



智造专家 埃夫特



ER15-4-1600 工业机器人
快速使用手册

埃夫特智能装备股份有限公司

服务热线 (Tel) : 400-0528877

声 明

感谢您购买埃夫特机器人产品，为确保已对产品进行正确的设置，请您在使用本产品之前，务必仔细阅读本操作手册。本声明及手册所提及的内容涉及您的人身及财产安全，若不遵循或不按照手册的说明与警告而擅自操作，可能会给您和周围的人带来人身伤害或给埃夫特机器人或周围的其他物品造成财产损失。本声明及手册为截至本批次产品出厂前的最新版本，后续请通过访问 www.efort.com.cn 官方网站以获取更新的信息。

本手册仅作为对产品进行正常操作的指导，在产品使用过程中，埃夫特公司并不对除产品缺陷外的其他原因引发的人身伤害、财产损失承担责任。埃夫特公司郑重建议：参与机器人操作、示教、维护、维修、点检等相关活动的人员，在学习完毕埃夫特公司准备的培训课程前，请勿赋予其对机器人的操作使用权限。

版本号：V1.1

目 录

第一章 安全.....	1
1.1 安全须知.....	1
1.2 安全准则.....	1
1.3 各工作过程中的安全注意事项.....	2
1.3.1 机器人安装和连接的安全.....	2
1.3.2 机器人启动前的安全.....	3
1.3.3 机器人启动的安全.....	3
1.3.4 试车安全.....	4
1.3.5 示教过程中的安全.....	5
1.3.6 自动运行时的安全.....	6
1.3.7 维修时的安全.....	6
1.3.8 点检和维护时的安全.....	7
第二章 搬运与安装.....	10
2.1 概述.....	10
2.2 基本说明.....	10
2.2.1 开箱清单.....	10
2.2.2 安装前的准备工作.....	10
2.2.3 机器人储存环境.....	11
2.2.4 机器人操作环境.....	11
2.2.5 寒冷环境中启动机器人.....	11
2.2.6 机器人性能参数表.....	11
2.2.7 机器人工作空间.....	13
2.2.8 控制柜工作放置空间.....	14
2.3 搬运.....	14

2.3.1 机器人搬运注意事项.....	14
2.3.2 机器人本体搬运.....	15
2.3.3 机器人电控柜搬运.....	16
2.4 机器人安装.....	17
2.4.1 安全栏的设置.....	17
2.4.2 机器人安装方法.....	18
2.4.3 地面安装.....	18
2.4.4 支架安装.....	19
2.4.5 安装现场和环境.....	20
2.5 集成应用安装接口.....	20
第三章 电气连接.....	22
3.1 供电电源规格要求.....	22
3.2 连接.....	22
3.3 外部急停简介.....	24
3.4 I/O 连接.....	25
3.4.1 控制器本地 I/O 定义.....	25
3.4.2 控制器本地 I/O 扩展.....	26
3.4.2 控制器远程 I/O 扩展.....	28
第四章 快速操作.....	29
4.1 示教器.....	29
4.1.1 关于示教器.....	29
4.1.2 功能区与接口.....	29
4.1.3 如何握持示教器.....	31
4.2 上电启动.....	31
4.3 坐标系统介绍.....	32
4.3.1 工业机器人-关节坐标系.....	32
4.3.2 工业机器人-笛卡尔坐标系.....	32

4.3.3 工业机器人-工具坐标系.....	32
4.3.4 工业机器人-用户坐标系.....	32
4.4 点动操作.....	33
4.4.1 什么是点动操作.....	33
4.4.2 点动操作注意事项.....	33
4.4.3 开始点动操作.....	33
4.4.4 关节坐标系-点动操作.....	34
4.4.5 笛卡尔坐标系-点动操作.....	35
4.4.6 工具坐标系-点动操作.....	35
4.4.7 用户坐标系-点动操作.....	36
4.4.8 点动-快速运动.....	36
4.4.9 点动-慢速运动.....	37
4.4.10 点动-步进运动.....	37
4.5 停机断电.....	37

第一章 安全

1.1 安全须知

根据国家和当地的有关法律、法规、条例，在使用包括机器人的工业系统时，安全防范是最基本的关注点。

在使用机器人导致的人身伤害和财产损失的意外中，使用机器人的工厂是负有责任的。因此，除了理解本手册及其相关资料外，必须理解所有有关健康和安全的法规和标准，并请一定遵守。

为了安全，遵守本手册及埃夫特公司其他手册的规定只是最起码的要求。本手册记载的安全相关信息作为一个总则，并没有完全包括机器人应用系统的各方各面。所以，在使用机器人时，应当根据系统及其应用环境的实际情况，采取必要的安全措施，并严格遵守。

操作人员务必认真阅读以下信息，尤其注意本章所列的安全措施部分。

EFORT 工业机器人的用户应负责确保遵守所在国家/地区的适用安全法律和法规，并且用于保护机器人系统操作者的必要安全设备设计合理且安装正确。机器人操作者必须熟悉诸如以下适用文档中描述的工业机器人的操作和处理：

- 《埃夫特工业机器人操作手册》
- 《ER15-4-1600 工业机器人电气使用维护手册》
- 《ER15-4-1600 工业机器人机械使用维护手册》



本手册包含机器人与控制柜的产品手册中所含的全部安全说明。机器人系统应设计和制造良好以便在运行、调节和维护期间实现安全进入全部有干预必要的区域。对于有必要在安全保护空间作业的情形，必须保证能安全且充分的进入作业位置。

1.2 安全准则




禁止行为

- 1、不要随意改动或拆除工业机器人防护装置和安全装置。
- 2、如果发生积滞情况，不要触碰机器人，应先切断所有电源、对场地进行排水。
- 3、工业机器人的操作只能由受过充分的培训和指导（包括已经熟读本手册）的专业人员来进行。
- 4、务必保证急停设备周围畅通，不可再急停设备前堆放杂物，妨碍紧急情况下设备的使用。
- 5、不得对机器人使用不合适的材料、进行不适当的调节和改动。
- 6、未经授权人员、或者未接受过机器人使用的培训了解存在的风险的人员不得操作机器人。
- 7、以下情况时不得使用机器人：
 - 机器人元件暴露
 - 安全装置被禁用
 - 保险丝和/或机械设备的全部或者部分被禁用时
 - 加工材料不符合要求
 - 同一时间不允许超过一人使用机器
- 8、严格禁止任何违反上述要求使用机器人的行为，特别是不得随意使用非原装配件。
- 9、切勿移动安全防护装置，用户有责任确保安全防护装置固定稳当并且有序运行。
- 10、只有在维修时才可以移动安全装置，但必须要遵守维修人员的操作程序，在保证

	机器人安全的情况下进行。
	<p>强制性措施</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、在启动机器前务必确认没有人在危险区域内。 2、所有操作人员必须接受专门的工业机器人使用和维修培训。 3、工头要持续监控确保所有程序正常运行，确保安全防护程序应用正确到位。 4、按照本手册中维护保养中的要求进行维护，保持工业机器人的整洁干净。 5、要准备合适的工具箱用来归纳清洁工具和维修工具；工作人员必须穿戴所述个人防护设备。 6、除了这些说明，试用者还必须遵守现行的健康和规范。 7、机器人出现故障、或疑似损坏、机器不运转或发出异样噪音时应停止机器工作。 8、一旦贵方发现机器出现火情（无论火情大小），应当立即报警，找专业队伍扑救。 9、机器的运行状态时控制柜门必须一直关闭不得打开。控制柜钥匙必须由电工保管。 10、在通电模式下操作时，人员不得进入安全防护区域。 11、在开启自动模式前，所有暂时停用的安全功能必须恢复到正常的工作状态。
	<p>警告</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、重力和制动装置的释放可能会导致坠落危险。 2、对安全防护装置进行检查时可能会因安全防护装置无法工作给维修人员保护而造成危险。因此，维修人员必须非常小心，并做好万全的防护措施。


1.3 各工作过程中的安全注意事项

1.3.1 机器人安装和连接的安全


	<p>危险</p> <p>对于安装连接的所有操作，请严格遵守下列事项，同时参考下列国家/国际标准。机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。 2、运输机器人时，应避免超过指定的高度： <ul style="list-style-type: none"> • 只允许具备叉车和起重机操作资格的人，来移动/运输机器人本体、控制柜等等。 • 在搬运中，决不可靠近或走到提起的机器人本体、控制柜下方。 • 切勿在搬运中呆在机器人本体、控制柜上面,也决不可触碰或人工支撑它们。 3、按机器人起吊图示所描述的，将钢丝绳钩住吊环，并在操作前，确认吊环没有松动。 4、当使用吊带转运控制柜时，请去除示教器及其支架，以免电缆等钩住其他设备。 5、在搬送机器人前，请移除所有不需要的物体，并清理到安装位置的通道。 6、如果用叉车搬运，请对控制柜进行固定，防止控制柜倾倒。 7、由于机器人由精密的元器件组成，请保护机器人免受碰撞、冲击。
---	--

	<p>8、当安装地的总电源开启时，切不可连接控制柜的电源电缆。否则将是极端危险并可导致触电。连接输入电源电缆时，请务必确定主电源为关断状态。同时为防止输入电源或断路器被误合上，请在所有的电源单元、断路器上放置清晰的关断标志，表示检查/保养、维修进行中，并用锁锁定或放置夹头夹住主电源开关。</p> <p>9、当接线工作完毕时，务必盖上输入电源连接端的盖板。否则将是极端危险的，如果误触到端子可导致触电事故。</p> <p>10、请将连接机器人的电机/信号线束放置在电缆槽内，以防止受到损害。另外请采取措施以免它们受压。控制柜与机器人本体之间全部连接完毕之前，请勿连接接入电源。否则则非常危险，可导致触电等事故。</p>
--	---

1.3.2 机器人启动前的安全


	<p>危险</p> <p>机器人开动前的操作，必须严格遵照以下事项，并请参阅相关的国内/国际安全标准。机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。 2、务必把机器人的控制柜、操作面板和所有其他的控制装置安装在安全防护装置(围栏)之外，只有这样才能监视整个机器人的运动范围。 3、确认在机器人手臂的运动范围内，没有任何人员、包装材料、夹具或其他各类障碍物。 4、消除固定设备和移动设备之间任何可能夹人的区域。 5、连接电源电缆前，请确认供电电源的电压、频率、电缆规格等是否符合要求。 6、确保控制柜和周边设备的正确接地。机器人控制柜的接地线和周边设备的接地线应分开接地，不能连在一起。同时如果外部设备上加电磁开关、接触器等装置时，请在邻近机器人控制柜的电源进线上，安装电源滤波器或相当装置。 7、在打开机器人的“电源”ON之前，请确认机器人的安装符合机器人安装的要求。 8、在操作员操作机器人时，必须配置有一个观察员进行监控，这个观察员也必须完成埃夫特公司对应的培训。 9、对于应用项目（水、压缩空气、保护气体等），系统必须配置有监控仪表，以便及时自动发现供水供气的不正常情况。 10、如果在机器人工作过程中会产生大量的废料、金属尘粒、细小粒子等，请在机器人本体、机器人控制柜、周边装置上罩上合适的罩壳。
---	--

1.3.3 机器人启动的安全

	<p>危险</p> <p>要启动机器人，首先连接好电源线，然后将电源开关由 OFF 旋转至 ON。这些操作，请严格遵守如下事项，同时参考相关的国内/国际的标准。</p> <p>机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p>
---	--

