

3D 相机用户手册



目录

一、安全说明	3
二、产品描述	3
2.1 产品简介	3
2.2 工作环境	3
2.2.1 不适合使用本产品的场景	3
2.2.2 不适合使用本产品的物体	3
2.3 相机接口说明	3
2.4 装箱清单	4
2.5 硬件安装	5
三、软件使用指南	6
3.1 软件下载和安装	6
3.2 相机连接以及软件启动	6
3.3 软件界面介绍	7
四、安装相机 SDK	19
4.1 推荐系统配置	19
4.2 最低系统配置	19
4.3 推荐网卡型号	19
4.4 Windows 安装相机 SDK	20
4.4.1 C++	20
4.4.2 Python	21
4.4.3 CSharp	21
4.5 Linux 安装相机 SDK	22
4.5.1 C++	22
4.5.2 Python	23
五、常见问题与解决方法	23
5.1 Windows 如何查看本机 ip?	23
5.1.1 方式一:	23
5.1.2 方式二:	24
5.2 Linux 如何查看并配置静态 ip?	24
5.3 若电脑有两个或者多个网卡应该如何配置?	25
5.4 为什么有时候拍摄点云显示空白?	26
5.5 为什么相机会打开失败?	26
5.6 相机软件可以多个窗口同时使用吗?	26
5.7 相机软件保存的点云图可以用什么工具打开?	26
5.8 为什么千兆网相机刚连接上时配置网络只显示了光机?	27
5.9 使用千兆网相机时对网络有要求吗?	27
5.10 怎么判断相机 ip 地址冲突并解决?	27
5.11 使用网口相机时, 如何调整电脑的网卡缓存大小?	27
5.12 与网卡相关的配置建议	28

一、安全说明

为了保证您的安全和本产品的正常工作，请遵循安全说明中的注意事项，并按照使用说明中的方法使用本产品。

危险!

本产品使用高亮度光机投影，相机工作时请勿直视，直视光机投出的光线可能引起眼部不适。

警告!

请使用原装电源适配器，如使用电源电压超出 12.5V，则可能对相机造成不可逆的损害。

二、产品描述

2.1 产品简介

此款相机是一款高精度三维相机，采用自研视觉算法，点云精度最高可达微米级别。通过自研加速硬件电路，相机点云合成速度最高可达 2 帧/秒。相机可以在复杂环境光线下，为不同尺寸、颜色、材质的物体提供高质量点云。为了应对不同的工作距离和视野景深的需求，相机支持扩展臂长和调整相机角度，从而实现一机多用的功能。它的尺寸小，重量轻，适用于更多安装场景和应用需求。

2.2 工作环境

相机使用结构光原理获取场景的三维点云信息，其工作范围内应当无快速运动物体，无烟雾，以免影响成像效果。在相机工作时，您应当始终注意不要直视光机镜头。

2.2.1 不适合使用本产品的场景

- 自然光线强烈的环境
- 室外
- 粉尘多的环境

2.2.2 不适合使用本产品的物体

- 透明的物体（如玻璃、水面等）
- 快速运动的物体

2.3 相机接口说明

相机接口示意图以及接口间连线图如下：



端口	连接到	使用线缆
GPIO L	左相机IO口	相机IO线
GigE L	左相机网口	相机网线
GPIO R	右相机IO口	相机IO线
GigE R	右相机网口	相机网线
GigE OUT	电脑网口	网线
POWER	110-220V电源插座	电源线

2.4 装箱清单

相机（以太网版本）产品包括硬件部分和软件部分装箱清单。如下：

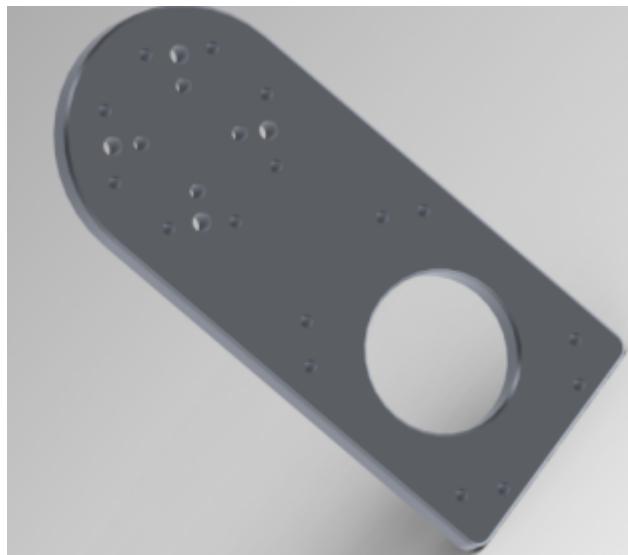
- 相机：1 台



- 网线：1 条



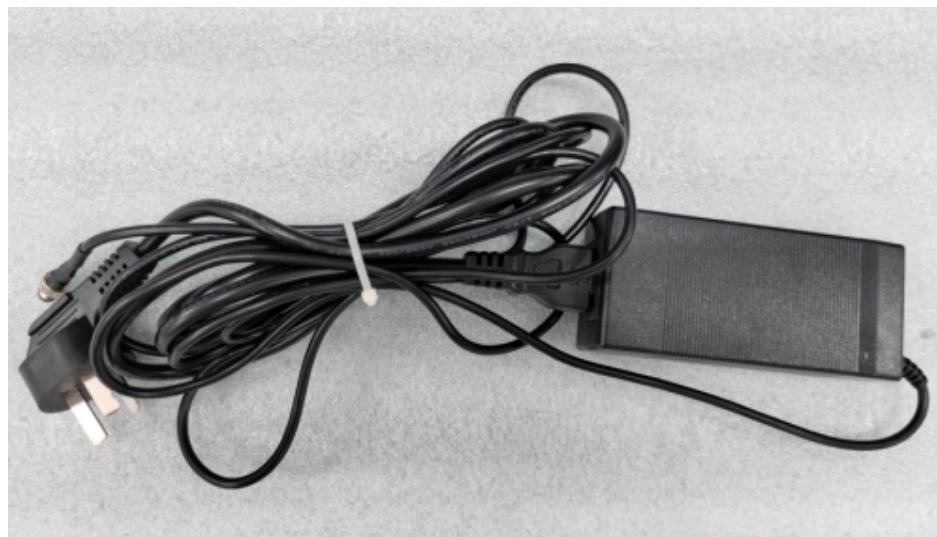
- 法兰（选配）：一个



- 螺丝：1 包



- 电源线: 1 条

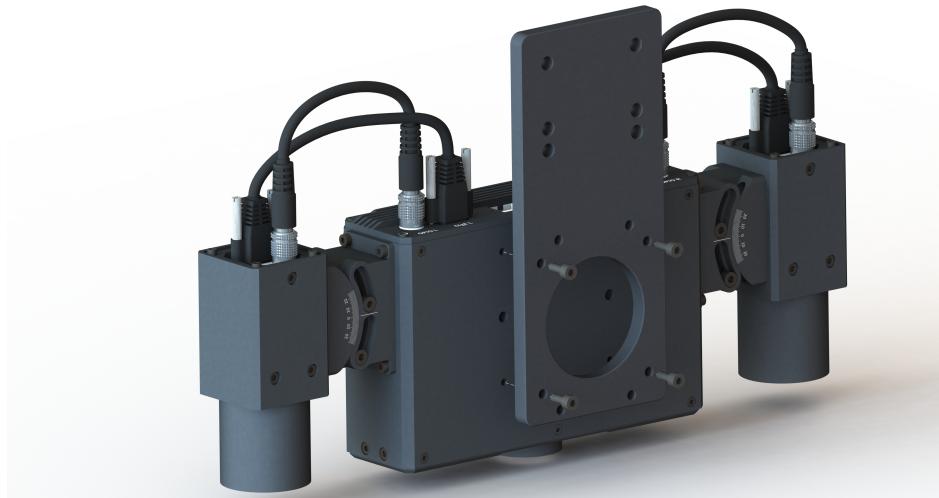


2.5 硬件安装

警告!

该版本相机为出厂前已标定。安装过程中注意不要扭动相机镜头焦距调整圈，挪动相机角度，以免影响相机成像结果。

- 先用四颗 M4×14 的螺钉将法兰固定到相机壳体上。



- 将法兰固定到所需的安装位置上，锁紧螺丝。



- 再连接上电源线和数据线，相机即可使用！

三、软件使用指南

本章节主要介绍相机软件的安装和使用方法。

3.1 软件下载和安装

请联系技术支持，获取最新软件下载链接。

- Windows: 双击 xxxSetup.exe 文件，并完成软件和驱动的安装。
- Linux: 进入安装包所在文件路径，执行 sudo dpkg -i xxx.deb 完成软件安装，若曾经安装过，则直接覆盖安装。

下面将在 Windows 环境下介绍软件的使用。

3.2 相机连接以及软件启动

将电源线插入三孔插座，USB 线缆接头插入电脑 USB3.0 接口**请确保为 USB3.0**。通电后，相机光机将投射公司 Logo，同时相机左右两侧的工业相机的线缆接口附近的绿色指示灯会亮起，相机连接正常。

双击软件图标，打开软件。点击刷新列表按钮，刷新相机列表。USB 相机可以直接使用，千兆网相机需要先配置网络，自动填充或手动修改相机网络配置。修改 ip 后，刷新相机列表，即可打开软件进行使用。

