

Since  
1955

08

2020

NO.695

人民邮电出版社 主办  
www.radio.com.cn

# 无线电

W X D H A N D S - O N E L E C T R O N I C S

## 对抗重力 ——初探声悬浮技术



- 群星闪耀时：  
从计量单位看电磁学发展（中）
- 无线电爱好者工作室装备指南：  
示波器的选择
- 揭秘月面反射通信：  
月面反射通信的基本原理
- STM32 入门：触摸按键的设置
- ESP8266 开发之旅：  
Ticker——ESP8266 定时库
- 超好玩的 Laserblock——动力机械篇

做时间的主人——DIY 数字钟  
Pepper 机器人智能测温项目



制作

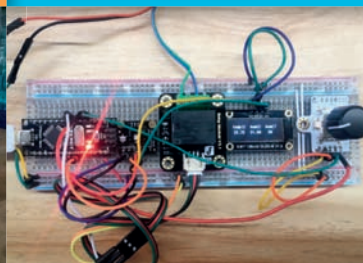
自制甲醛检测仪 · 轻松 DIY 简易红外单光束对射报警器 · 幼儿睡眠温度监护机 · 自制便携式蓝牙加速度测试仪 · 用三极管制作译码器 · 自制实用 NFC 名片 · 智能手机支架



磁吸创意台灯

创意点阵时钟

智能化改造加湿器



ISSN 0512-4174  
CN 11-1639/TN



ISSN 0512-4174



零售价 2.00元

邮发代号：2-75 国外代号：M106



# 爱上机器人

I-ROBOT 《无线电》青少版

## 欢迎订阅2020年 《爱上机器人》杂志



**激发探索兴趣 掌握科技之钥**  
未来机器人大师的启蒙读物

这本杂志满载关于机器人的知识与技能

有比赛 有教程 有科研 有制作 有梦想 有实践 有情怀 有创新

### 2020年《爱上机器人》杂志多种渠道订阅方式

在以下网店搜索关键词“爱上机器人”即可获得订阅链接。

1. 全国邮局线下网点均可订阅：邮发代号82-292
2. 拨打订阅电话：11185
3. 中国邮政报刊订阅网：bk.11185.cn
4. 当当：www.dangdang.com
5. 京东商城：www.jd.com
6. 天猫代理店：ssxdtushu.tmall.com（时尚传媒旗舰店）
7. 杂志铺：www.zazhipu.com
8. 《爱上机器人》杂志微店订阅



《爱上机器人》微店

**双月刊 定价：30元 全年订阅价：180元**

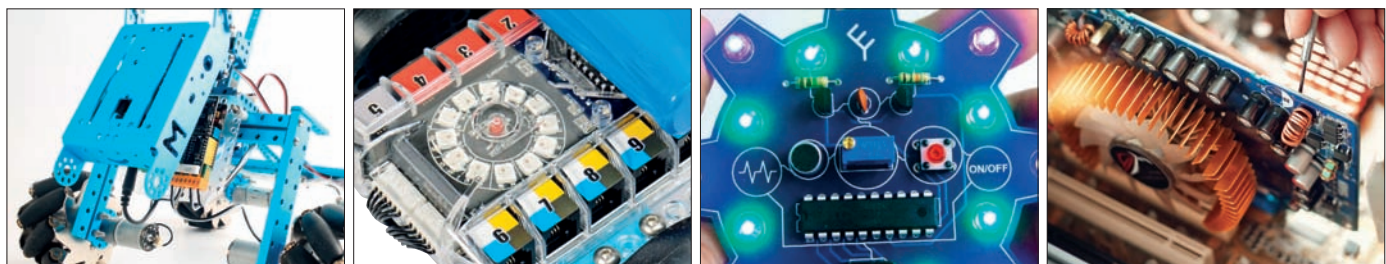




邮发代号 / 2-75  
 国外代号 / M106  
 单期定价 / 20 元  
 全年订阅价 / 240 元  
 发行电话 / 010-81055310

- 当选全国“公众喜爱的科普期刊”
- 入选中国期刊方阵
- 连续三届荣获国家期刊奖奖项
- 入选中国科技期刊卓越行动计划

主管：工业和信息化部  
 主办：人民邮电出版社  
 出版：北京信通传媒有限责任公司  
 网址：<http://www.radio.com.cn>  
 微博：<http://www.weibo.com/radiom>  
 微信：《无线电》杂志



### 信息

物联网、人工智能、嵌入式应用，展示电子科技行业前沿动态。

### 创客

关注创客活动、创客空间建设，展示创客新奇创造成果。

### 制作

独特的设计思路，详尽的制作资料，为读者提供将创意转变为现实的丰富案例。

### 装备

工欲善其事，必先利其器。用现代测量工具为你的科技实践助力。

### 入门

元器件、电路基础、思路启发，开启电子技术求知路。

### 教育

基于兴趣，倡导造物，鼓励分享，将电子科技、创客文化与教育相结合。

### 史话

历久弥新，深耕电子科技行业60年，见证新中国电子技术发展历程。

## 杂志

为读者提供涵盖创客、创意制作项目、电子科普知识、工具仪表信息、爱好者及行业活动资讯、创客科技教育等丰富的内容。

## 图书

培养国内作者，引进海外优秀版权，出版电子、创客、机器人、智能控制、STEAM教育等领域图书，各大电商平台和实体书店均有销售。

## 套件

不想自己一样一样采购元器件？套件是喜欢动手又怕麻烦的玩家的最好选择。杂志严选效果出色、制作成功率高的套件推荐给大家。

## 活动

承办丰富多彩的青少年科普活动，提供覆盖课程、教材、工具、器材、培训、比赛的成体系解决方案，培养明日之星。



《无线电》微信公众号



《无线电》杂志微店二维码

## 2020年《无线电》杂志多种渠道订阅方式

在以下网店搜索关键词“无线电杂志”即可获得订阅链接：

- 1 全国邮局线下网点均可订阅：邮发代号2-75
- 2 拨打订阅电话：11185
- 3 中国邮政报刊订阅网：bk.11185.cn
- 4 当当：[www.dangdang.com](http://www.dangdang.com)
- 5 京东商城：[www.jd.com](http://www.jd.com)
- 6 天猫代理店：[ssxdtushu.tmall.com](http://ssxdtushu.tmall.com)  
(时尚传媒旗舰店)
- 7 杂志铺：<http://www.zazhipu.com/>
- 8 《无线电》杂志微店订阅

## 目次

> 2020年第08期 > 总第695期

# Contents

### 信息 INFO

04 外刊速览

全国大学生电子设计竞赛获奖队伍专访

47 “放着，我来！”

国赛赛场上遇到对的人 向农 汤宏琳 龔凯

75 潮闻速览 马骉壮 (BG2KAJ)

76 创意科技总动员 金今

78 问与答

### 创客 MAKER

05 创新众筹项目大搜罗 金今

06 用金属感应开关做一个智能手机支架 胡宇捷

08 自制实用NFC名片 张懿

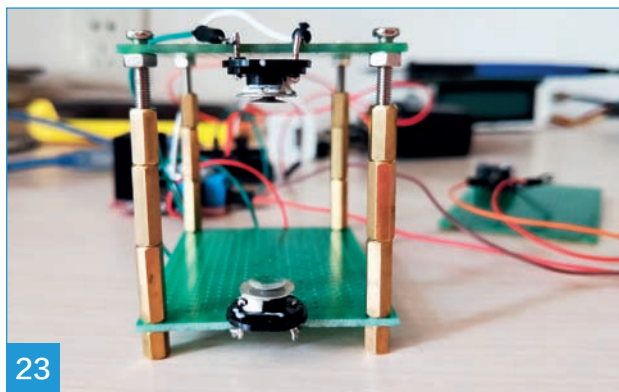
### 火腿 AMATEUR RADIO

探秘月面反射通信 (3)

50 月面反射通信的基本原理 刘明星

54 八重洲车载电台诚意之作

YAESU FTM-300D测评 杨法 (BD4AAF)



23

### 制作 PROJECT

11 做时间的主人——DIY数字钟 徐立宁

16 手把手教你制作创意点阵时钟 朱盼 陈众贤

23 对抗重力——初探声悬浮技术 李一楠

26 对超声波加湿器进行智能化改造 王立

28 磁吸创意台灯 郭力

31 自制甲醛检测仪 李志远 熊廷宇

34 轻松DIY简易红外单光束对射报警器 邓俊波

38 守护睡眠小保姆——幼儿睡眠温度监护机 高怀强

40 自制便携式蓝牙加速度测试仪 刘亮

43 用三极管制作译码器 俞虹

### 装备 EQUIPMENT

无线电爱好者工作室装备指南 (3)

58 示波器的选择 聆听



11



28



06



**2019年合订本上架啦!**

每册500+ 页海量内容、100+ 个制作项目

定价: 99元

网上购买  
卓越亚马逊网上书店: <http://www.amazon.cn>  
京东商城书店: <http://book.jd.com>  
当当网上书店: <http://book.dangdang.com>  
互动出版网: <http://www.china-pub.com>



## 入门 START WITH

- 63 提升家用Wi-Fi性能的“秘籍” 彭振 王文俊 蒋立辉
- 66 群星闪耀时  
——从计量单位看电磁学发展(中) 刘景峰 王枫  
STM32入门100步(第25步)
- 70 触摸按键的设置 杜洋 洋桃电子  
ESP8266开发之旅 基础篇(5)
- 73 Ticker——ESP8266定时库 单片机菜鸟博哥

## 教育 EDUCATION

- 79 Laserblock——让机器人教育走向开源、普惠(2)  
超好玩的Laserblock——动力机械篇 梁志成 龙丽嫦
- 83 由“AI”出发,防疫有我  
——Pepper机器人智能测温项目 于佳 陈小华
- 86 虚谷物联与科学探究:声音在不同物体中的传播 狄勇

## 史话 HISTORY

- 89 全新时代的曙光  
《无线电》杂志与国产晶体管收音机的不解之缘 田浩



《无线电》杂志  
微信订阅号



《无线电》杂志  
微博二维码



文章相关资料、程序等数字资源可在人民邮电出版社云存储平台下载

<http://box.ptpress.com.cn/a/1/RC2017000030>

主管 工业和信息化部  
主办 人民邮电出版社有限公司  
出版 北京信通传媒有限责任公司  
编辑 《无线电》编辑部

### 编辑部

主编 房桦  
执行主编 付方明  
编辑部主任 周明  
编辑 许博翔 曹小雅 尹飞  
特约编审 邓晨  
美术编辑 赵彬 郭媛 周桂红(特邀)  
产品经理 李佳 孙铖虹 010-81055310  
编务 徐希上  
电话 010-81055339  
传真 010-81055340  
网址 [www.radio.com.cn](http://www.radio.com.cn)  
官方微博 [weibo.com/radiom](http://weibo.com/radiom)  
官方微信公众账号 无线电杂志  
电子邮件 [radio@radio.com.cn](mailto:radio@radio.com.cn)  
地址 北京市丰台区成寿寺路11号  
邮电出版大厦  
邮政编码 100078

国际标准连续出版物号 ISSN 0512-4174

国内统一连续出版物号 CN 11-1639/TN

邮发代号 2-75

国外代号 M106

广告经营许可证 京东市监广登字20170149号

国内总发行 中国邮政集团公司北京市报刊发行局

订阅处 全国各地邮局

国外总发行 中国国际图书贸易集团有限公司

(北京399信箱)

印刷厂 北京新华印刷有限公司

国内定价 20元

出版日期 每月5日出版

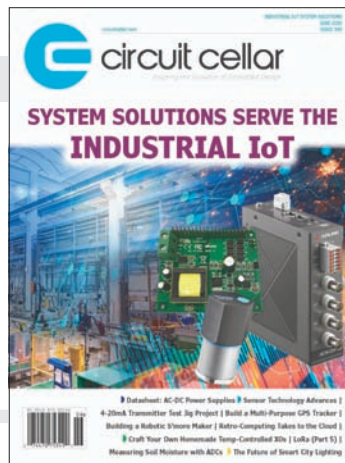
## 版权声明

1. 本刊有网站和各类新媒体平台, 本刊内容可能在网站和公众号上同时刊登, 本刊可能出电子版及合订本、汇编本等。
2. 本刊一次性寄发给作者的稿酬, 已含其作品作以上使用的稿酬。
3. 作者向本刊投稿的同时, 应授权本刊可以依法维护其著作权等权利。
4. 未经本刊书面同意, 不得以任何形式转载、使用本刊刊登的文章和图片以及附加光盘的内容。
5. 向本刊投稿的作者, 均同意以上条件, 如不同意请在来稿中特别注明, 本刊将作适当处理。
6. 本刊中出现的各类网站(主页)、网址(链接)在出版前已经编辑审查无误, 但由于因特网变化快、规模大, 并有超级链接等特点, 如果这些网站(主页)今后出现非法内容(链接), 读者一经发现请立即通知本刊并向有关部门举报。

《Circuit cellar》2020.06

### 系统关注工业物联网趋势

当今，物联网已经被广泛应用于现代化工厂，一个工厂可能会有成百上千个传感器、执行器，使用什么样的架构和系统才能更好地让物联网运作？《系统关注工业物联网趋势》介绍了多种系统构架和硬件。《复古计算机上云端》这个项目把老旧的 MCU 用新技术模块连接上物联网云端。在《4 ~ 20mA 变送器测试板项目》中，作者对 4 ~ 20mA 电流环原理进行了深入研究并做了测试板，想了解这种传统 I/O 技术的朋友不妨看看这篇文章。在《用 ADC 测量土壤湿度》中，作者使用一个低成本 DIY 的电容式传感器加上 ADC 完成了土壤湿度测量。



《HackSpace》2020.04

### 惊人的 3D 打印机技巧与窍门

木质材料一直是 DIY 制作中常用的材料，封面文章《用木头制作》适合初级木工爱好者，文章介绍了基础的木工工具和木料，以及如何用简单技术制作木工项目。你想《添加字符显示到你的项目》吗？是选 2004 还是 1602 的 LCD 呢？看看哪个更适合你吧。如果你有 3D 打印机，那一定要看《惊人的 3D 打印机技巧与窍门》，如果不过瘾，可以再看另一篇《介绍功能性 3D 打印》，文中以一种花盆架子作实例进行了功能介绍。



《PE》2020.04

### 制作你的可扩展翻转屏

如果你看过封面上这种翻转点阵屏，一定会喜欢这种物理式显示方式，要是你已经想要 DIY 了，那推荐你读一读《制作你的可扩展翻转屏》。连载《超低失真前置音调放大器》，不仅介绍了高低音调节，还介绍了红外音量调节，用到了 PIC16F88。《风扇速度控制》介绍的是用 Arduino 的 PWM 功能加上 MOSFET 管进行小型散热风扇的速度控制。



《SILICON CHIP》2020.03

### Nutube 吉他过载和失真效果器

Arduino 经过十多年的发展，已经成为世界各地各个年龄层的爱好者所喜爱的开源硬件，那它的起源和发展历史你又知道多少呢？不妨看看《Arduino 回顾》一文了解一下。《Nutube 吉他过载和失真效果器》中最有趣的地方是使用了一个型号为 Nutube、类似 VFD 的电子管。《可调温度调节器》讲的是一个 Arduino 和半导体冷却片的故事，快来看看吧！





# 创新众筹项目 大搜罗

金今

## 智能割草机器人

Toadi 是一款智能割草机器人，由于具有夜视摄像头，它还可以充当看门狗。Toadi 配备了 4K 摄像头、AI、4 个钛涂层刀片。借助集成的摄像头，Toadi 可以识别障碍物、自主导航，还可以自动识别并避开物体、人和动物。

Toadi 不需要提前设置边界线，大大减少了初始安装工作量。默认情况下，Toadi 会以 6cm 的高度割草，用户可以通过更换割草盘调整割草高度，也可以通过设置使 Toadi 不修剪某个区域。

因为 Toadi 使用了与自动驾驶汽车类似的人工智能和计算机视觉技术，所以它可以在 4200m<sup>2</sup> 的草坪上自由活动，而无须拖着烦琐的电线。电力不足或修剪完毕后，Toadi 会自动回到充电桩上。

当 Toadi 使用充电器时，它会使用夜视摄像头查看花园里的入侵者（包括人、猫狗等动物），并将入侵者的照片发送到用户的手机上。在后续的免费更新中，Toadi 可在的院子里充当巡逻员的角色。

点评

它是智能 AI 与割草机的组合，性能看着不错，但国内的居住环境一般没有那么大的草坪，而商用领域已经有不少割草机器人了。



## 树莓派笔记本电脑

开源硬件和教育产品的开发商 Elecrow 发起了一个众筹项目，资助生产一款基于树莓派的笔记本电脑——CrowPi2，其可拆卸的键盘下面隐藏着一个 STEAM 学习实验室。CrowPi2 可以作为一个便携式的 STEAM 项目实验室使用，也可以作为一个功能性笔记本电脑使用。

CrowPi2 的尺寸为 291mm×190mm×46mm，重 1.3kg。作为 Elecrow 2018 年 CrowPi 学习实验室的升级版，CrowPi2 的 QWERTY 键盘可以从框架中取出，并作为 IPS 显示屏的无线输入设备。CrowPi2 的键盘下面有一个项目板，里面有 22 个传感器、1 个拇指操纵杆，还有裸露的 GPIO 接口、1 个小板、LCD 显示屏、RGB LED 矩阵等，用户可以进行硬件和编程实验。CrowPi2 的顶部边框中央有 1 个 200 万像素的网络摄像头，它还有话筒、立体声扬声器和 1 个  $\phi 3.5\text{mm}$  的耳机插孔，同时还为不想使用键盘触控板的用户提供了一个无线鼠标，以及存储空间、充电电源或其他组件的空间。另外还提供了步进电机、RFID 卡和标签、红外遥控器等设备，以增强学习体验。CrowPi2 套装包含 70 多节有关 Scratch、Python、AI 和 Minecraft 的课程，30 多个项目和游戏，还包括 1 个已经安装好的树莓派 4、2 个游戏手柄、编程书籍等。



点评

这是 Elecrow 的系列产品，可以一边用一边学，确有 STEAM 学习上的优势，价格也不算太贵。

## 多喷嘴水牙线



牙线清洁是改善口腔卫生的最佳方法之一，全新推出的 Instafloss 水牙线可解决用户的时间和舒适问题。

Instafloss 具有专利多喷嘴设计，精心定位的喷嘴可自动进行 360° 快速深层清洁。喷嘴在每颗牙齿的前、后和侧面错开排列，单次扫描口腔，即可清理口腔内的所有残留物，确保每次清洁过程完美。

Instafloss 可调节水压，无论你的牙龈或牙齿是否敏感，都能获得完全无痛的体验。经过团队对人体工程学专家的咨询和对数千种牙齿 / 牙龈的研究，团队创造出了一种喷嘴，旨在满足 98% 的用户需求。无论使用者是否戴牙套、牙齿是否整齐、是否有牙桥，Instafloss 都能带来令人赞叹的清洁体验。

Instafloss 喷嘴可快速更换，每个喷嘴都有一个色带，以帮助区分家庭成员。每个喷嘴涂有超柔软的抗菌硅胶材料，可在清洁的同时舒适地沿着牙龈滑动。这个创新设计很适合上、下牙齿之间的空间，使喷头能够一次清洁两排牙齿，从而节省时间，提高效率。

点评

水牙线类产品已经非常多了，这个新设计是否有那么好还有待实测。

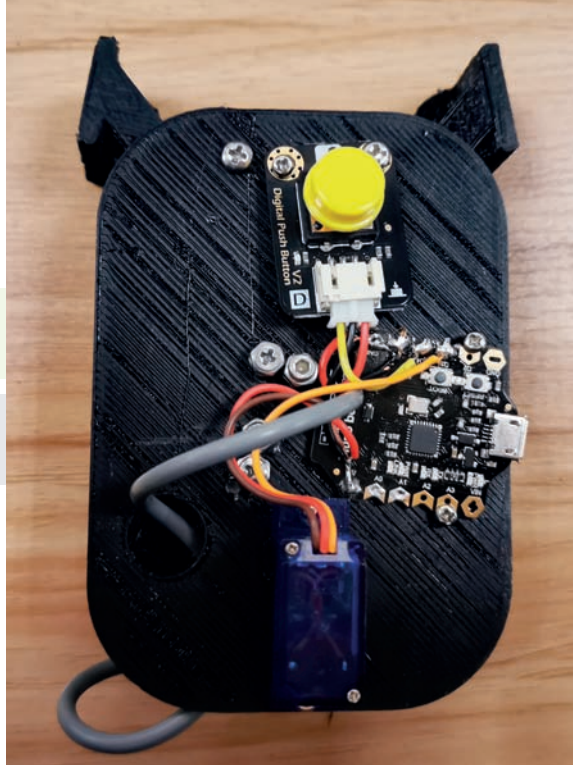
DF创客社区 推荐作品

# 用金属感应开关做一个智能手机支架

胡宇捷



演示视频



手机的应用日益增多，很多人选择用手机进行导航。在开车过程中，驾驶员将手机放置于手机支架上，查看地图很方便。目前市场上的手机支架主要通过左右和底部3点固定的方式对手机进行支撑，针对不同尺寸的手机，大多需要手动调节左右两个夹臂之间的间距进行夹紧，不够方便。我想DIY一个能够检测到手机放入并自

动夹紧手机的手机支架。

完成以上功能的前提是，手机支架能检测出手机的靠近并做出响应。我使用了E2S-H4N1金属感应开关（见图1）。有金属物体出现在金属开关探测范围内时，开关的信号引脚为低电平；没有金属物体在开关的探测范围时，开关的信号引脚为高电平。另外开关的体积非常小巧，上面带有一个LED，能够直观地显示开关的状态。检测频率在1kHz左右，它能做出快速响应，抗干扰能力强，具有IP67级防护能力，适用于一般生活环境。因为手机含有较多的金属，实测即使是玻璃后盖的手机和带有手机壳的手机也可以准确地检测出来。E2S-H4N1完全可以胜任检测手机这项工作。

检测手机的传感器解决了，接下来就是选择主控制器，我选择的是Beetle BLE。然后我使用了一个180°微型舵机来控制夹紧手机的机械部分，还使用了一个数字大按钮模块控制松开手机。

制作所需的材料如附表和图2、图3所示，硬件连接如图4所示。



图1 E2S-H4N1 金属感应开关



图3 3D 打印部件

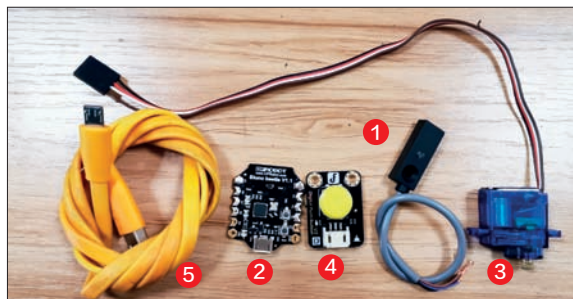


图2 制作所需的部分材料

附表 制作所需的材料

1	E2S-H4N1 金属感应开关
2	Beetle BLE 控制器
3	DF9GMS 180° 微型舵机
4	数字大按钮模块
5	micro USB 数据线
6	3D 打印部件
7	排线若干
8	细导线若干

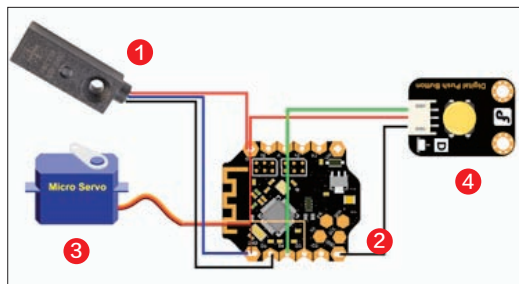
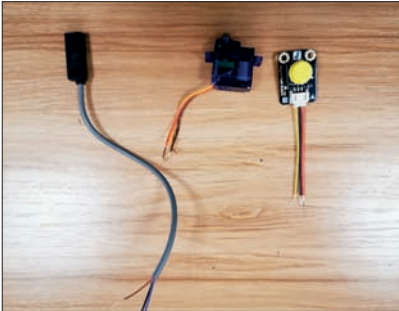


图4 硬件连接示意图

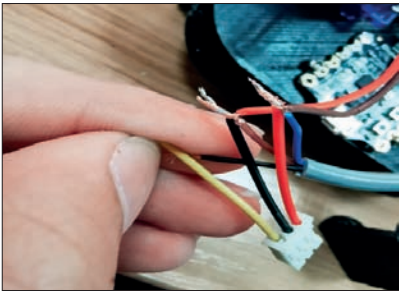


## 程序编写

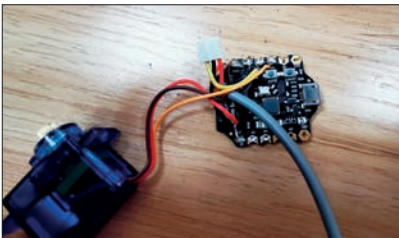
- 1 将金属感应开关、180° 微型舵机、数字大按钮模块的导线分别剪短并处理好线头（记住各导线的作用）。



- 2 将金属感应开关、180° 微型舵机、数字大按钮模块的电源线与地线分别接一起。



- 3 将金属感应开关、180° 微型舵机、数字大按钮模块与 Beetle BLE 控制器焊接在一起。



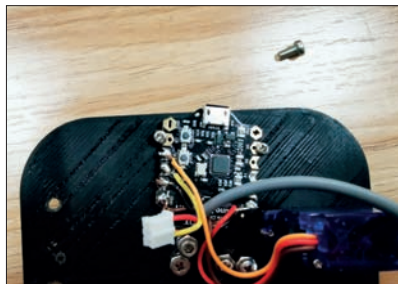
- 4 将 180° 微型舵机安装在背板相应的位置。



- 5 将 180° 微型舵机轴与舵盘相连。



- 6 使用两颗螺丝固定 Beetle BLE 控制器。



- 7 安装好数字大按钮模块。



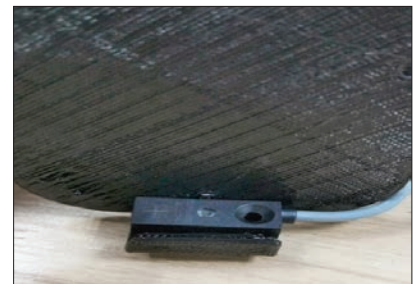
- 8 拧好限位螺丝，将支架与舵盘相连。



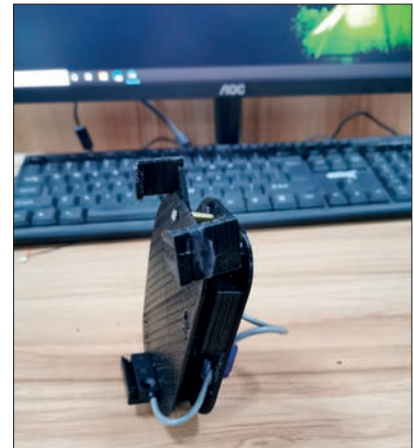
- 9 盖上正面盖板并拧好螺丝。



- 10 将金属感应开关安装在最下面。



- 11 至此，一个小巧实用的智能手机支架就制作完成了。



将以下程序下载到 Beetle BLE 控制器中，智能手机支架就可以使用了。

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int pos = 0;
void setup() {
  myservo.attach(3);
  pinMode(4, INPUT);
  pinMode(5, INPUT);
}
```

# 自制实用 NFC 名片

张懿

最近我在筹备参加教育装备展，除了设备，实在没什么可以展现自我的东西，恰巧想起之前有个“旧坑”，就做个帅气的NFC名片吧！

先来了解一下什么是 NFC。NFC 是近场通信的首字母缩写。它是一种短程无线电技术，可以实现紧密靠近（10cm）的设备之间的通信。NFC 系统基于传统的高频（HF）RFID，工作频率为 13.56MHz。

NFC 通信中总是包括发起者和目标：发起者（发射器）主动生成可以为被动者供电的射频场，两个环形天线之间使用电磁感应的目标（标签），发射器和标签的天线通过电磁场耦合，这个系统可以被看作空心变压器，其中读取器充当初级绕组，标签作为次级绕组。通过初级线圈（发射器）的交流信号在空气中感应出一个磁场，在次级线圈（标签）中感应出电流。标签

可以使用来自现场的电流为其自身供电，在这种情况下，读取和写入模式都不需要外部供电。NFC 标签芯片通过其环形天线从读取器产生的磁场中获取所需的功率。

然后我们要定义好名片需求，即可以通过 NFC 让使用者获得个人的必要信息，包括姓名、电话、邮箱、公司名称和地址。这么多信息需要多少存储空间呢？我们可以在手机上下载 NFC Tools App，在“写”选项中选择“添加记录”中的“联系人”选项，输入自己的个人信息，输入完后可以看到信息的容量。一般来说，名片需要的存储空间不会超过 300Byte，如图 1 所示。

我们注意到，名片需要的存储空间非



图 1 NFC 中需要存储的信息

常小，绝大多数 NFC 芯片可以使用，选择有 M1、NTAG213/215/216、UID、T5577、CUID、FUID、NT3H1101/1201 和 NT2H1311 等。我准备使用手机刷写内容，T5577 不能被手机识别，FUID 只能写一次，因此不能使用 T5577 和 FUID，

```

for (pos = 50; pos <= 180; pos += 1)
{
  myservo.write(pos);
  delay(5);
}
for (pos = 180; pos >= 50; pos -= 1)
{
  myservo.write(pos);
  delay(5);
}
void loop()
{
  while(digitalRead(5)==1);
  for (pos = 50; pos <= 160; pos += 1)
  {
    myservo.write(pos);
    delay(5);
  }
  delay(1000);
  for (pos = 160; pos >= 50; pos -= 1)
  {
    myservo.write(pos);
    delay(5);
  }
  delay(1000);
  while(digitalRead(4)==0);
  for (pos = 50; pos <= 160; pos += 1)
  {
    myservo.write(pos);
    delay(5);
  }
  delay(2000);
  while(digitalRead(5)==0);
  for (pos = 160; pos >= 50; pos -= 1)
  {
    myservo.write(pos);
    delay(5);
  }
  delay(2000);
}

```



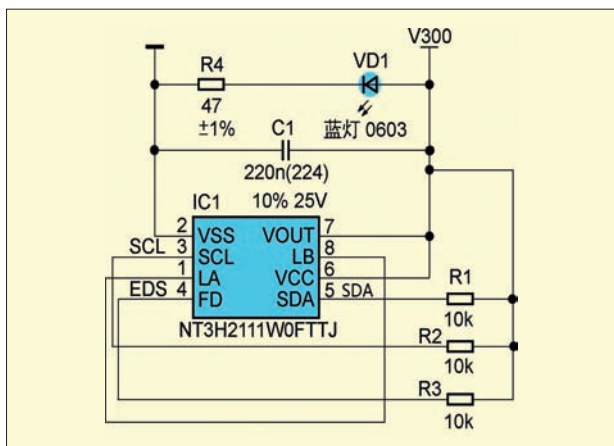


图 2 电路原理图

其他芯片可以按需选用。因为需要稳定点亮 LED (科技企业, 连 LED 都点不亮是不行的), 所以我最终选择了可以从 NFC 场中稳定获取电能并为外设供电的 NT3H2101 作为核心 IC (不过此 IC 采购困难且价格昂贵)。

接下来就是按照官方文档设计电路了, 整个文档没有给出参考电路, 所以除了天线设计的规则需要严格遵守, 其他电路就可以“为所欲为”。在这里, 我选择 0603 封装的 LED、47Ω 限流电阻和一个 220nF 的电容构成主电路, 其中电容可以确保通信期间, IC 不会掉电重置, 以免通信失败。

天线的设计比较复杂, NT3H2101 要求天线的电感必须足够接近  $2.76 \mu H$ , 我们可以手算天线参数或者使用 NXP 提供的天线计算器 AntennaTool 计算, 不过我不是学通信的, 实在搞不懂这些复杂的参数, 所以直接使用了 NXP 提供的开源 Class4 级别天线, 感兴趣的朋友可以尝试自己设计天线。

PCB 的设计比较简单, 只要确保天线周围不铺铜、不过信号线即可, 按部就班地把电容、电阻、LED 和 IC 放置好, 参考设计如图 2、图 3 所示。

我在 NT3H2101 的 I<sup>2</sup>C 总线和 EDS

引脚上都加上了上拉电阻, 这其实是不必要的, I<sup>2</sup>C 总线的作用是在外部供电情况下和 MCU 通信; EDS 是场检测引脚, 在检测到外部 NFC 场时用来唤醒外部 MCU, 这是我在调试 IC 时预留的, 实际使用时可以不接。

名片做好后的外观相当不错 (见图 4、图 5), 网状铺铜手感很好, 美中不足是

嘉立创把客户编号打在了我名字下面, 令人不悦。

我在名片的背面加上了个人 Logo, 方法是使用 Altium Designer 脚本将 16 位色 BMP 图像转换为 Overlay 层中的线条, 然后整体复制到需要的地方, 正面的 QQ 和微信二维码也是如此处理。当然, 此方法非常占用系统资源, 比较好的方法是将图像用字体编辑器做成字体导入, 这样就不会占用大量资源。这里使用的脚本名字为 PCBLogoCreator, 使用方法是打开 Altium Designer, 选择“文件”→“运行脚本” (见图 6), 在左下角单击“浏览”→“来自文件” (见图 7), 添加

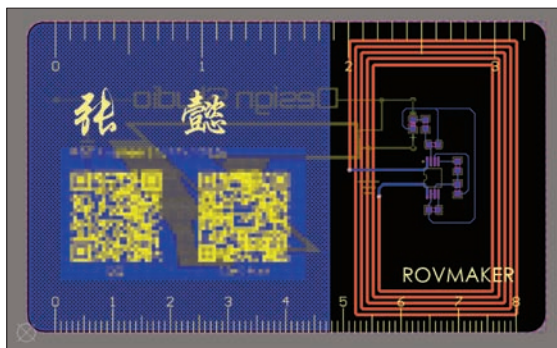


图 3 PCB 设计

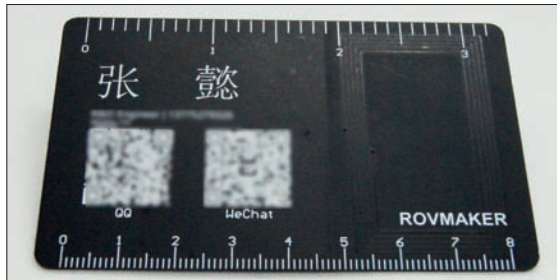


图 4 NFC 名片正面

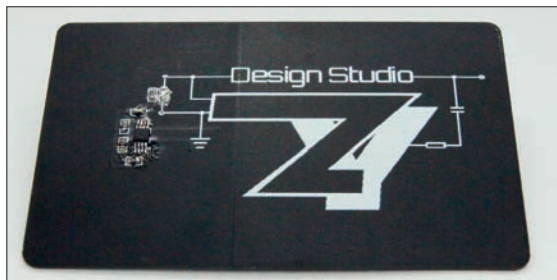


图 5 NFC 名片背面

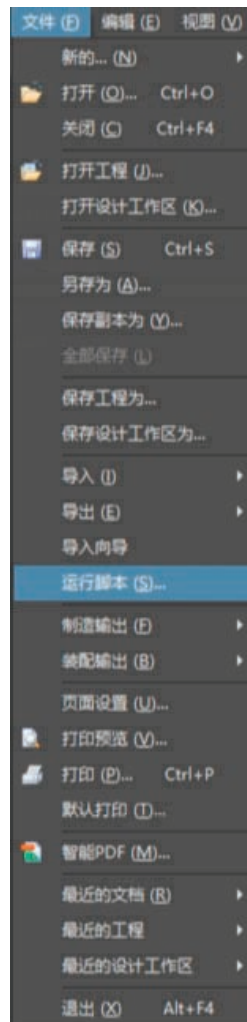


图 6 选择“文件”→“运行脚本”



图 7 单击“浏览”→“来自文件”

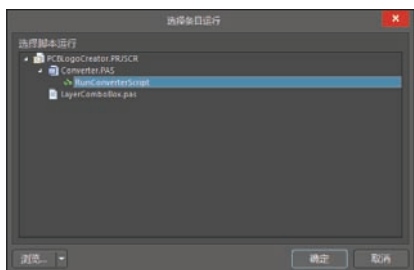


图 8 单击“RunConverterScript”，再单击右下角的“确定”

PCBLogoCreator.PRJSCR 文件，然后单击新出现的“RunConverterScript”选项，再单击右下角的“确定”即可使用（见图 8）。

脚本运行后，会自动新建一个 PCB 文件和一个选择框。

在图 9 所示的界面中，单击“Load”可以载入图像，注意只有 16 位色的 BMP 图像才可正常转换，Load 完成后可以在

“Scaling Factor”中设置缩放比例，在“Board Layer”中设置线条所在的层，下方可以勾选是否以镜像生成，设置完成后单击右侧的“Convert”转换图像，需要等待一段时间，

完成后框选生成的线条，复制到需要的地方即可。

板子焊接好后，单击 NFC Tools 上的写按钮，将 NFC 天线靠近手机的 NFC 模组位置，即可完成内容烧写。

写入内容后，我们的 NFC 名片就具有实际功能了，将 NFC 名片靠近 NFC 感应区，NFC 名片上的 LED 亮起（见图 10），手机就能够自动将名片上的信息加入通讯录，而且会自动覆盖，无须担心重复问题（见图 11）。

当然，如果你有别的需求，比如说在名片中加入你的领英链接，或者你的阿里旺旺号等，都可以通过 NFC Tools 实现，NT3H1101/1201 具有足够的存储空间，只需要重新烧写一次内容即可。如果不想内

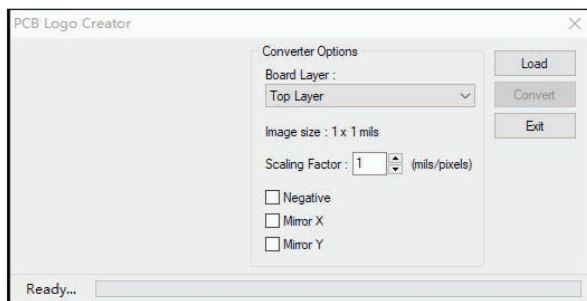


图 9 载入图像和设置界面

容被其他设备误改，可以在烧写前勾选写保护选项，不过这样名片的内容将无法更新，要慎重选择。

总结一下整个开发过程，我把大部分时间花在设计 Logo 和等待元器件上，中间错买了一次 T5577，浪费了很多时间。如果要求不那么高，完全不必使用 NT3H1101/1201 和 NT2H1311，直接用国产 M1 芯片就行，唯一的不同是，使用 M1 芯片时 LED 会闪烁，但在大部分情况下并不影响使用。此外注意，手机在休眠状态下，NFC 模组处于被动感应状态，用户需要解锁手机，进入主界面，才能正常识别 NFC 名片。❗

■ 本文相关设计文档请从本刊下载平台（见目录）下载。



图 10 将名片靠近手机 NFC 识别区，LED 亮起



图 11 名片信息自动导入手机通讯录



# 做时间的主人

## ——DIY 数字钟

徐立宁



演示视频



“花有重开日，人无再少年。”时间是这个世界上最公平的存在，每个人每天都拥有 24 小时，你可以安排学习、休息、娱乐，甚至发呆。让我们一起 DIY 一台实用、低成本、可以图形化编程的数字钟，为有限的时间赋予更多的价值和乐趣吧！

### 核心器件选择

身为 80 后 DIY 玩家的我，是一个“吝啬鬼”，能自己做的，坚决不去买；能自己修的，坚决不换新的。本着这样的原则，我尽量避免使用套件，来决定我需要的元器件。经过一系列考虑（见表 1~ 表 5），我的采购清单如表 6 和图 1 所示。

### 工作原理及端口使用

编写程序时，可以参考图 2 所示的端口使用情况。Arduino Nano 的 3 和 11 引脚可以输出模拟信号，将蜂鸣器和 LCD1602 的背光连接到这两个引脚，可以调节闹铃音量和液晶屏背光强度。

### 电路原理图与 PCB 文件制作

可以选用 Altium Designer 绘制原理图（见图 3）、生成 PCB 文件（见图 4）。使用 Altium Designer 就

表 1 对控制器的选择

名称	优缺点	是否选择
STC 单片机	物美价廉，但编程对于业余玩家来说还是不够友好	×
Arduino Nano	价格贵几块，但网上资料众多，可以图形化编程，对于业余队来说，能图形化编程的坚决不敲代码	√

表 2 对时钟芯片的选择

名称	优缺点	是否选择
DS1302	在某宝上价格不到一块钱，缺点是误差大，但我们可以通过程序自动调整误差	√
DS3231	精准，自带晶体振荡器、闹钟功能等，缺点是贵	×

表 3 对显示器件的选择

名称	优缺点	是否选择
数码管	能显示的信息有限，定时切换，体验感差	×
LCD1602	不能显示汉字是缺点，但对于时钟，显示两行数字或字母够用，而且网上资料齐全，适合业余玩家，功耗低	√

表 4 对元件封装的选择

名称	是否选择
贴片元器件	尽量选择贴片形式，毕竟体积小，虽然焊接困难，但可以慢慢来
直插元器件	

表 5 对外壳材料的选择

名称	优缺点	是否选择
3D 打印件	打印速度慢，不利于反复修改	×
激光切割奥松板	质优价廉，切割速度快。即使你没有激光切割机，也可以到当地广告商店代工	√

表 6 采购清单

序号	名称	数量	序号	名称	数量
1	电路板	1	15	温度传感器 LM35DZ	1
2	Arduino Nano (焊接排针)	1	16	5V 蜂鸣器	1
3	Arduino Nano 母座 15Pin	2	17	贴片 S8550	2
4	LCD1602 (焊接排针)	1	18	电位器 3296W 20kΩ	1
5	LCD1602 母座 16Pin	1	19	8050 贴片电阻 10kΩ	3
6	3.7V 锂电池 (2000mAh)	1	20	8050 贴片电阻 1kΩ	5
7	太阳能电池板 (5V, 60mA)	1	21	光敏电阻 5516	1
8	锂电池和太阳能电池插座 2Pin	2	22	侧按直插轻触开关	3
9	贴片肖特基二极管 In5819	1	23	轻触开关帽 (1 红、2 黄)	3
10	贴片时钟芯片 DS1302	1	24	8050 贴片电容 10μF	3
11	晶体振荡器 32.768kHz	1	25	直插电解电容 16V 330μF	2
12	纽扣电池 3V CR1220	1	26	Micro USB 母座 5Pin	1
13	贴片 CR1220 电池座	1	27	排针 3Pin、跳线帽	1
14	5V 升压芯片 PS3120	1	28	2mm 厚奥松板	1

像是按某些规则玩拼图游戏，放置元器件并连线即可生成 SchDoc 原理图文件，然后用 SchDoc 原理图文件能生成 PcbDoc 文件，并布线。把 PcbDoc 文件发给某宝上的商家代工，大概花 40 元（包邮）就可以得到成品。掌握 Altium Designer 这款软件可以明显提高 DIY 的水平，大家可以在网上多收集些 Altium Designer 的库文件，这样制作起来就更方便了。

供电方式有两种：（1）锂电池供电、太阳能电池板辅助供电或充电；（2）USB 供电或者给锂电池充电。因

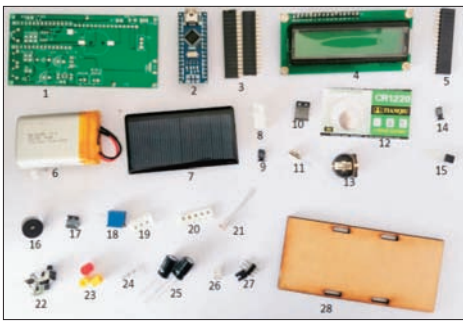


图 1 元器件实物

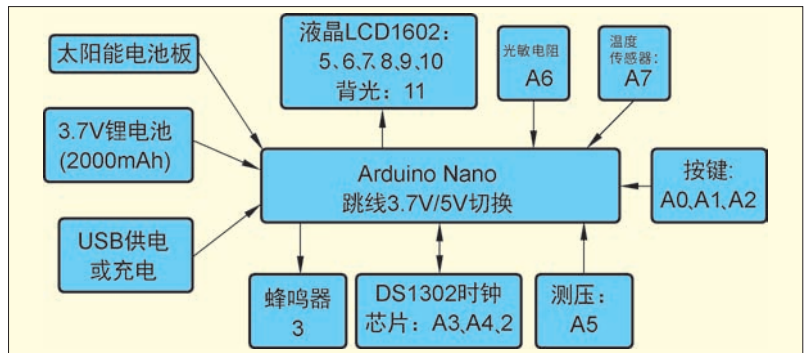


图 2 工作原理及端口使用情况

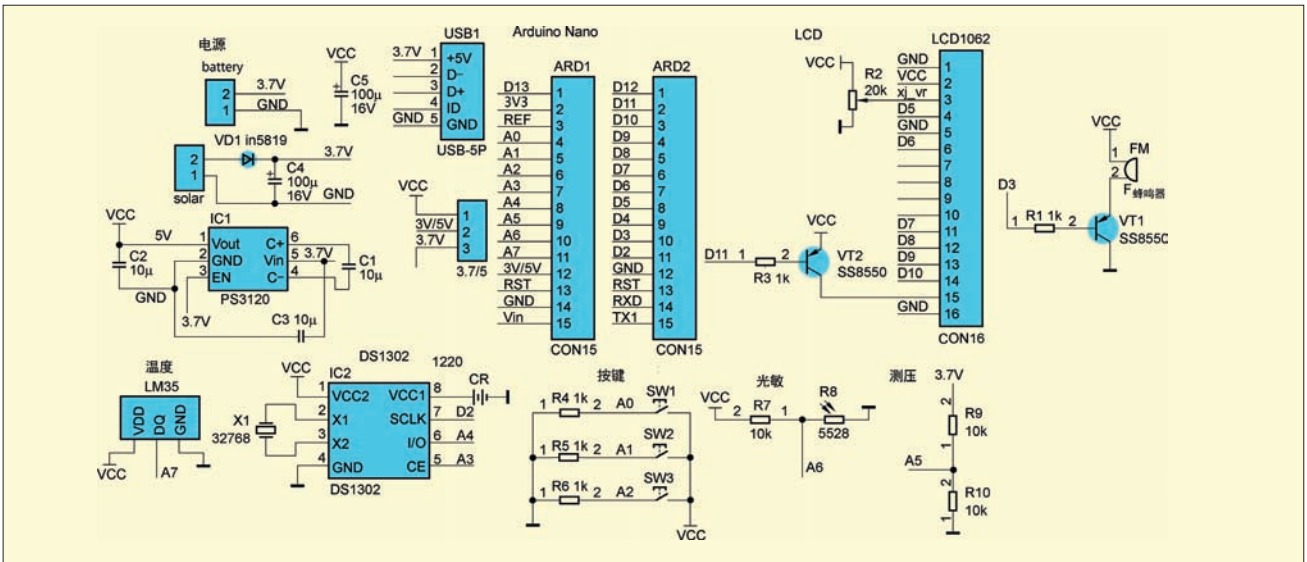


图 3 电路原理图



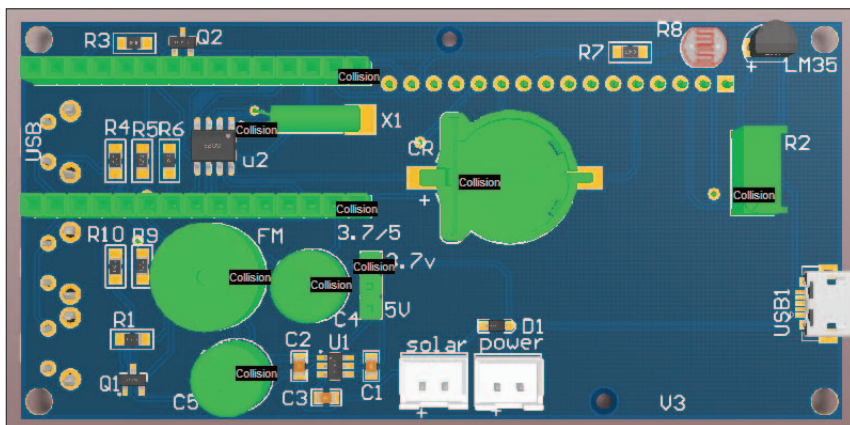


图 4 PCB 3D 效果图

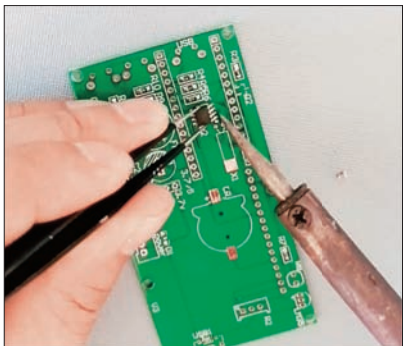


图 5 焊接贴片元器件

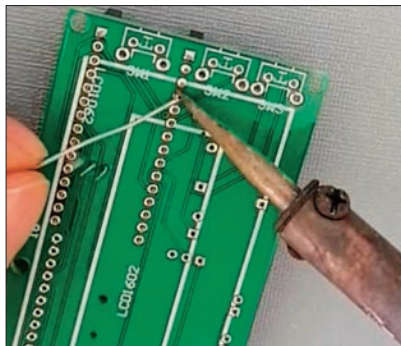


图 6 焊接直插元器件

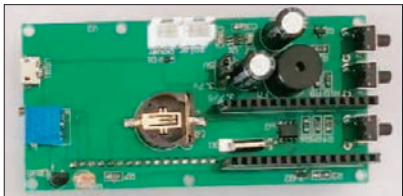


图 7 焊接完成

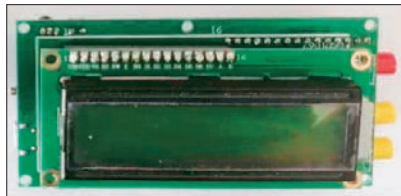


图 8 安插 LCD1602 和 Arduino Nano

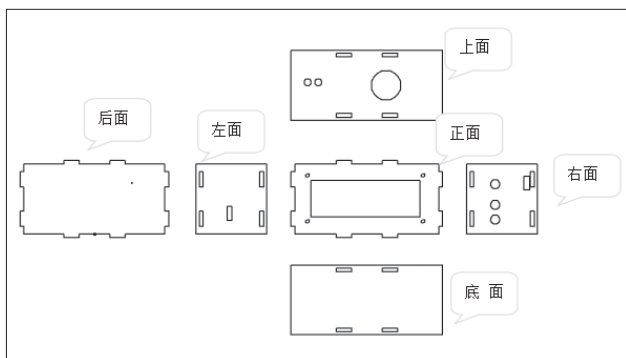


图 9 激光切割图纸

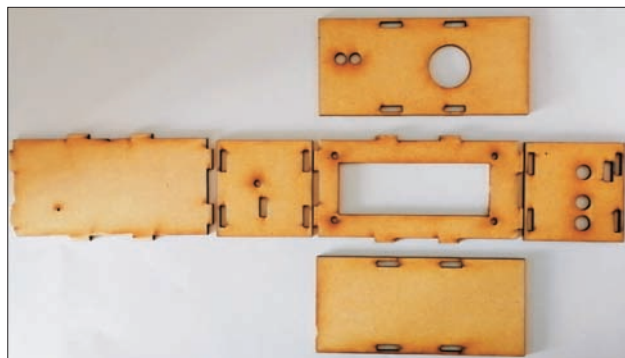


图 10 激光切割完成的奥松板

表 7 工具、耗材

序号	名称	备注
1	电烙铁	
2	焊锡丝	尽量选择小直径的, 便于焊接贴片元器件
3	斜口钳	
4	镊子	拾取贴片元器件

为我选择的是 5V 的 LCD1602, 需要使用 PS3120 芯片将 3.7V 电源电压升压到 5V, 这款芯片外围元器件少, 便于业余玩家使用。为了方便后面进行耗电测试, 我设置了 3.7V/5V 转换的跳线。

## 电路板焊接、组装

工欲善其事, 必先利其器。别怕麻烦, 准备好工具和耗材可以让你事半功倍(见表 7)。焊接的顺序是先正面后背面、先矮后高、先贴片后直插, 最后把 LCD1602 和 Arduino Nano 插到母座上(见图 5~图 8)。

## 设计外壳与组装

电路板焊接、组装完毕就可以测量设计外壳了。记录尺寸, 在 CAD 软件中绘制激光切割图纸(见图 9)。误差无法避免, 我反复修改切割了多次才找到最佳尺寸, 保证了契合度(见图 10、图 11)。还好我选择的奥松板价格便宜、激光切割速度



图 11 组装之后的效果

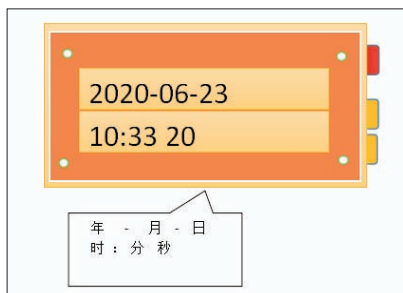


图 12 预期简单功能效果图

也快，没有花费太多的材料费和时间。

## 设计程序与调试

首先规划一下预期功能（见图12），可以先设计一个简单的程序版本，后续再进行升级。

图形化编程工具我用的是 Mixly 1.0，它支持一键升级，界面比较漂亮，符合国人的使用习惯，加载第三方库之后如虎添翼。受篇幅限制，这里我只展示两个简单的程序例子：设置时间和显示时间。功能完善的最终版本可从本刊下载平台（见目录）下载。

首先编写设置时间的程序（见图13），对时钟芯片进行初始化设置，修改成当前时间，这里我使用了第三方库。由于硬件自带电池，所以断开电源后，时钟芯片还会继续运行。使用一个单独程序修改时间显然不合理，但程序是需要不断修改升级的，这个小例子也许能给初学者灵感。既然程序可以修改，显然也可以使用按键触发设置时间。



图 13 设置时间的程序



图 14 显示时间的程序

设置好当前时间，我们就可以设计显示时间的程序了（见图14）。这部分程序非常简单，需要注意的是时钟芯片的月、日、时、分和秒的十位没有“0”，为了避免出错，我增加了

定时刷新（清屏）的积木，当然最好是编写一个补0函数，当只有个位数



图 15 显示时间程序的运行效果

时调用函数补0。补0函数会在最终版本中体现。程序运行效果如图15所示。



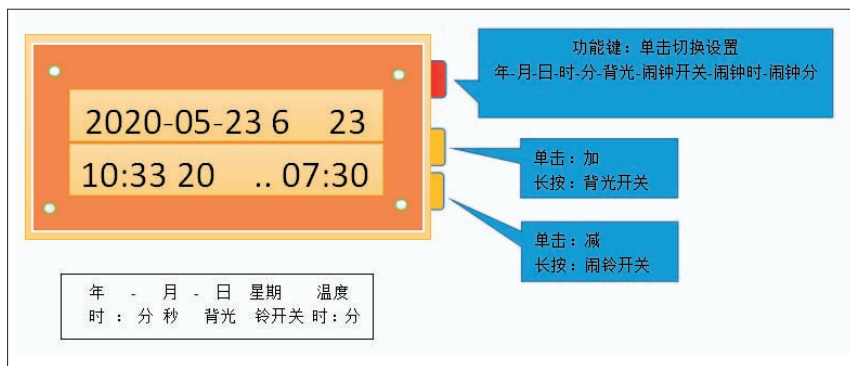


图 16 预期多功能版本效果图

我们可以把这台数字钟当成一个实验平台，依次单独编写蜂鸣器程序、测温程序、按键程序、调节背光程序、测光程序和测压程序等，循序渐进，将这些小程序改成函数，生成最终的多功能版本（见图 16）。

## 运行测试

### 耗电测试

在以 2000mAh 锂电池供电的情况

下，我选择用不同电压给 Arduino Nano 供电，工作时间有所不同，问题出在 PS3120 芯片的转化效率上。如果加装太阳能电池板（见图 17、图 18），工作天数会大幅度增加。我的测试环境是哈尔滨

表 8 数字钟的续航时间

Arduino Nano 的供电方式	电池工作电流	工作时间
跳线选择 5V（无太阳能电池板辅助）	约 38mA	约 2 天
跳线选择 3.7V（无太阳能电池板辅助）	约 20mA	约 4 天
跳线选择 3.7V+ 太阳能电池板辅助	约 -5mA（白天）	约 11 天（理想状态）

备注：锂电池电压下降，工作电流也会变化。

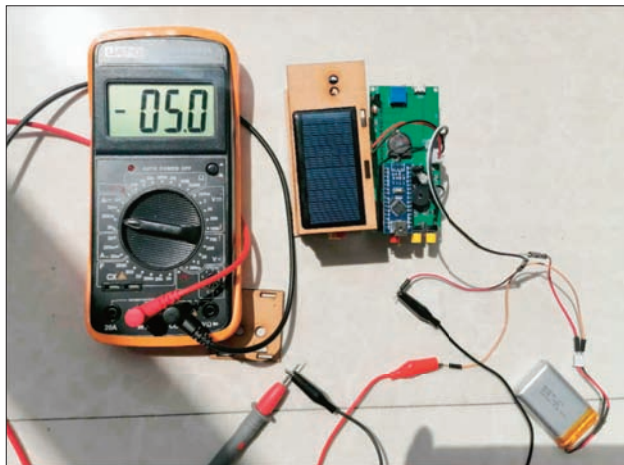


图 17 加装太阳能电池板后，锂电池进入充电模式

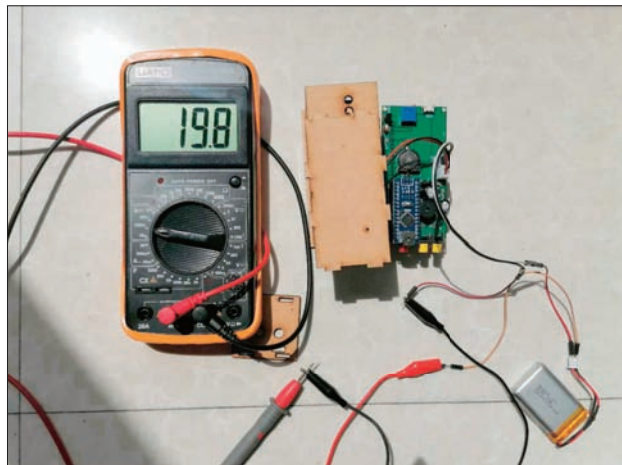


图 18 遮挡太阳能电池板后，锂电池供电

市、6 月份、晴天、室内双层玻璃阳光直射环境。下面我简单计算一下数字钟的续航时间（见表 8）。

### 误差测试

与网络上的北京时间做对比，经过 3 天测试，时钟每天快 21s。这个误差比较大，原因有很多，比如电路板设计，时钟芯片、晶体振荡器的质量等，还好误差非常稳定，可以通过程序在某一时刻自动修改时间。

## 总结

本次 DIY 的数字钟有效地整合了硬件资源，功能齐全、外观简洁、性能稳定，也是图形化编程的学习平台。如果大家感兴趣，我会分享如何编写功能完备的数字钟图形化程序。☒

# 手把手教你制作 创意点阵时钟

朱盼 陈众贤



演示视频

前段时间，我们在网上看到了一款很有意思的点阵时钟，它可以播报天气、显示视频的订阅数，还有好看的时间动画。你可以把它当作普通闹钟使用，也可以连接蓝牙把它当作音箱使用。它的许多功能都很有意思，其中我最喜欢的是它的时间显示动画效果，然而一千多元的价格让我们望而却步。不过身为创客，我们为什么不制作一个属于自己的独一无二的创意网络时钟呢？

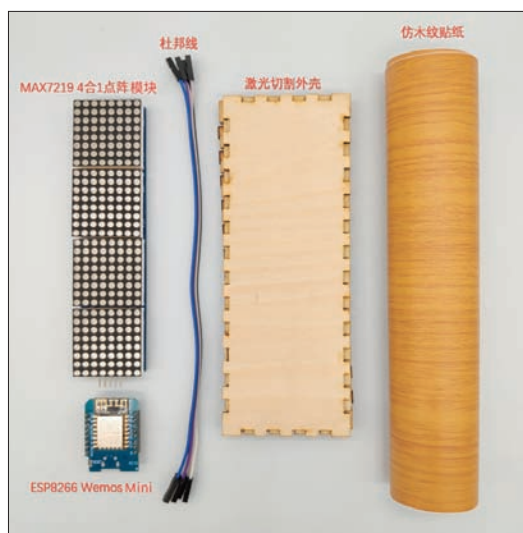


图1 材料实物

说干就干，于是我们就做了一个创意点阵时钟，先看一下演示视频吧！

## 预期目标及功能

1	网络自动校准时间
2	无网络连接时及时反馈
3	一键配置时钟网络
4	自定义精美时间显示字体
5	时间显示动画
6	亮度自动调节
7	时段提示

## 材料清单

1	ESP8266 Wemos Mini 开发板
2	杜邦线若干
3	MAX7219 4合1点阵模块
4	激光切割外壳
5	栎木滑面仿木纹贴纸

材料实物如图1所示。

电路连接关系如图2所示。

## 结构拼装

**01** 按下图所示方向用热熔胶将开发板固定到木板上，保持稳定，直到热熔胶凝固，注意热熔胶不要碰到数据线接

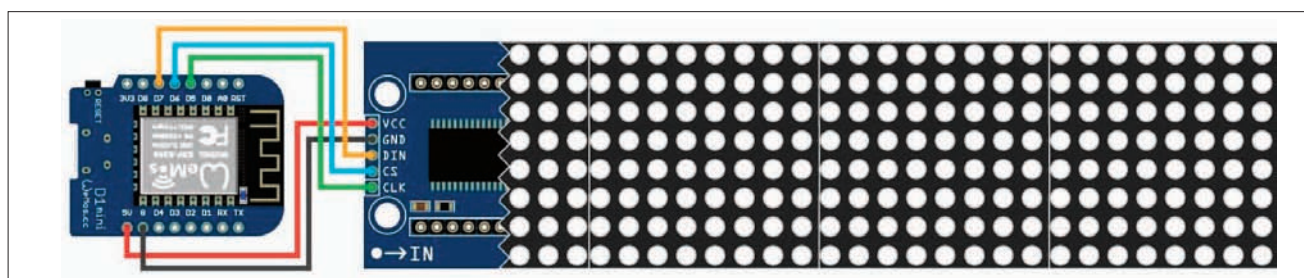
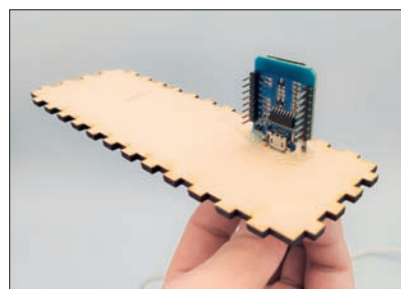
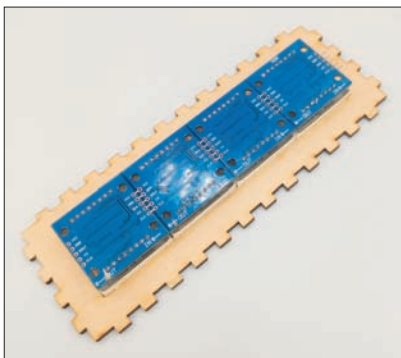


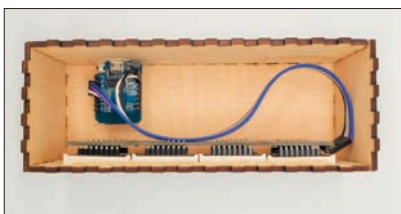
图2 电路连接示意图



**02** 将点阵屏按下图所示方式放入前面板凹槽，使用热熔胶固定点阵屏，保持稳定，直到热熔胶凝固。



**03** 使用杜邦线按电路连接示意图正确连接电路。拼接外壳底部与左右两侧，最后进行封顶。



## 程序设计

下面开始讲解程序设计过程。

### 1. 开发环境

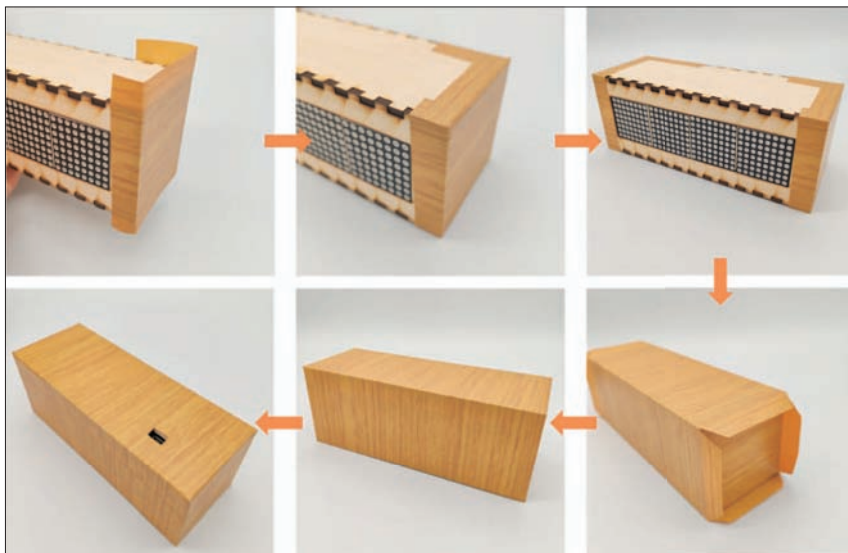
我们使用 Arduino 软件编写本项目的程序，开发板选择 ESP8266 类型。至于如何在 Arduino 中配置 ESP8266 的开发环境，本文不再介绍，大家可自行查阅相关资料。

### 2. 程序思路

为了达到我们的预期目标，我们先绘制创意点阵时钟的思维导图（见图3），再根据思维导图逐步实现创意点阵时钟的程序设计。

下面我们将具体讨论创意点阵时钟各个子功能是如何实现的。

**04** 剪切大小合适的栎木滑面仿木纹贴纸，粘贴在外壳表面。注意留出点阵屏位置，用刻刀雕刻出 USB 下载接口，以便进行供电及程序下载或更新。



### 3. 获取网络时间

一个时钟，最重要的功能当然是显示时间。那如何从网络获取时间呢？

下面的例子演示了如何获取网络时间并将时间保存在变量中，其中 ESP8266WiFi.h 库的功能是连接网络，NtpClientLib.h 库的功能是获取 NTP 服务器的网络时间，SimpleTimer.h 库用来设置定时器的刷新时间。该例子并没有连接串口打印当前时间，你可以添加串口，打印相关代码用来调试程序。

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <NtpClientLib.h>
#include <TimeLib.h>
#include <SimpleTimer.h>
SimpleTimer timer;
const PROGMEM char *ntpServer = "ntp1.
aliyun.com";
int8_t timeZone = 8;
volatile int hour_variable;
volatile int minute_variable;
volatile int second_variable;
void Simple_timer() {
```

