

3D 相机硬件使用说明书

版本	V1.0
日期	2020/11/24
公司	西安知象光电科技有限公司
适用范围	Surface HD 3D 相机系列产品

目录

1 概述.....	1
1.1 3D 相机概念.....	1
1.2 系统要求.....	1
2 适用范围.....	2
3 术语.....	2
4 硬件基本组成介绍.....	3
4.1 硬件规格表.....	3
4.2 产品尺寸规格.....	6
4.3 外部接口.....	9
4.3.1 相机外部接口定义.....	9
4.3.2 电源供电输入要求.....	10
4.3.3 外部触发电平要求.....	10
4.3.4 PLC 外部触发输入.....	10
4.3.5 装箱清单：详见附件.....	12
5 安装与连接相机.....	13
5.1 USB 数据线连接.....	13
5.2 POE 网线连接.....	14
5.3 网线直连.....	15
6 3Dviewer 软件使用说明.....	17
7 简易故障排除.....	19
8 注意事项.....	20
9 背景知识.....	20
9.1 3D 与 2D 视觉对比.....	20
9.2 不同 3D 视觉技术的对比.....	21

1 概述

1.1 3D 相机概念

3D 相机的特点在于，它可以测量普通 2D 相机无法测量的深度数据。深度数据，就是物体表面到相机的垂直距离。所以 3D 相机可以获取深度值 Depth。如果还内置了彩色摄像头，就可以同时获得 RGB 图像和深度图像，即 RGB-D。

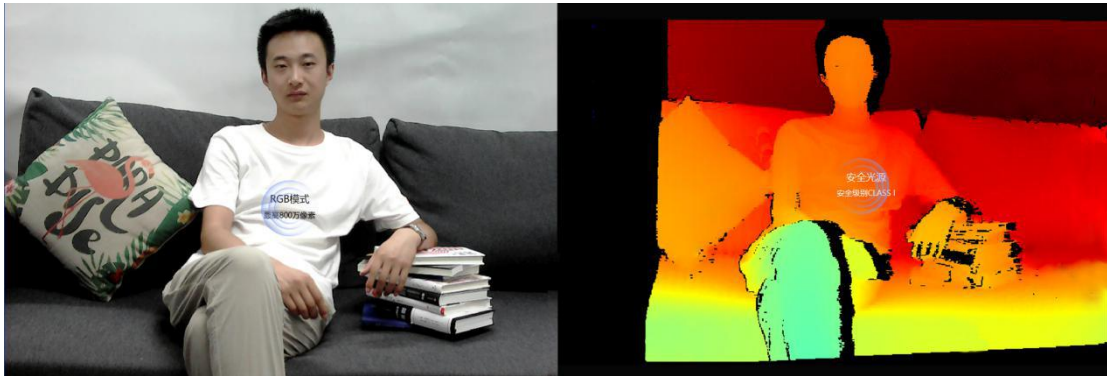


图 1

3D 相机输出的深度信息可以通过不同的形式显示出来。在上图示例中，左边为彩色图，右边为深度图。深度图中的不同颜色，表示物体表面到相机的垂直距离，青色表示距离相机最近，而红色则表示距离相机最远。其实深度图的显示，使用什么颜色不重要，只是为了便于识别。

1.2 系统要求

- (1) 计算机硬件要求：Windows
- (2) USB 3.0
- (3) 双核，主频 2.2+GHz 或以上
- (4) 内存最低 4GB RAM，建议 8GB
- (5) 操作系统
- (6) Windows 8,10（64 位）
- (7) Linux Ubuntu 16.04/18.04
- (8) 公司为客户提供 Windows/Linux 系统下的 SDK 开发包，示例程序，支持 C++/C 语言开发。SDK 包请查询官网下载获取或联系售后支持，二次开发用户请参阅《3D 相机软件开发用户指南》。

2 适用范围

本文适用 Surface HD 系列工业面扫描 3D 相机。

3 术语

3D 相机： 可以获取物体三维点云和 RGB 颜色的相机，参见图 1。

3D camera: Cameras that can get point cloud and color about object surface from a distance.

A camera contains two IR sensors and one RGB sensor.

SDK： 软件开发工具包(Software Development Kit)

SDK: Software Development tool Kit

深度： 测量点到相机坐标系 XY 平面的距离

Depth: Measure the Z distance from object surface points to the camera.

点云： 物体表面采样点的集合，每个点拥有在相机坐标系下的 XYZ 坐标

Point cloud: a set of measured points with x,y,z coordinates on object surface

软触发 Soft trigger: 相机工作在待机模式，当软件触发（按钮点击、执行脚本或者调用软件接口）后实现拍照或者其它功能的行为

Soft trigger: The camera works in standby mode and performs the act of taking an image or other function when the software is triggered (button clicks, scripts are executed, or the software interface is called)

外触发： 相机响应外部输入触发信号进行采图，以实现和其他设备同步。

External trigger: The camera can accept external hardware trigger thereby synchronizing the camera with other devices.

