

无线电

WXD Hands-on Electronics

www.radio.com.cn 科普 创新 实作 分享

Since 1955

合订本

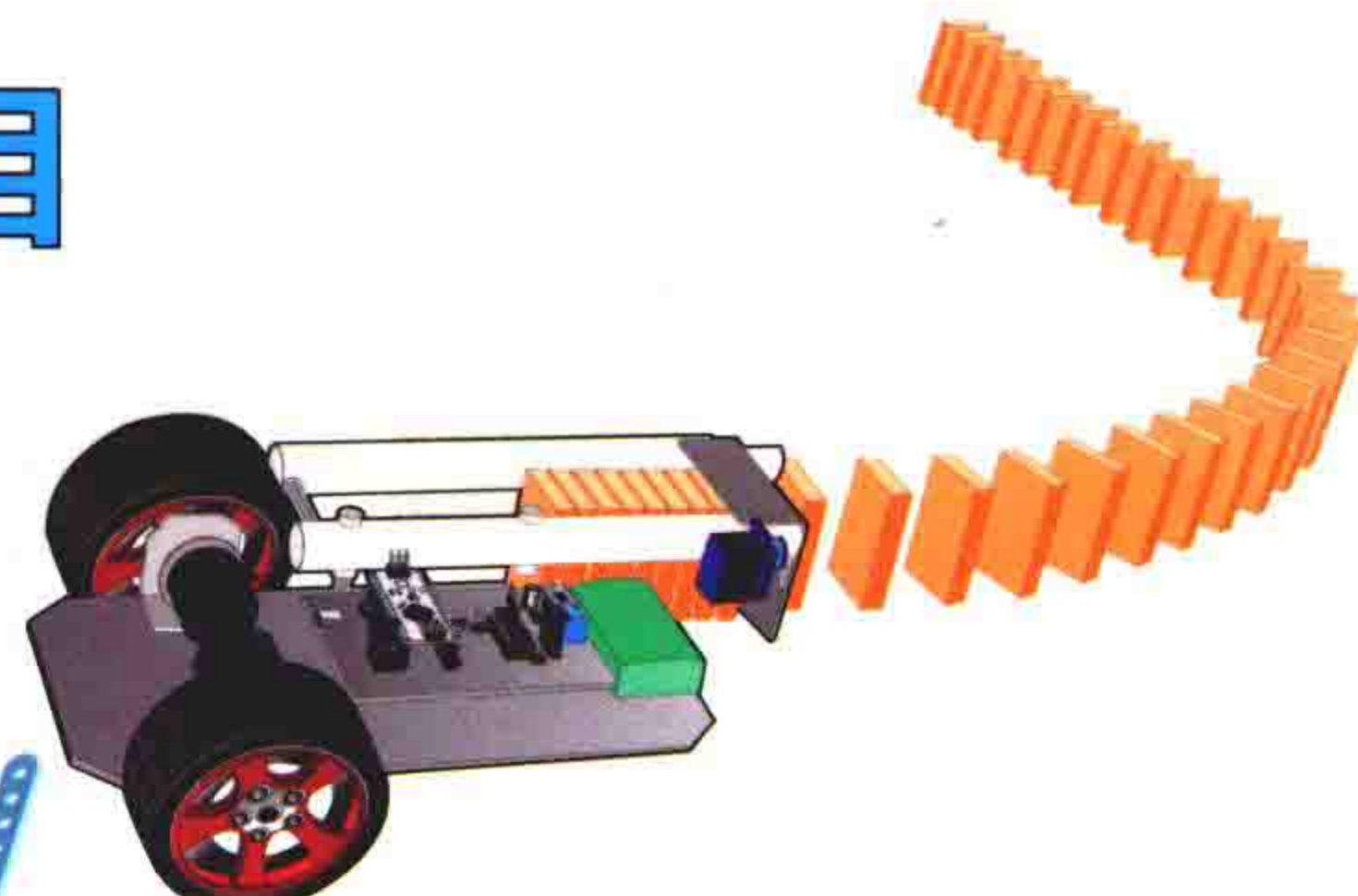
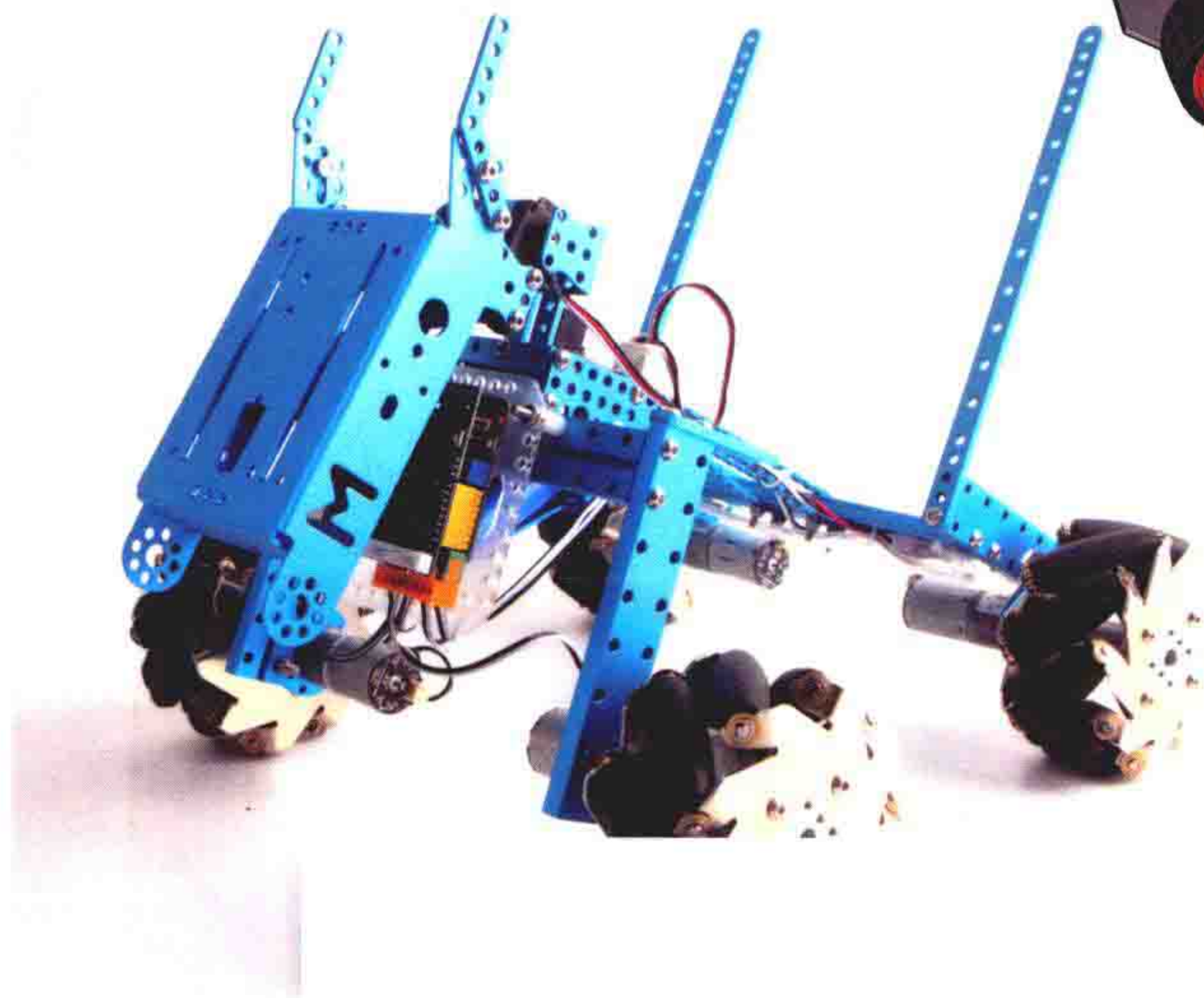
62周年版·上

