



视觉系统教程

v1.7.4

目录

1. 视觉系统介绍	1
2. 入门教程：3D视觉引导机器人抓取（主控）	6
2.1. 视觉系统硬件搭建	7
2.2. 机器人通信配置	16
2.3. 手眼标定（主控）	27
2.4. 工件识别	41
2.5. 实现首次抓取	58
3. 入门教程：视觉引导机器人拆垛（主控）	74
3.1. 视觉系统硬件搭建	75
3.2. 机器人通信配置	84
3.3. 手眼标定（主控）	95
3.4. 纸箱识别	109
3.5. 抓取和放置	115

1. 视觉系统介绍

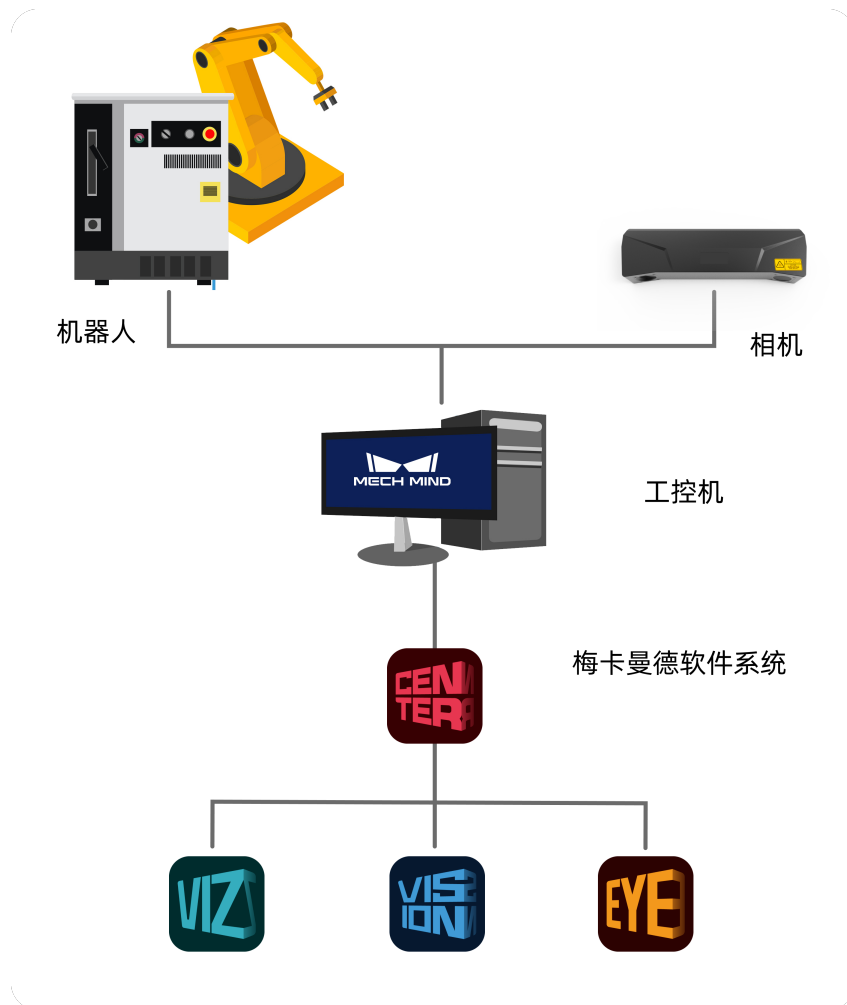
什么是梅卡曼德视觉系统?

梅卡曼德视觉系统是梅卡曼德为汽车、物流、商超、重工等领域提供的一整套3D视觉解决方案，广泛应用于工件上料、拆码垛、定位装配、货品拣选和质量检测等场景。

梅卡曼德视觉系统通常与工业机器人和协作机器人配合使用。

视觉系统组成

梅卡曼德视觉系统通常由相机、梅卡曼德软件系统、工控机和机器人组成，如下图所示。



相机

指梅卡曼德研制的Mech-Eye工业级3D相机，用于采集物体的图像与位置信息。

梅卡曼德软件系统

梅卡曼德软件系统基于相机采集的图像和位置信息进行视觉处理，输出物体的位置与姿态以及规划的机器人的运动路径，以引导机器人完成智能化任务，如抓取、拆码垛、涂胶、分拣等。

工控机

指为梅卡曼德软件系统提供运行环境的计算机设备。

机器人

机器人是一种经过编程的、具有一定自主性的机械装置，可以执行移动、操作或定位等任务。在梅卡曼德视觉系统中，它们按照视觉系统输出的结果执行智能化任务。



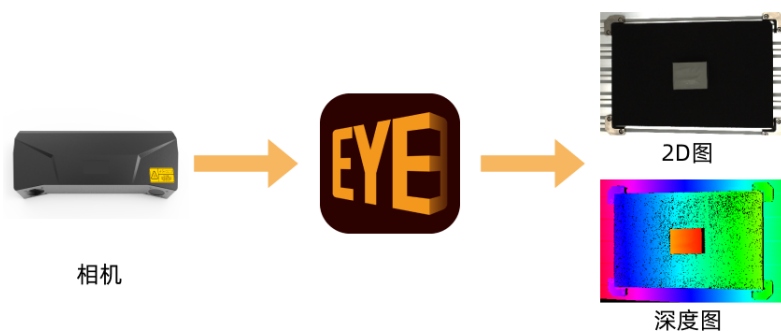
- 一个机器人单元通常由机器人本体、控制柜和示教器组成。
- 在需要高度自动化的工业应用中，可能会使用PLC（可编程逻辑控制器）来控制机器人的运动和操作。在需要进行更高级别的控制和监控时，机器人还可能使用上位机对机器人进行更复杂的编程和控制，例如路径规划、任务调度和运动控制等。梅卡曼德视觉系统支持与PLC和上位机配合使用。
- 本文中，机器人、PLC和上位机统称“机器人侧”，相机和梅卡曼德软件系统统称“视觉侧”。

梅卡曼德软件系统简介

梅卡曼德软件系统是由梅卡曼德自主研发，为机器人及其周边设备提供3D视觉解决方案，主要包含如下软件：

- Mech-Eye Viewer

Mech-Eye Viewer允许用户根据目标物体的特性调节Mech-Eye工业级3D相机的参数，从而简单地快速地获得高质量的2D图、深度图及点云。



- Mech-Vision

Mech-Vision机器视觉软件通过完全图形化的界面，无须编写代码即可完成无序物体抓取、高精度定位、装配、工业检测/测量、自动生成路径等先进的机器视觉应用。

该软件基于现场采集的图像数据，进行一系列的视觉算法处理，最终输出视觉结果（例如目标物体的位置和朝向）。该软件还支持对视觉结果进行简单的路径规划，输出机器人的抓取路径。



- Mech-Viz

Mech-Viz机器人编程软件使用Mech-Vision提供的点云及工件位置信息，智能规划机器人路径，适用于复杂的抓取、搬运、码放等应用场景。

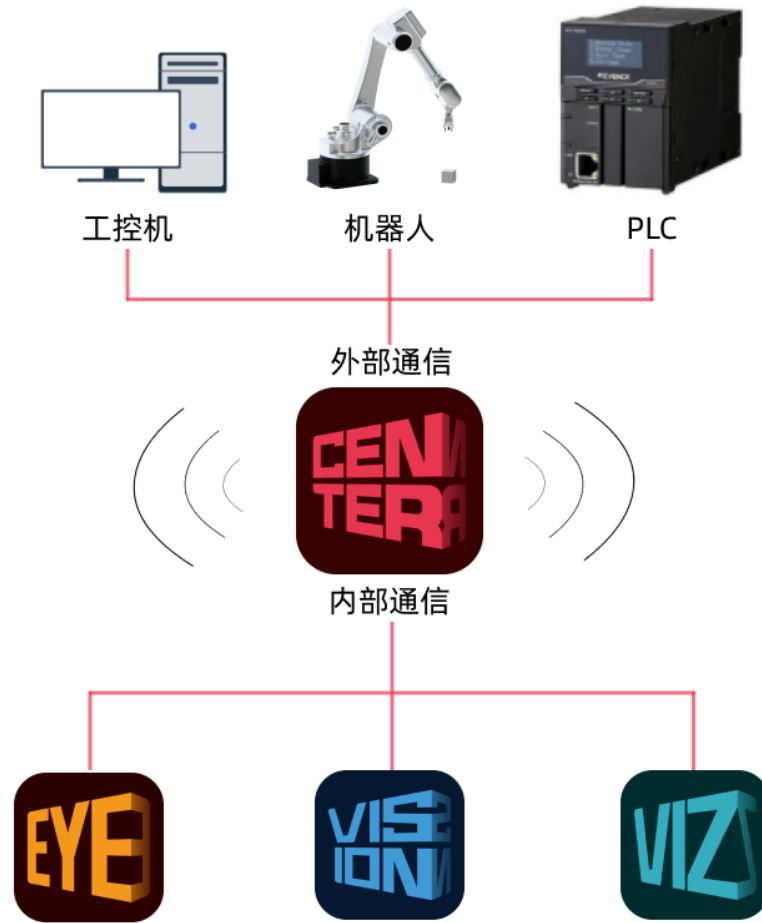
该软件支持以可视化方式搭建机器人的工作流程，并提供3D仿真功能用于机器人实际操作前进行验证操作。该软件已适配国内外众多主流品牌机器人。



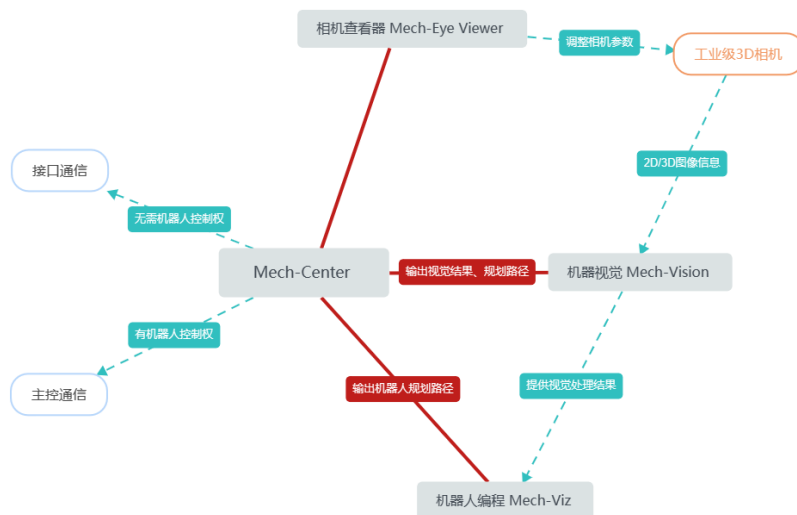
- Mech-Center

Mech-Center通信枢纽及控制中心，提供标准接口协议，也可帮助客户定制通信服务，从而实现与外部设备间的通信，共同完成视觉引导机器人的智能生产。

在软件系统内部，Mech-Center负责各软件之间的内部通信。例如，它将Mech-Vision输出的视觉处理结果发送给Mech-Viz进行机器人抓取路径规划。在与外部设备间的通信时，Mech-Center将Mech-Vision和Mech-Viz输出的视觉处理结果或规划的机器人运动路径发送给机器人、PLC或者上位机。关于软件系统与外部设备的通信方式参见下文。



梅卡曼德软件系统中各软件之间的关系如下图所示。



与机器人侧通信

为了确保将视觉侧输出的视觉处理结果（Mech-Vision）或者规划的机器人抓取路径（Mech-

Vision或Mech-Viz) 发送给机器人侧，梅卡曼德软件系统需要能够与机器人侧正常通信。

梅卡曼德视觉系统支持如下通信方式:

- 主控通信

在该方式下，视觉侧拥有对机器人的控制权，即视觉侧作为主站（master）设备，机器人作为从站（slave）设备。视觉侧将控制机器人按照规划的路径执行相应的任务，例如工件上料或拆码垛。

使用该方式时，需要烧录主控程序到机器人上，或通过机器人的SDK（Software Development Kit）获取对机器人的控制权。该方式不支持视觉侧与PLC或上位机之间的通信。

- 接口通信

在该方式下，视觉侧不需要获取机器人的控制权，机器人侧作为主站设备，视觉侧作为从站设备。机器人侧和视觉侧采用同一标准通信协议进行通信，由机器人侧发送请求，视觉侧处理后返回响应。根据请求的不同，视觉侧将返回视觉处理结果或规划的抓取路径。机器人根据视觉侧返回的响应做进一步决策或执行相应的任务。

使用该方式时，需要编写机器人接口程序（用于同视觉侧通信）以及机器人抓取程序（用于接收视觉侧返回的数据以及控制机器人执行任务），并将程序烧录到机器人上。该方式支持视觉侧与机器人、PLC和上位机的通信。

更多关于通信方式的介绍，请参见 [通信概述](#)。

2. 入门教程：3D视觉引导机器人抓取（主控）

在本教程中，你将学习如何部署简单的3D视觉引导机器人抓取应用。

应用概述

- 相机：Mech-Eye PRO M相机，Eye to Hand方式安装
- 机器人：ABB_IRB_1300_11_0_9
- 工件：链轨节（小型金属件）



该应用需提前为工件准备一个CAD模型文件，用于生成点云匹配模板。

- 末端工具：夹爪



该应用需提前为夹爪准备一个OBJ格式的模型文件的模型文件，用于路径规划中的碰撞检测。

- 使用软件：Mech-Vision 1.7.2、Mech-Viz 1.7.2、Mech-Center 1.7.2、Mech-Eye Viewer 2.1.0
- 通信方式：主控通信



如果你使用的相机型号、机器人品牌或工件与本例中不同，请参考相应步骤中提供的参考内容进行调整。

如何部署视觉应用？

视觉应用的部署通常划分为五个阶段，如下图所示：



下表说明了视觉应用部署的五个阶段。

序号	阶段	说明
1	视觉系统硬件搭建	完成梅卡曼德视觉系统软硬件安装与连接。
2	机器人通信配置	将机器人主控程序及配置文件导入到机器人系统中，建立视觉侧与机器人通信，从而实现梅卡曼德软件系统对机器人的控制。
3	手眼标定	完成Eye To Hand场景下的自动手眼标定，建立相机坐标系与机器人坐标系对应关系。
4	工件识别	使用“通用工件识别”案例工程计算工件的位姿，并输出视觉结果。
5	实现首次抓取	使用Mech-Viz软件搭建工作流程，引导机器人循环抓放工件。

接下来，请参考如下章节完成应用部署。

2.1. 视觉系统硬件搭建

在本教程中，你将学会搭建梅卡曼德视觉系统。

搭建梅卡曼德视觉系统，需要依次完成：**开箱检查** → **安装硬件** → **连接网络** → **升级软件（可选）** → **确认视觉系统可以正常采集图像**。

[视频教程：梅卡曼德视觉系统搭建](#)

开箱检查

1. 收到包装后，请确认包装完好无破损。
2. 找到包装内的《包装清单》，并参照如下清单检查物品和配件无缺失或损坏。

下图展示了相机包装箱内包含的物品和配件示例。相机包装箱内包含的物品，请以实际包装内的《包装清单》为准。



序号	类别	名称	功能
1	工控机及配件	工控机	提供梅卡曼德软件系统
2		工控机配件	工控机配件，例如WIFI天线
3		工控机电源线和适配器	接通工控机电源
4	相机及配件	Mech-Eye工业级3D相机	用于采集图像
5		相机使用说明书	Mech-Eye工业级3D相机使用说明书
6		相机配件包	用于安装相机

序号	类别	名称	功能
7	项目附件	加密狗	用于授权软件
8		标定板	用于相机标定
9		法兰板	连接标定板
10		标配相机DC电源线（20米）	连接相机与导轨电源；可选配更长的相机电源线
11		标配相机网线（20米）	连接相机与工控机；可选配更长的相机网线
12		导轨电源（标配）	接通Mech-Eye工业级3D相机的电源；可选配电源适配器
13	包装清单		列出包装内所有物品和配件



如有物品损坏或缺失，请联系梅卡曼德。

准备其他物料

在本教程中，除了相机包装箱中的物品外，还需自行准备下表所示的物料。

物料	功能
显示器	为工控机提供屏幕
HDMI线	连接工控机与显示器
RJ45网线	连接工控机与机器人控制器



在本教程中，工控机与机器人控制器通过RJ45网线直连，工控机与相机通过相机网线直连。你还可以使用路由器连接工控机与机器人控制器以及工控机与相机。

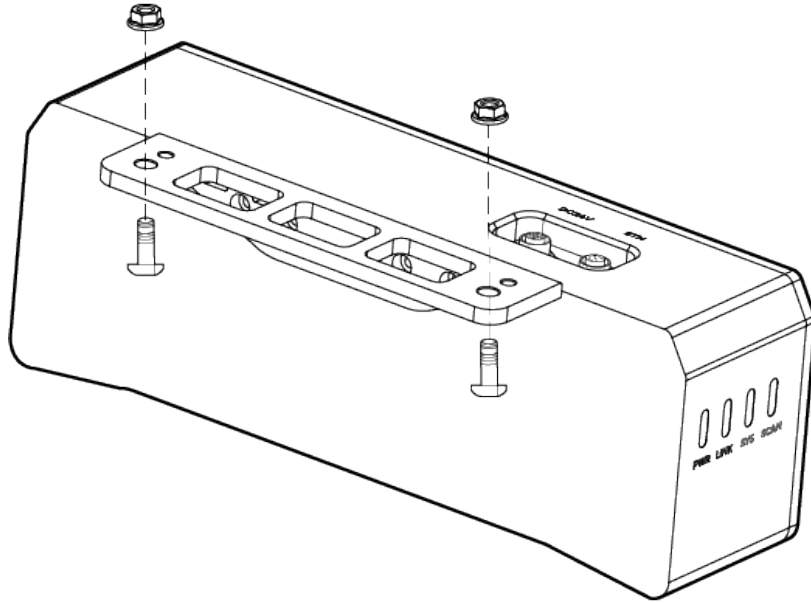
安装硬件

安装相机



在本教程中，相机固定安装于相机支架上（即Eye to Hand安装方式）。此外，相机还可以安装于机器人末端（即Eye in Hand安装方式）。

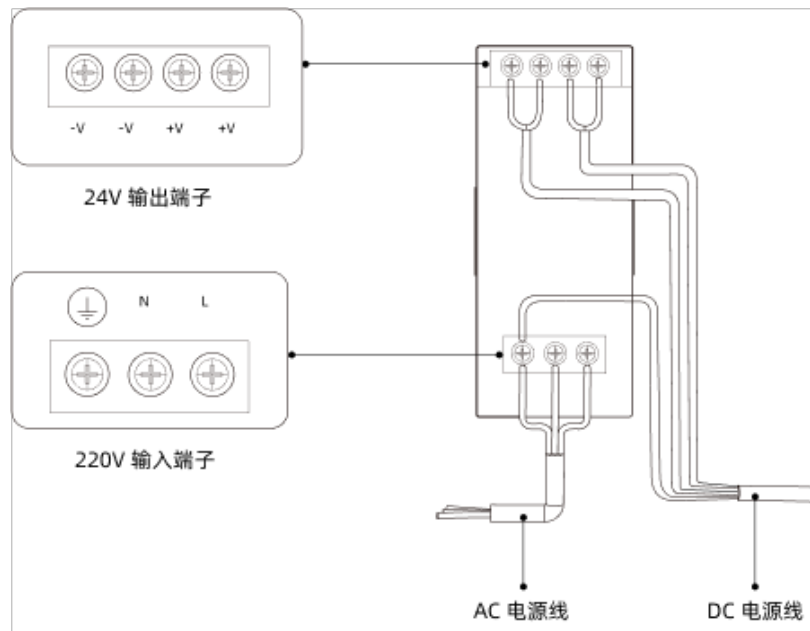
1. 从相机配件包内找到安装相机的螺钉和扳手。
2. 使用扳手拧紧两颗螺母，固定相机，如下图所示。



3. 相机安装完成后，撕掉镜头保护膜。

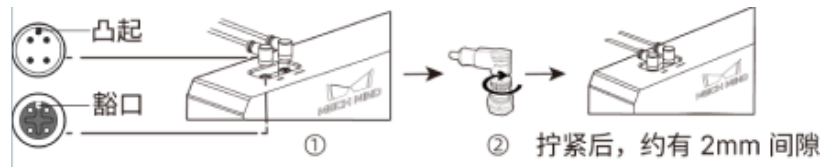
4. 使用导轨电源接通相机电源。

- 连接DC电源线：
 - +V 接入 24V 输出端子的 +V 中；
 - -V 接入 24V 输出端子的 -V 中；
 - PE 接入 220 V 输入端子 ⊕。



5. 安装相机网线。

将相机网线的航插插头的凸起对准ETH网口的豁口插入，然后拧紧紧固螺母。



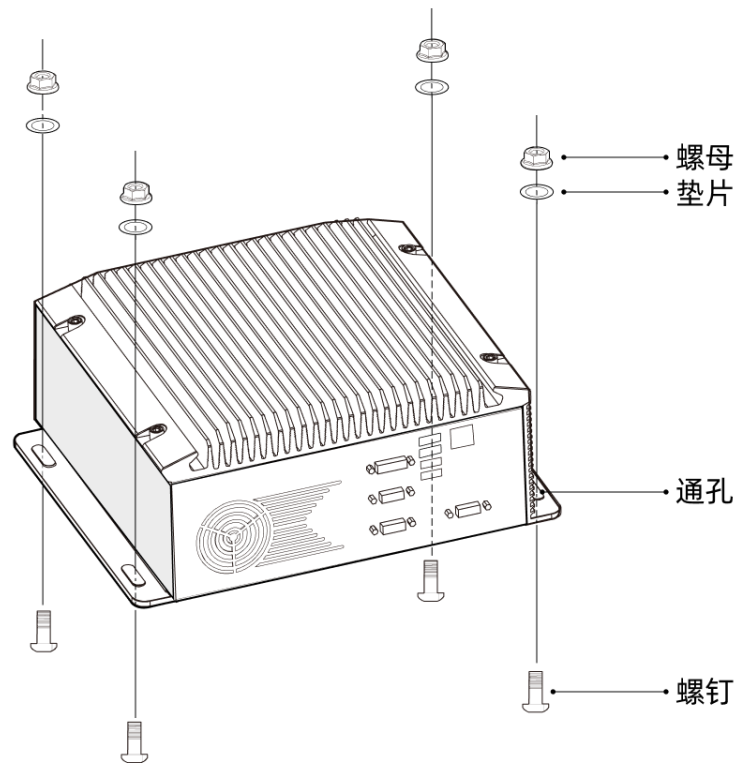
安装工控机



工控机一般安装在控制柜内。工控机安装环境要求具有良好的散热、通风和防尘效果，安装位置选择要方便网线、HDMI线、USB接口的安装和检修。

要安装工控机，执行如下步骤：

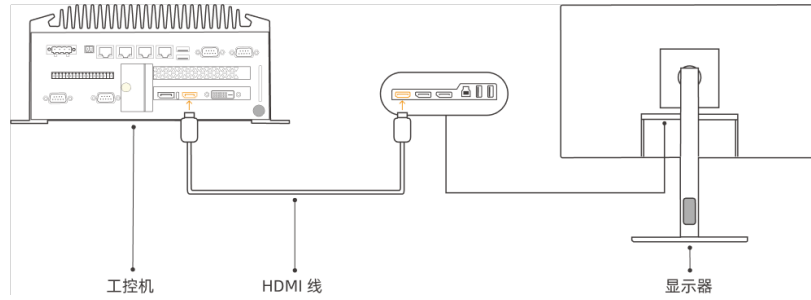
1. 自行准备扳手、螺钉、螺母及垫片。
2. 如果控制柜内设计有工控机安装孔，将工控机固定安装在控制柜内：依次放入螺钉、垫片、螺母，并使用扳手拧紧螺母，如下图所示。



如果控制柜位置已经固定，不会移动，可跳过该步骤直接将工控机摆放在控制柜内。

3. 使用HDMI线连接工控机与显示器。

将HDMI线一端插入显示器的HDMI接口，另一端插入工控机的HDMI接口，如下图所示。



4. 使用电源适配器接通工控机电源。

将电源适配器的电源插头插入工控机的电源接口中，将电源适配器的另一端接通电源。

5. 插入加密狗。

将加密狗插入工控机的USB口中。

6. 工控机接通电源后，启动工控机。

- 工控机正常启动后，电源指示灯应常亮。
- 如果工控机不能启动，请联系梅卡曼德技术支持。

连接网络

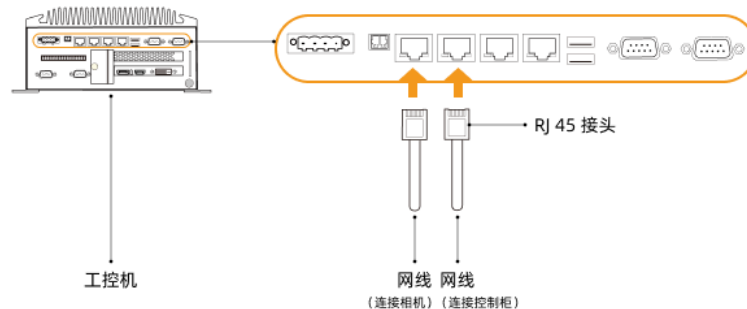
在本节中，你将学习连接工控机与相机，以及工控机与机器人之间的网络。

下文的操作将按照如下IP地址进行网络设置。请根据实际网络环境进行调整。

设备		IP 地址
工控机	连接相机的网口	192.168.100.10
	连接机器人控制柜的网口	192.168.200.10
相机		192.168.100.20
机器人		192.168.200.20 (机器人已设置)

连接工控机与相机、工控机与机器人控制柜

1. 将连接相机的网线的另一端插入工控机网口。



2. 用一根两端皆为RJ45接头的网线，将网线一端插入工控机网口，另一端插入机器人控制柜网口中。

设置工控机IP地址

1. 在工控机中，选择控制面板 > 网络和Internet > 网络和共享中心 > 更改适配器设置，**网络连接**页面将打开。
2. 选择连接相机的网口，右键单击选择**重命名**，然后重命名网口以指示网络连接，例如“To_camera”。
3. 选择连接相机的网口，右键单击选择**属性**，进入**以太网属性**页面。
4. 选中**Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4)** 复选框，然后单击[**属性**]按钮进入**Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4) 属性**界面。
5. 选择**使用下面的 IP 地址**单选按钮，将**IP 地址**字段设置为“192.168.100.10”，**子网掩码**设置为“255.255.255.0”，**默认网关**设置为“192.168.100.1”，然后单击[**确定**]按钮。





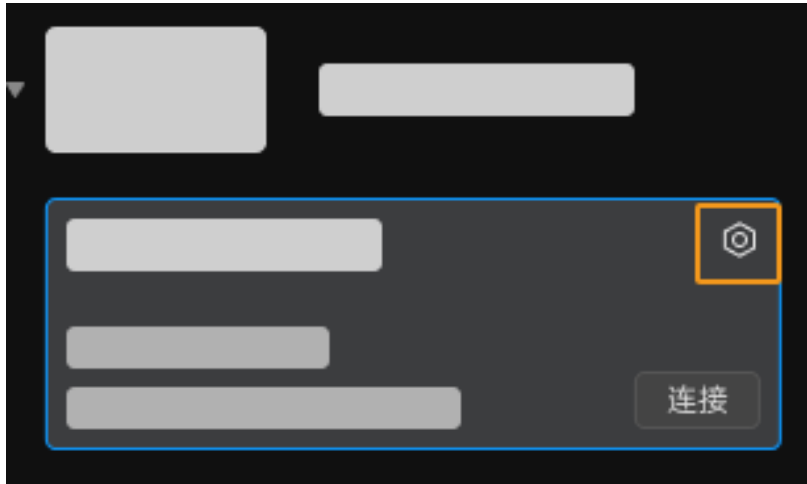
6. 重复步骤2~5，重命名连接机器人控制柜网口（例如“To_robot”），并设置网口的IP地址。例如，该网口的IP地址为“192.168.200.10”。



工控机中连接机器人控制柜的网口的IP地址必须与机器人的IP地址在同一网段。

设置相机IP地址

1. 在工控机桌面，双击  图标，打开运行Mech-Eye Viewer软件。
2. 在相机列表中选中相机，鼠标移动至相机信息栏中，出现 , 单击进入配置相机网络服务对话框。



如果搜索不到相机或者连接不上相机，请参考 [相机故障排查](#) 进行解决。

3. 在相机区域，选择**设置为静态IP**单选按钮，设置**IP地址类型**为“类型C 192.168.x.x”，**IP地址**为**192.168.100.20**，**子网掩码**为“255.255.255.0”，然后单击[应用]。



相机的IP地址必须与工控机中连接相机的网口的IP地址在同一网段。

测试网络连通性

1. 按下快捷键 **Win** + **R**，进入运行界面。
2. 在打开中输入 **cmd**，单击 **[确定]**。
3. 在命令窗口输入 **ping XXX.XXX.XX.XX**，单击 **[Enter]** 运行命令。



XXX.XXX.XX.XX 替换为实际设置的相机或机器人的 IP 地址。

如果网络连通性正常，应收到如下的回复：

```
正在 Ping XXX.XXX.XX.XX 具有 32 字节的数据:  
来自 XXX.XXX.XX.XX 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 XXX.XXX.XX.XX 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 XXX.XXX.XX.XX 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 XXX.XXX.XX.XX 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
```

升级软件（可选）


从梅卡曼德购买的工控机已经预装了最新版的梅卡曼德软件系统。

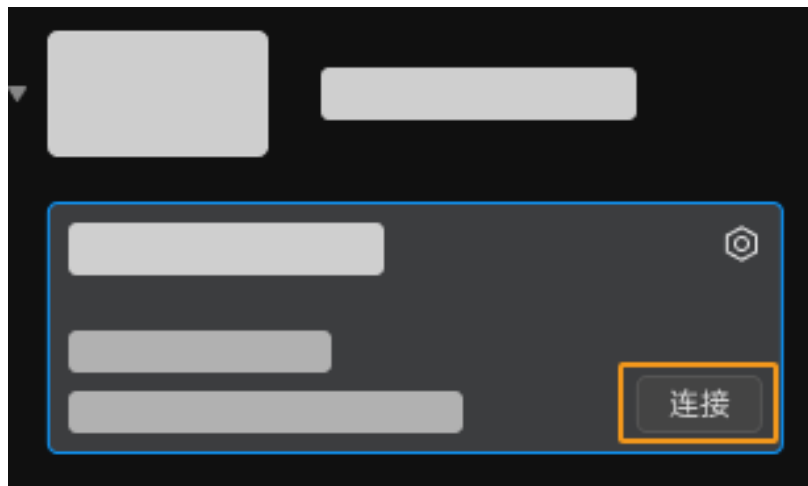
请检查工控机上的各款软件是否为最新版本。如果软件已是最新版本，请跳过该章节；如果软件不是最新版本，请参照如下章节升级软件到最新版本。

- [Mech-Eye SDK软件的下载与安装](#)
- [Mech-Vision、Mech-Viz和Mech-Center软件的下载与安装](#)

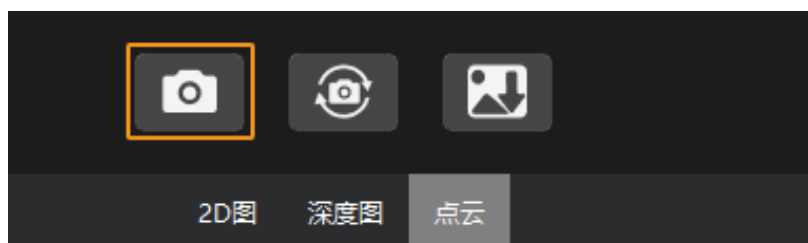
确认视觉系统可以正常采集图像

验证工控机与相机和机器人网络连通性后，需要确认视觉系统可以正常采集图像：

1. 摆放工件到相机视野中心，确保边缘、最高层工件都在视野内。
2. 在工控机桌面，双击  图标，打开运行Mech-Eye Viewer软件。
3. 在相机列表中，选中相机，然后单击 **[连接]**。

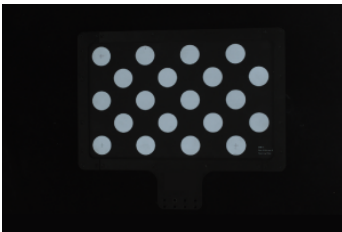
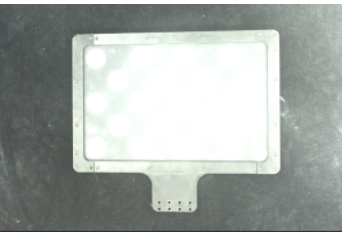

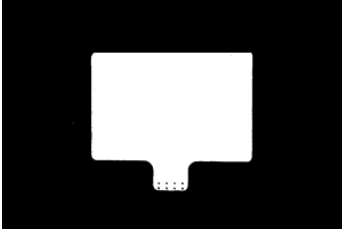
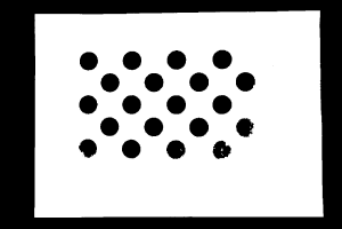
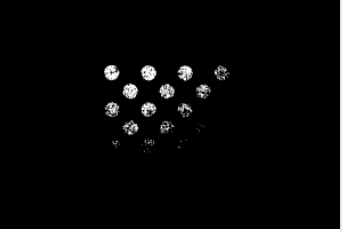


