

无线电

1955年创刊 www.radio.com.cn 邮发代号: 2-75 国外代号: M106

2011年 合订本



《无线电》编辑部 编

本书附赠光盘



精选电子套件演示视频

单片机源程序、印制电路板图等丰富资料

2011年第7期~第12期

创意制作 > 玩转单片机 > 实用电路 > 音频应用 > 特别策划 > 我的实验室 > 广播爱好者 > 维修帮手 > 初学者园地

TECSUN 德生牌收音机 中国驰名商标



DSP

数字信号处理

德生技术合作伙伴—美国SILICON LABS



德生DSP全波段立体声收音机系列精品!



PL-390



PL-300ET



PL-360

PL-380



PL-310ET



PL-505



PL-606

德生收音机论坛: <http://bbs.tecsun.com.cn>

德生淘宝店: <http://best-radio.taobao.com>

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电

2011 年合订本（下）

《无线电》编辑部 编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

《无线电》2011年合订本. 下 / 《无线电》编辑部
编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2012. 2
ISBN 978-7-115-27286-7

I. ①无… II. ①无… III. ①无线电技术—2011—丛
刊 IV. ①TN014-55

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第264869号

内 容 提 要

《无线电》2011年合订本(下)囊括了《无线电》杂志2011年第7~12期所有栏目的全部内容,并经过了再次加工整理,按期号、栏目、专题等重新分类编排,以方便读者阅读。

随书附赠的光盘中收录了精选的电子套件演示视频,如PVC-Robot系列仿生机器人演示视频、CUBE光立方演示视频等,还收录了与文章相关的单片机源程序、印制电路板等资料。

本书内容信息量大,涉及电子技术广泛,文章精炼,技巧经验丰富,实用性强,适合广大电子爱好者、电子技术人员及相关专业师生阅读。

《无线电》2011年合订本(下)

-
- ◆ 编 《无线电》编辑部
责任编辑 房 桦 周 明
特约编辑 邓 晨
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 35.75
字数: 1 132 千字 2012年2月第1版
印数: 1-9 000 册 2012年2月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-27286-7

定价: 48.00元(附光盘)

读者服务热线: (010)67132837 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

2011年合订本（下）

目 录

精彩制作

创意制作

- 制作CUBE8光立方 ◎杜洋 (001)
- 自平衡双轮小车 ◎Plenilune (007)
- 基于74HC240的单向运动比目鱼机器人 ◎臧海波 (013)
- 千雕万琢的机器花能大战僵尸吗? ☆ ◎机器时代 (017)
- 机器人总动员 ◎金今 (020)
- PVC-Robot 15号 ◎Plenilune (032)
- 基于AVR单片机的6足机器昆虫 ☆ ◎Plenilune (040)
- 基于Arduino开源平台的Wi-Fi视频监控小车 ☆ ◎庄明波 (044)
- 吊绳攀爬机器人 ◎Plenilune (047)
- 基于不同控制理念的两只爬虫机器人 ◎臧海波 (053)
- 电子发光线小制作 ◎曾学明 译 (059)
- 简易空气桨动力车制作 ◎张晓宇 (065)
- DIY超简单的双足行走机器人 ◎Plenilune (067)
- 6足仿生昆虫机器人 ◎臧海波 (074)
- 仿生3电机蛇形机器人 ◎臧海波 (079)
- 仿生尺蠖型小车 ◎Plenilune (084)
- “冰封”我的小制作 ◎陈晟洋 (088)
- 机器螃蟹 ◎Plenilune (090)
- 四轴飞行器DIY ◎徐江 (097)
- 会移动的“向日葵” ◎王飞剑 (102)

玩转单片机

- DIY表情矩阵 ☆ ◎小乐 (105)
- ARM7音乐播放器 ☆ ◎张彬杰 (108)
- AVR点睛之颜色识别篇 ☆ ◎宋宏嘉 王静 (113)
- 旋转POV显示屏设计与制作 ☆ ◎王平 (118)
- 摇臂式POV设计与制作 ☆ ◎王平 (123)
- 3D旋转显示装置 ☆ ◎李光 (125)
- 手把手教你DIY迷你单片机学习板 ☆ ◎石学军 (131)
- 自制三体船模 ☆ ◎陈天裕 (135)
- 用PCF8563制作的电脑校时日历钟 ☆ ◎卫小鲁 (138)
- 防追尾! DIY简易跟随小车 ☆ ◎蒋瑞挺 (142)
- 8引脚AVR芯片熔丝恢复器 ☆ ◎孙德庆 (144)
- Arduino-Lite——高效轻量级AVR库 ☆ ◎RoboPeak (146)
- 制作8核微控制器Propeller开发板 ◎刘毅男 (151)
- 语音智能小车的设计制作 ☆ ◎赖程鹏 梁光胜 (155)
- 智能绘图小车 ☆ ◎张皓 (157)
- 网络门禁控制系统 ◎海特 (Hector) 许腾 (159)
- RoboPeak USB Connector免驱动的USB 接口
- AVR/51 ISP编程器 ☆ ◎RoboPeak (161)
- 带单片机时钟的小夜灯 ☆ ◎周兴华 (163)
- GPS记录器DIY ☆ ◎陈飞 (165)
- 基于Propeller开发板的手势识别系统设计 ☆ ◎刘毅男 (170)
- 走迷宫小车的原理与设计 ☆ ◎蒋瑞挺 (173)

- 超级个性化万年历☆ ◎王保国 (177)
- Arduino为什么这么红? ◎胡泊 (179)
- 智能对线仪 ◎阚海辉 (182)
- CUBE8光立方的图形DIY手册 ◎杜洋 (184)
- 实用电路**
- QS18-12辉光管电子时钟的设计☆ ◎严泽远 (189)
- 蝴蝶结变声器☆ ◎孙德庆 (193)
- 家用便捷黄曲霉菌监测器 ◎王丕立 (195)
- 做把智能直尺☆ ◎孙德庆 (197)
- 蓝牙无线温湿度监测系统的制作☆ ◎赖程鹏 (200)
- 基于USB接口的PC性能监视器☆ ◎刘亮 (204)
- 单荧光数码管钟制作过程分享 ◎张峥 (BG8SF) (206)
- 试制无线供电办公桌面系统 ◎古人 (208)
- 选择电设, 选择一种生活——我们4天3夜的参赛经历
◎朱棣 (212)
- 业余条件下自制高频谐振线圈 ◎时刻 (BA6BF) (214)
- 制作一款独特的圆盘指针式VFD时钟☆ ◎段卫军 (215)
- DIY 3W LED灯 ◎尚时尚 (221)
- 旧灯改造两挡调光的LED阅读灯 ◎尚时尚 (224)
- 动感电子蜡烛DIY ◎尚时尚 (227)
- T12白光数显控制器DIY经验分享 ◎陈建皓 (229)
- 音频应用**
- 我的LM3886功放DIY手记 ◎江俊辉 (236)
- 高品质胆机电源变压器的设计与制作(上) ◎松贵年 (239)
- 玩转老功放之中高端产品篇(下) ◎梓门 (243)
- 一款用ON管子制作的高性能MT-150功放 ◎卞镜秋 (248)
- 小巧的D类功放 ◎牛歌 (251)
- 高品质胆机电源变压器的设计与制作(下) ◎松贵年 (255)
- 813的构造及音频应用电路 ◎松贵年 (259)
- FU-32胆机制作 ◎林召春 (263)
- 试听派扬HIFI-4书架式音箱 ◎独幽 (265)
- 一款经典的Hi-Fi家用功放套件A-80 ◎卢伟 (268)
- “B2”小耳放的设计 ◎dingle (272)
- 经典制作全程播放——桌面功放的设计与制作
◎张之航 (274)
- 制作一款体积小巧的功放 ◎梁文志 (282)
- 用6C16制作靓声耳机放大器 ◎林召春 (284)
- 小巧玲珑的胆石放大器 ◎张全定 (286)
- 玩“板”偶得 ◎林强 (289)
- 打造一款非主流耳机放大器——E2 ◎杨宇洸 (290)
- 纸盆扬声器修复纪实 ◎倪文贤 (293)
- “百听不厌”的6146单端胆机制作 ◎陈建军 (296)
- 用PCM2702制作高性能USB声卡 ◎梁文志 (299)
- 特别策划**
- 2001年美国代顿业余无线电节大会小记
◎陈平 (BA1HAM) (302)
- 耳放制作专题**
- 3款不同风格的耳机放大器 ◎臧海波 (308)
- 集成电路耳放制作方案——UCP2耳放 ◎臧海波 (309)
- 晶体管耳放制作方案——8管OTL耳放 ◎臧海波 (312)
- 电子管耳放制作方案——6N1耳放 ◎臧海波 (314)
- 亲历美国2011湾区Maker Faire ◎樊翔 (318)
- 搭建个人数字音频工作室 ◎臧海波 (321)
- 全国大学生电子设计竞赛专题**
- 光伏并网发电模拟装置 ◎杜灿鸿 (329)

