

# 创科机器视觉系统 调试手册 (3D 篇)



深圳市创科自动化控制技术有限公司

版权所有

2019-5 月

## 目录

1、3D 项目流程综述 .....	4
2、机器视觉处理软件的安装 .....	4
3、3D 系统搭建 .....	5
4、图像采集 .....	5
4.1 3D 相机接线 .....	6
4.1.1 LMI 3D 相机 .....	6
4.1.2 深视 3D 相机 .....	7
4.1.3 分离式结构光 3D 相机 .....	8
4.2 相机驱动软件安装 .....	9
4.3 设置 3D 相机 IP 地址与电脑 IP 地址在同一个网段 .....	9
4.4 在 CKVISIONBUILDER 中添加 3D 工具和运动控制工具 .....	9
4.4 相机扫描参数设置 .....	11
4.4.1 LMI 3D 相机相机扫描参数设置 .....	11
4.4.2 深视相机扫描参数设置 .....	14
4.4.3 分离式结构光 3D 相机扫描参数设置 .....	20
4.5 运动控制卡设置 .....	22
4.5.1 轴移动工具 .....	22
4.5.2 轴等待工具 .....	22
4.5.3 应用注意事项 .....	23
4.6 添加 3D 图像控件将图像采集到软件界面中 .....	25
5、3D 测量工具使用 .....	26
5.1 旧版本 3D 测量工具 .....	27
5.1.1 保存 3D 图像 .....	27
5.1.2 读取 3D 图像 .....	27
5.1.3 平面校正 .....	28

# 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

5.1.4 检测高度.....	29
5.1.5 测量高度.....	30
5.1.6 计算平面度.....	30
5.2 新版本 3D 测量工具 .....	31
5.2.1 读取表面工具.....	31
5.2.2 保存 3D 表面.....	32
5.2.3 3D 表面图像.....	33
5.2.4 3D 坐标校准.....	33
5.2.5 3D 坐标变换.....	34
5.2.6 3D 拟合平面.....	35
5.2.7 3D 检测高度.....	36
5.2.8 3D 检测体积.....	37
5.2.9 3D 两点运算.....	37
5.2.10 3D 向量运算.....	38
5.2.11 3D 点到平面.....	39
5.2.12 3D 平面位姿.....	39
<b>6、常见异常情况处理.....</b>	<b>39</b>
6.1 关于软件权限问题 .....	40
6.2 关于工具使用问题 .....	40
6.2.1 平面校正注意事项.....	40

## 1、3D 项目流程综述

搭建一个 3D 机器视觉测量项目一般需要经历一下步骤：

- (1) 机器视觉处理软件的安装 CKVisionBuilder 软件安装
- (2) 3D 系统搭建
- (3) 3D 图像采集
- (4) 根据检测要求选择对应的测量工具
- (5) 将检测数据反馈到第三方设备。

在以下的文档中将按照项目搭建步骤进行一一说明

## 2、机器视觉处理软件的安装

此处我们选择 CKVisionBuilder 机器视觉处理软件。

- (1) 软件安装包的来源：

- 销售人员处获得
- 公司网站下载: <http://www.ckvision.net/>

- (2) 软件安装系统环境

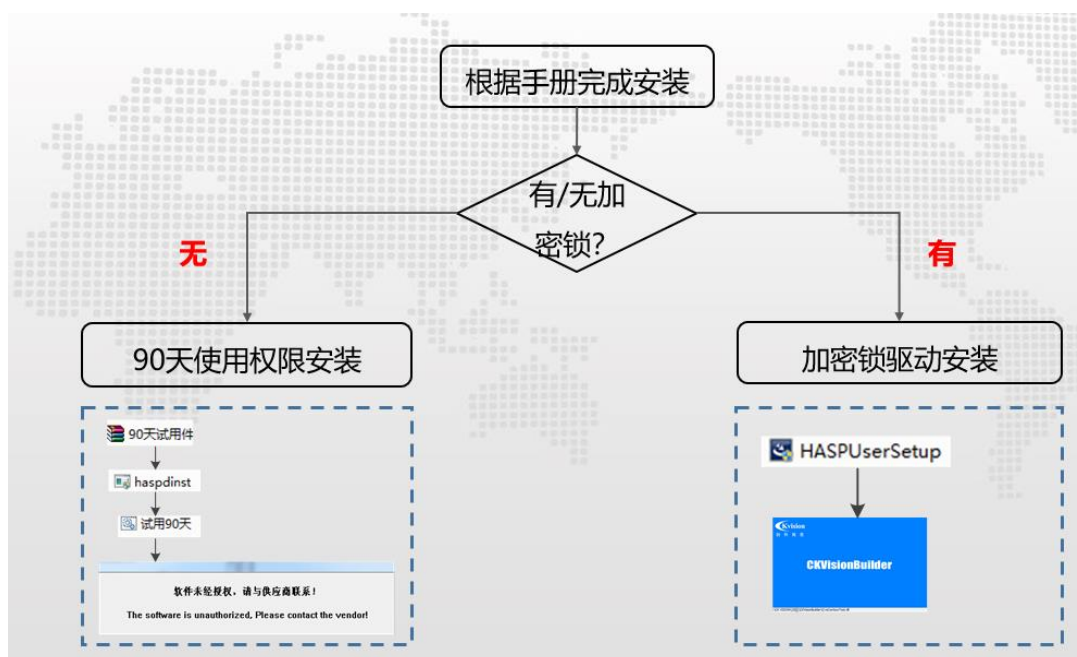
本软件支持 Windows 系统。建议使用 WIN XP， WIN 7， WIN 8 、WIN10 系统。32 位安装包兼容 64 位系统，建议使用 32 位安装包。

- (3) 软件在 3D 应用中对于网卡的要求

要求使用千兆网卡

- (4) 软件的授权

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



### 3、3D 系统搭建

我司使用的均为线激光 3D 相机，所以在成像的时候需要运动机构和 3D 相机共同完成，故一个 3D 系统至少应该包含：

- (1) 运动平台及相应的运动驱动设备（电机 编码器 IO 信号及其附件等）
- (2) 3D 相机安装完毕

我司常用的 3D 相机品牌有 LMI 3D 相机、深视 3D 相机、分离式结构光 3D 相机

- (3) 现场有检测对象
- (4) 机器视觉软件安装完毕

\*在开始调试之前至少应该保证运动机构运动正常，机器视觉软件安装完毕。

### 4、图像采集

搭建好机器视觉系统后，下一步工作就是通过运动平台将 3D 相机的图像采集到 CKVisionBuilder 软件中。

图像采集需要的一般步骤是：

- (1) 3D 相机电源线的接线（不同相机电源接线方式不一样）
- (2) 3D 相机驱动安装（不同相机电源接线方式不一样）
- (3) 设置 3D 相机 IP 地址和电脑 IP 地址在同一个网段

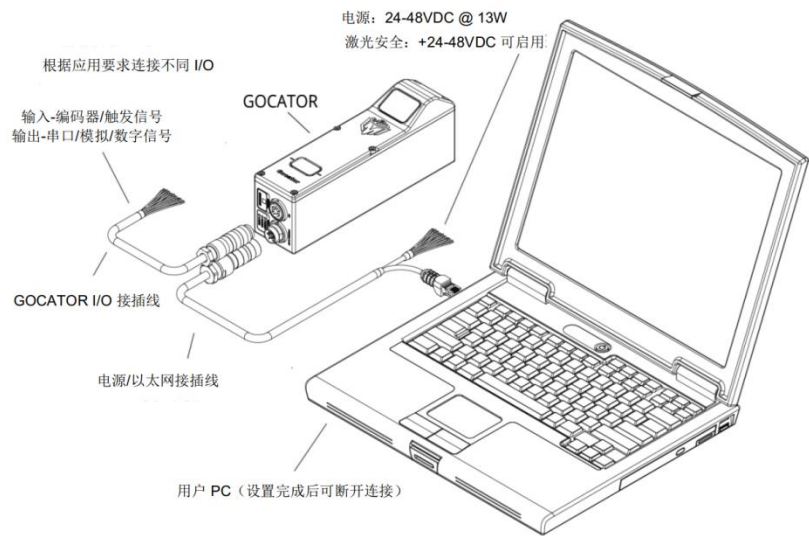
# 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

- (4) 在 CKVisionBuilder 中添加 3D 相机工具和运动控制工具（不同相机图像采集工具不一样）
- (5) 相机扫描参数的设置（不同相机扫描参数设置不一样）
- (6) 运动控制卡设置
- (7) 添加 3D 图像控件将图像采集到软件界面中

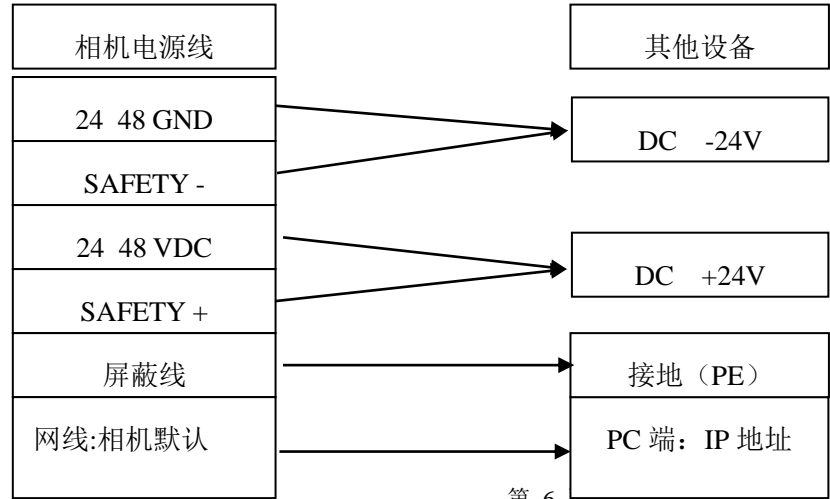
## 4.1 3D 相机接线

### 4.1.1 LMI 3D 相机

➤ LMI 3D 相机和电脑通过以太网方式相连，连接示意图如下（其他相机需要参考对应的相机手册查看接线方式）：



➤ 电源线的连接方式参考下表：



## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

### ➤ IO 线:

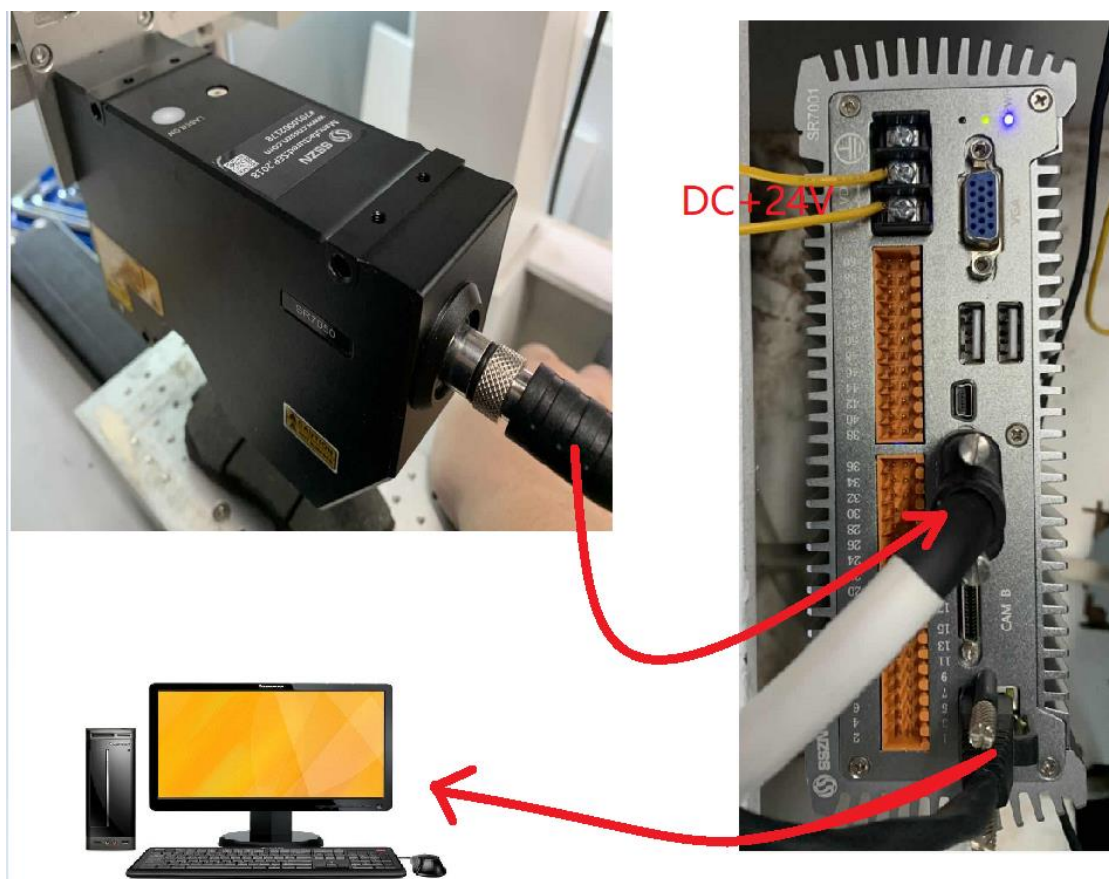
相机 IO 线支持编码器、触发信号、串口 (RS485)、模拟量、数字量输出, 可根据不同的应用场合进行自由选择。信号引脚定义如下:

编码器信号	相机触发	数字量输出	串口输出	模拟量输出
EncoderA+	Trigger in+	Out 1+	Serial out+	Analog out +
EncoderA-	Trigger in-	Out 1-	Serial out-	Analog out -
EncoderB+		Out2+	Serial out2+	
EncoderB-		Out2-	Serial out2-	
EncoderZ+				
EncoderZ-				

