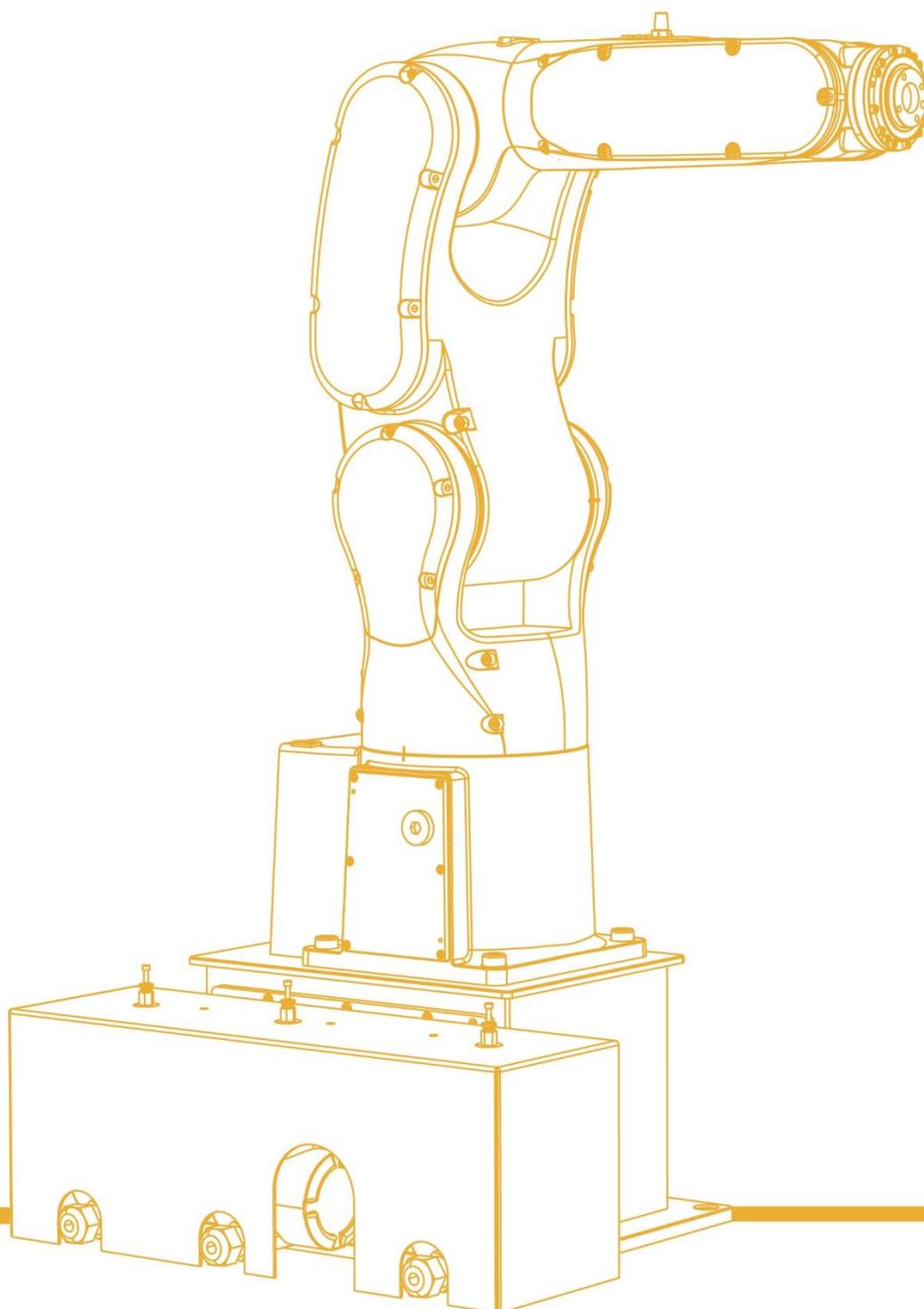


AIR3-560-XP 型喷涂机器人操作机手册

V1.0.0



引言

关于本手册

本手册是为了让技术人员快速、正确、安全地安装、使用 AIR3-560-XP 型喷涂机器人（如无特别说明，本手册中简称为“机器人”），熟悉相关注意事项以及对机器人做定期常规维护工作。

操作前提

在机器人前，请务必仔细阅读产品的**通用安全说明**和**安全预防措施**，用户需在了解安全知识和基础操作知识之后，才可操作机器人。

请在必要时参阅：

- 《inCube20 控制柜手册》
- 《AIR-TP 示教器操作手册》
- 《ARL 编程手册》
- 《AIR 系列工业机器人系统故障及处理手册》

目标群体

- 操作人员
- 产品技术人员
- 技术服务人员
- 机器人示教员

常见标识含义

手册中出现标识及其含义详见下表 1。

表 1 本文中使用的标识

标志	含义
 危险	如不按照说明进行操作，可能会发生事故，导致严重或致命的人员伤害
 警告	如不按照说明进行操作，可能发生事故，导致中等程度伤害或轻伤事故，也可能仅发生物质损失
 注意	提示您需要注意的环境条件和重要事项，或快捷操作方法
 提示	提示您参阅其他文献和说明，以便获取附加信息或更加详细的操作说明

手册说明

本手册内容会有补充和修改，请定时留意我公司网站的“下载中心”，及时获取最新版本的手册。

我公司网站网址：<http://robot.peitian.com/>

修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

表 2 文档修订记录

版本	发布时间	修改说明
V1.0.0	2023.08.29	第一次正式发布

文档编号及版本

文档编号及版本信息见表 3。

表 3 文档相关信息

文档名称	《AIR3-560-XP 型喷涂机器人操作手册》
文档编号	UM-P05310000119-001
文档版本	V1.0.0

适用安全标准的声明

工业机器人系统设计符合的要求详见表 4。

表 4 适用安全标准的声明

标准	说明	版本
2006/42/EC	机械指令： 欧洲议会和欧洲理事会于 2006 年 5 月 17 日颁布的包括对 95/16/EC 进行更改的机械指令 2006/42/EC（新版）	2006
2014/30/EU	电磁兼容指令： 欧洲议会和欧洲理事会于 2014 年 2 月 26 日颁布的、为均衡各成员国之间的电磁兼容性法规的 2014/30/EU 指令	2014
2014/68/EU	压力设备指令： 欧洲议会和欧洲理事会于 2014 年 5 月 15 日颁布的、为均衡各成员国之间的压力设备法规	2014

标准	说明	版本
	的 2014/68/EU 指令 (仅适用于带液压气动式平衡配重的机器人。)	
ISO 13850	机械安全: 紧急停机设计原理	2015
ISO 13849-1	机械安全: 控制系统安全性部件; 第 1 部分: 一般设计原理	2015
ISO 12100	机械安全: 一般设计原理、风险评估和减小风险	2010
ISO 10218-1	工业机器人-安全要求: 第 1 部分: 机器人 (提示: 内容符合 ANSI/RIAR.15.06-2012, 第 1 部分)	2011
61000-6-2	电磁兼容性 (EMC): 第 6-2 部分: 专业基本标准; 工业环境中的抗扰性	2005
61000-6-4 + A1	电磁兼容性 (EMC): 第 6-4 部分: 通用标准; 工业环境中的辐射干扰	2011
60204-1 + A1	机械安全: 机械的电气装备; 第 1 部分: 一般性要求	2009
IEC 60529	外壳防护等级 (IP 代码): 本标准使用于额定电压超 72.5kv 借助外壳防护电气设备防护等级	2001

防爆执行标准

工业机器人系统设计符合的防爆要求详见表 2。

表 2 执行标准

标准	说明	版本
GB/T 3836.1	《爆炸环境 第 1 部分: 设备 通用要求》	2021
GB/T 3836.3	《爆炸性环境 第 3 部分: 由增安型 “e” 保护的设 备	2021
GB/T 3836.4	《爆炸性环境 第 4 部分: 由本质安全型 “i” 保护的 设备》	2021
GB/T 3836.5	《爆炸性环境 第 5 部分: 由正压外壳 “p” 保护的 设备》	2021

通用安全说明

感谢贵公司购买本公司的机器人，本说明资料中详述了安全使用本公司机器人而需要遵守的内容，在使用之前，请务必仔细阅读相关手册，并且在理解该内容的前提下正确使用。

有关机器人的详细功能，请用户通过阅读相关说明书充分理解其规格。

安全注意事项

一般情况下，机器人不能单个进行作业，只有安装上末端执行器，构架起外围设备和系统才可以进行作业。

在考虑其安全性时，不能将机器人独立起来考虑，而应将其置于系统环境中考虑。

在使用机器人时，务必对安全栅栏采取相应措施。

警告、注意和提示

本说明书包括保证操作人员人身安全以及防止机器人损坏的注意事项，并根据它们在安全方面的重要程度，在文中以“警告”和“注意”来叙述，有关补充说明以“提示”来描述。

用户在使用机器人之前，必须熟读这些“警告”、“注意”和“提示”中所叙述的事项。

 警告	如果错误操作，有可能造成操作者或其他作业人员死亡或重伤。
 注意	如果错误操作，有可能造成操作者或其他作业人员轻伤或损坏设备。
 提示	指出除警告和注意以外的补充说明。

一般注意事项

 警告	<ul style="list-style-type: none">■ 在连接或断开相关外围设备和机器人各类信号时，务必确认机器人处于停止状态，以避免错误连接。■ 使用机器人的作业人员应佩戴下面所示的安全用具后再进行作业：<ul style="list-style-type: none">● 适合于作业内容的工作服● 安全鞋● 安全帽
---	---

	<ul style="list-style-type: none">● 根据现场情况不限于增加防护镜、防护口罩等其他保护作业人员安全的防护设备。
 提示	进行编程和维护作业的人员，必须通过本公司的相关培训接受适当的培训。

安装时注意事项

 警告	<ul style="list-style-type: none">■ 在搬运和安装机器人时，务必按照本公司手册所示的方法正确进行。如果以错误方法进行作业，有可能由于机器人翻倒而导致作业人员伤亡。■ 安装好后首次使用机器人时，务必以低速进行，然后逐渐加快速度，并确认是否存在异常。
---	---

操作时注意事项

 警告	<ul style="list-style-type: none">■ 在使用机器人时，检查是否存在潜在危险，当确认存在潜在危险时，务必排除危险之后再行作业。■ 在使用示教器操作时，由于戴上手套操作可能出现操作失误，因此，务必在摘下手套后再进行作业。
 提示	程序和系统变量等信息，可以保存在存储卡等存储介质中。为了预防由于意想不到的事故而引起数据丢失，建议用户定期备份数据。

目录

引言.....	I
通用安全说明.....	V
目录.....	i
1 产品规范	1
1.1 一般功能和预定用途的应用范围.....	1
1.2 环境条件与工作和储存的限制.....	1
1.2.1 使用环境要求.....	1
1.2.2 储存相关注意事项.....	1
1.3 基本规格.....	2
2 喷涂机器人简介和结构	3
2.1 喷涂机器人简介.....	3
2.2 机器人基本构成.....	3
2.3 特别使用注意事项.....	4
3 使用前的准备	5
3.1 使用前的安全防护措施.....	5
3.2 安装前的准备工作.....	5
3.2.1 安装注意事项.....	5
3.2.2 安装工具及所需连接件.....	6
3.3 安装和装配.....	6
3.3.1 技术规格.....	6
3.3.2 固定方式.....	7
4 产品连接	11
4.1 机器人系统构成.....	11
4.2 机器人与控制柜连接.....	11
5 工作说明	15
5.1 安全注意事项.....	15
5.2 安全运行.....	15
5.2.1 各轴尺寸及工作范围.....	15
5.2.2 机械限位.....	16
5.2.3 接地方式.....	16
5.2.4 运行步骤.....	18
5.2.5 停止方式.....	22
5.3 标定.....	23
5.3.1 何时需要标定.....	23
5.3.2 各轴标定位置.....	23
5.4 输出法兰尺寸.....	24
5.5 负载安装.....	25
6 运输与搬运	27

