

FANUC Robot CRX series

机构部
操作说明书

B-84194CM/03

非常感谢您购买 FANUC 协作机器人。

在使用协作机器人之前，务须仔细阅读此说明书的“安全使用须知”，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

本章记述了为了安全使用发那科协作机器人的注意事项。

单单只有机器人，在没有末端执行器或者外围设备的状态下，无法作业。通过与末端执行器和外围设备的连接，构筑了系统，机器人才能发挥其性能。也就是说，请将机器人理解为系统的一个部件。发那科无法明确说明关于客户的工作现场的安全性和系统、外围设备的安全。这些必须依赖对所有现场作业人员负责的贵公司。为了实现贵公司的应用而构筑的系统的安全，应由系统安全专家实现。为了设计安全的应用，发那科建议每位各个客人与安全的专家商谈。另外，为了让机器人系统的所有者了解机器人使用过程中的危险，请让机器人系统负责人接受专门培训。我公司提供机器人的专门培训课程。请利用。

机器人的动作特性和其他的机器或者机械有着很大的不同。机器人能够在脱离机器人的机座的广大范围内高能量运行。本来机器人是用来代替工人执行危险作业或者在有害的地方进行作业。为了防止反而由机器人引起的工伤，导入时需要制定完备的使用上的安全对策。为了防止由于机器人的工伤，作为您公司应该采取的措施的指针有各种安全规格（JIS, ISO, IEC 规格等），在这些中显示导入时和使用时应考虑的事项。

本章根据上述规定，对安全的机器人系统构建给出提示以及指导方针。在使用发那科协作机器人之前，请务必熟读并理解本章内容。

1 有关安全的记载的定义

本说明书记载了保障使用者人身安全以及防止机械损坏的注意事项，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。有关的补充说明以“注释”来描述。用户在使用之前，请熟读这些“警告”和“注意”中所叙述的事项。

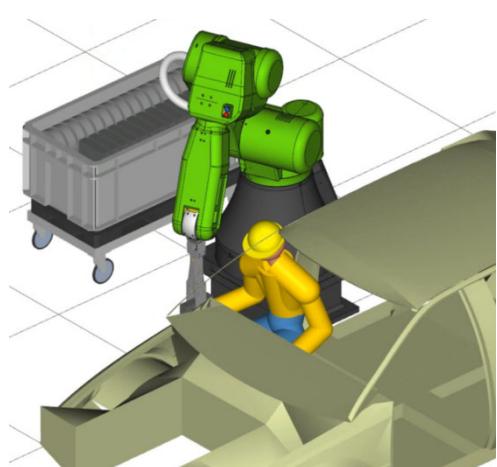
标识	定义
⚠ 警告	用于在错误操作时，有可能会出现使用者死亡或者受重伤等危险的情况。
⚠ 注意	用于在错误操作时，有可能会出现人员轻伤或中度受伤、物品受损等危险的情况。
注释	用于记述补充说明属警告或者注意以外的事项。

- 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。

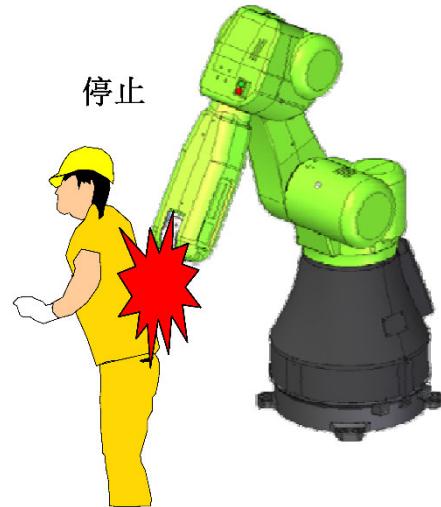
2 发那科的协作机器人系统

2.1 概要

协作机器人是可以执行与人员的协同作业的机器人。按照本章，组建适当的系统的话，可以在动作中的机器人附近也人员安全进行作业。



系统例子：向人提供部件



机器人碰到人会停止。

本章为安全地使用协作机器人进行说明。在稍后的章节里，如果没有特别的说明，”机器人”就是指”协作机器人”。

2.2 机器人的目的

发那科针对以下应用提供机器人。

- 弧焊
- 搬运
- 安装等

我们提供符合各种应用的工具软件。如果贵公司想在上述以外的应用中使用机器人，请向本公司确认。

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
- 作为脚搭子使用（爬到机器人上面，或悬垂于其下）
- 屋外
- 我公司不建议的安装或者使用环境下的使用

对于错误使用而引起的故障和事故，发那科概不负责。使用机器人时，首先探讨机器人的规格，然后对其存在的危险充分的实行相应的安全对策。

2.3 机器人系统的构成

机器人系统基本是由下列的物品构成。

- 机器人
- 机器人控制装置
- 机器人示教器
- 末端执行器
- 其他的外围设备（装置）
- 工件

对各个系统执行风险评估，根据需要，准备下列的物品。

- 安全栅栏
- 联锁门
- 联锁装置

机器人、机器人控制装置、机器人示教器以外的部分，取决于各个系统，请由客户准备。在发那科机器人上装有与联锁装置连接用接口，请确认规格之后，设计连锁系统。

我公司已经确认了下列的构成要素的安全性。

- 机器人
- 机器人控制装置和示教器

因为与末端执行装置，其他周边机器，工件等的设计相对应的安全对策多种多样，发那科无法对这些安全性进行保证。为了确保机器人系统充分的安全性，请机器人系统设计者根据 ISO10218(JIS B 8433)系列，欧洲机械指令附件书 I 等，进行符合安全规格的设计。

2.4 使用者的定义

使用者的定义如下所示。

- **协同作业者**
进入协同作业范围。与机器人一起作业。
通过向机器人直接施加，改变机器人的姿势。
有安装供协同作业者操作用的按钮再次启动程序。
- **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。
进行机器人的维护(修理、调整、更换)作业。

程序员和维修工程师应该接受机器人专门培训。

因为协同作业者有可能与机器人碰触，应定期接受关于危险和紧急时确保安全的方法的培训。

表 2.4 (a) 表示向协作机器人的作业。各个机器人作业者可以执行在此表中有「○」标示的作业项目。

表 2.4 (a) 向协作机器人的作业

	协同作业者	操作者	程序员	维修工程师
控制装置电源的 ON/OFF		○	○	○
运行模式的选择 (AUTO, T1, T2)			○	○
遥控/本地模式的选择			○	○
以示教器选择程序			○	○
以外部设备选择程序			○	○
以操作盘开始程序		○	○	○
以示教器开始程序			○	○
以操作盘复位报警			○	○
以示教器复位报警			○	○
以示教器的数据设定			○	○
以示教器的示教			○	○
以操作盘的紧急停止	○	○	○	○
以示教器的紧急停止	○	○	○	○
操作盘的维修				○
示教器的维修				○
进入协同作业范围。 与机器人进行协同作业。	○	○	○	○
以为了协同作业者用安装操作按钮再启动程序	○	○	○	○

协同作业者、操作者、程序员、维修工程师必须注意安全，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
- 保护眼睛

另外，本说明书中的“使用者”就是指协同作业者、操作者、程序员和维修工程师。

2.4.1 机器人教育项目

人靠近时协作机器人也可以不停止而继续动作。有可能进入协作机器人安装范围的人应该接受以下的培训。

- 请执行关于协作机器人的特性的培训。在本说明书全体上有协作机器人的特性的说明，特别参照 3.6 节。
- 与协作机器人一起作业的协同作业者和操作者有可能与机器人碰触。应该定期接受关于其的危险和在紧急时确保安全的方法培训。

程序员/示教作业者和维修工程师，必须要接受下列与操作、维修相关的培训。

- 机器人基础知识
- 关于机器人的安全（法令、工作安全卫生规则、安全对策）
- 机器人的点动操作
- 机器人的手动操作和示教
- 程序的创建、示教和再现
- 自动运行
- 机器人的构成和功能
- 坐标系的设定
- 机器人和周围装置间的接口
- 导入、安装
- 常见问题处理方法
- 定期检修、定期更换
- 文件的输入，输出
- 零点标定
- 机器人的分解、安装方法

我公司备有机器人培训课程。详情请向我公司的营业部门查询。



警告

程序员和维修工程师得受根据使用和安装机器人的国家或地区的法律，接受培训。没有接收培训的情况下就进入机器人的动作范围和附近工作的话，会被机器人手臂夹到，会导致重伤或死亡。

2.4.2 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使用者，应通过 FANUC 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查询。

- (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。为了确保使用者的安全，应当能够以警报灯等的显示或者响声等来切实告知(使用者)机器人为动作的状态。
- (3) 执行风险评估，根据需要，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，使用者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，以使使用者打开安全门时，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，当安全门打开时，可使机器人急停。(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 2.4.2 (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握持工具(夹爪、工具等)的动作范围。
- (7) 执行风险评估，根据需要，在地板上设置脚垫警报开关或安装上光电开关，以便当使用者将要进入机器人的动作范围时，通过蜂鸣器或警示灯等发出警报，使机器人停下，由此来确保使用者的安全。
- (8) 应根据需要设置锁具，使得负责操作的使用者以外者，不能接通机器人的电源。

控制装置上所使用的断路器，可以通过上锁来禁止通电。

- (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(选项)。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 FANUC 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而导致使用者受重伤。
- (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) 在连接与停相关的外围设备(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。
- (16) 有关架台的准备，按照图 2.4.2 (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。

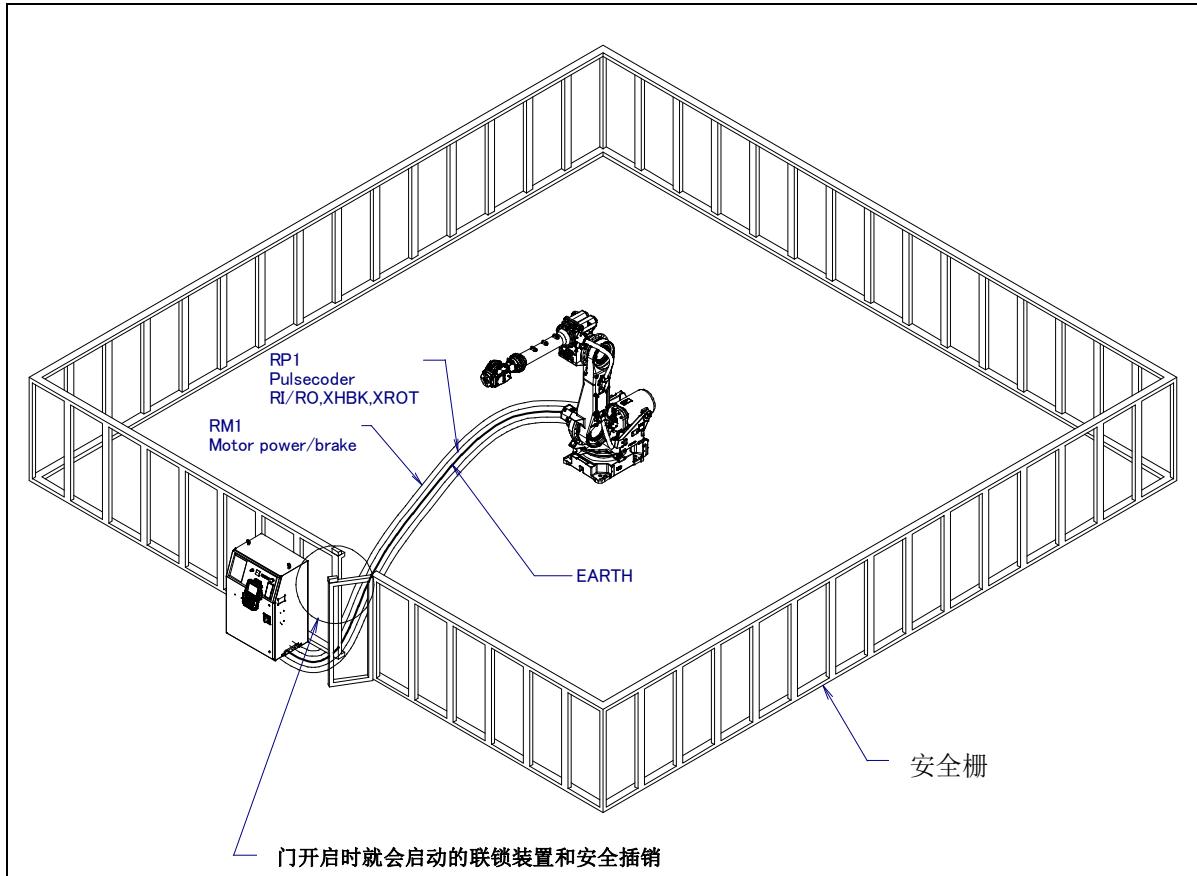


图 2.4.2 (a) 安全栅栏和安全门

⚠ 警告

- 1 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。
- 2 安全栅栏的互锁开关动作开始 2 秒以内，机器人将减速停止，伺服电源会被切断。在此期间绝对不要进入安全防护范围内（例如安全栅栏内）。



图 2.4.2 (b) 安全栅栏信号的连接图

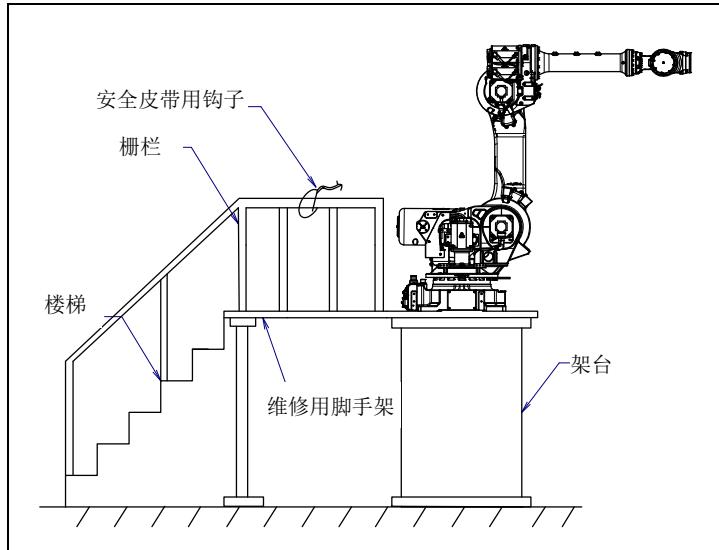


图 2.4.2 (c) 维修用脚手架

2.4.3 协同作业者的安全

协同作业者，是指与协作机器人一同工作，根据需要，通过按下专门为协同作业者安装的按钮来启动机器人程序的工作者。因为有可能与机器人碰触，必须定期接受与机器人碰触时的危险性和紧急状态下确保安全方法的培训。

2.4.4 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) 为了预防负责操作的使用者以外者意外进入，或者为了避免协同作业者或者操作者进入危险场所，应设置防护栅栏和安全门。
- (3) 根据系统的配置，应在协同作业者或者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，请参阅为了安全使用的“机器人的停止方法”）。有关连接方法，请参阅图 2.4.4 (a)。

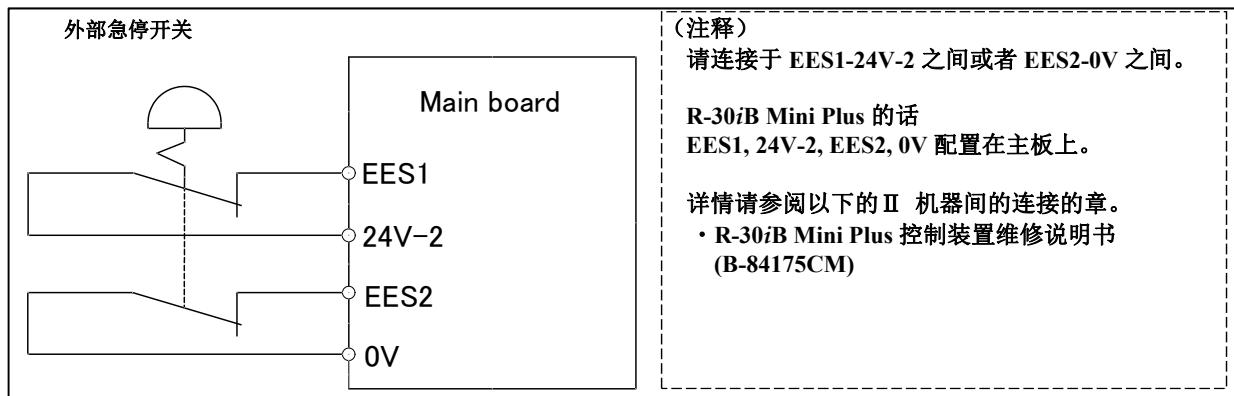


图 2.4.4 (a)外部急停按钮的连接图

2.4.5 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。
- (6) 请在启用碰触停止功能的状态下作业。
- (7) 不得不暂时禁用碰触停止功能时，请采取让周围的人都知道该机器人处于碰触停止功能无效状态下的措施。

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，请参阅为了安全使用的“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/无效开关和紧急时自动停机开关。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，请参阅为了安全使用的“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 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。

根据发那科的风险评估，安全开关在一年内平均操作次数不可超过约10000回。

使机器人执行起动操作的信号，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方式开关、软件上的遥控状态设定，可以按照如下方式进行切换。

作为协作机器人，没有安全栅栏的状态下操作的话，人靠近时机器人有可能不停止。这种情况下，机器人碰到人会停止。

方式	示教器 有效/无效	软件遥控状态	示教器	操作面板	外围设备
AUTO 方式	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 方式	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 方式：安全开关有效

- (8) 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。
- (9) 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，以单步模式执行至少一个循环。
 - (b) 在低速下，以连续运转模式执行至少一个循环。
 - (c) 在中速下，以连续运转模式执行一个循环，确认没有发生由于时滞等而引起的异常。
 - (d) 在运转速度下，以连续运转模式执行一个循环，确认可以顺畅地进行自动运行。
 - (e) 通过上面的测试运转确认程序没有差错，然后在自动运行下执行程序。
- (10) 程序员在进行自动运转时，务必撤离到安全栅栏外。

2.4.6 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，有的作业有触电的危险。此外，应根据需要上好锁，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，或者几个使用者相互接近时，应注意不要堵住其它使用者的逃生通道。
- (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) 在检修控制装置内部时，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 台机柜的情况下，请断开其各自的断路器的电源。
- (13) 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。
- (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，则有可能导致机器人的错误操作和破损。特别是保险丝等如果使用额定值不同者，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，切勿使用此类保险丝。
- (15) 维修作业结束后重新启动机器人系统时，应事先充分确认机器人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，应采取以吊车等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脂而滑倒。应尽快擦掉洒落在地面上的润滑脂，排除可能发生的危险。
- (18) 以下部分会发热，需要注意。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。
 - 伺服电机
 - 控制部内部
 - 减速机
 - 齿轮箱
 - 手腕单元
- (19) 进行维护作业时，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导致新的危险的根源。
- (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，将导致使用者受重伤。
- (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。请确保安全的脚手台并穿安全皮带。
- (23) 维护作业结束后，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, 因迫不得已而需要启动机器人时, 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(见本说明书、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的节)。此时, 使用者务必在安全栅栏的外边进行操作。
- (28) 作为协作机器人动作时, 请确认在安全栅内或者机器人动作范围内没有占逃避的地方的障碍物。

2.5 相关规格

FANUC 机器人符合下列的规格。

[相关 CE 规格: 机械指令/相关低电压指令]

- EN ISO 10218-1
- EN 60204-1
- ISO 13849-1

[NRTL 规格]

- UL1740
- CAN/CSA Z434
- CSA C22.2 No.73

注释

ISO 13849-1 使用下列的安全分类。

控制装置	紧急停止	双重安全性检查 (选项)			适用规格
		位置、速度确认	安全 I/O 连接	安全网络	
R-30iB Mini Plus	[7DA5 系列以后] Cat.4 PL e SIL 3	[7DA5 系列以后] Cat.3 PL d SIL 2	[7DA5 系列以后] Cat.4 PL e SIL 3		EN ISO 13849-1:2015

控制装置	协作机器人功能 (碰触停止功能等的协作机器人的安全功能)	适用规格
R-30iB Mini Plus	Cat.3 PL d	EN ISO 13849-1:2015

[相关 CE 规格: EMC 指令]

- EN 55011 (Group 1, Class A)
- EN 61000-6-2

关于上述的规格, FANUC 机器人经过了下列的第三者机关认证。

- CE 规格:TÜV Rheinland Japan, TÜV SÜD Japan
- NRTL 规格:TÜV SÜD America

3 机器人系统的设计

在此针对设计机器人系统的要求事项进行说明。

- 装置的配置
- 电源、保护接地的连接
- 其他的注意

另外，关于末端执行器、工件、外围设备类的基本要求事项，在安全使用须知的 3.5、关于协作机器人的特性在安全使用须知的 3.6 节记述了概要。

关于安全栅栏、安全门和其他的保护装置类，请参照安全使用须知的 4.5~4.7 节。

可以构筑没有使能装置的状态下，人和机器人接近而作业的系统与从来的机器人有着很大的不同。请根据 ISO10218-2(ANRI/RIA R15.06-2012)，设计系统。

在 ISO10218-2 中要求对于机器人系统全体执行风险评估。为了减少人受伤的危险，根据风险评估的结果，执行适当的安全保护策。

3.1 一般

设计、构成、构筑机器人系统时，必须要设想各个构成机器可预期的故障。设计机器人系统时，要考虑到即使电气系统、机械系统、空压系统、水压系统等的安全功能发生了问题，也不至于引起安全状态的丢失。（故障安全）

在预想的使用条件下尽可能的减少协同作业者・操作者的不快感，身体疲劳，精神压力。例如实施下列考虑人类工程学的关怀。

- 对协同作业者・操作者身体大小，力量强弱，耐力的不同而进行考虑
- 对协同作业者・操作者提供活动身体的充分空间
- 回避受到机械单方面强迫的工作节奏
- 回避需要长时间持续高集中精神监视的作业
- 根据预想的协同作业者・操作者的特点而采用不同的人-机界面

在机器人系统中的电气系装置应符合 IEC60204-1 或者 NFPA70/NFPA79。

3.2 装置的配置

机器人系统的全部的要素应满足以下的要求事项。

- 执行风险评估，准备需要的安全保护方策。
- 安装安全保护方策、保护装置类的话，应准备根据安全规格的适当的物品。关于安全防护方法和保护装置类的要求事项，请参照安全使用须知的 3.5 节和 3.6 节。
- 请根据需要在限制区域（机器人+末端执行装置的最大动作范围）的外侧设置空白区域。
- 请将操作面板设置在满足以下条件的安全区域。
 - 如果安装有安全栅栏，在安全栅栏以外，并且从安全栅栏内侧无法到达的位置
 - 操作者方便目视确认并且容易操作的位置
 - 操作者可以毫不迟疑，立刻有把握进行操作的位置
 - 协同作业者以及操作者能够容易确认并操作紧急停止按钮的位置
 - 通过该操作，不引发新的危险的位置。

- 在机器人动作范围内及其附近安装控制装置时, 请在控制装置的维修空间和机器人动作范围之间保留充分的距离(从控制装置开口部 1.22m), 尽可能的把控制装置开口部设置在机器人动作范围的反方向。
- 当存在由于机器人系统排放的气体导致缺氧的可能性时, 操作位置的设计, 设置时应保证协同作业者/操作者不存在上述危险。
- 在向协同作业者或者操作者的健康和安全影响的危险的状态上打算使用机器人系统, 机器人系统自身引起危险的状态的话, 应采取为了提供协同作业者/操作者好的作业环境的适当的措施, 而且应对所有的预想的危象保护。
- 根据需要, 使操作位置为了满足上述的要求事项, 设计, 设置的操作室。可以从该操作室立刻避难, 另外, 可能的话, 紧急时在于平时的出口不同的方向, 设置操作室。
- 为了机器人系统的维修/检修, 在各个装置周围上留出有充分的面积的范围。
- 使机器人系统可以靠近为了在运行中的介入, 调整和维修, 需要的所有范围的状态。
- 对机器人动作范围和附近, 维修/检查用范围, 需要采取防止使用者掉下或者滑倒的措施。根据需要, 准备对协同作业者·操作者被固定, 可以确保安全性的扶手。
- 将机器人系统装到坚强的地板上。特别需要按照操作说明书安装机器人机构部。
- 对机器人系统, 采取防止机器人动作部分和其他固定/可动的物品之间关在里面或者冲突的对策。
- 在机器人动作部分和周围的构成(柱子、天棚的房梁、栅栏等)之间, 留出充分的间隔, 安装。
- T2 模式使用时的机器人系统的安装的话, 确保下列的最低限的间隙。
 - 从可以靠近对有可能引起关在里面或者夹住的地方的机器人功能不对应的大厦、构成、设备和其他机械装置的范围 0.5m 以上
- 不确保此最低限的间隙的话, 准备以下的追加的安全防护装置。
 - 作业人在被关在里面或者被夹住的危险地方的 0.5m 以内之间让机器人停止。
无法执行上述的对应的话, 会导致使使用者受伤。
- 需要通过限制机器人的基本轴 (J1、J2、J3 轴) 的动作范围来限制范围的话, 请使用满足下列中的一个条件的机器人·制限装置。
 - 在调整位置可以停止以额定负载和最大速度进行搬运的机器人的机械式制动器
 - 具有与机械式制动器同等的安全水平、制作设置的代替方法。此代替方法含符合 IEC60204-1 或者 NFPA70/NFPA79 的限位开关的使用。另外, 应正确地调整或固定这些限制装置。
- 协同作业者·操作者进行部件的安装, 拆下等的手动作业的系统的话, 需要采取为了防止协同作业者·操作者进入危险范围, 设置部件安装位置, 或者制定手动时适当的保护方法等的措施。
- 作业条件许可的话, 根据需要, 设计与机器人系统成为一体的操作站时, 请考虑设置椅子。
- 应使操作者的椅子位置保持安定。另外, 椅子和操作面板之间的距离要适合操作者进行操作。
- 发生由于机器人系统的振动的话, 使操作者坐的椅子尽量振动不传播的形状。使椅子的安装不可以耐所有的预想的压力, 操作者的脚下没有地板的话, 准备带有防滑外罩的踏板。
- 必须按照在该机型的操作说明书中的步骤, 搬运机器人机构部和控制装置。



警告
不按我公司规定的方法搬运机器人机构部和控制装置的话, 会因为失去平衡而翻倒或者落下, 并有可能使使用者受伤或死亡。

3.3 电源和保护接地的连接

- 按照各个控制装置维修说明书连接电源和保护接地。
- 应避免由于电源断开、电源断开后的恢复或者电源电压的变动发生危险的状态。危险的状态是譬如,
 - 工件或者别的物品的落下
 - 安全装置不工作等等。

! **警告**

工件的落下可能在机器人附近工作的人受伤。

- 对机器人系统, 准备隔断动力源的方法。不导致谁都危险的状态下设置, 务必准备防止错务操作的方法(锁上或者警告表示等)。

! **警告**

接通机器人控制装置的电源之前, 务须用接地保护连接机器人机构部和机器人控制装置。没有接地保护连接, 会有触电的危险。

3.4 其他的注意事项

- 在切断机器人系统以及周围装置的动力时, 应确保其不发生危险。
- 为了确保机器人和机器人系统能够承受预想的作业环境, 需要事先对所有的环境要素进行评估。环境要素包括例如爆炸性气体混合物, 腐蚀性气体, 液体, 湿度, 尘埃, 温度, 电磁干扰(EMI), 电磁波干扰(RFI), 振动等。
- 应决定操作者的操作位置。操作位置应满足下列的条件。
 - 应使操作者可容易操作面板或者示教器。
 - 应使操作者可容易在那里确认机器人动作范围和附近的是否没有人, 设置安装栅栏的话, 安全栅栏内是否没有人。
 - 应使操作者在那里容易确认系统的动作状态。
 - 发生了系统的异常或者其他危险的状态的话, 操作者可以立刻停止系统的全体或者部分。
- 在操作位置中确认在安全栅栏中没有人不容易的系统或者根据风险评估需要的话, 需要制定下列的对策。
 - 机器人开始动作之前使用视觉/听觉上的警告装置(EN/ISO/IEC 或者 OSHA 规格适合品)。
 - 准备机器人动作范围和附近的协同作业者停止机器人系统或者向机器人动作范围外避难的方法。
 - 准备人在危险范围时禁止机器人系统的启动的方法。
- 如果需要, 请设置为仅从事先规定好的一处或多处操作位置控制机器人系统。
- 在设置了多处操作位置时, 如果其中任何一处在使用时, 请禁止其他控制位置的除去停止控制和紧急停止操作以外的所有操作。
- 在设置了多处操作位置时, 为了防止操作者之间相互干扰而陷入危险状态, 请在各个操作位置上安装全部所需要的控制设备。
- 使在限制范围外可以执行机器人系统的紧急停止后的启动的手动的步骤(介入)。
- 警告装置应使操作者或者在危险范围的人容易辨认。
- 需要把机器人系统符合 UL 规格的话, 安装在 UL1740 36.1 节要求的「黄色或者琥珀色的视觉表示装置」。为了这样的视觉表示装置的安装, 可以利用 SYSRDY 或者 PROGRUN 输出信号。
- 对机器人系统、特别维修和检修用范围, 应提供适当的照明。但需要注意的是, 不应使该照明器具成为新的危险源(眼花等)。

！ 注意

如果在不提供适当的照明的情况下在机器人的附近示教或者维修机器人的话，会因注意不到障碍物而摔倒，或因撞到机器人而受到意想不到的伤害。

- 建议使系统停止时可以在危险范围外执行调整、供油・供脂、其他的维修作业。不可能的话，制定这些作业的安全的步骤。
- 机器人联动周围装置的机器人系统的话，需要采取哪个装置故障而停止的时候也，通过停止系统全体，回避危险的状态的措施。
- 可以执行远程操作的机器人的话，执行防止从别的地方的操作引起的机器人的危险的措施。
- 对全部的机器人系统的各种的局面（譬如、交货、工程的互换、打扫、维修等），对应向全部的危险的适当的保护方法很困难。另外，有可能需要将安全装置设定为无效。这种情况下也，准备适当的安全步骤。
- 机器人系统生产商得准备根据 ISO 10218 等的为了系统的操作说明书。
- 设计机器人应用系统时，考虑各种安全规格（ISO,IEC,JIS 規格等）等。
- 机器人系统应保持整洁，并应在不会受到油、水、尘埃等影响的环境下使用。
- 不要使用性质不明的切削液和清洗剂。
- 应使用限位开关和机械式制动器，对机器人的操作进行限制，以避免机器人与外围设备和刀具之间相互碰撞。
- 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的特定用户接口类型。
 - 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。
- 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，请参阅为了安全使用的“机器人的停止方法”。)

<不好的示例>

- 每次出现产品不良时，通过急停来停止生产线，进行机器人的断电停止。
- 需要进行修正时，打开安全栅栏的门使安全开关工作，断开动作状态下的机器人的电源而使其停止。
- 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，机器人在断开电源时停止。
- 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。

- 在发生碰撞检测报警(SRVO-050)等报警时，机器人也会断电停止。
与急停一样，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。
- 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。
- 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。

3.5 末端执行器、工件、外围设备

机器人系统生产商得对末端执行器、工件和外围设备类进行风险评估。

本节关于这些的要素的风险评估的要求事项进行说明。

末端执行器

- 设计、制造、防护末端执行器时要考虑到下列的事项。
 - 不引起电源断开的负载落下或者危险的状态。
 - 由于负载和末端执行器自身的静态、动态的应力在机器人能力以内。
 - 末端执行器的形状・动作不伤害人。
- 建议把硬的部位用海绵等保护起来，缓和接触到人的时候的力量。
- 安装在几个不同的条件（速度等）上可以动作的工具的话，需要可以安全而确切地执行那些条件。

工件

- 使材料或者形状不会引起危险，或者应制定了安全对策。
- 工件非常高温或者低温的话，需要制定防止人接触，或者靠近的对策。



警告

工件的落下可能在机器人附近工作的人受伤。

外围设备类（含有末端执行器）

- 请使用没有危险的材料和形状。
- 有在动作中有可能破坏的构成部件的话，需要制定防止其破碎时飞散到周围的对策。
- （液体或者气体用）管道应能够承受内压/外压。
- 请将管道固定并加以保护措施，使之能够承受外压和张力。
- 需要采取管破坏时的管的突然的动作或者高速喷流引起的危险的状态的措施。
- 使用空压装置的话，需要准备隔断向机器人供给空气的空气阀门。
- 在系统中使用电气以外的动力源(空气压、水、热等)的话，要执行适当的风险评估，而制定适当的安全对策。
- 为了防止由于部件的安装错误而导致危险情况的发生，需要制定如下的安全对策。
 - 设计时要考虑到如何能够避免安装错误
 - 在部件上显示需要的消息
- 为了防止连接、接触的不良，需要制定如下的安全对策。
 - 设计时要考虑到如何能够避免连接、接触的不良
 - 在连接器、管、电缆上显示消息
- 有与极度的高温/低温的物品接触的危险的话，需要制定防止这样危险的安全对策。
- 进行详细的调查之后，需要制定防止火灾或者爆炸的安全对策。
- 考虑向周围环境的影响，抑制振动和噪声到最低限。
- 在有可能与人接触的地方上不要有尖角或者粗的面，考虑到防止由于与人碰触人受伤。

- 使用激光装置时，应考虑下列事项。
 - 预想不到的激光放射的防止
 - 向身体直接/间接光的影响的防止
 - 向身体维修/调整时的影响的防止

3.6 协作机器人的特性和使用上的注意

本节关于协作机器人的特性和使用上的注意进行说明。

关于各个功能的详细，请参照操作说明书（协作机器人功能）(B-83744CM)。

碰触停止功能

- 机器人有受到的外力超过外力限制值时停止的功能。例如，与人碰触，向机器人施加大的外力的话，机器人停止。但是，这个不保证所有的情况的安全。遵守注意事项，根据需要，请执行追加的安全保护措施之后，使用机器人。

※ 外力：根据机器人动作的碰触，机器人所受到的力。
- 因为以各轴所受到的扭矩计算外力，轴附近的碰触的情况下，限制值以上的外力作用的情况下也，有可能不停止。另一方面、从轴远的碰触，由于比限制值小的外力导致碰触停止。
- 外力限制值的初始值为 150N。通过减小外力限制值，可以提高碰触停止的灵敏度。但是，通过提高灵敏度，根据机器人的动作，有可能错误检测碰触而停止。无法提高外力限制值比 150N 大。
- 有碰触停止后自动重启动程序的功能。此功能有效时，机器人停止时如果满足一定条件的话，就会自动重新开始动作。

⚠ 警告

协作机器人以外的动作组不具备碰触停止功能。人与协作机器人以外的动作组发生碰触时，有受重伤的危险。在设计含有协作机器人以外的动作组的机器人系统时，必须考虑到协作机器人以外的动作组不具备碰触停止功能这一事实，对机器人系统全体进行充分的风险评估。

外力限制值的设定和动作速度

- 为了防止在与机器人的碰触中受伤，除了外力限制值之外，对于机器人的速度也应该根据风险评估结果设置适当的值。作为协作机器人的动作速度的初始值是 250mm/s，可以设置的上限值是 1000mm/s，请注意。下面示出按照人体的部位的允许动作速度。请参考。

按照人体的部位的允许动作速度

人体的部位	允许动作速度(mm/s)		
	CRX-5iA	CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L	CRX-25iA
头部、颈部	不可以适用		
臂膀、手、指头	1000		
膝盖、大腿	300	250	
下肢	不可以适用		
除了上述以外的身体的部位	300		280

碰触停止时的再启动

- 可以使用安装在机器人本体或者附近的开关等再启动因碰触停止的机器人。这种情况下，一定在再启动开关的附近设置紧急停止按钮。（如果将机器人本体上的开关作为再启动开关的话，将其设置在机器人周围可以容易靠近的位置。）

退避动作

- 如果使用者推机器人，机器人向被推方向移动。J1 轴和 J2 轴进行退避动作。退避一定距离之后，机器人停止。这种情况下，手离开机器人之后再推的话机器人再次退避。另外，退避动作时不维持 TCP 的姿势。

碰撞停止后的后退

- 由于碰撞停止时，停止后继续向机器人施加较大的外力时，机器人会稍微后退。

设定协同作业范围时的注意

设定机器人和人协同作业的范围时，请注意下列的事项。



警告

如果人被机器人与外围设备（含有墙壁和地板）夹住，会导致人受伤。

- 请务必在作业范围和墙、地板、外围设备之间确保与机器人碰撞可以逃避的空间。无法确保的话，制定适当的安全保护策。譬如，人进入到有可能发生上述的情况得地方时让机器人停止等。
- 如果发生人被夹在机器人和周围设备之间的情况时，事先采取以下措施能有效减轻人所受到的力。
 - 在人有可能被夹住的位置附近，降低机器人的运动速度。
 - 对周围设备用柔软的材料进行包覆。接触的部分由柔软的材料构成能够减轻被夹住时人所受到的力。
- 请采取让周围的人都知道设定的范围的措施。（向地板的标记，标示等）
另外，举起“协作机器人的作业范围、禁止被许可的人以外进入”，“靠近不让机器人停止”等德表明，向周围提醒勿进入。
- 没有接受 2.4.1 节的培训的人不应进入设定的作业范围。
- 关于协同作业范围周围的范围，有可能与机器人碰撞的话，采取确保在周围的范围移动的人的安全的措施。



警告

协同作业范围的设定不适当的话，会导致人受伤。

在协同作业范围内作业时的注意

- 因为会导致碰撞停止功能不正常工作，请注意勿把物品放到机器人上。（除了把物品装到机器人设备安装面上而执行负载设定的话以外）
- 根据需要，进入协同作业范围的人应每位穿保护具（安全帽、安全鞋、保护眼睛等），确保安全。

协同作业模式的表示

- 人和机器人在协同作业的时候，需要通过点亮指示灯之类的方法，在视觉上向周围的人提示现在正处于协同作业的状态。可以使用在机器人上安装的 LED。LED 的颜色，会根据机器人的状态，有下述的变化。

LED 的颜色	机器人的状态
绿色	协同作业模式
绿色的闪烁	直接示教
黄色	高速模式
红色	报警发生

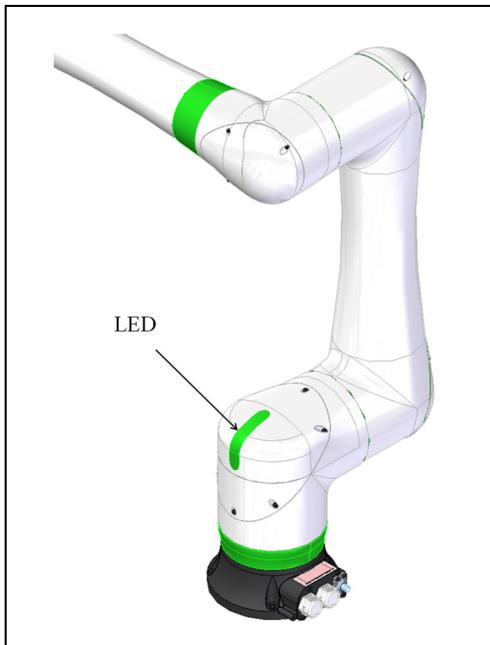


图 3.6 (b) 机器人的 LED

头部、颈部的保护



警告

机器人与头部或颈部接触的话，会导致重伤。

- 请勿用头部或颈部频繁的接触机器人的使用方法。建议根据需要穿保护用具。



警告

如果身体的部位被夹住，会导致重伤。

- 一手腕单元或 J3 手臂与 J1 机座或 J2 机座接近时，人体的一部分有被夹入机器人的危险。

向机器人施加的外力

- 如果向机器人的末端执行器施加的力或者在连接末端执行器的电缆或软管处施加的推拉力，超过了外力或负载监测器的限制值，为了安全，协作机器人会自行停止。在设计系统时，请极力避免向机器人施加上述超过限制值的力。关于外力或者负载的监测方法，请参阅操作说明书（协作机器人功能）(B-83744CM)的 4.2.2 节（负载监测器）。

高速模式

- 可以作为非协作用途的机器人以高速模式动作。各个机型的最高速度如下。在高速模式下动作时，以非协作用途的机器人进行风险评估，制定适当的安全保护对策。这种情况下安全保护策，安全栅栏是基本，但是有可能需要根据系统的风评估結果的别的对策。

机型	协同模式的最高速度 (mm/s)	高速模式的最高速度 (mm/s)
CRX-10iA, CRX-10iA/L	1000	2000
CRX-20iA/L	1000	1000

- 在这种模式下碰触停止功能为无效。

4 安全装置

4.1 机器人停止方法

机器人有如下 3 种停止分类。

IEC 60204-1 的停止分类 0 (断电停止)

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。

通过停止分类 0，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停止分类 0 时，会导致机器人的故障。应避免日常情况下停止分类 0 的系统配置。

IEC 60204-1 的停止分类 1 (控制停止、平稳停止)

使机器人的动作减速停止后断开伺服电源。

通过停止分类 1，执行如下处理：

- 使“SRVO-199 控制停止”或者“SRVO-289 Smooth stop”发生，使机器人的动作减速停止，暂停程序的执行。
- 减速停止后发出报警，断开伺服电源。

平稳停止，相对于控制停止能以更短的时间减速停止。停止分类 1 的停止方法由于机型和可选购项构成而不同。关于详细，请参阅各个机型的机构部操作说明书。

IEC 60204-1 的停止分类 2 (保持)

维持伺服电源，使得机器人的动作减速停止。

通过停止分类 2，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

- 1 停止分类 1 的停止距离以及停止时间，要比停止分类 0 更长。使用停止分类 1 时，需要考虑到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。关于停止距离和停止时间的值，请参阅各个机型的机构部操作说明书。
- 2 多手臂系统的情况下，适用在各个机器人的控制停止或者平稳停止的停止距离和停止时间中最大的值。多手臂系统的情况下，需要考虑到停止距离和停止时间有可能变长的因素而对整个系统进行充分的风险评价。
- 3 含有附加轴的系统的情况下，适用使用在机器人和附加轴的停止分类 1 的停止距离和停止时间之中最大的值。含有附加轴的系统的情况下，需要考虑到停止距离和停止时间有可能变长的因素而对整个系统进行充分的风险评价。关于附加轴的停止距离和停止时间的研究，请参阅控制装置操作说明书的附加轴启动步骤。
- 4 如果在停止分类 2 的减速过程中执行了停止分类 1，会切换到停止分类 0。
- 5 在停止分类 1 的情况下，从执行指令直到断开伺服电源之间最长有 2 秒的延迟。这种情况下，需要对含有 2 秒延迟的整个系统进行充分的风险估测。