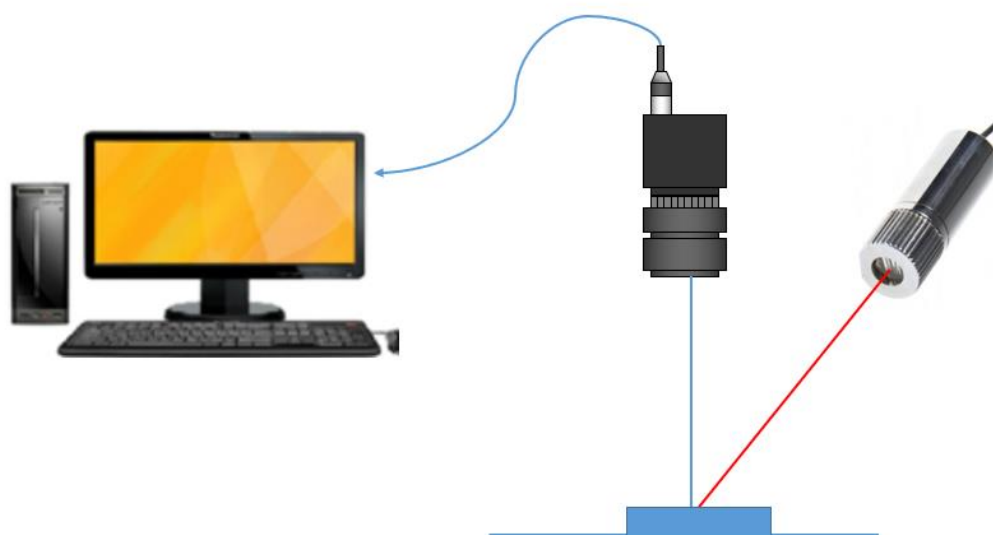
### 4.1.2 深视 3D 相机

相机通过专用电缆线连接到相机控制器的 A 口或者 B 口; 控制器供电需要接入 DC+24V 的电源; 最中再使用以太网电缆线将控制器与工控机连接到一起, 实现数据和拍照信号的传输。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导




### 4.1.3 分离式结构光 3D 相机



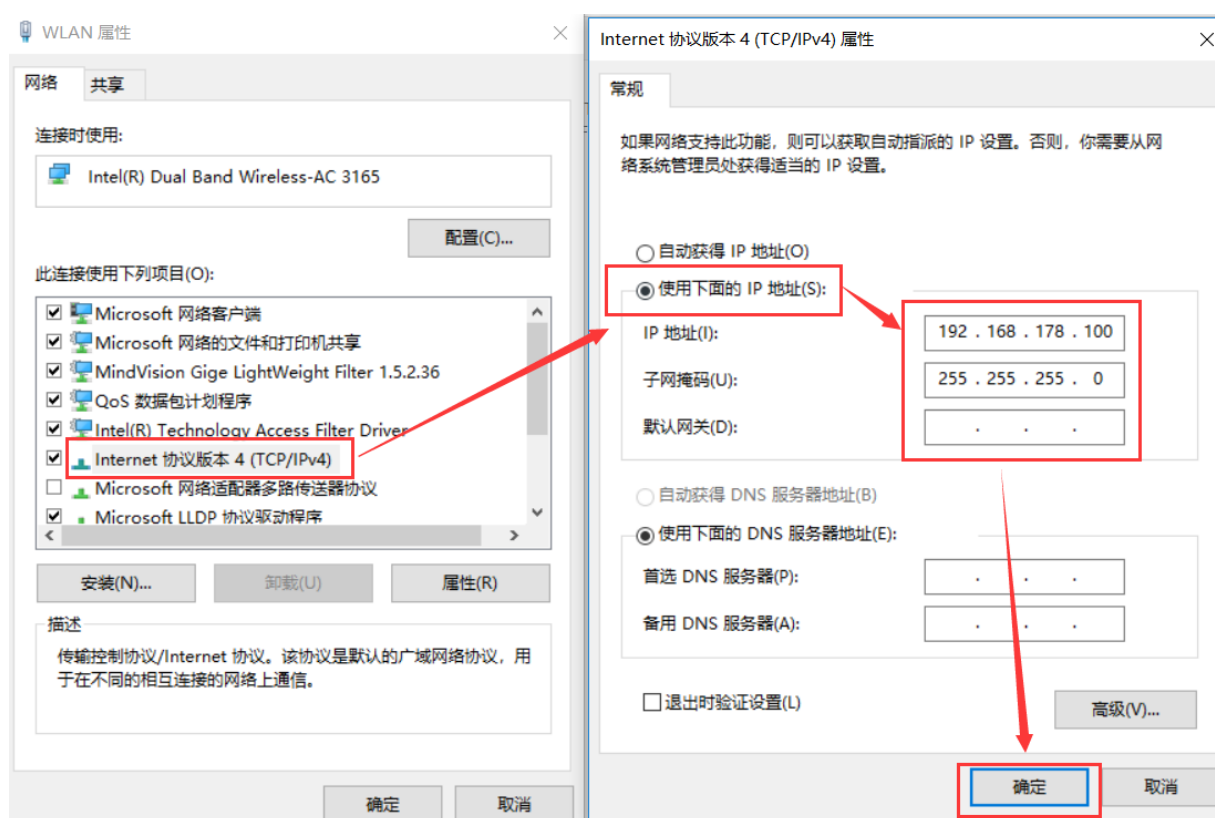


## 4.2 相机驱动软件安装

- LMI 相机的访问可在网络浏览器中输入传感器的初始 IP 地址(192.168.1.10) ,Gocator 界面即会加载, 无需安装软件。如果已设置密码, 系统将提示您输入密码, 然后登陆。
- 深视 3D 相机工具需要使用专用的 EdgeImaging 软件.  EdgeImaging.exe

## 4.3 设置 3D 相机 IP 地址与电脑 IP 地址在同一个网段

电脑 IP 地址可在“电脑网络和共享中心”→“更改适配器设置”→属性下进行修改, 具体参考下图进行修改



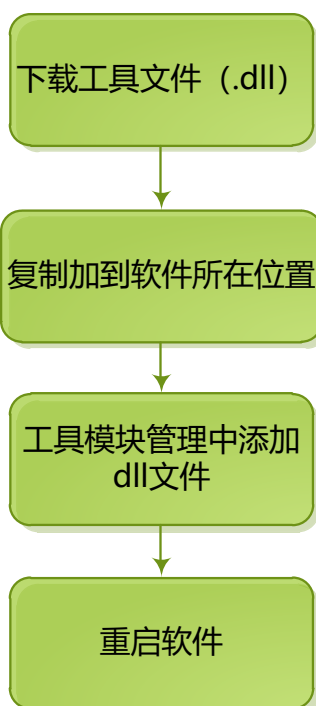
\*LMI 3D 相机的初始 IP 为: 192.168.1.10

\*深视 3D 相机初始 IP 为: 192.168.0.10

## 4.4 在 CKVisionBuilder 中添加 3D 工具和运动控制工具

CKVisionBuilder 中添加工具的一般步骤可参考下图

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

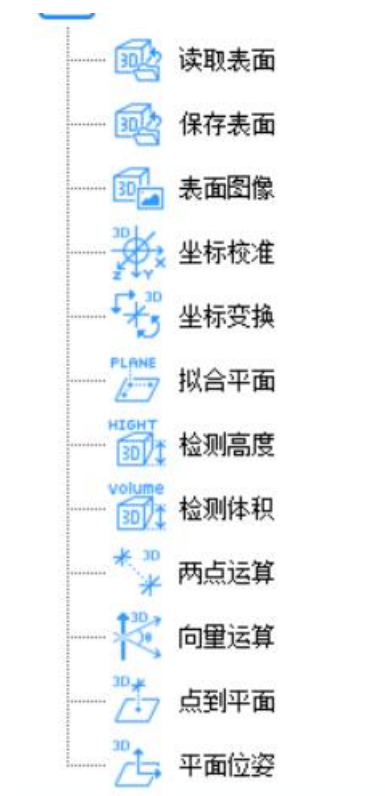


➤ 旧版 3D 测量工具为



➤ 新版（3.1.1.0 及以上）3D 测量工具为

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



- LMI 3D 相机工具为: 1. LMICamera ✗
- 深视相机工具为: 2. 深视3D相机 ✓
- 分离式结构光 3D 相机工具为: 2. IDS Camera ✗
- 运动控制工具为:



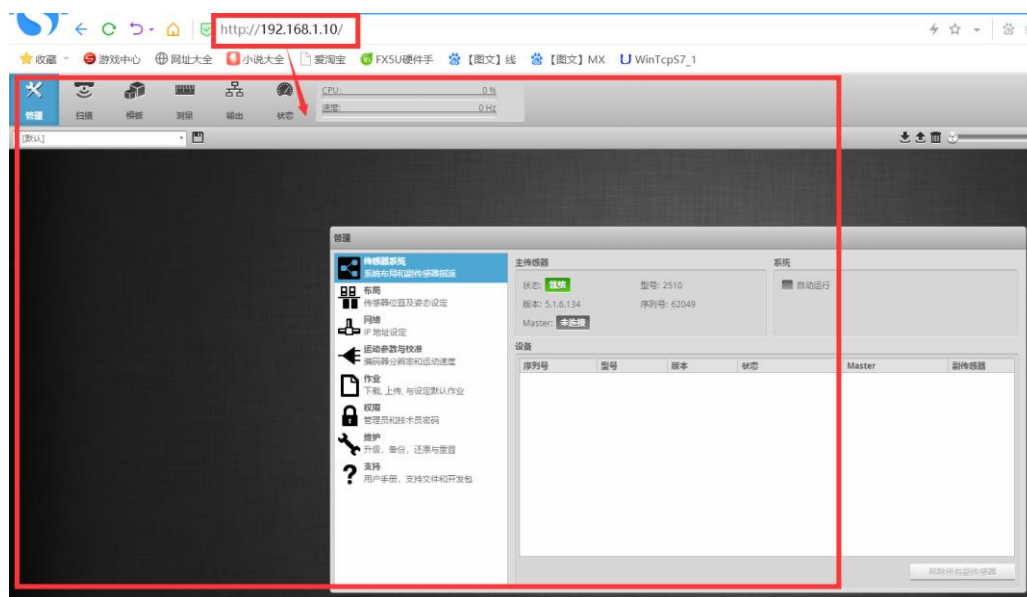
## 4.4 相机扫描参数设置

### 4.4.1 LMI 3D 相机相机扫描参数设置

#### 1、管理页面参数设置

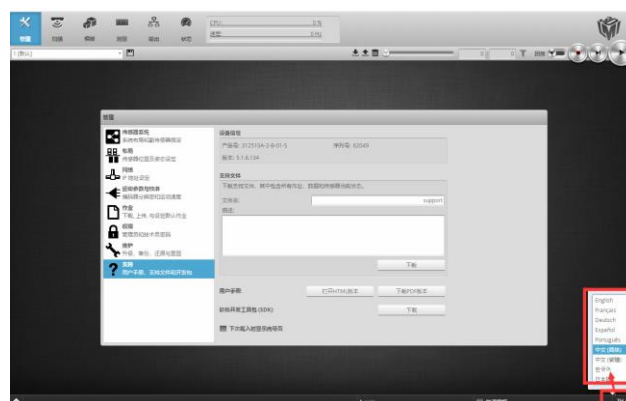
- (1) 通过 IP 地址连接到当前 LMI 相机，进入参数设置页面。

# 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



- 转到管理页面。
- 确保已关闭回放模式（滑块设置在左侧）。
- 确保激光安全开关已启用或激光安全输入为高电平。
- 转到扫描页面。
- 观察数据查看器中的轮廓
- 按下工具栏中的开始按钮或快照来启动传感器。（开始按钮用于连续运行传感器；快照按钮用于触发采集单个轮廓。）

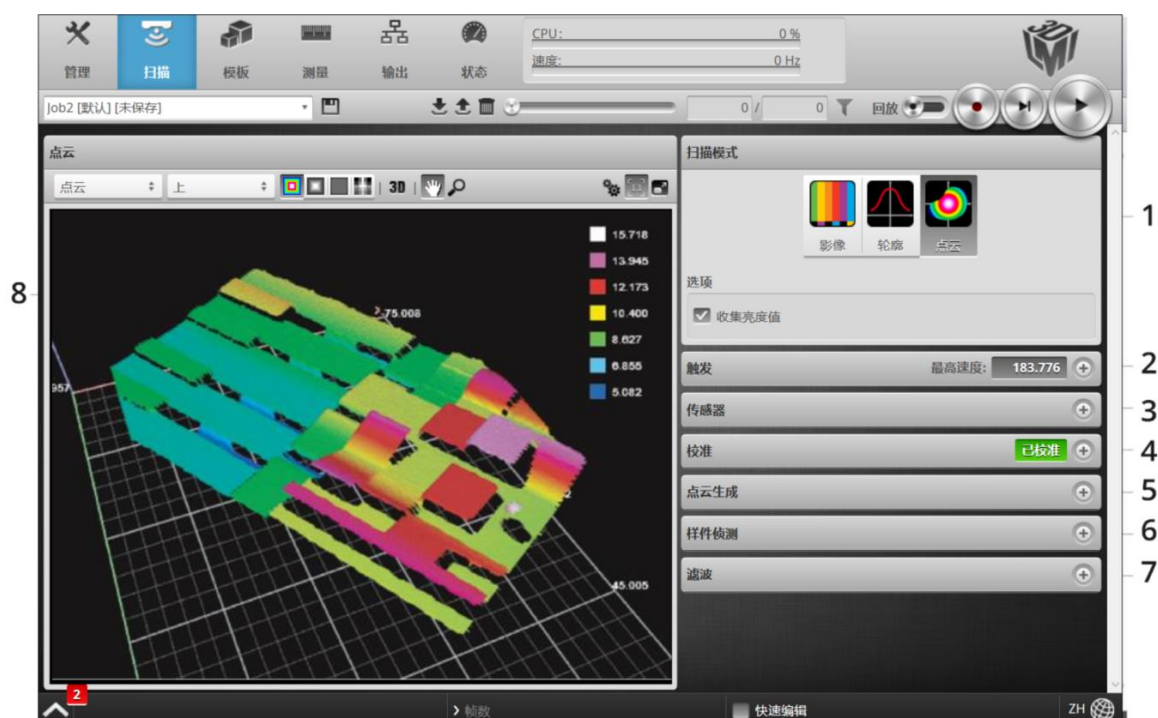
## (2) 软件语言切换（切换到您熟悉的语言）



## 2、扫描页面参数设置

扫描页面支持配置传感器并执行校准

# 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



1→扫描模式面板： LMI 提供三种方式的扫描模式：影像模式、轮廓模式、点云模式

2→触发面板：

3→传感器面板

4→校准面板

5→点云生成面板

6→滤波面板

7→数据查看器

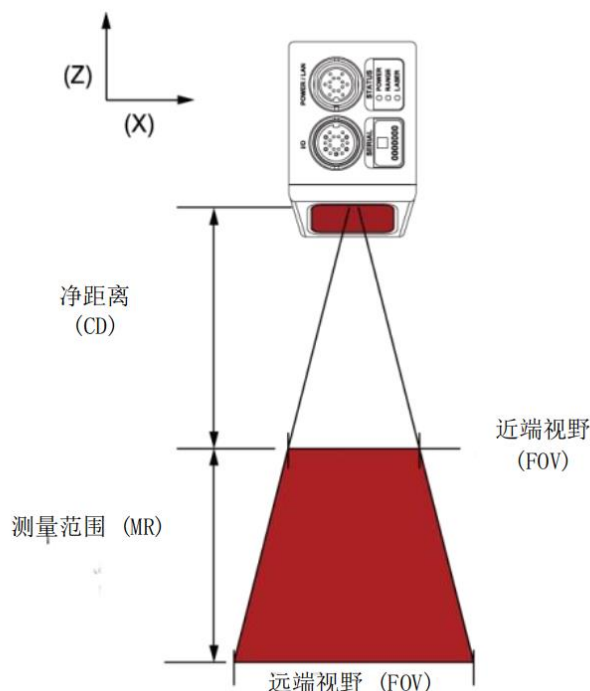
(1) 扫描模式介绍

LMI 提供三种方式的扫描模式：影像模式、轮廓模式、点云模式

(2) 关键参数解释

LMI 相机安装完成之后参考下图：

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导




- 净距离 (CD): 目标在可扫描及可测量范围内时, 与传感器之间的最小距离。如果目标与传感器之间的距离小于该值, 将无法获得有效数据。
- 测量范围: 从净距离位置开始的一段垂直距离, 在该距离范围内可扫描和测量目标。如果目标超出测量范围, 将无法获得有效的数据。
- 视场: 在测量范围内 X 轴上的宽度。在测量范围的远端, 视场更宽, 但 X 方向分辨率和 Z 方向分辨率更低。近端的视场尽管更窄, 但 X 方向的分辨率更高。当需要较高分辨率时, 尽可能将目标靠近近端。