3.3 软件界面介绍

相机软件主界面操作说明：

- 刷新列表：首次进入应用需手动点击“刷新列表”，查找已连接的相机。若连接线不稳定导致相机离线，重连相机后需要再次手动刷新。
- 打开相机：点击这个按钮可以进入相机拍摄界面，若未连接相机打开按钮，则会提示错误；
- 网络配置：连接网口相机时，首先需要配置相机网络，使其可达；
- 固件升级：固件升级更新后，用户可联系技术支持人员获取新固件进行自主更新；
- 界面会展示当前已连接的相机列表，如有多个，依次排列，限制最大显示相机数为 16 台；
- 展示当前已选中的相机详细信息，包括名称、序列号、出厂日期以及端口，若当前没有连接相机，则该部分内容为空。

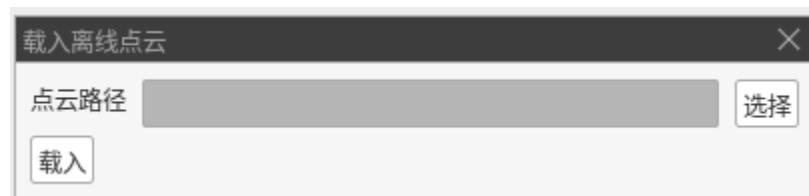
点击“打开相机”，进入拍摄界面，如下图所示：



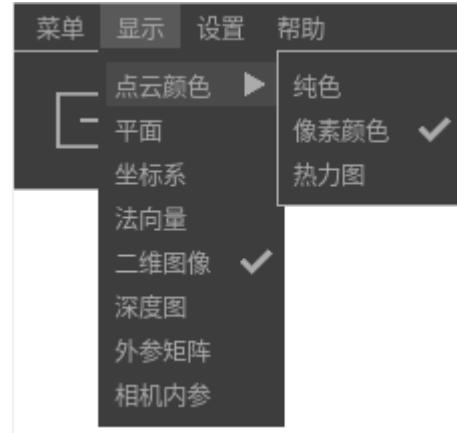
- 右上角展示当前相机的连接状态；
- 四个一级菜单分别为“菜单”，“显示”，“设置”，“帮助”；七个快捷菜单分别为“断开连接”，“拍照”，“保存点云”，“保存二维图像”，“保存深度图”，“选点”，“视角归位”。

下面对各个菜单功能进行介绍：

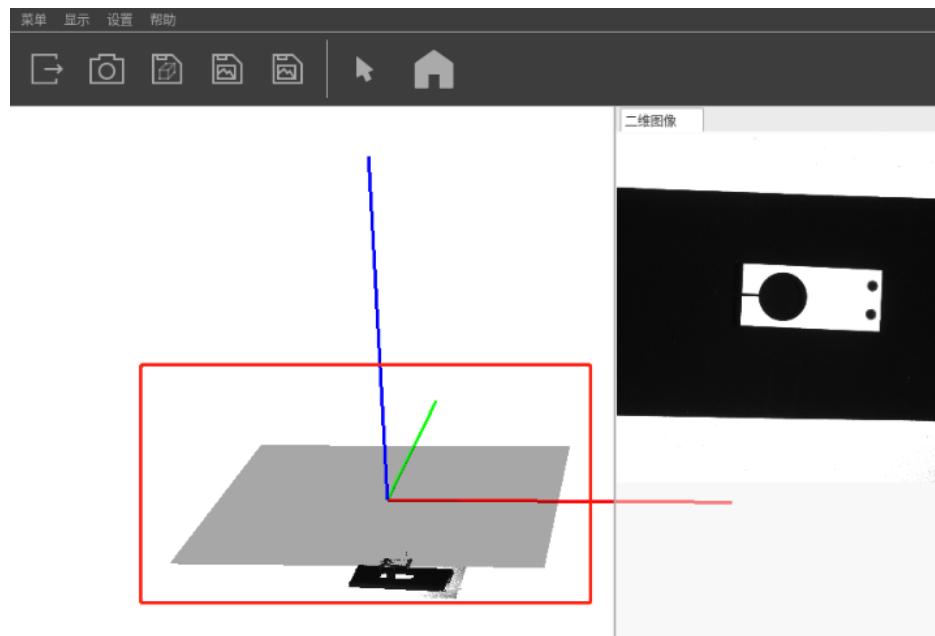
- 菜单：
 - 关闭：关闭软件
 - 载入离线点云：通过相机软件查看本机已经保存的点云，目前仅支持 ply 格式。打开点云后，支持对点云进行显示方式（纯色/热力图/点云颜色）和点云范围/热力图范围进行修改，也支持修改后二次保存。



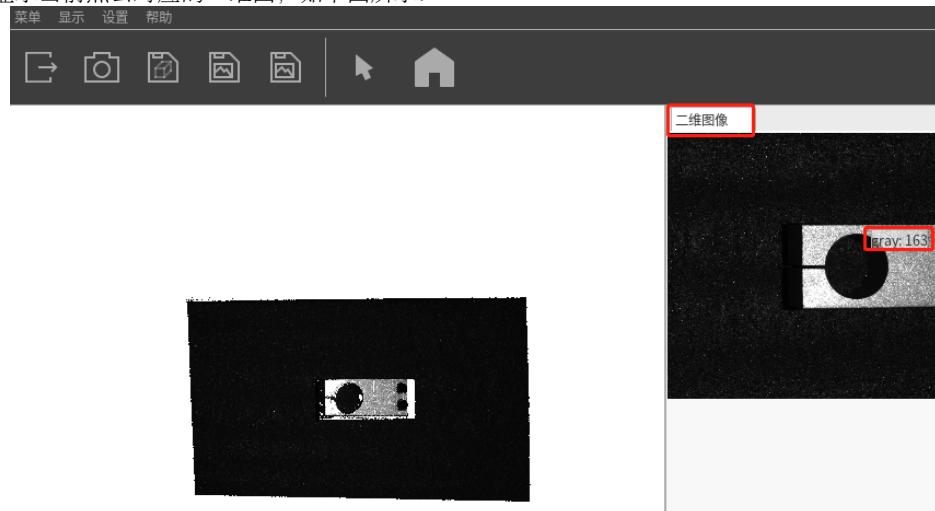
- 显示：
 - 点云颜色：点云颜色有三个可选项，分别为纯色，像素颜色，热力图。纯色直接显示点云的灰度图像；像素颜色则能显示被摄物体颜色（彩色相机），使点云效果更加清晰直观；热力图则可以通过颜色分层清晰的查看点云图的变化。



- 平面：展示当前坐标系下的 xoy 平面，以灰色填充，如下图：



- 坐标系: 显示坐标轴, 蓝色、红色、绿色分别为 Z、X、Y 轴正方向, 不勾选则不展示;
- 法向量: 勾选后展示当前点云的法向图, 不勾选则不展示;
- 二维图像: 显示当前点云对应的二维图, 如下图所示:



- 如上图所示, 界面会展示二维图像的 RGB 值。注意: 使用彩色相机则拍摄彩色二维图像, 灰度相机只有灰度图像!
- 深度图: 显示当前点云对应的 z 轴深度图。鼠标移动到对应的点位, 可以显示点的深度值。



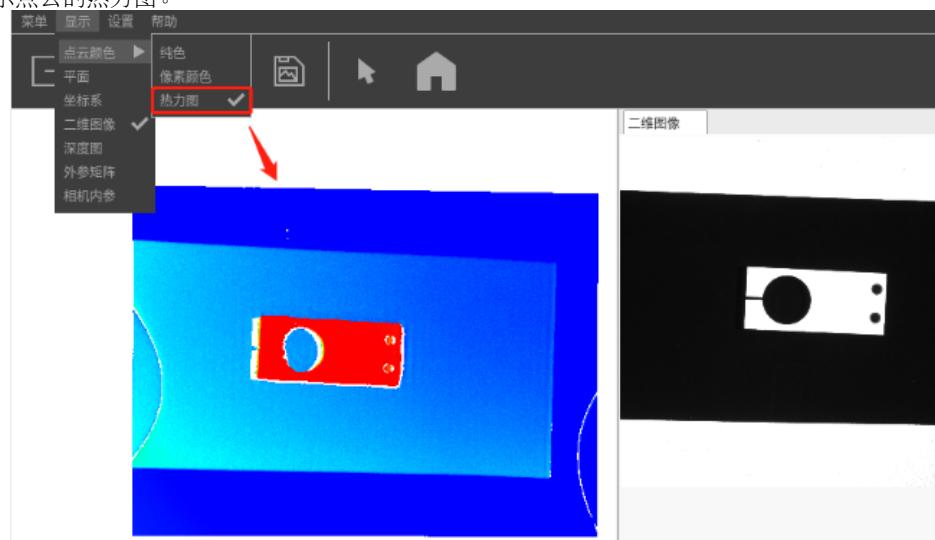
- 外参矩阵: 显示外参矩阵数据, 可复制, 不可修改, 见下图:



– 相机内参: 显示相机内参。

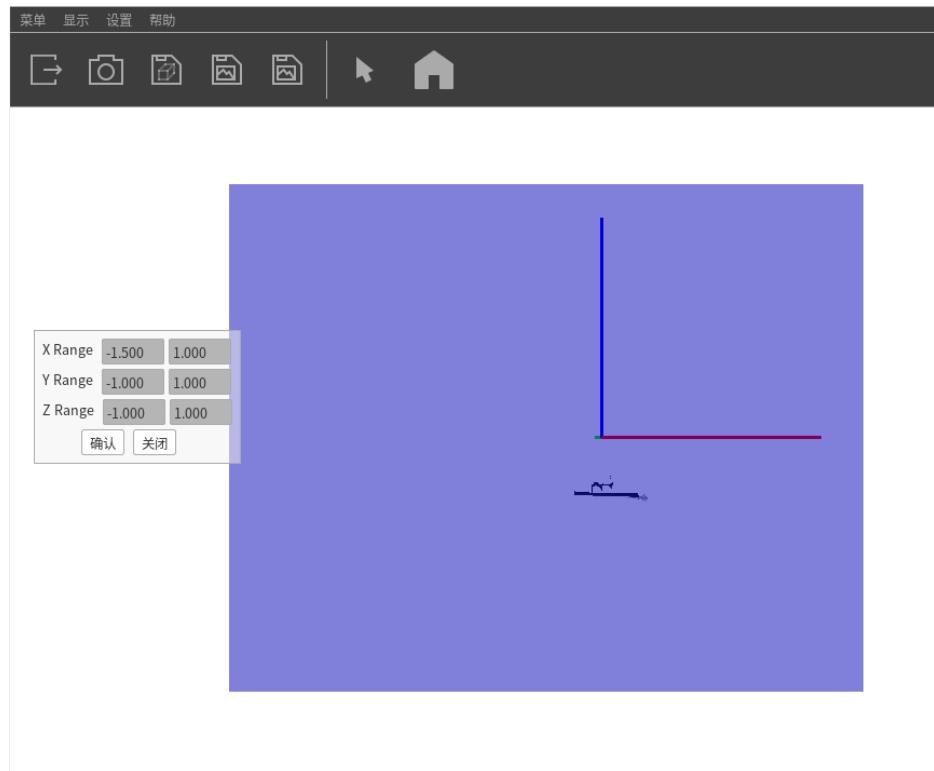


– 热力图: 显示点云的热力图。

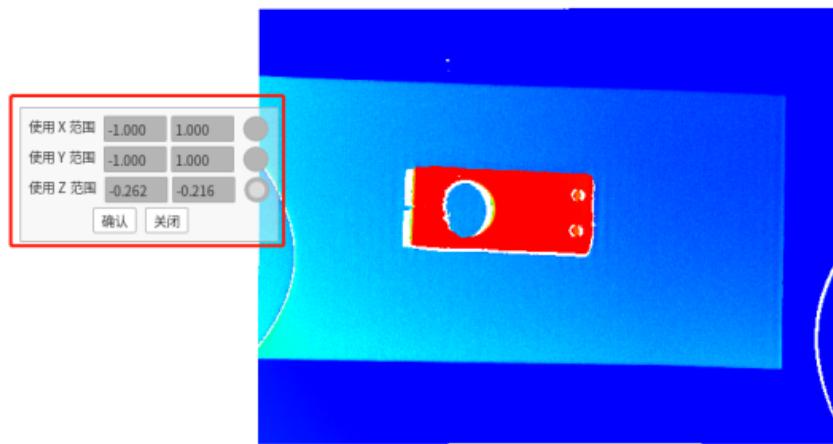


- 相机设置:

- 点云范围: 在英文输入法模式下, 选择点云的显示范围, 选择时有对应显示颜色的空间, 见下图所示。



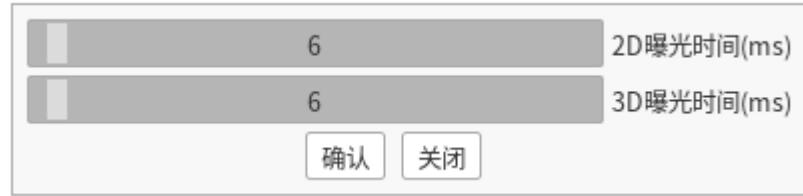
- 热力图范围：可以设置当前展示的热力图范围，需要设置哪个轴，就先选中对应轴的复选框，如此修改之后才会生效。



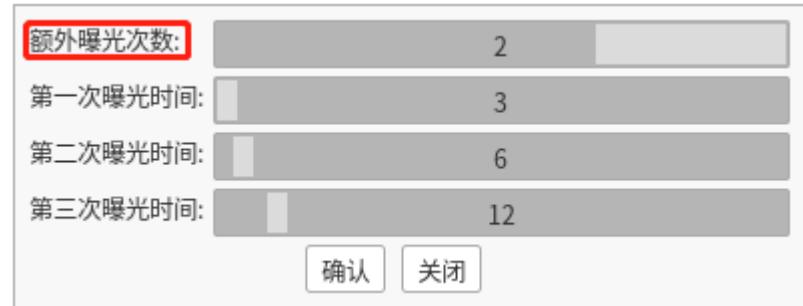
- 投影亮度：拍照时光机的投影亮度。用户可以根据实际使用场景，调整投影亮度值。点击设置-投影亮度，通过点击进度条或者“Ctrl + 左键单击”输入数值的方式修改。



- 曝光时间：拍照时光机的曝光时间。用户可以根据实际使用场景，调整 2D 曝光时间和 3D 曝光时间。点击设置-曝光时间，通过点击进度条或者“Ctrl + 左键单击”输入数值的方式修改。



- HDR 设置: HDR 功能可提高拍摄黑色吸光物体和反光物体点云质量, 可以额外增加曝光次数, 根据实际使用环境调节额外曝光次数的曝光时间。额外曝光次数可以选择关闭, 1 次或者 2 次。关闭则拍摄时使用设置的曝光时间, 选择 1 次则一共曝光两次, 选择 2 次则一共曝光三次。(HDR 所设置的曝光时间是指 3D 曝光时间)



- 相机增益: 通过调整相机增益, 可以提高图像亮度, 让投影条纹更明显。但可能会造成图像和点云噪声增加, 用户可根据实际情况点击进度条或者“Ctrl + 左键单击”输入数值来进行适当调整。



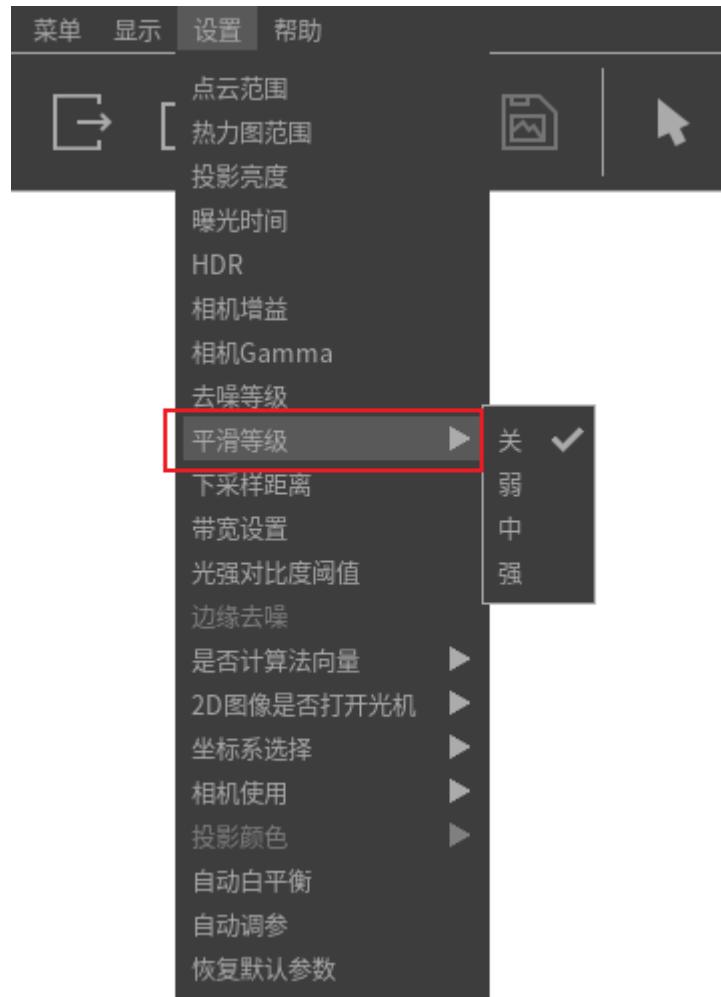
- 相机 Gamma: 通过调整相机 Gamma 值, 可以达到最佳的相位恢复效果。一般情况下, 可保持为 1, 无需调整。



- 去噪等级: 调节去噪等级来优化点云的噪点, 用户可以根据实际应用场景来调节, 通过点击进度条或者“Ctrl + 左键单击”输入数值的方式修改。



- 平滑等级: 可对生成的点云进行平滑处理, 含 4 个级别: 关、弱、中、强, 可通过观察点云厚度查看点云平滑变化。



- 下采样距离：对生成的点云进行下采样处理。下采样间距比原始点云间距小时，点云基本不变，下采样间距比原始点云间距大时，点云间距约等于平均下采样间距，下采样间距越大，点云数量越少。



- 带宽设置：设置拍摄点云时的带宽，带宽的大小影响数据传输速度，用户可以根据实际应用场景来调节，通过点击进度条或者“Ctrl + 左键单击”输入数值的方式修改。



- 光强对比度阈值：当环境光线或者反射光较强时，可以使用该选项来增强 3D 点云的完整性。用户可以根据实际应用场景来调节，通过点击进度条或者“Ctrl + 左键单击”输入数值的方式修改。