HDR: （High Dynamic Range）高动态范围。

4 硬件基本组成介绍

4.1 硬件规格表

表 1.工业面扫描 3D 相机性能指标

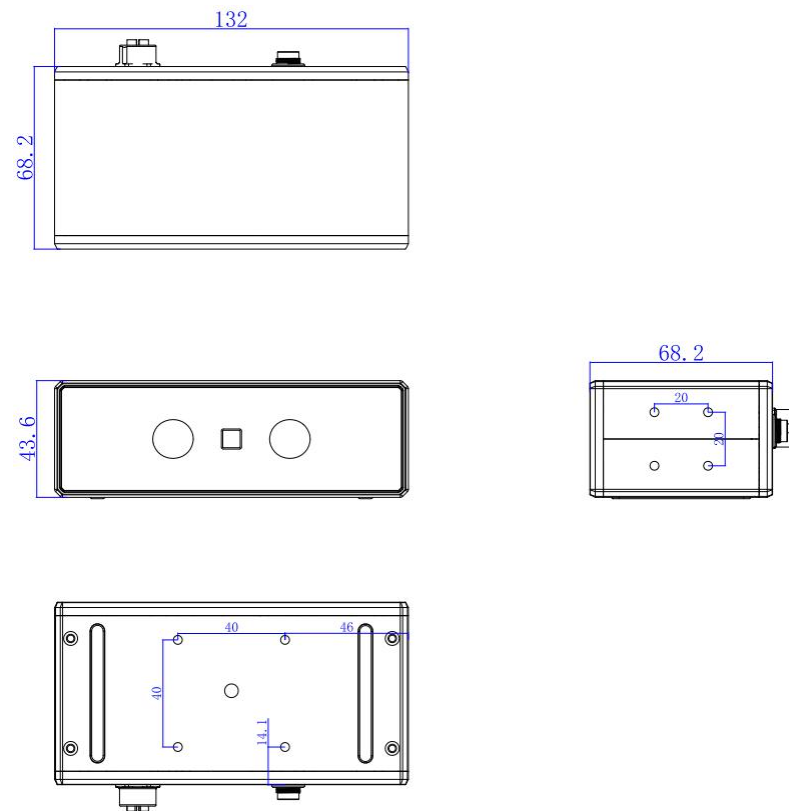
型号	Surface HD 08	Surface HD 20	Surface HD 50	Surface HD100
原理	双目结构光			
光源	蓝光激光		红光激光/红外激光 ¹	
最佳工作距离（mm）	80±20	200±50	500±250	900±500
最大工作距离（mm）	100	250	750	1400
FOV	H39°x V25°		H55°x V36°	H31°x V52°
视场边长@工作距离（mm）	40×25 @60	103×53@150	210×160@250	390×260 @400
	65×35 @80	148×96@200	520×320@500	900×580 @900
	68×45@100	160×97 @250	735×490@750	1372×900 @1400
点距@工作距离（mm）	0.035@80	0.070@200	0.273@500	0.500@900
重复精度 ² （mm）	±0.02	±0.05	±0.15	±0.25
外壳材质	铝合金			
外观尺寸 ³ （mm）	132x68.2x43.6	132x68.2x43.6	160x70x43.6	240x70x43.6

重量（Kg）	0.4	0.4	0.5	0.75
深度图分辨率@最大帧率	1920x1200@max 8fps; 960x600@max15fps;			
彩色图分辨率	无		1920x1080@20fps	
数据输出	深度图		彩色图+深度图	
图像对齐	无		支持深度图、彩色图对齐	
快门	1/200 s 至 1/10 s			
增益	1x 至 16x			
最小采集时间	单帧深度图最小采集时间为 50ms，传输时延 50ms.			
外部触发	软触发、硬触发			
供电接口	广濑六芯，24V DC			
数据接口 ⁴	千兆以太网，支持 POE 供电；USB3.0			
整机平均功耗	5W			
使用环境	仅室内			
工作温度	-10℃ ~ 45℃			
储存温度	-20℃ ~ 70℃			
工作湿度	20% ~ 65%无凝露			

防水等级 ⁵	IP65
SDK 支持操作系统	Linux（Ubuntu18.04）； Windows 8/10
注释	<ol style="list-style-type: none"> 1. 标配为红光；近红外波段可根据用户需求定制。 2. 重复精度是实验室标准环境采用标准测试方法得到，用户具体使用环境有可能会影响精度。 3. 产品外形尺寸可根据用户需求定制。 4. 支持 IEEE 802.3af 标准 POE 供电。 5. 仅限于纯网口接口的产品，需要使用 USB3.0 接口的产品不支持 IP65，选购时请注意。

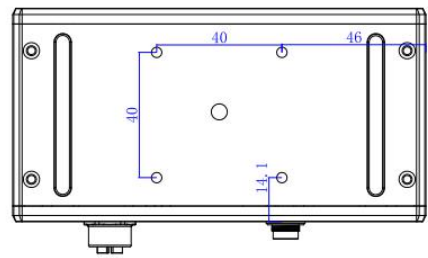
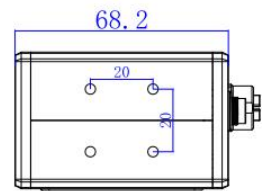
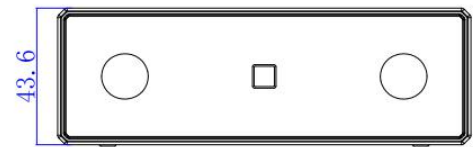
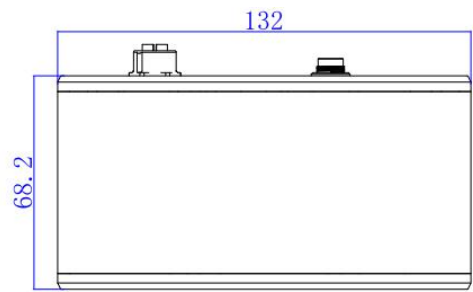
4.2 产品尺寸规格