(3) 根据以上参数和产品特性尽可能的让产品的检测面处于 3D 相机的有效视野范围内

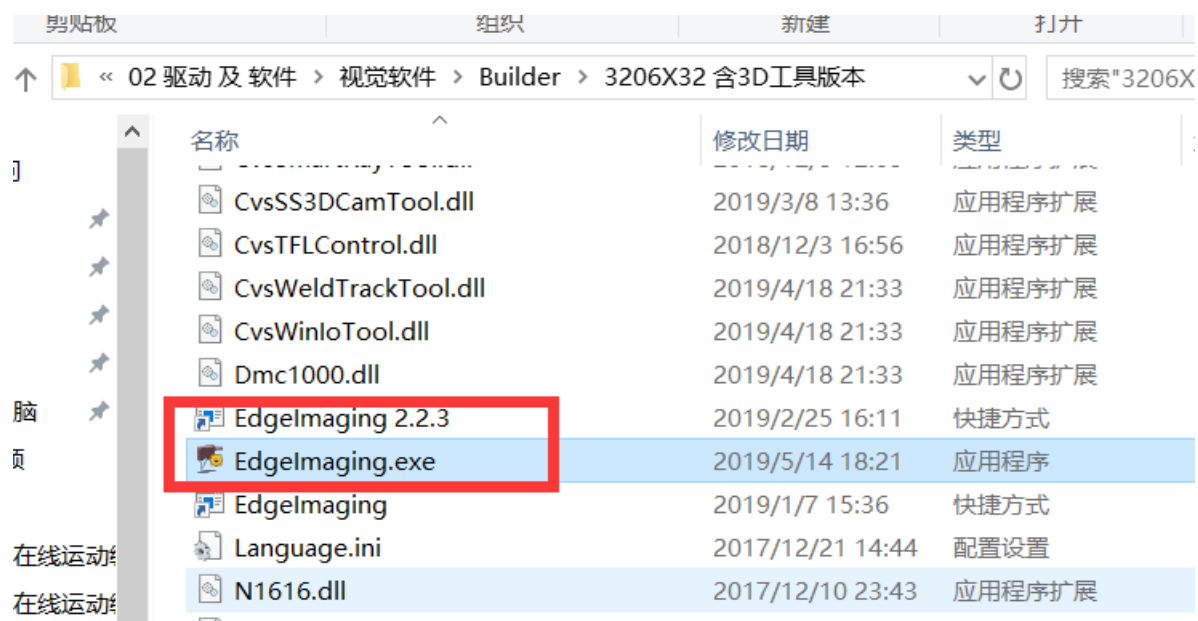
曝光参数的设置: 产品比较吸光, 可将曝光值调大, 但是曝光参数过大也会引起产品图出现过多噪点。

### 4.4.2 深视相机扫描参数设置

深视 3D 相机采集图像需要在安装完专用的调试软件.  EdgeImaging.exe 后进行。

(1) 将 EdgeImage 软件及其快捷方式拷贝到 CKVisionBuilder 安装目录下。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



(2) 添加深视相机工具到软件中→通过相机工具间接打开 EdgeImage 调试软件，进行参数设置



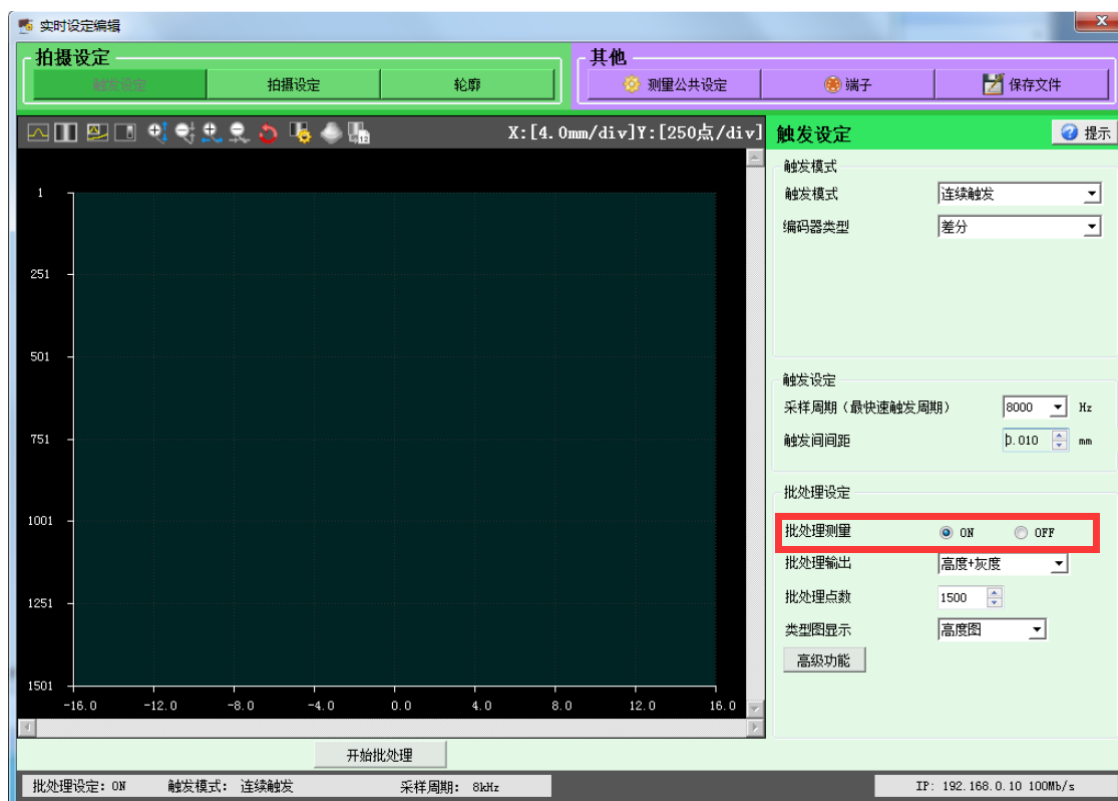
(3) 软件运行模式说明

软件提供“批处理测量”ON/OFF 模式:

➤ ON 模式: 可以预览当前扫描参数下的图像, 正式运行时需要切换到该模式下。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

➤ OFF 模式：呈现当前相机的激光线实时效果，一般用于相机最初的安装和调试。



### (4) 触发参数含义

触发模式：

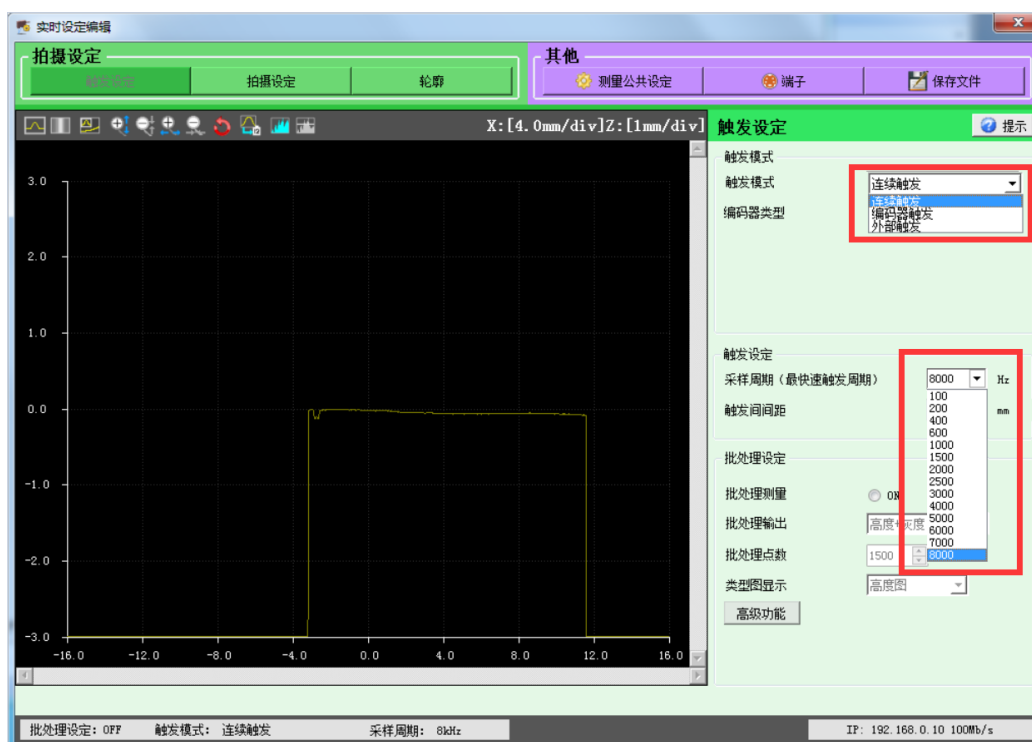
- 连续触发：使用软件控制时一般选择连续触发
- 编码器触发：外接编码器触发时选择
- 外部触发：通过外部 IO 进行触发

采样周期：

采样周期越大，采样时间越短，采样速度越快。



## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



### (5) 拍摄参数设定

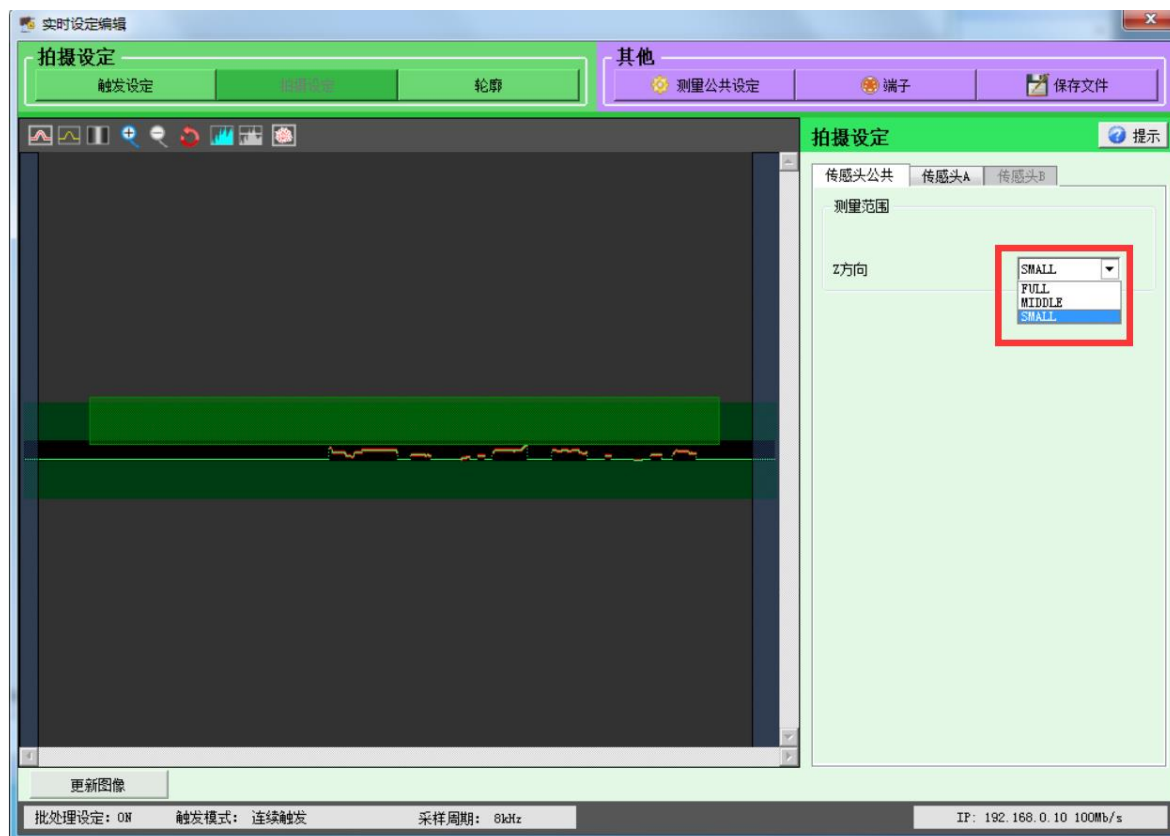
#### ➤ 传感头公共

Z 方向选择 SMALL, 采样越粗糙, 速度越快,

Z 方向选择 MIDDLE, 速度居中。

Z 方向选择 FULL, 采样越精细, 但是时间消耗越多。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



