

三菱电机AC伺服系统

MITSUBISHI ELECTRIC SERVO SYSTEM  
**MELSERVO-J5**

MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1  
用户手册  
(通信功能篇)

---

-MR-J5-  -  -  -N1  
-MR-J5W-  -  -G-N1





# 安全注意事项

使用前请务必阅读

安装、运行、维护及检查之前，应仔细阅读本手册、使用说明书及附带资料，以便正确使用。应在充分了解设备的相关知识、安全信息及注意事项后使用。





在本手册中，安全注意事项分为“警告”及“注意”两个等级。

 <b>警告</b>	表示错误操作可能造成危险后果，导致死亡或重伤事故。
 <b>注意</b>	表示错误操作可能造成危险后果，导致中度伤害、轻伤及设备损失。

即使是在注意中记载的内容，根据状况也有可能引发严重后果。

两者所记均为重要内容，请务必遵守。

禁止及强制图标的说明如下所示。

	表示禁止（严禁采取的行为）。例如，“严禁烟火”为  。
	表示强制（必须采取的行为）。例如，需要接地时为  。

在本手册中，将会造成设备损失的注意事项及其它功能等的注意事项作为“要点”进行区分。

仔细阅读本手册后请妥善保管，以便使用者可以随时取阅。

## [安装/接线]

---

### 警告

- 应在关闭电源经过15分钟后，再进行接线作业及检查，否则会导致触电。
  - 应对伺服放大器进行接地作业，否则会导致触电。
  - 应由专业技术人员进行接线作业，否则会导致触电。
  - 应在安装伺服放大器后再对其接线，否则会导致触电。
  - 应将伺服放大器的保护接地（PE）端子连接到控制柜的保护接地（PE）端子上接入大地，以防止触电。
  - 请勿触摸导电部位，否则会导致触电。
- 

## [设定/调整]

---

### 警告

- 请勿用潮湿的手操作开关，否则会导致触电。
- 

## [运行]

---

### 警告

- 请勿用潮湿的手操作开关，否则会导致触电。
- 

## [维护]

---

### 警告

- 应由专业技术人员进行检查，否则会导致触电。
  - 请勿用潮湿的手操作开关，否则会导致触电。
-

# 关于手册

## 要点

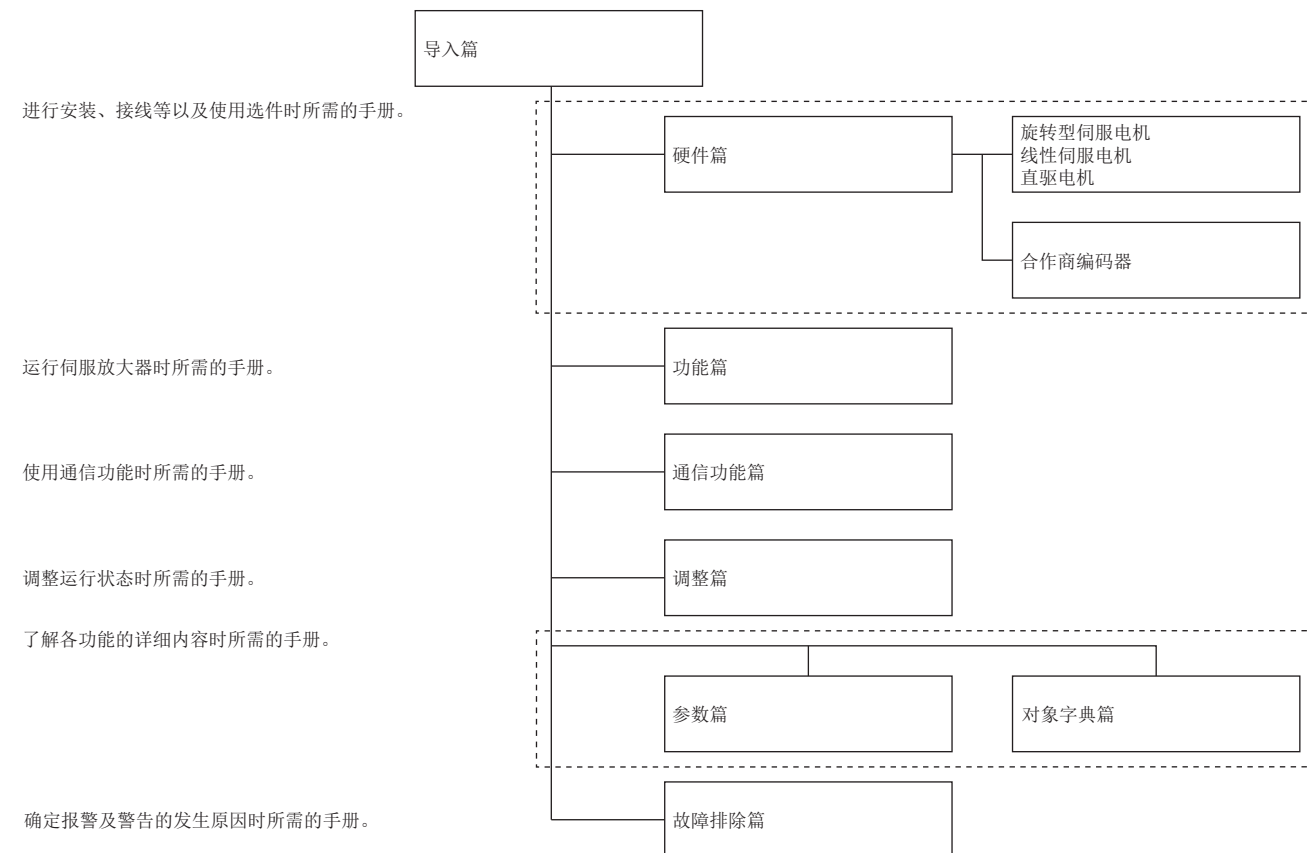
e-Manual是使用专业工具可以阅览的三菱电机FA电子书籍手册。

e-Manual具有下述特点。

- 从多个手册可以批量检索希望寻找的信息（手册交叉搜索）
- 从手册内的链接可以参照其他手册
- 通过产品的插图可以阅览想要知道的硬件规格
- 频繁参照的信息可以登录至收藏夹
- 样本程序可以复制到工程工具

初次使用时，为了安全地使用本伺服应根据需要准备以下相关手册。根据伺服放大器的接口不同所使用的手册也不同。关于详细内容，请参照用户手册（导入篇）。可以从三菱电机FA网站下载最新的e-Manual和PDF手册。

[www.MitsubishiElectric.co.jp/fa](http://www.MitsubishiElectric.co.jp/fa)



# 目录

安全注意事项 . . . . .	1
关于手册 . . . . .	3
<b>第1章 功能和构成</b>	<b>6</b>
1.1 概要 . . . . .	6
CiA 402 Drive Profile . . . . .	6
控制模式 . . . . .	6
1.2 功能一览 . . . . .	8
1.3 工程工具 . . . . .	8
工程工具一览 . . . . .	8
<b>第2章 EtherCAT通信</b>	<b>9</b>
2.1 通信规格 . . . . .	9
2.2 EtherCAT State Machine (ESM) . . . . .	10
通信状态 . . . . .	10
EtherCAT状态 . . . . .	11
<b>第3章 对象字典 (OD) 的概要</b>	<b>12</b>
3.1 对象字典的分类定义 . . . . .	12
3.2 对象字典数据的保存 . . . . .	13
Store parameters . . . . .	13
Restore default parameters . . . . .	13
<b>第4章 PDO通信 (Process Data Object)</b>	<b>14</b>
4.1 PDO通信周期 . . . . .	14
4.2 PDO设定相关对象 . . . . .	15
4.3 PDO默认映射 . . . . .	16
RxPDO默认映射 . . . . .	16
TxPDO默认映射 . . . . .	17
4.4 可变PDO映射 . . . . .	18
4.5 映射必须对象 . . . . .	19
RxPDO . . . . .	19
TxPDO . . . . .	19
<b>第5章 SDO通信 (Service Data Object)</b>	<b>20</b>
5.1 SDO通信相关服务 . . . . .	20
5.2 SDO Abort Code . . . . .	21
<b>第6章 同步</b>	<b>22</b>
6.1 控制模式和同步模式的对应 . . . . .	22
6.2 同步模式 (DC mode) . . . . .	22
6.3 非同步模式 (Free-run mode) . . . . .	23
<b>第7章 CiA 402 Drive Profile</b>	<b>24</b>
7.1 PDS状态转换 . . . . .	24
7.2 Controlword/Control DI . . . . .	27
Controlword的Bit定义 . . . . .	27

Control DI位定义 . . . . .	28
<b>7.3 Statusword/Status D0 . . . . .</b>	<b>33</b>
Statusword的Bit定义 . . . . .	33
Status D0位定义 . . . . .	34
<b>7.4 控制模式 . . . . .</b>	<b>40</b>
控制模式的选择 (Modes of operation) . . . . .	40
控制切换 . . . . .	40
<b>第8章 启动 . . . . .</b>	<b>42</b>
<b>8.1 关于绝对位置检测系统 . . . . .</b>	<b>42</b>
概要 . . . . .	42
注意事项及限制事项 . . . . .	42
启动步骤 . . . . .	43
<b>8.2 Ethernet电缆的连接 . . . . .</b>	<b>44</b>
<b>8.3 设置步骤示例 . . . . .</b>	<b>45</b>
控制器的设定 . . . . .	45
通信的建立 . . . . .	47
伺服电机的运行 . . . . .	47
网络切断 . . . . .	47
<b>第9章 厂商固有功能 . . . . .</b>	<b>48</b>
<b>9.1 转矩限制选择 . . . . .</b>	<b>48</b>
Torque limit . . . . .	48
修订记录 . . . . .	50
质保 . . . . .	51
商标 . . . . .	52

# 1 功能和构成

## 1.1 概要

EtherCAT是Ethernet for Control Automation Technology的简称。它是由BECKHOFF公司研发的，使用实时以太网在主站与从站之间进行开放式网络通信。由ETG (EtherCAT Technology Group) 进行管理。

伺服放大器作为遵循CAN application protocol over EtherCAT (CoE) 标准的从站进行动作。设备类型为动力驱动系统，支持CiA 402 Drive Profile。

### CiA 402 Drive Profile

作为遵循CAN application protocol over EtherCAT (CoE) 标准的从站进行动作。设备类型为动力驱动系统，支持CiA 402 Drive Profile。

