

机器人安全手册

版本:

V1.03

请确保本说明书到达本产品的最终使用者手中

声明

感谢您购买烟台艾创机器人科技有限公司（以下简称艾创科技公司）的产品，为确保您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擅自操作，可能会给您和周围的人带来人身伤害或给机器人及其周围的其他物品造成损坏。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.aitron.com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，艾创科技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。艾创科技公司郑重建议：参与机器人操作、示教、维护、维修、点检等相关活动的人员，在学习完艾创科技公司准备的培训课程之前，请勿赋予其对机器人的操作使用权限。

关于本手册

本手册主要面向：操作人员、设备维护人员、技术服务人员。

本手册介绍了工业机器人在使用过程中需要注意的安全事项,适用于本公司旗下所有规格的工业机器人。

为有效的引起手册使用者对特定主题或方面的注意,将使用下述符号,每个符号有以下含义解释。

	该提示表示,如果不采取预防措施,则很可能导致死亡或严重的身体伤害。
	该提示表示,如果不采取预防措施,则可能导致死亡或严重的身体伤害。
	该提示表示,如果不采取预防措施,则可能导致轻微的身体伤害。
	该提示表示,如果不采取预防措施,则可能导致财产损失。
	用来使工作便利或提供进一步说明信息的提示。

另外,即使是“注意”所记载的内容,也会因为情况不同而产生严重后果,因此任何一条注意事项都极为重要,请务必严格遵守。

1. 请务必熟读并全部掌握本手册和其他附属资料,在熟知全部设备知识、安全知识及注意事项后正确使用。

2. 本手册中的图及照片为代表性示例,可能与所购买产品不同。

3. 本手册有时由于产品改进、规格变更及说明书自身更便于使用等原因而进行的适当修改，恕不另行通知。
4. 客户擅自进行产品改造，不在本公司保修范围之内，本公司概不负责。

目录

第一章 安全须知	1
1.1. 规章总则	1
1.2. 规章要求	1
1.3. 责任说明	1
第二章 安全防护	2
2.1. 安装原则	2
2.1.1. 原则一	2
2.1.2. 原则二	2
2.1.3. 原则三	2
2.1.4. 原则四	2
2.1.5. 原则五	2
2.2. 安装防护装置	2
2.2.1. 急停按钮	3
2.2.2. 运行方式选择开关	3
第三章 安全注意事项	4
3.1. 外围设备的安全	4
3.1.1. 有关设备的注意事项	4
3.1.2. 机构的注意事项	4
3.2. 机器人安装与连接的安全	4
3.3. 使用人员的安全	5
3.4. 示教过程中的安全	8
3.5. 自动运行时的安全	10
3.6. 维修和保养时的安全	10
第四章 机器人停止方法	14
4.1. 机器人断电停止	14
4.2. 机器人控制停止	14
4.3. 机器人保持停止	15

第一章 安全须知

1.1. 规章总则

本安全规章的主要依据是：结合实际的工作经验和成果，在参照相关机器人标准或方法前提下进行了扩充，使之符合本公司机器人操作等作业时的具体要求。主要对机器人及其系统进行操作或维修等作业的安全内容提出了详细的要求和具体的实施措施：

1. 规范机器人及其系统从安装调试、型式试验、现场操作到后期维护等方面的安全内容；
2. 对可能出现安全问题的地方规定了具体的实施方法或预防措施；
3. 为机器人操作提供安全上的保证。

1.2. 规章要求

关于机器人系统的技术性能和预设的安装位置，都在相应的机器人和控制柜的使用说明中详细地做了描述。

操作不当或不按照规定使用机器人系统可能会导致：

1. 对人体和生命造成威胁；
2. 对机器人系统和用户的其他财物造成危害以及损伤；
3. 对机器人系统和操作者的工作效率造成影响；

1.3. 责任说明

工业机器人符合当前技术水平及现行的安全技术规定，尽管如此，违规使用可能会导致人身伤害、机器人系统及其它损伤。只允许在机器人完好的状态下按规定且有安全防患意识地使用工业机器人，若存在安全隐患故障必须及时排除。