《无线电》编辑部 编

2017年第1期~第6期

100+个创客与电子 DIY 项目

50+个电子技术问与答



机器人、3D打印、智能硬件

提供将创意转变为现实的丰富案例

展示电子科技行业前沿动态

独特的设计思路，详尽的制作资料

创客与STEAM教育



500+ 页海量内容



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电合订本

(62周年版·上)

《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》合订本：62周年版. 上 / 《无线电》编辑部 编. — 北京：人民邮电出版社，2018. 1
ISBN 978-7-115-47419-3

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第312519号

内 容 提 要

《无线电》合订本(62周年版·上)囊括了《无线电》杂志2017年第1~6期所有栏目的全部内容,包含专题以及创客、机器人、制作、装备、史话、入门、教育、信息等栏目的所有文章,其中有热门的开源硬件、智能控制、3D打印、机器人制作等内容,也有经典的电路设计、电学基础知识等内容,还有丰富的创客活动与创客空间、STEAM教育的相关资讯。这些文章经过整理,按期号、栏目等重新分类编排,以方便读者阅读。

本书资料容量庞大,内容丰富,500多页内容中包含100多个创客与电子DIY项目、50多个电子技术问与答,涉及电子技术广泛,文章精炼,图文并茂,实用性强,适合广大电子爱好者、电子技术人员、创客及相关专业师生阅读。

-
- ◆ 编 《无线电》编辑部
责任编辑 周 明
责任印制 周昇亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京市艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 31.75 2018年1月第1版
字数: 1 138千字 2018年1月北京第1次印刷
-

定价: 89.00元

读者服务热线: (010) 81055339 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

创造与分享

读者朋友们，在 2017 年，“智能制造和机器人”成为十三五规划中“强化科技创新引领作用”部分的亮点词汇。这两个与新时代的电子爱好者们密切相关的政策成为国家战略的一部分。我们对电子技术的热爱与钻研，对创新创造的执着与实干，在过去和未来，都是推动科技进步的力量。

我们杂志从 2014 年开始创建“创客”栏目，从 2016 年第 1 期开始打造“机器人”栏目。我们希望通过杂志平台、通过我们的微信和微博等新媒体平台，展示给读者更多电子技术爱好的发展趋势、实现方式。

我们试图通过每期杂志内容描述出一幅在各种技术迭代加速的今天电子爱好者们的画像与行动。什么是电子爱好者，他们在做什么，他们怎么做，如果要成为电子爱好者，你该学什么，怎么学。

我们每期保证了“制作”栏目中“干货”的比例，无论是潮流技术与工具应用的体现，比如 3D 打印、各类开源硬件，还是经典传统的电子 DIY 项目，比如音箱、功放、收音机。我们一直欢迎电子达人、创客们的分享。

我们为从爱好走向创业的“创客”们提供了展示的平台，他们可以秀出自己的创业项目，比如用于教育项目的“能打印糖的甜甜 3D 打印机”，希望加入专业造车队伍的“DIT 子母汽车”。

我们为大家提供了不同特点的机器人 DIY 方案，我们特设了“智造万物”的连载，我们参与了世界机器人大会上 RoboCom 国际青少年机器人大赛的策划，我们希望能拉近普通爱好者和青少年感受并参与“中国制造 2025”的距离。

作为全国最早发起“创客教育论坛”的媒体，我们一直关注并开展青少年科技实践教育活动，从无线电测向活动，到电子制作活动，再到现在如火如荼的创客教育活动。“创客教育”一词已正式被写入教育部“十三五规划”，这为青少年科技实践教育的普及提供了更丰富的选择，也为实干创业的创客们提供了更多进入创客教育领域的平台，更是为国家未来的栋梁们提供了更好的创新启蒙和实践教育的机会。