Surface HD 08



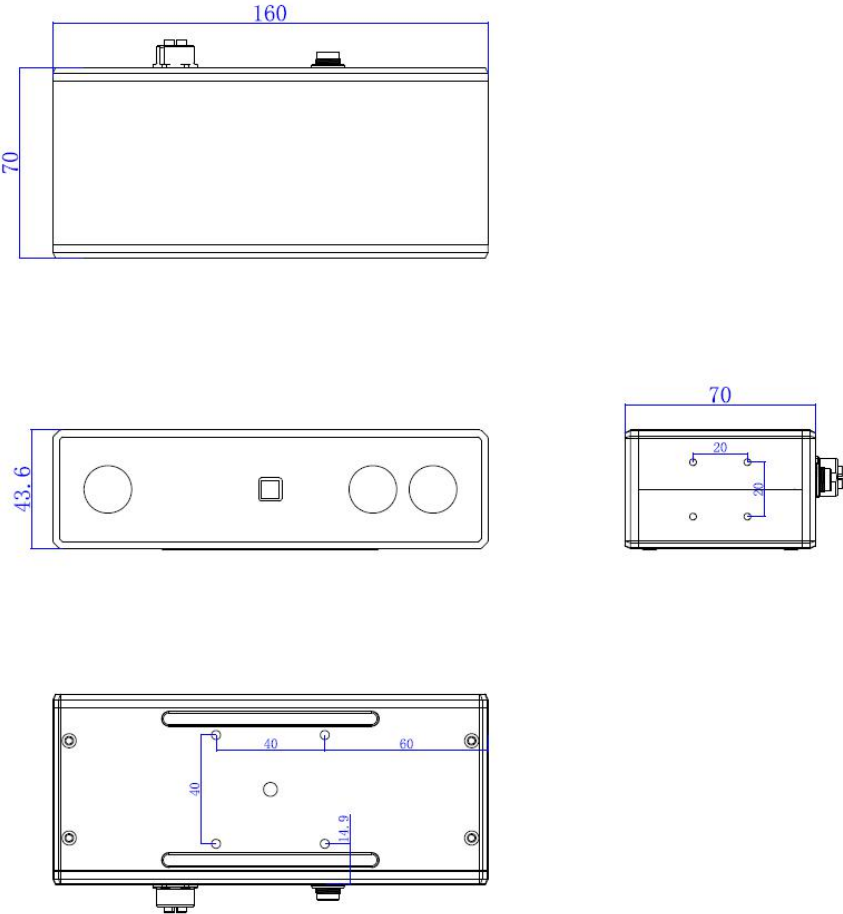
单位: mm

Surface HD 20



单位: mm

Surface HD 50



单位： mm

4.3 外部接口

4.3.1 相机外部接口定义

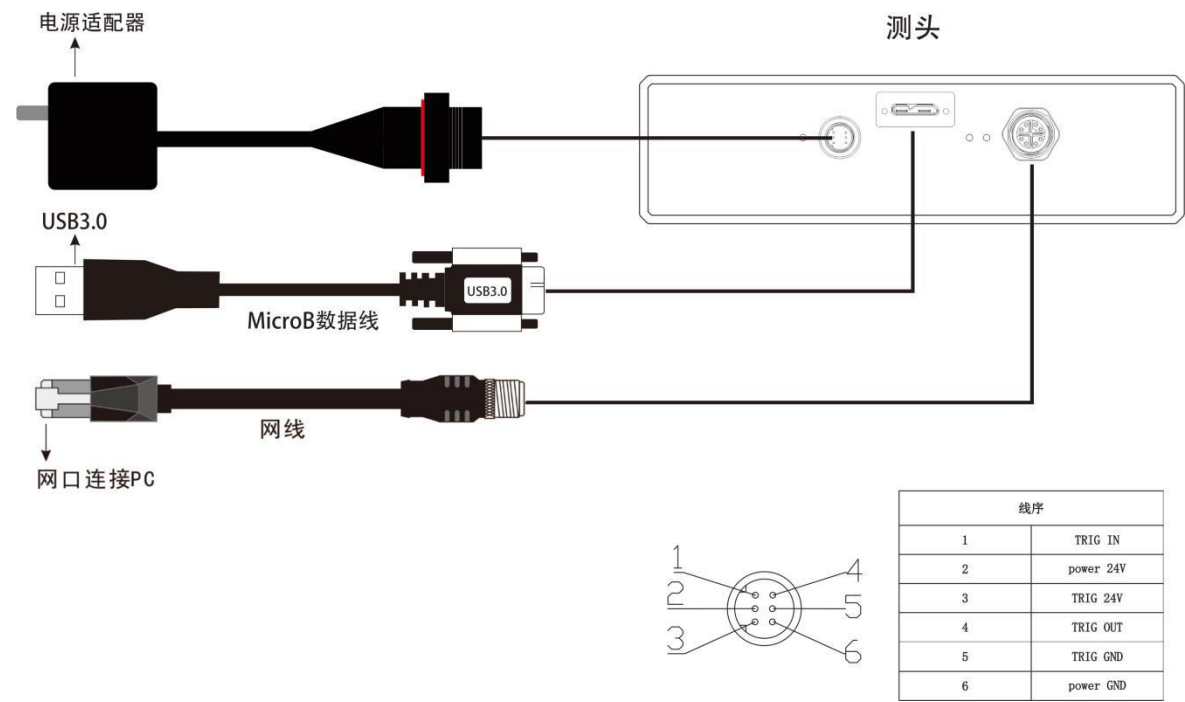


图2 3D 相机外部接线示意图（注意：USB3.0 是选配接口）

4.3.2 电源供电输入要求

- (1) 支持直流电源供电和 IEEE 802.3af 标准 POE 供电；可选用其中任意一种方式。
- (2) 3D 相机电源线端的输入电源为 DC 24V；（见图 2）
- (3) TRIG GND 和 GND 必须分开接，不可合并输入；
- (4) 2 和 3 都是 24V 输入，建议两根线合并输入。

4.3.3 外部触发电平要求

- (1) TRIG IN 为 9V ~ 24V：方波，脉冲宽度为 1ms ~ 3ms，上升沿有效；（见图 2）
- (2) TRIG OUT 为 24V；方波，脉冲宽度为 2ms；
- (3) 外部触发输入尽量做屏蔽，避免干扰导致误触发；
- (4) 触发脉冲速率应小于等于 3D 相机帧率。

