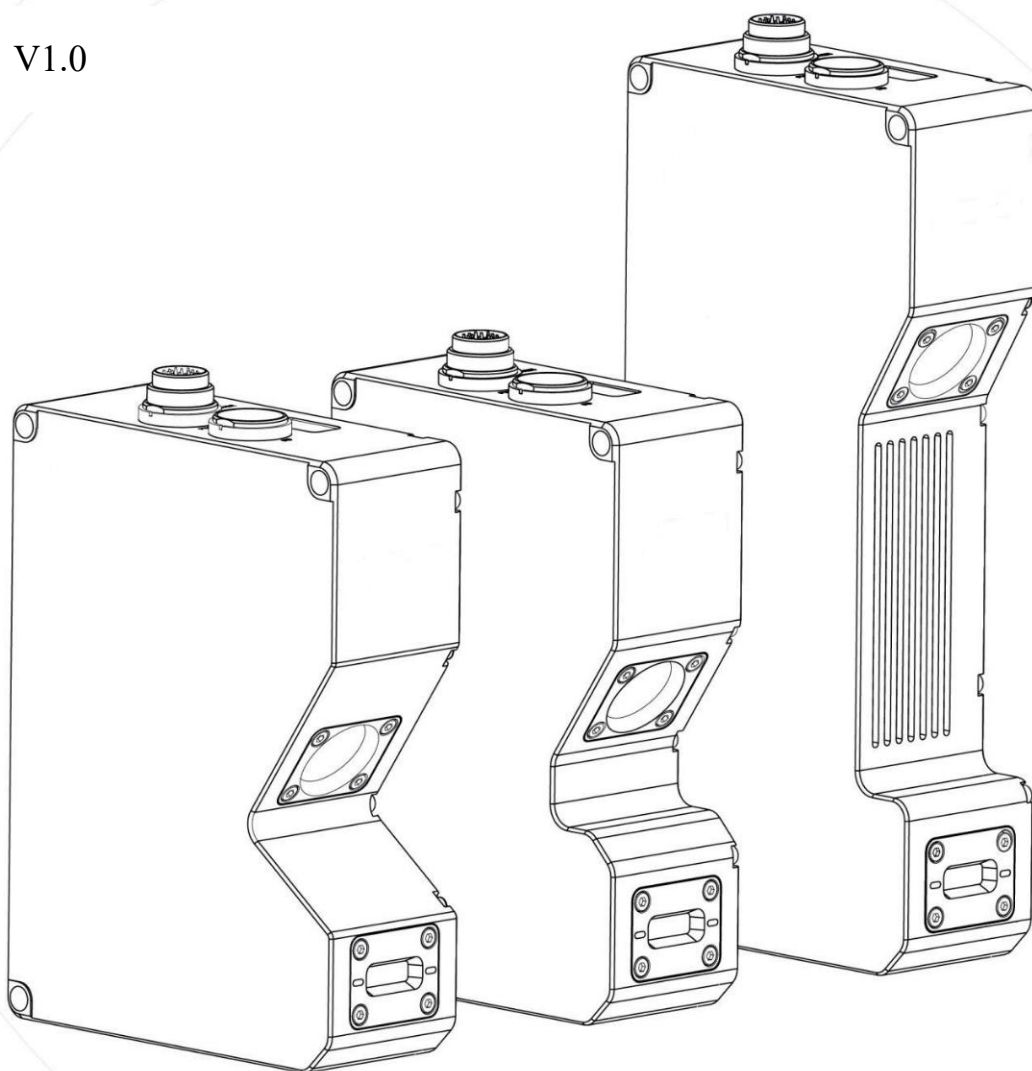


激光轮廓传感器 用户操作手册

版本：V1.0



版权

所有权

本手册与手册中出现的商标版权归宜科（天津）电子有限公司所有，任何人或单位不可在未经允许的情况下转载手册中的任何内容。

本手册中出现的其他公司和其他产品名称可能是其所属各公司的注册商标或商标。

有关本手册的更新将不会做另行通知，敬请谅解。

本手册如发现印刷或者装订错误，请与本公司联系进行更换。

联系信息

地址：天津市西青经济开发区赛达四支路 12 号

电话：400-652-5009

邮箱：sales@elco.cn

使用前请认真阅读本手册并妥善保管以便日后查询。

阅读中如有不清楚，不易理解的内容，可与我们联系。

目录

版权.....	1
目录.....	2
1 简介	6
2 特别说明.....	7
2.1 产品质保期与质保范围	7
2.2 软件许可声明	7
3 安全须知	9
3.1 激光安全	9
3.2 用电安全	10
3.3 高温警告	11
3.4 环境安全	11
3.5 清洁与维护	12
3.6 警告标签	12
4 入门.....	13
4.1 硬件概述	13
4.1.1 传感器	13
4.1.2 线缆	14
4.1.3 同步控制器	15
4.2 系统概述	21
4.2.1 单传感器系统	21
4.2.2 多传感器系统	21
4.3 安装传感器	22
4.3.1 顶部安装	23
4.3.2 侧面安装	23
4.3.3 连接线缆	24
4.4 安装同步控制器	25
4.4.1 机架安装	25
4.4.2 DIN 导轨安装	26
4.4.3 连接线缆	27
5 工作原理	30
5.1 数据采集	30

5.1.1 基本测量原理	30
5.1.2 净距离、测量范围和视场	30
5.1.3 分辨率和精度	31
5.2 轮廓输出	33
5.2.1 坐标系	33
5.2.2 轮廓点云数据	37
5.3 表面点云生成与样件侦测	37
5.3.1 表面点云生成	37
5.3.2 样件侦测	37
5.4 测量	38
5.4.1 测量工具链	38
5.4.2 工具数据	38
5.4.3 锚定测量	38
5.4.4 特征工具	39
5.5 样件匹配与	40
5.5.1 样件匹配	40
5.6 输出	40
6 软件使用	41
6.1 PC 配置要求	41
6.2 安装步骤	41
6.3 登录界面	44
6.4 配置主界面概述	46
6.4.1 主控区	47
6.4.2 作业区	48
6.4.3 操作区	48
6.4.4 数据查看区	49
6.5 传感器管理	55
6.5.1 作业	55
6.5.2 运动参数	56
6.5.3 网络设置	57
6.5.4 阵列编辑	57
6.5.5 SDK 服务	58
6.6 扫描设置	59

6.6.1 扫描模式	59
6.6.2 触发模式	60
6.6.3 传感器	62
6.6.4 校准	67
6.6.5 滤波	70
6.6.6 点云生成	71
6.6.7 样件侦测	72
6.7 测量概述	75
6.7.1 测量页面布局	79
6.7.2 工具面板	79
6.8 轮廓测量	86
6.8.1 边界框	86
6.8.2 高度	88
6.8.3 面积	91
6.8.4 粗糙度	93
6.8.5 圆	95
6.8.6 圆度	98
6.8.7 闭合面积	100
6.8.8 尺寸	102
6.8.9 边缘	104
6.8.10 凸起	107
6.8.11 V 形槽	110
6.8.12 交叉	112
6.8.13 直线	114
6.8.14 间隙面差	117
6.8.15 位置	120
6.8.16 倒角	122
6.8.17 凹陷	124
6.8.18 模板匹配	127
6.9 特征测量	129
6.9.1 特征测量概述	131
6.9.2 特征创建	132
6.9.3 特征尺寸测量	134

6.9.4 特征交叉	136
6.10 点云测量	137
6.10.1 位置	138
6.10.2 尺寸	140
6.10.3 点云边缘	143
6.10.4 圆弧边缘	147
6.10.5 体积	151
6.10.6 曲面	153
6.10.7 平面	155
6.10.8 滤波	158
6.10.9 平面度	160
6.10.10 斑点	163
6.10.11 球	166
6.11 结果输出	168
6.11.1 输出页面概述	168
6.11.2 以太网输出	168
6.11.4 数字输出	175
6.11.5 模拟量输出	177
6.11.6 串口输出	178
6.12 状态统计	180
6.12.1 系统信息	180
6.12.2 测量工具结果统计	183

1 简介

智能激光轮廓传感器（以下简称传感器）专为工业自动化场景下的 3D 测量和控制应用而设计，可连接不同的输入和输出设备，为用户提供快速、实时的测量结果的同时，可以将测量结果转化成数字输出，直接用于生产线上的不良品筛选、标记等。

本文档介绍了如何安装、连接、配置和使用传感器，其中还包含了传感器的工作原理、测量范围、分辨率等参数，为用户选型提供参考。

适用范围

本文档适用于以下传感器：

- LVM L2100 系列
- LVM L2200 系列

符号约定

本文档使用以下符号来突出重点说明的地方，请务必阅读并理解这些符号的含义。



请遵循这些安全准则，以避免潜在的伤害或财产损失。



该信息有助于更好地使用产品。

2 特别说明

2.1 产品质保期与质保范围

我们致力于为客户提供尽可能完美的产品与服务，如果您在使用过程中发现产品故障，请及时确认故障现象并与我们联系。

质保期限

本产品的质保期限为采购之日起一年的时间范围内。

产品更换

与生产商相关的产品故障，我们可以提供免费更换产品的服务。

注意：以下情况不在质保范围内。

- * 因不规范的使用或者搬运造成的产品故障。
- * 擅自拆解、修改或维修产品。
- * 因其他物品造成的产品故障。
- * 因自然灾害造成的产品故障。
- * 因产品故障引起的任何其他损失概不负责。

2.2 软件许可声明

客户端软件是本公司自主研发的软件。任何单位和个人安装、复制本软件或者本软件的任何部分时，或者使用安装了本软件的载体时，都表示使用者同意本协议所有条款的规定。

第 1 条 使用权许可

- （1）作为本协议的规定之一，本公司向客户许可本软件的非独占性使用权。
- （2）客户可在客户方的设备及计算机上安装和使用本软件。
- （3）客户可以向第三方转让安装有本软件的设备。这种情况下，接受转让的第三方可同样使用本软件。
- （4）客户在使用后，向第三方转让需要使用本软件的设备及本软件时，可以在客户方的设备和计算机上安装本软件，不受数量限制。这种情况下，接受转让的第三方可同样使用本软件。
- （5）客户应保证上述 2 条中提及的第三方同意本协议，并遵守本协议中所有条款的规定。

第 2 条 复制限制

客户仅可在备份与存档的用途下，以及上一条规定的向第三方转让时复制本软件。

第 3 条 禁止事项

禁止客户对本软件实施以下行为：

- （1）除了安装本公司提供的更新程序、新增功能或本公司明确许可的行为以外，客户不得修改或新增本软件中的任何功能或其任意部分。
- （2）客户不得对本软件执行反向编译或反向汇编等，用于分析本软件的任何逆向工程。
- （3）除非预先获得本公司的许可，否则客户不得将本软件转售、转让、分发、许可使用、租借给任何第三方。
- （4）客户不可仅把本软件转让或提供给第三方。

第 4 条 版权

本软件及本软件的使用手册等的相关版权均归本公司所有。

第 5 条 免责条款

本公司对本软件的使用结果，以及因使用本软件对客户或第三方造成的任何损失，不承担任何责任。

第 6 条 支持

本公司根据本协议的规定，对于客户提出的与本软件相关的咨询事项等提供技术支持。但是，并不保证本公司的技术支持能满足客户的目的需求。

第 7 条 协议终止

- （1）客户废弃本软件及其复制版等情况下，终止使用本软件时，本协议即自动终止。
- （2）客户违反本协议中的任何条款时，本公司可单方解除本协议。这种情况下，客户应立即返还或废弃本软件及其复制版。
- （3）因客户违反本协议的任何条款而给本公司带来损失时，必须赔偿本公司的损失。

第 8 条 适用法律

本协议基于中国的法律制定。与本协议有关的任何纠纷，应通过天津地方检察院依法解决。

3 安全须知

3.1 激光安全

本产品含激光部件，根据产品型号的不同，激光等级可为 2 级、2M 级、3R 级或 3B 级，使用本产品过程中应根据激光等级做必要的防护。

*激光等级标准依据 EN/IEC 60825-1:2014，同时参照 FDA（CDRH）中 21 CFR 1040.10。

各等级激光的通用防护要求：

- 请不要凝视激光及镜面反射光。
- 请不要故意将激光朝向人。
- 请充分注意激光的光路。激光会被镜面反射、漫反射，如果存在被反射光照射的危险，请使用挡板等覆盖其反射光。
- 请不要将激光光路设置为人眼高度。
- 产品不用时及时关闭激光器。

2 级激光说明：

若满足以下操作条件，则 2 级激光部件被视为安全。

- 用户的瞬目反射可终止曝光（在 0.25 秒以内）。
- 用户不反复观察光束或反射光。
- 曝光仅为偶然现象。

2M 级激光说明：

若满足以下操作条件，则 2M 级激光组件不应対眼睛造成永久性损伤。

- 不使光束进入可能使用伸缩式光学器具（例如望远镜及双筒望远镜等）的区域。
- 用户的瞬目反射可终止曝光（在 0.25 秒以内）。
- 用户不反复观察光束或反射光。
- 曝光仅为偶然现象。

3R 级激光说明：

3R 级激光如直接进行束内观察，可能会受到伤害，但相比于 3B 级激光，使用 3R 级激光的风险较低。相比于 3B 级激光用户，3R 级激光用户所需的制造要求和控制措施较少。

- 不需要穿戴护目用具和防护衣。

- 不使光束进入可能使用伸缩式光学器具（例如望远镜及双筒望远镜等）的区域。
- 必须在相应路径的末端终止激光束。
- 避免意外反射。
- 相关人员必须经过培训才能使用激光设备。

3B 级激光说明：

3B 级激光组件会危害人眼。

- 通常只需使用护目用具，可能也需要戴上防护手套。
- 不使光束进入可能使用伸缩式光学器具（例如望远镜及双筒望远镜等）的区域。
- 如果观察距离不小于 13 cm，观察时间不超过 10 秒，则漫反射是安全的。
- 如果激光束照射到易燃物上，可能会发生火灾。
- 必须明确标识出激光区域。
- 使用按钮开关或其他机制来防止未经授权的使用。
- 使用激光时，应通过清晰可见的指示器进行指示。
- 应将激光束限制在工作区域内。
- 确保工作区域内没有反射面。



若不按此规定使用控制或调整装置，或执行各步操作，就可能引起有害的辐射照射。
本产品包含光学部件，使用时会增加眼部风险。



通过激光孔径发出的激光辐射:波长 405nm，最大输出 0.844 mw。超过 I 类限制。

3.2 用电安全



请按照本部分所述的安全准则操作，否则可能会导致触电或设备损坏。

传感器和同步控制器应接地

所有传感器和同步控制器（多传感器系统中使用）均应通过其外壳接地。所有传感器和同步控制器均应通过导电硬件安装于接地支架上，或者通过导电硬件直接接地，从而确保传感器和同步控制器的外壳接地。请使用万用表检查传感器连接器或者同步控制器接地点与地之间的连续性，以确保正确连接。

尽可能减小系统接地和传感器接地间的电压

请小心地将系统接地（I/O 信号的接地参考）和传感器接地之间的电压降至最低。该电压可通过测量 Analog_out 引脚和系统接地之间的电压来确定。最大允许电压为 12V，但应保持在 10V 以下，以免损坏串行连接与编码器连接。

使用合适的电源

传感器所用的+24 至+48 VDC 电源应为具有浪涌电流保护的隔离电源，或者能够处理高容性负载。

请小心操作通电设备

当传感器通电时，不得触碰传感器的接线，否则可能会导致用户触电或设备损坏。

3.3 高温警告

设备运行中和未散热完全的状态下不要触碰产品以免烫伤。为避免烫伤并确保传感器正常工作，应将传感器固定到导热材料上。

3.4 环境安全

静电

传感器在防静电方面符合 EN61000-6-2:2006 标准。请避免将传感器安装在容易产生静电的地方。

电磁干扰

传感器在电磁兼容方面符合 EN55011:2016+A1-2017 Class A，EN61000-6-2:2006 标准。但是，这并不能保证使用到该传感器的整个系统能满足相关标准。关于整个系统能否满足标准，应该由用户自行确认。另外，当使用了非标配的线缆时，请自行确认传感器能否满足相关标准。

振动与冲击

- 请避免让本产品直接承受强振动或者强冲击，否则可能会导致触电或者故障。
- 如果测量目标发生振动时，测量值可能会出现偏差。用户可以通过增加轮廓的平均次数或者增加测量值的平均次数来提高测量结果的正确度。
- 本产品通过行业振动冲击测试，具体标准请参照 GB/T2423。此为重复性试验。产品在相同严苛条件下长期工作可能会发生失效。

温湿度

激光传感器适宜的工作环境温度为 0 ~ 50°C 和 25-85% 的相对湿度（非冷凝），储存温度为 -30 ~ 70°C。

同步控制器的额定工作环境温度同样为 0 ~ 50°C。



本产品是高精度测量设备，内部温度对于测量精度有影响，为了实现稳定测量，建议传感器上电后预热 1 小时，待内部温度稳定后再执行测量作业。

环境光

本产品使用的成像器件对环境光较为敏感，因此杂散光可能对测量造成不利影响。请勿在可能影响测量的窗户或照明灯具附近操作本产品。如果产品必须安装在环境光较强的环境中，则可能需要安装遮光罩或类似设备以防止光线影响测量。

3.5 清洁与维护

保持传感器清洁

- 传感器窗口（激光线或相机）脏污或损坏会影响测量精度，请小心操作传感器窗口。
- 使用干燥清洁的空气吹掉灰尘或者异物，如仍有脏污，请使用无绒布对窗口进行清洁。
- 用户在更换视窗镜片时要注意不要使灰尘进入产品内部，以免影响测量。
- 避免将产品直接与水、有机溶剂、其他化学试剂接触，以免设备发生损坏和漏电等现象。

不用时请关闭激光器

传感器中使用半导体激光器，为了最大限度地延长传感器的使用寿命，不用时请关闭激光器。

3.6 警告标签

ICE 警告标签



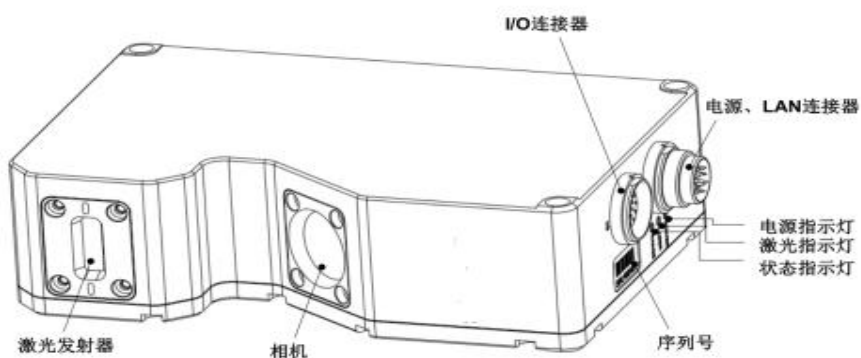
4 入门

本部分内容包含系统和硬件的概要介绍。

4.1 硬件概述

以下部分介绍传感器相关硬件。

4.1.1 传感器



项目	描述
相机	观察从目标表面反射的激光
激光发射器	发射线激光
I/O 连接器	接收输入信号，向外输出信号
电源/LAN 连接器	接收电源、同步控制和激光安全信号，连接以太网网络
电源指示灯	通电时变亮（红色）
范围指示灯	当目标在传感器测量范围内时亮起（绿色）
激光指示灯	激光安全输入激活时变亮（蓝色）
序列号	传感器的唯一序列号

4.1.2 线缆

传感器使用两种线缆：电源/以太网线缆、I/O 线缆。

电源/以太网线缆用于为传感器供电并实现激光安全互锁，还可通过标准 RJ45 连接器接入 1000Mb/s 以太网接口实现传感器通信。电源/以太网线缆（至同步控制器）可将传感器与同步控制器相连。

I/O 线缆用于连接数字 I/O、编码器接口、RS-485 串口连接和模拟量输出。



■ 电源/以太网线缆

颜色	输入/输出	说明
黑色 RJ45	/	千兆以太网接口
白、白间黑	输入	电源+
棕、棕间黑	输入	电源-
黄	输入	激光安全+
黄间黑	输入	激光安全-

■ 电源/以太网线缆（至同步控制器）

颜色	输入/输出	说明
黑色 RJ45	/	千兆以太网接口
红色 RJ45	/	电源、同步信号、激光安全信号

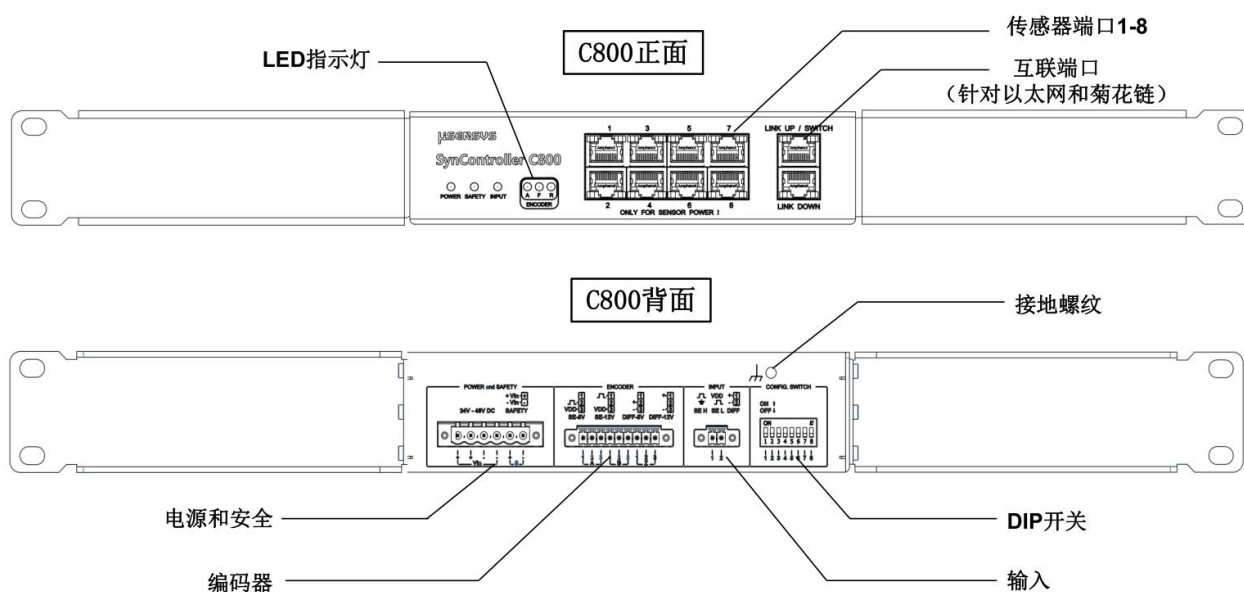
■ I/O 电缆

颜色	输入/输出	说明
----	-------	----

红	输出	数字输出 1-
红间白	输出	数字输出 1+
蓝	输出	数字输出 2-
蓝间黑	输出	数字输出 2+
黑	输出	4-20mA 模拟量输出
黑间白	/	GND
绿间黑	输入	编码器 EZ+
绿	输入	编码器 EZ-
黄	输入	编码器 EB+
黄间黑	输入	编码器 EB-
紫	输入	编码器 EA+
紫间黑	输入	编码器 EA-
棕	输入	串口 1 输入+
棕间黑	输入	串口 1 输入-
灰	输出	串口 1 输出+
灰间黑	输出	串口 1 输出-
白	输入	外部触发信号-
白间黑	输入	外部触发信号+

4.1.3 同步控制器

在部署多传感器系统时，需要多台传感器和同步控制器组成多传感器网络，同步控制器用于向传感器供电并向网络中的所有传感器广播同步信息。C800 型号同步控制器最多支持连接八个传感器。多个同步控制器之间还可以通过其 LINK UP、LINK DOWN 端口连接组成菊花链结构，进而支持将更多的传感器接入网络。



项目	描述
传感器口	连接传感器
互联端口	同步控制器接入交换机，多同步控制器级联
接地螺纹孔	接地连接点
电源和安全	电源和安全连接
编码器	接入编码器信号
LED 指示灯	电源、安全、输入、编码器状态
DIP 开关	支持速度更快的编码器

■ 接口定义

项目	引脚	功能	备注
电源和安全	1	Power In+	
	2	Power In+	
	3	Power In-	

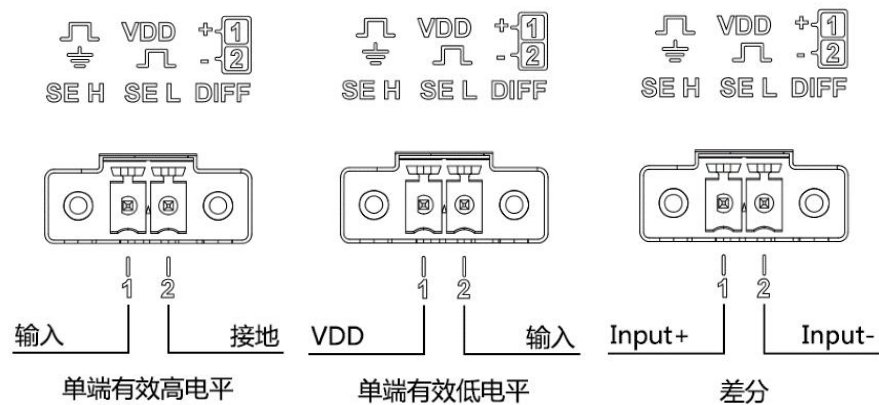
	4	Power In-	要求接入 24-48VDC 差分电压
	5	SAFETY+	
	6	SAFETY-	
数字输入	1	Input_Pin1	接线方法请参见后面“数字输入信号”的介绍
	2	Input_Pin2	
编码器输入	1	Encoder_A_Pin1	接线方法请参见后面“编码器信号”的介绍
	2	Encoder_A_Pin2	
	3	Encoder_A_Pin3	
	4	Encoder_B_Pin1	
	5	Encoder_B_Pin2	
	6	Encoder_B_Pin3	
	7	Encoder_Z_Pin1	
	8	Encoder_Z_Pin2	
	9	Encoder_Z_Pin3	
DIP 开关	1	设置编码器正交频率的分频器。 输出正交频率= 输入正交频率/ 分频器	必须设置分频器使输出正交频率； 不超过 300kHz
	2		
	3		
	4	预留	
	5		
	6		
	7		
	8		

传感器端口	与传感器连接	无需特定顺序
LED 指示灯	指示电源、安全、输入、编码器的状态	
LINK UP	①用于跟上一台同步控制器连接，构成菊花链。 ②用于接入以太网。	使用通用网线即可，100Mbps
LINK DOWN	用于跟下一台同步控制器连接，构成菊花链。	使用通用网线即可

■ 电气特性

规格	值
电源电压	+24VDC 到+48VDC
电源电流（最大值）	8.5A （每个传感器端口满载 1A）
功耗（最小值）	2.7W （不包括传感器的功耗）
安全输入电压范围	+24VDC 到+48VDC
编码器信号电压	单端 （5VDC、12VDC） 差分 （5VDC、12VDC）
数字输入电压范围	单端有效低电平：0 到+0.8 VDC 单端有效高电平：+3.3 到+24 VDC 电压差分低电平：0.8 到-24 VDC 电压差分高电平：+3.3 到+24 VDC (当输入电压高于 24V，需要使用外部串联电阻)

■ 数字输入信号



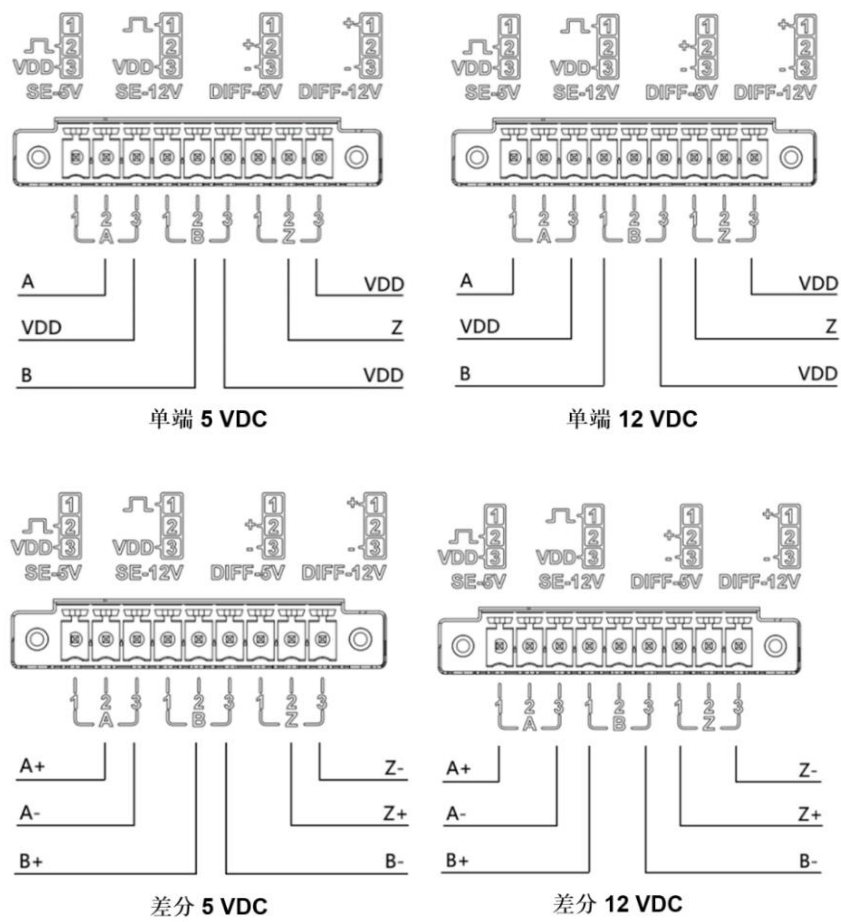
数字输入的电压范围

	输入状态	最小值 (VDC)	最大值 (VDC)
单端有效高电平	断开	0	+0.8
	接通	+3.3	+24
单端有效低电平	断开	(VDD - 0.8)	VDD
	接通	0	VDD-0.3
差分	断开	-24	+0.8
	接通	+3.3	+24

	如果输入电压高于 24 V, 请使用外部电阻, 阻值计算公式为 $R = [(V_{in} - 1.2V) / 10mA] - 680\Omega$ 。
--	--

■ 编码器信号

同步控制器支持接入单端（5 VDC、12 VDC）和差分（5 VDC、12VDC）编码器信号。对于 5 VDC 编码器信号，需通过各通道的 2 、 3 引脚接入；对于 12 VDC 编码器信号，需通过各通道的 1、 3 引脚接入。具体连接方法如下图所示。



通过 DIP 开关设置分频系数以保证同步控制器内部使用的编码器频率不超过 300KHz。

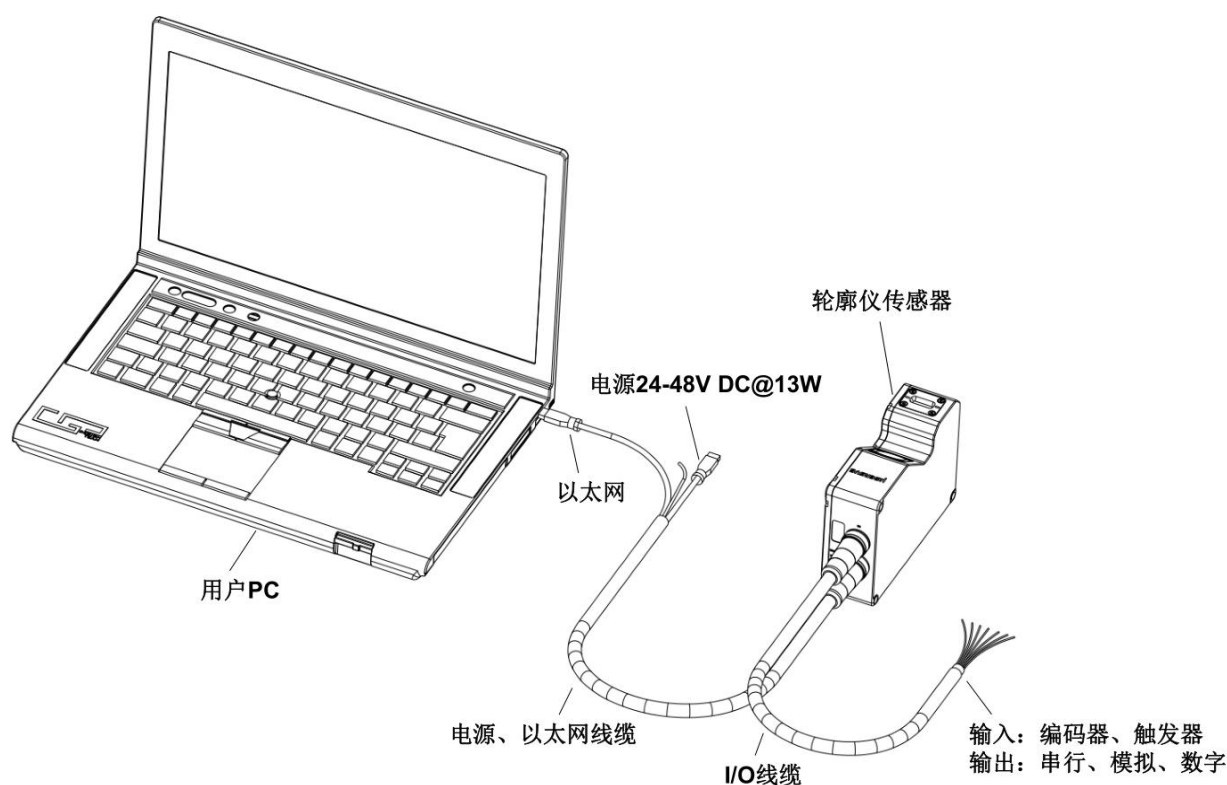
分频器	DIP 开关 1	DIP 开关 2	DIP 开关 3
1	断开	断开	断开
2	接通	断开	断开
4	断开	接通	断开
8	接通	接通	断开
16	断开	断开	接通
32	接通	断开	接通
64	断开	接通	接通
128	接通	接通	接通

4.2 系统概述

传感器可以作为独立设备或多传感器系统进行连接。

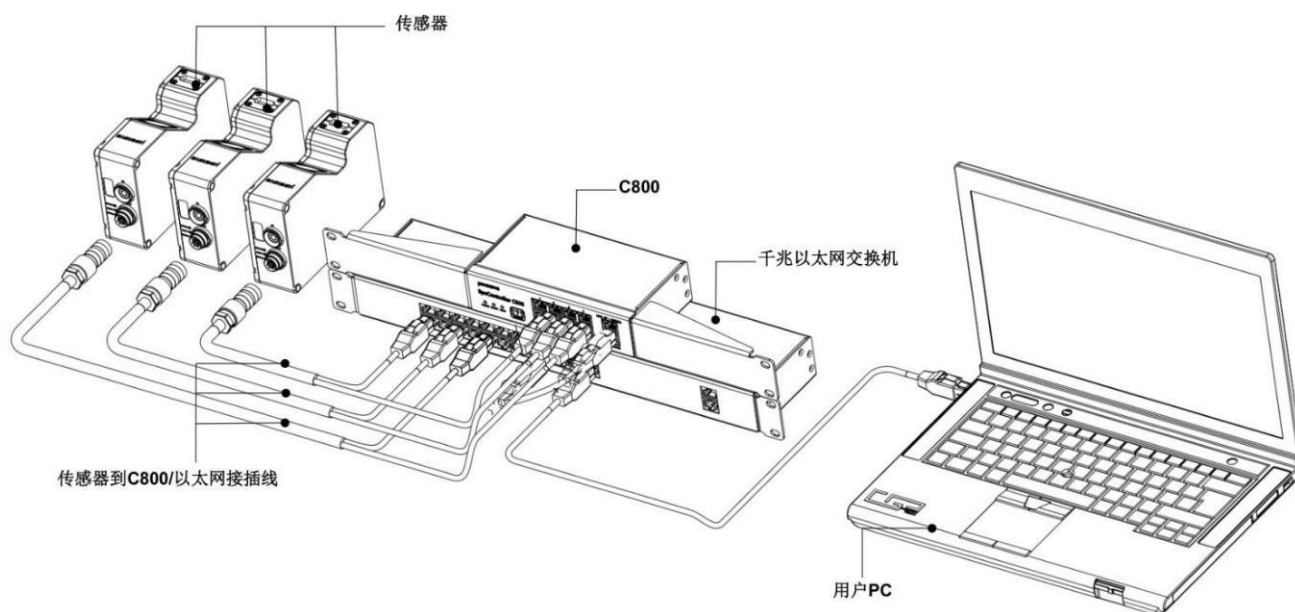
4.2.1 单传感器系统

当一个传感器就可以满足测量需求时，通常选用单传感器系统。设备可以连接到计算机的以太网端口进行设置，也可以连接到编码器、光电管或 PLC 等设备。



4.2.2 多传感器系统

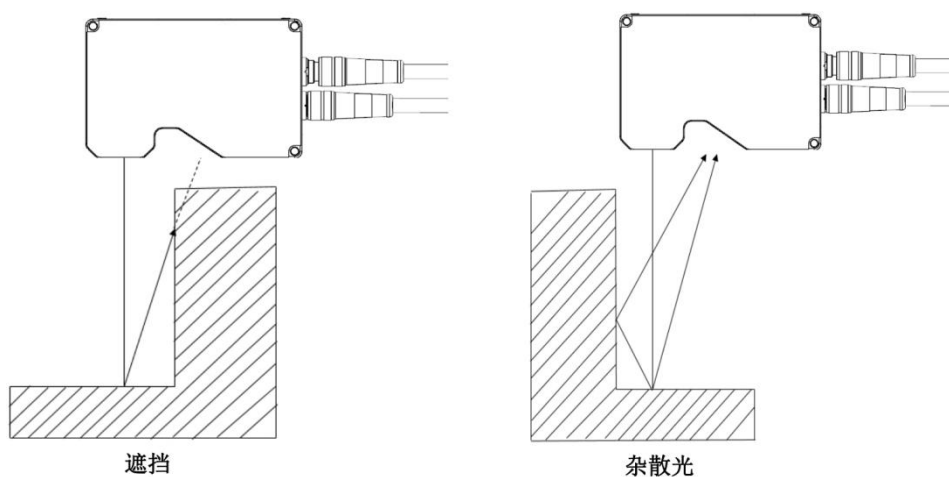
对于一些复杂的应用需求，通常需要多台传感器协同工作以完成测量任务，其中一台传感器作为主传感器用于实施全局控制并输出最终结果，其他传感器则作为辅助传感器采集局部数据。各传感器通过同步控制器专用线缆连接至同步控制器，同步控制器实现各传感器间扫描时序的精确同步。传感器、同步控制器和客户端计算机通过以太网交换机进行通信（建议千兆以太网交换机）。