6.1	搬运姿态.....	27
6.2	搬运尺寸.....	28
6.3	搬运方法.....	28
7	故障查找、诊断和维修	31

1 产品规范

1.1 一般功能和预定用途的应用范围

喷漆机器人是指可进行自动喷漆或喷涂其他涂料的机器人。广泛用于汽车、仪器、电器、搪瓷等工艺制造部门。所有不符合规定的使用都属于违规使用并且均被禁止。例如其中包括：

- 在规定爆炸性环境的危险区域之外使用。
- 在允许的运动范围之外使用。
- 运输人或动物。
- 用作攀升的辅助工具。



注意

改变机器人结构，例如打孔等，可导致部件损坏。这被视作不按规定使用，会导致失去保修和索赔资格。

1.2 环境条件与工作和储存的限制

1.2.1 使用环境要求

AIR3-560-XP 型喷涂机器人使用环境要求见表 1-1。

表 1-1 AIR3-560-XP 型喷涂机器人使用环境要求

参数	说明	
温度	最低温度	-20℃
	最高温度	40℃
湿度	机器人安装环境要求不超过文献“IEC 60721-3-3-2002 Classification of environmental conditions”规定的不高于 95%的湿度等级	
海拔高度	机器人正常工作环境的海拔高度不应超过 1000 米	
供电	工作电源电压波动不超过额定电压 $\pm 10\%$ ；工作频率不超过额定频率 $\pm 2\%$ 。	
特殊环境要求	周围无易燃性、腐蚀性气体及导电尘埃。	

1.2.2 储存相关注意事项

机器人长期储存除了应该满足本手册第 1.2.1 章节的内容外，还需注意以下事项：

- 机器人长期储存前，应使其姿态处于搬运姿态，安置在水平面上，具体见本手册第 3.2 章节的内容。
- 当机器人长期不使用时，应切断所有电源。
- 应用纸质或者木制包装箱等之类外保护罩对机器人本体进行外防护，避免机器人本体长期受光照或者接触水、油、腐蚀性液体等。

- 应定期对机器人表面进行除尘除污等清理工作，具体清理周期视机器人储存环境而定。

1.3 基本规格

AIR3-560-XP 型喷涂机器人的各项基本规格见表 1-2。

表 1-2 AIR3-560-XP 型喷涂机器人基本规格

参数		说明
型号		AIR3-560-XP
坐标形式		六自由度关节型机器人
控制轴数		6 轴 (J1、J2、J3、J4、J5、J6)
安装方式		地面安装、壁装、倒装
动作范围 (上限/下限)	J1*	-170° ~+170°
	J2	-110° ~+120°
	J3	-108°~+152°
	J4	-200° ~+200°
	J5	-118° ~+118°
	J6	-350° ~+350°
最大动作速度	J1	450° /s
	J2	450° /s
	J3	525° /s
	J4	600° /s
	J5	600° /s
	J6	800° /s
可搬运重量	输出法兰	3kg
驱动方式		使用 AC 伺服电机进行电气伺服驱动
重复定位精度		± 0.02mm
机器人质量		38kg
噪声		70dB (A)
IP 防护等级		IP4X
安装条件		<ul style="list-style-type: none"> ■ 环境温度：0~40℃ ■ 湿度：恒温下 95%以内，无凝露 ■ 允许高度：海拔 1000m 以下



提示

“*” 规定若去除 J1 轴机械限位，运动范围可达到-180°~+180°。

2 喷涂机器人简介和结构

2.1 喷涂机器人简介

AIR3-560-XP 型喷涂机器人按照企业标准 Q/BJAE 1-2022 的要求进行设计制造和生产。其符合 GB/T 3836.1-2021、GB/T 3836.3-2021、GB/T 3836.4-2021、GB/T 3836.5-2021 的技术要求，适用于爆炸性气体环境 2 区，防爆标志为 Ex pzc eb ia II T4 Gc。

机器人主要设计成正压型“p”的结构，即通过保持外壳内部保护气体的压力高于外部压力，以阻止外部爆炸性环境进入外壳的结构，其保护气体为洁净干燥且室温条件的空气，由安装在安全场所的外部气源（比如空压机或气瓶，不超过 0.8MPa）通过进气口引入。正常运行时最高正压为 8kPa，最低正压为 2kPa，最大泄露流量为 8L/min，气流量 30L/min，最短持续换气时间 60min。具体参数详见机器人的铭牌，铭牌样式见图 2-1。

ae 北京配天技术有限公司 Beijing Peitian Technology Co., Ltd		Ex	
型号:	AIR3-560-XP	名称:	喷涂机器人
产品编号:		出厂日期:	
额定电压:	AC220V	额定功率:	2.2KW
额定负载:	3KG	保护气体:	压缩空气
防爆标志:	Ex pzc eb ia II T4 Gc	防爆合格证号:	
最低/最高正压:	2kPa/8kPa	最大漏泄流量:	8L/min
最短持续换气时间:	60min	最小换气流量:	30L/min

警告：1. 严禁在爆炸性环境中打开！
2. 机器人电源在外壳打开后不得立即复位，直至外壳恢复正常安装状态且至少以30L/min流量持续换气60分钟后方可复位！
3. 机器人与安装在安全场所的控制系统配套使用！
4. 保护气体应为来自安全场所的洁净干燥且室温条件下的压缩空气！

图 2-1 AIR3-560-XP 型喷涂机器人本体及其各个部分

2.2 机器人基本构成

AIR3-560-XP 型喷涂机器人及其各个部分名称如图 2-2 所示。

AIR3-560-XP 型喷涂机器人的基本规格详见本手册的[第 1.3 章节](#)，各轴的尺寸及工作范围详见本手册的[第 1.1 章节](#)。

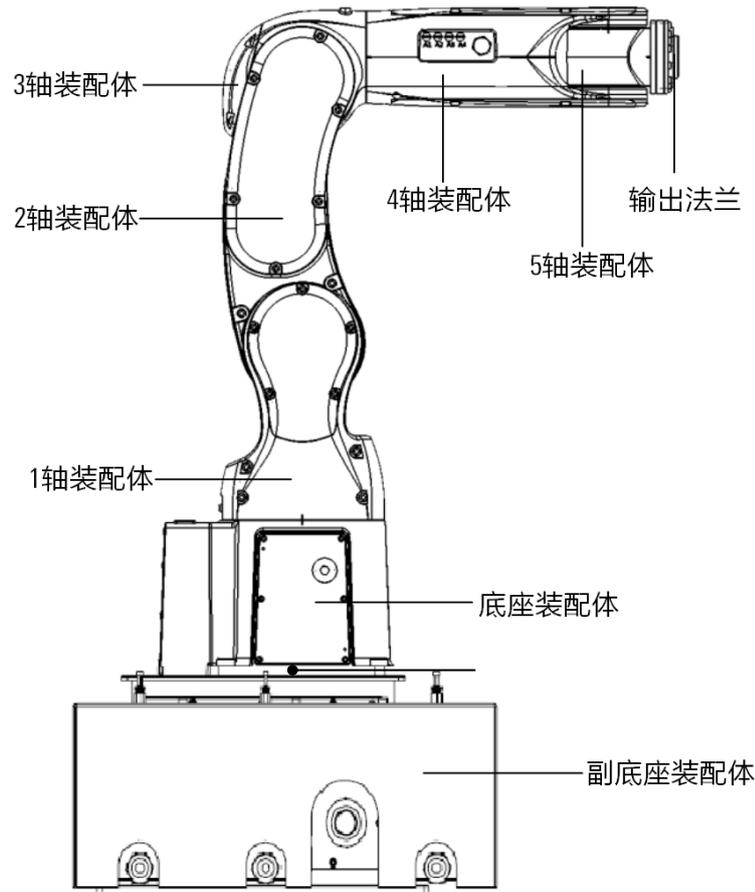


图 2-2 AIR3-560-XP 型喷涂机器人本体及其各个部分

2.3 特别使用注意事项

喷涂机器人在爆炸性环境中使用时，应特别注意：

- 为了防止外壳打开，外部的爆炸性气体被点燃，**严禁在爆炸性环境中打开（机器人的外壳）。**
- 为了保证机器人外壳内部的充分换气，**机器人的电源在外壳打开后不应复位，直至外壳至少以 30L/min 的流量换气至少 60 分钟后方可复位。**机器人的复位的前提是控制器系统的重新上电复位。
- 保护气体应是非可燃的，且其自身的化学特性或内含的杂质应不得影响正压防爆效果，那么规定**保护气体应为来自安全场所的洁净干燥且室温条件（不超过 40℃）的压缩空气。**

3 使用前的准备

3.1 使用前的安全防护措施

为保证机器人避免意外撞击损坏和保护现场作业人员的人身安全，在机器人运动范围之外，必须充分研究现场工况和作业人员的安全保护要求，设计相应的预防运动撞击的措施，比如防护网、护栏或光幕。

图 3-1 为 AIR3-560-XP 型工业机器人安全工作示意图。

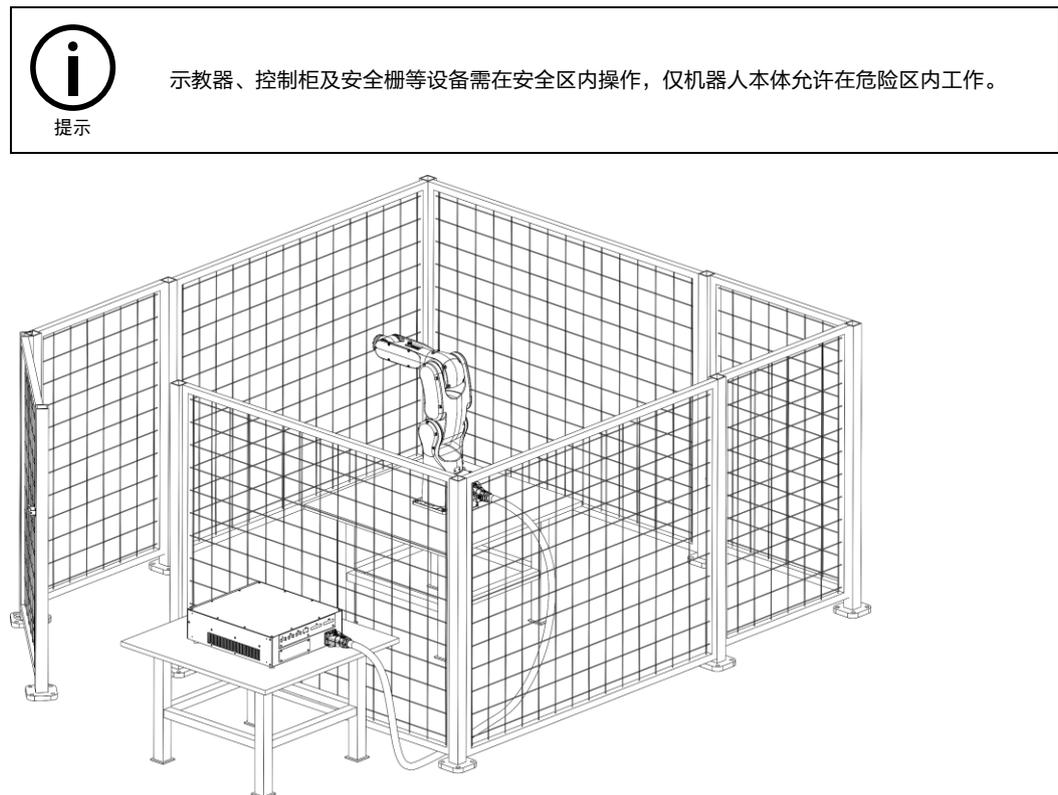


图 3-1 工业机器人安全工作示意图

3.2 安装前的准备工作

3.2.1 安装注意事项

在进行机器人安装前，以下所列项目必须严格遵守：

- 确保安装人员必须通过本公司的相关培训，并且在遵守国际和当地法律法规的情形下才能进行安装工作。
- 开箱后确定机器人无磕碰、损坏。
- 确保搬运用的支架、吊环螺钉等按要求安装到机器人上。
- 确保机器人安装环境符合本手册第 1.2 章节的要求。
- 确保机器人安装地点能够承受机器人及其负载带来的压力或者拉力。