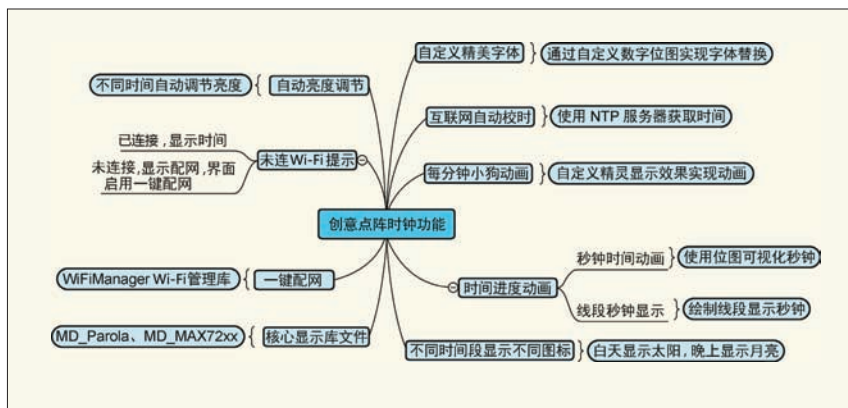


图3 思维导图

```

hour_variable = NTP.getTimeHour24();
minute_variable = NTP.getTimeMinute();
second_variable = NTP.getTimeSecond();
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  WiFi.begin("ssid", "password");
  while (WiFi.status() != WL_
CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("Local IP:");
  Serial.print(WiFi.localIP());
  NTP.setInterval(600);
  NTP.setNTPTimeout(1500);
  NTP.begin(ntpServer, timeZone,
false);
  timer.setInterval(1000L, Simple_
timer);
}

void loop() {
  timer.run();
}

```

#### 4. 点阵屏显示库: MD\_Parola

MD\_Parola 是 MAX7219 点阵屏的模块化滚动文本显示库, 其主要特点如下:

- 支持点阵屏显示文本时左对齐、右对齐或居中对齐;
- 具有文字滚动、进入和退出效果;
- 能够控制显示参数和动画播放速度;
- 支持硬件 SPI 接口;
- 可以在点阵屏中虚拟多个显示区域;
- 支持用户定义字体和单个字符替换;
- 支持双高显示;
- 支持混合显示文本和图形。

下面的例子简单演示了如何利用 MD\_

Parola 滚动显示字符串, 其中 MD\_Parola 对象有 4 个参数, 分别为 SPI 管脚 DIN、CLK、CS 及点阵数目。下面我们所做的创意点阵时钟的显示功能均由此库开发。

```

#include <MD_Parola.h>
#include <MD_MAX72xx.h>
#include <SPI.h>

MD_Parola P = MD_Parola(13,14,12,4);
//DIN(D7) CLK(D5) CS(D6)

MD_MAX72XX mx = MD_MAX72XX
(13,14,12,4); //DIN(D7) CLK(D5)
CS(D6)

void setup() {
  mx.begin();
  P.begin();
}

void loop() {
  if (P.displayAnimate()) {
    P.displayScroll("Mixly", PA_LEFT,
PA_SCROLL_LEFT, 50);
  }
}

```

#### 5. 点阵位图取模

要在点阵屏中显示图片, 首先需要设

计点阵图案 (位图), 然后对图案进行取模操作。点阵取模使用 PCtoLCD2002 取模软件, 取模设置如图 4 所示。

取模方式为阴码、逆向、逐列式, 输出方式为十六进制, 注意将格式设置为 C51 格式, 其余参数按照默认取模方式设置即可。

#### 6. 位图显示函数: display\_bitmap()

这里我们取模的数据格式为 uint8\_t 数组。我们有自定义字体 0 ~ 9 和时间分隔符 “:”, 再加上一些自定义图像, 这就导致我们有大量的位图。为了方便管理这些位图, 我们使用指针数组 bitmapdata[]。为了显示方便, 我们定义了函数 displaybitmap(), 该函数需要 3 个参数, 分别为显示横坐标 abscissa、位图宽度 width 及指针数组 bitmapdata[] 中的位置 bitmap\_number。需要注意的是, 我们在这里并没有指定位图的高度, 因为我们用的 MAX7219 点阵屏的分辨率为 8 像素 × 32 像素, 所以这里默认位图高度为 8 像素。

```

#include <MD_Parola.h>
#include <MD_MAX72xx.h>

```

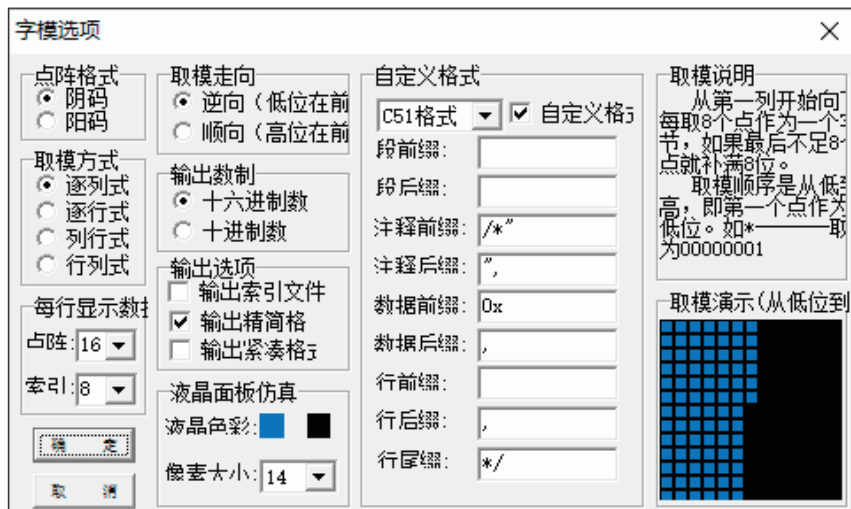


图 4 点阵位图取模设置



```
#include <SPI.h>
MD_Parola P = MD_Parola(13,14, 12,4);
//DIN(D7) CLK(D5) CS(D6)
MD_MAX72XX mx = MD_MAX72XX
(13,14,12,4);
uint8_t bitmap_data1[] = {0x3e, 0x2a,
0x3e};
uint8_t bitmap_data2[] = {0x2e, 0x2a,
0x3e};
uint8_t * bitmap_data[] = {
    bitmap_data1
    bitmap_data2
    .....
};
void display_bitmap(int abscissa,
int width, int bitmap_number) {
    mx.control(MD_MAX72XX::UPDATE, MD_
MAX72XX::OFF);
    mx.setBuffer(abscissa, width,
bitmap_data[bitmap_number]);
    mx.control(MD_MAX72XX::UPDATE, MD_
MAX72XX::ON);
}
```

## 7. 时间显示：时、分

MD\_Parola 库中的字体过大而且不美观，显示的时间也比较长，所以我们需要自定义字体。自定义字体如图 5 所示，值得注意的是 0~9 的位图宽度是 3，分割符“:”的宽度是 1。

自定义字体取模数据如下所示。

```
uint8_t Small_font_0[] = {0x3e, 0x22,
0x3e};
uint8_t Small_font_1[] = {0x24, 0x3e,
0x20};
uint8_t Small_font_2[] = {0x3a, 0x2a,
0x2e};
uint8_t Small_font_3[] = {0x2a, 0x2a,
0x3e};
uint8_t Small_font_4[] = {0x0e, 0x08,
0x3e};
```

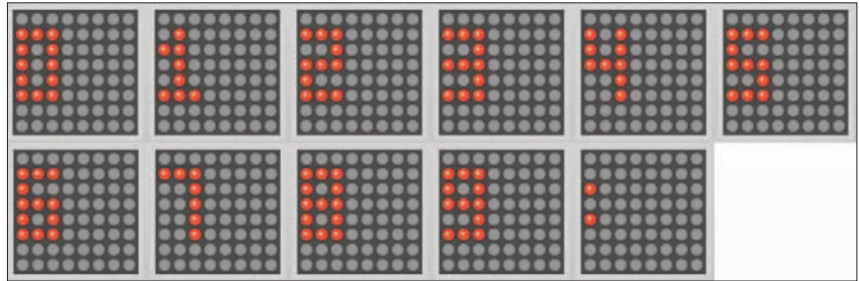


图 5 自定义字体

```
uint8_t Small_font_5[] = {0x2e, 0x2a,
0x3a};
uint8_t Small_font_6[] = {0x3e, 0x2a,
0x3a};
uint8_t Small_font_7[] = {0x02, 0x02,
0x3e};
uint8_t Small_font_8[] = {0x3e, 0x2a,
0x3e};
uint8_t Small_font_9[] = {0x2e, 0x2a,
0x3e};
uint8_t Small_font_10[] = {0x14};
```

下面分析如何显示时间，这里我们只显示小时和分钟。

这里有一个小技巧，我们可以把 0~9 的位图放到指针数组 `bitmap_data[]` 中 0~9 的位置上，时间分隔符“:”放置在数组序号 10 的位置上。前面我们定义了一个显示位图的函数 `display_bitmap()`，这样我们不需要通过任何映射就可以显示数字了，例如 `display_bitmap(22, 3, 0)` 就显示 0；`display_bitmap(22, 3, 1)` 就显示 1，这样是不是很方便呢？

为了分别获取小时和分钟的十位及个位，我们需要对其进行除法和取余操作，例如对小时 9 除 10 得到十位 0（为什么不是 0.9？这是因为我们将时间变量定义为整数，一个整数除以另一个整数，结果只能为整数），9 除 10 取余得到个位 9。我们在合适的位置显示时间就得到了下面的时间显示函数。

最后，为了显示更加美观，如果小时或分钟只有一位数，我们就需要进行补零操作，将 1:1 补零变成 01:01。显示时间的代码如下：

```
display_bitmap(22, 3, hour_variable
/ 10);
display_bitmap(18, 3, hour_variable
% 10);
display_bitmap(14, 1, 10);
display_bitmap(12, 3, minute_variable
/ 10);
display_bitmap(8, 3, minute_variable
% 10);
```

## 8. 时间显示：秒

时间在流逝，但是我们并没有显示秒钟，那我们怎样感知时间进度呢？为解决这个问题，我们定义了图 6 所示的一系列位图，注意这里定义位图的宽度是 5 像素而不是 8 像素，我们每隔 1 秒切换一次下面的位图，看起来是不是像秒针在走动呢？

使用取模软件分别对上述点阵图案取模。

```
uint8_t clock_0[] = {0x1c, 0x22,
0x2e, 0x22, 0x1c};
uint8_t clock_1[] = {0x1c, 0x22,
0x2a, 0x26, 0x1c};
uint8_t clock_2[] = {0x1c, 0x22,
0x2a, 0x2a, 0x1c};
uint8_t clock_3[] = {0x1c, 0x22,
0x2a, 0x32, 0x1c};
```

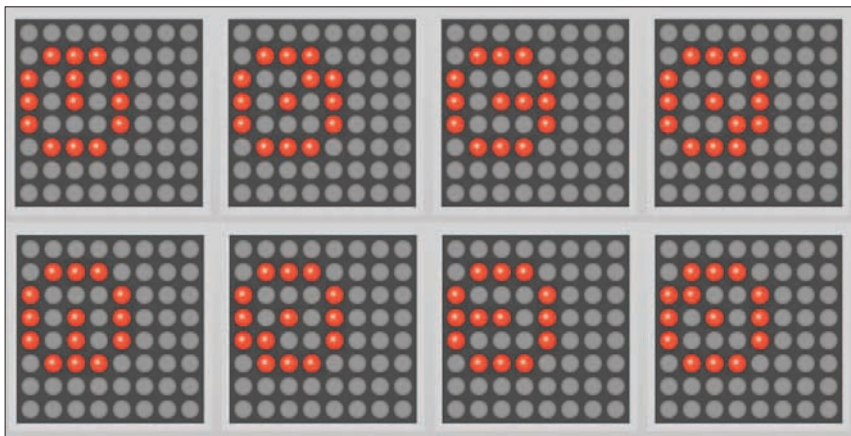


图6 秒钟位图

```
uint8_t clock_4[] = {0x1c, 0x22,
0x3a, 0x22, 0x1c};
uint8_t clock_5[] = {0x1c, 0x32,
0x2a, 0x22, 0x1c};
uint8_t clock_6[] = {0x1c, 0x2a,
0x2a, 0x22, 0x1c};
uint8_t clock_7[] = {0x1c, 0x26,
0x2a, 0x22, 0x1c};
```

前面我们设置了指针数组 `bitmap_data[]`，数组中 0 ~ 10 的位置都用来放置数字了，我们这里有 8 幅位图，所以放入指针数组 `bitmap_data[]` 中 11 ~ 18 的位置，我们定义一个静态局部变量 `Clock_variable`，设置其初始值为 11，每隔 1 秒 `Clock_variable` 变量的值增加 1，并显示对应序号的位图，当 `Clock_variable` 的值为 19 时，将它重新赋值为 11，这样我们就实现了秒表动画的设计。其程序如下。

```
static int Clock_variable = 11;
```

```
display_bitmap(4, 5, Clock_variable);
Clock_variable = Clock_variable + 1;
if (Clock_variable == 19) {
    Clock_variable = 11;
}
```

上面我们设计了秒表动画，但还有一个问题：由于点阵屏空间限制，我们没办法用数字显示精确的秒数，那怎么办呢？我们观察到，在点阵屏的底部还空了 2 个像素的高度，可以在最后一行通过点数精确显示到秒数。

如图 7 所示，最后一行前面有 5 个点，后面有 9 个点，此时秒数为 59 秒。显示秒数的代码如下。

```
if (second_variable / 10) {
    mx.drawLine(7, 22, 7, (23 - second_
variable / 10), true);
}
if (second_variable % 10) {
```

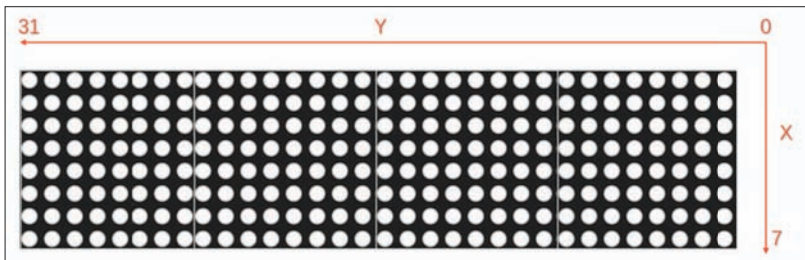


图6 秒钟位图

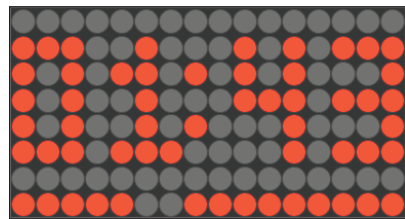


图7 通过点数显示精确到秒数

```
mx.drawLine(7, 14, 7, (15 - second_
variable % 10), true);
}
```

其中 `mx.drawLine()` 为绘制线段的函数，它有 4 个参数：线段起点横坐标、起点纵坐标、终点横坐标、终点纵坐标，以及显示状态（true 点亮线段，false 熄灭线段）。根据我们使用的 4 合 1 点阵模块的坐标定义，其中横坐标最大为 7，纵坐标最大为 31（见图 8）。

当秒数的个位为 0 时将线段清除，重复显示线段即可显示当前秒数。这里我就不对显示线段的位置、长度与秒数的关系进行分析了，留给大家当作思考题活动一下大脑。

## 8. 时段图标显示

为了感知一天时间的变化，我们希望不同时间段用不同的图标进行提示。我们定义了太阳和月亮 2 个图标，它们的宽度都是 8 像素，样式如图 9 所示。

图标使用取模软件取模，数据如下。

```
uint8_t sun[] = {0x24, 0x00, 0xbd,
0x3c, 0x3c, 0xbd, 0x00, 0x24};
uint8_t moon[] = {0x38, 0x7c, 0xe2,
```

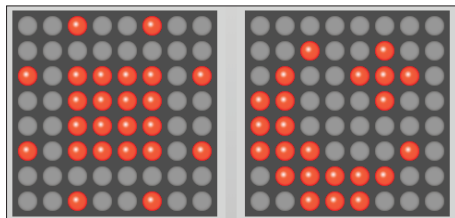


图9 太阳和月亮图标



```
0xc0, 0xc4, 0x4e, 0x24, 0x00};
```

将太阳和月亮图标的取模数据添加到指针数组 `bitmap_data[]` 中 19 和 20 的位置。这里我们定义 6 点到 18 点之间，在横坐标 31 处显示太阳，其他时间显示月亮，程序如下。

```
if ((hour_variable >= 6) && (hour_variable <= 18)) {
    display_bitmap(31, 8, 19);
} else {
    display_bitmap(31, 8, 20);
}
```

## 9. 一键配网: WiFiManager

如果我们在程序里固定 Wi-Fi 信息，那么当网络环境变化时，时钟将不可用，此时你需要重新修改网络信息并上传程序，无疑会很麻烦。所以我们需要一种动态修改网络信息的办法，这里我们使用了 `WiFiManager` 库，该库支持通过网页对 Wi-Fi 连接进行配置。下面是一个网络配置的简单示例，该例子上传成功后，将启用一个名为 ESP8266 的 Wi-Fi 热点，使用手机连接此热点即可按提示对网络进行配置。这里你也可以使用其他热点名称，例如使用你的作品名称而不是 ESP8266。需要注意的是，ESP8266 仅支持 2.4GHz 频段的 Wi-Fi 网络，不支持 5GHz 频段的 Wi-Fi 网络。

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DNSServer.h>
```

```
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <WiFiManager.h>
WiFiServer server(80);
void setup(){
    WiFiManager wifiManager;
    wifiManager.autoConnect("ESP8266");
    server.begin();
}
void loop(){
}
```

## 10. Wi-Fi 连接反馈

当网络环境发生变化时，我们可能需要对网络重新进行配置，为此我们定义了下面的位图用于断网提示。该位图的宽度为 19 像素，看上去像是 Wi-Fi 被外星人劫持了（见图 10），是不是很生动形象？

使用取模软件取模，数据如下。

```
uint8_t wifi[] = {0x04, 0x06, 0x13,
0xDB, 0xDB, 0x13, 0x06, 0x04, 0x00,
0x70, 0x18, 0x7d, 0xb6, 0x3c, 0x3c,
0xb6, 0x7d, 0x18, 0x70};
```

这里我们使用 `!(WiFi.status() != WL_CONNECTED)` 语句来判断网络连接是否断开。当 Wi-Fi 连接成功时，`!(WiFi.status() != WL_CONNECTED)` 返回真，这时我们可以同步时间；当 Wi-Fi 断开时，`!(WiFi.status() != WL_CONNECTED)` 返回假，我们在点阵屏上显示 Wi-Fi 断开连接提示，然后使用配网函数对网络进行配置，配网成功后再次显示正常的时间即

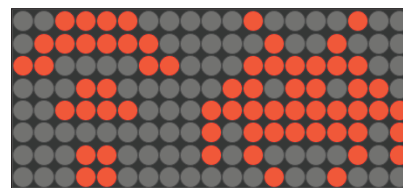


图 10 Wi-Fi 无法连接的反馈

可。代码如下。

```
if (!(WiFi.status() != WL_CONNECTED))
{
    hour_variable = NTP.getTimeHour24();
    minute_variable = NTP.getTimeMinute();
    second_variable = NTP.getTimeSecond();
} else {
    mx.clear();
    display_bitmap(25, 19, 21);
    WiFiManager wifiManager;
    wifiManager.autoConnect("ESP8266");
    server.begin();
    mx.clear();
}
```

## 11. 小狗动画设计

为了使时钟富有动态感，我们为时钟添加一个小狗的动画效果，该动画由两个宽度为 8 像素的动画帧构成，我们先使用取模软件绘制出这两帧图像，再单击水平镜像按钮得到镜像后的图像，最后生成字模即可（见图 11）。

使用取模软件取模，数据如下。

```
uint8_t PROGMEM dog[] = {0x8C, 0x4C,
0xFE, 0x30, 0xB0, 0x70, 0xF0, 0x08,
```



图 11 小狗动画效果取模

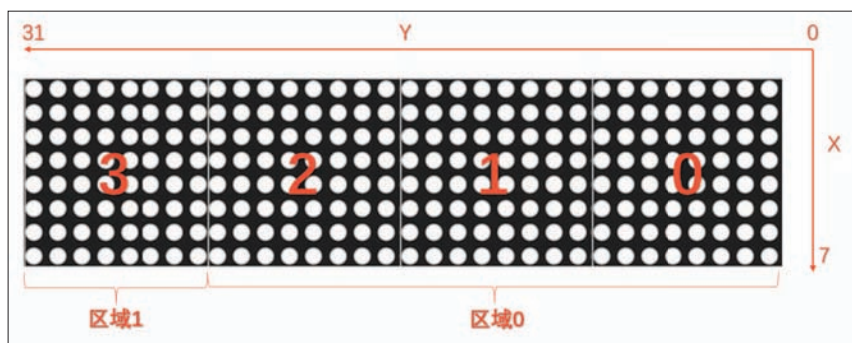


图 12 点阵编号与区域的对应关系

```
0x0C, 0x0C, 0xFE, 0x30, 0x30, 0x30,
0xF8, 0x00,};
```

下面的例子是将点阵划分为两个区域：区域 0 和区域 1。P.setZone() 函数将点阵划分为不同的显示区域，它有 3 个参数：区域编号、起始点阵和终止点阵。P.begin() 指定区域数量，参数为空，默认为一个区域，这里我们有两个显示区域，故参数为 2，其中点阵编号与区域的对应关系如图 12 所示。

P.setSpriteData() 函数为精灵动画的初始化函数，该函数可接受 7 个参数：分别为初始化区域、动画开始精灵数据、动画开始精灵宽度、动画开始精灵帧数、动画结束精灵数据、动画结束精灵宽度、动画结束精灵帧数。

P.displayAnimate() 函数有两个作用，分别为反馈显示状态和动画执行函数。当它在反馈状态时，动画显示完成返回 1，未完成返回 0；当它作为动画执行函数时，程序通过不断调用 P.displayAnimate() 函数实现动画的流畅运行。

P.getZoneStatus() 函数的作用类似 P.displayAnimate() 函数，不同的是它仅返回区域的显示状态。

P.displayZoneText() 函数为字符串的动画显示函数，该函数可接受 7 个参数：显示区域、显示字符串、对齐方式、动画速度、文本显示时间、动画进入效果、动

画退出效果。下面的代码演示了如何在区域显示精灵动画。这里我们显示字符串为空、显示时间为 0，显示字符串为空保证了我们仅有小狗动画，没有文字；显示时间为 0 保证了小狗动画的连贯性。

```
void setup() {
  P.begin(2);
  mx.begin();
  P.setZone(0, 0, 2);
  P.setZone(1, 3, 3);
  P.setSpriteData(1, dog, 8, 2, dog,
  8, 2);
}
void loop() {
  P.displayAnimate();
  if (P.getZoneStatus(1)) {
    P.displayZoneText(1, "", PA_CENTER,
    100, 0, PA_SPRITE, PA_SPRITE);
  }
}
```

## 12. 自动亮度调节

当我们睡觉后，我们是不会看时间的，此时降低点阵显示的亮度有助于节能环保，因此我们需要根据时间段自动调节点阵显示的亮度。下面的代码是将时钟在晚上 0 ~ 6 点的亮度设置为 1，其他时间的亮度设置为 10。P.setIntensity() 函数为区域亮度设置函数，有两个参数，分别是显示区域和亮度值，其中亮度值范围为 0 ~



图 13 提示配网界面

15。

```
if ((hour_variable >= 0) && (hour_
variable < 6)) {
  P.setIntensity(0, 1);
  P.setIntensity(1, 1);
} else {
  P.setIntensity(0, 10);
  P.setIntensity(1, 10);
}
```

## 13. 代码组合

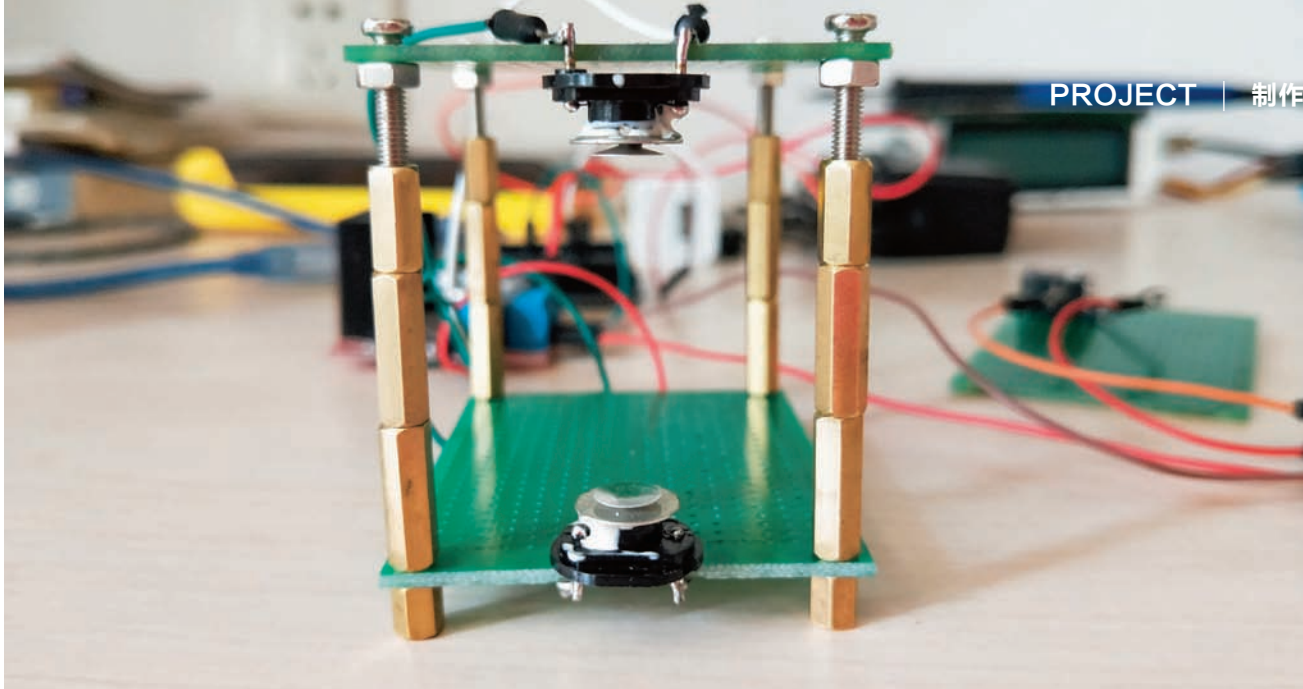
最后，按照上述功能之间的逻辑关系，将代码组合在一起即可。相关的代码资源，大家可以在杂志目录页的下载平台进行下载。

## 使用说明

首先连接电源，将时钟进行初始化，同时出现如图 13 所示的界面提示配网，此时开发板会自动开启名为 ESP8266 的无密码 Wi-Fi 热点。

打开手机，连接此网络，配网步骤如图 14 所示。这里以安卓手机为例进行配网说明：（1）打开手机设置，选择“Wi-Fi 设置”打开 WLAN；（2）连接时钟热点 ESP8266（热点名由程序设置，也可更改为其他名称）；（3）选择“点击管理”进入网络配置页面；（4）点击“配置 Wi-Fi”进入图示页面点击扫描，扫描附近热点；





# 对抗重力——初探声悬浮技术



演示视频

李一楠

从古至今，总是有人渴望能够摆脱地面的束缚，如鸟类般在天空自由地飞翔，而人类的探索也从未停止过。远在春秋时

期，就有了风筝的雏形。在明朝，尽管万户发明的飞椅未能如愿将其送上天空，但他是世界上第一个想到借助火箭推力升空

并付诸实践的人。

到了近代，热气球、飞艇乃至飞机的相继问世，无异于让人类实现了最初的飞



图 14 配网步骤

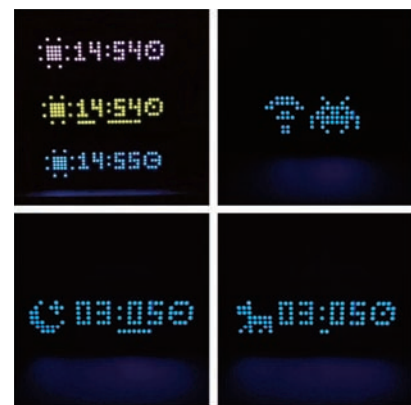


图 15 效果展示

(5) 选择 Wi-Fi，输入 Wi-Fi 密码；(6) 点击“保存”等待配网成功。

## 效果展示

效果展示如图 15 所示。

天梦想,但人们与重力的对抗,才刚刚开始。在上个世纪,许多科幻作家不止一次地在自己的作品中提到反重力装置。反重力的热潮,源于爱因斯坦在其广义论中对引力波做出的预言。人们渴望有一种装置能够帮助人类彻底地摆脱重力,使人像在宇宙中那样自在地飘浮。于是,大批科学家将精力投入到悬浮技术当中。

现今,悬浮技术可大致分为5类:磁悬浮、静电悬浮、光悬浮、气体悬浮和声悬浮。

磁悬浮无疑是这几种技术中名声最大的,这得益于它较强的悬浮能力和较好的稳定性。所以,它也是若干种悬浮技术中最先被商业化的。小到商店中的悬浮展示台,大到著名的上海磁悬浮列车,都是基于这种技术(见图1、图2)。

静电悬浮技术,其本质是让物体受到库仑力的作用从而抵消重力实现悬浮。库仑力由物体自身带有的电荷在静电场中产生。这种悬浮方式要求被悬浮物表面能够积累足够的电荷以获得所需的库仑力。

光悬浮利用的是光压。当光照射到物体上时会对物体表面产生一定的压力,但此压力极小,因此一般的感光并不足以使被照射物产生反应。光悬浮力一般处于纳牛顿数量级,基本只有在被悬浮物尺寸在微米级时才可能实现。

气体悬浮可分为伯努利气流悬浮和气垫悬浮两种。前者是基于伯努利理论的。尽管名字“高大上”,实现起来其实很简单。大家将乒乓球放在吹风机的气流上,就会发现乒乓球飘在了空中(见图3)。而气垫悬浮相信大家也不陌生,中学物理实验室中的气垫导轨用的就是这个原理(见图4)。

我们今天的主角是声悬浮。声悬浮包含两种方式:超声近场悬浮和超声驻波悬浮。超声近场悬浮是一种悬浮距离非常近的悬浮技术,悬浮距离通常只有微米级,



图1 磁悬浮展示台



图2 磁悬浮列车



图3 悬浮乒乓球

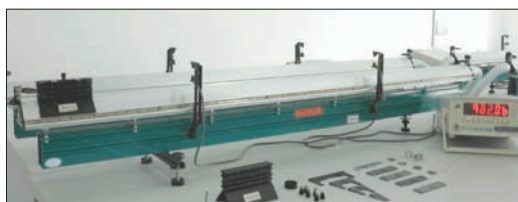


图4 气垫导轨

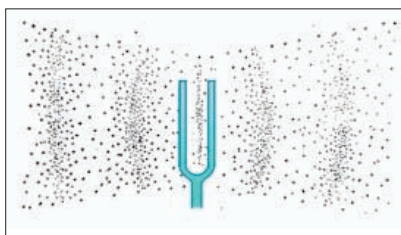


图5 声波疏密图

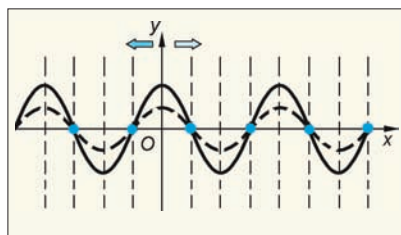


图6 驻波

是由高强度的超声波作用于平板物体从而使其悬浮起来的技术。而超声驻波悬浮是通过超声波发射端与反射端(或是另一个发射端)存在一定的距离(称为谐振腔距离),发射波与反射波(或另一个声波)不断叠加最终形成驻波,在驻波节点处物体受到的声波力能够克服重力作用最终达到悬浮的效果。

尽管声悬浮的原理就几句话,但要深入了解还得从声音的传播开始说起。

声波如同水波一样,都是波的一种,有振动,能传播。不同之处在于水波属于横波,也就是它的传播方向与振动方向是垂直的。而声波则恰恰相反,声波属于纵波,其传播方向与振动方向相同。由于振动的原因,在声波的传播路径上,空气

密度会发生变化(见图5)。

空气密度的变化,必然会导致密度大的区域对密度小的区域形成一定的压力。大家想想自己的耳朵,里面的鼓膜不就是因为感受到了这种空气密度产生的压力变化,才会跟着振动,接收到声音吗?

但是仅有这种压力还不足以完美地抵消重力。因为声波是会移动的,相同的位置所受到的压力会不停地变化,打破之前的平衡。所以,我们需要一种特殊的波,保证它在某个位置上的振幅为零,这种波叫驻波(见图6)。

驻波不会在水平方向上发生移动。在图6中的蓝点处,波的振幅永远为零。也就是说,这种波是在原地振动的,这也是驻波名字的由来。而这些振幅为零的位置,





图 7 拆解超声波传感器



图 8 用金属网制成的“勺子”

科学家称之为波节。产生驻波的方法有两种，一是将声波和它遇到物体产生的反射波叠加生成驻波，二是用两个完全相同但是方向相反的声波叠加出驻波，后者实现起来较为容易。

补充完理论知识后，我们开始电路的搭建。首先需要准备以下材料。

(1) Arduino 板一块，也可用信号发生器代替。

(2) 超声波换能器 2 个，可从 SR04 超声波传感器上拆除（接收头和发射头并无太大差别，引脚无正负区别）。

(3) L298N 驱动板一块，负责驱动超声波换能器。

(4) 洞洞板和铜柱，搭建为支架，方便调节高度。

在拆除超声波换能器时，取下里面的金属网，将其做成“勺子”（见图 7、图 8）。因为这种金属网对于超声波来说是透明的，

所以我们利用它来放置需要悬浮的物品。如果用手或镊子放置物品，会对悬浮造成影响。

Arduino 的程序较短，这里主要是利用它来产生 40kHz 的方波，作为超声波换能头的信号源。但是如果用 digitalWrite 等函数，效率过低，无法产生这么“高频率”的方波信号，所以要直接对寄存器进行操作。当然，手边有波形发生器就不必这么复杂了。Arduino 程序如下，大家也可在杂志目录页的下载平台下载程序。

```
byte TP = 0b10101010;
void setup() {
  DDRC = 0b11111111;
  noInterrupts();
  TCCR1A = 0;
  TCCR1B = 0;
  TCNT1 = 0;
  OCR1A = 200;
}
```

