

# **FANUC Robot M-410*i*B/700**

机构部  
操作说明书

**B-82334CM/05**

非常感谢您购买 FANUC 机器人。

在使用机器人之前，务须仔细阅读“**FANUC Robot SAFETY HANDBOOK(B-80687EN)**”，并在理解该内容的基础上使用机器人。

- 本说明书的任何内容不得以任何方式复制。
- 本机的外观及规格如需改良而变更，恕不另行通知。

本说明书中所载的商品，受到日本国《外汇和外国贸易法》的限制。从日本出口该商品时，可能需要日本国政府的出口许可。另外，将该商品再出口到其他国家时，应获得再出口该商品的国家的政府许可。此外，某些商品可能还受到美国政府的再出口法的限制。若要出口或再出口该商品时，请向我公司洽询。

我们试图在本说明书中描述尽可能多的情况。然而，要在本说明书中注明所有禁止或不能做的事，需要占用说明书的大量篇幅，所以本说明书中没有一一列举。因此，对于那些在说明书中没有特别指明可以做的事，都应解释为“不可”。

# 安全使用须知

本章说明为安全使用机器人而需要遵守的内容。在使用机器人之前，务必熟读并理解本章中所载的内容。

有关操作机器人时的详细功能，请用户通过说明书充分理解其规格。

在使用机器人和外围设备及其组合的机器人系统时，必须充分考虑作业人员和系统的安全措施。有关安全使用 FANUC 机器人的注意事项，归纳在“FANUC Robot SAFETY HANDBOOK (B-80687EN)”中，可同时参阅该手册。

## 1 使用者的定义

机器人作业人员的定义如下所示。

— **操作者**

进行机器人的电源 ON/OFF 操作。  
从操作面板启动机器人程序。

— **程序员**

进行机器人的操作。  
在安全栅栏内进行机器人的示教等。

— **维修工程师**

进行机器人的操作。  
在安全栅栏内进行机器人的示教等。  
进行机器人的维修（修理、调整、更换）作业。

“操作者”不能在安全栅栏内进行作业。

“程序员”、“维修工程师”可以在安全栅栏内进行作业。  
安全栅栏内的作业，包括搬运、设置、示教、调整、维修等。  
**要在安全栅栏内进行作业，必须接受过机器人的专业培训。**

在进行机器人的操作、编程、维修时，操作者、程序员、维修工程师必须注意安全，至少应穿戴下列物品进行作业。

- 适合于作业内容的工作服
- 安全鞋
- 安全帽

## 2 有关安全的记载的定义

本说明书包括保证使用者人身安全以及防止机床损坏的有关安全的注意事项，并根据它们在安全方面的重要程度，在正文中以“警告”和“注意”来叙述。

此外，有关的补充说明以“注释”来叙述。

用户在使用之前，必须熟读“警告”、“注意”和“注释”中所叙述的事项。

| 标识   | 定义                                   |
|--|--------------------------------------|
|  警告 | 用于在错误操作时，有可能会出现使用者死亡或者受重伤等危险的情况。     |
|  注意 | 用于在错误操作时，有可能会出现人员轻伤或中度受伤、物品受损等危险的情况。 |
| 注释   | 用于记述补充说明属警告或者注意以外的事项。                |

- 请仔细阅读本说明书，为了方便随时参阅，请将其妥善保管在身边。

## 3 使用者的安全

在运用自动系统时，首先必须设法确保使用者的安全。在运用系统的过程中，进入机器人的动作范围是十分危险的。应采取防止使用者进入机器人动作范围的措施。

下面列出一般性的注意事项。请妥善采取确保使用者安全的相应措施。

- (1) 运用机器人系统的各作业人员，应通过我公司主办的培训课程接受培训。

**我公司备有各类培训课程。详情请向我公司的营业部门洽询。**

- (2) 在设备运转之中，即使机器人看上去已经停止，也有可能是因为机器人在等待启动信号等而处在即将动作的状态。即使在这样的状态下，也应该将机器人视为正在动作中。为了确保作业人员的安全，应当能够以警报灯等的显示或者响声等来切实告知机器人为动作的状态。
- (3) 务必在系统的周围设置安全栅栏和安全门，使得如果不打开安全门，作业人员就不能够进入安全栅栏内。安全门上应设置联锁装置、安全插销等，以便作业人员打开安全门时，机器人就会停下。

**控制装置在设计上可以连接来自此类联锁装置等的信号。通过此信号，当安全栅栏打开时，可使机器人停止。（有关停止方法的详情，请参阅安全使用须知的“机器人的停止方法”）。有关连接方法，请参阅图3(b)。**

- (4) 外围设备均应连接上适当的地线（A类、B类、C类、D类）。
- (5) 应尽可能将外围设备设置在机器人的动作范围之外。
- (6) 应在地板上画上线条等来标清机器人的动作范围，使操作者了解机器人包含把手等握持工具的动作范围。
- (7) 应在地板上设置脚垫警报开关或安装上光电开关，以便当作业人员将要进入机器人的动作范围时，通过蜂鸣器或光线等发出警报，使机器人停下等方式来确保作业人员的安全。
- (8) 应根据需要设置锁具，使得负责操作的作业人员以外者，不能接通机器人控制装置的电源。

**控制装置上所使用的断路器，可以通过上南京锁来禁止通电。**

- (9) 在进行外围设备的个别调试时，务必断开机器人控制装置的电源后再执行。
- (10) 在使用操作面板和示教器时，由于戴上手套操作有可能出现操作上的失误，因此，务必在摘下手套后再进行作业。
- (11) 程序和系统变量等的信息，可以保存到存储卡等存储介质中（可选购项）。为了预防由于意想不到的事故而引起数据丢失的情形，建议用户定期保存数据（见控制装置操作说明书）。
- (12) 搬运或安装机器人时，务必按照我公司所示的方法正确地进行。如果以错误的方法进行作业，则有可能由于机器人的翻倒等而导致作业人员受重伤。
- (13) 在安装好以后首次使机器人操作时，务必以低速进行。然后，逐渐地加快速度，并确认是否有异常。
- (14) 在使机器人操作时，务必在确认安全栅栏内没有人员后再进行操作。同时，检查是否存在潜在的危险，当确认存在潜在危险时，务必排除危险之后再进行操作。
- (15) 不要在下面所示的情形下使用机器人。否则，不仅会给机器人和外围设备造成不良影响，而且还可能导致使用者受重伤。
- 在有可燃性的环境下
  - 在有爆炸性的环境下
  - 在存在大量辐射的环境下
  - 在水中或高湿度环境下
  - 以运输人或动物为目的的使用方法
  - 作为脚踏子使用（爬到机器人上面，或悬垂于其下）
  - 屋外
- (16) 在连接与停止相关的外围设备（安全栅栏等）和机器人的各类信号（外部急停、栅栏等）时，务必确认停的动作，以避免错误连接。
- (17) 有关架台的准备，按照图3(c)在安装或者维修作业时，请十分注意高地作业的安全。应考虑脚手架和安全皮带安装位置的确保等。

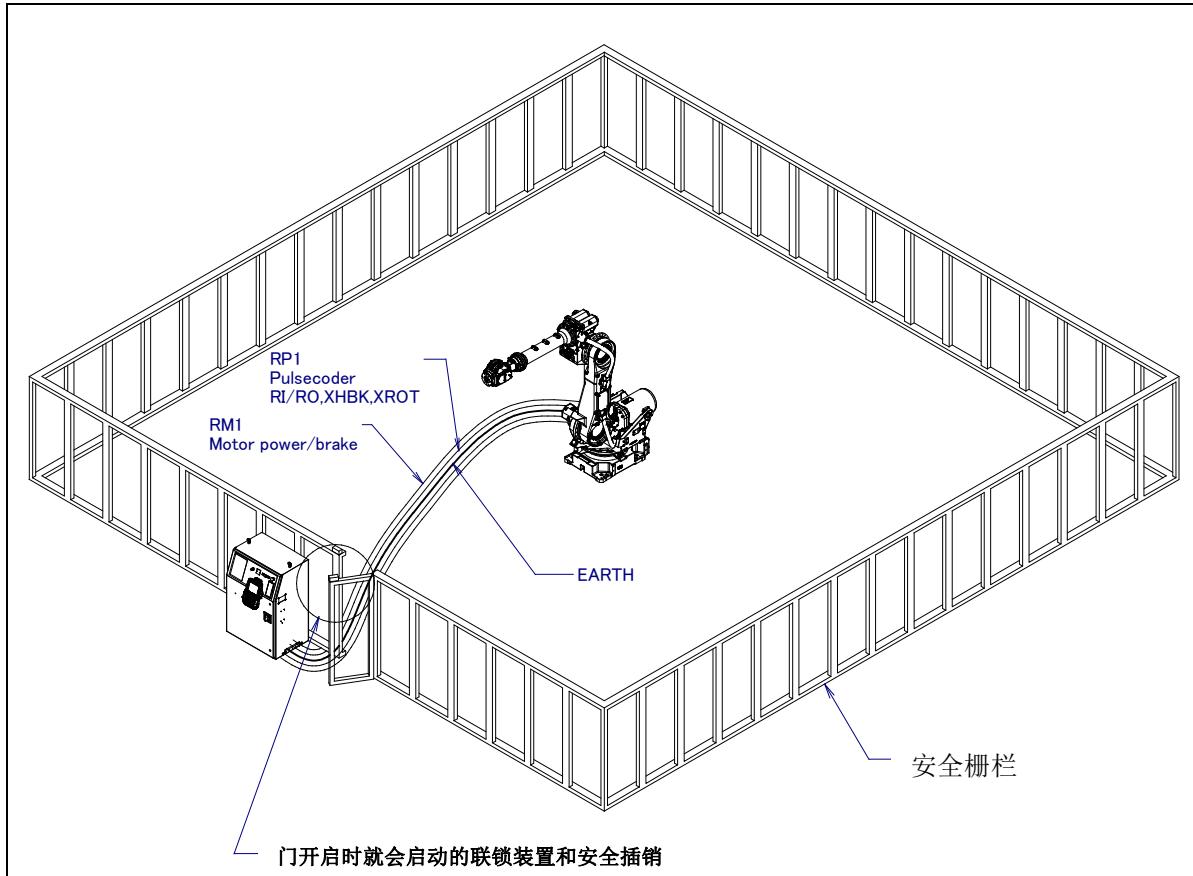


图 3 (a) 安全栅栏和安全门

**⚠ 警告**

在关闭安全栅栏时，务必在确认在机器人各个方向没有人员后再进行操作。

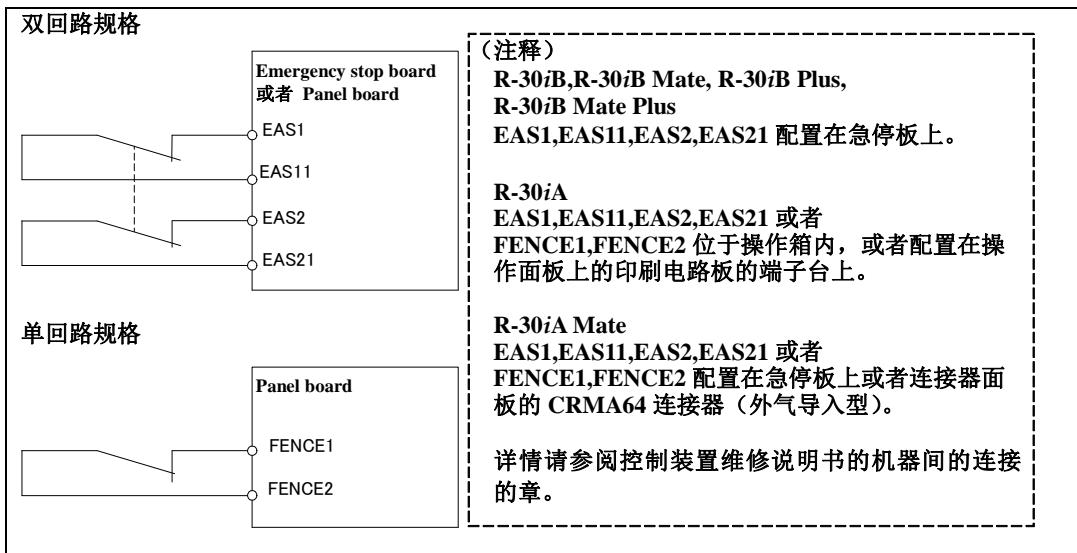


图 3 (b) 安全栅栏信号的连接图

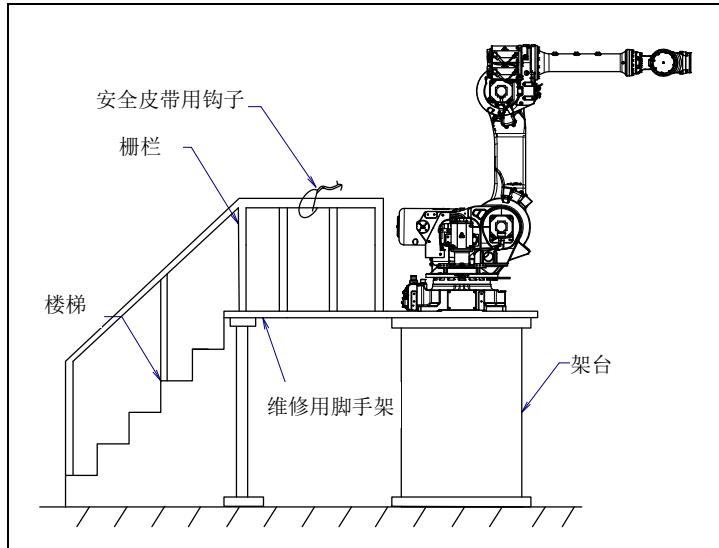


图 3(c) 维修用脚手架

## 3.1 操作者的安全

操作者，是指在日常运转中对机器人系统的电源进行 ON/OFF 操作，或通过操作面板等执行机器人程序的启动操作的人员。

操作者无权进行安全栅栏内的作业。

- (1) 不需要操作机器人时，应断开机器人控制装置的电源，或者在按下急停按钮的状态下进行作业。
- (2) 应在机器人操作范围外进行机器人系统的操作。
- (3) 为了预防负责操作的使用者以外者意外进入，或者为了避免操作者进入危险场所，应设置安全栅栏和安全门。
- (4) 根据系统的配置，应在操作者伸手可及之处设置一个（含）以上的急停按钮。

机器人控制装置在设计上可以连接外部急停按钮。通过该连接，在按下外部急停按钮时，可以使机器人停止（有关停止方法的详情，请参阅安全使用的“机器人的停止方法”）。有关连接方法，请参阅图 3.1。

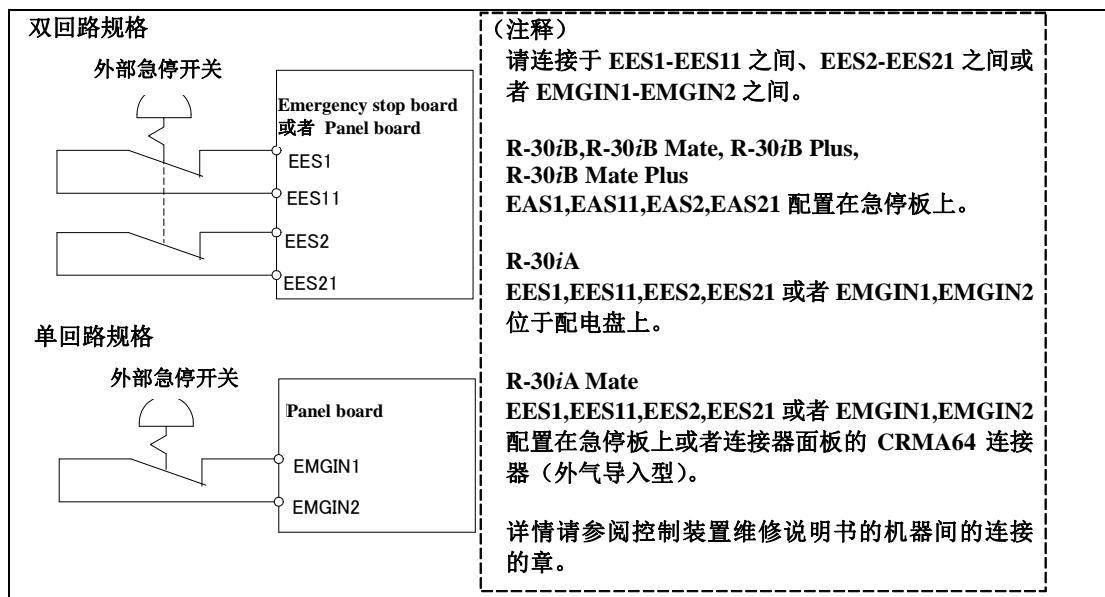


图 3.1 外部急停按钮的连接图

## 3.2 程序员的安全

在进行机器人的示教作业时，某些情况下需要进入机器人的动作范围内。程序员尤其要注意安全。

- (1) 在不需要进入机器人的动作范围的情形下，务必在机器人的动作范围外进行作业。
- (2) 在进行示教作业之前，应确认机器人或者外围设备没有处在危险的状态且没有异常。
- (3) 在迫不得已的情况下需要进入机器人的动作范围内进行示教作业时，应事先确认安全装置（如急停按钮、示教器的安全开关等）的位置和状态等。
- (4) 程序员应特别注意，勿使其他人员进入机器人的动作范围。
- (5) 编程时应尽可能在安全栅栏的外边进行。因不得已情形而需要在安全栅栏内进行时，应注意下列事项。
  - 仔细察看安全栅栏内的情况，确认没有危险后再进入栅栏内部。
  - 要做到随时都可以按下急停按钮。
  - 应以低速运行机器人。
  - 应在确认清整个系统的状态后进行作业，以避免由于针对外围设备的遥控指令和动作等而导致使用者陷入危险境地。

我公司的操作面板上，提供有急停按钮及用来选择自动运转方式(AUTO)和示教方式(T1,T2)的钥匙切换开关（模式切换开关）。为进行示教而进入安全栅栏内时，应将开关切换为示教方式，并且为预防他人擅自切换运转方式，应拔下模式切换开关的钥匙，并在打开安全门后入内。若在自动运转方式下打开安全门，机器人将进入急停状态。（有关停止方法的详情，请参阅安全使用的“机器人的停止方法”）。在将开关切换到示教方式后，安全门就成为无效。程序员应在确认安全门处在无效状态后负责进行作业，以避免其他人员进入安全栅栏内。（R-30iA Mate 控制装置 标准规格上没有模式切换开关。根据示教器的有效/无效，选择自动运转方式和示教方式。）

我公司的示教器上，除了急停按钮外，还配设有基于示教器的机器人作业的有效/无效开关和安全开关。其动作根据下列情况而定。

- (1) 急停按钮：只要按下急停按钮，机器人就会停止。（有关停止方法的详情，请参阅安全使用的“机器人的停止方法”）。
- (2) 安全开关：其动作根据有效/无效开关的状态而不同。
  - (a) 有效时：从安全开关松开手，或者紧握该开关，即可断开伺服电源。
  - (b) 无效时：安全开关无效

(注释) 安全开关，是为了在紧急情况下从示教器松开手、或者用力将其握住以使机器人急停而设置的。  
R-30iB/R-30iB Mate/R-30iA/R-30iA Mate/R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus/采用 3 位置安全开关，只要推入到 3 位置安全开关的中间点，就可使机器人动作。从安全开关松开手，或者用力将其握住时，机器人就会急停。

控制装置通过将示教器有效/无效开关设为有效，并握持安全开关这一双重动作，来判断程序员将要进行示教操作。程序员应确认机器人在此状态下可以动作，并在排除危险的状态下进行作业。

根据我公司的危险评估，安全开关在一年内平均操作次数不可超过约 10000 回。

使机器人执行启动操作的信号，在示教器、操作面板、外围设备接口上各有一个，但是这些信号的有效性根据示教器的有效/无效开关和操作面板的 3 模式开关、软件上的遥控状态设定，可以按照如下方式进行切换。

**R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus/R-30iB/R-30iB Mate/R-30iA 控制装置、  
或者 CE/RIA 规格的 R-30iA Mate 控制装置的情形**

| 模式           | 示教器<br>有效/无效 | 软件遥控状态 | 示教器  | 操作面板 | 外围设备 |
|--------------|--------------|--------|------|------|------|
| AUTO<br>模式   | 有效           | 本地     | 不可启动 | 不可启动 | 不可启动 |
|              |              | 遥控     | 不可启动 | 不可启动 | 不可启动 |
|              | 无效           | 本地     | 不可启动 | 可以启动 | 不可启动 |
|              |              | 遥控     | 不可启动 | 不可启动 | 可以启动 |
| T1、 T2<br>模式 | 有效           | 本地     | 可以启动 | 不可启动 | 不可启动 |
|              |              | 遥控     | 可以启动 | 不可启动 | 不可启动 |
|              | 无效           | 本地     | 不可启动 | 不可启动 | 不可启动 |
|              |              | 遥控     | 不可启动 | 不可启动 | 不可启动 |

T1、T2 模式：安全开关有效

**R-30iA Mate 控制装置 标准规格的情形**

| 示教器<br>有效/无效 | 软件遥控状态 | 示教器  | 外围设备 |
|--------------|--------|------|------|
| 有效           | 不依存    | 可以启动 | 不可启动 |
| 无效           | 本地     | 不可启动 | 不可启动 |
|              | 远程     | 不可启动 | 可以启动 |

- (6) (仅限选择 R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus/R-30iB/R-30iB Mate/R-30iA 控制装置时或者选择 R-30iA Mate 控制装置 CE/RIA 规格时的情形) 从操作箱/操作面板使机器人启动时, 应在充分确认机器人的动作范围内没有人且没有异常后再执行。
- (7) 在程序结束后, 务必按照下列步骤执行测试运转。
- (a) 在低速下, 在一个步骤至少执行一个循环。
  - (b) 在低速下, 通过连续运转至少执行一个循环。
  - (c) 在中速下, 通过连续运转执行一个循环, 确认没有发生由于时滞等而引起的异常。
  - (d) 在运转速度下, 通过连续运转执行一个循环, 确认可以顺畅地进行自动运转。
  - (e) 通过上面的测试运转确认程序没有差错, 然后在自动运转下执行程序。
- (8) 程序员在进行自动运转时, 务必撤离到安全栅栏外。

### 3.3 维修工程师的安全

为了确保维修工程师的安全, 应充分注意下列事项。

- (1) 在机器人运转过程中切勿进入机器人的动作范围内。
- (2) 应尽可能在断开机器人和系统电源的状态下进行作业。当接通电源时, 有的作业内容会有触电的危险。此外, 应根据需要上好锁等, 以使其他人员不能接通电源。即使是在由于迫不得已而需要接通电源后再进行作业的情形下, 也应尽量按下急停按钮后再进行作业。
- (3) 在通电中因迫不得已的情况而需要进入机器人的动作范围内时, 应在按下操作箱/操作面板或者示教器的急停按钮后再入内。此外, 使用者应挂上“正在进行维修作业”的标牌, 提醒其他人员不要随意操作机器人。
- (4) 在进入安全栅栏内部时, 要仔细察看整个系统, 确认没有危险后再入内。如果在存在危险却仍然不得不进入栅栏的情况下, 则必须把握系统的状态, 同时要十分小心谨慎地入内。
- (5) 在进行气动系统的维修时, 务必释放供应气压, 将管路内的压力降低到 0 以后再进行。
- (6) 在进行维修作业之前, 应确认机器人或者外围设备没有处在危险的状态且没有异常。
- (7) 当机器人的动作范围内有人时, 切勿执行自动运转。
- (8) 在墙壁和器具等旁边进行作业时, 或者几个作业人员相互接近时, 应注意不要堵住其他作业人员的逃生通道。
- (9) 当机器人上备有工具时, 以及除了机器人外还有传送带等可动器具时, 应充分注意这些装置的运动。
- (10) 作业时应在操作箱/操作面板的旁边配置一名熟悉机器人系统且能够察觉危险的人员, 使其处在任何时候都可以按下急停按钮的状态。
- (11) 需要更换部件时, 请向我公司洽询。在客户独自的判断下进行作业, 恐会导致意想不到的事故, 致使机器人损坏, 或使用者受伤。
- (12) 在更换部件或重新组装时, 应注意避免异物的粘附或者异物的混入。
- (13) 在检修控制装置内部时等, 如要触摸到单元、印刷电路板等上, 为了预防触电, 务必先断开控制装置的主断路器的电源, 而后再进行作业。2 台控制柜的情况下, 请断开其各自的断路器的电源。
- (14) 更换部件务必使用我公司指定的部件。若使用指定部件以外的部件, 则有可能导致错误操作和破损。特别是保险丝等如果使用额定值不同的部件, 不仅会导致控制装置内部的部件损坏, 而且还可能引发火灾, 因此切勿使用。
- (15) 维修作业结束后重新启动机器人系统时, 应事先充分注意动作范围内是否有人, 机器人和外围设备是否有异常。
- (16) 在拆卸电机和制动器时, 应采取以吊车来吊运等措施后再拆除, 以避免手臂等落下来。
- (17) 注意不要因为洒落在地面的润滑油而滑倒。应尽快擦掉洒落在地面上的润滑油, 以免发生危险。
- (18) 以下部分会发热, 需要注意。在发热的状态下必须触摸设备时, 应准备好耐热手套等保护用具。
  - 伺服电机
  - 控制部内部
  - 减速机
  - 齿轮箱
  - 手腕单元
- (19) 进行维修作业时, 应配备适当的照明器具。但需要注意的是, 不应使该照明器具成为新的危险源。
- (20) 在使用电机和减速机等具有一定重量的部件和单元时, 应使用吊车等辅助装置, 以避免给使用者带来过大的作业负担。需要注意的是, 如果错误操作, 有可能会导致使用者受重伤。

- (21) 在进行作业的过程中，不要将脚搭放在机器人的某一部分上，也不要爬到机器人上面。这样不仅会给机器人造成不良影响，而且还有可能因为使用者踩空而受伤。
- (22) 在高地的维修作业时，请确保安全的脚手架并系好安全皮带。
- (23) 维修作业结束后，应将机器人周围和安全栅栏内部洒落在地面的油和水、碎片等彻底清扫干净。
- (24) 在更换部件时拆下来的部件（螺栓等），应正确装回其原来的部位。如果发现部件不够或部件有剩余，则应再次确认并正确安装。
- (25) 进行维修作业时，因迫不得已而需要移动机器人时，应注意如下事项。
  - 务必确保逃生退路。应在把握整个系统的操作情况后再进行作业，以避免由于机器人和外围设备而堵塞退路。
  - 时刻注意周围是否存在危险，作好准备，以便在需要的时候可以随时按下急停按钮。
- (26) 务必进行定期检修（见机构部说明书、控制装置维修说明书）。如果懈怠定期检修，不仅会影响到机器人的功能和使用寿命，而且还会导致意想不到的事故。
- (27) 在更换完部件后，务必按照规定的方法进行测试运转（见控制装置操作说明书的测试运转节）。此时，使用者务必在安全栅栏的外边进行操作。

## 4 刀具、外围设备的安全

### 4.1 有关程序的注意事项

- (1) 为检测出危险状态，应使用限位开关等检测设备。根据该检测设备的信号，视需要停止机器人。
- (2) 当其他机器人和外围设备出现异常时，即使该机器人没有异常，也应采取相应的措施，如停下机器人等。
- (3) 如果是机器人和外围设备同步运转的系统，特别要注意避免相互之间的干涉。
- (4) 为了能够通过机器人把握系统内所有设备的状态，可以使机器人和外围设备互锁，并根据需要停止机器人的运转。

### 4.2 机构上的注意事项

- (1) 构成机器人系统的元件应保持整洁，并应在不易受到油、水、尘埃等影响的环境下使用。
- (2) 不要使用性质不明的切削液和清洗剂。
- (3) 应使用限位开关和机械性制动器，对机器人的操作进行限制，以避免机器人及电缆与外围设备和刀具之间相互碰撞。
- (4) 有关机构部内电缆，应遵守如下注意事项。如不遵守如下注意事项，恐会发生预想不到的故障。
  - 机构部内的电缆应使用已装备必要的用户接口类型。
  - 机构部内请勿追加用户电缆和软管等。
  - 在机构部外安装电缆类时，请注意避免妨碍机构部的移动。
  - 机构部内电缆露出在外部的机型，请勿进行阻碍电缆露出部分动作的改造（如追加保护盖板，追加固定外部电缆等）。
  - 将外部设备安装到机器人上时，应充分注意避免与机器人的其他部分发生干涉。
- (5) 对于动作中的机器人，通过急停按钮等频繁地进行断电停止操作时，会导致机器人的故障。应避免日常情况下断电停止的系统配置（参见不好的示例）。
 

通常在因保持停止和循环停止等原因而使机器人减速停止后，请进行断电停止操作。（有关停止方法的详情，请参阅安全使用的“机器人的停止方法”。）

<不好的示例>

  - 每次出现产品不良时，系统通过急停使在操作状态的机器人断电停止。
  - 需要进行修正时，打开安全栅栏的门使其安全开关工作，由此在动作状态下的机器人断电停止。
  - 操作者频繁地按下急停按钮来停止生产线。
  - 连接在安全信号上的区域传感器和脚垫警报开关在平时也经常作动，机器人断电停止。
  - 由于双重安全性检查（DCS）设定的不当，机器人会经常出现断电停止。
- (6) 在发生碰撞检测报警(SRVO-050)等报警时，机器人也会断电停止。因发生报警而频繁地进行紧急停止时，会导致机器人的故障，要排除发生报警的原因。

# 5 机器人机构部的安全

## 5.1 操作时的注意事项

- (1) 通过点动 (JOG) 操作来操作机器人时, 请以在任何情况下, 作业人员都能迅速应对的速度进行操作。
- (2) 在实际按下点动 (JOG) 键之前, 事先应充分掌握按下该键机器人会进行什么样的动作。

## 5.2 有关程序的注意事项

- (1) 在多台机器人的动作范围相互重叠等时, 应充分注意避免机器人相互之间的干涉等。
- (2) 务必对机器人的动作程序设定好规定的作业原点, 创建一个从作业原点开始并在作业原点结束的程序, 使得从外边看也能够看清机器人的作业是否已经结束。

## 5.3 机构上的注意事项

- (1) 机器人的动作范围内应保持整洁, 并应在不会受到油、水、尘埃等影响的环境下使用。

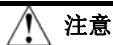
## 5.4 紧急时、异常时机器人的轴操作步骤

- (1) 在人被机器人夹住或围在里面等紧急和异常情况下, 通过使用制动器开闸装置, 即可从外部移动机器人的轴。 制动器开闸装置请订购如下规格者。

| 品名        | 备货规格   |
|-----------|--|
| 制动器开闸装置主体 | A05B-2450-J350 (输入电压 AC100-115V 单相)<br>A05B-2450-J351 (输入电压 AC200-240V 单相)   |
| 机器人连接电缆   | A05B-2450-J360 (5m) (A 机柜控制装置一体型以外)<br>A05B-2450-J361(10m) (A 机柜控制装置一体型以外)<br>A05B-2525-J045 (5m) (A 机柜控制装置一体型)<br>A05B-2525-J046(10m) (A 机柜控制装置一体型)   |
| 电源电缆      | A05B-2525-J010 (5m) (带有 AC100-115V 电源插销) (*)<br>A05B-2525-J011(10m) (带有 AC100-115V 电源插销) (*)<br>A05B-2450-J364 (5m) (AC100-115V 或者 AC200-240V 无电源插销)<br>A05B-2450-J365(10m) (AC100-115V 或者 AC200-240V 无电源插销) |

(\*) 与 CE 认证不对应。

- (2) 有关制动器开闸装置, 用户可根据机器人系统事先准备适当数量, 并将其保管在紧急和异常时能够马上使用的场所和状态。
- (3) 有关制动器开闸装置使用方法, 请参照机器人控制装置维修说明书。



注意

在无法针对机器人系统准备适当数量的制动器开闸装置(或者与此类似的设备)时, 该系统将不适合 EN ISO 10218-1 以及机械指令, 从而无法取得 CE 认证。



警告

解除了制动器的轴, 恐会导致手臂落下。此外, 由于 J2 轴和 J3 轴上使用弹簧平衡缸和配重平衡块, 所以难以根据机器人的姿势和末端执行器等的条件来进行“手臂的上升/落下”的预测。因此, 请在解除制动器之前采取适当的措施, 如用吊车等来支撑手臂等, 以便与解除制动器所引起的手臂动作对应。

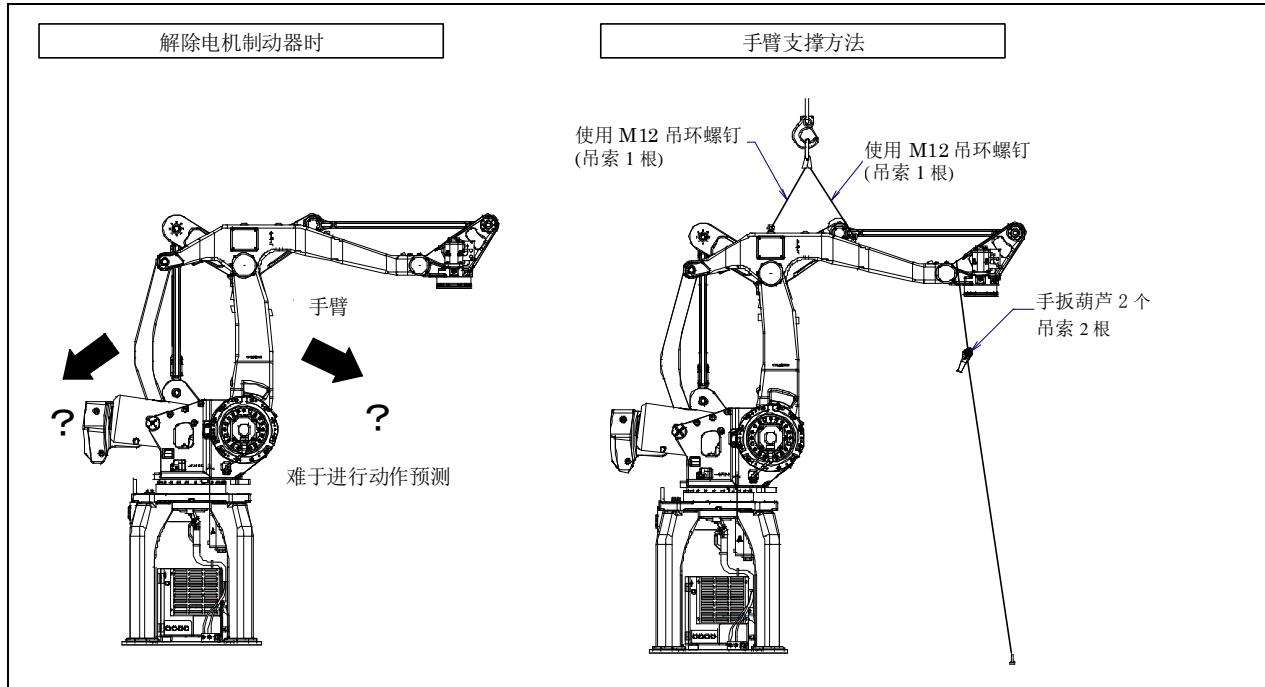


图 5.4 (a) 解除 J2 轴的电机制动器造成的手臂动作和事先采取的措施例

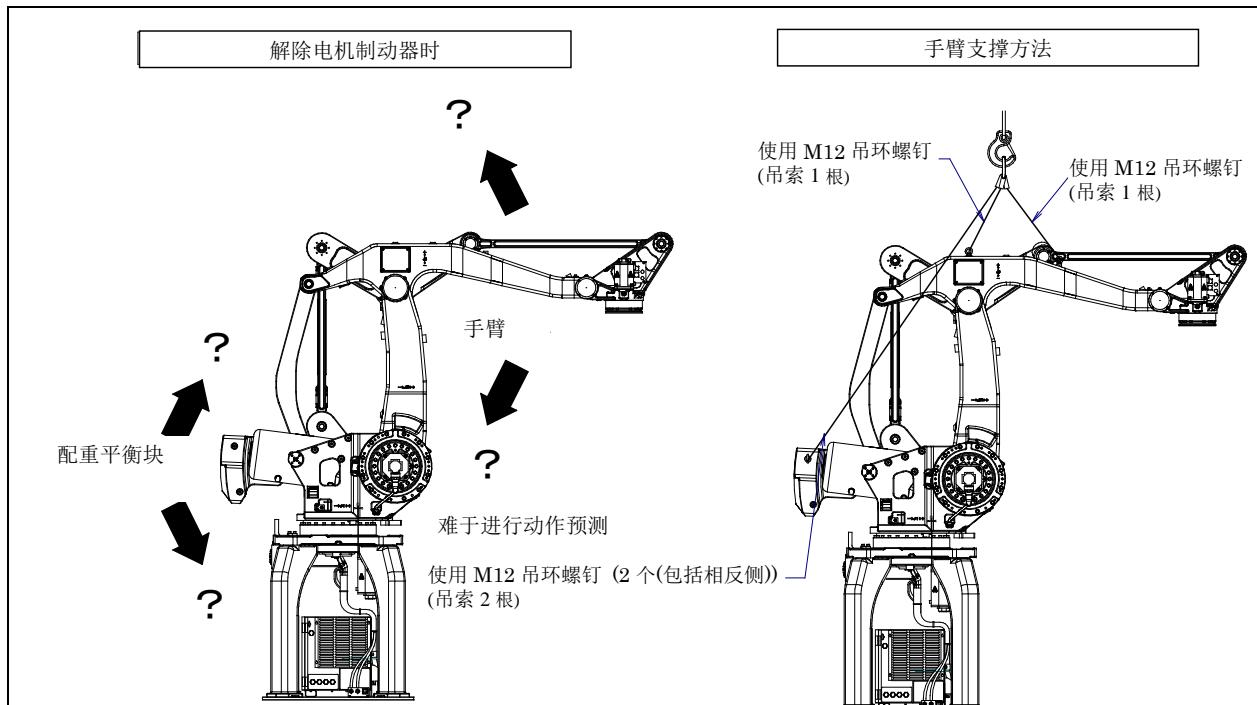


图 5.4 (b) 解除 J3 轴的电机制动器造成的手臂动作和事先采取的措施例

## 6 末端执行器的安全

### 6.1 有关程序的注意事项

- (1) 在对各类传动装置（气压、水压、电气性）进行控制时，在发出控制指令后，应充分考虑其到实际动作之前的时间差，进行具有一定伸缩余地的控制。
- (2) 应在末端执行器上设置一个限位开关，一边监控末端执行器的状态，一边进行控制。

# 7 机器人的停止方法

机器人有如下 3 种停止方法。

## 断电停止（相当于 IEC 60204-1 的类别 0 的停止）

这是断开伺服电源，使得机器人的动作在一瞬间停止的、机器人的停止方法。由于在动作中断开伺服电源，因此减速动作的轨迹得不到控制。

通过断电停止操作，执行如下处理：

- 发出报警后，断开伺服电源。机器人的动作在一瞬间停止。
- 暂停程序的执行。

对于动作中的机器人，通过急停按钮等频繁地进行断电停止操作时，会导致机器人的故障。应避免日常情况下断电停止的系统配置。

## 控制停止（相当于 IEC 60204-1 的类别 1 的停止）

这是在使机器人的动作减速停止后断开伺服电源的、机器人的停止方法。

通过控制停止，执行如下处理：

- 发出“SRVO-199 控制停止”，减速停止机器人的动作，暂停程序的执行。
- 减速停止后发出报警，断开伺服电源。

## 保持（相当于 IEC 60204-1 的类别 2 的停止）

这是维持伺服电源，使得机器人的动作减速停止的、机器人的停止方法。

通过保持，执行如下处理：

- 使机器人的动作减速停止，暂停程序的执行。



**警告**

控制停止的停止距离以及停止时间，要比断电停止更长。使用控制停止时，考虑到停止距离以及停止时间变长，需要对整个系统进行充分的风险评价。

按下急停按钮时，或者栅栏打开时的机器人的停止方法，是“断电停止”或“控制停止”的任一种停止方法。各状况下的停止方法的组合称为“停止模式”。停止模式随机器人控制装置的种类、可选购项构成而有所差异。