4. 相机连接后，单击[单次采集]按钮。



5. 确认相机采集图像质量满足要求。

- 2D 图：没有明显的过曝（白到看不清物体）或者欠曝（暗到不容易分辨物体细节）。
- 深度图和点云：物体的部分没有明显的缺失。

	正常	过曝	欠曝
2D 图			
点云			



如果相机采集的图像不能满足要求，请使用 [Mech-Eye Viewer](#) 软件调节相机参数。

至此，你已经学会如何搭建视觉系统。

2.2. 机器人通信配置

在本教程中，你将学习如何将机器人主控程序烧录到ABB机器人并完成主控通信配置。



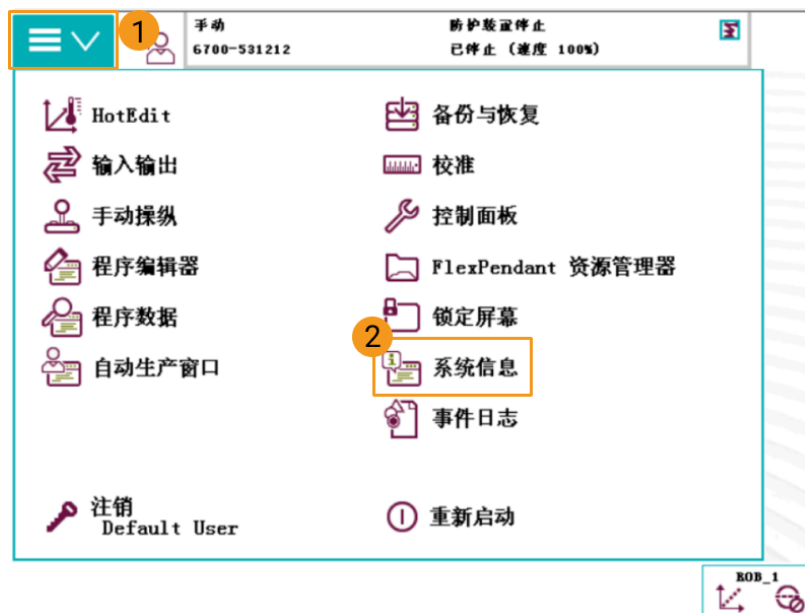
- 主控程序烧录是将机器人主控程序及配置文件导入到机器人系统中，建立视觉侧与机器人通信，从而实现梅卡曼德软件系统对机器人的控制。
- 如果你使用的其他品牌的机器人，请从[主控通信](#)页面获取所使用机器人的主控通信配置指导。

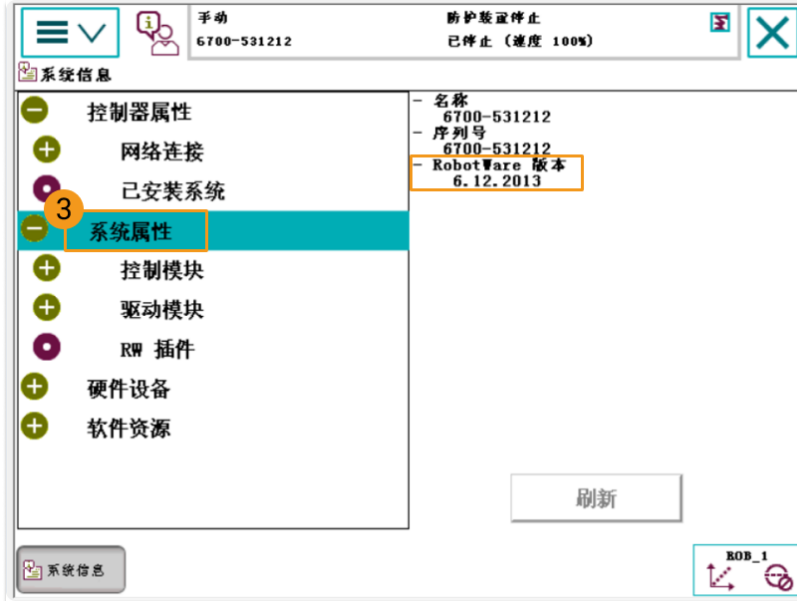
视频教程：[机器人通信配置](#)

烧录前准备

检查控制器及RobotWare版本

1. 确认机器人控制柜已安装D652或DSQC1030 IO板。
2. 在示教器上确认RobotWare版本高于6.0。





3. 在示教器上确认控制器已安装如下控制模块。

- 623-1 Multitasking
- 616-1 PCInterface



i 若上述条件不符，则无法与机器人进行主控通信，请联系机器人厂商解决。

重置机器人系统

确认完控制器软硬件状态后，需要重置机器人系统。如果你的机器人为新机器人，跳过本节。

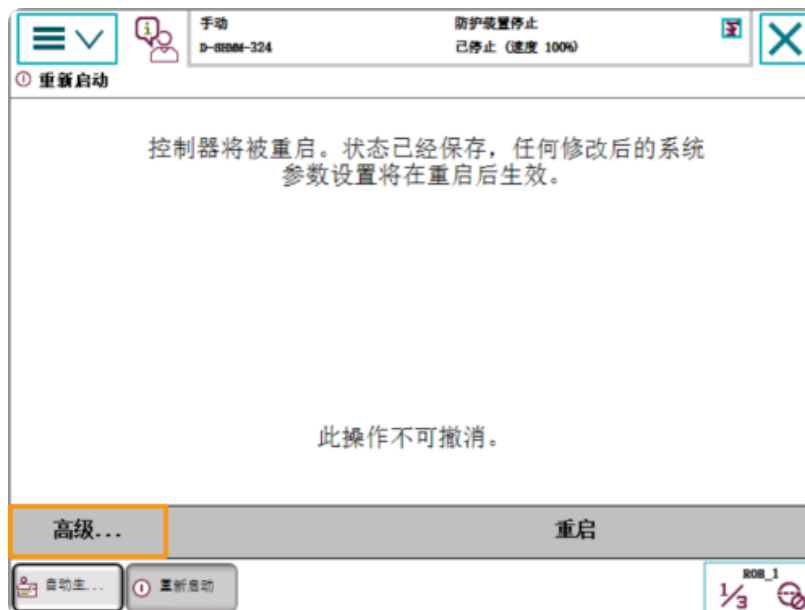
i 重置系统将恢复出厂设置，请确保已经完成备份操作。

要重置机器人系统：

1. 在示教器上，单击左上角菜单栏后显示主界面，然后单击[重新启动]。



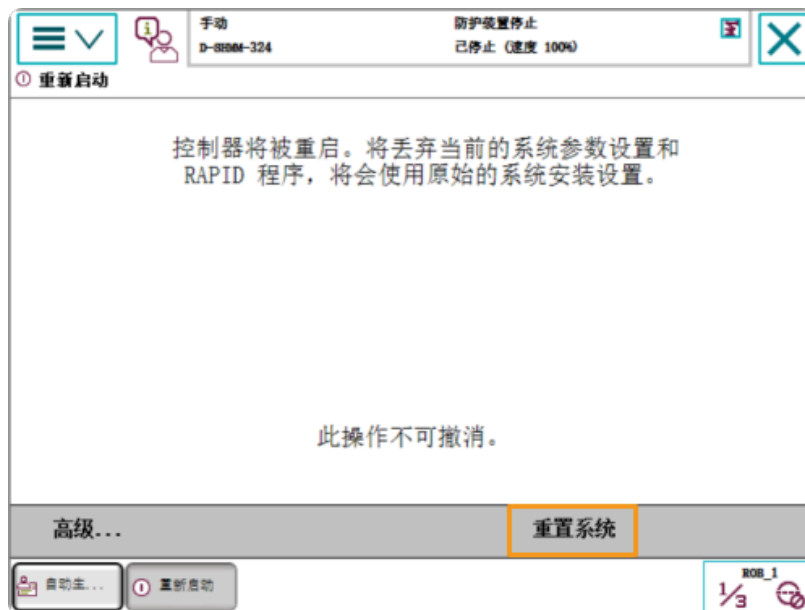
2. 单击[高级...].



3. 选中重置系统后，单击[下一个].



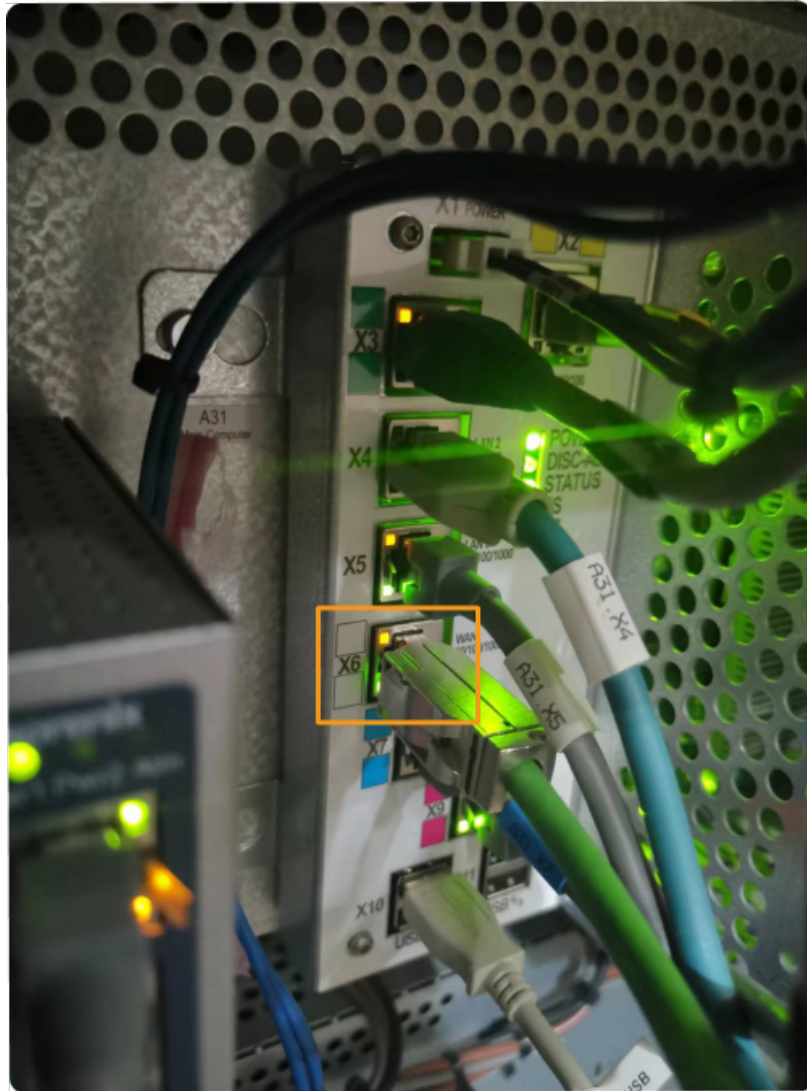
4. 单击 [重置系统]。



重置系统需要1~2分钟的时间。当示教器再次显示主界面时重置完成。

网络连接

1. 将工控机的网线另一端连接到机器人控制器的 X6 (WAN) 网口上，如下图所示。



2. 确认ABB机器人IP地址与工控机IP地址在同一网段。

准备烧录文件

1. 在工控机上，在梅卡曼德软件系统的安装目录下打开Mech-Center/Robot_Server/Robot_FullControl/abb/server on ABB文件夹。
2. 将该文件夹复制到U盘中，并将U盘插入安装RobotStudio软件的电脑上。



RobotStudio是ABB机器人的仿真和离线编程软件。该软件可以安装在工控机上或者其他PC。在本例中，RobotStudio已安装在其他PC上。

文件说明：

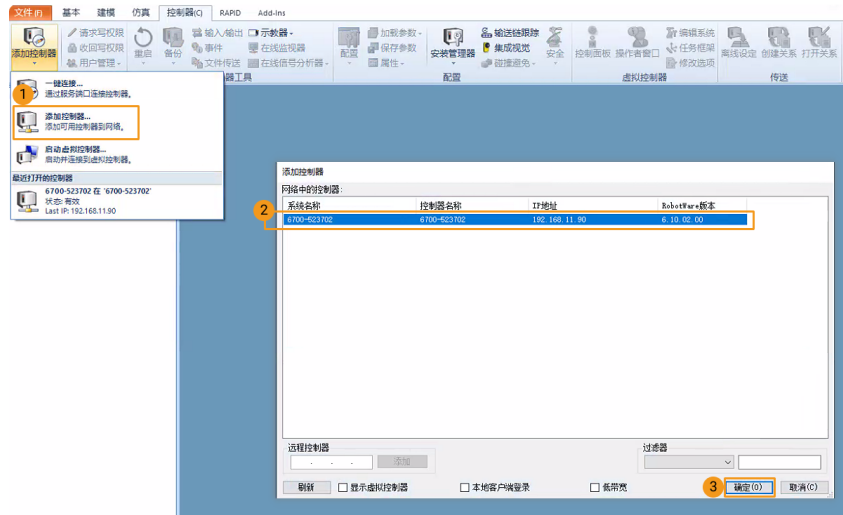
- “MM” 文件夹：机器人程序模块。
- “config”：机器人配置文件。
 - 如果现场使用D652 IO板，需要使用D652.cfg和SYS.cfg文件。
 - 如果现场使用DSQC1030 IO板，需要使用DSQC1030.cfg和SYS.cfg文件。

- 如果现场未使用D652 IO或DSQC1030 IO板，需要使用EIO.cfg和SYS.cfg。

烧录机器人程序

打开RobotStudio并连接控制器

单击RobotStudio软件的**控制器**菜单，在工具栏中选择**添加控制器** > **添加控制器**。在弹出的**添加控制器**对话框，选择控制器并单击[**确定**]按钮。



获取机器人写权限

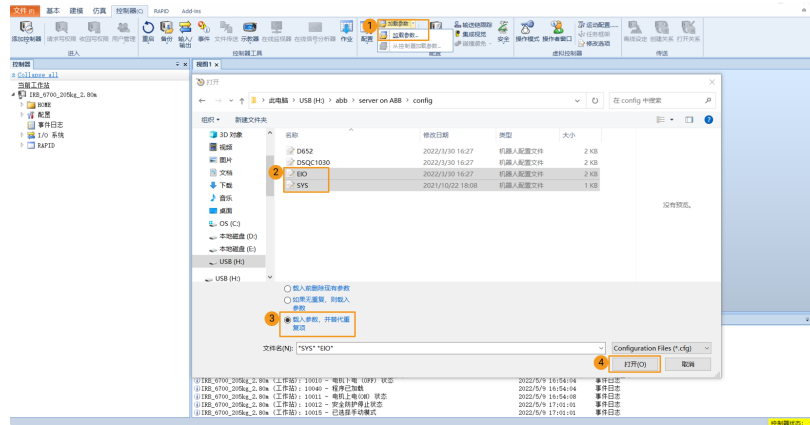
1. 在RobotStudio软件工具栏中，单击**请求写权限**，向示教器请求写权限。



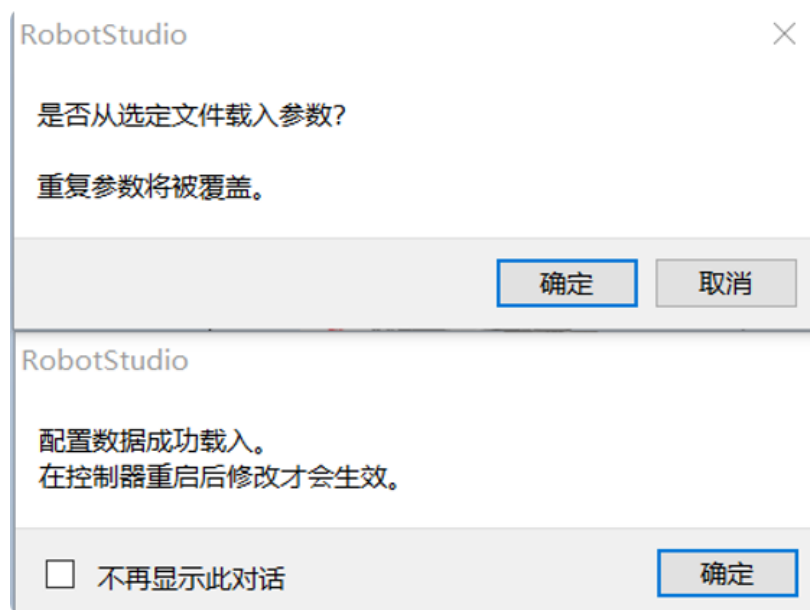
2. 在示教器弹出的**请求写权限**对话框中，单击[**同意**]。

导入机器人配置文件

1. 单击RobotStudio软件的**控制器**菜单，在工具栏中选择**加载参数**，在U盘中选择要导入的配置文件，选择**载入参数**、**并替代重复项**单选按钮，然后单击[**打开**]按钮。

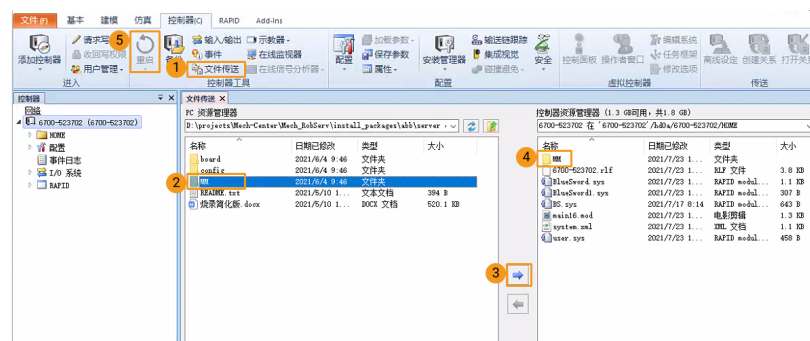


2. 在弹出的对话框中连续单击[确定]按钮。



导入机器人程序模块

1. 单击RobotStudio软件的**控制器**菜单，在工具栏中单击**文件传送**。在**文件传送**界面的左侧面板选中“MM”文件夹，然后单击**传送**按钮，将该文件夹传送到机器人系统HOME路径下。



2. 单击RobotStudio软件的**控制器**菜单，在工具栏中单击**重启**以重启机器人系统。

至此，机器人主控程序和配置文件已经烧录到机器人。

测试是否建立主控通信

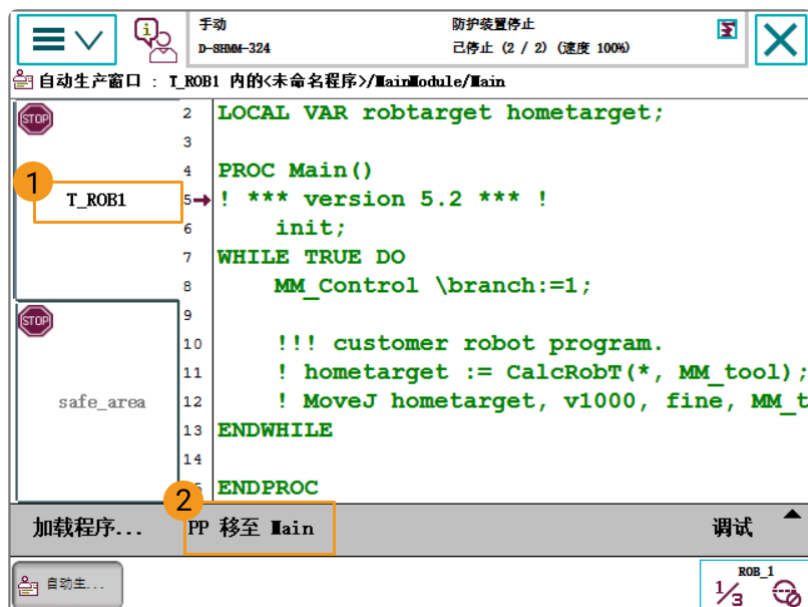
在机器人系统重启后，执行如下步骤测试是否能主控机器人：

切换机器人为自动模式

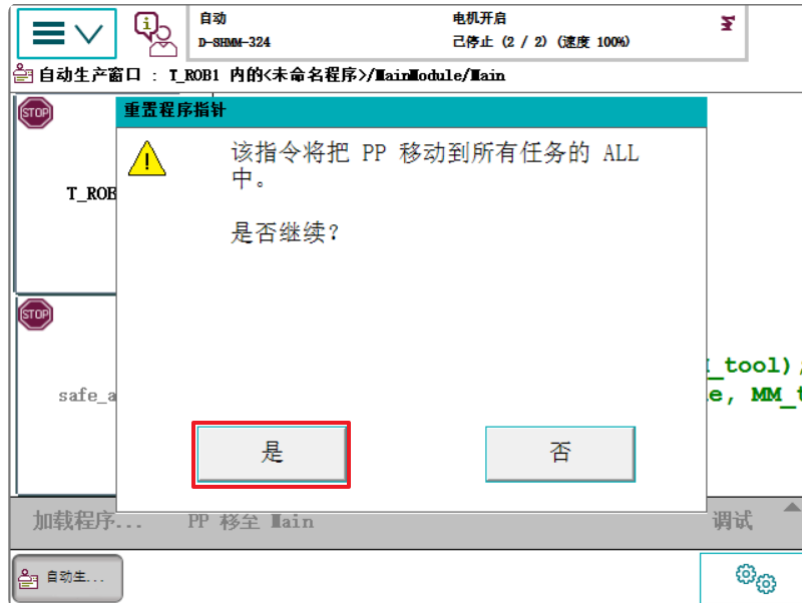
1. 在机器人控制柜，通过钥匙开关将机器人切换到自动模式。
2. 在示教器弹出的对话框中，单击[确定]按钮。
3. 在机器人控制柜，按下电机上电键按钮为机器人上电。上电成功后，该按钮将常亮。

运行Main程序

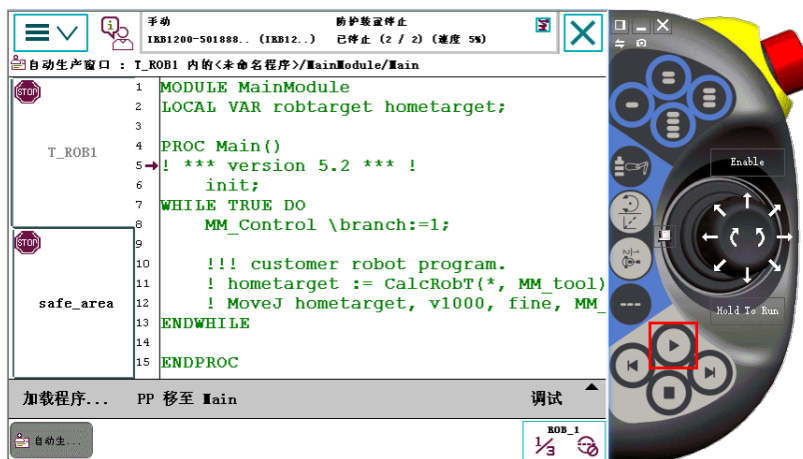
1. 在示教器上，T_ROB1的程序指针移至主程序，单击[PP移至main]。



2. 在弹出的对话框中单击[是]。

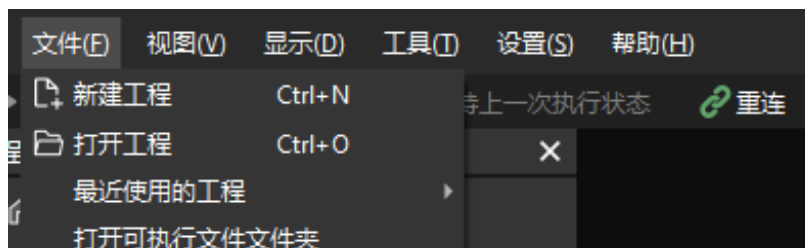


3. 按下示教器右侧的运行按钮。

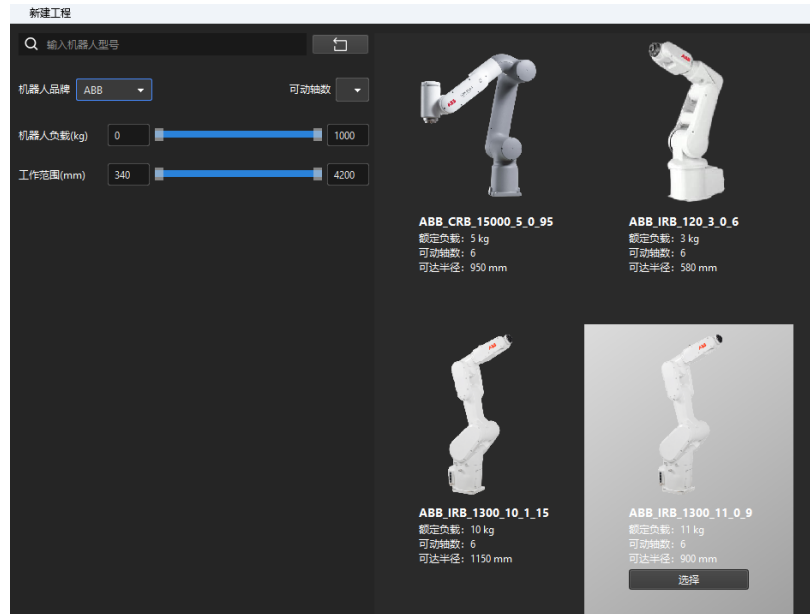


创建Mech-Viz工程

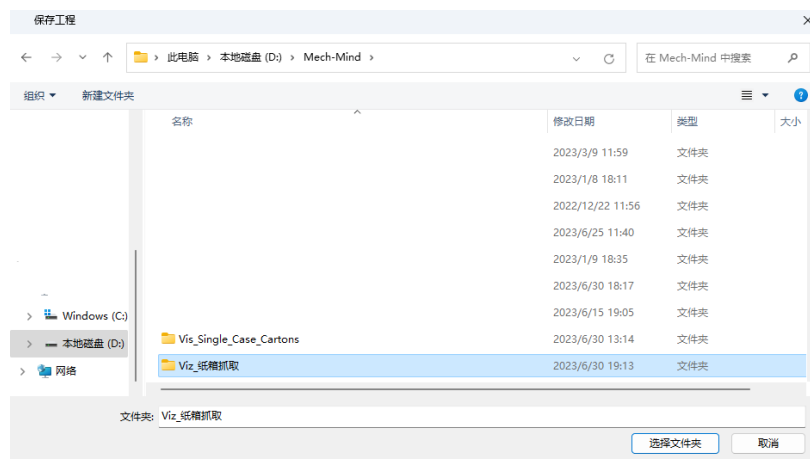
1. 打开Mech-Viz软件，选择文件 > 新建工程。



2. 将机器人品牌设置为“ABB”，在右侧面板选择机器人型号“ABB_IRB_1300_11_0_9”，然后单击[选择]。

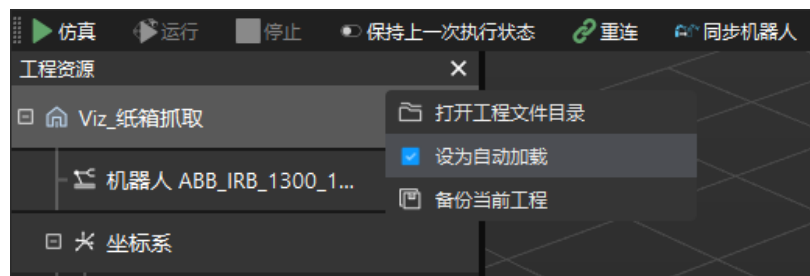


3. 在键盘按下 **Ctrl** + **S** 按键，新建文件夹“Viz-工件抓取”并选中，然后单击[**选择文件夹**]。



Mech-Viz工程保存成功后，在**工程资源**面板中，工程名称显示为“Viz-工件抓取”。

4. 右键单击工程名称，选择**设为自动加载**复选框。



1. 为了机器人运动安全，在工具栏，将**速度**和**加速度**参数设为较小的值，例如“5%”。




2. 在键盘按下 **Ctrl** + **S** 按键保存工程。

完成Mech-Center上的主控配置

1. 打开Mech-Center软件，选择部署设置 > Robot Server，然后选择**启用Robot Server**复选框。
2. 确认机器人型号与实际机器人型号相同，然后将**机器人IP**设置为真实机器人的IP地址，然后单击[保存]。



连接机器人

在Mech-Center软件中，单击工具栏中的 **主控机器人** 。

- 若连接成功，服务状态栏显示机器人图标及其型号，同时在日志栏打印连接机器人成功信息。
- 若连接失败，仔细检查之前的操作是否正确。

移动机器人

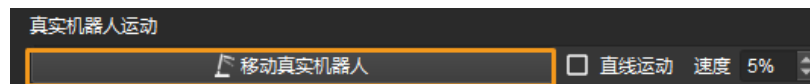
1. 在Mech-Viz软件中，单击选中工具栏中的**同步机器人**，将虚拟机器人同步成真实机器人的位姿，然后再次单击以取消选中**同步机器人**。



2. 在**机器人面板**，在关节角选项下，微调J1关节角角度（例如，将0°调整为3°），仿真机器人将发生移动。



3. 单击[移动真实机器人].



i 在运行机器人时，请确保人员安全。当发生紧急情况时，请按如下示教器上的急停按钮！

如果观察到真实机器人移动到虚拟机器人的位姿，则表明成功建立了主控通信。

2.3. 手眼标定（主控）

本教程中，你将完成Eye to Hand场景中的的自动手眼标定。

i 手眼标定是建立相机坐标系与机器人坐标系对应关系(即相机外参)的过程，将视觉系统确定的物体位姿转换为机器人坐标系下的位姿，从而引导机器人精准完成抓取任务。

[视频教程：手眼标定（主控）](#)

标定前准备

在本节，你将需要完成标定板安装、相机参数调整、标定预配置。

安装标定板

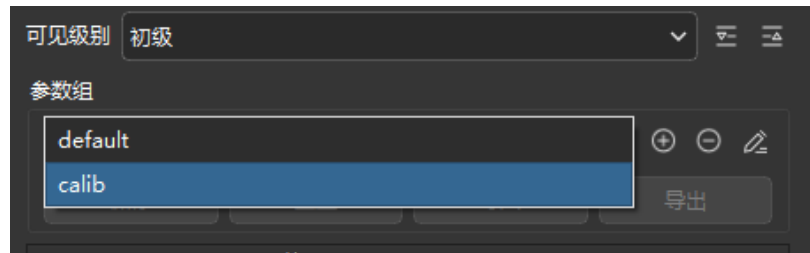
i 在Eye to Hand场景中，需要将标定板安装于机器人末端法兰板上。

执行如下步骤：

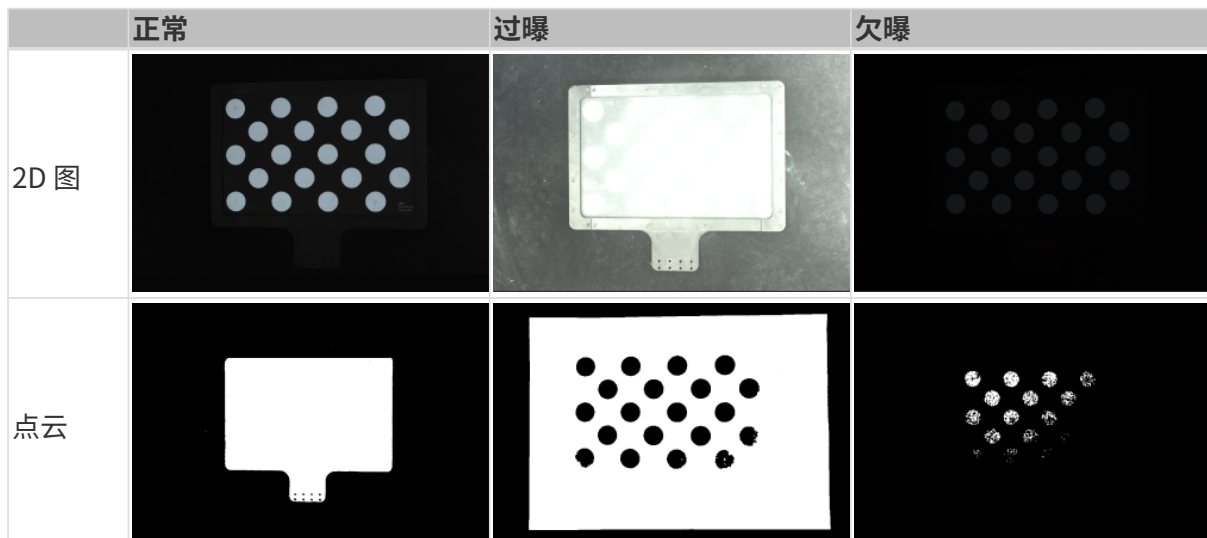
1. 从相机包装中取出标定板和法兰板。
2. 使用螺钉、垫片、螺母将法兰板固定于机器人末端。
3. 使用螺钉、垫片、螺母将标定板固定于法兰板上。
4. 安装后，将机器人移动至工作区域内最底层工件的上表面，且位于相机视野中心。

调整相机参数

1. 在Mech-Eye Viewer软件，连接相机，然后将**参数组**设置为“calib”。



2. 调整2D参数，使2D图中标定板清晰，没有过曝和过暗现象。
3. 调整3D参数，使标定板上圆点点云饱满完整。建议将**点云后处理**中的**表面平滑**和**离群点去除**改为**Normal**，降低点云波动范围。




创建Mech-Vision方案并保存

1. 打开Mech-Vision软件，将出现如下欢迎界面，表示 Mech-Vision 启动成功。




2. 在Mech-Vision欢迎界面中单击[**从案例库新建**]，打开案例库。



 案例库是包含不同行业的示例方案或工程的资源库。

3. 案例库打开后如下图所示，在案例库中选择**通用工件识别**工程。



 若未在案例库中找到“通用工件识别”工程，可单击案例库底部的[**获取更多资源**]。

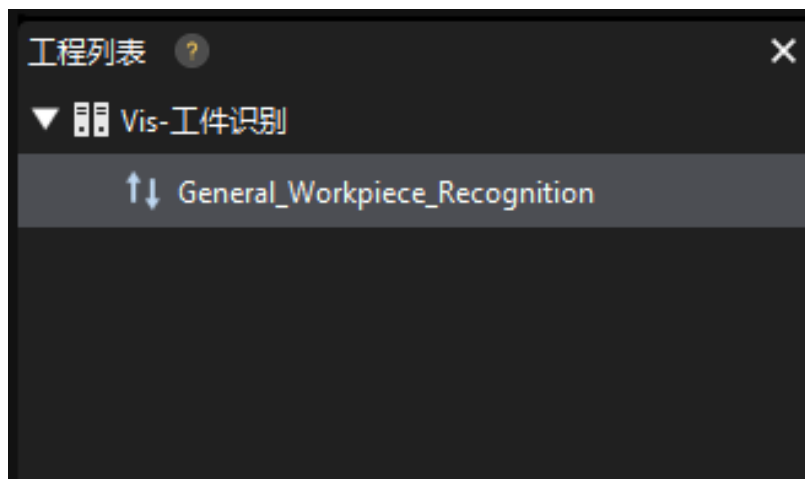
4. 选中该工程后，案例库界面底部将显示工程相关信息。设置方案名称和路径，然后单击[**创建**]。



