



# 3D测量与检测用户手册

v1.9.0

# 目录

---

1. 3D测量与检测教程	1
1.1. 3D测量与检测方案介绍	1
1.2. 实际应用部署	5
1.2.1. 3D测量与检测方案设计	5
1.2.2. 系统硬件搭建	8
1.2.3. 获取高质量图像数据	11
1.2.4. 使用图像数据进行测量	11
1.2.5. 试运行3D测量系统	12
2. Mech-MSR软件用户手册	14
2.1. 更新说明	14
2.2. 安装指南	14
2.3. 用户界面	18
2.4. 常用操作指南	20
2.4.1. 案例库常用操作指南	21
2.4.2. 方案常用操作指南	23
2.4.3. 工程常用操作指南	24
2.4.4. 步骤常用操作指南	26
2.4.5. 输出管理操作指南	27
2.4.6. 通信配置操作指南	35
2.5. 步骤参考指南	38
2.5.1. 相机	39
2.5.1.1. 3D线激光轮廓测量仪	39
2.5.2. 基本处理	43
2.5.2.1. 提取表面轮廓线	43
2.5.2.2. 表面点过滤（通过法向）	46
2.5.2.3. 轮廓线预处理	51
2.5.2.4. 表面预处理	55
2.5.3. 通用定位	63
2.5.3.1. 对齐	63
2.5.3.2. Blob分析	67
2.5.4. 几何定位	73
2.5.4.1. 轮廓线拟合圆	73
2.5.4.2. 轮廓拟合线	76
2.5.4.3. 表面拟合平面	80
2.5.4.4. 定位轮廓线特征点	82
2.5.4.5. 定位表面特征点	84
2.5.5. 基础测量	87
2.5.5.1. 通过特征测量尺寸	87
2.5.5.2. 通过轮廓线特征测量尺寸	91
2.5.5.3. 通过表面特征测量尺寸	93
2.5.6. 高级测量	96
2.5.6.1. 测量轮廓线高度	96
2.5.6.2. 测量表面平面度	99

2.5.7. 目标测量	103
2.5.7.1. 测量表面圆孔	103
2.5.8. 元步骤	107
2.5.8.1. 数据提取	107
2.5.8.2. 合并数据	108
2.5.9. 脚本引擎	108
2.5.9.1. 使用Python计算结果	108
2.6. 工具使用指南	111
2.6.1. 数据查看器说明	111
2.6.2. 2D匹配模板编辑器	114
3. 3D测量与检测典型案例实践	117
3.1. 电芯顶盖-极柱高度差测量	118
3.2. 刹车片缺陷检测 (Blob分析)	125
3.3. 金属件圆孔尺寸测量	134
3.4. Pin针计数	140
3.5. Pin针高度测量	146
3.6. 手机中框平面度测量	154
4. 参考信息	163
4.1. TCP ASCII指令说明	163
4.2. 术语和概念	171
4.3. FAQ	174

# 1. 3D测量与检测教程

欢迎使用3D测量与检测方案的教程文档！

## 3D测量与检测方案介绍

什么是3D测量与检测方案？

3D测量与检测方案的系统组成

3D测量与检测方案的应用场景

## 实际应用部署

在实际项目中，3D测量与检测应用的基本部署思路如下图所示：



请点击链接查看每个部署阶段的详细说明。

### 方案设计：

- [3D测量与检测方案设计](#)

### 方案部署：

- [系统硬件搭建](#)
- [获取高质量图像数据](#)
- [使用图像数据进行测量](#)
- [试运行3D测量系统](#)

## 1.1. 3D测量与检测方案介绍

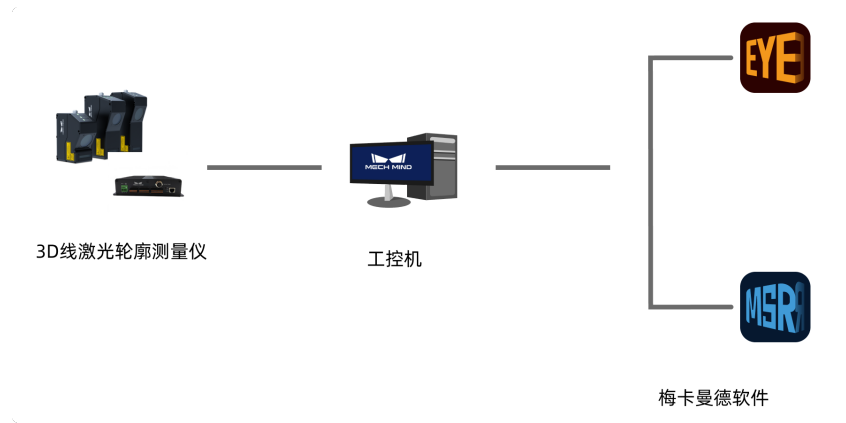
### 什么是3D测量与检测方案？

基于梅卡曼德自研的Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪及Mech-MSR 3D测量与检测软件，3D测量与

检测方案为用户提供3D外观尺寸测量、高度测量、3D缺陷检测、计数统计等各类典型3D测量与检测应用，适用于3C、新能源锂电、汽车、光伏等行业。

### 3D测量与检测方案的系统组成

3D测量与检测方案由以下部分组成：



### 3D线激光轮廓测量仪

Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪（以下简称轮廓测量仪）由梅卡曼德研制，可输出高质量的强度图、深度图和点云，搭配Mech-MSR，可用于部署各类3D测量与检测应用。



- 轮廓测量仪由**控制器**和**感测头**组成。
- 轮廓测量仪支持通过导轨电源为其供电。

### 工控机

工控机为梅卡曼德软件提供运行环境的计算机设备。

你可以使用梅卡曼德提供的标准工控机（推荐），或者使用自有设备作为工控机。更多关于工控机的信息，请参考[工控机选型](#)。

### 梅卡曼德软件

梅卡曼德软件基于轮廓测量仪采集物体的图像数据（强度图、深度图和点云）进行3D测量或检测，并将测量或检测结果输出给外部设备。



本文中，由梅卡曼德提供的轮廓测量仪、工控机和梅卡曼德软件（Mech-Eye Viewer和Mech-MSR）统称梅卡曼德3D测量系统。

梅卡曼德3D测量系统主要包含如下软件：

- **Mech-Eye Viewer**

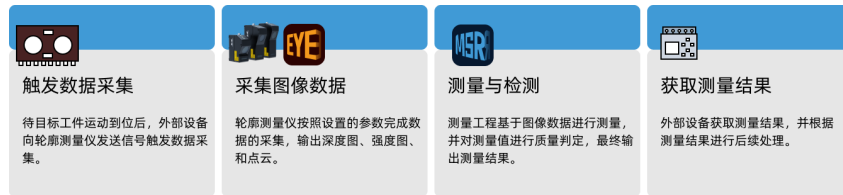
Mech-Eye Viewer安装在工控机上，是轮廓测量仪配置及数据可视化软件，允许用户根据目标物体特性调节轮廓测量仪的参数，从而简单快速地获得高质量的强度图、深度图和点云。

- **Mech-MSR**

Mech-MSR安装在工控机上，是专业的3D测量与检测检测软件，可搭配轮廓测量仪，用于部署3D外观尺寸测量、高度测量、3D缺陷检测、计数统计等各类典型3D测量与检测应用。软件内置丰富测量算法及专业测量功能，界面简单友好，用户可实现端到端一站式快速部署应用。

### 3D测量与检测应用的流程

3D测量与检测应用的一般流程如下图所示：

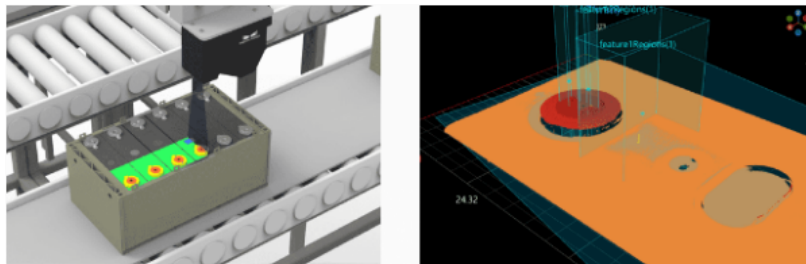


1. 当目标物体运动到位后，外部设备（例如光电传感器）发送触发数据采集的信号。
2. 收到信号后，轮廓测量仪按照通过Mech-Eye Viewer设置的参数完成对工件的图像数据采集，并生成深度图、强度图和点云。
3. 外部设备触发测量工程，Mech-MSR基于图像数据进行测量，并对测量值进行质量判定，最终输出测量结果。
4. 外部设备从3D测量系统获取测量结果，并根据测量结果进行后续处理。

### 3D测量与检测方案的应用场景

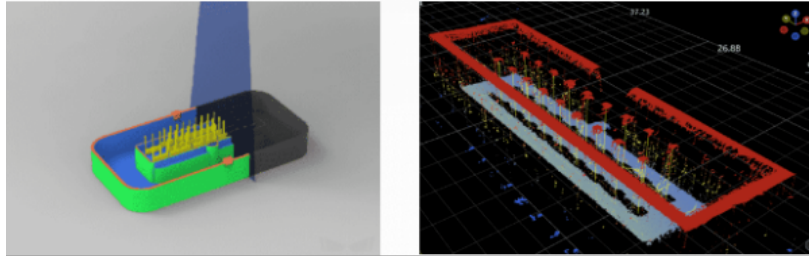
- **3D外观尺寸测量**

测量电芯顶盖极柱的尺寸、台阶高度和间距。无论目标物体的材质、反光状况或颜色，均能稳定测量。



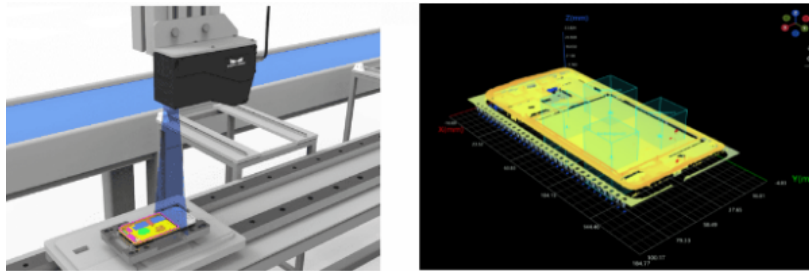
- **高度测量**

以连接器的表面为基准，进行PIN针的高度测量。即使PIN针表面极其微小，也可以稳定测量。



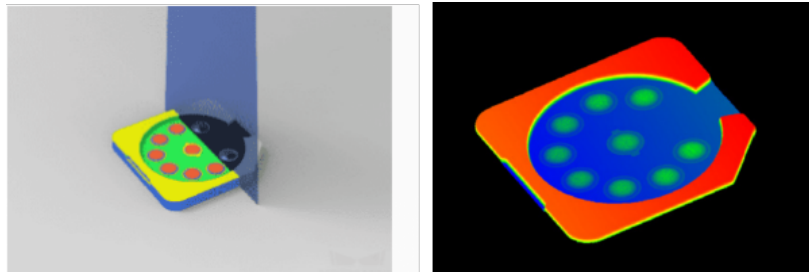
- **平面度检测**

手机中框平面度是决定品控的关键参数，通过对中框位置进行取点，可快速判断中框平面的平整度。



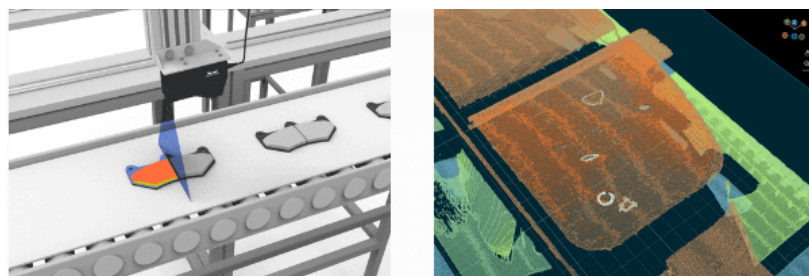
- **圆孔定位**

快速定位目标物体中的圆孔位置信息与直径信息，确保冲压件上安装孔的形状、尺寸、位置正确。



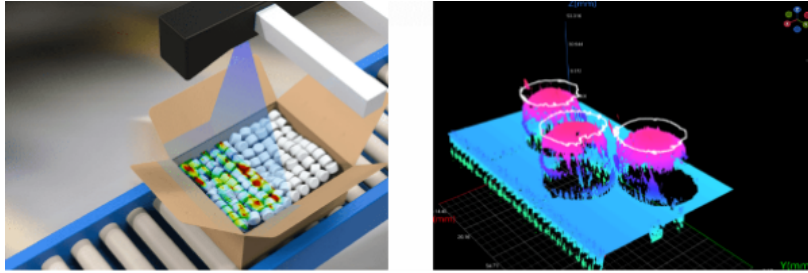
- **3D缺陷检测**

从深度图中提取高度的变化点，通过高度信息检测表面上有无缺陷以及歪斜、凹陷、突起等缺陷形态。



- **计数统计**

在高速运行流水线上实时进行产品的计数，适用于各种形状、大小的产品计数。



## 1.2. 实际应用部署

### 1.2.1. 3D测量与检测方案设计

在实际部署之前，需要先设计3D测量与检测方案，结合项目的实际需求确定轮廓测量仪型号、工控机型号、轮廓测量仪安装方式以及通信方式等。

在3D测量与检测方案设计阶段，需要完成：

- [轮廓测量仪选型](#)
- [工控机选型](#)
- [确定轮廓测量仪安装方式](#)
- [确定轮廓测量仪触发方式](#)
- [确定通信方式](#)

#### 轮廓测量仪选型

请在[轮廓测量仪型号对比](#)中了解轮廓测量仪的型号及各型号的特点与适用场景，并结合项目实际需求选择合适型号的轮廓测量仪。

请参照如下流程进行轮廓测量仪选型：

#### 1. 根据被测物体尺寸（长、宽、高）确定轮廓测量仪型号。

选型依据：轮廓测量仪的X轴测量范围应大于被测物体的长度或宽度。通常轮廓测量仪的长边与被测物体的长边平行，X轴测量范围大于被测物体的宽度即可。此外，轮廓测量仪的Z轴测量范围应大于被测物体的高度。

如果多个型号的轮廓测量仪满足要求，推荐选择测量范围较小的型号。



如果轮廓测量仪的长边与被测物体的宽边平行，X轴测量范围应大于被测物体的长度。如果两个或多个工件拼接在一起进行测量，那么X轴测量范围应大于多个工件拼接之后的总长度或总宽度。

#### 2. 确认轮廓测量仪的精度满足项目精度要求。



轮廓测量仪的X轴分辨率和Y轴分辨率应小于项目所需的分辨率。

分辨率反映了轮廓测量仪能够分辨的最小尺寸或最小变化量。通常，轮廓测量仪的分辨率越高（值越小），轮廓测量仪的精度越高。



在项目中，通常在采集的深度图上，测量区域至少要用5x5~10x10个像素表示。用户可以根据最小的测量区域计算出X/Y轴分辨率要求。例如，要测量的区域是1mmx1mm，用10x10个像素表示这个区域，则每个像素就需要代表0.1mmx0.1mm，即轮廓测量仪输出的深度数据（深度图、点云）中X、Y轴分辨率应小于0.1mm。

### 3. 确认轮廓测量仪的扫描速率满足项目节拍的要求。

项目所需的扫描速率可以通过以下公式计算：

扫描速率 = 扫描总长度 / 允许的扫描时间 / Y轴分辨率

例如：扫描总长度为160mm，扫描时间为2s，Y轴分辨率为0.0235mm，那么项目需要的扫描速率为3.405kHz。



上述扫描速率仅是轮廓测量仪的图像采集速率。在实际项目中，项目节拍还应考虑测量工程处理时间以及信号/数据传输时间。

## 工控机选型

3D测量与检测方案推荐使用Mech-Mind IPC STD和Mech-Mind IPC ADV型号工控机。请根据工控机的技术指标以及项目实际需要选择合适型号的工控机。

技术指标	Mech-Mind IPC STD	Mech-Mind IPC ADV
支持同时运行的Mech-MSR工程数量	≤3	≤5
支持同时连接的轮廓测量仪数量	≤3	≤5



当工件点云数据量大（例如扫描行数接近20000行）且表面特征丰富时，若同一个工程需要进行多个Blob分析和表面预处理步骤，会对工控机性能提出更高要求。因此，建议使用Mech-Mind IPC PRO型号工控机以确保更高效的处理。

梅卡曼德允许用户使用自有设备（电脑或笔记本）作为工控机（下称“自有工控机”），用于安装和运行梅卡曼德软件。使用自有工控机时，梅卡曼德不承诺自有工控机能够提供与标准工控机一致的功能和性能。自有工控机需满足安装Mech-MSR软件的[系统要求](#)。

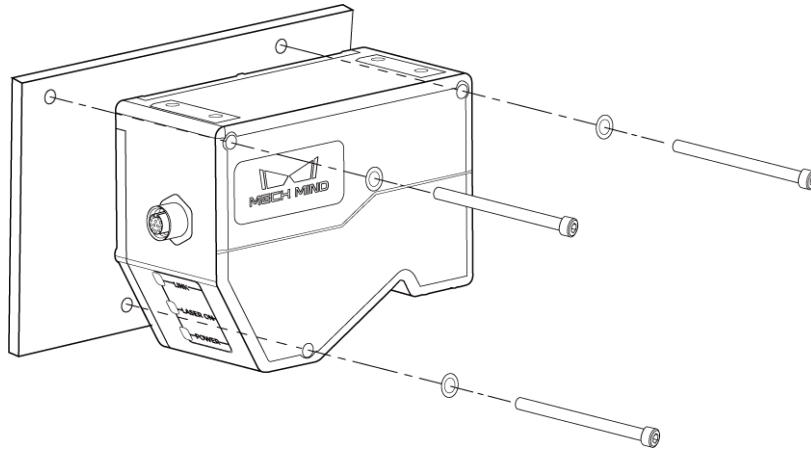
## 确定轮廓测量仪安装方式

为了保证轮廓测量仪能够采集目标物体的图像数据，需要保持轮廓测量仪（感测头）和工件的相对移动。你可以根据产线实际布局选择：

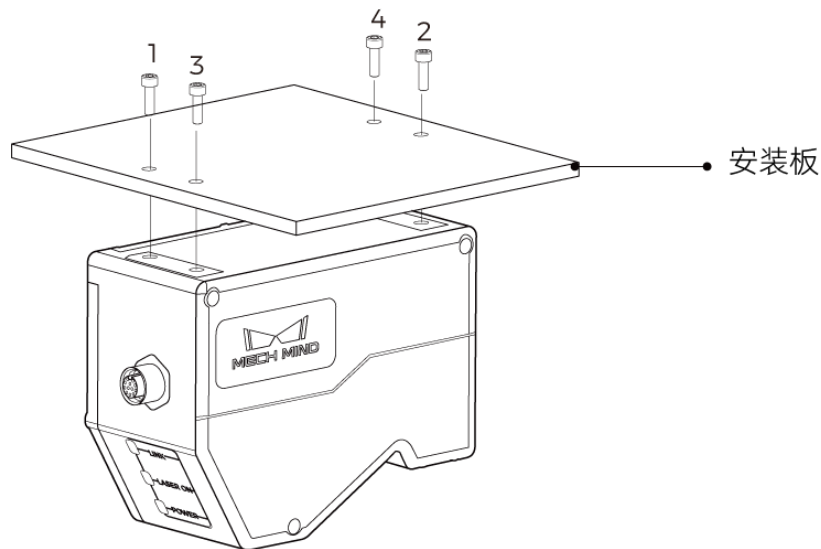
- **轮廓测量仪固定，目标物体移动：**轮廓测量仪需要牢固安装在固定支架上。
- **目标物体固定，轮廓测量仪移动：**轮廓测量仪需要牢固安装在运动机构的支架上。

轮廓测量仪（感测头）支持两种安装方式：

- 侧面安装（推荐）



- 顶部安装



请根据项目实际需要选择安装方式。关于轮廓测量仪安装的操作指导，请参考[安装与连接](#)。

### 确定轮廓测量仪触发方式

轮廓测量仪支持多种触发数据采集的方式。轮廓测量仪支持对每一轮数据采集和每次行扫描的触发方式分别控制。

每一轮数据采集和每次行扫描的触发方式分别有两种。

- 触发一轮数据采集：
  - 外部触发：通过从外部设备输入的信号触发每轮数据采集。
  - 软触发：通过Mech-MSR、Mech-Eye Viewer、Mech-Eye API或GenICam客户端触发每轮数据采集。在3D测量与检测方案中，软触发指通过Mech-MSR触发每轮数据采集。
- 触发每次行扫描：
  - 编码器：通过编码器信号触发每次行扫描。

- 固定频率：按照固定频率触发每次行扫描。

轮廓测量仪支持如下组合使用方式。请根据[触发方式组合](#)以及项目实际需要选择合适的触发方式组合。

	外部触发	软触发
编码器	√	√
固定频率	√	√

关于每种组合方式的使用流程，请参考[触发数据采集的流程](#)。

## 确定通信方式

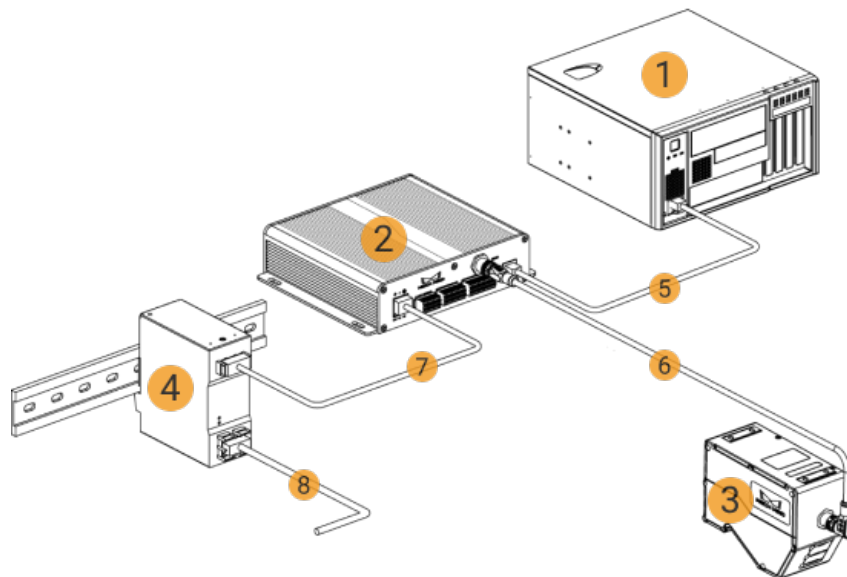
在3D测量与检测方案中，Mech-MSR工程需要将测量或者检测结果发送给外部设备。

Mech-MSR软件目前支持TCP ASCII通信方式。为了保证Mech-MSR软件能与外部设备正常通信，请确定外部设备支持TCP ASCII通信方式。

### 1.2.2. 系统硬件搭建

在本阶段，你需要将3D测量系统的硬件设备（轮廓测量仪和工控机）集成到实际工作环境中，以支持3D测量系统的正常运行。

你将需要完成3D测量系统硬件的安装与连接，如下图所示。



## 准备物料

在硬件搭建前，请准备好如下物料。

1 工控机
-------

2	控制器
3	感测头
4	导轨电源（选配）
5	控制器网线
6	感测头到控制器连接线
7	DC电源线
8	AC电源线（自行准备）

## 安装轮廓测量仪

安装轮廓测量仪时，需要依次完成：

1. 安装感测头
2. 安装控制器
3. 连接感测头与控制器
4. 连接控制器和工控机
5. 连接控制器和导轨电源
6. 连接控制器和外部设备
7. 设置轮廓测量仪IP地址

关于安装与连接的详细指导，请参考轮廓测量仪入门教程中的[安装与连接](#)。

## 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。

关于Mech-Mind IPC STD型号工控机的安装，请参考[Mech-Mind IPC STD用户手册](#)。

关于Mech-Mind IPC ADV型号工控机的安装，请参考[Mech-Mind IPC ADV用户手册](#)。

安装工控机后，请启动工控机。请确认3D测量与检测方案使用的**Mech-Eye SDK**和**Mech-MSR**软件已经运行最新版本。

如果软件未运行最新版本，请参考如下文档升级软件：

- [Mech-Eye SDK安装指南](#)。
- [Mech-MSR安装指南](#)。

## 连接网络

在本节，你需要完成轮廓测量仪与工控机、以及工控机与外部设备的网线连接和网络设置。

进行网络设置时，需要注意如下要求：

- 轮廓测量仪的IP地址与轮廓测量仪相连的工控机网口的IP地址在同一网段。
- 外部设备的IP地址与外部设备相连的工控机网口的IP地址在同一网段。

### 连接工控机和外部设备

轮廓测量仪（控制器）与工控机的连接已经在“安装轮廓测量仪”过程中完成。此处，你需要连接工控机和外部设备即可。

使用一根两端皆为RJ45接头的网线（需自行准备），将网线一端插入工控机网口，另一端插入外部设备的网口中。

### 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. 选择连接轮廓测量仪的网口，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\_profiler”。
3. 选择连接轮廓测量仪的网口，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，重命名连接外部设备的网口（例如“To\_external”），并设置网口的IP地址。例如，该网口的IP地址为“192.168.200.10”。

### 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替换为实际设置的轮廓测量仪或外部设备的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
```

### 1.2.3. 获取高质量图像数据

在本阶段，你需要调节轮廓测量仪参数，从而确保能够获取高质量的强度图、深度图和点云。

调节参数的基本流程如下：

#### 1. 创建或选择参数组。



此处设置参数组后，在Mech-MSR工程的“3D线激光轮廓测量仪”步骤中，你在连接轮廓测量仪时应选择此参数组。

#### 2. 调节轮廓模式下的参数以获取符合要求的轮廓线。

#### 3. 调节扫描模式下的参数以获取符合要求的强度图、深度图和点云。

#### 4. 保存参数修改至参数组。

更多详细介绍，请参考[调节参数的基本流程](#)。

### 1.2.4. 使用图像数据进行测量

在本阶段，你需要完成Mech-MSR工程配置，确保工程能够准确完成各测量项的测量，并输出测量结果。

Mech-MSR工程配置的流程如下图所示。



#### 方案搭建

Mech-MSR方案用于完成对工件的测量与检测，从采集图像开始，再到对图像进行处理（可选），然后进行测量或检测。

对于典型的应用场景，你无需从零开始搭建方案和工程。Mech-MSR软件的案例库提供丰富的3D测量案例方案。你可以直接可以使用案例方案作为应用模板，快速完成3D测量方案的创建和参数配置。

你也可以从零开始搭建方案，然后完成参数配置。如果从零开始搭建方案，你需要依次完成：新建方案 → 新建工程 → 为工程添加所需步骤并连接 → 将方案设置为自动加载。

请参考如下资料完成工程的搭建：

- [方案常用操作指南](#)
- [工程常用操作指南](#)
- [步骤常用操作指南](#)
- [典型案例实践](#)

## 参数配置

搭建方案后，你需要调节工程各步骤的参数，确保工程满足项目的测量和检测需求。

调节参数的基本流程如下：

1. 在工程编辑区，选中“[3D线激光轮廓测量仪](#)”步骤，然后连接项目所使用的轮廓测量仪。



连接轮廓测量仪时应选择在[获取高质量图像数据](#)中设置的参数组。

2. 为工程启用**调试输出**。
3. 在工程编辑区，选中其他步骤，然后在**步骤参数**中根据需要调节参数。
4. 在测量类步骤的**步骤参数**的**输出**区域，勾选所需的测量项，并设置合格范围。
5. 运行工程或者运行单个步骤，然后在**数据查看器**中确认调参效果。
6. 完成所有步骤的参数调节后，保存工程和方案。

关于步骤参数的调节，请参考[步骤参考指南](#)。如果你使用案例方案搭建了方案和工程，请参考[典型案例实践](#)获取更多参数配置的指导。

## 质量判定和输出配置

你可以配置质量判定规则，汇总多个测量项的结果，然后输出总的判定结果。

- 如果总的判定结果为OK，Mech-MSR会返回0。
- 如果总的判定结果为NG，Mech-MSR会返回1。

详细信息，请参考[\[software-overview:output-management::output-setting\]](#)。

此外，你也可以配置Mech-MSR输出各个测量项的测量值以及测量结果。只有将测量项添加到输出内容后，Mech-MSR才能对外输出单个测量项的测量值和结果（OK/NG）。

## 通信配置

为了保证外部设备能够触发工程并从3D测量系统获取测量结果，你需要完成通信配置。

外部设备侧的通信配置，请参考外部设备的《通信配置手册》。

在3D测量系统侧，你需要在Mech-MSR上完成通信配置。详细信息，请参考[通信配置流程](#)。

### 1.2.5. 试运行3D测量系统

在本阶段，你需要试运行3D测量系统，确认外部设备可以正常获取测量结果。

#### 试运行前提条件

在试运行3D测量系统前，需满足如下条件：

- 如果轮廓测量仪使用外部设备触发每轮数据采集，请确保外部设备可以正常向轮廓测量仪输入触发一轮数据采集的信号。
- 如果轮廓测量仪使用编码器触发行扫描，请确保编码器可以正常向轮廓测量仪输入触发行扫描的信号。
- 外部设备已启用TCP ASCII通信，并已与3D测量系统建立TCP连接。

此外，试运行3D测量系统前，需要准备样品工件（包含OK和NG工件），以及使用其他测量仪器测量的数值（参考值）。

## 试运行流程

试运行3D测量系统的操作流程如下：

1. 工件到位后，外部设备（例如光电传感器）发送触发数据采集信号。
2. 轮廓测量仪采集图像数据。
3. 外部设备（例如PLC）发送指令触发Mech-MSR工程运行。例如：

```
trigger, 1
```

该指令将触发编号为1的Mech-MSR工程运行。工程编号为工程列表中工程名称前的数字。

4. 外部设备获取Mech-MSR工程输出的测量结果。