无线环境监测模拟装置	◎宋宏嘉 王静轩 郝计军 (334)
NUEDC的过去式	◎王丰硕 (337)
瑞萨电子竞赛专访	◎于涛 (339)
瑞萨杯2011全国大学生电子设计竞赛成功举办	◎本刊记者 (341)
奋战2011全国大学生电子设计竞赛	◎赖程鹏 (342)
亲历上海国际无线电展创意电子嘉年华	◎张峥 (BG8SF) (344)
“虫版47”耳放DIY大攻略	◎林伟淇 (348)
打造自己的GPS无线同步校时系统	◎段卫军 (358)
GPS无线同步校时母钟系统设计思路	◎段卫军 (359)
简易版GPS无线同步校时母钟的制作☆	◎段卫军 (363)
制作带显示屏的GPS无线同步校时母钟☆	◎段卫军 (367)
10种不可不知的电装工艺	◎臧海波 (373)
走近开源硬件	◎肖文鹏 (380)
开源硬件与新山寨	◎李大维 (381)
那些开源硬件引发的创意	◎Eric Pan (383)
如何利用创客空间帮助我们学习	◎顾学雍 (386)
开源机器	◎张浩 (388)

我的实验室



小型电子工作室仪器选购

频谱分析仪的选择 ◎杨法 (BD4AAF) (391)

晒晒我的实验室/工作室

工作室是用来干什么的 ◎王东平 (BA1AAX) (395)

晒晒我的实验室/工作室

工作室的制乐之道 ◎杜洋 (398)

RIGOL DS6104数字示波器特性综览 (402)

RIGOL DS6104数字示波器试用手记 ◎徐江伟 (403)

DS6104数字示波器试用点评 ◎李旭之 王媛媛 (407)

领略高端示波器 ◎杨法 (BD4AAF) (408)

晒晒我的实验室/工作室

我在实验室中成长 ◎陈怡斐 (412)

自制手持高精度六位半数字万用表 ◎孟欣 (415)

漫谈天线性能测试 ◎杨法 (422)

晒晒我的实验室/工作室

分享与交流——制作的乐趣所在 ◎温正伟 (426)

年末测量仪器市场大盘点 ◎杨法 (428)

制作之道



能者自答 ◎杜洋 (433)

漫话业余电子爱好者的变化 ◎唐道济 (436)

广播好爱者



上海广播器材厂的收官力作

——上海144型电子管收音机 ◎徐蜀 陈汉燕 (438)

凯歌593-2型电子管超外差收音机修理手记 ◎张全定 (441)

20世纪50年代的大众收音机——“小北京”

◎陈汉燕 徐蜀 (443)

一款精益求精的收音机——BeoMaster 1400K

◎陈祖德 (446)

歌乐车载收音机加装MP3功能 ◎吴金贤 (448)

一台标有制作者的矿石收音机 ◎陈汉燕 徐蜀 (452)

民国时期收音机状况之一瞥(一) ◎陈汉燕 徐蜀 (454)

民国时期收音机状况之一瞥(二) ◎陈汉燕 徐蜀 (458)

维修帮手



DCS-3926S交换机重生记 ◎董庆源 (462)

- 英国Soundcraft调音台的维修小记 ◎张国武 (465)
- 自己动手维修电风扇 ◎王绍华 (466)
- 巧修投影机遥控器 ◎崔华卿 (468)
- 问与答 (469)
- 修理耳机和话筒的小助手 ◎崔华卿 (470)
- 投影机灯泡的更换方法 ◎张建伟 (472)
- 问与答 (473)
- 自己动手检修豆浆机 ◎易章波 (474)
- 巧修电脑显卡 ◎陈天宇 (476)
- 问与答 (478)
- 索尼摄录一体机偏色故障的维修 ◎李惠平 李保平 (479)
- 自己动手维修多功能电开水器 ◎王绍华 (481)
- 家用电子血压计的检修 ◎张伟军 阮芳 (483)
- 问与答 (486)
- 松下NN-5243型微波炉的检修 ◎王绍华 (487)
- 台式计算机不开机故障巧判断 ◎刘福胜 (489)
- 新科牌干手机的检修 ◎余俊芳 (490)
- 问与答 (492)
- 澳柯玛电动车充电器在路检修技巧 ◎梁明义 (493)
- 家用全自动洗碗机原理与维修 ◎王绍华 (494)
- 豆芽机的维修 ◎屠宗芳 (496)
- 问与答 (498)
- 常用元器件的识别与使用 (25)**
- 稳定性极高的石英晶振 ◎张晓东 (508)
- 石英晶振使用常识 ◎张爱迪 (511)
- 认识高频振荡器 ◎赵辉 (BD6RA) 译 (514)
- 常用射频同轴连接器 ◎刘辉 (517)
- 天籁之音人类美好的追求 (4) ◎姚宗栋 (521)
- 常用元器件的识别与使用 (26)**
- 小巧可靠的陶瓷滤波器 ◎张晓东 (525)
- AVR Studio 4入门简介 ◎董庆源 (529)
- 常用元器件的识别与使用 (27)**
- 接线简便的恒流二极管 ◎张晓东 (533)
- 热转印法制作PCB详解 (1) (537)
- 如何用热转印法制作单面板PCB ◎王平 (539)
- 新书摘选 箱体形状与驻波
——摘自《扬声器系统设计手册(第7版)》
◎王经源 (542)
- 热转印法制作PCB详解 (2)
- 双面覆铜板PCB设计与制作 ◎王平 (543)
- 写给《爱上单片机(第2版)》 ◎杜洋 (549)
- 不用电的悬浮陀螺 ◎王超 (551)
- “请随手关门”提醒器 ◎于一鸣 张爱迪 (554)
- 常用元器件的识别与使用 (28)**
- 本领不凡的压敏电阻器 ◎张晓东 (559)

初学者园地



常用元器件的识别与使用 (24)

- “里应外合”的接插件 ◎张晓东 (499)
- 天籁之音人类美好的追求 (3) ◎姚宗栋 (503)

短波传播的奥秘

- 传播的细节 ◎刘璞 (BA7JS) 编译 (505)

注：加☆的文章表示注文的相关资料或程序可在本刊网站www.radio.com.cn或本书配刊光盘中获取。

制作 CUBE8光立方

各位爱好者朋友，大家好。好久不见了，最近还好吗？有什么最新的电子制作吗？在开发中又学到了什么经验呢？如果大家每天都有时间玩电子制作、每天都有新的收获，那还真是一件让人羡慕的事情呀。这几个月来，我也一直没有闲着，除了在忙我的新书《爱上单片机（第2版）》的出版之事外，也没有忘记我的电子制作。与以往不同的是，这次我制作的是一个家伙，不是说它的体积大，而是这个作品的开发过程比较复杂。不论是硬件电路还是软件开发，都让工作室团队倾注全力。在这里，我要感谢一下时大叔，是他和我默契的配合，才让CUBE8光立方得以完美问世。