有如下 3 种停止模式。

| 停止模式 | 模式   | 急停按钮   | 外部急停   | 栅栏打开   | SVOFF 输入 | 伺服电源断开 |
|------|------|--------|--------|--------|----------|--------|
| A    | AUTO | P-Stop | P-Stop | C-Stop | C-Stop   | P-Stop |
|      | T1   | P-Stop | P-Stop | -      | C-Stop   | P-Stop |
|      | T2   | P-Stop | P-Stop | -      | C-Stop   | P-Stop |
| B    | AUTO | P-Stop | P-Stop | P-Stop | P-Stop   | P-Stop |
|      | T1   | P-Stop | P-Stop | -      | P-Stop   | P-Stop |
|      | T2   | P-Stop | P-Stop | -      | P-Stop   | P-Stop |
| C    | AUTO | C-Stop | C-Stop | C-Stop | C-Stop   | C-Stop |
|      | T1   | P-Stop | P-Stop | -      | C-Stop   | P-Stop |
|      | T2   | P-Stop | P-Stop | -      | C-Stop   | P-Stop |

P-Stop：断电停止

C-Stop：控制停止

-：无效

对应控制装置的种类和可选购项构成的停止模式如下所示：

| 可选购项                       | R-30iB/R-30iB Mate<br>R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus |
|----------------------------|--|
| 标准                         | A (*)  |
| 急停时控制停止功能 (A05B-2600-J570) | C (*)  |

(\*) R-30iB/R-30iB Mate/R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus 没有伺服电源断开。R-30iB Mate/R-30iB Mate Plus 没有 SVOFF 输入

| 可选购项                                | R-30iA      |             |        |       | R-30iA Mate |        |       |
|-------------------------------------|-------------|-------------|--------|-------|-------------|--------|-------|
|                                     | 标准规格<br>(单) | 标准规格<br>(双) | RIA 规格 | CE 规格 | 标准规格        | RIA 规格 | CE 规格 |
| 标准                                  | B (*)       | A           | A      | A     | A (**)      | A      | A     |
| 停止方法设定 (停止模式 C)<br>(A05B-2500-J570) | 不可选择        | 不可选择        | C      | C     | 不可选择        | C      | C     |

(\*) R-30iA 标准规格(单)上没有伺服电源切断。

(\*\*) R-30iA Mate 标准规格上没有伺服电源切断。此外，SVOFF 输入会成为断电停止。

该控制装置的停止模式，显示版本 ID 画面的“停止模式”行。与版本 ID 画面相关的详情，请参阅控制装置的操作说明书的“软件版本”。

### “急停时控制停止功能”可选购项

指定了“急停时控制停止功能(A05B-2600-J570)”可选购项时 (R-30iA 和 R-30iA Mate 的情况下，指定了「停止方法设定 (停止模式 C) (A05B-2500-J570)」的情况下)。如下报警的停止方法，在 AUTO 模式时会成为控制停止。T1 或者 T2 模式时，成为断电停止。

| 报警                      | 发生条件  |
|-------------------------|---|
| SRVO-001 操作面板紧急停止       | 按下了操作面板急停   |
| SRVO-002 示教器紧急停止        | 按下了示教器急停  |
| SRVO-007 外部紧急停止         | 外部急停输入(EES1-EES11、EES2-EES21)打开<br>(R-30iA/R-30iB/R-30iB Mate/R-30iB Plus/ R-30iB Mate Plus 控制装置) |
| SRVO-194 伺服断开           | 伺服电源断开输入(SD4-SD41、SD5-SD51)打开<br>(R-30iA 控制装置)  |
| SRVO-218 外部紧急停止/伺服电源断   | 外部急停输入(EES1-EES11、EES2-EES21)打开<br>(R-30iA Mate 控制装置)   |
| SRVO-408 DCS SSO 外部紧急停止 | 因 DCS 安全 I/O 连接功能，SSO[3]成为 OFF  |
| SRVO-409 DCS SSO 伺服断开   | 因 DCS 安全 I/O 连接功能，SSO[4]成为 OFF  |

控制停止相比断电停止，具有如下特征：

- 控制停止下，机器人停止在程序的动作轨迹上。通过偏离动作轨迹，在机器人干涉外围设备等系统的情况下具有效果。
- 控制停止相比断电停止，停止时的冲撞相对较小。在需要减缓对工具等的冲撞时具有效果。
- 控制停止的停止距离以及停止时间，要比断电停止更长。停止距离以及停止时间的值，请参阅各机型的机构部操作说明书。

本可选购项，R-30iA 和 R-30iA Mate 的情形，只可在 CE 规格或者 RIA 规格的控制装置上使用。

在已指定了本可选购项的情况下，不可使本功能无效。

DCS 位置/速度检查功能下的停止方法，与本可选购项无关，限于在 DCS 画面上所设定的停止方法。



#### 警告

控制停止的停止距离以及停止时间，要比断电停止更长。在指定了本可选购项的情况下，AUTO 方式时需要考虑上述报警下的停止距离以及停止时间变长的因素而对整个系统进行充分的风险评价。

# 8 警告、注意标签

## (1) 润滑脂供脂/排脂标签

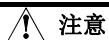


图 8 (a) 供脂/排脂标签

### 内容

在润滑脂供脂/排脂时，应按此标签的指示执行。

- 1) 务须打开排脂口供脂。
- 2) 应使用手动式泵供脂。
- 3) 务须使用指定的润滑脂。



注意

有关各机型的指定润滑脂、供脂量、供脂口/排脂口的位置，请参阅“7.3 维修作业”。

## (2) 禁止拆解标签

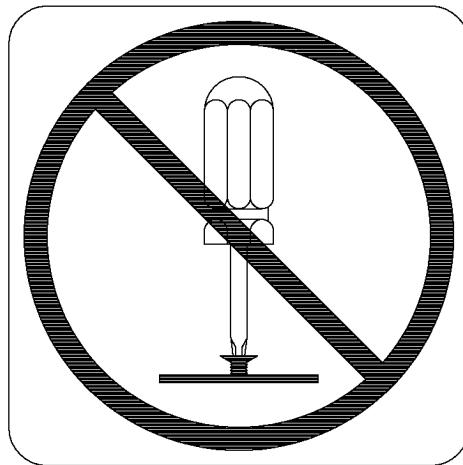


图 8 (b) 禁止拆解标签

### 内容

平衡缸内部含有弹簧，十分危险，因而请勿进行分解。

### (3) 禁止脚踩标签



图 8(c) 禁止脚踩标签

内容

不要将脚搭于其上，或爬到其上面。这样不仅会给机器人造成不良影响，而且还有可能因为作业人员踏空而受伤。

### (4) 注意高温标签



图 8(d) 注意高温标签

内容

贴有此标签处会发热，应予注意。在发热的状态下因不得已而非触摸设备不可时，应准备好耐热手套等保护用具。

## (5) 注意搬运标签

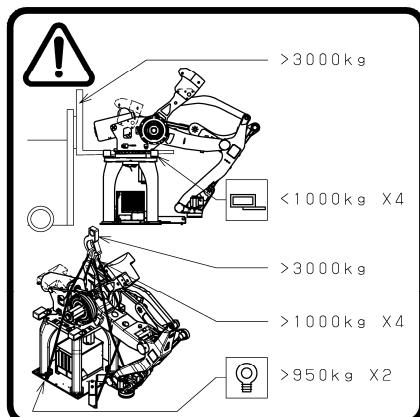


图 8 (e) 搬运标签

## 内容

搬运机器人时，应按照此标签的指示执行。

### 1) 利用叉车起重机搬运的情形

- 应使用可搬运重量在 3000kg 以上的叉车起重机。
- 叉车起重机支架(可选购项)的耐载荷为 9800N(1000kgf)，所以将要搬运的机器人的总重量应在 4000kg 以下。

### 2) 利用吊车搬运时

- 应使用可搬运重量在 3000kg 以上的吊车。
- 应使用耐载荷在 9800N(1000kgf) 以上的 4 根吊索吊装。
- 应使用耐载荷在 9310N(950kgf) 以上的 2 个吊环螺钉和搬运部件。



**注意**

有关各机型的运送姿势，请参阅“1.1 搬运”。

## (6) 锤换上标签

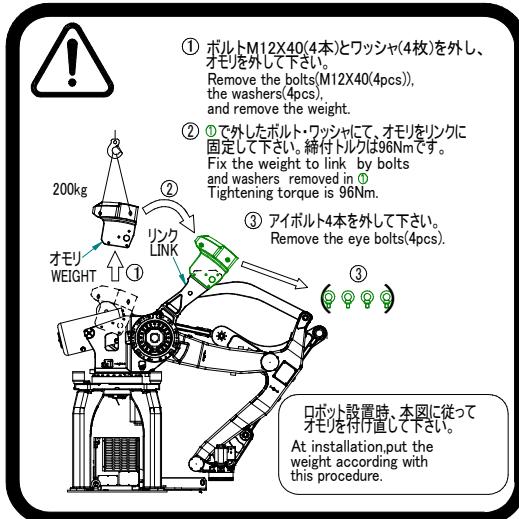


图 8 (f) 锤换上标签

## 内容

安装好机器人后，应按照此标签的指示执行。

- 1) 把螺栓 M12 x 40 (4 个) 和垫圈 (4 个) 取下,把锤取下。
- 2) 用 1) 中取下的螺栓、垫圈将锤固定在连杆上。拧紧力矩为 96Nm。
- 3) 把四个吊环螺钉取下。

## (7) 平衡缸更换标签

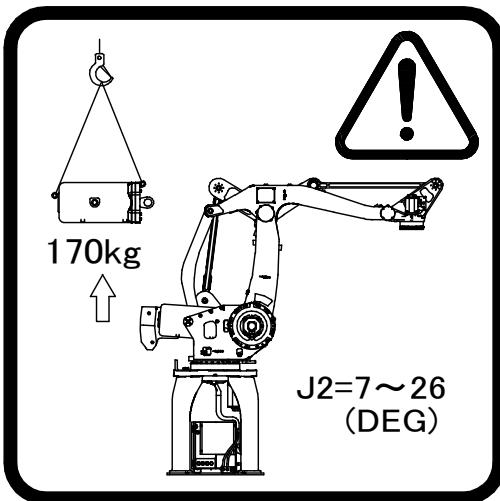


图 8 (g) 平衡缸更换标签

## 内容

- 更换平衡缸时，应按照此标签的指示执行。
- 更换时，应将 J2 轴设定为 7~26° 的姿势。
  - 平衡缸的重量为 170kg。



注意

有关平衡缸的更换，请向我公司洽询。

## (8) 搬运注意标签



图 8 (h) 搬运注意标签

## 内容

- 搬运机器人时，请注意下列几点。
- 请勿横向拉拽吊环螺钉。

**(9) 动作范围、可搬运重量标签**

指定 CE 规格时追加如下标签。

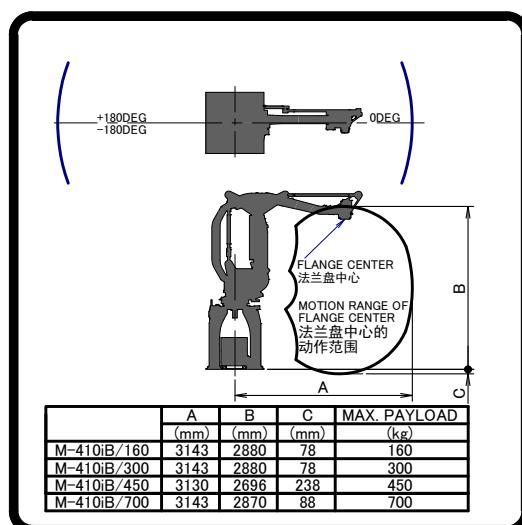


图 8 (i) 动作范围、可搬运重量标签

160610

# 前言

本说明书就与以下的机器人机构部相关的操作进行描述。

| 机型名称                    | 机构部规格编号        | 可搬运重量 |
|-------------------------|----------------|-------|
| FANUC Robot M-410iB/700 | A05B-1042-B201 | 700kg |

机构部规格编号贴在图示位置，请予确认，并阅读各章说明。

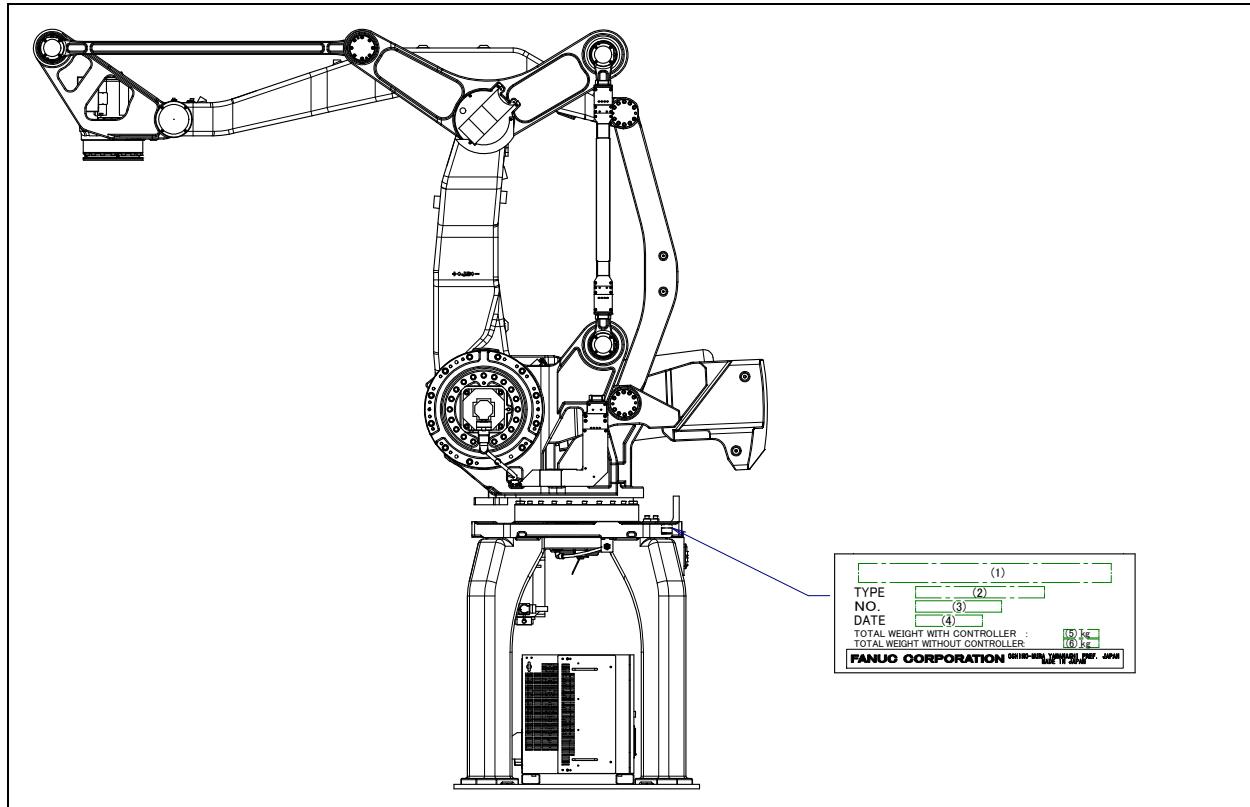


表 1 机构部规格编号粘贴位置

|    | (1)                        | (2)            | (3)         | (4)         | (5)              | (6)               |
|----|----------------------------|----------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|
| 内容 | 机型名称                       | 机构部规格编号        | 机号          | 日期          | 总重量 kg<br>(含控制部) | 总重量 kg<br>(不含控制部) |
| 字符 | FANUC Robot<br>M-410iB/700 | A05B-1042-B201 | 印有制造<br>日期。 | 印有制造<br>日期。 | 2700             | 2580              |

## 相关说明书

下面是相关说明书。

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>SAFETY HANDBOOK B-80687EN</b><br>使用发那科机器人的人员以及系统设计者应通读该手册并理解其中的内容。 |  | 对象：操作者、机器人系统设计人员<br>内容：机器人的系统设计、操作、维修                                   |
| <b>R-30iA</b><br>控制部  | OPERATOR'S MANUAL (操作说明书)<br>HANDLING TOOL<br><b>B-83124CM-2</b><br>Alarm Code List<br><b>B-83124CM-6</b>  | 对象：操作者、程序员、维修工程师、系统设定者<br>内容：机器人的功能、操作、编程、启动、接口、报警<br>用途：机器人的操作、示教、系统设计 |
|   | 维修说明书<br>标准规格： <b>B-82595CM</b><br>CE 规格： <b>B-82595EN-1</b><br>RIA R15.06-1999 适应性： <b>B-82595CM-2</b>    | 对象：维修工程师、系统设定者<br>内容：安装、启动、连接、维修<br>用途：安装、启动、连接、维修                      |
| <b>R-30iB,</b><br><b>R-30iB Plus</b><br>控制部                           | 操作说明书（基本操作篇）<br><b>B-83284CM</b><br>操作说明书（报警代码列表）<br><b>B-83284CM-1</b><br>选项功能操作说明书<br><b>B-83284CM-2</b> | 对象：操作者、程序员、维修工程师、系统设计者<br>内容：机器人的功能、操作、编程、启动、接口、报警<br>用途：机器人的操作、示教、系统设计 |
|   | 维修说明书<br><b>B-83195CM</b>  | 对象：维修工程师、系统设计者<br>内容：安装、启动、连接、维修<br>用途：安装、启动、连接、维修                      |

本说明书使用了以下表述。

| 名称            | 本说明书中的表述 |
|---------------|----------|
| 机器人～控制装置间连接电缆 | 机器人连接电缆  |
| 机器人机构部        | 机构部      |

# 目录

---

|  |           |
|--|-----------|
| 安全使用须知 .....                               | s-1       |
| 前言 .....                                   | p-1       |
| <b>1 搬运和安装 .....</b>                       | <b>1</b>  |
| 1.1 搬运 .....                               | 1         |
| 1.2 安装 .....                               | 4         |
| 1.3 维修空间 .....                             | 9         |
| 1.4 安装条件 .....                             | 9         |
| <b>2 与控制装置之间的连接 .....</b>                  | <b>10</b> |
| 2.1 与控制装置之间的连接 .....                       | 10        |
| <b>3 基本规格 .....</b>                        | <b>12</b> |
| 3.1 机器人的构成 .....                           | 12        |
| 3.2 机构部外形尺寸和动作范围图 .....                    | 14        |
| 3.3 原点位置和可动范围 .....                        | 15        |
| 3.4 手腕部负载条件 .....                          | 19        |
| <b>4 安装设备到机器人上 .....</b>                   | <b>21</b> |
| 4.1 安装末端执行器到手腕前端 .....                     | 21        |
| 4.2 设备安装面 .....                            | 22        |
| 4.3 关于负载设定 .....                           | 23        |
| <b>5 向末端执行器布线和安设管线 .....</b>               | <b>25</b> |
| 5.1 气压供应（可选购项） .....                       | 26        |
| 5.2 空气配管（可选购项） .....                       | 27        |
| 5.3 可选购项电缆用接口（可选购项） .....                  | 28        |
| <b>6 变更可动范围 .....</b>                      | <b>33</b> |
| 6.1 变更基于软件的可动范围 .....                      | 34        |
| 6.2 J1 轴行程的变更（可选购项） .....                  | 35        |
| 6.3 J1 轴的限位开关和挡块的调整（可选购项） .....            | 37        |
| <b>7 检修和维修 .....</b>                       | <b>38</b> |
| 7.1 检修和维修内容 .....                          | 38        |
| 7.1.1 日常检修 .....                           | 38        |
| 7.1.2 定期检修・定期维修 .....                      | 39        |
| 7.2 检修要领 .....                             | 41        |
| 7.2.1 渗油的确认 .....                          | 41        |
| 7.2.2 空气 3 点套件的确认（可选购项） .....              | 42        |
| 7.2.3 机构部件内电缆以及连接器的确认 .....                | 42        |
| 7.2.4 关于机械式固定制动器、机械式可变制动器的检修 .....         | 44        |
| 7.3 维修作业 .....                             | 45        |
| 7.3.1 向平衡调节套筒供脂（1年（3840 小时）定期检修） .....     | 45        |
| 向轴承供脂（3年（11520 小时）定期检修） .....              | 45        |
| 7.3.2 电池的更换（1年半定期检修） .....                 | 48        |
| 7.3.3 驱动机构部的润滑脂的更换（3年（11520 小时）定期检修） ..... | 49        |
| 7.3.4 释放润滑脂槽内残压的作业步骤 .....                 | 52        |
| 7.4 保管 .....                               | 52        |
| <b>8 零点标定的方法 .....</b>                     | <b>53</b> |

|          |                       |           |
|----------|-----------------------|-----------|
| 8.1      | 概要.....               | 53        |
| 8.2      | 解除报警和准备零点标定.....      | 54        |
| 8.3      | 全轴零点位置标定 .....        | 55        |
| 8.4      | 简易零点标定 .....          | 58        |
| 8.5      | 简易零点标定（单轴） .....      | 60        |
| 8.6      | 单轴零点位置标定 .....        | 62        |
| 8.7      | 输入零点标定数据.....         | 65        |
| 8.8      | 确认零点标定结果.....         | 66        |
| <b>9</b> | <b>常见问题处理方法 .....</b> | <b>67</b> |
| 9.1      | <b>常见问题处理方法.....</b>  | <b>67</b> |

附录

|          |                             |           |
|----------|-----------------------------|-----------|
| <b>A</b> | <b>定期检修表 .....</b>          | <b>75</b> |
| <b>B</b> | <b>螺栓的强度和螺栓拧紧力矩一览 .....</b> | <b>78</b> |

# 1 搬运和安装

## 1.1 搬运

机器人的运送，可利用吊车或者叉车起重机。图 1.1 (a)、(b)中示出运送姿势。

### ⚠ 警告

- 安装附带设备时，机器人的重心位置会发生变化，有可能运送中导致不稳定。万一出现这种不稳定的情形时，请拆除附带设备后将机器人置于运送姿势。由此，重心位置将会恢复正常。建议用户将附带设备与机器人分开运送。
- 手腕法兰盘上安装有机械手等的状态下进行搬运时，会导致设备的不稳定而十分危险。务必在拆除了机械手等末端执行器的状态下运送。
- 叉车起重机用运送构件，只能在采用叉车起重机运送时使用。不要使用运送构件来固定机器人。
- 使用运送构件运送机器人的情况下，请事先检查运送构件的固定螺栓，拧紧已经松开的螺栓。
- 请勿横拉吊环螺钉。
- 请勿向叉车起重机的卡爪等运送构件施加冲撞力。
- 请勿在运送部件上挂链条等。

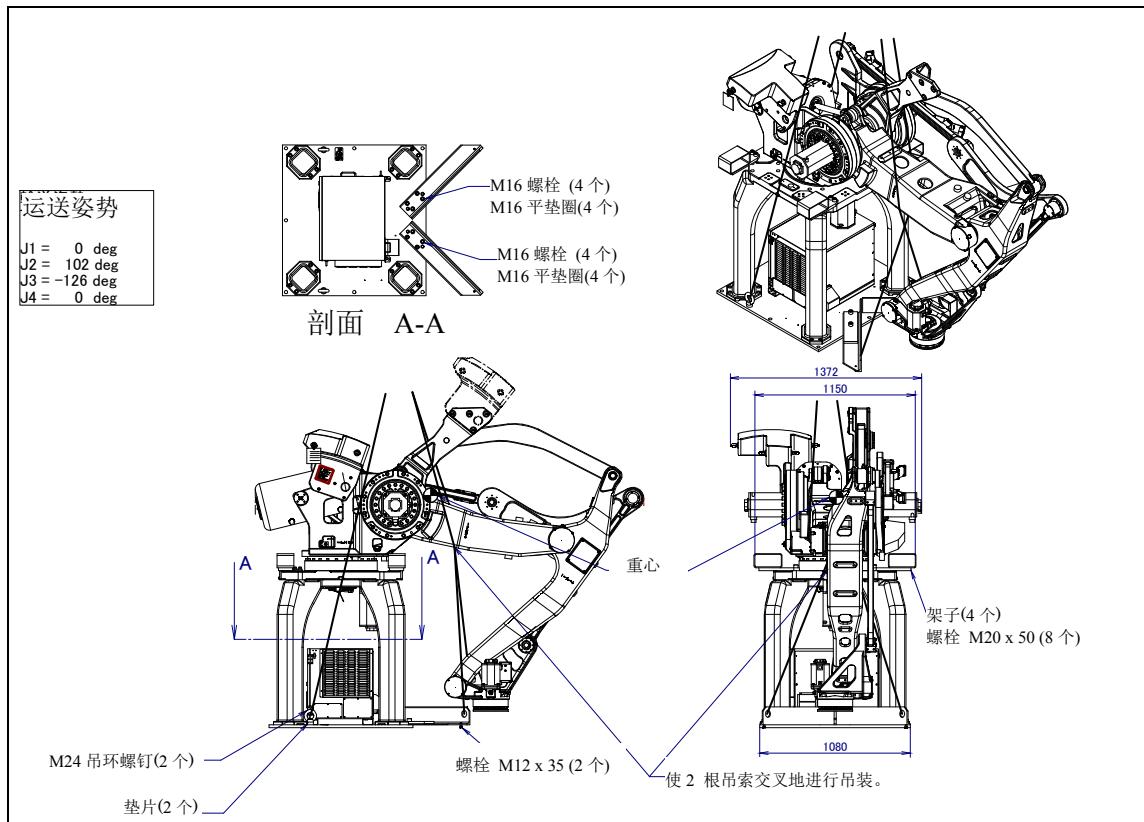


图 1.1 (a) 采用吊车搬运

### 注释

不管锤的安装位置如何，机器人的运送姿势和运送方法都相同。

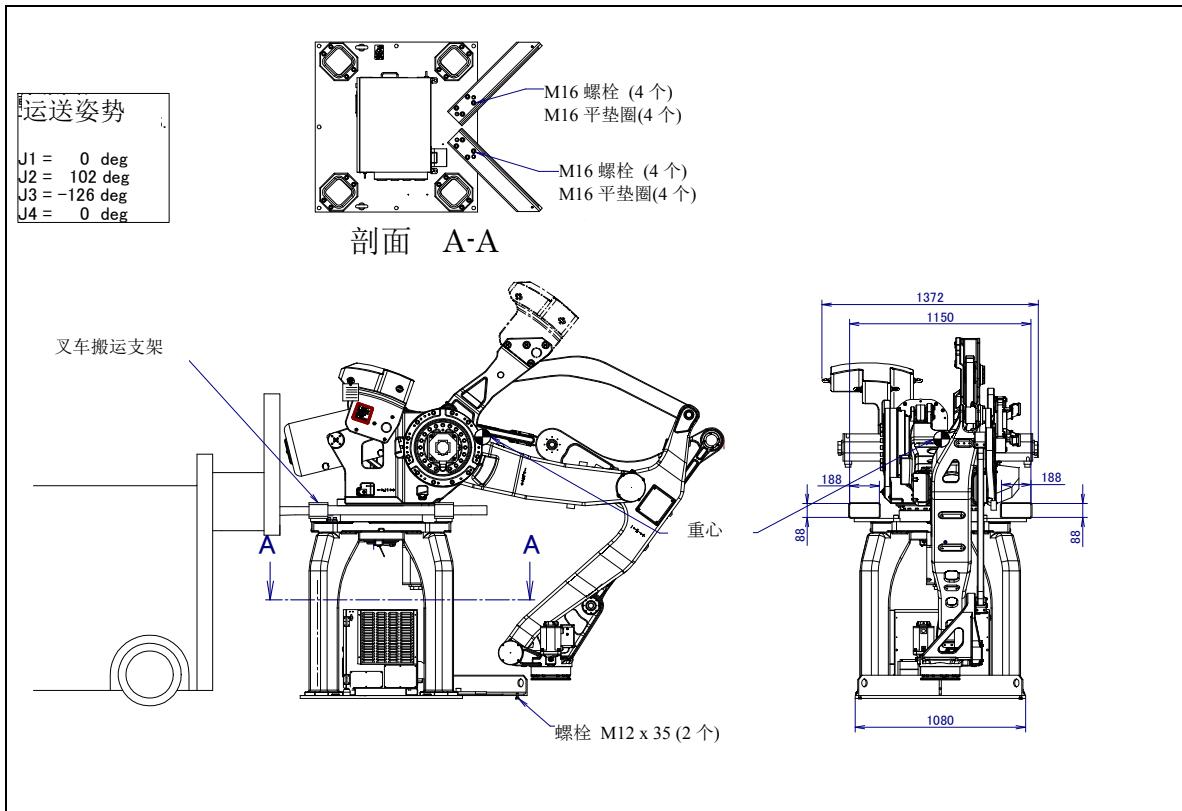


图 1.1 (b) 采用叉车起重机搬运

## ⚠ 注意

- 1 不管锤的安装位置如何，机器人的运送姿势和运送方法都相同。
- 2 注意避免叉车起重机的卡爪与运送部件猛烈触碰。
- 3 机器人总重量 : 2.7 吨（含控制装置）  
 吊车 可搬运重量 : 3.0 吨以上  
 吊索 可搬运重量 : 每根 1.0 吨以上  
 吊索 : 4 个  
 叉车起重机 可搬运重量 : 3.0 吨以上  
 吊环螺钉，应使用符合 JIS B 1168 要求者。

机器人安装好后，请按照如下步骤将锤从 J2 机座上换装到 J2 连杆部上。

- 1) 把螺栓 M12 x 40 (4 个) 和垫圈 (4 个) 取下, 把锤取下。
- 2) 用 1) 中取下的螺栓、垫圈将锤固定在连杆上。拧紧力矩为 96Nm。
- 3) 把四个吊环螺钉取下。

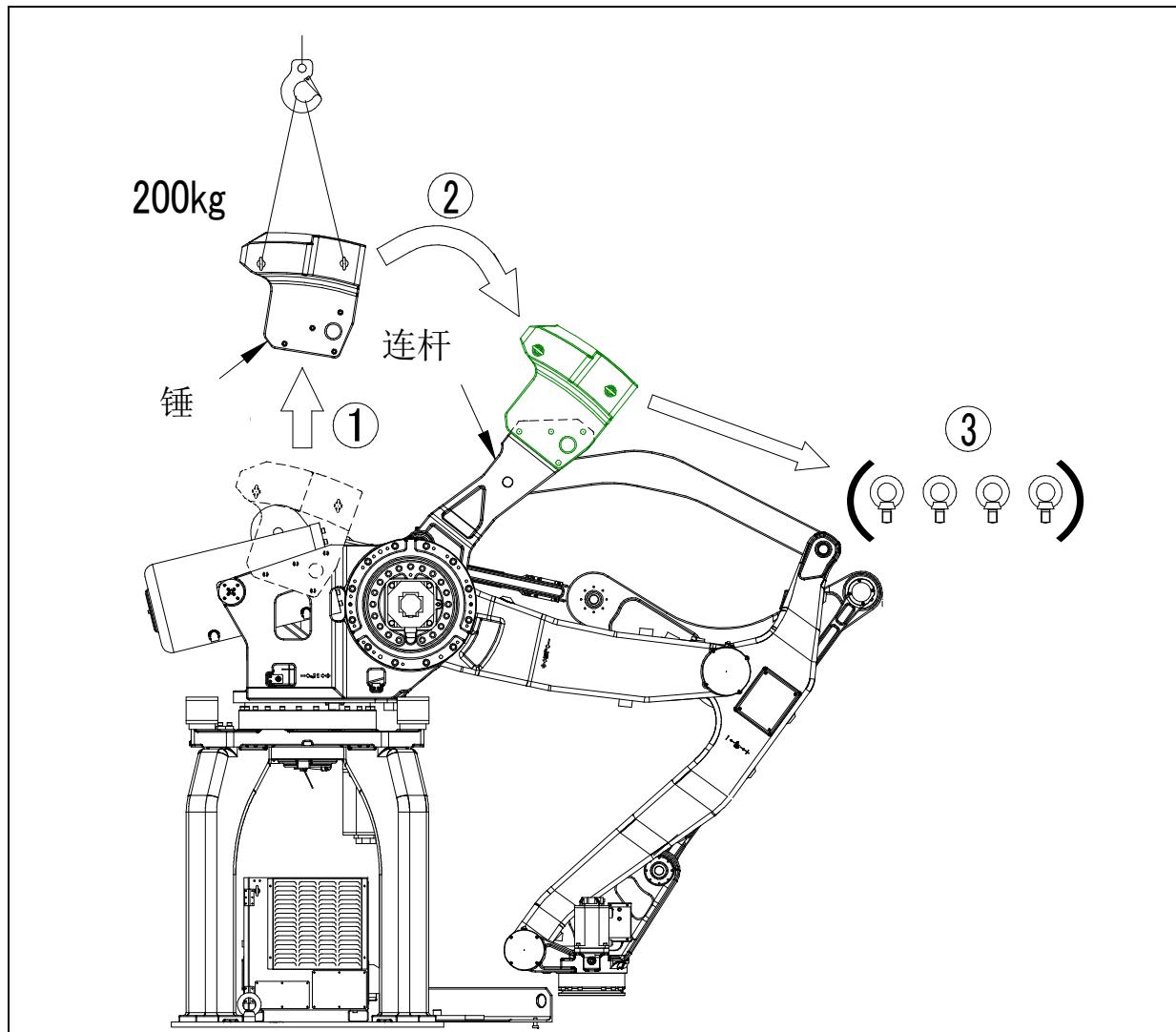
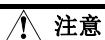


图 1.1 (c) 锤的换装



注意  
务必换装上锤。如果不换装上锤，则有可能无法充分发挥机器人的性能。

## 1.2 安装

### (1) 使用标准架台进行安装的情形

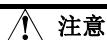
这里，就出货时使用安装在机器人上的标准的架台，设置机器人的情形进行说明。

图 1.2 (a) 中示出机器人机座尺寸。

图 1.2 (b) 为机器人设置的具体例。用 16 个 M20 化学螺栓（拉伸强度  $400\text{N/mm}^2$  以上）将垫板固定在地板面上。用 8 个 M20 x 40 螺栓（拉伸强度  $1200\text{N/mm}^2$  以上）将机器人固定在垫板上。机器人固定螺栓，请使用尺寸 M20（拉伸强度  $1200\text{N/mm}^2$  以上）长度 40mm 以上的螺栓（8 个）。

没有指明拧紧力矩的螺栓，请按照附录 B 的拧紧力矩表予以拧紧。

化学螺栓的强度受到混凝土强度的影响。化学螺栓的施工，应参照各制造商的设计指南，充分考虑安全后使用。



注意

- 1 直接用化学螺栓将机器人机座固定到地板上时，会因为机器人动作时的变动载荷而导致壁虎松动。
- 2 在机器人机座和垫板之间，请勿用楔子等进行调平。有的情况下会因机器人机座的密贴度的下降，机器人的晃动会变大。

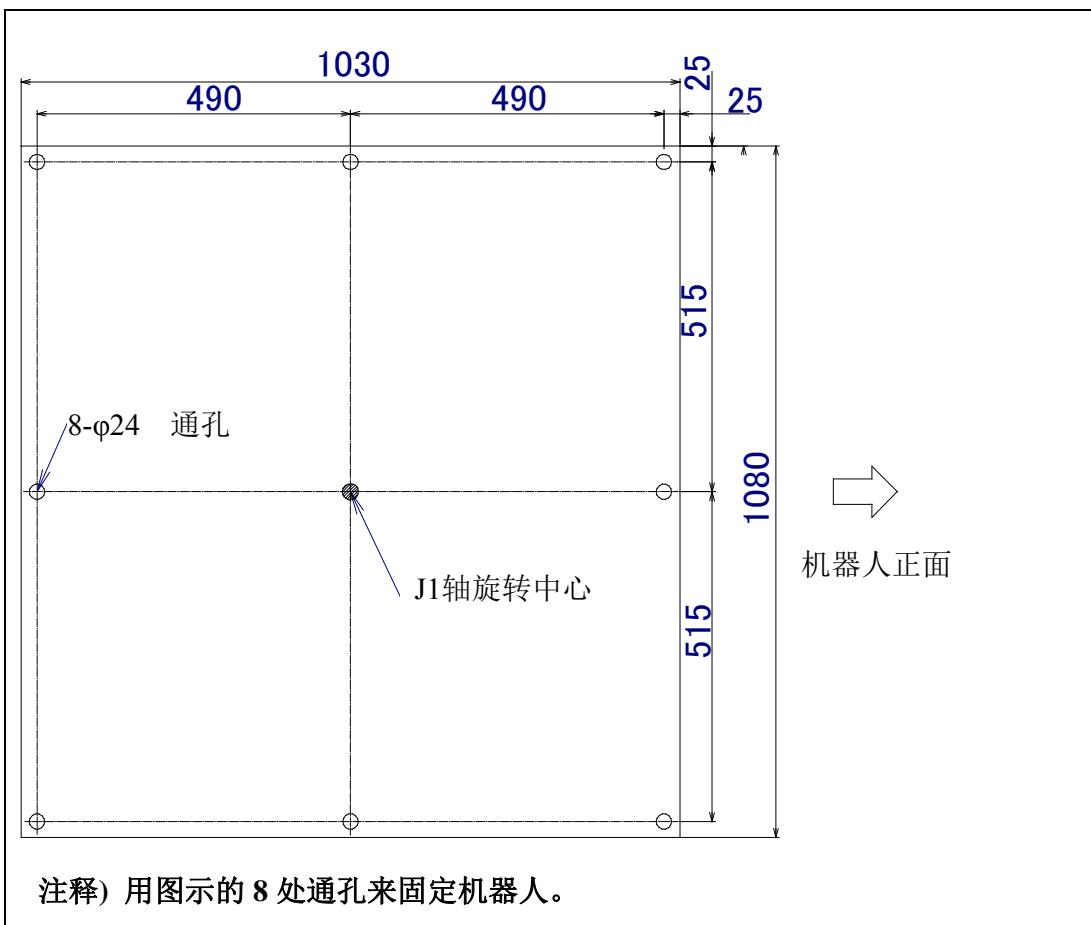


图 1.2 (a) 机器人机座尺寸

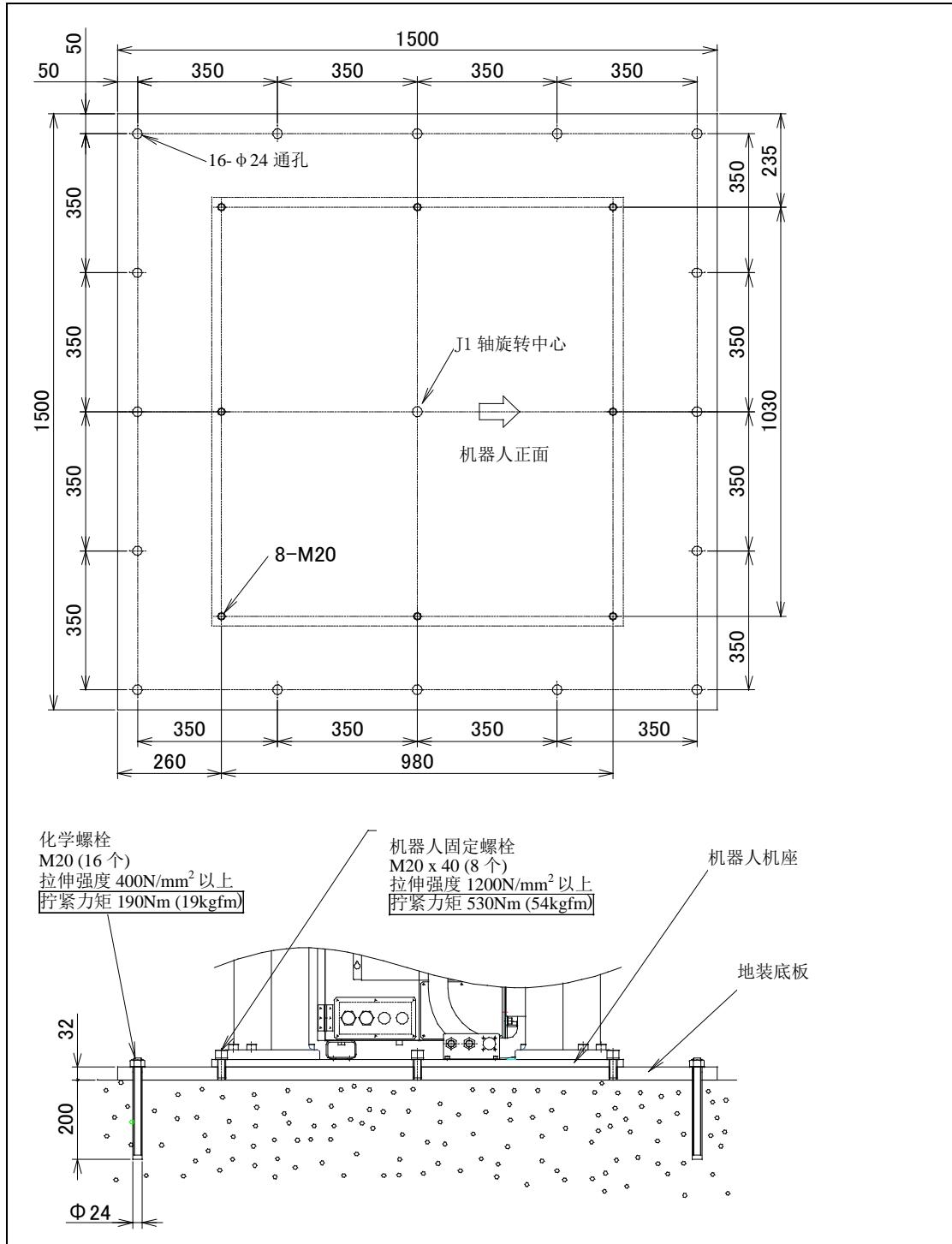


图 1.2 (b) 安装具体例

## 注释

- 1 由客户自备下列部件。
  - 机器人固定螺栓 M20 x 40 (拉伸强度 1200N/mm<sup>2</sup> 以上) 8 个
  - 化学螺栓 M20 (拉伸强度 400N/mm<sup>2</sup> 以上) 16 个
  - 地装底板 板厚 32t 1 块
- 2 安装施工 (焊接、固定等)，由客户自行安排。
- 3 确保机器人安装面的平面度在 0.5mm 以内，倾斜角度在 0.5° 以内。  
如果机器人机座安装面的平面度不好，则有可能导致机座破损或者导致机器人不能充分发挥性能。