### 控制模式

支持下述各种控制模式。

控制模式	简称	内容
循环同步位置模式	csp	通过与控制器的同步或非同步通信，按照固定周期来接收位置指令并驱动伺服电机的控制模式。指令应使用绝对位置地址。
循环同步速度模式	csv	通过与控制器的同步或非同步通信，按照固定周期来接收速度指令并驱动伺服电机的控制模式。
循环同步转矩模式	cst	通过与控制器的同步或非同步通信，按照固定周期来接收转矩指令并驱动伺服电机的控制模式。
轨迹位置模式	pp	通过与控制器的同步或非同步通信，接收终点位置指令并驱动伺服电机的定位控制模式。指令应使用绝对位置地址或相对位置地址。
轨迹速度模式	pv	通过与控制器的同步或非同步通信，接收目标速度指令并驱动伺服电机的控制模式。
轨迹转矩模式	tq	通过与控制器的同步或非同步通信，接收目标转矩指令并驱动伺服电机的控制模式。
原点复位模式	hm	按照控制器指示的方法进行原点复位的控制模式。



## 标准规格

伺服放大器遵循以下规格书的内容。关于本手册中未记载的内容，请参照以下规格书。

规格书	版本
ETG.1000.2 EtherCAT Specification - Part2 Physical Layer service definition and protocol specification	V1.0.4
ETG.1000.3 EtherCAT Specification - Part3 Data Link Layer service definition	V1.0.4
ETG.1000.4 EtherCAT Specification - Part4 Data Link Layer protocol specification	V1.0.4
ETG.1000.5 EtherCAT Specification - Part5 Application Layer service definition	V1.0.4
ETG.1000.6 EtherCAT Specification - Part6 Application Layer protocol specification	V1.0.4
ETG.1020 EtherCAT Protocol Enhancements	V1.2.0
ETG.1300 EtherCAT Indicator and Labeling Specification	V1.1.1
ETG.2000 EtherCAT Slave Information (ESI) Specification	V1.0.10
ETG.6010 Implementation Directive for CiA 402 Drive Profile	V1.1.0
IEC 61800-7-201 Adjustable speed electrical power drive systems - Part 7-201: Generic interface and use of profiles for power drive systems - Profile type 1 specification	Edition 2.0
Adjustable speed electrical power drive systems - Part 7-301: Generic interface and use of profiles for power drive systems - Mapping of profile type 1 to network technologies	Edition 2.0

## 1.2 功能一览

关于EtherCAT相关的跨设备的功能以及系统整体相关的功能，记载如下。

分类	小分类	功能	内容	详细说明章节
网络	开放式网络	EtherCAT协议	支持EtherCAT。	☞ 9页 通信规格
		EtherCAT通信设定	对控制模式及网络通信进行设定。	☞ 42页 启动
	远程维护	File access over EtherCAT (FoE)	可经由网络对设备的固件进行升级的功能。关于详细内容，请咨询营业窗口。	—
	Profile	ESI	记载有从站固有信息（厂商信息、产品信息、Profile、对象等）的设定文件。应将ESI文件存储在控制器中使用。	—
应用程序功能	同步	分布式时钟（DC）	可以使用DC模式。	☞ 22页 同步

## 1.3 工程工具

通信所使用的工程工具的主要用途如下。关于具体的使用方法，请参照工程工具的手册及控制器的手册。

### 工程工具一览

要使用的工程工具如下所示。

工程工具	内容
MR Configurator2	使用计算机进行伺服放大器的调整、监视显示、诊断、参数的读取/写入及试运行的软件。进行行程限位、绝对位置检测系统、通信异常检测时间等的设定。

# 2 EtherCAT通信

## 2.1 通信规格

通信规格如下所示。

项目	内容	备注
EtherCAT通信规格	IEC 61158 Type12 CAN application protocol over EtherCAT (CoE), IEC 61800-7 CiA 402 Drive Profile	—
物理层	100BASE-TX (IEEE802.3)	—
通信连接器	RJ45 2端口 (IN port、OUT port)	—
通信电缆	电缆种类	类别5e以上、(附带双层屏蔽、STP) 直通电缆
	规格	满足以下任意一个规格的电缆。 • IEEE802.3 100BASE-TX • ANSI/TIA/EIA-568-B (Category 5e)
	连接器	附带屏蔽的RJ-45
网络拓扑	总线型、树型、星型及其混合连接	—
通信速度	100 Mbps (全双工)	—
站间传送距离	最长100 m	—
连接节点数	最多65535	实际使用连接节点数根据主站控制器的规格而定
SDO (Mailbox) 通信	非同步 收发: 各1通道	收发的最大尺寸 各1486字节
PDO (Process Data) 通信 *1	循环时间: 从0.125 ms、0.25 ms、0.5 ms、1 ms、 2 ms、4 ms、8 ms中选择 接收 (RxPDO) 1通道 发送 (TxPDO) 1通道	多轴伺服放大器不支持通信周期0.125 ms。
PDO映射	支持可变PDO映射	• RxPDO及TxPDO的最大尺寸 ☞ 18页 可变PDO映射 • 最多对象映射个数 MR-J5-G-N1: 32个 MR-J5W2-G-N1: 64个 MR-J5W3-G-N1: 96个
分布式时钟 (DC)	可以选择DC模式、Free-run模式	Sync0: 周期设定为与PDO通信周期相同 Sync1: 不使用
Explicit Device Identification	对应	—
LED显示	RUN、ERROR、LINK/Activity (IN、OUT)	—

\*1 使用的功能不同时，通信周期也有限制。关于详细内容，请参照以下手册的“功能限制”。

☞ MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册 (导入篇)

## 2.2 EtherCAT State Machine (ESM)

伺服放大器的通信状态，通过EtherCAT标准规定的EtherCAT State Machine (ESM) 进行区分并进行管理。  
多轴伺服放大器的通信状态则以站单位（所有轴通用）进行转换。

### 通信状态

通信状态的区分如下表所示。通信分为PDO通信和SDO通信，PDO通信（过程数据对象）是以一定周期收发指令数据及反馈数据的通信，SDO通信（服务数据对象）是在非同步时收发对象数据的通信。

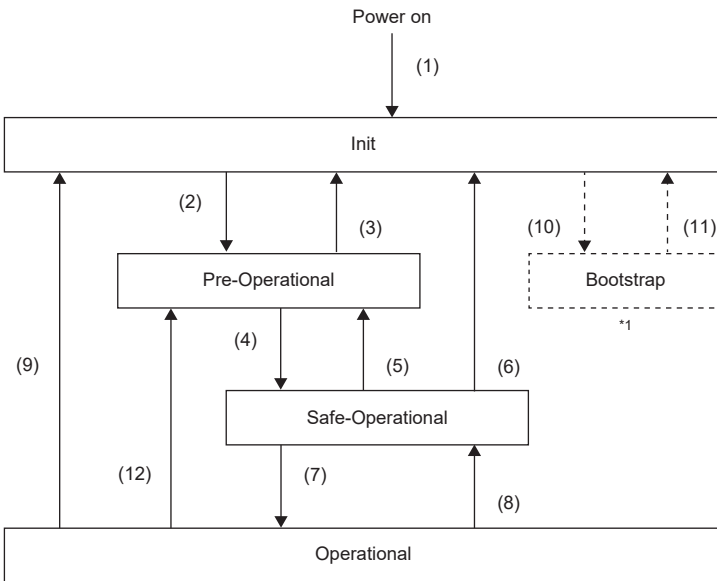
☞ 14页 PDO通信 (Process Data Object)

☞ 20页 SDO通信 (Service Data Object)

ESM状态	内容
Init	接通电源后的ESM状态为init状态。不能进行SDO通信及PDO通信。主站对DL-Information寄存器进行访问，并进行通信初始化。
Pre-Operational	可进行SDO通信的状态。不能进行PDO通信。在改状态下进行网络的初始设定和参数的初始传送。
Safe-Operational	可进行SDO通信的状态。虽然也可进行PDO通信，但伺服电机驱动等的所有操作（指令）均无效。选择了DC模式时，该状态下可以建立同步。
Operational	SDO通信及PDO通信均可进行。PDO通信的指令有效，可以驱动伺服电机。
Bootstrap	可根据FoE协议进行mailbox通信。经由EtherCAT进行固件更新时的状态。（厂商设定用）

# EtherCAT状态

从Init状态开始，经过Pre-Operational、Safe-Operational，转换至Operational状态后，可运行伺服电机。从Operational状态转换至其他状态时，伺服放大器进行初始化处理，并清除内部的状态。




\*1 厂商设定用的状态。

转换编号	内容
(1)	接通电源
(2)	SDO通信的环境配置 • 主站设定从站的DL Address寄存器及SDO通信用Sync Manager通道。 • 主站请求从站进行Pre-Operational状态转换。 • 转换至Pre-Operational状态。
(4)	PDO通信的环境配置 • 通过SDO通信，设定主站的环境配置参数（PDO映射等）。 • 主站设定从站的PDO通信用Sync Manager通道及FMMU通道。FMMU (Fieldbus Memory Management Unit) 是在EtherCAT中，对PDO通信所使用的全局地址空间与各站内保持对象数据的本地地址空间的对应关系进行管理的单元。 • 主站请求从站进行Safe-Operational状态转换。 • 转换至Safe-Operational状态。
(7)	同步 • 主站及从站使用Distributed Clocks进行站间同步。 • 主站开始输出有效指令值。 • 主站请求从站进行Operational状态转换。 • 转换至Operational状态。
(5)、(12)	主站请求了从站进行Pre-Operational状态转换时，转换至Pre-Operational状态。
(8)	主站请求了从站进行Safe-Operational状态转换时，转换至Safe-Operational状态。
(3)、(6)、(9)、(11)	以下情况下，转换至init状态。 主站请求了从站进行Init状态转换时
(10)	主站请求了从站进行Bootstrap状态转换时，转换至Bootstrap状态。

# 3 对象字典 (OD) 的概要

## 要点

关于对象字典的详细内容，请参照以下手册。  
 MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册 (对象字典篇)

可以将CAN application protocol over EtherCAT (CoE) 设备保持的控制参数、指令值、反馈值等各种数据作为根据Index值、对象名称、对象类型、R/W属性等构成的对象处理，在主站及从站设备之间进行数据交换。这些对象的集合体称为对象字典 (OD)。

## 3.1 对象字典的分类定义

在CAN application protocol over EtherCAT (CoE) 标准中，对象字典的对象因内容不同如下表所示按照Index分类。关于各对象的详细内容，请参照参照栏。

