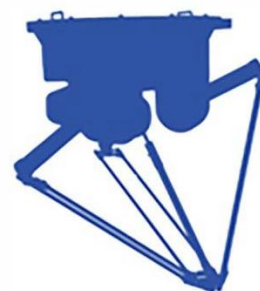


AP8X 机器人

用户手册



为东莞市李群自动化技术有限公司商标，李群自动化拥有此商标的所有权。

用户手册

AP8X 机器人

AP8X-1130-1653

AP8X-1130-1654

AP8X-1600-1653

AP8X-1600-1654

东莞市李群自动化技术有限公司

QKM Technology (Dongguan) Co., Ltd.

文档版本: V1.2.0

发布日期: 2023-04-14

前言

感谢您购买本公司的机器人

本手册记录了正确使用 AP8X 机器人所需的事项

在使用 AP8X 机器人之前请仔细阅读本手册的内容

请妥善保管本手册，以便日后随时取阅

概述

本手册详细描述了 AH10 机器人的产品特征、主要部件、安装指导、系统调试、技术规格；方便用户能系统地了解 and 正确使用 AH10 机器人。

读者对象

本手册适用于：

客户工程师

应用工程师

技术支持工程师

安装调试工程师

图示含义

本文图示将明确说明执行此手册中描述的工作时，可能出现的所有危险、警告、注意、说明；当手册中出现以下图示时请您务必留意。

本手册中出现的图示说明如下表所示：

图示	说明
 危险	表示会出现严重的危险情形，如不可避免将会造成人员死亡或严重的人员伤害等情况。
 警告	表示会出现潜在的危险情形，如不可避免会造成人员伤害、设备毁坏等情况。
 注意	表示会出现不可预知的情形，如不可避免会导致设备损坏、性能降低、数据丢失等情况。
 说明	表示关键信息阐述、操作技巧提示。

Copyright © 2023 李群自动化技术有限公司

版权所有，保留所有权利

李群自动化技术有限公司（以下简称李群自动化）具有本产品及其软件的专利权、版权和其它知识产权，未经本公司书面授权，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容；不得直接或间接复制、制造、加工、使用本产品及其相关部分。

商标声明



为李群自动化技术有限公司商标，李群自动化拥有此商标的所有权。

免责声明

李群自动化不承担由于使用本手册或本产品不当，所造成直接的、间接的、特殊的、附带的或相应产生的损失或责任。

由于产品更新升级或其他原因，本文档内容会不定期进行版本更新，本公司保留在不事先通知的情况下，修改本手册中的产品和产品规格等文件的权力。如您欲了解本公司最新产品资料，可通过本公司官网下载。

东莞市李群自动化技术有限公司（总部）

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区新竹路 4 号总部一号 17 栋 A 座

电话：+86 0769-27231381

传真：+86 0769-27231381-8053

邮编：523808

邮箱：service@qkmtech.com

网站：www.qkmtech.com

版本历史

版本历史记录每次文档版本更新的说明，最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

文档版本	发布日期	修订内容
V1.0.0	2022.5.7	第一版发布
V1.0.1	2022.6.1	在 7.7.2 小节中，增加对机器人运动速度的使用说明。
V1.0.2	2022.11.22	1、修改表 4-7 MCP 接口图片 2、修改图 4-6 MCP 接线示意图
V1.1.0	2023.01.11	修改第 7 章机器人操作内容： 1. 修改 7.1 章节内容，新增 QRL 语言概述； 2. 修改 7.2 章节中 ARM 安装过程的图片； 3. 修改 7.3 章节中新版本 ARM 的界面图片和操作步骤； 4. 修改 7.4 章节中宏语言调试器的功能介绍及使用操作步骤； 5. 新增 7.5 章节 QRL 语言模式描述和操作使用内容； 6. 修改 7.6 章节中手动示教界面图片及使用操作步骤； 7. 修改 7.7 章节中伺服上电的图片和内容； 8. 修改 7.8 章节中机器人速度调节控制的图片和内容； 9. 新增 7.10 章节中机器人关机方式一和方式二的操作步骤，新增方式三。
V1.2.0	2023.04.14	1. 更新了 4.3.1 章节电源接口图 2. 更新了 4.4.4 章节辅助编码器通信接口的注意事项和选配线示意图 3. 更新了 4.3.5 和 4.3.6 章节通信接口图片 4. 更新了 4.3.8 章节 MCP/急停接口的定义

		5. 更新了 8.2 章节使用环境参数以及注意事项	
--	--	---------------------------	--

目录

前言..... III

版本历史..... V

目录..... VII

图目录..... XI

表目录..... 1

第 1 章 安全注意事项..... 2

 1.1 通用安全..... 2

 1.2 使用安全..... 3

第 2 章 产品概述..... 4

 2.1 型号含义..... 4

 2.2 整体介绍..... 5

 2.3 尺寸参数..... 5

 2.4 工作空间..... 6

 2.5 机器人坐标系..... 8

 2.6 产品特点..... 9

第 3 章 主要部件介绍..... 10

 3.1 基座..... 10

 3.2 主动臂..... 11

 3.3 从动臂..... 11

 3.4 动平台..... 12

 3.5 旋转轴..... 13

 3.6 导流板..... 13

 3.7 顶盖风扇..... 14

第 4 章 电气功能介绍..... 15

4.1 面板说明.....	15
4.2 指示灯说明.....	16
4.3 引脚定义.....	17
4.3.1 电源接口（POWER）	17
4.3.2 通信接口定义	17
4.3.3 数字输入/输出接口（IO）	18
4.3.4 辅助编码器通信接口	21
4.3.5 RS-232 通信接口	23
4.3.6 RS-485 通信接口	23
4.3.7 MCP 接口（MCP/急停）	24
4.3.8 以太网接口（Ethernet）	26
第 5 章 安装机器人.....	27
5.1 开箱检验.....	27
5.1.1 箱体搬运	27
5.1.2 开箱检验	27
5.2 安装机架.....	30
5.2.1 机架介绍	31
5.2.2 安装说明	32
5.2.3 机架安装	32
5.3 安装基座.....	33
5.3.1 安装面介绍	33
5.3.2 向下安装方式（优选）	34
5.3.3 向上安装方式	36
5.4 安装从动臂.....	37
5.5 安装旋转轴（限四轴机器人）	38
5.6 安装动平台.....	40
5.7 安装导流板.....	42
第 6 章 系统安装.....	43
6.1 系统电缆连接图.....	43
6.2 连接急停装置.....	43
6.3 安装顶部风扇线缆.....	44

6.4 机器人本体接地.....	44
6.5 电源连接.....	45
6.6 以太网连接.....	45
6.7 气管线路布局.....	46
第 7 章 机器人操作.....	48
7.1 使用前提.....	48
7.2 编程环境安装.....	48
7.2.1 安装步骤.....	49
7.3 打开宏语言调试器.....	51
7.4 宏语言调试器功能介绍.....	53
7.4.1 宏语言调试器界面.....	53
7.4.2 菜单栏介绍.....	54
7.4.3 自定义指令编辑区介绍.....	54
7.4.4 建立 IP 通讯.....	56
7.4.5 宏语言指令描述查询.....	60
7.4.6 指令输入.....	60
7.4.7 运行指令.....	62
7.4.8 断点调试.....	63
7.4.9 输出结果.....	63
7.4.10 清除输出结果.....	64
7.4.11 保存输出结果.....	65
7.5 QRL 语言模式.....	65
7.5.1 切换为 QRL 语言模式.....	65
7.5.2 建立 QRL 语言工程文件.....	66
7.5.3 “main.ql” 文件介绍.....	67
7.5.4 “data.qlv” 文件介绍.....	69
7.5.5 程序保存下载到本地.....	74
7.6 手动点动操作示教.....	76
7.7 伺服上电.....	79
7.8 速度调节控制.....	80
7.8.1 系统速度调节.....	80
7.8.2 机器人速度调节.....	81

7.8.3 运动过程中的速度调节	82
7.9 急停和恢复	83
7.9.1 急停操作	83
7.9.2 恢复操作	83
7.10 机器人关机	83
第 8 章 规格参数	85
8.1 机器人参数	85
8.2 使用环境参数	87
附录 A 动平台安装端面尺寸	88
附录 B 机器人基座尺寸	89

图目录

图 2-1	型号含义.....	4
图 2-2	AP8X 机器人整体结构示意图.....	5
图 2-3	机器人整体尺寸.....	6
图 2-4	机器人工作空间主视图.....	7
图 2-5	机器人工作空间俯视图.....	7
图 2-6	世界坐标系.....	8
图 2-7	输出 1 轴及标号.....	9
图 3-1	AP8X 基座示意图.....	10
图 3-2	主动臂示意图.....	11
图 3-3	从动臂示意图.....	11
图 3-4	动平台示意图.....	12
图 3-5	旋转轴结构示意图.....	13
图 3-6	导流板示意图.....	14
图 3-7	顶盖风扇示意图.....	14
图 4-1	接口面板 1.....	15
图 4-2	接口面板 2.....	15
图 4-3	接口面板 3.....	16
图 4-4	面板信号灯及按钮.....	16
图 4-5	输入电路图（左）输出电路图（右）.....	20
图 4-6	辅助编码器选配线.....	23
图 4-7	MCP 接线示意图.....	25
图 5-1	包装箱示意图.....	27
图 5-2	箱内物品示意图.....	28
图 5-3	风扇安装位置.....	29
图 5-4	安装风扇示意图.....	29
图 5-5	机器人本体箱内固定示意图.....	30
图 5-6	基座取出方式示意图.....	30
图 5-7	AP8X 机器人参考机架 1 示意图.....	31

图 5-8 AP8X 机器人参考机架 2 示意图.....	32
图 5-9 膨胀螺栓与地基固定示意图.....	33
图 5-10 螺栓组件示意图.....	34
图 5-11 基座安装方式 1.....	34
图 5-12 基座起吊示意图 1.....	35
图 5-13 向下安装示意图.....	35
图 5-14 基座起吊吊装示意图 2.....	36
图 5-15 安装板内切直径图示.....	36
图 5-16 向上安装示意图.....	37
图 5-17 向上安装的吊装带缠绕方式.....	37
图 5-18 连接电源.....	38
图 5-19 主动臂位置调整.....	38
图 5-20 安装从动臂.....	38
图 5-21 旋转轴.....	39
图 5-22 取下保护盖.....	39
图 5-23 安装旋转轴.....	40
图 5-24 锁紧旋转轴.....	40
图 5-25 安装四轴机器人动平台.....	41
图 5-26 安装三轴机器人动平台.....	41
图 5-27 安装导流板.....	42
图 6-1 系统电缆连接图.....	43
图 6-2 急停装置接线示意图.....	43
图 6-3 安装顶部风扇线缆.....	44
图 6-4 接地标识.....	44
图 6-5 电源连接示意图.....	45
图 6-6 PC 连接示意图.....	46
图 6-7 安装面示意图.....	46
图 6-8 气管线路排布及气动元件安装面.....	47
图 7-1 安装包准备.....	49
图 7-2 开始安装.....	50

图 7-3 选择安装路径.....	50
图 7-4 安装.....	51
图 7-5 安装成功.....	51
图 7-6 ARM 界面.....	52
图 7-7 ARM 界面.....	52
图 7-8 宏语言开发界面.....	53
图 7-9 宏语言调试器.....	53
图 7-10 宏语言调试器（ARM）菜单栏.....	54
图 7-11 自定义编辑界面（ARM）.....	55
图 7-12 快捷指令调用后界面（ARM）.....	56
图 7-13 连接界面.....	56
图 7-14 扫描界面.....	57
图 7-15 IP 连接.....	57
图 7-16 连接成功.....	58
图 7-17 连接失败.....	58
图 7-18 宏语言手册.....	60
图 7-19 指令输入.....	61
图 7-20 输入指令.....	61
图 7-21 指令输入.....	62
图 7-22 运行指令.....	62
图 7-23 添加断点.....	63
图 7-24 输出.....	64
图 7-25 清除输出结果.....	64
图 7-26 保存输出结果.....	65
图 7-27 切换 QRL 语言模式.....	66
图 7-28 新建解决方案.....	66
图 7-29 输入解决方案名称.....	67
图 7-30 新建解决方案文件界面.....	67
图 7-31 “main.q1” 文件打开界面.....	68
图 7-32 运行解决方案.....	68

图 7-33 “data.qlv” 文件界面	69
图 7-34 添加笛卡尔点位	70
图 7-35 添加轴坐标点位	70
图 7-36 添加运动参数	71
图 7-37 添加笛卡尔坐标数组	71
图 7-38 笛卡尔坐标数组点位信息界面	72
图 7-39 添加轴坐标数组	72
图 7-40 轴坐标数组点位信息界面	73
图 7-41 添加运动参数数组	73
图 7-42 运动参数数组信息界面	74
图 7-43 data.qlv 文件程序内容	74
图 7-44 保存本地位置	75
图 7-45 保存本地路径	75
图 7-46 下载历史路径界面	76
图 7-47 本地位置文件界面	76
图 7-48 点位示教	77
图 7-49 示教页面	77
图 7-50 上电按钮界面	79
图 7-51 系统速度调节	80
图 7-52 速度调节	81
图 7-53 上电状态下的示教页面	84
图 8-1 标准节拍周期测量轨迹	86

表目录

表 2-1 AP8X 机器人参数表.....5

表 2-2 机器人整体尺寸参数.....6

表 2-3 AP8X 机器人工作空间参数.....8

表 4-1 信号灯功能.....16

表 4-2 本体插座引脚分配表.....17

表 4-3 I/O 接口引脚定义.....18

表 4-4 辅助编码器通信接口引脚定义.....21

表 4-5 RS-232 通信接口引脚定义.....23

表 4-6 RS-485 通信接口引脚定义.....23

表 4-7 MCP 引脚定义.....24

表 4-8 Ethernet 接口引脚定义.....26

表 5-1 机架参考尺寸.....31

表 5-2 安装面板.....33

表 7-1 宏语言调试器工具功能介绍.....54

表 7-2 点动示教页面工具介绍.....78

表 7-3 伺服上电页面工具介绍.....79

表 7-5 处理方法.....83

表 8-1 AP8X 机器人规格参数.....85

第1章 安全注意事项

本章介绍了需要注意的安全事项，使用本产品前请仔细阅读本手册。本产品应在符合设计规格要求的环境下使用，未经授权请勿改造产品，否则可能导致产品故障，甚至人身伤害、触电、火灾等。

使用本产品进行系统设计与制造的人员必须经过本公司或相应机构的培训或具有同等专业技能的人员。机器人安装、操作、示教、编程以及系统开发等人员，都必须先仔细阅读该手册，严格按照操作手册规范使用机器人。

1.1 通用安全



危险

机器人属于带电设备，非专业人士不得随意更改线路，否则容易给设备或者人身带来伤害。

- 请在规定的的环境范围内使用机器人，超出机器人规格及负载条件使用，会缩短产品的使用寿命甚至损坏设备。
- 负责安装、操作、维护李群自动化机器人的人员必须先经过严格培训，了解各种安全注意事项，掌握正确的操作和维护方法之后，方可操作和维护机器人。
- 用户需确保机器人处于安全条件下运行，机器人周边不能有危害机器人的物体，由于可移动机械部件运动，对机器人可能存在划伤、碰撞等危险，用户应根据环境进行风险评估并设置特定的防护设施。
- 机器人的危险领域为动作领域+100 mm 的空间，为防止人员误入机器人的动作区域，请务必设置安全防护栏，以禁止人员进入危险区域。
- 当温度接近结冰温度时，应以 10% 或者更小的速度，运行 10 分钟以上，进行预热；预热机器人后，才能进行其他动作操作。
- 高腐蚀性清洁不适用于机器人的清洁，阳极氧化的部件不适用于浸没清洁。
- 非经专业培训人员不得擅自维修故障产品，不得擅自拆卸电控柜，若产品出现故障，请及时联系李群自动化客户服务。
- 用户应按照维护手册及相关要求对设备进行日常检查和定期维护，及时更换故障部件，保障设备安全运行和使用寿命。
- 若该产品报废，欲将其舍弃，请遵守相关法律正确处理工业废料，保护环境。

1.2 使用安全



警告

- 安装维护机器人时需断电操作，以防出现事故。机器人通电后禁止进入工作区域，以防发生危险。
- 为防止机器人在上伺服状态，因突然停电而导致机器人末端下落，造成人身伤害和财产损失，AP8X 机器人增加了延迟断电保护功能，此功能可保证机器人在上伺服状态突遇停电时末端不会大幅度下坠。但此功能严禁作为常规停机手段使用，否则可能会对机器人使用寿命造成影响。

对机器人进行安装、示教、编程操作时应遵循如下安全规则：

- 搬运、安装过程中请务必小心，应按包装箱上的提示注意轻放、按箭头方向正确放置机器人，否则容易损坏机器人。
- 操作机器人之前，请熟知急停开关位置，并确保在紧急情况下能够迅速按下紧急开关。
- 机器人运行之前，请确保机器人运动区域及防护栏内没有人，如果不慎进入正在运行机器人的动作范围内或与机器人发生直接接触，都有可能引发危险事故。
- 用电脑或示教器操作机器人时，请勿随意进入机器人工作范围内，否则容易给机器人或者自身带来伤害。
- 机器人正常运行过程中，请勿随意拔插电源线缆及通信线缆。
- 在供电异常或供电突然断开的情况下请关闭产品电源，否则供电恢复时可能导致机器人突然开始移动。

第2章 产品概述

AP8X 机器人是由东莞市李群自动化技术有限公司（以下简称：李群自动化或 QKM）自主研发的 Delta 构型一体机并联机器人，该机器人是一种高速、重载并联机器人，主要应用于食品包装、3C 消费电子包装、药品包装、高校科研实验室等领域，可以代替人工实现快速抓取、高速分拣、传送带动态跟踪抓放等。

2.1 型号含义

AP8X 机器人共有两种尺寸规格，每种规格有三轴和四轴两个型号，即 AP8X-1130-1653、AP8X-1130-1654、AP8X-1600-1653、AP8X-1600-1654，型号含义如图 2-1 所示，每种型号整体区别如表 2-1 所示。

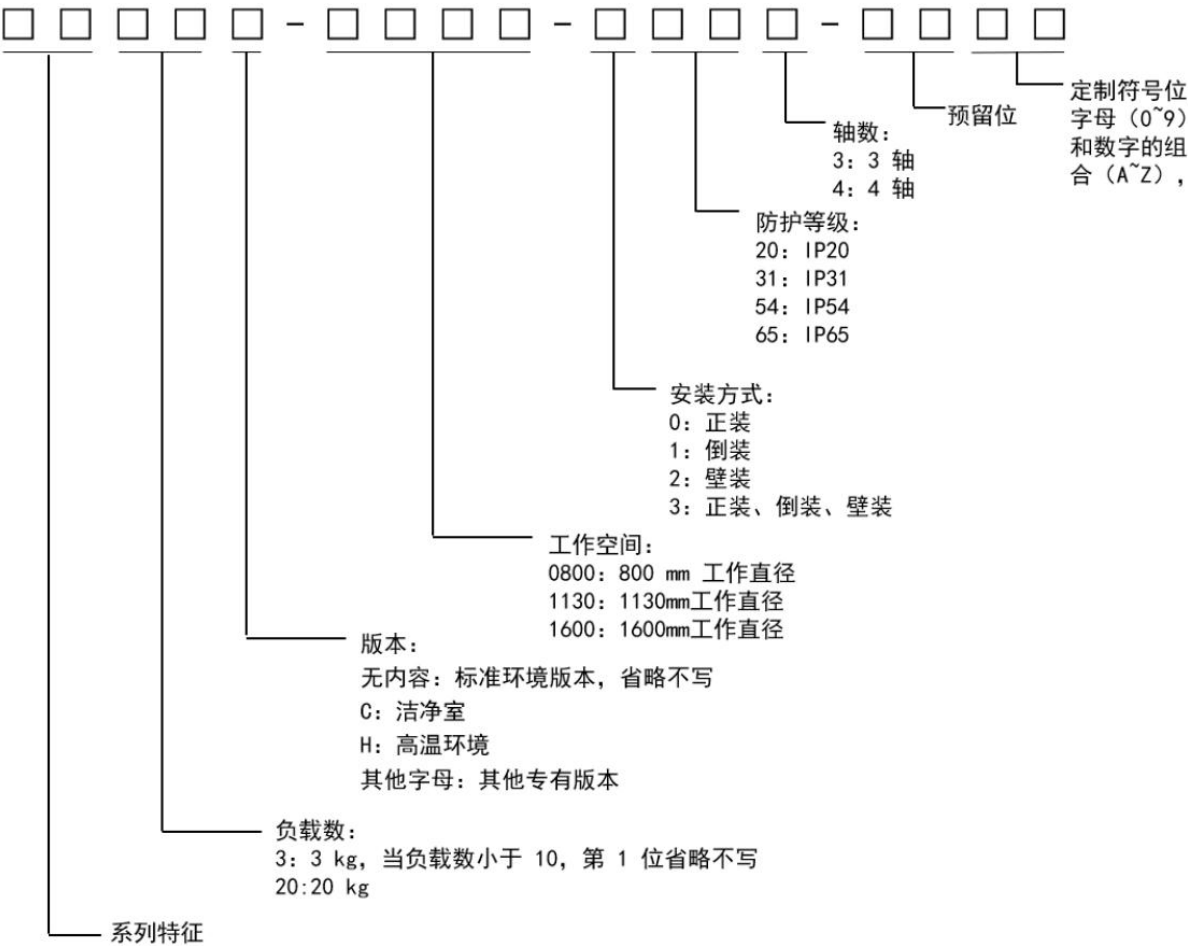


图 2-1 型号含义

表 2-1 AP8X 机器人参数表

型号	工作空间	自由度	旋转轴	动平台
AP8X-1130-1653	1130 mm	3 轴	无	不可装旋转轴
AP8X-1130-1654	1130 mm	4 轴	有	可装旋转轴
AP8X-1600-1653	1600 mm	3 轴	无	不可装旋转轴
AP8X-1600-1654	1600 mm	4 轴	有	可装旋转轴

2.2 整体介绍

AP8X 机器人的外观如图 2-2 所示。主要部件包括基座、主动臂、从动臂、动平台、旋转轴、导流板、顶盖风扇、接口面板等。

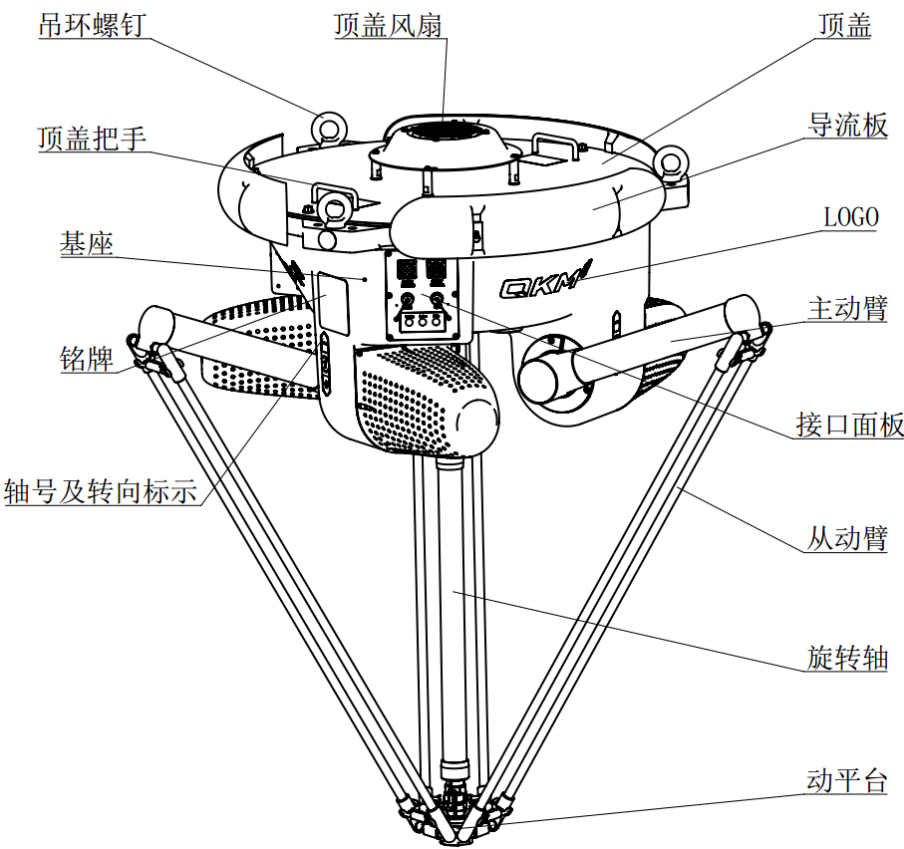


图 2-2 AP8X 机器人整体结构示意图



说明 AP8X 三轴机器人（AP8X-1130-1653 和 AP8X-1600-1653）不包含旋转轴，且动平台部分与四轴机器人略有不同。

2.3 尺寸参数

AP8X 机器人整体尺寸如图 2-3 所示。尺寸参数说明如表 2-2。

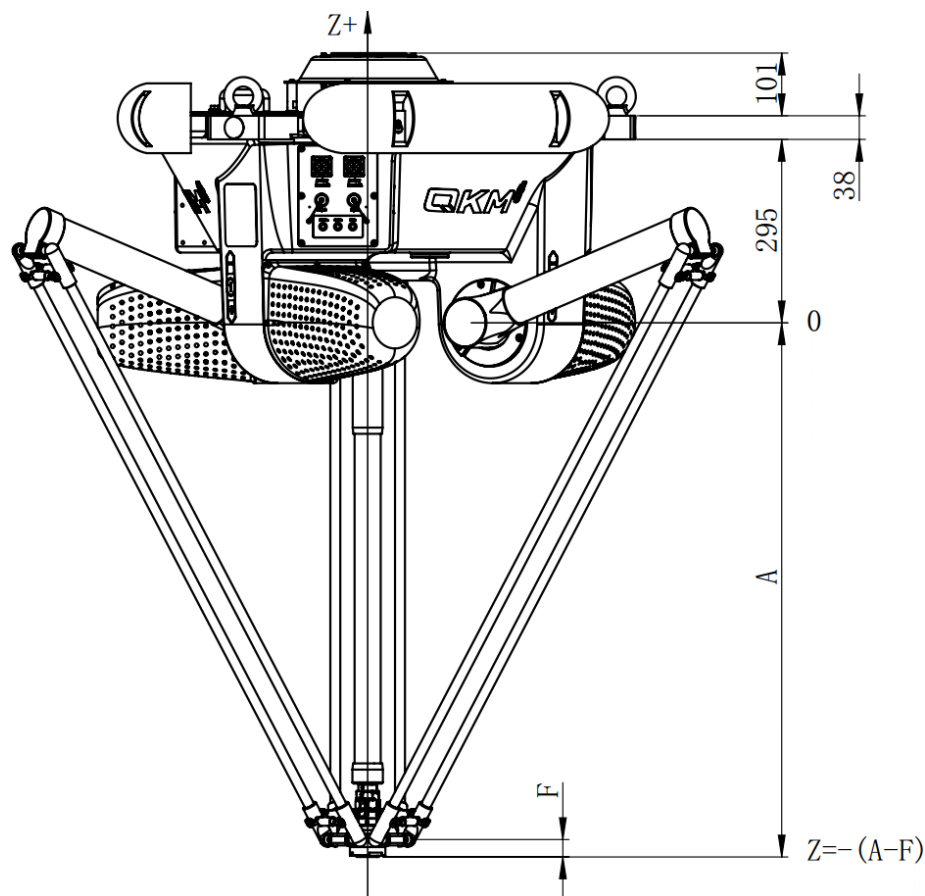


图 2-3 机器人整体尺寸

表 2-2 机器人整体尺寸参数

尺寸参数 (mm)	AP8X-1130-1653	AP8X-1130-1654	AP8X-1600-1653	AP8X-1600-1654
A	588	606	841	859
F	10	28	10	28
Z	-578	-578	-831	-831

2.4 工作空间

AP8X 机器人运动空间如图 2-4、图 2-5 所示。该机器人尺寸参数说明如表 2-2 所示。

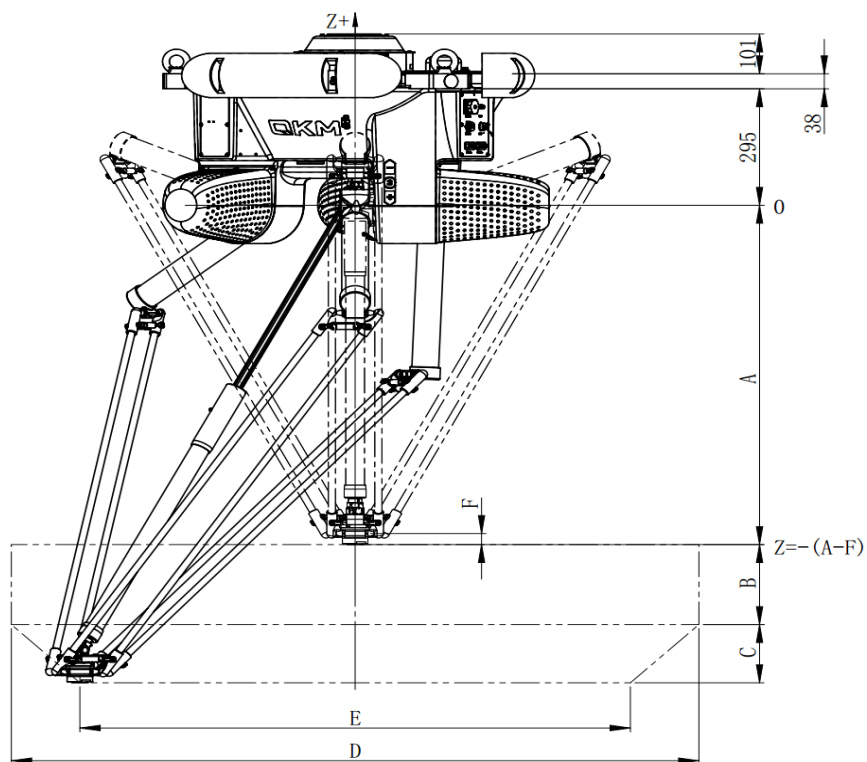


图 2-4 机器人工作空间主视图

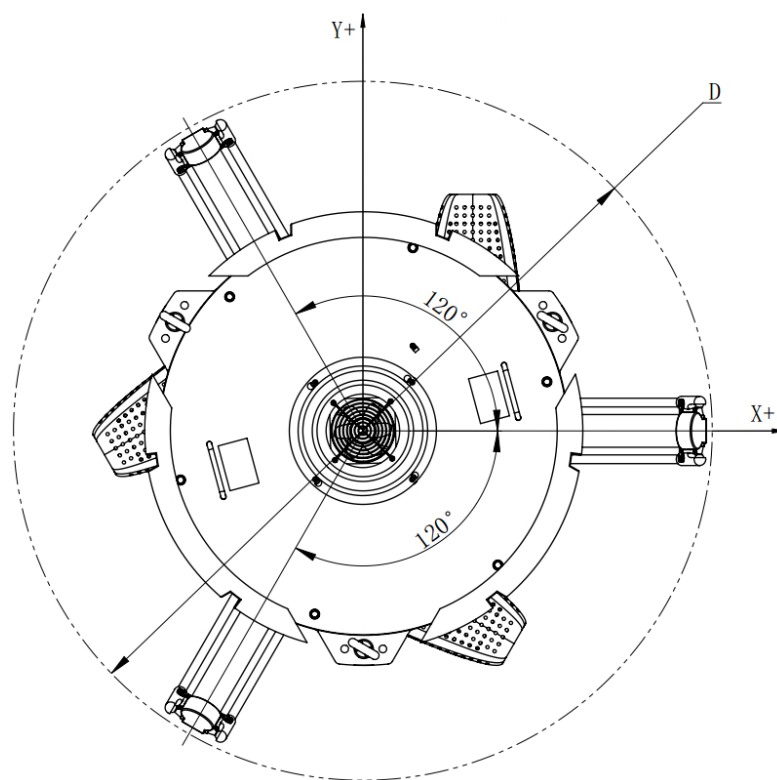


图 2-5 机器人工作空间俯视图

表 2-3 AP8X 机器人工作空间参数

工作空间 (mm)	AP8X-1130- 1653	AP8X-1130-1654	AP8X-1600-1653	AP8X-1600-1654
B	222	222	265	265
C	78	78	85	85
D	∅1130	∅1130	∅1600	∅1600
E	∅967	∅967	∅1440	∅1440