艾创科技公司致力于提供可靠的安全信息，但不对此承担责任。即使一切操作都按照安全操作说明进行，也不能确保工业机器人不会造成人身和财产方面的损失。未经艾创科技公司的同意不得更改工业机器人。不属于艾创科技公司的附加部件（工具、软件等）也有可能使用到工业机器人上，如果由这些部件造成机器人损坏，其责任由运营商承担。

第二章 安全防护

2.1. 安装原则

2.1.1. 原则一

把机器人安装在设有防护的安全围栏内，这样机器人在运行过程中可以有效防止人员进入机器人工作区。

2.1.2. 原则二

围栏上的安全门应带有安全插销及其锁定机构，安全门必须通过拨开插销才能打开，并且拨开插销必须能导致机器人自动安全停止。（详见3.3.12 安全门信号接入方式及注意事项）

2.1.3. 原则三

当机器人处于运行、延时等待或暂停时，绝不可进入机器人的运动范围内。

2.1.4. 原则四

需要示教/检查机器人进入安全围栏时，操作人员必须将安全插销随身带在身上进入，以免有人意外操作机器人。同时，请在控制器前指派监察员用于监控各操作，并能随时按急停按钮。监察员必须是已完成安全培训课程的员工。

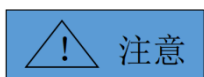
2.1.5. 原则五

清晰的显示操作模式，例如：自动模式，示教中，紧急停止中等信息。这样每个人都可以看到机器人当前的运行情况。

2.2. 安装防护装置

机器人系统有下列安全防护装置：

1. 急停按钮
2. 运行方式选择开关
3. 机械终端限位
4. 软件限位开关



在安全防护装置被拆下或关闭的情况下，不允许运行机器人。

2.2.1. 急停按钮

机器人的急停按钮位于示教器控制面板上，按下急停按钮时，机器人立即停止。



一旦出现危及人员或设备的情况，必须立即按下急停按钮。

2.2.2. 运行方式选择开关

机器人系统运行方式有三种：示教模式、运行模式、远程模式。机器人运行方式通过示教器面板上的转换开关来切换。如果在机器人运动过程中改变了运行方式，机器人驱动器立刻中断。

第三章 安全注意事项

3.1. 外围设备的安全

3.1.1. 有关设备的注意事项

1. 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。
2. 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以免发生碰撞危险。
3. 为了能够了解设备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。

3.1.2. 机构的注意事项

机构内部的电缆应使用艾创科技公司指定的电缆。

1. 机构内部请勿追加用户电缆或软管等。
2. 在机构外部安装电缆时，请注意避免妨碍机构内部的正常移动。
3. 机构内部电缆露在外部的机型，请勿对漏出的电缆进行改造（如追加盖板，追加固定外部电缆等）。
4. 将外部设备安装到机器人上时，应充分注意避免机器人与机器人的其他部分发生干涉。

3.2. 机器人安装与连接的安全

机器人遵照工业环境用机器人安全要求(GB 11291.1-2011/ISO10218-1:2006)进行安全功能方面的设计。

1. 运输机器人时，应避免超过指定的高度。
2. 如需将机器人起吊，需用钢丝绳钩住吊环，并在操作前，确认吊环没有松动。
3. 当使用钢丝绳提升控制柜时，请去除示教器及其支架，以免电缆等钩住其他设备。
4. 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。
5. 如果用叉车搬运，控制柜可能会倾斜。要防止控制柜倾斜，请使用带子或绳子将控制柜牢牢地固定在叉车上。
6. 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。
7. 当安装地的总电源开启时，切不可连接控制柜的电源电缆。
8. 当接线工作完毕时，务必盖上输入电源连接端的盖板。

9. 信号线(包括电缆线)与动力线不允许混放在同一线槽内。如果只能放在一个线槽内, 请用金属蛇皮管将信号线穿过后放在一起。同时要注意摆放位置, 防止线缆受压致损坏。