```
return, 1
```

该指令将获取编号为1的Mech-MSR工程输出的测量结果。该指令返回的结果的格式由**通信配置**窗口中**Return指令返回结果**参数设置。

5. 确认外部设备能够正常收到测量结果并解析。
6. 确认各样品的测量结果和测量值与参考值一致。

如果3D测量系统输出的测量结果和测量值与参考值一致，那么3D测量系统可以应用于产线中。



## 2. Mech-MSR软件用户手册

欢迎使用Mech-MSR用户手册！

Mech-MSR是专业的3D测量与检测软件，可搭配Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪，用于部署3D外观尺寸测量、高度测量、3D缺陷检测、计数统计等各类典型3D测量与检测应用。软件内置丰富测量算法及专业测量功能，界面简单友好，用户可实现端到端一站式快速部署应用。

本手册由以下内容构成：

- [更新说明](#)
- [安装指南](#)
- [常用操作指南](#)
- [步骤参考指南](#)
- [工具使用指南](#)

### 2.1. 更新说明

欢迎使用Mech-MSR 1.9.0！

Mech-MSR内置了丰富强大的测量与检测算法，包括尺寸测量、高度测量、平面度测量等，可轻松应对各类典型测量与检测应用，如3D外观尺寸测量、圆孔定位、3D缺陷检测、计数统计等。软件提供了图像采集、校正对齐、3D测量、质量判定、通信传输等专业测量功能，用户只需使用Mech-MSR即可完成测量与检测应用的端到端一站式快速部署。通过Mech-MSR简单友好的操作界面和强大的视觉调试工具，用户无需掌握专业测量知识和经验，即可快速上手搭建测量工程，轻松完成各种3D测量任务。

感谢您选择Mech-MSR，我们期待为您提供卓越的测量解决方案！

### 2.2. 安装指南

本章节介绍Mech-MSR软件的下载、安装、卸载和修复操作。

#### 系统要求

Mech-MSR软件需要安装在工控机或PC上才能使用。安装软件的工控机或PC需要满足如下推荐系统要求：

操作系统	Windows 10及以上。
CPU	支持AVX2指令集，Intel i5-12400及以上。
内存	16GB及以上。

GPU	NVIDIA GTX 1660 Super及以上（如带独立显卡）。
硬盘	256GB SSD及以上。



- Mech-MSR软件不支持其他品牌的独立显卡。
- 请确保工控机或PC上安装软件的磁盘有不低于10GB的空间，否则将可能导致安装失败。

使用Mech-MSR软件时，所用显示器的分辨率和缩放率需遵循如下对应关系。如果使用非下表所示分辨率和缩放率的显示器，可能存在显示问题。



分辨率	缩放率
1920×1080 (16:9)	100%、125%
2560×1440 (16:9)	125%、150%
3840×2160 (16:9)	150%、175%

## 下载软件安装包

要下载软件安装包，请进入[梅卡曼德下载中心](#)下载或联系梅卡曼德售前工程师或销售人员。

## 安装软件

### 校验软件安装包的完整性

由于软件安装包可能在传输或下载过程中被损坏，因此安装软件前，应先校验软件安装包的完整性。可通过CRC-32校验码校验安装包的完整性，该校验码在下载页面提供。



请安装并使用7-Zip软件计算CRC-32校验码。

要校验软件安装包的完整性，执行如下步骤：

1. 将软件安装包拷贝到电脑的指定目录，例如D:/。
2. 解压软件安装包。解压后将得到软件安装文件（**Mech-MSR Installer 1.9.0.exe**）和**content**文件夹。



解压后，请勿移动软件安装文件和**content**文件夹。

3. 打开7-Zip，并通过地址栏导航至软件安装包所在的目录。
4. 选中软件安装包后，在菜单栏中选择文件 > CRC > CRC-32，计算CRC-32校验码。
5. 确认计算的CRC-32校验码与下载页面提供的CRC-32校验码相同。
6. 对解压得到的软件安装文件和content文件夹重复步骤3至5。



如果校验码不同，请重新下载软件安装包。

## 安装软件

要安装Mech-MSR软件，执行如下步骤：

1. 双击软件安装文件（.exe文件）打开**Mech-MSR 安装向导**。欢迎窗口将显示。
2. 在**欢迎窗口**，浏览软件说明信息，并单击[ **下一步** ]。
3. 在**许可协议窗口**，仔细阅读许可协议，勾选[ **我接受“许可协议”中的全部条款和条件** ]复选框，然后单击[ **下一步** ]。
4. 在**选择产品窗口**，选择需要安装的产品（Mech-MSR x.x.x），勾选[ **桌面快捷方式** ]复选框（推荐），然后单击[ **下一步** ]。
5. 在**设置安装路径窗口**，根据需要更改安装路径，例如“D:/project”，然后单击[ **下一步** ]。



如果不更改安装路径，首次安装软件时默认安装在如下路径：**C:/Mech-Mind/Mech-MSR-1.9.0**

6. 在**安装前确认窗口**，确认需安装产品无误后单击[ **安装** ]。
7. 在**执行安装窗口**，等待软件安装完成。
8. 软件安装完成后，在**结束窗口**，单击[ **完成** ]。



如果安装失败，请参考**结束窗口**上的报错信息以及“**安装常见问题**”章节排查问题。



首次打开软件时，如果工控机或PC弹出安全警报，请单击[ **允许访问** ]将软件添加到防火墙白名单中。否则可能出现因防火墙阻挡导致软件无法搜索到轮廓测量仪等问题。

## 卸载软件

如果你不再需要使用Mech-MSR软件，你可以通过两种方式卸载：

- 使用安装向导卸载（推荐）
- 使用控制面板卸载

### 使用安装向导卸载

要使用安装向导卸载软件，执行如下步骤：

1. 双击解压后的软件安装文件（.exe文件）打开**Mech-MSR 安装向导**。**维护窗口**将显示。
2. 在**维护窗口**，单击[ **卸载** ]。
3. 在**卸载窗口**，选择[ **保留用户配置文件** ]或[ **不保留用户配置文件** ]。
4. 等待软件完成卸载操作。

### 使用控制面板卸载

要使用控制面板卸载软件，执行如下步骤：

1. 在工控机或PC上打开**控制面板**。
2. 选择**程序 > 程序和功能**。
3. 右键单击要卸载的软件，然后选择[ **卸载** ]。

4. 等待软件完成卸载操作。

## 修复软件

如果Mech-MSR出现异常无法正常使用，你可以使用修复功能来重装软件。

要修复软件，执行如下步骤：

1. 双击解压后的软件安装文件（.exe文件）打开**Mech-MSR安装向导**。**维护**窗口将显示。
2. 在**维护**窗口，单击[ **修复** ]。
3. 等待软件完成修复操作。

## 软件许可协议

关于Mech-MSR软件的许可协议，请参考[终端用户许可协议](#)。

## 安装常见问题

### 安装包未能正常启动

**问题现象：**

运行安装文件后，安装向导未能正常启动或启动界面一闪而过。

**可能原因：**

系统盘的磁盘空间不足。

**处理步骤：**

确认系统盘可用空间是否大于安装包的大小。

- 如果可用空间小于安装包大小，删除不需要文件为软件安装腾出足够空间，然后尝试重新安装。如果问题仍未解决，联系梅卡曼德技术支持。
- 如果可用空间大于安装包大小，联系梅卡曼德技术支持。

### 安装失败

**问题现象：**

软件安装过程中，出现“安装失败”错误提示。

**可能原因：**

- 安装包损坏或文件缺失。
- 当前计算机用户不具备管理员权限。

- 另一个程序正在安装或Windows系统正在升级。
- 其他原因。

#### 处理步骤：

1. 重新获取安装包并[校验软件安装包的完整性](#)，然后重新尝试安装。
  - 如果解决，故障处理结束；
  - 否则，执行步骤2。
2. 右键单击安装包，选择“以管理员身份运行”安装软件。
  - 如果解决，故障处理结束；
  - 否则，执行步骤3。
3. 等待其他程序安装完成后或Windows系统升级完成后重新尝试安装。
  - 如果解决，故障处理结束；
  - 否则，执行步骤4。
4. 重启工控机或PC，然后尝试重新安装软件。
  - 如果解决，故障处理结束。
  - 如果未解决，请单击**结束**窗口的“安装日志”链接收集安装日志，并反馈给梅卡曼德技术支持。

## 2.3. 用户界面

本节介绍Mech-MSR软件的欢迎界面和主界面。

### 欢迎界面

若软件中无自动加载的方案或工程，打开Mech-MSR软件后，将进入欢迎界面，如下图所示。





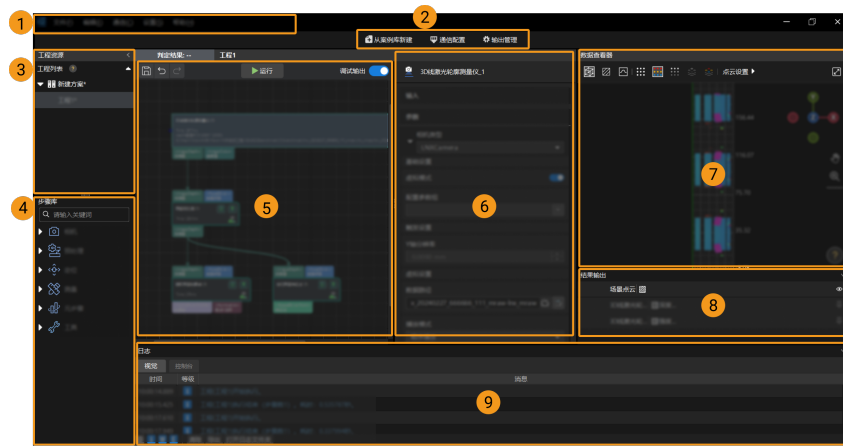
在快捷入口处，当鼠标指针悬停于卡片右下角“？”处时，可查看关于卡片的相关介绍。

Mech-MSR欢迎界面包含以下部分。

序号	界面	说明
1	版本信息	可查看版本信息和软件更新说明。
2	快捷入口	可快捷地打开方案、打开工程、从案例库新建方案或工程、新建空白方案。
3	帮助文档	可通过单击相关按钮浏览Mech-MSR用户手册。
4	最近使用	可快捷地打开最近使用过的方案或工程。

## 主界面

退出欢迎界面后，将进入Mech-MSR主界面，如下图所示。



Mech-MSR主界面包含以下部分。

序号	界面	说明
1	菜单栏	包含文件、编辑、通信、设置、帮助菜单。
2	工具栏	包含各工具和功能的快捷按钮。
3	工程列表	可显示已经打开的方案、工程名称，及其状态，包括通信状态和自动加载状态。
4	步骤库	包含所有可用于搭建工程的步骤。
5	工程编辑区	用于编辑视觉工程处理流程或逻辑流程。
6	参数配置区	用于配置步骤的输入、参数和输出。
7	数据查看区	用于可视化各种输入数据、设置特征区域和查看部分步骤运行结果。
8	结果展示区	根据勾选的输出项展示步骤运行结果。
9	日志栏	用于实时显示工程运行时的日志信息，方便用户查找某时刻的运行记录。

## 2.4. 常用操作指南

学习Mech-MSR使用过程中，了解以下常用操作可帮助你更快地部署3D测量与检测应用，提高软件的使用效率。

### 案例库相关操作指南

案例库中展示了不同行业的示例方案，并配备示例数据。

以下是案例库相关的常用操作：

案例库常用操作	打开案例库
	查看方案信息
	从案例库创建方案

### 方案与工程相关操作指南

“方案”指3D测量项目解决方案，“工程”指的是Mech-MSR测量工程。目前，一个或多个工程将组成一套方案。工程不能单独使用，需要隶属于方案。方案的文件目录存放用于测量的数据和配置，如工程运行数据、通信设置、输出管理等。

以下是方案与工程相关的常用操作：

方案常用操作	新建方案
	保存方案
	自动加载方案
	重命名方案
	关闭方案
工程常用操作	新建并保存工程
	保存工程
	重命名工程
	打开工程
	运行工程
	关闭工程
	调整工程编号

### 步骤相关操作指南

步骤是指算法处理模块，通过连接多个步骤，可以构建一个完整的测量流程。

以下是步骤相关的常用操作：

步骤常用操作	查找、添加、删除步骤
	创建和删除步骤之间的连接
	运行步骤
	查看步骤可视化输出结果

## 其他

- [输出管理操作指南](#)
- [通信配置操作指南](#)

### 2.4.1. 案例库常用操作指南

#### 打开案例库

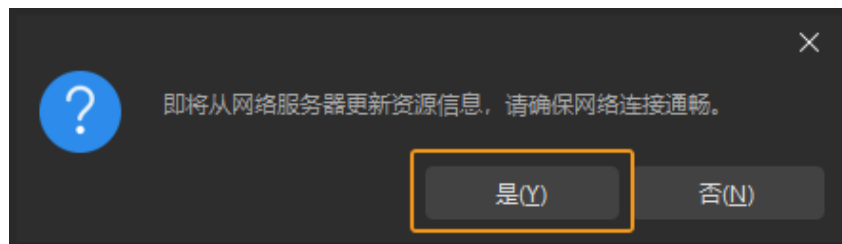
本节将介绍如何打开案例库。

#### 从欢迎界面打开案例库

打开Mech-MSR软件后，在欢迎界面中单击[ [从案例库新建](#) ]，即可进入案例库。

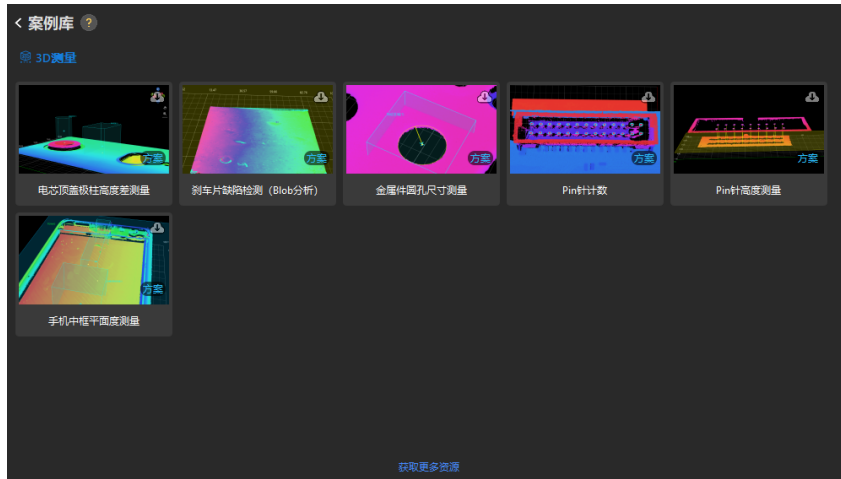


如需获取更多资源，可单击案例库底部[ [获取更多资源](#) ]，然后在弹出的窗口中单击[ [是 \(Y\)](#) ]，来获取案例库资源。



资源加载完成后，即可在案例库中查看更多资源，如下图所示。





## 从软件主界面打开案例库

若已进入软件主界面，可根据以下两种方法，从软件主界面打开案例库。

- 单击工具栏[从案例库新建]。
- 依次单击菜单栏中文件 > 从案例库新建。

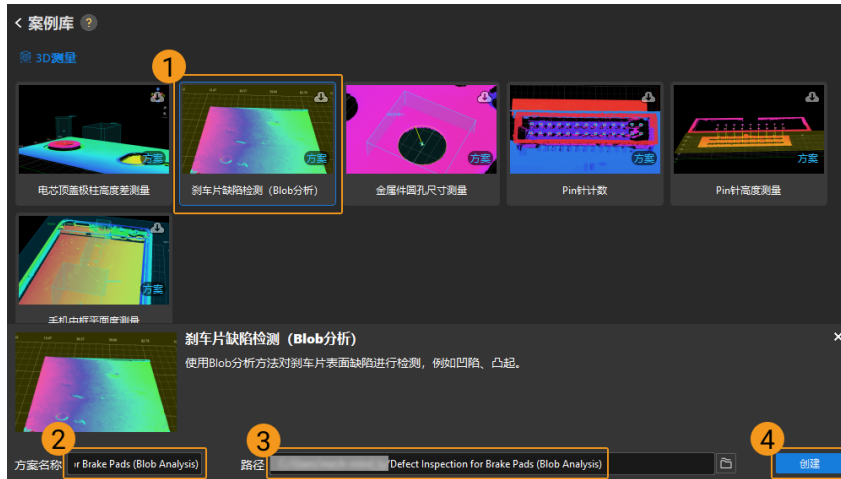
## 查看方案信息

如需查看某方案的相关信息，可在案例库中单击选中该方案，即可在案例库窗口底部查看相关信息。



## 从案例库创建方案或工程

如需从案例库创建方案或工程，[打开案例库](#)后，需先单击选中该案例，然后在案例库底部填写方案名称和路径，最后单击[创建]。



在弹出的窗口中单击[ 是 (Y) ]，即可创建方案或工程至指定路径。



## 2.4.2. 方案常用操作指南

### 新建方案

#### 新建空白方案

使用以下任一方法可新建空白方案。

- 在欢迎界面中单击[ **新建空白方案** ]，即可新建空白方案。
- 在主界面中依次从菜单栏选择文件 > 新建方案。
- 当软件未打开任何方案或工程时，单击工程编辑区中的[ **新建方案** ]。

#### 从案例库创建方案

可参考[从案例库创建方案](#)。

### 保存方案

方案创建完成后，建议用户设置好保存路径，及时保存方案。依次从菜单栏选择文件 > 保存方案（快捷键：**Ctrl + Shift + S**）。

### 自动加载方案

在工程列表选中该方案，单击鼠标右键，勾选**自动加载当前方案**。



勾选**自动加载当前方案**后，该方案内的工程将被自动设置为“自动加载”模式，下次打开软件将直接进入软件主界面，不会弹出欢迎界面。

## 重命名方案

1. 右键单击方案名称，然后单击[ **重命名方案** ]。
2. 输入新的方案名称后按下 **Enter**。

## 关闭方案

使用以下任一方法关闭方案：

- 鼠标右键单击工程列表中的方案，然后单击[ **关闭方案** ]。
- 依次从菜单栏选择文件 > 关闭方案。



- 如果方案内的工程存在未保存内容，会弹出提示窗口，用户可根据实际需求进行选择。
- 关闭方案后，该方案内的所有工程也将被关闭。

### 2.4.3. 工程常用操作指南

#### 新建并保存工程

#### 从案例库新建工程

可参考[从案例库创建方案或工程](#)

#### 新建空白工程



新建方案后，才可新建工程。

新建空白工程的三种方式如下：

- 新建方案后，在该方案内将自动新建一个空白工程。
- 在方案中，依次从菜单栏选择文件 > 新建工程。
- 在方案中，直接按快捷键 **Ctrl + N**。


#### 保存工程

保存工程时，可选择仅保存方案内单个工程，或保存方案内所有工程。

#### 保存方案内单个工程

使用以下任一方法进行保存：

- 依次从菜单栏选择文件 > 保存工程来保存单个工程。

- 单击工程工具栏左侧的。
- 使用快捷键 **Ctrl + S**。

### 保存方案内所有工程

依次从菜单栏选择文件 > 保存方案，即可保存方案内所有工程。

### 重命名工程

在工程列表选中该工程，单击鼠标右键，选择[ **重命名工程** ]，然后输入新的工程名称并按 **Enter** 键，即可完成对工程的重命名。

### 打开工程

#### 打开已有工程

使用以下任一方法打开已有工程：

- 在欢迎界面中单击[ **打开工程** ]，然后在弹出的文件选择窗口中选择想要打开的工程文件夹，无需具体到MSR文件（.msr）。
- 在软件主界面菜单栏处依次选择文件 > 打开工程（快捷键 **Ctrl + O**），然后选择想要打开的工程文件夹，无需具体到MSR文件（.msr）。
- 在工程文件夹中双击MSR文件（.msr）即可打开Mech-MSR并自动加载此工程。

#### 打开最近打开过的工程

- 在欢迎界面中将右侧的方案/工程切换按钮切换至**工程**，然后双击想要打开的工程。
- 在软件主界面菜单栏处依次选择文件 > 打开最近使用的文件，找到最近打开过的工程并直接打开。

### 运行工程

单击工程工具栏处的[ **运行** ]或使用快捷键 **Ctrl + R**，即可运行当前工程。

### 关闭工程

在方案中，无法关闭单个工程，可通过关闭方案来关闭方案内的所有工程。具体操作如下。

鼠标右键单击工程窗口的对应方案，然后单击[ **关闭方案** ]，即可关闭该方案及其所有附属工程。

如果方案内的工程存在未保存内容，会弹出提示窗口，你可根据实际需求进行选择。

### 调整工程编号

当方案为**自动加载**模式时，该方案内的工程也将被设置为“自动加载”，且每个工程将被分配工程编号。

操作步骤如下：

1. 选中某工程，并上下拖拽调整工程顺序。
2. 右键单击方案或某一工程，然后单击[ **重置工程编号** ]，即可调整工程编号。

#### 2.4.4. 步骤常用操作指南

##### 查找、添加、删除步骤

##### 查找步骤

使用以下任一方法查找步骤：

- 在步骤库的搜索框中输入步骤名称关键字。
- 通过分类逐级查找。

##### 添加步骤

新建工程或打开已有的工程后才可添加步骤。

选中步骤并长按鼠标左键，将其拖拽到工程编辑区的任意位置后松开。

##### 删除步骤

使用以下任一方法删除步骤：

- 鼠标左键单击选中步骤后，按下键盘 **Delete** 键。
- 鼠标右键步骤后，在弹出的菜单中单击[ **删除** ]。

##### 创建和删除步骤之间的连接

##### 创建连接



- 只有同一类型的端口之间才能创建连接。
- 一个输出端口可以连接至多个输入端口，但一个输入端口只能连接一个输出端口。

使用以下任一方法创建步骤连接：



- 手动拖拽连接：将鼠标悬停在步骤的输出端口上，按住鼠标左键并拖动到另一个步骤的输入端口，然后释放左键即可创建连接。
- 在步骤参数中设置：单击步骤后，在输入参数栏的端口下拉菜单中进行选择，步骤将自动连接。

##### 删除连接

使用以下任一方法删除步骤连接：

- 按键盘删除键：鼠标左键单击数据连接线，连接线会高亮显示，然后按下键盘上的 **Delete** 键。
- 右键菜单删除：鼠标右键单击数据连接线，连接线会高亮显示，并弹出菜单栏，然后单击 **[删除]**。
- 参数栏设置为无输入：单击步骤后，在输入参数栏的端口下拉菜单中选择“无输入”。

### 运行步骤



- 单击工程工具栏中的 **[运行]** 即可运行整个工程。
- 单击步骤右上角的  即可从当前步骤向下运行工程。
- 单击步骤右上角的  可运行当前步骤。

### 查看步骤可视化输出结果




“3D线激光轮廓测量仪”步骤为整个工程输入数据的来源。

1. 首先勾选工程工具栏的 **调试输出**。
2. 运行步骤。

- “3D线激光轮廓测量仪”步骤：单击该步骤的 ，数据查看器界面将显示当前步骤的可视化输出结果。
- “3D线激光轮廓测量仪”之外的步骤：运行整个工程或单击“3D线激光轮廓测量仪”步骤的  向下传递数据，然后单击需要查看结果的步骤，数据查看器界面将显示当前步骤的可视化输出结果。



在调试阶段，不需要每次都重新传递数据。在运行一次“3D线激光轮廓测量仪”步骤向下传递数据后，可单击  查看步骤的可视化输出结果。

### 2.4.5. 输出管理操作指南

本节介绍输出管理相关的操作。

输出管理主要提供两个主要功能：

- **质量判定**：对工程的测量数据进行评估，以确定被测对象是否符合预先设定的质量标准或规范。质量判定可以对各个测量项进行整体评估，最终可以得到整个工程的质量判定结果。用户可以配置综合判定规则或自定义判定规则用于质量判定。
- **通信输出**：用于定制化对外输出的内容。Mech-MSR软件默认对外只输出工程的总体质量判定结果。该功能允许定制对外可输出的内容，例如可以将特定测量项的测量结果（判定结果和测量值）添加到输出内容中。



- **质量判定与通信输出**需要为每个工程单独设置。
- 运行工程后，整个工程的质量判定结果（OK或NG）将在 **工程编辑区** 的上方展示展示。如果没有为工程设置 **质量判定**，整个工程的质量判定结果默认为OK。

下文主要介绍如下操作：

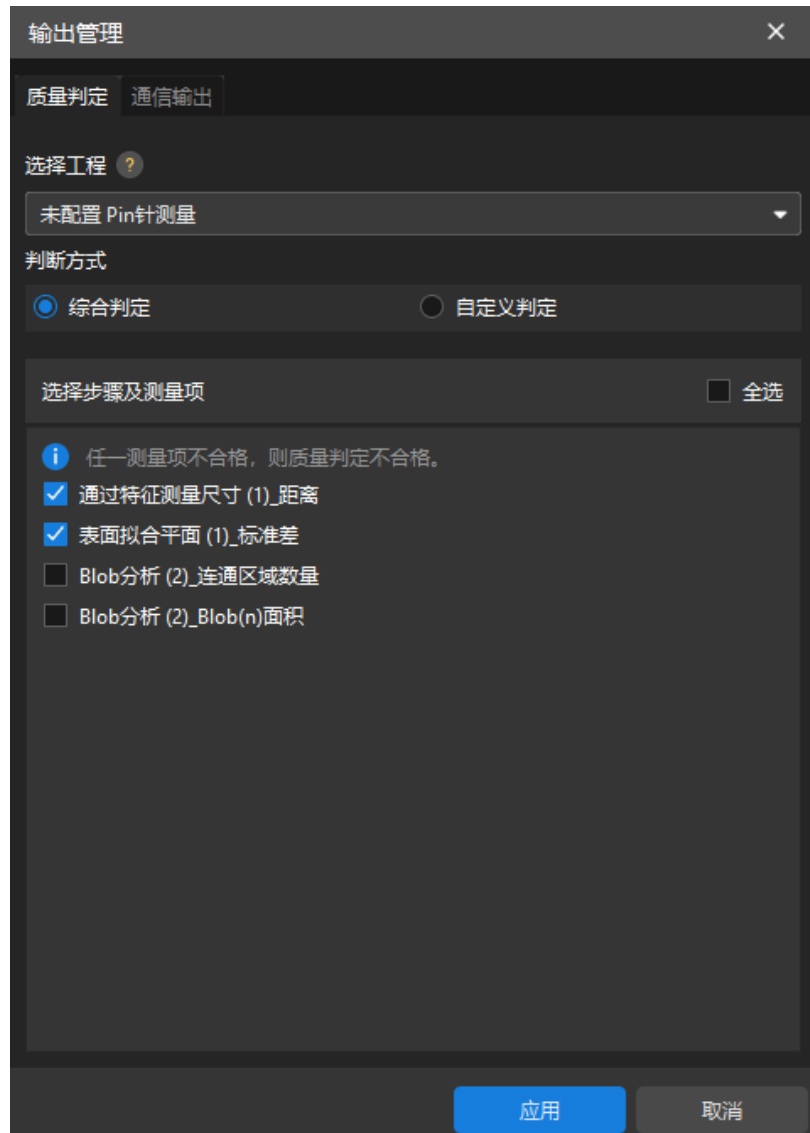
- 为工程配置综合判定规则
- 为工程配置自定义判定规则
- 添加测量项到工程的输出内容

### 为工程配置综合判定规则

综合判定规则可以多个测量项的测量数据进行综合判定。如果任何一个测量项的结果为不合格（NG），那么整个工程的判定结果为NG。只有所有测量项的结果为合格（OK），那么整个工程的判定结果为OK。

要配置综合判定规则，执行如下步骤：

1. 在Mech-MSR软件的工具栏中，选择输出管理 > 质量判定。
2. 在**质量判定**选项卡中，将**选择工程**参数设置为所需的工程，并选择**综合判定**选项。
3. 在**选择步骤及测量项**区域，勾选参与综合判定的测量项，然后单击[应用]按钮。





- 配置成功后，**选择工程**参数设置的工程的状态由“未配置”变为“已配置”。
- 上述操作流程也可以用于修改参与综合判定的测量项。

## 为工程配置自定义判定规则

自定义判定规则用于满足比较复杂的质量判定需要。用户可以配置多条判定规则，每条判定规则可以包含多个测量项。

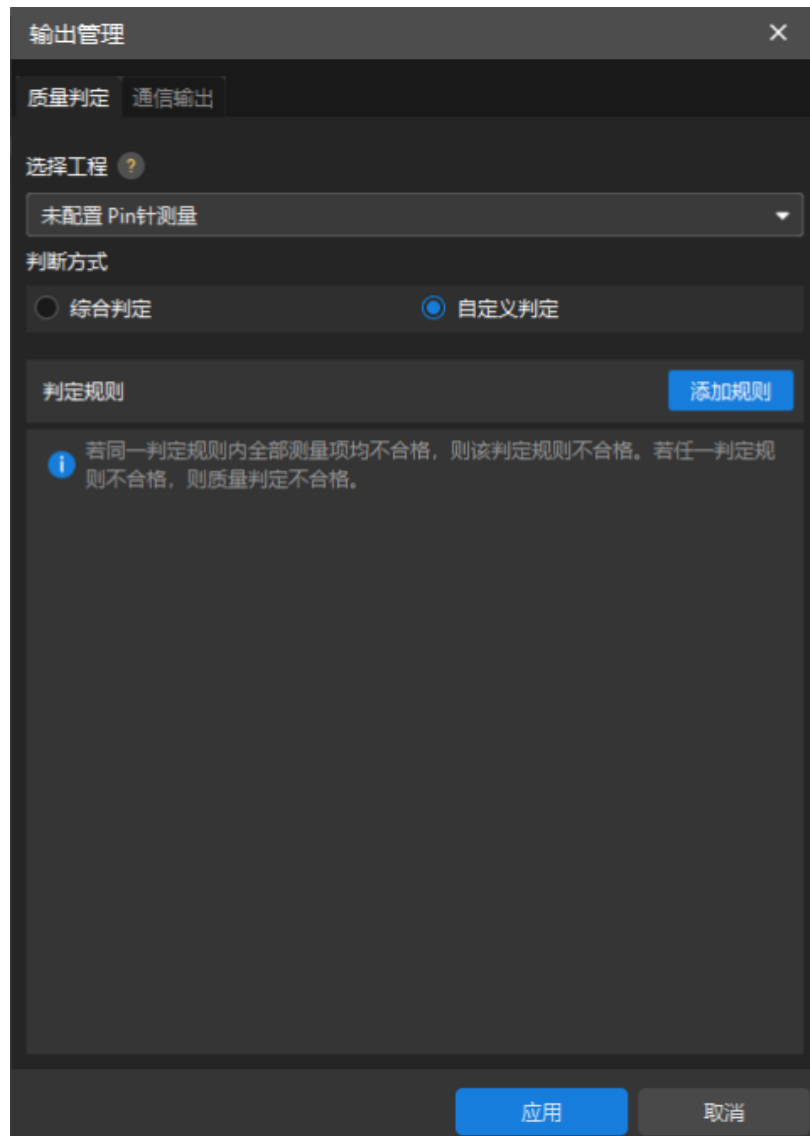
判定规则和测量项的配合关系如下：

- 若同一条判定规则内全部测量项均不合格，则该判定规则不合格（NG）。
- 若任一判定规则不合格（NG），则整个工程的质量判定规则不合格（NG）。

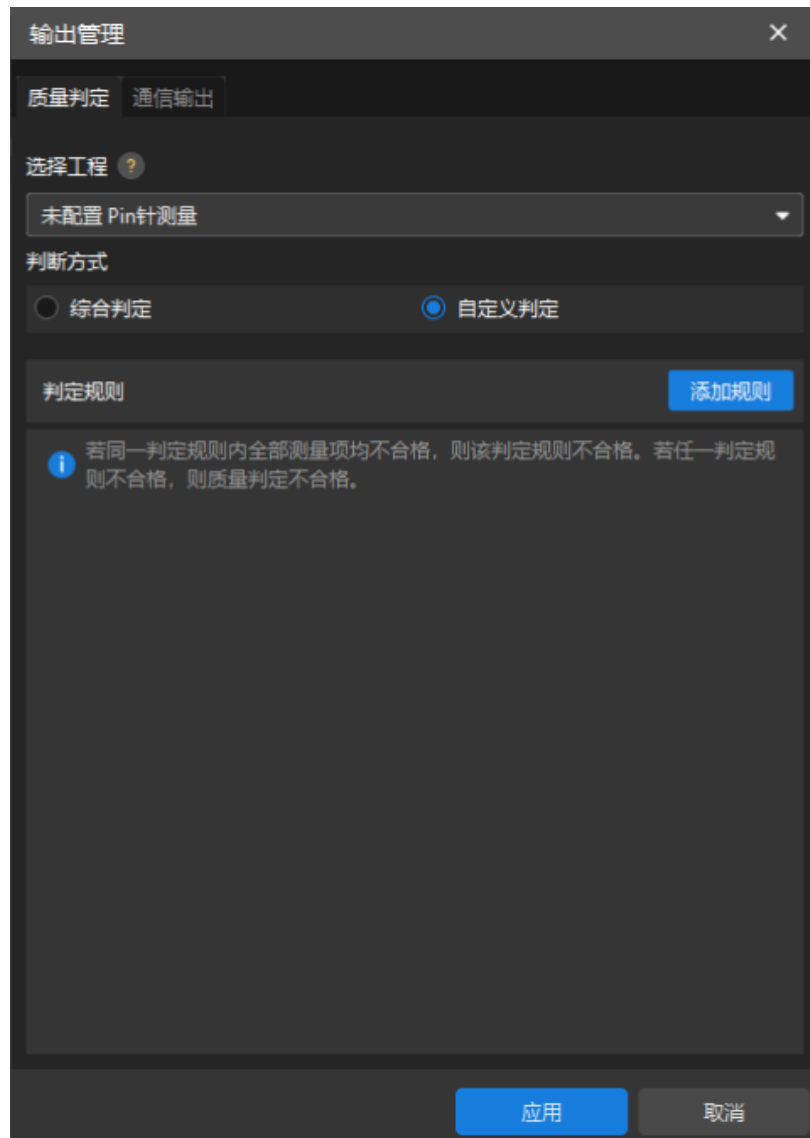
要为工程配置自定义判定规则，执行如下步骤：

1. 在Mech-MSR软件的工具栏中，选择输出管理 > 质量判定。
2. 在**质量判定**选项卡中，将**选择工程**参数设置为所需的工程，并选择**自定义判定**选项。

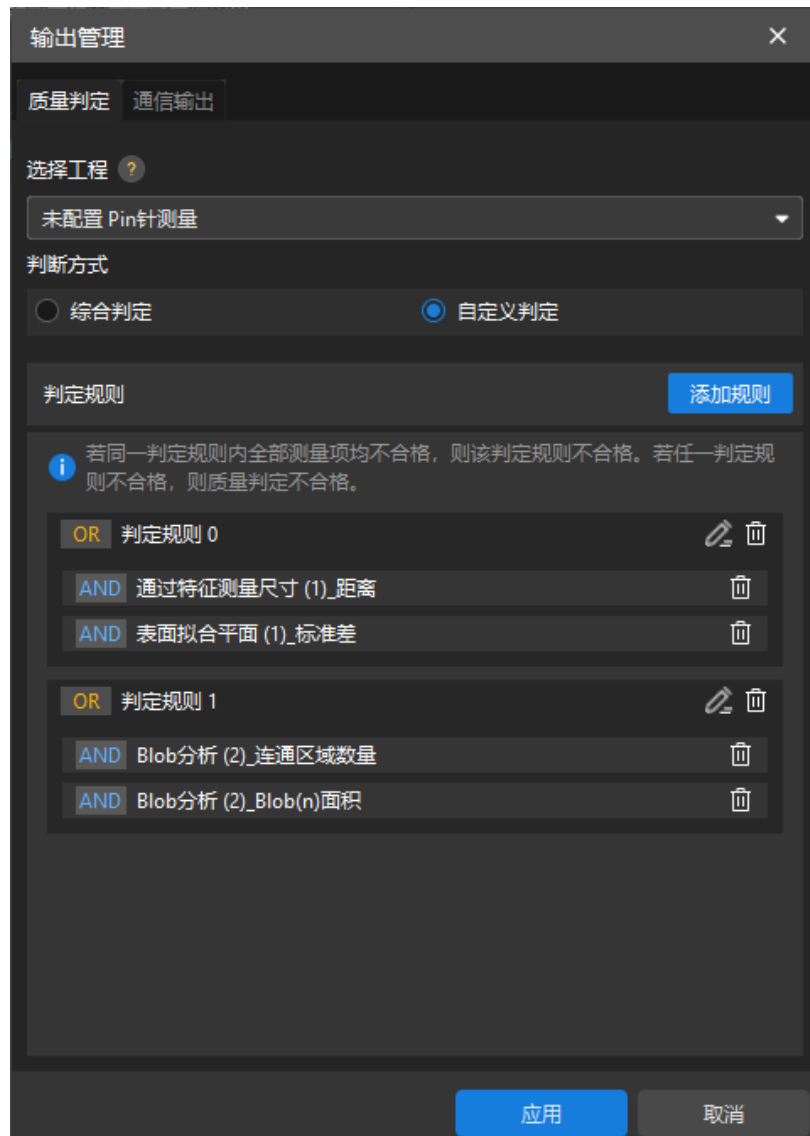





3. 在判定规则区域，单击[ 添加规则 ]按钮。
4. 在弹出的选择步骤及测量项对话框中，勾选需要的测量项，单击[ 确定 ]按钮。



5. 重复上两个步骤添加更多的判定规则，然后单击[应用]按钮。




要删除一个自定义判定规则，在**判定规则**区域，单击该自定义判定规则后的 ，然后单击[ **应用** ]按钮。



在一个工程中，一个测量项只能包含在一个自定义判定规则中。如果需要将一个测量项加入另一个自定义判定规则，需要先将该测量项从当前自定义判定规则中删除，然后再将其添加到另一个规则。

要从一个自定义判定规则删除一个测量项，在**判定规则**区域，单击该测量项后的 ，然后单击[ **应用** ]按钮。

要为一个自定义判定规则增加一个测量项，执行如下步骤：

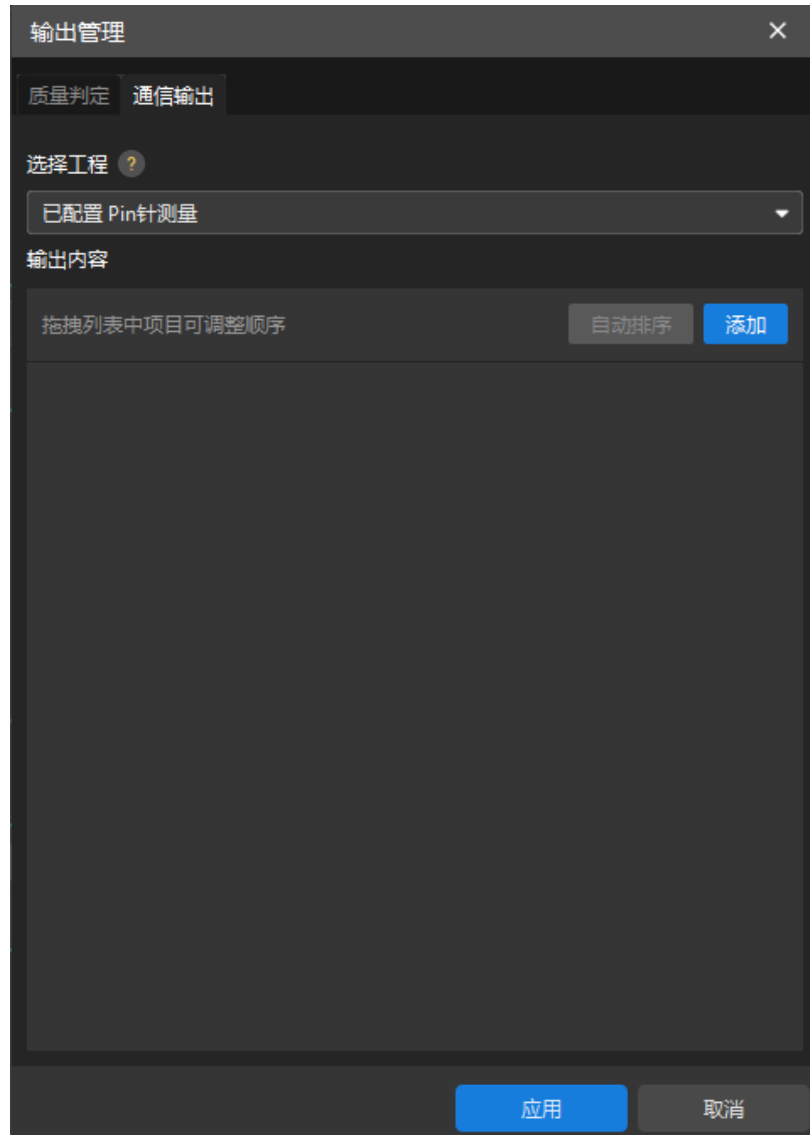
1. 在**判定规则**区域，单击该自定义判定规则后的 。
2. 在弹出的**选择步骤及测量项**对话框中，勾选需要添加的测量项，单击[ **确定** ]按钮。

3. 击[应用]按钮。

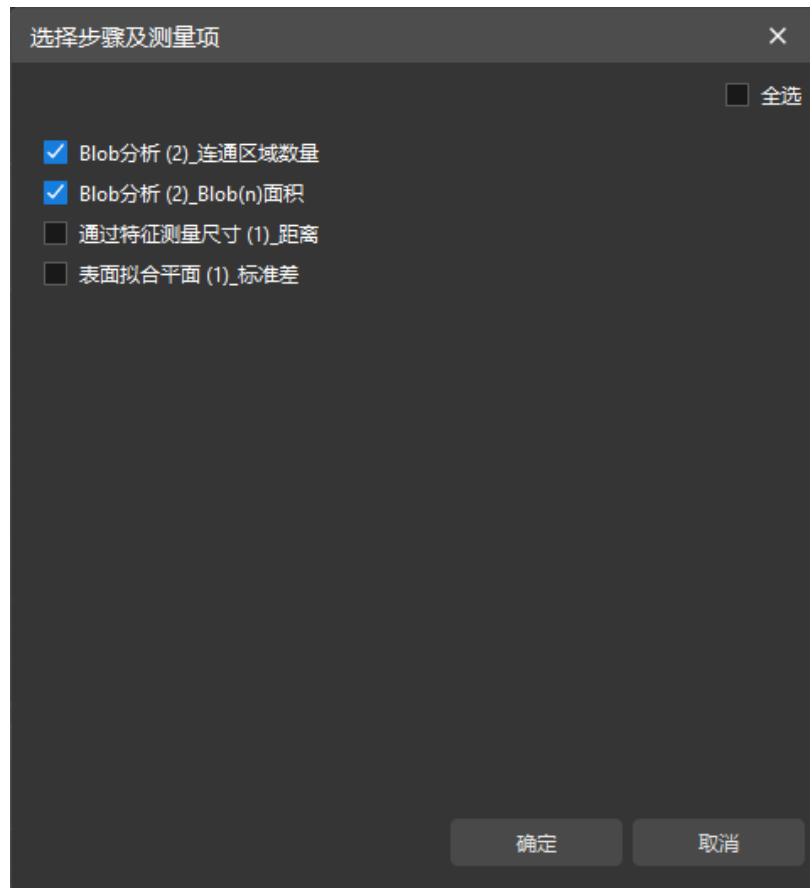
### 添加测量项到工程的输出内容

添加测量项到工程的输出内容，执行如下步骤：

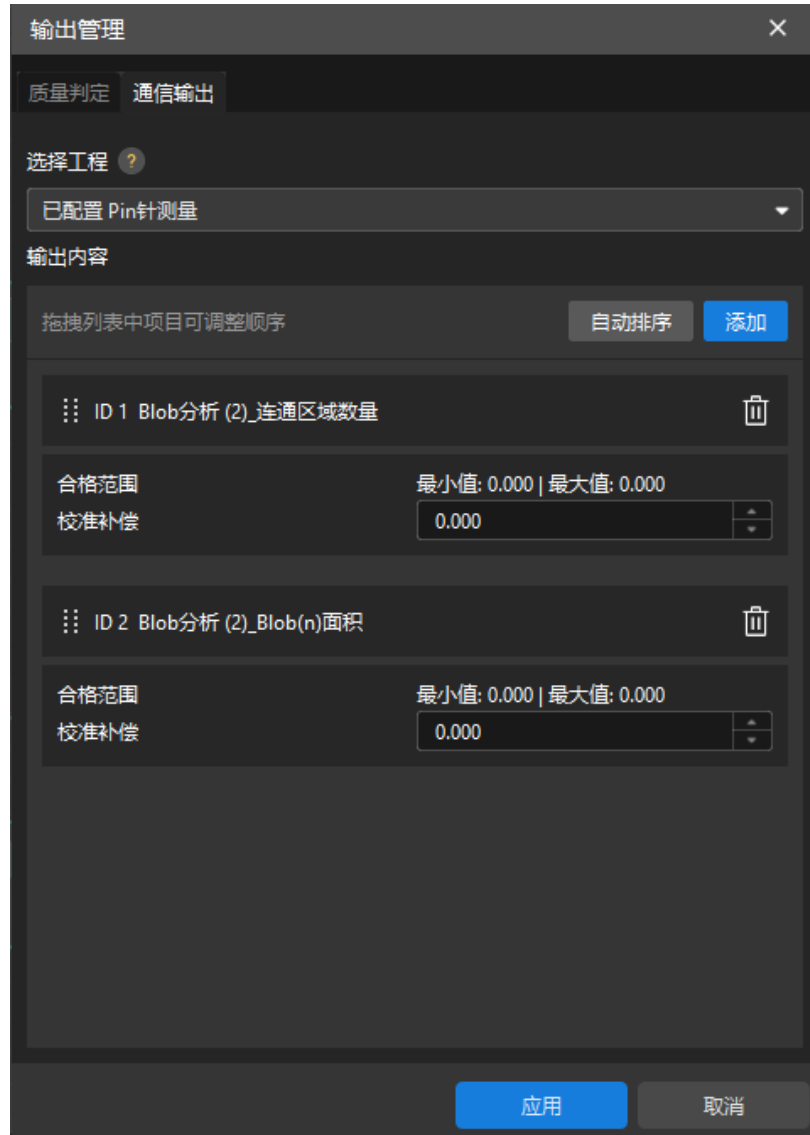
1. 在Mech-MSR软件的工具栏中，选择输出管理 > 通信输出。
2. 在通信输出选项卡中，将选择工程参数设置为所需的工程，然后单击输出内容区域的[添加]按钮。




3. 在弹出的选择步骤及测量项对话框中，勾选需要的测量项，单击[确定]按钮。



4. 在输出内容区域，根据实际需要设置测量项的**校准补偿**，然后单击[应用]按钮。



- 在**输出内容**区域中，测量项名称前的ID值为当前工程输出内容中该测量项的顺序。
- 为某测量项设置了**校准补偿**后，相关步骤的**结果输出**面板将会同时展示该测量项校准前和校准后的测量值。

如果要从工程的输出内容中删除一个测量项，在**输出内容**区域，单击该测量项后的 ，然后单击[**应用**]按钮。

#### 2.4.6. 通信配置操作指南

本节介绍通信配置相关的操作。

完成通信配置并开启通信服务后，你可以使用外部设备（如PLC）触发Mech-MSR工程运行并获取测量结果。

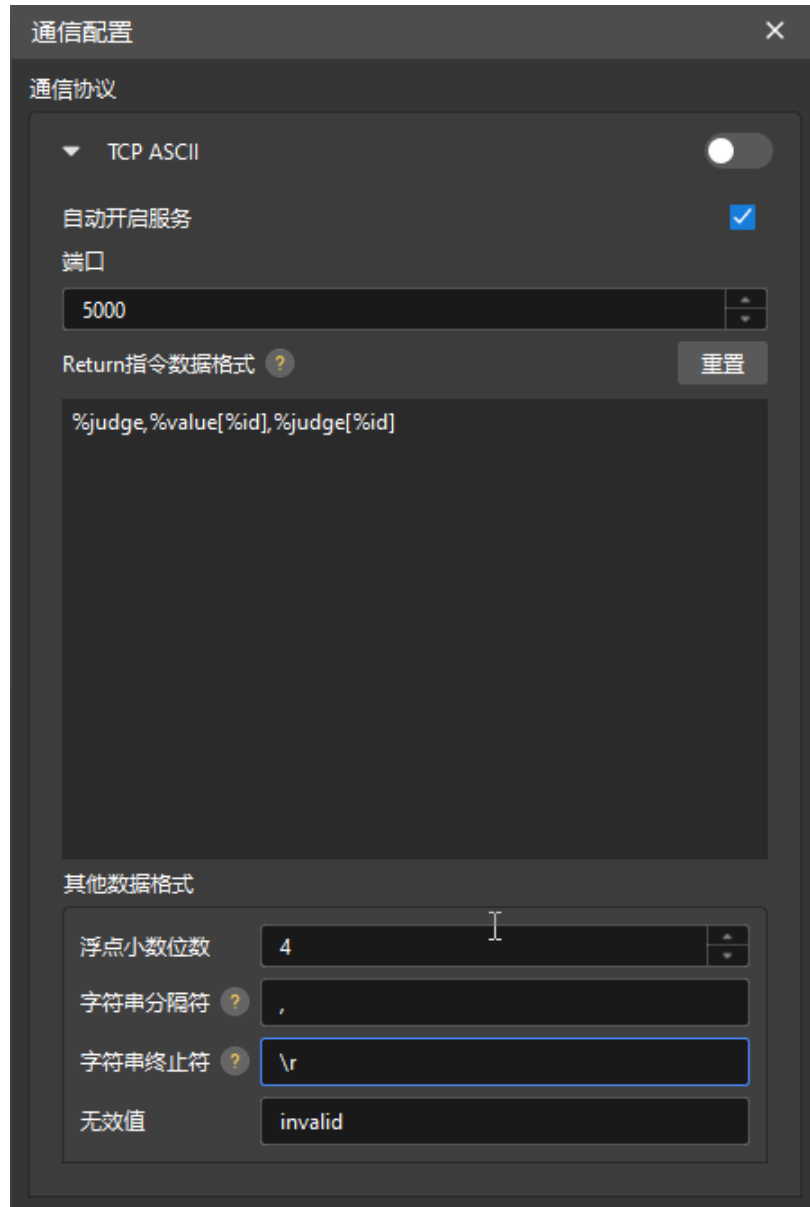
梅卡曼德3D测量系统支持与外部设备进行TCP ASCII通信。

## 配置TCP ASCII通信

要配置TCP ASCII通信，执行如下步骤：

1. 在Mech-MSR软件的工具栏中，单击**通信配置**。
2. （可选）在**通信配置**窗口，根据需要设置**端口**参数。

**端口**参数的默认值为5000。启用TCP ASCII通信服务后，软件将在指定的端口监听外部设备发送的TCP ASCII指令。



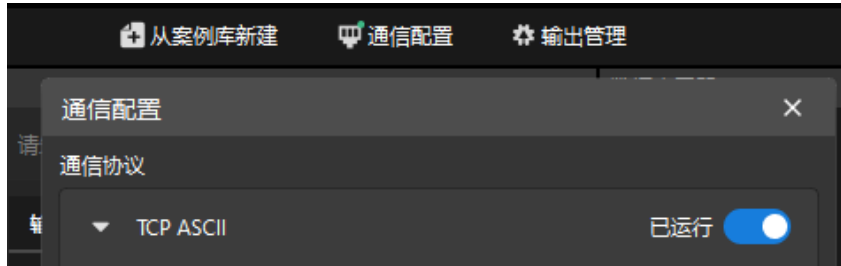
3. （可选）参考[Return指令数据格式设置说明](#)，设置**Return指令数据格式**参数。

**Return指令数据格式**参数用于定制软件对**return**指令的返回数据格式。

4. （可选）参考[其他数据格式设置说明](#)，设置其他数据格式。

5. (可选) 根据实际需求勾选**自动开启服务**选项。勾选后将每次软件启动时将自动开启TCP ASCII通信服务。
6. 单击  启动TCP ASCII通信服务。

TCP ASCII通信服务成功启动后，TCP ASCII的状态显示为“已运行”。



上述操作流程也可以用于修改TCP ASCII通信的配置。注意当前的通信配置修改仅对后续的命令请求生效。

## Return指令数据格式设置说明

**Return指令数据格式**参数用于定制软件对**return**指令的返回数据格式。

### 格式说明

Return指令的返回数据支持如下字段：

字段	说明
%time	输出图像采集时间，格式为：20200101010101100（2020年01月01日01时01分01秒100毫秒）。
%judge	输出工程的总体质量判定结果，0为OK，1为NG。
%value[#]	输出指定测量项的测量值。“#”应替换为具体测量项的ID。如果此处设置为1，则 <b>通信输出</b> 中ID为1的测量项的测量值。
%value[%id]	输出 <b>通信输出</b> 中已配置的所有测量项的测量值。
%judge[#]	输出指定测量项的判定结果，0为OK，1为NG。“#”应替换为具体测量项的ID。如果此处设置为1，则 <b>通信输出</b> 中ID为1的测量项的判定结果。
%judge[%id]	输出 <b>通信输出</b> 中已配置的所有测量项的判定结果。

### 配置示例

假设**通信输出**中配置了三个测量项，ID分别为1、2和3。

示例1	数据格式	%judge,%value[%id],%judge[%id]
	返回结果	0,100,0,200,0,300,0
	映射关系	%judge,%value[1],%judge[1],%value[2],%judge[2],%value[3],%judge[3]



示例2	数据格式	%judge, M%id, %value[%id], %judge[%id]
	返回结果	0,M1,100,0,M2,200,0,M3,300,0