	<p>开动机器人前，请确认急停止开关工作正常。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、操作前.请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。 2、检查所有机器人操作必须的开关、显示以及信号的名称及其功能。 3、除非机器人电源断开，否则不可进入安全围栏。同时，在开动机器人前确认各安全防护装置功能正常。 4、如果机器人应用系统中有几个操作人员一起工作，务必让全部操作者及其相关人员都清楚机器人已激活后，才可以启动机器人。 5、在接通电机电源 ON、开始示教或自动操作前，请再次确认在机器人安全栅栏内和机器人周围没有任何工人员或遗留的障碍物存在。 6、当启动机器人和从故障状态恢复运行时，在开启控制柜电源后，请把你的手放在紧急停止开关上,以便在出现异常情况时，可以立即切断马达电源。 7、在激活机器人前，请再次确认下列条件已满足。 <ul style="list-style-type: none"> • 确认机器人的安装状态是正确的和稳定的。 • 确认机器人控制柜的各种连接都是正确的，电源规格（电源电压、频率等）符合要求。 • 确认各种应用连接（水、压缩空气、保护气体等）是正确的，并和规格型号是一致的。 • 确认与周边装置的连接是正确的。 • 请确认在使用软件运动限位外，也已安装了机械限位挡块/或限位开关来限定机器人的运动范围。 • 当机器人被机械限位挡块停止时，请确认检查了相关零件或已更换了失效的机械限位挡块（如果有必要）。 • 确认采取了安全措施:已安装了安全围栏或报警装置及联锁信号等安装防护装置。 • 请确认安全防护装置及联锁的功能正常。 • 确认环境条件（温度、湿度、光、噪声、灰尘等）都满足要求，或者说没有超过系统和机器人的规格要求。
--	---

1.3.4 试车安全

	<p>危险</p> <p>试车时，示教程序、夹具、逻辑控制器等各种要素中可能存在设计错误、示教错误、工作错误。因此，进行试车作业时必须进一步提高安全意识。</p> <p>试车过程中需要注意以下几点：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、首先，确认紧急停止按钮、保持/运行开关等用于停止机器人的按钮、开关、信号的动作是否正常。一旦发生危险情况，若无法停止机器人将无法阻止事故的发生。 2、机器人试车时，首先将机器人的操作速度设定为低速（5%~10%左右的速度），对示教的动作进行确认。以2~3周期左右，反复进行动作的确认，若发现有问题时，应立即停止机器人并进行修正。确保没有问题之后，逐渐提高速度（50%→70%→100%），各以2~3周期左右，再次反复作确认动作。
---	--

1.3.5 示教过程中的安全



危险

埃夫特公司建议应在安全围栏外完成示教工作。但如果确实需要进入安全栅栏，请严格遵守下面事项，同时参考下面国内/国际安全标准。

机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。

示教工作前，请确认紧急停止开关功能正常。

1、操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和埃夫特公司提供的其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。

2、开动机器人前，请确认所有的安全防护装置（安全围栏）工作正常。

3、示教工作应由两个人来做，一个示教员、一个观察员。观察员同时也承担安全监督的责任；并在示教前，确认“工作启动”等信号情况。

4、示教员在进入安全围栏前，必须把示教器上的示教开关打到手动位置，以防控制柜模式开关打到自动模式而引发事故。一旦机器人做出任何不正常的运动，立即按下紧急停止开关，并立即从预设的撤退路径退出机器人工作区。

5、在安全围栏外、可监控整个机器人运动的位置上，请为观察员安装一个急停开关。一旦机器人出现不正确的运动，观察员必须可以非常方便地按下开关来立即停止机器人。另外，如果需在紧急停止后重新启动机器人，请在安全围栏外进行复位和重启手动操作。示教员和观察员必须是经过特别培训的合格人员。

6、请清楚地标示示教工作正在进行中，以免有人通过控制柜、操作面板、示教器等误操作任何机器人系统装置。

7、完成示教工作后，在确认示教的运动轨迹和示教数据前，请清除安全围栏内、机器人周围的全部人员和障碍遗留物，确认安全围栏内没有任何人员和障碍遗留物后，请在安全围栏外执行确认工作。这时，机器人的速度应小于等于安全速度（250mm/s），直到运动确认正常。

8、如需在紧急停止后重启机器人，请在安全围栏外手动复位和重启。同时确认所有的安全条件，确认机器人周围、安全围栏内没有任何人员和障碍遗留物。


9、示教过程中，请确认机器人的运动范围，禁止接近机器人手臂的下方。防止因意外操作产生的危险，特别注意，当机器人手爪中抓有工件时，禁止接近机器人手臂，防止因工件意外掉落而产生的危险。

10、为了安全，在示教或检查模式中，机器人的最大速度被限制在了 250mm/s 之内（安全操作速度）。但是，在刚完成示教或出错恢复后，操作员校验示教数据时，请把检查运行的速度设得越低越好。


11、示教过程中，无论示教操作员还是监督员，必须时刻监视机器人有无异常运动、机器人及其周围可能的碰撞、挤压点。同时，请确认示教操作员的安全通道，以供在紧急时撤退之用。

12、在机器人的运动示教完毕后，请把机器人的软件限位设定在机器人示教运动范围之外一点点的地方。如何设定软件限位，请参阅埃夫特工业机器人操作手册。

1.3.6 自动运行时的安全


	<p>危险</p> <p>由于示教的程序将高速重现运行，所以请严格遵守如下事项，同时参阅相关国际国内安全标准。</p> <p>机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p> <p>在自动操作前，请确认所有的开关功能正常。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、操作前，请完整阅读和理解埃夫特公司提供的所有手册及其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。 2、在自动运行中，永远不要进入或部分身体进入安全围栏。同时，请在启动运行机器人前，确认安全围栏内没有任何人员或障碍遗留物。 3、自动运行中，机器人在等待定时器延时或外部信号输入时，看上去像停止了一样。但这时千万不要靠近机器人，因为当定时器时间到或外部信号输入时，机器人将立即恢复运行。 4、在自动运行中，这种情况将是极端危险的：如果工件的抓握力不够，在机器人运动中，工件有可能会被甩脱。请务必确认工件已被牢固地抓紧。当工件是通过气动手爪、电磁方法机构等抓握的，请采用失效安全系统，来确保一旦机构的驱动力被突然断开时，工件不被弹出。即使在出错时，工件出的可能性为最小时，也请安装保护栅，如网罩等。 5、在安全围栏上显示“自动运行中”标志，并且不得进入工作区域。同时，请确认安全通道，以便操作人员在紧急情况下撤出。 6、如果因故障导致机器人在自动运行中停止，请检查显示的故障信息，按照正确的故障恢复顺序，来恢复和重启机器人。 7、请在故障恢复顺序后、重新启动机器人前，确认安全的工作条件满足，并且确认在安全防护装置内或机器人周围没有遗留任何人员、夹具、周边装置或障碍物等。
---	---

1.3.7 维修时的安全

	<p>危险</p> <p>要进行维修时，请严格遵守下列条款，同时参阅相关国际国内安全标准。</p> <p>机器人遵照工业环境用机器人安全要求（GB11291.1-2011/ISO10218-1:2006）进行安全功能方面的设计。</p> <p>在维修前，请确认所有开关功能正常。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、操作前，请完整阅读和理解埃夫特公司提供的所有手册及其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。 2、在进入安全围栏前，请确认所有必须的安全措施都已准备好并且功能良好。 3、在进入安全围栏前，请切断控制电源一直到总电源。并放置清晰的信号显示关断、维修进行中，并且采用锁定或夹定主电源开关，以免有人误开电源。 4、维修工作仅限于完成了相应型号机器人的特别培训的人员。 5、在维修工作前，确认机器人周围具备足够的空间，以免与周边设备干涉。同时将周边装置于固定状态，防止它们出现任何的突然动作。
---	---

	<p>6、在进入安全围栏前，请务必关断自动操作功能。如果机器人出现任何的异常运动，应立即按急停开关，并立即从规定的撤离路线撤出。</p> <p>7、除操作人员手中示教器的紧急停止开关之外，请在安全栏外、便于观察全部机器人运动范围的地方，为监察员安装另外一急停开关。一旦在维修中机器人出现异常动作，此开关必须可以让监察员非常容易地按到。在急停后，请从围栏外面来复位并重启机器人。此外，操作者和监察员都必须完成了特别培训课程的人员。</p> <p>8、操作中，操作者和监察员都必须时刻注意观察异常运动、可能的碰撞点及机器人周围。</p> <p>9、更换时，请只使用埃夫特提供的零部件。</p> <p>10、在拆除任何关节轴的伺服电机前，请用合适的提升装置支撑好机器人手臂。拆除电机，将使该轴的刹车机构失效，如果没有可靠的支撑，手臂将会下坠。请注意，如果按控制柜上的任何轴抱闸释放开关，会出现相同的危险。</p> <p>11、当需要更换驱动模块、电源模块，请关断控制电源，并且至少等待 7 分钟。然后，请在确认电源的输出电压为 0V 后，才开始更换工作、拆除连接器等。也请注意，不要触碰任何零件，防止触电或烫伤。</p> <p>12、如果供有压缩空气或水时，维修前，请切断供应源、并清除管线内的任何剩余压力。</p> <p>13、当机器人扩展附加轴时务必确认附加轴的急停信号要串接到控制柜的急停电路中。</p> <p>14、当变更机器人部件时一定要确认该部件和原部件的匹配程度，并仔细核对原理图，防止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。</p>
--	---

1.3.8 点检和维护时的安全

	<p>危险</p> <p>为防止系统故障，请严格按照下列的条款进行机器人的清洗、检查、维护或更换部件。同时参阅相关国际国内安全标准。</p> <p>在检查与维护前，请确认所有的急停开关功能正常。</p> <p>1、操作前，请完整阅读和理解埃夫特公司提供的所有手册及其他相关文件。另外，完整理解操作、示教、维护等各过程。同时，确认所有的安全措施到位并有效。</p> <p>2、在检查与维护工作前，清除不要的物体，并清理到安装位置的通道。</p> <p>3、点检和维护保养工作，只限于完成了本机器人或相同型号机器人特别培训的人员。</p> <p>4、进行点检和维护保养工作前，请确认机器人周围足够的空间，以避免与周边设备发生干涉。同时把周边设备设成固定状态，确保它们不会突然运动。</p> <p>5、在进入安全围栏前，请按工作需要切断整条线的电源或机器人电源，并请切断电源一直到总电源。并放置清晰的信号显示关断、检查/维修进行中，并且采用锁锁定或夹夹定主电源开关，以免有人误开电源。如果整条线不能停止来，请在目标机器人与任何相邻机器人之间安装临时安全围栏。</p> <p>6、当进行连锁信号线路的点检和维护工作时，请无误地关闭所有信号关联设备的电源，以确保安全。在进行此项工作期间，不得进入安全围栏。</p> <p>在完成点检和维护工作后，请确认安全防护装置（安全栅栏、安全插销、急停止开关等）、周边设备、连锁线路等安全装置的工作正常。</p> <p>7、除操作者持有的紧急停止开关之外，请为安全护栏外的监督员安装另一个急停开</p>
---	--