按下急停按钮时，或者栅栏打开时的机器人的停止方法，是“停止分类 0”或“停止分类 1”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。

CRX-10iA, CRX-10iA, CRX-20iA/L 有如下停止模式。

停止模式	模式	急停按钮	外部急停	栅栏打开	SVOFF 输入	安全开关(*)
D	AUTO	分类 1	分类 1	分类 1	分类 1	-
	T1	分类 1	分类 1	-	分类 1	分类 1
	T2	分类 1	分类 1	-	分类 1	分类 1

分类 0：停止分类 0

分类 1：停止分类 1

-：无效

(*) NTED 输入的停止模式与安全开关相同。

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 Mini Plus
标准	D (**)

(**) R-30iB Mini Plus 没有 SVOFF 输入。

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”。

4.2 紧急停止

机器人上配备了下列的紧急停止装置。

- 紧急停止按钮（在操作面板和示教器上）
- 外部紧急停止输入信号（准备了端子可用）

按下紧急停止按钮时，在任何情况下机器人会立刻停止（请参照 3.1 节）。外部紧急停止输入信号是由外围设备等输入的信号；此信号的端子在控制装置内部。

4.3 运行模式选择开关

控制装置的操作面板上安装运行模式选择开关。

通过按下此开关，可以选择机器人运行模式，另外，通过拔取钥匙，可以禁止别人变更运行模式。

以运行模式选择开关切换机器人的运行模式时，机器人一定停止，示教器画面上显示通知切换了运行模式的消息。

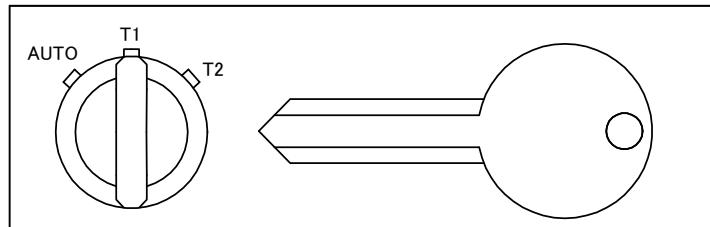


图 4.3 (a) 运行模式选择开关的例子

4.3.1 运行模式

有下列的 2 个或者 3 个运行模式。



注意

高速模式时（碰触停止功能无效时），碰触停止功能、退避动作功能和碰触停止后的后退功能为无效。

AUTO 模式

- 可以通过操作面板启动程序。
- 可以通过外围设备 I/O 启动程序。
- 安装安全栅栏时，安全栅栏成为有效(打开时发生紧急停止的状态)。
- 机器人能以规格上的最高速度动作。
- 碰触停止功能为有效。
- 退避动作功能为有效。
- 碰触停止后的退避功能为有效。

T1 模式

- 只限以示教器启动程序。
- 机器人在工具坐标系上所设定的工具中心点（工具坐标系原点）和手腕法兰盘的中心点，两者限制以低于 250mm/s 的速度动作。
- 安装安全栅栏时，安全栅栏成为无效（打开时机器人也不会停止的状态）。
- 碰触停止功能为有效。
- 退避动作功能为无效。
- 碰触停止后的退避功能，在点动中为无效。

T2 模式（选项）

- 只限以示教器启动程序。
- 机器人能以规格上的最高速度动作。
- 安装安全栅栏时，安全栅栏成为无效（打开时机器人也不会停止的状态）。
- 碰触停止功能为有效。
- 退避动作功能为无效。
- 碰触停止后的退避功能，在点动中为无效。

关于详细，请参照机器人控制装置的操作说明书。

4.4 安全开关

安全开关被作为使能装置使用。示教器为有效时，按住至少一侧的安全开关时，机器人能动作。离开或者用力握住安全开关的话，机器人会立刻停止。平板 TP 的情况下，离开或者用力按下安全开关的话，机器人会立刻停止。

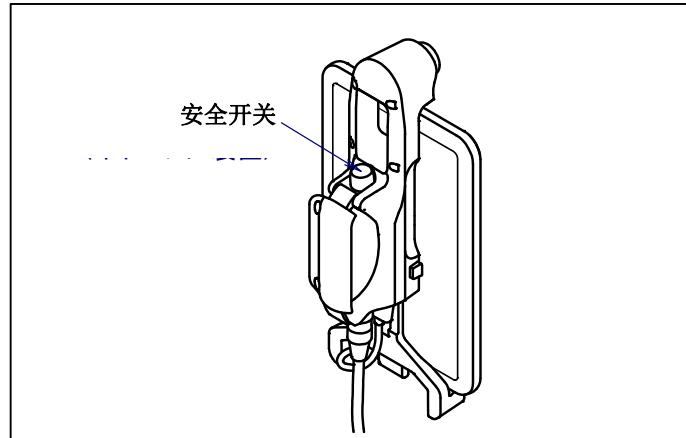


图 4.4 (a) 安全开关 (平板 TP)

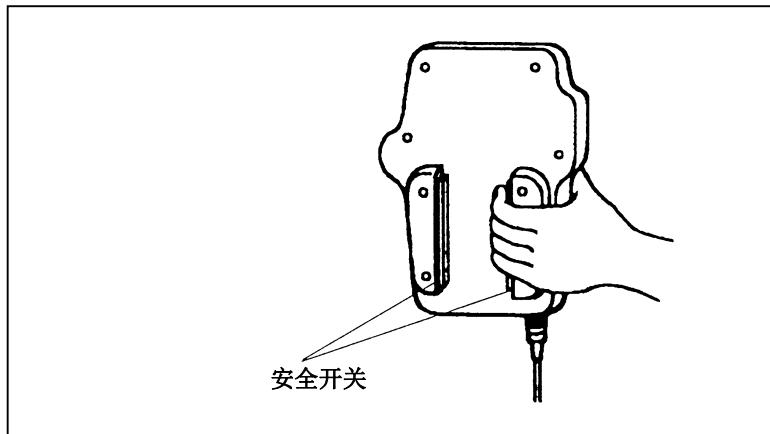


图 4.4 (b) 安全开关 (iPendant)

根据发那科的风险评估，安全开关在一年内平均操作次数不可超过约 10000 回。

4.5 安全防护装置

防护装置有下列的物品。

- 安全栅栏（固定保护）
- 安全门（带有联锁装置）
- 安全插销和插口
- 其他的保护方法

这些安全装置应符合 ISO, IEC 等的安全规格。另外，根据风险评估的结果，系统设计者应该安装这些安全装置。

本項关于这些安全装置的要求事项进行说明。关于详细，请参照 ISO10218 等的相关的规格。



警告
根据需要在机器人周围设置合适的安全防护装置。如果在未安装根据风险评估结果需要的安全防护装置的状态下运行机器人，作业人员有可能被运行中的机器人手臂夹住从而造成重伤或死亡事故。

4.5.1 安全栅栏

安全栅栏应满足下列事项。

- 安全栅栏在制作时，必须要使其能够承受可以预测的来自机器操作以及周边环境的力。
- 安全栅栏不可以存在尖锐的角或者突出部，其自身不能成为危险物。
- 安全栅栏必须能够防止从除去带有联锁或者存在检测装置的入口以外的任何地方进入到安全保护范围。
- 请确保安全栅栏始终处于固定状态，并而不使用工具就无法卸取。
- 应设计（防止脱落的）构造，使得取下安全栅栏时，固定安全栅栏的方法仍留在安全栅栏或者机器人系统上。
- 可能的话，固定安全栅栏，使其无法移动。
- 为了清楚地看到生产工程，请以最低限度的障碍来建构安全栅栏。（利用铁丝网、格子、面板等）
- 将安全栅栏设置在离开机器人的最大范围上。
- 为了防止触电，将安全栅栏连接到保护接地(PE)上。
- 关于安全栅栏的开口部的大小、格子的最小大小等的详细，参照下列的安全規格之后决定。
 - ISO 13855
 - ISO 13857
 - ANSI B11.19

4.5.2 安全门和安全插销

安全门应满足下列事项。

- 请将联锁设置为在安全栅栏关闭前禁止机器人系统自动运行。
- 请不要在仅关闭安全栅栏的状态下就重新启动机器人系统的自动运行。请将重新启动自动运行设置为在控制台上的慎重操作后执行。
- 将联锁用安全插销和插口装到安全门上。安全插销和插口应符合安全规格。

请设计成让门保持关而锁上的状态直到会造成伤害的风险消失为止（带有锁的连锁防护装置），或者，开门时让在动作中的机器人停止（连锁防护装置）。

关于联锁装置的详细，请参照 ISO14119 或者 ANSI B11.19。

通过带有联锁的门，全身可以进入安全保护范围的话，建议设置让门不会无意中关上的装置。

请注意为了对一个危险防护安装的联锁动作作（譬如，机器人系统的危险的动作的停止）不应引起别的危险（譬如，危险的物品的发放到作业范围）。

4.5.3 其他的保护装置

必须参照以下事项对防护装置与控制系统进行一体化设计。

- 仅限使用工具或者钥匙等有意图的操作，才可调整。
- 构成部件出现缺失或者损坏时，使其动作无法开始或者动作停止。

另外，根据需要进行以下设计。

- 操作者伸手可及之处的物品无法开始动作。
- 物品开始动作之后，谁都无法接触该物品。

为了安全使用存在检测装置时，应满足下列的事项。

- 存在检测装置的安装和配置，应使得人无法在不触动该装置的状态下进入危险区域。
- 存在检测装置的安装和配置，应使得在危险状态消失之前都无法进入控制范围。
- 与存在检测装置组合使用的屏障物，应设计使得人无法回避存在检测装置而通过。
- 使存在检测装置的动作，不受到系统设计的使用场所中任何环境的不良影响。
- 存在检测装置启动而让机器人停止的话，如果机器人系统的再启动不引起新的危险，在停止的位置可以再启动。
- 根据需要，有时使在检测范围内没有人后可以再启动。根据风险评估的结果，有时以只限人的退出不可以执行自动运行的再开。

4.6 安全栅栏内或者机器人动作范围和附近的作业

为了示教机器人等，需要在安全栅栏内或者机器人动作范围和附近作业时，请注意下列的事项。

- 确认机器人完全停止之后，进入栅栏内。机器人在动作中，切勿进入栅内。机器人在动作的话，以保持等的机器人的停止方法让机器人控制启动之后进入栅栏内。(有安全栅栏的话)
- 进入栅内的话，从安全栅栏进入，确认停止中显示等在点灯。
- 为了通知正在安全栅栏中进行作业，请明示进行作业中的标示。在示教或测试机器人时，机器人有可能会动作到意想不到的方向，请充分注意，并且在危险时可以回避机器人的位置来进行示教。
- 将安全速度信号设定为有效。
- 两个人以上共同作业的话，使用示教器的为负责人，其他人要听从负责人的指挥。没有负责人的指挥的状态下，请勿操作外部的界面操作盘或者机器人的操作盘。
- 为了回避机器人的意想不到的动作所带来的危险，使用者应总是确保能够躲避的地方。
- 使用者相互之间要注意勿堵塞其他使用者的避难所。
- 请注意勿靠没有逃避的地方的墙面或者器具操作。
- 点动操作、测验再现时等，机器人动作时，请持续监视机器人。
- 觉得危险时，立刻按下紧急停止按钮停止机器人。可能的话，请其他使用者在安全栅栏外持续地监控，并于可随时按下紧急停止按钮的状态下待命。
- 一定要用手握住安全开关进行操作。
- 关闭安全栅栏时，请先确认栅栏内没有其他的使用者。
- 请注意勿把作业工具放置在可动范围或者外围设备上。

 **警告**

- 1 根据需要，设定并遵守进入安全栏的程序。不按照程序进入安全栏会导致被机器人夹伤等，造成重伤或死亡。
- 2 特别是在示教或者维修作业时，请注意防止与作业无关人员无意识的进入安全栅栏内。会导致其被机器人手臂夹住而造成重伤或死亡事故。

4.7 进入安全栅栏

在此举例说明关于安全地进入安全栅栏的步骤。

另外，只限「程序员」或者「维修工程师」可以进入安全栅栏内。除了这些以外的人(含有操作者)都不能进入安全栅栏内。

进入安全栅栏的步骤

状态：机器人以 AUTO 模式在运行中

1. 以按下机器人的 HOLD 按钮或者以 HOLD 输入信号停止机器人。
2. 以运行模式开关，将运行模式从 AUTO 模式切换为 T1 模式或者 T2 模式。
3. 为了防止别的人切换运行模式，取出运行模式选择开关的钥匙。
4. 从插口 2 上取下安全插销 2。
5. 打开安全栅栏，把在步骤 4 取出的安全插销 2 插入在插口 4 中。
6. 从插口 1 上取下安全插销 1。
7. 进入安全栅栏内，把在步骤 6 取出的安全插销 1 插入在插口 3 中。

关于在上述步骤假定的安全栅栏、安全插销、插口的构成的详细，请参照图 4.7。

请进入安全栅栏的使用者自己把运行模式选择开关的钥匙和安全插销 1 带入到安全栅栏内、把安全插销 1 插入到插口 3 内。

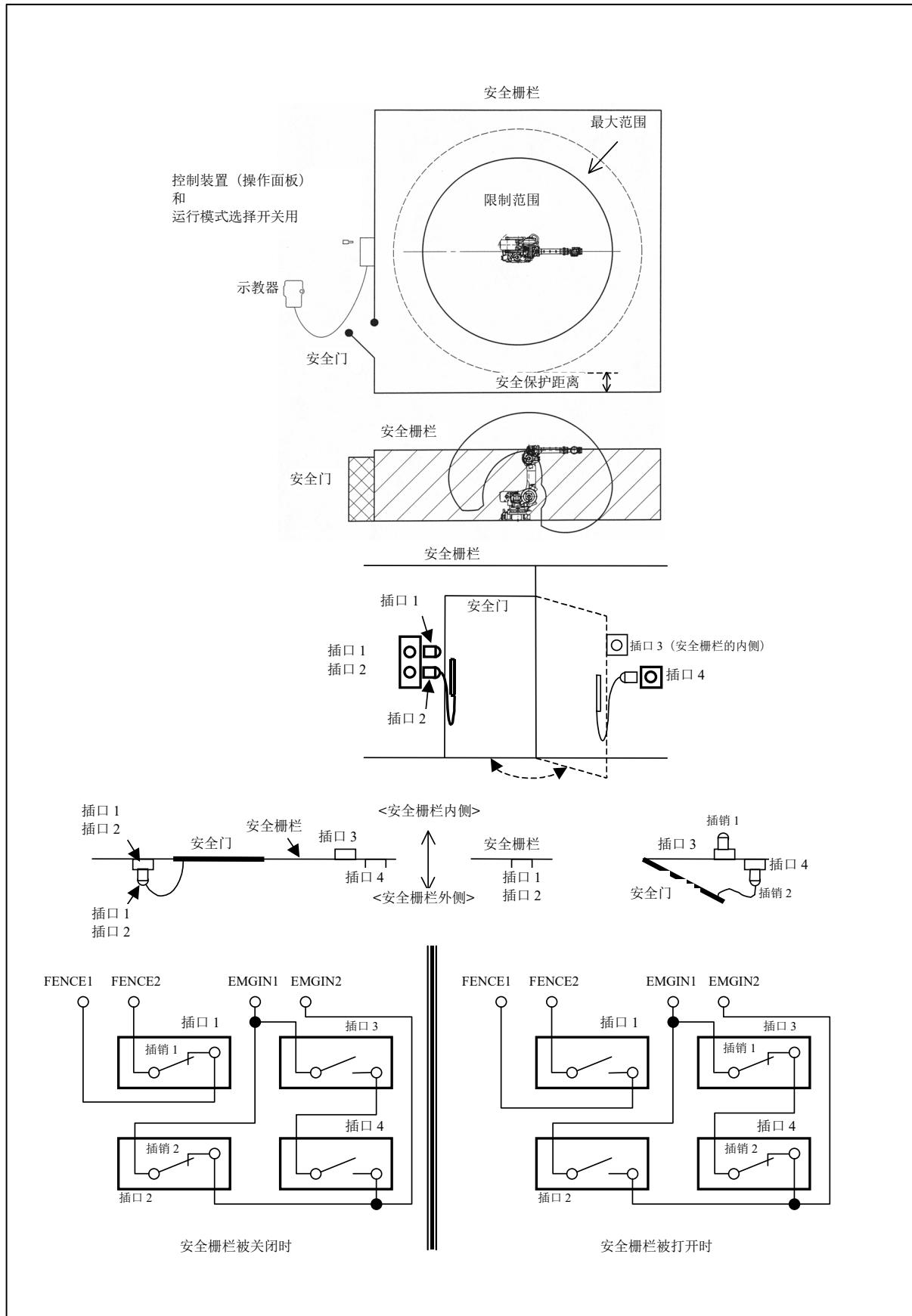


图 4.7 (a) 安全栅栏和安全门的构成例

5 一般注意事项

本章针对以下场合的安全要求事项进行说明。

- 安装(5.1)
- 系统组建和功能测试(5.2)
- 示教程序(5.3)
- 程序的验证(5.4)
- 常见问题处理方法(5.5)
- 示教程序数据的保管(5.6)
- 自动运行(5.7)
- 维修(5.8)
- 分解、废弃(5.9)
- 紧急时、异常时机器人的轴操作步骤(5.10)
- 警告、注意标签(5.11)

为了保证与机器人相关联的操作以及使用示教器或者使能装置的操作者以外的人员的安全，使用者必须准备，使用并且维护安全防护措施。

使用者必须避免错误使用未与机器人控制装置连接的示教器。

 **警告**

- 1 根据需要，设定并遵守进入安全栏的程序。不按照程序进入安全栏会导致被机器人夹伤等，造成重伤或死亡。
- 2 特别在示教或者维修作业中，与作业无关的人注意勿进入安全栅栏内。会导致被机器人夹伤等，造成重伤或死亡。
- 3 刚刚动作后，机器人的电机、再生电阻、电源变压器等有可能变热。请注意尽量不要接触这些部件。为了维修等，不得不接触这些部件的话，请注意由于高温而引起的烧伤。

5.1 安装

请根据制造商（发那科）的要求事项安装机器人系统，并根据危险分析以及风险评估决定安全保护对策。使用者应认真确认安全要求事项，在开始使用前应检测安全防护装置是否正确安装且能够正常使用。

5.2 系统组建和功能测试

请制定安装完成或者变更位置后的机器人或者机器人系统的测试步骤。在机器人或者机器人系统的变更（例如，硬件或者软件的变更，部件的更换，调整等）后，或者进行对安全运行有可能产生影响的维修和修理后也请实施该步骤。

5.2.1 限制范围的指定和使用者的进入限制

在碰触停止功能有效状态下进行系统组建或者功能测试时，接受过协作机器人培训的人可以靠近机器人。

在碰触停止功能无效状态下进行系统组建作业以及功能测试时，或者未接受培训的人员有可能靠近时，如果安全防护对策没有准备完成，请用暂时的方法指定限制区域后再开始进行系统组建作业以及功能测试。另外，在安全防护装置能够开始使用前，使用者不可进入安全防护区域。

5.2.2 安全和运行的确认

关于机器人或者机器人系统的系统组建和测验, 应遵守制造商(发那科)的指示。在最初启动时的步骤中, 至少需要包含下列事项。

在给机器人提供动力之前需要确认以下事项

- 机器人的安装是否正确并且稳定。
- 电气的连接很正确, 其他的电源条件(电压、频率、妨碍水平等)在指定范围内。
- 其他的设施(例如水, 空气, 气体)是否正确连接, 并处于指定的范围内。
- 与周边装置的连接是否正确。
- 在受到限制的区域使用时, 是否安装有限制该区域的限制装置。
- 执行了安全保护对策。
- 物理的环境条件(譬如, 光、噪声水平、温度、湿度、尘埃等)符合指定事项。

开始供给动力之后要确认的事项

- 启动、停止或者模式选择等的驱动控制装置如预期地发挥作用。
- 各轴如预期地动作, 而且该动作受到预期般的限制。
- 紧急停止回路和装置正常发挥作用。
- 安全防护装置和联锁功能正常发挥作用。(安装装置时)
- 碰触停止正常发挥作用。
- 可以隔断外部动力源。
- 示教和再现的功能正常发挥作用。
- 其他的安全防护装置(譬如, 屏障、警报装置等)被安装在规定位置。
- 以安全运行速度机器人正常启动, 而可以处理产品和工件。
- 机器人以自动运行正常启动, 以额定速度和额定负载, 以意图可以进行作业。

5.2.3 再启动机器人的步骤

硬件、软件、程序的修改、修理或者维修之后, 再启动机器人的步骤至少需要下列的事项。

- 供给动力之前, 确认硬件的变更和追加地方
- 机器人系统是否正确地运行的功能测试

5.3 创建示教程序

尽量在安全保护范围内或者机器人动作范围和附近没有人的状态下执行创建示教程序。安全保护范围内或者机器人动作范围和附近有人的状态下得创建示教程序的话，需要适当的安全保护对策。



警告

与示教作业无关的人注意不要进入安全栅栏内。若被在示教作业的机器人手臂夹到，有可能死亡或重伤。

5.3.1 在创建示教程序之前

在创建示教程序之前应该满足下列的事项。

- 程序员应该关于与实际的机器人系统使用相同的形式的机器人接受培训，而且精通建议的示教步骤（含有所有的安全防护对策）。
- 程序员以目视检查，确认在机器人系统和安全保护区域范围内，没有会引起危险的外部条件。
- 会用到示教器来创建示教程序的话，测验示教器，确认其功能正常。
- 在创建示教程序之前，修理机器人系统的全部的障碍或者故障。
- 程序员进入安全保护范围或者机器人动作范围和附近之前，将所有必要的安全防护对策安装在规定位置，并确认其能正常发挥作用。
- 程序员进入安全保护范围或者机器人动作范围和附近之前，设定为示教模式，采取禁止第三者开始自动运行的措施。
- 根据风险评估的結果，在安全保护范围或者机器人动作范围及附近，在程序员以外的接受关于协作机器人的培训的人容易靠近的状态下可以进行示教。这种情况下，请确认碰触停止功能为有效。

5.3.2 在创建示教程序时

在创建示教程序时，只限程序员可以进入安全保护范围，而且应满足下述的条件。

- 请使机器人系统只限由安全保护区域内或者机器人动作范围和附近的程序员才可控制。
- 请如预期地使用示教器的旋钮。
- 对机器人系统，对于有可能引起危险的状态的动作，防止发生该动作，或者、使只限程序员可以控制那些装置。
- 机器人系统的所有的紧急停止装置必须正常运行。
不可能的话，采取确保在安全保护范围内或者机器人动作范围和附近的人的安全的措施。

根据风险评估的结果，有时在机器人动作范围和附近程序员以外的关于协作机器人的培训的人容易地靠近的状态下可以进行示教。这种情况下，确认碰触停止功能为有效。暂时将碰触停止为无效时，请采取让周围的人都知道处于无效状态下的措施。

5.3.3 恢复到自动运行

开始机器人系统的自动运行之前，程序员应该将暂时停止的安全保护装置返回原来的有效状态。

5.3.4 其他的程序的注意

- 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。
- 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。
- 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。
- 为了能够从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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

5.4 程序的验证

如果机器人系统对程序之应答动作的目视确认，是验证步骤中的必要部分的话，请让所有的人退出安全保护区或者机器人动作范围和附近之后再执行。

安全保护范围内或者机器人动作范围和附近有使用者的状态下需要执行程序的验证时，请使用下列的事项。

- 最初，以安全运行速度进行程序的验证。
特别在程序中指定倍率时，应注意。
- 需要以全速（运行速度）确认机器人动作的话，请遵守下列事项。
 - 应使从安全运行速度到正常运行速度的切换，只限程序员通过慎重的操作后才可进行。
 - 根据需要，应让在安全保护范围或者机器人动作范围和附近的使用者，处于可以随时使用使能装置或者与此同等水平的安全装置的状态。
 - 应事先制定安全作业步骤，将安全保护范围内或者机器人动作范围和附近的使用者被曝于危险中的情况降到最低限度。

5.5 常见问题处理方法

在安全保护范围或者机器人动作范围和附近执行常见问题处理方法时，应遵守下列的事项。

- 负有对常见问题进行处理责任的使用者，须要拥有该作业的资格并且接受过专门训练。
- 进入安全保护范围或者机器人动作范围和附近的使用者，根据需要，以使能装置启动机器人。
- 为了使在安全防护范围内或者机器人动作范围以及附近的使用者产生危险的可能性降到最低，请事先确立安全作业步骤。

5.6 示教程序数据的保管

应将程序的记录与全部的变更内容一起保管。如果将程序数据保存在可以携带的媒体上时，不使用的时候要在适当的环境下保管。

5.7 自动运行

满足下述的全部的条件时可以执行自动运行。

- 被意图的安全防护装置在规定位置，正常发挥作用。
- 准备了适当的安全作业步骤，而且那些步骤都需要被遵守。

根据风险评估的结果，必须在自动运行之前，确认以下的事项。

- 在安全保护范围或者机器人动作范围和附近没有人。

⚠ 警告

开始自动运行之前，请务必确认没有人在安全栅栏内。有人在安全栅栏内的情况下进行自动运行时，安全栅栏内的人有可能被机器人手臂夹到，导致死亡或者重伤。

5.8 维修

对机器人或者机器人系统，为了能确实地维持安全操作，请准备检查和维修要点手册。作成检查和维修程序手册时要考虑到机器人或者机器人系统的生产者的建议事项。

执行机器人或机器人系统的维修或修理的使用者，应对于安全作业时的必要步骤，接受充分的培训。

执行机器人系统的维修或者修理的使用者应执行针对危险的安全防护。尽量将机器人手臂放置在事先规定的位置，使能够在安全保护范围或者机器人动作范围以及附近的外侧进行维修。

根据风险评估的结果，有时在机器人动作范围和附近使用者以外的接受关于协作机器人的培训的人容易靠近的状态下可以进行维修。这种情况下，请确认碰触停止功能为有效。

以下关于为了维修进入安全栅栏内步骤进行说明。

⚠ 警告

除了以下的情况以外，请在主断路器切断机器人系统的电源的状态下，进行机器人系统的维修。

- 机器人电池的更换
- 作业中需要启动外围设备的情况下
- 切断电源时，不能安全的进行作业的情况下

电源接通的状态下进行维修作业的时候，有可能会接触高电压部分而引起触电。

为了维修进入安全栅栏内

- 1 停止机器人系统。
- 2 切断机器人系统的电源，为了防止在维修中电源不小心被接通，要把主断路器锁上。

需要在不切断机器人系统电源的状态下进入安全栅栏的话，进入安全栅栏之前，请务必确认下列事项。

- 为了确认没有引起错误动作的状态，检查机器人系统。
- 检查示教器是否正常工作。
- 发现了损坏或者错误动作的话，完成必要的修改作业，在作业者进入安全保护区域之前执行重新测试。

- 3 进入安全栅栏内（请参照 4.7 节）。
- 4 维修作业之后，检查安全保护系统是否有效。如维修作业的执行被中断时，恢复到原来的有效状态。

5.9 拆卸、报废

拆卸、报废发那科机器人时,请联系我公司。



警告

分解·废弃机器人时,请务必遵守我公司指定的方法。如果不按照我公司指定的方法进行机器人的分解·废弃的话,机器人有可能整体或者部分因失去平衡而翻倒,从而造成作业人员的伤亡事故。



注意

请妥善处理使用在机器人上的用于存储备份的电池。在废弃时,如果电池端子短路,会存在电池破裂或者着火的危险。

5.10 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。

产品名称	备货规格
制动器开闸装置主体	A05B-2695-J350
机器人连接电缆	A05B-2695-J360 (5m) (CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L) A05B-2695-J361(10m) (CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L) A05B-2695-J362 (5m) (CRX-25iA) A05B-2695-J363 (10m) (CRX-25iA)
电源电缆	A05B-2690-J101 (5 m) (AC 200-240V 单相、直角、M5 圆形接线端子) A05B-2690-J102 (10m) (AC 200-240V 单相、直角、M5 圆形接线端子) A05B-2695-J101 (5 m) (AC 100-120V 单相、直角、电源插销) A05B-2695-J102 (10m) (AC 100-120V 单相、直角、电源插销)

(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的使用方法,请参照机器人控制装置维修说明书。



警告

解除了制动器的轴,恐会导致手臂落下。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,以便应对因解除制动器所造成的手臂动作。



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。

5.11 警告、注意标签

(1) 动作范围、可搬运重量标签

指定 CE 规格时追加如下标签。

	REACH
CRX-5iA	994
	MAX. PAYLOAD : 5kg
	LED LIGHT : STATUS INDICATOR

图 5.11 (a) 动作范围、可搬运重量标签 (CRX-5iA)

	REACH(mm)	MAX. PAYLOAD(kg)
CRX-10iA	1249	10
CRX-10iA/L	1418	10
CRX-20iA/L	1418	20
LED LIGHT : STATUS INDICATOR		

图 5.11 (b) 动作范围、可搬运重量标签 (CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

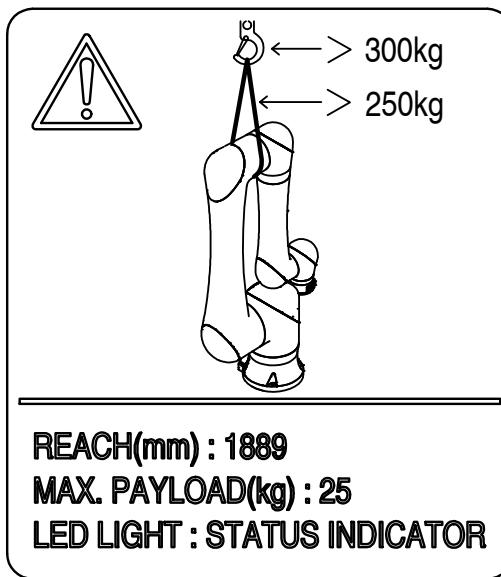


图 5.11 (c) 动作范围、可搬运重量标签 (CRX-25iA)

6 日常维修

6.1 机构部

为了维持机器人系统的安全, 请执行说明书中规定的检查和维修。另外, 对系统各部进行清扫, 并目视检查是否存在损伤或者裂缝。以下是日常检查项目(不一定局限于此。)。

- 输入电源电压
- 空气压
- 连接电缆的损坏
- 连接器类的松动
- 润滑状态
- 紧急停止功能
- 示教器的安全开关的有效性
- 安全栅栏的联动机构(安装安全栅栏时)
- 由于机器人动作的振动、噪声
- 外围设备的功能
- 机器人和外围设备的装配

6.2 控制部

每天运行系统之前, 对系统各部进行清扫, 并目视检查是否存在损伤或者裂缝。另外, 请确认下列事项。

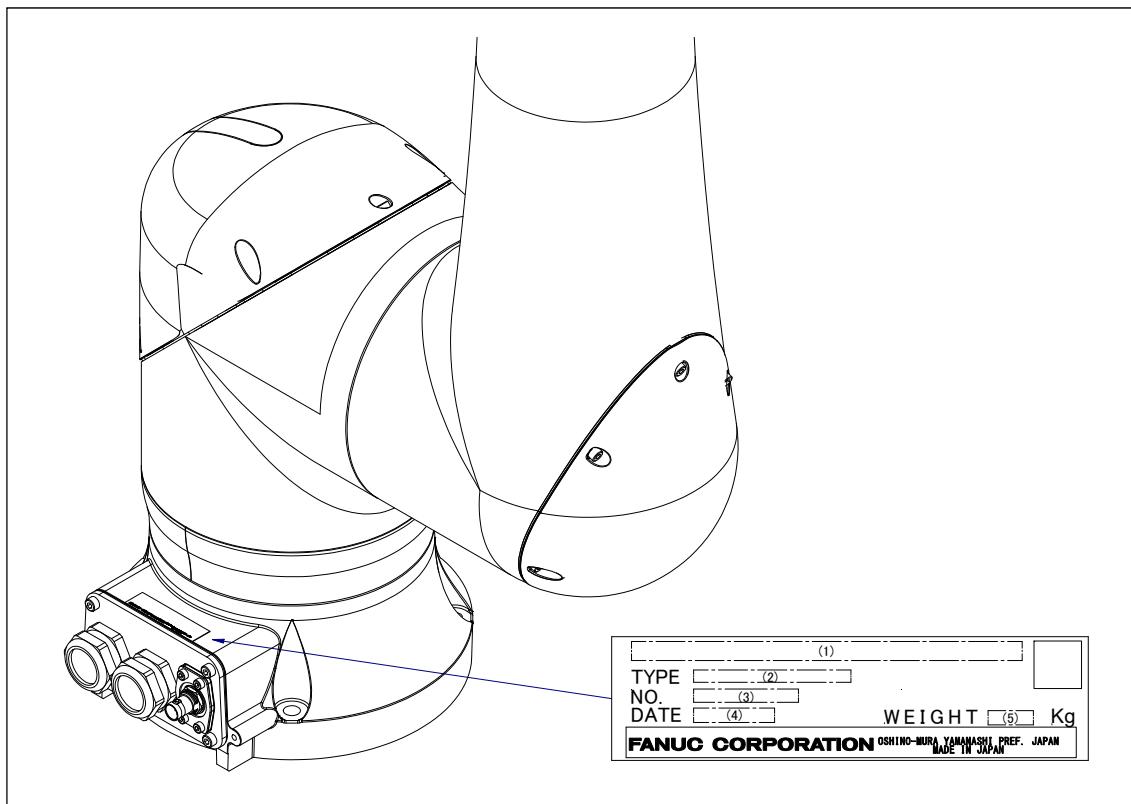
- (a) 检修运行之前
 - 检查连接到示教器的电缆是否有太多的歪曲。
 - 检查控制装置和外围设备上没有异常。
 - 检查安全功能。
- (b) 检修运行之后
 - 检修运行之后, 将机器人返回到适当的位置, 切断控制装置的电源。
 - 打扫各个地方, 检查是否有损伤或者破碎。
 - 在控制装置的通风口和风扇电机上有灰尘的话, 打扫灰尘。

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 CRX-5iA	A05B-1703-B201	5kg
FANUC Robot CRX-10iA	A05B-1702-B201 A05B-1702-B203	10kg
FANUC Robot CRX-10iA/L	A05B-1702-B202 A05B-1702-B204	10kg
FANUC Robot CRX-20iA/L	A05B-1702-B212	20kg
FANUC Robot CRX-25iA	A05B-1704-B201	25kg

机构部规格编号贴在图示位置, 请予确认, 并阅读各章说明。



机构部规格编号标贴位置

表 1 (a) 机构部

内容	(1)机型名称	(2) 机构部规格编号	(3) 机号	(4) 日期	(5) 总重量 kg (不含控制部)
字符	FANUC Robot CRX-5iA	A05B-1703-B201	印有机器编号。	印有制造日期。	25
	FANUC Robot CRX-10iA	A05B-1702-B201 A05B-1702-B203			40
	FANUC Robot CRX-10iA/L	A05B-1702-B202 A05B-1702-B204			40
	FANUC Robot CRX-20iA/L	A05B-1702-B212			41
	FANUC Robot CRX-25iA	A05B-1704-B201			135

相关说明书

下面是相关说明书。

R-30iB Mini Plus 控制部	操作说明书（基本操作篇） B-83284CM 操作说明书（报警代码列表） B-83284CM-1 选项功能操作说明书 B-83284CM-2 弧焊功能操作说明书 B-83284CM-3 Dispense Function OPERATOR'S MANUAL B-83284EN-5 协作机器人功能 OPERATOR'S MANUAL B-83744CM	对象：操作者、程序员、维修技术人员、系统设定者 内容：机器人的功能、操作、编程、启动、接口、报警 用途：机器人的操作、示教、系统设计
	维修说明书 B-84175CM	对象：维修技术人员、系统设定者 内容：安装、启动、连接、维修 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

目次

安全使用须知.....	s-1
1 有关安全的记载的定义.....	s-1
2 发那科的协作机器人系统.....	s-2
2.1 概要	s-2
2.2 机器人的目的	s-2
2.3 机器人的构成	s-3
2.4 使用者的定义	s-3
2.4.1 机器人教育项目	s-4
2.4.2 使用者的安全	s-5
2.4.3 协同作业者的安全	s-7
2.4.4 操作者的安全	s-7
2.4.5 程序员的安全	s-8
2.4.6 维修工程师的安全	s-9
2.5 相关规格	s-10
3 机器人系统的设计	s-11
3.1 一般	s-11
3.2 装置的配置	s-11
3.3 电源和保护接地的连接	s-13
3.4 其他的注意事项	s-13
3.5 末端执行器、工件、外围设备	s-15
3.6 协作机器人的特性和使用上的注意	s-16
4 安全装置	s-19
4.1 机器人停止方法	s-19
4.2 紧急停止	s-20
4.3 运行模式选择开关	s-20
4.3.1 运行模式	s-20
4.4 安全开关	s-21
4.5 安全防护装置	s-22
4.5.1 安全栅栏	s-22
4.5.2 安全门和安全插销	s-23
4.5.3 其他的保护装置	s-23
4.6 安全栅栏内或者机器人动作范围和附近的作业	s-24
4.7 进入安全栅栏	s-25
5 一般注意事项	s-27
5.1 安装	s-27
5.2 系统组建和功能测试	s-27
5.2.1 限制范围的指定和使用者的进入限制	s-27
5.2.2 安全和运行的确认	s-28
5.2.3 再启动机器人的步骤	s-28
5.3 创建示教程序	s-29
5.3.1 在创建示教程序之前	s-29
5.3.2 在创建示教程序时	s-29
5.3.3 恢复到自动运行	s-29
5.3.4 其他的程序的注意	s-30
5.4 程序的验证	s-30
5.5 常见问题处理方法	s-30
5.6 示教程序数据的保管	s-30

5.7	自动运行	s-31
5.8	维修	s-31
5.9	拆卸、报废	s-32
5.10	紧急时、异常时机器人的轴操作步骤	s-32
5.11	警告、注意标签	s-33
6	日常维修	s-34
6.1	机构部	s-34
6.2	控制部	s-34
	前言	p-1

1	搬运和安装	1
1.1	搬运	1
1.2	安装	4
1.2.1	安装角度的设定	11
1.3	维修空间	17
1.4	安装条件	19
2	与控制装置之间的连接	20
3	基本规格	24
3.1	机器人的构成	24
3.2	机构部外形尺寸和动作范围图	26
3.3	原点位置和可动范围	30
3.4	手腕负载条件	36
4	安装设备到机器人上	40
4.1	安装末端执行器到手腕前端上	40
4.2	关于负载设定	41
5	向末端执行器布线和安设管线	43
5.1	可选购项电缆用接口（可选购项）	44
5.2	气压供应（CRX-25iA）	49
5.3	空气配管（可选购项）	49
6	变更可动范围	51
6.1	基于 DCS 的可动范围限制	51
6.2	扩张 J5 轴动作范围的方法	54
7	检修和维修	55
7.1	检修和维修内容	55
7.1.1	日常检修	55
7.1.2	定期检修・定期维修	56
7.2	检修要领	57
7.2.1	渗油的确认	57
7.2.2	空气 3 点套件的确认（可选购项）	58
7.2.3	连接器的检修	59
7.3	维修作业	60
7.3.1	电池的更换	60
7.4	保管	62
8	零点标定的方法	63

8.1	概述	63
8.2	解除报警和准备零点标定	64
8.3	全轴零点位置标定	65
8.4	简易零点标定	68
8.5	简易零点标定（单轴）	70
8.6	单轴零点标定	72
8.7	输入零点标定数据	74
8.8	确认零点标定结果	75
9	常见问题处理方法	76
9.1	常见问题处理方法	76

附录

A	定期检修表	83
B	螺栓的强度和螺栓拧紧力矩一览	86
C	EU 符合宣言书	87
D	联络方式	88

1 搬运和安装

1.1 搬运

搬运机器人时，务必采用如下所示的运送姿势，放入在包装箱中进行搬运。务必两人一起执行捆包作业。（除了 CRX-25iA 以外）关于开箱和安装方法，请参阅 1.2 节安装部分。从我公司可以购买捆包组件和搬运支持部件。关于备货规格，请参阅表 1.1 (a), (b)。