- 边缘去噪：“去噪等级”不对双相机开放，因此使用双相机时可通过“边缘去噪”功能来调节点云噪点。用户可以根

据实际应用场景来调节，通过点击进度条或者“Ctrl + 左键单击”输入数值的方式修改。



- 是否计算法向量：用户可以选择拍照时是否需要计算法向量，选择“是”则计算，勾选“显示法向量”可以展示，选择“否”则不计算。
- 2D 图像是否打开光机：用户可根据实际需要决定拍摄时是否打开 2D 图像的光机，选择“是”则打开，选择“否”则不打开，打开光机拍摄二维图会更亮，对点云不产生影响。
- 坐标系选择：有标定板坐标系和相机坐标系可供选择，用户可以根据应用场景自由切换。**注意：当使用双相机时可以选择左相机坐标系、右相机坐标系或者标定板坐标系。**
- 相机使用：可以选择当前使用哪台相机来拍照，当只有一个相机时，选项也只有一个；在最新的相机软件增加了双相机拍摄功能，使用双目相机生成点云。



- 投影颜色：对于内置颜色支持 RGB 类型光机的相机，使用 X2 拍摄时可根据需要调整投影光的颜色。

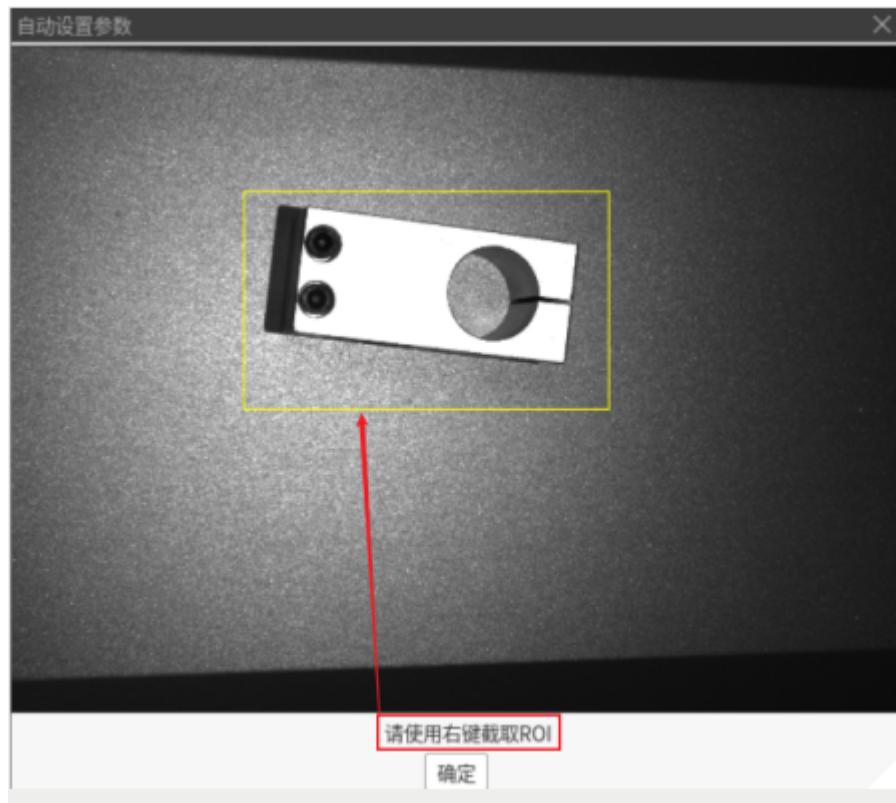


- 自动白平衡：自动白平衡可以调节彩色相机（对灰度相机无效）二维图像的颜色，用户可根据实际拍摄效果进行调节。
- 自动调参：自动调参可以自动调节曝光时间，投影亮度，光强对比度阈值（优先级由高到低）来调节点云效果。

* 打开自动调参菜单，会自动拍摄一张当前的点云，并弹出如下提示：



* 点击弹窗确定按钮后，通过鼠标右键绘制 ROI，选择需要改善点云的部分。见下图：



- * 点击确定，软件进行自动调参并重新拍摄一张点云。用户可以查看点云效果并查看曝光等参数是否已自动调节。
- * 注意：自动调参只支持上述的三个参数调节，使用前请确认其他参数已调整好！

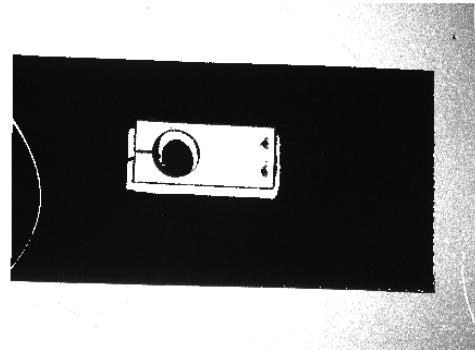
- 恢复默认参数：使相机参数一键恢复到默认值。
- 帮助菜单：见下图所示：



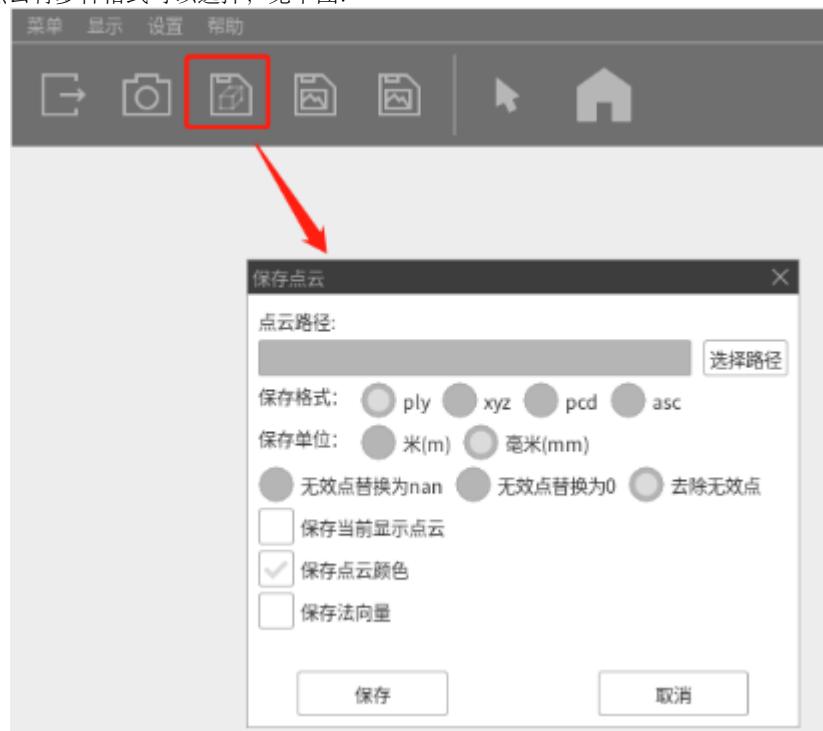
-
- 用户手册：本地用户手册。
 - C++ 示例：C++ 示例程序所在位置。
 - Python 示例：Python 示例程序所在位置。
 - C# 示例：CSharp 示例程序所在位置。
 - 查看日志：打开相机软件在本机保存日志的文件夹，当用户遇到问题时，可以查看日志定位问题或者直接反馈日志到技术支持，以便解决问题。
 - 了解我们：公司官网链接。
 - 生成高级日志：当相机拍摄的点云有质量问题时，可以点击此按钮保存相机合成点云的原始数据。反馈到技术支持，以供研发人员分析解决。
 - 关于：软件版本信息。

- 快捷菜单:

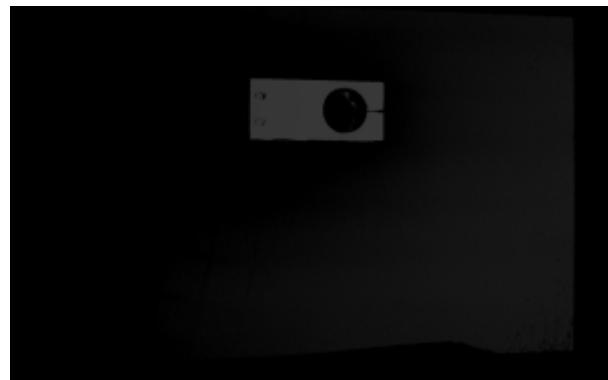
- 断开连接: 点击“断开连接”按钮, 可以退回到软件首页。
- 拍照: 点击“拍照”, 使用当前连接的相机进行拍摄, 拍摄完成后界面上显示点云, 用户可以根据实际应用场景修改设置和查看显示信息。



- 保存点云: 保存点云有多种格式可以选择, 见下图:

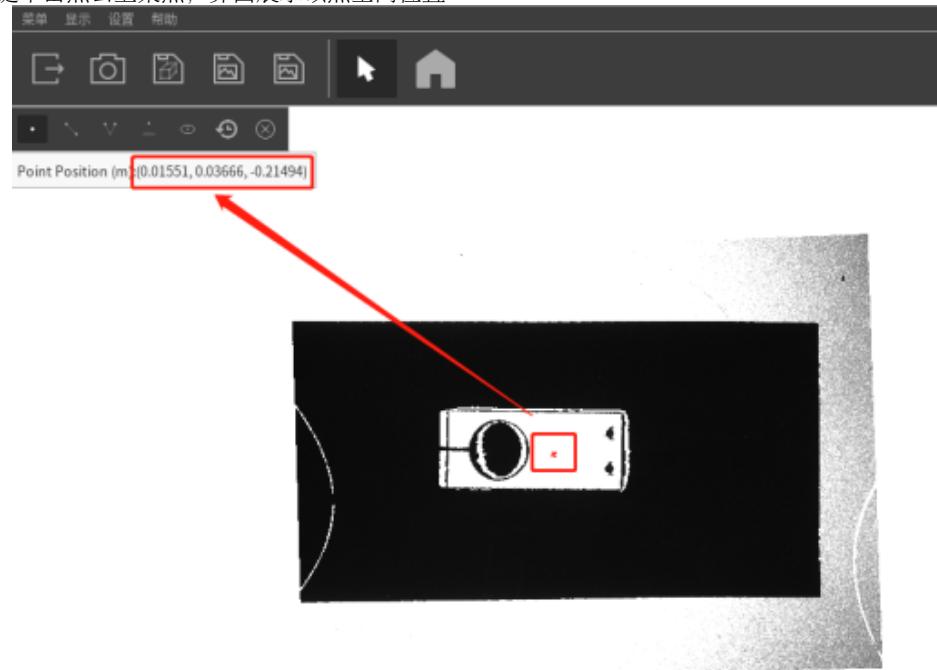


- 保存二维图像: 保存图片可选择.png 和.jpg 两种格式, 默认为.png 格式。
- 保存深度图: 保存深度图只为 TIFF 类型, 可通过电脑系统自带的看图软件打开, 如下图所示