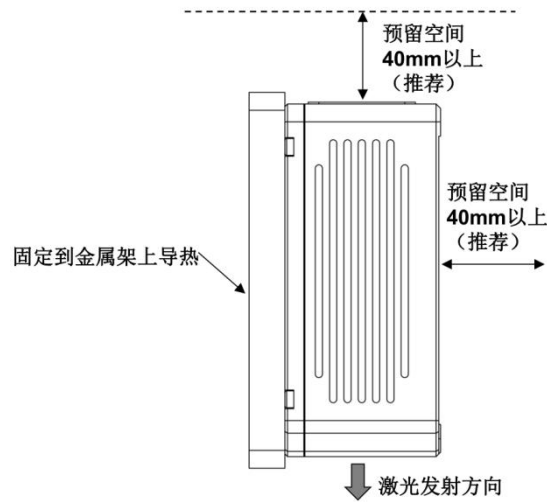
4.3 安装传感器

用户在安装前首先需要确认产品尺寸、净安装距离和安装工具的可操作空间，确保能进行妥善安装且待测对象在本产品指示的测量范围内。

安装时应避免待测对象反射的激光被对象本身或者其他物体遮挡，从而导致传感器无法接收反射光。避免安装在可能产生杂散光的区域。



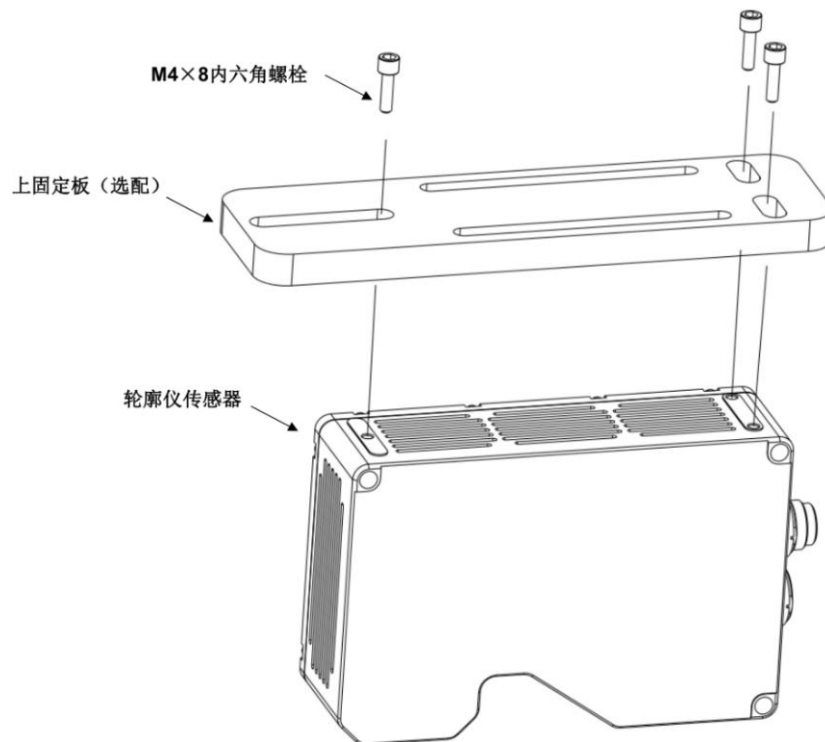
安装传感器时，应确保传感器周围预留足够的空间以实现良好散热。



4.3.1 顶部安装

调整好传感器和待测对象的距离以后，用 3 个 M4 螺钉固定。

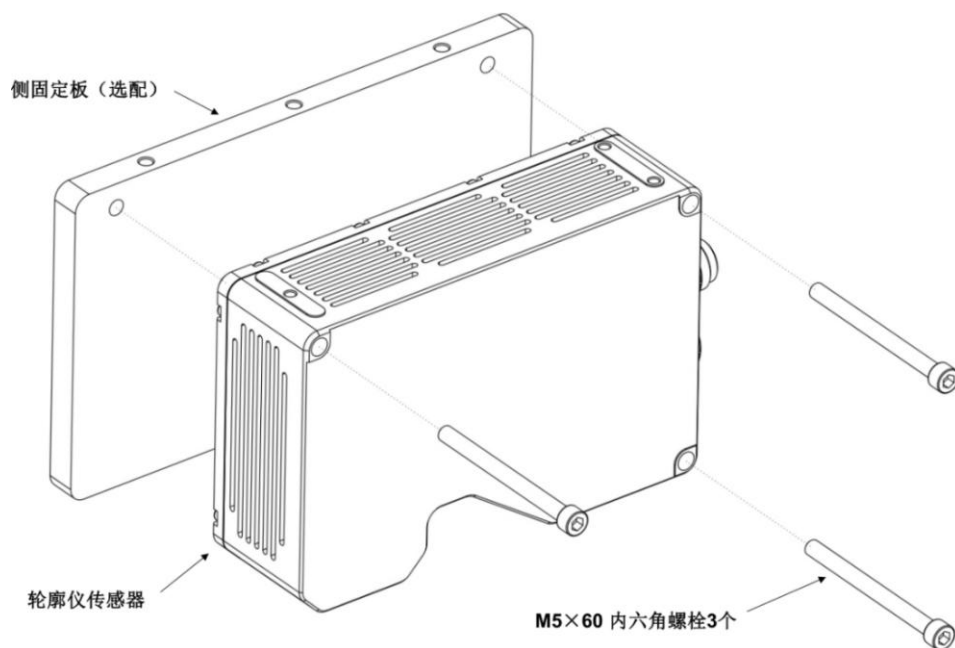
根据安装位置的孔位和传感器的孔位选择是否需要订购上固定板（金属板）。



4.3.2 侧面安装

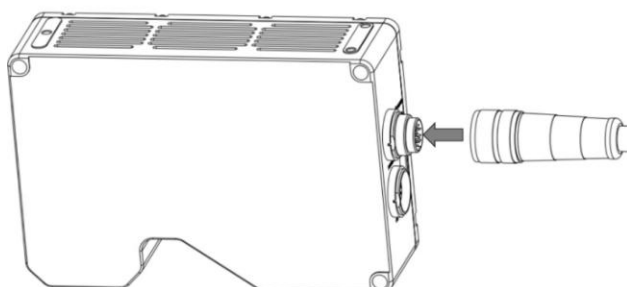
调整好传感器和测量对象的距离以后，用 3 个 M5 螺钉固定。

根据安装位置的孔位和所选传感器的孔位选择是否需要订购侧固定板（金属板）。

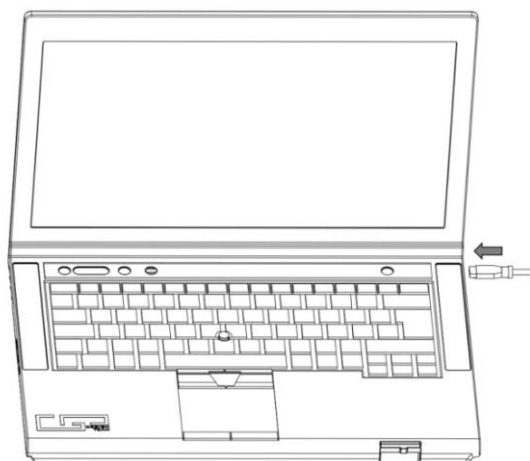


4.3.3 连接线缆

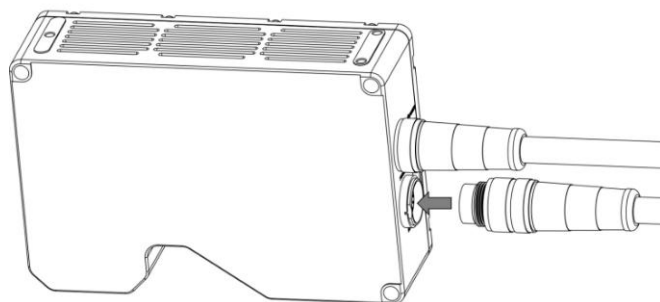
- (1) 将电源/以太网线缆的母头接到传感器上的电源/LAN 连接器。



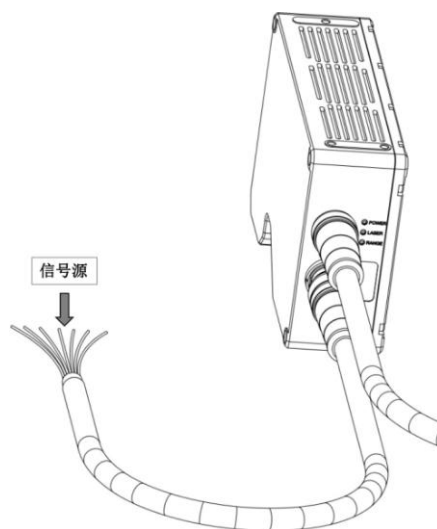
- (2) 将上述线缆的 RJ45 插头接到 PC 或者交换机上。



- (3) 将上述接插线的电源引线接入合适的电源。
- (4) 将 I/O 线缆公头接到传感器上的 I/O 连接器。



- (5) 将需要用到的信号的引线接入到信号源。



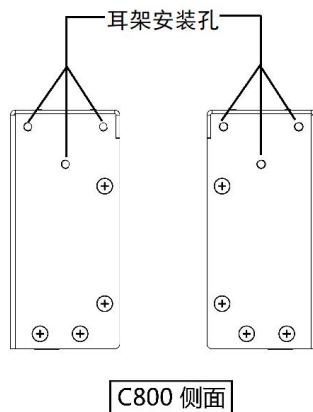
传感器应通过外壳以及“电源/以太网线缆”或“电源/以太网线缆（至同步控制）”、I/O 线缆的屏蔽层接地，与大地/机架连接。传感器设计为通过安装螺钉充分接地。务必使用万用表检查接地，保证安装支架与传感器连接器之间的电气连接。

4.4 安装同步控制器

同步控制器支持通过机架或 DIN 导轨安装（选配）。

4.4.1 机架安装

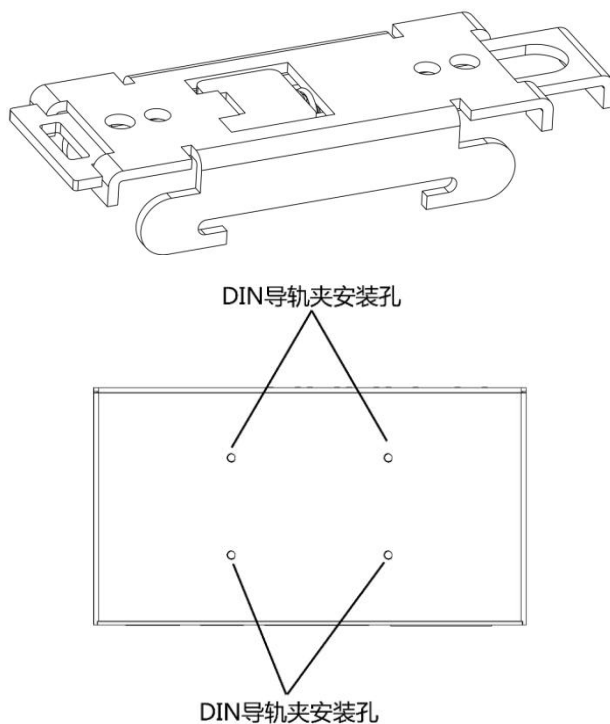
使用同步控制器随附的耳架对同步控制器进行安装，找到同步控制器侧面的安装孔（支持 M3×6 螺钉），如下图所示。



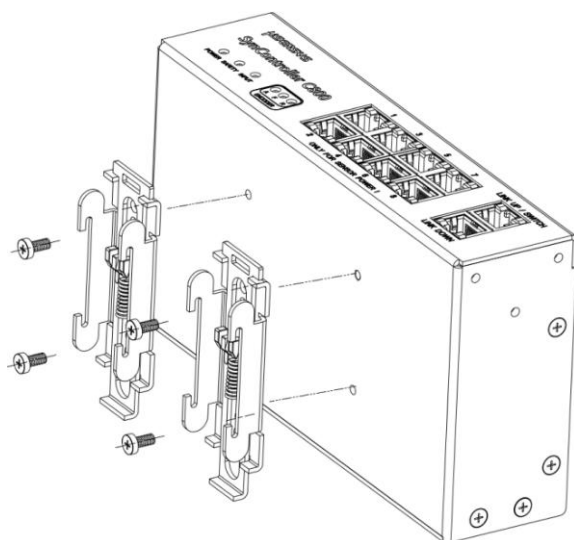
可将接地线接至上图任一安装孔中，以确保同步控制器正确接地。务必使用万用表检查接地，确保耳架与同步控制器的 RJ45 连接器之间的电气连接完好。

4.4.2 DIN 导轨安装

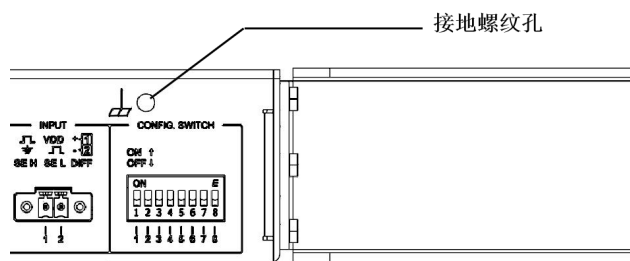
可以使用 DIN 导轨夹对同步控制器进行固定安装，找到同步控制器背面导轨夹安装孔（支持 M3×6 螺钉），如下图所示。



将两个 DIN 导轨夹用 M3×6 螺钉安装到同步控制器背面，如下图所示。

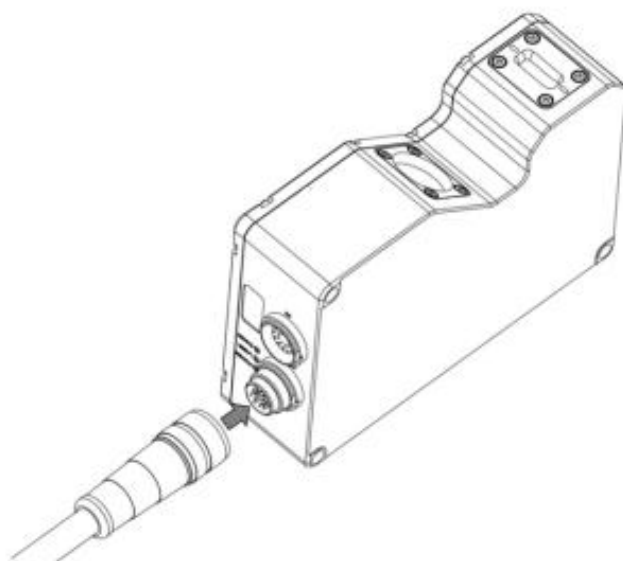


可将接地线接至上图任一安装孔中，以确保同步控制器正确接地。也可以将接地线接至同步控制器外壳背面的标有接地符号的螺纹孔中，此接地螺纹孔支持 M3×6 螺钉。

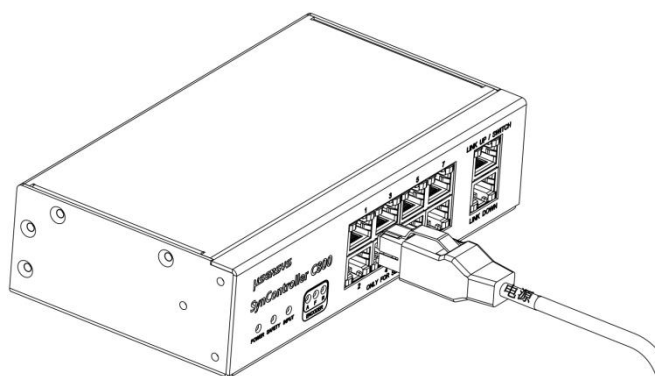


4.4.3 连接线缆

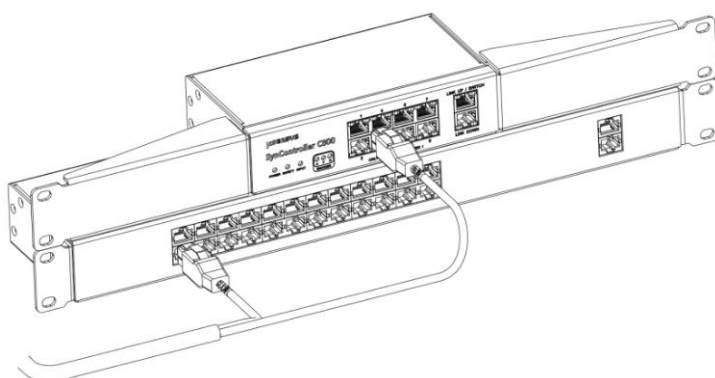
- (1) 将电源/以太网（至同步控制器）线缆的母头连接到传感器的电源/LAN 接口。



- (2) 将上述线缆上标记为【电源】的 RJ45 插头接到同步控制器上标注为 1~8 的任意端口。

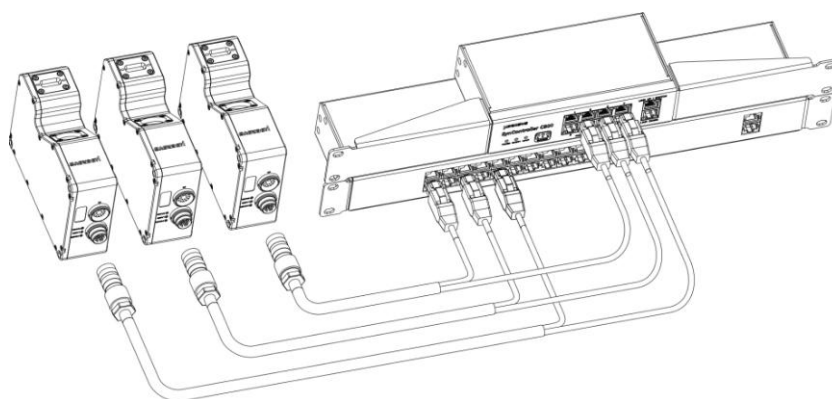


- (3) 将上述线缆上标记为【以太网】的 RJ45 插头接到交换机上。

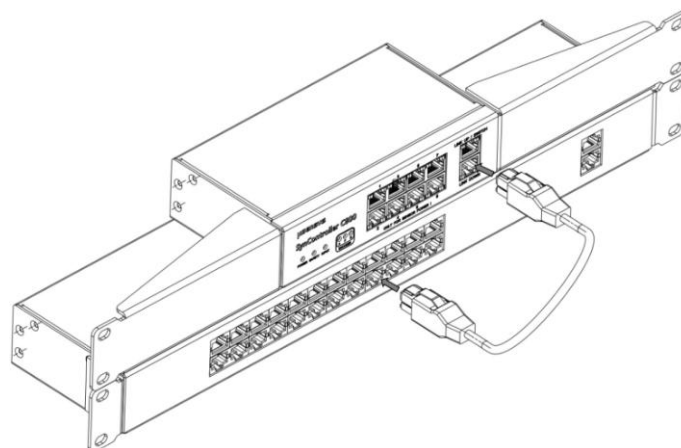


请认真核对 RJ45 插头标记，如接反有可能造成设备损坏。

- (4) 为待接入的每个传感器重复上操作步骤。



- (5) 如需将同步控制器接入以太网，请将网线一端接入同步控制器的 LINK UP 端口，另一端接入交换机。



传感器和同步控制器都应通过外壳以及电源/以太网接插线的接地屏蔽，与大地/机架连接。务必使用万用表检查接地。

（6） 将电源线接入同步控制器后面板上标识为【POWER and SAFETY】的连接器中，将必要的 I/O 信号接入同步控制器后面板上标识为【ENCODER】、【INPUT】的连接器中。

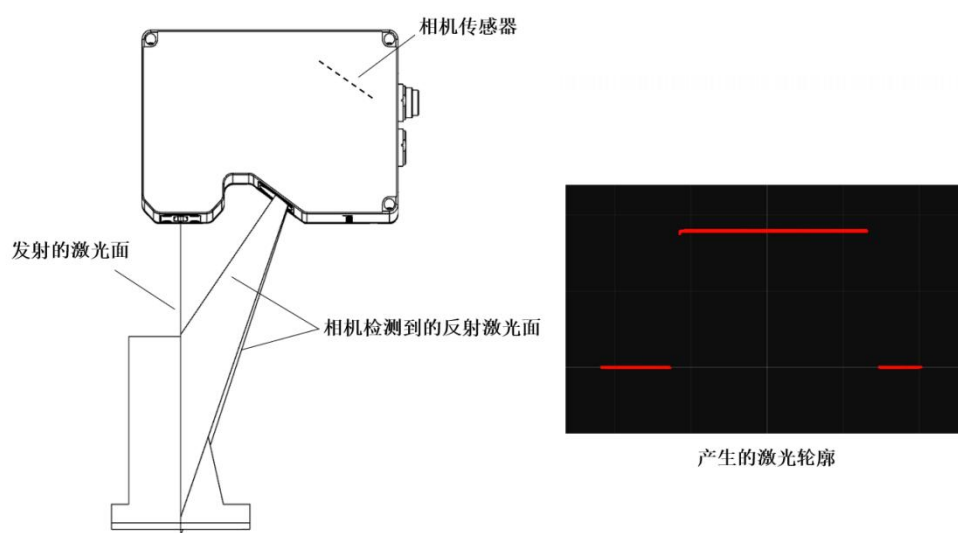
5 工作原理

本部分介绍传感器如何获取和生成数据、测量零件以及输出结果等。

5.1 数据采集

5.1.1 基本测量原理

传感器基于三角测量原理实现高精度三维测量。传感器内置的激光器发射线激光照射到待测目标表面，传感器内置的相机从一个角度获得目标表面上反射回来的激光。由于目标不同位置到传感器的距离不同，反射回来的激光会落在相机成像区域的不同位置上。传感器的激光发射器、相机和待测目标形成一个三角形。通过出厂预先标定的传感器参数，可以计算出激光照射在目标表面所形成激光轮廓上各点的高度，即 3D 轮廓数据，进而进行轮廓测量。



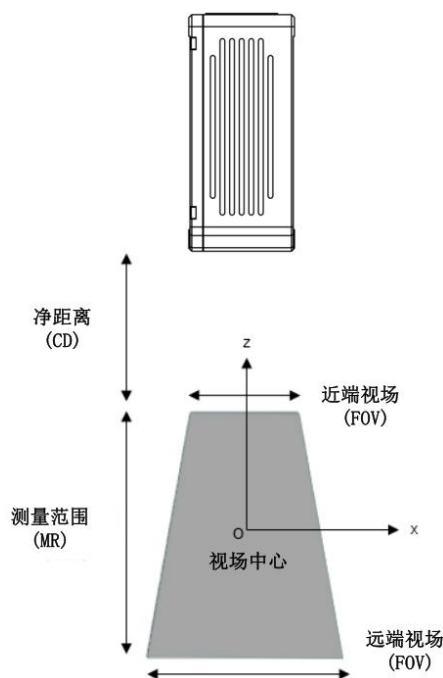
通过在传送带上方安装传感器可以实现对传送带上运动目标的连续扫描，获得一系列 3D 轮廓数据。另外也可以在机械臂上安装传感器实现对静止目标的连续扫描，获得一系列 3D 轮廓数据。通过数据拼接可以得到整个扫描表面的点云数据，进而进行表面测量。

5.1.2 净距离、测量范围和视场

理解净距离（CD）、测量范围（MR）和视场（FOV）概念有助于传感器选型和安装。

概念	描述
净距离	待测目标与传感器之间的最短距离。如果目标与传感器之间的距离小于该值，将无法获得有效数据。

测量范围	从净距离结束位置开始的一段垂直距离，在该距离范围内可扫描和测量目标。如果目标超出测量范围，将无法获得有效的数据。
视场	在测量范围内沿 X 轴即激光线方向的宽度。 在测量范围的远端，视场更广，但 X 方向分辨率和 Z 方向分辨率更低。在测量范围的近端，视场更窄，但 X 方向分辨率和 Z 方向分辨率更高。 如果分辨率至关重要，建议将目标靠近近端。

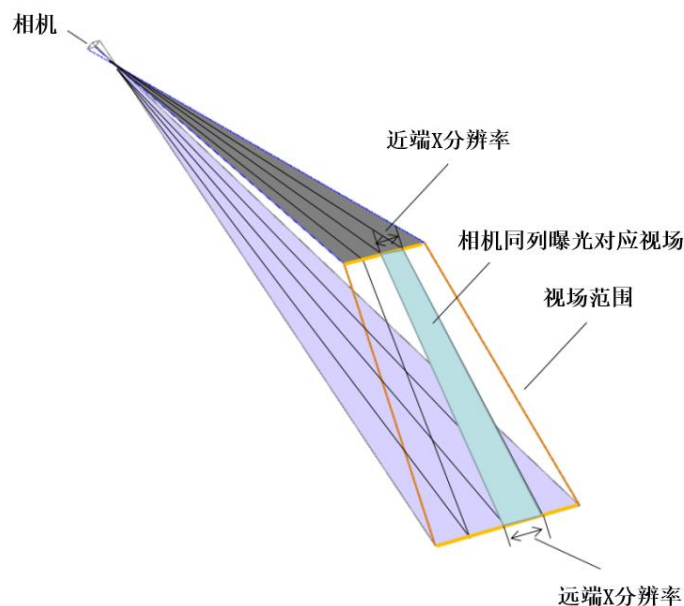


5.1.3 分辨率和精度

分辨率和精度是传感器选型的关键指标，代表传感器的测量能力。

■ X 方向分辨率

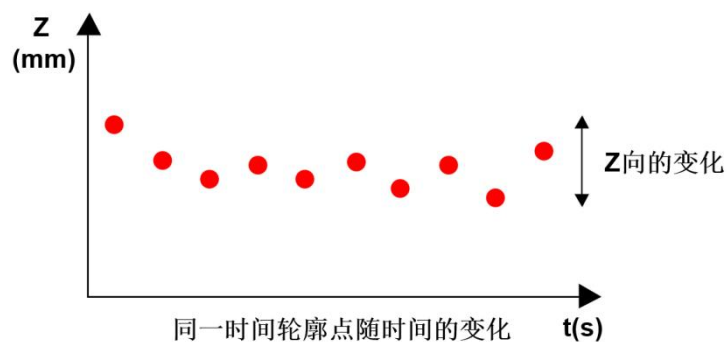
X 方向分辨率是指沿着激光线各测量点之间的水平距离，它取决于传感器内置相机的分辨率以及传感器的视场范围。由于视场范围是一个梯形区域（如下图橘色线框部分所示），因此越靠近近端，点之间的距离越小，即 X 方向的分辨率越高，越靠近远端，点之间的距离越大，即 X 方向的分辨率越低。



X 方向分辨率是选择传感器型号的重要参数，用户需要首先明确测量任务的精度要求，然后根据精度要求确定 X 方向分辨率，进而选择合适的传感器。

■ Z 方向分辨率

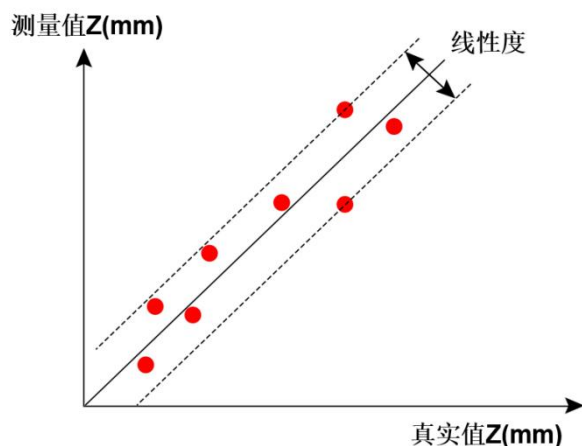
Z 方向分辨率表示各点处可检测的最小高度差，体现了传感器在 Z 方向上的最高测量精度。在被测目标和传感器相对位置静止不动的情况下，由于传感器内部电子元件的原因，相同位置不同时刻采集到的数据会存在轻微抖动，该抖动决定了 Z 方向分辨率，抖动越小即 Z 方向分辨率越高。与 X 方向分辨率类似，越靠近传感器，Z 方向分辨率越高。



■ Z 方向线性度

Z 方向线性度是指在测量范围内，真实值和实际测量值之间的差值，代表传感器的绝对距离测量能力。在最理想的状态下，测量值和真实值相等，假如以真实值做 X 轴，测量值做 Y 轴，将会得到一条斜率为 1，截距为 0 的直线。然而实际情况下，测量值和真实值之间存在着一定的偏差，由近端到远端依次进行多个测量，记录真实值和测量值，如下图所示，计算得到直线上方的点到理想直线的最远距离 d_1 和直线下方的点到理想直线的最远距离 d_2 ，则 Z 方向线性度的计算方法为 $L_a = (d_1 + d_2) / MR$ ，结果以百分比形式表示，其

中 MR 为测量范围。



■ Z 方向重复精度

Z 方向重复精度是指在测量范围内，中量程处测试一个平坦目标的平均高度，重复测试 4096 帧的平均高度的变化量。

5.2 轮廓输出

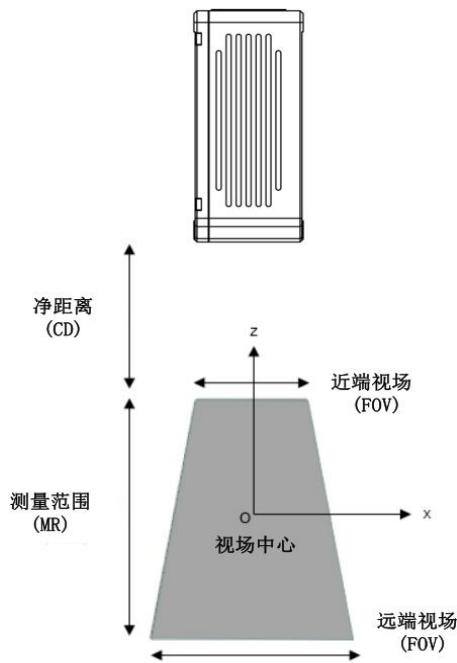
传感器可以输出一系列数据点组成的轮廓信息。数据点通过坐标 (X, Z) 描述，表示该点在传感器视场中的位置。

5.2.1 坐标系

数据点坐标可采用以下两种坐标系进行报告，这取决于是否已对传感器进行了校准操作。

■ 传感器坐标系

未校准的传感器使用传感器坐标。X 轴为传感器的视场 (FOV) 方向，Z 轴为测量范围 (MR) 方向，Y 轴为测量目标的移动方向，系统坐标系采用左手坐标系，坐标系的原点位于测量范围和视场的中心。从传感器前端即近激光器端的视角看到的坐标系如下图所示。



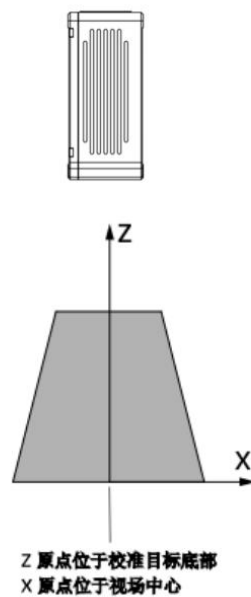
■ 系统坐标系

传感器在校准后，数据点坐标由传感器坐标变换为系统坐标。从传感器坐标系到系统坐标系的变换，主要包含 X 轴偏移、Z 轴偏移、Y 轴偏移以及 X 轴旋转角度、Z 轴旋转角度、Y 轴旋转角度。

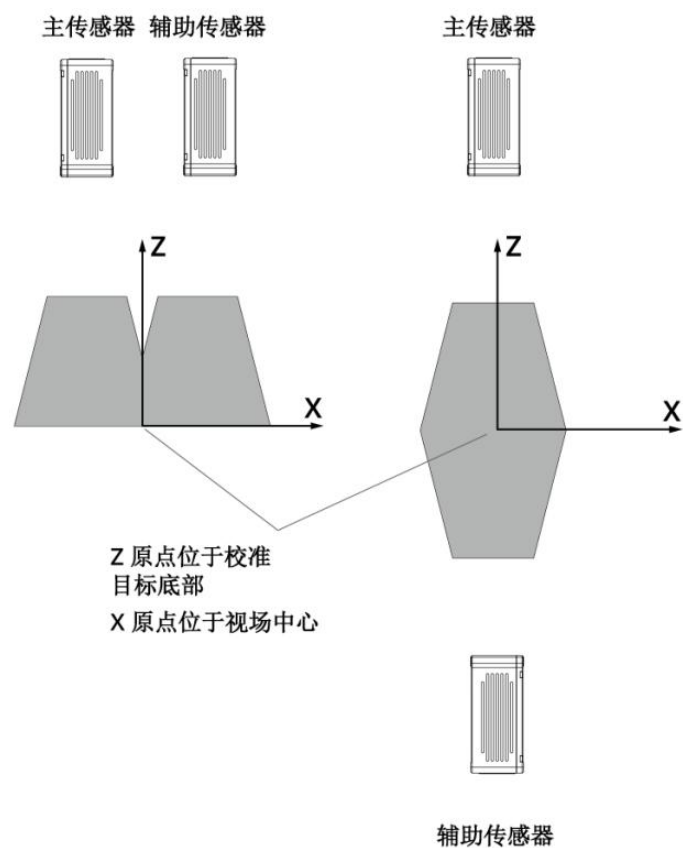
(1) X 轴偏移校准：通过校准使系统坐标系 X 轴平行于校准目标点云。

(2) Z 轴偏移校准：通过校准使系统坐标系 Z 轴原点位于校准目标底面。

对于单个传感器实施校准，可以补偿安装误差并设置基准面，例如基准面为传送带平面。

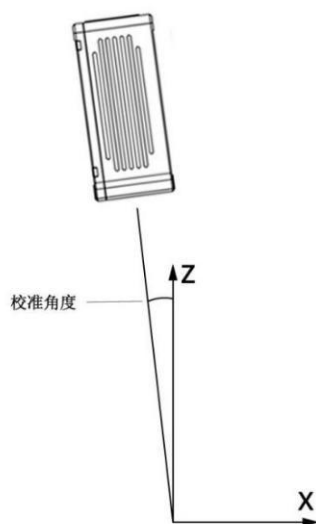


对于多传感器系统，需要将所有传感器坐标系校准到公共坐标系上，从而使得所有传感器采集的数据采用统一坐标系表示。

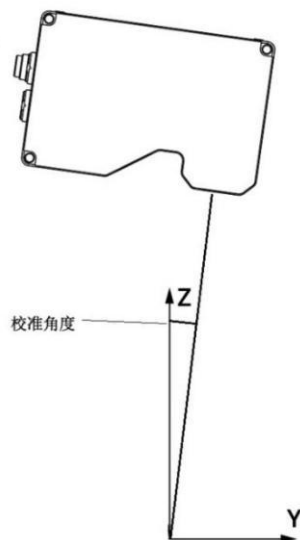


(3) Y 轴偏移校准：通过校准确定多个传感器之间沿 Y 轴方向即传送带方向的偏移，适用于点云模式下多传感器平行交错布局的情况。

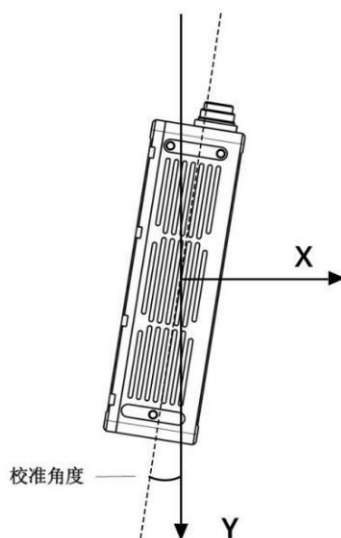
(4) Y 轴旋转校准：确定 X-Z 平面绕 Y 轴的旋转角度，也称为滚动校准。



(5) X 轴旋转校准：确定 Y-Z 平面绕 X 轴的旋转角度，也称为俯仰校准。在测量存在严重镜面反射表面时，通常采用倾斜安装，这种情况下需要进行 X 轴旋转校准。



(6) Z 轴旋转校准：确定 X-Y 平面绕 Z 轴的旋转角度，也称为偏转校准。



Y 轴偏移、X 轴旋转和 Z 轴旋转校准在点云模式使用，其中 X 轴旋转和 Z 轴旋转校准后，在扫描时将导致 CPU 负载增加，从而降低最大扫描速度。建议尽可能通过传感器安装结构的调整，使在不校准 X 和 Z 轴旋转的情况下，测量精度达到任务需要。

■ 样件坐标系

在点云模式并且启用样件侦测情况下，可以使用样件坐标系。将样件中心作为 X 和 Y 轴的原点，如传感器系统未校准，则将测量范围中心作为 Z 轴原点，如果传感器系统已校准，则将校准目标的底面作为 Z 轴原点。

■ 截面坐标系

在点云模式中可以选取任一截面，对于截面中轮廓进行测量。截面轮廓中心作为 X 轴原点，如传感器系统

未校准，则将测量范围中心作为系 Z 轴原点，如果传感器系统已校准，则将校准目标的底面作为 Z 轴原点。

5.2.2 轮廓点云数据

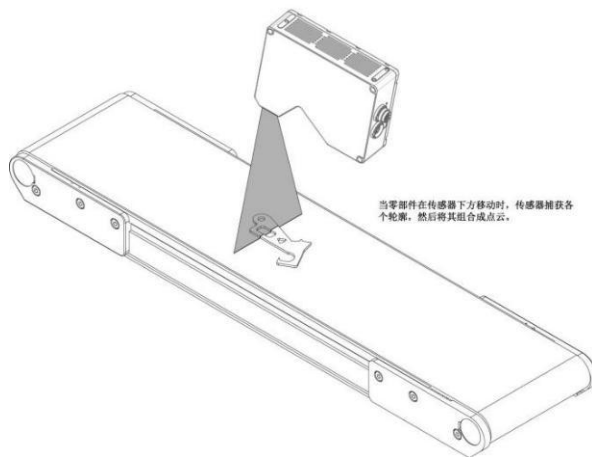
轮廓模式下得到的轮廓点云数据包括两种：重采样点云数据和原始点云数据。重采样点云数据在激光线即 X 轴方向上间距均匀，有利于简化后续轮廓测量算法，但是重采样将增加 CPU 负载，降低最大扫描速度（未采取外部硬件加速情况下）。原始点云数据未进行重采样运算，不增加 CPU 负载，适用于需要高速扫描，数据传输至外部 PC 进行处理的场景。

当传感器扫描目标侧面时，如果倾斜角度加大，重采样后会出现丢失侧面点数据的情况，此时可以禁用均匀间距选项，原始点云数据中将保留侧面所有的点数据。

5.3 表面点云生成与样件侦测

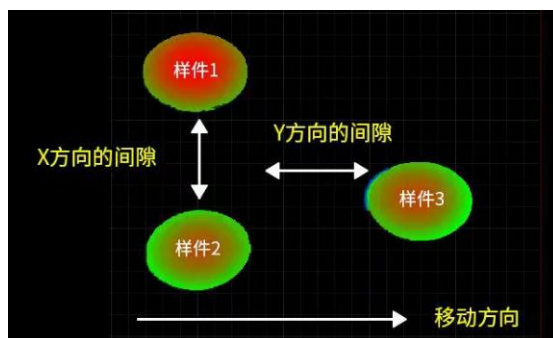
5.3.1 表面点云生成

当目标在安装传感器的传送带上移动或机械臂带动传感器对目标进行扫描时，传感器生成一系列轮廓点云，经过拼接后将生成整个被扫描表面点云。详细信息参见 6.6.6 点云生成部分介绍。



5.3.2 样件侦测

当被扫描区域中存在多个独立样件时，可以通过自动侦测，将各个样件点云分割开，并对每个样件点云进行测量。详细信息参见 6.6.7 样件侦测部分介绍。



5.4 测量

扫描生成轮廓或表面点云后，传感器将对扫描数据进行测量。传感器内置多种轮廓和表面点云测量工具，每个工具可以独立执行，并产生测量结果。

5.4.1 测量工具链

传感器支持将多个测量工具连接在一起，形成测量工具链，即某个测量工具的输出作为另一个测量工具的输入，例如“位置工具 1”得到的轮廓中 Z 最高点，“位置工具 2”得到轮廓中 Z 最低点，在“尺寸工具”引用这两个位置工具的测量结果，可以得到轮廓中 Z 最高点和 Z 最低点之间的距离。

在复杂的测量任务中，测量工具链非常有用，可以实现灵活和定制化的测量。

5.4.2 工具数据

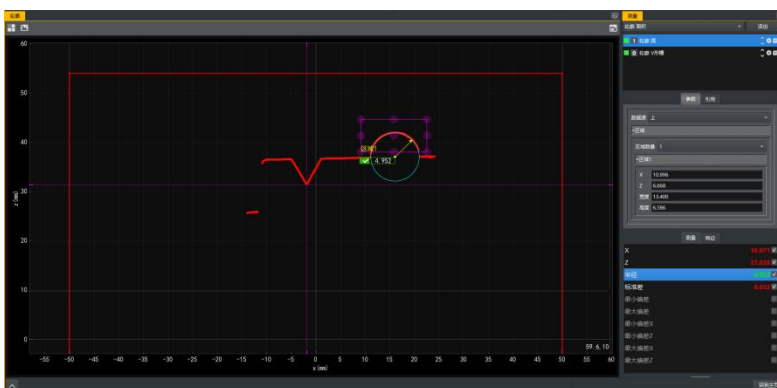
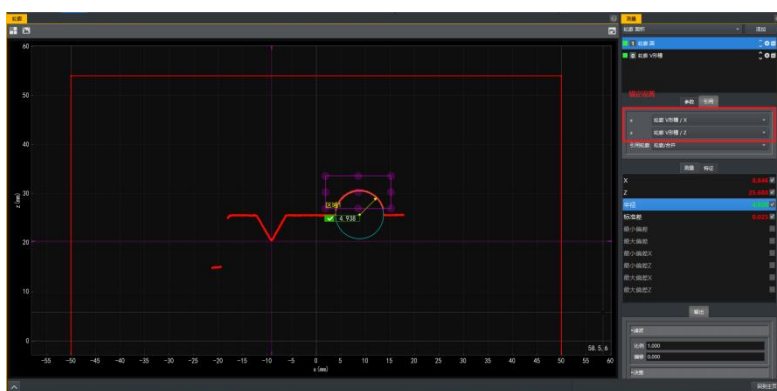
测量工具除了生成测量结果，还可以生成新的轮廓和表面点云数据，例如与轮廓模板进行匹配后生成的差异轮廓或者曲面工具生成的校正后曲面等，测量工具生成的点云数据称为工具数据，与扫描生成的数据一样，可以作为其他测量工具的输入进行测量。

5.4.3 锚定测量

当被测样件位置存在微小变化时，实际测量区域会与用户设置的测量区域发生偏差，可能导致测量结果不稳定甚至错误。传感器提供的锚定功能可以有效地补偿样件位置偏差，具体过程为：锚定工具将锚定点“锁定”到某个测量工具的位置和 Z 角度测量结果，要求作为锚定对象的测量工具在样件即使发生位置偏差，其特征点位置和 Z 角度都可稳定测量，如轮廓最高位置或某边缘线 Z 角度。锚定工具将计算得到的位置偏移和 Z 旋转角度应用当前生成点云，对测量区域进行补偿，从而实现稳定测量。

在下例中期望测量工件圆弧部分的尺寸，而进行圆拟合时需要精确选定测量区域，实际工件存在水平和垂直方向的移动，为圆拟合造成很大影响。该工件具有明显的特征如 V 形槽，此情况下可用借助锚定功能实现圆精确测量，具体方法是首先添加“V 形槽”测量工具，在参数设置中将“定位点”选为最下角，在特征面板中勾选“点”，然后在“圆”测量工具中将“引用”面板中的“x”设置为“轮廓 V 形槽/X”，“z”设置为“轮廓 V 形槽/Z”。在测量过程中，可以看到圆的测量区域随着工件移动而自动跟踪，从而实现稳

定测量，参看图 2 和图 3。



传感器支持多个测量工具形成锚定链，例如测量工具 A 的输出作为测量工具 B 的锚定点，测量工具 B 的输出作为测量工具 C 的锚定点，依次类推，但是不允许循环锚定，如 C 的输出不再允许设置为 A 的锚定点，传感器将自动进行检测避免出现循环锚定的设置。

轮廓和表面点云模式下均支持锚定测量。在表面点云模式下，将样件匹配和锚定测量结合使用，可以更好地消除样件位置偏差引起的测量误差，实现更稳定的测量。

5.4.4 特征工具

几何特征指点、线、面和圆等，大部分测量工具可将几何特征作为输出结果，传感器内置的专用特征工具

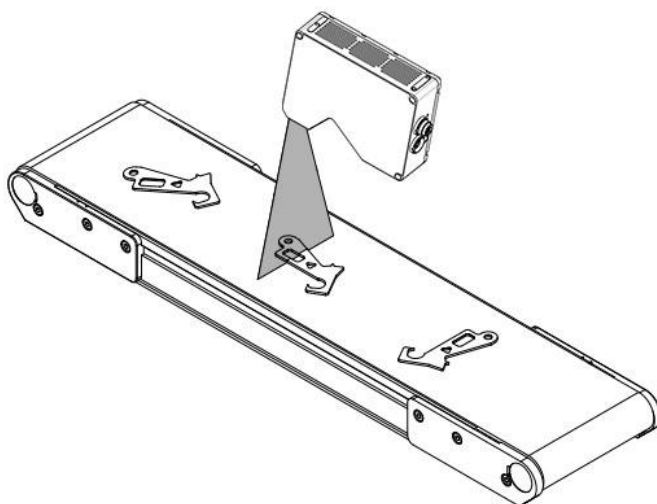
引用其他测量工具输出的几何特征，既可以生成新的几何特征，例如两点生成直线，也可以进行几何特征的测量，如点到直线的距离。

特征工具生成的新几何特征，也可以作为其他测量工具的输入，在复杂的测量任务中，可以实现灵活和定制化的测量。

5.5 样件匹配与

5.5.1 样件匹配

当开启样件侦测后，可以开启样件匹配功能，传感器根据点云边缘或边界框等信息，将当前扫描生成的样件点云与用户预先设置的模板点云进行匹配计算，如果匹配，将旋转样件点云，使其与模板点云方向一致。对于被测样件在传送带上随机摆放的情况，通过样件匹配可以实现样件的稳定测量。



