

教你怎么做一台小电视相机

1 配置树莓派

首先我们需要购置一块叫做树莓派的板子，它将是整个 DIY 项目的核心。你可以把它理解成一个微型电脑，负责处理来自传感器模块的图像信息，并拍摄图像或者录制视频。我选用的树莓派型号是树莓派 4B，此外你还需要一张 TF 卡作为这台微型电脑的储存介质。

拿到树莓派的第一件事情是为树莓派安装操作系统。有很多种为树莓派安装系统的方法，最简单的是下载树莓派官方提供的软件 [Raspberry Pi Imager](#) 为树莓派安装系统。

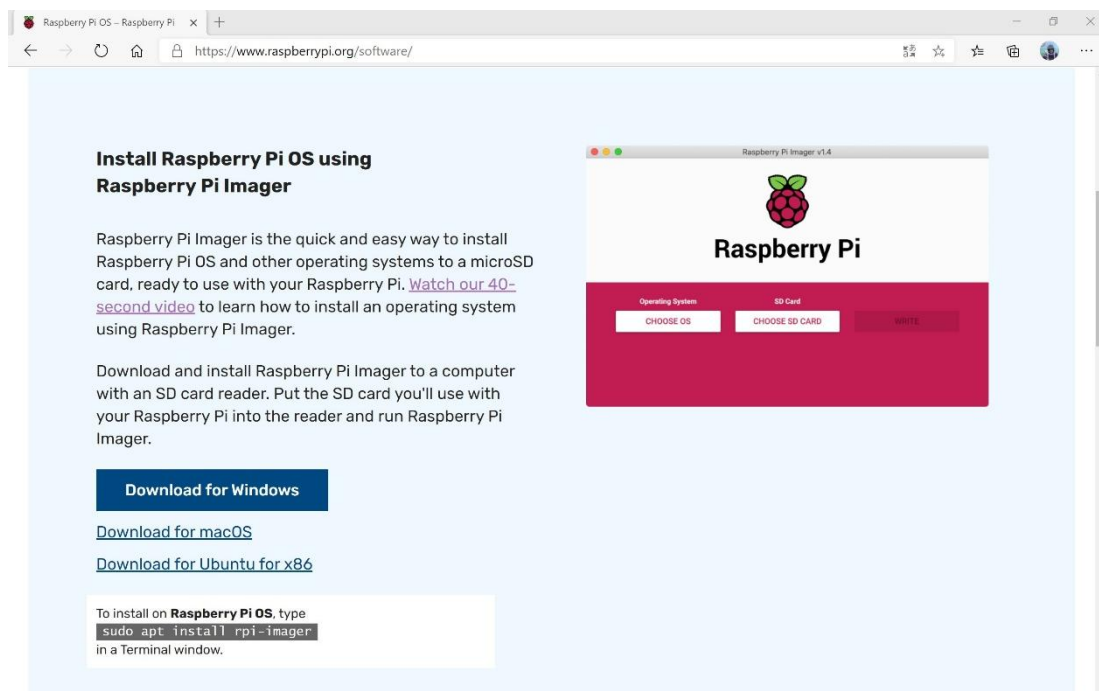


图 1 下载树莓派官方的镜像安装软件 Raspberry Pi Imager