注意 使用机器人时，要避免使机器人的实际工作区域接近理论工作区域的极限位置。

2.5 机器人坐标系

AP8X 机器人的世界坐标系如图 2-6 所示，其中机器人的 X 轴与输出 1 轴平行，如图 2-7 所示为输出 1 轴及标号。

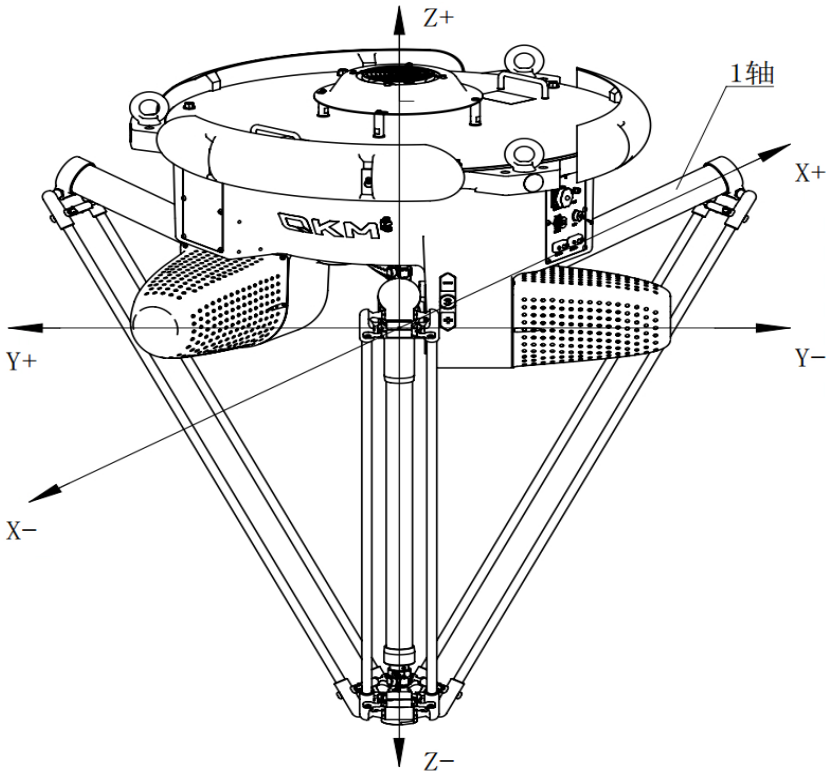


图 2-6 世界坐标系

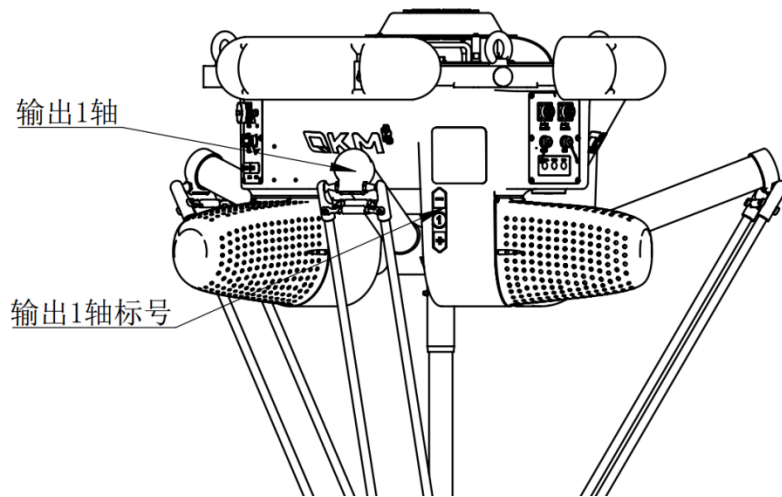


图 2-7 输出 1 轴及标号

2.6 产品特点

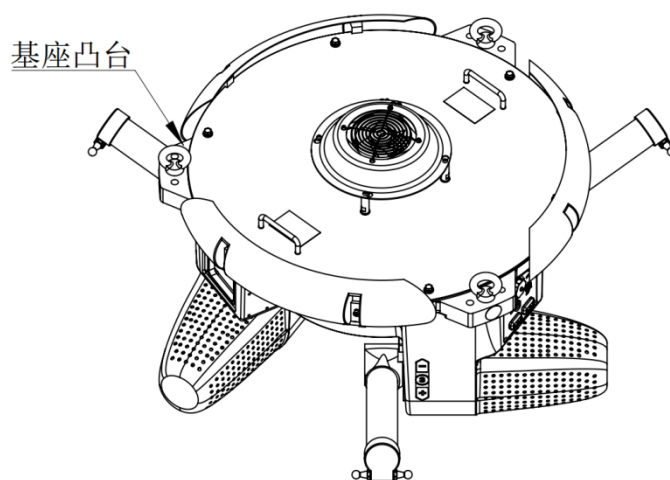
AP8X 机器人在快速抓取和分拣应用方面极具优势，本产品特点如下：

- 速度快，标准轨迹节拍达 0.27 s，可灵活地应用于精密装配、分拣、包装。
- 一体机设计，无单独控制柜，高度集成控制器，伺服驱动。
- 定位精度高，重复定位精度为 $\pm 0.1 \text{ mm}$ ，满足大多数应用场合。
- IP65 高防护等级，整套封闭式结构，能适应设备清洗剂和清水清洗。
- 功能扩展丰富，开放性强，柔性强，可二次开发。

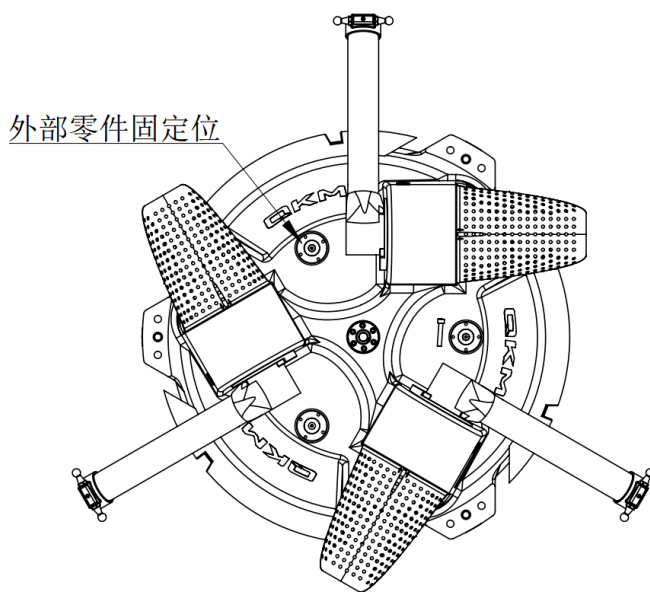
第3章 主要部件介绍

3.1 基座

AP8X 机器人基座采用高强度铸铝合金整体铸造而成，如图 3-1 所示，电气系统安装于基座内部，伺服电机安装在基座上；基座侧面设置接口面板，接口面板可用于状态显示及设备电源连接、通信连接，接口面板功能定义请参照章节第 4 章。基座上设有 3 个基座凸台，每个基座凸台设有 1 个通孔和 2 个螺纹孔，用于安装螺栓固定基座。基座底部设有外部零件固定位。



(a) 基座示意图



(b) 基座仰视图

图 3-1 AP8X 基座示意图

3.2 主动臂

主动臂与电机之间通过高精度的减速机连接。主动臂上的碳纤维管和加工件采用特殊工艺装配，球关节的球头锁紧在主动臂端部，如图 3-2 所示。主动臂的旋转角度通过底座上的硬限位来限制。

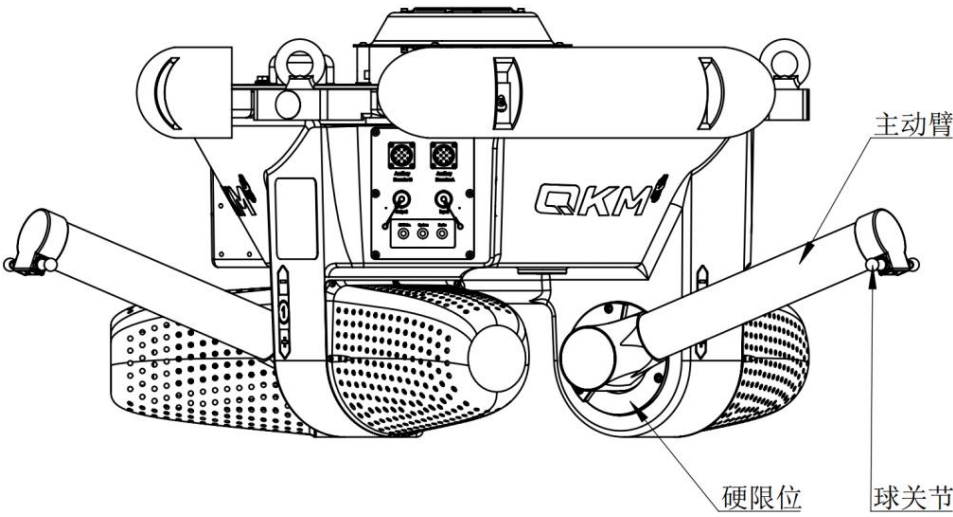


图 3-2 主动臂示意图

3.3 从动臂

主动臂与从动臂之间通过球关节进行连接定位，通过从动臂两端的球铰之间的弹簧提供拉紧力。从动臂示意图如图 3-3 所示。

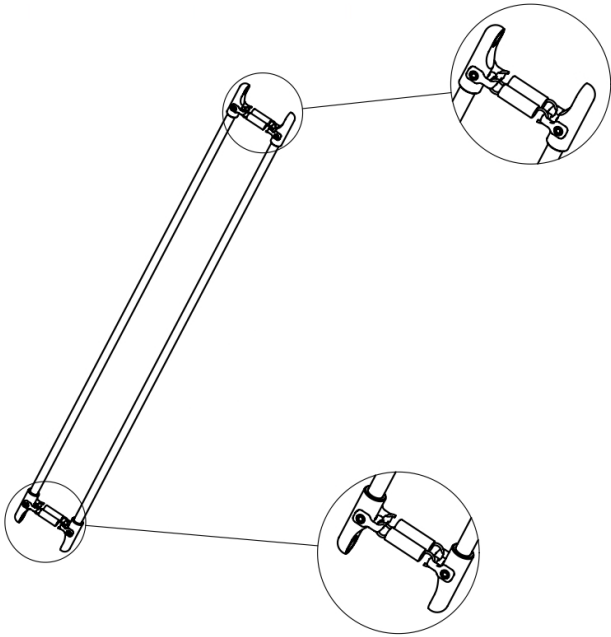
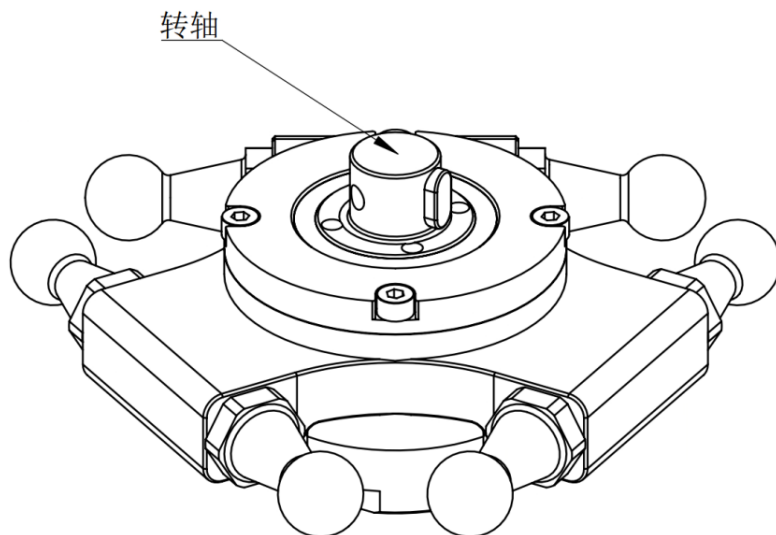


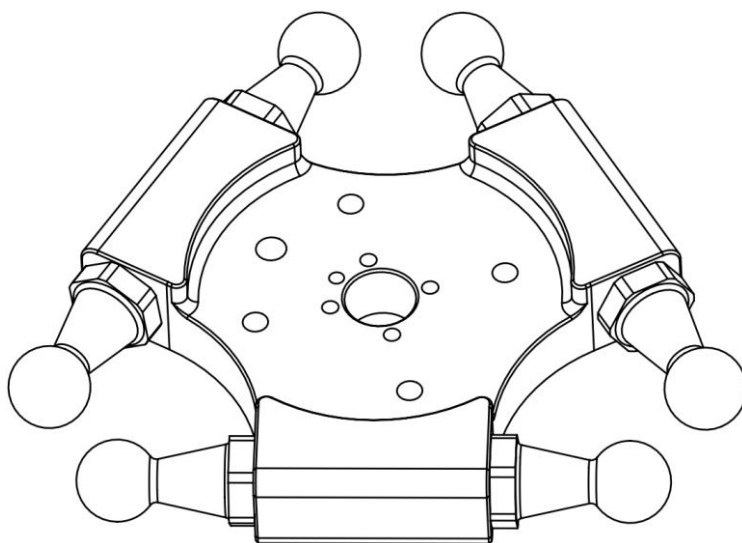
图 3-3 从动臂示意图

3.4 动平台

AP8X 四轴机器人动平台中间有转轴，转轴采用密封设计，可直接用清水冲洗。转轴下端面为工作夹具的连接法兰，转轴上端则与旋转轴连接。动平台示意图如图 3-4 所示。



(a) 四轴动平台



(b) 三轴动平台

图 3-4 动平台示意图



说明

AP8X 三轴机器人（AP8X-1130-1653 和 AP8X-1600-1653）动平台部分无转轴。

3.5 旋转轴

旋转轴由滚珠花键轴与碳纤维管构成，其两端各有一个万向节，碳纤维管一端的万向节与动平台连接，花键轴一端的万向节与旋转轴电机减速机的输出端连接。上、下两个万向节上都配有平键，确保传动的可靠性，旋转轴示意图如图 3-5 所示。

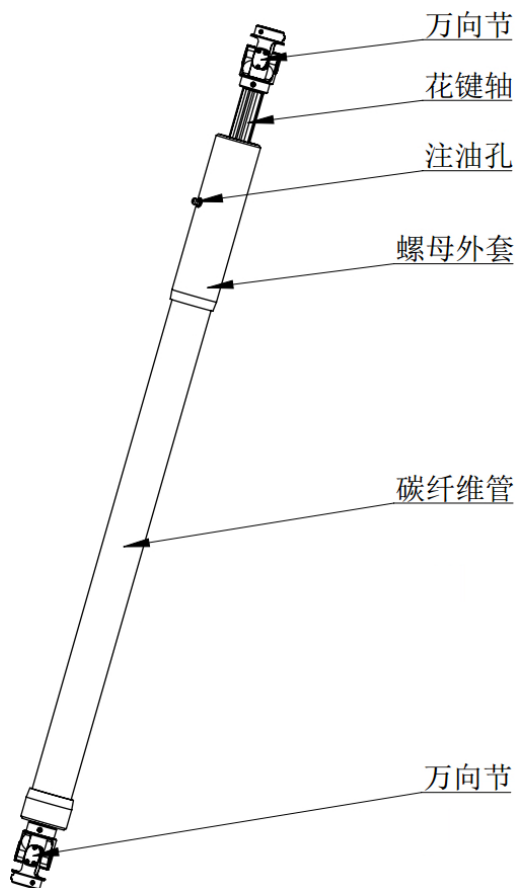


图 3-5 旋转轴结构示意图



说明

AP8X 三轴机器人（AP8X-1130-1653 和 AP8X-1600-1653）不包含旋转轴。

3.6 导流板

导流板将风扇送出的风引出到基座外表面，导流板示意图如图 3-6 所示。

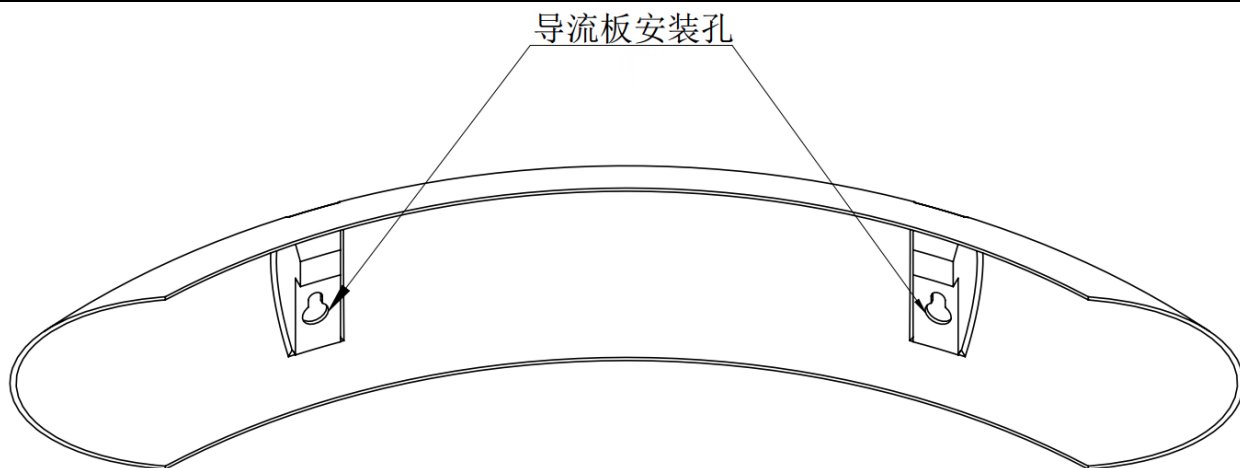


图 3-6 导流板示意图

3.7 顶盖风扇

顶盖风扇起散热作用，将机器运行时产生的热量及时排出，保证机器人能够正常运行，在安装过程中必须将顶盖风扇正确安装，否则会出现异常报警，顶盖风扇示意图如图 3-7 所示。

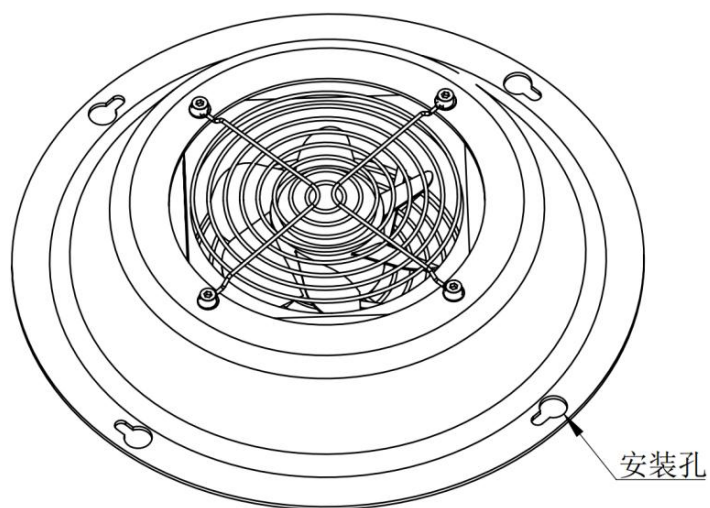


图 3-7 顶盖风扇示意图

第4章 电气功能介绍

4.1 面板说明

AP8X 机器人的电气部分集成于基座内部，通过接口面板实现机器人内部与外部的电气连接，三个接口面板均布在基座侧面，接口面板号与基座轴号相互对应，面板上的接口均达 IP65 防护等级，各接口面板介绍如下：

- 接口面板 1

接口面板 1 包括实时和非实时网口、RS485 和 RS232 接口等，示意图如图 4-1 所示。

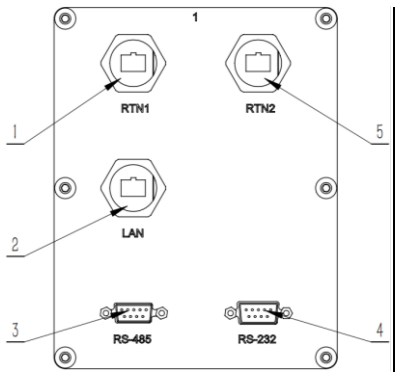


图 4-1 接口面板 1

- | | | | |
|---|--------|---|--------|
| 1 | RTN 1 | 4 | RS-232 |
| 2 | LAN | 5 | RTN 2 |
| 3 | RS-485 | | |

- 接口面板 2

接口面板 2 包括 MCP 接口、I/O 接口和 FAN 接口，示意图如图 4-2 所示。系统电池安装在面板后面，用于保存系统数据。当更换系统电池时需拆卸接口面板 2。

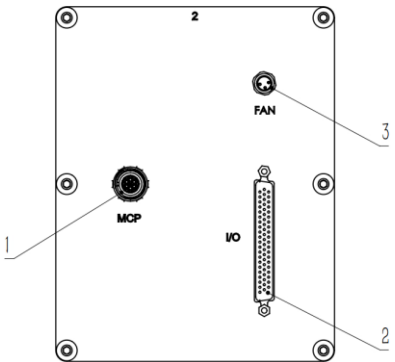


图 4-2 接口面板 2

- 1

MCP
- 2

I/O
- 3

FAN

• 接口面板 3

接口面板 3 包括辅助编码器接口、指示灯、电源输入接口和 Brake 键，示意图如图 4-3 所示。

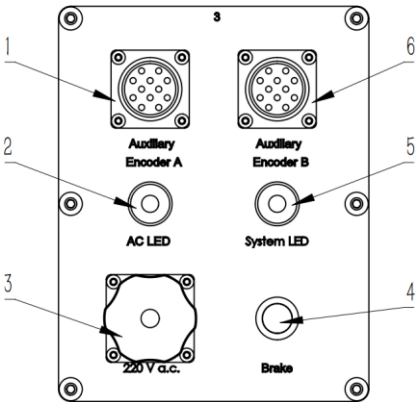


图 4-3 接口面板 3

- 1

Auxiliary Encoder A
- 2

AC LED
- 3

220 V a.c
- 4

Brake
- 5

System LED
- 6

Auxiliary Encoder B

4.2 指示灯说明

AP3X 机器人面板 1 上的指示灯如图 4-4 所示。指示灯功能说明如表 4-1 所示。



图 4-4 面板信号灯及按钮

表 4-1 信号灯功能

面板丝印	功能	说明
AC LED	机器人工作电源指示灯	“常亮” —表示机器人正常通电 “常灭” —表示机器人未通电
System LED	机器人伺服状态指示灯	“闪烁” —表示机器人伺服刚通电在初始化中或正在上电 “常亮” —表示机器人伺服已经上电 “常灭” —表示机器人伺服未上电



注意

按下“Brake”按键时需要托住动平台末端，否则可能出现动平台自由下落，导致动平台损坏或发生意外人身危险。

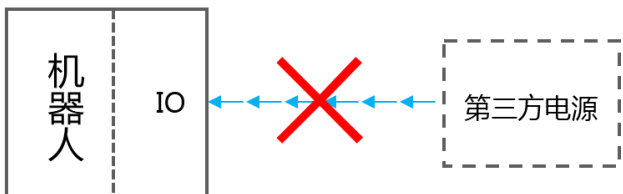
4.3 引脚定义

机器人在通电状态下严禁插拔接口面板上的电缆，否则会造成系统故障。

禁止在机器人输入输出接口、RS-485 接口和 MCP 接口接入外部电源，否则会损坏机器人的内部电路。



警告



4.3.1 电源接口（POWER）

表 4-2 本体插座引脚分配表

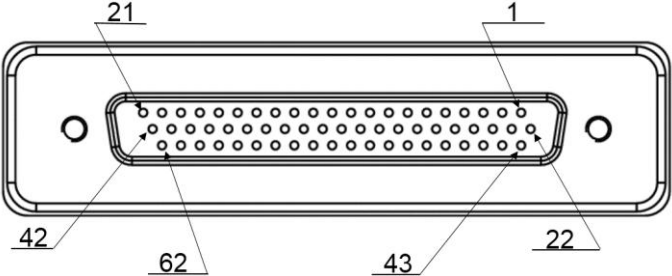
引脚	功能	说明	230 V a. c. 电源接口
1	L	火线	
2	N	零线	
3	PE	地线	

4.3.2 通信接口定义

接口面板 1 和接口面板 3 包含 IO、RS-232、RS-485、Ethernet 及辅助编码器 Auxiliary Encoder A、Auxiliary Encoder B 接口，其各个接口定义如下文介绍。

4.3.3 数字输入/输出接口（IO）

表 4-3 I/O 接口引脚定义

I/O 接口引脚定义			
			
62 芯孔座分布			
引脚	功能	信号编码	说明
01	E-D0_1	20101	通用输出 1
02	E-D0_2	20102	通用输出 2
03	Output 24 V d. c ①	/	24V 直流输出电源
04	GND	/	公共端接地
05	E-D0_3	20103	通用输出 3
06	E-D0_4	20104	通用输出 4
07	E-D0_5	20105	通用输出 5
08	E-D0_6	20106	通用输出 6
09	Output 24 V d. c ①	/	24V 直流输出电源
10	GND	/	公共端接地
11	E-D0_7	20107	通用输出 7
12	E-D0_8	20108	通用输出 8
13	E-D0_9	20109	通用输出 9
14	E-D0_10	20110	通用输出 10
15	Output 24 V d. c ①	/	24V 直流输出电源
16	GND	/	公共端接地
17	E-D0_11	20111	通用输出 11
18	E-D0_12	20112	通用输出 12
19	E-D0_13	20113	通用输出 13
20	E-D0_14	20114	通用输出 14
21	Output 24 V d. c ①	/	24V 直流输出电源

22	GND	/	公共端接地
23	E-DO_15	20115	通用输出 15
24	E-DO_16	20116	通用输出 16
25	E-DO_17	20117	通用输出 17
26	E-DO_18	20118	通用输出 18
27	Output 24 V d. c ①	/	24V 直流输出电源
28	GND	/	公共端接地
29	E-HDI_1	30101	高速输入 1
30	E-HDI_2	30102	高速输入 2
31	E-HDI_3	30103	高速输入 3
32	E-HDI_4	30104	高速输入 4
33	HGND	/	高速输入公共接地端
34	E-DI_1	10101	通用输入 1
35	E-DI_2	10102	通用输入 2
36	E-DI_3	10103	通用输入 3
37	E-DI_4	10104	通用输入 4
38	E-DI_5	10105	通用输入 5
39	E-DI_6	10106	通用输入 6
40	E-DI_7	10107	通用输入 7
41	E-DI_8	10108	通用输入 8
42	GND	/	公共端接地
43	E-DI_9	10109	通用输入 9
44	E-DI_10	10110	通用输入 10
45	E-DI_11	10111	通用输入 11
46	E-DI_12	10112	通用输入 12
47	E-DI_13	10113	通用输入 13
48	E-DI_14	10114	通用输入 14
49	E-DI_15	10115	通用输入 15
50	E-DI_16	10116	通用输入 16
51	E-DI_17	10117	通用输入 17
52	E-DI_18	10118	通用输入 18
53	E-DI_19	10119	通用输入 19
54	E-DI_20	10120	通用输入 20
55	GND	/	公共端接地
56	E-HDI_5	30105	高速输入 5
57	E-HDI_6	30106	高速输入 6
58	HGND	/	高速输入公共接地端
59	Ain1	60101	模拟输入 1
60	AGND1	/	模拟输入公共接地端 1
61	Ain2	60102	模拟输入 2
62	AGND2	/	模拟输入公共接地端 2

注①：单路 24V 输出电源额定电流为 1A；
24V 直流输出电源不能用于接入外部设备，只能用于 I/O 输出



注意

- 1、D0 为 NPN 开路输出模式，最大 1kHz 频率，且最大电流不超过 200mA；
- 2、I/O 接口的 24V 直流输出电源与 D0 配合使用时，用作有源输出，对外提供能量，常接于阻性、感性及容性负载。但是，单路 24V 直流输出电源最多能与 4 路 D0 同时配合使用，且电源的最大电流不能超过 1A，否则会因为过流烧坏系统内部的保护电路。
- 3、为保证负载可靠、稳定运行，建议外接 24V 电源，与 D0 配合使用。

AP8X 机器人内部电路如下图所示，通用输入、输出均为 NPN 方式。

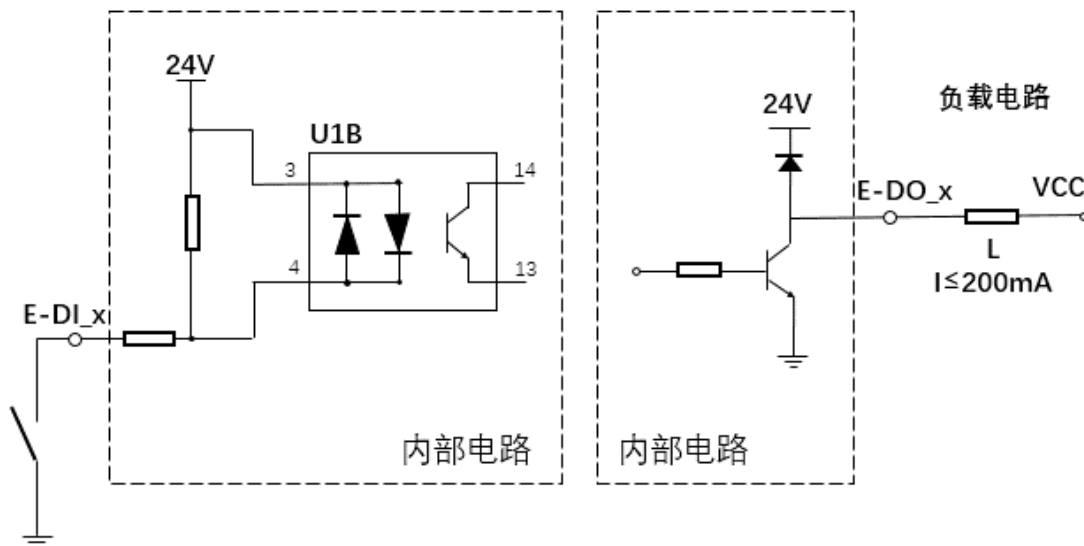


图 4-5 输入电路图（左）输出电路图（右）

4.3.4 辅助编码器通信接口

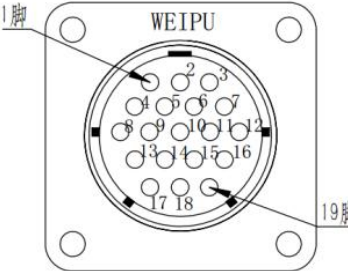
•辅助编码器接口中的 5V 引脚为直流输出电源。禁止在辅助编码器 5V 引脚接入外部电源，否则会烧毁机器人内部电路。同一个轴的辅助编码器和主编码器共用一路 5V 电源，电源持续最大输出 500mA；过流保护典型值为 1A（下限 0.75A，上限 1.25A）。



注意

- 用户现场可能有较强的电磁干扰源，为了有比较稳定编码器信号传输，推荐选用差分输出信号的增量式编码器。
- 布线时注意强弱电分离，减少与强电电缆同一线槽并行布线。
- 机器人辅编接口只引出了第 3、第 4 通道的电气接线，第 1、第 2 通道未引出来。
- 若用于传送带跟踪应用，相关注意事项详见《传送带跟踪管理用户手册》。

表 4-4 辅助编码器通信接口引脚定义

Auxiliary Encoder A				Auxiliary Encoder B				辅助编码器通信接口
轴号	引脚	功能	说明	轴号	引脚	功能	说明	 正面针脚示意图
1 轴	1	+5 V	5 V 电源	3 轴	1	+5 V	5 V 电源	
	2	GND	公共端接地		2	GND	公共端接地	
	3	1A+	1 轴 A 相+		3	3A+	3 轴 A 相+	
	4	1A-	1 轴 A 相-		4	3A-	3 轴 A 相-	
	5	1B+	1 轴 B 相+		5	3B+	3 轴 B 相+	
	6	1B-	1 轴 B 相-		6	3B-	3 轴 B 相-	
	7	1Z+	1 轴 Z 相+		7	3Z+	3 轴 Z 相+	
	8	1Z-	1 轴 Z 相-		8	3Z-	3 轴 Z 相-	
	9	/	/		9	/	/	
2 轴	10	+5 V	5 V 电源	4 轴	10	+5 V	5 V 电源	
	11	GND	公共端接地		11	GND	公共端接地	
	12	2A+	2 轴 A 相+		12	4A+	4 轴 A 相+	
	13	2A-	2 轴 A 相-		13	4A-	4 轴 A 相-	
	14	2B+	2 轴 B 相+		14	4B+	4 轴 B 相+	
	15	2B-	2 轴 B 相-		15	4B-	4 轴 B 相-	

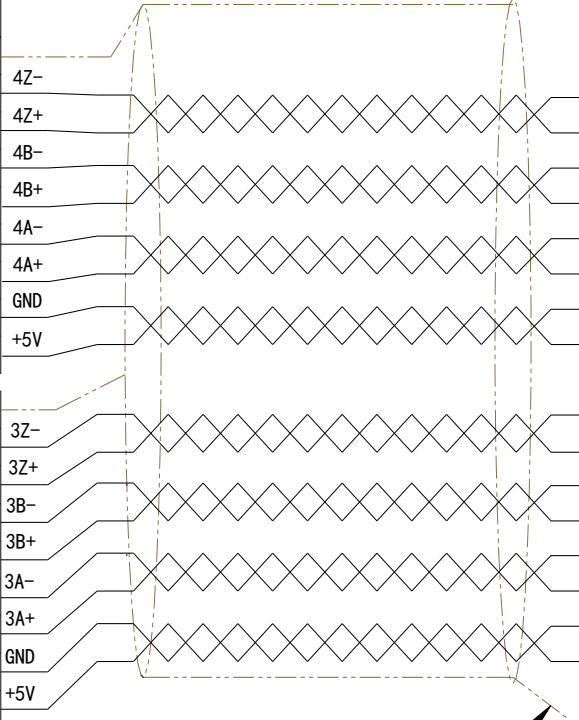
Auxiliary Encoder A				Auxiliary Encoder B				辅助编码器通信接口
	16	2Z+	2 轴 Z 相+		16	4Z+	4 轴 Z 相+	
	17	2Z-	2 轴 Z 相-		17	4Z-	4 轴 Z 相-	
	18	/	/		18	/	/	
	19	/	/		19	/	/	