3.2.2 安装工具及所需连接件

安装机器人可能需要工具（可能需更多工具，视具体的安装方式而定）：

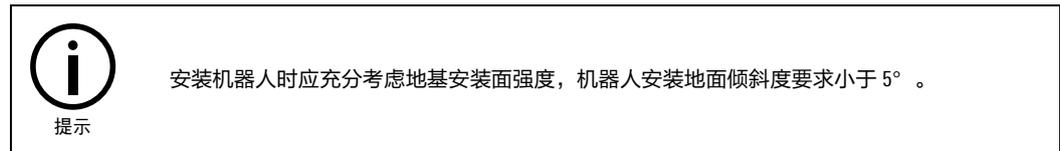
- 内六角扳手一套。
- 活动扳手。
- 不同规格力矩扳手等。

安装机器人可能需要的连接件有如下几种（可能需要更多连接件，视具体的安装而定）：

- 长度合适、强度等级为 12.9 的 M10 或者其他尺寸规格圆柱头内六角螺钉若干。
- 长度合适、强度等级不低于 4.8 的化学螺栓若干。
- $\Phi 10$ 或其他规格弹垫若干。
- 直径为 6mm 圆柱销若干等，具体详见本手册第 3.3.2 章节。

3.3 安装和装配

3.3.1 技术规格



AIR3-560-XP 型喷涂机器人副底座尺寸如图 3-2 所示。

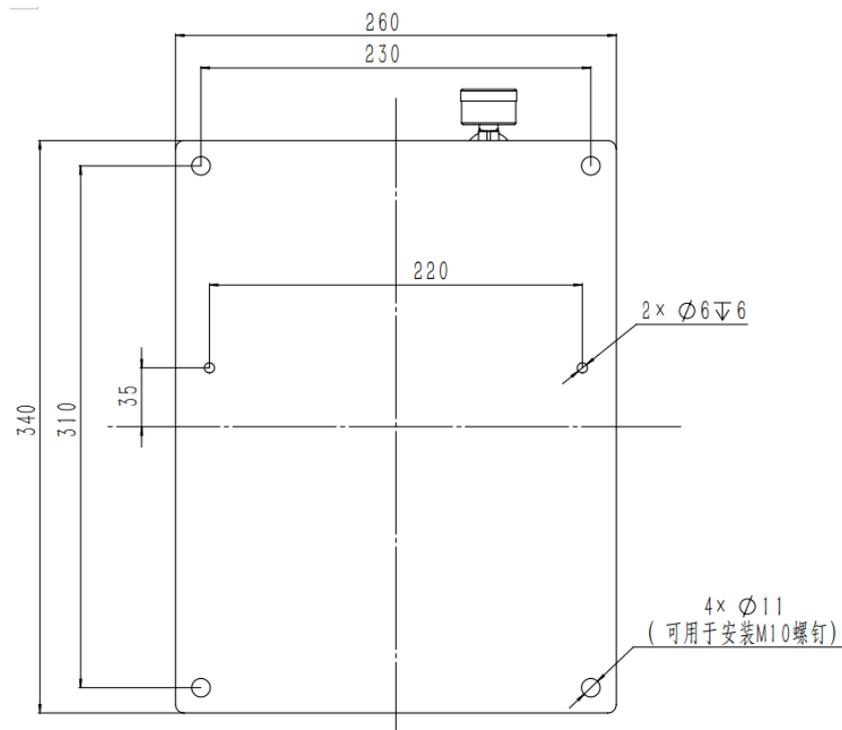


图 3-2 AIR3-560-XP 型喷涂机器人副底座接口尺寸

3.3.2 固定方式

AIR3-560-XP 型喷涂机器人提供“地面固定”和“支架固定”2种固定方式。

 提示	<ul style="list-style-type: none"> ■ 具体的固定方式应根据用户所使用的环境进行适当的选择。 ■ 由于化学螺栓强度受到混凝土强度的影响。因此施工时，应参照各制造商设计指南，充分考虑安全后使用。
---	---

固定机器人时所需零部件及其规格如表 3-1 所示。

表 3-1 AIR3-560-XP 型喷涂机器人固定所需零部件

零部件名称	备注	地面固定	支架固定
固定螺钉	M10x30 (12.9 级) 4 个	○	○
化学螺栓	M20 (不低于 4.8 级) 4 个	○	
机器人固定板	厚度 20mm, 1 块	○	
安装支架	安装板厚度 20mm		○

 提示	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人固定板及安装支架与机器人间不得有绝缘层物质。 ■ 有“○”标志的代表需要此零件。 ■ 支架需稳固安装在地面上，强度应不小于地面固定中机器人固定板与地面的固定强度。
--	--

地面固定

固定步骤：

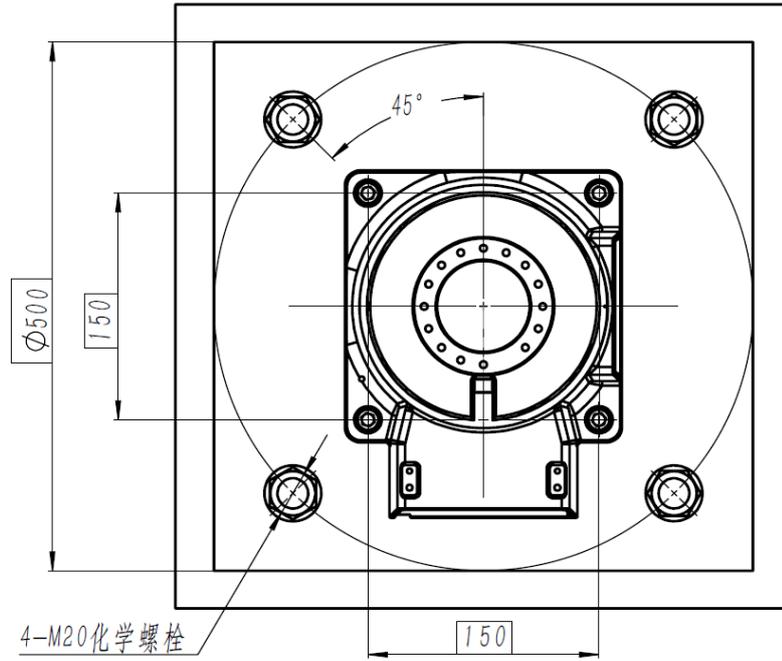
步骤 1. 按照图 3-3 所示的推荐尺寸，在混凝土地基上布置 M20 化学螺栓（强度等级不低于 4.8），请严格遵照所选用化学螺栓的使用说明进行安装。

步骤 2. 将机器人固定板紧贴安装平面，用 4 个 M20 化学螺栓（强度等级不低于 4.8）和 M20 平垫片将其固定。

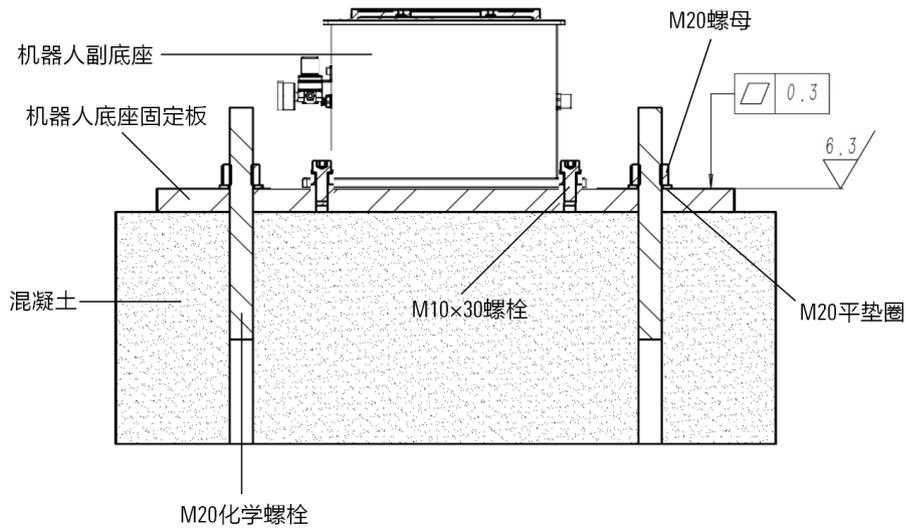
步骤 3. 在搬运姿态下（参考第 6 章），将机器人转移至机器人固定板上方，调整机器人方向，使底座 $\phi 11$ 通孔孔位与机器人固定板 M10 螺纹孔孔位对齐；

步骤 4. 检查底座是否与固定板紧密贴合无晃动，采用 4 个 M10x30 螺栓（强度等级 12.9），将机器人底座固定安装到固定板上。

 提示	<p>支架安装表面应满足一定平面度要求，该安装面平面度在 0.3 以内。</p>
---	--



(a) 平面布置尺寸



(b) 剖面图

图 3-3 机器人地面固定示意图

支架固定

 警告	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人固定螺钉 M10 长度不得短于 30mm，长度过短会造成固定不良等事故。 ■ 在机器人吊顶安装时，需要增加机器人固定螺钉长度至 35mm，同时保证安装板厚度不小于 25mm。
--------	---

固定步骤：

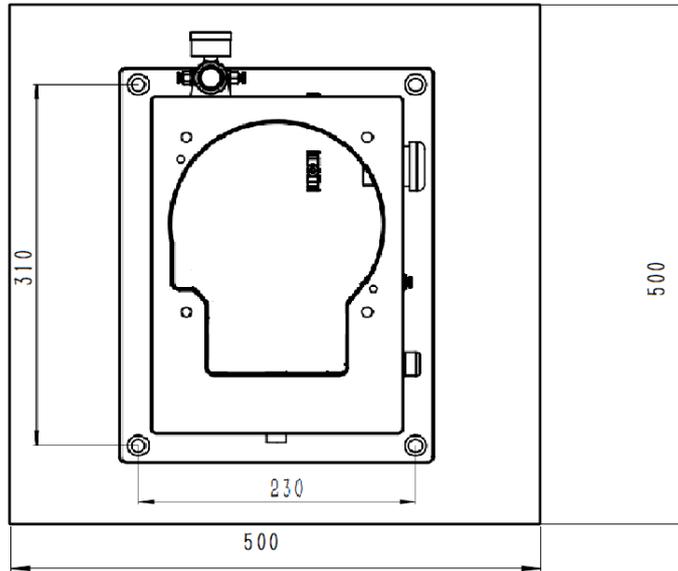
步骤 1. 在搬运姿态下，将机器人转移至安装支架上方，调整机器人方向，使底座 $\phi 11$ 通孔孔位与安装支架 M10 螺纹孔孔位对齐。