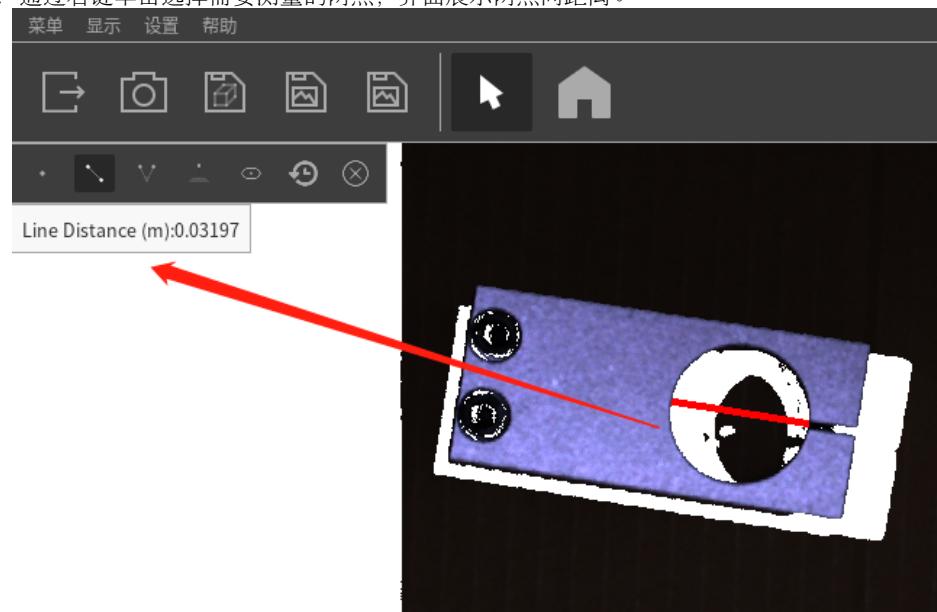


– 选点测量：选点菜单包含“选点、两点测距、测角度、测点面距离、拟合圆形、取消选择、关闭测量”，其中先选择功能，然后单击鼠标右键选点。

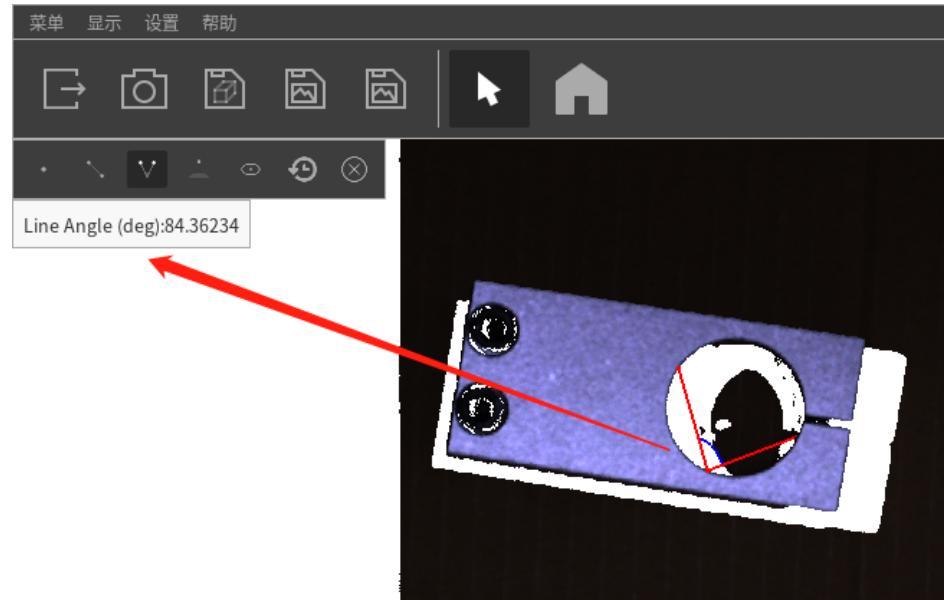
* 选点：右键单击点云上某点，界面展示该点空间位置。



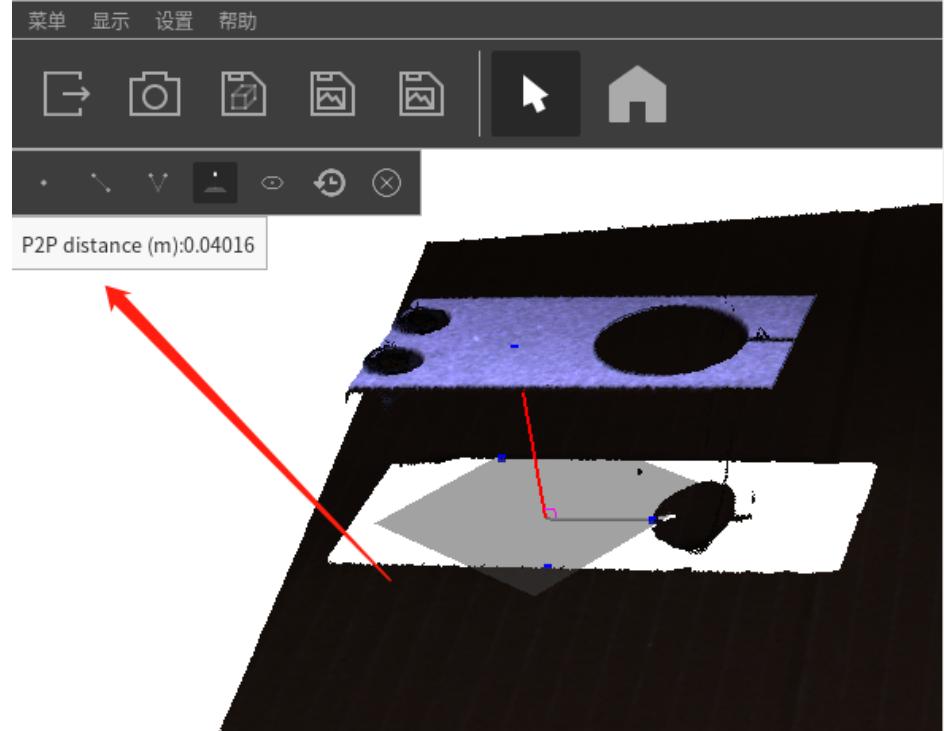
* 两点测距：通过右键单击选择需要测量的两点，界面展示两点间距离。



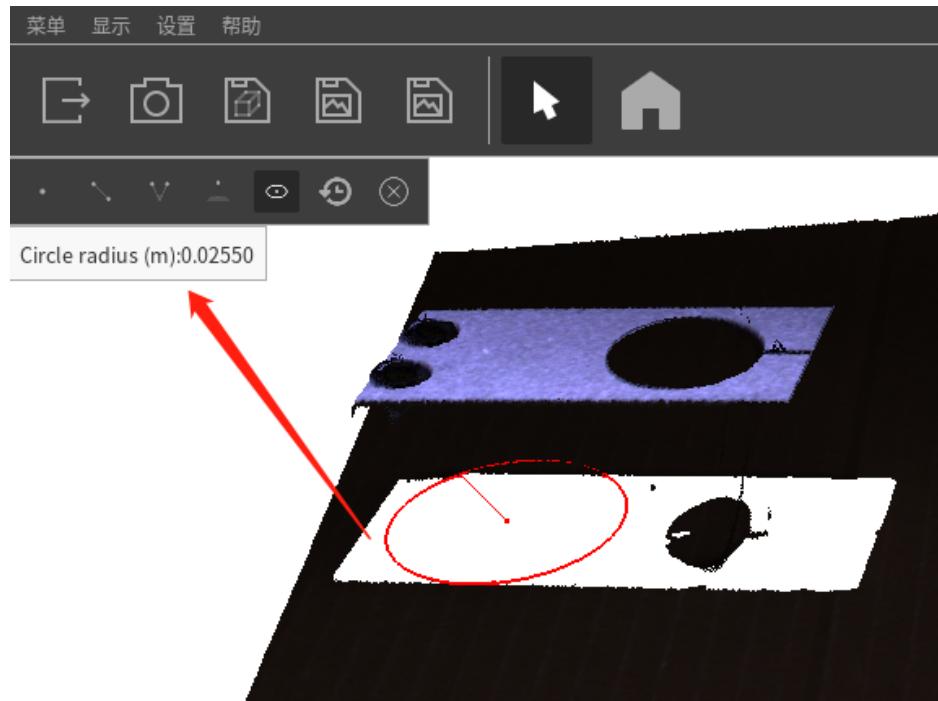
* 测角度：右键单击选择三点，界面展示由三点组成的角度的大小。



* 测点面距离：首先通过右键单击选择三个点确定平面，再选择需要测距的点，界面展示点到平面的距离。



* 拟合圆形：通过右键单击选择三点拟合圆形。



- * 取消选择: 取消当前已选的点。
- * 关闭测量: 关闭选点测量菜单。
- 视角归位: 点击“视角归位”按钮, 当前界面切到初始视角, 视图大小也复原。

四、安装相机 SDK

本章节主要介绍相机 SDK 安装。相机提供了 Windows 和 Linux 系统下的 SDK，支持使用 C++，Python 和 CShape 进行应用开发。

4.1 推荐系统配置

- 64 bit Windows 10 / Debian 10 及以上
- Intel i7
- 64GB RAM
- 32GB 硬盘空间

4.2 最低系统配置

- 64 bit Windows 10 / Debian 9 /Ubuntu16.04
- Intel i5
- 16GB RAM
- 8GB 硬盘空间 注意: 如需使用 ubuntu16.04 操作系统, 请联系技术支持人员获取对应安装包。