孔型接线端子_MC-RA3. 81H, 带螺钉, 9pin, 间距3. 81

09	屏蔽线
08	紫印点
07	紫色
06	灰印点
05	灰色
04	橙印点
03	橙色
02	棕印点
01	棕

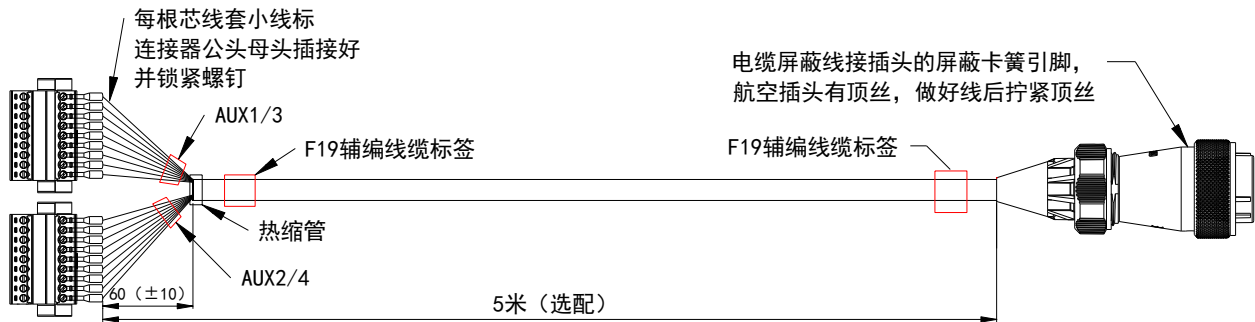
09	屏蔽线
08	黄印点
07	黄色
06	绿印点
05	绿色
04	红印点
03	红色
02	白印点
01	白色

孔型接线端子_MC-RA3. 81H, 带螺钉, 9pin, 间距3. 81

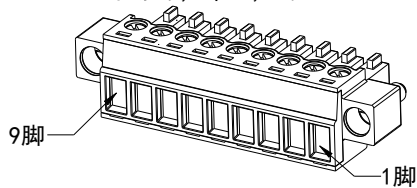


19	/
18	/
17	紫印点
16	紫色
15	灰印点
14	灰色
13	橙印点
12	橙色
11	棕印点
10	棕
09	/
08	黄印点
07	黄色
06	绿印点
05	绿色
04	红印点
03	红色
02	白印点
01	白色
针脚序号	芯线颜色

航空插头, WF24J19TE (配带线夹8. 5mm), 威浦



孔型接线端子_MC-RA3. 81H, 带螺钉, 9pin, 间距3. 81



针型接线端子_MC-PB3. 81H, 带螺母, 9pin, 间距3. 81

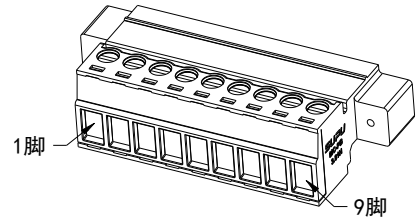
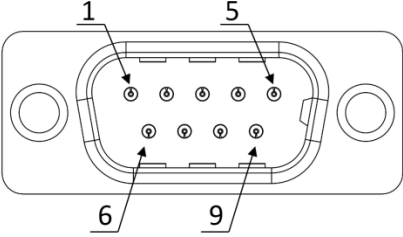


图 4-6 辅助编码器选配线

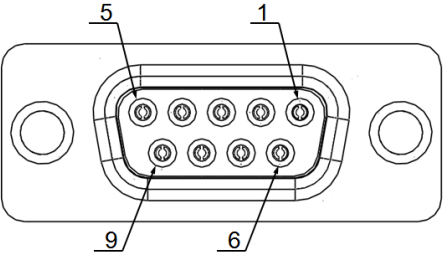
4.3.5 RS-232 通信接口

表 4-5 RS-232 通信接口引脚定义

引脚	功能	说明	RS-232 通信接口
1	/	未使用	 9 芯针座正面引脚分布
2	RXD	接收数据	
3	TXD	发送数据	
4	/	未使用	
5	GND	地线接地端	
6	/	未使用	
7	/	请求发送	
8	/	清除发送	
9	/	未使用	

4.3.6 RS-485 通信接口

表 4-6 RS-485 通信接口引脚定义

引脚	功能	说明	RS-485 通信接口
1	/	24 V 电源	 9 芯孔座分布
2	/	未使用	
3	/	公共接地端	
4	/	未使用	
5	/	未使用	
6	/	未使用	
7	GND	公共接地端	
8	RS485+	通信接口	
9	RS485-	通信接口	



说明

若需获取更多 RS-485 参数设置，请联系李群自动化技术有限公司获取技术支持。

4.3.7 MCP 接口（MCP/急停）

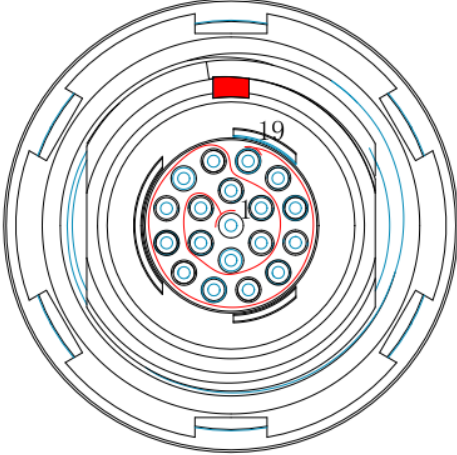
MCP 接口引脚定义如下，其中，功能 1 是外接示教器时使用（MCP），功能 2 急停情况下方可使用。



说明

- MCP/急停类别为 1 类

表 4-7 MCP 引脚定义

MCP 接口				
				
19 芯孔座分布				
引脚	功能 1（MCP）	说明	功能 2（急停）	说明
1	Auto/Manual 2	自动/手动模式 2	/	/
2	Output 24 V d.c.	24V 直流输出电源	/	/
3	Auto/Manual 1	自动/手动模式 1	/	/
4	Output 24 V d.c.	24V 直流输出电源	/	/
5	BI_D4+	双向数据+	/	/
6	BI_D4-	双向数据-	/	/
7	E-STOP_0	紧急停止 1	E-STOP_0	紧急停止 1
8	GND	紧急停止接地 1	GND	紧急停止接地 1
9	/	预留	/	预留

10	/	预留	/	预留
11	E-STOP_2	紧急停止 2	E-STOP_2	紧急停止 2
12	GND	24V 直流电源接地	/	/
13	GND	紧急停止接地 2	GND	紧急停止接地 2
14	BI_D3+	双向数据+	/	/
15	BI_D3-	双向数据-	/	/
16	TX_D1+	发送数据+	/	/
17	TX_D1-	发送数据-	/	/
18	RX_D2+	接收数据+	/	/
19	RX_D2-	接收数据-	/	/

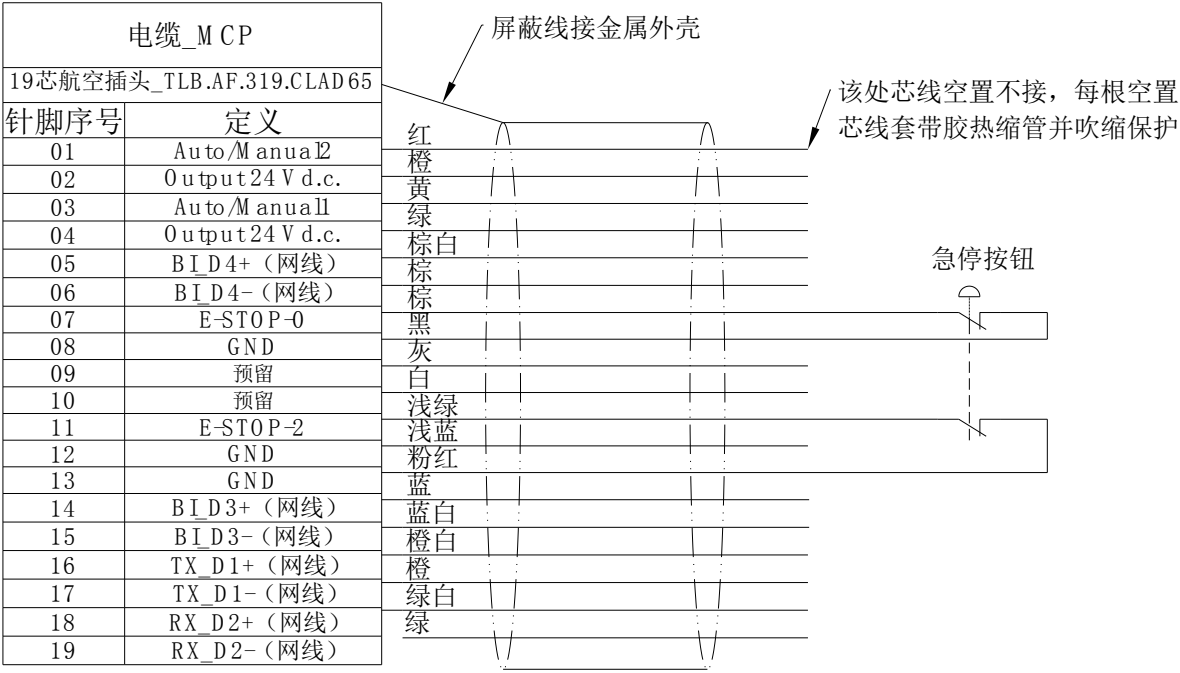
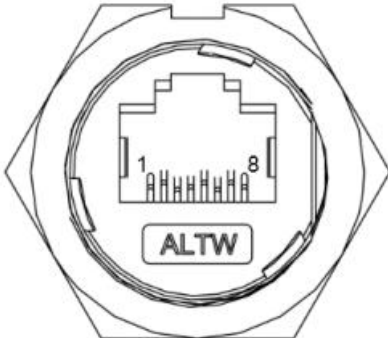


图 4-7 MCP 接线示意图

4.3.8 以太网接口（Ethernet）

表 4-8 Ethernet 接口引脚定义

Ethernet 接口			
引脚	信号名称	说明	 8 芯正面分布
01	TX_D1+	发送数据+	
02	TX_D1-	发送数据-	
03	RX_D2+	接收数据+	
04	BI_D3+	双向数据+	
05	BI_D3-	双向数据-	
06	RX_D2-	接收数据-	
07	BI_D4+	双向数据+	
08	BI_D4-	双向数据-	

第5章 安装机器人

5.1 开箱检验

5.1.1 箱体搬运

机器人采用木箱包装, 木箱由固定螺栓来固定底板和上盖, 木箱尺寸如图 5-1 所示(单位: mm, 实际尺寸以实物为准)。

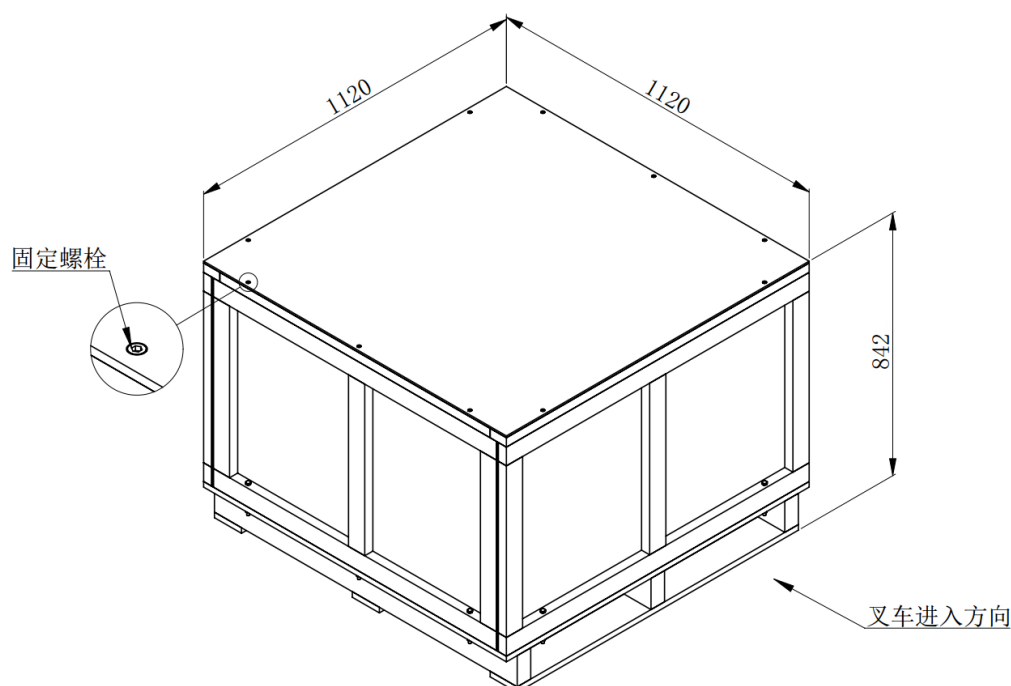


图 5-1 包装箱示意图



注意

机器人长时间不使用时, 需将机器人拆卸, 然后按照出厂方式固定于包装箱内。

5.1.2 开箱检验

机器人运送到用户现场后, 请检查并确定:

- 包装木箱竖直向上放置, 箱体干燥。
- 包装木箱完好无损。

检查后, 按照如下步骤取出箱内物品:

步骤1 拆除包装箱上盖的固定螺栓（M6）。

步骤2 取下包装箱上盖，箱内物品如图 5-2 所示。

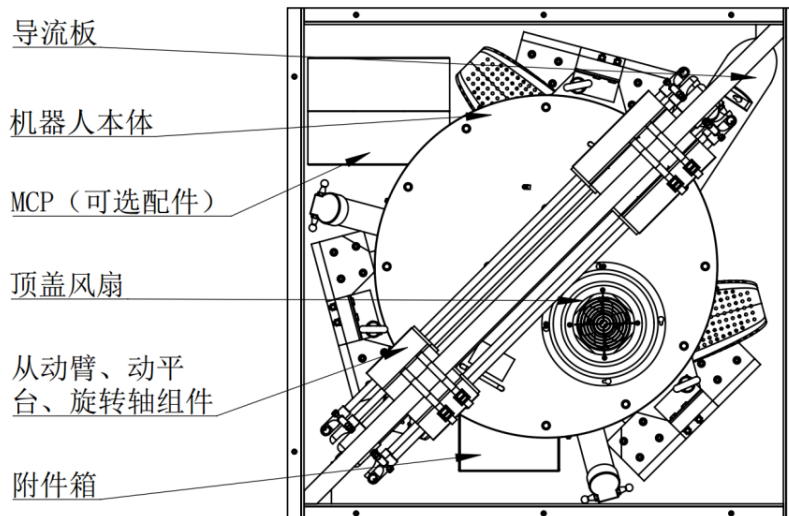


图 5-2 箱内物品示意图

步骤3 将旋转轴、从动臂及动平台组件（已经包装在一起）与横梁一起取出，拆下打包扣和打包带，即可将横梁和组件分离。

步骤4 拆下导流板组件上的打包带，将导流板组件取出，取出大附件纸箱。

步骤5 拆开顶盖风扇上面的打包带，用 3 mm 内六角扳手旋松风扇固定柱上面的螺钉。

步骤6 旋转风扇，通过安装孔 1 将风扇套入固定柱，微调风扇使固定柱及螺钉位于风扇的孔 2 位置，如图 5-3、图 5-4 所示，旋紧对应孔上面的螺钉。

步骤7 旋紧螺钉后，拆掉风扇下面泡沫棉。

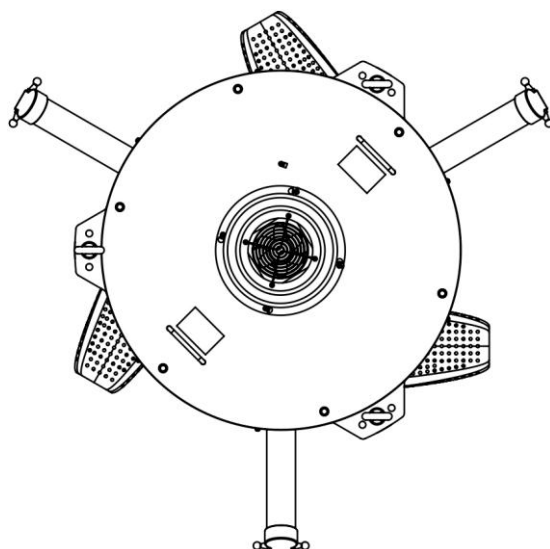


图 5-3 风扇安装位置

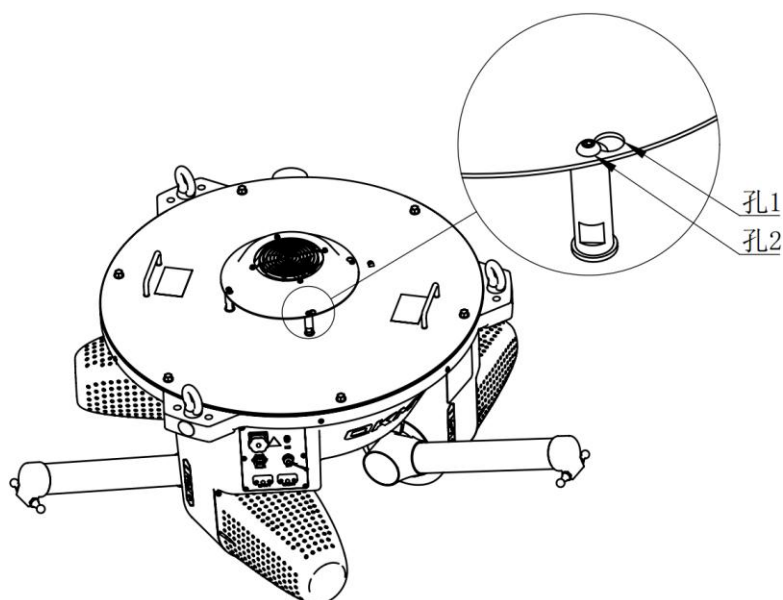


图 5-4 安装风扇示意图

**注意**

- 用户需正确安装风扇，否则会出现报警信息。
- 风扇接头出货时已安装完毕，重新安装时应按照接头防呆设计插入，不可强行装配，否则可能造成机器人内部电路烧毁。

步骤8 将机器人本体与箱内机架相连的外六角螺钉 M8（图 5-5 所示）取下。

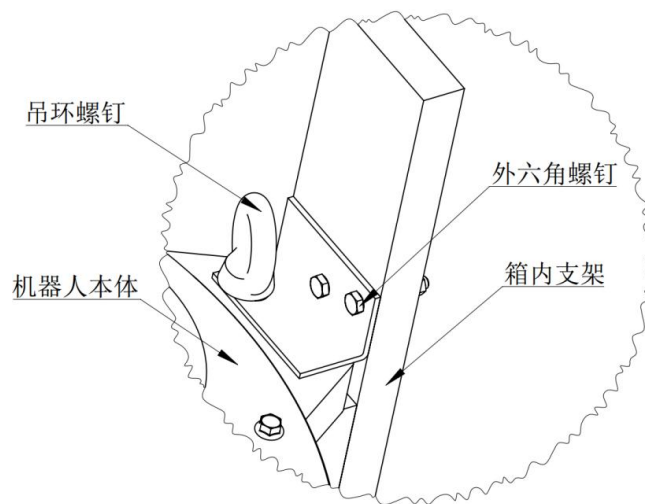


图 5-5 机器人本体箱内固定示意图

步骤9 使用已经装配好的吊环螺钉将机器人取出，如图 5-6 所示，最后从下往上拆掉包裹机器人的大塑料袋。

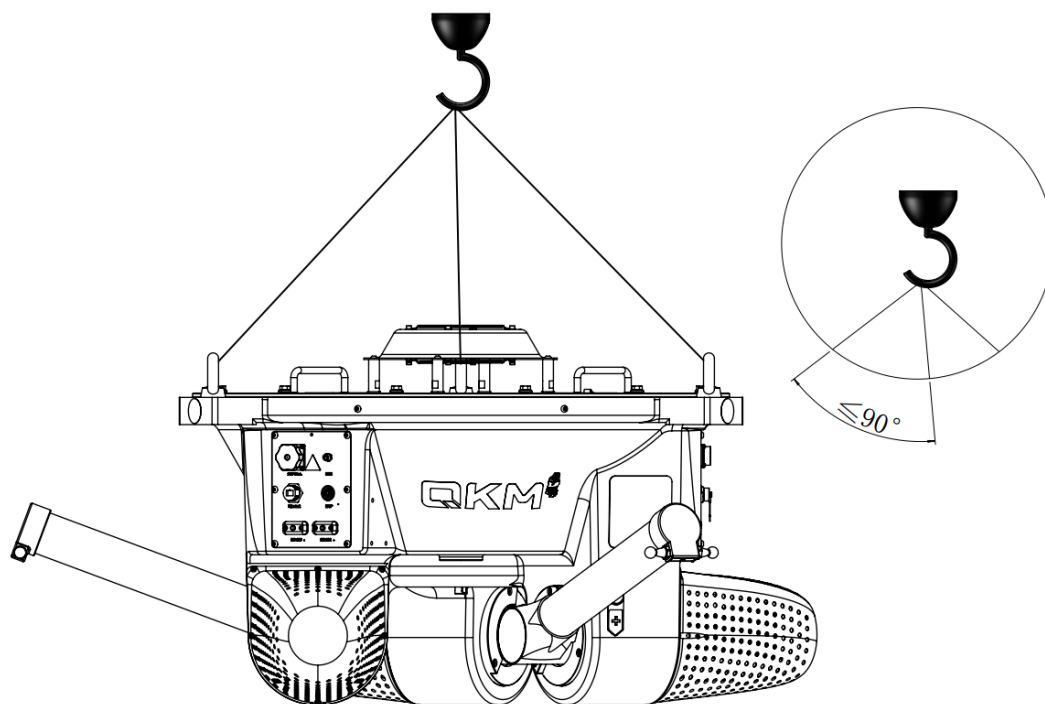


图 5-6 基座取出方式示意图

5.2 安装机架

用户应根据实际需要自行设计制造机架，章节 0 仅提供相关机架参数为用户参考。



注意

机架安装机器人的三个平面需要满足一定的平面度要求，该示例机架不一定满足用户使用需求。此文档仅提供相关机架数据供用户参考自行设计制造，用户设计时可将机架内部填充沙子或者水泥，减少共振发生的可能。

5.2.1 机架介绍

参考机架有两种类型，如表 5-1 所示。

表 5-1 机架参考尺寸

类型	尺寸（单位：mm）	重量（单位：kg）	适用对象
机架 1	1420*1420*1885	430	AP8X-1130-1653
			AP8X-1130-1654
机架 2	1800*1800*1885	550	AP8X-1130-1653
			AP8X-1130-1654
			AP8X-1600-1653
			AP8X-1600-1654

机架整体主要采用截面尺寸 80×80 mm、厚 4 mm 的方钢管，30 mm 厚钢板及 4 mm 厚钢板，通过焊接工艺制成，结构如图 5-7、图 5-8 所示。

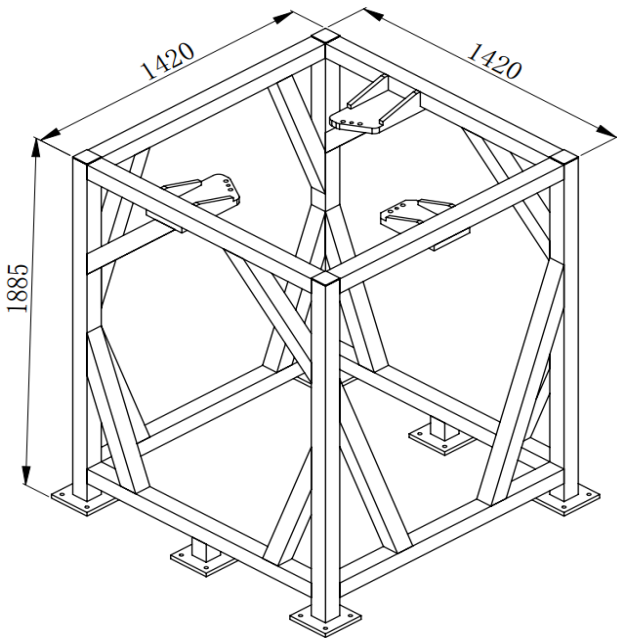


图 5-7 AP8X 机器人参考机架 1 示意图

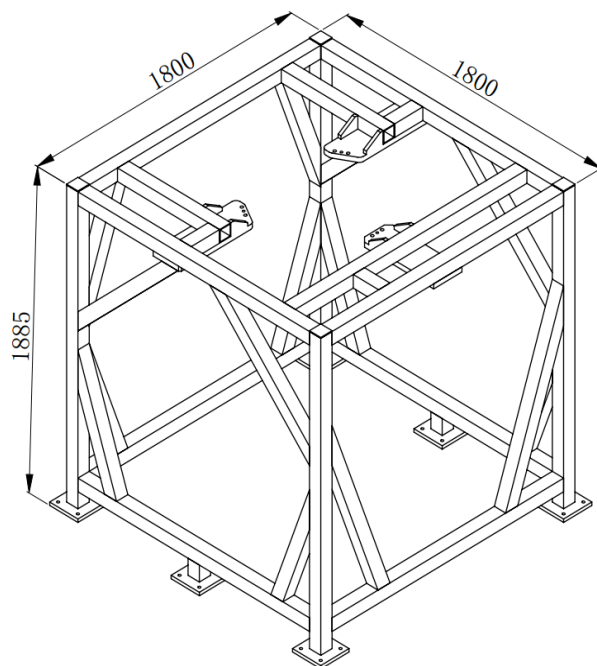


图 5-8 AP8X 机器人参考机架 2 示意图

5.2.2 安装说明

机器人在工作过程中，由于自身构件、负载惯性、以及运动过程中的加减速，都会有一定反作用力传递到机器人的安装机架上，致使机架产生一定频率范围内的振动，这种振动会给机器人的定位精度和控制性能带来不利影响。

为延长机架的使用寿命，焊接机架的构件应该尽量使用不锈钢或者用普通碳钢焊接后再进行表面防锈喷漆处理。焊缝位置应打磨光滑，凸出的尖锐构件应尽量加工圆角，以保证操作人员的安全。本例机架是采用 4 mm 厚的 8080 钢管型材，用户可以根据使用情况自行制造机架。

对于 AP8X 机器人，其水平工作空间最大为 1130 mm 或 1600 mm 的圆，较小的机架会干涉一部分工作空间；如果对机架的尺寸有限制，或用户需要在小范围工作空间有更高的工作频率，可使用较小的机架；另一方面，如果使用较重的负载或者较大的工作空间，则需要配套较大的机架，以保证更好的刚性。

5.2.3 机架安装

步骤1 将机架放到要安装的混凝土地面。

步骤2 根据机架上的四个安装板孔位，使用 $\Phi 23$ 的钻头在混凝土地面打孔。

步骤3 用 M16×150 的膨胀螺栓将机架固定到混凝土地面（膨胀螺栓预紧力矩 125 Nm），如图 5-9 所示。

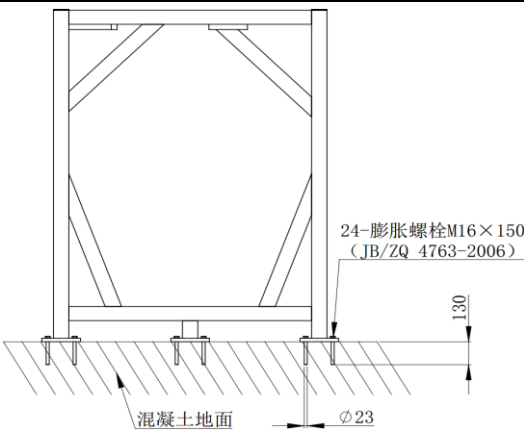


图 5-9 膨胀螺栓与地基固定示意图

5.3 安装基座

基座固定在机架上时，根据安装空间大小分为：（1）向下安装：基座凸台位于支架安装板上方；（2）向上安装：基座凸台位于支架安装板下方。

5.3.1 安装面介绍

安装面应具有一定的平面度（建议 $\leq 0.75\text{ mm}$ ）。若平面度偏差过大，建议用调整垫片调整以保证平面度，否则会给机器人控制和工作精度带来很大影响。机架安装面和机器人基座安装凸台上对应的用于螺栓连接的连接孔，螺栓规格为 M16 $\times$ 65。连接孔如表 5-2 所示。

表 5-2 安装面板

种类	图例	1	2	3
机架安装面		螺孔	通孔	通孔
机器人基座凸台		通孔	螺孔	螺孔

在使用过程中，为防止长时间使用后螺栓松动，每个螺栓需安装弹性垫圈和平垫圈，螺栓安装扭矩为 70 Nm，如图 5-10 所示。

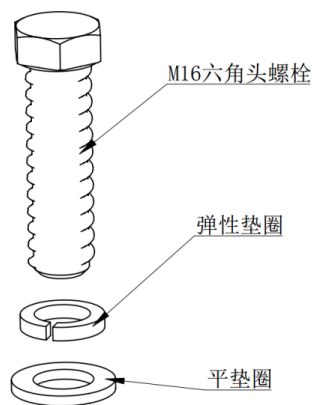


图 5-10 螺栓组件示意图

5.3.2 向下安装方式（优选）

当机架顶端上方有足够的空间吊装基座时，优先采用向下吊装的安装方式，即基座凸台位于机架安装板上方，采用向下安装方式便于机架与基座配合安装。AP8X 机器人本体重量约 138 kg，配有吊环螺钉，可通过起重设备进行吊装。

由于机器人的 X 轴坐标与输出轴 1 轴平行，为了利于布置线缆并使机器人处于良好的工作状态，建议 1 号轴安装方向与工作对象运动方向平行，如图 5-11 所示。用户也可选择其他轴（2 轴或 3 轴）与传送带运动方向平行。

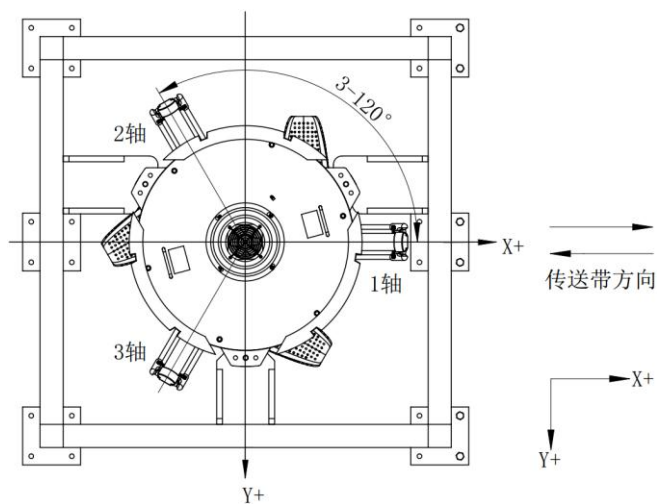


图 5-11 基座安装方式 1

安装步骤如下：

步骤1 从机架外部起吊基座，起吊到高于机架顶部适当位置。

步骤2 平移基座到机架正上方。

步骤3 缓慢下降，将机器人基座安装凸台对准机架上的安装面，如图 5-12 所示。

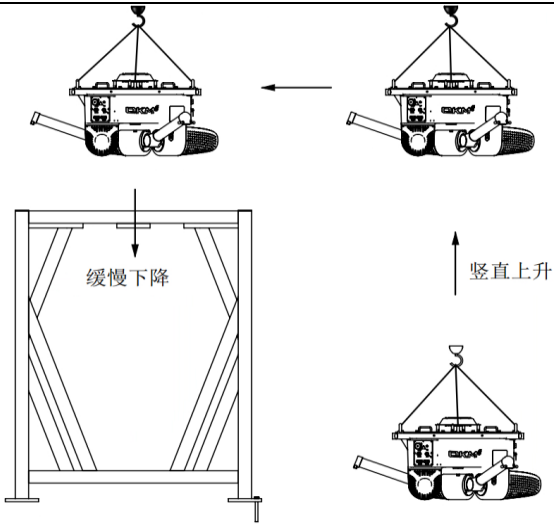


图 5-12 基座起吊示意图 1



说明

采用此种吊装方式，起重设备的吊钩最低起吊高度应大于 2400 mm。

安装方式及螺栓安装位置可参考图 5-13 所示，基座凸台位于机架安装面上面，其中 1，2，3 为连接机架与基座安装面的螺栓。

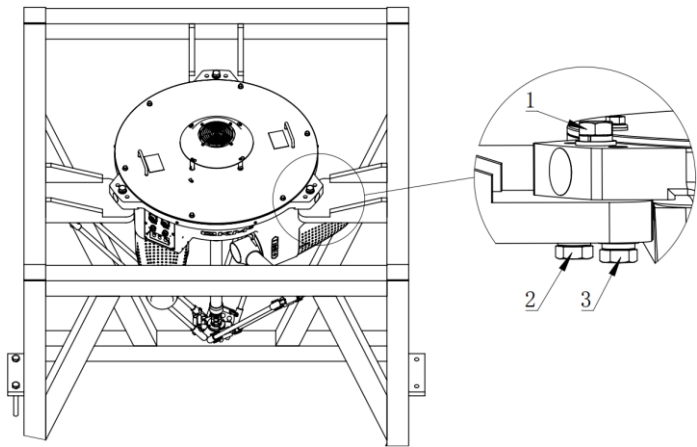


图 5-13 向下安装示意图

若受起吊高度的限制，用叉车将基座先送到机架内，然后利用起吊设备向上起吊基座，如图 5-14 所示。在接近机架安装板时，适当调整基座角度，使安装凸台避开机架安装板的干涉，直至将基座放置在机架安装板，完成安装。

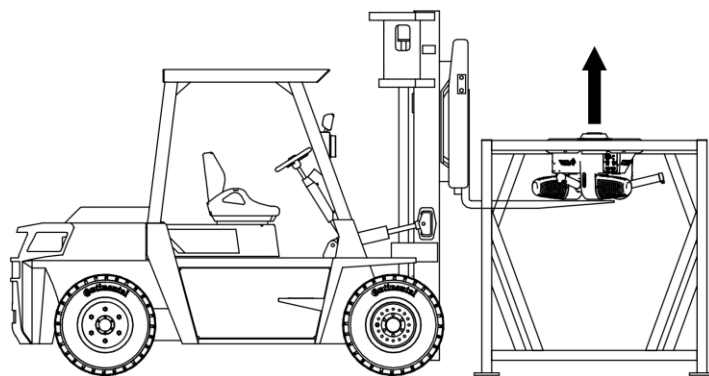


图 5-14 基座起吊吊装示意图 2

采用图 5-13 向下安装方式时，用户自行设计制造安装机架安装板最小内切直径不得小于基座外圆直径 750 mm，即 $\Phi D > 750$ mm，如图 5-15 所示。