此外, 图 1.2 (c)、表 1.2 (a)~表 1.2 (c)中示出了机器人断电停止时作用于机器人机座的力和力矩以及输入了停止信号后进行断电停止或者控制停止前 J1~J3 轴的惯性移动时间和惯性移动角度。应考虑到安装面的强度进行参考。

表 1.2 (a) 断电停止时作用的力以及力矩

|                 | 静止时               | 加减速时              | 急停时               |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 垂直面力矩 : $M_V$   | 32600Nm(3323kgfm) | 55800Nm(5691kgfm) | 87500Nm(8932kgfm) |
| 垂直方向作用力 : $F_V$ | 33300N(3400kgf)   | 36900N(3762kgf)   | 46300N(4729kgf)   |
| 水平面力矩 : $M_H$   | 0 Nm (0 kgfm)     | 12600Nm(1283kgfm) | 22700Nm(2319kgfm) |
| 水平方向作用力 : $F_H$ | 0 N (0 kgf)       | 7200N(712kgf)     | 8500N(871kgf)     |

表 1.2 (b) 从断电停止时的、输入停止信号到机器人停止前的时间以及惯性移动角度

| 机型          | J1 轴              | J2 轴        | J3 轴       |
|-------------|-------------------|-------------|------------|
| M-410iB/700 | 惯性移动时间 [ms]       | 576         | 224        |
|             | 惯性移动角度[deg] (rad) | 17.3 (0.30) | 6.7 (0.12) |
|             |                   |             | 5.1 (0.09) |

\* 最大负荷安装以及最大速度时

表 1.2 (c) 从控制停止时的、输入停止信号到机器人停止前的时间以及惯性移动角度

| 机型          | J1 轴              | J2 轴        | J3 轴        |
|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| M-410iB/700 | 惯性移动时间 [ms]       | 940         | 940         |
|             | 惯性移动角度[deg] (rad) | 29.9 (0.52) | 29.6 (0.52) |
|             |                   | 29.9 (0.52) |             |

\* 最大负荷安装以及最大速度时

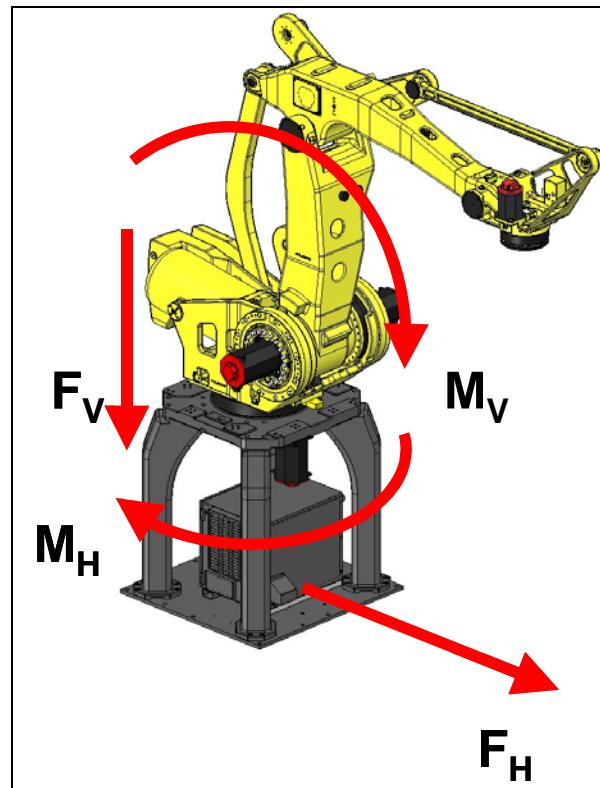


图 1.2 (c) 作用于机器人机座的力以及力矩

## (2) 分离标准架台进行设置的情形

控制装置外挂型的情况下，出货时可使得安装在机器人上的标准架台分离，将机器人设置在由用户自备的架台。

图 1.2 (d) 中示出使架台分离的方法。将机器人的姿势设置为 J1 轴=0°、J2 轴=-44°、J3 轴=-25°、J4 轴=0°，做好用绳子将较 J1 机座之上的部分吊起来的准备。拧下 J1 机座安装螺栓 M16 x 65 (16 个)，使 J1 机座从架台分离。

图 1.2 (e) 中示出机器人的设置接口。请注意以下几点设计架台。

- 确保 J1 轴电机更换所需的必要空间
- 确保零点标定夹具装卸所需的空间
- 确定期定期维护空间(电池更换、润滑脂排脂)
- 避免与连接电缆、连接器盒之间的相互干涉
- 确保能够耐受表 1.2 (a) 中所示的力以及力矩的强度此外，将 J1 机座固定在架台上的螺栓，要使用尺寸 M16 (拉伸强度 1200N/mm<sup>2</sup> 以上) 长 65mm 以上的螺栓 (16 个)。

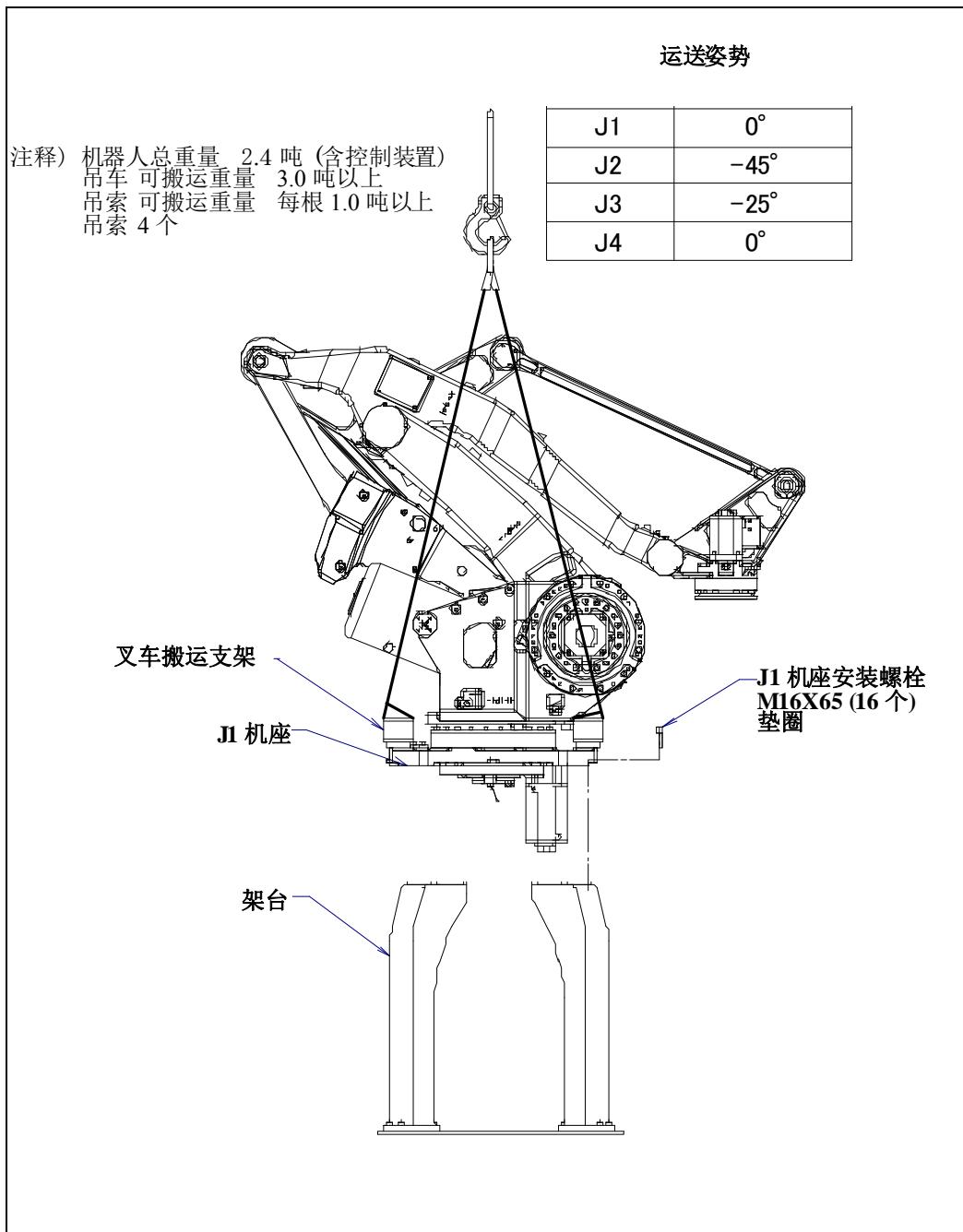


图 1.2 (d) 架台的分离方法 (控制装置外设型)

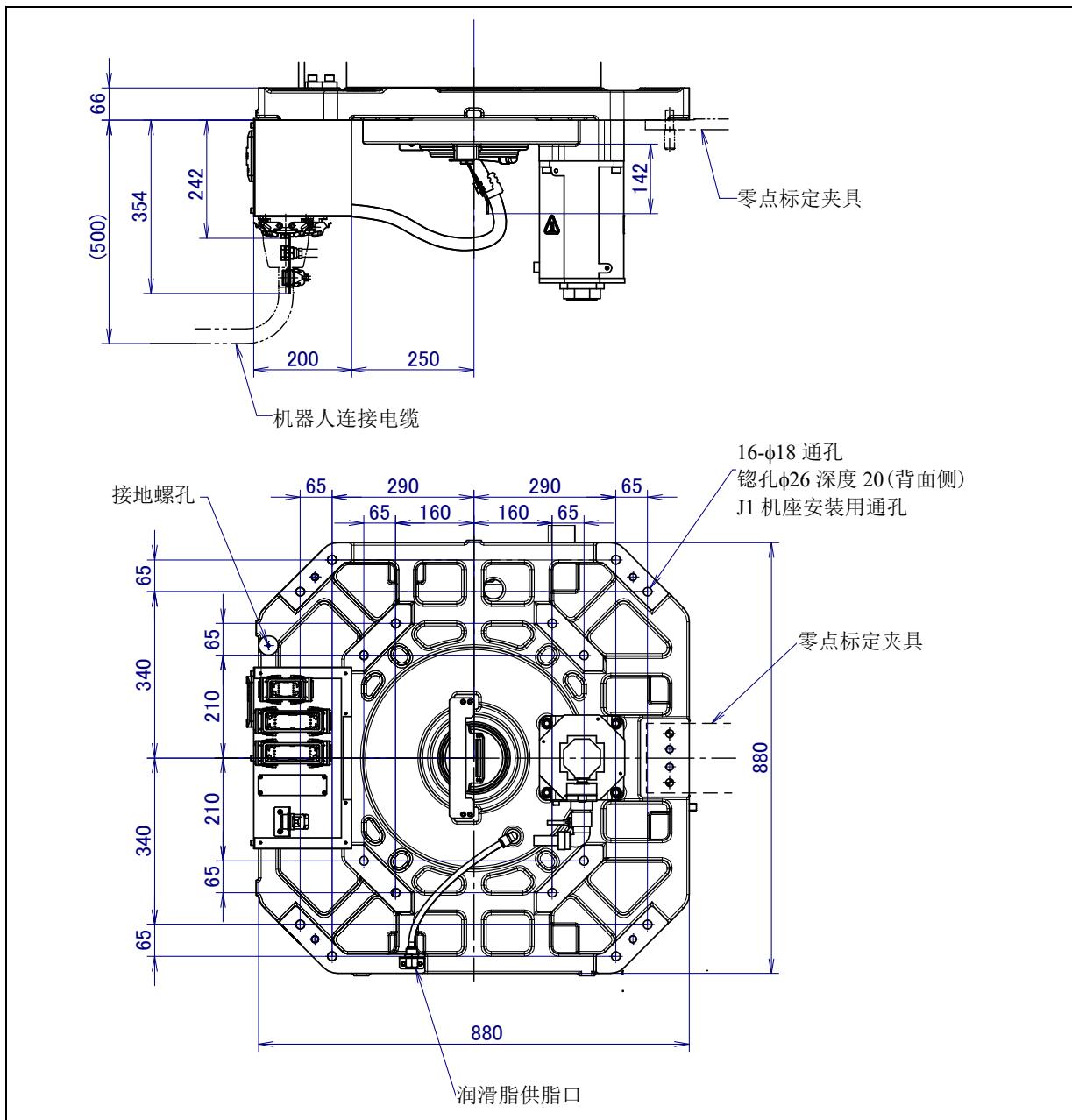


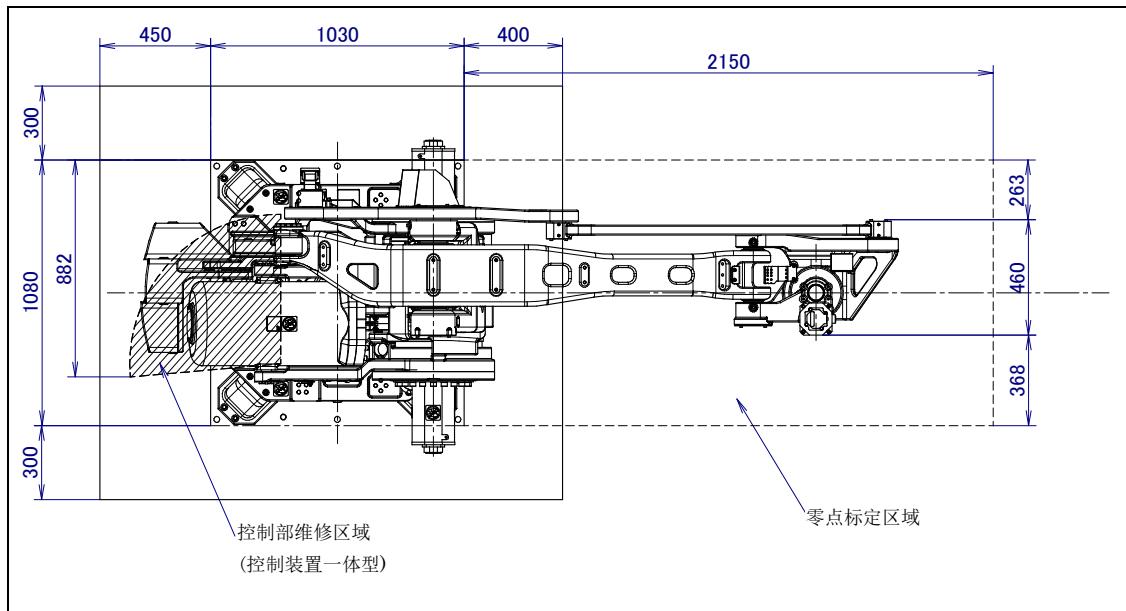
图 1.2 (e) 标准架台分离时的设置接口 (控制装置外设型)

## 1.3 维修空间

图 1.3 示出维修空间的布局图。

此外，零点标定时还需要虚线部分示出的区域。另外还应能够确保零点标定区域。

有关零点标定，请参阅 8 章。



## 1.4 安装条件

关于机器人安装条件，请参照 3.1 节。

## 2 与控制装置之间的连接

### 2.1 与控制装置之间的连接

控制装置一体型的情况下，不用从机器人上折开连接器，电缆直接被连接到控制装置上。

控制装置外设型的情况下，机器人与控制装置之间的连接电缆，有动力电缆、信号电缆和接地端子。请将各电缆连接于机座背面的连接器部。

有关空气、可选购项电缆，请参阅 5 章。

#### ⚠ 警告

接通控制装置的电源之前，请通过地线连接机构部和控制部。尚未连接地线的情况下，有触电危险。

#### ⚠ 注意

- 1 电缆的连接作业，务必切断控制装置的电源。
- 2 请勿将机器人连接电缆的多余部分（10m 以上）卷绕成线圈状使用。在这样的状态下使用时，有可能会在执行某些机器人动作时导致电缆温度大幅度上升，从而对电缆的包覆造成破坏。

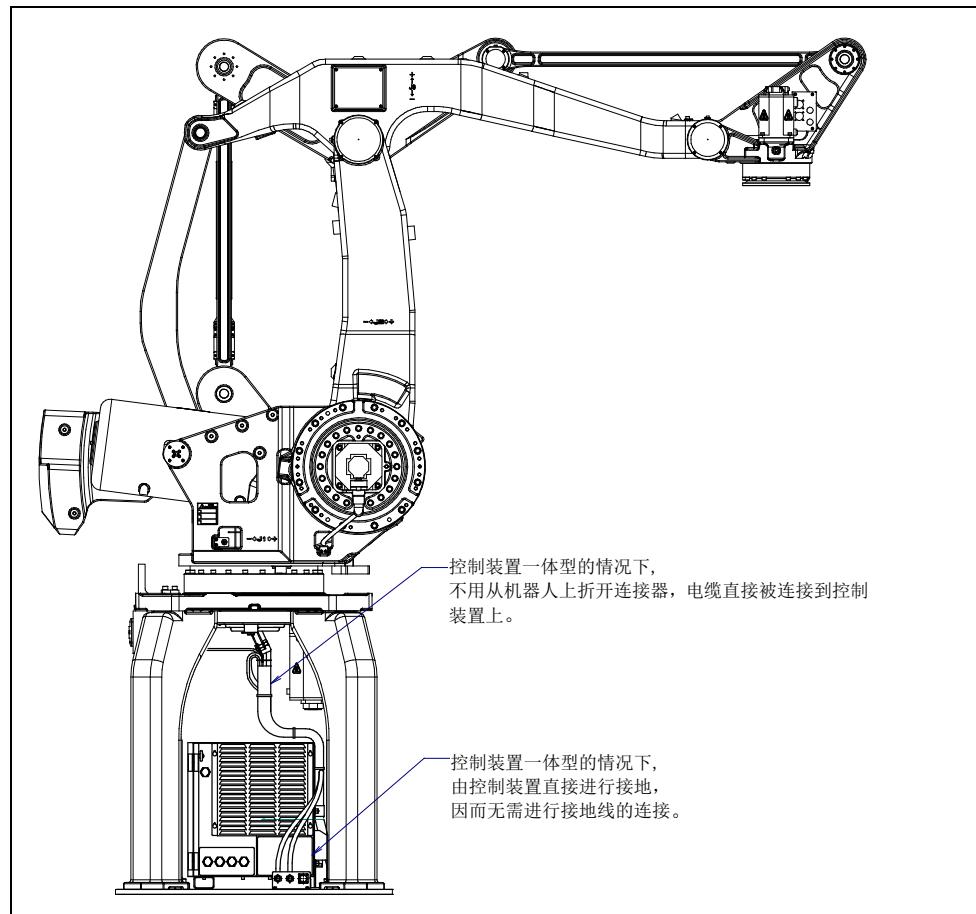


图 2.1 (a) 电缆连接图（控制装置一体型）

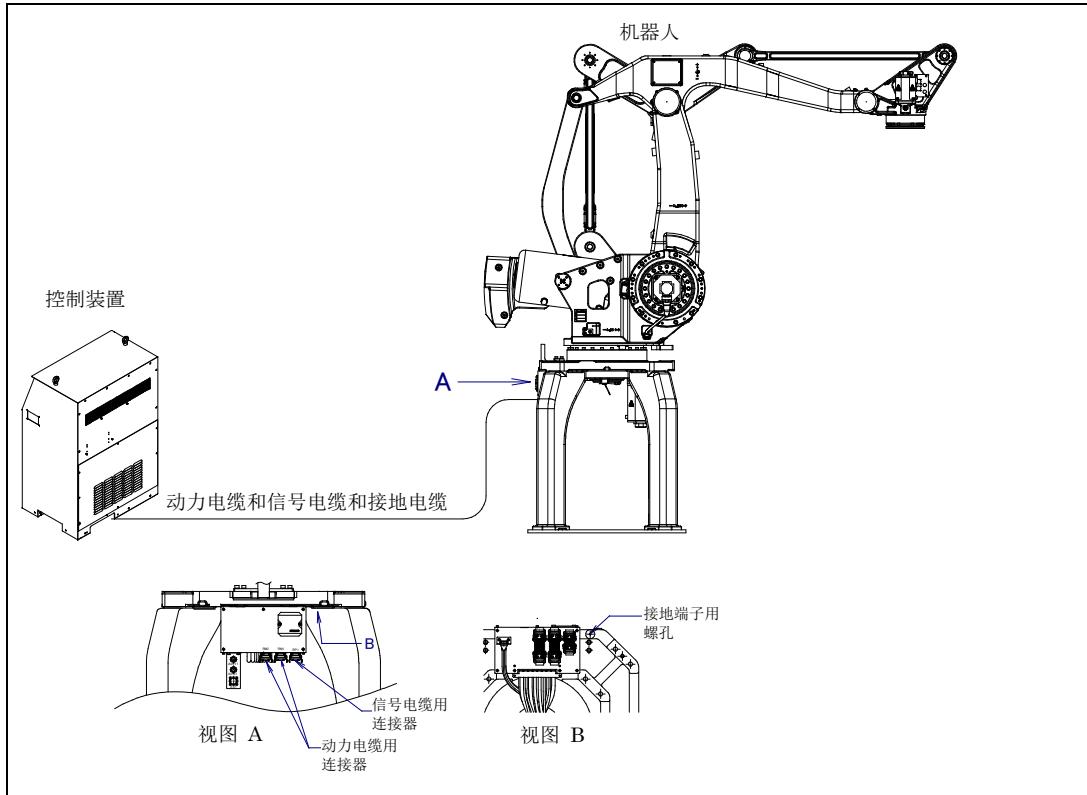


图 2.1 (b) 电缆连接图 (控制装置外设型)

# 3 基本规格

## 3.1 机器人的构成

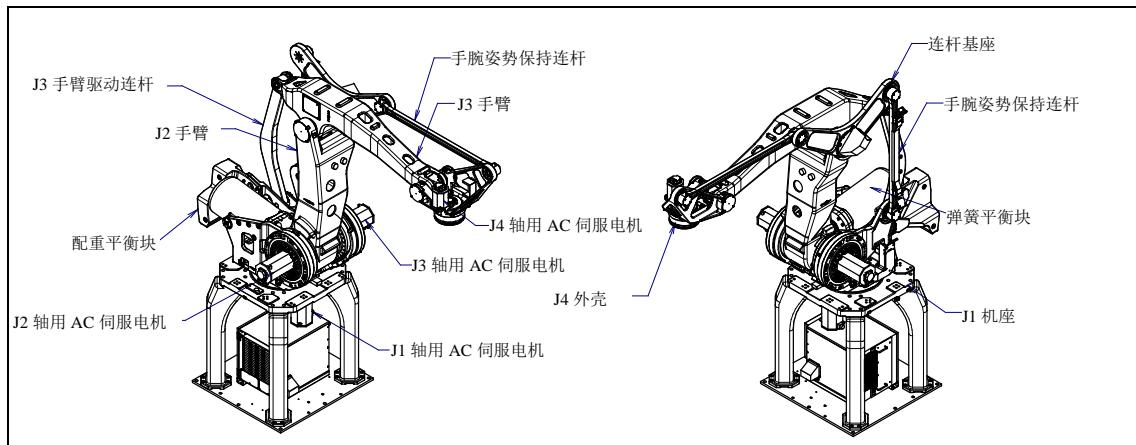


图 3.1 (a) 机构部的构成

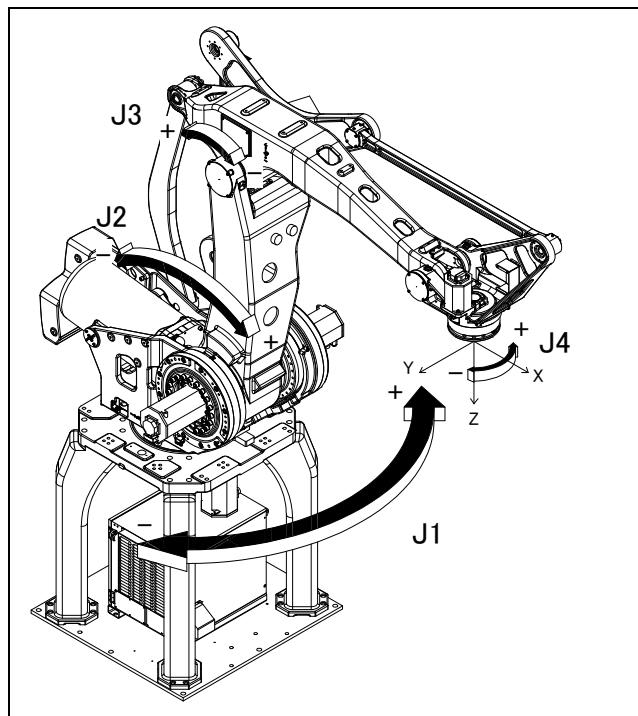


图 3.1 (b) 各轴坐标和机械接口坐标

**注释**

机械接口坐标的原点(0.0.0)是末端执行器中心。

规格一览表

| 項目                         |              | M-410iB/700  |
|----------------------------|--------------|--|
| 控制轴数                       |              | 4 軸 (J1, J2, J3, J4)   |
| 安装形式                       |              | 地面安装   |
| 动作范围<br>(最大动作速度)<br>(注释 1) | J1 轴         | 360° ( 60°/sec) 6.28rad (1.05rad/sec)  |
|                            | J2 轴         | 144° ( 60°/sec) 2.51rad (1.05rad/sec)  |
|                            | J3 轴         | 136° ( 60°/sec) 2.37rad (1.05rad/sec)  |
|                            | J4 轴         | 540° (120°/sec) 9.42rad (2.09rad/sec)  |
| 可搬运重量                      | 手腕部 (注释 2)   | 700kg  |
|                            | J3 手臂 (注释 2) | 50kg   |
| 手腕部允许负载 转矩 转动惯量            |              | 490kg·m <sup>2</sup> (5000kgf·cm·sec <sup>2</sup> )  |
| 驱动方式                       |              | 使用 AC 伺服电机进行电气伺服驱动   |
| 重复定位精度                     |              | ±0.5mm   |
| 机器人质量                      |              | 2700kg (含控制装置一体型的控制部)<br>2580kg (不含控制部)  |
| 噪声                         |              | 70dB 以下(注释 3)  |
| 安装条件                       |              | 环境温度 : 0~45°C(注释 4)<br>环境湿度 : 通常 75%RH 以下 (无结露)<br>短期 (1 个月以内) 在 95%RH 以下<br>允许高度 : 海拔 1000m 以下<br>振动值 : 0.5G 以下<br>不应有腐蚀性气体(注释 5) |

## 注

- 1 短距离移动时有可能达不到各轴的最高速度。
- 2 请勿超过手腕部的负载和手臂的负载的合计在内的 700kg。M-410iB 的情形，为了防止发生过热报警，最大负载时勿让 J3 手臂保持长期的水平或者近似水平状态。
- 3 此值为根据 ISO11201 (EN31201) 测得的 A 载荷等价噪声级。测量在下列条件下进行。
  - 最大载荷, 最高速度
  - 自动运转 (AUTO 模式)
- 4 在接近 0°C 的低温环境下使用机器人的情形，还是在休息日或者夜间低于 0°C 的环境下长时间让机器人停止运转的情形，在刚刚开始运转后时，因为可动部的抵抗很大，碰撞检测报警(SRVO-050)等会发生。此时，建议进行几分钟的暖机运转。
- 5 在高温、低温环境、振动、尘埃、切削油等浓度比较高的环境下使用时，请向我公司洽询。

## 3.2 机构部外形尺寸和动作范围图

机器人的动作范围图如图 3.2。在安装外围设备时，应注意避免干涉机器人主体部分和动作范围。

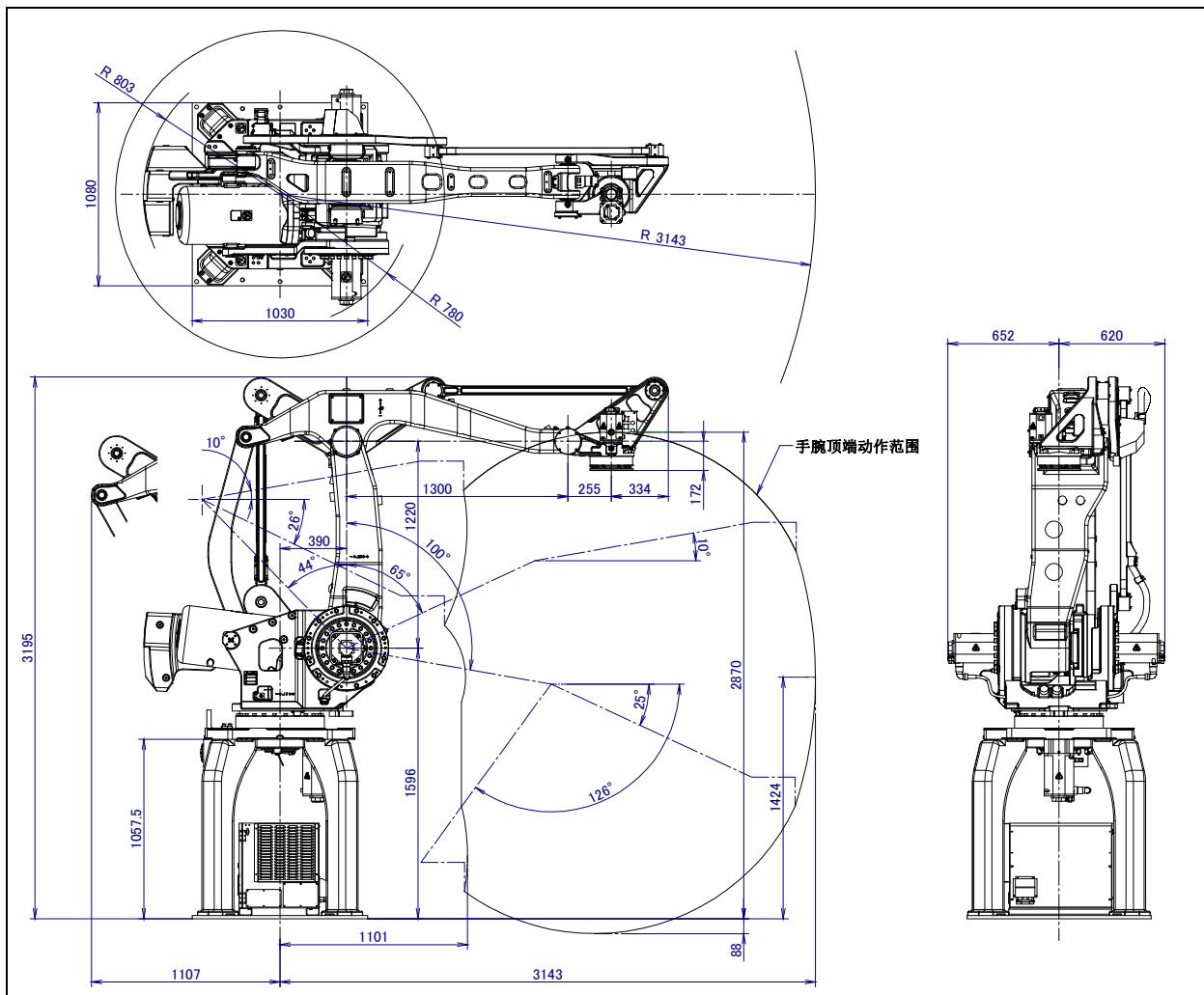


图 3.2 动作范围图

### 3.3 原点位置和可动范围

各控制轴上，分别设有原点和可动范围。控制轴到达可动范围的极限，叫做超程(OT)。各轴都在可动范围的两端进行超程检测。只要不是由于伺服系统的异常和系统出错等而导致原点位置丢失，都要为避免机器人的动作超出可动范围而进行控制。此外，为了进一步确保安全，还提供采用机械式固定制动器的可动范围限制和采用限位开关的可动范围限制。

图 3.3 (a) 表示机械式制动器的位置。

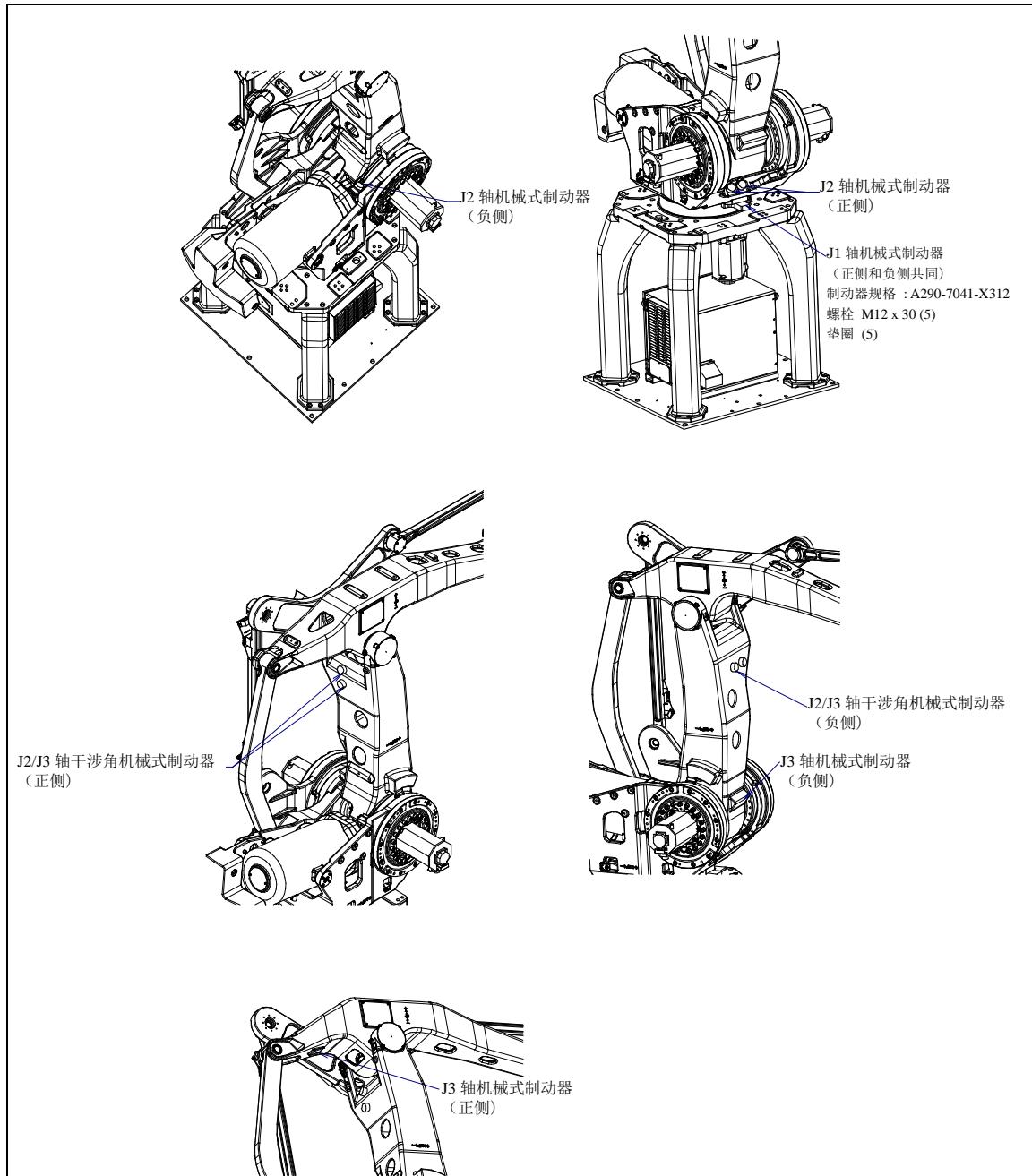


图 3.3 (a) 机械式制动器的位置

图 3.3 (b)~3.3 (g) 中示出各轴的原点、可动范围、限位开关检测位置以及最大停止距离（最大负荷、最高速度时的停止距离）。

图 3.3 (a) 中示出机械式制动器的位置。J1 轴的机械式制动器在结构上会因制动器的变形而机器人停止。务须更换已经变形的制动器。J1 轴的机械式制动器，请参照图 3.3 (a) 进行更换。螺栓的拧紧力矩，请参照卷末的“螺栓拧紧力矩一览”，以规定的力矩予以紧固。

