

保密等级  
公开

# Q/DX

## 青 岛 鼎 信 通 讯 有 限 公 司 技 术 文 档

Q/DX D121.069-2021

### 视觉引导类应用设计规范

V1.0

2021 - 9 - 7 发布

2021 - 9 - 30 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司      发 布

## 目 次

1 应用范围 .....	2
2 机械硬件设计规范 .....	2
3 视觉硬件设计规范 .....	2
4 视觉软件设计规范 .....	3
4.1 视觉软件界面设计 .....	4
4.2 防灾 .....	4
4.3 通讯 .....	4
4.4 其余功能 .....	5
5 视觉调试规范 .....	5
5.1 硬件确认 .....	5
5.2 软件确认 .....	5
5.3 标定 .....	5
5.4 特征匹配 .....	5
6 拆堆垛大视野视觉引导规范 .....	6
6.1 2D 大视野视觉方案 .....	6
6.1.1 2D 大视野视觉硬件配置 .....	6
6.1.2 相机、镜头和光源安装方式 .....	6
6.2 3D 大视野视觉引导 .....	8
6.2.1 视觉硬件配置 .....	8
6.2.2 相机、镜头和光源安装方式 .....	8
6.2.3 相比于 2D 视觉引导优势 .....	8
7 无序上料设计规范 .....	9
7.1 机械硬件设计 .....	9
7.1.1 机械结构组成 .....	9
7.1.2 机械各部件功能及设计注意事项 .....	10
7.2 机器人设计 .....	10
7.2.1 设计功能 .....	10
7.2.2 机器人无序上料注意事项 .....	10
7.3 AnyFeeder 参数设置与调试 .....	11
7.3.1 AnyFeeder 组成以及功能 .....	11
7.3.2 AnyFeeder 使用注意事项 .....	11

7.4 视觉设计 .....	12
7.4.1 视觉硬件选型 .....	12
7.4.2 软件结构 .....	12
7.5 现场调试问题点分析与注意事项 .....	13
8 手眼一体 2D 视觉引导规范 .....	14
8.1 应用范围 .....	14
8.2 视觉硬件配置 .....	14
8.3 相机、镜头和光源安装方式 .....	14
8.4 智能相机视觉硬件配置 .....	15
8.5 智能相机、镜头和光源安装方式 .....	15
8.6 引导标定 .....	15
8.6.1 棋盘格标定 .....	15
8.6.2 九点标定 .....	17
9 手眼一体 3D 视觉引导规范 .....	25
9.1 获取图像 .....	26
9.2 图像效果 .....	26
9.3 手眼标定 .....	26

## 前 言

为了保证我公司自动化生产设备长期稳定高效适应于生产需求，本规范规定了相关技术人员设计初期的设计要求，以保证设计规范化、流程化。

本规范适用于公司所有视觉引导类应用设计。

本规范由青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部自动化部负责制定和解释。

本标准由青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部自动化部电气室视觉组起草。

本标准主要起草人：张祖魁。



# 视觉引导类应用设计规范

## 1 应用范围

视觉引导类应用包括手眼一体引导、手眼分离引导，其中手眼一体引导分为 2D 视觉引导与 3D 视觉引导，手眼分离引导又可以分为无序上料与大视野相机拆码垛上料。

手眼一体 2D 引导应用场景：单向表底壳上料、消防 PCB 安装、消防声光报警器中扣、上盖、PCB 上料等。

手眼一体 3D 引导应用场景：注塑二楼机器人拆码垛、1#3 楼机器人拆码垛。

无序上料目前应用场景：单通底壳与上壳上料、单通双激光打标与任意打上料、消防模块上盖与中扣上料、单相表金属挂钩无序上料、消防感烟组件（上盖、中扣、迷宫、遮光罩）无序上料、消防手动挡报警器组件（上盖、中扣、面板等）无序上料。

大视野相机拆码垛上料目前应用场景：单向表组装二线上盖上料等。

## 2 机械硬件设计规范

(1)夹具设计要求不得与工业相机、镜头、光源干涉，夹具避免遮挡相机视野或者影响光源照射效果；

(2)夹具高度不宜过大，避免影响视觉引导精度；

(3)工业相机和光源可以 XYZ 方向 3 个自由度调整；

(4)工业相机和镜头需要加装防护罩防止碰撞损坏；

(5)工业相机和光源电源线、数据传输网线等线缆必须使用管线盒合理布局走线，避免因机器人往复动作造成线缆断裂等问题；

(6)工业相机与网线端口固定连接出弯折度不宜超过 45°；

(7)工业相机安装必须保持水平；

## 3 视觉硬件设计规范

以下硬件选型，在满足工业需求的前提下尽量做到标准化；

表 3.1 大视野拆码垛视觉硬件选型

硬件类型	硬件型号	数量
工业相机	DMK-33GX183	1
工业镜头	长步道-FA2516A	1
视觉光源	OPT-LI88041-W	2
光源控制器	OPT-DP1024E	1
视觉线缆	高柔网线、光源延长线等	1

表 3.2 手眼一体 2D 视觉引导硬件选型

硬件类型	硬件型号	数量
工业相机	DMK 33GX264e	1
工业镜头		1
视觉光源		1
光源控制器		1
视觉线缆	高柔网线、光源延长线等	1

表 3.3 手眼一体 3D 视觉引导硬件选型

硬件类型	硬件型号	数量
工业相机	Cognex 3D-A5120	1

表 3.4 无序上料视觉引导硬件选型

硬件类型	硬件型号	数量
工业相机	DMK 33GX264e	1
视觉线缆	高柔网线、光源延长线等	1

(1)工业镜头的选型要根据实际产品的大小和拍照高度确定，相机到产品的高度一般在 300~500mm 之间，产品图像占相机视野面积不小于 1/2。

(2)一般光源选择选择 OPT RI50 系列光源，对于表面漫反射产品，通常选用 45° 光源，对于表面为镜面反射的产品（如 PCB），考虑使用 0° 光源；没有特殊要求，光源颜色选白色。

#### 4 视觉软件设计规范

视觉软件设计整体框架

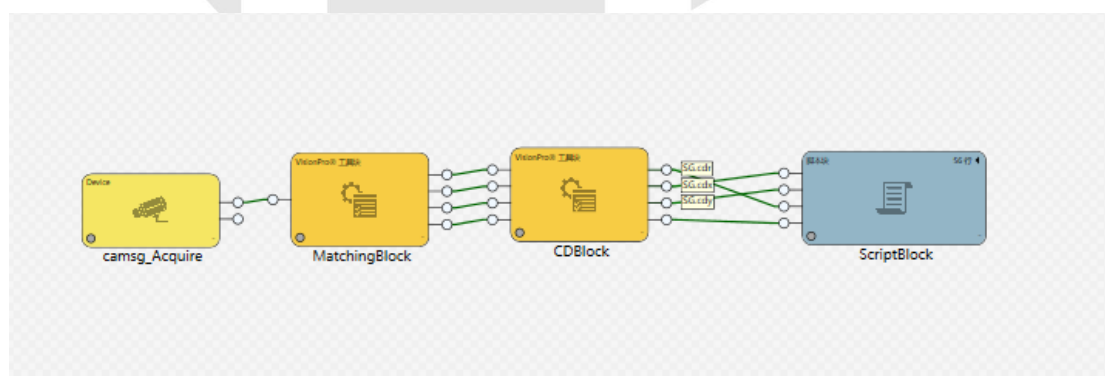


图 4.1 引导程序模块分类

视觉引导程序进行模块化设计，从左到右依次为图像采集模块、特征匹配模块、引导计算模块、结果处理模块。

(1) 图像采集模块又两部分组成：“Camera”设备，“file”设备，“Camera”设备用于采集图像，

在线检测时使用；“file”设备用于离线测试时加载图像；使用时根据实际情况进行切换。

- (2) 特征匹配模块实现标定、特征匹配、防灾功能；
- (3) 引导计算模块根据特征匹配得到的结果进行计算，输出坐标信息；
- (4) 结果处理模块实现结果超出阈值判断、OK(NG)存图功能；

