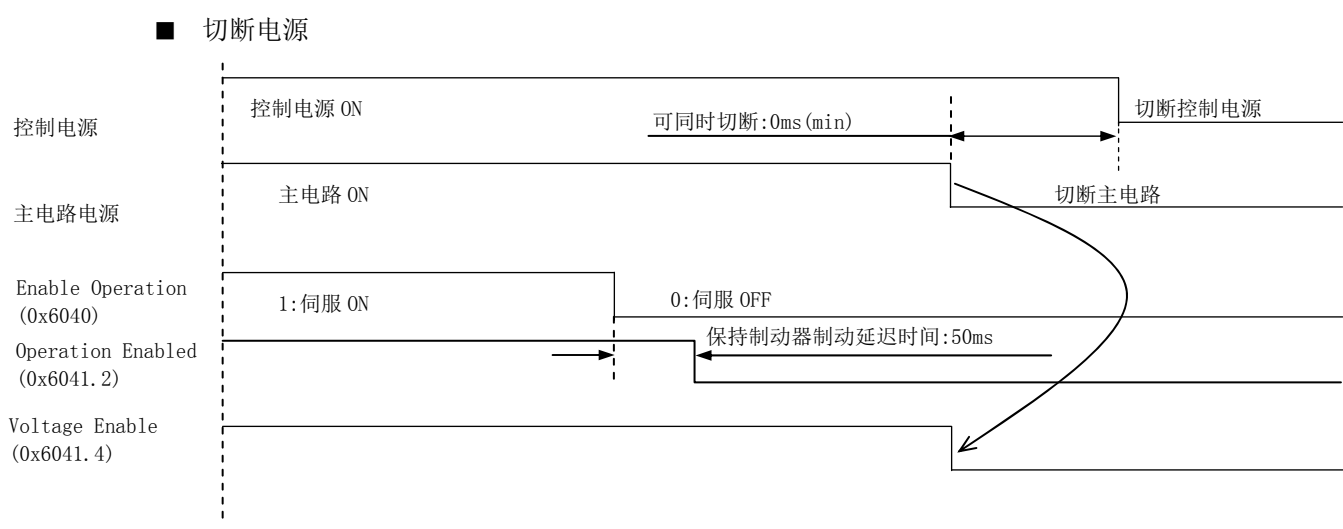
7 章 运转

7.4 运转时序

■ 上电



- ✓ 上电后, 初始化动作 (初始化动作时间: 8s Max) 将被执行。
- ✓ 初始化动作仅在电源上电时执行。此时, 初始励磁电机轴以最大 3.6° 动作, 进而通过初始化动作以 $\pm 6.3^\circ$ 动作。



■ 电机停止方法

停止触发	FSA	电机停止方法	停止后的电机励磁状态
主电路电源 OFF	切换至 Fault Reaction Active	Gate OFF (无励磁停止)	无励磁
HWGOFF 输入=0n	切换至 Switch on Disable	Gate OFF (无励磁停止)	无励磁
Disable Voltage	切换至 Switch on Disable	Gate OFF (无励磁停止)	无励磁
Shut Down	切换至 Ready to Switch on	Gate OFF (无励磁停止)	无励磁
Disable Operation	切换至 Switch on	Gate OFF (无励磁停止)	根据 0x4009-0x03 设置值而定
Quick Stop	根据 0x605A 设置值而定	根据 0x605A 设置值而定	由切换后的状态而定
Halt	Operation enable	根据 0x605D 设置值而定	根据 0x4009-0x01 设置值而定

7 章 运转

7.5 调整

本产品有 2 种电机控制方式, 不同的控制方式有不同的调整用参数及调整方法。

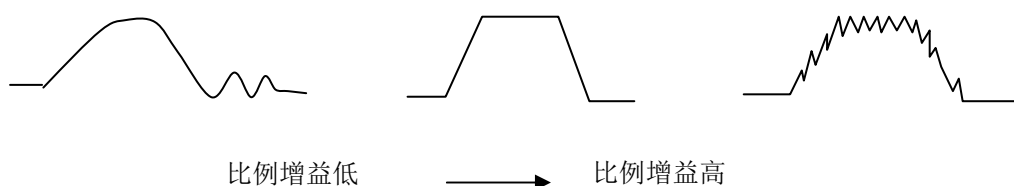
7.5.1 闭环控制

■ 速度环比例增益

在电机或负载不发振的范围内逐渐提高速度环的比例增益。

随着增益的提高, 速度波形也将发生如下变化。

在不发振的范围内提高比例增益, 可得到较高的响应。



■ 速度环积分时间常数

一般推荐使用初始值。

由于速度环积分时间常数为伺服系统的延迟要素, 设置值过大(慢)时响应性将会降低。

■ 位置环比例增益

一般推荐使用初始值。

提高位置环比例增益时, 响应性增高, 定位时间缩短,

但机械系统的刚性较低时有可能诱发振动。

请在负载不发生振动的范围内进行增益调整。

■ 前馈增益

提高位置指令的跟随性时, 请在不发生振动的范围内逐渐提高设置值。

若动作中的位置偏差不成为问题时则无需设置。

此外, 请注意当设置值过大时会伴随振动或电机声音变大等现象。

■ 通过动作规划进行调整

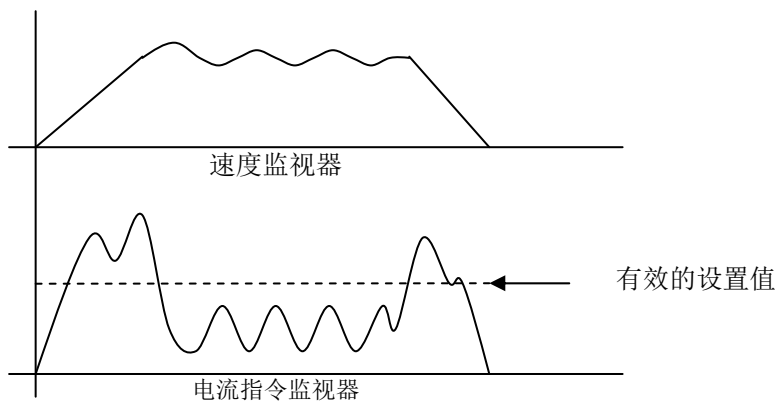
通过调整增益无法消除加速时的过冲、停止时的下冲等, 有可能由于转矩不足所导致。

此时请对电机尺寸、负载条件, 或动作规划(减缓加减速)重新进行调整。

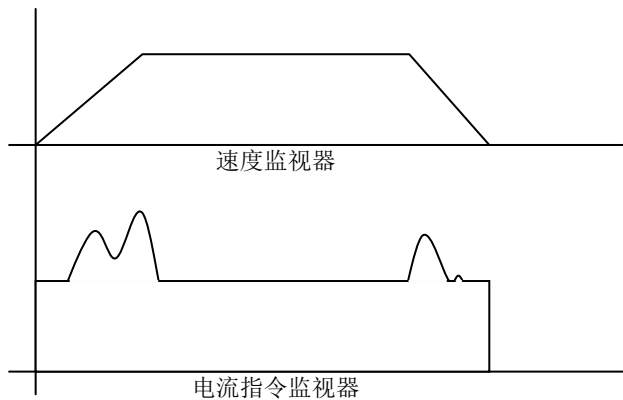
7.5.2 无偏差闭环控制

- 无偏差控制增益
提高无偏差控制增益时, 响应性增高, 位置偏差缩小, 但机械系统的刚性较低时有可能诱发振动。
请在负载不发生振动的范围内进行增益调整。
- 无偏差控制最小电流
将最低值设置越低, 发热、消耗电流也随之降低, 但位置偏差将会变大。
此外, 设置低于驱动负载所需电流的值时, 有可能动作会发生振动。
通过设置高于一定速度驱动时所需电流的值时, 可实现稳定的动作并且使发热、消耗电流达到最优状态。

[步骤 1: 驱动所需电流值的确认]
无偏差控制最小电流设置为 0 并驱动电机, 确认一定速度区间的电流指令。



[步骤 2: 设置]
将无偏差控制最小电流设置为稍高于一定速度区间的电流指令的值。



No Text on This Page.

8章

维护

本章对故障检修、点检及零部件维护进行说明。

- 8.1 故障检修 8-1
- 8.2 报警列表 8-2
- 8.3 报警发生时的故障检修 8-4
 - 8.3.1 发生报警时的显示 8-4
 - 8.3.2 报警处理方法 8-5
- 8.4 点检 8-12
- 8.5 零部件维护 8-13

8 章 维护

8.1 故障检修

电机无法正常运转但未发生报警时,请务必参照以下内容调查原因并做更正处理。发生报警时,请按“7.3 发生报警时的故障检修”进行处理。

- 电机不动作
 - ◆ 确认电机选择是否正确。
 - ◆ 确认输入输出信号状态, STOP 信号是否为 Active 状态等。
 - ◆ 确认动力线、保持制动器线(带保持制动器时)是否接线错误。

- 发生位置偏移
 - [事例 1] 指令位置、当前位置都正常,但负载位置异常
 可能由于联轴器松动等机械原因所造成。

 - [事例 2] 指令位置正常,当前位置异常
 有可能由于输入了 STOP 信号等非目标信号。

- ✓ 垂直轴等偏心负载时,由于偏心负载的引力,有可能会停止在与指令位置有偏差的位置。

- 未达成电机的目标动作

发生过冲、下冲时,请在确认了速度波形、电流指令监视器的基础上,
进行增益调整、驱动规划的调整。

- 无法与设置软件通信
 - ◆ 请确认通信电缆的接线是否正确。

8.2 报警列表

错误寄存器的(0x1001)的 bit 定义如下所示。
Bit7: 制造商定义错误 Bit6: Reserved Bit5: 设备规划定义错误 Bit4: 通信错误
Bit3: 温度错误 Bit2: 电压错误 Bit1: 电流错误 Bit0: 一般错误

0x1001 Error Registor	0x603F Error Code	0x4101 Alarm Code	报警名称	报警内容	报警 清零	AL LED 闪烁次数
0	0x0000	0x00	正常	—	—	熄灯
Bit0	0x7305	0x81	脉冲编码器断线	脉冲编码器 A·B·Z 相信号断线	不能	1
	0x7300	0x84	串行编码器通信异常	在与编码器的通信过程中发生 CRC, SYNC, FORM 指令错误	不能	1
		0x85	串行编码器初始处理异常	串行编码器的初始处理异常 电缆断线	不能	1
Bit1	0x5400	0x21	主电路过电流	主电路过电流	不能	5
Bit2	0x3220	0x62	主电路电压降低	主电路电压降低	能	2
	0x3211	0x61	主电路过电压	主电路过电压	能	2
	0x5112	0x71	控制电路电压降低	控制电路电压降低	能	2
	0x5111	0x72	控制电路电压降低 1	驱动器内部 15V 的电压降低	能	2
	0x5113	0x73	控制电路电压降低 2	驱动器内部 5V 的电压降低	能	2
	0x3212	0x61	再生异常	再生电压异常	能	2
Bit3	0x4210	0x56	驱动器过热	驱动器过热 (90℃ 以上)	能	5
Bit4	0x7510	0x10	端口 0 Rx 无效数据帧错误	端口 0 连续接收无效数据帧	能	6
		0x11	端口 1 Rx 无效数据帧错误	端口 1 连续接收无效数据帧	能	6
		0x12	端口 0 Rx CRC 错误	端口 0 连续发生 Rx 错误	能	6
		0x13	端口 1 Rx CRC 错误	端口 1 连续发生 Rx 错误	能	6
		0x14	端口 0 Tx 错误	端口 0 连续发生 TX 错误	能	6
		0x15	端口 1 Tx 错误	端口 1 连续发生 TX 错误	能	6
	0x7520	0x18	端口 0 丢失链接	在伺服 ON 状态下端口 0/1 电缆断线或被拔出。上位电源被断开。	能	6
		0x19	端口 1 丢失链接		能	6
	0x7510	0x1A	通信超时	未在规定的周期内接收 Output 数据	能	6
Bit0	0x8611	0xD1	位置偏差异常	位置偏差超过 0x6065 的设置值时检出。	能	4
	0x8400	0xC1	过速度异常	电机过速度 检出条件通过 0x6080 进行设置。	能	4
	0x8500	0xD3	位置指令异常	位置指令过大 换算为速度指令，接收到了 8000min ⁻¹ 以上的指令。	能	4
Bit1	0x2220	0x42	过载异常	检出由于障碍物等导致的过负载状态。 检出条件通过 0x4030 进行设置。	能	4