请勿进行机械式制动器的改造等。否则有可能导致机器人不能正常停止。

※ 可动范围可以变更。变更详情，请参阅 6 章“变更可动范围”。

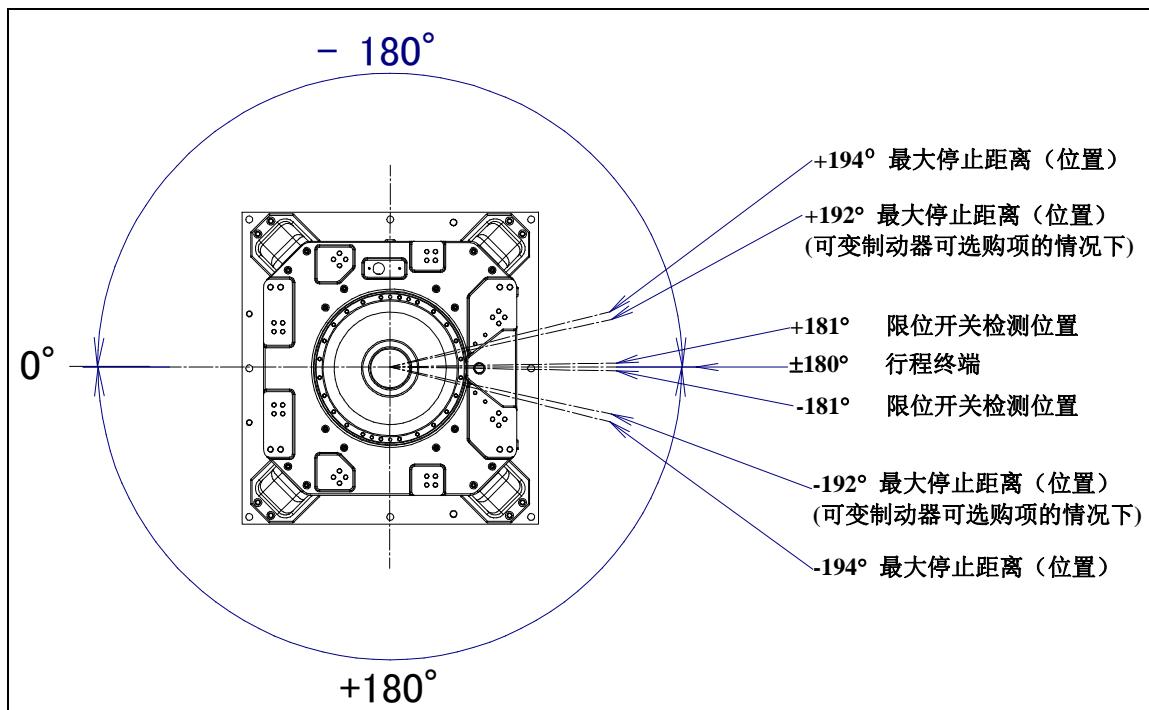


图 3.3 (b) J1 轴可动范围

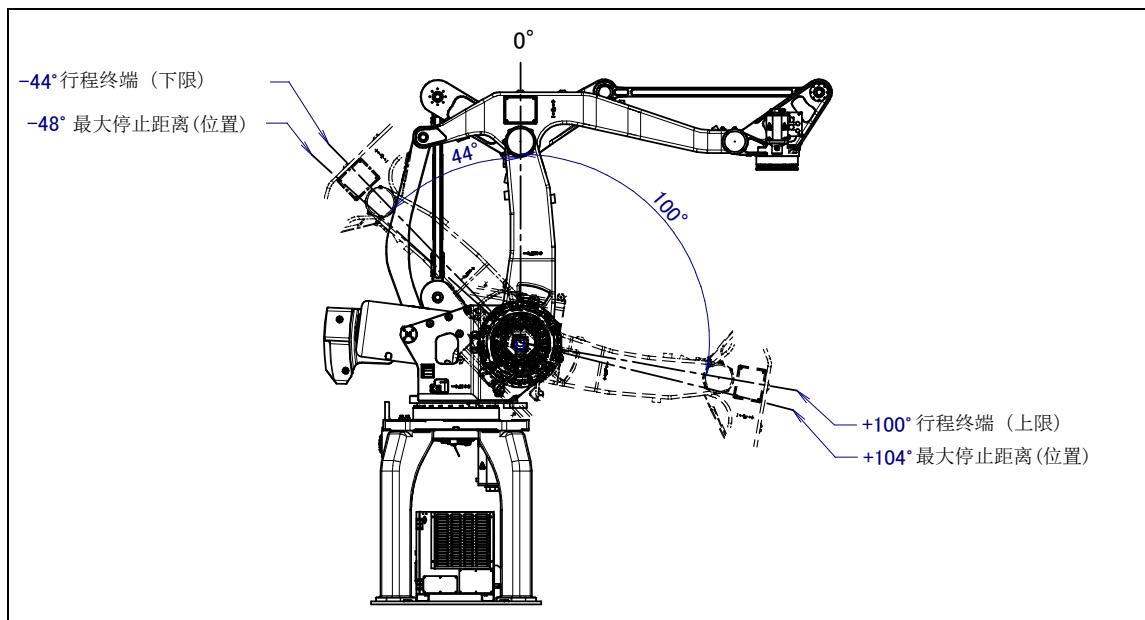


图 3.3 (c) J2 轴可动范围

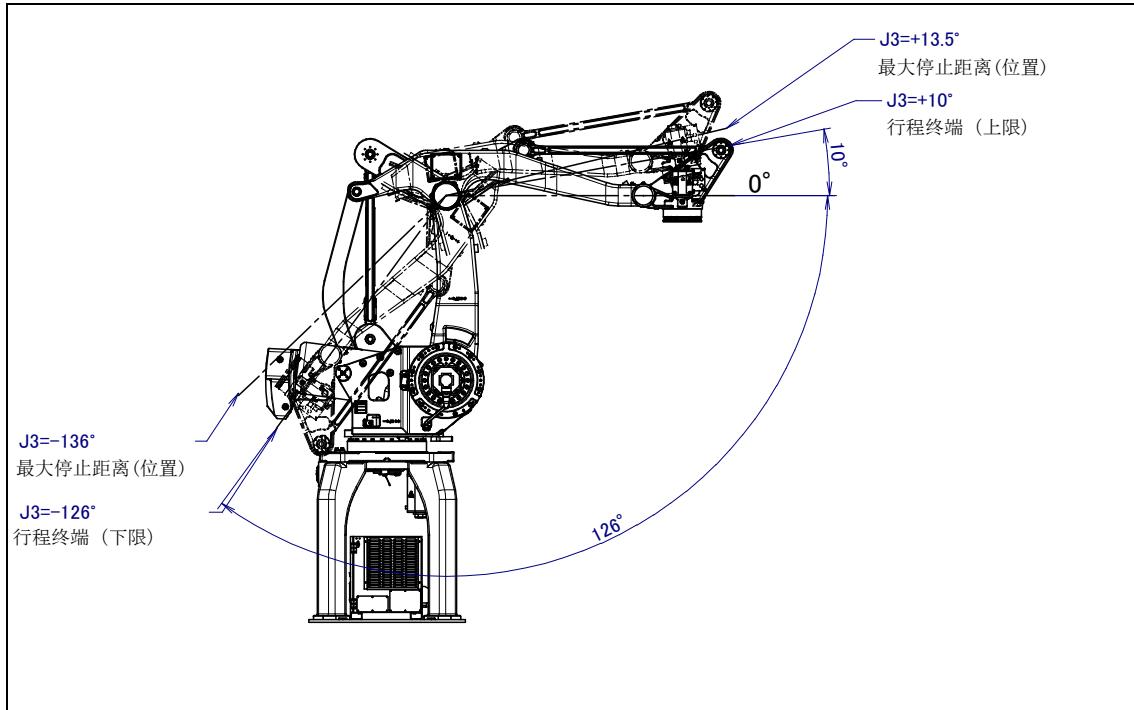


图 3.3 (d) J3 轴可动范围

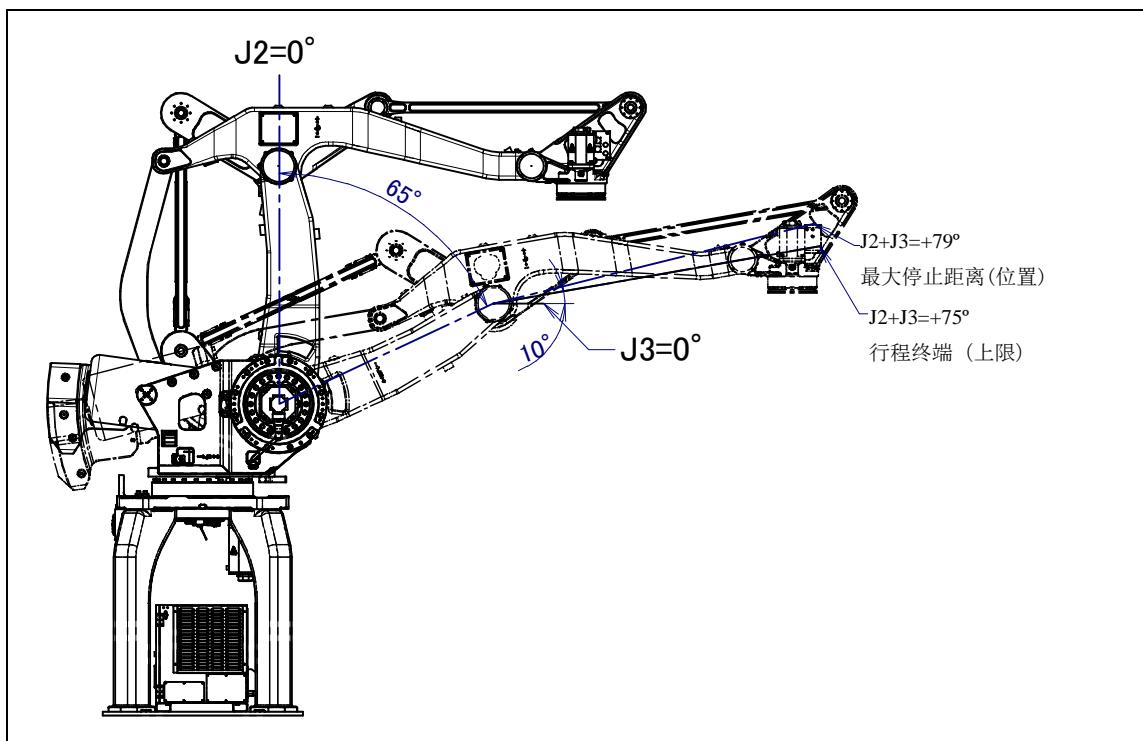


图 3.3 (e) J2/3 轴干涉角 (正侧)

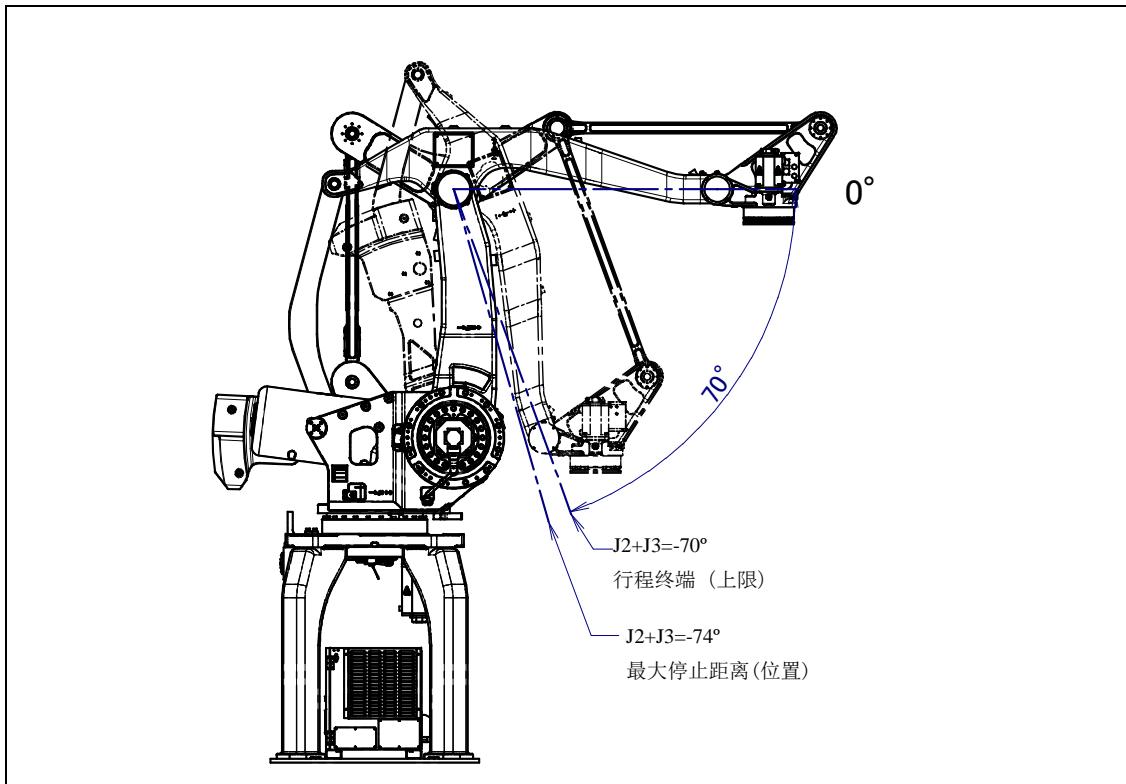


图 3.3 (f) J2/3 轴干涉角 (负侧)

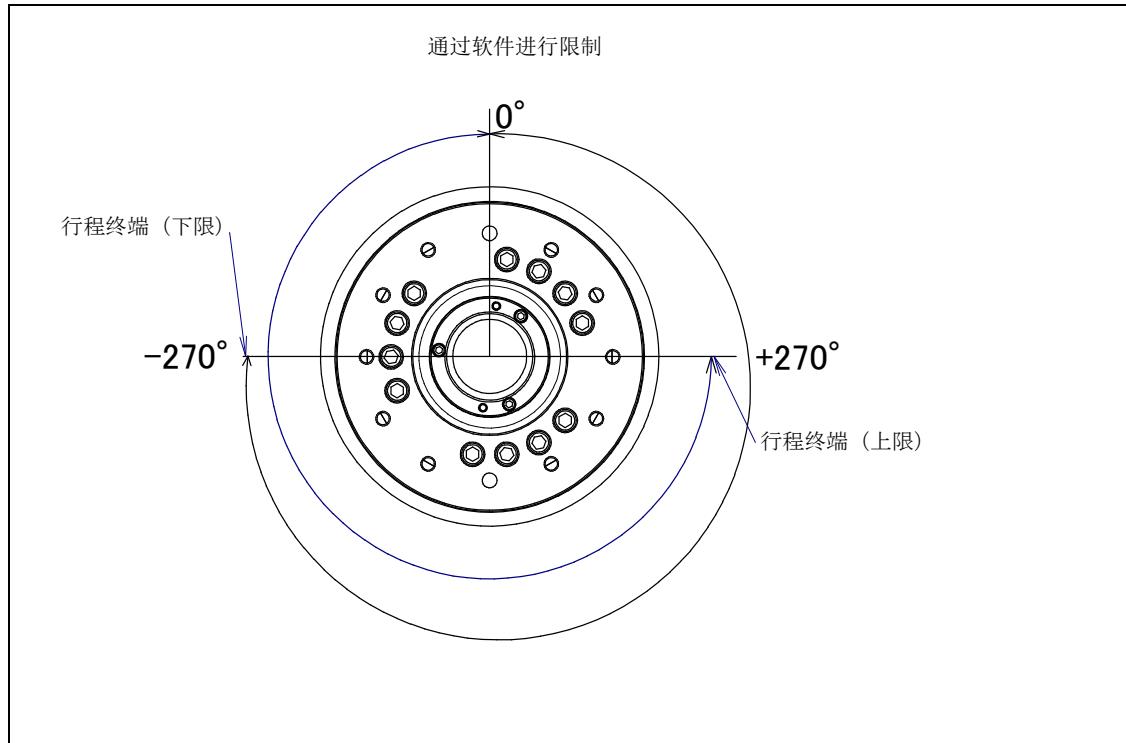


图 3.3 (g) J4 轴可动范围

## 3.4 手腕部负载条件

图 3.4 (a) 中示出手腕部允许负载线图。请在手腕允许力矩、手腕允许负载惯量的条件都满足下使用。有关手腕允许力矩，请参阅 3.1 节的规格一览表。

图 3.4 (b) 表示手腕负载重心的垂直方向偏移量和允许负载重量的关系。

手腕负载应在图 3.4 (a) 的范围内条件下使用。

此外，有关负载惯量的计算方法，请参考图 3.4 (c)。

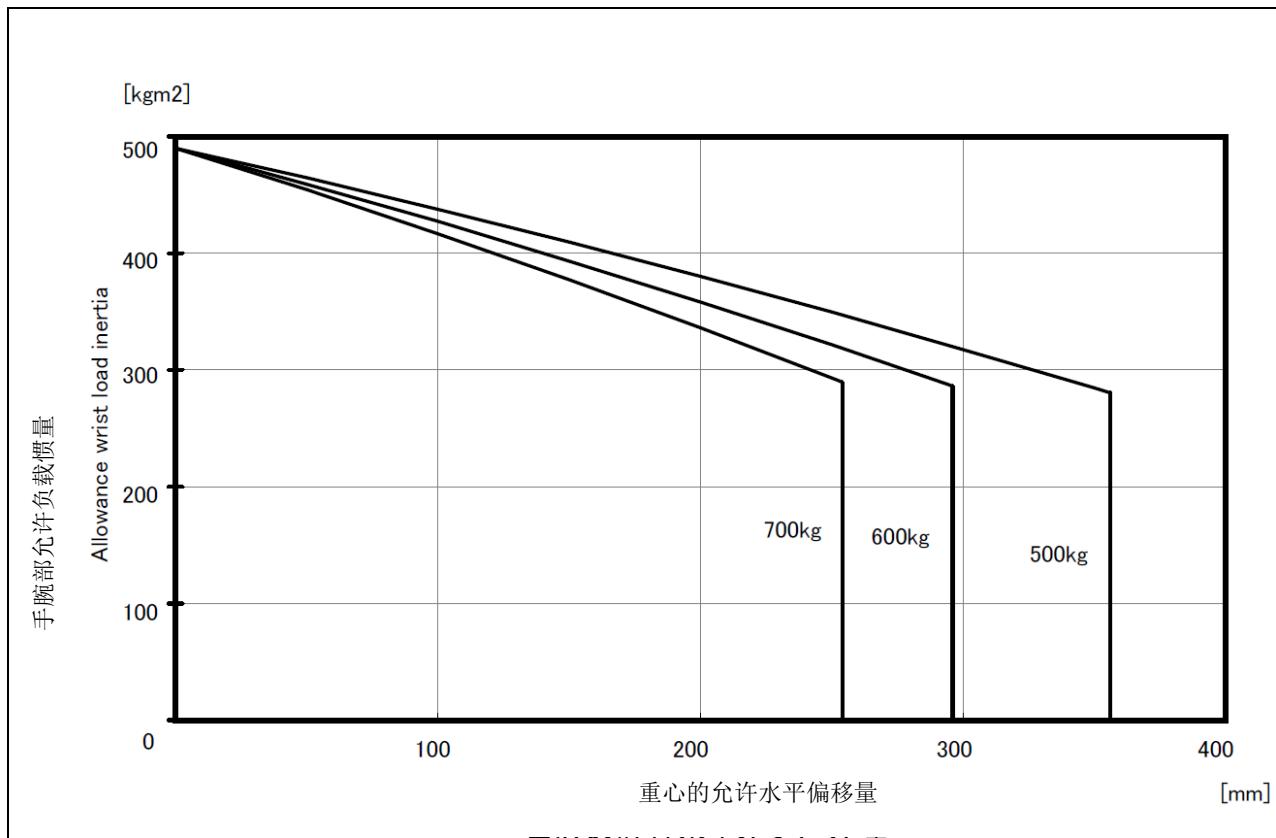


图 3.4 (a) 手腕部允许负载线图

**注释**

重心的允许垂直偏移量距手腕法兰盘 1000mm。

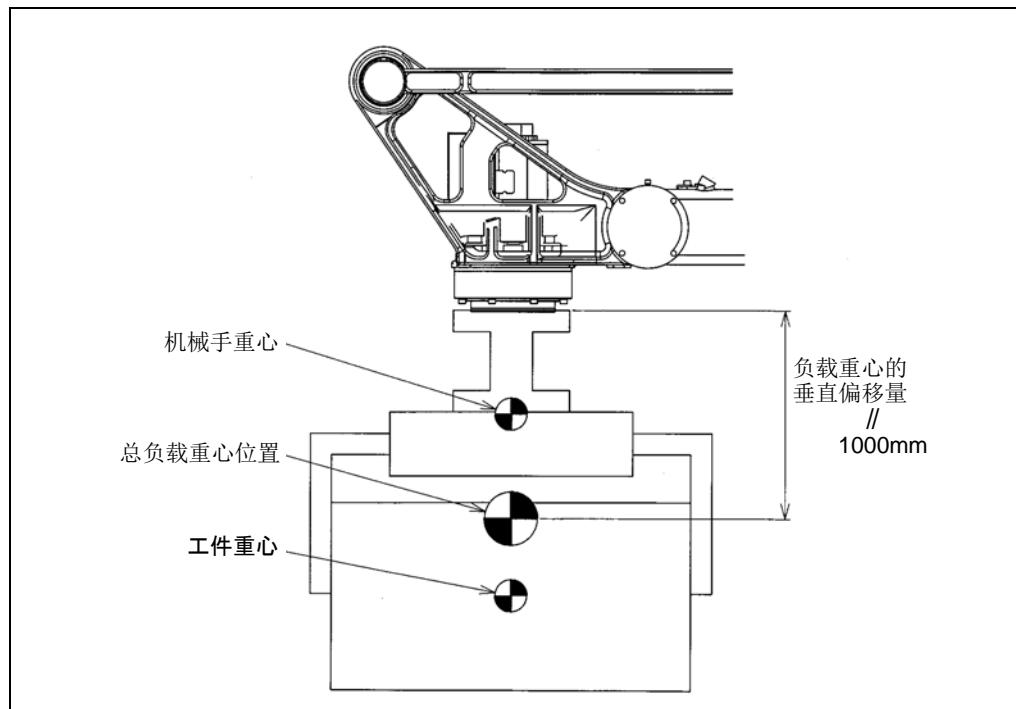


图 3.4 (b) 手挽允许负载条件

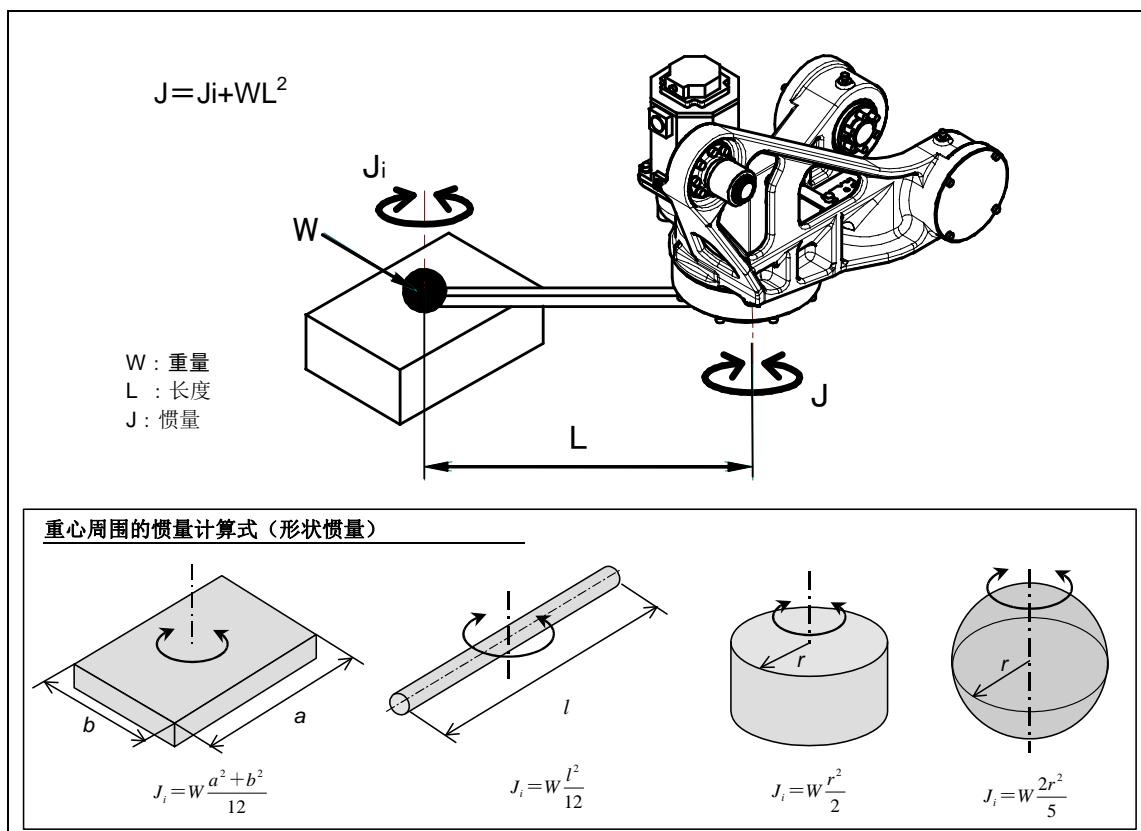


图 3.4 (c) 惯量的计算的类型

绕手腕(J4)轴的总惯量，是工件水平方向偏移惯量和工件的重心周围的形状惯量的和。可同图示的方法计算总惯量。

#### 注释

机械手和工件的形状复杂的情况下，细分为下图所示的单纯形状，将各自的形状惯量和偏移惯量全部累加起来进行计算。

# 4 安装设备到机器人上

## 4.1 安装末端执行器到手腕前端

图 4.1 中示出示手腕前端的末端执行器安装面。所使用的螺栓以及定位插脚，应充分考虑螺孔以及插脚孔深度后选择长度。末端执行器固定用螺栓，螺栓的拧紧力矩，请参照附录 B。



注意

将设备安装到末端执行器安装面上时，请勿进行凹坑长度以上的嵌合。

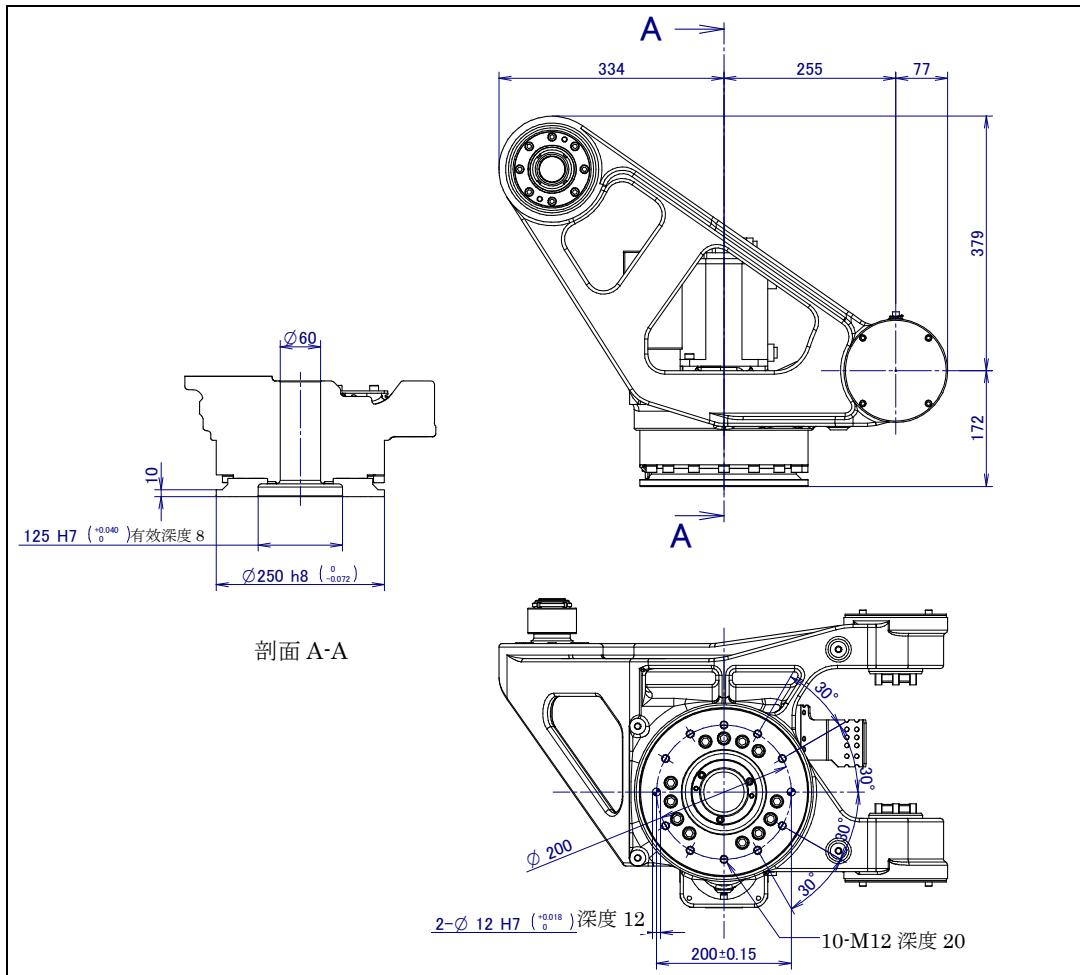
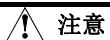


图 4.1 末端执行器接口尺寸

## 4.2 设备安装面

图 4.2 示出设备安装用的螺孔位置。



注意

- 1 因为有可能对机器人的安全性和功能造成不良影响，所以绝对不要向机器人主体追加加工孔或螺孔。
- 2 请注意，对使用下图所示螺孔以外螺孔的使用方式不予保证。也不要在使用螺栓紧固的机构部位与机构部一起紧固。
- 3 将设备安装到机器人上时，注意避免与机构部内电缆干涉。发生干涉时，恐会导致机构部内电缆断线而发生预想不到的故障。

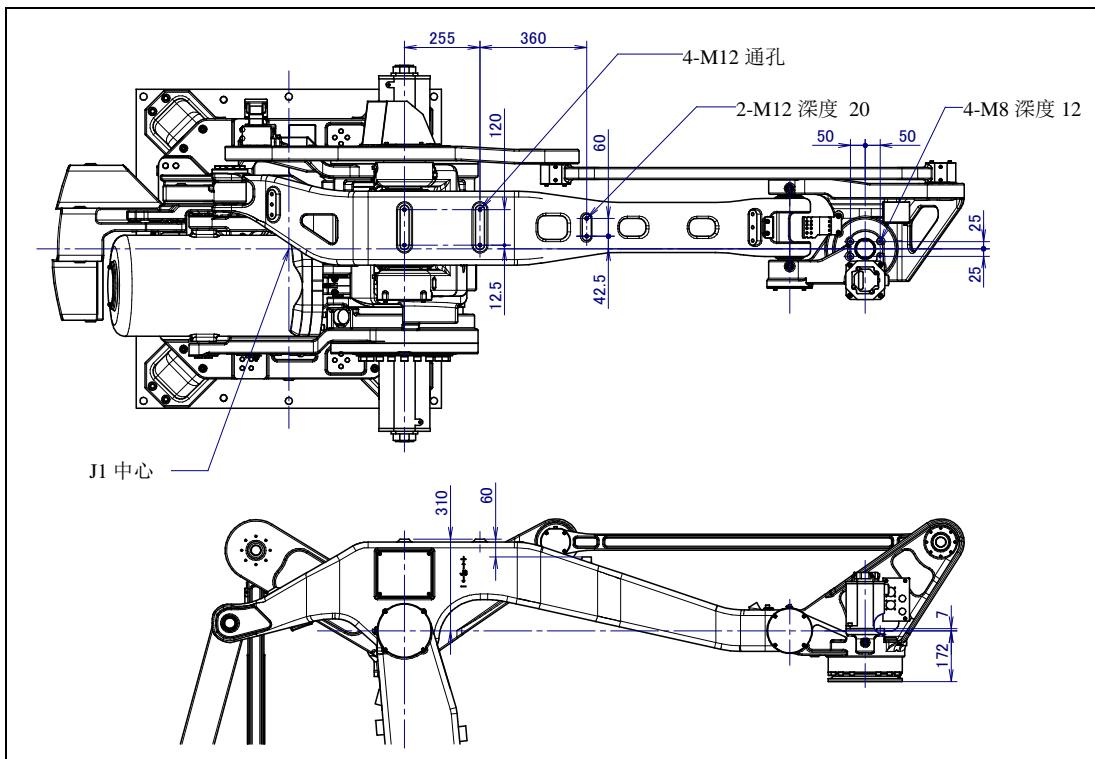


图 4.2 设备安装面尺寸

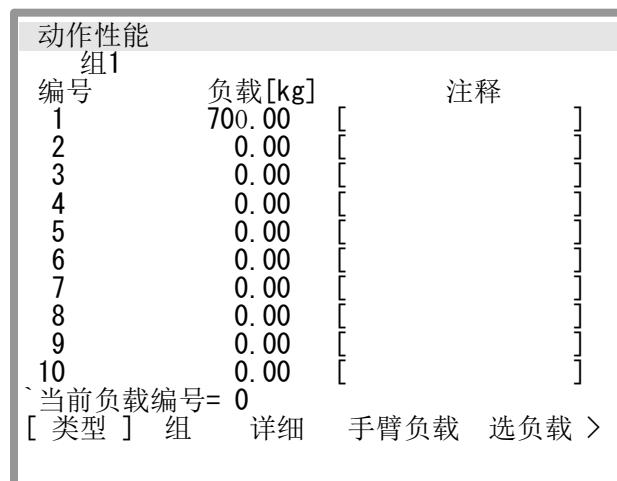
## 4.3 关于负载设定

**⚠ 注意**

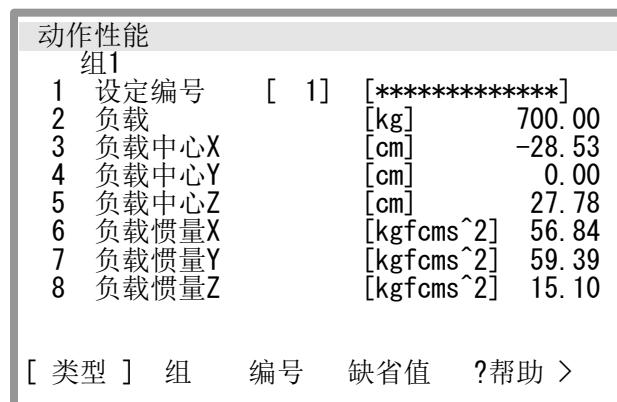
机器人运转之前，务必进行负载设定。请勿在过载状态下进行运转。包括与周边设备连接用电缆等在内的负载质量不可超过机器人的可搬运质量。否则将有可能导致减速机的寿命缩短。

动作性能画面，具有一览画面、负载设定画面以及设备设定画面。在本画面设定负载信息以及安装在机器人上的设备信息。

- 1 按下 MENU (菜单) 键，显示菜单画面。
- 2 选择下页“6 系统”。
- 3 按下 F1 (类型)，显示画面切换菜单。
- 4 选择“动作”。出现一览画面。



- 5 可以设定条件编号 1~10 共 10 类负载信息。将光标移动到任一编号的行，按下 F3 (详细)，即进入负载设定画面。



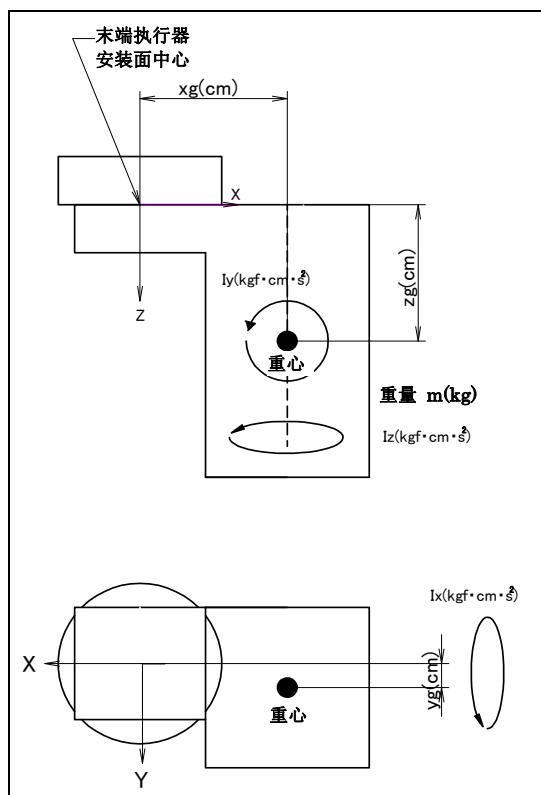


图 4.3 标准的工具坐标

- 6 分别设定负载的重量、重心位置、重心周围的惯量。负载设定画面上所显示的 X、Y、Z 方向，相当于标准的（尚未设定工具坐标系状态的）工具坐标。输入设定值时，显示出“路径和周期时间将会改变。设置吗？”这样的确认信息，按下 F4（是）或 F5（否）。
- 7 按下 F3（编号），即可移动到其他的条件编号的负载设定画面。此外，若采用多组系统，按下 F2（组）即可移动到其他组的设定画面。
- 8 按下 PREV（返回）键，返回到一览画面。按下 F5（选负载），输入要使用的负载设定条件编号。
- 9 在一览画面上，按下 F4（手臂设备），进入设备设定画面。

| 动作/手臂负载设定 |      |       |     |
|-----------|------|-------|-----|
| 组         | 1    |       |     |
| 1 手臂负载轴1  | [kg] | 0.00  |     |
| 2 手臂负载轴3  | [kg] | 30.00 |     |
| [ 类型 ]    | 组    | 缺省值   | ?帮助 |

- 10 分别设定 J2 机座部以及 J3 手臂部的负载重量。
  - 手臂负载轴 1[kg]: J2 机座部负载重量（对 J1 轴的负载设定，M-410iB/700 上不使用。）
  - 手臂负载轴 3[kg]: J3 手臂部负载重量
 输入上述值后，显示“路径和周期时间将会改变。设置吗？”这样的确认信息，输入 F4（是）或 F5（否）。
 设定了设备重量，并断电重启后，这些设定才会生效。

# 5 向末端执行器布线和安设管线

## ⚠ 警告

- 机器人机构内部应使用装备有必要的用户接口的电缆。
- 请勿向机器人机构内部追加电缆或软管等。
- 在机器人机构外部安装电缆类时，请注意不要妨碍到机构部的动作。
- 请勿进行妨碍到电缆的外露部分移动的改造（追加保护盖板、对外部电缆进行追加固定等）。
- 将外部设备安装到机器人上时，需十分注意不要与机器人的其他部位发生干涉。
- 请剪除末端执行器(机械手)电缆的未使用电线(缆芯)的多余部分并进行绝缘处理。如缠绕醋酸布胶带等。（见图 5）
- 在无法防止末端执行器或工件带电的情况下，请尽量远离末端执行器或工件进行末端执行器（机械手）电缆的布线。当不得不靠近末端执行器或工件布线时，请在电缆与末端执行器或工件之间进行绝缘处理。
- 为防止机器人机构内部进水，对电缆连接器及电缆末端要切实地进行密封处理。此外，请在未使用的连接器上安装盖板。
- 进行日常检查，检查连接器部是否松脱，末端执行器（机械手）电缆的外护层是否损伤。
- 如未遵守上述注意事项造成电缆破损，有可能导致末端执行器执行错误动作，机器人报警停止或执行错误动作。此外，如果接触破损的动力电缆，有触电的危险。

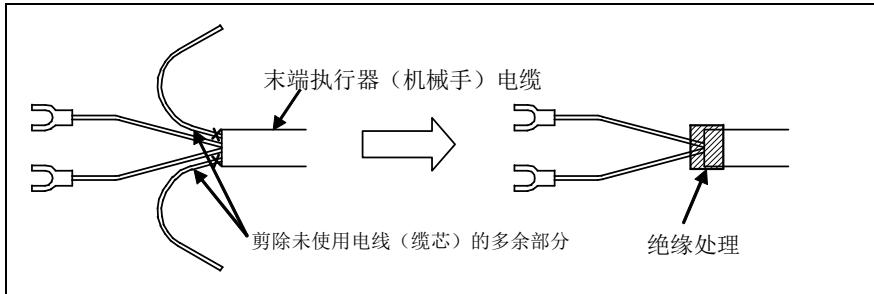


图 5 末端执行器（机械手）电缆的处理方法

## 5.1 气压供应 (可选购项)

机器人的机器人机座或 J1 机座背面和手腕单元，提供有通向末端执行器的用来供应气压的空气入口和空气出口。口径为 Rc3/8 凹型。请用户根据所使用的管准备管接头类。