### ➤ 传感头 A/B

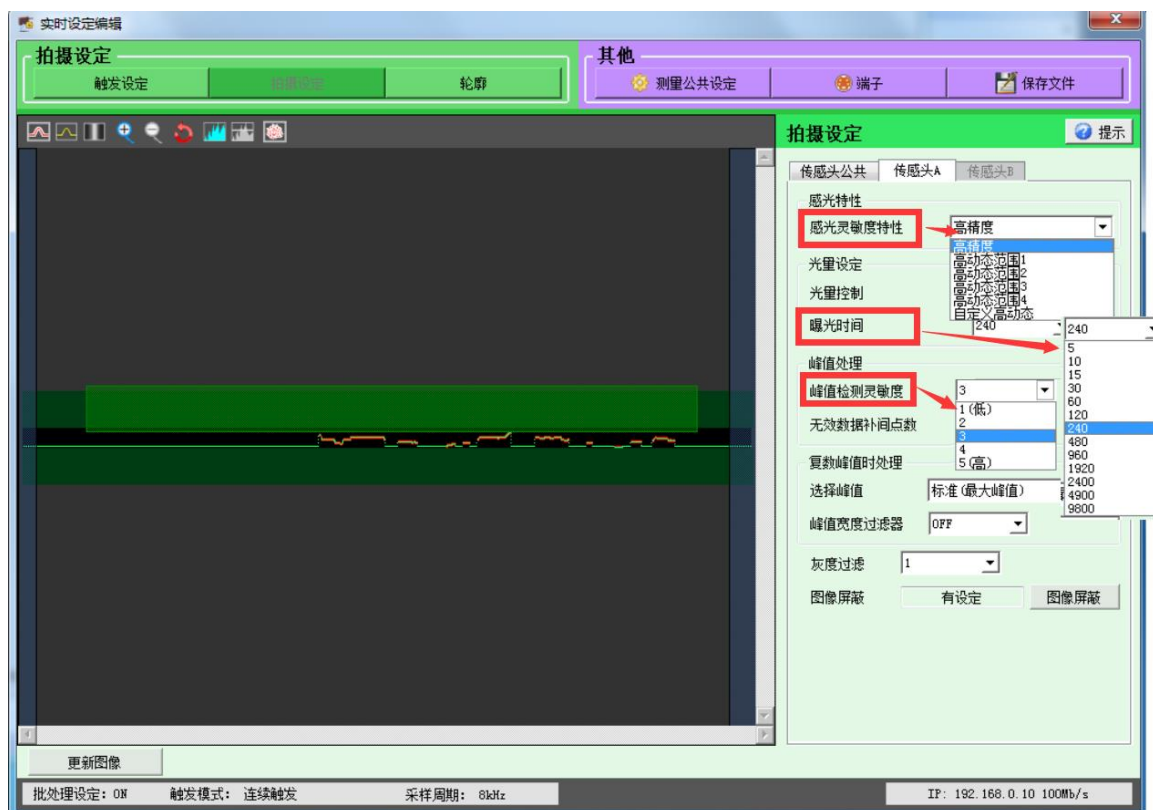
\*控制器上插入第 A 口则 A 有效，控制器上插入第 B 口则 B 有效。

\*感光灵敏度特性：根据检测材质选择。

\*曝光时间：曝光时间越长，图像越亮，但是时间过长容易产生光斑

\*峰值检测灵敏度：该参数设置的越大，出现噪点的几率就越大。但是对于吸光的材质需要适当的放大灵敏度。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



### (6) 相机工具参数设置

检测高度范围是一个常用的参数，适当的缩小高度范围可以使细节特征的变化更加明显，同时可以增大扫描速度，但是在实际的使用中也不可一味的减小扫描高度，应该根据检测实际情况，使被测对象的特征完美的呈现。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



### 4.4.3 分离式结构光 3D 相机扫描参数设置

分离式结构光 3D 相机进行图像采集时需要“IDS Camera”相机工具和“3D 扫描”工具配合使用。

#### (1) “IDS Camera”工具

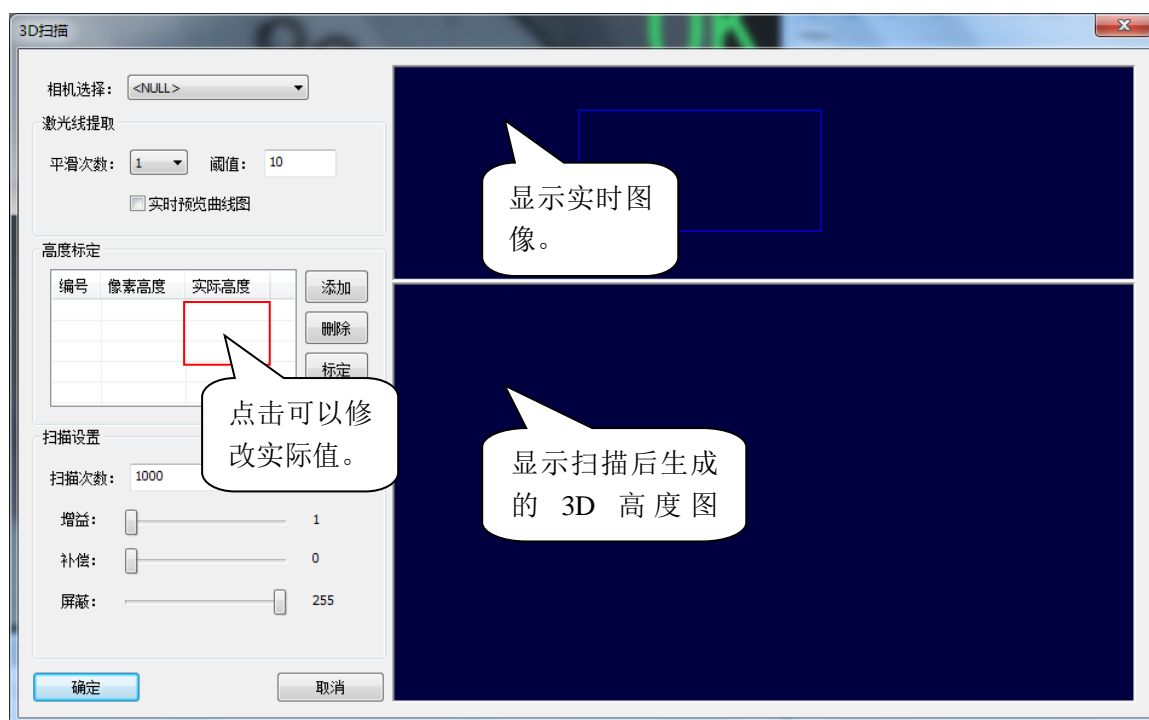
承担的作用是调整相机自身参数监控时用：

- 调整线激光的高度：根据每款线激光的说明书，调整到需要的高度。
- 调整线激光的角度：保证激线光本体中心轴垂直于滑台平面，同时落在滑台上的激光线与滑台运动方向垂直。
- 调整相机镜头角度：保证落在产品上的激光线在镜头拍摄视野的中心。保证镜头主光轴在滑台上的投影线与滑台运动方向平行。
- 调整镜头和激光线的焦点：对镜头调焦、对激光线调焦（参考线激光说明书，通过调整线激光物距或者扭动旋钮对焦），使激光线清晰可见，激光线尽量细一些。
- 设置相机参数：
  - a. 镜头光圈调到最大。
  - b. 双击相机工具，设置曝光时间，直到能看到落射到产品上的白色激光线，尽量细一些。
  - c. 裁剪图像，直到帧率达到 400 帧以上。

# 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

## (2) “3D 扫描” 工具

3D 扫描工具通过相机移动拍摄激光线的成像，将物体表面的高度信息扫描到软件中，作为其它 3D 测量工具对 3D 数据来源，并输出一张二维的高度图像。



**相机选择：**选择一个用于扫描物体高度信息的 3D 相机。

**平滑次数：**对采集到的图像做平滑处理，用于抑制图像噪音点，会影响扫描速度。

**阈值：**亮度值小于该阈值的位置将被屏蔽，并输出高度为 0。

**实时预览曲线图：**实时预览当前捕抓到的激光线位置，并在上视图中以红色线条显示。

**添加：**先在上视图中使用蓝色区域框选择一段平坦的线条，并将该处的高度值添加到标定列表中。

**删除：**删除列表中选择的数据条目。

**标定：**在列表中添加至少 3 组高度数据，每组数据的像素高度从图像上获取，实际高度则要手动填写当前所检测的位置对应的实际物体高度值，填好后点击“标定”按钮完成标定。

**扫描次数：**扫描 3D 数据时需要拍摄并提取高度信息的次数，相当于生成图像的高度。

**增益：**将 3D 高度信息转换成 2D 图像数据时需要乘的倍率，转换方式为“亮度=高度×增益-补偿”。

**补偿：**将 3D 高度信息转换成 2D 图像数据时需要减去的补偿值。

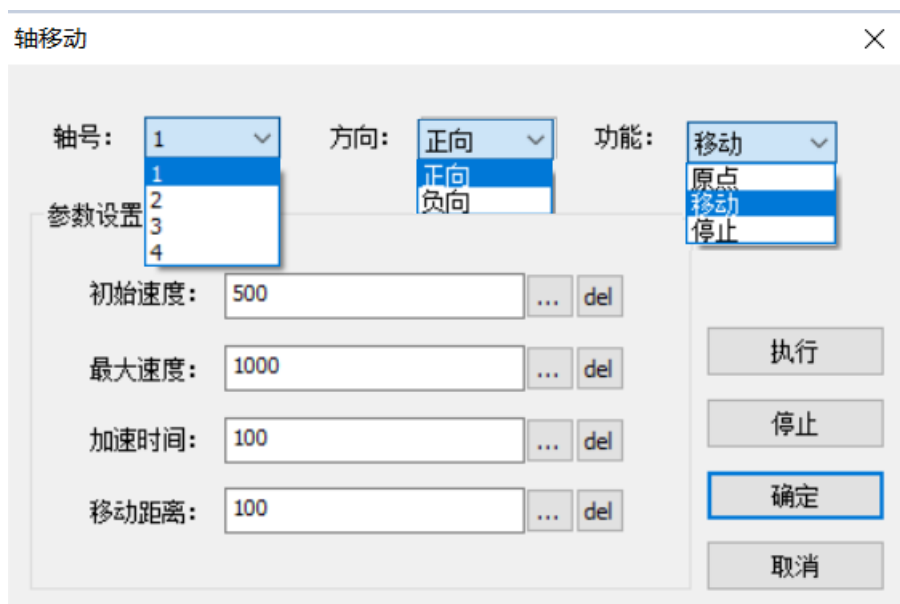
**屏蔽：**将转换后亮度大于该值的像素屏蔽并设为 0。

\*标定时用至少 2 个已知厚度的标准块，参考上文“3D 扫描”进行像素尺寸与实际尺寸之间的标定。

## 4.5 运动控制卡设置

### 4.5.1 轴移动工具

控制轴的运动/停止/回原点/正向运动/反向运动



The dialog box titled "轴移动" (Axis Move) contains the following controls:

- 轴号 (Axis):** A dropdown menu with options 1, 2, 3, and 4. The "1" option is currently selected.
- 方向 (Direction):** A dropdown menu with options 正向 (Forward) and 负向 (Reverse). The "正向" option is currently selected.
- 功能 (Function):** A dropdown menu with options 原点 (Origin), 移动 (Move), and 停止 (Stop). The "移动" option is currently selected.
- 参数设置 (Parameter Settings):** Four input fields with "del" buttons:
  - 初始速度 (Initial Speed): 500
  - 最大速度 (Maximum Speed): 1000
  - 加速时间 (Acceleration Time): 100
  - 移动距离 (Move Distance): 100
- Buttons:** 执行 (Execute), 停止 (Stop), 确定 (OK), and 取消 (Cancel). The "确定" button is highlighted with a blue border.

**轴号:** 根据实际情况，当前运动控制卡接到运动机构的是几号轴就选择几号轴

**方向:** 选择正向运动/负向运动

**功能:** 如果选择“回原”，电机将会运动回原点

如果选择移动，电机将执行正向/负向移动

如果选择停止，电机将立即停止

**初始速度:** 电机从停止切换到运动的初始速度。（注意此处的速度软件设计的也是脉冲为单位）

**最大速度:** 电机在运动过程允许加速到的最大运动速度。“最大速度”设置的越大，轴运动的就越快。

\*如果图像变扁了，是因为轴移动速度太快了，需要调低。

\*如果图像拉长了，是因为轴移动速度太慢了，需要调高。

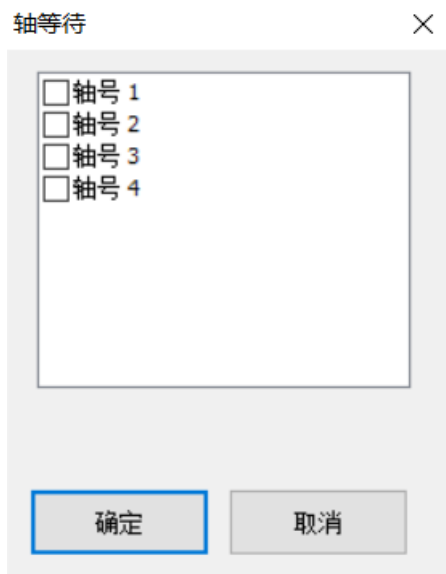
**加速时间:** 从初始速度到最大速度允许的加速时间，加速时间越小，加速度越大。

**移动距离:** 电机移动的距离。“移动距离”的设置一般参考产品的长度，比产品稍微大一些即可。

### 4.5.2 轴等待工具

一般和“轴移动”配合使用，当“轴移动”的移动脉冲发送完毕后将自动执行“轴等待”之后的流程。

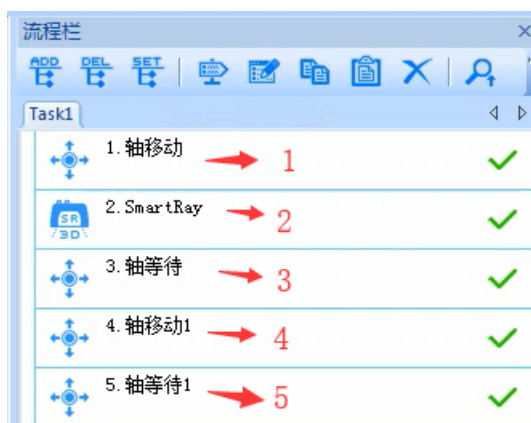
## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