#### 4.1 视觉软件界面设计

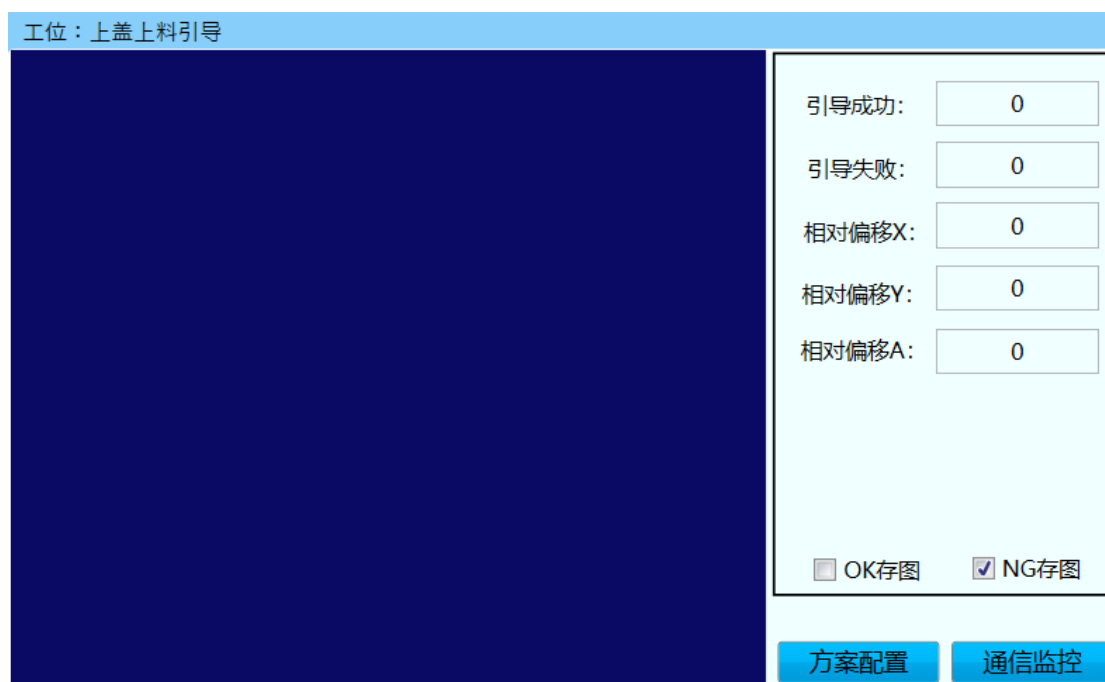


图 4.2 视觉软件界面设计

界面设计要包含图像显示、引导成功(失败)计数、偏移量、方案配置、通讯监控以及存图功能。偏移量数值显示到小数点后两位。

#### 4.2 防灾

物料引导时首先要确定来料是否正确，选择不对称的稳定特征用于区分来料方向，防止物料抓取错位；

#### 4.3 通讯

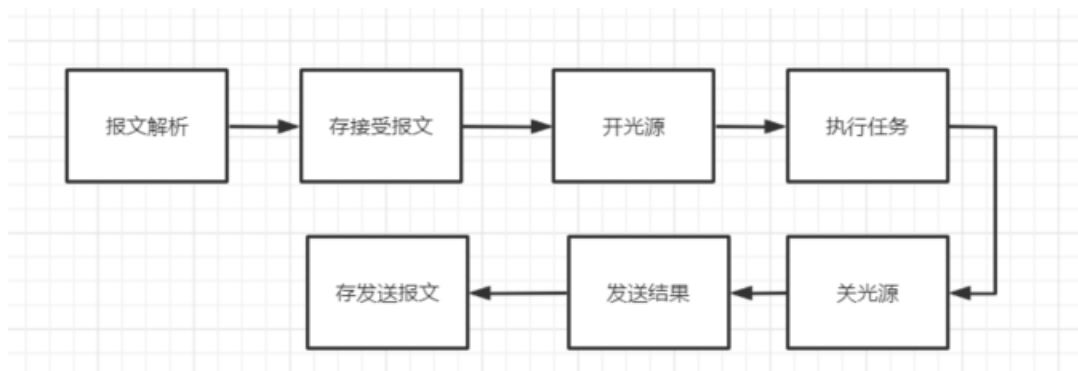


图 4.3 通讯流程

#### 4.4 其余功能

除了视觉主要功能外，还要增加存图、存日志、一键换产功能；该部分功能以标准块维护，直接调用即可。

### 5 视觉调试规范

#### 5.1 硬件确认

- (1) 确认相机、镜头、光源是否安装正确；
- (2) 确认拆码垛、机器人是否已经调试完毕，确认机器人坐标是否矫正完毕，确认夹爪是否不再更换；
- (3) 确认产品上料方向是否规定好，避免产品随意调换方向造成二次调试；
- (4) 确认光源控制器、相机线缆连接正确，能够正常工作。

#### 5.2 软件确认

- (1) 测试软件能正确打开相机并采集到图像；
- (2) 通讯测试，通过模拟客户端测试，软件能正常通讯；主机能 Ping 通机器人；
- (3) 确认三方库能被软件正确调用；
- (4) 确认软件存图、存日志功能正常。

#### 5.3 标定

- (1) 保证相机与产品表面平行；
- (2) 标定选择特征要稳定，标定时在保证产品不移出视野的情况下，尽量走较大偏移量。

#### 5.4 特征匹配

选择稳定的特征，因为产品特征不稳定容易造成特征误判和识别不到，特征识别前要进行图像的预处理（二值化等）。

特征匹配参数，要有适当的角度和缩放，勾掉计时时考虑杂斑，接受阈值设为 0.5 左右，通过输出的得分进行匹配特征的判断。

训练参数	训练区域与原点	Tune	运行参数	搜索区域	图形
算法：模式： 已经过最佳训：搜索图像 查找概数：1 接受阈值：0.5 <input type="checkbox"/> 计时时考虑杂斑 <input type="checkbox"/> 超时：5000 毫秒					
区域	标称值	下限	上限		
角度	0 de	-45 de	45 de		
缩放	1	0.9	1.1		

图 5.1 参数设置



## 6 拆堆垛大视野视觉引导规范

### 6.1 2D 大视野视觉方案

工业相机与拆堆垛一体化安装，视野范围覆盖周转箱内衬全局。

- (1) 适用于单相表、三相表底壳、上盖等较大产品组装件；
- (2) 内衬尺寸大约 720\*420mm，相机视野大约 730\*490mm；
- (3) 视觉上料引导精度 $\leq \pm 0.3\text{mm}$ ；

(4) 以单线表上盖为例整体供料节拍约 7.2s（包括换箱时间），最优供料节拍（机器人行程最短）可达 5s 以内。

#### 6.1.1 2D 大视野视觉硬件配置

表 6.1 大视野硬件选型

硬件类型	硬件型号	数量
工业相机	DMK-33GX183	1
工业镜头	长步道-FA2516A	1
视觉光源	OPT-LI88041-W	2
光源控制器	OPT-DP1024E	1
视觉线缆	高柔网线、光源延长线等	1

#### 6.1.2 相机、镜头和光源安装方式

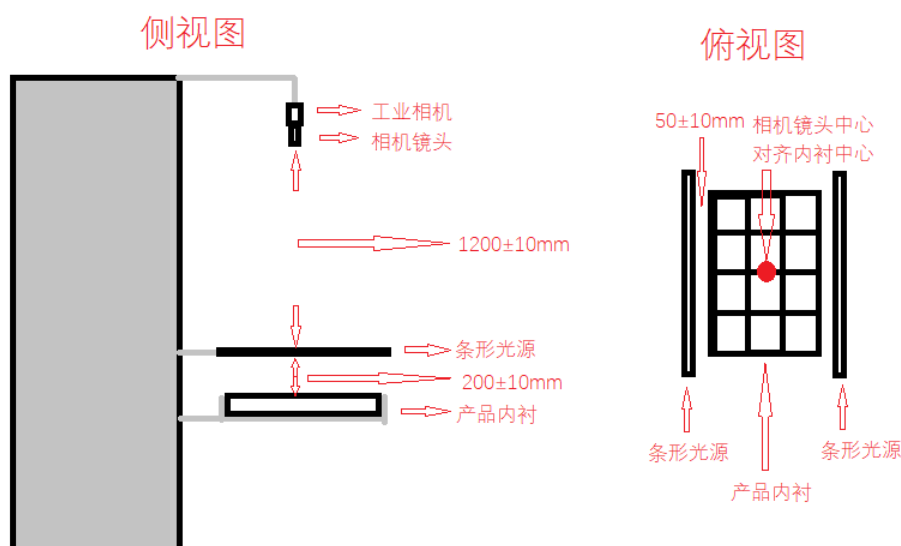


图 6.1 安装示意

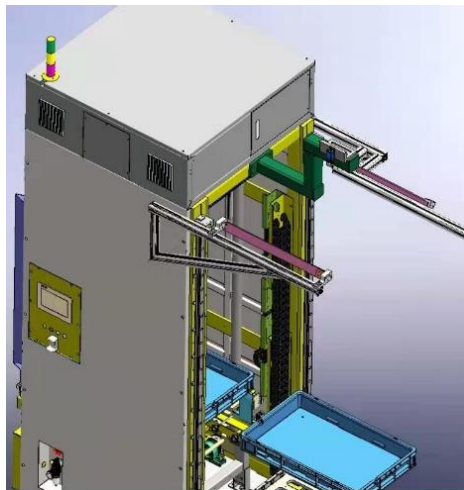


图 6.2 单道拆堆垛高角度条形光

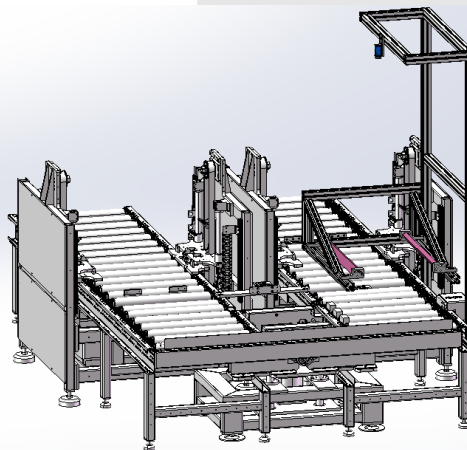


图 6.3 双道拆堆垛低角度条形光方案

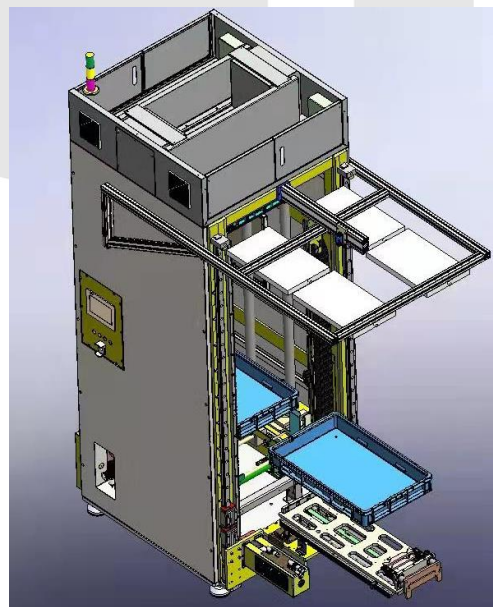


图 6.4 单道拆堆垛顶部面光方案

## 6.2 3D 大视野视觉引导

3D 相机与拆堆垛一体化安装，视野范围覆盖周转箱内衬全局。

- (1) 可适用于单相表、三相表等各尺度类型组装件；
- (2) 内衬尺寸大约 720\*420mm，相机视野约为 800\*600mm；
- (3) 视觉送料引导精度 XY 方向 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ，Z 方向 $\leq 0.3\text{m}$ ；
- (4) 上料节拍实现与机器人并行，单相表底壳上盖类 7s 左右。