5.6 输出

应用测量工具可以得到测量值和判断结果，判断结果是将测量值和用户设置的合格范围比较之后得到的合格与否判断结果。测量值和判断结果可以通过以太网、数字量、模拟量和串口输出至控制系统的 PC 或 PLC 等设备。

6 软件使用

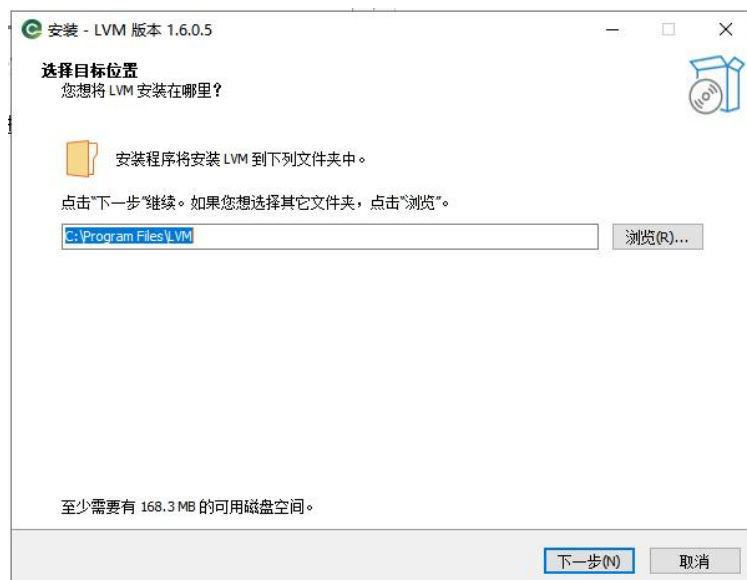
以下各部分介绍 LINSOR 传感器配置软件的使用方法。

6.1 PC 配置要求

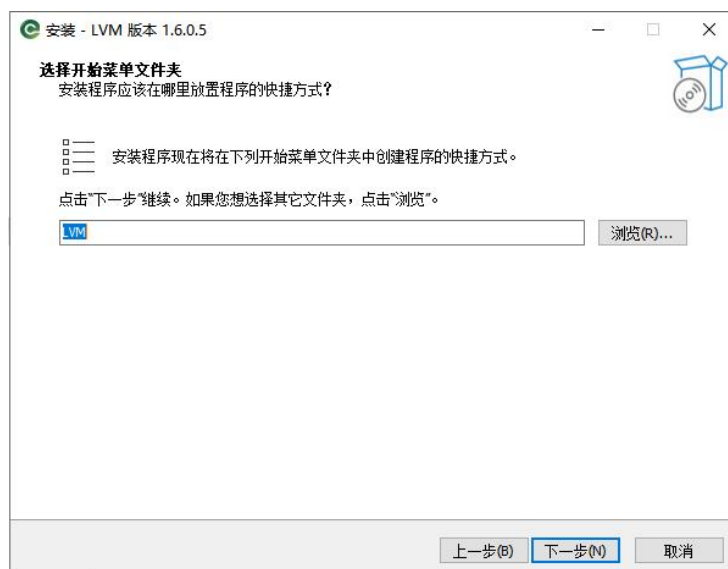
操作系统	Window7 64bit 或更高版本
处理器	Intel Core i5 3.3 GHZ 或更高（64 位）
内存空间	4GB 或更高
图形显卡	OpenGL 版本 4.1 或更高显存 128 MB 或更高
硬盘空间	128GB 或更高
显示器	XGA（1024×768 像素）或更高，256 色或更高

6.2 安装步骤

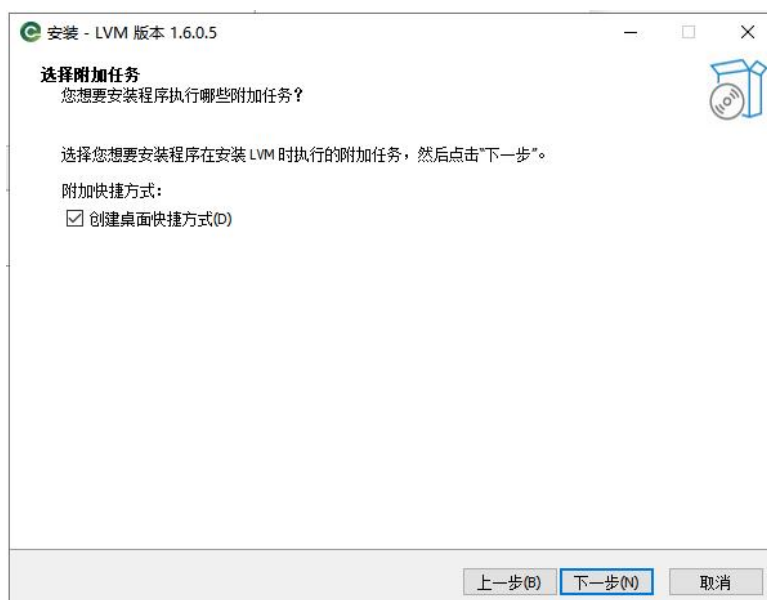
（1） 打开进入安装过程，选择安装路径。



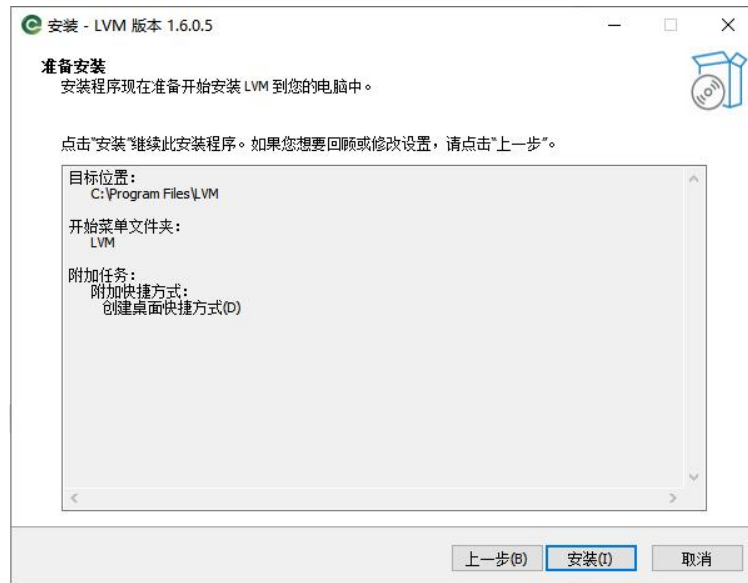
（2） 单击【下一步】，选择开始菜单快捷方式文件夹。



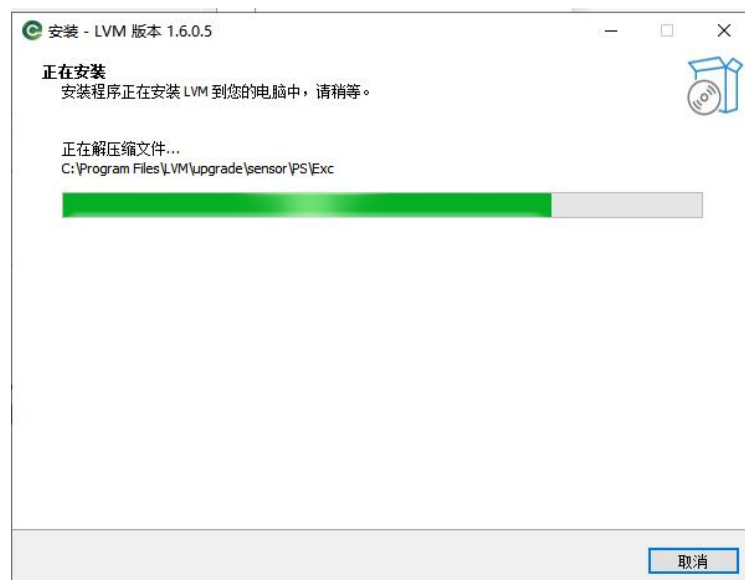
(3) 单击【下一步】，选择附加任务。

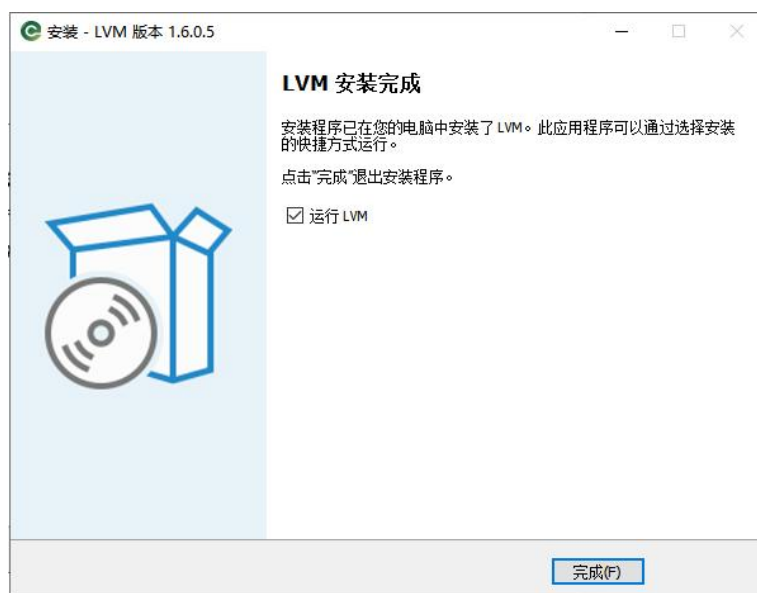


(4) 单击【下一步】，准备安装。



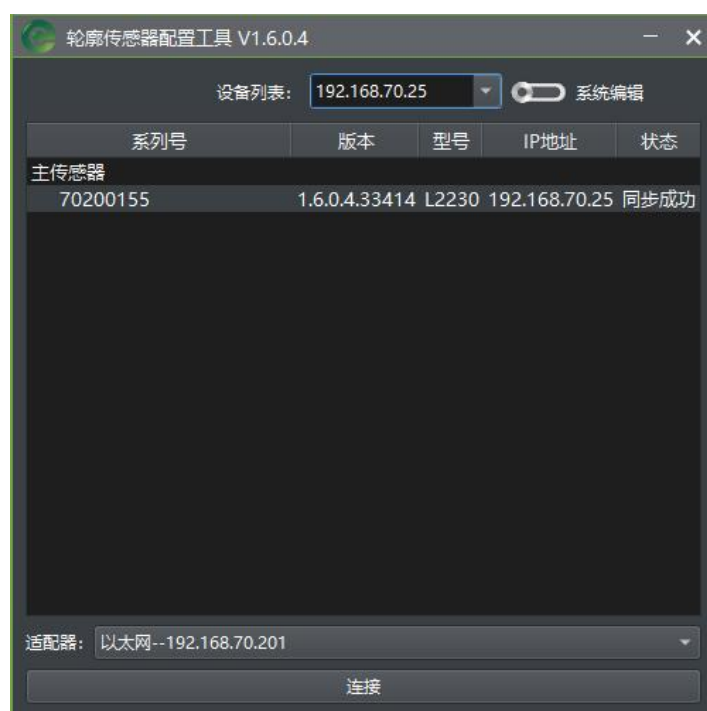
(5) 单击【安装】。





6.3 登录界面

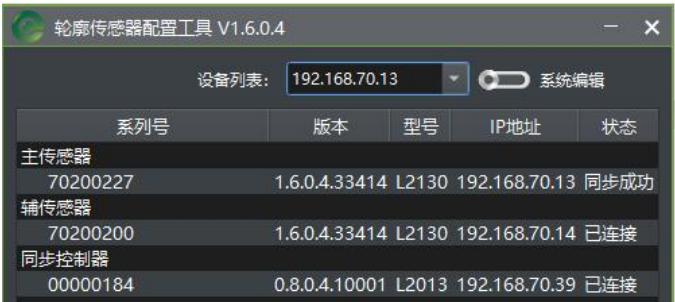
软件登录界面如下图所示，用户在“设备列表”中可以看到当前局域网中全部已就位设备的 IP 地址，根据 IP 地址选择传感器后，可以看到设备信息，点击【连接】即可进入该传感器配置主界面。



在单传感器系统中，只有一个主传感器，当用户选择了该传感器后，窗口将显示其序列号、版本号、类型号、IP 地址和状态信息，如下图所示。

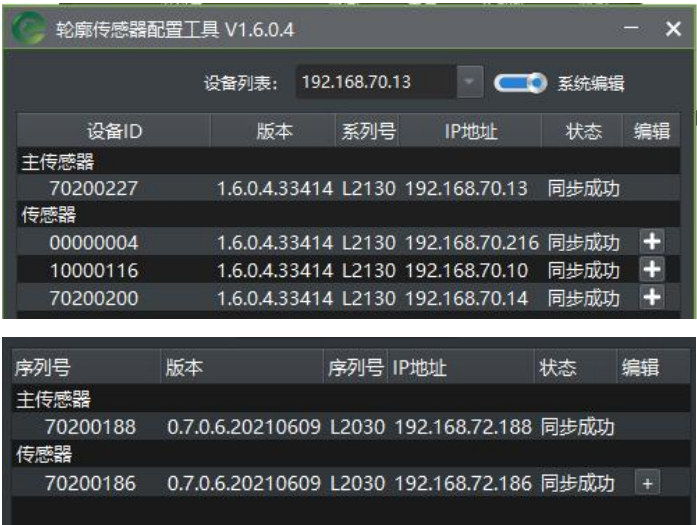


在多传感器系统中，窗口将显示系统内主传感器、辅传感器及同步控制器的序列号、版本号、类型号、IP地址和状态信息，如下图所示。

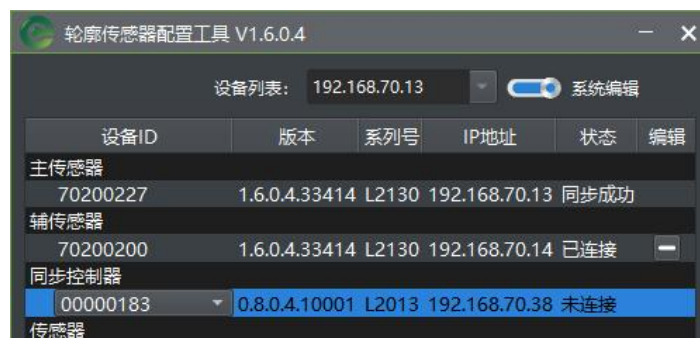


用户可以将单传感器系统扩展成多传感器系统，也可将多传感器系统拆分为单传感器系统。

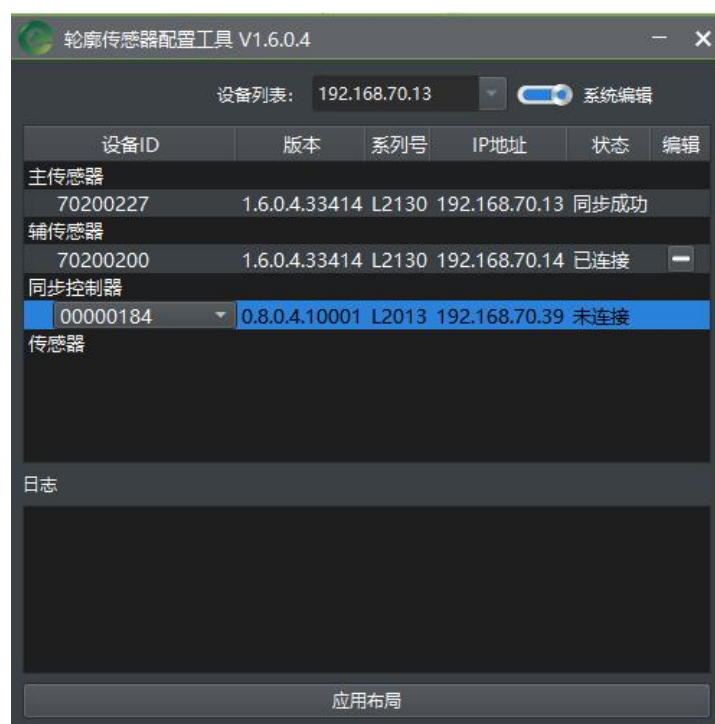
以单传感器扩展为例。在设备列表中选择传感器 IP 地址后，点击【编辑】复选框，即可进行更改。如下图所示，局域网内所有单传感器信息均会显示在列表中。



如点击传感器 192.168.70.14 旁边的【添加】按钮，使其变为传感器 192.168.70.13 的辅助传感器，进而形成多传感器系统，同时界面会将所有接入局域网的同步控制器展示出来，通过列表框中的下拉按钮，选择需要的同步控制器（一个多传感器系统有且仅有一个同步控制器）。在编辑状态下，通过辅助传感器右侧的【删除】按钮，则可从多传感器系统解除该辅助传感器。

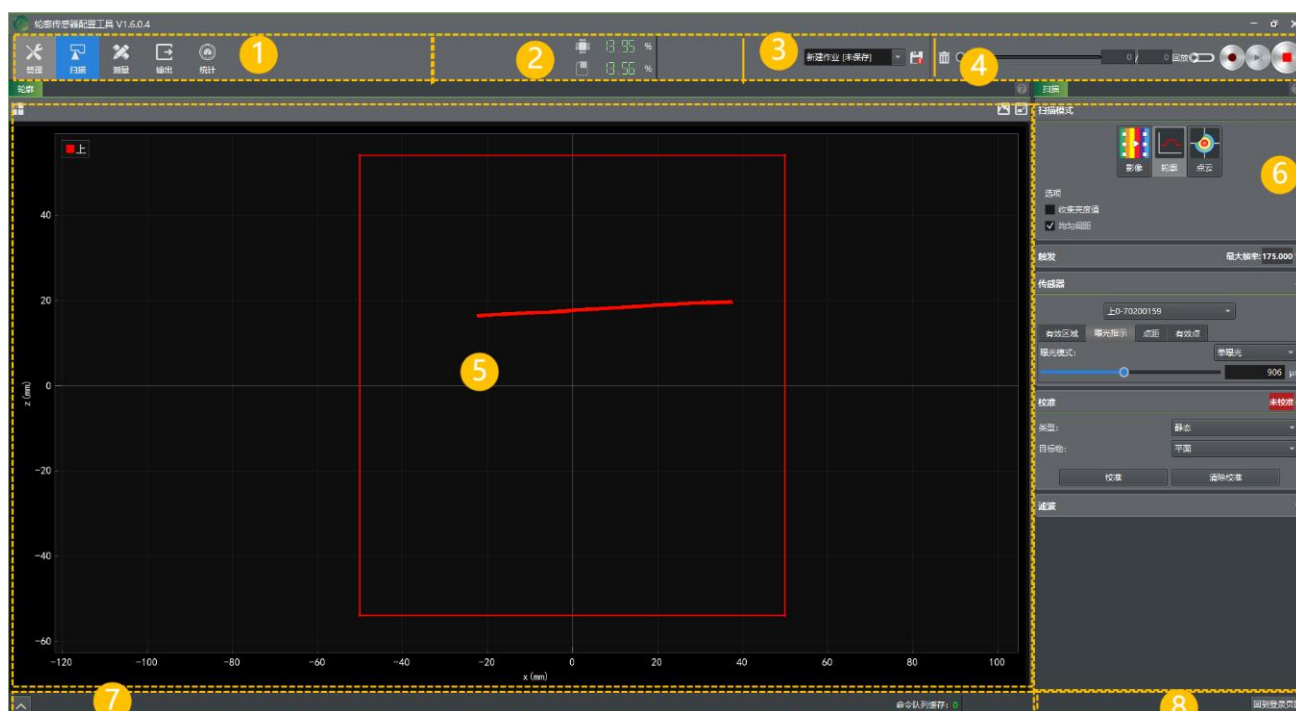


选择好辅助传感器和同步控制器后，点击【应用布局】，该多传感器系统构建完成。



6.4 配置主界面概述

配置主界面如下图所示，按照功能分类将软件界面分成 8 个主要区域，下面分别对这些区域的功能进行介绍。



区域	描述
1 主控区	对传感器进行管理的主要交互区域，详见 6.4.1 主控区介绍
2 性能指标区	显示传感器的两个主要指标，即 CPU 负载和内存负载，如 CPU 负载过高将导致丢帧
3 作业区	作业管理快捷操作的区域，详见 6.4.2 作业区介绍
4 操作区	传感器启停扫描，以及录制和回放数据操作，详见 6.4.3 操作区介绍
5 数据查看区	显示影像、轮廓以及表面点云数据，详见 6.4.4 数据查看区介绍
6 参数设置区	扫描参数配置和测量工具的参数配置，详见 6.6 扫描设置和 6.8 轮廓测量介绍
7 日志区	显示参数设置信息、警告以及错误信息等
8 返回登录	返回至登录界面，详见 错误!未找到引用源。 介绍

6.4.1 主控区

主界面 1 号区域为主控区，主要包括管理、扫描、测量、输出和统计 5 个模块。

- (1) 管理模块包含作业、运动参数、网络、阵列编辑 SDK 服务和关于等。详见 6.5 传感器管理部分介绍。
- (2) 扫描模块包含扫描模式、触发模式、传感器配置、坐标系校准、点云生成模式和滤波设置等。详见

6.6 扫描设置部分介绍。

- (3) 测量模块包含多种测量工具参数设置。详见错误!未找到引用源。部分介绍。
- (4) 输出模块配置用于输出测量结果和数据的各种接口和通信协议。详见错误!未找到引用源。部分介绍。
- (5) 统计模块包含传感器运行状态、测量工具结果和性能统计。详见错误!未找到引用源。部分介绍。

6.4.2 作业区

主界面 2 号区域为作业区，包括作业切换、作业新建和作业保存。通过主控区“管理-作业管理”模块可以实现功能更齐全的作业管理。主界面的作业区提供作业管理的快捷方式，方便用户在配置作业参数时进行作业保存和切换等操作。

■ 作业切换

选择作业区下拉列表中的某作业或输入名称查找作业，即可切换至该作业。

■ 作业新建

输入作业名称，如果作业列表没有该名称，鼠标失焦或按 enter 键，即可新建作业。

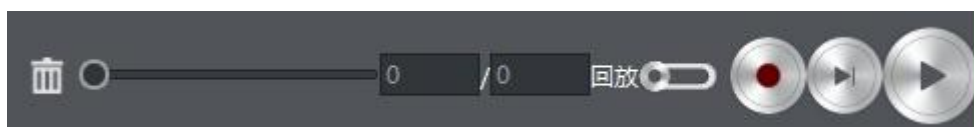
■ 作业保存

作业创建和更改设置后，在没有手动保存前为临时配置，作业名称后面显示“[未保存]”，只有手动保存后才能存储到传感器。

用户可以根据需求创建和保存多个作业，并且在使用过程中随意进行切换。例如可以预先分别为不同类型的工件创建其对应的作业，在某次测量任务时，调用此工件对应的测量作业。

6.4.3 操作区

主界面 3 号区域为传感器操作区，可以开启和停止扫描，也可录制和回放数据，以及管理所录制数据。



■ 开启扫描

传感器待机状态时，点击开始按钮，图标变为，传感器开始执行扫描和测量作业。

■ 停止扫描

传感器正在执行扫描和测量作业时，点击停止按钮，图标变为，传感器停止扫描和测量作业，进入待机状态。

■ 录制数据

如果需要异常结果分析和故障排除，可以录制数据。首先点击录制按钮，图标变成闪烁状态，表示传感器处于录制模式，然后点击开始按钮，图标变为，传感器开始录制数据直至达到设置的最大帧数，到达最大帧后如用户未点击停止按钮，则继续保存当前帧，删除最早记录帧。

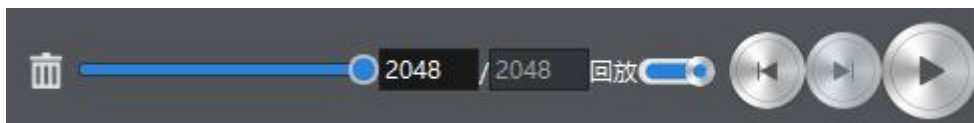
录制过程中，点击停止按钮，则停止录制。

传感器处于录制模式时，点击闪烁状态的录制按钮，图标变为，则传感器切换至扫描状态。

■ 回放数据

录制结束后，如需要查看数据，将回放按钮向右滑动，图标变蓝色，表示传感器处于回放模式。点击下一帧按钮或上一帧按钮，将在数据查看区向前或向后显示单帧轮廓数据。点击播放按钮，图标变为，在数据查看区连续播放轮廓数据。连续播放时点击停止按钮，将停止在当前帧。

可以通过拖动左侧的播放滑条，或者直接输入帧序号，查看特定帧轮廓数据。



■ 管理数据

点击【删除】按钮，将从传感器上删除当前录制数据。



录制回放功能目前只支持在轮廓以及影像模式下使用。

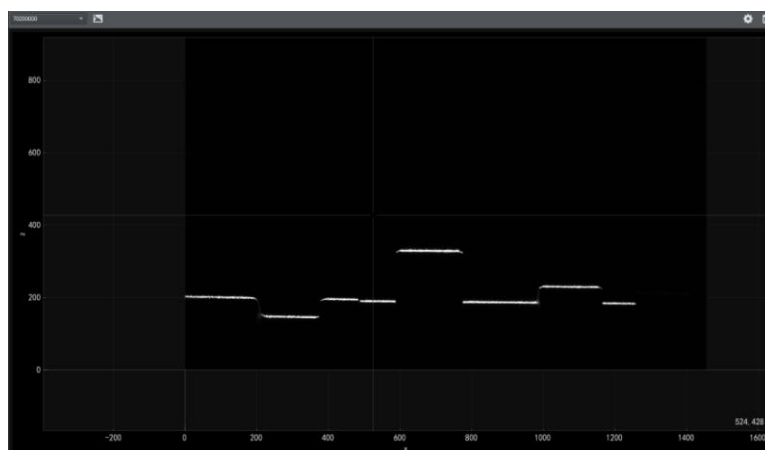
6.4.4 数据查看区

主界面 4 号区域为数据查看区，可以显示影像、轮廓以及表面点云数据等。

数据查看区基础功能有拖拽、放大、缩小、局部细节、鼠标坐标等。在显示区域选择一个位置，按住鼠标左键，实现拖拽窗口功能；滑动鼠标滚轮，实现放大或缩小窗口功能；按住鼠标右键，框选一个矩形区域，释放右键，实现矩形区域放大以展示局部细节；鼠标当前坐标值显示在 3D 视口右下角。

■ 影像数据

扫描模式处于影像模式时，传感器采集的图像如下图所示，能清晰看到激光在视场中的成像。

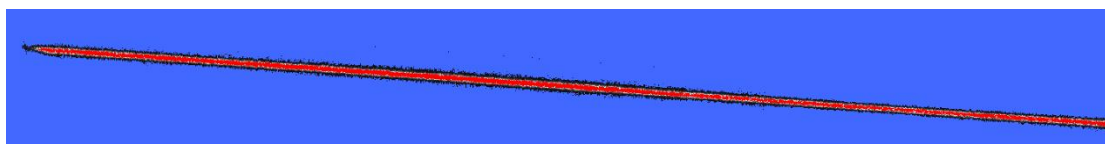


图中左上角的下拉列表，在多传感器模式下，可以切换系统中不同传感器影像。图中右上角包含曝光辅助设置和自适应窗口。自适应窗口的作用是将影像调整至数据查看区中心以最佳大小展示。曝光辅助设置的作用是辅助用户设置最优曝光值，用户能够根据指示，判断当前的曝光选择是否合适。曝光辅助设置包含曝光指示、有效点和数据丢失三项，具体如下图所示。



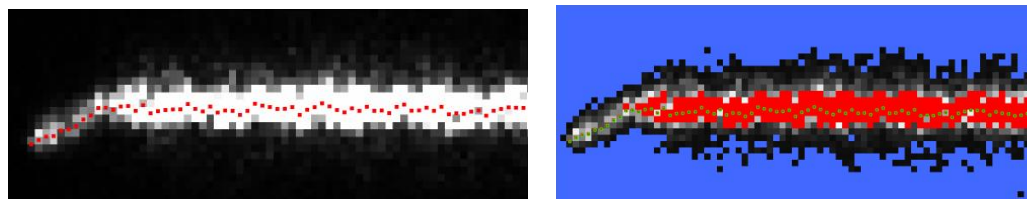
■ 曝光指示

勾选后，如下图所示，蓝色区域为背景区域，红色区域为饱和点，灰色区域处于背景和饱和之间。当每列存在一个或者两个饱和点时，设置的曝光值最优，光条质量好，提取精度高。



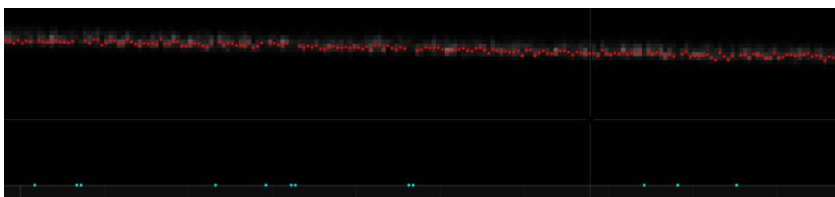
■ 有效点

当不勾选曝光指示，勾选有效点时，将提取的有效点以红色点显示在数据查看区，如下方左图所示。当即勾选曝光指示，也勾选有效点时，用绿色点表示，如下方右图所示。



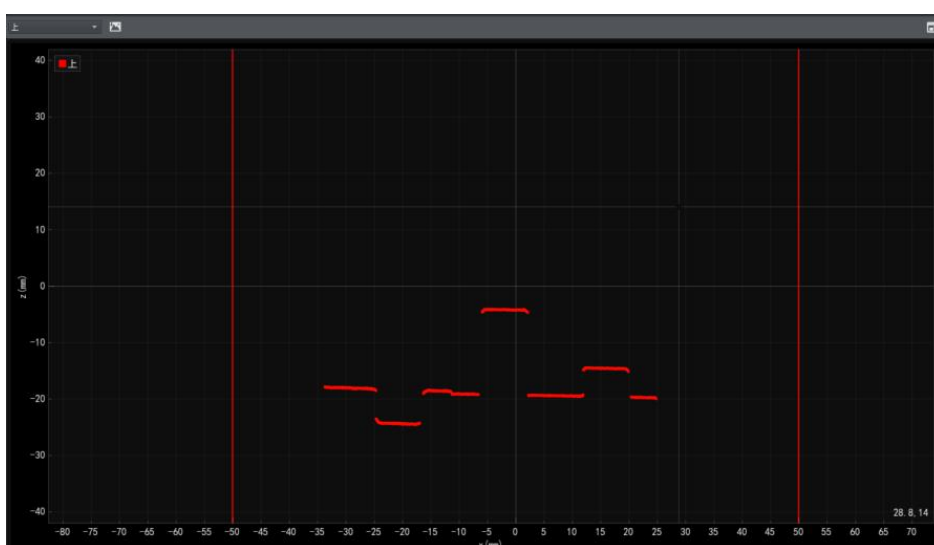
■ 数据丢失

勾选后，将没有提取到有效点的列显示到区域的最下方，用蓝色点表示，如下图所示。



■ 轮廓数据

扫描模式处于轮廓模式时，数据查看区用于显示轮廓数据，显示效果如下图所示。轮廓数据点以红色点显示。在多传感器模式下，左上角的下拉列表可以切换系统中不同传感器的轮廓数据，数据名称与布局一致。图中右上角的自适应窗口的作用是将轮廓数据调整至数据查看区并以最佳大小展示。

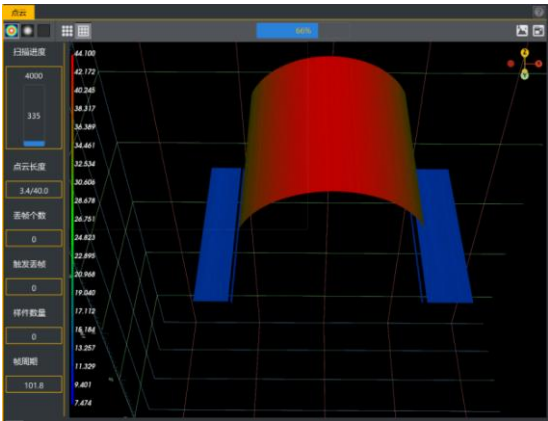


轮廓模式下，数据点的鼠标拾取功能，如下图所示。黄色圆点为当前鼠标拾取到的坐标点，坐标值显示在数据框内。

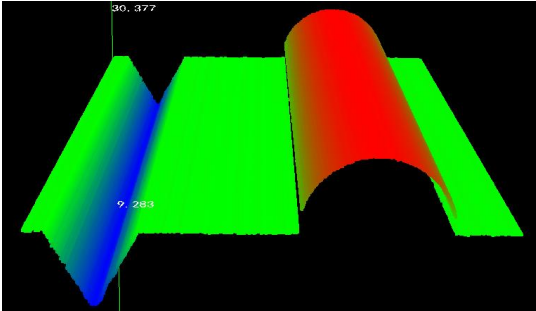
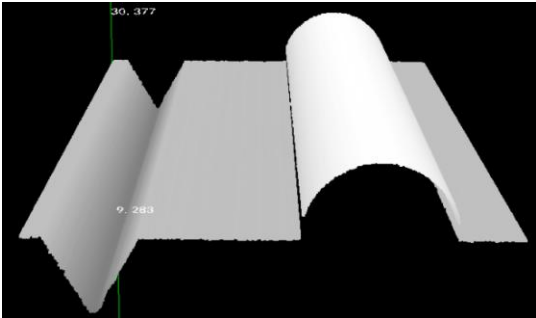


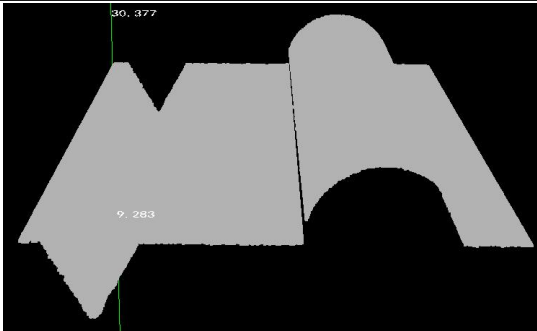
■ 点云数据

扫描模式处于点云模式时，数据查看区用于显示点云数据，显示效果如下图所示。为方便查看，用户可以按下鼠标左键拖拽点云模型进行上下左右平移，也可以按下鼠标右键以鼠标当前位置为中心旋转点云模型。查看区右上角的立方体为旋转指示图标，随模型旋转而旋转，用户可以点击该图标某个区域快速将点云模型旋转至相应角度。

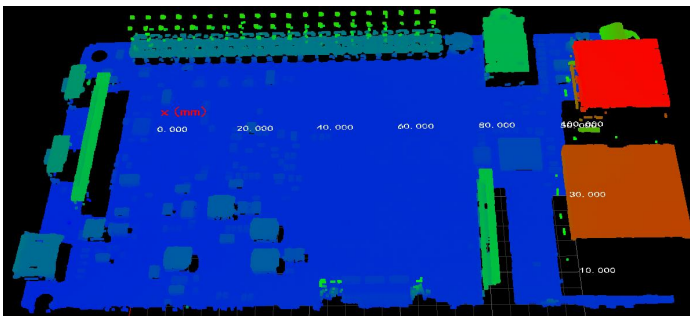


数据查看区上部为工具栏，工具栏左侧为显示模式按钮，具体说明参见下表。

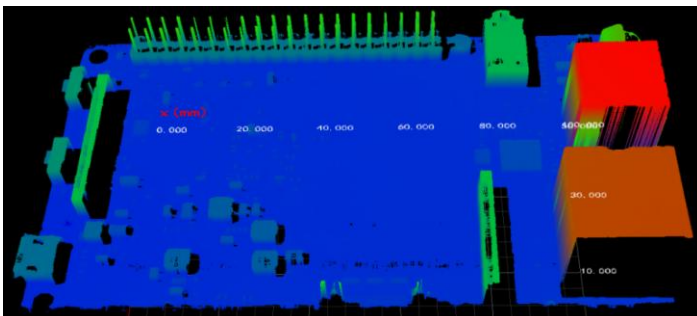
按钮图标	描述
	伪彩色高度图 
	灰度高度图 
	均匀度图



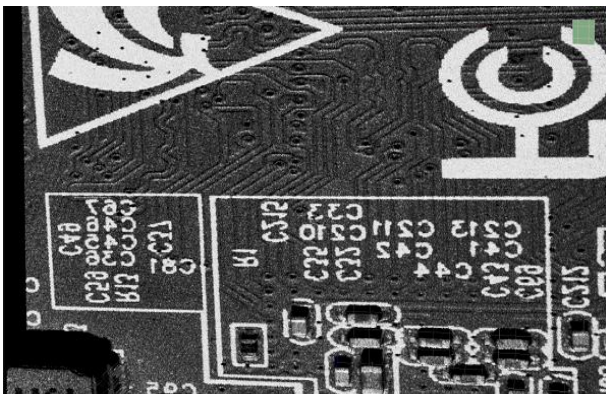
点阵图：呈现原始的点云数据。



网格图：呈现网格化形式的 3D 模型。



亮度图：当在扫描模式中选择“收集亮度值”，数据查看区工具栏将出现亮度图按钮。

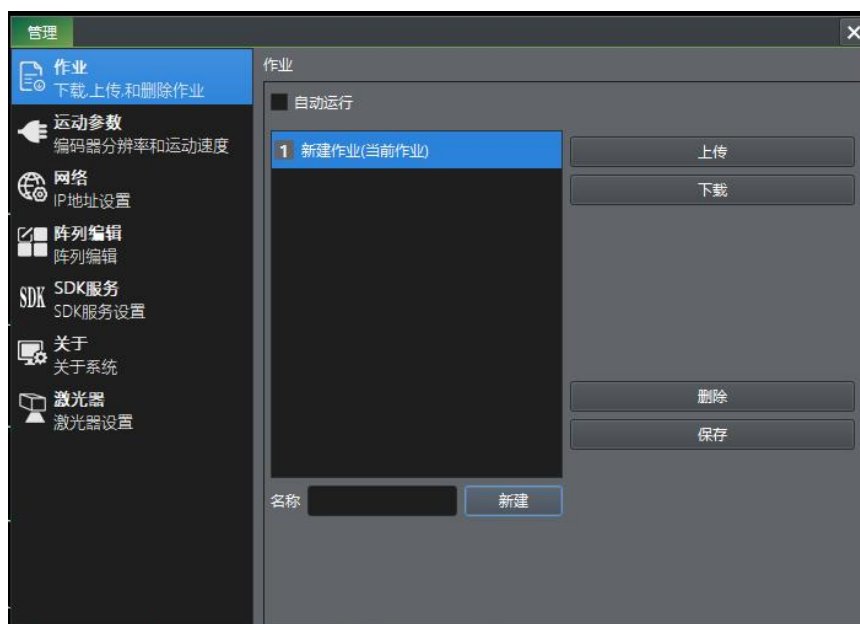


数据查看区的工具栏中间为点云生成进度条，右侧为“保存数据”和“适应窗口”按钮。点击“保持

数据”后，弹出保存路径对话框，点云数据将以 **PLY** 格式保存至用户选定的文件夹。点击“适应窗口”按钮，显示的模型将恢复至默认角度和显示尺寸。

6.5 传感器管理

传感器管理包含作业、运动参数、网络、阵列编辑 SDK 服务和关于等。



6.5.1 作业

作业模块主要用于对存储的作业进行管理。

■ 自动运行

传感器上电后，可以自动运行。具体操作如下：勾选【自动运行】，则传感器上电后自动运行默认作业，即作业相应的扫描和测量，无需手动开启。如果要在未连接 PC 的情况下使用传感器，则必须启用自动运行。

■ 作业重命名

对作业进行重命名。具体操作如下：双击某作业，则可修改其名称，修改后点击回车键。

■ 作业上传

将传感器中的作业保存到 PC。具体操作如下：点击【作业上传】按钮，弹出对话框，设置作业存放位置及名称后，点击【保存】命令，即可完成作业上传。

■ 作业下载

将保存的作业下载到传感器中。具体操作如下：点击【作业下载】按钮，弹出对话框，选择需要下载的作业，点击【打开】命令，即可完成作业下载。

■ 作业删除

对存储的作业进行删除。具体操作如下：选中需要删除的作业，点击【删除】按钮，即可完成作业删除。

■ 作业保存

对作业进行保存。如果作业的内容有所更改，点击【保存】按钮，即可对所有的作业进行保存。

6.5.2 运动参数

运动参数

运动参数

作用域：

全局

编码器

分辨率：

0.00010000

mm/tick

编码器频率：

0

Hz

查询

速度

运动速度：

1.000

mm/s

作用域表示参数的生效范围，分为全局和当前作业两个类型，区别如下所述。

作用域	描述
全局	所有作业都使用相同的参数设置。 当传感器安装位置不随时间变化，如传感器安装在传送带上的固定位置，通常使用这种设置。
当前作业	每个作业各自使用单独的参数设置。 当传感器相对于扫描对象的位置始终在变化时，如传感器安装在移动到不同扫描位置的机器人手臂上，通常使用这种设置。

当扫描模式为点云扫描时，需要设置编码器或传送带运动速度。

当系统安装编码器且将扫描触发源设置为编码器的情况下，需要设置编码器分辨率，编码器频率一栏用于显示当前已接入传感器的编码器信号频率。

编码器

分辨率：

0.00010000

mm/tick

编码器频率：

0

Hz

查询

当系统未安装编码器但运动速度较为恒定的情况下，需要设置运动速度。

速度

运动速度: 1.000 mm/s



由于保证传送系统匀速运动较为困难，强烈建议在系统中安装编码器。

尽管传感器可以通过动态校准自动计算出编码器或运动速度，但是为了保证精度，建议在已知编码器和运动系统参数的情况下进行手动输入。

6.5.3 网络设置

每个传感器具有唯一的 IP 地址，需要将其与用户 PC、同步控制器设置为相同子网，设置界面如下图所示。设置完成后点击【保存】按钮，传感器将自动重启完成设置。

网络

IP: 192.168.72.191

子网掩码: 255.255.255.0

网关: 192.168.72.1

保存

6.5.4 阵列编辑

在多传感器系统中，需要通过阵列编辑设置各传感器的排布情况。

如下图所示，用户通过右上方“+”或“-”编辑列的数量（每列最多允许有两个传感器，一个位于扫描对象上方，另一个位于扫描对象下方），在每个单元格的下拉菜单选择传感器序列号。主传感器以设备 ID 前*号作为标识，主传感器默认分配到第一列上方的单元格，可以根据实际部署情况进行更改。