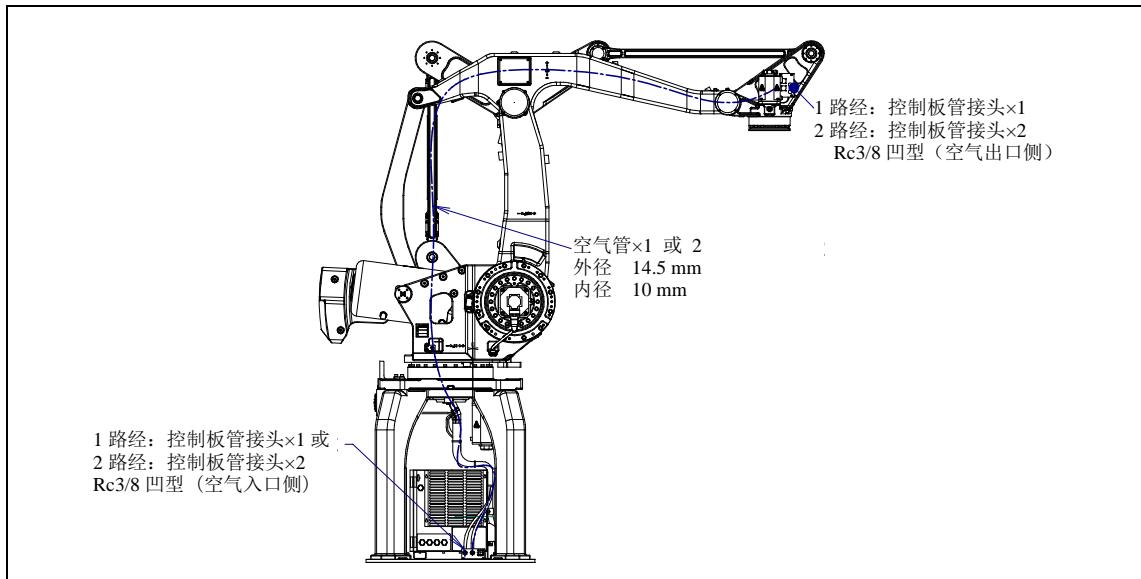


图 5.1 (a) 气压供应口 (控制装置一体型)

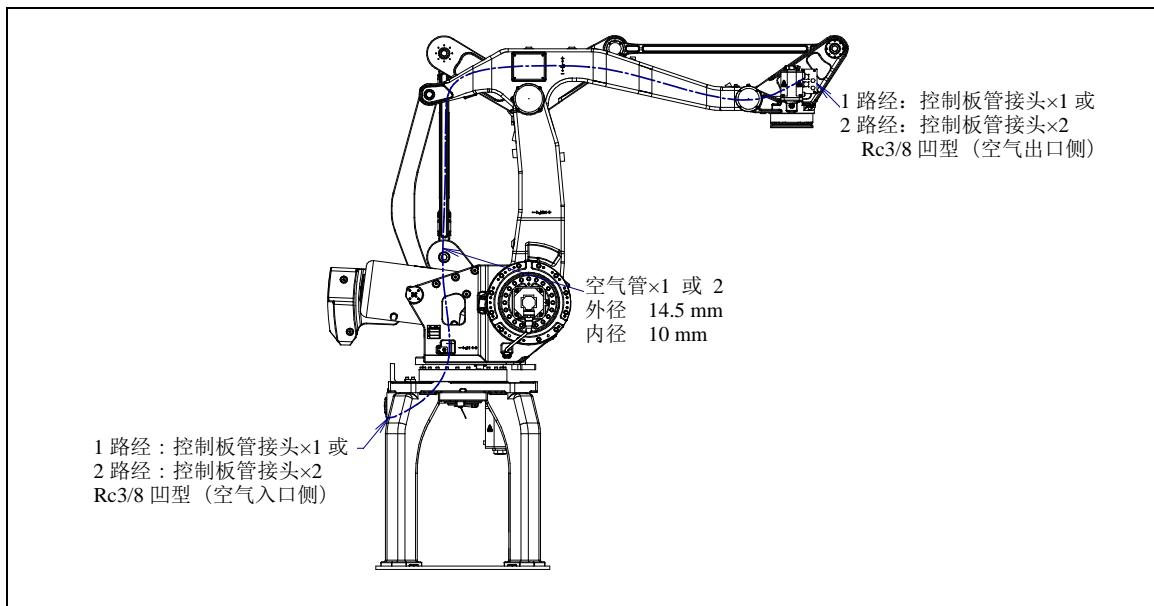


图 5.1 (b) 气压供应口 (控制装置外设型)

## 5.2 空气配管（可选购项）

图 5.2 (a) 示出机器人的空气配管例。

作为可选购项指定了空气 3 点套件的情况下，随附有机构部和空气 3 点套件之间的气压配管。安装空气 3 点套件时，需要图 5.2 (b) 所示的螺孔。请客户自备。

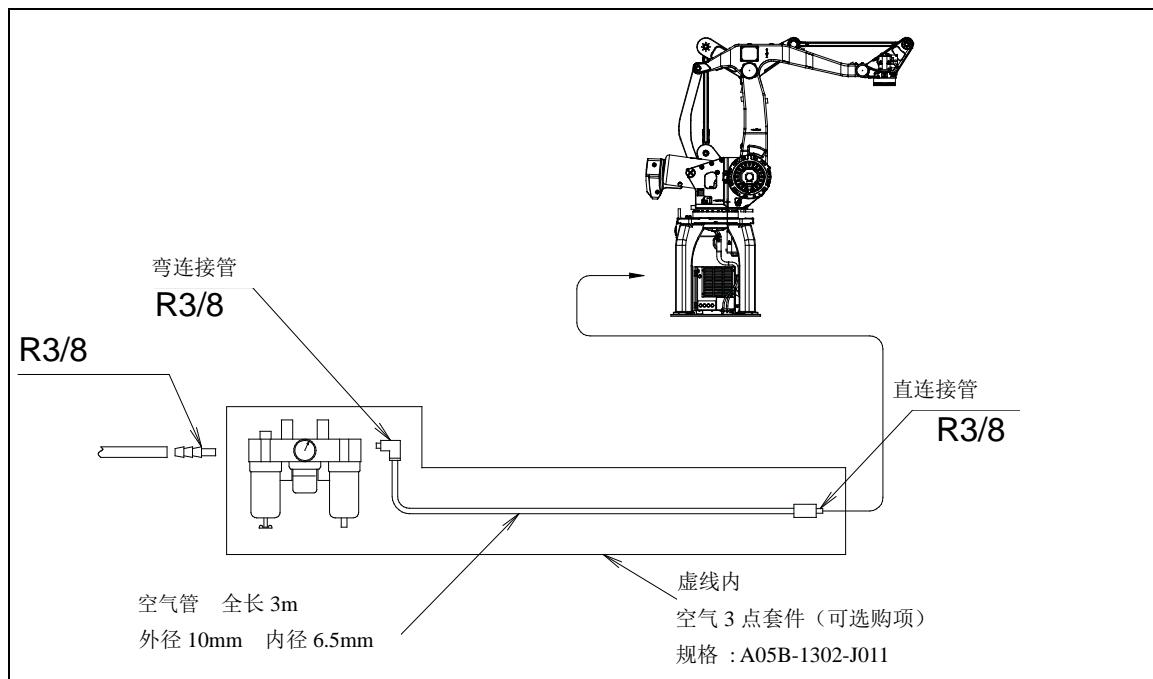


图 5.2 (a) 空气配管（可选购项）

### 空气 3 点套件

向空气 3 点套件的注油器内注入透平油 #90~#140，一直注入到规定油位为止。安装螺栓，请客户自备。

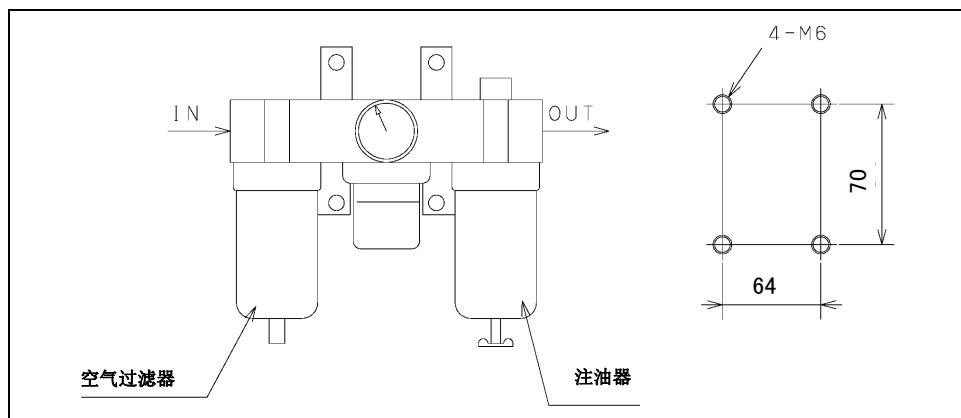


图 5.2 (b) 空气 3 点套件（可选购项）

#### 注释

空气 3 点套件的电容如下所示。请在该值以下的条件下使用。

|    |     |  |
|----|-----|--|
| 气压 | 供气压 | 0.49~0.69MPa (5~7kgf/cm <sup>2</sup> )，设定压 0.49MPa (5kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|    | 耗费量 | 瞬间最大 150NL/min(0.15Nm <sup>3</sup> /min)                                   |

## 5.3 可选购项电缆用接口 (可选购项)

图 5.3 (a), (b) 中示出可选购项电缆的接口位置, 图 5.3 (c) 中示出可选购项电缆的接口。作为可选购项提供 EE (RI/RO)、用户电缆(信号线) 和伺服机械手电缆 (M5P, M5M)。

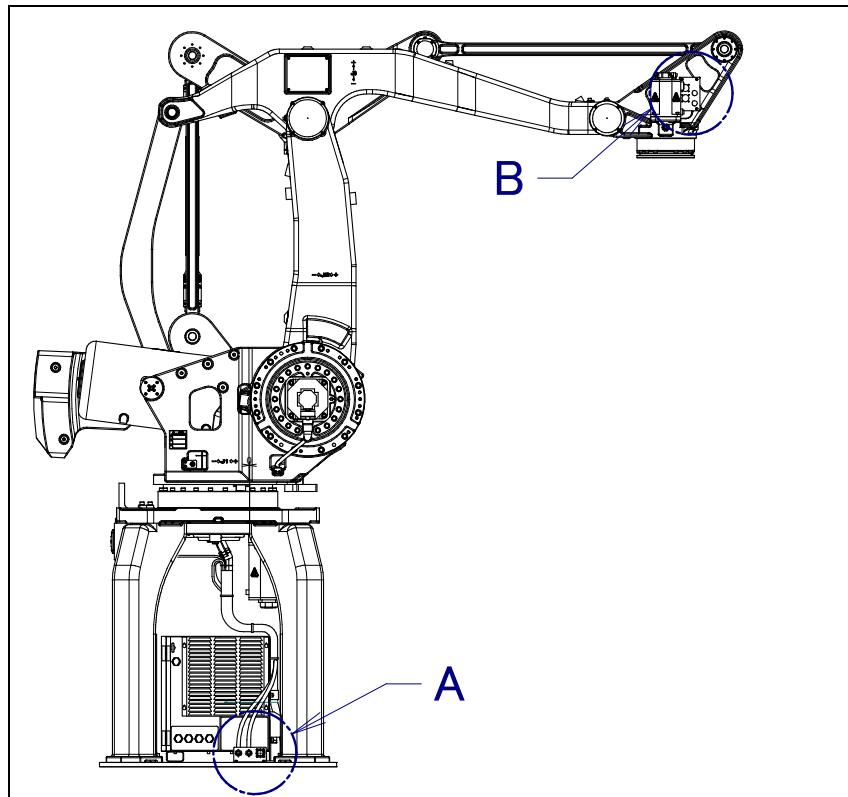


图 5.3 (a) 可选购项电缆用接口的位置 (控制装置一体型)

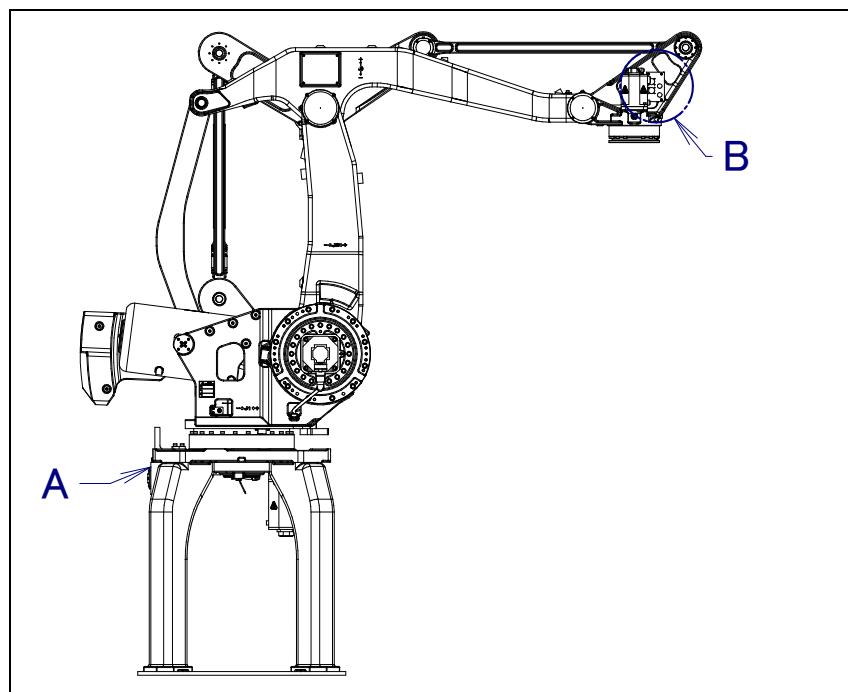
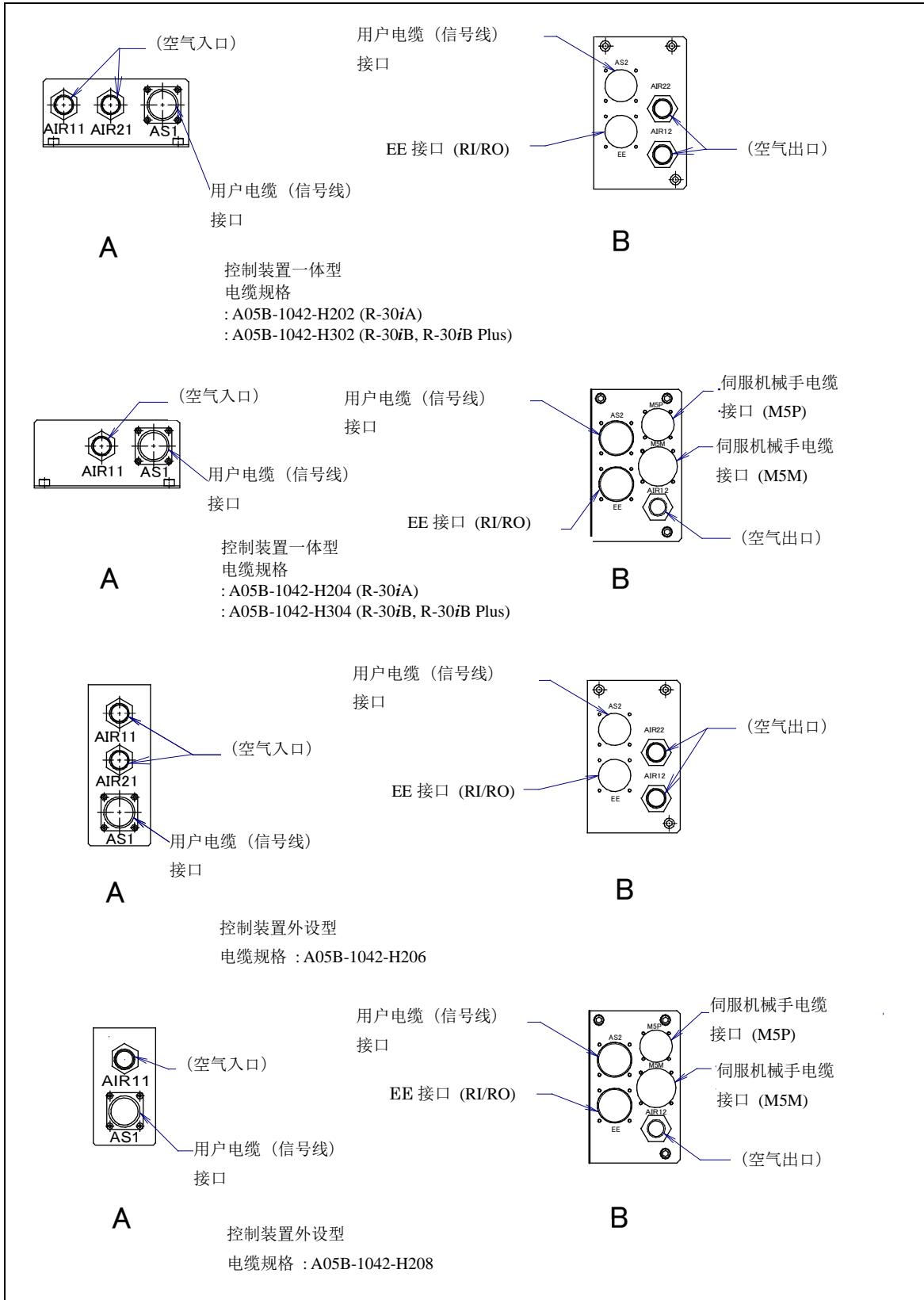


图 5.3 (b) 可选购项电缆用接口的位置 (控制装置外设型)



## 1 EE 接口(RI/RO) (可选购项)

图 5.3 (d)示出 EE 接口(RI/RO)的插销排列。

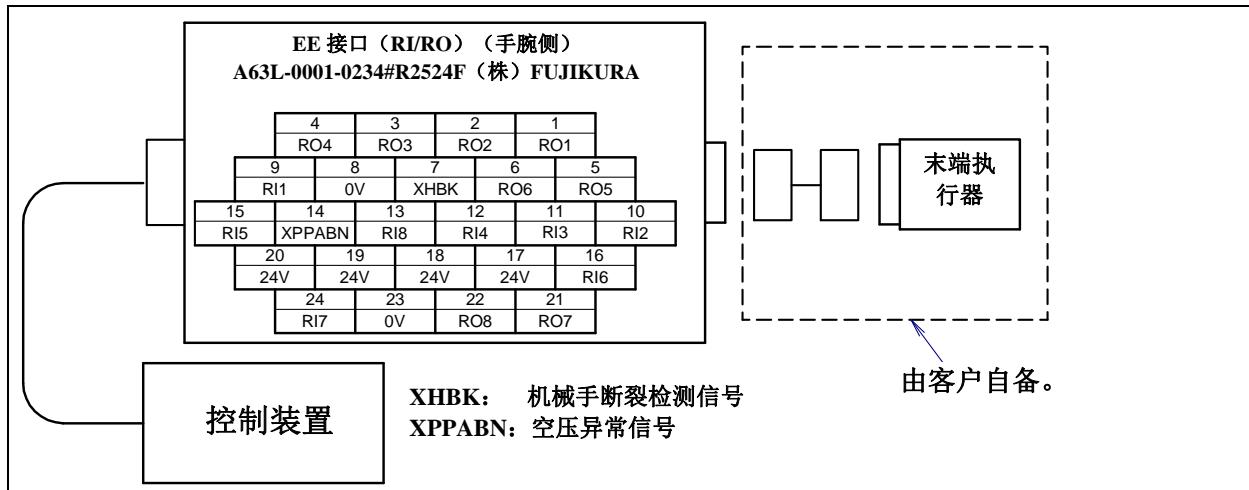


图 5.3 (d) EE 接口(RI/RO)的插销排列 (可选购项)

注意

有关向 EE 接口的外围设备的布线方法, 请参阅控制部维修说明书的外围设备、弧焊、EE 接口的章。

## 2 用户电缆(信号线)(AS)接口 (可选购项)

图 5.3 (e) 中示出用户电缆(信号线)接口的插销排列。

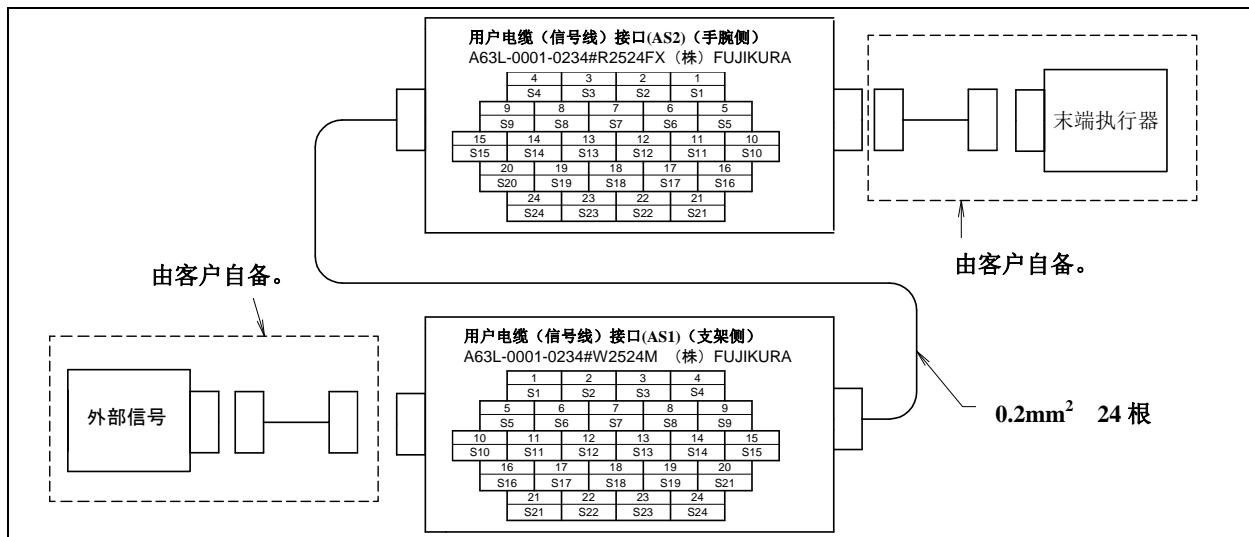


图 5.3 (e) 用户电缆(信号线)(AS)接口的插销排列(可选购项)

## 3 伺服机械手电缆接口（可选购项）

图 5.3 (f) 中示出伺服机械手电缆接口的插脚排列。

## 注释

伺服机械手电缆接口的客户自备的连接器，请准备平直类型（若是弯管类型，就无法通过 J4 轴中空部）。

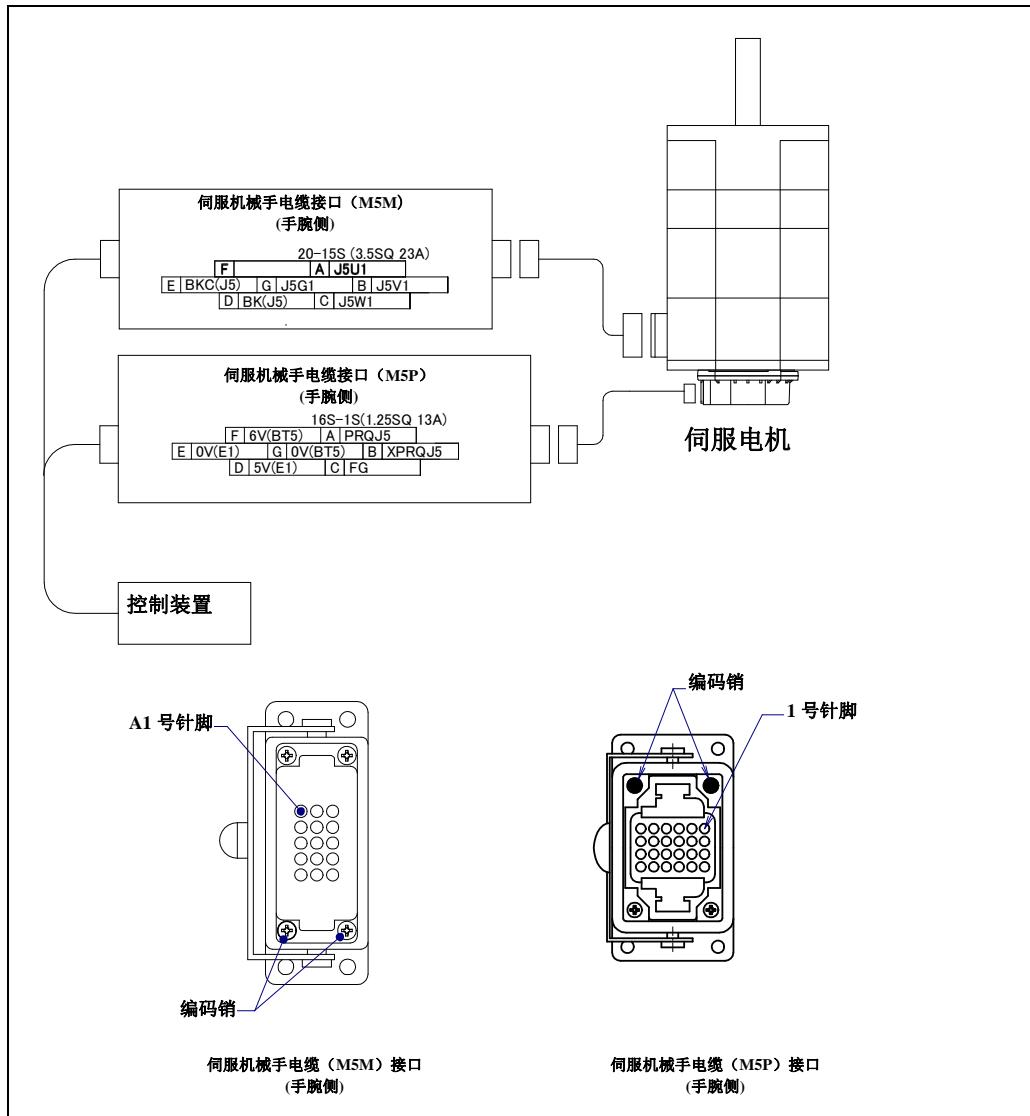


图 5.3 (f) 伺服机械手电缆接口的插销排列（可选购项）

表 5.3 (a) 根据电机的信号线名称的对应表

| ARP  | $\alpha$ 电机、 $\beta$ 电机 | $\alpha_i, \alpha_{i-B}$ 电机、 $\beta_i, \beta_{i-B}$ 电机 |
|------|-------------------------|--|
| SPD  | SD                      | -  |
| XSPD | *SD                     | -  |
| PRQ  | REQ                     | RD   |
| XPRQ | *REQ                    | *RD  |

## 连接器规格

表 5.3 (b) 连接器规格一览 (机构部侧)

| 电缆名称      | 输入侧 (J1 机座)                  | 输出侧 (手腕)                      |  | 制造和<br>销售商      |
|-----------|------------------------------|-------------------------------|--|-----------------|
| EE(RI/RO) | ——                           | 发那科规格: A63L-0001-0234#R2524F  |  | (株)<br>FUJIKURA |
| AS        | 发那科规格: A63L-0001-0234#W2524M | 发那科规格: A63L-0001-0234#R2524FX |  |                 |
| M5P       | ——                           | 外壳<br>插入<br>接点<br>编码销         | 09 30 006 0301 (1 个/台)<br>09 16 024 3101 (1 个/台)<br>09 15 000 6204 (8 个/台)<br>09 30 000 9901 (2 个/台)                           | 雅迪<br>(株)       |
| M5M       | ——                           | 外壳<br>插入<br>接点<br>接点<br>编码销   | 09 20 010 0301 (1 个/台)<br>09 21 015 3101 (1 个/台)<br>09 15 000 6201 (2 个/台)<br>09 15 000 6206 (4 个/台)<br>09 30 000 9901 (2 个/台) |                 |

表 5.3 (c) 连接器规格一览 (用户侧)

| 电缆名称      | 输入侧 (J1 机座)         | 输出侧 (手腕)        |      | 制造和<br>销售商      |
|-----------|---------------------|-----------------|------|-----------------|
| EE(RI/RO) | ——                  | JMSP2524M (*1)  | 直线插头 | (株)<br>FUJIKURA |
| AS        | JMSP2524F (*2) 直线插头 | JMLP2524M       | 弯曲插头 |                 |
|           |                     | JMSP2524MX (*3) | 直线插头 |                 |

## 注释

1 有下划线的是附件的规格。向我们公司订购时的规格如下。

(\*1) A63L-0001-0234#S2524M

(\*2) A63L-0001-0234#S2524F

(\*3) A63L-0001-0234#S2524MX

2 有关尺寸等详情, 请参阅各公司的商品目录, 或者直接联络我公司。

# 6 变更可动范围

通过设定各轴的可动范围，可以将机器人的可动范围从标准值进行变更。

在下面所举的环境下，改变机器人的可动范围将有效。

- 运转时机器人的动作范围受到限制。
- 存在工具和外围设备之间干涉的区域。
- 安装在应用系统上的电缆和软管的长度受到限制。

为避免机器人超出所需的可动范围，提供如下解决方法。

- 基于软件的可动范围限制（所有轴）
- 基于机械式制动器的可动范围限制（J1 轴（可选购项））
- 基于限位开关的可动范围限制（J1 轴（可选购项））

## ⚠ 注意

- 1 各轴可动范围的变更，对机器人的动作范围产生影响。为避免故障，在变更各轴可动范围之前，需要重新考虑其造成的影响。若不加充分考虑地变更可动范围，则有可能导致在以前示教的位置发生报警等意想不到的动作。
- 2 J1 轴只可进行基于软件的可动范围限制，请勿改变机器人的可动范围。应同时使用基于机械式制动器的可动范围限制，以避免损坏外围设备，或危及作业人员。这种情况下，两者的可动范围应设定相同值。
- 3 机械式可变制动器是物理上的屏障，J1 轴的机械式可变制动器虽然可以改变位置，但是机器人不可能跨过机械式可变制动器而动作。J2, J3 轴采用固定式。J4 轴只限于基于软件的限制。
- 4 J2 轴和 J3 轴的干涉角的变更，只可通过机械式制动器进行。不可通过软件来改变可动范围。
- 5 可动式的机械式制动器（J1 轴）通过在发生碰撞时的变形来停止机器人。一度发生碰撞的制动器，将难以确保其原有的强度，恐不能停止机器人，所以发生碰撞后一定要换上新的制动器。

## 6.1 变更基于软件的可动范围

可以通过软件变更轴动作范围的上限和下限。可以对所有轴变更设定。当机器人到达所设定的动作极限时，机器人停止运动。

### 变更步骤

- 1 按下 MENU (菜单) 键，显示出菜单画面。
- 2 按下“0 下页”，选择“6 系统”。
- 3 按下 F1 “类型”，显示出画面切换菜单。
- 4 选择“轴动作范围”。出现各轴可动范围设定画面。

| 系统 轴动作范围 |   |         |        |     | 1/16 |
|----------|---|---------|--------|-----|------|
| 轴        | 组 | 下限      | 上限     | 单位  |      |
| 1        | 1 | -185.00 | 185.00 | deg |      |
| 2        | 1 | -76.00  | 60.00  | deg |      |
| 3        | 1 | -132.70 | 180.00 | deg |      |
| 4        | 1 | -360.00 | 360.00 | deg |      |
| 5        | 1 | -125.00 | 125.00 | deg |      |
| 6        | 1 | -360.00 | 360.00 | deg |      |
| 7        | 1 | 0.00    | 0.00   | mm  |      |
| 8        | 1 | 0.00    | 0.00   | mm  |      |
| 9        | 1 | 0.00    | 0.00   | mm  |      |

[类型]



#### 警告

- 1 设定值 0.00 表示机器人上没有该轴。
- 2 改变 J1 轴的机器人可动范围时，请勿只通过软件来限制机器人的可动范围。应同时使用机械式可变制动器限制机器人的可动范围。这时，两者的可动范围应设定为相同的数值。

- 5 将光标对准于希望设定的轴范围处，使用示教器的数字键输入新的设定值。

| 系统 轴动作范围 |   |        |       |     | 2/16 |
|----------|---|--------|-------|-----|------|
| 轴        | 组 | 下限     | 上限    | 单位  |      |
| 2        | 1 | -76.00 | 75.00 | deg |      |

[类型]

- 6 对所有轴进行设定。
- 7 要使已经变更的设定值有效，请暂时断开电源，在冷启动下重新通电。



#### 警告

要使新的设定有效，必须重新接通控制装置的电源。若不这样做，机器人恐会执行预想不到的动作，由此造成人员受伤，设备受损。

## 6.2 J1 轴行程的变更（可选购项）

可根据机器人周围的情况，限制 J1 轴的行程。行程的变更，通过变更机械式制动器、挡块（可选购项）的位置以及系统变量来进行。（请参阅图 6.2 (a)~(b)、表 6.2。）

行程可以在上限 $+45^\circ \sim +180^\circ$ 、下限 $-180^\circ \sim -45^\circ$ 的范围内按照每 $45^\circ$ 进行任意设定。

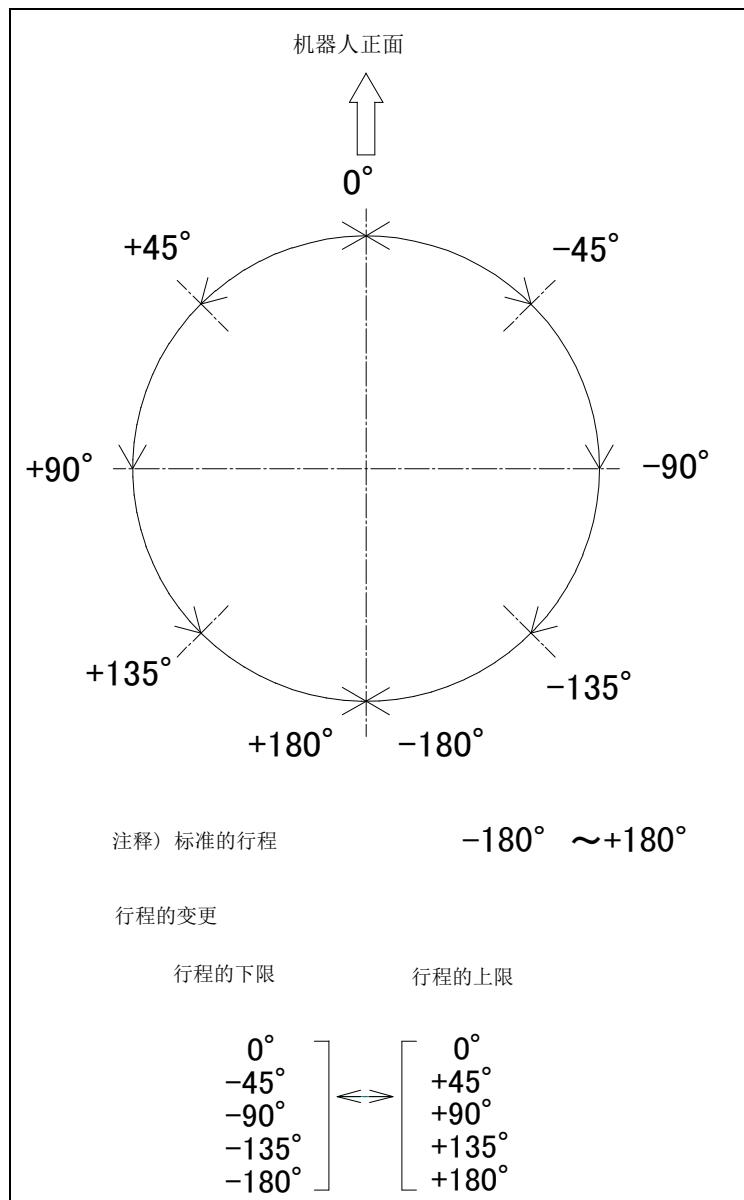


图 6.2 (a) J1 轴行程的变更（可选购项）

## (a) 机械式可变制动器以及挡块（可选购项）位置的变更

请根据所需的行程，如图 6.2 (b) 那样变更机械式可变制动器以及挡块的位置。

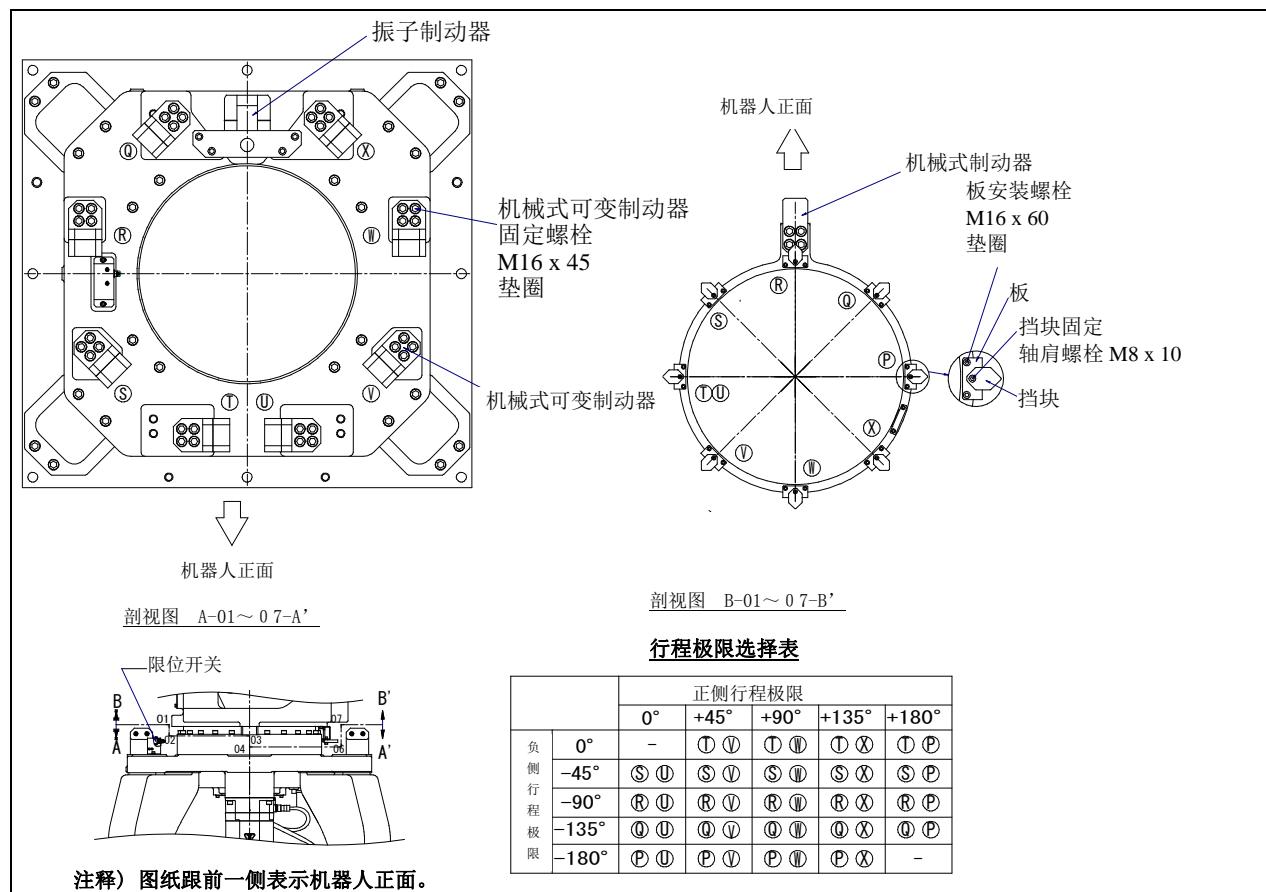


图 6.2 (b) J1 轴限位开关的调整（可选购项）

## (b) 系统变量的变更

请随同挡块以及机械式可变制动器的位置变更一起，务必根据所需的行程变更下述系统变量的内容。在变更系统变量后，暂时切断电源，然后重新通电。（以上的行程设定，也可通过 MENU（菜单），选择“系统”，选择 F1（类型）内的“轴动作范围”的菜单来进行设定。详情请参阅控制装置操作说明书。）