### 4.5.3 应用注意事项

一般轴的运动会使用两个“轴移动”和两个“轴等待”工具配合使用，第一个轴移动目的是扫描图像，第二个轴移动目的是在图像扫描完毕后返回原位。

可参考下图：



- 1：发送轴移动的命令，轴开始朝者产品的方向运动



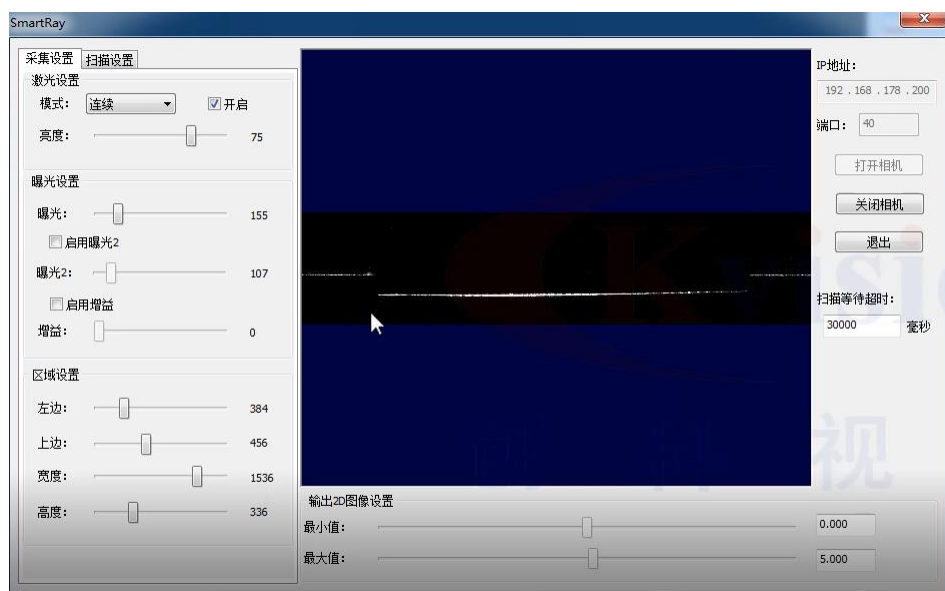
## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

双击第一个“轴移动”，调整速度，直到扫描出来的图像不变形（即不变扁，也不拉长），可以通过测量扫描出来的一个正方形的长和宽来判断是否变形。

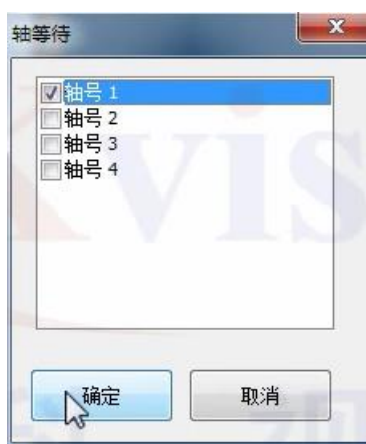
\*如果图像变扁了，是因为轴移动速度太快了，需要调低。

\*如果图像拉长了，是因为轴移动速度太慢了，需要调高。

- 2：以 Smart Ray 3D 相机为例，在轴移动的过程中同步进行 3D 图像采集



- 3：等待（1）中的预先设置的脉冲发送完毕后执行下一个命令



- 4 与 5 配合：图像采集结束，轴朝着第一个轴移动的反方向运动，平台回到初始位置。

双击第 2 个“轴移动”，相关参数可以输入数值，或者链接第一个“轴移动”的数据，方向设为负向。

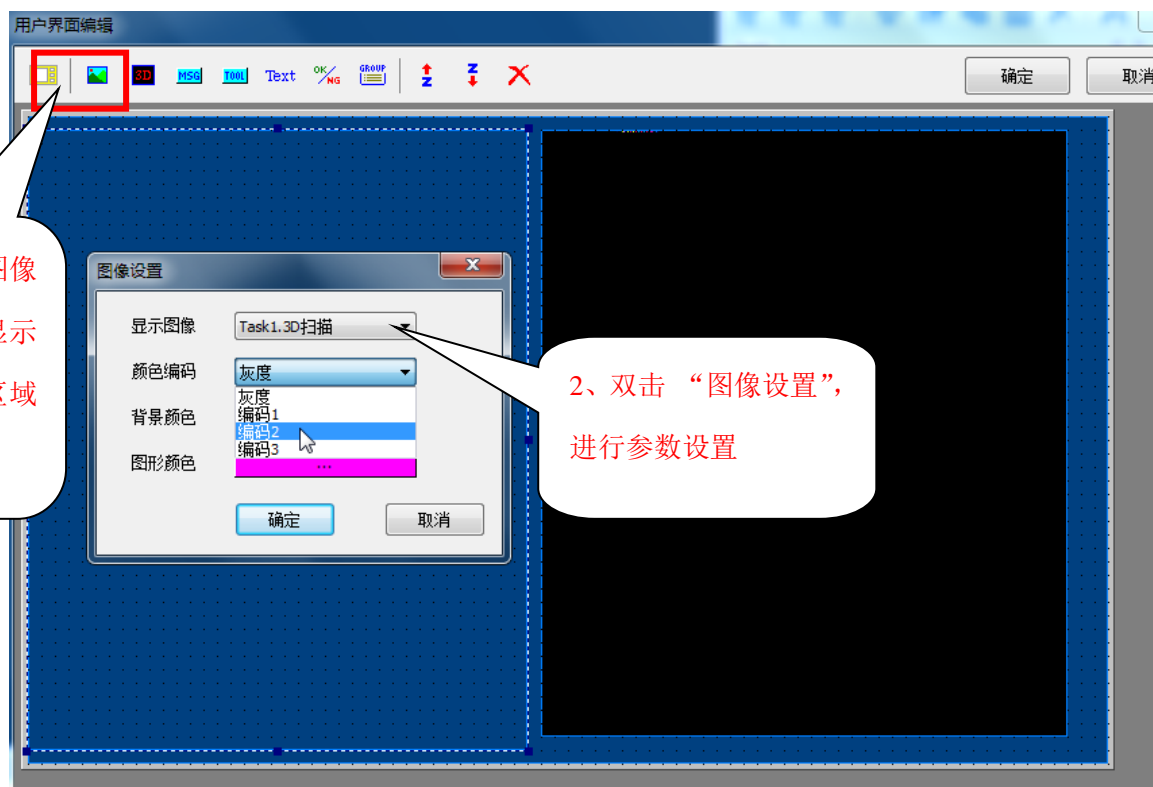


## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

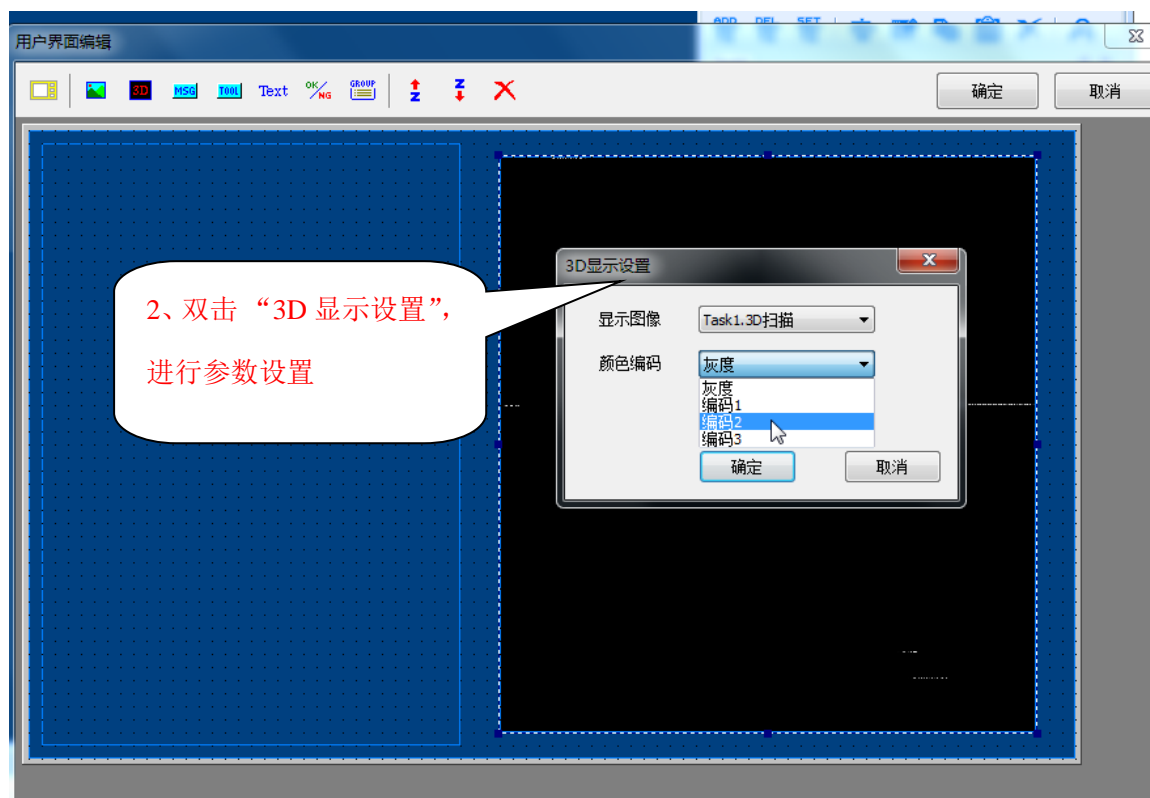


### 4.6 添加 3D 图像控件将图像采集到软件界面中

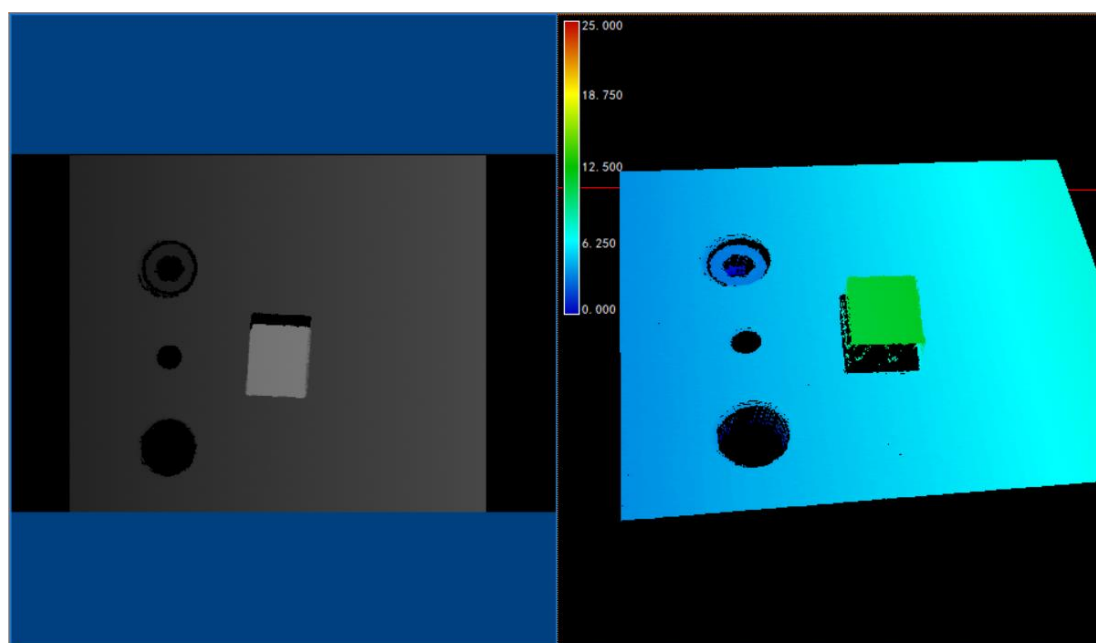
单击软件菜单栏选择“设置”→“界面设置”添加图像控件进行显示，具体可以参考《CKVisionBuilder 软件使用手册》中的“用户界面编辑”来操作。例如：



## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



最终界面左侧呈现 2D 图像，界面右侧呈现 3D 图像，如下图：



## 5、3D 测量工具使用

## 5.1 旧版本 3D 测量工具

### 5.1.1 保存 3D 图像

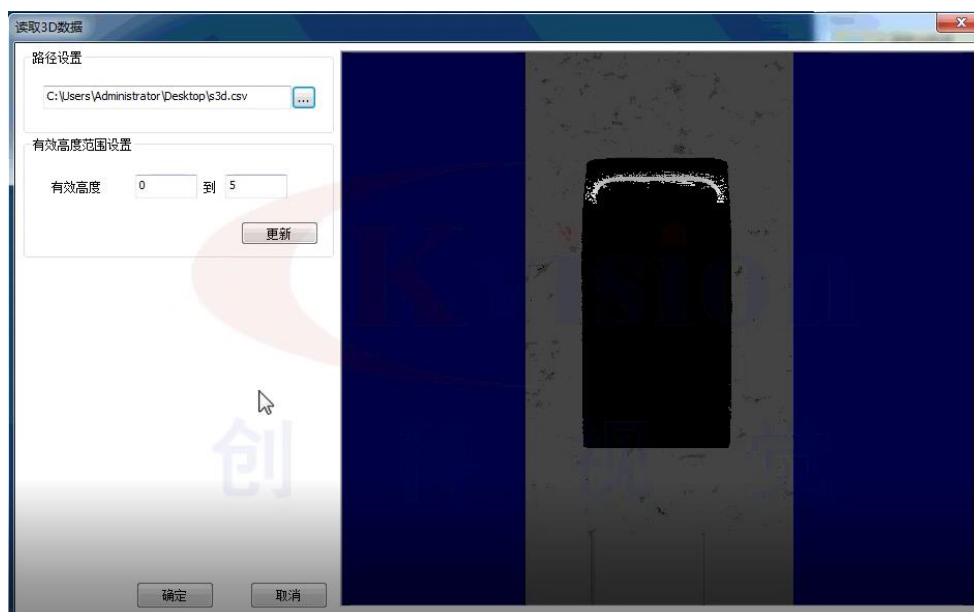
将 3D 图像的点云数据以 csv 文档的形式保存到电脑指定位置。



- **选择 3D 数据：**选择需要保存的 3D 数据来源，数据来源可以是 3D 相机工具产生的，也可以是“读取 3D 数据”工具产生的。
- **存储路径：**设置一个点云数据的文件夹路径。
- **文件名称：**设置 3D 数据的文件名称。