列: - 2 +

	0	1
上	*70200191	70200193
上反向:	☐	反向: ☐
分组:	0	分组: 0
	空	70200192
下		反向: ☐
		分组: 0

应用

■ 反向

为每个传感器设置布局位置时，需要确认是否为反向（围绕 Z 轴旋转 180 度以避免遮挡）安装。

■ 分组

属于同一分组内的传感器在同一时刻开始曝光，从属于不同分组的传感器异步曝光。通过分组管理避免不同传感器发射的激光线间的干扰。

起始分组编号必须是 0，取值范围为 0~7，编号越小的分组曝光次序越靠前。

布局设置完成后需点击【应用】按钮，使配置生效。

6.5.5 SDK 服务

简介：SDK Server 具备三个链路通道，每个链路通道具备特定的服务。三个链路通道分别是控制通道、数据通道、通告通道。



■ 控制通道

用于接收 SDK Client 发送的控制指令，对传感器执行控制操作（比如启动扫描、停止扫描、软件触发等）。

■ 数据通道

用于 SDK Server 实时对外传输数据（影像数据、轮廓数据、点云数据）。

■ 通告通道

用于传输 SDK Server 端对于控制指令的执行结果，SDK Server 每次执行完一条控制指令，都会通过该通道将命令执行的结果数据发送到 SDK Client。

■ 扫描源

指的是原始扫描数据，根据扫描模式的设定不同，扫描源可以是影像、轮廓、点云。

当启用扫描源输出后，实时扫描数据就会实时推送给 SDK 端。

测量数据启用后，测量参数面板中“数据”标签下的测量测量数据会实时推送到 SDK 端。



SDK Server 默认处于关闭状态，在关闭状态下传感器不会响应 SDK Client 的连接请求。启用 SDK Server 后，SDK Server 开始监听 SDK Client 的连接请求，并把成功接入到 SDK Server 的所有 SDK Client 展示到客户端信息列表中。SDK Client 与 SDK Server 断开连接后，客户端信息列表中会自动移除相关的信息。

6.6 扫描设置

以下各部分主要描述与扫描相关的参数设置。



6.6.1 扫描模式

扫描模式分为影像模式、轮廓模式和点云模式，其设置如下图界面所示。



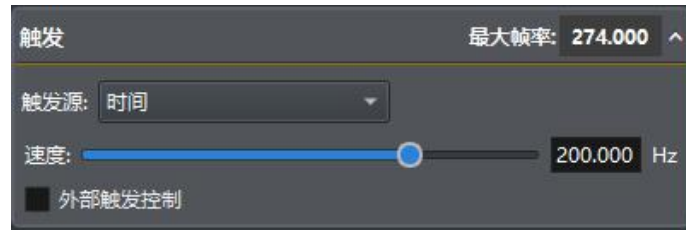
模式	描述
影像模式	输出图像数据。此模式用于配置曝光时间和轮廓选择策略等，以保证采集到的轮廓质量
轮廓模式	输出轮廓数据，并执行轮廓测量工具
点云模式	输出 3D 点云数据，并执行点云测量工具

选项	描述	
收集亮度值	在生成轮廓数据或点云数据的同时，生成每个数据点的亮度值	
均匀间距	轮廓模式	启用选项后，对采样的原始轮廓数据重新采样，使得经过采样后的数据在 X 方向点间距相等。 这种模式下，可使用的内置测量工具种类多，除圆度、粗糙度、闭合面积外，其他测量工具在均匀间距模式都能使用。 禁用选项后，直接显示轮廓数据点，在 X 方向点间距不相同。 这种模式下，扫描速度快，但可使用的内置测量工具种类少，如果需要复杂的测量，用户可以自行开发基于 SDK 的应用程序来进行测量。
	点云模式	启动选项后，对采样的原始轮廓数据重新采样，使得经过采样后的数据在 X 方向点间距相等，并且对拼接后的点云数据在 Y 方向进行重新采样，使得数据在 Y 方向点间距相等。 禁用选项后，直接显示原始点云数据点，在 X 方向和 Y 方向点间距不同。

6.6.2 触发模式

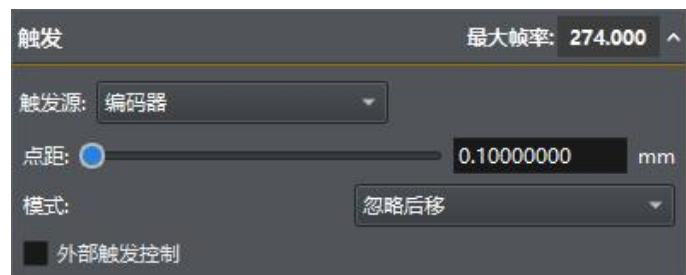
传感器支持触发源为时间、编码器、外部输入和软件四种模式。以下对各模式及其参数进行描述。

■ 时间触发



传感器按照用户设置的频率触发扫描，“外部触发控制”可以开启或禁用时间触发。

■ 编码器触发



传感器根据系统的编码器数据触发扫描，即每当运动系统移动累计一个点距就触发一次扫描。支持三种触发器模式：

（1）反向跟踪：目标物体随传送带向前移动时触发扫描，如果目标物体向后移动则停止触发，传感器将保存该反向位置数值，当目标物体重新向前移动并超过反向位置之后才继续扫描。

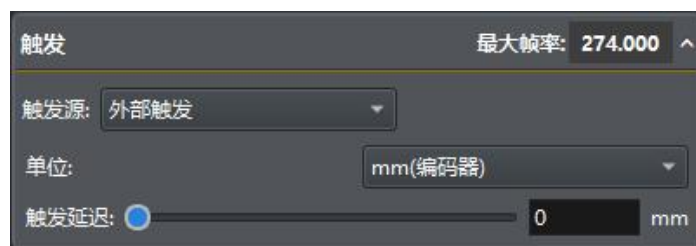
（2）反向忽略：目标物体随传送带向前移动时触发扫描，如果目标物体向后移动则停止触发，当目标物体重新向前移动时即继续扫描，与“反向跟踪”不同之处在于只要重新向前移动立即继续扫描。

（3）双向：目标物体随传送带向前或向后移动时都触发扫描。

当触发模式选择双向时，需要设置“反向距离”，反向距离指触发方向更改之前目标物体必须经过的距离，用于忽略传输系统的抖动。如选择“自动”，反向距离为点距的3倍。如选择“自定义”，用户输入的值应大于传输系统的最大抖动。

“外部触发控制”可以开启或禁用编码器触发。

■ 外部触发

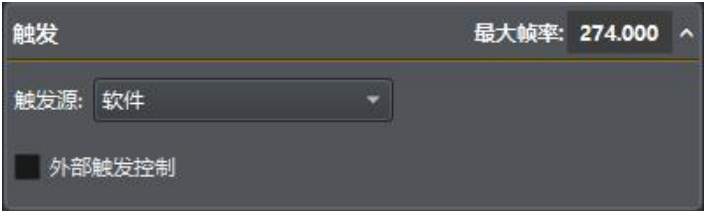


传感器通过外部的数字量输入信号触发扫描，在信号的上升沿触发。一般情况下，触发源如光电管与传感器有一定距离，为了补充该距离，可以设置“触发延迟”，如果该距离对应的时间固定，“单位”可以设

置为时间，通过拖动滑动条或手动输入来设置时间值。如果系统配置有编码器，可以提前测量该距离，通过拖动滑动条或手动输入来设置距离值。

 仅当传感器处于单次曝光模式下才支持触发延迟，多重曝光模式下不支持。

■ 软件触发



外部应用程序可以通过通信协议发送命令触发传感器，“外部触发控制”可以开启或禁用软件触发。

下面介绍一些触发器示例：

示例	描述
编码器+传送带	进行均匀间隔的轮廓测量，即使传送带速度变化，编码器触发模式也可以保证轮廓间距恒定
时间+传送带	按照固定频率进行轮廓测量，如果传送带速度变化，轮廓间距将不均匀，因此建议尽量采用编码器触发模式
外部触发+传送带	通过光电管等外部传感器可以触发对于样件的单次扫描； 当采用编码器或时间触发模式时可以将外部信号作为门控信号，在外部信号维持高电平期间，对样件进行连续扫描
软件触发+机械臂	机械臂带动传感器对样件进行测量，到达测量位置时外部软件可以实现对于样件的单次扫描

6.6.3 传感器

可以设置传感器的测量有效范围、内置相机曝光参数、轮廓点距以及有效轮廓点选取策略，此部分参数设置对于生成数据的质量至关重要。

■ 有效区域

有效区域是指数据采集的区域。默认的有效区域为传感器整个视场，用户可以根据被测样件的轮廓特点设置有效区域。通过减小有效区域可以提高传感器扫描速度上限。界面如下图所示。



区域选择只能在轮廓模式下使用，在影像模式为禁用状态。

传感器

上0-70200218

有效区域 曝光指示 点距 有效点

选择 重置

*这项操作会禁用1/2数据采样设置!!

	最小值	值	最大值	
X范围:	0.200	100.000	100.000	mm
测量范围:	0.200	108.000	108.000	mm
X起点:	-50.000	-50.000	-50.000	mm
Z起点:	-54.000	-54.000	-54.000	mm

坐标转换

传感器

上0-70200218

有效区域 曝光指示 点距 有效点

保存 取消

*这项操作会禁用1/2数据采样设置!!

	最小值	值	最大值	
X范围:	0.200	100.000	100.000	mm
测量范围:	0.200	108.000	108.000	mm
X起点:	-50.000	-50.000	-50.000	mm
Z起点:	-54.000	-54.000	-54.000	mm

坐标转换

点击【重置】按钮使有效区域恢复至默认参数即传感器整个视场。

在未点击【选择】按钮时，有效区域范围不可更改。点击【选择】后，可通过在数据查看区拖拽、缩放区域编辑框或者直接修改区域范围数值，来设置有效区域。设置好后，点击【保存】按钮即可完成设置。点击【取消】按钮使当前进行的有效区域设置无效。

坐标转换

坐标转换设置是确定将数据由传感器坐标系变换到系统坐标系的转换参数。转换参数通常在执行校准传感器时自动得到，也可以在有效区域设置部分手动输入数值。如下图所示。

坐标转换

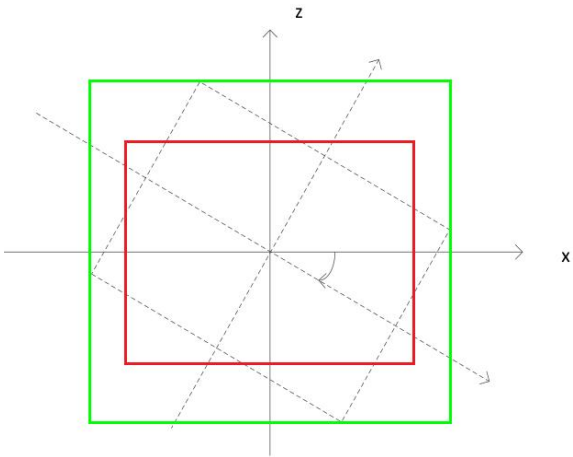
X偏移:	0.000	mm
Y偏移:	0.000	mm
Z偏移:	0.000	mm
X角度:	0.000	°
Y角度:	0.000	°
Z角度:	0.000	°

参数	描述
X 偏移	指定沿 X 轴的偏移量。 正值使轮廓数据向右移动；负值使轮廓数据向左移动。
Y 偏移	指定沿 Y 轴的偏移量。

Z 偏移	指定沿 Z 轴的偏移量。 正值使轮廓数据向上移动；负值使轮廓数据向下移动。
X 角度	指定绕 X 轴的倾斜角度。
Y 角度	指定绕 Y 轴的倾斜角度。 正值使轮廓顺时针旋转，负值使轮廓逆时针旋转。
Z 角度	指定绕 Z 轴的倾斜角度。

倾斜角度会影响数据边界框，下图为绕 Y 轴旋转为例描述角度对边界框的影响。角度 0 时，数据边界框为中间红色矩形框；角度不为 0 时，旋转后数据边界框变为最外侧绿色矩形框。校准后，校准数据会更新到坐标系转换中。

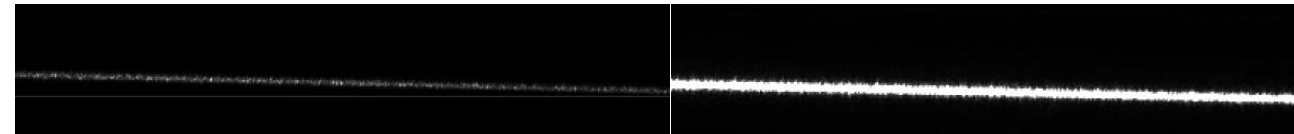
 如果将 X 角度或 Z 角度设置为非零值，将增加传感器计算负载，从而降低扫描速度上限。



■ 曝光指示

曝光时间决定了传感器内部的相机和激光器持续开启的时间。不同颜色、材质的目标需要不同的曝光时间，短的曝光时间适合偏白或透光性弱的目标，长的曝光时间适合偏暗或透光性强的目标，但曝光时间会影响最大帧率，长曝光时间会降低扫描速度。为了达到最佳曝光效果，需要调节曝光时间。

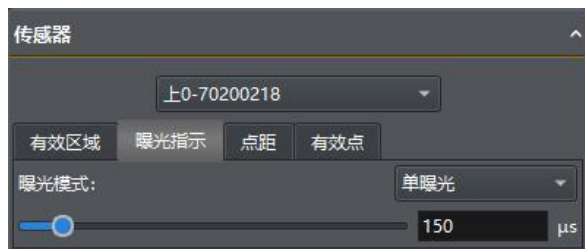
如下图所示，依据每列存在一到两个饱和点时曝光值最优原则，左侧图像对应的曝光过低，右侧图像对应的曝光过高，这都会影响轮廓的精度，应该结合影像和曝光辅助进行设置，选择最佳曝光值。



为了适应多种场景需求，传感器提供了两种曝光方式：单曝光和多重曝光。

(1) 单曝光

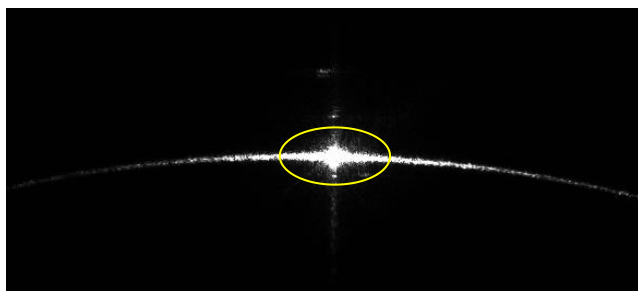
单曝光是指每次曝光都使用相同的曝光值，每次曝光即生成一帧轮廓数据，适用于被测目标颜色或材质比较单一的场景，表现在影像模式下光条图像比较均匀，不存在明显的明暗变化。曝光时间的取值范围为10 μ s~300000 μ s，可通过拖动滚动条或手动输入两种方式更改曝光时间。



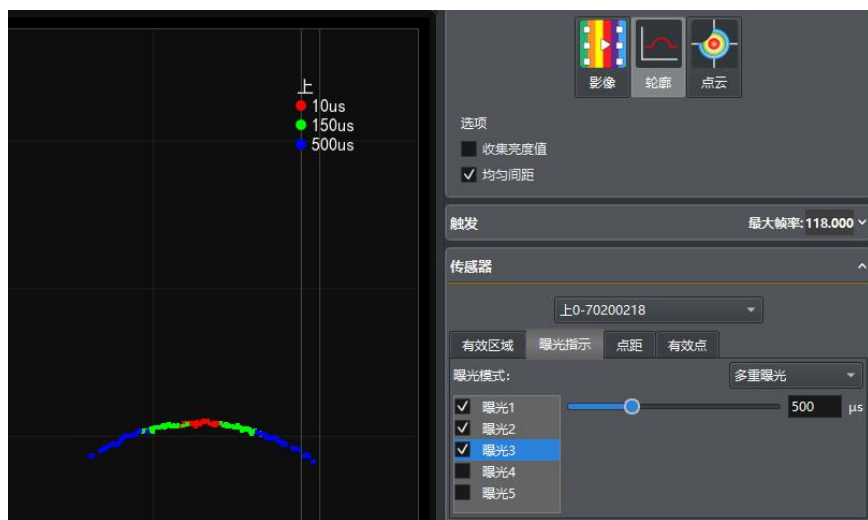
(2) 多重曝光

多重曝光是指曝光多次后合成一帧轮廓数据。多重曝光可以提高传感器测量的动态范围，例如当被测样件既有明部又有暗部的时候，采用多重曝光可以得到完整清晰的轮廓数据。

如下图金属圆柱扫描影像，由于激光入射角度不同，圆柱各位置处经反射后进入传感器的激光能量不同，表现在图像上圆弧顶部最亮，距离顶部越远越暗。如果选择单曝光，要想提取两端轮廓，必须提高曝光值，但是会导致顶部曝光过度。为了应对这种情况，LVM 设计了多重曝光技术，用户可以设置 2~5 个曝光值，传感器按照最优算法将多个曝光结果组合成一个完整的轮廓。



下图以三重曝光为例，分别对每个曝光时间进行设置，用不同颜色区分不同曝光时间下生成的轮廓，最后得到了一个完整的轮廓。3D 视口右上角图例表示各曝光时间对应的轮廓数据。

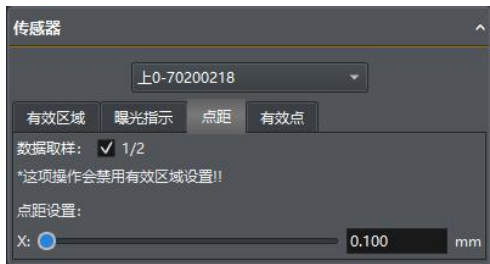
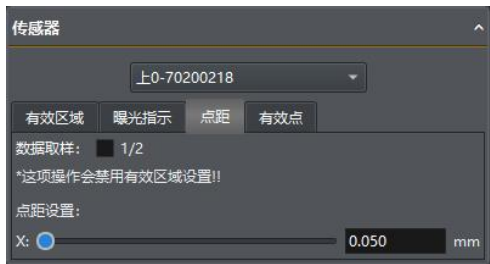


■ 点间距

点间距用于设置 1/2 子采样和 X 方向轮廓的分辨率。

1/2 子采样表示每隔一个图像行和图像列进行一次采集。1/2 子采样在保证传感器视场的同时，能够提高扫描帧率，降低 CPU 使用率，但是将导致轮廓的 X 和 Z 方向分辨率降低。

点间距是指重采样数据中相邻数据点的间距，点间距较大能够提高扫描帧率，降低 CPU 使用率，但是将导致轮廓的 X 方向分辨率降低。

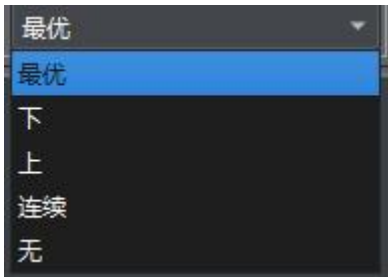
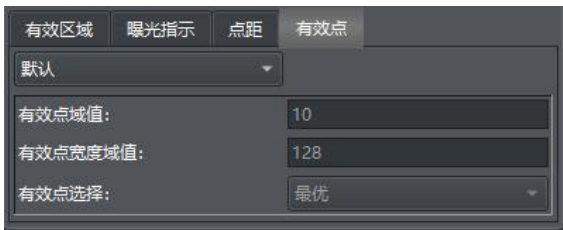


点距设置仅在扫描模式面板选中“均匀间距”时生效。

■ 有效点选择设置

当测量环境中存在杂散光时，传感器采集的图像中可能存在干扰光条/斑，影响正确激光光条的提取和后续轮廓生成。用户应该根据实际环境设置有效点选择参数，以滤除杂散光干扰，提高轮廓质量。

有效点选择策略包括默认和自定义两种方式，其中默认方式适用于大部分测量环境和目标，但当环境出现杂散光干扰，如高光洁度目标表面对激光的多次反射，用户需要通过自定义方式最大限度地提升轮廓质量。



设置	描述
有效点阈值	相邻像素之间的灰度差值大于设置值时，才能生成有效点。设置的数值越大，生成的有效点越少；设置的数值越小，生成的有效点越多。
有效点阈值宽度 阈值	允许的激光光条的最大像素宽度，对于大于该阈值的光条不生成有效点。
有效点选择	当一列存在多个候选有效点时，可以按照以下几种方式进行筛选：

	最优：选择灰度最大的有效点； 下：选择距离传感器最远的有效点； 上：选择距离传感器最近的有效点； 连续：根据连通信息选择有前后链接关系的有效点，从而消除孤立噪声； 无：保留所有有效点。
--	---

如下图所示，由于目标存在反光干扰，图 a 原始图像内存在干扰（黄色区域）。如果有效点选择策略选择最优，则效果如图 b 所示，得到的光条数据存在干扰；如果有效点选择策略选择连续，效果最佳，如图 c 所示。

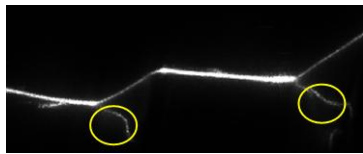


图 a 原始图像

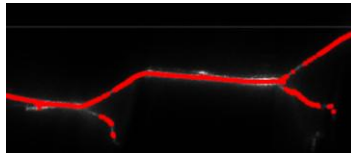


图 b 最优策略有效点

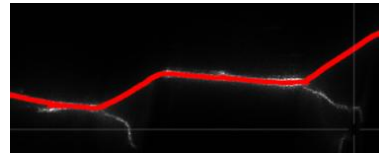


图 c 连续策略有效点

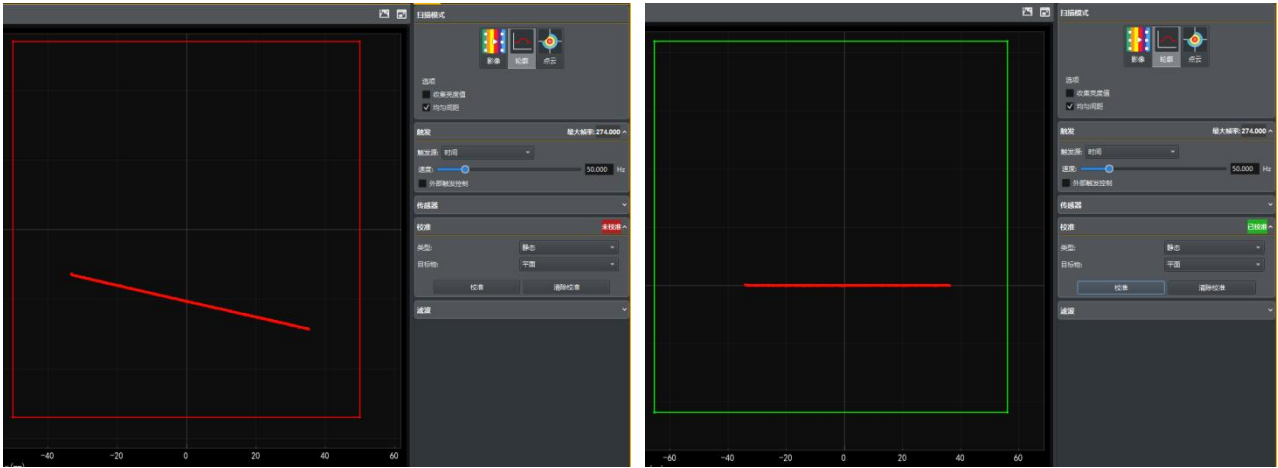
6.6.4 校准

当传感器安装后，一般情况需要将坐标系由传感器坐标系转换到系统坐标系，此过程称为校准。例如当传送带平面不水平时，水平放置的传感器扫描传送带上目标，在传感器坐标系下将得到倾斜的轮廓，通过校准可以将系统坐标系的 X 轴设置为与传送带平面平行，在系统坐标系下将得到水平的轮廓。另外，多传感器联合测量时，通过校准，可以设置公共系统坐标系，以便将各传感器生成轮廓进行拼接。

 仅在轮廓或点云扫描模式下才能进行校准操作。

静态校准是在校准目标不移动的情况下进行校准，主要在轮廓模式下使用，静态校准后可以得到 X 偏移、Z 偏移和 Y 角度，清除校准是将 X 偏移、Z 偏移和 Y 角度清零，坐标系恢复至传感器坐标系。

下图为校准前后界面的变化。校准前，数据查看区的测量区域框显示为红色，扫描设置页面的校准面板显示红色“未校准”图标。校准后，数据查看区的测量区域框显示为绿色，扫描设置页面的校准面板显示绿色“已校准”图标。



根据校准目标的不同，可以分为平面校准、标定杆校准和多边形校准。

（1）平面校准

平面校准主要用于单传感器校准，例如以传送带平面作为校准平面。



（2）标定杆校准

标定杆校准主要用于多传感器平行排列或对向排列时使用。参数设置有标定杆的高度、宽度、圆孔数、圆孔直径和圆孔间距。

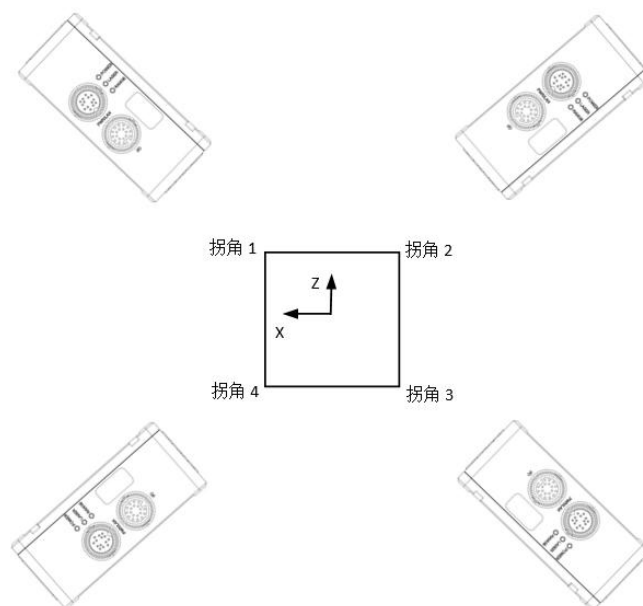


（3）多边形校准

多边形校准主要应用于多传感器系统下的环形布局方案。如果目标需要 360 度全包围扫描，需使用多边形校准，如扫描圆柱类目标等。

多边形校准的几个条件：①确保各传感器的光平面对齐；②给多边形标定物设置每个拐角的坐标，多边形的中心为原点；③给每个拐角分配相对应的传感器。

环形布局示意图如下图所示。



例如，多边形为 $40\text{cm} \times 20\text{cm}$ 的长方形柱体，存在 4 个拐角，每个拐角由 X 坐标和 Z 坐标表示。再按照传感器的布局，给每个拐角指派对应的传感器，具体指派如下图所示。图中三个传感器用四边形进行校准，拐角 2 处无对应传感器，因此指派为空。拐角坐标和传感器指派完成后，点击【校准】，则完成多边形校准。

阵列编辑

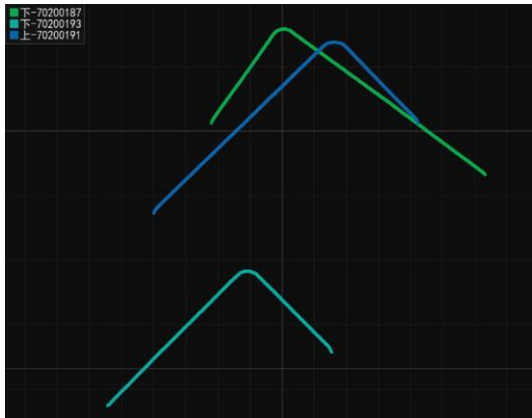
0		1	
*70200191	空		
上反向:	☐		
分组:	0		
70200187	70200193		
下反向:	☐	反向:	☐
分组:	2	分组:	1

角点数

- 4 +

拐角 1	
X: 20.00 mm	Z: 10.00 mm
已指派传感器	上0-70200191
拐角 2	
X: -20.00 mm	Z: 10.00 mm
已指派传感器	空
拐角 3	
X: -20.00 mm	Z: -10.00 mm
已指派传感器	下1-70200193
拐角 4	
X: 20.00 mm	Z: -10.00 mm
已指派传感器	下0-70200187
校准 清除校准	

下图为多边形校准前和校准后轮廓显示。



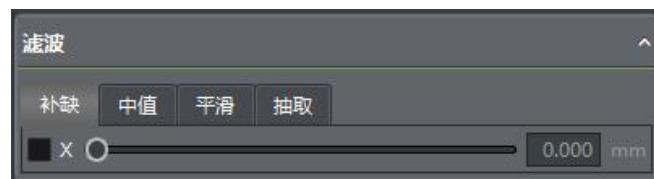
校准前轮廓



校准后轮廓

6.6.5 滤波

滤波是对沿 X 轴或 Y 轴的扫描数据进行后处理，以消除干扰和噪声。滤波功能仅在轮廓和点云扫描的均匀间距模式下可用。在使用测量工具时，根据应用场景选择合适的滤波方式和窗口宽度，可以加快测量时间或提升测量效果。



滤波类型	描述
补缺	使用最接近的数据点的信息填充因遮挡而导致缺失的数据。
中值	将轮廓点的数值替换成窗口内所有点的中值。
平滑	将轮廓点的数值替换成窗口内所有点的均值。
抽取	减少轮廓点数，其优点是能够加快测量计算速度，缺点是降低精度。

滤波方式为补缺时的效果如下图所示。



滤波前

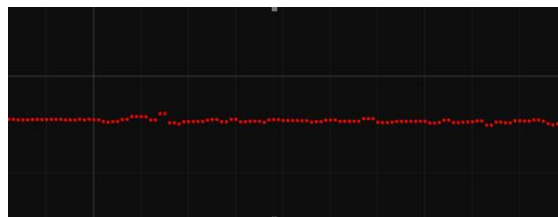


滤波前

滤波方式为中值时的效果如下图所示。



滤波前



中值滤波

滤波方式为均值和抽取时的效果如下图所示。



均值滤波

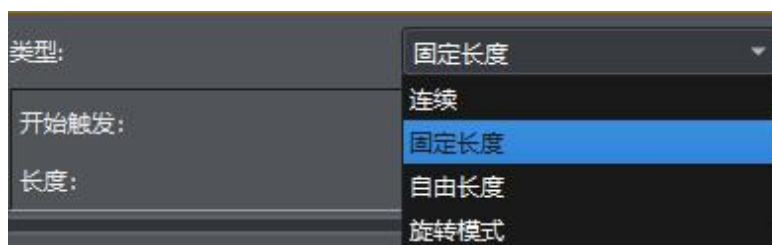


抽取滤波

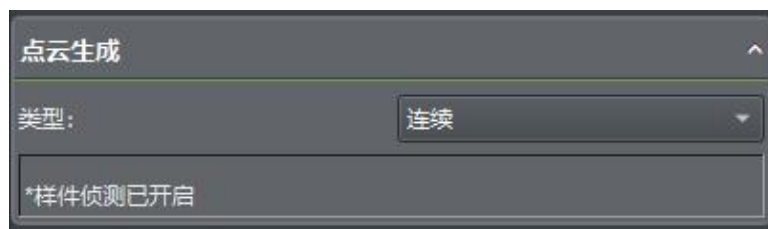
6.6.6 点云生成

当扫描模式选择点云模式时，传感器能够按照一定方向将多帧轮廓数据拼接成为一帧点云。

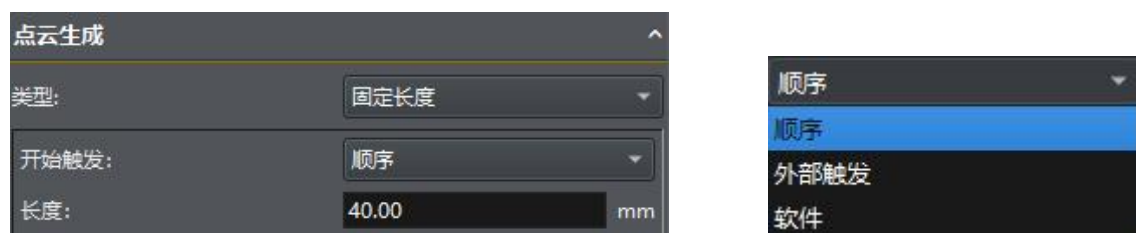
点云生成类型分为四种，分别为连续、固定长度、自由长度和旋转模式。选择列表如下图所示：



(1) 连续模式：默认必须开启样件检测，当传送带上放置多个无重叠样件并在以一定速度运行时，传感器能够实时检测出这些样件。

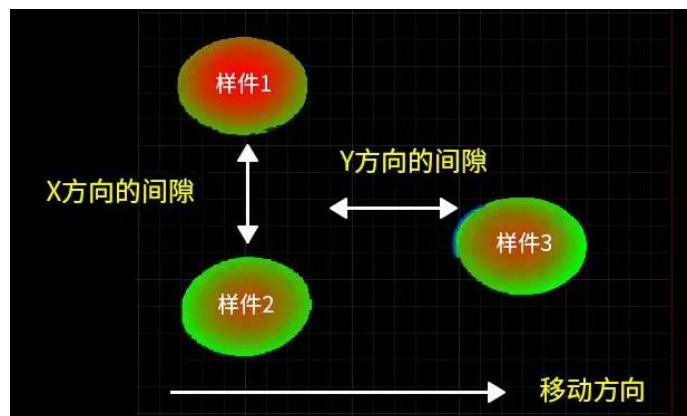


(2) 固定长度模式：在 Y 方向运动一定长度生成一帧点云，用户可以根据需求设置长度。如下图所示长度距离达到 40mm 后，会生成一帧点云。固定长度下也可以选择样件侦测，但当生成的点云长度达到设定的固定长度数值后，样件未截至，则样件会被分割到两帧点云中。固定长度模式中，触发模式分为顺序触发、外部触发和软件触发。顺序触发是指连续插入轮廓形成固定长度点云，外部触发是指外部数字输入的脉冲信号触发生成固定长度点云，软件触发是指软件触发固定长度点云。

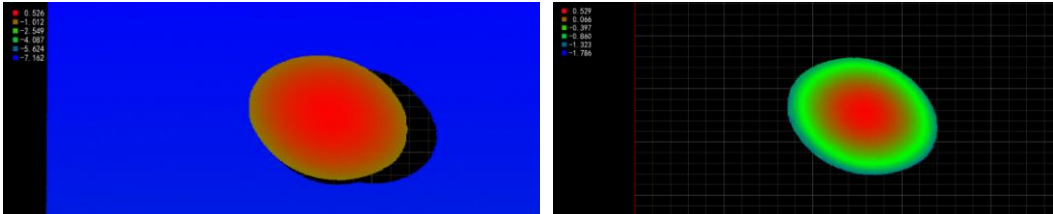


6.6.7 样件侦测

在点云模式下，传感器通过对扫描数据进行分析，可以自动识别不重叠的样件，并将每个样件点云单独输出。在连续模式下，系统自动开启样件侦测，在固定长度模式下，用户根据需要手动开启样件侦测。下图为样件分离点云示意图。

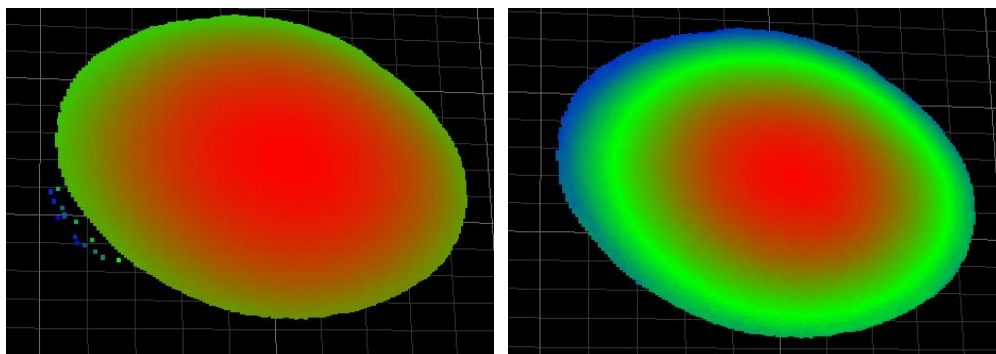




样件侦测参数	描述
高度阈值	用于限定样件的高度阈值。如下图所示，高度阈值选择-10mm，阈值方向选择上，得到左图结果；高度阈值选择-2mm，阈值方向选择上，得到右图结果。高度阈值主要用于去除传送带等不是样件区域的点云。 
阈值方向	阈值方向配合高度阈值使用。阈值方向选择上，输出阈值上方点云；阈值方向选择下，输出阈值下方点云。
分离宽度	X 轴方向上，样件的最小间隔，用于分离宽度大于阈值的样件。
分离长度	Y 轴方向上，样件的最小间隔，用于分离长度大于阈值的样件。
最小面积	样件的最小面积，用于剔除小于此面积的干扰对象。
最大样件长度	样件的最大长度。当超过该长度时，样件将被分成两段甚至多段。

边缘滤波

边缘滤波用于滤除样件边界区域的噪声干扰。下图是滤波前后对比图，左侧为边缘滤波前点云图，右侧为边缘滤波后点云图。

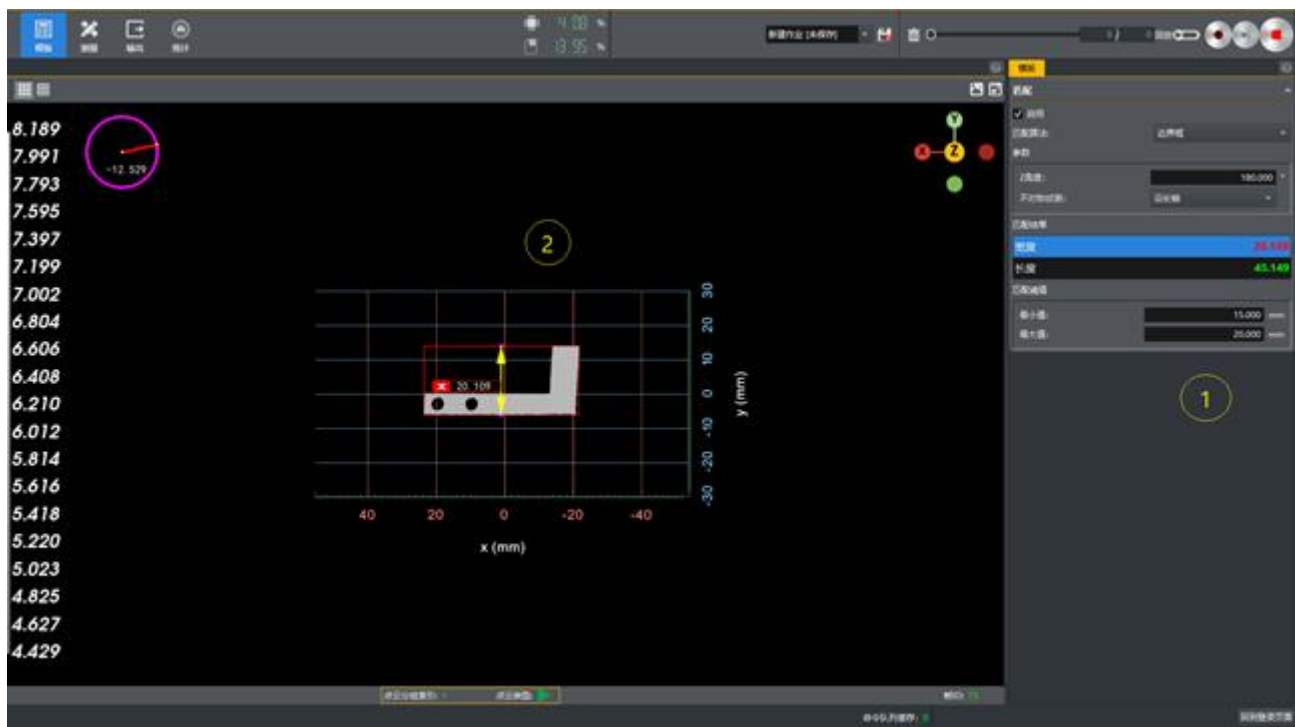


保留内部数据	勾选保留内部数据后将只滤除外侧边缘噪声，不勾选保留内部数据后将滤除外部和内部的噪声。
宽度阈值	点云在 X 方向边缘滤波的窗口大小。
高度阈值	点云在 Y 方向边缘滤波的窗口大小。

6.7 模板设置

6.7.1 模板页面概述

样件匹配模式及参数设置可通过模型页面进行设置。

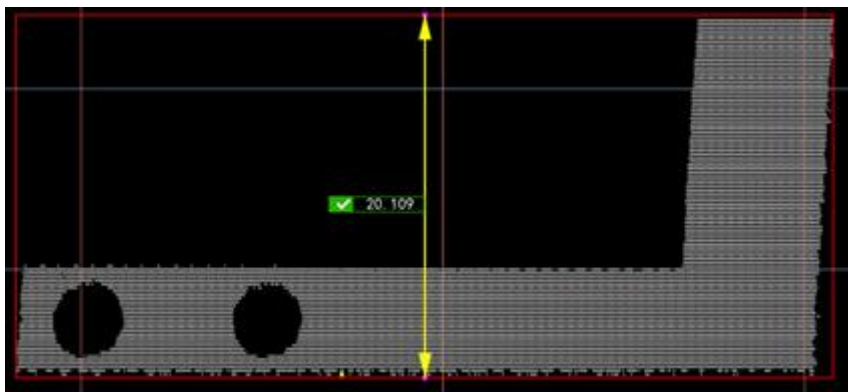


项目	描述
1 匹配面板	用于样件匹配模式选择和样件匹配参数设置
2 数据查看区	显示样件匹配结果，以及相应的测量数据

6.7.2 样件匹配

使用边界框模式进行样件匹配时，无论传输样件的方向如何，系统都会进行匹配操作，并判断测试样件的匹配结果与设置参数是否吻合。

使用边界框模式时，数据查看区会显示带有红色矩形框的样件点云，如果样件匹配结果满足设置参数，则相应结果可应用于后续测量。



利用边界框进行样件匹配时，主要包括以下步骤：

- 1、扫描样件（也可以使用之前保存的扫描数据）。
- 2、设置边界框相关参数。



边界框条件下匹配面板

名称	描述
匹配算法	选择边界框选项，确定传感器使用边界框算法进行匹配。
z 角度	改变边界框方向，以在典型方向上对样件进行精确匹配并便于后续测量。

不对称检测	系统计算当前状态下点云样件质心两侧的点云数量，依据扫描样件点云的不对称情况进行相对应的旋转扫描。 无-不进行翻转扫描 沿长轴-保证左侧点云数量大于右侧点云数量，依据获取的数据进行相应翻转扫描。 沿短轴-保证底部点云数量大于顶部点云数量，依据获取的数据进行相应翻转扫描。、
匹配阈值	在匹配阈值中设置扫描样件宽度和长度的最大和最小值。