```
TCCR1B |= (1 << WGM12);
TCCR1B |= (1 << CS10);
TIMSK1 |= (1 << OCIE1A);
interrupts();
}
ISR(TIMER1_COMPA_vect) {
  PORTC = TP;
  TP = ~TP;
}
void loop() {
}
```

图 9 所示为声悬浮电路原理图，按图 9 连接好电路后，我们需要搭建一个支架（见图 10），将 2 个超声波换能器固定在上面。因为驻波的产生与 2 个超声波换能器之间的距离有很大关系，所以我们要利用支架上的螺丝对高度进行微调，错误的距离将导致实验没有任何现象。经过实验，2 个超声波换能器最底端的塑料片相距 4.62cm 左右效果最佳，大家可直接调整为该距离后再微调测试。

在调节高度时，一定要有耐心。我也是测试了无数次，才有了图 10 所示的结果。每次调节的高度不能太多，否则很可能会错过最佳距离。调节后，用金属网做的勺子将纸片放在发射头的中间，缓慢地来回移动。如果距离合适，纸片会刚好悬浮在驻波的波节处。✘

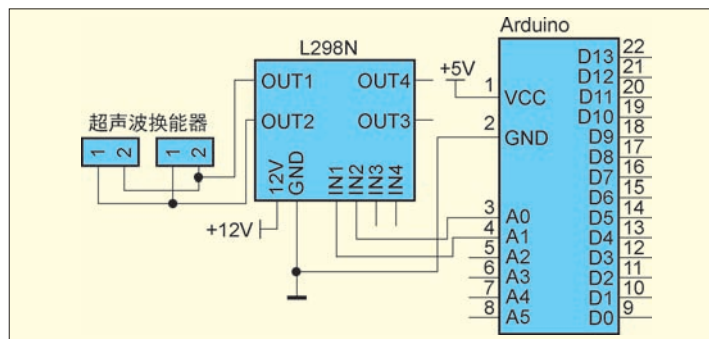


图 9 声悬浮电路原理图

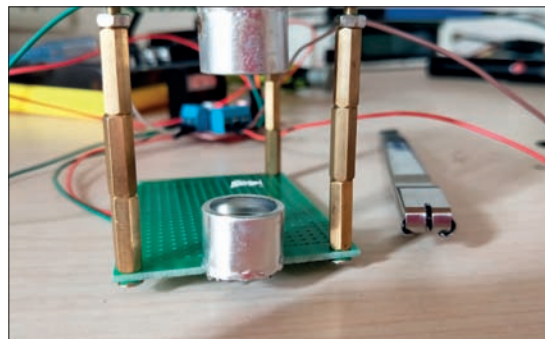
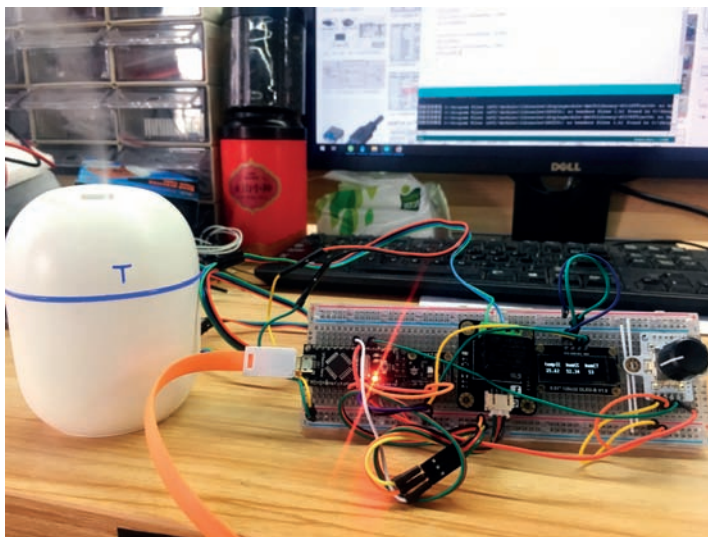


图 10 纸片会刚好悬浮在驻波的波节处

DF创客社区 推荐作品

# 对超声波加湿器进行智能化改造

| 王立



前一段时间，我感觉空气比较干燥，就买了一个 10 块钱包邮的超声波加湿器用来加湿（见图 1）。

我手头有一个 SHT31-F 温 / 湿度传感器，这个传感器功耗低、精度高、反应快，还具有十分实用的防尘功能。我准备用它来对买来的超声波加湿器做智能化的改造。

## 制作思路

超声波加湿器上有个微动开关，按一下就开始加湿，再按一下就间断加湿，再按一下就关闭。这样，我只需要找到超声波加湿器内部电路板上连接着微动开关的两个焊点，以继电器连接它们，用 Arduino 控制继

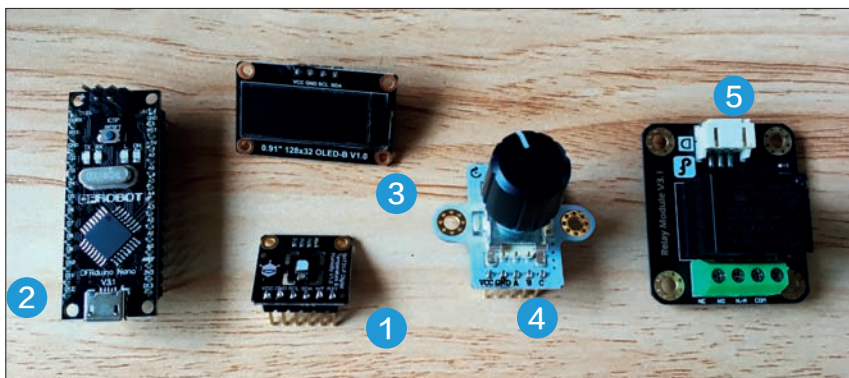


图 3 改造需要准备的部分材料

电器通断，模拟人按下的动作，就可以实现控制超声波加湿器工作的目的。SHT31-F 传感器将收集到的温 / 湿度发送到 Arduino，

Arduino 将当前湿度和目标湿度进行对比，根据对比结果智能控制超声波加湿器的开和关。改造需要准备的材料如附表和图 3 所示。



图 1 超声波加湿器

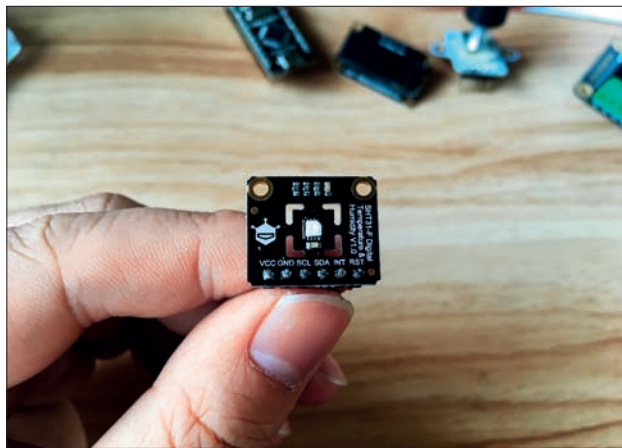


图 2 SHT31-F 温 / 湿度传感器



## 附表 改造需要准备的材料

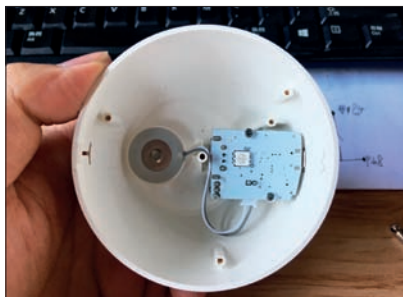
- ① SHT-31F 温 / 湿度传感器
- ② Arduino Nano
- ③ 0.91 英寸单色 OLED 显示屏
- ④ 360° 旋转编码器 (旋钮开关)
- ⑤ 继电器
- ⑥ 面包板 ×2
- ⑦ 超声波加湿器
- ⑧ 公头杜邦线若干

## I 对超声波加湿器的改造

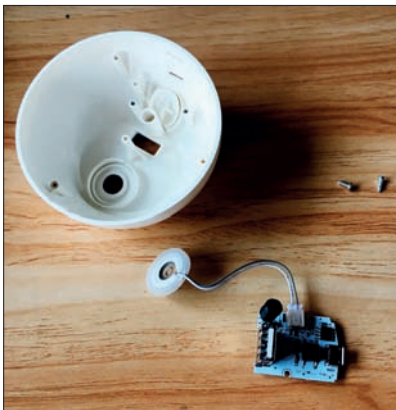
1 拆开超声波加湿器。超声波加湿器的工作原理是将水送到雾化片处，将水打成水雾，送出来。图中棉棒的作用是连接蓄水池和雾化片，将水不断地送到雾化片处。



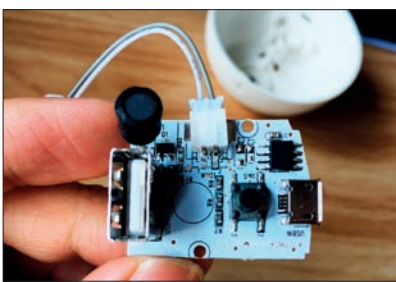
2 超声波加湿器的关键部分都在盖子上，包括雾化片和电路板。



3 将超声波加湿器的电路板拆下，用万用表蜂鸣档来找和微动开关连接在一起的两个焊点。



4 电路板右上角那个 8 引脚的 IC 的 4 引脚和第 8 引脚分别连在了微动开关两端。



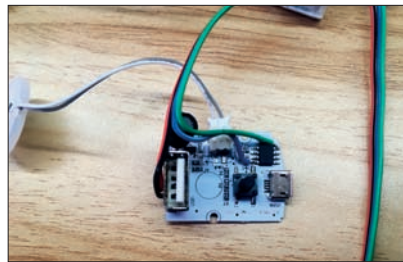
5 我将超声波加湿器的盖子用小刀掏一个洞，这个洞用来穿后边要用到的导线。



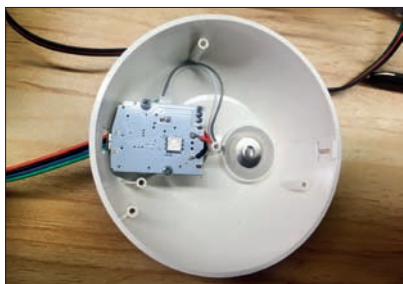
## I Arduino控制部分

我需要多说一下这个 360° 旋转编码器 (见图 4)，它常见于某些控制面板上，用于选择操作。比如有些 3D 打印机上，直接用这样一个带微动开关功能的旋钮作

6 导线包括两根控制超声波加湿器工作的线 (一根 VCC 和一根 GND)。



7 超声波加湿器这边的改造就完成了。绿线和蓝线连在继电器的 NO 和 COM 端，红线和黑线分别连接 Arduino 提供的 VCC 和 GND。



为唯一的控制器件，操作面板显得很干净，而实际操作起来，行云流水地反复旋转和按下，使得操作变得方便。旋转用于光标向上、向下的移动，微动开关则用于选定操作。

Arduino 的电路连接很简单 (见图 5)。OLED 屏的接口是 I<sup>2</sup>C，SHT31-F 的接口也是 I<sup>2</sup>C，它俩的 SDA 都连接 Arduino Nano 的 A4，它俩的 SCL 都连接 Arduino Nano 的 A5。超声波加湿器那边过来的绿、蓝两根线连接继电器的 NO 和 COM 端。360° 旋转编码器的 A、B、C 连接 Arduino Nano 的 D2、D3、D4。继电器的控制信号线连接 Arduino Nano 的 D5。当然，所有 VCC 和 GND 分别接在 Arduino Nano 的 VCC 和 GND 上。

## I 程序部分

代码很简单，需要注意的是，360° 旋转编码器的例程序本来使用中断来实现，

# 磁吸创意台灯

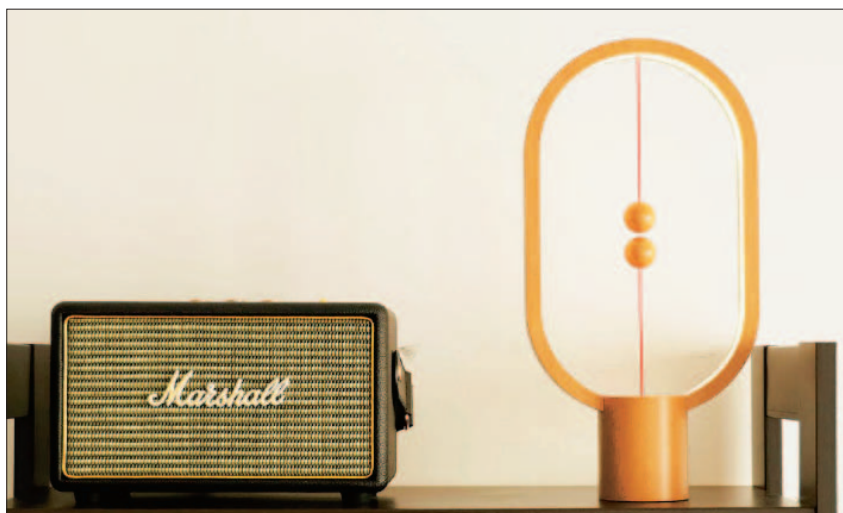
■ 郭力

## ■ 作品由来

磁吸创意台灯的设计思路源于两年前，当时新房子刚装修好，我特别想买一个图 1 右侧所示的磁吸台灯。思考良久，又觉得这个台灯中看不中用，最终没舍得买。最近空余时间比较多，于是我就想复刻一个磁吸创意台灯，制作成品如图 2、图 3 所示。

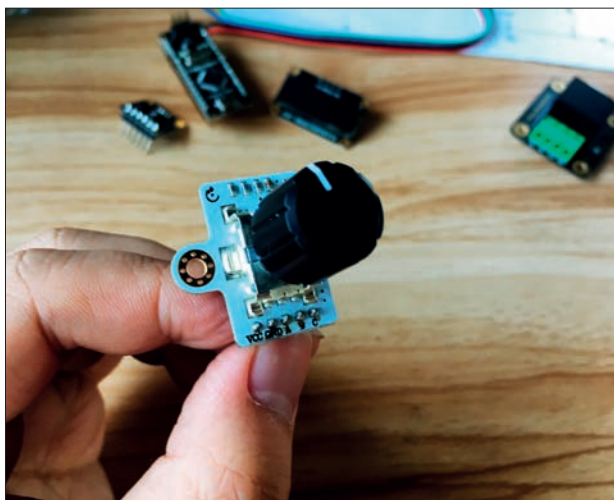


演示视频

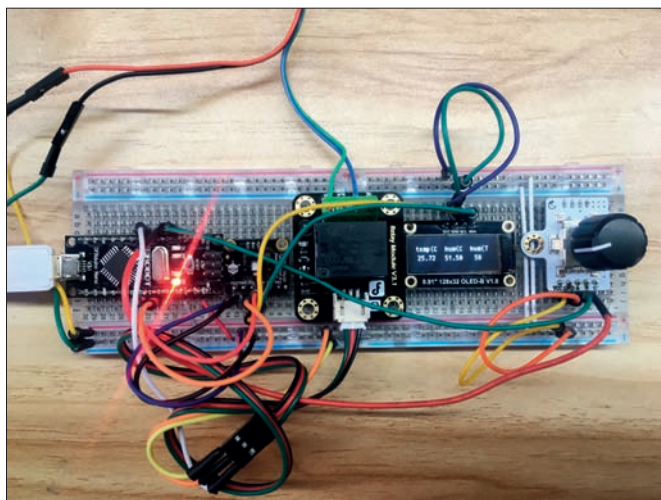


■ 图 1 我心念念的磁吸台灯（右）

磁吸创意台灯的主要功能为：当 2 颗用绳子牵引的小球靠近时，小球内部的磁铁会将 2 个小球吸附在一起，这时电路接通，从而点亮 LED 灯带。本次制作除了模拟原型磁吸台灯的功能外，还增加了灯带颜色可切换的功能。具体功能为打开电源，为台灯电路上电，



■ 图 4 360° 旋转编码器



■ 图 5 Arduino 的电路连接

但 0.91 英寸 OLED 屏用到了 U8g2 库，在有中断的情况下，无法完成初始化，所以我将对 360° 旋转编码器旋转角度的判断放在 loop 函数里，去掉了中断函数。

OLED 屏负责显示当前温度、当前湿度、目标湿度 3 个数值。用户可以通过 360° 旋转编码器调整目标湿度的值，当湿度小于目标湿度时，Arduino Nano 就会控制继电器，继而打开超声波加湿器加湿；当湿度大于等于目标湿度时，超声波加湿器就会被关闭。继电器模拟人按按键的操作，每次的按键动作（即每次继电器通断）时间必须大于 1s，否则超声波加湿器无法识别过快的两次按键操作，仅能识别出一次按键操作。

将程序烧录到 Arduino Nano 上，将超声波加湿器和 Arduino Nano 控制部分连接起来，给 Arduino Nano 通上电，就可以使用改造后的智能超声波加湿器了。❌



演示视频



Arduino Nano 主控板开始工作。当有磁铁靠近干簧管时，LED 灯带点亮。当触摸检测到触摸信号时，切换 LED 灯带的颜色。当磁铁离开干簧管传感器时，LED 灯带熄灭。本次制作所需的硬件材料如附表所示。

附表 硬件清单

序号	名称	数量	说明
1	Arduino Nano 主控板	1	台灯的主控板
2	干簧管	1	磁铁感应开关
3	触摸传感器	1	控制灯带颜色切换
4	1m 长 LED 灯带	1	台灯的光源
5	磁铁	1	磁铁开关
6	开关模块	1	控制台灯通、断电
7	锂电池	1	为台灯供电
8	充电模块	1	稳压充、放电
9	3mm 厚奥松板	1	台灯结构件
10	2mm 厚亚克力板	1	台灯透光板
11	杜邦线、五金件、下载线	若干	电路连接、结构固定

## 制作过程

### 1. 图纸设计

利用 AutoCAD 设计台灯图纸，采用激光切割机加工 3mm 厚奥松板和 2mm 厚亚克力板。在设计图纸时需要注意，应当提前将各类电子器件的尺寸、孔位预留好，并留意柔性结构件的卡扣尺寸。台灯的结构件如图 5 所示。



图 5 台灯的结构件



图 2 磁吸创意台灯制作成品



图 3 点亮磁吸创意台灯



图 4 用手触摸传感器，切换灯带颜色

### 2. 电路设计

本次制作采用 Arduino Nano 主控板，其特点是成本低且方便易用。在器材选型方面，我有 2 种设计思路，第一种为可编

程版本的方案，利用 Arduino Nano 主控板及触摸传感器实现 LED 灯带颜色切换，适合学生进行编程学习及动手制作，本文主要介绍这种可编程的设计方案，主控板和电路接线图如图 6 所示；第二种为低成本的方案，采用由开关、磁铁、灯带和电位器组成的简单电路，电路连接如图 7 所示。低成本方案更易于实现，没有编程基础的朋友也可以按电路图进行搭建。

### 3. 成品组装展示

在中间部位的两个小盒子中分别放置了磁铁和干簧管（见图 8），干簧管通过引线加长。亚克力板需要用热弯器进行手工折弯，以达到美观的效果（见图 9）。台灯内部电路接线和台灯底座如图 10、图

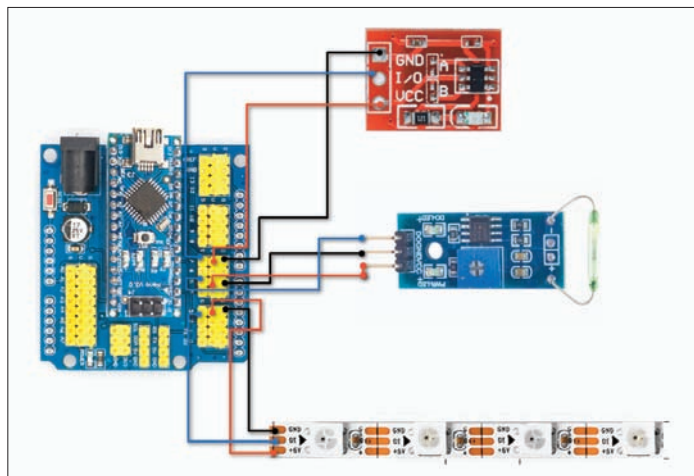


图 6 可编程方案的电路接线图

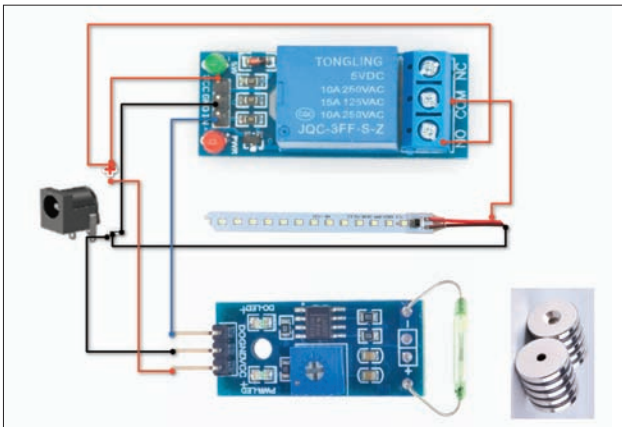


图 7 低成本方案的电路连接图(不可编程)

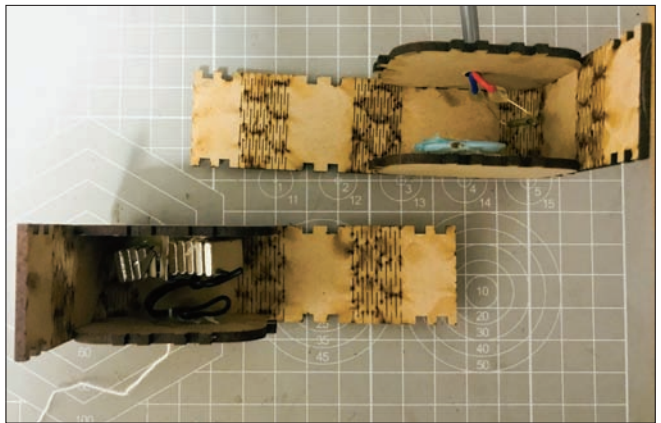


图 8 安装磁铁和干簧管的小木盒



图 9 使用热弯的白色的亚克力板作为台灯的透光板

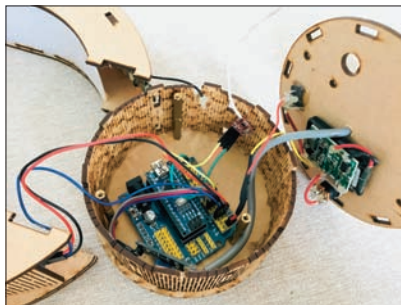


图 10 台灯内部电路接线

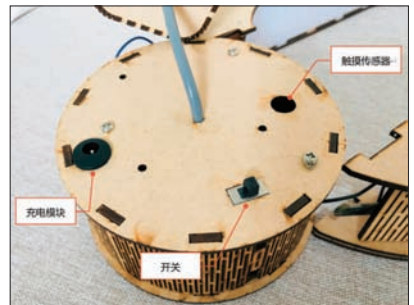


图 11 组装好的台灯底座

11 所示。

## 程序编写

本次制作的程序比较简单，主要功能是开关逻辑控制和灯带色彩的控制，程序如图 12、图 13 所示，各位也可以在此基础上进行优化改进。

## 总结

我制作的磁吸创意台灯有可编程、可充电的特点，制作这个台灯前前后后大概用了一个星期，制作过程中遇到了各种意想不到的问题，比如亚克力板材的折弯、如何让触摸传感器的信号稳定、实现磁吸功能需要如何选择材料等问题，每个制作项目也是对我们综合能力的考验。当然，这个制作还有低成本、纯电路的方案，大家也可以简单尝试一下。欢迎大家加入创客大家庭，体验造物的乐趣。☹️

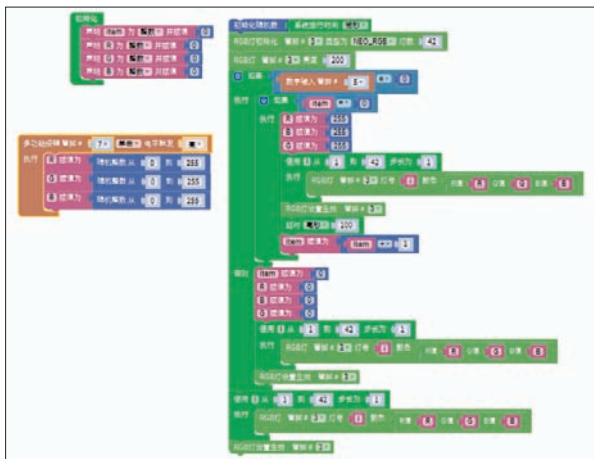


图 12 通过触摸传感器切换 LED 灯带颜色

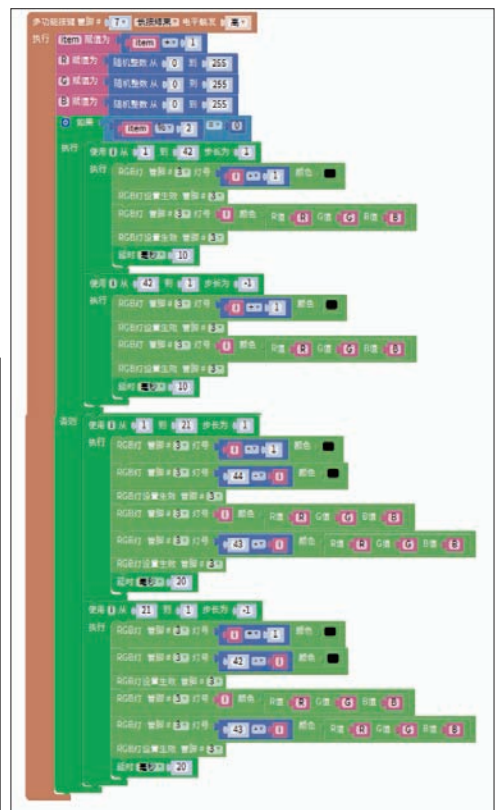


图 13 通过长按触摸按键实现流水灯的效果



# 自制甲醛检测仪

李志远 熊廷宇

几位朋友因新房装修、新车内饰网购了几十、几百元的甲醛检测仪，请我们鉴定这些设备是否可靠。经过拆解部分甲醛检测仪，我们发现，它们的内部结构有的是简单的模拟电路，稍好一点的产品会用传感器，但并不是专业测量甲醛气体的传感器，而是抽油烟机中气体检测级别的传感器。虽然这些传感器在检测甲醛浓度时有一定的参考性，但其精确度和可靠性大打折扣。鉴于此，我们设计了一款较为精准的 DIY 甲醛检测仪，可以测量甲醛浓度值、温 / 湿度，并配有安卓手机 App 显示，如图 1 所示。

经过实际环境测试，在密封 1h 以上的装修屋内，与甲醛测试试纸多次对比，自制检测仪与甲醛测试试纸测量结果较为接近。甲醛测试试纸每次测量需要 30 ~ 40min，而自制检测仪可即时测量，方便快捷。

## 硬件框架

本设计由单片机系统、WZ-S 型甲醛传感器、温 / 湿度传感器、OLED 显示屏和蓝牙模块组成，其中，OLED 显示屏和蓝牙模块可以同时兼有，也可以只取其一。只需要手机 App 显示时，可以舍弃 OLED



图 1 甲醛检测仪

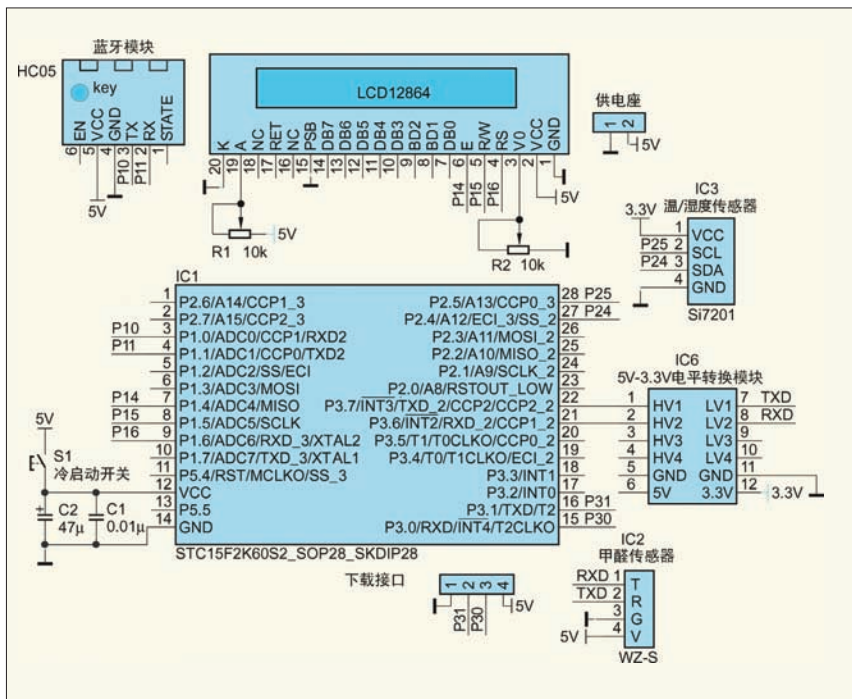


图 2 电路原理图

显示屏；如果不需要手机 App 显示，也可以舍弃蓝牙模块。单片机使用 STC15F2K 系列增强型 8051，该单片机具有两个 UART 串口，串口 1 用于甲醛模块数据的读取，串口 2 用于连接蓝牙模块，发送数据到安卓 App。该单片机 I/O 接口可通过软件配置为开漏模式，用于 Si7201 通信。其电路原理如图 2 所示，做好的实物如图 3 所示。

## 模块说明

### 1. 甲醛传感器

达特 WZ-S 型甲醛传感器，具有 NQA ISO9001 和 UKAS 认证，采用电化学检测原理，分辨率可达  $0.001 \times 10^{-6}$  (换

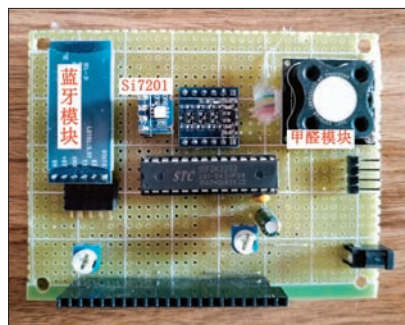


图 3 甲醛检测电路实物

算为甲醛浓度为  $1.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )，与采用廉价半导体传感器的甲醛检测设备相比，测量数据更加可靠，可以满足一般民用检测需求。WZ-S 型甲醛模块部分参数如表 1 所示。

甲醛传感器内置数模转换电路，可直

表1 WZ-S型甲醛模块部分参数

产品型号	WZ-S
检测原理	燃料电池
检测气体	甲醛
检测量程	0~2×10 <sup>-6</sup>
最大过载	10×10 <sup>-6</sup>
供电电压	5~7V
预热时间	<3min
响应时间	40s
恢复时间	60s
分辨率	0.001×10 <sup>-6</sup>
工作温度	-20℃~50℃
工作湿度	10%~90% RH (非凝结)
存储温度	0~20℃
使用寿命	5年(正常使用)
重量	4g

表2 WZ-S型甲醛传感器通信参数

波特率	9600 波特
数据位	8 位
停止位	1 位
校验位	无

接通过 UART 串口输出数字数据,用户只需要根据通信协议将数据进行转换即可得到甲醛浓度值。模块供电为 5V,但 TX 和 RX 通信端口电压为 3.3V,因此与 5V 单片机通信时,需要 5V 转 3.3V 电平转换模块,以免甲醛模块无法承受 5V 单片机 I/O 接口的电压。

WZ-S 型甲醛传感器支持主动上传查询模式,在主动上传模式下,模块每隔 1s 上传一次甲醛浓度值。为了让程序逻辑更加可靠,此处使用主动查询模式,单片机每隔 5s 发送一次查询指令,收到甲醛传感器的数据后,进行数据处理,最终输出显示到 OLED 显示屏上。此处将模块配置为问答模式,WZ-S 型甲醛传感器通信参数如表 2 所示。通信命令如表 3 所示。

## 2. 蓝牙模块

蓝牙模块为 HC05,可通过 AT 指令配置主从模式,当与手机蓝牙通信时,模块需要配置为从模式。通过 AT 指令,仅

表3 通信命令

切换到问答模式								
0	1	2	3	4	5	6	7	8
起始位	保留	切换命令	问答	保留	保留	保留	保留	校验值
0xFF	0x01	0x78	0x41	0x00	0x00	0x00	0x00	0x46
问答模式下的查询指令(单片机发送)								
0	1	2	3	4	5	6	7	8
起始位	保留	命令	保留	保留	保留	保留	保留	校验值
0xFF	0x01	0x86	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x79
问答模式下模块上传给单片机的数据								
起始位	命令	单位: mg/m <sup>3</sup>	保留	保留	单位: 1×10 <sup>-9</sup>	校验值		
		气体浓度高位	气体浓度低位			气体浓度高位	气体浓度低位	
0xFF	0x86	0x00	0x2A	0x00	0x00	0x00	0x20	0x30
模块主动上传数据格式								
0	1	2	3	4	5	6	7	8
起始位	气体名称	单位	小数位数	气体浓度	气体浓度	满量程	满量程	校验位
	HCHO		无	高位	低位	高位	低位	
0xFF	0x17	ppb=0x04	0x00	0x00	0x25	0x07	0xD0	0x25

需要配置如下参数。

(1) AT+NAME="XXX",配置模块名称;

(2) AT+ROLE=0,配置为从模式(ROLE=1为主模式)。

(3) AT+CMODE=1,配置为任意连接模式。

(4) AT+PSWD=1234,配置配对密码。

(5) AT+UART=9600,0,0,配置蓝牙串口波特率为 9600 波特,停止位 1 位,无校验位(和单片机串口参数一致)。

## 3. 温/湿度传感器

温/湿度传感器使用 Si7201 模块,与 DHT11 相比,它体积更小,测量精度更高。使用该模块时需要注意,模块需要 3.3V 供电,SDA 和 SCL 端口与单片机连接时,单片机 I/O 接口必须配置为开漏模式,否则有可能无法读到准确的数据。

## 软件设计

单片机程序流程如图 4 所示。

本制作的源代码以及其他资源,读者朋友可从杂志目录页所示的资源平台进行下载。

程序中,设定查询时间为 5s,即每隔 5s 可查询一次甲醛浓度数据,甲醛传感器

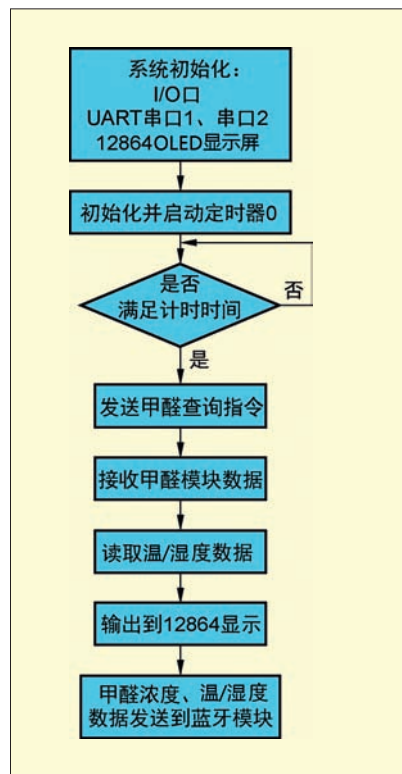


图4 单片机程序流程图

收到单片机的查询指令后,输出 9 字节的数据,存储在数组 receive\_buf[9] 中。源代码中,给出了处理甲醛浓度数据的方法。

方法 1: 直接读取 receive\_buf[2]、receive\_buf[3] 的浓度数据,把两个 8 位数据整合为 float 型,代码如下。

```

HCHO = (float) (receive_buf[2]<<8 |
receive_buf[3]);
HCHO = HCHO/1000; //μg/m3转换为 mg/m3

```

这里求出的数值单位是  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，除以 1000 便可得到单位  $\text{mg}/\text{m}^3$ 。

方法 2: 读取 receive\_buf[6]、receive\_buf[7] 的数据, 把两个 8 位数据整合为 float 型, 此时得到的单位是  $1 \times 10^{-9}$ , 除以 1000, 单位转换为  $1 \times 10^{-6}$ 。

```
HCHO = (float) (receive_buf[6]<<8 |
receive_buf[7]);
HCHO = HCHO / 1000 * 1.3393 ;
```

百万分率 (或百万分之几) 是用溶质质量占全部溶液质量的百万分比来表示的浓度单位。 $1 \times 10^{-6}$  与  $\text{mg}/\text{m}^3$  的关系为,  $X = C \times M / 22.4$ , 其中,  $X$  是气体浓度质量分数, 单位为  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;  $C$  是气体体积分数, 量纲是  $1 \times 10^{-6}$ ;  $M$  是气体相对分子质量 (此处是甲醛的)。甲醛的分子式为  $\text{HCHO}$ , 相对分子质量为 30。22.4 是空气在标准大气压下的相对分子质量。所以,  $1 \times 10^{-6}$  甲醛气体体积浓度相当于:  $1 \times 10^{-6} \times 30 / 22.4 = 1.3393 \text{mg}/\text{m}^3$ 。

上述方法之一求出甲醛浓度后, 格式化数据, 最后输出到 OLED 显示屏显示。

温 / 湿度传感器 Si7201 的数据较为简单, 使用标准 I<sup>2</sup>C 协议读取数据, 为节约篇幅, 本文只介绍温 / 湿度数据处理部分。数组 Data\_buf[] 中, Data\_buf[0]、Data\_buf[1] 分别存储温度高字节、温度低字节; Data\_buf[2]、Data\_buf[3] 分别存储湿度高字节、湿度低字节。得到这些数据后, 并不能直接合并后输出显示, 而是要根据手册中的公式计算出数值。

由公式得出的 C 代码如下所示。