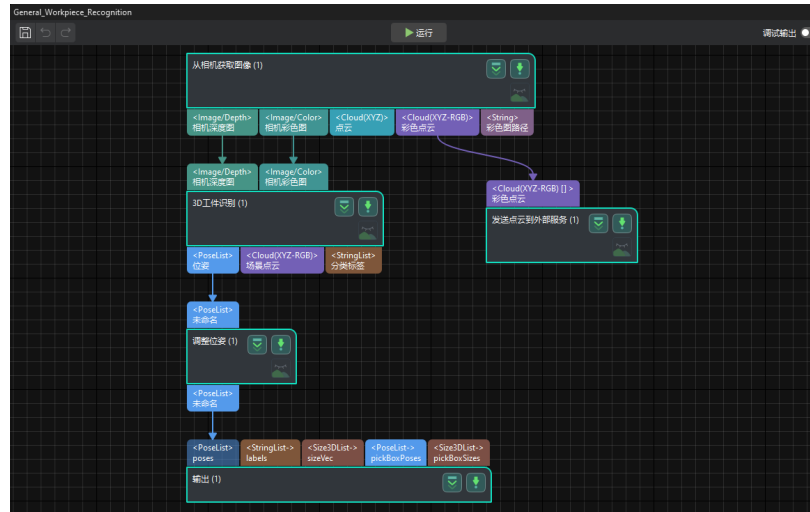
工程创建完毕后，在Mech-Vision主界面左上角的工程列表中将显示创建好的方案和工程。



- **方案**是实现一个视觉应用所需的机器人与通信、视觉处理、路径规划等功能配置和数据的集合。
- **工程**是方案中视觉处理的工作流程。通常一个方案包含一个工程即可，但复杂的业务场景中可能需要多个工程。本教程中的方案仅需一个工程。



在主界面中心区域的工程编辑区中将显示“通用工件识别”工程。

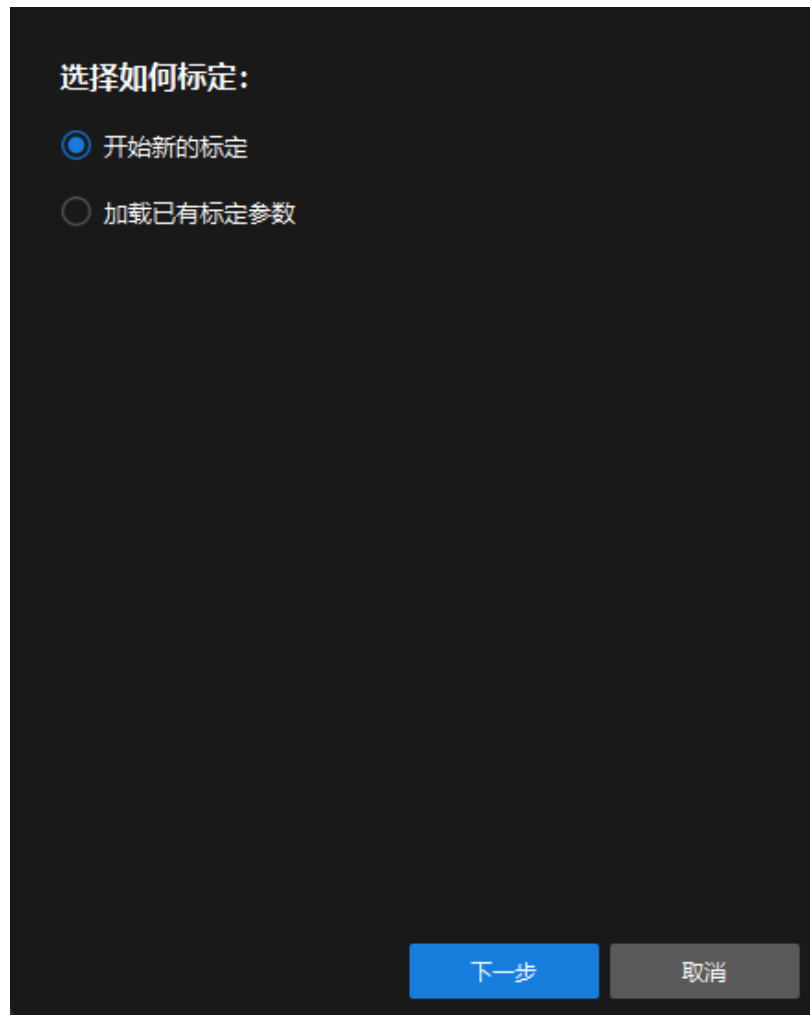


5. 在菜单栏中选择文件 > 保存方案。

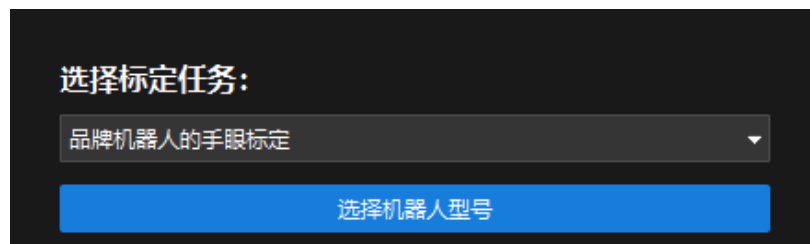


完成标定预配置

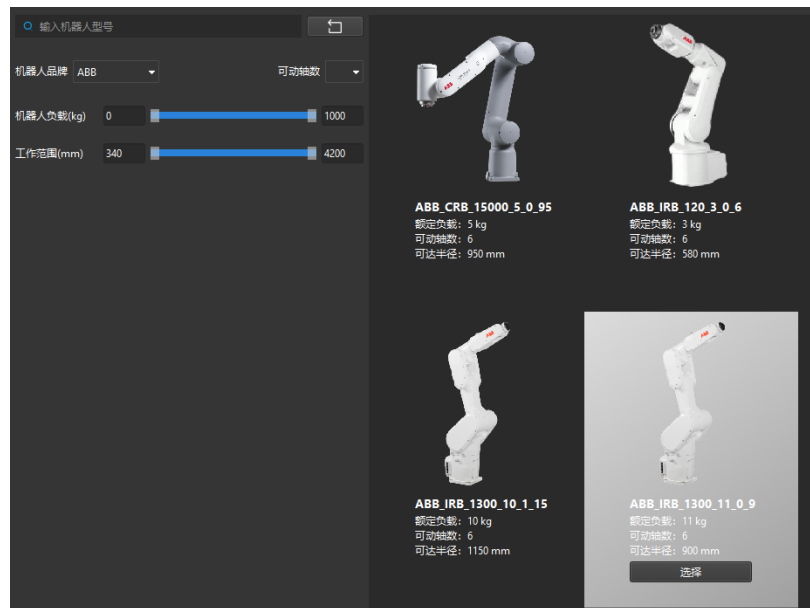
1. 在Mech-Vision软件，在工具栏上单击[相机标定（标准）]按钮。标定预配置窗口将弹出。
2. 在选择如何标定窗口，选择开始新的标定单选框，然后单击[下一步]按钮。



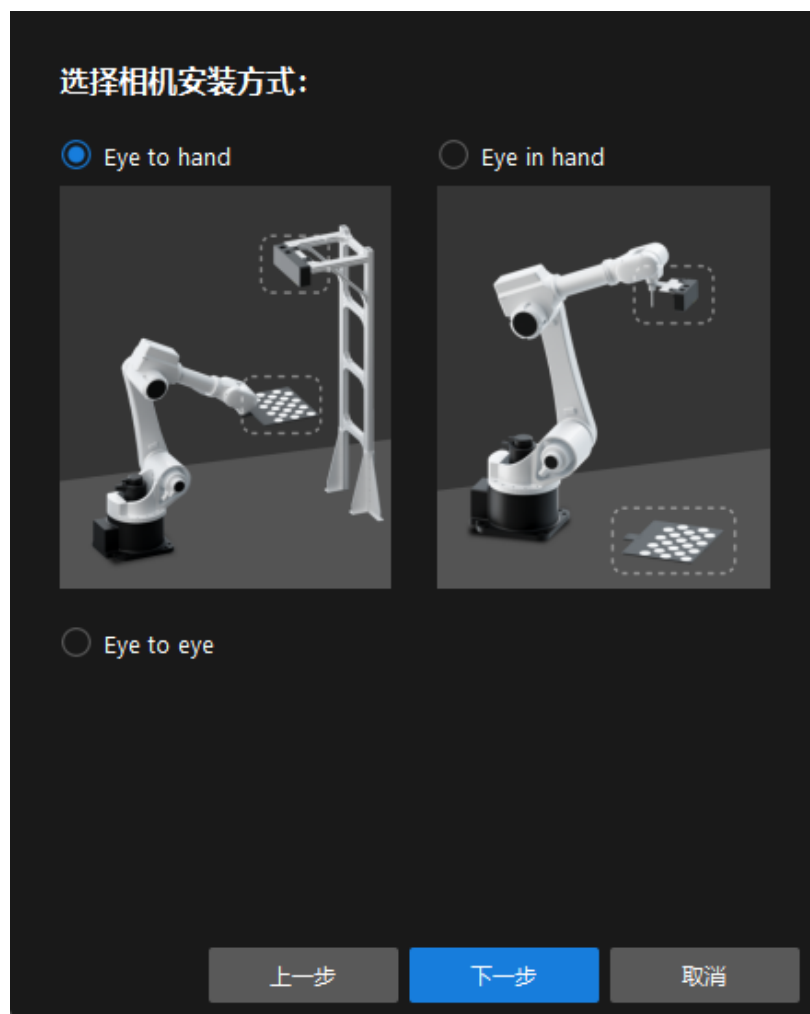
3. 在**选择标定任务**窗口，从下拉列表框中选择**品牌机器人的手眼标定**，然后单击[**选择机器人型号**]按钮。



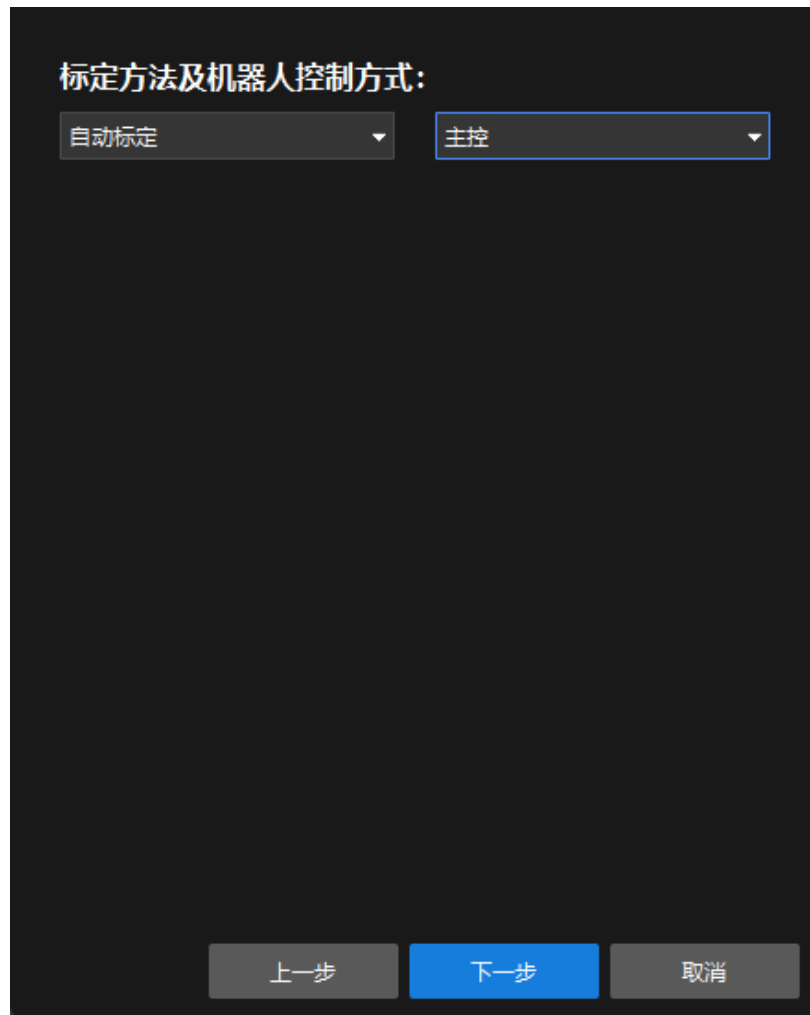
4. 单击**机器人品牌**下拉框，选择“ABB”，在右侧选择型号“ABB_IRB_1300_11_0_9”，单击[**选择**]按钮，然后单击[**下一步**]按钮。



5. 在**选择相机安装方式**窗口，选择**Eye to hand**单选框，然后单击[**下一步**]按钮。



6. 在**标定方法及机器人控制方式**窗口，选择**自动标定和主控**，然后单击[**下一步**]按钮。




7. 在通信设置窗口，将机器人IP地址参数设置为真实机器人的IP地址。

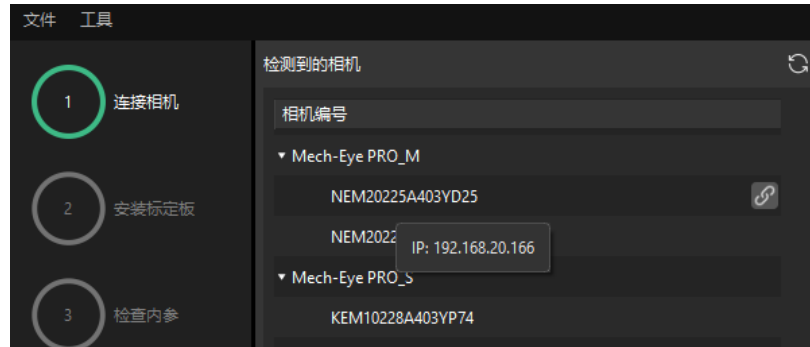


8. 在机器人示教器上，[确认MM主程序已经启动](#)。
9. 返回Mech-Vision软件，在[连接机器人](#)区域单击[[连接机器人](#)]按钮。按钮将变为[等待机器人连接中...](#)。
10. 等待[连接机器人](#)区域显示“已连接”状态信息，然后单击[[开始标定](#)]按钮。[标定 \(Eye to Hand\)](#) 窗口将弹出。

标定流程

连接相机

1. 在[连接相机](#)步骤，在[检测到的相机](#)列表中找到需要连接的相机，然后单击  按钮。



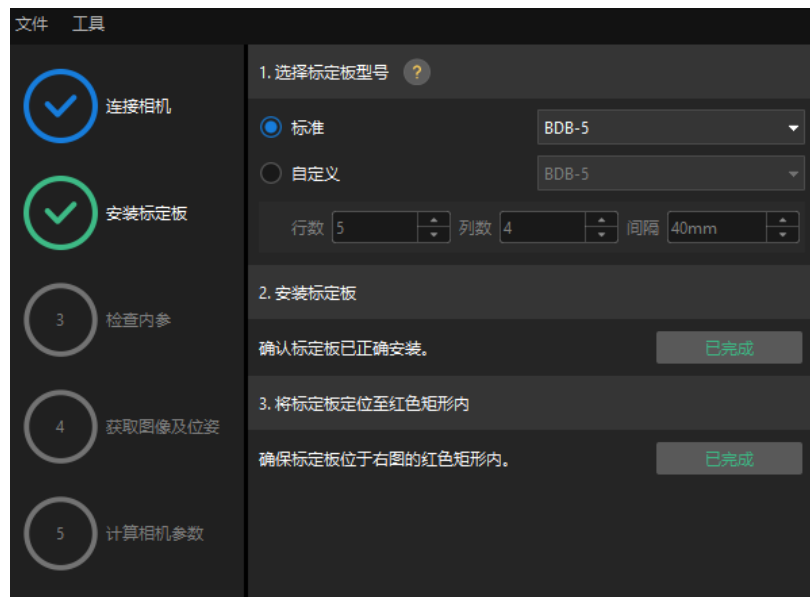
2. 连接相机后，可以选择[**单次采集**]或者[**连续采集**]按钮。
3. 在**图像视图**中，确定相机采集的2D图和深度图符合标定要求，然后在底部栏单击[**下一步**]按钮。



如果采集的图像不符合标定要求，你需要打开Mech-Eye Viewer软件 [调整相机的2D和3D曝光参数](#)，并重新进行采集。

安装标定板

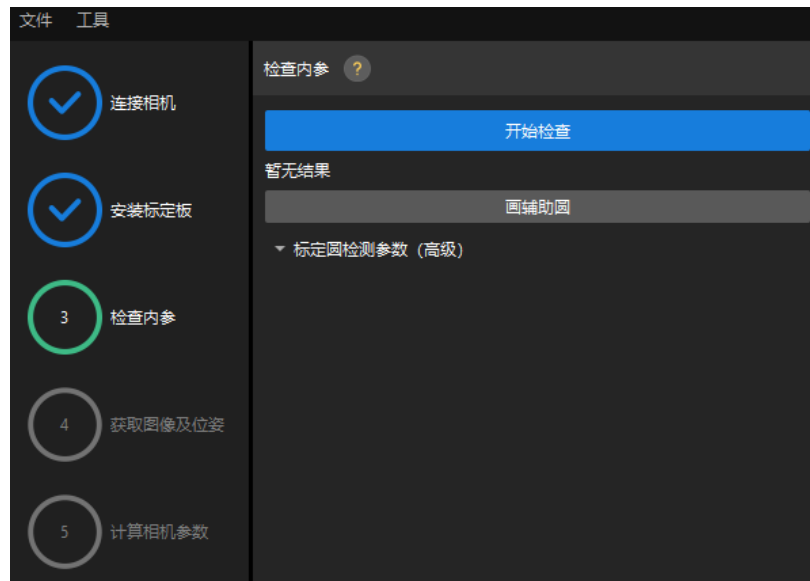
1. 在**安装标定板**步骤，在**1. 选择标定板型号**区域，选择**标准**单选框，然后根据标定板的型号标签选择对应的标定板规格。
2. 确认标定板已紧固在机器人末端法兰上，然后在**2. 安装标定板**区域单击[**确认**]按钮。
3. 确保标定板处于相机视野中心（红色矩形范围内），然后在**3. 将标定板定位至红色矩形内**区域单击[**确认**]按钮。



4. 完成所有标定板相关操作后，在底部栏单击[**下一步**]按钮。

检查内参

1. 在**检查内参**步骤，单击[**开始检查**]按钮。



2. 确认相机内参检查通过，然后在底部栏单击[下一步]按钮。



如果内参检查失败，请通过 [画辅助圆](#)或[修改检测参数](#) 的方式进行调整。

设置机器人路径

1. 在设置机器人路径步骤，设置**相机深度方向标定范围**参数。请根据标定板在深度方向可移动范围设置该参数。



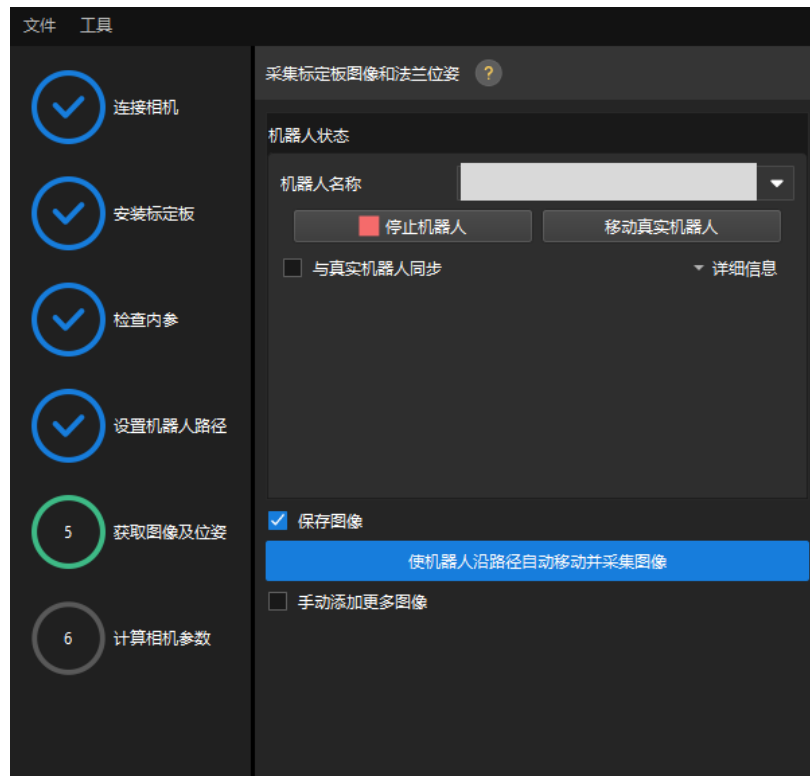
2. 根据需要设置**路径类型**参数为ToHand，指定金字塔参数**高度范围**、**层数**、**底层尺寸X/Y**、**顶层尺寸X/Y**和**每行移动网格行列数**，指定旋转参数**旋转角度**，然后单击[**确认**]按钮。

i 设置的机器人路径应基本覆盖工作区域。

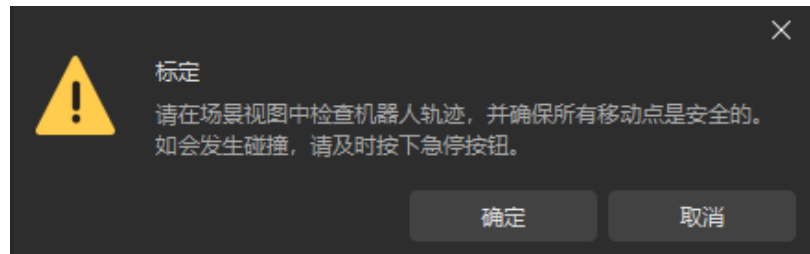
3. 在右侧**场景视图**面板中，观察确认自动生成的运动路径各个路径点与周边环境不会发生碰撞，然后在底部栏单击[**下一步**]按钮。

获取图像和位姿

1. 在**获取图像和位姿**步骤，勾选**保存图像**复选框。



2. 单击[使机器人沿路径自动移动并采集图像]按钮。
3. 仔细阅读机器人运动安全提示，然后单击[确认]按钮。



4. 等待机器人按照设定路径移动以及相机完成各路径点的图像采集。右侧**标定图像和位姿列表**表面板会显示已经采集到的图像。
5. 标定自动采集结束后，在弹出的窗口单击[确认]按钮，然后在底部栏单击[下一步]按钮。



计算相机参数

1. 在**计算相机参数**步骤，单击[计算相机外参]按钮。



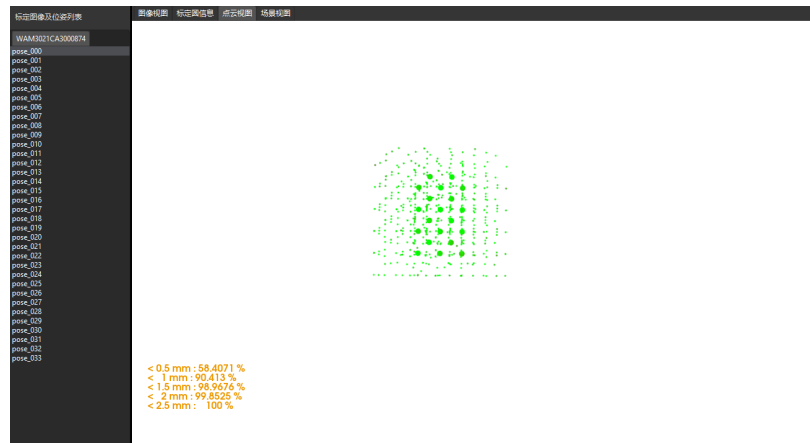
2. 在弹出的标定成功对话框中单击[确定]按钮。
3. 在右侧点云视图面板查看标定误差点云。



误差点云用于显示每个标定位姿上标定板圆真实值与计算值之间的偏差。

4. 确认标定精度满足预期要求。

查找占比为100%的误差值，即可确定标定的精度。例如，下图的精度为小于2.5 mm。

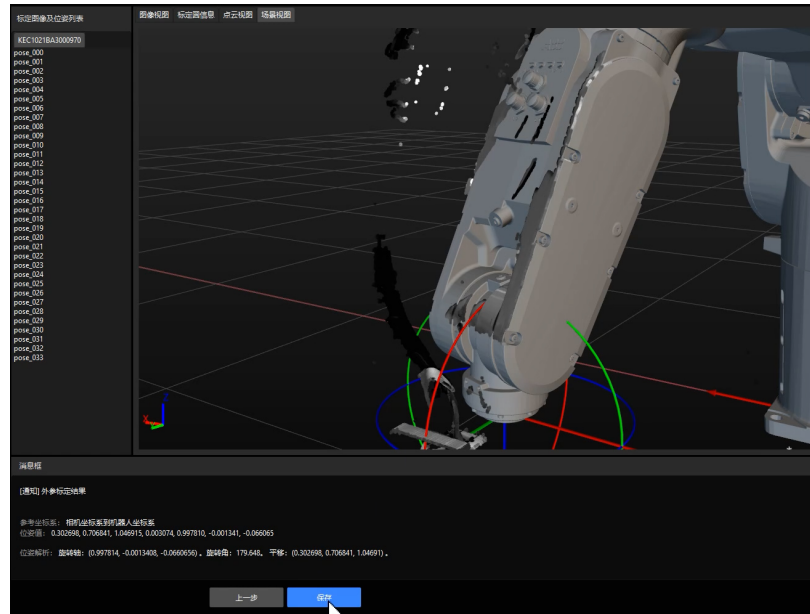


如需提升标定精度，请参考 [标定结果分析](#) 小节。

验证标定结果并保存

1. 完成标定后，将机器人手臂移动至相机视野范围内。
2. 在**计算相机参数**步骤中，单击[重新计算外参]按钮。该操作将触发相机拍照。
3. 单击**场景视图**，查看机器人点云与机器人模型的重合度。

如机器人的点云与机器人模型大致重合，则说明标定成功。



- 在底部栏单击[保存]按钮，在弹出的保存标定文件对话框，单击[确定]按钮。相机标定结果将自动保存到工程的“calibration”目录下。

2.4. 工件识别

在使用本教程前，你已经在“手眼标定”章节中使用案例工程“通用工件识别”创建了Mech-Vision方案。

在本教程中，你将先了解工程思路，然后通过调节步骤参数完成工程的部署，从而识别工件的位姿并输出视觉结果。



在本教程中，你将会需要将工件的CAD模型文件转化为点云匹配模板。因为准备CAD模型文件可能会花费较长时间，因此推荐在使用本教程前准备好工件的CAD模型文件。

[视频教程：工件识别](#)

工程思路介绍

工程中各步骤的作用如下表所示。

序号	阶段	步骤	图示	说明
1	采集图像	从相机获取图像		连接相机并采集图像

序号	阶段	步骤	图示	说明
2	识别工件	3D工件识别		通过3D匹配算法计算工件的位姿（作为抓取点）
3	调整位姿	调整位姿		将抓取点从相机坐标系变换至机器人坐标系
4	输出视觉结果	输出		输出工件的位姿，用于机器人抓取



抓取点指机器人可以在工件表面进行抓取的点。

步骤参数调节




在本节，你将通过调节各个步骤的参数来完成工程的部署。

从相机获取图像

需调节“从相机获取图像”步骤参数，连接相机。

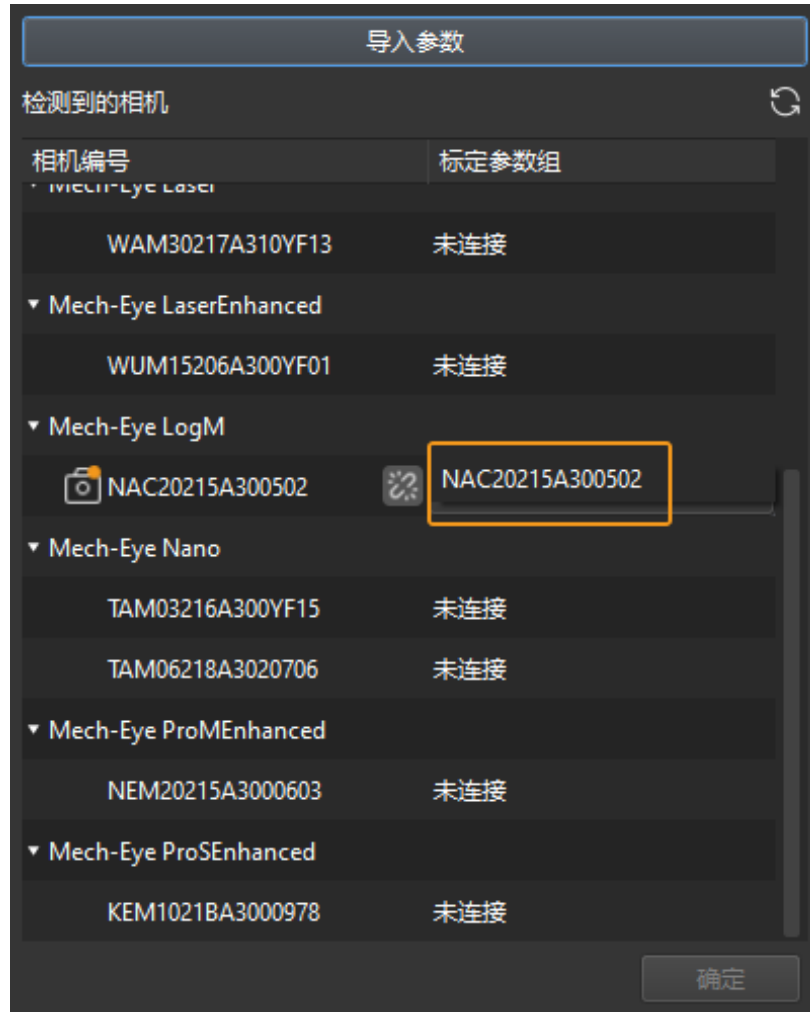
- 选中“从相机获取图像”步骤，在界面右下角步骤参数处单击[**选择相机**]。