6.7.3 配置边界框

使用边界框进行样件匹配时，必须将参考样件与预期数据之间的可接受变化考虑在内。

配置边界框以实现样件匹配：

1、切换扫描页面

- a. 在扫描模式中，选择点云模式。



只有选择点云模式才能进行样件扫描，且模型页面只有在点云模式下才能显示。

使用边界框进行样件匹配时，均匀间距选项必须勾选，启用均匀间距是启用样件侦测的前提条件，而样件侦测是模板功能启用的前提条件，而收集亮度值选项可在测量需要亮度值时再进行启用，否则可不以启用。

- b. 在样件侦测中，选择样件作为坐标系参考。



样件匹配仅在样件条件下可用。

2、执行以下操作之一：

（1）扫描参考样件。有关扫描和校准的详细信息，请参见第 58 页的扫描模式和 66 页的校准。

（2）使用之前保存的数据并加载。具体介绍请参见 48 页操作区中的相关详细操作。

3、转至模型页面

a. 保证样件匹配面板中勾选启用按钮。

b. 在匹配算法下拉选项中选中矩形框。

4、在匹配将结果面板中分别更改宽度和长度可接受的最大值和最小值，最大值、最小值设置应将可接受变化考虑在内。

5、单击保存，保存该作业。详细操作请参见 6.4.2 作业区中的作业新建和作业保存设置。

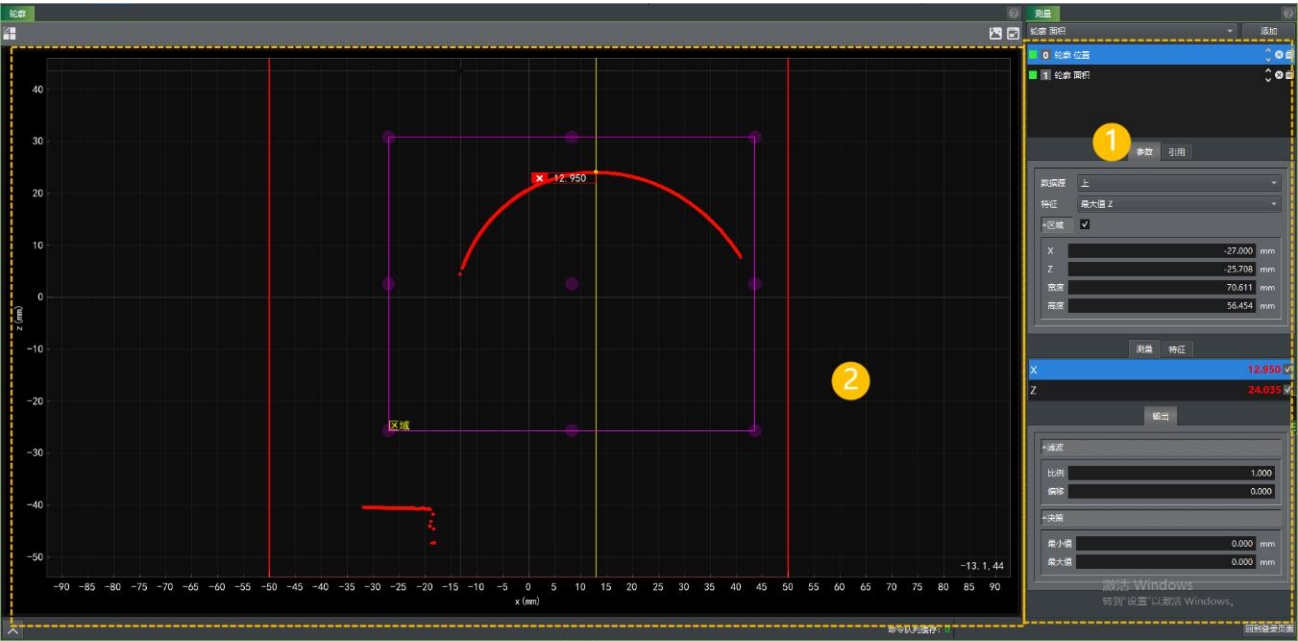
6.7.4 运行样件匹配

保证系统运行时样件匹配面板上的启用按钮选中即可。如果样件匹配结果在设置条件范围内，测量页面中添加河设置的所有测量将应用于匹配后样件，且样件匹配前的方向对匹配结果没有影响，同时边界框返回判断结果；如果样件匹配结果不在设置条件范围内，相对应的测量将不会进行并返回无效值。

6.8 测量概述

6.8.1 测量页面布局

用户在测量页面中添加和配置测量工具。当扫描模式为“轮廓”和“点云”时，主控区的“测量”按钮才可见。

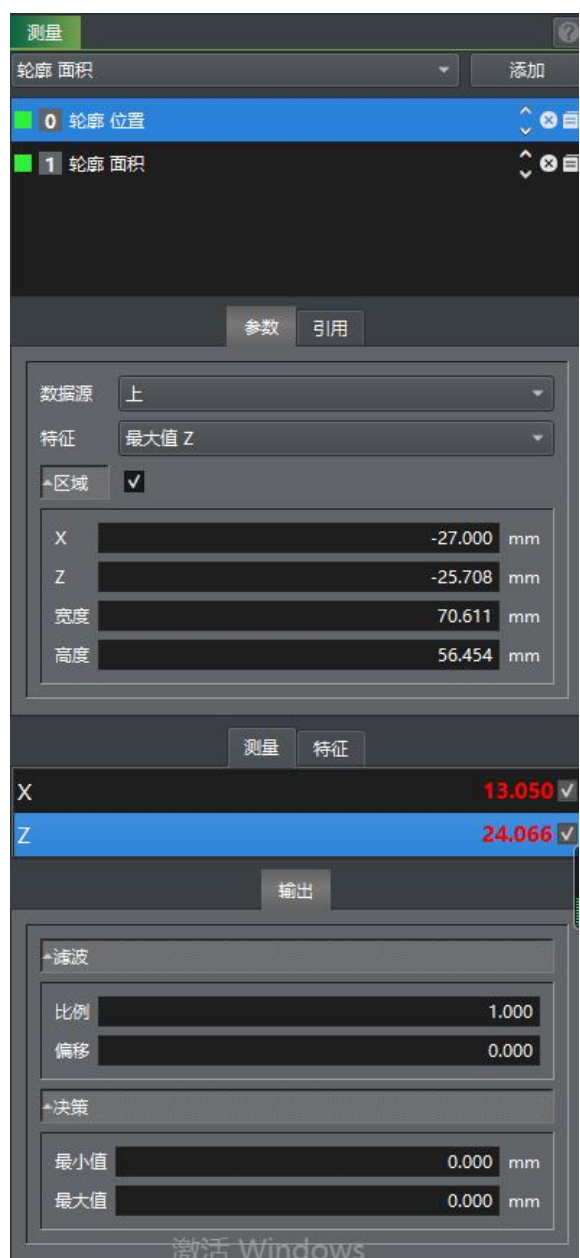


项目	描述
1 工具面板	进行工具添加、复制、删除、排序操作，以及每个工具的参数配置
2 数据查看区	显示扫描生成的轮廓，以及测量工具对应的图元和测量结果

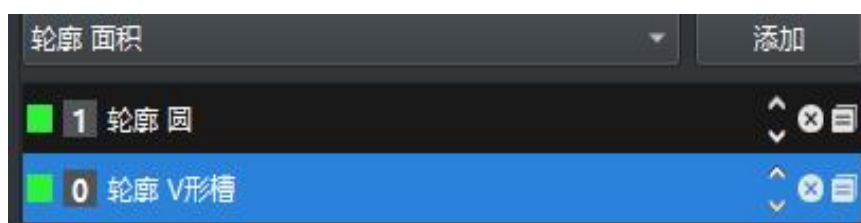
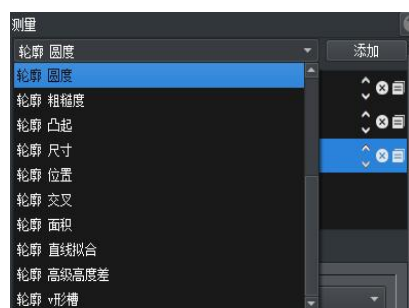
6.8.2 工具面板

■ 工具面板布局

测量工具面板的布局如下图所示，上部为工具链管理区，选中某个工具，即高亮显示，则下部显示该工具的设置区域。



■ 工具链管理



传感器支持多个测量工具同时执行，即形成测量工具链。在工具面板可以进行工具链管理，如工具的添加、删除、复制等，详见下表。

项目	描述
添加工具	点击测量工具列表的下拉按钮，在展示的列表中选择待添加的测量工具，然后点击【添加】按钮即可。
删除工具	点击已添加测量工具名称右边的  图标，即可删除该测量工具。
复制工具	点击已添加测量工具名称右边的  图标，即可复制该测量工具。新工具和被复制的工具默认有相同的配置参数。
位置上调	点击已添加测量工具名称右边的  图标，工具的位置立即向上移动。
位置下调	点击已添加测量工具名称右边的  图标，工具的位置立即向下移动。
重命名	双击已添加的测量工具，可以编辑其名称。

测量工具前方的数字标号，代表工具的执行顺序。当测量工具发生引用关系时，如锚定或引用特征时，工具的执行顺序将自动调整。数字标号前的色块表示测量工具的状态，绿色表示该工具正常执行，红色表示该工具不支持非均匀间距模式如倒角工具，橙色表示该工具不支持均匀间距模式如粗糙度工具，黄色表示该工具锚定无效。工具对于扫描模式的支持如下表所示。

工具名称	支持均匀间距模式	支持非均匀间距模式	工具名称	支持均匀间距模式	支持非均匀间距模式
边界框	√	×	凸起	√	×
高度	√	×	V 形槽	√	×
面积	√	×	交叉	√	√
粗糙度	×	√	直线	√	√
圆	√	√	间隙面差	√	×
圆度	√	√	位置	√	√
闭合面积	×	√	倒角	√	×
尺寸	√	√	凹陷	√	×
边缘	√	×	模板匹配	√	×

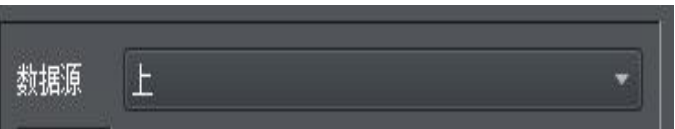
■ 工具参数设置

每个测量工具的参数设置不同，具体参见各工具介绍部分。一般性的设置包括数据源和测量区域。

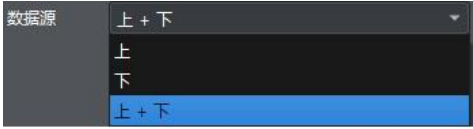


(1) 数据源

测量工具的数据源选择，通过下拉列表，选择需要的数据源。单传感器模式下，数据源只有上；多传感器模式在存在对向排布时，据测量工具的不同，数据源根分为（上、下、上+下）或者（上、下）两种情况。



单向排布



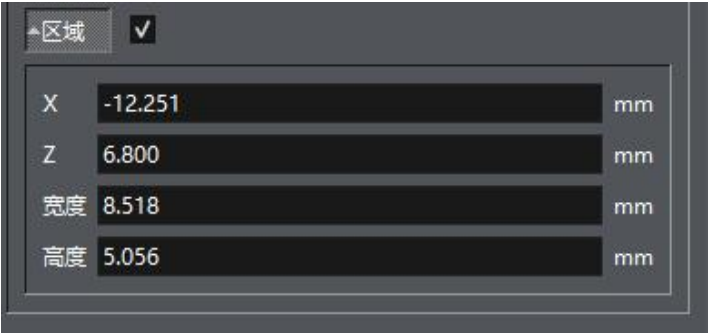
双向排布

(2) 测量区域

测量工具可以使用用户定义的区域来限定测量发生的区域或者生成特征的区域。例如测量所选定区域内的 Z 最大值，或者通过两个区域内的轮廓数据拟合直线。通过设置测量区域可以消除干扰，从而提高测量精度和稳定性，另外也可以降低工具执行时间。

❏ 测量工具页面的“测量区域”与扫描页面传感器设置面板的“有效区域”含义不同，后者限定了生成轮廓的区域，减少有效区域可以提高扫描帧率，而前者作用于测量工具，减少测量区域不会影响扫描帧率。

如下图所示，在“参数”面板中勾选【区域】复选框后，数据查看区出现紫色编辑框。用户可以通过鼠标拖拽方式调整测量区域，如左图所示，也可以编辑区域中输入 X、Z、宽度和高度的数值来更改测量区域的位置和大小，如右图所示。

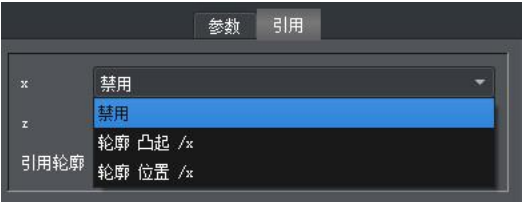


■ 引用设置

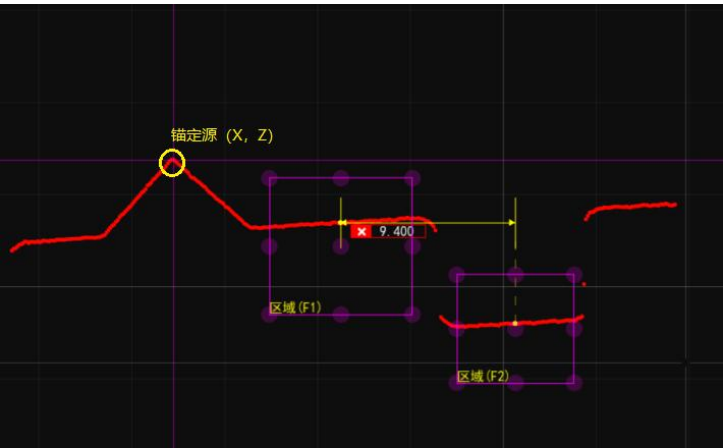
（1）锚定引用

有关锚定的介绍参见 5.4.3 锚定测量部分。在测量工具的“引用”面板进行锚定设置。只有当作为锚定对象的测量工具在输出参数中选择 X 或 Z 值时，才能被其他测量工具锚定。

如下图所示，在“引用”面板的 X 和 Z 下拉列表中可以看到所有可供锚定的源。

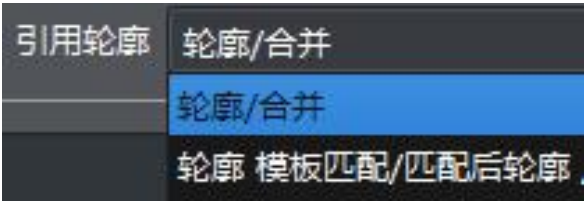


在下图示例中，需要测量图中区域 1 均值位置处和区域 2 均值位置处之间的尺寸。由于轮廓最高处即 Z 值的最大位置处可以实现稳定测量，可以将其作为锚定源。首先添加“位置”工具，测量特征选择“Z 最大值”，测量结果输出中选择“X”和“Z”。然后添加“尺寸”工具，选取测量区域 1 和测量区域 2，并在“引用”面板，分别选定“轮廓 位置/X”和“轮廓 位置/Z”。在实际测量过程中，当样件发生上下或左右偏移时，测量区域 1 和测量区域 2 的位置自动进行相应偏移，实现跟踪的效果，保证了测量结果的稳定性。



（2）轮廓引用

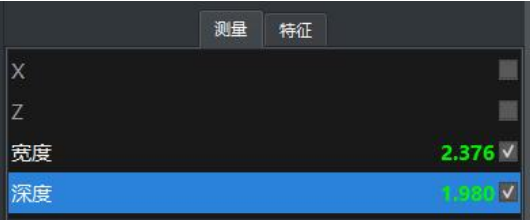
某些测量工具会生成新的轮廓数据，如模板匹配和高级高度差工具，可以将匹配后轮廓和差异轮廓输出，其他工具可以基于这些新的轮廓数据进行测量，此情况下，需要在工具的“引用”面板中选取待测量的轮廓。



■ 测量结果选择

每个测量工具执行后，将生成一系列测量结果，用户可以根据需要在“测量”列表中选择若干测量结果进行显示和输出。下图示例为“V 形槽”测量工具的结果列表，勾选的选项将显示测量结果，未勾选的选项不显示。

用户也可以对测量结果的名称进行修改，方法是双击该结果的名称即变为可编辑状态。



■ 工具生成特征数据选择

某些测量工具执行后，可以生成若干特征数据，如点、线、面、圆等，用户可以在这些特征的基础上进行特征测量，关于特征测量的介绍参见 6.9 特征测量内容。用户可以在“特征”面板中进行选择。下图示例为“V 形槽”测量工具的特征列表，特征点为 V 形槽底部拐点，勾选后将显示该特征数值，并在数据查看区显示该特征的图元。

测量 特征	
名称	值
点	☒
x	-8.512
z	7.842



■ 测量结果处理与决策

有些情况下需要对测量结果进行处理，然后再对外输出，用户可以在“输出”面板的“滤波”中进行设置，对结果进行简单的乘法和加法运算。如“圆”工具默认的测量结果为半径，当用户需要直径时，可以将比例设置为 2。

另外可以通过设置测量结果的合格范围即“最小值”和“最大值”，对结果直接进行合格与否的判断，并在“测量”列表中进行颜色标识，绿色代表合格，红色代表不合格。该判断结果也将对外输出，方便外部的控制系统对不合格工件进行剔除。



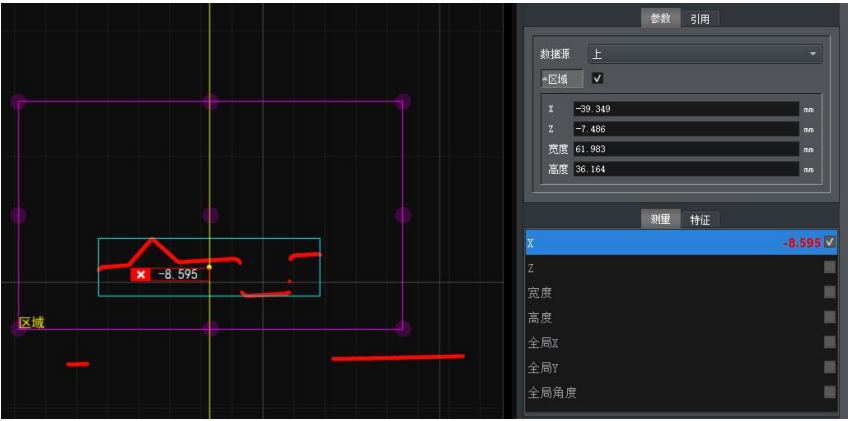
概念	描述
滤波	新输出结果 = 旧输出结果×比例+偏移。 例如测量结果中求得了圆的半径，比例设为 2，偏移设为 0，那么圆直径= 圆半径×2 + 0。
决策值	对输出结果的最大值和最小值进行限定。 输出结果在决策值范围内的认为合格，合格结果显示为绿色，不在范围内的认为不合格，不合格结果显示为红色。

6.9 轮廓测量

以下各部分介绍各轮廓测量工具的用途、输入参数、输出参数及输出特征。各测量工具输入参数中的数据源均指将单传感器、多传感器的轮廓数据或截面数据提供给测量工具。

6.9.1 边界框

边界框工具的功能是求解区域内轮廓点的最小正包围框，适用于求解工件整体尺寸。具体如下图所示，蓝色框为感兴趣区域内轮廓数据的边界框。



输入参数：

参数	描述
区域	感兴趣区域配置参数。

输出参数：

参数	描述	示例
X	边界框中心点的 X 坐标。 由垂直于 X 轴过中心点的黄色直线表示，结果显示在文本框中。 带有引用 X 标签。	
Z	边界框中心点的 Z 坐标。 由平行于 X 轴过中心点的黄色直线表示，结果显示在文本框中。 带有引用 Z 标签。	

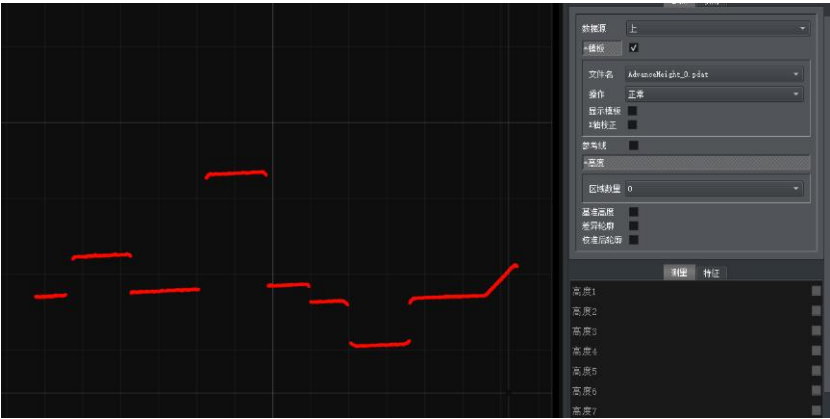
宽度	边界框的宽度，由黄色双箭头表示。	
高度	边界框的高度，由黄色双箭头表示。	
全局 X	点云模式下使用，轮廓模式下均为 0。	
全局 Z	点云模式下使用，轮廓模式下均为 0。	
全局角度	点云模式下使用，轮廓模式下均为 0。	

特征输出：

特征	描述
中心点	将边界框的中心点作为点特征输出。
拐点	将边界框左下角点作为点特征输出。

6.9.2 高度

高度工具可以用于高度测量，最多支持 16 个区域的高度差。如下图所示，存在多个高度落差，通过高级高度可以计算多个高度间的位置关系。

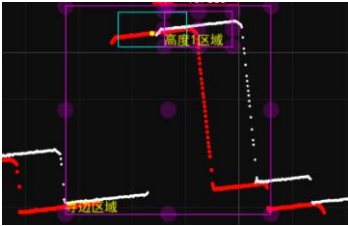
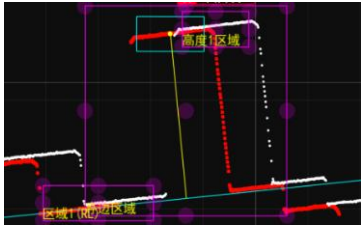
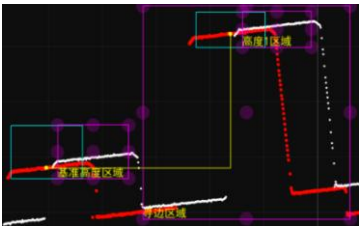
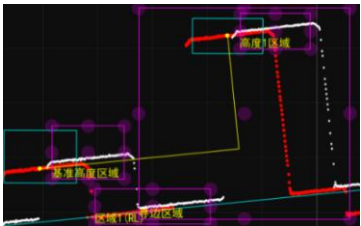
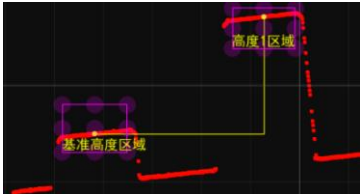


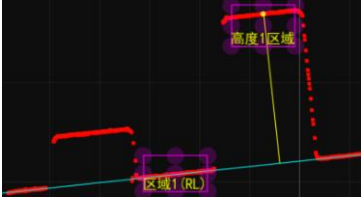
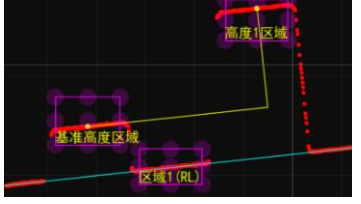
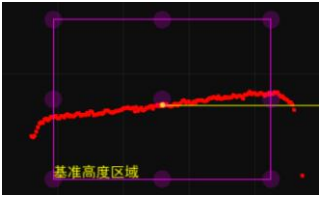
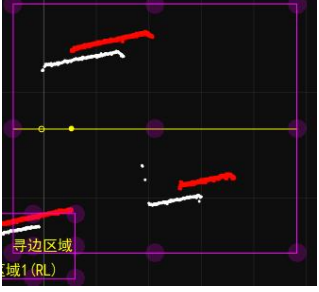
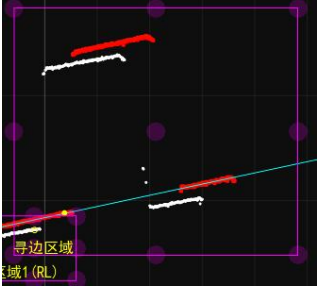
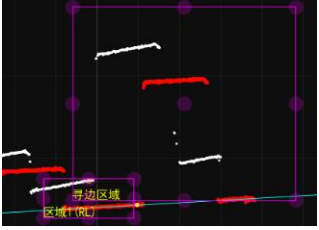
输入参数：

参数	描述		
模板	文件名	通过下拉列表选择所需模板。	
	操作	正常：在执行保存和删除命令后，跳至正常模式。 保存：保存当前帧为模板。 删除：删除当前选中的模板。	
	显示模板	显示模板轮廓数据，模板数据用白色点表示。	
	X 轴校正	寻边区域	进行 X 轴校正的区域。
		寻边方向	上升：寻找上升边沿。 下降：寻找下降边沿。
		计数方向	从左至右：边沿计数从左侧开始。 从右至左：边沿计数从右侧开始。
		边缘序号	选择的边沿序号。
参考线	区域个数	用于参考线直线拟合的区域个数。	
	区域	拟合参考线的区域。	

	参考线用于校正和测量。选择模板时，用于计算 Y 旋转和 Z 偏移。	
高度	区域数量	用于高度测量的区域个数，最多支持 16 个。
	区域	每个测量区域的设置。
基准高度	基准高度区域	计算基准点的区域。
	基准高度特征	特征包含最大值、最小值、均值、中值。
差异轮廓	输出和显示差异轮廓。	
校准后轮廓	输出和显示匹配后轮廓，可输出被其他测量工具引用。	

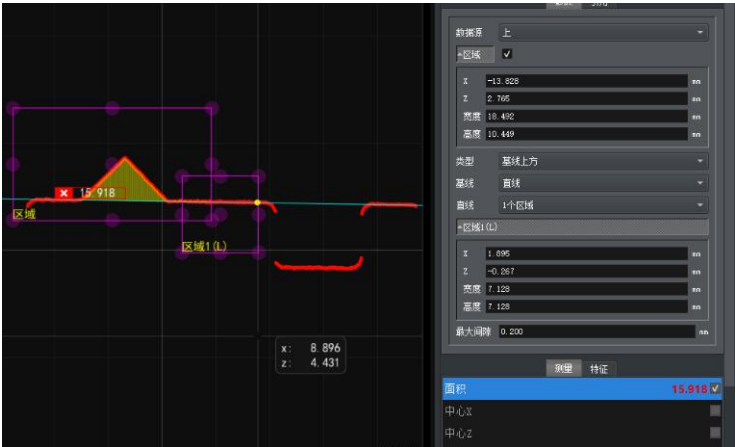
输出参数：

参数	描述	示例
1~16 高度值	高度测量结果值。 右侧图像为几个参数相互作用时，对高度测量结果的影像。	 模板☒ 参考线☐ 基准高度☐  模板☒ 参考线☒ 基准高度☐
		 模板☒ 参考线☐ 基准高度☒  模板☒ 参考线☒ 基准高度☒
		 模板☐ 参考线☐ 基准高度☐  模板☐ 参考线☐ 基准高度☒

		 模板 ☐ 参考线 ☒ 基准高度 ☐	 模板 ☐ 参考线 ☒ 基准高度 ☒
基准高度	基准高度区域。 基准高度特征（最大值，最小值，均值，中值）。		
模板 X (Z) 校准	模板匹配 X (Z) 偏移。 右图中，实心黄色圆点和空心黄色圆点的 X (Z) 方向差值，即为 X (Z) 偏移量。	 X	 Z
模板 Y 角度	模板匹配 Y 角度。 区域 1 (RL) 中，白色模板点拟合的直线和红色当前点拟合直线的角度差值，即为模板 Y 角度。		
最大高度差	模板和匹配后轮廓最大高度差坐标。		
最大 X 差异	最大高度差坐标的 X 值。		
最大 Z 差异	最大高度差坐标的 Z 值。		

6.9.3 面积

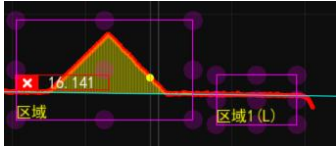
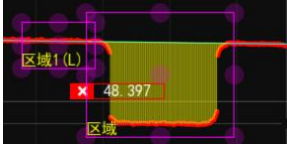
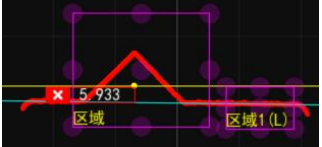
面积工具用于测量感兴趣区域的面积。如下图所示，求三角形区域凸起的面积，图中黄色区域表示面积区域。



输入参数：

参数	描述
区域	面积感兴趣区域。
类型	基线上方：求解基线上方数据点组成的面积。 基线下方：求解基线下方数据点组成的面积。
基线	直线：拟合的直线作为基线。 X 轴：X 轴作为基线。
直线区域 (参与直线拟合的区域个数)	一个区域：一个区域内数据拟合一条直线。 两个区域：两个区域内数据拟合一条直线。 所有数据：所有轮廓数据拟合一条直线。
区域	直线拟合区域。
最大间隙	最大允许断点间隙。

输出参数：

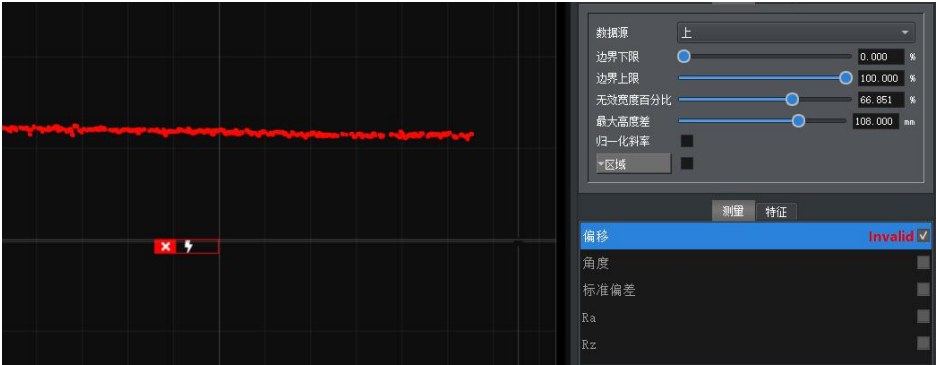
参数	描述	示例
面积	目标面积。	 基线上方  基线下方
中心 X, Z	面积质心坐标的 X, Z。	 X  Z

特征输出:

参数	描述
中心点	将面积区域的质心作为点特征输出。

6.9.4 粗糙度

粗糙度工具用于测量直线的粗糙程度。当不选择归一化斜率时，基线为平行于 X 轴过数据点均值的直线；当选择归一化斜率时，基线为数据点拟合的直线。



输入参数：

参数	描述
边界下限	边界下限指去除基线下方极值点的百分比。
边界上限	边界上限指去除基线上方极值点的百分比。
无效宽度百分比	感兴趣区域内无效点个数占整个宽度的百分比。
最大高度差	数据点到基线的有效极大值点和极小值点间的高度差。
归一化斜率	感兴趣区域内数据点直线拟合作为基线。
区域	粗糙度感兴趣区域。

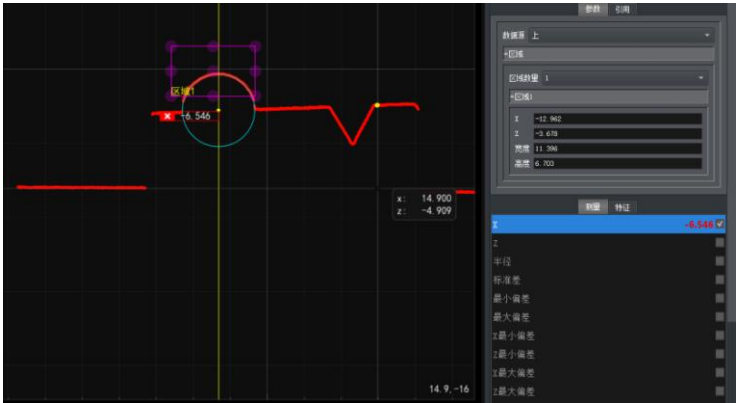
输出参数：

参数	描述	示例
偏移	直线斜截式中的截距。	

角度	直线与 X 轴的夹角，当不选择归一化斜率时，夹角始终为 0。	
标准偏差	直线的标准差。	
Ra	点到直线平均距离。	
RZ	极大值和极小值 Z 向间距。	

6.9.5 圆

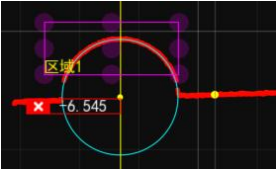
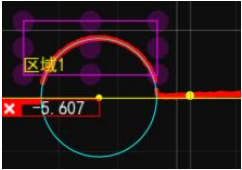
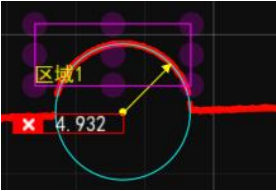
圆测量工具的功能是通过圆拟合，得到圆的相关特征。

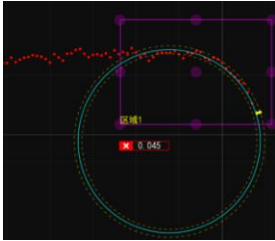
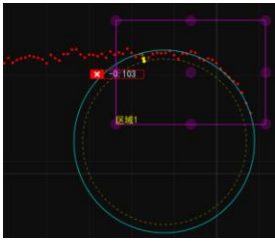


输入参数：

参数	描述
区域数量	参与圆拟合的感兴趣区域个数 $0 \leq n \leq 16$ ，根据实际需求选择区域个数。
区域	感兴趣区域配置参数。

输出参数：

参数	描述	示例
X, Z	拟合圆的圆心坐标的 X, Z。	 X  Z
半径	拟合的圆的半径。	

标准差	圆拟合的标准差。	
最小偏差	圆内部距离圆最远的点。	
最大偏差	圆外部距离圆最远的点。	
最小偏差 X (Z)	圆内部距离圆最远点的 X (Z) 坐标。	  X Z
最大偏差 X (Z)	圆外部距离圆最远点的 X (Z) 坐标。	  X Z

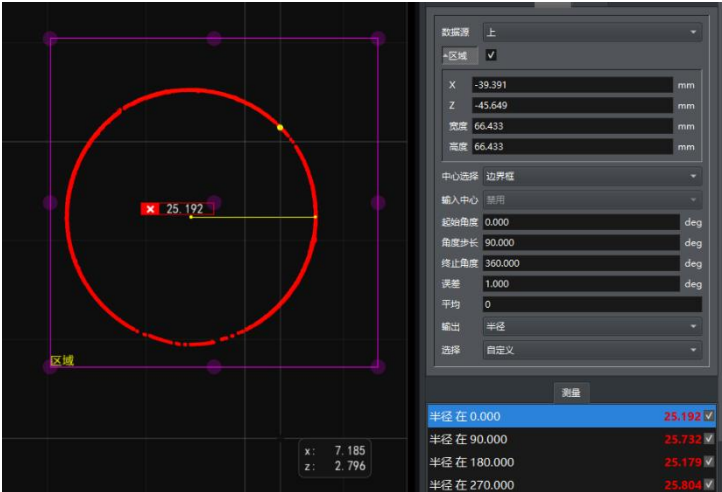
特征输出：

参数	描述
圆	将圆的拟合方程作为圆特征输出。

点	将圆心坐标作为点特征输出。
---	---------------

6.9.6 圆度

圆度工具的功能是计算从圆心出发某个角度的射线与轮廓数据相交，计算此处的半径或直径，主要用于圆柱类工件的缺陷检测。

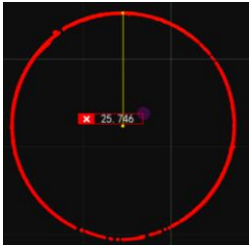
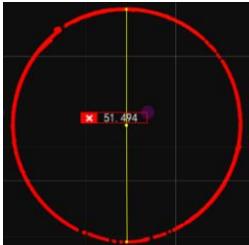


输入参数：

参数	描述
区域	用于计算圆度的区域。
中心选择	边界框：以边界框的中点作为中心。 输入特征：以输入特征点作为中心。
输入中心	中心选择为边界框时，此选项禁用。 中心选择特征输入时，此选择选择其他工具的特征，比如选择圆工具的圆心作为输入中心。
起始角度	射线起始角度。
角度步长	按照一定角度步长发射射线。 例如角度步长设置为 10 度，则从起始角度每间隔 10 度发射一条射线，直到终止角度。
终止角度	射线终止角度。
误差	如果在此角度位置没有找到轮廓点，则在设置角度左右寻找距离最近的轮廓点。 设置的误差越大，越容易找到轮廓点。
平均	平均相邻的半径或直径输出结果。

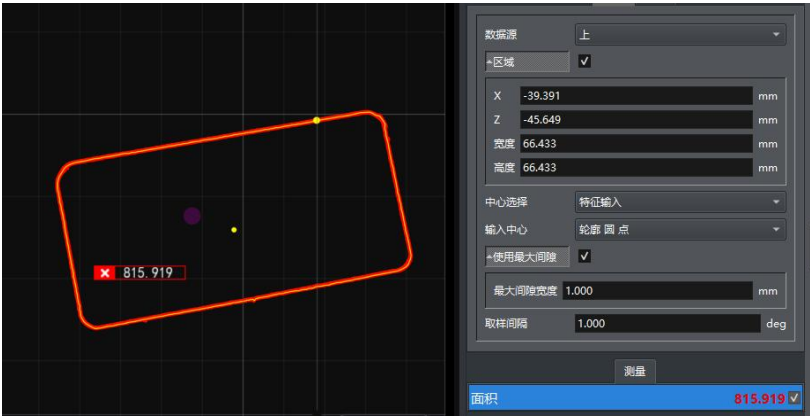
输出	半径：只输出半径。 直径：只输出直径，直径需要对向数据。 半径和直径：输出半径和直径。
选择	自定义：自定义需要输出的测量结果。 全部启用：所有结果均输出。 关闭所有：所有结果都不输出。

输出参数：

参数	描述	示例
半径在*度	在*角度下的半径。 右图为 90 度时的半径。	
直径在*度	在*角度下的直径。 右图为 90 度时的直径。	

6.9.7 封闭区域

封闭区域工具的用于测量封闭区域的面积。



输入参数：

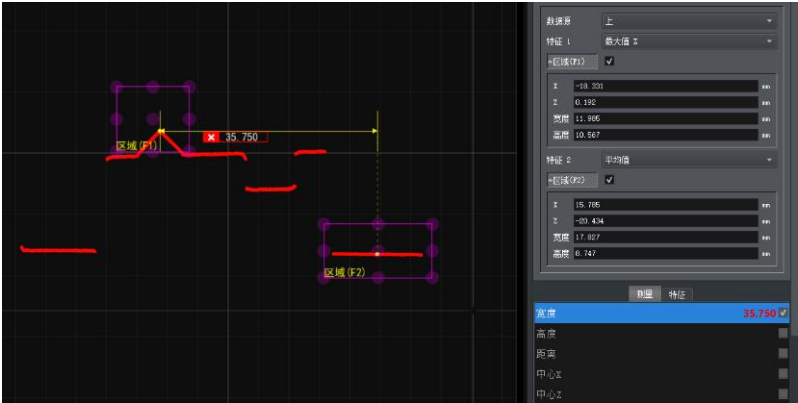
参数	描述	
区域	用于计算封闭区域的面积。	
中心选择	边界框：边界框的中点作为中心。 特征输入：以输入特征点作为中心。	
输入中心	中心选择为边界框时，此选项禁用。 中心选择特征输入时，此选择选择其他工具的特征。 比如选择圆工具的圆心作为输入中心。	
使用最大间隙	距离最近的两点间距超过阈值则认为此处不闭合。	
取样间隔	每间隔此角度阈值取一个面积支撑点。 图中左轮廓取样间隔 0 度，右轮廓取样间隔 1 度。	

输出参数：

参数	描述	示例
面积	得到封闭区域的面积。	

6.9.8 尺寸

尺寸工具用于寻找两个感兴趣区域中特征点间的位置关系，主要应用于测量同一个样件上两个明显特征间的尺寸是否在公差范围内。

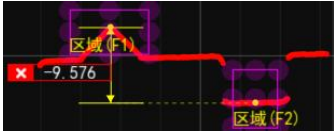


输入参数：

参数	描述
特征 1	最大值 Z：计算区域内轮廓点中 Z 最大的点。 最大值 X：计算区域内轮廓点中 X 最大的点。 最小值 Z：计算区域内轮廓点中 Z 最小的点。 最小值 X：计算区域内轮廓点中 X 最小的点。 均值：计算区域内轮廓点的均值。 中值：计算区域内轮廓点的中值。 拐点：计算区域内轮廓点中斜率变化最大的点。
区域（F1）	特征 1 的感兴趣区域。
特征 2	最大值 Z：计算区域内轮廓点中 Z 最大的点。 最大值 X：计算区域内轮廓点中 X 最大的点。 最小值 Z：计算区域内轮廓点中 Z 最小的点。 最小值 X：计算区域内轮廓点中 X 最小的点。 均值：计算区域内轮廓点的均值。 中值：计算区域内轮廓点的中值。 拐点：计算区域内轮廓点中斜率变化最大的点。

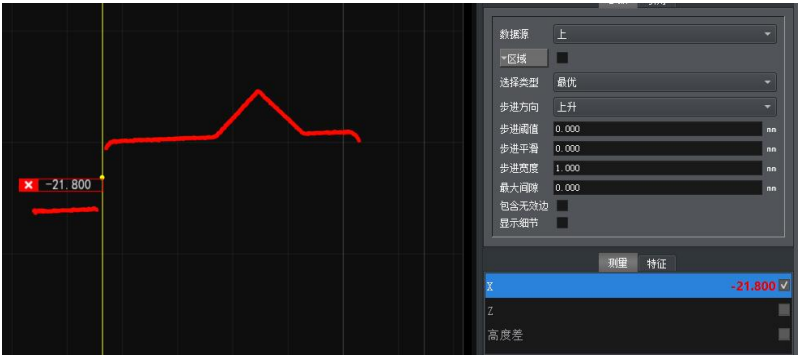
区域 (F2)	特征 2 的感兴趣区域。
---------	--------------