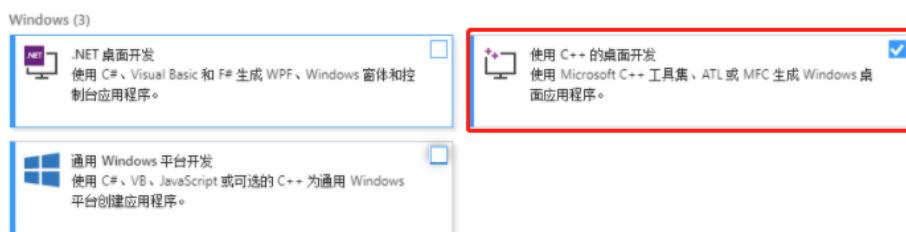
4.3 推荐网卡型号

- 推荐使用 Intel 芯片的 PCIE 千兆网卡（电口、铜缆）
 - Intel I350 芯片
 - Intel 82571、82545、82576 芯片等
- 不推荐使用 Realtek 系列网卡、部分 Intel 芯片网卡
 - Realtek 全系列不推荐
 - Intel 82574L、Pro/1000PM 不推荐
- 其他未列出芯片, 请以实际测试为主

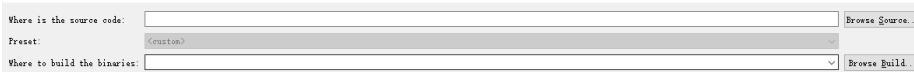
4.4 Windows 安装相机 SDK

4.4.1 C++

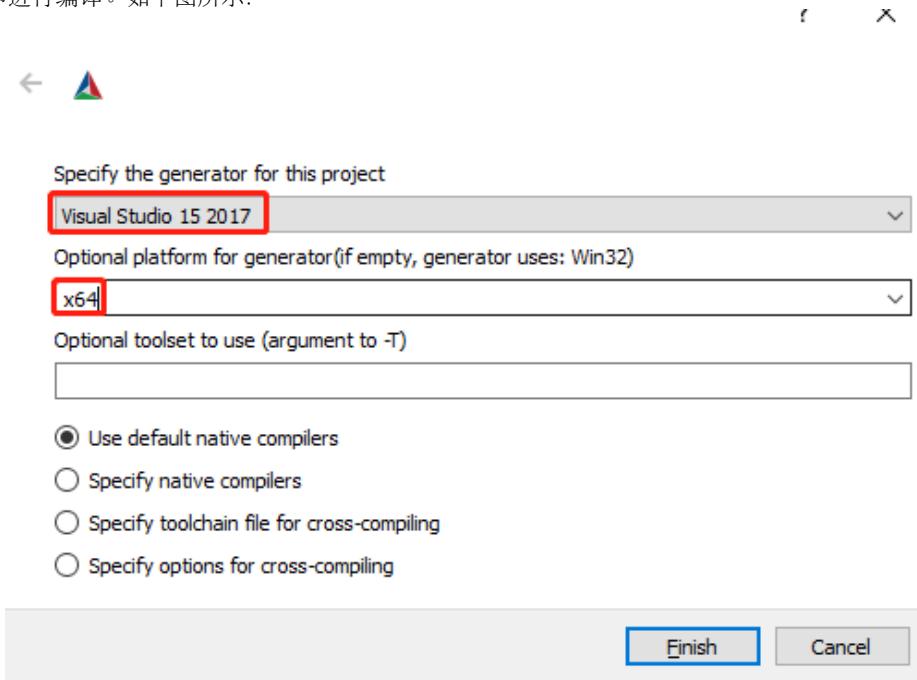
- 安装 CMAKE 工具，参考下文安装：<https://gclxry.com/use-cmake-on-windows/>
- 安装 Visual Studio 开发环境(推荐 VS2017),参考如下链接:https://blog.csdn.net/qq_36556893/article/details/79430133
 - 为了避免 CMAKE 编译时出现找不到编译器的问题，安装 Visual Studio 环境时，应勾选以下安装包（其他根据自身需要决定）：
选择负载：



- 编译 RVCSDK 提供的 C++ 示例：
 - 首先打开 C++ 目录下的 CMakeLists.txt 文件，修改相机 SDK 的 RVC_ROOT 为本机安装路径。
 - 在 C++ 目录下新建一个 Build 文件夹；
 - 使用 CMAKE GUI 工具进行 C++ 示例的编译，选择对应的文件：



点击 Configure 进行编译配置，选择正确的 Visual Studio 版本和电脑配置 (win32 或者 x64)，选择之后点击 finish，即进行编译。如下图所示：



- Configure 完成后界面会展示 Configuring done，继续点击 Generate，完成后界面展示 Generating done。
注意：过程中可以忽略掉 Warning！。
- 完成后点击 Open Project 打开 VS 工程，选中对应的 cpp 文件，右键单击设为启动项，再次右键单击生成解决方案，即可编译 examples/C++ 中对应的文件，也可通过 ALL BUILD 一次全部生成。
- 如果用户编译失败，提示错误! ‘filesystem’：不是‘std’的成员，‘filesystem’：该名称的命名空间或类不存在时，可以通过“右击项目——> 属性——>C/C++——> 语言——>C++ 语言标准——> 选择“ISO C++ 最新草案标准 (/std:c++latest)”——> 确定”的方法来配置 C++ 语言标准。建议参考 https://blog.csdn.net/weixin_39450145/article/details/104691189 提供的解决方案。
- 调试运行当前 build/Debug 文件下生成的.exe 文件，即可实现不同的示例功能（执行 example 示例程序保存的点云均保存在当前执行路径的“Data”路径下）。
- 调试运行时可能会出现找不到一些文件的问题，需要将 RVBUST\RVC\RVCSDK\runtime 目录下的文件和 opencv/x64/vc15/bin 目录下的文件拷贝到.exe 文件所在目录下！

- 用户可根据自身需求调用或者二次开发类似接口。

4.4.2 Python

- 安装 Python 环境，可参考下文：<https://www.cnblogs.com/xcc-/p/xcc02.html>（推荐 Python 3.7.9）我们为调用 python 示例提供了以下方式：通过 powershell 工具或者 cmd 工具进入到 RVCSDK 所在的目录，然后通过语句 `pip3 install ./PyRVC` 安装 PyRVC 模块。即可调用每一个 python 示例了！
- 注意：当更新 RVC 版本时，建议将 SDK 文件夹等彻底删除后再重新安装，避免出现安装失败的情景。

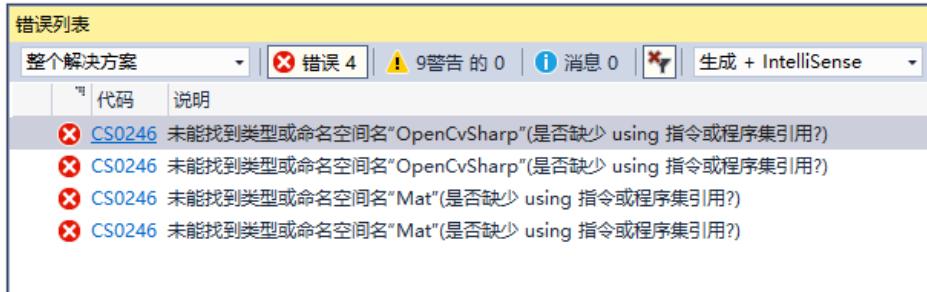
4.4.3 CSharp

- 在 CSharp 目录下新建一个 Build 文件夹；
- 使用 CMAKE GUI 工具进行 CSharp 示例的编译，选择对应的文件：

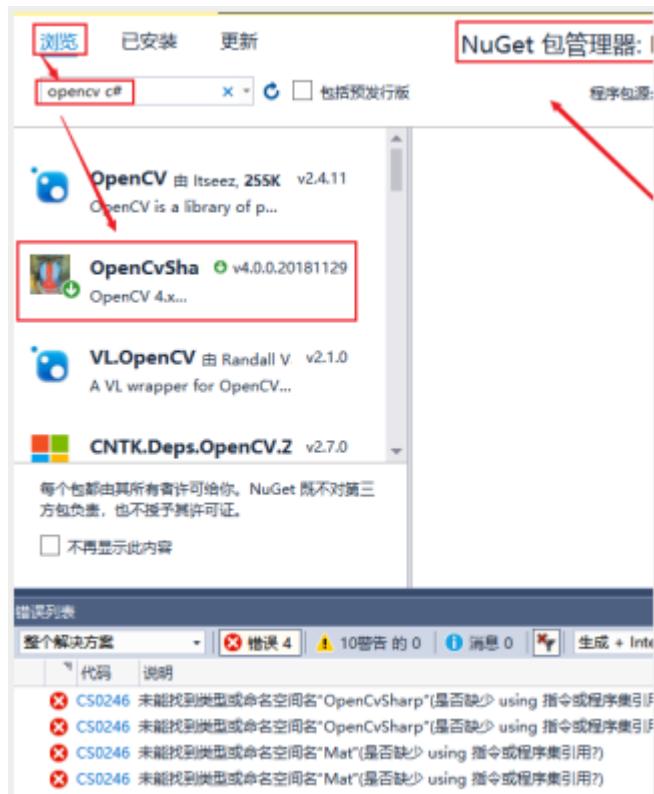


点击 Configure 进行编译配置，选择正确的 Visual Studio 版本和电脑配置（win32 或者 x64），选择之后点击 finish，即进行编译。如下图所示。