为此，2017 年，我们在保持上述优质栏目内容的同时，增设了“教育”栏目，我们希望将优秀的创客教育理念与教学方式展示出来，也希望为少年创客们的奇妙作品提供一个展示的空间。

2017 年，我们秉承“为爱好者、创客和专业人士奉献精品读物”的思路，继续以全媒体的形式在杂志、微博、微信等平台上，为读者提供阅读精品。另外，我们的“i 创客”系列图书和“创客教育”丛书也继续为读者提供创客项目实践指南和创客教育教学服务。

回到题目“创造与分享”，杂志 62 年来一直在做的事情就是：将你们的创造在我们的杂志中分享出来，分享是一种展示，更是一种教育。让大家的创造在分享中成长、收获。



合订本 (62周年版·上)

目 录

特别策划

- 时钟——电子 DIY 入门的必经之作 ◇ 韩旭 001
- 光电之美——电子发烧友的执念与情怀 ◇ 韩旭 009
- Arduino 中文社区第 4 届开源硬件开发大赛优秀作品展示
- 动手 DIY 一块运动心率手表 ◇ 沧海笑 1122 017
- 物联网 + 创客模式 = 多功能镜子☆ ◇ 刘强 020
- 试验机械轴 + 摇杆多功能键盘☆ ◇ mostblack 024
- 电子爱好者的工匠精神
- 感悟工匠精神——在多元化中精益求精 ◇ 臧海波 027
- 现代化的工匠精神 ◇ 杜洋 031
- 工匠精神之不将就 ◇ 杨法 (BD4AAF) 034
- 工匠精神：凝聚在经典产品中的永恒 ◇ 田浩 037

创客 | MAKER

- 创客马拉松——创造与分享 ◇ 姚禄峰 041
- 可以产品化的电子时钟大改造 ◇ 杨立斌 045
- 用 Arduino 实现微软键盘一对多输入☆ ◇ 王岩柏 047
- 带上你的精灵球去抓一只 AR 皮卡丘吧☆ ◇ 广州创元素 052
- 非接触式儿童防窒息、防着凉监控装置☆ ◇ 唐小力 058
- 创客的爵士情缘——DIY 黑胶唱机的复古玩法 ◇ 王露 060
- 苏格兰创客 Martin 的东游取经之旅 ◇ 敖圣洁 063

来做一把自动弹奏的尤克里里吧☆ ◇ 邓信能 066

制作彩色的 3D 打印 Groot 模型
——3D 打印作品手工上色技巧指南☆ ◇ 王正 069

信息 | INFO

第 89 届中国电子展观展记 ◇ 温正伟 072

机器人 | ROBOT

- 智造万物
- 打造超强战斗力的暗影魔狼☆ ◇ 鬼鱼 075
- 智造万物
- 一辆想站起来的三轮车☆ ◇ Mkey 079
- 制作一个宠物机器人☆ ◇ 赵志安 082
- 单片机智能小车 CarBot 开发详解☆ ◇ 曹延焕 085
- 使用 MegaPI 制作 Delta 机械臂 ◇ 宋本厚 092
- 单片机智能小车多功能遥控手柄设计详解☆ ◇ 曹延焕 098
- 如何实现两轮自平衡小车的运动控制☆ ◇ 张志浩 100
- 做一款机器人控制仓 App ◇ 于琛 王大年 103
- 智能小车高性能循迹器 DRS3100 的循线开发技巧 ◇ 杜洋 106
- 用 Leap Motion 体感控制器控制机械臂随动☆ ◇ 徐文超 111
- 用 MU 视觉传感器制作踢球小车 ◇ 王孚嘉 115
- 自制数控式多米诺骨牌码放机 ◇ 臧海波 118

制作 | PROJECT

ArduBlock 图形化编程进阶实战 (7)

