

# 测控电子工艺实习训练任务

## 目录

实验室安全须知.....	1
手工焊接工具.....	2
任务一：焊接练习.....	3
任务二：简单的发光二极管交替闪烁电路的安装调测.....	4
任务三：智能循迹小车的安装调测.....	8
1、智能循迹小车原理图.....	8
2、智能循迹小车装配图.....	11
3、智能寻迹小车材料清单.....	12
4、智能循迹小车装配步骤.....	13
5、红外传感器模块说明.....	15
任务四：智能小车的外壳设计.....	16
任务五：智能小车循迹比赛.....	16
附录 .....	17
1、循迹小车焊接、编程注意事项.....	17
2、循迹小车常遇到的问题集.....	17
3、外观设计注意事项： .....	19
4、部分零件实物图.....	20

## 实习说明

1. 请在进入实验室之前认真阅读实验室安全须知。
2. 每人需完成任务一和任务二的焊接作品，每组（两人）合作完成任务三、四、五。
3. 手工焊接工具每组一套。
4. 任务二所需的元器件每人一套。
5. 任务三所需的元器件每组一套。

## 实验室安全须知

为保障实习期间人员的人身安全和实验室财产安全，防止安全事故的发生，请自觉遵守以下规定。

### 实验室操作安全须知

1. 通电之前，检查电烙铁是否完好：无外壳裸露，无零件松动，无导线漏电等。
2. 电烙铁暂时不用时，需断其电源，防止电烙铁干烧、氧化。断电烙铁电源时，每个人的电烙铁电源线都要从电源插座上拔掉，不能只关闭插座电源，避免他人使用时，自己的电烙铁也处于通电状态。
3. 避免电烙铁长时间接触元器件，防止烧坏元器件。
4. 防止电烙铁电源线绕线，避免电烙铁烧坏其自身的电源线。
5. 注意电烙铁使用安全，避免烧伤自己或他人。
6. 焊接作品通电之前，一定要检查是否出现短路：
  - 1) 电源正负极不能短路
  - 2) 元器件焊接中不能出现不该连接的短路状况
  - 3) 正确修剪元器件的多余引脚，避免造成引脚之间的短路。
7. 万用表不用时关闭电源，养成良好习惯。
8. 注意保管好个人工具和焊接作品，以免丢失。
9. 正确使用手工焊接各个工具。
10. 注意合理安排焊接练习的时间，不要长时间集中练习，避免眼睛疲劳。

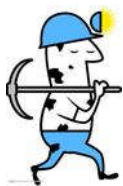
### 实验室卫生须知

1. 任何时候保持工作台整洁、工具有序。工具用时取，用完放回，不要全放在桌面，以免丢失。
2. 废弃材料统一收集、不要随地乱扔。
3. 各班安排值日，每天结束后打扫卫生。
4. 每人维持自己所工作台的整洁。

## 手工焊接工具

每组领取的焊接工具清单：

工具	数量
工具箱	1
电烙铁	2
烙铁架	2
焊锡丝	1
剥线钳	1
尖嘴钳	1
斜口钳	1
平口钳	1
一字起子	1
十字起子	1
镊子	1
剪刀	1
刀片	1
万用表	1
万能板	2



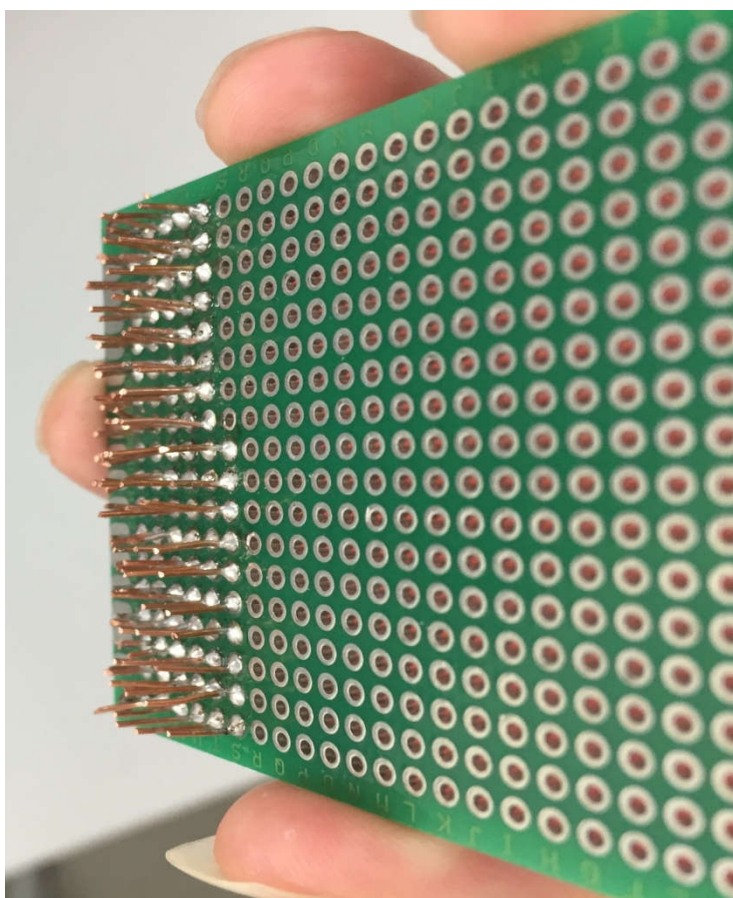
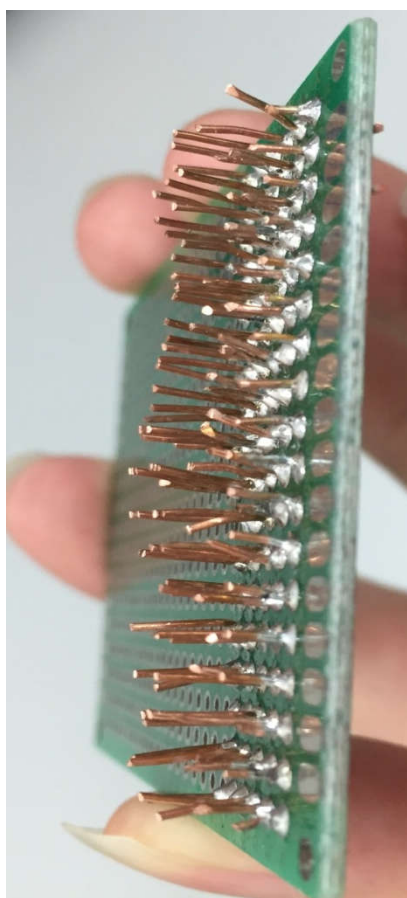
## 任务一：焊接练习