- 在弹出的窗口中单击某相机编号右侧的  按钮，即可连接至该相机。相机连接成功后， 按钮将变为 。



连接相机后，需选择参数组。单击[**选择参数组**]，选择出现的参数组即可。



3. 连接相机并设置参数组后，相机标定参数组、IP 地址和端口等参数将自动获取，其余参数保持默认即可。

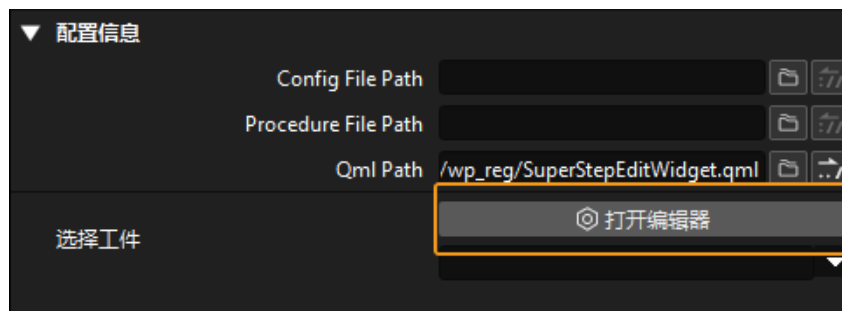


此时即完成了相机的连接。

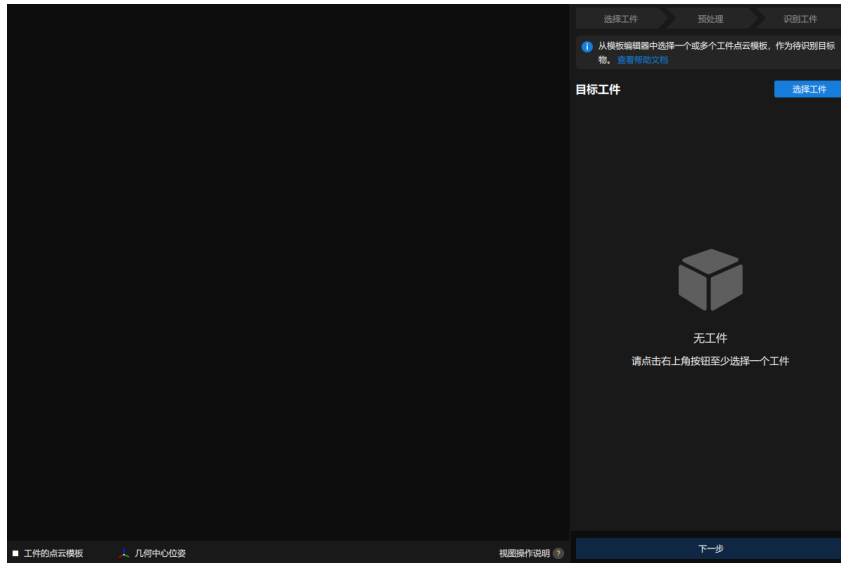
3D工件识别

“3D工件识别”步骤内置3D工件识别可视化配置工具，可对工件进行点云预处理、模板匹配，并计算工件的位姿（抓取点）。

选中“3D工件识别”步骤，在界面右下角步骤参数处单击[打开编辑器]。



3D工件识别可视化配置工具界面如下图所示。



接下来可按照如下操作流程识别工件。



选择工件

进入3D工件识别可视化配置工具后，需要制作待识别工件的点云模板。

1. 打开模板编辑器。

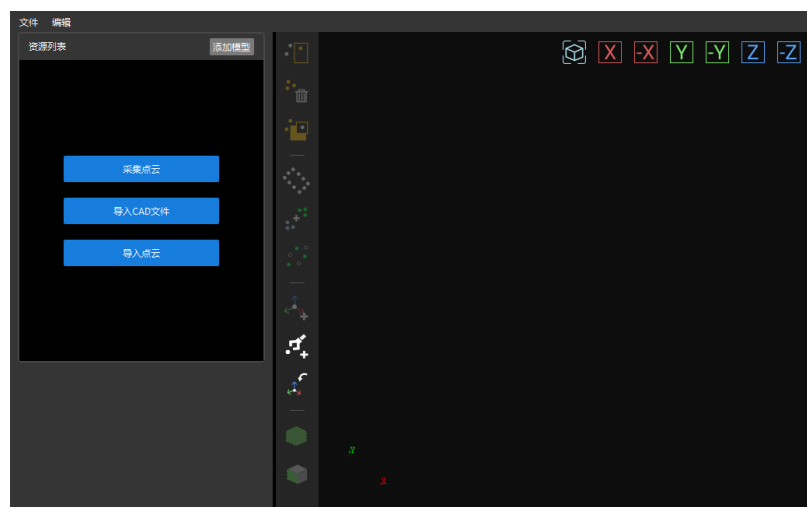
单击3D工件识别可视化配置工具界面右上角的[**选择工件**]按钮。



在弹出的工件库窗口中单击[**模板编辑器**]。

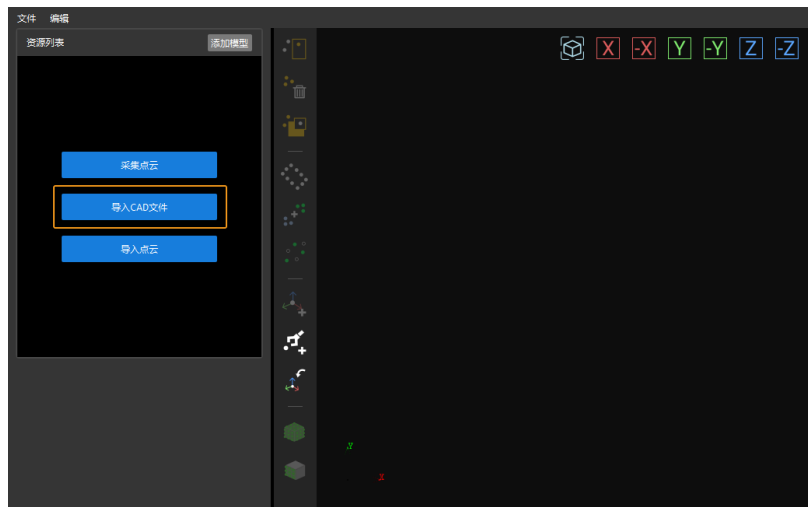


模板编辑器界面如下图所示。



2. 导入CAD文件。

在模板编辑器界面中单击[导入CAD文件]。




导入准备好的STL格式的工件模型，然后选择模型尺寸单位，单击[确定]。

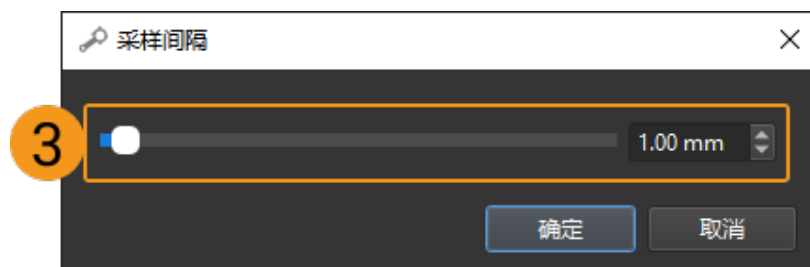


CAD文件导入完成后，将显示在模板编辑器界面中心的可视化区域中。



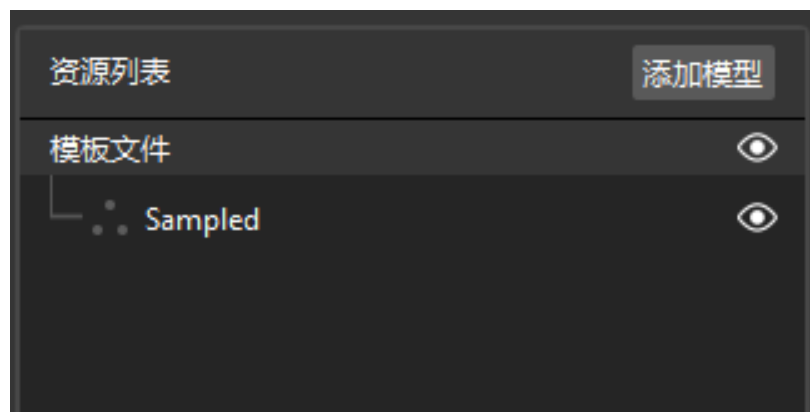
3. 利用CAD文件制作点云模板。

选中模板编辑器界面左侧资源列表中的CAD文件，单击工具栏中的  按钮，然后在弹出的采样间隔窗口中设置采样间隔，生成CAD模型外表面的点云。

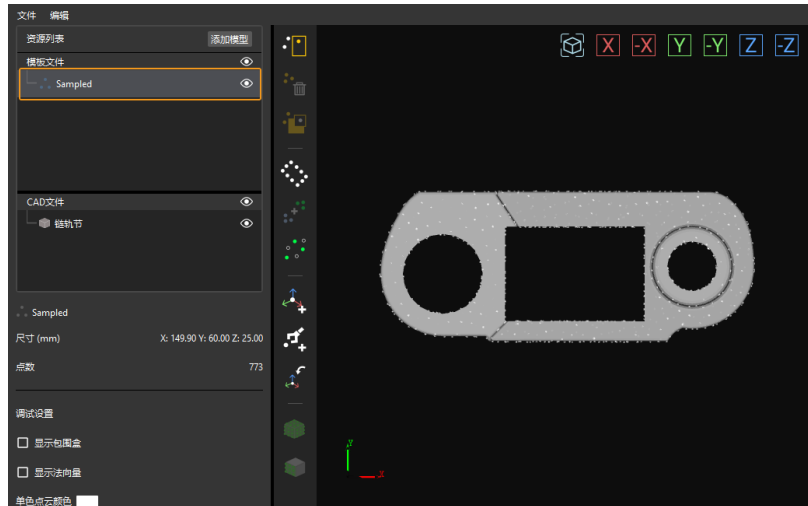


4. 查看生成的点云模板。


利用CAD文件制作完成的点云模板文件将显示在资源列表中。

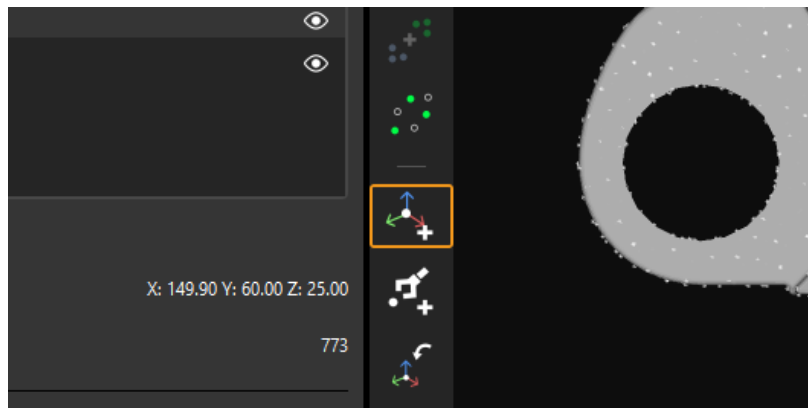


单击选中点云模板文件，可在模板编辑器的可视化区域中查看该点云模板。

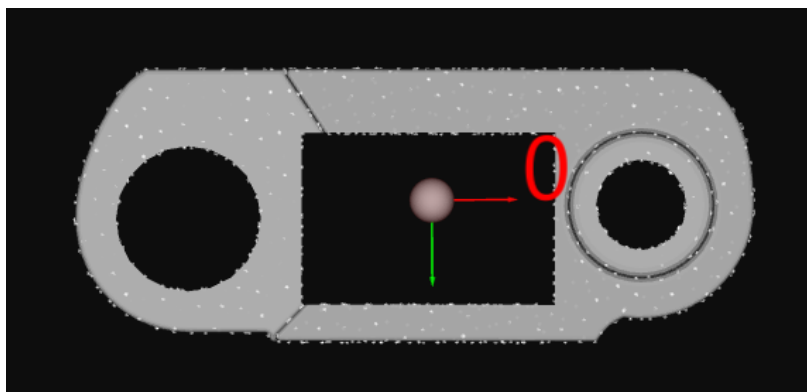


5. 添加抓取点。

单击工具栏中  按钮，为工件点云模板添加位姿作为抓取点。

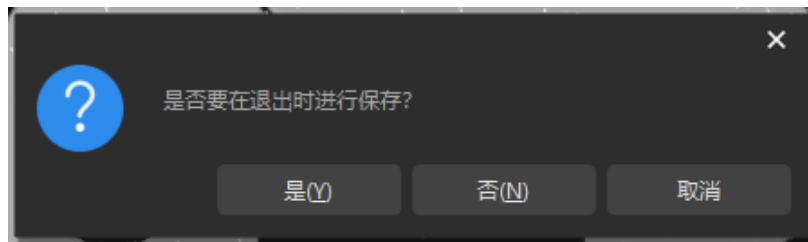


添加完成的抓取点如下图所示。



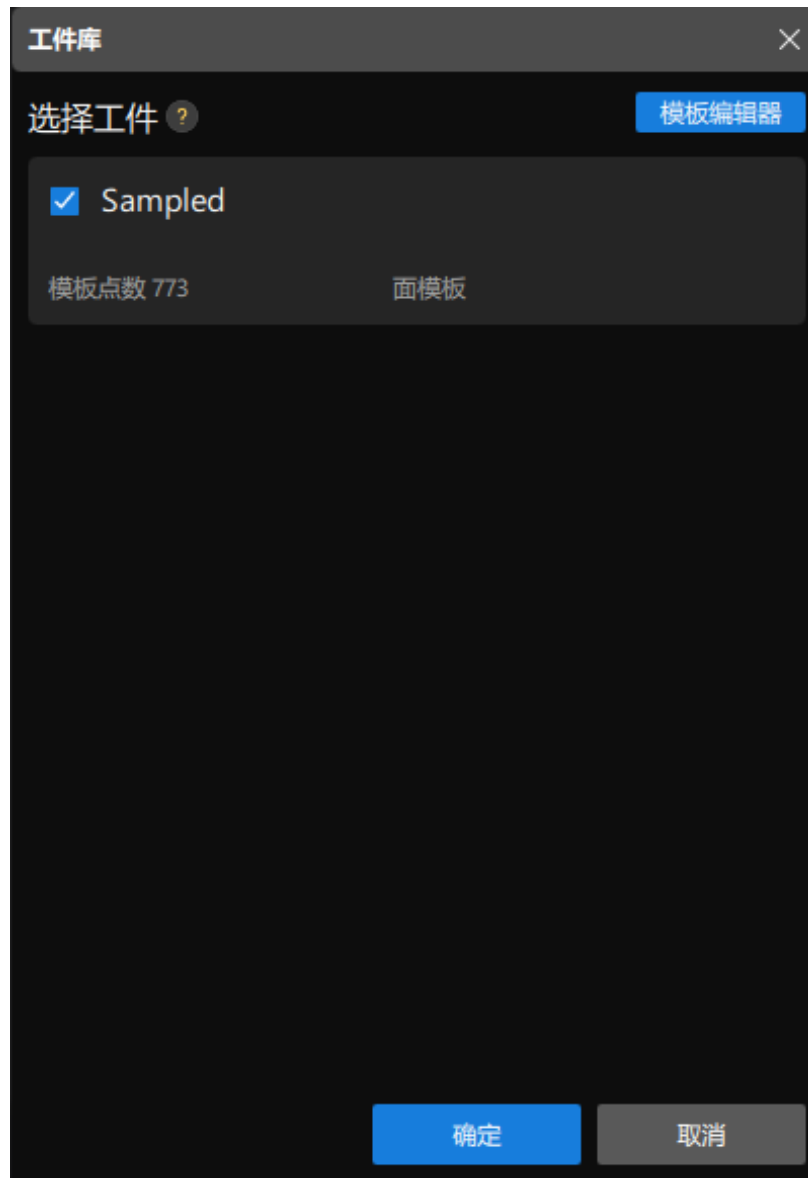
6. 保存模板与抓取点。

关闭模板编辑器，在弹出的窗口中单击[是 (Y)]。



7. 在工件库中选择工件。

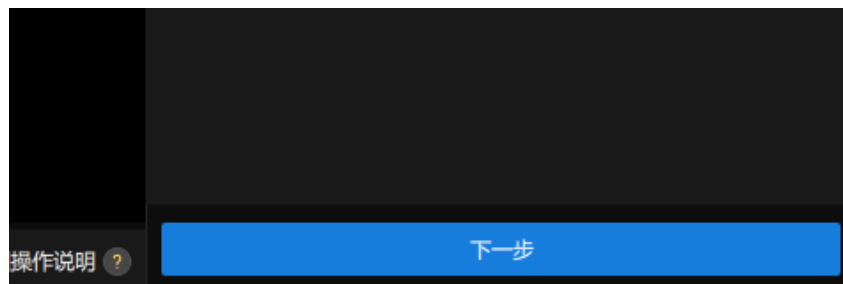
退出模板编辑器后，在工件库中勾选保存的工件点云模板，单击[确定]。



随后，在3D工件识别可视化配置工具右上角将显示等待识别的目标工件。



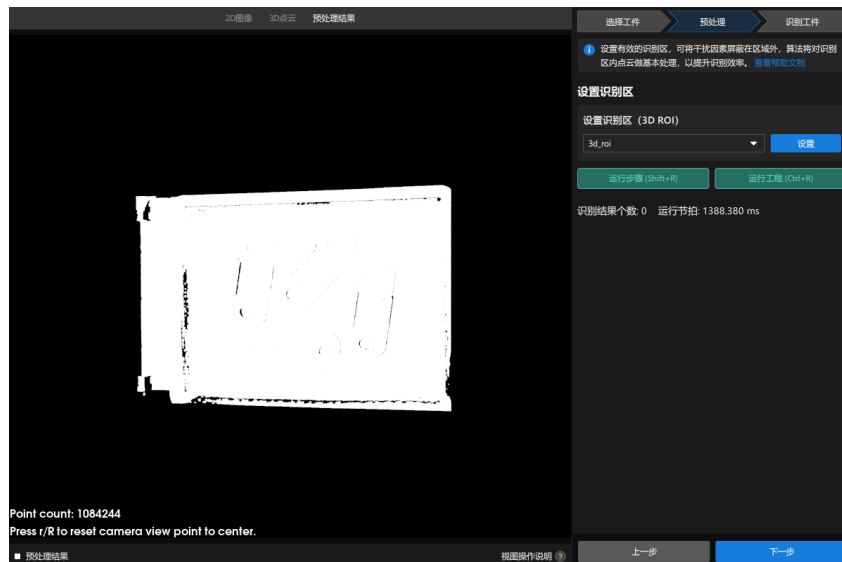
此时即完成了工件的选择，单击3D工件识别可视化配置工具底部的[**下一步**]进入预处理流程。



预处理

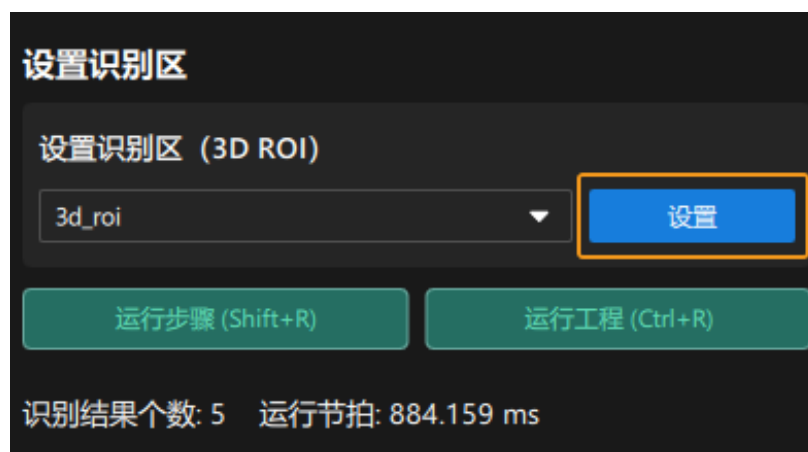
预处理的目的是通过设置识别区来去除不必要的点云，仅保留工件点云，提升工程运行效率。

预处理界面如下图所示。

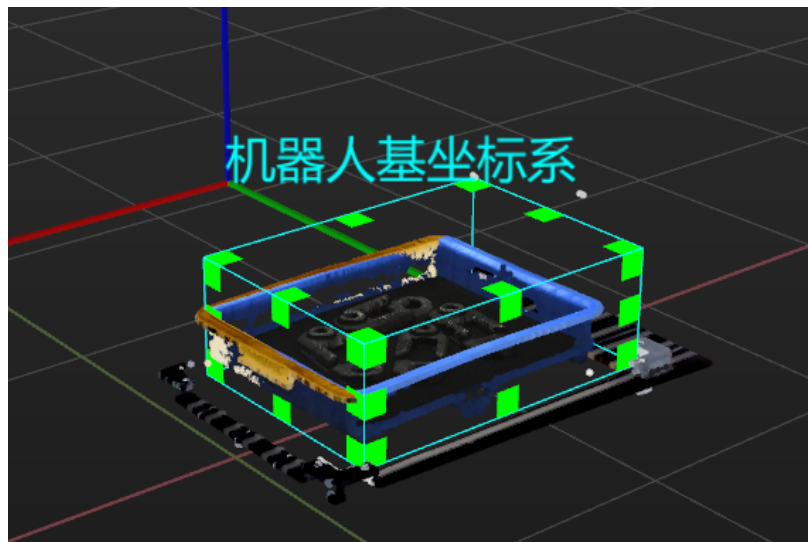


1. 设置识别区。

单击[设置]。

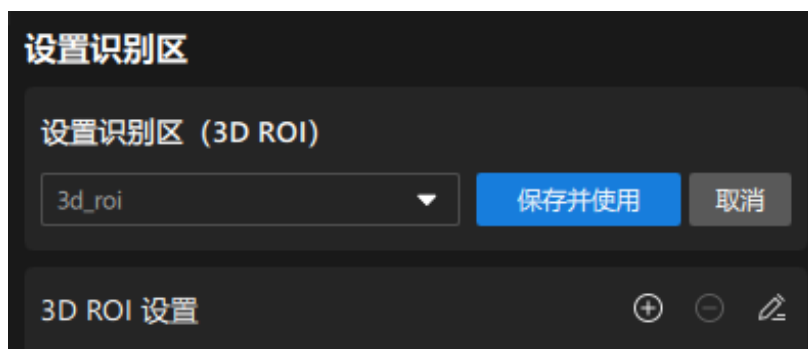


在设置识别区界面中设置3D识别区。按住`Ctrl`键，然后鼠标左键长按3D ROI选框顶点，拖动3D选框至合适的大小即可。3D识别区设置完成后如下图所示。

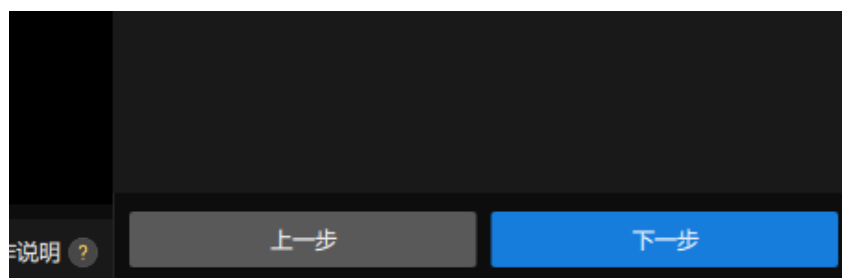


2. 保存识别区。

单击[保存并使用], 保存识别区。



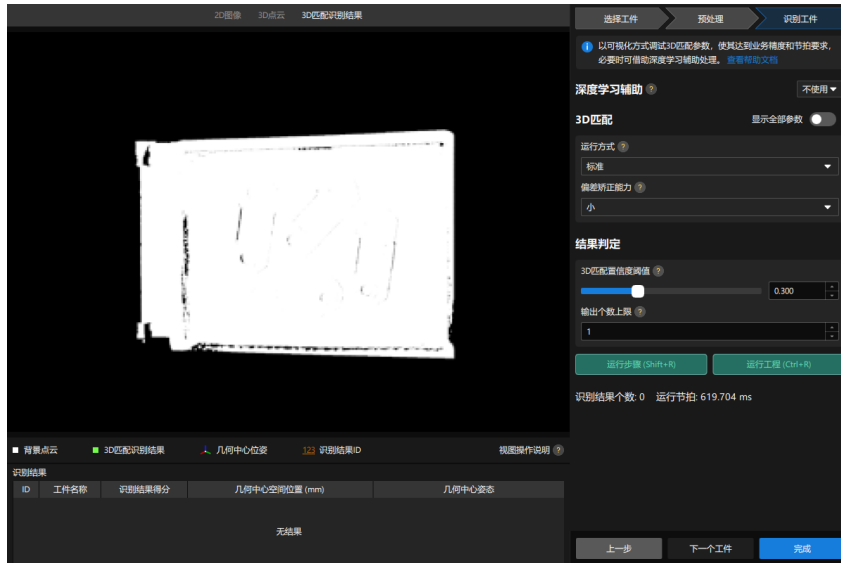
此时即完成了预处理流程，单击3D工件识别可视化配置工具底部的[下一步]按钮，进入识别工件流程。



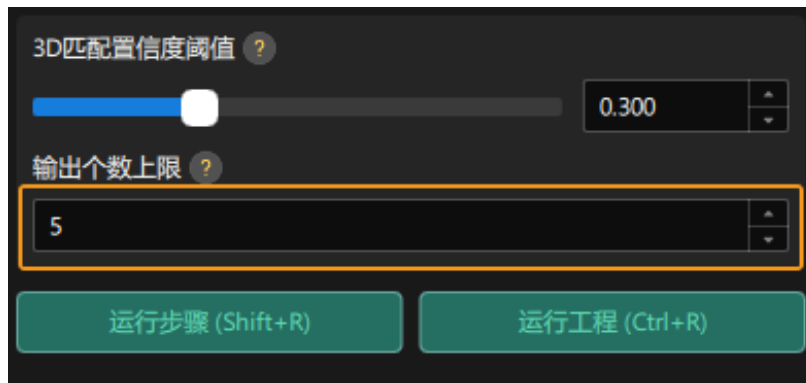
识别工件

在本流程中，可以通过可视化方式调整3D匹配相关参数，输出工件的位姿。

识别工件界面如下图所示。

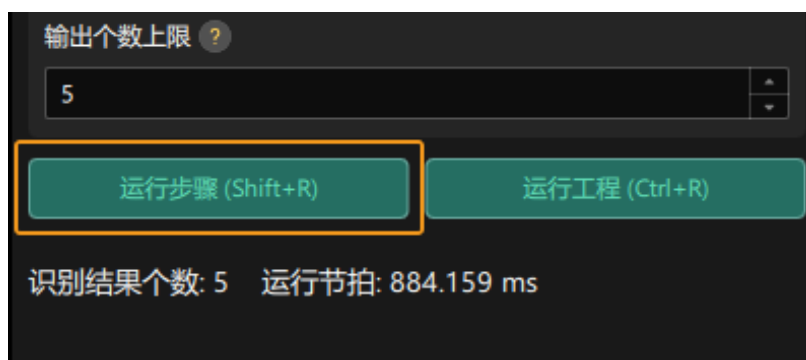


1. 由于本工程中最多可识别到5个工件，所以将**输出个数上限**调整为5。



2. 查看可视化输出结果

单击[运行步骤]。

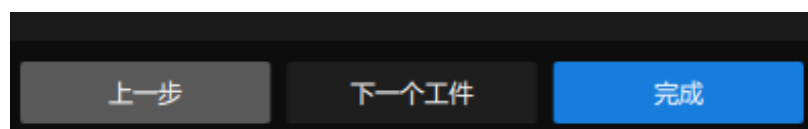


即可在可视化区域中查看可视化输出结果。如下图所示，输出了4个工件的位姿。



3. 保存配置。

单击3D工件识别可视化配置工具底部的[完成]按钮。



然后在弹出的窗口中单击[保存]。



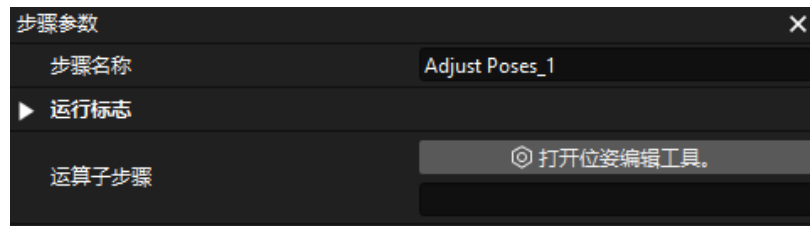
此时即完成了工件的识别，并计算出了抓取点。

调整位姿

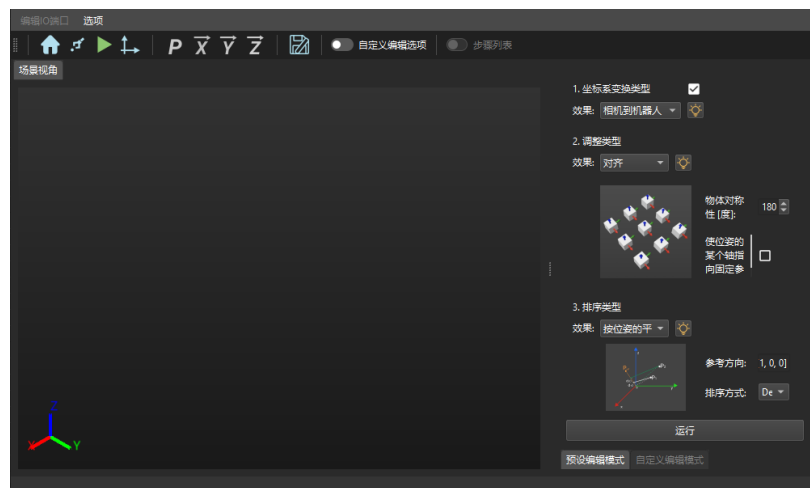
“3D工件识别”步骤输出的抓取点位于相机坐标系下，为了方便机器人抓取，还需对工件位姿进行调整，将位姿从相机坐标系变换到机器人坐标系。

