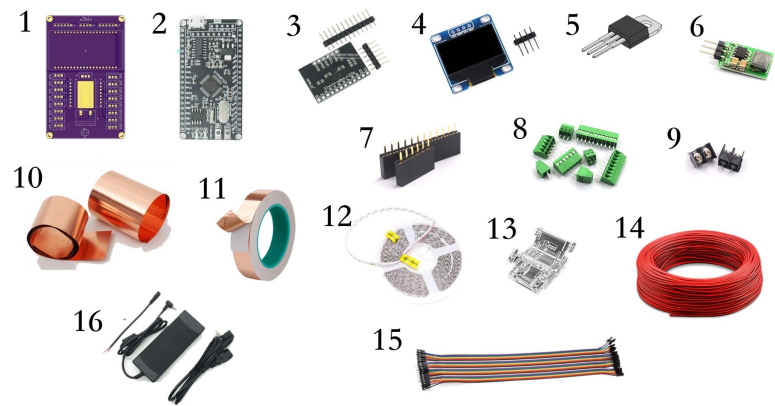


《身体红绿灯》（2023）

材料清单

#	名称	型号/参数	所需	购入	位置
1	PCB 印刷电路板	—	1	5	焊接于 PCB 板上
2	单片机（开发板）	STM32F103C6T6	1	1	
3	电容传感器（分线板）	MPR121	2	4	
4	OLED 显示屏	0.96 " 128×64 SSD1315 I²C	1	1	
5	功率 MOSFET	IRL540	16	20	
6	三端直流稳压器（模块）	5 V 2 A HX1314G	1	1	
7	排针座	2.54 mm 1×20p	2	10	
		2.54 mm 1×6p	2	20	
		2.54 mm 1×4p	1	20	
8	接线端子（小）	DG308-2.54 8p	4	4	传感装置 主体 （亚克力 或KT板）
9	接线端子（大）	KF7.62 2p	1	10	
10	紫铜带	厚 0.01 mm × 宽 100 mm × 长 10 m	若干	1	
11	双面导电胶带	1 cm × 20 m	若干	1	
12	单色 LED 灯带	12 V 宽 10 mm	—	—	
13	灯带卡扣连接器	10 mm	16	20	连接 PCB 与外设
14	灯带延长线	2p 22 AWG × 30 m	若干	1	
15	杜邦线	30 cm / 40 cm	若干	120	
16	电源适配器	12 V 15 A	1	1	闲置
17	洞洞板	6 cm × 8 cm	0	2	
		8 cm × 12 cm	0	1	