	映射关系	%judge,M1,%value[1],%judge[1],M2,%value[2],%judge[2],M3,%value[3],%judge[3]
示例3	数据格式	%judge, V%value[%id], J%judge[%id]
	返回结果	0,V100,J0,V200,J0,V300,J0
	映射关系	%judge,V%value[1],J%judge[1],V%value[2],J%judge[2],V%value[3],J%judge[3]



示例2和3是添加字符前缀的示例。示例2中M%id会将输出字符M和测量项的ID拼接起来输出。示例3中V%value[%id]和J%judge[%id]会在输出的每个测量项的测量值和判定结果前加上字符V和J。

### 其他数据格式设置说明

参数	说明
浮点小数位数	指定软件输出测量值时保留的小数位数。默认为4，可选范围为0~20。
字符串分割符	指定TCP指令请求中数据间（指令名称与参数，以及参数与参数）的分割字符。默认为英文逗号（,），常用分割符有英文逗号和分号。
字符串终止符	指定指令的结束字符。默认为\r，常用终止符有\n、\r。
无效值	指定测量项无测量值或者无判定结果时的数据格式，默认值为invalid。

## 2.5. 步骤参考指南

本节介绍Mech-MSR步骤的参考信息。

为了更好地使用步骤，请在使用步骤前，先阅读：

- [步骤常用操作指南](#)
- [数据查看器说明](#)

### 步骤参考

请单击对应步骤链接，以查看步骤使用说明及其参数详解。

相机	<a href="#">3D线激光轮廓测量仪</a>
----	----------------------------

基本处理	提取表面轮廓线
	表面点过滤 (通过法向)
	轮廓线预处理
	表面预处理
通用定位	对齐
	Blob分析
几何定位	轮廓拟合线
	轮廓线拟合圆
	表面拟合平面
	定位轮廓线特征点
	定位表面特征点
基础测量	通过特征测量尺寸
	通过轮廓线特征测量尺寸
	通过表面特征测量尺寸
高级测量	测量轮廓线高度
	测量表面平面度
目标测量	测量表面圆孔
元步骤	数据提取
	合并数据
脚本引擎	使用Python计算结果

## 2.5.1. 相机

### 2.5.1.1. 3D线激光轮廓测量仪

#### 功能描述

“3D线激光轮廓测量仪”步骤一般作为测量工程的起始步骤，用来获取图像数据。可使用该步骤连接Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪（以下简称“轮廓测量仪”）获取数据，或在虚拟模式下读取已保存的数据。

#### 连接轮廓测量仪获取数据


#### 准备工作


1. 完成3D测量系统的硬件搭建。
2. 在Mech-Eye Viewer中完成相关设置：
  - a. 在Mech-Eye Viewer中 [连接轮廓测量仪](#)；
  - b. 在[轮廓模式](#)和[扫描模式](#)下调节参数并保存参数组。

-  支持Mech-Eye Viewer 2.3.1及以上版本。

## 操作流程

1. 将该步骤拖拽到工程编辑区。
2. 在参数栏**相机编号**下，单击[ **打开编辑器** ]，进入**选择相机及其标定参数组**页面。

 相机均指轮廓测量仪。

3. 在相机列表中找到要连接的相机，光标悬停该相机编号上，然后单击  连接相机。

  变成  后，表示相机连接成功。


4. 相机连接成功后，在**标定参数组**下拉列表中选择标定参数组，然后单击[ **确定** ]。参数栏将自动更新各项参数。
5. 运行该步骤即可连接到轮廓测量仪获取数据。


## 读取已经保存的数据

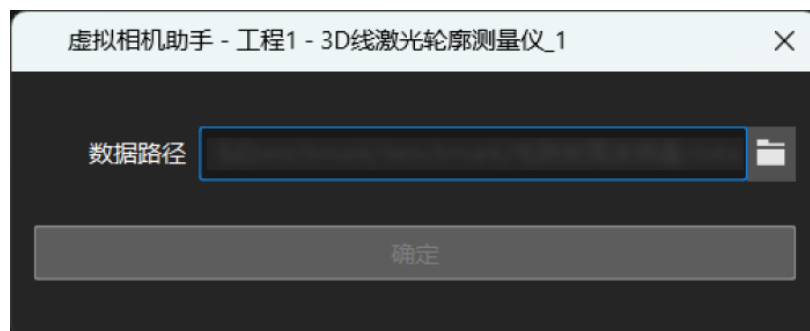
### 准备工作

使用轮廓测量仪采集并保存数据。相关操作请查看[采集与查看数据](#)和[保存数据](#)文档说明。

## 操作流程

1. 将该步骤拖拽到工程编辑区，并在**参数栏**中开启**虚拟模式**。
2. 单击**数据路径**参数下的 。
3. 在弹出的窗口中，浏览并选择存放数据的文件夹，然后单击[ **选择文件夹** ]。

 若选择的文件夹中无虚拟相机的有效数据，则会弹出**虚拟相机助手**的窗口，需手动选择包含虚拟相机MRAW文件的文件夹路径。注意需使用Mech-Eye Viewer 2.3.1或以上版本保存虚拟相机MRAW文件。



4. 运行该步骤即可读取已保存的数据。

## 参数说明

## 相机类型

参数解释：该参数用于选择想要使用的轮廓测量仪类型，当前只支持选择**LNXCamera**，即使用Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪。

## 基础设置

### 标定参数组

参数解释：所选轮廓测量仪使用的参数组。

### 配置参数组

参数解释：即在Mech-Eye Viewer中配置的参数组，轮廓测量仪将根据配置参数组中的参数采集数据。

### IP地址

参数解释：轮廓测量仪的IP地址。



连接轮廓测量仪后将自动填充该参数，请勿修改。修改后软件将与轮廓测量仪断开连接。

### 重连次数

参数解释：相机连接超时导致相机连接失败时，该参数用于指定重新尝试连接相机的最大次数。默认值为3。

## 触发设置

### 数据采集状态

参数解释：当**数据采集触发源为外部触发**时，该参数用于决定轮廓测量仪是否根据外部输入的触发信号进行数据采集。开启该参数后，轮廓测量仪将处于数据采集状态，此时无法修改参数组。

### 自动填充的参数

连接轮廓测量仪后，以下各项参数将根据实际情况自动填充，无法在Mech-MSR中更改。如需更改，请在Mech-Eye Viewer中连接对应轮廓测量仪后，在其参数区进行调整。

参数	解释	Mech-Eye Viewer中调节说明
数据采集触发源	触发一轮数据采集的方式，为 <b>外部触发</b> 或 <b>软触发</b> 。	查看 <a href="#">触发数据采集的方式</a> 了解详细说明。
行扫描触发源	触发扫描一行数据的方式，为 <b>编码器</b> 或 <b>固定频率</b> 。	查看 <a href="#">触发数据采集的方式</a> 了解详细说明。
扫描行数	生成一张强度图或深度图所需的轮廓线行数。	查看 <a href="#">扫描设置</a> 了解详细说明。
超时时间	数据采集的超时时间。触发数据采集后，如软件在设置的超时时间内没有接收到数据，将自动停止当前轮次的数据采集。	查看 <a href="#">超时时间</a> 了解详细说明。
Y轴分辨率	Y方向的分辨率，即目标物体运动方向上相邻两点之间的距离。	查看 <a href="#">点云分辨率</a> 了解详细说明。

参数	解释	Mech-Eye Viewer中调节说明
触发间隔	扫描一行数据所需的触发信号个数。仅当行扫描触发源为编码器时可见。	查看 <a href="#">触发设置</a> 了解详细说明。

## 虚拟设置（开启“虚拟模式”后可见）

### 播放模式

参数解释：该参数用于指定图像的读取模式。

值列表：

- 顺序播放：默认值，按文件夹中图像的顺序依次读取图像。
- 循环单张：重复读取当前图像。
- 循环所有：按顺序读取所有图像，当读取完最后一张时，再从头读取。
- 随机播放：随机读取图像。

调节说明：根据实际需求选择图像数据的读取模式。

### 当前播放帧

参数解释：该参数用于显示当前读取图像的编号或时间。

### 缓存设置



仅当数据采集触发源参数为**外部触发**时需设置此组参数。

### 最大缓存数据量

参数解释：该参数用于缓存的最大数据量。每扫描一次，缓存的数据可生成深度图、强度图和点云。超过该值时，可通过[缓存溢出处理策略](#)对缓存的数据进行处理，或手动清理缓存。

### 缓存溢出处理策略

参数解释：该参数用于选择缓存溢出时的处理策略。

值列表：删除最早采集的数据、暂停新数据的采集。

### 清理缓存

参数解释：该参数用于手动清理缓存的图像数据。

### 其他设置



不同设置下，该组参数显示不同，可对应查看解释。

### 使用编码器初始值

参数解释：开启后，将使用编码器初始值生成点云。

## 保存编码器值到JSON

参数解释：开启后，将保存编码器值到JSON文件中。

## 数据传输等待时间

参数解释：轮廓测量仪扫描完成后，将数据传输到Mech-MSR的时间。

## 心跳间隔

参数解释：轮廓测量仪发送心跳信号的时间间隔，以确保连接的稳定性和实时性。

## 2.5.2. 基本处理

### 2.5.2.1. 提取表面轮廓线

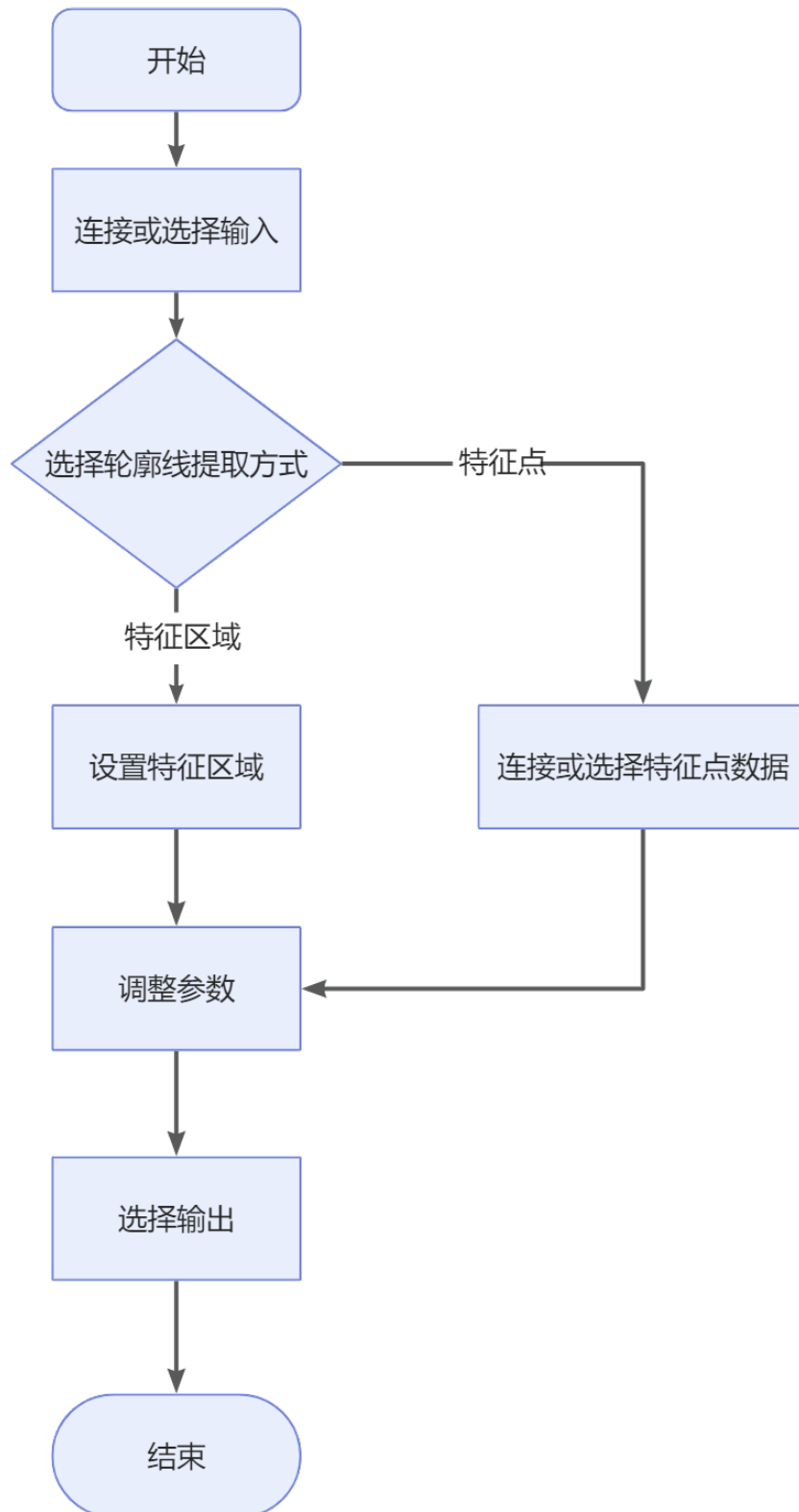
#### 功能描述

该步骤可从表面数据中提取出一条轮廓线。使用两个特征点的连线或者特征区域的中线形成与XOY平面垂直的截面，并提取出该截面与表面数据的交线，生成轮廓线。

从表面提取的交线朝向不定，但该步骤最终输出的轮廓线在XOZ平面上。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 选择**轮廓线提取方式**。
3. 设置**其他参数**。
4. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ► 展开该项，输入合格范围的**最小值和最大值**。

## 5. 运行步骤，并查看运行结果。

### 参数说明

#### 轮廓线提取方式

参数解释：从表面数据中截取轮廓线的方式。

值列表：特征区域、特征点

- **特征区域**：设置一个特征区域，特征区域中线所在垂直于XOY平面的截面与表面相交生成轮廓线。

特征区域的中线，为特征区域初始位下空间坐标系Y轴方向上两条边中点的连线。



查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。

- **特征点**：在表面上选取两个数据点作为特征点，两个特征点连线所在垂直于XOY平面的截面与表面相交生成轮廓线，轮廓线的端点为选定的两个特征点。

步骤将增加两个特征点输入端口，你需要完成对应端口的连接，或者在参数设置区**输入栏**下选择对应的输入数据。



特征点提供了精确的位置信息，可以直接指定交线的端点以形成垂直于表面的截面。当你已经明确知道端点位置时，使用特征点是比较合适的选择。

特征区域提供了一个更灵活的方法，可以自由定义截面的位置。当你希望从一个更广泛的区域中提取轮廓线，并且不需要指定端点时，使用特征区域可能更合适。

#### 平均轮廓线

参数解释：在垂直于特征区域中线或特征点连线方向上对数据点进行平均来生成轮廓线。

- **勾选**：
  - **轮廓线提取方式为特征区域**时，沿垂直于特征区域中线方向，在特征区域长度范围内计算数据点Z值的均值。经过平均后得到的数据点（可能为空）构成一条轮廓线。
  - **轮廓线提取方式为特征点**时，沿垂直于特征点连线方向，在**平均宽度**范围内计算数据点Z值的均值。经过平均后得到的数据点（可能为空）构成一条轮廓线。

这不仅考虑特征点连线或特征区域中线覆盖的数据点，还会考虑到其周围的数据点，从而更全面地描述区域的特征。

- **不勾选（默认）**：

不进行平均处理，直接使用交线上的每个原始数据点（可能为空）。软件将仅考虑特征点连线或特征区域中线覆盖的数据点，更多地反映局部特征。

#### 最小有效点数

参数解释：仅勾选**平均轮廓**后有效。该参数用于限定**平均宽度**或特征区域长度范围内的有效点



数占比。当有效点数实际占比低于该参数时，该处数据点将被判断为不存在。

当轮廓线上某些数据点被判断为不存在时，可能意味着该区域过于稀疏。

### 显示细节

参数解释：勾选此参数后，将在原始数据上显示生成的轮廓线。

### 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
轮廓线	生成的轮廓线。
起点X坐标	轮廓线起点坐标的X值。
终点X坐标	轮廓线终点坐标的X值。
起点Y坐标	轮廓线起点坐标的Y值。
终点Y坐标	轮廓线终点坐标的Y值。
旋转角度	提取的轮廓线绕Z轴旋转角度（与X轴的夹角）。

### 常见故障处理

#### 无效参数

序号	错误	可能原因	解决方案
1	“最小有效点数”参数设置不合理	“最小有效点数”未在0~1范围内。	重新调整“最小有效点数”，确保其在0~1范围内。

#### 无效输入

序号	错误	可能原因	解决方案
1	步骤输入项“特征点1”无效		检查并调整输入项“特征点1”，确保其为有效特征点。
2	步骤输入项“特征点2”无效		检查并调整输入项“特征点2”，确保其为有效特征点。

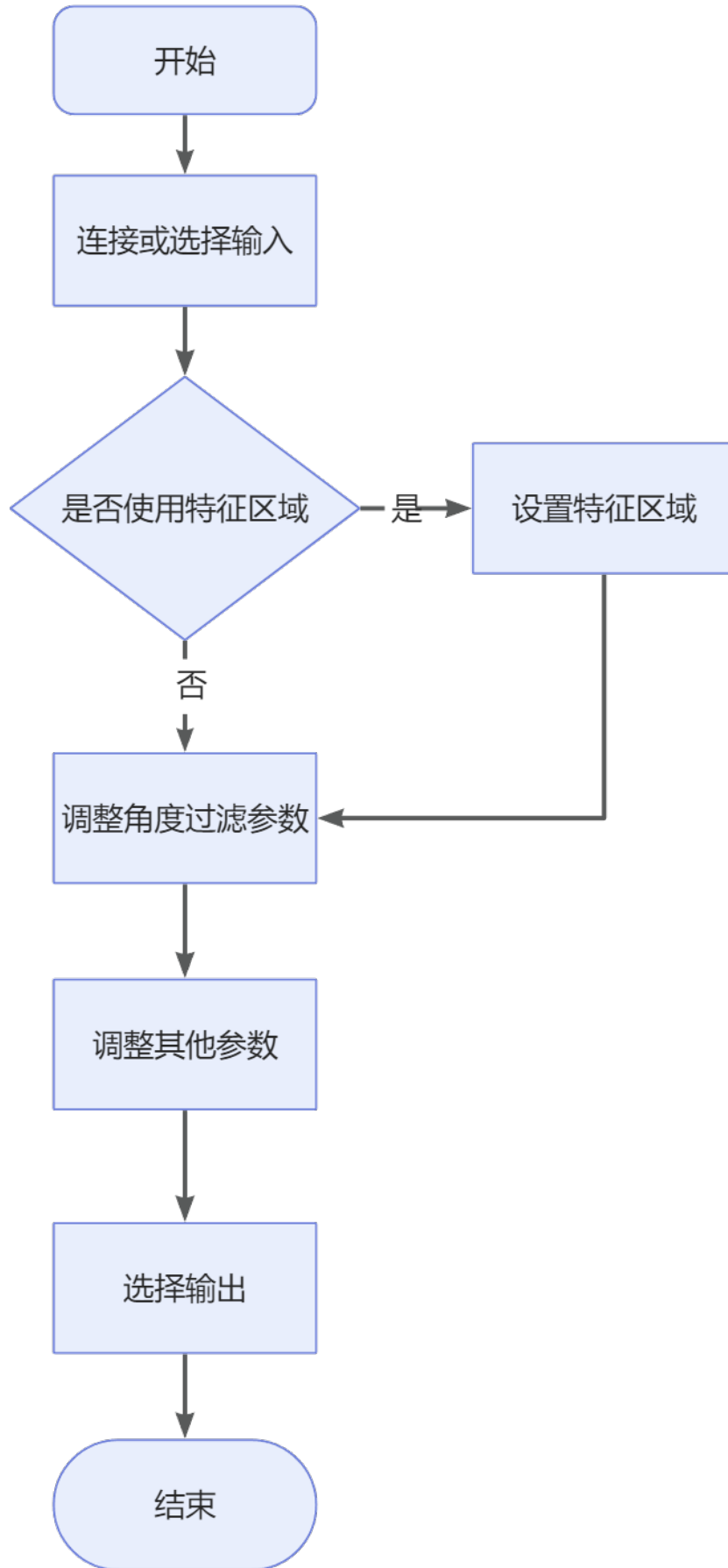
#### 2.5.2.2. 表面点过滤（通过法向）

## 功能描述

该步骤可基于法向量对表面进行点过滤，并进行平滑和去噪，以获得更优的表面。

## 使用说明

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 明确是否使用特征区域。详细说明请参考[使用特征区域](#)。
3. 调整角度过滤参数。
4. 调整其他参数。
5. 勾选输出项[深度图](#)（默认已勾选）。
6. [运行步骤](#)，并[查看运行结果](#)。

## 参数说明

### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制表面点过滤的区域，勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内或特征区域外的数据。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。

### 特征区域模式

参数解释：勾选[使用特征区域](#)后，该参数用于设置特征区域的模式，即用于选择对特征区域内的数据进行表面点过滤，还是对特征区域外的数据进行表面点过滤。

值列表：使用特征区域内数据、使用特征区域外数据

默认值：使用特征区域内数据

调节说明：如果想对特征区域内的数据进行表面点过滤，可选择[使用特征区域内数据](#)；如果想对特征区域外的数据进行表面点过滤，可选择[使用特征区域外数据](#)。



查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。

### 角度过滤相关参数

参数解释：

- **法向量最小角度**：法向量相对于Z轴的最小可接受角度。
- **法向量最大角度**：法向量相对于Z轴的最大可接受角度。
- **法向量投影后最小角度**：法向量在XOY平面上的投影，以Z轴为中心顺时针旋转，相对于X轴正方向的最小可接受角度。
- **法向量投影后最大角度**：法向量在XOY平面上的投影，以Z轴为中心顺时针旋转，相对于X轴正方向的最大可接受角度。

[filter surface points by normals angle filter] | [filter-surface-points-by-normals/filter-surface-points-by-normals-angle-filter.png](#)

如上图所示，OA为法向量，OB为法向量在XOY平面上的投影， $\angle a$ 为法向量角度， $\angle b$ 为法向

量投影角度。

参数**法向量投影后最小/最大角度**和**法向量最小/最大角度**规定了法向量的角度过滤范围。如果某个数据点的法向量角度或法向量投影后的角度在此范围之外，则该数据点将被过滤掉。

### 噪声去除等级

参数解释：计算法向量时可能会带来噪声，需依据对噪声的容忍程度选择去噪等级。

值列表：不去除、轻度、中度、重度

默认值：不去除

### 平滑大小

参数解释：滤波窗口的大小。

在过滤法向量之前对表面数据进行均值滤波，以避免噪声引起的法向量突变。默认值为1。

### 法向量计算

#### 法向量计算邻域半径

参数解释：该参数用于对表面进行处理，在设置的邻域半径的圆内的点会被用于计算法向量。单位为毫米（mm）。

默认值：1.000mm

#### 法向量计算核心半径

参数解释：该参数用于用于对深度图进行处理，在以核心半径的两倍为边长的正方形内的点会被用于计算法向量。单位为像素（pixel）。

默认值：1pixels

### 输出说明

该步骤的输出为经过处理的深度图，可作为其他步骤的输入。

### 常见故障处理

#### 无效参数

序号	错误	可能原因	解决方案
1	“平滑大小”设置不合理	“平滑大小”小于1。	重新设置“平滑大小”，确保其大于1。
2	“法向量角度”设置不合理	“法向量角度”未在0°~90°范围内。	重新设置“法向量角度”，确保其在0°~90°范围内。

序号	错误	可能原因	解决方案
3	“法向量投影后角度”设置不合理	“法向量投影后角度”未在0°~360°范围内。	重新设置“法向量投影后角度”，确保其在0°~360°范围内。
4	“法向量计算邻域半径”设置不合理	“法向量计算邻域半径”未大于0。	重新设置“法向量计算邻域半径”，确保其大于0。
5	“法向量计算核心半径”设置不合理	“法向量计算核心半径”未大于0。	重新设置“法向量计算核心半径”，并确保其大于0。

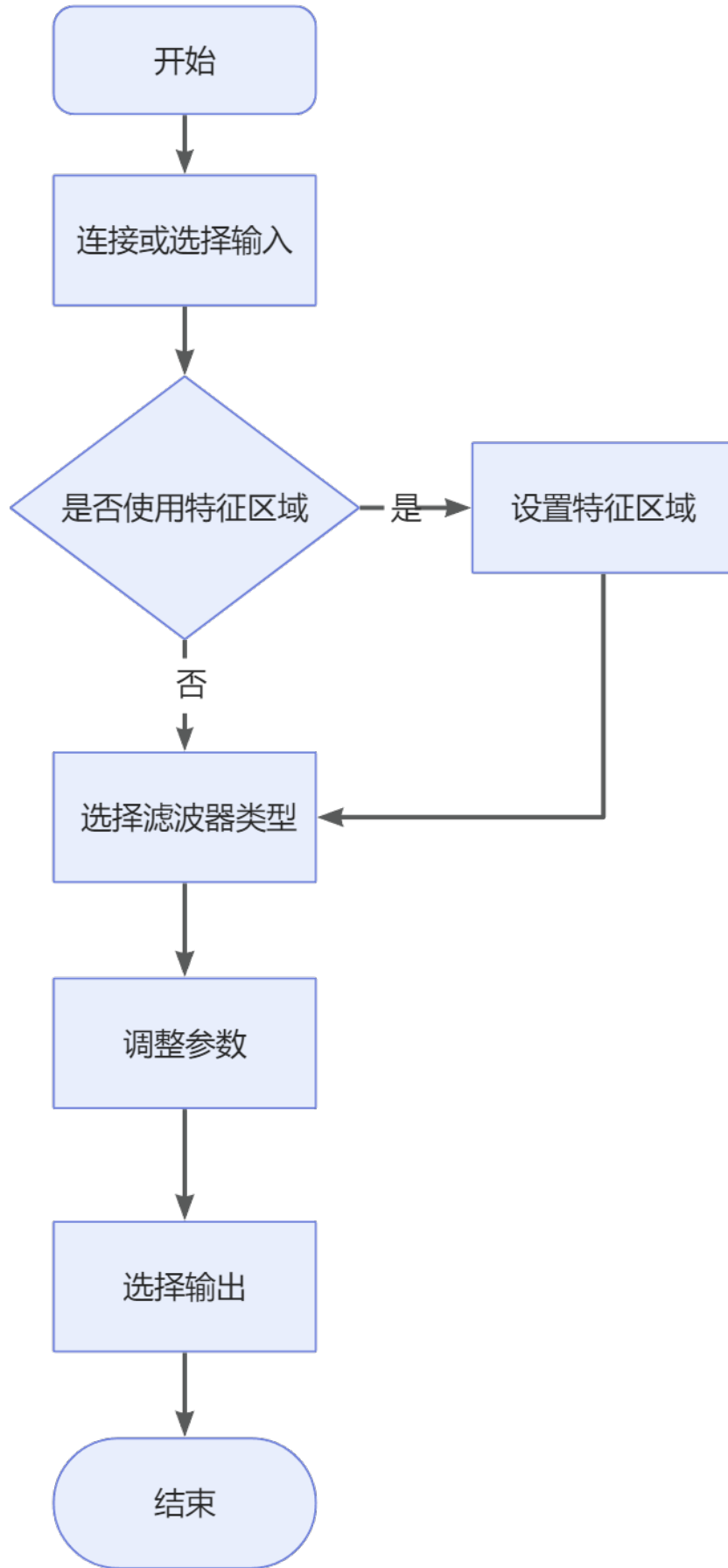
### 2.5.2.3. 轮廓线预处理

#### 功能描述

该步骤可通过特定的滤波方法，如高斯滤波、中值滤波、均值滤波等，对轮廓线进行预处理，以获得更优的轮廓线。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 明确是否使用特征区域。详细说明请参考[使用特征区域](#)。
3. 选择滤波器类型，并设置滤波参数。各滤波器说明参考[滤波器类型](#)。
4. 勾选输出项**轮廓线**（默认已勾选）。
5. [运行步骤](#)，并查看运行结果。

## 参数说明

### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制表面预处理的区域，勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内或特征区域外的数据。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。



查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。

### 滤波器类型

参数解释：该参数用于选择对轮廓线预处理的滤波器类型。

值列表：均值滤波、高斯滤波、中值滤波、空缺填充、降采样。

#### • 均值滤波

均值滤波器可通过对图像中像素的邻域进行计算，用计算得到的平均值来代替原图像中的像素值，从而达到平滑图像的效果。

##### ◦ 滤波窗口X方向大小

参数解释：在X轴方向上滤波窗口内点的数量。这个参数决定了在进行均值滤波时，沿着X轴方向上考虑多少个相邻数据点。

调节说明：窗口尺寸越大，平滑程度越高，但也可能导致细节丢失。

#### • 高斯滤波

高斯滤波用于消除轮廓线中的噪声，使轮廓线变得更加平滑，而不丢失主要细节。

##### ◦ 滤波窗口X方向大小

参数解释：在X轴方向上滤波窗口内点的数量。这个参数决定了在进行高斯滤波时，沿着X轴方向上考虑多少个相邻数据点。

##### ◦ 标准差



标准差用于控制高斯分布的形状。标准差越大，高斯分布曲线越平缓，平滑效果越好。

- **中值滤波**

中值滤波用于平滑轮廓线，使轮廓线更清晰，去掉不必要的波动和杂乱的点。

- 滤波窗口X方向大小

参数解释：在X轴方向上滤波窗口内点的数量。这个参数决定了在进行中值滤波时，沿着X轴方向上考虑多少个相邻数据点。

调节说明：窗口尺寸越大，滤波的效果越显著，减少的噪点越多，但计算时间也将更长。

- **空缺填充**

空缺填充可在指定窗口中使用缺口端点的最大、最小Z值或相邻值之间的线性插值来填充缺失的数据。

- 空缺填充方法

方法	说明
最小Z点填充	使用缺口端点的最小Z值来填充空缺。
最大Z点填充	使用缺口端点的最大Z值来填充空缺。
线性插值填充	使用缺口端点的Z值进行线性插值来填充空缺。

- 滤波窗口X方向大小

参数解释：在X轴方向上最大缺口宽度，只有小于或等于该宽度的缺口才会被填充。

调节说明：空缺填充可能使物体边缘等深度变化大的特征失真，需根据所需填充的空缺大小进行调节。

- **降采样**

降采样可减小图像的尺寸或分辨率。在降采样过程中，原始图像中的一部分像素会被丢弃或合并，以生成一个较小的图像。

- 滤波窗口X方向大小

参数解释：在X轴方向上的采样间隔。如果将**滤波窗口X方向大小**设置为2，该滤波器会从轮廓线的最左端开始，以2为步长向右选择数据点。

## 输出说明

该步骤的输出为经过处理的轮廓线，可作为其他步骤的输入。

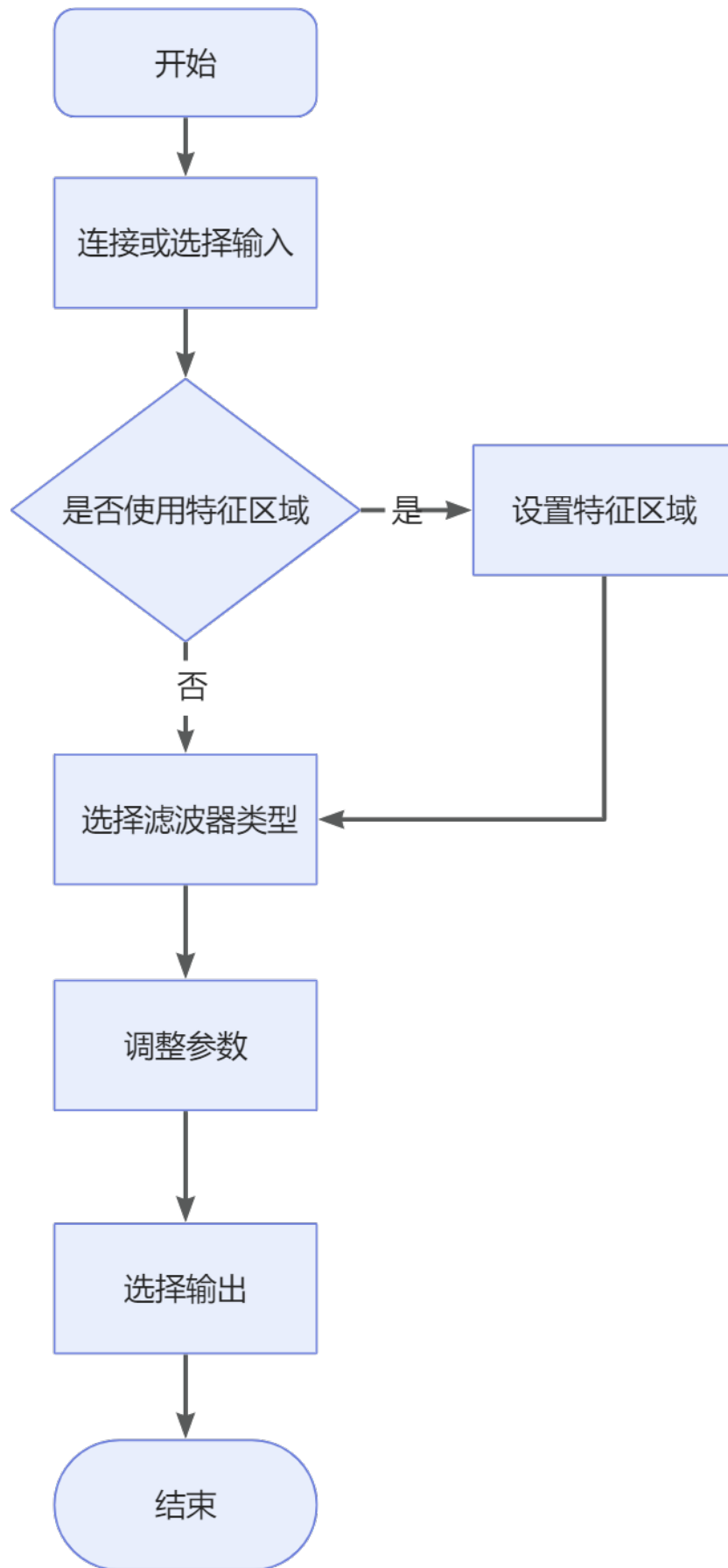
#### 2.5.2.4. 表面预处理

##### 功能描述

该步骤可通过特定的滤波器对表面进行预处理，以获得更优的表面。

##### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 明确是否使用特征区域，并选择**滤波器类型**，设置滤波参数。
3. 勾选输出项**深度图**（默认已勾选）。
4. [运行步骤](#)，并查看运行结果。

## 参数说明

### 显示高级滤波器

参数解释：勾选该参数后，滤波器类型参数下拉栏中除了显示标准过滤器，还会显示高级过滤器。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。

### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制表面预处理的区域，勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内或特征区域外的数据。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。

### 特征区域模式

参数解释：勾选使用特征区域后，该参数用于设置特征区域的模式，即用于选择对特征区域内的数据进行预处理，还是对特征区域外的数据进行预处理。

值列表：使用特征区域内数据、使用特征区域外数据

默认值：使用特征区域内数据

调节说明：如果想对特征区域内的数据进行预处理，可选择**使用特征区域内数据**；如果想对特征区域外的数据进行预处理，可选择**使用特征区域外数据**。



查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。

### 保留未过滤数据

参数解释：勾选该参数后，未过滤的数据也会保留在输出中。

默认值：不勾选

### 滤波器类型

参数解释：该参数用于选择对特征区域预处理的滤波器类型。

值列表：各滤波器列举如下，关于各滤波器的详细介绍可参考[滤波器类型介绍](#)。

- 标准滤波器：空缺填充、均值滤波、中值滤波、降采样
- 高级滤波器：膨胀、腐蚀、开运算、闭运算、形态梯度、高斯滤波、Sobel、Laplacian、负片、直方图均衡化、二值化、百分位、相对阈值、裁剪

默认值：空缺填充

调节建议：需根据实际需求和数据特性选择滤波器，具体建议如下。

建议	说明
了解数据特性	熟悉原始数据，了解其中存在的噪声类型以及需要进行的数据处理任务。
查看滤波器列表	深入了解可用的滤波器列表。不同的滤波器适用于不同的情况，例如均值滤波用于平滑，中值滤波用于去除噪声等。
确定处理目标	选择滤波器时需考虑处理目标，例如降低噪声、平滑曲线、突出某些特定特征等。
试验和比较	尝试使用多个滤波器对输入数据进行处理，并比较各个滤波器的效果，观察滤波后的数据在保留特征的同时是否能够满足处理目标。
逐步调整参数	逐步调整滤波器相关参数，以找到最佳的处理效果。
注意过滤效果	注意各个滤波器对数据的影响。有些滤波器可能会引入一些变化，因此在选择滤波器时需注意不会丢失重要信息。

## 输出说明

该步骤的输出为经过处理的深度图，可作为其他步骤的输入。

## 附录

### 滤波器类型介绍

- **空缺填充：**

空缺填充可在指定窗口中使用缺口端点的最大、最小Z值或相邻值之间的线性插值来填充缺失的数据。

参数	参数解释
空缺填充方法	该参数用于选择空缺填充的方法。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 最小Z点填充：使用缺口端点的最小Z值来进行空缺填充。</li> <li>• 最大Z点填充：使用缺口端点的最大Z值来进行空缺填充。</li> <li>• 线性插值填充：使用缺口端点的Z值的线性插值来进行空缺填充。</li> </ul>
X方向滤波	该参数用于决定是否在X方向上进行滤波。

参数	参数解释
滤波窗口X方向大小	该参数表示X方向滤波时的窗口大小。
Y方向滤波	该参数用于决定是否在Y方向上进行滤波。
滤波窗口Y方向大小	该参数表示Y方向滤波时的窗口大小。

- **均值滤波：**

均值滤波器可通过对图像中像素的邻域进行计算，用计算得到的平均值来代替原图像中的像素值，从而达到平滑图像的效果。

参数	参数解释
X方向滤波	该参数用于决定是否在X方向上进行滤波。
滤波窗口X方向大小	该参数表示X方向滤波时的窗口大小。
Y方向滤波	该参数用于决定是否在Y方向上进行滤波。
滤波窗口Y方向大小	该参数表示Y方向滤波时的窗口大小。

- **中值滤波：**

中值滤波器可减少图像中的噪声，尤其是椒盐噪声。其原理是将图像中某一点的值用该点的一个邻域中各点值的中值来替代，从而使周围的像素值接近真实值，消除孤立的噪声点。

参数	参数解释
X方向滤波	该参数用于决定是否在X方向上进行滤波。
滤波窗口X方向大小	该参数表示X方向滤波时的窗口大小。
Y方向滤波	该参数用于决定是否在Y方向上进行滤波。
滤波窗口Y方向大小	该参数表示Y方向滤波时的窗口大小。

- **降采样：**

降采样可降低图像分辨率。在降采样过程中，原始图像中的一部分像素会被丢弃。

当选择该类型滤波器后，将无法在对特征区域进行预处理的过程中保留特征区域外的数据，即无法勾选**保留未过滤数据**参数。

参数	参数解释
X方向滤波	该参数用于决定是否在X方向上进行滤波。
滤波窗口X方向大小	该参数表示X方向滤波时的窗口大小。
Y方向滤波	该参数用于决定是否在Y方向上进行滤波。
滤波窗口Y方向大小	该参数表示Y方向滤波时的窗口大小。

- **膨胀：**

该类型滤波器可用于滤除小的孔洞和平滑物体边缘，使图像更加完整。

需注意，膨胀操作可能会导致图像中的噪声被放大。所以，对图像进行膨胀操作时，需设置合适的核大小和对称性，以确保膨胀操作能够达到预期效果。

参数	参数解释
核大小	该参数用于设置膨胀过程中核的大小。
对称性	该参数用于设置膨胀的方式。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水平对称：膨胀核在水平方向上对图像进行膨胀。</li> <li>• 垂直对称：膨胀核在垂直方向上对图像进行膨胀。</li> <li>• 中心对称：膨胀核为正方形，对图像进行膨胀。</li> </ul>

- **腐蚀：**

该类型滤波器可用于消除图像中的小物体或噪点，使图像更加清晰。

需注意，腐蚀操作可能会导致图像细节丢失，所以，对图像进行腐蚀操作时，需设置合适的核大小和对称性。

参数	参数解释