1. 打开位姿编辑工具。

选中“调整位姿”步骤，在步骤参数处单击[打开位姿编辑工具]。

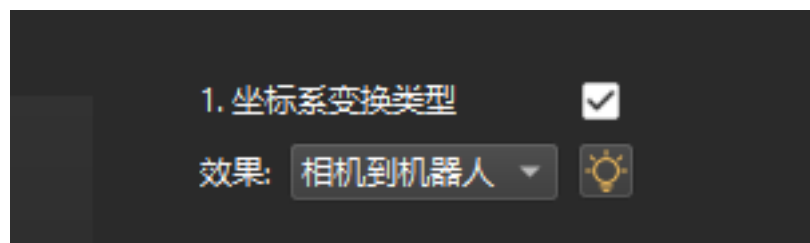


位姿编辑工具界面如下图所示。



2. 调整坐标系变换类型。

在位姿编辑工具右上角处，将坐标系变换类型调整为**相机到机器人**。

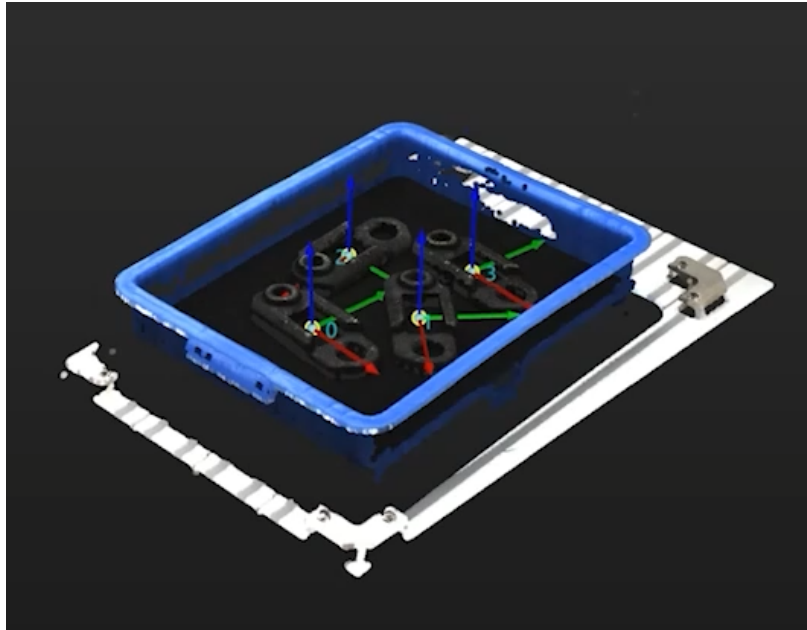


3. 查看坐标系变换效果。

单击位姿编辑工具右下角的[**运行**]按钮。

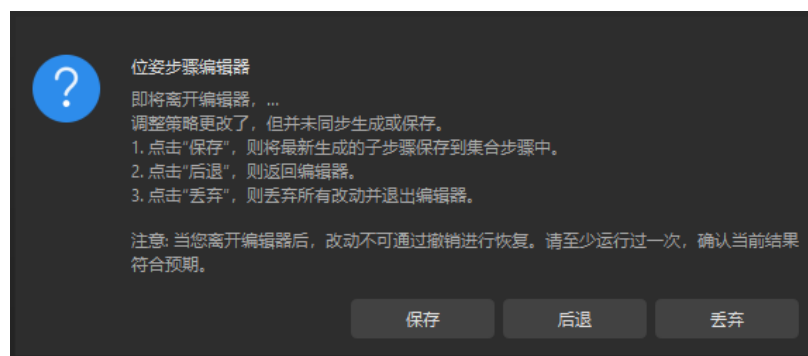


可在位姿编辑工具中心区域的场景视角中看到变换后的抓取点。



4. 保存配置。

关闭位姿编辑工具，在弹出的窗口中单击[保存]。



此时即完成了抓取点的坐标系变换。

输出

“输出”步骤可将当前工程的结果发送给后台服务。

至此，你已完成了Mech-Vision工程的部署。

2.5. 实现首次抓取

使用Mech-Vision典型案例获得工件的位姿后，接下来需搭建Mech-Viz工程，引导机器人循环抓放工件。



在本教程中，需要使用末端工具的OBJ格式的模型文件进行碰撞检测。请在使用本教程前准备好末端工具的OBJ模型文件。

视频教程：实现首次抓取

主要搭建流程如下图所示。



配置机器人和场景

为了避免机器人抓放过程中与周围物体碰撞，需要在工程中添加末端工具模型、场景模型、料筐模型，用于碰撞检测。

导入并配置末端工具模型

i 末端工具指的是安装在机器人末端执行加工/抓取作业的装置。

导入并配置末端工具的目的是在三维仿真空间中能够显示末端工具的模型，并用于碰撞检测。

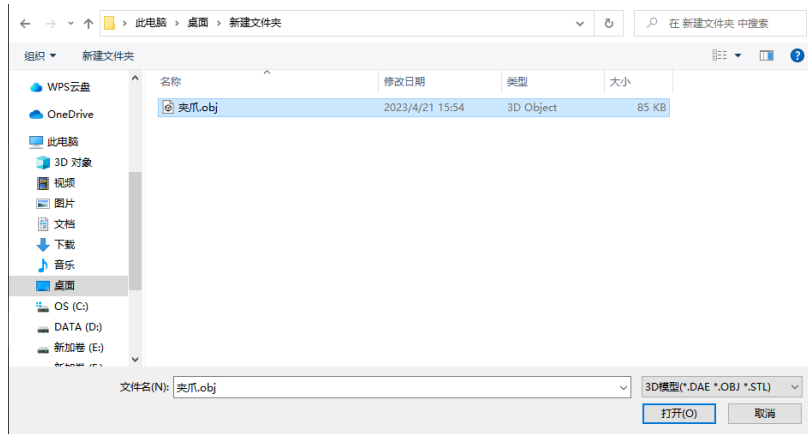
导入末端工具模型

1. 单击位于工程资源 > 模型库中的[+]。



i 工程资源指的是工程中的各种基础资源，包括：机器人、末端工具、工件、场景物体等。

2. 在弹出的窗口中选择 OBJ 格式的碰撞模型文件，然后单击[打开]。



3. 模型导入完成后，可在模型库中看到已导入的模型。



配置末端工具

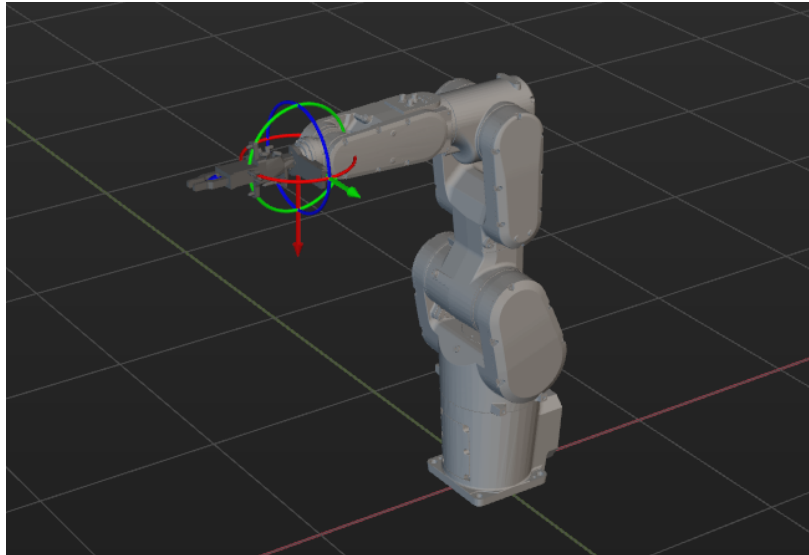
1. 单击位于工程资源 > 末端工具中的[+]。



2. 在弹出的窗口中填写工具名称，并将导入好的末端工具模型文件作为碰撞模型和显示模型，最

后单击[确定]。

3. 末端工具相关信息配置完成后，可在三维仿真空间中看到配置好的末端工具，如下图所示。



调整末端工具

由上图可知，末端工具相对于机器人的位姿明显有误，需对末端工具的位姿进行调整。

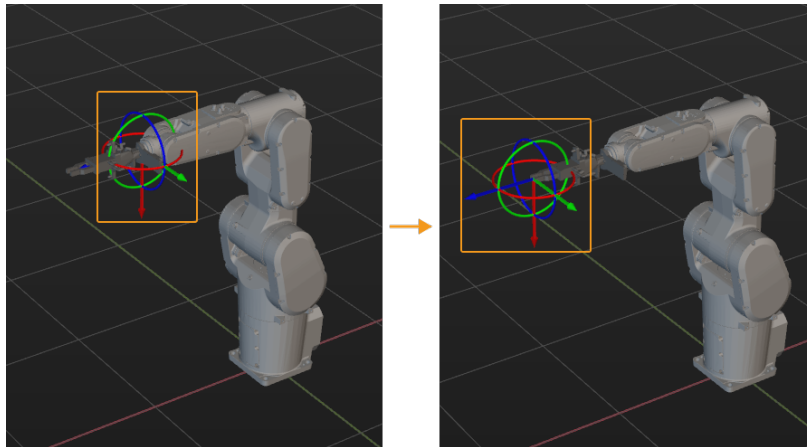
1. 双击模型库中的末端工具模型。



2. 在弹出的模型配置窗口中进行如下调整。



3. 调整前后的末端工具位姿如下图所示。



导入并配置场景模型

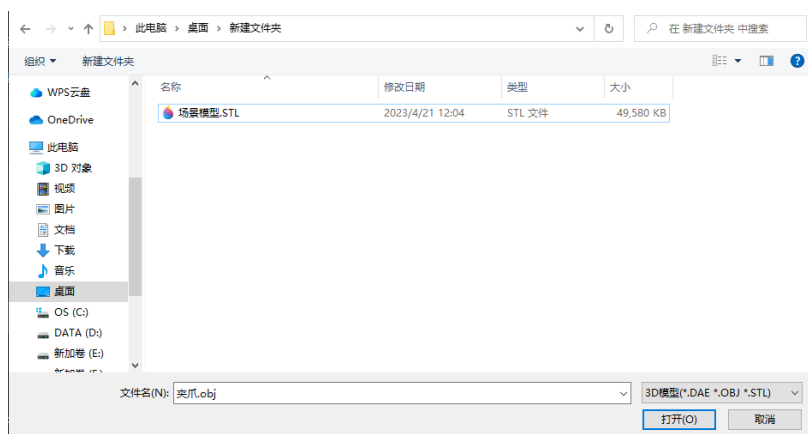
导入并配置场景的目的是还原真实现场场景，以此来辅助用户规划机器人运动路径。

导入场景模型

1. 单击位于工程资源 > 模型库中的[+]。



2. 在弹出的窗口中选择场景物体模型文件，然后单击[打开]。



3. 模型导入完成后，可在模型库中看到已导入的模型。

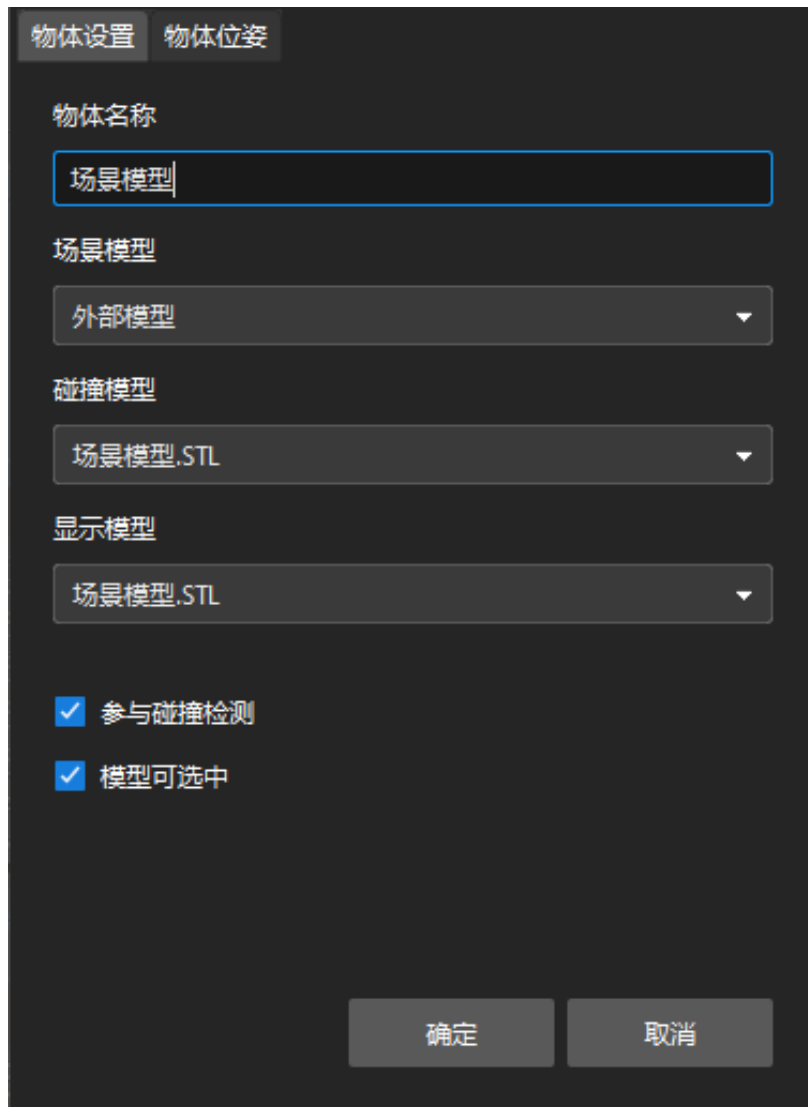


配置场景模型

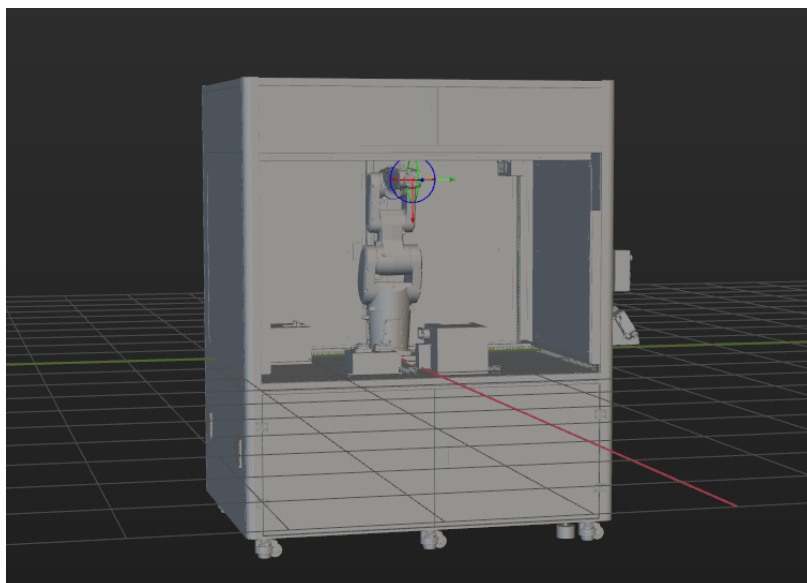
1. 单击位于工程资源 > 场景物体中的[+]。



2. 在弹出的窗口中填写物体名称，选择“外部模型”作为“场景模型”，并将导入好的场景物体模型文件作为碰撞模型和显示模型，最后单击[确定]。



3. 配置完成后，场景物体将显示在三维仿真空间中。



添加并配置料筐模型

1. 添加“抓取筐”模型。

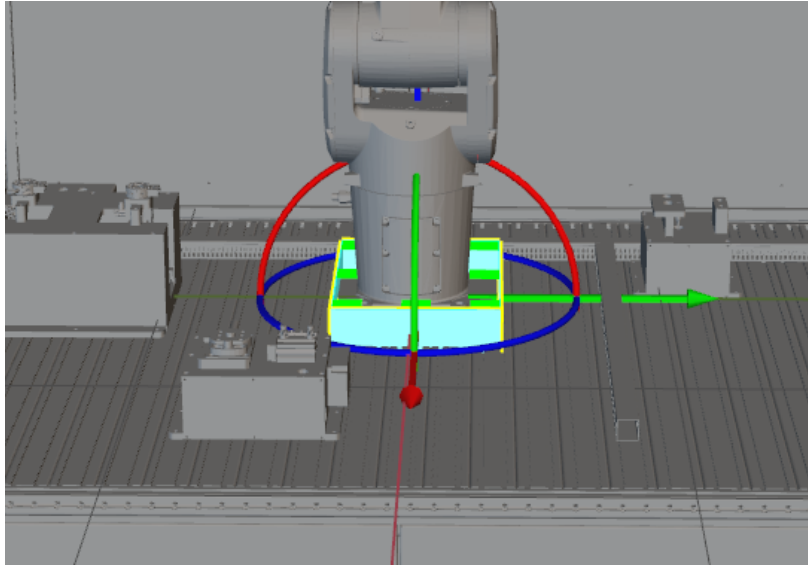
单击位于工程资源 > 场景物体中的[+]。



在弹出的窗口中填写物体名称为“抓取筐”，选择“方筐”作为“场景模型”。然后根据测量得到的真实料筐尺寸，设置“物体尺寸”，最后单击[确定]。



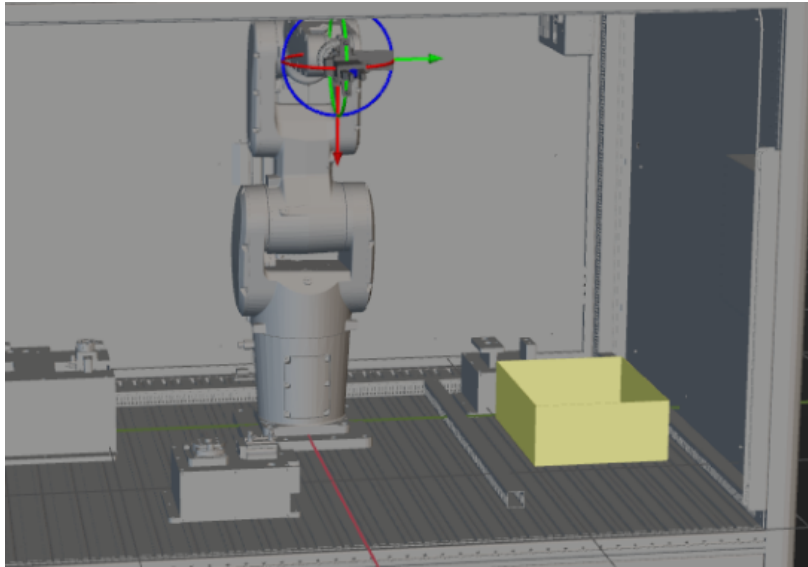
配置完成后，“抓取筐”将显示在三维仿真空间中。



2. 调整“抓取筐”模型。

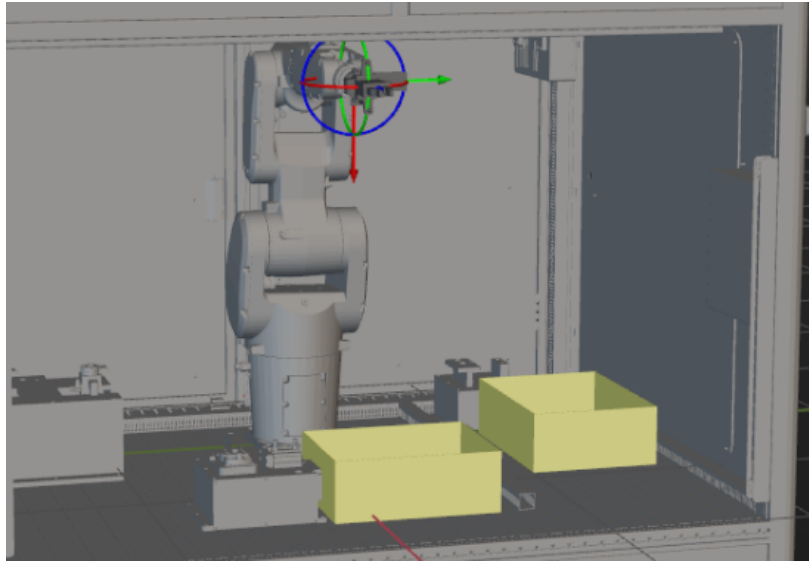
为了获得真实料筐的位置，可运行Mech-Vision，将真实料筐的点云发送至Mech-Viz，从而根据真实料筐的点云位置来调整“抓取筐”模型的位置。

按住 **Ctrl**，同时按住鼠标左键拖动“抓取筐”模型坐标轴，调整“抓取筐”模型的位置，调整后，“抓取筐”模型的位置如下图所示。



3. 添加并调整“放置筐”模型。

按同样的方法添加并调整“放置筐”模型，如下图所示。



至此，Mech-Viz工程所需资源已配置完成。

搭建工作流程

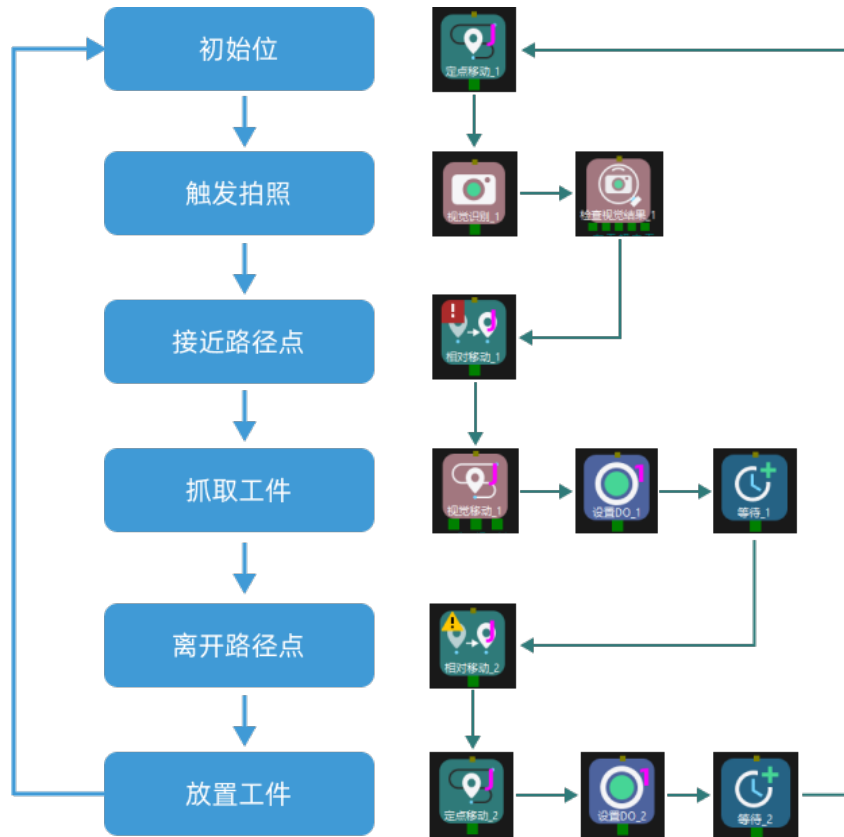
在完成模型配置工作后，即可开始工作流程搭建。通过将步骤库中的步骤拖拽至工程编辑区，设置步骤的各项参数，并将步骤连线，来实现预设的程序功能。



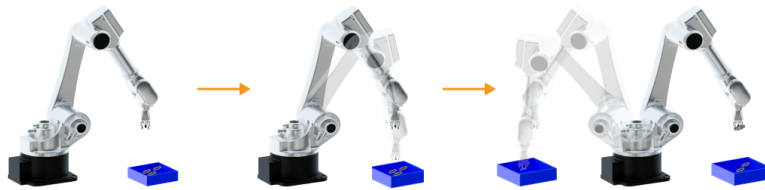
- 工作流程指的是在Mech-Viz中以流程图形式搭建的机器人运动控制程序。
- 步骤即机器人编程功能模块。

工作流程搭建思路

工作流程搭建思路如下图所示。



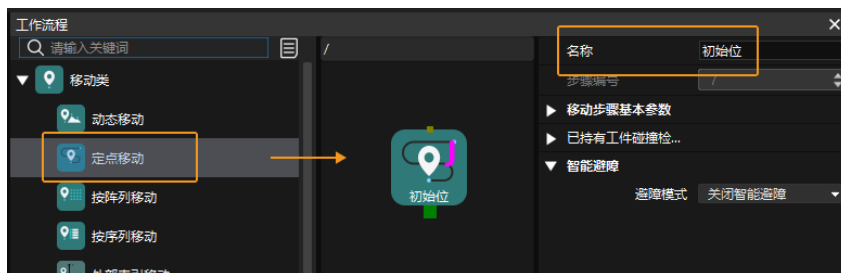
工作流程搭建完成后，可实现如下抓取效果。




定义“初始位”

初始位是机器人运动的起始点，同时初始位是一个安全位置，机器人在这一点时应远离待抓取物体及周边设备，且不遮挡相机视野。

移动机器人到达自定义的初始位后，在步骤库中选择**定点移动**，将其拖动至工程编辑区，并将其命名为“初始位”。然后单击工具栏的[同步机器人]，用来记录机器人此时所处的位姿。



触发相机拍照

步骤	视觉识别
说明	启动Mech-Vision工程，获取视觉识别结果。
操作	在步骤库中找到“视觉识别”，将其拖拽至工程编辑区。
参数设置	在 服务名称 下拉栏中选择 General Workpiece Recognition 。
图示	

在视觉识别步骤后，可添加**检查视觉结果**步骤确认是否有视觉结果。

步骤	检查视觉结果
说明	确认是否有视觉结果。
操作	在步骤库中找到“检查视觉结果”，将其拖拽至工程编辑区。
参数设置	保持默认即可。

移动到接近路径点

获取视觉识别结果后，接下来需通过**相对移动**步骤移动机器人到接近路径点。

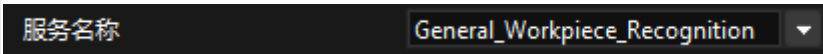
步骤	相对移动
说明	根据视觉识别结果移动。
操作	在步骤库中找到“相对移动”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“接近路径点”。
参数设置	在 移动相对于 下拉栏中选择 下一个路径点 ；将 目标类型 设置为 工具 ，并设置 Z轴坐标 设置为 -200mm 。
图示	

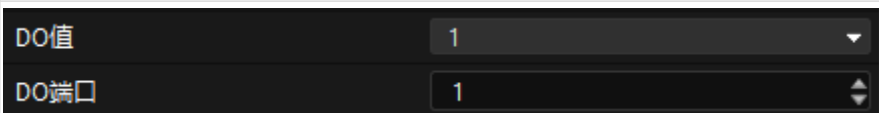
抓取工件

机器人到达接近路径点后，即可控制机器人抓取，分以下两步。

1. 第一步：使用**视觉移动**步骤，控制机器人到达工件位置。
2. 第二步：使用**设置DO**步骤，控制机器人撑开夹具，抓取工件。

具体说明如下。

步骤	视觉移动
说明	根据视觉识别结果移动。
操作	在步骤库中找到“视觉移动”，将其拖拽至工程编辑区。
参数设置	在 服务名称 下拉栏中选择 General Workpiece Recognition 。
图示	

步骤	设置DO
说明	控制夹爪撑开，抓取工件。
操作	在步骤库中找到“设置DO”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“撑开夹爪”。
参数设置	将 DO值 和 DO端口 设置为 1 。
图示	

由于夹爪撑开需要一定时间，所以需添加**等待**步骤，防止机器人空抓。

步骤	等待
说明	防止机器人空抓。
操作	在步骤库中找到“等待”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“抓取等待”。
参数设置	将 等待时间 设置为 1000ms 。
图示	

移动到离开路径点

机器人抓取工件后，接下来需通过**相对移动**步骤控制机器人到达离开路径点。

步骤	相对移动
说明	根据视觉识别结果移动。
操作	在步骤库中找到“相对移动”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“离开路径点”。
参数设置	在 移动相对于 下拉栏中选择 下一个路径点 ；将 目标类型 设置为 工具 ，并设置 Z轴坐标 设置为 -200mm 。



放置工件

机器人抓取后，接下来需将工件放置在放置筐，分以下两步。

1. 第一步：使用**定点移动**步骤，控制机器人到达放置筐位置。
2. 第二步：使用**设置DO**步骤，控制机器人闭合夹具，放置工件。

具体说明如下。

步骤	定点移动
说明	控制机器人到达放置筐位置。
操作	在步骤库中找到“定点移动”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“放置点”。
参数设置	调整合适的 工具位姿 作为放置点。
图示	

步骤	设置DO
说明	控制夹爪闭合，放置工件。
操作	在步骤库中找到“设置DO”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“闭合夹爪”。
参数设置	将 DO值 设置为0， DO端口 设置为1。

图示	DO值	0
	DO端口	1

由于夹爪闭合需要一定时间，所以需添加**等待**步骤，防止机器人放置工件失败。

步骤	等待
说明	防止机器人放置工件失败。
操作	在步骤库中找到“等待”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“放置等待”。
参数设置	将 等待时间 设置为 1000ms 。
图示	

连接步骤

以上步骤添加完成后，按顺序进行连接。为了实现机器人循环抓放工件，还需将“放置等待”的出口连接至“初始位”的入口。

仿真与运行

- 步骤连接完成后，单击工具栏中的[**仿真**]按钮，即可对搭建完成的Mech-Viz工程进行仿真。



- 如果仿真运行效果满足预期，单击Mech-Viz工具栏中的[**运行**]按钮运行真实机器人。



建议低速运行机器人，且需密切关注机器人移动轨迹，紧急情况及时按下急停键。

3. 入门教程：视觉引导机器人拆垛（主控）

在本教程中，你将学习如何部署3D视觉引导机器人纸箱拆垛应用。

应用概述

- 相机：Mech-Eye DEEP相机，Eye to Hand方式安装
- 机器人：ABB_IRB_1300_11_0_9
- 工件：单品类纸箱
- 使用软件：Mech-Vision 1.7.2、Mech-Viz 1.7.2、Mech-Center 1.7.2、Mech-Eye Viewer 2.1.0
- 通信方式：主控通信



如果你使用的相机型号、机器人品牌或工件与本例中不同，请参考相应步骤中提供的参考内容进行调整。

[视频教程：视觉引导机器人拆垛简介](#)

如何部署视觉应用？

视觉应用的部署通常划分为五个阶段，如下图所示：



下表说明了视觉应用部署的五个阶段。

序号	阶段	说明
1	视觉系统硬件搭建	完成梅卡曼德视觉系统软硬件安装与连接。
2	机器人通信配置	将机器人主控程序及配置文件导入到机器人系统中，建立视觉侧与机器人通信，从而实现梅卡曼德软件系统对机器人的控制。
3	手眼标定	完成Eye To Hand场景下的自动手眼标定，建立相机坐标系与机器人坐标系对应关系。
4	纸箱识别	使用“单品类纸箱”案例工程定位纸箱，引导机器人精准抓取。
5	抓取和放置	搭建Mech-Viz工程的工作流程，为机器人规划无碰撞的抓取和放置路径。

接下来，请参考如下章节完成应用部署。

3.1. 视觉系统硬件搭建

在本教程中，你将学会搭建梅卡曼德视觉系统。

搭建梅卡曼德视觉系统，需要依次完成：**开箱检查** → **安装硬件** → **连接网络** → **升级软件（可选）** → **确认视觉系统可以正常采集图像**。

[视频教程：视觉系统硬件搭建](#)

开箱检查

1. 收到包装后，请确认包装完好无破损。
2. 找到包装内的《包装清单》，并参照如下清单检查物品和配件无缺失或损坏。

下图展示了相机包装箱内包含的物品和配件示例。相机包装箱内包含的物品，请以实际包装内的《包装清单》为准。



序号	类别	名称	功能
1	工控机及配件	工控机	提供梅卡曼德软件系统
2		工控机配件	工控机配件，例如WIFI天线
3		工控机电源线和适配器	接通工控机电源
4	相机及配件	Mech-Eye工业级3D相机	用于采集图像
5		相机使用说明书	Mech-Eye工业级3D相机使用说明书
6		相机配件包	用于安装相机

序号	类别	名称	功能
7	项目附件	加密狗	用于授权软件
8		标定板	用于相机标定
9		法兰板	连接标定板
10		标配相机DC电源线（20米）	连接相机与导轨电源；可选配更长的相机电源线
11		标配相机网线（20米）	连接相机与工控机；可选配更长的相机网线
12		导轨电源（标配）	接通Mech-Eye工业级3D相机的电源；可选配电源适配器
13	包装清单		列出包装内所有物品和配件



如有物品损坏或缺失，请联系梅卡曼德。

准备其他物料

在本教程中，除了相机包装箱中的物品外，还需自行准备下表所示的物料。

物料	功能
显示器	为工控机提供屏幕
HDMI线	连接工控机与显示器
RJ45网线	连接工控机与机器人控制器



在本教程中，工控机与机器人控制器通过RJ45网线直连，工控机与相机通过相机网线直连。你还可以使用路由器连接工控机与机器人控制器以及工控机与相机。

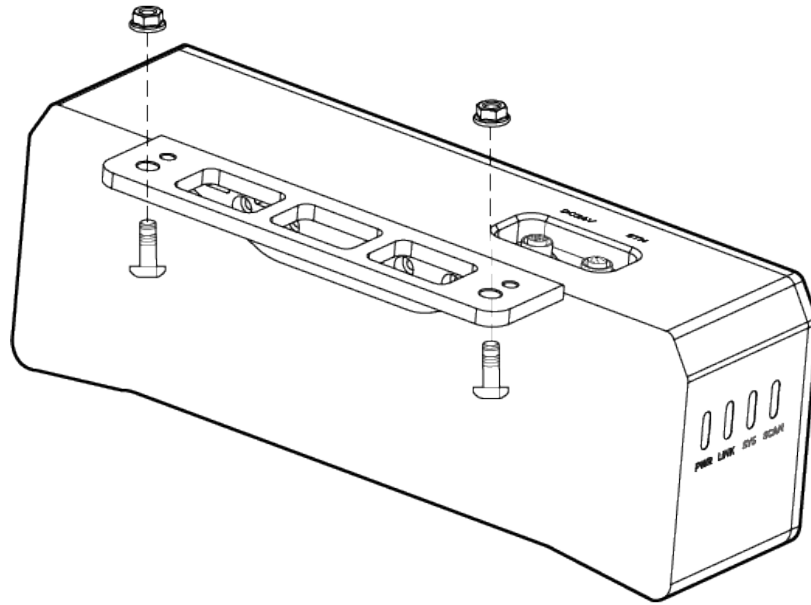
安装硬件

安装相机



在本教程中，相机固定安装于相机支架上（即Eye to Hand安装方式）。此外，相机还可以安装于机器人末端（即Eye in Hand安装方式）。

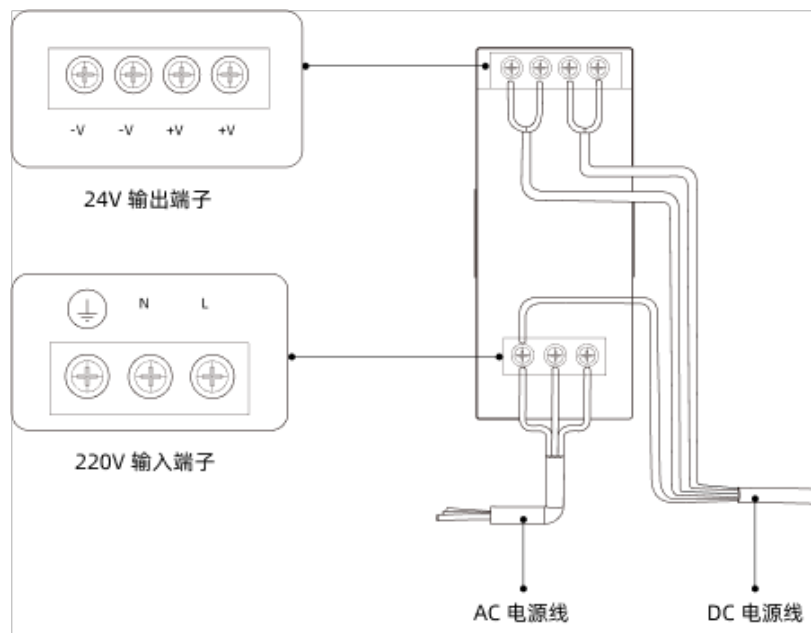
1. 从相机配件包内找到安装相机的螺钉和扳手。
2. 使用扳手拧紧两颗螺母，固定相机，如下图所示。



3. 相机安装完成后，撕掉镜头保护膜。

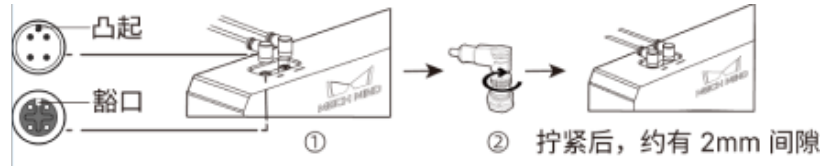
4. 使用导轨电源接通相机电源。

- 连接DC电源线：
 - +V 接入 24V 输出端子的 +V 中；
 - -V 接入 24V 输出端子的 -V 中；
 - PE 接入 220 V 输入端子 ⊕。



5. 安装相机网线。

将相机网线的航插插头的凸起对准ETH网口的豁口插入，然后拧紧紧固螺母。



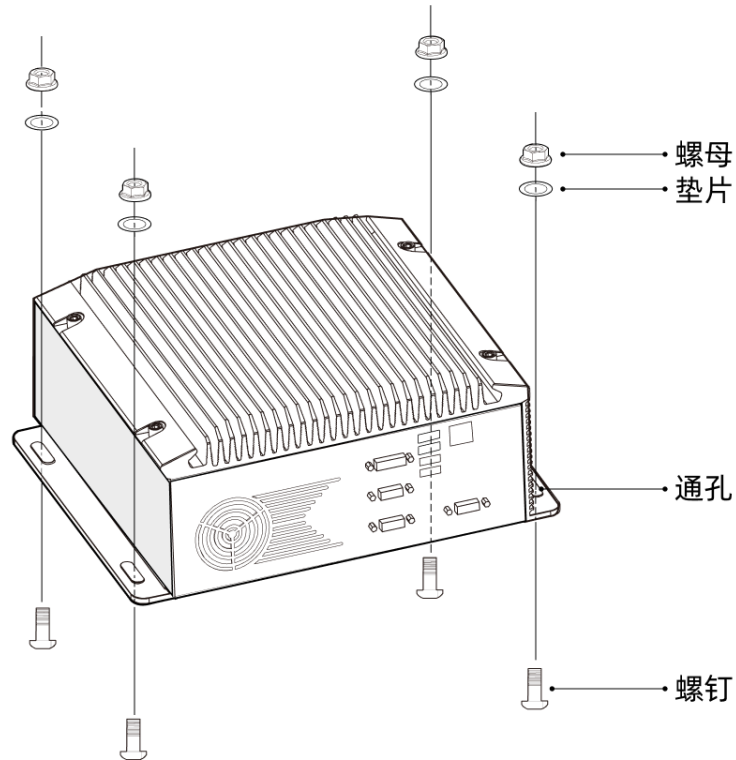
安装工控机



工控机一般安装在控制柜内。工控机安装环境要求具有良好的散热、通风和防尘效果，安装位置选择要方便网线、HDMI线、USB接口的安装和检修。

要安装工控机，执行如下步骤：

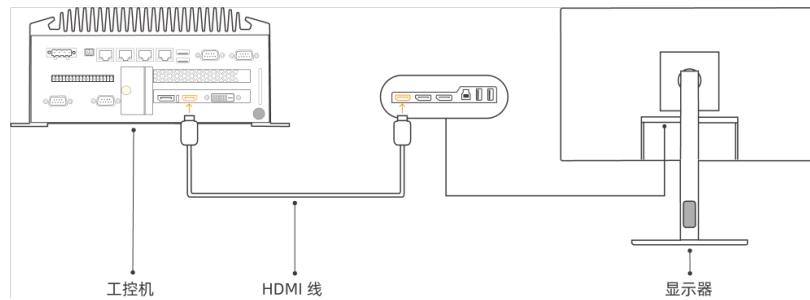
1. 自行准备扳手、螺钉、螺母及垫片。
2. 如果控制柜内设计有工控机安装孔，将工控机固定安装在控制柜内：依次放入螺钉、垫片、螺母，并使用扳手拧紧螺母，如下图所示。



如果控制柜位置已经固定，不会移动，可跳过该步骤直接将工控机摆放在控制柜内。

3. 使用HDMI线连接工控机与显示器。

将HDMI线一端插入显示器的HDMI接口，另一端插入工控机的HDMI接口，如下图所示。



4. 使用电源适配器接通工控机电源。

将电源适配器的电源插头插入工控机的电源接口中，将电源适配器的另一端接通电源。

5. 插入加密狗。

将加密狗插入工控机的USB口中。

6. 工控机接通电源后，启动工控机。

- 工控机正常启动后，电源指示灯应常亮。
- 如果工控机不能启动，请联系梅卡曼德技术支持。

连接网络

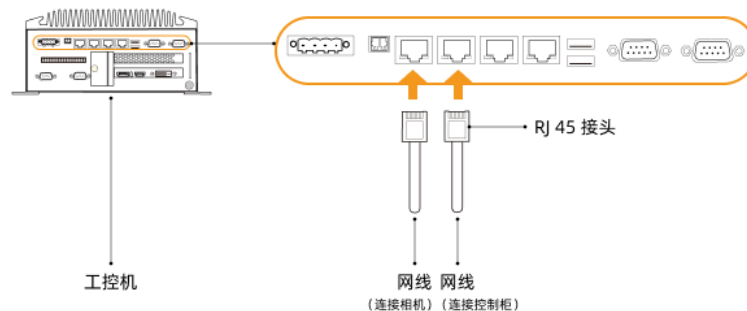
在本节中，你将学习连接工控机与相机，以及工控机与机器人之间的网络。

下文的操作将按照如下IP地址进行网络设置。请根据实际网络环境进行调整。

设备		IP 地址
工控机	连接相机的网口	192.168.100.10
	连接机器人控制柜的网口	192.168.200.10
相机		192.168.100.20
机器人		192.168.200.20 (机器人已设置)

连接工控机与相机、工控机与机器人控制柜

1. 将连接相机的网线的另一端插入工控机网口。



2. 用一根两端皆为RJ45接头的网线，将网线一端插入工控机网口，另一端插入机器人控制柜网口中。

设置工控机IP地址

1. 在工控机中，选择控制面板 > 网络和Internet > 网络和共享中心 > 更改适配器设置，**网络连接**页面将打开。
2. 选择连接相机的网口，右键单击选择**重命名**，然后重命名网口以指示网络连接，例如“To_camera”。
3. 选择连接相机的网口，右键单击选择**属性**，进入**以太网属性**页面。
4. 选中**Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4)** 复选框，然后单击[**属性**]按钮进入**Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4) 属性**界面。
5. 选择**使用下面的 IP 地址** 单选按钮，将**IP 地址**字段设置为“192.168.100.10”，**子网掩码**设置为“255.255.255.0”，**默认网关**设置为“192.168.100.1”，然后单击[**确定**]按钮。





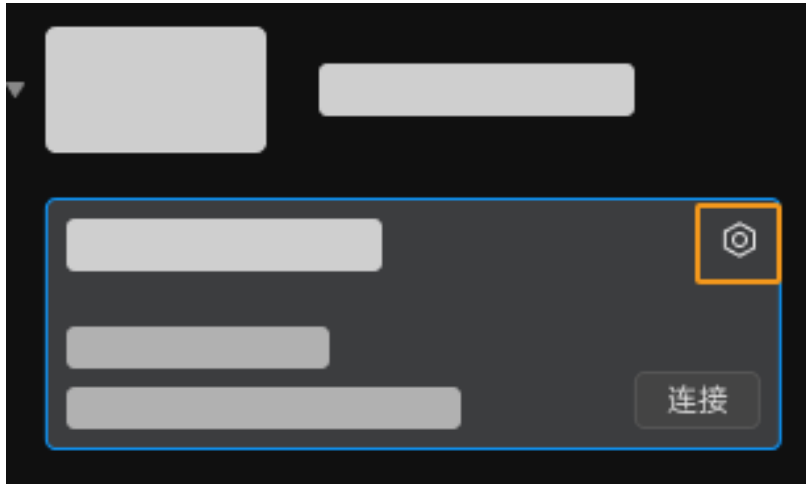
6. 重复步骤2~5，重命名连接机器人控制柜网口（例如“To_robot”），并设置网口的IP地址。例如，该网口的IP地址为“192.168.200.10”。