通过读卡器把 TF 卡连接到电脑，点击 **CHOOSE OS** 选择安装的系统，这里我选择第一个，也就是 Raspberry Pi OS(32-bit)。

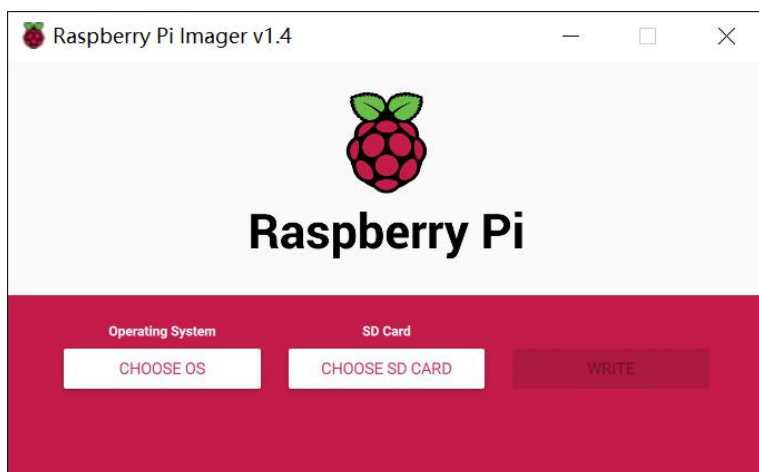


图 2 Raspberry Pi Imager

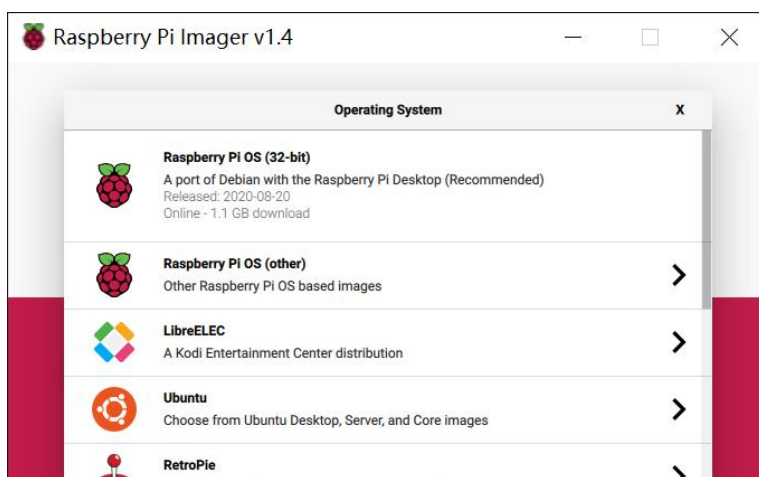


图 3 选择为树莓派安装的系统

点击 **CHOOSE SD CARD** 选择要写入的内存卡，要注意的是写入镜像会格式化内存卡，所以在进行操作之前请务必备份 TF 卡内部的资料。

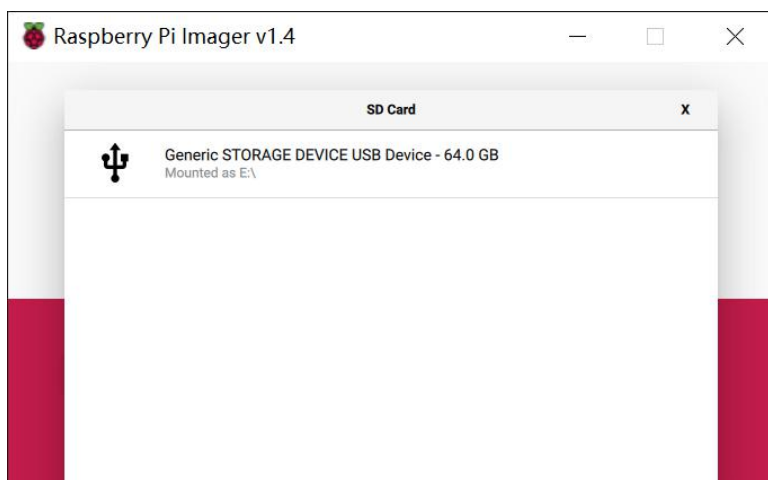
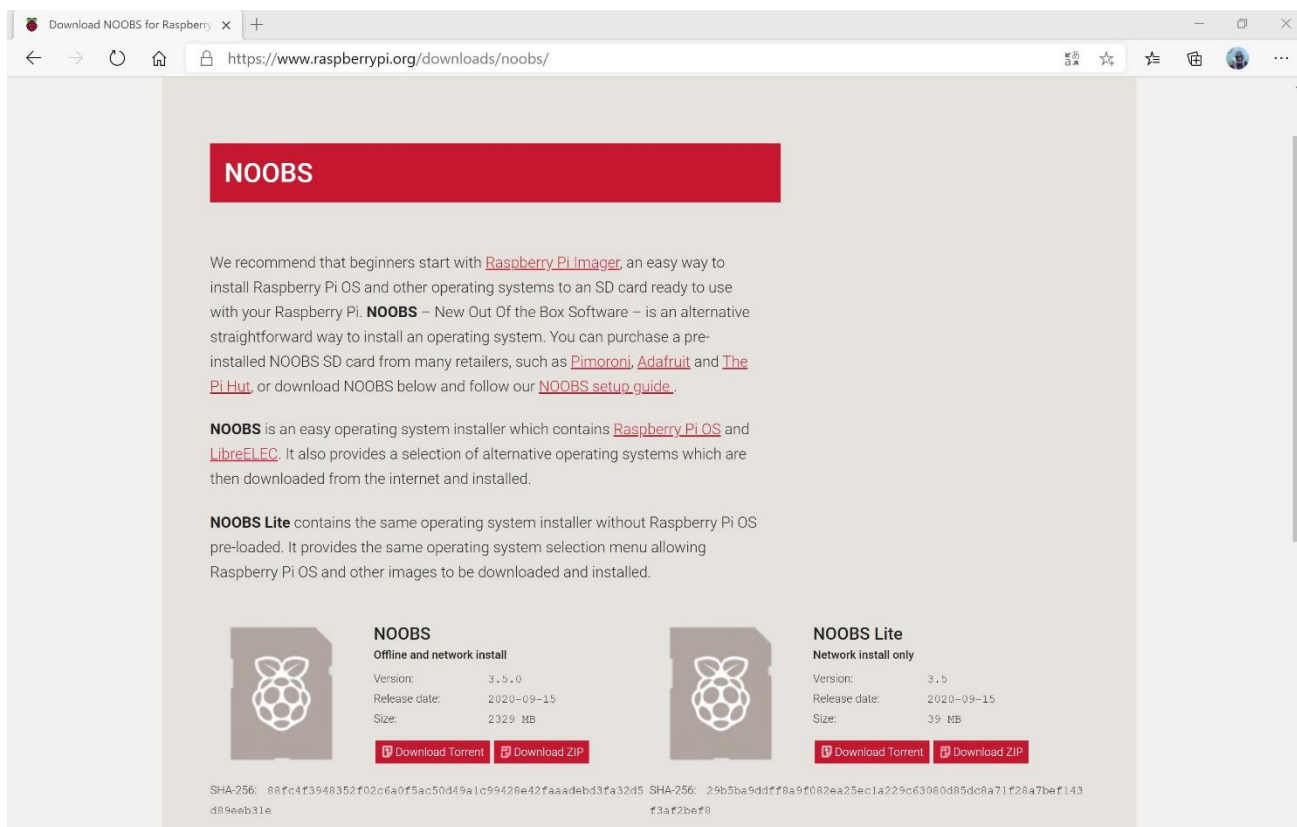


