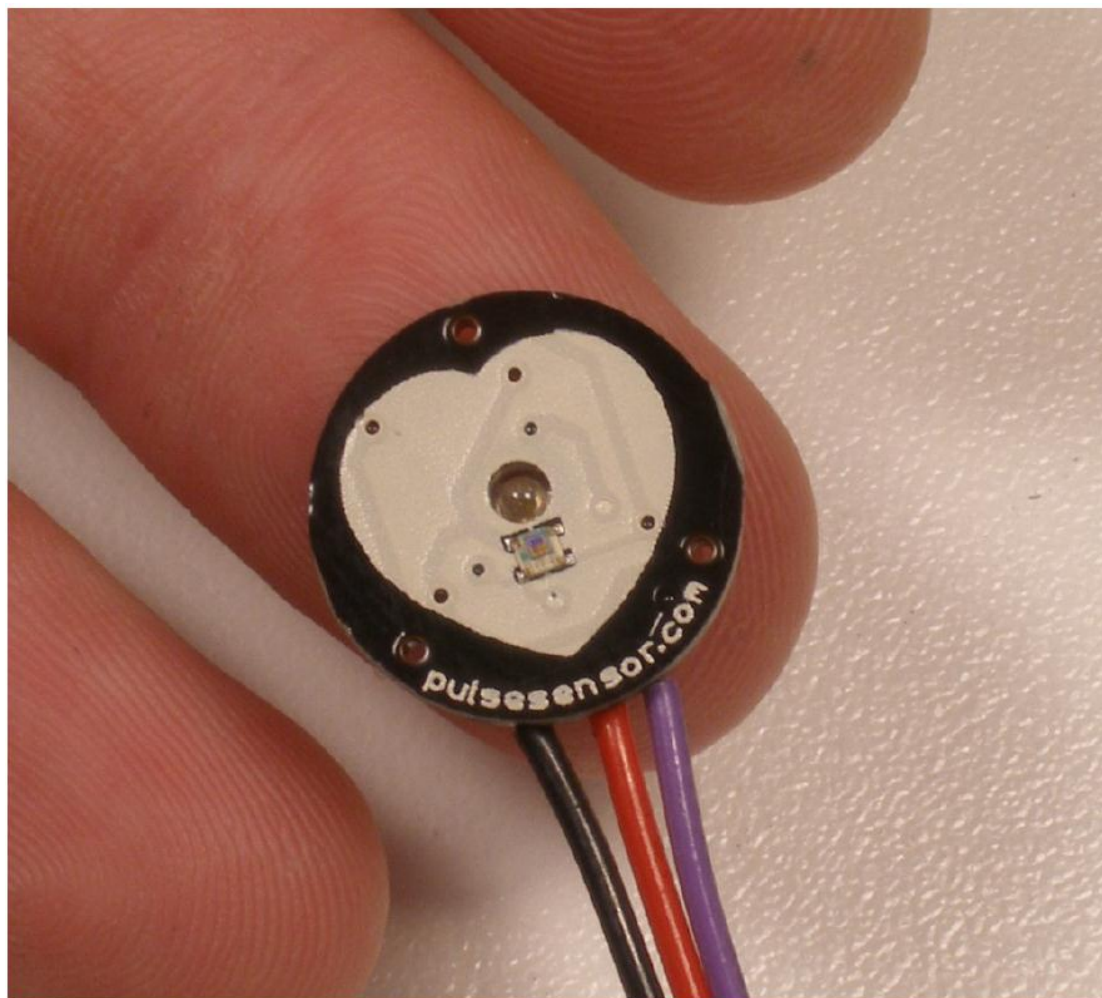

Pulse Sensor 中文说明书



By 无锡市思知瑞科技有限公司

前言

大家好！鉴于很多人都对 PulseSensor 不太了解（应该是懒得读英文吧😁），此次特意抽出时间根据本人的理解写了一份中文的说明书，希望大家在购买前或购买后都能够仔细阅读，免去大家心中的疑惑，也希望大家多多支持我们小店，我们的淘宝店铺名称**大脑试验室** <http://brainlink.taobao.com> **淘宝旺旺：无锡思知瑞科技有限公司**

产品简介

PulseSensor 是一款用于脉搏心率测量的光电反射式模拟传感器。将其佩戴于手指或耳垂等处，通过导线连接可将采集到的模拟信号传输给 Arduino 等单片机用来转换为数字信号，再通过 arduino 单片机简单计算后就可以得到心率数值，此外还可将脉搏波形上传到电脑上显示波形。PulseSensor 是一款开源硬件，目前国外官网上已有其对应的 arduino 程序和上位机 Processing 程序，其适用于心率方面的科学研究和教学演示，也非常适合用于二次开发。

参数说明

电路板直径：16mm

电路板厚度：1.6mm（普通 PCB 板厚度）

LED 峰值波长：515nm

供电电压：3.3v 或 5v 均可

输出信号类型：模拟信号

输出信号大小：0~3.3v(3.3v 电源)或 0~5v(5v 电源)

原理说明

传统的脉搏测量方法主要有三种：一是从心电信号中提取；二是从测量血压时压力传感器测到的波动来计算脉率；三是光电容积法。前两种方法提取信号都会限制病人的活动，如果长时间使用会增加病人生理和心理上的不舒适感。而光电容积法脉搏测量作为监护测量中最普遍的方法之一，其具有方法简单、佩戴方便、可靠性高等特点。

光电容积法的基本原理是利用人体组织在血管搏动时造成透光率不同来进行脉搏测量的。其使用的传感器由光源和光电变换器两部分组成，通过绑带或夹子固定在病人的手指

或耳垂上。光源一般采用对动脉血中氧和血红蛋白有选择性的一定波长（500nm~700nm）的发光二极管。当光束透过人体外周血管，由于动脉搏动充血容积变化导致这束光的透光率发生改变，此时由光电变换器接收经人体组织反射的光线，转变为电信号并将其放大和输出。由于脉搏是随心脏的搏动而周期性变化的信号，动脉血管容积也周期性变化，因此光电变换器的电信号变化周期就是脉搏率。