```
temp_ul6 = Data_buf[0] << 8 | Data_
buf[1];
tmp_value = 175.72 * temp_ul6 / 65536
- 46.85;
temp_ul6 = Data_buf[2]<<8 | Data_
buf[3];
RH_value = temp_ul6;
RH_value = 125 * RH_value/65536-6;
```

表 4 单片机硬件和手机 App 设定的通信协议

0	1	2	3	4	5	6	7	8
帧头	甲醛浓度高位	甲醛浓度低位	温度高位	温度低位	湿度高位	湿度低位	校验位	帧尾
FA	0	0	0	0	0	0	0	FC

tmp\_value 为最终求得的温度数值, RH\_value 为最终求得的湿度数值。最后格式化数据, 输出到 OLED 显示屏显示。

现在, 我们已经可以把甲醛浓度数据、温 / 湿度数据显示在 OLED 显示屏上, 那如何发送到手机 App 中显示呢? 此处借助蓝牙通信实现。单片机将得到的数据通过串口 2 传输给蓝牙模块, 蓝牙模块与手机蓝牙连接, 获取单片机数据, 手机 App 采用和单片机相同的方法处理数据后, 得到数值并显示。单片机硬件和手机 App 进行通信时, 要制定一个数据通信协议, 即硬

件以一定的方式发送数据, 手机软件收到数据后, 根据一定的格式解析数据, 解析后的数据与单片机显示的数据应当一致。设定的通信协议如表 4 所示。

协议字节数不长, 实际上我们只校验了帧头和帧尾, 没有加入校验位, 读者可根据自实际情况加入校验方法。甲醛浓度数据、温 / 湿度数据与单片机读取的数据格式完全一致, 安卓手机 App 中, 套用单片机 C 代码中的公式即可得到实际数据。安卓手机 App 软件流程如图 5 所示。本制作的相关资源可从杂志目录页的资源平台进行下载。

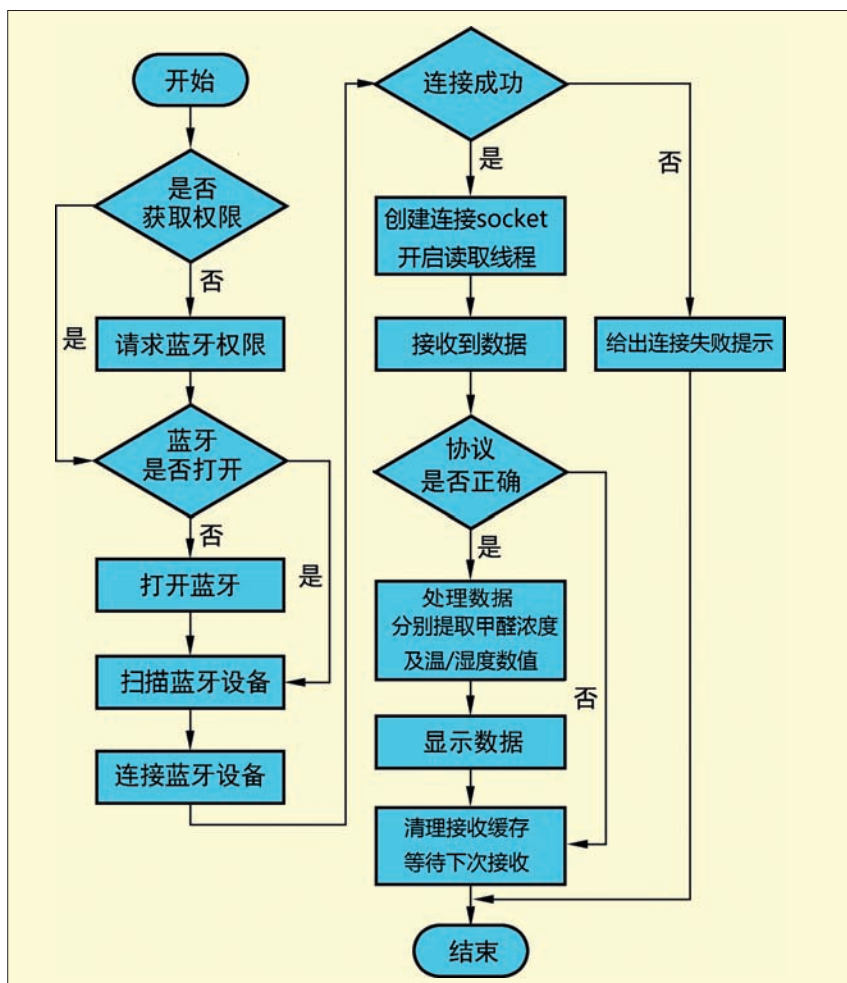


图 5 安卓手机 App 软件流程图



# 轻松 DIY 简易红外单光束对射报警器

■ 邓俊波

市面上的安防产品琳琅满目，红外对射报警器作为常用的安防产品之一，被大量应用在家庭安防中。专业的红外对射报警器技术很成熟，但价格不便宜，而且对一个喜欢动手的电子爱好者来说，买现成的，不如DIY有意义！笔者经过反复试验，利用网购的零配件，成功地制作了一款成本低廉、抗干扰性强、灵敏度高的红外单光束对射报警器，使用半年以来，性能相当稳定，特与读者朋友们分享。

想要顺利地制作简易红外单光束对射报警器，我们首先要了解红外对射报警器的基本工作原理：红外发射器向接收器发射不可见红外光束，当非法入侵者穿过发射器与接收器之间的红外光束时，该光束被阻断，接收器收不到红外光，随即实现安全报警提示。

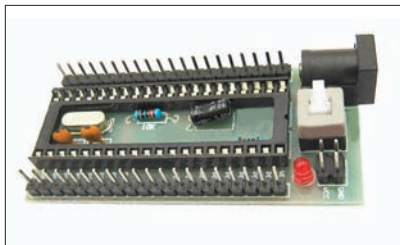
本作品重在介绍红外线的收、发实现，省略了布防、撤防、报警信号的转发等功能设计，直接在红外接收电路中输出报警信号。为了便于读者朋友理解，本文只涉及了一束红外光线的收发过程。

## ■ 硬件准备

硬件部分主要由51单片机最小系统板、940nm红外发射管、HS0038一体化红外接收探头等部分组成，下面对硬件进行介绍。

### 51单片机最小系统板

51单片机最小系统板如图1所示。这种51单片机最小系统板结构简单，价格非常便宜，它的默认晶体振荡器频率为



■ 图1 51单片机最小系统板

11.0592MHz。我们必须购买2套相同的板子，一块板作为红外光发射电路板，另一块板作为红外光接收电路板，并分别配上STC89C52RC单片机、5V直流电源（1A）。

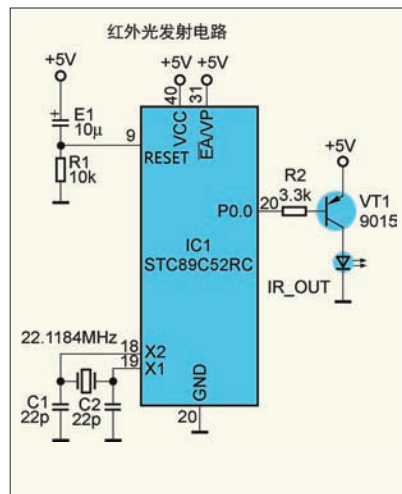
### 红外光发射电路板

当51单片机最小系统板作为红外发射板使用时，请首先将默认频率为11.0592MHz的晶体振荡器替换成频率为22.1184MHz的晶体振荡器。如果不更换，则笔者提供的红外发射程序不能正常发射出38kHz的红外信号，最终会导致一体化红外接收元器件无法正常接收。然后按照红外光发射电路原理图连接红外发射部分的元器件，电路及实物如图2、图3所示。

### 红外光接收电路板

当51单片机最小系统板作为红外接收电路板使用时，请保留11.0592MHz的晶体振荡器不变。接着按红外光接收电路原理图连接红外接收部分、输出驱动部分的元器件，电路及实物如图4、图5所示。

本红外接收电路所标的按键S1是在调试阶段时，利用杜邦线将单片机的P1.2引脚与GND短接实现的，在实物中并没有接上，读者朋友可以根据自身需要取舍。另外，本电路从实现简单功能的角度出发，



■ 图2 红外光发射电路原理图



■ 图3 红外光发射电路连接实物

报警采用的是蜂鸣器，蜂鸣器只是起声音提示作用，如果大家想获得真实的报警声音，可以将蜂鸣器换成KD9561报警电路，配上扬声器，或者直接外购安防专用的警号，效果会更好。

### 940nm红外发射二极管

940nm红外发射二极管实物如图6左

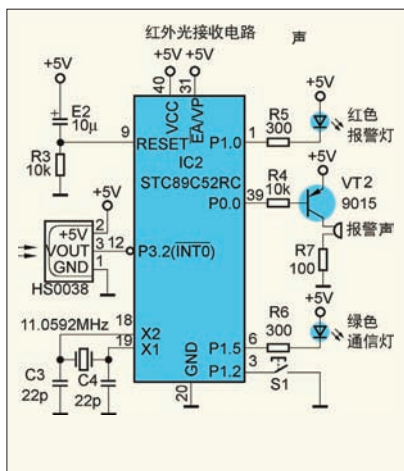


图4 红外光接收电路原理图

侧所示。红外发射二极管在使用前要搞清楚正、负极性，如果极性接反了，是发射不了红外线的。通常有3种判断红外发射二极管正、负极的方法。

(1) 新买的红外发射二极管，依据引脚“长正短负”的规律，可以轻易判断正、负极。

(2) 如果是用过的红外发射二极管，引脚被剪得一样长了，就从侧面看红外发射二极管的头部，看发光二极管管体内部金属极的面积哪个大、哪个小，面积小的是正极，面积大的片状的是负极。

(3) 打开数字万用表，将旋钮拨到通断挡（二极管挡），将红、黑表笔分别接在两个引脚。若有读数，则红表笔一端为正极；若读数为“1”，则黑表笔一端为正极。

### HS0038一体化红外接收探头

HS0038一体化红外接收头实物如图6右侧所示，一体化红外接收探头将红外遥控信号的接收、放大、检波、整形集于一身，输出可以让单片机识别的TTL信号。HS0038以黑色环氧树脂封装，不受日光、荧光灯等光源干扰，内附磁屏蔽，功耗低，灵敏度高，能与TTL、COMS电路兼容。HS0038为直立侧面收光型，它接收红外信号的频率是38kHz，周期约26μs，当将

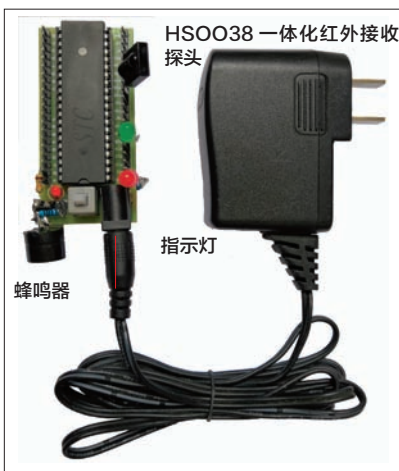


图5 红外光接收电路连接实物

凸起的红外线接收面对着眼睛，引脚向下放置时，3个引脚从左至右分别是电源的负极（地）、正极、（红外解调）信号输出端。

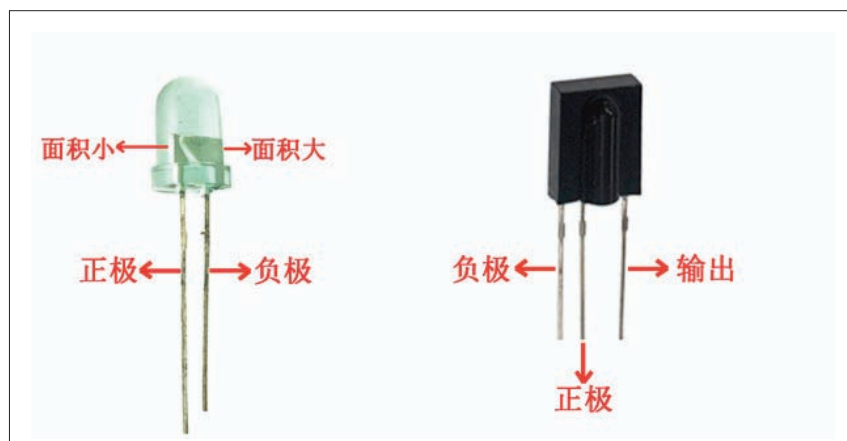


图6 直径5mm的940nm红外发射二极管（左）和HS0038一体化红外接收探头（右）

附表 简易红外单光束对射报警器电路所用全部材料清单

元器件类型	序号	参数	数量(个)	网购价格(元)
51 单片机最小系统板		散件	2	6
单片机	IC1、IC2	STC89C52RC	2	6
电阻	R2	3.3kΩ	1	0.3
	R4	10kΩ	1	
	R5、R6	300Ω	2	
	R7	100Ω	1	
发光二极管	LED1、LED2	直径5mm，红色、绿色	2	0.2
三极管	VT1、VT2	9015	2	0.2
红外发射管	IR	直径5mm(940nm发射管)	1	0.3
红外接收探头	HS0038	38kHz	1	0.5
晶体振荡器	X1	22.1184MHz	1	0.5
	X2	11.0592MHz	1	0.5
蜂鸣器	BUZZER	5V有源蜂鸣器	1	0.5
直流电源		5V(1A)	2	10
总计				25

## 简易红外单光束对射报警器电路所用全部材料清单

简易红外单光束对射报警器电路所用的全部材料清单如附表所示。

从列出的材料清单中，读者朋友可以看出完成这样一个“DIY”任务仅需花费25元。本制作最大的工作量应该就是材料的采购了，在材料齐全的前提下，制作完成硬件电路，最多也就花费半个小时。

## 单片机程序解析

### 外发射程序

本程序的功能是不停地发射红外数据帧，发射红外信号时，一方面要考虑到一



体化红外接收头 HS0038 对所接收信号的频率要求,另一方面要考虑信号的抗干扰性。因此,发送红外信号时不仅要进行 38kHz 的脉冲调制,而且要进行编码。

为了保证信号接收更快捷,笔者参考了常用的红外遥控器的发射方式,经过大量实验,发射程序采用 32 位编码方式,由 8 位地址码及其反码与 8 位数据码及其反码组成,本程序中 8 位地址码和 8 位数据码分别为“0xa5”与“0x01”。读者朋友可以根据个人喜好,将地址码与数据码更改成其他数字,只要别忘了在接收程序中作相应更改即可。

无论是地址码还是数据码,在数据码编制上,均采用标准 NEC 编码格式,即“0.565ms 高电平 + 1.685ms 低电平”表示高电平“1”,这个高电平“1”的总宽度是 2.25ms;采用“0.565ms 高电平 + 0.56ms 低电平”表示低电平“0”,这个低电平“0”的总宽度是 1.125ms,如图 7 所示。

(1) 初始化设置,根据晶体振荡器频率 22.1184MHz,设定定时器 T0 为 8 位自动重载模式,定时 13 $\mu$ s,以形成 38kHz 脉冲。

(2) 定时器 T0 中断服务程序,根据数据发射的要求,要么发射 38kHz 的脉冲,

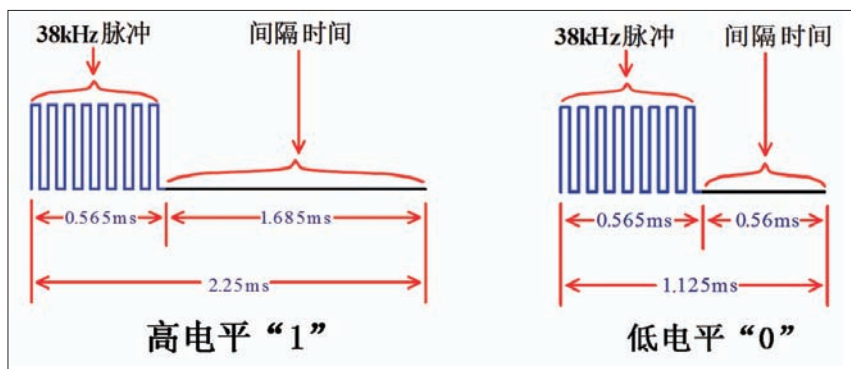


图 7 标准 NEC 编码格式

要么停止发射,仅产生间隔时间。

(3) 通过 8 次移位发送 8 位红外数据程序。

(4) 发送完整的一帧红外数据程序,结构为:引导码(9ms 的 38kHz 脉冲 + 4.5ms 间隔时间)+8 位地址码 + 8 位地址反码 + 8 位数据码 + 8 位数据反码 + 0.56ms 的 38kHz 脉冲 + 10ms 间隔时间 + 引导码(9ms 的 38kHz 脉冲 + 4.5ms 间隔时间) + 0.56ms 的 38kHz 脉冲,如图 8 所示。

(5) 主程序,调用初始化程序,不停地发射完整的一帧红外数据。需要程序的读者朋友可在杂志目录页下载平台进行下载。

## 红外接收程序

本程序的功能是不停地判断红外接收电路接收到的数据。当接收到红外信号宽度在 13.5ms 左右时,表明收到的是引导码;当接收到红外信号宽度在 1.12ms 左右时,表示收到的是低电平 0;而当接收到红外信号宽度在 2.25ms 左右时,表示收到的是高电平 1。为了避免程序接收反应慢,本程序不对地址码作具体数据的读取分析,只读取数据码的值。

(1) 初始化设置, int0 中断为红外接收引脚,下降沿触发,定时器 T0 为 8 位自动重装模式,用以测量接收到的红外时间宽度,定时器 T1 提供报警的延时时长。

(2) 定时器 T0 中断服务程序,每隔

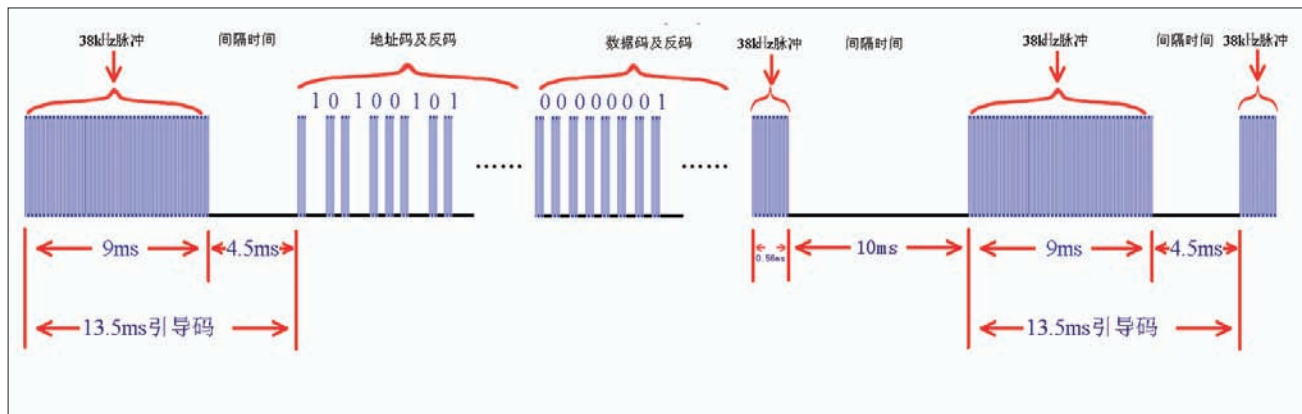


图 8 一帧完整的红外数据

50  $\mu$ s 中断一次，进行计时累加。int0 中断程序通过 TR0=1 开启定时器中断，但是定时器还不能发挥计时作用，必须等 int0 中断程序运行结束后，定时器 T0 才能工作。

(3) int0 外部中断程序，实现红外解码。首先判断接收到的信号是否在有效范围内，然后根据信号的宽度分辨出引导码、地址码、数据码这 3 个部分。由于中断程序中不宜对数据做过多的处理，中断结束前，仅对读取的数据码值进行转存即可。

(4) 定时器 T1 中断服务程序，每隔 50ms 中断一次，它的作用是产生 3s 的报警延时，如果大家觉得延时时间不理想，可以自行更改。

(5) 主程序，不停地判断接收到的红外数据，若红外线被遮挡导致通信不正常，则报警，延时 3s 或按下消除报警键后停止报警。

### 整机装配与调试

笔者将红外光发射、红外光接收电路分别放置到两个带孔的陶瓷杯中（见图 9、图 10），加以固定，然后倒置过来，插上塑料花，扣到桌面上。从外观上看它们像是花瓶，而实际上是红外单光束对射报警器，极好地实现了硬件电路的隐藏。读者朋友若要对电路进行装配，可以选用任何材质的外壳，只要保证在外壳上留有孔，

不挡住发射与接收窗口，便于红外光正常收发通信即可。

经过笔者测试，本制作的供电可以改为 4 节 5 号电池（电压 6V）作为电源，工作很稳定；同时，由于本制作采用了单片机编码技术，编码时避开了常用红外遥控器的码值，所以基本不受常用红外遥控器及太阳光的影响，抗干扰性强；此外，本制作不需采用任何透镜，就可在 6m 的范围内实现灵敏感应，报警可重复触发的时间在 1s 内，报警非常及时。朋友们若想设置单独的报警主机，可以进行电路拓展，加上带 PT2262 与 PT2272 的无线收发模块即可实现。

装配完成后，调试很简单。将红外发射与红外接收的陶瓷花瓶相对放置在门窗、阳台及其他过道两边，并保持相同的高度（笔者采用小桌子作平台，桌面高度不超过 1m），两个陶瓷花瓶相距 6m 内，转动陶瓷花瓶的方向，调整角度，使红外发射孔与红外接收孔对准（在同一水平线上），分别给红外光发射电路、红外光接收电路通电，当人从陶瓷花瓶中间的过道经过时，在遮挡住红外线的一瞬间，红外接收电路立即发出报警。

祝读者朋友们制作成功！



图 9 红外光发射电路

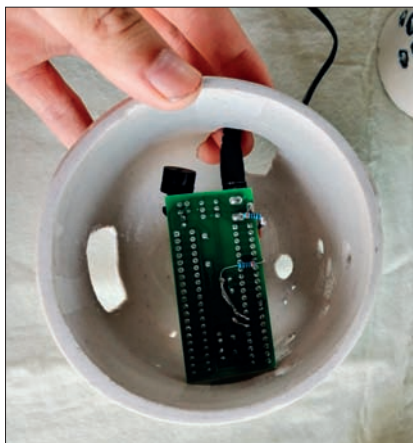


图 10 红外光接收电路

广告



## 用 Kittenblock (基于 Scratch 3.0) 学人工智能——图形化编程·AI·硬件交互

掌握图像化编程技巧

学习人工智能互动知识

设计人工智能互动项目

轻松把创意变成现实



# 守护睡眠小保姆

## ——幼儿睡眠温度监护机

高怀强

### 创作灵感

家有小孩的朋友，估计都有相似的感受，小孩子在睡觉过程中，总是会踢掉身上的被子，一旦着凉，基本就是要到医院报到的节奏了。如果有个小仪器，能实时感知孩子是否踢被，并在孩子踢被后及时提醒家长给孩子盖上被子就好了。

### 设计思路

盖被与不盖被，是我们肉眼看到的变化；反映在孩子身上，就是温度的变化。

方案一：AI 视觉识别，将一个摄像头架在床上，对着孩子，自动识别被子是否在孩子身上。这样做无直接接触，对孩子来说，舒适性应该是最高的，但是需要用红外线辅助照明灯一整夜对着孩子，大家心里可能会嘀咕会不会有副作用吧。

方案二：把一个纽扣大小的温度模块放在孩子肚子附近感知孩子的温度变化、体位变化，以及孩子身上是否有东西遮盖，如果这个变化量不在正常范围内，就发出警告，让家长进行相应的处理。不过这样孩子身上要配戴东西，使用起来很不方便方案。

方案三：被动式热感应分析处理，找一个架子，将仪器架在床上，仪器不会发出能量，只是被动接收孩子发出的热量信号，如果孩子踢掉被子，仪器会被动感知孩子身上没有盖东西，暴露在外面。但如果孩子旁边睡了一个家长，可能会造成误报警。

表 1 制作所需要的电子元器件

主要元器件名称	数量	功能说明
单片机 (STC15W408AS)	1	国产 8 位微处理器芯片，具有 AD 转换功能，实现模拟信号转数字信号，进行相应处理
电阻、电容	若干	滤波，使电源更干净，实现分压及上拉电路
温度传感器 DS18B20	1	纯数字温度转换电路芯片
蓝牙数据传输模块	1	通过蓝牙信号，将温度及报警信号上传到手机端
充电模块	1	实现恒流、恒压给锂电池充电
3.7V 锂电池	1	给报警器提供电能支持
MIC5301	1	3.3V 电压转换芯片
TP4056	1	充电管理芯片

表 2 制作实施总体规划

步骤 1	设计硬件原理图	步骤 5	编写程序软件
步骤 2	画 PCB	步骤 6	下载程序到单片机
步骤 3	购买电子元器件	步骤 7	反复调试硬件及软件
步骤 4	把元器件焊接到 PCB	步骤 8	装电池外壳

本人结合自身的能力及时间，选择了第二种方案，该方案技术上实现起来比较快速，整体造价较低。

### 材料准备

依据设计方案，我列出了相应的电子元器件（见表 1），我们先实现硬件结构，再进行软件编程，最后软件、硬件相结合实现最终功能。表 2 所示是制作实施总体规划，图 1 为电路原理图，PCB 设计效果如图 2 所示，图 3 所示为焊接好元器件的实物。

### 程序设计思路

开关机设计：设备只用单按钮控制，在关机状态下，按一下按钮，设备会开机。在开机状态下，需要按住 3s，才能让设备关机（防止误操作）。

运行状态设计：设备开机后，会定时（每隔 30s）进入关机状态，目的是减少电池的使用，延长使用时间。30s 后，设备再进行温度检测，如果高于或低于设定的温度值，设备将报警信号发送到手机上（目前仅开发了安卓端 App）。如果在设定温度范围内，则不做任何处理，再进入关机状态。循环往复运行。

程序设计完成后，使用数据线将其下载到单片机中，刚烧入程序会有些不理想的地方，需要对程序进行反复修改，才能达到理想效果。

手机端 App 开发还是挺复杂的，我使用的是谷歌公司的 App Inventor 在线编程软件，目前它在广州市教育信息中心（电教馆）的服务器上可以运行，需要先注册一下，编程是可视化的，比较简单易学，手机端 App 如图 4、图 5 所示。

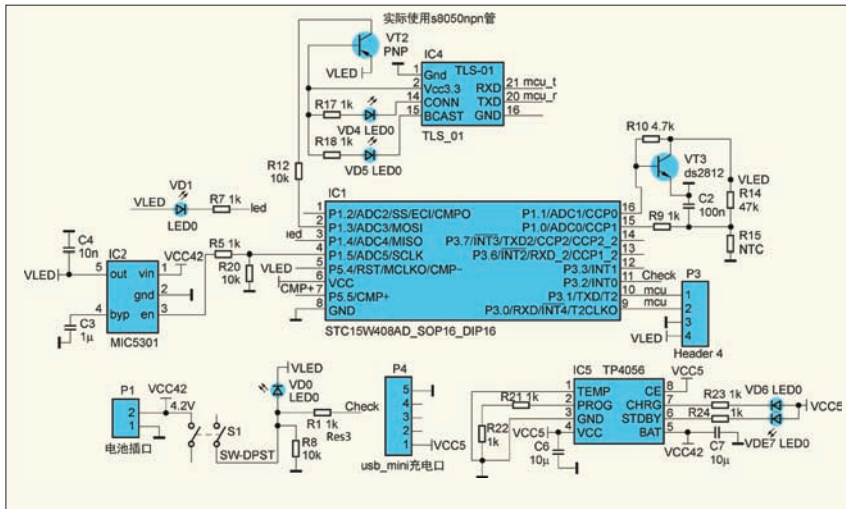


图 1 电路原理图

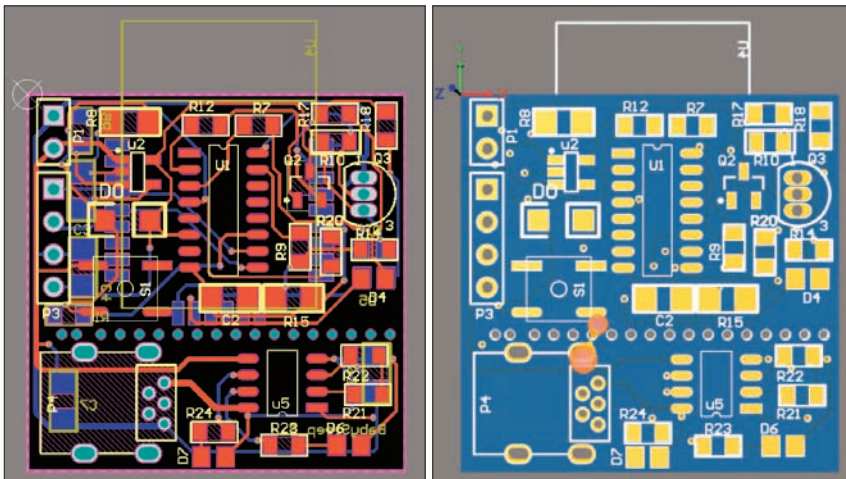


图 2 PCB 设计效果图

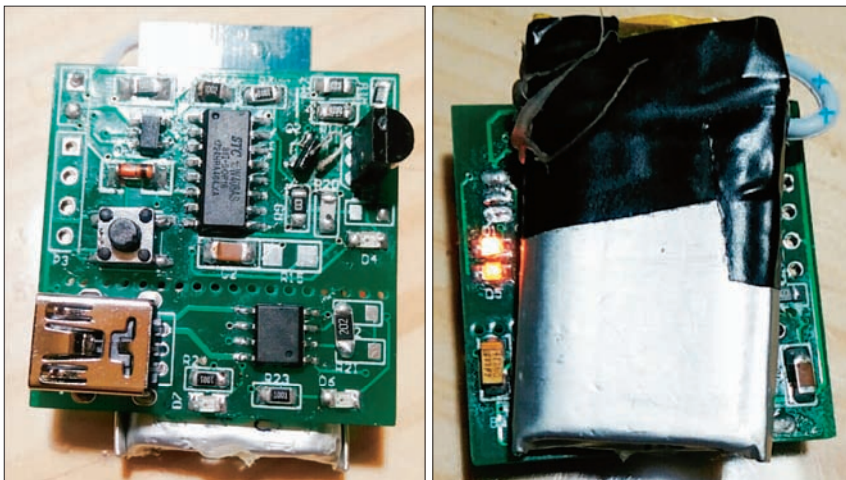


图 3 焊接好元器件的实物

程序步骤如下：

- (1) 按下开关按钮，设备开机；
- (2) 打开手机端 App；
- (3) 扫描设备，进行连接；
- (4) 设备会定时发送温度值到手机端；
- (5) 如果不在设定温度内，手机端 App 会发出警报。

手机端 App 界面，我只做了功能必需的一些项目，没有做方面优化，如果想要商业化，界面需要再进行美化。

目前我也是自己在试用这个设备，模拟盖被、踢被的动作，已经可以成功进行报警，但一个好用的东西从设计到真正使用，还需要完善，比如可以增加距离感应芯片、压力感觉芯片，实现更多的数据监控等。希望大家看到这篇文章后，开发出更好的儿童睡眠监测设备，让孩子少生病。🙏



图 4 未报警时手机端 App 界面



图 5 报警时手机端 App 界面



# 自制便携式蓝牙加速度测试仪

刘亮

我没事喜欢逛逛闲鱼，淘点价廉物美的东西自行研究。前一段时间，我偶然发现了一款功能简单，但是价格“美丽”（仅需个位数）的计步器，尤其是看到内部主芯片是昔日非常流行的nRF51822蓝牙芯片，本着DIY的心态就入手了几个，想要尝试自行开发简易的便携式蓝牙小玩意儿。

计步器的样子如图1所示，圆圆的，黑黑的，样子不太起眼。轻轻晃动一下，OLED屏亮起，分屏显示时间、步数、消耗的热量等信息，和市面上的手环功能类似。

计步器的拆解比较容易，前后2块塑料外壳稍稍用力掰开后，就露出了内部电路，如图2所示。麻雀虽小，五脏俱全，OLED显示屏、主板、振动电机，还有电池，基本具备了制作一个微型蓝牙设备的潜质。图3所示为主板正面特写。

对于该计步器，我手头没有任何相关资料。我通过绘制芯片外围电路，上网查资料对比，外加编写代码尝试，终于成功确认芯片的型号。下面，我们就来看看如何用计步器制作一个便携式蓝牙加速度测

试仪吧。

## 硬件电路简介

下面我先简单介绍一下蓝牙加速度测试仪的硬件电路。其电路原理如图4所示。内部电路以nRF51822为主控芯片，KX022-1020为3轴加速度传感器。

nRF51822是Nordic公司（大家熟悉的nRF24L01也是该公司的产品）的蓝牙4.0芯片，基于ARM Cortex-M0内核，内部完全集成2.4GHz收发器，支持蓝牙低功耗（BLE）。它有丰富的数字和模拟外设：SPI、I<sup>2</sup>C、UART、ADC，以及PPI（不需要CPU参与的可编程外设互联接口）。它有31个引脚，独有的引脚功能“任意”映射方案使它类似于FPGA，引脚的功能可以任意指定，能够极大地简化PCB



图1 计步器的外观

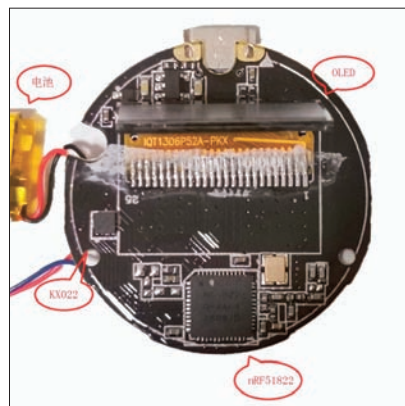


图3 主板正面特写



图2 计步器拆解

设计。输入电压范围为1.8 ~ 3.6V，可采用纽扣电池供电。

KX022-1020（以下简称KX022）是Kionix公司的3轴加速度传感器。它提供I<sup>2</sup>C、SPI两种接口模式；内部集成FIFO/FILO缓冲区和多种嵌入式功能，包括轻击检测、设备倾斜、活动和唤醒算法等；提

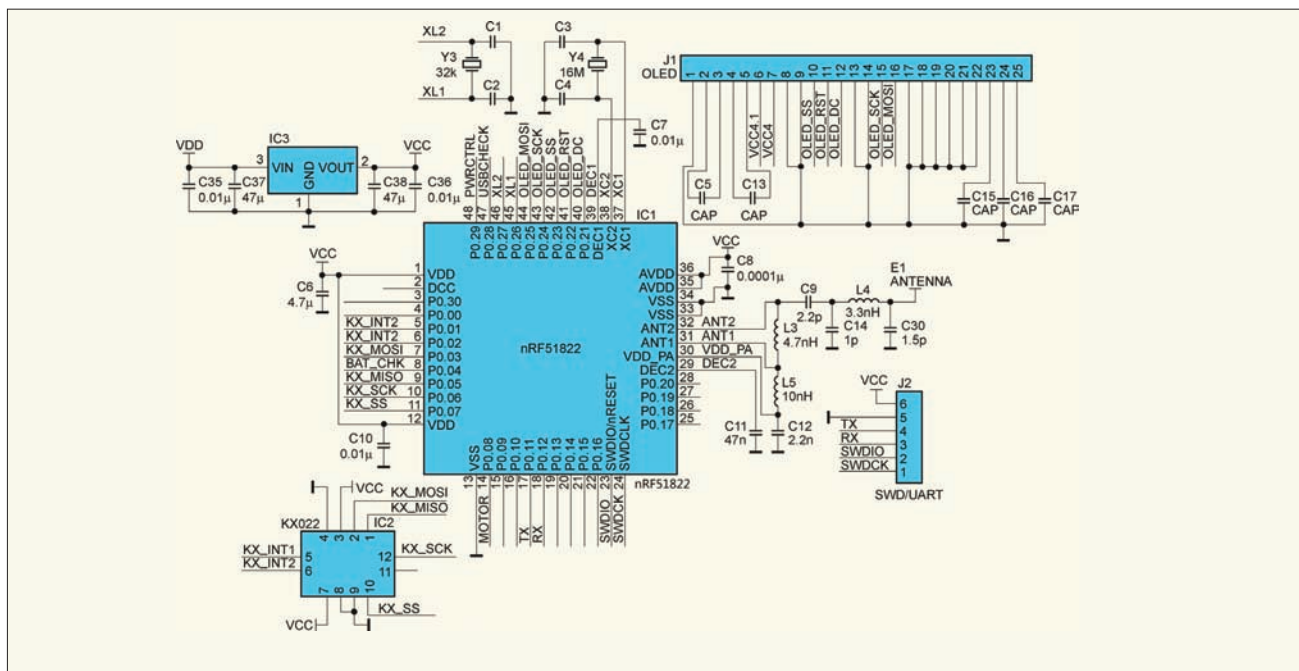


图4 电路原理图

供高达 16 位分辨率的加速度计输出；可设定的参数包括  $\pm 2g$ 、 $\pm 4g$  或  $\pm 8g$  范围、输出数据速率 (ODR) 及可编程高 / 低通滤波器。它采用  $2\text{mm} \times 2\text{mm} \times 0.9\text{mm}$  超小型的 12 脚 LGA 塑料封装（特别小巧，不需要其他元器件）。

OLED（有机发光二极管）显示屏采用 SSD1306 驱动芯片，具有接口模式多（8 位 6800/8080、3/4 线 SPI 和  $I^2C$ ）、控制简单等优点；最大支持 128 像素  $\times$  64 像素的点阵，在本电路中，OLED 显示屏的分辨率是 96 像素  $\times$  32 像素。

## 软件设计简介

硬件电路连接关系和主芯片确定后，接下来就是蓝牙加速度测试仪的软件部分。Nordic 公司为了方便开发，针对 nRF51 系列芯片提供了 S110 从设备模式的协议栈和包含示例代码的 SDK。值得注意的是：开发人员需要选择 S110 以及相应版本的 SDK，否则可能无法正常工作。在此，我选择了 7.3 版本的 S110 和 6.1 版本的 SDK，编写简单的应用已经足够。SDK

中包含了多个示例代码，例如 beacon（信标）、hrs（心率计）等，读者根据实际需要将对相近的代码进行修改即可。

软件功能比较简单：读取 KX022 中的加速度数据，进行处理后通过 OLED 显示参数，同时可以通过蓝牙与手机连接，查看当前的 3 轴加速度数据曲线。

考虑到一切从简，除了蓝牙必备的连接代码，我只留下了一个服务（service），

用于手机 App 连接后加速度数据的获取。程序流程如图 5 所示。

有些读者对 3 轴加速度传感器可能不是特别了解，在此我进行一下简单介绍。图 6 所示为 KX022 的 3 个轴的方向指示图。3 个轴的方向相互垂直，组成 3 轴坐标系。

加速度是矢量，不仅包含数值大小，还包含方向。因此，在不同的方向上，加速度的数值存在正负之分：往 + 方向加速时或者往 - 方向减速时，数值将会增大；往 + 方向减速时或者往 - 方向加速时，数值则会减小。3 轴加速度传感器存在如下特

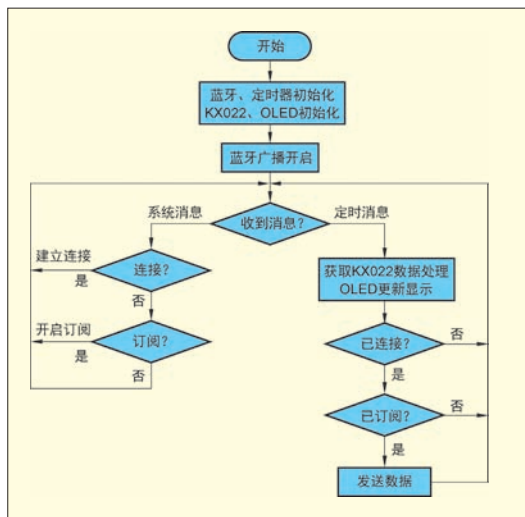


图5 硬件程序流程图

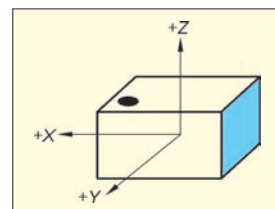


图6 KX022的3轴方向图

点：假定 X 轴与 Y 轴组成水平面，则 Z 轴上加速度的方向与重力的方向相同，加速度的数值为固定的常数：1g，也就是我们常说的重力加速度；在静止或者匀速状态下，3 轴方向上的值（X、Y 和 Z），始终满足  $X^2+Y^2+Z^2=(1g)^2$ ，即 3 轴方向数值平方和的算术平方根始终等于重力加速度。根据这个特点，可以测算出传感器当前的俯仰角等姿态。

## ■ 蓝牙加速度测试仪应用简介

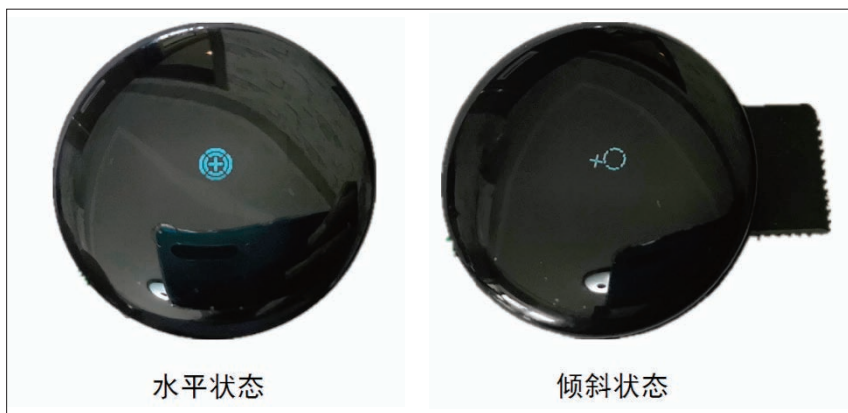
为了更直观地展示 3 轴加速度传感器的应用，我将 OLED 屏显示成一个静态水平测试仪。静态水平检测的原理为：静止的状态下，如果 X 轴与 Y 轴组成的平面为水平状态，那么，X 轴与 Y 轴的加速度应该均为 0m/s；随着 X 轴或 Y 轴倾斜角度的增大，加载在 X 轴与 Y 轴上的加速度数值也会相应呈正弦函数变化。

我采用图形界面对水平情况进行显示：显示屏正中用“+”号标识水平位置，用圆形指示当前的状态。

(1) 若放置在某平台时，“+”号标识位于指示圆的正中央，且有 2 个指示圆显示时（见图 7 左图），表示该平台为水平状态，同时内部振动电机机会快速振动一下。

(2) 若测试仪未能保持水平状态，比如用一块芯片垫起一边（见图 7 右图），则指示圆会根据倾斜的方向偏离“+”号标识；偏离越大，说明倾斜角度越大；

(3) 该测试仪在测试水平时需尽量保持静止，因为移动或者震动都



■ 图 7 蓝牙加速度测试仪 OLED 屏的显示状态

会引起测量的偏差。

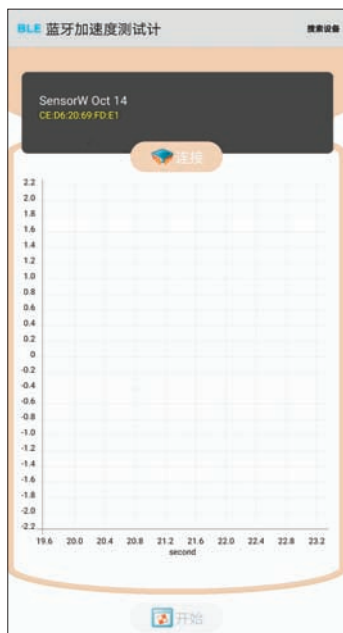
Android 手机上的测试仪 App 完成以下几点功能：(1) 搜索、连接和控制蓝牙设备；(2) 获取蓝牙设备传感器数据；(3) 数据处理与展示。该 App 用彩色曲线显示 3 轴加速度的数据，直观地显示出当前姿态下 3 个方向数值的变化；我还对数据进行了简单的处理，分析出步数显示在左下角（不经意间又回到了最初的功能）。测试仪 App 界面如图 8、图 9 所示。

App 中我绘制曲线使用的是

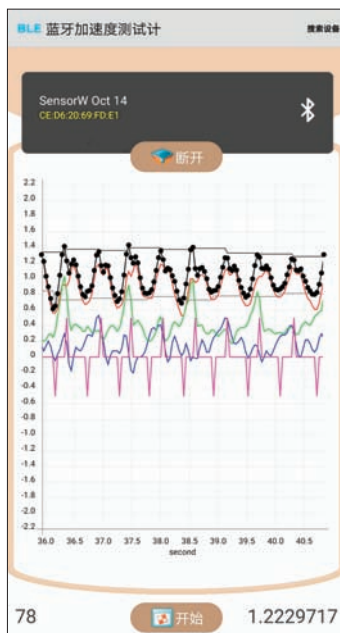
HelloChart 控件，该控件能够支持多种模式（线图、柱状图、饼图、泡泡图等）、可同时显示多条数据、每条数据设定各自的显示效果，最关键的是能够流畅支持缩放与滑动，在满足基本的图表功能的同时，还能兼顾美观性、流畅性，效果非常不错。如图 9 所示，我将获取的加速度数据以及处理的中间过程量一并进行了显示，经过实际测算，基本能够正确计量行走的步数。当然，读者也可以对加速度数据进行其他的处理与应用。我曾把一个测试仪放在车上，用于记录

上班路上车辆加速减速，无奈路上颠簸，上班路上车多，车速提不起来，一脚油门一脚刹车，加速度曲线就只能像一条波浪线了。

我制作蓝牙加速度测试仪使用的硬件也许和各位读者手中的硬件不一样，但是基本的框架是相通的，读者可以自行换用其他 3 轴加速度传感器，或者换用更大的 TFT 显示屏进行全彩显示等。在此期待读者的交流与意见。✕



■ 图 8 测试仪 App



■ 图 9 App 获取数据绘制曲线



# 用三极管制作译码器

俞虹

之前笔者用三极管制作了时基电路和寄存器，这次接着用三极管制作了译码器。译码器作为数码管的驱动器件，应用比较广泛，数字钟电路以及工业中各种数字显示都离不开它。用三极管制作译码器，目的在于对旧元器件的利用以及通过制作加深对译码器内部电路的理解，使我们在使用集成译码器时更加得心应手。

## 工作原理

译码器由与非门、与或非门和非门等电路组成，故这里先介绍相关基本电路，最后再介绍三极管译码器和测试板电路。

## 三极管与非门

三极管与非门电路如图 1 (a) 所示，图 1 (b) 所示是与非门电路符号。它能完成表 1 所示的逻辑功能，即有 0 出 1，全 1 出 0。下面笔者介绍一下三极管与非门电路的工作原理。在输入端 A 和 B 不全为 0（也就是 A 或 B 有一个为 0）或 A、B 都为 0 时，VT2 的基极电位在 0.7V，这个电位不足以向 VT3 提供基极电流，VT3 截止。VT3 的集电极电位接近 5V，VT4 导通，5V 电压通过 VT4 和二极管 VD1 加到输出端 Y 上，使 Y 输出为高电平，即 Y=1。当 Y 端接负载时，就会有电流流出。一般情况下，Y 不接负载，输出电压约 4V，接负载后电压有所下降（R5 的分压）。当输入

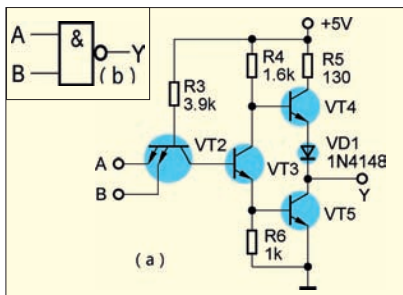


图 1 与非门电路 (a) 和与非门电路符号 (b)

端 A 和 B 全为 1 时，VT2 两个发射结反偏，5V 电压通过 R3 和 VT2 集电结向 VT3 提供基极电流，VT3 导通，VT5 也导通，输出端 Y 输出为低电平，即 Y=0。由于这时 VT3 的集电极电位很低，VT4 截止。当 Y 端接负载时，有电流流入 VT5。此电流比 Y 端输出高电平时的电流更大。

这里我们同样用 2 个三极管代替多发射极晶体管，它的等效电路如图 2 所示。代替时需要注意的是：由于三极管有反向放大倍数，在 A、B 端分别接高电平和低电平时，会有一定的电流由 A 流入再由 B 流出，电流的大小由三极管的反向放大倍数决定，解决方法是选用反向放大倍数小的三极管。

## 三极管与或非门

与或非门的电路如图 3 所示，它与与非门相比增加了 R10、VT7、VT10、R11、VT8、VT11 组成的电路，而增加的这两个电路和 R7、VT6、VT9 电路完全相同。同时，VT9、VT10、VT11 的集电极、发射极是并联的。这样，它们其中任何一个电路导通，都可以使 VT13 导通，VT12 截止，输出端 Y 输出低电平。只有 VT9、VT10、VT11 全部截止，输出才为高电平。与或非门的电路符号如图 4 (a) 所示，电路简化符号如图 4 (b) 所示，它可以实现的功能是：任何一组全 1 时，输出为 0。只

表 1 与非门真值表

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

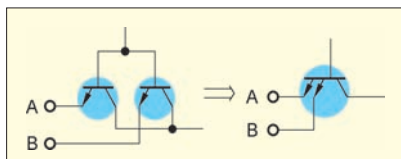


图 2 多发射极晶体管等效电路

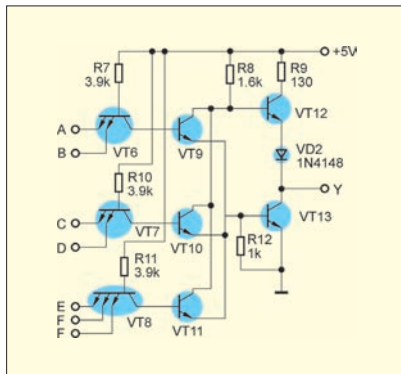


图 3 与或非门电路

有任何一组都不全为 1 时，输出才是 1。其逻辑函数式为  $Y = \overline{AB + CD + EFG}$ 。

## 三极管非门

三极管非门电路如图 5 (a) 所示，电路符号如图 5 (b) 所示。它只有 1 个三极管和 2 个电阻，即可实现非功能，这种非

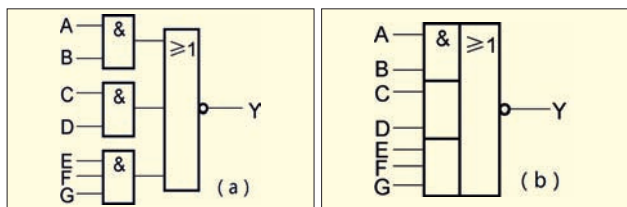


图4 与或非门电路符号 (a) 和与或非门简化电路符号 (b)

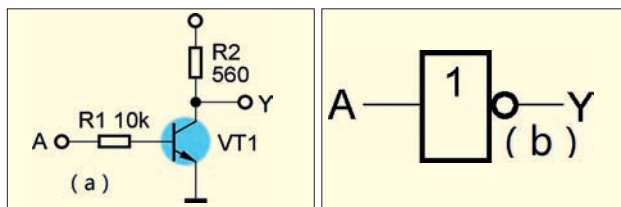


图5 三极管非门电路 (a) 和非门电路符号 (b)

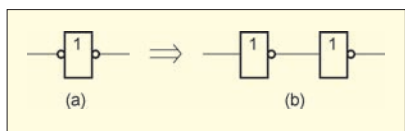


图6 驱动门 (a) 和2个非门串联 (b)

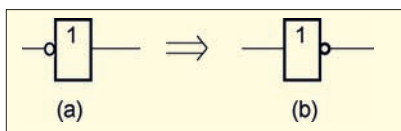


图7 低电平有效非门 (a) 和低电平有效非门等效符号 (b)

门最大电流可以达到10mA。在后面的译码器电路图中，我们可以看到几个特殊的电路符号，如图6 (a) 所示，它的前后各有一个小圆圈，这实际是两个非门串联，如图6 (b) 所示。这样接入电路可以起到提高带负载能力，同时前面的小圆圈说明该电路低电平有效。再看如图7 (a) 所示的电路符号，小圆圈在前面，同样说明这是一个非门，这种改变不仅说明此处是非门，还说明低电平有效，等效电路符号如图7(b)所示。

### 三极管译码器

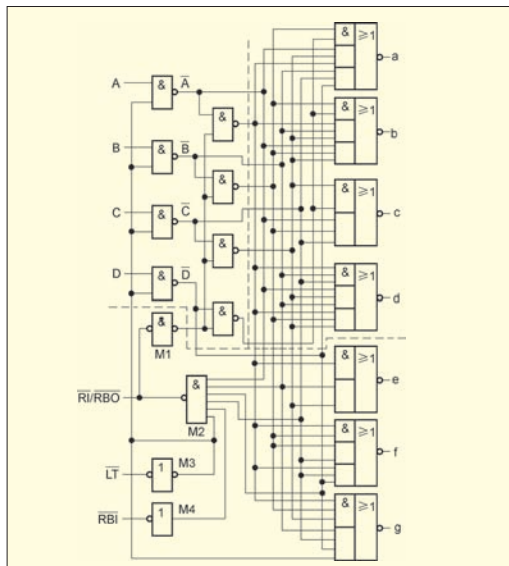


图8 译码器电路

三极管译码器电路如图8所示，它由2个部分组成。即前面上半部分8个二输入与非门和后面7个与或非门组成的译码电路以及由前面下半部分的6个输入与非门和5个非门 (M和M3各由2个非门组成) 组成的辅助控制电路。

#### 1. 译码电路

可以看出，通过加到前面8个与非门输入端的逻辑电平变换，再通过与非门的处理 (不考虑控制信号，这时与非门相当于非门)，同时通过与或非门前面小方格

的内连线进行与运算、格前面连线和相邻格的前面连线进行的或运算以及连接点实现数码管所需要的笔段高低电平，具体实现方法可以通过 a ~ g 相对应的逻辑函数式进行了解，这里不介绍。另外，译码器实现的功能如表2所示。

#### 2. 辅助控制电路

(1) 试灯输入端  $\overline{LT}$ ：用来检查数码管7段是否正常工作。当  $\overline{BI} = \overline{RBI} = 1, \overline{LT} = 0$  时，无论 ABCD 为何状态，输出 a ~ g 均为1，数码管全亮，显示“8”字。  
 (2) 灭灯输入端  $\overline{BI}$ ：当  $\overline{BI} = 0$  时， $\overline{RBI} = \overline{LI} = 1$  时，无论 ABCD 为何状态，输出均为0，数码管不显示。 $\overline{RI}$  信号可以使数码管在需要的时间显示。  
 (3) 灭0输入端  $\overline{RBI}$ ：当  $\overline{LT} = \overline{BI}$  悬空， $\overline{RBI} = 0$  时，只有 ABCD=0000，输出均为0，即不显示“0”

表2 译码器功能表

功能	输入			Ri/RBO	输出						
	LT	RBI	DCBA		a	b	c	d	e	f	g
0	H	H	0000	H	1	1	1	1	1	1	0
1	H	H	0001	H	0	1	1	0	0	0	0
2	H	H	0010	H	1	1	0	1	1	0	1
3	H	H	0011	H	1	1	1	1	0	0	1
4	H	H	0100	H	0	1	1	0	0	1	1
5	H	H	0101	H	1	0	1	1	0	1	1
6	H	H	0110	H	0	0	1	1	1	1	1
7	H	H	0111	H	1	1	1	0	0	0	0
8	H	H	1000	H	1	1	1	1	1	1	1
9	H	H	1001	H	1	1	1	0	0	1	1
BI	H	H	××××	L	0	0	0	0	0	0	0
LT	L	H	××××	H	1	1	1	1	1	1	1
RBI	H	L	0000	不接	0	0	0	0	0	0	0
RBI	H	L	不全为零		正常显示						

字。当 ABCD 为其他状态时，数码管正常显示。这用于消除无效 0，如消除 0.010 后面的 0，变为 0.01。

辅助控制电路中的 M2 为 6 输入与非门，由于输出要驱动 4 个与非门，故增加了 M1 组成驱动门。同样，由于要驱动 6 个门，增加了 M3 驱动门。另外，由于  $\overline{R1}$  接低电平时，M2 的输出会出现高低电平，需要将这个三极管与非门内三极管集电极负载电阻 130Ω 改为 1kΩ，以减小  $\overline{R1}$  为低电平时的输出电流，减小功耗。

## 测试板电路

在测试时要用到测试板，电路如图 9 所示。该测试版由 8421 码产生电路和数码管显示电路组成。通过拨码开关的开合来产生高低电平，当 K 合上时输出低电平，当 K 打开时输出高电平，R13 ~ R16 为

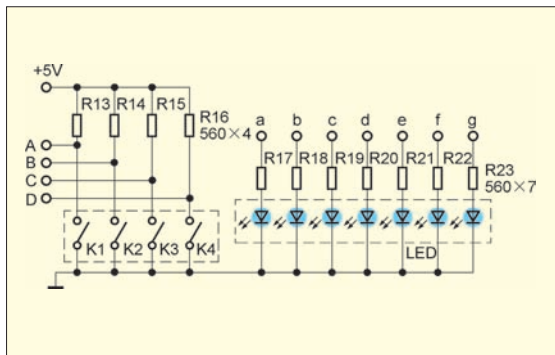


图 9 测试板电路

表 3 测试板电路所需的元器件

名称	位号	值	数目
三极管	VT	NPN、反 $\beta 2 \sim 5$	140
二极管	VD1	1N4148	16
电阻	R5	130Ω	16
电阻	R4	1.6kΩ	16
电阻	R6	1kΩ	17
电阻	R3	3.9kΩ	27
电阻	R2、R13 ~ R23	560Ω	16
电阻	R1	10kΩ	5
拨码开关	K1 ~ K4	4 位	1
数码管	LED	共阴	1
万能电路板		95mm×140mm	3
万能电路板		70mm×90mm	1
长螺丝		∅3mm、50mm 长	4

限流电阻。如要输出 ABCD=1100（数字 3），只要将 K3、K4 合上，K1、K2 打开即可。要显示其他数字可以在译码器功能表中查询。数码管显示电路较简单，这里使用的是共阴数码管，由于译码器 a ~ g 端的输出电流较大，故加限流电阻 R17 ~ R23。表 3 所示是需要的元器件清单。

## 制作方法

### 1. 三极管与非门制作

为了对三极管与非门有较多了解，大家可以先按图 1 制作一块电路板进行试验，制作完成的电路板如图 10 所示。测试时的输入高电平可以直接接 5V 电源的正极，输入低电平可以直接接 5V 电源负极。输出高低电平可以用万用表的电压挡测试。当然还可以在输出端接电阻负载进行带负载能力测

试，测试能输出真值表的结果即可。

### 2. 三极管与或非门制作

可以用万能板按图 3 制作一块电路板，制作完成的电路板如图 11 所示。检查元器件焊接无误，可以加 5V 电源进行试验。输入的高低电平同样可以用 5V 电源的正极和负极连接。输出高电平约 4V，输出低电平约 0V。实验结果能满足  $Y = \overline{AB} + \overline{CD} + \overline{EFG}$  即可。可以选择比较典型的输入电平进行试验，如全为高电平，全为低电平以及每一组一个低电平等。

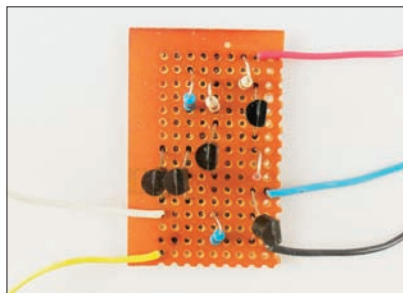


图 10 三极管与非门电路板

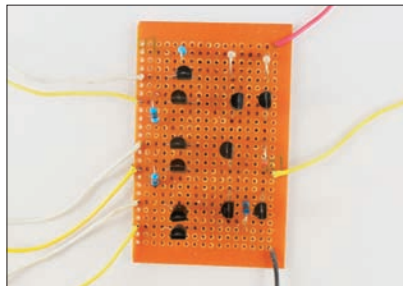


图 11 三极管与或非门电路板

### 3. 三极管译码器制作

按译码器的电路图虚线划分用 3 块电路板制作，即上面 4 个与或非门制作一块电路板，下面 3 个与或非门、6 输入与非门以及 5 个非门制作一块电路板，8 个与非门制作一块电路板。制作时各个门的具体位置要认真规划，以达到接线最短、电气性能最好。制作完成的 3 块电路板如图 12 所示。制作第二块板时要注意将 6 输入与非门的原 130Ω 电阻用 1kΩ 电阻替换，以免试验时电流过大，增加消耗。

接着将 3 块电路板 4 个角上打 4 个 ∅3mm 的孔，以便螺丝穿过进行固定。4 个螺丝上先放上第一块电路板（4 个与或非门），接好 4 个门的输入、输出引线。连接的引线可以扭在一起，不必焊接，再把扭在一起的引线用单条引线接出，用电工胶布绝缘。再放上第二块电路板，接好第二块电路板的引线再接上第一块电路板上来的引线，每组引线用单条引线接出，用黑胶布绝缘。再放上第三块电路板，连



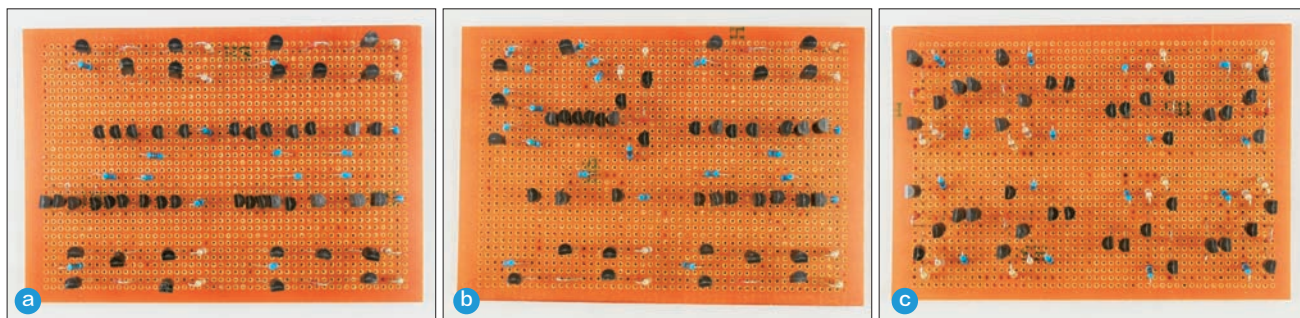


图 12 4 个与非门电路板 (a)、3 个与非门、非门等电路板 (b)、8 个与非门电路板 (c)

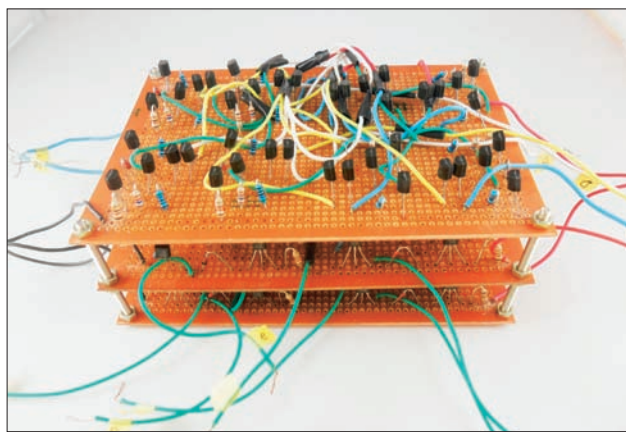


图 13 制作完成的译码器

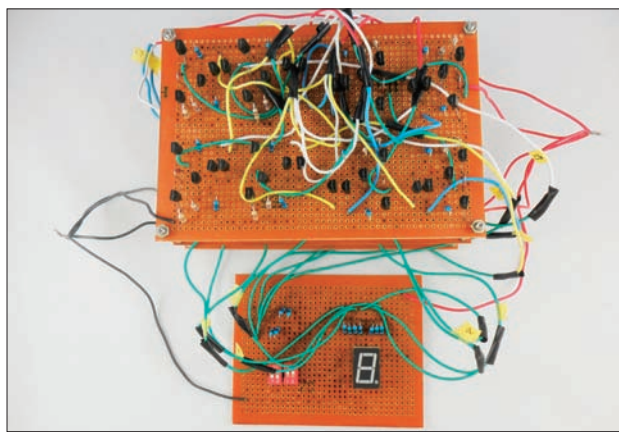


图 15 译码器测试装置

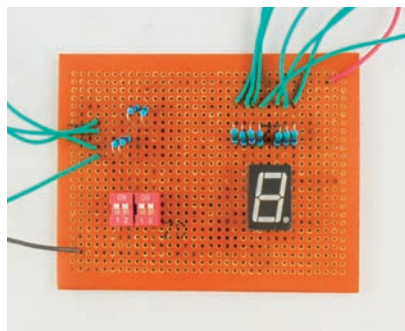


图 14 测试板

接第三块电路板的引线，并接上第二块电路板出来的单引线，用电工胶布绝缘。每块电路板接线完成都要认真检查，防止接错（由于接线较多）。电路图中的线连接笔者做过认真检查，如不放心，可以上网查找相关 74LS48 的资料进行核对（注意：需要权威的资料）。制作完成的译码器如图 13 所示。可以看出，整个装置有 7 条输出线、3 条辅助控制电路引线、4 条输入

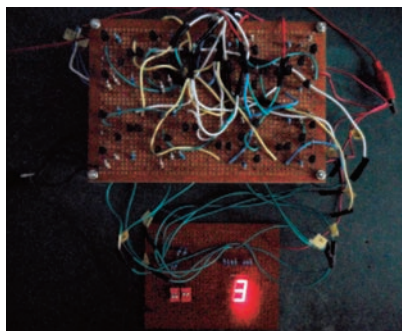


图 16 三极管译码器显示“3”

引线以及 2 条正负极引线（3 条正极引线、3 条负极引线各扭在一起）。为了不会弄错，在连接时可以在相应的引线上贴上标签。

### 测试电路板制作

找一块小一些的万能板，按图 9 所示电路焊接一块测试版，如图 14 所示。数码管为共阴极管的，大小可以自己选择。数码管尺寸大，则亮度会低一些，也可以减小数码管上的限

流电阻值来提高亮度。如找不到拨码开关，也可以用小的拨动开关代替。

最后，可进行试验。将译码器的 4 条输入引线接测试板的 ABCD，输出 7 条引线接测试板的 a ~ g，连接完成的试验装置如图 15 所示。将 3 条辅助控制电路引线接译码器的正极接线，译码器的正、负极引线接 5V 电源。测定电流在 100mA 左右，这时数码管应能显示。再按译码器功能表拨动拨码开关让数码管显示 0 ~ 9，显示“3”字的情况如图 16 所示。如显示数字不对，应检查相应的连线，找出错误的连接点。正常显示后再测试辅助控制电路。主要有试灯测试 ( $\overline{LT} = 0$ )、灭灯测试 ( $\overline{RT} = 0$ ) 以及灭 0 输入测试 ( $\overline{RBT} = 0$ )，具体测试条件可以参看功能表所列出的。

这样，三极管译码器即制作完成并完成测试。❌

## 全国大学生电子设计竞赛获奖队伍专访

# “放着，我来！” 国赛赛场上遇到对的人



■ 向农 汤宏琳 冀凯

“王中威，醒醒！”谷怡洁轻轻地喊道，但眼前这个大男孩依旧睡得香甜，看到没有奏效，刘攀尝试拍了他几下，还是没有反应。两个女孩面面相觑，一时不知所措。这是2019年8月9日下午6点多，一个本该吃饭、玩闹的时间，王中威却怎么也叫不醒。看着他的样子，谷怡洁和刘攀有些心疼，商量着还是让他再多睡一会儿吧。

王中威平时对作息时有执念，但在参加TI杯2019年全国大学生电子设计竞赛（以下简称“国赛”）的这几天，他必须改变自己的作息时间来配合项目的进展。

### ■ 请相信我

两天前，拿到题目的那一刻，团队迅速锁定了D题和E题，但究竟该选哪一道，还是游移不定。D题要求制作一个简易电路特性测试仪，E题则要求设计并制作一个基于互联网的信号传输系统。D题软硬件工作量差不多，而E题软件的工作量更大一些。“选E题吧，请你们相信我。”这时团队中负责软件的王中威站了出来，将责任压到了自己身上。

这个时刻也许从组队的那天起就已经注定。2019年3月，经过2轮选拔考试后，从小学就酷爱编程的王中威毫无悬念地进入了西安电子科技大学通信工程学院的院实验室，这离他冲击国赛一等奖的目标又近了一步，但这时他还是“孤家寡人”。按照常理，所有参赛队员都希望能和“大佬”组队，王中威也不例外。但环顾四周，很多团队都是

2018年TI杯省赛时的原班人马，有实力的大佬们早有归属。更为严峻的是，平时慢热的性格导致他在实验室一个人也不认识，更增加了组队的难度。这时同样刚刚进入实验室、谁都不熟悉的刘攀找到他，表明了想做队友的意愿。不久之后同样是实验室新人的谷怡洁也加入了队伍。于是，这个“剩男剩女三人组”成立了。

不管从哪个角度看，这都不是一个完美组合。论默契，与相互了解后双向选择的队伍相比，他们在建队之初彼此间的熟悉度几乎为零；论经验，与身经百战、动辄备赛一两年的参赛队伍相比，他们三人的备赛期只有半年；论个人实力，王中威之前从未接触过电子，而刘攀和谷怡洁在备赛之前，既没有对电子的狂热喜爱，也没有对动手实操有浓厚兴趣。

但他们自身的优势或者说特点又很明晰。王中威对软件有足够的自信，他对软件编程的热爱是根植于骨子里的。从小学二年级开始，王中威就喜欢上了编程，并

在主动报了相关的兴趣班后一发不可收拾。中学时更是一有时间就抓住机会自学与编程相关的内容，还接触了TI彩色图形计算器，并在上面成功运行了自己编写的C语言程序，实现了一些游戏效果。而大学，为他提供了一个充分“修炼”编程的环境。

刘攀和谷怡洁不但有大学3年积累的理论知识和备战国赛的信心，还有认真和勤奋的态度。加入实验室后，她们跟着老师的培训课一周一道题，把训练题中用到的模块做了个遍。在老师的大力推荐下，她们开始了解并使用TI芯片，并在TI官网申请了各种样片。同时，她们通过全国大学生电子设计竞赛培训网观看了相关的培训视频，学习时，看到自己不熟悉的知识，就认真地记下来并在之后的设计中多加注意。半年下来，两个女孩的设计能力提高了不少，但毕竟准备的时间还是太短，与已经专注于硬件设计1~2年的人相比，还有一定的差距。好在国赛不是单打独斗的角斗场，而是综合实力的比拼。在几个



■ 左起：谷怡洁、刘攀、王中威、冯靖寒、南剑、张文子寒



月的备赛过程中，3个人的默契度和配合度渐入佳境。

王中威在国赛中之所以会建议选择E题，是因为在和团队一起经历了陕西省工科高校校际联赛和赛前模拟练习后，深知电路调试工作的烦琐，有时为了更换一个滤波器，就要耗费很多的时间。与E题相比，D题对硬件电路的要求很高，万一遇到问题，又调试不过去，整个队伍就很容易失去信心。选择E题意味着更重的任务落在了王中威身上，虽然避开短处、发挥长处才是最聪明的做法，但之前发生的一幕让团队心有余悸。

## 不完美的开局

2019年5月31日开始的陕西省工科高校校际联赛中2天1夜的限时实战项目，刚好可以当作国赛前的演练。尽管当时团队的技术水准还在快速提升中，但3人已经找到了一体同心的感觉。

最初组队成功后，刘攀主动坐到了王中威的邻座，当时她觉得这位个子高、话不多的男孩儿实在太高冷了，大多数时间喜欢一个人对着计算机写代码，几乎很少和人交流。好在每周一道的个人训练题，让彼此间会有一些共同话题。她在软件方面遇到问题时，王中威会主动过来帮忙，而她也将会自己找到的一些硬件设计方面的参考资料分享给王中威，有时还帮他焊焊电路。就这样，慢慢熟悉之后才发现，这个原本不熟悉都不理你的男生，在把你当成“自己人”后，就会在各方面“力挺”你，而且考虑问题还很周到。随着谷怡洁的加入，团队成员之间的合作更紧密了。其实刘攀之前在学校运动会的团体操项目中就认识了谷怡洁，但直到她到了实验室才发现谷怡洁也加入了他们的队伍。

任务来了，大家就一起确定实现方案，王中威负责软件，刘攀和谷怡洁考虑硬件，根据自己擅长的部分，各自承担一定数量

的模块，最后再搭建起整个系统。遇到有人调不出来的情况，先调出来的人会及时过去帮忙。偶尔遇到有一套硬件需要调试的情况，就等一个人做累了，另外一个人继续接着做。甚至有时专攻软件的王中威也会来帮忙，在两个女孩的心目中，他已经变成了不折不扣的“暖男”。但有一个时刻例外，那就是王中威调不出来代码的时候，如果这时找他讨论问题，他的态度就很容易“崩”。最开始性格随和的刘攀和谷怡洁搞不清状况，还有些生气，后来就慢慢摸到了规律。“如果你问他两声，他没有说话，并且一直板着脸的话，我们就自动不问了。”刘攀说。

陕西省工科高校校际联赛加深了他们对团队特点的认知。当时题目只有一道：可控输出电流和频率的正弦交流电流源。这个题目对硬件的要求比较高，主要考察对恒流源、恒压源电路的掌握，对功放芯片的合理选择和使用。方案确定后，刘攀和谷怡洁开始搭硬件，王中威同步设计软件。但由于总方案定得不理想，在硬件电路搭建过程中出现了很多问题，导致他们当晚不得不熬夜调试硬件。而平时口口声声主张熬夜最没效率的王中威，在完成了自己的设计后，由于不放心，同时也为了给队友更多的鼓励，硬是陪着两个女孩熬了整整一宿。直至第二天下午，硬件电路才基本成型，这时留给软硬件联合调试的时间也就剩两三个小时了。时间紧、任务重，再加上熬夜之后奇差无比的状态，成绩也就可想而知了。这之后，王中威就告诉自己：不能再给两位队友太大压力，自己要承担更多的责任。另外，国赛时绝对不能熬夜了。谁知人算不如天算，他的第二个想法不但没有实现，还被打消得非常彻底。

## 我就是“大佬”

国赛赛场上，在大家达成共识选择E题后，3人迅速确定了实现方案：采用3

块FPGA作为主控单元完成基于互联网的信号传输系统，A、B两块发送模块以10MSPS进行ADC模数转换，根据测频结果对信号组帧后，利用TCP协议以千兆速率实现可靠传输。在接收端C解析后，利用频率信息与时钟频率差进行相位补偿，再以10MSPS进行DAC数模转换，经四阶巴特沃斯低通滤波器和THS3091构成功放送出，以满足题目负载要求。

就E题而言，软件部分的工作是大头，根据项目需要，王中威把自己4天3夜的工作进行了分解，并规划了进度表。第一天进展顺利，王中威按照计划完成了FPGA的PL层设计，当晚12点从容地回宿舍睡觉，并在第二天早上6点59分被队友“残忍”地叫起。但第二天下午，王中威发现设计工具实现的DMA操作未能符合预期，而且尝试了很多办法都调不出来，急火上升的王中威不得不熬夜解决问题。

虽然方案是以软件为主，但实际做起来，硬件部分的内容也不算少。题目的要求是双路信号，所以硬件电路的设计包括AD模块、DA模块、频率计、无源滤波器、放大器全都是双份。“一个频率计电路就得调整半天，还得在50Ω下，再生输出A和B两个终端采集的信号，这就提高了对放大器的要求，其间选型、调试和设计，又会耗费不少时间。”王中威谈起硬件电路设计的难度时也头头是道，可见他把队友的工作全都看在了眼里。所幸这些模块在备赛的过程中都接触过，刘攀和谷怡洁在第三天凌晨时把硬件电路搭建好了。

于是在那个凌晨3点钟的实验室走廊，当两个女孩在搭完电路后吃泡面时，因进程受阻而焦头烂额的王中威也加入其中。谷怡洁和刘攀没法从技术上提供支持，只能让他多吃几口，并鼓励他，他这么强的人一定能解决。托队友的吉言，王中威最后采用了一个折中的方案，将原来的2个DMA写数据调整为1个DMA写数据，问



题算是暂时解决了。

谁知刚解决完软件问题，硬件又遇到了麻烦。在第三天联调的时候，滤波器又出现了问题，最初的方案是有源滤波器+放大器，但以此实现题目要求的指标，需要增益带宽积很大的芯片，而当时团队手头并没有这样的芯片，只能调整为 LC 无源滤波器+放大器的方案。傍晚时分，之前整夜未眠的王中威实在撑不住了，提出先睡一两个小时再让队友去叫他，于是就出现了本文开头怎么叫都叫不醒他的那一幕。但毕竟有任务在身，没过一会儿王中威就自己醒了。

示波器的调整又消耗了整整一夜，王中威因为要配合硬件进行联调，又没有合眼。连续两天不眠不休，还要让大脑动力全开，这对很少熬夜的王中威着实是个不小的挑战，以至于在完赛前的最后几个小时，他感觉已经精神迷离，无法再进行进一步的优化了。

团队最终形成的设计中，采集端同时采集信号和频率信息用于还原，使用等精度

测量法保证了测量精度。选用 65MSPS 的 ADC，结合 FPGA 和 ARM A9 处理器完成了采集端。还原端选择了同样的 FPGA，驱动 125MSPS 的 DAC，后级选择了高压摆率、高驱动电流的运放。而很多选择了 E 题的队伍，采用了类似的实时传输方案而不是检测波形的结构。设计测试结果为：可以完成 0.1Hz ~ 2MHz 的采集和还原，对于 1 ~ 5Vpp、频率小于 2MHz 的输入信号，输出信号幅度与输入信号幅度差小于 2%，时延差小于 2 $\mu$ s，都超过题目要求。

## 这就是团队啊！

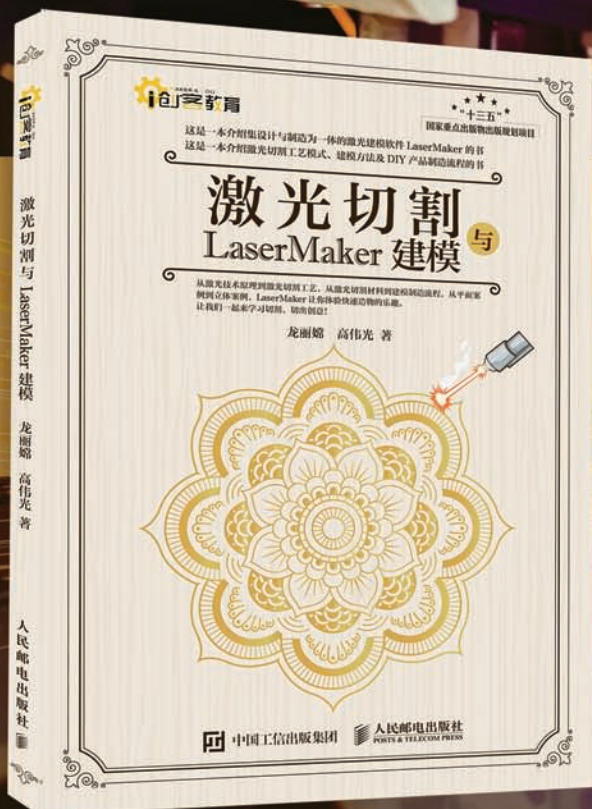
他们凭借前所未有的付出得到了国赛一等奖，但王中威对自己的表现还不够满意，觉得软件设计还可以进一步提高。王中威依靠自己的实力和拼搏带领团队获得了国赛一等奖，他将这个结果归功于他们根据题目难度和团队特点所做出的正确选择。

一位高冷心热的程序高手和两位随和且努力的硬件设计女孩，凭着队友间的信

任与帮助，他们顺利走上了国赛一等奖的领奖台。这个团队与其他团队最大的不同在于 3 个人在一起时语言交流不多，他们的亲密无间和相互支持从来不是直白地表达出来的，更多的是“你去睡个觉吧！”或“放着，我来！”。刘攀和谷怡洁也早已感受到了这份“一切尽在不言中”的默契，也只有她们知道这个别人眼中的“冷男”其实是个真正的“暖男”。

经历了国赛，在对的年龄，遇到若干可爱的人，一起并肩作战、为梦想打拼的感觉真好。之前觉得数电、模电理论知识深奥的刘攀，现在已经喜爱上了电子设计，并发现自己其实还挺擅长这方面。“很多书本上的知识一下子变成了现实，感觉这些知识不再那么冷冰冰。”谷怡洁也坚定了自己在电子方面继续深造的决心。王中威则在获得国一后，肆意地玩了整整一个月以前想玩但没时间玩的游戏，并也开始设计一些硬件电路，实现了童年拆卸电子产品时萌发的想要自己设计产品的梦想。☒

广告



从激光技术原理到激光切割工艺  
从激光切割材料到建模制造流程  
从平面案例到立体案例

**LaserMaker让你体验快速造物的乐趣**  
**让我们一起来学习切割，切出创意！**

网上购买

京东网上书店: <http://book.jd.com>

当当网上书店: <http://book.dangdang.com>

互动出版网: <http://www.china-pub.com>

ISBN 978-7-115-53729-4

## 探秘月面反射通信(3)

## 月面反射通信的基本原理

国家无线电监测中心 刘明星

## 月球是地球的天然卫星

上期介绍过,月球与地球之间的平均距离大约为384 400km,为什么是大约呢?因为月球围绕地球运动的轨道不是标准的圆形,而是椭圆形。太阳系所有行星的运动都遵守开普勒第一定律,也称椭圆定律。虽然月球并非行星,但其运动仍遵循这一定律。

月球作为地球的天然卫星,绕着地球作椭圆运动,二者的空间相对位置示意

如图1所示。月球轨道的近地点距离地球约363 300km,远地点距离地球约为405 493km。

## 月球的轨道参数

要了解月球相对于地球的空间位置,首先要了解月球的轨道参数。根据开普勒第一定律,卫星在空间中围绕某个天体作椭圆运动,可用6个参数来描述卫星运动的情况,它们分别为半长轴 $a$ 、偏心率 $e$ 、

轨道倾角 $i$ 、升交点赤经 $\Omega$ 、近地点幅角 $\omega$ 、真近点角 $\nu$ ,这6个参数也被称为“轨道六根数”。

其中,半长轴 $a$ 为椭圆长轴直径的一半,地球是椭圆直径中的一个焦点,如图2所示。

轨道的偏心率 $e$ 为焦距 $c$ 和半长轴 $a$ 的比值,即 $e=c/a$ , $0 \leq e < 1$ 。圆轨道的2个焦点重合为圆心,偏心率为0。图3所示的橙色、黄色、蓝色3个椭圆为月球的

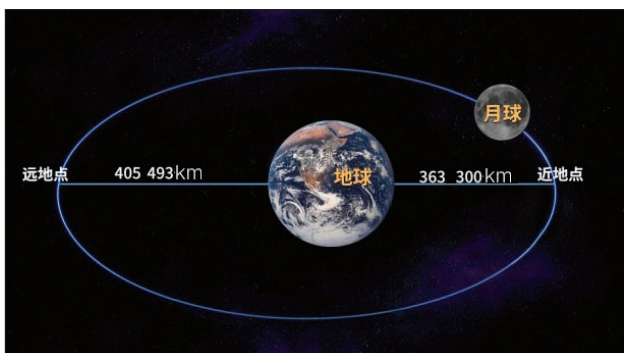
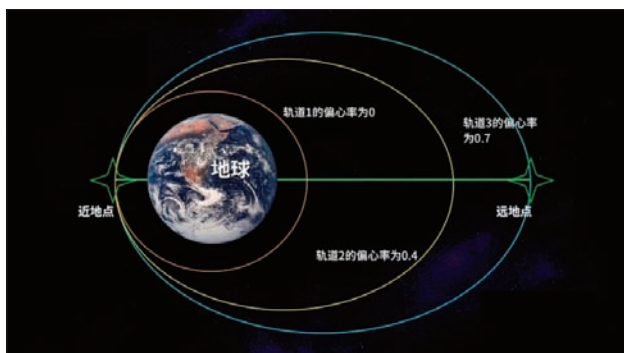
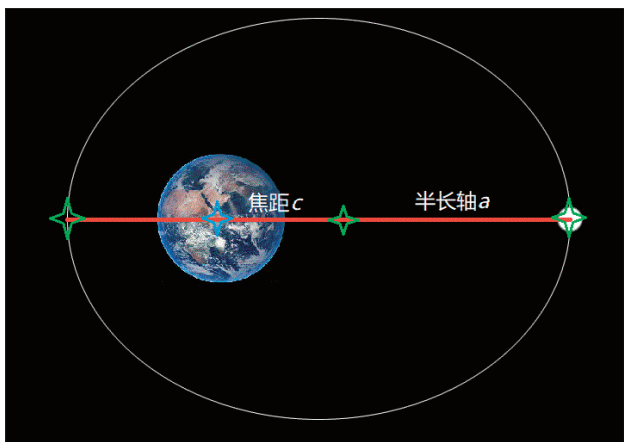
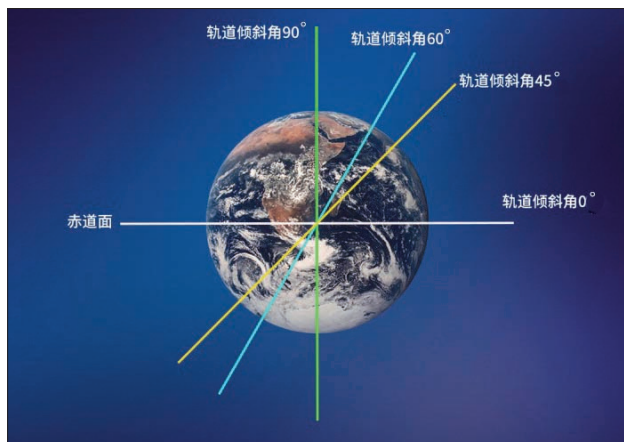


图1 月球的远地点和近地点示意图

图3 卫星轨道的偏心率 $e$ 图2 卫星轨道的半长轴 $a$ 图4 卫星轨道的倾角 $i$



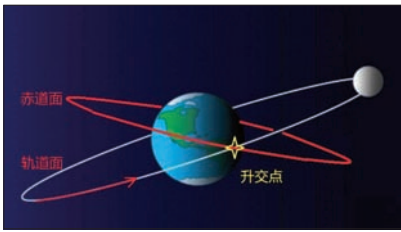


图 5 卫星轨道的升交点赤经  $\Omega$

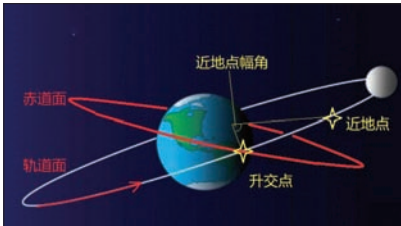


图 6 卫星轨道的近地点幅角  $\omega$

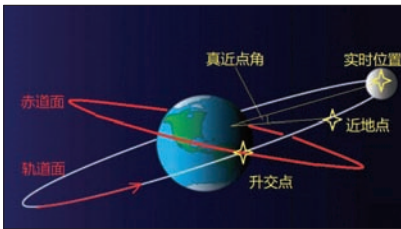


图 7 卫星轨道的真近点角  $\nu$

运行轨道，偏心率分别为 0、0.4、0.7。

轨道倾角  $i$  为轨道平面与赤道平面的夹角，如图 4 所示。

升交点赤经  $\Omega$  为轨道平面与赤道平面的相交点对应的经度，如图 5 所示。

轨道的近地点幅角  $\omega$  为升交点到近地点之间的角度，如图 6 所示。

卫星在近地点运动，某时刻其所在位置与近地点之间的角度为真近点角  $\nu$ ，如图 7 所示。

总的来说，半长轴  $a$  和偏心率  $e$  确定了轨道的运行形状，影响卫星在轨道不同位置的速率。轨道倾角  $i$ 、升交点赤经  $\Omega$  和近地点幅角  $\omega$  确定了轨道的位置，也决定了卫星的覆盖方式和过境时长。真近点角  $\nu$  可确定卫星的实时位置。

月球的公转轨道用轨道六根数描

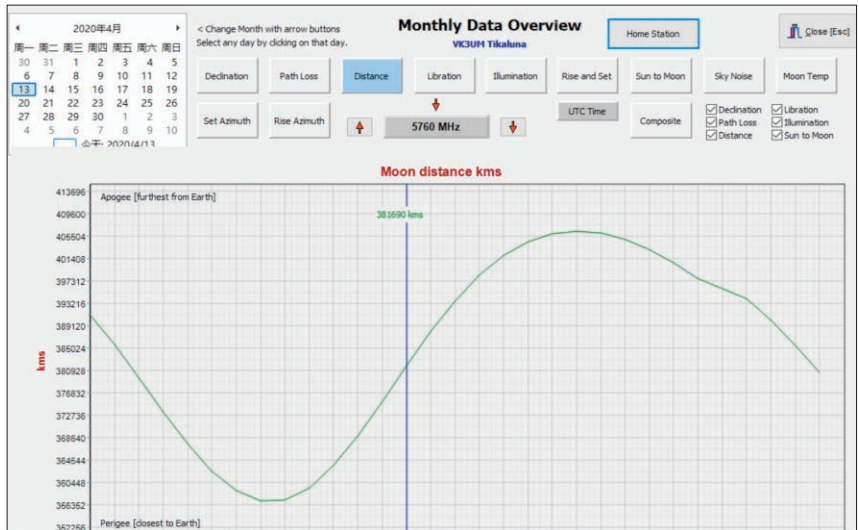


图 8 月球空间位置预测，界面为月面反射 Planner 软件

述如下：半长轴 384 403km，偏心率 0.0549，轨道倾角  $5.1^\circ$ ，升交点赤经  $125^\circ$ ，近地点幅角  $318^\circ$ ，距离我们最近时刻的真近点角为  $0^\circ$ 。

由于地球的自转和月球的公转不在同一个平面，所以月球每天在天空中出现的位置都不相同，单纯地用“轨道六根数”来描述月球的相对运动显得十分复杂，不利于月面反射通信的开展。为此，广大天文和业余无线电爱好者开发了相关软件，可将轨道参数和星历数据转换成图形，用来预测月球的空间位置，图 8 所示为使用月面反射 Planner 软件预测的地月之间距离随时间的变化曲线。

月面反射 Planner 软件不仅能准确地预测月球在某地的最佳通信时间，还能结合已有的月面反射站点和空间天气，预测月面反射通信的效果，给 HAM 提供一些参考，HAM 借助软件可以提高月面反射通信的成功率。

### 月球的运动属性

我们知道地球的自转周期大约为 1 天，公转周期大约为 1 年。月球的公转周期约

为 27 天，但其自转有点特殊，其周期和公转周期相等。也正是单位时间内自转和公转所转的角度相同，这就导致月球的一面一直“看着”地球，这种现象也称为潮汐锁定（见图 9）。

潮汐锁定现象使人类想要了解月球的另一面变得非常困难，但在我国的“鹊桥”卫星（嫦娥四号月球探测器的中继卫星）成功发射后，在月球背面着陆的“玉兔”号月球车将月球背面的相关情况传给“鹊桥”卫星，然后“鹊桥”卫星再转发回地球，从此我们就能看到完整的月球了。“鹊桥”卫星通信示意图如图 10 所示。

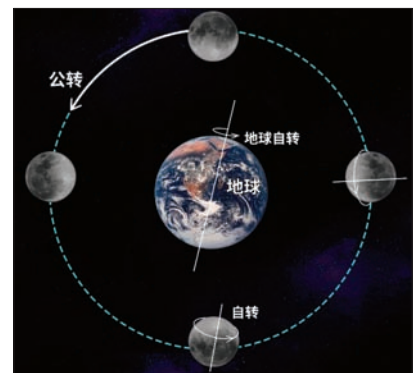


图 9 潮汐锁定示意图



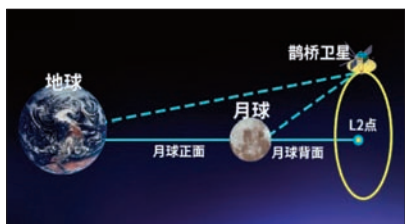


图 10 “鹊桥”卫星通信示意图

为了便于读者理解，我们将月球面向地球的一面称为正面，将另一面称为月球的背面。潮汐锁定现象意味着月球的背面背对着地球，值得庆幸的是，月球正面的反射条件优于背面，也正因为有潮汐锁定现象，月面反射通信中，月球的反射面基本处于稳定的状态。

月球公转轨道的偏心率为 0.0549，这说明月球的运行轨道接近圆形，因此月球在其运动轨道上的运动速率变化不大，这对月面反射通信来说是有利条件。月球的公转周期约为 27.32 天，通过计算可知月球运行的角速度为  $0.55^\circ/\text{h}$ ，角速度很慢，对于月面反射通信比较友好，我们很容易调整天线的指向，甚至在某个月面反射通信的窗口期内不用重新设置天线指向。

## 月球是月面反射通信的反射介质

自古以来，不少文人骚客给月球赋予了很多美好的寓意，比如团圆、美好、永恒等，但月球作为月面反射通信中无线电信号的反射介质，现实情况不太美好。月球没有与地球类似的大气层，也不会形成与地球相似的气象环境，因此月面反射通信的无线电信号在月球表面附近不会受近地空间传播时大气衰落的影响。受为没有大气层的保护，在月昼时，受太阳直射，月表的温度高达  $120^\circ\text{C}$ ；在月夜时，月表的温度会降到  $-230^\circ\text{C}$ 。

### 月球表面能够反射无线电波

作为人类登上的第一个地外天体，月球表面（月亮）在受到陨石撞击后，月幔流出，玄武岩岩浆覆盖了低地，形成了较低洼的广阔平原——这种地貌通常被称为“月海”。虽然叫作“月海”，但其中一滴水也没有，也不算平整，但可作为太阳光和无线电信号的反射介质。

图 11 所示是由激光高度计测得的月球正面（近地侧）和背面（远地侧）的地形高程。

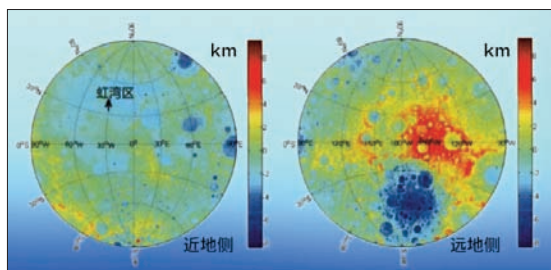


图 11 月球正面和背面的高程图

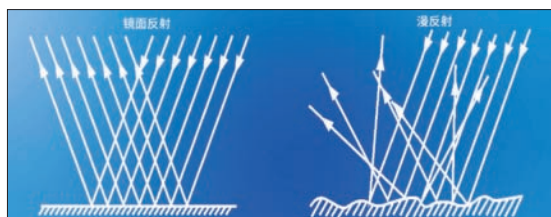


图 13 镜面反射和漫反射



图 12 月球表面的照片

从图中可以看出，月球正面的平整程度比背面要好很多。

也正是因为月球表面可以反射太阳光，所以月球是在天空中除太阳之外看起来最亮的天体。尽管我们在月圆时看到月球呈现非常明亮的白色，但其表面实际很暗，无法与标准的镜面反射相比。