步骤 2. 检查底座是否与安装支架表面紧密贴合无晃动，采用 4 个 M10x30 螺栓（强度等级 12.9），将机器人底座固定安装在支架上。

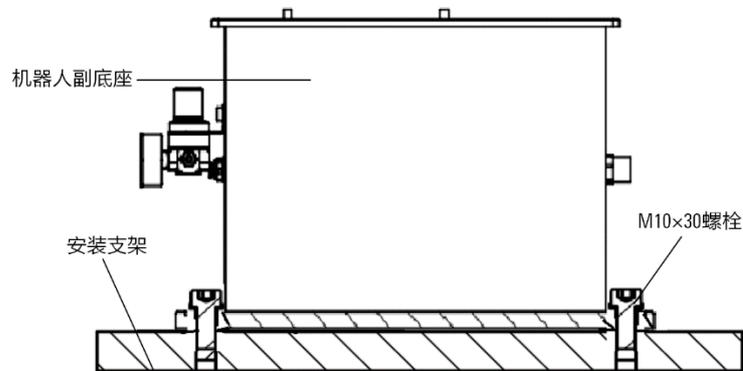


提示

支架安装表面应满足一定平面度要求，该安装面平面度在 0.3 以内。



(a)



(b)

图 3-4 机器人支架固定示意图

4 产品连接

4.1 机器人系统构成

机器人系统由 AIR3-560-XP 型喷涂机器人和控制器系统（包括控制柜、示教器、电气接线盒、重载线、压力信号线）组成，见图 4-1 所示。机器人与安装在安全场所的控制器系统配套使用，由控制器系统通过电缆对本产品提供电源和控制、信号传输。

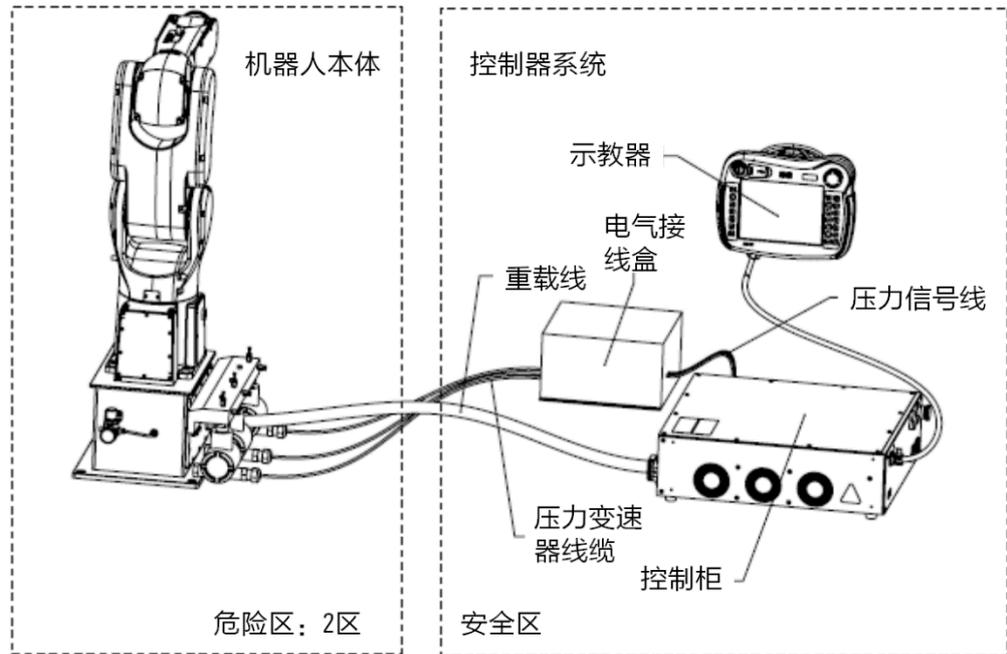


图 4-1 机器人系统构成

4.2 机器人与控制柜连接

控制柜上各接口定义见图 4-2。

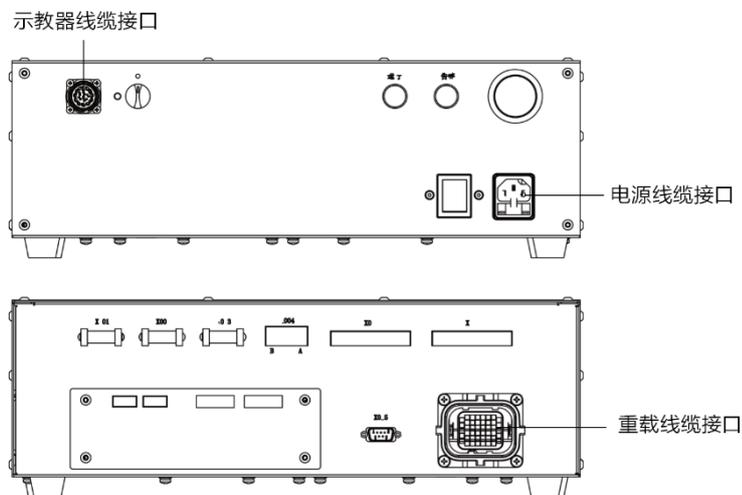


图 4-2 控制柜接口连接定义

连接步骤：

步骤 1. 重载线连接控制柜：将重载线插头插进控制柜重载线连接口（见图 4-3），并扣紧锁扣。

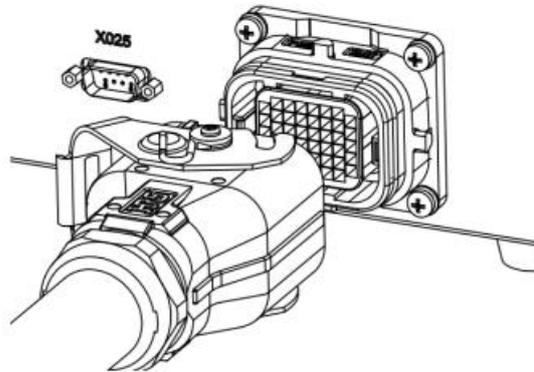


图 4-3 控制柜重载连接器接口

步骤 2. 压力信号线连接控制柜：将信号线插头插进控制柜 X006 接口（见图 4-4）。

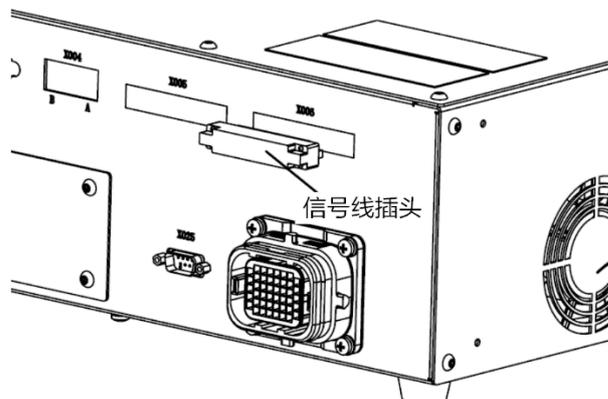


图 4-4 控制柜信号线接口

步骤 3. 示教器连接控制柜：插头和插座上三角形对齐符号对准，然后将连接器推入，顺时针旋转插头 45 度，将插头插座卡紧（见图 4-5）。

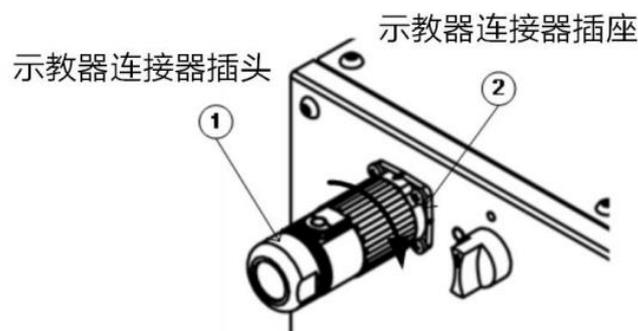


图 4-5 示教器连接接口

步骤 4. 电源线连接控制柜：将电源线品字形插头插入控制柜的电源线连接口（见图 4-6）中。

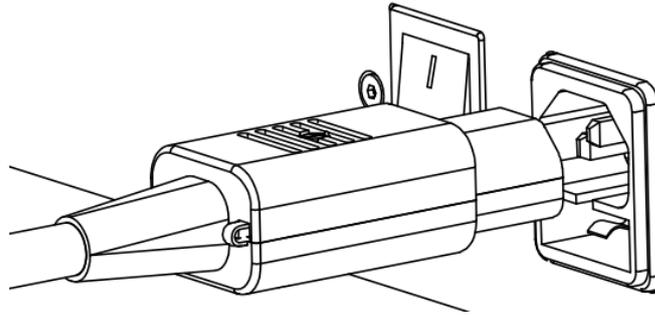


图 4-6 电源线连接接口

步骤 5. 连接电源：将电源线的三头插头插入电源插座中。

步骤 6. 供电后，将翘板开关从“0”切换至“1”（如图 4-7），启动控制柜，同时开关自带灯点亮，示教器启动。



图 4-7 控制柜电源开关

5 工作说明

5.1 安全注意事项

机器人机械安全

操作时的注意事项

通过慢速进给方式操作机器人时，不管在什么样的情况下，作业人员都应保持高度警惕，迅速应对各种问题的发生。

有关程序的注意事项

在多台机器人动作范围相互重叠时，应充分注意避免机器人相互之间干涉。

务必对机器人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，使得从外边也能清楚看出机器人作业是否已经结束。

末端执行器的安全

在对各类传动装置（气动、液压、电气）进行控制时，在发出控制指令后，应充分考虑指令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检测单元，监控末端执行器状态，控制机器人动作。

5.2 安全运行

5.2.1 各轴尺寸及工作范围

AIR3-560-XP 型喷涂机器人的各轴运动范围请参见表 5-1。

表 5-1 AIR3-560-XP 型喷涂机器人的各轴运动范围

轴号	运动范围 (°)
J1	-170° ~+170°
J2	-110° ~+120°
J3	-108°~+152°
J4	-200° ~+200°
J5	-118° ~+118°
J6	-350° ~+350°

机器人动作范围图如图 5-1 所示。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。单位：mm。

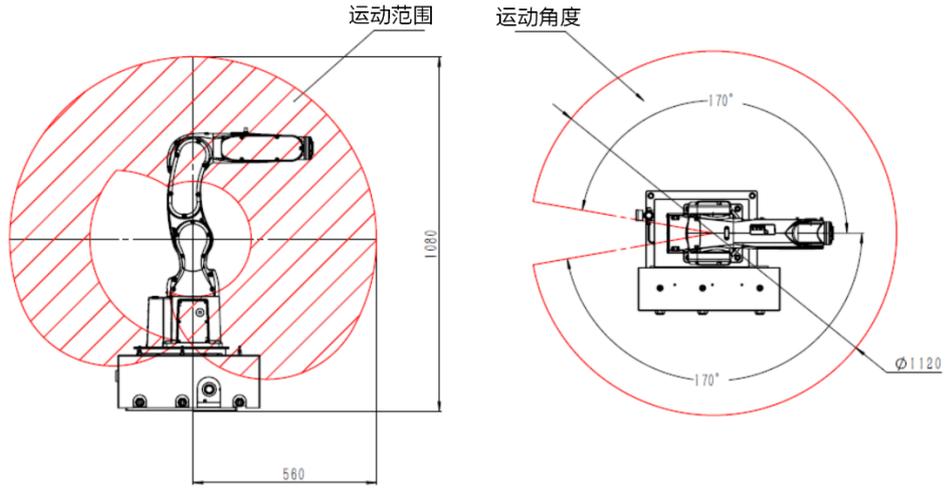


图 5-1 AIR3-560-XP 型喷涂机器人工作范围

5.2.2 机械限位

在机器人各轴上，分别设有零点和可动范围。只要不是由于伺服系统异常和系统出错导致原点位置丢失，机器人都被控制为不超出可动范围地动作。此外，为了进一步确保安全，在部分轴还提供机械式制动器对可动范围进行限制。图 5-2 中显示了机械式制动器位置。