⚠ 警告

装有刀具和附带设备的情况下，机器人的重心位置会发生变化，在运送过程中可能会导致不稳定，所以在运送时，务必拆除这些刀具或附带设备。（焊炬、送丝机等的轻量物除外）

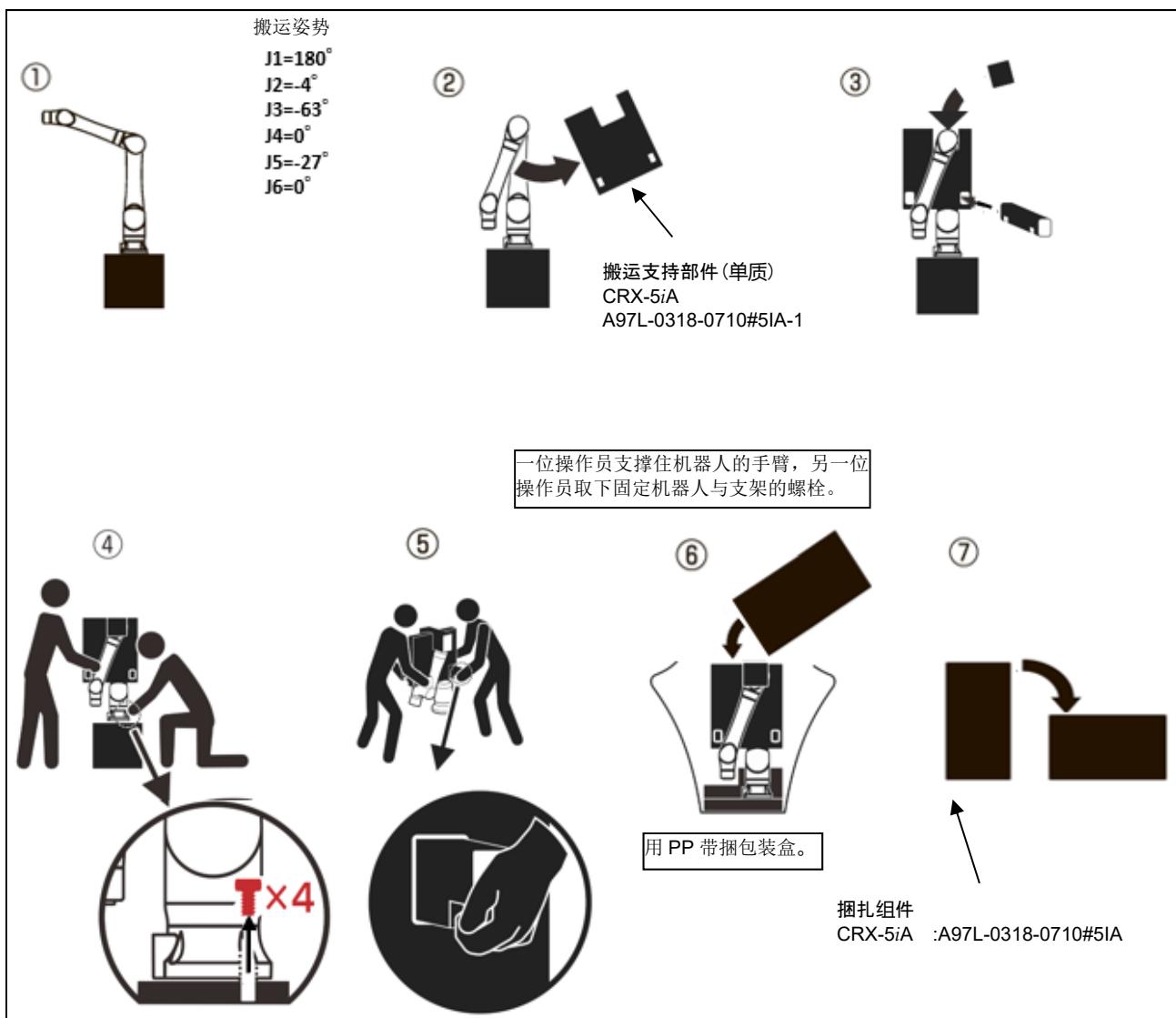


图 1.1 (a) 机器人的搬运 (CRX-5iA)

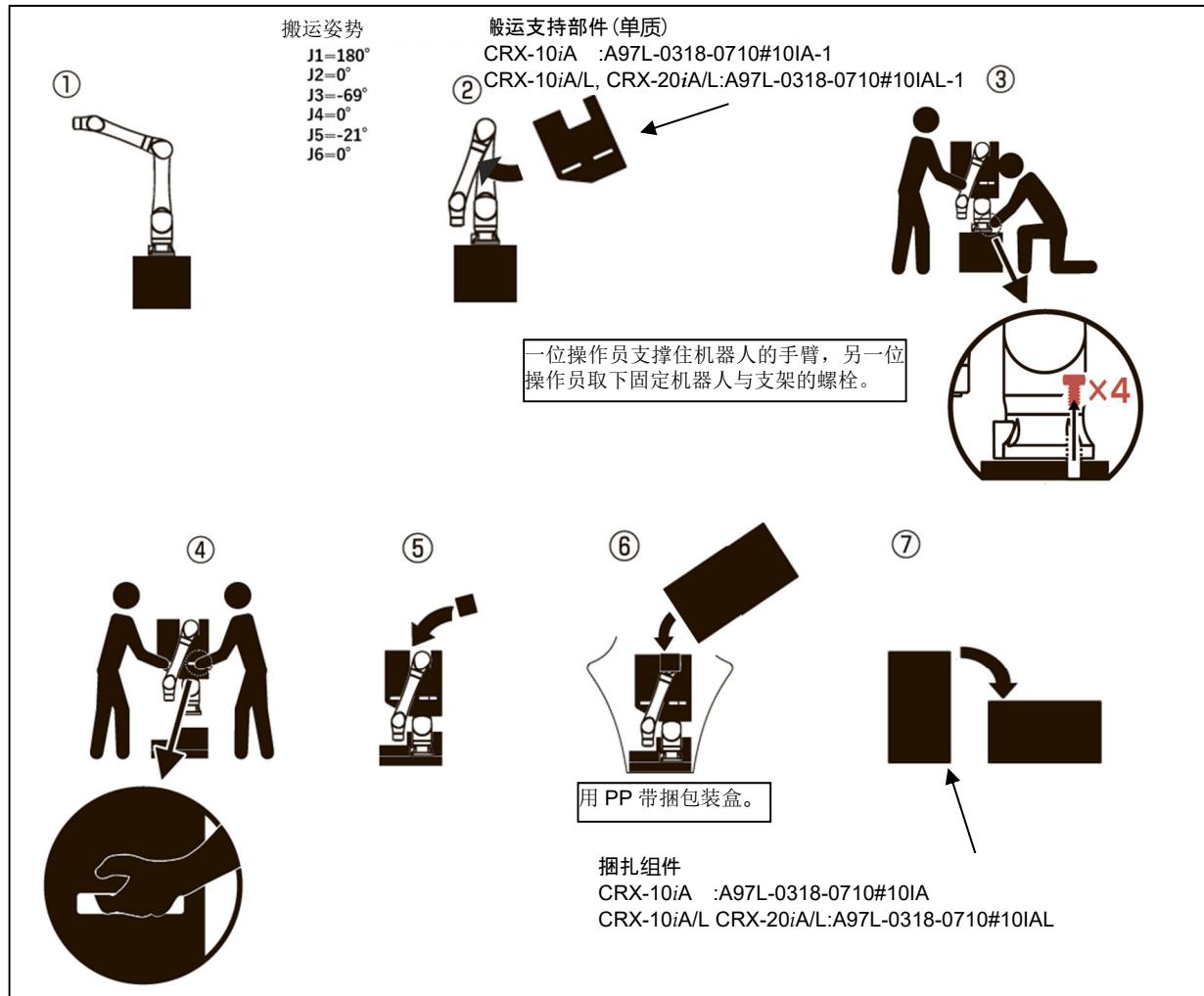


图 1.1 (b) 机器人的搬运 (CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

表 1.1 (a) 捆扎关系安排规格

CRX-5iA	捆包组件	A97L-0318-0710#5IA
	搬运支持部件(单体)	A97L-0318-0710#5IA-1
CRX-10iA	捆包组件	A97L-0318-0710#10IA
	搬运支持部件(单体)	A97L-0318-0710#10IA-1
CRX-10iA/L, CRX-20iA/L	捆包组件	A97L-0318-0710#10IAL
	搬运支持部件(单体)	A97L-0318-0710#10IAL-1

※ 在捆扎组件中含有搬运支持部件。

CRX-25iA 的搬运，采用吊车或叉车进行。搬运机器人时，务须采用图 1.1(c)的运送姿势，

注意

在用吊车来搬运机器人时，应慎重进行。

将机器人放置在地板面上时，应注意避免机器人设置面强烈抵碰地板面。

在用吊车来搬运机器人时，务必只对机器人单体进行搬运，请千万不要将机器人与支架、安装板、搬运用托盘等一起进行搬运。

如未遵守上述注意事项造成内藏传感器破损

警告

1 安装有刀具和附带设备的情况下，机器人的重心位置会发生变化，在运送过程中可能会导致不稳定，所以在运送时，务必拆除这些刀具或附带设备。

2 请勿在安装版运用托盘的状态下，进行如下所示的吊。

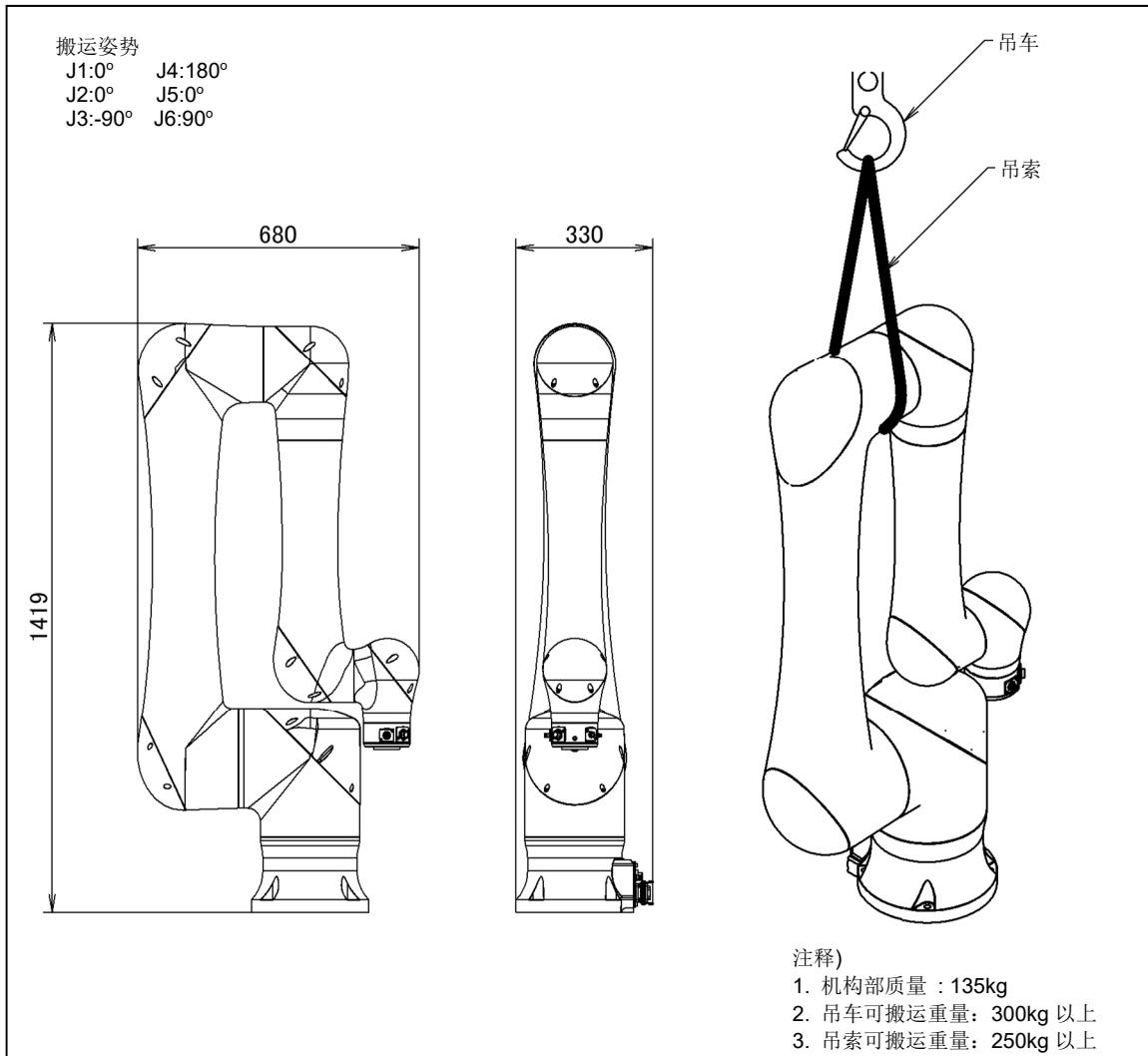


图 1.1 (c) 机器人的搬运 (CRX-25iA)

1.2 安装

机器人的开箱及安装请由 2 人来执行。（除了 CRX-25iA 以外）图 1.2 (a). (b) 表示开箱和安装方法。

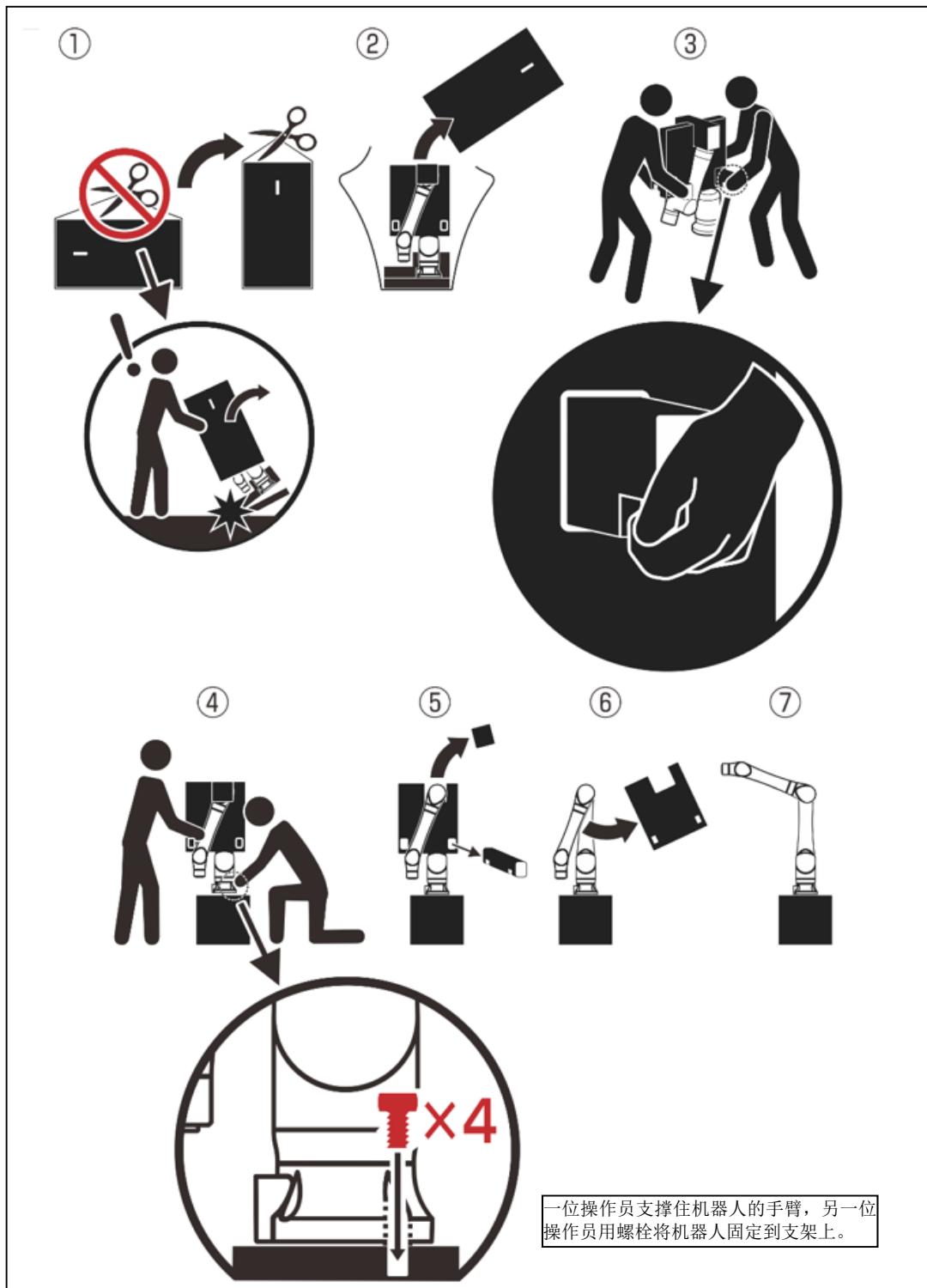


图 1.2 (a) 机器人的开箱、安装 (CRX-5iA)

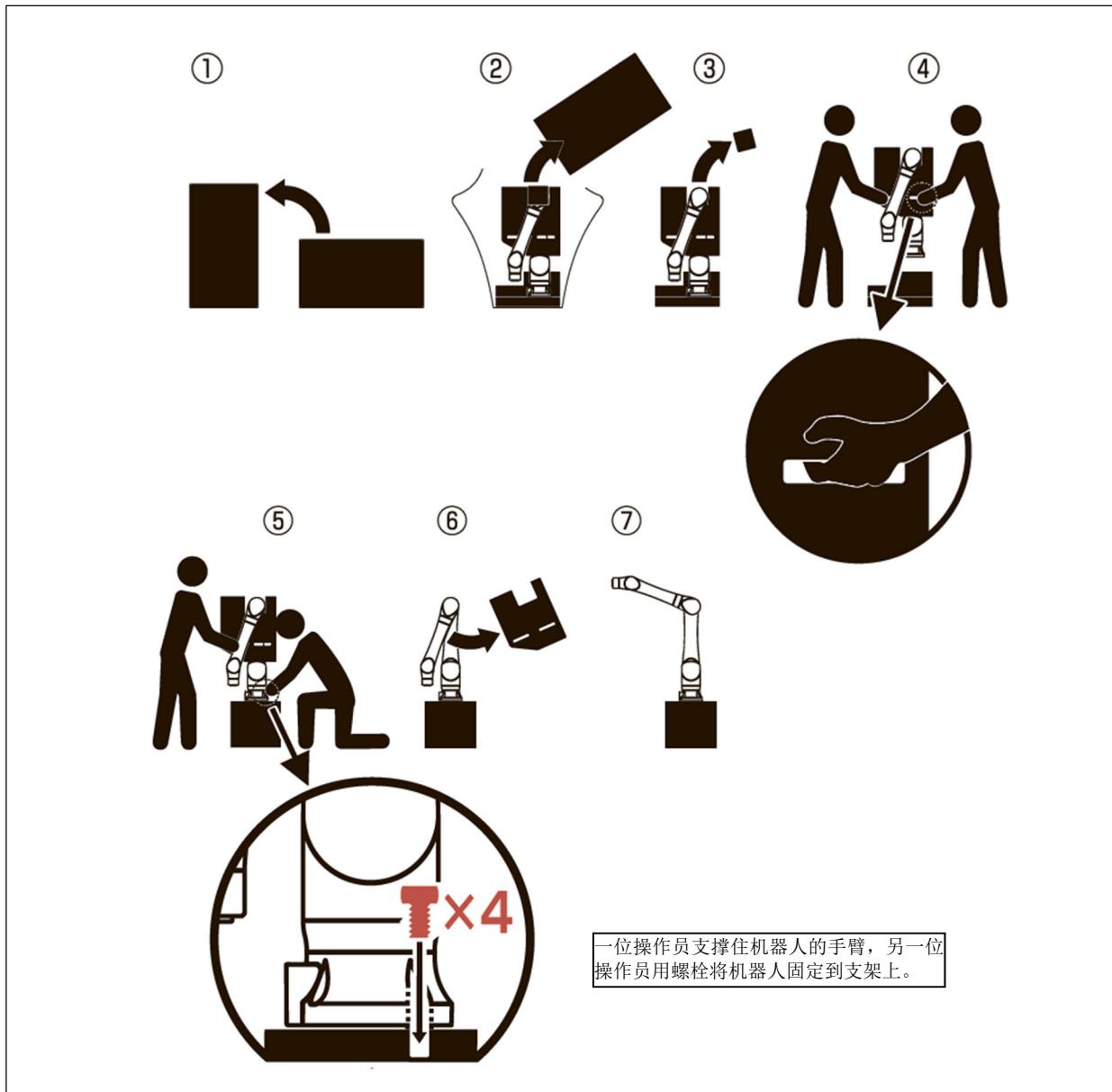


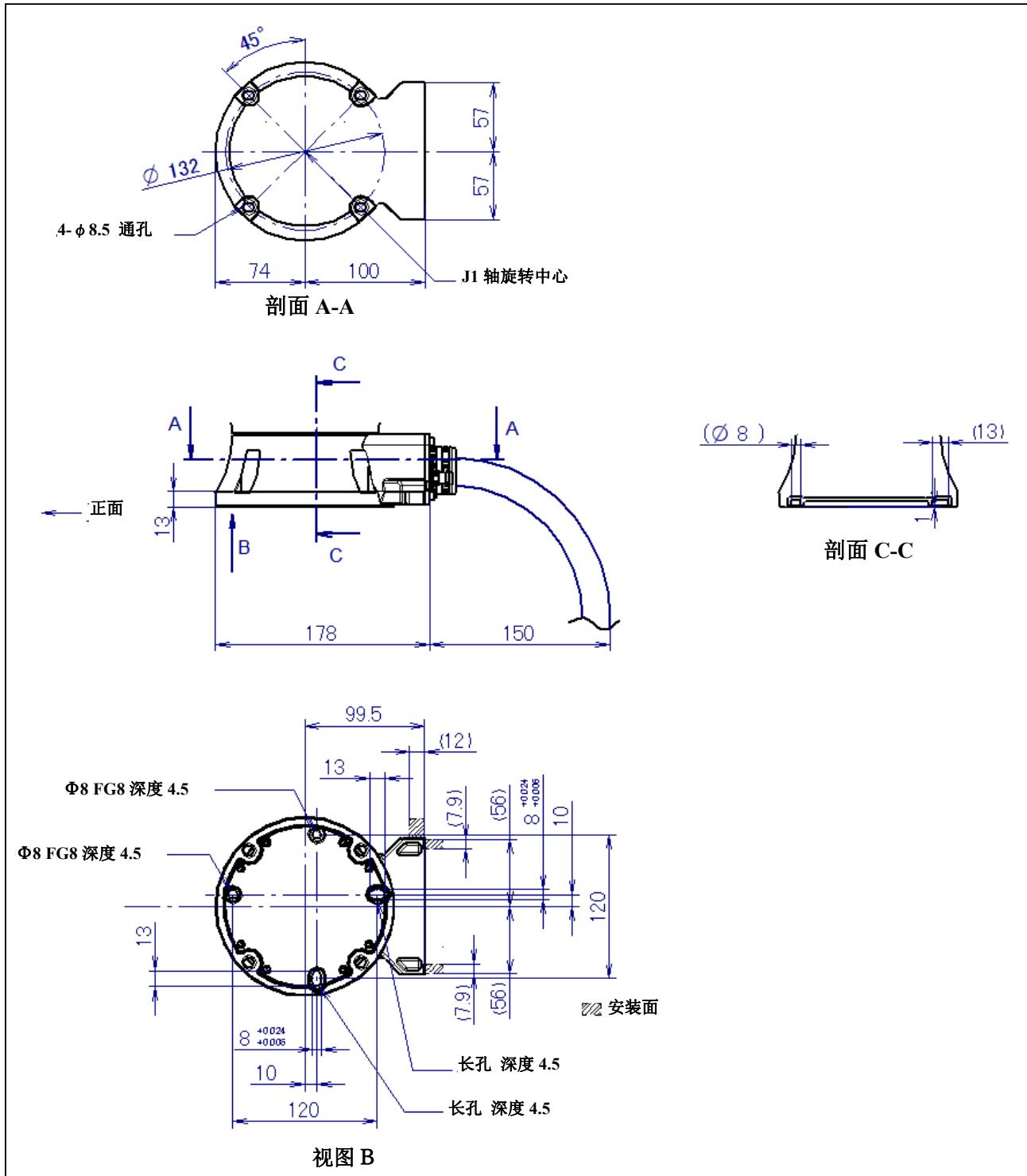
图 1.2 (b) 机器人的开箱、安装 (CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

图 1.2 (c)~(f)示出机器人机座的尺寸。



注意

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。



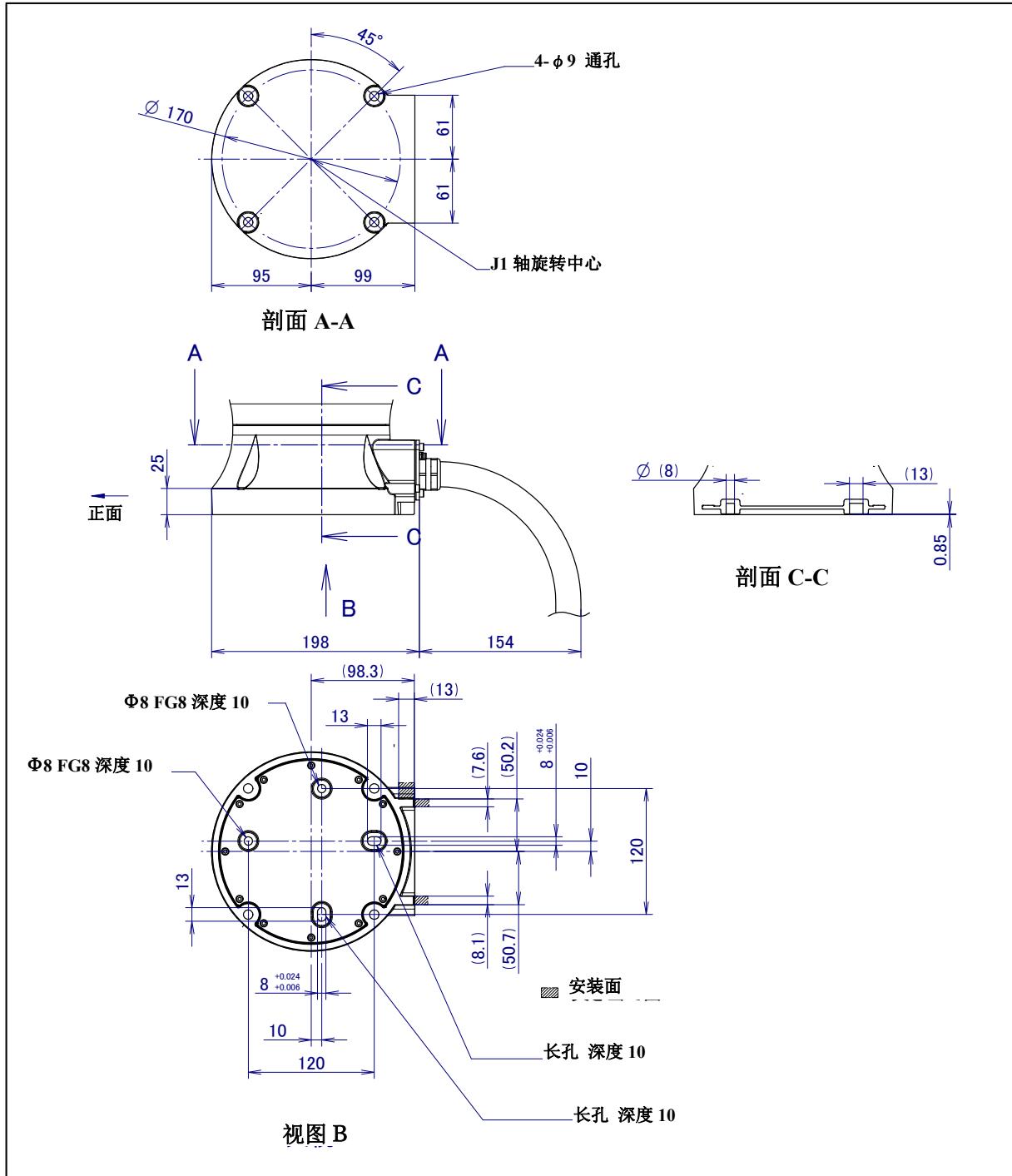


图 1.2 (d) 机器人机座尺寸 (背面配线板 CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

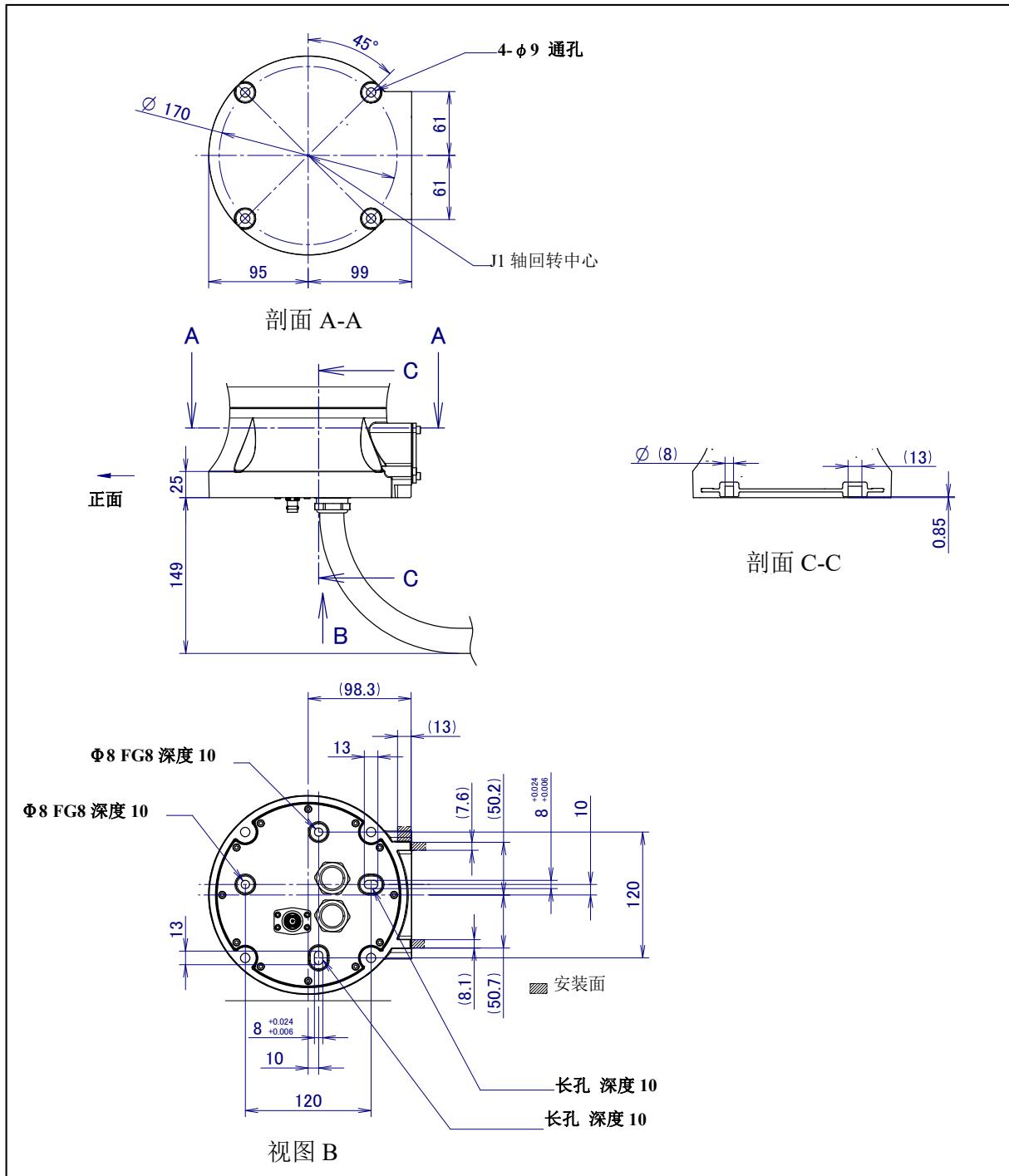


图 1.2 (e) 机器人机座尺寸 (底面配线板 CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

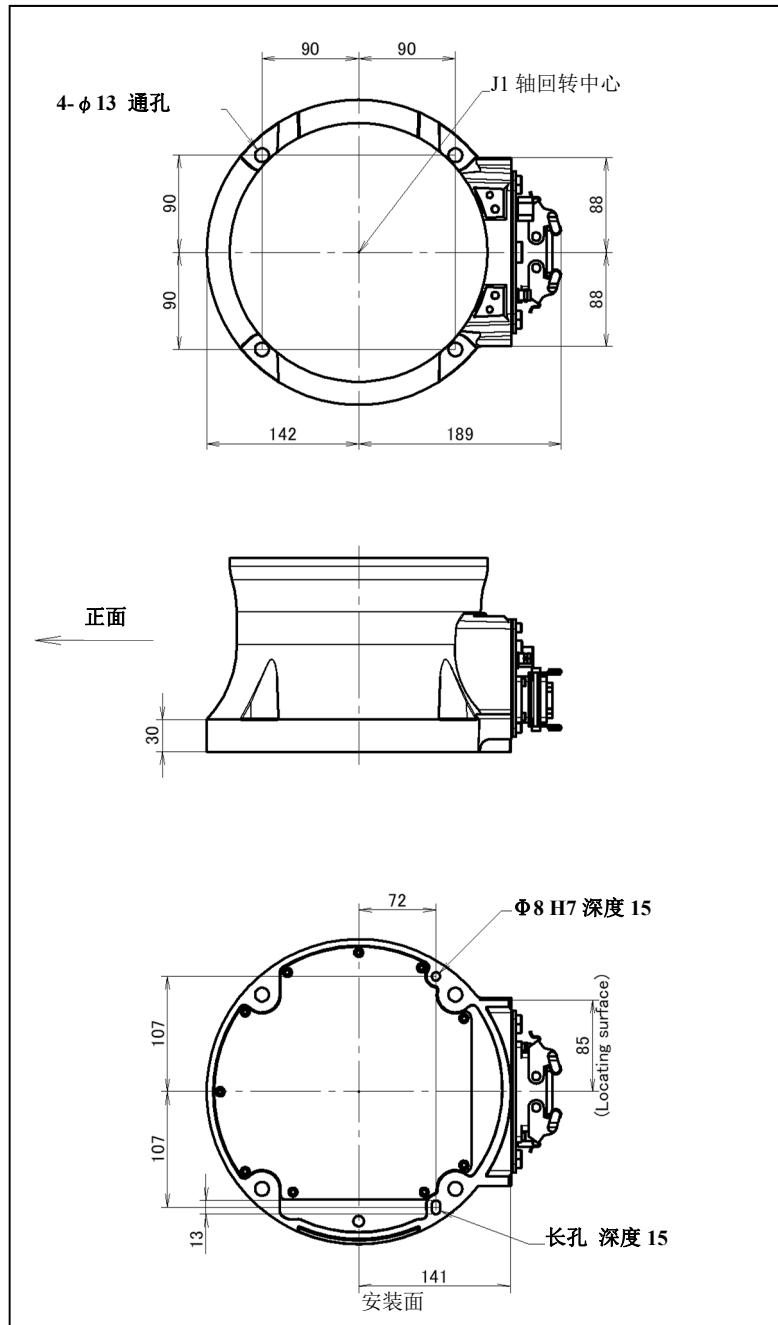


图 1.2 (f) 机器人机座尺寸 (背面配线板 CRX-25iA)

图 1.2 (g)、表 1.2 (a)中，表示作用于机器人机座的力和力矩。表 1.2 (b)中，表示从输入了急停信号起到平稳停止之前 J1~J3 轴的惯性移动时间和惯性移动角度。安装时应考虑到安装面的强度进行参考。

注释

表 1.2(b)根据 ISO10218-1 计量的参考值。由于机器人的个体差异、负载、程序，值会变动。请通过计量确认实际的值。

表 1.2 (b)的值受到机器人的运转情况、断电停止的次数的影响。实际的值，请定期通过计量确认。

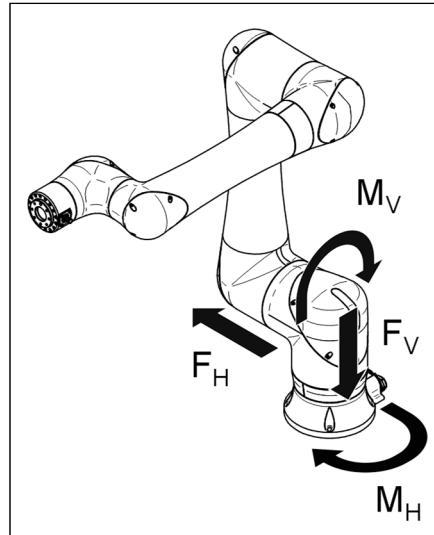


图 1.2 (g) 作用于机器人机座的力和力矩

表 1.2 (a) 作用于机器人机座的力和力矩

机型	条件	弯曲力矩 M _V (Nm)	垂直载荷 F _V (N)	扭转力矩 M _H (Nm)	水平载荷 F _H (N)
CRX-5iA	静止时	140	290	0	0
	加/减速时	160	380	30	70
	断电停止时	240	460	80	100
CRX-10iA, CRX-10iA/L	静止时	310	490	0	0
	加/减速时	330	540	50	110
	断电停止时	480	680	90	140
CRX-20iA/L	静止时	470	600	0	0
	加/减速时	500	680	60	140
	断电停止时	790	900	190	160
CRX-25iA	静止时	1070	1570	0	0
	加/减速时	1200	1700	180	270
	断电停止时	1870	1940	390	430

表 1.2 (b) 平稳停止时从输入停止信号到机器人停止之前的时间以及惯性移动角度

機種	速度		J1 軸	J2 軸	J3 軸
CRX-5iA	300mm/s	惯性移动时间 [ms]	376	368	456
		惯性移动角度[deg] (rad)	11.2(0.20)	8.8(0.15)	7.5(0.13)
	1000mm/s	惯性移动时间 [ms]	392	416	496
		惯性移动角度[deg] (rad)	31.5(0.55)	29.1(0.51)	24.9(0.43)
CRX-10iA	250mm/s	惯性移动时间 [ms]	216	264	440
		惯性移动角度[deg] (rad)	4.7(0.08)	3.9(0.07)	4.8(0.08)
	300mm/s	惯性移动时间 [ms]	232	280	480
		惯性移动角度[deg] (rad)	6.0(0.10)	5.0(0.09)	6.2(0.11)
	1000mm/s	惯性移动时间 [ms]	384	640	640
		惯性移动角度[deg] (rad)	14.7(0.26)	24.7(0.43)	27.7(0.48)

機種	速度		J1 軸	J2 軸	J3 軸
CRX-10iA/L	250mm/s	惯性移动时间 [ms]	240	432	440
		惯性移动角度[deg] (rad)	4.8(0.08)	3.6(0.06)	4.8(0.08)
	300mm/s	惯性移动时间 [ms]	264	464	488
		惯性移动角度[deg] (rad)	6.2(0.11)	4.6(0.08)	6.2(0.11)
CRX-20iA/L	1000mm/s	惯性移动时间 [ms]	424	640	640
		惯性移动角度[deg] (rad)	14.7(0.26)	20.1(0.35)	27.7(0.48)
	250mm/s	惯性移动时间 [ms]	304	552	584
		惯性移动角度[deg] (rad)	4.1 (0.07)	3.1 (0.05)	6.2 (0.11)
CRX-25iA	300mm/s	惯性移动时间 [ms]	304	552	584
		惯性移动角度[deg] (rad)	4.9 (0.08)	3.7 (0.06)	7.5 (0.13)
	1000mm/s	惯性移动时间 [ms]	448	880	928
		惯性移动角度[deg] (rad)	19 (0.33)	19.5 (0.34)	39.5 (0.69)
	250mm/s	惯性移动时间 [ms]	520	840	520
		惯性移动角度[deg] (rad)	13.5 (0.24)	6.8 (0.12)	4.4 (0.08)
	300mm/s	惯性移动时间 [ms]	520	848	528
		惯性移动角度[deg] (rad)	15.1 (0.26)	7.7 (0.13)	4.9 (0.09)
	1000mm/s	惯性移动时间 [ms]	512	856	536
		惯性移动角度[deg] (rad)	21.2 (0.37)	20.7 (0.36)	17.6 (0.31)

表 1.2 (c) 最高速度

机型	协同模式的最高速度 (mm/s)	高速模式的最高速度 (mm/s)
CRX-5iA , CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-25iA	1000	2000
CRX-20iA/L	1000	1000

· 碰触停止时从输入停止信号到机器人停止之前的时间以及惯性移动角度

碰触停止时, 以比平稳停止短的惯性移动时间和惰走角度停止。研究系统时使用上述的平稳停止的值。

1.2.1 安装角度的设定

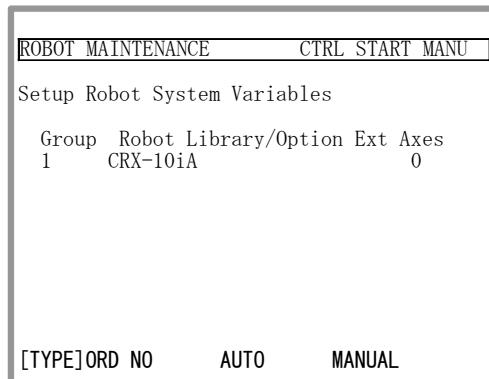
在地面安装以外的环境下使用机器人的时候, 按照以下的记述, 必须设定安装角度。. .
设定方法按软件版本而不同。关于安装形式, 请参照 3.1 节的规格一览表。



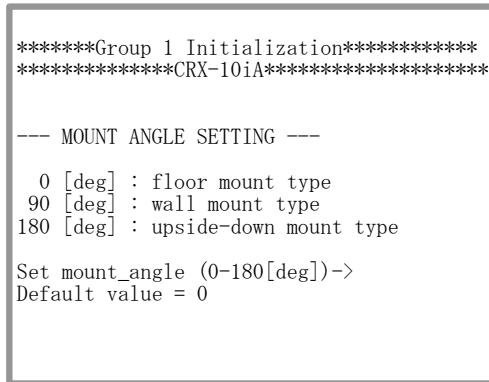
根据安装角度, 需要执行风险评估。

7DF5/13 (V9.40P/13)以前的设定方法

- 一边按下“PREV” 和 “NEXT” 键, 接通电源。
- 接着选择 ”3.Controlled start”。
- 按下菜单(MENU) 键, 然后选择 “9 MAINTENANCE” 。
- 选择设置角度的机器人, 然后按下 ENTER 键。