### 6.2.1 视觉硬件配置

表 6.2 3D 视觉硬件选型

硬件类型	硬件型号	数量
3D 相机		1

### 6.2.2 相机、镜头和光源安装方式

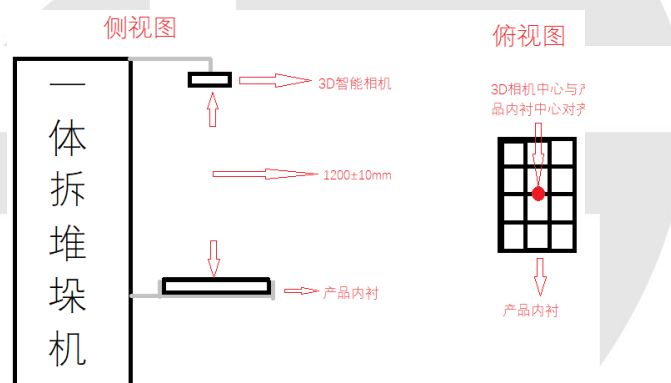


图 6.5 安装示意

### 6.2.3 相比于 2D 视觉引导优势

- (1) 大视野范围下引导抓取中、小尺寸类型组装件精度高、稳定性好；
- (2) 针对组装件在内衬中各类姿态（内衬不平导致的倾斜、内衬夹紧时带来的组装件晃动等）都可以进行引导抓取；一次性拍摄并引导内衬中所有组装件，节省拍照时间。

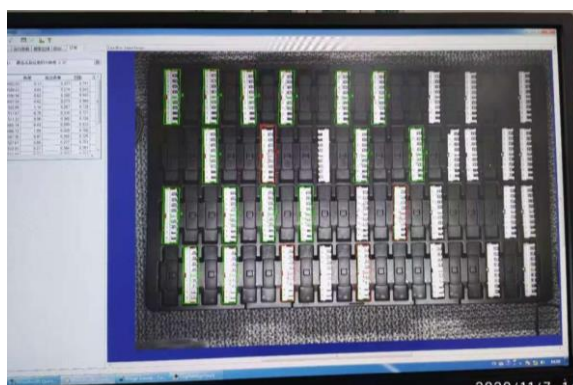


图 6.6 大视野 2D 视觉引导定位图像

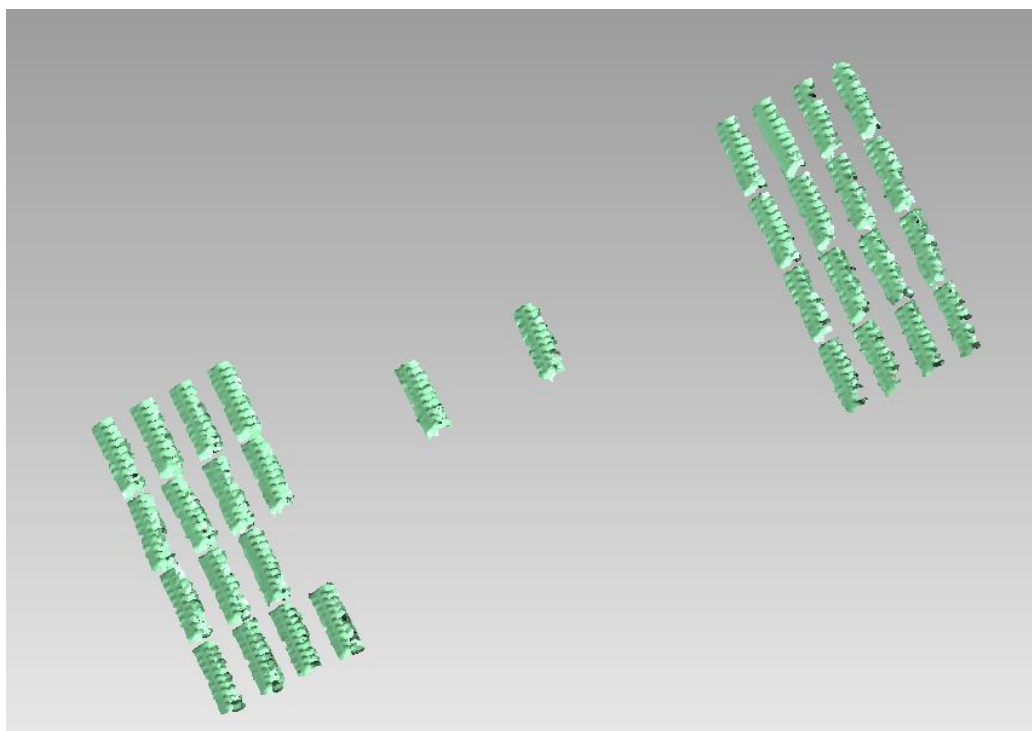


图 6.7 大视野弱电端子 3D 成像效果图

## 7 无序上料设计规范

### 7.1 机械硬件设计

#### 7.1.1 机械结构组成

无序上料单元机械结构示意图如图 7.1 所示,主要由提升机、上料与安装机器人、中转台以及 AnyFeeder 组成。

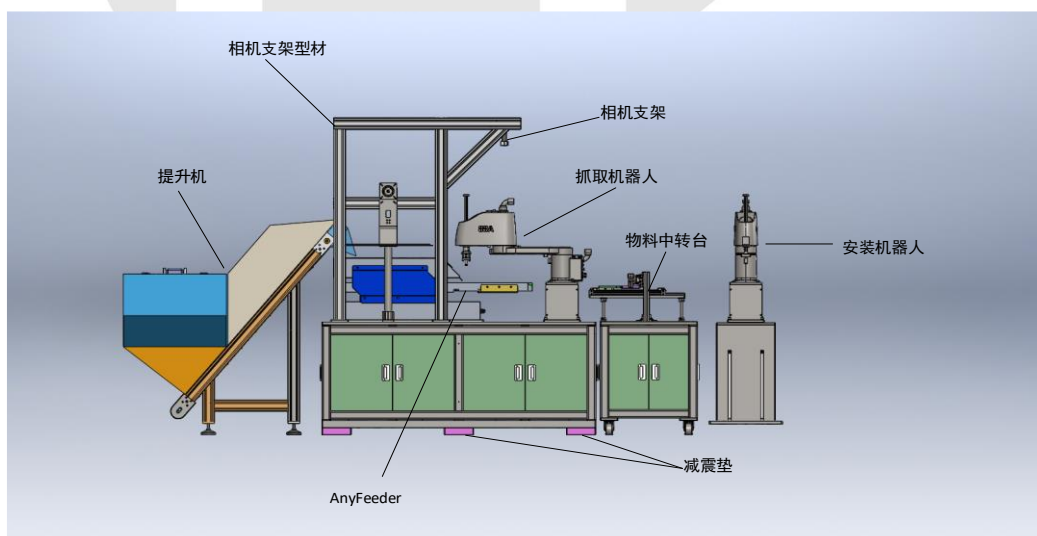


图 7.1 无序上料单元机械结构示意图

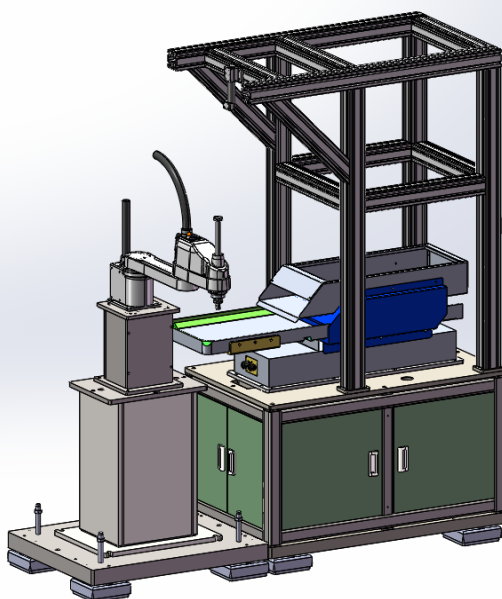


图 7.2 无序上料单元机械结构示意图

### 7.1.2 机械各部件功能及设计注意事项

提升机：根据 AnyFeeder 缺料信号进行产品供料，由 PLC 进行控制，当 AnyFeeder 缓冲区物料低于预定义位置时对射光电获取缺料信号，有 PLC 控制提升机电机通过皮带进行供料。

机器人夹爪：上料机器人夹爪应根据产品形状结构进行设计，不同产品表面形状结构有所差异，夹爪设计应保证能够快速准确抓取产品，在抓取过程中不会导致产品位置移动，吸盘类夹爪快速到达真空值。此外夹爪设计应预留 2-3 产品高度的弹性缓冲，避免叠料时视觉识别失败导致压坏产品或者机器人卡死。

相机支架：满足相机三个自由度位置调整，保证相机图像采集的覆盖整改供料区域。

型材支架：固定相机支架，避免由于 AnyFeeder 在动作过程中造成相机晃动，引起相机镜头螺丝松动以及定位不准确等问题。

减震：对于需要通过 AnyFeeder 进行翻转的产品，需要增加减震垫，减轻震动，降低噪音，避免共振。

## 7.2 机器人设计

### 7.2.1 设计功能

- (1) 通过 TCP 通信，接收视觉发送抓取位置空间坐标，完成产品抓取；
- (2) 配合视觉进行离线标定，用于视觉进行坐标空间转换；
- (3) 触发视觉进行复位，抓取完毕后触发视觉对所有产品进行重新定位；
- (4) 通过与 PLC 的交互接收正反面的允许放料信号，到达安全位置之后提供正反面的放料完成信号。

### 7.2.2 机器人无序上料注意事项

- (1) 机器人地脚调平，满足抓取精度需求；

- (2) 复位点、home 点等在拍照视野外，避免遮挡视野；
- (3) 机器人夹爪抓取产品失败时给视觉发送补料信号；
- (4) 机器人完成抓取在移动过程中若出现产品异常掉落则进行报警或者重新补料。