根据相关文献和实验结果，560nm 的波可以反映皮肤浅部微动脉信息，适合用来提取脉搏信号。该传感器采用了峰值波长为 515nm 的绿光 LED，型号为 AM2520，而光接收器采用了 APDS-9008，这是一款环境光感受器，感受峰值波长为 565nm，两者的峰值波长相近，灵敏度较高。此外，由于脉搏信号的频带一般在 0.05~200Hz 之间，信号幅度均很小，一般在毫伏级水平，容易受到各种信号干扰。在感受器后面使用了低通滤波器和由运放 MCP6001 构成的放大器，将信号放大了 331 倍，同时采用分压电阻设置直流偏置电压为电源电压的 1/2，使放大后的信号可以很好地被单片机的 AD 采集到。

整个心率传感器的结构如下图：



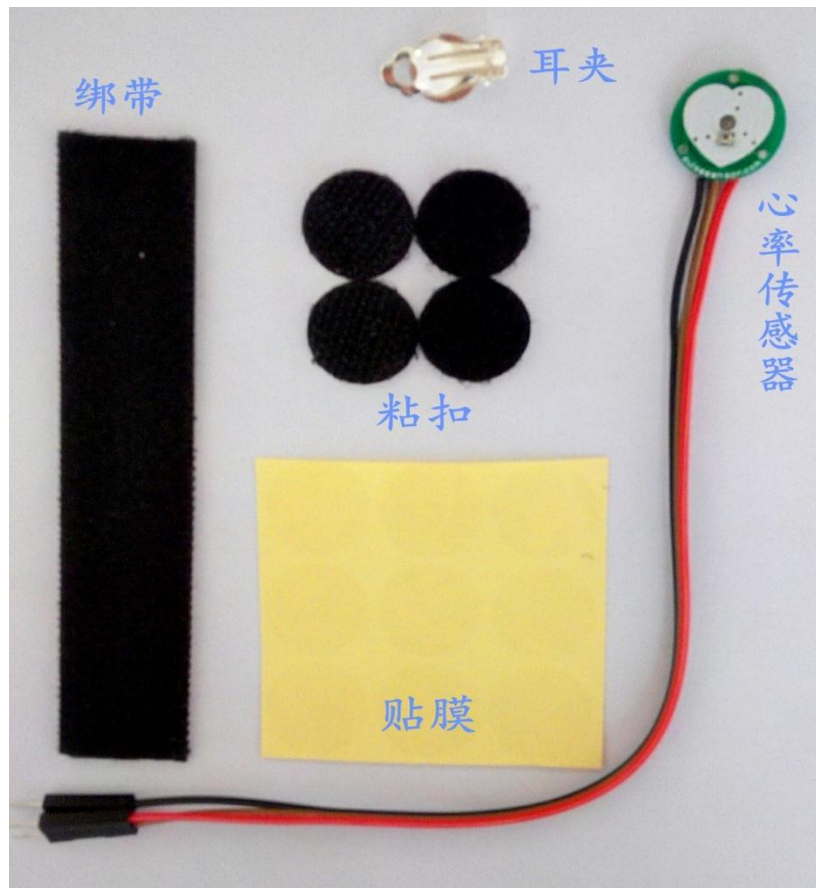
整个心率采集显示系统的结构如下图：



PulseSensor 的官网上已经提供了基于 arduino 开发板的程序和 processing 上位机软件程序。除此以外，本店还提供了基于 FRDM-KL25Z 开发板的程序。所以如果各位手上有心率传感器、arduino 开发板（或 KL25Z 开发板）和一台电脑，那么马上就可以完成心率采集演示系统。

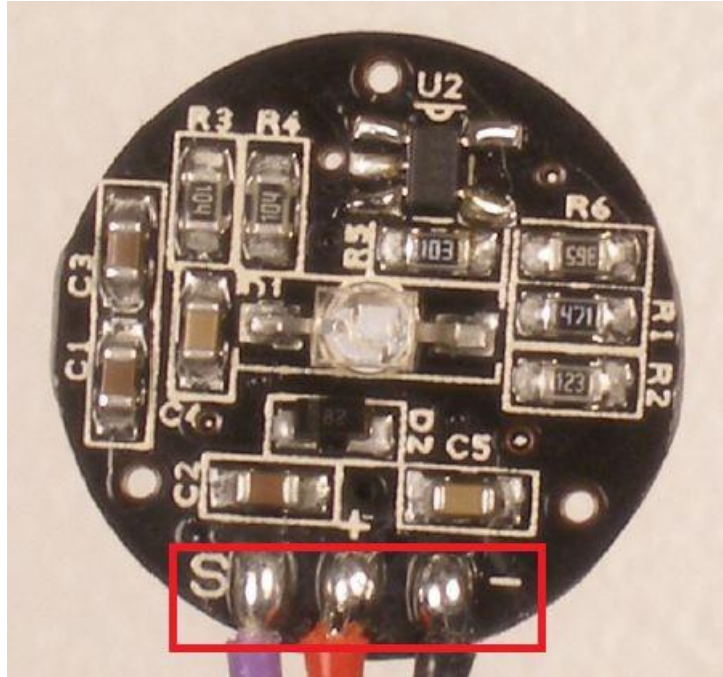
使用步骤(采用 arduino 开发板)

- 1.在拿到传感器套件后，让我们打开包装，看一看都包含哪些东西。



上图是本套件所包含的全部物品，这里除了传感器之外的其他配件有什么用，我们一会儿再说。

2.我们首先看一下传感器，连接传感器的共有 3 根线，那么这 3 根线有什么用呢？这里请大家千万不要根据线的颜色来推测，而要根据电路板的背面标识来分辨。电路板的背面图如下：