变更系统变量后，务必使机器人低速动作，确认机器人在行程端停止。

表 6.2 系统变量的变更

| 设定的行程 | 行程的下限<br>\$PARAM_GROUP.\$LOWERLIMS[1] | 行程的上限<br>\$PARAM_GROUP.\$UPPERLIMS[1] |
|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| -180° | -180                                  |                                       |
| -135° | -135                                  |                                       |
| -90°  | -90                                   |                                       |
| -45°  | -45                                   |                                       |
| 0°    | 0                                     | 0                                     |
| +45°  |                                       | 45                                    |
| +90°  |                                       | 90                                    |
| +135° |                                       | 135                                   |
| +180° |                                       | 180                                   |



1 J1 轴制动器，在冲撞时候会变形，由此吸收能量使得机器人安全停止。错误变形时，务必更换上新的制动器。  
2 在货架上追加丝锥，自己制作制动器而以指定外的角度限制 J1 行程将十分危险，切勿行之。

## 6.3 J1 轴的限位开关和挡块的调整（可选购项）

在变更基于限位开关的动作范围时，务须对限位开关进行调节。

### 調整手順

- 1 将系统变量\$MOR\_GRP.\$CAL\_DONE 设定为 FALSE。由此，可解除由软件进行的行程端限制，使得轴在 JOG 进给下超过行程端而动作。
- 2 松开固定着 J1 轴限位开关的螺栓（M6 x 10 2 个、M4 x 25 2 个）。
- 3 在距行程端大约  $1.0^\circ$  的位置调整开关位置，使得限位开关工作。请在踩下挡块时，使得只有开关前端部的梯蹬设定显示线的一方隐藏起来。
- 4 开关工作并检测到 OT 时，机器人停止，显示“OVERTRAVEL”（J1 轴超程）错误消息。要再次使机器人移动，在按住示教操作盘的“SHIFT”键的同时，按下“RESET”键。进而再按住“SHIFT”键的状态下，在 JOG 进给下使得 J1 轴向着离开极限的方向移动。
- 5 在距相反一侧的行程端大约  $1.0^\circ$  的位置，也同样确认开关工作。万一开关在正确位置不工作时，重新调整开关位置。
- 6 将系统变量\$MOR\_GRP.\$CAL\_DONE 重新设定为 TRUE。
- 7 在暂时切断控制装置的电源后，再次接通电源。

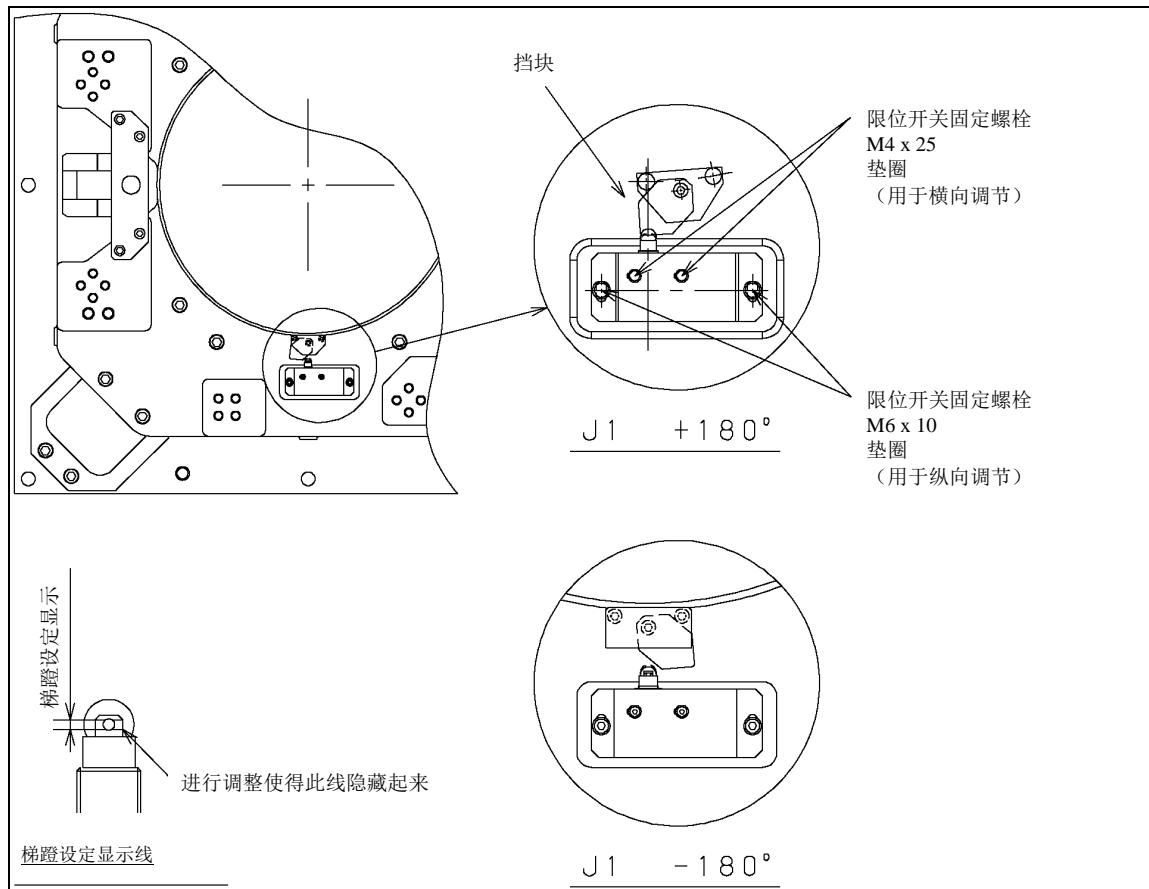


图 6.3 J1 轴限位开关的调整（可选购项）

# 7 检修和维修

通过检修和维修，可以将机器人的性能保持在稳定的状态。（参阅附录 A 的定期检修表）

## 注释

发那科机器人的全年运转累计时间设想为 3840 小时。如果全年运转时间超过 3840 小时的时候，需根据运转时间缩短检修周期。例如，全年运转累计时间为 7680 小时时，进行检修和维修的周期缩短为一半。

## 7.1 检修和维修内容

### 7.1.1 日常检修

在每天运转系统时，应就下列项目随时进行检修整备。

| 检修项目        | 检修要领和处置   |
|-------------|---|
| 渗油的确认       | 检查是否有油分从各关节部中渗出来。有油分渗出时，请将其擦拭干净。<br>⇒ “7.2.1 渗油的确认”   |
| 空气 3 点套件的确认 | (安装空气 3 点套件的时候)<br>⇒ “7.2.2 空气 3 点套件的确认”  |
| 振动、异常响声的确认  | 确认是否发生异常振动、响声。发生异常振动、响声的时候，请按照以下对策进行应对。<br>⇒ “9.1 常见问题处理方法”（症状：产生振动，出现异常响声。）  |
| 定位精度的确认     | 检查是否与上次再生位置偏离，停止位置是否出现离差等。发生偏离的时候，请按照以下对策进行应对。<br>⇒ “9.1 常见问题处理方法”（症状：位置偏移）   |
| 外围设备的动作确认   | 确认是否基于机器人、外围设备发出的指令切实动作。  |
| 各轴制动器的动作确认  | 确认断开电源末端执行器安装面的落下量是否在 0.2mm 以内。末端执行器（机械手）落下的时候，请按照以下对策进行应对。<br>⇒ “9.1 常见问题处理方法”（症状：位置偏移）  |
| 警告的确认       | 确认在示教器的警告画面上是否发生出乎意料的警告。发生出乎意料的警告的时候，请按照以下对策进行应对。<br>⇒ “R-30iB/R-30iB Mate/R-30iB Plus/R-30iB Mate Plus 控制装置<br>操作说明书（报警代码列表）(B-83284CM-1)<br>或者 R-30iA/R-30iA Mate 控制装置操作说明书（报警代码列表）(B-83124CM-6)” |

## 7.1.2 定期检修・定期维修

对于这些项目，以规定的期间或者运转累计时间中较短一方为大致标准进行如下所示项目的检修、整备和维修作业。  
 (○：需要实行的项目)

| 检修・维修周期<br>(期间、运转累计时间) |             |             |               |              |              |  | 检修・维修项目                    | 检修要领、处置和维修要领  | 定期检修表<br>No. |
|------------------------|-------------|-------------|---------------|--------------|--------------|--|----------------------------|---|--------------|
| 1个月<br>320h            | 3个月<br>960h | 1年<br>3840h | 1.5年<br>5760h | 3年<br>11520h | 4年<br>15360h |  |                            |   |              |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 控制装置通气口的清洁                 | 请确认控制装置的通气口上是否粘附大量灰尘，如有请将其清除掉。  | 22           |
|                        | ○           |             |               |              |              |  | 外伤、油漆脱落的确认                 | 请确认机器人是否有由于跟外围设备发生干涉而产生的外伤或者油漆脱落。如果有发生干涉的情况，要排除原因。另外，如果由于干涉产生的外伤比较大以至于影响使用的时候，需要对相应部件进行更换。                                | 1            |
|                        | ○           |             |               |              |              |  | 电缆保护套的损坏的确认                | 请确认机构部内电缆的电缆保护套是否有孔或者撕破等的损坏。有损坏的时候，需要对电缆保护套进行更换。如果是与外围设备等的接触导致电缆保护套的损坏的情况，要排除原因。<br>⇒ “7.2.3 机构部件内电缆以及连接器的确认”             | 2            |
|                        | ○           |             |               |              |              |  | J1 轴摆式制动器的磨损粉末的确认          | 请确认在 J1 轴摆式制动器旋转部是否发生磨损粉末。如果发生磨损粉末的部位的磨损很严重的时候，对该部件进行更换。  | 3            |
|                        | ○           |             |               |              |              |  | 沾水的确认                      | 请检查机器人上是否溅上水或者切削油液体。溅上水或者切削油的时候，要排除原因，擦掉液体。   | 4            |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 示教器、操作箱连接电缆、机器人连接电缆有无损坏的确认 | 请检查示教器、操作箱连接电缆、机器人连接电缆是否过度扭曲，有无损伤。有损坏的时候，对该电缆进行更换。  | 23           |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 机构部内电缆(可动部)的损坏的确认          | 请观察机构部电缆的可动部，检查电缆的包覆有无损伤，是否发生局部弯曲或扭曲。<br>⇒ “7.2.3 机构部件内电缆以及连接器的确认”  | 5            |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 末端执行器(机械手)电缆的损坏的确认         | 请检查末端执行器电缆是否过度扭曲，有无损伤。有损坏的时候，对该电缆进行更换。  | 11           |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 各轴电机的连接器，其他的外露的连接器的松动的确认   | 请检查各轴电机的连接器和其他的外露的连接器是否松动。<br>⇒ “7.2.3 机构部件内电缆以及连接器的确认”   | 6            |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 末端执行器安装螺栓的紧固               | 请拧紧末端执行器安装螺栓。螺栓的拧紧力矩，请参照以下<br>⇒ “4.1 安装末端执行器到手腕前端”  | 7            |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 外部主要螺栓的紧固                  | 清紧固机器人安装螺栓、检修等松脱的螺栓和露出在机器人外部的螺栓。螺栓的拧紧力矩，请参照卷末的“螺栓拧紧力矩一览”。<br>有的螺栓上涂敷有防松接合剂。在用建议拧紧力矩以上的力矩紧固时，恐会导致防松接合剂剥落，所以务必使用建议拧紧力矩加以紧固。 | 8            |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 机械式固定制动器、机械式可变制动器的确认       | 请确认机械式固定制动器，机械式可变制动器是否有外伤，变形等碰撞的痕迹，制动器固定螺栓是否有松动。有关 J1 轴，确认振子制动器的旋转是否顺畅。<br>⇒ “7.2.4 关于机械式固定制动器、机械式可变制动器的检修”               | 9            |
| ○<br>只有首次              | ○           |             |               |              |              |  | 飞溅，切削屑，灰尘等的清洁              | 请检查机器人本体是否有飞溅，切削屑，灰尘等的附着或者堆积。有堆积物的时候清洁。机器人的可动部(各关节，电缆保护套)特别注意清洁。  | 10           |

## 7. 检修和维修

B-82334CM/05

| 检修・维修周期<br>(期间、运转累计时间) |             |             |               |              |              | 检修・维修项目         | 检修要领、处置和维修要领   | 定期<br>检修表<br>No. |
|------------------------|-------------|-------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|--|------------------|
| 1个月<br>320h            | 3个月<br>960h | 1年<br>3840h | 1.5年<br>5760h | 3年<br>11520h | 4年<br>15360h |                 |  |                  |
|                        |             | ○           |               |              |              | 机构部电池的更换        | 请对机构部电池进行更换<br>⇒ “7.3.2 更换电池”  | 12               |
|                        |             | ○           |               |              |              | 向平衡缸供应润滑脂       | 请向平衡缸供应润滑脂。<br>⇒ “7.3.1 向平衡调节套筒供脂、向轴承供脂”   | 17               |
|                        |             |             | ○             |              |              | 向J3手臂连接部轴承供应润滑脂 | 请向J3手臂连接部轴承供应润滑脂。<br>⇒ “7.3.1 向平衡调节套筒供脂、向轴承供脂”   | 18               |
|                        |             |             | ○             |              |              | 向J3机座连接部轴承供应润滑脂 | 请向J3机座连接部轴承供应润滑脂。<br>⇒ “7.3.1 向平衡调节套筒供脂、向轴承供脂”   | 19               |
|                        |             |             | ○             |              |              | 向手腕连接部轴承供应润滑脂   | 请向手腕连接部轴承供应润滑脂。<br>⇒ “7.3.1 向平衡调节套筒供脂、向轴承供脂”   | 20               |
|                        |             |             | ○             |              |              | 驱动机构部的润滑脂的更换    | 请对各轴减速机和齿轮箱的润滑脂进行更换。<br>⇒ “7.3.3 更换驱动机构部的润滑脂”  | 13~16            |
|                        |             |             |               | ○            |              | 机构部内电缆的更换       | 请对机构部内电缆进行更换。关于更换方法，请向我公司咨询。   | 21               |
|                        |             |             |               | ○            |              | 控制装置电池的更换       | 请对控制装置电池进行更换。<br>⇒ “R-30iB/R-30iB Plus 控制装置维修说明书 (B-83195CM)<br>或者 R-30iA 控制装置维修说明书 (B-82595CM)<br>或者 R-30iA 控制装置维修说明书 (CE 规格) (B-82595EN-1)<br>或者 R-30iA 控制装置维修说明书 (RIA 规格) (B-82595CM-2)<br>维修篇 7 章 电池的更换方法” | 24               |

## 7.2 检修要领

### 7.2.1 渗油的确认

#### 需要检修的部位

请检查是否有油分从密封各关节的油封中渗出来。

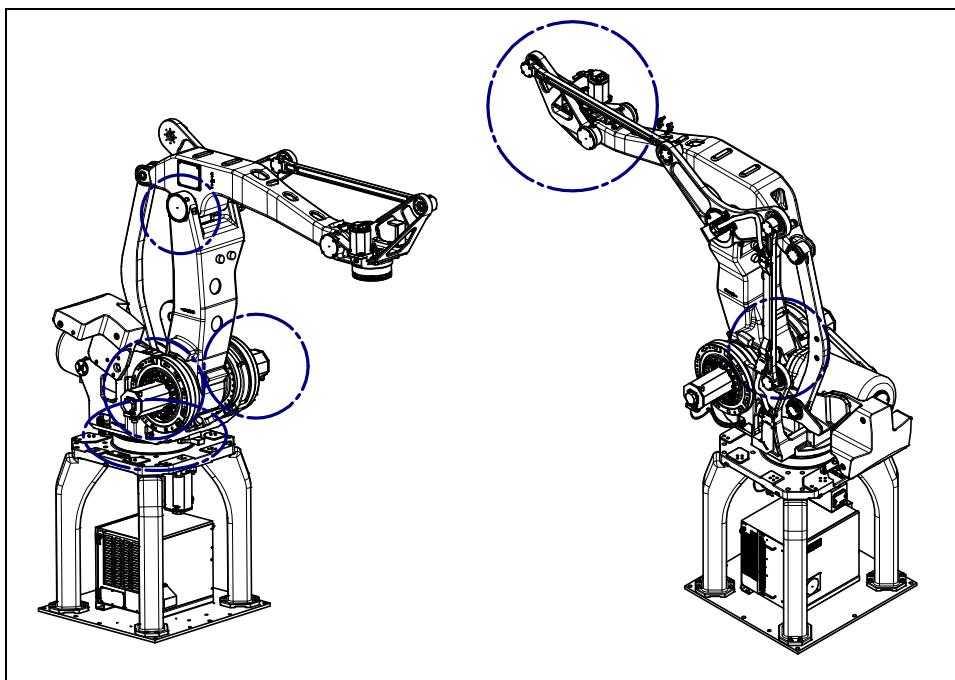


图 7.2.1 渗油的检查部位

#### 措施

- 根据动作条件和周围环境，油封的油唇外侧可能有油分渗出（微量附着）。该油分累积而成为水滴状时，根据动作情况恐会滴下。在运转前通过清扫如下油封部下侧的油分，就可以防止油分的累积。
- 此外，如果驱动部变成高温，润滑脂槽内压可能会上升。在这种情况下，在运转刚刚结束后，打开一次排脂口，就可以恢复内压。（打开排脂口时，请参照 7.3.3 节，注意避免润滑脂的飞散。）

**警告**

打开排脂口的时候，高温的润滑脂有可能猛烈流出。事先用塑料袋等铺在排脂口下。另外，根据需要，请使用耐热手套、防护眼镜、面具、防护服。

- 如果擦拭油分的频率很高，开放排脂口来恢复润滑脂槽的内压也得不到改善时，请按照以下对策进行应对。  
⇒ “9.1 常见问题处理方法”（症状：润滑脂泄漏）

## 7.2.2 空气 3 点套件的确认（可选购项）

有空气 3 点套件的时候，请进行以下项目的检修。

| 项 | 检修项目   | 检修要领  |
|---|--------|---|
| 1 | 气压的确认  | 通过图 7.2.2 所示的空气 3 点套件的压力表进行确认。若压力没有处在 $0.49\sim0.69\text{ MPa}$ ( $5\sim7\text{ kgf/cm}^2$ ) 这样的规定压力下，则通过调节器压力设定手轮进行调节。 |
| 2 | 油雾量的确认 | 启动气压系统检查滴下量。在没有滴下规定量（1滴/10~20秒）的情况下，通过润滑器调节旋钮进行调节。在正常运转下，油将会在 10~20 天内用尽。   |
| 3 | 油量的确认  | 确认空气 3 点套件的油量是否在规定液面内。  |
| 4 | 配管有无泄漏 | 确认接头、软管等是否泄漏。有故障时，拧紧接头，或更换部件。   |
| 5 | 泄水的确认  | 确认泄水，并将其排出。泄水量显著的情况下，请研究在空气供应源一侧设置空气干燥器。  |

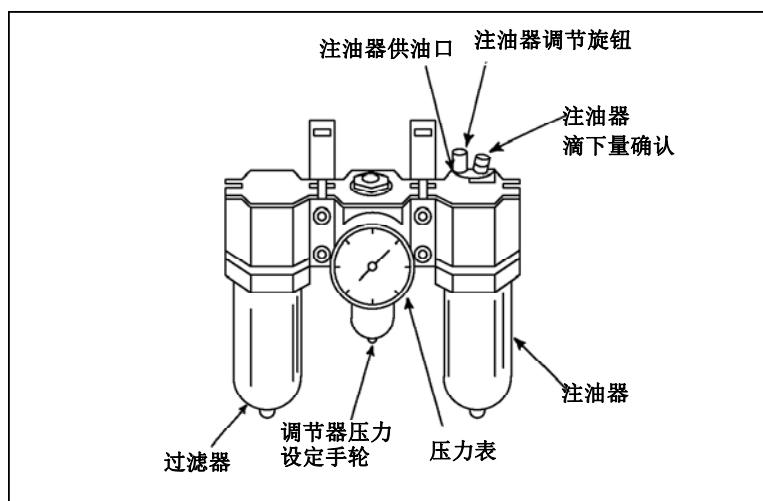


图 7.2.2 空气 3 点套件（可选购项）

## 7.2.3 机构部件内电缆以及连接器的确认

### 机构部件内电缆的检修部位

J1 可动部、J2 手臂后方的手腕姿势保持连杆上下端、J2/J3 连接部、J3/J4 连接部的可动部与外围设备容易干涉的固定部电缆有关 J2/J3 连接部，请拆除侧面的盖板，从侧面进行电缆的检查。

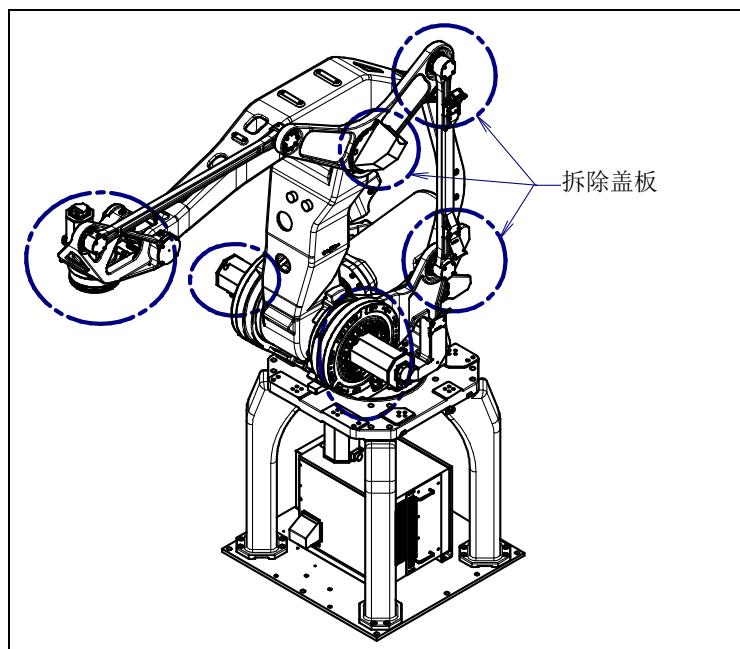


图 7.2.3 (a) 机构部内电缆的确认部位

确认事项

## &lt;电缆保护套&gt;

- 请确认机构部内电缆的电缆保护套是否有孔或者撕破等的破损。
- 如果有如图 7.2.3 (b)所示的损坏，请更换电缆保护套。



图 7.2.3 (b) 电缆保护套的损坏

## &lt;电缆&gt;

- 检查电缆的包覆有无磨损和损伤。
- 由于护套的磨损或损伤导致内部电线（缆芯）露出时，请更换电缆。

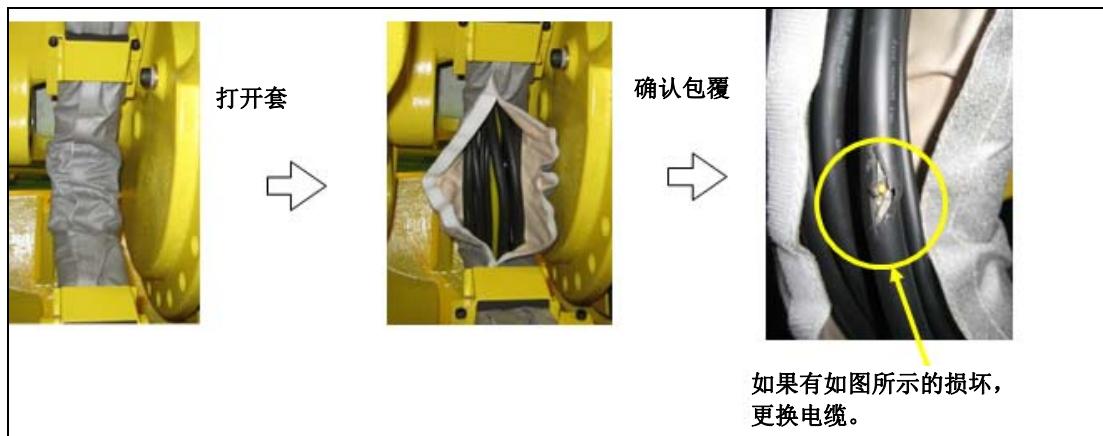


图 7.2.3 (c) 电缆的确认方法

连接器检修部位

- 露出在外部的电机动力和制动连接器
- 机器人连接电缆、接地端子、用户电缆

确认事项

- 圆形连接器：用手转动看看，确认是否松动。
- 方形连接器：确认控制杆是否脱落。
- 接地端子：确认其是否松动。

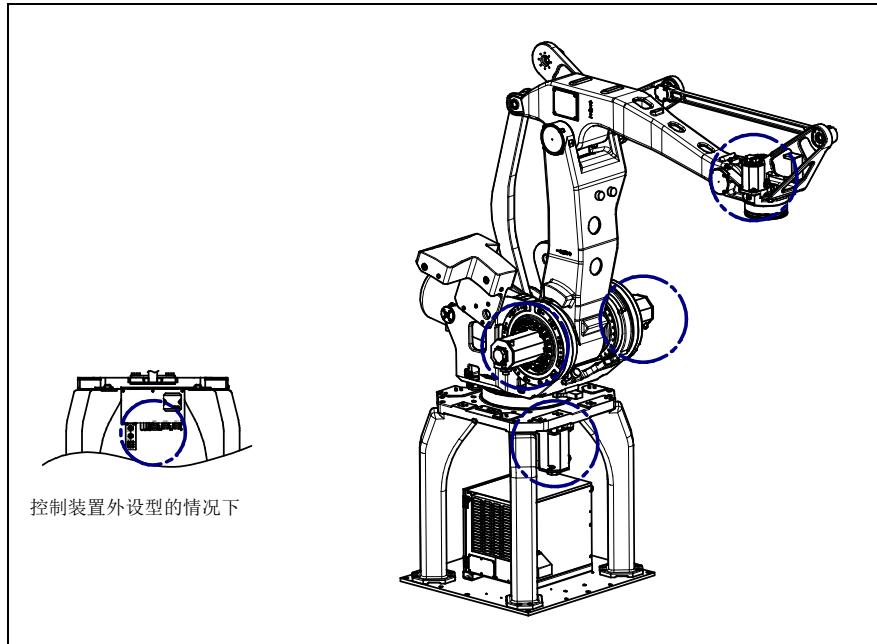


图 7.2.3 (d) 连接器的检修部位

**7.2.4 关于机械式固定制动器、机械式可变制动器的检修**

- 确认各制动器是否有碰撞的痕迹。如果有碰撞的痕迹的话，请更换该部件。
- 检查制动器固定螺栓是否松动，如果松动则予以紧固。特别要检查 J1 轴振子制动器固定螺栓是否松动。
- 有关 J1 轴，确认振子制动器的旋转是否顺畅。
- 有关每一机型的机械式可变制动器的详情，请参照操作说明书 6.2 节。

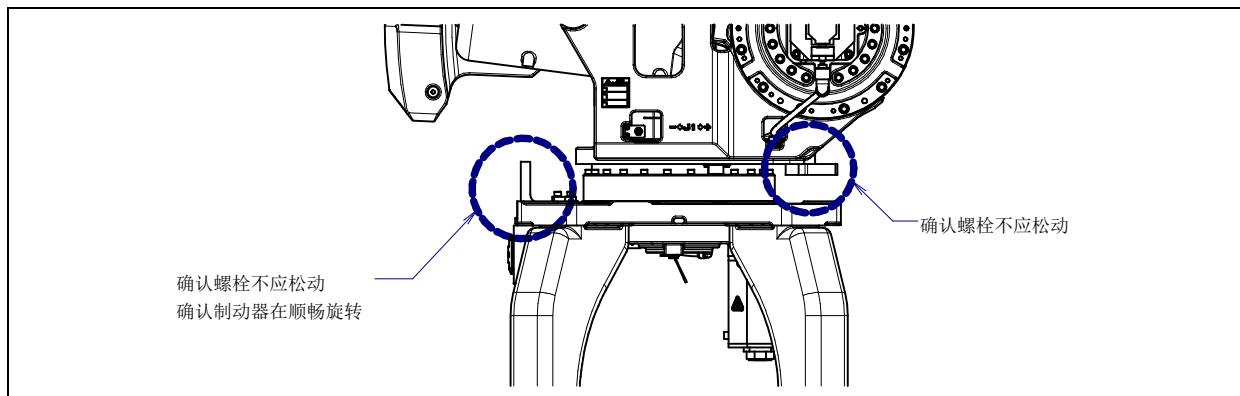


图 7.2.4 机械式固定制动器、机械式可变制动器的检修

## 7.3 维修作业

### 7.3.1 向平衡调节套筒供脂 (1年(3840小时)定期检修) 向轴承供脂(3年(11520小时)定期检修)

务必在表 7.3.1 (a), 7.3.1 (b) 中所示的指定时间 (运转累计时间或者时期早到的一方) 对平衡调节轴和轴承供应润滑脂。但是, 机器人的设置环境较差时, 请在适当的时机进行。此外, 机器人上溅到水时, 要马上予以补充。供脂时的姿势, 请参照表 7.3.3 (b)。

图 7.3.1 (a) 表示向平衡调节套筒供脂位置。进行向平衡调节套筒供脂时, 将机器人移动到 J3=-16°~ -126° 的姿势, 以后进行供脂。

图 7.3.1 (b)~(d) 表示向轴承供脂位置。进行向 J3 手臂连接部轴承供脂时, 先取下图 7.3.1 (b) 的密封螺栓, 以后进行供脂。要再利用密封螺栓时, 务必用密封胶带密封起来。

表 7.3.1 (a) 对平衡调节套筒供脂

| 建议使用的润滑脂   | 供脂量          | 供油间隔                         |
|--|--------------|------------------------------|
| SHELL 石油<br>Alvania 润滑脂 S2<br>规格: A98L-0004-0602#CTG | 各 10ml (2 处) | 每 1 年或者<br>累计运转时间 每达 3840 小时 |

表 7.3.1 (b) 对轴承供脂

| 供脂部位           | 建议使用的润滑脂   | 供脂量           | 稼動累計時間<br>(期間)                |
|----------------|--|---------------|-------------------------------|
| J3 手臂连接部轴承供脂部位 | SHELL 石油<br>Alvania 润滑脂 S2<br>规格: A98L-0004-0602#CTG | 20ml<br>(2 处) | 每 3 年或者<br>累计运转时间 每达 11520 小时 |
| J3 机座连接部轴承供脂部位 |  | 20ml          |                               |
| 手腕连接部轴承供脂部位    |  | 10ml<br>(2 处) |                               |

#### 注释

- 1 供脂后, 用过的润滑脂将从轴承旋转部分流出。请在刚刚供脂后以及经过 50~100 个小时后将其适当擦掉。
- 2 使用冷却单元(风扇)等的高负载的使用条件下, 应以标准指定周期的一半期限予以供脂。

表 7.3.1 (b) Alvania 润滑脂 S2 的替代润滑脂

| 制造公司               | 润滑脂名称                 |
|--------------------|-----------------------|
| 美孚石油               | Mobilux grease EP2    |
| JXTG 能源            | Multinoc 2            |
| JXTG 能源            | Epinoc AP-2           |
| 出光兴产               | Eponex 润滑脂 No2        |
| Cosmo 石油           | Dynamax No2           |
| Shell (China) Ltd. | Shell Gadus S2 V100 2 |

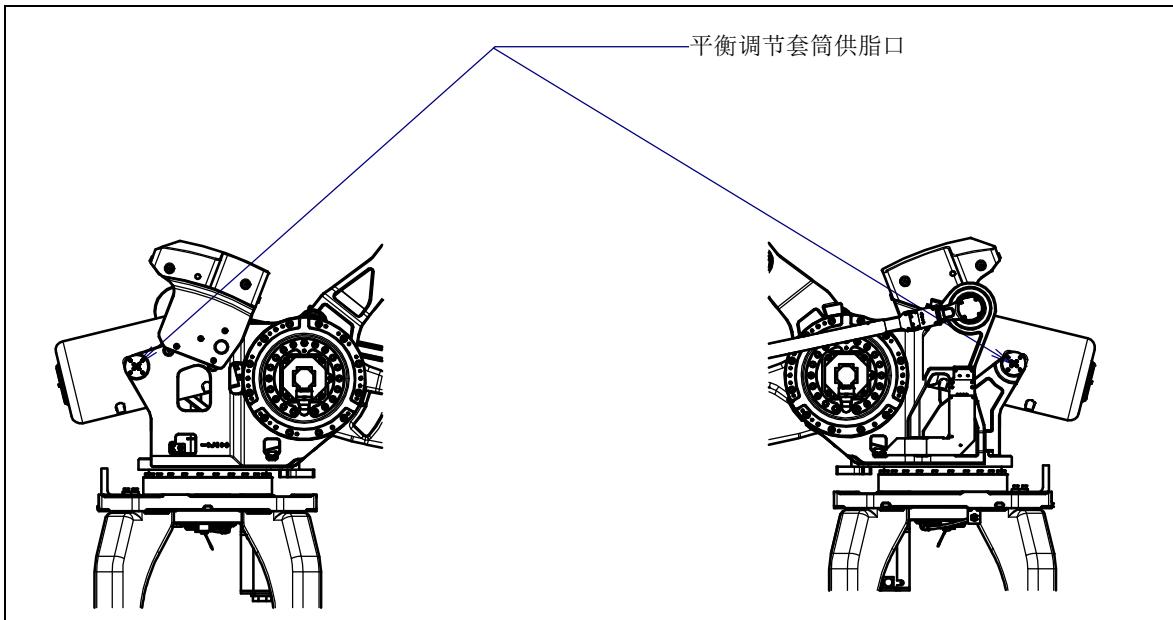


图 7.3.1 (a) 平衡调节套筒供脂部位

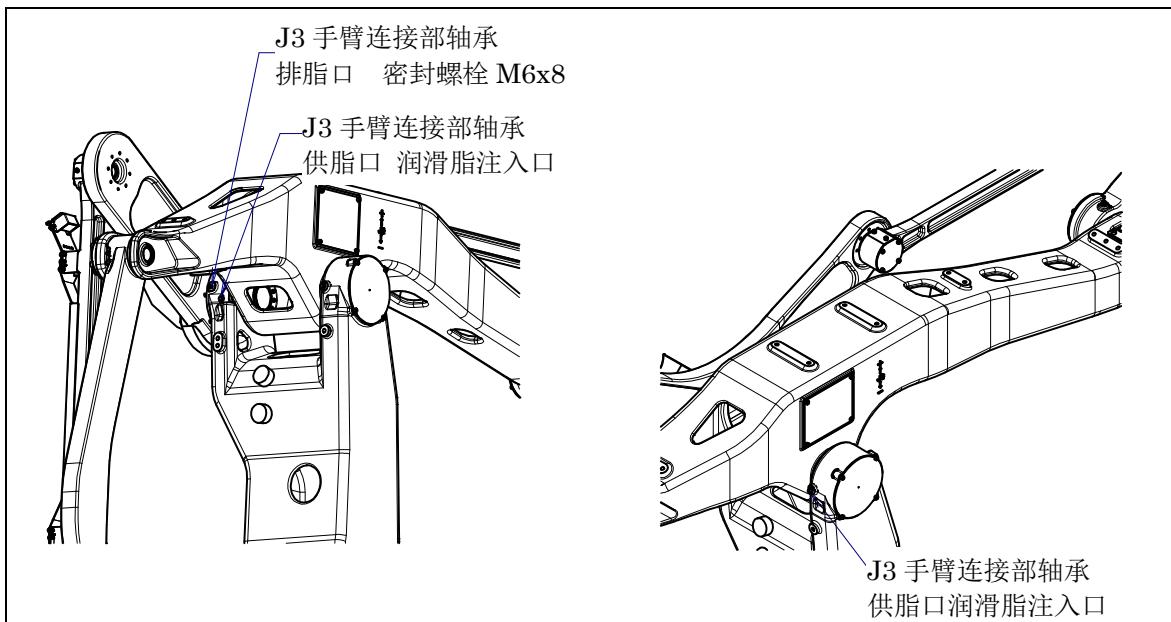


图 7.3.1 (b) J3 手臂连接部轴承供脂部位

**⚠ 注意**

- (1) 供脂前, 务必拆下排脂口(润滑脂出口嵌装的螺栓类)。
- (2) 使用手动式泵, 慢慢地、顺其自然地供脂。

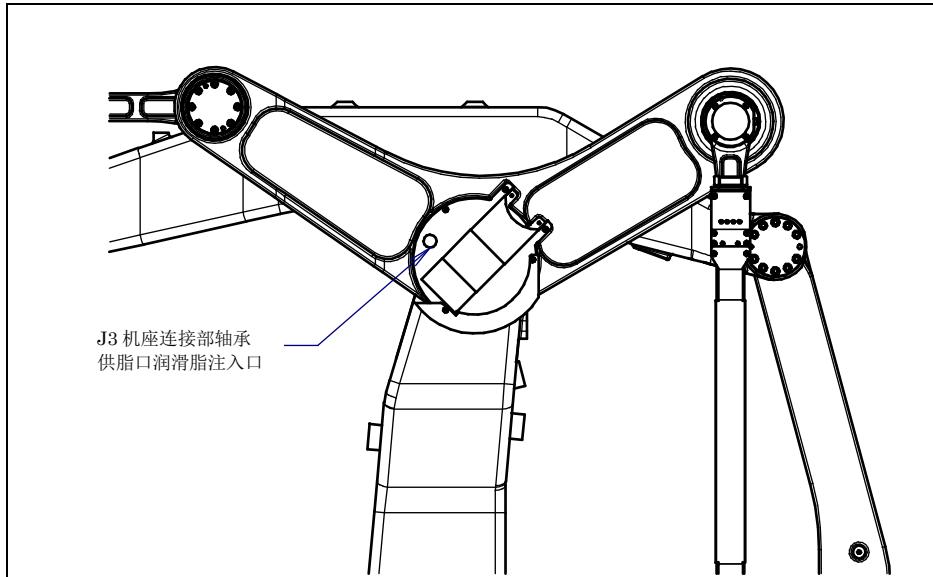


图 7.3.1 (c) J3 机座连接部轴承供脂部位

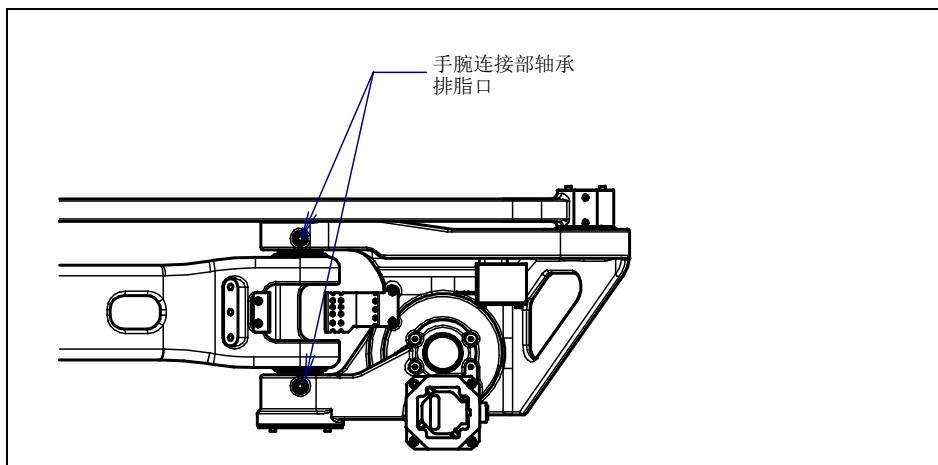


图 7.3.1 (d) 手腕连接部轴承供脂部位

表 7.3.1 (b) 密封螺栓和润滑脂注入口的规格

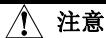
| 品名            | 规格                    |
|---------------|-----------------------|
| 密封螺栓 (M6 x 8) | A97L-0218-0417#060808 |
| 润滑脂注入口        | A97L-0218-0013#A610   |