核大小	该参数用于设置腐蚀过程中核的大小。
对称性	该参数用于设置腐蚀的方式。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水平对称：腐蚀核在水平方向上对图像进行腐蚀。</li> <li>• 垂直对称：腐蚀核在垂直方向上对图像进行腐蚀。</li> <li>• 中心对称：腐蚀核为正方形，对图像进行腐蚀。</li> </ul>

- **开运算：**

开运算由腐蚀和膨胀组合而成，先对图像进行腐蚀，再进行膨胀。该类型滤波器可用于消除图像中细节部分的噪声，同时保留图像的主要特征。

参数	参数解释
核大小	该参数用于设置腐蚀和膨胀过程中核的大小。

- **闭运算：**

闭运算由膨胀和腐蚀组合而成，先对图像进行膨胀，再进行腐蚀。该类型滤波器可用于填充物体内细小空洞并平滑边界，同时并不明显改变其面积。其次，闭运算可有效改善由于噪声影响而导致的物体边缘不平滑的问题。

参数	参数解释
核大小	该参数用于设置膨胀和腐蚀过程中核的大小。

- **形态梯度：**

形态梯度是图像形态学处理中的一种操作，可通过图像的膨胀和腐蚀之间的差异来突出图像中的边缘信息。该类型滤波器可用于增强图像中物体的边界，使图像中物体的边界更加突出。

参数	参数解释
核大小	该参数用于设置膨胀和腐蚀过程中核的大小。

- **高斯滤波：**

高斯滤波可消除图像中的一定程度的噪声。该类型滤波器可用于有效平滑图像，同时保留图像的边缘和细节，因此常用于图像平滑、去除高频噪声以及边缘检测前的预处理。

参数	参数解释
核大小	该参数用于设置平滑图像过程中的核的大小。

- **Sobel：**

Sobel能够在像素周围的一定范围内进行运算，常用于图像边缘检测。

参数	参数解释
核大小	该参数用于设置边缘检测过程中核的大小。
对称性	该参数用于设置边缘检测的方式。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水平对称：滤波核在水平方向上对图像进行边缘检测。</li> <li>• 垂直对称：滤波核在垂直方向上对图像进行边缘检测。</li> <li>• 中心对称：滤波核为正方形，对图像进行边缘检测。</li> </ul>
最小阈值	滤波后，Z值大于该阈值的点会被认为是边缘点。
最大阈值	将滤波后的点的Z值限制在该阈值以下（包括该阈值）。

- **Laplacian：**

Laplacian可有效检测图像中的边缘和灰度突变区域。

参数	参数解释
核大小	该参数用于设置边缘检测过程中核的大小。
最小阈值	滤波后，Z值大于该阈值的点会被认为是边缘点。
最大阈值	该参数用于将滤波后的点的Z值限制在该阈值以下（包括该阈值）。

- **负片：**

在图像处理过程中，可对图像的每个像素进行色彩反转处理，以得到类似负片的视觉效果。

- **直方图均衡化：**

直方图均衡化是一种增强图像对比度的方法，可增强图像的局部对比度，同时不影响整体对比度。



参数	参数解释
最小阈值	该参数用于将滤波后的点归一化到[最小阈值, 最大阈值]范围内。
最大阈值	该参数用于将滤波后的点归一化到[最小阈值, 最大阈值]范围内。

- **二值化:**

该类型滤波器可将灰度图的各像素值设置为自定义的两个值。若自定义的两个值为0和255，大于或等于指定的深度阈值的像素被设置为255（白色），而小于该阈值的像素被设置为0（黑色）。

参数	参数解释
最小阈值	该参数用于将像素值小于等于“深度阈值”的像素设为该值。
最大阈值	该参数用于将像素值大于等于“深度阈值”的像素设为该值。
深度阈值	像素值小于“最小/大阈值”的像素将被设为“最小/大阈值”。

- **百分位:**

根据深度值对特征区域内的点进行排序后，每个点拥有各自的百分位，然后通过设置**低阈值百分位**和**高阈值百分位**，可去除不符合要求的点。该类型滤波器可用于分析和处理图像数据，进一步提取有用的信息或改善图像的质量。

参数	参数解释
低阈值百分位	百分位位于[低阈值百分位, 高阈值百分位]范围内的点将被保留。
高阈值百分位	百分位位于[低阈值百分位, 高阈值百分位]范围内的点将被保留。

- **相对阈值:**

根据指定的最小和最大高度，设置特征区域相对于参考区域的高度。

参数	参数解释
低阈值	Z值在[低阈值, 高阈值]范围内的点会被保留。
高阈值	Z值在[低阈值, 高阈值]范围内的点会被保留。

- **裁剪:**

该类型滤波器可去除特征区域内不符合要求的数据。

## 常见故障处理

### 无效类型

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
1	选择的滤波器类型无效	选择的滤波器类型无效，无法进行滤波。	未选择有效的滤波器类型。	在参数下拉列表中重新选择滤波器类型。

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
2	选择的空缺填充方法无效	当滤波器类型为“空缺填充”时，选择的空缺填充方法无效。	未选择有效的空缺填充方法。	在参数下拉列表中重新选择空缺填充方法。

### 无效参数

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
1	用于滤波的“核大小”设置不合理	选择滤波器后，用于滤波的“核大小”设置不合理。	“核大小”未大于0。	重新调整“核大小”，确保其大于0。
2	“滤波窗口X/Y方向大小”设置不合理	当滤波器类型为“空缺填充”时，“滤波窗口X/Y方向大小”设置不合理。	“滤波窗口X/Y方向大小”未大于0。	重新调整“滤波窗口X/Y方向大小”，确保其大于0。
3	阈值设置错误	当滤波器类型为“相对阈值”时，阈值设置错误。	“低阈值”未小于“高阈值”，或未在0~1范围内。	重新调整阈值，确保“低阈值”小于“高阈值”，并确保“高/低阈值”均在0~1范围内。

## 2.5.3. 通用定位

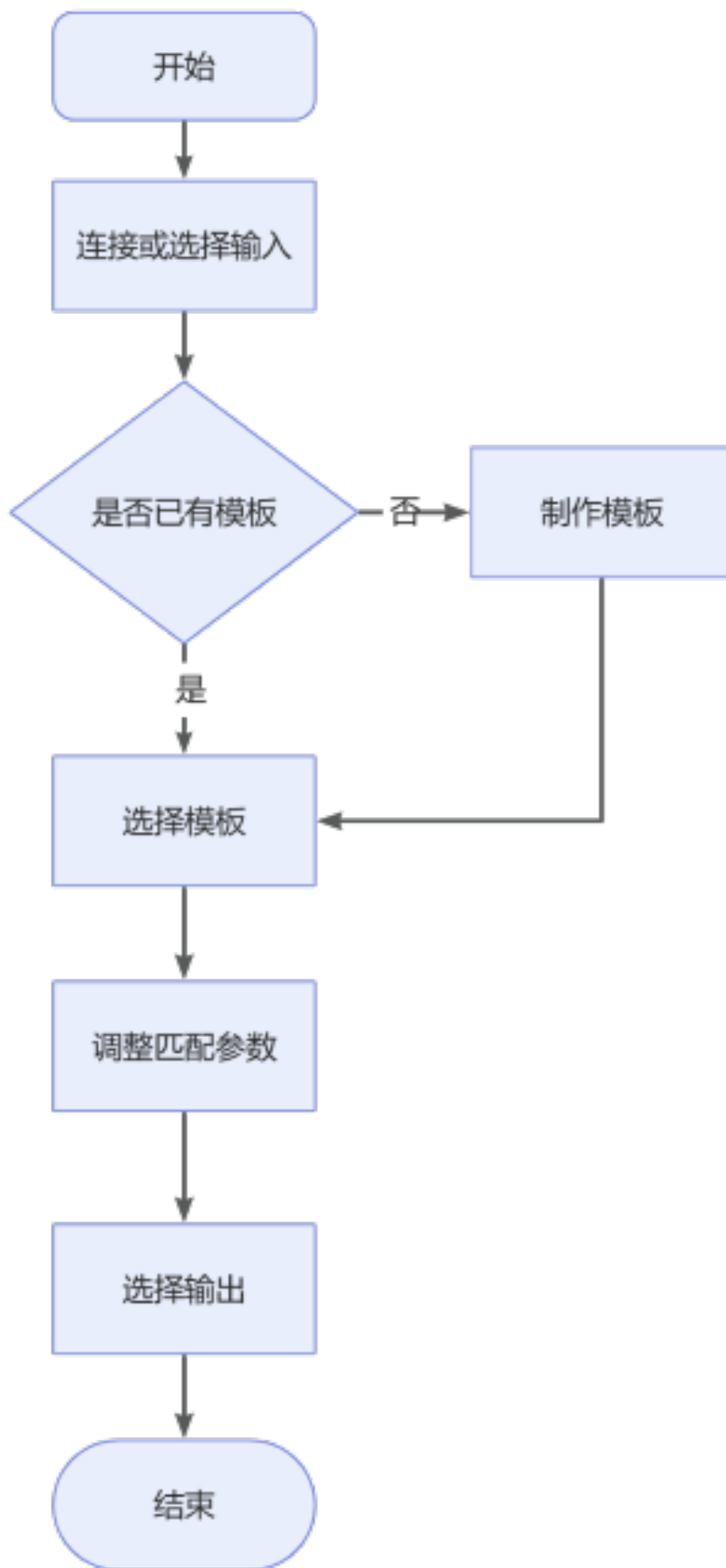
### 2.5.3.1. 对齐

#### 功能描述

该步骤可将输入图像与模板进行匹配，调整输入图像的尺度、旋转或平移，使其与模板的状态一致。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 制作并选择模板。制作模板请参考[2D匹配模板编辑器使用说明](#)。
3. 设置匹配参数。
4. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ▶ 展开该项，输入合格范围的**最小值和最大值**。
5. [运行步骤](#)，并查看运行结果。

## 参数说明

### 使用强度图

参数解释：该参数用于选择是否使用强度图。勾选该参数后，该步骤将增加强度图输入端口。

默认值：不勾选。

### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制算法处理的区域，勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内的数据。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。



查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。

## 模板设置

### 选择模板

参数解释：该参数用于设置用于匹配的模板。

调节说明：单击[ [编辑模板](#) ]打开2D模板编辑器，在此工具中编辑用于对齐的模板。设置完成并保存模板后，单击[ ▼ ]在下拉菜单中选择模板。请参考[2D匹配模板编辑器使用说明](#)了解如何使用2D匹配模板编辑器。

## 匹配设置

### 金字塔级别

参数解释：该参数表示从哪一层金字塔开始向下进行模板匹配。

调节说明：应根据目标的大小和图像的分辨率来选择金字塔级别。一般情况下，对于较大的目标和较高分辨率的图像，需选择更高的金字塔级别。

### 匹配分数阈值

参数解释：该参数用于确定匹配结果是否有效，匹配分数小于该阈值的结果将被丢弃。

默认值：50.0

### 填充像素数上限阈值

参数解释：该参数用于设置像素填充数量的上限。

默认值：0

调节说明：当待匹配物体有一部分在图像外时，需设置该参数。若匹配后模板在图像外的像素数高于该值，则认为未匹配成功。

### 重叠比例上限阈值

参数解释：当两个匹配结果重叠时，该参数用于设置重叠比例上限。当重叠比例大于该值时，将保留匹配分数较高的匹配结果，丢弃匹配分数较低的匹配结果。

默认值：0.40

### 跳过最底层

参数解释：匹配过程中，该参数用于决定是否忽略算法中金字塔最底层。勾选该参数后，可提升匹配速度。

默认值：勾选。

### 区块灰度值下限阈值

参数解释：该参数用于优化策略。设置该参数后，匹配将在图像灰度值大于该值的区域内进行。

默认值：10

### 区块灰度值上限阈值

参数解释：该参数用于优化策略。设置该参数后，匹配将在图像灰度值小于该值的区域内进行。

默认值：255

## 修正设置

### 使用非刚性的精匹配

参数解释：勾选该参数后，将使用非刚性位姿对匹配结果进行精确修正。该功能用于存在物体变形的场景。

默认值：勾选。

### 搜索半径

参数解释：该参数用于设置位姿修正过程中寻找对应点时的半径。

默认值：10

调节建议：当匹配效果较差时，可适当增加该值。

### 边缘提取下限阈值

参数解释：该参数用于位姿修正时提取边缘像素。该值越低，越多的像素被认为是边缘像素。

默认值：30

### 边缘提取上限阈值

参数解释：该参数用于位姿修正时提取边缘像素。该值越高，越少的像素被认为是边缘像素。

默认值：60

### 模板降采样步长

参数解释：该参数用于设置模板降采样时的步长，用于匹配提速。该值越大，位姿精修正可能越快，但匹配结果准确度可能越低。

默认值：1

### 图像降采样步长

参数解释：该参数用于设置图像降采样时的步长，用于匹配提速。该值越大，位姿精修正可能越快，但匹配结果准确度可能越低。

默认值：1

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
对齐后的图像	经过对齐处理后的深度图。
置信度	通常指匹配结果的可信度或匹配的准确程度。

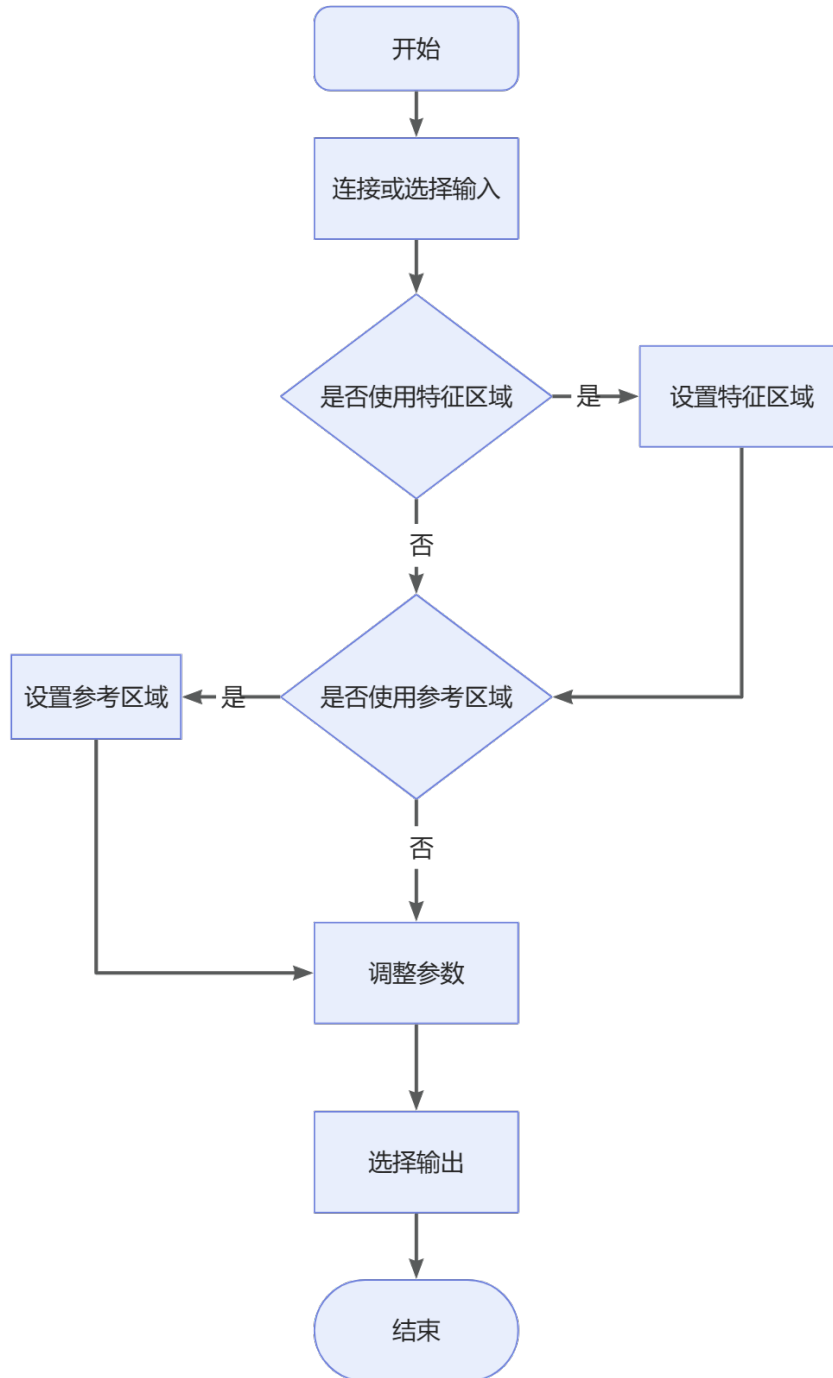
## 2.5.3.2. Blob分析

### 功能描述

该步骤可在深度图或强度图的基础上检测缺陷，例如划痕或瑕疵。此外还可以从表面中检测目标。

### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



步骤使用流程说明：

1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 确认是否使用特征区域。
3. 确认是否使用参考区域。
4. 设置其他参数。
5. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ► 展开该项，输入合格范围的**最小值和最大值**。
6. **运行步骤，并查看运行结果。**

## 参数说明

### 使用强度图

参数解释：勾选该参数后，将使用深度图和强度图一同进行Blob分析。

默认值：不勾选。

### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制Blob分析的区域，勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内或特征区域外的数据。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。

### 特征区域模式

参数解释：勾选**使用特征区域**后，该参数用于选择对特征区域内的数据进行处理，还是对特征区域外的数据进行处理。

值列表：使用特征区域内数据、使用特征区域外数据

默认值：使用特征区域内数据

调节说明：如果想对特征区域内的数据进行处理，可选择**使用特征区域内数据**；如果想对特征区域外的数据进行处理，可选择**使用特征区域外数据**。



查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。

### 参考类型

参数解释：该参数用于设置参考区域，然后将计算该区域中数据的平均高度或强度。

值列表：无、参考特征区域、参考平面。

- 无：不使用参考区域。
- 参考特征区域：选择参考特征区域后，可添加若干特征区域。软件将计算特征区域中数据的平均高度或强度。
- 参考平面：选择参考平面后，增加参考平面输入端口。参考平面用于校正目标的倾斜，但需注意使用参考平面校正倾斜会引入剪切变形。

默认值：无

### 阈值设置

### 判断方式

参数解释：该参数用于指定阈值以上或阈值以下的数据被视为Blob。



值列表：大于阈值、小于阈值

- 大于阈值：阈值以上的数据将被视为Blob。
- 小于阈值：阈值以下的数据将被视为Blob。

默认值：大于阈值

### 高度阈值

参数解释：该参数用于设置阈值，阈值以上或阈值以下的数据将被视为Blob。

- 当参考类型为**参考平面**时，将计算输入数据到参考平面的平均高度，然后与**高度阈值**作比较，大于/小于阈值的数据将被视为Blob。
- 当参考类型为**参考特征区域**时，将计算输入数据到该区域内点的平均高度的高度，然后与**高度阈值**作比较，大于/小于阈值的数据将被视为Blob。

默认值：0.000mm

### 强度阈值

参数解释：该参数用于设置阈值，阈值以上或阈值以下的数据将被视为Blob。当勾选**使用强度图**时，需设置该参数。

默认值：0

### 开闭核操作

#### 开操作核X/Y大小

参数解释：开操作核X/Y大小指的是在形态学开运算中所使用的核的尺寸。该操作用于删除数据中的小区域。例如，可用来清除区域之间的连接部分，以确保它们被正确地分开，或直接删除一些小的区域。

默认值：3 pixels

调节说明：通过调整X/Y值，可使用非矩形的滤波器，让内核适应您在扫描数据中观察到的不需要的数据类型。

#### 闭操作核X/Y大小

参数解释：闭操作核X/Y大小分别用于形态学闭运算，以填充小于指定内核大小的孔洞。例如，可用来填补由于丢失引起的潜在Blob内的小区域。

默认值：3 pixels

调节说明：通过调整不同的X/Y值，可使用非矩形滤波器，让内核适应您在扫描数据中观察到的不同类型的孔洞。

### 使用面积滤波器

参数解释：勾选该参数后，将仅保留介于**最小面积**到**最大面积**之间的Blob。

默认值：勾选。

### 最大面积

参数解释：该参数用于设置所保留的Blob的最大面积。

默认值：999.0000mm<sup>2</sup>

### 最小面积

参数解释：该参数用于设置所保留的Blob的最小面积。

默认值：0.5000mm<sup>2</sup>

### 使用长宽比滤波器

参数解释：勾选该参数后，将仅保留介于**最小长宽比**到**最大长宽比**之间的Blob。

默认值：不勾选。

### 使用圆度过滤器

参数解释：勾选该参数后，将仅保留介于**最小圆度**到**最大圆度**之间的Blob。

默认值：不勾选。

### 使用凸度过滤器

参数解释：勾选该参数后，将仅保留介于**最小凸度**到**最大凸度**之间的Blob。

默认值：不勾选。

### 排序方式

参数解释：根据指定的规则对输出的Blob进行排序。

值列表：位置-X递增、位置-X递减、位置-Y递增、位置-Y递减、面积-递减、面积-递增

默认值：面积-递减

### Blob检索模式

参数解释：该参数用于选择检索Blob的模式。

值列表：仅检索最外层、内外层均检索

- 仅检索最外层：忽略较大Blob中的较小Blob，仅返回最外层的Blob。这意味着只保留最外围的Blob，而忽略其中的嵌套Blob。
- 内外层均检索：将较小的Blob包含在较大的Blob中。这意味着在返回结果中，除了最外围的Blob外，还会保留其中的嵌套Blob。

默认值：内外层均检索

## 合并Blob图片

参数解释：该参数用于选择输出时是否将Blob合并。

- 勾选：所有Blob合并到一个“Blob表面”的数组中输出。
- 未勾选：每个Blob作为单独的表面输出。

默认值：不勾选。

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
连通区域数量	Blob的数量。
Blob(n)中心点X	每个Blob质心的坐标的X值。
Blob(n)中心点Y	每个Blob质心的坐标的Y值。
Blob(n)高度均值	每个Blob内点的高度平均值。
Blob(n)最小高度	每个Blob内点的最小高度。
Blob(n)最大高度	每个Blob内点的最大高度。
Blob(n)宽度	每个Blob的宽度（包围框短边）。
Blob(n)长度	每个Blob的长度（包围框长边）。
Blob(n)面积	每个Blob的面积。
Blob(n)中心点	每个Blob的质心坐标。
Blob(n)表面	每个Blob的表面数据。

## 常见故障处理

### 无效参数

序号	错误	可能原因	解决方案
1	设置的“高度阈值”无效		重新调整“高度阈值”参数，确保其有效。
2	用于滤波的“核大小”设置不合理	“核大小”未大于0。	重新调整“核大小”，确保其大于0。

序号	错误	可能原因	解决方案
3	未检测到Blob	<ul style="list-style-type: none"> <li>特征区域内不存在Blob。</li> <li>“高度阈值”参数设置不合理。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查并调整特征区域，确保特征区域内存在Blob。</li> <li>重新设置“高度阈值”参数，确保符合该阈值条件的Blob数量不为0。</li> </ul>

### 无效类型

序号	错误	可能原因	解决方案
1	设置的参考类型无效	<ul style="list-style-type: none"> <li>选择的参考类型无效。</li> <li>灰度图模式下无法使用参考平面。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>选择正确的参考类型。</li> <li>使用深度图模式，或在灰度图模式下使用其它参考类型。</li> </ul>

### 无效输入

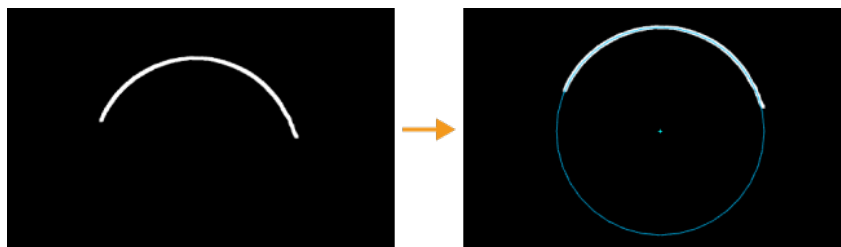
序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
1	输入的参考平面无效	当参考类型为“参考平面”时，输入的参考平面无效。	参考平面相关参数设置不合理。	检查参考平面相关参数，确保输入的参考平面有效。

## 2.5.4. 几何定位

### 2.5.4.1. 轮廓线拟合圆

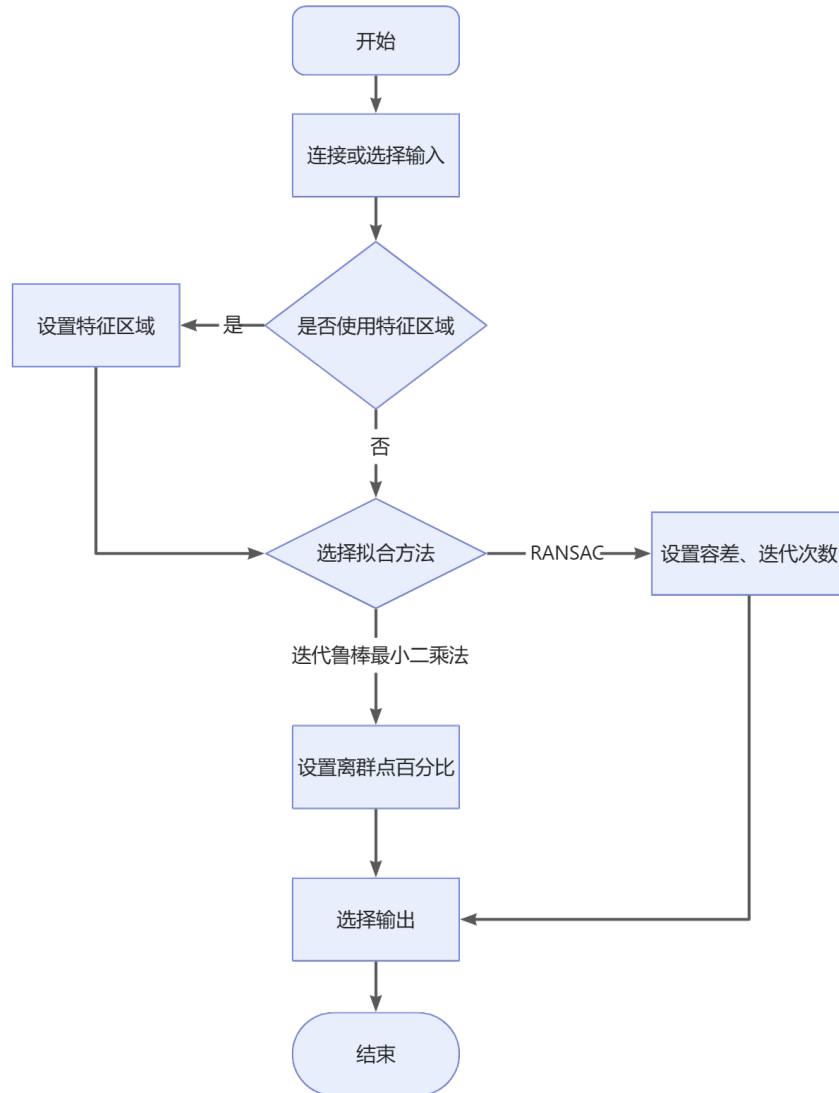
#### 功能描述

该步骤可根据轮廓线拟合得到圆，并测量拟合圆的各种特征以及拟合圆与轮廓线之间的偏差。



#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 明确是否使用特征区域。如果使用特征区域，需进行相关设置。详细说明请参考[使用特征区域](#)。
3. 选择拟合方法并设置相关参数。详细说明请参考 [拟合方法](#)。
4. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ► 展开该项，输入合格范围的**最小值**和**最大值**。
5. [运行步骤](#)，并查看运行结果。

## 参数说明

### 拟合方法

参数解释：该参数用于选择轮廓线拟合圆的方法。

值列表：迭代鲁棒最小二乘法、RANSAC

- 迭代鲁棒最小二乘法：更鲁棒，能够减小噪声或离群点的影响，但耗时较长。

- RANSAC：通过随机算法找到最符合数据模式的圆，迭代次数越多，结果越准确且稳定，但耗时越长。

默认值：迭代鲁棒最小二乘法

调节说明：迭代鲁棒最小二乘法通常比较适用于数据集中含有较少的异常值的情况，而RANSAC则更适用于异常值较多的情况下，因为它可以通过随机抽样的方式来有效地抵抗异常值的干扰。

### 离群点百分比

参数解释：该参数用于指定拟合过程中要删除的离群点的比例，以提高拟合效果。

默认值：0.0%

### 容差

参数解释：指在RANSAC算法中用于判断数据点是否适合于拟合模型的距离阈值。如果一个数据点到拟合圆的距离小于容差值，则该点被认为是内点（inlier），否则被认为是外点（outlier）。通过调整容差值，可以控制 RANSAC 算法对噪声和异常值的敏感度，容差值越大，越容易将噪声点识别为内点，反之亦然。

默认值：0.001mm

### 迭代次数

参数解释：指在RANSAC算法中执行随机抽样和拟合模型的次数。由于RANSAC算法的随机性，每次迭代的随机选择的数据子集可能不同，因此需要执行多次迭代来获取稳健的结果。迭代次数的设定一般是通过经验或者问题的特性来确定的。通常情况下，迭代次数越多，算法得到的结果越稳健，但也会增加计算成本。

默认值：1000

### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制拟合圆的区域，勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内的数据。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。



关于特征区域的参数设置可参考[设置特征区域](#)。

### 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不

合格 (NG)。

输出项	说明
圆心X	拟合圆的圆心坐标的X值。
圆心Z	拟合圆的圆心坐标Z值。
半径	拟合圆的半径。
标准差	点到拟合圆的距离的标准差。
最小误差	点距离拟合圆的最小值。
最大误差	点距离拟合圆的最大值。
最小误差点X	误差值最小的点的X值。
最小误差点Z	误差值最小的点的Z值。
最大误差点X	误差值最大的点的X值。
最大误差点Z	误差值最大的点的Z值。
圆心	拟合圆的圆心。
拟合圆	得到的拟合圆。

## 常见故障处理

### 无效参数

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
1	“离群点百分比”设置不合理	当拟合方法为“迭代鲁棒最小二乘法”时，“离群点百分比”设置不合理。	“离群点百分比”未在0~1范围内。	重新调整“离群点百分比”，确保其在0~1范围内。
2	RANSAC方法的“迭代次数”设置不合理	当拟合方法为“RANSAC”时，“迭代次数”设置不合理。	RANSAC方法“迭代次数”未大于0。	重新调整RANSAC方法的“迭代次数”参数，确保其大于0。
3	RANSAC方法的“容差”设置不合理	当拟合方法为“RANSAC”时，“容差”设置不合理。	RANSAC方法的“容差”未大于0。	重新调整RANSAC方法的“容差”，确保其大于0。

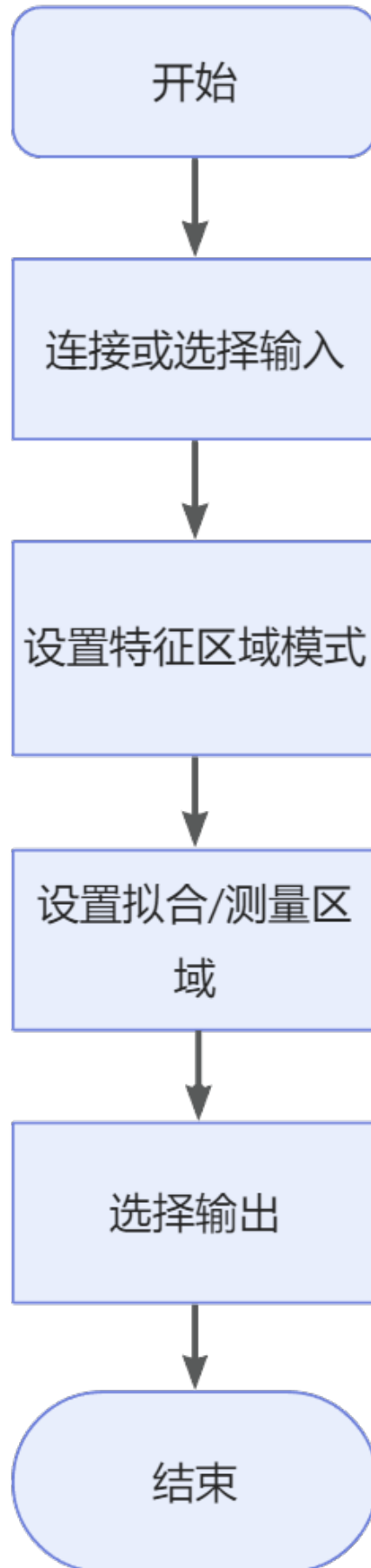
### 2.5.4.2. 轮廓拟合线

#### 功能描述

该步骤可根据轮廓拟合得到线，并测量拟合线的特征以及轮廓与拟合线之间的偏差。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。





1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 设置特征区域模式。
3. 设置用于拟合的区域。
4. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ▶ 展开该项，输入合格范围的**最小值和最大值**。
5. [运行步骤，并查看运行结果](#)。

## 参数说明

### 特征区域模式

参数解释：该参数用于选择拟合区域和测量区域是否为同一区域。

值列表：无、合并、拆分

- 合并：拟合区域和测量区域为同一区域。
- 拆分：拟合区域和测量区域为不同区域。

默认值：合并

### 拟合方法

参数解释：该参数用于选择拟合线的方法。

值列表：简单、鲁棒

- 简单：拟合速度快，但精度较低。
- 鲁棒：拟合速度慢，但精度较高。

默认值：简单。

### 离群点百分比

参数解释：该参数用于设置拟合过程中要删除的离群点的比例，以提高拟合效果。当**拟合方法**为**鲁棒**时，需设置该参数。

默认值：30.000%

### 拟合评估百分比

参数解释：该参数用于设置用于拟合线的点到拟合线的距离分布的百分位数。

默认值：50.000%



“百分位数”为统计学概念，如果将一组数据从小到大排序，并计算相应的累计百分位，则某一百分位所对应数据的值就称为这一百分位的百分位数。

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
标准差	点到拟合线的距离的标准差。
最小误差	点距离拟合线的最小值。
最大误差	点距离拟合线的最大值。
拟合评估百分比误差	“拟合评估百分比”范围内点到拟合线的最大误差。
偏移量	拟合线与Z轴交点坐标的Z值。
拟合线与X轴夹角	得到的拟合线与X轴的夹角。
最小误差点X	误差值最小的点的X值。
最小误差点Z	误差值最小的点的Z值。
最大误差点X	误差值最大的点的X值。
最大误差点Z	误差值最大的点的Z值。
算数平均值	用于拟合线的点到拟合线的距离的平均值。
误差范围	点距离拟合线的误差范围。
拟合线	得到的拟合线。

## 常见故障处理

### 无效参数

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
1	“离群点百分比”设置不合理	当拟合方法为“鲁棒”时，“离群点百分比”设置不合理。	“离群点百分比”未在0~1范围内。	重新调整“离群点百分比”，确保其在0~1范围内。
2	“拟合评估百分比”设置不合理	“拟合评估百分比”设置不合理。	“拟合评估百分比”未在0~1范围内。	重新调整“拟合评估百分比”，确保其在0~1范围内。

### 无效特征区域

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
1	测量区域内点的数量不足	测量区域内点的数量不足，无法完成测量。	测量区域内未包含点。	检查并调整测量区域，确保测量区域内包含点。

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
2	拟合区域内点的数量不足	拟合区域内点的数量不足，无法完成拟合。	拟合区域内点的数量小于2。	检查并调整拟合区域，确保拟合区域内点的数量不小于2。

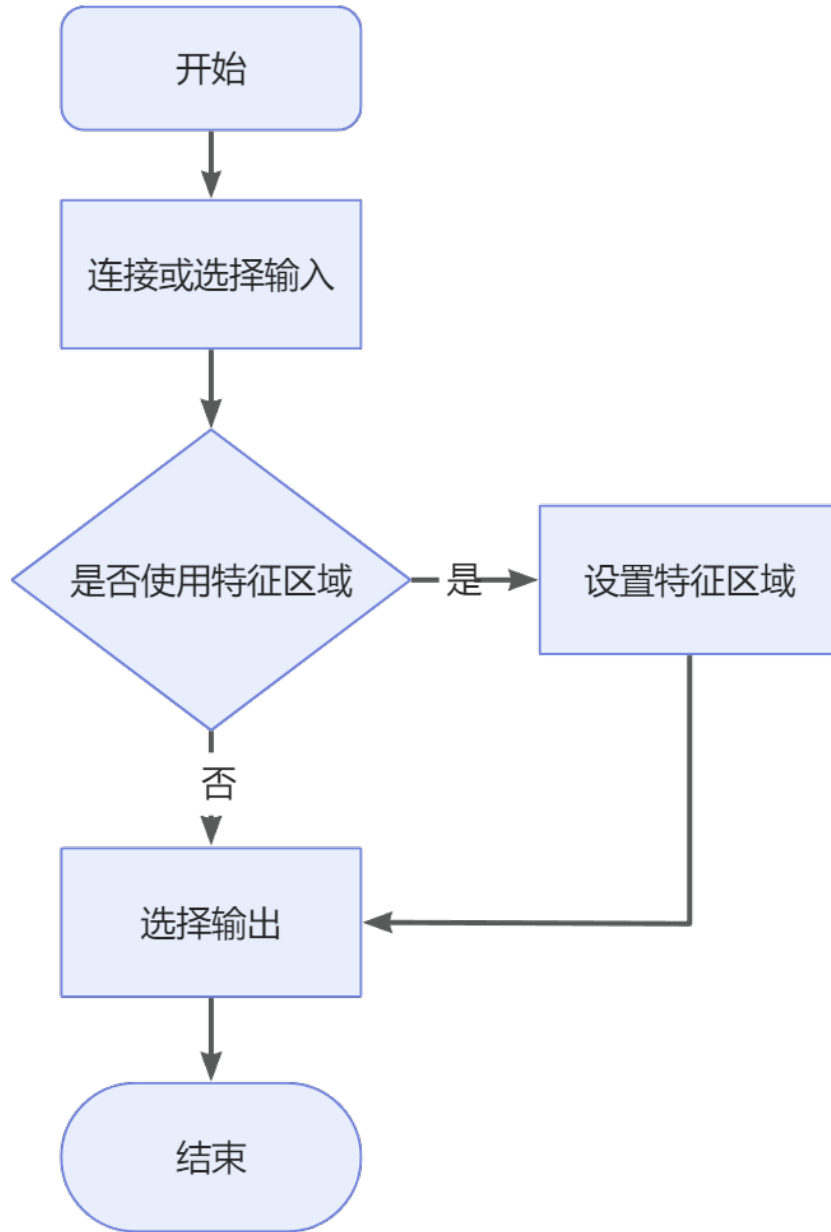
### 2.5.4.3. 表面拟合平面

#### 功能描述

该步骤可根据选择的某个区域或全部数据来拟合平面，拟合出的平面常作为其他步骤的基准平面。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 明确是否使用特征区域。如果使用特征区域，需设置**特征区域模式**。详细说明请参考[使用特征区域](#)。
3. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ▶ 展开该项，输入合格范围的**最小值**和**最大值**。
4. [运行步骤](#)，并查看运行结果。

### 参数说明

#### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制算法处理的区域，勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内或特征区域外的数据。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。

### 特征区域模式

参数解释：勾选**使用特征区域**后，该参数用于选择对特征区域内的数据进行处理，还是对特征区域外的数据进行处理。

值列表：使用特征区域内数据、使用特征区域外数据

默认值：使用特征区域内数据

调节说明：如果想对特征区域内的数据进行处理，可选择**使用特征区域内数据**；如果想对特征区域外的数据进行处理，可选择**使用特征区域外数据**。



关于特征区域其他参数设置可参考[设置特征区域](#)。

### 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
标准差	用于拟合平面的点到平面的距离的标准差。
最小误差	用于拟合平面的点到平面的距离的最小误差。该误差区分正负，平面上方的点到平面的距离为正数，反之为负数。
最大误差	用于拟合平面的点到平面的距离的最大误差。该误差区分正负，平面上方的点到平面的距离为正数，反之为负数。
距离	坐标系原点到平面的距离。
平面	根据用户选择的表面拟合出的平面。

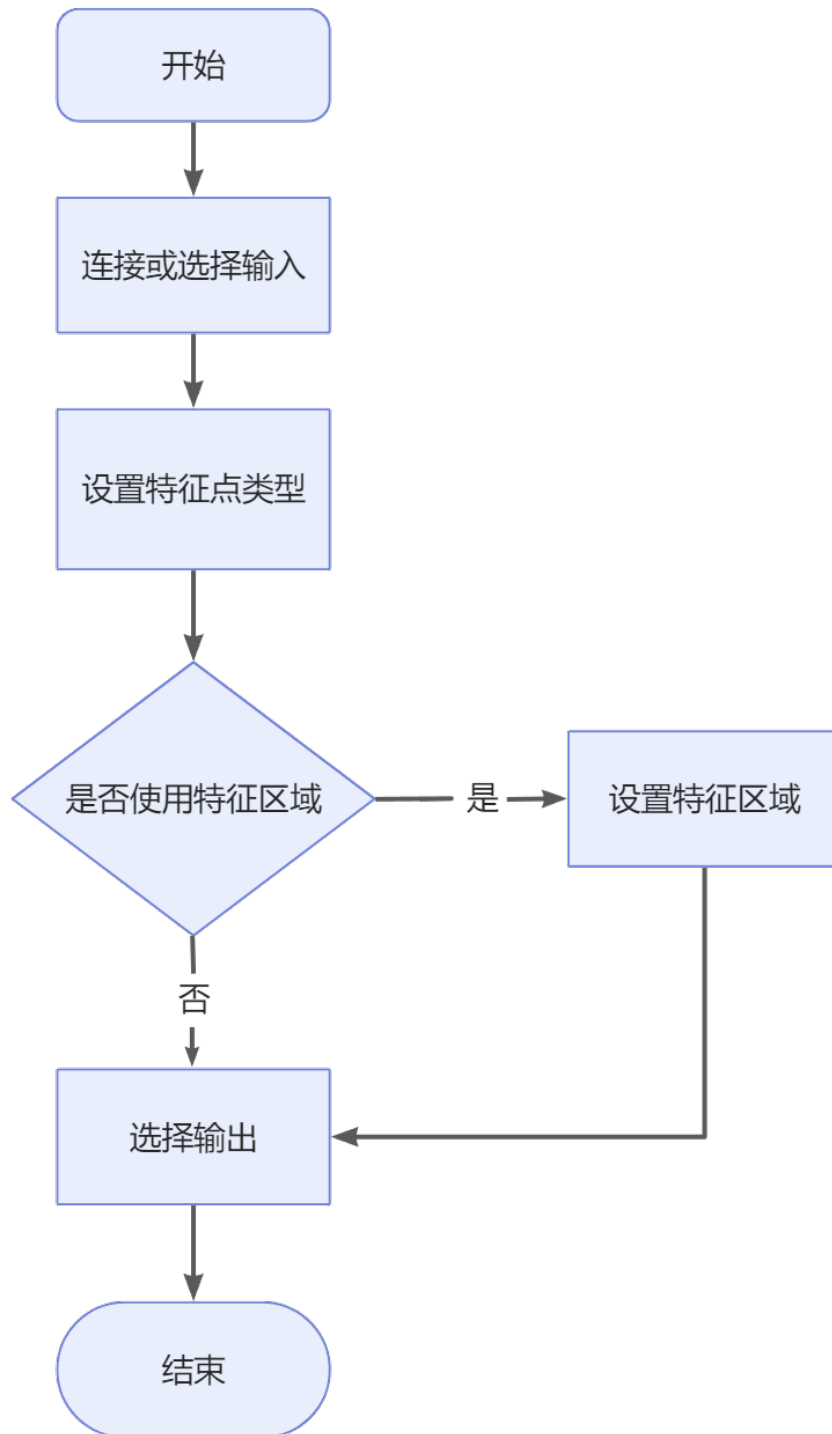
#### 2.5.4.4. 定位轮廓线特征点

##### 功能描述

该步骤可定位轮廓线中的特征点，如：Z方向上的最大点、Z方向上的最小点等。

##### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 明确是否使用特征区域。如需使用特征区域，可参考[使用特征区域说明](#)设置特征区域。
3. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ► 展开该项，输入合格范围的**最小值**和**最大值**。
4. [运行步骤](#)，并查看运行结果。

## 参数说明

### 特征点类型

参数解释：选择需要从轮廓线中定位的特征点类型。

查看[特征点类型](#)的详细说明，确定需要定位的点。

### 使用特征区域

参数解释：通过设置特征区域，限定特征点的选取范围。查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。

### Epsilon

参数解释：设置Epsilon参数来控制对轮廓线形状变化的敏感程度。通常，Epsilon值越小，特征区域内计算出的候选特征点就越多，表示计算方法对轮廓线形状变化的敏感程度也就越高；相反，Epsilon值越大，特征区域内计算出的候选特征点越少，表示计算方法对轮廓线形状变化的敏感程度也就越低。

该参数仅在选择角点或边沿类型的特征点时可见。

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
特征点坐标X	从轮廓线中定位的特征点的坐标的X值。
特征点坐标Z	从轮廓线中定位的特征点的坐标的Z值。
特征点	从轮廓线中定位的特征点。

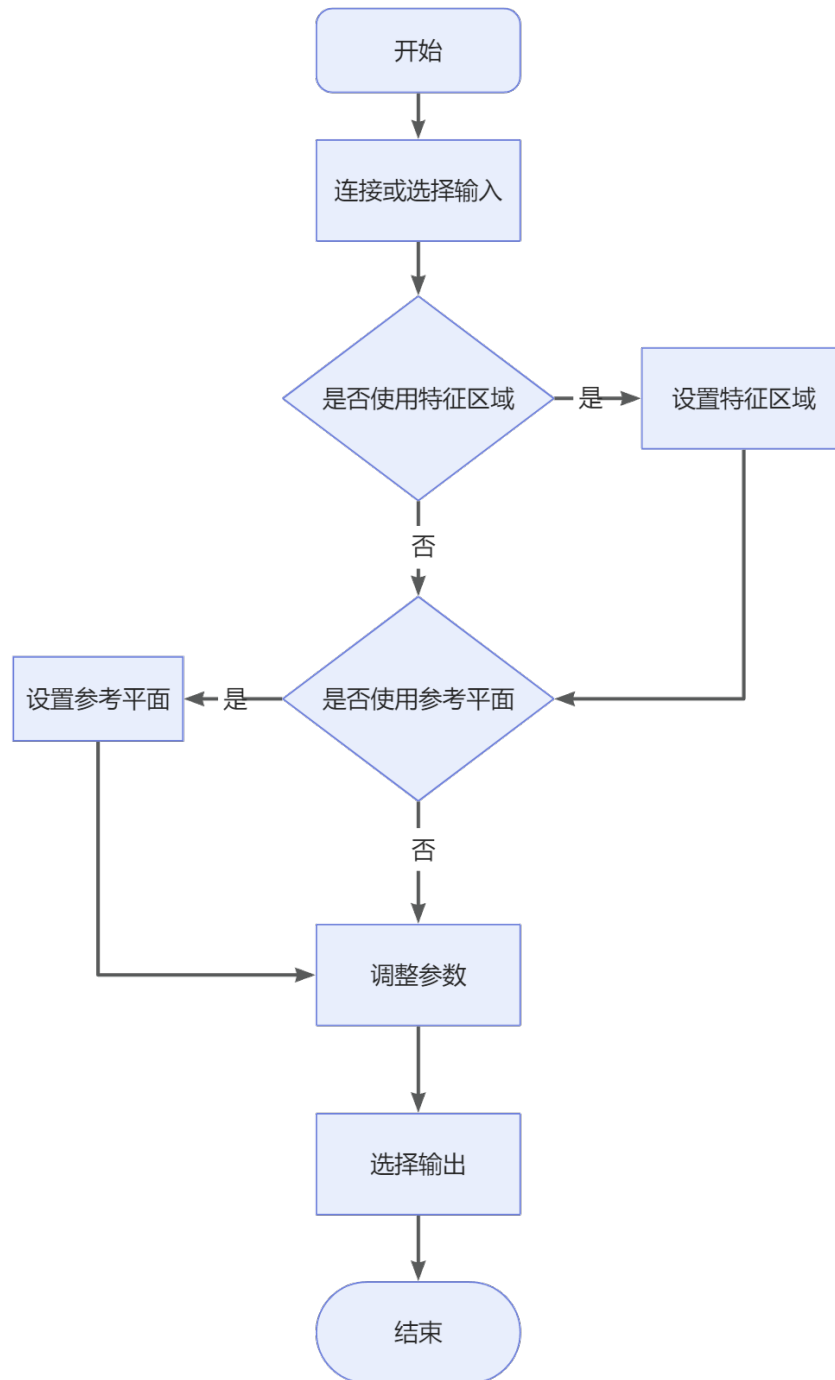
### 2.5.4.5. 定位表面特征点

#### 功能描述

该步骤可定位表面的特征点，例如Z方向上的最大点、Z方向上的最小点等。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 明确是否使用特征区域。如果使用特征区域，需设置**特征区域模式**。详细说明请参考[使用特征区域](#)。
3. 明确是否使用参考平面。如果使用参考平面，需在工程编辑区选择对应的端口进行连接，或在**输入**栏中选择对应的输入。
4. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ► 展开该项，输入合格范围的**最小值和最大值**。
5. **运行步骤，并查看运行结果。**



## 参数说明

### 特征点类型

参数解释：该参数用于选择特征点的类型，关于特征点及其类型的介绍可参考[特征点](#)。

值列表：最小X、最大X、最小Y、最大Y、最小Z、最大Z、均值、质心、中值

默认值：均值

调节建议：根据实际需求设置该参数。当使用参考平面时，只支持选择部分特征点类型。

### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制算法处理的区域，勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内或特征区域外的数据。

默认值：勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。

### 特征区域模式

参数解释：勾选**使用特征区域**后，该参数用于选择对特征区域内的数据进行处理，还是对特征区域外的数据进行处理。

值列表：使用特征区域内数据、使用特征区域外数据

默认值：使用特征区域内数据

调节说明：如果想对特征区域内的数据进行处理，可选择**使用特征区域内数据**；如果想对特征区域外的数据进行处理，可选择**使用特征区域外数据**。



关于特征区域其他参数设置可参考[设置特征区域](#)。

### 使用参考平面

参数解释：勾选该参数后，将根据点到参考平面的距离来定位特征点。

默认值：不勾选。

调节说明：勾选该参数后，需重新设置**特征点类型**。

### 特征点类型（使用参考平面）

参数解释：使用参考平面时，该参数用于选择特征点的类型。

值列表：最小Z、最大Z、均值Z、中值Z（Z为区域内点到参考平面的距离）

- 最大Z：区域内到参考平面距离最大的点。
- 最小Z：区域内到参考平面距离最小的点。
- 均值Z：区域内到参考平面距离处于平均值的点。

- 中值Z：区域内到参考平面距离处于中值的点。

默认值：均值Z

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
特征点坐标X	特征点坐标的X值。
特征点坐标Y	特征点坐标的Y值。
特征点坐标Z	特征点坐标的Z值。
特征点	定位到的特征点。

## 常见故障处理

### 无效类型

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
1	选择的特征点类型无效	不使用参考平面时，选择的特征点类型无效。	未选择有效的特征点类型。	在参数下拉列表中重新选择特征点类型。
2	选择的特征点类型无效	使用参考平面时，选择的特征点类型无效。	未选择有效的特征点类型。	在参数下拉列表中重新选择特征点类型。

### 无效输入

序号	错误	错误说明	可能原因	解决方案
1	输入的参考平面无效	使用参考平面时，输入的参考平面无效。	参考平面相关参数设置不合理。	检查参考平面相关参数，确保输入的参考平面有效。

## 2.5.5. 基础测量

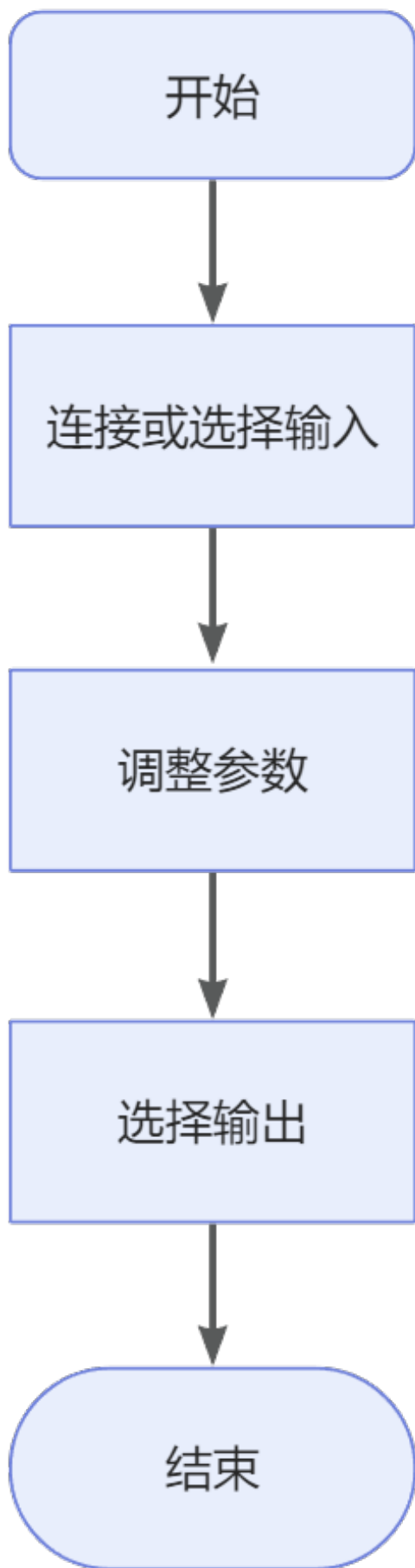
### 2.5.5.1. 通过特征测量尺寸

#### 功能描述

该步骤可测量特征点到参考特征（参考点、参考平面）的距离，即测量点到点、点到面等**几何特征**间的距离。

## 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 根据实际需求设置**相关参数**。
3. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ▶ 展开该项，输入合格范围的**最小值**和**最大值**。
4. **运行步骤，并查看运行结果**。

## 参数说明

### 以绝对值输出宽度/长度/高度

- **以绝对值输出宽度**：勾选时，步骤将输出特征间宽度（X轴方向）的绝对值；否则，输出有符号数。
- **以绝对值输出长度**：勾选时，步骤将输出特征间长度（Y轴方向）的绝对值；否则，输出有符号数。
- **以绝对值输出高度**：勾选时，步骤将输出特征间高度（Z轴方向）的绝对值；否则，输出有符号数。

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有 ▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
宽度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>点到点</b>：两点在X轴方向上的距离。</li> <li>• <b>点到面</b>：特征点到参考平面上一点在X轴方向上的距离。参考平面上一点与特征点的坐标的Y、Z值相同。</li> </ul>
长度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>点到点</b>：两点在Y轴方向上的距离。</li> <li>• <b>点到面</b>：特征点到参考平面上一点在Y轴方向上的距离。</li> </ul>
高度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>点到点</b>：两点在Z轴方向上的距离。</li> <li>• <b>点到面</b>：特征点到参考平面上一点在Z轴方向上的距离。</li> </ul>
距离	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>点到点</b>：两点之间的欧式距离。</li> <li>• <b>点到面</b>：特征点到参考平面上的最短距离。</li> </ul>
平面距离	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>点到点</b>：如果是轮廓线上的两点，则将两点投射到XOZ平面上，再计算两点在XOZ平面上的距离；如果是表面上的两点，则将两点投射到XOY平面上，再计算两点再XOY平面上的距离。</li> <li>• <b>点到面</b>：如果是轮廓线数据，则计算的是特征点和参考平面投射到XOZ平面上的距离；如果是表面数据，则计算的是特征点和参考平面投射到XOY平面上的距离。</li> </ul>

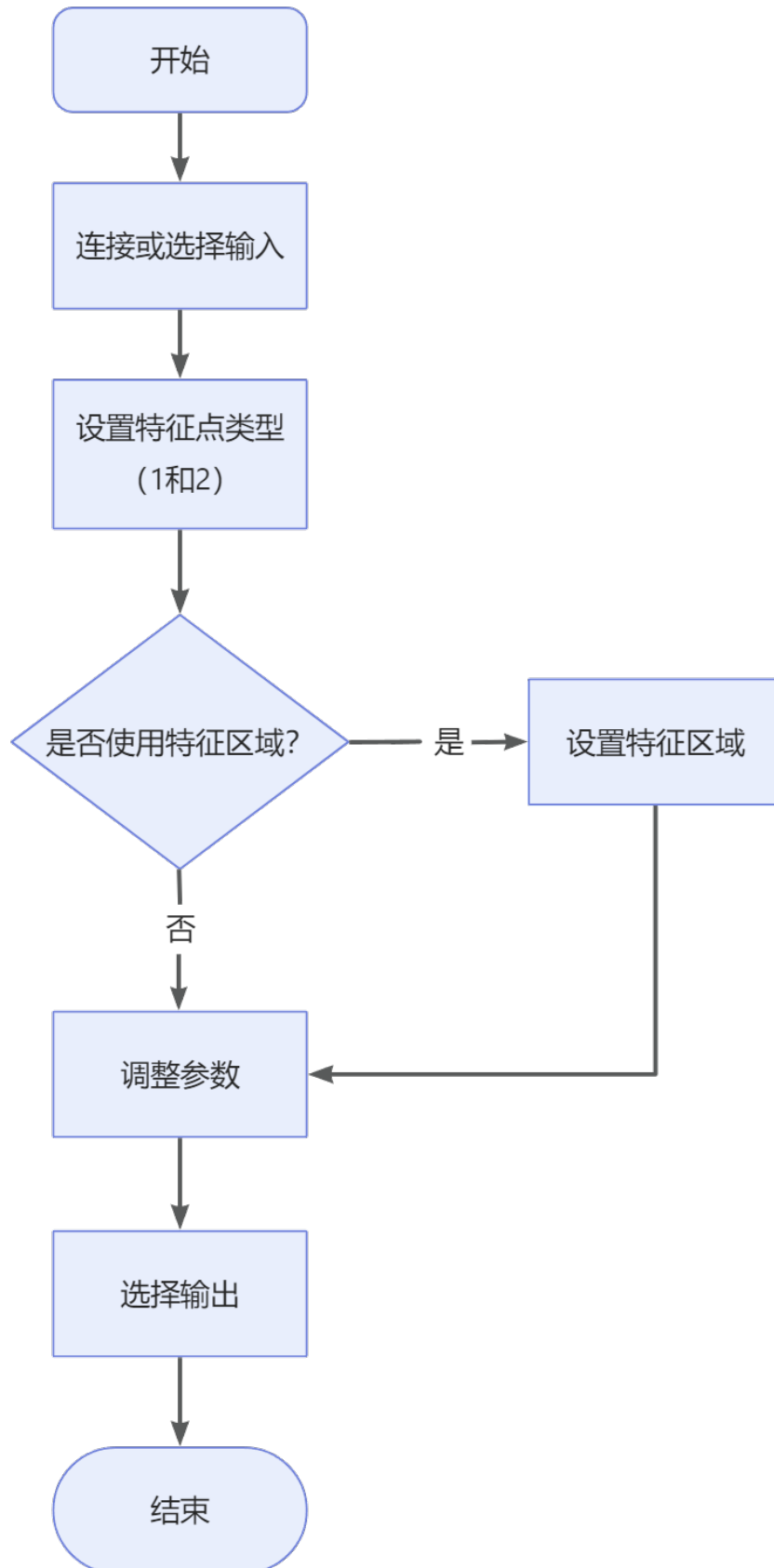
### 2.5.5.2. 通过轮廓线特征测量尺寸

#### 功能描述

该步骤可确定两个特征点，并测量两点间的宽度（X轴）、高度（Z轴）、距离、中点坐标X/Z值等。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 确定两个特征点。分别在**特征点类型1**和**特征点类型2**下选择所需的特征点，可通过勾选**使用特**

征区域1或使用特征区域2分别限定选取特征点的范围。

3. 根据实际需求设置其他参数。
4. 在输出栏中勾选输出项，并单击输出项左侧的 ► 展开该项，输入合格范围的最小值和最大值。
5. 运行步骤，并查看运行结果。

### 参数说明

#### 使用特征区域1 / 使用特征区域2

- **勾选（默认）**：通过设置特征区域，你可以限定两个特征点各自的选取范围。



查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。

- **不勾选**：特征点的选取范围为输入的轮廓线。

#### 特征点类型1 / 特征点类型2

参数解释：从下拉选项中分别选择两个特征点的类型。查看[特征点类型](#)的详细说明。

#### 以绝对值输出宽度/高度

- **以绝对值输出宽度**：勾选后，步骤将输出宽度的绝对值；否则，步骤输出宽度的有符号数。
- **以绝对值输出高度**：勾选后，步骤将输出高度的绝对值；否则，步骤输出高度的有符号数。

### 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有 ►），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
宽度	两个特征点在X轴方向的距离。
高度	两个特征点在Z轴方向的距离。
距离	两个特征点之间的距离。
中点X	两个特征点连线后中点坐标的X值。
中点Z	两个特征点连线后中点坐标的Z值。

### 2.5.5.3. 通过表面特征测量尺寸

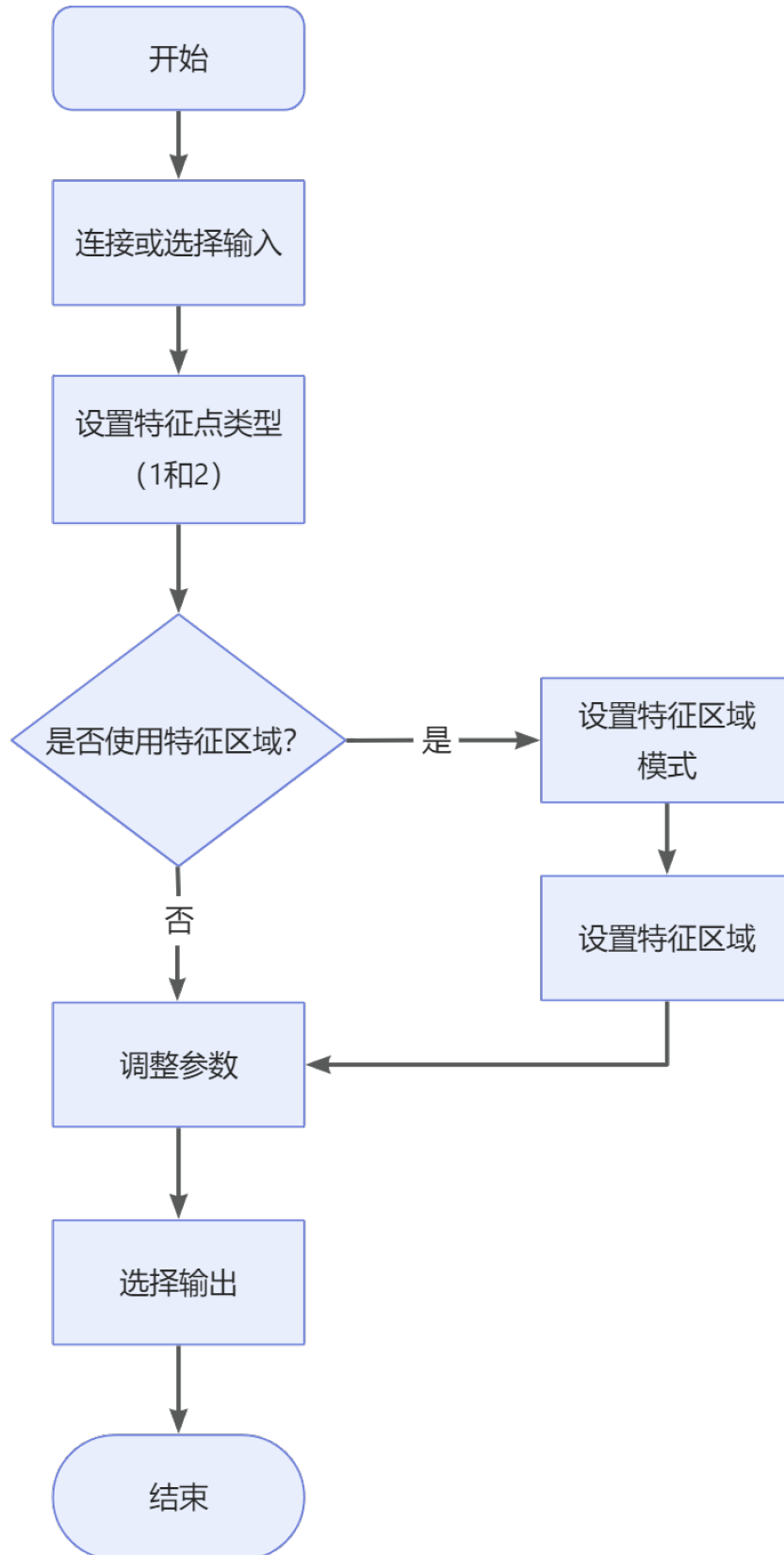
#### 功能描述

该步骤可在表面上确定两个特征点，并测量两点间的宽度（X轴）、长度（Y轴）、高度（Z轴）、距离、中点X/Y/Z坐标等。



## 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 确定两个特征点。分别在**特征点类型1**和**特征点类型2**下选择所需的特征点，可通过勾选**使用特征区域1**或**使用特征区域2**分别限定选取特征点的范围。
3. 根据实际需求设置**其他参数**。
4. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ▶ 展开该项，输入合格范围的**最小值**和**最大值**。
5. **运行步骤，并查看运行结果**。

## 参数说明

### 使用特征区域1 / 使用特征区域2

**勾选（默认）：**通过设置特征区域，你可以进一步限定两个特征点各自的选取范围。



查看 [设置特征区域](#) 了解如何调整特征区域。

- **特征区域1模式 / 特征区域2模式：**确定特征点时，选择**使用特征区域内数据**还是**使用特征区域外数据**。相应地，确定的特征点将落在设置的范围内。

**不勾选：**特征点的选取范围为整个表面。

### 特征点类型1 / 特征点类型2

参数解释：从下拉选项中分别选择两个特征点的类型。查看 [特征点类型](#) 的详细说明。

### 以绝对值输出宽度/长度/高度

- **以绝对值输出宽度：**勾选后，步骤将输出宽度的绝对值；否则，步骤输出宽度的有符号数。
- **以绝对值输出长度：**勾选后，步骤将输出长度的绝对值；否则，步骤输出长度的有符号数。
- **以绝对值输出高度：**勾选后，步骤将输出高度的绝对值；否则，步骤输出高度的有符号数。

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有 ▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
宽度	两点在X轴方向上的距离。
长度	两点在Y轴方向上的距离。
高度	两点在Z轴方向上的距离。
距离	两点之间的欧式距离。

输出项	说明
平面距离	将两点中Z值较小的一点投射到Z值较大的点所在的XOY平面上，然后计算在XOY平面上的距离。
中点X / 中点Y / 中点Z	分别为两点间中点坐标的X、Y、Z值。

## 2.5.6. 高级测量

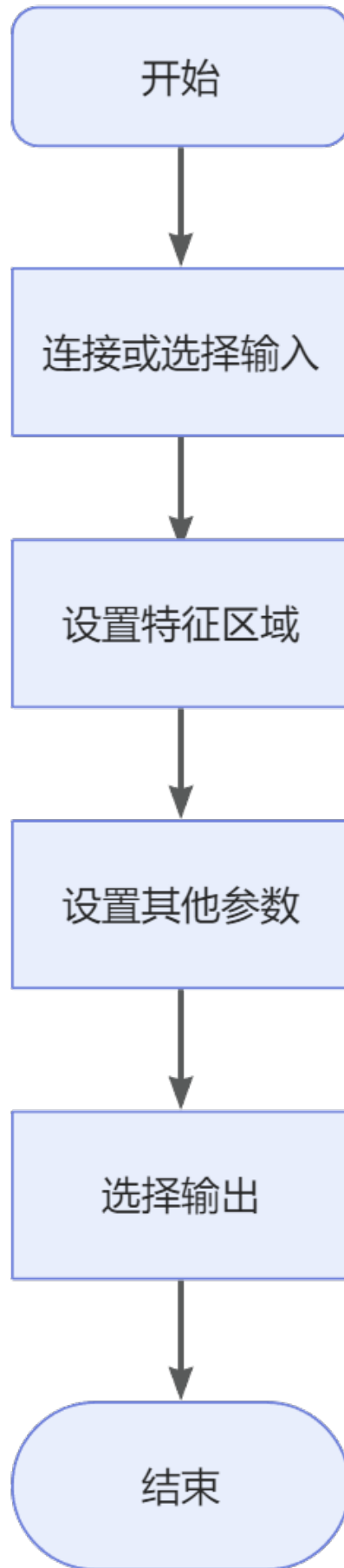
### 2.5.6.1. 测量轮廓线高度

#### 功能描述

该步骤可定位轮廓线上的特征点，并测量特征点与参考线或特征点与基准点之间的高度差。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 设置**特征区域**。
3. 设置**其他参数**。
4. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ▶ 展开该项，输入合格范围的**最小值**和**最大值**。
5. **运行步骤，并查看运行结果**。

## 参数说明

### 特征区域

参数解释：设置特征区域（1~16个），以定位轮廓线上的特征点。



- 查看**设置特征区域**，了解如何调整特征区域。
- 查看**特征点类型说明**，了解特征点类型。

### 参考线

参数解释：勾选时，使用设置的参考线区域内数据拟合出一条参考直线。

- **参考线区域（1~2个）**：在轮廓线上设置区域，使用区域内的数据点拟合参考线。
- **拟合方法**：使用设定的参考区域拟合参考线的方法，可选择**简单**或**鲁棒**。
  - **简单**：快速拟合直线的方法，拟合的直线大致准确。
  - **鲁棒**：迭代式拟合直线的方法，拟合的直线较准确，但耗时长。
    - **离群点百分比**：直线拟合过程中要移除的离群点比例，通常可以根据轮廓线中的离群点比例来设置此参数，以达到更好的直线拟合效果。

### 使用基准点

参数解释：通过设置基准点区域来定位一个基准点，辅助测量特征点高度。

- **设置基准点区域**：通过调整基准点区域的中心坐标X/Z、宽度、高度来设置基准点区域。
- **特征点类型**：在基准点区域内，选择一类特征点作为基准点。查看**特征点类型说明**，了解特征点类型。

### 高度测量方式

测量特征点高度的方式有四种，不同方式下特征点高度的计算方式如下，可根据实际测量需求进行选择。

#### 只设置特征区域

可设置 1~16 个特征区域，一次性测量 1~16 个特征点的高度。此时，以 $Z=0$ 的直线为基准线，计算特征点到该基准线的距离作为特征点高度。点在直线上方高度为正，点在直线下方高度为负。

[only feature regions] | *measure-feature-point-height/only-feature-regions.png*

### 设置特征区域 + 参考线

计算特征点到参考线的距离作为特征点高度。点在直线上方则高度为正，点在直线下方则高度为负。

[feature regions plus line] | *measure-feature-point-height/feature-regions-plus-line.png*

### 设置特征区域 + 使用基准点

过基准点作一条平行于X轴的基准线，计算特征点到该直线的距离。点在直线上方则高度为正，在直线下方则高度为负。

此时，基准点高度为基准点到Z=0直线的距离。

[feature regions plus base point] | *measure-feature-point-height/feature-regions-plus-base-point.png*

### 设置特征区域 + 参考线 + 使用基准点

过基准点作一条平行于参考线的直线，计算特征点到该直线的距离。点在直线上方则高度为正，点在直线下方则高度为负。

此时，基准点高度为基准点到参考线的距离，点在直线上方则高度为正，点在直线下方则高度为负。

[feature regions plus line plus base point] | *measure-feature-point-height/feature-regions-plus-line-plus-base-point.png*

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
特征点高度	特征点与参考线或特征点与基准点之间的高度差。特征点在参考线或基准点上方高度为正，特征点在参考线或基准点下方高度为负。 未设置参考线和基准点时，特征点高度为特征点到Z=0直线的距离。
基准点高度	未设置参考线时，基准点高度为基准点到Z=0直线的距离。 设置了参考线时，基准点高度为基准点到参考线的距离。点在直线上方则高度为正，点在直线下方则高度为负。

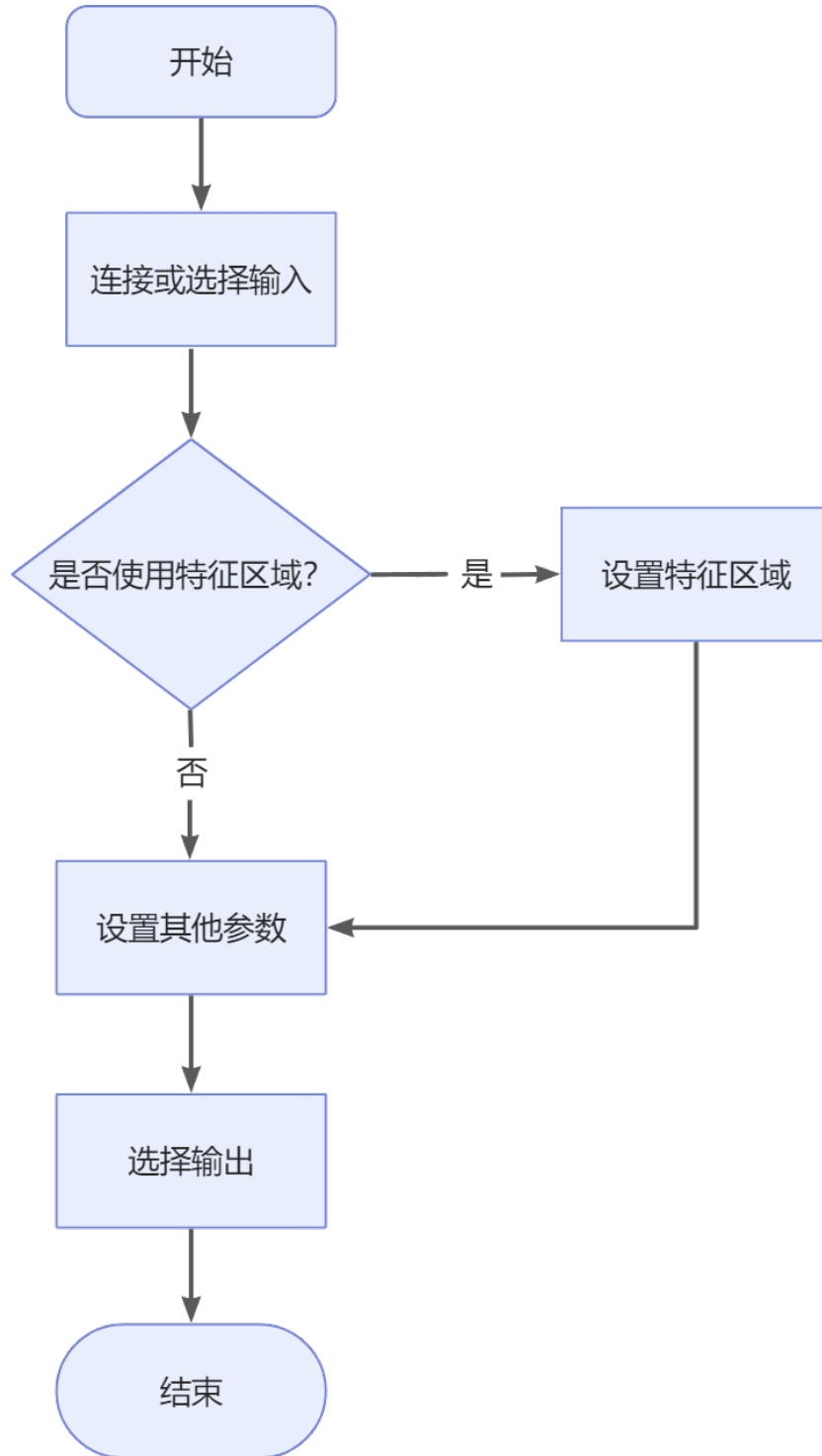
### 2.5.6.2. 测量表面平面度

## 功能描述

该步骤可测量指定表面区域的平面度。

## 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。

2. 确认是否使用特征区域。
3. 设置其他参数。
4. 在输出栏中勾选输出项，并单击输出项左侧的 ► 展开该项，输入合格范围的最小值和最大值。
5. 运行步骤，并查看运行结果。

## 参数说明

### 使用特征区域

参数解释：特征区域用于限制处理的区域，辅助拟合最佳平面。勾选该参数后，该步骤将仅处理特征区域内或特征区域外的数据。

默认值：不勾选。

调节建议：根据实际需求设置该参数。

### 特征区域模式

参数解释：勾选使用特征区域后，该参数用于设置特征区域的模式，即用于选择使用特征区域内的数据来拟合平面并计算平面度，还是使用特征区域外的数据来拟合平面并计算平面度。

值列表：使用特征区域内数据、使用特征区域外数据

默认值：使用特征区域内数据

调节说明：如果想使用特征区域内的数据来拟合平面并计算平面度，可选择**使用特征区域内数据**；如果想使用特征区域外的数据来拟合平面并计算平面度，可选择**使用特征区域外数据**。



关于特征区域其他参数设置可参考[设置特征区域](#)。

### 全局平面度模式

参数解释：该参数决定表面上哪些点用来计算全局平面度。

值列表：所有点、单一平均点

- **所有点：**
  - 未设置特征区域时，使用表面上所有数据点来拟合全局平面并计算平面度。
  - 设置了特征区域时，根据特征区域限定的范围来拟合全局平面并计算平面度。
- **单一平均点：**使用特征区域内或特征区域外的数据点的平均值来拟合全局平面并计算平面度。



选择此选项时，应至少设置3个特征区域，否则步骤运行失败。

### 数据过滤模式

参数解释：该参数用于选择数据过滤方式。在拟合平面和计算平面度前，将根据实际Z值过滤数据点。



值列表：无、单独过滤、全局过滤

- **无**：不进行数据过滤。
- **单独过滤和全局过滤**：“单独过滤”表示根据特征区域设置过滤数据，“全局过滤”表示对全局数据进行过滤。使用百分位限定数据点Z值范围，不在范围内的数据点将会被过滤掉。
  - 高百分位：数据点Z值上限对应的百分位。
  - 低百分位：数据点Z值下限对应的百分位。



未设置特征区域时，**单独过滤**和**全局过滤**均表示对全局数据进行过滤。

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
全局最小值	参与全局平面拟合的数据点到全局拟合平面的最小距离。 平面上方的点距离为正，平面下方的点距离为负。
全局最大值	参与全局平面拟合的数据点到全局拟合平面的最大距离。 平面上方的点距离为正，平面下方的点距离为负。
全局平面度	全局拟合平面的平面度，为全局最大值与全局最小值的差值。
全局最小点	<b>全局最小值</b> 对应的点。
全局最大点	<b>全局最大值</b> 对应的点。
全局平均点	所有参与全局平面拟合的数据点的平均点。
全局中位点	所有参与全局平面拟合的数据点的中位点。
全局拟合平面	拟合出的全局平面。
局部最小值	参与局部平面拟合的数据点到该局部拟合平面的最小距离。 平面上方的点距离为正，平面下方的点距离为负。有多少个局部拟合平面就会输出多少个局部最小值。
局部最大值	参与局部平面拟合的数据点到该局部拟合平面的最大距离。 平面上方的点距离为正，平面下方的点距离为负。有多少个局部拟合平面就会输出多少个局部最大值。
局部平面度	每个局部拟合平面的平面度，为每组局部最大值与局部最小值的差值。
局部最小点	每个 <b>局部最小值</b> 对应的点。

输出项	说明
局部最大点	每个局部最大值对应的点。
局部平均点	每个局部平面拟合数据中的平均点。
局部中位点	每个局部平面拟合数据中的中位点。
局部拟合平面	拟合出的每个局部平面。

## 常见故障处理

### 无效类型

序号	错误	可能原因	解决方案
1	选择的数据过滤模式无效。	未选择有效的数据过滤模式。	在参数下拉列表中重新选择数据过滤模式。

### 无效参数

序号	错误	可能原因	解决方案
1	数据过滤时的百分位设置错误。	百分位未在0~1范围内，或低百分位大于高百分位。	重新设置百分位，确保百分位在0~1范围内，且低百分位小于高百分位。
2	全局拟合平面失败。	<ul style="list-style-type: none"> <li>“全局平面度模式”为“单一平均点”时，特征区域内点的数量小于3。</li> <li>全局平面度模式为“所有点”时，特征区域内点的数量小于3。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>调整或增加特征区域，确保特征区域内点的数量大于等于3。</li> <li>调整特征区域，确保特征区域内点的数量大于3。</li> </ul>

## 2.5.7. 目标测量

### 2.5.7.1. 测量表面圆孔

#### 功能描述

该步骤可定位和测量表面上特征区域内的圆孔，并输出圆孔的位置和半径。

#### 使用场景

通过定位和测量工件表面上的圆孔，实现质量检查、设备校准、目标识别和定位等功能。

#### 使用流程

该步骤的使用流程如下图所示，下文将对该流程进行介绍。



1. 选择输入数据。连接对应的步骤端口，或者在参数设置区的**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 在**参数**栏下，输入**公称半径**和**半径公差**。
3. 设置特征区域和参考平面（可选）。
4. 在**输出**栏中勾选**输出项**，并单击输出项左侧的 ▶ 展开该项，输入合格范围的**最小值**和**最大值**。
5. [运行步骤](#)，并查看运行结果。

## 参数说明

### 公称半径

参数解释：该参数表示期望测出的圆孔半径，也即是圆孔的标准半径。

### 半径公差

参数解释：该参数指公称半径和实际测量值之间允许的最大偏差（+/-公称半径）。

### 使用局部检测

参数解释：待检测圆孔的圆心必须位于特征区域内，勾选**使用局部检测**时也应满足这一条件，否则无法进行有效测量。

- **不勾选（默认）**：特征区域内的待检测圆孔完整，无需勾选。
- **勾选**：如果待检测圆孔只有部分在特征区域内，需勾选此参数。

### 使用深度限制

参数解释：勾选该参数后，需要输入数据点的**深度阈值**，圆孔计算过程中将剔除深度值（相对于测量平面或参考平面）大于此阈值的点。

### 特征区域

参数解释：调整特征区域以确保待检测圆孔位于特征区域内。查看[设置特征区域](#)了解如何调整特征区域。



特征区域内的数据可用来拟合一个测量平面作为参考。设置了参考平面后，此步骤将以设置的参考平面作为参考。

### 使用参考平面

参数解释：圆孔附近的表面可能不平整。此时，可以通过设置**参考区域**来拟合参考平面，使检测到的圆孔位于参考平面上。

- **不勾选**：若不勾选**使用参考平面**，此步骤下将使用特征区域内的所有数据点来拟合一个测量平面。
- **勾选**：勾选后，可设置**1个**或**2个**与待检测圆孔在同一平面的参考区域来拟合一个参考平面。

### 倾斜校正

参数解释：检测到的圆孔所在平面相比实际可能有一定倾斜，可通过以下方式校正：

值列表：自动、自定义

- **自动**：软件自动检测并校正圆孔相对于测量平面或参考平面的倾斜。
- **自定义**：需手动输入**绕X轴旋转角度**和**绕Y轴旋转角度**来校正圆孔的倾斜。