### 7.3 AnyFeeder 参数设置与调试

#### 7.3.1 AnyFeeder 组成以及功能

AnyFeeder 主要由控制器与供料主体组成，供料主体部分由供料区、震动区以及集成背光源组成，其基本组成架构如图 7.3 所示。

**供料区域：**1.根据控制信号将物料投放到震动区域，运动过程有供料伺服转动圈数与转动速度控制，针对不同形状与不同材质的物料前期验证供料伺服的参数。

**震动区域：**将物料进行分离、摊平，满足机器人抓取条件，运动过程同样由震动伺服的转动圈数与速度决定，前期需要对上料产品进行大量验证，确定每个面的出现概率以及需要设定的震动伺服的转速与圈数。

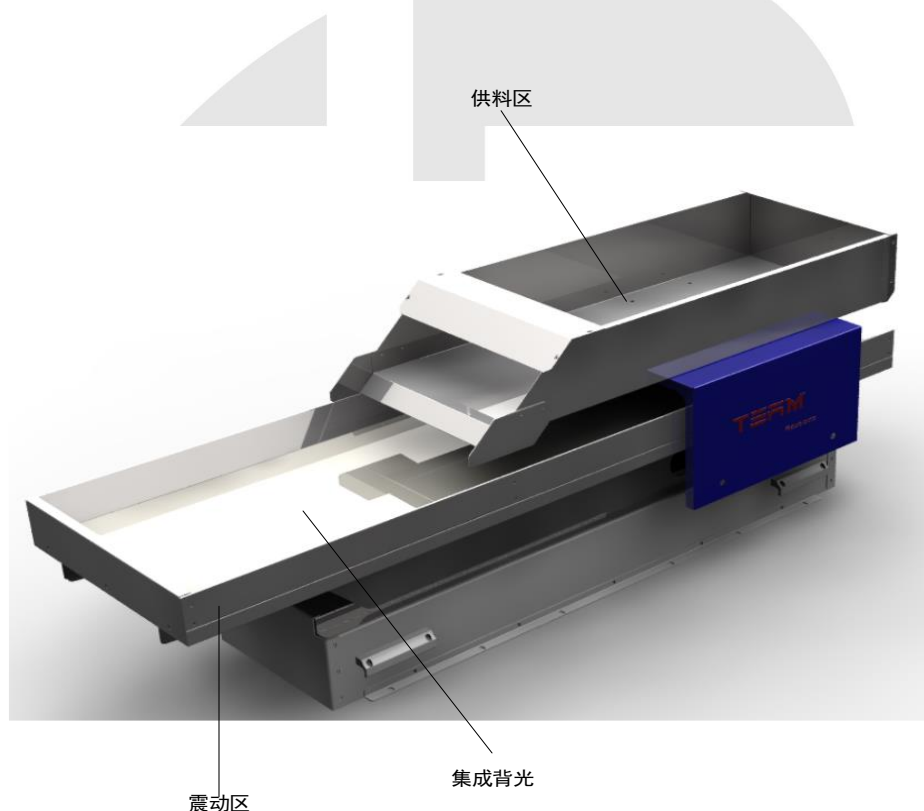


图 7.3 AnyFeeder 供料主体结构图

#### 7.3.2 AnyFeeder 使用注意事项

**光源选择：**震动区域有集成背光光源，对于需要经定位抓取的产品，首选背光，检测背光是否能满足区分正反面、区分 180° 歧义、满足定位精度要求。若集成背光无法满足上述要求则考虑通过侧面条形光源进行打光，具体方案有视觉光源厂家提供。如果选择震动区集成背光，将背光的亮度调到最亮，通过调节光圈或者曝光时间来控制图像亮度与对比度。由于集成背光通过旋钮模拟量进行调节，这样可以避免由于员工误操作造成参数无法恢复的问题。

## 7.4 视觉设计

### 7.4.1 视觉硬件选型

表 7.1 无序硬件选型

器件型号	主要参数1	主要参数2	主要参数3	主要参数4
Basler-AC-2500gm	分辨率	曝光时间	增益	视野大小
	2592*1944	10ms	0dB	300mm×400mm
OPT-C1614-5M	光圈数	接圈长度	工作距离	放大倍率
	4	/	980mm	X

### 7.4.2 软件结构

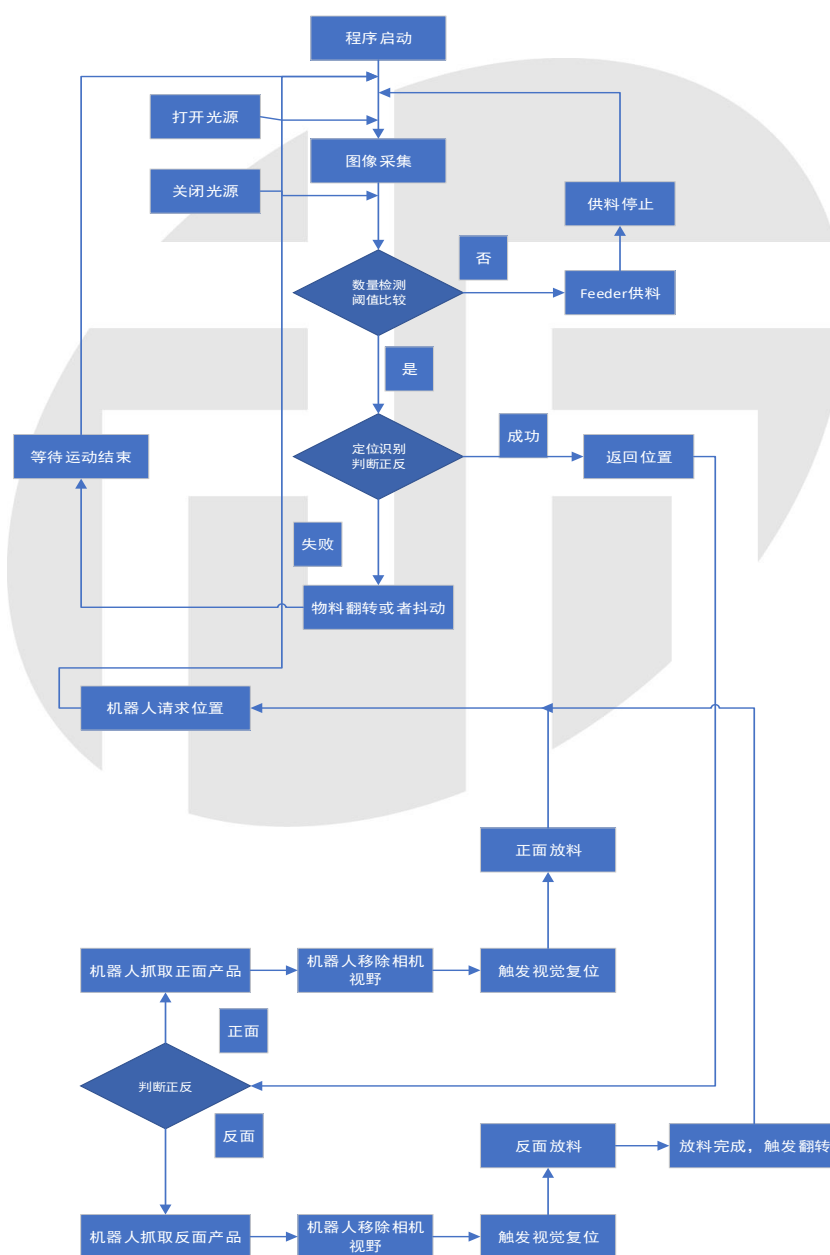


图 7.4 软件结构



视觉配合机器人进行无序抓取的基本流程如上述流程图所示。

进行定位识别的基本流程为：

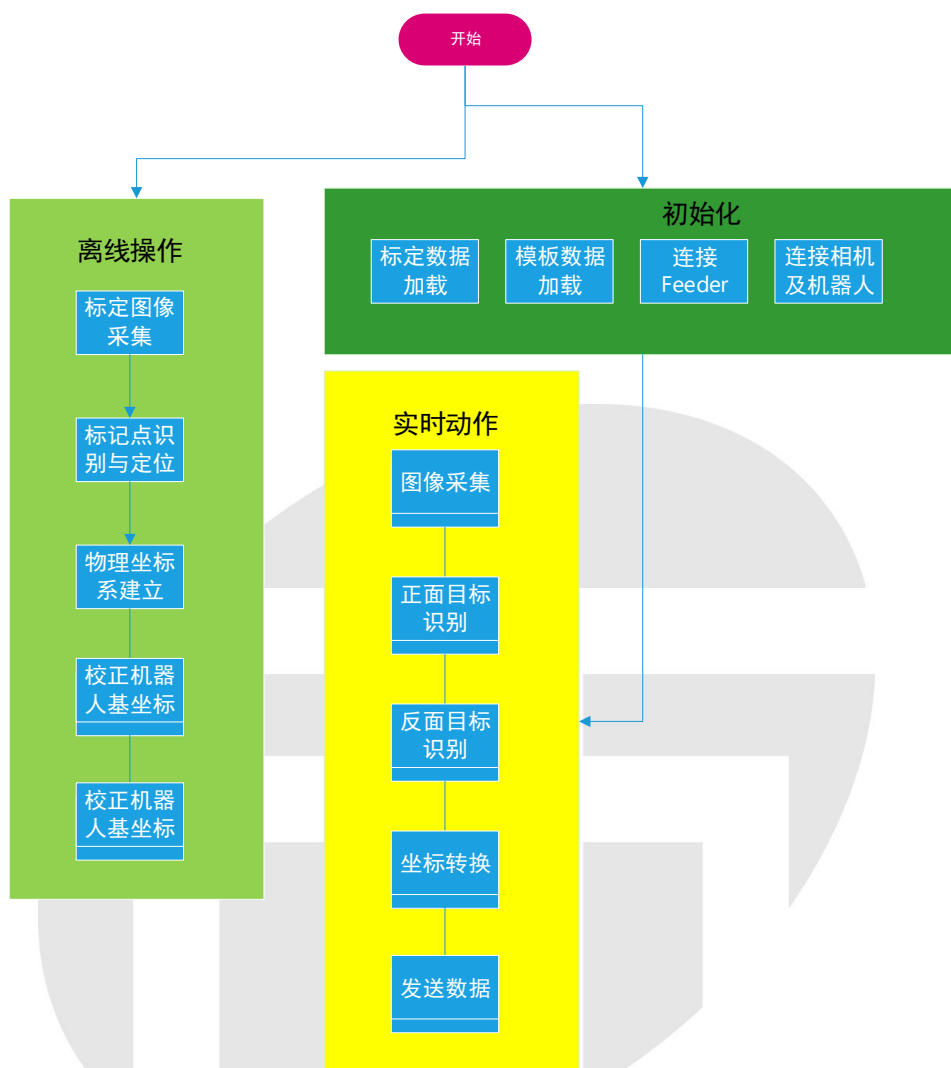


图 7.5 标定流程

## 7.5 现场调试问题点分析与注意事项

(1) 机器人机台与 AnyFeeder 机台保证水平高，两者之间水平度不能过大，否则容易导致在抓取物料时压缩量过大以及抓取精度下降；

(2) 对于通过背光进行定位识别时使用玻璃标定板，使用侧面光源时采用陶瓷不透明标定板；

(3) 使用 AnyFeeder 背光源时应加光源亮度调至最大，通过调节曝光时间来实现达到合适的视觉效果进行特征识别。光源调制最亮便于现场误操作的快速恢复；

(4) 对于一次取多个料的情况，首先确定正反两面出现的概率，先去出现概率高的面，进行视觉定位识别完毕后按角度进行排序，避免六轴往复转动浪费节拍；

(5) 在进行正反两面识别后应在根据轮廓的外围特征进行 blob 分析，确定所定位的目标是否是所需要的正反面；



(6) 在机器人校正抓取基坐标后手动操作机器人进行抓取模拟，对机器人无法到达的抓取点或者抓却区域在视觉软件端进行屏蔽，另外，对于边缘取料时容易与 Feeder 发生碰撞的区域也要进行屏蔽；