**任务描述：**练习将铜线焊接到万能板上，需焊接 100 点以上。

**焊接工具：**电烙铁、烙铁架、焊锡丝、剥线钳、斜口钳、万能板、铜线

**任务要求：**焊点质量良好（光洁、均匀、牢固、整齐），焊点之间无短路。

**作品实例：**



**注意：**

1. 铜线剪切要用斜口钳，不要用剪刀！
2. 尽量多练习焊接，以保证后续焊接任务的质量，验收时只检查连续两排的焊点。
3. 注意合理安排焊接练习的时间，不要长时间集中练习，避免眼睛疲劳。



任务二：简单的发光二极管交替闪烁电路的安装调测

任务描述：用万能板焊接安装一个发光二极管交替闪烁电路，电路原理图如图 1。

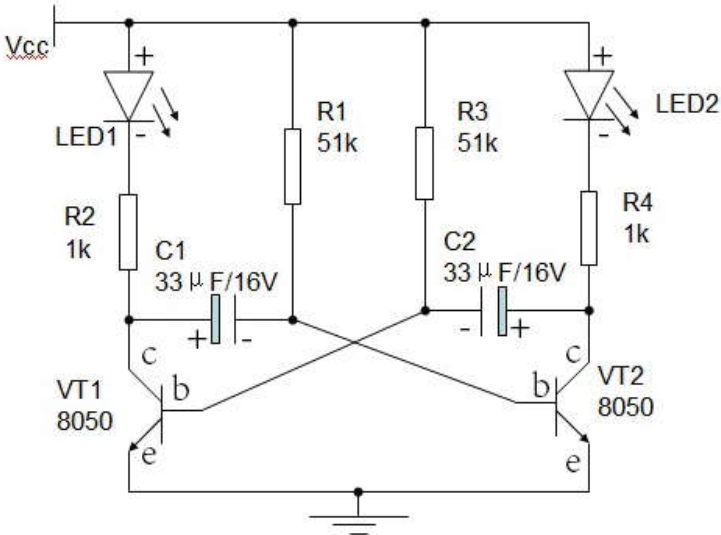


图 1 发光二极管交替闪烁电路原理图

元器件清单：

原器件名称	规格型号	数量	编号
电阻	1k $\Omega$ , 1/4W (棕黑黑棕棕)	2	R2、R4
	51 k $\Omega$ , 1/4W (绿棕黑红棕)	2	R1、R3
电容	33 $\mu$ F/16V	2	C1、C2
三极管（平面对自己，从左到右 ebc）	8050	2	VT1、VT2
发光二极管		2	LED1、LED2

## 元器件实物:

 <p>负号对面、脚长 正极</p> <p>负极有负号、脚短</p>	<p>电解电容：长引脚为正，短引脚为负。</p>
<p>SS8050D TO-92</p>  <p>1 发射极 (E) 2 基极 (B) 3 集电极 (C)</p>	<p>三极管（平面对自己，从左到右 ebc）</p> 
 <p>负极</p> <p>正极</p>	<p>发光二极管：长引脚为正，短引脚为负。</p>
 <p>5 环电阻器</p> <p>① 有效数字 ② 有效数字 ③ 有效数字 ④ 倍乘数 ⑤ 允许偏差</p>	<p>电阻 <math>1k\Omega</math>, 色环：棕黑黑棕棕</p> <p>电阻 <math>51k\Omega</math>, 色环：绿棕黑红棕</p>

**实训第一步：**根据元器件清单准备元器件

**实训第二步：**根据电路规划元器件在电路板上的焊接位置

观察手中的万能板，然后根据万能板上焊盘之间的距离和分布，在白纸上规划电路的安装图。注意对照实际元器件的大小安排其装配位置。

这一步非常重要，因是用万能板安装电路，所以只有在焊接前合理正确地规划好安装蓝图，才能有条不紊地进行焊接安装，才能保障电路安装成功。

**实训第三步：**实际安装焊接电路

安装焊接时按照焊接安装技巧和焊接操作要领进行，根据电路的布局安排，在操作方便的前提下，可以将电路分块安装，但还是要按照元件由低到高的顺序。

由于是在万能板上焊接电路，所以元件焊接完毕后，元件间的引线需要用连线焊接上去。按照事先设计好的电路连接方案，用剥线钳截取适当长短的导线，并剥除两端 1~2 毫米的绝缘胶皮，露出金属丝，给金属丝上好焊锡，用搭焊的方法将导线焊接到相应的元件引线之间，此步骤注意，一定将原理图 and 实际元件位置对照，明确各元件引脚间的互连关系，避免错误。

**实训第四步：**电路检测与调试、通电运行

电路安装焊接完毕，用斜嘴钳剪掉多余的引线，注意剪线时不要有转、拧、扯、拉的动作，应是对引线只施加剪切的力，避免对焊点的不良影响。

仔细检查电路焊接情况，并根据电路原理图对整个电路的安装、连接关系进行检查，核对无误后，通电调试，其中 VCC 为+5V。如果两个二极管交替发光显示，则电路正常工作，电路安装焊接成功！