## 输出说明

勾选输出项后，步骤将增加对应的输出端口，步骤运行后将输出对应的数据。可根据实际测量需求选择对应的输出项。



如果输出项可展开（左侧有▶），则勾选后必须展开，然后设置**最小值**和**最大值**来确定该项的合格范围。如果输出的值在合格范围内，该测量项被判定为合格（OK），否则被判定为不合格（NG）。

输出项	说明
圆心X	圆孔中心点坐标的X值。
圆心Y	圆孔中心点坐标的Y值。
圆心Z	圆孔中心点坐标的Z值。
半径	圆孔的半径。
圆心	圆孔的中心点。

## 常见故障处理

### 无效特征区域

序号	错误	可能原因	解决方案
1	特征区域内点的数量不足。	-	调整特征区域，使特征区域包含足够数量的点。
2	参考区域内点的数量不足。	-	重新设置参考区域，使参考区域内包含足够数量的点。
3	未检测到圆。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 特征区域内未包含圆。</li> <li>• “倾斜校正”参数设置不合理。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重新设置特征区域，确保特征区域内包含圆。</li> <li>• 重新设置“倾斜校正”参数。</li> </ul>
4	无法进行重投影	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 特征区域设置不正确。</li> <li>• “倾斜校正”参数设置不合理。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重新设置特征区域。</li> <li>• 重新设置“倾斜校正”参数。</li> </ul>
5	特征区域内参与检测圆的点数量不足。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “深度阈值”过小。</li> <li>• 参考平面选择不合理，即待测圆与参考平面不共面。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 适当调大“深度阈值”。</li> <li>• 重新调整参考平面相关的参数。</li> </ul>

## 无效参数

序号	错误	可能原因	解决方案
1	“公称半径”未在合理范围内。	“公称半径”过大或过小。	重新设置“公称半径”，避免其过大或过小。
2	检出圆半径与“公称半径”差距过大	-	重新设置“公称半径”、“半径公差”，或重新设置特征区域。
3	“半径公差”未在合理范围内。	“半径公差”过大或过小。	重新设置“半径公差”，避免其过大或过小。

## 2.5.8. 元步骤

### 2.5.8.1. 数据提取

#### 功能描述

该步骤可提取列表中指定位置或区间的数据。

#### 使用流程

该步骤使用流程如下：

1. 选择步骤的输入。连接对应的步骤端口，或者在**输入**栏中选择对应的输入数据。
2. 在**参数**栏中，设置待提取的元素的索引值或索引范围。
3. [运行步骤](#)，并[查看运行结果](#)。

#### 参数说明

##### 维度

参数解释：该参数表示输入数据的维度。数组的维度表示数组中的维数或轴数。

##### 使用区间

参数解释：使用索引区间来确定待提取元素的范围。索引值为0时，表示第一个元素。

- **不勾选**：需设置索引值，以提取指定索引对应的元素。
- **勾选**：提取指定索引区间的元素。此时需设置**起始索引**和**结束索引**来确定范围。

默认值：不勾选。

##### 索引

参数解释：该参数表示待提取元素对应的索引值，即该元素在数组或列表中的位置。索引值从0开始递增。

## 输出说明

该步骤的输出为已处理的列表。

### 2.5.8.2. 合并数据

#### 功能描述

该步骤可将输入的同类型数据进行合并，输出新的数组或列表。

#### 使用流程

该步骤使用流程如下：

1. 选择步骤的输入。连接对应的步骤端口，或者在**输入**栏下选择对应的输入数据。
2. 在**参数**栏下，设置步骤输入端口的数量和输入数据的维度。
3. [运行步骤](#)，并查看运行结果。

#### 参数说明

##### 输入端口数

参数解释：步骤输入端口的数量，即待合并数组或列表的数量。

调节建议：可按照实际情况设置。

##### 维度

参数解释：该参数表示输入数据的维度。数组的维度表示数组中的维数或轴数。

## 输出说明

该步骤的输出为合并后的数组或列表。

### 2.5.9. 脚本引擎

#### 2.5.9.1. 使用Python计算结果

##### 功能描述

该步骤可通过Python运行用户自定义的脚本，并将计算结果输出到Mech-MSR。

该步骤特点如下：

- 支持多线程使用；
- 可实时加载Python脚本；
- 在C++和Python端互相传输数据时，支持多种数据类型的转化；

- 支持将Python端的日志重定向到Mech-MSR中。

## 使用场景

当需要进行自定义计算时，用户可使用该步骤运行编写的Python脚本，简化测量方案。

## 输入与输出

- **输入：** 由输入端口参数中填入的数据类型决定。
- **输出：** 由输出端口参数中填入的数据类型决定。



可根据前后步骤的输入/输出端口数据类型，决定该步骤输入/输出端口的数据类型。

## 安装和使用

### 安装方法

Mech-MSR中内置了Python 3.9.13，该步骤将使用软件内置的环境。若在使用过程中出现缺少Python库的情况，需要将所缺少的Python库安装在Mech-MSR内置的Python环境中。安装方法如下：

1. 打开命令提示符；
2. 在命令行中使用cd命令，将路径切换至Mech-MSR的Python目录下；
3. 执行python -m pip install Python库的名称命令，下载安装对应的Python库。



Mech-MSR中已内置了NumPy和OpenCV两个常用的Python库。

### 使用方法

准备好Python脚本后，该步骤的使用方法如下（关于各参数的解释可参考 [参数说明](#)）：

1. 设置输入/输出端口数据类型。根据前后步骤的输入/输出端口数据类型，或根据实际需求，填写输入端口和输出端口的数据类型；
2. 设置Python脚本路径。在脚本路径处选择需要加载的脚本的路径；
3. 设置调用函数的名称。当选择脚本路径后，该步骤将自动获取该脚本内的函数名称，然后需在调用函数名称处的下拉栏中选择需要调用的脚本函数名称；
4. 运行步骤。



- 编写Python脚本时，直接编写用于处理数据的函数即可，无需在脚本内编写获取Mech-MSR数据的语句。
- 当Python脚本发生变化时，如需该步骤实时运行最新Python脚本，可在步骤参数中勾选运行标志下的重新加载所需文件。



## 使用注意事项

编写并使用该步骤运行Python脚本时的注意事项如下。

### 建议使用第三方库

由于在Mech-MSR中运行Python脚本和在Python环境中运行Python脚本存在差异，可能会导致某些Python库无法安装或安装后无法使用，所以建议使用第三方库。

### 注意使用NumPy库

在Python支持的数据类型中，其中比较复杂的类型是通过NumPy库来作为中间格式的。若存在某个参数类型是NumPy的数组类型，但却没有导入NumPy，则会发生报错。所以此时需要脚本开头添加**import numpy**。

### 编写脚本时需注意数据类型的数据维度

编写Python脚本时需要注意步骤端口的基本数据类型本身的数据维度。

- 默认数据维度为0的: Image; Cloud(XYZ); Cloud(XYZ-Normal);
- 默认数据维度为1的: NumberList; BoolList; IndexList; StringList, Point2DList;
- 默认数据维度为2的: PoseList; Pose2DList; Size3DList。



在数据类型后添加“[]”符号，表示增加数据维度。

例如: NumberList表示一维数值列表, NumberList[]表示二维数值列表。

## 参数说明

### 输入端口

参数解释: 该参数用于设置该步骤输入端口的数据类型, 输入的数据类型将会变为对应顺序的参数传入所调用的函数。

默认值: 空。

### 输出端口

参数解释: 该参数用于设置该步骤输出端口的数据类型, 函数返回的各数据会按照对应顺序返回给该步骤, 并且会按照对应数据类型进行解析。

默认值: 空。

目前支持的数据类型如下表所示:

步骤端口类型	Python 中使用的数据类型	输入数据示例
PoseList	列表	[[10, 20, 30, 0.951, 0.255, 0.168, 0.045], [10, 20, 30, 0.951, 0.255, 0.168, 0.045]]  (每组数据中, 前三个数值表示坐标值, 后四个数值表示四元数。)
Pose2DList	列表	[[0, 0, 0], [2, 0, 120]]  (每组数据中, 前两个数值分别表示坐标的 X、Y 值, 第三个数值表示角度。)
NumberList	列表	[1.1, 2, 999.9, -22]
StringList	字符串	['string_1', 'string_2', 'string_3']
Image	8 位无符号整数/64 位浮点数	图像数据
Cloud(XYZ)	数组	点云数据
Cloud(XYZ-Normal)	数组	带法向的点云数据
Cloud(XYZ-RGB)	数组	彩色点云数据
Size3DList	64 位浮点数	[[2.5, 5, 0.001], [6, 5, 0.02]]  (每组数据中, 前两个数值分别表示宽度、高度, 第三个数值表示每个像素的长度。)
IndexList	整数	[45, 10, 90]
BoolList	布尔	[True, False, True]
Point2DList	列表	轮廓线数据

### 脚本路径

参数解释: 该参数用于选择所需要加载的脚本的文件路径。

### 调用函数名称

参数解释: 该参数用于设置被调用的脚本函数名称。

## 2.6. 工具使用指南

单击对应链接, 查看对应工具的详细使用说明。

- [数据查看器说明](#)
- [2D匹配模板编辑器](#)

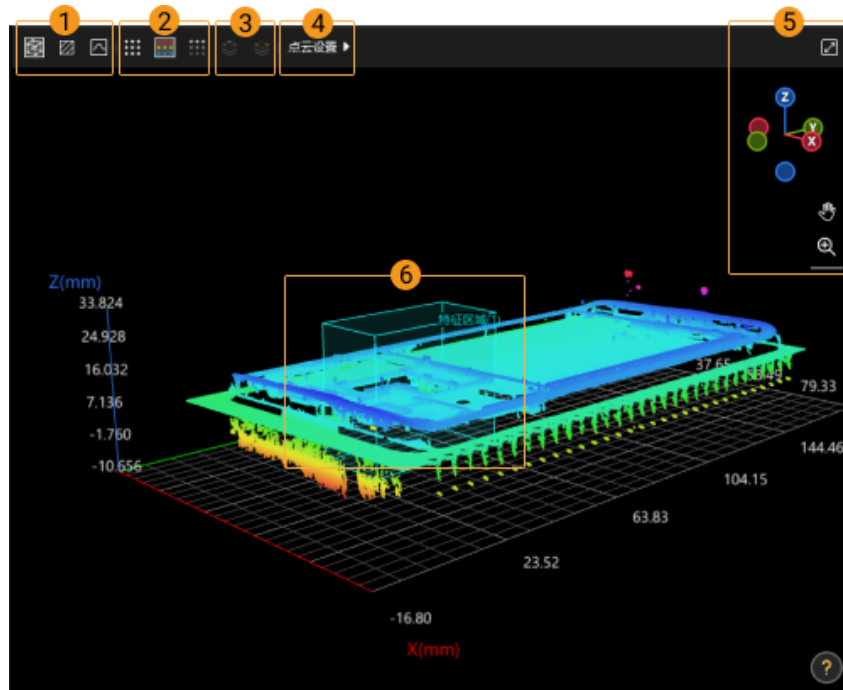
### 2.6.1. 数据查看器说明

数据查看器可以用来查看轮廓测量仪采集的数据、调整特征区域, 并观察经过各个步骤处理后的数据, 例如轮廓线、平面、特征点和距离等。






打开工程编辑区的**调试输出**后，才可使用数据查看器。

数据查看器界面如下图所示，下文将对该界面中各功能的使用方法进行介绍。



### 切换显示模式 (①)

使用以下图标来切换显示模式：

- 单击  切换到**透视模式**，以3D视角查看数据。
- 单击  切换到**表面模式**，在XOY平面上查看数据。
- 单击  切换到**轮廓线模式**，在XOZ平面上查看数据。通常用于轮廓线处理操作。



### 切换点云模式 (②)

使用以下图标来切换点云模式：

- 单击  切换为**单色点云**。
- 单击  切换为**彩色点云**。
- 单击  切换为**灰度点云**。

### 切换强度图模式 (③)

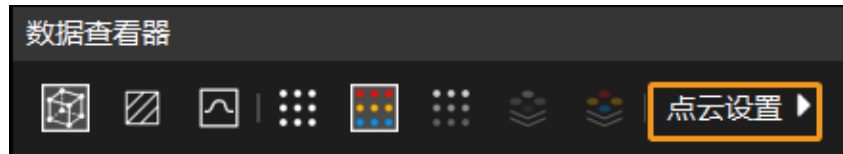
使用以下图标来切换强度图模式：

- 单击  切换为**强度图**。
- 单击  切换为**彩色强度图**。

## 点云设置 (④)



该功能仅开发者模式下可见。在菜单栏处选择设置 > 选项，然后在通用选项卡下勾选**开发者模式**，再单击[确定]关闭弹窗。该设置将在软件重启后生效。



### 1. 单击点云设置；




### 2. 在弹出的窗口中，可调节颜色分布的深度范围，便于观察某一范围内数据的深度变化。




- 默认已勾选**自动调整**选项，即软件将根据获取的数据深度范围自动调整颜色分布。
- 取消勾选**自动调整**后，可调节滑动条两端来设置深度值的最小值和最大值，从而设定数据颜色分布的深度范围。数据点的深度值在该范围外时，点的颜色将被渲染为最大值或最小值对应的颜色。

## 调整视图 (⑤)

使用以下按钮或快捷键来调整视图：

调整视图	操作说明
旋转视图	长按鼠标左键并向任意方向拖动鼠标。
平移视图	长按  并向任意方向拖动，或长按 <b>Shift</b> 与鼠标左键并向任意方向拖动鼠标。
缩放视图	长按  并拖动鼠标，或滚动鼠标滚轮。
适应屏幕	单击  。

可交互坐标系  显示视图的当前方向。单击任意轴标签 (X、Y、Z、-X、-Y、-Z) 将对齐视图到该轴。

## 设置特征区域 (⑥)

特征区域用于限定算法处理的区域。在一些步骤中，你可以直接调整特征区域，而在另一些步骤中，需先勾选**使用特征区域**，然后才能调整特征区域。

你可以通过以下方式来设置特征区域：

- [在数据查看区调整特征区域](#)
  - 直观调整特征区域位置
  - 直观调整特征区域大小
- [在参数配置区设置特征区域参数](#)
  - 设置特征区域类型
  - 精确调整特征区域位置

- 精确调整特征区域大小
- 新增或删除特征区域

### 在数据查看区调整特征区域



此方法用于粗略地调整特征区域。


- **调整特征区域位置**
  1. 长按 **Ctrl** 键激活特征区域，特征区域的各边上将显示绿色方格；
  2. 在待移动的特征区域任一平面上长按鼠标左键，此时各边上会显示黄色的箭头；
  3. 向任一方向移动鼠标即可移动该特征区域，松开鼠标左键即可完成调整。
- **调整特征区域大小**
  1. 长按 **Ctrl** 键激活特征区域，特征区域的各边上将显示绿色方格；
  2. 在任一绿色方格上长按鼠标左键，此时该方格变为黄色。
  3. 向任一方向移动鼠标以改变特征区域大小，松开鼠标左键即可完成调整。

### 在参数配置区设置特征区域参数

此方法用于精确调整特征区域。部分步骤需勾选**使用特征区域**后才能设置。

- **特征区域**
  - 添加特征区域：单击 **[ + 添加特征区域 ]** 按钮即可添加一个新的特征区域。
 

 该按钮置灰时，表示当前步骤不支持新增特征区域或特征区域数量已达上限。
  - 展开“区域1”（示例）：单击 **▶ 展开区域1**。
    - 区域类型：设置特征区域的形状，可选择长方体、圆柱、椭圆柱。
    - 中心坐标X/Y/Z：设置特征区域中心点的位置。
    - 宽度/长度/高度：设置特征区域的尺寸。
    - 旋转角度：即特征区域在初始位置下，绕空间坐标系的Z轴逆时针旋转的角度。
  - 删除特征区域：单击新增的**区域2**（示例）右侧的  删除该区域。删除图标置灰时，表示该区域不可删除。
 

 特征区域参数在不同步骤中可能不同，请根据实际界面显示调整相关参数。

### 2.6.2. 2D匹配模板编辑器

该工具用于编辑2D匹配所需的模板。这些模板可在**对齐**步骤中使用，使输入的图像与模版状态一致。

## 准备工作

1. 确认“对齐”步骤有正常输入。
2. 在“对齐”步骤参数配置区的**参数**栏下，单击[ **编辑模板** ]按钮，打开**2D匹配模板编辑器**。该工具会自动获取步骤的输入图像。



在**2D匹配模板编辑器**右侧参数栏下，单击[ **获取步骤输入** ]可重新获取步骤输入。

## 使用流程

1. 重命名当前默认模板，或单击[ **+ 新建** ]以创建新的模版。




在模版列表中选中模版后，你可以右键选择**重命名**选项，输入自定义名称后单击[ **确定** ]以修改模版名称。

2. 框选特征点。框选的特征点应具有代表性，并且不能过多。

**操作说明：**在模版列表右侧的工具栏中，单击图标选择合适的ROI工具，并在图像中进行标注。



- 在界面左下方的**ROI列表区**，选中一个ROI后，可右键选择**启用**、**禁用**等选项来设置绘制的ROI。对于重叠区域，**禁用**的层级高于**启用**，即两个有重叠的区域分别被设置为**启用**和**禁用**时，重叠部分实际状态为**禁用**，重叠区域内的特征点不生效。
- 如果想从已创建的ROI中去掉一些无用的特征点，可以使用**ROI橡皮擦**  进行擦除。



3. 设置中心点。设置中心点可确定模版在待匹配图像中的位置，从而确定模版匹配时的搜索范围。
4. 设置**特征参数**。
5. 单击界面右下角[ **生成模板** ]以生成并预览模板。
6. 单击[ **保存** ]。



如果只单击了右下角的[ **保存** ]，而未生成模版，编辑的模版内容会保存下来，但无法正

常使用。

设置完成后，关闭工具。单击“对齐”步骤[编辑模板]按钮下方的[▼]，在下拉菜单中选择对应的模板。

## 特征参数说明

### 梯度幅度下限阈值

参数解释：该参数用于过滤掉梯度幅度较小的特征点，从而保留幅度梯度大于下限阈值的点。

调节说明：设置一个较高的阈值时，只保留梯度幅度较大的特征点，即图像中显著变化的点；设置一个较低的阈值时，可能会包括一些噪声或不太显著的特征点。

### 特征点数量

参数解释：该参数用于确定从模版图像中提取的预期特征点数。值越大，特征点数量越多。

调节说明：增加特征点数量可以提高匹配的准确性，但也会增加计算复杂度，降低匹配速度。



当设置的模版中特征点数量小于设置的值时，模版中的特征点数量以实际数量为准。

### 非极大抑制核尺寸

参数解释：该参数用于调节特征点的分布密度。数值越大，特征点越稀疏。

调节说明：根据实际情况设置。

### 角度设置

参数解释：该参数用于设置角度相关参数，以限定特征点检测时所考虑的图像角度范围。

- 范围 (°)：该参数用于决定模版匹配时搜索的角度范围，即图像中目标对象相对模版的可能旋转范围。
- 步长 (°)：角度范围的间隔大小。较小的步长可提高搜索精度，但会导致搜索过程变慢。
- 尝试次数：在给定的角度范围内尝试匹配的次数。

### 缩放比例设置

参数解释：设置缩放比例相关参数以控制特征点检测时所考虑的图像缩放比例。

- 范围：该参数用于决定模版匹配时搜索的缩放比例范围，即目标对象在图像中可能出现的大小范围。
- 步长：缩放比例范围的间隔大小。较小的步长可提高搜索精度，但会导致搜索过程变慢。
- 尝试次数：在给定的缩放比例范围内尝试匹配的次数。

## 3. 3D测量与检测典型案例实践

梅卡曼德典型案例实践，是基于众多应用场景成功案例提炼成的典型应用案例实践指导。本手册将手把手教你轻松部署典型3D测量与检测应用。

### 典型应用部署流程概览

梅卡曼德案例库提供了丰富的典型应用案例，你可以根据应用场景选择合适的典型应用，然后快速完成3D测量与检测应用的部署。

典型应用部署的一般流程如下图所示。



3D测量与检测方案设计需要评估典型应用在实际项目部署中可能遇到的风险，并设计满足项目需求的方案。

3D测量与检测方案部署需要按照方案设计将典型应用案例部署到你的实际项目中，包含了从系统硬件搭建到最终完成测量与检测的整个过程。

关于应用部署各个阶段的详细介绍，请参考[3D测量与检测学习向导](#)。

### 典型应用案例实践指导

#### 电芯顶盖极柱高度差测量

该方案可测量电芯顶盖到极柱的高度差。

[获取方案设计及部署指导](#)

#### 刹车片缺陷检测（Blob分析）

该方案可使用Blob分析方法对刹车片表面缺陷进行检测，例如凹陷、凸起。

[获取方案设计及部署指导](#)

#### 金属件圆孔尺寸测量

该方案可对待测圆孔尺寸进行测量，例如半径、圆心位置。

[获取方案设计及部署指导](#)



## Pin针计数

该方案可统计接插件Pin针的数量。

[获取方案设计及部署指导](#)

## Pin针高度测量

该方案可测量接插件Pin针到基准面的高度。

[获取方案设计及部署指导](#)

## 手机中框平面度测量

该方案可测量手机中框平面度。

[获取方案设计及部署指导](#)

# 3.1. 电芯顶盖-极柱高度差测量

本文介绍电芯顶盖-极柱高度差测量方案的基本信息、设计与部署。

## 方案基本信息

### 应用场景描述

测量电芯顶盖-极柱高度差是质量控制中的一个重要环节，对确保电芯的性能和安全至关重要。测量电芯顶盖-极柱高度差的应用场景如下。

- **制造过程中的质量控制：**在电芯制造过程中，高度差的测量可以帮助制造商监控电芯的一致性和完整性。如果电芯顶盖-极柱高度不一致，可能会导致电池组高度不平，影响电池性能和寿命。通过精确的高度差测量，可及时发现和纠正制造过程中的偏差。
- **电池性能评估：**电芯顶盖-极柱的高度差可能会影响电池的内部结构和电化学反应，从而影响电池性能。测量电芯的高度差有助于评估电池放电率、充电速度、循环寿命等关键性能指标。
- **安全检测：**顶盖-极柱高度差过大会使电芯在充、放电过程中产生不均匀的应力，可能导致电芯破裂或泄漏，进而引发安全问题。因此，通过测量电芯顶盖-极柱的高度差，可提前发现潜在安全隐患，确保电芯安全使用。

综上所述，测量电芯顶盖-极柱高度差在电池制造、性能评估、安全检测等多个方面都有着重要的应用。精确的高度差测量有助于提高电池的性能和安全性，符合可持续发展和绿色制造的要求。

### 典型工件示例

该方案使用的电芯顶盖如下图所示。



### 关键技术指标

电芯顶盖-极柱高度差测量方案的技术指标如下。

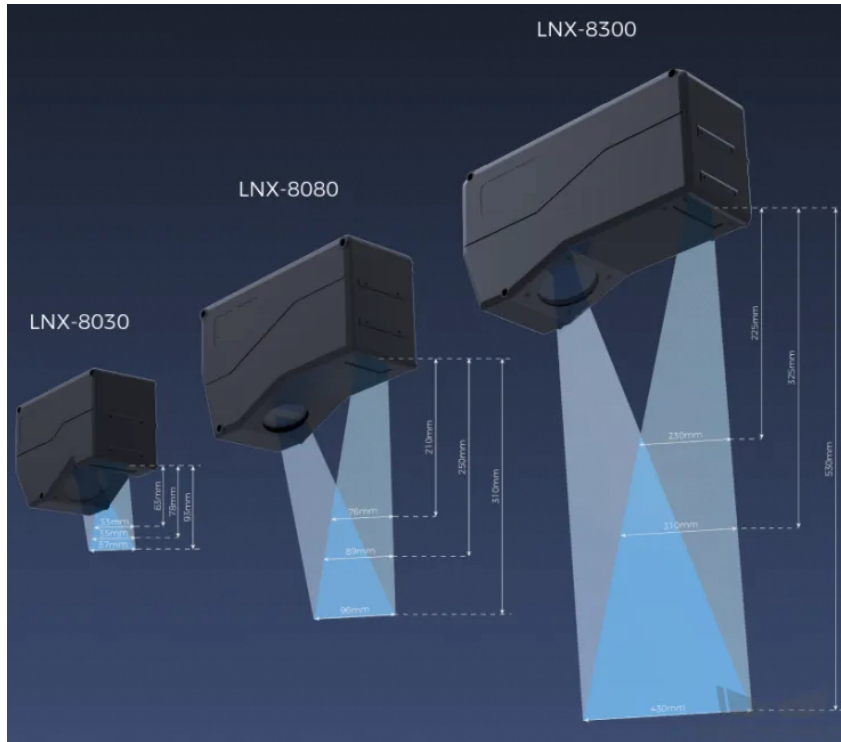
- 重复精度要求：0.05mm
- 视觉工程节拍：小于2s

### 方案设计

#### 轮廓测量仪选型

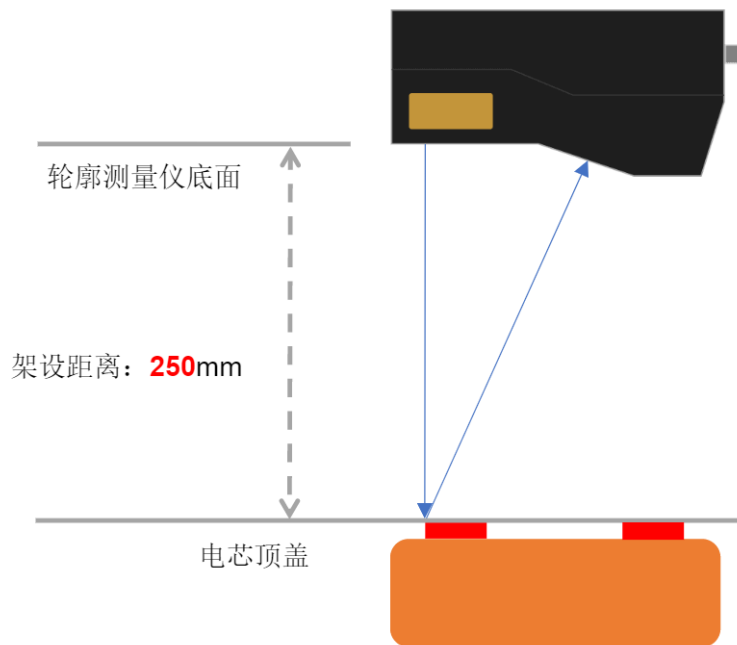
选择轮廓测量仪时，轮廓测量仪的X轴测量范围应大于被测物体的长度或宽度，并且轮廓测量仪的长边通常与被测物体的长边平行。

下图展示了LNX-8000系列各型号感测头的视野范围。由于待测工件尺寸为175mm × 72mm，为确保轮廓测量仪的视野能够完整覆盖该工件，选择使用LNX-8080。



### 轮廓测量仪安装方式

轮廓测量仪支持固定式、滑轨式安装，可根据实际情况选择安装方式，该方案选择固定式安装。



### 轮廓测量仪触发方式

轮廓测量仪支持多种触发方式，可与系统中其他设备及软件灵活配合，获取强度图、深度图和点云。该方案选择使用外部触发+编码器的方式进行数据采集，具体操作如下。

#### 1.

在Mech-Eye Viewer中设置相关参数。

- a. 设置**数据采集触发源**参数为**外部触发**。
  - b. 设置**行扫描触发源**参数为**编码器**。
  - c. 根据实际需求，设置**扫描模式**下的其他参数。
2. 设置**3D线激光轮廓测量仪**步骤参数。
    - a. 在参数处单击[ **打开编辑器** ]，选择并连接对应的轮廓测量仪。
    - b. 开启**数据采集状态**，使轮廓测量仪进入接收外部信号状态，当外部信号传入时开始采集图像。
  3. 运行测量工程，由外部信号触发轮廓测量仪开始采集图像。
  4. 轮廓测量仪采集图像完成，将图像传输至Mech-MSR。

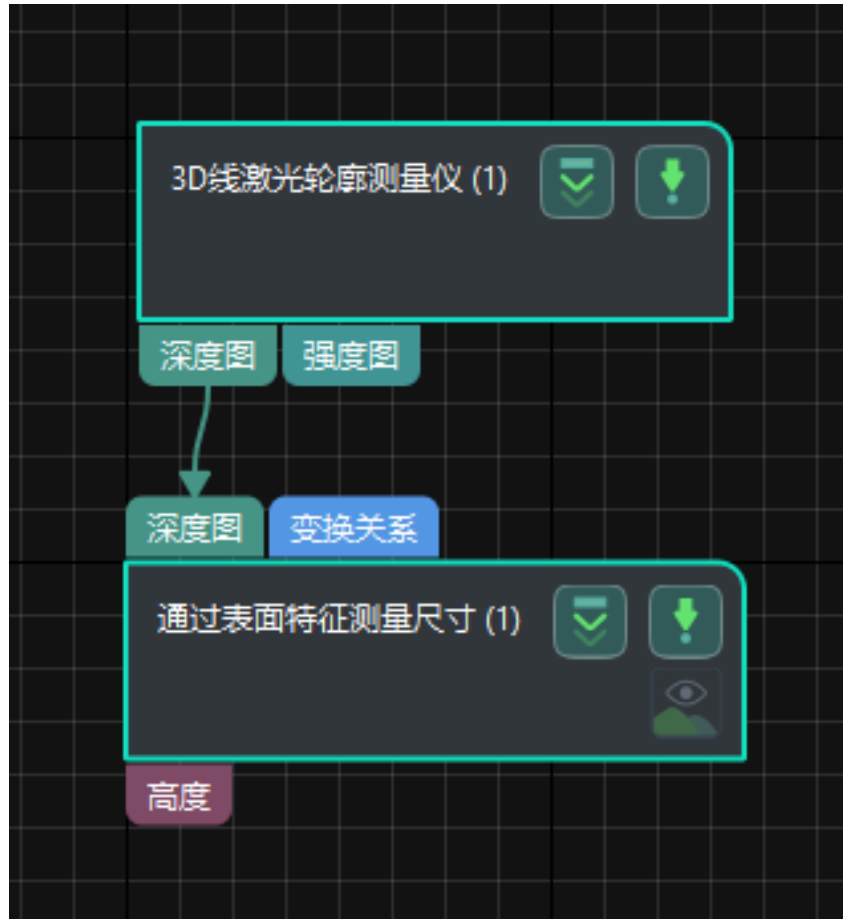
## 方案部署

### 测量工程配置

#### 流程概览

在该方案中，首先使用轮廓测量仪采集深度图，然后将获取的深度图输入到[通过表面特征测量尺寸](#)步骤中，以进行精确的高度差测量。完成测量后，即可输出相应的检测结果。

整体流程如下图所示。



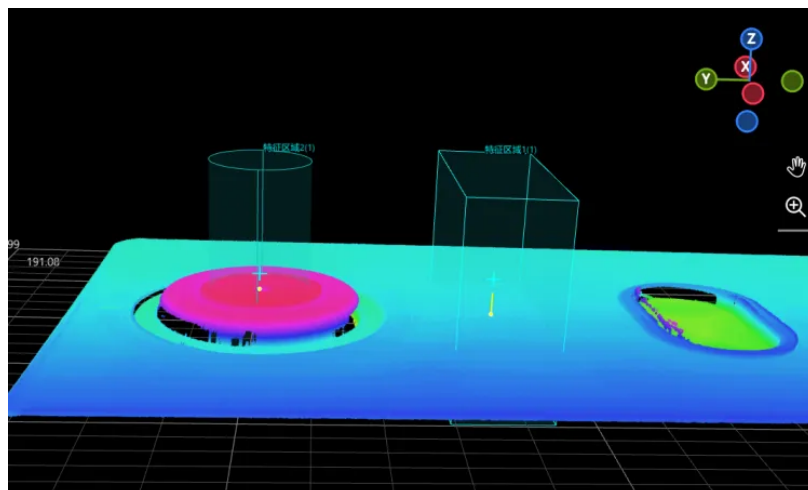
下文将对该流程中的重点步骤进行介绍。

### 步骤详解

#### 通过表面特征测量尺寸

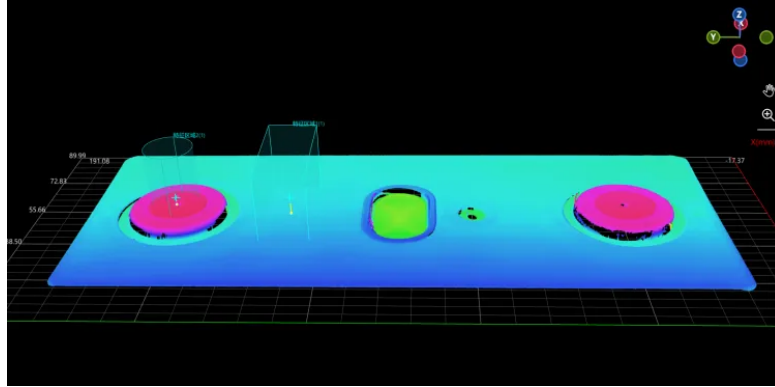
- **功能描述：**

该步骤可测量并输出竖直方向上两特征点之间的距离。如下图所示，该步骤将测量特征点1到特征点2的距离。



- **使用流程：**

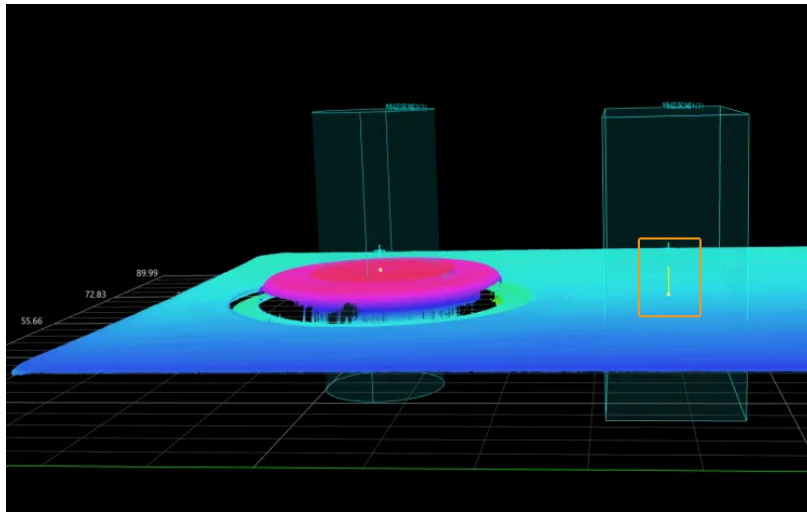
1. 添加特征区域。
2. 将特征区域调整至待测区域。



3. 根据实际情况，在步骤参数处选择特征点类型。
4. 在步骤输出栏中勾选高度。

- **查看输出结果：**

该步骤的输出结果如下图所示，其中黄色竖线即为测量高度线。



该步骤测量得到的高度差为**3.096mm**。

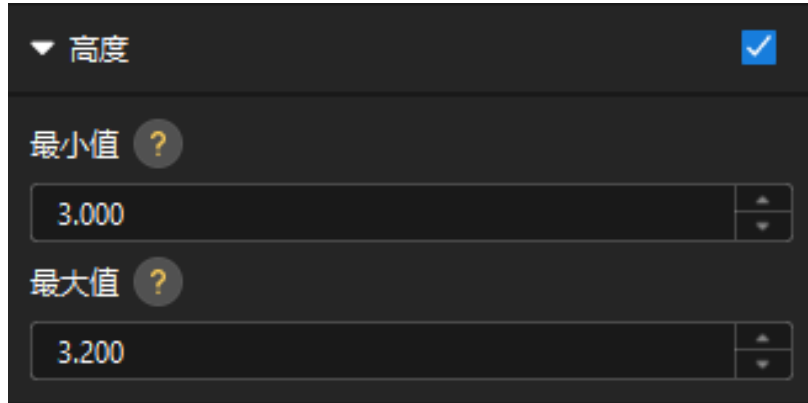


### 质量判定规则配置

步骤参数调节完成后，还需进行质量判定规则配置，用于输出测量和检测结果。

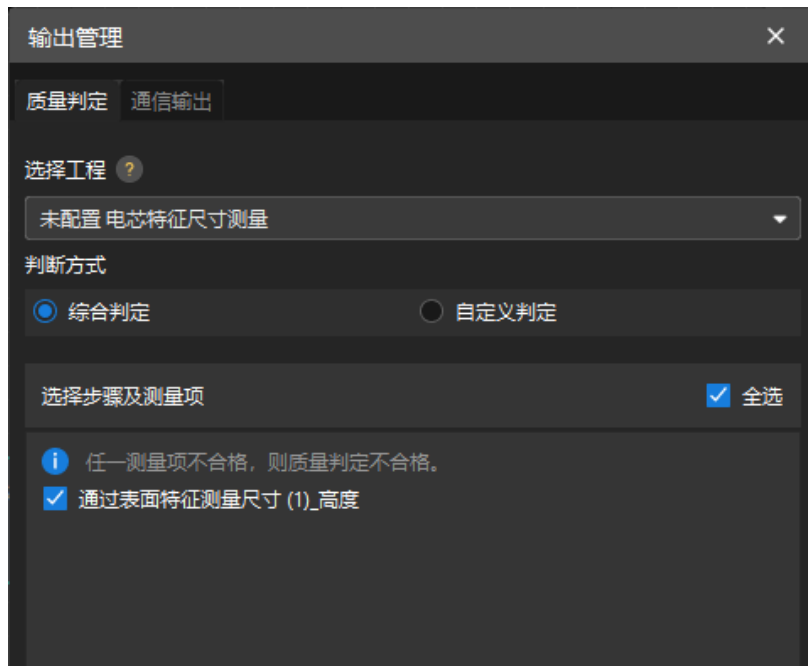
1. 在步骤输出栏中，对**高度**设置合格范围。

在**高度**折叠栏中设置测量结果允许的最大值和最小值。当检测数值在区间内，检测结果判定为OK。需根据工件图纸和工艺要求设置最大值和最小值。



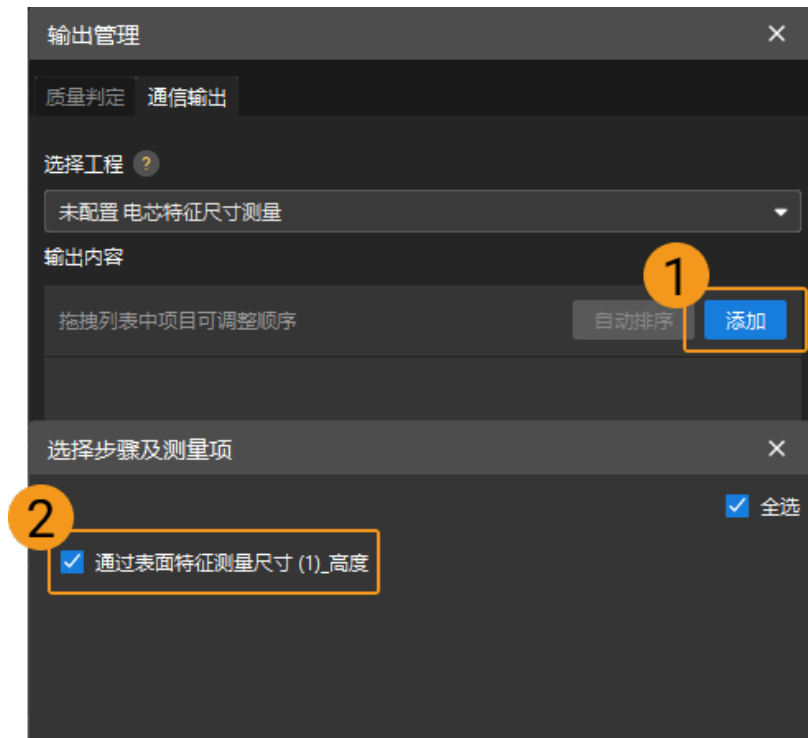
2. 在**输出管理**中对待检测工件进行综合判定设置。

此处仅检测高度，当所有的检测结果判定为OK时，向外界设备通信输出“0”（OK）。



3. 将测量结果进行输出（可选）。

如果外部设备需要获取测量结果，需将测量项添加为输出内容，即在输出管理 > 通信输出中按如下操作添加测量项。



### 通信配置

为了保证Mech-MSR能够与外部设备（PLC或其他产线设备）正常通信，从而实现外部设备触发Mech-MSR工程运行，并获取测量结果，还需进行通信配置，详细内容可参考[通信配置](#)。

至此，已完成了测量工程相关配置。

## 3.2. 刹车片缺陷检测（Blob分析）

本文介绍刹车片缺陷检测（Blob分析）方案的基本信息、设计与部署。

### 方案基本信息

#### 应用场景描述

在汽车制造过程中，刹车片缺陷检测用于确保刹车系统的质量，以满足相关的安全标准和法规。通过在生产线上自动检测刹车片的表面质量和尺寸，可及早发现缺陷或不合格品，并及时进行修复或替换。

#### 典型工件示例

该方案使用的刹车片如下图所示。





### 关键技术指标

刹车片缺陷检测（Blob分析）方案的技术指标如下。

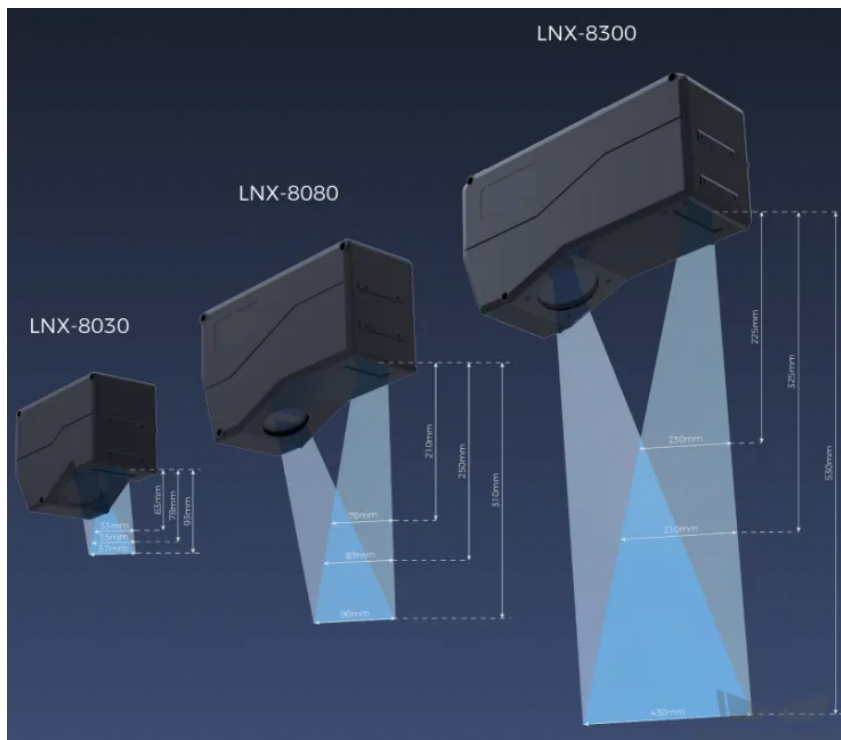
- 重复精度要求：小于 $20\mu\text{m}$
- 视觉工程节拍：小于2s

### 方案设计

#### 轮廓测量仪选型

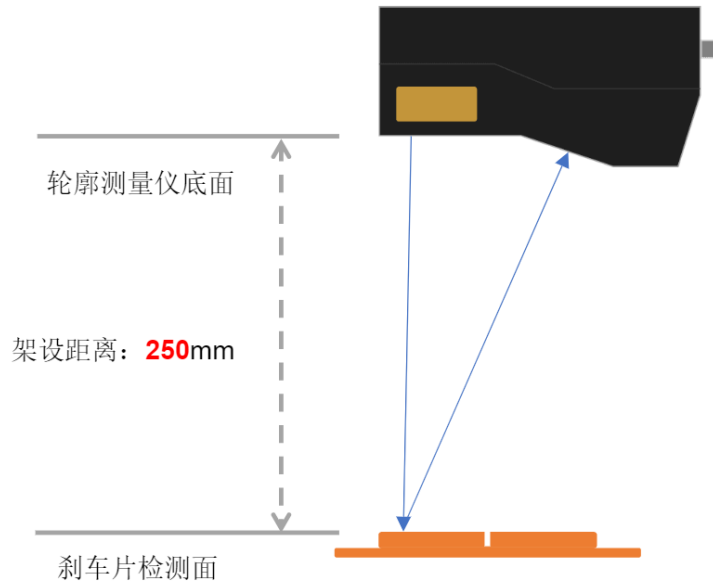
选择轮廓测量仪时，轮廓测量仪的X轴测量范围应大于被测物体的长度或宽度，并且轮廓测量仪的长边通常与被测物体的长边平行。

下图展示了LNX-8000系列各型号感测头的视野范围。由于待测工件尺寸为 $150\text{mm} \times 60\text{mm}$ ，为确保轮廓测量仪的视野能够完整覆盖该工件，选择使用LNX-8080。



## 轮廓测量仪安装方式

轮廓测量仪支持固定式、滑轨式安装，可根据实际情况选择安装方式，该方案选择固定式安装。



## 轮廓测量仪触发方式

轮廓测量仪支持多种触发方式，可与系统中其他设备及软件灵活配合，获取强度图、深度图和点云。该方案选择使用外部触发+编码器的方式进行数据采集，具体操作如下。

1. 在Mech-Eye Viewer中设置相关参数。