10. 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。

	只允许具备叉车和起重机操作资格的人来移动/运输 机器人手臂、控制柜以及附加轴等设备。在搬运过程中, 觉不可靠近或走到机器人部件的下方。
---	--

	在机器人本体与控制柜之间全部连接完毕之前, 请勿连接电源, 否则非常危险, 可导致触电等事故。
---	--

	操作前, 请完整阅读和理解安全手册、使用说明和艾创科技公司提供的其他文件。另外, 请完整理解操作、示教、和维护等过程, 同时确保所有的安全措施到位并有效。
---	--

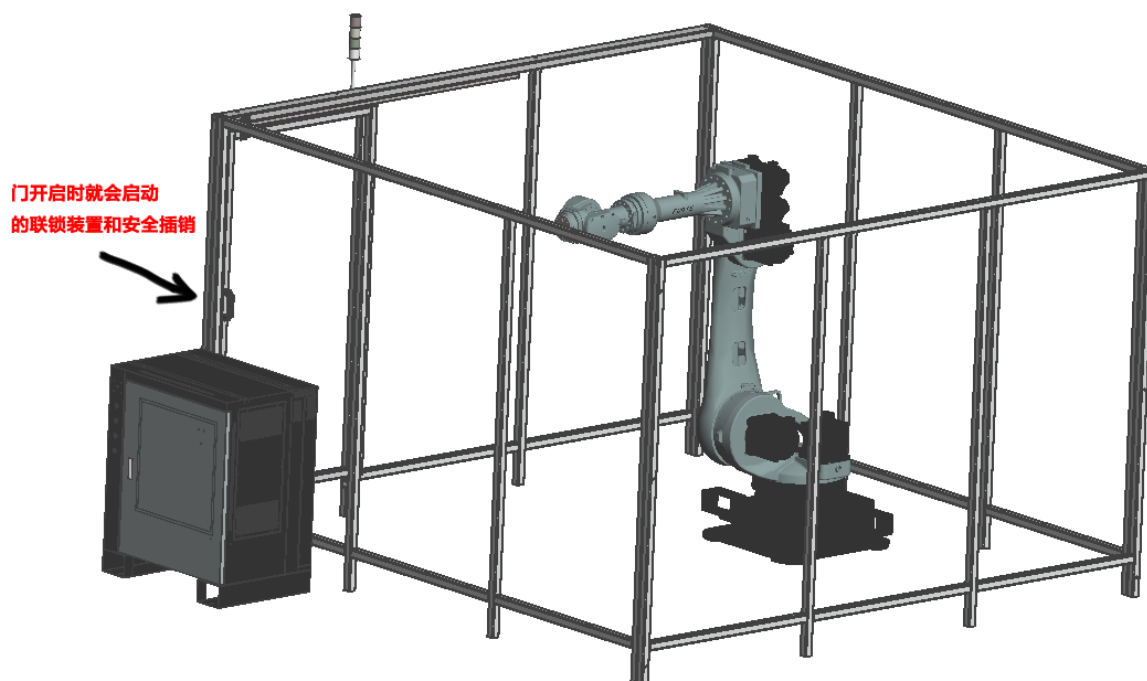
3.3. 使用人员的安全

在使用自动系统前, 首先必须保证使用人员的安全。当使用人员进入机器人运动范围内时是非常危险的, 必须采取措施防止使用人员进入机器人运动范围内。下面列出相关注意事项, 请妥善采取应对措施确保人员和设备安全。

1. 使用机器人的操作人员, 应当经过艾创科技公司的相关培训。

2. 为确保使用人员的安全, 应当在防护栏或光栅等安全区域外设置警报灯和蜂鸣器等显示或者响声的装置, 通知使用人员目前机器人所处的状态。当机器人停止运转时, 存在等待启动信号状态或延时等待状态等, 在这样的状态下, 机器人是随时可能继续运行的, 严禁使用人员进入机器人运动范围之内, 否则造成人身伤害事故, 甚至严重造成人员伤亡事故。