- 关，安装位置请选在可以监控全部机器人运动范围的地方。如果在维护/点检中，机器人出现不正常的运动，监督员必须很容易地按到开关。急停后，恢复和重启机器人必须在安全围栏外进行。另外，操作员和监督员必须是完成了特别培训课程的人员。
- 8、示教员在进入安全栅栏前，必须把示教器上的示教模式开关打到手动模式，以防控制柜模式开关打到自动模式而引发事故。一旦机器人做出任何不正常的运动，立即按下紧急停止开关，并立即从预设的撤退路径退出机器人工作区。
- 9、点检/维护过程中，无论操作员还是监督员，必须时刻监视机器人有无异常运动、机器人及其周围可能的碰撞、挤压等等。同时，请确认操作员的安全通道，以供紧急撤离之用。
- 10、如果在点检/维护过程中，不可避免地需要拆除安全围栏，请提供足够的安全措施：
- 把机器人和周边设备停在合适的地方。
 - 锁定/标定电源和开关，必须避免任何人误开电源或误把开关打到自动模式。
 - 完成点检/维护后，重新装好安全围栏，并确认所有的安全措施、安全功能和原来的一样。
- 11、请只使用埃夫特公司认可的零件来替换。并且，在点检/维护中，请一定用示教模式、并以尽可能低的速度运动机器人。
- 12、当需要更换驱动模块、电源模块，请关断控制电源，并且至少等待 7 分钟。然后，请在确认电源的输出电压为 0V 后。在确认直流电源输出电正变为 0V 后，再开始更换或拔出连接器等工作。另外，如果机器人刚停止运行，散热片或再生吸收电阻可能还是烫的。因此，小心不要触摸任何热的部件。
- 13、在从转轴上拆除伺服电机前，请用合适的提升装置，牢固支撑住机器人的手臂。拆除转轴外的电机将使该轴的刹车系统失效，手臂将会掉落。另外，按控制面板上的任何刹车释放按钮，也会导致同样的危险。
- 14、如果在维修前后，机器人必须保持同样的姿态，请在更换部件前，记录机器人的姿态数据。
- 15、在更换过程开始阶段，当拆除印刷线路板或电缆时，检查并记录他们的位置、连接器编号、安装方式、设置数据等，这样就可以按原样恢复了。连接器在插入完毕后，必须把它的锁紧机构牢靠地锁定。另外永远不要触摸连接器的插针。
- 16、当应用装置(水、压缩空气、保护气体等)使用时，在进行点检/维护前，请关闭它们的供应源，清除管路中的剩余压力。
- 17、检修/维护后，请确认全部的安全防护装置功能正常。
- 18、未经公司许可，不要改变或改装机器人。如果发生未经许可的改装，埃夫特公司将不负任何责任。
- 19、在机器人手臂和控制柜中，内置有多种数据后备电池。如果使用错误的电池，将会引起燃烧、过热、爆炸、腐蚀、漏液等情况发生。因此必须严格遵照下列要求。
- 只使用埃夫特公司指定的电池；
 - 不可再充电、拆开、变换和加热电池；
 - 不可把电池丢弃在水中或火中；
 - 表面损坏的电池，其内部可能已经短路，决不能再使用；
 - 不可用金属，如电线等，短路电池的正负极。不可将废旧电池丢弃在焚化、填埋、倾倒在垃圾中。丢弃电池时，请把它们用袋子包起来，以免它们接触其他金属，同时请遵照当地的规定规章正确处理。
- 20、当机器人扩展附加轴时务必确认附加轴的急停信号要串接到控制柜的急停链路

<p>中。接入扩展轴后需要对急停链路的安全功能进行测试，确保符合安全控制逻辑。变更与安全相关部件后需对急停链路的安全功能进行测试，确保符合安全控制逻辑。</p> <p>21、变更机器人部件时一定要确认该部件和原部件的匹配程度，并仔细核对原理图，防止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。</p>
--

第二章 搬运与安装

2.1 概述

本章包含装配说明和在工作现场安装 ER15-4-1600 机器人信息。

开始任何安装工作前，先查看所有安全信息格外重要！请务必仔细阅读埃夫特机器人安全手册，以及本手册第一章，有几个必须全篇阅读的一般安全方面，以及介绍执行程序时遇到的危险和安全风险的更具体的安全信息。

2.2 基本说明

2.2.1 开箱清单

- 1、开箱前，请确认产品外包装是否完好。
- 2、开箱后，请确认机器人各配件是否齐全，其型号是否与订单一致。若发现配件漏发、错发，请及时与供应商联系。

表 2-1 机器人装箱清单

开箱清单				
名称	型号	数量	单位	备注
机器人本体	ER15-4-1600	1	PC	
控制柜	EC-M4	1	PC	
示教器+示教器线	11500010563	1	PC	
电柜-本体动力线	10900023245	1	SET	已安装在电柜上 标配长度8m，支持 常规定制12m、16m、 20m
电柜-本体编码器线	10900023246	1	SET	已安装在电柜上 标配长度8m，支持 常规定制12m、16m、 20m
控制柜电源线	\	1	SET	已安装在电柜上
配件（支架、插脚）	\	1	PC	已安装在本体上

注：以上为标准配置清单，不包括定制机型的情况。

2.2.2 安装前的准备工作

本节旨在供首次对机器人开箱并安装时使用。其中还包含在以后重新安装机器人的过程中所需的有用信息。

在进行机器人安装前，须进行如下检查项：

表 2-2 安装前注意前注意事项

1	目测检查机器人确保其未受损。
2	确保所用吊升装置适合于搬运指定的机器人重量。
3	如果机器人未直接安装，则必须按照机器人储存环境要求储存。
4	确保机器人的预期操作环境符合机器人操作环境要求。
5	将机器人运到其安装现场前，请确保该现场符合地面安装要求。

6	移动机器人前，请先查看机器人的稳定性。
7	满足这些先决条件后，即可按下面章节所述将机器人运到其安装现场。

2.2.3 机器人储存环境

下表显示允许的机器人存储条件：

表 2-3 机器人储存环境

参数	值
最低环境温度	-40°C
最高环境温度	+55°C
最大环境湿度	93%RH, 无凝露 (40°C)

2.2.4 机器人操作环境

下表显示允许的机器人操作条件：

表 2-4 机器人操作环境

参数	值
最低环境温度	0° C
最高环境温度	+45° C
最大环境湿度	80%RH, 无凝露 (40°C)

2.2.5 寒冷环境中启动机器人

此操作程序描述如何在寒冷环境中启动机器人。必须根据环境温度和所使用的操作程序调节升温速度。下表显示速度调节方法示例：

表 2-5 寒冷中启动机器人运行周期

工作周期	速度百分比
3 个工作周期	20
5 个工作周期	50
5 个工作周期	80
5 个工作周期	100

2.2.6 机器人性能参数表

下表显示了机器人的性能参数

表 2-6 机器人装箱清单参数表

性能参数表		
型 号	ER15-4-1600	
动作类型	关节型	
控制轴	4Axis	
最大运动速度	J1 轴	175° /sec
	J2 轴	165° /sec
	J3 轴	155° /sec
	J4 轴	330° /sec
最大动作范围	J1 轴	±165°
	J2 轴	-85° /+40 -90° ≤J2+J3≤+15°

	J3 轴	-70° /+15° (*)	
	J4 轴	±360°	
最大活动半径		1625mm	
手腕部最大负载		15kg	
安装条件		地面安装、支架安装	
防护等级		IP65（手腕体部分）、IP54（其它部分）	
重复定位精度		±0.08mm	
本体重量		180kg	

注：

(*) 该标记处说明如下

1) J3 轴的 (*) 标记处表示在 J2 轴处于 “ $-85^{\circ} \leq J2 \leq +40^{\circ}$ ” 的状态下，J3 轴的动作范围为 “ $-70^{\circ} \leq J3 \leq +15^{\circ}$ ”。

2) 在 J2 轴处于其动作范围内的某一确定角度时，J3 轴的动作范围是基于其最大可能动作范围——“ $-70^{\circ} \leq J3 \leq +100^{\circ}$ ”下，同时满足约束条件“ $-85^{\circ} \leq J2 \leq +40^{\circ}$ & $-90^{\circ} \leq J2 + J3 \leq +15^{\circ}$ ”。

举例说明：(1) 当 J2 轴处于 -85° 的状态下，J3 轴的动作范围是 “ $-5^{\circ} \leq J3 \leq +100^{\circ}$ ”；

(2) 当 J2 轴处于 -20° 的状态下，J3 轴的动作范围是 “ $-70^{\circ} \leq J3 \leq +35^{\circ}$ ”；

(3) 当 J2 轴处于 0° 的状态下，J3 轴的动作范围是 “ $-70^{\circ} \leq J3 \leq +15^{\circ}$ ”；

(4) 当 J2 轴处于 $+40^{\circ}$ 的状态下，J3 轴的动作范围是 “ $-70^{\circ} \leq J3 \leq -25^{\circ}$ ”。

下表显示了控制柜的性能参数

表 2-7 控制柜参数表

控制柜型号	EC-M4
IP 等级	IP54
I/O 端口	16 个数字输入/16 个数字输出（支持扩展）
通讯方式	TCP/IP、Modbus-TCP、CAN、ProfibusDP、EtherCAT
电源	AC220V ± 10%，50/60Hz
尺寸	W555mm × D560mm × H1165mm
重量	89kg
环境温度	0℃ ~ 45℃
环境湿度	80%RH，无凝露（40℃）