(7) 对于机器人抓取时的工具坐标，应以机械设计图纸为准，通过机器人工具坐标的数字输入功能对工具坐标进行设置；

(8) 若果在某一次抓取时真空值未到位判断为抓取失败，机器人应返回取料失败信号，对于机器人返回的取料失败报文，视觉端应控制 feeder 再进行一次震动或者补料。取料失败的可能原因为：物料倾斜、物料堆叠、定位后移动等，出现上述情况的物料即使再次取料成功的可能性也不大，为避免重复取料失败影响线体运转，视觉端处理取料失败信号时应控制 feeder 震动后者翻转，之后再进行一次识别与定位；

(9) 每次取料完成，机器人夹爪离开相机视野后进行一次复位（机器人给视觉端发送复位报文），重新对视野内目标尽心识别，因为上次取料可能导致周围目标移动，导致存储在视觉端的位置数据不准确。

## 8 手眼一体 2D 视觉引导规范

### 8.1 应用范围

工业相机与机械手一体化安装，视野范围覆盖周转箱内衬局部，适用于单相表或三相表弱电端子、PCB 板、CPU 小卡、电池仓、电池仓上盖、电池、卡槽、摇盖、尾盖等中小产品组装件；相机安装高度和视野大小可调节，视觉上料引导精度 $\leq \pm 0.1\text{mm}$ ；

### 8.2 视觉硬件配置

表 8.1 手眼一体 2D 视觉引导硬件

硬件类型	硬件型号	数量	备注
工业相机	DMK-33GX264e	1	
工业镜头	Computar M1620-MPW2	1	12\16\25\35mm 备选
视觉光源	OPT-RI15040-W	1	根据实际情况调整
光源控制器	OPT-DPA0524E	1	
视觉线缆	高柔网线、光源延长线等	1	

### 8.3 相机、镜头和光源安装方式

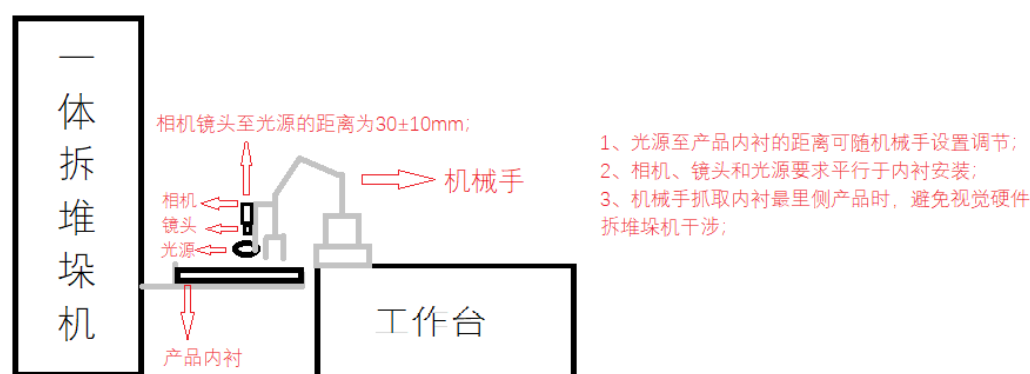


图 8.1 安装示意

## 8.4 智能相机视觉硬件配置

表 8.2 智能相机硬件配置

硬件类型	硬件型号	数量	备注
2D 智能相机	IN-SIGHT 7000 系列	1	根据实际情况调整
视觉光源	OPT-RI15040-W	1	根据实际情况调整
光源控制器	OPT-DPA0524E	1	
视觉线缆	高柔网线、光源延长线等	1	

## 8.5 智能相机、镜头和光源安装方式



图 8.2 智能相机安装示意

## 8.6 引导标定

### 8.6.1 棋盘格标定

棋盘格标定通常用于校正图像, 图 8.3 所示为  $12 \times 9, 6 \text{ mm}$  的棋盘格:

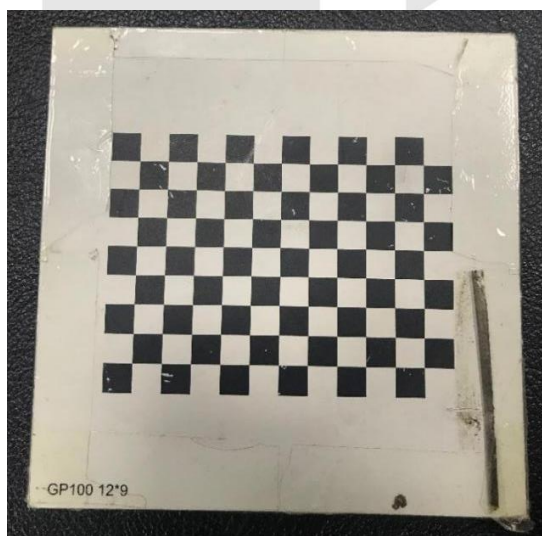


图 8.3 棋盘格图像

(1)打开 Designer，选定任务标定相机。

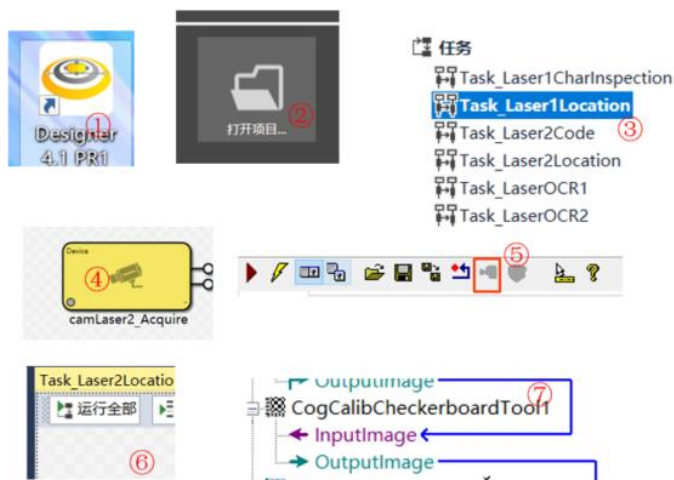


图 8.4 标定相机过程

- ①双击桌面 Designer 图标，打开 Designer 软件；
- ②单击打开项目，选择对应项目文件夹，进入程序；
- ③在“浏览器”的“任务”中选择对应任务，双击，进入点前任务；
- ④选择图像获取模块，双击进入；
- ⑤单击摄像头图标打开实时图像，调整标定板至图像中央，且图像清晰，如下图所示：

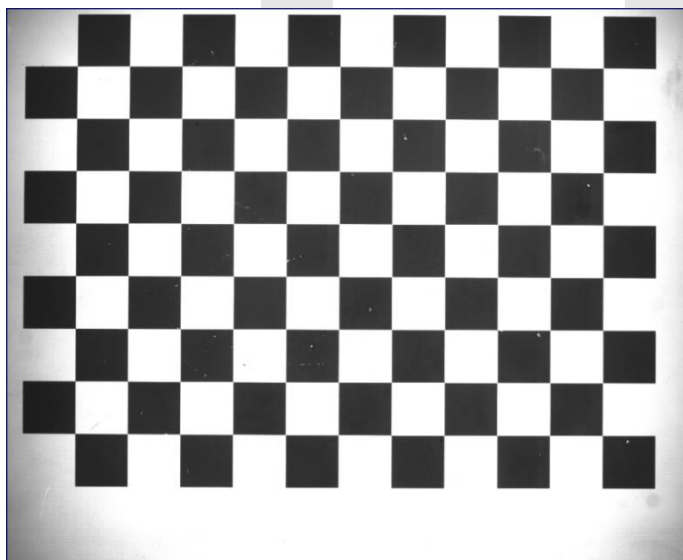


图 8.5 标定所用棋盘格图像

- ⑥进入③双击打开的任务，单击运行全部，采集图像；
  - ⑦双击中间的“VisionPro 工具块”，找到 “CogCalibCheckBoardTool” 模块，双击进入；
- (2)相机标定参数设置，如图 8.6：

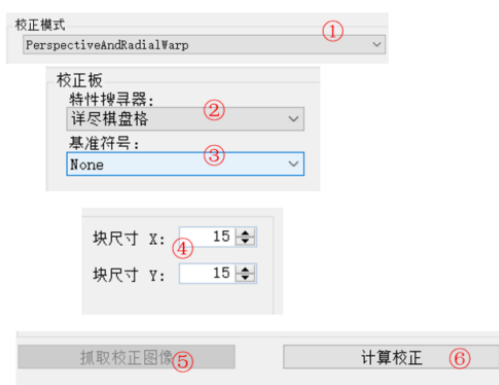


图 8.6 相机标定参数设置

- ① “校正模式”选用 PerspectiveAndRadiaWarp;
- ② “特性搜寻器”选择详尽棋盘格;
- ③图 3 所示棋盘格, “基准符号”需选用 None;
- ④ “块尺寸 X 和 Y”根据棋盘格每格大小填写对应大小;
- ⑤单击“抓取校正图像”;
- ⑥单击“计算校正”, 等待直到界面左下角显示“已校正”;
- (3)检查校正结果是否有效;



图 8.7 检查校正结果

- ①单击转换结果, 显示如图所示界面;
- ②检查 RMS 误差值, 值越小越好, 尽量小于 0.2, 若值远大于 0.2, 则需要重新按(2)(3)进行操作;