3. 务必在机器人的周围设置安全围栏和安全门，应使安全门关闭时使用人员无法进入安全围栏内。安全门上需要设置互锁开关、安全锁、警示灯（声）等，使用人员在打开安全门时机器人锁定停止，并显示机器人当前停止状态的灯（声）。
4. 外围设备地线需要与机器人地线连接。
5. 尽可能将外围设备放置在机器人运动范围之外。
6. 有条件情况下，应在地面上画出机器人（含末端工具）的最大运动范围标识。
7. 尽可能在地面设置脚垫警报开关或光电开关，当使用人员将要进入机器人运动范围内时，通过蜂鸣器或警示灯发出报警，使机器人锁定停止，以此确保使用人员的安全。
8. 控制柜上用来控制电源通断的转换开关设有锁孔，应根据需要安装安全锁具，使负责操作机器人之外的人员，无法接通机器人系统的电源。
9. 搬运和安装机器人时，请严格按照艾创科技公司要求的方法进行操作，防止机器人倾倒造成人员伤害。
10. 注意在进行外围设备的调试时，应断开机器人系统电源再进行。
11. 安装好机器人进行首次使用时，请务必以低速进行，然后逐渐加速，确认无异常。
12. 安全门信号接入方式及注意事项：



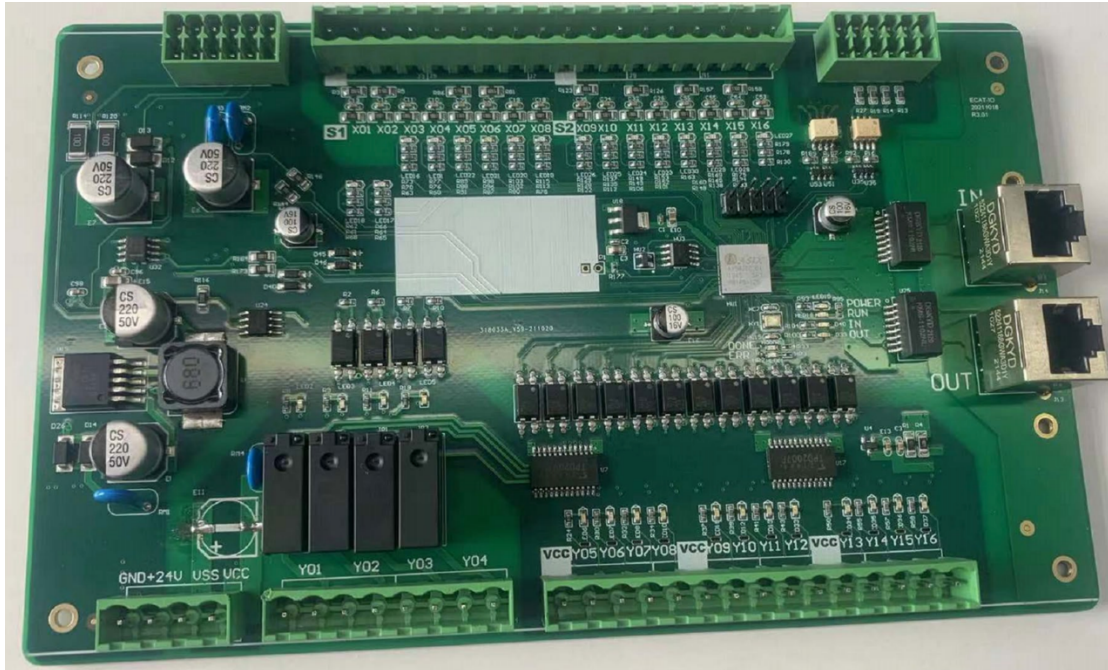
安全门示意图

安全信号接入方式推荐同时使用以下两种方式：

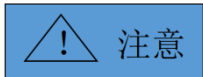
方式一：安全信号将通过预先定义的通信协议以总线通讯的方式传递给机器人。

方式二：安全信号采用双回路硬接线接入到I/O板的安全输入点上。

具体方法可查阅机器人操作手册或咨询艾创科技公司的售后工程师。



I/O模块



安全信号需要采用双回路接线方式，以确保系统安全。为提高机器人安全性，需要同时使用上述两种方式进行安全控制。



关闭栅栏时，请确认机器人周围的所有方向没有人。

13. 禁止在以下所示的情形下使用机器人，否则不仅会对机器人和外围设备造成不良影响，而且还可能导致使用人员遭受伤害。环境如下：

- (1) 在有可燃性的环境下
- (2) 在有爆炸性的环境下
- (3) 在存在大量辐射的环境下

- (4) 在水中或高湿度环境下
- (5) 以运输人和动物为目的的使用方法
- (6) 作为脚搭子使用（爬到机器人上面，或悬垂于机器人下面）

 警告	在连接与停止相关的外围设备（安全围栏等）和机器人的各类信号（外部急停、栅栏等）时，务必确认机器人锁定停止，以免错误连接和其他异常情况。
---	---

3.4. 示教过程中的安全

艾创科技公司建议应在安全围栏外完成示教工作，如果确实需要进入安全栅栏，请严格遵守下面事项：

 危险	示教工作前，请确认急停按钮功能正常！
---	--------------------

1. 操作前，请完整阅读和理解所有手册、规格说明和艾创科技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，观察员同时承担安全监督的责任。
4. 示教员在进入安全围栏前，必须把示教器上的示教开关切换到示教模式，以控制柜的模式开关切换成自动模式而引发事故。一旦机器人做出任何异常动作，立即按下急停按钮，并立即从预设的撤退通道撤出。
5. 在安全围栏外可监控到整个机器人的运动位置上，请为观察员安装一个急停按钮。一旦机器人出现不正确的动作，观察员必须非常方便地按下急停按钮让机器人立即锁定停止。如果需在锁定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安全培训的员工。