2.2.7 机器人工作空间

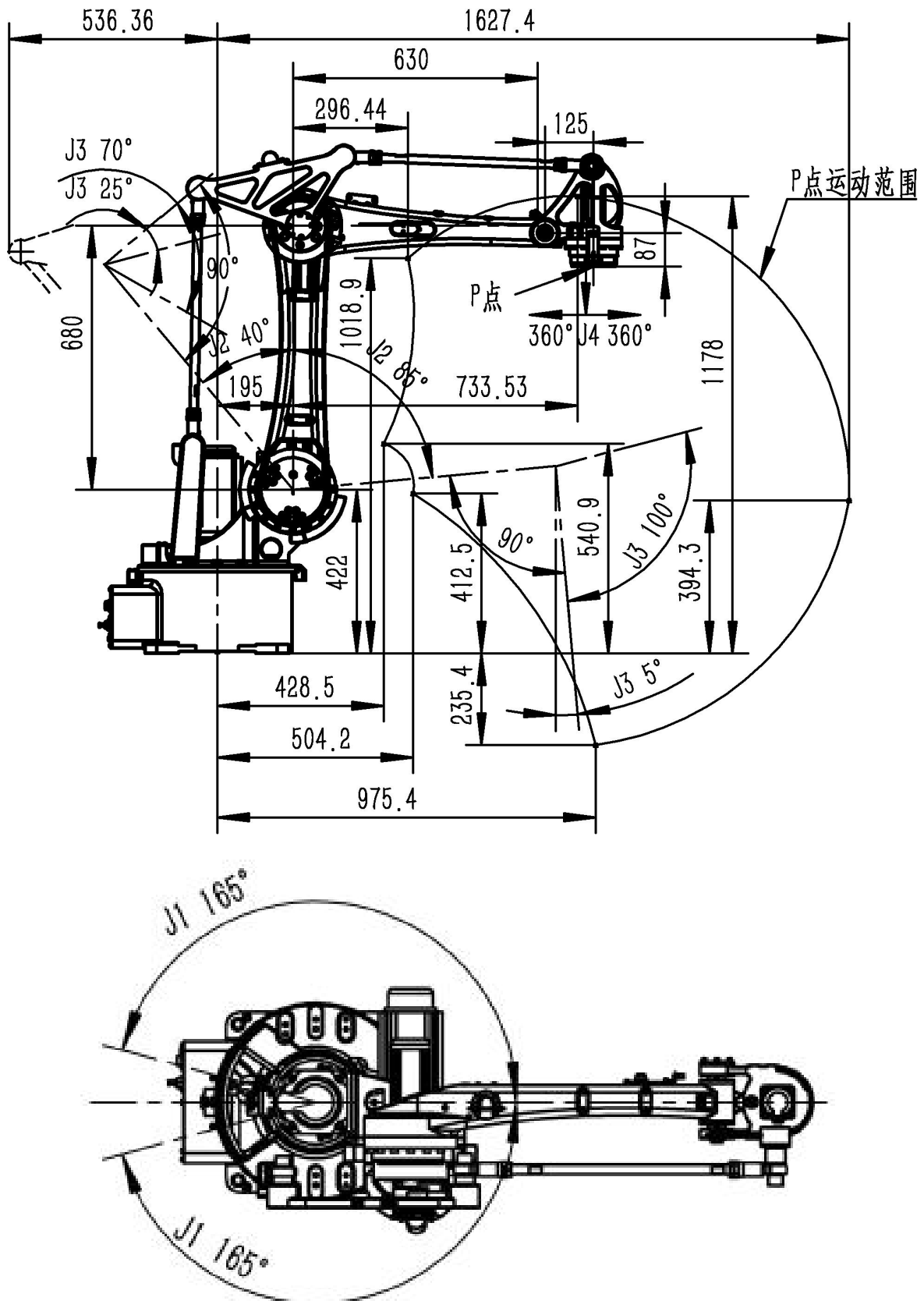


图 2-1 机器人运动范围图

2.2.8 控制柜工作放置空间

ER15-4-1600 机器人控制柜外形尺寸（单位：mm）。

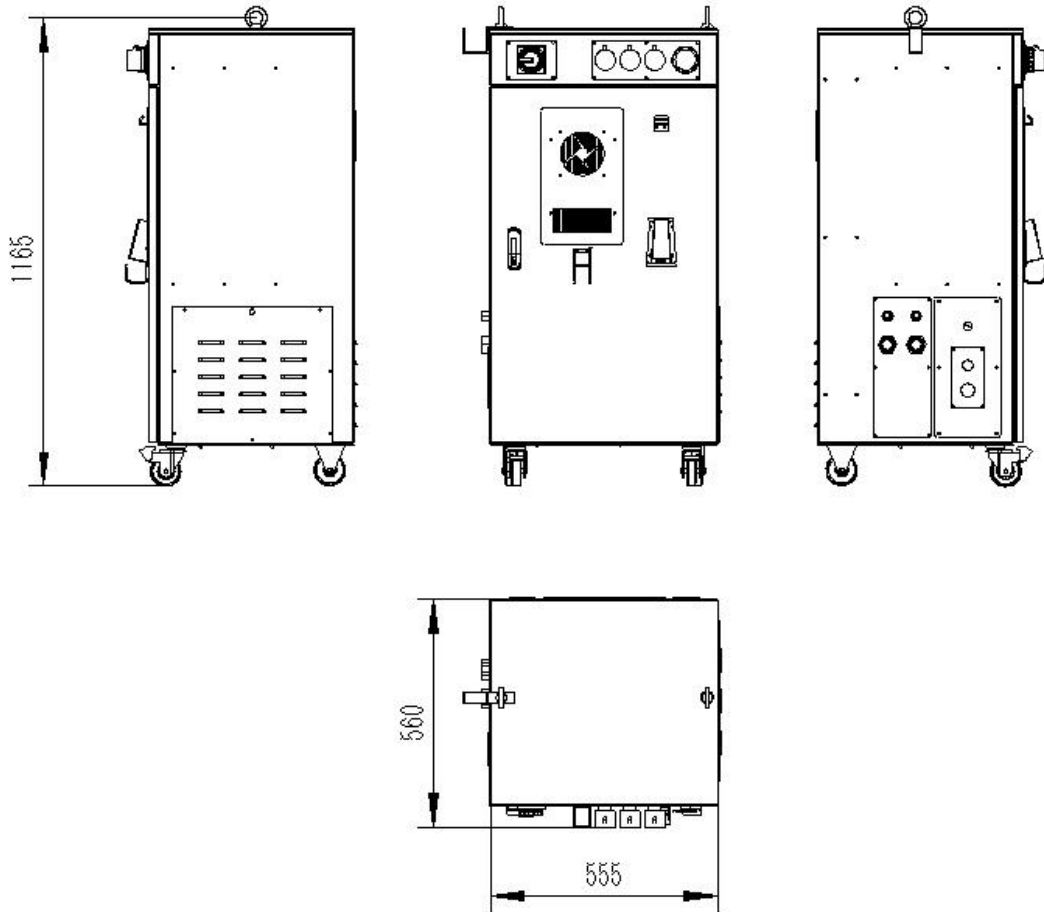


图 2-2 机器人控制柜尺寸

控制柜摆放时，请勿遮挡电柜通风口，影响电柜散热，电柜四周请预留 150mm 以上的空间。

安装机器人时，确保其可在整个工作空间内自由移动。如有可能与其他物体碰撞的风险，可通过硬件的可调限位块、软件的安全工作空间限制，限制其工作空间。




《ER15-4-1600 工业机器人机械使用维护手册》

《埃夫特工业机器人系统操作手册》

2.3 搬运

2.3.1 机器人搬运注意事项

下述内容是机器人搬运作业中的注意事项。请充分了解以下内容后，安全作业：

 注意	<p>必须由具有挂钩、起重作业、叉车等作业资格的人员进行机器人和控制装置的搬运作业。由未掌握正确技能的作业人员实施搬运作业，可能导致翻倒、掉落等事故发生。</p>
 注意	<p>搬运机器人和控制装置时，请按手册中记载的方法，确认重量和步骤后再行作业。如不能按照指定方法进行作业，可能使机器人和控制装置在搬运过程中翻倒或掉落，从而导致事故发生。</p>
 注意	<p>进行搬运和安装作业时，应注意避免损坏配线。此外，在装置装配结束后，应采取加盖防护罩等防护措施，而避免作业人员、叉车等损坏配线。</p>

2.3.2 机器人本体搬运

1) 搬运方法一

在搬运机器人时，首先按图2-3所示姿势设置机器人，然后在主体框架上安装4个M10吊环螺钉，用4条钢索起吊。建议钢索长度不小于3m，应在钢索与机器人主体接触的部位套上橡胶软管等进行保护。

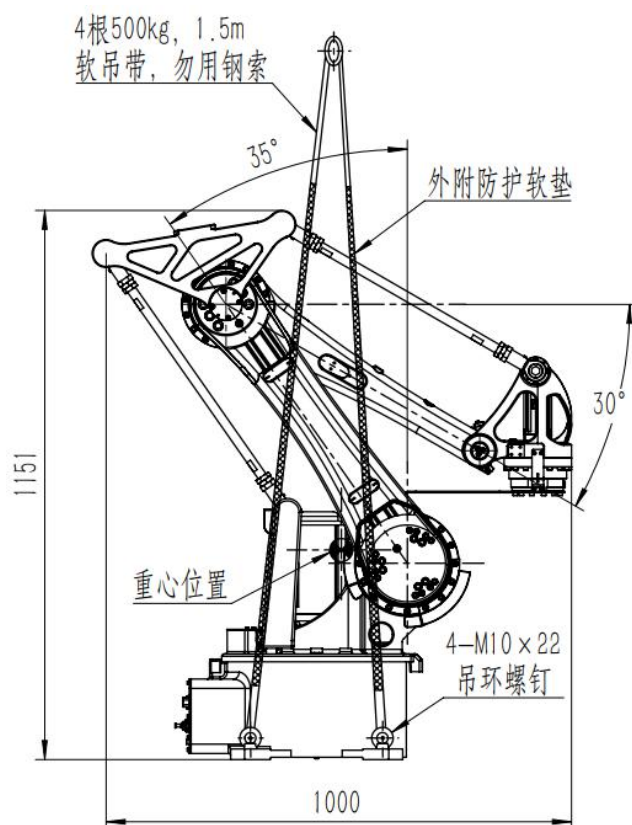


图 2-3 吊装示意图

注：在图2-3中，终端执行器和机械臂上没有安装任何其它装置，所以一旦安装了其它装置，请务必多加注意。

2) 搬运方法二

将机器人设为图2-4所示姿势，使用叉车进行搬运。

搬运姿态各轴角度设置如下：

位置	一轴	二轴	三轴	四轴
关节角	0°	+35°	-65°	0°

注意：在机器人运行之前，请将搬运叉脚拆除！

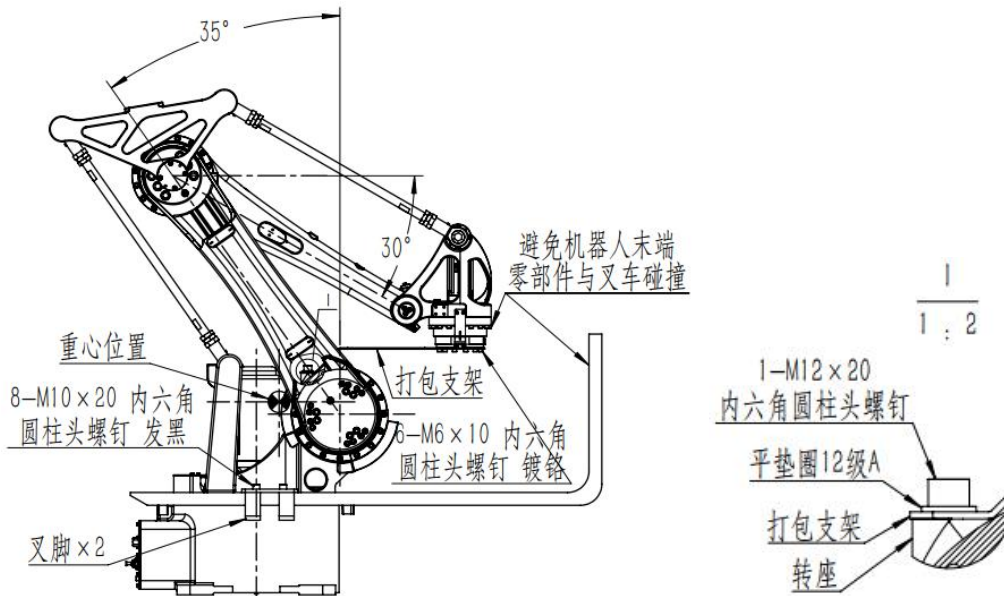


图 2-4 叉车搬运示意图

2.3.3 机器人电控柜搬运

1、搬运方法一

在搬运机器人电控柜时，首先按图2-3所示姿势设置机器人，然后在电柜顶部自带的2个M10吊环螺钉，用2条软吊带起吊。建议软吊带长度不小于2m，应在软吊带与机器人主体接触的部位套上橡胶软管等进行保护。