工控机中连接机器人控制柜的网口的IP地址必须与机器人的IP地址在同一网段。

设置相机IP地址

1. 在工控机桌面，双击  图标，打开运行Mech-Eye Viewer软件。
2. 在相机列表中选中相机，鼠标移动至相机信息栏中，出现 ，单击进入配置相机网络服务对话框。



如果搜索不到相机或者连接不上相机，请参考 [相机故障排查](#) 进行解决。

3. 在相机区域，选择**设置为静态IP**单选按钮，设置**IP地址类型**为“类型C 192.168.x.x”，**IP地址**为**192.168.100.20**，**子网掩码**为“255.255.255.0”，然后单击[应用]。



相机的IP地址必须与工控机中连接相机的网口的IP地址在同一网段。

测试网络连通性

1. 按下快捷键 **Win** + **R**，进入运行界面。
2. 在打开中输入 **cmd**，单击 **[确定]**。
3. 在命令窗口输入 **ping XXX.XXX.XX.XX**，单击 **[Enter]** 运行命令。



XXX.XXX.XX.XX 替换为实际设置的相机或机器人的 IP 地址。

如果网络连通性正常，应收到如下的回复：

```
正在 Ping XXX.XXX.XX.XX 具有 32 字节的数据:  
来自 XXX.XXX.XX.XX 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 XXX.XXX.XX.XX 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 XXX.XXX.XX.XX 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 XXX.XXX.XX.XX 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
```

升级软件（可选）


从梅卡曼德购买的工控机已经预装了最新版的梅卡曼德软件系统。

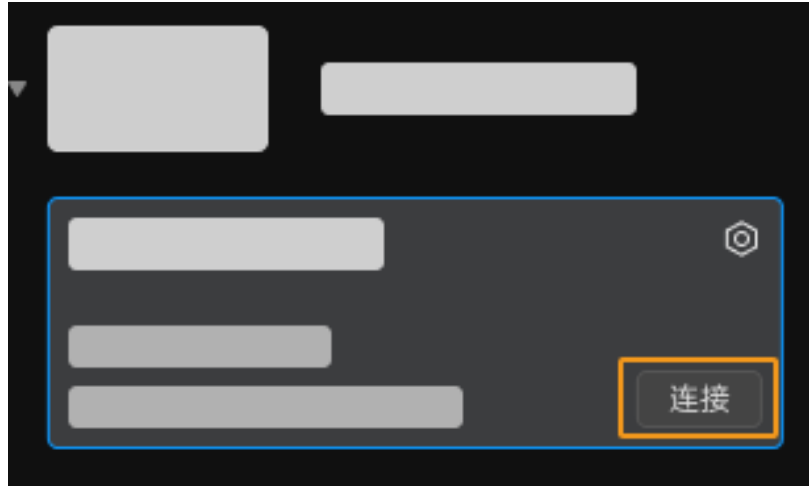
请检查工控机上的各款软件是否为最新版本。如果软件已是最新版本，请跳过该章节；如果软件不是最新版本，请参照如下章节升级软件到最新版本。

- [Mech-Eye SDK软件的下载与安装](#)
- [Mech-Vision、Mech-Viz和Mech-Center软件的下载与安装](#)

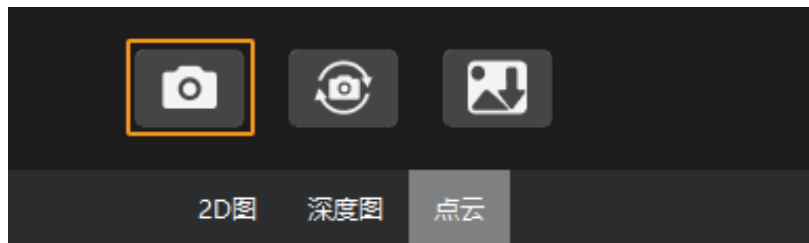
确认视觉系统可以正常采集图像

验证工控机与相机和机器人网络连通性后，需要确认视觉系统可以正常采集图像：

1. 摆放工件到相机视野中心，确保边缘、最高层工件都在视野内。
2. 在工控机桌面，双击  图标，打开运行Mech-Eye Viewer软件。
3. 在相机列表中，选中相机，然后单击 **[连接]**。

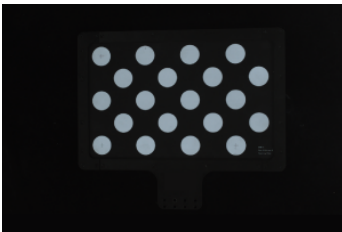
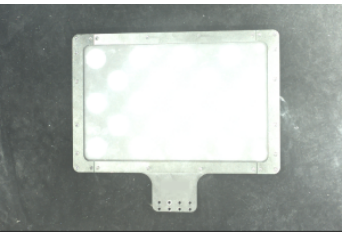

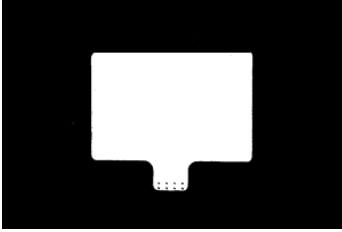
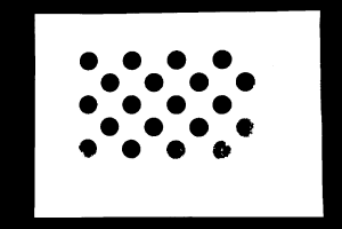
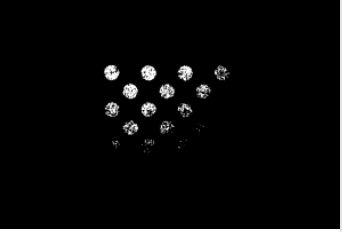


4. 相机连接后，单击[单次采集]按钮。



5. 确认相机采集图像质量满足要求。

- 2D 图：没有明显的过曝（白到看不清物体）或者欠曝（暗到不容易分辨物体细节）。
- 深度图和点云：物体的部分没有明显的缺失。

	正常	过曝	欠曝
2D 图			
点云			



如果相机采集的图像不能满足要求，请使用 [Mech-Eye Viewer](#) 软件调节相机参数。

至此，你已经学会如何搭建视觉系统。

3.2. 机器人通信配置

在本教程中，你将学习如何将机器人主控程序烧录到ABB机器人并完成主控通信配置。



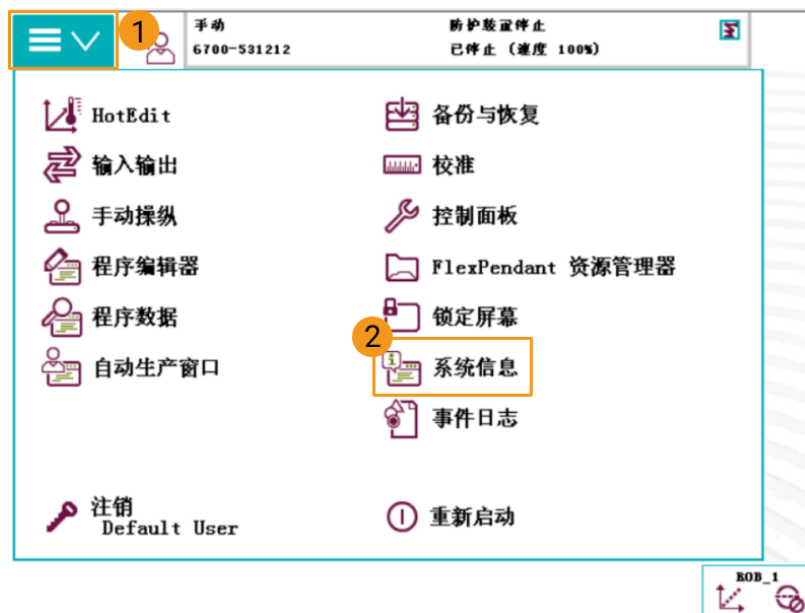
- 主控程序烧录是将机器人主控程序及配置文件导入到机器人系统中，建立视觉侧与机器人通信，从而实现梅卡曼德软件系统对机器人的控制。
- 如果你使用的其他品牌的机器人，请从[主控通信](#)页面获取所使用机器人的主控通信配置指导。

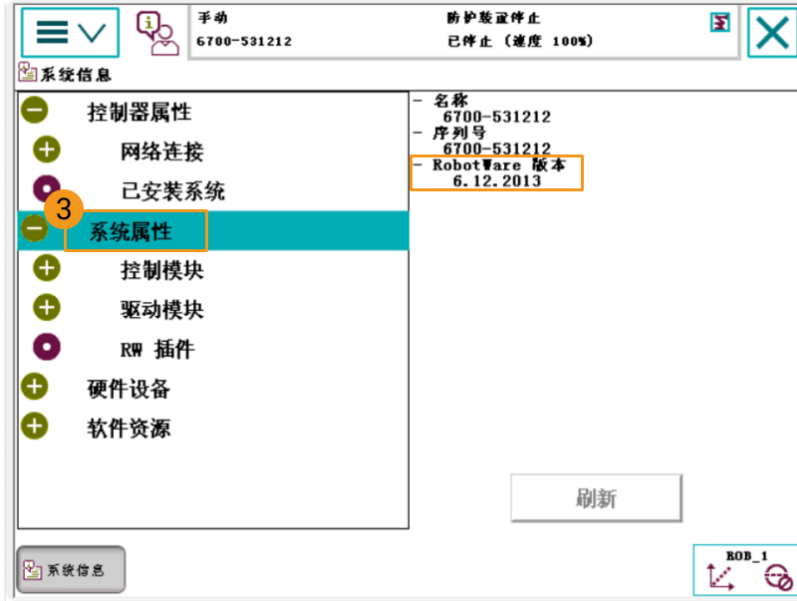
视频教程：[机器人通信配置](#)

烧录前准备

检查控制器及RobotWare版本

1. 确认机器人控制柜已安装D652或DSQC1030 IO板。
2. 在示教器上确认RobotWare版本高于6.0。





3. 在示教器上确认控制器已安装如下控制模块。

- 623-1 Multitasking
- 616-1 PCInterface



i 若上述条件不符，则无法与机器人进行主控通信，请联系机器人厂商解决。

重置机器人系统

确认完控制器软硬件状态后，需要重置机器人系统。如果你的机器人为新机器人，跳过本节。

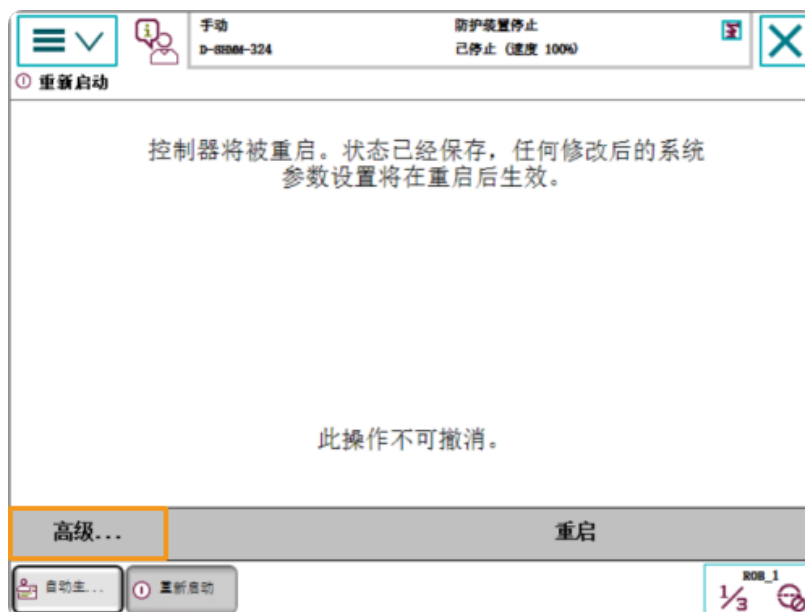
i 重置系统将恢复出厂设置，请确保已经完成备份操作。

要重置机器人系统：

1. 在示教器上，单击左上角菜单栏后显示主界面，然后单击[重新启动]。



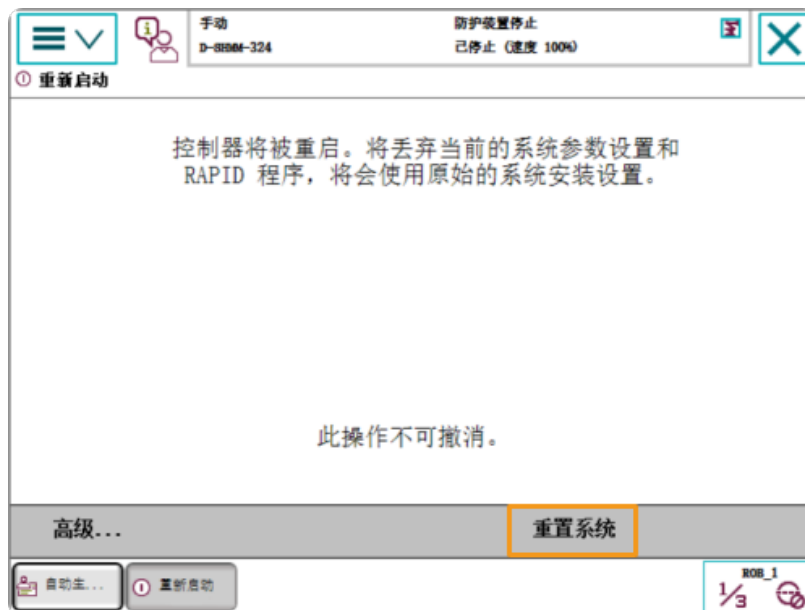
2. 单击[高级...].



3. 选中重置系统后，单击[下一个].



4. 单击 [重置系统]。



重置系统需要1~2分钟的时间。当示教器再次显示主界面时重置完成。

网络连接

1. 将工控机的网线另一端连接到机器人控制器的 X6 (WAN) 网口上，如下图所示。



2. 确认ABB机器人IP地址与工控机IP地址在同一网段。

准备烧录文件

1. 在工控机上，在梅卡曼德软件系统的安装目录下打开Mech-Center/Robot_Server/Robot_FullControl/abb/server on ABB文件夹。
2. 将该文件夹复制到U盘中，并将U盘插入安装RobotStudio软件的电脑上。



RobotStudio是ABB机器人的仿真和离线编程软件。该软件可以安装在工控机上或者其他PC。在本例中，RobotStudio已安装在其他PC上。

文件说明：

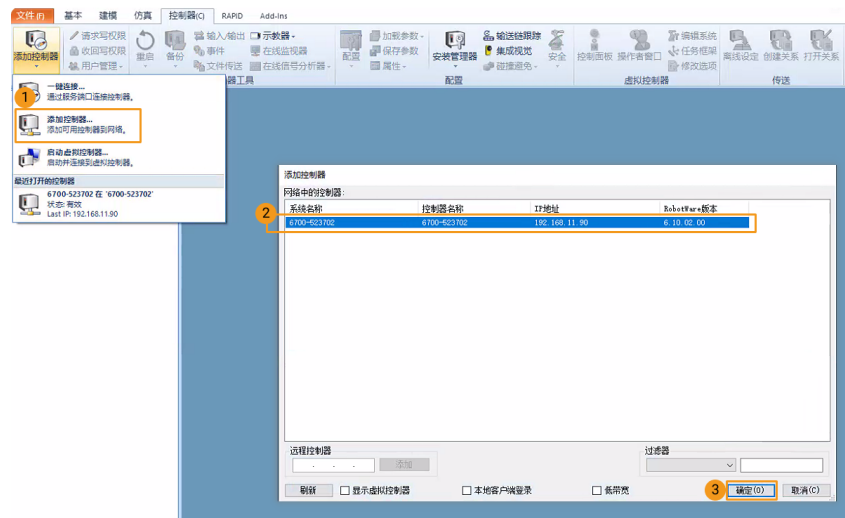
- “MM” 文件夹：机器人程序模块。
- “config”：机器人配置文件。
 - 如果现场使用D652 IO板，需要使用D652.cfg和SYS.cfg文件。
 - 如果现场使用DSQC1030 IO板，需要使用DSQC1030.cfg和SYS.cfg文件。

- 如果现场未使用D652 IO或DSQC1030 IO板，需要使用EIO.cfg和SYS.cfg。

烧录机器人程序

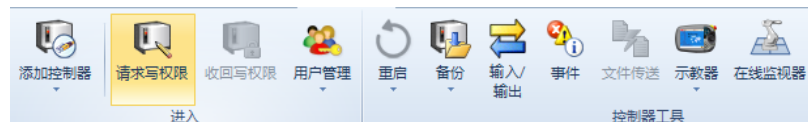
打开RobotStudio并连接控制器

单击RobotStudio软件的**控制器**菜单，在工具栏中选择**添加控制器** > **添加控制器**。在弹出的**添加控制器**对话框，选择控制器并单击[**确定**]按钮。



获取机器人写权限

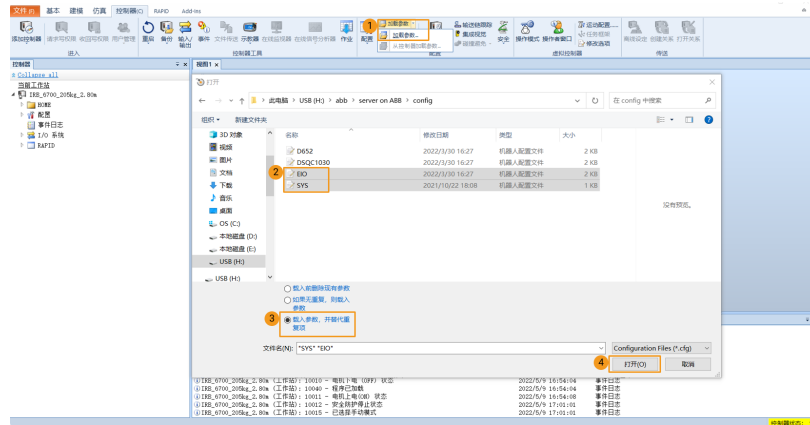
1. 在RobotStudio软件工具栏中，单击**请求写权限**，向示教器请求写权限。



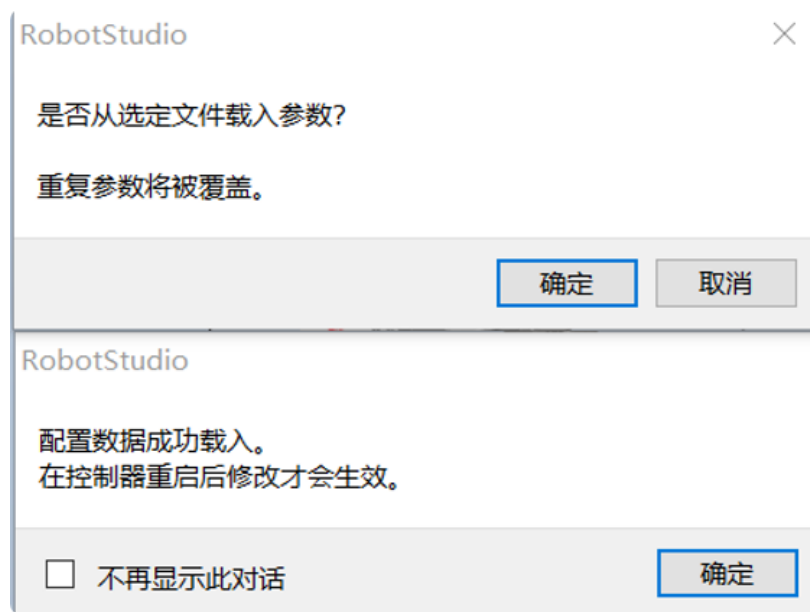
2. 在示教器弹出的**请求写权限**对话框中，单击[**同意**]。

导入机器人配置文件

1. 单击RobotStudio软件的**控制器**菜单，在工具栏中选择**加载参数**，在U盘中选择要导入的配置文件，选择**载入参数**、**并替代重复项**单选按钮，然后单击[**打开**]按钮。

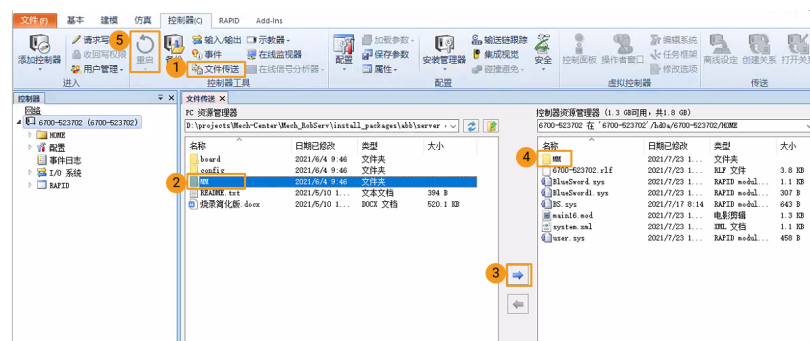


2. 在弹出的对话框中连续单击[确定]按钮。



导入机器人程序模块

1. 单击RobotStudio软件的**控制器**菜单，在工具栏中单击**文件传送**。在**文件传送**界面的左侧面板选中“MM”文件夹，然后单击**传送**按钮，将该文件夹传送到机器人系统HOME路径下。



2. 单击RobotStudio软件的**控制器**菜单，在工具栏中单击**重启**以重启机器人系统。

至此，机器人主控程序和配置文件已经烧录到机器人。

测试是否建立主控通信

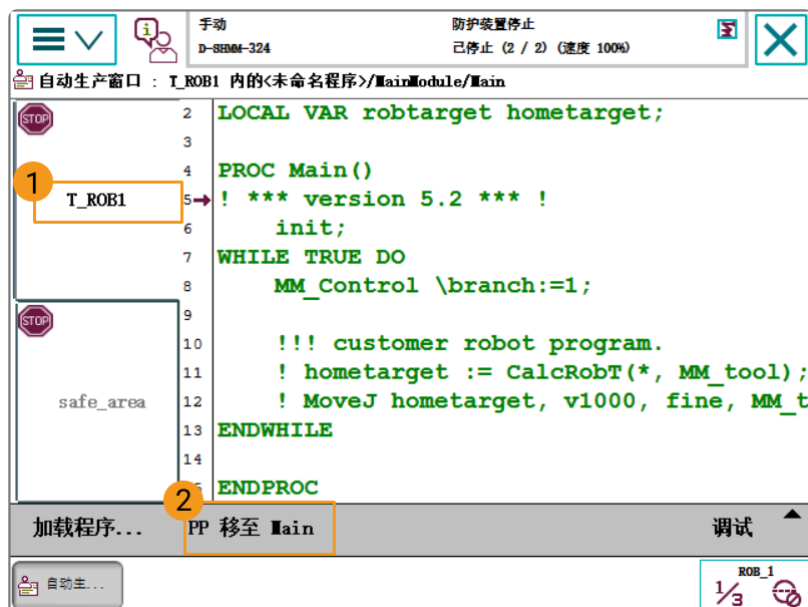
在机器人系统重启后，执行如下步骤测试是否能主控机器人：

切换机器人为自动模式

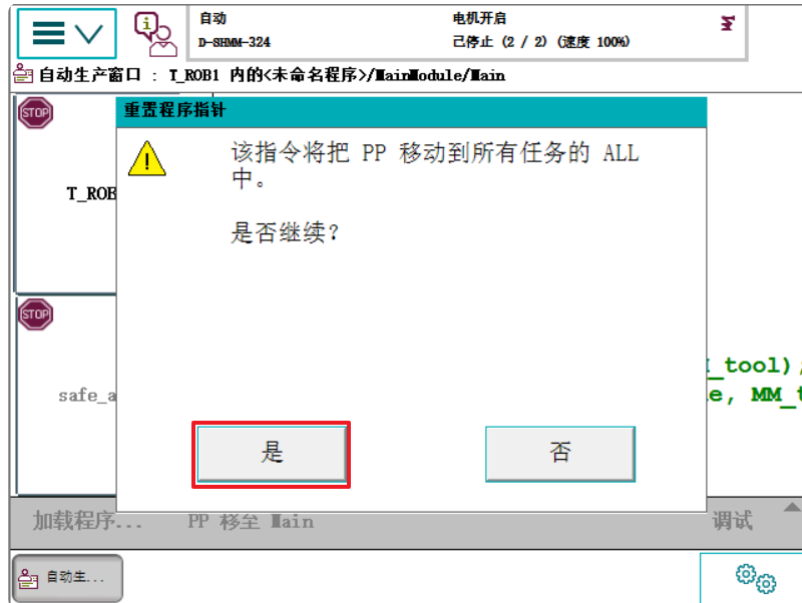
1. 在机器人控制柜，通过钥匙开关将机器人切换到自动模式。
2. 在示教器弹出的对话框中，单击[确定]按钮。
3. 在机器人控制柜，按下电机上电键按钮为机器人上电。上电成功后，该按钮将常亮。

运行Main程序

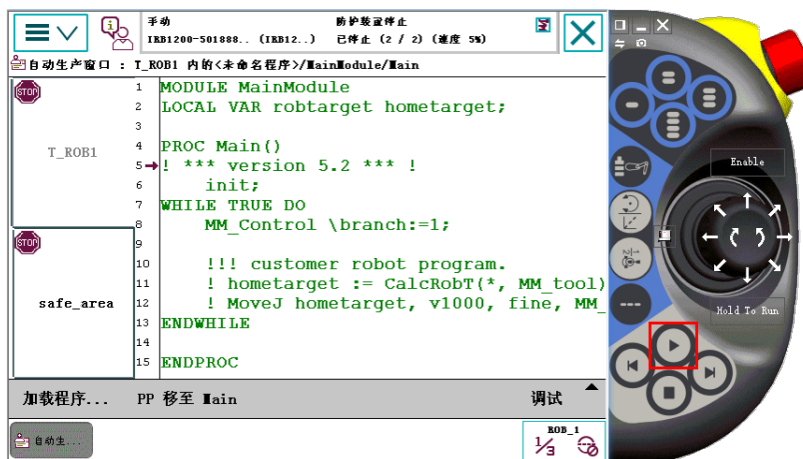
1. 在示教器上，T_ROB1的程序指针移至主程序，单击[PP移至main]。



2. 在弹出的对话框中单击[是]。

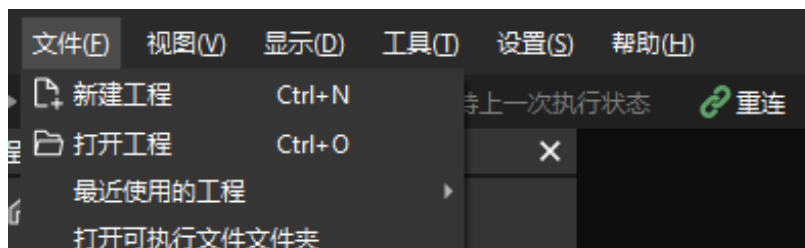


3. 按下示教器右侧的运行按钮。

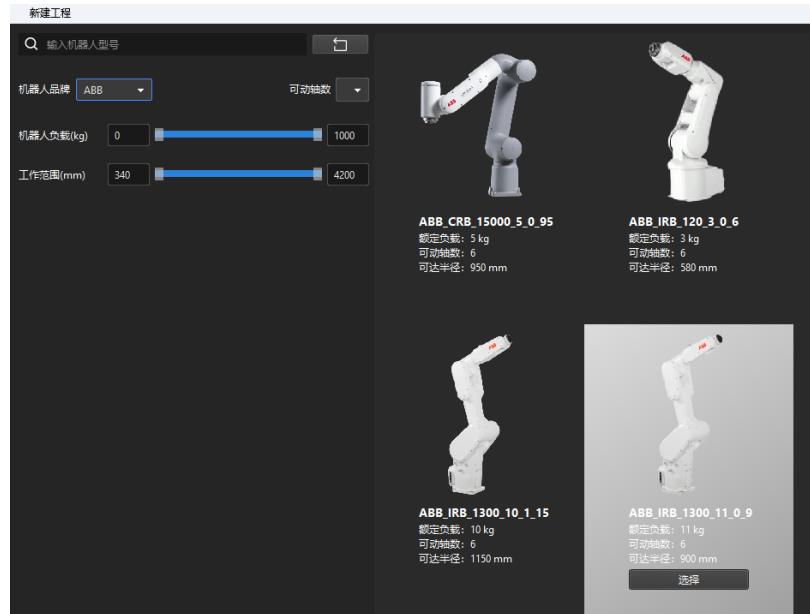


创建Mech-Viz工程

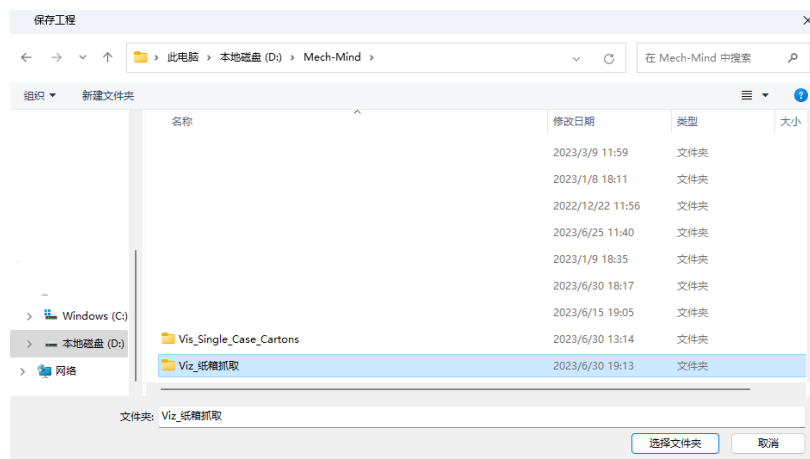
1. 打开Mech-Viz软件，选择文件 > 新建工程。



2. 将机器人品牌设置为“ABB”，在右侧面板选择机器人型号“ABB_IRB_1300_11_0_9”，然后单击[选择]。

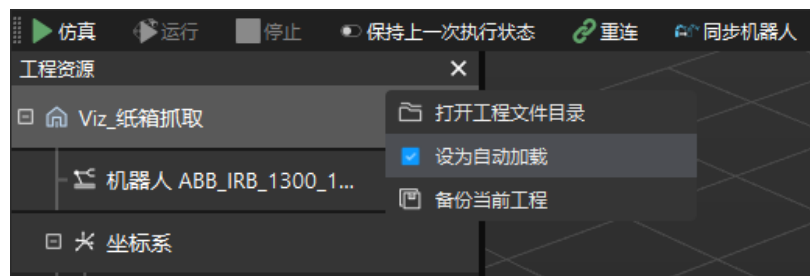


3. 在键盘按下 **Ctrl** + **S** 按键，新建文件夹“Viz_纸箱抓取”并选中，然后单击[**选择文件夹**]。



Mech-Viz工程保存成功后，在**工程资源**面板中，工程名称显示为“Viz_纸箱抓取”。

4. 右键单击工程名称，选择**设为自动加载**复选框。



5. 为了机器人运动安全，在工具栏，将**速度**和**加速度**参数设为较小的值，例如“5%”。



6. 在键盘按下 **Ctrl** + **S** 按键保存工程。

完成Mech-Center上的主控配置

1. 打开Mech-Center软件，选择部署设置 > Robot Server，然后选择**启用Robot Server**复选框。
2. 确认机器人型号与实际机器人型号相同，然后将**机器人IP**设置为真实机器人的IP地址，然后单击[保存]。



连接机器人

在Mech-Center软件中，单击工具栏中的 **主控机器人** 图标。

- 若连接成功，服务状态栏显示机器人图标及其型号，同时在日志栏打印连接机器人成功信息。
- 若连接失败，仔细检查之前的操作是否正确。

移动机器人

1. 在Mech-Viz软件中，单击选中工具栏中的**同步机器人**，将虚拟机器人同步成真实机器人的位姿，然后再次单击以取消选中**同步机器人**。



2. 在**机器人面板**，在关节角选项下，微调J1关节角角度（例如，将0°调整为3°），仿真机器人将发生移动。



3. 单击[移动真实机器人].



i 在运行机器人时，请确保人员安全。当发生紧急情况时，请按如下示教器上的急停按钮！

如果观察到真实机器人移动到虚拟机器人的位姿，则表明成功建立了主控通信。

3.3. 手眼标定（主控）

本教程中，你将完成Eye to Hand场景中的的自动手眼标定。

i 手眼标定是建立相机坐标系与机器人坐标系对应关系(即相机外参)的过程，将视觉系统确定的物体位姿转换为机器人坐标系下的位姿，从而引导机器人精准完成抓取任务。

[视频教程：手眼标定（视觉主控）](#)

标定前准备

在本节，你将需要完成标定板安装、相机参数调整、标定预配置。

安装标定板

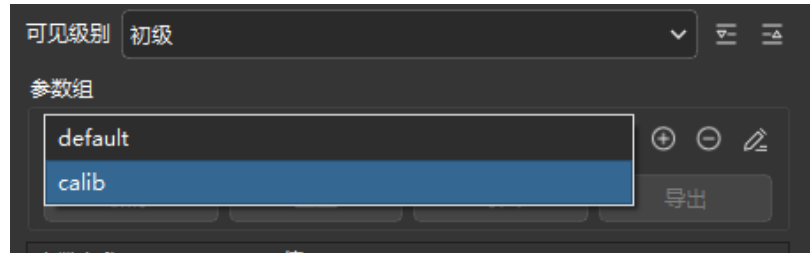
i 在Eye to Hand场景中，需要将标定板安装于机器人末端法兰板上。

执行如下步骤：

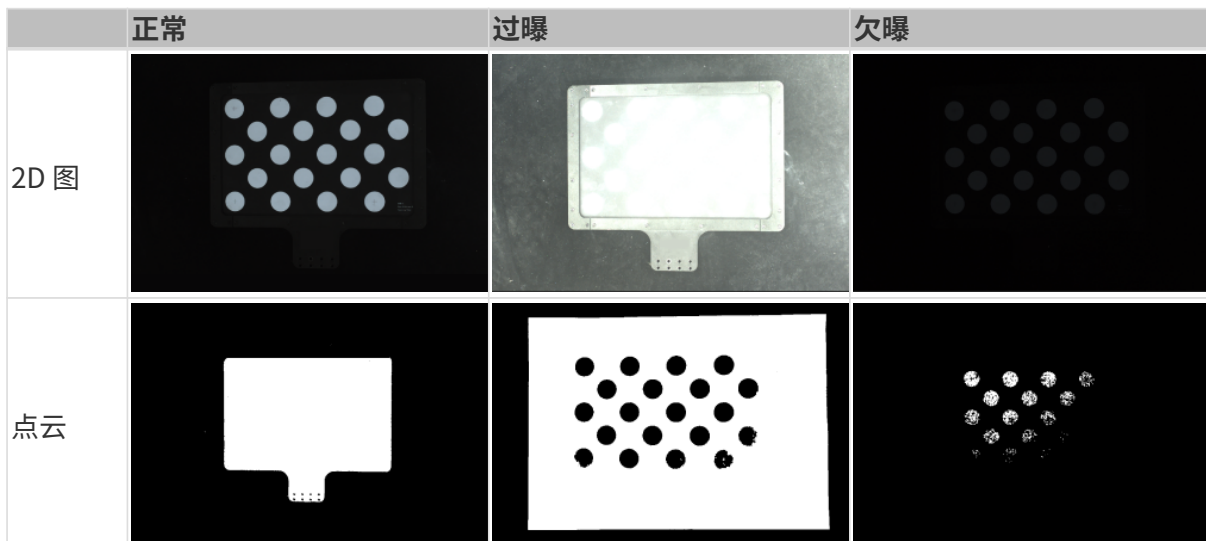
1. 从相机包装中取出标定板和法兰板。
2. 使用螺钉、垫片、螺母将法兰板固定于机器人末端。
3. 使用螺钉、垫片、螺母将标定板固定于法兰板上。
4. 安装后，将机器人移动至工作区域内最底层工件的上表面，且位于相机视野中心。