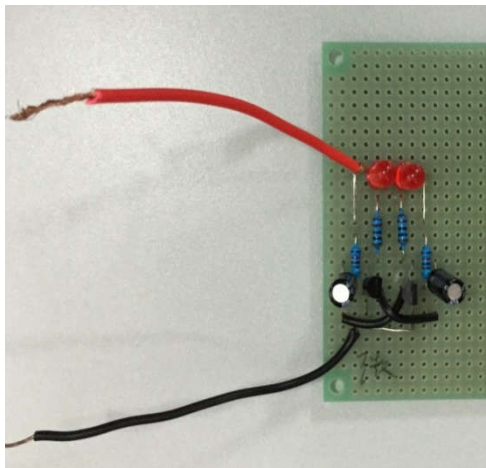
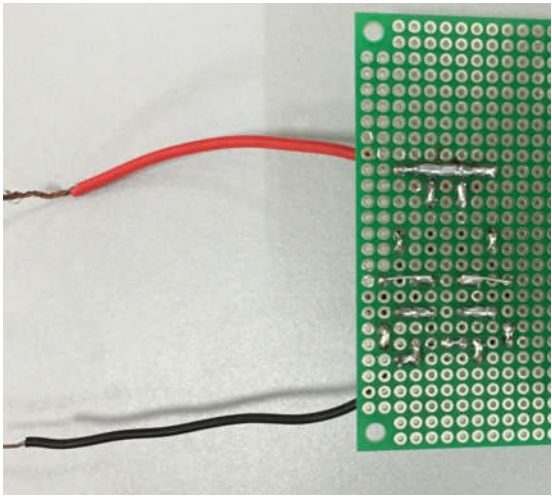
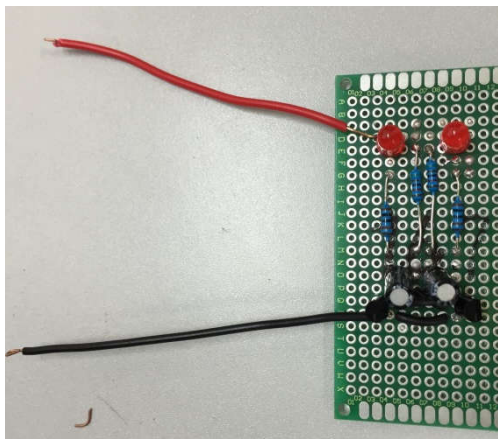
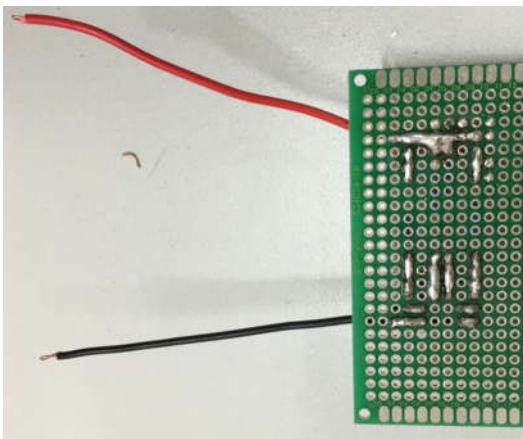
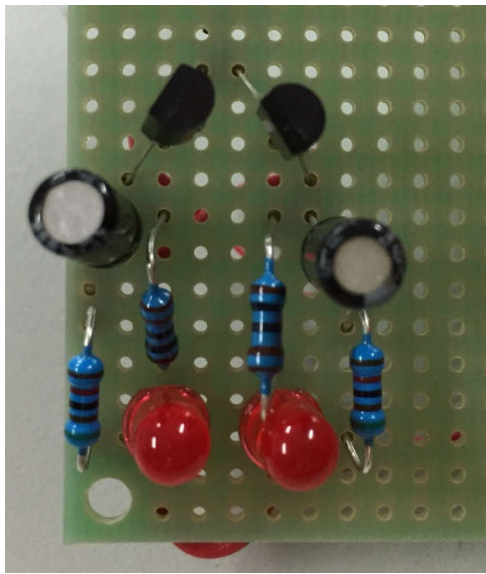
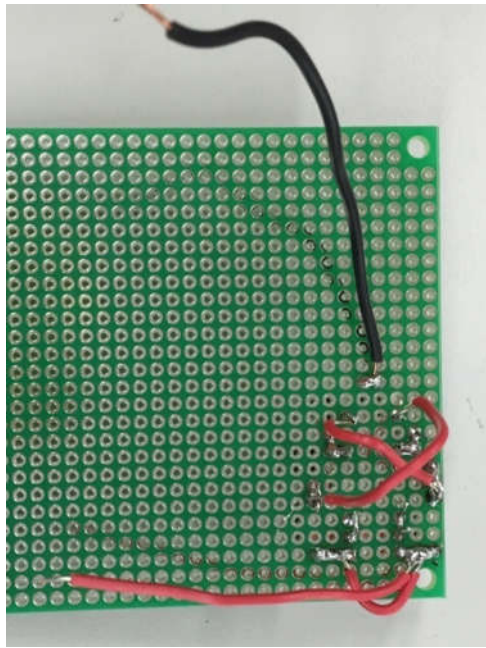


## 回顾与讨论：

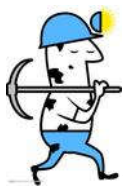
1. 焊接操作要领和注意事项。
2. 电路焊接过程中有什么经验教训？



作品：

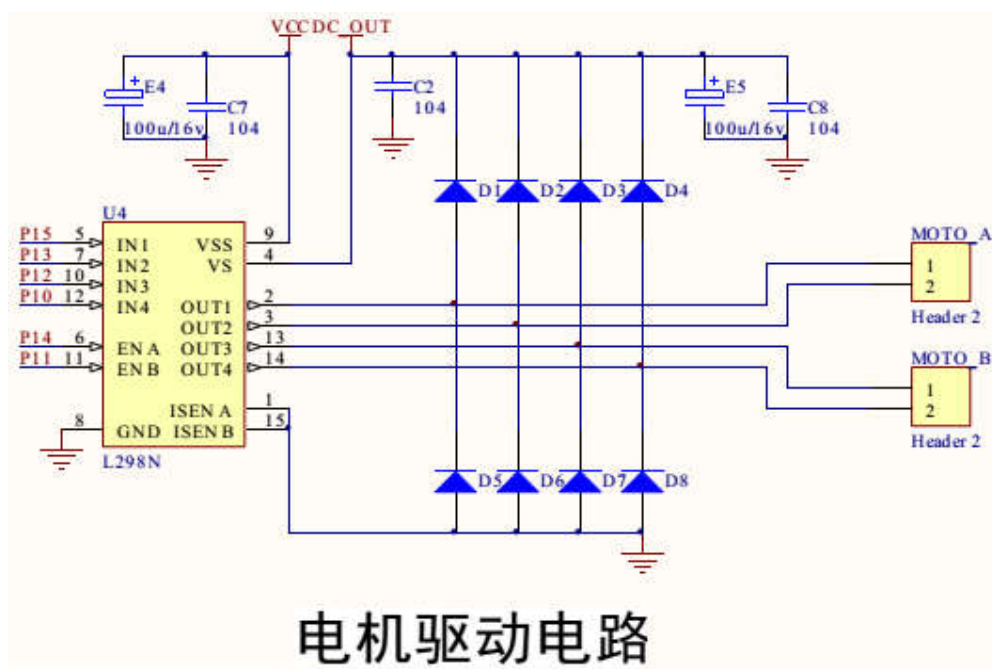
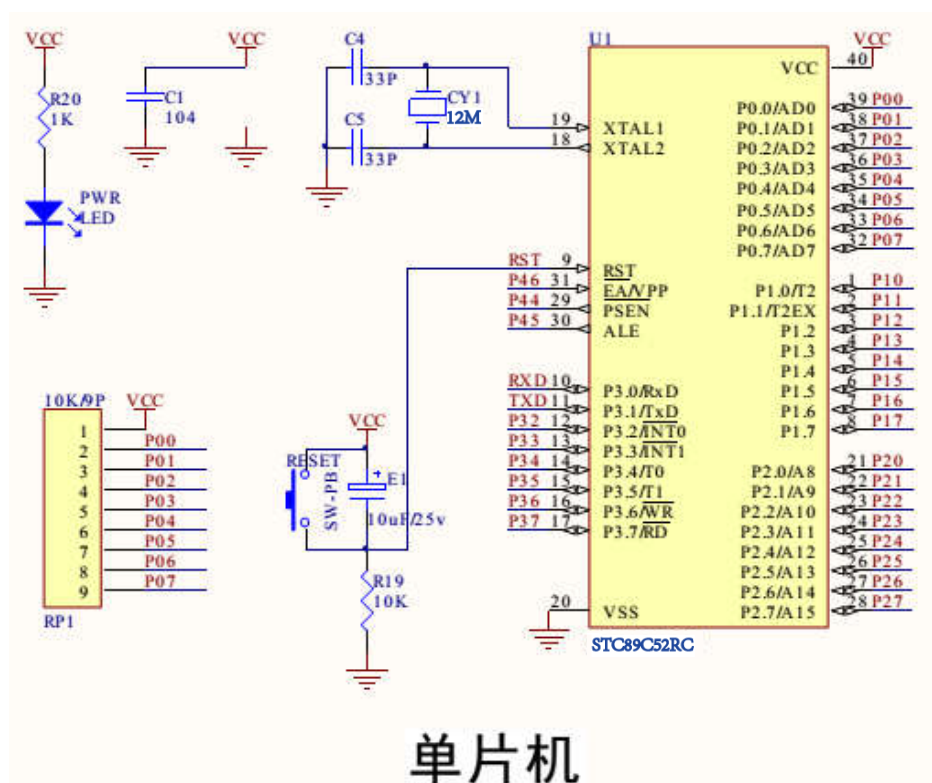
	元件面	焊接面	评价
1			元件布置 规整合理  焊点质量 良好
2			元件布置 规整合理  焊点质量 良好
3			元件布置 不规整  焊接质量 较差  铜线布置 不规整