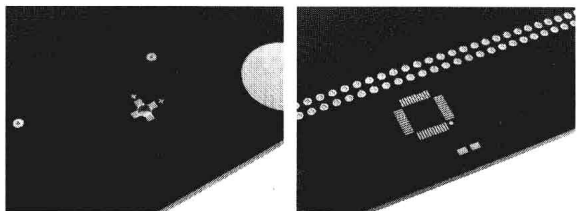
何为CUBE8光立方

没错，CUBE8光立方，与北京奥运会无关。如本文配图所示，CUBE8是一个长、宽、高由 $8 \times 8 \times 8$ 个LED灯组成的真实3D立方体显示器。其最大的特点，就是带给你未来3D技术的科技体验。

光立方并非我的首创，在网上早有光立方的视频。许多电子爱好者，看过这些视频之后，都会被其超酷的3D显示效果所震撼，我就是其中之一，于是我也想仿制一个玩玩。在网上搜索了大量相关资料后，我却发现，网上各种版本光立方的制作方法都很复杂，不仅需要很强的动手能力来组装512个排列整齐的LED和金属支架，还需要有足够的耐心设计一大堆单片机和驱动芯片，最后还要为硬件成品设计显示程序，好让光立方动起来。这样看来，不是高级焊接技师兼资深单片机工程师的“小菜”们，想制作出一个拿得出手的光立方，还不如直接购买我精简设计的光立方套件。对，我要为电子制作爱好者设计一款只需极少元器件、制作简单、能让初学者也可以制作出来的规范、美观的光立

方套件。当我这么想的时候，我那天马行空的大脑开始运转，在想象力的世界里设计着前所未有的光立方。

首先这个光立方必须制作简单，简单到整机只有一个芯片。然后要保证制作美观，将动手能力导致的美观差异降到最低。在保证以上两点的前提下，如果还可以让它的功能更加强大，且有爱好者自由发挥的空间，那么我的光立方将会是一个完美的设



PCB细节



所需元器件

计——至少我自己这样认为。

功能方面，它除了要能显示3D图形，还需要有多级亮度和速度调整，最好可以有音频显示功能，像DIS.MUSIC21音乐显示器一样。当然，还要为单片机爱好者设计一个用户自定义图形功能，连接普通的单片机就可以显示出爱好者自己编写的图形。这样，不仅让光立方的显示更丰富，而且从中又锻炼了爱好者的3D编程能力。最后，还要用高质量的设计、材料和生产工艺，让品质对得起硬件的精简设计。用炫酷、连贯、有节奏的图形效果，让显示效果对得起高品位要求的观众。这么经典的设计，需要一个简洁、响亮的名字，立方体的英文单词是Cube，又因为我制作8×8×8的3D显示阵列，所以综合得名——CUBE8光立方。

特点介绍

- ◆ 8×8×8LED阵列3D光立方体显示器。
- ◆ 独家精简设计方案，电路简洁，功能强大。
- ◆ 黑色镜面PCB、全镀金焊盘和LOGO，全面高端品质。
- ◆ 高亮蓝色雾面LED灯，达到光立方最佳视觉效果。
- ◆ 连贯图形显示效果，浑然一体，一气呵成。
- ◆ 混合式触摸电源和模式按键，操作更稳定。
- ◆ 电源具有常开、常关、光线自动控制方式。
- ◆ 显示模块有快速、中速、慢速三挡设置。
- ◆ 4挡亮度的夜灯模式，可营造你的室内气氛。
- ◆ 2种音频显示模式，可随音频同步显示，给你炫酷体验。
- ◆ 具有“精简PC”接口，全开放式用户自定义操控。
- ◆ 创新设计的LED阵列制作模板，让LED阵列制作简单快速。

序号	名称	型号	数量	说明
1	PCB	黑色镜面镀金	2片	底板、立板各1片
2	LED灯	高亮蓝色雾面	512个	扁平长引脚式
3	单片机	STC12C5A60S2	1片	LQFP48贴片封装
4	白光LED	0805贴片	1个	制作呼吸灯
5	转接针孔	军品镀金	128个	
6	3M脚垫		6个	
7	双排排孔	80PIN	1条	
8	双排弯针	80PIN	1条	
9	MiniUSB接口	贴片式	1个	
10	光敏电阻	5506型	1个	
11	电容	0.1μF	1个	滤波电容
12	音频线	3.5mm立体声	1条	1.5m长
13	miniUSB线		1条	MiniUSB转USB-A，1.5m长
14	音频分线器	一分二	1个	(选配元器件，可根据实际情况选择或舍去)
15	USB电源	5V	1个	(选配元器件，可根据实际情况选择或舍去)

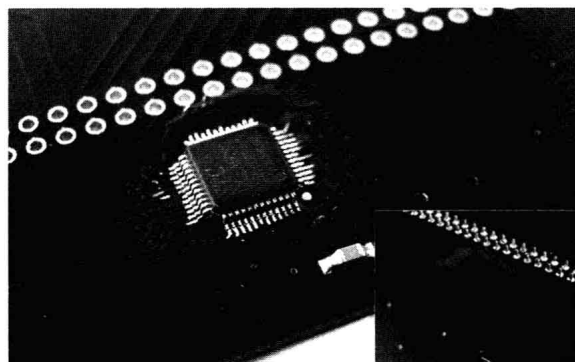
开始制作

把想象变成现实是一个漫长而艰难的过程，我的团队耗时3个月才完成了CUBE8的开发，光设计工作就花了1个月的时间。当然，哪个产品都是费时费力才得以完成的，所以我没有必要在文章里大述甘苦。既然我们已经完成了，那就秀一下成果吧。

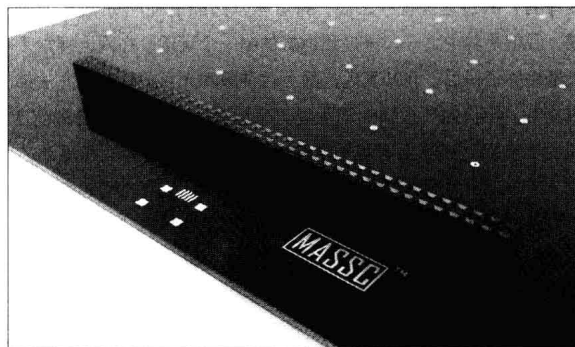
在阅读和制作之前，请你做好心理准备，因为制作的过程极具创意和启发。只要你是一名狂热的电子爱好者，你的热情将会被CUBE8光立方的创新设计所激发。

第1步：焊接单片机

CUBE8采用了精简设计，所以核心电路部分只有一个单片机和一个滤波电容，我想不会有比这再简单的电路设计了吧？在制作CUBE8的过程中，首先要完成的就是核心电路部分，它的品质直接关系到整个制作。CUBE8使用的单片机是LQFP48贴片封装的，体积很小，也为焊接带来了一定的难度。焊好后，用黑色绝缘胶带把芯片和电容包好，既美观又安全。