奇妙的电磁陀螺☆ ◇吴汉清 124

激光报警器模型☆ ◇李亚东 陈杰 127

教你制作可穿戴设备——开源智能手环☆ ◇赵志安 130

低成本 8 脚单片机的创意设计——七彩极光氛围吊灯☆
◇伍浩荣 133

基于 IntoRobot Atom 的智能锁 ◇李昊杰 138

板子心得

支持多平台多开发模式的物联网 Wi-Fi 开发板
——LinkNode D1 ◇尹航 142

慢工细活出精品——声音空灵通透的 OPA541AM 功放
◇高宙 147

ArduBlock 图形化编程进阶实战 (8)

智能小车☆ ◇吴汉清 153

时下最火的人工智能和神经网络初体验 ◇宋本厚 158

为 USB 条码枪添加蓝牙和直接显示功能 ◇王岩柏 162

Mini Weather Station 迷你气象站 ◇林恒任 164

手机遥控炫彩灯的设计与制作☆ ◇曹延焕 171

简易中药材泡药机 ◇杨润靖 路园 176

玩转 315MHz/433MHz 通信模块 ◇亢超 朱梦舒 178

LCD1602 液晶屏用 Arduino 编程显示汉字 ◇王孚嘉 182

出身虽为平民价,傲骨敢比名门声——草根耳机初体验
◇他山 GG 184

极典 EL34 胆机修复手记 ◇松贵年 187

MQTT协议在智能家居中的应用☆ ◇常席正 191

ArduBlock 图形化编程进阶实战 (9)

PM2.5测试仪☆ ◇吴汉清 198

匹诺曹成人记——用Arduino控制的拉线木偶☆

◇朱广俊 (Leo) 202

小型气象预报装置——ESP8266+OLED12864+API ◇贺显云 206

实用的PCB刻蚀箱 ◇李权全 210

单片机驱动指针电压表做的时钟 ◇辛国民 212

用211胆管制作Hi-Fi单端胆机 ◇张全定 215

自制简易小台钻 ◇臧海波 221

智能股票盒子 Smart StockBox 的设计与制作 (硬件设计篇)

◇常席正 226

ArduBlock 图形化编程进阶实战 (10)

光电八音盒☆ ◇吴汉清 231

数控烙画☆ ◇谭利民 236

自制汽车故障诊断仪☆ ◇林元新 238

怀旧之作:多模式加音放的矿石收音机 ◇尹可平 241

当 2A3 遇到了国产 6J9——记国产五级管 6J9 推动 2A3

单端胆功放的制作 ◇王琳 244

电视机顶盒自动开关机装置 ◇俞虹 王捷 250

Edison 家庭智能温室棚 ◇林立宏 252

温暖的狗狗之家☆ ◇袁培根 王星野 陈啸 258

智能股票盒子 Smart StockBox 的设计和制作 (软件篇) ☆

◇常席正 魏文龙 259

智能导盲杖☆ ◇陈诺 陈杰 李晓坤 264

来做一个超萌的体感猫耳吧! ☆ ◇邓信能 268

如何用类树莓派实现无人机的自主控制 ◇占梓桐 272

ArduTone——一个 Arduino 库的建立 ◇连龙 276

自制微型电子管耳机放大器 ◇赵治湘 281

简易晶体管 / 电子管特性图示仪制作详解 ◇顾群仪 284

整蛊者——搞怪版无用盒子 (1) ◇PVCBOT 290

彩虹时钟	◇ 黄亚丹	296
3D打印VR眼镜☆	◇ most3D	298
使用Arduino 101的I ² S库播放音频	◇ 王轩	300
让Arduino识别人脸——基于SDM的人脸表情动态识别App☆	◇ 彭志辉	302
手把手教你如何实现自动固件更新 (服务器篇) ☆	◇ 常席正 张博	306
可采集环境信息的智能盆栽系统	◇ 杨帆 周学博	311
LED语音播报数字时钟的制作☆	◇ 曹延焕	316
射频工程师的第一步——纯手工打造的S波段雷达系统☆	◇ 刘齐悦	322
廉价又好声——6N6单端电子管迷你桌面功放的制作	◇ 钟沁轩	327
电动汽车充电控制器原型DIY方案	◇ 荣新华 (BD6CR)	330