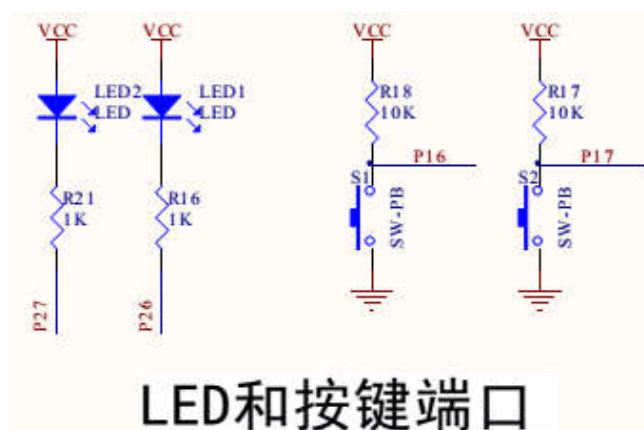
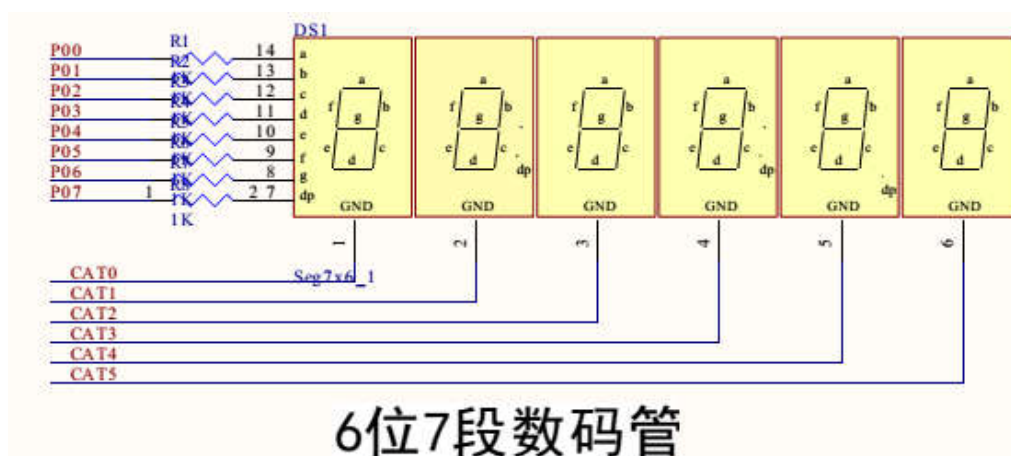
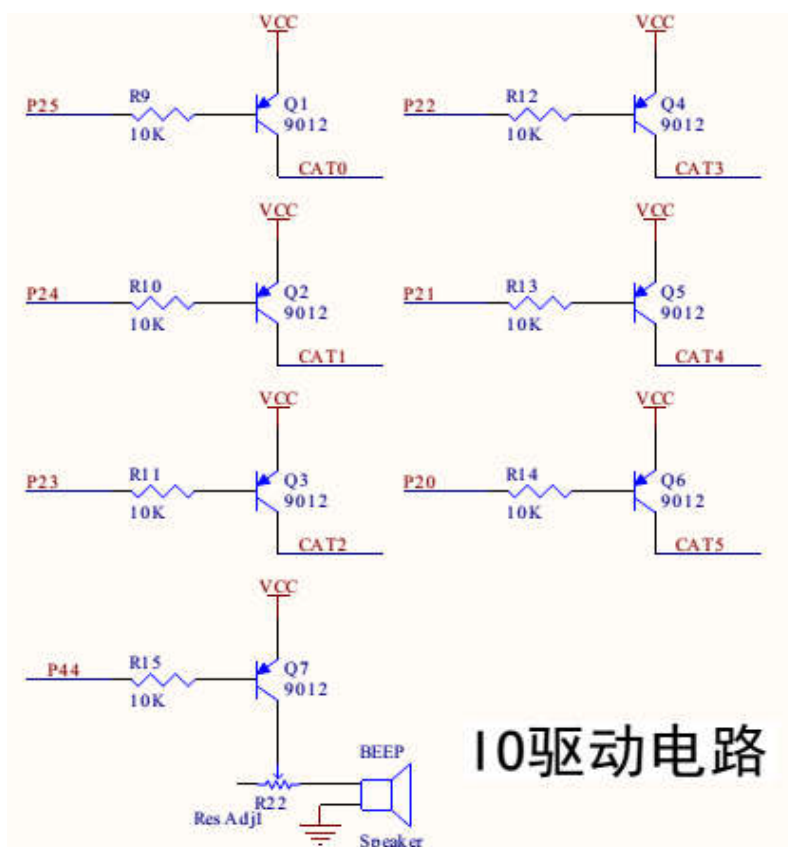