8 章 维护

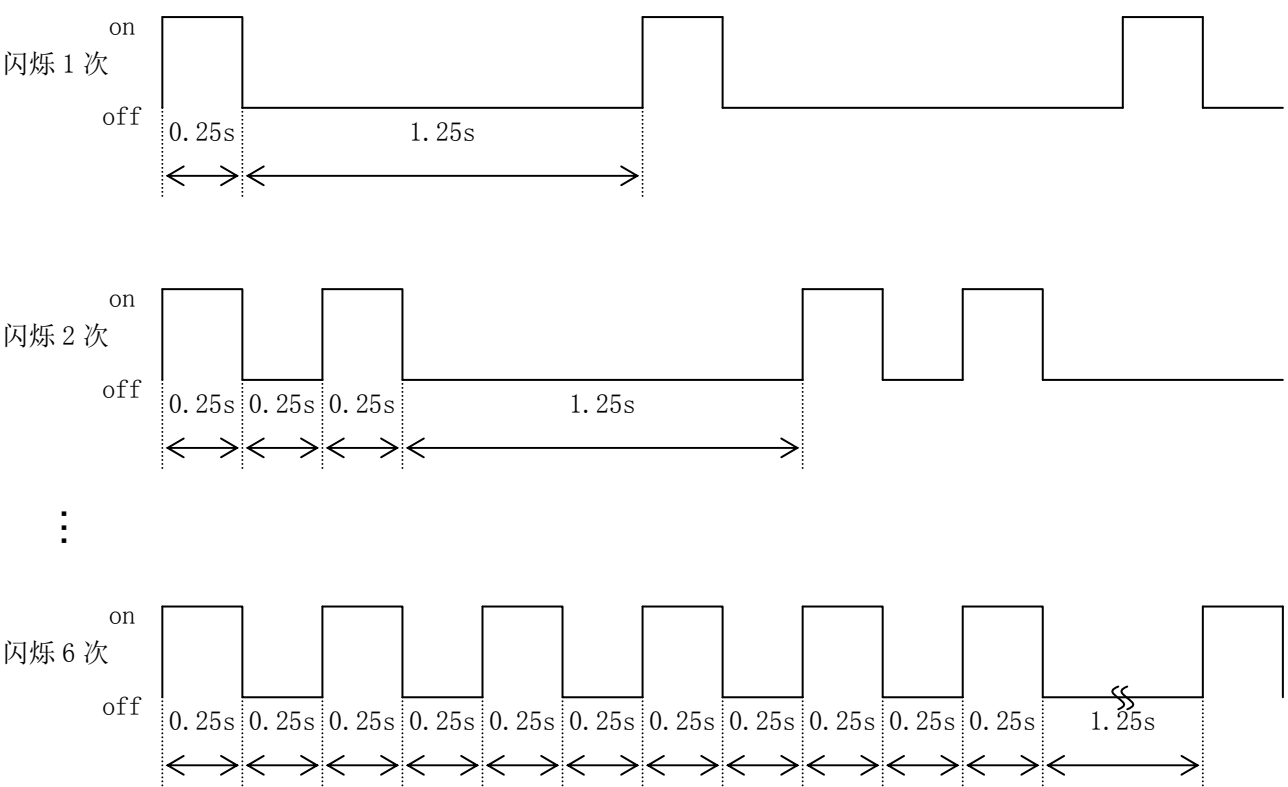
0x1001 Error Registor	0x603F Error Code	0x4101 Alarm Code	报警名称	报警内容	报警 清零	AL LED 闪烁
Bit0	0x8600	0xC2	伺服异常	检测到速度指令与实际速度的 旋转方向不同。	能	4
	0xFF00	0xDF	测试模式结束	测试模式结束时检出。	能	7
Bit7	0x5220	0xE8	CPU 周边电路异常	检出 GA 报警。 检出 CPU 报警。	不能	亮灯
	0x6310	0xE2	存储器异常	非易失性内存的效验和异常。	不能	亮灯
	0x6320	0xEA	电机代码异常	仅串行编码器在电机代码不正 确时检出。	不能	亮灯
	0xFF23	0xF7	2 轴间偏差异常	检出同步运转有效时 2 轴间的偏 差异常。检出阈值根据 0x4030 而 定。	能	4
	0xFF01	0xDA	Wrap Around	检出驱动器内部位置坐标的符 号反转。仅在周期同步位置模式 时检出。	能	4
	0xFF21	0x44	初始化动作异常	检出脉冲编码器时的初始化动 作异常。	不能	3
	0xFF24	0x47	原点复位异常	检出原点复位异常。 异常原因会因原点复位类型而 异。	能	3
	0xFF20	0xF8	他轴报警	一轴发生报警时, 另一轴也将报 警然后停止。	能	7
	Bit0	0x7300	0xA0	串行编码器内部异常 0	串行编码器旋转量溢出 多圈计数器溢出	能
0xA1			串行编码器内部异常 1	多圈异常	能	1
0x7310		0xA3	串行编码器内部异常 3	超速异常	能	1
0x7300		0xA4	串行编码器内部异常 4	编码器内部 EEPROM 的访问异常	不能	1
0x7320		0xA5	串行编码器内部异常 5	检出单圈系数不良	能	1
0x7300		0xA6	串行编码器内部异常 6	检出多圈系数不良	不能	1
		0xA9	串行编码器内部异常 9	电机内置编码器过热	能	5
0x7320		0xAA	串行编码器内部异常 A	单圈位置增量错误	能	1
		0xAF	串行编码器内部异常 F	单圈位置 M 代码错误	能	1

8.3 报警发生时的故障检修

系统发生异常时为报警状态。
报警状态指以最大电流减速停止后, 根据伺服 OFF 时电流中设置的励磁电流进入停止状态。发生报警时, 请参照故障检修, 并实施正确的复原措施。
此外, 可通过确认故障的发生状况 (运转中、电源上电时等) 来明确报警的原因。
请务必确认发生状况 (驱动器状态、输入输出信号状态) 与报警内容, 或故障内容, 并明确故障发生的原因。

8.3.1 发生报警时的显示

发生报警时, AL LED(红) 闪烁或亮灯。



8 章 维护

8.3.2 报警处理方法

- 报警代码 10(端口 0 Rx 无效数据帧错误)
- 报警代码 11(端口 1 Rx 无效数据帧错误)
- 报警代码 12(端口 0 Rx CRC 错误)
- 报警代码 13(端口 1 Rx CRC 错误)
- 报警代码 14(端口 0 Tx 错误)
- 报警代码 15(端口 1 Tx 错误)

No.	原因	原因检查与处理
1	通信电缆不良	确认通信电缆的接线是否有接触不良的情况。
2	干扰引起的误动作	确认驱动器地线是否正确接地。 确认编码器电缆的屏蔽处理。 安装铁氧体抗干扰磁芯等, 实施抗干扰对策。
3	驱动器内部电路不良	更换驱动器。

- 报警代码 18(端口 0 丢失链接)
- 报警代码 19(端口 1 丢失链接)

No.	原因	原因检查与处理
1	拔掉电缆。	请在 INIT 或 Pre-OP 状态下插拔电缆。
2	通信电缆的断线 连接器与端子接触不良	确认控制器与驱动器间的接线并更正错误的接线。

- 报警代码 1A(通信超时)

No.	原因	原因检查与处理
1	未在通信超时设置值规定时间内接收到指令。 (SM2 事件: 未收到 PDO 的 output 数据)	确认控制器的通信时序中是否输出 Output 数据。
2	干扰引起的误动作	确认驱动器地线是否正确接地。 确认编码器电缆的屏蔽处理。 安装铁氧体抗干扰磁芯等, 实施抗干扰对策。

8.3 报警发生时的故障检修

■ 报警代码 21(主电路过电流)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良。	更换驱动器。
2	电机侧 A·B 相短路或接地故障。	更换电机。

■ 报警代码 42(过载)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。
2	电机编码器内部电路不良	更换电机。
3	在容许负载规格范围外。	确认负载条件, 修改负载条件确保在规格范围内。 更换容量大的电机。
4	驱动器与电机不匹配	确认电机型号设置和使用中的驱动器是否一致, 有误则需更正。
5	电机的保持制动器未解除。	确认保持制动器的接线是否正确, 有误则需更正。
6	机械干涉	更改运转条件。
7	电机电缆断线、接触不良	确认接线, 有误则需更正。

■ 报警代码 44(初始化动作异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	在容许负载规格范围外。	确认负载条件, 修改负载条件确保在规格范围内。 更换容量大的电机。
2	电机的保持制动器未解除。	确认保持制动器的接线是否正确, 有误则需更正。
3	电机电缆, 编码器电缆断线、接触不良、接线错误	确认接线, 有误则需更正。
4	驱动器与电机不匹配	确认电机型号设置和使用中的驱动器是否一致, 有误则需更正。

■ 报警代码 47(原点复位动作异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	原点传感器故障	更换原点传感器。
2	原点传感器电缆断线、接触不良、接线错误	确认接线, 有误则需更正。
3	原点复位的动作范围内无原点传感器。	确认原点传感器, 有异常则需修理。

8 章 维护

■ 报警代码 56 (驱动器过热)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。
2	环境温度较高。	确认控制柜内的温度(驱动器的环境温度)。温度需保持在 55℃ 以下, 若超过请更正伺服驱动器的安装方法、检讨控制柜的冷却方法
3	高频率运转较大负载。	更正驱动器频率、加减速速度。

■ 报警代码 61 (过电压、再生异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器
2	电源电压在规格范围外。	将电源电压控制在规格范围内。
3	负载惯量过大。	控制负载惯量。 减缓加减速速度。 追加再生电阻(可选配件)。

■ 报警代码 62 (主电路电压降低)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。
2	电源电压在规格范围以下。	将电源电压控制在规格范围内。
3	输入电源电压降低。 或发生瞬停。	确认电源, 更正以确保无瞬停电、电源电压过低。

■ 报警代码 71 (控制电路电压降低)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。
2	电源电压在规格范围以下	将电源电压控制在规格范围内。
3	输入电源电压降低。 或发生瞬停。	确认电源, 更正以确保无瞬停电、电源电压过低。