由于多轴伺服放大器是通过1个ESI对应所有轴的对象，因此第2轴之后的对象的地址 (Index) 与第1轴的地址不同。Index 1000h ~ 1FFFh支持所有轴通用对象，Index 2000h之后分别支持各轴的对象。通过使对象的地址 (Index) 可以进行偏置，从而可以指定各轴。

Index	内容	参照
1000h ~ 1FFFh	Communication Profile	 MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册 (对象字典篇)
2000h ~ 5FFFh	厂商定义的对象群	
6000h ~ 9FFFh	CiA 402 Drive Profile	
Index	内容	参照
0000h ~ 0FFFh	数据类型区域	—
1000h ~ 1FFFh	CoE Communication区域	 14页 PDO通信 (Process Data Object)  20页 SDO通信 (Service Data Object)  MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册 (对象字典篇)
2000h ~ 25FFh	伺服参数区域 (厂商固有) (A轴)	 MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册 (对象字典篇)
2A00h ~ 2FFFh	伺服控制指令、监视区域 (厂商固有) (A轴)	
3000h ~ 35FFh	伺服参数区域 (厂商固有) (B轴)	
3A00h ~ 3FFFh	伺服控制指令、监视区域 (厂商固有) (B轴)	
4000h ~ 45FFh	伺服参数区域 (厂商固有) (C轴)	
4A00h ~ 4FFFh	伺服控制指令、监视区域 (厂商固有) (C轴)	
6000h ~ 67FFh	CiA 402 Drive Profile区域 (A轴)	
6800h ~ 6FFFh	CiA 402 Drive Profile区域 (B轴)	
7000h ~ 77FFh	CiA 402 Drive Profile区域 (C轴)	

## 3.2 对象字典数据的保存

对象字典的数据分为保存至固定存储器的数据和不保存至固定存储器的数据。将对象字典的数据保存至固定存储器时，应使用 [Store parameters (Obj. 1010h)]。

关于各对象的固定存储器是否可以保存，请参照下述手册。

📖 MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册（对象字典篇）

### Store parameters

可以通过在 [Store parameters (Obj. 1010h: 01h)] 中写入“65766173h” (= “save”的ASCII代码的逆序)，将对象的设定值保存到伺服放大器的固定存储器中。

此外，由于 [Save all parameters (Obj. 1010h: 01h)] 要写入所有参数，因此最长需要大约25 s的时间。请勿在写入过程中切断电源。

Index	Sub	Object	Name	Data Type	Access	Description
1010h	0	ARRAY	Store parameters	U8	ro	条目数
	1		Save all parameters	U32	rw	保存所有参数

读取 [Save all parameters (Obj. 1010h: 01h)] 后，将变为如下所示的值。位0在执行参数保存时为“0”，参数保存的非执行状态下为“1”。

Bit	内容
0	0: 不能根据指令保存对象（正在执行保存） 1: 可以根据指令保存对象（保存的非执行状态）
1	0: 不自动保存

#### 注意事项

在执行了Store parameters后切断电源时，应在确认为保存的非执行状态（位0为0N）后再切断电源。

### Restore default parameters

可以将对象改写成出厂状态。

在 [Restore all default parameters (Obj. 1011h: 01h)] 中写入“64616F6Ch” (= “load”的ASCII代码的逆序)，重新接通电源后，即执行对象的初始化。如果写入“load” (= 64616F6Ch) 以外的值，将发生错误。初始化最长需要大约25 s的时间。

Index	Sub	Object	Name	Data Type	Access	Description
1011h	0	ARRAY	Restore default parameters	U8	ro	条目数
	1		Restore all default parameters	U32	rw	所有参数初始化

读取 [Restore all default parameters (Obj. 1011h: 01h)] 后，将显示“00000001h”（指令有效）。

# 4 PDO通信 (Process Data Object)

通过PDO通信 (Process Data Object)，可以在主站 (控制器) 与从站 (伺服放大器) 之间，以一定周期收发指令数据及反馈数据。PDO中有从站接收控制器的指令数据的RxPDO，以及从站向控制器发送状态数据的TxPDO。



另外，通过PDO通信的可变PDO映射功能，可将多个PDO以任意排序同时进行收发。

## 4.1 PDO通信周期

伺服放大器收发数据时，RxPDO与TxPDO以相同周期进行通信。

在Pre-Operational状态中通过SDO download改写 [Cycle Time (Obj. 1C32h: 02h)]，可经由网络变更通信周期。



## 4.2 PDO设定相关对象

PDO设定的相关对象如下表所示。

Index	Sub	Object	Name	Data Type	Access	Description
1C32h	0	RECORD	SM output parameter	U8	ro	MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册 (对象字典篇)
	1		Synchronization Type	U16	rw	
	2		Cycle time	U32	rw	
	4		Synchronization types supported	U16	ro	
	5		Minimum cycle time	U32	ro	
	6		Calc and copy time	U32	ro	
	9		Delay time	U32	ro	
	12		Cycle time too small	U16	ro	
1C33h	0	RECORD	SM input parameter	U8	ro	
	1		Synchronization type	U16	rw	
	2		Cycle time	U32	rw	
	4		Synchronization types supported	U16	ro	
	5		Minimum cycle time	U32	ro	
	6		Calc and copy time	U32	ro	
	9		Delay time	U32	ro	
	12		Cycle time too small	U16	ro	

## 4.3 PDO默认映射

### 要点

伺服放大器支持可任意选择通过PDO通信收发对象的可变PDO映射功能。关于PDO映射的变更，请参照下述章节。

☞ 18页 可变PDO映射

### RxPDO默认映射

默认的映射设定，通过RxPDO将指令数据按照下表所示顺序从主站（控制器）发送至从站（伺服放大器）。

映射编号	映射初始设定	初始映射的设想应用程序
1st RxPDO映射 A轴: 1600h B轴: 1610h C轴: 1620h	Modes of operation (Obj. 6060h) Padding (1字节) Controlword (Obj. 6040h) Control DI 1 (Obj. 2D01h) Control DI 2 (Obj. 2D02h) Control DI 3 (Obj. 2D03h) Target position (Obj. 607Ah) Target velocity (Obj. 60FFh) Velocity limit value (Obj. 2D20h) Target torque (Obj. 6071h)	循环同步位置模式 (csp) 循环同步速度模式 (csv) 循环同步转矩模式 (cst) 原点复位模式 (hm) 切换上述模式并向所使用的应用程序进行的映射。 可以与以下功能同时使用。 • 速度限制功能 (cst时) 映射大小: 24字节
2nd RxPDO映射 A轴: 1601h B轴: 1611h C轴: 1621h	Modes of operation (Obj. 6060h) Padding (1字节) Controlword (Obj. 6040h) Control DI 1 (Obj. 2D01h) Control DI 2 (Obj. 2D02h) Control DI 3 (Obj. 2D03h) Target position (Obj. 607Ah) Target velocity (Obj. 60FFh) Velocity limit value (Obj. 2D20h) Target torque (Obj. 6071h) Profile velocity (Obj. 6081h) Profile acceleration (Obj. 6083h) Profile deceleration (Obj. 6084h) Torque slope (Obj. 6087h)	轨迹位置模式 (pp) 轨迹速度模式 (pv) 轨迹转矩模式 (tq) 原点复位模式 (hm) 切换上述模式并向所使用的应用程序进行的映射。 可以与以下功能同时使用。 • 速度限制功能 (tq时) 映射大小: 42字节
3rd RxPDO映射 A轴: 1602h B轴: 1612h C轴: 1622h	Modes of operation (Obj. 6060h) Padding (1字节) Controlword (Obj. 6040h) Control DI 1 (Obj. 2D01h) Control DI 2 (Obj. 2D02h) Control DI 3 (Obj. 2D03h) 厂商设定用 (Obj. 2D60h) Profile velocity (Obj. 6081h) Profile acceleration (Obj. 6083h) Profile deceleration (Obj. 6084h)	厂商设定用
4th RxPDO映射 A轴: 1603h B轴: 1613h C轴: 1623h	空	—

## TxPDO默认映射

默认的映射设定，通过TxPDO将伺服放大器的状态数据按照下表所示顺序发送至主站（控制器）。

映射编号	映射初始设定	初始映射的设想应用程序
1st TxPDO映射 A轴: 1A00h B轴: 1A10h C轴: 1A20h	Modes of operation display (Obj. 6061h) Padding (1字节) Statusword (Obj. 6041h) Status D0 1 (Obj. 2D11h) Status D0 2 (Obj. 2D12h) Status D0 3 (Obj. 2D13h) Position actual value (Obj. 6064h) Velocity actual value (Obj. 606Ch) Following error actual value (Obj. 60F4h) Torque actual value (Obj. 6077h)	循环同步位置模式 (csp) 循环同步速度模式 (csv) 循环同步转矩模式 (cst) 原点复位模式 (hm) 切换上述模式并向所使用的应用程序进行的映射。 或者切换以下模式并向所使用的应用程序进行的映射。 • 轨迹位置模式 (pp) • 轨迹速度模式 (pv) • 轨迹转矩模式 (tq) • 原点复位模式 (hm) 映射大小: 24字节
2nd TxPDO映射 A轴: 1A01h B轴: 1A11h C轴: 1A21h	Modes of operation (Obj. 6060h) Padding (1字节) Statusword (Obj. 6041h) Status D0 1 (Obj. 2D11h) Status D0 2 (Obj. 2D12h) Status D0 3 (Obj. 2D13h) Status D0 5 (Obj. 2D15h) Status D0 7 (Obj. 2D17h) Position actual value (Obj. 6064h) Velocity actual value (Obj. 606Ch) Following error actual value (Obj. 60F4h) Torque actual value (Obj. 6077h) 厂商设定用 (Obj. 2D6Ah) Padding (1字节) 厂商设定用 (Obj. 2D68h) 厂商设定用 (Obj. 2D69h)	厂商设定用
3rd TxPDO映射 A轴: 1A02h B轴: 1A12h C轴: 1A22h	空	—
4th TxPDO映射 A轴: 1A03h B轴: 1A13h C轴: 1A23h	空	—

## 4.4 可变PDO映射

### 要点

PDO映射的变更可在Pre-Operational状态时进行。

伺服放大器通过RxPDO及TxPDO收发数据时，支持可按照任意顺序配置任意对象的可变映射功能。

可变PDO映射的规格如下所示。

通信	最多对象个数	最大尺寸 [byte]	映射设定数
RxPDO	1轴伺服放大器: 32 2轴伺服放大器: 64 3轴伺服放大器: 96	参照以下	4 (1600h ~ 1603h/1610h ~ 1613h/ 1620h ~ 1623h)
TxPDO			4 (1A00h ~ 1A03h/1A10h ~ 1A13h/ 1A20h ~ 1A23h)