图 4 选择写入镜像的 TF 卡

点击 **WRITE** 进行烧录，等待烧录完成之后，取出 TF 卡，并插进树莓派的卡槽中，使用 HDMI 线连接到显示器，我使用的树莓派 4B 的 HDMI 接口是 micro HDMI，所以需要使用 micro HDMI 转标准 HDMI 的线进行连接。

这里再提供另外一种简单的安装给树莓派安装系统的方法——通过 NOOBS 安装。首先下载官方的 **NOOBS** 安装包



为了点亮树莓派，我们还需要为树莓派提供合适的供电，5v 3A 的直流适配器、树莓派专用的 UPS 供电模

块、充电宝都是不错的选择。我选择了一款叫做 **PiSugar 2 Pro** 的 UPS 供电模块作为树莓派的电源使用。它的安装方法也相当简单，将供电模块上的弹簧顶针头部与树莓派对应阵脚对齐，拧上四颗螺丝即可。PiSugar 2 Pro 自带一个 5000mAh 的锂电池，但是这个电池稍微有点厚实，因为我使用了一个更薄的 2500mAh 锂电池用来代替。代替的锂电池尺寸为 62mm*50mm*5.5mm，电压为 3.7V。而在附件中提供的小电视外壳模型，是针对这个尺寸的电池设计的。

给树莓派接上键盘，打开电源开关，进入树莓派的系统安装界面。

(安装树莓派的系统部分)

进入到系统桌面说明你已经成功地给树莓派安装了操作系统。接下来，我们需要对树莓派进行一些设置，分别使能树莓派的 Camera、SSH、SPI 接口。通过快捷键 **Ctrl+Alt+T** 进入终端，输入以下命令进入系统设置界面。

```
sudo raspi-config
```

使用键盘的方向键，选择 **Interface Options**，敲击回车 **ENTER** 进入下一级菜单；选择 **Camera**，敲击回车 **ENTER** 进入下级菜单；选择 yes，敲击回车 **ENTER** 确定。同样的方法，继续使能 SSH、SPI。最后敲击 **ESC** 键退出该界面，输入以下命令重启树莓派。

```
sudo reboot
```

除了使用鼠标键盘直接操作树莓派之外，我们也能够通过电脑远程连接并操作树莓派。首先通过 WIFI 或者网线把树莓派连接到网络，确保树莓派和电脑处于同一个网络之下，通过快捷键 **Ctrl+Alt+T** 或者直接点击终端图标打开命令窗口。输入命令

```
ifconfig
```