■ 报警代码 72 (控制电路电压降低 1)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。

■ 报警代码 73 (控制电路电压降低 2)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。

8.3 报警发生时的故障检修

■ 报警代码 81(脉冲编码器断线) 报警代码 84(串行编码器通信异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	电机编码器接线 ■ 接线错误。 ■ 连接器脱落。 ■ 连接器接触不良。 ■ 编码器电缆过长。 ■ 编码器电缆过细。	确认接线, 有误则需更正。 确认电机侧编码器电源电压是否高于 4.75V, 不足 4.75V 时请进行更正。
2	驱动器内部电路不良	更换驱动器。
3	电机编码器内部电路不良	重启电源, 不能复位时更换电机。
4	干扰引起的误动作	确认驱动器地线是否正确接地。 安装铁氧体抗干扰磁芯等, 实施抗干扰对策。

■ 报警代码 85(串行编码器初始化异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	电机编码器接线 ■ 接线错误。 ■ 连接器脱落。 ■ 连接器接触不良。 ■ 编码器电缆过长。 ■ 编码器电缆过细。	确认接线, 有误则需更正。 确认电机侧编码器电源电压是否高于 4.75V, 不足 4.75V 时请进行更正。
2	驱动器内部电路不良	更换驱动器
3	电机编码器内部电路不良	重启电源, 不能复位时更换电机。
4	由于电源上电时电机以大于 250min^{-1} 的转速运转, 导致位置数据的初始化设置未能完成。	电机停止后重启电源。

■ 报警代码 A0(串行编码器内部异常 0)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。
2	电机编码器内部电路不良	重启电源, 不能复位时更换电机。
3	干扰引起的误动作	确认驱动器地线是否正确接地。 安装铁氧体抗干扰磁芯等, 实施抗干扰对策。

■ 报警代码 A1(串行编码器内部异常 1)

No.	原因	原因检查与处理
1	编码器连接器接触不良。	确认编码器与驱动器间的接线, 有误则需更正。
2	电机编码器内部电路不良	更换电机。

8 章 维护

■ 报警代码 A3~A6, AA, AF (串行编码器内部异常 3~6, A, F)

No.	原因	原因检查与处理
1	电机编码器内部电路不良	重启电源, 不能复位时更换电机。
2	干扰引起的误动作	确认驱动器地线是否正确接地。 安装铁氧体抗干扰磁芯等, 实施抗干扰对策。

■ 报警代码 A9 (串行编码器内部异常 9)

No.	原因	原因检查与处理
1	电机编码器内部电路不良	重启电源, 不能复位时更换电机。
2	伺服电机未发热, 但编码器环境温度过高。	更改冷却方法, 确保编码器环境温度温度低于 80℃。
3	电机过热。	更改电机的冷却方法。

■ 报警代码 C1 (过速度)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。
2	电机编码器内部电路不良	更换电机。
3	启动时过冲过大。	调整增益参数。 缓和加速斜率。 减小负载惯量。或更正电机容量。
4	电机不匹配。	确认电机选择, 有误则需更正。

■ 报警代码 C2 (伺服异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	使用外力强制驱动电机。	确认是否向电机施加过大外力。
2	停止时下冲过大。	调整增益参数。 缓和减速斜率。 减小负载惯量。 或更正电机容量。

■ 报警代码 F7 (2 轴间偏差异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	检出阈值不合适	确认 0x4030-0x03 的设置值是否合适并进行更正。
2	转矩不足	确认动作是否在电机输出转矩 (包括负载变动因素等) 范围内。

8.3 报警发生时的故障检修

■ 报警代码 D1 (位置偏差异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。
2	电机编码器内部电路不良	更换电机。
3	在容许负载规格范围外	确认负载条件, 修改负载条件确保在规格范围内。 更换容量大的电机。
4	驱动器与电机不匹配	确认电机型号设置和使用中的驱动器是否一致, 有误则需更正。
5	电机的保持制动器未解除。	确认保持制动器的接线是否正确, 有误则需更正。
6	机械干涉。	更改运转条件。
7	电机电缆断线、接触不良	确认接线, 有误则需更正。

■ 报警代码 D3 (位置指令异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	输出了电机转速为 8000min^{-1} 以上的指令。	修改规划速度的设置值。 周期同步位置模式时, 请确认目标位置的变化量是否过大。

■ 报警代码 DA (wrap around)

No.	原因	原因检查与处理
1	当前位置计数器溢出。	仅朝某一方向动作时, 通过报警屏蔽禁止环回处理的检出。

■ 报警代码 DF (测试模式结束)

No.	原因	原因检查与处理
1	属正常动作。	执行报警复位。(考虑到测试模式执行后, 控制器侧存在偏差残留的现象, 故作为异常进行处理。)

8 章 维护

■ 报警代码 E2 (存储器异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	CPU 不能从伺服驱动器内置的非易失性存储器中读取准确的数值。	更换驱动器。
2	前一次切断电源时写入非易失性存储器失败。	关于覆盖处理就咨询我司。

■ 报警代码 E8 (CPU 周边电路异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	驱动器内部电路不良	更换驱动器。

■ 报警代码 EA (电机代码异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	电机编码器内部电路不良	重启电源, 不能复位时更换电机。
2	干扰引起的误动作	确认驱动器地线是否正确接地。 安装铁氧体抗干扰磁芯等, 实施抗干扰对策。

■ 报警代码 F8 (他轴异常)

No.	原因	原因检查与处理
1	他轴报警。	确认他轴的报警状态并进行处理。他轴异常时, 可通过报警屏蔽禁止检出。

8.4 点检

驱动器及电机没有使用容易磨损的零部件,维护时只需进行日常的简单点检即可。请参照以下内容进行点检。

点检对象	点检条件			点检项目	点检方法	异常时的处理方法
	时间	运转时	停止时			
电机	平时	✓		振动	振动是否比平时大。	请联系我司。
	平时	✓		声音	与平时相比声音是否有异常。	
	适时		✓	清洁	表面是否污浊、或沾有灰尘。	请使用布或气枪进行清扫。 注 1)
驱动器	适时		✓	清洁	零部件上是否有灰尘堆积。	请使用气枪清扫。 注 1)
	年次		✓	螺丝松紧	连接器是否松动。	拧紧螺丝。
温 度	适时	✓		温度检测	环境温度 电机外壳温度	确保环境温度控制在规格范围内。 更改负载条件。

注 1) 请在确认气枪喷出的气体中不含油、水等物质后, 再进行清洁处理。

8 章 维护

8.5 零部件维护

一般来说零部件都会出现年久老化的现象。为确保机械的正常使用,请定期进行点检。

No.	部件名称	标准更换年限	处理方法·使用条件
1	主电路用平滑电容	5 年	需要更换新部件。 负载率:驱动器额定输出电流的 50%以下 使用条件:常年平均温度 40℃
2	主电路用平滑电容外的电解电容	5 年	需要更换新部件。 使用条件:常年平均温度 40℃ 每年使用时间 4800 小时
3	保险丝	10 年	需要更换新部件。

■ 主电路用平滑电容

- ◆ 驱动器存放 3 年以上时需要进行点检,请咨询我司。
 - ◆ 年平均气温在 40℃,若实际使用过程中驱动器的平均输出电流高于额定输出电流的 50%,请每 5 年更换一次新部件。
 - ◆ 使用主电路电源开关频率大于 30 次/天 5 次/小时的应用时主电路用平滑电容的容量会有所降低,需要及时更换新部件。
- ✓ 我公司在检修过的驱动器出货前会将驱动器参数恢复到检修前状态,为防万一,使用前烦请确认参数是否正确。

9章

基本规格

本章记载了驱动器及电机的基本规格、转矩特性、
消耗电流特性、外形图。

- 9.1 驱动器基本规格 9-1
- 9.2 电机基本规格 9-2
 - 9.2.1 标准电机 9-2
 - 9.2.2 电机可选配件 9-3
- 9.3 速度-转矩, 消耗电流特性 9-4
- 9.4 外形图 9-9
 - 9.4.1 驱动器外形图 9-9
 - 9.4.2 电机外形图 9-10

9 章 基本规格

9.1 驱动器基本规格

驱动器型号		PB4D003E440	PB4D003E430	PB4D003E420
输入电源		主电路电源 24V/48V $\pm$ 10% 控制电源 24V $\pm$ 10%		
主电路电源电流		14A	11A	8A
控制电源电流		1.5A		
环境	保护等级	级别III		
	使用环境	污染等级:2		
	使用环境温度	0 $\sim$ +55 $^{\circ}$ C		
	保存温度	-20 $\sim$ 65 $^{\circ}$ C		
	使用环境湿度	90%RH 及以下(无结露)		
	保存湿度	90%RH 及以下(无结露)		
	使用高度	海拔 1000m 及以下		
	耐振动性	5m/s ² (频率范围 10 $\sim$ 55 Hz 通过 X, Y, Z 各个方向 2h 试验得出)		
	耐冲击性	20m/s ²		
	绝缘耐压	电源输入端子-外框间施加 AC1100V 的电压 1 分钟, 无异常		
绝缘电阻		电源输入端子-外框施加 DC500V 的电压用兆欧表测定大于等于 10M Ω		
质 量		0.7kg		
外形尺寸		W60 $\times$ H160 $\times$ D95mm		
功能	保护功能	主电路过电流, 过载异常, 初始化动作异常, 驱动器过热, 主电路过电压, 再生异常, 主电路电压过低, 控制电路电压过低, 编码器断线, 超速异常, 位置偏差异常, 环回处理, 存储器异常, CPU 周边电路异常, 通信异常		
	LED 显示	状态显示, 报警显示		
	PC 接口	USB2.0		
	物理层/协议	100BASE-TX/依据 IEEE802.3 的 Ethernet		
	传输速度	100Mbit/s 全双工		
	通信端口/拓扑	2 个端口 (RJ45) / 菊花链 (最多 65553 个节点)		
	设备规划	CoE (IEC61800-7-201), FoE (ASCII 码访问)		
	同步	SM2 事件同步, DC 同步 (SYNC0/SYNC1), 异步 最小 Cycle Time 0.25ms		
输入 输出 信号	输入信号	光耦输入方式 输入电阻 2.2k Ω 输入电压 "H"电平: DC4.0 $\sim$ 26.4V "L"电平: DC0 $\sim$ 1.0V		
	输出信号	使用光耦的集电极开路输出 输出信号规格 Vceo:4.75 $\sim$ 26.4V Ic:50mA 以下(使用 DC24V 时)		

9.2 电机基本规格

9.2.1 标准电机

■ 电机标准特性

电机型号	单位	PBM281DXE50	PBM285DXE50	PBM423FXE50	PBM423DXK50
保持转矩	N·m	0.055	0.115	0.39	0.39
转子惯量	$\times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.01	0.022	0.056	0.056
电机质量	kg	0.16	0.26	0.35	0.35
容许轴向负载	N	10	10	9.8	9.8
容许径向负载	N	26	26	49	48

电机型号	单位	PBM603FXE50	BM603DXK50	PBM604FXE50	PBM604DXK50
保持转矩	N·m	1.3	1.05	1.9	1.85
转子惯量	$\times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.4	0.4	0.84	0.84
电机质量	kg	0.85	0.85	1.42	1.42
容许轴向负载	N	14.7	14.7	14.7	14.7
容许径向负载	N	167	120	167	120

电机型号	单位	PBM423DXR50	PBM603DXR50	PBM604DXR50
保持转矩	N·m	0.39	1.05	1.85
转子惯量	$\times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.056	0.4	0.84
电机质量	kg	0.42	0.88	1.45
容许轴向负载	N	9.8	14.7	14.7
容许径向负载	N	48	120	120