6. 在示教工作中，请清楚地标示示教工作正在进行中，以免有人在控制柜、操作面板、示教器以及其他系统装置上误操作。

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物，确认安全围栏内没有任何人员和障碍物后，请在安全围栏外执行确认工作。

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，在示教模式下，机器人的最大速度被限制在250mm/s之内（安全操作速度）。但是，在刚完成示教或出错恢复后，操作员在校验示教数据时，请把检查运行速度设得越低越好。

11. 示教过程中，无论是操作员还是监督员，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，请参阅艾创科技公司的机器人操作手册。

13. 在使用 T30 示教器进行示教操作时，若处于直角坐标系，并将点动速度设置为 1mm、0.1mm 或 0.01mm，请特别注意以下事项：

- 上述速度设置仅适用于线性方向（XYZ）的移动控制；
- 当对姿态方向（ABC 轴）进行调整时，控制器将该速度值按角速度（单位为 rad/s）进行处理，并非以“1mm/s”的角位移速度执行；
- 工具姿态的角度变化与工具末端长度密切相关。工具越长，角度变化时末端的实际移动路径越大，可能造成操作偏差或突发动作，存在一定风险。

为确保使用安全，建议如下：

1. 进行姿态方向微调时，建议优先切换至关节坐标系操作；
2. 在直角坐标系下以较低速度进行姿态调整时，操作人员应与工具保持安全距离，避免因工具旋转引发危险。

3.5. 自动运行时的安全

 危险	自动操作前，请确认急停按钮功能正常。
--	--------------------

1. 操作前，请完整阅读和理解艾创科技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. 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。
3. 在机器人运动中，如果工件的抓握力不够，工件有可能会被甩脱。请务必确认工件已牢固抓紧。
4. 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。
5. 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。
6. 请在故障恢复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。

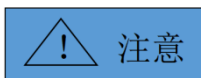
3.6. 维修和保养时的安全

为防止系统故障，请严格按照下列的条款进行机器人的保养、检查、维护或更换部件。安装、调试及维护均须由经过培训且具备相关经验的工程师执行。操作前应仔细阅读此安全信息，同时参阅相关国际、国内安全标准。

 危险	在维修前，请确认急停按钮功能正常。
--	-------------------

1. 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。
2. 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。