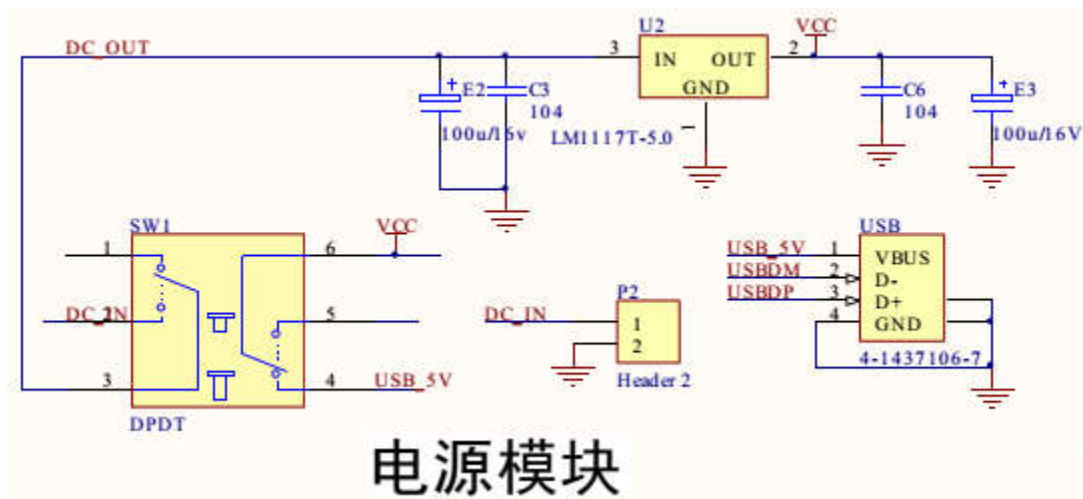
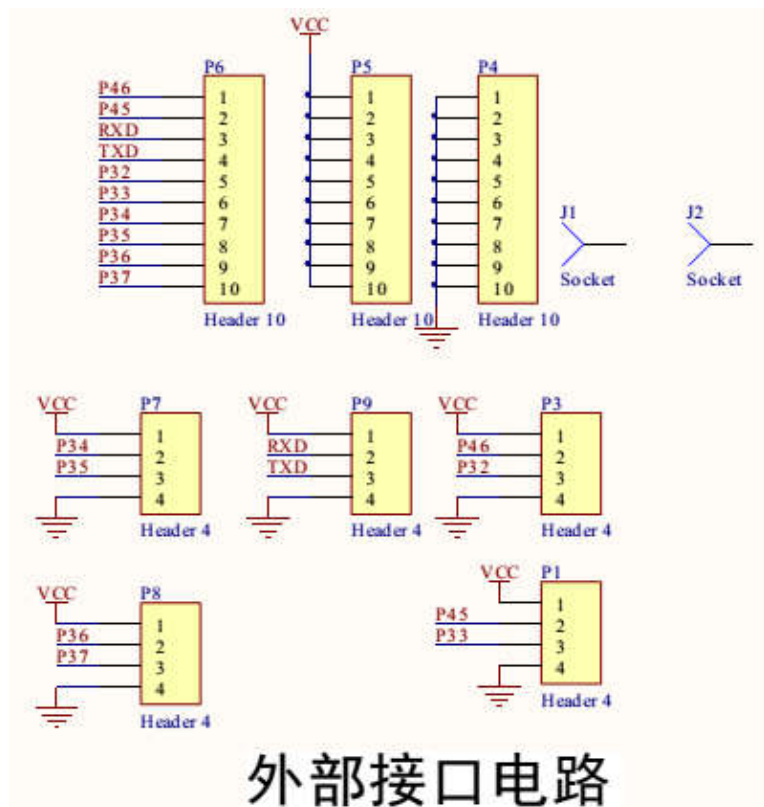
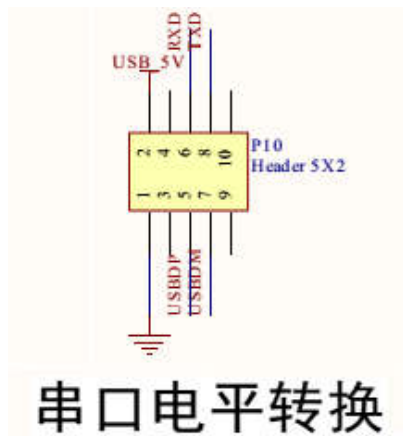