红框中 3 根线，标有 S 的为信号输出线（最左边）；标有+的为电源输入线（中间）；标有-的为地线（最右边）。这 3 根线与下位机 arduino 的对应关系为：

S → A0(arduino 板的模拟输入端 0)

+ → 5v (或 3.3v)

- → GND

将 3 根线以对应关系插入 arduino 板中。

3. 通电之前，我们先做好 PC 机上的准备工作。首先打开本店给出的百度网盘连接：
[百度网盘连接](#)，看一下网盘都有哪些资料：







<input type="checkbox"/> Pulse+Sensor, +Short+Introduction-SD.mp4	简介视频
<input type="checkbox"/> CH340驱动.rar	CH340驱动
<input type="checkbox"/> PulseSensorAmpd_Processing_1dot1.rar	Processing程序
<input type="checkbox"/> PulseSensorAmpd_Arduino_1dot2.rar	arduino程序
<input type="checkbox"/> datasheet.rar	相关芯片资料
<input type="checkbox"/> PulseSensorAmpdGettingStartedGuide.pdf	英文说明书
<input type="checkbox"/> PulseSensorAmpd - Schematic.pdf	传感器原理图
<input type="checkbox"/> processing-2.1-windows32.zip	processing软件
<input type="checkbox"/> arduino-1.0.5-windows.zip	arduino软件

其中 arduino 和 processing 软件和程序都是必须要下的，其他的東西不想深究的話可以不看。

此外，在另一个私密网盘上还有我们移植到其他平台的程序，链接为：
[_____](#)，提取密码请在购买后向我们的客服索要。

<input type="checkbox"/>	文件名	
<input type="checkbox"/>	 Pulse Sensor使用说明书V1.0.pdf	中文说明书
<input type="checkbox"/>	 pulsesensor_STC12C5A.rar	51板原理图、使用说明和程序
<input type="checkbox"/>	 XM-15B蓝牙模块.rar	蓝牙模块资料
<input type="checkbox"/>	 mbed_pulsesensor_uvision_kl25z.rar	飞思卡尔KL25Z程序

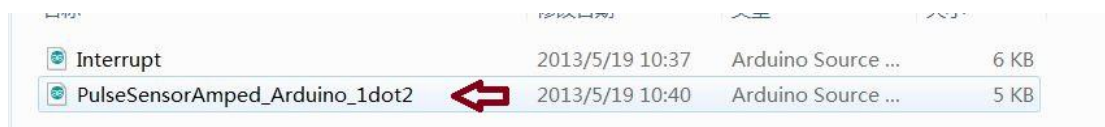
首先我们解压 arduino 和 processing 软件，放到常用软件的文件夹中，这两个软件都是绿色免安装版，解压即可使用。打开 arduino 软件文件夹，找到 driver 文件夹，打开看到如下：

	FTDI USB Drivers	2014/3/18 16:57	文件夹	
	arduino	2013/5/18 4:24	安全目录	7 KB
	arduino	2013/5/18 4:24	安装信息	6 KB
	dpinst-amd64	2013/5/18 4:24	应用程序	1,024 KB
	dpinst-x86	2013/5/18 4:24	应用程序	901 KB
	Old_Arduino_Drivers	2013/5/18 4:24	WinRAR ZIP 压缩...	14 KB
	README	2013/5/18 4:24	文本文档	1 KB

如果你是 64 位系统请点击 amd64 安装串口驱动，如果是 32 位系统点击 x86。驱动安装完毕，用 USB 线连接 PC 和插有传感器的 arduino 板，此时传感器的 LED 发出绿光，说明传感器上电正常。如果驱动安装正常，此时 PC 机将识别出 arduino 的虚拟串口，可以在设备管理器查看串口号，如下图：



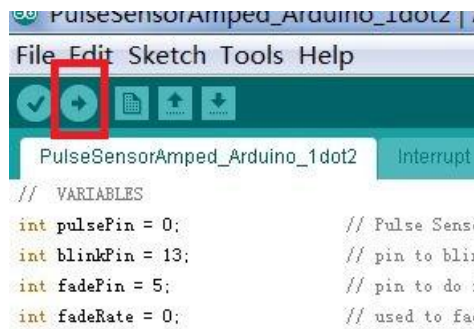
现在我们打开 arduino 软件，点击菜单栏的 file->open，找到 arduino 下位机程序解压后的文件夹，如下图：



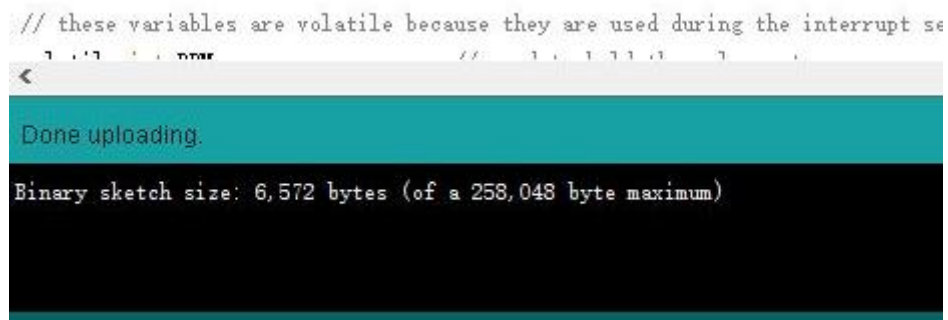
只打开箭头所指的文件就可以了，另一个文件是中断子程序，不需要打开。如果你想让传感器工作在 5V 状态下，那么程序不需要修改。如果想让传感器工作在 3.3v 状态下，那么请将下图所示的语句前面的注释去掉，重新编译程序。此外要保证传感器的电源线插入在 3.3V, arduino 板子的 AREF 引脚用导线连接到 3.3v（板子默认是不连接的）。

```
void setup(){
  pinMode(blinkPin, OUTPUT); // pin that will blink to your heartbeat!
  pinMode(fadePin, OUTPUT);  // pin that will fade to your heartbeat!
  Serial.begin(115200);       // we agree to talk fast!
  interruptSetup();           // sets up to read Pulse Sensor signal eve:
  // UN-COMMENT THE NEXT LINE IF YOU ARE POWERING The Pulse Sensor AT LOW VOL
  // AND APPLY THAT VOLTAGE TO THE A-REF PIN
  //analogReference(EXTERNAL);
}
```