概览



电源与灯带（右侧灯带略）

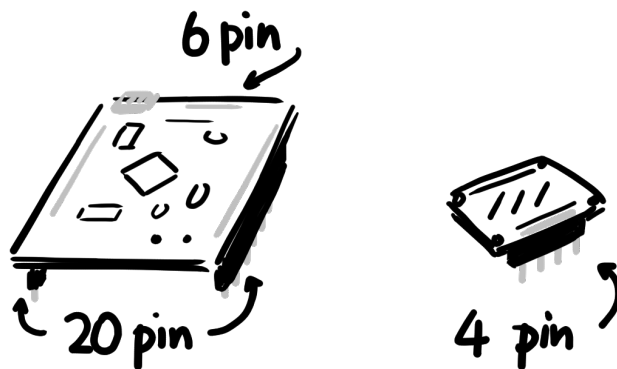


传感器（右侧略）

1 焊接元件排针

开发板、传感器、显示屏三个部件需要焊上排针（注意：都是包装内自带的针脚，不是材料清单中单独列出的排针座）。

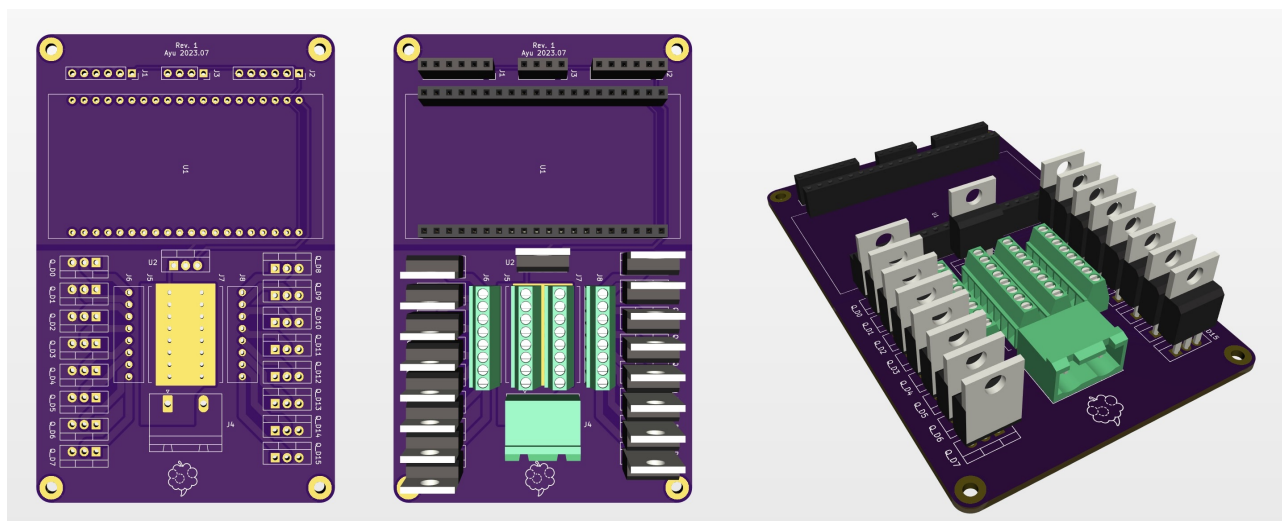
- 开发板：两排 20 针（两侧）、一排 6 针（在顶端标有“SWD”的一排孔内）。引脚从背面伸出。
- 显示屏：一排 4 针，引脚从背面伸出。显示屏上的保护膜可以揭下。



- 传感器：一排 6 针、一排 12 针，引脚朝向没有要求。

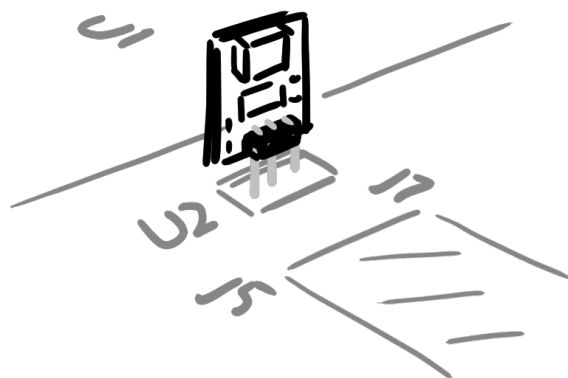
2 PCB 电路板元件焊接

PCB 示意图如下。



按照丝印标记，分别焊接以下元件：

- U1：两个 20 针的排针座（材料清单第 7 项），不区分方向。
- U2：稳压器模块（材料清单第 6 项）；方向为模块上有元件的一面朝向 J5、J7 等元件，平整的一面朝向 U1。



- J1~J3：排针座（材料清单第 7 项）；按照孔数对应 6 针与 4 针，不区分方向。
- J4：大接线端子（材料清单第 9 项），方向对准丝印即可。
- J5~J8：小接线端子（材料清单第 8 项），方向为 J5、J6 开口互相面对，J7、J8 开口互相面对。
- Q_D0~Q_D15：MOSFET（材料清单第 5 项）；元件朝向与丝印符号一致，即圆孔小片对准丝印的三格长条形状。也可参考上文的三维示意图。**注意：焊接方向错误可能导致通电后元件损坏。**