- 5 按下 F4 键。.
- 6 按下 ENTER 键, 直到出现以下的画面。



- 7 按照图 1.2.1 (a),输入安装角度。

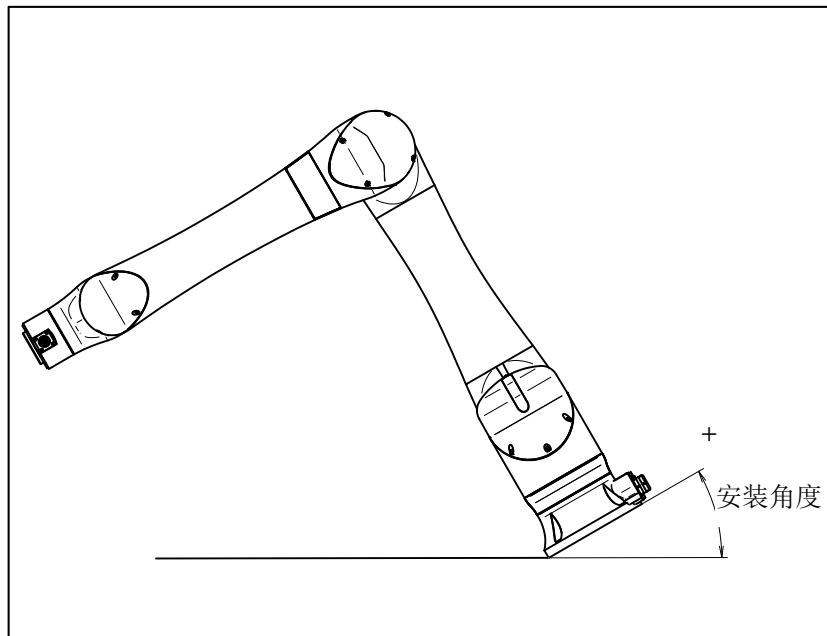
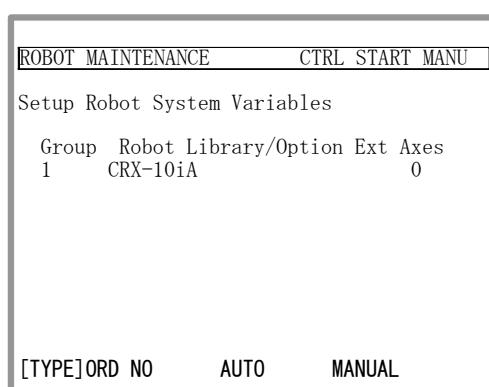


图 1.2.1 (a) 机器人的安装角度

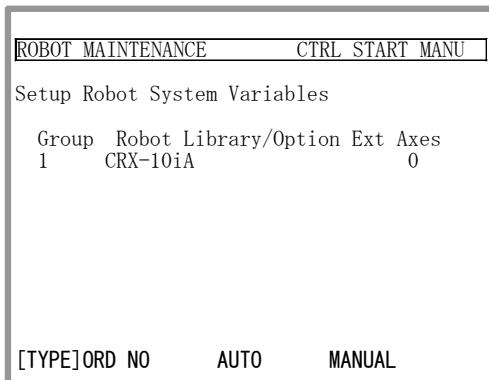
- 8 按下 ENTER 键, 直到再度出现以下的画面。



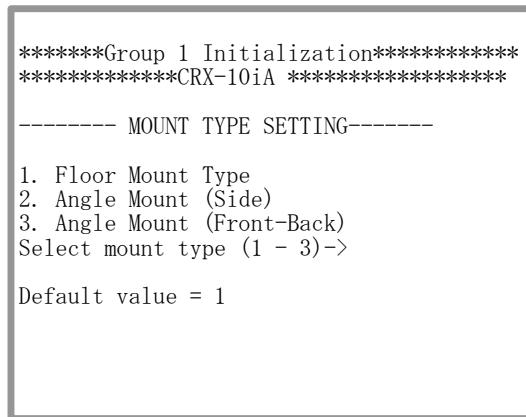
- 9 按下 FCTN 键, 然后选择 "1 START (COLD)"。

从 7DF5/13 (V9. 40P/13)到 7DF5/24 (V9. 40P/24)的设定方法

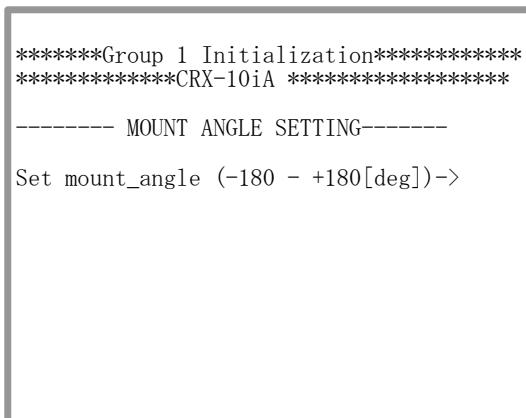
- 1 一边按下“PREV”和“NEXT”键，接通电源。
- 2 接着选择“3.Controlled start”。
- 3 按下菜单(MENU)键，然后选择“9 MAINTENANCE”。
- 4 选择设置角度的机器人，然后按下ENTER键。



- 5 按下 F4 键。.
- 6 按下 ENTER 键，直到出现以下的画面。



- 7 如果将机器人放置到侧面芳香，输入「2」，如果将机器人放置到前后方向，输入「3」。
- 8 按下 ENTER 键，出现以下的画面。



9 侧面方向的倾斜角安装的情况下，按照图 1.2.1 (b) 输入安装角度。前后方向的的倾斜角安装的情况下，按照图 1.2.1 (c) 输入安装角度。

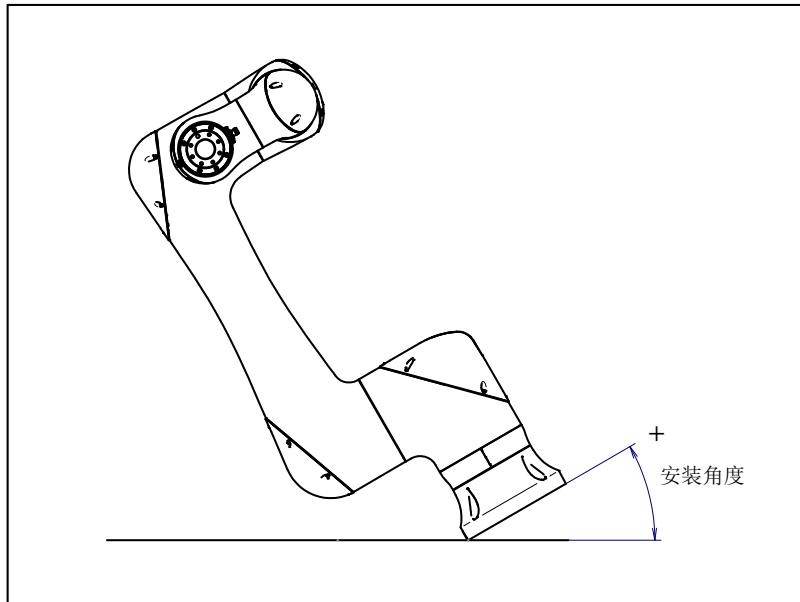


图 1.2.1 (b) 机器人的安装角度(侧面方向)

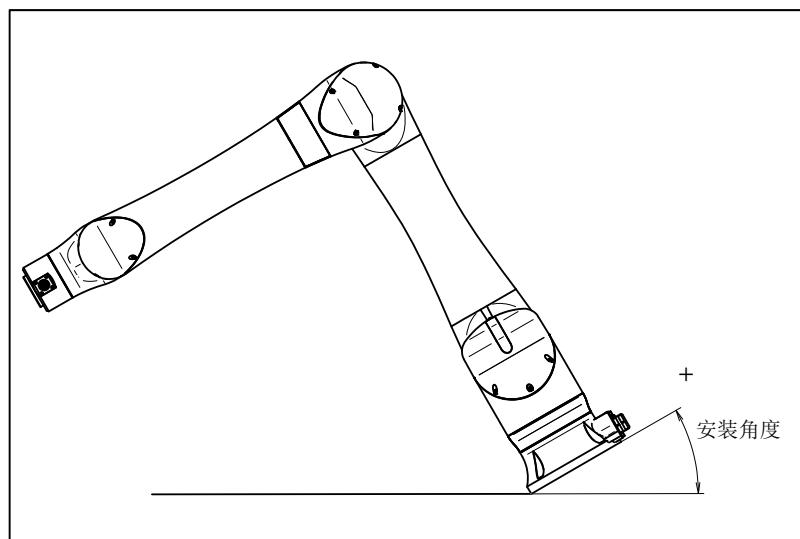
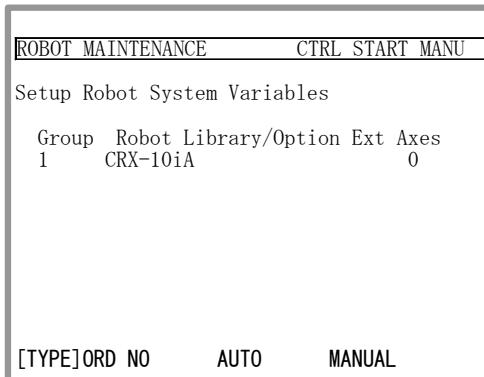


图 1.2.1 (c) 机器人的安装角度 (前后方向)

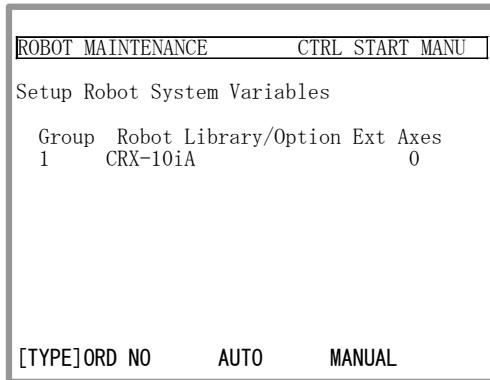
10 按下 ENTER 键，直到再度出现以下的画面。



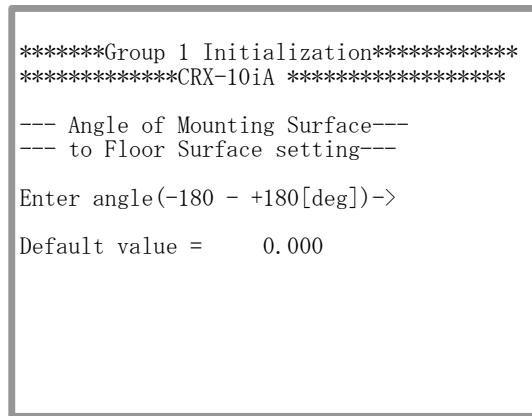
11 按下 FCTN 键，然后选择 ”1 START (COLD)“。

7DF5/25 (V9. 40P/25)以后的设定方法

- 1 一边按下“PREV”和“NEXT”键，接通电源。
- 2 接着选择“3.Controlled start”。
- 3 按下菜单(MENU)键，然后选择“9 MAINTENANCE”。
- 4 选择设置角度的机器人，然后按下ENTER键。



- 5 按下 F4 键。.
- 6 按下 ENTER 键，直到出现以下的画面。



- 7 按照图 1.2.1 (d),输入安装角度 1。

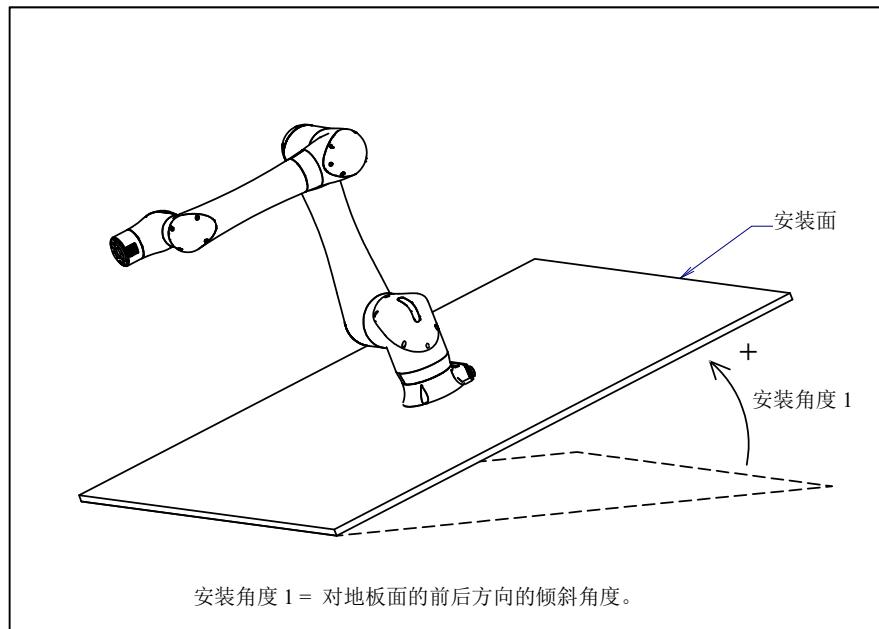
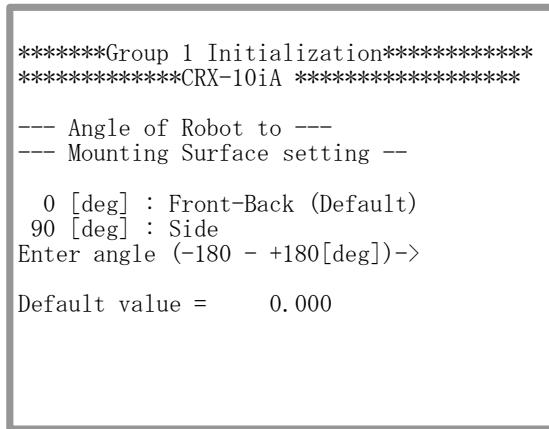


图 1.2.1 (d) 机器人的安装角度

8 按下 ENTER 键, 出现以下的画面。



9 按照图 1.2.1 (e), 输入安装角度 2。

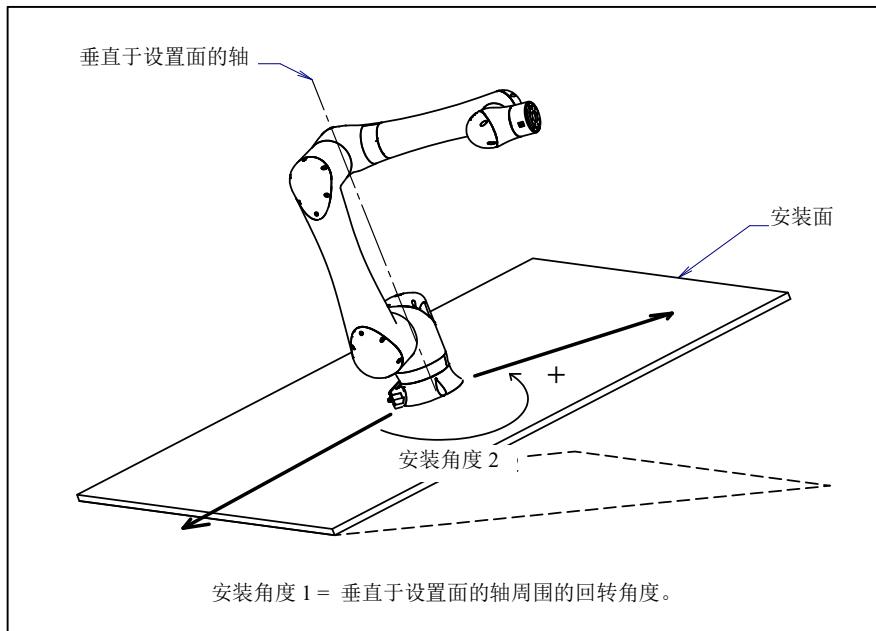
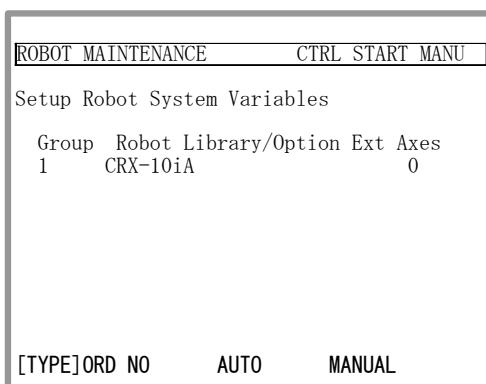


图 1.2.1 (e) 机器人的安装角度

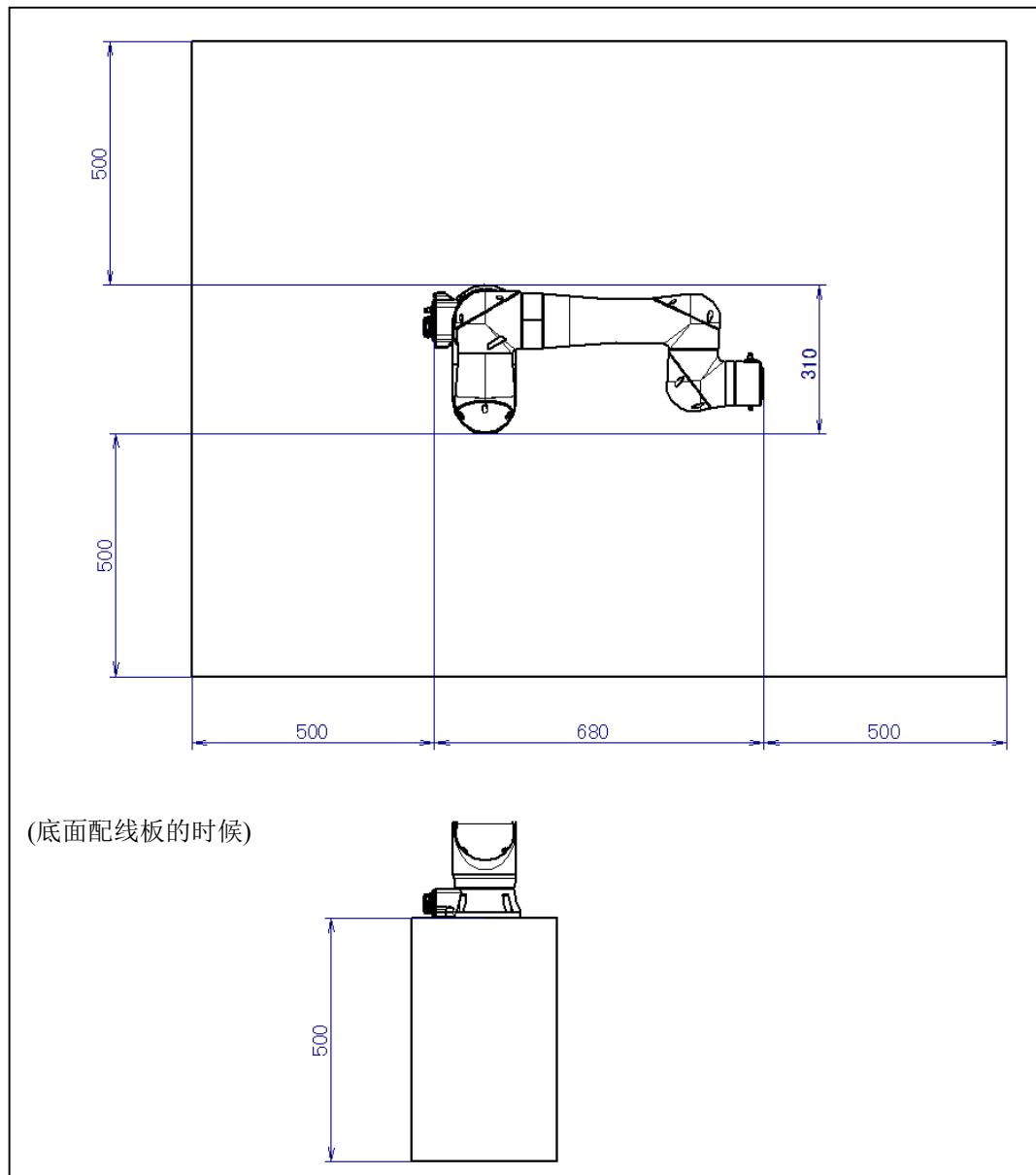
10 按下 ENTER 键, 直到再度出现以下的画面。



11 按下 FCTN 键, 然后选择 "1 START (COLD)"。

1.3 维修空间

图 1.3 (a)~(c)示出维修空间的布局图。维修时还应确保零点标定区域。有关零点标定, 请参阅 8 章。



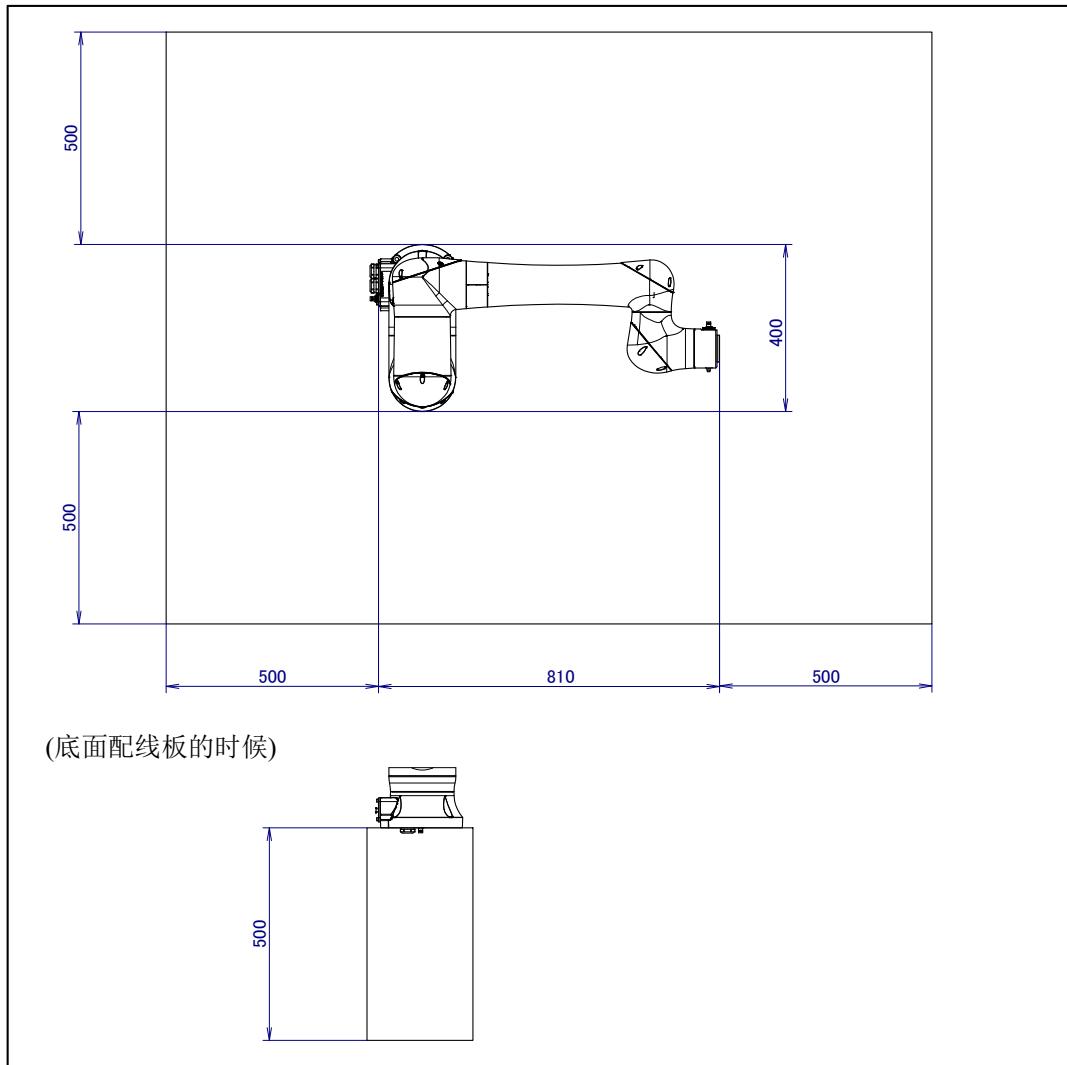


图 1.3 (a) 维修空间的布局图(CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

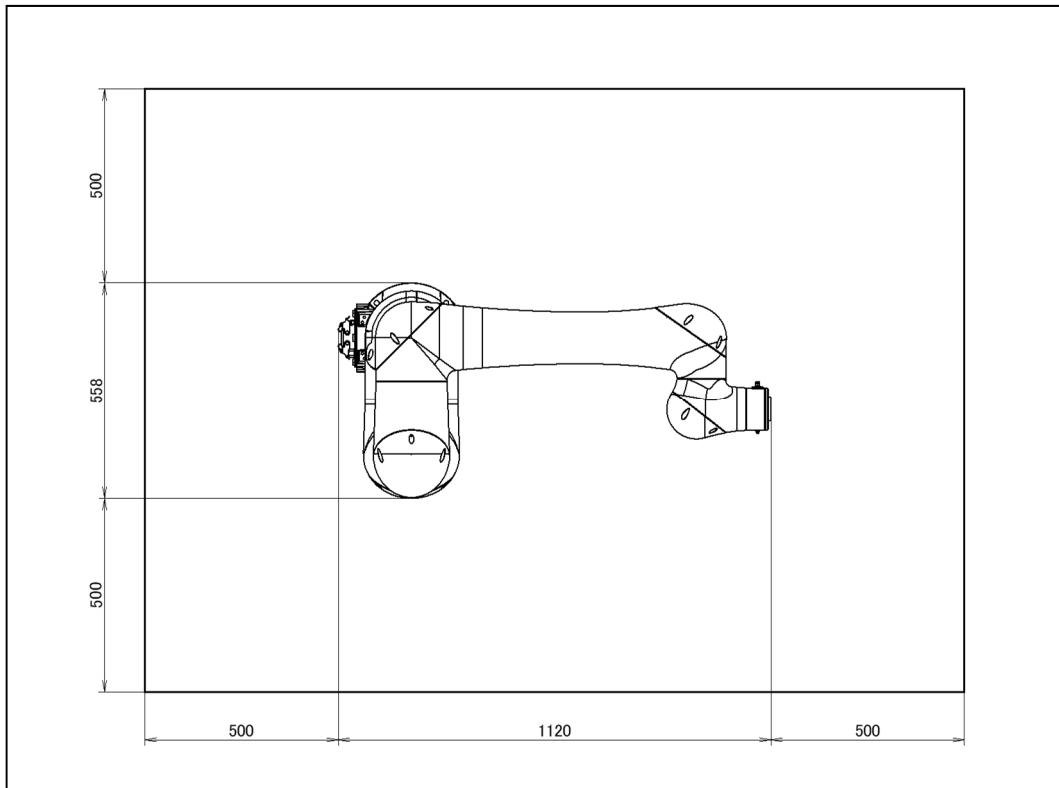


图 1.3 (c) 维修空间的布局图(CRX-25iA)

1.4 安装条件

关于机器人安装条件, 请参照 3.1 节的规格一览。

2 与控制装置之间的连接

机器人与控制装置之间的连接电缆，有动力电缆、信号电缆和接地线。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，请通过地线连接机器人机构部和控制装置。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，务须在切断电源后进行。
- 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。

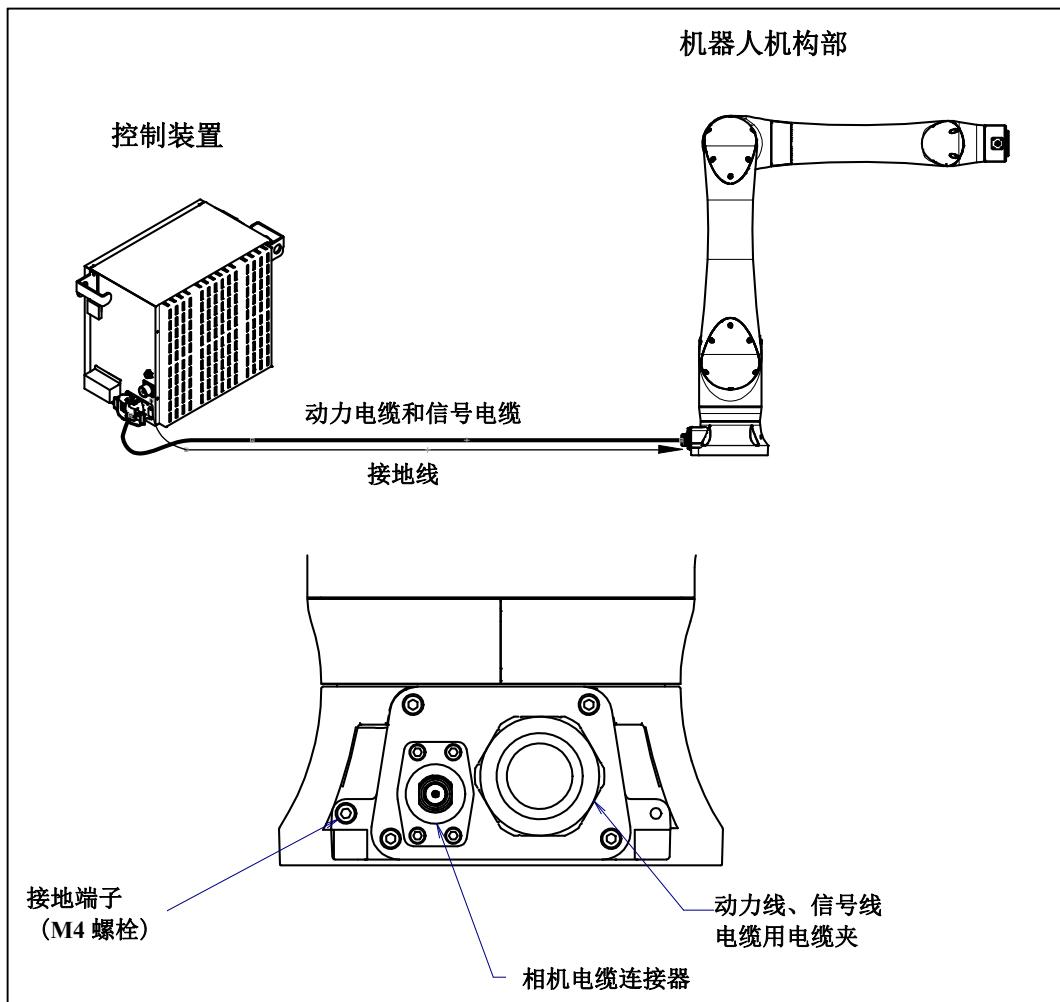


图 2 (a) 电缆连接图 (CRX-5iA 背面配线板)

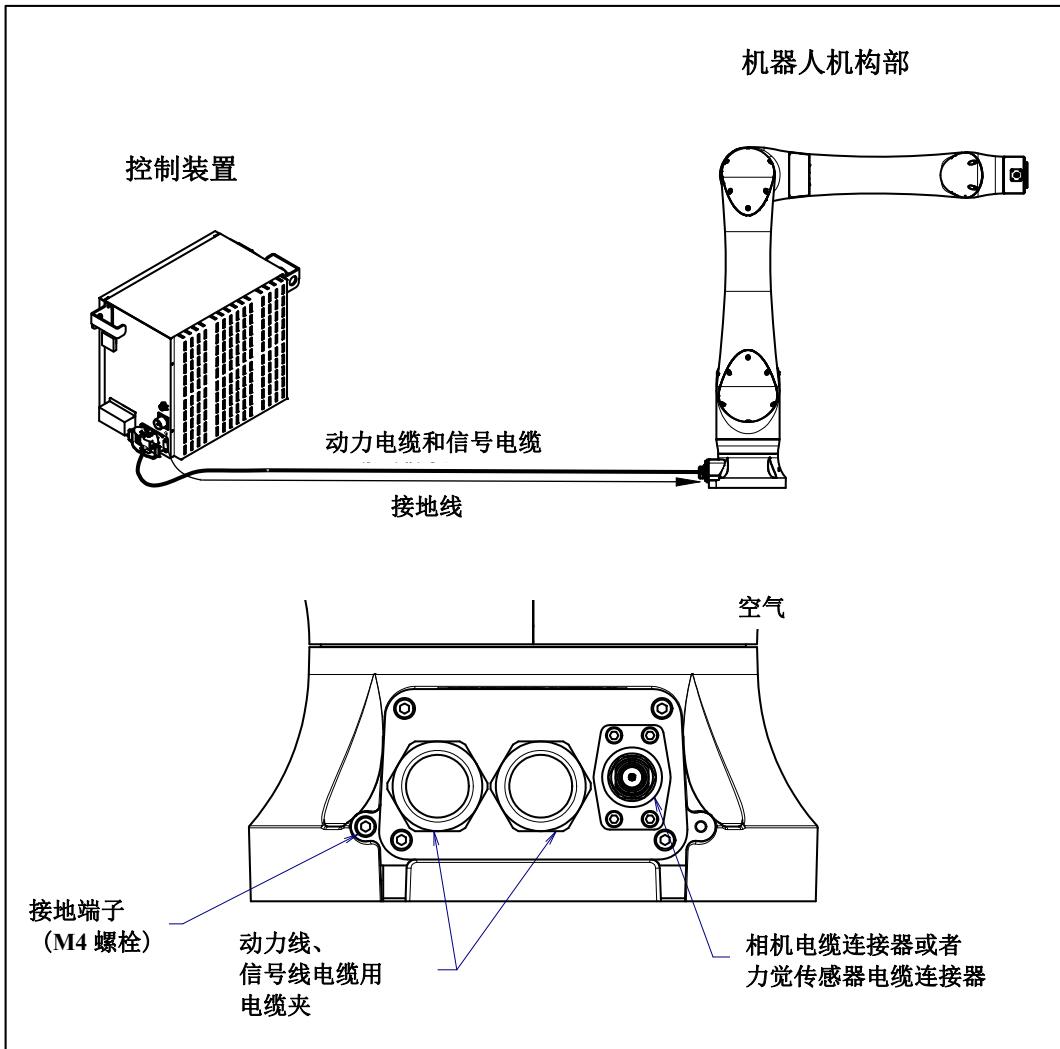


图 2 (b) 电缆连接图 (CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L 背面配线板)

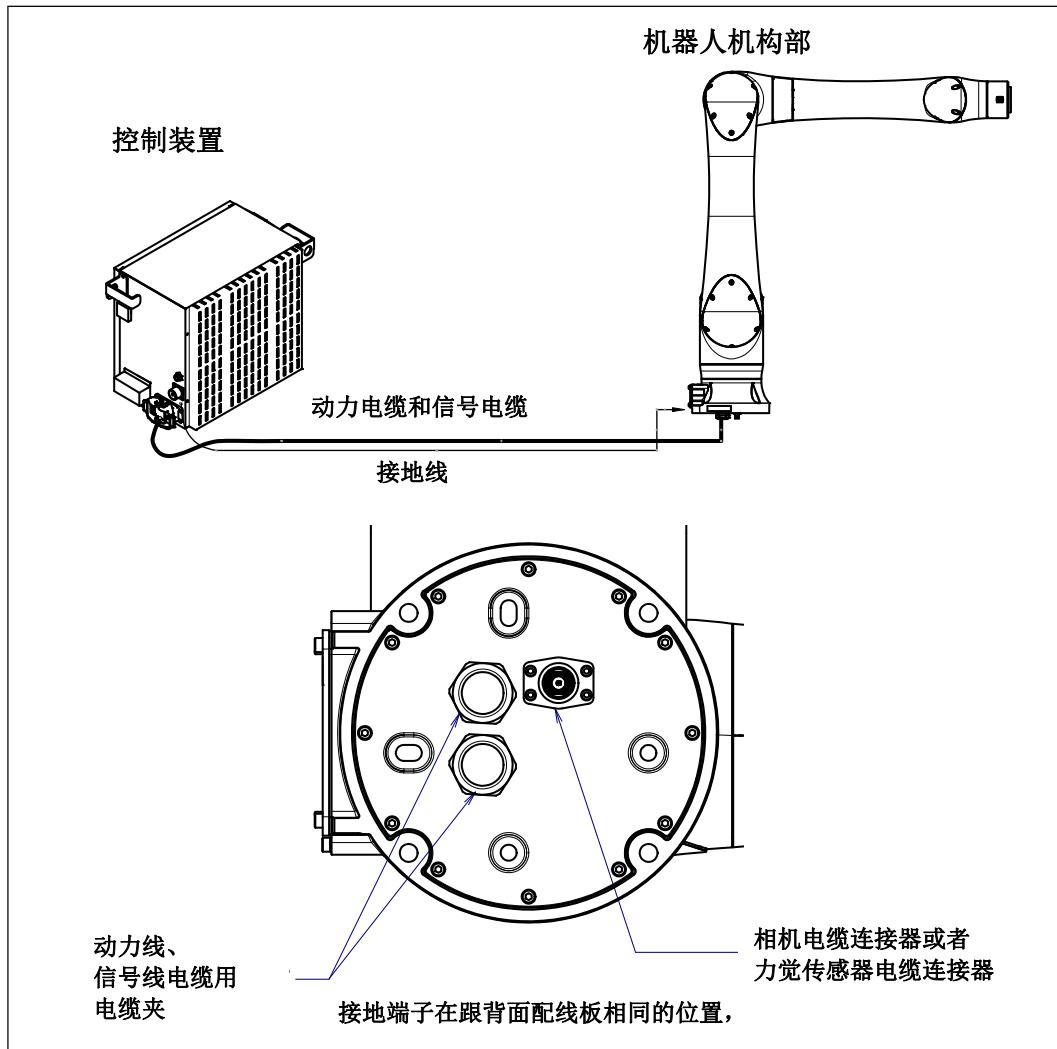


图 2 (c) 电缆连接图 (CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L 底面配线板)

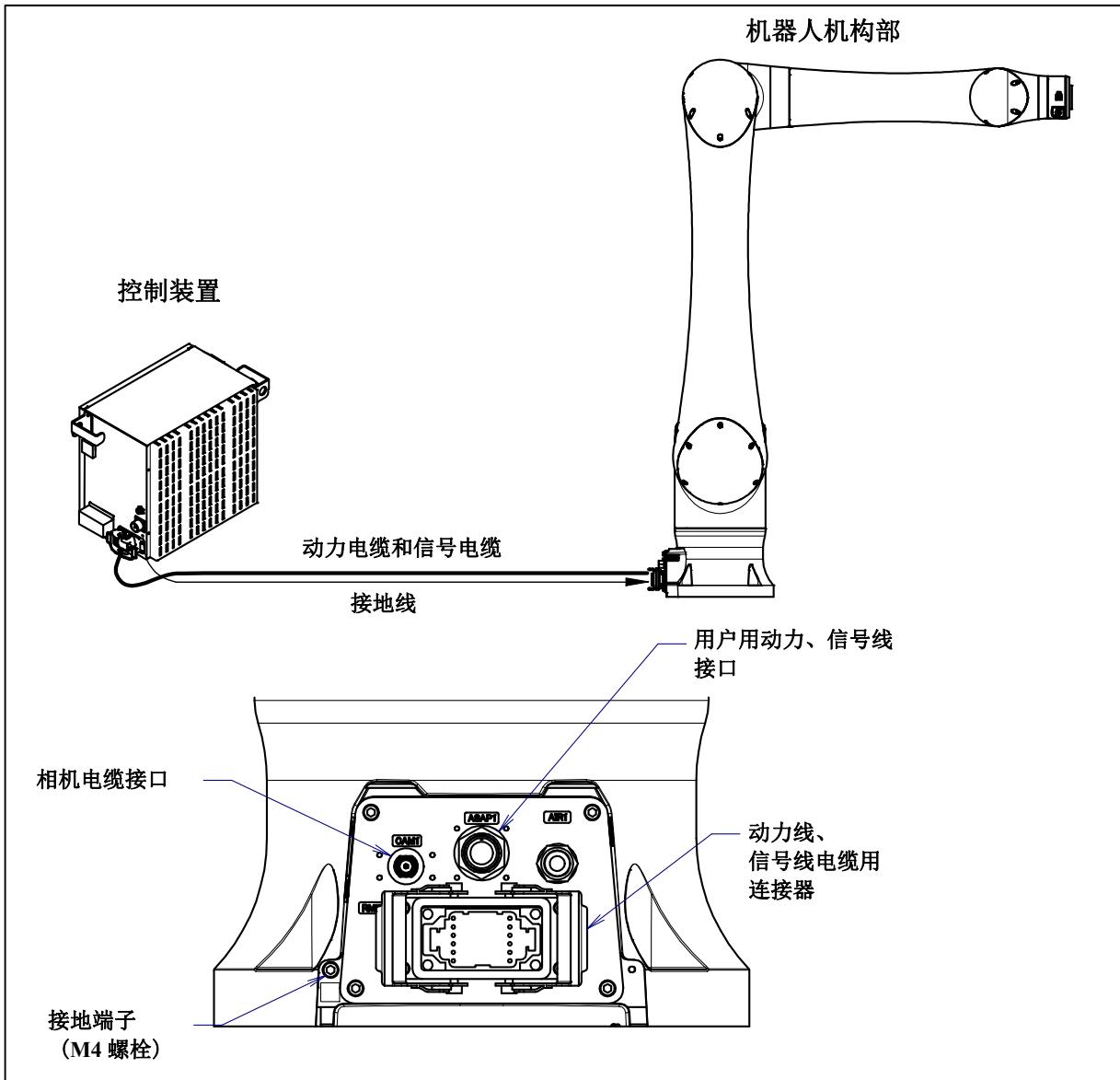


图 2 (d) 电缆连接图 (CRX-25iA 背面配线板)