## 7.3.2 电池的更换 (1 年半定期检修)

机器人各轴的位置数据，通过后备电池保存。

电池每过一年半应进行定期更换。此外，后备用电池的电压下降报警显示时，也应更换电池。

- 1 为预防危险，请按下急停按钮。



注意

务须将电源置于 ON 状态。若在电源处在 OFF 状态下更换电池，将会导致当前位置信息丢失，这样就需要进行零点标定。

- 2 拆下电池盒的盖子。（图 7.3.2）
- 3 从电池盒中取出用旧的电池。
- 4 将新电池装入电池盒中。注意不要弄错电池的正负极性。
- 5 安装电池盒盖。

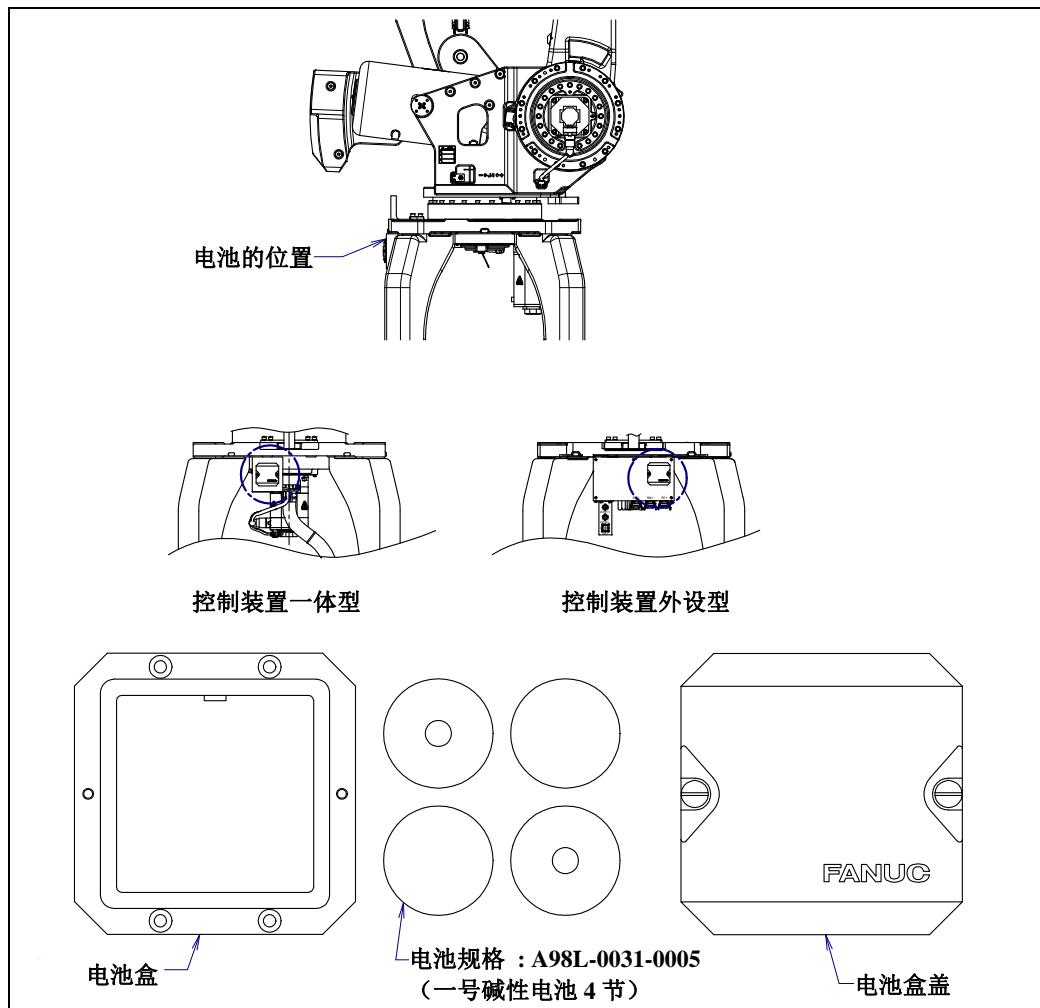


图 7.3.2 更换电池

### 7.3.3 驱动机构部的润滑脂的更换（3年（11520小时）定期检修）

J1, J2, J3, J4 轴的减速机的润滑脂，必须按照如下步骤每3年更换一次，或者运转累计时间每达11520小时进行更换。有关供应的润滑脂以及供脂量，请参见表7.3.3(a)。

表7.3.3(a) 3年（11520小时）定期更换用指定润滑脂以及供脂量

| 机型          | 供脂部位    | 指定润滑脂   | 供脂量            | 注油枪前端压力         |
|-------------|---------|---|----------------|-----------------|
| M-410iB/700 | J1 轴减速机 | 协同油脂<br>VIGOGREASE RE0<br>规格：<br>A98L-0040-0174 | 7400g (8370ml) | 0.15MPa<br>(注释) |
|             | J2 轴减速机 |   | 2800g (3170ml) |                 |
|             | J3 轴减速机 |   | 2600g (2940ml) |                 |
|             | J4 轴减速机 |   | 950g (1080ml)  |                 |

**注释**

用手按压泵供脂时，以每3秒按压泵2次作为大致标准。

**⚠ 警告**

打开排脂口的时候，高温的润滑脂有可能猛烈流出。事先用塑料袋等铺在排脂口下。另外，根据需要，请使用耐热手套、防护眼镜、面具、防护服。

润滑脂的更换、补充，应表7.3.3(b)的姿势进行。

表7.3.3(b) 供脂时的姿势

| 机型          | 供脂部位    | 姿势 |         |      |    |
|-------------|---------|----|---------|------|----|
|             |         | J1 | J2      | J3   | J4 |
| M-410iB/700 | J1 轴减速机 | 0° | 任意      | 任意   | 任意 |
|             | J2 轴减速机 | 任意 | 0°      | 任意   |    |
|             | J3 轴减速机 |    | -44~40° | -16° |    |
|             | J4 轴减速机 |    | 任意      | 任意   | 0° |

**注释**

使用冷却单元（风扇）等的高负载的使用条件下，应以标准指定周期的一半期限予以供脂。

**⚠ 注意**

如果供脂作业操作错误，会因为润滑脂室内的压力急剧上升等原因造成油封破损，进而有可能导致润滑脂泄漏或机器人动作不良。进行供脂作业时，务必遵守下列注意事项。

- (1) 供脂前，为了排出陈旧的润滑脂，务必拆下封住排脂口的孔塞或密封螺栓。
- (2) 使用手动泵缓慢供脂。
- (3) 尽量不要使用利用工厂压缩空气的空气泵。在某些情况下不得不使用空气泵供脂时，务必保持注油枪前端压力在表7.3.3(a)所示压力以下。
- (4) 务必使用指定的润滑脂。如使用指定外的润滑脂，恐会导致减速机的损坏等故障。
- (5) 供脂后，先按照7.3.4节的步骤释放润滑脂室内的残余压力后再用孔塞塞好排脂口。
- (6) 彻底擦掉沾在地面和机器人上的润滑脂，以避免滑倒。
- (7) 即使从供脂口供给新的润滑脂，在难以将用过的润滑脂从排脂口挤压出来时，以及挤压出来的量极端少时，可能是由于密封的破损等造成润滑脂漏出所致。

## J1、J2、J3、J4 轴减速机的润滑脂更换步骤



注意

因为 J4 轴减速机的供脂口和 7.3.1 节、图 7.3.1(d)的手腕连接部轴承供脂口近，所以不混淆了工作。

- 1 将机器人移动到表 7.3.3 (b)所示的供脂姿势。
- 2 切断控制装置的电源。
- 3 拆除图 7.3.3 (a)~(d)的排脂口的锥形螺塞或密封螺栓。
- 4 从供脂口供脂，直到新的润滑脂也从排脂口排出为止。
- 5 按照 7.3.4 节的步骤，释放残压。

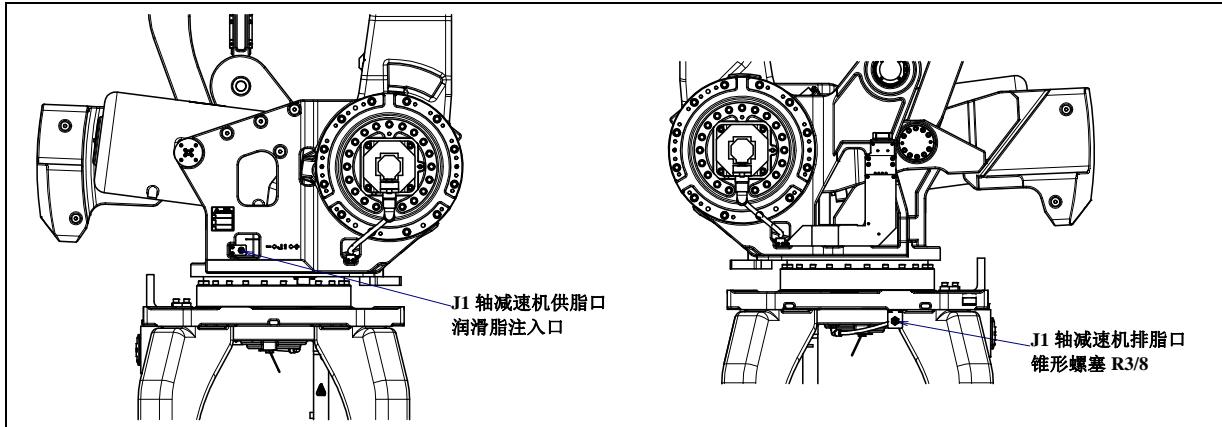


图 7.3.3 (a) 更换 J1 轴减速机的润滑脂

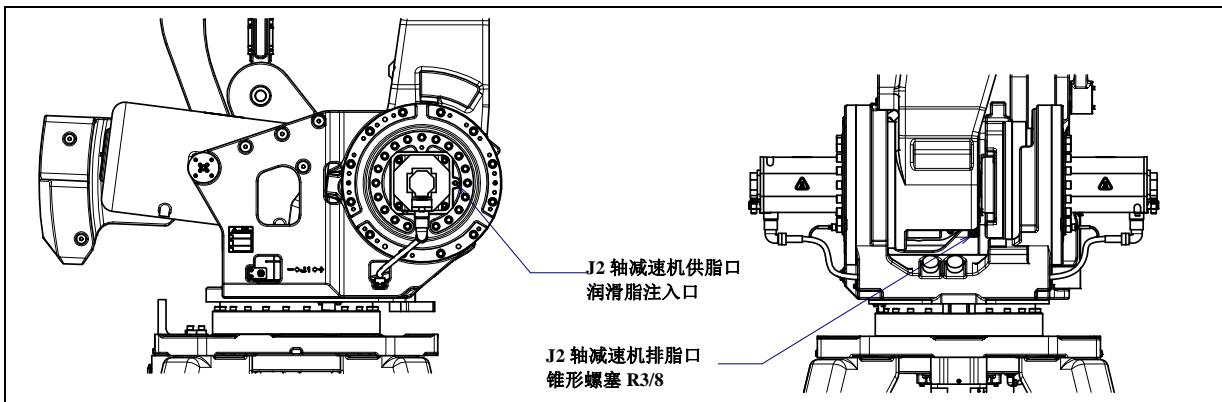


图 7.3.3 (b) 更换 J2 轴减速机的润滑脂

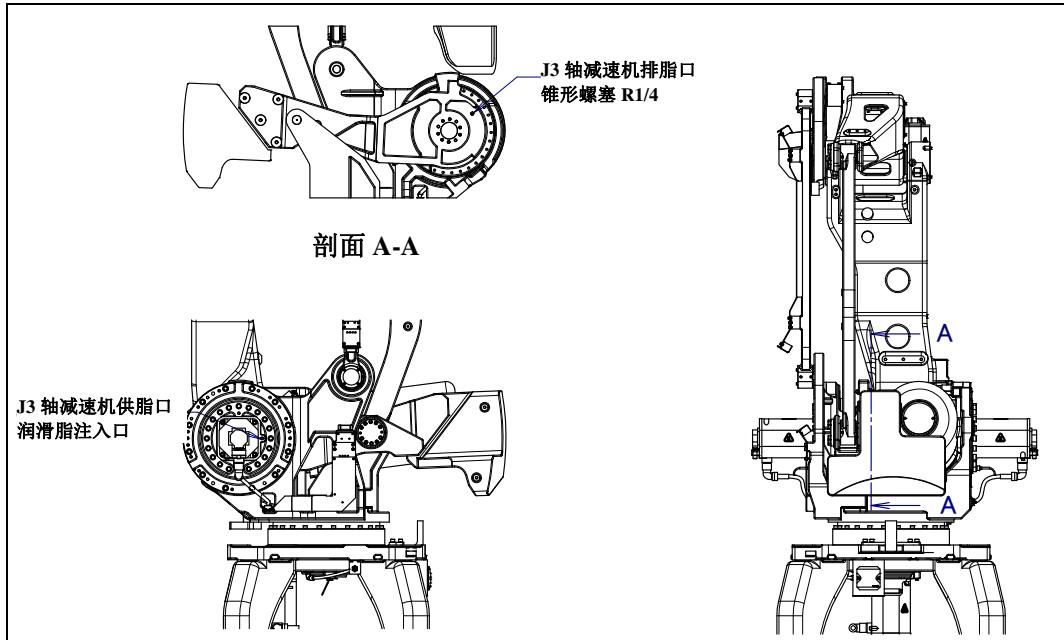


图 7.3.3 (c) 更换 J3 轴减速机的润滑脂

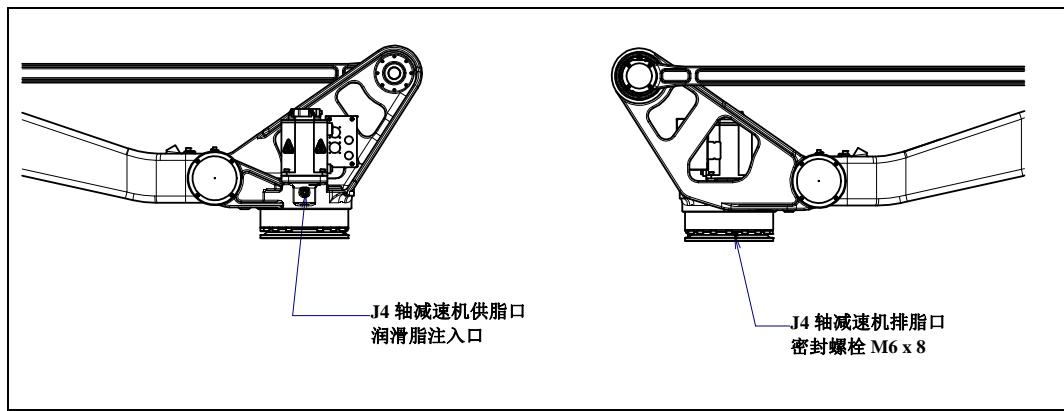


图 7.3.3 (d) 更换 J4 轴减速机的润滑脂

表 7.3.3 (c) 密封螺栓、锥形螺塞和润滑脂注入口的规格

| 品名            | 规格                    |
|---------------|-----------------------|
| 密封螺栓 (M6 x 8) | A97L-0218-0417#060808 |
| 锥形螺塞 (R1/4)   | A97L-0001-0436#2-2D   |
| 锥形螺塞 (R3/8)   | A97L-0001-0436#2-3D   |
| 润滑脂注入口        | A97L-0218-0013#A610   |

### 7.3.4 释放润滑脂槽内残压的作业步骤

供脂后，为了释放润滑脂槽内的残压，有关 J1 轴减速机和 J4 轴减速机，在拆除供脂口的润滑脂注入口和排脂口的锥形螺塞或密封螺栓的状态下，有关 J2 轴减速机和 J3 轴减速机，在拆除排脂口的锥形螺塞或密封螺栓的状态下，按照下表使机器人运转 20 分以上。

此时，在供脂口、排脂口下面安装回收袋，以免流出来的润滑脂飞散。

| 动作轴<br>润滑脂更换部 | J1 轴              | J2 轴              | J3 轴              | J4 轴               |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| J1 轴减速机       | 轴角度 80°或以上 OVR50% |                   | 任意                |                    |
| J2 轴减速机       | 任意                | 轴角度 90°或以上 OVR50% |                   | 任意                 |
| J3 轴减速机       |                   | 任意                | 轴角度 60°或以上 OVR50% | 任意                 |
| J4 轴减速机       |                   | 任意                |                   | 轴角度 60°或以上 OVR100% |

由于周围的情况而不能执行上述动作时，应使机器人运转同等次数。（轴角度只能取 30°的情况下，应使机器人运转原先的 2 倍时间即 40 分钟以上。）

同时向多个轴供脂时，可以使多个轴同时运行。上述动作结束后，应在供脂口和排脂口上分别安装润滑脂注入口和密封螺栓或锥形螺塞。要再利用锥形螺塞，密封螺栓或润滑脂注入口时，务必用密封胶带密封起来。

### 7.4 保管

保管机器人时，以运送姿势将机器人保管在水平面上。见 1.1 节。

# 8 零点标定的方法

零点标定是使机器人各轴的轴角度与连接在各轴电机上的绝对值脉冲编码器的脉冲计数值对应起来的操作。具体来说，零点标定是求取零度姿势的脉冲计数值的操作。

## 8.1 概要

机器人的当前位置通过各轴的脉冲编码器的脉冲计数值来确定。工厂出货时，已经对机器人进行零点标定，所以在日常操作中并不需要进行零点标定。但是，下列情况下，则需要进行零点标定。

- 更换电机
- 更换脉冲编码器
- 更换减速机
- 更换手腕单元
- 更换电缆
- 机构部的脉冲计数后备用电池用尽



### 注意

包含零点标定数据在内的机器人的数据和脉冲编码器的数据，通过各自的后备用电池进行保存。电池用尽时将导致数据丢失。应定期更换控制装置和机构部的电池。电池电压下降时，系统会发出报警通知用户。

### 零点标定的种类

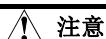
零点标定的方法有如下。但是，软件版本 7DC2 系列（V8.20P 及 V8.20P 以前的版本）不支持简易零点标定（单轴）。

表 8.1 零点标定的种类

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 专用夹具零点位置标定              | 这是使用零点标定夹具进行的零点标定。这是在工厂出货之前进行的零点标定。   |
| 全轴零点位置标定<br>(对合标记 零点标定) | 这是在所有轴都处在零度位置进行的零点标定。机器人的各轴，都赋予零位标记（对合标记）。在使该标记对合于所有轴的位置进行零点标定。                           |
| 简易零点标定                  | 这是在用户设定的任意位置进行的零点标定。脉冲计数值，根据连接在电机上的脉冲计编码器的转速和每转之内的转角计算。利用 1 转以内的转角绝对值不会丢失而进行简易零点标定。（全轴同时） |
| 简易零点标定（单轴）              | 这是在用户设定的任意位置对每一轴进行的简易零点标定。脉冲计数值根据连接在电机上的脉冲编码器的转速和每转之内的转角计算。利用 1 转以内的转角绝对值不会丢失而进行简易零点标定。   |
| 单轴零点标定                  | 这是对每一轴进行的零点标定。各轴的零点标定位置，可以在用户设定的任意位置进行。此方法在仅对某一特定轴进行零点标定时有效。                              |
| 输入零点标定数据                | 这是直接输入零点标定数据的方法。  |

在进行零点标定之后，务须进行位置调整（校准）。位置调整，是控制装置读入当前的脉冲计数值并识别当前位置的操作。

这里，就全轴零点位置标定、简易零点标定、简易零点标定（单轴）、单轴零点标定以及零点标定数据的输入进行说明。需要更加详细的零点标定（专用夹具零点位置标定）时，请向我公司洽询。



### 注意

- 1 如果零点标定出现错误，有可能导致机器人执行意想不到的动作，十分危险。因此，只有在系统变量 \$MASTER\_ENB=1 或 2 时，才会显示出“位置对合”界面。执行完“位置对合”后，请按下“位置对合”界面上显示出的 F5“完成”。这样，自动设定\$MASTER\_ENB=0，“位置对合”界面不再显示。
- 2 建议用户在进行零点标定之前备份当前的零点标定数据。

## 8.2 解除报警和准备零点标定

为进行电机交换等，在执行零点标定时，需要事先解除报警并显示位置调整菜单。

### 显示报警

“SRVO-062 BZAL 报警”或“SRVO-075 脉冲编码器位置未确定”

### 步骤

- 1 按照下面(1)~(6)的步骤显示位置调整菜单。
  - (1) 按下 MENU (菜单) 键，显示出画面菜单。
  - (2) 按下“0 下页”，选择“6 系统”。
  - (3) 按下 F1 “类型”，从菜单选择“变量”。
  - (4) 将光标对准于\$MASTER\_ENB 位置，输入“1”，按下“ENTER”（执行）。
  - (5) 再次按下 F1 “类型”，从菜单选择“零点标定/校准1”。
  - (6) 从“零点标定/校准”菜单中，选择将要执行的零点标定的种类。
- 2 “SRVO-062 BZAL 报警”的解除，按照(1)~(5)的步骤执行。
  - (1) 按下 MENU (菜单) 键。
  - (2) 按下“0 下页”，选择“6 系统”。
  - (3) 按下 F1 “类型”，从菜单选择“零点标定/校准”。
  - (4) 按下 F3 “RES\_PCA”（脉冲 复位）后，再按下 F4 “是”。
  - (5) 切断控制装置的电源，然后再接通电源。
- 3 “SRVO-075 脉冲编码器位置未确定”的解除，按照(1)~(2)的步骤执行。
  - (1) 再次通电时，再次显示“SRVO-075 脉冲编码器位置未确定”。
  - (2) 在关节进给的模式下，

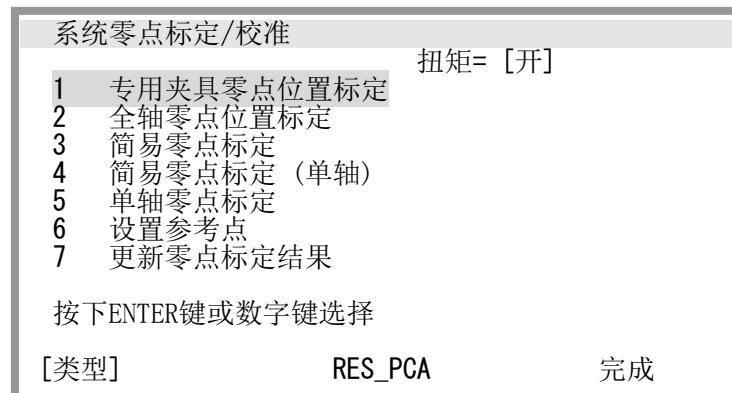
## 8.3 全轴零点位置标定

全轴零点位置标定（对合标记零点标定）是在所有轴零度位置进行的零点标定。机器人的各轴，都赋予零位标记（对合标记）（图 8.3）。通过这一标记，将机器人移动到所有轴零度位置后进行零点标定。

全轴零点位置标定通过目测进行调节，所以不能期待零点标定的精度。应将零位零点标定作为一时应急的操作来对待。

### 全轴零点位置标定

- 1 按下“MENU”（菜单）键，显示出画面菜单。
- 2 按下“0 下页”，选择“6 系统”。
- 3 按下F1“类型”，显示出画面切换菜单。
- 4 选择“零点标定/校准”。出现位置调整画面。



- 5 在 JOG 方式下移动机器人，使其成为零点标定姿势。请在解除制动器控制后进行操作。

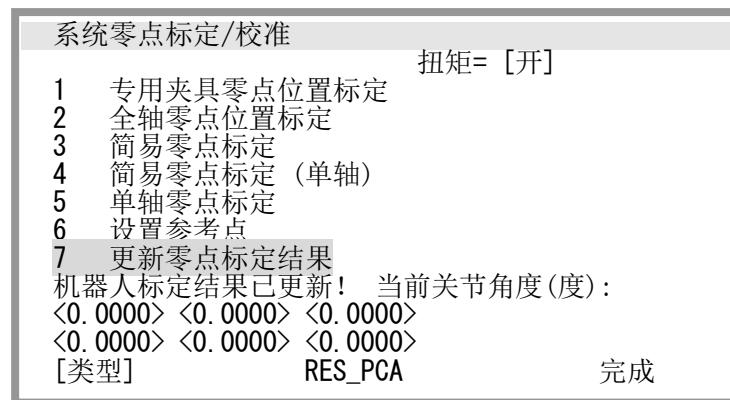
#### 注释

按照如下所示方式改变系统变量，即可解除制动器控制。  
**\$PARAM\_GROUP.\$SV\_OFF\_ALL : FALSE**  
**\$PARAM\_GROUP.\$SV\_OFF\_ENB[\*]: FALSE (所有轴)**  
 改变系统变量后，务须重新接通控制装置的电源。

- 6 选择“2 全轴零点位置标定”，按下 F4 “是”。



- 7 选择“7 更新零点标定结果”，按下 F4 “是”。进行位置调整。  
或者重新接通电源，同样也进行位置调整。



- 8 在位置调整结束后，按下 F5 “完成”。



- 9 恢复制动器控制原先的设定，重新通电。

表 8.3 对合标记位置

| 轴    | 位 置               |
|------|-------------------|
| J1 轴 | 0 度               |
| J2 轴 | 0 度               |
| J3 轴 | 0 度(* J2=0 deg 时) |
| J4 轴 | 0 度               |

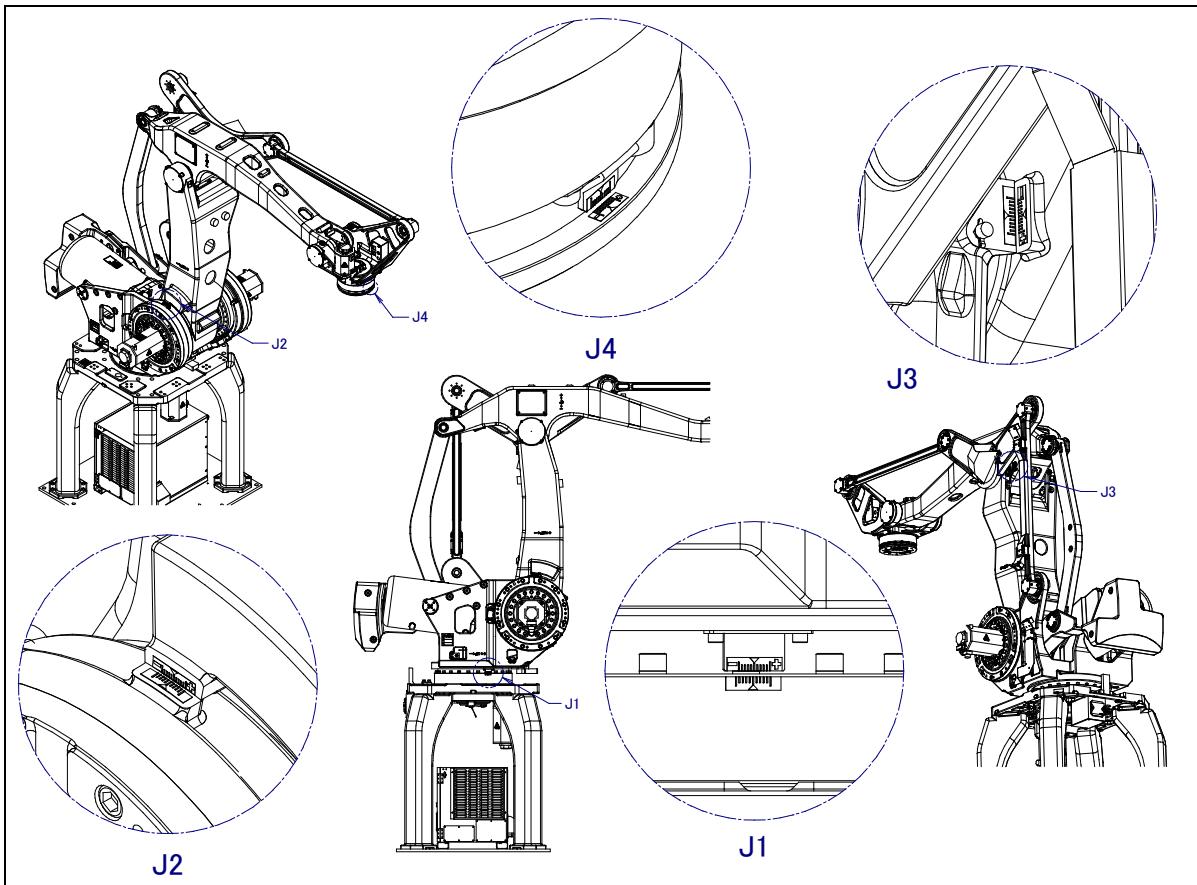


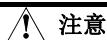
图 8.3 对合标记位置

## 8.4 简易零点标定

简易零点标定是在用户设定的任意位置进行的零点标定。脉冲计数值，根据连接在电机上的脉冲编码器的转速和回转一周以内的转角计算。利用 1 转以内的转角绝对值不会丢失而进行简易零点标定。

工厂出货时，已被设定在表 8.3 所示的位置。如果没有什么问题，请勿改变设定。

不能将机器人移动到上述位置时，需要通过下列方法重新设定简易零点标定参考点。（如果标上取代对合标记的符号，将会带来许多方便。）

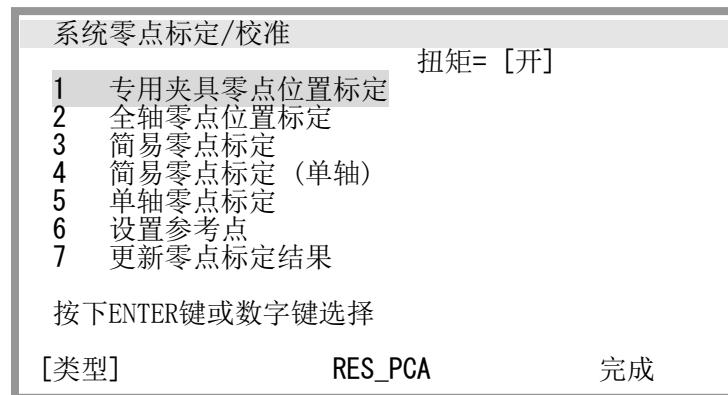


### 注意

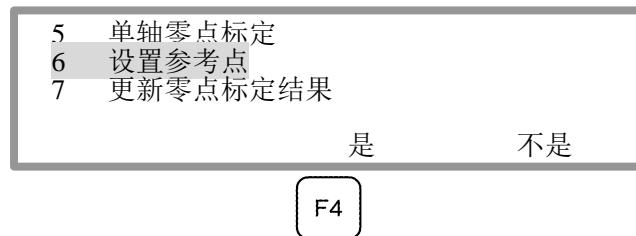
- 1 由于用来后备脉冲计数器的电池电压下降等原因而导致脉冲计数值丢失时，可进行简易零点标定。
- 2 在更换脉冲编码器时以及机器人控制装置的零点标定数据丢失时，不能使用简易零点标定。

### 设定简易零点标定参考点

- 1 通过 MENU（菜单）选择“6 系统”。
- 2 通过画面切换选择“零点标定/校准”。出现位置调整画面。



- 3 以点动方式移动机器人，使其移动到简易零点标定参考点。请在解除制动器控制后进行操作。
- 4 选择“6 设置参考点”，按下 F4 “是”。简易零点标定参考点即被存储起来。

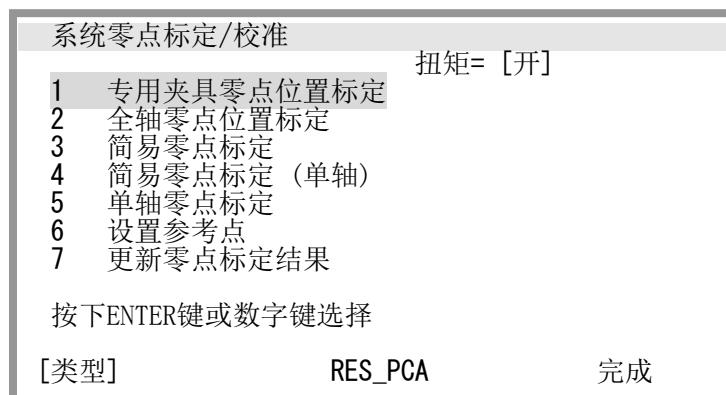


### 注意

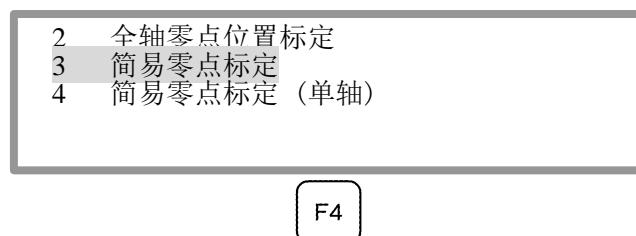
由于机械性拆解和维修而导致零点标定数据丢失时，不能执行此操作。这种情况下，为恢复零点标定数据而执行零位零点标定或夹具位置零点标定。

## 简易零点标定步骤

- 显示出位置调整画面。



- 以点动方式下移动机器人，使其移动到简易零点标定参考点。请在解除制动器控制后进行操作。
- 选择“3 简易零点标定”，按下 F4 “是”。简易零点标定数据即被存储起来。



- 选择“7 更新零点标定结果”，按下 F4 “是”。进行位置调整。或者重新接通电源，同样也进行位置调整。
- 在位置调整结束后，按下 F5 “完成”。



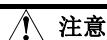
- 恢复制动器控制原先的设定，重新通电。

## 8.5 简易零点标定（单轴）

简易零点标定（单轴）是在用户设定的任意位置对每一轴进行的零点标定。脉冲计数值，根据连接在电机上的脉冲编码器的转速和回转一周以内的转角计算。利用 1 转以内的转角绝对值不会丢失而进行简易零点标定。

工厂出货时，已被设定在表 8.3 所示的位置。如果没有什么问题，请勿改变设定。

不能将机器人移动到上述位置时，需要通过下列方法重新设定简易零点标定参考点。（如果标上取代对合标记的符号，将会带来许多方便。）

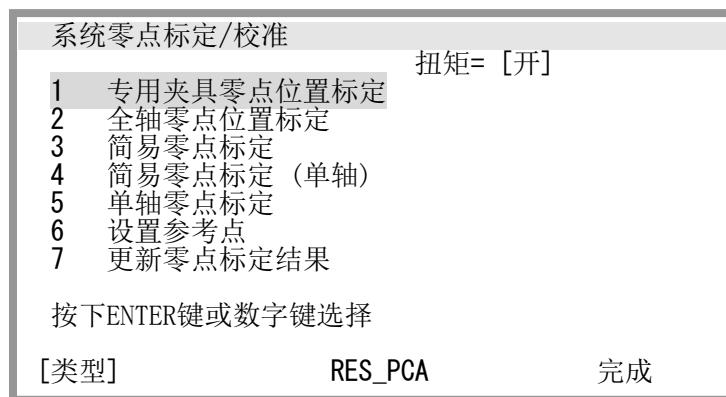


### 注意

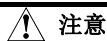
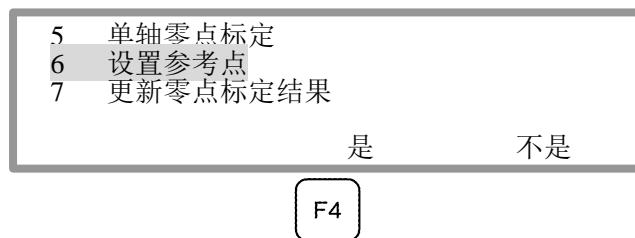
- 1 由于用来后备脉冲计数器的电池电压下降等原因而导致脉冲计数值丢失时，可进行简易零点标定。
- 2 在更换脉冲编码器时以及机器人控制装置的零点标定数据丢失时，不能使用简易零点标定。

### 设定简易零点标定参考点

- 1 通过 MENU（菜单）选择“6 系统”。
- 2 通过画面切换选择“零点标定/校准”。出现位置调整画面。



- 3 以点动(JOG)方式移动机器人，使其移动到简易零点标定参考点。请在解除制动器控制后进行操作。
- 4 选择“6 设置参考点”，按下 F4 “是”。简易零点标定参考点即被存储起来。

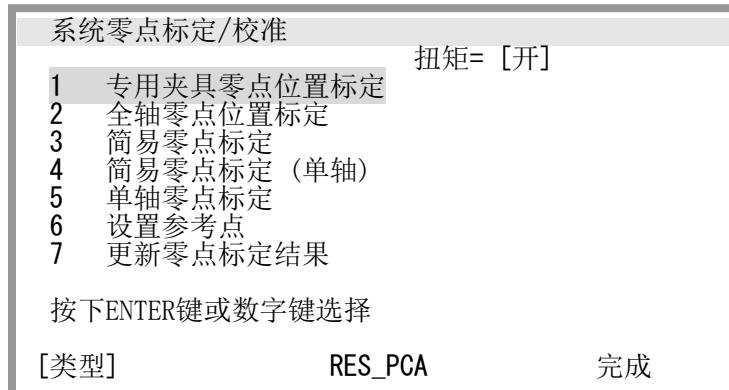


### 注意

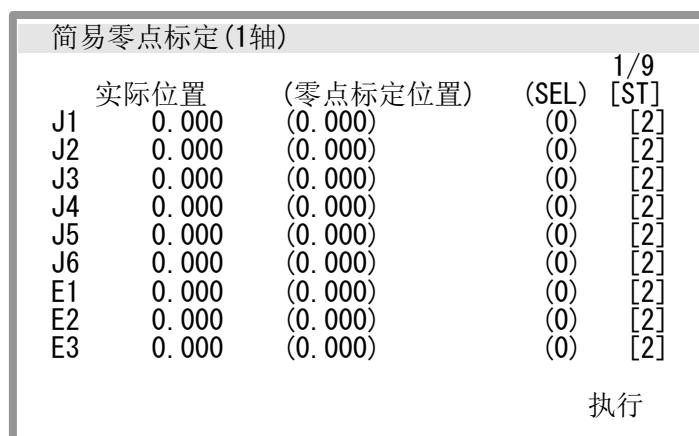
由于机械性拆解和维修而导致零点标定数据丢失时，不能执行此操作。这种情况下，为恢复零点标定数据而执行零位零点标定或夹具位置零点标定。

## 简易零点标定（单轴）步骤

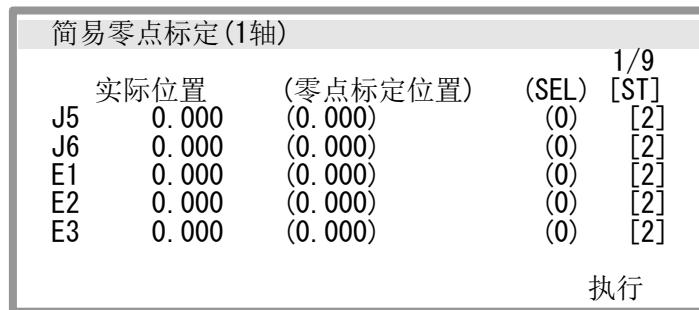
- 显示出位置调整画面。



- 选择“4 简易零点标定（单轴）”。出现简易零点标定（1轴）画面。



- 对于希望进行简易零点标定（1轴）的轴，将(SEL)设定为“1”。可以为每个轴单独指定(SEL)，也可以为多个轴同时指定(SEL)。



- 以点动方式下移动机器人，使其移动到简易零点标定参考点。断开制动器控制。
- 按下F5“执行”。执行零点标定。由此，(SEL)返回“0”，“ST”变为“2”（或者1）。
- 选择“7 更新零点标定结果”，按下F4“是”。进行位置调整。  
或者重新接通电源，同样也进行位置调整。
- 在位置调整结束后，按下F5“完成”。