### 8.6.2 九点标定

(1)移动机器人, 记录抓取点、抓取点上方点。

①首先需要操作机器人抓取产品, 并进行多次夹爪打开, 闭合操作, 直到夹爪闭合打开后产品不动即可, 同时在机器人中记下此点为抓取点;

②按着机器人使能键, 同时按着机器人 Z+键, 使夹爪竖直向上移动, 移动一段距离后, 记录此点为

抓取点上方点(方便之后进行测试);

(2)打开相机抓图软件, 调整参数, 记录拍照点(此处以映美精相机为例), 流程如图:

①首先找到“IC Capture”图标, 双击进入;

②选择设备窗口单击对应相机;

③“确定”, 进入抓图软件界面;

④单击“设备”;

⑤单击“属性”; 打开参数配置界面;

⑥将“自动”增益、曝光复选框关闭, 并把增益值拉到0;

⑦机器人继续向上到一定距离, 核对相机视野(与工程师确认), 调整相机位置, 直到产品位于视野中央, 且视野能满足引导精度要求, 同时手动调整曝光值, 保证图像清晰, 效果如图7, 然后在机器人上保存此点为拍照点, 同时保存图片, 记为“0.bmp”。



图 8.8 映美精抓图软件操作过程



图 8.9 相机清晰成像效果

5	3	6
1	0	2
7	4	8

图 8.10 机器人移动规则示意图

(4)操作机器人至抓取点上方点，再到抓取点，夹爪闭合，抓取产品；

(5)保持夹爪夹取产品状态，机器人 A+30° 转动夹爪，移动到位后，打开夹爪，且要保证夹爪打开时产品未发生偏移，机器人 Z+沿着竖直方向向上移动，夹爪远离产品后，使相机回到拍照点，采集图像，图像命名为 A30:

(6) 打开视觉软件, 打开指定文件夹, 选定视觉引导项目, 进入软件(如 2.1 节(2));

(7)在“浏览器”的“Task”中选定相应任务，双击进入任务界面，继续双击中间的“VisionPro”模块，进入图像处理模块：

(8)进入工具块中加载图片;

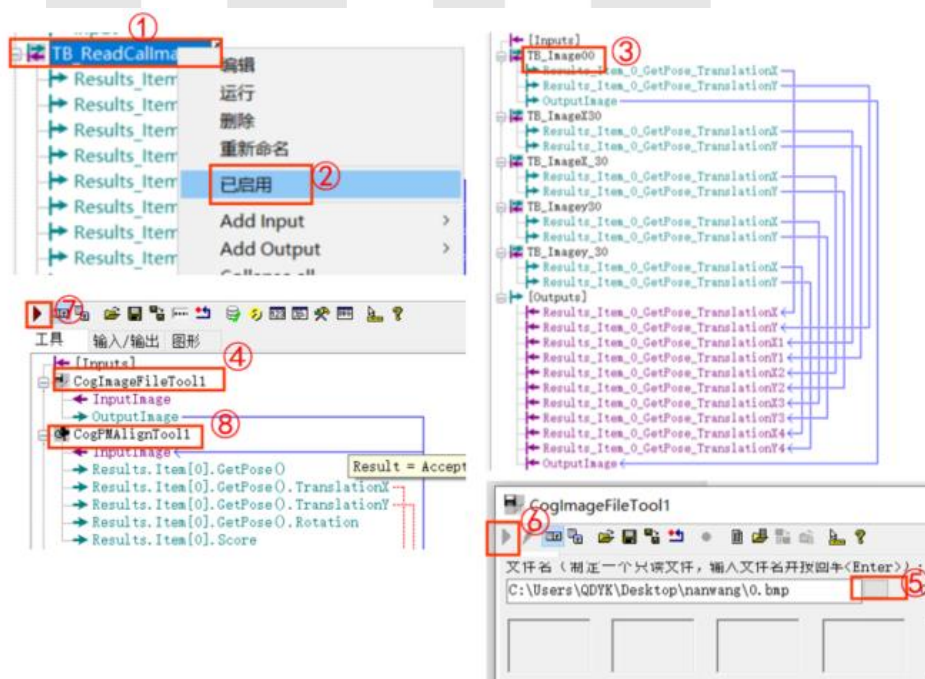


图 8.11 加载图片过程图



①找到“TB\_ReadCallImages”工具块；

②检查其是否启用(右上角有“x”，则未启用)，右击启用此工具块，启用后双击 TB\_ReadCallImages”进入工具块；

③依次进入 TB\_Image00、TB\_ImageX30 等，加载图片，计算中心坐标。此处以 TB\_Image00 为例介绍，双击“TB\_Image00”进入；

④双击“CogImageFileTool1”进入设置图像源工具；

⑤点击右侧按钮，进入保存图片的文件夹，点击“0.bmp”；

⑥单击左上角运行，然后退出此界面进入 TB\_Image00 界面；

⑦单击左上角运行；

⑧双击“CogPMAAlignTool1”进入。

(9)进入“CogPMAAlignTool”工具后，训练模板，运行，得到此时产品中心的像素坐标；

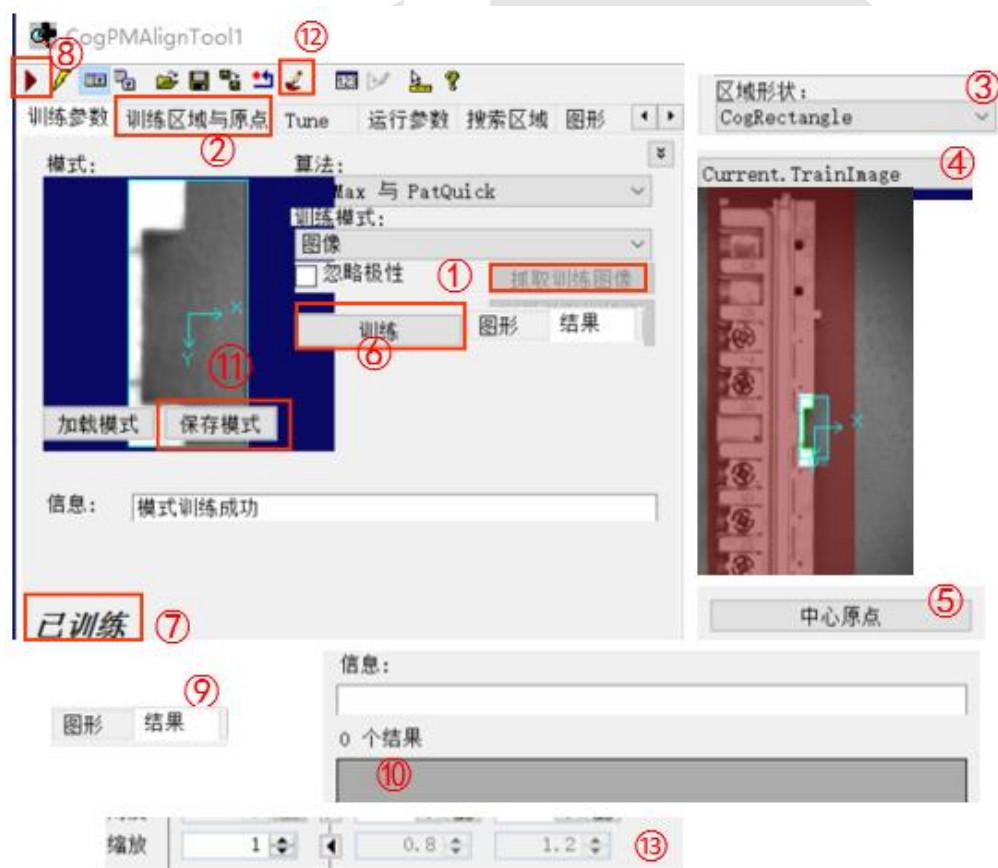


图 8.12 计算产品中心像素坐标

①进入“CogPMAAlignTool”工具界面后，点击“抓取训练图像”；

②点击“训练区域与原点”，进入模板训练界面；

③“区域形状”选为一般选为“CogRectangle”；

④在图像上方下拉框选择“Current.TrainImage”，可以看到图像中有矩形框，调整矩形框至需要训练

的特征区域，矩形框能包围特征即可，不宜过大；

⑤点击“中心原点”；

⑥进入“训练参数”界面，点击训练；

⑦待看到左下角显示“已训练”后，模板训练完成；

⑧点击“运行”按钮，执行检测；

⑨点击“结果”，查看检测结果；

⑩查看检测到的结果，分数越接近 1 越好，分数尽量保证在 0.9 以上，若检测结果不好，可以考虑重新选择特征；

⑪若第④步框选特征有干扰，可考虑设置掩膜，然后应用，确定。

(10)如 TB\_ImageX00 工具块操作一样，依次进入其他 TB\_ImageX\_ 或 TB\_ImageY\_，获取不同位置的产品像素坐标注意图片选择要与名称一致，如 X30 对应“X30.bmp”，X\_30 对应“X-30.bmp”；

(11)几个工具块均执行(8)(9)操作后，进入 TB\_ReadCalImage 界面，单击左上角运行，然后退出此界面；

(12)单击左上角运行，然后右击“TB\_ReadCalImages”，单击“已启用”，禁用此工具块，禁用后此工具块右上角有“x”标识；

(13)在此界面，在“CogImageFileTool”处右击，启用此工具，双击进入，进入指定文件夹选择“0.bmp”，左上角运行，然后退出此界面；

(14)在退出后的界面，点击左上角的“运行按钮”，更新图片；

(15)进入“CogCalibNPointToNPointTool1”工具中设置相关参数，进行校正；

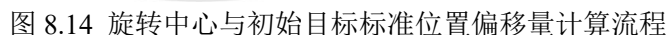


图 8.13 九点标点工具参数设置

①双击“CogCalibNPointToNPointTool1”，进入，检查电偶处的“未校正 X，Y”与“原始的已校正的 X，Y”是否对应；如第 0 行对应 0.bmp，第 1 行对应 X30.bmp；