3. 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。
4. 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下来，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。
5. 当进行联锁信号线路的点检和维护工作时，请准确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。
6. 除操作人员手持的急停按钮之外，请为安全护栏外的监督员安装另一个急停开关，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急停按钮。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已完成安全培训课程的人员。
7. 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。
8. 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. 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，止误接线造成机器人控制柜元器件或者外部元器件损坏。
10. 点检或维护过程中，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。
11. 如果在点检或维护过程中，不可避免地需要拆除安全围栏，请提供足够的安全措施：
 - (1) 把机器人和周边设备停在合适的地方。
 - (2) 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。
 - (3) 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。



请只使用艾创科技公司认可的零件来替换。并且，在点检/维护中，一定要用示教模式，并尽可能低速运动机器人。

12. 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。

13. 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。另外不要触摸连接器的插针。

14. 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。

15. 点检或维护后，请确认全部的安全功能正常。

 警告	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，艾创科技公司将不负任何责任。
---	--

16. 在机器人手臂和控制器中，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。

17. 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。

18. 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，请在确认电源的电压为 0V 后，才可以进行拆除和更换工作。

 危险	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、急停开关）、周边设备等安全装置的工作正常。
---	---

 警告	(1) 只能使用艾创科技公司指定的编码器电池。 (2) 不可再充电、拆开、变换和加热电池。
---	--

	(3) 不可把电池丢弃在水中或火中。 (4) 表面损坏的电池，其内部可能已经短路，不可再使用。
 警告	以下零部件在工作时会发热，在发热状态下必须触摸设备时，应准备好耐热手套等保护用具。 (1) 伺服电机 (2) 伺服驱动器 (3) 减速机
 注意	不可将废旧电池丢弃在焚化、填埋、倾倒到地面的垃圾中。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。

第四章 机器人停止方法

4.1. 机器人断电停止

机器人断电停止不可作为常规停止使用。具体方法是：通过控制柜面板电源转换开关，将控制系统电源切断，使得机器人的动作迅速停止。此种方法由于断开伺服供电电源，所以机器人减速轨迹不受控，机器人本体会有较大振动，对电机制动器和减速机有一定冲击，频繁使用此方法会导致机器人故障。

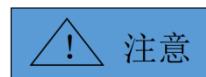


当机器人的急停按钮以及外围急停按钮未起作用时，可立即通过电源转换开关切断电源（非紧急情况下勿进行此操作）

4.2. 机器人控制停止

此方法使机器人动作快速减速停止，并断开电机电源和制动电源。

当外部停止信号（引线接入控制柜内I/O板）触发、或安全门信号（引线接入控制柜内I/O板）触发、或示教器急停信号触发、或控制柜面板信号触发时，机器人进入控制停止方式，示教器显示相对应报警信息，机器人停止，电机和制动器电源断开。



由于“外部停止信号”、“安全门信号”、“示教器急停信号”均接入控制柜内I/O板，当I/O板出现异常故障时，存在急停信号失效的情形。机器人使用人员应当在触发此类信号后，再次确认制动器断开（电机发出明显“嗒”声），示教器页面出现报警画面，才可进入机器人运动范围区域内。若未能有效停止机器人，应先操作控制柜面板急停按钮，再通过控制柜电源转换开关切断机器人系统电源。

4.3. 机器人保持停止

这是维持伺服电源开启，使机器人减速停止的方法。通过保持、执行机器人减速停止，暂停程序的执行。

艾创科技公司机器人的停止模式如下：

操作模式	控制柜急停	示教器急停	外部急停	安全门急停	转换开关断开	运行停止
远程	E-Stop	E-Stop	E-Stop	E-Stop	P-Stop	B-Stop
运行	E-Stop	E-Stop	E-Stop	E-Stop	P-Stop	B-Stop
示教	E-Stop	E-Stop	E-Stop	E-Stop	P-Stop	B-Stop

E-Stop: 电机和制动电源断开停止

P-Stop: 电源断开制动停止

B-Stop: 保持停止

—: 无效