  - a. 设置数据采集触发源参数为外部触发。
  - b. 设置行扫描触发源参数为编码器。
  - c. 根据实际需求，设置扫描模式下的其他参数。
2. 设置3D线激光轮廓测量仪步骤参数。
  - a. 在参数处单击[ 打开编辑器 ]，选择并连接对应的轮廓测量仪。
  - b. 开启数据采集状态，使轮廓测量仪进入接收外部信号状态，当外部信号传入时开始采集图像。
3. 运行测量工程，机台转动，由外部信号触发轮廓测量仪开始采集图像。
4. 轮廓测量仪采集图像完成，将图像传输至Mech-MSR。

## 方案部署

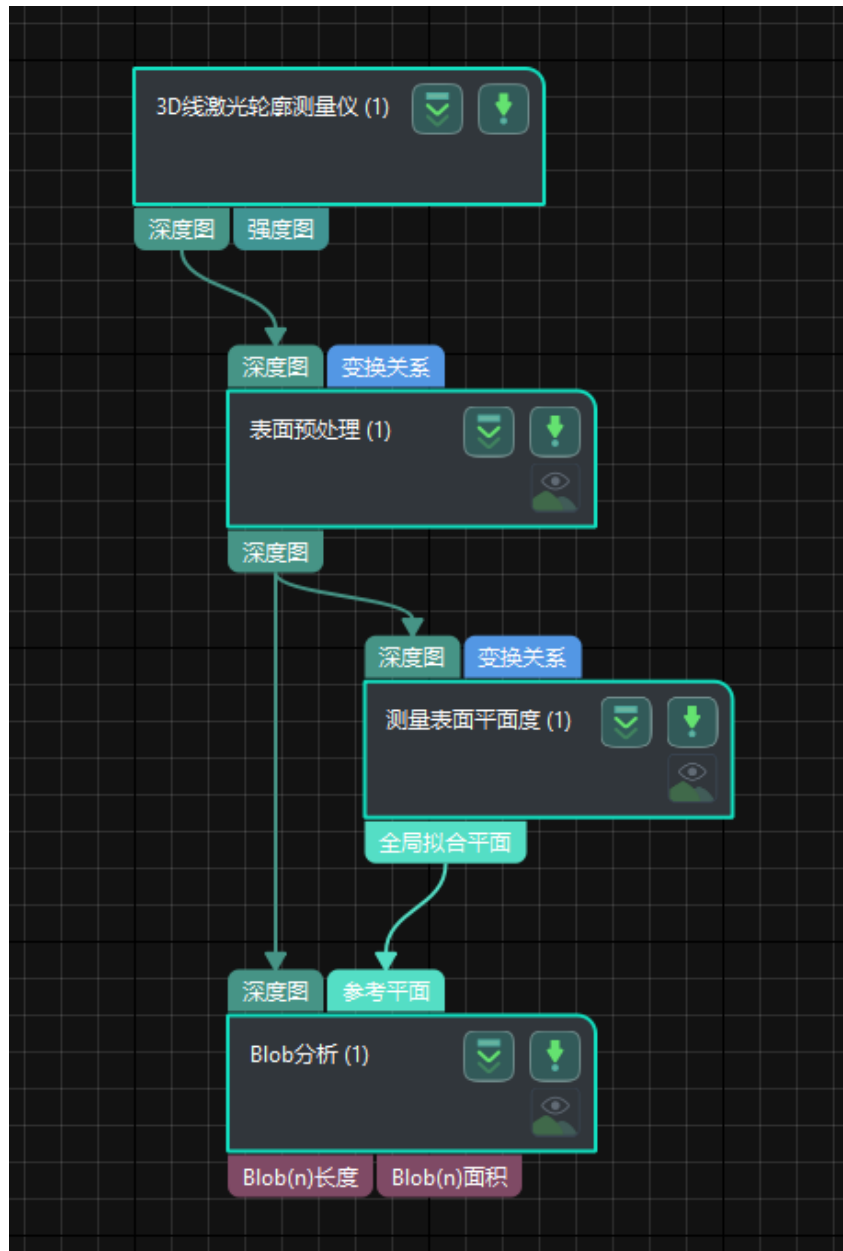
### 测量工程配置

### 流程概览

在该方案中，首先使用轮廓测量仪采集深度图，将获取的深度图输入到表面预处理步骤中，对测

量区域深度图进行裁剪。然后将裁剪后的深度图输入到**测量表面平面度**步骤中，拟合出参考平面。最后将参考平面与深度图输入**Blob分析**步骤，完成凹陷检测。最后，输出相应的检测结果。

整体流程如下图所示。



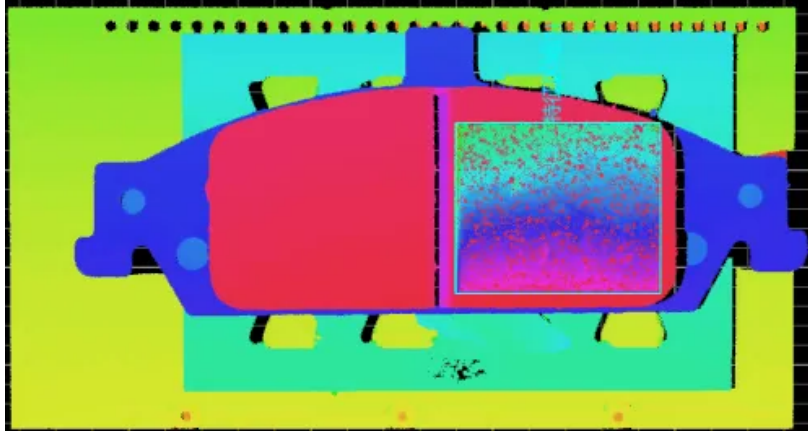
下文将对该流程中的重点步骤进行介绍。

## 步骤详解

### 表面预处理

- **功能描述：**

该步骤可对待测表面进行预处理，以获得更优的表面。如下图所示，为选取的缺陷检测区域。



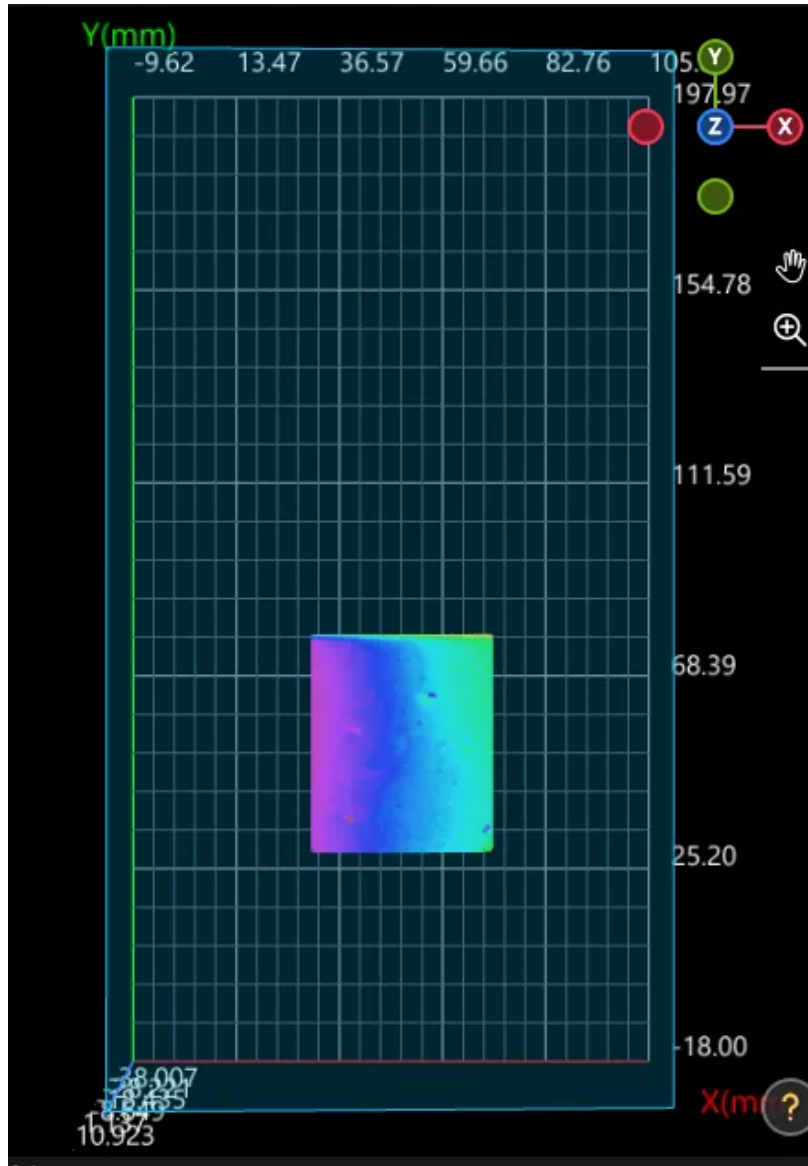
- **使用流程：**

1. 在步骤参数处勾选**显示高级滤波器**，并设置**滤波器类型**为**裁剪**。
2. 勾选**使用特征区域**，然后添加并调整特征区域至待测区域。

#### 测量表面平面度

- **功能描述：**

该步骤可测量指定表面区域的平面度。

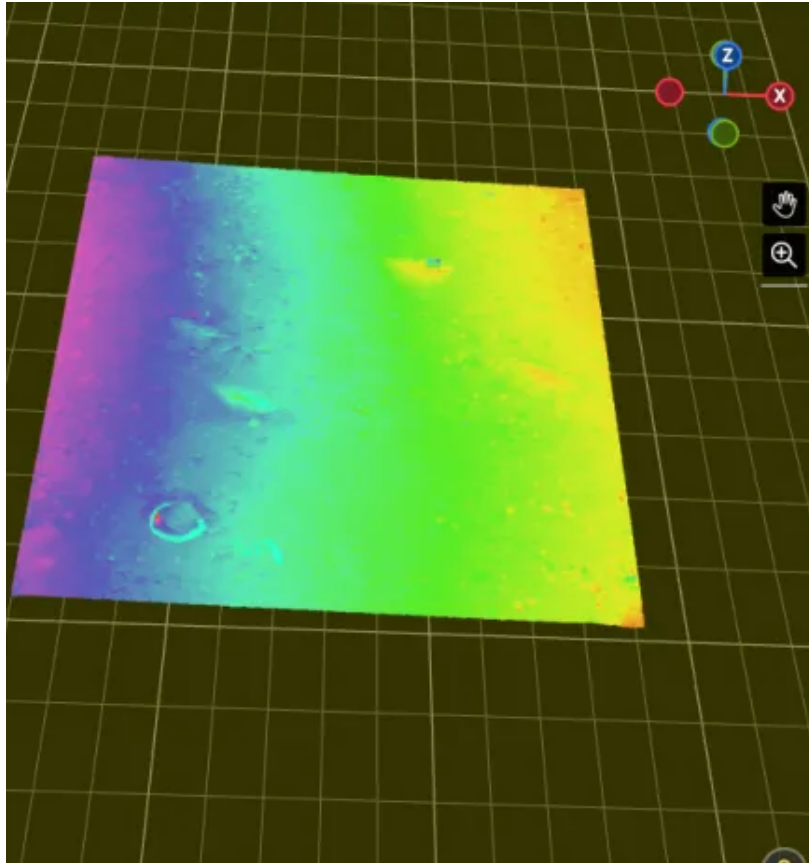


- **使用流程：**
  1. 在步骤参数处取消勾选**使用特征区域**。
  2. 根据实际情况，在步骤参数处设置**数据过滤模式**为**全局过滤**。由于测量区域存在部分噪点，通过可将离拟合平面最高的20%点和最低的20%点进行去除后再计算平面度。
  3. 在步骤输出栏中勾选**全局拟合平面**。

### Blob分析

- **功能描述：**

该步骤可从图像中提取出连通且具有特定形状和大小的区域。

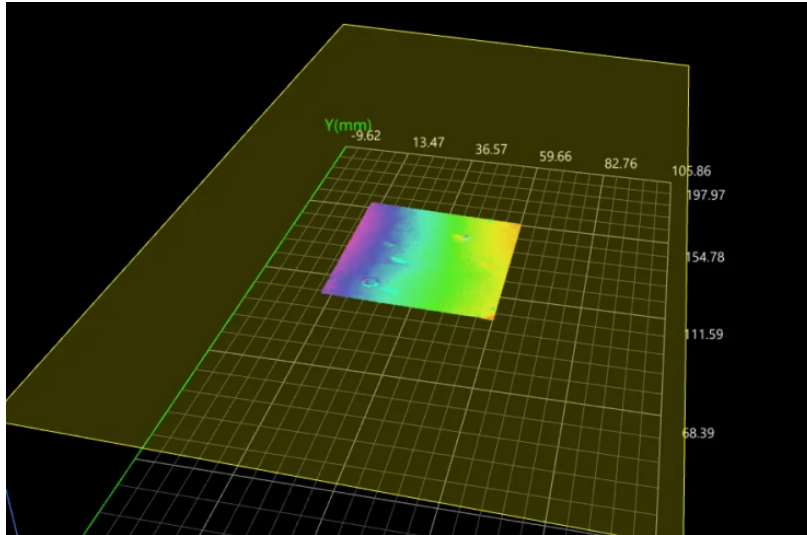


- **使用流程：**

1. 在步骤参数处设置**参考区域类型**为**参考平面**。
2. 设置**判断方式**为**小于高度阈值**。
3. 根据实际情况设置**高度阈值**。
4. 根据实际情况设置**面积过滤器**的**最大面积**和**最小面积**。
5. 在步骤输出栏中勾选**Blob(n)长度**和**Blob(n)面积**。

- **查看输出结果：**

该步骤的输出结果如下图所示，其中半透明黄色平面为参考平面，蓝色标记区域为检测的凹陷区域。



该步骤测量得到的缺陷长度为**3.216mm**，缺陷面积为**10.566mm<sup>2</sup>**。

结果输出				
	Blob分析 (1)	<input checked="" type="checkbox"/> 深度图(输入)		<input type="checkbox"/>
	Blob分析 (1)	<input checked="" type="checkbox"/> 参考平面(输入)		<input type="checkbox"/>
NG	Blob分析 (1)	<input type="checkbox"/> 连通区域数量(输出)	7	<input type="checkbox"/>
NG	Blob分析 (1)	<input type="checkbox"/> Blob(n)长度(输出)	3.216 mm	1 <input type="checkbox"/>
NG	Blob分析 (1)	<input type="checkbox"/> Blob(n)面积(输出)	10.566 mm <sup>2</sup>	1 <input type="checkbox"/>

## 质量判定规则配置

步骤参数调节完成后，还需进行质量判定规则配置，用于输出测量和检测结果。

1. 在“Blob分析”步骤输出栏中，对**连通区域数量**、**Blob(n)长度**、**Blob(n)面积**设置合格范围。

在**连通区域数量**、**Blob(n)长度**、**Blob(n)面积**折叠栏中设置测量结果允许的最大值和最小值。当检测数值在区间内，检测结果判定为OK。需根据工件图纸和工艺要求设置最大值和最小值。

▼ 连通区域数量

最小值 ?

0.000

最大值 ?

0.000



2. 在**输出管理**中对待检测工件进行综合判定设置。

此处仅检测连通区域数量，当所有的检测结果判定为OK时，向外界设备通信输出“0”（OK）。

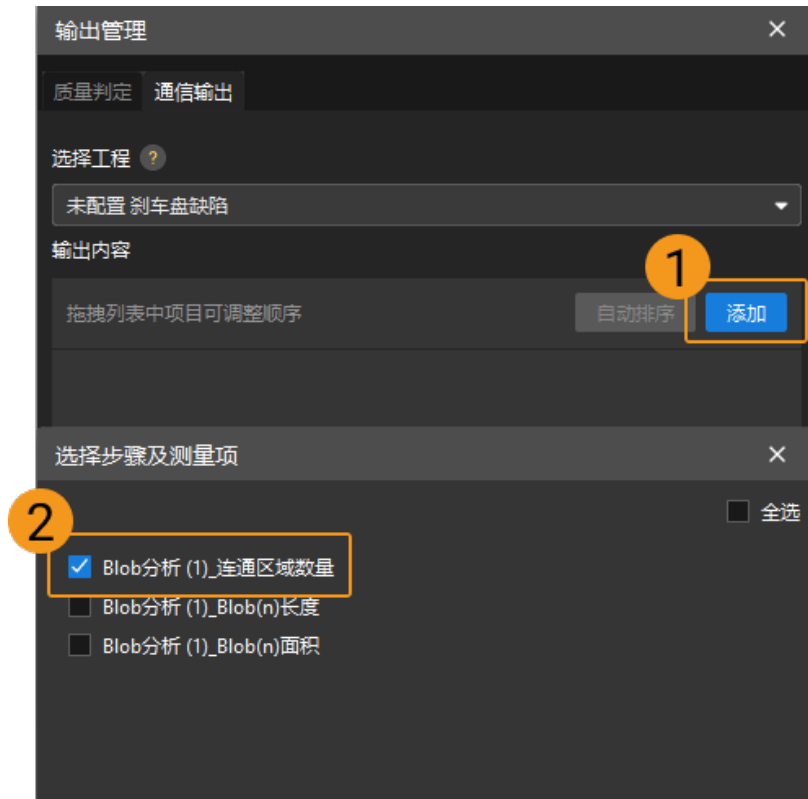


3. 将测量结果进行输出（可选）。

如果外部设备需要获取测量结果，需将测量项添加为输出内容，即在输出管理 > 通信输出中按



如下操作添加测量项。



### 通信配置

为了保证Mech-MSR能够与外部设备（PLC或其他产线设备）正常通信，从而实现外部设备触发Mech-MSR工程运行，并获取测量结果，还需进行通信配置，详细内容可参考[通信配置](#)。

至此，已完成了测量工程相关配置。

## 3.3. 金属件圆孔尺寸测量

本文介绍金属件圆孔尺寸测量方案的基本信息、设计与部署。

### 方案基本信息

#### 应用场景描述

在机械制造和电子产品制造过程中，圆孔尺寸测量是确保零部件精度和质量的关键。例如，在汽车、飞机等交通工具的制造中，圆孔的直径、深度和位置都需要精确测量，以确保各部件之间的装配精度和整体性能。

#### 典型工件示例

该方案使用的金属件如下图所示。



## 关键技术指标

金属件圆孔尺寸测量方案的技术指标如下。

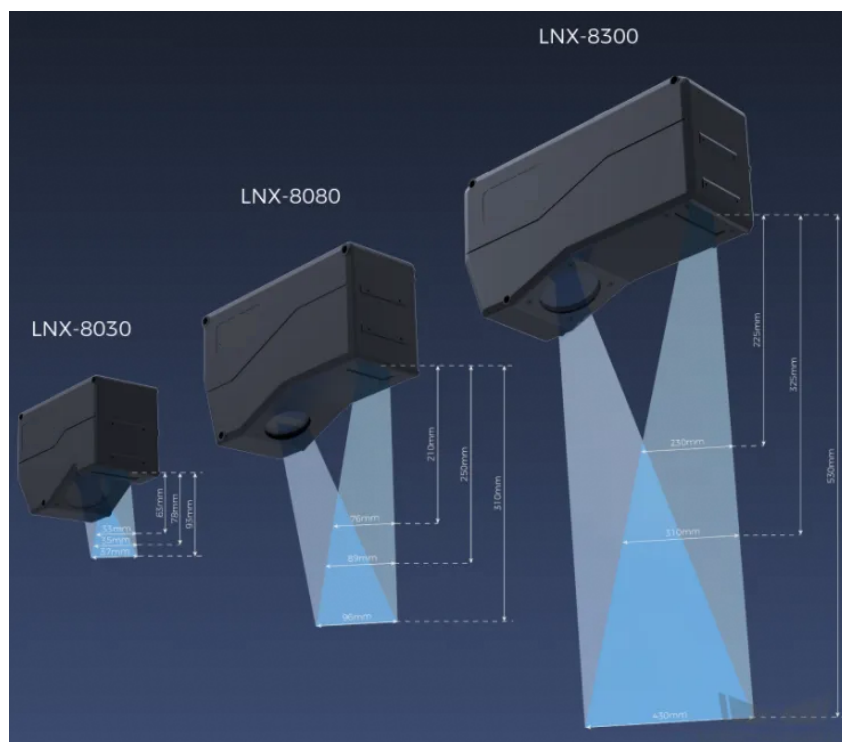
- 重复精度要求：小于 $20\mu\text{m}$
- 视觉工程节拍：小于2s

## 方案设计

### 轮廓测量仪选型

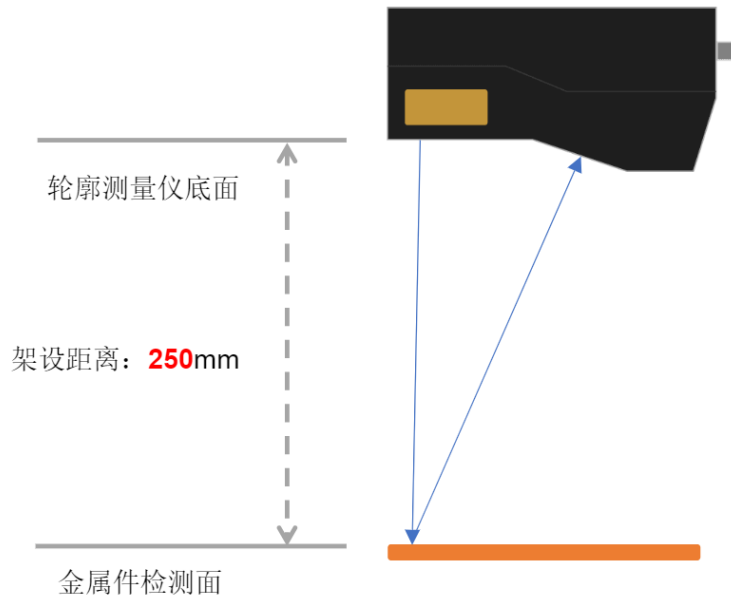
选择轮廓测量仪时，轮廓测量仪的X轴测量范围应大于被测物体的长度或宽度，并且轮廓测量仪的长边通常与被测物体的长边平行。

下图展示了LNX-8000系列各型号感测头的视野范围。由于待测工件尺寸为 $150\text{mm} \times 60\text{mm}$ ，为确保轮廓测量仪的视野能够完整覆盖该工件，选择使用LNX-8080。



## 轮廓测量仪安装方式

轮廓测量仪支持固定式、滑轨式安装，可根据实际情况选择安装方式，该方案选择固定式安装。



## 轮廓测量仪触发方式

轮廓测量仪支持多种触发方式，可与系统中其他设备及软件灵活配合，获取强度图、深度图和点云。该方案选择使用外部触发+编码器的方式进行数据采集，具体操作如下。

1. 在Mech-Eye Viewer中设置相关参数。
  - a. 设置数据采集触发源参数为外部触发。
  - b. 设置行扫描触发源参数为编码器。
  - c. 根据实际需求，设置扫描模式下的其他参数。
2. 设置3D线激光轮廓测量仪步骤参数。
  - a. 在参数处单击[ 打开编辑器 ]，选择并连接对应的轮廓测量仪。
  - b. 开启数据采集状态，使轮廓测量仪进入接收外部信号状态，当外部信号传入时开始采集图像。
3. 运行测量工程，机台转动，由外部信号触发轮廓测量仪开始采集图像。
4. 轮廓测量仪采集图像完成，将图像传输至Mech-MSR。

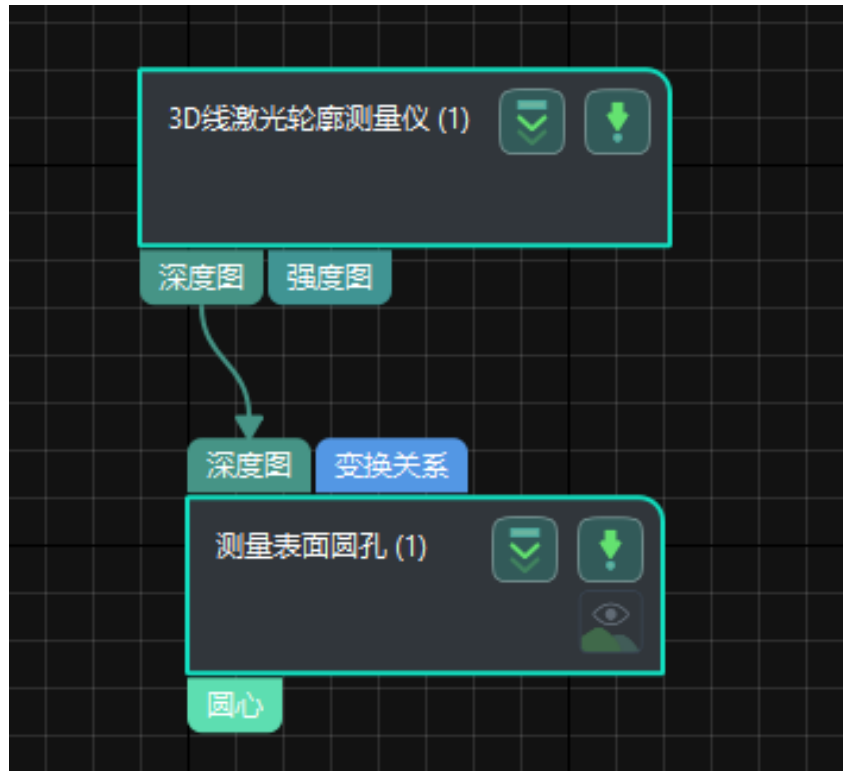
## 方案部署

### 测量工程配置

## 流程概览

在该方案中，首先使用轮廓测量仪采集深度图，将获取的深度图输入到测量表面圆孔步骤对待测圆孔进行测量。最后，输出相应的检测结果。

整体流程如下图所示。



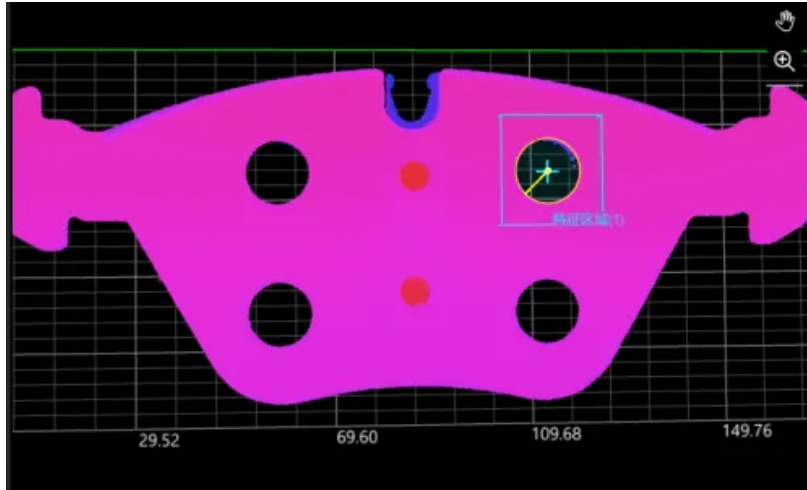
下文将对该流程中的重点步骤进行介绍。

## 步骤详解

### 测量表面圆孔

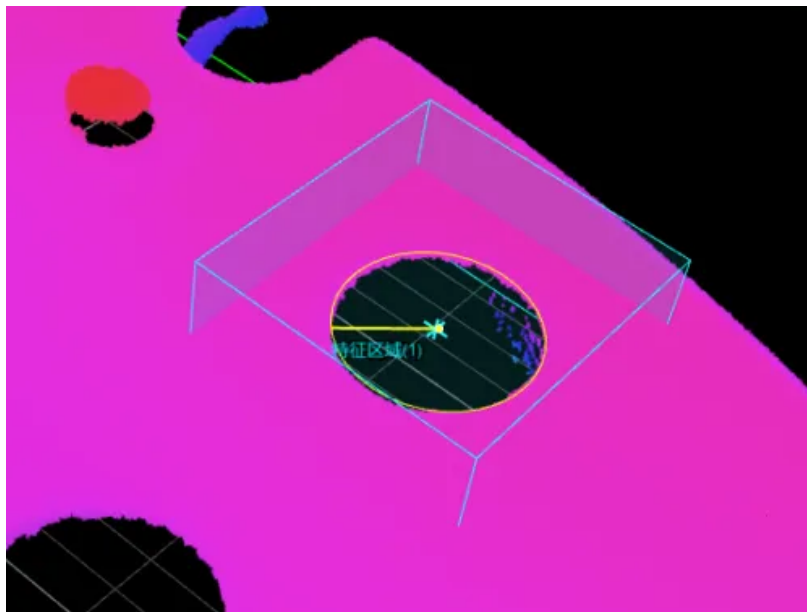
- **功能描述：**

该步骤可定位和测量表面特征区域内的圆孔，并输出圆孔的位置和半径。

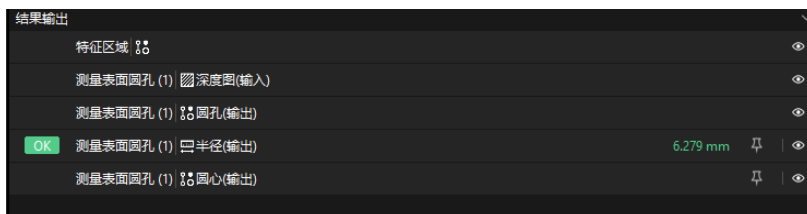


- **使用流程：**
  1. 根据实际情况，在步骤参数处设置公称半径和半径公差。
  2. 调整特征区域至待测圆孔位置。
  3. 在步骤输出栏中勾选**半径**和**圆心**。
- **查看输出结果：**

该步骤的输出结果如下图所示，其中黄色圆环为测量圆孔的拟合圆。



该步骤测量得到的圆环半径为**6.279mm**。

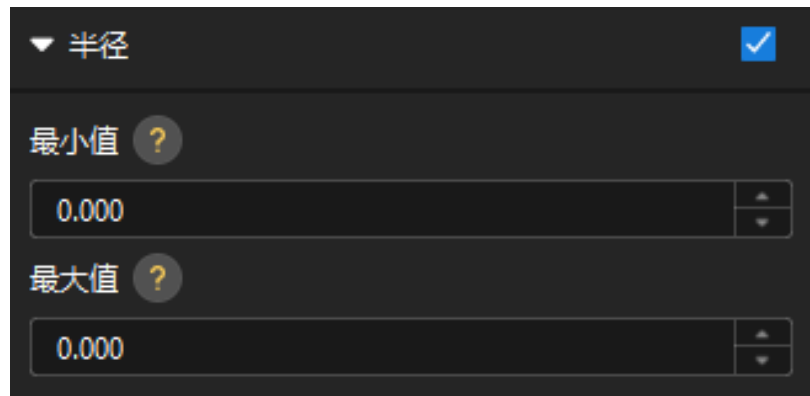


## 质量判定规则配置

步骤参数调节完成后，还需进行质量判定规则配置，用于输出测量和检测结果。

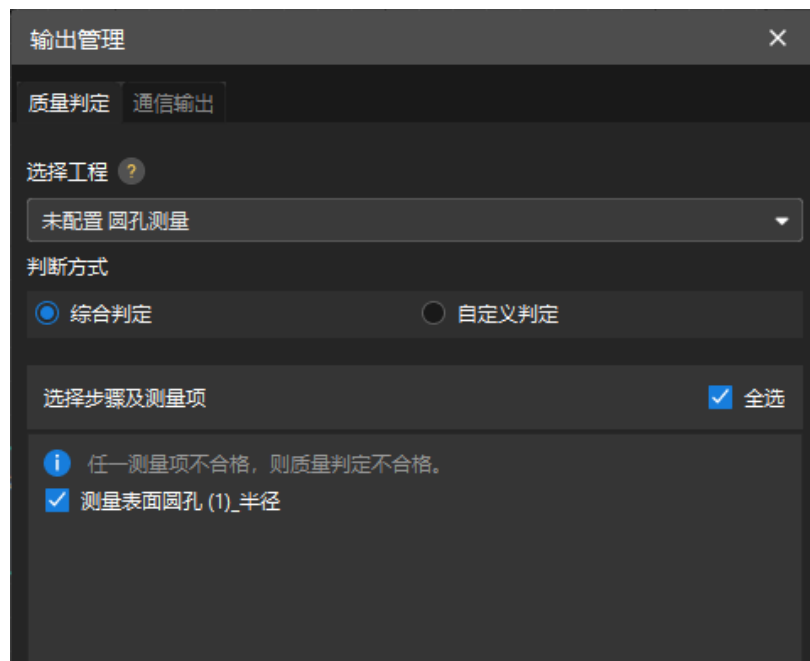
1. 在“测量表面圆孔”步骤输出栏中，对**半径**设置合格范围。

在**半径**折叠栏中设置测量结果允许的最大值和最小值。当检测数值在区间内，检测结果判定为OK。需根据工件图纸和工艺要求设置最大值和最小值。



2. 在**输出管理**中对待检测工件进行综合判定设置。

此处仅检测半径，当所有的检测结果判定为OK时，向外界设备通信输出“0”（OK）。



3. 将测量结果进行输出（可选）。

如果外部设备需要获取测量结果，需将测量项添加为输出内容，即在输出管理 > 通信输出中按如下操作添加测量项。



### 通信配置

为了保证Mech-MSR能够与外部设备（PLC或其他产线设备）正常通信，从而实现外部设备触发Mech-MSR工程运行，并获取测量结果，还需进行通信配置，详细内容可参考[通信配置](#)。

至此，已完成了测量工程相关配置。

## 3.4. Pin针计数

本文介绍Pin针计数方案的基本信息、设计与部署。

### 方案基本信息

#### 应用场景描述

在工业测量场景中，Pin针的质量检测对精密部件的加工和装配至关重要。Pin针计数的应用场景如下。

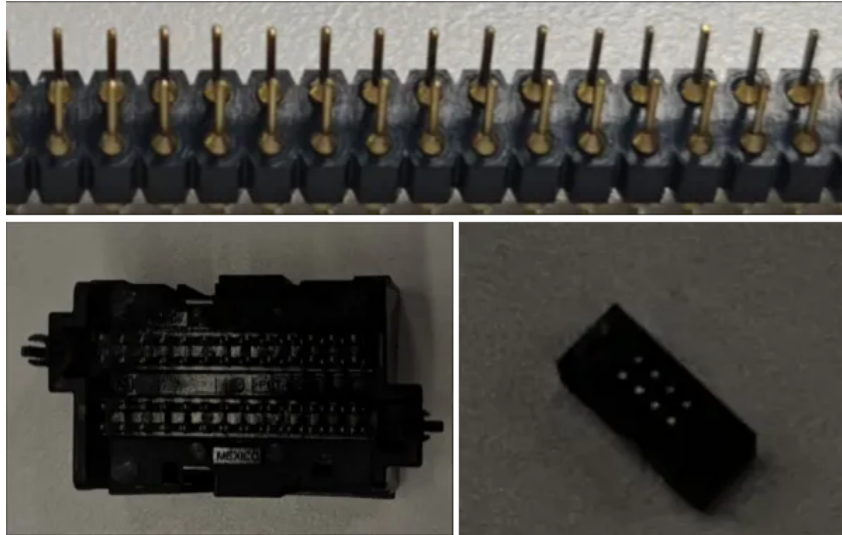
- 半导体制造：在半导体制造过程中，Pin针常用于连接晶圆和载体板，此时需精确测量Pin针的高度和位置，以确保良好的电气连接，并防止晶圆损坏。
- 电子设备装配：在电子设备装配过程中，Pin针可用于固定或连接小型电子元件。测量Pin针的高度和位置有助于确保元件的正确放置和固定。
- 航空航天：在航空航天领域，由于部件的精确度对飞行安全至关重要，因此测量Pin针的高度有助于确保各部件进行高精度配合和连接。
- 精密仪器：在精密仪器中，Pin针可用于定位或连接关键部件。测量Pin针的高度和位置有助于

确保仪器的性能和精度。

综上所述，Pin针质量检测有广泛的应用场景，Pin针计数是Pin针质量检测中非常重要的一部分。

### 典型工件示例

该方案使用的Pin针如下图所示。



### 关键技术指标

Pin针计数方案的技术指标如下。

- 视觉工程节拍：小于2s

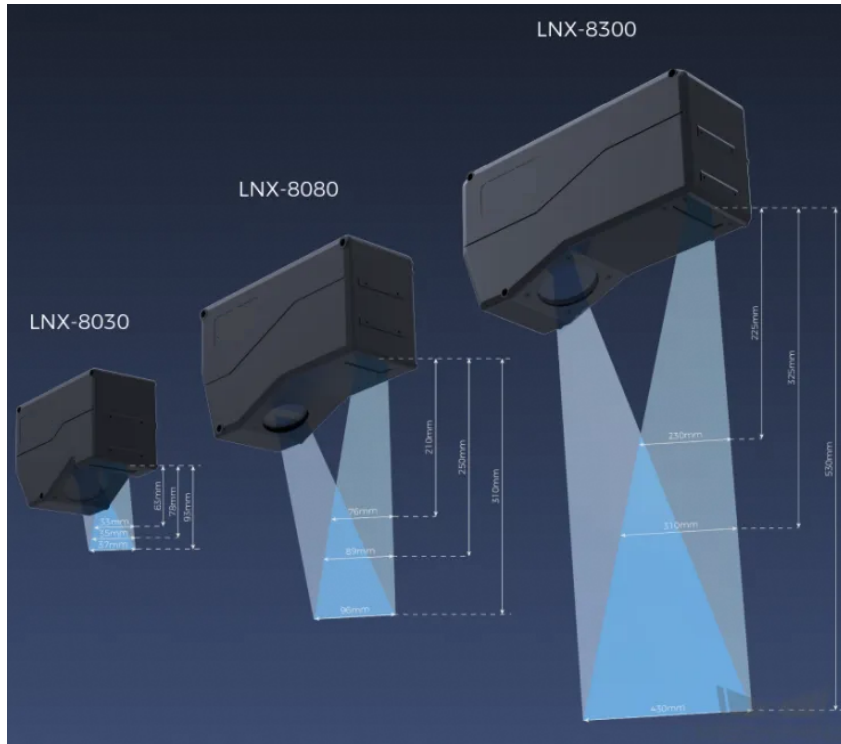
### 方案设计

#### 轮廓测量仪选型

选择轮廓测量仪时，轮廓测量仪的X轴测量范围应大于被测物体的长度或宽度，并且轮廓测量仪的长边通常与被测物体的长边平行。

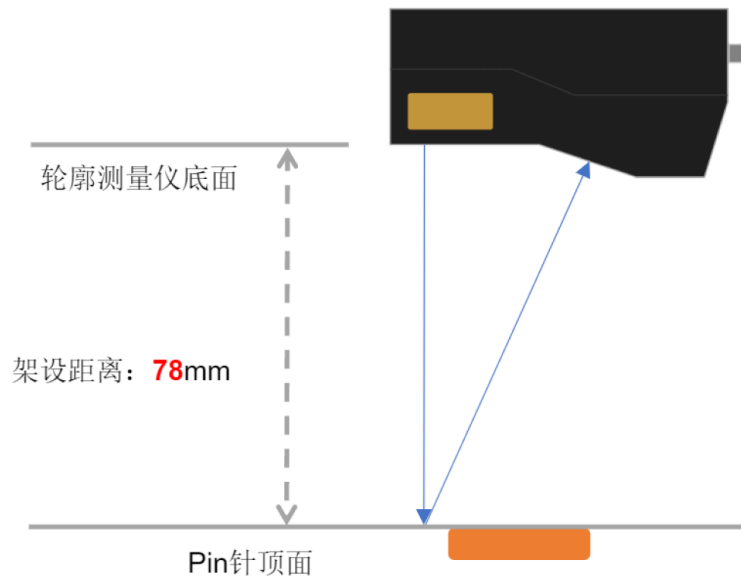
下图展示了LNX-8000系列各型号感测头的视野范围。由于待测工件尺寸为24mm × 7mm，为确保轮廓测量仪的视野能够完整覆盖该工件，选择使用LNX-8030。





### 轮廓测量仪安装方式

轮廓测量仪支持固定式、滑轨式安装，可根据实际情况选择安装方式，该方案选择固定式安装。



### 轮廓测量仪触发方式

轮廓测量仪支持多种触发方式，可与系统中其他设备及软件灵活配合，获取强度图、深度图和点云。该方案选择使用外部触发+编码器的方式进行数据采集，具体操作如下。

1. 在Mech-Eye Viewer中设置相关参数。

- a. 设置数据采集触发源参数为外部触发。
  - b. 设置行扫描触发源参数为编码器。
  - c. 根据实际需求，设置扫描模式下的其他参数。
2. 设置3D线激光轮廓测量仪步骤参数。
    - a. 在参数处单击[ 打开编辑器 ]，选择并连接对应的轮廓测量仪。
    - b. 开启数据采集状态，使轮廓测量仪进入接收外部信号状态，当外部信号传入时开始采集图像。
  3. 运行测量工程，机台转动，由外部信号触发轮廓测量仪开始采集图像。
  4. 轮廓测量仪采集图像完成，将图像传输至Mech-MSR。

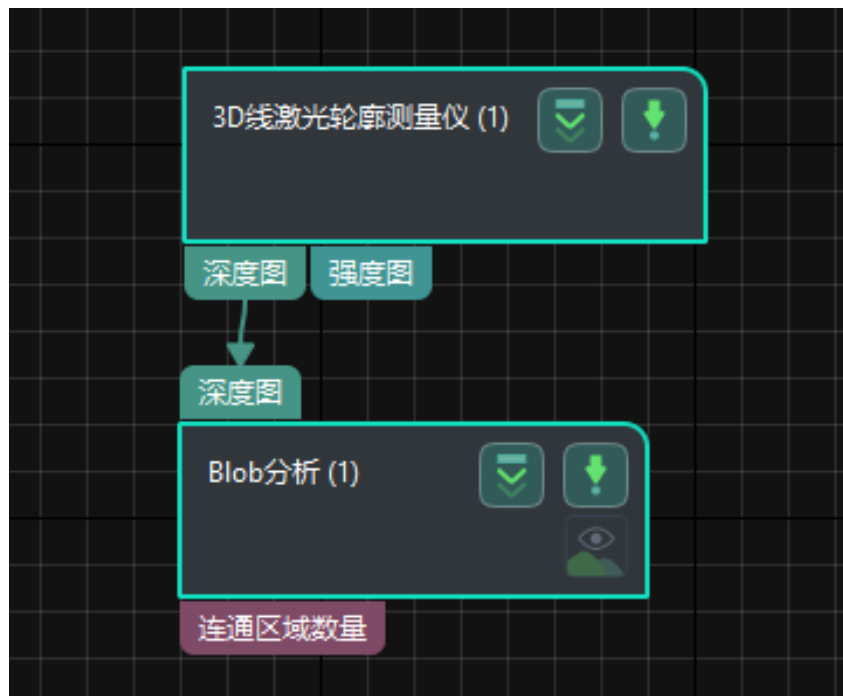
## 方案部署

### 测量工程配置

#### 流程概览

在该方案中，首先使用轮廓测量仪采集深度图，然后将获取的深度图输入到Blob分析步骤中，以获取Pin针数量。随后即可输出相应的检测结果。

整体流程如下图所示。



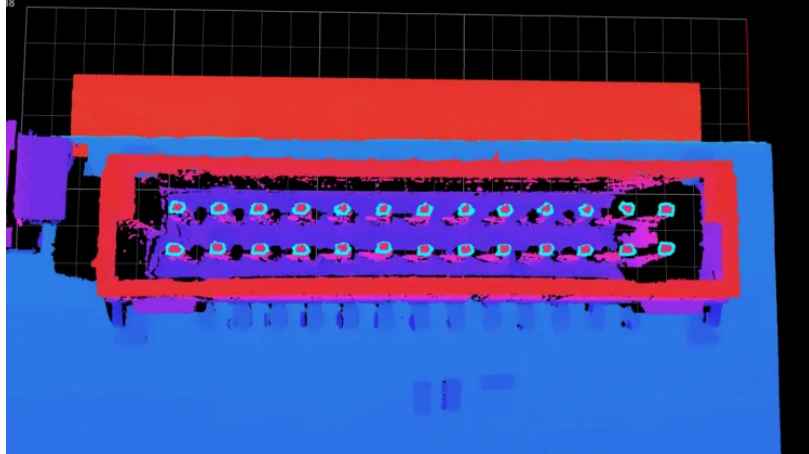
下文将对该流程中的重点步骤进行介绍。

## 步骤详解

### Bolb分析

- **功能描述:**

该步骤可从图像中提取出连通且具有特定形状和大小的区域。

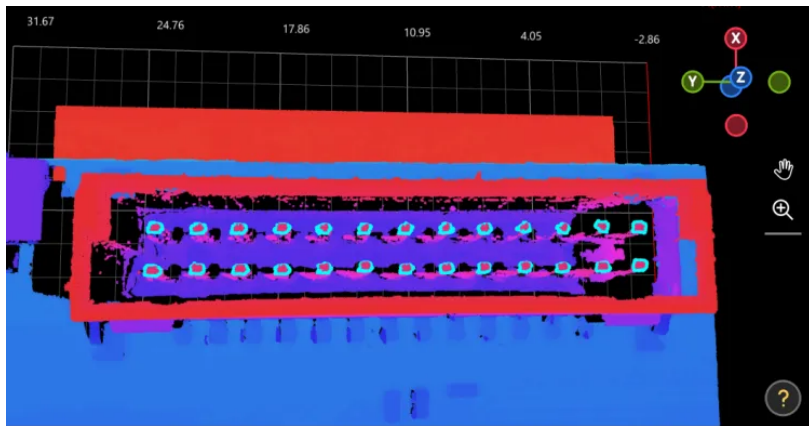


- **使用流程:**

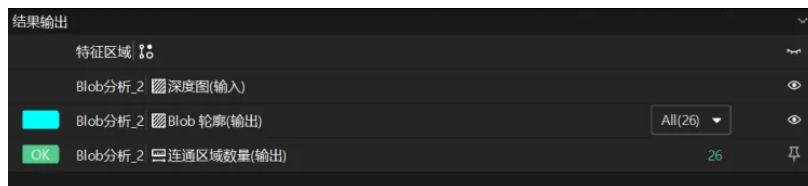
1. 根据实际工件情况，在步骤参数处设置**高度阈值**、**最大面积**、**最小面积**等参数。
2. 在步骤输出栏中勾选**连通区域数量**。

- **查看输出结果:**

该步骤的输出结果如下图所示。



该步骤测量得到的Pin针数量为**26**。

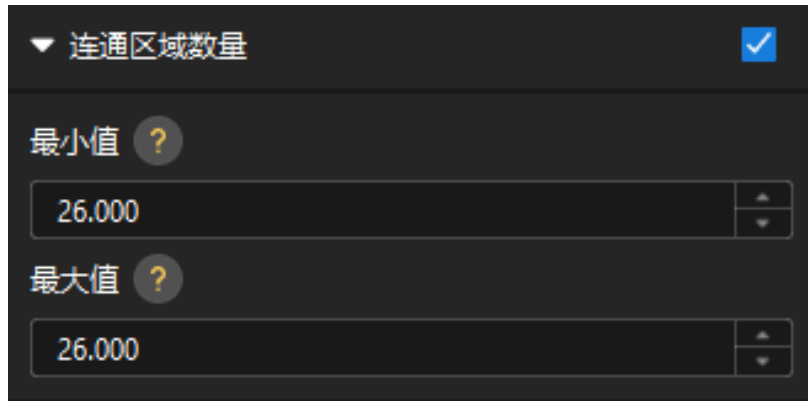


## 质量判定规则配置

步骤参数调节完成后，还需进行质量判定规则配置，用于输出测量和检测结果。

1. 在步骤输出栏中，对**联通区域数量**设置合格范围。

在**联通区域数量**折叠栏中设置测量结果允许的最大值和最小值。当检测数值在区间内，检测结果判定为OK。需根据工件图纸和工艺要求设置最大值和最小值。



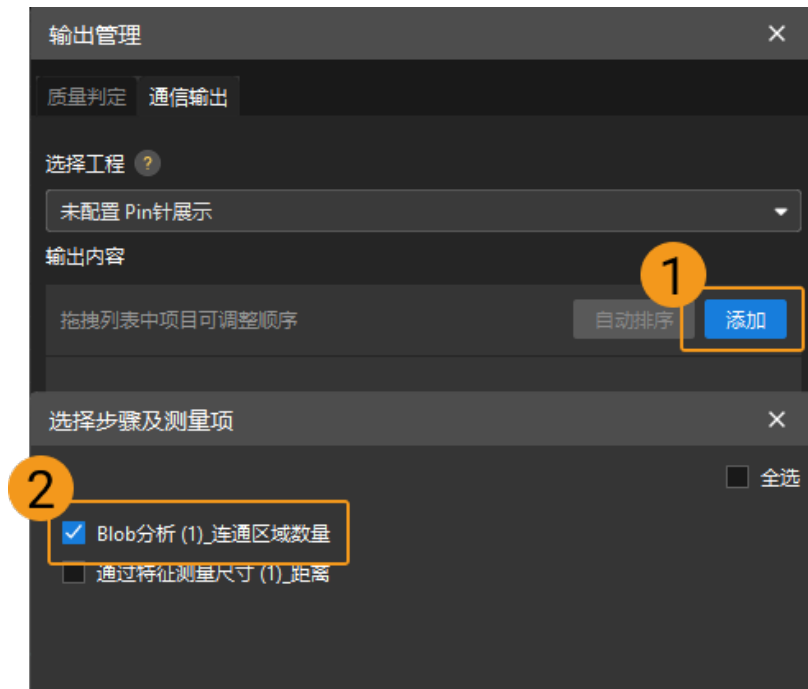
2. 在**输出管理**中对待检测工件进行综合判定设置。

此处仅检测连通区域数量，当所有的检测结果判定为OK时，向外界设备通信输出“0”（OK）。



3. 将测量结果进行输出（可选）。

如果外部设备需要获取测量结果，需将测量项添加为输出内容，即在输出管理 > 通信输出中按如下操作添加测量项。



### 通信配置

为了保证Mech-MSR能够与外部设备（PLC或其他产线设备）正常通信，从而实现外部设备触发Mech-MSR工程运行，并获取测量结果，还需进行通信配置，详细内容可参考[通信配置](#)。

至此，已完成了测量工程相关配置。

## 3.5. Pin针高度测量

本文介绍Pin针高度测量方案的基本信息、设计与部署。

### 方案基本信息

#### 应用场景描述

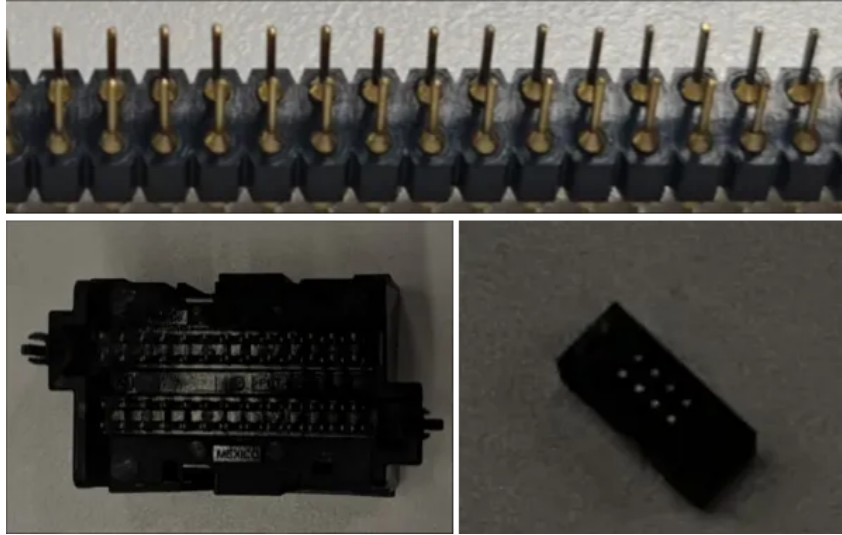
在工业测量场景中，Pin针的质量检测对精密部件的加工和装配至关重要。Pin针高度测量的应用场景如下。

- 半导体制造：在半导体制造过程中，Pin针常用于连接晶圆和载体板，此时需精确测量Pin针的高度和位置，以确保良好的电气连接，并防止晶圆损坏。
- 电子设备装配：在电子设备装配过程中，Pin针可用于固定或连接小型电子元件。测量Pin针的高度和位置有助于确保元件的正确放置和固定。
- 航空航天：在航空航天领域，由于部件的精确度对飞行安全至关重要，因此测量Pin针的高度有助于确保各部件进行高精度配合和连接。
- 精密仪器：在精密仪器中，Pin针可用于定位或连接关键部件。测量Pin针的高度和位置有助于确保仪器的性能和精度。

综上所述，Pin针质量检测有广泛的应用场景，Pin针高度测量是Pin针质量检测中非常重要的一部分。

### 典型工件示例

该方案使用的Pin针如下图所示。



### 关键技术指标

Pin针高度测量方案的技术指标如下。

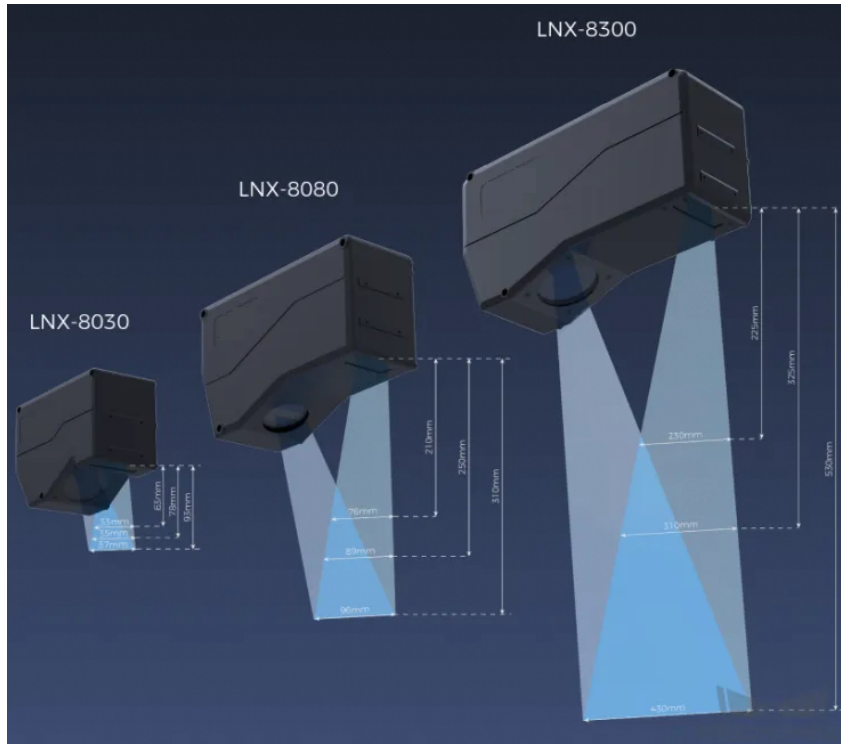
- 重复精度要求：小于0.1mm
- 视觉工程节拍：小于2s

### 方案设计

#### 轮廓测量仪选型

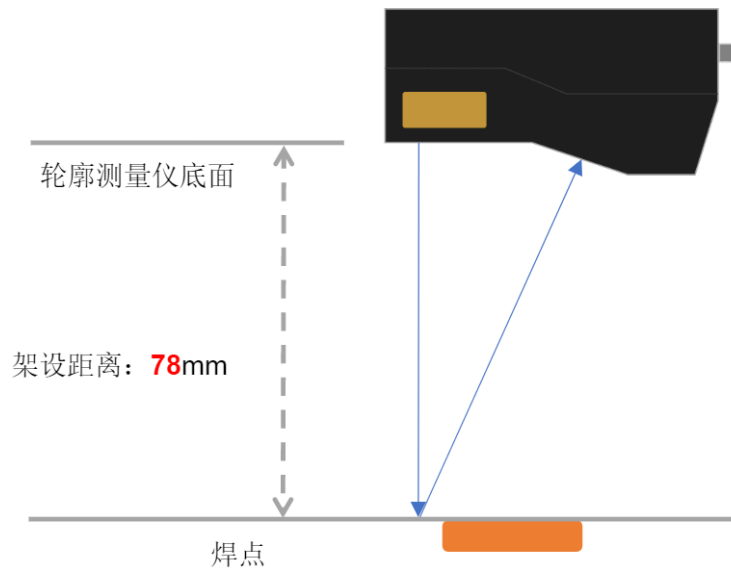
选择轮廓测量仪时，轮廓测量仪的X轴测量范围应大于被测物体的长度或宽度，并且轮廓测量仪的长边通常与被测物体的长边平行。

下图展示了LNX-8000系列各型号感测头的视野范围。由于待测工件尺寸为18mm × 5mm，为确保轮廓测量仪的视野能够完整覆盖该工件，选择使用LNX-8030。



### 轮廓测量仪安装方式

轮廓测量仪支持固定式、滑轨式安装，可根据实际情况选择安装方式，该方案选择固定式安装。



### 轮廓测量仪触发方式

轮廓测量仪支持多种触发方式，可与系统中其他设备及软件灵活配合，获取强度图、深度图和点云。该方案选择使用外部触发+编码器的方式进行数据采集，具体操作如下。

1. 在Mech-Eye Viewer中设置相关参数。

- a. 设置**数据采集触发源**参数为**外部触发**。
  - b. 设置**行扫描触发源**参数为**编码器**。
  - c. 根据实际需求，设置**扫描模式**下的其他参数。
2. 设置**3D线激光轮廓测量仪**步骤参数。
    - a. 在参数处单击[ **打开编辑器** ]，选择并连接对应的轮廓测量仪。
    - b. 开启**数据采集状态**，使轮廓测量仪进入接收外部信号状态，当外部信号传入时开始采集图像。
  3. 运行测量工程，机台转动，由外部信号触发轮廓测量仪开始采集图像。
  4. 轮廓测量仪采集图像完成，将图像传输至Mech-MSR。

## 方案部署

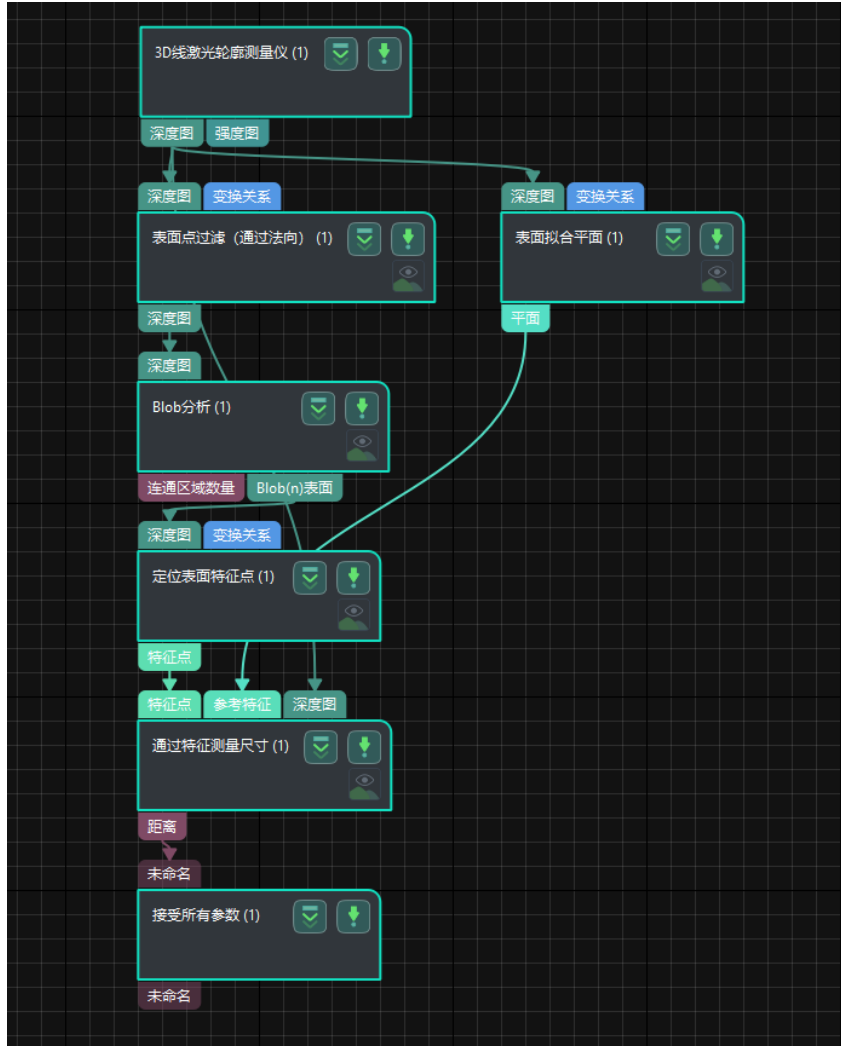
### 测量工程配置

#### 流程概览

在该方案中，首先使用轮廓测量仪采集深度图，然后将获取的深度图输入到**Blob分析**步骤中，获取Pin针区域，进而获取Pin针特征点。同时选取特定区域拟合基准面，测量Pin针到基准面的高度。

整体流程如下图所示。





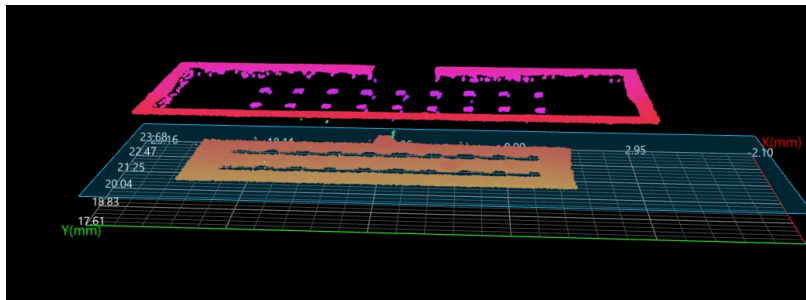
下文将对该流程中的重点步骤进行介绍。

## 步骤详解

### 表面拟合平面

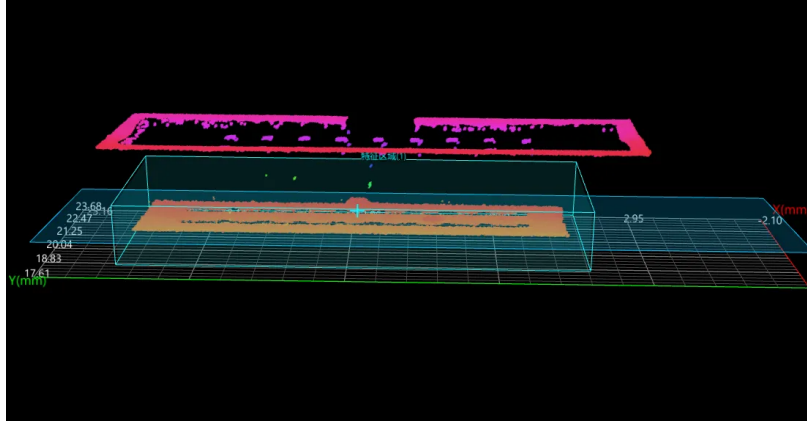
- **功能描述：**

该步骤可使用自定义区域内的表面信息，拟合生成一个参考平面。如下图所示，半透明蓝色平面为拟合平面。



- **使用流程：**
  1. 添加特征区域。
  2. 将特征区域调整至待测区域。
  3. 在步骤输出栏中勾选**平面**。
- **查看输出结果：**

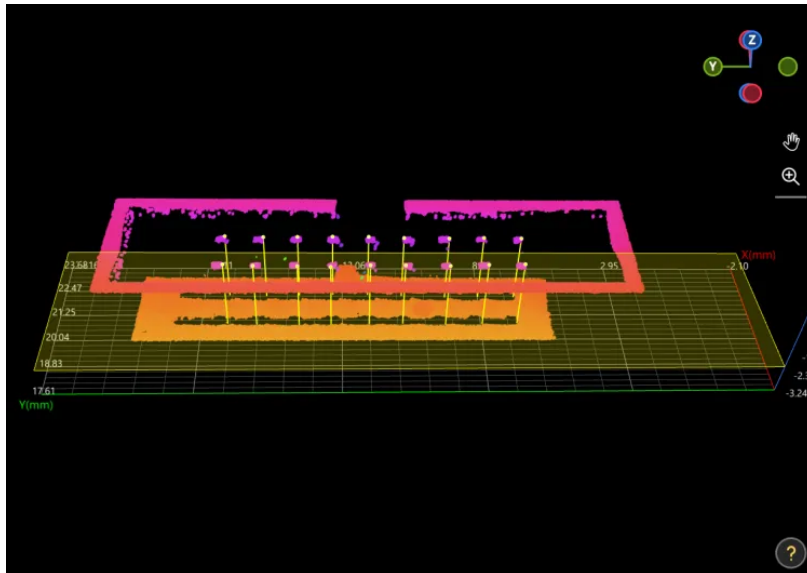
该步骤的输出结果如下图所示，半透明蓝色平面为拟合平面。



### 通过特征测量尺寸

- **功能描述：**

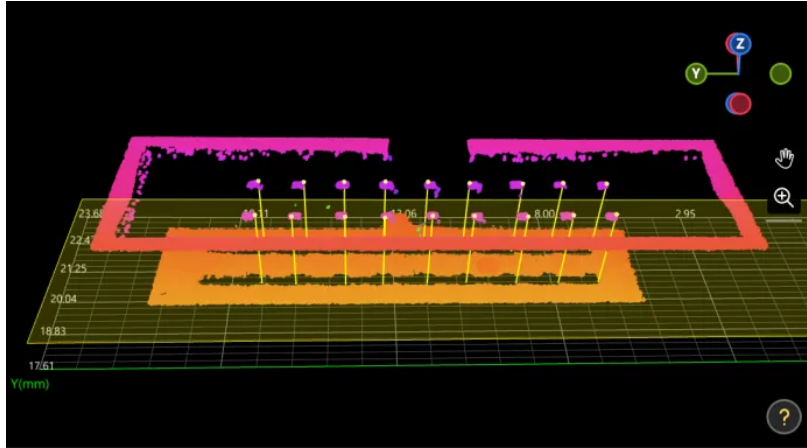
该步骤可测量特征点（Pin针）相对参考特征（拟合生成的平面）的尺寸信息。



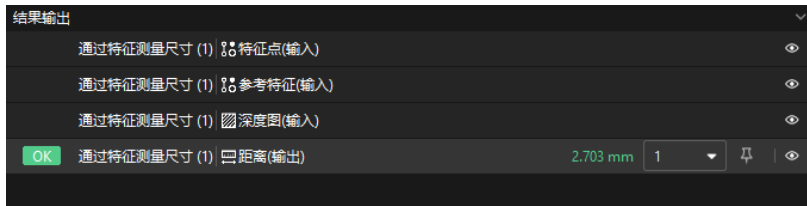
- **使用流程：**
  1. 在步骤输入栏中选择输入的特征点和参考特征。
  2. 在步骤输出栏中勾选**距离**。

- 查看输出结果：

该步骤的输出结果如下图所示，其中半透明黄色平面为拟合平面，黄色连线为Pin针到平面的距离。



该步骤测量得到的Pin针高度为**2.703mm**。

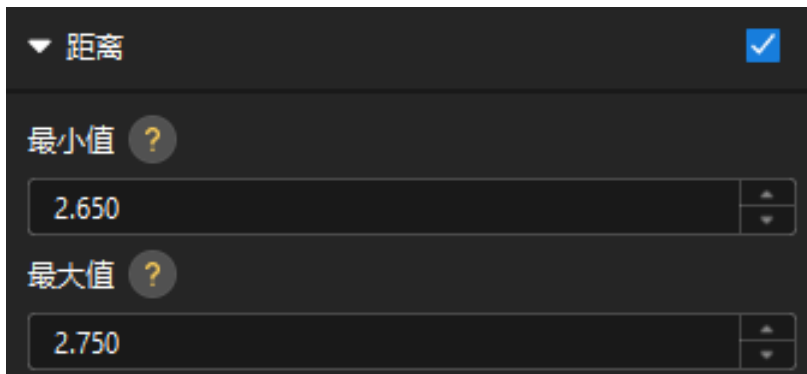


## 质量判定规则配置

步骤参数调节完成后，还需进行质量判定规则配置，用于输出测量和检测结果。

1. 在“通过特征测量尺寸”步骤输出栏中，对**距离**设置合格范围。

在**距离**折叠栏中设置测量结果允许的最大值和最小值。当检测数值在区间内，检测结果判定为OK。需根据工件图纸和工艺要求设置最大值和最小值。



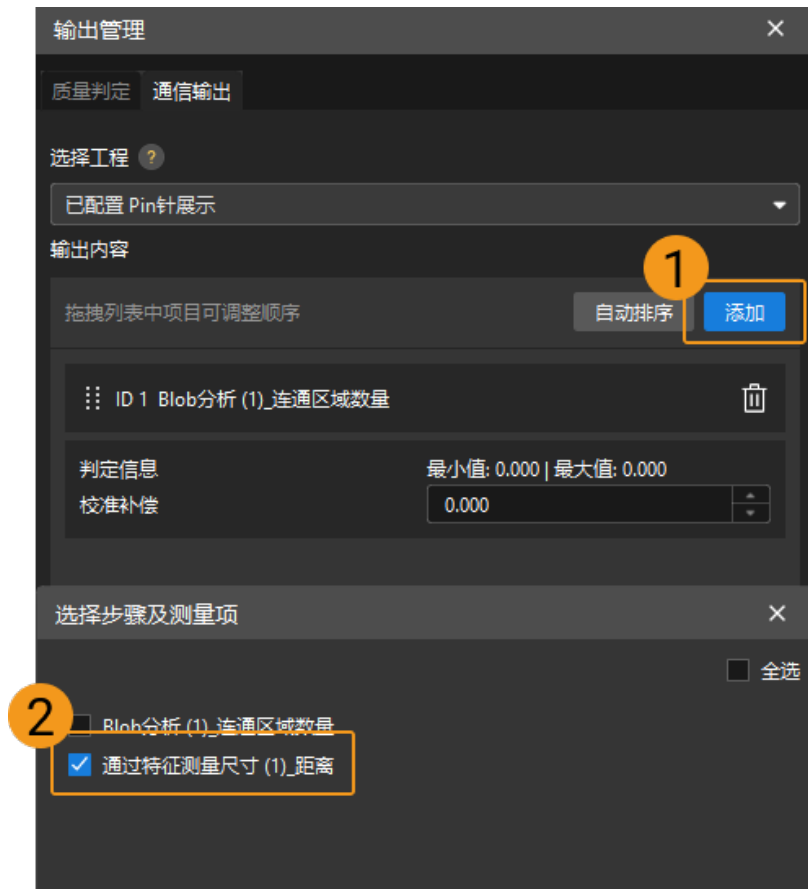
2. 在**输出管理**中对待检测工件进行综合判定设置。

此处仅检测距离，当所有的检测结果判定为OK时，向外界设备通信输出“0”（OK）。



### 3. 将测量结果进行输出（可选）。

如果外部设备需要获取测量结果，需将测量项添加为输出内容，即在输出管理 > 通信输出中按如下操作添加测量项。



## 通信配置

为了保证Mech-MSR能够与外部设备（PLC或其他产线设备）正常通信，从而实现外部设备触发Mech-MSR工程运行，并获取测量结果，还需进行通信配置，详细内容可参考[通信配置](#)。

至此，已完成了测量工程相关配置。

## 3.6. 手机中框平面度测量

本文介绍手机中框平面度测量方案的基本信息、设计与部署。

### 方案基本信息

#### 应用场景描述

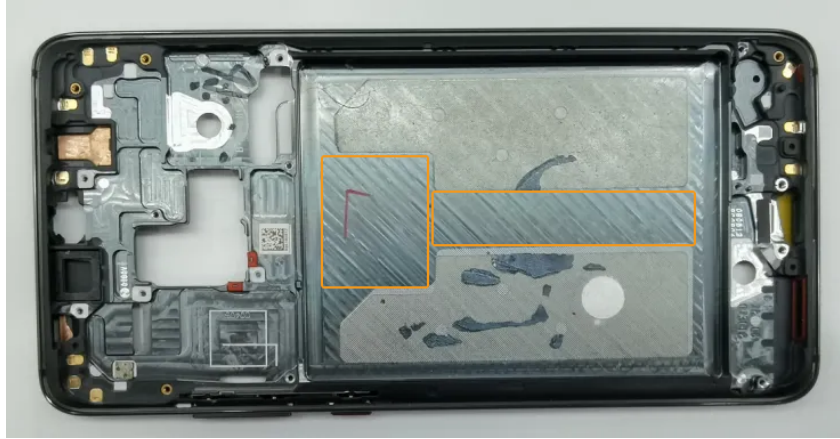
手机中框是手机的核心结构部件，需要与其他众多关键组件精确装配，因此生产过程中对手机中框的平面度有较高的要求。在手机组装过程中，手机中框以下区域的平面度直接影响相应部件的装配质量。

- 前装面——显示模组装配区
- 后装面——后壳装配区
- 天线装配面——天线模组装配区
- 相机装配面——相机模组装配区
- 电池仓面——电池模组装配区
- 其他连接器装配面

任何一处平面度不合格，都可能导致相应部件无法精准装配，进而引发渗光、零件位移、接触不良等一系列问题，严重影响手机的整体质量和外观。

#### 典型工件示例

本文以手机中框的电池仓面为例，介绍如何测量平面度。如下图所示，框选部分为手机中框上需要测量的区域。



### 关键技术指标

手机中框平面度测量方案的技术指标如下。

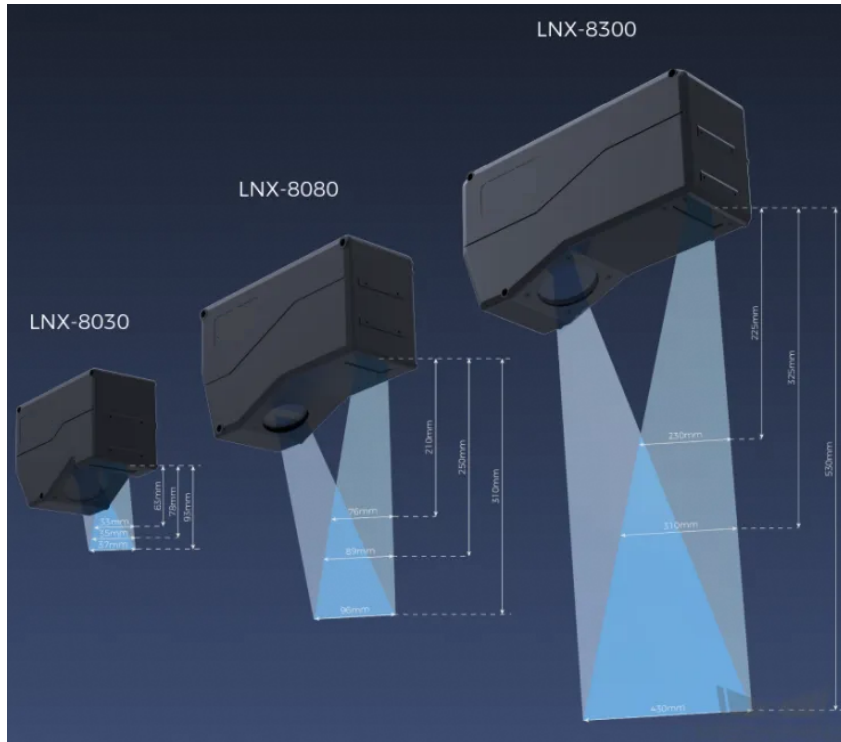
- 重复精度要求：8~12 $\mu\text{m}$
- 视觉工程节拍：小于2s

### 方案设计

#### 轮廓测量仪选型

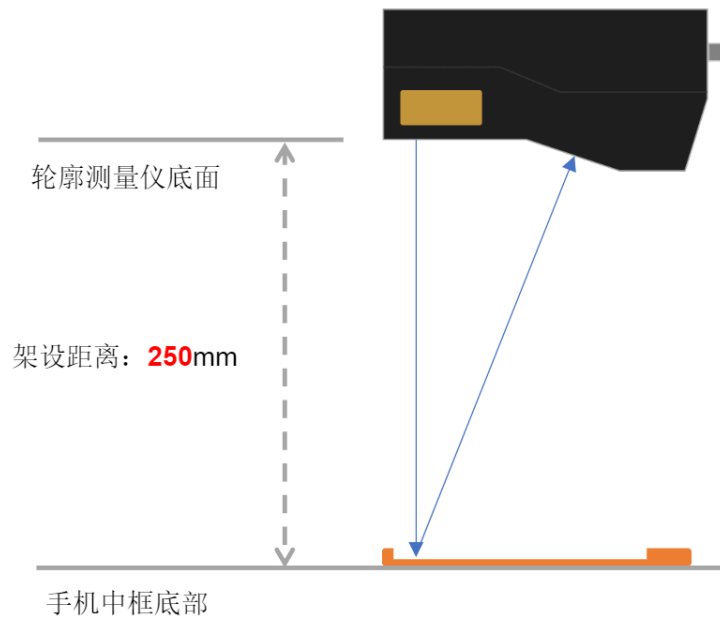
选择轮廓测量仪时，轮廓测量仪的X轴测量范围应大于被测物体的长度或宽度，并且轮廓测量仪的长边通常与被测物体的长边平行。

下图展示了LNX-8000系列各型号感测头的视野范围。由于待测工件尺寸为155mm  $\times$  76mm，为确保轮廓测量仪的视野能够完整覆盖该工件，选择使用LNX-8080。



### 轮廓测量仪安装方式

轮廓测量仪支持固定式、滑轨式安装，可根据实际情况选择安装方式，该方案选择固定式安装。



### 轮廓测量仪触发方式

轮廓测量仪支持多种触发方式，可与系统中其他设备及软件灵活配合，获取强度图、深度图和点云。该方案选择使用外部触发+编码器的方式进行数据采集，具体操作如下。

1. 在Mech-Eye Viewer中设置相关参数。

- a. 设置数据采集触发源参数为外部触发。
  - b. 设置行扫描触发源参数为编码器。
  - c. 根据实际需求，设置扫描模式下的其他参数。
2. 设置3D线激光轮廓测量仪步骤参数。
    - a. 在参数处单击[ 打开编辑器 ]，选择并连接对应的轮廓测量仪。
    - b. 开启数据采集状态，使轮廓测量仪进入接收外部信号状态，当外部信号传入时开始采集图像。
  3. 运行测量工程，机台转动，由外部信号触发轮廓测量仪开始采集图像。
  4. 轮廓测量仪采集图像完成，将图像传输至Mech-MSR。

## 方案部署

### 测量工程配置

#### 流程概览

在该方案中，首先使用轮廓测量仪采集深度图，然后将获取的深度图输入到测量表面平面度步骤中，以进行精确的平面度测量。完成测量后，即可输出相应的检测结果。

整体流程如下图所示。





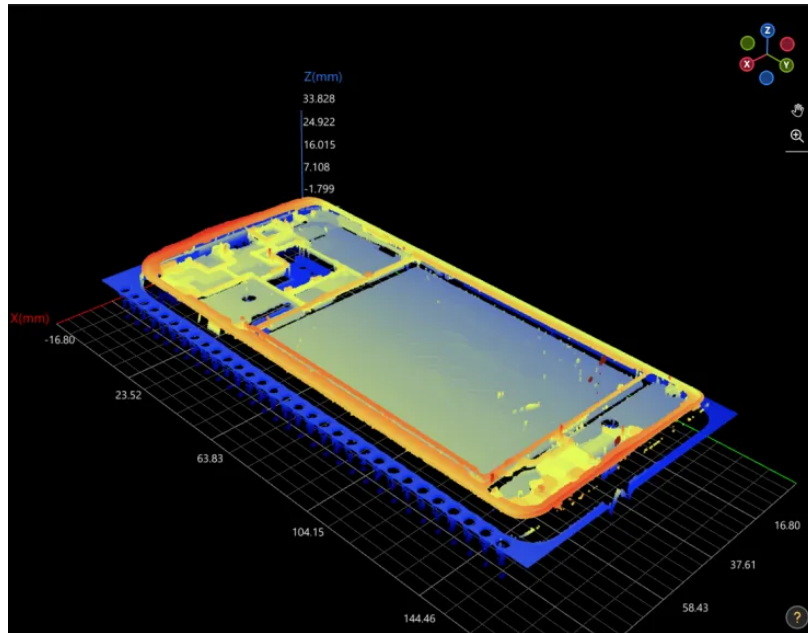
下文将对该流程中的重点步骤进行详细解释。

## 步骤详解

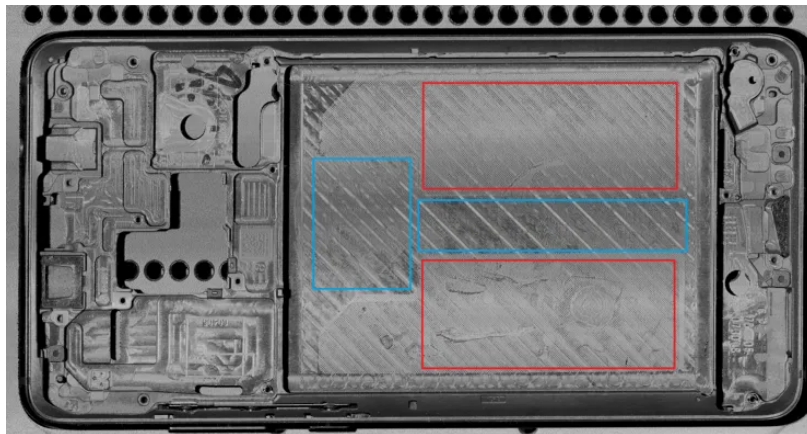
### 测量表面平面度

- **功能描述：**

该步骤可测量特征区域表面的平整程度。

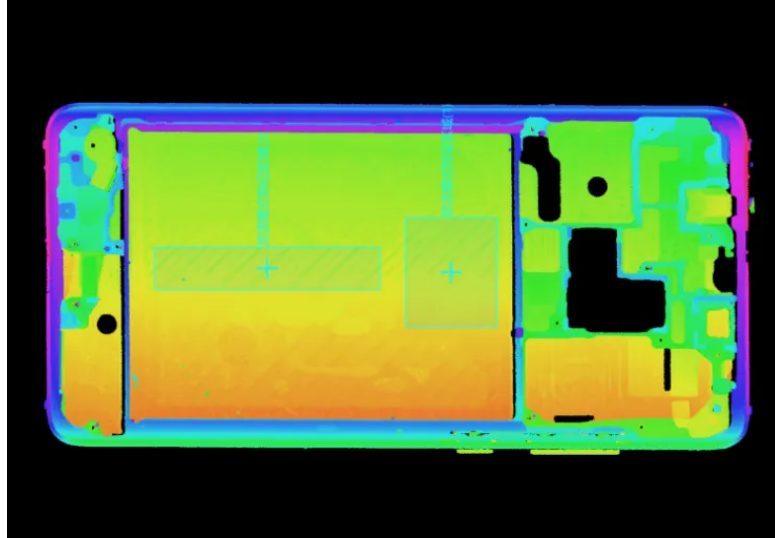


该步骤测量区域如下图所示，其中红色区域为涂胶区域，蓝色区域为需进行平面度测量的区域。

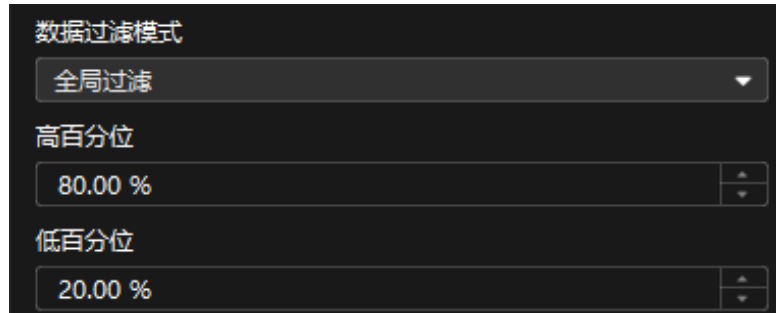


- **使用流程：**

1. 添加特征区域。
2. 将特征区域调整至待测区域。



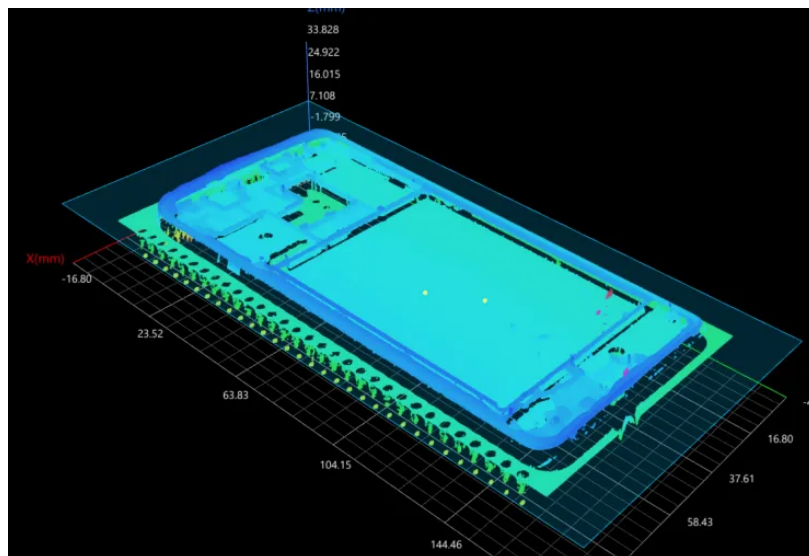
3. 根据实际情况，在步骤参数处选择**数据过滤模式**。由于测量区域存在部分噪点，可将特征区域内最高的20%点和最低的20%点进行去除，然后计算平面度。



4. 在步骤输出栏中勾选**全局平面度**。

• **查看输出结果：**

该步骤的输出结果如下图所示，其中半透明蓝色平面为拟合平面，黄色特征点为全局最大点和全局最小点。



该步骤测量得到的平面度为**0.344mm**。

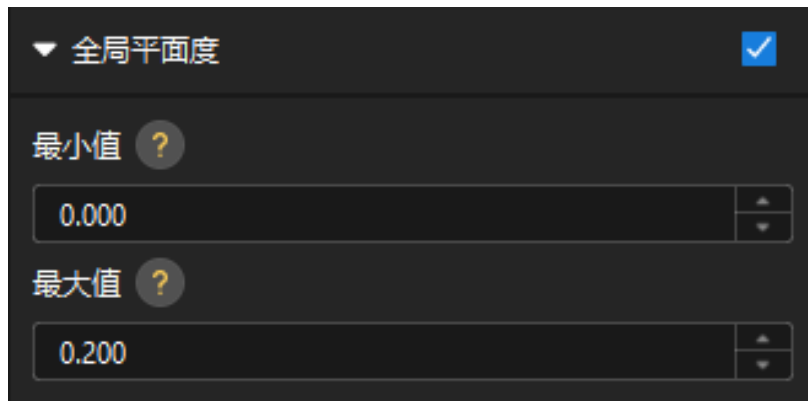


## 质量判定规则配置

步骤参数调节完成后，还需进行质量判定规则配置，用于输出测量和检测结果。

1. 在步骤输出栏中，对**全局平面度**设置合格范围。

在**全局平面度**折叠栏中设置测量结果允许的最大值和最小值。当检测数值在区间内，检测结果判定为OK。需根据工件图纸和工艺要求设置最大值和最小值。



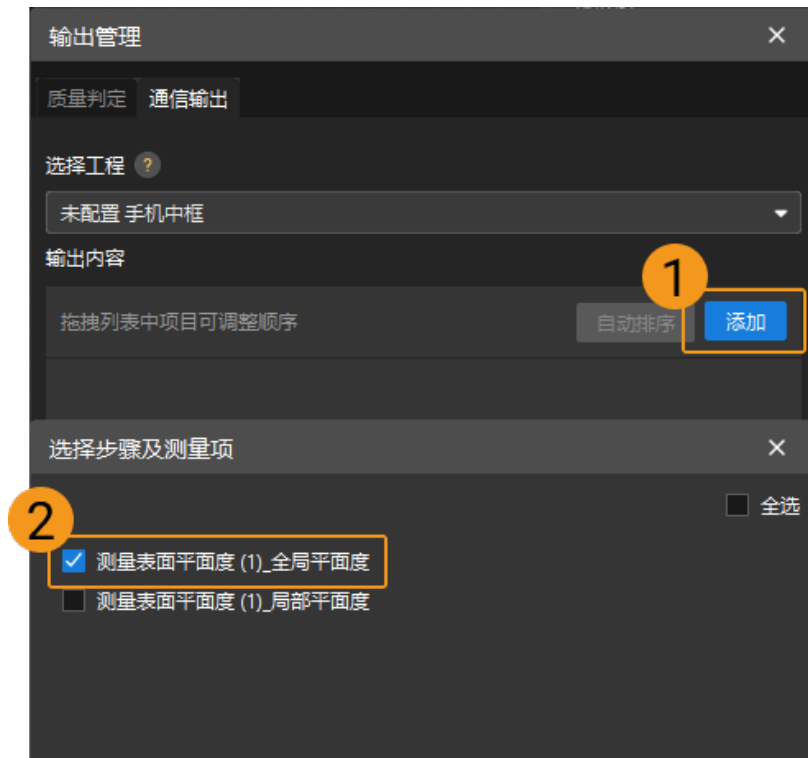
2. 在**输出管理**中对待检测工件进行综合判定设置。

此处仅检测全局平面度，当所有的检测结果判定为OK时，向外界设备通信输出“0”（OK）。



### 3. 将测量结果进行输出（可选）。

如果外部设备需要获取测量结果，需将测量项添加为输出内容，即在输出管理 > 通信输出中按如下操作添加测量项。



### 通信配置

为了保证Mech-MSR能够与外部设备（PLC或其他产线设备）正常通信，从而实现外部设备触发Mech-MSR工程运行，并获取测量结果，还需进行通信配置，详细内容可参考[通信配置](#)。

至此，已完成了测量工程相关配置。

## 4. 参考信息

### 4.1. TCP ASCII指令说明

本节介绍TCP ASCII通信支持的通信指令。

#### Trigger

##### 功能介绍

Trigger指令用于触发Mech-MSR工程运行，支持同时触发多个工程。

##### 发送格式

触发一个Mech-MSR工程运行：