- (16)九点标定完毕后,计算旋转中心与初始目标标准位置偏移量



④左上角“运行”，运行后，分别到“CogPMAlignTool1”下的 TranslationX 和 Y 位置停留，此时会显示 X 和 Y 的值，记录两者的值：

⑤点击“编辑脚本”按钮，进入脚本中；

⑥将 X 和 Y 的值分别填入对应位置，然后关闭此界面，并将“CogPMAAlignTool1”设置为“未启用”；

⑦退出至“CogImageFileTool1”所在界面，并双击“CogImageFileTool1”进入，选择“A30.bmp”，左上角“运行”，退出此界面后再次左上角“运行”，然后双击“CogPMAAlignTool2”进入，加载③中保存的模板，设置运行参数(角度-90至90，缩放关闭)，左上角“运行”，查看结果分数是否为1，若是，则退出此界面，再次左上角“运行”；

⑧分别在“CogPMAAlignTool2”工具下的 X 和 Y 停留，记录其值，打开脚本，填入对应位置，然后退出脚本编辑界面，左上角运行，退出至“CogImageFileTool1”所在界面，左上角运行；

⑨双击“CogImageFileTool1”进入，选择“0.bmp”，运行，退出此界面，左上角运行，双击“CogToolBlock2”进入，单击“脚本编辑”按钮，进入脚本编辑界面，在图中位置修改为(16)中“CogPMAAlignTool1”的 X 和 Y 的值。

```
if(mPmax2.Results.Count > 0 && mPmax2.Results.Count == 1)
{
    X = mPmax2.Results[0].GetPose().TranslationX - (0.494163) //3.81
    Y = mPmax2.Results[0].GetPose().TranslationY - (5.14598); //Y
}
```

图 8.15 X、Y 编辑

(17)测试标定结果



图 8.16 测试标定结果过程图

①操作机器人，使相机至拍照点；

②微动产品，使其位置和角度有所改变；

③双击界面左侧“浏览器”的“任务”的对应 Task(此处以 TaskRD 为例)，在任务界面，双击图像获取工具块(ImageRD\_Acquire)，进入，左上角“运行”，鼠标至图像区域右击，单击“将图像保存到文件”保存图像，退出此界面；

④双击进入“VisionPro 工具块”，进入“CogImageFileTool1”中选择此图片，运行后退出此界面，在当前界面左上角再次运行，运行后查看“Outputs”中 X、Y、R 的值；

⑤操作机器人至“抓取点上方点”，根据 X、Y、R 的值移动机器人夹爪，移动完毕后，使机器人夹爪沿竖直方向向下移动至产品，观察产品是否在夹爪中，角度位置是否合适(建议多试几个位置，操作即(17)的过程)，若不合适则需要重新(1)~(16)的操作；

(18)若多次进行(17)的操作后，可以准确抓取到产品，则进行以下操作，机器人抓取产品至正式生产时内衬的第一个位置，夹爪打开，放下产品，并在机器人中保存此点为标准位抓取点，竖直向上移动机器人一段距离，保存此点为标准位抓取点上方点；

(19)到达拍照点后，水平 X 和 Y 方向移动机器人，直至产品位于视野中央(可通过任务的图像获取工具实时图像进行查看)，然后向下移动机器人一定距离(此距离为之前标定时产品特征所在平面和当前产品特征所在平面高度差)；

(20)调至大致高度后，双击进入当前任务的“VisionPro 工具块”，找到“Inputs”的“Image”，拖拽“Image”至“CogCalibNPointToNPointTool1”的“InputImage”，使“Inputs”的“Image”与“CogCalibNPointToNPointTool1”的“InputImage”间有连线连接即可；

(21)检查当前相机高度是否合适，具体操作步骤如下：

①进入任务界面，单击“运行全部”；

②双击“VisionPro 工具块”进入，双击“CogToolBlock2”进入，双击“CogPMAAlignTool2”进入，单击“结果”，查看分数项是否为 1，若为 1，则当前高度合适，若高度不为 1，则进行以下操作；

③单击“运行参数”，设置缩放为 0.8~1.2；

④左上角运行，点击“结果”，看分数是否为 1，若不为 1，则查看“X 缩放”和“Y 缩放”项，若值大于 1，则相机需要向上移动，小于 1 则相机向下移动(建议移动时以 1mm 为单位进行移动)，移动完成后“运行全部”，进入“CogToolBlock2”的“CogPMAAlignTool2”中，查看结果是否为 1，X 缩放和 Y 缩放是否为 1，若三者均为 1，则表明相机高度合适，若不为 1，则继续执行此步的过程，直至三者均为 1，然后将“运行参数”中缩放调整为 1~1 或将缩放关闭箭头朝左)；

(22)相机高度调整合适后，进入当前任务的“VisionPro”工具块，双击“CogToolBlock2”进入，将“CogPMAAlignTool1”调整至启用状态，点击“加载模式”加载模板((16)中③训练的模板)，点击“搜索区域”设置区域形状为“CogRectangle”，在“Current.InputImage”中拖拽矩形框，调整搜索区域，(搜索区域不宜过大，保证搜索特征在矩形框内，并在此基础上放大矩形框，保证机器人移动至其他位置时矩形框仍然包括所选特征)，具体可参考下图：

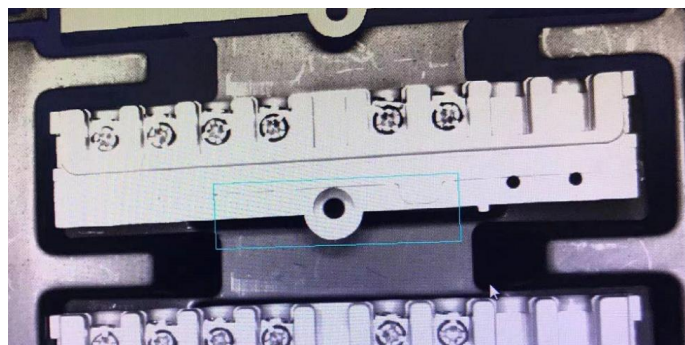


图 8.17 搜索区域矩形框示意图

(23)单击左上角“运行”，查看结果是否满足要求(分数为 1，无缩放，角度接近于 0 度)，退出此界面；

(24)分别停留至“TranslationX”和“TranslationY”位置，记录此工具的 X 和 Y；

(25)在“CogToolBlock2”界面中单击“脚本编辑”按钮，将 X 和 Y 填入到对应位置；

(26)双击“CogPMAAlignTool2”工具进入，单击“加载模式”加载模板((16)中③训练的模板)，如(22)操作一样，设置运行搜索区域，区域形状，调整搜索区域，设置运行参数(角度调至-90~90，缩放关闭)，搜索框大小要求与(22)要一样，然后将“CogPMAAlignTool1”调至“未启用”状态

(27)微调产品在内衬中位置(保证移动后仍在当前格中)，机器人移动至标准位抓取点；

(28)进入相应任务界面，“运行全部”，双击“VisionPro 工具块”进入，查看“Outputs”的 X、Y、R 的值；

(29)首先移动机器人至标准位抓取点上方点，然后根据 X、Y、R 值移动机器人，移动到位后，沿着竖直方向向下移动机器人，观察产品能否被夹爪准确抓取，若能准确抓取，则设置完毕，否则，重新按(18)~(28)进行操作。