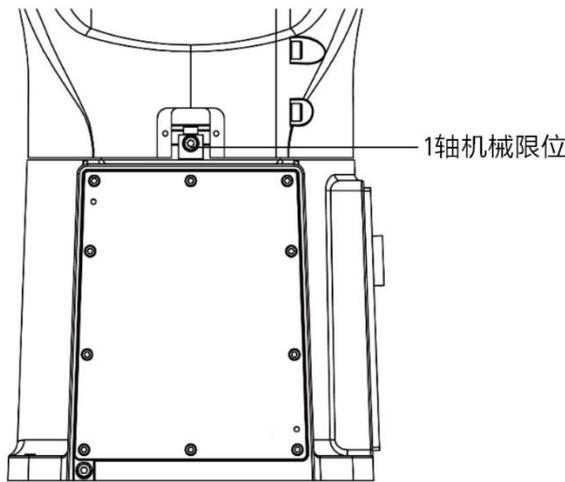


图 5-2 AIR3-560-XP 型喷涂机器人上机械式制动器



注意

请勿进行机械式制动器的改造等，否则有可能导致机器人不能正常停止。

5.2.3 接地方式

机器人需要可靠的接地，接地的目的包括但不限于以下内容：

- 避免因电线绝缘失效等原因导致的机器人外壳带电，保护操作人员防止电击；
- 给电路提供一个公共的参考零电位，使各个电路的地之间没有电位差，保证系统的稳定运行；
- 防止外界电磁场对内部敏感电气设备的干扰；

- 降低可能损坏设备的闪电感应电流，避免损坏内部电子设备。

机器人外部的接地点/连接点在图 5-3 机器人底座上，用户需将导线一端接地，另一端通过合适的端子和 M5 螺栓固定到底座上，端子和底座的接触面要清理干净，保证导通。

机器人内部动力线的接地方式为：各轴电机的接地线汇总至单根线后连接到重载连接器金属外壳上，金属外壳与机器人底座中的法兰连接，形成等电位。连接器金属外壳与机器人底座法兰连接如图 5-4 所示。

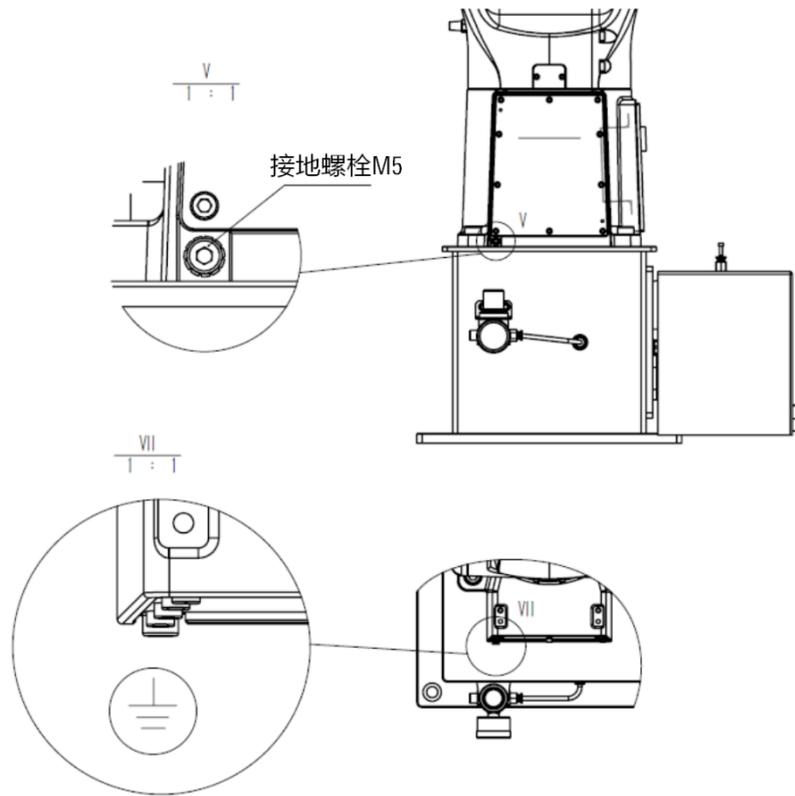


图 5-3 接地连接示意图

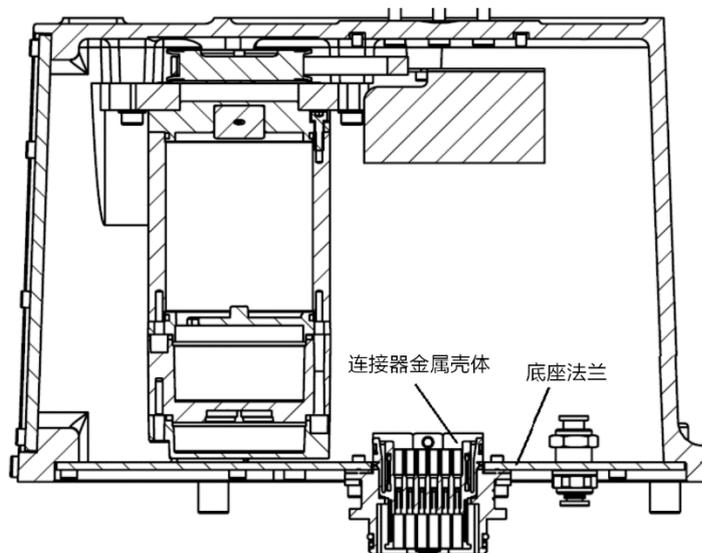


图 5-4 连接器外壳连接示意图

5.2.4 运行步骤

为保证机器人的防爆性能及安全运作，在：①初次使用机器人时、②因机器人内部压力异常导致断电之后、③拆开机器人盖板维护检修之后等情形下，须对机器人内部腔体进行充分换气并维持规定的正压，控制器系统才允许对机器人本体通电。机器人换气及维持正压的运行流程见图 5-5 所示。

 注意

图中的具体压力值仅为示例，比如 6kPa 对应的是按最小换气流量进行换气时内部的压力值，具体根据机器人出厂时的调校设置。

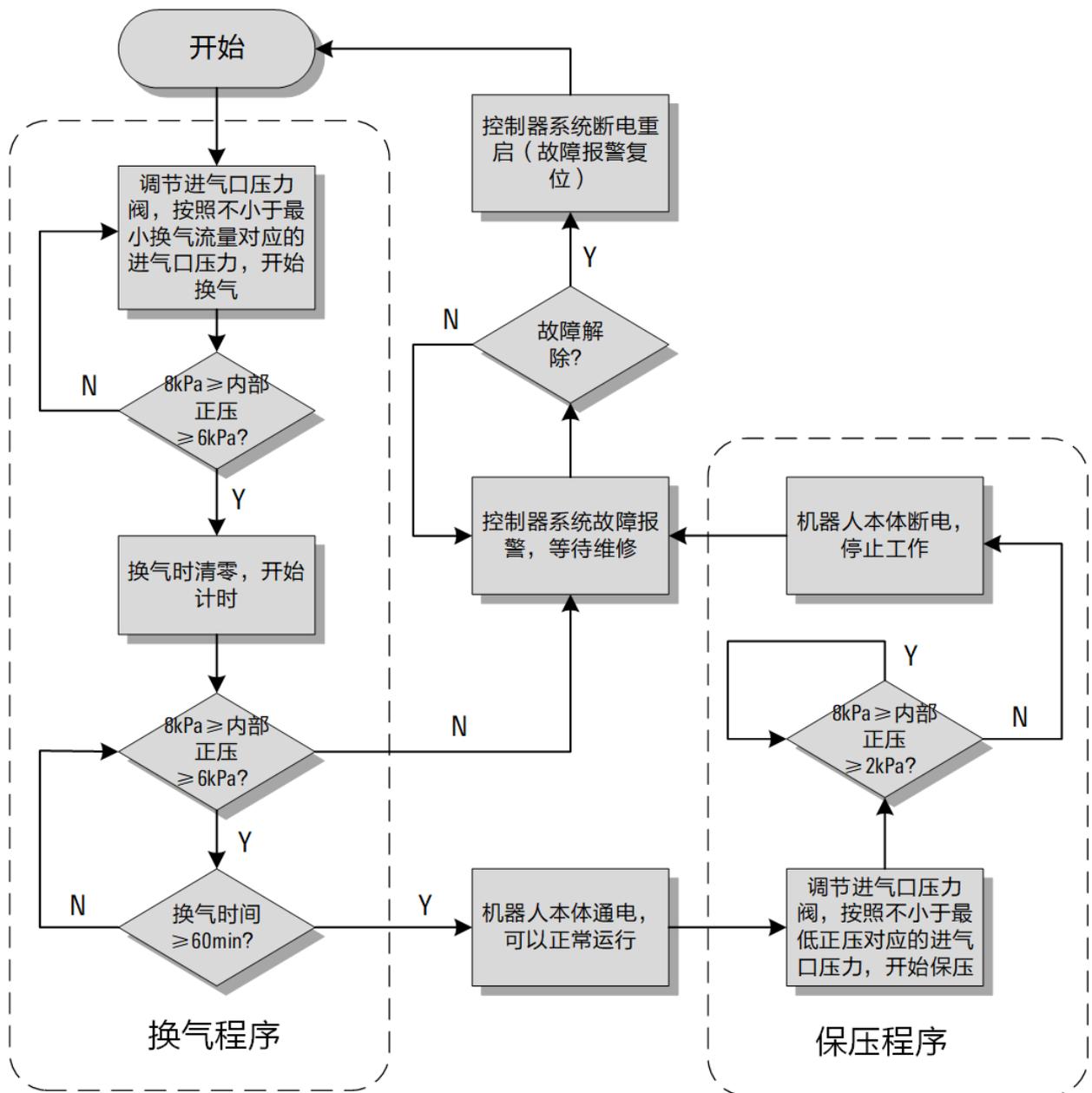


图 5-5 运行流程图

当机器人内部压力出现异常时，示教器和控制柜上均出现告警提示，即告警灯显示为红色，同时机器人将无法上电。告警提示无法自动复位，需要等故障解除后，控制柜重新上电后才可复位，告警提示如图 5-6 所示。



(a)示教器告警指示灯



(b)控制柜告警指示灯

图 5-6 告警提示

换气机保压的具体操作过程如下：

步骤 1. 检查确认各轴上的盖板安装到位，螺丝均已紧固。

步骤 2. 将安装在安全场所的外部气源（比如空压机或气瓶，不超过 0.8MPa）连接副底座上的减压阀。

步骤 3. 旋转副底座上减压阀上的旋钮，务必将进气口调压阀的压力值调整到压力调整说明标签上规定的换气压力值范围内。压力调整标签示例（具体的压力值根据出厂时的调校设置和填写）如图 5-7 所示，安装在进气口调压阀附近。

压力调整说明:

1. 换气过程, 务必将压力值调整到 之间!

2. 保压期间, 务必将压力值调整到 之间!