可对PDO分配的对象总字节数受通信周期限制。通信周期与PDO大小的关系如下所示。

通信周期 [ms]	1轴伺服放大器		2轴伺服放大器		3轴伺服放大器	
	RxPDO [字节]	TxPDO [字节]	RxPDO [字节]	TxPDO [字节]	RxPDO [字节]	TxPDO [字节]
0.125	64	64	—	—	—	—
0.25	64	64	108	120	120	120
0.5 ~ 8	64	64	108	120	144	162

PDO映射的对象如下表所示。

Index	Sub	Object	Name	Data Type	Access	Description
1600h	0	RECORD	1st Receive PDO Mapping	U8	rw	☐MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册 (对象字典篇)
	1 ~ 32		Mapped Object 001 ~ Mapped Object 032	U32	rw	
1601h	0	RECORD	2nd Receive PDO Mapping	U8	rw	
	1 ~ 32		Mapped Object 001 ~ Mapped Object 032	U32	rw	
1602h	0	RECORD	3rd Receive PDO Mapping	U8	rw	
	1 ~ 32		Mapped Object 001 ~ Mapped Object 032	U32	rw	
1603h	0	RECORD	4th Receive PDO Mapping	U8	rw	
	1 ~ 32		Mapped Object 001 ~ Mapped Object 032	U32	rw	
1A00h	0	RECORD	1st Transmit PDO Mapping	U8	rw	
	1 ~ 32		Mapped Object 001 ~ Mapped Object 032	U32	rw	
1A01h	0	RECORD	2nd Transmit PDO Mapping	U8	rw	
	1 ~ 32		Mapped Object 001 ~ Mapped Object 032	U32	rw	
1A02h	0	RECORD	3rd Transmit PDO Mapping	U8	rw	
	1 ~ 32		Mapped Object 001 ~ Mapped Object 032	U32	rw	
1A03h	0	RECORD	4th Transmit PDO Mapping	U8	rw	
	1 ~ 32		Mapped Object 001 ~ Mapped Object 032	U32	rw	
1C12h	0	ARRAY	Sync Manager 2 PDO Assignment	U8	rw	
	1		PDO Mapping object index of assigned RxPDO	U16	rw	
	2					
	3					
1C13h	0	ARRAY	Sync Manager 3 PDO Assignment	U8	rw	
	1		PDO Mapping object index of assigned TxPDO	U16	rw	
	2					
	3					

## 4.5 映射必须对象

各模式所需对象如下所示。

### RxPDO

对象名 (Index)	模式 *1						
	csp	csv	cst	pp	pv	tq	hm
Controlword (6040h)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Control DI 1 (2D01h) 增益切换	○	○	—	○	○	—	—
Control DI 2 (2D02h) 比例控制	○	—	—	○	—	—	○
Control DI 3 (2D03h)	○	○	○	○	○	○	○
Target position (607Ah)	◎	—	—	◎	—	—	—
Target velocity (60FFh)	—	◎	—	—	◎	—	—
Target torque (6071h)	—	—	◎	—	—	◎	—
Profile velocity (6081h)	—	—	—	○	—	—	—
Profile acceleration (6083h)	—	—	—	○	○	—	—
Profile deceleration (6084h)	—	—	—	○	○	—	—
Torque slope (6087h)	—	—	—	—	—	○	—
Velocity limit value (2D20h)	—	—	○	—	—	○	—

\*1 ◎: 必须映射  
○: 建议映射  
—: 无需映射

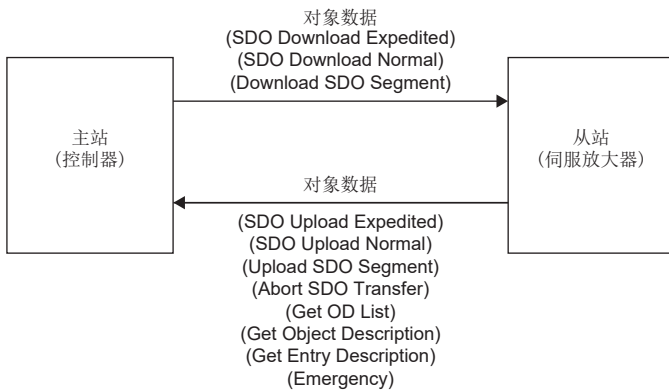
### TxPDO

对象名 (Index)	模式 *1						
	csp	csv	cst	pp	pv	tq	hm
Statusword (6041h)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Status D0 1 (2D11h)	○	○	○	○	○	○	○
Status D0 2 (2D12h)	○	○	○	○	○	○	○
Status D0 3 (2D13h)	○	○	○	○	○	○	○
Position actual value (6064h)	○	○	○	○	○	○	○
Following error actual value (60F4h)	○	—	—	○	—	—	—
Velocity actual value (606Ch)	○	○	○	○	○	○	○
Torque actual value (6077h)	○	○	○	○	○	○	○

\*1 ◎: 必须映射  
○: 建议映射  
—: 无需映射

# 5 SDO通信 (Service Data Object)

通过SDO通信 (Service Data Object)，可以在主站 (控制器) 与从站 (伺服放大器) 之间，在非同步时收发对象数据。



## 5.1 SDO通信相关服务

伺服放大器支持SDO通信相关的以下服务。

服务名称	内容
SDO Download Expedited	向从站写入最多4 bytes的数据。
SDO Download Normal	向从站写入指定字节数的数据。
Download SDO Segment	对象大小比指定的字节数大时，写入追加数据。
SDO Upload Expedited	从从站读取最多4 bytes的数据。
SDO Upload Normal	从从站读取指定字节数的数据。
Upload SDO Segment	对象大小比指定的八位位组数大时，读取追加数据。
Abort SDO Transfer	服务中发生了错误的情况下，通知SDO Abort Code。
Get OD List	读取可利用的对象的索引一览。
Get Object Description	读取索引的详细内容。
Get Entry Description	读取Sub index的详细内容。
Emergency	通知报警的发生。

## 5.2 SDO Abort Code

SDO通信中发生了错误的情况下，通过Abort SDO Transfer服务发送以下的错误信息。

SDO Abort Code	Meaning	发生条件
0504 0005h	Out of memory.	非存储器范围。
0601 0001h	Attempt to read to a write only object	对写入专用对象进行了读入。
0601 0002h	Attempt to write to a read only object	对读入专用对象进行了写入。
0601 0006h	Object mapped to RxPDO, SDO download blocked.	对映射至RxPDO的对象进行了SDO Download。
0602 0000h	The object does not exist in the object dictionary	指定了不存在的索引。
0604 0043h	General parameter incompatibility reason.	发出了不支持的指令。
0607 0012h	Data type does not match, length of service parameter too high.	数据类型不一致。数据长度较长。
0607 0013h	Data type does not match, length of service parameter too short.	数据类型不一致。数据长度较短。
0609 0011h	Sub index does not exist	指定了不存在的Sub index。
0609 0030h	Value range of parameter exceeded	指定了范围外的参数值。
0609 0031h	Value of parameter written too high	写入的参数值较大。
0609 0032h	Value of parameter written too low	写入的参数值较小。
0800 0000h	Generic error.	一般错误。
0800 0021h	Data cannot be transferred or stored to the application because of local control	通过软元件限制了数据的读写。
0800 0022h	Data cannot be transferred or stored to the application because of the present device state.	当前的软元件的状态导致了数据无法读写。

# 6 同步

## 6.1 控制模式和同步模式的对应

是否可以使用各控制模式的同步模式 (DC mode) 与非同步模式 (Free-run mode) 如下表所示。

控制模式	同步模式	非同步模式
循环同步位置模式 Cyclic synchronous position mode (csp)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> *1
循环同步速度模式 Cyclic synchronous velocity mode (csv)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> *1
循环同步转矩模式 Cyclic synchronous torque mode (cst)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> *1
轨迹位置模式 Profile position mode (pp)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
轨迹速度模式 *2 Profile velocity mode (pv)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
轨迹转矩模式 *2 Profile torque mode (tq)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
原点复位模式 Homing mode (hm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\*1 固件版本低于B6的伺服放大器的情况下,使用该组合方式驱动伺服电机时,会发生[AL. 09E.9 控制模式设定警告]。

\*2 多轴伺服放大器的情况下,无法使用该控制模式。

## 6.2 同步模式 (DC mode)

同步模式的情况下,同步的抖动需要保持在 $2\ \mu\text{s}$ 以下。同步抖动为 $2\ \mu\text{s}$ 以上时,可能会检测异常后发生报警。

• 同步模式设定

—	Sync0	Sync1
Cycle time (Obj. 1C32h: 02h) *1	0.125 ms (选择PDO通信周期0.125 ms时) 0.25 ms (选择PDO通信周期0.25 ms时) 0.5 ms (选择PDO通信周期0.5 ms时) 1 ms (选择PDO通信周期1 ms时) 2 ms (选择PDO通信周期2 ms时) 4 ms (选择PDO通信周期4 ms时) 8 ms (选择PDO通信周期8 ms时)	未使用

\*1 使用的功能不同时,通信周期也有限制。关于详细内容,请参照以下手册的“功能限制”。

📖MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册 (导入篇)



## 6.3 非同步模式 (Free-run mode)

通过非同步模式 (Free-run mode) 使用循环同步位置模式、循环同步速度模式及循环同步转矩模式时，按照本节所示的表设定。应对在 [Cycle Time (Obj. 1C32h: 02h)] 中设定的各通信周期输入指令值。未对通信周期输入指令时，维持上次输入时的指令。

通过轨迹位置模式、轨迹速度模式及轨迹转矩模式使用时，无需设定该对象。可以按任意的通信周期运行。

—	Local Cycle time
[Cycle Time (Obj. 1C32h: 02h)] *1	0.125 ms (选择PDO通信周期0.125 ms时) 0.25 ms (选择PDO通信周期0.25 ms时) 0.5 ms (选择PDO通信周期0.5 ms时) 1 ms (选择PDO通信周期1 ms时) 2 ms (选择PDO通信周期2 ms时) 4 ms (选择PDO通信周期4 ms时) 8 ms (选择PDO通信周期8 ms时)