- 恢复制动器控制原先的设定，重新通电。

## 8.6 单轴零点位置标定

单轴零点标定，是对每个轴进行的零点标定。各轴的零点标定位置，可以在用户设定的任意位置进行。

由于用来后备脉冲计数器的电池电压下降，或更换脉冲编码器而导致某一特定轴的零点标定数据丢失时，进行 1 轴零点标定。

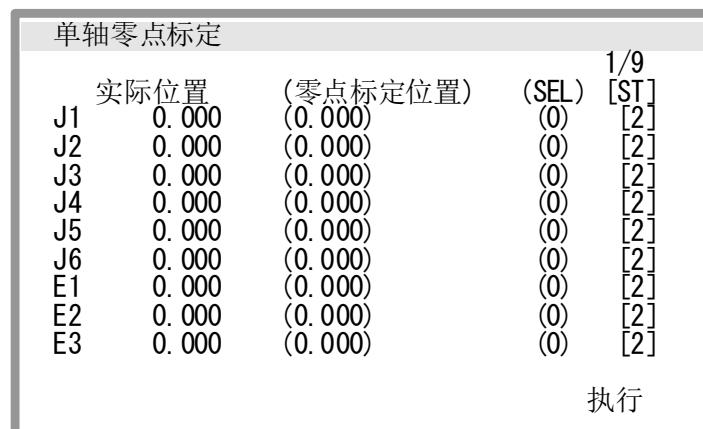
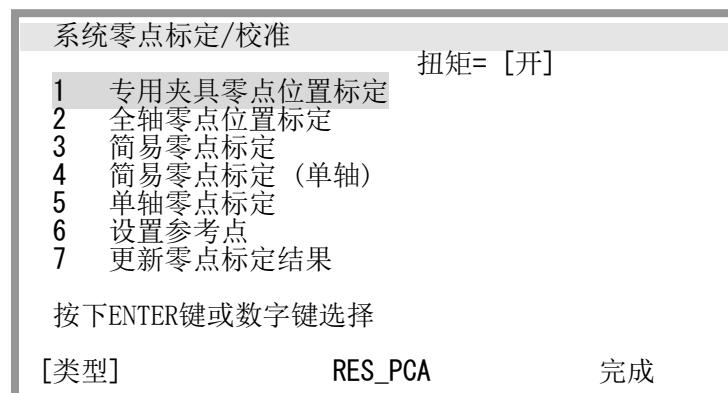


表 8.6 单轴零点标定的设定项目

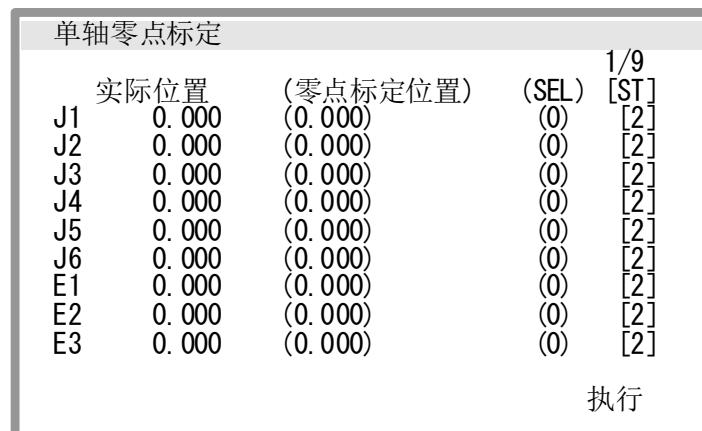
| 项目                | 描述  |
|-------------------|---|
| ACTUAL POS (当前位置) | 各轴以(deg)为单位显示机器人的当前位置。  |
| MSTR POS (零点标定位置) | 对于进行单轴零点标定的轴，指定零点标定位置。通常指定 0° 位置将带来方便。  |
| SEL               | 对于进行零点标定的轴，将此项目设定为 1。通常设定为 0。   |
| ST                | 表示各轴的零点标定结束状态。用户不能直接改写此项目。<br>该值反映\$EACHMST_DON[1~9]。<br>-0: 零点标定数据已经丢失。需要进行 1 轴零点标定。<br>-1: 零点标定数据已经丢失。（只对其他联动转轴进行零点标定）。需要进行 1 轴零点标定。<br>-2: 零点标定已经结束。 |

### 单轴零点标定步骤

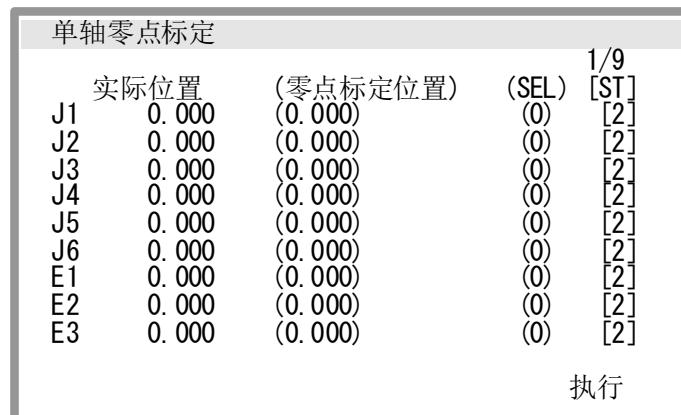
- 1 通过 MENU (菜单) 选择 “6 系统”。
- 2 通过画面切换选择 “零点标定/校准”。出现位置调整画面。



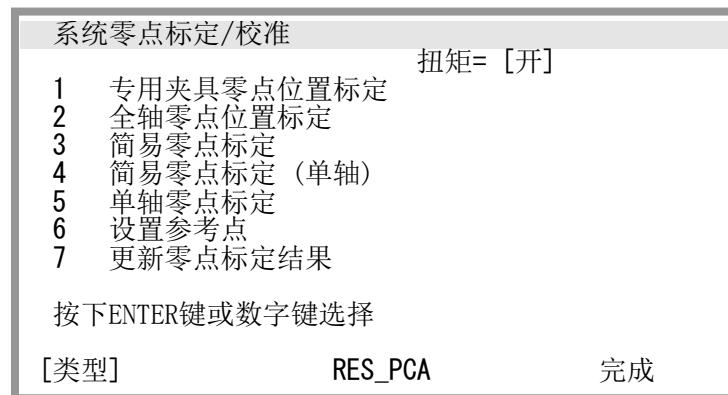
- 3 选择 “5 单轴零点标定”。出现 1 轴零点标定画面。



- 4 对于希望进行 1 轴零点标定的轴, 将(SEL)设定为“1”。可以为每个轴单独指定(SEL), 也可以为多个轴同时指定(SEL)。
- 5 以点动方式移动机器人, 使其移动到零点标定位置。断开制动器控制。
- 6 输入零点标定位置的轴数据。
- 7 按下 F5 “执行”。执行零点标定。由此, (SEL)返回 “0”, “ST” 变为 “2” (或者 1)。



8 等1轴零点标定结束后，按下PREV(返回)键返回到原来的画面。



9 选择“7 更新零点标定结果”，按下F4“是”。进行位置调整。

或者重新接通电源，同样也进行位置调整。

10 在位置调整结束后，按下F5“完成”。



11 恢复制动器控制原先的设定，重新通电。

## 8.7 输入零点标定数据

通过数据输入进行零点标定是指将零点标定数据值直接输入到系统变量中完成零点标定的方法。这一操作用于零点标定数据丢失而脉冲数据仍然保持的情形。

### 零点标定数据的输入方法

- 1 通过 MENU (菜单) 选择 “6 系统”。
- 2 通过画面切换选择 “变量”。出现系统变量画面。

| 系统变量 |              |              |
|------|--------------|--------------|
|      |              | 1/9          |
| 1    | \$AP_MAXAX   | 536870912    |
| 2    | \$AP_PLUGGED | 4            |
| 3    | \$AP_TOTALAX | 16777216     |
| 4    | \$AP_USENUM  | [12] Of Byte |
| 5    | \$AUTONIT    | 2            |
| 6    | \$BLT        | 19920216     |

[类型]

- 3 下面，改变零点标定数据。  
零点标定数据存储在系统变量\$DMR\_GRP. \$MASTER\_COUN 中。

|      |            |                   |
|------|------------|-------------------|
| 13   | \$DMR_GRP  | DMR_GRP_T         |
| 14   | \$ENC_STAT | [2] of ENC_STAT_T |
| [类型] |            |                   |

- 4 选择\$DMR\_GRP。

| 系统变量 |                |                |
|------|----------------|----------------|
|      |                | 1/1            |
| 1    | \$DMR_GRP      | DMR_GRP_T      |
|      | [1]            |                |
| [类型] |                |                |
|      |                |                |
| 系统变量 |                |                |
| 1    | \$MASTER_DONE  | FALSE          |
| 2    | \$OT_MINUS     | [9] of Boolean |
| 3    | \$OT_PLUS      | [9] of Boolean |
| 4    | \$MASTER_COUNT | [9] of Integer |
| 5    | \$REF_DONE     | FALSE          |
| 6    | \$REF_POS      | [9] of Real    |
| 7    | \$REF_COUNT    | [9] of Integer |
| 8    | \$BCKLSH_SIGN  | [9] of Boolean |
|      |                | 有效 无效          |

- 5 选择\$MASTER\_COUN，输入事先准备好的零点标定数据。

| 系统变量 |     |           | 1/9 |
|------|-----|-----------|-----|
| 1    | [1] | 95678329  |     |
| 2    | [2] | 10223045  |     |
| 3    | [3] | 3020442   |     |
| 4    | [4] | 304055030 |     |
| 5    | [5] | 20497709  |     |
| 6    | [6] | 2039490   |     |
| [类型] |     |           |     |

- 6 按下 PREV(返回)键。  
7 将\$MASTER\_DONE 设定为 TRUE 中。

| 系统变量         |                 |                | 1/8 |
|--------------|-----------------|----------------|-----|
| \$DMR_GRP[1] | \$MASTER_DONE00 | TRUE           |     |
| 1            | \$OT_MINUS      | [9] of Boolean |     |

- 8 显示位置调整画面，选择“7 更新零点标定结果”，按下 F4 “是”。  
9 在位置调整结束后，按下 F5 “完成”。



## 8.8 确认零点标定结果

### 1 确认零点标定是否正常进行

通常，在通电时自动进行位置调整。要确认零点标定是否已经正常结束，按如下所示方法检查当前位置显示和机器人的实际位置是否一致。

(1) 使程序内的特定点再现，确认与已经示教的位置一致。

(2) 使机器人动作到所有轴都成为 0° 的位置，目视确认操作说明书的 8.3 节中所示的零度位置标记是否一致。

在进行这样的确认操作时如果位置偏离，则可以认为脉冲编码器的计数值由于 2 项中说明的报警而无效，或者是由于用来存储零点标定数据值的系统变量\$DMR\_GRP.\$MASTER\_COUN 的数据错误操作而被改写。请比较出货时随附的数据表中的值。此外，此系统变量，将会因执行零点标定被改写，所以，已进行了零点标定的情况下，应将此系统变量的数值记录在数据表中。

### 2 零点标定时发生的报警及其对策

#### (1) BZAL 报警

在控制装置电源断开期间，当后备脉冲编码器的电池电压成为 0V 时，会发生此报警。此外，为更换电缆等而拔下脉冲编码器的连接器的情况下，由于电池的电压会成为 0V 而发生此报警。请进行脉冲复位（见 8.2 节），切断电源后再通电，确认是否能够解除报警。无法解除报警时，有可能电池已经耗尽。在更换完电池后，进行脉冲复位，切断电源后再通电。发生了该报警时，保存在脉冲编码器内的数据将会丢失，需要再次进行零点标定。

#### (2) BLAL 报警

该报警表示：后备脉冲编码器的电池电压已经下降到不足以进行后备的程度。发生该报警时，应尽快在通电状态下更换后备用的电池，并按照 1 项中说明的方法确认当前位置数据是否正确。

#### (3) CKAL、RCAL、PHAL、CSAL、DTERR、CRCERR、STBERR、SPHAL 报警

有可能是脉冲编码器的异常，请联系我公司。

# 9 常见问题处理方法

机构部中发生的故障，有时是由于多个不同的原因重合在一起造成的，要彻底查清原因往往很困难。此外，如果采取错误对策，反而会导致故障进一步恶化，因此，详细分析故障的情况，弄清真正的原因十分重要。

## 9.1 常见问题处理方法

机构部的主要常见问题处理方法如表 9.1 所示。弄不清原因，又不知道如何采取对策时，请联系我公司。

表 9.1 常见问题处理方法

| 症 状            | 症 状 分 类  | 原 因   | 对 策   |
|----------------|--|---|---|
| 产生振动<br>出现异常声音 | ☆ 机器人动作时 J1 机座从固定用铁板向上浮起。<br>☆ J1 机座和地装底板之间有空隙。<br>☆ J1 机座固定螺栓松动。          | [J1 机座的固定]<br>☆ 可能是因为机器人的 J1 机座没有牢固地固定在垫板上。<br>☆ 可能是因为螺栓松动、地装底板平面度不充分、夹杂异物所致。<br>☆ 机器人的 J1 机座没有牢固地固定在地装底板上时，机器人动作时 J1 机座将会从地装底板上浮起，此时的冲击导致振动。 | ☆ 螺栓松动时，使用防松胶，以适当的力矩切实拧紧。<br>☆ 改变地装底板的平面度，使其落在公差范围内。<br>☆ 确认是否夹杂异物，如有异物，将其去除掉。                      |
|                | ☆ 机器人动作时，架台或地板面振动。   | [架台或地板面]<br>☆ 可能是因为架台或地板面的刚性不充分所致。<br>☆ 架台或地板的刚性不足时，由于机器人动作时的反作用力，架台或地板面变形，导致振动。  | ☆ 加固架台、地板面，提高其刚性。<br>☆ 难于加固架台、地板面时，通过改变动作程序，可以缓和振动。   |
|                | ☆ 动作时，在某一特定姿势下产生振动。<br>☆ 如果减小动作速度则不振动。<br>☆ 加减速时振动尤其明显。<br>☆ 多个轴同时动作时产生振动。 | [超过负载]<br>☆ 由于安装了在机器人允许值以上的负载而导致振动。<br>☆ 可能是因为动作程序对机器人规定太严格而导致振动。<br>☆ 可能是因为在“加速度”中输入了不合适的值。  | ☆ 确认机器人的负载允许值。超过允许值时，减少负载，或者改变动作程序。<br>☆ 可通过降低速度、降低加速度等做法，将给总体循环时间带来的影响控制在最小限度，通过改变动作程序，来缓和特定部分的振动。 |

| 症 状            | 症 状 分 类   | 原 因  | 对 策   |
|----------------|---|--|---|
| 产生振动<br>出现异常声音 | <ul style="list-style-type: none"> <li>☆ 产生振动。机器人发生碰撞后，或者在过载状态下长期使用后，产生振动或者出现异常声音。</li> <li>☆ 长期没有更换润滑脂的轴产生振动或者出现异常声音。</li> </ul> | <p>[齿轮、轴承、减速机的破损]</p> <p>☆ 由于碰撞或过载，造成过大的外力作用于驱动系统，致使齿轮、轴承、减速机的齿轮面或滚动面损伤。</p> <p>☆ 由于长期在过载状态下使用，致使齿轮、轴承、减速机的齿轮面或滚动面因疲劳而产生剥落。</p> <p>☆ 由于齿轮、轴承、减速机内部咬入异物，致使齿轮、轴承、减速机的齿轮面或滚动面损伤。</p> <p>☆ 齿轮、轴承、减速机内部咬入异物导致振动。</p> <p>☆ 由于长期在没有更换润滑油的状态下使用，致使齿轮、轴承、减速机的齿轮面或滚动面因疲劳而产生剥落。</p> <p>上述原因的情况下，会导致周期性的振动或异常声音。</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>☆ 使机器人每个轴单独动作，确认哪个轴产生振动。</li> <li>☆ 需要拆下电机，更换齿轮、轴承、减速机等部件。有关更换部件的规格、更换方法，请向我公司洽询。</li> <li>☆ 不在过载状态下使用，可以避免驱动系统的故障。</li> <li>☆ 按照规定的时间间隔更换指定的润滑脂，可以预防故障的发生。</li> </ul>   |
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>☆ 不能通过地板面、架台等或机构部来确定原因。</li> </ul>   | <p>[控制装置、电缆、电机]</p> <p>☆ 控制装置内的回路发生故障，动作指令没有被正确传递到电机的情况下，或者电机信息没有正确传递到控制装置，会导致机器人振动。</p> <p>☆ 脉冲编码器发生故障，电机的位置没有正确传递到控制装置，会导致机器人振动。</p> <p>☆ 电机主体部分发生故障，不能发挥其原有的性能，会导致机器人振动。</p> <p>☆ 机构部内的可动部电缆的动力线断续断线，电机不能跟从指令值，会导致机器人振动。</p> <p>☆ 机构部内的可动部的脉冲编码器断续断线，指令值不能正确传递到电机，会导致机器人振动。</p> <p>☆ 机器人连接电缆快要断线，会导致机器人振动。</p> <p>☆ 电源电缆快要断线，会导致机器人振动。</p> <p>☆ 因电压下降而没有提供规定电压，会导致机器人振动。</p> <p>☆ 因某种原因而输入了与规定制不同的动作控制用变量，会导致机器人振动。</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>☆ 有关控制装置、放大器的常见问题处理方法，请参阅控制装置维修说明书。</li> <li>☆ 更换振动轴的电机，确认是否还振动。有关更换办法，请向我公司洽询。</li> <li>☆ 机器人仅在特定姿势下振动时，可能是因为机构部内电缆断线。</li> <li>☆ 在机器人停止的状态下摇晃可动部的电缆试试，确认是否会发生报警。如果发生报警等异常，则需要更换机构部内电缆。</li> <li>☆ 确认机器人连接电缆上是否有外伤，有外伤时，更换连接电缆，确认是否还振动。</li> <li>☆ 确认电源电缆上是否有外伤，有外伤时，更换电源电缆，确认是否还振动。</li> <li>☆ 确认已经提供规定电压。</li> <li>☆ 作为动作控制用变量，确认已经输入正确的变量，如果有错误，重新输入变量。或向我公司洽询。</li> </ul> |

| 症 状            | 症 状 分 类  | 原 因  | 对 策  |
|----------------|--|--|--|
| 产生振动<br>出现异常声音 | ☆ 机器人附近的机械动作状况与机器人的振动有某种相关关系。  | <p>[来自机器人附近的机械的电气噪声]</p> <p>☆ 没有切实连接地线时，电气噪声会混入地线，会导致机器人因指令值不能正确传递而振动。</p> <p>☆ 地线连接场所不合适的情况下，会导致接地不稳定，致使机器人因电气噪声的轻易混入而振动。</p> | ☆ 切实连接地线，以避免接地碰撞，防止电气噪声从别处混入。  |
|                | <p>☆ 更换润滑脂后发生异常声音。</p> <p>☆ 长期停机后运转机器人时，发出异常声音。</p> <p>☆ 低速运转时发生异常声音</p> | <p>☆ 使用指定外的润滑脂时，会导致机器人发生异常声音。</p> <p>☆ 即使使用指定润滑脂，在刚刚更换完后或长期停机后重新启动时，机器人在低速运转下会发出异常声音。</p>                                      | <p>☆ 请使用指定润滑脂。</p> <p>☆ 使用指定润滑脂还发生异常声音时，观察1~2天机器人的运转情况。通常情况下异常声音会随之消失。</p>   |
| 出现晃动           | <p>☆ 在切断机器人的电源时，用手按，部分机构部会晃动。</p> <p>☆ 机构部的连接面有空隙。</p>                   | <p>[机构部的连接螺栓]</p> <p>☆ 可能是因为过载和碰撞等，机器人机构部的连接螺栓松动所致。</p>  | <p>☆ 针对各轴，确认下列部位的螺栓是否松动，如果松动，则用放松胶，以适度力矩切实将其拧紧。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 电机固定螺栓</li> <li>· 减速机外壳固定螺栓</li> <li>· 减速机轴固定螺栓</li> <li>· 机座固定螺栓</li> <li>· 手臂固定螺栓</li> <li>· 外壳固定螺栓</li> <li>· 末端执行器固定螺栓</li> </ul> |

| 症 状   | 症 状 分 类   | 原 因   | 对 策   |
|-------|---|---|---|
| 电机过热  | ☆ 机器人安装场所气温上升后，发生电机过热。<br>☆ 在改变动作程序和负载条件后，发生电机过热。 | [环境温度]<br>☆ 环境温度上升，电机的散热情况恶化，导致电机过热。<br>[动作条件]<br>☆ 可能是因为在超过允许平均电流值的条件下使电机动作。   | ☆ 降低环境温度，是预防电机过热的最有效手段。<br>☆ 改善电机周边的通风条件，即可改善电机的散热情况，预防电机过热。采用风扇鼓风，也可有效预防电机过热。<br>☆ 电机周围有热源时，设置一块预防辐射热的屏蔽板，也可有效预防电机过热。<br>☆ 通过放宽动作程序、负载条件，使平均电流值下降，从而防止电机过热。<br>☆ 可通过示教器监控平均电流值。确认运行动作程序时的平均电流值。  |
|       | ☆ 在变更动作控制用变量（负载设定等）后发生电机过热。                       | [变量]<br>☆ 所输入的工件数据不合适时，机器人的加减速将变得不合适，致使平均电流值增加，导致电机过热。  | ☆ 关于负载设定，请按照 4.3 节，输入适当的变量。   |
|       | ☆ 不符合上述任何一项。                                      | [机构部的故障]<br>☆ 可能是因为机构部驱动系统发生故障，致使电机承受过大负载。<br>[电机的故障]<br>☆ 可能是因为电机制动机的故障，致使电机始终在受制动的状态下动作，由此导致电机承受过大的负载。<br>☆ 可能是因为电机主体的故障而致使电机自身不能发挥其性能，从而使过大的电流流过电机。  | ☆ 请参照振动、异常声音、松动项，排除机构部的故障。<br>☆ 确认在伺服系统的励磁上升时，制动器是否开放。制动器没有开放时，应更换电机。<br>☆ 更换电机后平均电流值下降时，可以确认这种情况为异常。   |
| 润滑脂泄漏 | ☆ 润滑脂从机构部泄漏。                                      | [密封不良]<br>☆ 可能是因为铸件出现龟裂、O形密封圈破损、油封破损、密封螺栓松动等。<br>☆ 铸件出现龟裂可能是因为碰撞或其他等原因使机构承受了过大的外力所致。<br>☆ O形密封圈的破损，可能是因拆解、重新组装时O形密封圈被咬入或切断所致。<br>☆ 油封破损可能是因为粉尘等异物的侵入造成油封唇部划伤所致。<br>☆ 密封螺栓松动时，润滑油将沿着螺丝部漏出。<br>☆ 可能是因为润滑脂注入口破损。 | ☆ 铸件上发生龟裂等情况下，作为应急措施，可用密封剂封住裂缝防止润滑脂泄漏。但是，因为裂缝有可能进一步扩展，所以必须尽快更换部件。<br>☆ O形密封圈使用于如下场所。 <ul style="list-style-type: none"><li>· 电机连接部</li><li>· 减速机（箱体侧、轴侧）连结部</li><li>· 手腕连结部</li><li>· J3 手臂连结部</li><li>· 手腕内部</li></ul><br>☆ 油封使用于如下场所。 <ul style="list-style-type: none"><li>· 减速机内部</li><li>· 手腕内部</li></ul><br>☆ 密封螺栓使用于如下场所。 <ul style="list-style-type: none"><li>· 润滑脂排脂口</li></ul><br>☆ 请更换润滑脂注入口。 |

| 症 状        | 症 状 分 类                                  | 原 因   | 对 策  |
|------------|--|---|--|
| 轴落下        | ☆ 制动器完全不管用，轴落下。<br>☆ 使其停止时，轴慢慢落下。        | [制动器驱动继电器、电机]<br>☆ 可能是因为制动器驱动继电器熔敷，制动器成为通电状态，在电机的励磁脱开后，制动器起不到制动作用。<br>☆ 可能是因为制动蹄摩耗、制动器主体破损而致使制动器的制动情况恶化。<br>☆ 可能是因为油、润滑脂等混入电机内部，致使制动器滑动。          | ☆ 确认制动器驱动继电器是否熔敷。如果熔敷，更换继电器。<br>☆ 如果有如下的症状的情况下，请更换电机。<br>· 制动蹄的磨损<br>· 制动器主体的破损<br>· 润滑油和润滑脂侵入电机内部       |
| 位置偏移       | ☆ 机器人在偏离示教位置的位置动作。<br>☆ 重复定位精度大于允许值。     | [机构部的故障]<br>☆ 重复定位精度不稳定的情况下，可能是因为机构部上的驱动系统异常、螺栓松动等故障所致。<br>☆ 一度偏移后，重复定位精度稳定的情况下，可能是因为碰撞等而有过大的负载作用而致使机机座设置面、各轴手臂和减速机等的连接面滑动。<br>☆ 可能是由于脉冲编码器的异常所致。 | ☆ 重复定位精度不稳定时，请参考振动、异常声音、松动项，排除机构部的故障。<br>☆ 重复定位精度稳定时，请修改示教程序。只要不再发生碰撞，就不会发生位置偏移。<br>☆ 脉冲编码器异常的情况下，请更换电机。 |
| 位置偏移       | ☆ 位置仅对特定的外围设备偏移。<br><br>☆ 改变参数后，发生了位置偏移。 | [外围设备的位置偏移]<br>☆ 可能是因为外力从外部作用于外围设备而致使相对位置相对机器人偏移。<br><br>[参数]<br>☆ 可能是因为改写零点标定数据而致使机器人的原点丢失。  | ☆ 请改变外围设备的设置位置。<br>☆ 请修改示教程序。<br><br>☆ 重新输入以前正确的零点标定数据。<br>☆ 不明确正确的零点标定数据时，请重新进行能够零点标定。                  |
| BZAL 报警显示。 | ☆ 示教器画面上显示 BZAL 报警。                      | ☆ 存储器后备用电池的电压下降。<br>☆ 脉冲编码器电缆断线。  | ☆ 请更换电池。<br>☆ 请更换电缆。   |



# 附录



# A 定期检修表

---

| FANUC Robot M-410iB/700 |                             |      | 定期检修表  |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-------------------------|-----------------------------|------|--------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 项目                      | 运转累计时间(H)                   | 检修时间 | 供脂量    | 首次检修 | 3个月 | 6个月  | 9个月  | 1年   | 4800 | 5760 | 6720 | 2年   | 8640 | 9600 | 10560 |
|                         |                             |      |        | 320  | 960 | 1920 | 2880 | 3840 | 4800 | 5760 | 6720 | 7680 | 8640 | 9600 | 10560 |
| 机构部                     | 1 外伤, 油漆脱落的确认               | 0.1H | —      |      | ○   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○     |
|                         | 2 电缆保护套的损坏的确认               | 0.1H | —      |      | ○   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○     |
|                         | 3 J1 轴摆式制动器的磨损粉末的确认         | 0.1H | —      |      | ○   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○     |
|                         | 4 沾水的确认                     | 0.1H | —      |      | ○   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○     |
|                         | 5 机构部内电缆的有无损伤、扭曲等           | 0.2H | —      |      | ○   |      |      | ○    |      |      |      | ○    |      |      |       |
|                         | 6 电机连接器、其他外露的连接器是否松动        | 0.2H | —      |      | ○   |      |      | ○    |      |      |      | ○    |      |      |       |
|                         | 7 末端执行器安装螺栓的紧固              | 0.2H | —      |      | ○   |      |      | ○    |      |      |      | ○    |      |      |       |
|                         | 8 盖板安装螺栓、外部主要螺栓的紧固          | 2.0H | —      |      | ○   |      |      | ○    |      |      |      | ○    |      |      |       |
|                         | 9 机械式制动器、机械式可变制动器的检修        | 0.1H | —      |      | ○   |      |      | ○    |      |      |      | ○    |      |      |       |
|                         | 10 飞溅, 切削屑, 灰尘等的清洁          | 1.0H | —      |      | ○   |      |      | ○    |      |      |      | ○    |      |      |       |
|                         | 11 末端执行器(机械手) 电缆的检修         | 0.1H | —      |      | ○   |      |      | ○    |      |      |      | ○    |      |      |       |
|                         | 12 电池的更换                    | 0.1H | —      |      |     |      |      |      |      |      | ●    |      |      |      |       |
|                         | 13 J1 轴减速机润滑脂的更换*1          | 1.2H | 8370ml |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|                         | 14 J2 轴减速机润滑脂的更换*1          | 0.6H | 3170ml |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|                         | 15 J3 轴减速机润滑脂的更换*1          | 0.6H | 2940ml |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|                         | 16 J4 轴减速机润滑脂的更换*1          | 0.4H | 1080ml |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|                         | 17 向平衡调节套筒供脂(2地方)           | 0.5H | 各 10ml |      |     |      |      | ●    |      |      |      | ●    |      |      |       |
|                         | 18 向 J3 手臂连接部轴承供脂(2地方)*1    | 0.1H | 各 20ml |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|                         | 19 向 J3 机座连接部横轧辊供脂*1        | 0.1H | 20ml   |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|                         | 20 向手腕连接部轴承供脂(2地方)*1        | 0.1H | 各 10ml |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|                         | 21 机构部内电缆的更换                | 4.0H | —      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 控制装置                    | 22 通风口的清洁                   | 0.2H | —      | ○    | ○   | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○     |
|                         | 23 示教器、操作箱连接电缆、机器人连接电缆有无损坏等 | 0.2H | —      |      | ○   |      |      | ○    |      |      |      | ○    |      |      |       |
|                         | 24 电池的更换*2                  | 0.1H | —      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |

\*1 有关供脂部位, 按照本说明书。

\*2 请参阅以下的说明书的单元的更换的章。

R-30iA 控制装置维修说明书 (标准规格) (B-82595CM)、

R-30iA 控制装置维修说明书 (CE 规格) (B-82595EN-1)、

R-30iA 控制装置维修说明书 (RIA 规格) (B-82595CM-2)、

R-30iB/R-30iB Plus 控制装置维修说明书 (B-83195CM)

\*3 ●: 需要准备部件的项目 ○: 不需要准备部件的项目

| 3年<br>11520 | 12480 | 13440 | 14400 | 4年<br>15360 | 16320 | 17280 | 18240 | 5年<br>19200 | 20160 | 21120 | 22080 | 6年<br>23040 | 24000 | 24960 | 25920 | 7年<br>26880 | 27840 | 28800 | 29760 | 8年<br>30720 | 项目 |
|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------|----|
| ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | 1           |    |
| ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | 2           |    |
| ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | 3           |    |
| ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | 4           |    |
| ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | 5           |    |
| ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | 6           |    |
| ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | 7           |    |
| ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | 8           |    |
| ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | 9           |    |
| ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | 10          |    |
| ●           |       |       |       |             | ●     |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       | ●     |             | 11 |
| ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             | 12 |
| ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             | 13 |
| ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             | 14 |
| ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             | 15 |
| ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             | 16 |
| ●           |       |       |       | ●           |       |       |       | ●           |       |       |       | ●           |       |       |       | ●           |       |       |       |             | 17 |
| ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             | 18 |
| ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             | 19 |
| ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             | 20 |
|             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       |             | 21 |
| ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | ○           | ○     | ○     | ○     | 22          |    |
| ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       | ○           |       |       |       |             | 23 |
|             |       |       |       | ●           |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       |             |       |       |       |             | 24 |

全面检修

**B****螺栓的强度和螺栓拧紧力矩一览****注释**

有乐泰胶水涂敷指定标示的重要的螺栓紧固部位，应对内螺纹侧长度方向上的整个啮合部区域进行涂敷。如果涂敷在外螺纹侧，会出现因为得不到预期效果而导致螺栓松动的情况。请除去附着在螺栓上和螺纹内的杂质，擦掉啮合部的油，并确认螺纹内是否有溶剂残留。紧固螺栓后如有乐泰胶水被挤压出来，务必将其擦掉。

螺栓请使用如下强度的。

但是，正文中个别指定的，按照该指定。

**钢制内六角螺栓**

M22 以下的尺寸： 拉伸强度 1200N/mm<sup>2</sup> 以上

M24 以上的尺寸： 拉伸强度 1000N/mm<sup>2</sup> 以上

全尺寸的电镀螺栓： 拉伸强度 1000N/mm<sup>2</sup> 以上

六角头螺栓、不锈钢制螺栓、特殊形状螺栓（按钮螺栓、扁平头螺栓、埋头螺栓等）

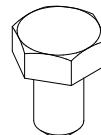
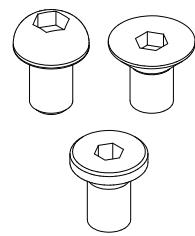
拉伸强度 400N/mm<sup>2</sup> 以上

没有指明安装力矩时，请按照下表拧紧螺栓。

**建议使用的螺栓拧紧力矩一览**

**单位：Nm**

| 公称值   | 内六角螺栓<br>(钢) |      | 内六角螺栓<br>(不锈钢) |       | 内六角孔按钮螺栓<br>内六角埋头螺栓<br>扁平头螺栓<br>(钢) |       | 六角头螺栓<br>(钢) |       |
|-------|--------------|------|----------------|-------|-------------------------------------|-------|--------------|-------|
|       | 拧紧力矩         |      | 拧紧力矩           |       | 拧紧力矩                                |       | 拧紧力矩         |       |
|       | 上限值          | 下限值  | 上限值            | 下限值   | 上限值                                 | 下限值   | 上限值          | 下限值   |
| M3    | 1.8          | 1.3  | 0.76           | 0.53  | -----                               | ----- | -----        | ----- |
| M4    | 4.0          | 2.8  | 1.8            | 1.3   | 1.8                                 | 1.3   | 1.7          | 1.2   |
| M5    | 7.9          | 5.6  | 3.4            | 2.5   | 4.0                                 | 2.8   | 3.2          | 2.3   |
| M6    | 14           | 9.6  | 5.8            | 4.1   | 7.9                                 | 5.6   | 5.5          | 3.8   |
| M8    | 32           | 23   | 14             | 9.8   | 14                                  | 9.6   | 13           | 9.3   |
| M10   | 66           | 46   | 27             | 19    | 32                                  | 23    | 26           | 19    |
| M12   | 110          | 78   | 48             | 33    | -----                               | ----- | 45           | 31    |
| (M14) | 180          | 130  | 76             | 53    | -----                               | ----- | 73           | 51    |
| M16   | 270          | 190  | 120            | 82    | -----                               | ----- | 98           | 69    |
| (M18) | 380          | 260  | 160            | 110   | -----                               | ----- | 140          | 96    |
| M20   | 530          | 370  | 230            | 160   | -----                               | ----- | 190          | 130   |
| (M22) | 730          | 510  | -----          | ----- | -----                               | ----- | -----        | ----- |
| M24   | 930          | 650  | -----          | ----- | -----                               | ----- | -----        | ----- |
| (M27) | 1400         | 960  | -----          | ----- | -----                               | ----- | -----        | ----- |
| M30   | 1800         | 1300 | -----          | ----- | -----                               | ----- | -----        | ----- |
| M36   | 3200         | 2300 | -----          | ----- | -----                               | ----- | -----        | ----- |



# 索引

---

## < A >

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 安全使用须知 .....       | s-1 |
| 安装 .....           | 4   |
| 安装末端执行器到手腕前端 ..... | 21  |
| 安装设备到机器人上 .....    | 21  |
| 安装条件 .....         | 9   |

## < B >

|                   |    |
|-------------------|----|
| 搬运 .....          | 1  |
| 搬运和安装 .....       | 1  |
| 保管 .....          | 52 |
| 变更基于软件的可动范围 ..... | 34 |
| 变更可动范围 .....      | 33 |

## < C >

|                |    |
|----------------|----|
| 常见问题处理方法 ..... | 67 |
|----------------|----|

## < D >

|                      |    |
|----------------------|----|
| 单轴零点位置标定 .....       | 62 |
| 电池的更换（1年半定期检修） ..... | 48 |
| 定期检修・定期维修 .....      | 39 |
| 定期检修表 .....          | 75 |

## < G >

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 概要 .....                     | 53 |
| 关于负载设定 .....                 | 23 |
| 关于机械式固定制动器、机械式可变制动器的检修 ..... | 44 |

## < J >

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| J1 轴的限位开关和挡块的调整（可选购项） ..... | 37 |
| J1 轴行程的变更（可选购项） .....       | 35 |
| 机构部件内电缆以及连接器的确认 .....       | 42 |
| 机构部外形尺寸和动作范围图 .....         | 14 |
| 机器人的构成 .....                | 12 |
| 基本规格 .....                  | 12 |
| 检修和维修 .....                 | 38 |
| 检修和维修内容 .....               | 38 |
| 检修要领 .....                  | 41 |
| 简易零点标定 .....                | 58 |
| 简易零点标定（单轴） .....            | 60 |
| 解除报警和准备零点标定 .....           | 54 |

## < K >

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 可选购项电缆用接口（可选购项） .....   | 28 |
| 空气 3 点套件的确认（可选购项） ..... | 42 |
| 空气配管（可选购项） .....        | 27 |

## < L >

|                      |    |
|----------------------|----|
| 零点标定的方法 .....        | 53 |
| 螺栓的强度和螺栓拧紧力矩一览 ..... | 78 |

## < Q >

|                  |     |
|------------------|-----|
| 气压供应（可选购项） ..... | 26  |
| 前言 .....         | p-1 |

## 驱动机构部的润滑脂的更换

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| (3 年 (11520 小时) 定期检修) ..... | 49 |
| 全轴零点位置标定 .....              | 55 |
| 确认零点标定结果 .....              | 66 |

## < R >

|            |    |
|------------|----|
| 日常检修 ..... | 38 |
|------------|----|

## < S >

|                      |    |
|----------------------|----|
| 设备安装面 .....          | 22 |
| 渗油的确认 .....          | 41 |
| 释放润滑脂槽内残压的作业步骤 ..... | 52 |
| 手腕部负载条件 .....        | 19 |
| 输入零点标定数据 .....       | 65 |

## < W >

|            |    |
|------------|----|
| 维修空间 ..... | 9  |
| 维修作业 ..... | 45 |

## < X >

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 向末端执行器布线和安设管线 .....              | 25 |
| 向平衡调节套筒供脂（1 年 (3840 小时) 定期检修）    |    |
| 向轴承供脂（3 年 (11520 小时) 定期检修） ..... | 45 |

## < Y >

|                  |    |
|------------------|----|
| 与控制装置之间的连接 ..... | 10 |
| 原点位置和可动范围 .....  | 15 |



## 说明书改版履历

| 版本 | 年月          | 变 更 内 容  |
|----|-------------|--|
| 05 | 2017 年 7 月  | <ul style="list-style-type: none"><li>· 追加 R-30iB Plus 控制装置</li><li>· 订正错误的描述内容</li></ul>  |
| 04 | 2012 年 10 月 | <ul style="list-style-type: none"><li>· 追加 R-30iB 控制装置</li><li>· 追加负载的注意</li><li>· 追加低温时注意</li><li>· 追加油分渗出的检修</li><li>· 订正错误的描述内容</li></ul> |
| 03 | 2011 年 7 月  |  |
| 02 |             |  |
| 01 |             |  |

**B-82334CM/05**



\* B - 8 2 3 3 4 C M / 0 5 \*