4.3.4 PLC 外部触发输入

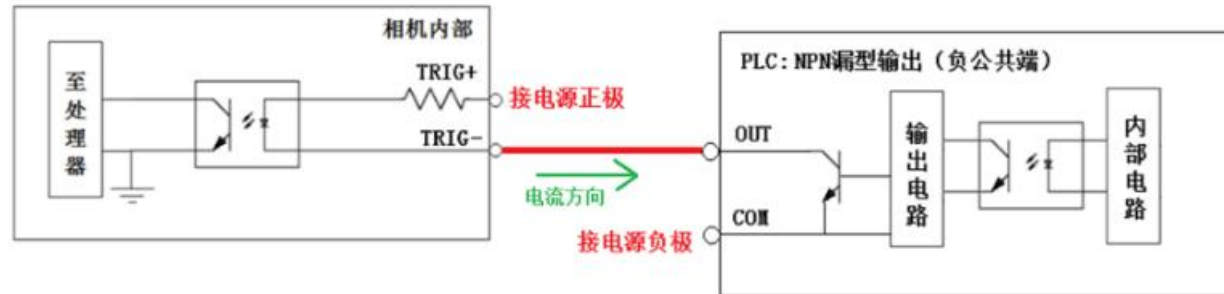
本产品支持外部 PLC NPN 型/PNP 型漏级触发输入。接口定义及接线要求参考以下表格和图片。

NPN 模式

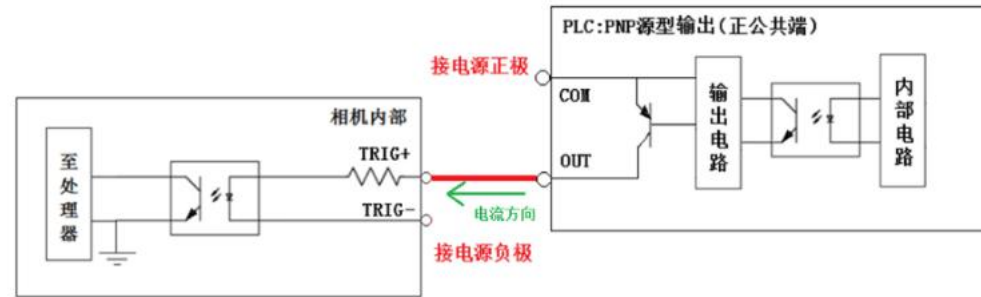
输入信号电压	DC9-24V
输入信号电流	5-15mA
输入脉冲宽度	3ms 上升沿有效
输入信号形式	PLC:PNP 源型输出
电路绝缘	光电耦合绝缘

PNP 模式

输入信号电压	DC9-24V
输入信号电流	5-15mA
输入脉冲宽度	3ms 下降沿有效
输入信号形式	PLC:NPN 漏型输出
电路绝缘	光电耦合绝缘



相机输入端与 PNP 型 PLC 输出端连接



4.3.5 装箱清单：详见附件

5 安装与连接相机

相机支持 USB 3.0、千兆网口（支持 POE）两种数据接口，连接方式如下。

5.1 USB 数据线连接

- (1) 连接电源适配器到 DC 接口，电源指示灯亮。有的电脑 USB 口供电能力强，不接电源适配器相机也能工作，但有可能出现运行不稳定的情况，因此请务必接好适配器。
- (2) 用 USB 数据线连接 3D 相机和电脑 USB3.0 接口，数据指示灯亮。进电脑的设备管理器“照相机”选项，查看 3D 相机的状态，会显示如图 3 内容。