\*1 Cycle time中未设定值时，通信周期为0.25 ms (初始值)。通过 [Pr. PN07 通信周期设定] 可以变更初始值。固件版本B6以上的伺服放大器可以使用 [Pr. PN07 通信周期设定]。

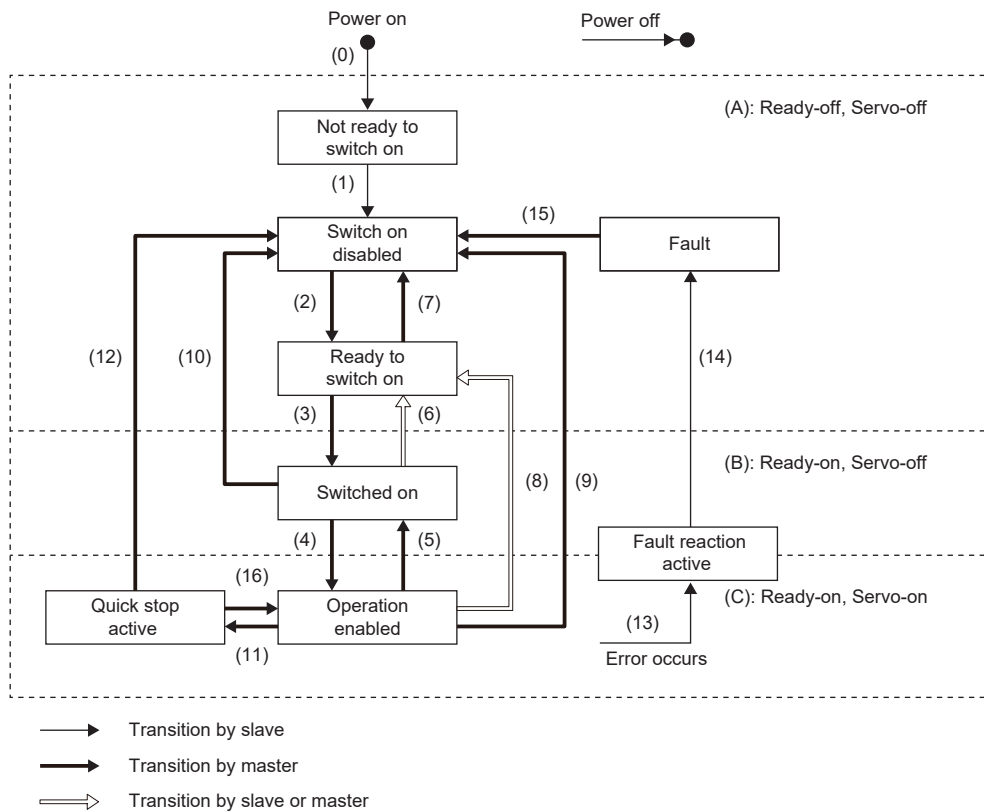
# 7 CiA 402 Drive Profile

---

## 7.1 PDS状态转换

---

伺服放大器的内部状态由CiA 402 Drive Profile规格中规定的PDS状态进行着管理。PDO通信建立后（AL状态到达Operational后），主站按照表通过发送指令（设定Controlword）来进行状态控制。接通电源后若立即按照规定的步骤从Not ready to switch on状态转换为Operation enabled状态，则伺服电机变为可运行状态。



转换编号	事件	内容
(0)	控制电路电源ON	初始化
(1)	通过将控制电路电源设为ON自动转换	通信设定
(2)	通过来自主站的Shutdown指令来转换	—
(3)	通过来自主站的Switch On指令来转换	动态制动被解除。
(4)	通过来自主站的Enable Operation指令来转换	伺服ON后变为可运行。
(5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过来自主站的Disable Operation指令来转换</li> <li>RD (准备完成) 为OFF时转换</li> </ul>	伺服OFF后变为不可运行。
(6)	通过来自主站的Shutdown指令来转换	动态制动起动。
(7)	通过来自主站的Disable Voltage指令或Quick Stop指令来转换	—
(8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过来自主站的Shutdown指令来转换</li> <li>通过主电路电源OFF来转换</li> <li>伺服OFF时转换 (同时, RD为OFF时转换编号 (5))</li> </ul>	伺服OFF及动态制动起动后变为不可运行。
(9)	通过来自主站的Disable Voltage指令来转换	伺服OFF及动态制动起动后变为不可运行。
(10)	通过来自主站的Disable Voltage指令或Quick Stop指令来转换	动态制动起动。
(11)	(A) 通过来自主站的Quick Stop指令来转换 (B) 通过强制停止信号OFF来转换 *1	Quick Stop开始
(12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quick Stop完成后自动转换 (Quick Stop option code为1、2、3及4时)</li> <li>通过来自主站的Disable Voltage指令来转换</li> </ul>	伺服OFF及动态制动起动后变为不可运行。
(13)	发生报警	执行发生报警时的处理
(14)	自动转换	在完成发生报警时的处理后, 伺服OFF及动态制动起动后变为不可运行。
(15)	通过来自主站的Fault Reset指令来转换	进行报警复位。 对可复位的报警进行复位。
(16) (不支持)	通过来自主站的Enable Operation指令来转换 (Quick Stop option code为5、6、7及8时)	可以运行。

\*1 通过[Pr. PF29.1 强制停止中状态选择] 选择“1 (Quick stop active)”时的事件。

伺服放大器发送的指令如下所述。应根据指令将相应Bit设为ON。

0: OFF 1: ON —: ON/OFF均可

指令	Controlword的指令Bit设定					转换编号
	Bit 7 Fault Reset	Bit 3 Enable Operation	Bit 2 Quick Stop	Bit 1 Enable Voltage	Bit 0 Switch On	
Shutdown	0	—	1	1	0	(2)/(6)/(8)
Switch On	0	0	1	1	1	(3)
Disable Voltage	0	—	—	0	—	(7)/(9)/(10)/(12)
Quick Stop	0	—	0	1	—	(7)/(10)/(11)
Disable Operation	0	0	1	1	1	(5)
Enable Operation	0	1	1	1	1	(4)/(16)
Fault Reset	0 → 1 *1	—	—	—	—	(15)

\*1 为了避免通信异常时的指令漏失，Fault Reset指令中的Bit 7 = 1的状态在通信周期为4 ms以下时最短应保持10 ms，在通信周期为8 ms以下时最短应保持20 ms。

为了从Switch on disabled状态转换为Operation enabled状态，应按顺序发出Shutdown、Switch on及Enable Operation的各个指令。但MR-J5伺服放大器也可以通过1个指令从中途的状态直接跳转为目标状态。

当前的状态	指令	转换对象的状态
Switch on disabled	Switch On	Switched on
Switch on disabled	Enable Operation	Operation enabled
Ready to switch on	Enable Operation	Operation enabled

## 7.2 Controlword/Control DI

通过从主站改写Controlword、Control DI x对象，可发出PDS状态的切换及其他驱动器具备的各功能的控制指示。CiA 402中定义的控制指令使用 [Obj. 6040h]，除此之外的厂商定义的控制指令使用 [Obj. 2D01h] 等。

Index	Sub	Object	Name	Data Type	Access	Description
6040h	—	VAR	Controlword	U16	rw	—
2D01h	—	VAR	Control DI 1	U16	rw	厂商定义对象
2D02h	—	VAR	Control DI 2	U16	rw	厂商定义对象
:	:	:	:	:	:	:

### Controlword的Bit定义

Bit	简称	内容
0	SO	Switch-on
1	EV	Enable voltage
2	QS	Quick stop
3	EO	Enable operation
4	OMS	根据 [Modes of operation (Obj. 6060h)] 的设定，内容会有所不同。 ☞MR-J5 用户手册（功能篇）
5		
6		
7	FR	Fault reset
8	HALT	0: 可以运行 1: 暂停
9	OMS	根据 [Modes of operation] 的设定，内容会有所不同。 ☞MR-J5 用户手册（功能篇）
10	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。
11	CPTL	Positive Torque Limit切换 ☞48页 转矩限制选择
12	CNTL	Negative Torque Limit切换 ☞48页 转矩限制选择
13	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。
14		
15		

# Control DI位定义

使用通信功能读取下述对象，可以读取输入软元件的ON/OFF状态。此外，向下述对象进行写入后，可以设定输入软元件的ON/OFF。

• Control DI 1

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	C_CDP	增益切换	请参照以下手册的“信号和接线”。
5	C_CLD	全闭环控制切换	MR-J5 用户手册（硬件篇）
6	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Control DI 2

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	C_PC	比例控制	请参照以下手册的“信号和接线”。
9	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	C_ORST		运行报警复位

• Control DI 3

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	C_ABS2	原点复位完成（标尺测量用） 通过标尺测量功能使C_ABS2为ON后，可以解除标尺测量编码器的绝对位置丢失状态。此时，S_ABSV2变为OFF。	—
9	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Control DI 4

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Control DI 5

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	C_CDP2	增益切换2	请参照以下手册的“信号和接线”。 MR-J5 用户手册（硬件篇）
5	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Control DI 6

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—



• Control DI 7

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Control DI 8

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Control DI 9

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Control DI 10

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。此外，写入时应设定“0”。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

## 7.3 Statusword/Status DO

PDS状态及其他Drive状态，通过Statusword、Status DO x对象通知主站。CiA 402中定义的状态通过 [Obj. 6041h] 进行通知，除此之外的厂商定义的状态使用 [Obj. 2D11h] 等。

Index	Sub	Object	Name	Data Type	Access	Description
6041h	—	VAR	Statusword	U16	ro	—
2D11h	—	VAR	Status DO 1	U16	ro	厂商定义对象
2D02h	—	VAR	Status DO 2	U16	ro	厂商定义对象
:	:	:	:	:	:	:

### Statusword的Bit定义

Bit	简称	内容
0	RTSO	Ready-to-switch-on
1	SO	Switch-on
2	OE	Operation-enabled
3	F	Fault
4	VE	Voltage-enabled 0: 母线电压未达一定 (RA) 等级 1: 母线电压为一定等级以上
5	QS	Quick stop 0: Quick stop中 1: 非Quick stop中 (包含测试模式中)
6	SOD	Switch on disabled
7	W	Warning 0: 未发生警告 1: 警告发生中
8	—	读取时的值不确定。
9	RM	Remote 0: 未按照Controlword指令。 1: 按照Controlword指令动作中。
10	OMS	Operation Mode Specific 根据 [Modes of operation (Obj. 6060h)] 的设定，内容会有所不同。 ☞MR-J5 用户手册 (功能篇)
11	ILA	Internal limit active 0: 未到达正转行程末端、反转行程末端及软件限位。 1: 到达正转行程末端、反转行程末端或软件限位。 (在csp、csv、pp、pv及hm模式时有效)
12	OMS	Operation Mode Specific 内容因 [Modes of operation] 不同而异。 ☞MR-J5 用户手册 (功能篇)
13		
14	—	读取时的值不确定。
15		