图 5-7 压力调整标签

步骤 4. 此时示教器界面显示如图 5-8 所示。此时机器人无法上电。

The screenshot shows a message log interface with the following elements:

- Buttons: 当前消息, 历史消息, 时间排序, 不限
- Table with columns: 时间, 类型, 内容
- Message 1: 2023-06-12 10:44:49, 信息, 按启动开始充气
- Page info: 第1页, 共1页
- Navigation: 上五页, 下五页, <<, >>

图 5-8 示教器界面：主备启动运行

步骤 5. 按下示教器上的<运行>按钮, 系统开始换气, 并按照最短持续换气时间 (60min) 开始计时。在整个换气过程中, 实时监测机器人内部压力, 确保其始终在规定的换气压力范围内, 示教器界面显示如图 5-9 所示。此时机器人无法上电。

The screenshot shows a message log interface with the following elements:

- Buttons: 当前消息, 历史消息, 时间排序, 不限
- Table with columns: 时间, 类型, 内容
- Message 1: 2023-06-12 10:45:40, 信息, 充气时间不足60min, 继续换气
- Message 2: 2023-06-12 10:45:40, 信息, p3=6253.89Pa
- Message 3: 2023-06-12 10:45:40, 信息,
- Message 4: 2023-06-12 10:45:40, 信息, p2=6430.42Pa
- Message 5: 2023-06-12 10:45:40, 信息,
- Message 6: 2023-06-12 10:45:40, 信息, p1=6206.95Pa
- Messages 7-9: 2023-06-12 10:45:40, 信息,
- Messages 10-12: Empty rows
- Page info: 第1页, 共1页
- Navigation: 上五页, 下五页, <<, >>

图 5-9 示教器界面：正常换气中

步骤 6. 一旦换气过程中, 机器人内部压力出现异常 (低于 6kPa 或者高于 8kPa), 示教器界面显示会如图 5-10 所示。此时系统告警, 换气无效, 需排除故障并重新启动控制柜和示教器后, 再进行换气。



The screenshot shows a message log interface with the following elements:

- Buttons: 当前消息, 历史消息, 时间排序, 不限
- Table with columns: 时间, 类型, 内容
- Message 1: 2023-06-12 10:44:11, 错误, 请重新开始充气
- Message 2: 2023-06-12 10:44:11, 信息, p3=5353.89Pa
- Message 3: 2023-06-12 10:44:11, 信息, (empty)
- Message 4: 2023-06-12 10:44:11, 信息, p2=5530.42Pa
- Message 5: 2023-06-12 10:44:11, 信息, (empty)
- Message 6: 2023-06-12 10:44:11, 信息, p1=5206.95Pa
- Messages 7-9: 2023-06-12 10:44:11, 信息, (empty)
- Messages 10-12: (empty)
- Footer: 第1页, 共1页, 上五页, 下五页, <<, >>

图 5-10 示教器界面：换气异常（示例内部压力过小）

步骤 7. 正常换气情况下，到达最短持续换气时间后，示教器屏幕提示“换气完成”，如图 5-11 所示。此时机器人正常上电。



The screenshot shows a message log interface with the following elements:

- Buttons: 当前消息, 历史消息, 时间排序, 不限
- Table with columns: 时间, 类型, 内容
- Message 1: 2023-06-12 10:46:26, 信息, 换气时间达到60min
- Message 2: 2023-06-12 10:46:25, 信息, p3=6203.09Pa
- Message 3: 2023-06-12 10:46:25, 信息, (empty)
- Message 4: 2023-06-12 10:46:25, 信息, p2=6138.42Pa
- Message 5: 2023-06-12 10:46:25, 信息, (empty)
- Message 6: 2023-06-12 10:46:25, 信息, p1=6520.35Pa
- Messages 7-9: 2023-06-12 10:46:25, 信息, (empty)
- Messages 10-12: (empty)
- Footer: 第1页, 共1页, 上五页, 下五页, <<, >>

图 5-11 示教器界面：正常换气完成

步骤 8. 此时，旋转副底座上减压阀上的旋钮，务必将进气口调压阀的压力值调整到压力调整说明标贴上规定的保压压力值范围内。机器人处于正常保压过程中，机器人可以正常工作。实时监测机器人内部压力，确保其始终在规定的换气压力范围内，示教器界面显示如图 5-12 所示。

	时间	类型	内容
1	2023-06-12 10:49:16	信息	p3=5353.89Pa
2	2023-06-12 10:49:15	信息	
3	2023-06-12 10:49:15	信息	p2=5530.42Pa
4	2023-06-12 10:49:15	信息	
5	2023-06-12 10:49:15	信息	p1=5706.95Pa
6	2023-06-12 10:49:15	信息	
7	2023-06-12 10:49:15	信息	
8	2023-06-12 10:49:15	信息	
9	2023-06-12 10:49:15	信息	
10			
11			
12			

图 5-12 示教器界面：正常保压，正常工作

步骤 9. 当机器人正常工作（保压）时，一旦其内部压力异常（低于 2kPa 或者高于 8kPa），控制柜立即切断机器人的供电和信号传输，示教器屏幕显示如图 5-13 所示，此时系统告警，机器人正压故障，需排除故障并重新启动控制柜和示教器后，再重新进行换气和保压。此外，还需要对机器人本体重新进行零点标定。

	时间	类型	内容
1	2023-06-12 10:50:31	信息	Air pressure is too low, please check!
2	2023-06-12 10:50:31	信息	p3=1353.89Pa
3	2023-06-12 10:50:31	信息	
4	2023-06-12 10:50:31	信息	p2=2030.41Pa
5	2023-06-12 10:50:31	信息	
6	2023-06-12 10:50:30	信息	p1=1329.8Pa
7	2023-06-12 10:50:30	信息	
8	2023-06-12 10:50:30	信息	
9	2023-06-12 10:50:30	信息	
10			
11			
12			

图 5-13 示教器界面：保压故障（示例内部压力过小）

5.2.5 停止方式

根据 GB5226.1-2008《机械电气安全-第 1 部分：通用技术条件》9.2.2 停止功能定义，并结合机器人具体设计，定义 3 种停止方式及相应说明见表 5-2：

表 5-2 停止方式及相应说明

类型	说明	
STOP0	Case1	控制柜 MCBS 出现故障，DCB 执行立即停止，不保持轨迹，并切断动力电，属于不可

类型	说明	
		控停止。
	Case2	控制柜 DCB 出现故障，触发自由停止或抱闸停止，属于不可控停止。
	Case3	外部突然断电（如停电、关闭控制柜电源），触发抱闸停止，属于不可控停止。
STOP1	Case1	按下示教器上急停按钮，机器人快速停止，保持当前规划路径，并通过主电路继电器切断动力电源，属于可控停止。
	Case2	机器人内部压力异常，机器人快速停止，保持当前规划路径，并通过主电路继电器切断动力电源，属于可控停止。
STOP2	按下示教器上暂停按钮，机器人快速停止并且需要保持当前规划路径，不切断动力电源，属于可控停止。	

5.3 标定

5.3.1 何时需要标定

当机器人发生以下情形时，则需要重新进行重新标定：

- 有过电机更换或者皮带轮拆卸等维修。
- 电机的编码器线松动或者重新安装过。
- 机器人出现过强烈的碰撞。
- 更换了控制柜或者控制系统（如：工控机）。
- 因机器人内部压力异常导致断电。

5.3.2 各轴标定位置

机器人各轴标定所在位置如下图 5-14 所示，其中除 J3 轴标定后为 90°，其他轴均为 0°。

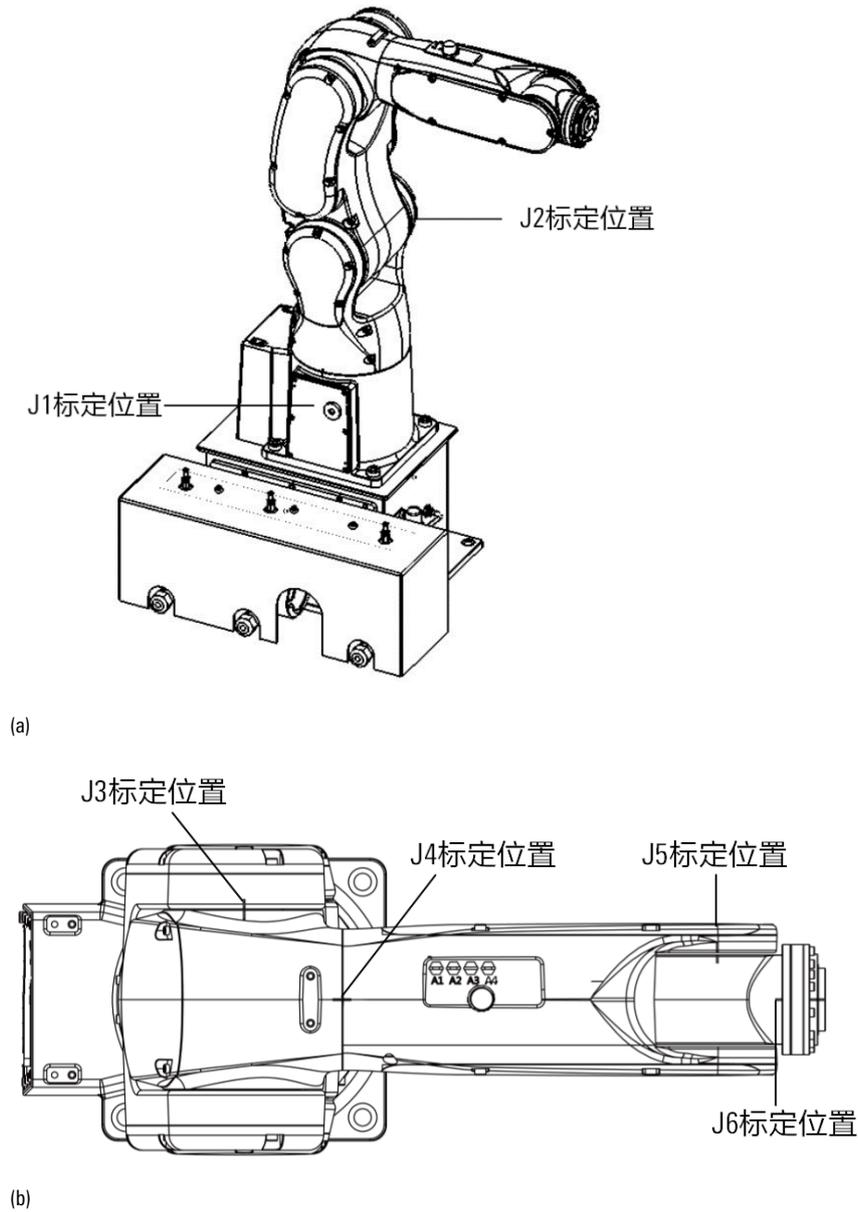


图 5-14 AIR3-560-XP 各轴零点示意图

 注意	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人标定必须始终在同样的温度条件下进行，以避免由于热胀冷缩而引起的误差。 ■ AIR3-560-XP 工业机器人标定必须从 J1 轴依次至 J6 轴顺序进行标定。
---	---