据目前已知的情况，月亮中存在储量可观的铁、铝、钛等金属元素及其化合物。这些金属物质构成的深色月壤对电磁波具有一定的吸收作用，因此月面反射通信的损耗也受影响。

### 月球反射无线电信号的能力不强

因为月球可以反射太阳光，光也是一种电磁波，人们因此想到了可以用月表作为反射介质，进行月面反射通信。但月球表面并不光滑（见图 12），布满了撞击坑，月球的理想反射率只有 58%。

月球表面的撞击坑让反射后的无线电信号出现漫反射，使得能够返回地球的无线电信号能量更少，有效反射率仅有 7% 左右。

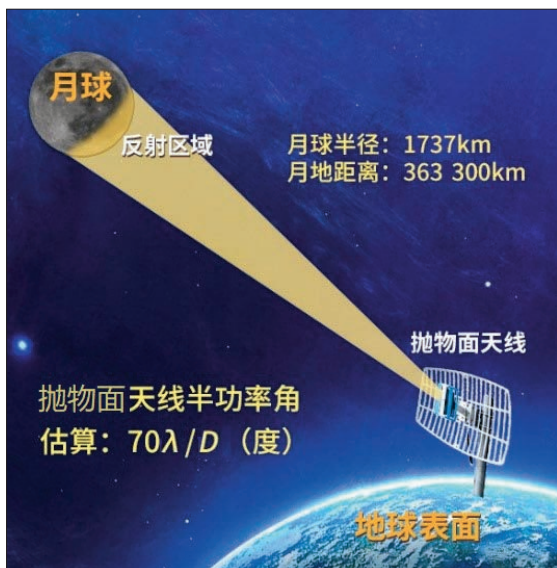


图 14 月球反射面积示意图

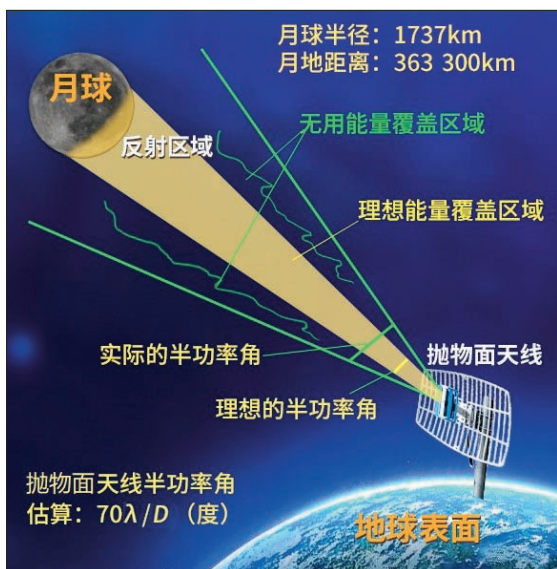


图 15 天线发射的无线电信号能量分布示意图

从地球发出的无线电信号在经过月球表面的吸收和漫反射后，最终能够回到地球的能量取决于通信链路往返路径中的总消耗量，即路径传输损耗。要想利用月球表面进行月面反射通信，还需要掌握无线电信号路径传输损耗的规律。

### 月面反射通信的能量无法集中

月球是人类肉眼能够看到最大的，也是

距离地球最近的天体。它与地球的平均距离大约 384 400km。但这个距离相对人类在地面的通信来说，已经足够遥远。因为有潮汐锁定现象，适用于月面反射通信的月球反射区域相对固定。那在月面反射通信实验中，月球反射区域的面积有多大呢？

为了计算无线电信号能够到达并覆盖月球表面的面积，假设信号频率是地月通信的最高频率 24.048GHz，经口径为 15m 的抛物面天线发出，如图 14 所示。根据工程经验公式：

$$\theta = 70\lambda / D$$

公式中  $\theta$  为发射天线的半功率角，单位为度； $\lambda$  为发射频率对应的波长，单位为米； $D$  为抛物面天线的口径，单位为米。

得到天线的半功率角之后，可以计算信号覆盖月面的截面直径  $d_L$ ，公式为：

$$d_L = 2 \times d \times \tan \frac{\theta}{2}$$

式中  $d_L$  为能够反射月面反射信号的月球截面区域直径，单位为千米； $d$  为地球和月球之间的距离，取近地点距离 363 300km； $\theta$  为发射天线的半功率角，单位为度。

通过计算得到的截面直径为 21 156km，远大于月球的直径 3476km。所以我们不用担心无线电信号反射所占月球面积（约 49% 的月表面积）不够大。

实际上，天线发出的全部能量并不能集中照射到月球表面。图 15 中仅黄色部分的无线电能量到达月球表面，而绿色曲线表示的部分无线电能量并不会到达月球表面，但月球表面的反射面积足够大，所反射的能量能够支持地球上不同的电台利用其作为反射体实现通信。在工程中可以通过提升天线的方向性，提升无线电能量在月球表面的集中程度，为月面反射通信提供增益。

一个月面反射发射站发出的无线电信号经过月面反射后，能够被多个站点接收，如图 16 所示。

关于如何选取月面反射通信的发射和接收站点的位置，将在之后的文章中介绍。了解了月球的基本参数、运动状态和反射效能，月面反射通信的第一步就实现了，下期将介绍月面反射的通信系统、通信制式及工程实现等相关内容。❌

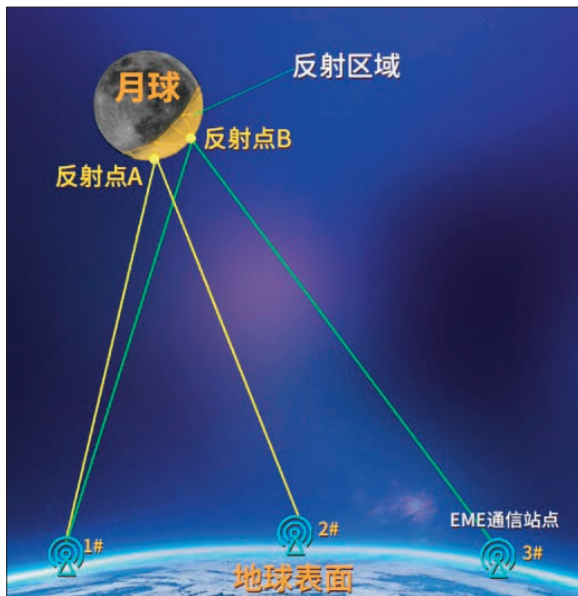


图 16 无线电信号在月球表面反射示意图



# 八重洲车载电台诚意之作

## YAESU FTM-300D 测评

杨法 (BD4AAF)

日本八重洲公司 (YAESU) 是全球知名的业余无线电台器材生产企业, 其产品深受国内外业余无线电爱好者的青睐。八重洲公司推出的入门级车载电台FTM-100D和旗舰级车载电台FTM-400XDR均增加了C4FM数字通信模式, 并且集成了GPS和APRS等模块, 使电台的可玩性更高。本期, 笔者将对八重洲公司最新发布的FTM-300D车载电台进行介绍。



### 产品定位

FTM-300D 的外观让人眼前一亮, 这部电台采用了全新的外观设计, 机头控制面板上的彩色显示屏和4个旋钮格外显眼, 看起来十分高档 (见图1)。FTM-300D 的硬件配置也十分丰富, 其内置 GPS、蓝牙、APRS 模块, 支持 C4FM 数字通信模式, 支持使用 Micro SD 卡扩展存储空间。另外, FTM-300D 的手持话筒也进行了升级, 增加了静音键。在笔者看来, 这些都是很实用的配置, 可以满足无线电爱好者

者日常的使用需求, 不用额外选购其他扩展配件。

从 FTM-300D 性能和配置来看, 笔者认为它是八重洲的一款定位于中档的车载电台。在射频方面, FTM-300D 为 VHF/UHF 双频段、双接收车载电台, 比 FT-7800/7900 和 FTM-100D 等双频段、单接收的车载电台要高一个级别; 虽然 FTM-300D 采用了彩色显示屏, 但其彩色显示屏的尺寸小于旗舰级车载电台 FTM-400XDR (见图2), 且不支持触控操作。另外, FTM-300D 的定价也低于 FTM-

400XDR。

在 FTM-300D 发布之前, FT-8800R 是八重洲公司的中档车载电台产品。相比 FT-8800R, FTM-300D 在性能和功能方面有了很大的提升。FTM-300D 在 VHF/UHF 双波段的输出功率都可以达到 50W, 而 FT-8800R 在 UHF 波段的发射功率仅有 35W。在接收性能方面, FTM-300D 和 FT-8800R 均支持双通道同时接收, 并无明显差别。在其他功能方面, FTM-300D 采用了彩色显示屏, 支持 C4FM 数字通信模式, 集成了



图1 搭载彩色显示屏的 FTM-300D



图2 左侧为 FTM-400XDR, 右侧为 FTM-300D



GPS、蓝牙、APRS 等模块，这些功能和配置都是 FT-8800R 所不具备的。

## 外观与设计

传统的车载电台的机头控制面板通常采用长条状的单色显示屏，机身厚度与机头控制面板的高度基本保持一致。FTM-300D 的机头控制面板的高度为机身厚度的 1.5 倍，加高的机头控制面板为彩色显示屏提供了空间（见图 3）。FTM-300D 采用了一块 2 英寸的 TFT 彩色液晶屏，显示效果很好，提升了整机的颜值。FTM-300D 的机身和机头控制面板采用了可分离式设计，机头控制面板与机身通过卡口连接，拆装方便。FTM-300D 的机头控制面板背后有安装螺丝孔，如果将其安装在车上，除了粘贴固定外，还可以使用吸盘固定。

FTM-300D 的彩色显示屏设置在机头控制面板的中央位置，显示屏左右两侧各有一排操作按键，在面板的最外侧设有 4 个调节旋钮。FTM-300D 的操作界面分为上下两层，可分别显示 2 个工作频段，每个频段有对应的音量调节旋钮和频率（频道）调节旋钮。

FTM-300D 的机身采用了加厚设计，优势在于一是可选用大口径的扬声器，二是散热性能更好。车载电台通常使用超薄

型内磁式扬声器，FTM-300D 选用了直径为 65mm 的外磁式纸盆扬声器（见图 4），配合大功率的音频输出电路（最高输出功率为 3W），其音质和响度均值得称道。FTM-300D 采用铸铝中框架构，机身内部采用了加强型散热结构设计（见图 5），配合温控散热风扇，散热效率较高。

机身内侧配有各类接线端口（见图 6），其中用于连接机身与机头控制面板的控制电缆采用的是 R-J45 接头（8 芯电缆），之前八重洲公司的车载电台的控制电缆通常会使用 R-J12 接头（6 芯电缆），不过 R-J45 接头也比较常见，HAM 自制延长电缆还是很方便的。

FTM-300D 拥有 C4FM 数字通信模式和 APRS 功能，为了方便数据传输，该机增加了 DATA 接口。另外，HAM 也可以通过 DATA 接口对电台进行固件升级。FTM-300D 机头控制面板的侧面分别设有 Micro SD 卡插槽（见图 7）和外接 GPS 模块接口。

FTM-300D 标配的是 SSM-85D 话筒（见图 8），这是一款配有白色背光数字键盘的手持话筒，外带 4 个可编程功能键和频率调整键。该话筒的体积要比同厂的 MH-48 话筒稍大一些，话筒内部有配重，很有质感。笔者比较喜欢使用这种大话筒，握感很好。另外该话筒有一个



图 4 机身内部采用了 65mm 的外磁式纸盆扬声器



图 5 机身内部采用了加强型散热结构设计



图 6 机身内侧的各类接线端口



图 7 机头控制面板上的 Micro SD 卡插槽



图 8 电台标配的 SSM-85D 话筒



图 3 FTM-300D 的外观



图9 FTM-300D的主板

MUTE(静音)键,这是一个很实用的功能,比如HAM在使用电台的过程中需要接听电话,这时可按下MUTE键,将电台临时静音。另外,SSM-85D话筒的连接线采用的是常见的RJ-12接头,便于HAM自制话筒延长线。

## 硬件配置与性能

FTM-300D拥有VHF/UHF双波段、双通道发射和接收功能,在VHF和UHF波段都可设置最高50W的输出功率,并有25W和5W功率输出档位。FTM-300D支持UHF+UHF、UHF+VHF、VHF+VHF三种双接收模式,支持108~999MHz通信频率的接收,可以作为接收机使用。FTM-300D的调制模式有FM、AM(仅接收)、C4FM数字模式,其中C4FM数字模式支持图像传输和DG-ID(Digital Group ID,数字组编号)传输。FTM-300D提供高速频谱显示功能,在VFO模式下可监视最多63个步进频率,且扫描速度很快。

FTM-300D的做工和用料都很好,主板设计规整,十分“养眼”(见图9)。

主滤波电容耐热性能好,最高上限工作温度为105℃。继电器等元器件选用的是日本欧姆龙和松下公司的产品,品质可靠。该机采用了直径4cm的磁悬浮静音风扇,散热效率较高。音频功放使用的是美国国家半导体公司的L4950TS,音频输出功率最高为3W。FTM-300D支持双通道音频输出,有分离A/B通道输出的设置,可外接2组扬声器。

FTM-300D的GPS芯片拥有66个搜索信道,接收灵敏度高,实测性能很棒,将电台放置在室内窗口位置定位迅速,在

室外、车内的定位速度也很快(前提是车窗膜不能阻挡电波)。该机的APRS应用和C4FM应用均可调用GPS芯片中的位置数据。FTM-300D支持外接GPS模块,以适用于不同的应用场景。

FTM-300D内置的APRS模块可通过内置调制解调器独立发射和接收(解码)APRS信息,无须使用笔记本电脑或其他设备,性能已不输于主打APRS功能的FTM-350车载电台。

FTM-300D内置蓝牙模块,可与原厂的SSMBT10蓝牙对讲耳机配对使用,支持VOX声控功能。一些为移动电话设计的蓝牙耳机也可与FTM-300D配对使用。支持蓝牙功能的业余电台日渐增多,不过一般需要HAM额外选购外接的蓝牙模块,内置蓝牙模块的业余电台并不多见。FTM-300D最大支持使用容量为32GB的Micro SD存储卡,不仅支持记录APRS和GPS数据,还支持存储语音录音。

## 使用感受

在功能方面,FTM-300D与八重洲公司旗舰级手持数字电台FT3DR十分相似。不过FTM-300D的最高输出功率为50W,而FT3DR的最高输出功率只有5W。FTM-300D主要是靠按键和旋钮进



图10 FTM-300D的设置菜单



行操作和设置, 按键的逻辑设置合理, 常用的功能可通过快捷键设置。音量、频率(频道)调节都是由独立的旋钮控制。静噪等级由专用的按键配合频率旋钮设置。A/B通信工作区切换、频率和频道模式、波段切换、GM模式都有专用按键, 可一键切换, 频谱显示也可一键调出。FTM-300D的设置菜单按功能划分, 长按F键可进入设置菜单, 短按F键可进入快速设置菜单(见图10)。以前很多HAM抱怨FT-8800的4个旋钮较小, 步进幅度也不大, 不方便操作。FTM-300D采用了大尺寸旋钮, 支持大幅度快速调节。

在FTM-300D的显示界面中, A/B通信工作区分为上下结构, 每个接收通道都有独立的信号表。FTM-300D不能单独关闭其中一个接收通道, 不过可以开启副频段接收静音功能, 在主频段有效接收时, 副频段不会产生干扰。显示界面顶部的状态条可以显示电压、GPS、扩展卡、录音状态等信息。其中电压显示很有用, HAM通过电压显示可以了解电台的实际输入电压以及在电台的发射状态时电压的下降情况, 从而评估电台供电系统的性能。

FTM-300D标配的SSM-85D话筒手感很好, HAM可以通过话筒直接输入频率, 不用考虑当前的工作波段, 输入频率就像电话拨号一样, 十分方便。话筒有4个功能键, 其中P2、P3、P4键可在菜单中设置快捷功能, 如切换输出功率、HOME频道、扫描、倒频、静噪强制打开等, 非常实用。

在实际通联中, FTM-300D操作方便, 输出功率大, 音质还原出色。另外, FTM-300D的频谱监测功能也是一大特

色, 利用双接收通道的配置, 在主频段接收工作不受影响的前提下, 显示屏可显示当前频段的中心频谱, 频谱监测在工作时呈“可听可看”状态, 而且扫描速度很快, 实用性很强。

## 产品实测

笔者这台FTM-300D的实际发射范围为分别为144.000~148.000MHz和430.000~440.000MHz, 发射频率均在我国业余电台规定的发射范围之内。八重洲公司的业余电台设备一向遵守我国有关无线电进口和销售的相关法规。FTM-300D设有3挡输出功率, 分别为50W、25W、5W, 实测各挡发射功率如附表所示。

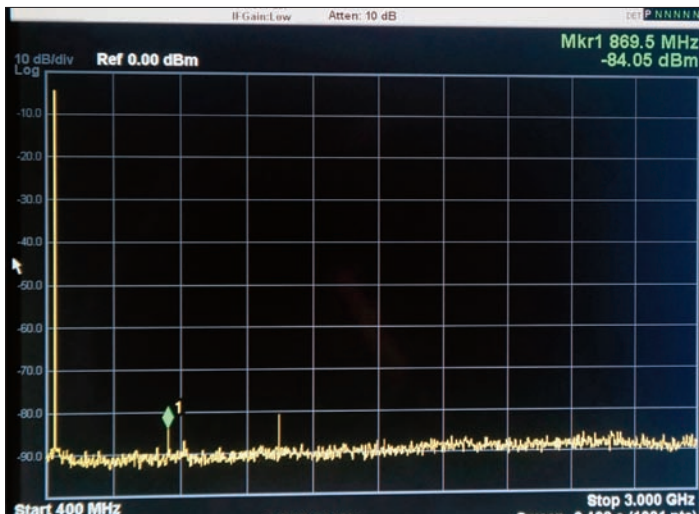
当FTM-300D的工作电压为13.8V时, 在435MHz以高功率(50W)发射, 工作电流接近9A。若在待机且保持接收状态时, 工作电流接近0.3A。经过测试, 笔者的这台FTM-300D的发射频率误差很小, 数字电台对发射频率的精度有很高的要求, 较大的频率误差会增加数字模式的误码率。在430MHz频段实测, FTM-300D的发射频率误差为-12Hz, 相当于 $0.028 \times 10^{-6}$ , 远高于国家对430MHz业余电台设备频率容限 $5 \times 10^{-6}$ 的指标。

FTM-300D的接收灵敏度很高, 在VHF/UHF波段的接收灵敏度均优于 $0.16 \mu\text{V}$ 。八重洲公司在信号表显示方面一向做得很好, FTM-300D的信号表也不例外, 其信号表提供了10个递进显示格, 信号的强度显示范围为-120dBm~-87dBm, 在实际使用中具有很好的参考价值。FTM-300D的接收灵敏度很高, 在室内使用时, 搭配一根放在窗口的70cm长的拉杆天线就能收到不少信号。

FTM-300D的杂散发射控制得非常好(见图11), 展现了八重洲公司新一代产品良好的射频设计实力, 其指标甚至优于商业电台(-70dB)的标准。笔者也测试了FTM-300D的扫描速度, 连续扫描了800个频点, 用了53s, 大约1s可扫描15个频点, 虽然扫描速度不是FTM-300D的强项, 但测试结果也还不错。

总体来说, FTM-300D作为中档车载电台, 在硬件配置方面, 采用了彩色显示屏, 内置GPS和蓝牙等数据模块, 领先于同档次产品。在功能方面, FT-300D拥有C4FM数字通信和APRS功能, 除了满足HAM日常通联需求外, 可玩性也很高。相信FTM-300D有望成为新一代数字车载电台中的代表之作。☺

图 11 FTM-300D 的发射杂散频谱



附表 发射功率实测

测试频点	H挡 (标称 50W)	L1挡 (标称 25W)	L2挡 (标称 5W)
435.100MHz	49.8W	25.1W	5.1W
144.900MHz	51.2W	25.4W	5.3W



## 无线电爱好者工作室装备指南(3)

## 示波器的选择

## 聆听

上一期我为大家介绍了无线电爱好者工作室常用的直流稳压电源，本期将介绍关于示波器选购的相关知识。示波器是电子实验室中常见的电子测量仪器。很多业余无线电爱好者虽然真正用到示波器的机会不多，但他们都希望自己的工作室中有一台高端、大气、上档次的示波器，除了能学习专业仪器使用知识，还能把它作为工作室的“镇宅之宝”，彰显工作室仪器的“硬实力”。

## 认识示波器

示波器是一种基于时域测量的仪器，它能以图形的方式显示一段时间内电压的变化情况，显示的图形就是波形图（见图1）。如果被测信号的电压在一定周期内周而复始地规律性变化，那么示波器就能显示稳定的波形图。通过波形图，我们可以得到信号的幅度、频率、幅度等重要参数。

本系列连载的第一篇文章为大家介绍的万用表，其强项是测量直流电压，其实示波器的强项是测量交流电压，两者正好相互取长补短，成为电子实验室必备的测量仪器。其实示波器也可以测量直流电（直流电源的波形是一条水平直线），但测量直流电不是示波器的主打功能。示波器与万用表的用途不同，虽然示波器的价格通常高于万用表，但并不存在谁更高档的概念。

限于示波器对于带宽的定义和主流数字存储示波器的ADC电路配置，示波器并不是高精度测量交流信号幅度的仪器。示波器的带宽一直沿用传统定义，在传统定义中，示波器在标称带宽处测得信号的电压幅度值是实际值的-3dB。简单地说，示波器测量的交流电压值会随着信号频率逼近示波器设计带宽而慢慢减小，而且这种减小是非线性的，也不会进行补偿修正。主流的数字存储示波器ADC模数转换广



图1 常见的数字示波器

泛采用8bit的转换精度，即在电压量程中分为256级分辨率，若测量高精度的电压，其分辨率并不高，甚至还不如一些万用表的分辨率高。示波器的强项在于观察信号波形，利用它的触发功能捕获异常事件，爱好者通过经验，降低频率测量上限，即可较为准确地测量交流信号的幅度。

在数字电路的时代，示波器被赋予了新的用途。我们利用示波器可以检测芯片数据信号，通过附加功能对常用数据信号和总线信号进行测量，如RS232、I<sup>2</sup>C、SPI、CAN等信号的解码值。有些示波器通过硬件扩展，集成了逻辑分析仪的功能。高端的示波器还可以通过专业软

件增加眼图测量、串扰测量等功能，应用于特定领域。

很多数字示波器提供有FFT功能，即频谱分析功能，从频域的角度来观测信号。虽然中低端示波器的FFT性能与专业频谱仪还有很大差距，但依然是一项比较实用的功能。有些多功能示波器提供了混合域测量功能，即从传统示波器的时域测量扩展到频域测量，频域测量为频谱分析仪的主打功能。多功能示波器提供了RF输入端口供频谱分析使用，其实它是一种集成了示波器和频谱分析仪的多功能仪器。虽然这类多功能示波器的频谱分析仪的性能可以与入门级专业频谱分析仪媲美，性能



图2 示波器（左）与频谱分析仪（右）

比一般示波器提供的FFT功能强得多，但即便是二手仪器，价格也非常高。

### 实用的示波器

电子爱好者的工作室是否有必要配置示波器呢？笔者认为爱好者需主要考虑用途和预算。如果预算较为充足，从实验室仪器成套配置的角度来说，示波器是每个电子实验室的必选项，现在很多国产入门级示波器价格不高，甚至低于一些高档万用表的价格。

从实用的角度来说，示波器可用来测量交流信号和音频信号，甚至可以测量设计带宽以内的射频信号，可用于测量电源、音频放大器、振荡电路、数字电路、总线数据等信号，应用面很广。例如使用示波器检测遥控器内部晶体振荡电路的输出波形，以及在一些维修中检测芯片的输出波形，判断电路或芯片是否正常工作。

对于业余无线电爱好者，主打测量射频信号功能的频谱分析仪更为实用，如果资金有限，应优先考虑选购频谱分析仪。如果爱好者主要制作射频相关的设备，如天线、滤波器、信号放大器、衰减器、双工器等，那么矢量网络分析仪更为适用。示波器是时域测量仪器，频谱分析仪为频域测量仪器，它们从不同角度观测信号，各自的应用方向不同（见图2）。

### 数字示波器与模拟示波器

示波器分为模拟示波器和数字示波器，两者的基本功能相同，但实现电路和架构不同。数字示波器在迭代过程中逐渐趋于软件化、智能化，功能越来越多，性能也越来越强。模拟示波器（见图3）早已停产，现在只能在二手仪器渠道见到。早期的数字示波器在一些性能上弱于模拟示波器，尤其是在高带宽应用方面，随着采样芯片、处理器、液晶显示器的性能大幅度提升，数字示波器的性能有了很大的飞跃。

从事电子行业的多年的老手可能对模拟示波器较有感情，对于年轻一代用户来说，数字示波器无论从性能还是操作易用性的角度来说都是首选。若购买工作室的常用仪器，笔者推荐选购数字示波器。二手模拟示波器尤其是老款产品只适合作为收藏品。

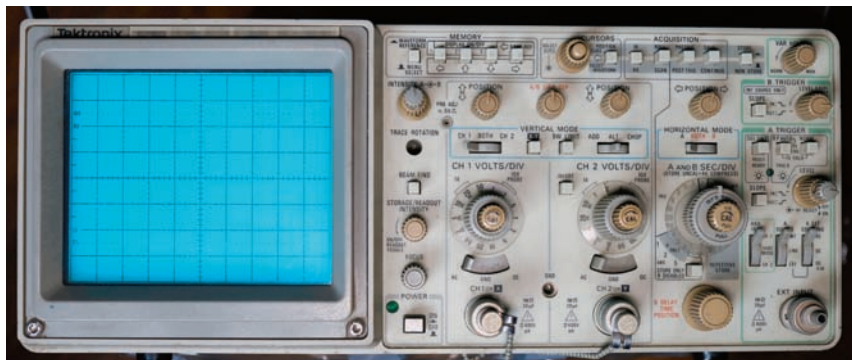


图3 模拟示波器

### 数字示波器的优势

数字示波器通常具有自动设置功能，能为输入信号自动设定适当的时基、幅度参数，不会出现看不到波形的情况（见图4）。现代数字示波器有强大的自动测量和读数功能，对于信号的频率、幅度、占空比等常规参数可以进行全自动测量，然后通过液晶显示屏显示，各种测量数据一目了然（见图5）。

数字示波器的采样率越来越高，能数倍于被测信号频率，保证信号不因采样率过低而发生混叠。早期数字示波器因为采用率较低，高带宽信号容易失真或产生非实时性等问题。现代数字示波器很多都具备深存储功能，在高采样率下，也能录制较长时间的信号波形。

数字示波器的液晶显示屏面积大、延时低，数字荧光显示效果完全超越传统的



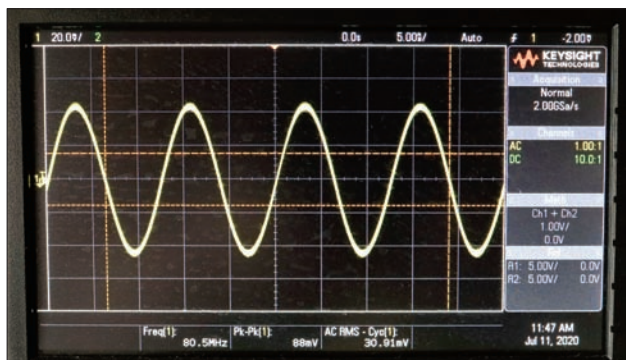


图 4 现代数字示波器的显示界面

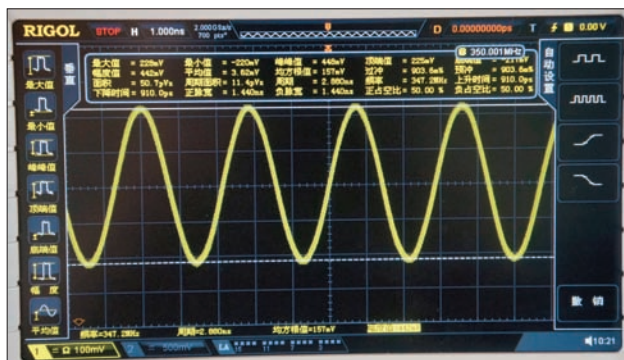


图 5 现代数字示波器丰富的自动测量功能

CRT 显像管显示效果。主流的宽屏显示器能显示更多的信号周期。中高档的示波器配备了触摸屏，操作更为直观。尽管大面积、高分辨率的显示屏与示波器测量分辨率没有直观关系，但较大的波形和丰富的参数显示还是很容易受到用户的青睐。由于数字示波器显示的图像是由软件重建的，很多示波器提供 VGA 或 HDMI 外接显示器接口，便于展示，方便教学应用。

数字示波器外形小巧，主流的中低档示波器的厚度通常不到传统模拟示波器的 1/3 甚至 1/5，占用空间小，便于移动，特别适合工作台面积不大的个人工作室，有些数字示波器可使用电池供电。

### 非传统示波器

市场上常见的非传统示波器有 USB 示波器、平板示波器、手持示波器。USB 示波器（见图 6）利用计算机和显示器作为显示和控制界面，这种产品价格较低，有一定市场。但 USB 示波器不如传统样式实体按键示波器操控感好，随着数字示波器不断降价，USB 示波器渐渐退出了主流市场。

平板示波器（见图 7）是近年来出现的新型示波器，优点是显示屏大、厚度薄，支持电池供电，携带方便。平板示波器属于新型产品，主要面向的是爱好者，性能与入门级示波器相当，但很多平板示波器



没有实体按键和旋钮，爱好者在操作习惯上需要适应。

手持示波器（见图 8）是一种便携式示波器，支持电池供电，方便装入电脑包中。市场上低端的手持示波器性能较差。高端的手持示波器以 R&S RTH 系列和 FLUKE 199 系列为代表，虽然性能不错，但价格昂贵，性价比偏低，如果不是经常外出使用，则不建议购买。同等价位可以买到性能和配置更高的小型台式示波器。有些小型台式示波器也支持电池供电，方便外出使用。



图 7 平板示波器



图 8 手持示波器



## 示波器的重要指标

**带宽：**示波器的带宽代表了示波器对信号最高频率的测量能力。无论是早期的模拟示波器还是现代数字示波器，都延续着-3dB带宽的定义标准。实际应用中，当被测信号频率接近示波器标称带宽时，波形失真不大，用来判断波形类型问题不成问题，但测量信号的幅度将逐渐偏小。所以有经验的工程师往往只用示波器标称带宽1/5测量信号，以求获得比较准确的测量结果。随着科技的发展，示波器前端信号放大部分的性能已有很大的提升，低失真带宽大大提高。

目前很多示波器的带宽是通过软件进行限制的，用户可通过购买升级授权提升工作带宽。有时厂家和经销商会通过免费固件升级，去除带宽软件限制，作为促销的手段。早期示波器大多以20MHz带宽作为划分产品档次的分界线，数字示波器则以100MHz带宽作为产品档次的分水岭。随着科技的发展，200MHz带宽的示波器已成为入门级示波器的重要指标。如果电子爱好者没有特殊应用专业需求，100~200MHz带宽的通用示波器性价比较高。如果是仪器发烧友，可选购500MHz以上带宽的国际大品牌示波器。

**采样率：**采样率是数字示波器特有的参数，是ADC模数转换单元性能的重要指标。简单地说，采样率可体现数字示波器ADC芯片的性能。按照采样定理，采样频率应至少是模拟信号频率的2倍，以保证采样不失真。对于复杂信号，5倍的采样率才能更好地确保信号不失真。主流的100MHz带宽的数字示波器，每个测量通道的最高采样率通常为500MSa/s，主流新品的采样率为1GSa/s。

需要注意的是，大部分入门级示波器

标称的采样率是所有测量通道共享的总采样率资源。比如一台标称1GSa/s采样率的双通道示波器，当使用一个通道测量时，最高采样率为1GSa/s，当开启2个通道测量时，每个通道的最高采样率为500MSa/s。

高性能的数字示波器采样率会比较高。高端的示波器很多是每个测量通道采样率是独立的，不会因为开启多通道而影响采样率。

**测量通道：**常见的示波器尤其是入门级示波器大多提供2个测量通道，一些高档的产品可提供4个或更多的测量通道。爱好者在大部分测量场景中一般只用一个测量通道。示波器的每个测量通道都能独立测量信号波形，通道与通道之间也可进行运算处理。在数字电路中，若要监视多个数据位和信号端同步输出的情况，就需要使用多通道的示波器。

**波形捕获率：**这是数字示波器工作性能的重要指标。示波器的波形捕获率主要与其处理器的处理能力有关。早期的入门级示波器的波形捕获率只有几百次。中高档示波器的波形捕获率可达数万次甚至数十万次，通常成为示波器性能的重要卖点。

波形捕获率与示波器捕获异常事件的成功率密切相关。

**存储深度：**存储深度是指示波器的数字存储容量。高档数字示波器一般提供较大的存储深度，有利于示波器在测量高频信号时维持较高的采样率，能记录更多更长时间的波形。随着入门级产品的激烈竞争和半导体存储芯片逐渐廉价化，入门级示波器也开始将存储深度作为产品卖点。对于入门级示波器，存储深度并不是越大越好，限于数字示波器的处理器能力，如果超出示波器运算处理能力，过大存储深度会使示波器的测量速度明显下降，严重时还容易死机。有的厂家采用比较实际的做法，允许用户自行设定存储深度。深度存储在一些应用中具有其优势，但并非所有应用都需要深度存储。

**数字余辉：**传统基于CRT示波管的模拟示波器具有辉度显示特性，能展示信号的高次谐波状况。液晶屏只能显示基于横、纵坐标轴的二维图形。一些中高档示波器在重建波形图时模仿了示波管的辉度显示，各个厂家对此有不同的命名，如“数字荧光”“数字辉度”等。有数字余辉显示功能的数字示波器的档次要高于入门级产品。

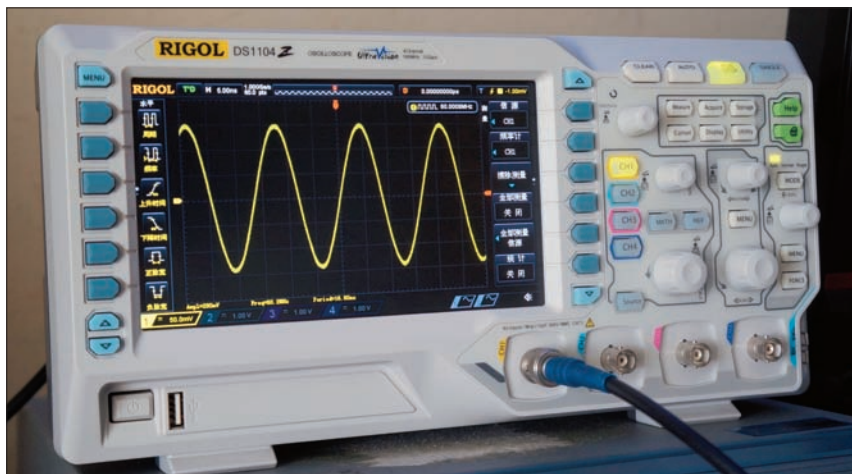


图9 便宜又实用的国产示波器

**触发方式：**示波器的触发方式是高级应用之一，数字示波器除了一些常规触发方式外还有一些高级触发方式，以应对一些专业用途。善于运用触发方式可提升示波器捕获偶发事件的能力。建议发烧友在选购数字示波器时应对比不同产品的高级触发方式。

**显示屏：**显示屏关系到示波器的显示效果和颜值，与示波器自身测量精度没有直接关系。大部分数字示波器采用彩色液晶屏并且屏幕的面积较大，也有中高档产品采用触摸屏。早期数字示波器采用单色液晶屏幕，显示效果不佳，后来升级为彩色液晶屏，显示效果的提升有目共睹。液晶显示屏由早期比例为 4:3 的方形屏演变为目前主流的比例为 16:9 的宽屏，宽屏不但视觉效果好，还可以显示更多的内容，比如可以显示更多的信号周期。

**自动测量与高级解码功能：**数字示波器具有基本的自动测量和读数功能，根据产品档次，自动测量的项目有多有少。高级功能还能对一些总线和串口信号进行解码，对一些专项应用非常有用。不过很多示波器的高级解码功能是选配件，需要爱好者另行选购。

## 示波器选购策略

对于预算不多的电子爱好者，如果想要选购入门级示波器，笔者建议购买国内知名企业的新产品（见图 9）。如果爱好者需要分析数字电路，建议选购具有逻辑分析功能的示波器。由于入门级数字示波器的制造技术门槛低，近年来很多民营企业进军仪器市场，所以入门级示波器的价格下降很快。国内厂商竞争激烈，新品的配置也不断提升，目前的产品性价比较高。如果你有 1500 元左右的预算，完全可以选购市场上 100MHz 带宽的国产示波器。国产入门级示波器的性价比很高，国外知

名企业的产品不但价格高，性能优势也不明显，而且硬件配置和功能也不及国货。因此，笔者认为若要选购 200MHz 以下带宽的入门级示波器，不用考虑外国的产品。

如果电子爱好者和小微企业、工作室想购买性能好一点的高性价比示波器，市场上普源精电的 DS1000Z-E、DS1000Z 系列，鼎阳的 SDS1000X-C 系列、SDS1000X-E 系列，优利德的 UTD2000CEX 系列、UPO2000CS 系列，固纬的 GDS1000R/B/E 系列都是适合的。

除非有特殊的情怀，笔者不推荐爱好者购买老旧的模拟示波器。模拟示波器的自动化程度没有现代数字示波器高，在操作时更需要经验和专业知识。模拟示波器通常机龄较长，元器件早就超出了设计使用年限，有发生故障的隐患且不易自行维修。对于市场上一些早期的数字示波器包括国外大牌产品，笔者一样不推荐。早期的数字示波器限于技术和成本，硬件配置较低，国际大品牌的低端产品亦是如此。另外一些早期的国产示波器工作年限较长，故障率偏高且维修不易。笔者认为只要是采用 CRT 显像管显示的示波器，无论是模拟示波器还是早期的数字示波器，从实用的角度来说都不值得购买。

笔者推荐购买的二手示波器是中高档产品以及国际知名企业的型号不太老的产品。从实用的角度考虑，中高档示波器性能卓越，尤其是知名企业的产品，其制作工艺优良，采用的元器件品质可靠，仪器寿命长。新款中高档示波器的价格较高，二手货更实惠一些。中高档示波器有很多价格不菲的选配件，对比二手报价时应充分考虑，尤其是一些自己需要的选配件。很多爱好者购买仪器属于一时兴起，那么建议选购外观科技感强、成色好的二手国际知名企业的产品，如泰克和是德科技（原

安捷伦）的入门级示波器。

## 二手示波器验机指南

（1）检查示波器外观没有损坏，显示屏是否完好，有无压斑或划伤。

（2）确认示波器的输入电压为 220V，对于双电压输入的示波器需正确设置在 220V 输入挡。对于支持电池供电的示波器，需检查示波器内电池仓的电极片是否有明显腐蚀。

（3）轻晃示波器，内部不应有异响。异响通常是由内部部件掉落引起的。

（4）检查探头接口是否牢固稳定且是否有明显的氧化，其新旧程度应与示波器外壳相当。如果示波器外壳很新而接口氧化明显，则很有可能是翻新机。

（5）通电开机。检查示波器开机后是否显示稳定，是否有异常气味。

（6）大部分数字示波器有自检功能。运行自检程序，看是否可以全部通过。

（7）核对示波器显示主机的序列号与主机外壳上标签序列号是否一致。

（8）核对示波器的选配件安装情况。

（9）进行信号测量测试。可以利用示波器自身的探头校正信号源方波进行测量，信号基本参数（幅度、频率）通常会标明在信号源接口附近。

（10）如果你有信号发生器，可进一步对高频信号进行测量验证，测量时可逐渐增大信号幅度或逐渐提升信号频率，观察示波器显示和测量数值的变化。需要注意的是，我们应正确设置示波器电压自动测量标准（如峰-峰值、平均值、RMS 值等），这将直接影响测量数值。一般高频信号发生器输出电压的数值采用 RMS 值。另外信号发生器的输出阻抗应与示波器输入阻抗一致，两者通过同轴屏蔽电缆连接。

（11）长时间开机运行，检验示波器的运行稳定程度。⊗

# 提升家用 Wi-Fi 性能的“秘籍”

国家无线电监测中心 彭振 王文俭 蒋立辉

移动互联网的发展迭代不断驱动着家用网络设备的激增和升级，除了手机、平板电脑、计算机等传统上网设备，随着物联网技术的发展，智能家居的梦想逐渐成为现实，越来越多的传统家用电器，如电视机、冰箱、空调等也接入了互联网，家庭网络成为智能家居的重要基础。如何构建一个简单、稳定、可靠、高速的家庭网络系统，成了大家关注的话题。本文将为大家介绍如何提升家用无线网络（Wi-Fi）的性能，享受“精智”生活。

## 优质的无线局域网生态让你的智能家居更聪明

在家庭网络环境中，有线网络具有传输质量高、稳定性好等特点，但布线时需要网线、网卡等设备，成本较高，尤其是在装修后布线更为麻烦，还有可能影响美观，另外网口的位置也不方便调整，使用场景受到局限。而 Wi-Fi 利用电磁波特性进行传输，具有安装方便、传输高效、终端可移动等特点，已成为现代家庭生活中不可或缺的部分（见图 1）。为此，我国无线电管理部门先后规划 2.4 ~ 2.4835GHz、5.725 ~ 5.85GHz（室内）和 5.15 ~ 5.35GHz 等免许可频段供无线局域网使用，充分保证了家庭无线网络高速率、大带宽的使用需求。

统计数据表明，中国家庭通过无线路由器接入互联网的设备平均数量达到 6 个，包括电视机、手机、平板电脑和其他设备等。随着 Wi-Fi 技术的普及，超过 80% 的用户使用 Wi-Fi 访问互联网及使用各类互联网应用。

## 教你一招，轻松检测家中的 Wi-Fi 信号

用户在享受无线网络带来的便利时，下载速度慢、网络掉线、播放高清视频时视频卡顿等问题也时有发生，严重影响用户的使用体验。

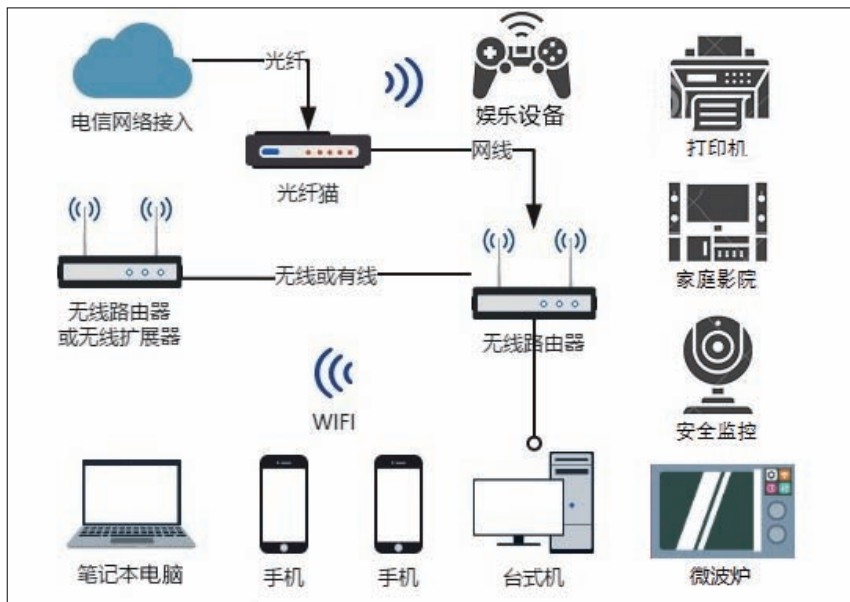


图 1 家用网络设备的连接示意图

针对当前家庭无线网络存在的问题，国家无线电监测中心下属单位北京东方波泰无线电频谱技术研究所研发了 Wi-Fi 检测 App（可扫描文末二维码进行下载），可以对室内 Wi-Fi 信号强度和干扰情况进行分析。同时，国家无线电监测中心检测中心通过真实场景测试，对无线路由器的场强覆盖性能开展了综合评测。测试的场景选择了一套面积为 90m<sup>2</sup> 的两室一厅住宅（见图 2），无线路由器放置于餐厅靠墙处，并按照用户手册配置路由器，进入正常工作模式。选取餐厅、客厅、主卧、次卧、卫生间、阳台等 11 个采样点进行测试，Wi-Fi 信号强度分布及实际各点速率

情况如附表所示。使用 Wi-Fi 检测 App 对房间内无线信号进行分析，结果如图 3 所示。

对采样数据进行分析可以看出，在屋内的无线网络环境下，Wi-Fi 信号很容易受到房屋结构和其他无线局域网信号的干扰，导致部分区域的 Wi-Fi 信号较弱，用户的上网体验不佳，其主要原因有以下两点。

### 1. 房屋墙体遮挡影响传输性能

屋内的门窗、墙体、家具等都会对 Wi-Fi 信号的传输产生不利影响，当无线路由器与无线上网设备处在不同的区域时，无线信号需要穿过混凝土、金属等传输损



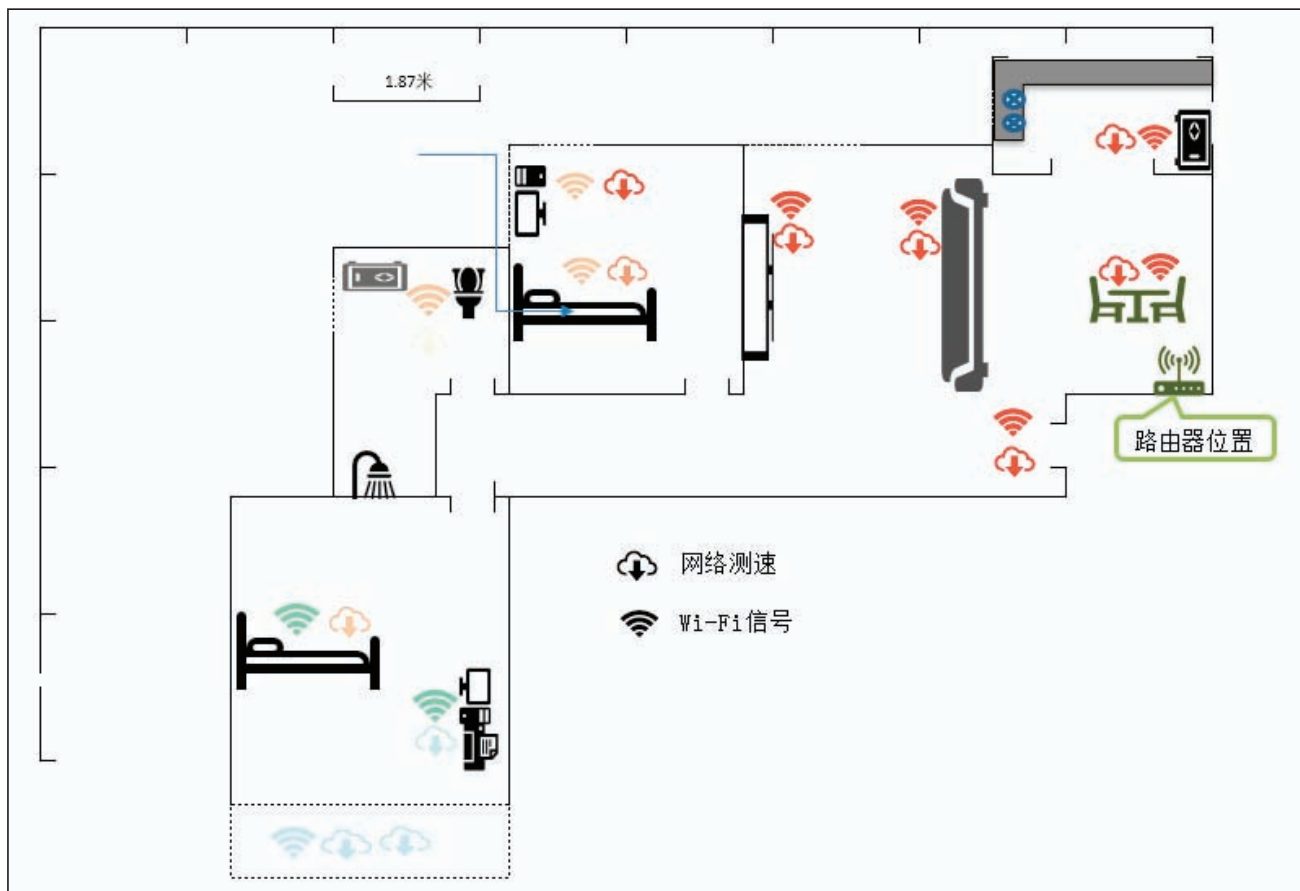


图 2 Wi-Fi 信号强度及速率测试结果

耗较大的介质，导致信号变弱，信号数据速率降低，影响上网体验。

## 2. 外界无线信号干扰影响传输性能

在家庭环境中，各类使用无线网络的手机、家电甚至邻居家的路由器都会引发频率资源的竞争，从而造成无线网络拥塞，导致网络速度变慢。通过 Wi-Fi 检测 App 的信道图和时间图我们可以看出，屋内的无线信号十分复杂，在同一区域内可以搜索到 10 余个邻居家的 Wi-Fi 信号，多个 Wi-Fi 信号叠加在一起，导致部分信道阻塞，干扰非常严重。

## 提升 Wi-Fi 路由器性能的技巧

我们可以尝试以下技巧提升 Wi-Fi 信号的传输性能。

### 1. 选择合理的位置摆放无线路由器

附表 Wi-Fi 信号测评表

信号强度	颜色	吞吐量	信号标志
8	深红色	>20Mbit/s	Wi-Fi 信号图标 3/3
7	橙红色	10~20Mbit/s	
6	橙黄色	5~10Mbit/s	
5	浅黄色	3~5Mbit/s	Wi-Fi 信号图标 2/3
4	淡黄色	2~3Mbit/s	
3	浅绿色	1~2Mbit/s	Wi-Fi 信号图标 1/3
2	淡绿色	0.5~1Mbit/s	
1	浅青色	0~0.5Mbit/s	
0	深青色	0	搜不到 Wi-Fi 网络

首先选择在室内居中的位置或者墙体较少的位置摆放无线路由器；其次选择在门窗多的居室摆放无线路由器，可以有效减小穿透难度；此外，合理估算无线路由器信号的反射效果和穿透程度，对改善 Wi-Fi 速率、增强室内信号覆盖也有所帮助。根据不同频段无线电的特性，无线路由器所发出的信号对不同材质的遮挡物的穿透度和衰减程度也是不同的，Wi-Fi 信

号的穿透性由易到难的排序大致为：空气 < 木板 / 玻璃 < 砖墙 / 水泥墙 < 瓷砖墙 / 钢筋混凝土墙 < 金属板。

### 2. 合理配置无线路由器的工作频率

工作在 2.4GHz 或 5GHz 频段的无线路由器具有不同的技术特征。2.4GHz 频段的无线信号在空气中传播时衰减较小，传输距离更远。5GHz 频段的无线信号所受干扰较少，传输速率更高，但传输距离较近。像手

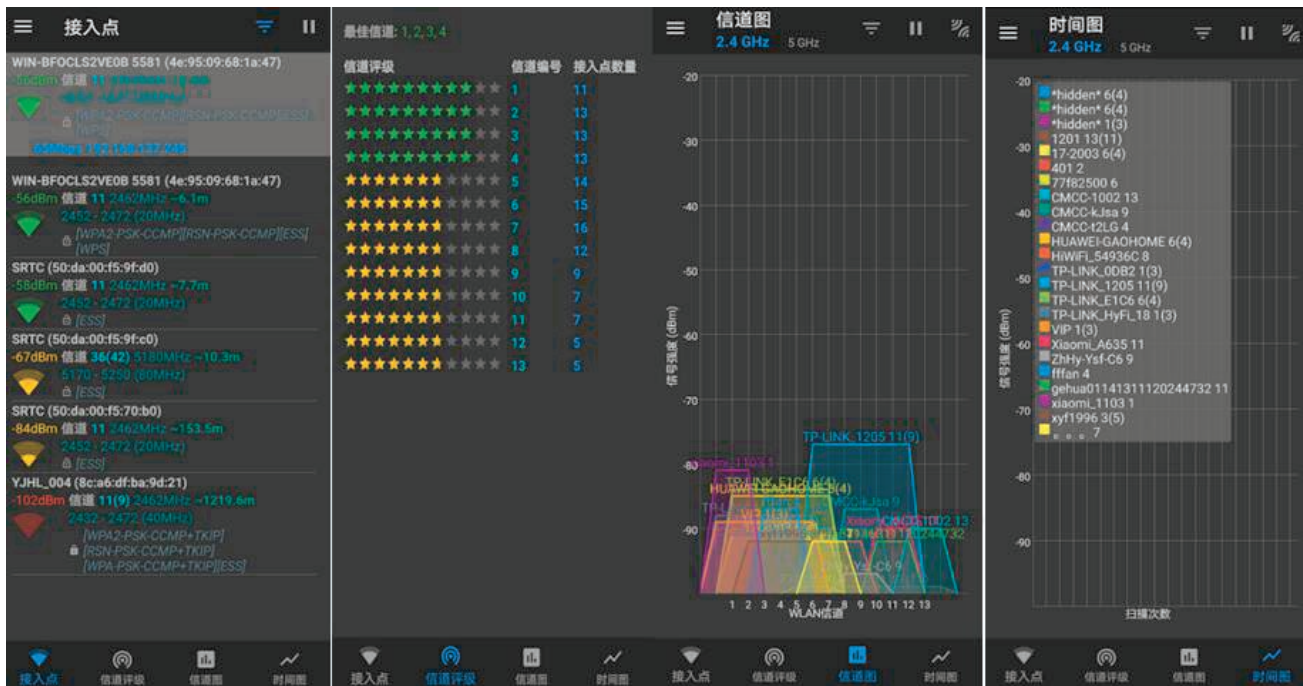


图3 Wi-Fi信号分析

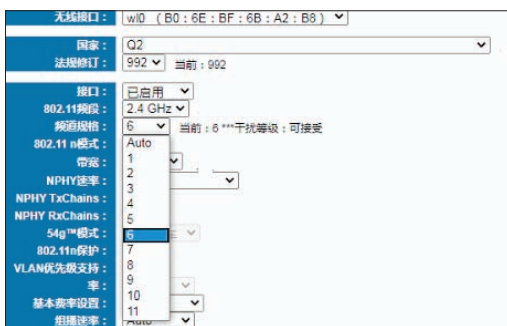


图4 路由器设置信道的界面

机和平板电脑等便于移动的设备，建议优先连接2.4GHz网络，发挥其覆盖范围广的优势，确保移动设备在每个房间都能正常上网；对于高清电视机、台式计算机等数据吞吐量较大的设备，建议与路由器同一房间使用，并选择5GHz网络，发挥其速度快、干扰小的优势，以获得更快、更稳定的使用体验。

### 3. 选择合适的Wi-Fi工作信道

在日常生活中，各种各样的无线设备随处可见。当不同的设备选择同一个信道通信或者在重叠的信道通信时，会对网络造成严重的干扰。用户可通过Wi-Fi检测App，查看房屋内Wi-Fi信号干扰情况，通过路由器自带的优化软件，合理地设置无线路由器的工作信道，可有效减少信号间的干扰，提升室内无线通信质量。例如工作在2.4GHz频段的无线路由器，共支持14个信道，国内可用1~13信道，其中1、6、11三个信道为互不干扰信道，为了降低干扰所带来的影响，用户可以在路由器界面配置信道，例如选择信道6作为优选信道（见图4）。

## 后记

根据无线路由器存在的问题，用户可

以根据房屋的空间结构和家具物品的摆放情况，为无线路由器选择合适的位置，减少物理阻隔对于家庭Wi-Fi覆盖范围及传输速率的影响；还可依据Wi-Fi检测App的分析结果，选择推荐的Wi-Fi工作频率和信道可减小干扰，获得更好的使用体验。

无线路由器虽然面临诸多难题和挑战，但这些也是行业的发展契机。拥有超高速率、低延迟、频率功率自适应调整、休眠等新功能、新技术的设备将不断涌现，相信设备的更新换代将逐步提升家庭中无线网络的使用体验。



## 小贴士

Wi-Fi检测App由北京东方波泰无线电频谱技术研究所设计研发。适用于检测Wi-Fi信号强度。App通过对不同的信号进行查看，可检测每个Wi-Fi信号的详细情况，用户可以直观地看到检测结果。另外，该App可利用信号强度识别拥挤的信道，为优化你的Wi-Fi网络提出建议。

# 群星闪耀时

## ——从计量单位看电磁学发展(中)

■ 刘景峰 王枫

### ■ 电阻 ( $R$ ) 的单位: 欧姆 ( $\Omega$ )

乔治·西蒙·欧姆 (George Simon Ohm, 1787—1854), 德国物理学家, 因发现欧姆定律而被世人所知 (见图 1)。欧姆定律的公式是  $R=U/I$  或  $U=IR$ , 表示在一段电路中, 电流强度与电阻的乘积等于电压。欧姆定律以清晰的概念、简明的形式, 阐释了电路中电流强度、电压和电阻的相互关系, 它不仅是直流电路中的基础公式, 也客观反映了交流电路及微观电路的定量关系。我们在初中时便、学过这个简单的公式, 可在当年, 人们连电压、电阻这些概念还不是很清楚的时候, 欧姆能够通过实验的方法得出这个定律, 真是相当厉害。

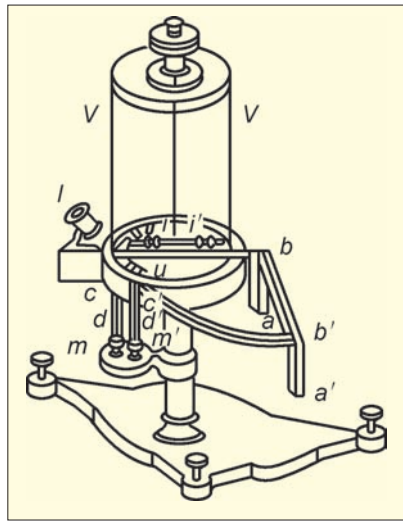
欧姆在 1813 年获得哲学博士学位后一直在中学当老师, 由于他喜欢研究电学和动手制作实验装置, 因此他一边教学一边钻研刚刚兴起的电学知识。当时已经有人开始研究金属的电导率了, 人们发现不同材质、不同长度、不同横截面积的导体在电路中会对电流产生不同的影响。在前人研究的基础上, 欧姆利用库仑、伏特、安培等科学家的实验结果, 制作了巧妙的测量装置 (见图 2), 并经过了大量的实验、推理、计算, 最终在 1826 年 4 月发表了论文《金属导电定律的测定》, 提出了欧姆定律。1881 年国际电学大会将电阻的单位定为欧姆 ( $\Omega$ )。

现在我们知道, 导体对电流的阻碍作用就为该导体的电阻, 它在物理学中表示



■ 图 1 乔治·西蒙·欧姆

导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大, 表示导体对电流的阻碍作用越大。电阻也是导体本身的一种特性, 与导体是否在电路中无关。电阻的大小与导体的材质、长度、横截面积和温度都有关系, 其公式为  $R=\rho L/S$ , 其中  $\rho$  为导体的电阻率, 电阻率与导体的材料和温度有关。随着科学的发展, 科学家发现某些物质在温度很低时 (如将铝冷却至  $-271.76^{\circ}\text{C}$  时, 将铅冷却至  $-265.95^{\circ}\text{C}$  时), 它们的电阻值竟然变为了 0, 这就是超导现象。导体没有了电阻, 电流流经超导体时就不发生热损耗, 因此电流可以毫无阻力地在导线中形成强大的电流, 从而产生超强的磁场。如果利用超导现象制成超导材料, 将给人类带来很多的好处。比如在电厂发电、运输电力、



■ 图 2 欧姆设计的测量装置的示意图

储存电力等方面采用超导材料, 可以大大降低由于电阻引起的电能损耗。再比如用超导材料制造电子元器件, 由于没有电阻, 就不必考虑元器件散热的问题, 因此电子元器件的尺寸可以大大缩小, 进一步实现电子设备的微型化。超导材料研究是当今材料科学领域的前沿, 必将在未来大放异彩。图 3 所示为西南交通大学搭建的超导磁悬浮列车实验线平台



■ 图 3 西南交通大学搭建的超导磁悬浮列车实验线平台



磁悬浮列车实验线平台。

## 电容 (C) 的单位: 法拉 (F)

电容,也叫电容量,是表现电容器容纳电荷本领的物理量,单位用法拉(F)表示。电容器是一种容纳电荷的元器件,电容器的电容值越大,表示它能装下的电荷越多;数值越小,表示它能装下的电荷越少。

电容器的结构比较简单,它由两个相互靠近的导体极板和中间一层不导电的绝缘介质构成。当给电容器的两个极板加上电压时,电容器就会储存电荷。电容器的电容在数值上等于一个导电极板上的电荷量(Q)与两个极板之间的电压(U)之比,用公式表达为 $C=Q/U$ 。如果一个电容器带1C电量时,两极板间电压是1V,这个电容器的电容就是1F。

在上期文章中介绍电量的知识时曾提到1C是相当大的电量,由此,1F也是相当大的电容。我们实际的电路设计中很少用到法拉(F)这个单位,用到更多的是微法( $\mu\text{F}$ )、皮法(pF)。它们之间的换算关系如下为:  $1\text{F}=1\times 10^6\mu\text{F}$ ;  $1\mu\text{F}=1\times 10^6\text{pF}$ 。

既然法拉的单位这么大,为什么我们将法拉定义成电容的单位呢?这要从电磁学的一位“大神级”人物法拉第说起(见图4)。

迈克尔·法拉第(Michael Faraday,

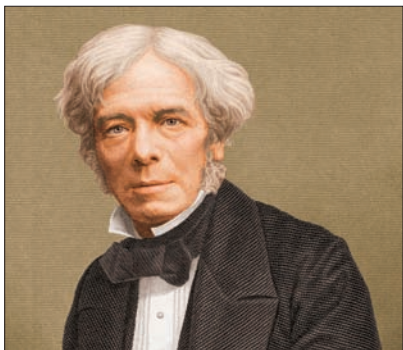


图4 迈克尔·法拉第

1791—1867)是英国杰出的物理学家、化学家。法拉第出生在一个乡村铁匠的家庭中,由于家境贫困,他只上了两年小学。辍学后,他开始当报童卖报,当学徒给老板干活。小法拉第特别喜欢读书,尤其是科学方面的书籍,他找到一本就读一本,并认真思考做笔记,同时他还喜欢听各种学术讲座。在他22岁时,当时英国鼎鼎有名的化学家戴维(Humphry Davy, 1778—1829)独具慧眼,招收了这个勤奋好学的小学徒做他的助手。从此,法拉第踏上了探索科学的道路。

1820年,丹麦物理学家奥斯特(Hans Christian Ørsted, 1777—1851)发现了电流的磁效应,这一发现引起了很多科学家的注意。法拉第在对奥斯特实验进行详细研究后一直在思考,既然电流能产生磁场,那么磁场也应该能够产生电流,但是如何才能证明他的假设呢?终于在1831年8月,法拉第制作了一个装置,向世人宣告磁场也可以产生感应电流(见图5)。

法拉第在软铁环两侧分别绕了两个线圈,其中一个线圈为闭合回路,在导线下端附近平行放置一个磁针。另外一个线圈与电池组相连,并接上开关,形成有电源的闭合回路。通过实验发现,合上开关,磁针发生偏转;切断开关,磁针发生反向偏转,这表明在没有电池的线圈中出现了感应电流。

在此之后,他根据电磁感应原理制作了世界上第一台发电机(见图6),这一发现使电能的大规模生产和远距离输送成

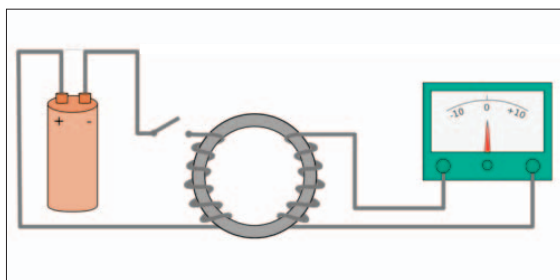


图5 法拉第发现电磁感应的示意图

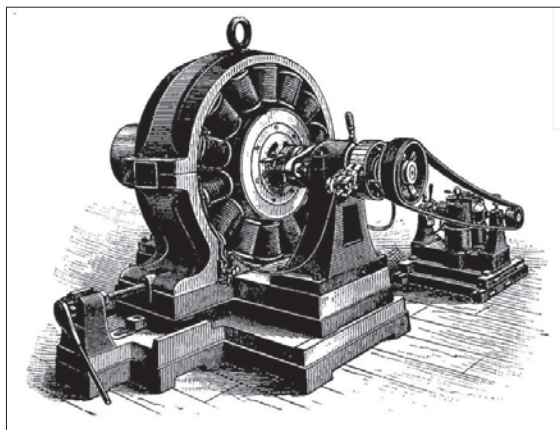


图6 法拉第圆盘发电机的示意图

为了可能。电磁感应现象是电磁学中最重大的发现之一,它揭示了电与磁之间的相互联系,并对麦克斯韦电磁场理论的建立也具有重大意义。

除此之外,1837年法拉第引入了电场和磁场的概念,指出电和磁的周围都有场的存在,这打破了牛顿力学“超距作用”的传统观念。为了纪念法拉第的突出科学贡献,1881年国际电学大会用“法拉”作为电容的单位。

## 电感(L)的单位: 亨利(H)

电感表示闭合回路的一种属性。当电流通过线圈后,在线圈中会形成磁场感应,这个感应磁场又会产生感应电流来抵制通过线圈中的电流。这种电流与线圈的相互作用关系被称为电感,用符号L表示,单位是亨利(H),简称亨。电感是自感和互感的总称。

电感器一般由骨架、绕组、屏蔽罩、

封装材料、磁芯或铁芯等组成（见图7），它能够将电能转化为磁能存储起来，在适当的时候可将能量转化成电能释放，它的核心原理就是电磁转换。

上文介绍了法拉第进行的电磁感应实验，他所缠在软铁上的线圈其实就是电感器。任何导线在有电流通过时都会产生磁场，把导体（导线）绕成螺旋状，磁场就会产生聚集，绕的圈数越多，磁场的强度越大，产生的能量也就越多，所以电感器的实质其实就是一个被绕成螺旋状的导线。

电感的大小取决于绕线圈数、磁芯的磁导率、磁芯的截面积和有效磁路长度，它不会因为电流或者频率的增高而增大。电感单位除了亨利（H）之外，还有毫亨（mH）、微亨（ $\mu\text{H}$ ），换算关系为： $1\text{H}=10^3\text{mH}$ ， $1\text{mH}=10^3\mu\text{H}$ 。

电感的单位亨利（H）是为了纪念美国著名的物理学家约瑟夫·亨利（Joseph Henry，1797—1878）而以他的名字命名的（见图8）。本系列连载文章之前介绍的都是欧洲科学家，讲到这里，终于有一位非欧洲科学家了。

亨利所生活的18世纪早期，世界科学的中心在欧洲。当时美国处在建国初期，主要依靠移植欧洲现有的技术，借助

欧洲科学家发现的科学原理开发新技术发展经济。在美国政治家、发明家富兰克林（Benjamin Franklin，1706—1790）进行了轰动欧洲科学界的电磁相关研究之后的70年间，电磁学研究在美国几乎无人问津。同时，美国的科学界也普遍存在着重视技术发明而忽视基础科学理论研究的倾向。亨利对电磁学非常感兴趣，他一直在潜心研究电磁学的相关课题。

18世纪初，在奥斯特发现了电流的磁效应后，一些科学家开始用通电螺线管使钢针磁化，比如安培通过这个实验研究出了安培定则，法拉第受这个实验启发发现了电磁感应，可见奥斯特实验对后续科学研究产生的巨大影响。1825年，英国科学家斯特金（William Sturgeon，1783—1850）在一块马蹄形的软铁上涂上了一层清漆，然后在上面间隔绕了18圈裸导线，通电后软铁就成了电磁铁，吸起了约4kg的重物。这一实验引起科学家的极大兴趣，亨利正是其中之一。他开始着手改进电磁铁。1831年他成功研制了一个能吸起约1000kg重物的电磁铁。

亨利对电磁铁（见图9）进行了改装，他在小电磁铁的附近加了一个带弹簧的小铁片，弹簧的另一端固定，当电磁铁通电时，

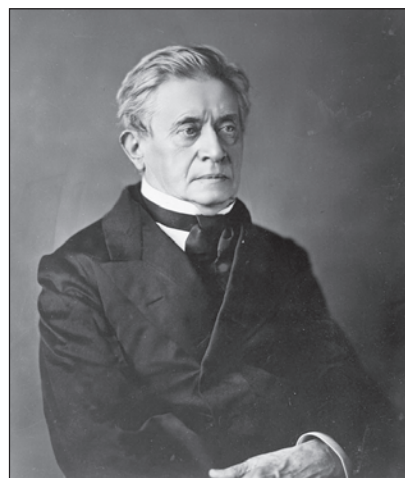


图8 约瑟夫·亨利

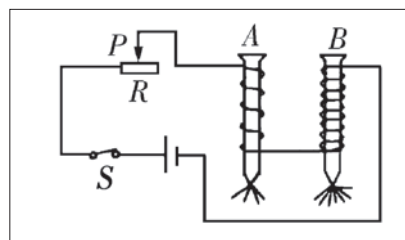


图9 电磁铁示意图

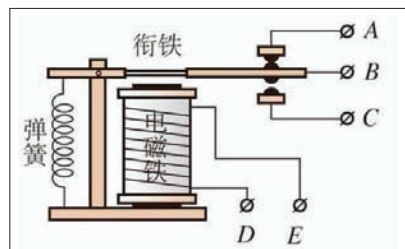


图10 继电器示意图



图7 各式各样的电感

小铁片被电磁铁吸引；切断电源，铁片又被弹簧拉回原处。在这个过程中，小铁片来回运动，通过撞击电磁铁发出“嘀嗒嘀嗒”的声音，这就是最原始的继电器（见图10）。继电器对电报的发明有着极为重要的影响，亨利对电报的发明人莫尔斯（Samuel Finley Breese Morse，1791—1872）、电话的发明者贝尔（Alexander Graham Bell，1847—1922）都给予过很大帮助。

1829年8月，亨利发现线圈在断开电源时产生了电火花。1832年，他在《美国

科学学报》发表了题为《关于磁生电流与电火花》的论文，这是关于自感现象最早的研究。他在 1835 年发表的另一篇论文中还详细介绍了自己关于发现自感的实验过程。由于当时没有合适的仪器，他甚至用人体接受自感电动势的电击，并将其称之为“直接受振法”，以验证自感电动势的存在和辨别它的强弱。

1893 年 8 月，在美国芝加哥召开的国际电学大会上，来自 9 个国家的 26 位科学家代表一致同意，正式将“亨利”命名为电感的标准单位，“亨利”与“法拉”“欧姆”“安培”一样成了世界通用的计量术语。

## 电导 (G) 的单位：西门子 (S)

电导代表某一种导体传输电流能力的强弱。电导值越大，导体传输电流的能力就越强；电导越小，导体传输电流的能力就越弱。看到这一物理量，我们马上就会想起另外一个物理量——电阻。电阻表示的是导体对电流阻碍作用的大小。所以我们不难看出，电导和电阻是描述导体传输电流能力的两个不同的角度。在纯电阻线路中，电导和电阻互为倒数，其换算公式为  $G=1/R$ 。

为什么有了电阻后还要引入电导这个概念呢？因为在某些场景下，用电导更容易理解和计算。比如，在并联电路中求总电阻值，我们需要将各电阻值的倒数相加再求倒数（见图 11）。而引入了电导的概念，我们只需要将各电导值直接相加就可以得到总电导值。再比如我们在测量一些电解质溶液的导电能力时，常用的参数就是电

导率，通过测定电导率，我们就可以知道这些液体的导电能力如何，以及确定离子浓度甚至是含盐量。使用电导概念，更方便我们理解，也能更好地描述液体在导体方面的特性，用来测量电解质溶液的电导仪如图 12 所示。

电导的单位为西门子 (S)，这是为了纪念德国的发明家、企业家维尔纳·冯·西门子 (Ernst Werner von Siemens, 1816—1892, 见图 13)。我们对西门子的印象和认知可能更多的来自于西门子公司（见图 14）。的确，西门子公司就是由西门子在 1847 年创立的，至今已有 170 多年的历史。目前，西门子公司业务主要集中在信息通信、自动化控制、电力、交通、医疗系统和照明六大领域，业务遍及全球 190 多个国家和地区，全球有超过 40 万员工。

西门子生活的时代，第一次工业革命刚刚完成，人类正在向第二次工业革命进军。在以电力技术的发明和广泛应用为标志的第二次工业革命浪潮中，西门子无疑是这波汹涌浪潮中最出色的弄潮儿之一。

1847 年，西门子和哈尔斯克 (Johann Georg Halske, 1814—1890) 合伙建立了西门子-哈尔斯克电报机制造厂，也就是西门子公司的前身，主要生产西门子发明的指针式电报机。

1853 年，他们成功铺设了从芬兰到克里米亚一万多千米的电报线路。1866 年，西门子研发出了自激式直流发电机。1877 年，西门子对贝尔发明的电话进行改良，使产品性能大幅提升，于是产品畅销欧洲。




图 12 电导仪



图 13 维尔纳·冯·西门子



图 14 在电气领域课经常可以看到西门子公司 LOGO

1880 年，西门子在海曼姆工业博览会安装了世界上第一台电梯，取代了原来依靠蒸汽动力的升降机。1881 年，西门子在德国建立了第一个电子公共交通系统，使有轨电车成为人类出行的交通工具之一。除了电气技术产品，西门子和他弟弟卡尔·西门子提出了平炉炼钢法，利用高温回热炉把铁砂直接冶炼成钢，革新了炼钢工艺。从那时开始，西门子公司便活跃在电气工程的每一个领域，产品涉及我们现代化生活的方方面面。而西门子成了举世闻名的德国“电子电气之父”。

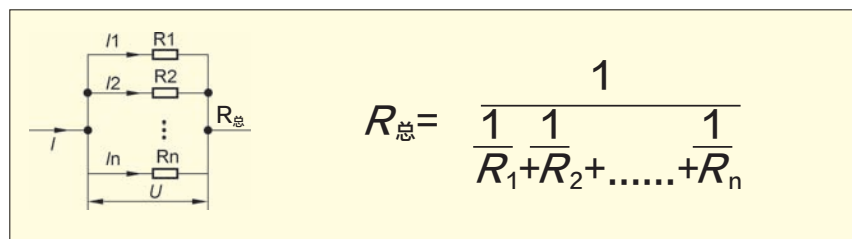


图 11 并联电阻计算公式



## STM32入门100步 (第25步)

## 触摸按键的设置

杜洋 洋桃电子

## 原理介绍

上一期我们介绍了利用超级终端显示日历与 RCC 时钟的设置，核心板的内容已全部介绍完毕。接下来我将介绍开发板的各项功能的电路原理和编程方法。本期我先从简单的内容开始，介绍开发板上的4个触摸按键。

首先，我们要将核心板插到开发板上，操作非常简单，只要将核心版放到开发板的对应的排孔上，注意核心板上的“UP”三角箭头和开发板上的箭头对应。然后将排针对排孔插入，用大拇指按住单片机芯片用力向下压，使排针完全压入排孔，完

成核心板的安装（见图1）。接下来将开发板上标注为“触摸按键”（编号 P10）的4条跳线短接（插上），再把标注为“继电器”（编号 P26）的2条跳线（J1和J2）断开（拔出）。因为与继电器连接的I/O端口上电时输出低电平，若程序没有对继电器进行初始化，继电器会吸合，会额外消耗功率，所以在不使用继电器时尽量断开跳线。将USB线插入核心板上的USB接口，给开发板上电。接下来下载程序，在附带资料中找到“洋桃1号开发板与核心板的电路原理图”文件夹，在文件夹里找到2个文件：“洋桃1号开发板电路原理图（开发板总图）”和“洋桃1

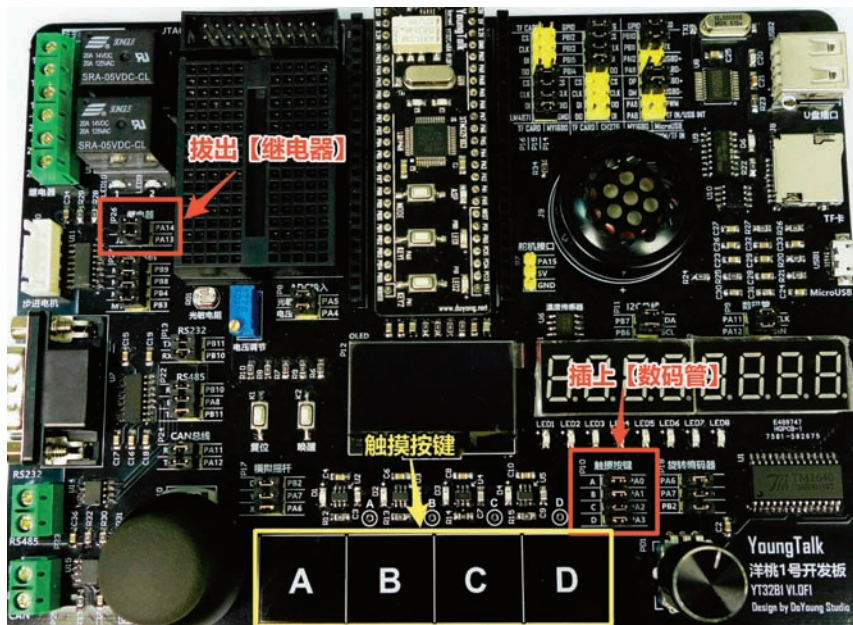


图1 开发板上的跳线设置

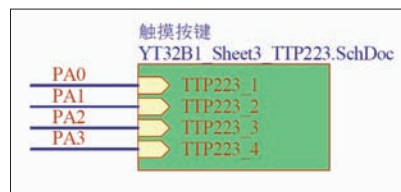


图2 开发板总图中的触摸按键子电路

号开发板电路原理图（触摸按键部分）”。找到“洋桃1号开发板周围电路手册资料”文件夹，打开文件名为“TTP223单触摸键检测”的PDF文件。在附带资料中找到“触摸按键驱动程序”，将工程中的HEX文件下载到开发板，看一下效果。我们下载的这个示例程序是用来驱动触摸按键的，可让开发板正下方的4个A、B、C、D按键控制核心板上LED的开关状态。触摸A键，核心板上LED1点亮；触摸B键，LED2点亮；触摸C键，2个LED熄灭；触摸D键，2个LED点亮。触摸按键不同于核心板上的微动开关，用手轻轻触摸就可触发。下面我将为大家介绍触摸按键的电路实现原理和程序。

先来分析电路原理图，打开“洋桃1号开发板电路原理图（开发板总图）”文件。总图中包含核心板的连接排孔，下方每个绿色方块（子电路图）对应开发板的各项功能。图2所示是触摸按键的子电路部分，与触摸按键连接的I/O端口共有4个（PA0、PA1、PA2、PA3），分别连接触摸按键子电路图中的TTP223\_1~

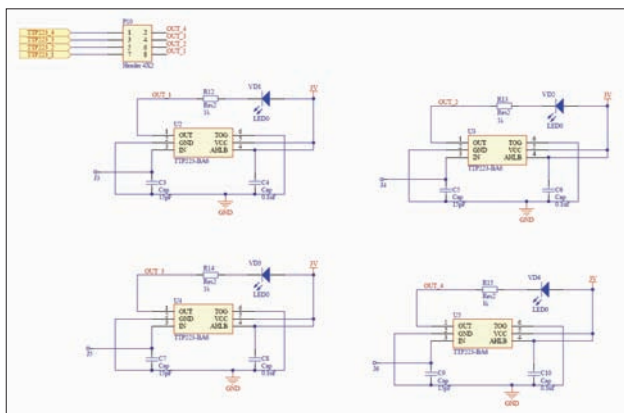
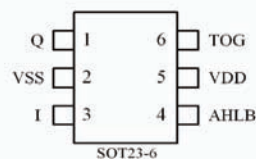


图3 触摸按键部分

TTP223\_4。TTP223\_1对应PA0接口，TTP223\_4对应PA3接口。打开“洋桃1号开发板电路原理图（触摸按键部分）”（见图3）。我们在图纸左上角可以看到TTP223\_1 ~ TTP223\_4，这与开发板总图中的TTP223\_1 ~ TTP223\_4在电路上是相连接的。4条线通过P10跳线连接到网络标号OUT\_1~OUT\_4。不需要触摸按键时，可将P10跳线上的跳线帽取下来，使触摸按键电路与I/O端口断开。接下来看一下触摸按键的电路原理图，图中有4组完全相同的电路，包括触摸按键芯片TTP223和电容、电阻等周边元器件，区别是每个电路的输出分别连接不同的I/O端口。除了输入、输出端的连接口不同外，其他各组电路都相同，因此我们通过分析一组电路就能了解触摸按键的电路原理。为实现触摸功能，我选用了触摸按键芯片，型号为TTP223。这是一款单按键、高稳定、低功耗的触摸按键芯片。之所以用单按键芯片，主要是因为每个按键的电路都是独立的，方便大家在项目开发中自行设定按键数量。

在我们了解触摸按键原理后，可通过阅读触摸按键芯片的数据手册，学习各项功能的使用和参数的设定。首先我们打开“TTP223单触摸按键检测”文档，从中

可以了解到芯片工作电压是2 ~ 5.5V，当电压为3V时，工作电流是3.5  $\mu$ A，最大电流是7.0  $\mu$ A，非常省电。芯片是SOT32-6贴片封装的，有6个引脚，引脚说明如图4所示。1脚Q是触摸按键的输出管脚。2脚GND是电源负极。3脚I是传感器输入引脚，连接触摸按键的金属片。4脚AHLB是输出电平的选择设置位，4脚连接高电平，触摸时1脚输出低电平；4脚接地，触摸时1脚输出高电平。5脚VDD是电源正极。6脚TOG是输出类型选择设置，6脚连接高电平为触发模式，连接低电平为直接模式。触发模式是指锁存输出效果，按下触摸键输出高电平，松开按键依然保持高电平，再次按下触摸键输出低电平，松开按键保持低电平。效果和微动开关按键的锁存效果相同。直接模式没有锁存效果，没有按下触摸按键时输出高电平，按下时输出低电平，松开后回到高电平。洋桃1号开发板上的电路设计为直接模式。输出模式的选择在“TTP223单触摸按键检测”手册第4页有详细说明。手册第5页给出了应用电路图（见图5），3脚输入线连接了一个感应电极，即一块正方形的金属片。在洋桃1号开发板上的触摸按键的PCB板下方是一片方形铜片，充当感应电极。各位可以在PCB上画出



引脚号	引脚名	I/O 类型	引脚定义
1	Q	O	CMOS 输出引脚
2	VSS	P	负电源电压，接地端
3	I	I/O	传感输入口
4	AHLB	I-PL	输出高电平或者低电平有效选择，1（默认）为低电平有效；0为高电平有效
5	VDD	P	正电源电压
6	TOG	I-PL	输出类型选择引脚，1（默认）为触发模式，0为直接模式

图4 芯片数据手册中的引脚定义

敷铜区域作为感应电极，也可以用一片金属板作为感应电极。感应电极的输入端还连接了CS电容，可以用它调节触摸灵敏度。4脚和6脚的选择设置端可根据我们的需要接高电平或低电平。手册第4页有关于调节触摸按键灵敏度的说明。触摸按键灵敏度有3个决定因素：一是感应电极的面积，面积越大，灵敏度越高；二是铜片厚度；三是CS的电容值。图5是经典的应用电路图，CS电容值在0 ~ 50pF，不连接电容时灵敏度最高，电容值越大，灵敏度越低；当电容值为50pF时，灵敏度最低。实际电路中，要在感应电极面积与厚度确定时，通过反复测试不同的电容值确定CS电容。

我们回看触摸按键的电路原理图（见图3）。电容C3、C5、C7、C9是灵敏度电容CS，电容值是15pF。实际测试的触摸效果良好，但这并不代表在其他电路

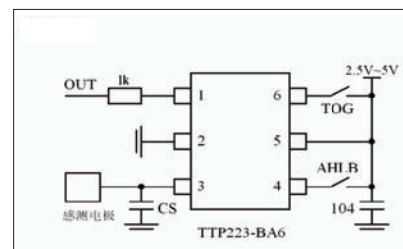


图5 芯片数据手册中的应用电路