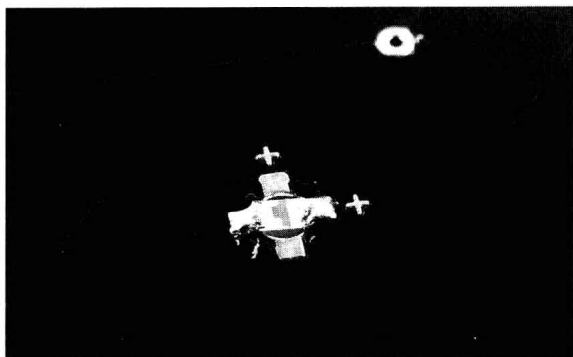
第2步：焊接排孔



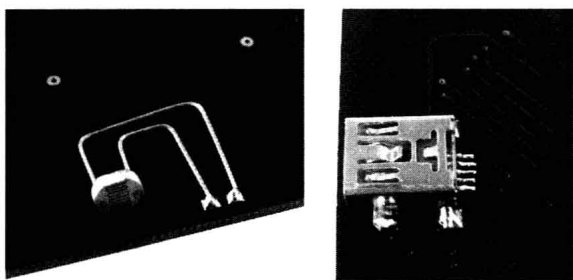


第3步：焊接LED呼吸灯

这个贴片式呼吸灯也算是CUBE8的一个创新设计了。在PCB上打一个孔，然后把贴片LED塞进去。不破坏PCB正面的整洁效果，又可以照亮孔周围的PCB，让它更漂亮。

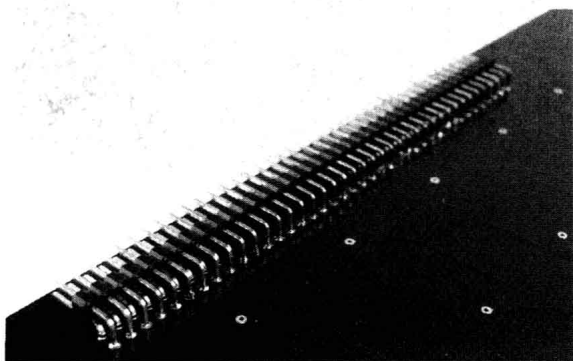


第4步：焊接光敏电阻和miniUSB接口



第5步：焊接弯排针到立板上

在立板上焊接弯排针是需要一些技巧的。因为我在设计之初就希望立板的正面是不挂锡的，所以必须从背面焊接。但实际制作中发现，从立板正面焊接也是可以的，对美观的影响不大。



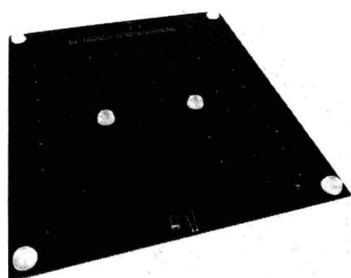
第6步：焊接转接针孔

转接针孔是为了方便LED阵列拆装而设计的，因为是重要的接插件，我特意做了镀金材质的，正好可以和镀金的PCB相得益彰。将立板和底板共128个转接针孔插入正面，在背面加锡焊接。



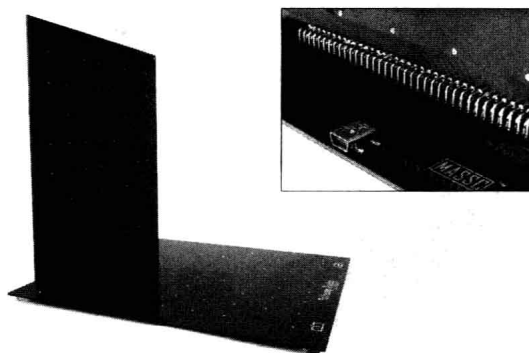
第7步：贴3M脚垫

这里我选用的是3M高粘合力透明脚垫。大家可能感觉脚垫是一个不起眼的东西，可是不好的脚垫容易脱落，有时还会有高低不平的情况。所以脚垫的质量也要对得起整机的高品质。



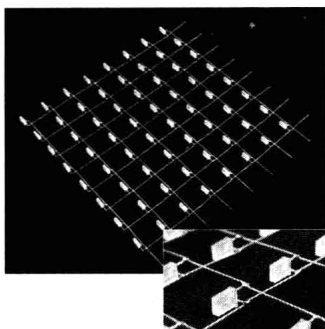
第8步：将立板插到底板上

贴好了脚垫，就可以组合立板和底板了。将立板的正面朝前，排针、排孔对齐，插到底板上。保证两板之间不能有缝隙（或缝隙很小），两板呈90°垂直。



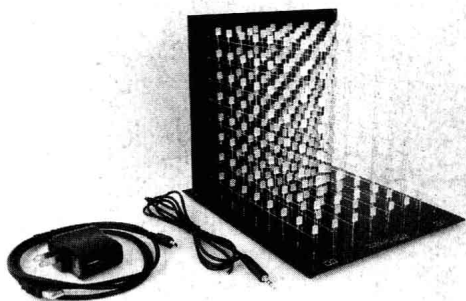
第9步：使用模板制作LED阵列

这是CUBE8最关键的组件。我们需要8片8×8的LED阵列，可以按照图上的样式来手工制作，但是这样做出来的LED阵列很不规范，而且耗费时间。我之前说过，CUBE8一定要是规范化、简单易制的，为此我开发出一款很有创意的模板（至少用过模板的人都说有创意）。使用这个创新模板，可以在5~8个小时内快速完成制作，而且完成的LED阵列都是规范统一的样子，几乎不受焊接水平的影响。



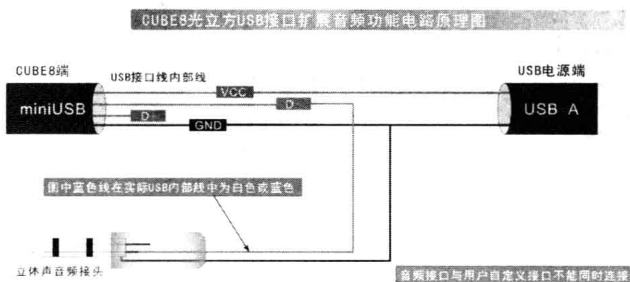
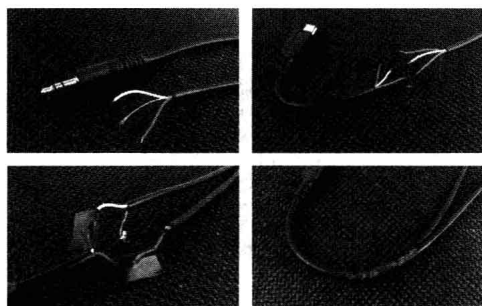
第10步：插接LED阵列

纵向把8片LED阵列插入转接针孔里，插好后适当地调整一下阵列间的距离。CUBE8主体部分就制作完成了。



第11步：制作音频和USB电源复用线

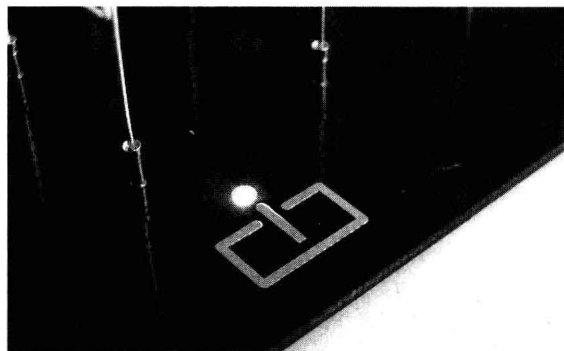
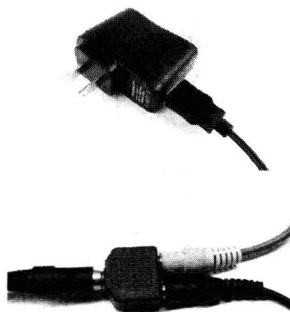
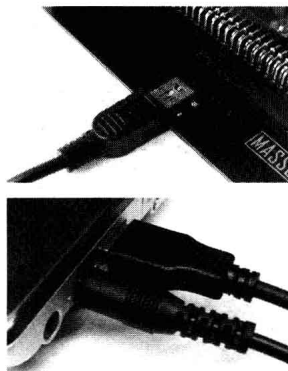
制作完CUBE8的主体部分之后，我们还需要一条混合功能的USB线。当然，如果你不想使用音频显示功能，可以直接用一条普通的miniUSB连接线来给CUBE8供电。如果想使用音频显示功能，就要跟着我做了。按照“USB接口扩展音频功能电路原理图”上的接线方法，把音频线和miniUSB线焊接在一起，最后用热缩管密封。