3 基本规格

3.1 机器人的构成

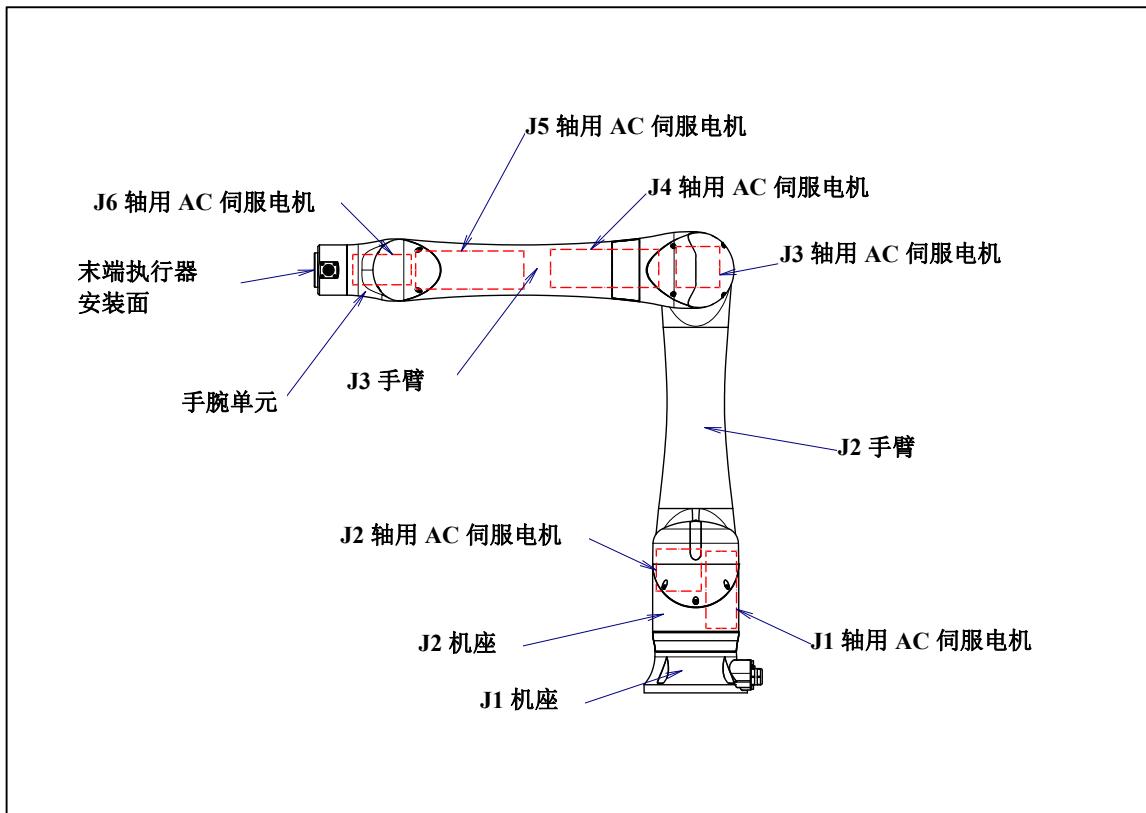


图 3.1 (a) 机构部的构成

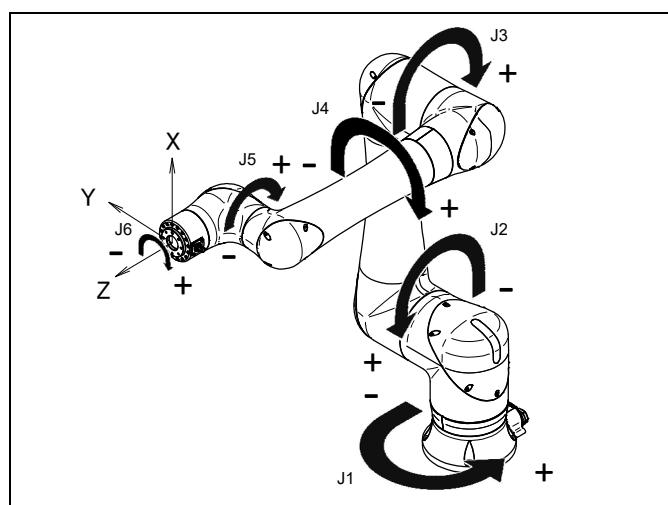


图 3.1 (b) 各轴坐标和机械接口坐标

注释

机械接口坐标的原点(0.0.0)是末端执行器中心。

表 3.1 (a) 规格一览表 (注释 1)

项目	规格						
机型	CRX-5iA	CRX-10iA	CRX-10iA/L	CRX-20iA/L	CRX-25iA		
机构	多关节型机器人						
控制轴数	6 轴 (J1, J2, J3, J4, J5, J6)						
可达半径	994mm	1249 mm	1418 mm	1889mm			
安装方式	地面安装、顶吊安装、倾斜角 (注释 2)						
动作范围	J1 轴	400° (6.98 rad)	380° (6.63 rad)	360° (6.28 rad)			
	J2 轴	360° (6.28 rad)					
	J3 轴	635° (11.08 rad)	570° (9.95 rad)	540° (9.42 rad)			
	J4 轴	380° (6.63 rad)					
	J5 轴	360° (6.28 rad)					
	J6 轴	450° (7.85 rad)					
最高动作速度 (注释 3)	1000mm/s(注释 4) (高速模式 2000mm/s (注释 5))			1000mm/s (注释 4) (高速模式 1000mm/s (注释 5))	1000mm/s (注释 4) (高速模式 2000mm/s (注释 5))		
手腕部可搬运质量	5kg	10kg	20kg	25kg			
手腕部允许 负载转矩	J4 轴	19.0Nm	34.8Nm	70.0Nm	100.0Nm		
	J5 轴	15.4Nm	26.0Nm	64.0Nm	74.0Nm		
	J6 轴	6.7Nm	11.0Nm	30.0Nm	32.0Nm		
手腕部允许 负载转动惯量	J4 轴	0.77kg.m ²	1.28kg.m ²	4.00kg.m ²	4.70kg.m ²		
	J5 轴	0.50kg.m ²	0.90kg.m ²	4.00kg.m ²	4.00kg.m ²		
	J6 轴	0.10kg.m ²	0.30kg.m ²	2.00kg.m ²	2.00kg.m ²		
重复定位精度 (注释 6)	±0.03mm	±0.04mm			±0.05mm		
机器人质量	25kg	40kg	40kg	41kg	135kg		
防尘防水结构 (注释 7)	符合 IP67 标准						
噪音	70dB 以下(注释 8)						
安装条件	环境温度:	0~45°C (注释 9) 搬运, 储藏时 -10~+60°C					
	环境湿度:	通常 75%RH 以下 (无结露) 短期 (1 个月以内) 在 95%RH 以下 (无结露)					
	允许高度:	海拔 1000m 以下					
	无腐蚀性气体 (注释 10)						
	振动加速度:	4.9m/s ² (0.5G)以下 (注释 11)					
	严禁烟火						

注释

- 即使在机器人规格范围内使用机器人时, 某些动作程序也有可能导致减速机寿命缩短或者发生过热报警。可以在导入机器人前活用 ROBOGUIDE 进行详细的研讨。
- 在所有的安装形式中对动作范围都没有限制。(CRX-5iA 受到限制。进行倾斜角安装的情况下, 请向我公司洽询。)
- 短距离移动时有可能达不到各轴的最高速度。
- 对系统进行风险评估时, 还需要考虑到避免被机器人与周围设备夹住。根据评估结果, 决定动作速度。
- 利用安全传感器 (分离式) 进行区域监视时。
- 遵照 ISO9283 标准。
- 关于 IP (保护结构等级) 的定义
- IP67 的定义
 - 6→耐尘型: 粉尘不会侵入内部
 - 7→针对浸渍的保护: 在规定压力、时间下即使浸在水中也不会产生有害的影响。
- 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)
- 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。
- 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。
- 如果地板振动或者机械手振动等会影响机器人, 机器人有可能停止。

机器人机构部的抗药品、抗溶剂性能

- (1) 下列液体，可能会造成对机器人使用的橡胶部件（密封件、油封、O形密封圈等）的老化或腐蚀，请不要使用。
(但是，经过我公司认可的产品可以使用)
 - (a) 有机溶剂
 - (b) 氯类、汽油类的切削液·清洗剂
 - (c) 胺类切削液·清洗剂
 - (d) 酸、碱等腐蚀性液体、导致生锈的液体或水溶液
 - (e) 其它如丁腈橡胶(NBR)、氯丁橡胶(CR橡胶)等没有抗性的液体或水溶液
- (2) 在水等液体飞溅到机器人上的环境下使用机器人时，应充分注意J1机座下的排水。若排水不充分而导致J1机座经常浸水，将会引起机器人故障。
- (3) 请勿使用性状不明的切削液、洗净液。
- (4) 机器人不能长时间浸在水中，或易被淋湿的环境下使用。

3.2 机构部外形尺寸和动作范围图

图3.2(a)~(d)示出机器人的动作范围图。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。

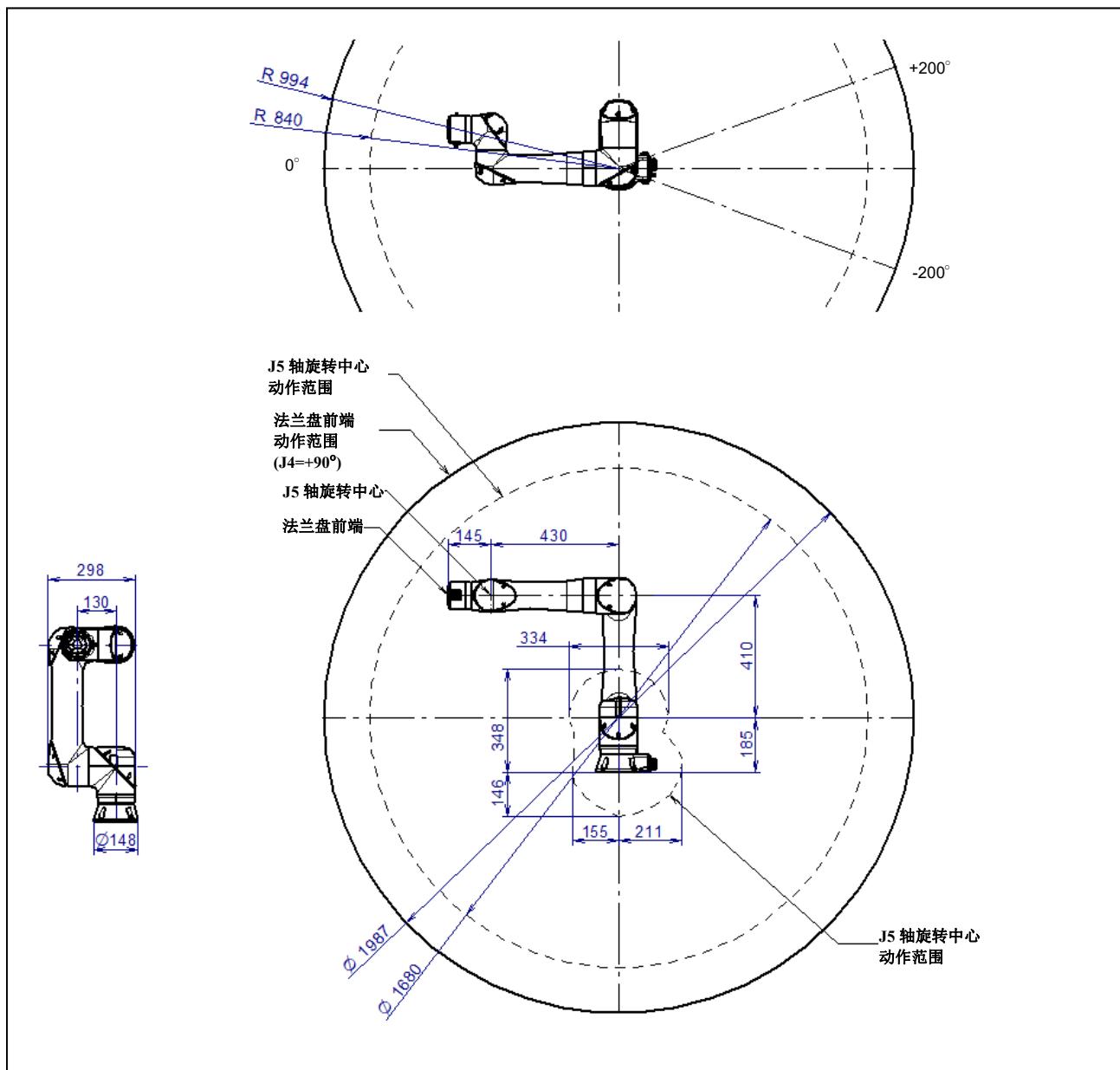


图3.2 (a) 动作范围图 (CRX-5iA)

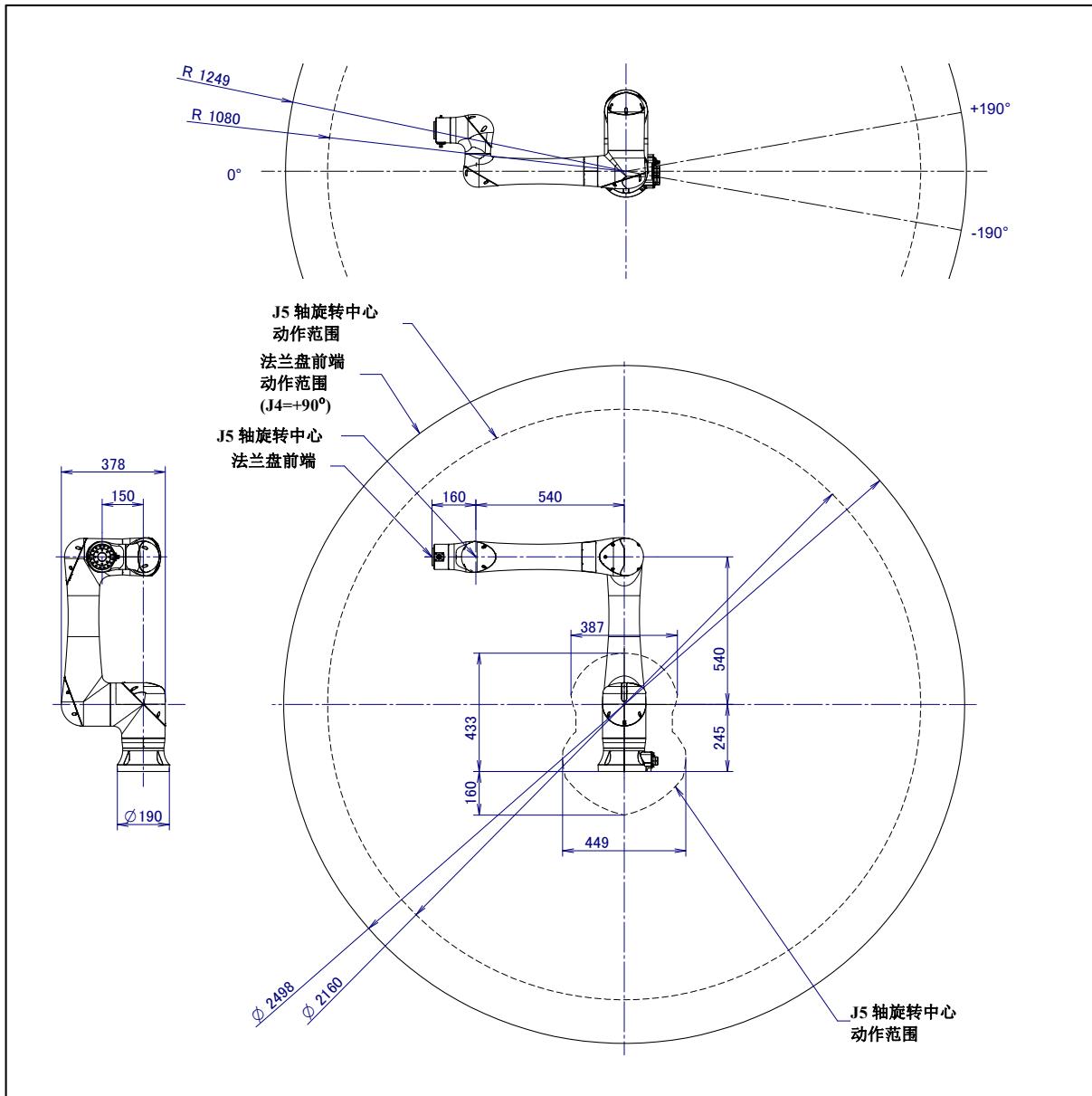


图 3.2 (b) 动作范围图 (CRX-10iA)

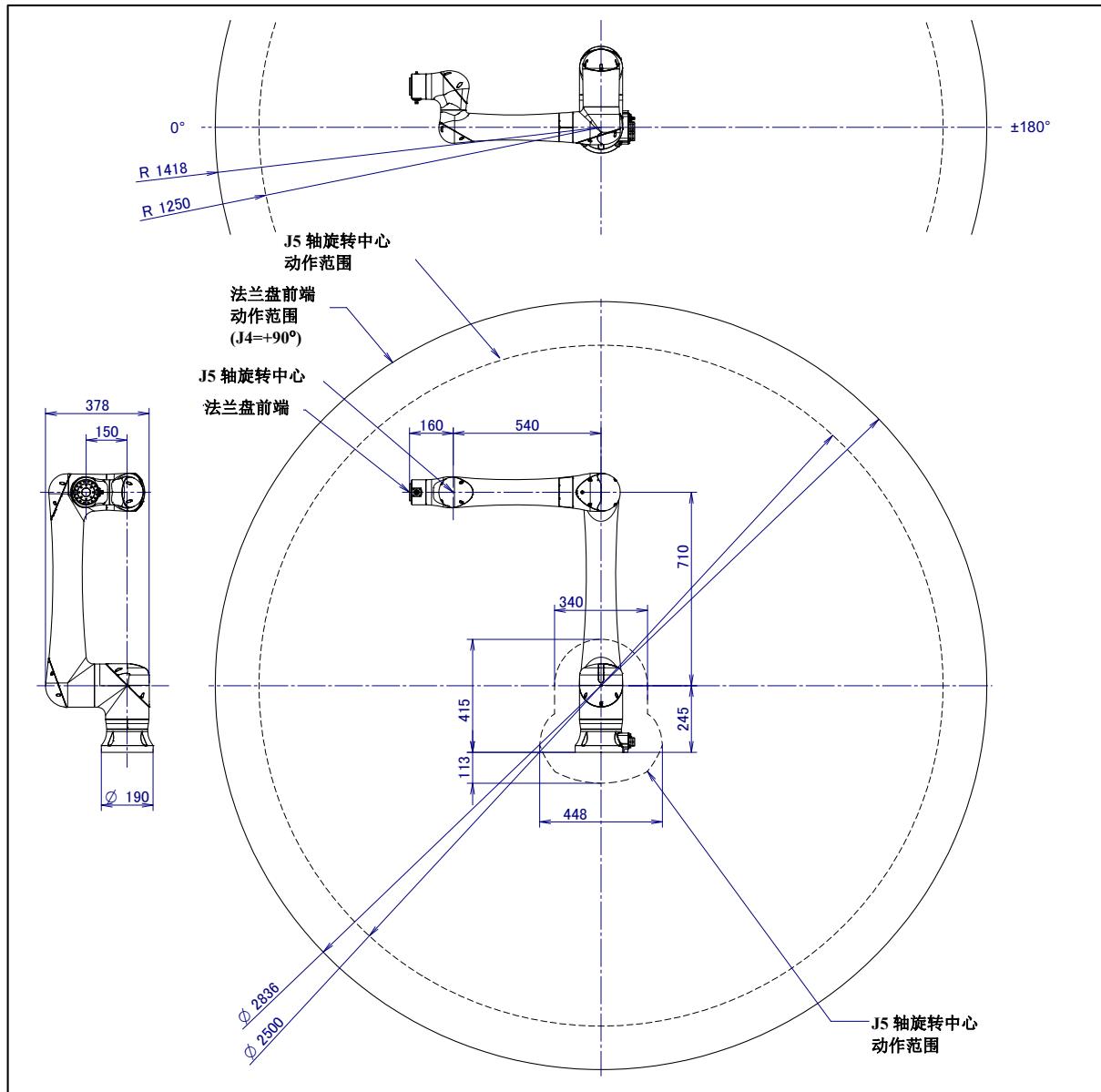


图 3.2 (c) 动作范围图 (CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

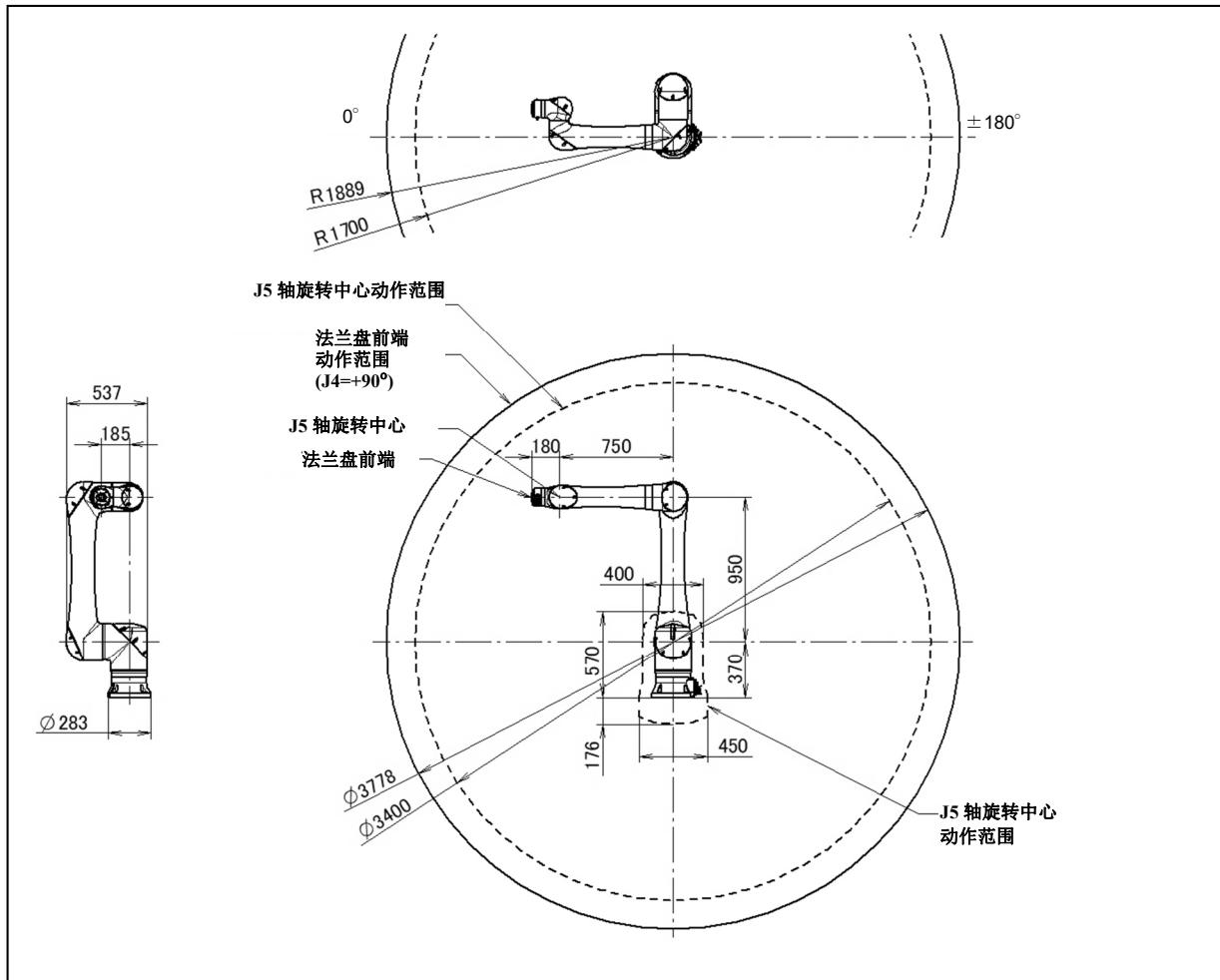


图 3.2 (d) 动作范围图 (CRX-25iA)

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。

图 3.3 (a)~3.3 (j) 中示出各轴的原点和可动范围。

* 可动范围可以变更。变更详情，请参阅第 6 章“变更可动范围”。

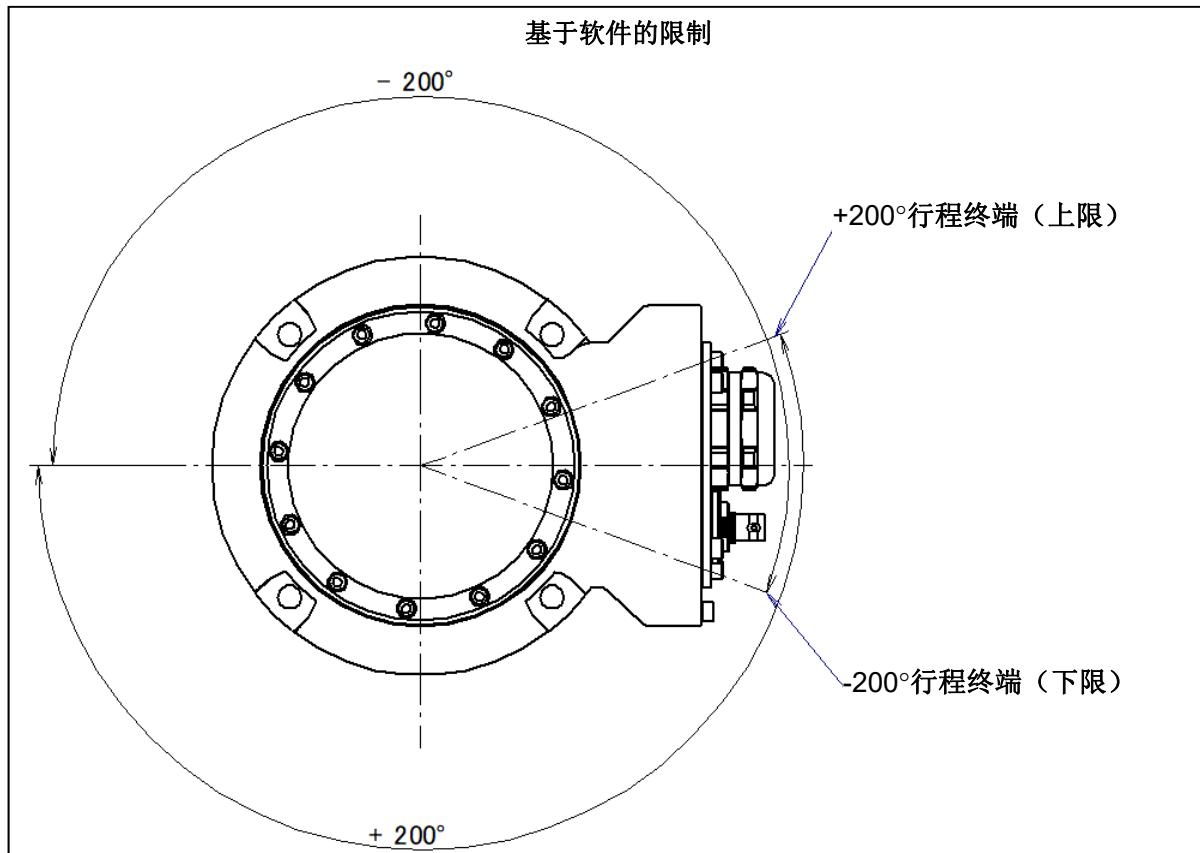


图 3.3 (a) J1 轴可动范围 (CRX-5iA)

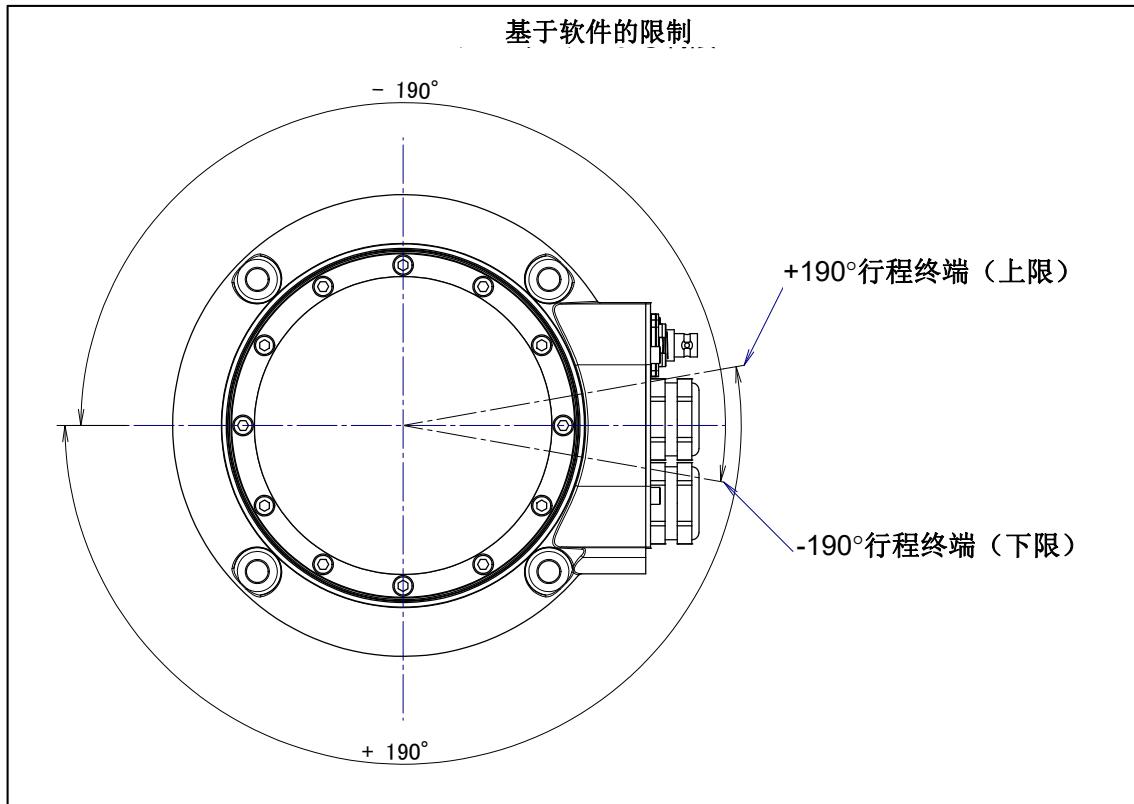


图 3.3 (b) J1 轴可动范围 (CRX-10iA)

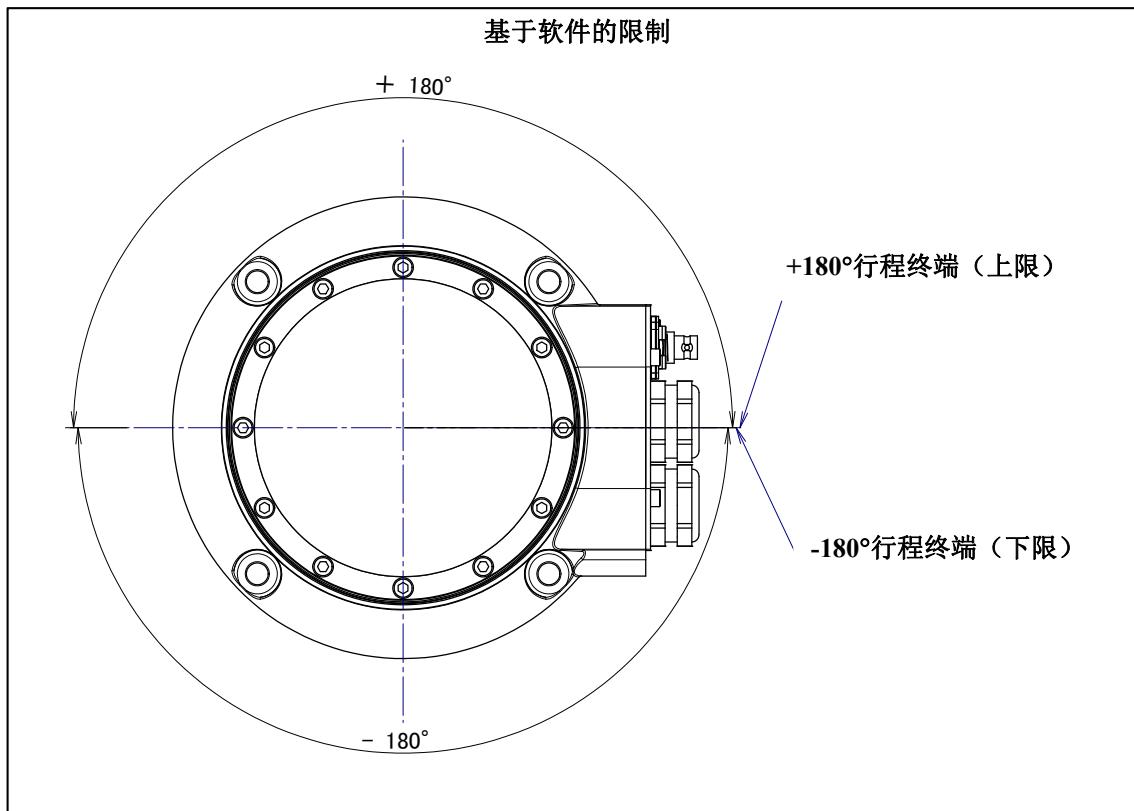


图 3.3 (c) J1 轴可动范围 (CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA)

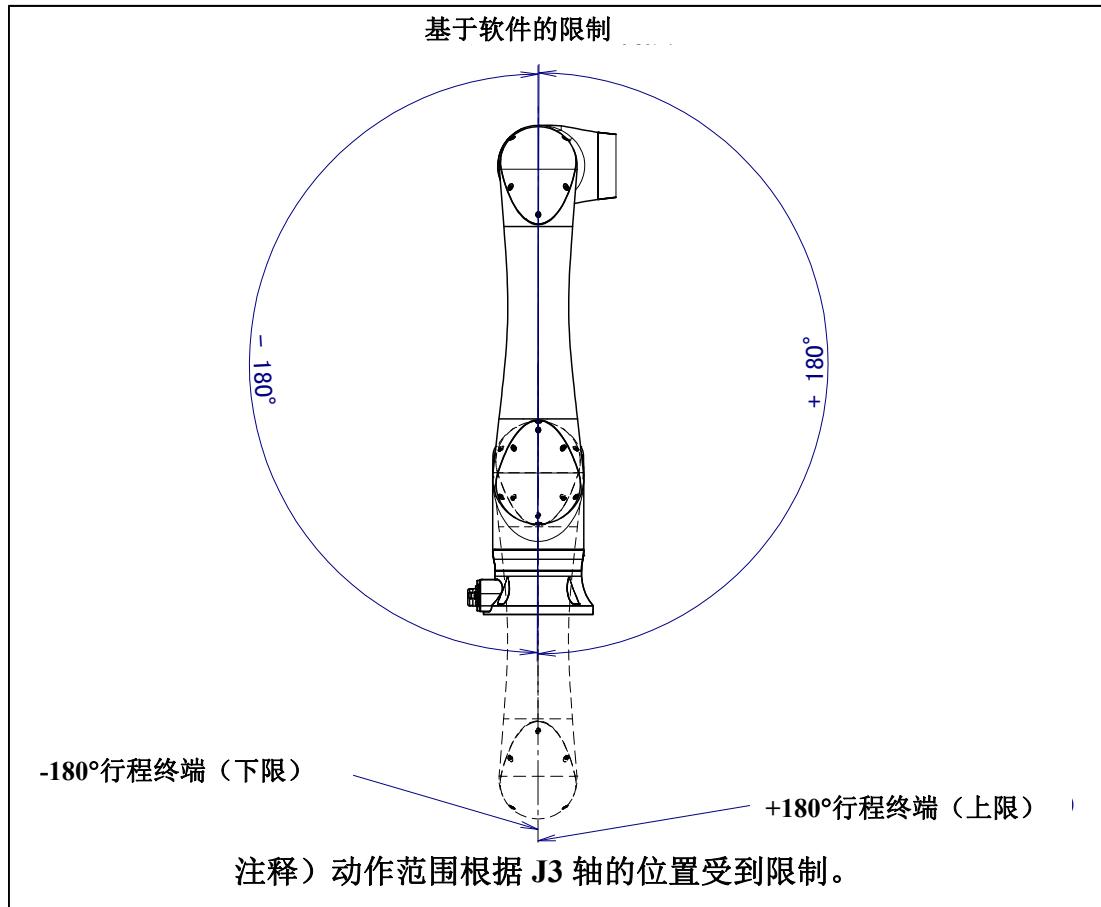


图 3.3 (d) J2 轴可动范围 (CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA)

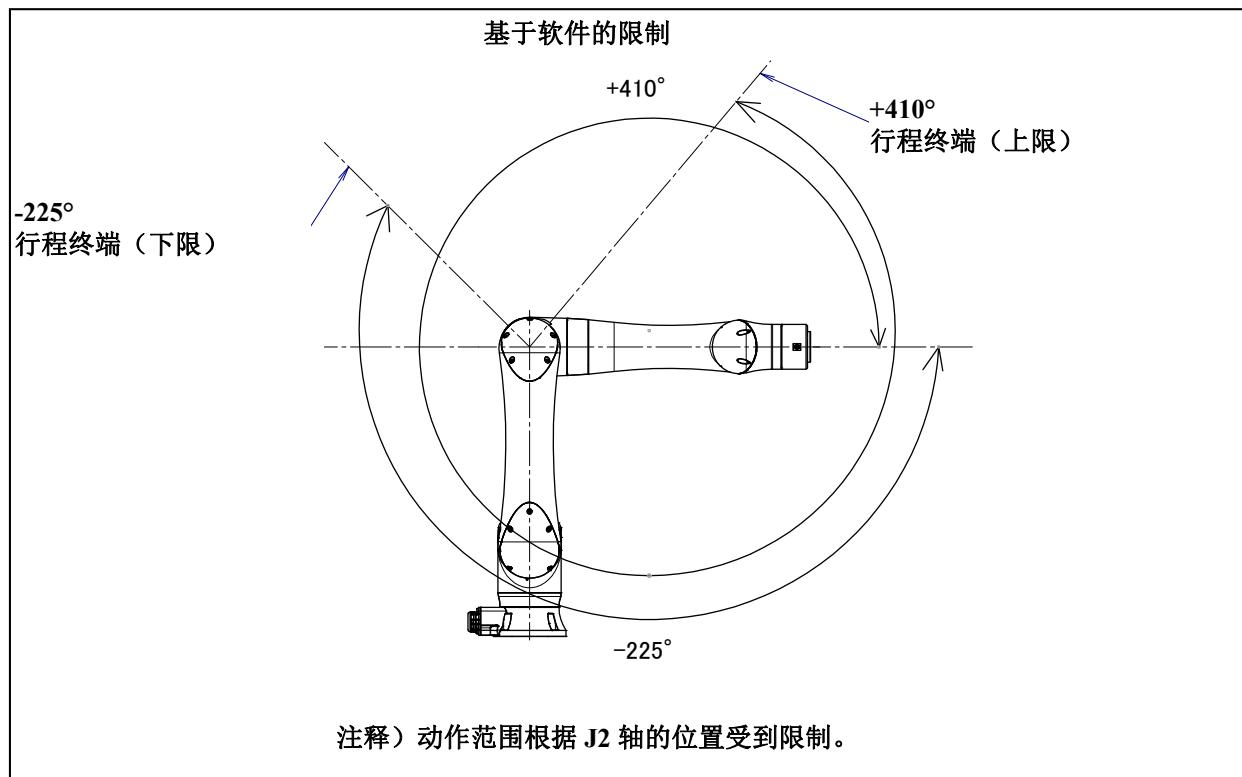


图 3.3 (e) J3 轴可动范围 (CRX-5iA)

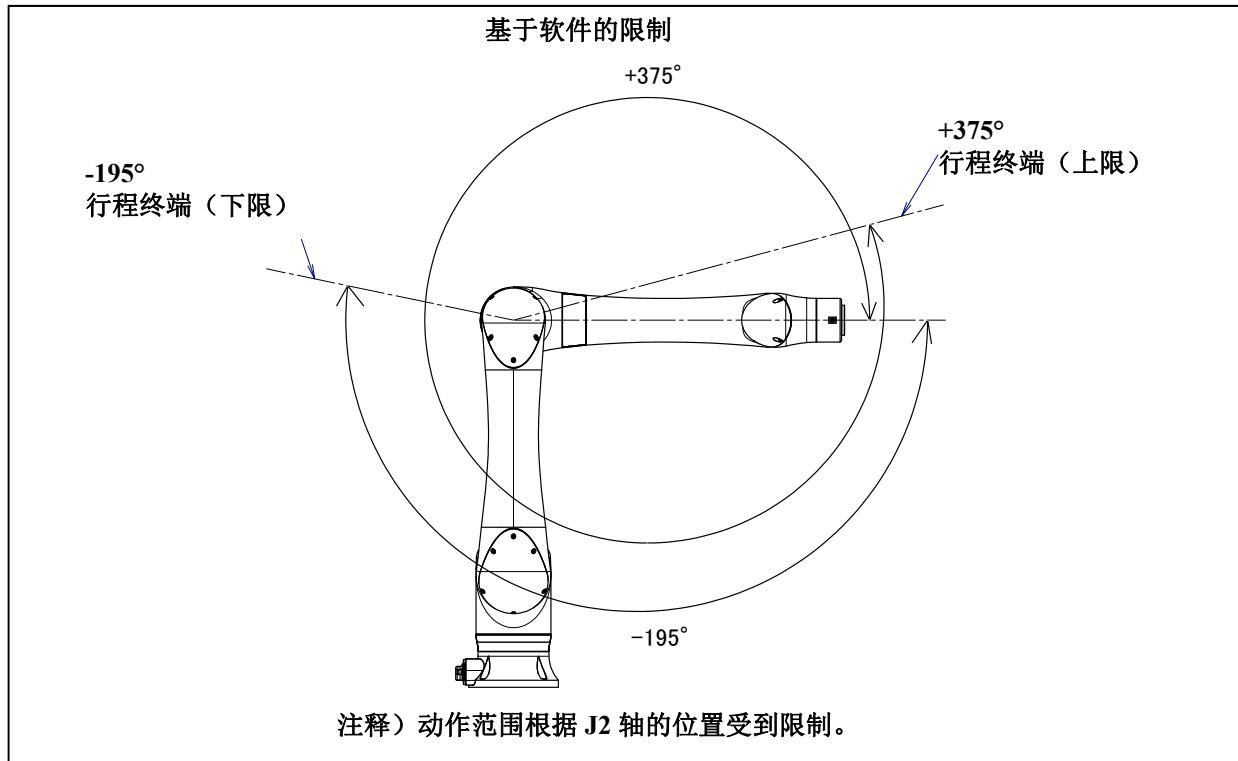


图 3.3 (f) J3 轴可动范围 (CRX-10iA)