```

1 #ifndef TOUCH_KEY_H
2 #define TOUCH_KEY_H
3 #include "sys.h"
4
5 #define TOUCH_KEYPORT GPIOA //定义I/O接口组
6 #define TOUCH_KEY_A GPIO_Pin_0 //定义I/O接口
7 #define TOUCH_KEY_B GPIO_Pin_1 //定义I/O接口
8 #define TOUCH_KEY_C GPIO_Pin_2 //定义I/O接口
9 #define TOUCH_KEY_D GPIO_Pin_3 //定义I/O接口
10
11
12 void TOUCH_KEY_Init(void); //初始化
13

```

图 6 touch\_key.h 文件的全部内容

中可以沿用此电容，还需要通过实际测试进行检验。J3 是金属触片（感应电极），电容 C4 是 0.1 $\mu$ F 滤波电容，它能让芯片更稳定地工作。4 组芯片中左上角一组芯片的第 1 脚连接 OUT\_1（PA0），其他各组芯片的连接方式以此类推。1 脚连接了 LED 指示灯 VD1 和限流电阻 R22。我们将 4 组电路连接在 3.3V 电源上，4 脚连接高电平，6 脚连接低电平，设置为无锁存的直接模式，按下触摸按键输出低电平。在这里我们可沿用之前的按键处理程序。还有一点需要注意：电容触摸芯片在上电瞬间会读取感应电极的电容状态，为未触摸按键的初始状态。所以在上电瞬间，手指不能放在按键上，按键周围也不要放其他电子产品。在实际使用中，触摸按键可能会受到笔记本电脑、手机、无线电台、路由器等大功率电子产品的无线电干扰。

## 程序分析

接下来我们打开触摸按键的驱动程序文件，分析读取按键值的程序。用 Keil 软件打开工程，通过工程设置将 Hardware 文件夹中加入 touch\_key.c 和 touch\_key.h 文件，具体设置方法和上期相同。在示例程序的工程中已经添加了

驱动程序文件，若你发现设置中已经有相应的文件就不用重复添加。首先打开 touch\_key.h 文件（见图 6）。第 5 ~ 9 行是接口宏定义，定义

TOUCH\_KEYPORT 为 GPIOA 接口，TOUCH\_KEY\_A ~ TOUCH\_KEY\_D 对应 PA0 ~ PA3 接口。第 12 行是声明触摸按键的初始化函数。打开 touch\_key.c 文件（见图 7），文件中仅有触摸按键初始化函数 TOUCH\_KEY\_Init，第 25 行定义按键端口，第 26 行定义上拉电阻的输入模式。第 27 行调用 GPIO 固件库函数，定义

过程与微动开关按键的定义相同。接下来打开 main.c 文件（见图 8），第 21 行加载了 touch\_key.h，第 26 行加入了触摸按键的初始化函数 TOUCH\_KEY\_Init。第 28、31、34、37 行是 4 个 if 语句对 4 个按键的判断与处理程序，使用 GPIO\_ReadInputDataBit 固件库函数读取触摸按键连接的 I/O 端口状态，通过判断按键状态控制 LED 点亮和熄灭，这与微动开关的按键状态的读取方法相同。

但触摸按键和微动开关的处理程序有一些不同，微动开关的处理程序需要去抖动处理，而触摸按键不需要。因为触摸按键芯片可输出平滑、稳定的电平，不需要去抖动处理。除此之外，触摸按键和微动开关的处理方法相同，你可以试着套用微动开关的示例程序，用触摸按键实现同样的效果。

```

20
21 #include "touch_key.h"
22
23 void TOUCH_KEY_Init(void) { //微动开关的接口初始化
24     GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure; //定义GPIO的初始化枚举结构
25     GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = TOUCH_KEY_A | TOUCH_KEY_B | TOUCH_KEY_C | TOUCH_KEY_D; //选择端口
26     GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IPU; //选择I/O接口工作方式 //上拉电阻
27     GPIO_Init(TOUCH_KEYPORT, &GPIO_InitStructure);
28 }
29

```

图 7 touch\_key.c 文件的全部内容

```

17 #include "stm32f10x.h" //STM32头文件
18 #include "sys.h"
19 #include "delay.h"
20 #include "led.h"
21 #include "touch_key.h"
22
23 int main (void) { //主程序
24     RCC_Configuration(); //系统时钟初始化
25     LED_Init(); //LED初始化
26     TOUCH_KEY_Init(); //按键初始化
27     while(1) {
28         if(!GPIO_ReadInputDataBit(TOUCH_KEYPORT, TOUCH_KEY_A)) { //读触摸按键的电平
29             GPIO_WriteBit(LEDPORT, LED1, (BitAction)1); //LED控制
30         }
31         if(!GPIO_ReadInputDataBit(TOUCH_KEYPORT, TOUCH_KEY_B)) { //读触摸按键的电平
32             GPIO_WriteBit(LEDPORT, LED2, (BitAction)1); //LED控制
33         }
34         if(!GPIO_ReadInputDataBit(TOUCH_KEYPORT, TOUCH_KEY_C)) { //读触摸按键的电平
35             GPIO_WriteBit(LEDPORT, LED1|LED2, (BitAction)0); //LED控制
36         }
37         if(!GPIO_ReadInputDataBit(TOUCH_KEYPORT, TOUCH_KEY_D)) { //读触摸按键的电平
38             GPIO_WriteBit(LEDPORT, LED1|LED2, (BitAction)1); //LED控制
39         }
40     }
41 }

```

图 8 main.c 文件的全部内容



## ESP8266 开发之旅 基础篇 (5)

## Ticker——ESP8266 定时库

■ 单片机菜鸟博哥

## 前言

Ticker 是 Arduino Core For ESP8266 内置的一个定时器库，这个库用于在规定时间内调用函数。

## Ticker库

Ticker 的功能非常简单，就是在规定时间内调用函数。图 1 是笔者总结的思维导图。

根据功能，我们可以把方法分为两大类：

- 定时器管理方法；
- 定时器启用方法。

### 1. 定时器管理方法

(1) detach()：停止Ticker

```
void detachc ();
```

(2) active()：Ticker是否激活状态

```
* @return bool true 表示 ticker 启用
bool active();
```

### 2. 定时器启用方法

(1) once()：××秒后只执行一次

```
* seconds: 秒数
* callback: 回调函数
void once(float seconds, callback_
function_t callback);
* seconds: 秒数
*callback: 回调函数
* arg: 回调函数的参数
void once(float seconds, void
```