查看树莓派的 IP 地址，记下这个地址。为了操作树莓派，你需要先下载一个 SSH 远程连接软件。我使用的是 **XSHELL**，你可以从 **XSHELL 的官网** 下载到免费的个人版。除了下载 XSHELL，我们还需要下载 XFTP 这个软件以便传输文件。打开 XSHELL，点击左上角的“**新建**”来创建一个新会话。在**名称**那栏输入会话名称，在主机那栏输入树莓派的 IP 地址，点击连接，再分别输入用户名（默认 pi）和密码（默认 raspberry）即可进入树莓派的命令行界面。你可以通过这个远程终端，在电脑上远程控制树莓派。

当然出门拍照的时候一直带着显示器并不是一个很体面的做法。我选用了微雪 3.2 寸 SPI 接口的 LCD 屏幕。使用 SPI 接口的 LCD 屏幕的好处就是可以直接安装到树莓派 4B 上，结构更加紧凑。只不过，因为 SPI 的带宽限制，能驱动起来的屏幕分辨率并不高，在市场上能买到的树莓派 SPI 直插屏幕素质也不算高。首先关闭树莓派，把屏幕模块按照对应阵脚插到树莓派上。SPI 协议的屏幕一般不能够像通过 HDMI 连线的屏幕

那样即插即用，需要安装对应的驱动——通常能够从出售屏幕的商家获得。以我选用的这块屏幕为例，可以直接进入[微雪的官网](#)获取相应的驱动和教程。给树莓派接电开机，输入以下代码从 GitHub 中下载 LCD 屏幕的驱动

```
git clone https://github.com/waveshare/LCD-show.git
```

使用 **cd** 命令打开 LCD-show 文件夹

```
cd LCD-show/
```

然后运行 **LCD32C-show** 这个脚本，重启树莓派即可完成 LCD 屏幕的配置

```
sudo ./LCD32C-show
```

小电视相机使用树莓派官方出的第三代相机模块——Raspberry HQ Camera（后面简称相机模块），使用 C/CS 卡口的镜头，可以购买附带镜头的套餐，这样你就省去另行选购镜头的精力。或者，你也可以自行选购 C 卡口或者 CS 卡口的镜头，这类镜头一般用于监控或者工业上，在购物软件的搜索关键词是“c 卡口 工业镜头”，如果你购买的是 CS 卡口镜头的话，需要外安装转换器——购买相机模块时会附赠。购买镜头必须要注意的问题是，镜头的像面面积是否足够覆盖整个相机模块的传感器。相机模块的 imx477R 传感器的尺寸是 1/2.3，因而选用的镜头成像面积需要大于 1/2.3 才能在正常在 CMOS 上正确成像。比如这枚镜头的成像尺寸是 1/2，像面能够完美覆盖整个 CMOS。

安装相机模块之前，一定要先断开树莓派的电源，切记不要热插拔相机模块的排线。相机模块的安装非常简单，只要用排线分别连接相机模块和树莓派的 CSI 接口即可。

再次进入终端，使用命令

```
raspistill -t 15000 -o newpic.jpg
```

测试是否可以正确打开摄像头并拍照，如果能够正确拍摄照片，说明相机模块已经正确安装了。这句指令的含义是：打开摄像头，在 15 秒之后拍摄一张文件名叫做 newpic，格式为 jpg 的照片。所以你完全是可以通过命令行指令控制树莓派进行拍摄的，可以设置快门速度、ISO 等参数。附件里你可以找到一份 Camera-Guide.pdf 的文件，这是树莓派官方提供的相机教程，如果你的英文阅读能力还行的话，你可以尝试从中学习到更多树莓派摄像头的用法。

如果每次都要使用键盘输入指令才能进行拍照，未必过于麻烦了。但是好在树莓派官方提供了 [PiCamera](#) 这样的 Python 包，我们可以使用这个包编写程序来简化拍照或者拍视频的流程。在附件，我提供两个 Python 程序作为参考，你可以直接拿来使用，在本教程末尾我会教你怎么去运行这两个程序。不过现在，是时候给我们的小相机寻找一个外壳了。这个外壳是通过 3D 打印机打印得到的，在附件的“**小电视 3D 模型**”文件夹你可以找到 6 个文件，这些就是需要打印出来的外壳 3D 模型。如果你没有 3D 打印机，你可以在淘宝这样的电商渠道找到店家可以进行 3D 打印，把这些文件发给店家，他们可以帮忙进行打印，价

格在 100 块左右。打印的材料一般有两种：尼龙和树脂，这里推荐使用尼龙，原因就是尼龙的热变形温度（135°C，仅供参考）比树脂（45°C，仅供参考）高很多。而树莓派的发热还是比较大的，如果使用树脂材料会有可能造成小电视外壳软化，而尼龙不会，只不过尼龙材质打印得到的外壳表面，较树脂而言要粗糙很多，价格也更贵，而且不容易着色。这需要你自己的权衡。