2、搬运方法二

电柜底部安装有4个脚轮，2个万向轮，另2个固定轮，解除万向轮锁定后，可直接推动电柜至目标位置，然后锁定万向轮固定。

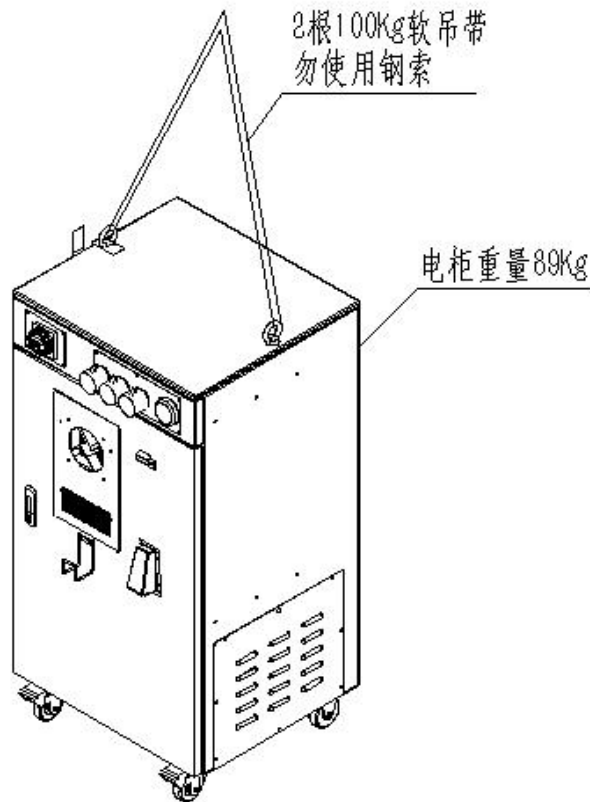



图 2-5 电柜吊装、搬运示意图

2.4 机器人安装

 <p>危险</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、设置安全栏 否则可能发生人身伤害、设备损坏等事故。 机器人要放置在即使机器人手臂伸到最长，其手臂部的工具和工件的尖端点也不会碰到安全栏的位置。 否则可能发生人身伤害、设备损坏等事故。 2、 机器人不固定不能进行通电和运转。 否则有可能发生倾倒、人身伤害、设备损坏等事故。 3、选择倒挂、壁挂安装方式时，要固定在有足够强度的天花板、墙壁上，还应考虑到防止坠落的处理方案。 否则可能发生人身伤害、设备损坏等事故。
---	---

2.4.1 安全栏的设置

应该遵守中华人民共和国国家标准 GB11291.2-2013《机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成》中 5.10 节安全防护装置有关规定：“工业机器人在自动运转时，因操作者有接触机器人的危险，所以必须设有防止操作者靠近的防护等安全措施”。

为避免机器人运转中造成设备损坏、操作者及周围人员人身伤害、请务必设置安全栏（且带连锁门等安全设置）！

注： GB11291.2-2013 标准等效于 ISO 10218-2:2011 标准。

2.4.2 机器人安装方法

机器人的安装特别是基座的固定和地基能够承受机器人加减速时的动载荷以及机器人和夹具的静态重量。另外，机器人的安装面不平整时，有可能发生机器人变形，性能受影响。

机器人安装的平面度，请确保在 0.5mm 以下。

底座安装接口尺寸图 3-3 如下：

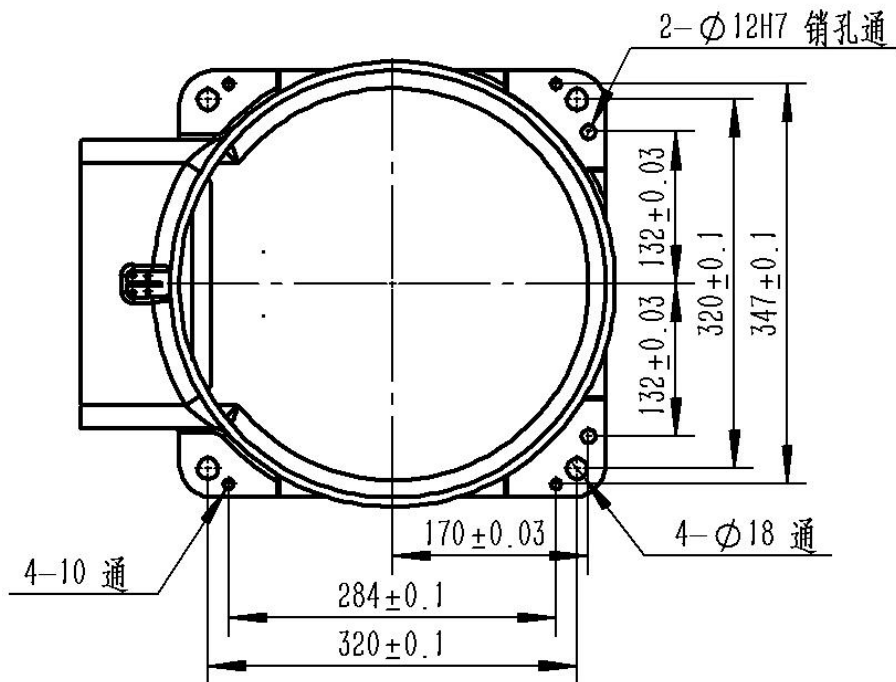


图 2-6 底座安装接口尺寸图

2.4.3 地面安装

地面安装要求混凝土地基牢固，强度等级和承载能力符合相关质量规范，混凝土厚度应不小于化学螺栓的埋置深度，有效范围应完全覆盖固定底板，以保证底板安装的安全性和可靠性。混凝土强度等级 C20/C25 参考如下规范执行：GB50010-2010《混凝土结构设计规范》和 GB/T50081-2002《普通混凝土力学性能试验方法》。

表 2-8 机器人固定所需零部件表

名称	规格	数量
底板	厚度≥30mm	1
	参考面积（600mm×600mm）	
化：组	M16 以上，强度等级≥4.8 级	8
固定螺钉	M16×45，强度等级 12.9 级	4

首先把底板固定在地面上，我们推荐使用底板的厚度应该为 30mm 以上，选用 8 根 M16 以上的化学螺栓把底板固定在地面上。机器人的底座通过其上四个安装孔用强度等级 12.9 级的 M16 内六角螺钉（螺钉长度须保证螺纹旋合长度达到 1.5 倍螺纹公称直径）牢固的固定在底板上，为使内六角螺钉在设备运行中不发生松动，请参照图 3-4 “机器人安装举例”的方法充分固定、防松。

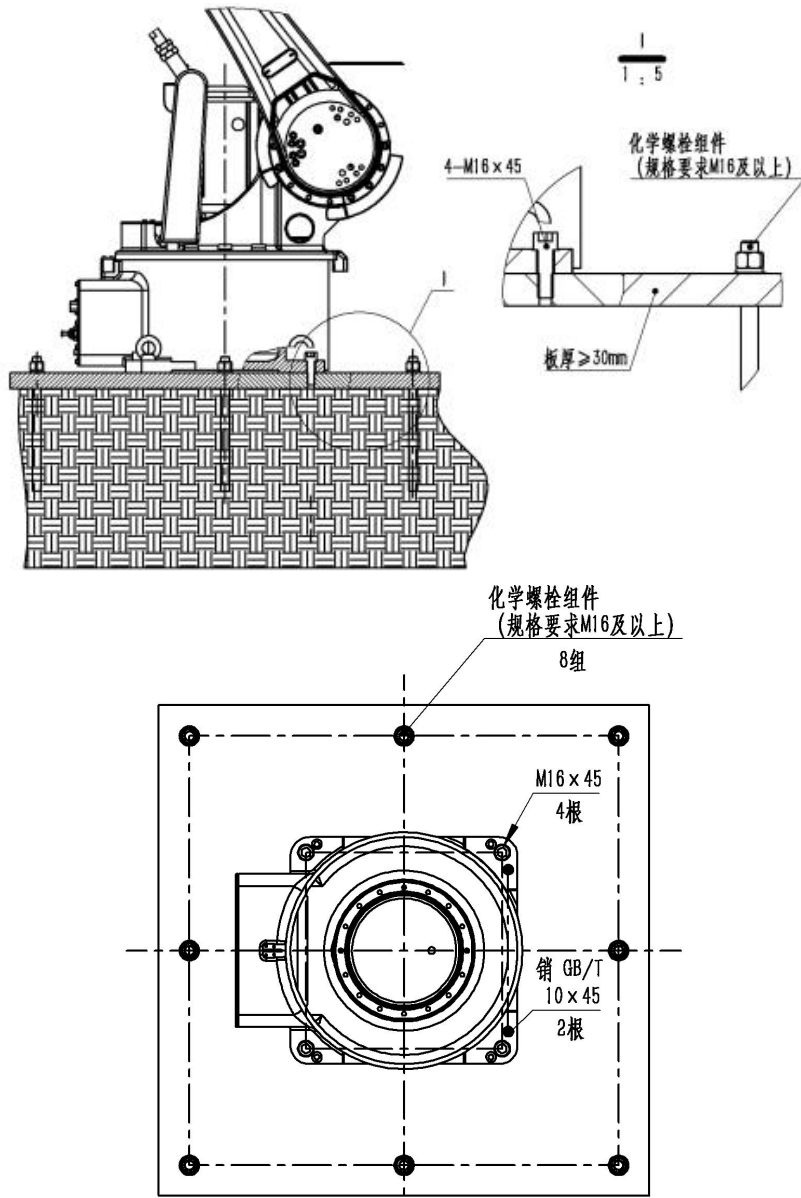



图 2-7 地面安装

注：2 根 销 GB/T 10×45 在无需机器人准确定位的情况下，可取消。


 注意	<p>固定机器人底座的螺钉过长或过短都会造成固定不良事故！</p> <p>化学螺栓的联接强度取决于混凝土的强度，当混凝土的强度不足时，可通过以下方法加强：</p> <ul style="list-style-type: none"> 增加化学螺栓组的数量； 增加化学螺栓的预埋深度；
--	--

2.4.4 支架安装

当支架高度在 600mm 以下时，其固定方式与地面安装方式类似，分机器人底座安装、支架与地面安装两个部分；

当支架高度在 600mm 以上时，需严格校核支架与地面的联接强度，确保支架与地面的联接安全、

可靠;

	<p>可适当增加化学螺栓组的规格、数量、预埋深度等措施; 提高混凝土基础的强度, 混凝土基础的强度要高于对于相应的化学螺栓组件;</p>
---	--

2.4.5 安装现场和环境

机器人在规定的环境条件下使用、运输和贮存时应能保持正常, 其性能应符合要求。

机器人环境条件		
环境条件	工作条件	贮存、运输条件
环境温度	0-45℃	-5~45℃
相对湿度	40%~90% (45℃)	/
大气压力	86~106 kPa	
振动	低于 0.5G, 4.9m/s ²	
其它	无腐蚀性气体 (注)	

注: 对于要使用的机器人, 如果在使用环境中有较强的振动, 灰尘很多, 切削油飞溅, 或其它物体, 请联系本公司售后服务部门, 采用机器人套或其它方式, 保护机器人部件。

2.5 集成应用安装接口

对外接口尺寸表如下:

机器人对外接口尺寸	图中所示	备注
末端负载安装法兰尺寸图	图 2-8	末端负载安装尺寸
大臂上安装外部件尺寸图	图 2-9	外部件安装尺寸
小臂上安装外部件尺寸图	图 2-10	外部件安装尺寸
手腕体上安装外部件尺寸图	图 2-11	外部件安装尺寸