在下载程序之前，我们需要选择正确的板子型号和串口号。点击 tool->board,选择你所使用的 arduino 型号，再点击 tools->serial port,选择 arduino 串口号（设备管理器里可以查询）。选择正确后，点击 upload 按钮，如下图：

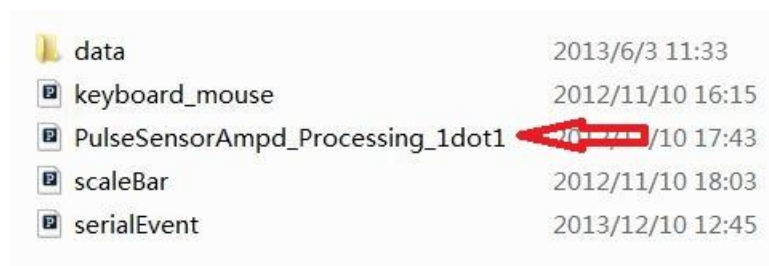


程序下载成功后，下面将显示：



到此，arduino 程序下载成功，可以关闭 arduino 软件。

4.打开 processing 软件（目前使用 2.1.1 版本），点击菜单栏 file->open，找到 processing 程序文件夹，里面共有四个文件，如下图：



只需打开红色箭头所指的文件（名字最长）就可以了。

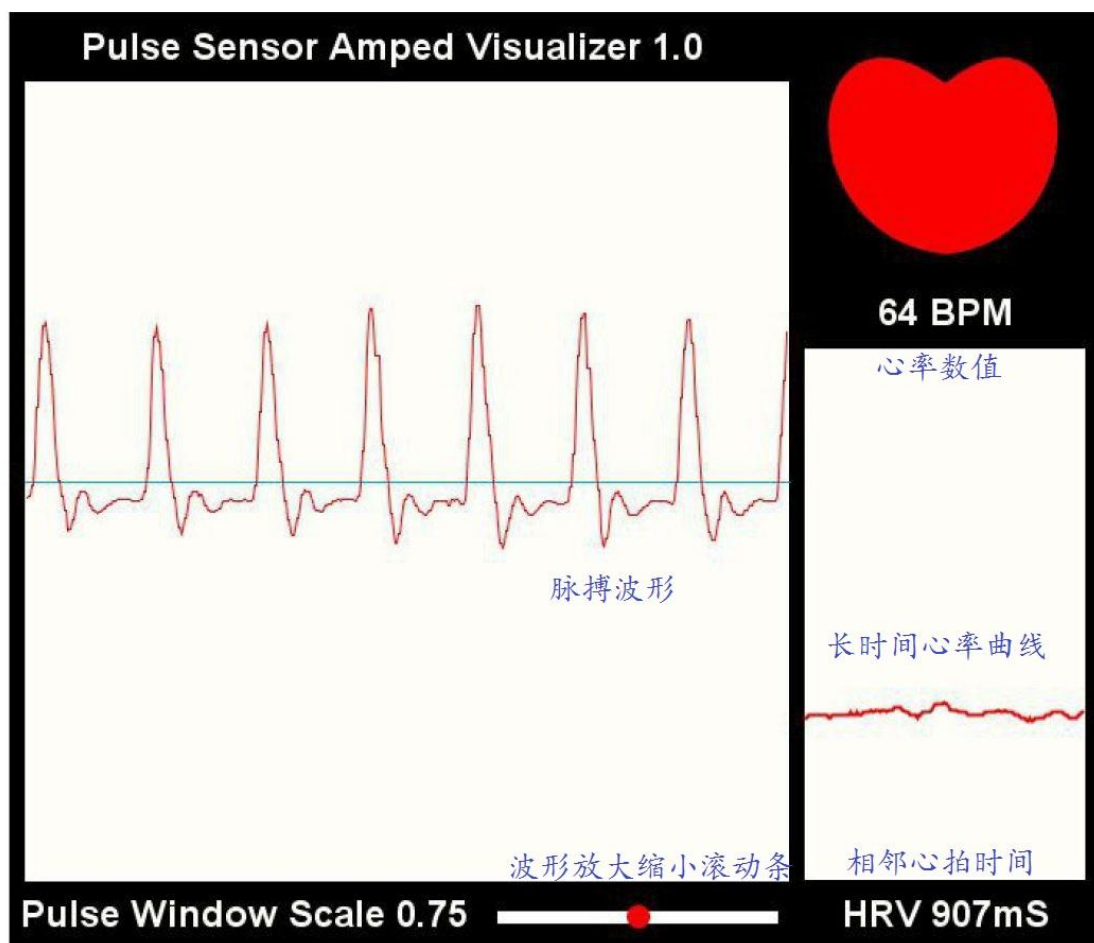
此时，可以先点击一下 run 按钮，上位机的显示界面会弹出来，这时我们先不要管，看一下原程序的下方会显示出软件识别出的 com 口，如下图：


```
// GO FIND THE ARDUINO
println(Serial.list()); // print a list of available serial ports
// choose the number between the [] that is connected to the Arduino
port = new Serial(this, Serial.list()[0], 115200); // make sure Arduino is ta
port.clear(); // flush buffer
port.bufferUntil('\n'); // set buffer full flag on receipt of carriage return
}

Stable Library
Native lib Version = RXTX-2.1-7
Java lib Version = RXTX-2.1-7
[0] "COM30"
```