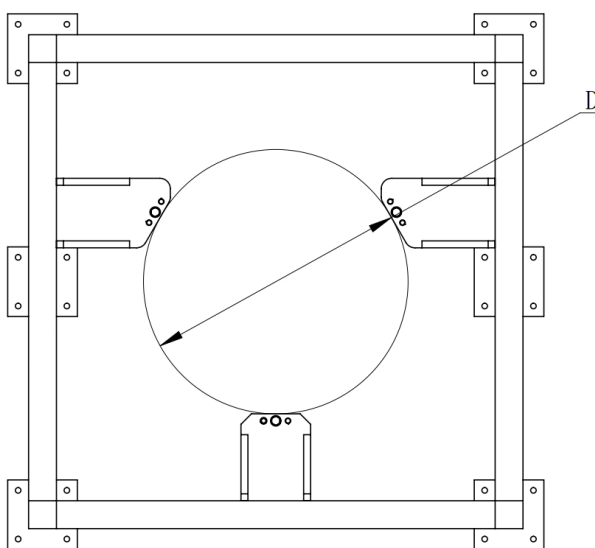


图 5-15 安装板内切直径图示

**注意**

吊装时避免碰撞风扇，风扇上方应该至少留有 500 mm 的空间。

5.3.3 向上安装方式

如果安装空间受到限制时，则需要采用向上安装的方式，即基座凸台位于机架安装板下方。

安装面对应的螺栓安装方式如图 5-16 所示。由于基座的凸台需要与机架的安装板直接进行配合，所以采用该安装方式时，必须将吊环螺钉取下。利用吊装带进行吊装，缠绕方式如图 5-17 所示。吊装方式与向下安装的吊装方式类似，可参考向下安装步骤。

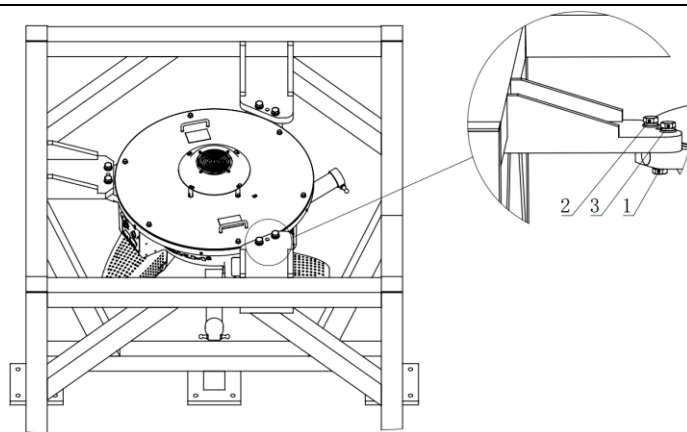


图 5-16 向上安装示意图

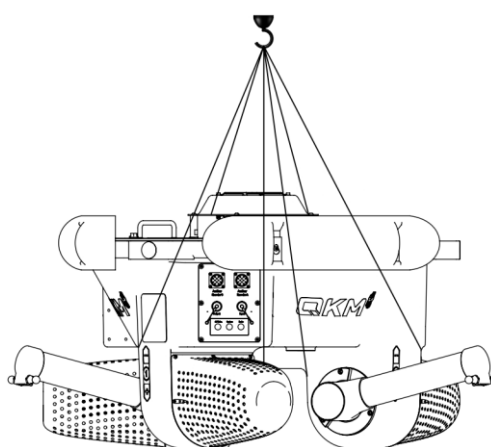


图 5-17 向上安装的吊装带缠绕方式

**注意**

吊装过程中不得在主动臂上施加任何外力，以防损坏主动臂及破坏机器人表面油漆。

5.4 安装从动臂

步骤1 将面板 3 上的 230 V a. c. 接口连接电源，使机器人通电，如图 5-18 所示。

步骤2 按住面板 1 上面的“Brake”键不放，此时基体上的三个主动臂处于可自由移动状态。手动将机器人的三个主动臂从初始位置(a)移动到安装位置(b)，如图 5-19 所示，然后断电。

步骤3 从包装泡沫架上取出从动臂。

步骤4 将带有单根弹簧端的两球窝分别与主动臂球头扣合，然后自然下垂从动臂，依此方式安装另外两组从动臂，如图 5-20 所示。

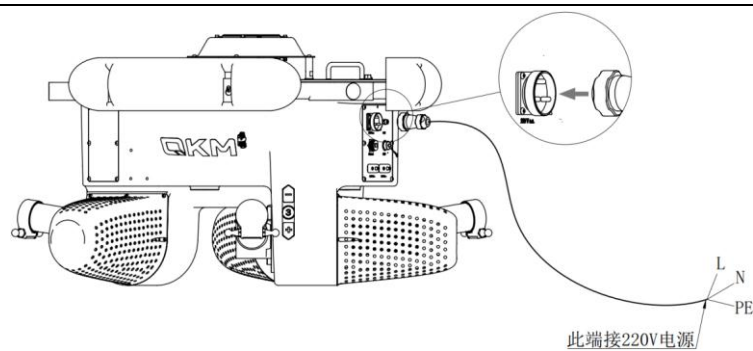


图 5-18 连接电源

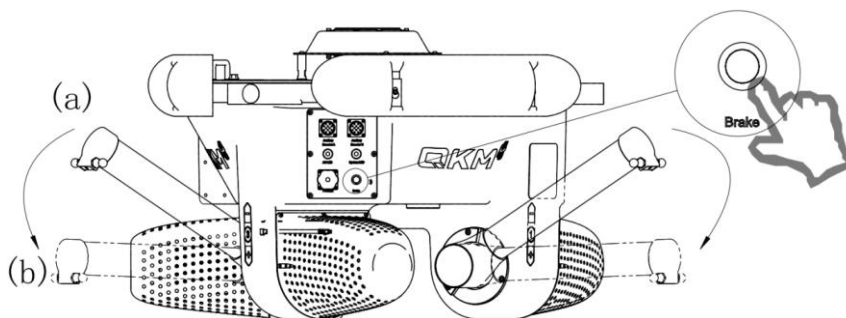


图 5-19 主动臂位置调整

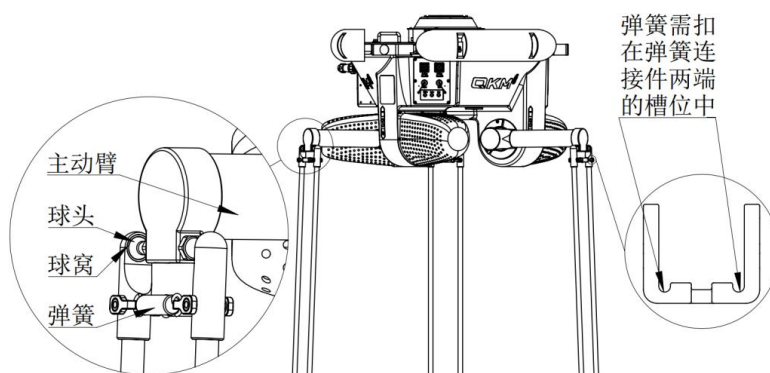


图 5-20 安装从动臂

5.5 安装旋转轴（限四轴机器人）



说明

AP8X 三轴机器人（AP8X-1130-1653 和 AP8X-1600-1653）无旋转轴组件，可忽略该步骤。

辅助工具：2.5 mm 内六角扳手一把。

步骤1 取下旋转轴上的包装泡沫，手持旋转轴中部碳纤维管，动平台自然下垂，如图 5-21 所示。

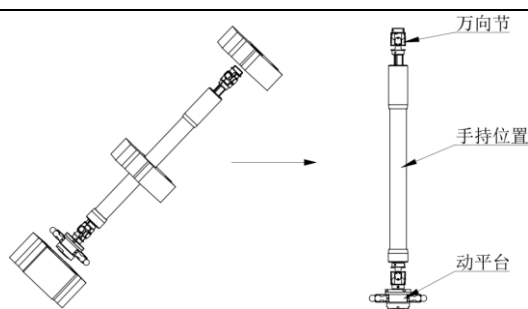


图 5-21 旋转轴

**注意**

- 因动平台与旋转轴包装前已完成连接，不要倒置拿取，否则花键轴会滑出造成损坏。
- 旋转轴没有支撑动平台的功能，请勿在没有连接从动臂时，长时间悬空旋转轴和动平台。

步骤2 确认万向节的 2 个螺钉齐全，取下旋转轴电机减速机输出端的端部保护盖，如图 5-22 所示。

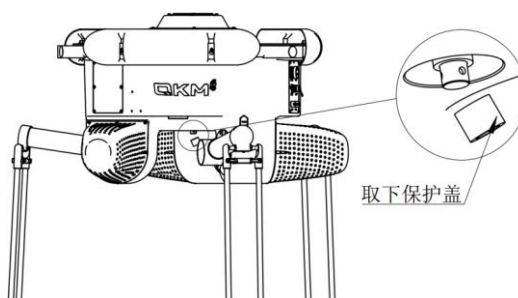


图 5-22 取下保护盖

步骤3 松开万向节上的两个螺钉。

步骤4 将万向节键槽方向对准连接端键方向，竖直向上插入万向节，万向节轴侧紧定螺钉孔对准轴端沉孔，如图 5-23 所示，插入万向节过程中不要转动转轴电机。

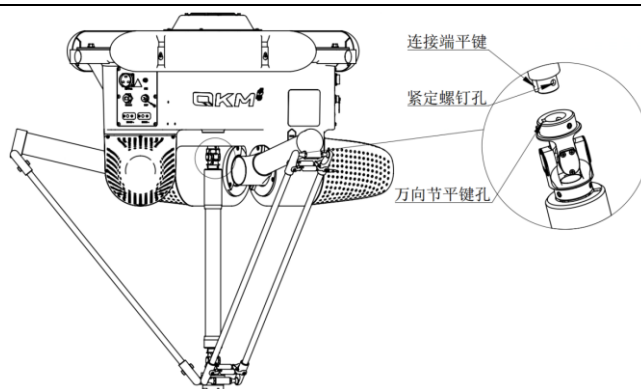


图 5-23 安装旋转轴

步骤5 确保轴侧凹槽与螺纹孔正对，如图 5-24 所示，先安装紧定螺钉，再安装平键处的螺钉，在螺钉上分别涂螺纹胶。

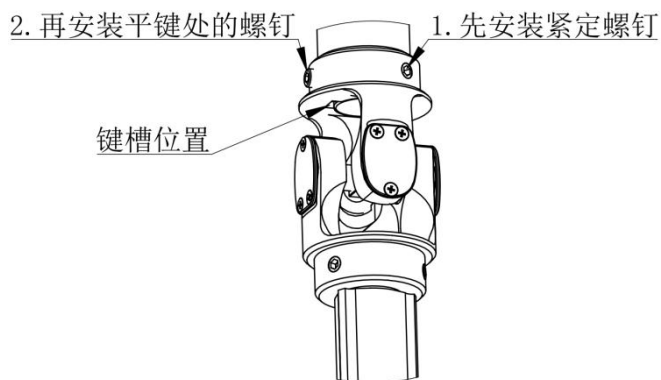


图 5-24 锁紧旋转轴

步骤6 完成安装，取下保护垫。



注意

- 由于采用紧配合设计，万向节安装时可能不顺畅，可以轻敲万向节至顶部。
- 轴侧紧定螺钉和万向节键槽紧定螺钉锁紧扭力建议值为 2 Nm，过大会损坏相关部件，过小则锁紧力不够，易造成紧定螺钉在运动过程中脱落。
- 需保证螺钉端部与安装面平齐。

5.6 安装动平台

步骤1 将动平台末端的标定位对应主动臂第一轴方向。

步骤2 与动平台连接的是从动臂的任意一端。确认两根弹簧安装在弹簧连接件外侧两个凹槽内。将从动臂球窝与动平台相应球头扣合。四轴与三轴机器人的动平台连接方式分别如图 5-25、图 5-26 所示。



注意

- 装配四轴机器人动平台过程中要防止动平台意外跌落造成动平台损坏。
- 两根弹簧的嵌入位置正确，安装在两侧凹槽内，且方向一致。

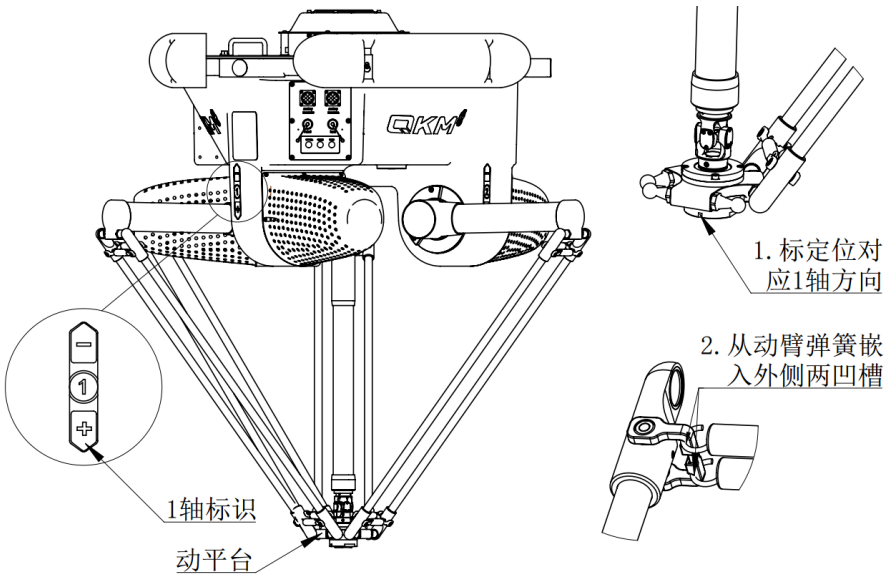


图 5-25 安装四轴机器人动平台

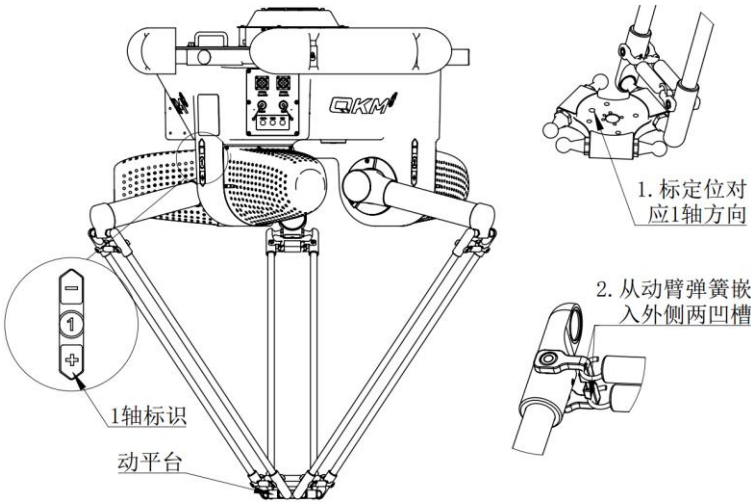


图 5-26 安装三轴机器人动平台



注意

注意三轴机器人动平台的放置方向，有凸台的一侧朝上。

- 步骤3** 参照步骤 2 安装方式依次完成另外两组从动臂和动平台的配合。
- 步骤4** 确认动平台标定位与第一轴同向，确认所有弹簧按要求卡扣在指定凹槽内。

5.7 安装导流板

**注意**

导流板需要整机安装到机架之后才可以安装，否则在安装过程中可能引起导流板损坏。

辅助工具：2.5 mm 内六角扳手一把。

步骤1 取出导流板组件，将有凸台的面朝上，如图 5-27 所示。

步骤2 旋松安装在基座边沿上的内六角螺钉。

步骤3 将导流板从孔 2 位置套在螺钉上。

步骤4 向下微调导流板，使螺钉卡在导流板孔 1 位置，旋紧导流板安装螺钉，依此安装所有导流板。

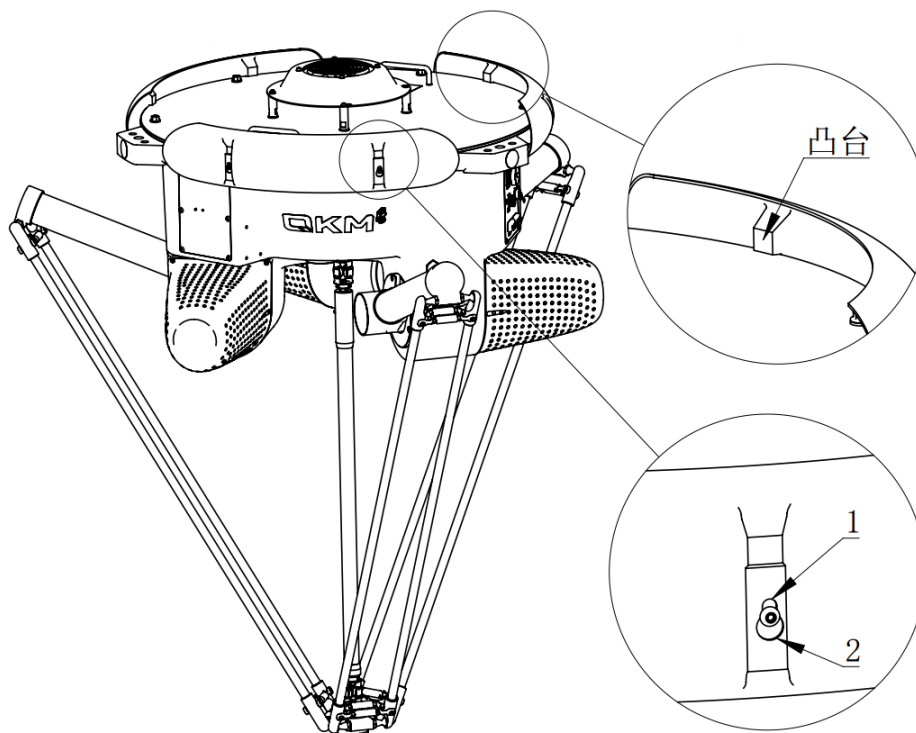


图 5-27 安装导流板

第6章 系统安装

6.1 系统电缆连接图

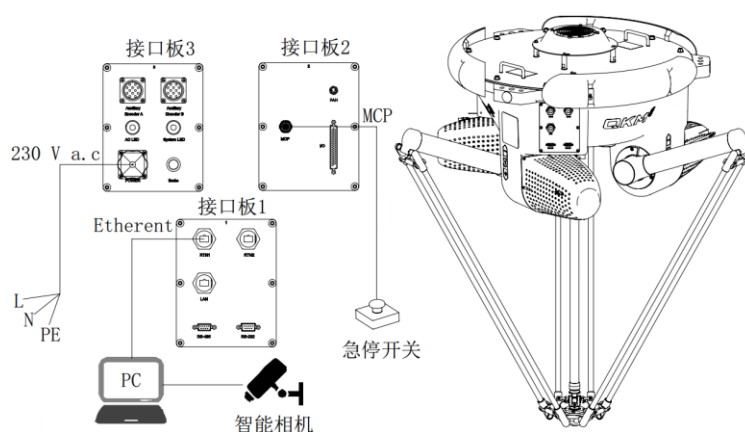


图 6-1 系统电缆连接图

6.2 连接急停装置

步骤1 取出配备的急停装置，打开 MCP 接口外的保护盖，如图 6-2 所示。

步骤2 将航空插头安装在接口面板 3 上的“MCP”接口。

步骤3 将急停盒放置在使用者便于操作的位置。

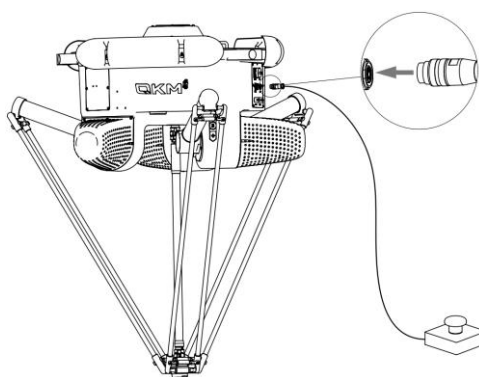


图 6-2 急停装置接线示意图



注意

- 航空插头上红色标记方向朝上，避免插入方向不正确而损坏航空插头。
- 机器人正常上电操作需要安装急停装置，若出现机器人无法上电的情况，请检查是否安装紧急停止开关组件。

6.3 安装顶部风扇线缆

AP8X 机器人在出厂时，为防止损坏接头，机器人顶部风扇线缆处于未安装状态，用户需自行安装顶部风扇线缆，若未将顶部风扇接入机器人，使用机器人时则会出现风扇异常报警。

步骤1 机器人安装好后，找到顶部风扇线缆。

步骤2 将顶部风扇线缆接入机器人本体上的风扇接口中，如图 6-3 所示。

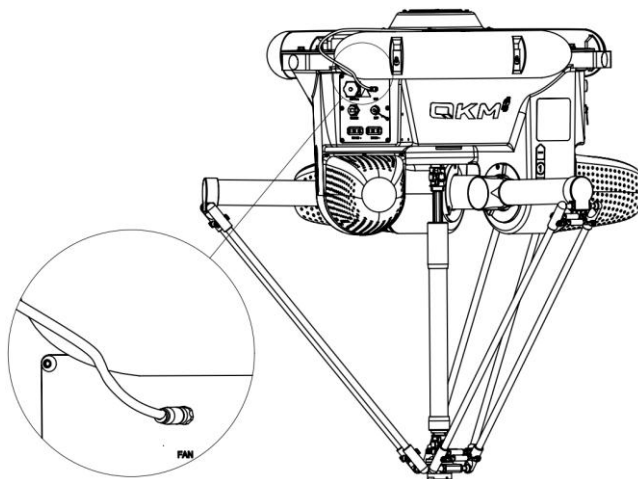


图 6-3 安装顶部风扇线缆

6.4 机器人本体接地



注意

- 为了防止触电，AC 输入端一定要接地。
- 机器人本体一定要接地。

为保证机器人正常运作，机器人本体上设计有接地端口和指示标识。接地标识位于面板 3 侧面，如图 6-4 所示。用户可通过 GND 接口将机器人本体与大地相连。

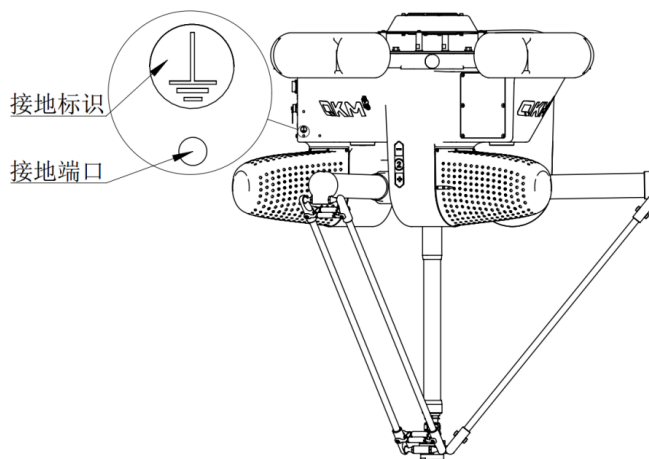


图 6-4 接地标识

6.5 电源连接



注意

使用国标电源插头给设备提供电源时，在插头之前需要安装断路开关盒。参考开关型号：DZ47-60 C20。

步骤1 取出电源线，打开 230 V a.c. 接口的保护盖。

步骤2 将电源线缆航空插头与面板 3 上的 230 V a.c. 接口连接，另一端连接插座，如图 6-55 所示。

步骤3 用钥匙打开漏电开关上的挂锁，打开防护盖即可操作。

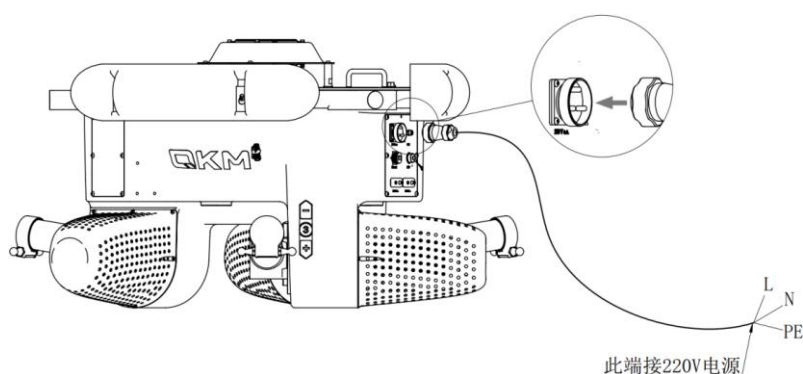


图 6-5 电源连接示意图



危险

机器人切断主电源至少 5 分钟后才能重启机器人。

6.6 以太网连接

AP8X 机器人建立连接前提：

- 机器人本体已安装稳固，且机架固定。
- 电源已连接，且各指示灯显示正常。

取出以太网线，打开 Ethernet 接口上的保护盖。两端分别连接机器人 Ethernet 接口与 PC，连接方式，如图 6-6 所示。

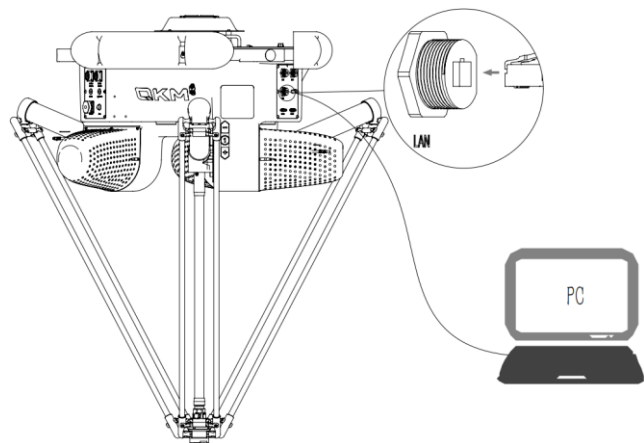


图 6-6 PC 连接示意图

6.7 气管线路布局

AP8X 机器人的气动管路不作为标准配件，用户可根据实际需求自行添加。

为便于 I/O 信号与电磁阀电源的连接，可将气动电磁器件安装在接口面板 1 旁边的安装面，安装面，如图 6-7 所示（单位：mm）。源配件可以根据需要安装在另外两个安装面。

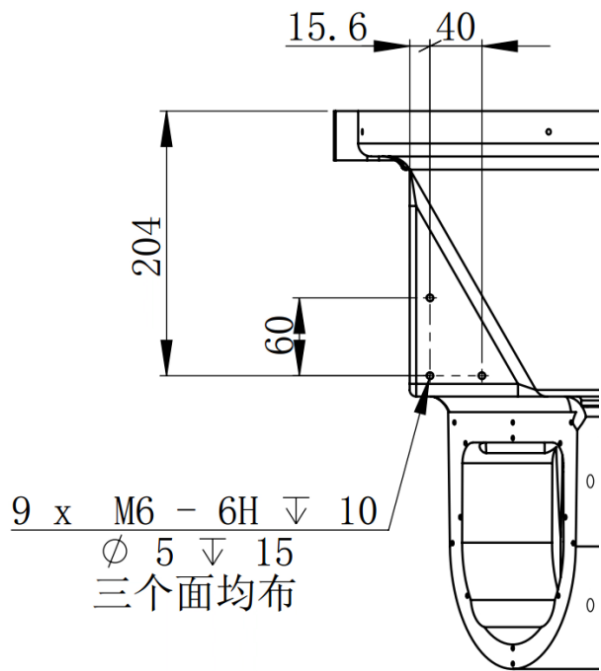


图 6-7 安装面示意图

气源通过进气管一端连接进入管路，气动元件安装板可以根据需要安装相应的气动控制器或传感器。从出气口到末端夹具这一段气管需要用扎带固定在主动臂和从动臂上。以 AP8X-1130-1654 为例，气管线安装如图 6-8 所示。

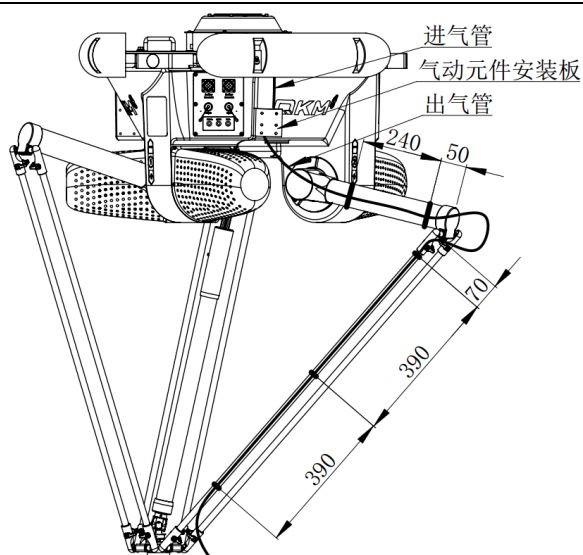


图 6-8 气管线路排布及气动元件安装面



气管在每个关节拐角的地方需要留出一定余量，否则会导致机器人运动时拉扯气管，进而造成气路不通畅。

第7章 机器人操作

AP8X 系列机器人需在 ARM (Automation Resource Manager) 软件编程环境下使用。ARM 软件是适用于李群自动化技术有限公司生产的机器人软件编程环境。用户可基于该软件编写程序发送指令操控机器人。

本章主要介绍 ARM 软件的使用前提和安装、宏语言调试器的功能和使用方法、QKM 机器人 (QRL 语言) 程序编程使用方法、点动示教界面的功能、伺服上电、速度调节、急停和恢复以及机器人关机操作方法。



说明

- 用户可基于 ARM 软件编写程序发送指令或编写 QRL 程序操控机器人，具体机器人程序编程操作请查阅《QKM 机器人指令手册》和《QKM 机器人 (QRL 语言) 编程手册》，用户可通过本公司官方网站下载最新版手册。
- 机器人在使用过程中若出现报错，可查阅《QKM 机器人错误代码手册》了解异常信息，用户可通过本官方网站下载最新版手册。

7.1 使用前提

1) 熟练掌握宏指令；

李群宏指令是基于李群运动控制系统，自主研发定义的机器人二次开发工具语言，称作宏 (Macro) 指令集，宏指令可以自动的执行定义的命令，通过执行复杂的运算、字符串处理、执行用户与工程之间的交互等功能。

2) 熟练掌握 QRL 语言；

QRL (QKM Robot Language) 是基于 Lua 语言，在李群运动控制系统平台上，自主研发的机器人二次开发语言。QRL 语言简单、易于编程，不仅支持单条语句指令执行，也支持数学算术运算、逻辑运算、条件控制、循环语句控制、线程控制等功能。可以自动的执行定义的命令，通过执行复杂的运算、字符串处理、执行用户与工程之间的交互等功能；用户通过编辑发送命令程序可以简洁、便利的进行机器人集成项目开发。

3) 熟悉机器人的运动方式。

7.2 编程环境安装

在机器人的应用开发中，需要 Windows 系统与李群的机器人或设备系统进行交互，

QKMLink 提供此交互接口。



说明

QKMLink 的两种下载方法：

- 可以在李群自动化公司官网下载 QKMLink 安装包，安装 QKMLink。
- ARM 安装包已经集成 QKMLink，安装 ARM 时会自动安装 QKMLink。

QKMLink 根据 QKM Protocol 协议设计，交互的数据格式符合协议规范。目前 QKMLink 支持 TCP 通讯方式，因此可以安装在不同设备的 Windows 系统上，接口支持 C#、VB、C++调用开发。