输出参数：

参数	描述	示例
宽度	两个区域内特征点 X 坐标的差值。 宽度 = $X1 - X2$。 选择绝对值宽度 = $X1 - X2$。	
高度	两个区域内特征点 Z 坐标的差值。 高度 = $Z1 - Z2$。 选择绝对值高度 = $Z1 - Z2$。	
距离	两个区域内特征点的欧式距离。	
中心 X	两个区域内特征点的中点 X 坐标。 中心 X = $(X1 + X2) / 2$。 带有 X 引用标签。	
中心 Z	两个区域内特征点的中点 Z 坐标。 中心 Z = $(Z1 + Z2) / 2$。 带有 Z 引用标签。	

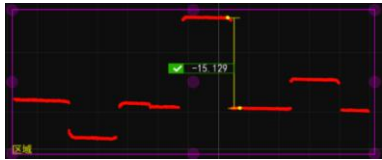
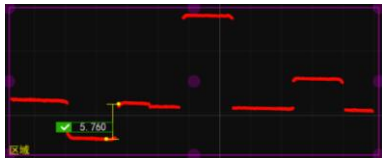
6.9.9 边缘

边缘工具的功能为寻找轮廓中上升沿或者下降沿。



输入参数：

参数	描述	示例
区域	边沿工具感兴趣区域。	
选择类型	最优：选择轮廓上落差最大的边沿点。 右图为最优上升边沿点。	
	第一个：选择轮廓上第一个边沿点。 右图为步进阈值设置成2条件下的第一个上升边沿点。	
	最后一个：选择轮廓上最后一个边沿点。 右图为步进阈值设置成2条件下的最后一个上升边沿点。	
步进方向	上升：轮廓上升的边沿点（选择类型：最优）。	

	下降：轮廓下降的边沿点（选择类型：最优）。	
	上升或下降：轮廓上升或下降的边沿点（选择类型：最优）。	
步进阈值	边沿点落差阈值，用于去除干扰。 右图中类型为第一个、步进方向为上升，上边步进阈值为 5，下边步进阈值为 10。	
		
步进平滑	计算轮廓数据点均值的窗口大小，用于消除干扰。	
步进宽度	落差点间 X 坐标差值。 右图中左侧步进宽度为 2，右侧步进宽度为 4。	
		
		步进宽度 2 步进宽度 4
最大间隙	允许 X 方向补缺的最大值。	
包含无效边	由于遮挡或超出量程，造成轮廓点缺失，可以将无效轮廓点填充为某固定值。	
显示细节	用于详细展示边沿点、落差、步宽等。	

输出参数：

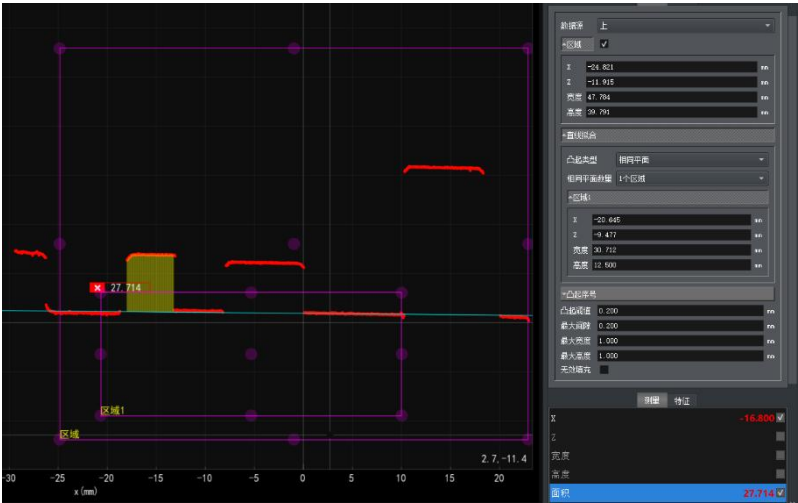
参数	描述	示例
X, Z	边沿点坐标的 X, Z。	 X Z
高度差	边沿点落差。	

特征输出：

参数	描述
边沿中心点	将边沿点作为点特征输出。

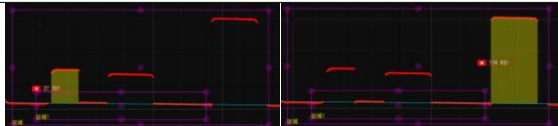
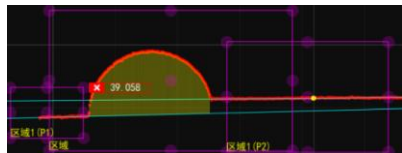
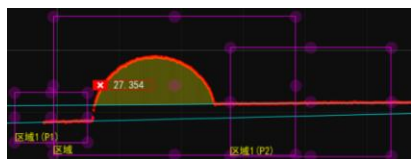
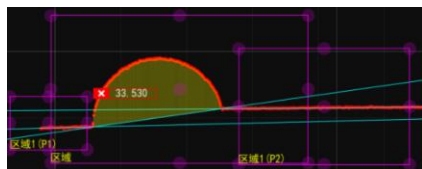
6.9.10 凸起

凸起工具用于测量平面上凸起的信息。可用于检测平面上的凸起缺陷或工件上凸起是否满足公差条件。

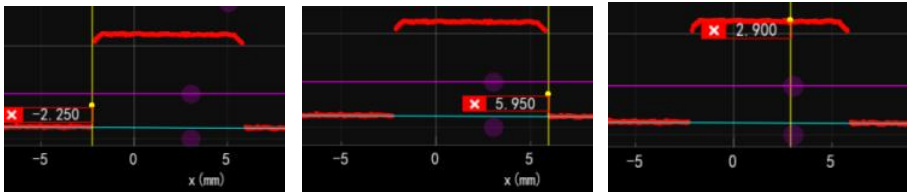
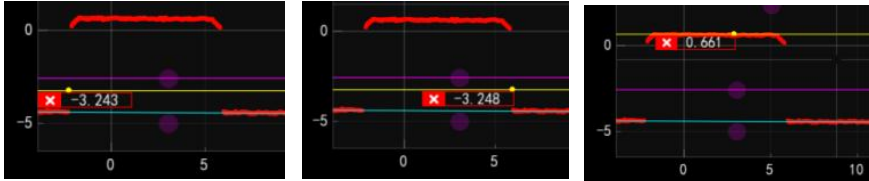
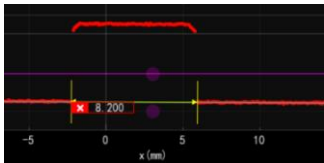
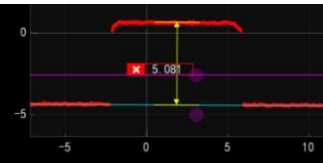
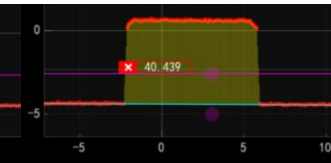


输入参数：

参数	描述		
区域	用于查找凸起位置的感兴趣区域。		
凸起类型	相同平面	区域个数	左右两侧在同一平面，拟合平面（直线）区域个数。
		区域	拟合平面（直线）的感兴趣区域。
	差异平面 （凸起左右两个为不同平面）	左侧平面	区域个数：拟合左侧平面（直线）区域个数。 区域：拟合左侧平面（直线）的感兴趣区域。
		右侧平面	区域个数：拟合右侧平面（直线）区域个数。 区域：拟合右侧平面（直线）的感兴趣区域。
凸起序号	相同平面	选择类型	序号左起：从左侧开始计算凸起序号位置。 序号右起：从右侧开始计算凸起序号位置。
		序号	凸起的序列号，下图为选择第 0 个和第 2 个凸起。

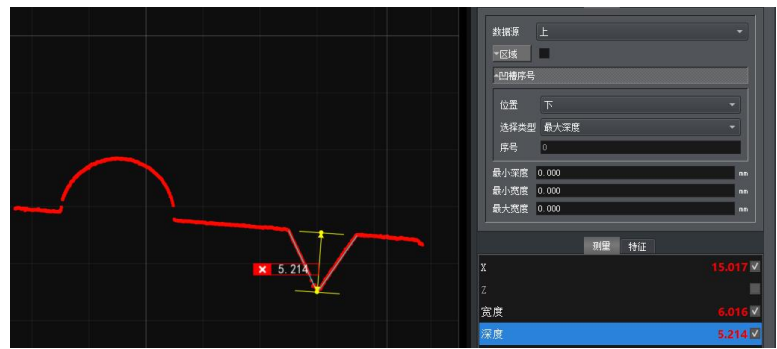
				
		位置	最优：凸起中数据点距离平面距离最大的点。 左侧：凸起中 X 坐标最小的数据点。 右侧：凸起中 X 坐标最大的数据点。	
	差异平面	位置 (凸起的特征点位置)	最优：凸起中数据点距离平面距离最大的点。 左侧：凸起中 X 坐标最小的数据点。 右侧：凸起中 X 坐标最大的数据点。	
		参考面类型	左线	 选择左线为凸起基底
			右线	 选择右线为凸起基底
			左右	 利用左右两条直线生成新的凸起基底
凸起阈值	高于平面某个阈值之后称之为凸起。			
最大间隙	X 方向存在断点，允许断点填充的最大间隙距离。			
最大宽度	用于过滤凸起，凸起宽度需要大于某个阈值。			
最大高度	用于过滤凸起，凸起高度需要大于某个阈值。			
无效填充	由于遮挡或超出量程，造成轮廓点缺失，可以将无效轮廓点填充为某固定值。			

输出参数：

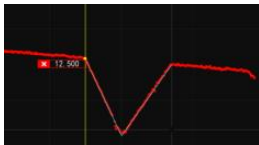
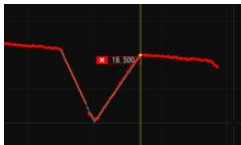
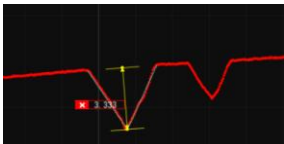
参数	描述	示例
X	凸起特征点的 X 坐标。	
Z	凸起特征点的 Z 坐标。	
宽度 / 高度 / 面积	凸起的宽度，高度，面积。	   宽度 高度 面积

6.9.11 V 形槽

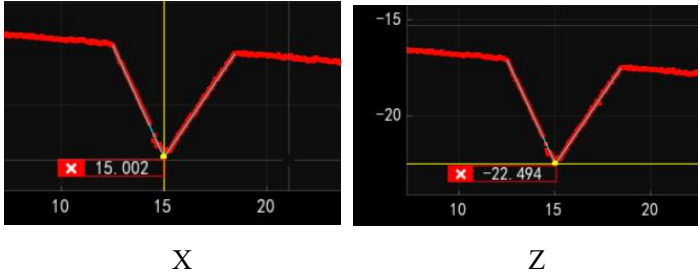
V 形槽工具的用于寻找轮廓中的 V 形槽。



输入参数:

参数	描述		
区域	V 形槽工具的感兴趣区域。		
凹槽序号	位置(V 形槽特征点位置)	   最左角 最右角 最下角	
	选择类型	最大深度：选择所有 v 形槽中深度最大的输出，序号禁用。 序号左起：从左侧开始计算 v 形槽序号位置。 序号右起：从右侧开始计算 v 形槽序号位置。	
	序号	V 形槽的排序号	 
最小深度/最小宽度	过滤深度过小的 v 形槽/过滤宽度过小的 v 形槽。		
最大宽度	过滤宽度过大的 v 形槽。		

输出参数:

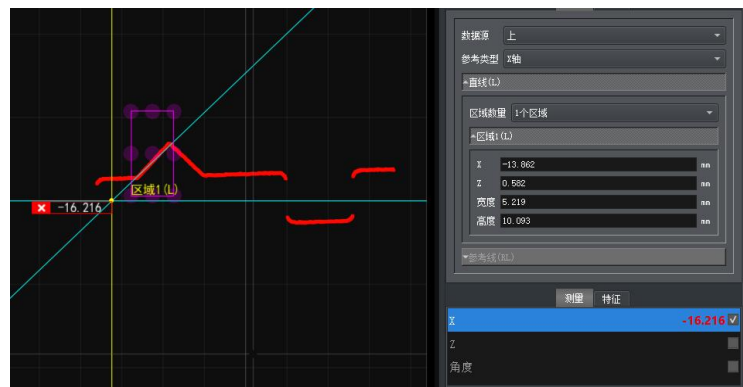
参数	描述	示例
X, Z	V 形槽特征点坐标的 X, Z。	
宽度	V 形槽的宽度。	
深度	V 形槽的深度。	

特征输出：

参数	描述
点	将 v 形槽相关特征点作为点特征输出。

6.9.12 交叉

交叉工具用于测量直线与直线间的夹角和交点，可用于测量工件角度。

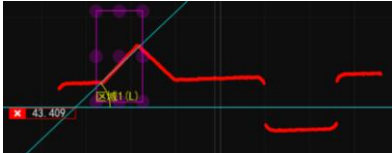


输入参数：

参数	描述
参考类型	X 轴：计算拟合直线与 X 轴的夹角和交点坐标。 Z 轴：计算拟合直线与 Z 轴的夹角和交点坐标。 直线：计算拟合直线与拟合的参考直线的夹角和坐标。
直线区域数量	用于直线拟合的区域个数。
直线拟合区域	用于直线拟合的感兴趣区域。
参考线区域数量	参考类型为直线时，用于参考线拟合的区域个数。
参考线拟合区域	参考类型为直线时，用于参考线拟合的感兴趣区域。

输出参数：

参数	描述	示例
X, Z	交点坐标的 X, Z。	

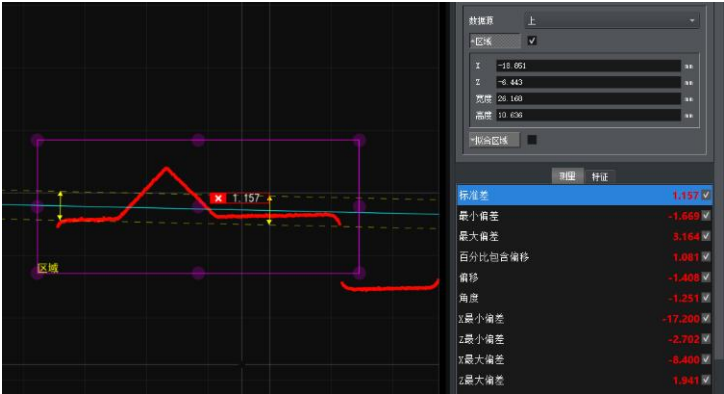
角度	直线间的夹角。	
----	---------	---

特征输出：

参数	描述
交叉点	将两直线的交点坐标作为特征输出。
直线	将拟合直线的方程作为线特征输出。
基线	将拟合基线的方程作为线特征输出。

6.9.13 直线拟合

直线拟合工具用于寻找轮廓中的直线并输出直线相关参数。

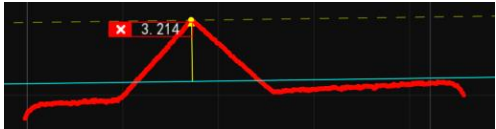
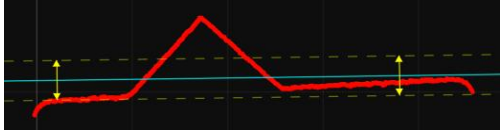
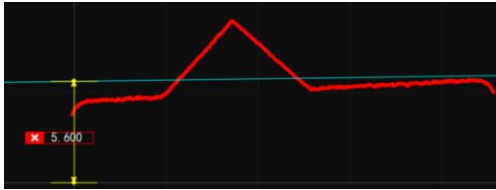
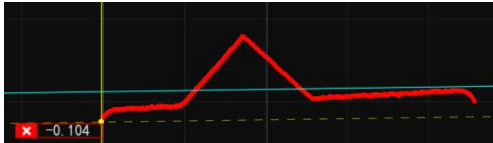
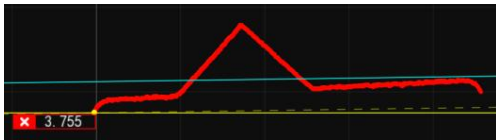
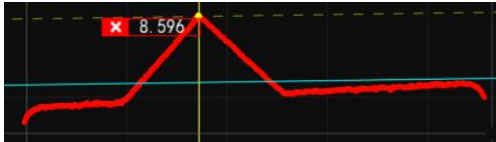


输入参数：

参数	描述	
区域	用于计算输出参数的数据区域。 当不勾选拟合区域时，此区域用来拟合直线；勾选拟合区域时，此区域不参与直线拟合。	
拟合区域	用于直线拟合的区域。 勾选复选框后，该区域数据用于直线拟合。 区域数量：一个区域、两个区域和全部数据。	

输出参数：

参数	描述	
标准差	点到直线距离的标准差。 黄色双箭头表示标准差。	
最小偏差	直线下方距离直线最远点。	

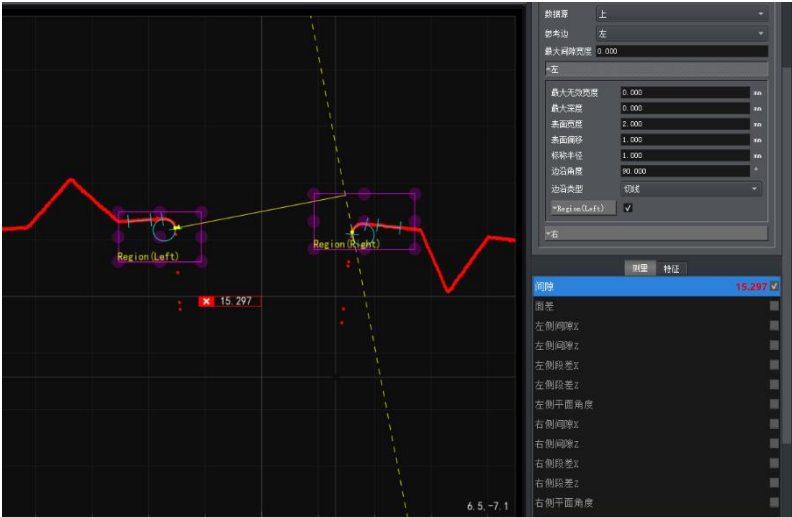
最大偏差	直线上方距离直线最远点。	
百分比包含	最接近直线点的百分比。	
偏移	直线方程中截距。	
角度	直线与 X 轴夹角。	
X 最小偏差	直线下方距离直线最远点 X 坐标。	
Z 最小偏差	直线下方距离直线最远点 Z 坐标。	
X 最大偏差	直线上方距离直线最远点 X 坐标。	
Z 最大偏差	直线上方距离直线最远点 Z 坐标。	

特征输出：

参数	描述
直线	将拟合的直线方程作为线特征输出。
最大误差点	将直线上方距离直线最远的点作为点特征输出。
最小误差点	将直线下方距离直线最远的点作为点特征输出。

6.9.14 间隙面差

间隙面差工具用于计算两个倒角间的间隙以及面差。



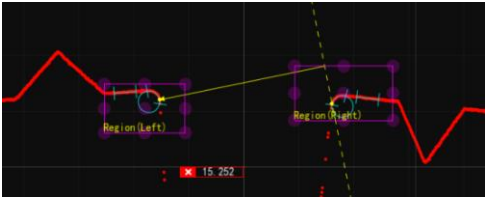
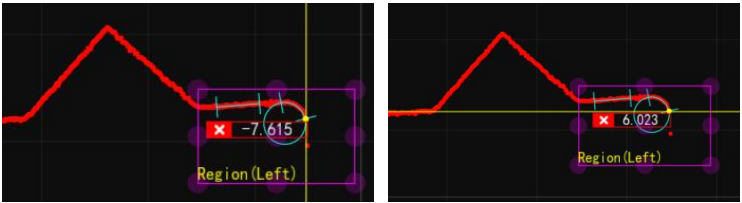
输入参数：

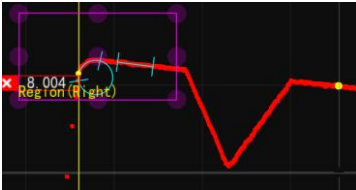
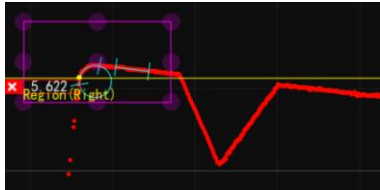
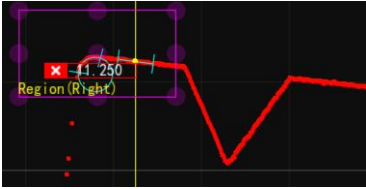
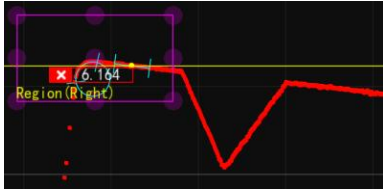
参数	描述
参考边	左：从左倒角特征计算到右倒角特征的位置关系。 右：从右倒角特征计算到左倒角特征的位置关系。
最大间隙	最大间隙阈值用于过滤宽度过大的间隙。
左倒角	最大无效宽度：最大允许 X 方向的断点宽度。 最大深度：最大允许 Z 方向的断点深度。 表面宽度：直线的宽度。 表面偏移：直线和圆之间过度距离。 标称半径：圆半径的理想值。 边沿角度：倒角的加工角度。 区域：左倒角感兴趣区域。

	边沿类型	切线：圆切线的切点。	
		拐角：圆切线与直线的交点。	

注：右倒角参数同左倒角

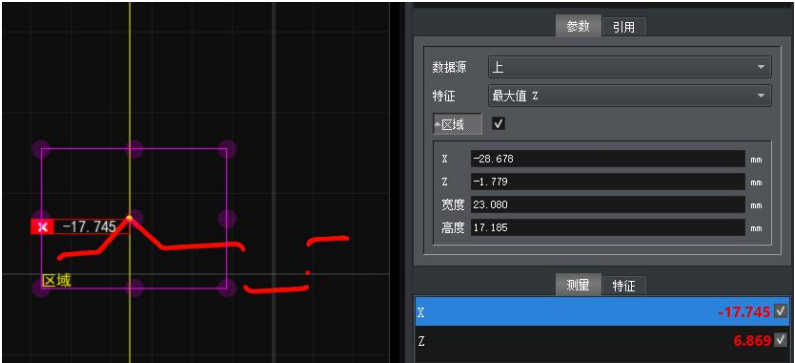
输出参数：

参数	描述	示例
间隙	左右两个倒角的间隙。	
面差	左右两个倒角直线部分的面差。	
左（右）侧平面角度	左（右）倒角直线与 X 轴夹角。	
左侧间隙 X, Z	左倒角特征点坐标 X, Z。	

左侧段差 X, Z	左倒角直线段中心点坐标 X, Z。	 X	 Z
右侧间隙 X, Z	右倒角特征点坐标 X, Z。	 X	 Z
右侧段差 X, Z	右倒角直线段中心点坐标 X, Z。	 X	 Z

6.9.15 位置

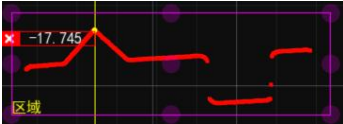
位置工具的功能是找到感兴趣区域内的数据点中的特征点。



输入参数：

参数	描述
特征	最大值 Z：计算区域内轮廓点中 Z 最大的点。 最大值 X：计算区域内轮廓点中 X 最大的点。 最小值 Z：计算区域内轮廓点中 Z 最小的点。 最小值 X：计算区域内轮廓点中 X 最小的点。 均值：计算区域内轮廓点的均值。 中值：计算区域内轮廓点的中值。 拐点：计算区域内轮廓点斜率变化最大的点。
区域	位置工具的感兴趣区域。

输出参数：

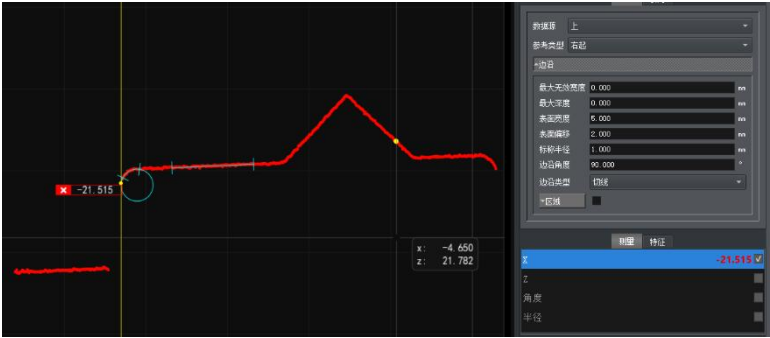
参数	描述	示例
X, Z	特征点坐标的 X, Z。	XZ

特征输出：

参数	描述
点	将位置工具的特征点作为点特征输出。

6.9.16 倒角

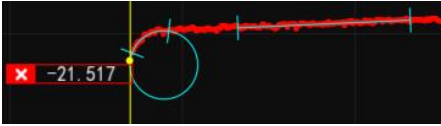
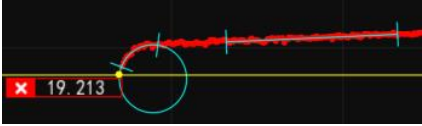
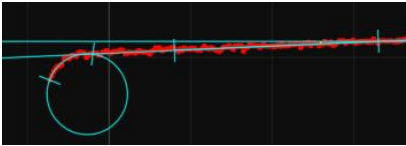
倒角工具用于寻找轮廓中的倒角。具体效果如下图所示。



输入参数：

参数	描述	
参考类型	根据直线在圆的左侧还是右侧来选择参考类型。	
最大无效宽度	最大允许 X 方向的断点宽度。	
最大深度	最大允许 Z 方向的断点深度。	
表面宽度	直线的宽度。	
表面偏移	直线和圆之间过渡距离。	
标称半径	圆半径的理想值。	
边沿角度	倒角的加工角度。	
边沿类型	切线：圆切线的切点。	
	拐角：圆切线与直线的交点。	
区域	倒角感兴趣区域。	

输出参数：

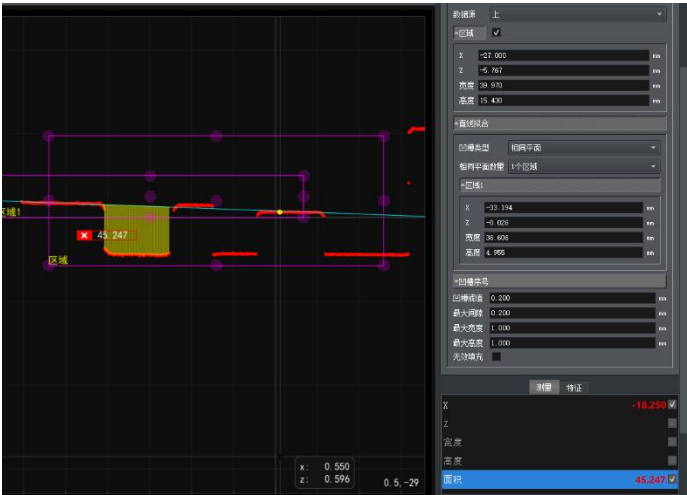
参数	描述	示例
X , Z	倒角特征点坐标的 X,Z。	  X Z
角度	直线部分与 X 轴夹角。	
半径	圆角拟合的半径。	

特征输出：

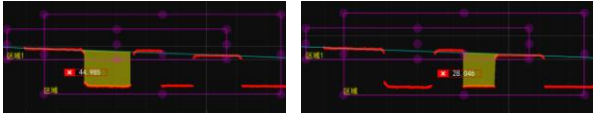
参数	描述
边沿点	将倒角的边沿点作为点特征输出。
中心点	将倒角的圆心作为点特征输出。

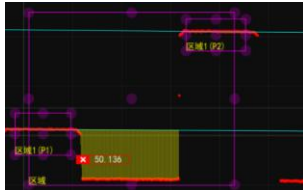
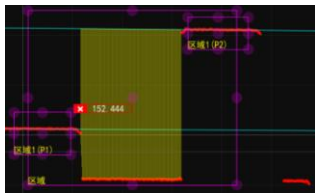
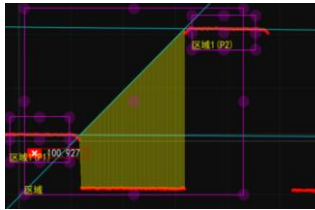
6.9.17 凹陷

凹陷工具用于测量平面上的凹陷的信息。可用于测量平面上的小凹陷缺陷或工件上凹陷是否满足公差条件。

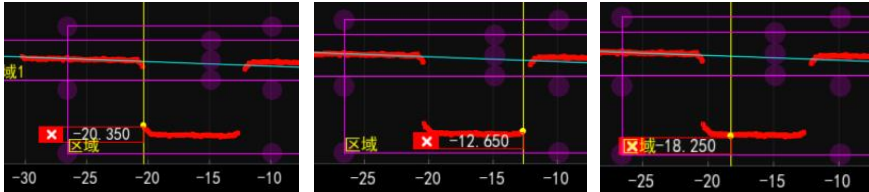
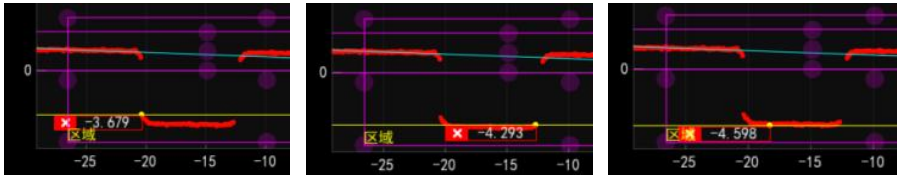


输入参数：

参数	描述		
区域	用于查找凹陷位置的感兴趣区域。		
凹陷类型	相同平面	区域个数：左右两侧在同一平面，拟合平面（直线）区域个数。 区域：拟合平面（直线）的感兴趣区域。	
	差异平面（凹陷左右两个为不同平面）	左（右）侧平面	区域个数：拟合左（右）侧平面（直线）区域个数。 区域：拟合左（右）侧平面（直线）的感兴趣区域。
凹陷序号	相同平面	选择类型	序号左（右）起：从左（右）侧开始计算凹陷序号位置。
		序号	凹陷的序列号，下图为选择第 0 个和第 1 个凹陷。 
		位置	最优：凹陷中数据点距离平面距离最大的点。 左侧：凹陷中 X 坐标最小的数据点。 右侧：凹陷中 X 坐标最大的数据点。

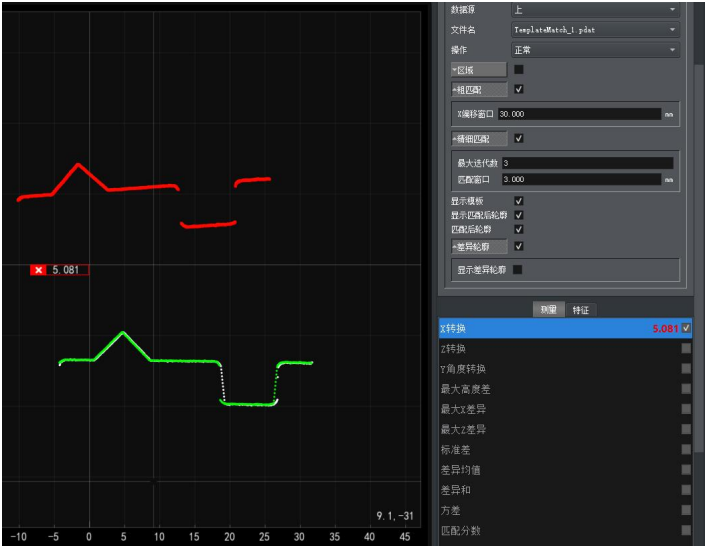
差异平面	位置 (凹陷的特征点位置)	最优：凹陷中数据点距离平面距离最大的点。 左侧：凹陷中 X 坐标最小的数据点。 右侧：凹陷中 X 坐标最大的数据点。		
	参考面类型	左线	 选择左线为凹陷基底	
		右线	 选择右线为凹陷基底	
		左右	 利用左右两条直线生成新的凹陷基底	
凹陷阈值	低于平面某个阈值之后称之为凹陷。			
最大间隙	X 方向存在断点，允许断点填充的最大间隙距离。			
最大宽度	用于过滤凹陷，凹陷宽度需要大于某个阈值。			
最大高度	用于过滤凹陷，凹陷高度需要大于某个阈值。			
无效填充	由于遮挡或超出量程，造成轮廓点缺失，可以将无效轮廓点填充为某固定值。			

输出参数:

参数	描述	示例
X	凹陷特征点的 X 坐标	
Z	凹陷特征点的 Z 坐标	
宽度 / 高度 / 面积	凹陷的宽度、高度、面积	

6.9.18 模板匹配

模板匹配工具的功能是将当前轮廓与模板进行对齐，并将匹配后的轮廓数据进行输出，可被其他测量工具数据源引用。如下图所示，红色轮廓线表示当前轮廓，白色轮廓线表示模板轮廓、绿色轮廓线表示与模板匹配后的轮廓。

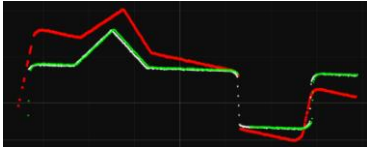
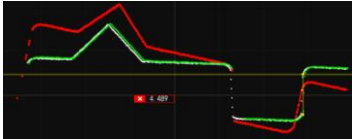
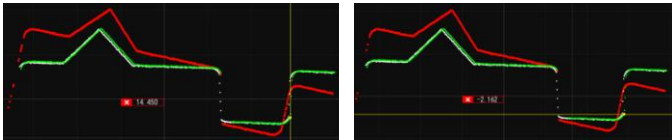


输入参数：

参数	描述
文件名	轮廓模板以文件的形式存储，选择模板文件改变模板。
操作	正常：不做处理。 保存：保存当前帧为模板。 删除：删除当前选择的模板文件。
区域	用于模板匹配的感兴趣区域。
粗匹配	计算模板和当前轮廓匹配后，平移矩阵的 X 偏移和 Z 偏移。
细匹配	计算模板和当前轮廓匹配后，平移矩阵 X 偏移和 Z 偏移，以及 Y 的旋转角度。
显示模板	用于显示模板轮廓数据。上图中，白色轮廓点表示模板数据。
显示匹配后轮廓	用于显示匹配后的轮廓数据。上图中，绿色轮廓点表示模板数据。
匹配后轮廓	输出匹配后轮廓，可作为其他工具输入的数据源。

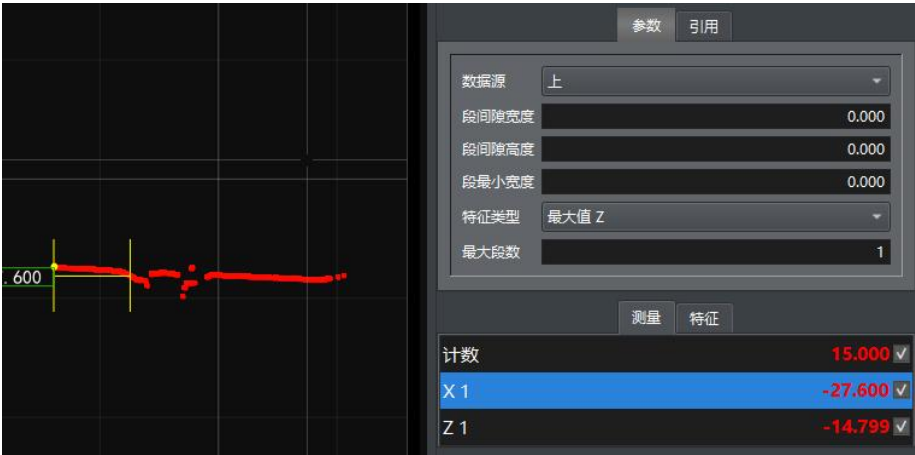
差异轮廓	匹配后，模板轮廓和匹配后轮廓对应点间的差异数据，这些点形成差异轮廓。 点击【差异轮廓】后，弹出是否显示差异轮廓的选项。差异轮廓用蓝色轮廓点表示。
------	--

输出参数：

参数	描述	示例
X（Z）转换	当前轮廓和模板轮廓间匹配后的 X（Z）偏移量。	 XZ
Y 角度转换	当前轮廓和模板轮廓间匹配后的 Y 旋转角度。	
最大高度差	模板轮廓和匹配后轮廓对应点的最大 Z 方向差异。	
最大 X（Z）差异	最大高度差对应点的 X（Z）坐标。	 XZ
最大差异	最大高度差对应点的 Z 坐标。	
标准差	匹配后，模板轮廓和匹配后轮廓对应点高度差的标准差。	
差异均值	差异轮廓数据点均值。	
差异和	差异轮廓数据点 Z 坐标的和。	
方差	差异轮廓数据的方差。	
匹配分数	轮廓数据和模板的相似程度。	

6.9.19 高级位置

高级位置工具的功能是根据宽度和高度的阈值设置找到符合条件的轮廓段，并根据特征类型输出每个轮廓段中特征点的位置。

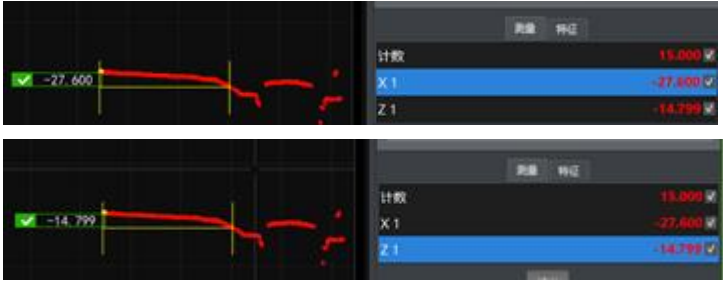


输入参数：

参数	描述
段间隙宽度	最大允许 X 方向的间隙宽度，若超过此宽度则属于下一个轮廓段。
段间隙高度	最大允许 Z 方向的间隙高度，若超过此高度则属于下一个轮廓段。
段最小宽度	检测到的轮廓段的最小宽度，若小于此宽度则过滤掉。
特征类型	最大值 Z：当前轮廓段中 Z 最大的点。 最小值 Z：当前轮廓段中 Z 最小的点。 均值：当前轮廓段中 Z 的平均值。
最大段数	测量结果允许输出的最大段数，最大值为 200。

输出参数：

参数	描述	示例
计数	检测到的段数总量。	

X, Y	特征点坐标 的 X, Z 值	
---------	-------------------	--

特征输出：

参数	描述	示例
点	将特征点的坐标作为特征输出。	

6.10 特征测量

6.10.1 特征测量概述

某些测量工具可以输出点、线、面和圆等数据结构，这些结构称为几何特征，特征测量工具将在这些特征的基础上进行尺寸测量。

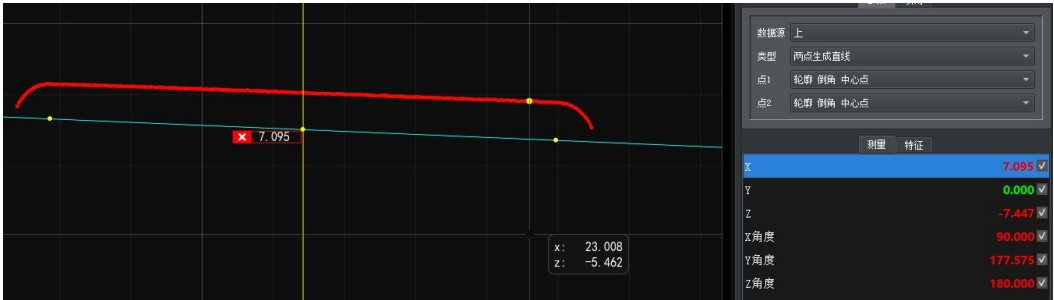
特征	描述
点	轮廓数据中某个有意义的点。
线	数据点拟合的直线或自定义直线。
面	某个平面。
圆	数据点拟合的圆或自定义生成的圆。