Bit 0 ~ Bit 3、Bit 5及Bit 6通过PDS状态（伺服放大器的内部状态）进行切换。关于详细内容，请参照下表。

Statusword (bin)	PDS状态
x0xx xxx0 x0xx 0000	Not ready to switch on *1
x0xx xxx0 x1xx 0000	Switch on disabled
x0xx xxx0 x01x 0001	Ready to switch on
x0xx xxx0 x01x 0011	Switched on
x0xx xxx0 x01x 0111	Operation enabled
x0xx xxx0 x00x 0111	Quick stop active
x0xx xxx0 x0xx 1111	Fault reaction active
x0xx xxx0 x0xx 1000	Fault

\*1 在Not ready to switch on状态下不发送Statusword。

## Status D0位定义

使用通信功能读取下述对象，可以确认输出软元件的ON/OFF状态。

• Status D0 1

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	S_SA	速度到达	请参照以下手册的“信号和接线”。  MR-J5 用户手册（硬件篇）
3	S_MBR	电磁制动互锁	
4	S_CDPS	可变增益选择	
5	S_CLDS	全闭环控制切换中	
6	—	读取时的值不确定。	
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	S_INP	到位	请参照以下手册的“信号和接线”。  MR-J5 用户手册（硬件篇）
13	S_TLC	转矩限制中	
14	S_ABSV	绝对位置丢失中	
15	S_BWNG	电池警告	

• Status D0 2

Bit	简称	内容	参照章节
0	S_ZPASS	Z相已通过 Z相通过后, S_ZPASS会变为ON。	—
1	—	读取时的值不确定。	—
2	—		—
3	S_ZSP	零速度中	请参照以下手册的“信号和接线”。
4	S_VLC	速度限制中	MR-J5 用户手册 (硬件篇)
5	—	读取时的值不确定。	—
6	S_IPF	IPF中 瞬时停电中的情况下, S_IPF为ON。	—
7	—	读取时的值不确定。	—
8	S_PC	比例控制中 比例控制时, S_PC为ON。	—
9	—	读取时的值不确定。	—
10	S_DB	外部动态制动输出	—
11	—	读取时的值不确定。	—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	S_ZP2	原点复位完成2 原点复位正常完成后S_ZP2将变为ON。	—

• Status D0 3

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	S_STO	STO中 STO状态时, S_STO为ON。	请参照以下手册的“监视”。 MR-J5 用户手册 (功能篇)
6	—	读取时的值不确定。	—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	S_MTTR	Tough Drive模式转换中	请参照以下手册的“应用功能”。 MR-J5 用户手册 (功能篇)
12	—	读取时的值不确定。	—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Status D0 4

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Status D0 5

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	S_CDPS2	可变增益选择2	请参照以下手册的“增益切换功能”。 □MR-J5 用户手册（调整篇）
5	S_CPO	粗匹配 指令残留距离比 [Pr. PT12] 所设定的粗匹配范围输出小时，S_CPO为ON。	—
6	—	读取时的值不确定。	—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Status D0 6

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Status D0 7

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	S_POT	位置范围 实际当前位置为 [Pr. PT19] 及 [Pr. PT21] 所设定的范围内时, S_POT为ON。原点复位未完成 时或基本电路切断中时, S_POT为OFF。	—
3	—	读取时的值不确定。	—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Status D0 8

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

• Status D0 9

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—



• Status D0 10

Bit	简称	内容	参照章节
0	—	读取时的值不确定。	—
1	—		—
2	—		—
3	—		—
4	—		—
5	—		—
6	—		—
7	—		—
8	—		—
9	—		—
10	—		—
11	—		—
12	—		—
13	—		—
14	—		—
15	—		—

## 7.4 控制模式

### 控制模式的选择 (Modes of operation)

控制模式应通过 [Modes of operation (Obj. 6060h)] 进行指定。[Modes of operation] 可通过PDO或SDO来改写。根据 [Pr. PT01.2] 的设定值，可使用的控制模式有如下限制。

○：对应、—：未对应

[Pr. PT01.2]	pp	pv	tq	hm	csp	csv	cst	6060h/6061h 初始值
3 (pulse)	○	○	○	○	○	○	○	8 (csp)
2 (degree)	○	○	○	○	—	—	—	1 (pp)

Index	Sub	Object	Name	Data Type	Access	Description
6060h	—	VAR	Modes of operation	I8	rw	0: No mode change/No mode assigned 1: Profile position mode (pp) 3: Profile velocity mode (pv) 4: Profile torque mode (tq) 6: Homing mode (hm) 8: Cyclic sync position mode (csp) 9: Cyclic sync velocity mode (csv) 10: Cyclic sync torque mode (cst) -101: 厂商设定用
6061h	—	VAR	Modes of operation display	I8	ro	0: No mode assigned 1: Profile position mode (pp) 3: Profile velocity mode (pv) 4: Profile torque mode (tq) 6: Homing mode (hm) 8: Cyclic sync position mode (csp) 9: Cyclic sync velocity mode (csv) 10: Cyclic sync torque mode (cst) -101: 厂商设定用
6502h	—	VAR	Supported drive modes	U32	ro	以下模式相应的bit = 1 bit 0: Profile position mode bit 2: Profile velocity mode bit 3: Profile torque mode bit 5: Homing mode bit 7: Cyclic sync position mode bit 8: Cyclic sync velocity mode bit 9: Cyclic sync torque mode bit 17: 厂商设定用

### 控制切换

#### 要点

- 在控制切换完成前，不接收 [Controlword (Obj. 6040h)] 的OMS Bit。应参照 [Modes of operation display (Obj. 6061h)]，确认控制模式的切换完成后再输入指令。
- 从循环同步位置控制模式 (csp) 以外的控制模式切换为循环同步位置控制模式 (csp) 时，应通过 [Position actual value (Obj. 6064h)] 跟踪 “[Target position (Obj. 607Ah)] + [Position offset (Obj. 60B0h)]”。

## 位置/速度/转矩模式的控制切换

由于控制切换的处理有延迟，因此在控制切换前后，控制器需要继续发送与各控制模式相对应的指令值。通过 [Modes of operation display (Obj. 6061h)] 确认切换完成后，切换前的指令值可以停止更新。

此外，从位置模式开始切换及至位置模式的切换，应确认为零速度状态。零速度状态可通过 [Status DO 2 (Obj. 2D12h)] 的 Bit 3 (S\_ZSP) 获取。非零速度状态时，不会进行控制切换，因此 [Modes of operation display (Obj. 6061h)] 不变化。想要忽略零速度状态进行切换时，应将 [Pr. PC76.1] 设定为“1”使零速度状态的监视无效。设定了零速度状态的监视无效时，可能会在控制切换时发生冲击。

## 循环模式 (csp、csv、cst) 与轨迹模式 (pp、pv、tq) 的控制切换

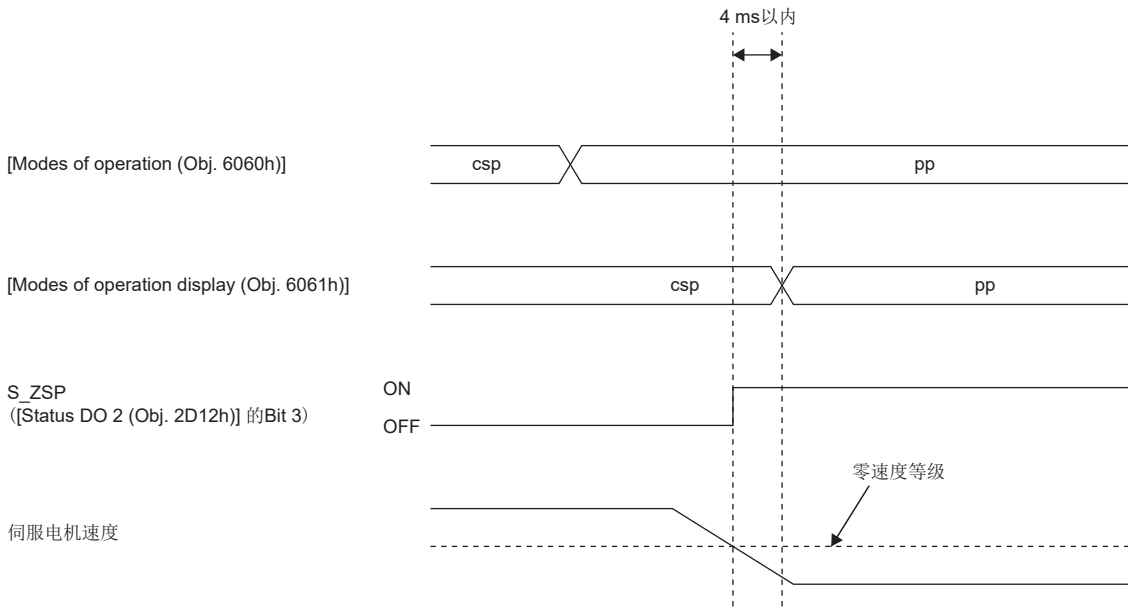
循环模式 (csp、csv、cst) 与轨迹模式 (pp、pv、tq) 的切换，仅在切换条件成立时可以进行控制模式的切换，[Modes of operation display (Obj. 6061h)] 将变化。不满足切换条件时，控制模式不切换，[Modes of operation display (Obj. 6061h)] 的值也不变化。“电机停止中”为切换条件。

“电机停止中”是指 S\_ZSP ([Status DO 2 (Obj. 2D12h)] 的 Bit 3) 为 ON 的状态。

(伺服电机速度为 [Pr. PC07] 所设定的零速度以下的状态)

将 [Pr. PC76.1] 设定为“1” (无效 (与ZSP范围无关进行切换)) 后，不需要伺服放大器检查“电机停止中”的切换条件即可进行控制模式的切换。应仅在不等待电机停止即进行控制模式切换的情况下将 [Pr. PC76.1] 设定为“1”。如果不等待电机停止即进行控制模式的切换，可能会发生冲击。