QKMLink 作为 Windows 系统下的应用软件开发组件，用户使用此组件进行软件开发完成与机器人等设备的数据交互操作。下载环境的版本和内存限制是：

- 1) Win7、Win8、Win10 系统；
- 2) 电脑内存 2G 以上。

7.2.1 安装步骤

步骤1 从 QKM 官网下载或者从销售客服渠道获取一份 ARM 软件安装包，

如图 7-1 所示：

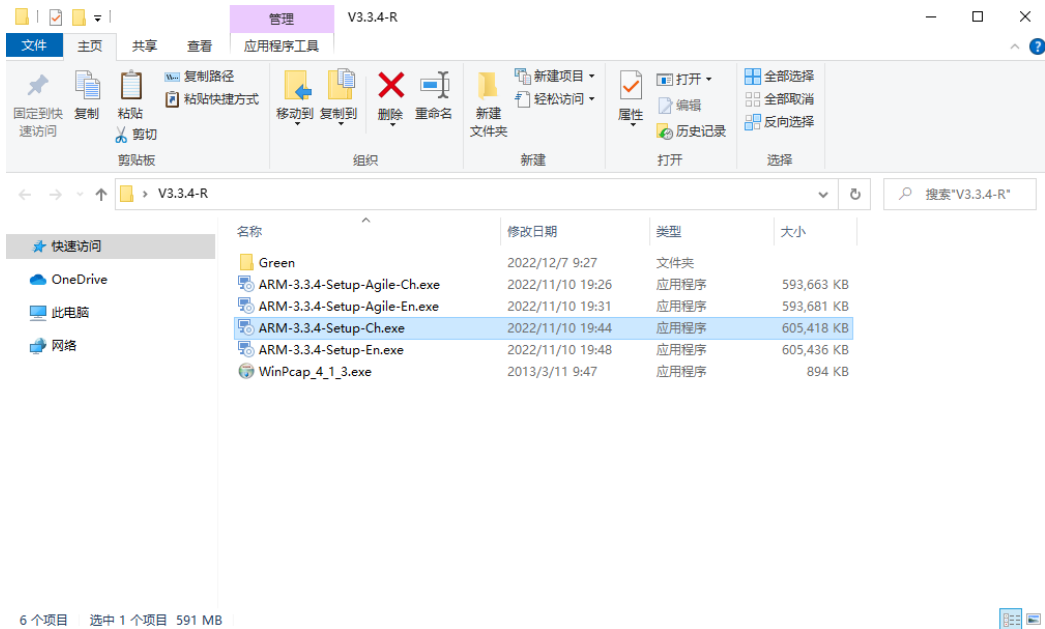


图 7-1 安装包准备

步骤2 左键双击需要安装软件，如图 7-2 所示：



图 7-2 开始安装

步骤3 选择“下一步”，如图 7-3 所示。



图 7-3 选择安装路径

步骤4 选择好安装路径后，点击“下一步”。



图 7-4 安装

步骤5 点击安装，即安装完成。



图 7-5 安装成功

7.3 打开宏语言调试器

步骤1 双击安装完成的 ARM 编程环境应用程序，打开 ARM 界面，再点击菜单栏

上<窗口>，将模式切换到<Pallas>模式，如图 7-6 所示。

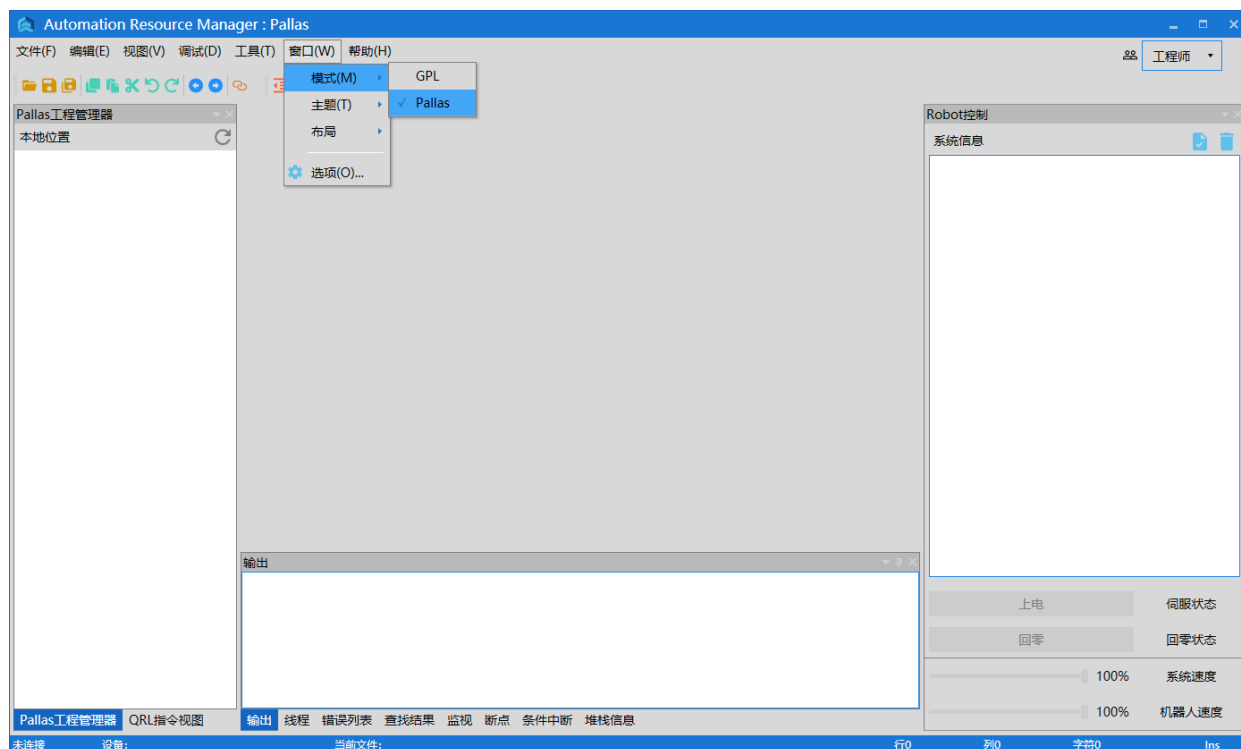


图 7-6 ARM 界面

步骤2 在 Pallas 模模式的 ARM 界面上点击菜单栏上<工具>，选择<调试分析工具>中的<宏语言调试器>，如图 7-7 所示。

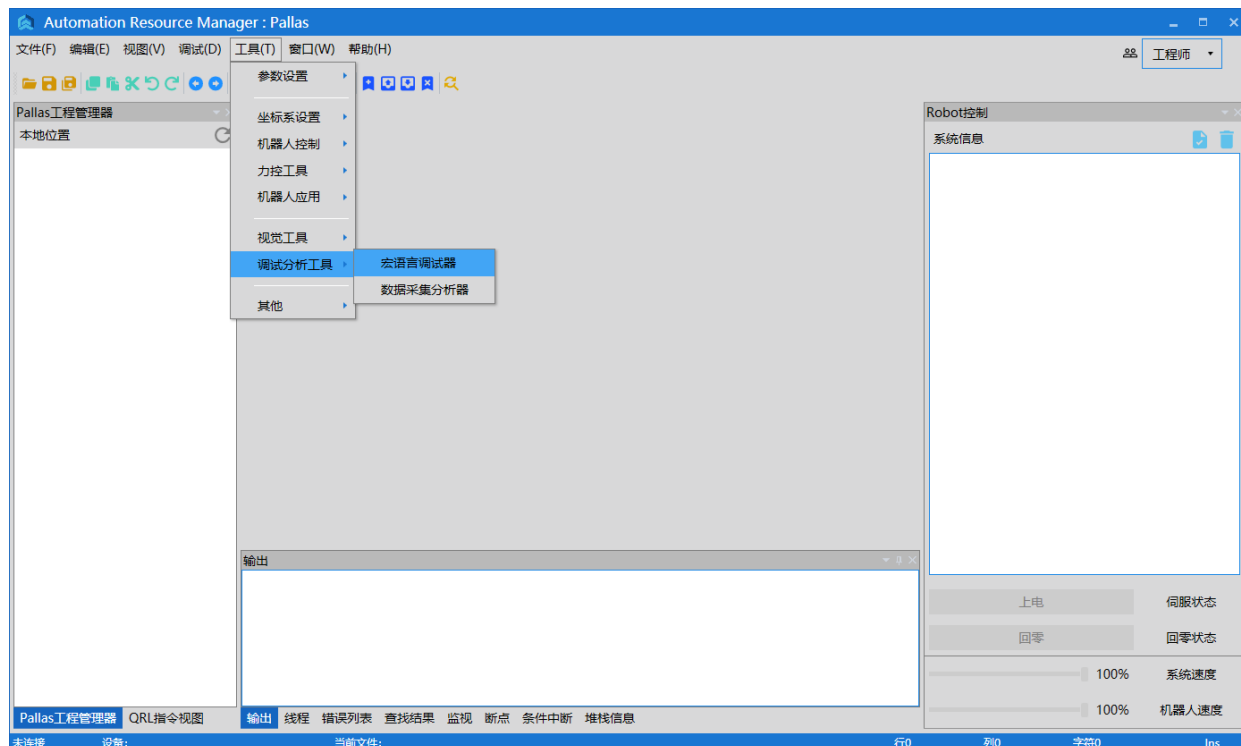


图 7-7 ARM 界面

步骤3 宏语言调试器显示如图 7-8 所示。

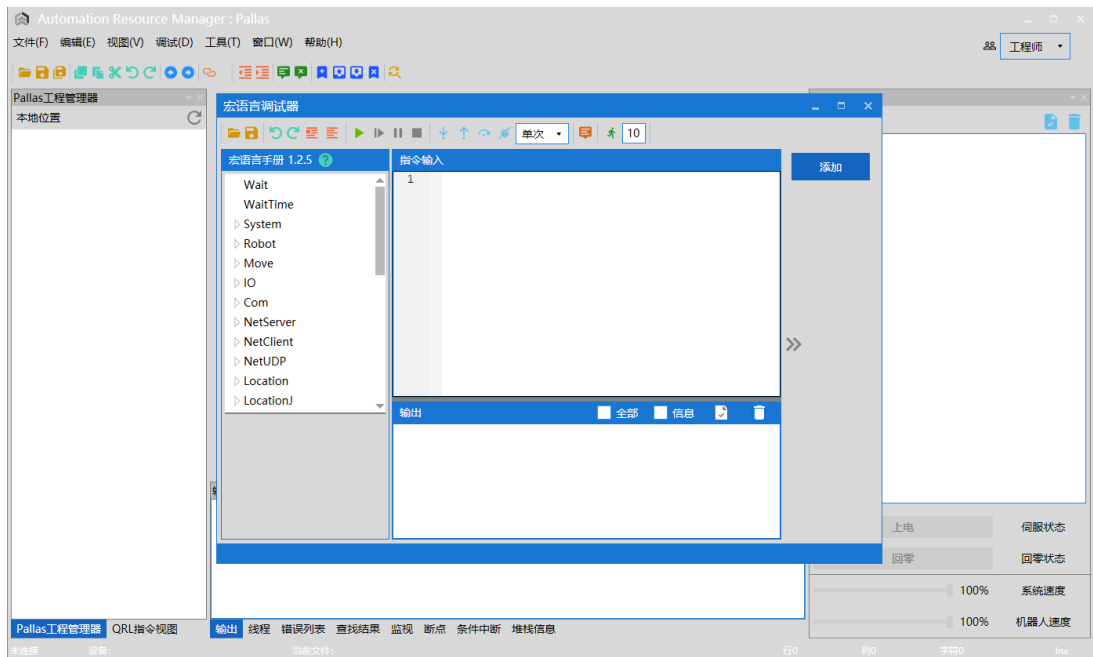


图 7-8 宏语言开发界面

7.4 宏语言调试器功能介绍



说明

宏语言调试器基于安装 ARM 软件编程环境下使用。

7.4.1 宏语言调试器界面

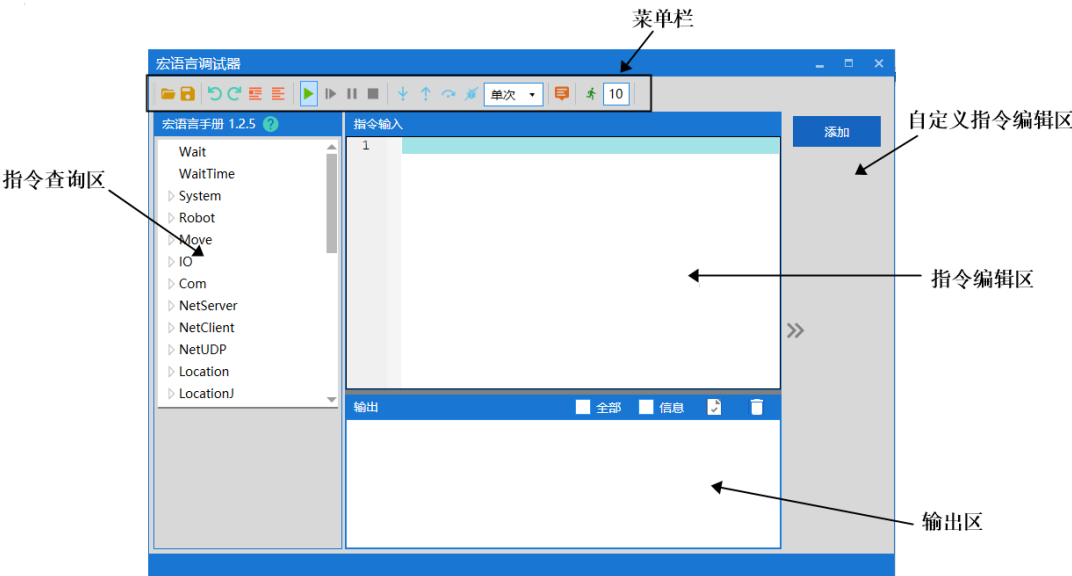


图 7-9 宏语言调试器

7.4.2 菜单栏介绍

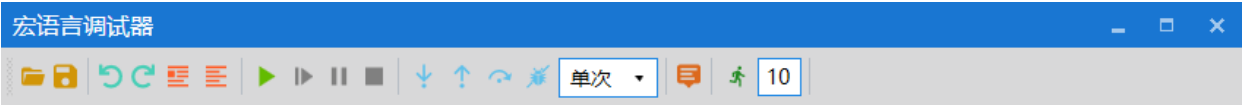
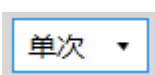


图 7-10 宏语言调试器（ARM）菜单栏

表 7-1 宏语言调试器工具功能介绍

宏语言调试器（ARM）菜单栏介绍			
	打开文件		保存指令
	撤销		恢复
	选中多行添加注释		对选中多行取消注释
	开始运行 （说明：按顺序运行所有指令）		继续执行指令
	暂停指令运行		停止执行指令
	单步运行指令		执行上一条指令
	跳到某一行指令		清除断点
	有“单次”和“循环两个选择，点击倒三角符号进行选择”		隐藏和显示指令手册
	一次发送 10 条指令，目的是提高指令持续发送的速度；其中，“10”是需要用户自己设置的数字。可设置为其它数字。		一次发送多条指令：数量“10”设置完后，单击此开始执行

7.4.3 自定义指令编辑区介绍

用户可根据需求将常用指令通过自定义指令编辑功能添加到<宏语言开发界面>界面内，编辑后所需指令会被添加在界面右侧，方便下次取用。

例如，在界面添加“伺服上电”的指令：

步骤1 打开 ARM 软件调试环境，依次点击<工具>→<调试分析工具>→<宏语言调

试器>进入调试界面。

步骤2 点击右方<添加>按钮，出现运行指令对话框，在该界面输入框中键入指令名称“伺服上电”、运行指令内容“Robot.PowerEnable 1,1”、注释“机器人伺服电机上电”，对所需指令进行编辑，如图 7-11 所示。

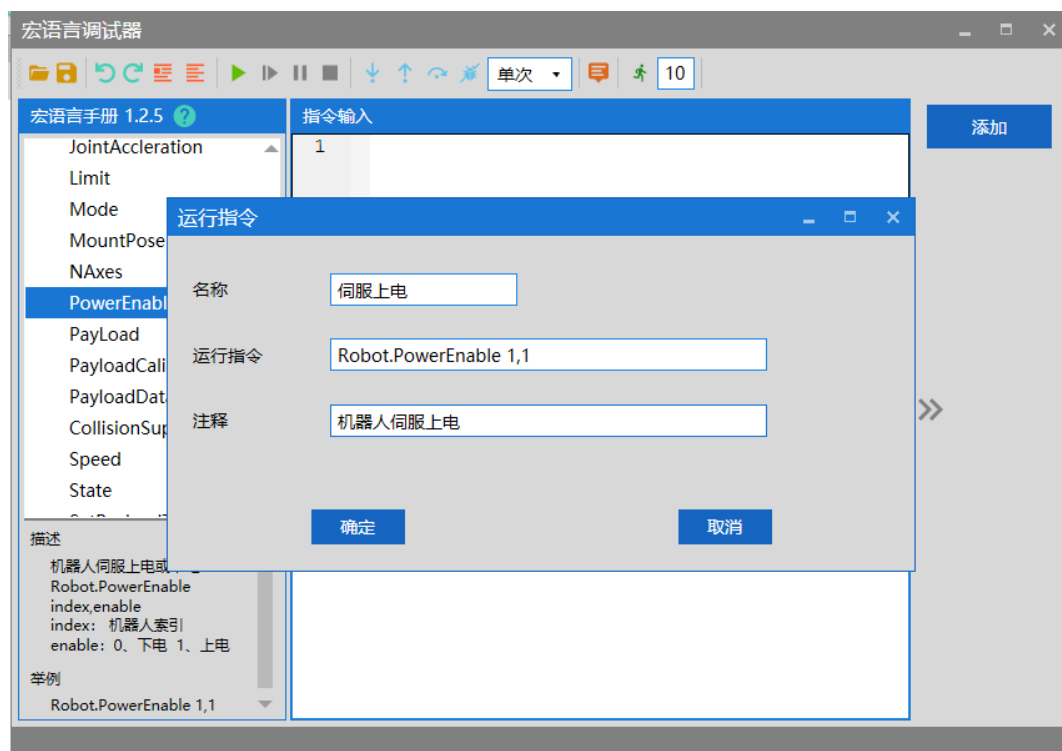


图 7-11 自定义编辑界面（ARM）

步骤3 点击下方<确定>，在宏语言调试器右侧会出现刚才添加的指令快捷键<伺服上电>。

如需再次调用“伺服上电”的指令，用户可直接点击<宏语言调试器>右侧的<伺服上电>快捷键，指令具体内容“Robot.PowerEnable 1,1”会发送到机器人，在<输出>窗口可看到发送的指令和执行结果，无需再次手动输入，如图 7-12 所示。

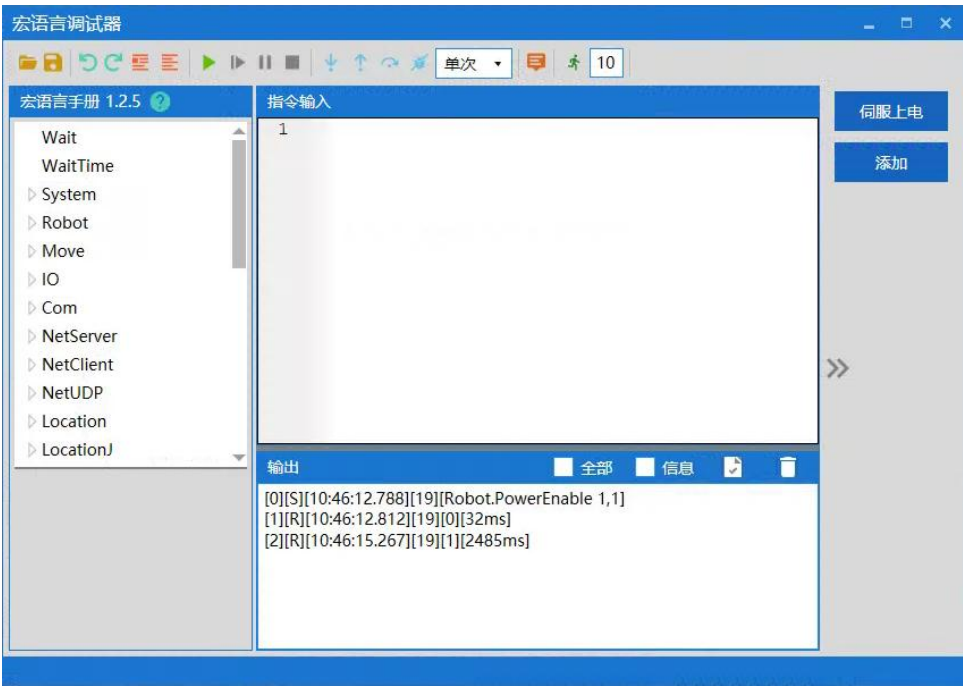


图 7-12 快捷指令调用后界面（ARM）

7.4.4 建立 IP 通讯

步骤1 打开 ARM 软件调试环境，点击菜单栏内<快速连接或断开>按钮  进入连接界面。

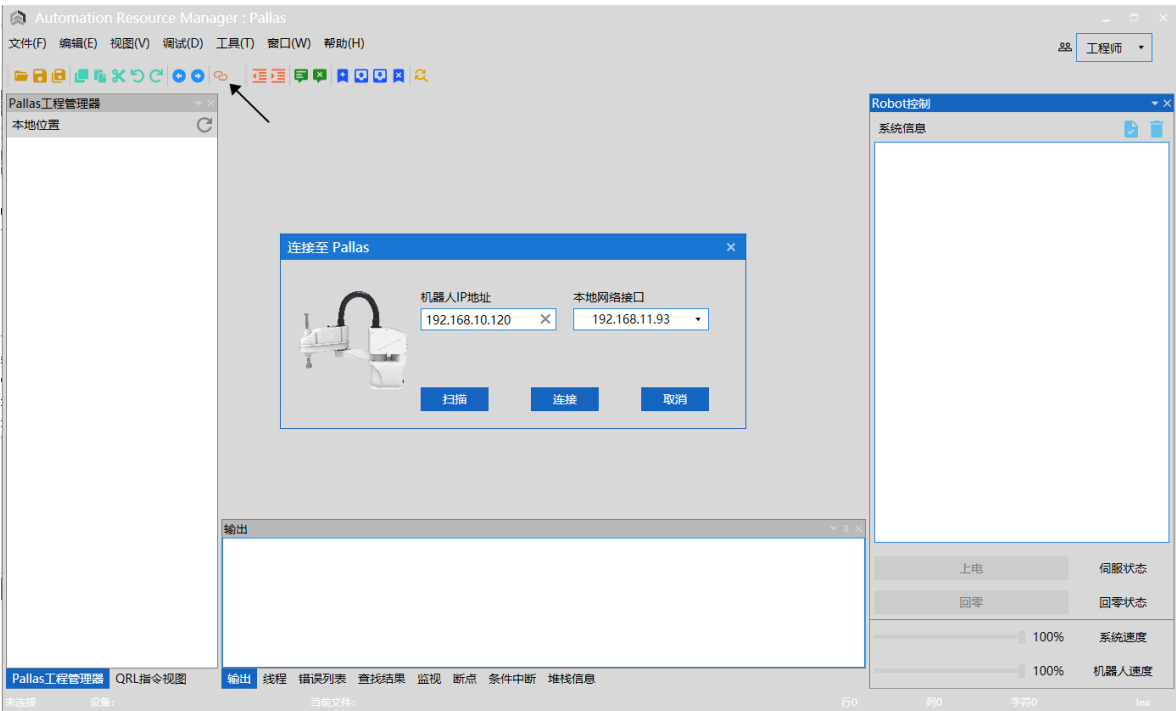


图 7-13 连接界面

步骤2 点击左下角的<扫描>，进入扫描界面，界面中会自动扫描到机器人的 IP 地址，点击 IP 地址后点击右下角<选择>。

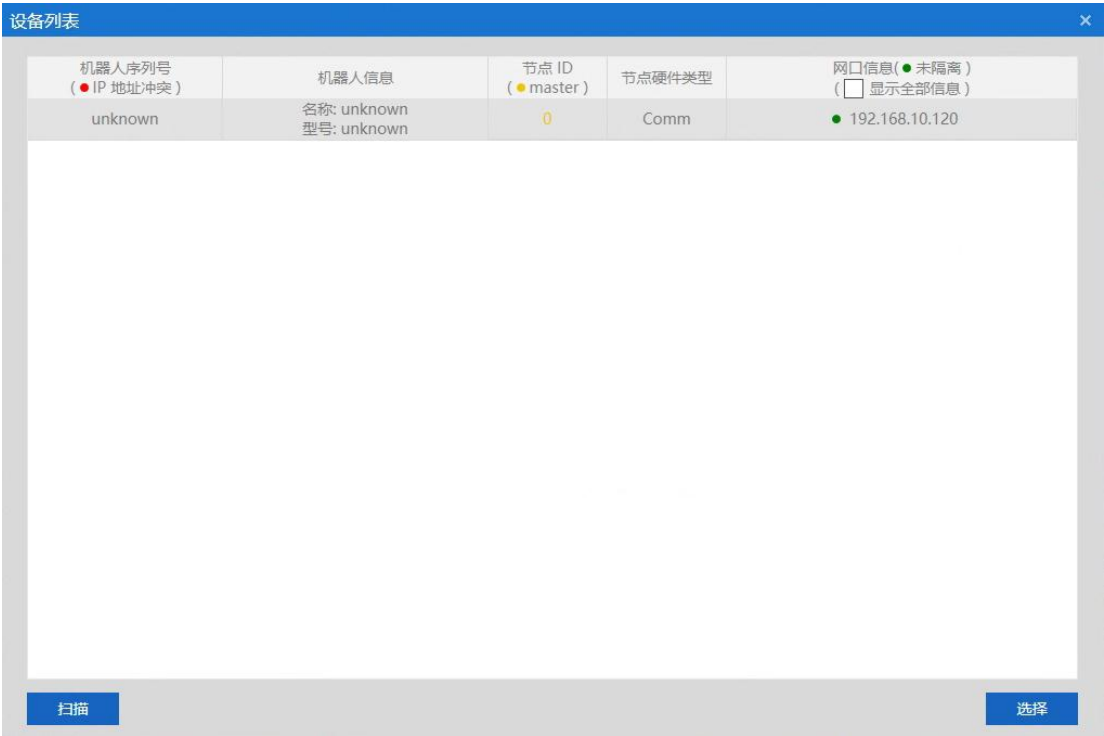


图 7-14 扫描界面

步骤3 机器人的 IP 地址：192. 168. 10. 120，然后点击下方<连接>按钮。如图 7-15 所示。



说明

- 机器人和上位机的 IP 地址必须保持同一个网段。
- 机器人的 IP 是 192. 168. 10. 120，则上位机的 IP 可设置为 192. 168. 10. 1，即两者的 IP 地址必须前三位相同，最后一组不同，上位机的 IP 最后一位范围是 1 到 256。



图 7-15 IP 连接

7.4.4.1 IP 连接成功

IPARM 界面连接成功的前提是机器人和上位机的 IP 地址处于同一网段。连接成功后 ARM 界面左下角会显示“已连接 设备：192.168.10.120”，如图 7-16 所示。

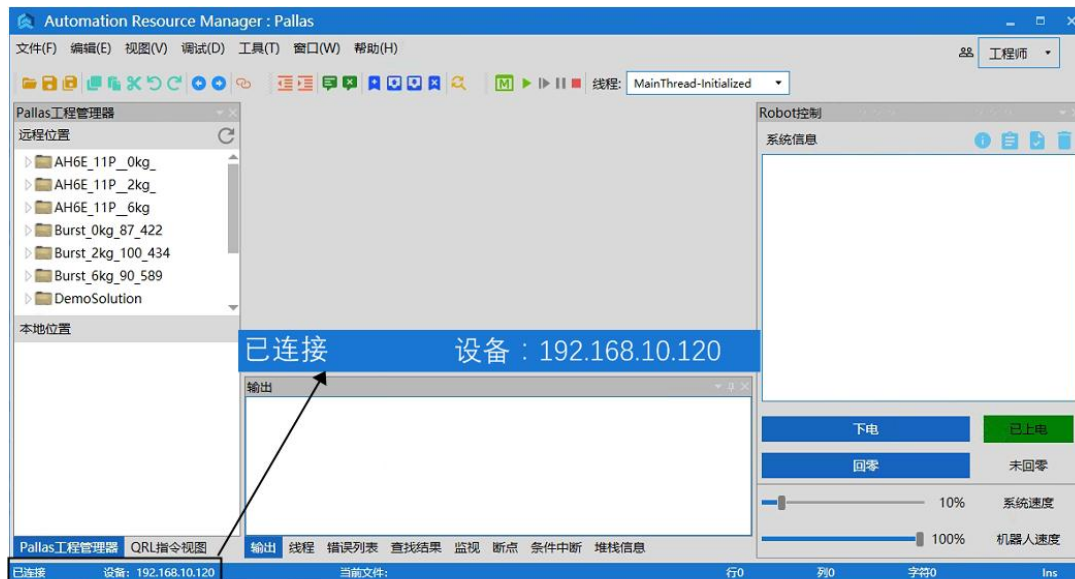


图 7-16 连接成功

7.4.4.2 IP 连接失败

连接失败时会弹出“错误”提示对话框，界面如图 7-17 所示。

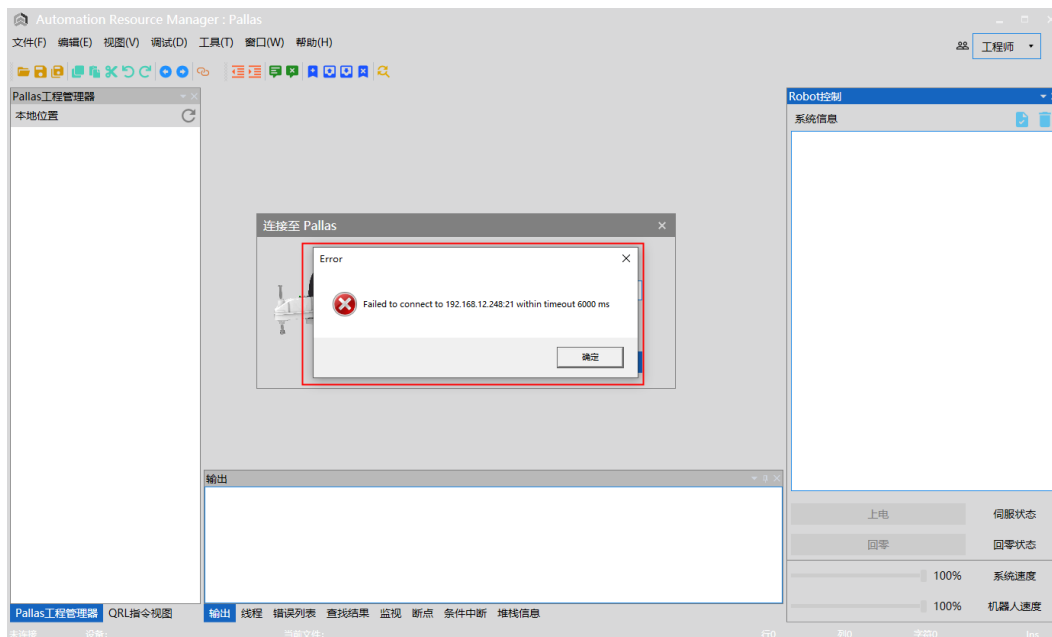


图 7-17 连接失败

连接失败时解决方法：

- 步骤1** 重新扫描机器人 IP 地址；若可以扫描到机器人 IP 地址，则尝试重新连接机器人；若扫描不到机器人 IP 地址，则检查上位机与机器人之间的网线是否连接正常，或者连接机器人的网口是否正确，网线连接机器人的网口是 LAN 口。
- 步骤2** 若步骤 1 中可以扫描到机器人，但还是连接失败，则检查上位机和机器人的 IP 是否在同一网段。需确保上位机和机器人的 IP 地址在同一网段。
- 步骤3** 系统搜索并打开程序 cmd，如图所示：