■ 容许负载

电机型号	单位	PBM281DXE50	PBM285DXE50	PBM423FXE50	PBM423DXK50
容许最大惯量	$\times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.1	0.22	0.56	0.56
容许最大摩擦转矩	N·m	0.013	0.035	0.15	0.15
容许最大偏心负载	N·m	0.009	0.023	0.15	0.15

电机型号	单位	PBM603FXE50	BM603DXK50	PBM604FXE50	PBM604DXK50
容许最大惯量	$\times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$	4	4	8.4	8.4
容许最大摩擦转矩	N·m	0.52	0.42	0.76	0.74
容许最大偏心负载	N·m	0.52	0.42	0.76	0.74

电机型号	单位	PBM423DXR50	PBM603DXR50	PBM604DXR50
容许最大惯量	$\times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.56	4	8.4
容许最大摩擦转矩	N·m	0.15	0.42	0.74
容许最大偏心负载	N·m	0.15	0.42	0.74

9 章 基本规格

■ 电机共通规格

电机型号		-	PBM28□	PBM423, PBM60□
环境	使用环境温度	℃	-10~+40℃ (带谐波减速机为 0℃~40℃)	
	环境湿度	%RH	20~90 以下 (无结露)	
耐振动性		m/s ²	150 (频率范围 10~70 Hz 振幅 1.52mm 70~2000 加速度 150m/s ²) 扫描时间 15 分/周期, 扫描次数 X, Y, Z 方向各 12 次试验得出	
耐冲击性		m/s ²	300 (冲击波形: 半波正弦波、冲击时间: 11ms X, Y, Z 方向各 3 次)	
绝缘耐压		V	AC500V 50/60Hz 1MIN	AC1500V 50/60Hz 1MIN
绝缘电阻		MΩ	DC500V 100MΩ 以上	
绝缘等级		-	B 类 (130℃)	
保護等級		-	IP30	IP40
电机表面容许温度		℃	85 Max (请改善散热条件将温度控制在规格值以下。)	

9.2.2 电机可选配件

■ 保持制动器

电机型号	单位	PBM281DCE50	BM285DCE50	BM423DCK50	PBM603DCK50	PBM604DCK50
动作方式	-	无励磁动作型				
电源电压	V	DC24V±5%				
消耗电力	W	3.6 (at 20℃)	3.6 (at 20℃)	2.4 (at 75℃)	6 (at 75℃)	6 (at 75℃)
摩擦转矩	N·m	0.049	0.049	0.3	0.8	0.8
电机质量	kg	0.28	0.35	0.5	1.19	1.76
放开延迟时间	ms	30 Max				
制动延迟时间	ms	20 Max				

电机型号	单位	PBM423DCR50	PBM603DCR50	PBM604DCR50
动作方式	-	无励磁动作型		
电源电压	V	DC24V±5%		
消耗电力	W	2.4 (at 75℃)	6 (at 75℃)	6 (at 75℃)
摩擦转矩	N·m	0.3	0.8	0.8
电机质量	kg	0.56	1.25	1.82
放开延迟时间	ms	30 Max		
制动延迟时间	ms	20 Max		

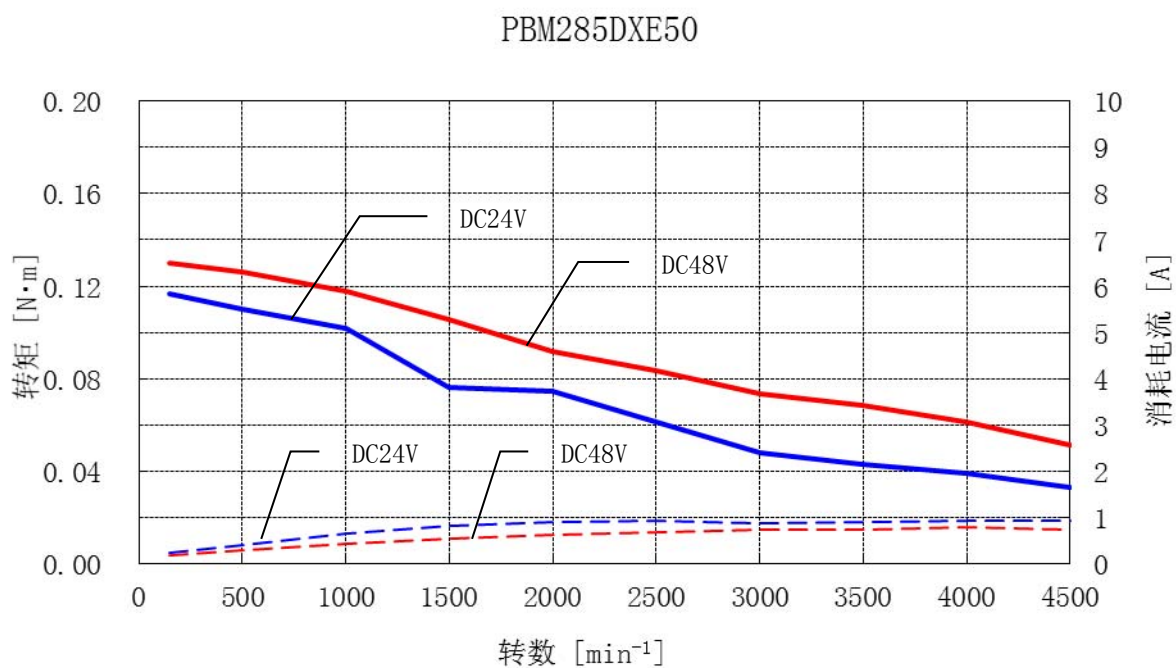
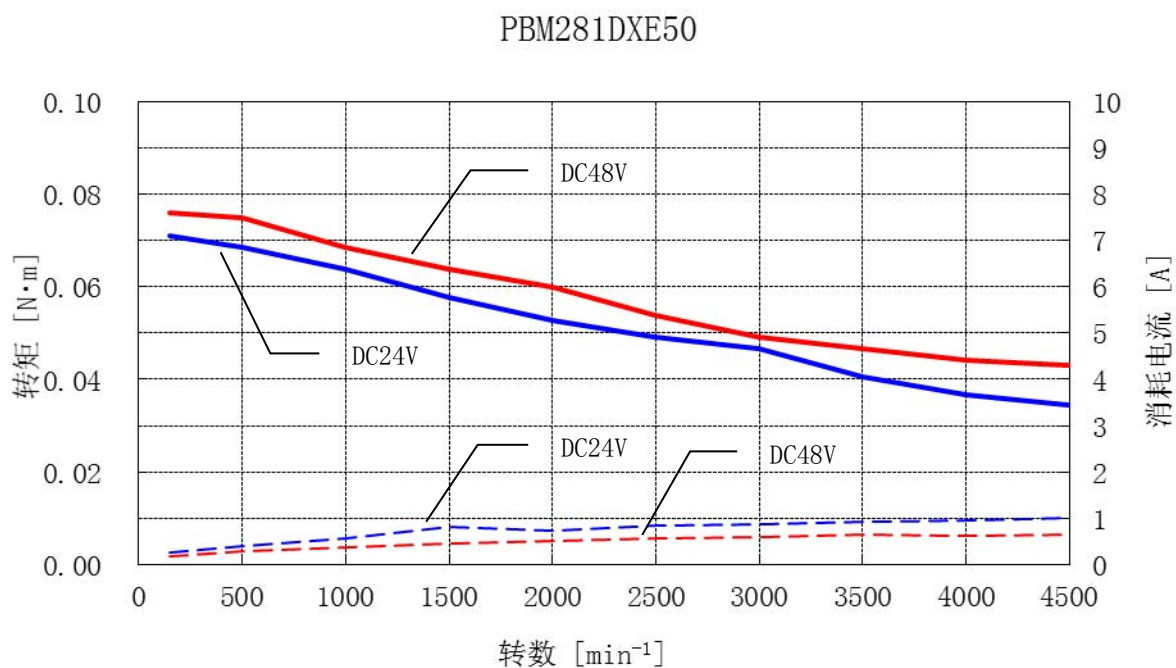
✓ 驱动器内置保持制动器控制功能。