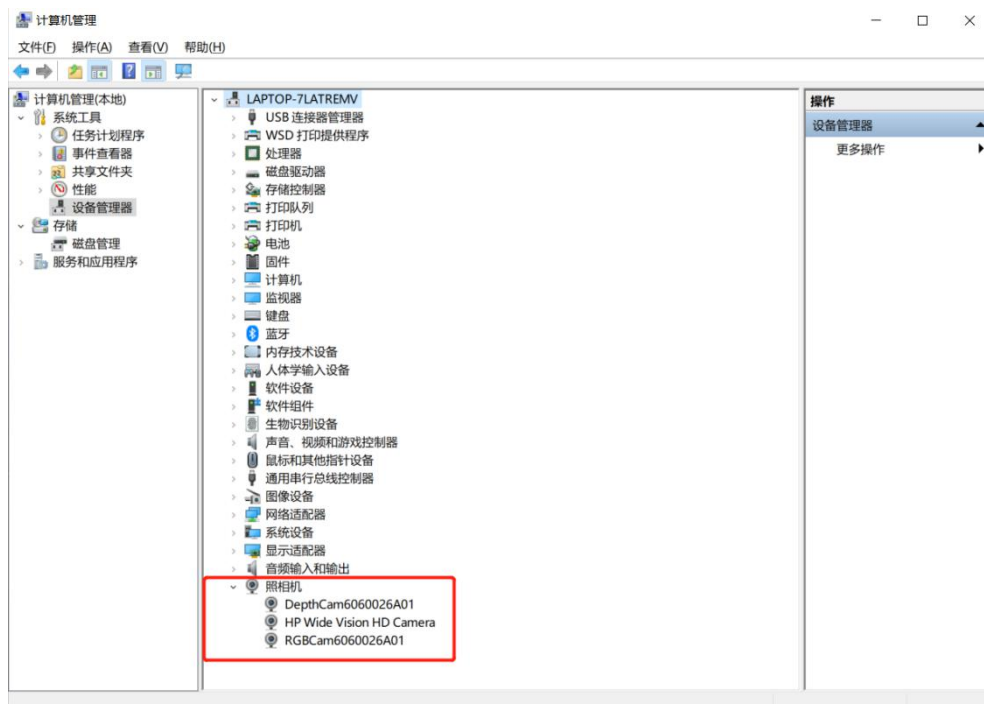


图 3

- (3) 3D 相机识别在电脑后，打开 3DViewer 文件夹下的 3DViewer.exe 软件，如图 4；



图 4

- (4) 点击连接，进入 3DViewer 预览界面，如图 5

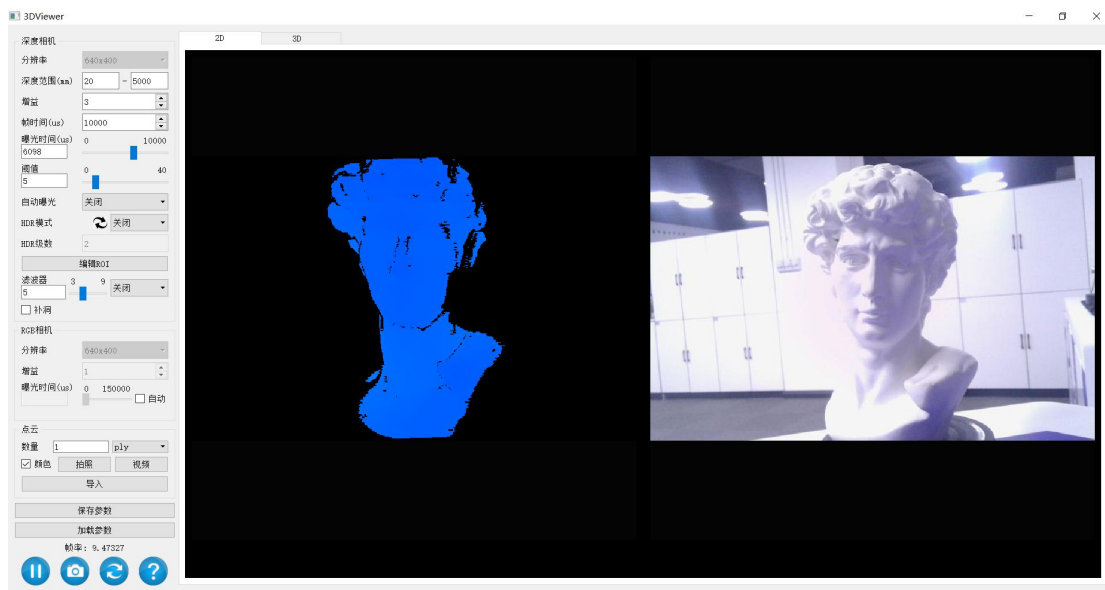


图 5

5.2 POE 网线连接

- (1) 用千兆网线把 3D 相机与带 POE 供电功能的网络交换机进行连接，再用一根千兆网线连接交换机和电脑，相机后面的 2 组指示灯都正常后，打开电脑网络连接中的“以太网”设置，将 IP 设置格式为“192.168.3.XX”，XX 代表 0-255 中除“1，99”之外任一数字，如图 6