```
(*callback)(TArg), TArg arg);
```

callback\_function\_t 定义如下：

```
typedef std::function<void(void)>
callback_function_t;
```

(2) once\_ms()：××毫秒后只执行一次

```
* seconds: 秒数
* callback: 回调函数
void once_ms(float seconds, callback_
function_t callback);
* seconds: 秒数
* callback: 回调函数
* arg: 回调函数的参数
void once_ms(uint32_t milliseconds,
void (*callback)(TArg), TArg arg);
```

(3) attach()：每隔××秒周期性执行

函数说明：

```
* seconds: 秒数
* callback: 回调函数
void attach(float seconds, callback_
```

```
function_t callback);
```

```
* seconds: 秒数
* callback: 回调函数
* arg: 回调函数的参数
void attach(float seconds, void
(*callback)(TArg), TArg arg);
```

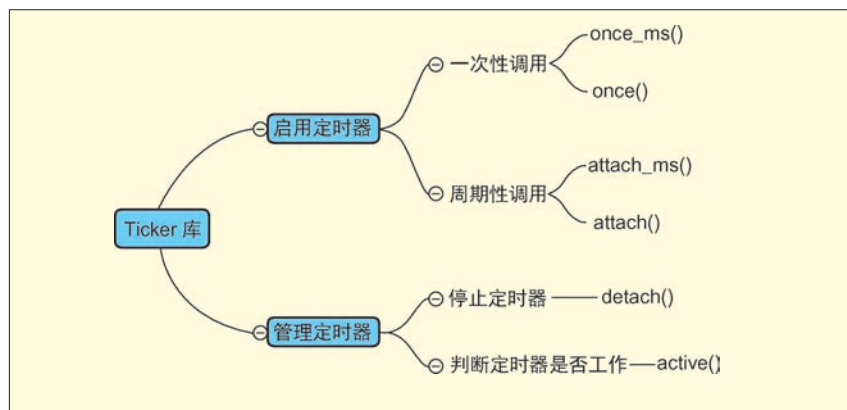
(4) attach\_ms()：每隔××毫秒周期性执行

函数说明：

```
* seconds: 秒数
* callback: 回调函数
void attach_ms(float seconds,
callback_function_t callback);
* seconds: 秒数
* callback: 回调函数
* arg: 回调函数的参数
void attach_ms(uint32_t
milliseconds, void (*callback)(TArg),
TArg arg);
```

注意：

- 不建议使用 Ticker 回调函数来阻



■ 图 1 Ticker 库的思维导图

塞 I/O 操作（网络、串口、文件）；可以在 Ticker 回调函数中设置一个标记，在 loop 函数中检测这个标记。

■ 对于 arg，数据类型必须是 char、short、int、float、void 之一。

## 实例

### 1. 实例1

板载 LED 慢闪 0.3s，然后快闪 0.1s，最后常亮。

源代码：

```
#include <Ticker.h>

Ticker flipper;

int count = 0;

void flip() {
    int state = digitalRead(LED_BUILTIN); // get the current state of GPIO1 pin
    digitalWrite(LED_BUILTIN, !state);
    // set pin to the opposite state
    ++count;
    // 当翻转次数达到 20 次的时候，切换 LED 的闪烁频率，每隔 0.1s 翻转一次
    if (count == 20) {
        flipper.attach(0.1, flip);
    }
    // 当次数达到 120 次的时候关闭 Ticker
    else if (count == 120) {
        flipper.detach();
    }
}

void setup() {
    //LED_BUILTIN 对应板载 LED 的 I/O 口
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    // 每隔 0.3s 翻转一下 LED 状态
    flipper.attach(0.3, flip);
}

void loop() {
}
```

注意：

■ LED\_BUILTIN 并没有在代码中定义，这个是根据每个板子的不同写在不同的配置文件中的，详情如图 2 所示。

各位读者可以查阅 LED\_BUILTIN 在源代码中的位置，就会发现有很多常用的板子（笔者使用的是 NodeMCU）。

### 2. 实例2

板载 LED 来回快速闪烁。

源代码：

```
#include <Ticker.h>

Ticker tickerSetHigh;
Ticker tickerSetLow;

void setPin(int state) {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, state);
}