9.3 速度-转矩, 消耗电流特性

9.3 速度-转矩, 消耗电流特性

- ✓ 本特性为 TYP 值。
设计时请留有±10%左右的转矩余量。

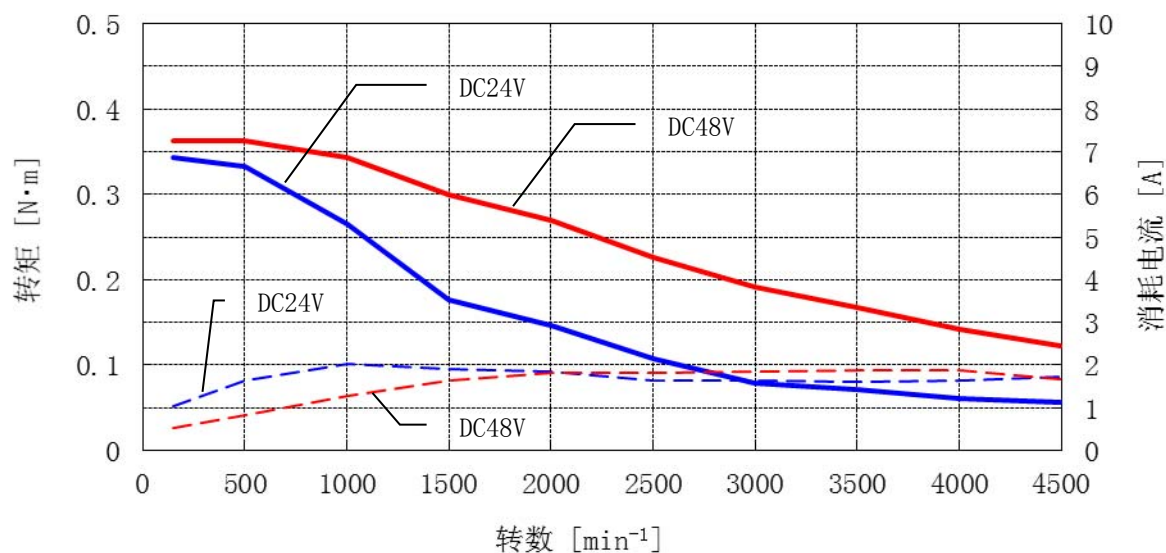
转矩 DC24V DC48V 消耗电流 DC24V DC48V



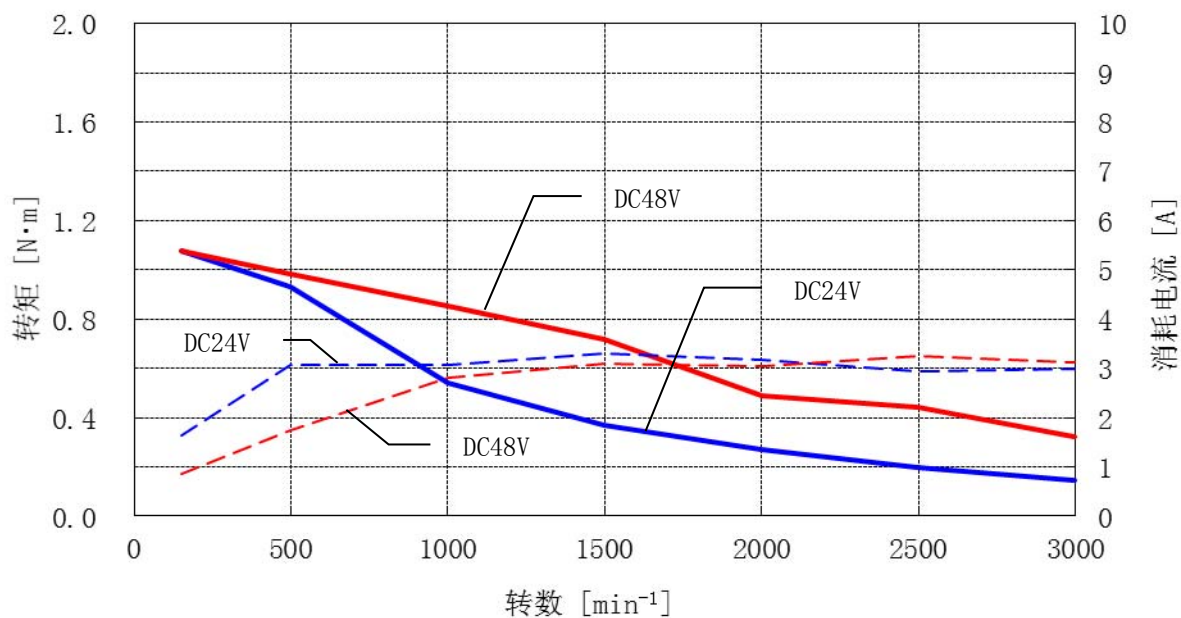
9 章 基本规格

转矩 DC24V DC48V 消耗电流 DC24V DC48V

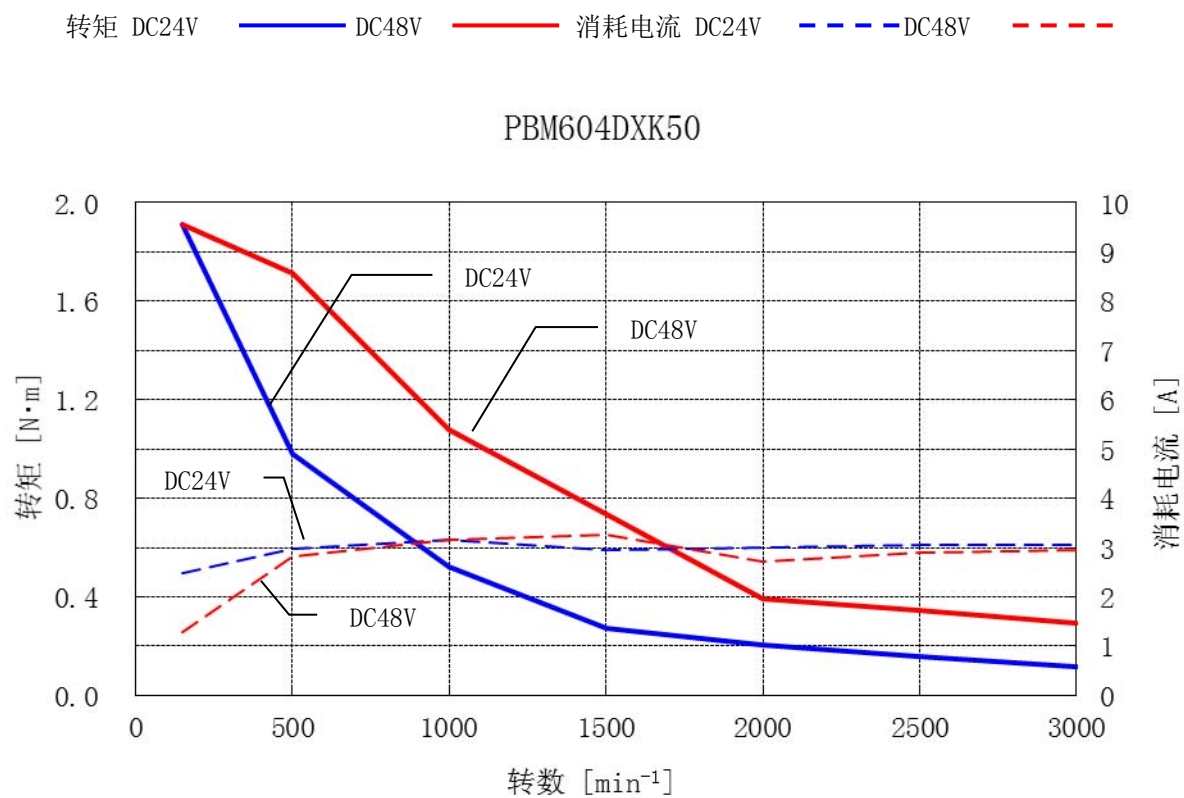
PBM423DXK50



PBM603DXK50



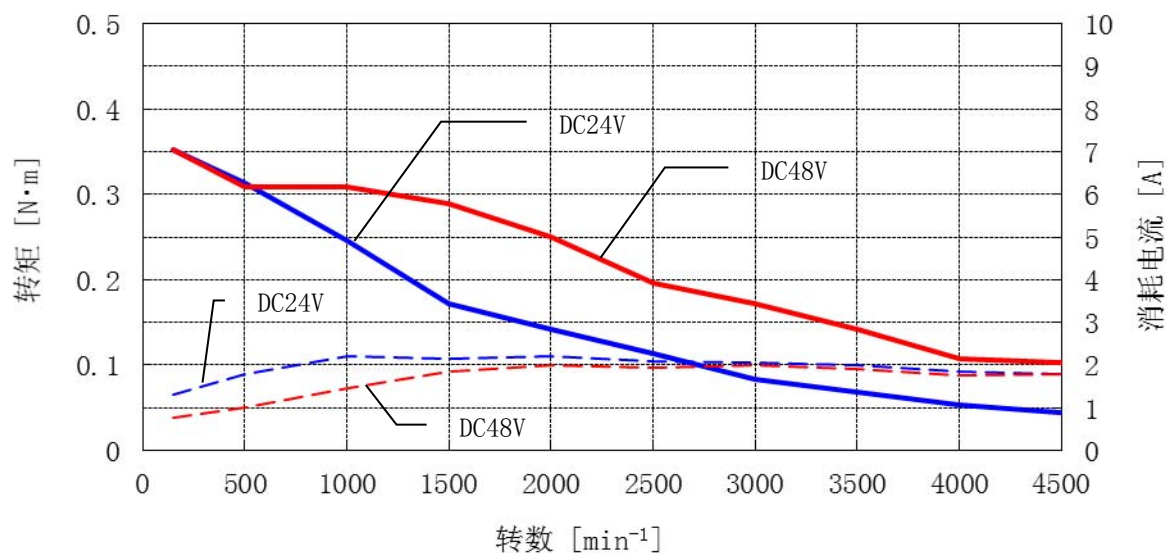
9.3 速度-转矩, 消耗电流特性



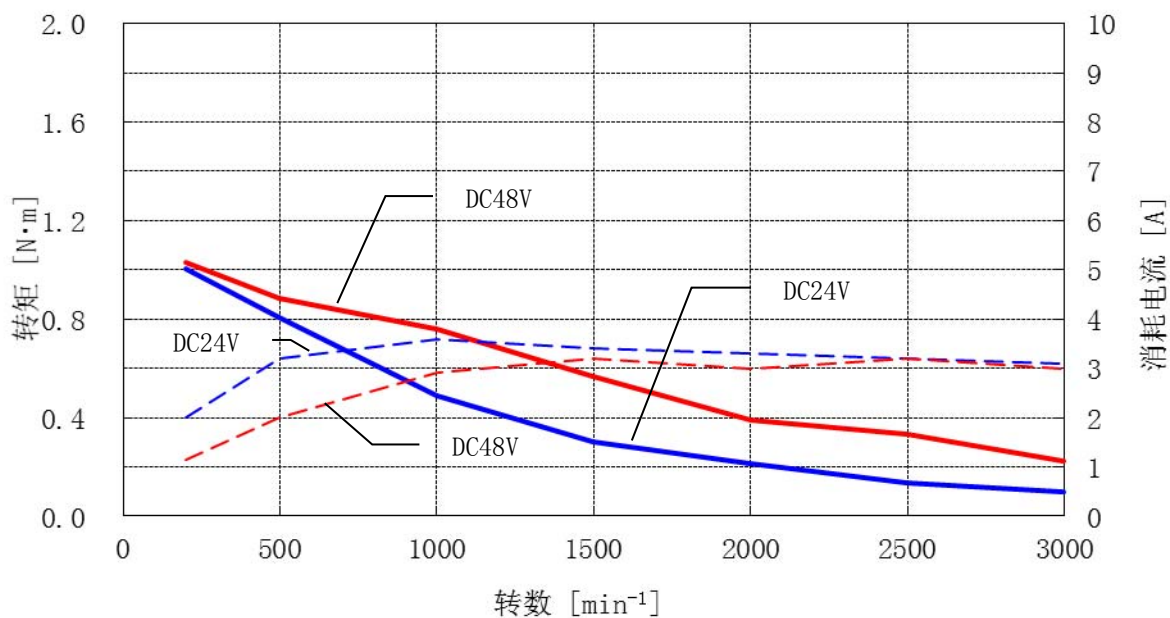
9 章 基本规格

转矩 DC24V DC48V 消耗电流 DC24V DC48V

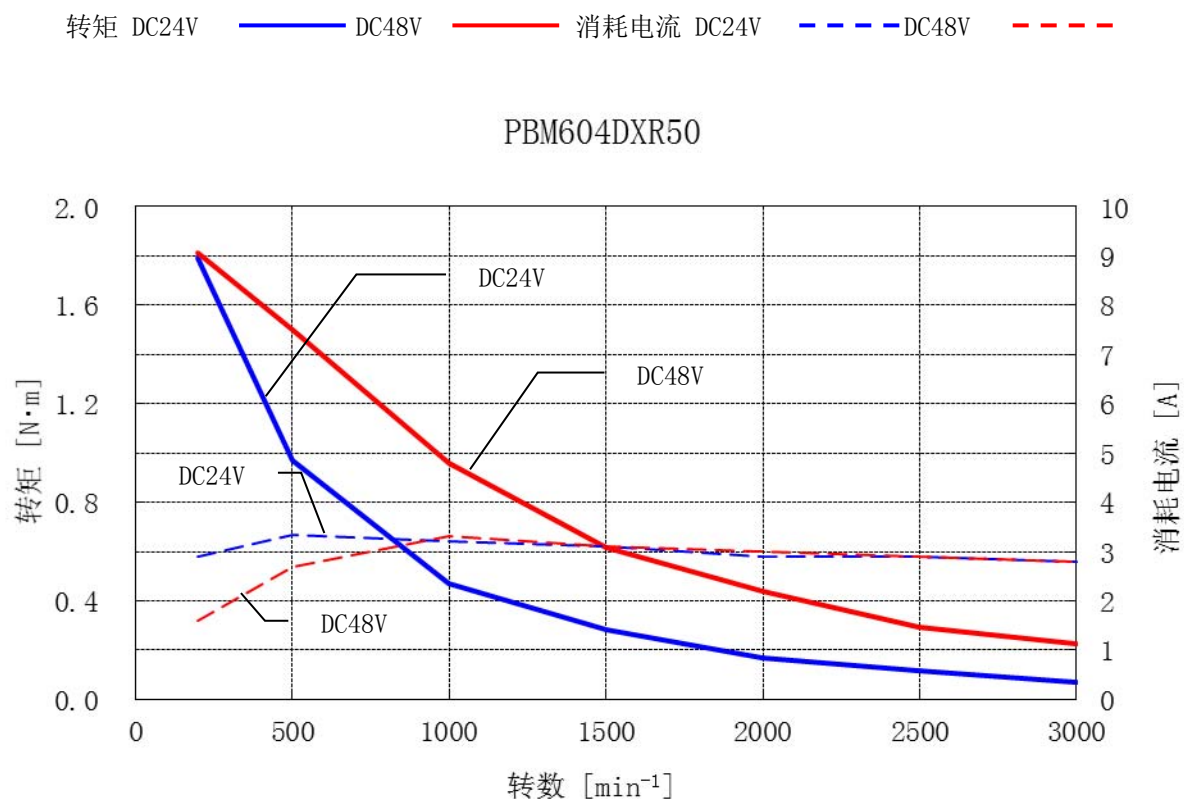
PBM423DXR50



PBM603DXR50



9.3 速度-转矩, 消耗电流特性



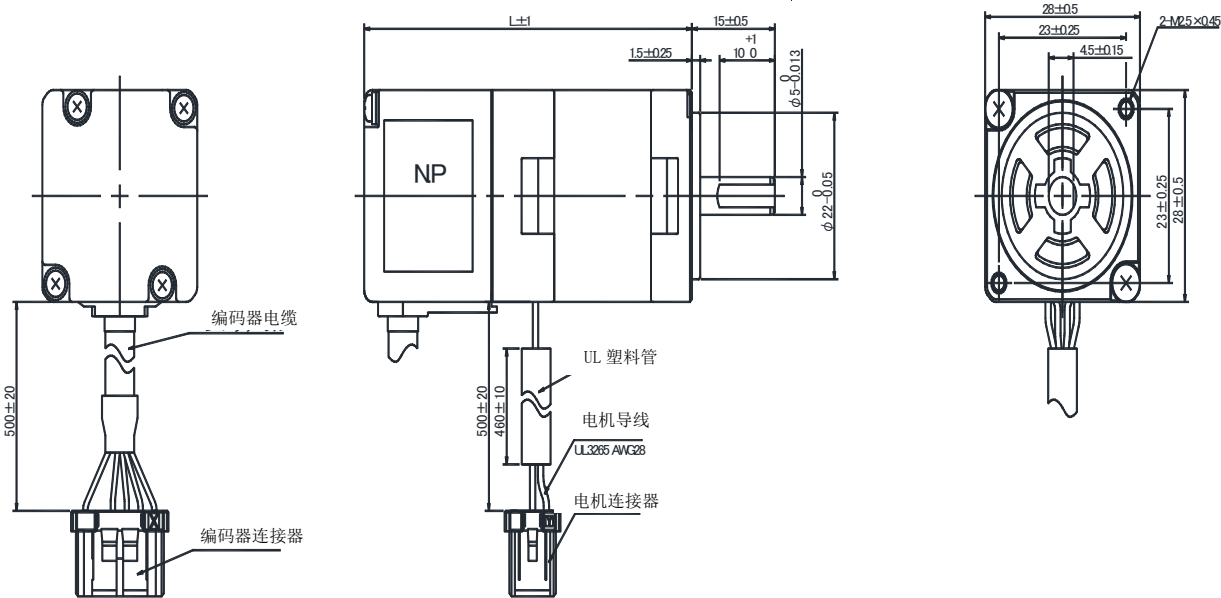
9.4 外形图

■ PB4D003E440