6.10.2 特征创建

特征创建工具可以由现有几何特征创建出新的特征。特征创建工具可以创建出多种特征，例如，由两个特征点创建一条特征线，由一个特征点和一条特征线创建一个特征面等等。

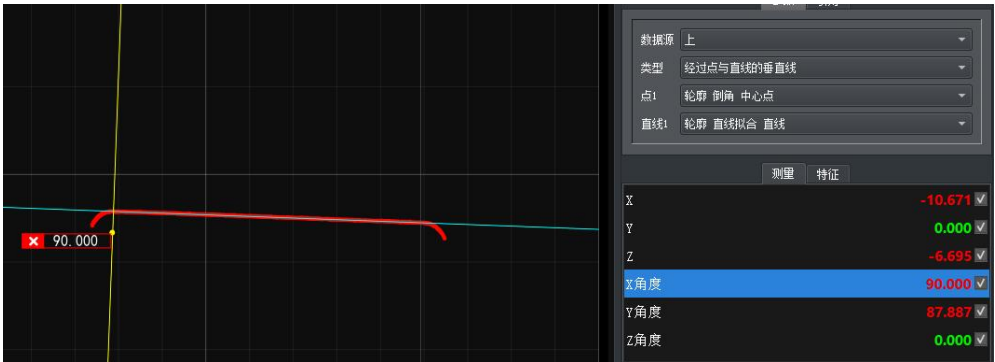
■ 两点确定直线

由两个其他工具生成的特征点生成一条特征直线，并输出线的几何特征。



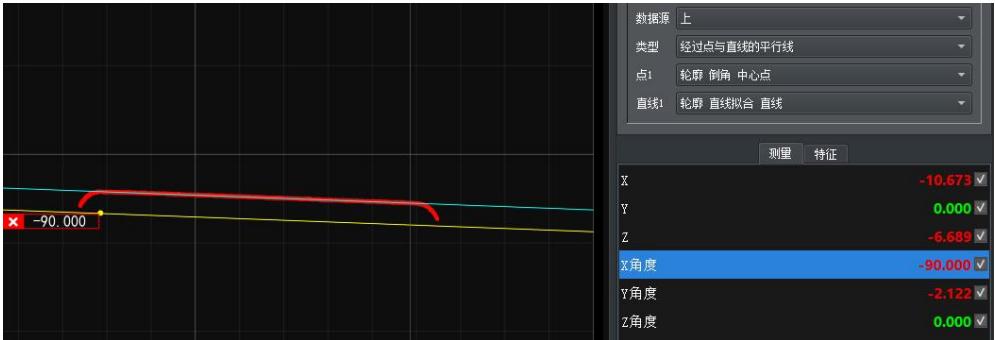
■ 过点生成直线的垂线

过某个特征点生成一条特征线的垂线，并输出线的几何特征。



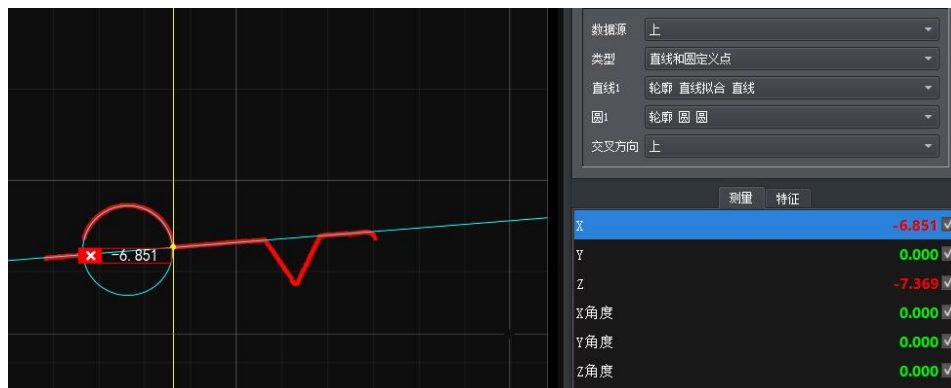
■ 过点生成直线的平行线

过某个特征点生成一条特征线的平行线，并输出线的几何特征。



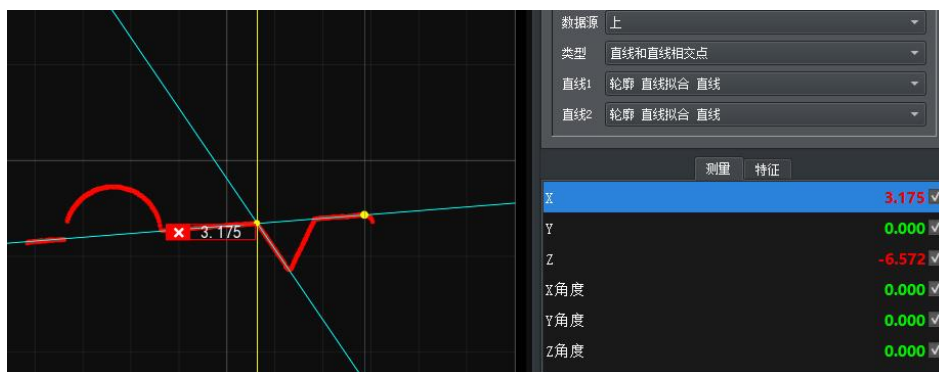
■ 直线与圆交叉

特征圆和特征线的交点，并输出线的几何特征和交点信息。直线和圆相交有两个交点和两交点中心点，这三个点按照 Z 值的大小分为上、中、下，用户可根据需求选择交点。



■ 直线相交生成点

两条特征线生成一个特征点，并输出该点的坐标值。



6.10.3 特征尺寸测量

特征尺寸测量工具可以提供特征点到另一个特征点和特征线的测量，特征点到特征面的测量当前版本暂不支持。

输入参数：

参数	描述
特征点	工具生成的特征点。
参考特征	特征点：工具生成的特征点。 直线：工具生成的特征直线，或由特征工具创建的直线。

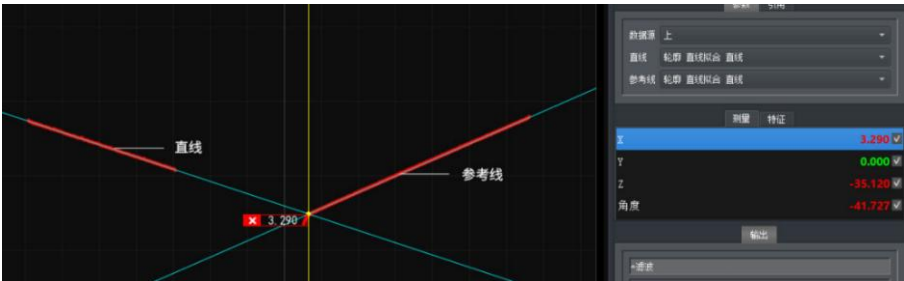
输出参数：

参数	描述	
宽度	点到点：两个点在 X 轴方向上的距离。	
	点到线：点与线上某点在 X 方向的距离。对于轮廓数据，两点的 Z 坐标相同，这两点 X 的坐标差为宽度。	
长度	点到点：两个点在 Y 方向的距离，在轮廓模式下为 0。 点到线：点与直线上最近点在 Y 方向上的距离，在轮廓模式下为 0。	
高度	点到点：两个点在 Z 方向的距离。	
	点到线：点与线上某点在 Z 方向的距离。对于轮廓数据，两点的 X 坐标相同，这两点 Z 的坐标差为高度。	

距离	点到点：两个点的欧氏距离。	
	点到线：点到直线的垂线长度。	

6.10.4 特征交叉

特征交叉工具的功能是返回两条特征线的交点和夹角。



输入参数：

参数	描述
直线	由其他工具生成的直线特征。
参考线	由其他工具生成的直线特征，夹角角度值根据参考线进行测量，参考线顺时针旋转至直线，角度为正值；参考线逆时针旋转至直线，角度为负值。

输出参数：

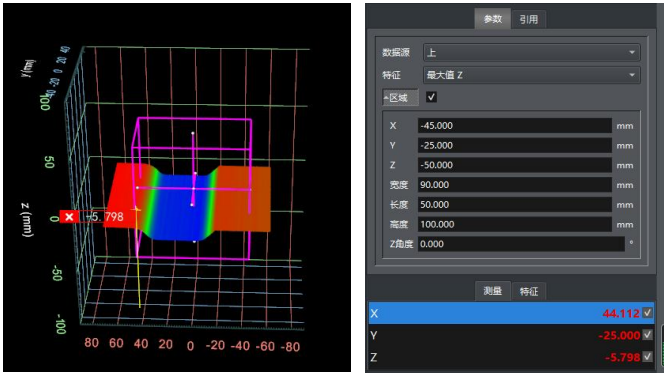
参数	描述	
X	两条特征线的交点 X 坐标。	
Y	两条特征线的交点 Y 坐标，在轮廓模式下为 0。	
Z	两条特征线的交点 Z 坐标。	
角度	两条特征线的夹角。	

6.11 点云测量

以下各部分介绍各点云测量工具的用途、输入参数、输出参数及输出特征。各测量工具输入参数中的数据来源均指将单传感器、多传感器的点云数据提供给测量工具。

6.11.1 位置

位置工具的功能是找到感兴趣区域内的数据点中的特征点。



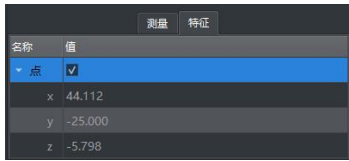
输入参数：

参数	描述
特征	最大值 X：计算区域内点云中 X 最大的点。
	最小值 X：计算区域内点云中 X 最小的点。
	最大值 Y：计算区域内点云中 Y 最大的点。
	最小值 Y：计算区域内点云中 Y 最小的点。
	最大值 Z：计算区域内点云中 Z 最大的点。
	最小值 Z：计算区域内点云中 Z 最小的点。
	均值：计算区域内点云的均值。
	中值：计算区域内点云的中值。
	质心：计算区域内点云相对于 z=0 平面的体积的质心。
区域	位置工具的感兴趣区域。

输出参数：

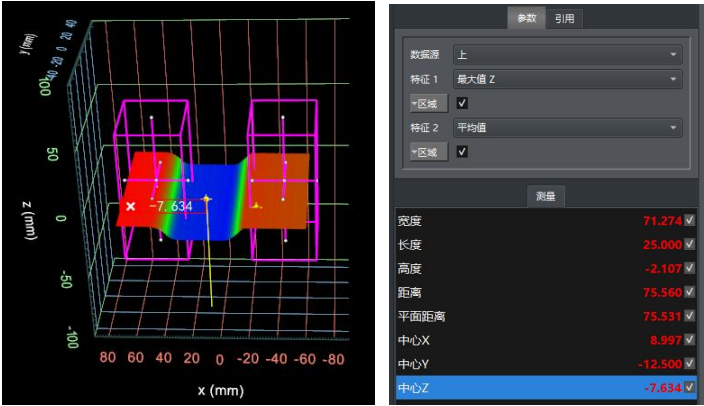
参数	描述	示例
X, Y, Z	特征点坐标的 X, Y, Z。 带有 X, Y, Z 引用标签。	

特征输出：

参数	描述	示例
点	将位置工具的特征点作为点特征输出。	

6.11.2 尺寸

尺寸工具用于寻找两个感兴趣区域中特征点间的位置关系，主要应用于测量同一个样件上两个明显特征间的尺寸是否在公差范围内。必须指定两种特征类型。

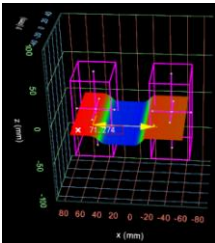
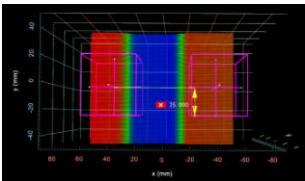
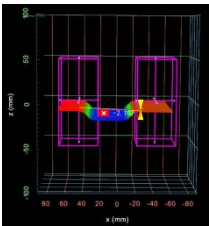
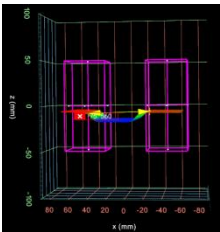


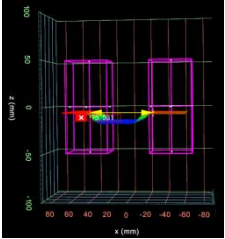
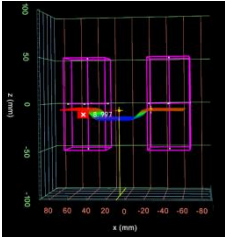
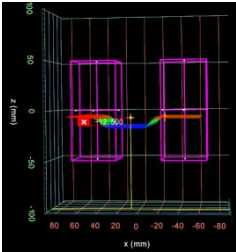
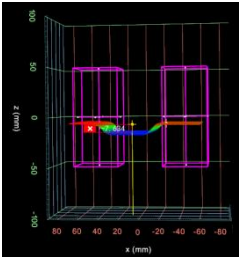
输入参数：

参数	描述
特征 1	最大值 X：计算区域内点云中 X 最大的点。 最小值 X：计算区域内点云中 X 最小的点。 最大值 Y：计算区域内点云中 Y 最大的点。 最小值 Y：计算区域内点云中 Y 最小的点。 最大值 Z：计算区域内点云中 Z 最大的点。 最小值 Z：计算区域内点云中 Z 最小的点。 均值：计算区域内点云的均值。 中值：计算区域内点云的中值。 质心：计算区域内点云相对于 z=0 平面的体积的质心。
区域（F1）	特征 1 的感兴趣区域。
特征 2	最大值 X：计算区域内点云中 X 最大的点。 最小值 X：计算区域内点云中 X 最小的点。 最大值 Y：计算区域内点云中 Y 最大的点。 最小值 Y：计算区域内点云中 Y 最小的点。 最大值 Z：计算区域内点云中 Z 最大的点。

	最小值 Z：计算区域内点云中 Z 最小的点。 均值：计算区域内点云的均值。 中值：计算区域内点云的中值。 质心：计算区域内点云相对于 z=0 平面的体积的质心。
区域（F2）	特征 2 的感兴趣区域。

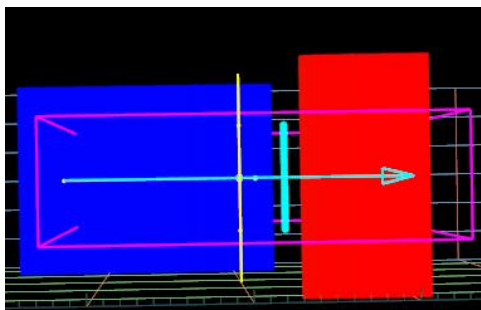
输出参数：

参数	描述	示例
宽度	两个区域内特征点 X 坐标的差值。 宽度 = $X1 - X2$。 选择绝对值宽度 = $X1 - X2$。	
长度	两个区域内特征点 Y 坐标的差值。 长度 = $Y1 - Y2$。 选择绝对值长度 = $Y1 - Y2$。	
高度	两个区域内特征点 Z 坐标的差值。 高度 = $Z1 - Z2$。 选择绝对值高度 = $Z1 - Z2$。	
距离	两个区域内特征点的欧式距离。	

平面距离	两个区域内特征点中最低特征点投影到最高特征点的 XY 平面之间的距离。	
中心 X	两个区域内特征点的中点 X 坐标。 中心 $X = (X1 + X2) / 2$。 带有 X 引用标签。	
中心 Y	两个区域内特征点的中点 Y 坐标。 中心 $Y = (Y1 + Y2) / 2$。 带有 Y 引用标签。	
中心 Z	两个区域内特征点的中点 Z 坐标。 中心 $Z = (Z1 + Z2) / 2$。 带有 Z 引用标签。	

6.11.3 点云边缘

点云边缘工具的功能是提取点云的边缘信息，主要是利用高度图得到点间落差和相关设置得到多个边缘点，而后拟合形成边缘线。该工具可以将多个区域的边缘点拟合成边缘线，并返回边缘线中心点、直线等特征。



参数引用

数据源上

区域位置

区域数量1

区域1

参考方向0度

固定角度

路径间隔0.000 mm

路径宽度0.000 mm

异常值比例0.000 %

检测模型

边缘检测模型阶跃

选择类型最优

步进方向上升

绝对阈值0.000 mm

相对阈值

步进平滑0.000 mm

步进宽度1.000 mm

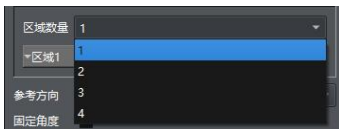
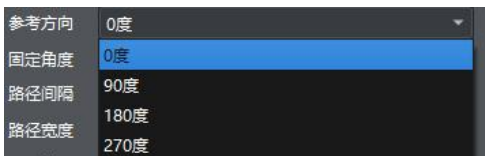
最大间隙0.000 mm

包含无效边

边缘模型投影

显示细节

输入参数：

参数	描述		
数据源	轮廓仪扫描点云或其他工具生成的点云数据。		
区域位置	区域数量	边缘工具最多支持四个区域框。 	
	区域位置	选择几个区域数量，会对应显示几个区域的具体位置。 	
参考方向	参考有四个，主要为沿着 X 两个方向和 Y 两个方向进行遍历。 		
固定角度	已知边缘线的角度，按照此角度拟合边缘线。		
路径间隔	路径间距是指间隔多远存在一个边缘点。路径间隔越小，边缘点越多；路径间隔越大，边缘点越少。路径间距小于分辨率时，按照数据分辨率进行边缘点的计算查找。		
路径宽度	垂直于路径，以此宽度作为窗口求解轮廓数据点的平均值，用于消除噪声干扰。		
异常值比例	计算过程中，大量边缘点中可能存在错误边缘，异常值比例用于去除这部分干扰点，用剩余的边缘点进行拟合边缘线工作。		
边缘检测模型	阶跃	选择类型	最优：选择路径上落差最大的边缘点。
		(详情请看轮廓边沿工具)	第一个：选择路径上第一个边缘点。
			最后一个：选择路径上最后一个边缘点。

边缘模型		步进方向 (详情请看轮廓边沿工具)	上升：选择路径上 Z 值上升的边缘点。
			下降：选择路径上 Z 值下降的边缘点。
			上升或下降：选择路径上 Z 值上升或下降的边缘点。
		绝对阈值	阶跃大于此值的边缘点才能参加拟合。
		相对阈值	利用边缘点中最大阶跃乘以百分比阈值，当做绝对阈值判断合格的边缘点，一般用于绝对值不明确的情况下使用。
		步进平滑	计算路径方向数据均值的窗口大小，用于消除干扰。
		步进宽度	路径方向间隔一定步进宽度进行 Z 值阶跃计算，路径方向存在一定坡度时使用。
		最大间隙	允许路径方向不缺的最大值。
		无效边	由于遮挡或超出量程，造成轮廓点缺失，可以将无效轮廓点填充为某固定值。
	拐角	最优：查找路径上最优拐角。	
		第一个：查找路径上第一个拐角。	
		最后一个：查找路径上最后一个拐角。	
		最上：查找路径上最上方的拐角。	
		最下：查找路径上最下方的拐角。	
	投影：拟合 XY 方向的二维边缘线。		
	3D：拟合三维边缘线。		

输出参数：

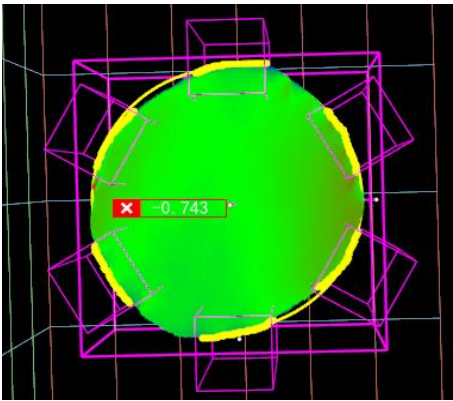
参数	描述	示例
X, Y, Z	边缘线的中点坐标。	
Z 角度	边沿点落差。	
高度差	所有参与拟合的边缘点 Z 方向落差的平均值。	
点数量	所有参与拟合的边缘点的个数。	
最大偏差	边缘线上方距离直线最远的点。	
最小偏差	边缘线下方距离直线最远的点。	

特征输出：

参数	描述
点	边缘线的中心点坐标。
直线	拟合的边缘线。

6.11.4 圆弧边缘

圆弧边缘工具用于拟合圆盘形样件的外边缘和圆孔样件的内边缘。该工具可以使用部分边缘数据进行圆拟合。



参数引用

数据源上

区域

卡尺数量6

卡尺长度5.000 mm

卡尺宽度5.000 mm

边缘来源高度

步进方向下降

边缘搜索方向向内

选择类型最优

异常值比例0.000 %

显示高级参数

起始角度-45 °

角跨度270 °

路径间隔0.000 mm

路径宽度0.000 mm

绝对阈值0.000 mm

相对阈值

步进平滑0.000 mm

步进宽度0.000 mm

最大间隙0.500 mm

无效填充值

无效填充值5.000 mm

掩膜区域

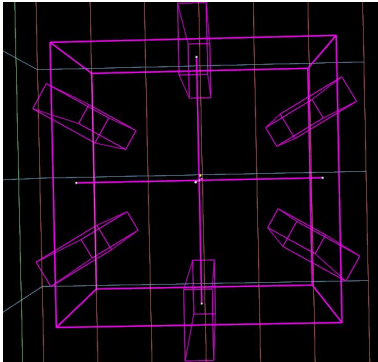
拟合类型

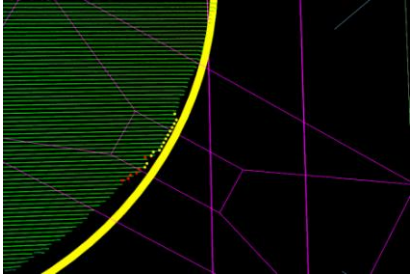
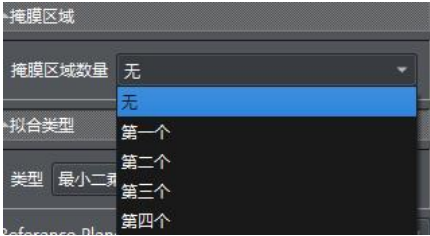
类型最小二乘圆 (LSC)

Reference Plane禁用

显示细节

输入参数：

参数	描述
数据源	轮廓仪扫描点云或其他工具生成的点云数据。
区域	用于计算圆形边缘的区域，也用于约束卡尺的具体位置。
卡尺数量	用于限定计算边缘点的区域个数。卡尺宽度和长度不变的情况下，卡尺数目越多，得到的边缘点数目越多；但是卡尺数目越多，速度会越慢。
卡尺长度	卡尺所在位置区域的长度。如图所示，6个紫色小区域，长度为5mm，宽度为2mm。 
卡尺宽度	卡尺所在位置区域的宽度。
边缘来源	高度图：利用Z方向阶跃得到边缘。 亮度图：利用亮度阶跃得到边缘。
步进方向	上升：选择路径上高度和亮度上升沿的边缘点。 下降：选择路径上高度和亮度下降的边缘点。 上升或下降：选择路径上高度和亮度上升或下降的边缘点。
选择类型	最优：选择路径上落差最大的边缘点。 第一个：选择路径上第一个边缘点。 最后一个：选择路径上最后一个边缘点。
异常值比例	用于剔除圆拟合中距离拟合圆边缘距离远的点。 如下图所示，红色的点代表被剔除的边缘点。

	
起始角度	围绕 Z 轴按照顺时针方向确定卡尺中心的位置，0 度代表 X 轴的负方向。
角度跨越	角度跨越是指从起始角度开始放置卡尺的圆形路径范围。通过起始角度和角度跨越配合使用可以避免某些区域。
路径间隔	路径间隔是指间隔多远存在一个边缘点。路径间隔越小，边缘点越多；路径间隔越大，边缘点越少。路径间隔小于分辨率时，按照数据分辨率进行边缘点的计算查找。
路径宽度	垂直于路径，以此宽度作为窗口求解轮廓数据点的平均值，用于消除噪声干扰。
绝对阈值	阶跃大于此值的边缘点才能参加拟合。
相对阈值	利用边缘点中最大阶跃乘以百分比阈值，当做绝对阈值判断合格的边缘点。一般用于绝对值不明确的情况下使用。
步进平滑	计算路径方向数据均值的窗口大小，用于消除干扰。
步进宽度	路径方向间隔一定步进宽度进行 Z 值阶跃计算，路径方向存在一定坡度时使用。
最大间隙	允许路径方向不缺的最大值。
无效填充值	由于遮挡或超出量程，造成轮廓点缺失，可以将无效轮廓点填充为某固定值。
掩膜区域	掩膜区域为了剔除部分干扰圆形拟合的部分边缘点。掩膜区域最多存在四个区域。 
拟合类型	最小二乘圆(LSC): 利用最小二乘进行圆拟合。
	最小区域圆(MZC): 寻找最小区域圆。

	最小外接圆（MCC）：寻找最小外接圆。
参考平面	当圆位于倾斜平面上时，通过调用平面特征，将边缘点投影到倾斜平面上，再进行圆拟合。

输出参数：

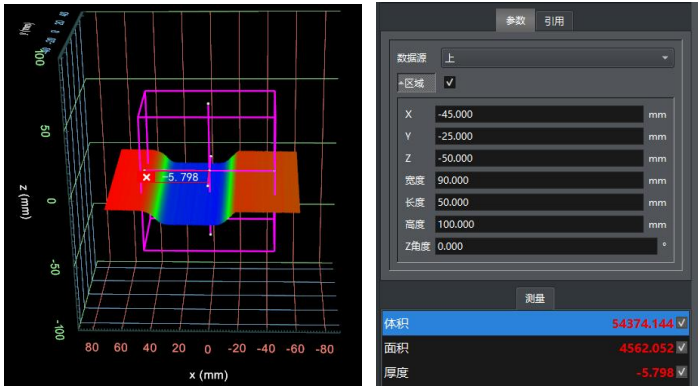
参数	描述
X, Y	圆心的位置。
半径	拟合得到的圆半径。
圆度	最大偏差减最小偏差得到圆度。
最大偏差	圆心最远点到圆心距离减半径。
最小偏差	圆心最近点到圆心距离减半径。

特征输出：

参数	描述
圆心	圆心。
圆	拟合的圆。

6.11.5 体积

体积工具用于确定感兴趣区域的体积、面积和厚度。

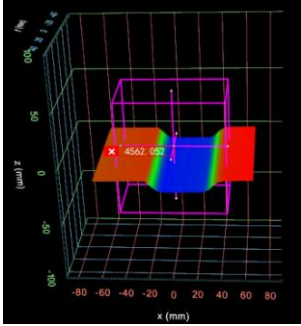
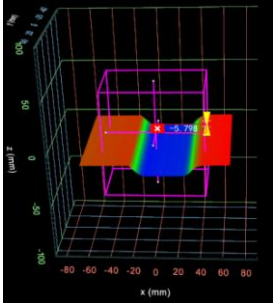
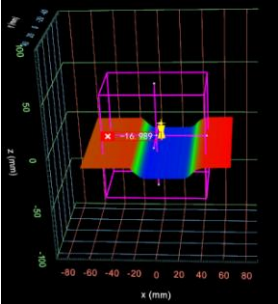
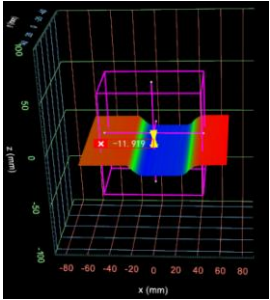
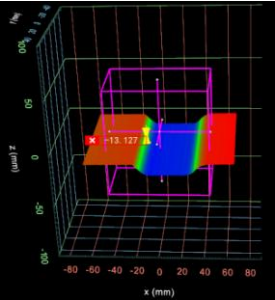
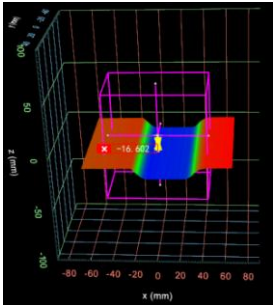
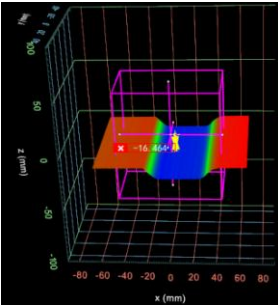


输入参数：

参数	描述
区域	体积工具感兴趣区域。
位置（厚度测量）	最大值：计算区域内点云相对于 Z=0 平面中 Z 最大的点。 最小值：计算区域内点云相对于 Z=0 平面中 Z 最小的点。 平均值：计算区域内点云相对于 Z=0 平面中 Z 的平均值。 中值：计算区域内点云中相对于 Z=0 平面中 Z 的中值。 2D 质心：计算区域内点云在 XY 平面中的质心高度。 3D 质心：计算区域内点云在 XYZ 空间中的空间高度。

输出参数：

参数	描述	示例
体积	在 XYZ 空间测量体积。	

面积	在 XY 平面测量面积。	
厚度	测量样件的厚度（高度）。	 最大值  最小值  平均值  中位数  2D 质心  3D 质心

6.11.6 曲面

曲面工具对所选区域内的数据点执行关于 X 和 Y 的多项式拟合（多项式阶次由用户定义），可通过此工具去除曲面曲度同时保留曲面特征或缺陷。

数据源

上

多项式阶次

0

显示高级参数

✓

取样间隔

1

排除特征

✓

迭代次数

0

负值面积

5

%

正值面积

5

%

区域设置

区域数量

不使用

输入参数：

参数	描述
多项式阶次	用于拟合曲面的多项式阶次。阶次越高，可拟合的曲面越复杂，但处理时间也越长。
显示高级参数	启用一系列高级参数。
取样间隔	在 X 和 Y 方向上的取样间隔，表示每 n 个点中取一点。较高的取样间隔可减少处理时间，但会降低拟合精度。
排除特征	通过该选项可排除曲面特征或细节，使其不参与多项式拟合。此选项下包括负值面积、正值面积和迭代次数三个参数。
迭代次数	排除特征步骤的重复次数。当某次迭代中的点数不足而导致拟合无效时，则使用上一次的迭代结果。

153

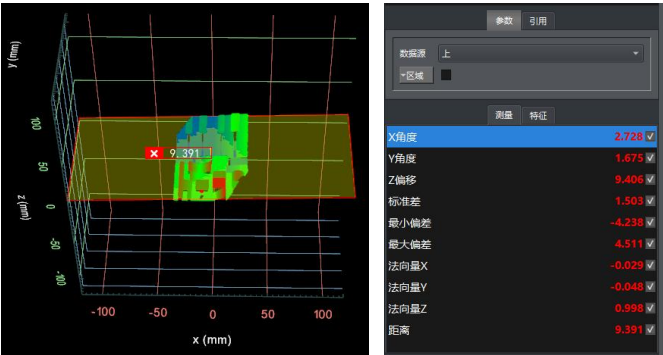
负值面积/ 正值面积	表示排除拟合差异为负/正的较小/较大的特定百分比的点。
区域数量	设置并配置一个或多个限制区域，工具将使用所有区域中的有效点进行多项式拟合。若不使用区域，工具则使用所有有效点。

输出参数：

参数	描述
时间	工具处理时间。

6.11.7 平面

平面工具用于拟合感兴趣区域的平面。

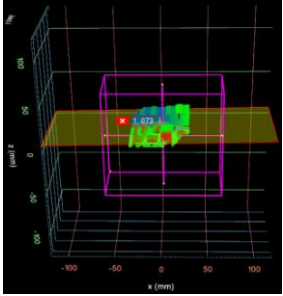
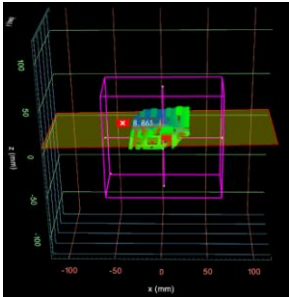
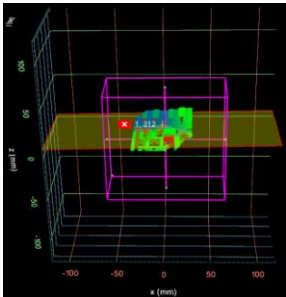
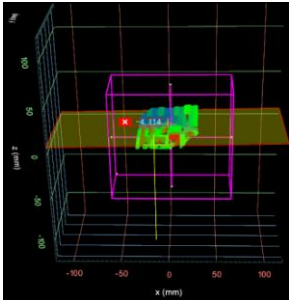
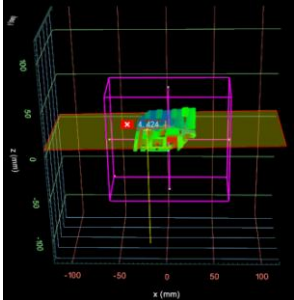


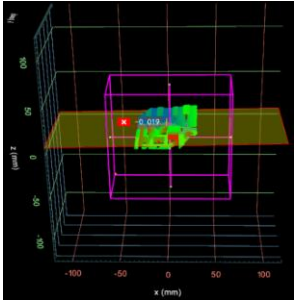
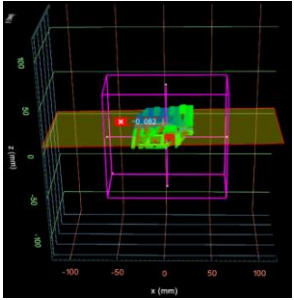
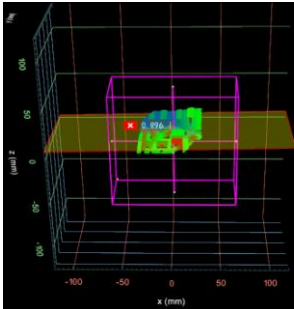
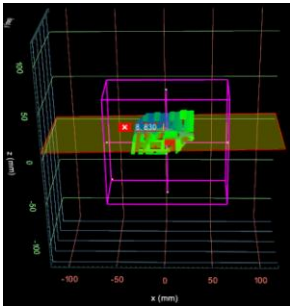
输入参数：

参数	描述
区域	平面工具感兴趣区域。最多可以支持 4 个区域。 区域 区域数量 4个区域 区域1 区域2 区域3 区域4

输出参数：

参数	描述	示例
X 角度	点云拟合平面绕 X 轴的旋转角度。	A 3D plot showing a point cloud (colored green and blue) with a yellow plane fitted to it. The axes are labeled X (mm), Y (mm), and Z (mm). A red 'x' marks a point on the plane with the value 8.706. A purple bounding box is drawn around the point cloud.

Y 角度	点云拟合平面绕 Y 轴的旋转角度。	
Z 偏移	点云拟合平面与 Z 轴交点的坐标。	
标准差	点到拟合平面的标准差。	
最小偏差	平面上方到平面的最远点。	
最大偏差	平面下方到平面的最远点。	

法向量 X	点云拟合平面的法向量 X。	
法向量 Y	点云拟合平面的法向量 Y。	
法向量 Z	点云拟合平面的法向量 Z。	
距离	原点到平面的距离。	

特征输出：

参数	描述	示例
平面	将拟合的平面作为特征输出。	

6.11.8 滤波

点云滤波工具是利用常用的几种点云滤波方法对点云进行简单滤波，最多支持 7 层滤波。滤波后的点云可作为其他点云工具的输入源。



输入参数：

参数	描述	
数据源	轮廓仪扫描点云或其他工具生成的点云数据。	
使用区域	需要进行滤波计算的区域。	
内核单位	点：用点作为内核单位。	
	mm：以 mm 作为内核单位，使用时根据内核大小和点的分辨率，将内核大小从 mm 转换成点数。	
滤波次数	滤波的次数，最多支持 7 层滤波。	
滤波类型	均值滤波	根据内核窗口大小，对点云进行均值滤波。
	开运算	根据内核窗口大小，对点云进行开运算。
	闭运算	根据内核窗口大小，对点云进行闭运算。
	膨胀	垂直：内核窗口沿垂直方向，进行膨胀滤波。
		水平：内核窗口沿水平方向，进行膨胀滤波。
		对称：内核窗口为一个对称十字，按照此内核进行膨胀滤波。
	腐蚀	垂直：内核窗口沿垂直方向，进行腐蚀滤波。

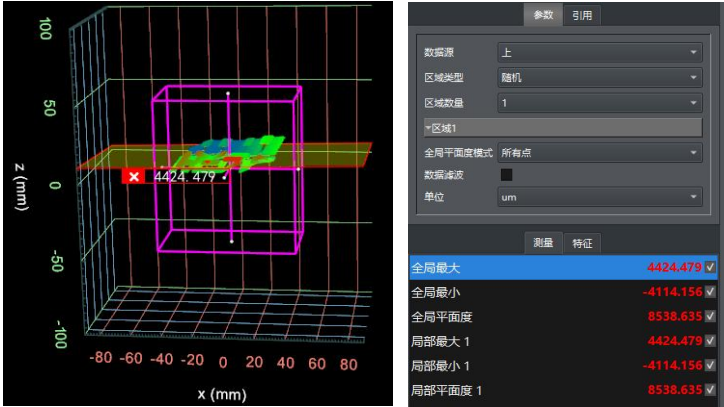
		水平：内核窗口沿水平方向，进行腐蚀滤波。
		对称：内核窗口为一个对称十字，按照此内核进行腐蚀滤波。
	形态梯度	垂直：内核窗口沿垂直方向，进行形态滤波。
		水平：内核窗口沿水平方向，进行形态滤波。
		对称：内核窗口为一个对称十字，按照此内核进行形态滤波。
	二值化	将点云中 Z 值高于阈值的设为一个数值，低于阈值的设为一个数值。
	归一化	按照点云中 Z 的极大值和极小值这一范围内进行归一化处理。
	反向	将点云中 Z 的数值进行取反。
	百分比阈值	按照点云百分比，将超出高阈值和低阈值的点去除，只保留在此范围内的点云。
	相对阈值	将超出高阈值和低阈值的点去除，只保留在此范围内的点云。
		如果使用参考平面，则按照到参考平面的距离进行点云处理。
	剪裁	将点云进行裁剪，截取其中一部分。
	蒙版	点云数据加上蒙版，用于记录原始点云数据值是否有效，如果某处点云数值无效，经过其他滤波处理，此处也将无效。

输出参数：

参数	描述
处理时间	记录滤波时间。

6.11.9 平面度

平面度工具用于设置多个感兴趣区域进行平面拟合，并计算全局和局部的最大值、最小值、平面度（最大值-最小值）。

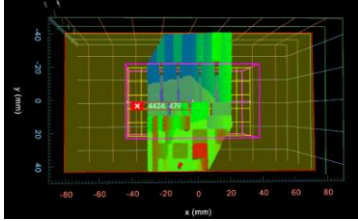
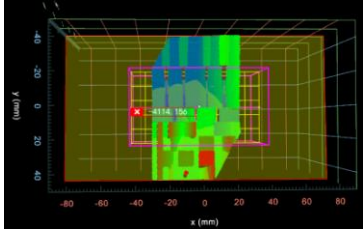
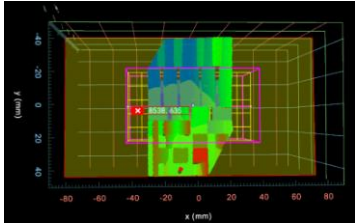
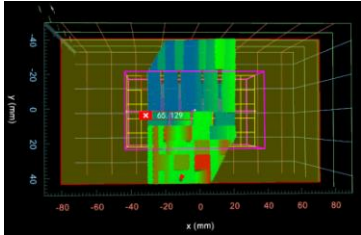


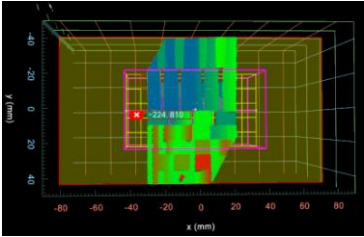
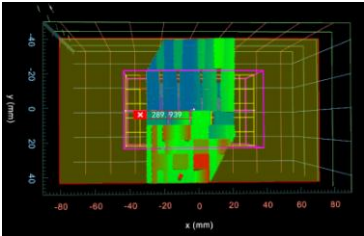
输入参数：

参数	描述	示例
区域类型	随机模式：可以在点云上输入多个感兴趣区域（最多 15 个）来计算平面度。	
	网格模式：通过设置网格感兴趣区域以及每个网格的宽度和长度来计算平面度。	
区域数量	当区域类型选择随机模式时，可以选择的感兴趣区域数量。	
网格区域		
网格宽度（X）	当区域类型选择网格模式时，可以定义感兴趣区域和网格宽度、长度。	
网格长度（Y）		

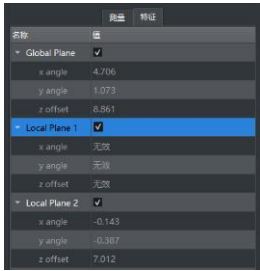
全局平面度模式	设置用于计算全局平面度的点。
	所有点：使用感兴趣区域内所有点进行全局平面度计算。
	平均值做点：使用感兴趣区域内点的平均值来进行全局平面度计算。如果区域模式为随机，则至少有四个感兴趣区域；如果区域模式为网格，也需确保至少能够生成四个网格。
数据滤波	设置百分比上限和下限对点云数据进行滤波。
单位	设置测量结果单位。

输出参数：

参数	描述	示例
全局最大	平面上方到平面的最远点。	
全局最小	平面下方到平面的最远点。	
全局平面度	全局最大-全局最小。	
局部最大	单个区域平面上方到平面的最远点。	

局部最小	单个区域平面上方到平面的最远点。	
局部平面度	单个区域局部最大-单个区域局部最小。	

特征输出：

参数	描述	示例
平面	将全局平面和局部平面作为平面特征输出。	

6.11.10 斑点

斑点工具可以检测相对平坦或均匀平面上的缺陷，例如凸起、凹陷或污点（使用亮度模式）。该工具首先根据高度或亮度阈值以及参考值（由用户定义的参考区域决定）过滤数据，然后使用形态学选项处理孤立各部分，最后检测各部分的轮廓，并可以根据不同大小和类型的过滤器排除不感兴趣的斑点。

参数引用

数据源

上

使用亮度图

☐

使用测量区域

☐

使用参考平面

☐

包含无效点

☐

无效填充值

0.000

mm

高度阈值

0.500

mm

阈值方向

上方

开操作X窗口

3

pts

闭操作Y窗口

3

pts

开操作X窗口

3

pts

闭操作Y窗口

3

pts

使用面积过滤

☒

最大面积

999.000

mm2

最小面积

0.500

mm2

使用长宽比过滤

☐

使用圆度过滤

☐

使用凸度过滤

☐

排序

面积-从大到小

输出斑点数量

1

输入参数：

参数	描述
使用亮度	如勾选，则使用亮度数据而不是高度数据，只有当点云具有亮度信息时有效。
使用测量区域	用于斑点检测的感兴趣范围，检测只在用户定义的范围内进行。如未勾选，则在整个点云中进行。
测量区域类型	选取需要的测量区域类型，有圆形和矩形两种区域。 圆形区域直径等于其宽度和长度中较小的数值。
使用参考区域	参考区域用于计算参考值，参考值等于参考区域内所有有效点的高度值或亮度值的平均值。如不勾选，参考值等于 0。
参考区域类型	与测量区域类型相同。

包括无效点	如勾选，无效点被认为是有效点，其值由无效填充值决定。
无效填充值	当勾选包括无效点时，无效点的值。不勾选使用亮度时，无效填充值为高度值，使用亮度时，无效填充值为亮度值。
高度阈值 亮度阈值	当勾选使用亮度时，该项为亮度阈值；否则，为高度阈值。 当某点的值高于或低于[参考值+高度阈值]时，该点被认为在斑点之中，高于或低于由阈值方向决定。
阈值方向	高于：[参考值+高度阈值]为过滤的最低值。 低于：[参考值+高度阈值]为过滤的最高值。
开操作窗口 X 开操作窗口 Y	分别用于设置形态学开操作窗口在 X、Y 方向上的大小。X、Y 任一值为 0 时，不进行该操作。
闭操作窗口 X 闭操作窗口 Y	分别用于设置形态学闭操作窗口在 X、Y 方向上的大小。X、Y 任一值为 0 时，不进行该操作。
使用面积过滤	如勾选，则使用最大面积和最小面积过滤不符合要求的斑点。
使用比值过滤	如勾选，则使用最大比率和最小比率过滤不符合要求的斑点。 比率为斑点轮廓的最小外接斜矩形的长宽比。
使用圆度过滤	如勾选，则使用最大圆度和最小圆度过滤不符合要求的斑点。 轮廓圆度由其面积和周长决定，轮廓越接近圆形，圆度越大，圆度取值范围为 0~1。
使用凸度过滤	如勾选，则使用最大凸度和最小凸度过滤不符合要求的斑点。 轮廓圆度由其面积和其凸包面积决定，轮廓越凸，凸度越大，凸度取值范围为 0~1。
排序	测量、特征输出的排序方式。分别有： 面积：从大到小； 面积：从小到大； 位置：X 增高； 位置：X 减小； 位置：Y 增高； 位置：Y 减小。