调整相机参数

1. 在Mech-Eye Viewer软件，连接相机，然后将**参数组**设置为“calib”。



2. 调整2D参数，使2D图中标定板清晰，没有过曝和过暗现象。
3. 调整3D参数，使标定板上圆点点云饱满完整。建议将**点云后处理**中的**表面平滑**和**离群点去除**改为**Normal**，降低点云波动范围。




创建Mech-Vision方案并保存

1. 打开Mech-Vision软件，将出现如下欢迎界面，表示 Mech-Vision 启动成功。

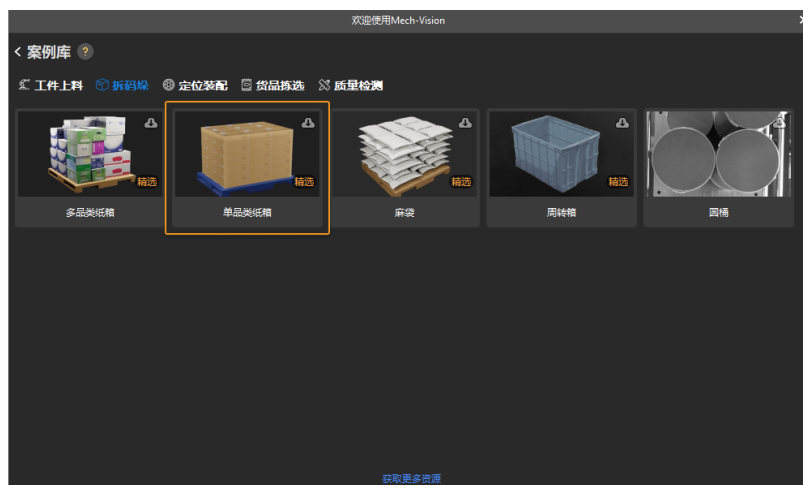



2. 在Mech-Vision欢迎界面中单击[**从案例库新建**]，打开案例库。



 案例库是包含不同行业的示例方案或工程的资源库。

3. 案例库打开后如下图所示，在案例库中选择**单品类纸箱**工程。



 若未在案例库中找到“单品类纸箱”工程，可单击案例库底部的[**获取更多资源**]。

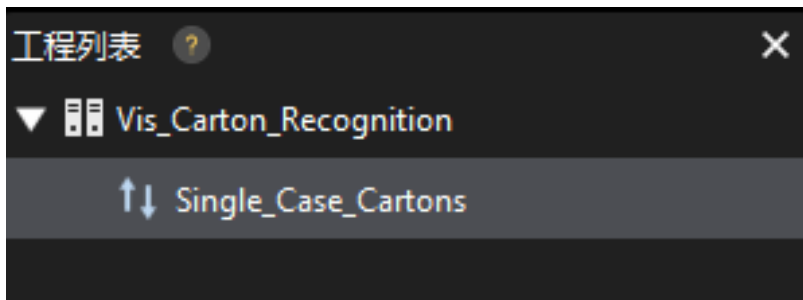
4. 选中该工程后，案例库界面底部将显示工程相关信息。设置方案名称和路径，然后单击[**创建**]。



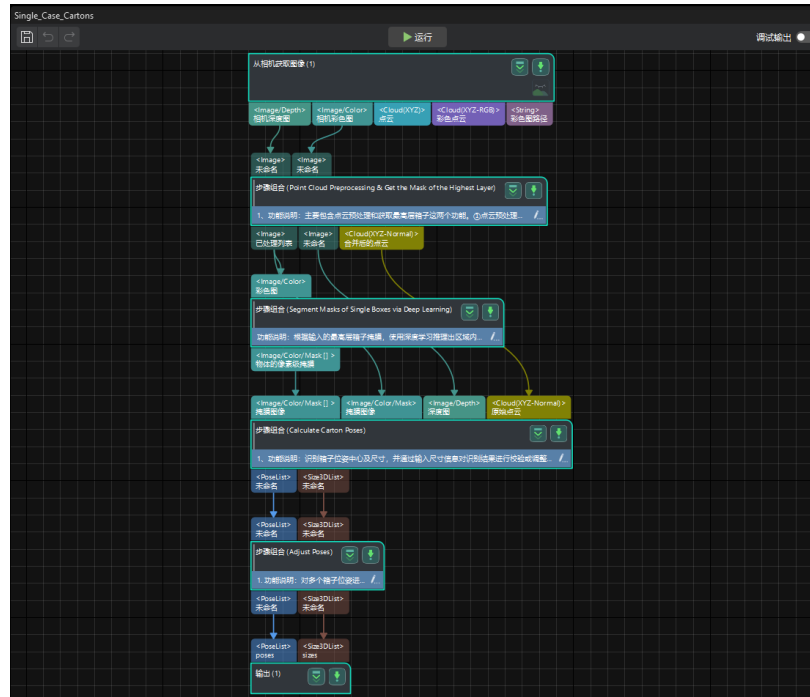
工程创建完毕后，在Mech-Vision主界面左上角的工程列表中将显示创建好的方案和工程。



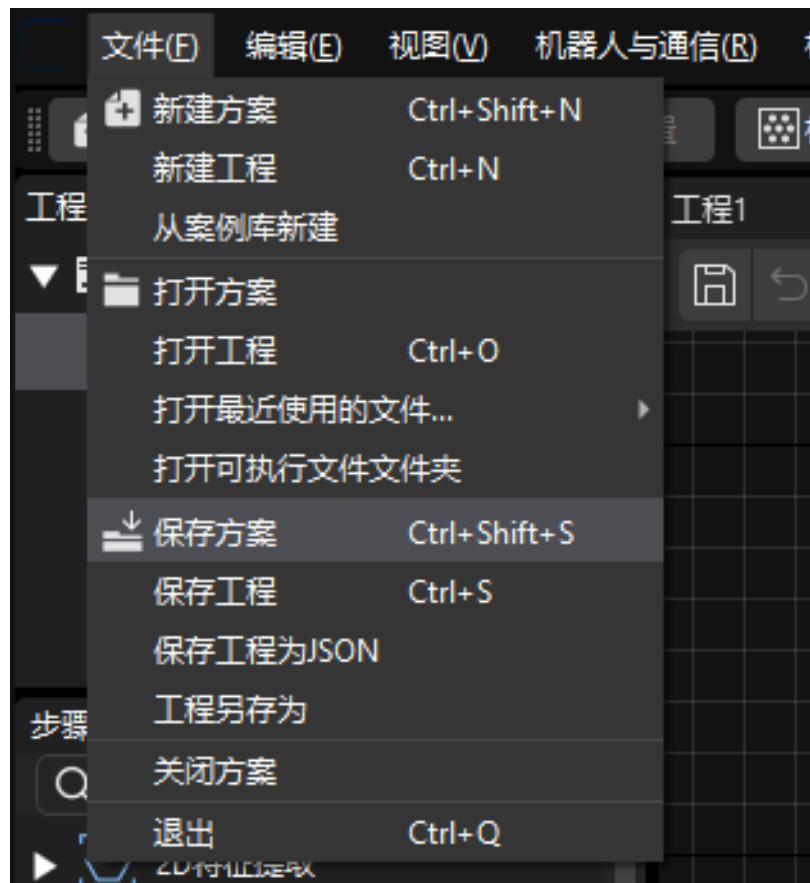
- **方案**是实现一个视觉应用所需的机器人与通信、视觉处理、路径规划等功能配置和数据的集合。
- **工程**是方案中视觉处理的工作流程。通常一个方案包含一个工程即可，但复杂的业务场景中可能需要多个工程。本教程中的方案仅需一个工程。



在主界面中心区域的工程编辑区中将显示“单品类纸箱”工程。



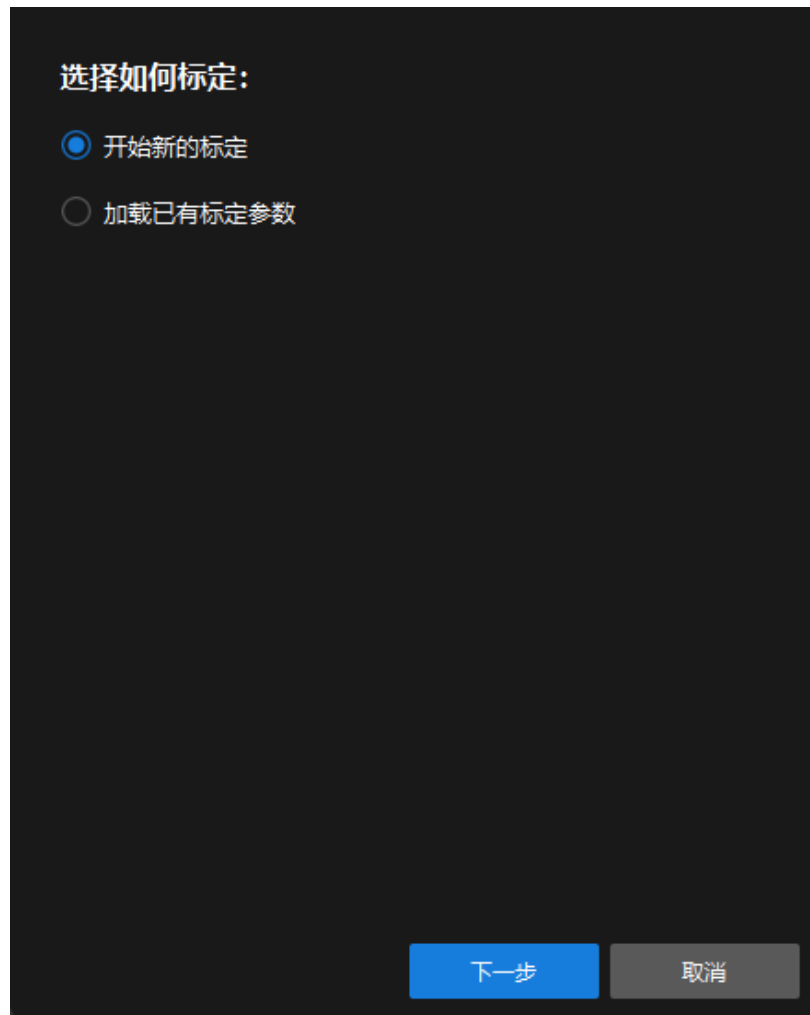
5. 在菜单栏中选择文件 > 保存方案。



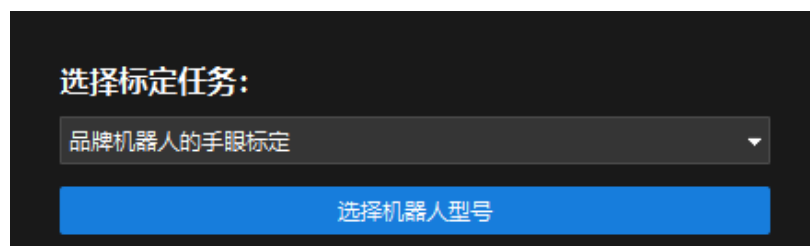
完成标定预配置

1. 在Mech-Vision软件，在工具栏上单击[相机标定（标准）]按钮。标定预配置窗口将弹出。

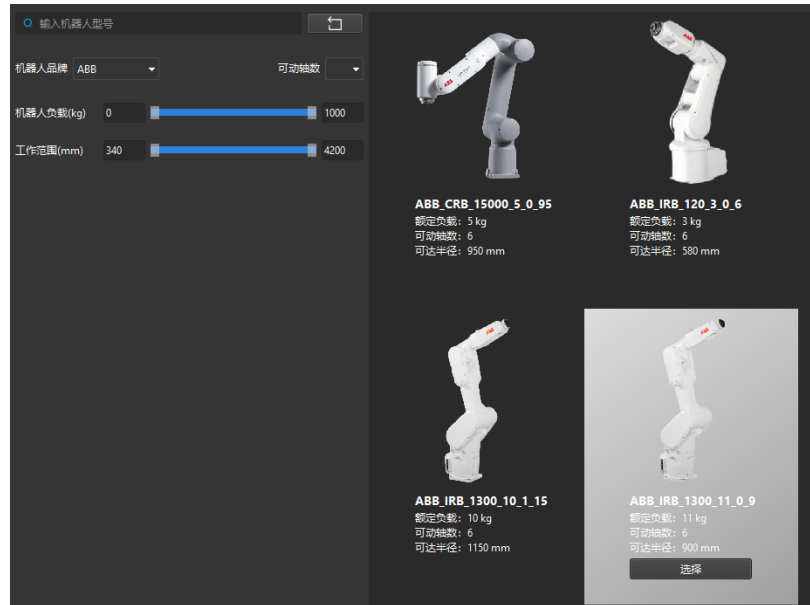
2. 在**选择如何标定**窗口，选择**开始新的标定**单选框，然后单击[**下一步**]按钮。



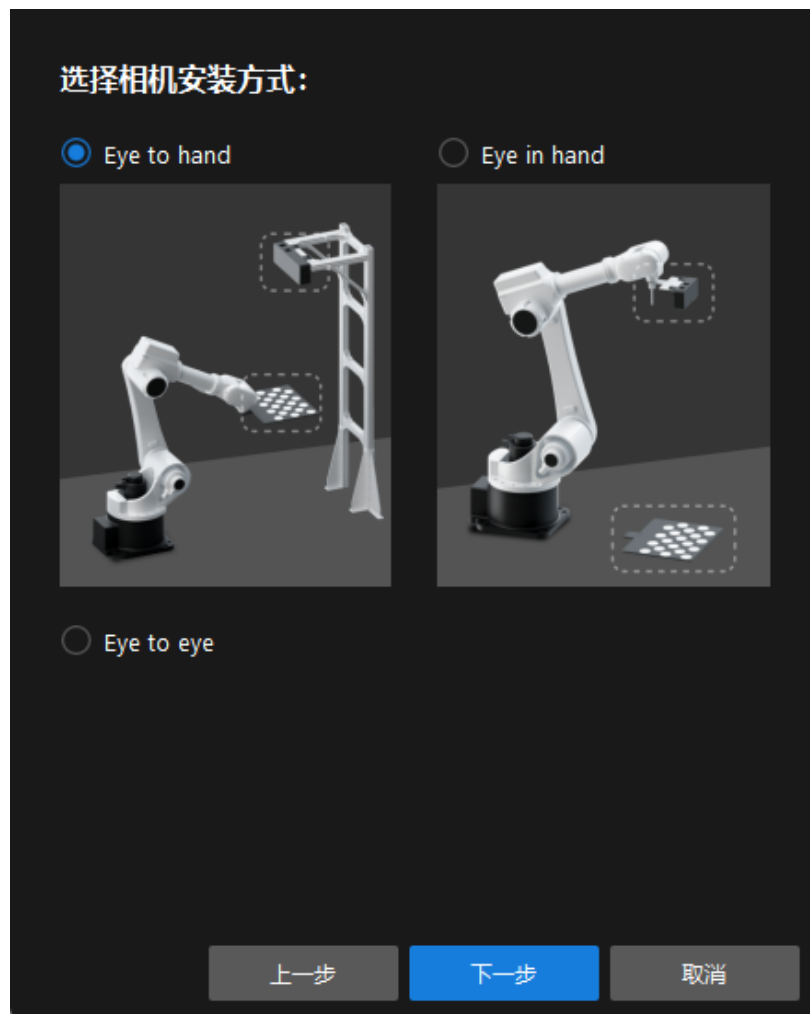
3. 在**选择标定任务**窗口，从下拉列表框中选择**品牌机器人的手眼标定**，然后单击[**选择机器人型号**]按钮。



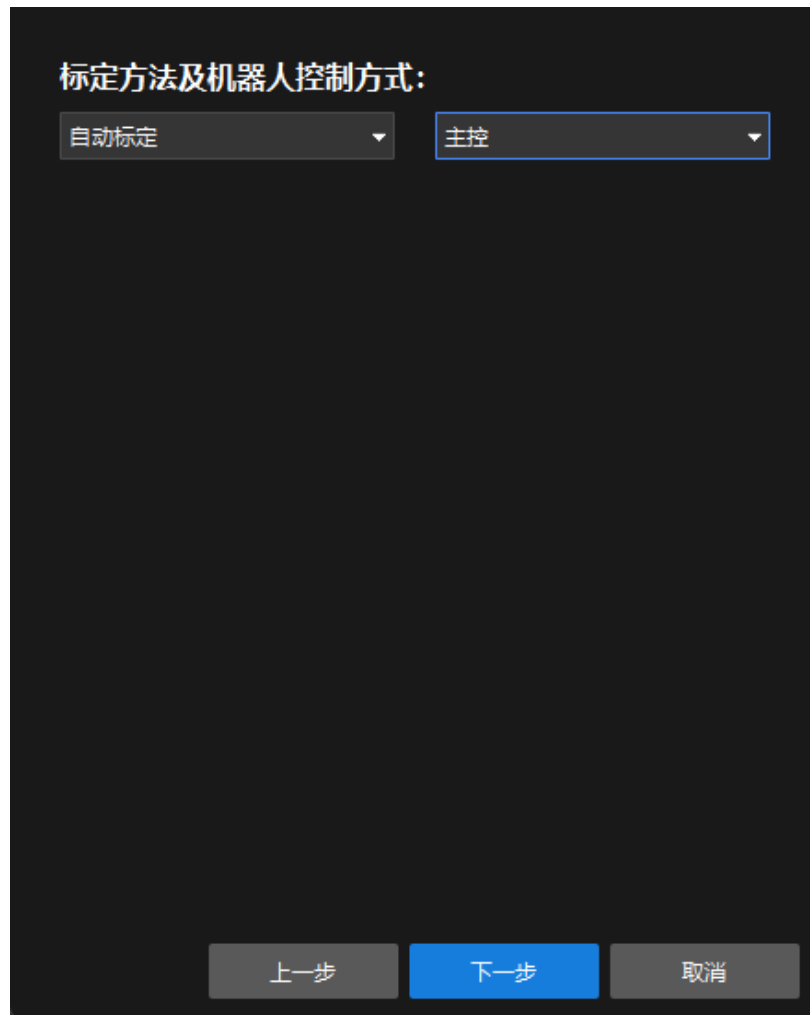
4. 单击**机器人品牌**下拉框，选择“ABB”，在右侧选择型号“ABB_IRB_1300_11_0_9”，单击[**选择**]按钮，然后单击[**下一步**]按钮。



5. 在**选择相机安装方式**窗口，选择**Eye to hand**单选框，然后单击[**下一步**]按钮。



6. 在**标定方法及机器人控制方式**窗口，选择**自动标定和主控**，然后单击[**下一步**]按钮。




7. 在通信设置窗口，将机器人IP地址参数设置为真实机器人的IP地址。



8. 在机器人示教器上，[确认MM主程序已经启动](#)。
9. 返回Mech-Vision软件，在**连接机器人**区域单击[**连接机器人**]按钮。按钮将变为**等待机器人连接中...**。
10. 等待**连接机器人**区域显示“已连接”状态信息，然后单击[**开始标定**]按钮。**标定 (Eye to Hand)** 窗口将弹出。

标定流程

连接相机

1. 在**连接相机**步骤，在**检测到的相机**列表中找到需要连接的相机，然后单击  按钮。



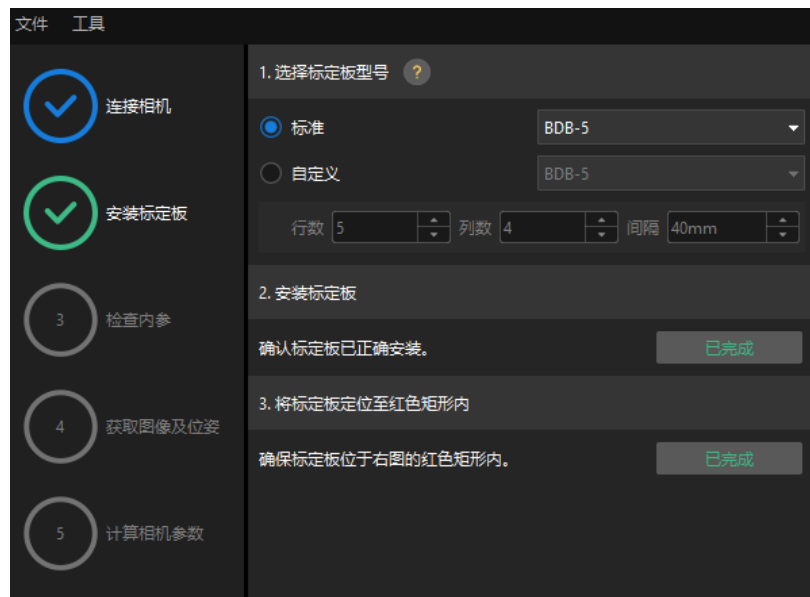
2. 连接相机后，可以选择[**单次采集**]或者[**连续采集**]按钮。
3. 在**图像视图**中，确定相机采集的2D图和深度图符合标定要求，然后在底部栏单击[**下一步**]按钮。



如果采集的图像不符合标定要求，你需要打开Mech-Eye Viewer软件 [调整相机的2D和3D曝光参数](#)，并重新进行采集。

安装标定板

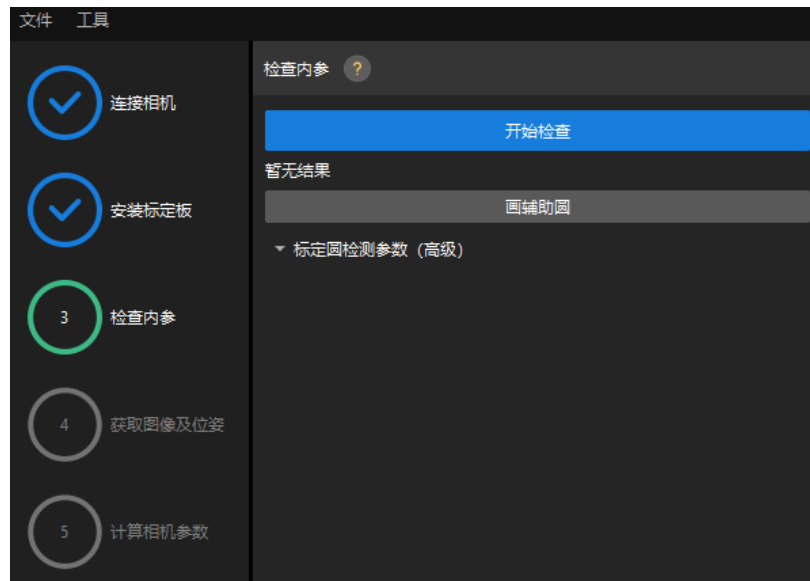
1. 在**安装标定板**步骤，在**1. 选择标定板型号**区域，选择**标准**单选框，然后根据标定板的型号标签选择对应的标定板规格。
2. 确认标定板已紧固在机器人末端法兰上，然后在**2. 安装标定板**区域单击[**确认**]按钮。
3. 确保标定板处于相机视野中心（红色矩形范围内），然后在**3. 将标定板定位至红色矩形内**区域单击[**确认**]按钮。



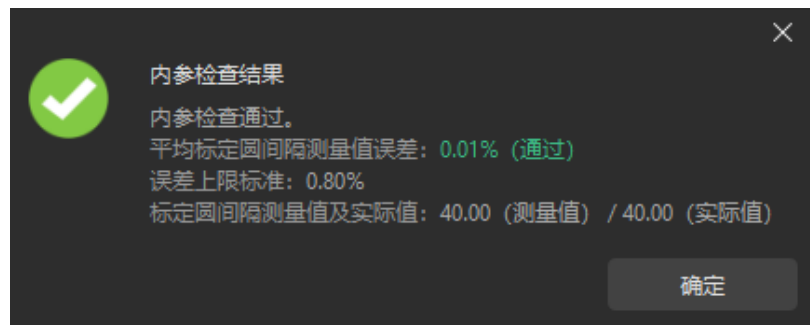
4. 完成所有标定板相关操作后，在底部栏单击[**下一步**]按钮。

检查内参

1. 在**检查内参**步骤，单击[**开始检查**]按钮。



2. 确认相机内参检查通过，然后在底部栏单击[下一步]按钮。



如果内参检查失败，请通过 [画辅助圆](#)或[修改检测参数](#) 的方式进行调整。

设置机器人路径

1. 在设置机器人路径步骤，设置**相机深度方向标定范围**参数。请根据标定板在深度方向可移动范围设置该参数。



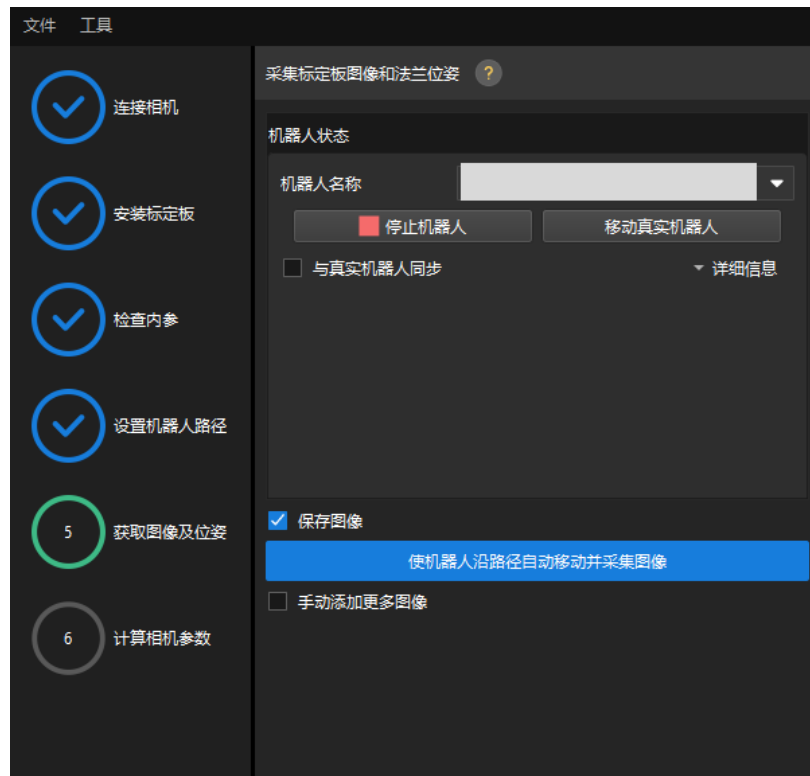
2. 根据需要设置**路径类型**参数为ToHand，指定金字塔参数**高度范围**、**层数**、**底层尺寸X/Y**、**顶层尺寸X/Y**和**每行移动网格行列数**，指定旋转参数**旋转角度**，然后单击[**确认**]按钮。

 设置的机器人路径应基本覆盖工作区域。

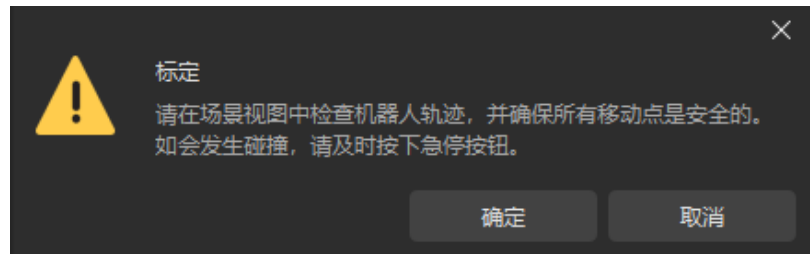
3. 在右侧**场景视图**面板中，观察确认自动生成的运动路径各个路径点与周边环境不会发生碰撞，然后在底部栏单击[**下一步**]按钮。

获取图像和位姿

1. 在**获取图像和位姿**步骤，勾选**保存图像**复选框。



2. 单击[使机器人沿路径自动移动并采集图像]按钮。
3. 仔细阅读机器人运动安全提示，然后单击[确认]按钮。



4. 等待机器人按照设定路径移动以及相机完成各路径点的图像采集。右侧**标定图像和位姿列表**表面板会显示已经采集到的图像。
5. 标定自动采集结束后，在弹出的窗口单击[确认]按钮，然后在底部栏单击[下一步]按钮。



计算相机参数

1. 在**计算相机参数**步骤，单击[计算相机外参]按钮。



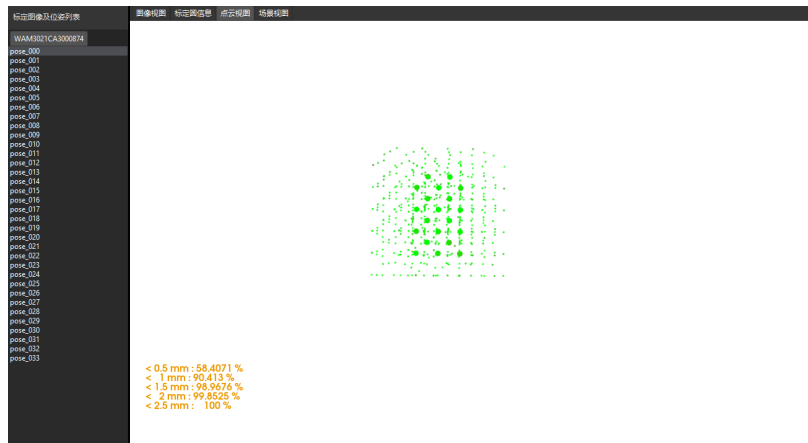
2. 在弹出的标定成功对话框中单击[确定]按钮。
3. 在右侧点云视图面板查看标定误差点云。



误差点云用于显示每个标定位姿上标定板圆真实值与计算值之间的偏差。

4. 确认标定精度满足预期要求。

查找占比为100%的误差值，即可确定标定的精度。例如，下图的精度为小于2.5 mm。

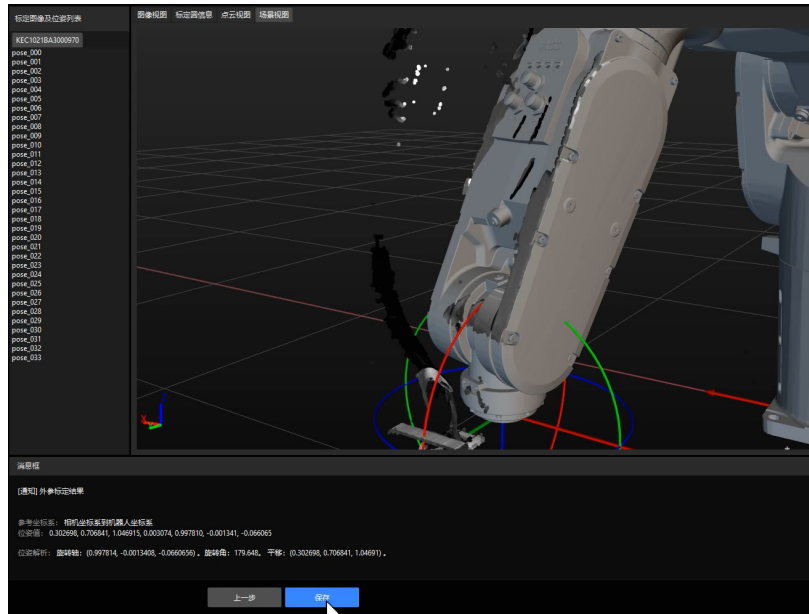


如需提升标定精度，请参考 [标定结果分析](#) 小节。

验证标定结果并保存

1. 完成标定后，将机器人手臂移动至相机视野范围内。
2. 在**计算相机参数**步骤中，单击[重新计算外参]按钮。该操作将触发相机拍照。
3. 单击**场景视图**，查看机器人点云与机器人模型的重合度。

如机器人的点云与机器人模型大致重合，则说明标定成功。



- 在底部栏单击[保存]按钮，在弹出的保存标定文件对话框，单击[确定]按钮。相机标定结果将自动保存到工程的“calibration”目录下。

3.4. 纸箱识别

在使用本教程前，你已经在“手眼标定”章节中使用案例工程“单品类纸箱”创建了Mech-Vision工程。



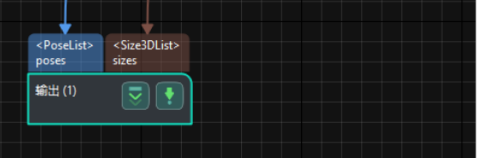
在本教程中，你将先了解工程思路，然后通过调节步骤参数完成工程的部署，来识别纸箱的位姿并输出视觉结果。

[视频教程：纸箱识别](#)

工程思路介绍

工程中各步骤组合的作用如下表所示。

序号	步骤/步骤组合	图示	功能说明
1	从相机获取图像		连接相机并采集纸箱图像
2	点云预处理并获取最高层纸箱		对纸箱点云进行预处理，然后获取最高层纸箱

序号	步骤/步骤组合	图示	功能说明
3	使用深度学习分割单个纸箱掩膜		根据输入的最高层纸箱掩膜，使用深度学习推理出区域内的单个纸箱掩膜，以便后续利用单个纸箱掩膜获取对应单个纸箱的点云
4	计算箱子位姿		识别纸箱位姿，并通过输入的纸箱尺寸信息对识别结果进行校验或调整
5	调整位姿		对纸箱位姿进行坐标系变换，并对多个纸箱位姿进行行列排序
6	输出		输出纸箱的位姿，用于机器人抓取

参数调节说明




在本节，你将通过调节各个步骤或步骤组合的参数来完成工程的部署。

从相机获取图像

由于“单品类纸箱”案例工程中配备了虚拟数据，所以需先将“从相机获取图像”步骤的虚拟模式关闭，然后连接真实相机。

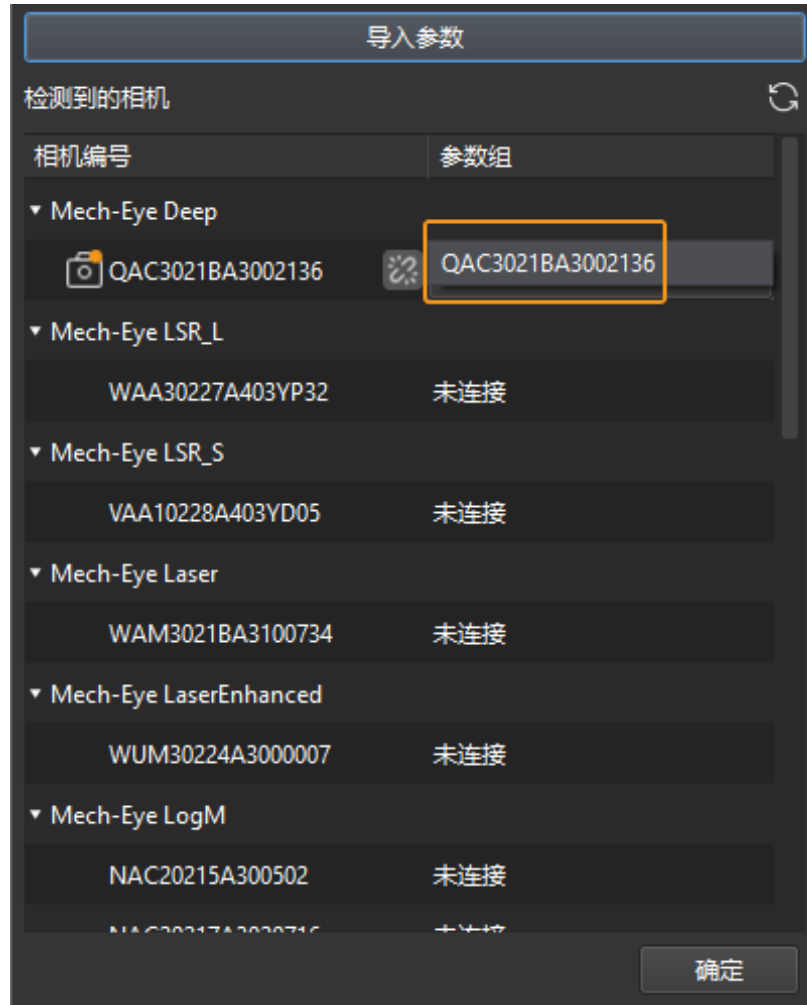
- 选中“从相机获取图像”步骤，在界面右下角步骤参数处关闭**虚拟模式**，然后单击[**选择相机**]。



2. 在弹出的窗口中单击需要连接相机的编号右侧的  按钮，即可连接至该相机。相机连接成功后， 按钮将变为 .