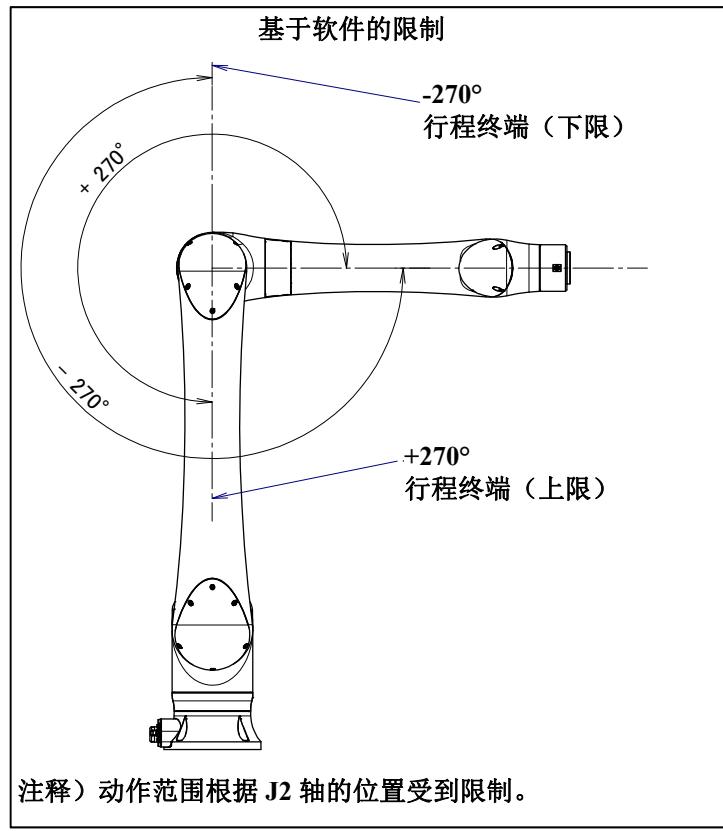


图 3.3 (g) J3 轴可动范围 (CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA)

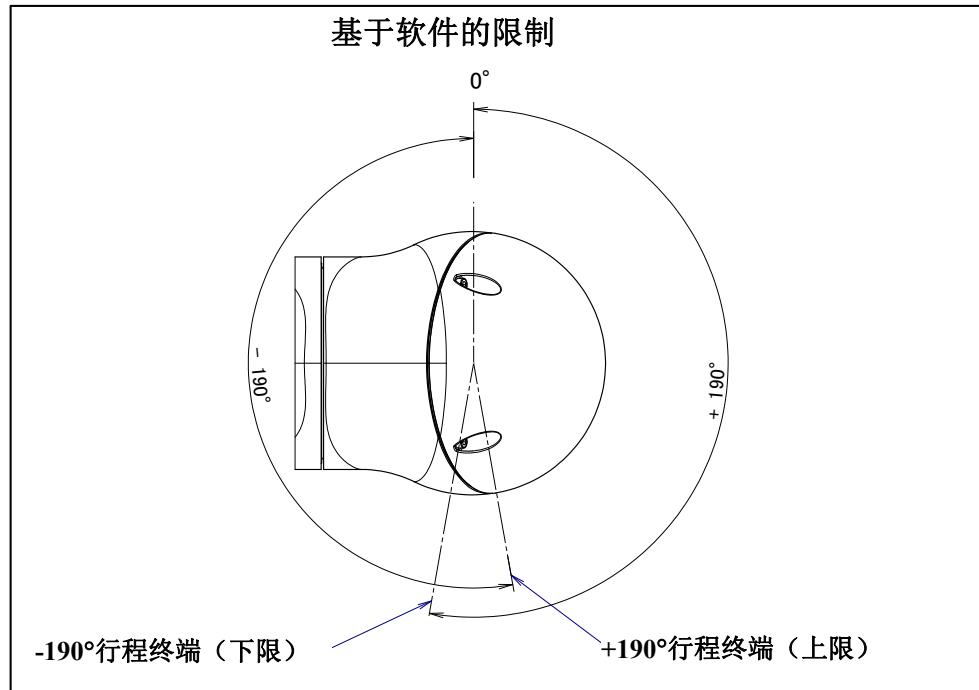


图 3.3 (h) J4 轴可动范围 (CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA)

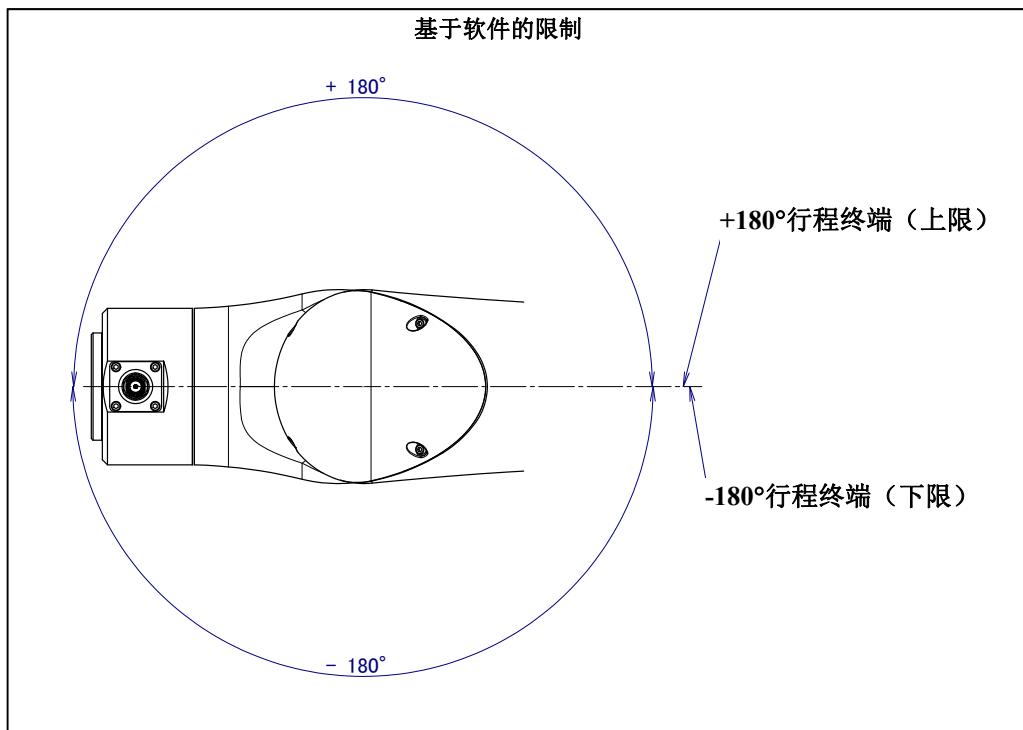


图 3.3 (i) J5 轴可动范围 (CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA)

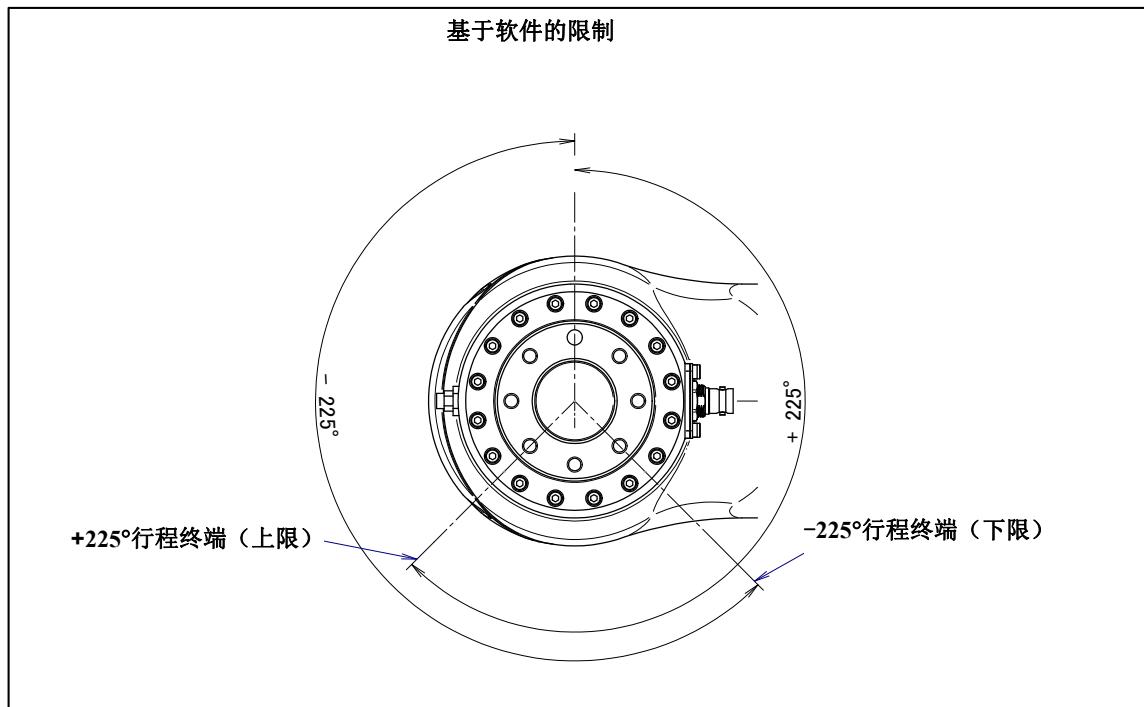


图 3.3 (j) J6 轴可动范围 (CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA)

3.4 手腕负载条件

图 3.4 (a)~(d) 中示出手腕部允许负载线图。

- 负载条件应在图表所示的范围内。
- 使用时应同时符合手腕允许力矩、手腕允许惯量的条件。有关手腕允许力矩、手腕允许负载惯量，请参阅规格一览表。
- 有关向末端执行器的安装，请参阅 4.1 节。

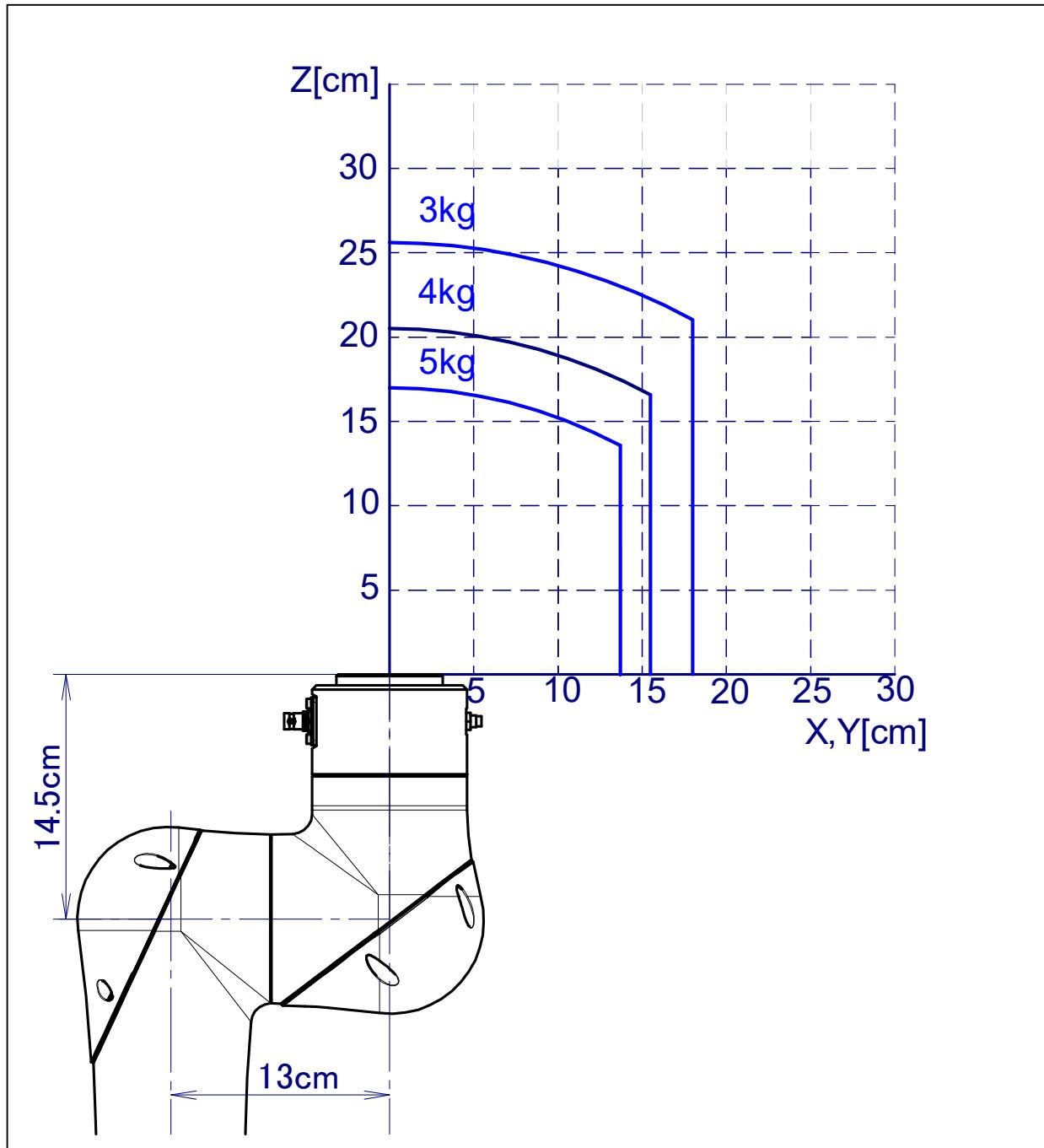


图 3.4 (a) 手腕部允许负载线图 (CRX-5iA)

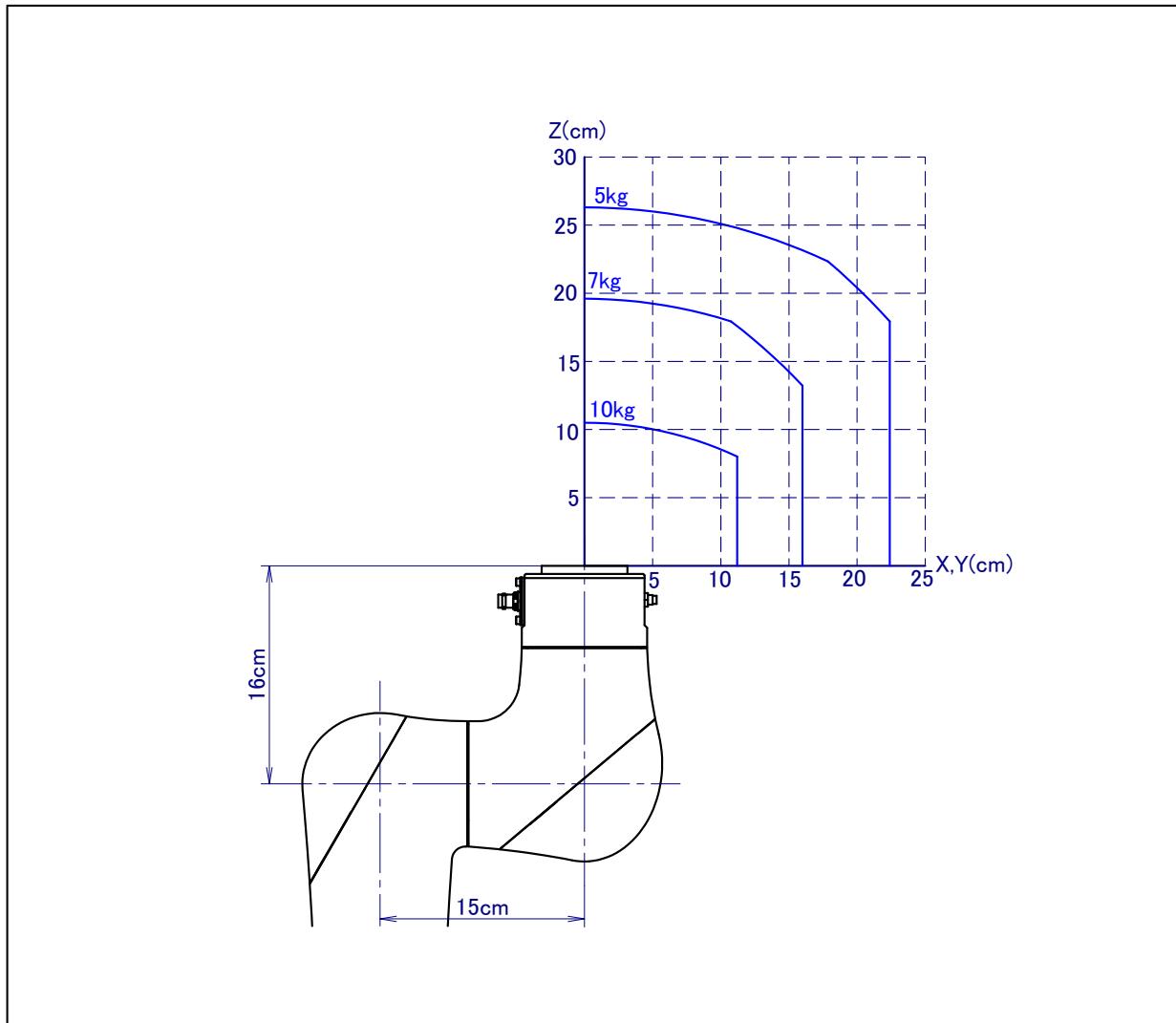


图 3.4 (b) 手腕部允许负载线图 (CRX-10iA,CRX-10iA/L)

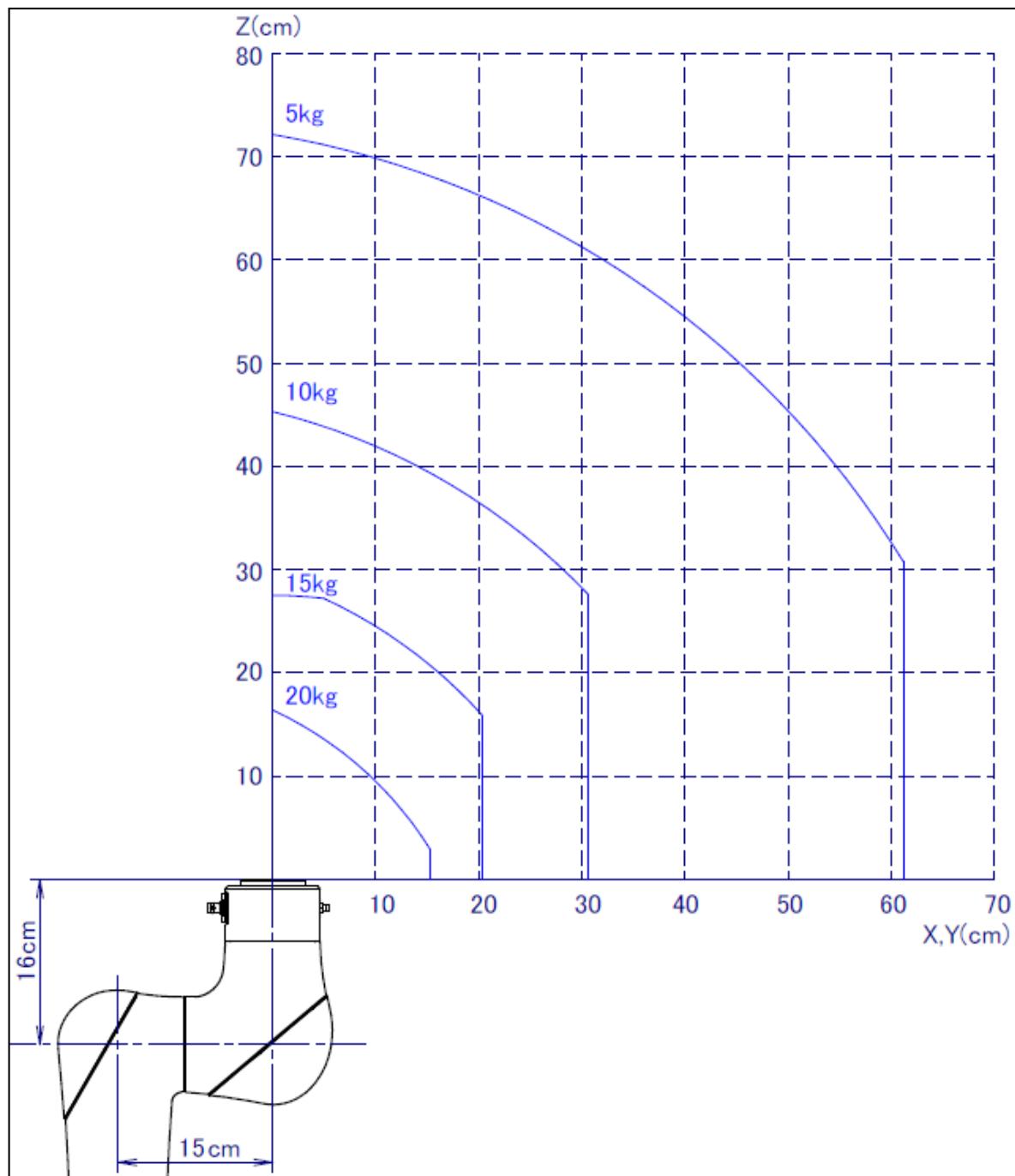


图 3.4 (c) 手腕部允许负载线图 (CRX-20iA/L)

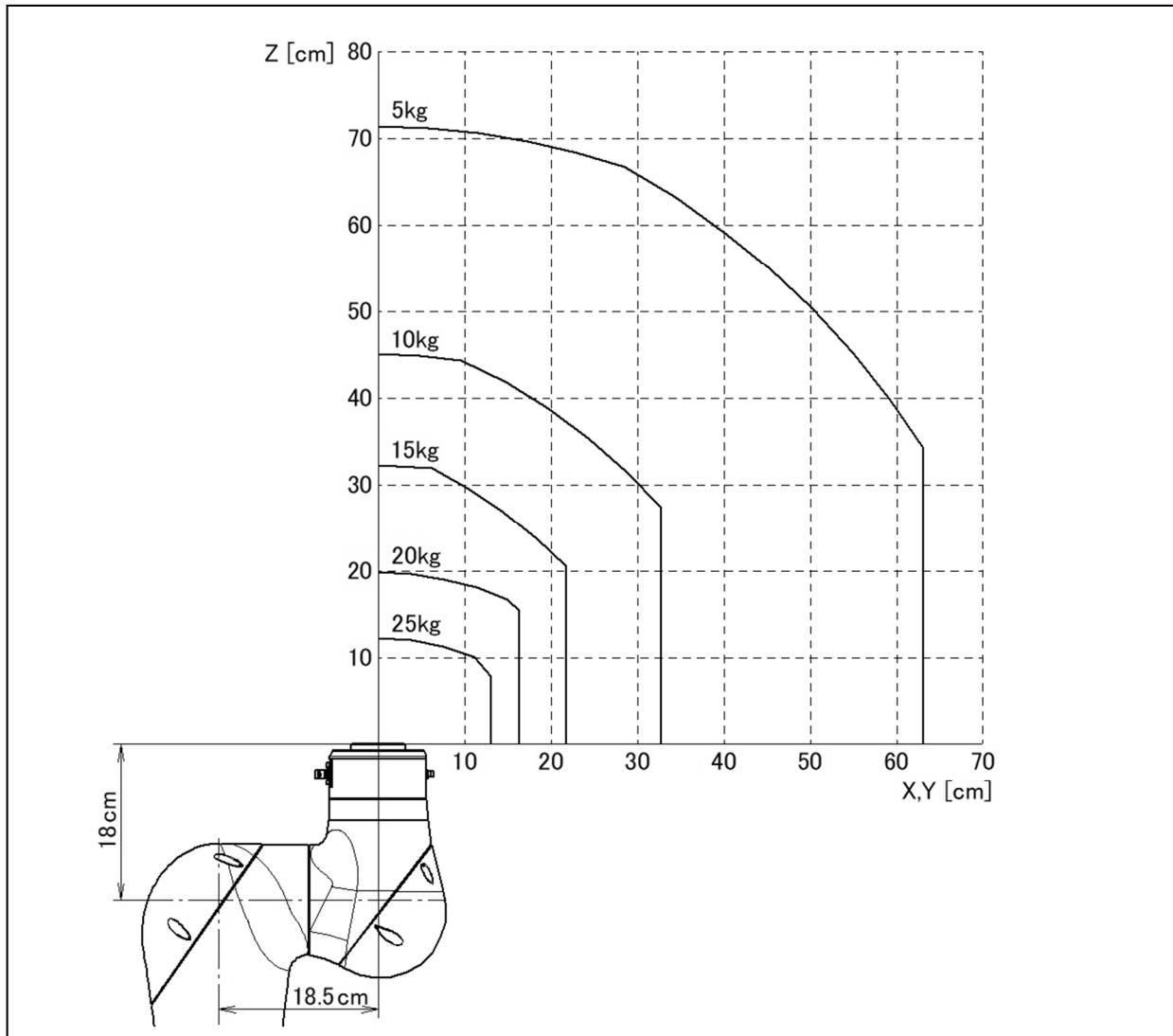


图 3.4 (d) 手腕部允许负载线图 (CRX-25iA)

4 安装设备到机器人上

4.1 安装末端执行器到手腕前端上

图 4.1 (a) 中示出手腕前端的末端执行器安装面。所使用的螺栓以及定位插销，应充分考虑螺孔以及插销孔深度后选择长度。另外，有关末端执行器固定用螺栓的拧紧力矩，请参阅“附录 B 螺栓拧紧力矩一览表”。



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。



警告

安装末端执行器的时候，末端执行器有可能与机器人发生碰撞，身体的一部分有可能被夹在末端执行器和机器人之间，而导致重伤。

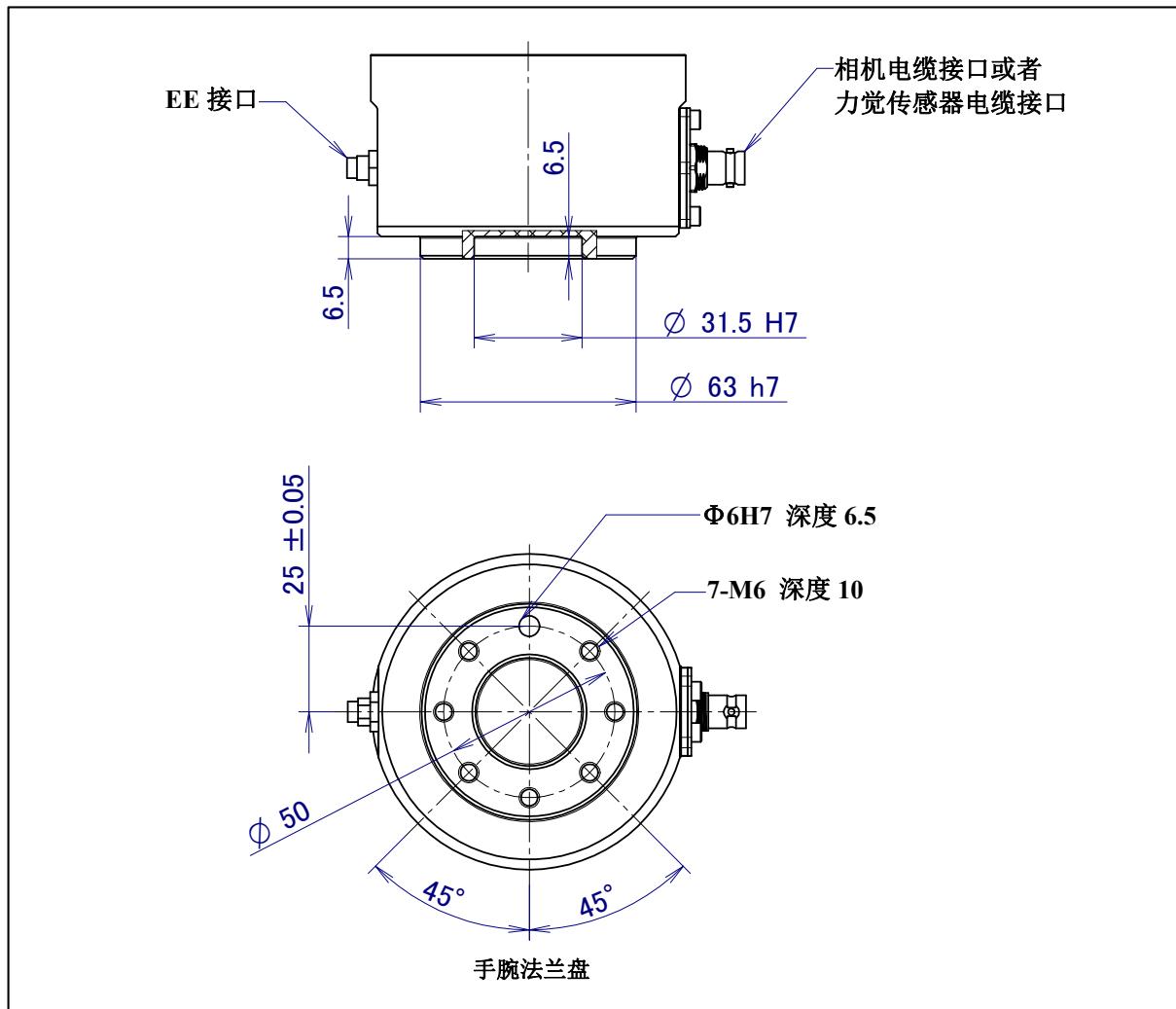


图 4.1 (a) 末端执行器安装面 (CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA)

4.2 关于负载设定

⚠ 警告

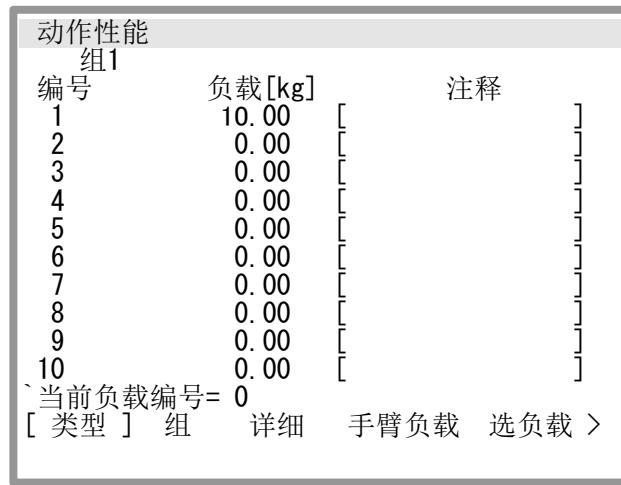
负载设定不正确的话，会丢失安全功能，而且会导致受伤。变更负载设定时，要执行值的确认和再测验。

⚠ 注意

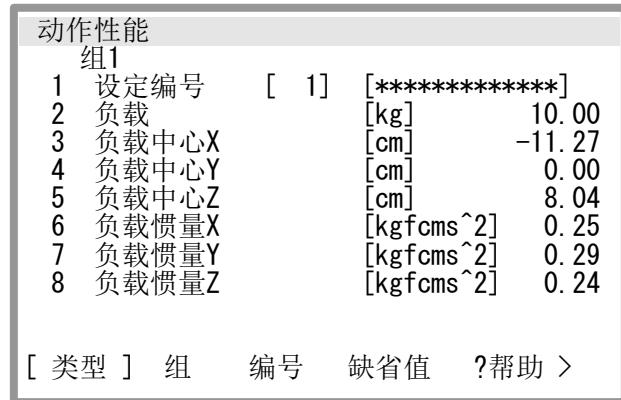
- 1 请正确地执行负载设定（重量、重心位置、惯量）。如果负载设定有错误，有可能导致碰触停止灵敏度的下降。另外在执行动作时，协作机器人会一直确认负载是否正确。如果机器人判定实际的负载和负载设定相矛盾，为了安全机器人会停止。
如果负载设定不正确，机器人将无法运转。
- 2 机器运转之前，务必正确地进行负载设定。请勿在跟设定负载不一致的负载下或者过载状态下进行运转。包括与周边设备连接用电缆等在内的负载重量不可超过机器人的可搬运重量。否则将有可能导致减速机的寿命缩短。

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。



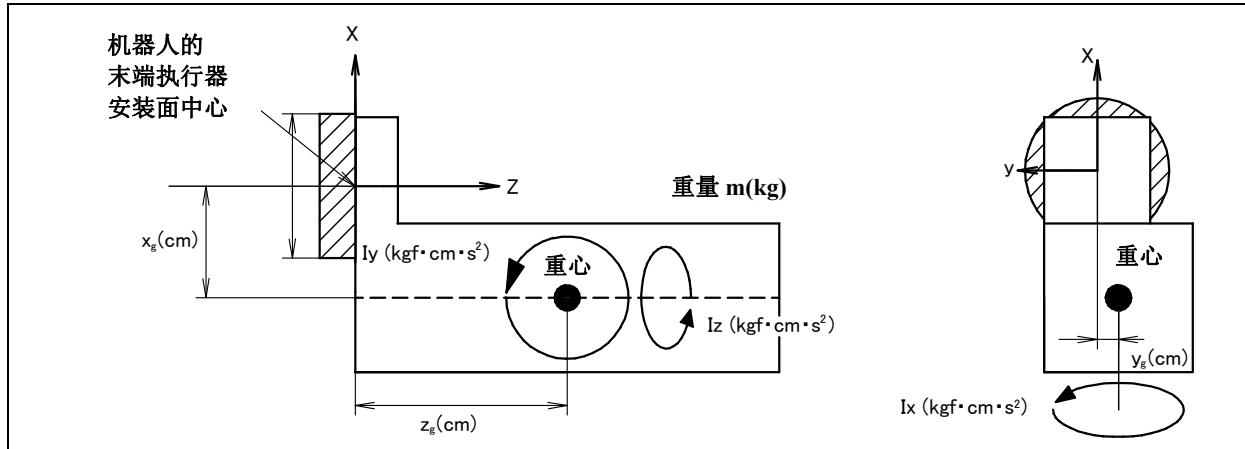


图 4.2 (a) 标准的工具坐标

- 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。

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(a))
- 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。

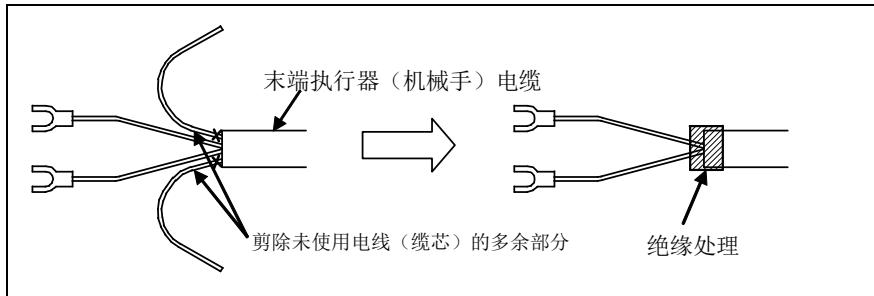


图5(a) 末端执行器(机械手)电缆的处理方法

5.1 可选购项电缆用接口（可选购项）

图 5.1 (a)~(c) 示出可选购项电缆的接口位置。作为可选购项提供有 EE(RI/RO)。

注释

各可选购项电缆的配线板上已按照如下方式进行标注。
EE(RI/RO)接口：EE、用户用动力、信号线：ASAP

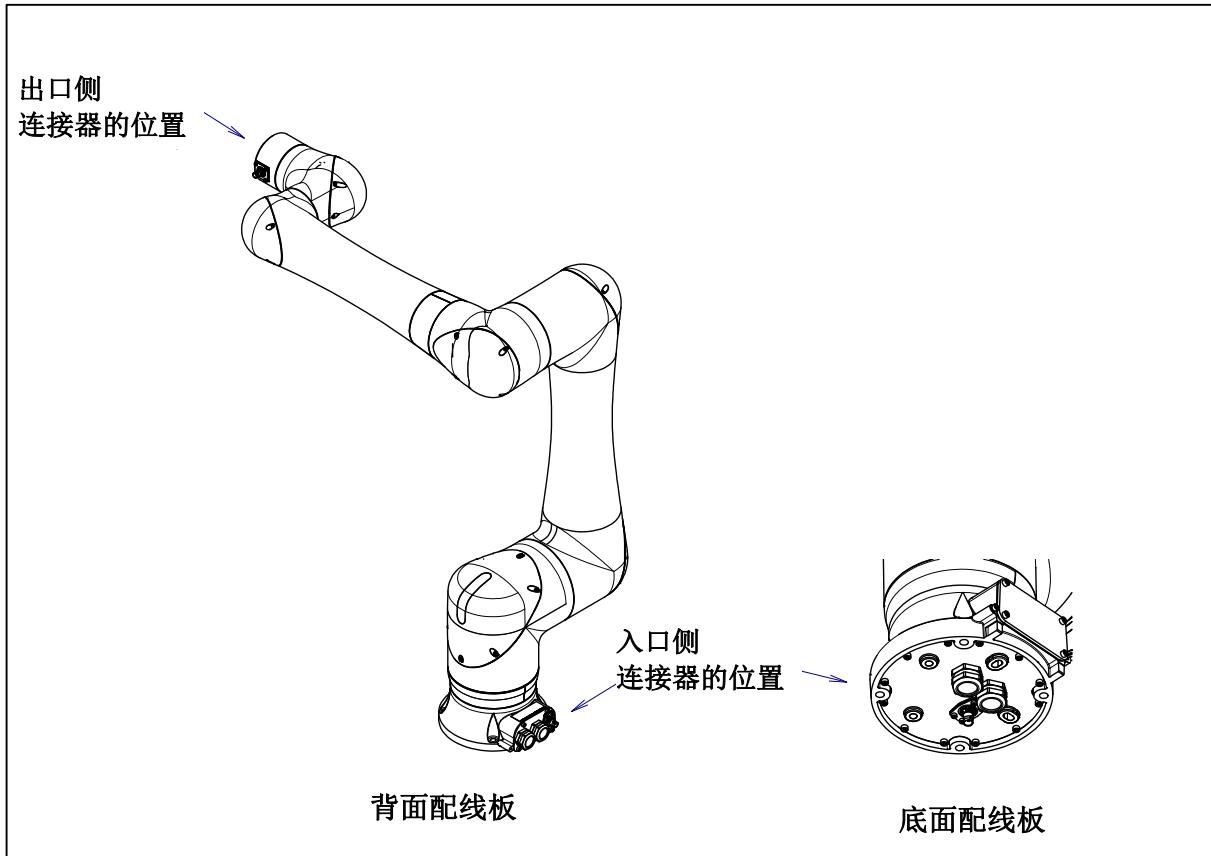


图 5.1 (a) 可选购项电缆用接口的位置
(CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA)

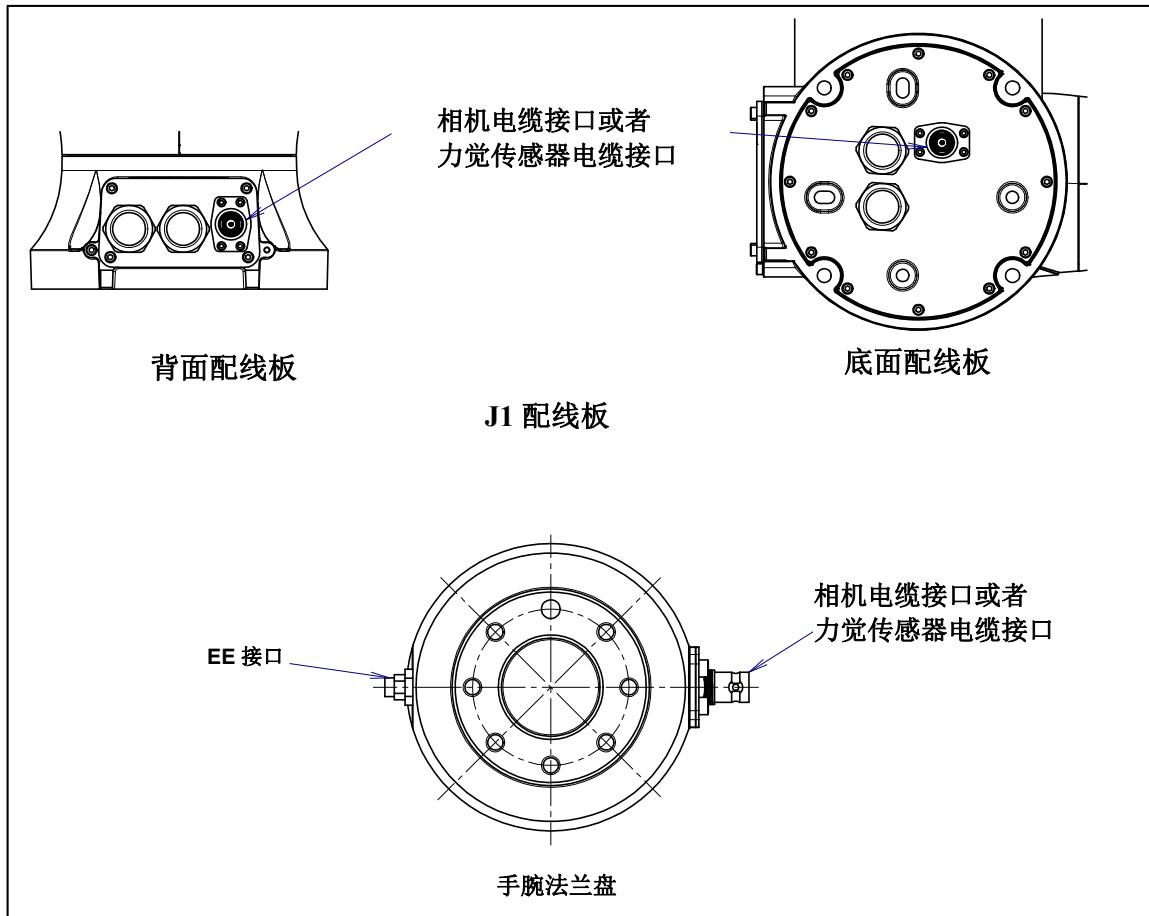


图 5.1 (b) 可选购项电缆用接口 (CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

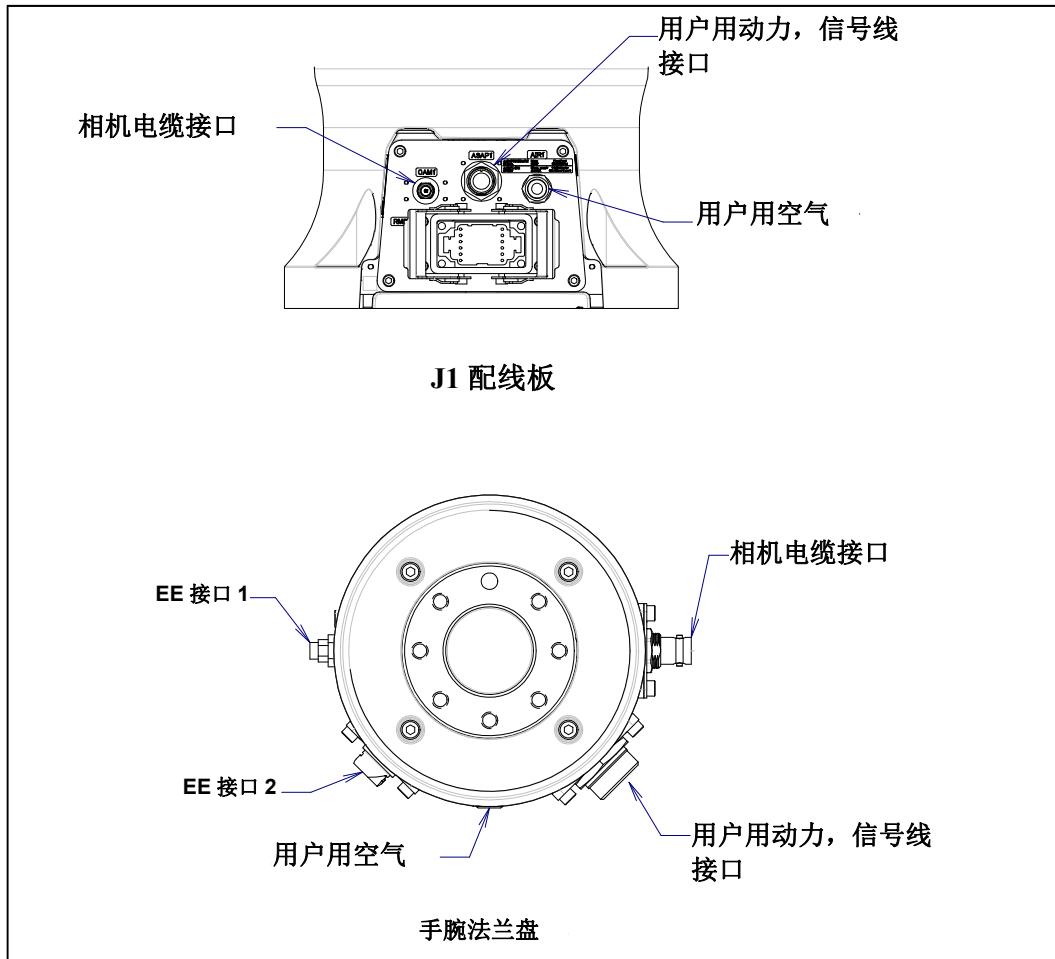


图 5.1 (c) 可选购项电缆用接口 (CRX-25iA)