图 6

(2) 网络连接正常后，打开 3DViewer 文件夹下的 3DViewer.exe 软件，如图 7

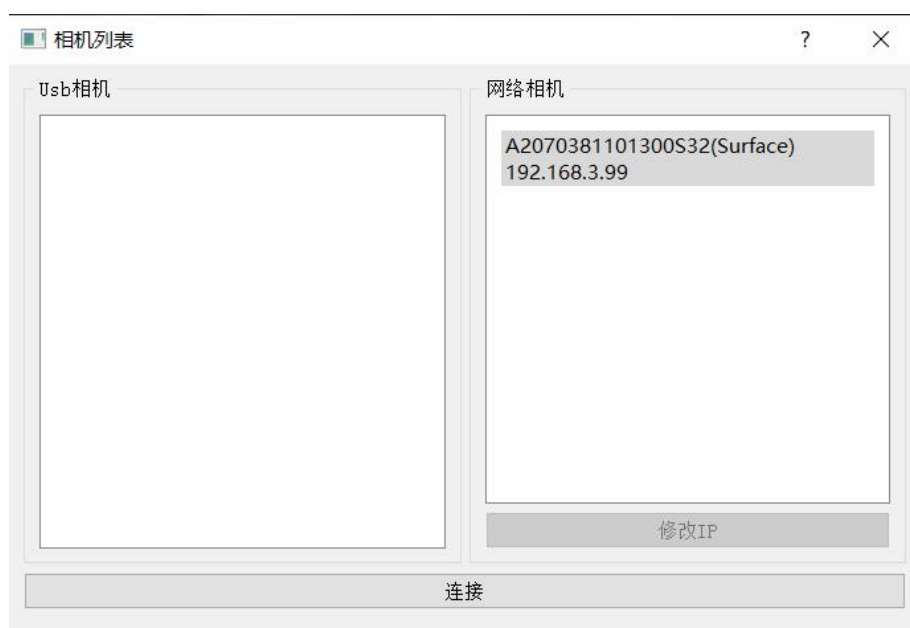


图 7

(3) 点击连接，进入 3DViewer 预览界面，如图 8

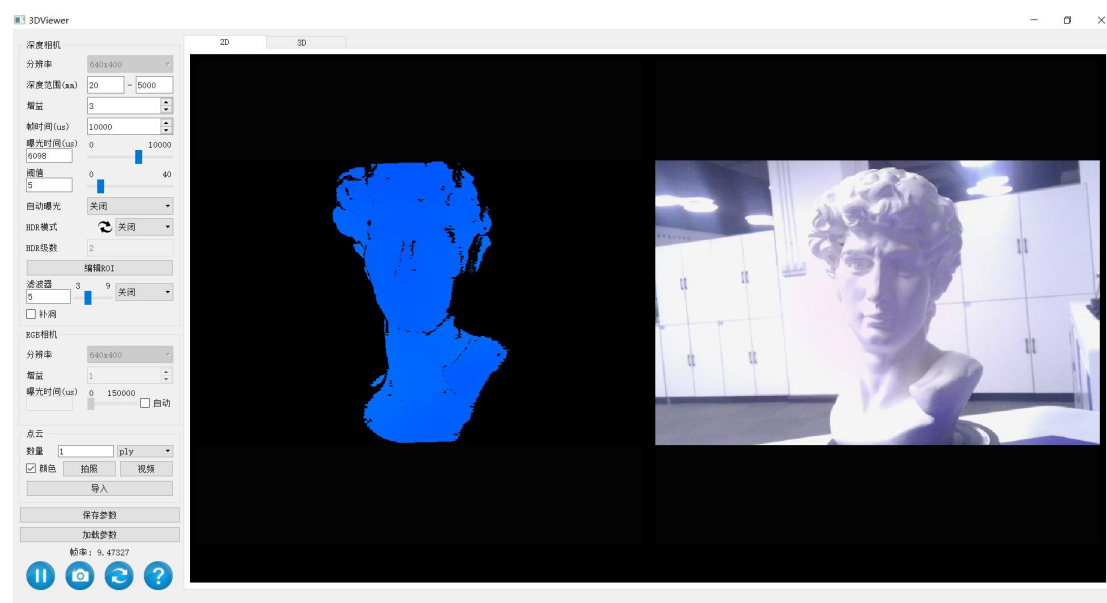


图 8

5.3 网线直连

(1) 用电源线连接 3D 相机供电，用网线连接 3D 相机和电脑，相机后面的 2 组指示灯都正常后，打开电脑网络连接中的“以太网”设置，将“以太网”的 IP 设置格式为“192.168.3.XX”，XX 代表 0-255 中除“1，99”之外任一数字，如图 9