进行循环模式 (csp、csv、cst) 与轨迹模式 (pp、pv、tq) 的控制切换时的时序图 (csp → pp) 如下所示。



# 8 启动

关于网络设定以外的启动步骤，请参照下述手册。

📖 MR-J5-G-N1/MR-J5W-G-N1 用户手册（导入篇）

## 要点 🔍

1轴伺服放大器的情况下，如果将拨码开关（SW3）的SW3-1设定为“OFF（下）”、将SW3-2设定为“ON（上）”，则将发生 [AL. 011.2 无效轴设定异常]。

## 注意事项

需要确保系统的安全时，应对经由网络进行的非法访问采取防火墙等安全对策。

## 8.1 关于绝对位置检测系统

### 概要

不使用伺服放大器的原点复位模式的控制器通过控制器进行原点管理，因此对伺服放大器不进行原点设定。关于与不使用伺服放大器的原点复位模式的控制器进行绝对位置检测系统构建，请参照本节内容。

使用伺服放大器的原点复位模式时，请参照以下手册的“控制模式”。

📖 MR-J5 用户手册（功能篇）

### 注意事项及限制事项

- [Pr. PC41.0 [AL. 090.1 原点复位未完成] 检测选择] 仅可用于循环同步位置模式（csp）。
- 未针对伺服放大器进行原点设定，因此无法使用软件限位功能（[Software position limit (Obj. 607Dh)]）。
- 发生 [AL. 025 绝对位置丢失] 时，应通过控制器进行原点复位，否则会导致发生预料之外的动作。
- 在未建立EtherCAT通信的状态下，应避免使伺服电机旋转超过2147483647 pulse。建立通信时，控制器无法正确恢复当前位置。
- 实施该设定时，无法通过伺服放大器管理绝对位置。应通过控制器进行绝对位置管理，否则会导致发生预料之外的动作。

# 启动步骤

## 电池的安装

使用为了构建绝对位置检测系统需要安装电池的伺服电机时，应安装电池。

## 参数设定

### ■绝对位置检测系统选择

应将 [Pr. PA03.0] 设定为“1”（有效（绝对位置检测系统）），使绝对位置检测系统变为有效。

### ■[AL. 0E3 绝对位置计数警告] 选择

如果从原点开始的移动量为32768 rev以上，则将发生 [AL. 0E3.1]。

应将 [Pr. PC29.5 [AL. 0E3 绝对位置计数警告] 选择] 设为“0”（无效），使 [AL. 0E3] 为无效。

### ■[AL. 090.1 原点复位未完成] 检测选择

未针对伺服放大器进行原点设定时，伺服ON时将发生 [AL. 090.1]。

应将 [Pr. PC41.0 [AL. 090.1 原点复位未完成] 检测选择] 设定为“1”（无效），使 [AL. 090.1] 为无效。

## [AL. 025.1 伺服电机编码器 绝对位置丢失]的解除

绝对位置检测系统的初始设定时发生 [AL. 025.1 伺服电机编码器绝对位置丢失]。

应5 s后再次接通电源，解除报警。

## 原点复位

进行定位运行前，必须进行原点复位。

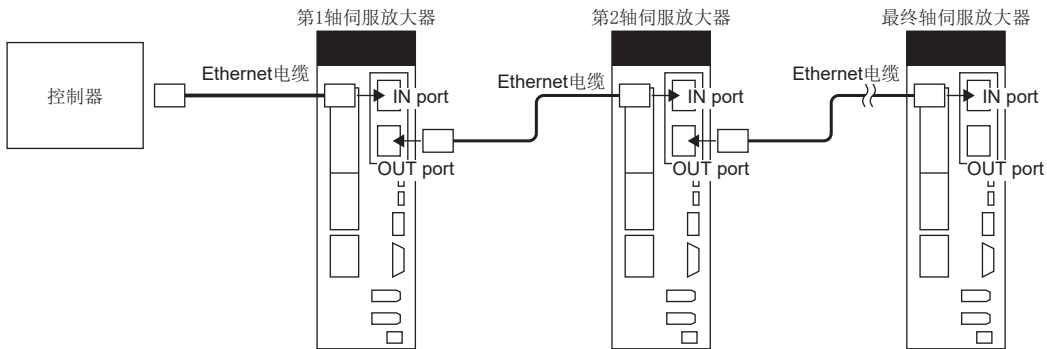
## 8.2 Ethernet电缆的连接

### 要点

- Ethernet电缆，应使用Ethernet类别5e（100BASE-TX）以上的双绞线电缆（双重屏蔽）。节点间最长电缆长度为100 m。
- 连接Ethernet电缆时，请勿弄错CN1A（IN port）与CN1B（OUT port）。

控制器及前轴的伺服放大器所连接的Ethernet电缆应连接至CN1A（IN port）。后轴的伺服放大器所连接的Ethernet电缆应连接至CN1B（OUT port）。不使用CN1B（OUT port）时，请勿做任何连接。

不使用节点地址时，如果连错连接对象，则节点地址设定与连接顺序将会不同，从而可能导致发生其他轴动作等误动作。连接示例如下图所示。



## 8.3 设置步骤示例

应根据所使用的控制器的手册进行控制器的设置。设置步骤示例如下所示。

### 控制器的设定

#### ESI文件的安装

##### 要点

设置控制器时，应使用最新的ESI文件。如果使用旧的ESI文件，则新追加的对象可能无法使用。关于伺服放大器可利用的ESI文件，请咨询营业窗口。

应将记载有与设备的通信设定相关的信息的EtherCAT Slave Information (ESI) 文件存储至控制器。控制器根据对应于所连从站的ESI文件的记载内容，对主站所连的从站进行设定。

此外，ESI文件由从站内的EEP-ROM及对象字典读取的在线信息的两个或者任何一个生成。关于详细内容，请参照要使用的控制器的手册。

#### 节点地址设定

##### 要点

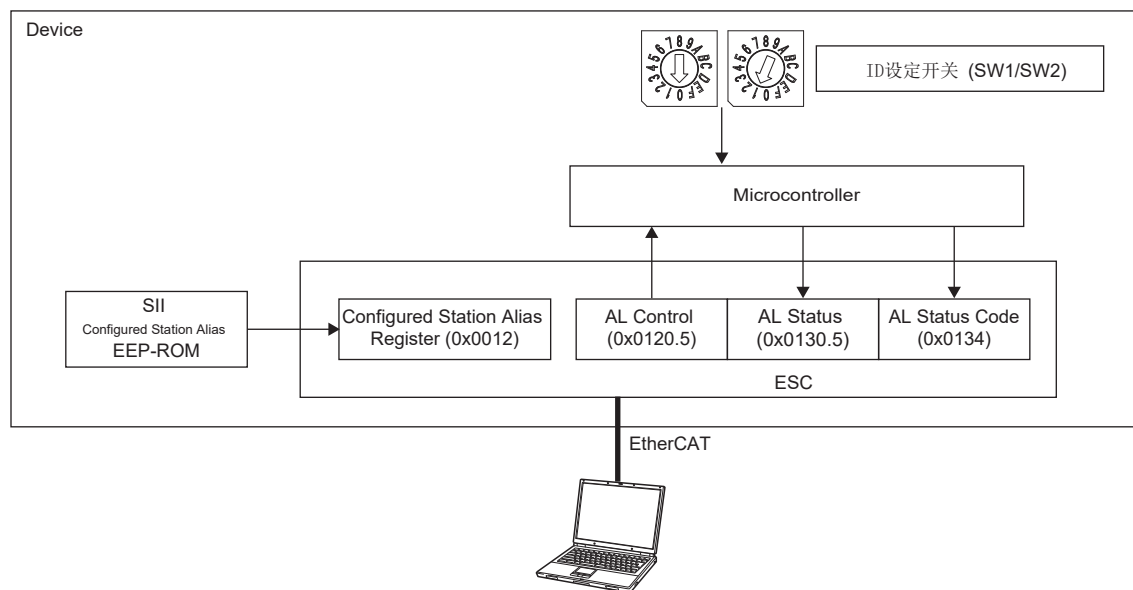
伺服放大器的节点地址依据Explicit Device Identification的标准。应对控制器进行Explicit Device Identification的设定。

请勿连接多台设定了相同节点地址的设备。

应根据需要，通过显示部的ID设定开关 (SW1/SW2)、[Pr. NPA09 节点地址设定] 或SII Configured Station Alias设定EtherCAT的节点地址。变更了节点地址设定后，应再次接通电源。

## ■根据节点地址确定从站

控制器使用节点地址来确定从站的方法有两种，即使用AL Status Code (ESC寄存器: 0134h)的方法和使用Configured Station Alias (ESC寄存器: 0012h)的方法。应使用其中一种方法确定从站。



- 使用AL Status Code (ESC寄存器: 0134h) 进行确认的方法

请参照下表，通过ID设定开关 (SW1/SW2) 或 [Pr. NPA09] 设定节点地址。应设定主站以便通过AL Status Code (ESC 寄存器: 0134h) 识别节点地址。

7段LED中显示设定的节点地址。

节点地址中使用 [Pr. NPA09] 时，应将ID设定开关 (SW1/SW2) 设定为“00h”。

节点地址中使用ID设定开关 (SW1/SW2) 时，[Pr. NPA09] 的设定值不反应至节点地址。

ID设定开关 (SW1/SW2)	[Pr. NPA09]	节点地址	7段LED
00h	00000000h ~ 0000FFFFh	[Pr. NPA09] 的设定值为节点地址。	显示[Pr. NPA09] 的设定值的最后2位。
01h ~ FFh	—	ID设定开关 (SW1/SW2) 的设定值为节点地址。	显示ID设定开关 (SW1/SW2) 的设定值。

- 使用Configured Station Alias (ESC寄存器: 0012h) 进行确认的方法

通过主站 (控制器) 将节点地址的值写入至SII Configured Station Alias (ESC寄存器: 0012h)。节点地址的值保存至EEP-ROM。应设定主站以便SII Configured Station Alias (ESC寄存器: 0012h) 可以作为节点地址识别。

7段LED中显示ID设定开关 (SW1/SW2) 或 [Pr. NPA09] 的设定值。关于7段LED中显示的值，请参照“使用AL Status Code (ESC寄存器: 0134h) 进行确认的方法”中记载的表。