如果软件只识别出了一个 com 口，那么 serial.list()[0]就是表示的第一个串口。如果是识别出多个串口，比如“COM3,COM5”,那么 serial.list()[0]就是代表 COM3,而 serial.list()[1]代表 COM5，这时根据你所使用的板子的串口号来填写序号就可以了。

当串口顺序正确后，点击运行按钮，将传感器放在手指或耳垂处，就可以看到脉搏波形了。



将心率值显示在了七段数码管上。为了观察到 LED 和数码管，请将跳帽 J2 和 J7 短接。需要注意的是，由于七段数码管需要定时刷新，产生的信号会干扰到单片机的 AD 采集，所以可以通过上位机看到波形中叠加了高频噪声，但是这并不影响心率值的计算，因为心率信号仍是功率最大的。如果您对波形有要求，请取下 J2 跳帽，这样数码管就不会对波形产生影响了。

使用步骤(采用 KL25Z 开发板)



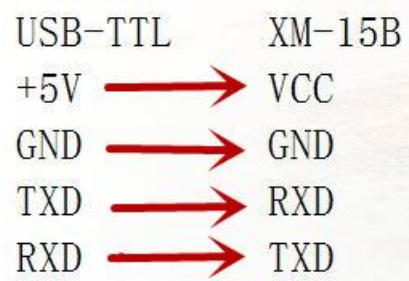
Freedom 开发平台是飞思卡尔最新推出的基于 Kinetis L 系列 ARM Cortex-M0+内核微控制器的超低成本原型开发平台。Freescale Kinetis L 系列是全球首款基于 ARM Cortex-M0+内核的低功耗微控制器，为 8 位/16 位应用向 32 位应用迁移提供了一种更低功耗、更易使用的方案。

基于该开发板的程序在私密网盘中的 mbed_pulsesensor_uvision_kl25z.rar 文件中，实现功能与 arduino 板相同，这里不再赘述。程序是基于 MBED 平台移植的，可以在 KEIL 环境下仿真调试。其中传感器的输出接 PTB0 引脚。

蓝牙模块使用须知

目前本心率传感器的数据可以通过蓝牙模块实现无线传输到上位机。本店采用的蓝牙模块为重庆翔码电子的 XM-15B 蓝牙串口模块，无需编程，支持串口透传；主从一体，方便修改；宽电压支持，3.3/5v 均可。该模块出厂默认配置为从机，波特率：9600，N，8，1。配对密码：1234；如要不想自己更改，可以在下单时注明让我们改好。

在单片机一端，我们需要将采集到的脉搏数据发送出去。这时我们需要利用一个 USB 转 TTL 模块来首先配置蓝牙模块。将两个模块的电源和地相连，TXD 和 RXD 引脚交叉连接。如下图所示：



将 USB 转 TTL 模块插入电脑，下载私密网盘中的 **XM-15B 蓝牙模块.rar**，打开参数设置工具-BTModuleSettings(XM-15B)，设置蓝牙模块为从机，115200，0，1，如下图：



设置成功后，将蓝牙模块与开发板相连，同样是电源和地相连，RXD 和 TXD 交叉连接。

a. 蓝牙模块 ← ---- → arduino 板

TXD←-----→RX(或者 RXD0, 一般带有箭头标志)

RXD←-----→TX(或者 TXD0, 一般带有箭头标志)

b.蓝牙模块←-----→51 板

TXD←-----→RXD(P3.0)

RXD←-----→TXD(P3.1)

上电后, 蓝牙模块的 LED 闪烁, 说明还没有配对。此时主机侧 (电脑、手机或者蓝牙主机模块) 需要与蓝牙从机配对, 配对成功后, 蓝牙模块的 LED 常亮。带有蓝牙功能的电脑和手机具体配置过程请参看压缩文件里的两个 GIF 动画。如果是使用的另一个蓝牙模块作为主机, 请按照之前的方法将其设置为主机, 115200, 0, 1。然后直接利用 USB 转串口虚拟出来的串口就可以得到数据。