5.4 输出法兰尺寸

AIR3-560-XP 型喷涂机器人输出法兰连接尺寸及示意图如表 5-3 及图 5-15 所示。

表 5-3 AIR3-560-XP 输出机械接口规格

参数	说明
定位圆直径	20mm
螺纹孔分度圆直径	31.5mm
螺钉等级	12.9

参数	说明
螺钉直径	M5
螺钉数量	4
定位销	5mm
螺钉标准	GB/T 70.1-2008

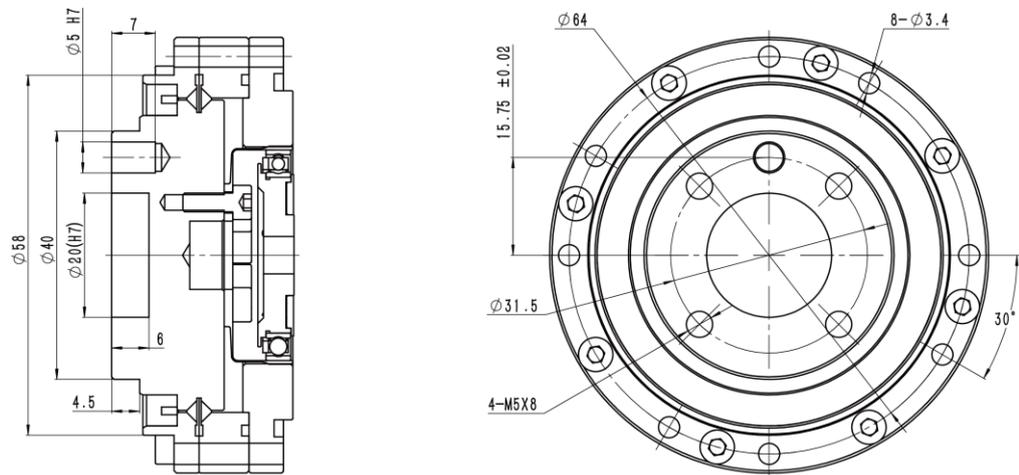


图 5-15 AIR3-560-XP 型喷涂机器人腕部法兰尺寸示意图



警告

进行夹具安装时，所使用的螺钉和定位销应充分考虑螺纹孔和销孔的深度，禁止安装长度超出螺纹孔深度（8mm）及销孔深度（7mm），否则会损害机器人腕部。

5.5 负载安装

安装要求：

- 负载条件应在图 5-16 及表 5-4 所示的范围内。
- 4 轴允许转矩小于 4.7Nm，5 轴允许转矩小于 4.7Nm，6 轴允许转矩小于 1.8Nm。
- 4 轴额定负载时允许额定负载转动惯量小于 0.076kgm^2 ，5 轴额定负载时允许额定负载转动惯量小于 0.076kgm^2 ，6 轴额定负载时允许转动惯量小于 0.01kgm^2 。
- 4 轴允许最大负载转动惯量小于 0.23kgm^2 ，5 轴允许最大负载转动惯量小于 0.23kgm^2 ，6 轴允许最大负载转动惯量小于 0.032kgm^2 。

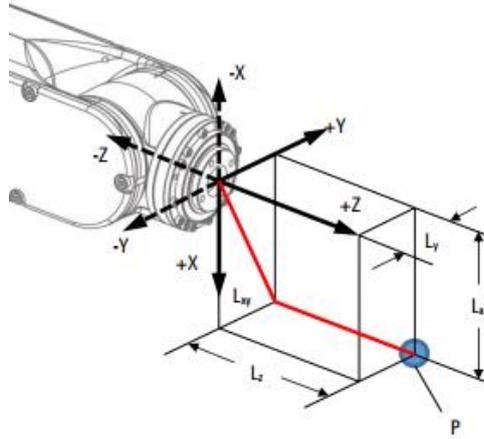
表 5-4 AIR3-560-XP 型喷涂机器人负载转矩及负载转动惯量数据

机器人型号	轴	负载转矩	额定负载转动惯量	最大转动惯量
负载 3kg		Nm	kgm^2	kgm^2
AIR3-560-XP	J4	4.7	0.076	0.23
	J5	4.7	0.076	0.23
	J6	1.8	0.01	0.032

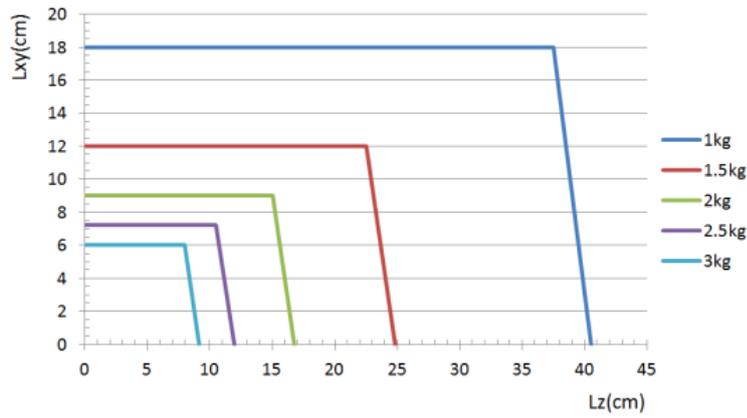


提示

表 5-4 中的数据是在安装 3kg 负载 ($L_z=80\text{mm}$, $L_{xy}=60\text{mm}$) 时, 额定工作状态下 J4、J5、J6 对应的最大负载转矩和转动惯量数据。



(a)



(b)

图 5-16 AIR3-560-XP 型喷涂机器人输出法兰负载质心位置示意图

6 运输与搬运

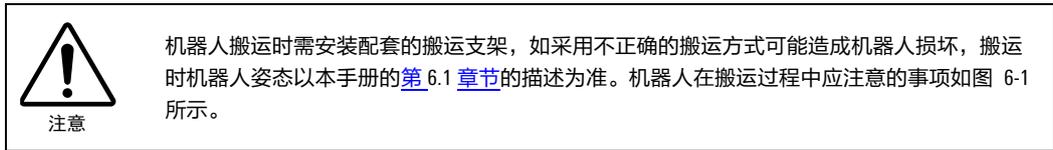


图 6-1 机器人在搬运过程中的注意事项

6.1 搬运姿态

AIR3-560-XP 型喷涂机器人搬运时一至六轴各轴角度值请参见表 6-1。

表 6-1 AIR3-560-XP 型喷涂机器人搬运时各轴角度值

A1	A2	A3	A4	A5	A6
0	-30°	150°	0	60°	0

AIR3-560-XP 型喷涂机器人搬运时一至六轴姿态效果图请参见图 6-2。

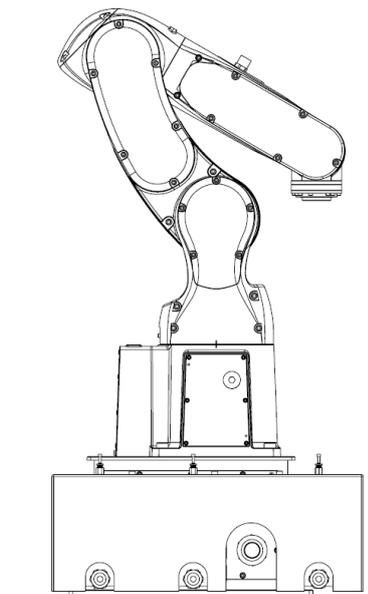


图 6-2 AIR3-560-XP 型喷涂机器人搬运位姿图

6.2 搬运尺寸

机器人在被搬运状态下各部分需满足的尺寸请参见图 6-3。

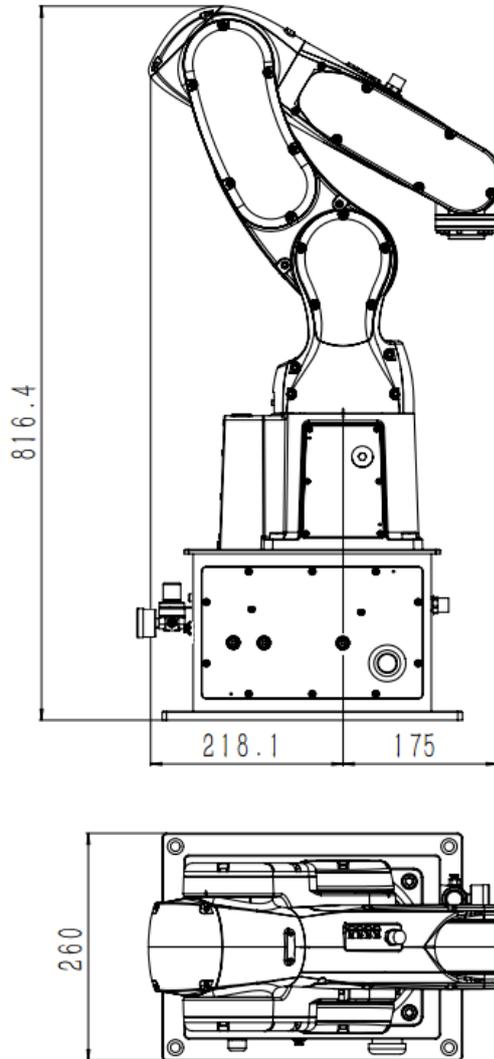


图 6-3 AIR3-560-XP 搬运时机器人尺寸



注意

实际尺寸可能会比图 6-3 中尺寸略大，须注意。

6.3 搬运方法

叉车搬运

采用叉车搬运时示意图请参见图 6-4，叉车应能满足机器人重量（38kg）需求，机器人及搬运装置总重量约 46kg。

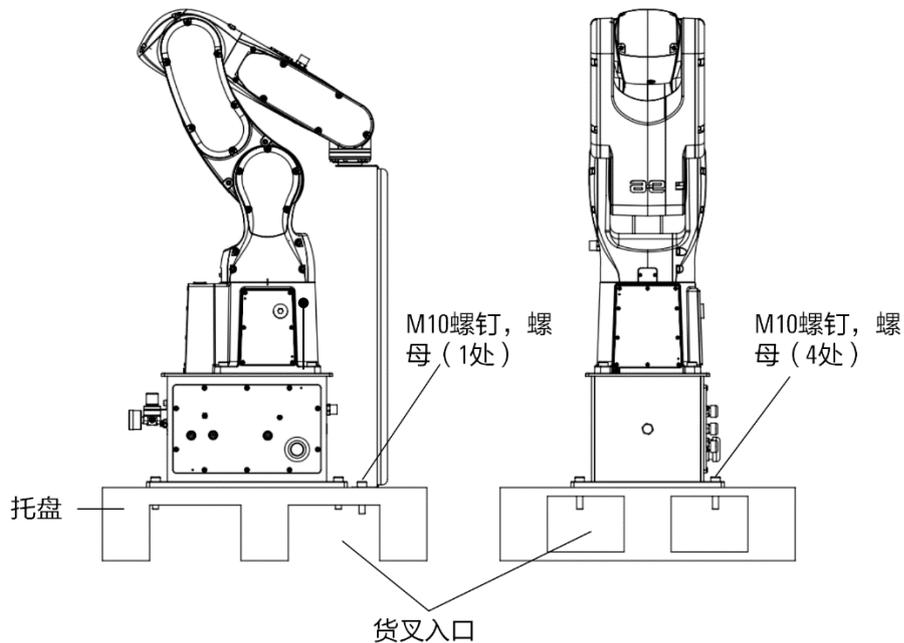
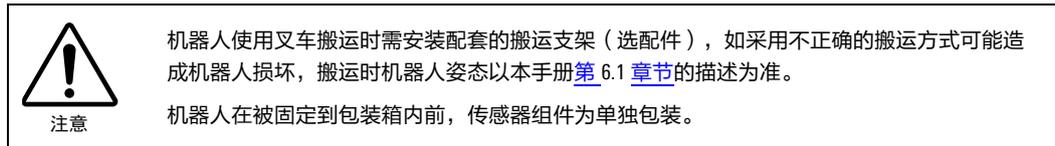
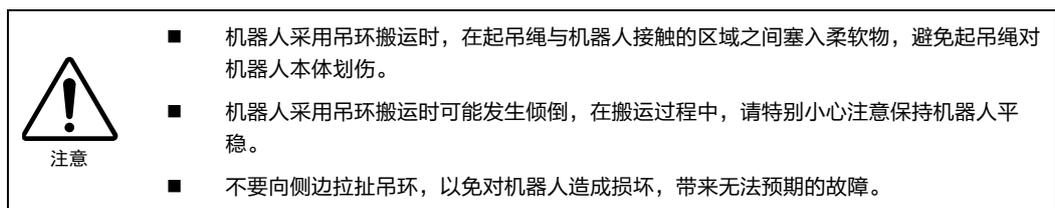