1) 末端法兰安装接口

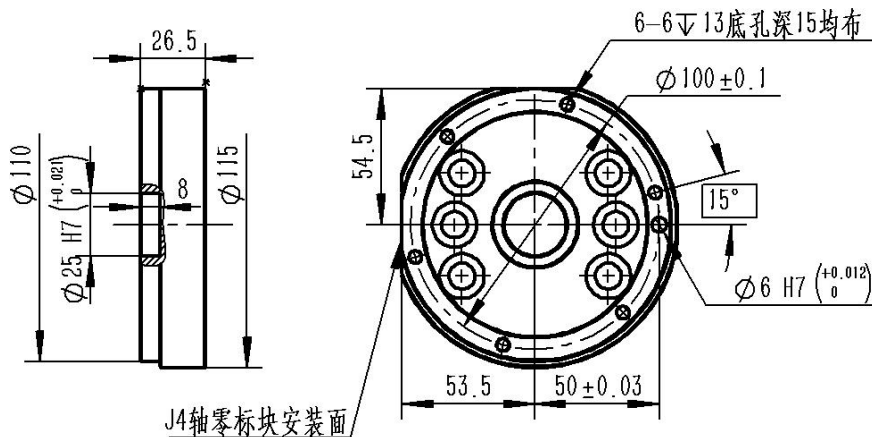


图 2-8 末端负载安装法兰尺寸图

2) 其它辅助接口

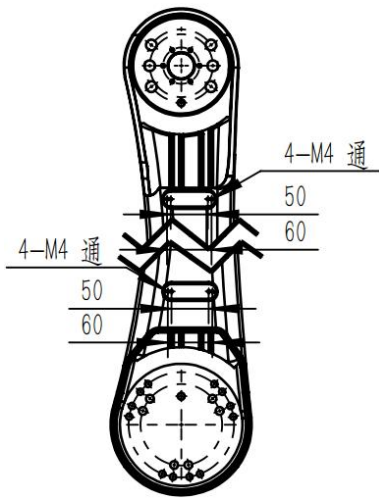


图 2-9 大臂上安装外部件尺寸图

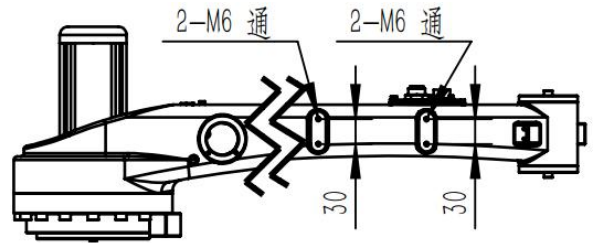


图 2-10 小臂上安装外部件尺寸图

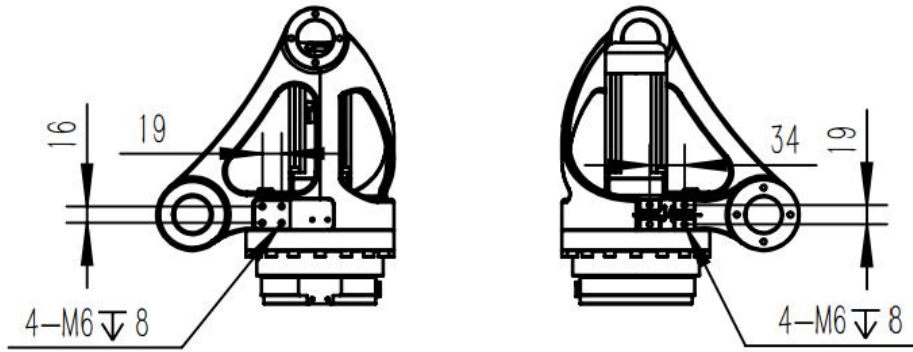


图 2-11 手腕体上安装外部件尺寸图

第三章 电气连接

3.1 供电电源规格要求


- 1) 主电源为单相 220V, 50Hz, 电压波动范围±10%;
- 2) 请采用 30mA 以上的漏电保护器;
- 3) 电源线请使用 $3C \times 2.5\text{mm}^2$ 以上且带屏蔽的电缆;
- 4) 在电网和控制柜之间, 必须安装隔离开关等明显分断装置, 确保设备维修时人身安全。

表 3-1 输入电源接口定义

端子 PIN 位	功能说明
L	火线
N	零线
PE	PE(接地)

3.2 连接

机器人电柜与机器人本体之间的连接电缆, 有动力线缆、信号线缆和接地线。在将机器人控制柜和机器人本体固定到底座上之后, 请将各电缆连接于电柜的左侧以及机器人本体底座背面的连接器部分。动力线缆、信号线缆具有防错插设计, 连接时注意方向。



警告

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

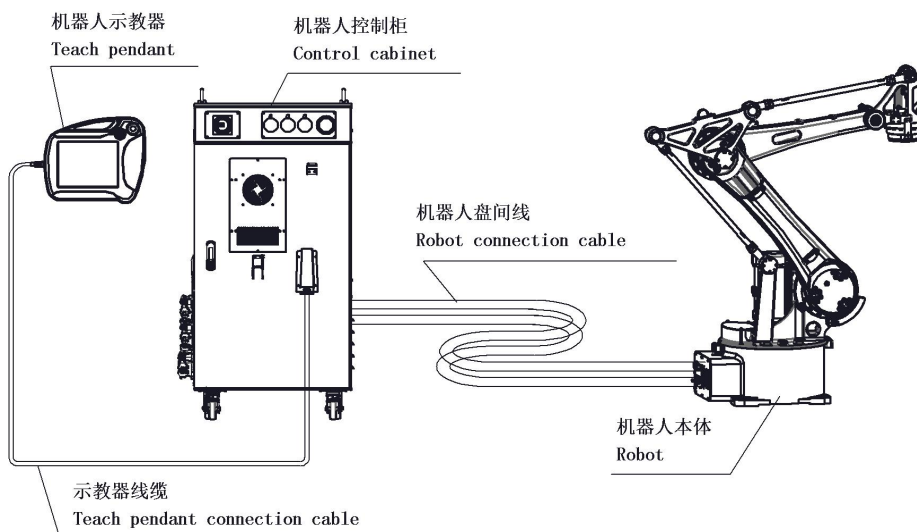


图 3-1 机器人线缆连接示意图

标准交货中包含了机器人动力抱闸、编码器电缆成品，并且随时可以将机器人本体与控制柜连接并使用。

表 3-2 机器人线缆

电缆类别	描述
机器人动力抱闸线	将驱动电力从控制机柜中的驱动装置传送到机器人电机。
机器人编码器线	将编码器数据传输到驱动器串行测量电路板。

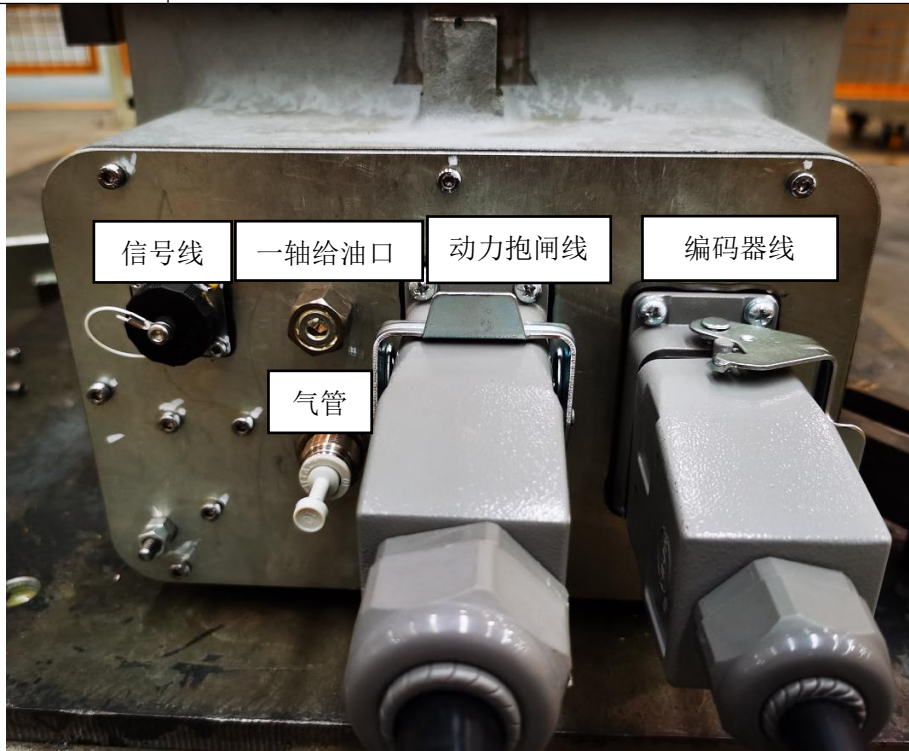


图 3-2 机器人本体连接示意图



图 3-3 机器人控制柜连接示意图



3.3 外部急停简介


紧急停止按钮包括示教器急停按钮、电柜急停按钮、外部急停按钮，紧急停止按钮的作用是快速切断驱动器的输出，使机器人立刻停止运动。顺时针旋转急停按钮，即可释放紧急停止按钮。

紧急停止是优先于所有其他机器人控制操作的状态，将会导致所有受控的危险停止，从机器人驱动器消除电机供电，在重置前一直保持有效，并且只能通过手动操作来重置。紧急停止状态意味着从机器人断开除手动制动释放电路外的所有供电。您必须执行还原步骤，即重置紧急停止按钮，以恢复正常操作。机器人系统可以配置为让电机开启/停止产生以下任一效果：

- 0 类停止，通过停止电机来立即停止机器人操作。
- 1 类停止，停止机器人操作，同时保持电机供电以便保持机器人路径，完成后电机供电停止。

默认设置为 0 类停止。但是由于 1 类停止可以避免机器人的不必要磨损以及将系统恢复生产所需附加操作，推荐选择 1 类停止。

	<p>紧急停止功能只能用于其特定用途及已定条件。</p>
	<p>紧急停止功能用于在遇到紧急状况时立即停止设备。</p>

	<p>紧急停止不得用于正常的程序停止，因为这可能会给机器人带来额外的不必要磨损。</p>
---	---

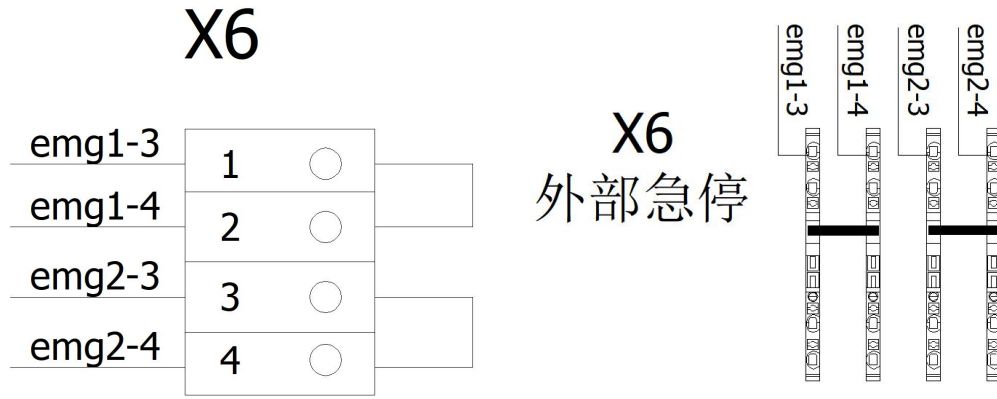


图 3-4 外部急停位置指示及接线原理图

当需要外接外部急停时，需拔急停回路中 X6 端子排处“短接条”，将外部急停按钮串联进回路中，用户可根据需要接线（推荐线径 0.5mm² 以上），如下图所示。emg1-3 和 emg1-4 回路为 24V，emg2-3 和 emg2-4 回路为 0V。