USB接口扩展音频功能电路原理图

第12步：插好接口

把miniUSB接口接在CUBE8上，USB-A接口插在USB电源适配器或电脑的USB接口上，使用音频分线器将音频线与音响的音频输入线并联。到此为止，仅12步就完成了CUBE8的所有制作。接通电源，白色LED灯开始呼吸，轻触呼吸灯下方的电源键，CUBE8将闪亮登场。



呼吸灯效果



使用简介

非常好，CUBE8在运行，一个真实的3D魔方。我们可以通过2个触摸按键来操作CUBE8，使用方法非常简单。

◆ 开机：

在待机状态下（呼吸灯状态下）按下电源键（左侧），就可以开机了。需要注意的是，CUBE8采用了混合式触摸按键技术，即电平式触摸和电容式触摸，同时检测触摸操作。这样做既解决了电平式触摸抗干扰能力差的问题，又解决了电容式触摸没有碰到就动作的问题。所以，CUBE8的混合式触摸按键需要用一点力按下去才会动作，有一点像电阻式触摸屏的感觉。

◆ 功能选择：

按电源键开机，系统会先进行简易的三轴坏点扫描，然后就会弹出菜单。菜单有1（慢速图形）、2（中速图形）、3（快速图形）、A（音频显示）、N（夜灯模式）、U（用户自定义模式）共6个项目。通过按菜单键循环切换，调到欲进入的菜单项时，等待2秒钟就可以进入了。在图形显示、音频显示、夜灯模式和用户自定义模式中按菜单键，都可以跳回到菜单选择界面。需要注意的是，在CUBE8没有连接用户自定义功能板的时候，U的菜单项是隐藏的。

◆ 图形显示模式：

系统自带的图形显示模式有慢、中、快三种速度，分别对应1、2、3这三个菜单项。慢速显示可以配合一些轻音乐，中速可以配合流行音乐，快速可以配合摇滚乐等。选择正确的速度、配合正确的背景音乐，可以达到非常炫酷的显示效果。如果你只是想将CUBE8当作家居的摆设来配合“静音”，建议你用慢速显示就可以了。我实验过，效果不错。

CUBE8系统自带的图形可不一般哦，因为长达数分钟的图形都是连续不间断的。如果把之前网上已有的光立方显示效果比喻成一张张切换的图片的话，那CUBE8的图形效果就是一部电影（至少是一部小成本DV电影）。图片是突然切换的，两张之间没有任何联系——刚刚还是一个球，突然就变成方块了。CUBE8的图形带给你的是一气呵成的效果，每两个效果之间是有巧妙的

转场的，使显示的节奏连贯。另外，CUBE8的显示还是由点到线、由线到面、由简单到复杂的推进过程。好像电影一样，有节奏、有高潮、有尾声。

◆ 音频显示模式：

如果你想让CUBE8更直接地配合音乐，那么音频显示模式将是你的不二选择。接好音频输入线，进入到菜单A项，LED阵列的最下边的一面常亮，这是基准显示。当音乐响起，LED阵列就会以波形的方式显示音频，这时可以按3号键切换到柱形显示方式。所谓的3号键，就是先按住菜单键不放，再去按电源键。按3号键可以在波形和柱形显示方式之间切换。CUBE8的音频显示中同样使用了DIS.MUSIC3音乐显示器程序中所使用的自动增益控制功能，不用担心音量过小而使音柱不能到顶，也不用担心音量过大而使音柱一直在顶端不下来。CUBE8会监测音量变化，自动呈现最佳显示效果。

◆ 夜灯模式：

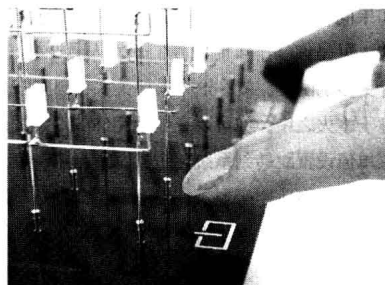
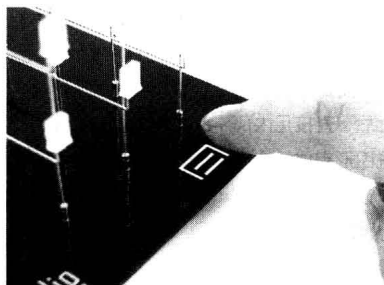
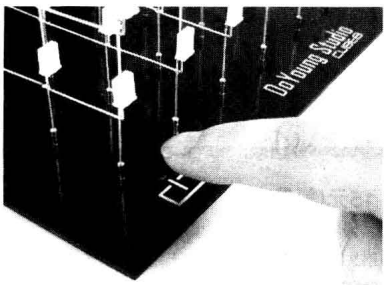
进入到菜单N项即是夜灯模式，夜灯模式就是512个LED灯全亮，在夜间营造一种浪漫的气氛，给你的房间带来一份温馨。可以通过按3号键切换4挡的夜灯亮度。

◆ 用户自定义模式：

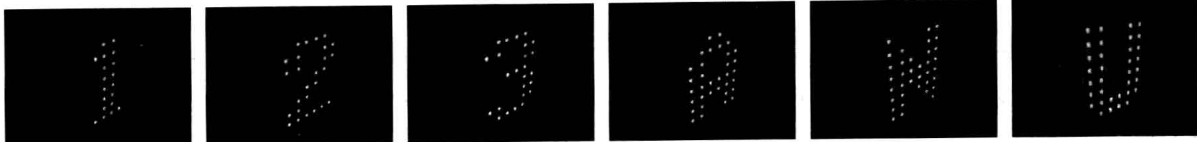
在连接好用户自定义板的前提下，进入到菜单U项，就可以发挥你的天才想象力，编写属于你自己的图形了。在本文的最后，我将重点介绍这一功能。

◆ 光控模式：

在待机状态下按下菜单键（右侧），LED阵列上会流动显示“AUTO”字样，就进入了光控模式。光控模式的作用是在环境光线较暗的时候，CUBE8自动进入待机状态，而不会打扰人们夜间休息。当环境光线较强时，CUBE8自动开机。光控模式采用了双临界值采样，开机和关机是2个采样值，所以不会出现在环境光不强不暗（处在临界值）时，CUBE8反复开关机的情况。在音频显示、夜灯模式下，光控是失效的，切换回图形菜单后，光控继续有效。想退出光控模式只要在任何情况下按下电源键就行了。



电源键、菜单键、3号键的操作方法



菜单显示效果

◆ 坏点测试模式:

坏点测试模式是专门为电子爱好者开发的一个模式,当您制作好套件之后,如何测试每一个LED灯是否有短路、断路的情况呢?答案是,在待机状态下,长按电源键8秒钟,进入到坏点测试模式。进入到此模式后,电源键无效,然后按菜单键逐帧地测试LED灯,在测试一遍后会自动退出,回到待机状态。

关机:

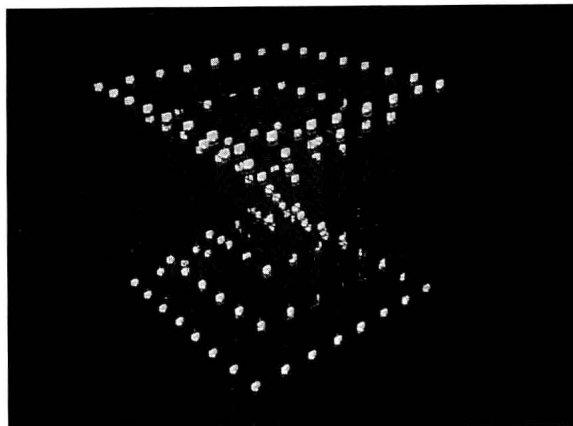
在图形显示、音频显示、夜灯模式、用户自定义模式状态下,都可以按下电源键来关机。LED阵列上显示“OFF”字样,然后进入待机状态。需要注意的是,为了防止误操作,在菜单切换界面、开机简易三轴坏点扫描和坏点测试模式下,按电源键是无效的。