图 6-4 AIR3-560-XP 叉车搬运示意图

吊环搬运

机器人采用吊环搬运时示意图应如图 6-5 所示，起吊装置应能满足机器人重量（38kg）需求，机器人及搬运装置总重量约 65kg。

单根吊索可搬运重量 150kg 以上，吊车可搬运重量 200kg 以上。



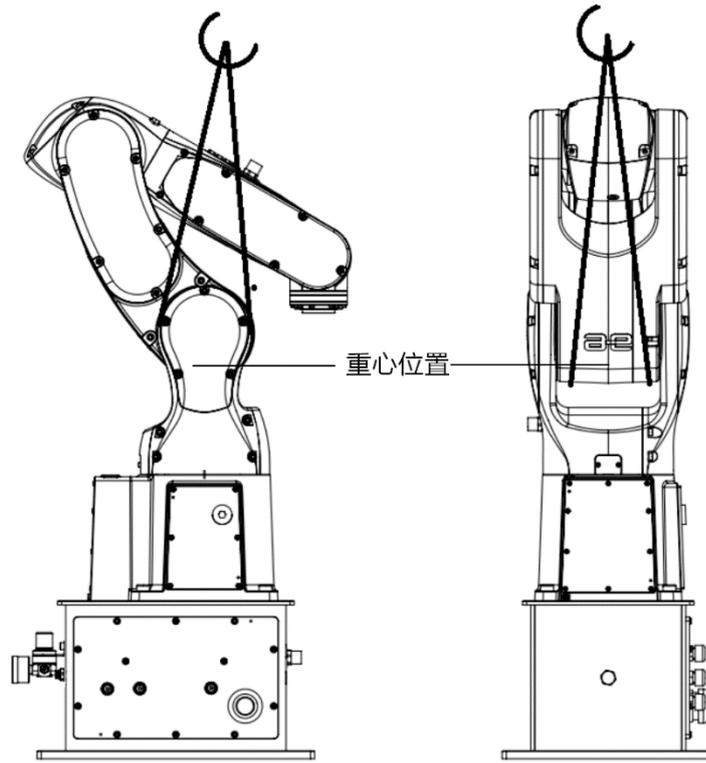


图 6-5 AIR3-560-XP 吊环搬运示意图

7 故障查找、诊断和维修

机器人产生故障，有时是由于多个不同原因共同造成，彻底查清原因往往比较困难，如采用错误处理方法，可能会导致故障进一步恶化，因此详细分析故障情况，查出真正原因十分重要。

机器人可能故障及原因如表 7-1 所示。如不能确定原因或不确定如何处理时，请联系本公司。

表 7-1 机器人可能故障及原因

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
产生振动 出现异常噪音	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人动作时，机器人底座从车间基座上浮起 ■ 底座与基座间有空隙 ■ 底座与基座连接螺钉松动 	底座的固定： <ul style="list-style-type: none"> ■ 可能因为机器人底座没有牢固的固定在车间基座上 ■ 可能因为螺钉松动、底座平面度不够、夹杂异物导致机器人动作时，底座从车间基座上浮起，冲击产生振动 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 螺钉松动时，使用力矩扳手以适当的力矩拧紧 ■ 修整底座平面度，使其公差符合要求 ■ 确认是否夹杂异物，如存在异物，将其去除 ■ 可咨询本公司
	机器人动作时，车间基座振动	车间基座： <ul style="list-style-type: none"> ■ 可能因为车间基座与车间地基没有完全固定，操作及运动时，车间基座产生振动 ■ 可能因为车间基座刚性不足，由于机器人运动时产生反作用力及力矩，致使其变形，产生振动 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 采用相应办法完全固定车间基座 ■ 加工车间基座，提高其刚性 ■ 难以加工的车间基座，通过改变运动程序，可以缓和振动 ■ 可咨询本公司
产生振动 出现异常噪音	<ul style="list-style-type: none"> ■ 在动作时的某一特定姿态下产生振动 ■ 放慢动作速度时不产生振动 ■ 加减速时振动明显 ■ 多个轴同时振动 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 可能因为机器人负载超出允许值，产生振动 ■ 可能因为动作程序对机器人太严格，产生振动 ■ 可能因为加速度不合适，产生振动 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 确认机器人负载是否超出允许值，减少负载或改变动作程序 ■ 可通过减低速度、降低加速度、改变动作程序，缓和特定部分的振动

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人碰撞后, 或长期在过载状态下运行, 产生振动 ■ 长期没有更换润滑脂, 产生振动 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 可能因为碰撞或过载, 造成机械传动系统受到过大的外力, 致使齿轮、轴承、减速器的齿轮面或滚动面损伤, 或因疲劳而剥落 ■ 可能因为齿轮、轴承、减速器内部咬入异物, 致使齿轮、轴承、减速器的齿轮面或滚动面损伤 ■ 可能因为长期在没有更换润滑脂的情况下使用, 致使齿轮、轴承、减速器的齿轮面或滚动面因疲劳而剥落 ■ 上述原因会导致周期性振动或异常响声 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 使机器人单轴运动, 确认产生振动和噪音的轴 ■ 需要更换齿轮、轴承、减速器部件的情况下, 请咨询本公司 ■ 避免机器人在过载状态下使用 ■ 需要更换润滑脂的情况下, 请联系本公司 ■ 可咨询本公司
	<p>机器人附近的机械动作状况与机器人的振动密切相关</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 来自机器人附近的机械电气噪声 ■ 没有切实连接地线时, 电气噪声会混入地线, 致使机器人指令受到干扰而振动 ■ 地线连接场所不合适情况下, 会导致接地不稳定, 致使机器人因电气噪声干扰而振动 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 切实连接地线, 避免电气噪声混入机器人 ■ 可咨询本公司
<p>产生振动 出现异常噪音</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 长期停机后运转机器人, 发生异常噪音 ■ 低速运转时发生异常噪音 	<p>长期停机重新启动时, 机器人在低速运转下会发生异常噪音</p>	<p>观察 1-2 天机器人的运转情况, 通常异常噪音会随之消失</p>

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
机器人晃动	<ul style="list-style-type: none"> ■ 切断机器人电源后，用手可晃动机器人的部分零部件 ■ 机器人的连接面存在空隙 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人的螺栓松动 ■ 可能因为过载、碰撞等原因，导致机器人上某些连接螺栓松动产生晃动 	<p>针对各轴，确认下列部位螺栓是否松动，如松动，采用力矩扳手以合适力矩将其拧紧</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 电机固定螺栓 ■ 减速器外壳固定螺栓 ■ 减速器输出轴固定螺栓 ■ 基座固定螺栓 ■ 手臂间固定螺栓 ■ 外壳固定螺栓 ■ 末端执行器固定螺栓
	切断机器人电源，确认螺钉拧紧后，用手可晃动机器人的整体头部	可能因为过载、碰撞等原因，使得机器人内部齿轮磨损或损坏产生较大侧隙	需要更换内部齿轮的情况下，需咨询本公司
电机过热	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人安装环境温度上升，电机过热 ■ 电机上安装盖板后，电机过热 ■ 改变机器人动作程序和负载条件后，电机过热 	<p>环境温度： 环境温度上升或安装电机盖板后，电机散热情况恶化，导致电机过热</p> <p>负载动作： 可能因为负载及动作程序使得电机电流值超过其额定值</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 降低环境温度，可有效预防电机过热 ■ 改善电机周边的通风条件，即电机的散热情况，可有效预防电机过热 ■ 电机周围有热源时，设置一块防辐射的屏蔽板，可有效预防电机过热 ■ 通过减缓动作程序、降低负载条件，电机平均电流值会下降，从而防止电机过热 ■ 可咨询本公司
	改变机器人动作控制参数后，电机过热	<p>控制参数： 输入参数不合适时，会导致机器人加减速不合适，使得电机平均电流值增加，电机过热</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 按照相关说明书输入合适的参数 ■ 可咨询本公司
	不符合上述分类情况下，电机过热	<p>机器人机械故障： 可能因为机器人机械系统发生故障致使电机承受过大负载，电机过热</p> <p>电机故障：</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 请参照振动、异常噪音、松动项，排出机械故障 ■ 请确认电机通电启动时，制动器是否松开

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 可能是电机制动器故障，致使电机始终在收制动的情况下动作，由此导致电机承受过大负载，电机过热 ■ 可能是电机主体故障，致使电机自身不能发挥其性能，使过大的电流流过电机，电机过热 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 更换电机后，电机过热消除，可确认此情况为异常 ■ 可咨询本公司
机器人轴落下	<ul style="list-style-type: none"> ■ 制动器完全失效，轴快速落下 ■ 制动器抱闸后，轴缓慢落下 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 可能因为制动器驱动继电器损坏，制动器一直处于通电状态，不起制动作用 ■ 可能因为制动器磨损，制动器主体破损使得制动效果降低 ■ 可能因为润滑油、润滑脂进入电机内部，使得制动器滑动 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 确认制动器驱动继电器是否损坏，如果是，更换继电器 ■ 制动器磨损、制动器主体破损、润滑脂进入电机内部的情况下，联系本公司更换电机 ■ 可咨询本公司
位置偏移	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人动作偏离示教位置 ■ 机器人重复定位精度大于允许值 	机械故障： <ul style="list-style-type: none"> ■ 重复定位精度不稳定的情况，可能因为机械系统异常、螺钉松动等故障导致 ■ 一度偏移后，重复定位精度稳定，可能因为碰撞等有过大负载作用致使基座面、各轴铸件与减速器连接面滑动 ■ 可能由于电机编码器异常导致 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 重复定位精度不稳定时，请参照振动、异常噪音、晃动项，排出机械故障 ■ 重复定位精度稳定时，请修改示教程序，如不再发生碰撞，就不会出现位置偏移 ■ 电机编码器异常的情况下，联系本公司更换电机或编码器 ■ 可咨询本公司
	位置仅对特定的外围设备偏移	外围设备位置偏移： <p>可能因为外围设备受到外力，致使其相对机器人产生偏移</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 请改变外围设备的位置 ■ 请修改示教程序 ■ 可咨询本公司
	改变参数后，发生了位置偏移	参数： <p>可能因为修改标定数据致使机器人原点丢失</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 重新输入以前正确的标定数据 ■ 不确定的标定数据的情况下，请重新标定机器人 ■ 可咨询本公司

故障	故障分类	故障可能原因	处理措施
正压异常	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机器人内部压力过低 ■ 机器人内部压力过高 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 调压阀被人为意外调整，进气压力值过高或过低 ■ 进气气管破损，进气压力降低 ■ 排气口堵塞 ■ 盖板螺钉松动，密封不良 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 重新调整压力值至要求压力范围之内 ■ 更换进气气管 ■ 清理排气口异物 ■ 拧紧螺钉 ■ 可咨询本公司



微信公众号



官方网站

服务热线：400-990-0909

官方网站：<http://robot.peitian.com>

UM-P05310000119-001 / V1.0.0 / 2023.08.29

© 版权所有 2011-2023配天机器人保留所有权利.

有关产品特性和可用性说明并不构成性能保证，仅供参考。所交付产品和所执行的服务范围以具体合同为准。