斑点输出数量	测量、特征输出的允许输出数量，最多为 200。
--------	-------------------------

输出参数：

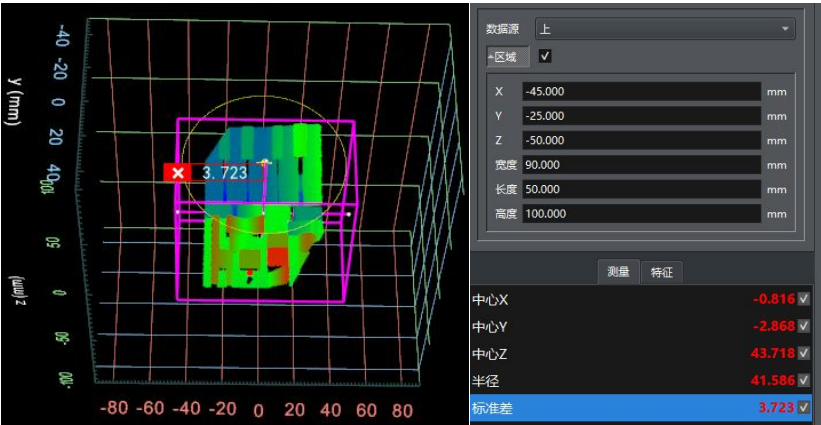
参数	描述
数量	检测到并过滤后的斑点总数量。
面积	斑点面积。
X 中心 Y 中心	斑点轮廓中心位置。
长度 宽度	斑点最小斜矩形包围框的长和宽，长度总是大于宽度。

特征输出：

参数	描述
中心点	斑点轮廓中心点。

6.11.11 球

圆球工具对拟合感兴趣区域内的点云进行圆球拟合，并输出相关特征。

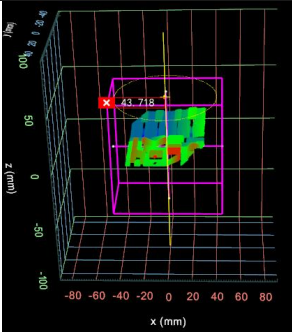
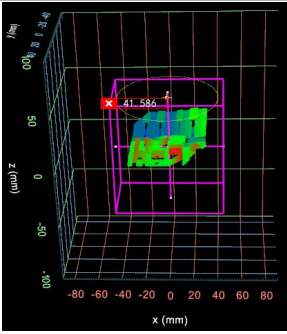
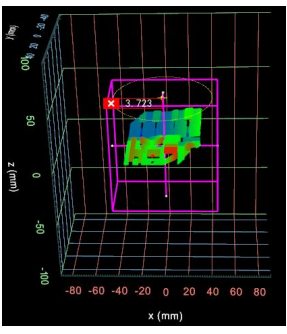


输入参数：

参数	描述
区域	圆球工具感兴趣区域。

输出参数：

参数	描述	示例
中心 X	点云圆球拟合的球心坐标 X。	
中心 Y	点云圆球拟合的球心坐标 Y。	

中心 Z	点云圆球拟合的球心坐标 Z。	
半径	点云圆球拟合的半径。	
标准差	点云圆球拟合的标准差。	

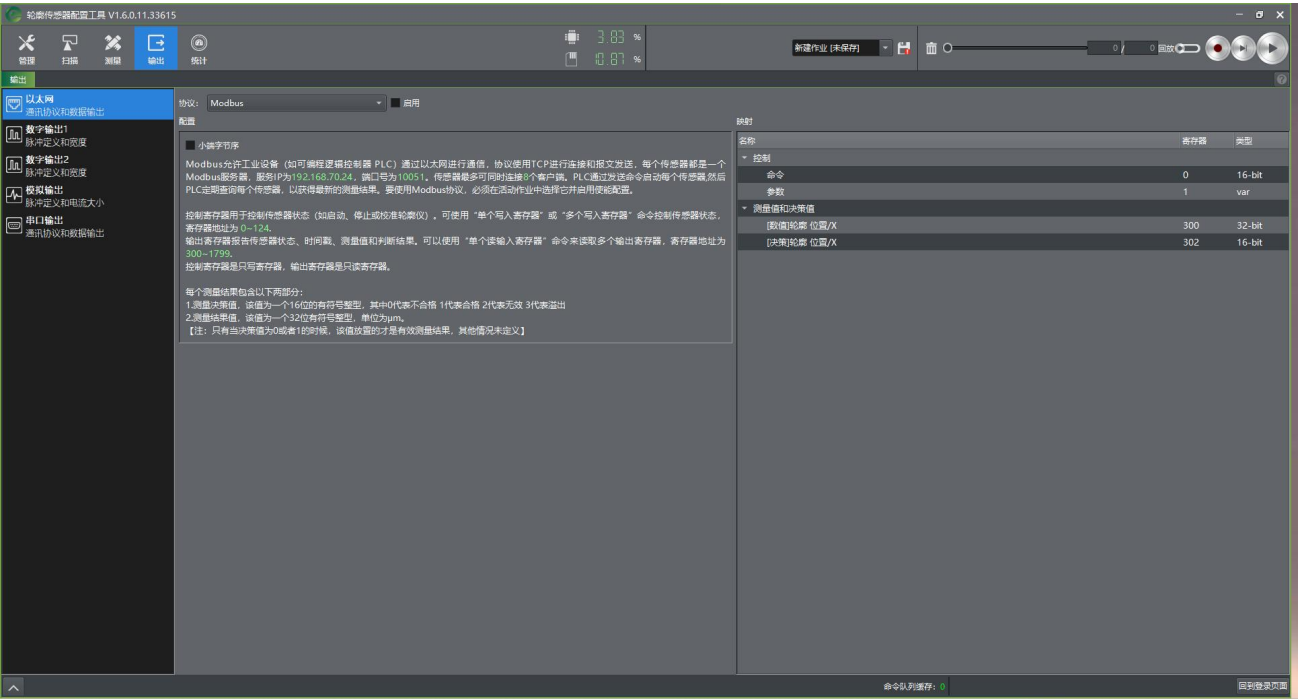
特征输出：

参数	描述	描述
圆球	将拟合圆球作为圆球特征输出。	

6.12 结果输出

6.12.1 输出页面概述

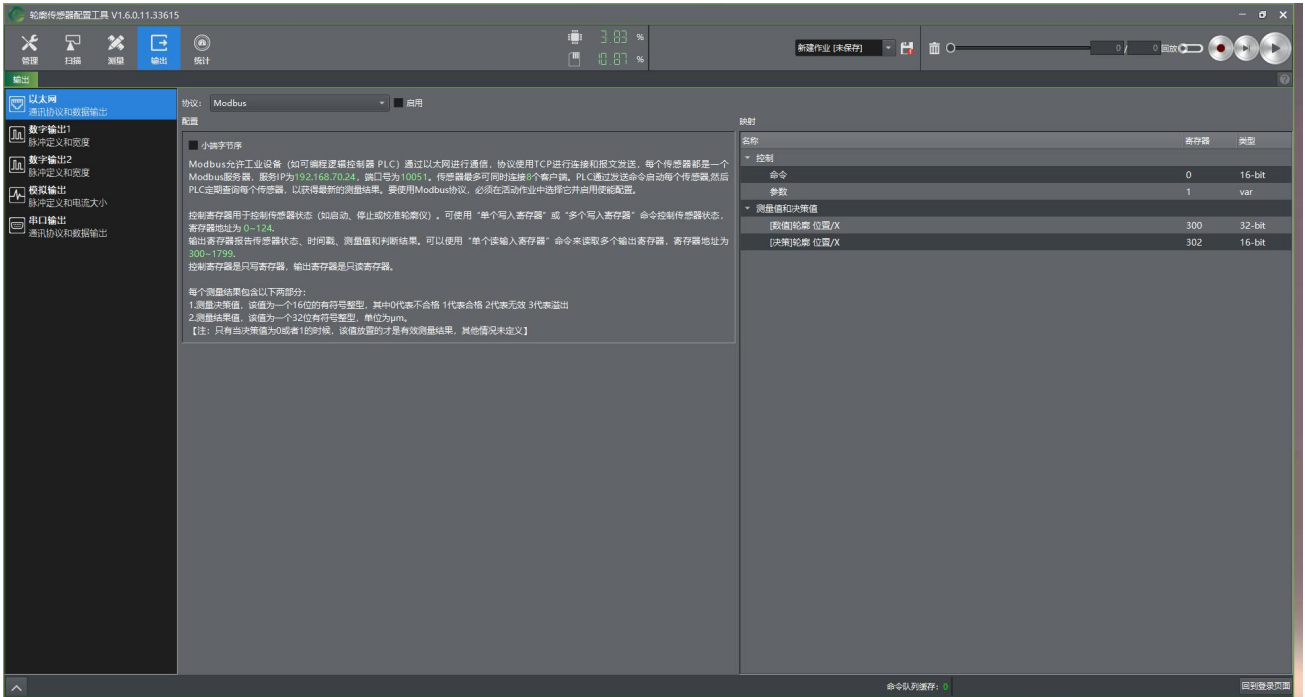
传感器可以通过以太网或串口将测量数据和结果输出至外部设备，在输出页面进行参数设置，页面如下图所示。如果开启输出，需要在页面中选择输出接口和协议后，勾选“启用”选型。



6.12.2 以太网输出

传感器可以通过 TCP 协议接受外部设备的控制或将数据和结果发送给外部设备。支持的协议包括 Modbus TCP, ASCII, Profinet。

■ Modbus TCP



（1）帧结构

Modbus TCP 的数据帧分为两部分：MBAP+PDU。

MBAP 为协议报文头，长度为 7 字节，组成如下：

字段	长度（字节）	描述
事务处理标识	2	报文的序列号，一般每次通信之后就要加 1 以区别不同的通信数据报文。
协议标识符	2	00 00 表示 Modbus TCP 协议。
长度	2	表示消息帧剩余部分的数据长度，包括单元标识符和数据字段。
单元标识符	1	设备地址。

PDU 为协议数据单元，由功能码+数据组成。功能码长度为 1 字节，数据长度不定，由具体功能决定。传感器支持以下功能码：

功能码	描述
-----	----

0x04	读输入寄存器。
0x06	写单个保持寄存器。
0x10	写多个保持寄存器。

（2）寄存器

传感器测量结果数据包括 16 位、32 位数据，所有数据默认以大端格式发送，如需改为小端字节序输出打开相应设置即可，Modbus 寄存器为 16 位宽，如果是 32 位的数据将分散到两个连续的寄存器中。具体的寄存器映射信息如下：

寄存器地址	名称	读写	描述
0~124	控制寄存器	只写	用于 Modbus 控制命令的寄存器。
300~1799	测量值与决策值寄存器	只读	用于测量值与决策值输出的寄存器。

用户在测量工具设置页面的“测量”面板中手动勾选后就会自动生成寄存器映射表，如下图所示：

映射		
名称	寄存器	类型
▼ 控制		
命令	0	16-bit
参数	1	var
▼ 测量值和决策值		
[数值]轮廓 位置/X	300	32-bit
[决策值]轮廓 位置/X	302	16-bit

● 控制寄存器

控制寄存器用于控制传感器状态(如启动或停止)。可使用“写单个保持寄存器”或“写多个保持寄存器”命令控制传感器状态，寄存器地址为 0~124。

寄存器地址	名称	读写	描述
0	命令寄存器	只写	一个 16 位命令，有关可用命令值的列表，请参见下表。

命令寄存器列表：

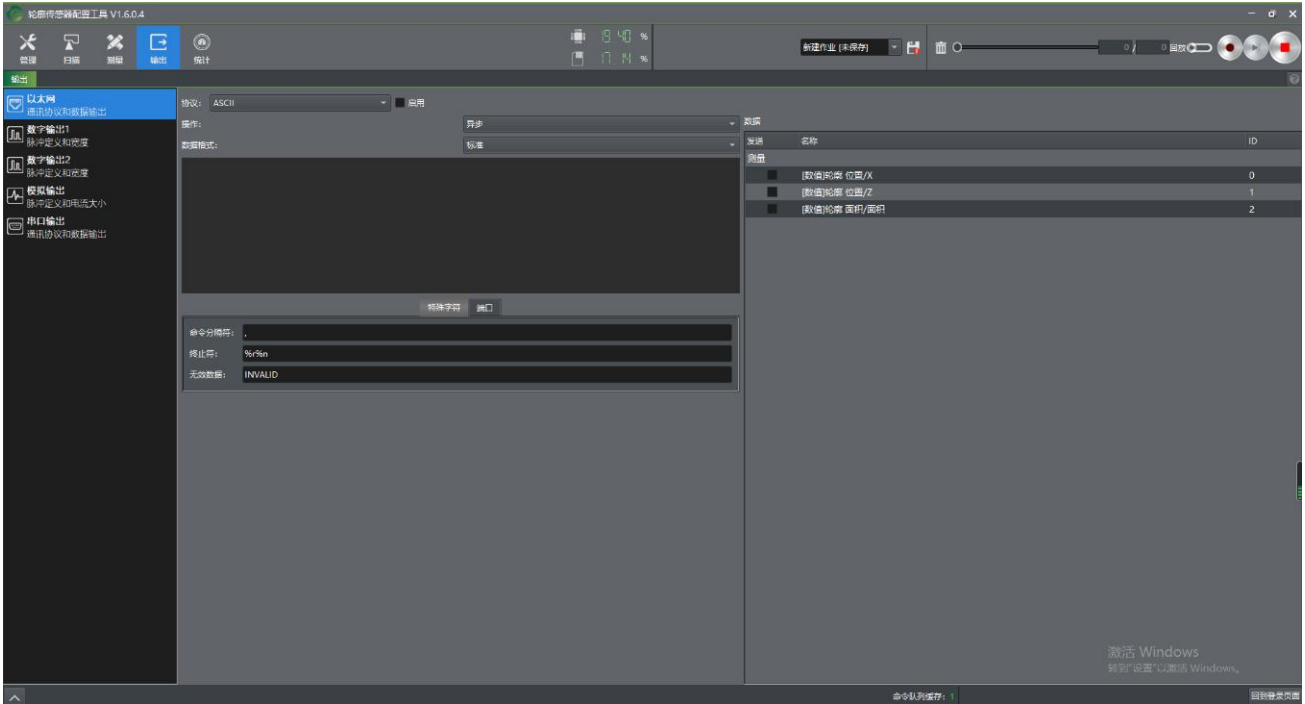
命令寄存器值	名称	描述
0	停止扫描	停止传感器运行。
1	启动扫描	启动传感器运行。
2	切换作业	按作业索引号切换作业。此命令要写多个保持寄存器，即功能码为 0x10，寄存器 0 中写入 2，寄存器 1 中写入要切换的作业索引号。

● 测量值与决策值寄存器

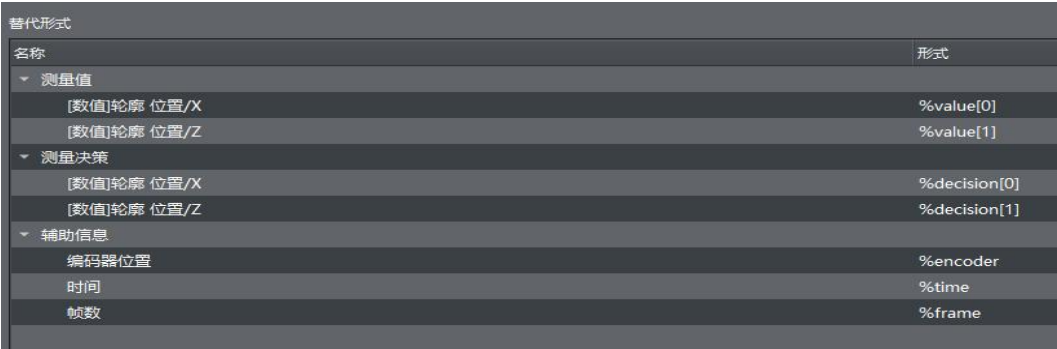
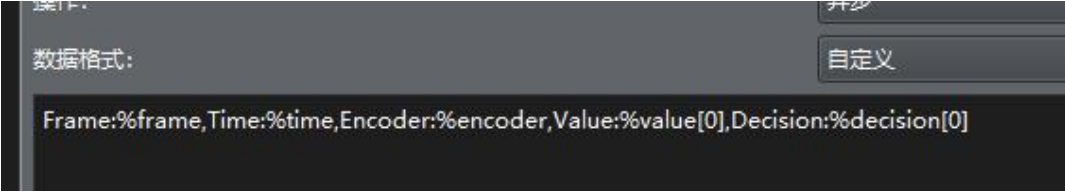
测量值为一个 32 位的有符号整型数值，分散存入两个连续的寄存器中，单位 μm ，决策值为一个 16 位的有符号整型数值。只有决策值为 0 或 1 时该寄存器存储的才是一个有效的测量结果,读取到的结果除以 1000 即为实际测量值。

寄存器地址	名称	类型	描述
300	测量值 0 高位	16 位	测量值。
301	测量值 0 低位	16 位	
302	决策值 0	16 位	0 代表不合格，1 代表合格，2 代表无效，3 代表溢出。
303	测量值 1 高位	16 位	测量值。
304	测量值 1 低位	16 位	
305	决策值 1	16 位	0 代表不合格，1 代表合格，2 代表无效，3 代表溢出。
...	...	...	...
1799	决策值 499	16 位	0 代表不合格，1 代表合格，2 代表无效，3 代表溢出。

■ ASCII



设置项	描述
操作模式	异步模式下，当数据一旦可用即进行发送。 轮询模式下，需要用户发送请求命令来获得测量结果。
数据格式	标准格式：为默认格式，用户在右侧“数据”面板勾选相应复选框，以选择要发送的测量项。 例：M0,V-16850,D0,M1,V26978,D0 M 字符后为参数 ID,V 字符后为测量结果,D 字符后为测量决策值。 标记及附加信息：用户在右侧“数据”面板勾选相应复选框，以选择要发送的测量项，同时输出时间戳和编码器值等附加信息。 例：T12399525261,E0,M0,V-16699,D0,M1,V26988,D0 默认格式基础上输出时间戳及编码戳附加信息。 自定义：用户在编辑器中使用右侧“替换形式”中列出的形式创建自定义数据格式，输出项之间的分隔符需要与特殊字符中设置的分隔符一致，否则自定义格式无效。 例：Frame:50486,Time:25243051031,Encoder:0,Value:-16850,Decision:0

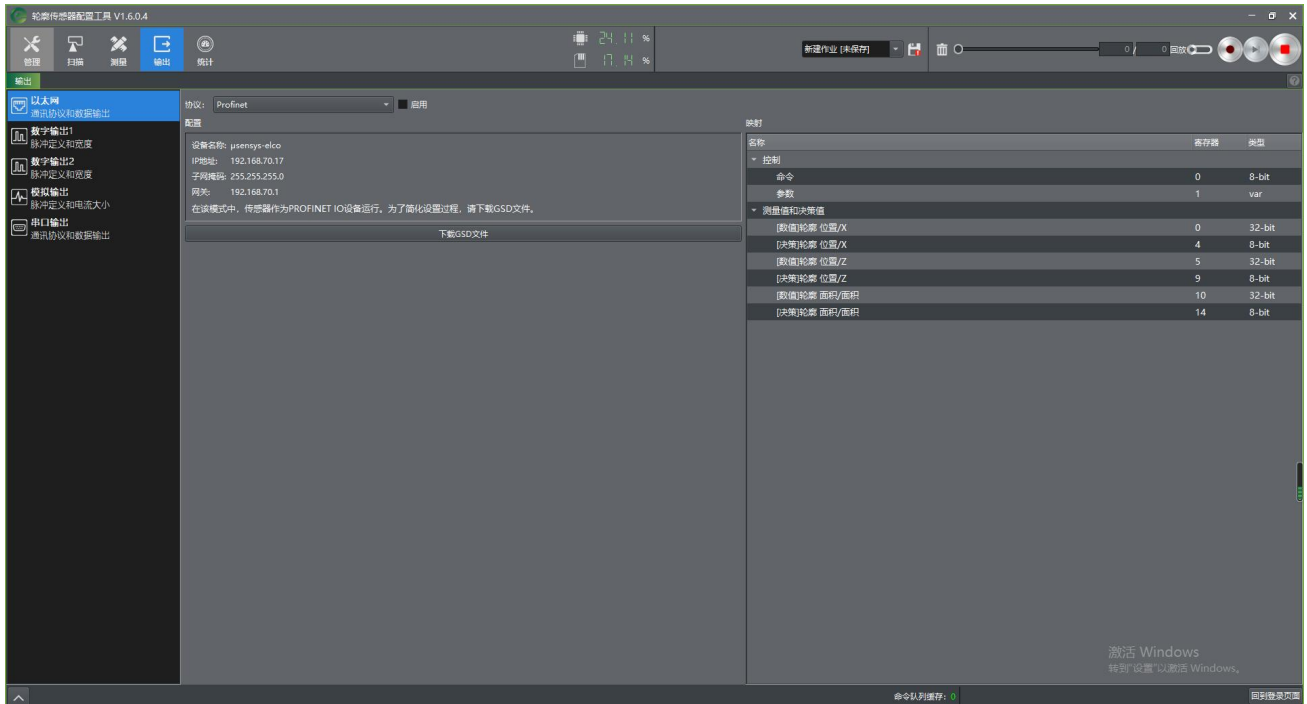
	自定义输出格式设置如下图：  
特殊字符	设置命令分隔符、分隔符终止符和无效值字符。

传感器现支持的命令如下：

命令	描述	回复
Start	启动传感器。	成功：Start OK 失败：Error
Stop	停止传感器。	成功：Stop OK 失败：Error
Result, 测量 ID, 测量 ID...	向传感器请求指定测量 ID 的最新结果。	成功：OK，数据字符串 失败：Error
SwitchJob, 作业索引号	切换作业。	成功：SwitchJob,作业索引号 OK 失败：Error

发送命令的分隔符与终止符需要与在特殊字符页面中设置的字符一致，否则命令无效。

■ Profinet



Profinet 是一种工业以太网网络协议，允许 PLC 等控制器与传感器进行通信。传感器是一致性等级为 A 的 Profinet I/O 设备。

为了简化使用过程，单击“下载 GSD 文件”按钮以下载 GSD 文件，以便与用户的 PLC 等控制器结合使用。

传感器现支持的模块有控制模块和测量模块，控制模块长度为 10 个字节，测量模块长度占 800 个字节。

寄存器地址	名称	读写	描述
0~9	控制模块寄存器	只写	用于 profinet 控制模块的寄存器。
0~799	测量模块寄存器	只读	用于 profinet 的测量模块寄存器。

● 控制模块

控制模块用于控制传感器状态(如启动或停止)。模块地址为 0~9。

寄存器地址	名称	读写	描述
0	命令寄存器	只写	一个 8 位命令，有关可用命令值的列表，请参见下表。

命令寄存器列表：

命令寄存器值	名称	描述
0	停止扫描	停止传感器运行。
1	启动扫描	启动传感器运行。
2	切换作业	按作业索引号切换作业。寄存器 0 中写入 2，寄存器 1 中写入要切换的作业索引号。

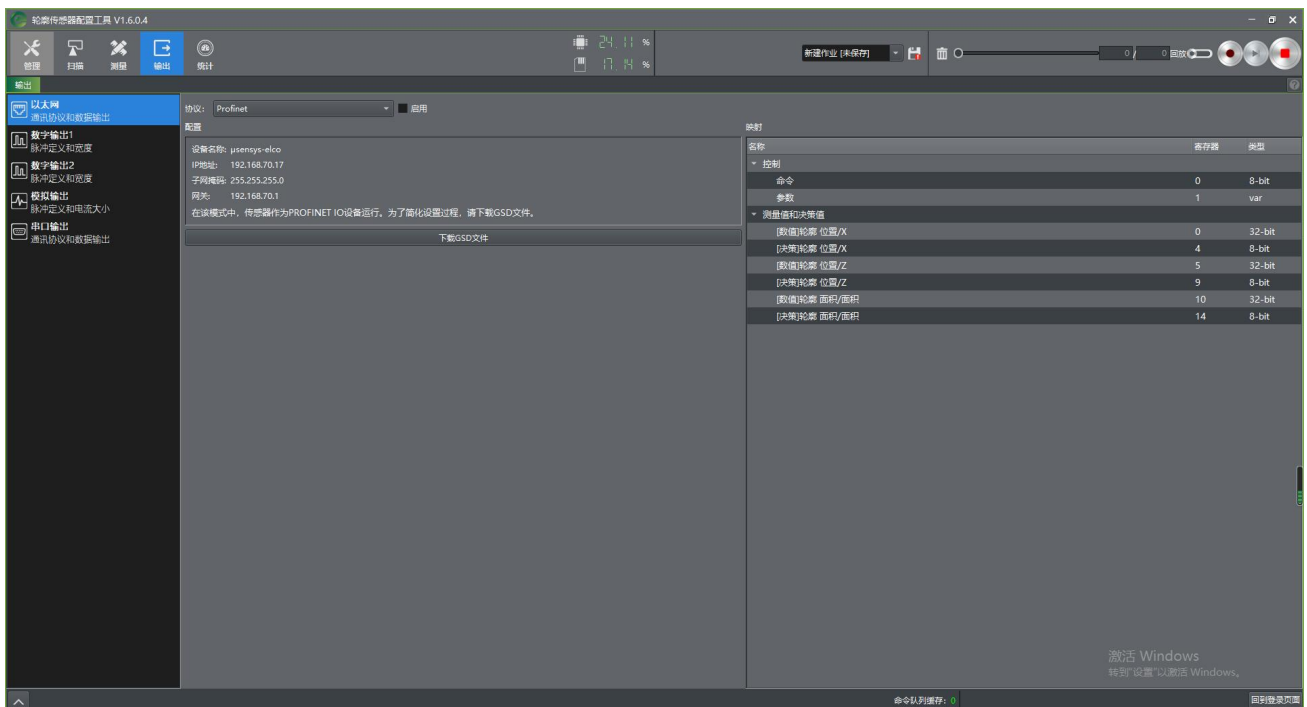
● 测量模块

测量和判断结果仅以大端格式发送。每个测量加判断结果占用 5 个字节，因此该模块可以容纳最多 $800 / 5 = 160$ 个测量 + 判断结果。

寄存器地址	名称	类型	描述
0~3	测量值 0	32 位	测量值。
4	决策值 0	8 位	0 代表不合格，1 代表合格，2 代表无效，3 代表溢出。
5~8	测量值 1	32 位	测量值。
9	决策值 1	8 位	0 代表不合格，1 代表合格，2 代表无效，3 代表溢出。
10~13	测量值 2	32 位	测量值。
14	决策值 2	8 位	0 代表不合格，1 代表合格，2 代表无效，3 代表溢出。
...	...	...	...
799	决策值 159	8 位	0 代表不合格，1 代表合格，2 代表无效，3 代表溢出。

6.12.4 数字输出

传感器可将测量判断结果，曝光时序或校准与否信息转换为数字输出脉冲，数字输出脉冲可用于输出 PLC 或控制外部设备。每个传感器支持两个数字输出通道。



输出事件类型：测量结果，曝光开始，曝光结束，校准

1. 测量结果



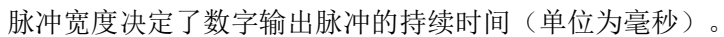
如果在数据列表中选择了多个判断结果，对应结果选择了“合格”时，即所有已选择测量项均合格时激活输出信号。对应结果选择“不合格或无效”时，即所选测量项中有任何一个不合格或无效时激活输出信号。对应结果选择“持续”时，即所选测量项中有结果时激活输出信号。每帧只激活一次信号输出。

信号类型指定数字输出是脉冲信号还是连续信号。如果设为“脉冲”就需要指定脉冲宽度以及延时方式。如果设为“连续”则在下次信号转换前其状态保持不变。

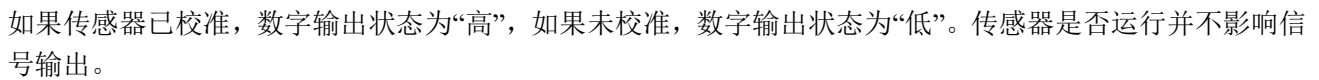
脉冲宽度决定了数字输出脉冲的持续时间（单位为毫秒），信号类型为脉冲时可设此项。

延时输出即调度方式，信号类型为脉冲时可此项。非延时模式即测量结果产生后信号立即输出。延时模式即传感器曝光开始信号产生后经过一段时间延时再激活输出。

2. 曝光信号



3. 校准信号



6.12.5 模拟量输出

1. 测量结果输出

The screenshot shows a '配置' (Configuration) window with the following settings:

- 电流范围:** (Current Range) section:
 - 数据范围:** (Data Range) is set to -110 to 115.
 - Text: 指定输出参数值的范围, 用于按比例计算下方的电流大小。
 - Text: 默认输出的单位根据输出类型为长度、面积、体积或者度。在指定范围外的数值将被最大值或者最小值代替。
 - 电流范围:** (Current Range) is set to 5.000 to 19.000 mA.
 - ☒ **无效** (Invalid) is checked, with a slider set to 12.976 mA.
- ☒ **延迟输出** (Delayed Output) is checked.
- 延迟:** (Delay) is set to 321 us.
- 延迟类型:** (Delay Type) is set to 时间(us) (Time(us)).

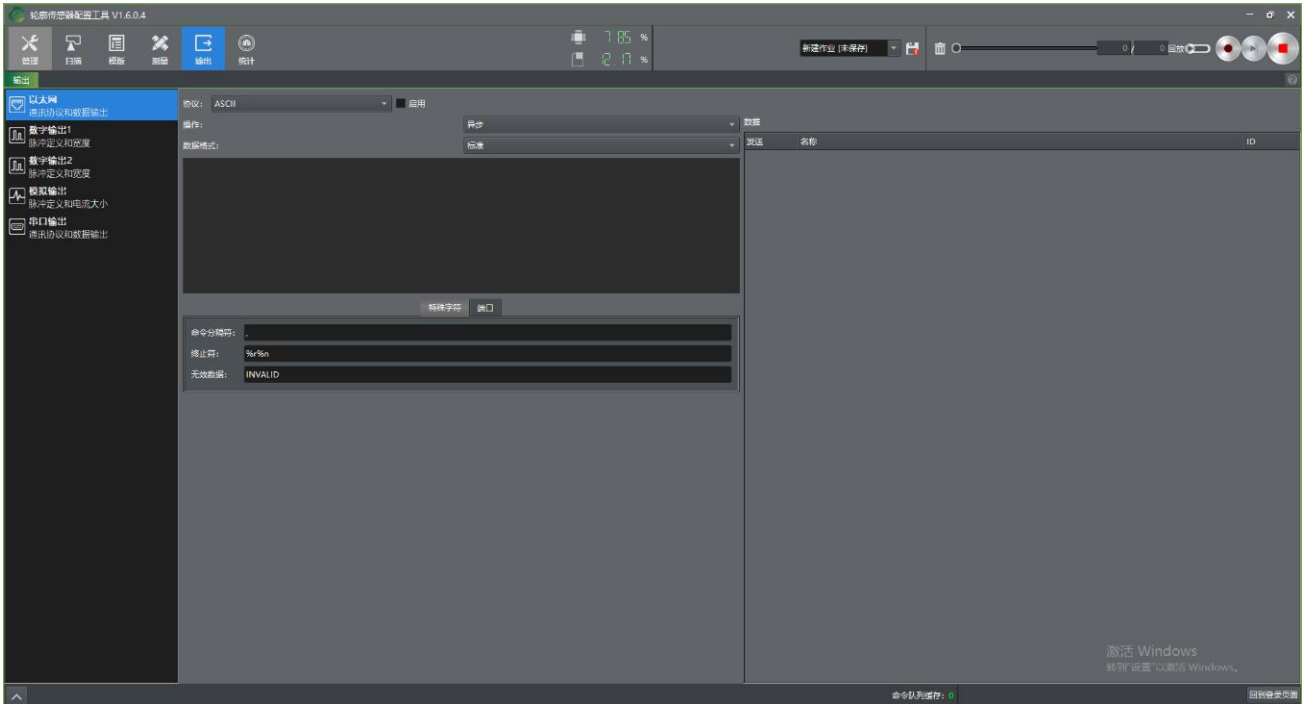
在数据列表中选择模拟量要输出的测量项（只可以选择一项），指定数据范围，此处指定的值决定测量值如何调整为最小和最大电流输出。对于尺寸（例如距离）测量、面积测量和体积测量，数据标度值的单位分别为毫米、平方毫米和立方毫米；对于角度结果，数据精度值的单位为度。

指定电流范围和无效电流值。 此处指定的值决定最小和最大电流值（单位为毫安）。如果选中无效，当测量值无效时，会使用通过滑块指定的电流值。如果未选中无效，当测量值无效时，输出保留上一个值。

指定输出为即时输出还是延时输出。 模拟信号可立即激活或在预定时间激活。如果需要延时输出，请选中延时选项。 自传感器曝光开始，经过一段指定的延迟时间后，输出变为激活状态。

6.12.6 串口输出

传感器可以通过 RS-485 串口将数据和结果发送给外部设备，支持的协议为 ASCII。



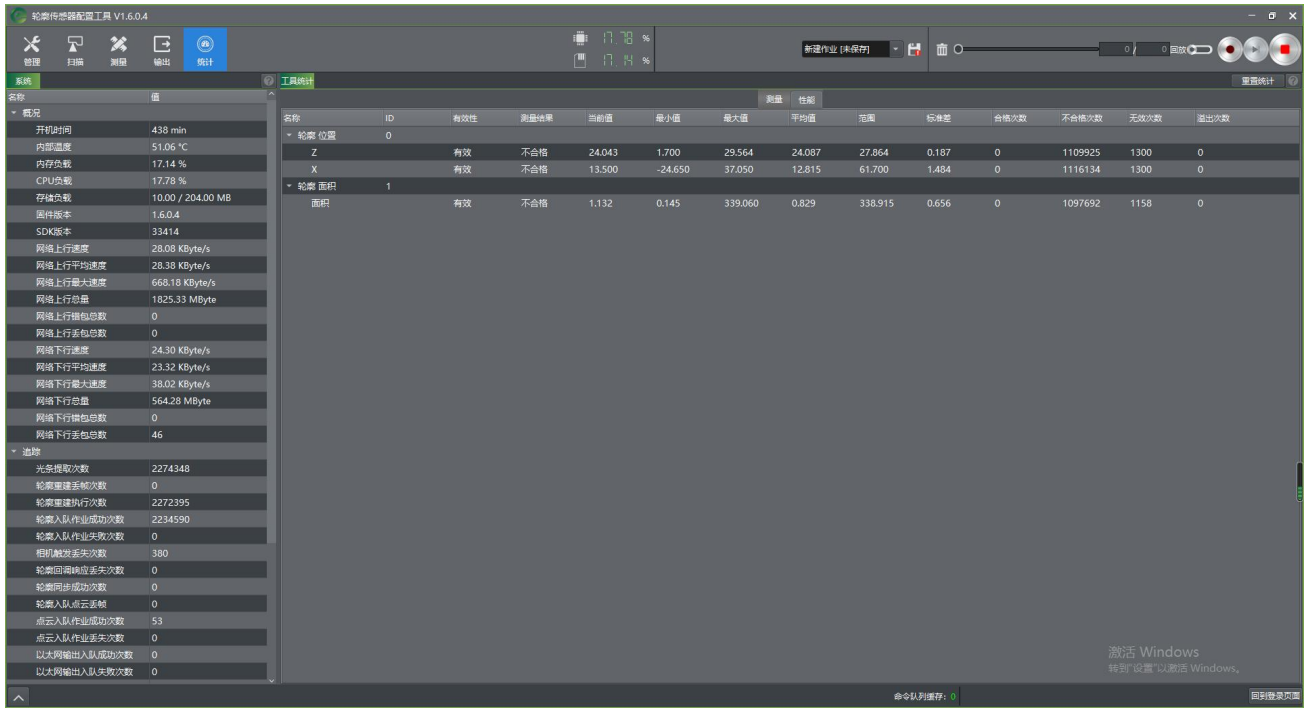
设置项	描述
波特率	串口输出的速率。
数据格式	标准格式：为默认格式，用户在右侧“数据”面板勾选相应复选框，以选择要发送的测量项。 标记及附加信息：用户在右侧“数据”面板勾选相应复选框，以选择要发送的测量项，同时输出时间戳和编码器值等附加信息。 自定义：用户在编辑器中使用右侧“替换形式”中列出的形式创建自定义数据格式，输出项之间的分隔符需要与特殊字符中设置的分隔符一致，否则自定义格式无效。
特殊字符	设置命令分隔符、分隔符终止符和无效值字符。

传感器串口 ASCII 通信使用以下连接设置：

参数	数值
波特率	9600，19200，38400，57600，115200，230400
停止位	1
数据位	8
奇偶校验	无

6.13 状态统计

统计页面主要列出传感器当前的运行状态、测量结果和测量工具性能的统计数据。



元素	描述
系统	显示系统运行状态信息。
工具统计	显示测量结果和测量工具的性能。

6.13.1 系统信息

系统信息可以查看系统状态信息和系统跟踪信息。

名称	值	▼ 追踪	
▼ 概况		光条提取次数	0
开机时间	1 min	轮廓重建丢帧次数	0
内部温度	42.82 °C	轮廓重建执行次数	0
内存负载	10.81 %	轮廓入队作业成功次数	0
CPU负载	7.64 %	轮廓入队作业失败次数	0
存储负载	11.00 / 204.00 MB	相机触发丢失次数	0
固件版本	1.4.0.11	轮廓回调响应丢失次数	0
SDK版本	32506	轮廓同步成功次数	0
网络上行速度	13.15 KByte/s	轮廓入队点云丢帧	0
网络上行平均速度	13.08 KByte/s	点云入队作业成功次数	0
网络上行最大速度	14.53 KByte/s	点云入队作业丢失次数	0
网络上行总量	1.17 MByte	以太网输出入队成功次数	0
网络上行错包总数	0	以太网输出入队失败次数	0
网络上行丢包总数	0	数字1输出入队成功次数	0
网络下行速度	0.98 KByte/s	数字1输出入队失败次数	0
网络下行平均速度	0.96 KByte/s	数字2输出入队成功次数	0
网络下行最大速度	1.43 KByte/s	数字2输出入队失败次数	0
网络下行总量	0.09 MByte	模拟星输出成功入队次数	0
网络下行错包总数	0	模拟星输出入队失败次数	0
网络下行丢包总数	0	串口输出入队成功次数	0
		串口输出入队失败次数	0

■ 系统状态信息

名称	描述
开机时间	自传感器通电或复位开始的时长。
内部温度	传感器内部温度。
内存负载	传感器内存利用率(已用 MB 数/可用 MB 总数)。
CPU 负载	传感器 CPU 利用率。
存储负载	传感器闪存利用率(已用 MB 数/可用 MB 总数)。
固件版本	传感器固件版本。
SDK 版本	传感器 SDK 版本。
网络上行速度	传感器网络上行速度。
网络上行平均速度	传感器网络上行平均速度。

网络上行最大速度	传感器网络上行最大速度。
网络上行总量	传感器网络上行总量。
网络上行错包总数	传感器网络上行错包总数。
网络上行丢包总数	传感器网络上行丢包总数。
网络下行速度	传感器网络下行速度。
网络下行平均速度	传感器网络下行平均速度。
网络下行最大速度	传感器网络下行最大速度。
网络下行总量	传感器网络下行总量。
网络下行错包总数	传感器网络下行错包总数。
网络下行丢包总数	传感器网络下行丢包总数。

■ 系统跟踪历史信息

名称	描述
光条提取次数	传感器光条提取次数。
轮廓重建丢帧次数	传感器轮廓重建丢帧次数。
轮廓重建执行次数	传感器轮廓重建执行次数。
轮廓入队作业成功次数	传感器轮廓测量结果入队成功次数。
轮廓入队作业失败次数	传感器轮廓测量结果入队失败次数。
相机触发丢失次数	传感器相机触发丢失次数。
轮廓回调响应丢失次数	传感器轮廓回调响应丢失次数。
轮廓同步成功次数	传感器轮廓同步成功次数。
轮廓入队点云丢帧	传感器点云轮廓丢帧次数。

点云入队作业成功次数	传感器点云测量结果入队成功次数。
点云入队作业失败次数	传感器点云测量结果入队失败次数。
以太网输出入队成功次数	以太网协议输出测量结果入队成功次数。
以太网输出入队失败次数	以太网协议输出测量结果入队失败次数。
数字 1 输出入队成功次数	数字 1 输出测量结果入队成功次数。
数字 1 输出入队失败次数	数字 1 输出测量结果入队失败次数。
数字 2 输出入队成功次数	数字 2 输出测量结果入队成功次数。
数字 2 输出入队失败次数	数字 2 输出测量结果入队失败次数。
模拟量输出入队成功次数	模拟量输出测量结果入队成功次数。
模拟量输出入队失败次数	模拟量输出测量结果入队失败次数。
串口协议输出入队成功次数	串口协议输出测量结果入队成功次数。
串口协议输出入队失败次数	串口协议输出测量结果入队失败次数。

6.13.2 测量工具结果统计

测量工具统计信息可以查看测量结果统计和性能统计，重置统计按钮可复位工具统计作息。

■ 测量统计信息

工具统计													
重置统计													
名称	ID	有效性	测量结果	当前值	最小值	最大值	平均值	范围	标准差	合格次数	不合格次数	无效次数	溢出次数
▼ 轮廓 位置	0												
Z		有效	不合格	24.190	1.700	29.564	24.089	27.864	0.185	0	1134864	1300	0
X		有效	不合格	13.550	-24.650	37.050	12.832	61.700	1.472	0	1141073	1300	0
▼ 轮廓 面积	1												
面积		有效	不合格	1.183	0.145	339.060	0.835	338.915	0.650	0	1122631	1158	0

名称	描述
有效性	测量值是否有效。
测量结果	测量值是否合格。

当前值	当前测量值。
最小值	统计出的最小值。
最大值	统计出的最大值。
平均值	统计出的平均值。
范围	测量最大值最小值之间的差。
标准差	测量值的标准差。
合格次数	测量结果的合格次数。
不合格次数	测量结果的不合格次数。
无效次数	测量结果无效次数。
溢出次数	测量结果溢出次数。

■ 性能统计

性能统计显示在测量面板添加的所有测量工具的性能统计信息。

工具统计					
		测量	性能		
名称	ID	上一个(μs)	最小值(μs)	最大值(μs)	平均值(μs)
轮廓 位置	0	62	44	12270	68
轮廓 面积	1	217	14	11941	236

名称	描述
上一个(μs)	工具的上次执行时间。
最小值(μs)	工具执行的最短执行时间。
最大值(μs)	工具的最大执行时间。
平均值(μs)	工具的平均执行时间。