```
trigger, 工程编号
```

触发多个Mech-MSR工程运行：

```
trigger, 工程编号, 工程编号 ...
```

#### trigger

指令名称，区分大小写。

#### 工程编号

该参数指定需要触发的Mech-MSR工程的编号。Mech-MSR工程编号可在Mech-MSR的**工程列表窗口**中查看，工程名称前的数字表示工程编号。

如果需要同时触发多个Mech-MSR工程，可以指定多个工程编号，之间用**通信配置**中设置的**字符串分隔符**分隔。

#### 返回格式

```
状态码
```

如果指令执行成功，Mech-MSR返回正常状态码0；如果指令执行失败，Mech-MSR返回错误码（非0的值）。

## 状态码

- **0**: 正常状态码。如果指令执行成功，Mech-MSR返回此状态码。
- **-1**: 错误码。如果工程编号不存在，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 指定的Mech-MSR工程编号在工程列表中不存在。
- Mech-MSR工程所在的方案未勾选[自动加载当前方案](#)选项。

排查思路：

- 确保当前方案已勾选[自动加载当前方案](#)选项。
- 确保输入的Mech-MSR工程编号在工程列表中已存在。
- **-4**: 错误码。如果发送了非法指令，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 指令名称输入错误，例如大小写不一致或者拼写错误。
- 指令名称与参数或参数与参数之间的分隔符不是[通信配置](#)中设置的[字符串分隔符](#)。

排查思路：

- 确保输入的指令名称正确。
- 确保指令名称与参数或参数与参数之间使用[通信配置](#)中设置的[字符串分隔符](#)分割。

## Return

### 功能介绍

Return指令用于获取指定Mech-MSR工程的结果。Return指令每次只能获取一个Mech-MSR工程的结果。

### 发送格式

```
return, 工程编号
```

### return

指令名称，区分大小写。该指令需要在[trigger](#)指令执行之后使用。

### 工程编号

该参数指定需要获取结果的Mech-MSR工程的编号。Mech-MSR工程编号可在Mech-MSR的[工程列表](#)窗口中查看，工程名称前的数字表示工程编号。

注意该参数指定的工程需已经通过**trigger**指令触发运行，否则将会获取结果失败。

## 返回格式

该指令返回的数据格式在**通信配置**的“**Return指令数据格式**”中设置。

示例1：成功获取工程的总体质量判定结果。

Return指令数据格式为**%judge**。

状态码

示例2：成功获取工程的总体质量判定结果，以及测量项的测量值与判定结果。

Return指令数据格式为**%judge,%value[id],%judge[id]**。

状态码, 测量项1的测量值, 测量项1的判定结果, 测量项2的测量值, 测量项2的判定结果, ...

示例3：指令执行失败。

状态码（错误码）

## 状态码

- **0**：正常状态码。如果指令执行成功，且工程的总体质量判定结果为OK，Mech-MSR返回此状态码。
- **1**：正常状态码。如果指令执行成功，且工程的总体质量判定结果为NG，Mech-MSR返回此状态码。
- **-1**：错误码。如果工程编号不存在，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 指定的Mech-MSR工程编号在工程列表中不存在。
- Mech-MSR工程所在的方案未勾选**自动加载当前方案**选项。

排查思路：

- 确保当前方案已勾选**自动加载当前方案**选项。
- 确保输入的Mech-MSR工程编号在工程列表中已存在。
- **-2**：错误码。如果无结果，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：



- 工程未触发运行。
- Mech-MSR软件运行异常。

排查思路：

- 确保Mech-MSR软件运行正常，运行工程可以正常输出结果。
- 确保已经通**trigger**指令触发工程运行。
- **-3:** 错误码。如果发送该指令后的10秒内工程运行未结束，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 工程运行时间过长，超过指令的超时时间（10秒）。

排查思路：检查工程执行时间是否超过10秒，并确认工程运行运行时间过长是否异常。如果为异常行为，请定位工程运行时间过长的原因并解决。如果为正常行为，可以采取如下方式避免该报错：

- 客户端在调用该指令之前，插入适当的延时。
- 调大软件中msr\_dispatcher.py程序的超时时间（self.vision\_timeout）。默认超时时间为10秒。修改后请保存并重启软件。
- **-4:** 错误码。如果发送了非法指令，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 指令名称输入错误，例如大小写不一致或者拼写错误。
- 指令名称与参数或参数与参数之间的分隔符不是**通信配置**中设置的**字符串分隔符**。

排查思路：

- 确保输入的指令名称正确。
- 确保指令名称与参数或参数与参数之间使用**通信配置**中设置的**字符串分隔符**分割。

### 测量项#的测量值

测量项的测量值。只有满足如下条件，一个测量项的测量值才会输出：

- 在**输出管理**的**通信输出**选项卡中，该测量项已经添加到**输出内容**中。该测量项名称前面的ID为输出中测量项的顺序。
- 在**通信配置**窗口，**Return指令数据格式**的值包含“%value[%id]”或“%value[测量项的ID值]”。

### 测量项#的判定结果

测量项的判定结果，0表示OK，1表示NG。只有满足如下条件，一个测量项的判定结果才会输出：

- 在**输出管理**的**通信输出**选项卡中，该测量项已经添加到**输出内容**中。该测量项名称前面的ID为

输出中测量项的顺序。

- 在通信配置窗口，Return指令数据格式的值包含“%judge[%id]”或“%judge[测量项的ID值]”。

## Judge

### 功能介绍

Judge指令用于获取指定Mech-MSR工程的整体和每个测量项的判定结果。

### 发送格式

```
judge, 工程编号
```

### judge

指令名称，区分大小写。该指令需要在trigger指令执行之后使用。

### 工程编号

该参数指定需要获取判定结果的Mech-MSR工程的编号。Mech-MSR工程编号可在Mech-MSR的工程列表窗口中查看，工程名称前的数字表示工程编号。

注意该参数指定的工程需已经通过trigger指令触发运行，否则将会获取判定结果失败。

### 返回格式

示例1：成功获取工程的整体质量判定结果。

```
状态码
```

示例2：成功获取工程的整体质量判定结果，以及各测量项的判定结果。

```
状态码, 测量项1的判定结果, 测量项2的判定结果, ...
```

示例3：指令执行失败。

```
状态码 (错误码)
```

### 状态码

- 0**：正常状态码。如果指令执行成功，且工程的总体质量判定结果为OK，Mech-MSR返回此状

态码。

- **1:** 正常状态码。如果指令执行成功，且工程的总体质量判定结果为NG，Mech-MSR返回此状态码。
- **-1:** 错误码。如果工程编号不存在，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 指定的Mech-MSR工程编号在工程列表中不存在。
- Mech-MSR工程所在的方案未勾选[自动加载当前方案](#)选项。

排查思路：

- 确保当前方案已勾选[自动加载当前方案](#)选项。
- 确保输入的Mech-MSR工程编号在工程列表中已存在。
- **-2:** 错误码。如果无结果，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 工程未触发运行。
- Mech-MSR软件运行异常。

排查思路：

- 确保Mech-MSR软件运行正常，运行工程可以正常输出结果。
- 确保已经通[trigger](#)指令触发工程运行。
- **-3:** 错误码。如果发送该指令后的10秒内工程运行未结束，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 工程运行时间过长，超过指令的超时时间（10秒）。

排查思路：检查工程执行时间是否超过10秒，并确认工程运行运行时间过长是否异常。如果为异常行为，请定位工程运行时间过长的原因并解决。如果为正常行为，可以采取如下方式避免该报错：

- 客户端在调用该指令之前，插入适当的延时。
- 调大软件中msr\_dispatcher.py程序的超时时间（self.vision\_timeout）。默认超时时间为10秒。修改后请保存并重启软件。
- **-4:** 错误码。如果发送了非法指令，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 指令名称输入错误，例如大小写不一致或者拼写错误。
- 指令名称与参数或参数与参数之间的分隔符不是[通信配置](#)中设置的[字符串分隔符](#)。

排查思路：

- 确保输入的指令名称正确。
- 确保指令名称与参数或参数与参数之间使用**通信配置**中设置的**字符串分隔符**分割。

### 测量项#的判定结果

测量项的判定结果，0表示OK，1表示NG。只有满足如下条件，一个测量项的判定结果才会输出：

- 在**输出管理**的**通信输出**选项卡中，该测量项已经添加到**输出内容**中。该测量项名称前面的ID为输出中测量项的顺序。
- 在**通信配置**窗口，**Return指令数据格式**的值包含“%judge[%id]”或“%judge[测量项的ID值]”。

## Value

### 功能介绍

Value指令用于获取指定工程的测量值。

### 发送格式

```
value, 工程编号
```

### value

指令名称，区分大小写。该指令需要在**trigger**指令执行之后使用。

### 工程编号

该参数指定需要获取测量值的Mech-MSR工程的编号。Mech-MSR工程编号可在Mech-MSR的**工程列表**窗口中查看，工程名称前的数字表示工程编号。

注意该参数指定的工程需已经通过**trigger**指令触发运行，否则将会获取测量值失败。

### 返回格式

示例1：成功获取工程的整体质量判定结果。

```
状态码
```

示例2：成功获取工程的整体质量判定结果，以及各测量项的测量值。

状态码, 测量项1的测量值, 测量项2的测量值, ...

示例3: 指令执行失败。

状态码 (错误码)

## 状态码

- **0**: 正常状态码。如果指令执行成功, 且工程的总体质量判定结果为OK, Mech-MSR返回此状态码。
- **1**: 正常状态码。如果指令执行成功, 且工程的总体质量判定结果为NG, Mech-MSR返回此状态码。
- **-1**: 错误码。如果工程编号不存在, Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有:

- 指定的Mech-MSR工程编号在工程列表中不存在。
- Mech-MSR工程所在的方案未勾选[自动加载当前方案](#)选项。

排查思路:

- 确保当前方案已勾选[自动加载当前方案](#)选项。
- 确保输入的Mech-MSR工程编号在工程列表中已存在。

- **-2**: 错误码。如果无结果, Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有:

- 工程未触发运行。
- Mech-MSR软件运行异常。

排查思路:

- 确保Mech-MSR软件运行正常, 运行工程可以正常输出结果。
- 确保已经通[trigger](#)指令触发工程运行。

- **-3**: 错误码。如果发送该指令后的10秒内工程运行未结束, Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有:

- 工程运行时间过长, 超过指令的超时时间 (10秒)。

排查思路: 检查工程执行时间是否超过10秒, 并确认工程运行运行时间过长是否异常。如果为异常行为, 请定位工程运行时间过长的原因并解决。如果为正常行为, 可以采取如下方式避免

该报错：

- 客户端在调用该指令之前，插入适当的延时。
- 调大软件中msr\_dispatcher.py程序的超时时间（self.vision\_timeout）。默认超时时间为10秒。修改后请保存并重启软件。
- **-4：** 错误码。如果发送了非法指令，Mech-MSR返回此状态码。

导致该错误的原因可能有：

- 指令名称输入错误，例如大小写不一致或者拼写错误。
- 指令名称与参数或参数与参数之间的分隔符不是**通信配置**中设置的**字符串分隔符**。

排查思路：

- 确保输入的指令名称正确。
- 确保指令名称与参数或参数与参数之间使用**通信配置**中设置的**字符串分隔符**分割。

### 测量项#的测量值

测量项的测量值。只有满足如下条件，一个测量项的测量值才会输出：

- 在**输出管理**的**通信输出**选项卡中，该测量项已经添加到**输出内容**中。该测量项名称前面的ID为输出中测量项的顺序。
- 在**通信配置**窗口，**Return指令数据格式**的值包含“%value[%id]”或“%value[测量项的ID值]”。

## 4.2. 术语和概念

### 方案介绍

#### 梅卡曼德3D测量与检测方案

基于梅卡曼德自研的Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪及Mech-MSR 3D测量与检测软件，3D测量与检测方案为用户提供3D外观尺寸测量、高度测量、3D缺陷检测、计数统计等各类典型3D测量与检测应用，适用于3C、新能源锂电、汽车、光伏等行业。

该方案主要由Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪、工控机以及梅卡曼德软件（Mech-Eye Viewer和Mech-MSR）组成。

#### 梅卡曼德3D测量系统

提供3D测量与检测方案的载体。由梅卡曼德提供的Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪、工控机和梅卡曼德软件（Mech-Eye Viewer和Mech-MSR）统称梅卡曼德3D测量系统。

#### Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪

梅卡曼德自研的3D线激光轮廓测量仪设备，可输出高质量的强度图、深度图和点云，搭配Mech-MSR，可用于部署各类3D测量与检测应用。

## 工控机

为梅卡曼德软件提供运行环境的计算机设备。你可以使用梅卡曼德提供的标准工控机（推荐），或者使用自有设备作为工控机。

## Mech-Eye Viewer

Mech-Eye Viewer安装在工控机上，是轮廓测量仪配置及数据可视化软件，允许用户根据目标物体特性调节Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪的参数，从而简单快速地获得高质量的强度图、深度图和点云。

## Mech-MSR

Mech-MSR安装在工控机上，是专业的3D测量与检测检测软件，可搭配Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪，用于部署3D外观尺寸测量、高度测量、3D缺陷检测、计数统计等各类典型3D测量与检测应用。软件内置丰富测量算法及专业测量功能，界面简单友好，用户可实现端到端一站式快速部署应用。

## 轮廓测量仪和Mech-Eye Viewer

### 轮廓线

每发射一次激光，Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪从原始图像中提取出一条轮廓线。轮廓线反映目标物体的一个截面到感测头距离的变化，也即高度的变化。

### 行扫描

Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪发射一次激光并生成一条轮廓线的过程。

### 一轮数据采集

Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪完成多次行扫描，生成多条轮廓线，并拼接轮廓线生成强度图、深度图和点云的过程。

### 触发

让Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪开始进行一轮数据采集或一次行扫描。

### 轮廓模式

Mech-Eye Viewer软件提供了一种参数调节模式，用于调节轮廓线的质量。

### 扫描模式

Mech-Eye Viewer软件提供了一种参数调节模式，用于调节强度图、深度图和点云的质量。

### 数据点数

数据点数表示每根轮廓线上的数据点数。

### 扫描速率

扫描速率以Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪每秒可扫描的轮廓线数表示，单位为Hz。

### 最大扫描速率

Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪当前所能达到的最快扫描速率，由曝光时间和ROI决定。固定

曝光时间下，ROI越小，对应的最大扫描速率越大；固定ROI下，曝光时间越小，对应的最大扫描速率越大。

### 实际扫描速率

Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪实际进行扫描时的速率，由“触发频率”参数（固定频率触发）或编码器分辨率及编码器相关参数（编码器触发）决定。

### Z轴测量范围

Z轴测量范围，表示Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪能够测量的最大深度。在同等精度水平下，Z轴测量范围越大，Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪能够测量的物体高度范围越大。

### X轴测量范围

X轴测量范围，表示Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪可以测量的X方向最大宽度。在不同深度（近侧、基准距离、远测），Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪提供的X轴测量范围不同。在同等精度水平下，X轴测量范围越大，Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪能够测量的物体宽度范围越大。

### 基准距离

基准距离是指Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪精度最高的距离。基准距离可用于确定Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪的安装位置。当激光发射器与目标物体之间的距离为基准距离时，经目标物体表面反射的激光线将照射在感光单元的中心位置。

### X轴分辨率

X轴分辨率，表示X方向相邻两个数据点之间的距离。

$\text{X轴分辨率} = \text{X轴远侧测量范围} / \text{数据点数}$

### Y轴分辨率

扫描数据的Y轴分辨率是两个相邻数据点在目标物体运动方向上的距离，等同于两条相邻轮廓线之间的距离。Y轴分辨率决定了扫描数据的精度，以及强度图和深度图中目标物体的宽高比。

### Z轴重复精度

Z轴重复精度，是指Mech-Eye 3D线激光轮廓测量仪在对同一目标物体进行重复测量时，获取的一系列高度数据的一致性程度。测试时使用的目标物体为陶瓷板。该参数是实验室数据，仅作参考，不能直接用于评估实际项目。

### Z轴线性度

Z轴线性度，是指轮廓测量仪在Z轴测量范围内，测量值与其拟合直线间最大偏差占整个Z轴测量范围的百分比，使用“%F.S.”表示。该参数是实验室数据，仅作参考，不能直接用于评估实际项目。

## Mech-MSR

### 测量

测量是使用测量仪器或方法对物体数量、属性或者特征进行测量的过程。



## 测量项

测量项指被测量的具体对象、属性或特征，例如高度、平面度等。

## 测量值

测量值指在测量过程中得到测量项的具体数值。

## 质量判定

在测量场景下，质量判定是指对所测量数据进行评估，以确定被测对象是否符合预先设定的质量标准或规范。在Mech-MSR软件中允许用户设置合格范围，作为质量判定的标准或规范。

## 判定结果

判定结果指在通过质量判定得出的结果或结论。Mech-MSR软件可以输出工程的总体判定结果，也可以输出各个测量项的判定结果。

## 案例库

包含不同行业的示例方案或工程的资源库，并配备示例数据。

## 方案

方案是实现一个3D测量与检测应用所需的功能配置和数据的集合。

## Mech-MSR工程

Mech-MSR工程指通过Mech-MSR搭建的3D测量工程，一个或多个工程组成方案。工程不能单独使用，需要隶属于方案。

## 步骤

步骤是工程搭建的基础，一个步骤即为一个算法处理单元，通过组合不同的步骤来构成不同的算法处理流程。

## 通信

### TCP ASCII通信

TCP ASCII通信是指在网络通信中使用ASCII编码格式通过TCP（Transmission Control Protocol，传输控制协议）来进行数据交换的方式。

梅卡曼德支持梅卡曼德3D测量系统与外部设备（例如PLC）进行TCP ASCII通信。使用TCP ASCII通信时，梅卡曼德3D测量系统（Mech-MSR）作为TCP服务器，外部设备作为TCP客户端。

TCP ASCII通信支持的指令请参考[TCP ASCII指令说明](#)。

## 4.3. FAQ

### 梅卡曼德3D测量与检测方案是否支持LNX 8080A型号轮廓测量仪？

不支持。梅卡曼德3D测量与检测方案目前仅支持分体式的轮廓测量仪型号。

### 梅卡曼德3D测量系统支持哪些通信方式？

目前仅支持TCP ASCII通信方式。更多通信方式将在后续版本支持。