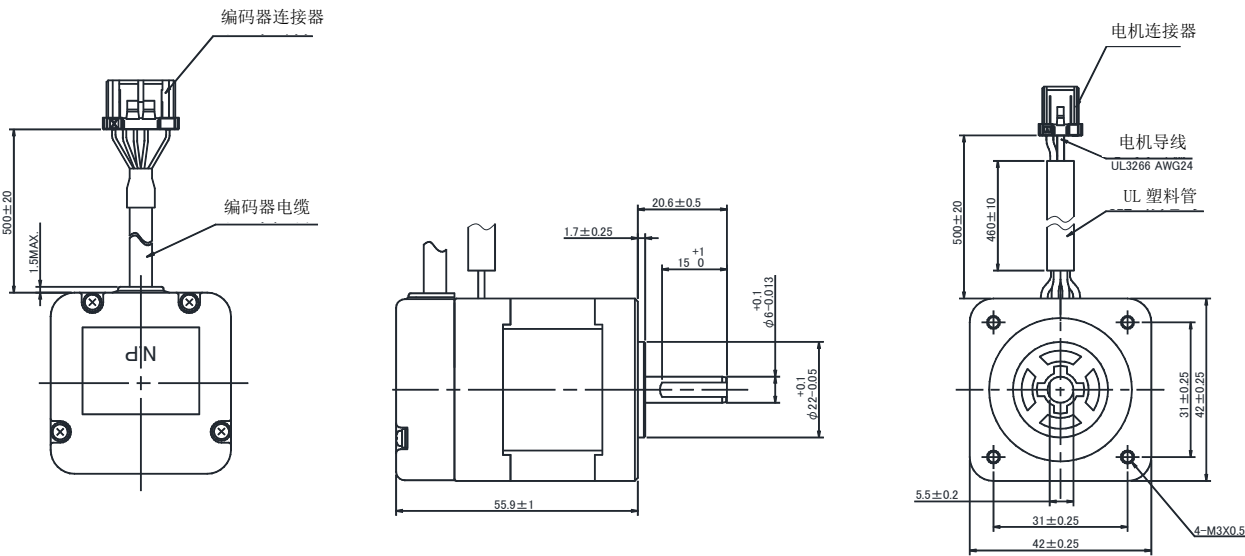
9.4.2 电机外形图

■ PBM28□DXE50



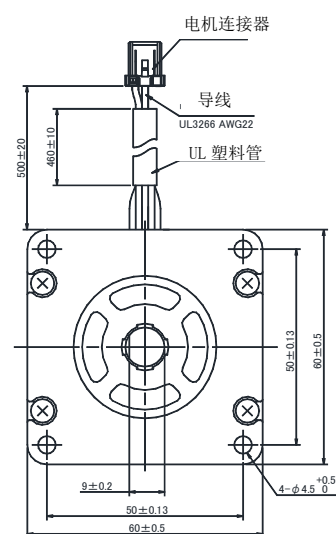
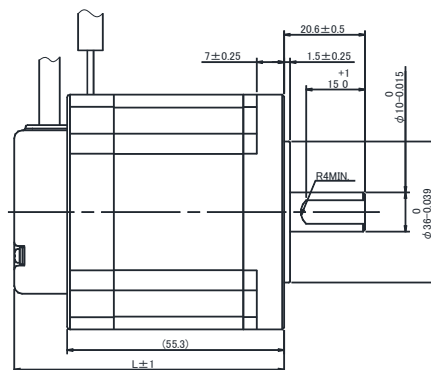
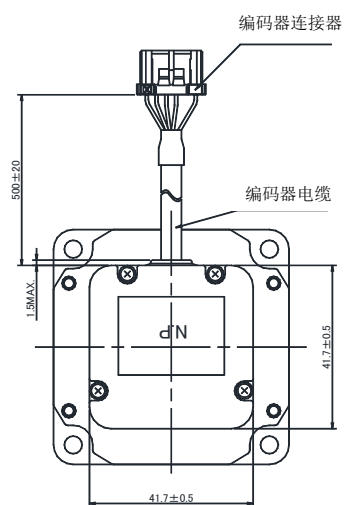
型号	电机长 (L)
PBM281DXE50	59.2
PBM285DXE50	78.5

■ PBM423DXK50



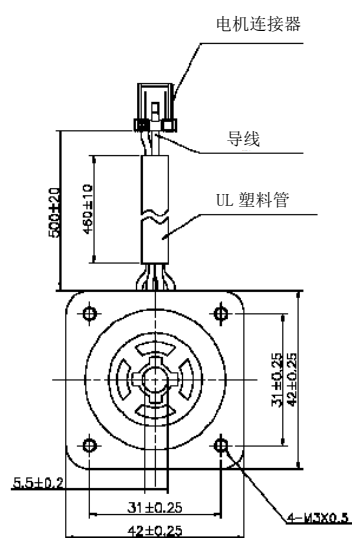
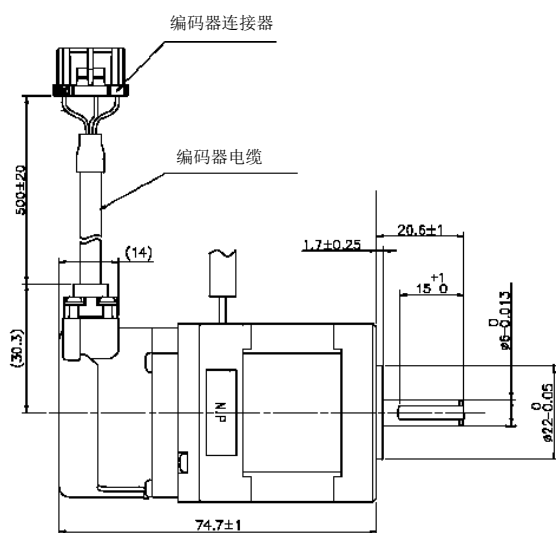
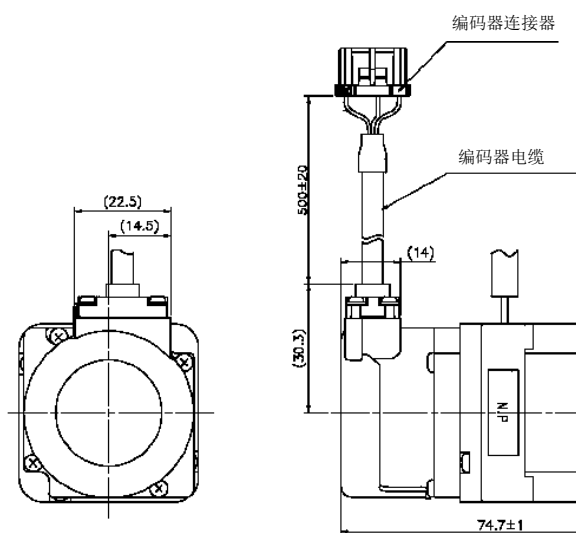
9 章 基本规格

■ PBM60□DXK50



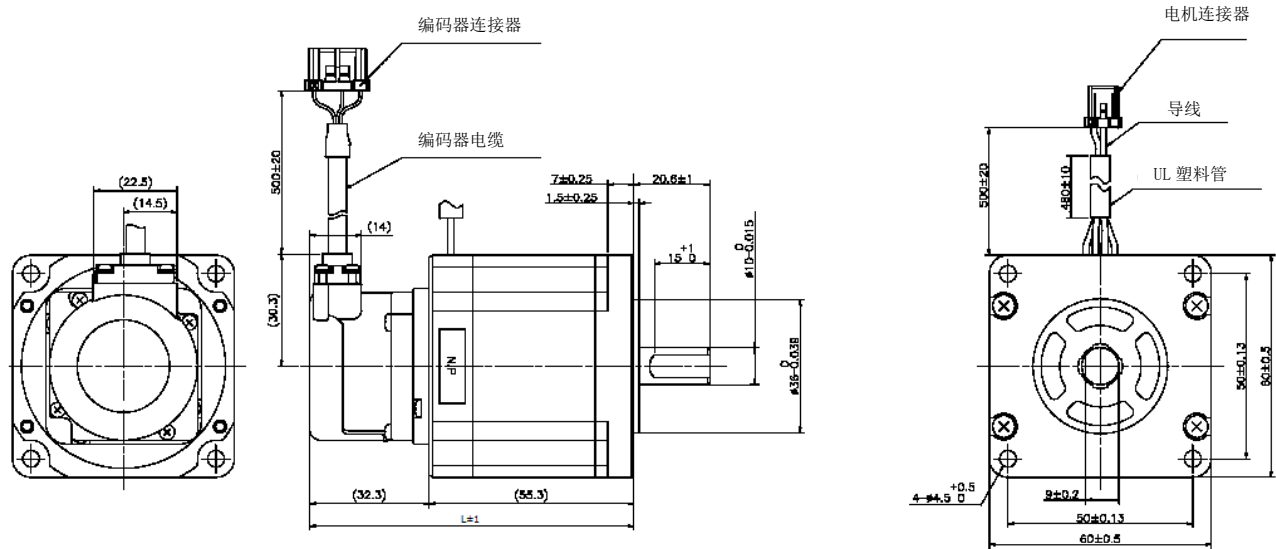
型号	电机长 (L)
PBM603DXK50	68.8
PBM604DXK50	100.8

■ PBM423DXR50



9.4 外形图

■ PBM60□DXR50



型号	电机长 (L)
PBM603DXR50	87.6
PBM604DXR50	119.6

No Text on This Page.