3.4 I/O 连接

3.4.1 控制器本地 IO 定义

表 3-3 OUTPUT 端口定义表

PIN 位	说明
1	系统占用
2	系统占用
3	伺服确认状态
4	系统占用
5	系统占用
6	用户自定义
7	用户自定义
8	用户自定义
+	IO 供电 24V+
-	IO 供电 24V-
连接端子	MC1.5/10-GF-3.81(菲尼克斯)

IO 输出信号除有“用户自定义”字样端口外，其他端口均为系统使用的固定功能不可更改，用户可根据需要扩展本体 IO 或远程 IO 模块，详情请咨询 EFORT。

表 3-4 INPUT 输入定义表

PIN 位	说明
2	伺服使能
3	伺服确认
4	示教器热插拔
5	高温报警
6	急停报警 2
7	安全门/光栅
8	用户自定义
+	WATCH DOG
-	WATCH DOG
连接端子	MC1.5/10-GF-3.81 (菲尼克斯)



IO 输入信号除有“用户自定义”字样端口外，其他端口均为系统使用的固定功能不可更改。

IO 输入信号 7 号引脚，可用于安全门、安全光栅功能触发后控制器的输入信号，信号触发后机器人报警并紧急停止，需要人工干预恢复。

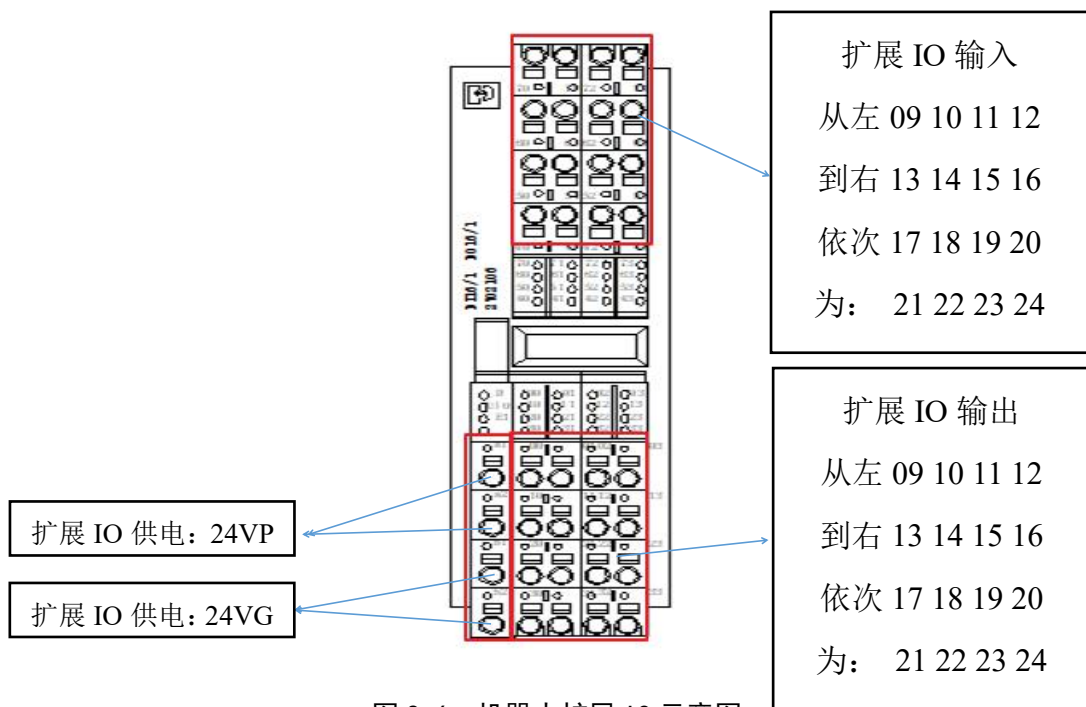


图 3-6 机器人扩展 IO 示意图

3.4.2 控制器本地 IO 扩展

本节主要介绍控制柜中控制器本地 IO 模块的扩展，本地 IO 因受空间限制，最多扩展 4 个 16DI/16DO 模块，输入 24 VDC，输出 24 V DC 500mA。

表 3-5 本地 IO 模块扩展清单

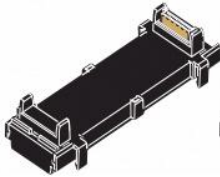

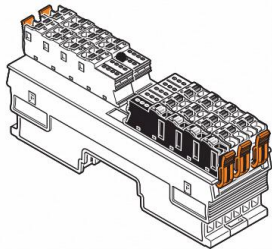
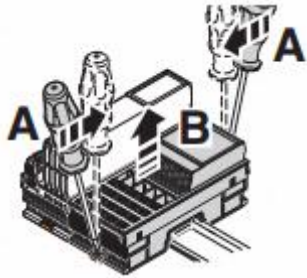
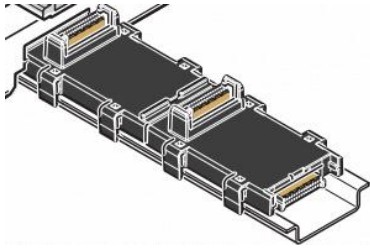
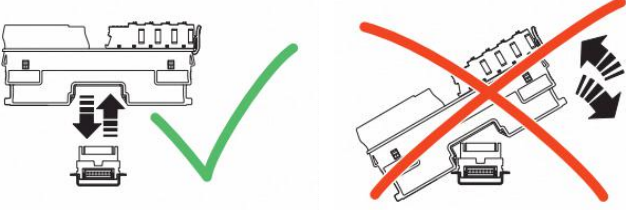
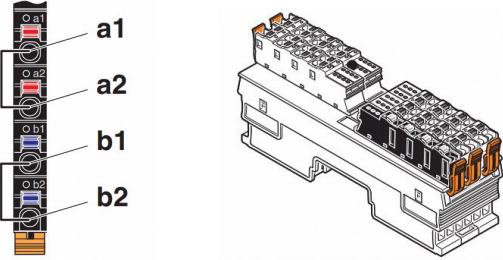
类型	图示	数量	备注
总线耦合器		1	
总线基础模块		n	根据扩展需求进行准备， $n \leq 4$.
IO 模块		n	根据扩展需求进行准备， $n \leq 4$.

表 3-6 本地 IO 模块扩展安装步骤

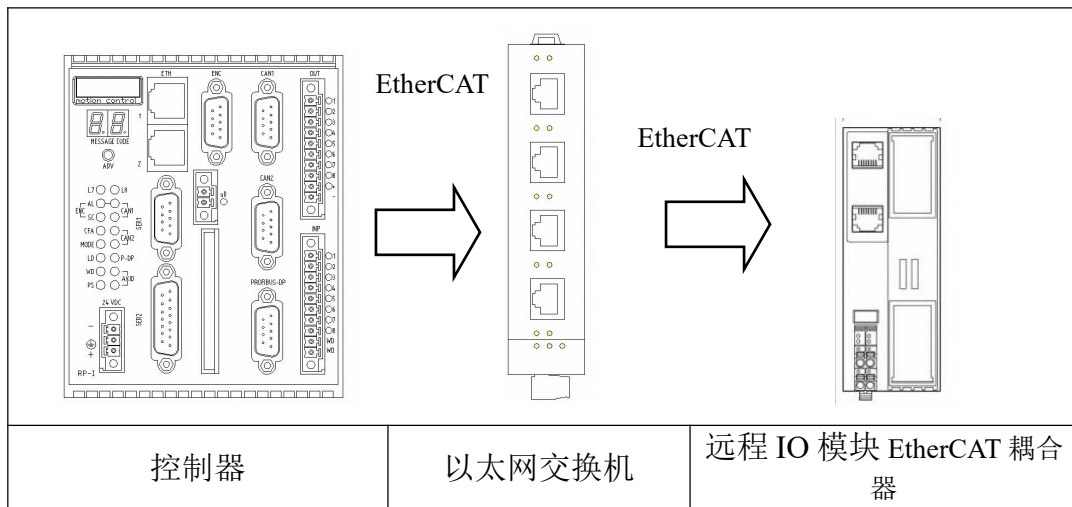
步骤	图示
1、将控制器从导轨上拆下；	
2、将总线耦合器与总线基础模块连接，并安装在 DIN 导轨上	

<p>3、将控制器与 IO 模块分别安装在总线耦合器与总线基础模块上</p>	
<p>4、连接电源：IO 模块上 a1/a2 接 24V 正极；b1/b2 接 24V 负极。</p>	

3.4.2 控制器远程 IO 扩展

控制器远程 IO 扩展,采用的是标准的 EtherCAT 总线通讯协议, RJ45 接口可直接使用网线连接(根据需要选用),不受控制柜内部空间限制。

表 3-7 远程 IO 模块连接方式



第四章 快速操作

4.1 示教器

4.1.1 关于示教器

示教器如图4-1所示，是操作者与机器人交互的设备，使用示教器操作者可以完成控制机器人的所有功能。比如手动控制机器人运动、编程控制机器人运动、设置IO交互信号等等。



图 4-1 EFORT 示教器

4.1.2 功能区与接口



图 4-2 EFORT 示教器

表 4-1 示教器各部分功能

序号	名称	描述
1	薄膜面板3	公司LOGO彩绘
2	触摸屏	用于操作机器人
3	液晶屏	用于人机交互
4	薄膜面板2	含有10颗按键
5	急停开关	双回路急停开关
6	模式旋钮	三段式模式旋钮
7	薄膜面板1	含有18颗按键和1颗红黄绿三色LED
8	USB	USB2.0, 用于导入与导出文件及更新示教器
9	三段手压开关	手动模式下手压上伺服

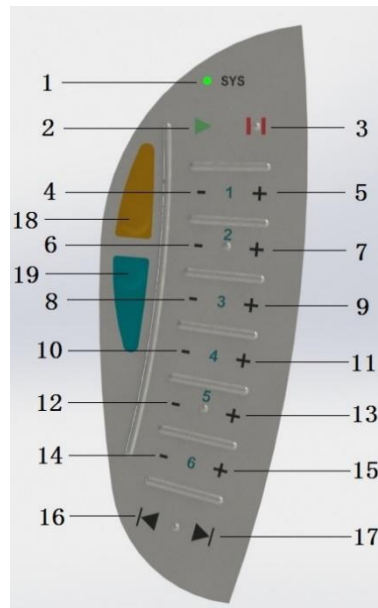


图 4-3 右侧按键

表 4-2 右侧按键

序号	名称	序号	名称
1	三色灯	11	轴 4 运动-
2	开始	12	轴 5 运动+
3	暂停	13	轴 5 运动-
4	轴 1 运动+	14	轴 6 运动+
5	轴 1 运动-	15	轴 6 运动-
6	轴 2 运动+	16	单步后退
7	轴 2 运动-	17	单步前进
8	轴 3 运动+	18	热键 1
9	轴 3 运动-	19	热键 2
10	轴 4 运动+		