图 9

(2) 网络连接正常后，打开 3DViewer 文件夹下的 3DViewer.exe 软件，如图 10

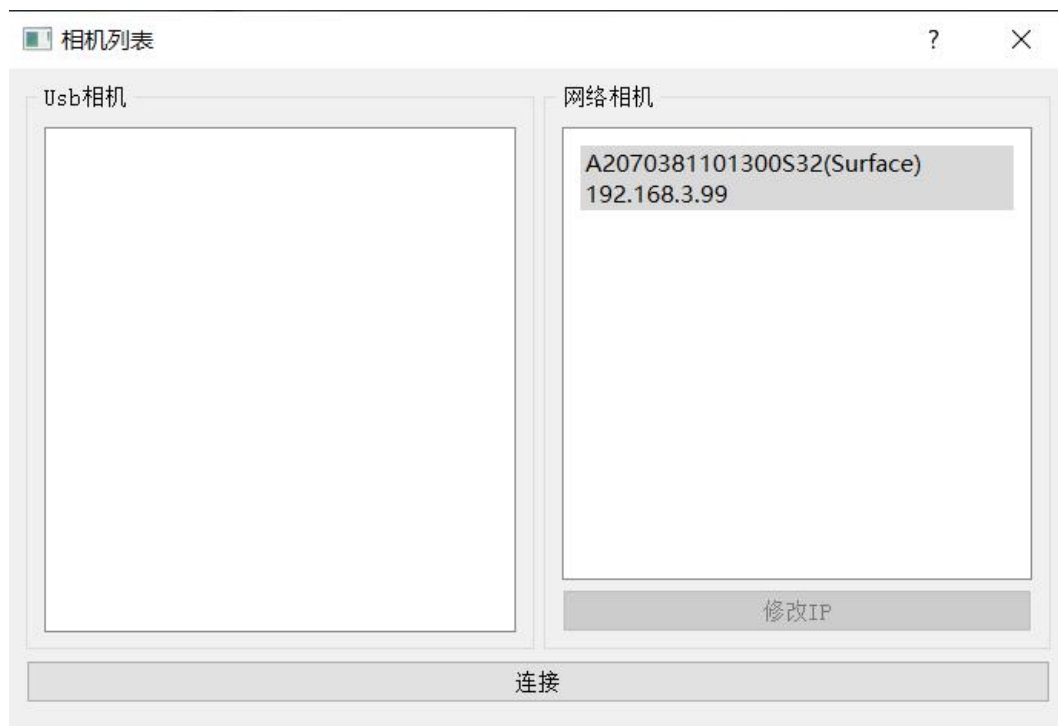


图 10

(3) 点击连接，进入 3DViewer 预览界面，如图 11

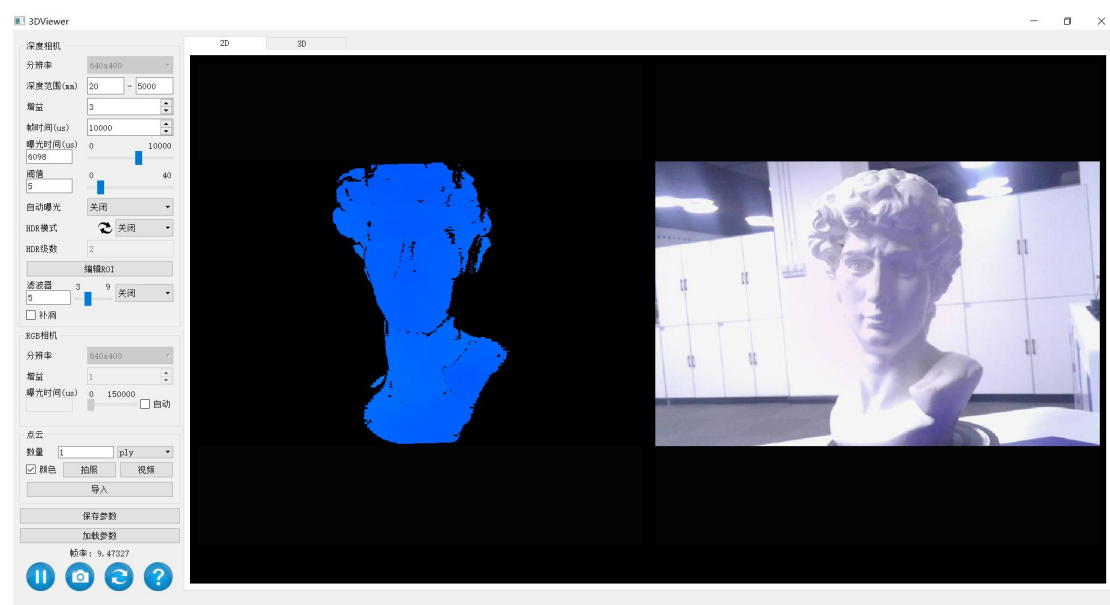
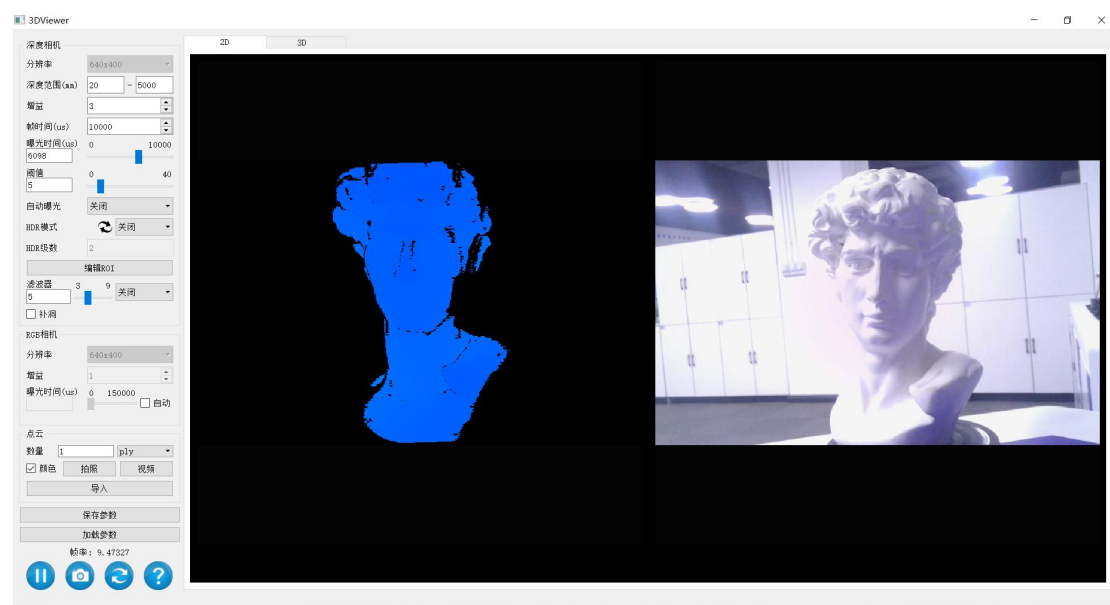


图 11

6 3Dviewer 软件使用说明

(1) 快速预览



(2) 参数设置

Resolution（分辨率）：深度图的像素数，具体信息请见规格书。

Gain（增益）：调节相机亮度，提高增益会引入噪声，导致深度精度下降。调节范围 1~16，

建议值 1~3，过高会增大噪声。

Exposure time（曝光时间）：用于调节相机亮度，数值越大亮度越高，不会引入噪声，但是帧率会随着曝光时间增大而降低，调节范围 3000~60000，单位微秒。

Depth Range（深度范围）：设置点云的深度范围，将裁剪掉该范围之外的点数据，默认范围为 50~3000 毫米。范围越小，深度渲染的层次感越好，可根据实际场景中测量物体距离范围来设定合理区间。

ContrastMin（对比度阈值）：此阈值用于删除原始图像中低曝光区域，将删除灰度低于该阈值的区域，阈值越大低曝光区域删除越多。调节范围 0~40 灰阶，建议设置为 5。

Filter（滤波器）：点云平滑设置。滤波器分为均值滤波（Smooth）和中值滤波（Median）两种类型，用于对点云进行一定程度的平滑。均值滤波窗口大小范围为 3~9 像素，中值滤波窗口大小范围 3~5 像素。

Auto exposure（自动曝光）：关闭、固定帧率、高质量、近景优先模式。

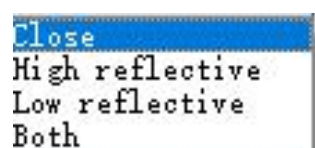
固定帧率模式：在当前帧率允许范围下自动实时调节相机的曝光时间和增益，不降低相机的输出帧率。