10章

可选配件

本章将对连接器·电缆、再生单元、设置软件进行说明。

10.1 可选配件一览表	10-1
10.2 连接器·电缆	10-2
10.3 再生单元	10-6
10.4 设置软件	10-8

10 章 可选配件

10.1 可选配件一览表

名称	型号	长度
电源用连接器	PBC10P0000A	—
电源电缆	PBC10P0010A	1m
	PBC10P0020A	2m
电源电缆(菊花链式用)	PBC10P0002B	0.2m
电机延长连接器	PBC8M0000A	—
电机延长电缆	PBC8M0010A	1m
	PBC8M0020A	2m
	PBC8M0030A	3m
编码器延长连接器	PBC7E0000A	—
编码器延长电缆	PBC7E0010A	1m
	PBC7E0020A	2m
	PBC7E0030A	3m
设置软件用 USB 通信电缆	AL-00896515-01	1m
	AL-00896515-02	2m
I/O 信号用连接器	PBC9S0000C	—
I/O 信号用电缆	PBC9S0010C	1m
再生单元	PBFE-02	—
设置软件(免费)	SANMOTION MOTOR 设置软件	—

- 若需上表长度以外的电缆时请咨询我司。
- 若需机器人电缆时请咨询我司。
- 线束组装需使用专用的压着工具、压接工具。
详情请参照各连接器制造商规格。
- 符合电缆、型号详情、连接器引脚排列请参照 3.2、3.3 章。

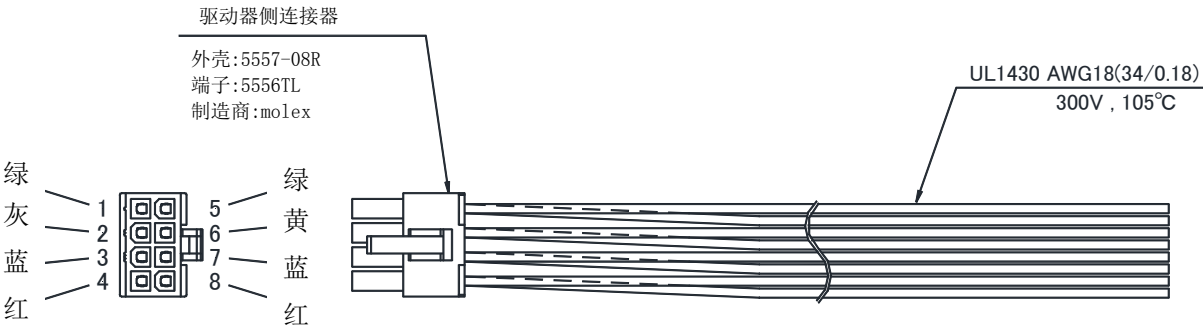
10.2 连接器·电缆

■ 电源连接器套件 型号:PBC10P0000A

制造商	名称	制造商型号	数量
日本 Molex 合同公司	外壳	5557-08R-210	1
	端子	5556TL	8

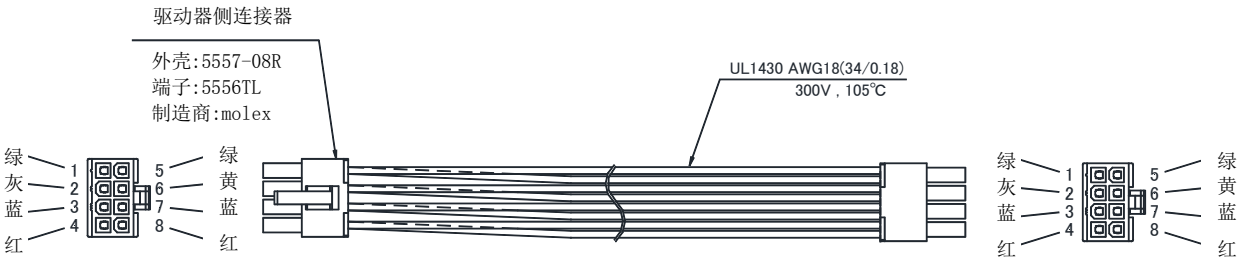
■ 电源电缆

型号	电缆长度
PBC10P0010A	1m
PBC10P0020A	2m



■ 电源电缆 (菊花链式用)

型号	电缆长度
PBC10P0002B	0.2m



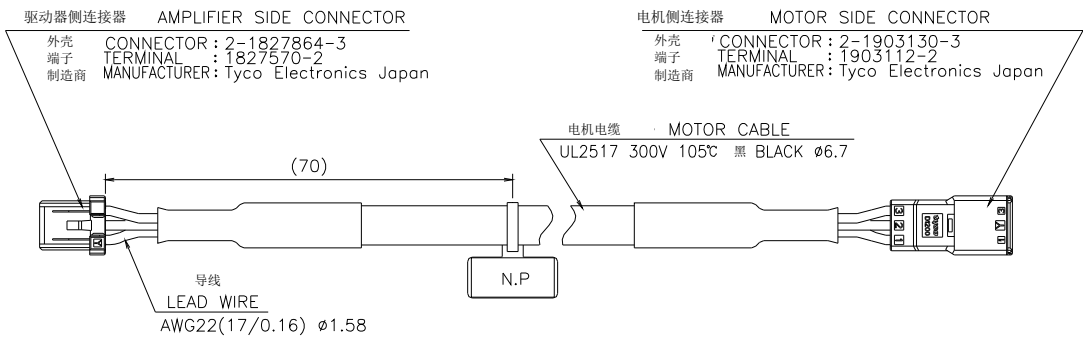
10 章 可选配件

■ 电机延长连接器 型号:PBC8M0000A

制造商	名称	制造商型号	数量
Tyco Electronics Japan	插头外壳	2-1827864-3	1
	插头端子	1827570-2	6
	接头外壳	2-1903130-3	1
	接头端子	1903112-2	6

■ 电机延长电缆

型号	电缆长度
PBC8M0010A	1m
PBC8M0020A	2m
PBC8M0030A	3m

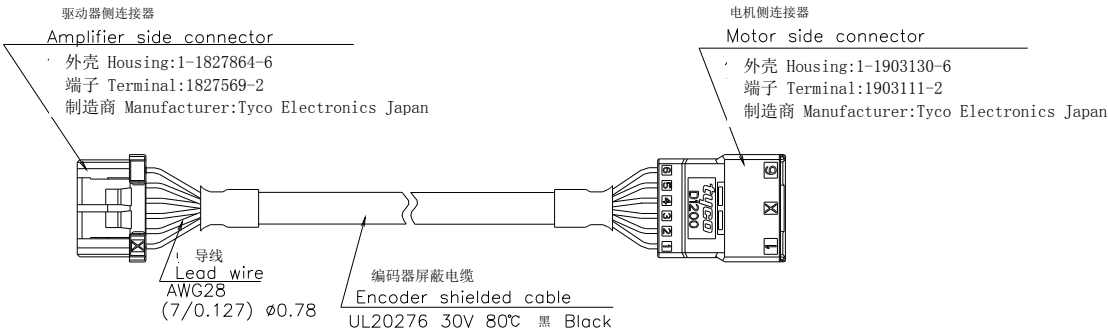


■ 编码器延长连接器套件 型号:PBC7E0000A

制造商	名称	制造商型号	数量
Tyco Electronics Japan	插头外壳	1-1827864-6	1
	插头端子	1827570-2	12
	接头外壳	1-1903130-6	1
	接头端子	1903112-2	12

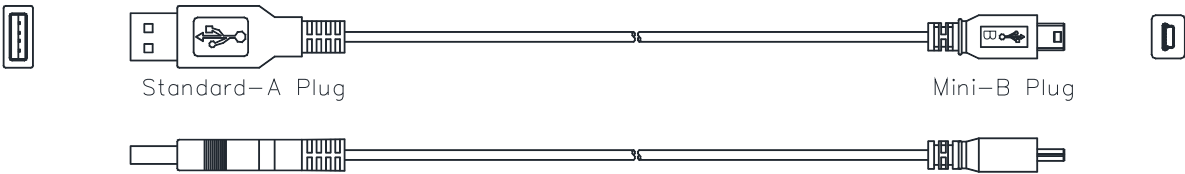
■ 编码器延长电缆

型号	电缆长度
PBC7E0010A	1m
PBC7E0020A	2m
PBC7E0030A	3m



■ 设置软件用 USB 通信电缆

型号	电缆长度
AL-00896515-01	1m
AL-00896515-02	2m



✓ 外观及规格有可能会在没有事先通知的情况下有所变更。

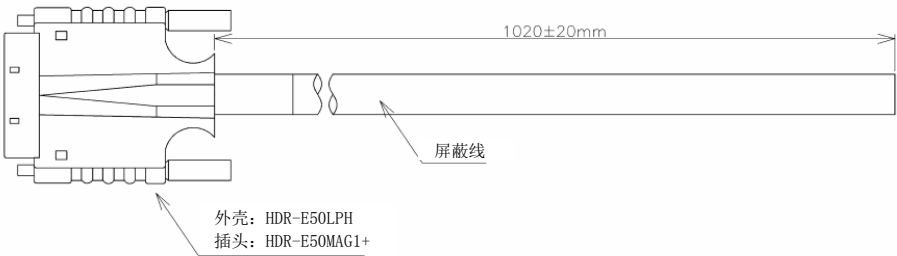
10 章 可选配件

■ I/O 信号用连接器 型号:PBC9S0000C

制造商	名称	制造商型号	数量
本多通信工业株式会社	外壳套件	HDR-E50LPH	1
	插头	HDR-E50MAG1+	1

■ I/O 信号用电缆

型号	电缆长度
PBC9S0010C	1m



引脚 编号	信号名称	导线 颜色	标记 类型	标记 颜色	引脚 编号	信号名称	导线 颜色	标记 类型	标记 颜色
1	COM1	橙	1	红	26	OUT1	黄	3	红
2	COM1	橙	1	黑	27	OUT1G	黄	3	黑
3	NLMT1	灰	1	红	28	OUT2	粉	3	红
4	PLMT1	灰	1	黑	29	OUT2G	粉	3	黑
5	HOME1	白	1	红	30	OUT3	橙	4	红
6	TPRB1	白	1	黑	31	OUT3G	橙	4	黑
7	NLMT2	黄	1	红	32	OUT4	灰	4	红
8	PLMT2	黄	1	黑	33	OUT4G	灰	4	黑
9	HOME2	粉	1	红	34	OUT5	白	4	红
10	TPRB2	粉	1	黑	35	OUT5G	白	4	黑
11	NLMT3	橙	2	红	36	OUT6	黄	4	红
12	PLMT3	橙	2	黑	37	OUT6G	黄	4	黑
13	HOME3	灰	2	红	38	OUT7	粉	4	红
14	TPRB3	灰	2	黑	39	OUT7G	粉	4	黑
15	NLMT4	白	2	红	40	OUT8	橙	5	红
16	PLMT4	白	2	黑	41	OUT8G	橙	5	黑
17	HOME4	黄	2	红	42	OUT9	灰	5	红
18	TPRB4	黄	2	黑	43	OUT9G	灰	5	黑
19	N.C	粉	2	红	44	OUT10	白	5	红
20	N.C	粉	2	黑	45	OUT10G	白	5	黑
21	N.C	橙	3	红	46	OUT11	黄	5	红
22	N.C	橙	3	黑	47	OUT11G	黄	5	黑
23	N.C	灰	3	红	48	OUT12	粉	5	红
24	N.C	灰	3	黑	49	OUT12G	粉	5	黑
25	N.C	白	3	红	50	N.C	白	3	黑