### 任务三：智能循迹小车的安装调测

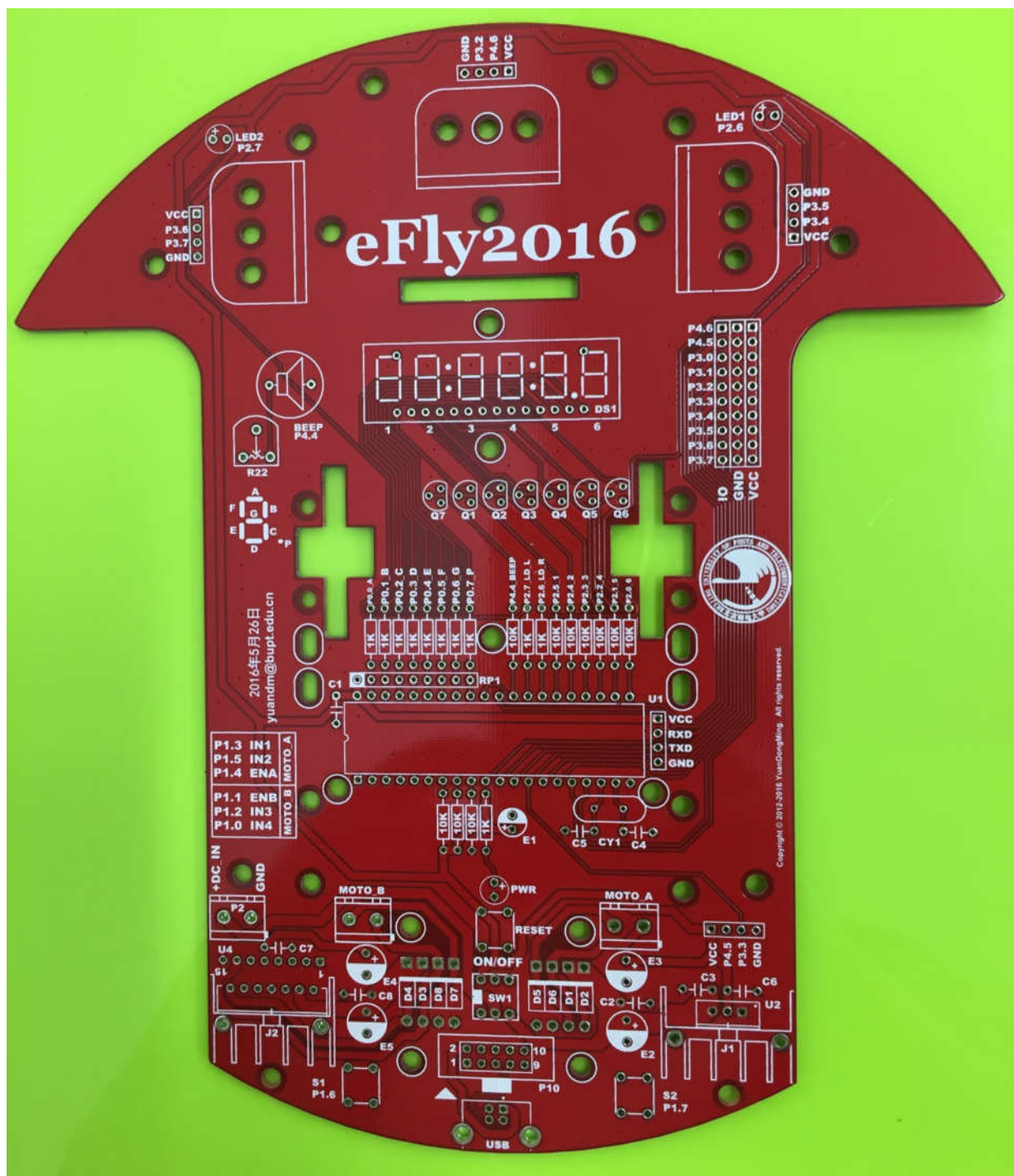
#### 1、智能循迹小车原理图







## 2、智能循迹小车装配图



### 3、智能寻迹小车材料清单

编号	元器件	数量	编号	元器件	数量
1	33pF/独石电容（33p 或 330）	2	24	单排针/14Pin	1
2	0.1uF/独石电容（104）	6	25	单排排母/14Pin	1
3	10uF/25V/电解电容	1	26	40Pin IC 座	1
4	100uF/25V/电解电容	4	27	L298N/电机驱动芯片	1
5	1K/ 1/4W/碳膜电阻（棕黑黑棕棕）	11	28	1N4007/二极管	8
6	10K/ 1/4W/碳膜电阻（棕黑黑红棕）	10	29	10 孔双排排母	1
7	10K/9p/电阻排	1	30	电机、电源端子	3
8	1K 电位器（可调电阻）	1	31	小车电路板	1
9	蜂鸣器	1	32	TT 双轴电机	2
10	LED 指示灯	3	33	车轮	2
11	6 位 7 段数码管	1	34	小车万向轮	1
12	数码管转接板	1	35	电池盒	1
13	S8550/PNP 三极管	7	36	电机固定铝块	2
14	12MHz/晶体	1	37	USB 电源线（USB-B）	1
15	USB B 型接插件	1	38	USB 下载模块	1
16	微动开关	3	39	红外传感器	5
17	自锁开关	1	40	六角尼龙柱	6
18	STC89C52RC/单片机	1	41	圆头螺丝/M3*8mm	8
19	LM1117-5.0/LDO 电源	1	42	沉头螺丝/M3*8mm	2
20	散热片	2	43	圆头螺丝/M3*5mm	6
21	杜邦线	15	44	圆头螺丝 M3*30mm	4
22	双排针/10*2Pin	1	45	六角螺母 M3*2mm	4
23	单排针/10Pin	1			

## 4、智能循迹小车装配步骤

### (一) 元件焊接顺序

- (1) 电阻(编号 5, 6), 无极性, 阻值见电路板, 5 环电阻: 1K $\Omega$  棕黑黑棕棕, 10K $\Omega$  棕黑黑红棕。
- (2) 二极管 D1~D8 (编号 28), 注意正负极, 电路板上白色粗线一端为负极。
- (3) 无源晶振 CY1 (编号 14), 无极性。
- (4) 微动开关 S1、S2、RESET (编号 16)。
- (5) IC 座 U1 (编号 26), 有方向, IC 座缺口对应电路板上缺口。
- (6) 排阻 RP1 (编号 7), 有方向, 排阻白点对应电路板 RP1 左边白框。
- (7) 发光二极管 PWR、LED1、LED2 (编号 10), 注意正负极性, 长脚为正, 短脚为负, 先焊接, 后剪脚。
- (8) 三极管 Q1~Q7 (编号 13), 有方向, 三极管平面对应电路板上 Q1~Q7 直线。
- (9) 独石电容 C1~C8 (编号 1, 2), 无极性, C4, C5 是 33pF, 其余为 104 (0.1 $\mu$ F)。
- (10) 可调电阻 R22 (编号 8), 无极性。
- (11) 电解电容 E1~E5 (编号 3, 4), 有极性, 外壳印负极, 对应电路板白色半圈。E1 是 10 $\mu$ F/25V, E2、E3、E4、E5 是 100 $\mu$ F/25V。
- (12) 10 孔双排排母 P10 (编号 29)。
- (13) 接线端子(编号 30), 电源端子, 对应电路板 P2; 电机端子, 对应电路板 MOTO\_A 和 MOTO\_B。有方向, 接线口朝车头方向。
- (14) 单排排母 14Pin (编号 25), 焊在 DS1 位置, 用来插接数码管转接板。
- (15) 双排针 10Pin\*2 (编号 22) 和单排针 10pin (编号 23), 焊在右上方 IO、GND 和 VCC 位置, 注意排针短的一端插入电路板进行焊接。
- (16) 蜂鸣器 BEEP (编号 9), 有极性, 正极在电路板上左侧。
- (17) USB B 接插件 (编号 15)。
- (18) 自锁开关 SW1 (编号 17)。
- (19) 把电机驱动芯片 L298 (编号 27) 先插入焊盘, 然后用圆头螺丝 (编号 41) 固定到散热片 (编号 20) 上, 注意散热片的方向, 最后焊接芯片和散热片。注意一定先把散热片和芯片固定在一起, 找好位置后再焊接。
- (20) 把电源芯片 LM117 (编号 19) 先插入焊盘, 然后用圆头螺丝 (编号 41) 固定到散热片 (编号 20) 上, 注意散热片的方向, 最后焊接芯片和散热片。注意一定先把散热片和芯片固定在一起, 找好位置后再焊接。
- (21) 在每个 TT 电机 (编号 32) 上焊接出两根电源线。
- (22) 把 6 位 7 段数码管 (编号 11) 焊接到数码管转接板上 (编号 12)。
- (23) 把单排针/14Pin (编号 24) 焊接到数码管转接板上 (编号 12)。注意把排针短的一头从下方插入数码管转接板, 然后在上面对接。