void setup() {
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
```

```
digitalWrite(1, LOW);
// 每隔 25ms 调用一次 setPin(0)
tickerSetLow.attach_ms(25, setPin, 0);
// 每隔 26ms 调用一次 setPin(1)
tickerSetHigh.attach_ms(26, setPin, 1);
}
void loop() {
}
```

## 总结

本篇文章其实非常简单，只是介绍 Ticker 定时器的使用，读者朋友可快速翻阅，了解一下基本使用方法，为后面的教程做准备。🚫

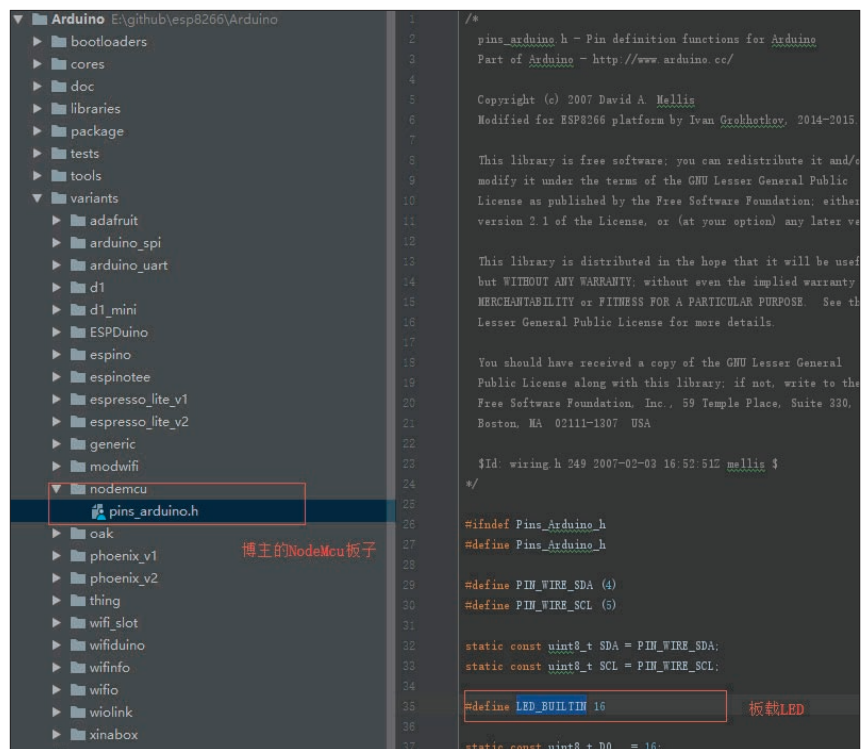


图 2 LED\_BUILTIN 在配置文件中的位置

## ► “倾听”闪电的自动气象站

自动气象站是一个非常棒的 DIY 项目，同时也是智能家居的一种有趣的外延设备。很多基于 ESP8266 的自动气象站通过 Wi-Fi 可远程读取单片机上的传感器信息，并将结果显示在网页上，这种轻量级设备适合在家中使用。而下面介绍的是采用树莓派、太阳能电池和铅蓄电池组的自动气象站，它可以称得上是“重量级选手”了。

该系统的总体结构和前文提到的轻量级设备并无二致，它用树莓派 3B 替换了 ESP8266，树莓派的自由度更高，甚至可以将气象站的页面服务器设置在树莓派中。由太阳能电池、充电控制器和 18Ah 的铅酸电池组成的供电系统可为耗电大户树莓派提供更长的续航时间。探知外部环境的传感器采用了可探测温度、湿度和气压的 BME280 模块以及可探测雷电的 AS3935 模块，AS3935 传感器可以定向感应几十千米范围内雷电的发生情况。由传感器采集的数据可存储在树莓派的 SQLite 数据库中，并定时推送给云端服务器。与轻量级设备相比，这样的一个自动气象站在野外可以很可靠地工作很长一段时间。



## ► 将语音转为莫尔斯电码的小工具

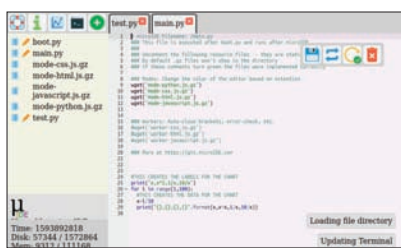
业余无线电爱好者一般使用电键作为莫尔斯电码的输入工具。其实，电键就是一个开关电路，在电路的开关过程中可以产生长短不同的信号，这些信号的各种组合构成了莫尔斯电码。因此能够控制电路通断的元器件在理论上都可用来产生莫尔斯电码。比如一个带有继电器的，可将语音翻译成莫尔斯电码的神奇小工具。



谷歌 AIY Voice Kit 套件可以提供将语音转为文本的功能，并将文本内容记录下来，AIY Voice Kit 套件便是这个小工具的核心。通过 Python 程序，这个小工具可以检测语音识别的结果输出，再经过查表的方式确定每一个字符的莫尔斯电码序列，然后将莫尔斯电码序列传输给树莓派，带动外部的继电器，从而输出莫尔斯电码的信号。你可以为这个小工具连接 LED，将莫尔斯电码转化为可见光信号。如果你有业余无线电执照，则可将其变成一个发送莫尔斯电码的无线电发射机，即使你读不懂莫尔斯电码，也可以通过计算机上的莫尔斯解码软件接收或者发送莫尔斯电码。

## ► 运行在单片机上的 IDE

人们似乎已经习惯了在计算机上编写单片机程序，然后通过交叉编译的方式将其编译成单片机可识别的二进制代码。而 MicroIDE 是一款与众不同的开发工具。MicroIDE 作为 ESP32 的 IDE（集成开发环境），可以在单片机上运行，然后通过浏览器访问和使用。



在使用这种 IDE 之前，和编写其他单片机程序一样，我们需要将其二进制固件下载至单片机系统中。之后，我们可以通过 Wi-Fi 将 IDE 连接至单片机。在 MicroIDE 网页界面中，我们可以使用 MicroIDE 编写程序并为单片机下载程序。

当前，这个软件还处于开发过程中，并且是以二进制的形式进行分发，这样的开发过程比较原始。使用 MicroIDE，用户可以为单片机编写程序来实现相应的功能，有些单片机在开机后就会进入内置编程语言的编译环境。当然，这一切都是在同一台单片机上实现的。

## ► 用单片机替换无源的旋转编码器

作为一个机械元件，电子设备上的旋转编码器很可能因长期使用而损坏。电子爱好者 Mitxela 在修复一台 20 世纪 90 年代的罗兰 JV-1080 音频合成器时，发现有一个老式旋转编码器损坏了。这个旋转编码器与现代标准化的产品不同，它是无源的，很难找到替换件。因此他决定采用单片机和现代旋转编码器来替换这种老式旋转编码器。

虽然旋转编码器的输入电路中有微弱的电流，但不足以驱动单片机。为了解决单片机的供电问题，Mitxela 采用了非常巧妙的方法。首先，他采用了二极管和电容器的组合，使用旋转编码器输入电路中的微弱电流对电容进行充电，电容用来储存电能；其次，单片机通常处于休眠状态，通过读取旋转编码器的中断信号来唤醒。在单片机唤醒后的运行过程中，由电容提供电能。他通过这种“开源节流”的方式，完成了旋转编码器的替换。





# 创意科技 总动员

金今

# 搜罗全世界 关于创意科技的新闻 报给你听!

## 双轮弹跳机器人

去年苏黎世团队研究人员研发出一款具有平行弹性跳跃机构的双轮平衡机器人 Ascento，现在 Ascento 已经有了第二个版本——Ascento 2。Ascento 2 机身重 10.4kg，最高跳跃高度为 0.4m，速度可达 8km/h，是为室内环境设计的紧凑灵活的跳跃机器人。

尽管有腿机器人在爬楼梯时具有更大的优势，但采用两轮设计的 Ascento 2，更好地兼顾了双轮滚动和弹跳功能。在水平地面上巡航时，由电机驱动的机器人可以做到自平衡。在遇到垂直障碍物（比如楼梯）的时候，机器人会蹲下预备弹跳，借助弹簧的力量向上、向前跳跃。除了巡航和垂直跳跃，Ascento 2 还可让双腿在平坦不平的地形上保持直立状态。这需要让两腿彼此独立地弯曲以便保持整体的平衡。新版本 Ascento 还对机器人的“大脑”进行了改进和增强，使之不会因为侧面的撞击而轻易跌倒。除了远程遥控，Ascento 2 还可以借助摄像头和传感器感知周围的 3D 环境和自主导航。



## 织物机器人

哈佛大学怀斯生物启发工程研究所研发的织物软体机器人可以在不与任何机器相连的情况下进行运动，这种机器人织物名为“智能热致驱动纺织品 (STATs)”，由密封袋装 Novec 7000 液体组成。在加热后，液体蒸发，机器人体积可扩大 100 倍，从而改变织物形状。但当其冷却后，又会凝结回液态，从而使机器人恢复形态。

为了消除对外部机器的需求，他们将导电的镀银线编织到 STAT 的材料中。这些线作为智能织物的加热器和传感器，使 Novec 7000 的相态从液态转变为气态，反之亦然，所需的温度和压力变化也得以实现。

研究人员表示，他们可以批量生产这种织物，并对其设计，从而使其具有广泛的应用潜力。例如，其可以用于治疗外部创伤的绑带，对损伤处施加压力，加速组织修复；还可以用在自适应变形的垫子上，帮助防止床褥和轮椅溃疡，甚至可用于前卫时装秀中的动感服装。



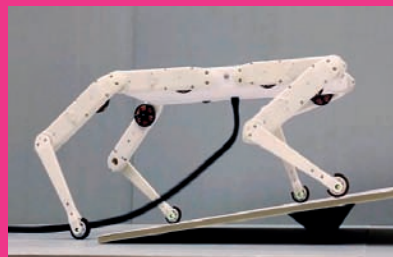
## 低成本开源四足机器人

纽约大学与德国马克斯·普朗克智能系统研究所合作开发的 Solo 8，旨在向研究人员提供低成本的开源机器人模型，希望大家能够通过分享数据而让彼此获益。

Solo 8 机器人的大小和狗差不多，具有 8 个活动关节，另有 12 个活动关节的版本。Solo 8 的重量仅略超 2kg，具有很高的功率/重量比。除了支持多种步态和行走方向，Solo 8 的扭矩控制电机和驱动关节还允许机器人跳跃、在遭到碰撞后恢复行走，并保持其方向、姿态和稳定性。

Solo 8 的柔性相当惊人，如果它是仰卧的，那只需要转动腿就可以将自身上下颠倒。通过使用力矩控制电机和虚拟弹簧而非机械弹簧，机器人可以很容易地进行重新编程，以此来根据需要调整“弹簧”的刚度。

Solo 8 项目汇集了广泛的专业知识，机器人的部件可以 3D 打印，全球任何实验室都可以在线下载文件、打印零件，然后自行采购其他所需零件。每个研究人员都可轻松为其添加额外的功能，从而极大地加速全球机器人研究的进程。



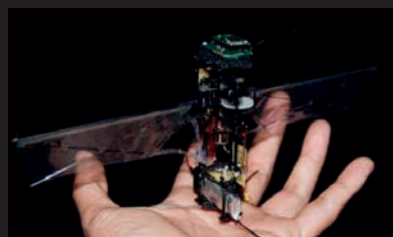
## 轻型双翼机器人

韩国建国大学的研究人员创造了一种会飞的机器人 KUBeetle-S，其灵感来自一种叫作独角仙的昆虫。

研究人员在 KUBeetle-S 中安装的控制力矩发生器可以使机器人的机翼扑向左、右、前、后，最终实现垂直升力的改变，同时可产生控制力矩。该发生器与轻型伺服电机集成，也可以通过控制板和研究人员开发的算法反馈控制系统进行电子控制。

KUBeetle-S 能在多种运动方式之间切换，包括悬停飞行，其冲程振幅高达 180°，研究人员还可通过使用低压电源提高它的飞行续航能力。

第一个版本的 KUBeetle-S 重量为 16.4g，由 2 个一组的 7.4V 锂聚合物电池供电。通过改变和扩大机器人的翅膀，研究人员能够将其重量降至 15.8g，将其总飞行时间从 3min 提高到近 9min。机器人可在户外飞行，并携带额外的有效载荷。这些特性使机器人更适合实际应用，比如将物体从一个地方移动到另一个地方。



## 人造羽毛机器人

德国费斯托的研究人员宣布创建了一个名为“BionicSwift”的新型仿生项目。该机器人可以利用人工羽毛飞行。

BionicSwift 重 42g，身体长 44.5cm，翼展 68cm。机器人鸟的结构核心采用了轻质结构。在机器人鸟的身体内部，有翅膀扇动机构所需的机械装置、通信装置、控制组件、尾翼、无刷电机、2 个伺服电机、电池、齿轮单元和各种电路板。

这只机器人鸟可以环形飞行，还可以进行转弯。其羽毛的单个薄片由非常轻巧灵活但又非常坚固的泡沫制成，相互重叠。羽毛连接到一个碳纤维羽片上，并连接到实际的翅膀上。在翅膀上冲时，各个薄片会扇形展开；在下冲时，薄片会闭合，为飞行机器人提供更强大的飞行能力。

机械鸟的飞行利用基于无线电的室内 GPS 与超宽带技术进行协调。该团队在空间中安装了多个无线电模块，形成固定的锚点，相互定位并定义受控空域。该系统可以使用预先编程的路径，机器人鸟可以自主修正飞行路径，不需要人工输入。



## 远程上呼吸道新冠病毒标本采样机器人

即便戴上了口罩，医护人员仍可能在给 COVID-19 密切接触者做鼻咽拭子采样的时候暴露在新病毒前。为解决这个问题，韩国机械材料研究所和东国大学医学院的科学家们开发出了一款远程上呼吸道新冠病毒标本采样机器人。

这套系统由一系列基于计算机控制的组件结合而成，受试者可将面部稳固地放在托架上，以便医护人员远程完成对 COVID-19 密切接触者的拭子采样。

临床医生会根据摄像头传来的实时视频流进行操作，操纵杆与飞行模拟游戏的体验很像。机器人可将一次性棉签伸入受试者的鼻子或嘴里，以完成鼻拭子或咽拭子的采样。

为确保取样过程的安全性，机器人上的传感器和力反馈装置可感知动作的阻力，以避免用力过猛。同时这套系统还提供了可供双方进行交流的集成视听系统。

医护人员无须与患者进行直接接触便能完成取样，还可以通过视频实时确认采样拭子的位置，提升检测的安全性和准确度，大大降低医护人员被感染的风险和工作强度。



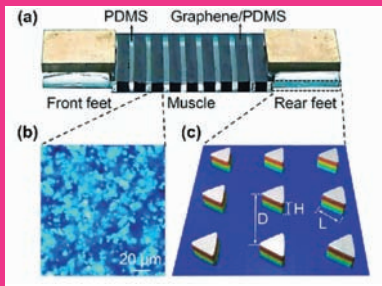
## 可精准控制的迷你软体机器人

武汉大学工业科学研究院薛龙建教授课题组研制出一种可精准控制方向和速度、综合性能最佳的迷你软体机器人 Geca-Robot，该机器人预期可在废墟狭缝、生物体内完成各种复杂作业。

机器人的仿生足部结构相当于给机器人穿上了最好的“防滑跑鞋”，不管是在粗糙或光滑平面上，均能获得足够的抓地力，不会打滑。疏水的结构可保证机器人能在有水的表面运动。在运动过程中，哪怕水覆盖住机器人的足部，它的运动过程也不会受到阻碍。

仿生足部设计和仿尺蠖的运动步态，可以使机器人在高达 30° 坡度的光滑表面稳定停泊而不发生滑移，并可以在光照下进行上、下坡运动。机器人可以在 -20°C ~ 100°C 的温度区间内运动。此外，还可以在负载超过其自重 50 倍的情况下稳定运动。

由于具有良好的表面适应性和负载能力，而且可以被从紫外线到红外线全波段的光远程控制，Geca-Robot 很适合在狭窄、恶劣的环境中作业。例如，可在裂缝和深坑中进行地质勘探、在废墟裂缝中进行搜救和目标定位，甚至借助可穿透皮肤的红外线光源，在具有复杂表面形貌、酸碱性、温度和湿度的生物器官内或血管中进行药物递送或是病灶检查，应用潜力巨大。



## 新技术让盲人识别形状和物体

有一项新技术可使盲人能够识别物体的形状，这项新技术使用了植入到大脑视觉皮层上的电极网格。科学家使用电力将形状绘制到视力障碍志愿者的大脑中，参与者即可轻松识别物体形状。

这项最新的成果是建立在现有研究的基础上的，该研究证明了对大脑视觉皮层的电脉冲如何使人看到闪光。在这项新的研究工作中，科学家不仅用电击打了视觉皮层，还使用植入 6 名志愿者大脑中的电极绘制了形状。以特定的模式拨动电极的开关，这种对组织的刺激提供了简单的清晰图像，例如字母。志愿者们能够找出这些形状，然后告诉研究人员。科学家将这种技术比作触觉刺激，即一个人在看不见的情况下也可以将字母传递到另一个人手上，接受刺激的人也可以看到正在绘制的内容并对其进行识别。

志愿者们每分钟能够识别出 86 个形状，虽然这项研究是使用基本的字母形状进行的，但研究人员表示，更复杂的图像，如常见物体的轮廓，也可以被盲人绘制、解释。未来在 AI 的帮助下，将这种系统安装到盲人的视觉皮层上可以使其能识别对象从而获得类似于视觉的功能。



## 仿生树懒机器人

受行动缓慢的树懒的启发，佐治亚理工学院的工程师们打造出了 SlothBot 机器人，并且已经在亚特兰大的植物园里投入使用。这台机器人，能够以高效节能的方式悬挂在空中监测动植物的环境状况，并有望在各大自然保护区发挥应有的作用。

去年该校工程师展示过这种行动缓慢，但相当节能的机器人原型。其 0.9m 的 3D 打印机机身里容纳了电机、齿轮、电池，以及传感器等系统，这些系统可完全依靠太阳能电池板供电。通过编程，SlothBot 能够在两棵树之间的索缆上缓慢地移动，并借助内置的传感器追踪天气、二氧化碳水平等信息。

目前研究团队正在亚特兰大植物园对 SlothBot 进行测试，在必要的时候，它会在 30m 长的索缆上随机移动，并在电量不足时寻找阳光。SlothBot 可以帮助科学家更好地了解影响关键生态系统的非生物因素，为开发保护稀有物种和濒危生态系统收集所需的信息。



## 可自我修复的柔性电子皮肤

以色列理工大学的研究人员开发出一种柔性高分子材料，它在遭受刮擦、割伤或扭伤时能够“自愈”。将其与传感器相结合，有望获得柔性、具有自我修复能力的电子皮肤。

在霍斯山姆·哈伊克教授的指导下，穆罕默德·卡迪布博士在以色列理工大学沃尔夫逊化学工程学院成功地研发出弹性高分子材料或弹性体后，目前正在研究将先进传感器集成到弹性体的电子皮肤上。

这种弹性体可被拉伸至原长度的 11 倍也不会断裂。此外，弹性体具有的独特特性，包括在自来水、海水或不同酸性溶液中自愈，让它有望通过改造用来制作防水的柔性动态电子设备，使该设备在水中遭到机械损伤时能够自我修复并防止漏电。

随后，卡迪布开始利用弹性体开发电子皮肤，将选择性感应、防水、自我监控和自我修复等多种功能融入电子皮肤。利用电子皮肤组成的传感系统能够监控环境变量，例如压力、温度和酸度。同时，该系统包含能监视系统电子部件损坏的类神经元组件，以及让受损部位加速自我修复过程的其他组件。





# Q&A 问与答



读者若有问题需要解答, 请将问题发至本刊邮箱: radio@radio.com.cn或者在微博@无线电杂志, 也可以在《无线电》官方微信公众账号评论中留言。如果读者不能通过网络途径投送自己的提问, 请将来信寄到本刊《问与答》栏目, 信中最好注明您的联系电话。

**Q** 我拟用D类芯片TDA7491LP制作音频放大器, 参考相关资料时发现, TDA7491LP有待机、静音和正常工作3种模式, 分别由MUTE (21脚)、STBY (20脚) 电平控制, 但不知如何连接。  
(四川 赵崇庆)

**A** TDA7491LP是输出功率为5W的双声道高效D类音频功放集成电路。TDA7491LP有待机、静音和正常工作3种模式, 芯片由STBY (20脚) 和MUTE (21脚) 上的电平控制, 具体如附表所示。(电源电压 $V_{cc}=9.0V$ )  
(王德沅)

附表

STBY (20脚)	MUTE (21脚)	工作状态
低电平, 小于0.5V	高、低电平均可	待机
高电平, 大于2.9V	低电平, 小于0.8V	静音
高电平, 大于2.9V	高电平, 大于2.9V	正常工作

**Q** 我们用电源芯片MP2365制作了一个开关电源, 输入电压为15V, 输出电压为5V, 输出电流2A, 采用产品手册上推荐的典型应用电路和元器件。调试很顺利, 在实际使用时各项性能还不错, 但是MP2365容易损坏, 有时在开机后或者在工作中突然就烧坏了。我们反复检查调试电路, 还改进了印制板布线, 调换了元器件, 但是都无法解决, 这是何故。  
(辽宁 刘金鹏等)

**A** MP2365是输入电压范围为4.75~28V、高频可达1.4MHz、最大输出电流为3A的降压式开关电源集成电路。由于开关频率高, 电路高频状态下损耗大, 但对减小电容和电感等参数, 缩小电源体积十分有利。电路在高频运行下, 会产生较高的尖峰电压, 干扰或损坏MP2365。所以电源的输入去耦电容及输出滤波电容都要求拥有良好的高频性能, 尽可能缩短引线, 靠近MP2365安装。印制板的走线也应尽量缩短, 接地点要设置合理。如果缺乏设计经验或不能确保MP2365的质量, 在批量生产时可换用低频(340kHz)的MP2307, 可靠性会提高很多。

(王德沅)

**Q** 我制作了一台胆机, 用6SJ7五极管作为前级音频放大器, 试机时发现电流噪声很明显, 把该管拔掉, 噪声立即消失。我曾换过6SJ7, 也重新排列焊接过电路连接线, 重点是改变地线的连接方式, 力求干扰不通过地线传输, 但是也不能消除难听的噪声, 不知怎样处理才能排除这种噪声。  
(江苏 王益等)

**A** 这种故障大多是6SJ7本身的屏蔽性能不好造成的。6SJ7是年代久远的音频放大五极管, 这种问题主要发生在采用铁壳的6SJ7五极管上, 这批电子管的内部屏蔽没有做好, 容易受到交流电和其他噪声的干扰, 从而出现较明显的交流哼声或其他噪声。解决方法是调换良品6SJ7, 网购时可仔细查看用户评价并且咨询卖家或者去实体店购买, 建议在店主允许的前提下进行试用。另外注意铁壳的6SJ7五极管的1脚必须接地。  
(王德沅)

**Q** 一台小型音箱采用TDA7491LP音频放大电路作为音频功放级, 维修时发现TDA7491LP的输出端至扬声器的两端分别连接了多个电阻、电容和电感, 这些元器件在电路中有什么作用?  
(山东 范军辉)

**A** TDA7491LP是5W双声道高效D类音频功放集成电路。因为D类音频功率放大电路在工作中处于开关状态, 会产生谐波, 尤其是在功放的输出线路上, 这会对电路造成明显的电磁干扰, 容易出现失真、啸叫或噪声等现象。为了抑制这种电磁干扰, 需要在音频功放的输出端和扬声器之间加入低通滤波器。低通滤波器的截止频率通常小于电路开关频率(FSW), 同时应大于27kHz, 以便正常音频高频分量通过。低通滤波器通常由2个电感、4个电容和1个电阻等元器件组成。

(王德沅)

**Q** 我在客厅安装了一个Wi-Fi扩展器, 较明显地改善了手机在客厅和阳台等处的上网效果, 但Wi-Fi扩展器经常不能自动连接无线路由器。我的Wi-Fi扩展器插在客厅插座上, 平时不断电。每天早上打开计算机和无线路由器后, Wi-Fi扩展器却显示红灯, 无法正常工作, 只有重启Wi-Fi扩展器才可正常工作, 不知何故。  
(湖南 刘海)

**A** 这种情况通常是Wi-Fi扩展器捕捉(连接)性能不良所致。当Wi-Fi扩展器先于无线路由器通电时, 扩展器不断尝试获取IP地址, 不断地连接, 连接多次无果后就进入待机状态, 等待无线路由器的信号。但是当无线路由器开机发出信号时, 扩展器却不能自动捕捉信号, 断电重启Wi-Fi扩展器等于重新上电再进行信号捕捉, 从而连接成功。解决的方法一是换用口碑好、性能佳的Wi-Fi扩展器, 最好是与所用无线路由器同品牌的产品。二是每次开机, 先接通无线路由器电源, 然后再开启扩展器。三是将无线路由器频段带宽调为20MHz, 增强路由器发射的信号穿透性, 便于Wi-Fi扩展器捕捉信号, 但这个方法的效果不太明显。

(王德沅)



Laserblock——让机器人教育走向开源、普惠（2）

# 超好玩的 Laserblock

## 动力机械篇

■ 梁志成 龙丽嫦

Laserblock 是开源激光切割积木结构件的代称，它可广泛用于机械结构搭建、开源机器人等开源硬件项目，具有相当高的可玩性和拓展性。在 2020 年第 5 期《无线电》杂志中，我们介绍了 Laserblock 的由来、样式、组件及其名称。

本期我们将介绍基于 Laserblock@红棉创客空间 V1.5 的结构件，以及使用电机、舵机等电子器件作为动力装置或借助风能等自然动力源，搭建好玩的、具有交互功能的、无须编程的机械结构装置，相信读者可以体会到使用 Laserblock 搭建机械传动装置的乐趣。

### ■ 解密 Laserblock 搭建技巧

Laserblock 的结构件上布有很多孔洞，我们可以使用螺栓等零件穿过结构件之间的孔洞，完成结构搭建。在 Laserblock 的项目搭建过程中，我们可以了解结构件与电子器件的搭建技巧。相信在参与 Laserblock 的搭建项目时，每个人都能乐在其中。

### Laserblock 的紧固方式

Laserblock 结构件有两类紧固方式，一类是使用螺栓、螺母紧固，另一类是使用塑料铆钉紧固。每一类紧固方式都有两种连接方法，分别为紧连接和松连接，如图 1 所示。

使用螺栓、螺母紧固时，一般会形成

紧连接，即通过螺栓、螺母将结构件拧紧固定。若需要形成松连接，可使用螺栓作为结构件的转动轴，先把螺栓紧固在一块结构件上，然后装上活动的结构件，再使用螺母进行限位，避免结构件在频繁转动时发生错位。

使用塑料铆钉紧固时，铆钉的长度决定了结构件之间连接的松紧程度。Laserblock 的结构件一般选用厚度为 3mm 的板材，因此使用长 7mm 铆钉可紧固 2 层结构件，使用长 10mm 铆钉可以紧固 3 层结构件。而使用长 8mm 或 11mm 铆钉则可以分别使 2 层或 3 层结构件之间形成松连接。由于塑料铆钉的长度规格有限，若要对超过 4 层的结构件进行连接，通常推荐使用螺栓和螺母。

### Laserblock 的连接方式

Laserblock 结构件有两种连接方式，一种是平行连接，另一种是垂直连接，如图 2 所示。

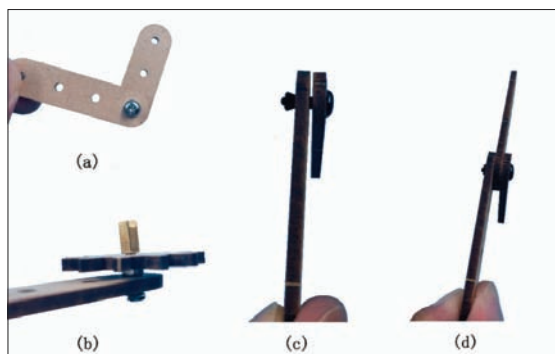
平行连接是搭建中最常用的连接方式，它是指两块结构件平行叠放，使用螺栓、螺母或铆钉穿过孔洞进行连接。这种连接方式可使结构件构成一个

平面的静态或可活动的结构。通过多个结构件的平行堆叠，可以搭建一个三维立体的结构。

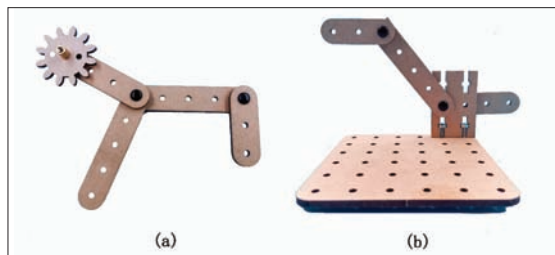
垂直连接是 Laserblock 转角片结构件特有的连接方式。在转角片结构件上有螺栓槽，使用螺栓和螺母可将转角片结构件与目标结构件进行垂直固定，实现更加丰富的连接应用。

### ■ 解密几种常用的机械传动方式

在机械结构中，常用的传动方式有齿轮传动、连杆传动、凸轮传动等，如图 3



■ 图 1 Laserblock 的多种紧固方式：(a) 螺栓紧连接；(b) 螺栓松连接；(c) 铆钉松连接；(d) 铆钉紧连接



■ 图 2 Laserblock 连接方式：(a) 平行连接；(b) 垂直连接

所示。这些传动方式在生活中比较常见，比如自行车、风车等。

齿轮传动是通过 2 个或 2 个以上的齿轮，将动力源传递到其他结构上的一种传动方式。不同直径的齿轮配合使用，可以实现等速、加速或减速等传动。

连杆传动是通过铰链、滑道等实现往复运动或者曲线运动的一种传动方式。无论使用哪种结构件搭建，转动点和铰接点之间可以看作一根杆，连杆机构因此而得名。三连杆、四连杆就是常见的连杆机构。进一步增加杆的数量或改变杆的连接关系，还可以形成运动轨迹更复杂的连杆机构。使用 Laserblock 可以轻松搭建这些连杆机构。

凸轮传动是指利用具有曲线轮廓的转轮，实现等速回转运动或往复直线运动，也可以使用电机等器件驱动结构件在特定的路径上运动。凸轮传动可以实现比连杆传动更复杂的运动，并且在设计和制造上比连杆要简单，因而广泛应用在生活生产中。比如发动机控制进气/排气门开关、自动包装流水线上控制切刀刀具上下运动。

## Laserblock 动力机械装置搭建案例：小鹿摇摇摇

### 1. 项目设想

我们先“脑补”一个场景：雪地里有一头驯鹿拉着雪橇车飞快地奔跑。根据这个场景，我们使用 Laserblock 搭建“小鹿摇摇摇”动力机械趣味装置，实现小鹿们摇头互盼，摆锤同步敲钟的效果和功能。

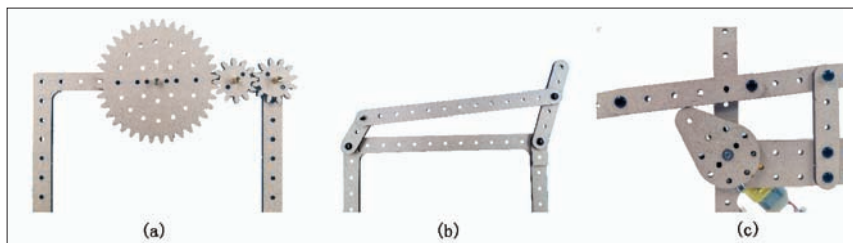


图 3 Laserblock 常见的传动方式：(a) 齿轮传动结构；(b) 连杆传动结构；(c) 凸轮传动结构



图 4 摆锤的敲钟效果



图 5 鹿头摇动的效果

### 2. 项目中的机械知识

在本综合案例中，我们将学到以下机械知识。

- (1) 使用齿轮组实现减速传动。
- (2) 使用曲柄摇杆，使电机驱动连杆摆动。
- (3) 使用平行铰链四杆机构实现鹿头模块同步摆动。
- (4) 使用限位滑槽和曲柄摇杆使电机驱动摆锤摆动。

### 3. 装置效果及其实现原理

**摆锤敲钟：**其动力来源于电机，我们通过大齿轮与扁孔中齿轮配合，构成减速齿轮组，将电机的转速减速后分两路输出，其中一路驱动滑槽杆限位结构件运动。滑槽杆限位结构件固定在外框结构件上，摆锤置于滑槽杆的滑槽中，以一个长螺栓作为摆锤的推力支点，借助滑槽上的 2 个可以调节的限位块，将大齿轮的转动转化为摆锤的左右运动。滑槽上的 2 个限位块的

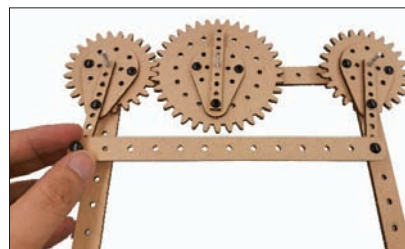


图 6 鹿头左右对望的效果

位置决定了摆锤的摆幅以及摆动的左右极限位置。结构如图 4 所示。

**2 个中号鹿头模块同步左右摇头：**该结构由分处左右两端的由 2 个中齿轮鹿头模块和 1 根 6 号 13 孔连杆组成平行铰链四连杆构成，在经减速齿轮组减速后，另一路动力驱动曲柄摇杆，实现 2 个中号鹿头模块左右摇头的效果。结构如图 5 所示。

**大号鹿头模块和中号鹿头模块左右对望：**左侧中号鹿头模块和大号鹿头模块组成减速齿轮组。在中号鹿头模块的驱动下，大号鹿头模块进行相反方向、速度减慢的摇摆，实现大鹿头时而与左侧鹿头对望，时而望向右侧鹿头的效果。结构如图 6 所示。

### 4. 搭建材料

该项目使用的 Laserblock、电子器件以及连接件如表 1、表 2 所示。

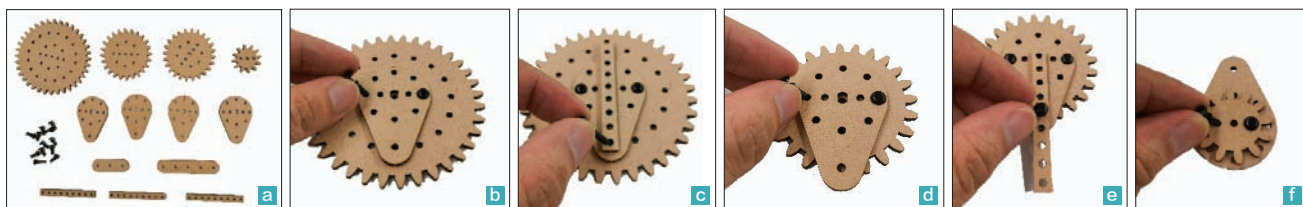


图 7 齿轮鹿头和摆钟模块的搭建零件及搭建过程

## 5. 搭建过程

**搭建齿轮鹿头和摆钟模块：**鹿头、摆钟是由齿轮和凸轮组成的模块。使用中齿轮搭建的鹿头中心有一根向下延伸的连杆，这个连杆将作为后面搭建的铰链平行四连杆模块的摆动杆。以凸轮为外形的摆钟上的齿轮作为装饰，还可增加摆钟的厚度。我们使用 R3075 号塑料铆钉连接鹿头和摆钟主体，使用 R3100 号塑料铆钉连接中号鹿头上的连杆。图 7(a) 所示为零件图，图 7(b) ~ 图 7(f) 所示为搭建过程。

**搭建动力减速齿轮组：**在外框结构件的左下方有安装 TT 电机的专用位置。我们使用长 25mm 的螺栓穿过外框和电机上的孔洞，用螺母拧紧。需要注意的是，TT 电机上的黄色小突起是用于定位、限位的部件，务必将它与对应孔洞相连。另外 TT 电机输出轴的长度约为 3 层结构件的厚度，因此可使用一个小齿轮作为垫片，然后使用平头木牙螺栓和金属垫片将中号齿轮固定在电机的输出轴上，如图 8(f) 所示。最后使用 R3100 号塑料铆钉将大号齿轮和方形垫片与外框在合适位置相连，大号齿轮与中号齿轮形成咬合状态。图 8(a) 所示为零件图，图 8(b) ~ 图 8(h) 所示为搭建过程。

**搭建鹿头齿轮组和平行铰链四杆：**首先将 25mm 螺栓用螺母固定在外框结构件上，作为 3 个鹿头的转动轴，如图 9(b) 所示。然后，依次垫上方块垫片和鹿头模块，构成如图 9(c) 所示的齿轮组。使用 13 孔连杆将左右两侧的中号鹿头进行连接，构成平行铰链四连杆，如图 9(d) 所示。在

表 1 结构件的编号、名称和图片

编号	名称	数量	编号	名称	数量	编号	名称	数量
01	小齿轮	1	02	中齿轮	3	03	大齿轮	2
04	凸轮	4	05	扁孔小齿轮	1	06	扁孔中齿轮	1
07	3 孔连杆	1	08	5 孔连杆	1	09	密孔连杆	3
10	垫片 6	11		外框	1	12	长转角片	2
13	6 孔矩形片	2	14	刻度滑槽杆	2	15	13 孔连杆	1

表 2 电子器件和连接件

编号	名称	编号	名称	编号	名称
01	5V 双轴 TT 电机	02	M3 铆钉 (R3075)	03	M3 铆钉 (R3100)
04	M3 螺栓 (长 15mm)	05	M3 螺栓 (长 25mm)	06	M3 六角螺母
07	M2 平头木牙螺栓 (长 5mm)	08	M3 金属垫片	09	M3 六角双通螺柱

调整鹿头朝向时，应先使中号鹿头摆杆垂直向下，然后再调整大号鹿头的朝向。图 9(a) 所示为零件图，图 9(b) ~ 图 9(d) 所示为搭建过程。

**连接、调整动力源与平行铰链四连杆之间的曲柄摇杆：**首先使用 R3100 塑料铆

钉将刻度连杆一端和圆形垫片与动力源上的齿轮相连，如图 10(b) 所示。垫片的作用是避免连杆在摇动时与齿轮中间的螺栓突起发生碰撞，使鹿头的摆动更加顺畅。

然后将鹿头向左偏转一定角度并将动力齿轮和摇杆连接点调整到平行杆的最远端，



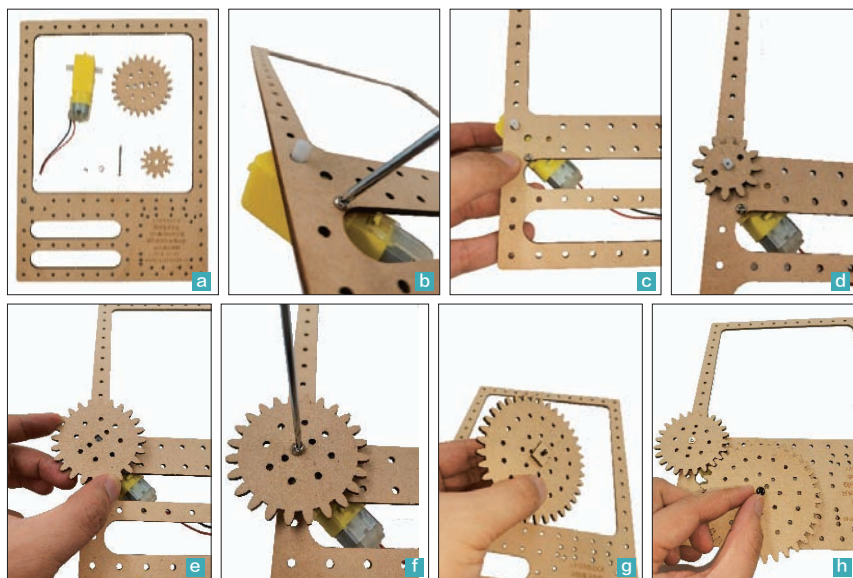


图 8 电机及减速齿轮组的搭建零件及搭建过程

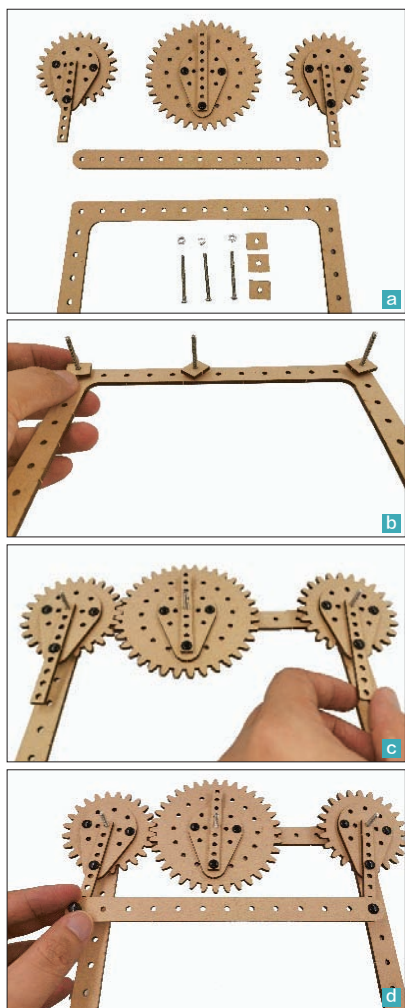


图 9 鹿头齿轮组和平行铰链四连杆的搭建零件及搭建过程

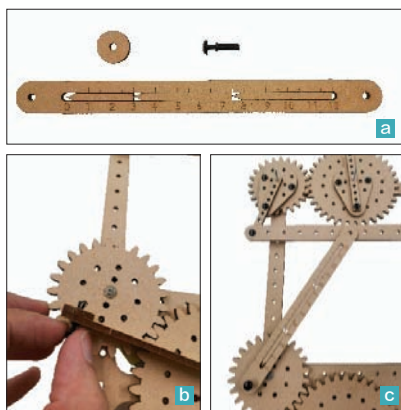


图 10 动力源与平行铰链四杆之间的曲柄摇杆的搭建零件及搭建过程

如图 10(c) 所示。使用 R3075 塑料铆钉将刻度连杆的另一端与平行杆上合适的孔洞连接。最后，旋转动力齿轮，观察摇杆是否能驱动鹿头左右摆动，且摆动过程是否顺畅。如果我们觉得摆动幅度不合适，可以适当

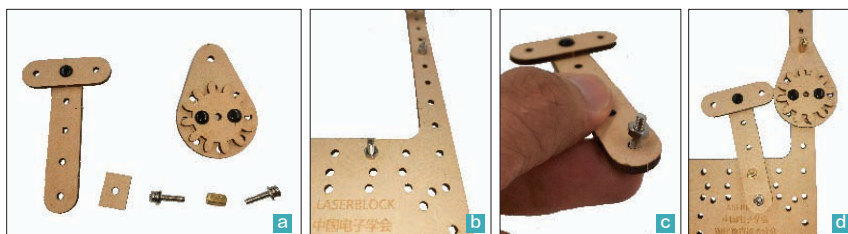


图 11 摆钟和锤子的搭建零件及搭建过程

调整刻度连杆和平行杆连接的位置以及鹿头的初始位置。图 10(a) 所示为零件图，图 10(b) ~ 图 10(c) 所示为搭建过程。

**搭建摆钟和摆锤：**首先组装摆钟，然后利用螺母和长 15mm 的螺栓将摆钟固定在外框结构件的摆钟转动轴上，然后拧入 1 个或多个小螺母作为垫片，最后放入摆锤并拧入六角螺柱限位。然后按图 11(c) 组装摆锤，在锤柄下方用螺栓、螺母组成一个推力支点。最后调整摆钟和摆锤的位置，如图 11(d) 所示。图 11(a) 所示为零件图，图 11(b) ~ 图 11(d) 所示为搭建过程。

**搭建滑槽限位机构：**首先将 2 个限位块组装在滑槽杆上，它们之间需要拉开一定距离，如图 12(b) ~ 图 12(d) 所示。然后将摆锤推力支点置入 2 个限位块之间的滑槽中。最后将滑槽杆一端和大齿轮相连，形成曲柄摇杆，如图 12(g) 所示。在调节摆锤摆幅和左右极限位置时，可以反复调整 2 个限位块的距离和在杆上的位置，直到满意为止。图 12(a) 所示为零件图，图 12(b) ~ 图 12(g) 所示为搭建过程。

**组装稳定底座：**由于上述所有的结构都是在边框结构件上组装的，为了能稳定地将各个结构固定在立式平面上，需要使用转角片结构件制作直角底座。首先使用 R3075 塑料铆钉将 6 孔矩形片安装在边框结构件的底部两侧。然后使用螺栓和螺母，通过转角片结构件上的螺栓槽，将转角片结构件垂直地连接在长方形结构件上，即完成底座支架的制作。图 13(a) 所示为零件图，图 13(b) ~ 图 13(c) 所示为

# 由“AI”出发，防疫有我

## ——Pepper 机器人智能测温项目

嘉兴市秀洲区高照实验学校 于佳 陈小华

2020年初，全国各地都笼罩在新冠肺炎疫情的阴影之中。4月中旬，国内部分地区的中小学陆续复课，师生每日进校都要接受体温检测。高照实验学校的师生基于软银 Pepper 机器人（见图1）和红外测温传感器，通过程序设计和调试，组织开展了利用 Pepper 机器人测量、显示和

判断师生体温是否正常的机器人教育实践项目（见图2）。

### 设计目的

本项目的内容是由教师带领具有编程基础、掌握 Pepper 机器人基本使用技巧的初中学生，设计、制作具有智能测温功能的



图1 软银 Pepper 机器人

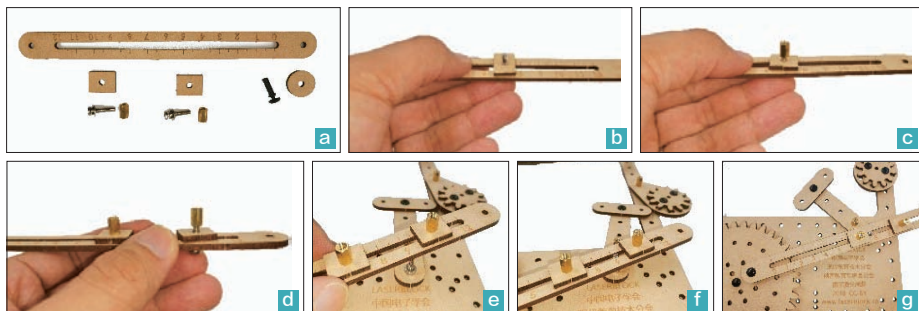


图12 推动锤摆的摇杆和滑槽、限位块的组装过程

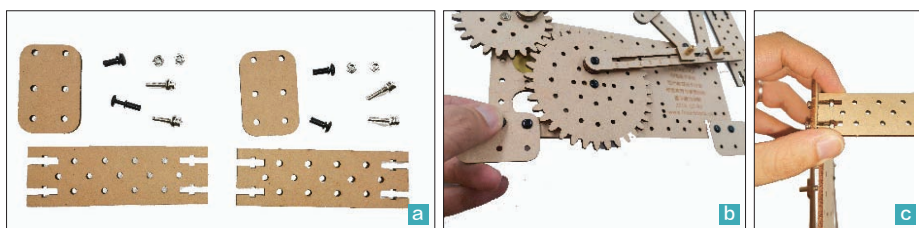


图13 稳定底座的搭建零件及搭建过程

搭建过程。

至此，“小鹿摇摇摇”动力机械装置搭建完成。图14(a)为“小鹿摇摇摇”前视图，图14(b)为斜视图。为电机接上5V电源后，小

鹿们就能欢快地左顾右盼，摆锤也能“当当”地敲响摆钟了。⊗

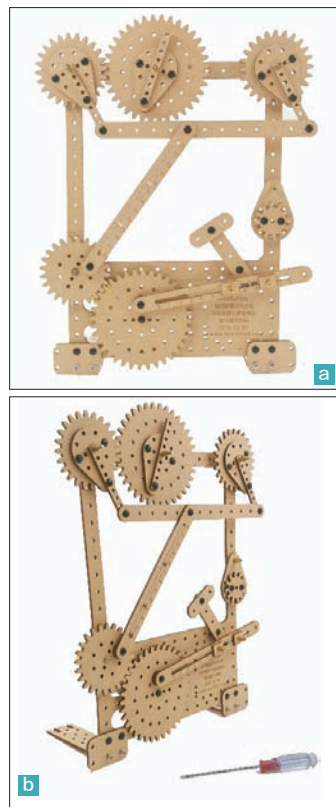


图14 “小鹿摇摇摇”动力机械装置搭建完成



图2 通过红外测温传感器，Pepper 机器人可以获取学生的体温信息

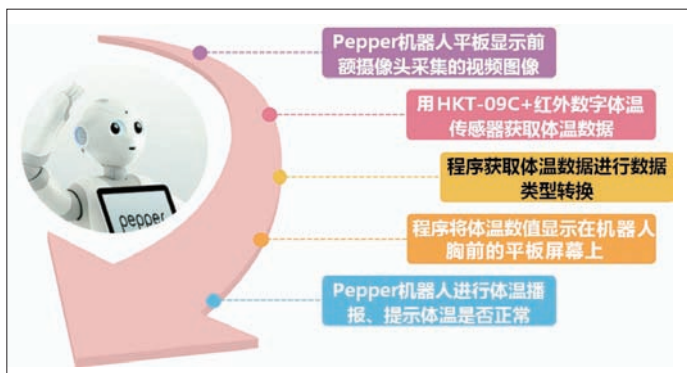


图3 设计思路

表1 设计目的清单

序号	设计目的
1	初步了解机器人算法的设计与实现
2	将软银 Pepper 机器人与红外测温传感器相连接，实现 Pepper 机器人智能测温功能
3	提升学生小组合作形式的项目式学习能力，培养学生自主探究科学的精神
4	引导学生建立关爱生命、守护健康的生命价值观

Pepper 机器人。在项目中，学生可以了解和体验机器人编程，提升信息技术学科素养，培养自主学习能力。设计目的清单如表 1 所示。

### 基本思路

学生要将 Pepper 机器人与红外测温传感器相连接，基于项目的目标进行观察与分析，编写计算机程序，实现读取、显示、播报体温数据的功能，并判断师生的体温是否正常（见图 3）。

### 硬件选择及流程图绘制

#### Pepper 机器人

Pepper 是一款人形机器人，由日本

表2 硬件清单

名称	数量	备注
台式计算机	1 台	需安装 LabVIEW 2015 机器人编程软件
Pepper 机器人	1 个	-
HKT-09C+ 红外数字体温传感器	1 个	-

软银集团和法国 Aldebaran Robotics 公司合作研发，它可以综合考虑周围环境，并积极主动地做出反应。高照实验学校在 2019 年开设了 Pepper 机器人编程课程，学生已尝试将 Pepper 机器人运用于校园的各类场景中。Pepper 机器人可爱友好的形象、数字化的呈现方式、开放的编程环境深受学生喜爱。也正是因此，Pepper 机器人成为本项目的首选硬件。

#### HKT-09C+红外数字体温传感器

HKT-09C+ 红外数字体温传感器（见图 4）采用红外热感应元器件，通过放大、AD 采样、USB 通信等电路，可将测得的体温数据转送至计算机。该传感器价格低廉、体积小，支持用户二次开发和体温数据修正，可实现高精度非接触式红外体温测量，适用于本项目的应用场景。该项目的硬件清单如表 2 所示。

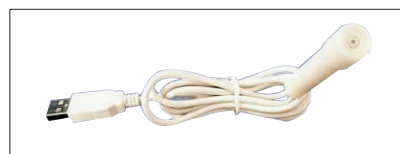


图4 HKT-09C+ 红外数字体温传感器

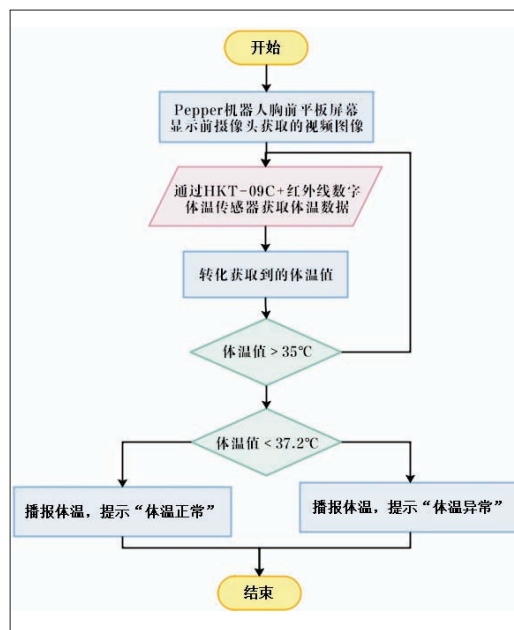


图5 程序流程图

#### 绘制流程图

- (1) Pepper 机器人胸前的平板屏幕可显示前摄像头获取的视频图像。
- (2) 通过外接 HKT-09C+ 红外数字体温传感器获取学生的体温数据。
- (3) 通过计算机中的 Pepper 编程软件 LabVIEW 2015 获取体温值，体温值保留小数点后一位。当体温高于 35°C 时进入第二轮判断。





图6 学生进行问题分析

表3 项目分组情况

牵头组织小组活动环节	第一小组	第二小组	第二小组
问题分析	王伟博	邵佳琪	吴克勇
程序设计(绘制流程图)	虞秀萍	谢银祥	谭灿
程序编写	高鹏	潘哲毅	邓云耀
程序调试	吴俊宇	郭嘉宜	颜萧航
项目总结	段民锐	钟笑咪	王怡珊



图7 教师对学生予以指导

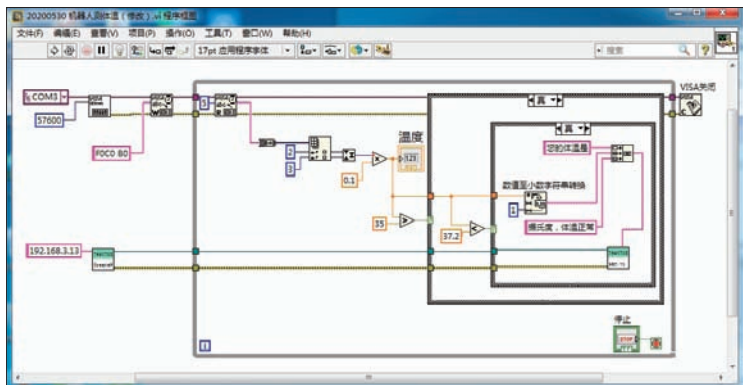


图8 程序编写



图9 实现测温、播报的功能

(4) 当温度低于  $37.2^{\circ}\text{C}$  时, Pepper 机器人播报学生的体温值, 并提示“体温正常”; 否则 Pepper 机器人播报学生的体温值, 并提示“体温异常”。

根据以上分析绘制的程序流程图如图 5 所示。

## 研究过程

### 项目分工

本项目采用小组合作的学习形式, 每名学生均参与其中。根据每项分工, 每个小组指定一个牵头负责人, 在每个环节组织小组其他成员合作开展。分组情况如表 3 所示。

### 活动过程

#### 1. 问题分析

项目的使用场景是学生在每日进校前, 教师需对学生进行体温检测。学生需要根据这个场景结合硬件及软件资

源开展小组讨论, 进行问题分析(见图 6)。

#### 2. 程序设计

学生在小组讨论的基础上自主分析问题, 梳理问题解决思路, 理清程序实现方法, 设计程序流程图。教师在这个环节指导学生, 帮助学生修改程序流程图(见图 7)。

#### 3. 程序编写

每个小组的学生分别进行程序搭建, 将遇到的问题进行记录。在收集完问题后开展小组间的研讨和“头脑风暴”, 由教师进行难点点拨, 之后进行第二轮的小组程序设计与搭建。运行程序时, 需要学生记录问题与错误。部分程序如图 8 所示。

#### 4. 项目调试

针对程序出现的问题进行反复修改调试, 主要问题有以下 4 点。

(1) HKT-09C+ 红外数字体温传感器无法正常获取师生的体温数据: 建议检查驱动程序的安装情况及 LabVIEW 2015 软件是否安装 VISA 模块。

(2) 体温数据类型转化和数值校准的过程出现问题: 需进一步熟悉 LabVIEW 2015 软件中数据类型转化规则。

(3) 无法判断体温是否正常: 检查关于判断的程序是否有问题。

(4) Pepper 机器人胸前的平板屏幕无法显示前摄像头拍摄的视频图像: 建议检查前摄像头设备是否有故障或摄像头显示程序是否存在错误。❌

DF创客社区 推荐作品

# 虚谷物联与科学探究： 声音在不同物体中的传播

涉及学科：物理、技术

狄勇

声音的传播是小学科学课物质科学领域的内容，教育部制定的《义务教育小学科学课程标准》要求3~4年级的学生探索声音在不同物质中的传播。为此，教育科学出版社小学科学教材四年级上册设计了一个实验，让学生探索声音在铝箔、棉线、尼龙绳、木质米尺中的传播效果。本案例为该实验的数字化改造，改造后的实验更具可操作性，并将原实验设计的主观判断改为量化比较。



## 改造教材中的实验设计

教材中，原实验设计为学生直接用耳朵贴着实验介质听传导过来的声音。为了取得更明显的实验效果，我引导学

生改造了“土电话”，分别制作了铝箔、棉线、尼龙绳3种介质的“土电话”（见图1~图4）。这样即便不借助数字化实验装置，也能让实验结果更具区

分度。我们还可以基于开源硬件，用传感器替代人耳，用掌控板分辨不同介质传播声音的效果，并用虚谷物联进行数据记录。



图1 这位同学正在制作铝箔“土电话”



图2 这组用绑大闸蟹用的粗棉绳制作“土电话”



图3 这是尼龙绳版本的“土电话”



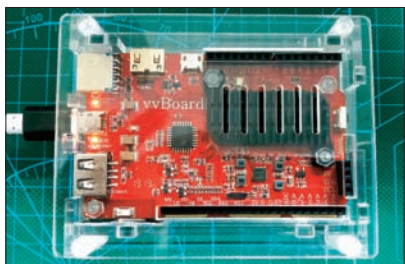
图4 测试“土电话”的效果



## 1 用虚谷号搭建Slot服务器

Slot已在虚谷号出厂时预装，若被删除，可至GitHub下载针对vboard的版本进行安装。虚谷号部署Slot的步骤如下。

1 将USB线连至虚谷号的USB OTG口。



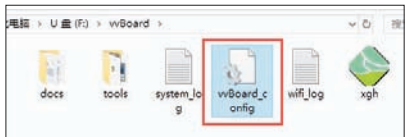
2 稍后，系统会将虚谷号识别为一个U盘。



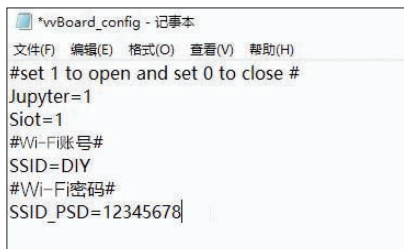
3 打开vBoard文件夹。



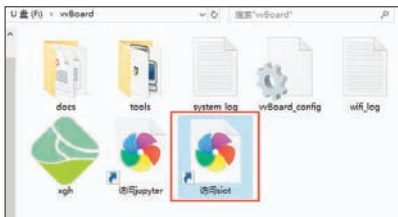
4 用记事本编辑vBoard\_config文件。



5 将SSID和SSID\_PSD改为局域网的Wi-Fi账号、密码，保存配置文件。



6 重启虚谷号，双击“访问slot”快捷方式。



7 正常情况下，此时浏览器应呈现Slot的后台登录页面。



## 实验装置的硬件搭建

材料清单见附表，硬件连接如图5所示。

## 程序设计

程序设计的思路是：设置一个变量max记录声音传感器获取的数据。每次敲击音叉前，按下按钮A开始记录，在按钮B被按下之前，系统会持续将这一时段的最大值赋值给变量max，这样就能获取该次敲击的最大音量数据。图形化程序如图6所示。

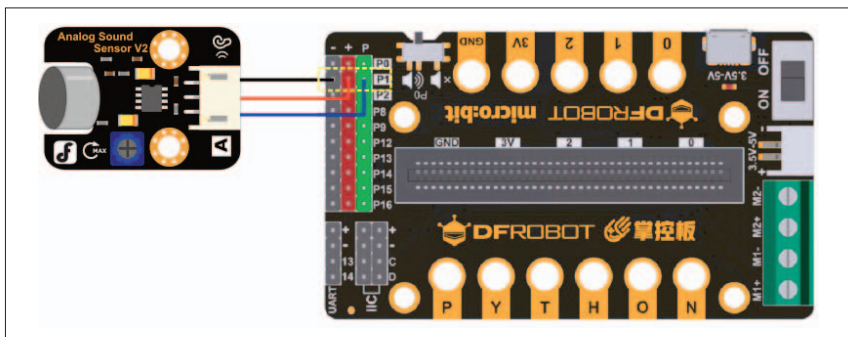
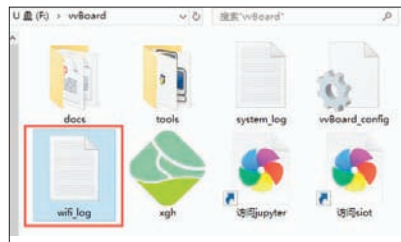


图5 硬件连接示意图

8 如果未自动生成包含虚谷号IP地址的快捷方式，可再次进入vBoard文件夹，打开其中的wifi\_log日志文件。



9 虚谷号的IP地址为192.168.0.1，访问http://192.168.0.101:8080/html/即可打开后台页面。



附表 材料清单

名称	数量
虚谷号	1
掌控板	1
掌控 I/O 扩展板	1
模拟声音传感器	1

## 课堂教学实践

自从用上了虚谷物联，我上课时通常是提着图7所示这么一篮子东西去的。这一篮子东西包括无线路由器、虚谷号、前



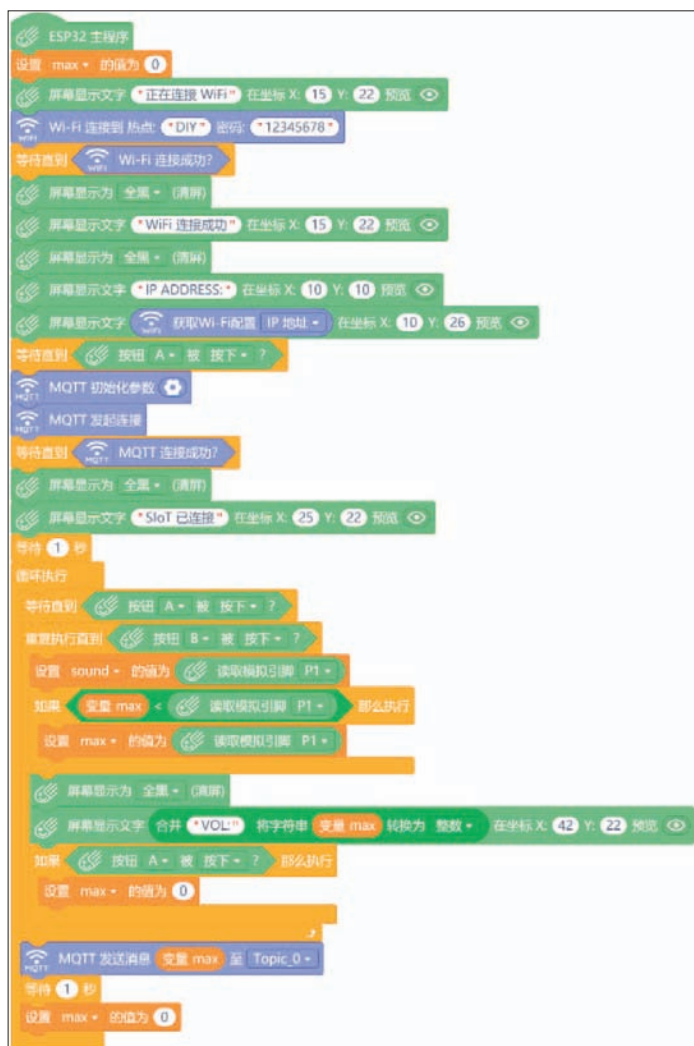


图6 图形化程序

述实验装置、充电宝、音叉。

在实验过程（见图8）中，小组成员的配合比较重要。敲击手发力是否稳定、介质长短是否接近、捏住纸杯的同学是否保持了介质的紧绷，都可能影响实验结果。所以当出现离谱数据时，老师还要引导学生找出问题所在，并让学生重新操作，尽量减少影响实验结果的变量。

图9所示折线图上的每一个点，代表一次敲击，其中有一些是明显失误的记录。这些失误的记录倒也并非没有价值，因为可以就此让学生明白控制实验变量的重要性，并努力消除这些影响。

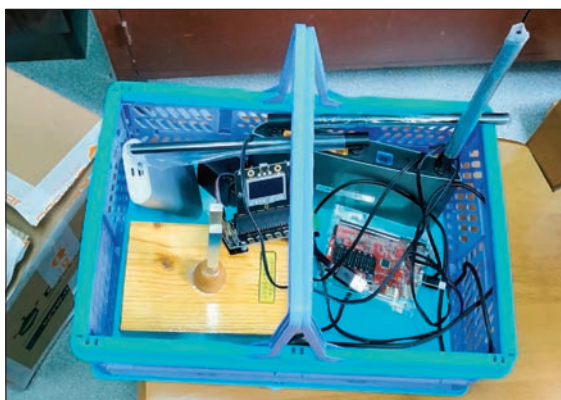


图7 一篮子实验装置



图8 实验过程

## 小结

改进后的数字化实验，实验结果更加直观，更有说服力，但仍有值得完善的地方。

（1）用创客的方式减少实验变量。敲击力度的一致性、介质是否保持紧绷等实验变量，在教材的原始实验设计和我们的实验中共同存在。我计划用铁架台结合3D打印支架固定“土电话”，并由掌控板发送指令控制舵机敲击音叉。这样应该能在很大程度上消除这两个变量。



图9 实验结果

（2）如果条件允许，数字化实验装置可以由学生来设计、制作。其实大家都明白这个过程的价值，但是教学的时空掣肘，依然是STEAM课程落地的痛点。迎合了时间上的限制，就不能提供更适合孩子的学习方式。❌

## 全新时代的曙光

# 《无线电》杂志与国产晶体管收音机的不解之缘

田浩

20世纪60年代中期以前，对于国内大众来说，晶体管技术是陌生的高新科技。当时，《无线电》杂志担起了向民众介绍晶体管技术相关科普知识的重任。如今，当我们回顾当年刊登在《无线电》上的科普文章时，能够深刻地感受到中国电子科技工业从无到有、从弱到强一路发展至今的艰难不易，体会到像《无线电》这样的科普期刊在华夏大地上播下科技知识的种子有多么难能可贵。

## 创意荟萃：《无线电》杂志早期介绍的晶体管电路知识和收音机

1956年第4期《无线电》刊登的《半导体和半导体无线电收音机》是当时国内少有的向民众介绍晶体管技术相关知识的科普文

章之一。文中不仅展示了早期晶体管的内部结构（见图1），而且也将晶体管电路的工作特点与电子管电路的工作特点进行了类比（见图2）。值得一提的是，此文在介绍晶体管电路时，并没有采用我们后来熟悉的“基极”“集电极”等电极名称，而是采用“底



图1 1956年第4期《无线电》刊登的《半导体和半导体无线电收音机》第1页，这是早期向中国大众介绍晶体管科普知识的文章之一

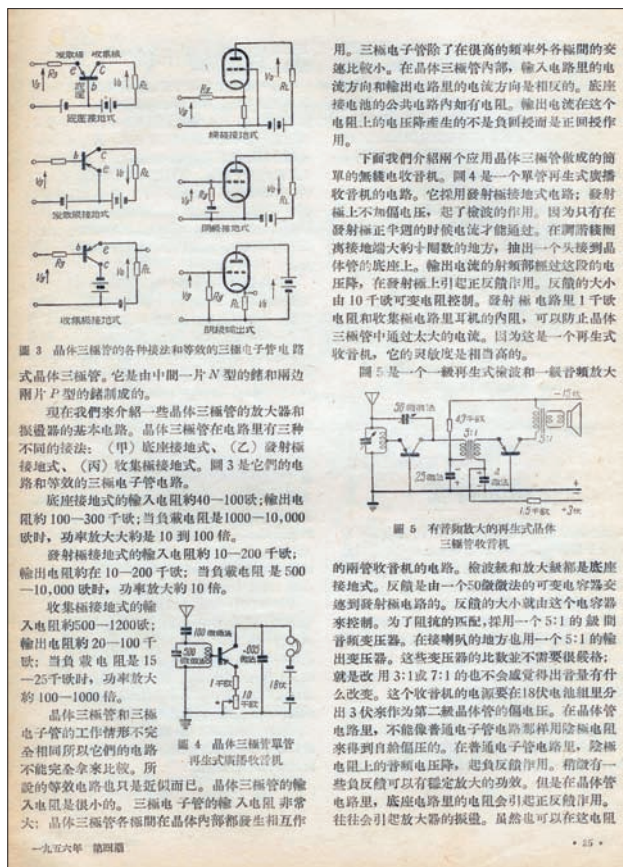


图2 1956年第4期《无线电》杂志刊登的《半导体和半导体无线电收音机》第2页，后来使用的晶体管基极、集电极、发射极在文中配图内分别采用“底座”“收集极”“发射极”等名称



座”“收集极”等名称，这记录了晶体管技术最初进入国内时，人们对这一项新兴技术的认识状态。

在随后的几年里，勤劳智慧的中国电子爱好者努力学习晶体管技术并付诸实践，取得了令人振奋的进展。1958年，一篇标题为《自制的半导体收音机》的文章在当年第7期《无线电》上刊登（见图3），向读者介绍了一款低电压供电（1.5V电池）的3管收音机，它能够用阻抗为2kΩ的耳机收听中波波段的无线电广播。这款由无线电爱好者制作的3管直放式收音机虽然在电路稳定性和放大能力等各方面都还有一定的提升空间，但从新技术先行者的角度来说，已经是很不错的作品了。

高等院校的教师与学生也是较早接触晶体管技术的人群。1960年第5期《无线电》刊登了北京邮电学院（现北京邮电大学）教师撰写的短文《半导体收音机的试制》，介绍了一款采用7枚晶体管制成的超外差式收音机（见图4），其电路设计的复杂度与无线电爱好者制作的机型形成鲜明对比。当时晶体管还是一种价格比较昂贵的新型元器件，由于这个方案使用的晶体管数量较多，因此难以推广。

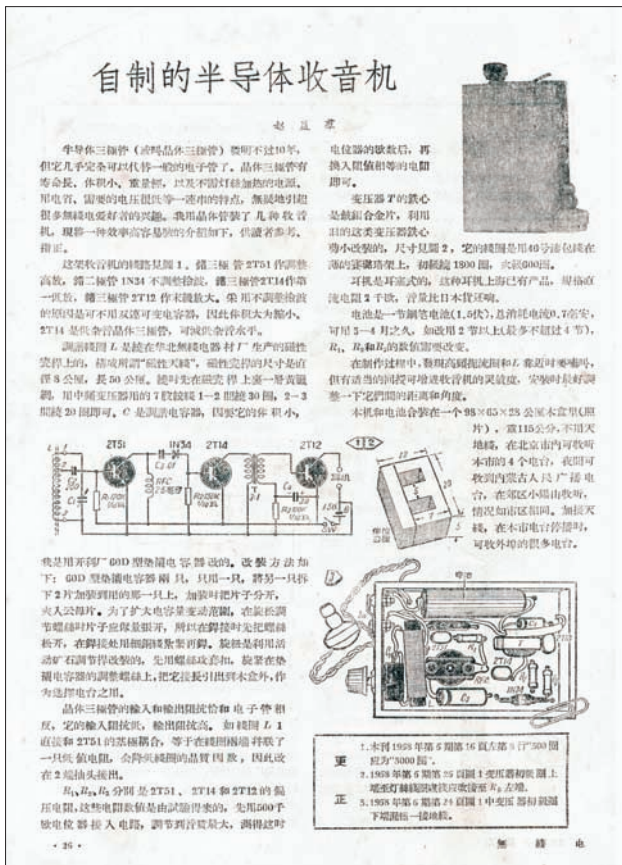


图3 1958年第7期《无线电》杂志刊登的《自制的半导体收音机》第1页，介绍了一款简单的3管直放式收音机电路，整机电路和元器件布局均以图片进行展示

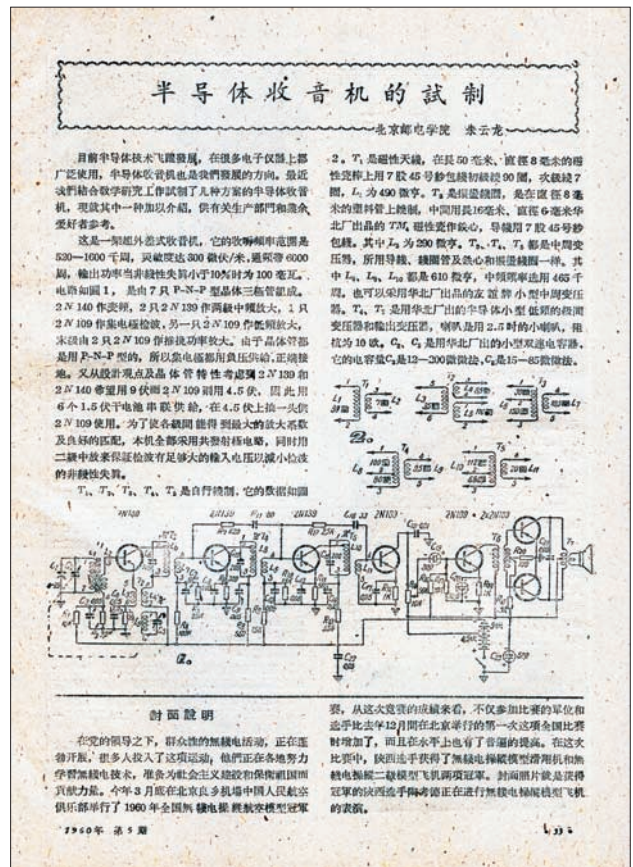


图4 1960年第5期《无线电》杂志刊登的《半导体收音机的试制》第1页，介绍了北京邮电学院（现北京邮电大学）教师研发的7管超外差式收音机电路

在20世纪60年代初期，全国各地的电子制作爱好者越来越迫切地想要了解与晶体管电路装配、制作的相关实用知识。1962年第5期《无线电》杂志刊登了《装配晶体管收音机的几点体会》这篇短文，向读者细致地介绍了焊接晶体管、晶体管的临时接线方法、临时接线底板的应用以及小型元器件的安装等电子制作实用知识（见图5）。此时，晶体管的“身影”出现在全国各地，具有电子制作技能的爱好者也越来越多，《无线电》杂志中介绍晶体管实用知识的科普文章深受读者喜爱。

同在1962年，《无线电》杂志有两篇介绍晶体管收音机制作的文章都相当精彩。较早的一篇是第7期《无线电》杂志刊登的《晶体管单管收音机》，虽然从头到尾都在介绍单管机型，但文章深入、透彻地对不同电路形式（见图6）和不同用管类型（见图7）的单管收音机进行了详细分析。想全面了解晶体管电路相关知识的读者，通过阅读文章都会有所收获。

另一篇是在第12期《无线电》杂志刊登的《再生式五管晶体管收音机》。与这篇文章同时刊登的还有介绍收音机内元器件布局、安装方式的彩色插画（见图8）。此机的电路设计在一定程度上存



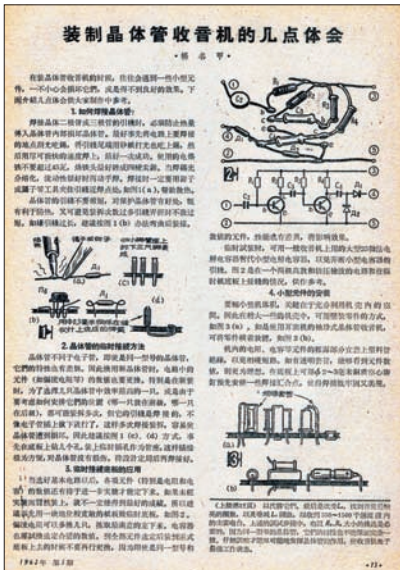


图5 1962年第5期《无线电》杂志刊登的《装制晶体管收音机的几点体会》第1页，反映了晶体管收音机的试装在20世纪60年代初已有一定的群众基础



图6 1962年第7期《无线电》杂志刊登的《晶体管单管收音机》第1页，对采用输入变压器的单管机、调谐回路抽头式单管机、加有次级线圈的单管机分别进行了介绍

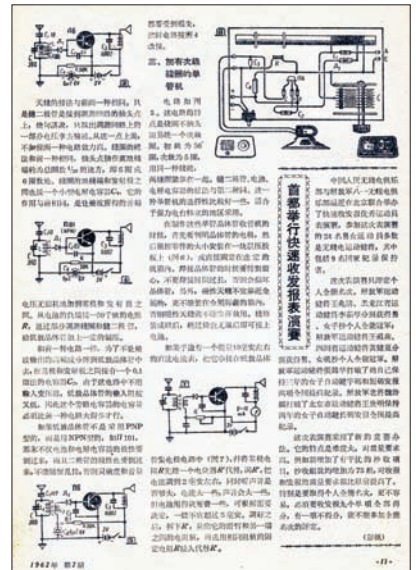


图7 1962年第7期《无线电》杂志刊登的《晶体管单管收音机》第2页，该文以介绍锗管机型为主，对采用硅管的机型也有提及

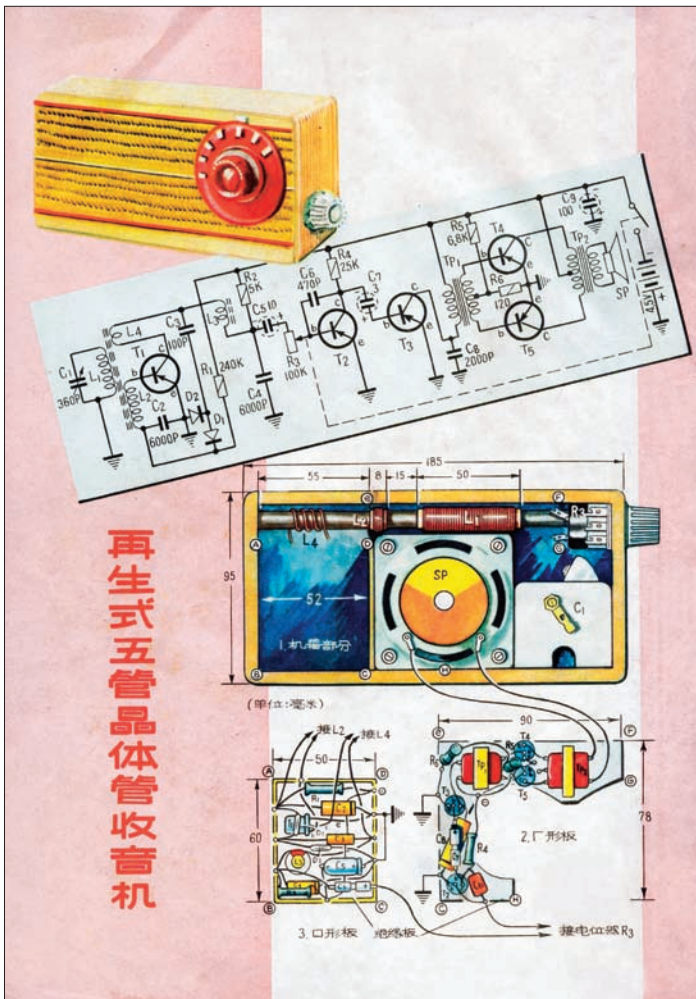


图8 1962年第12期《无线电》杂志刊登的《再生式五管晶体管收音机》电路图及外观、内部元器件布置影图。图中对元器件布局及其连接、安装方式都给出了明确建议



图9 1962年第12期《无线电》杂志刊登的《再生式五管晶体管收音机》第1页，该方案侧重于晶体管低频放大电路的应用





图 10 1963 年第 8 期《无线电》杂志刊登的《优质晶体管三管机》外观及内部元器件布置彩图。电路中大多数元器件布置在铆钉板上

在着音频放大用管数量偏多的特点（见图 9），在以尽量节省用管为主要追求的年代不易普及。不过，无论是电路方案还是元器件布局安装方案，这款收音机都展现了十足的创意。

1963 年第 8 期《无线电》杂志刊登的《优质晶体管三管机》向读者展现了一个在节省晶体管用量和保证整机性能这两者之间努力取得平衡的经典方案。这是一款 3 管便携式中波收音机，其内部机件布局模式已相当成熟（见图 10）。其功放级采用 2 枚低频晶体管，实现工作效率较高的推挽放大，唯一的 1 枚高频晶体管兼具高放、再生、来复低放 3 项功能，可以说这个方案将节省晶体管用量的设计思路发挥到了极致（见图 11）。

设计性能更稳定的超外差式收音机电路也是电子制作爱好者的追求。在 1964 年第 1 期《无线电》杂志中，《晶体管四管超外差式收音机》向广大读者宣告了电子制作爱好者在这一领域取得的突破（见图 12），其电路性能与同期国内知名电子企业的 3~4 管同类机型的性能不相上下。

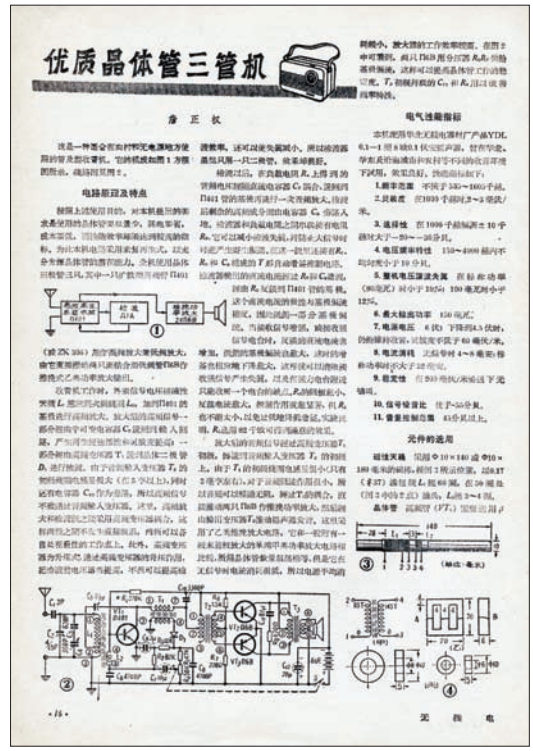


图 11 1963 年第 8 期《无线电》杂志刊登的《优质晶体管三管机》第 1 页，其中的高频晶体管发挥出高频放大兼低频放大的功能，这是当时收音机电路中晶体管运用到极致的体现

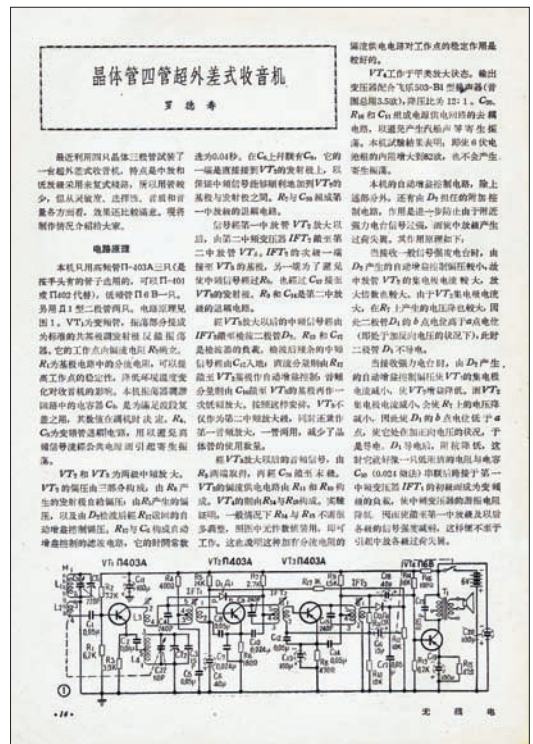


图 12 1964 年第 1 期《无线电》杂志刊登的《晶体管四管超外差式收音机》，电路复杂度较高，展现出作者为在节省晶体管用量和保证电路性能之间取得平衡而付出的努力

回顾当年《无线电》杂志的这些文章，能够感觉到中国电子科技工作者和电子制作爱好者的满腔热情跃然纸上。虽然中国电子工业的商业化成就直到最近的二三十年间才令世界为之惊叹，但造就这燎原之势的星星之火，始于五六十年前，在艰苦困难的条件下依然坚持着梦想，用简陋的自制设备和工具装配、调试那些晶体管收音机的人们。《无线电》杂志刊登的这些文章，一方面实现了向广大人民群众普及电子知识的目标，另一方面也为初创时期的中国电子工业留下了珍贵的历史记录。

## 结束语

若要对本系列连载文章中介绍的多款晶体管收音机的历史意义做简单总结，有必要先回顾 20 世纪 60 年代的社会背景，当时中国处于电子工业发展初期，仅有的几个主要从事电子工业的制造厂零散地分布在上海、北京、南京等城市，并且它们的产能远远不能满足市场需求。当时中国经济建设的主要目标是先建立起规模化、系统化的产业框架，为之后的工业发展打好基础。产业的积累过程对大多数民众来说是单调且艰辛的，个人的消费能力和意愿都受到大环境的抑制。

在这个时代背景下，晶体管技术的出现可以说是科技的进步送给中国大众的礼物。此前，信息的传递速度很慢，从高层发出的指令很难迅速、直接地传递给广大群众，这一情形在 20 世纪 60 年代晶体管技术普及后开始发生改变。依靠农村广播站的晶体管收音机连同架设到乡村田野的舌簧扬声器或压电扬声器，再加上只用几节电池即可工作的收音机，遍布全国的舆论宣传阵地得以建立。千百年来习惯了贫苦、单调生活的数亿中国民众，在日常生活中拥有了获取信息的新渠道。在我国工业体系初步成型，准备踏入世界经济的大河“中流击水，浪遏飞舟”之时，民众从广播中听到某村承包到户之类的新闻消息，个人生产的积极性随即开始在全国范围内得到释放。

这些晶体管收音机在一代人心中留下了难以磨灭记忆的原因，至此也可以得到答案。首先，在 20 世纪 60—70 年代，收音机作为晶体管技术的代表性产品来到了全国各地，它是民众第一次接触到的现代科技产品。在这样的条件下，随着时光流逝，很多人将晶体管收音机与自己的青春回忆铸成一体，留下了深刻的记忆。

其次，晶体管收音机以其容易装配、调试的特点使得很多人有机会和它与其打交道，在亲手制作的过程中给人们留下了深刻的印象。当然，更古老的矿石收音机也具有同样的特点，但矿石收音机的信号接收灵敏度比起有放大电路的电子管或晶体管收音机来说有很大差距，因此矿石收音机的接收范围受到限制，在远离广播电台的偏远农村，通常只是摆设。在电子技术诞生以来的上百年发展历

史中，在分立晶体管元器件得以发展的时期，人们能直观地看到每一个元器件，知晓其基本结构和性能，同时又能将它们轻松地组装到一起，实现特定功能。电子管单是供电就比晶体管要麻烦些，集成电路则缺乏晶体管那种元器件与结构、功能逐一对应的直观感。这样就使晶体管收音机成为一种代表性的电子产品，并给电子爱好者留下深刻印象。

在黎明时分，东方地平线上透出一缕曙光往往会令人记忆深刻。当新技术的阳光普照大地后，人们的注意力更多地被阳光照耀下的新技术所吸引。20 世纪 80 年代，采用模拟集成电路技术的收录机和电视机普及到城镇乡村，让流行歌曲在大街小巷回荡；20 世纪 90 年代，青少年对那些以数字集成电路为核心元器件的游戏机爱不释手；进入 21 世纪，人们则使用着智能手机上安装的各种应用软件。如今，无论是听歌曲、看视频还是玩游戏，大多数人并不以动手组装收音机、电视机、游戏机为自己的乐趣所在。晶体管收音机的时代对他们来说已经成为遥远的过去。

如今，中国电子产业发展迅猛，不妨以本系列连载文章作为对昔日地平线上那缕曙光的纪念。在今日的神州大地上，中华民族已经完成从农业社会向现代工业社会转轨的进程，物资匮乏的艰苦岁月已然成为往昔（见图 13）。人们充满信心地期待着电子科技将给生活增添更多色彩，也满怀信心地期待着像《无线电》杂志这样的优秀科普期刊在未来继续向我们展示精彩纷呈的科技世界，鼓励更多爱好者们前来探索这片令人向往的广阔天地，经历乐在其中的耕耘，收获属于自己的乐趣和成就。📧



图 13 2019 年第 10 期《无线电》杂志刊登了《与国家一起走向辉煌——新中国电子产业前进的 70 年：从追赶世界到领先世界》专题文章



# 套件KITS

本页套件不仅适合爱好者自制，还非常适合各类学校电子实验室、创客空间的师生作为制作项目用

购买方式:

1、 淘宝店铺名称: 无线电 爱上机器人  
打开手机淘宝, 使用左上角扫一扫功能扫描二维码进入淘宝店

2、 微店购买: 扫描二维码, 关注《无线电》杂志  
官方公众号, 点击公众号下方“微店”菜单进店购买



公众号二维码

## 欢迎团购, 咨询热线: 010-81055671/81055310

## 教师推荐套件专区

### 《PVCBOT零基础机器人制作》套件

80元(不含书)+15元(运费)



**PVCBOT制作工具**  
工具为二册通用的, 标准版118元, 增强版136元

### 《PVCBOT超简单机器人设计与制作》套件

230元(不含书)+15元(运费)

**特点:** 开展PVCBOT制作活动所需的工具都是比较常见的, 而用于制作机器人的零件也都是常规的标准器材, 和作为基本结构材料的PVC线槽一样, 都是比较容易在市场上找到的。从方便的角度出发, 我们也配合本书的内容, 提供了已经选配好并打包在一起的PVCBOT套件, 其中包含基本工具和本册书所介绍的制作项目的零部件两大类(分别单独购买)。如果不想花费时间和精力选购, 可以直接购买现成的套件。



### 教育机器人麦昆4.0

麦昆本体 245元+15元(运费)

基础套装(麦昆、micro:bit、数据线) 345元+15元(运费)

**特点:** 麦昆是便宜、简单、有趣的智能教育机器人, 手掌大小, 可与micro:bit配合, 通过Mind+、Scratch、MakeCode等软件图形化编程加以控制, 同时也支持Arduino、ESP32开源平台。车体自带红外线巡线传感器、红外接收器、超声波传感器、蜂鸣器、LED车灯、RGB氛围灯。



### BOSON 造物粒子入门套件

699元+15元(运费)

**特点:** 这是适合创客教育和STEAM教育的micro:bit入门套件, 含有micro:bit开发板、micro:bit扩展板、8种造物粒子模块(按钮模块、LED小灯模块、声音传感器、旋钮模块、运动传感器、RGB灯带、微型金属舵机、风扇模块)和硅胶导线、数据线, 可用Mind+、Scratch、MakeCode等软件图形化编程。



### 《简易机器人制作入门》(教材版)套件

168元(不含书)+15元运费

**特点:** 本书中所有的机器人都是以PVC为主要材料制作的, 是“低成本、易实现”的一项机器人DIY活动。这本教程适用于初学的小创客, 书中详细介绍了制作PVC机器人的基本过程, 还有各类机器人独特的原理解释与分析。教程采用图文并茂甚至以图片为主的“看图说话”方式, 力求更清晰明了和通俗易懂, 使小创客们能够更加直观、清晰地了解整个制作过程并能够完成机器人的制作。



### LED节能徽章2.0版

60元+15元(运费) (量大从优)

**特点:** LED节能徽章含1个STC12C2052AD单片机、1个SG9909红外传感器、2个CR2032电池、2个CR2032电池座(贴片)、1个小电容话筒、1个10kΩ精密电位器、1个4脚6×6微动开关、1个蓝色PCB、1个夹子、7个蓝色LED(1个为备用)、9个绿色光LED(1个为备用)、1个10kΩ电阻、1个1MΩ电阻、1个0.1μF电容、1个三极管8050、1个包装袋、1个包装盒。在完成焊接、组装后, 你会得到一个有规律闪烁的LED徽章。2.0版新增智能控制功能, 可通过红外传感器切换显示模式, 其中声控模式可根据外界声音让LED发光。



### S4A 开源机器人套件

280元+15元(运费)

**特点:** 本套件专为配合图形化编程软件S4A(Scratch for Arduino)使用而开发, 以Arduino作为控制平台, 借助各种传感器, 可以创作出各种互动智能作品。套件包含: Arduino UNO控制板、面包板、声控传感器、光敏电阻、按键、电阻、可调电阻、雨滴传感器、烟雾传感器、热释电传感器、数码管、蜂鸣器、LED(红、绿、蓝)、全彩RGB LED、舵机、74LS48芯片、杜邦线、USB线。



### 面包板入门套件

售价139元+15元(运费)

**特点:** 本套件以电子制作中最基础的元器件在面包板上搭建电路, 用启发性的视频教学方式, 使学习者熟悉电子电路基础、发挥想象力和、在创新设计和制作中学会独立设计和思考。

本套件适合零基础的电子制作爱好者、中小學生、希望在电子电路上有所创新的爱好者。大家学完后可以独立设计电路, 熟悉电路特性和原理, 具有一定的动手制作、探索精神和独立思考/实验的能力, 为以后学习复杂电子电路和嵌入式系统硬件电路设计打下基础。



### Arduino机器人套件Lite版

2199元(包邮)

**特点:** Arduino作为全球最普及的开源硬件平台, 以其简单易用、资源丰富的特点而广受好评。用Arduino作为机器人的控制中枢, 能够大大降低机器人学习的门槛。Arduino机器人教育在国际上以惊人的速度普及开来。现在由著名创客教练教师谢作如带头研发, 面向中小学课堂的Arduino创意机器人教学课程终于成型。秉承创客的开源精神, 谢老师将这套课程开放出来供广大师生学习与实践。

Lite版课程目录

- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| 第1课 走进机器人的世界  | 第6课 机器人巡线走(一)      |
| 第2课 机器人眨眼睛    | 第7课 机器人巡线走(二)      |
| 第3课 天黑请开灯     | 第8课 RoboRave巡线(一)  |
| 第4课 机器人跳八字舞   | 第9课 RoboRave巡线(二)  |
| 第5课 给机器人装上触角吧 | 另有22节课程, 如需了解请联系客服 |



### Tick Tock 智能闹钟

150元(Tick Tock智能闹钟+Seeeduino主控板+USB线一根)+15元(运费) (量大从优)

本套件为青少年电子信息与智能控制创新实践展示活动推荐套件。

90元(Tick Tock智能闹钟板)  
运费15元(量大从优)  
80元(Seeeduino主控板+USB线一根)  
运费15元(量大从优)



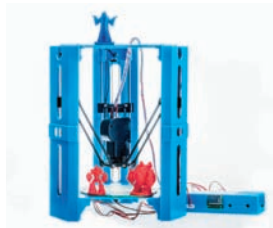
**特点:** Tick Tock智能闹钟是一款特别适合初学者学习基础焊接技术、识别常用元器件、了解Arduino应用与编程控制的综合套件, 内含最常用的一些电子元器件, 包括LED、按键、数码管显示屏、蜂鸣器、光敏电阻、热敏电阻等。在完成焊接、组装后, 你会得到一个电子闹钟, 当然也可以把它改编成其他的创意项目。

## 一零一英雄“魔塔号”3D打印机

售价：599元+15元（运费）

### 特点：

一零一英雄“魔塔号”3D打印机是全球首台玩具级3D打印机，基于FDM成型方式，通过加热PLA塑料，熔融后堆积成型。精巧的模块化设计使得一零一英雄“魔塔号”3D打印机套件组装非常便利，仅需十几分钟即可组装完成。此外，还有官方的“一键打印”模型库支持，非常容易上手。最大可打印底面直径10cm、高10cm的圆柱体，层厚可调至0.1mm。支持SD卡脱机打印，也可以通过USB接口连接电脑打印。整机尺寸为26cm×28cm×30cm，重1.8kg，使用12V3A的安全电源。它非常适合青少年自己进行一些小制作，以及配合创客教育机构开展3D建模及3D打印机课程使用。



## 鸦鸦3D打印笔

268元（包邮）

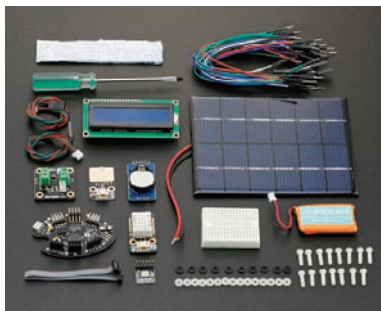
特点：鸦鸦3D打印笔是一个入门级的3D建模工具，无需配置，也无需使用电脑和软件。只要你会用笔，就可以在几分钟内迅速上手，所以非常适合培养少年儿童的3D空间思维。这款3D打印笔可以使用ABS及PLA两种常见的3D打印耗材。ABS耗材冷却快，非常适合用于直接构建3D物体；而PLA耗材冷却较慢，耗材从笔内融化后流出为近液体状，比较适合给3D打印机打出来的物件进行修补、上色和涂鸦。该产品使用12V/3A的安全电源供电。



## DIY智能气象站套件

419元/套+15元（运费）

特点：这套DIY智能气象站套件可用于室外或者室内空气检测，通过各式传感器完成对温度、湿度和气压的测量，搭配上一块太阳能电池板，对系统进行辅助供电，既节能又环保。这款气象站可以快速探测到特定点的气象状况，非常适合课堂实验，可以用来从小培养孩子的动手能力和细心观察的习惯。



## STM32小四轴RoboFly +手柄

350元（包邮，偏远地区除外）

特点：四轴飞行器又称四旋翼飞行器、四旋翼直升机，简称四轴、四旋翼。本套件包括制作四轴飞行器所需的全部元器件（不包含制作工具），并附有详细的说明资料与教学视频，帮助你制作出属于自己的四轴飞行器。



## City Turbo 3D打印格斗机器人

520元（包邮，偏远地区除外）

特点：机器人格斗比赛在青少年心目中的地位越来越高，但是动辄上万元研发、制造成本的格斗机甲明显不是学生阶段可以承受的。下面介绍一下City Turbo推出的200g级青少年3D打印格斗机器人套件，它分为3个版本：法老、收割机和肉霸，大家可以按照说明书一步步搭建属于自己的格斗机器人，也可以根据自己的能力进行二次设计和改造。



## 单片机套件

### 单片机电子积木DB1开发套件

特点：用电子积木DB1可以简单、快速地搭建电子DIY产品。DB1是完全免焊接的面板插接模块，内置高性能单片机，提供丰富的接口及应用例程。使用DB1可以真正完成能实际应用的制作，而不仅仅是面板上的实验。

DB1基础开发套件：包括DB1主模块、USB下载模块、电源线、连接线及基础元器件包。您可在此基础上扩展现有的功能组件。适合已经购买单片机周边功能组件的朋友。



88元/套+15元（运费）

DB1教学开发套件：包括DB1基础开发套件和45种常用功能组件，并提供大量制作实例和教学视频，您可直接完成各种基础电子DIY作品，适合零基础单片机爱好者。

使用方法详见《无线电》2012年第10期开始的连载文章



558元+15元（运费）

### 《爱上单片机》配书套件

158元/套+15元（运费）

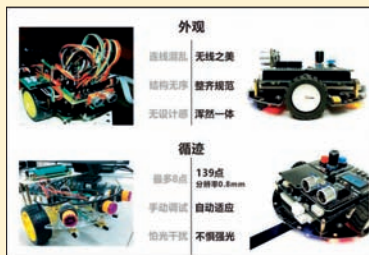
特点：许多朋友通过阅读《爱上单片机》开始入门单片机。但苦于书中元器件难以配齐全。现在我们将书中入门部分的元器件整理成套件。套件可完成《爱上单片机》中68页（第一章第7节）之前的制作和实验。购买本套件可赠送特制资料光盘，随套件一并发货。其中全新收录的视频、文章和源程序可帮助您更好地学习单片机。



## DRS1模块化智能小车

588元+15元运费

特点：DRS1小车成品版，开箱上电即可工作。如果您是电子爱好者，想体验自己动手组装的乐趣，可以购买套件版，只需一把螺丝刀（套件中附送），无需焊接，就能轻松组装。我们配有教学视频，可照着视频一步步组装，非常有趣。套件同时包括全套付费教学视频（分析小车源程序、PID循迹算法讲解、新功能开发实录）。它具有139点高精度循迹器、抗干扰的前下方红外避障传感器，5V/5000mA大容量电池和N20电机。



本页套件不仅适合爱好者自制，还非常适合各地创客空间及学校电子实验室的师生使用





ISBN 978-7-115-43340-4



ISBN 978-7-115-47590-9



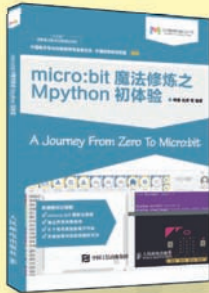
ISBN 978-7-115-52925-1



ISBN 978-7-115-43443-2



ISBN 978-7-115-42190-6



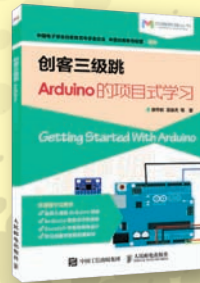
ISBN 978-7-115-48474-1



ISBN 978-7-115-47485-8



ISBN 978-7-115-43442-5



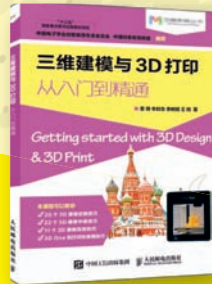
ISBN 978-7-115-45906-0



ISBN 978-7-115-45851-3



ISBN 978-7-115-48473-4



ISBN 978-7-115-47493-7



ISBN 978-7-115-47356-1



ISBN 978-7-115-46759-1



ISBN 978-7-115-49064-3



ISBN 978-7-115-45241-2



ISBN 978-7-115-44846-0



ISBN 978-7-115-43558-3



ISBN 978-7-115-44129-4



ISBN 978-7-115-43411-1



ISBN 978-7-115-47711-8



ISBN 978-7-115-50978-9



ISBN 978-7-115-49319-4



ISBN 978-7-115-47845-0



ISBN 978-7-115-48699-8

网上购买

当当网上书店: <http://book.dangdang.com>  
互动出版网: <http://www.china-pub.com>

京东网上书店: <http://book.jd.com>

地址: 北京市丰台区成寿寺路11号邮电出版大厦 邮编: 100164 咨询电话: 010-81055339



🛒 购买方式：全国各大书店 网上书城 均有销售

为爱好者、创客和专业人士奉献的精品读物



ISBN: 978-7-115-50977-2  
定价: 199元



ISBN: 978-7-115-49760-4  
定价: 139元



ISBN: 978-7-115-47711-8  
定价: 79元



ISBN: 978-7-115-51059-4  
定价: 89元



ISBN: 978-7-115-42470-9  
定价: 39元



ISBN: 978-7-115-47317-2  
定价: 49元



ISBN: 978-7-115-51519-3  
定价: 69元



ISBN: 978-7-115-46238-1  
定价: 49元



ISBN: 978-7-115-48407-9  
定价: 49元



ISBN: 978-7-115-47771-2  
定价: 89元



ISBN: 978-7-115-52919-0  
定价: 89元



ISBN: 978-7-115-46071-4  
定价: 59元



ISBN: 978-7-115-46072-1  
定价: 69元



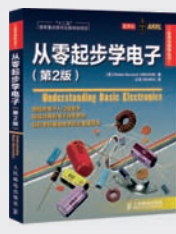
ISBN: 978-7-115-53048-6  
定价: 60元



ISBN: 978-7-115-47317-2  
定价: 139元



ISBN: 978-7-115-40592-0  
定价: 298元



ISBN: 978-7-115-27978-1  
定价: 52元



ISBN: 978-7-115-44955-9  
定价: 75元



ISBN: 978-7-115-44910-8  
定价: 69元



ISBN: 978-7-115-48838-1  
定价: 139元



ISBN: 978-7-115-52921-3  
定价: 79元



ISBN: 978-7-115-46059-2  
定价: 65元



ISBN: 978-7-115-46139-1  
定价: 65元



ISBN: 978-7-115-40628-6  
定价: 39元

网店推荐 | 当当: <http://book.dangdang.com> 京东: <http://book.jd.com>

卓越亚马逊: <http://www.amazon.cn> 互动出版: <http://www.china-pub.com>

人民邮电出版社 POSTS & TELECOM PRESS



众志成城

我们一定会赢

成城