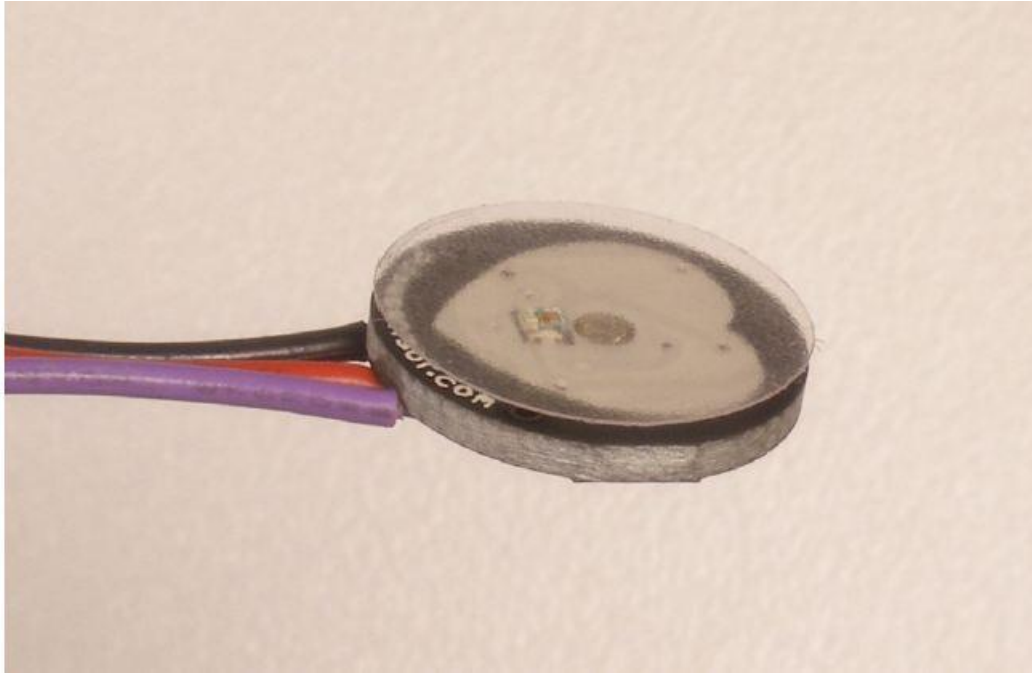
注意事项

- 1、保持指尖与传感器接触良好
- 2、不要太用力按, 否则血液循环不畅会影响测量结果
- 3、保持镇静, 测量时身体不要过多移动,这个会影响测量结果
- 4、不要用冰凉的手指进行测试,因为血液循环不好会让测量结果不准确