- **Configure** 完成后界面会展示 **Configuring done**，继续点击 **Generate**，完成后界面展示 **Generating done**。
- 完成后点击 **Open Project** 打开 VS 工程，选中对应的示例源文件，右键单击生成解决方案，即可编译 examples/Csharp 中对应的文件，也可通过 **ALL BUILD** 一次全部生成。
- 注意：如果用户编译失败，提示下图所示的错误



则说明还缺少 OpenCV 的程序包。可以通过“右击 RVCEExample 项目——> 管理 NuGet 程序包——> 浏览——> 输入 OpenCV 进行搜索下载——> 安装后重新编译生成即可。



4.5 Linux 安装相机 SDK

以 debian-10.5.0-amd64-xfce 的系统环境为例介绍。

4.5.1 C++

- 安装 cmake,make

```
sudo apt-get install cmake make
```

- 安装 opencv,PCL

```
https://github.com/PointCloudLibrary/pcl
https://github.com/opencv/opencv
```

- 编译 C++ 示例:

```
cd /opt/RVC/examples/C++
mkdir build
cd build
cmake ..
make
```

- 运行示例程序

以 CaptureUSB 示例程序为例，在 build 目录下运行：

```
./CaptureUSB
```

具体用法请查看手册：

```
/opt/RVC/Docs/html/CppExamples.html
```

4.5.2 Python

- 安装 python 环境

```
sudo apt-get install cmake make  
sudo apt-get install python3 python3-pip  
pip3 install opencv-python  
pip3 install numpy --upgrade
```

- 安装相机 python 示例，我们为用户提供了以下两种方式：

联网时可通过 pip3 安装 PyRVC：

```
pip3 install /opt/RVC/PyRVC/
```

未联网时可参考执行以下命令：

```
python3 setup.py bdist_wheel  
cd dist  
pip3 install ./PyRVC-1.4.0-cp37-cp37m-linux_x86_64.whl
```

- 运行程序，以 AdjustCaptureParameter 为例：

```
cd /opt/RVC/Examples/Python  
python3 ./AdjustCaptureParameter.py
```

- 具体用法请查看手册：

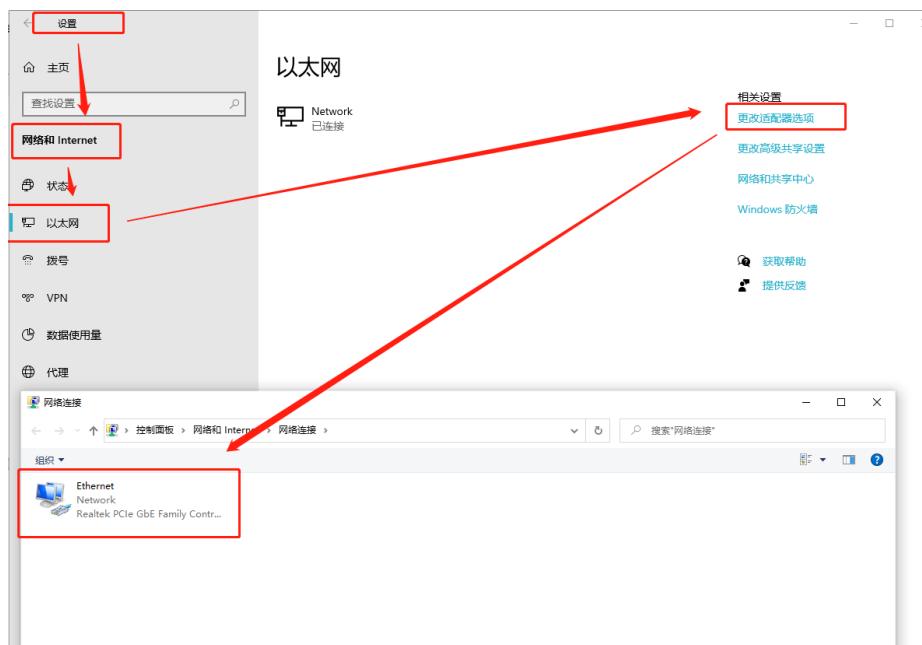
```
/opt/RVC/Docs/html/PythonExamples.html
```

五、常见问题与解决方法

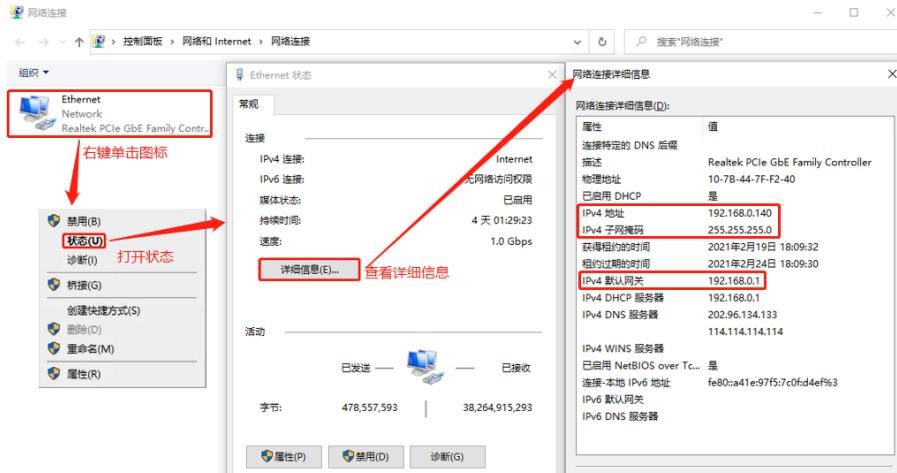
本章整理了一些常见问题和解决方法，可更好的帮助用户使用本产品。

5.1 Windows 如何查看本机 ip？

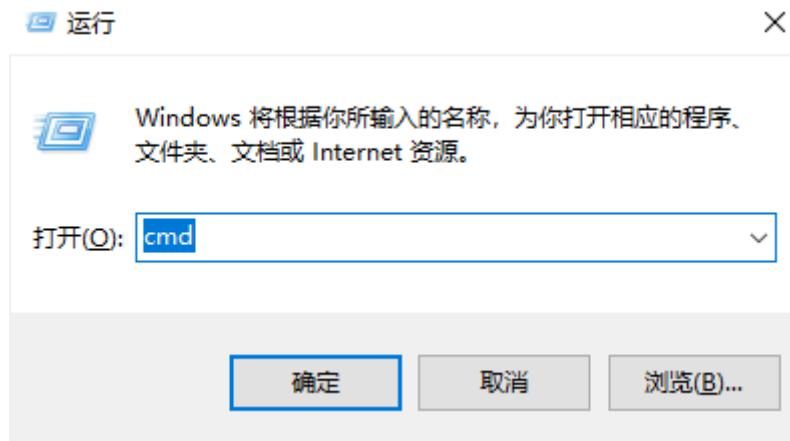
5.1.1 方式一：如下图所示，打开电脑设置，依次点击“网络与 Internet” - “以太网” - “更改适配器选项”，界面显示本机的网络。



鼠标右键单击电脑图标，选择“状态”，点击“详细信息”查看当前网络配置。“已启动 DHCP”表示当前 ip 为自动分配，自动分配或者静态输入 ip 都不影响相机的使用。“IPv4 地址”即为电脑的 ip 地址。



5.1.2 方式二：用快捷键“Windows+R”打开运行窗口，输入“cmd”，打开命令窗口。



输入指令“ipconfig”即可查看本机网络地址。

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 10.0.18363.1016]
(c) 2019 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\12139>ipconfig

Windows IP 配置

以太网适配器 Ethernet:
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : fe80::a41e:97f5:7c0f:d4ef%3
本地链接 IPv6 地址 . . . . . : 192.168.0.140
IPv4 地址 . . . . . : 255.255.255.0
子网掩码 . . . . . : 192.168.0.1
```

5.2 Linux 如何查看并配置静态 ip?

- 当电脑连接网络时，在 Terminal 窗口输入“ip a”即可查看电脑 ip 地址。
- 当电脑直连相机时，需要给电脑先配置一个静态 ip，输入如下指令，其中 enp2s0 为网卡名称：