属于你的自定义图形

CUBE8光立方实在是太酷了,虽然我不应该自卖自夸,可是我实在是忍不住要赞美它呀。把它摆在客厅里,仅用系统自带的图形显示,就能给你的家居增添几分科技气息,但是CUBE8的功能并不只限于此。在设计之初,我就决定要专门为电子爱好者设计一个开放式的平台,让CUBE8不只是一个摆设,还是一个学习编程和3D图形设计思维的工具。于是我设计了一个用户自定义功能,这是一个全开放式的自定义模式,在这里你可以任意操控每一个点,设计出任何你想要的图形效果。另外,你还可以操控LED的亮度、动画速度、全局显示和反亮显示,甚至还可以设置CUBE8内部的菜单值,任意切换到系统自带图形上。

设置CUBE8内部菜单值是一个很实用的设计。比如,你想把CUBE8送给你的女朋友,于是编写了一个“小雪,我爱你”的图形效果。你这样做一定会让她很开心,可是接下来就麻烦了,如果同样的图形重复显示N次,她的头顶将会出现黑色的3条竖线。可是你又不可能像我们开发人员一样,花1个月的时间来设计更多的图形。就在这个紧要关头,CUBE8内部菜单值设置将救你于水火之中。你可以在显示完你的浪漫图形之后,直接用内部菜单值设置跳转到系统自带的图形当中,在系统图形完成一个循环之后,再跳回来显示你的浪漫图形。这样不仅让她感觉新奇不断,还可能让她误以为所有图形和硬件都是你为她制作的呢。

CUBE8除了可以满足你的送礼需要,还可以锻炼你的编程思维,这都依赖于CUBE8的两个独特优势:图形数据表加巧妙算法的动画编程、3D立体化图形的设计。可能大家之前都玩过



LCD1602、LCD12864和LED点阵屏,通过它们学会了2D平面图形的设计、生成和编程,这一过程会让你受到启发,熟悉了一种新的编程思维。而同样的启发也会在CUBE8中得到,把你的2D思维提升到3D的思维方式。3D图形的编程也是很巧妙的事情,并不是把8个2D的图形叠加起来这么简单。设计3D图形,需要有新的思维方式,发现三维空间中点、线、面、体的算法规律,在程序中运用循环、判断语句、参数逻辑运算等方法,用最少的语句达到最佳的显示效果。我已经开始录制一套视频,专门介绍CUBE8用户自定义图形的编程方法,借此让CUBE8变成学习的平台。

CUBE8光立方,标准化、套件化、简单易制的LED阵列3D显示器,技术和设计的创新让大家改变了对光立方那复杂硬件和程序的印象。原来制作如此简单,来自定义如此有趣。CUBE8光立方是一个炫酷的科技作品,也是提升编程思维的学习平台,为电子爱好者提供了一个新的开始。重装上阵,一起享受创新制作带给我们的至乐之道吧!🎉

套件销售

价格: 430元/套 + 15元(邮费)

购买方式如下:

1. 邮局汇款: 北京市崇文区夕照寺街14号A座《无线电》杂志社收, 邮编: 100061, 请注明购买的套件名称及汇款人电话
2. 淘宝店购买: <http://boqu.taobao.com/>

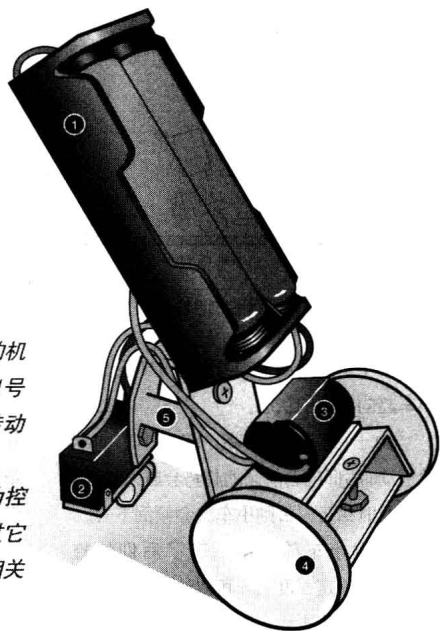
PVC-Robot 9号：忐忑者

©Plenilune ©插画：肖娴

自平衡双轮小车

PVC-Robot系列是用PVC材料制造，贯彻“低成本、易制造”理念的机器人，本刊已经在2011年第2期、第4期、第5期中分别介绍了该系列的1号机——避障机器人、3号机——太阳能滑行机器人和4号机——太阳能转动机器人，本次介绍的是6号机——太阳能翻跟斗机器人。

在PVC-Robot系列中，不少机器人是采用同样的电子电路进行行为控制的（即内在是一样的），但是外形和移动的方式却有较大不同。通过它们，我们可以了解更多DIY机器人的驱动方式，学习关于机械以及运动相关的知识。



机器人的结构

- ① 电池盒
- ② 限位开关
- ③ 电机
- ④ 内置齿轮减速箱的车轮
- ⑤ 限位开关支架

本刊曾经介绍过的几款PVC-Robot多以太阳能为动力，要玩的话，要么等出太阳，要么得自己点个大灯泡。这次我们换种类型调剂一下，做一个自平衡双轮小车。本项目只有一个简单的电路，依靠简易的反馈机构，却能实现高技术难度的自平衡。自平衡的原理，其实就是靠小车前后来回运动保持平衡。原来考虑“来来回回”文艺一点可以称为“徘徊”，但

是后来某网友看完视频之后有一给力的评语——忐忑，加上这也是近来网络流行语，同时也确实能够反映实际运行时那种焦躁不安的感觉，所以最后定名为“忐忑者”。自平衡双轮小车共有两个版本，由于采用的是简单的机械式反馈机构，精度不足，总体来说效果不是太理想，但作为阐述自平衡车原理的一个范例，还是有一定积极意义的。