## (二) 控制电路测试

- (1) 安装单片机（编号 18）到管座，注意安装方向，芯片缺口、管座缺口及电路板上缺口方向一致。
- (2) 安装 USB 下载模块（编号 38）到 10 孔双排排母（编号 29）上，元件面朝车尾。
- (3) 测量电源端子之间是否短路。
- (4) 测量 VCC 与 GND 之间是否短路。
- (5) 插上 USB 线，自锁开关弹起状态，观察 PWR 灯是否亮，自锁开关按下后 PWR 灯是否熄灭。第一次使用请安装 USB 转串口驱动程序。
- (6) 打开 STC 单片机串口下载程序，在 PWR 灯亮的情况下是否可以找到单片机，若找不到，按下自锁开关断开电源，再打开，检查是否可以找到单片机。
- (7) 下载测试程序测试发光二极管、数码管。下载程序时，在找到单片机后，快速按 2 下自锁开关即可完成下载。

## (三) 电机装配

- (1) 将电机固定铝块（编号 36）用 2 个长螺丝（编号 44）装配到 TT 电机（编号 32）上，用螺母（编号 45）固定。注意螺母固定螺丝的方向与车轮安装方向相反，避免长螺丝阻碍车轮转动。
- (2) 把前轮（编号 33）装配到 TT 电机（编号 32）上。
- (3) 把电机固定铝块用 8mm 圆头螺丝（编号 41）固定到电路板上，注意保证左右两边轮子对称。
- (4) 把 4 个六角尼龙柱（编号 40），用 4 个圆头螺丝（编号 43）固定到后万向轮（编号 34）上。
- (5) 用 4 个圆头螺丝（编号 41）把装配好的后万向轮固定到电路板上。
- (6) 把 2 个六角尼龙柱（编号 40），用 2 个沉头螺丝（编号 42）固定到电池盒（编号 35）上。
- (7) 用 2 个圆头螺丝（编号 43）把装配好的电池盒固定到电路板上。
- (8) 把电池盒的引线接到电源端子，注意有极性，DC\_IN 为正极，GND 负极。
- (9) 把电机电源线穿过电路板的孔，分别接到 MOTO\_A 和 MOTO\_B 上。

## (四) 驱动电路测试

- (1) 保持自锁开关弹起状态，插上 USB 线，下载电机驱动测试程序。
- (2) 按下自锁开关，根据电机的转动方向调整电机电源线，保证左右方向一致并与控制方向一致。

## (五) 整机测试

- (1) 保持自锁开关弹起状态，插上 USB 线，下载电机驱动测试程序。
- (2) 保证小车在 3 秒钟内走直线，否则微调车轮。

## 5、红外传感器模块说明

### (一) 模块描述

红外传感器模块对环境光线适应能力强，有一对红外线发射与接收管，发射管发射出一定频率的红外线，当检测方向遇到障碍物（反射面）时，红外线反射回来被接收管接收，经过比较器电路处理之后，绿色指示灯会亮起，同时信号输出接口输出数字信号（一个低电平信号），可通过电位器旋钮调节检测距离，有效距离范围 2~30cm，工作电压为 3.3V~5V。

### (二) 模块参数说明

- （1）当模块检测到前方障碍物信号时，电路板上绿色指示灯点亮电平，同时 OUT 端口持续输出低电平信号，该模块检测距离 2~30cm，检测角度 35°，检测距离可以通过电位器进行调节，顺时针调电位器，检测距离增加；逆时针调电位器，检测距离减少。
- （2）传感器主动红外线反射探测，因此目标的反射率和形状是探测距离的关键。其中黑色探测距离最小，白色最大；小面积物体距离小，大面积距离大。
- （3）传感器模块输出端口 OUT 可直接与单片机 IO 口连接即可，也可以直接驱动一个 5V 继电器；连接方式：VCC-VCC；GND-GND；OUT-IO。
- （4）比较器采用 LM393。
- （5）可采用 3~5V 直流电源对模块进行供电，当电源接通时，红色电源指示灯点亮。
- （6）电路板尺寸：3.2CM\*1.4CM
- （7）对着黑线或白线调节电位器，使传感器对黑线和白线检测灵敏。

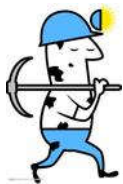
### (三) 模块接口说明

- （1）VCC：外接 3.3V~5V 电压（可以直接与 5v 单片机和 3.3v 单片机相连）
- （2）GND：外接 GND
- （3）OUT：小板数字量输出接口（0 和 1）



### 总结：

1. 电子产品生产工艺的基本知识和操作技能。
2. 智能小车硬件构成和开发环境。
3. 单片机软件编程及测试。



#### 任务四：智能小车的外壳设计

**任务描述：**为小车设计独特、新颖的外壳，并为设计的小车外壳起个好名字。



#### 任务五：智能小车循迹比赛

**预赛：**每位导师从所带学生中选择 6 组成员进行全院决赛。要求：

- (1) 每组成员必须完成任务三和任务四；
- (2) 每组小车必须完成一个赛道的循迹；
- (3) 按小车运行平稳、速度快等进行排名。

**决赛：**共 24 组成员进行全院决赛。规则：

- (1) 每组小车分别在四个赛道上完成循迹，从起点出发，沿黑线到终点，再原路返回到起点；
- (2) 每个赛道的完成时间少于 40 秒记时间，多于 40 秒记 0 分；
- (3) 对成功在 40 秒内完成四个赛道循迹的小组，按完成四个赛道的平均时间进行排名。

**奖励：**

- (1) 成功在 40 秒内完成四个赛道循迹的小组，实习成绩加 5 分；
- (2) 成功在 40 秒内完成三个赛道循迹的小组，实习成绩加 3 分；
- (3) 成功在 40 秒内完成二个赛道循迹的小组，实习成绩加 2 分；
- (4) 所有参加决赛的小组（共 24 组），实习成绩加 1 分。

## 附录

### 1、循迹小车焊接、编程注意事项

- ✓ 主要是焊接问题，焊接一定要过关，焊点牢固、无短路、虚焊、漏焊等。
- ✓ 尽量不要用手接触电路板焊接面，特别是焊盘部分，避免污染焊盘使焊接不易
- ✓ 焊接一定要按照步骤
- ✓ 元器件极性不要错误
- ✓ 焊点冷却后，用斜嘴钳剪掉元器件多余引脚（剪齐），防止线路短路。
- ✓ 保持电路板元件面和焊接面整洁，无多余引脚、焊锡残留
- ✓ 小车速度与电池电量有关
- ✓ 不要在未停止烧录的情况下拔掉小车的数据线
- ✓ 焊电机导线时，要焊接牢固，注意不要弄断铜片。
- ✓ 传感器灵敏度的调整时，请务必将其对准黑线，不能用手代替黑线。传感器检测到黑线时，输出指示灯是灭的。
- ✓ 采用占空比调节小车速度时，除了调用中断函数和脉冲函数外，还需注意在主函数中添加相应计数器的启动、初始化。