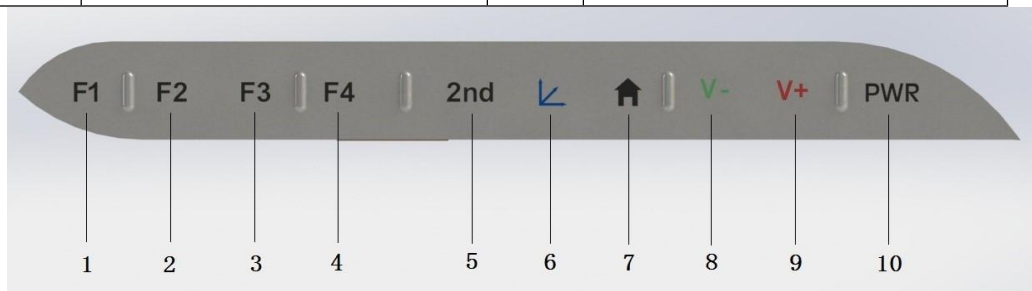


图 4-4 下侧按键

表 4-3 下侧按键

序号	名称	序号	名称
1	多功能键 F1, 暂定: 调出当前报警内容	6	坐标系切换
2	多功能键 F2	7	回主页
3	多功能键 F3 暂定: 程序运行方式 (连续、 单步进入、单步跳过等)	8	速度-
4	多功能键 F4	9	速度+
5	翻页	10	伺服上电

4.1.3 如何握持示教器

左手握持示教器, 点动机器人时, 左手指需要按下手压开关, 使得机器人处于伺服开的状态。具体方法如图4-5所示。



图 4-5 示教器握持方法

4.2 上电启动

掌握4.1节示教器按键功能后, 将电控柜左上角的电源开关“右旋”(OFF→ON), 启动系统(如图4-6所示), 如果一切正常, 从示教器上可以看到系统自动进入登录界面, 用户可以根据不同的权限操作机器人; 如果有报错提示, 请根据故障信息提示处理或根据故障代码查看故障处理手册。

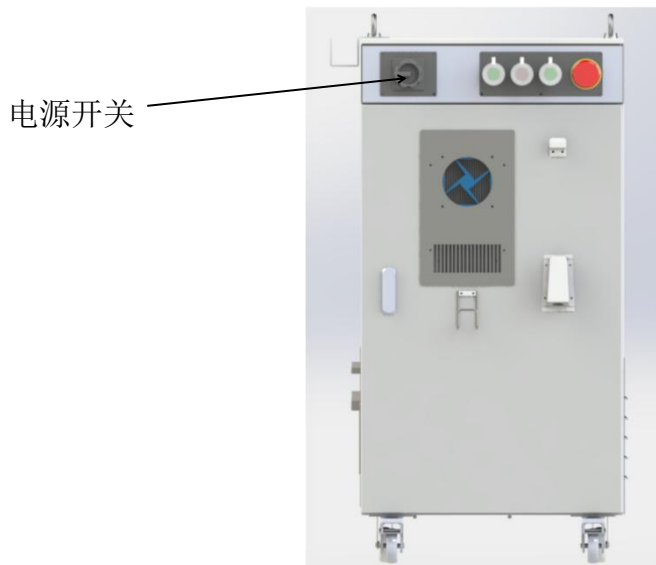


图 4-6 电控柜示意图

4.3 坐标系统介绍

坐标系是一种位置指标系统，其作用是确定工业机器人处于空间中的位置及其姿态。C30 操作系统根据不同的参考对象，使用以下四种坐标系：

- 1) 工业机器人-关节坐标系；
- 2) 工业机器人-笛卡尔坐标系；
- 3) 工业机器人-工具坐标系；
- 4) 工业机器人-用户坐标系。

4.3.1 工业机器人-关节坐标系

关节坐标系是设定在工业机器人关节中的坐标系。在关节坐标系中，工业机器人的位置和姿态以各个关节底座侧的原点角度为基准，关节坐标系中的数值即为关节正负方向转动的角度值。

4.3.2 工业机器人-笛卡尔坐标系

笛卡尔坐标系中的工业机器人的位置和姿态，通过从空间上的直角坐标系原点到工具侧的直角坐标系原点（工具中心点）的坐标值 x 、 y 、 z 和空间上的直角坐标系的相对 X 轴、 Y 轴、 Z 轴周围的工具侧的直角坐标系的回转角 w 、 p 、 r 予以定义。

4.3.3 工业机器人-工具坐标系

工具坐标系，即安装在机器人末端的工具坐标系，原点及方向都是随着末端位置与角度不断变化的，该坐标系实际是由直角坐标系通过旋转和位移变换得出。

4.3.4 工业机器人-用户坐标系

用户坐标系即用户自定义坐标系，是用户对每个作业空间进行定义的直角坐标系，该坐标系实际是对基础坐标系通过轴向偏转角度变换得出。

4.4 点动操作

4.4.1 什么是点动操作

点动操作是通过按压示教器面板右侧的点动按键“-”、“+”使机器人运动，此操作只允许在手动模式下进行。伺服使能后，需设置机器人的坐标系类型和运动速度再进行点动操作。

点动操作分为连续点动和增量点动两种方式：

- 1) 连续点动是长按“-”、“+”按键使机器人运动；
- 2) 增量点动需设置步进长度，之后点按“-”、“+”按键使机器人进行增量式运动。

4.4.2 点动操作注意事项

点动操作前请务必熟读《埃夫特机器人安全手册》

- 1) 操作者须站立于机器人运行的最大范围之外；
- 2) 操作者保持从正面观察机器人，确保发生紧急情况时有安全退路；
- 3) 确保机器人工作（运动）范围内没有人员；
- 4) 查看机器人有无报警，如有报警请先清除后运行；
- 5) 查看机器人机械零位是否与示教器各轴位置相吻合；
- 6) 上伺服前确认点动全局速度，确认当前所选的坐标系。

4.4.3 开始点动操作

C30 操作系统以管理员身份登陆后，点击菜单栏“监控”->“位置”，在跳转出的界面中如图 4-7 所示，即可进行以下的点动操作。



图 4-7 位置监控




点击示教器面板上的  按键可进行坐标系类型切换。切换顺序依次为关节坐标系->笛卡尔坐标系->工具坐标系->用户坐标系，切换结果显示于示教器状态栏位置，如图 4-8 所示。



图 4-8 坐标系切换

4.4.4 关节坐标系-点动操作

将坐标系类型设置为关节坐标系，点击示教器面板下方的坐标系按键  直到示教器状态栏中显示  状态。

按住手压开关的同时，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，如图 4-9 所示，即可调节工业机器人相应关节轴的运动角度。




图 4-9 机器人关节坐标系点动

4.4.5 笛卡尔坐标系-点动操作



图 4-10 机器人笛卡尔坐标系点动

如图 4-10 所示，切换坐标系为 ，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，即可调节笛卡尔坐标系中相应 X、Y、Z、A、B、C 的坐标值。

4.4.6 工具坐标系-点动操作

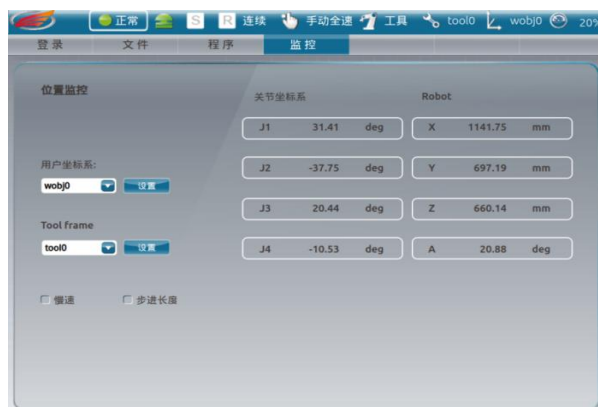



图 4-11 机器人工具坐标系点动

如图 4-11 所示，切换坐标系为 ，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按键，即可调节工具坐标系中相应 X、Y、Z、A、B、C 的坐标值。

4.4.7 用户坐标系-点动操作

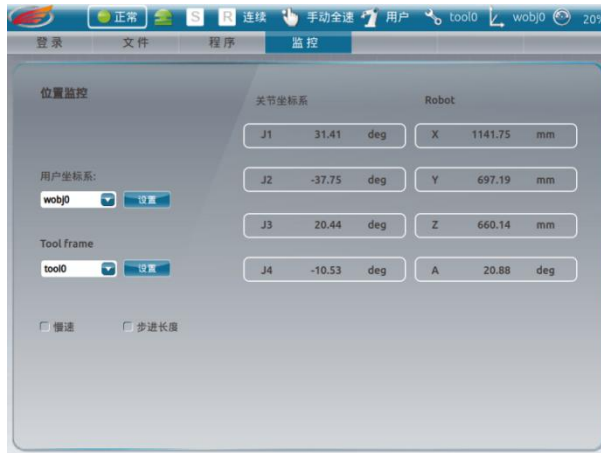



图 4-12 机器人用户坐标系点动

如图 4-12 所示，切换坐标系为  用户，点击示教器面板右侧的相应“-”、“+”按钮，即可调节用户坐标系中相应 X、Y、Z、A、B、C 的坐标值。

4.4.8 点动-快速运动

将模式开关旋钮转动至中间位置 ，此时状态栏中的图标变更为  手动低速。

将模式开关旋钮转动至右上位置 ，此时状态栏中的图标变更为  手动全速。


手动全速模式下，通过调速按键  调整全局速度，其速度范围可设置为 1%—100%，如图 4-13 所示；相应的，手动低速模式下，其速度范围可设置为 1%—20%。



图 4-13 机器人加减速

4.4.9 点动-慢速运动

选择手动全速模式且全局速度调节为 100%，勾选“慢速”复选框，如图 4-14 所示，在这种设置下执行点动操作，数值会以小幅度增加。



图 4-14 慢速设置

4.4.10 点动-步进运动



图 4-15 步进长度设置

点击步进长度设置步间距，如图 4-15 所示，设置步长为 15 且坐标系为关节坐标系，每次点击相应关节的“-”、“+”按键，机器人即在关节坐标系下相对应的轴以 15 度为单位运动。

4.5 停机断电

- 1) 节假日或休息日，如需将机器人停机断电，操作步骤如下：
- 2) 机器人运行完当前程序，按下“暂停”键使机器人停止运动，也可直接暂停机器人；
- 3) 旋转模式开关至“T1”手动低速模式；
- 4) 按下“手压开关”；
- 5) 在手动低速模式下，通过点动或单步运动，将机器人运动至机械零点或工作原点；
- 6) 松开“手压开关”；
- 7) 将电控柜左上角电源开关“左旋”（OFF→ON）。

服务热线：400-0528877

本产品的额定功率、规格、外部尺寸等如需改良而进行变更，恕不另行通告。技术数据和插图仅作为供货参考，保留更改权利。



埃夫特智能装备股份有限公司

EFORT INTELLIGENT EQUIPMENT CO.,LTD

中国安徽省芜湖市鸠江经济开发区万春东路 96 号

No 96,Wanchun Road,Jiujiang Economic Development Zone,

Wuhu, Anhui,China

网址:<http://www.efort.com.cn>