## 映射设定

通过控制器实施进行PDO通信的指令数据及反馈的发送接收的对象的映射设定。

关于伺服放大器的默认映射，请参照下述章节。

☞ 16页 PDO默认映射

## 通信设定

通过控制器实施关于控制器和伺服放大器的通信的设定。可设定的通信周期请参照下述章节。

☞ 9页 通信规格

伺服放大器中可以设定同步模式 (DC mode) 和非同步模式 (Free-run mode)。应根据用途进行设定。



## 通信的建立

开始控制器的通信，确认7段LED的显示部显示“r01”（第1轴时）。

关于通信的开始方法，应根据使用的控制器的手册进行。

发生 [AL. 086.1 网络接收数据异常（网络通信异常1）] 时，通过 [Pr. PN18 通信异常 检测计数等级] 或 [Sync Error Counter Limit (Obj. 10F1h: 02h)]，根据使用的控制器设定阈值。

## 伺服电机的运行

用于通过循环同步位置模式（csp）运行的步骤示例如下所示。

### 原点复位模式的设定

为了运行循环同步位置模式（csp），进行原点复位。[Modes of operation (Obj. 6060h)] 设为“6”（Homing mode），并确认 [Modes of operation display (Obj. 6061h)] 变为“6”（Homing mode）。关于其他控制模式的设定，请参照下述章节。

☞ 40页 控制模式

不使用Homing mode通过控制器实施原点复位时，请参照下述章节。

☞ 42页 关于绝对位置检测系统

### 伺服ON

将从控制器发出的控制指令设为 [Controlword (Obj. 6040h)]，使内部状态为伺服ON状态。

关于内部状态的详细内容，请参照下述章节。

☞ 24页 PDS状态转换

### 原点复位

在 [Homing method (Obj. 6098h)] 中设定任意的原点复位方式，实施原点复位。

原点复位的详细内容，请参照以下手册的“原点复位模式（hm）和原点复位”。

📖 MR-J5 用户手册（功能篇）

### 伺服电机运行开始

确认完成原点复位，将控制模式变更为循环同步位置模式。按照所需的运行模式对 [Target position (Obj. 607Ah)] 等发出指令，驱动伺服电机。

## 网络切断

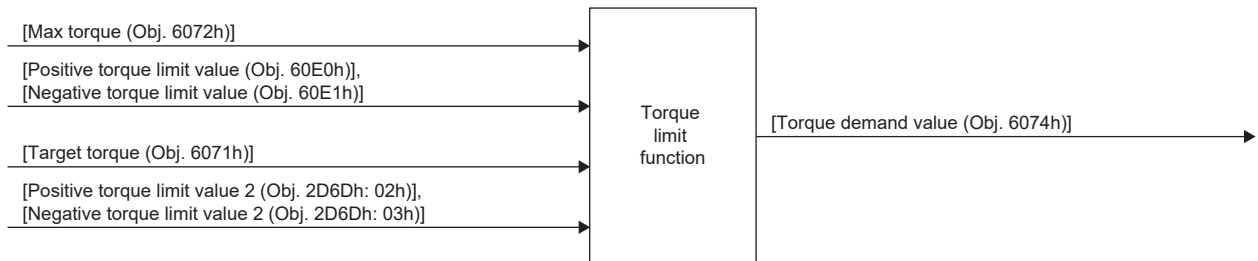
停止设备运行等切断网络时，应按照以下步骤进行操作。如果未按步骤进行操作，则可能会发生 [AL. 086.1 网络通信异常1]。

1. 应将伺服电机设为停止状态。
2. 应在 [Controlword (Obj. 6040h)] 中设定Shutdown指令，并设为伺服OFF状态。
3. 应切换至Pre-Operational状态。
4. 应切断伺服放大器及控制器的电源。

# 9 厂商固有功能

## 9.1 转矩限制选择

转矩限制功能是根据 [Controlword (Obj. 6040h)] 的 Bit 11 (CPTL)、12 (CNTL) 切换转矩限制值的功能。  
转矩限制选择 ([Obj. 2D6Dh]) 的设定如下所述。



### Torque limit

Index	Sub	Name	Data Type	Access	PDO Mapping
2D6Dh	0	Positive/Negative torque limit 2 setting	U8	ro	Impossible
	1	Positive/Negative torque limit 2 select	U16	rw	
	2	Positive torque limit value 2			
	3	Negative torque limit value 2			

Index	Sub	Default	Range	Units	Save	Parameter
2D6Dh	0	3	3h to 3h (3)	—	Impossible	—
	1	0	0000h to 0001h (1)	—	Possible	[Pr. PC42]
	2	10000	0 to 10000	per thousand of rated torque		POL无效: [Pr. PC43 正转转矩限制2] POL有效: [Pr. PC44 反转转矩限制2]
	3	10000				POL无效: [Pr. PC44 反转转矩限制2] POL有效: [Pr. PC43 正转转矩限制2]

关于通过CPTL/CNTL切换的伺服参数及对象的组合情况，请参照下表。

[Pr. PC42.0]/ [Positive/Negative torque limit 2 select (Obj. 2D6Dh: 01h)]	正转转矩限制值		反转转矩限制值	
	CPTL:0	CPTL:1	CNTL:0	CNTL:1
0h/ 0000h	[Pr. PA11]/ [Positive torque limit value (Obj. 60E0h)]	[Pr. PA11]/ [Positive torque limit value (Obj. 60E0h)]	[Pr. PA12]/ [Negative torque limit value (Obj. 60E1h)]	[Pr. PA12]/ [Negative torque limit value (Obj. 60E1h)]
1h/ 0001h	[Pr. PA11]/ [Positive torque limit value (Obj. 60E0h)]	[Pr. PC43]/ [Positive torque limit value2 (Obj. 2D6Dh: 02h)]	[Pr. PA12]/ [Negative torque limit value (Obj. 60E1h)]	[Pr. PC44]/ [Negative torque limit value2 (Obj. 2D6Dh: 03h)]



# 修订记录

\*本手册编号在封底的左下角。

修订日期	*手册编号	修订内容
2021年1月	SH(NA)-030372CHN-A	第一版

本手册不授予工业产权或任何其它类型的权利，也不授予任何专利许可。三菱电机对于使用了本手册中的内容而引起的涉及工业产权的任何问题不承担责任。

© 2019 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

# 质保

## 1. 免费质保期限和免费质保范围

如果产品在免费质保期限内发生了因本公司责任而导致的故障或瑕疵（以下统称“故障”）时，本公司将通过销售商或本公司的售后服务公司免费对产品进行修理。但如果需要在国内或海外出差维修时，则要收取派遣技术人员的实际费用。此外，因故障部件的更换而发生的现场再调试、试运行不属于本公司责任范围。

### [免费质保期限]

关于产品的免费质保期限，请咨询当地的FA中心。

### [免费质保范围]

- (1) 首次故障诊断原则上由贵公司负责实施。但应贵公司要求，本公司或者本公司维修网点可有偿提供该项业务。此时，如果故障是由于本公司原因而导致的，则该项业务免费。
- (2) 仅限于使用状态・使用方法及使用环境等均遵照使用说明书、用户手册、产品本体注意标签等规定的条件・注意事项等，并在正常状态下使用的情况。
- (3) 即使在免费质保期限内，以下情况也要收取维修费用。
  - ① 因客户保管或使用不当、疏忽、过失等引起的故障，以及因客户的硬件或软件设计内容引起的故障。
  - ② 因客户未经本公司允许对产品进行改造等而引起的故障。
  - ③ 将本公司产品组合安装到用户的机器中时，如果用户的机器上安装了法规规定的安全装置或业界标准要求配备的功能和结构后即可避免的故障。
  - ④ 如果正常维护、更换使用说明书中指定的消耗品即可避免的故障。
  - ⑤ 耗材（电池、风扇、平滑电容等）的更换。
  - ⑥ 由于火灾、异常电压等不可抗力引起的外部因素以及因地震、雷电、风灾水灾等自然灾害引起的故障。
  - ⑦ 根据从本公司出货时的科技标准还无法预知的原因而导致的故障。
  - ⑧ 其他任何非本公司责任或客户认为非本公司责任的故障。

## 2. 产品停产后的有偿维修期限

- (1) 本公司在本产品停产后的7年内受理该产品的有偿维修。关于停产的消息将通过本公司销售和售后服务人员进行通告。
- (2) 产品停产，将不再提供产品（包括维修零件）。

## 3. 海外服务

在海外，由本公司在当地的海外FA中心受理维修业务。但是，请注意各个FA中心的维修条件等可能会有所不同。

## 4. 机会损失和间接损失等不在质保责任范围内

无论是否在免费质保期内，凡以下事由三菱电机将不承担责任。

- (1) 非本公司责任的原因而导致的损失。
- (2) 因本公司产品故障而引起的用户机会损失、利润损失。
- (3) 无论本公司能否预测的特殊事件引起的损失和间接损失、事故赔偿、对本公司产品以外的损伤。
- (4) 用户更换设备、现场机械设备的再调试、运行测试及其他作业的赔偿。

## 5. 产品规格的更改

样本、手册或技术资料等所记载的规格如有变更，恕不另行通知。

## 6. 关于产品的适用范围

- (1) 在使用本公司AC伺服设备时，应该符合以下条件：即使在AC伺服设备出现问题或故障时也不会导致重大事故，并且应在设备外部系统地配备能应付任何问题或故障的备用设备及失效安全功能。
- (2) 本公司AC伺服设备是以一般工业用途等为对象设计和制造的通用产品。

因此，AC伺服设备不适用于面向各电力公司的核电站以及其他发电厂等对公众有较大影响的用途、及面向各铁路公司或行政机关等要求构建特殊质量保证体系的用途。此外，AC伺服设备也不适用于航空航天、医疗、铁路、焚烧・燃料装置、载人运输装置、娱乐设备、安全设备等预计对人身财产有较大影响的用途。

但是，对于上述用途，在用户同意限定用途且无特殊质量要求的条件下，可对其适用性进行研究讨论，请与本公司服务窗口联系。

# 商标

---

MELSERVO是三菱电机株式会社在日本及其他国家地区的商标或注册商标。

EtherCAT®是由德国Beckhoff Automation GmbH授权的专利技术和注册商标。

其他的产品名称、公司名称是各公司的商标或注册商标。



SH (NA) -030372CHN-A (2101) MEACH

MODEL:

 **三菱电机自动化(中国)有限公司**

地址：上海市虹桥路1386号三菱电机自动化中心

邮编：200336

电话：021-23223030 传真：021-23223000

网址：<http://cn.MitsubishiElectric.com/fa/zh/>

技术支持热线 **400-821-3030**



扫描二维码,关注官方微博



扫描二维码,关注官方微信

内容如有更改 恕不另行通知