高质量模式：以获得最高质量模型为目标，自动实时调节相机的曝光时间和增益，同时会按需调节帧率。

近景优先模式：自动检测近景处物体区域，根据该区域亮度自动实时调节相机的曝光时间和增益，同时会按需调节帧率

HDR：适用于高反表面或暗表面的测量，通过对同一物体进行多级曝光，最终融合出更为完整的深度图；


HDR Mode：包含关闭、高反、暗色、复合模式



高反模式会比普通曝光增加低曝光次数，曝光级数由用户设定，默认为 2 级。

暗色模式会比普通曝光增加高曝光次数，曝光级数由用户设定，默认为 2 级。

复合模式会平均分配曝光级数，分别增加低曝光和高曝光来融合输出。曝光级数由用户设定，默认为 3 级。

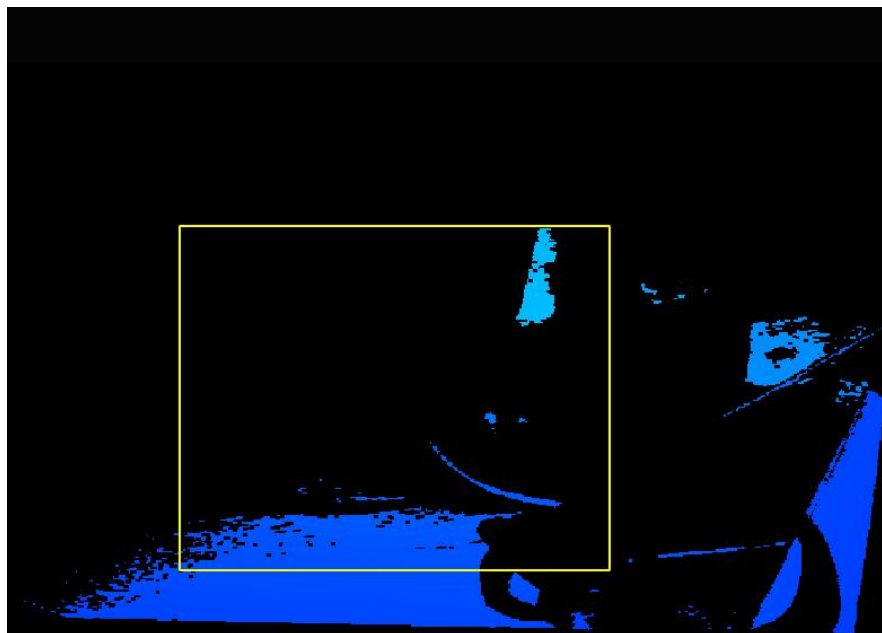
重新测光按钮 ：点击则进行一次重新测光并重新计算曝光参数

HDR Times（HDR 级数）

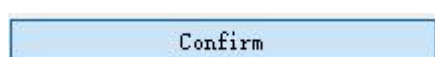
修改 HDR 的曝光总级数，级数越大覆盖的不同反射率表面越全，但是帧率会随之降低。

Edit ROI：选择测光区域，功能是对手动选择的区域进行测光；默认是全局测光。

点击 Edit ROI 后使用鼠标进行区域选择，如下图：



选择需要测光的区域后，点击 Confirm 后以此区域为测光区，则之后的自动曝光或多级曝光均以此区域为测光区。



(3) 保存参数

点击保存参数按钮，选择保存路径并确定后，当前左侧面板的设置将全部保存供下次一键导入使用。

(4) 导入参数

点击加载参数按钮，选择配置文件后将重新导入文件中的所有配置。

7 简易故障排除

(1) Q1: 网线连接 3D 相机设置正常好，打开 3DViewer 显示相机未连接。

A1: 在网络连接把以太网连接先禁用再启用。

(2) Q2: 3D 相机连接正常后，3DViewer 软件 RGB 显示正常，深度图不出模型。

A2: 深度相机卡死，需将 3D 相机断电重连。

(3) Q3: 高反光，黑色物体拍摄出来的模型效果比较差。

A3: 打开软件里面的 HDR，选择相应的模式设置。

8 注意事项

- (1) 请保证产品在室内使用；
- (2) 请勿自行拆卸该产品；
- (3) 请勿撞击本产品，避免敲打，跌落和重物挤压；
- (4) 请勿用手触摸镜头或者将手指插入连接部件；
- (5) 不用时将产品放置在通风，阴凉，干燥的环境；
- (6) 如产品发生故障，请停止使用本产品，并联系你的经销商或授权维修机构。

9 背景知识

9.1 3D 与 2D 视觉对比

- (1) 精准识别物体轮廓、尺寸，安全性更高

2D 图像缺少深度信息，因此在复杂场景下，进行物体分割与识别时，出错率会大幅升高。刷脸支付如果使用 2D 摄像头，所采集的信息准确度不够，系统可能被照片攻破，则会存在很大的安全隐患。

- (2) 通过三维信息，进行逆向建模

通过 3D 相机采集到的三维点云数据，可以进行场景恢复重建。该功能可应用于测距、虚拟购物、装修、文物保护、文创设计等多种场景。

- (3) 智能识别为你带来全新交互体验

3D 视觉技术让手势识别得以实现。通过智能算法对 3D 相机获取的深度信息（用户手势）进行识别，便可以让用户对智能终端实现无接触操控。让用户可以从此不必受触摸屏限制，在公共场合采用无接触操作，更能有效保证公共卫生安全。

9.2 不同 3D 视觉技术的对比

(1) 3D 结构光

可以认为是具有特殊结构的光，例如编码结构光、条纹光、离散光斑等。将这样的图像投影到被测物表面，通过分析图像的畸变情况，就能获得被测物的深度信息，从而实现对物体的准确识别。我们简单举个例子，将一束光投射在墙壁上，当投射的距离远近变化时，墙上的光斑大小也会随之改变；当投射的角度变化时，光斑的形状亦会不断改变，这就是结构光的基础。由于衍射光斑的能量密度会随着距离变远而降低，所以 3D 结构光技术的应有需要考虑其有效距离的因素。

(2) 双目立体视觉

双目立体视觉使用两个或两个以上摄像头同时采集图像，通过算法比对不同摄像头在同一时刻获得的图像差别，计算深度信息，实现三维成像。

(3) TOF

TOF 发射的是面光源而非散斑。面光源在一定距离内不会大量衰减，因此随距离增加深度信息的精度不会受到明显影响。但其相应所需功耗偏高，且输出的深度图分辨率较低。

综合来讲，双目技术具有良好的户外表现，但不适用纹理变化不明显的场景，如纯色物体。TOF 技术具有可远距离应用的优点，但是最突出的缺点是图像分辨率低、距离精度偏低（ $>1\text{cm}$ ），功耗大，多路径干扰严重。相比之下，结构光在三种 3D 传感技术中优点最多，精度也比较高，但是它易受到户外强光影响，距离过远时也会影响其精度。

因此，公司团队经过技术攻关，博采众长，推出了采用双目结构光的 3D 相机产品 Surface HD 系列，达到了高精度、高帧率、小体积的优点，适合用在各类工业检测、机器人视觉应用场景中。