### 5.1.2 读取 3D 图像

将预先保存在电脑上的 3D 数据读取到 CKVisionBuilder 软件中。



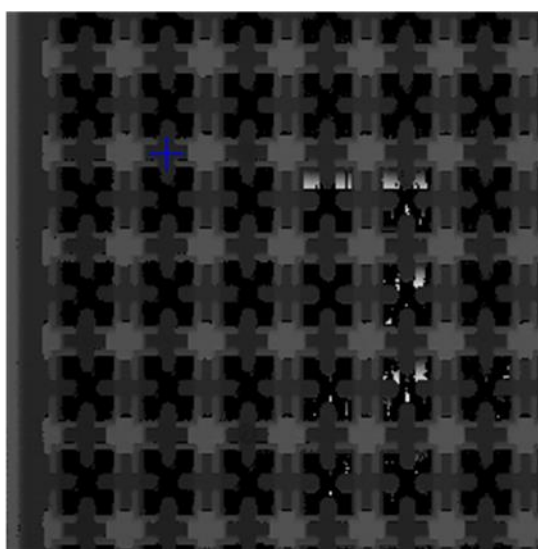
- **路径设置：**选择读取的 3D 数据来源。
- **有效高度范围：**在读取的 3D 数据中，将高度有限范围内的所有信息载入软件和右侧的显示图像

中。

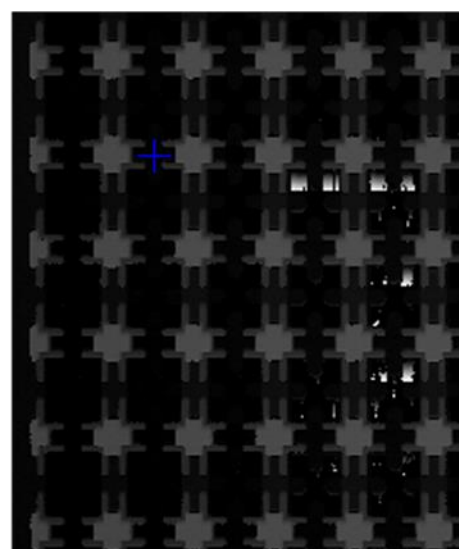
\*不在高度范围内的数据在图像中呈现黑色。

## 5.1.3 平面校正

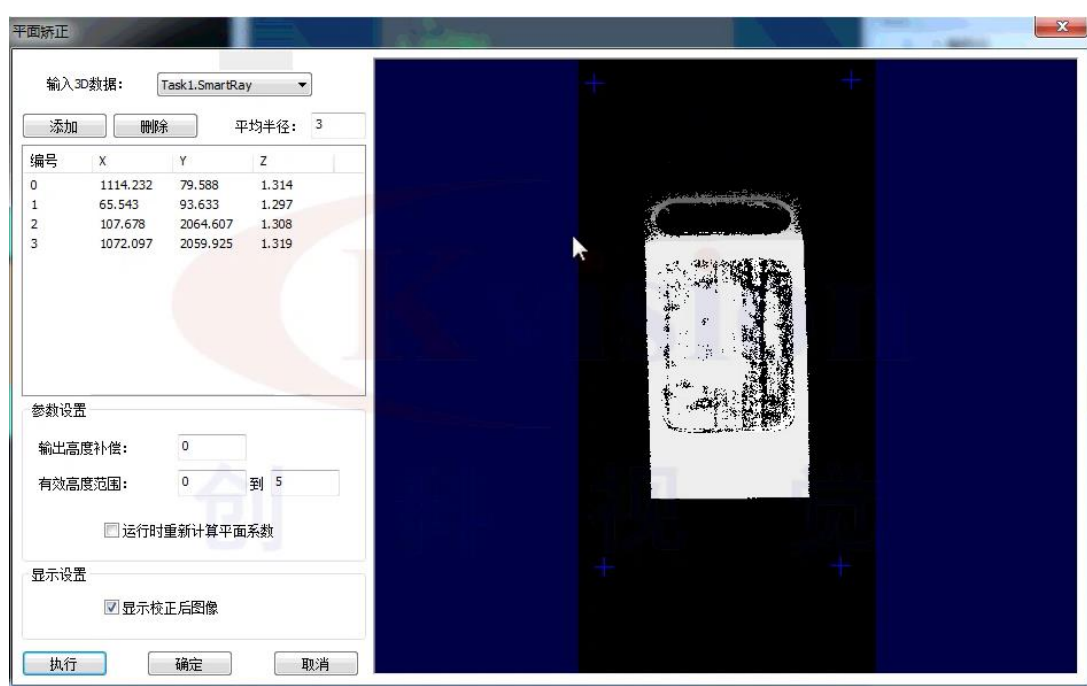
将所有标记点的位置拟合成一个平面，作为基准平面。后续的流程中，图像来源为平面校正的工具，检测得到的高度结果是相对于校正之后平面的高度值，不再是输入图像的高度值。也可用于平面倾斜之后的校正。



矫正前



矫正后



➤ **输入 3D 图像：**选择校正的图像来源。

# 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

- **添加：**添加点进行平面校正。该工具会根据你提供的点信息拟合出一个新的平面，并将拟合出的平面作为基准平面。  
\*添加点的数量至少应该包含 3 个点。
- **输出高度补偿：**在输出的基准高度平面的基础上进行高度的补偿。
- **有效输出高度范围：**选择高度的有效范围，在该范围内的数据将呈现出来作为有效数据，不在该范围内的数据视为无效数据。
- **运行时重新计算平面系数：**若勾选该项，工具在流程运行的过程中会根据当前点信息，重新计算一组平面系数，得到一个新的基准平面。
- **显示校正图像：**可以预览校正后的图像效果。

## 5.1.4 检测高度

检测产品指定范围到基准平面的高度。



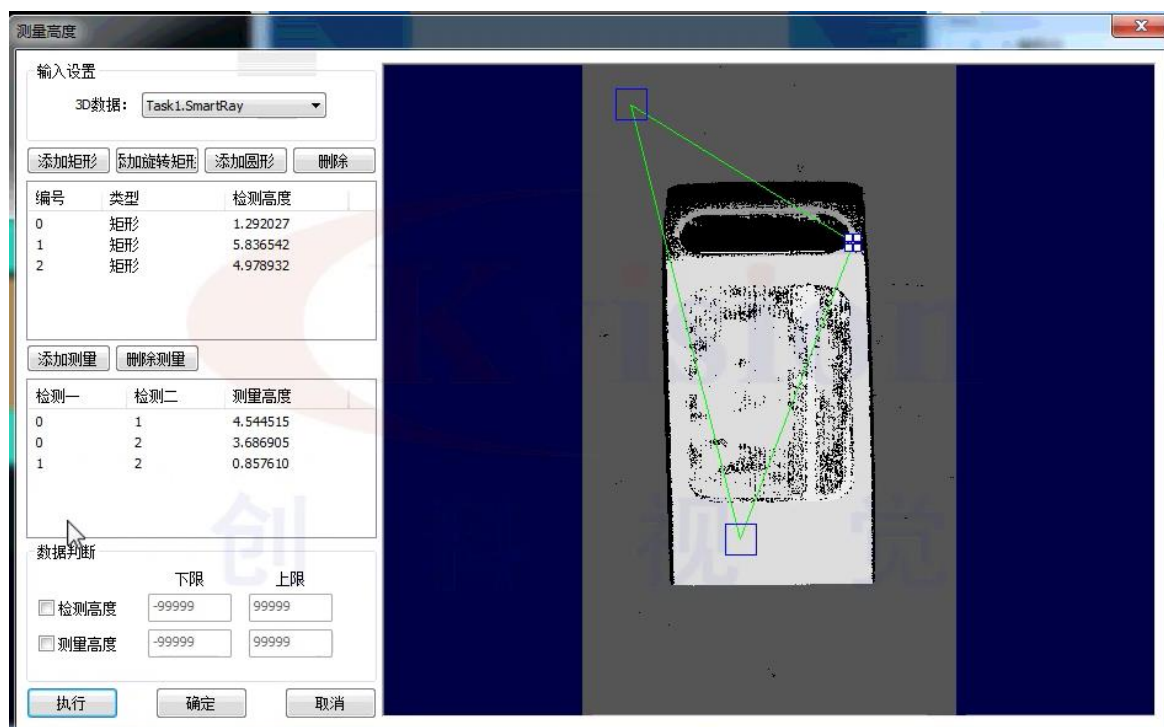
- **区域类型：**根据工件特点选择合适的测量区域并放置在产品的相应位置
- **数据结果：**点击执行产生 3 个结果：最小高度、最大高度、平均高度。  
\*如果此时选择的“输入 3D 图像”为相机产生的图像，则数据结果是位于相机实时参数的高度值。  
\*如果此时选择的“输入 3D 图像”为平面校正产生的图像，则数据结果是位于平面校正基准平面的高度值。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

- **数据判断：**设置最小高度、最大高度的允许范围，产生工具的最终判定结果。

### 5.1.5 测量高度

测量不同平面与平面之间的高度。



- **添加矩形/添加旋转矩形/添加圆形：**根据产品特征，框选多个平面，需要注意每一个区域和编号的对应关系。
- **添加测量：**根据具体的检测要求编辑不同平面的高度检测关系。
- **数据判断：**设置高度的允许范围，产生工具的最终判定结果。

### 5.1.6 计算平面度

计算检测框内区域的平面度。



## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



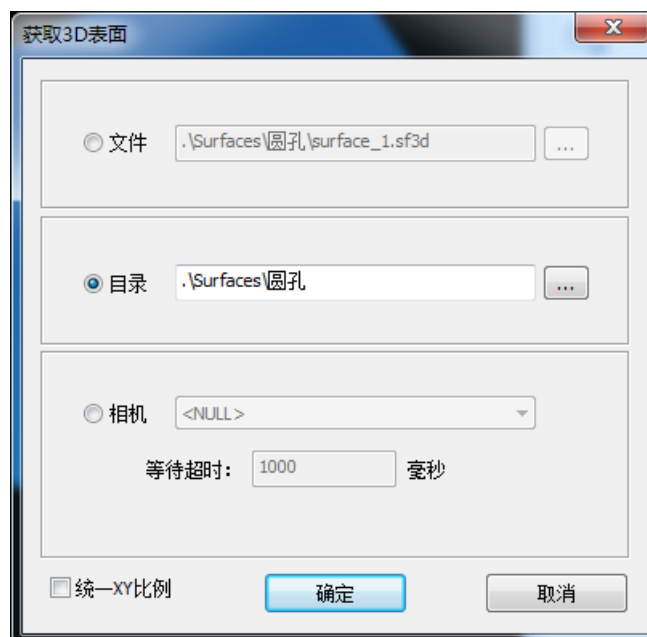
- **半径：**设置平面度采样点的有效半径值。
- **平面度：**最终测量得到的平面度数据。
- **点数量：**平面度测量时使用的点的数量。
- **点 X 坐标：**测量平面度时使用的一组点的 X 坐标值。
- **点 Y 坐标：**测量平面度时使用的一组点的 Y 坐标值。

## 5.2 新版本 3D 测量工具

### 5.2.1 读取表面工具

通过文件、目录、3D 相机获得 3D 表面数据。

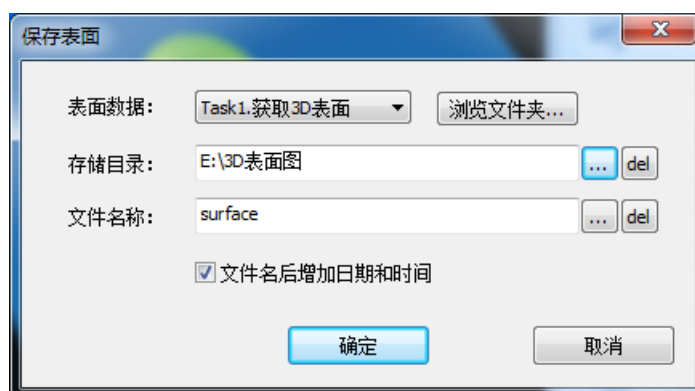
## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



- **文件：**从文件加载 3D 数据，设置详细的文件路径，点击“...”按钮弹出选择文件对话框。
- **目录：**设置一个文件夹路径，每执行一次会自动找出目录下的下一个 3D 表面文件。
- **相机：**设置从 3D 相机采集 3D 表面数据，在下拉列表框中选择可用的相机。
- **等待超时：**每次采集等待的最长时间，如线 3D 扫描相机需要设置大于扫描所需的时间。
- **统一 XY 比例：**将 Y 方向的比例调成跟 X 方向一致，X 和 Y 方向一致方便后期处理。

### 5.2.2 保存 3D 表面

将 3D 表面图像存储到本地文件中。



- **表面数据：**选择需要存储的 3D 表面数据。
- **浏览文件夹：**弹出选择文件夹对话框。
- **存储目录：**设置用于存储 3D 表面文件的文件夹路径，可以使用链接。
- **文件名称：**设置存储 3D 表面的文件名称，可以使用链接。