配件说明

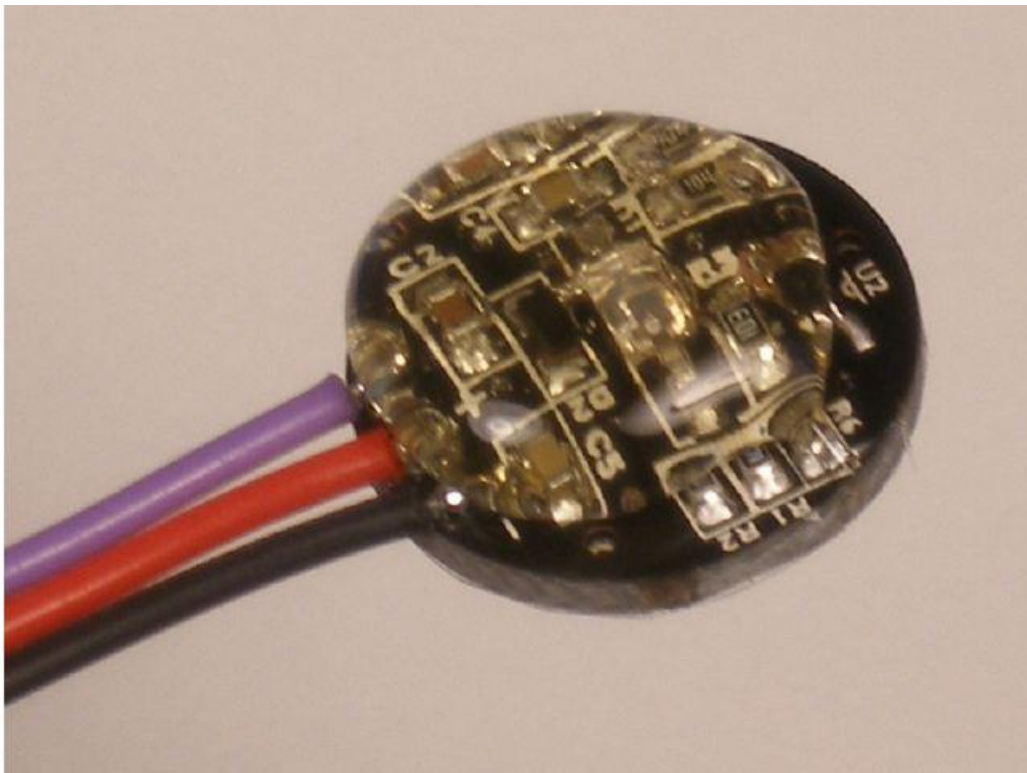
1. 贴膜

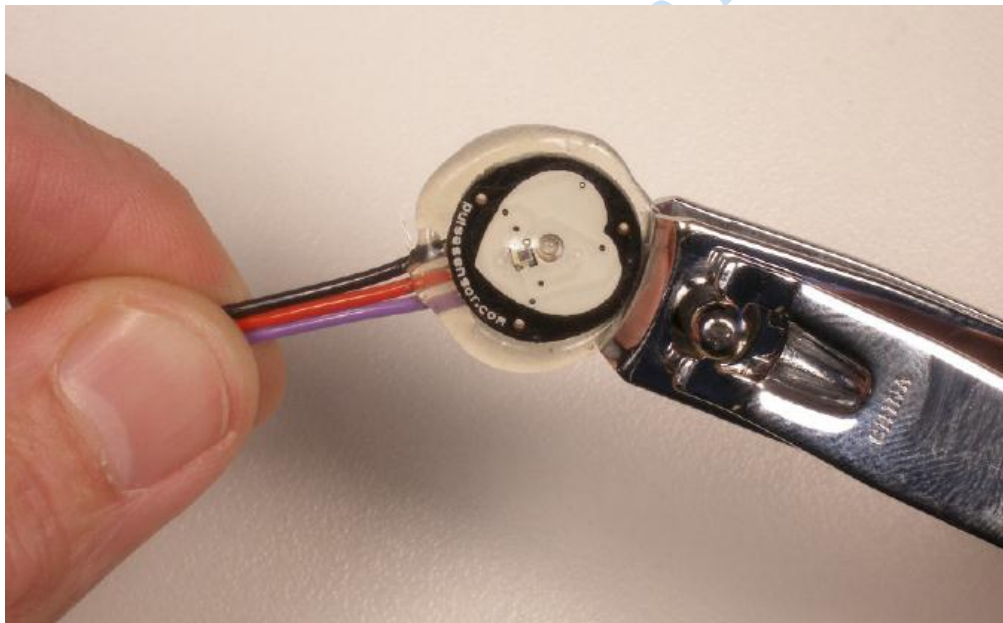
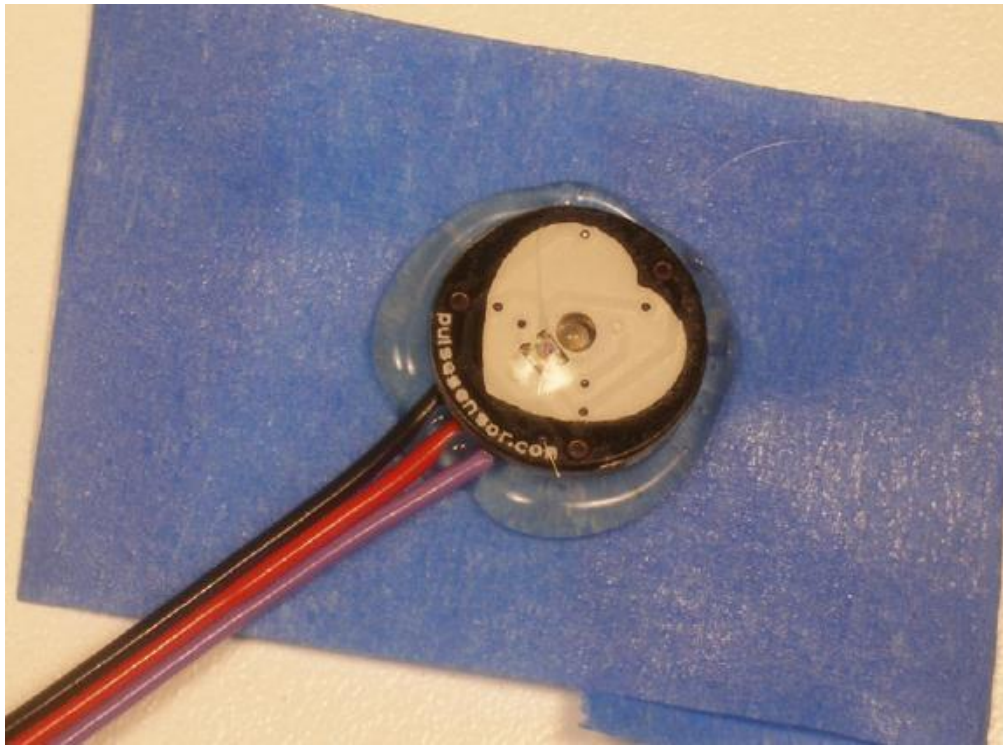
由于电路板正面有光感受器, 为了防止手指的汗液导致电路短路, 所以可将赠送的贴膜覆盖于电路板之上, 如下图:

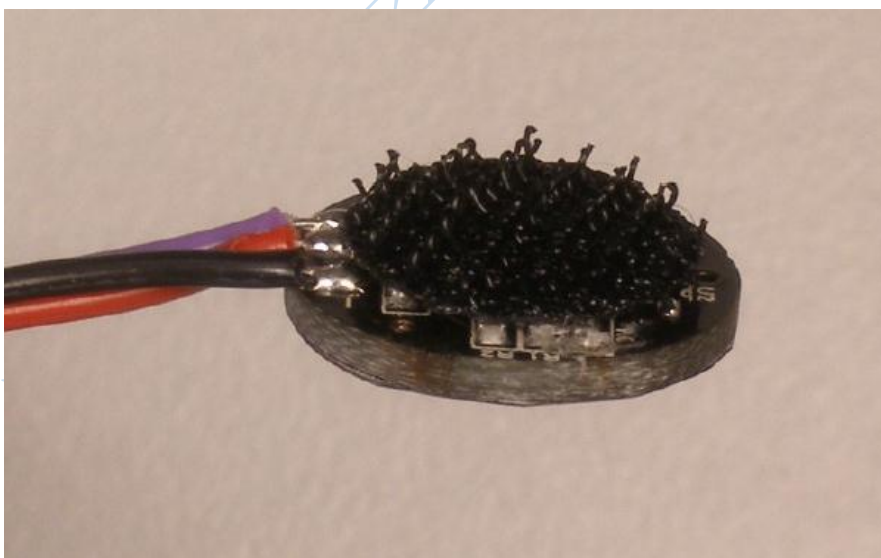
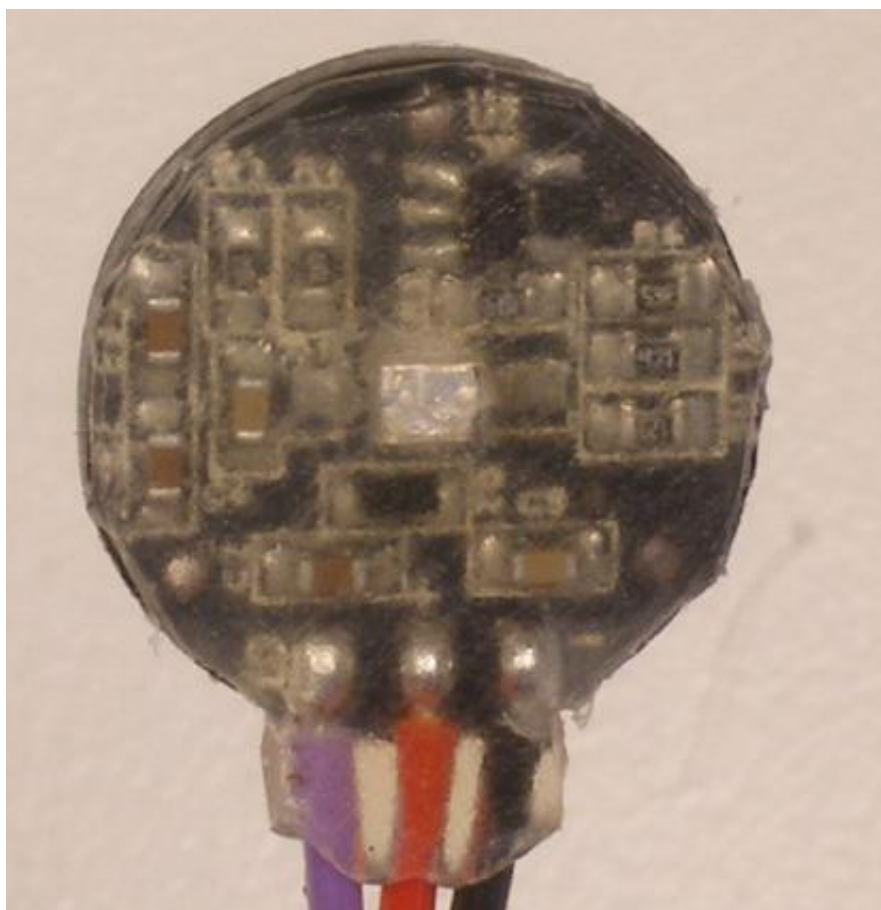