### 2、循迹小车常遇到的问题集

问题	原因及解决方法
数码管不亮	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 虚焊，重新焊接</li> </ul>
数码管闪烁不正常	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 电量不足</li> <li>• 虚焊</li> <li>• 焊锡过量，短路</li> </ul>
小车不动、突然不动	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 电池没电</li> <li>• 电源芯片虚焊</li> </ul>
电机不动、突然不动	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 焊锡量过少</li> <li>• 电路短路</li> <li>• 电机驱动芯片短路、电机驱动芯片烧坏，更换芯片</li> <li>• IC 芯片座接触不良，重修焊点或更换芯片座</li> <li>• 单片机晶振、独石电容无误</li> <li>• 单片机安装反了</li> <li>• 电机导线、电机端子接触不良</li> <li>• 电池电量不足</li> <li>• 程序有误</li> <li>• 传感器工作不正常</li> </ul>
程序烧录失败	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完善小车焊接，确保无短路、虚焊、漏焊</li> <li>• 单片机底座与单片机接触良好</li> <li>• 确定 USB 接插件已焊接并接触良好</li> <li>• 确定单片机型号正确、串口打开</li> <li>• 确定没有占用 P3.0 和 P3.1</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 二极管极性焊接无误</li> <li>• 更换单片机</li> <li>• 更换下载模块、USB 线</li> <li>• 传感器损坏</li> <li>• 安装电池</li> <li>• 在电源指示灯亮的情况下检测是否可以找到单片机，若找不到，按下自锁开关断开电源，再打开，检查是否可以找到单片机。下载程序时，在找到单片机后，快速按 2 下自锁开关即可完成下载。以上均不成功时，在电源指示灯亮的情况下先按“reset”按钮，快速按 2 下自锁开关。</li> </ul>
小车前进时左右摆动、抖动	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 调整传感器灵敏度（电位器）</li> <li>• 调整传感器位置（传感器与黑线的距离、传感器之间的相对位置）</li> <li>• 传感器安装牢固</li> <li>• 完善程序（增加小车可能遇到的情况，控制速度）</li> <li>• 电机与车轮安装不稳</li> <li>• 电机轮轴损坏</li> <li>• 电池电量不足</li> <li>• 程序中，小车运行延迟太久</li> <li>• 紧固所有螺丝</li> </ul>
小车无法在终点掉头	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 传感器信号可能出现的情况考虑不足，修改程序</li> </ul>
电源指示灯不亮	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 发光二极管极性错误</li> <li>• 焊接时间不宜过长</li> <li>• 电源芯片损坏</li> <li>• 电源芯片虚焊、短路</li> <li>• 散热片没有焊接或焊接不良</li> <li>• 单片机安装反了、损坏</li> </ul>
车轮不动、但电机能动（有马达声）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 电机轮轴损坏</li> <li>• 轮轴与电机轴接触不良，使电机出现空转，更换电机或车轮</li> </ul>
电脑重启	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 烧录程序不成功时，电脑一直处于正在检测单片机的状态，这时拔掉 USB 线电脑就会重启。按烧录程序中的“停止”按钮，停止烧录后再拔掉 USB 线。</li> </ul>
烧录程序时无法检测到单片机	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 单片机型号不对</li> <li>• 单片机损坏或接触不良</li> <li>• USB 线接触不良</li> <li>• 下载模块损坏</li> </ul>
小车未能按照既定程序行走	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在判断小车硬件没有问题，并烧录程序成功后，检查程序中的循环和判断语句是否完整。</li> <li>• 传感器的安装位置和循迹黑线的宽度是否与程序设计的情况一致。如传感器安装过近或黑线较宽，前进时 2~3 个传感器同时检测到黑线。</li> <li>• P3 端口初始值设定有误</li> <li>• 电池电量充足</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 程序是否陷入死循环</li> <li>• 传感器输出端与单片机 IO 口的连接是否与程序定义一致</li> <li>• 传感器检测信号是否传入单片机, P3 口与传感器输入信号的连接(杜邦线)是否良好</li> </ul>
拔插杜邦线时导致排针发生位移	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 虚焊</li> </ul>
一个电机动, 一个电机不动	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 完善焊接</li> <li>• 电机驱动芯片损坏</li> <li>• 单片机接触不良</li> <li>• 电机损坏</li> <li>• 电机导线焊接不良、电机端子接触不良</li> </ul>
小车在弯道处调头, 或者冲出弯道	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 车速过快, 传感器位置不好。在程序中加入占空比函数或延时函数, 调节车速。调节传感器位置。</li> </ul>
电池太耗电	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 关闭不需要的显示, 如数码管</li> <li>• 完善焊接与程序, 减少调试时间</li> <li>• 严禁新旧电池混用, 会严重消耗电池电量。</li> </ul>
传感器两个指示灯一直亮	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将传感器对着黑线调节电位器, 使输出指示灯灭</li> <li>• 确保杜邦线接触良好</li> </ul>
小车在十字口运行的偶然性大	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 观察小车偏移方向, 调节传感器灵敏度和调试小车判断程序, 判断语句之间不要出现冲突</li> </ul>
烧录程序时无法连接到串口	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 选择正确的串口, 点击下载前要打开小车的开关</li> </ul>
车轮转动方向不正确	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 修改程序或者将电机导线反接</li> </ul>
小车运行无规律	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 修改程序, 归纳可能性情况, 判断语句不要出现冲突</li> <li>• 删除不必要的程序命令</li> <li>• 电机导线与电机端子的连接是否正确</li> </ul>
小车一直原地打转	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 电机导线接反了</li> <li>• 传感器不够灵敏</li> <li>• 程序设定情况太多</li> </ul>
小车不走直线	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 微调车轮</li> <li>• 降低车轮速度</li> <li>• 调整电机位置, 并检查固定螺丝是否松动</li> </ul>
小车走走停停	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 电池电量不足</li> <li>• 电机导线接触不良</li> <li>• 电机驱动芯片焊接不良</li> <li>• 焊锡过少</li> </ul>

### 3、外观设计注意事项

1. 外观设计时应避免其影响传感器的正常工作, 比如颜色、大小等;
2. 外壳要固定牢固, 防止小车行进过程中掉落;
3. 设计时不仅要考虑小车的美观度, 更应考虑小车的平衡、负重、阻力等, 外壳过重会使小车速度变慢;
4. 巧妙设计, 方便开启电源、安装电池、检测维护;
5. 合理设计外观, 避免阻碍小车正常运行。



## 4、部分零件实物图