■ 效果视频：http://v.youku.com/v_show/id_XMjU20TkxNTQw.html

基本原理

本项目机器人是一辆简易型的双轮自主平衡小车，通过一个简单的机械式传感器获取小车的姿态，并通过调节小车前后运动方向，使得小车依靠两轮也能保持一个直立平衡。

1. 运动机理

双轮小车的自主平衡原理，其实就是不断地通过改变小车前后运动的方向，使小车的车身在竖直方向上保持一个动态的直立平衡，类似杂技演员表演的独轮车。

双轮自平衡小车重心位置比较高，位于车身体部的两个车轮是平行安装的，在

静止状态下，小车是无法保持直立状态的。

如果车轮带动小车前进，小车下半身会比上半身先获得前进的加速度，即启动的瞬间小车的下半身前进而上半身静止，将会出现小车趋向后仰的状态。

如果车轮带动小车后退，小车下半身会比上半身先获得后退的加速度，即启动的瞬间小

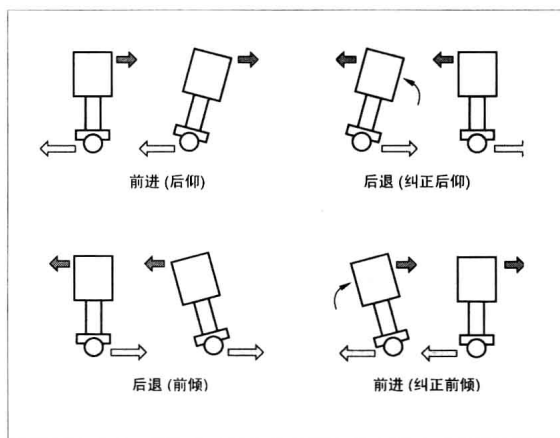


图1 动态平衡原理

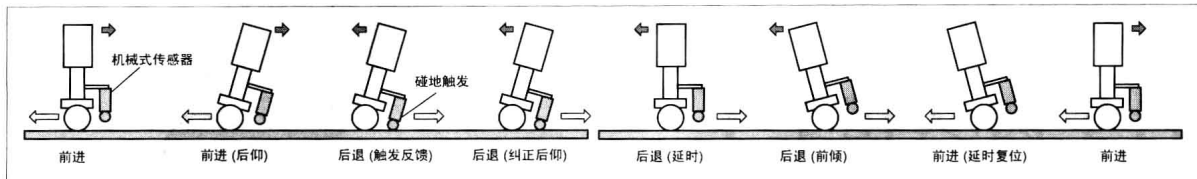


图3 PVC-Robot 9号的平衡控制原理

车的下半身后退而上半身静止，则会出现小车趋向前倾的状态。

由于小车重心较高，随着小车的继续运动，后仰或者前倾的趋势会越来越大，必须及时纠正，否则小车就会倾倒下。

如果小车前进中，有了后仰的趋势，达到一定程度后，可以让小车后退，产生前倾趋势去纠正原来的后仰趋势。如果小车后退中，有了前倾的趋势，达到一定程度后，让小车前进，产生后仰趋势去纠正原来的前倾趋势。如此往复循环，小车就可以保持动态平衡状态（见图1）。

2. 控制原理

小车后仰或者前倾的趋势必须在适当的时刻予以纠正，如何探知什么时候是恰当的，就需要借助一个姿态反馈机构，在我们认为小车的姿态刚好到了要调整的时候，反馈给控制系统，及时改变小车的运动状态。

可以用于自平衡小车的姿态反馈机构有多种。性能最好也最复杂的，是专业的姿态传感器——角度传感器辅以加速度传感器，可以精确地探知小车的准确姿态。简单一点的，可以利用光反射器件，把光线对着地面照射，探测反射光线的强度来获知小车的姿态（见图2）。

双轮自平衡小车其实是一种难度比较高的项目，从以上所提到的姿态反馈机构就可见一斑。我们并不需要一下子涉入过深，以简单可行的方式了解基本的原理即可。所以在本项目里，我们没有应用复杂的反馈机构和单片机，而是用了一个简易的机械式传感器——限位开关，并结合特殊的控制电路，用一个非常简单的

方式实现小车的自平衡控制。

在小车后部安装了一个限位开关，其实就是一个“微动触碰开关”。为了简单起见，限位开关只有在小车前进导致后仰时进行姿态的反馈控制，而对于后退导致前倾时，不是探测其姿态，而是利用限位开关所具有的机械延时特性（也就是机械式的触点状态改变不是即时的，而会有一个短暂的时间），限制一个时间——小车后退到了这个时间后，姿态也正好到了要调整的时候。

具体过程如下（可对照图3来了解）：

- (1) 小车电源接通后，在限位开关没有被触发的状态下，电机正方向转动，小车前进。
- (2) 小车前进，导致后仰。
- (3) 当小车后仰角度达到一定程度时，限位开关的触点碰地触发，电机的电流方向改变，电机反转，小车后退。
- (4) 小车后退，后仰状态被纠正。
- (5) 限位开关虽然停止触发，但由于机械特性，并没有马上完成复位，而是让小车继续后退一小段时间。
- (6) 小车继续后退，逐步呈现前倾状态。
- (7) 限位开关完成复位，小车自动变为前进状态，开始进行前倾状态的纠正。
- (8) 小车前进，开始新的循环。

对于小车后仰或者前倾趋势的纠正，必须到位。这里所说的到位，可以说是力度恰当，而这力度又是由车速决定的。车速太快，容易矫枉过正，导致小车快速变成相反状态，无法控制；车速太慢，可能来不及纠正就导致小车倾倒了。所以这里我们应用了电机的减速机构，也

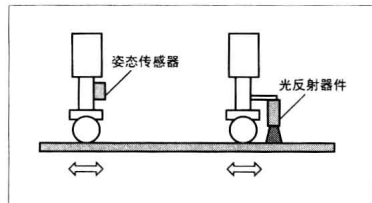


图2 常见的两种姿态反馈机构

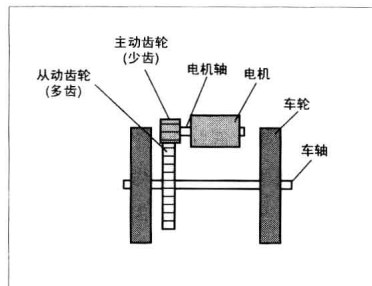


图4 PVC-Robot 9号 I 型（一级齿轮减速机构）

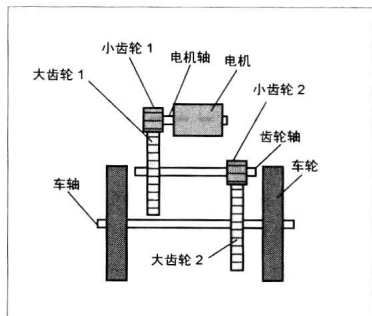


图5 PVC-Robot 9号 II 型（二级齿轮减速机构）

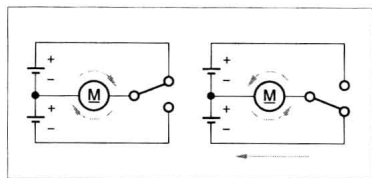


图6 控制电路原理图



就是用齿轮变速箱对高速旋转的电机进行减速。齿轮减速箱除了可以降低小车的车速之外，还可以增大小车驱动的力度，即从高转速、低扭矩状态变为低转速、高扭矩状态。

如何选择合适的齿轮减速机构，是双轮自平衡小车设计制作的重点。现成的齿轮减速箱不是很好找，我们采取的方式是用散装的齿轮DIY齿轮减速箱，并设计了两个不同版本。

PVC-Robot 9号 I 型采用一级齿轮减速箱（一组齿轮），体型小，使用2节电池供电，整体重量轻，减速比小一些，输出转速稍快。限位开关有一个机械弹簧，是需要一定的压力才能触发的。虽然 I 型的重量轻，压力可能不够，但是由于它速度快，由速度带来的冲击力也能增加对限位开关的压力，促使其触发。

PVC-Robot 9号 II 型采用二级减速齿轮箱（两组齿轮），体型大，使用4节电池供电，整体重量大，减速比大一些，输出转速较慢，主要靠重量触发限位开关。

3. 电路原理

本项目的控制电路利用限位开关自身所有具有的选择连通功能，通过切换供电的电池组，从而更换电流方向来改变小车的运动方向，原理如图6所示。而限位开关则连接一个触点，触点碰地，限位开关被触发。