2. 粘扣

由于电路板背面全部是电子器件，为了防止手指触碰发生损坏，建议利用热熔胶覆盖其上，具体操作可见下图：



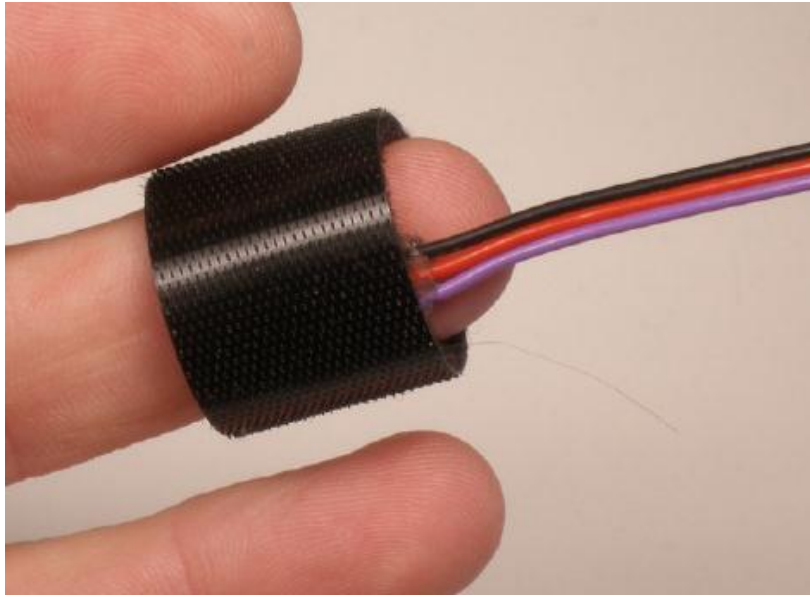




根据上图演示的步骤可以很好的保护传感器。这里需要说明两点：一、根据本人的经验，当热熔胶滴在电路板背面后，最好按压在一个覆盖有**保鲜膜**的硬平面上，这样等胶冷却后，只需轻撕保鲜膜就可以保持电路板背面平整；二、**热熔胶要覆盖住导线与电路板连接处**，因为长期拉扯，连接处很容易折断，覆盖好热熔胶后就可以避免此种情况发生。

3. 绑带和耳夹

这个就不用多说，大家应该看了下面的图就明白了：



FAQ

1. 此款传感器能否用来测量腕部脉搏？

目前还不可以。因为 515nm 的波长适合采集皮肤表微动脉的搏动信号，而手腕处的动脉采集到的信号很小，不是很理想，建议可以考虑更改放大倍数或者振动类的传感器。

2. 此款传感器能否用来做二次开发？

完全可以。把此传感器输出信号接入到具有 AD 功能的单片机上，将 arduino 上的算法（C 语言）移植过来就可以计算心率了。上位机也可以自行开发，不管你用什么软件什么语言开发，只要能从串口获取数据并将其显示就可以了。

3. 我手上的 arduino 板子不是 UNO 或者 mega2560，可以接心率传感器吗？

没有问题的。上面问题 2 已经说了，只要具有 AD 功能的单片机都可以获得同样的效果，所以其他种类的 arduino 板子只要有 AD 口就完全没有问题，下载程序的时候选对板子型号就可以了。但是请注意最好选用官方的板子而且主控是 MEGA328 或者 MEGA168，这样程序可以不用修改直接使用。不要选用一些个人修改后的 arduino 板，这样有可能造成程序不兼容，我个人推荐使用 UNO R3 和 mega2560 这两款。

4. 为什么我感觉这个传感器的连接线很容易断啊？是不是有质量问题？

由于杜邦线内的铜丝很细，其与传感器板的连接处在频繁使用中是很容易断掉的，这个我想大家有生活常识应该都明白。所以建议大家在收到传感器并验证好使后，可以用热熔胶将此处固定，这样就可以有效避免因拉扯造成的损坏，具体操作可参看配件说明那一章。

5. 我感觉这个杜邦线有点短，怎么办？

这个可以考虑使用耳机线来连接，但是接头需要自己动手焊接一下。

6. 为什么我测出来的脉搏波形有很多小的毛刺？

由于传感器电路是模拟电路，对电源的要求比较高。同一个传感器在我的 IBM 台式机上波形很好，但拿到 Y450 笔记本上波形上就有毛刺，所以建议大家对波形要求高的，尽量选用一个好的电源或者采用电池供电。

7. 我能否在脉搏传感器输出端加上比较器来直接对心率进行计数？

不建议这样做。因为传感器输出的是模拟电压，该电压大小与手指和传感器的接触有很大关系，所以无法确定一个固定的阈值电压来做比较。建议采用官方的程序算法，寻找每个波形的顶点，然后计算相邻顶点之间的时间差来得到 BPM 值。后续我们会有改良版本的传感器，将会添加比较器的功能。

8. 为什么我的 arduino 驱动安装不上？