(1) EE 接口(RI/RO) (可选购项)

图 5.1 (d), (e)示出 EE 接口(RI/RO)的插针排列。

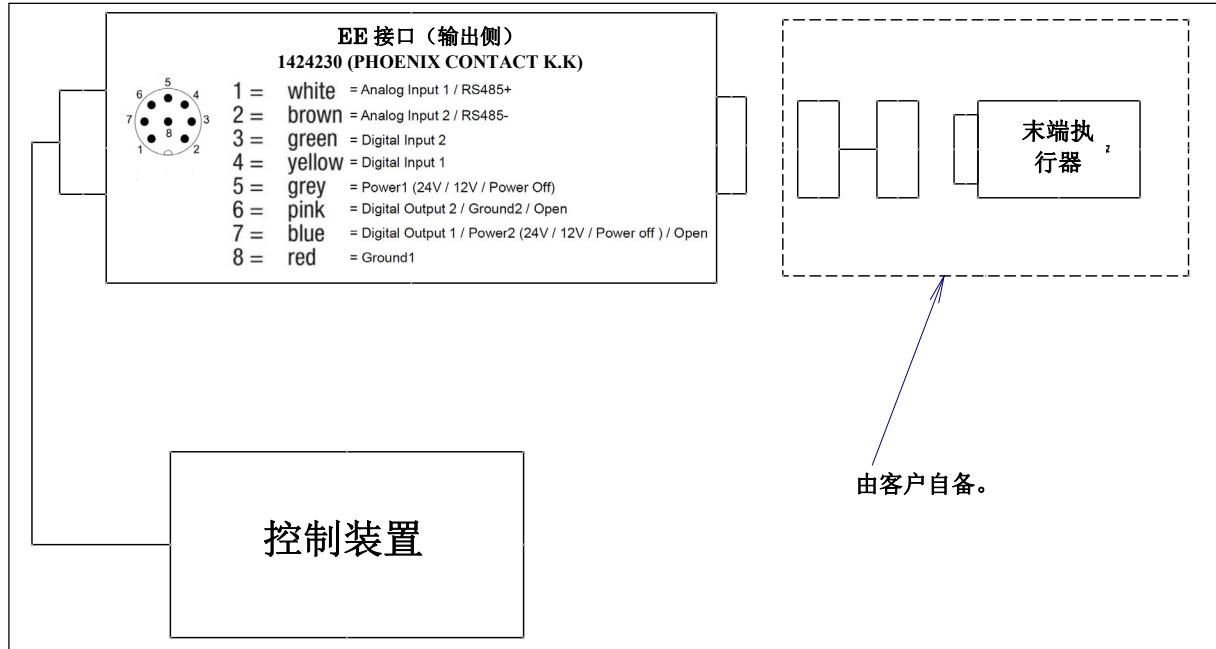


图 5.1 (d) EE 接口(RI/RO)的插针排列 (CRX-25iA 时成为 EE1)

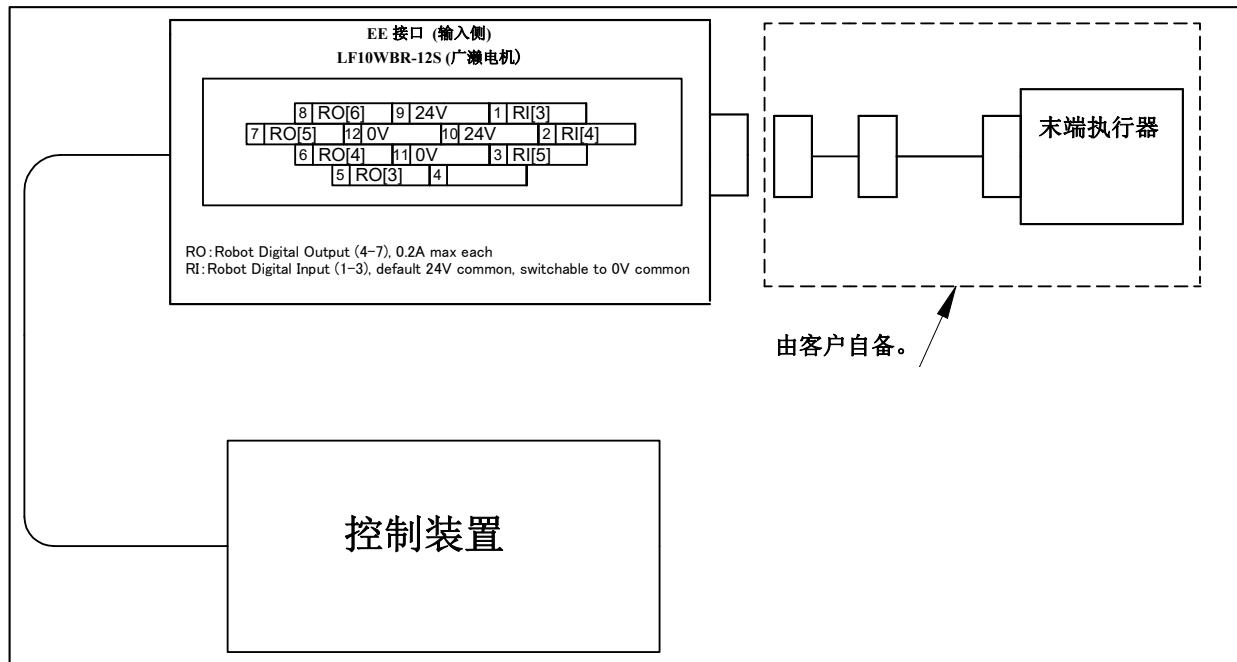


图 5.1 (e) EE2 的插针排列 (CRX-25iA)



注意

有关向 EE 接口的外围设备的布线方法, 请参阅 TABLET UI OPERATOR'S MANUAL(B-84274CM)的机器间的连接的章也。

2 ASAP 接口

图 5.1 (f)示出 ASAP 接口的插针排列。

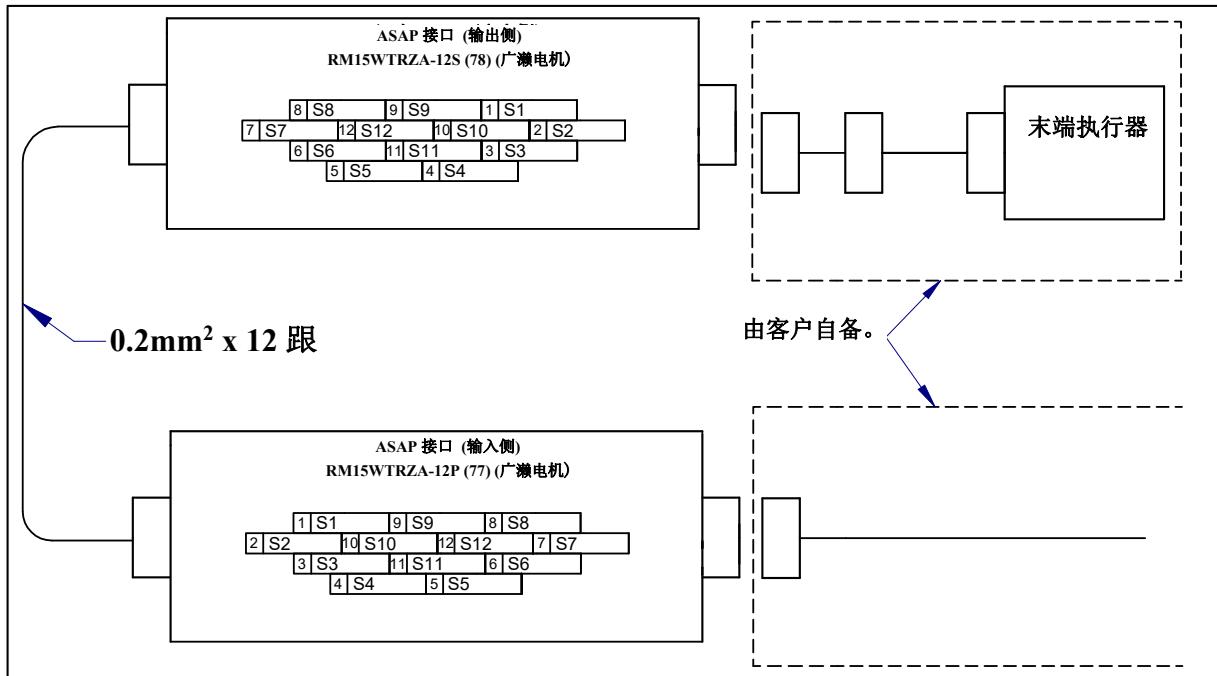


图 5.1 (f) ASAP 接口的插针排列 (CRX-25iA)

! 注意

请以 24V 以下使用 CRX-25iA 的 ASAP 接口。

连接器规格

连接器规格如下所示。用户端的 EE 连接器可以使用通常的 M8 连接器 (插座)。

表 5.1 (a) 显示的是连接器规格的示例，不必一定从此表中选择。请根据周围设备选择适当的长度。

表 5.1 (a) 连接器规格一览 (用户侧)

电缆名称	输入侧(J1 机座)	输出侧 (手腕法兰盘部)	制造、销售商
EE (CRX-25iA 时成为 EE1)	—	1404187 M8 插座 直型 (1.5m) (一边散线) 1404196 M8 插座 直型 (0.3m) (一边直线插头) 1404198 M8 插座 直型 (0.6m) (一边直线插头) 1404199 M8 插座 直型 (1.5m) (一边直线插头) 1404191 M8 插座 角型 (1.5m) (一边散线) 1404201 M8 插座 角型 (0.3m) (一边直线插头) 1404202 M8 插座 角型 (0.6m) (一边直线插头) 1404203 M8 插座 角型 (1.5m) (一边直线插头)	PHOENIX CONTACT K.K
EE2	—	LF10WBP-12P(31) 直线插头 LF10WBLPA-12P 直角插头	广濑电机株式会社
ASAP (CRX-25iA)	RM15WTPZ-12S(77) 直线插头	RM15WTPZ-12P(76) 直线插头 RM15WTLP-12P(33) 直角插头	广濑电机株式会社

表 5.1 (b) 连接器规格一览 (机构部侧 参考)

电缆名称	输入侧(J1 机座)	输出侧(手腕法兰盘部)	制造、销售商
EE (CRX-25iA 时成为 EE1)	—	1424230	PHOENIX CONTACT K.K
EE2	—	LF10WBR-12S	广濑电机株式会社
ASAP (CRX-25iA)	RM15WTRZA-12P(77)	RM15WTRZA-12S(78)	广濑电机株式会社

注释

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。

5.2 气压供应 (CRX-25iA)

在机器人的 J1 机座侧面和 J6 法兰盘上，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。

请用户根据所使用的管准备接头类。有关控制板管接头和气管的外形、内径，可参阅下列内容。

机构部内电缆规格	输入侧	输出侧	气管的外径、内径和数量
A05B-1704-H201	Rc 3/8 凹型	Rp 1/8 螺孔	外径 8mm 内径 5mm 的管 (1 根)

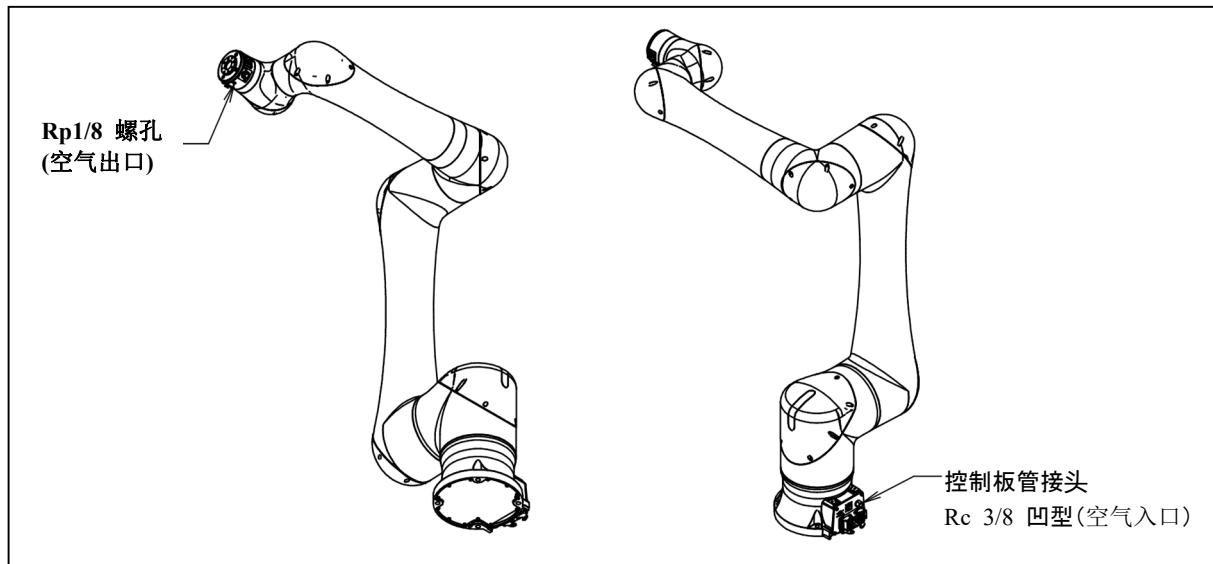


图 5.2 (a) 气压供应口

5.3 空气配管 (可选购项)

图 5.3 (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 5.3 (b) 所示的螺孔。请客户自备。

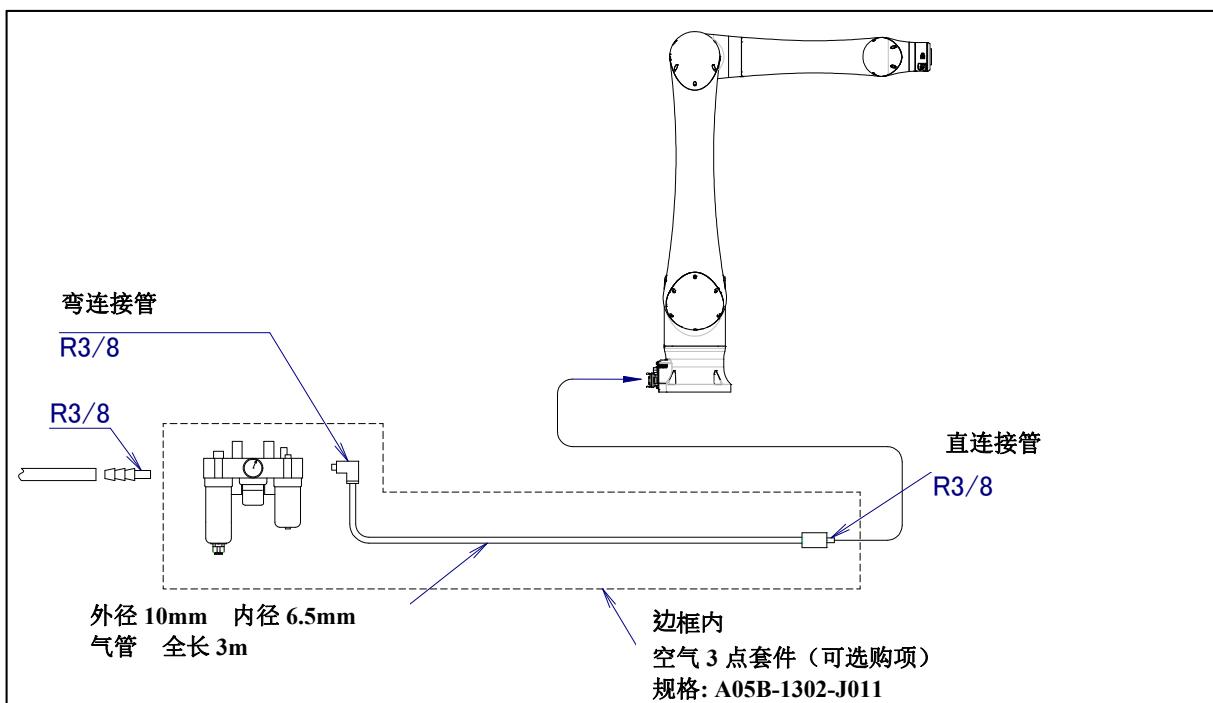


图 5.3 (a) 空气配管 (可选购项)

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。

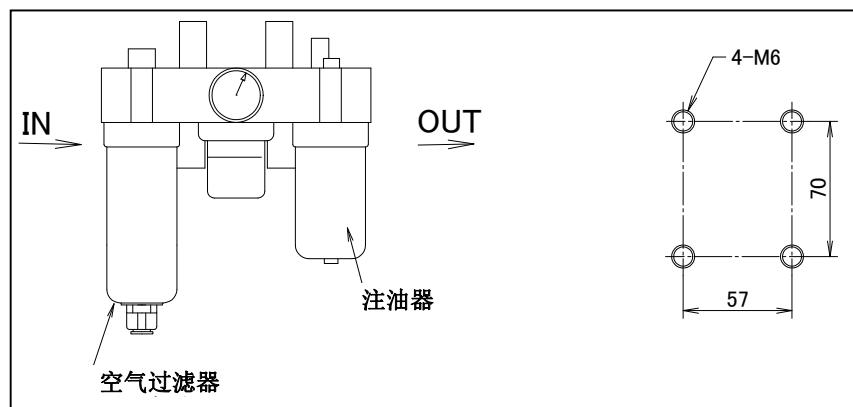


图 5.3 (b) 空气 3 点套件 (可选购项)

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 ²), 设定压 0.49MPa (5kgf/cm ²)
	耗费量	瞬间最大 150NL/min(0.15Nm ³ /min)

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。

- 机器人的使用动作范围受到限制。
- 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。

⚠ 警告

- 各轴可动范围的变更会对机器人的动作范围产生影响。为了避免出现问题，在变更各轴可动范围之前，要预先充分考虑其会产生影响。若不加充分考虑就变更可动范围，则有可能导致在以前示教好的位置发生报警等预料不到的情况。
- 限制可动范围时，为了避免损坏外围设备或危及作业人员，请使用 DCS 的可动范围限制。

6.1 基于 DCS 的可动范围限制

可以基于 DCS (Dual Check Safety) 功能，限制机器人的动作。在机器人的动作范围以内，可以在任意角度或者位置对其动作范围进行限制。DCS 功能，符合国际安全标准 ISO13849-1 和 IEC 61508 的要求，已通过国际标准认证机构的认证。

如果只设置关节位置检查的动作范围，超过机器人的动作范围之后，机器人会停止。机器人惯性移动之后停止。所以实际的机器人停止位置超过机器人动作范围。为了将机器人的停止位置控制在机器人的动作范围内，使用 DCS 停止位置预测功能。标准情况下，停止位置预测功能设定为禁用。

- DCS 位置/速度检查功能 (J567)

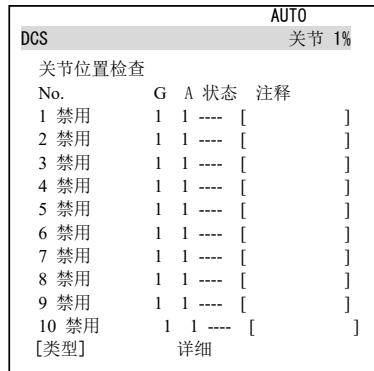
这里，作为示例，关于对于 J2 轴的可动范围设置±30°的步骤进行说明。关于 DCS 功能的其他设置，功能的详细和 DCS 停止位置预测功能的设置，请参阅双重安全性检查功能操作说明书 (B-83184CM)。

变更步骤

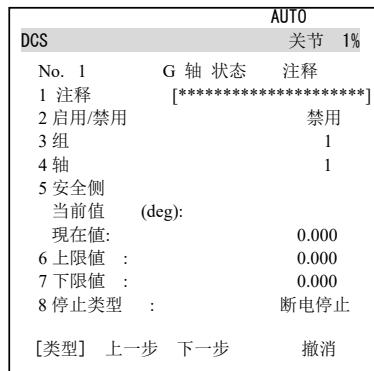
- 按下 MENU (菜单) 键，显示出菜单画面。
- 按下“0 下页”，选择“6 系统”。
- 按下 F1 “类型”，显示出画面切换菜单。
- 选择“DCS”。出现各轴可动范围设定画面。



5 将光标指向『1 关节位置检查』，按下『详细』。



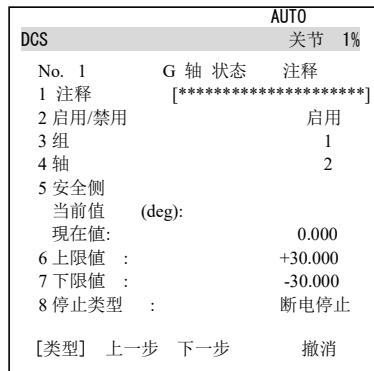
6 将光标指向『1』，按下『详细』。



- 7 将光标指向『禁用』，按下『选择』，设置为『启用』。
- 8 将光标指向『组』，输入对象机器人的组编号，按下『ENTER』键。
- 9 将光标指向『轴』的右侧，输入『2』，按下『ENTER』键。
- 10 将光标指向『上限值』的右侧，输入『30』，按下『ENTER』键。
- 11 将光标指向『下限值』的右侧，输入『-30』，按下『ENTER』键。

⚠ 警告

如果只使用基于关节位置检查的动范围的设置，超过了机器人的动作范围之后，机器人会停止。机器人惯性移动之后停止。所以实际的机器人停止位置会超过机器人动作范围。为了将机器人的停止位置控制在机器人动作范围内，使用 DCS 停止位置预测功能。标准情况下，停止位置预测功能设定为禁用。



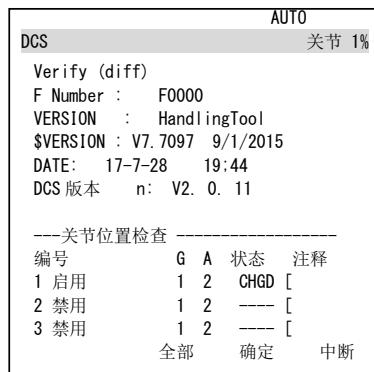
12 按下『PREV』键 2 次，返回到最初的画面。



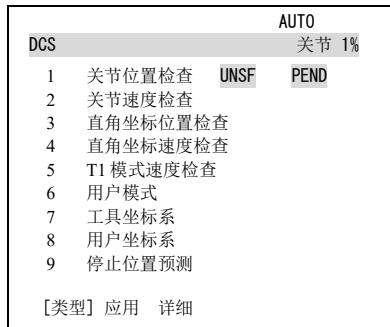
13 按下『应用』。

14 输入 4 位数的密码，按下『ENTER』键。（最初的密码是“1111”。）

15 显示如下所示的画面，按下『确定』。



『1 关节位置检查』右侧的『CHGD』变为『PEND』。



16 要使已经设定的值有效，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 扩张 J5 轴动作范围的方法

只有在执行含有末端执行器的风险评估的情况下，可以设置 J5 轴动作范围。



警告

如果未执行风险评估的状态下扩张动作范围，有可能导致夹指头等的事故。

变更步骤

- 1 按照 6.1 节，变更 J5 轴的可动范围。
- 2 按照双重安全性检查功能操作说明书 (B-83184CM) 的 3 章，变更 J5 轴 DCS 各轴位置确认的上限值和下限值。对动作范围需要 1 度的裕度。（例 动作范围 $\pm 120^\circ$ 的情况下：DCS 各轴位置确 口 上限值= 121° 下限值= -121° ）
- 3 要使已经设定的值有效，请暂时断开电源，在冷启动下重新通电。

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 小时的时候，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。

检修项目	检修要领和处置
渗油的确认	检查是否有油分从轴承中渗出来。有油分渗出时，请将其擦拭干净。 ⇒ “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) ⇒ “7.2.2 空气 3 点套件的确认”
振动、异常声音的确认	确认是否发生振动、异常声音。发生振动、异常声音的时候，请按照以下对策进行应对。 ⇒ “9.1 常见问题处理方法” (症状: 产生振动。出现异常声音。)
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。发生偏移的时候，请按照以下对策进行应对。 ⇒ “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。
控制装置通气口的清洁	确认断开电源末端执行器安装面的落下量是否在 5mm 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。 ⇒ “9.1 常见问题处理方法” (症状: 轴落下)
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。 ⇒ “控制装置操作说明书（报警代码列表）(B-83284CM-1)”

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和维修。
(○：需要实行的项目)

检修・维修周期 (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 No.
1个月 320h	3个月 960h	1年 3840h	2年 7680h	3年 11520h	4年 15360h	8年 30720h			
○ 只有 首次	○						控制装置通气口的清洁	控制装置的通气口上粘附大量灰尘时，应将其清除掉。	9
	○						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损坏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
	○						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。	2
	○ 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。	8
	○ 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。	3
	○ 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。 ⇒“7.2.2 连接器的检修”	4
	○ 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 ⇒“4.1 安装末端执行器到手腕前端上”	5
	○ 只有 首次	○					外部主要螺栓的紧固	清紧固机器人安装螺栓(参阅1.2节)、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”。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。	6
	○ 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，手腕法兰盘周围，导线管，手腕轴中空部周围)特别注意清洁。	7

7.2 检修要领

7.2.1 渗油的确认

需要检修的部位

- 把布块等插入到各关节部的间隙 检查是否有油分从密封各关节部的油封中渗出来。有油分渗出时，请将其擦拭干净。

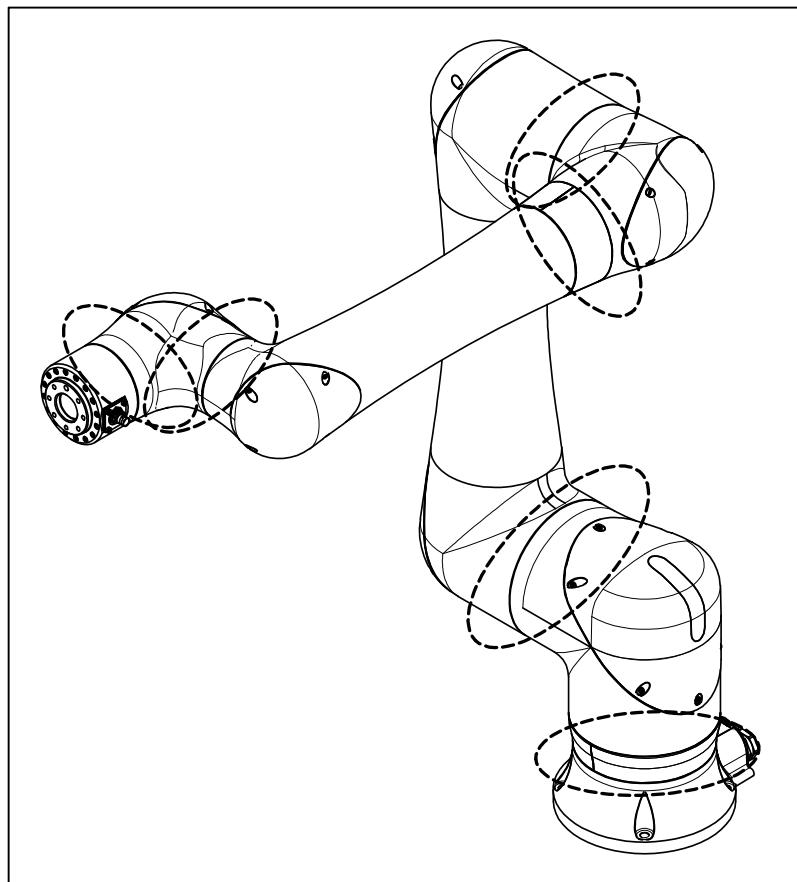


图 7.2.1 (a) 渗油的检查部位

- 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。在运转前通过清扫在图 7.2.1 (a)中所示的油封部下侧的油分，就可以防止油分的累积。
- 如果擦拭油分的频率很高，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 (a)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	检查空气 3 点套件的油量是否在规定液面内。
4	配管有无泄漏	检查接头、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	检查泄水, 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。

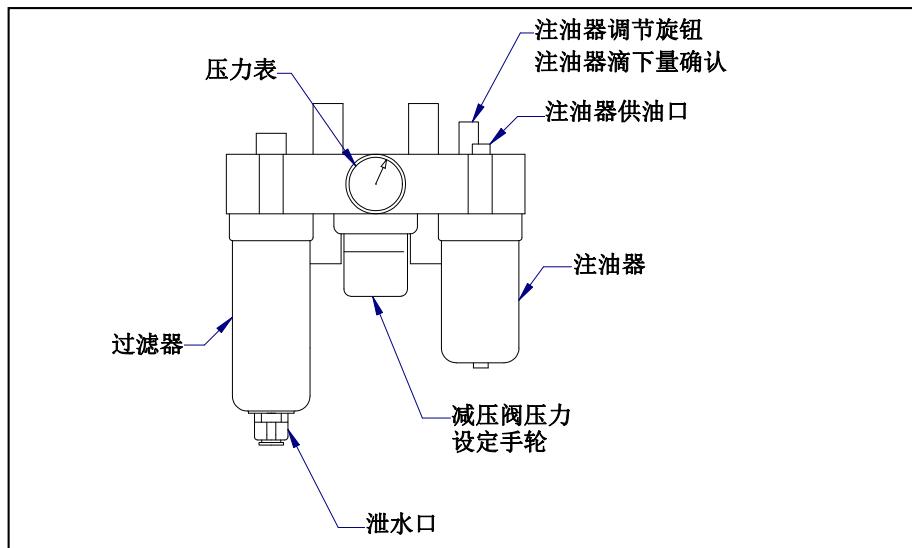


图 7.2.2 (a) 空气 3 点套件 (可选购项)

7.2.3 连接器的检修

连接器检修部位

- 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。
- 接地端子：确认其是否松脱。

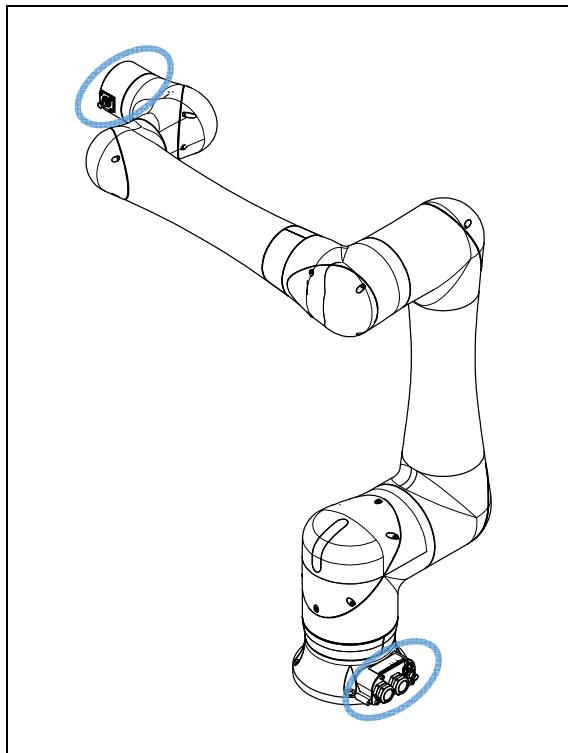


图 7.2.3 (a) 连接器的检修部位

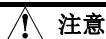
7.3 维修作业

7.3.1 电池的更换

机器人各轴的位置数据，通过后备电池保存。后备用电池的电压下降报警显示时，也应更换电池。

电池更换步骤 (CRX-5iA)

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 取下螺栓，然后取下 J3 手臂根本侧的外罩。
- 3 取下电池的电缆连接器。
- 4 取下螺栓，然后取下电池外罩。
- 5 从电池夹上取下旧的电池(3 个)，更换电池(3 个)。
- 6 按照与上述步骤相反的步骤装配。可以再利用密封垫。

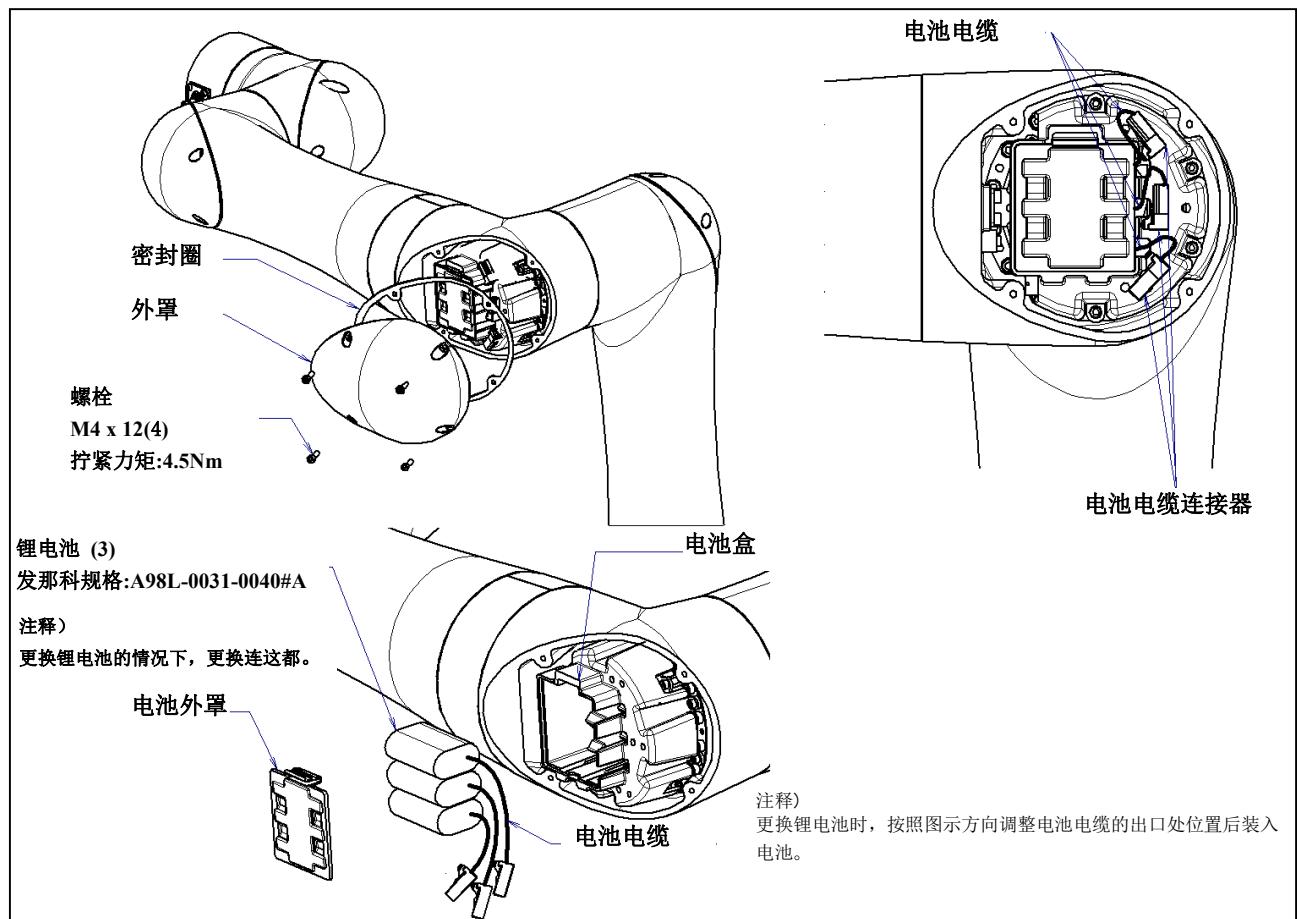
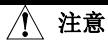


图 7.3.1 (a) 电池的更换 (CRX-5iA)

电池更换步骤 (CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

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 取下螺栓, 然后取下 J2 手臂根本侧的外罩。
- 3 取下电池的电缆连接器。
- 4 取下螺栓, 然后取下电池盒。
- 5 从电池夹上取下旧的电池(2 个), 更换电池(2 个)。
- 6 按照与上述步骤相反的步骤装配。可以再利用密封垫。

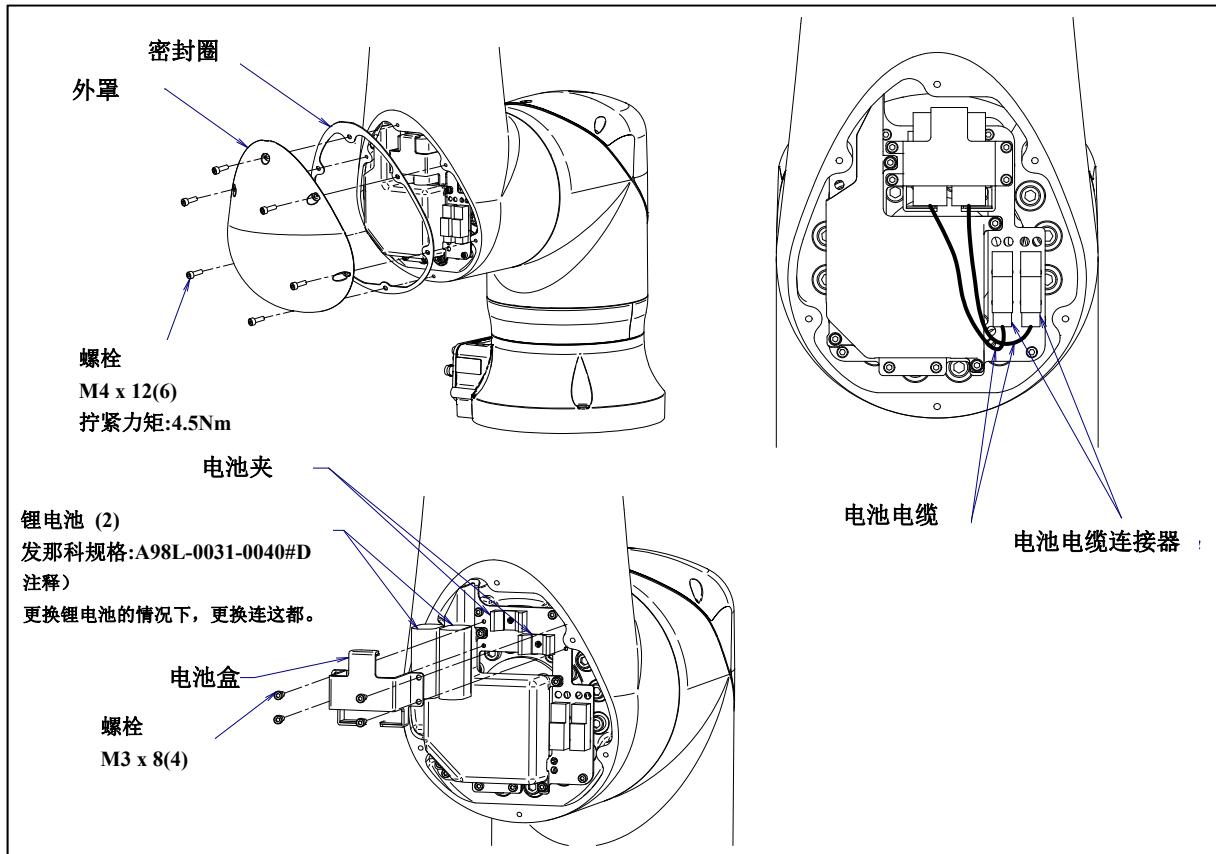
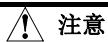


图 7.3.1 (b) 电池的更换 (CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L)

电池更换步骤 (CRX-25iA)

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 取下螺栓, 然后取下 J2 手臂根本侧的外罩。
- 3 取下电池的电缆连接器。
- 4 取下螺栓, 然后取下电池盒。
- 5 打开电池夹, 取下电池电缆。
- 6 从电池夹上取下旧的电池(3 个), 更换电池(3 个)。
- 7 按照与上述步骤相反的步骤装配。可以再利用密封垫。