## 9 手眼一体 3D 视觉引导规范

3D 视觉用到 Cognex 3D A5000 系列，3D 视觉引导手眼标定的应用场景分为相机固定安装、相机安装在机器人末端。

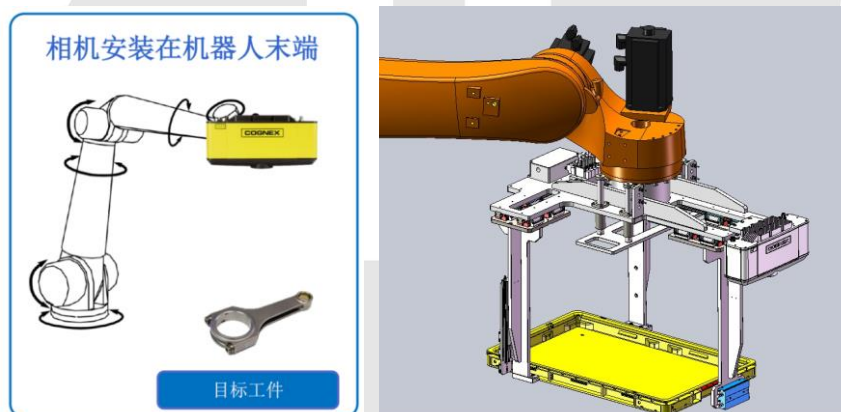


图 9.1 3D 相机安装示意

调试步骤依次为获取图像、手眼标定、机器人抓取；

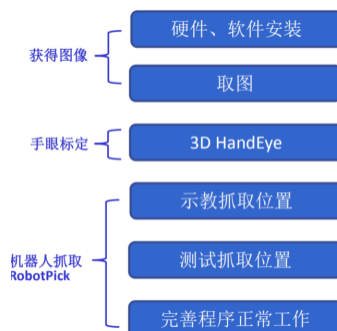


图9.2 标定步骤



## 9.1 获取图像

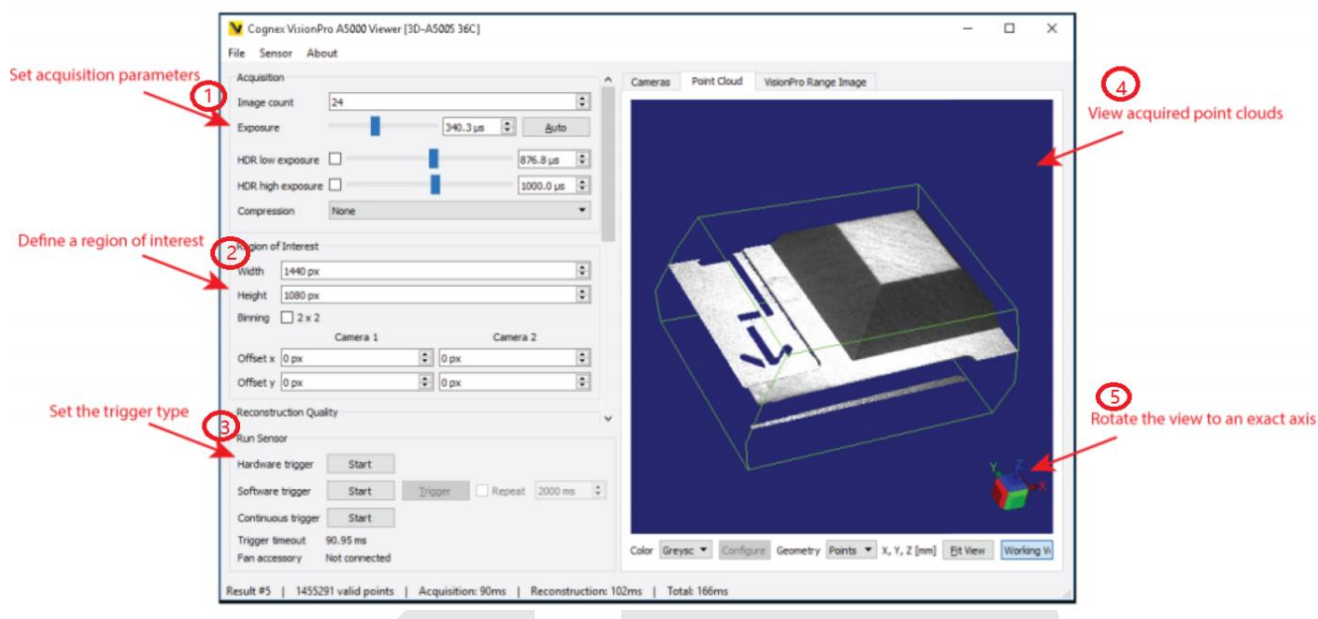


图9.3 3D相机设置

- (1) 设置采图数量、曝光时间、HDR 参数；
- (2) 设置相机视野；
- (3) 设置相机触发方式：硬件触发、软件触发、连续触发；
- (4) 显示相机采集的图像，可以通过上方按钮切换到相机图像（Camera）、点云（Point Cloud）、深度图像（VisionPro Range Image）；
- (5) 在点云图像中，可以旋转下方的坐标从多个角度观察图像；

## 9.2 图像效果

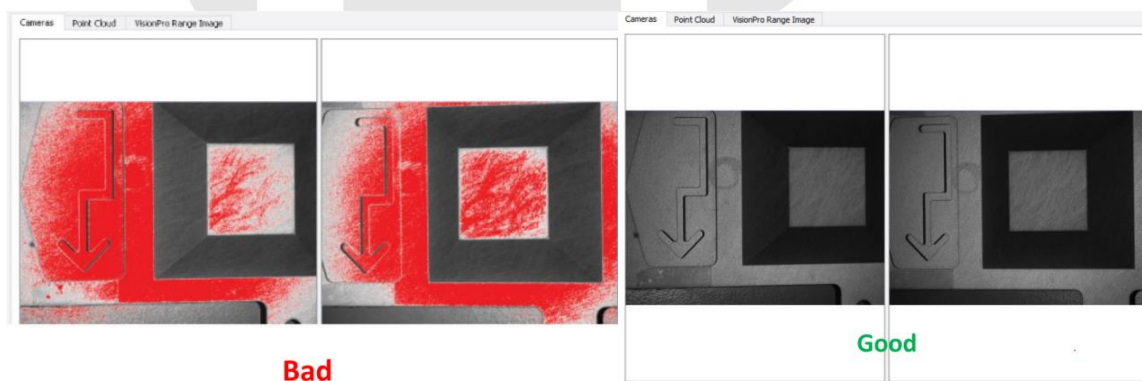


图9.4 图像效果

## 9.3 手眼标定

(1)六轴机器人的标定流程，参考 VisionPro 3D HandEye Field Calibrator，该教程是官方教程，里面有详尽的标定流程；

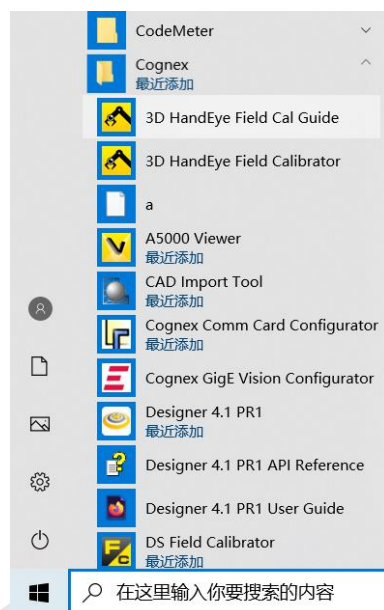


图9.5 标定软件

(2)四轴机器人标定，四轴机器人因为缺少两个自由度，无法使用六轴标定方法进行标定，标定过程中通过 CogPixelMapTool 工具将 Range Image 图像转换为二维图像进行标定；

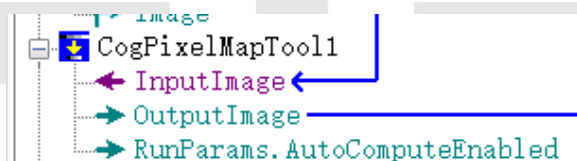


图9.6 图像转化

(3)转化为二维图像后，首先进行九点标定，标定流程参考 2D 相机的九点标定流程；注意，九点标定时，机器人走工具（Tool）坐标，标定的是工件相对与机器人工具中心的位置关系；九点标定后图像从像素原始坐标控件标定到新的坐标空间（Fixtrue）；

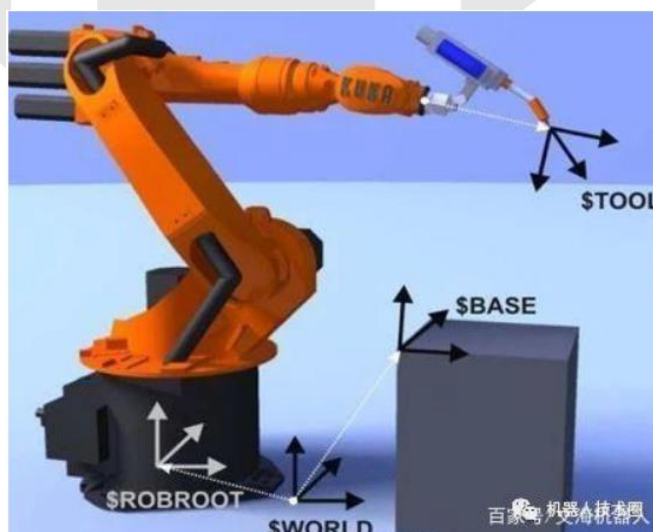


图9.7 空间坐标

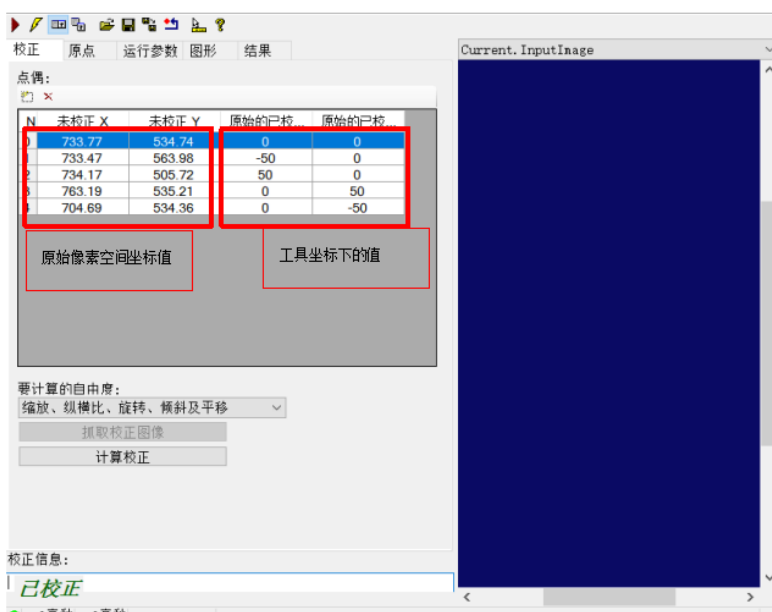


图9.8 九点标定

(4)新的坐标空间下，通过 PMAlign 工具训练模板，然后分别记录目标的在标准拍照点时的坐标 (X<sub>1</sub>, Y<sub>1</sub>) 以及机器人工具旋转 6° 后的坐标 (X<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>, A)；

(5)修改脚本完成旋转标定，将记录下的坐标值填入；标定后能获取工件在工具坐标下的偏移量和旋转量；

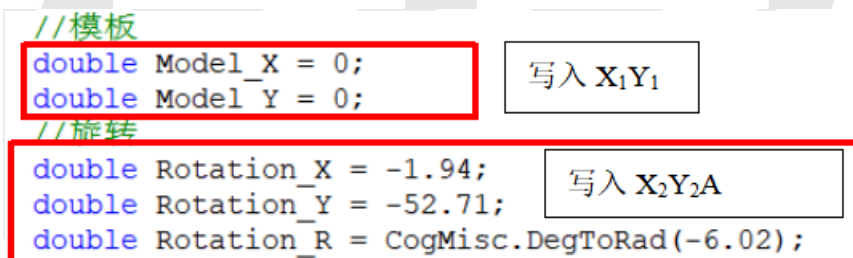


图9.9 参数写入

(6)示教放料（取料）位，让机器人回到标准拍照位，走工具坐标，然机器人走到标准放料（取料）位置，记录拍照点和放料点的位置关系 (Δx, Δy, ΔA, Δz)，该值位固定值；

(7)测试，引导流程如图，采集图像后获取目标的偏移量，调整相机的姿态，保证相机和目标的相对位置不变，走后走固定偏差，完成放料；

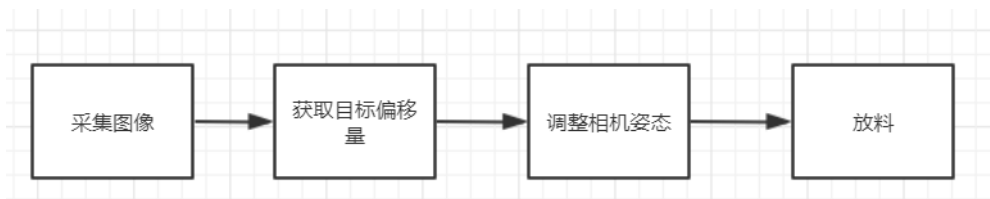


图9.10 3D引导流程

(8)完善程序，设置引导安全阈值；版本记录。

## 版本记录

版本编号 / 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	张祖魁			