在等待小电视外壳打印完成的过程中，我们还需要完成另外一个重要的零件，小电视的天线，也就是相机的快门。同样在附件，你可以找到一个叫做**支撑板**的压缩文件，这是用来安装小电视天线兼快门的电路板。接下来需要印制这块电路板，有条件的可以自己动手印制，但是这里有一个更加简单省事的方法，我们可以把板子交给嘉立创这样的公司，让他们帮忙打印。选择嘉立创的好处就是，在这个网站进行 PCB 打样下单，每月首单只需要 5 块，并且包邮。进入**嘉立创的官网**，点击右上角下载**下单 PC 小助手**，下载并安装完成之后，打开这个软件，注册并登录账号；在左侧，点击**在线下单/计价**进入下单界面；点击**上传 pcb 文件**，并选择附件中的**支撑板.zip**进行上传；上传完成之后点击立即下单，选择板子数量为 5，并继续点击下一步；进入下单页面，“确认生产稿”选择不需要，“SMT 贴片选项”选择不需要，“激光钢网选项”选择不需要，其它选项保持默认，填写你的发票信息、收货信息等信息之后提交订单并支付，等待 PCB 打印完成

待所有器件齐全，把所有部件组装起来。首先是这块支撑板，我们需要用到电烙铁把开关焊接到针脚上。如示意图所示，将 2、3 针脚或者 5、6 针脚对接两条引脚，使用烙铁把开关和支撑板连接起来。

然后将相机模块安装到外壳上。先把相机模块底部的 1/4 螺丝孔的金属块卸下，对齐凹槽和相机模块，使用 m2 螺丝和螺母连接外壳和相机模块。把 UPS 电源模块和树莓派放入外壳中，排线插入插口，使用 m2 螺丝、m2 螺母、螺柱安装支撑板。注意支撑板上这个方形的锡盘需要接地的，使用杜邦线连接这个针脚和树莓派的接地引脚。另外两个针脚也同时接到树莓派上。杜邦线的长度是 10cm，因为杜邦线的塑料卡口过长会导致屏幕安装不上，需要预先处理。使用镊子插入卡口的卡扣中，并向上掰，取下塑料卡口，并套上热缩管，使用打火机稍微加热热缩管，让其收缩到合适大小。重复处理得到三根杜邦线。

使用附件里的 buttonTest.py 这个 python 脚本测试按键是否安装成功，运行如下命令

```
python buttonTest.py
```

如果按下两个按键，命令行界面均输出 “press”说明两个按键安装成功。稍微理线之后，把屏幕模块安装到树莓派上。最后使用 m2.5 螺丝连接顶壳和底壳，再把小天线和小脚装上，小电视相机的硬件部分就基本完成了。

在根目录创建一个文件夹

```
mkdir ws
```

使用 XFTP 这个软件把附件里的脚本文件：shootVideo.py 和 takePhoto.py 拷贝到这个文件夹，并使用以下命令进入到这个文件夹中。

```
cd ws
```

运行 shootVideo.py 这个脚本可以拍摄视频，

```
python shootVideo.py
```

理论上按下右边的按钮会开始录制和停止录制。按下左边的按钮退出程序。如果按下两个按键的效果是反的，说明你的接线接反了。开始录制后再按下一次按钮，树莓派会耗费一些时间来将录制的 h264 视频包装成 MP4 格式，如果你是通过 SSH 远程连接树莓派的话，进度可以通过 SSH 远程连接窗口看到。这时候稍微等待就好了。运行 takePhoto.py 这个脚本可以拍摄照片

```
python takePhoto.py
```

同样的右键快门左键退出。代码中已经把曝光调成了自动曝光，如果有自动曝光处理不来的画面，需要你手动调节镜头上的光圈。或者你还可以到代码中，修改代码来调节快门速度和 ISO。这需要你对 python 代码有一点了解，具体的可以翻看官方教程，这里不再赘述。

到这里整个小电视相机基本完成了，附近提供的代码和模型文件仅供参考，如果你想要给小电视添加更多功能，你可以尝试去修改代码和修改模型，甚至为小电视相机添加新的硬件设备，例如通过添加 IMU 模块，结合防抖算法，可以为小电视相机实现类似于索尼 $\alpha 7s III$ 的 IMU 后期增稳。这可能会有些难度，但 DIY 和挑战困难的过程，不就是 DIY 的乐趣所在吗？