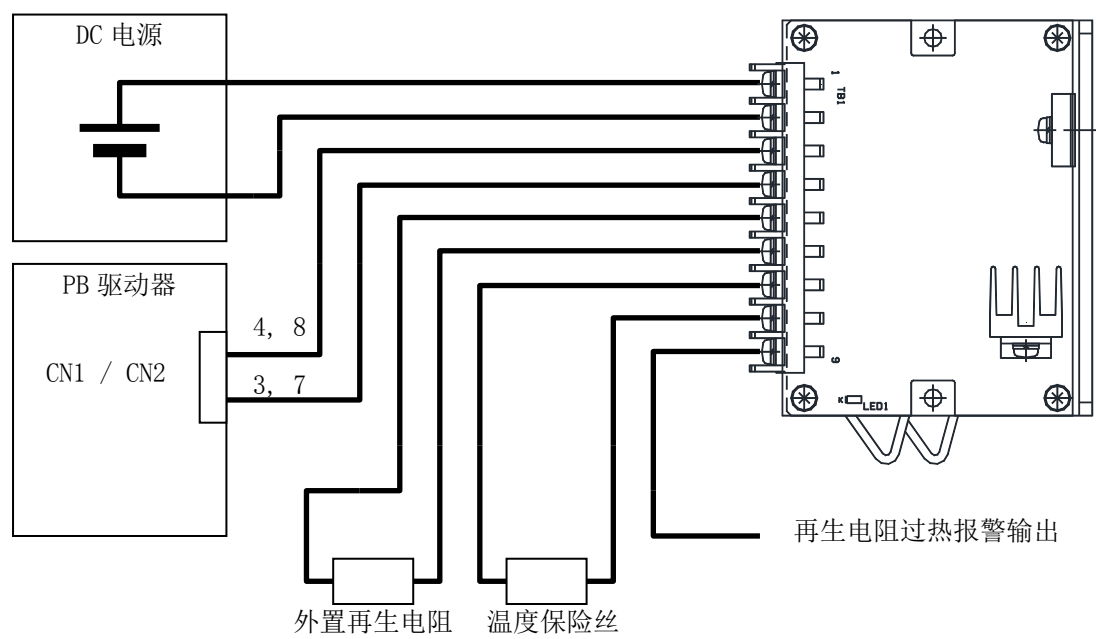
标记类型	线 状
1	—
2	— —
3	— — —
4	— — — —
5	— — — — — (连接)

10.3 再生单元

驱动器内部未内置再生控制电路。由于负载、动作条件原因导致再生电压大于 55V 时，请务必连接再生单元。电机尺寸为 60 角时，设置装置时请连接再生单元后再确认动作。

- ✓ 请注意再生电压大于 65V 时可能导致驱动器破损。
- ✓ 内置 10 Ω, 60W 再生电阻。再生电阻过热或发生再生异常时，需变更再生电阻。若有此类情况请咨询我司。

再生单元外部接线图



- ✓ 单元内置再生电阻(无温度保险丝)。
- ✓ 若需外部再生电阻或温度保险丝时，请咨询我司。

端子台引脚排列

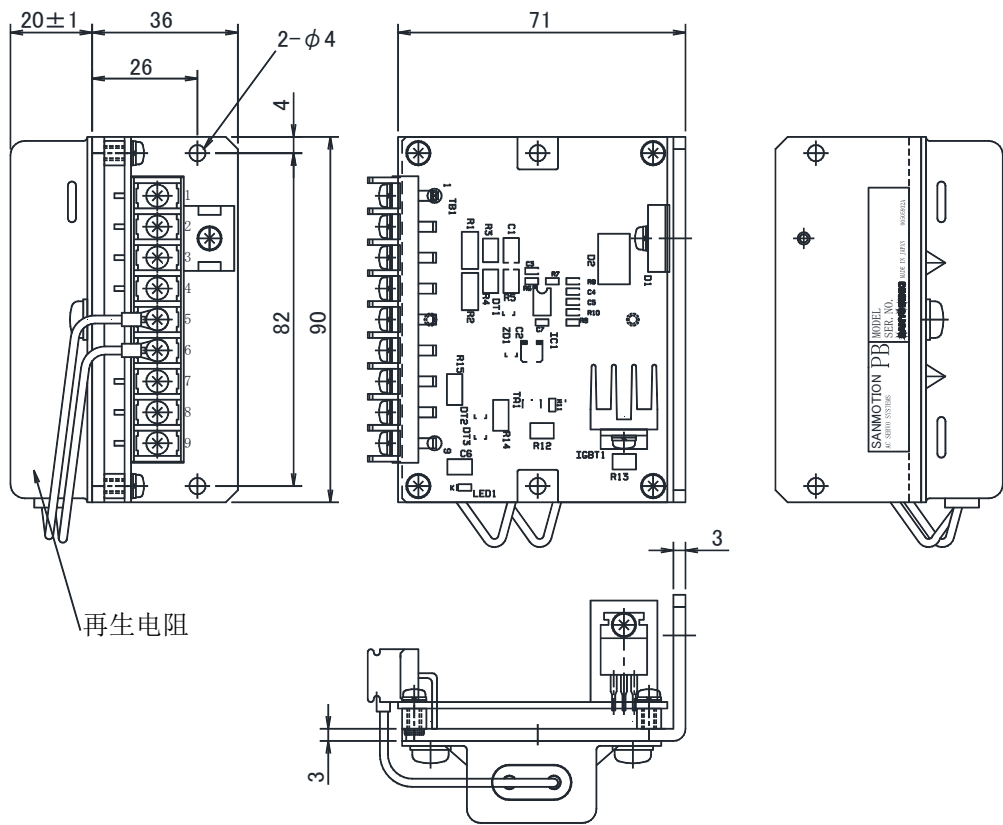
引脚编号	功能	引脚编号	功能	引脚编号	功能
1	电源 24/48V	4	驱动器电源 GND	7	温度保险丝
2	电源 GND	5	再生电阻	8	温度保险丝
3	驱动器电源 24/48V	6	再生电阻	9	过热报警输出

10 章 可选配件

■ 再生单元标准规格

型号			PBFE-02
内置再生电阻			10 Ω, 60W(无温度保险丝)
电源	单电源		DC24V/48V±10%
	消耗电流最大值		0.04A
环境	环境温度	使用时	0～55℃
		保存时	-20～70℃
	使用·保存湿度		90%RH 以下(无结露)
	耐振动		0.5G(频率范围 10～55 Hz X, Y, Z 各个方向 2h 试验得出)
结 构			开放式框架结构
质 量			约 0.35kg
外形寸法(托盘)			W90×H56×D71mm
端子台			OTB-755B-9P-C-4L-WS(0SADA) 连接螺丝:M3×6L

■ 再生单元外形图



10.4 设置软件

- 连接设置软件
请使用市场上销售的电缆(驱动器侧为 mini-B)。

- SANMOTION MOTOR 设置软件
系统环境

PC	IBM PC/AT 兼容机
存储器	512MB 以上可用内存
可用硬盘空间	600MB 以上 (包含 Microsoft .NET Framework 3.5)
显示器	1024×768 以上的分辨率, 32bit 色彩表现
对应 OS	Windows® XP Service Pack3 以上 Windows® Vista Windows® 7 Windows®10 ※各 OS 版本皆可。
必要软件	执行本软件需要以下组件。安装时, 若未安装以下组件时将自动安装该组件。 ·Microsoft .NET Framework 3.5 ·Crystal Reports Basic Runtime for Visual Studio 2008

- ◆ 请在我司主页上(<http://www.sanyodenki.co.jp>)下载设置软件。

No Text on This Page.

改定年月日		
初版	2017 年	3 月
第二版 (B)	2018 年	4 月
第三版 (C)	2018 年	6 月



■ECO PRODUCTS 简介

致力开发以环境考量为依归的产品，制定符合环境要求的标准，将满足该条件的产品视为符合环境设计的产品即“ECO PRODUCTS”。符合此标准的产品以右图标志标识。

■使用注意事项

若不遵守右边所述注意事项，有可能造成中度伤害，轻伤或财物损失；甚至还有可能造成更严重的后果。请务必遵守！

⚠ 注意

- 在使用本产品之前请务必阅读说明书。
- 在应用于关系到生命的医疗仪器等设备中时，请事先与我公司联系，采取充分的安全措施。
- 在应用于会对社会、公共环境产生严重影响和设备时，请事先与我公司联系。
- 不可在车、船等振动的环境中使用。
- 请不要对设备进行改装、加工。
- 本产品目录中的驱动器仅适用于普通产业，若需要应用于航空、航天、原子能、电力、海底中继设备等特殊用途时，请事先与我公司联系。

※若您对上述内容有不明确或疑问之处，请与我公司联系。

SANYO DENKI CO., LTD.

3-33-1 Minami-Otsuka, Toshima-ku, Tokyo 170-8451, Japan

<https://www.sanyodenki.com>

TEL: +81 3 5927 1020

FAX: +81 3 5952 1600

山洋电气(上海)贸易有限公司	上海市长宁区仙霞路 319 号远东国际广场 A 栋 2106-2110 室	TEL: +86 21 6235 1107 FAX: +86 21 6278 8289
山洋电气(上海)贸易有限公司 北京分公司	北京市东城区建国门内大街 8 号中粮广场 B1222 室	TEL: +86 10 6522 2160 FAX: +86 10 6522 8692
山洋電氣(香港)有限公司	香港九龙尖沙咀东部科学馆道 1 号康宏广场南座 23 楼 2305 室	TEL: +852 2312 6250 FAX: +852 2312 6220
山洋电气贸易(深圳)有限公司	深圳市福田区福华三路 168 号深圳国际商会中心 2 楼 02-11	TEL: +86 755 3337 3868 FAX: +86 755 2583 2321
山洋电气贸易(深圳)有限公司 天津分公司	天津市河西区解放南路 256 号泰达大厦 16 层 AB 室	TEL: +86 22 2320 1186 FAX: +86 22 2320 1058
山洋电气贸易(深圳)有限公司 成都分公司	四川省成都市锦江区总府路 2 号时代广场 A 座 21 楼 2105B	TEL: +86 28 8661 6901 FAX: +86 28 8661 6761

本使用说明书中记载的公司名称和商品名称分别是各公司的商号、商标或注册商标。

※本使用说明书中所述内容如有变更，恕不另行通知，敬请谅解。

本中文说明书为日文原文翻译版。