3 端子与卡扣连接部位

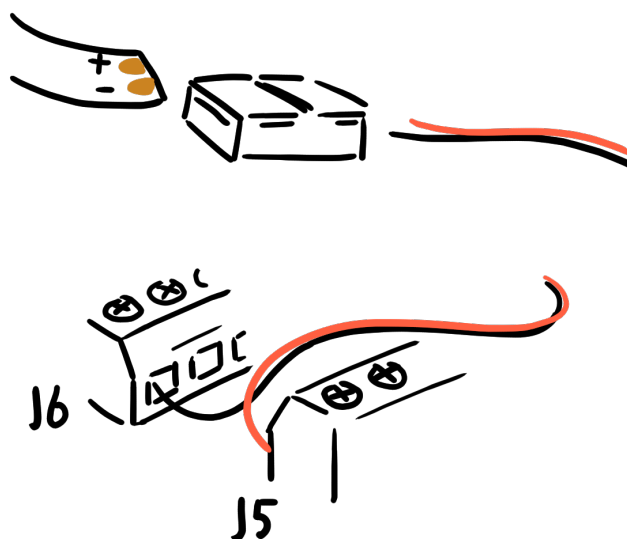
此部分不必立即操作，供安装前检查时以及安装过程中参考。

电源

使用螺丝刀拧松 7.62 mm 大接线端子（材料清单第 9 项，电路板元件 J4）的螺丝，然后将电源适配器的两条线分别放入两个孔内，正极（红线）在左侧、负极（黑线）在右侧。拧紧螺丝，检查导线充分固定。

灯带

1. 双股导线（材料清单第 14 项）裁剪出合适的长度，然后使用剪线钳、剪刀或指甲，剥下导线外层约 6~8 mm 长度。
2. 卡扣（材料清单第 13 项）的一端夹住灯带，另一端夹住导线。
3. 将导线另一端连接至小接线端子（材料清单第 8 项，电路板元件 J5~J8），端子使用方法同上。正极红线接在 J5 或 J7（靠近电路板中间的两排端子），负极黑线接在 J6 或 J8（靠近电路板边缘的两排端子）。



最终组装时，为避免导线缠绕，J5、J6（靠近电路板左侧）接左侧八条灯带，J7、J8（靠近电路板右侧）接右侧八条灯带。

4 安装与排错

【向开发板上传程序】

- 用 USB 数据线将开发板连接至电脑。确认开发板指示灯 D1 亮起。若为全新开发板，指示灯 D2 会闪烁；若之前上传过“身体红绿灯”程序，指示灯 D2 常亮。
- 用杜邦线连接开发板上方反面 6 针引脚处的“3V3”和“BT0”两个引脚（从板的反面看，左到右第 5、第 6 个）（上一版说明有误，已更正），然后按一下开发板正面的“RST”按钮。确认开发板指示灯 D2 不亮；这表示单片机正处于等待上传程序的状态。
- 在 PlatformIO 开发环境下导入“身体红绿灯”程序，构建并上传。
 - 以 VS Code 为例：搜索安装 PlatformIO 插件，然后在左侧边栏选择“PlatformIO”，在出现的“PIO Home”界面中点击“Open Project”，选择程序目录，确认。打开后按下 Ctrl-Shift-P（Mac 为 Shift-Cmd-P）唤出命令面板，选择“PlatformIO: Upload”。
- 移除反面的杜邦线，再次按“RST”按钮。确认指示灯 D2 常亮；这表示正在运行的已经是“身体红绿灯”程序。

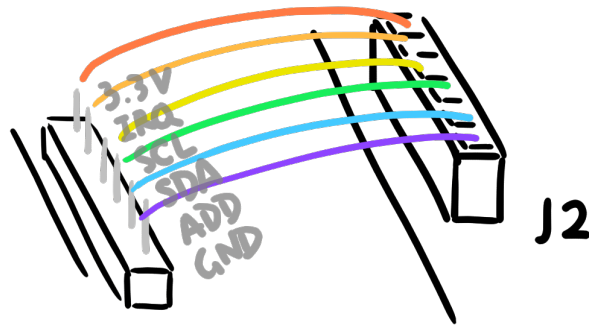
【显示屏】

- 将显示屏插入 J3 排针座。
- 将开发板插入 U1 排针座，USB 接口朝右（即开发板的丝印文字与底板上的“U1”文字方向一致），仍然保持连接至电脑。
- 等待片刻，确认小显示屏亮起，显示错误提示。