连接相机后，单击[**选择参数组**]，选择已标定的参数组。



- 连接相机并设置参数组后，相机标定参数组、IP 地址和端口等参数将自动获取，其余参数保持默认即可。



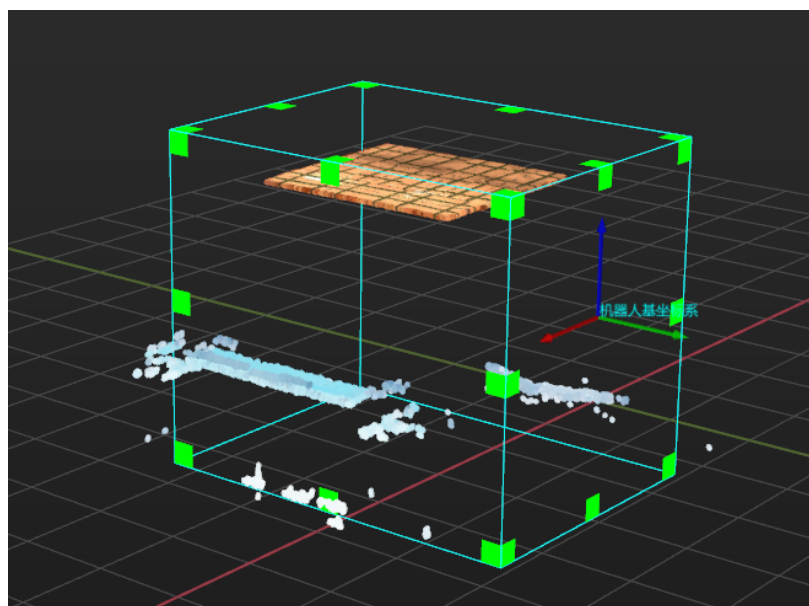
此时即完成了相机的连接。

点云预处理并获取最高层纸箱

为了避免因抓取非最高层纸箱而导致机器人与其他纸箱碰撞，需要本步骤组合获取最高层纸箱，并引导机器人优先抓取最高层纸箱。

在该步骤组合中，需调节**3D ROI**和层高。

1. 在界面右下角步骤参数中，单击[**设置3D感兴趣区域 (ROI)**]按钮 [设置3D ROI](#)。



3D ROI选框大小需同时包含纸箱堆垛的最高和最低区域，且3D ROI内尽量不包含干扰点云。

2. 为了避免获取到下层纸箱，设置**层高**参数。层高应设置为低于垛中单个纸箱高度的值，例如纸箱高度的一半。通常使用推荐值即可。

如果现场中不同纸箱垛中的纸箱规格不同，应该按照最矮纸箱的高度设置**层高**参数。

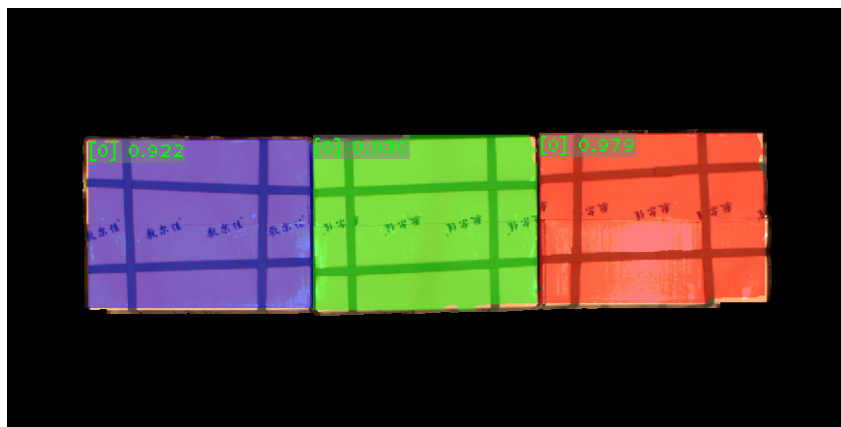


如果设置的**层高**参数值不合适，会导致获取到非最高层纸箱，可能导致机器人抓取时与其他纸箱碰撞。

使用深度学习分割单个纸箱掩膜

获取到最高层纸箱后，需通过深度学习分割出单个纸箱。

当前案例工程中内置了纸箱通用的实例分割模型包。运行该步骤组合即可获取到单个纸箱的掩膜，如下图所示。



如果分割效果不够好，可适当调节3D ROI的大小。

计算箱子位姿

获取到单个纸箱的点云后，即可计算纸箱位姿。此外，通过输入的纸箱尺寸，可以校验视觉识别结果的准确性。

在“计算箱子位姿”步骤组合中，设置**X、Y、Z轴上的长度**和**纸箱尺寸误差范围**：

- **X、Y、Z轴上的长度**：根据实际的纸箱尺寸设置这些参数。
- **纸箱尺寸误差范围**：保持默认参数值30 mm即可。如果输入的纸箱尺寸与识别到的纸箱尺寸有较大差异，可尝试修改该参数。

调整位姿

获取到纸箱位姿后，为了让机器人能正常抓取，还需将纸箱位姿从相机坐标系下转换到机器人坐标系下。

在该步骤组合中，还可将纸箱位姿按行和列排序，实现机器人按序抓取。

- **升序排列（按机器人基坐标系下箱子位姿X值）**：通常保持默认设置（勾选）即可。勾选后，

行按照机器人基坐标系下箱子位姿X值进行升序排序，否则按照降序排列。

- **升序排列（按机器人基坐标系下箱子位姿Y值）**：通常保持默认设置（勾选）即可。勾选后，列机器人基坐标系下箱子位姿Y值进行升序排序，否则按照降序排列。

输出

得到正确的纸箱位姿后，“输出”步骤可将当前工程的结果发送给后台服务。

至此，即完成了纸箱识别工程的部署。

3.5. 抓取和放置

使用Mech-Vision案例工程获得纸箱的位姿后，接下来需搭建为Mech-Viz工程搭建工程，引导机器人循环抓放纸箱。

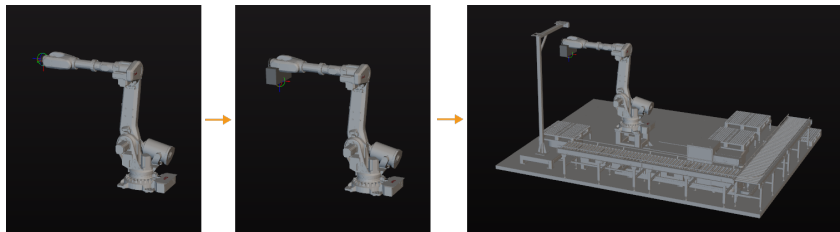
视频教程：[实现简单拆垛](#)

主要搭建流程如下图所示。



配置机器人和场景

为了避免机器人抓放过程中与周围物体碰撞，需要在工程中添加末端工具模型、场景模型，用于碰撞检测。配置流程如下图所示。



导入并配置末端工具模型



- 末端工具指的是安装在机器人末端执行加工/抓取作业的装置。
- 在本教程中，末端工具为包含一组吸盘的夹爪。

导入并配置末端工具的目的是在三维仿真空间中能够显示末端工具的模型，并用于碰撞检测。

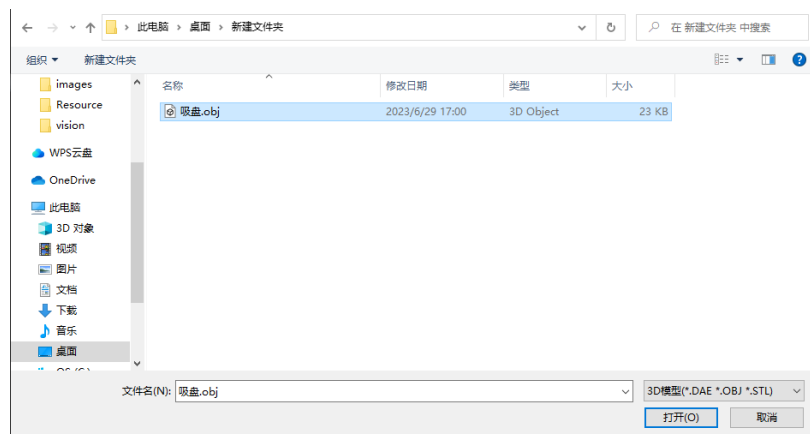
导入末端工具模型

1. 单击位于工程资源 > 模型库中的[+]。



工程资源指的是工程中的各种基础资源，包括：机器人、末端工具、工件、场景物体等。

2. 在弹出的窗口中选择OBJ格式的碰撞模型文件，然后单击[打开]。



3. 模型导入完成后，可在模型库中看到已导入的模型。



配置末端工具

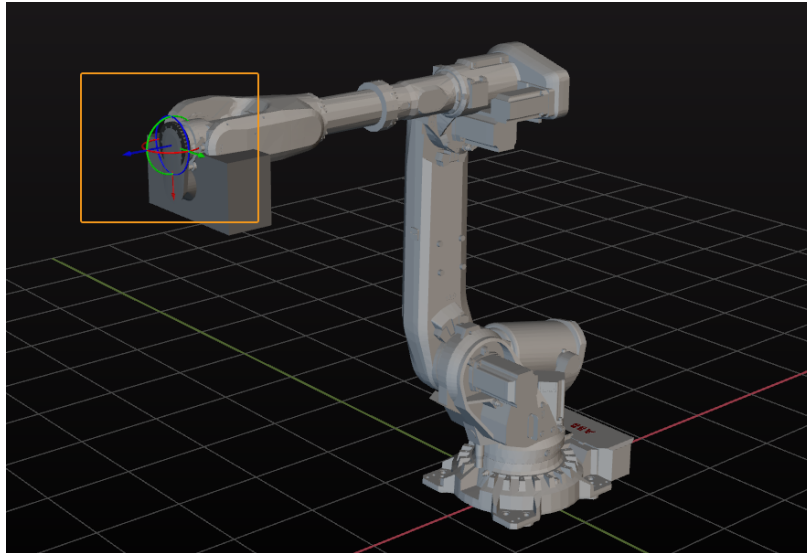
1. 单击位于工程资源 > 末端工具中的[+]。



2. 在弹出的窗口中填写工具名称，并将导入好的末端工具模型文件作为碰撞模型和显示模型，最后单击[确定]。



3. 末端工具相关信息配置完成后，可在三维仿真空间中看到配置好的末端工具，如下图所示。



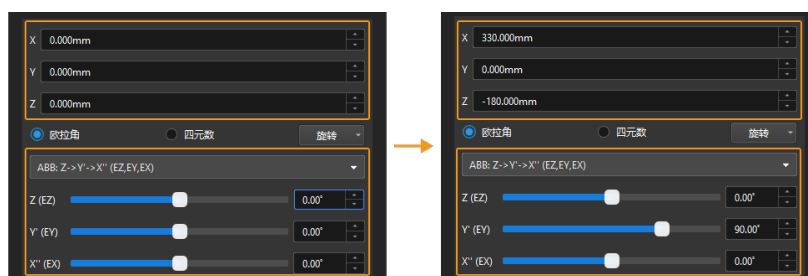
调整末端工具

由上图可知，末端工具相对于机器人的位姿明显有误，需对末端工具的位姿进行调整。

1. 双击模型库中的末端工具模型。

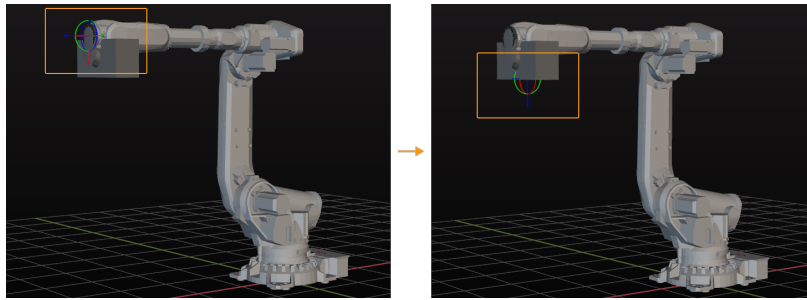


2. 在弹出的模型配置窗口中调整TCP（工具中心点）。



TCP通常指的是位于末端工具尖端的点。在该教程中，TCP为吸盘的中心点。

3. 调整前后的末端工具位姿如下图所示。

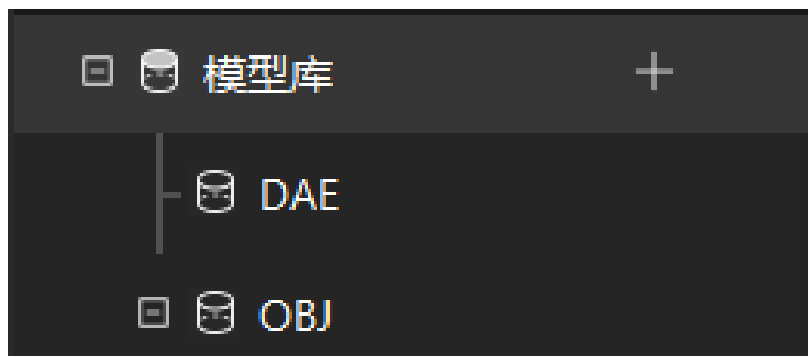


导入并配置场景模型

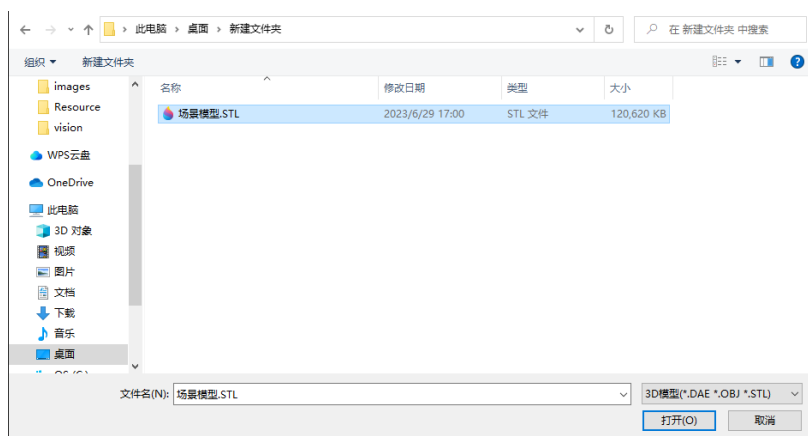
导入并配置场景的目的是还原真实现场场景，以此来辅助用户规划机器人运动路径。

导入场景模型

1. 单击位于工程资源 > 模型库中的[+]。



2. 在弹出的窗口中选择场景物体模型文件，然后单击[打开]。



3. 模型导入完成后，可在模型库中看到已导入的模型。

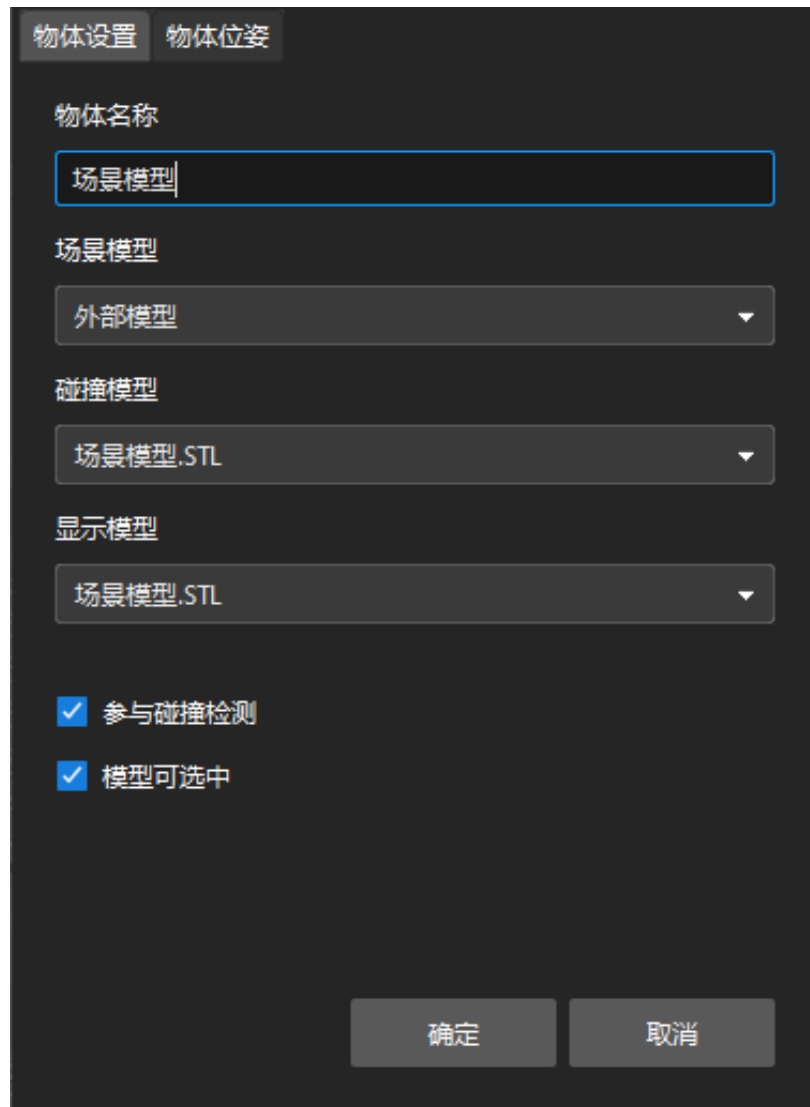


配置场景模型

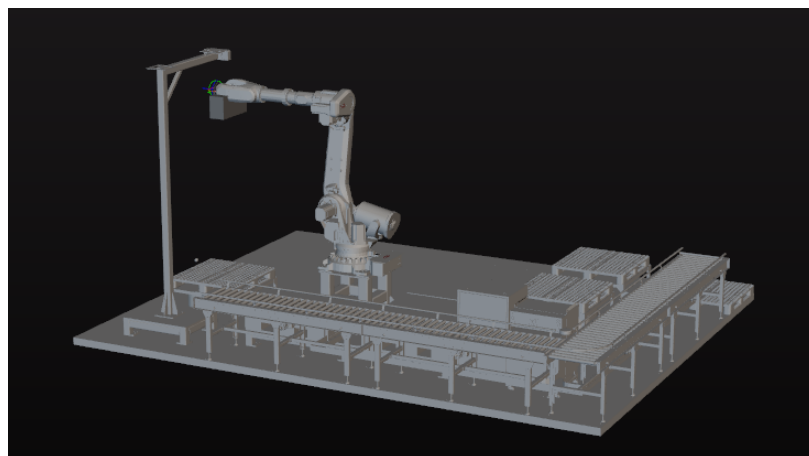
1. 单击位于工程资源 > 场景物体中的[+]。



2. 在弹出的窗口中填写物体名称，选择“外部模型”作为“场景模型”，并将导入好的场景物体模型文件作为碰撞模型和显示模型，最后单击[确定]。

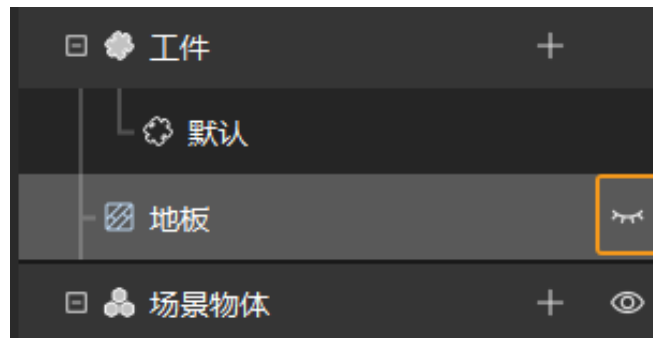


3. 配置完成后，场景物体将显示在三维仿真空间中。



为了更好的查看场景模型，可将地板进行隐藏。





以上模型配置完成后，单击工具栏[同步机器人]按钮，使虚拟机器人和真实机器人姿态保持一致。

搭建工作流程

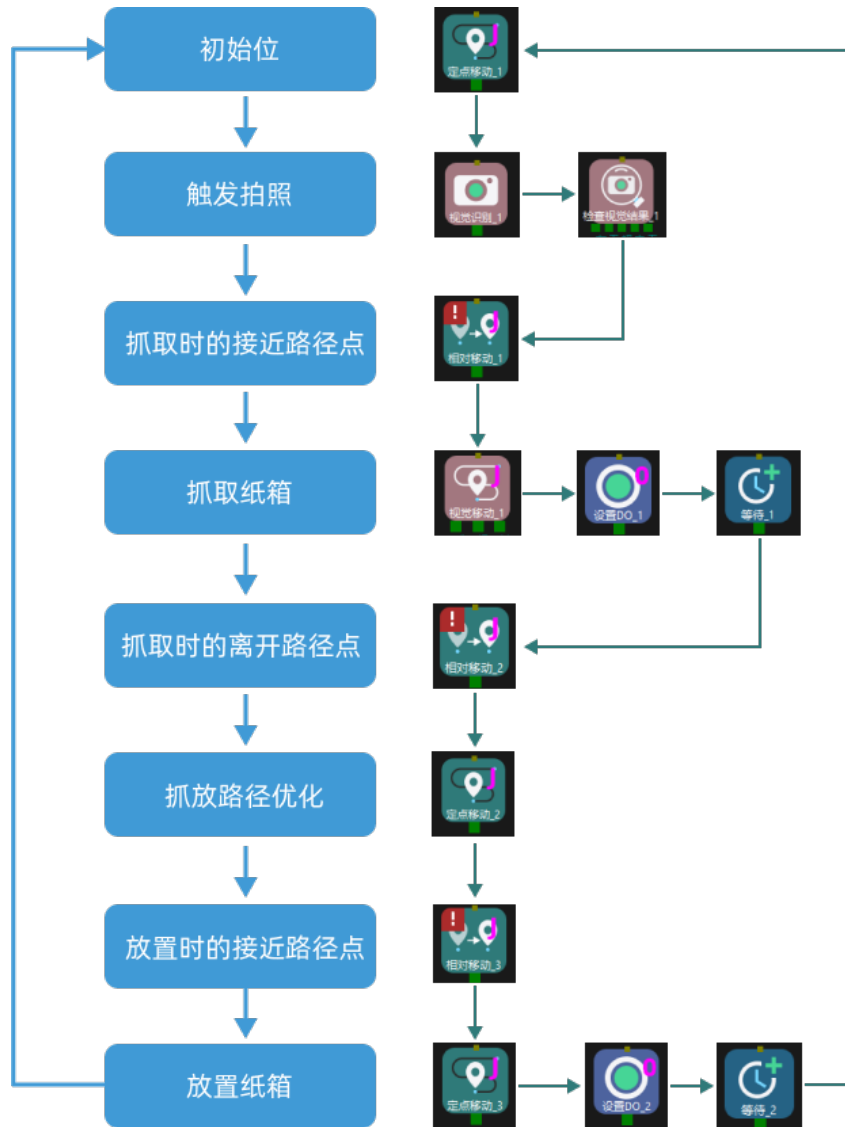
在完成模型配置工作后，即可开始工作流程搭建。通过将步骤库中的步骤拖拽至工程编辑区，设置步骤的各项参数，并将步骤连线，来实现预设的程序功能。



- 工作流程指的是在Mech-Viz中以流程图形式搭建的机器人运动控制程序。
- 步骤即机器人编程功能模块。

工作流程搭建思路

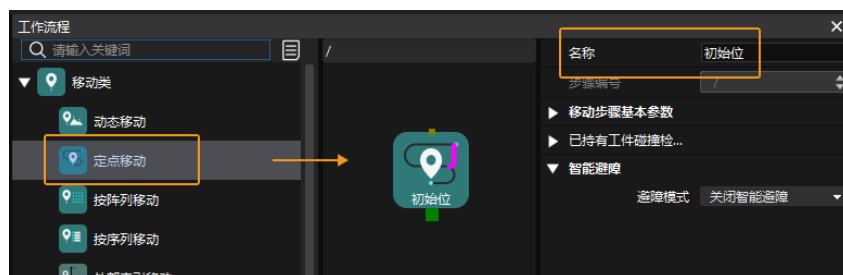
工作流程搭建思路如下图所示。




移动到“初始位”

初始位是机器人运动的起始点，同时初始位是一个安全位置，机器人在这一点时应远离待抓取物体及周边设备，且不遮挡相机视野。

移动机器人到达自定义的初始位后，在步骤库中选择**定点移动**，将其拖动至工程编辑区，并将其命名为“初始位”。然后单击工具栏的[**同步机器人**]，用来记录机器人此时所处的位姿。



触发图像采集和视觉处理

步骤	视觉识别
说明	启动Mech-Vision工程，获取视觉识别结果。
操作	在步骤库中找到“视觉识别”，将其拖拽至工程编辑区。
参数设置	在 服务名称 下拉栏中选择 Single_Case_Cartons 。
图示	

在视觉识别步骤后，可添加**检查视觉结果**步骤确认是否有视觉结果。

步骤	检查视觉结果
说明	确认是否有视觉结果。
操作	在步骤库中找到“检查视觉结果”，将其拖拽至工程编辑区。
参数设置	保持默认即可。

移动到抓取接近路径点

当抓取纸箱时，如果机器人直接从初始位移动到抓取点，可能会与纸箱碰撞。因此，在获取视觉识别结果后，通过**相对移动**步骤移动机器人到接近路径点。

步骤	相对移动
说明	根据视觉识别结果移动。
操作	在步骤库中找到“相对移动”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“接近路径点1”。
参数设置	在 移动相对于 下拉栏中选择 下一个路径点 ；将 目标类型 设置为 工具 ，并设置 Z轴坐标 设置为合适的值，例如-300mm。
图示	

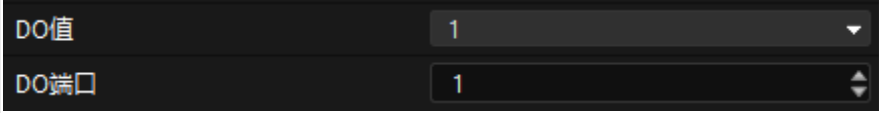
抓取纸箱

机器人到达接近路径点后，即可控制机器人抓取，分以下两步。

1. 第一步：使用**视觉移动**步骤，控制机器人到达纸箱抓取点。
2. 第二步：使用**设置DO**步骤，控制机器人通过吸盘吸取纸箱。

具体说明如下。

步骤	视觉移动
说明	根据视觉识别结果移动。
操作	在步骤库中找到“视觉移动”，将其拖拽至工程编辑区。
参数设置	在 服务名称 下拉栏中选择 Single_Case_Cartons 。
图示	

步骤	设置DO
说明	控制吸盘吸取纸箱。
操作	在步骤库中找到“设置DO”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“吸取纸箱”。
参数设置	将 DO值 和 DO端口 设置为 1 。此处参数值仅供参考，请根据实际现场需求确定。
图示	

为了确保机器人在移动前吸盘能够吸牢纸箱，可以添加**等待**步骤。

步骤	等待
说明	防止机器人抓取纸箱失败。
操作	在步骤库中找到“等待”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“抓取等待”。
参数设置	将 等待时间 设置为 1000ms 。
图示	

移动到抓取离开路径点

机器人抓取纸箱后，为了防止纸箱与场景发生碰撞，需通过**相对移动**步骤控制机器人到达离开路径点。

步骤	相对移动
说明	根据视觉识别结果移动。
操作	在步骤库中找到“相对移动”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“离开路径点”。
参数设置	在 移动相对于 下拉栏中选择 下一个路径点 ；将 目标类型 设置为 工具 ，并设置 Z轴坐标 为大于纸箱高度的值。例如纸箱高度为500 mm，设置Z为-600mm。



抓放路径优化

为了避免碰撞，可以通过**定点移动**步骤在离开路径点之后添加过渡点，用于优化抓放路径。

步骤	定点移动
说明	优化机器人抓放纸箱的路径
操作	在步骤库中找到“定点移动”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“过渡点”。
参数设置	将 目标类型 设置为 关节角 ，并设置 关节角 。
图示	

移动到放置接近路径点

机器人放置纸箱前，为了防止纸箱与场景发生碰撞，需通过**相对移动**步骤控制机器人到达放置前的接近路径点。

步骤	相对移动
说明	根据视觉识别结果移动。
操作	在步骤库中找到“相对移动”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“接近路径点2”。

参数设置	在 移动相对于 下拉栏中选择 下一个路径点 ；将 目标类型 设置为 工具 ，并设置 Z轴坐标 为合适的值，例如 -200mm 。
图示	

放置纸箱

机器人到达放置前的接近路径点后，接下来即可放置纸箱，分以下两步。

1. 第一步：使用**定点移动**步骤，控制机器人到达放置点。
2. 第二步：使用**设置DO**步骤，控制机器人释放吸盘，放置纸箱。

具体说明如下。

步骤	定点移动
说明	控制机器人到达放置位置。
操作	在步骤库中找到“定点移动”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“放置点”。
参数设置	调整合适的 工具位姿 作为放置点。
图示	
步骤	设置DO
说明	控制释放吸盘，放置纸箱。
操作	在步骤库中找到“设置DO”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“松开纸箱”。
参数设置	将 DO值 设置为 0 ， DO端口 设置为 1 。此处参数值仅供参考，请根据实际现场需求确定。
图示	

由于吸盘释放需要一定时间，所以需添加**等待**步骤，防止机器人放置纸箱失败。

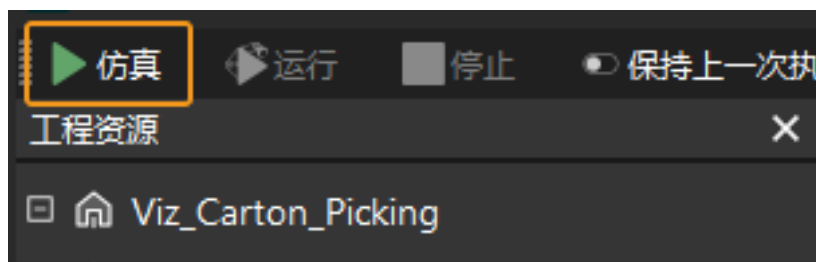
步骤	等待
说明	防止机器人放置纸箱失败。
操作	在步骤库中找到“等待”，将其拖拽至工程编辑区，命名为“放置等待”。
参数设置	将 等待时间 设置为 1000ms 。
图示	

连接步骤

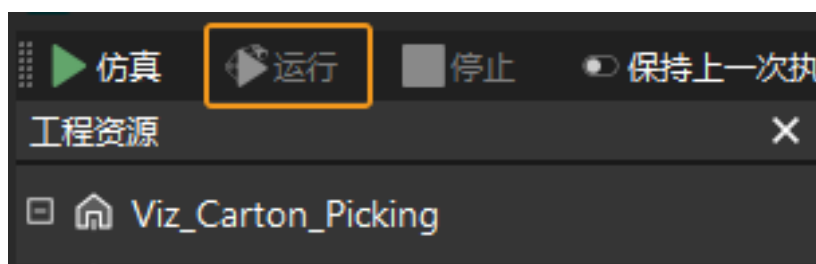
以上步骤添加完成后，按顺序进行连接。为了实现机器人循环抓放纸箱，还需将“放置等待”的出口连接至“初始位”的入口。

仿真与运行

1. 步骤连接完成后，单击工具栏中的[**仿真**]按钮，即可对搭建完成的Mech-Viz工程进行仿真。



2. 如果仿真运行效果满足预期，单击Mech-Viz工具栏中的[**运行**]按钮运行真实机器人。



建议低速运行机器人，且需密切关注机器人移动轨迹，紧急情况及时按下急停键。