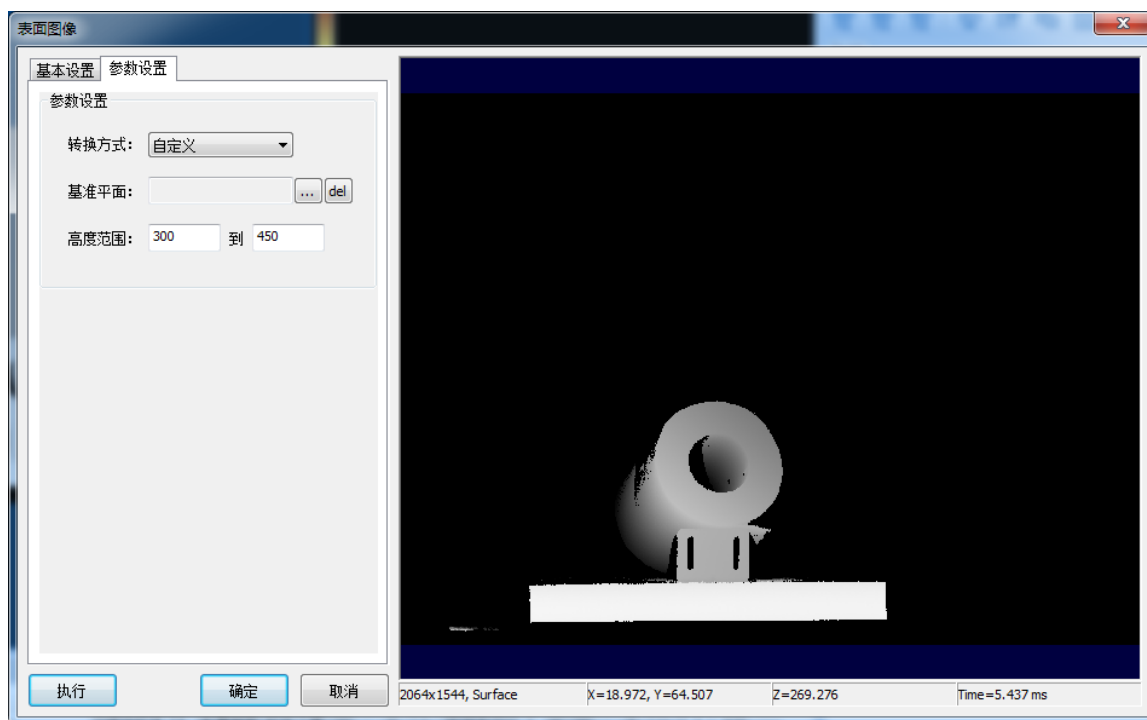


## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

- 文件名后增加日期和时间：将文件名定义为“文件名称+日期+时间”。

### 5.2.3 3D 表面图像

将 16 位 3D 表面数据转换成 8 位灰度图像，可应用于 2D 检测，所有的 2D 检测、测量工具均可使用该图像。

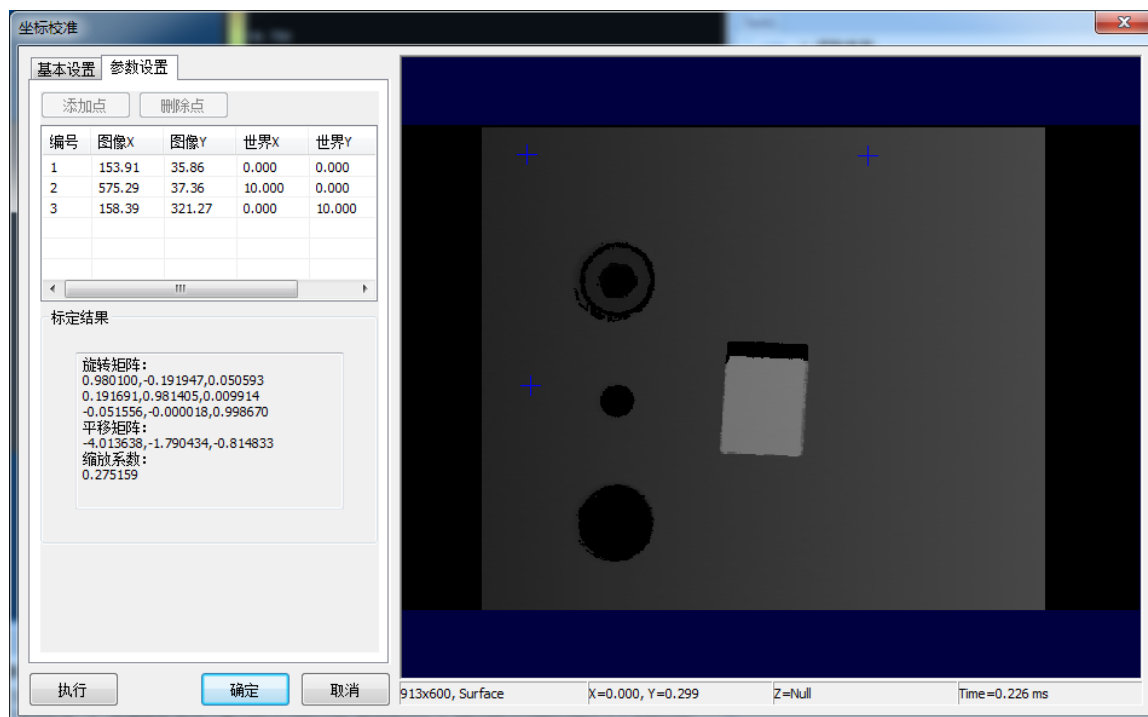


- **转换方式**：有快速和自定义两种方式，快速模式直接将 16 位数据压缩成 8 位数据，自定义模式可以指定基准平面和需要转换的高度数据范围。
- **基准平面**：设置基准平面后高度范围参数将以改平面开始作为 0 点。
- **高度范围**：设置需要转换成 8 位灰度图像的高度数据范围。

### 5.2.4 3D 坐标校准

通过指定三组对应点，计算出当前坐标系到世界坐标系的变换系数，用于 3D 坐标点转换。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



- **图像坐标:** 设置三组点的图像坐标 X 和 Y，标定过程中会根据图像坐标获得 3D 表面的三维坐标 X、Y 和 Z 的值。
- **世界坐标:** 设置三组点对应的世界坐标系中的三维坐标 X、Y 和 Z。
- **标定结果:** 标定成功后返回旋转矩阵 R、平移矩阵 T 和缩放系数 S 等数据，坐标转换按照下面的公式计算，x、y 和 z 为已知的当前坐标系数据，u、v 和 w 为要求的世界坐标系数据。

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \end{bmatrix}$$

$$u = (r_{11}x + r_{12}y + r_{13}z)S + t_1$$

$$v = (r_{21}x + r_{22}y + r_{23}z)S + t_2$$

$$w = (r_{31}x + r_{32}y + r_{33}z)S + t_3$$

### 5.2.5 3D 坐标变换

将输入的三维坐标数据从当前坐标系转换到世界坐标系，允许同时转换一组坐标点。

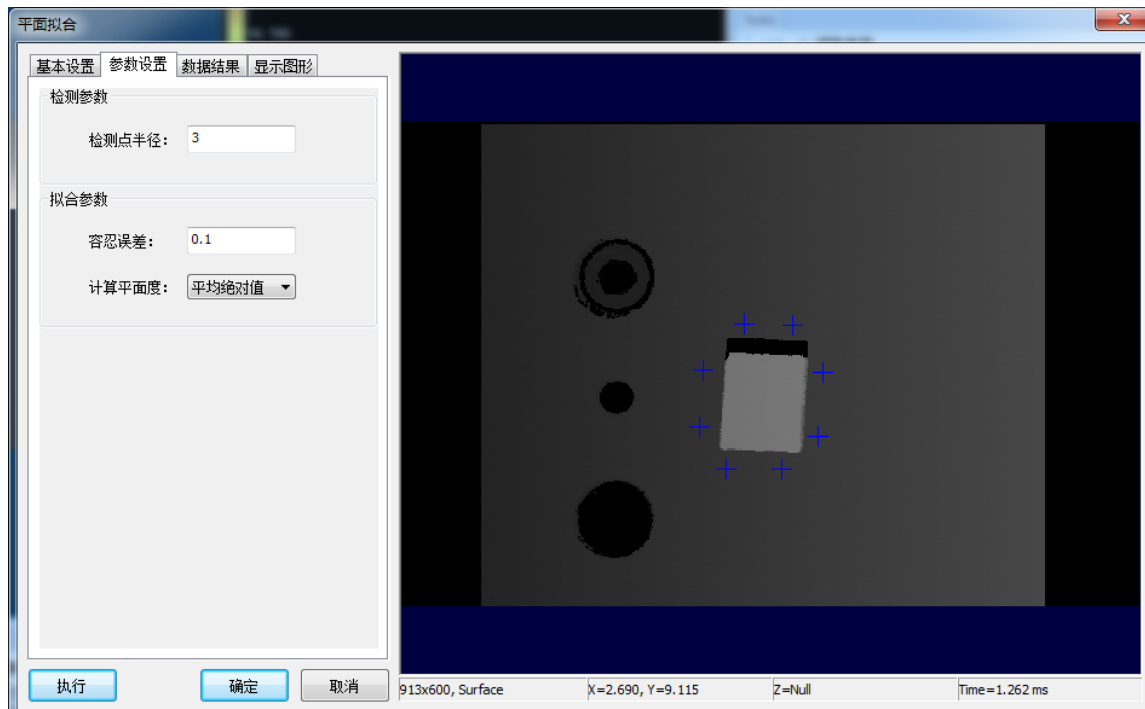
## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



- **坐标校准：**选择坐标校准数据源。
- **点数量：**需要转换输入点的数量，针对输入点是数组使用，如果不是数据则填 1。
- **输入点 XYZ：**设置输入坐标 X、Y 和 Z 数据的链接，要求输入数量一致的数组。

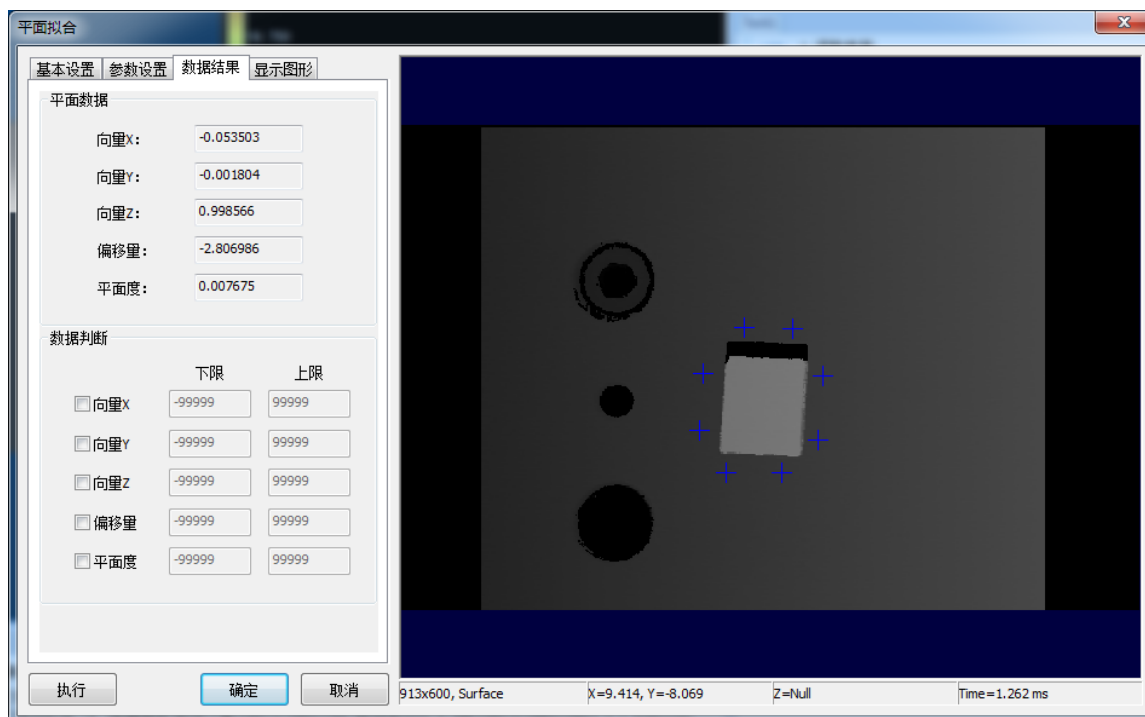
### 5.2.6 3D 拟合平面

通过设置 3 个以上检测点，将获得的三维坐标数据进行平面拟合，可以获得平面的法向量 X、Y、Z、偏移量和平面度（平面误差）等数据。



- **检测点半径：**以检测点为中心，在该半径范围内检测高度的平均值作为三维坐标的 Z 轴数据。
- **容忍误差：**拟合平面时容忍存在的误差范围，误差大于该值的点将会被排除。
- **计算平面度：**设置计算平面度的方法，有三种选择。

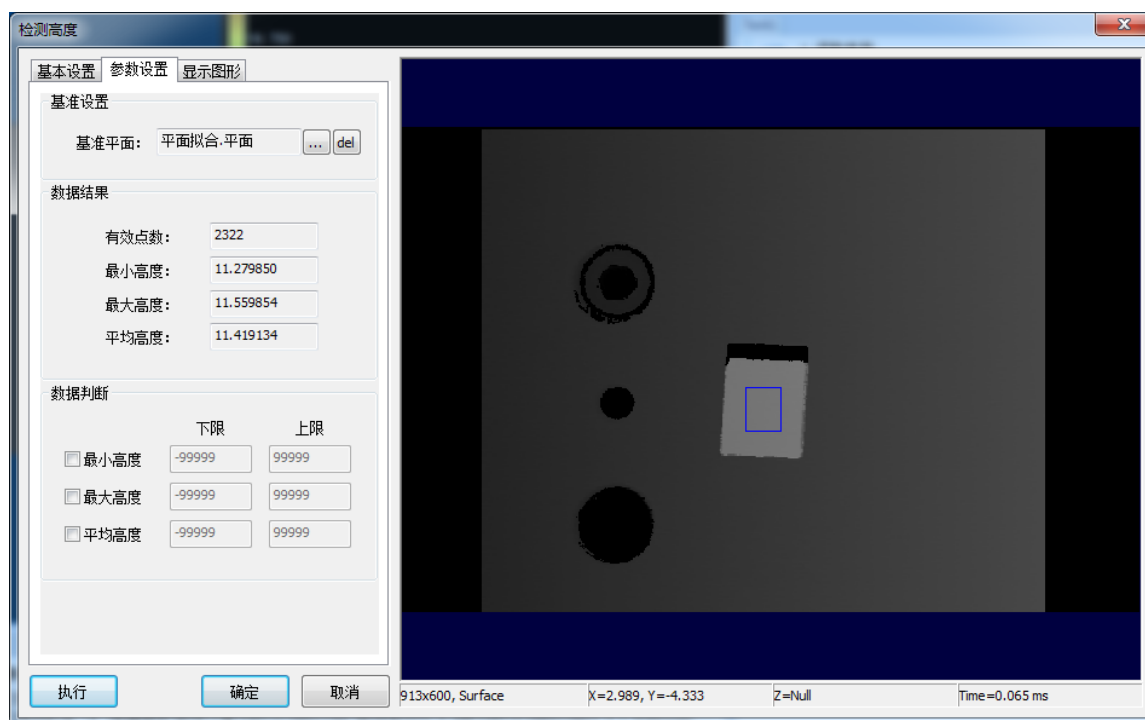
## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