- 步骤4** 在>后直接输入“ping +机器人 IP”，如果回复了字节、时间、TTL 三个参数的具体值，则说明网络是通的, 如图所示

（注：示例图的 IP 只是示例，正确 IP 要以实际使用的机器人 IP 为准）：



- 步骤5** 再次在 ARM 界面中连接机器人。

7.4.5 宏语言指令描述查询

宏语言调试器包含宏语言手册，列表介绍机器人调试过程中需要使用到的宏语言，详细内容请参考《QKM 机器人指令手册》。双击界面中可以打开《QKM 机器人指令手册》。

用户将鼠标点击对应的宏语言指令时，列表会自动弹出关于此条指令集的描述，如图 7-18 所示。

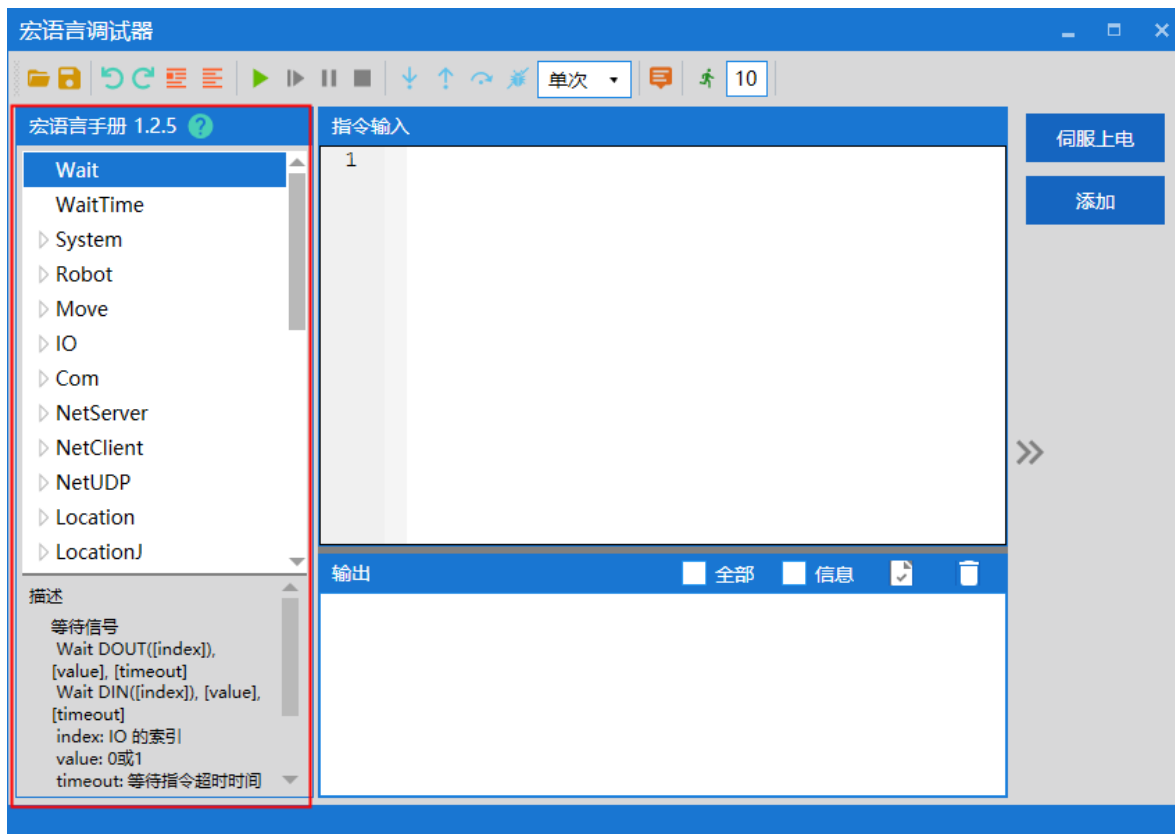


图 7-18 宏语言手册

7.4.6 指令输入

“指令编辑区”是指令输入和编辑位置，如图 7-19 所示。

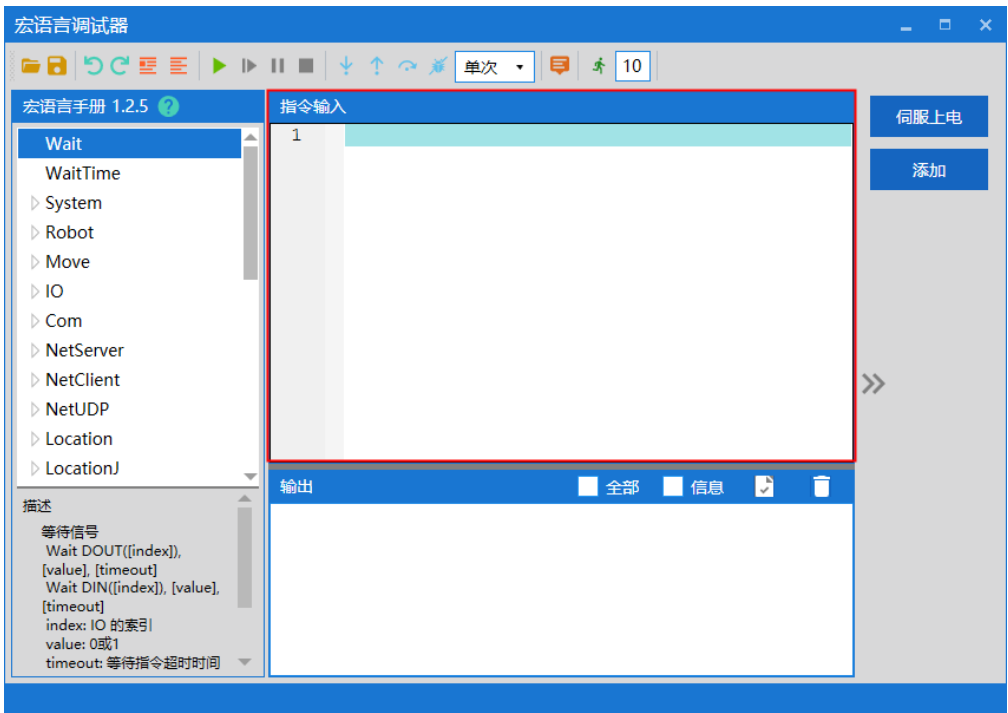


图 7-19 指令输入



说明

系统区分指令大小写，指令默认首字母大写。

单条指令输入时可以输入指令首字母，选择需要的指令，例如 Location 指令，用户键入大写字母“L”后自动提示首字母 L 相关的指令，如图 7-20 所示。

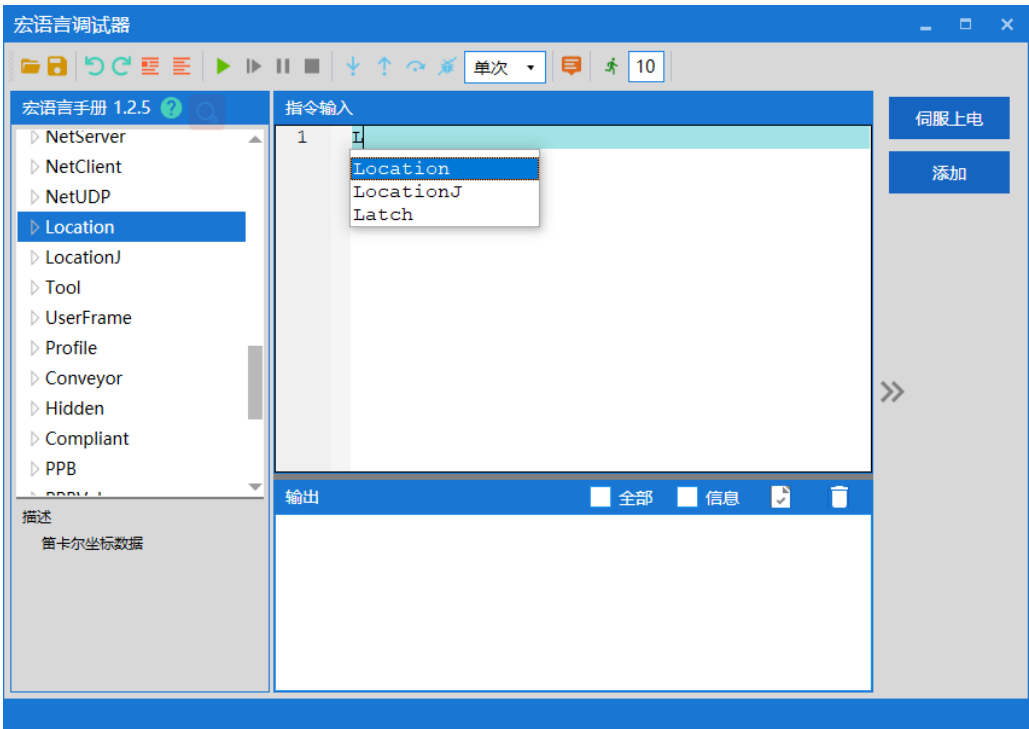


图 7-20 输入指令

用户可以通过键入“.”自动提示该指令集下包含的所有指令，如图 7-21 所示。

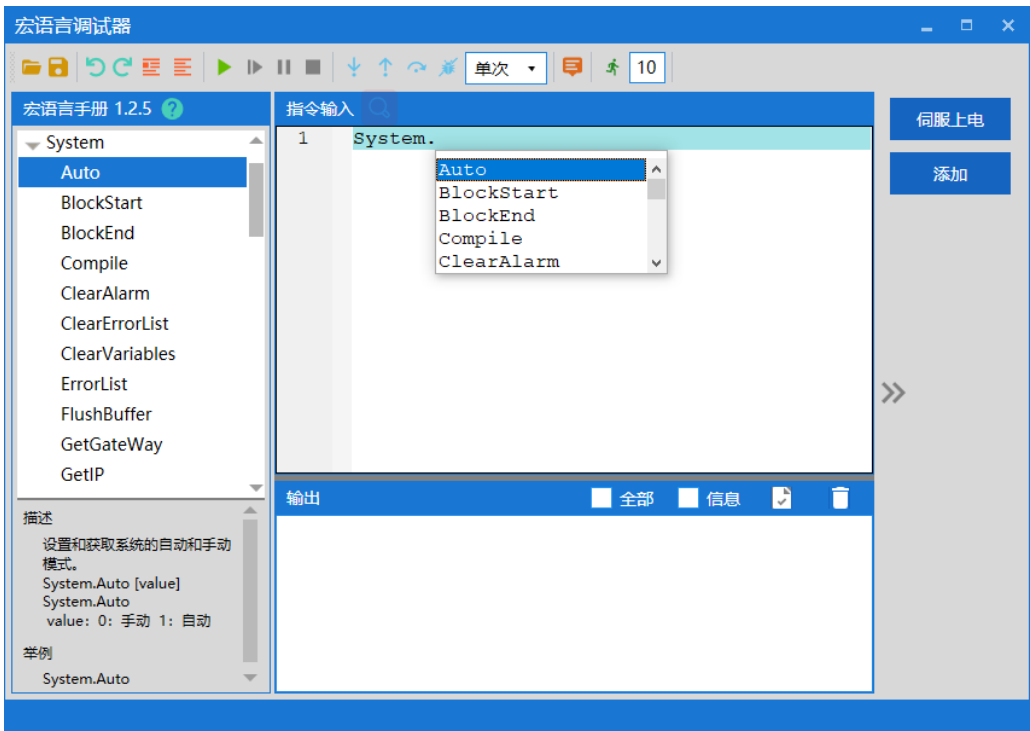


图 7-21 指令输入

7.4.7 运行指令

完成指令的编辑后，点击菜单栏的<运行>键，按顺序逐一运行“指令编辑区”内所有指令。指令输出结果会在“指令输出区”显示。如图 7-22 所示。

其中，勾选输出区右上方的<全部>键，当前发送和接收的 Macro 指令会在“指令输出区”中显示，勾选<信息>键信息则是接收到的 Hidden 在“指令输出区”中显示。

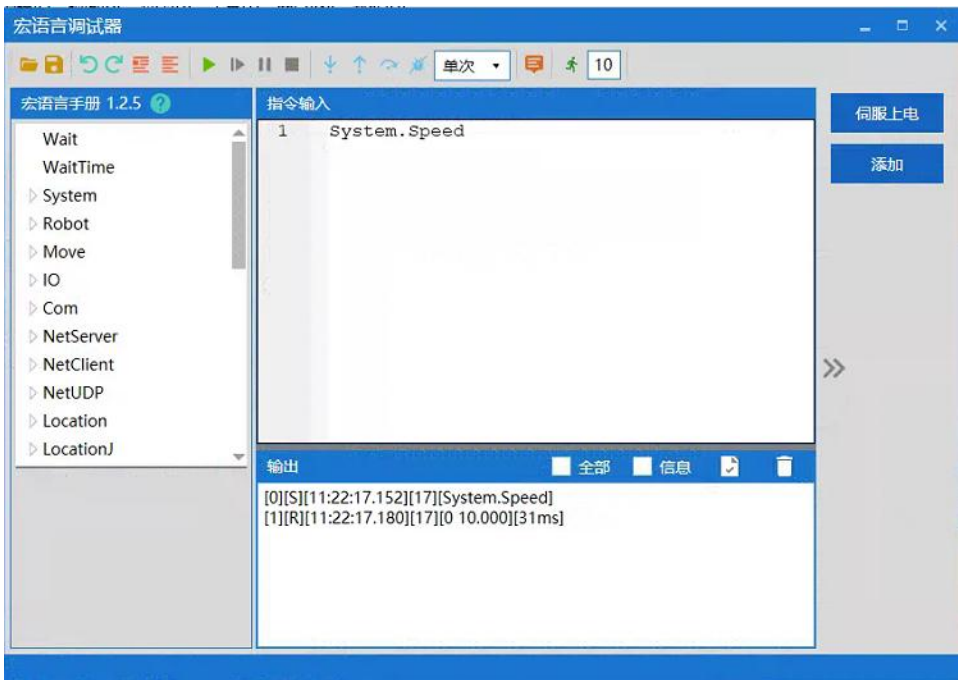


图 7-22 运行指令

7.4.8 断点调试

如果需要单独调试或运行某条指令，可以通过在该指令前加断点进行定位。具体添加断点方式：在该指令前的指令序号位置单击鼠标左键，添加断点标识，如图 7-23 所示。

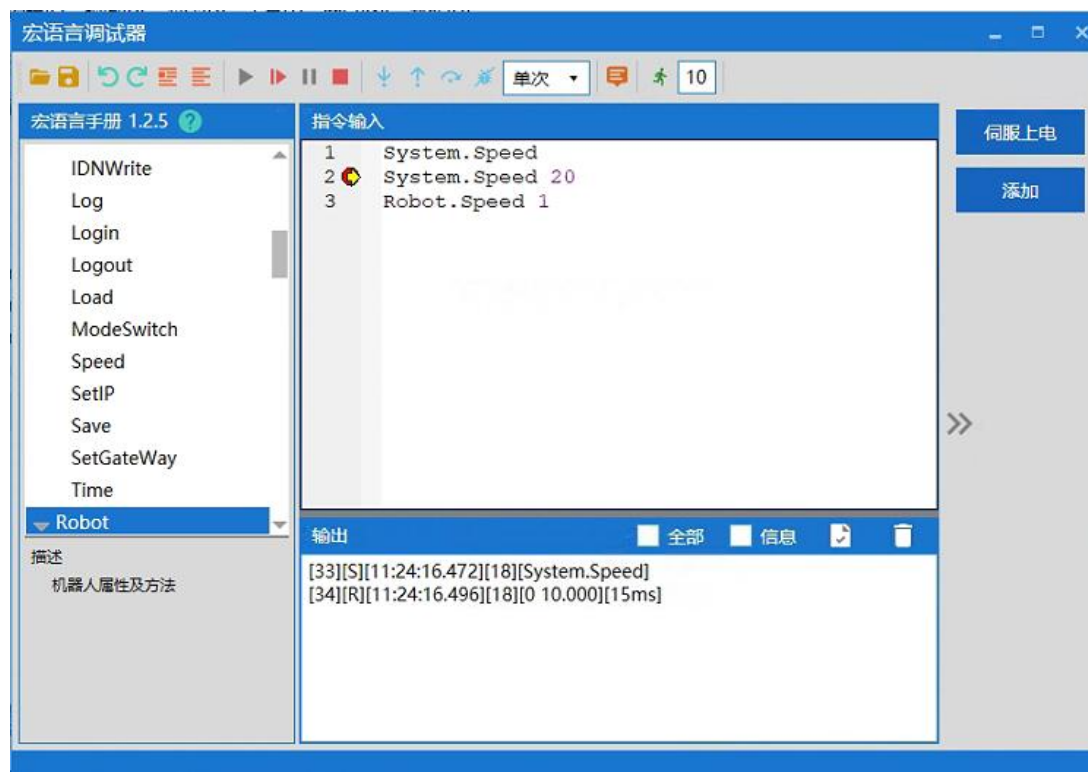


图 7-23 添加断点

7.4.9 输出结果

运行后输出结果显示如图 7-24 所示。



警告

输出界面包含每一条指令反馈的信息，若该条指令成功执行则反馈结果为黑色字体显示，若该条指令执行失败则系统弹出“执行失败”对话框进行提示。

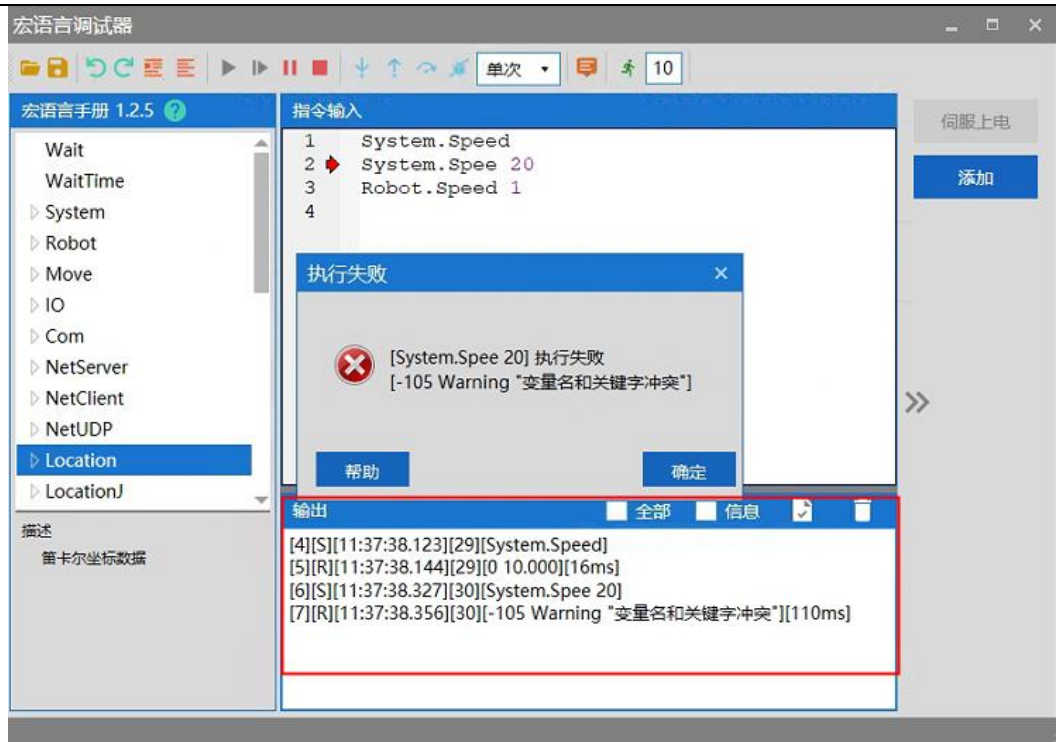


图 7-24 输出

7.4.10 清除输出结果

点击输出区右上角的<清除>按钮，完成清除，如图 7-25 所示。

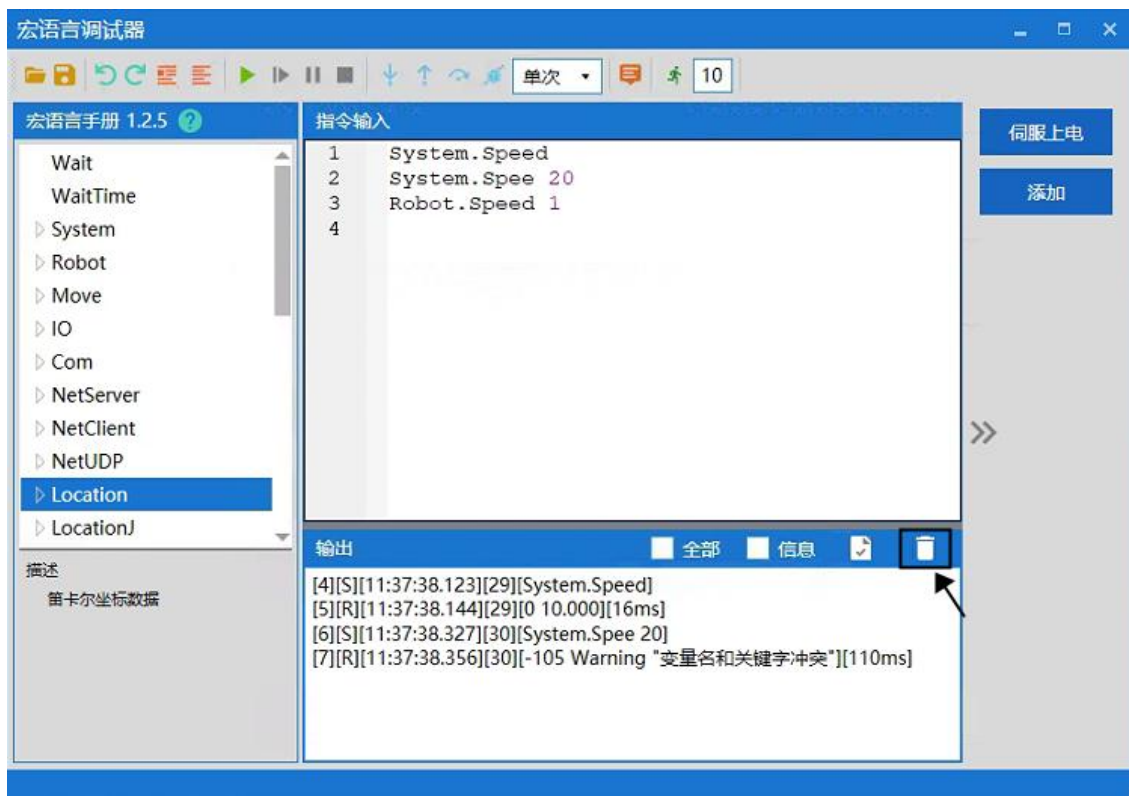


图 7-25 清除输出结果

7.4.11 保存输出结果

用户若需要保留输出结果，可点击输出框内右上角的<保存>按钮完成保存，如图 7-26 所示，保存类型为 (*.log) 格式。

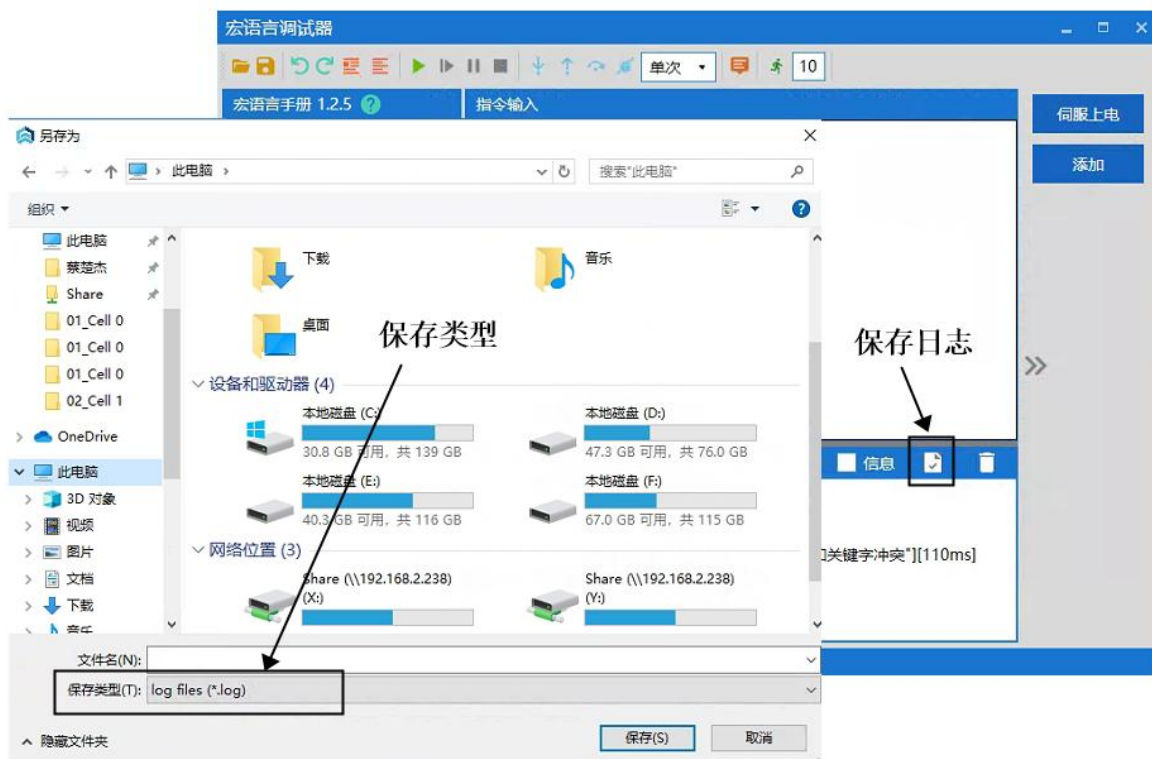


图 7-26 保存输出结果

7.5 QRL 语言模式



说明

QRL 语言程序基于安装 ARM 软件编程环境下使用。

7.5.1 切换为 QRL 语言模式

在 ARM 调试界面中，点击上方中间  按钮，之后点击左边的亮起的  按钮，切换为  QRL 语言模式，在点击按钮  时会弹出弹窗确认是否切换到 QRL 模式，点击确定即为切换。如图 7-27 所示。

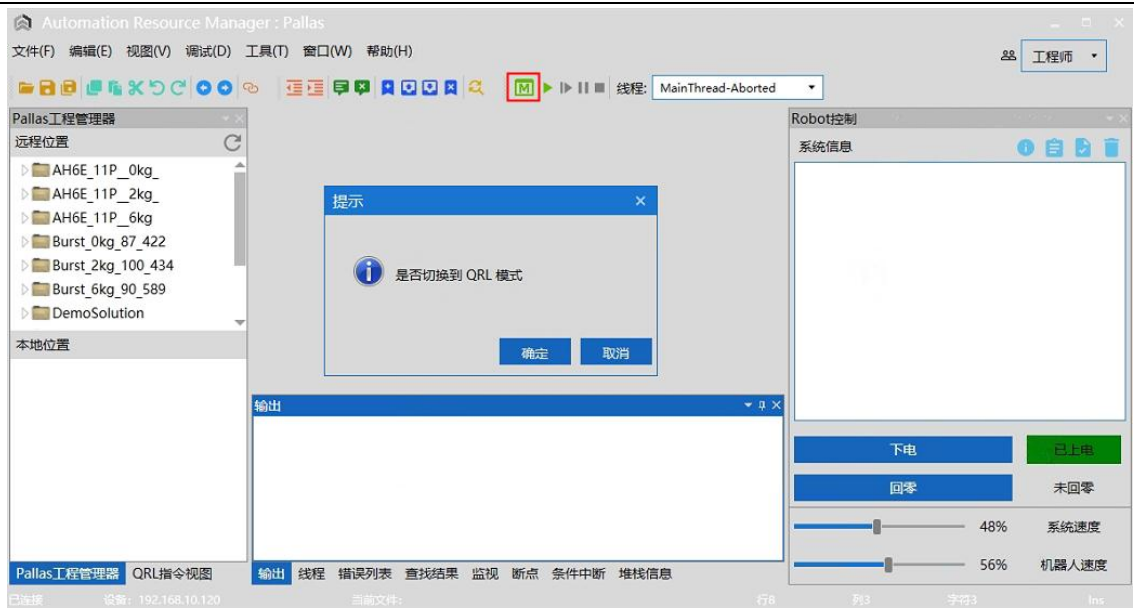


图 7-27 切换 QRL 语言模式

7.5.2 建立 QRL 语言工程文件

使用 QRL 语言程序，需要建立程序文件，在 ARM 调试界面的左边新建解决方案，选择<Pallas 工程管理器>中的<远程位置>。

步骤1 在<远程位置>下空白处点击右键，点击<新建解决方案>，如图 7-28 所示。

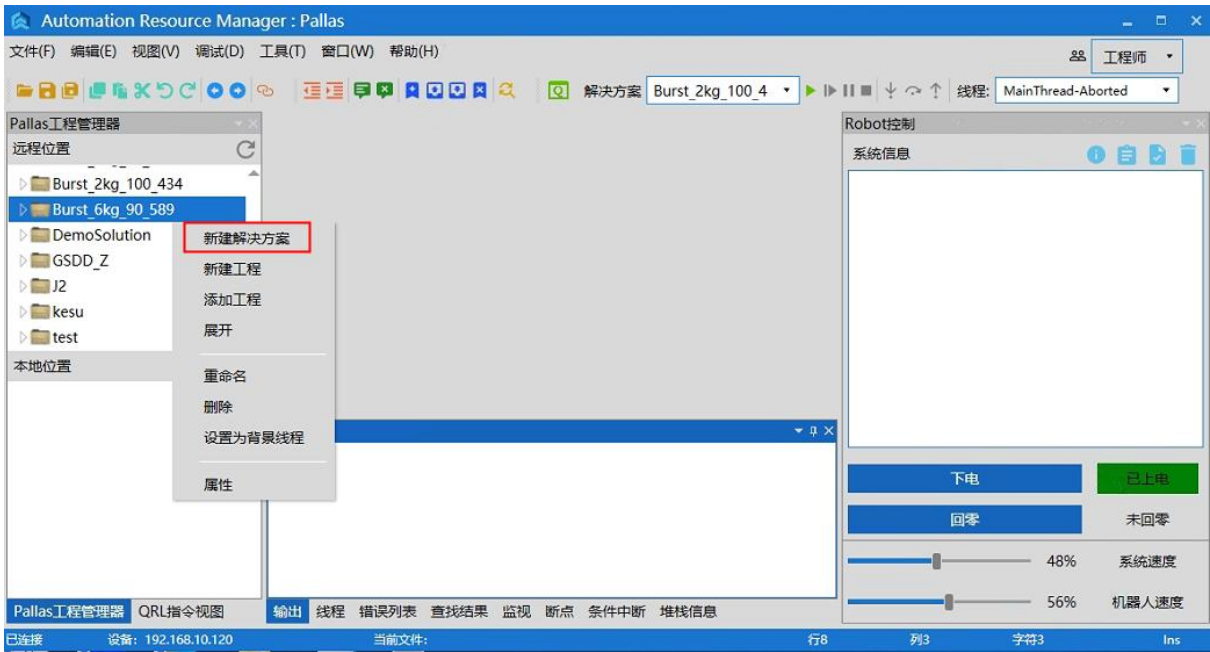


图 7-28 新建解决方案

步骤2 弹出新建解决方案界面，输入程序名称，如“test”，点击新建。

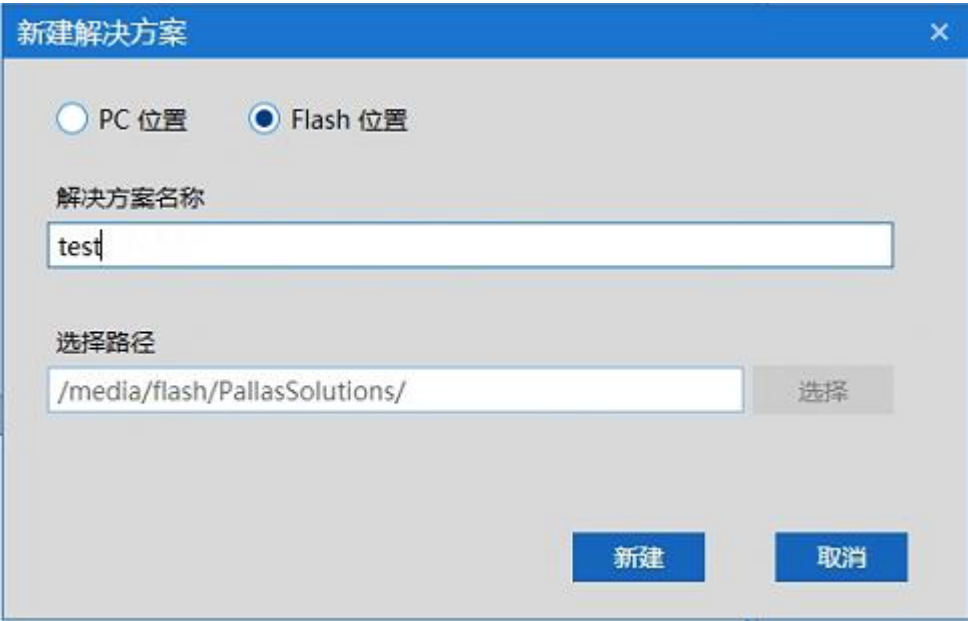


图 7-29 输入解决方案名称

步骤3 新建完成之后，在<远程位置>下方会出现对应的解决方案文件。展开“test”文件，再展开“projack”工程文件，里面包含“main.q1”和“data.q1v”两个程序文件，如图 7-30 所示。

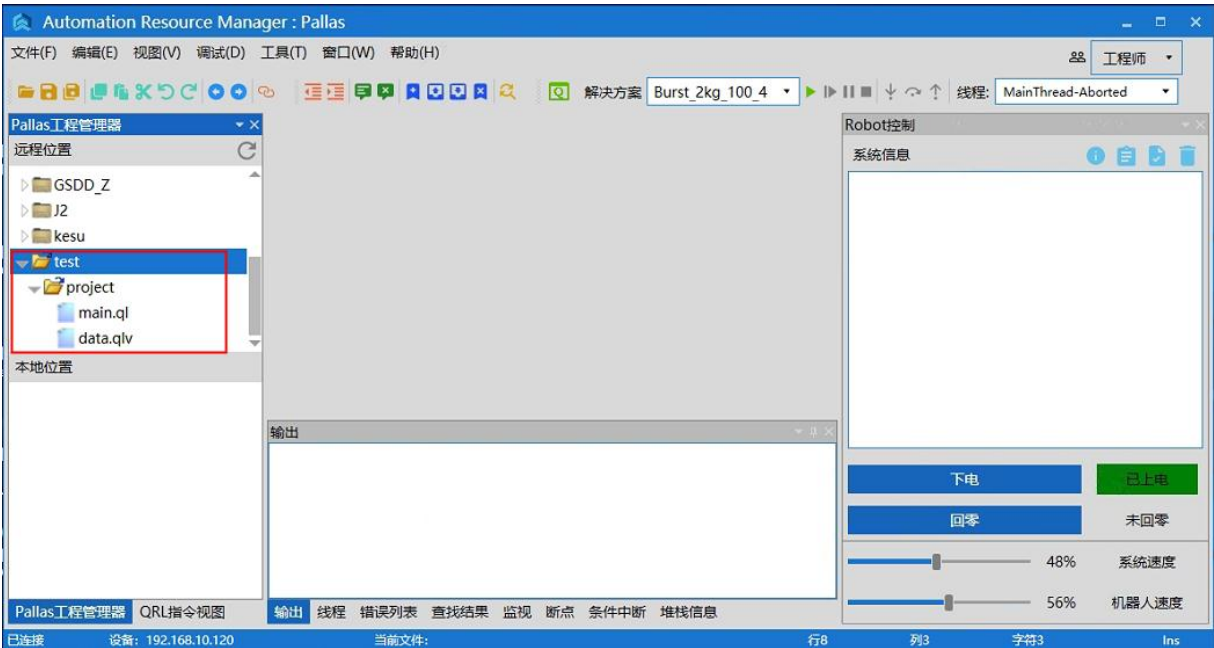


图 7-30 新建解决方案文件界面

7.5.3 “main.q1” 文件介绍

“main.q1”为程序的主文件，程序中编写的机器人运动、逻辑运算、条件控制、循环语句控制、线程控制等均可写在此文件中，双击打开“main.q1”文件后，在 ARM 调试界面中间会出现相应的程序内容，如图 7-31 所示。图中程序内容为新建解决方案中默认程