```
ip addr add 192.168.0.211/24 dev enp2s0
```

```
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 终端(T) 标签(A) 帮助(H)
rvbust@rvd031:~$ ip a      查看本机网络
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default
    qlen 1000
        link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
        inet 127.0.0.1/8 scope host lo
            valid_lft forever preferred_lft forever
        inet6 ::1/128 scope host
            valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp2s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP
    group default qlen 1000
        link/ether 10:7b:44:f2:40 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
        inet 192.168.0.235/24 brd 192.168.0.255 scope global enp2s0
            valid_lft forever preferred_lft forever
        inet6 fe80::127b:44ff:fe7f:f240/64 scope link
            valid_lft forever preferred_lft forever
rvbust@rvd031:~$ ip addr add 192.168.0.211/24 dev enp2s0
```

5.3 若电脑有两个或者多个网卡应该如何配置?

LINUX 环境:

- 需要确认相机所连接的网口对应的网络地址:

```
root@buster:~# ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s31f6: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state DOWN group default qlen 1000
    link/ether f8:75:a4:06:fb:4d brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
3: wlp0s20f3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP group default qlen 1000
    link/ether f2:15:aa:61:88:f0 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.0.82/24 brd 192.168.0.255 scope global dynamic noprefixroute wlp0s20f3
        valid_lft 68872sec preferred_lft 68872sec
    inet6 fe80::95d2:6433:6603:8a63/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

打开命令窗口，输入命令“ip -a”，展示如上图。左边为网卡名称和数量，以 enp 或者 ens 开头的为真实网卡，其余为虚拟网卡。上图用红色圈出来的表示当前网口状态 state，up 是连接状态，down 表示未连接状态。用户首先可以通过插拔网线或者断掉 wifi 查看网口状态来确认网口名称和地址，然后通过插拔网线或者断掉 wifi 查看相机连接状态的方式来确认相机所连接的对应网口。**使用网口相机建议不要使用无线网卡，无线网卡速度不稳定，不能保证带宽，可能会因为带宽不够导致相机使用问题。**

- 确认网口后，查看对应网口的网络地址，然后给相机配置成与对应网口同一网段的网络地址即可。(此步骤与上文一致，可参考 5.2 章节)

Windows 环境:

- 需要确认相机所连接的网口对应的网络地址，见下图，打开 Windows 命令窗，输入“ipconfig”指令，则会展示本机的 ip 配置。本机有两个网口，但由于他们在同一个网段，因此连接相机时不需要确认是连接哪个口，保证与这两个网口同一网段即可。

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 10.0.18363.1198]
(c) 2019 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\12139>ipconfig

Windows IP 配置

以太网适配器 Ethernet:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : fe80::a41e:97f5:7c0f:d4ef%3
    本地链接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::a41e:97f5:7c0f:d4ef%3
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.0.140
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . : 192.168.0.1

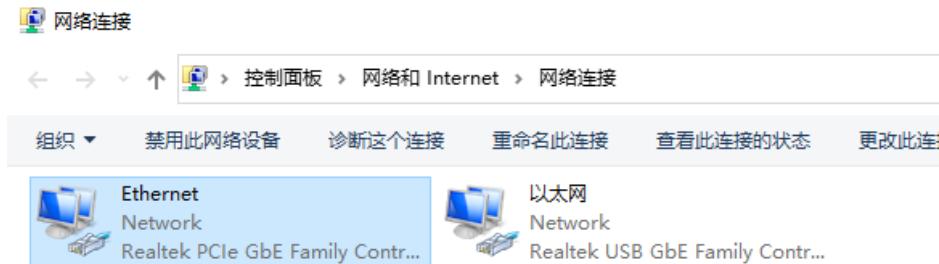
以太网适配器 以太网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : fe80::d5dc:55ab:ce87:8d9c%26
    本地链接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::d5dc:55ab:ce87:8d9c%26
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.0.77
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . : 192.168.0.1

C:\Users\12139>

```

如果不在一个网段，则首先通过网络名称确认对应网口的地址，见下图：



- 通过查看插拔网线查看相机连接状态的方式来确认相机所连接的对应网口。
- 确认网口后，查看对应网口的网络地址，然后给相机配置成与对应网口同一网段的网络地址即可（可参考 3.2 章节）。

5.4 为什么有时候拍摄点云显示空白？

当点云拍摄出来是空白时，可尝试调整点云范围。

5.5 为什么相机会打开失败？

若相机列表有相机，但是打开相机失败，可以查看相机后端的信号灯是否是亮的，或者是否是时亮时灭，这种情况表示连接有问题，一般情况下可换其他的 USB3.0 接口尝试；千兆网相机若打不开则需要检查网络，可使用相机厂家出品的小工具进行配置：
Basler 相机：pylon Viewer；Hik 相机：MVS。可到对应的相机品牌官网下载和学习使用以上小工具。

5.6 相机软件可以多个窗口同时使用吗？

可以，但是已被打开的相机不会在其他的窗口被找到，即一台相机不可以被多个窗口打开。

5.7 相机软件保存的点云图可以用什么工具打开？

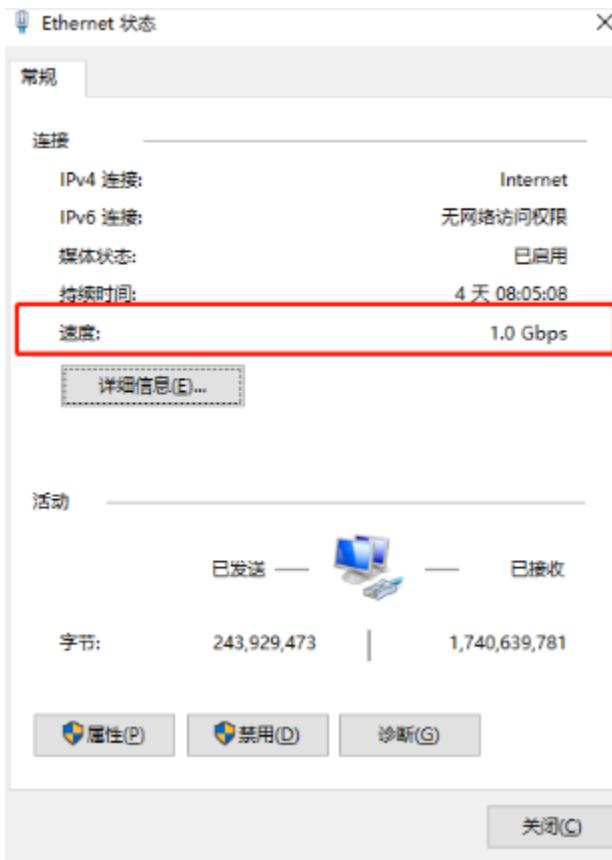
推荐使用 CloudCompare。

5.8 为什么千兆网相机刚连接上时配置网络只显示了光机?

连接千兆网相机使用时，若配置网络时只有光机，未显示左右相机，则先将光机网络配置好（与本机 ip 在同一个网段），之后重新刷新列表，则该相机左右相机会出现，再按照同一网段原则继续进行网络配置，即可使用，若仍然无法配置成功，可以联系售后人员帮忙解决和处理。**注意：ip 不可以重复占用，即光机，左右相机不允许配置相同的 ip。**

5.9 使用千兆网相机时对网络有要求吗？

有要求。使用网口相机需保证网络为**千兆网**及以上，否则可能因为带宽不够而导致相机使用出现问题。如下图所示可以查看是否为千兆网及以上，需速度大于等于 1.0Gbps。（查看路径：设置-网络和 Internet-更改适配器选项-选中以太网右键单击状态）



5.10 怎么判断相机 ip 地址冲突并解决？

当相机通过交换机连接电脑时，有可能会出现 ip 冲突的情况，ip 冲突会导致相机可以在列表上展示，但是无法使用相机（打开相机失败）。因此建议用户在通过交换机连接电脑时先检查 ip，详见下述步骤：

- 先把相机直连电脑，确认能正常使用，记录下 ip，
- 断开相机，电脑连接到网络，使用 ping 命令确认是否有设备占用该 ip，
- 如果有设备占用 ip，可以修改占用设备的 ip 地址，或者重新直连相机修改相机的 ip 地址。

5.11 使用网口相机时，如何调整电脑的网卡缓存大小？

使用网口相机时，若网络被其他设备大量占用，网口相机丢包风险增加，此时建议客户设置电脑的网卡缓存，具体步骤如下：

- 查询相机所连接的网卡名字。打开相机软件，点击网络配置，会显示当前连接的电脑网卡，如示例显示的“ens33”，见下图。



- Linux 终端执行命令: sudo apt install ethtool , 安装 ethtool 工具
- 以网卡 ens33 为例, 在 Linux 终端执行命令: sudo ethtool -g ens33 , 会显示当前网卡所支持的最大 RX/TX 缓存大小, 如这里的 4096, 和当前使用的缓存大小 256, 见下图。

```
Ring parameters for ens33:
Pre-set maximums:
RX:        4096
RX Mini:   0
RX Jumbo:  0
TX:        4096
Current hardware settings:
RX:        256
RX Mini:   0
RX Jumbo:  0
TX:        256
```

- Linux 终端执行命令: sudo ethtool -G ens33 rx 4096 tx 4096 , 将缓存设置到最大。
- 此方法并不适用于所有类型的网卡, 用户若配置不成功, 则当前电脑的网卡不支持配置!

5.12 与网卡相关的配置建议

当遇到网卡性能极差, 导致网口相机丢包严重时, 建议用户可调整以下网卡参数:

- IEEE 或者环保节能 建议关闭
- 流程控制、流控制、FlowControl 建议关闭
- 巨型帧 Jumboframe 设置成最大
- 中断节流、中断模式等建议关闭
- UDP 校验 (IPV4) 直连状态建议关闭
- Intel 接收队列尽量设置最大