【传感器】

- 从 J1、J2 排针座出发，各自用杜邦线连接一块传感器分线板（6 根引脚的一侧）。可拆下相邻粘连的 6 根一排，避免接线混乱。若长度不够可将杜邦线对接延长。
- 注：J2 暂时不要连接传感器，只连接 J1 即可，仍可正常工作。（J2 直接连接可能造成短路？仍需排查）
- 另外，杜邦线合计长度超过 30 cm 时似乎无法正确工作。仍需排查。
- 确认显示屏上错误信息消除，开始显示变化的数值。

- 用手触碰传感器板上的 12 根引脚，确认显示屏上数字变化、出现高亮标记。
(如果传感器接触不良，可考虑用透明胶固定杜邦线连接处。)



【电源】

- 拔下 USB 插头。将电源适配器插入电源插座（此时适配器的两根线应由接线端子连接在 PCB 板上），确认开发板、显示屏、传感器照常工作。

【灯带】

- 断开电源。将一根灯带接入 J5、J6 最靠上（靠近 U1）的一对端子，然后重新开启电源。确认灯带不亮；然后用手触摸传感器最靠上的针脚（标有“E0”字样），确认灯带点亮。

【铜箔】

- 断开电源。将铜箔通过导电胶带与杜邦线连接在传感器 E0 引脚上。用手触碰铜箔，确认灯带点亮。
- 用手接近铜箔。若灯带点亮，则正常工作；若灯带不亮，观察显示屏上的数字是否有降低的迹象。若有，可尝试在程序中调整灵敏度阈值，然后断开电源，重新上传。
- 程序中调整阈值的方法：在 src/main.c 文件开头有一数组名为 Threshold，其 16 个元素依次对应左侧 8 个与右侧 8 个传感区域的阈值，初始值均为 10，数值越小越灵敏，一般不低于 5（否则容易误判触摸）。修改各个数值过后重新在 PlatformIO 中上传即可。

【组装与运行】

- 确认一组传感器与灯带可以工作后，可开始安装完整装置。左侧的 8 块传感区域铜箔连接在 J1 传感器的 E0~E7 引脚上，右侧的 8 块传感区域铜箔连接在 J2 传感器的 E0~E7 引脚上。全部安装完成后通电，依次测试每一个传感区域。若灵敏度过高或过低，同样断开电源、调整程序阈值，然后重新上传程序。灵敏度主要取决于铜箔面积，越大的铜片越灵敏，因此若时间允许，可以多次调试找到最合适的阈值。
- 搬动传感装置后，需要重新校准传感器。按一下开发板上的“RST”按钮，然后使所有人体部位远离到装置 15~20 cm 处。例如，抽走手臂或后退半步；这个过程不必立刻完成，也不必保持，简单离开一下即可，装置会很快完成校准。若出现灯带长时间亮的情况，可能是测试中的频繁触碰等原因导致传感数值偏移，此时也可采取此方法校准。

【注意事项】

- 整个装置中的最大电压为 12 V，对人体安全，开发板、电源适配器也都有短路保护功能。但是尽量在通电前留心检查 16 个 MOSFET 的方向、J1 与 J2 接线顺序，以及灯带接线是否正确（夹子处灯带的正极对应红线、负极对应黑线；板上接线端子处红线靠中间、黑线靠两边）。
- 避免将通电的装置（包括底板与延伸出的传感器分线板）置于金属表面上。
- 避免在开发板已经由 USB 供电时再接通适配器 12 V 电源，不然可能造成元件过载损耗。

附：电路板原理图