序。

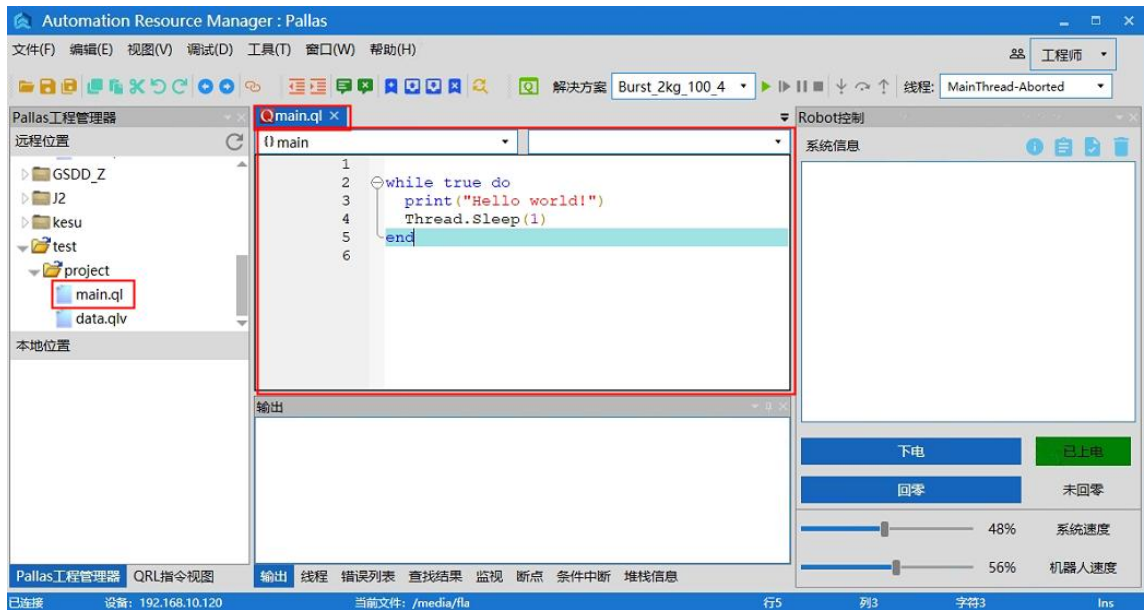


图 7-31 “main.q” 文件打开界面

运行“test”解决方案；在 ARM 上方的解决方案中选择“test”
解决方案 test，然后点击按钮  运行，此时程序运行后会在下方的输出中循环输出“Hello world!”，如图 7-32 所示。

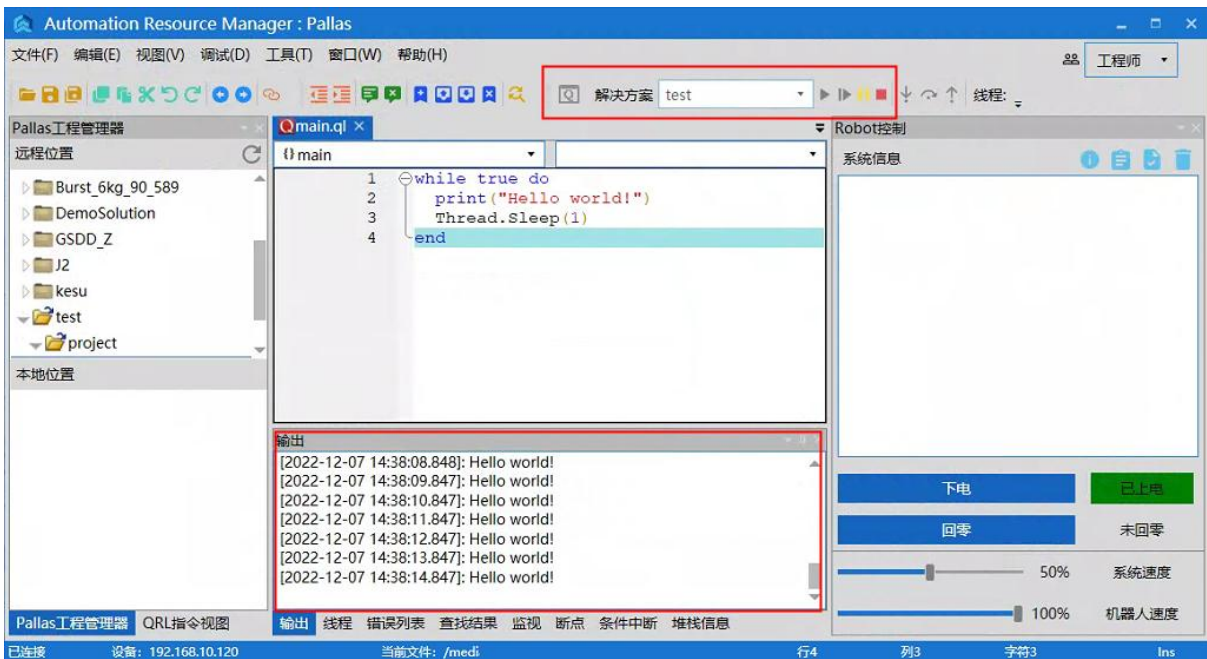


图 7-32 运行解决方案



说明

QRL 程序内容编程详细内容请参考《QKM 机器人（QRL 语言）编程手册》。

7.5.4 “data.qlv” 文件介绍

“data.qlv”文件为机器人运动点位和运动参数设置文件；双击打开“data.qlv”文件，会弹出 data.qlv 界面，如图 7-33 所示。界面中包含有笛卡尔坐标、轴坐标、运动参数、笛卡尔数组、轴坐标数组、运动参数数组。为设置机器人运动点位信息和运动参数信息界面。

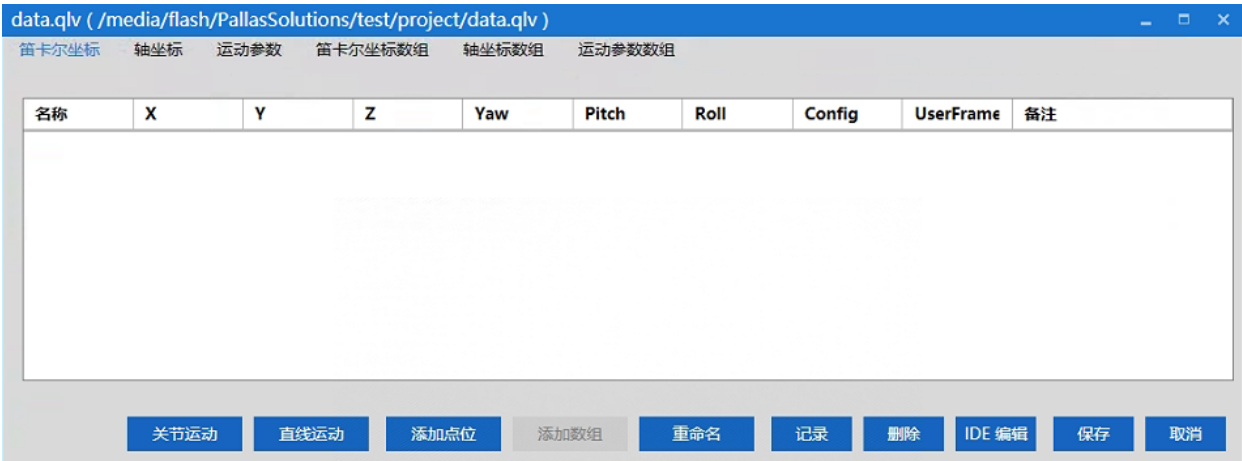


图 7-33 “data.qlv” 文件界面

按钮介绍	
关节运动	需要切换到  模式，控制机器人关节运动到选中的点位位置
直线运动	需要切换到  模式，控制机器人直线运动到选中的点位位置
添加点位	在当前界面中添加机器人当前位置的点位
添加运动参数	在运动参数界面中使用，添加运动参数
添加数组	只能在笛卡尔坐标数组/轴坐标数组/运动参数数组中使用, 添加数组类型的点位/运动参数
重命名	重新命名点位名称
记录	选中点位，记录当前机器人位置为该点位信息
删除	选择点位，删除该点位；或者选择数组，删除该数组
IDE 编辑	切换为文件编程，手动编写坐标点位或运动参数
保存	保存 data.qlv 中修改的信息
取消	取消修改信息，并关闭 data.qlv 界面

步骤1 添加笛卡尔点位；在笛卡尔坐标中点击“添加点位”，在界面中会出现当前机器人笛卡尔位置的点位信息，点位名称为默认名称，可以点击重命名修改，如图 7-34 所示。

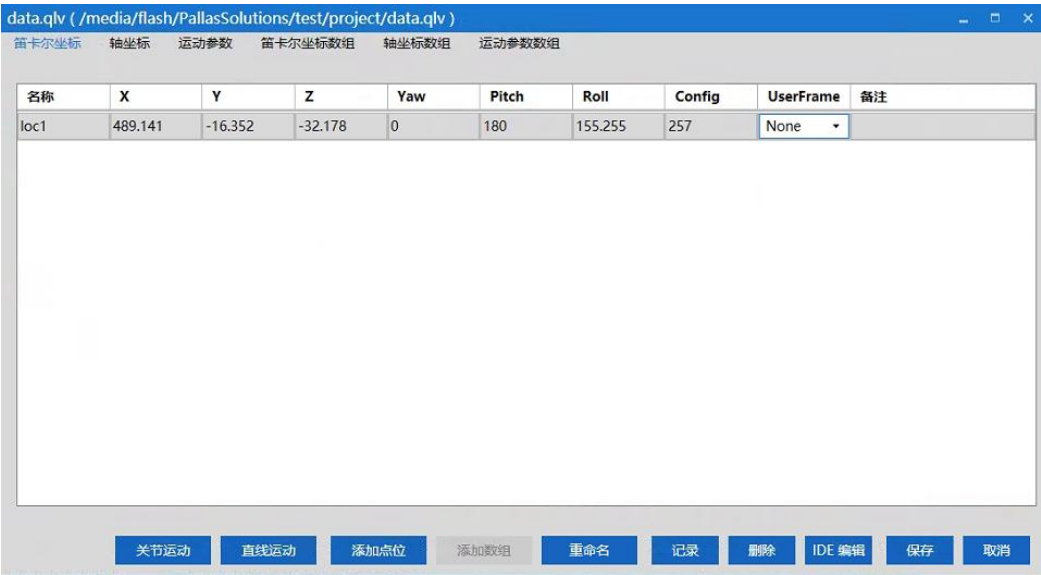


图 7-34 添加笛卡尔点位

步骤2 添加轴坐标点位；在轴坐标中点击“添加点位”，在界面中会出现当前机器人轴坐标位置的点位信息，点位名称为默认名称，可以点击重命名修改，如图 7-35 所示。

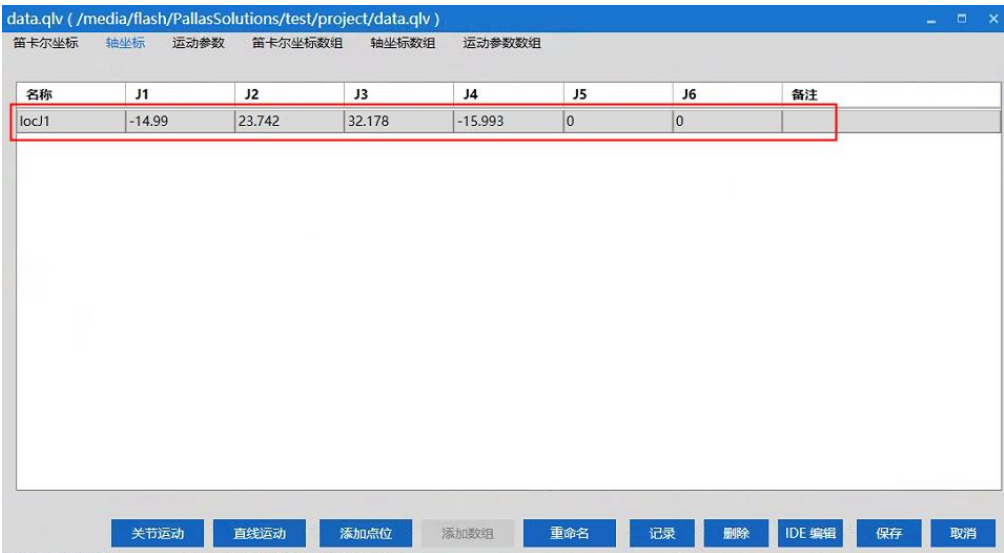


图 7-35 添加轴坐标点位

步骤3 添加运动参数；在运动参数中点击“添加运动参数”，在界面中会出现默认的运动参数信息，运动参数名称为默认名称，可以点击重命名修改；如图 7-36 所示。

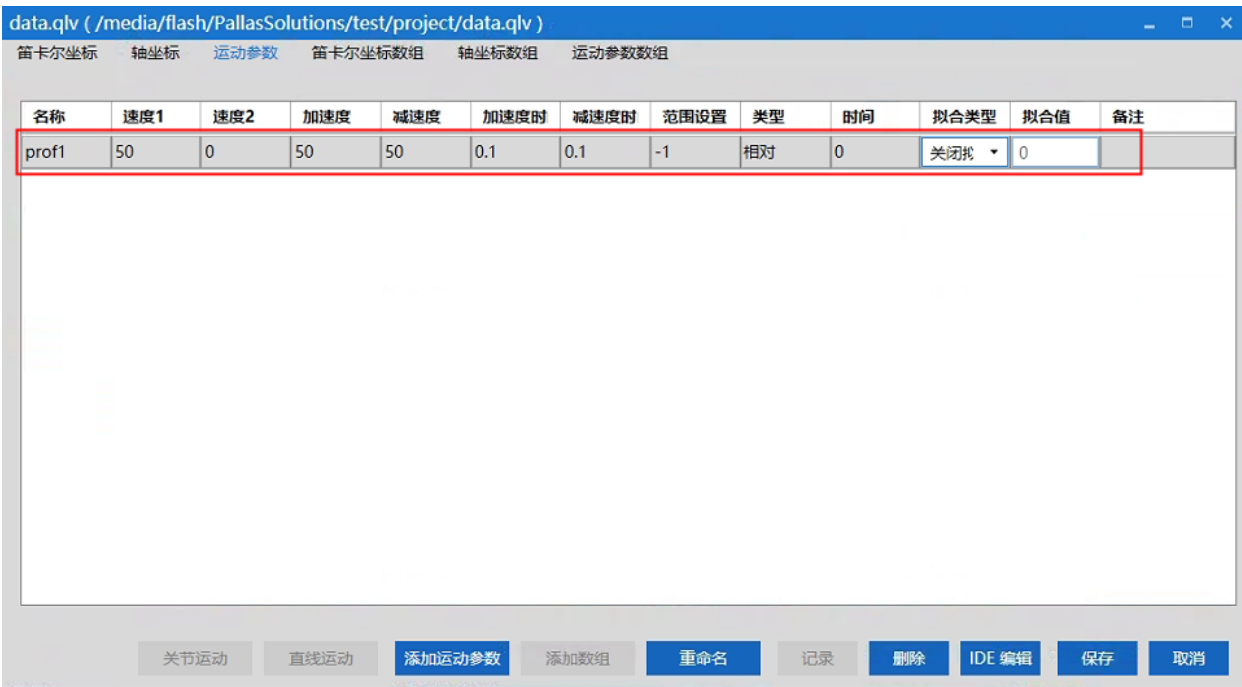


图 7-36 添加运动参数

步骤4 添加笛卡尔坐标数组；在笛卡尔坐标数组中点击“添加数组”，会弹出添加数组的界面，输入数组名称和数组长度，点击“确定”，如图 7-37 所示；



图 7-37 添加笛卡尔坐标数组

完成后会出现笛卡尔坐标数组点位信息，点位记录为机器人当前笛卡尔坐标，如图 7-38 所示；

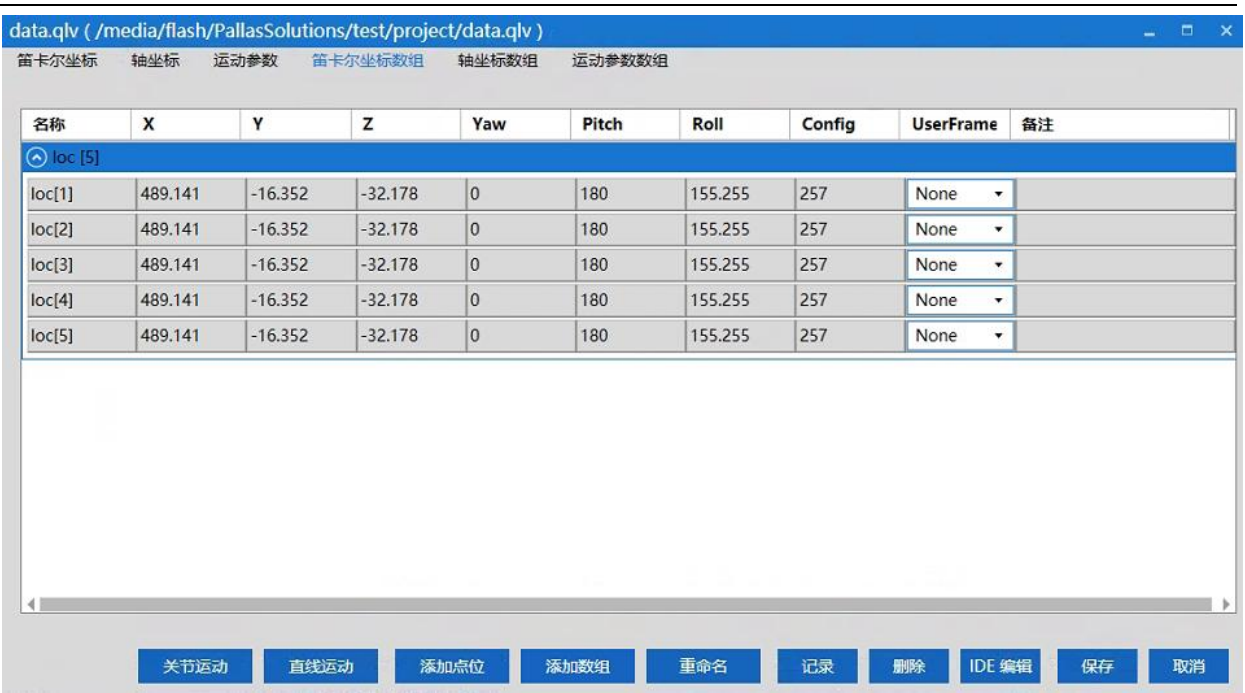


图 7-38 笛卡尔坐标数组点位信息界面

步骤5 添加轴坐标数组；在轴坐标数组中点击“添加数组”，会弹出添加数组的界面，输入数组名称和数组长度，点击“确定”，如图 7-39 所示；



图 7-39 添加轴坐标数组

完成后会出现轴坐标数组点位信息，点位记录为机器人当前轴坐标，如图 7-40 所示；



图 7-40 轴坐标数组点位信息界面

步骤6 添加运动参数数组；在运动参数数组中点击“添加数组”，会弹出添加数组的界面，输入数组名称和数组长度，点击“确定”，如图 7-41 所示；



图 7-41 添加运动参数数组

完成后会出现运动参数数组信息，运动参数信息为默认值，如图 7-42 所示；



图 7-42 运动参数数组信息界面

步骤7 点击“IDE 编辑”，之后会在 ARM 调试界面中出现 data.qlv 的文件程序内容；内容中显示的是在上述步骤中添加的点位和运动参数信息，如图 7-43 所示。