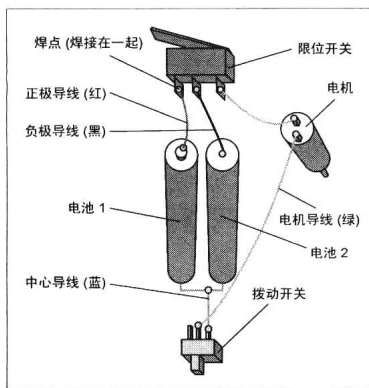


图7 电路焊接示意图

准备工作

本项目需要的器材主要包括：PVC线槽、小电机、电池、电池盒、限位开关、拨动开关、齿轮组、滑轮、曲别针、螺丝等。主要的器材都可以从网上购买，

表1列出了采购成本。由于有些器材是批量采购的，而制作一个机器人用不了那么多（剩下的可以留待以后使用），所以另外加了一项成本折算。

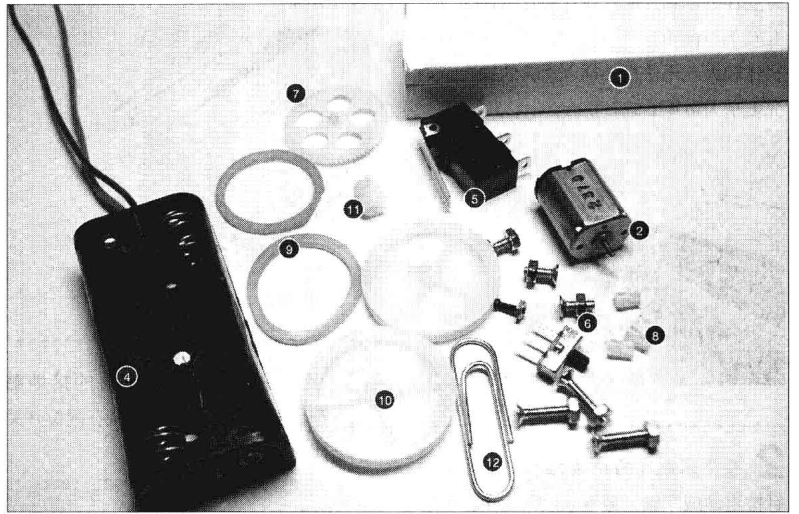


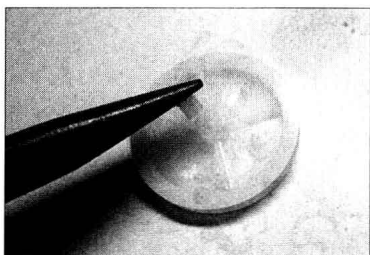
表1 制作所需的材料与成本

名称	规格	数量	采购预算/成本折算	用途
① PVC线槽	2.5cm宽	1段	4元 / 1元	主要结构材料
② 小电机	1.5V微型电机，轴径1mm	1个	2.85元	动力
③ 电池	7号(AAA) 电池	4个	4元	电源：I型2个、II型4个
④ 电池盒	7号(AAA) 电池盒	2个	2元	电源连接：I型需要一个 II型需要两个
⑤ 限位开关	行程开关	1个	0.78元	姿态传感器
⑥ 拨动开关	小拨动开关	1个	0.36元	电源开关
⑦ 齿轮组	孔径0.95mm	2对	3元	减速箱齿轮：I型需要一对 II型需要两对
⑧ 小齿轮	孔径0.95mm	2个	1元	车轮卡箍
⑨ 橡皮圈	小橡皮圈	2个	0.02元	车轮外胎
⑩ 大滑轮	大皮带轮	2个	1元	车轮
⑪ 小滑轮	小皮带轮	1个	0.5元	传感器触点
⑫ 曲别针	标准钢丝文具别针	2个	1元 / 0.02元	车轴、齿轮轴 I型需要一个 II型需要两个
⑬ M1.2×5螺丝	直径1.2mm，长5mm	1颗	4元 / 0.04元	固定电机底座
⑭ M2×6螺丝	直径2mm，长6mm，平头	1颗	2元 / 0.02元	固定电池盒
⑮ M2×6螺丝	直径2mm，长6mm	1颗	0.02元	固定限位开关支架
⑯ M2×6螺丝	直径2mm，长6mm	3颗	0.06元	固定II型底座
⑰ M2×10螺丝	直径2mm，长10mm	1颗	4元 / 0.04元	固定限位开关
⑱ M2×10螺丝	直径2mm，长10mm	2颗	0.08元	固定I型底座
⑲ M1.2螺母	孔径1.2mm	1颗	15元 / 0.15元	固定螺丝
⑳ M2螺母	孔径2mm	5颗	2元 / 0.1元	固定螺丝
㉑ M2螺母	孔径2mm	3颗	0.06元	固定II型底座螺丝
㉒ M2垫片	孔径3mm	2片	2元 / 0.04元	车轴垫片
合计			49.73元 / 17.14元	

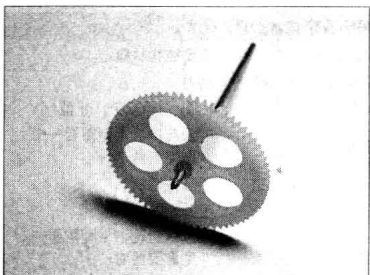
制作过程

首先介绍的是 I 型的制作过程，对于 II 型将在扩展升级中再作介绍。

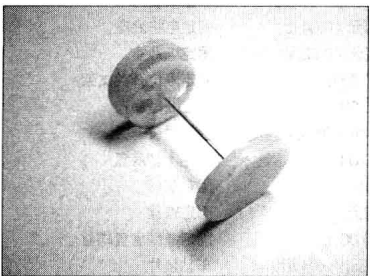
1 首先制作车轮。由于用于制作车轮的大滑轮的轴孔比较大，无法卡住用曲别针制作的车轴，所以要在滑轮里再插一个孔径为1mm的小齿轮。如果小齿轮的外径比较大，无法直接插入滑轮的轴孔，则先要把大滑轮的轴孔扩大。



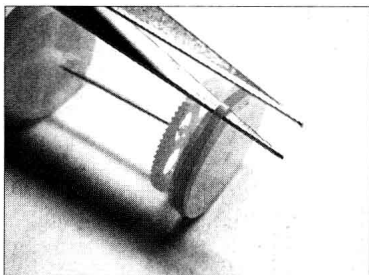
2 接下来制作齿轮减速箱。先把曲别针拉直做成车轴，截取长度为5cm左右的一段，把大齿轮套到车轴中。



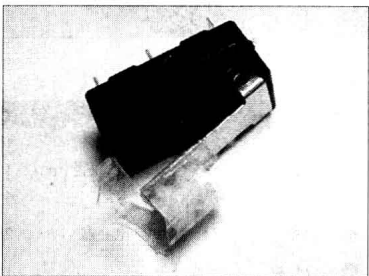
3 再把大滑轮（已装上了小齿轮）插入到车轴的两端。



4 把橡皮圈当做轮胎套到大滑轮上，注意借助镊子逐步把橡皮圈平整的一面都包在外面。



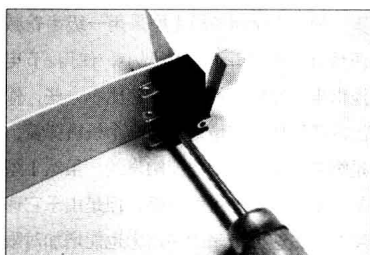
5 小滑轮作为姿态传感器的接地触点。把小滑轮用透明胶带缠绕在限位开关的金属摇臂上。



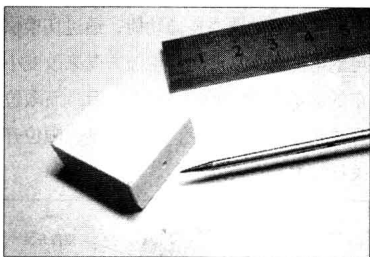
这里之所以用一个小滑轮作为传感器触点，除延长触发限位开关的摇臂外，在一定程度上也是让小车倾斜接地时有一点、稳一点的支撑点以保持平衡，毕竟我们这个自平衡小车依靠机械接触式进行感应，相对来说控制方面还是有点粗糙的。

为了稳一点，为什么不干脆用一个平面接地呢？如果接地面积过大，会造成较大阻力，影响小车的移动，而且容易把这个双轮车变成三轮车。目前这样的圆柱形滑轮是比较合适的选择。

6 剪一块长10cm、宽1.5cm左右的PVC方条作为车身支架，对准限位开关的安装孔，用锥子在车身支架上打孔。请注意，应该确保限位开关摇臂前端，也就是作为接地触点的小滑轮正好位于车身支架的中心线上。



7 选宽度为2.5cm左右的PVC线槽，把凹槽一侧用剪刀裁出长度为2cm左右的一段。把线槽上固定外壳卡槽的部分剪掉，作成小车底盘。在底盘两侧的中心位置用锥子各打一个小孔，要求两个小孔的位置完全一样。



8 把车轴套上塑料垫片，然后穿过凹槽底盘的小孔。关于齿轮箱的安装请参照图4。