- **平面数据：**显示平面法向量 X、Y、Z、偏移量和平面度数据。
- **数据判断：**设置平面数据的上下限判断，用于输出 OK 或 NG 状态。

### 5.2.7 3D 检测高度

检测 3D 表面指定区域的高度值，包括最小值、最大值和平均值等数据。



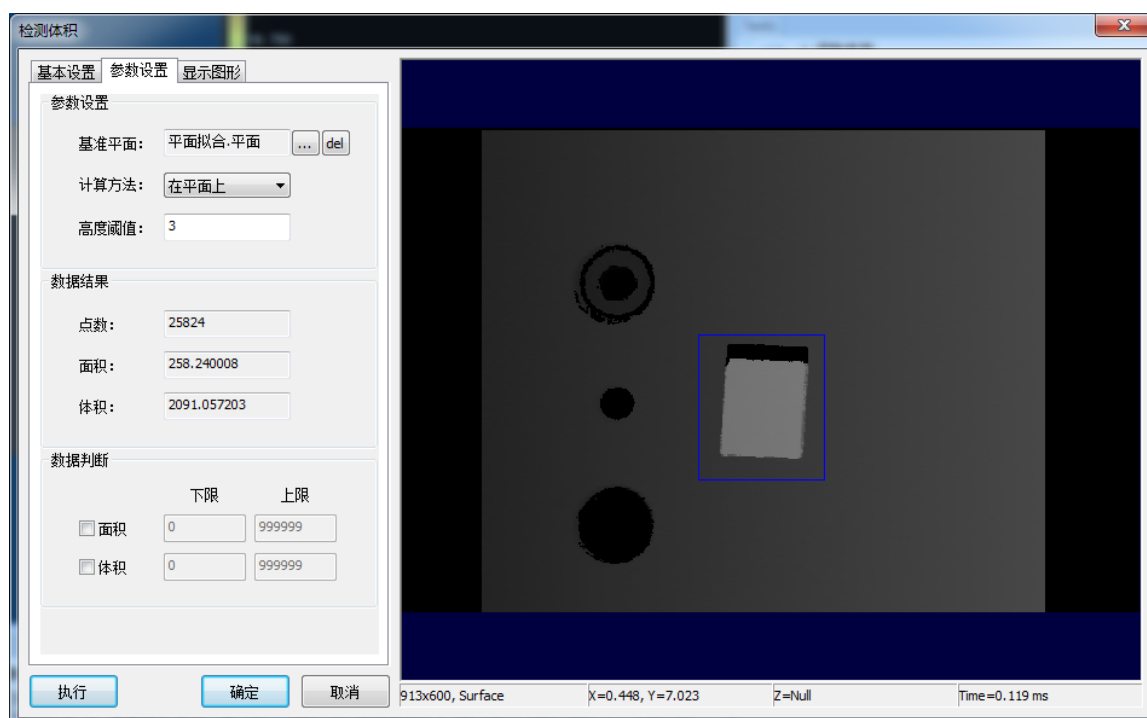
- **基准平面：**设置基准平面，检测高度将以该平面作为 0 点进行计算。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

- **数据结果：**显示最小高度、最大高度和平均高度等数据。
- **有效点数：**使用非无效区域像素点的数量。
- **数据判断：**设置数据的上下限判断，用于输出 OK 或 NG 状态。

### 5.2.8 3D 检测体积

检测 3D 表面指定区域的体积，计算体积的方式是所有像素点体积之和，单个点的体积计算方式为长\*宽\*高。



- **基准平面：**设置基准平面，检测体积将以该平面作为 0 点进行计算。
- **计算方法：**有“在平面上”和“在平面下”两种方式。
- **高度阈值：**高度大于该值得点才统计体积。
- **数据结果：**显示使用点数、表面积和体积等数据。
- **数据判断：**设置数据的上下限判断，用于输出 OK 或 NG 状态。

### 5.2.9 3D 两点运算

计算两个三维点之间的中心点、方向向量和距离值。

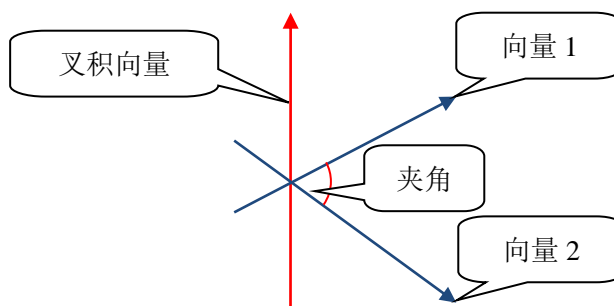
## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



- **X1、Y1、Z1:** 坐标点 1 数据，可以使用链接。
- **X2、Y2、Z2:** 坐标点 2 数据，可以使用链接。

### 5.2.10 3D 向量运算

计算两个三维方向向量的叉积和夹角，叉积和夹角示意图如下。



- **X1、Y1、Z1:** 向量 1 数据，可以使用链接。
- **X2、Y2、Z2:** 向量 2 数据，可以使用链接。

## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

### 5.2.11 3D 点到平面

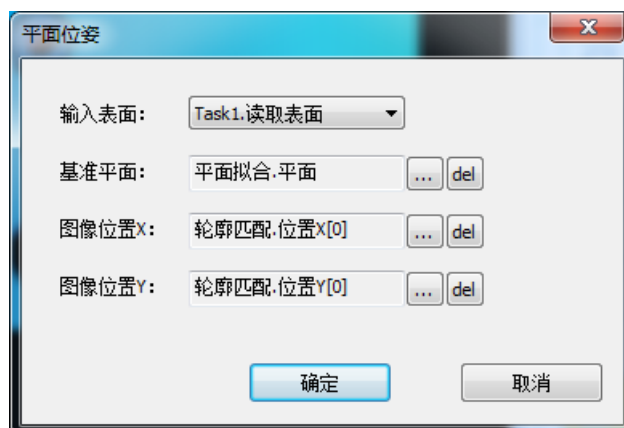
计算三维点到平面的垂直距离。



- **点 X、Y、Z:** 输入三维坐标点 X、Y 和 Z 数据，可以使用链接。
- **平面:** 链接平面数据，平面数据包含法向量 X、Y、Z 和偏移量。

### 5.2.12 3D 平面位姿

计算平面的位置和角度姿态。



- **输入表面:** 输入 3D 表面数据
- **基准平面:** 设置需要计算位置和角度的基准平面。
- **图像位置:** 输入对应表面图像的坐标 X 和 Y，平面的位置将根据该点来进行计算。

## 6、常见异常情况处理

## 6.1 关于软件权限问题

### (1) 3D 工程文件不能打开

3D 模块为独立的模块，需要单独授权，在拿到软件加密锁时应先确定加密锁当前权限是否包含 3D 模块的授权

### (2) 软件打开报错

a. 打开软件提示 ERROR “找不到功能(H0031)”：意味着加密狗未升级。升级后即可解决。

b. Feature access denied(H0005)：没有找到加密锁，或者加密锁的服务没有启动。

启动加密锁服务。右键单击“ ”，选择“管理”选项，然后再点击“服务和应用程序”->“服务”，选择“Sentinel LDK License Manager”，单击“重启动此服务”即可。

c. 软件 Sentinel LDK 保护系统提示“H0050”，即系统没有安装加密狗。

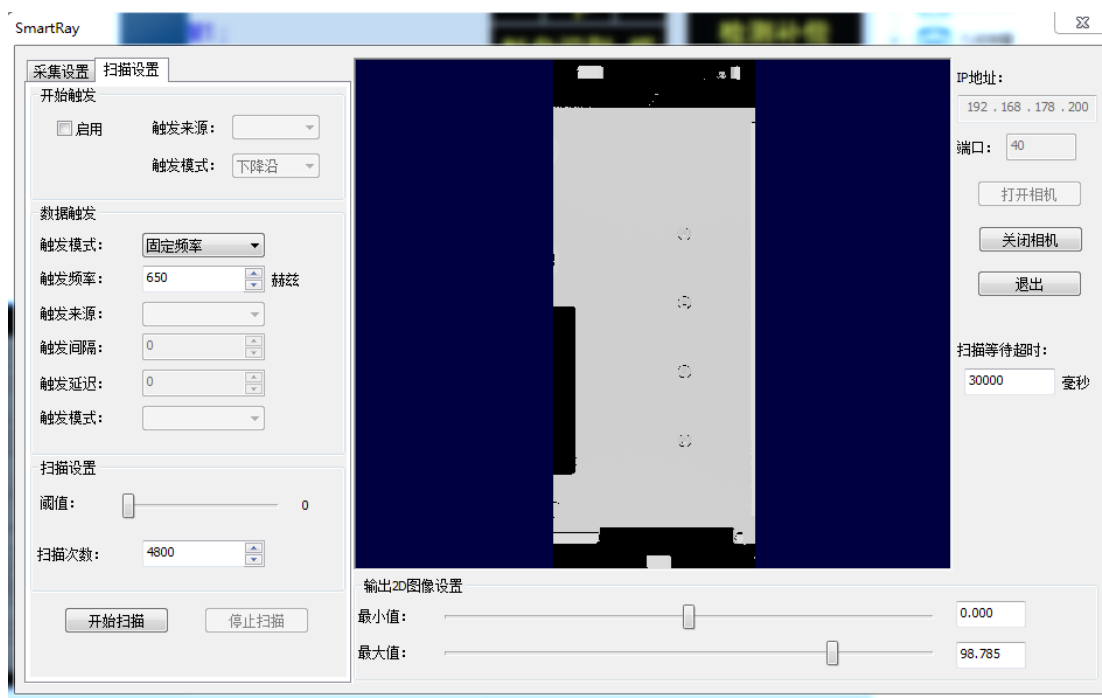
## 6.2 关于工具使用问题

### 6.2.1 平面校正注意事项

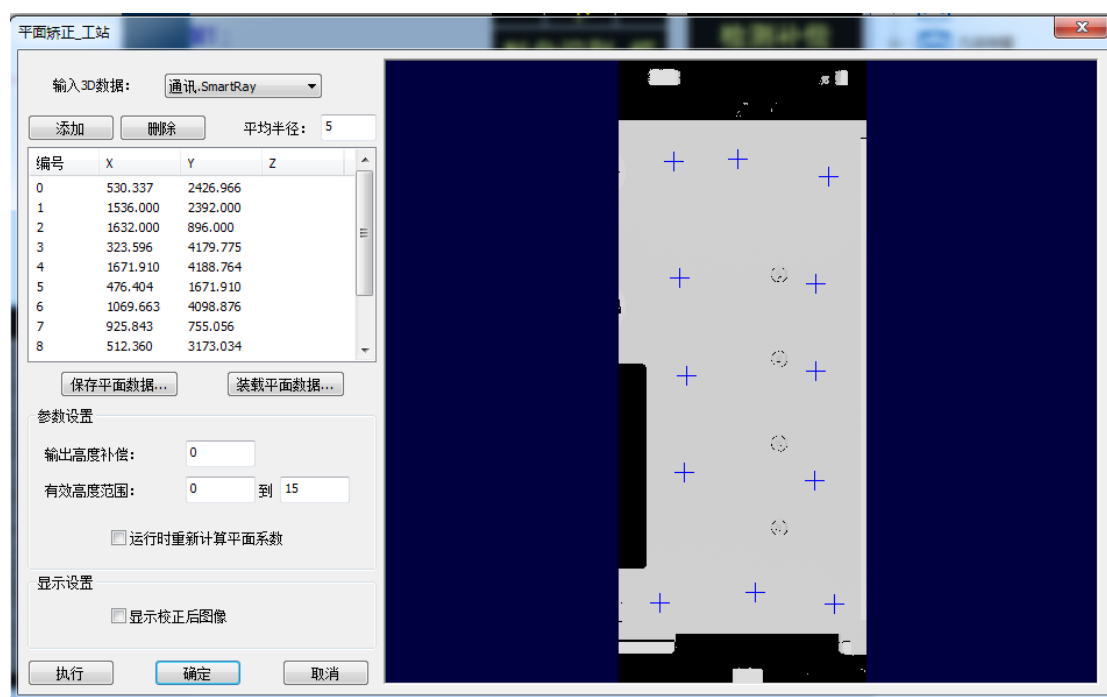
(1) 做 3D 平面校正时需要将最小值的滚动条拖到 0，也就是相机扫描后 2D 输出图像的最低高度截面（相机的安装高度刚好就是相机的有效工作距离，所以将最小值拖到 0），这里改变过输出最小值的参数，所以按例点击一次开始扫描。然后运动扫描平台得出下图。



## 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导

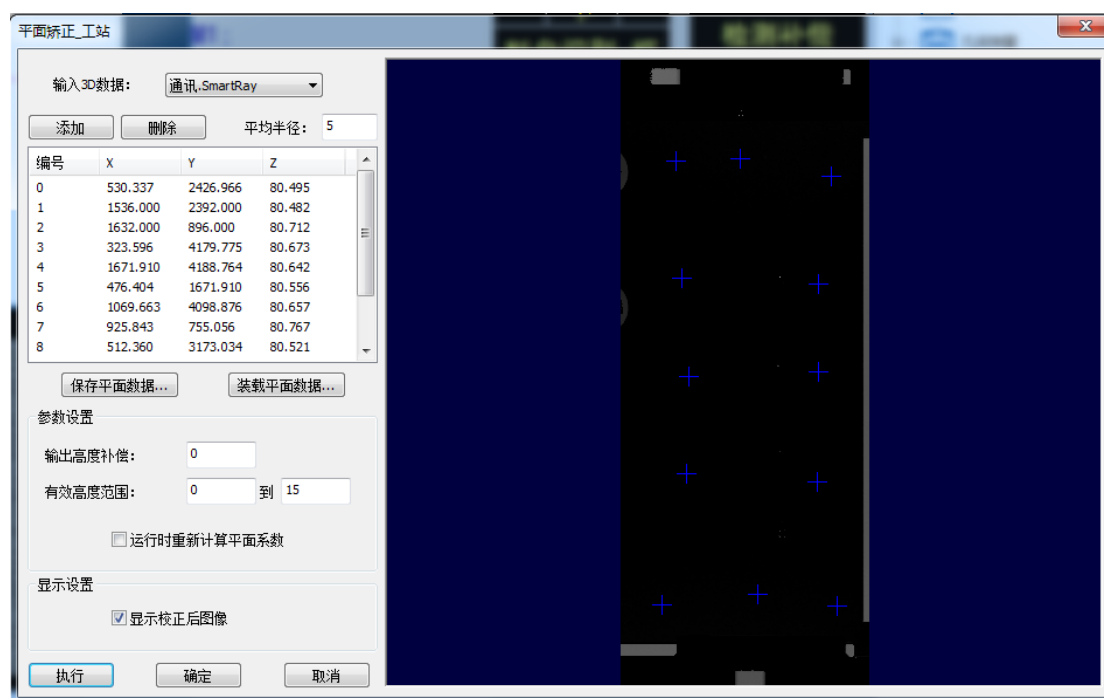


(2) 然后打开平面校正工具，如下图：



(3) 将添加的点位均匀分布在工作台平面上，手动执行一次，执行后效果图如下：

# 创科机器视觉 3D 视觉模块系统调试指导



- (4) 平面校正做完后再打开相机采集工具，将 2D 输出图像最小值拖回来：  
改变采集参数后按例点一次左下角的开始扫描。