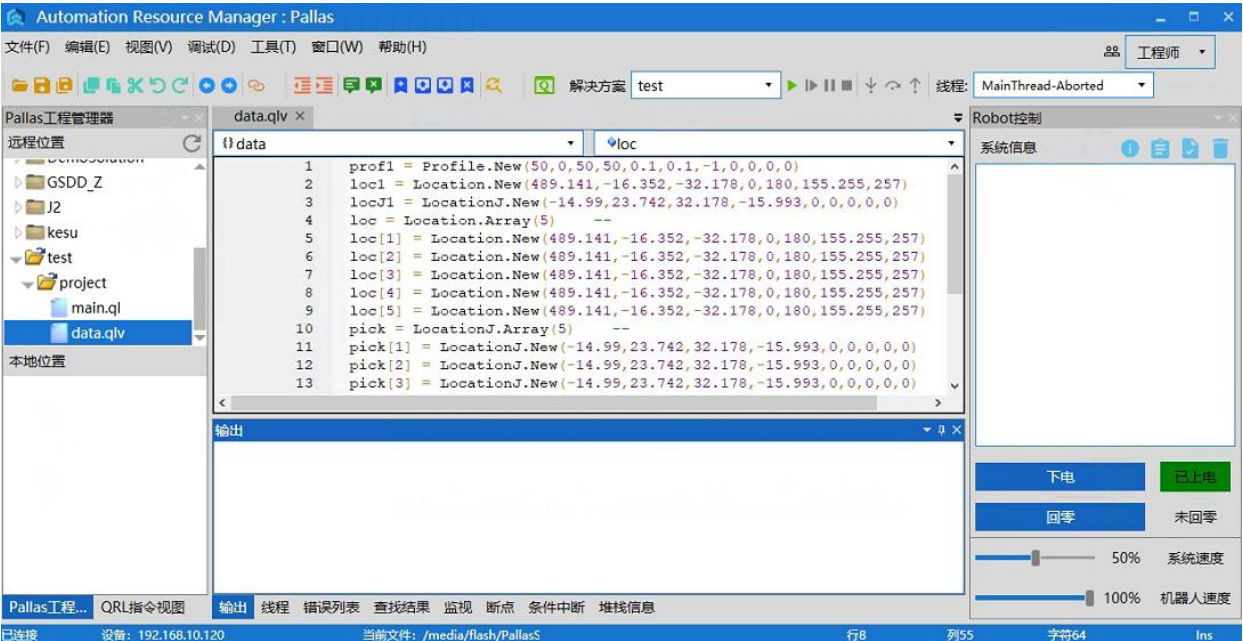


图 7-43 data.qlv 文件程序内容

7.5.5 程序保存下载到本地

步骤1 选择需要保存的解决方案文件夹，如“test”，点击“test”拖动到下发的<本地位置>，此时会弹出下载历史路径，如图 7-44 所示。

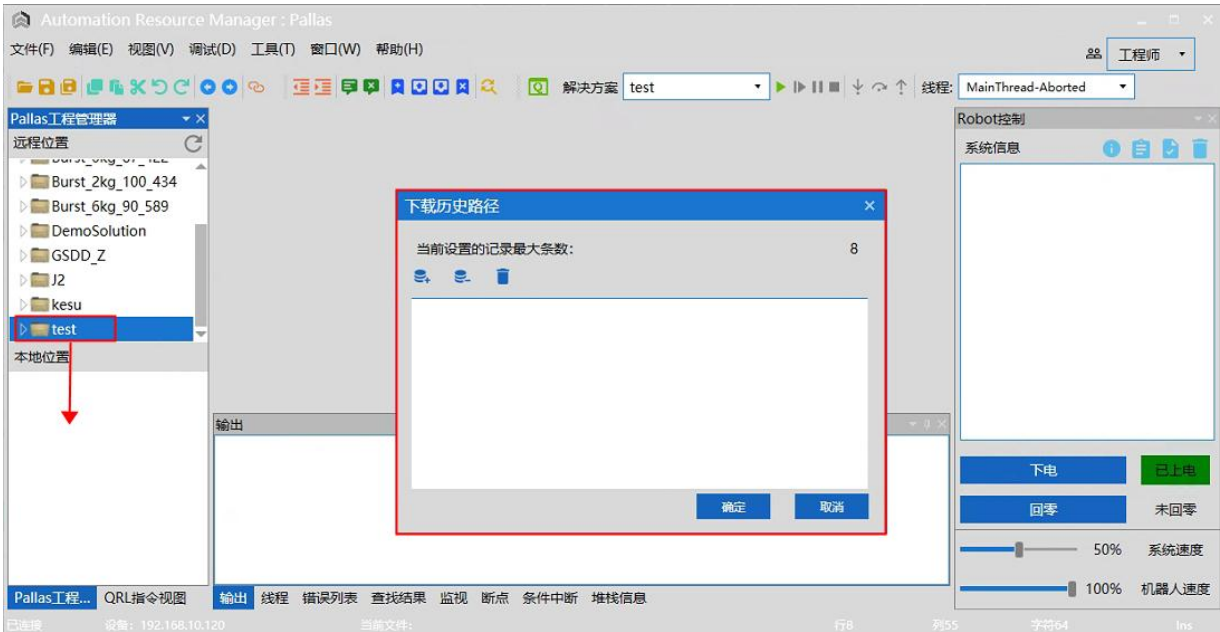


图 7-44 保存本地位置

步骤2 在下载历史路径中点击 ，选择文件需要保存的路径，点击“确定”。

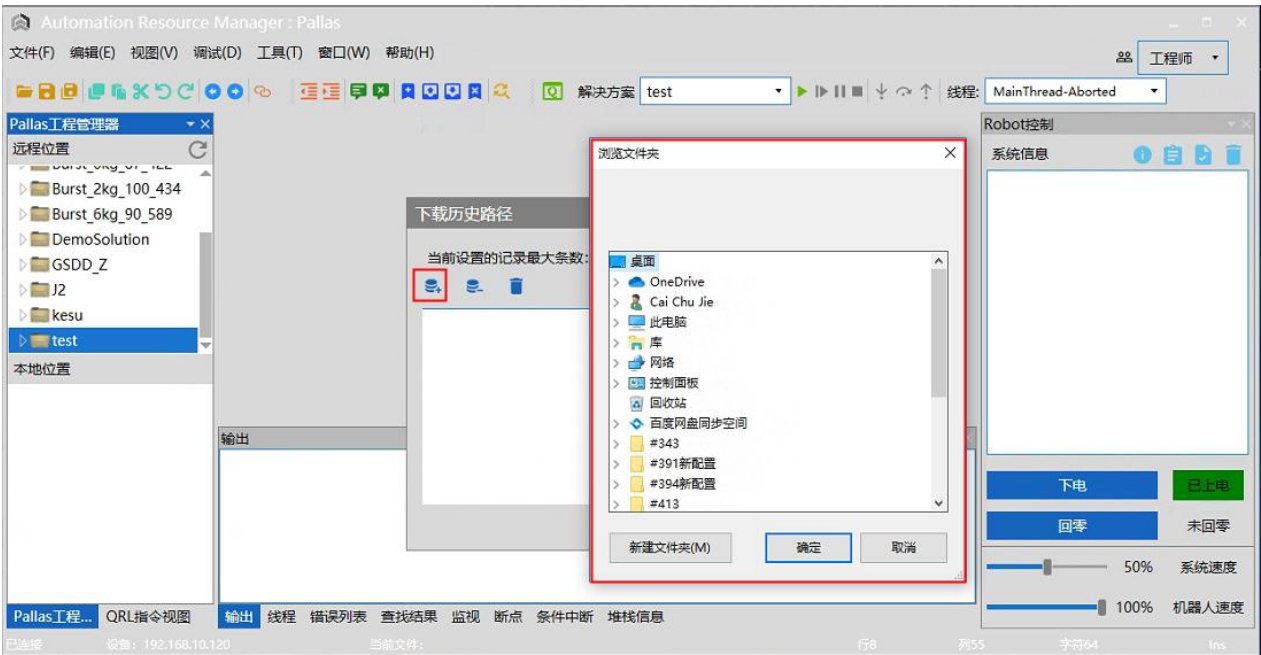


图 7-45 保存本地路径

步骤3 此时在下载历史路径中会出现一条路径，选中该路径，在点击下方“确定”。

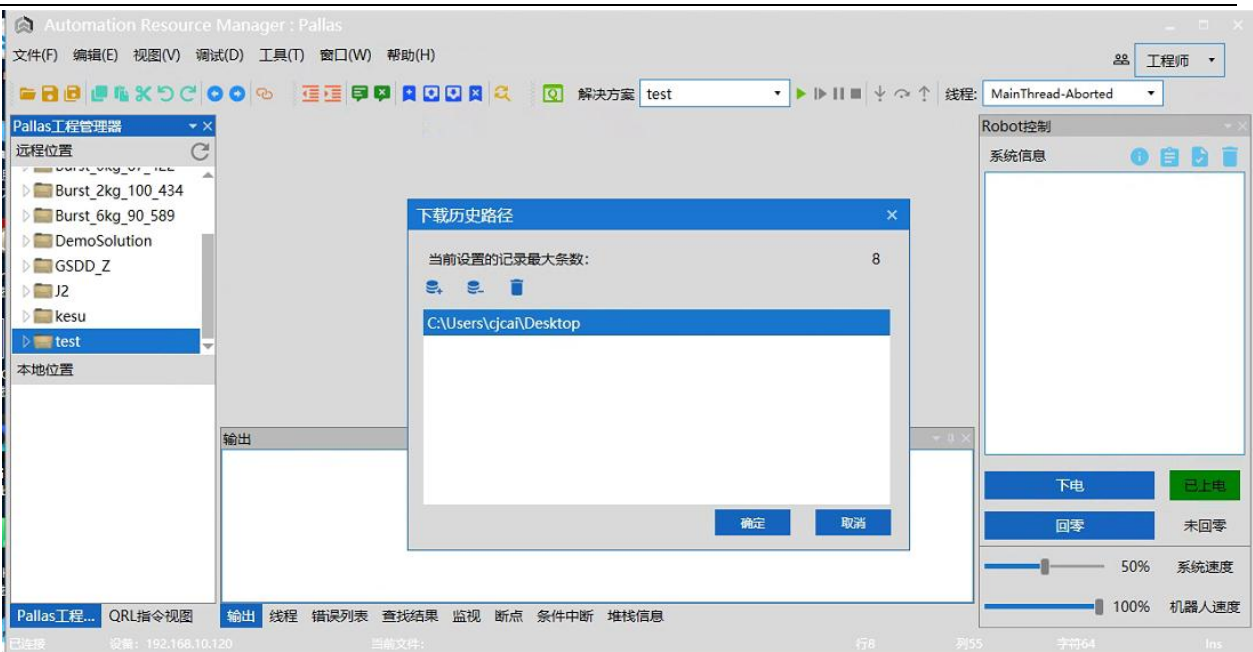


图 7-46 下载历史路径界面

步骤4 完成后在<本地位置>中会出现相应的文件，在保存路径中也会出现相应的程序文件，如图 7-47 所示。

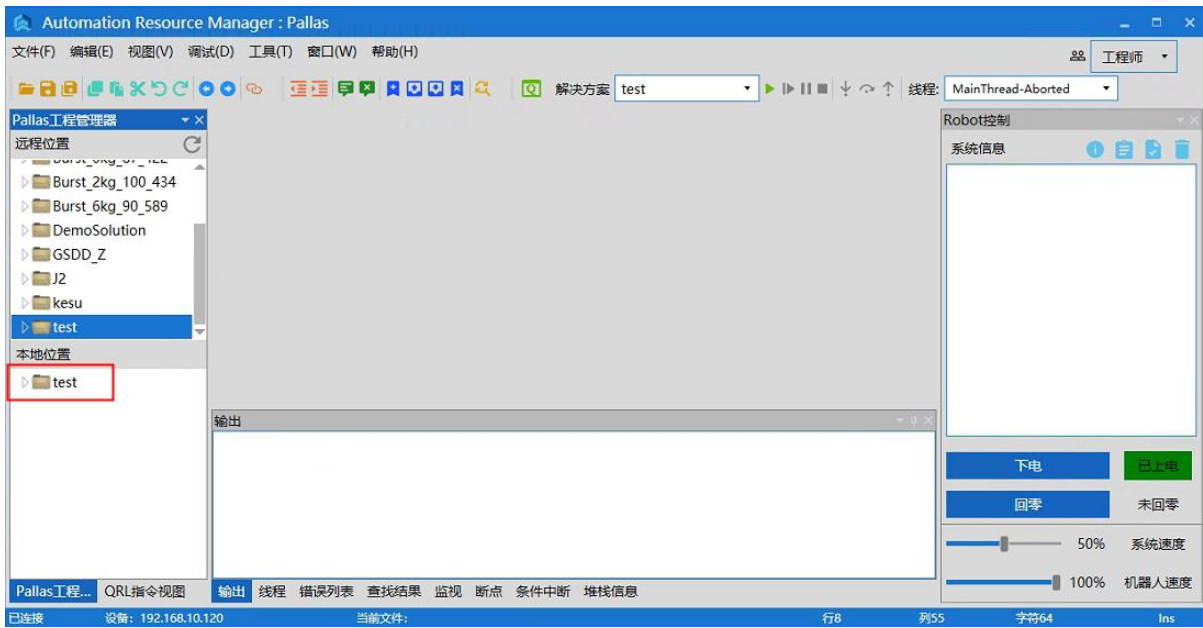


图 7-47 本地位置文件界面

7.6 手动点动操作示教

在 ARM 界面上，点击<工具>→<机器人控制>→<Jog 控制>，弹出点位示教界面，如图 7-49 所示。



说明

打开点动操作时，系统自动切换为手动模式。

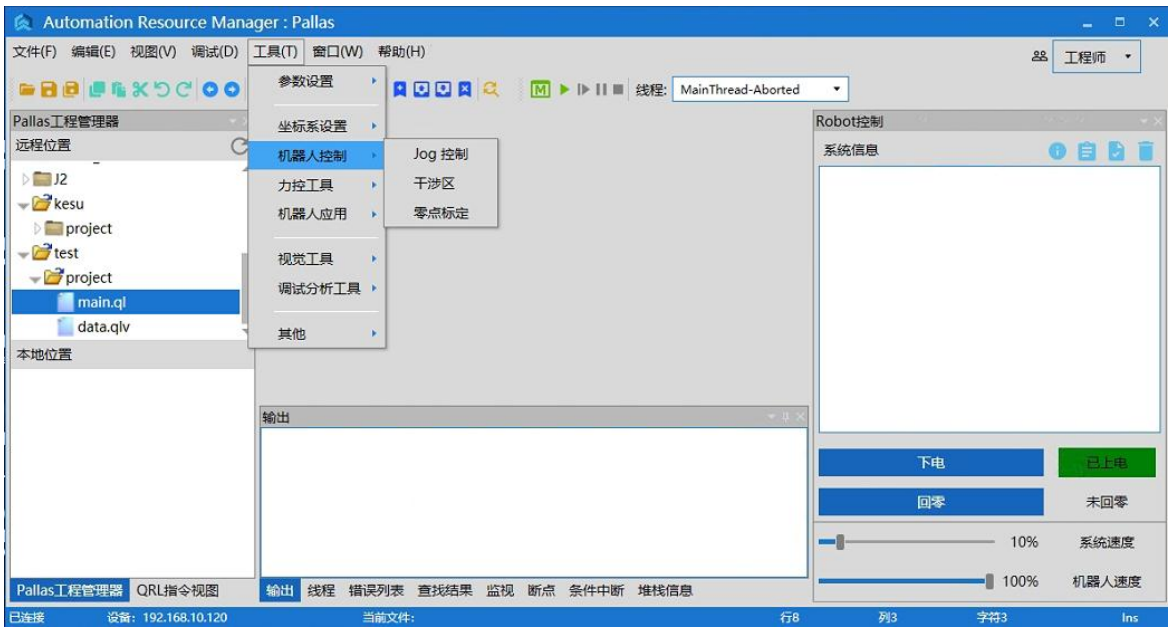


图 7-48 点位示教

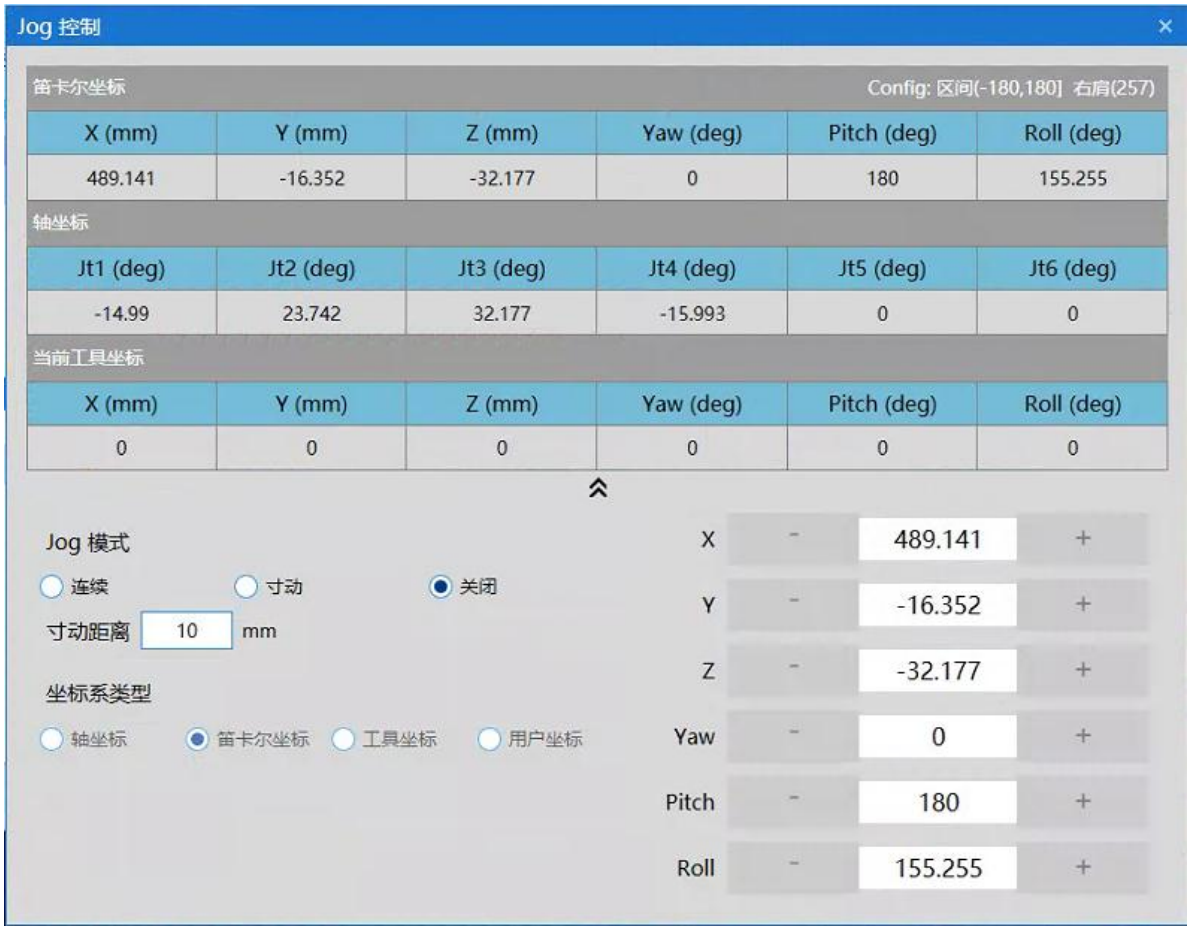
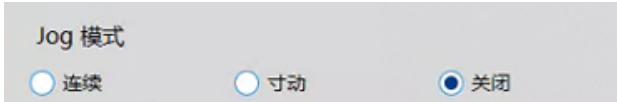
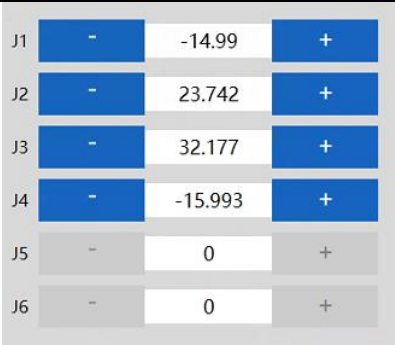
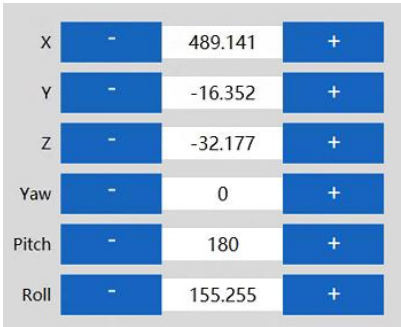
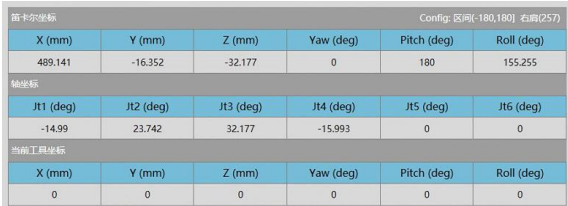


图 7-49 示教页面

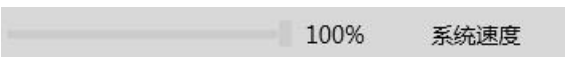
表 7-2 点动示教页面工具介绍

功能	图示	说明
坐标系类型		有【轴坐标】、【笛卡尔坐标系】、【工具坐标】和【用户坐标】四个模式可选择
Jog 模式		该模式下选择【连续】、【寸动】和【关闭】
寸动距离		手动输入寸动模式下每次寸动的距离数值
机器人坐标	 [轴坐标系]模式下坐标 或  [笛卡尔/工具/用户坐标]模式下坐标	不同坐标系类型下当前机器人末端的坐标值，包含 X, Y, Z, Yaw, Pitch, Roll；或者 J1, J2, J3, J4, J5, J6；其中“+”和“-”亮起表示可以点动
点动坐标值		若需要单独控制机器人的运动，可以点击界面左下方选择需要运动的方向，再点击右下方 <+>, <-> 控制机器人在该方向上的运动。

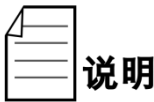
7.7 伺服上电

通过 ARM 编程环境控制机器人运动时，要先对机器人上伺服。现介绍伺服上电界面工具。

表 7-3 伺服上电页面工具介绍

机器人上电		点击<上电>控制机器人上电
机器人回零		点击<回零>控制机器人回零
系统速度		用户通过百分比调节整个系统的运行速度。
机器人速度		用户通过百分比调节机器人的运行速度。

机器人上电有两种方式：



说明

机器人第一次通电或者断电重启之后，ARM 调试页面会出现一个<未回零>按钮，因此在伺服上电后，机器人需增加回零步骤。

方式一（点动示教）：

点击 ARM 调试界面右下方的<回零>按钮使机器人回零。

方式二（发送宏指令）：

操作前提：控制权限在 0/1（System.LogIn 设定权限）。

在宏语言调试器指令编辑区输入 Robot.Home [robotIndex] 发送上电指令给机器人。（其中 robotIndex 是在线的机器人索引号）

例如：Robot.Home 1 --当前第一个节点的机器人上电

方式一（点动示教）：

点击 ARM 调试界面右下方的<上电>按钮上伺服，如图 7-50 所示。

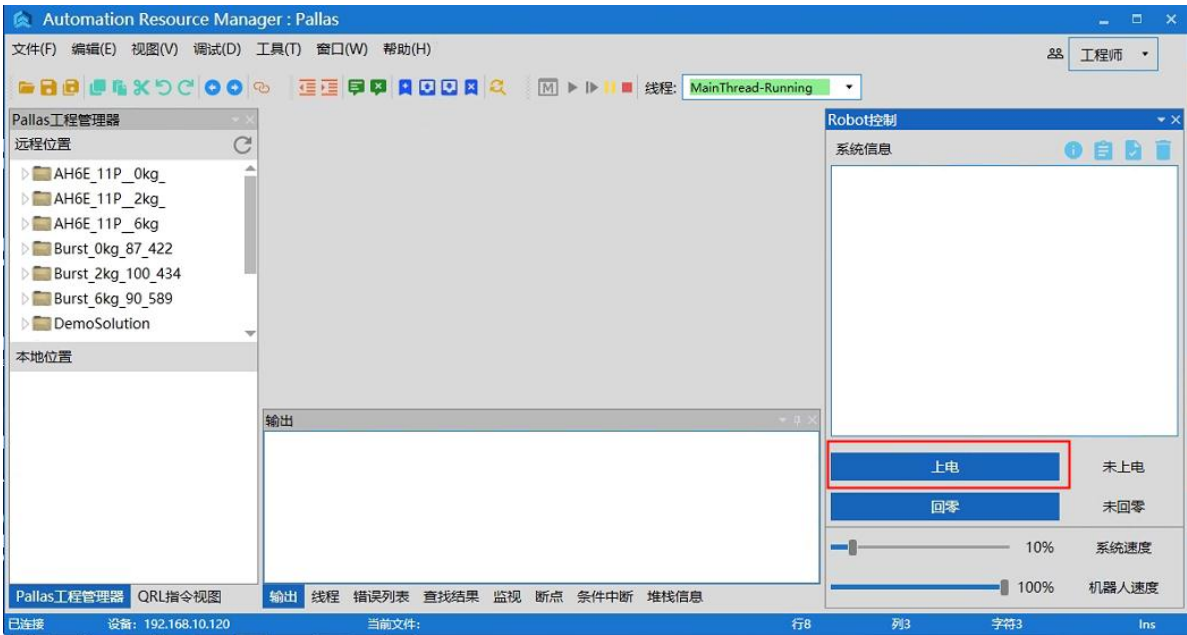


图 7-50 上电按钮界面

方式二（发送宏指令）：

操作前提：①手动模式和自动模式 ②控制权限在 0/1（System.LogIn 设定权限）。

在宏语言调试器指令编辑区输入 Robot. PowerEnable [robotIndex],1 发送上电指令给机器人。（其中 robotIndex 是在线的机器人索引号）

例如：Robot. PowerEnable 1,1 --当前第一个节点的机器人上电

7.8 速度调节控制

速度分为三种：

- 系统速度；
- 机器人速度；
- 机器人运动参数中的速度。

7.8.1 系统速度调节

由一台或多台机器人在同一控制器的控制下，相互配合完成某一个或者多个动作，包含参与该运动的所有器件，构成一个完整的机器人操作系统。该系统具有一定的运行速度，叫做系统速度。调整系统速度有两种方式：

方式一（点动示教）：

点击 ARM 调试界面右下方的<系统速度>调节滑块，滑动调整机器人运动速度。如图 7-51 所示。

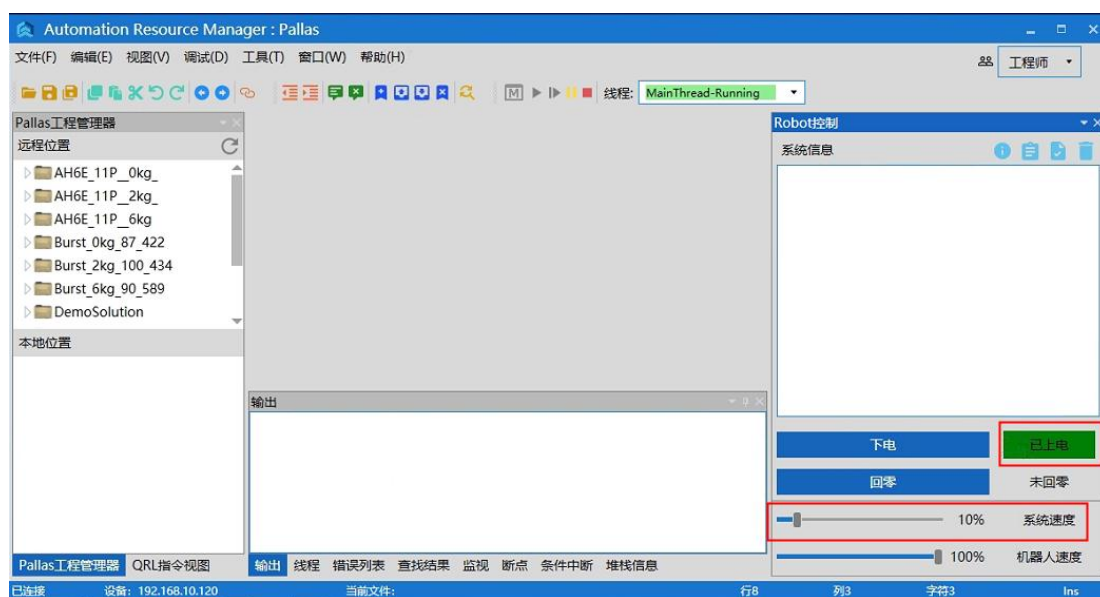


图 7-51 系统速度调节

方式二（发送宏指令）：

在宏语言界面的指令编辑区输入位置输入 `System.Speed [ value ]` 发送指令给机器人。（其中 `value` 是机器人系统速度值，类型是 `double`）

例如：`System.Speed 50` ——节点中所有机器人的速度设置为 50

7.8.2 机器人速度调节

调整单台机器人的一个完整的运动轨迹速度有两种方式：

方式一（点动示教）：

点击 ARM 调试界面右下方的<机器人速度>调节滑块，滑动调整机器人运动速度，如图 7-52 所示。

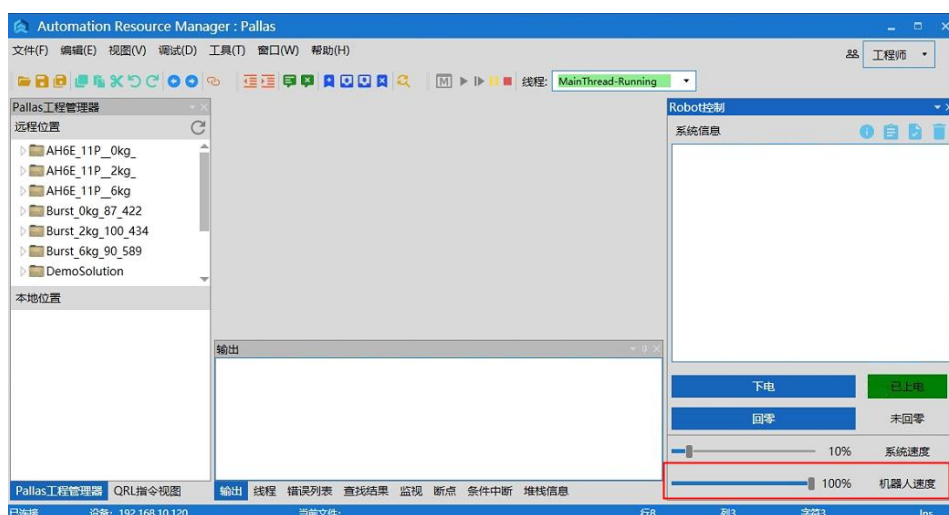


图 7-52 速度调节

方式二（发送宏指令）：

操作前提：（1）机器人处于停止状态；（2）控制权限在 0/1 (`System.LogIn` 设定权限)

在宏语言界面的指令编辑区输入 `Robot.Speed [robotIndex], [value]` 或者 `Robot.Speed [robotIndex]`。（其中 `robotIndex` 是机器人索引号，类型是 `Integer`；`value` 是机器人系统速度值，全局变量，值范围为 0-100，类型是 `double`。）

例如 1：`Robot.Speed 1, 10` ——设置第一个机器人的速度为 10

例如 2：`Robot.Speed 1` ——返回 [0 10] 注释：设置第一个机器人的速度值为 10



注意

1、机器人各零部件的寿命只有在机器人运行速度不超过额定速度和额定负载的条件下才能得以保证，长时间的超出额定负载或额定速度的条件下使用机器人会导致减速机等各零部件加速磨损，并导致使用寿命降低。

2、机器人配置文件中的基准关节速度是按照电机额定转速（3000 rpm）来计算的，在实际的运动中使用关节运动的时候，Profile 参数中的 Speed、System Speed、Robot Speed 三者相乘等于 100%，那机器人关节运动的最快速度就是 3000 rpm。示例如下：

(1) profile speed = 100% , system speed = 100%, robot speed = 100%, 那 $100\% \times 100\% \times 100\% = 100\%$ ；此时机器人关节运动的最快速度就是 3000 rpm。

(2) profile speed = 200%, system speed = 50% , robot speed = 100%, 那 $200\% \times 50\% \times 100\% = 100\%$ ；此时机器人关节运动的最快速度就是 3000 rpm。

7.8.3 运动过程中的速度调节

调整机器人运动轨迹过程中的某点速度方式(发送宏指令)：

步骤1 在宏语言界面的指令编辑区输入 Profile

[profileName]=[Speed, Speed2, Accel, Decel, AccelRamp, DecelRamp, InRange, Type, Time, BlendType, BlendValue]，创建一个新的机器人速度名称，并对其参数赋值。



注意

profileName 是运动参数对象名，Speed/Speed2/Accel/Decel/AccelRamp/DecelRamp/InRange/Type/Time/BlendType/BlendValue 分别代表速度信息，具体参数介绍请详见《QKM 机器人指令手册》。（如果其中某个参数无赋值，用“0”表示，也可用空格表示）

例如：Profile prof2=80, 0, 80, 80, 0.1, 0.1 --创建名称为 prof2 的对象, 并且对参数赋值。

Profile prof3=80, , 80, 80, 0.1, 0.1 --创建名称为 prof3 的对象, 并且对参数赋值。

操作前提：控制权限在 0/1 (System.LogIn 设定权限)

步骤2 输入 Profile.Set [robotIndex],[ProfileName] 发送指令给机器人。
(其中 robotIndex 是机器人的索引, 类型是 Integer; ProfileName 是速度变量名称, 类型是 Profile)

例如: Profile.Set 1,prof2 —前面已经先执行对 prof2 赋值的指令, 然后设置这一步: 机器人 1 运动过程中使用的 Profile 为 prof2

7.9 急停和恢复

7.9.1 急停操作

在手动操作过程中, 由于操纵者不熟练引起的碰撞或者其他突发状况的发生时, 需要启动急停。具体操作是: 拍下急停按钮。

7.9.2 恢复操作

紧急停止后, 需要进行一些人工操作推动机器人到安全位置, 再松开急停按钮, 才能使机器人安全恢复到正常的工作状态。

具体的人工操作根据不同的情景进行调整。机器人停止的位置可能会处于空旷区域, 也有可能被堵在障碍物中间, 具体处理方法如表 7-4 所示, 确保机器人到安全位置, 再松开急停按钮, 完成急停后的恢复操作。

表 7-5 处理方法

机器人位姿	处理方法
处于空旷区域	手动操作机器人移动到安全的位置。
被堵在障碍物之间但障碍物容易移动的情况下	直接移动周围的障碍物, 再手动操作机器人运动至安全位置。
周围障碍物不容易移动, 也很难通过手动操作机器人达到安全位置	可以选择松开抱闸按钮, 手动操作机器人运动到安全的位置。

7.10 机器人关机

当机器人需要停止工作或者机器人需要维修时, 需要对机器人进行关机操作; 关闭机器人有两种方式:

方式一 (点动 ARM 界面):

步骤1 停止机器人运行的程序。

步骤2 点击 ARM 调试界面右下方的<下电>按钮，如图 7-53 所示。

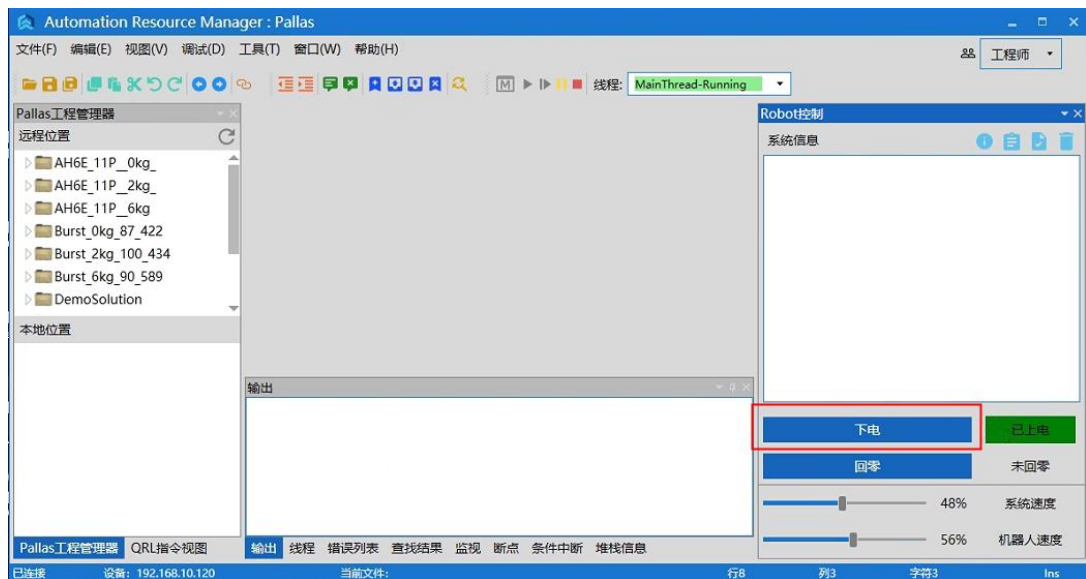


图 7-53 上电状态下的示教页面

步骤3 拔掉机器人电源线插头（如若机器人上有电源开关，则先关闭电源开关，再拔电源线插头）。

方式二（发送宏指令）：

操作前提：①手动模式和自动模式 ②控制权限在 0/1（System.LogIn 设定权限）

步骤1 停止机器人运行程序。

步骤2 在宏语言调试器指令编辑区输入 Robot.PowerEnable [robotIndex], 0。

（其中 robotIndex 是在线的机器人索引号。）

例如：Robot.PowerEnable 1, 0 --当前第一个节点的机器人下电

步骤3 拔掉机器人电源线插头（如若机器人上有电源开关，则先关闭电源开关，再拔电源线插头）。

方式三（拍急停按钮）：

步骤1 停止机器人运行程序。

步骤2 拍下紧急急停按钮，机器人下电。

步骤3 拔掉机器人电源线插头（如若机器人上有电源开关，则先关闭电源开关，再拔电源线插头）。

第8章 规格参数

8. 1 机器人参数

AP8X 机器人主要规格参数如表 8-1。

表 8-1 AP8X 机器人规格参数

项目	详细参数			
型号	AP8X-1130-1653	AP8X-1130-1654	AP8X-1600-1653	AP8X-1600-1654
轴数	3	4	3	4
负载	最大：8kg			
重复定位精度	±0.1 mm			
旋转轴重复定位精度	/	±0.4°	/	±0.4°
工作空间（直径）	1130 mm		1600 mm	
标准节拍周期	0.25s	0.27s	0.26s	0.3s
重量（本体）	132 kg	137 kg	133 kg	138 kg
重量（含包装）	190 kg	195 kg	191 kg	196 kg
额定转动惯量	/	0.1 kg·m ²	/	0.1 kg·m ²
最大转动惯量	/	0.15 kg·m ²	/	0.15 kg·m ²
旋转轴转角范围	/	±360°	/	±360°
硬限位角度	-43.3° 到 +104.27°		-44.44° 到 +103.13°	
软限位角度	-40° 到 +101°		-41° 到 +102°	
额定电压	230 V a. c. 50/60 Hz			

项目	详细参数
额定/最大功率	1.8 kW / 3 kW
电机抱闸电压	24 V d. c.
编码器类型	17 位绝对式
通讯接口	Ethernet, RS-232, RS-485
I/O 接口	模式一：通用 DI 20 个，高速 DI 6 个，模拟 AI 2 个，通用 DO 18 个。 模式二：通用 DI 12 个，高速 DI 6 个，模拟 AI 2 个，通用 DO 10 个，系统 DI 8 个
工作环境	工作温度：0 °C~45 °C；相对湿度≤95%（不凝结）；防护等级：IP65
保存温度	-10 °C~ 85 °C



注意

- 上表标准节拍周期为机器人在负载 3 kg 时往返 $a*b*c$ 为 25 mm*305 mm*25 mm 轨迹测得，如图 8-1 所示。
- 以上参数均在室温 25° C 的情况下测得。

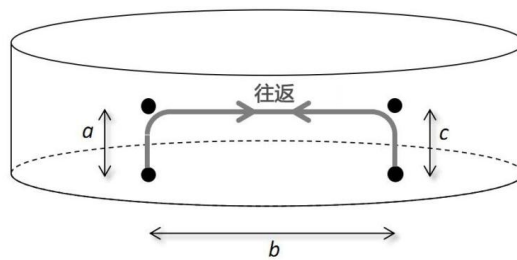


图 8-1 标准节拍周期测量轨迹

8.2 使用环境参数

请将机器人系统设置在符合下述条件的环境中，以便发挥/维持本机的性能并安全地进行使用。

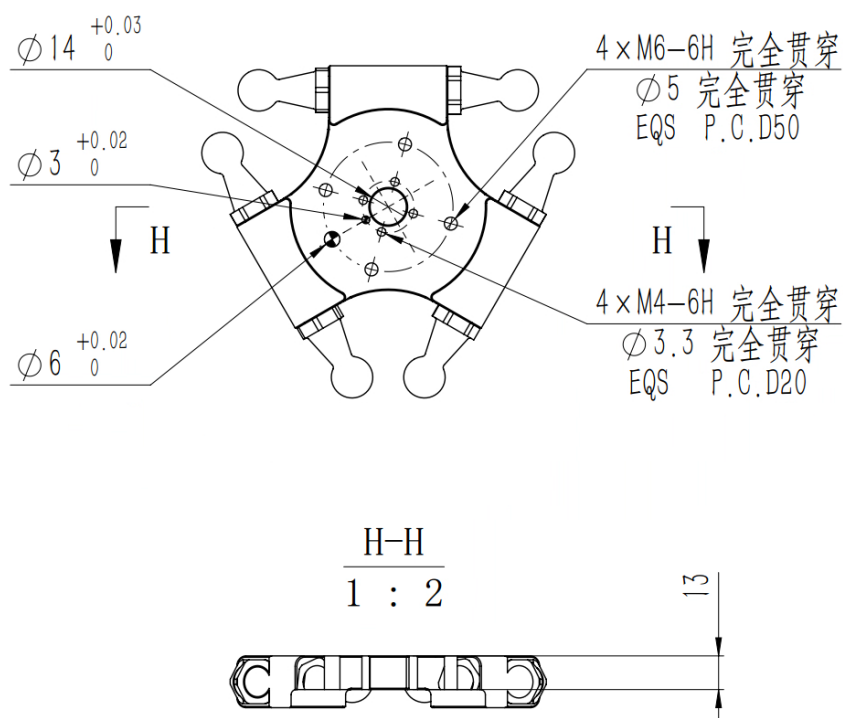
项目	技术参数
环境温度	0~40 ℃
相对湿度	≤80%，无冷凝
电快速瞬变脉冲群抗扰度	1kV 或以下（信号线）
静电抗扰度	4kV 或以下
周围环境	安置在室内 避免阳光直射 远离灰尘、油烟、盐分、铁屑或其他污染物 远离易燃、腐蚀性液体与气体 不得与水接触 远离电气干扰源 远离爆炸危险区域 避免大量辐射
振动	不会受到强烈冲击、振动的影响。

机器人不适合在环境恶劣的情况下工作。如果在不符合上述条件的场所使用，请垂询本公司。

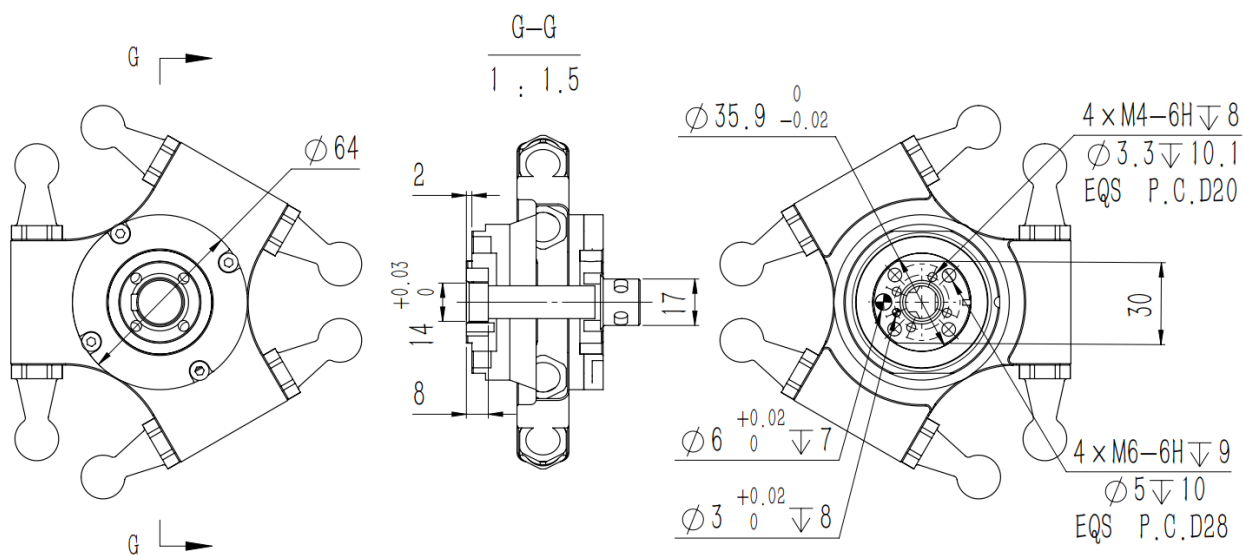


- 在温度与湿度变化较大的环境中使用，机械手内部可能会结雾。
- 不能在酸或碱等腐蚀环境中使用。
- 产品受到辐射时（如微波、紫外线、激光、X 射线），应采取适当的防护措施，以避免机器人误动作及加速元器件的老化

附录 A 动平台安装端面尺寸

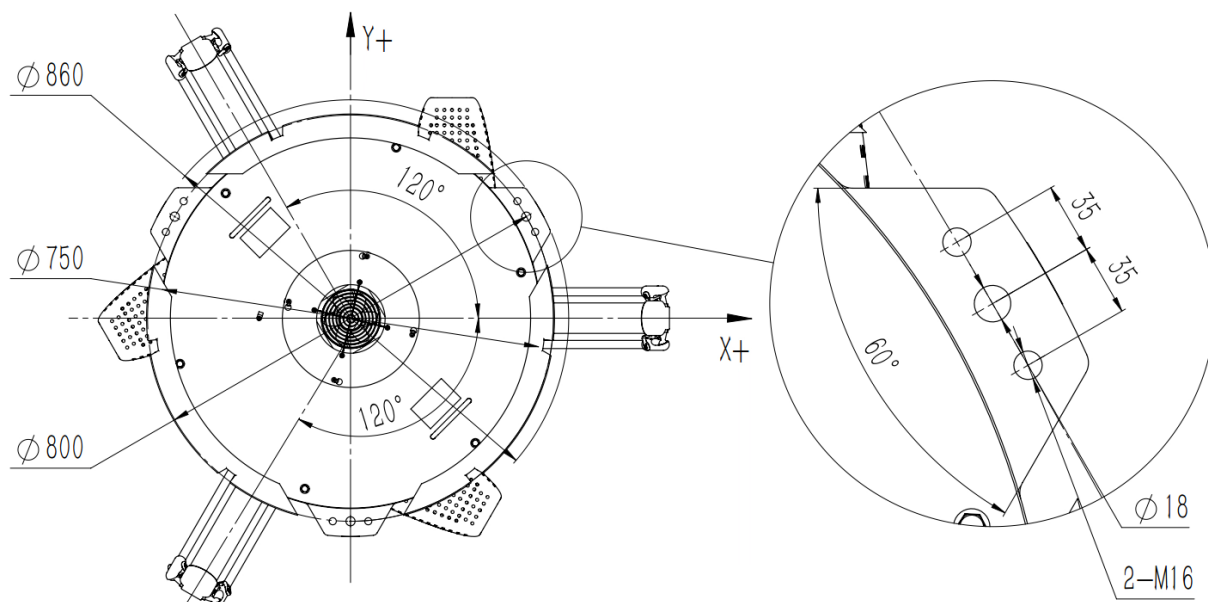


(a) 三轴动平台输出轴端法兰尺寸



(b) 四轴动平台输出轴端法兰

附录 B 机器人基座尺寸



(c) 基座俯视图与局部视图尺寸



为全球制造企业提供卓越的机器人产品和服务

东莞市李群自动化技术有限公司（总部）
广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区新竹路4号总部一号17栋A座
电话: +86 0769-27231381
传真: +86 0769-27231381-8053
邮编: 523808
邮箱: service@qkmtech.com
网址: www.qkmtech.com



扫描微信二维码
关注李群自动化