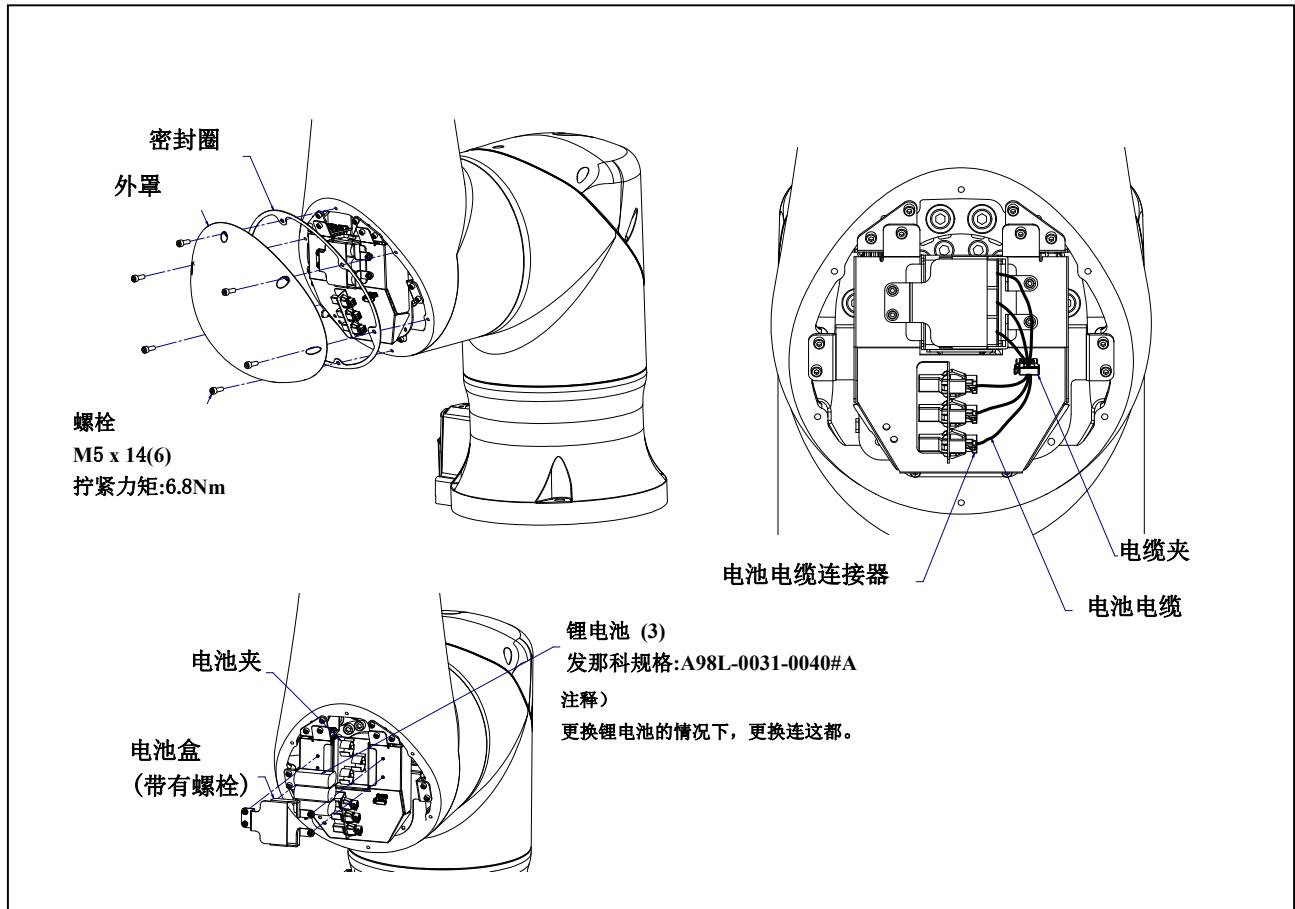


图 7.3.1 (c) 电池的更换 (CRX-25iA)

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，零点标定是求取零位中的脉冲计数值的操作。

8.1 概述

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。电池用尽时将会导致数据丢失。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

零点标定的方法如下。

表 8.1 (a) 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 (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、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，在执行零点标定时，需要事先显示位置调整菜单并解除报警。

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。
- (2) 按下“0 下页”，选择“6 系统”。
- (3) 按下 F1 “类型”，从菜单选择“系统变量”。
- (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，使出现“脉冲编码器位置未确定”提示的轴朝任一方向旋转，直到按下 RESET 键时不再出现报警。

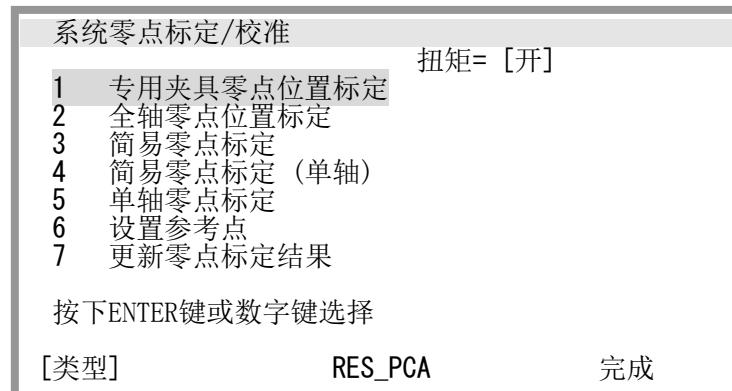
8.3 全轴零点位置标定

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 (a)）。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。

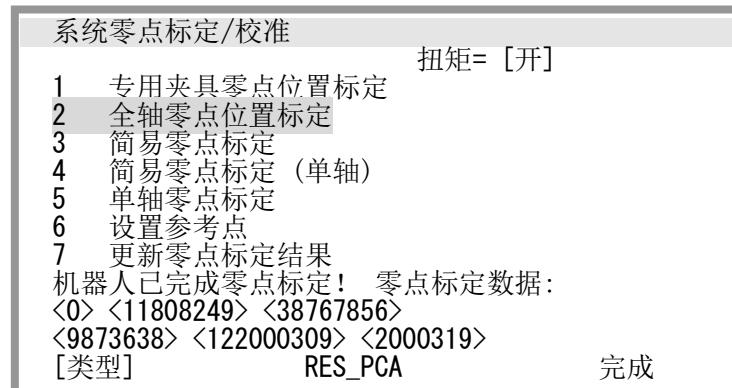
注释

按照如下所示方式改变系统变量，即可解除制动器控制。

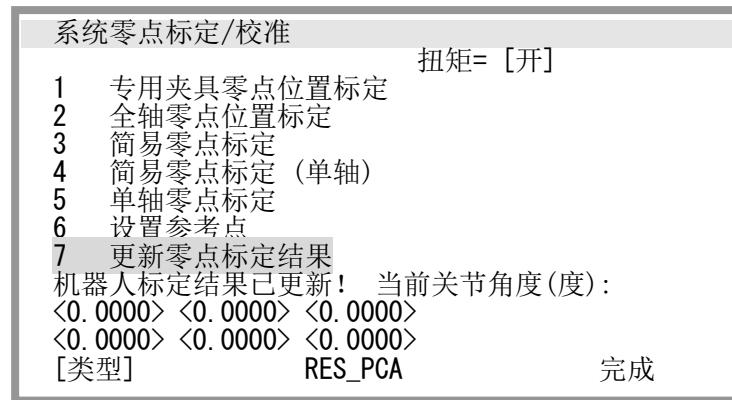
```
$PARAM_GROUP.$SV_OFF_ALL      : FALSE
$PARAM_GROUP.$SV_OFF_ENB[*]    : FALSE (所有轴)
```

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 (a) 对合标记位置

轴	位置
J1 轴	0 deg
J2 轴	0 deg
J3 轴	0 deg (* J2=0 deg 时)
J4 轴	0 deg
J5 轴	0 deg
J6 轴	0 deg

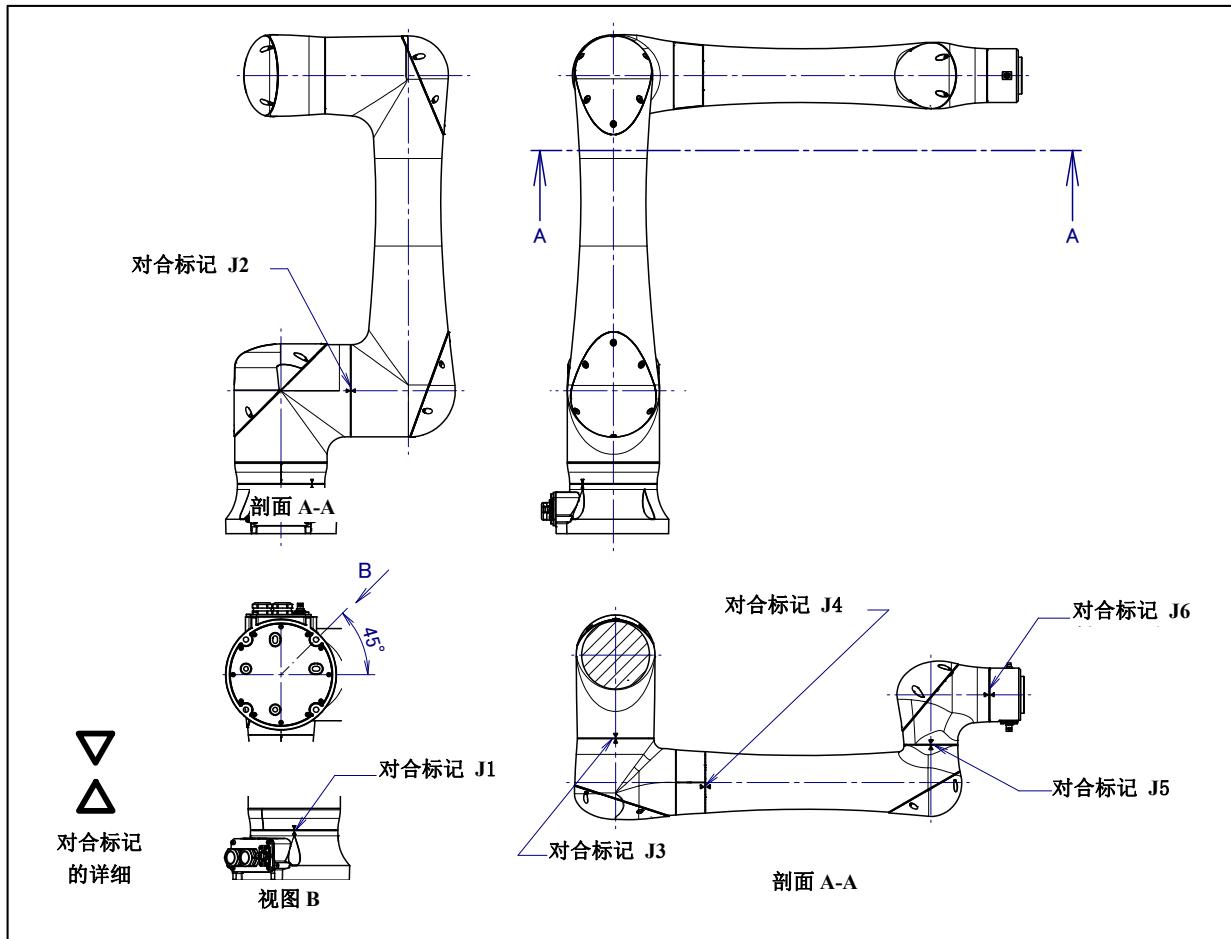


图 8.3 (a) 各轴的对合标记位置

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 (a)所示的位置。如果没有什么问题，请勿改变设定。

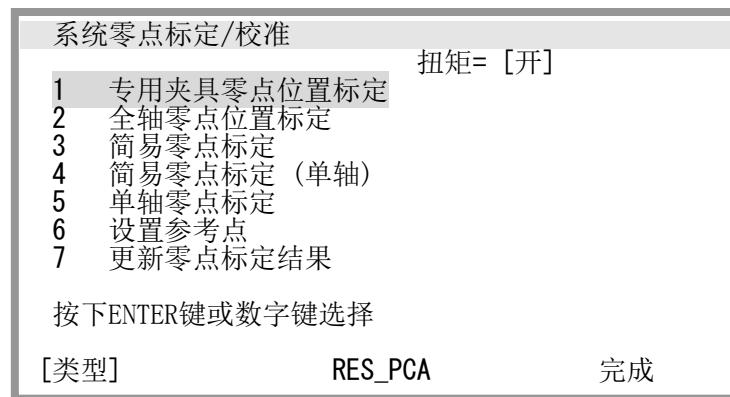
不能将机器人移动到上述位置时，需要通过下列方法重新设定简易零点标定参考点。（如果标上取代对合标记的符号，将会带来许多方便。）

⚠ 注意

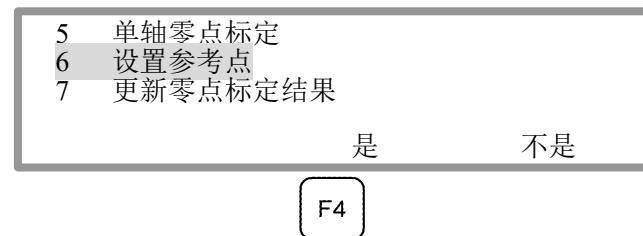
- 1 由于用来后备脉冲计数器的电池电压下降等原因而导致脉冲计数值丢失时，可进行简易零点标定。
- 2 在更换脉冲编码器时以及机器人控制装置的零点标定数据丢失时，不能使用简易零点标定。

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。

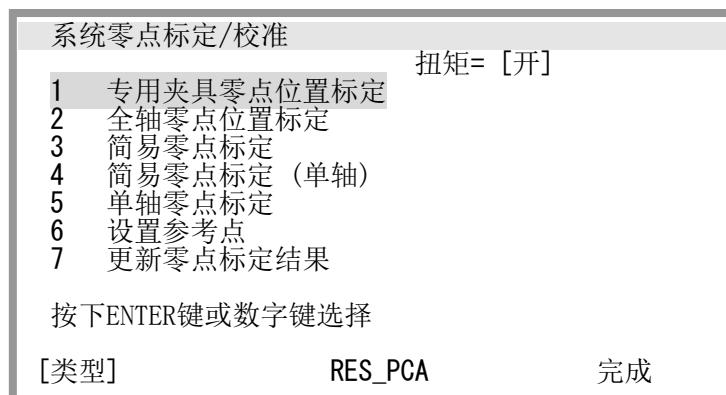


⚠ 注意

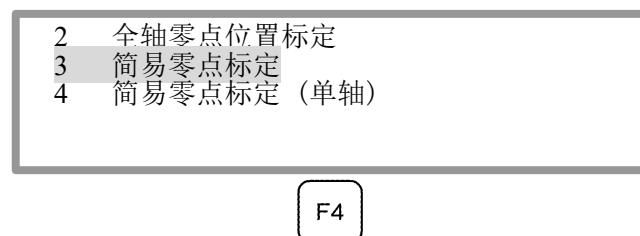
由于机械性拆解和维修而导致零点标定数据丢失时，不能执行此操作。这种情况下，为恢复零点标定数据而执行零位零点标定或夹具位置零点标定。

简易零点标定步骤

- 1 显示出位置调整画面。



- 2 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。
- 3 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。



- 4 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。
- 5 在位置调整结束后，按下 F5 “完成”。



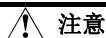
- 6 恢复制动器控制原先的设定，重新通电。

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 (a) 所示的位置。如果没有什么问题，请勿改变设定。

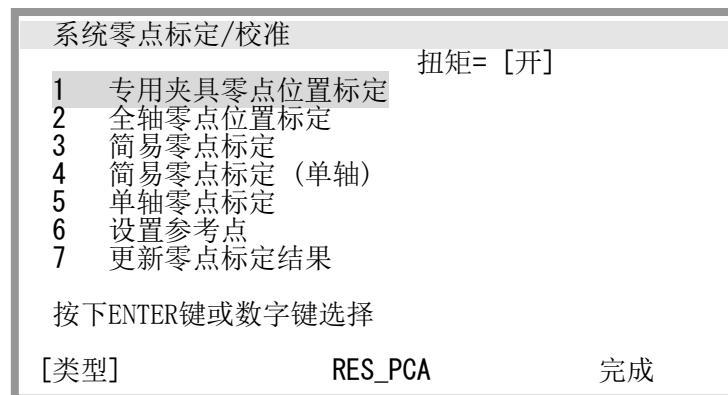
不能将机器人移动到上述位置时，需要通过下列方法重新设定简易零点标定参考点。（如果标上取代对合标记的符号，将会带来许多方便。）



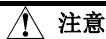
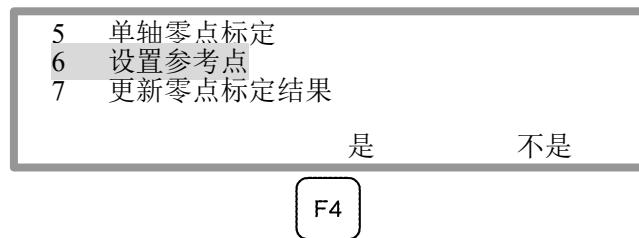
1 由于用来后备脉冲计数器的电池电压下降等原因而导致脉冲计数值丢失时，可进行简易零点标定。
2 在更换脉冲编码器时以及机器人控制装置的零点标定数据丢失时，不能使用简易零点标定。

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。



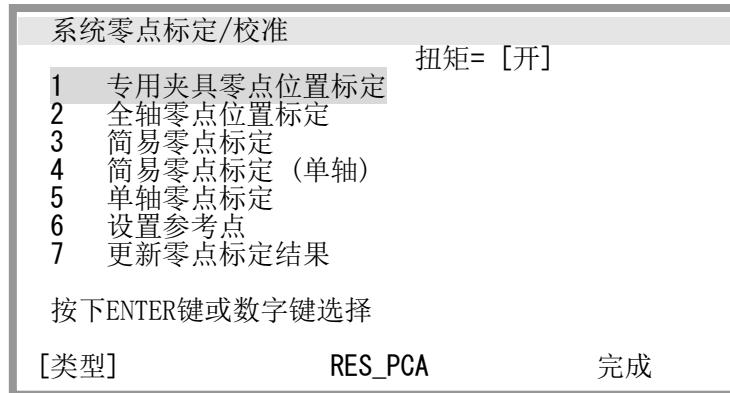
- 3 以点动(JOG)方式移动机器人，使其移动到简易零点标定参考点。请在解除制动器控制后进行操作。
- 4 选择 “6 设置参考点”，按下 F4 “是”。简易零点标定参考点即被存储起来。



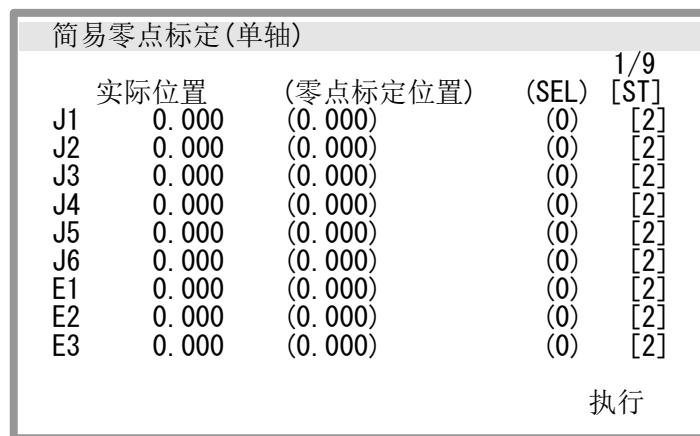
由于机械性拆解和维修而导致零点标定数据丢失时，不能执行此操作。这种情况下，为恢复零点标定数据而执行零位零点标定或夹具位置零点标定。

简易零点标定（单轴）步骤

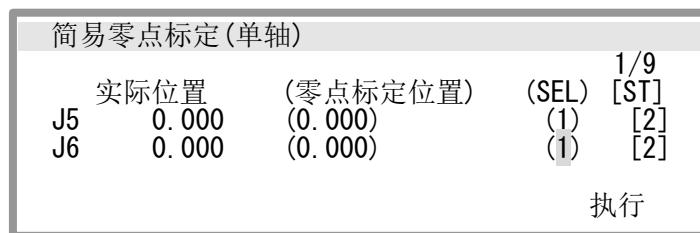
1 显示出位置调整画面。



2 选择“4 简易零点标定（单轴）”。出现简易零点标定（单轴）画面。



3 对于希望进行简易零点标定（单轴）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)。



4 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。
 5 按下 F5 “执行”。执行零点标定。由此，(SEL)返回“0”，“ST”变为“2”（或者 1）。
 6 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。
 7 在位置调整结束后，按下 F5 “完成”。



8 恢复制动器控制原先的设定，重新通电。

8.6 单轴零点标定

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。

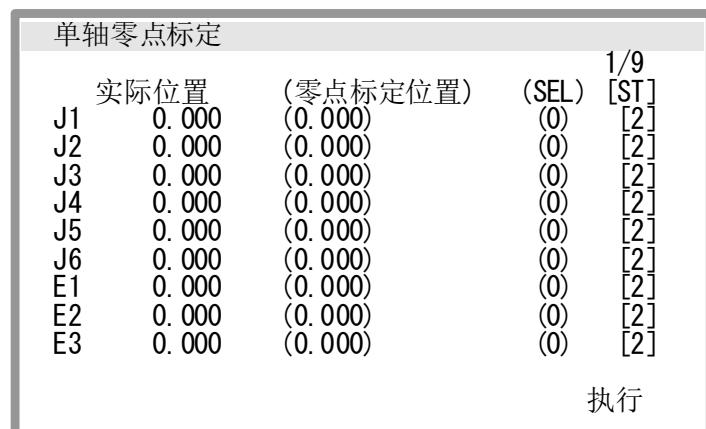
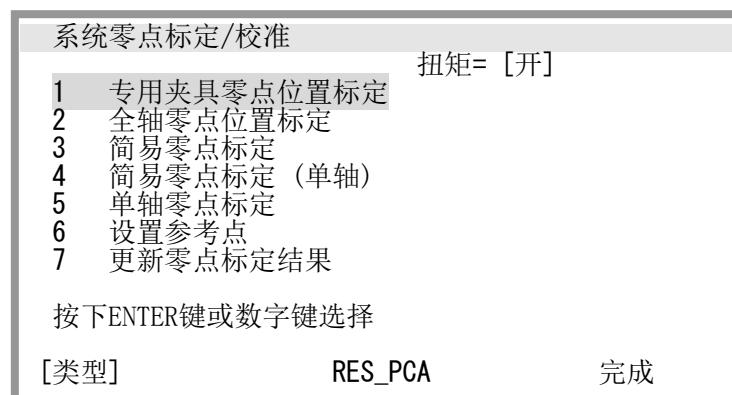


表 8.6 (a) 单轴零点标定的设定项目

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。 该值反映\$EACHMST_DON[1~9]。 0: 零点标定数据已经丢失。需要进行 1 轴零点标定。 1: 零点标定数据已经丢失。(只对其它联动转轴进行零点标定)。 需要进行 1 轴零点标定。 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。

单轴零点标定				
	实际位置	(零点标定位置)	(SEL)	1/9 [ST]
J1	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J2	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J3	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J4	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J5	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J6	0.000	(0.000)	(0)	[2]
E1	0.000	(0.000)	(0)	[2]
E2	0.000	(0.000)	(0)	[2]
E3	0.000	(0.000)	(0)	[2]

执行

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）。

单轴零点标定				
	实际位置	(零点标定位置)	(SEL)	1/9 [ST]
J1	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J2	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J3	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J4	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J5	0.000	(0.000)	(0)	[2]
J6	0.000	(0.000)	(0)	[2]
E1	0.000	(0.000)	(0)	[2]
E2	0.000	(0.000)	(0)	[2]
E3	0.000	(0.000)	(0)	[2]

执行

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。

系统零点标定/校准	
	扭矩= [开]
1	专用夹具零点位置标定
2	全轴零点位置标定
3	简易零点标定
4	简易零点标定（单轴）
5	单轴零点标定
6	设置参考点
7	更新零点标定结果

按下ENTER键或数字键选择

[类型] RES_PCA 完成

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”。



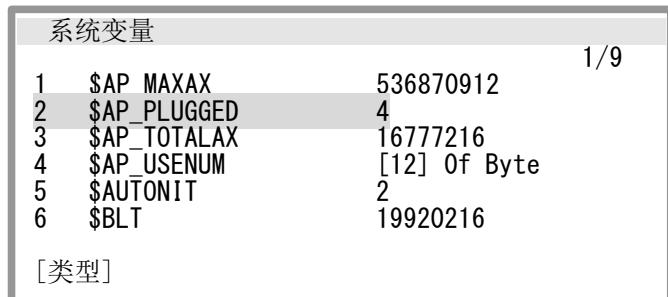
11 恢复制动器控制原先的设定，重新通电。

8.7 输入零点标定数据

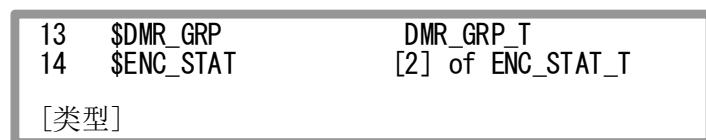
通过数据输入进行零点标定是指将零点标定数据值直接输入到系统变量中完成零点标定的方法。这一操作用于零点标定数据丢失而脉冲数据仍然保持的情形。

零点标定数据的输入方法

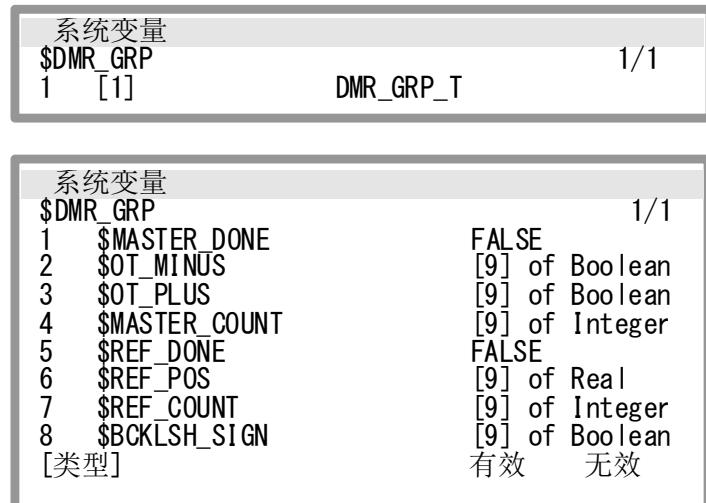
- 1 通过 MENU (菜单) 选择 “6 系统”。
- 2 通过画面切换选择 “变量”。出现系统变量画面。



- 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。



- 4 选择\$DMR_GRP。



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 (a) 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 (a) 常见问题处理方法

症状	症状分类	原因	对策
产生振动 出现异常声音	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 机器人动作时 J1 机座从固定用铁板向上浮起。 ☆ J1 机座和固定用铁板之间有空隙。 ☆ J1 机座固定螺栓松动。 	<ul style="list-style-type: none"> [J1 机座的固定] ☆ 可能是因为机器人的 J1 机座没有牢固地固定在地装底板上。 ☆ 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。 ☆ 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。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 螺栓松动时，使用防松胶，以适当的力矩切实拧紧。 ☆ 改变地装底板的平面度，使其落在公差范围内。 ☆ 确认是否夹杂异物，如有异物，将其去除掉。 ☆ J1 机座和地装底板之间，用粘结剂粘合起来
	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 机器人动作时，架台或地板面振动。 	<ul style="list-style-type: none"> [架台或地板面] ☆ 可能是因为架台或地板面的刚性不充分所致。 ☆ 架台或地板的刚性不充分时，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。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 加固架台、地板面，提高其刚性。 ☆ 难于加固架台、地板面时，通过改变动作程序，可以缓和振动。
	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 在动作时的某一特定姿势下产生振动。 ☆ 放慢动作速度时不振动。 ☆ 加减速时振动尤其明显。 ☆ 多个轴同时产生振动。 	<ul style="list-style-type: none"> [超过负载] ☆ 由于安装了在机器人允许值以上的负载而导致振动。 ☆ 可能是因为动作程序对机器人规定太严格而导致振动。 ☆ 可能是因为在“加速度”中输入了不合适的值。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 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。 ☆ 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。
	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 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。 ☆ 产生周期性的振动或异常声音。 	<ul style="list-style-type: none"> [齿轮、轴承、减速机] ☆ 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。 ☆ 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。 ☆ 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。 ☆ 齿轮、轴承、减速机内部咬入异物导致振动。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 使机器人每个轴单独动作，确认哪个轴产生振动。 ☆ 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。 ☆ 不在过载状态下使用，可以避免驱动系统的故障。

症状	症状分类	原因	对策
产生振动 出现异常声音	<p>☆ 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> <p>☆ 不能通过地板面、架台等或机构部来确定原因。</p>	<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> <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>☆ 脉冲口器发生故障，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>	<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> <p>☆ 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。</p> <p>☆ 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。</p> <p>☆ 确认已经提供规定电压。</p> <p>☆ 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。</p> <p>☆ 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。</p> <p>☆ 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。</p> <p>☆ 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。</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，则用防松胶，以适度力矩切实将其拧紧。</p> <ul style="list-style-type: none"> · 电机固定螺栓 · 减速机外壳固定螺栓 · 减速机轴固定螺栓 · 传感器固定螺栓 · 传感器法兰盘固定螺栓 · J3 手臂固定螺栓 · 末端执行器固定螺栓

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。 ☆ 在改变动作程序和负载条件后,发生电机过热。	[环境温度] ☆ 环境温度上升或因安装的电机盖板,电机的散热情况恶化,导致电机过热。 [动作条件] ☆ 可能是因为在超过允许平均电流值的条件下使电机动作。	☆ 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。 机器人根据环境温度,规定了不会发生过热的允许平均电流值。详情请向我公司洽询。 ☆ 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。 ☆ 降低环境温度,是预防电机过热的最有效手段。 ☆ 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。 ☆ 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。
	☆ 在变更动作控制用变量(负载设定等)后发生电机过热。	[变量] ☆ 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4.2节,输入适当的变量。
	☆ 不符合上述任何一项。	[机构部的故障] ☆ 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。 [电机的故障] ☆ 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。 ☆ 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。 ☆ 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。 ☆ 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 润滑油泄漏	☆ 润滑脂、润滑油从机构部漏出。	[密封不良] ☆ 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。 ☆ 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。 ☆ O形密封圈的破损,可能是因为拆解、重新组装时O形密封圈被咬入或切断所致。 ☆ 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。	☆ 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或者油泄漏。但是,因为裂缝有可能进一步扩展,所以必须尽快更换部件。 ☆ O形密封圈使用于如下场所。 <ul style="list-style-type: none">· 电机连接部· 减速机(箱体侧、轴出轴侧)连结部 ☆ 油封使用于如下场所。 <ul style="list-style-type: none">· 减速机内部· J6 制动器部

症状	症状分类	原因	对策
轴落下	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 制动器完全不管用，轴落下。 ☆ 使其停止时，轴慢慢落下。 	<ul style="list-style-type: none"> [制动器驱动继电器、电机] ☆ 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。 ☆ 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。 ☆ 可能是因为油、润滑脂等混入电机内部，致使制动器滑动。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 确认制动器驱动继电器是否熔敷。如果熔敷，更换继电器。 ☆ 如果有如下的症状的情况下，请更换电机。 <ul style="list-style-type: none"> · 制动蹄的磨损 · 制动器主体的破损 · 润滑油和润滑脂侵入电机内部
位置偏移	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 机器人在偏离示教位置的位置动作。 ☆ 重复定位精度大于允许值。 	<ul style="list-style-type: none"> [机构部的故障] ☆ 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。 ☆ 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座设置面、各轴手臂和减速机等的连接面滑动。 ☆ 可能是脉冲编码器的异常。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 重复定位精度不稳定时，请参照振动、异常声音、松动项，排除机构部的故障。 ☆ 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。 ☆ 脉冲编码器异常的情况下，更换电机。
	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 位置仅对特定的外围设备偏移。 	<ul style="list-style-type: none"> [外围设备的位置偏移] ☆ 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。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 请改变外围设备的设置位置。 ☆ 请修改示教程序。
	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 改变参数后，发生了位置偏移。 	<ul style="list-style-type: none"> [参数] ☆ 可能是因为改写零点标定数据而致使机器人的原点丢失。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 重新输入以前正确的零点标定数据。 ☆ 不明确正确的零点标定数据时，重新进行能够零点标定。

症状	症状分类	原因	对策
CLALM 报警显示。 移动时误差过大显示。	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 机器人安装地方的气温很低，在示教器画面上显示 CLALM 报警。 ☆ 机器人安装地方的气温很低，在示教器画面上显示移动时误差过大报警。 	<p>[周围温度]</p> <ul style="list-style-type: none"> ☆ 在接近 0℃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℃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，报警等会发生。 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 请进行几分钟的暖机运转或者低速运转。
	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 变更动作程序或者负载条件之后，在示教器画面上显示 CLALM 报警。 ☆ 变更动作程序或者负载条件之后，在示教器画面上显示移动时误差过大报警。 	<p>☆ 可能是因为发生机器人碰撞。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 发生机器人碰撞的情况下，按下 SHIFT 键的同时按下 RESET 键，然后在按下 SHIFT 键的状态下用 JOG 键，移动到与碰撞相反的方向。 ☆ 请确认动作程序。
		<p>[超过负载]</p> <ul style="list-style-type: none"> ☆ 由于安装了在机器人允许值以上的负载而导致振动。 ☆ 可能是因为动作程序对机器人规定太严格而导致振动。 <ul style="list-style-type: none"> · “加速度”中输入了不合适的太严格动作。 · 使用 CNT 的诸如反转动作的过度动作 · 奇异点附近的直线动作中，轴高速回转的动作 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 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。 ☆ 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，改变动作程序。 ☆ 确认是否正确进行了负载设定。
	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 不符合上述任何一项。 	<p>☆ 可能是因为振动发生。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 请参照常见问题处理方法的「产生振动。出现异常声音」的项目。
		<p>☆ 因电压下降而没有提供规定电压，会导致报警。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 确认已经提供规定电压。
		<p>☆ 尚未正确设定安装角度。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 按照安装角度的设定的节，正确地设定安装角度。
发出 BZAL 报警	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 示教器画面上显示 BZAL 报警。 	<p>☆ 存储器后备用电池的电压下降。</p> <p>☆ 脉冲编码器电缆断线。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 请更换电池。 ☆ 请更换电缆。
虽然人不接触的状态下由于碰触停止或者负载异常，停止	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 虽然人不接触的状态下由于碰触停止，停止。 ☆ 由于负载异常机器人停止。 	<p>☆ 与没想到的东西接触</p> <p>☆ 机器人固定方法的错误</p> <p>☆ 末端执行器、工件与负载设定不同。</p> <p>☆ 地板的振动或者机械手的振动影响机器人。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 除去与机器人接触的东西。 ☆ 请按照 1.2 节，固定机器人。 ☆ 请使末端执行器，工件与负载设一致。 ☆ 请应付避免地板的振动或者机械手的振动等影响机器人。
发出交叉检查报警	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 示教器画面上显示交叉检查报警。 	<p>☆ 请参照「虽然人不接触的状态下由于碰触停止或者负载异常，停止」的项目。</p> <p>☆ 力觉传感器的破损</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ 请参照「虽然人不接触的状态下由于碰触停止或者负载异常，停止」的项目。 ☆ 请更换力觉传感器。

附录

A 定期检修表

FANUC Robot CRX-5iA, CRX-10iA, CRX-10iA/L, CRX-20iA/L, CRX-25iA

定期检修表

项目	运转累计时间(H)	检修时间	供油量 供脂量	首次 检修 320	3个月	6个月	9个月	1年	4800	5760	6720	2年 7680	8640	9600	10560
					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 沾水的确认	0.1H	—		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3 末端执行器(机械手)电缆的检修	0.1H	—		○			○				○			
	4 外露的连接器是否松动	0.1H	—		○			○				○			
	5 末端执行器安装螺栓的紧固	0.1H	—		○			○				○			
	6 外部主要螺栓的紧固	1.0H	—		○			○				○			
	7 飞溅物、垃圾、灰尘等的清除	1.0H	—		○			○				○			
控制装置	8 示教器、操作箱连接电缆、机器人连接电缆有无损坏	0.2H	—		○			○				○			
	9 通风口的清洁	0.2H	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

*1 ●: 需要准备部件的项目。

○: 不需要准备部件的项目。

3年 11520	12480	13440	14400	4年 15360	16320	17280	18240	5年 19200	20160	21120	22080	6年 23040	24000	24960	25920	7年 26880	27840	28800	29760	8年 30720	项目
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2	
○			○				○					○			○					3	
○			○				○					○			○					4	
○			○				○					○			○					5	
○			○				○					○			○					6	
○			○				○					○			○					7	
○			○				○					○			○					8	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9	

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/mm² 以上

M24 以上的尺寸： 拉伸强度 1000N/mm² 以上

全尺寸的电镀螺栓： 拉伸强度 1000N/mm² 以上

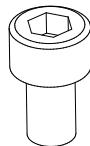
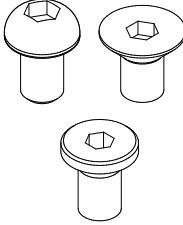
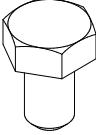
六角头螺栓、不锈钢制螺栓、特殊形状螺栓（按钮螺栓、扁平头螺栓、埋头螺栓等）

拉伸强度 400N/mm² 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 (钢)		内六角螺栓 (不锈钢)		内六角孔按钮螺栓 内六角埋头螺栓 扁平头螺栓 (钢)		六角头螺栓 (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	-----	-----	-----	-----	-----	-----
								

C EU 符合宣言书

对应 CE 标记的发那科机器人（同时贴有下列两种标签），在发货时将附加以下内容的 EU 符合声明。

CE 标记标签
(机器人机构部)



CE 标记标签
(机器人控制装置)



注释

根据机器人控制装置的规格，“WEIGHT”和“INPUT VOLTAGE”的值不同。

根据欧洲机械指令(2006/42/EC)的 EU 符合宣言书记载内容

项目	内容
Name of the manufacturer	FANUC CORPORATION
Address of the manufacturer	3580 Komanba, Shibokusa Oshino-mura, Minamitsuru-gun Yamanashi Prefecture, 401-0597 Japan
Model	请参照各个机型的操作说明书。
Designation	在「前言」的部分记述了下列的消息。 Model : "Model name" Designation : "Mechanical unit specification No."
Applied standards	EN ISO 10218-1 EN 60204-1
Importer/Distributor in EU	FANUC EUROPE CORPORATION 7, rue Benedikt Zender L-6468 Echternach
Date	制造日期（在各机器人随附的 EC 符合宣言书中记载了）

D 联络方式

FANUC 及关联公司的联系地址, 请参阅 <https://www.fanuc.co.jp/en/service/global.html>。

索引

<A>

安全防护装置	s-22
安全和运行的确认	s-28
安全开关	s-21
安全门和安全插销	s-23
安全使用须知	s-1
安全栅栏	s-22
安全栅栏内或者机器人动作范围和附近的作业	s-24
安全装置	s-19
安装	s-27,4
安装角度的设定	11
安装末端执行器到手腕前端上	40
安装设备到机器人上	40
安装条件	19

搬运	1
搬运和安装	1
保管	62
变更可动范围	51

<C>

操作者的安全	s-7
拆卸、报废	s-32
常见问题处理方法	s-30,76
程序的验证	s-30
程序员的安全	s-8
创建示教程序	s-29

<D>

单轴零点标定	72
电池的更换	60
电源和保护接地的连接	s-13
定期检修・定期维修	56
定期检修表	83

<E>

EU 符合宣言书	87
----------	----

<F>

发那科的协作机器人系统	s-2
-------------	-----

<G>

概述	63
概要	s-2
关于负载设定	41

<H>

恢复到自动运行	s-29
---------	------

<J>

机构部	s-34
机构部外形尺寸和动作范围图	26
机器人的构成	24

机器人的目的	s-2
机器人教育项目	s-4
机器人停止方法	s-19
机器人系统的构成	s-3
机器人系统的设计	s-11
基本规格	24
基于 DCS 的可动范围限制	51
检修和维修	55
检修和维修内容	55
检修要领	57
简易零点标定	68
简易零点标定（单轴）	70
解除报警和准备零点标定	64
紧急时、异常时机器人的轴操作步骤	s-32
紧急停止	s-20
进入安全栅栏	s-25
警告、注意标签	s-33

<K>

可选购项电缆用接口（可选购项）	44
空气 3 点套件的确认（可选购项）	58
空气配管（可选购项）	49
控制部	s-34
扩张 J5 轴动作范围的方法	54

<L>

连接器的检修	59
联络方式	88
零点标定的方法	63
螺栓的强度和螺栓拧紧力矩一览	86

<M>

末端执行器、工件、外围设备	s-15
---------------	------

<Q>

其他的保护装置	s-23
其他的程序的注意	s-30
其他的注意事项	s-13
气压供应 (CRX-25iA)	49
前言	p-1
全轴零点位置标定	65
确认零点标定结果	75

<R>

日常检修	55
日常维修	s-34

<S>

渗油的确认	57
使用者的安全	s-5
使用者的定义	s-3
示教程序数据的保管	s-30
手腕负载条件	36
输入零点标定数据	74

<W>

维修.....	s-31
维修工程师的安全.....	s-9
维修空间.....	17
维修作业.....	60

<X>

系统组建和功能测试.....	s-27
限制范围的指定和使用者的进入限制	s-27
相关规格.....	s-10
向末端执行器布线和安设管线	43
协同作业者的安全	s-7
协作机器人的特性和使用上的注意	s-16

<Y>

一般.....	s-11
一般注意事项.....	s-27
有关安全的记载的定义	s-1
与控制装置之间的连接.....	20
原点位置和可动范围	30
运行模式.....	s-20
运行模式选择开关.....	s-20

<Z>

再启动机器人系统的步骤	s-28
在创建示教程序时	s-29
在创建示教程序之前	s-29
装置的配置.....	s-11
自动运行.....	s-31

说明书改版履历

版本	年月	变 更 内 容
03	2022 年 7 月	<ul style="list-style-type: none">• 追加 CRX-5iA, CRX-20iA/L, CRX-25iA• 追加安装角度的设定• 订正错误的描述内容
02		
01	2020 年 7 月	

B-84194CM/03



* B - 8 4 1 9 4 C M / 0 3 *