装备 | EQUIPMENT

工具品牌说		
工具为你所用——德国Wiha	◇ 杨法 (BD4AAF)	333
通用仪器的实测乐趣		
62 说说智能手机的快充技术 (2)	◇ 冀卫东	337
工具品牌说		
工具源自创意——德国Wera	◇ 杨法 (BD4AAF)	340
通用仪器的实测乐趣		
说说智能手机的快充技术 (3)	◇ 冀卫东	343
工具品牌说		
工作的最佳伴侣——瑞士PB SWISS TOOLS	◇ 杨法 (BD4AAF)	346
工具品牌说		
进入德国KNIPEX的钳子世界	◇ 杨法 (BD4AAF)	350

工具品牌说		
日本HAKKO (白光)	◇ 聆听	354
工具品牌说		
手动焊接工具品牌——Weller	◇ 聆听	358
问与答		362

入门 | START WITH

EV大揭秘 (5)		
电动汽车的充电可以有多快	◇ 陈旭	368
JavaScript的创客式学习之旅 (1)	◇ 程晨	372
为什么电容在胆机中很重要		
——常见电容特性及电容在胆机中的应用	◇ 松贵年	378
EV大揭秘 (6)		
电动汽车的电池可以用多久	◇ 陈旭	382
JavaScript的创客式学习之旅 (2) ☆	◇ 程晨	386
EV大揭秘 (7)		
电动汽车制动的独门秘笈——再生制动	◇ 陈旭	393
JavaScript的创客式学习之旅 (3)	◇ 程晨	396
EV大揭秘 (8)		
电动汽车的驾乘安全吗?	◇ 陈旭	403
JavaScript的创客式学习之旅 (4)	◇ 程晨	407
EV大揭秘 (9)		
让电动汽车的驾驶更自在	◇ 陈旭	411
JavaScript的创客式学习之旅 (5)	◇ 程晨	414
JavaScript的创客式学习之旅 (6) ☆	◇ 程晨	421

教育 | EDUCATION

构建有中国特色的 STEAM 教育——第四届全国中小学 STEAM 教育大会在佛山成功召开	◇ 本刊特约记者	427
---	----------	-----

创客教育工作坊——少年创客秀 密室逃脱系统☆	◇单晓晗 葛里格 430	独具匠心 50 年 Philips 电子管收音机简史 (1935—1936)	◇田浩 461
创客教育工作坊 水箱水质、水位监测系统模型☆	◇李亚东 陈杰 433	收音机史话 (三十三) 上海无线电二厂出品的收音机 (一)	◇徐蜀 陈汉燕 465
老师们也有自己的创客大赛啦	◇陈龙 陈苗 436	独具匠心 50 年 Philips 电子管收音机简史 (1954—1955)	◇田浩 468
创客教育工作坊——少年创客秀 基于 Arduino 制作的激光打靶器	◇朱梦熹 李守良 438	收音机史话 (三十四) 上海无线电二厂出品的收音机 (二) ——飞乐 261 系列六灯收音机	◇徐蜀 陈汉燕 473
创客教育工作坊 模拟电子眼: 可触发拍照的摄像头☆	◇陈杰 441	独具匠心 50 年 Philips 电子管收音机简史 (1956)	◇田浩 477
创客教育工作坊——少年创客秀 智能卷轴纸巾节纸装置	◇陆睿得 444	收音机史话 (三十五) 上海无线电二厂出品的收音机 (三)	◇徐蜀 陈汉燕 481
创客教育工作坊——少年创客秀 《MineCraft》VR 战甲	◇叶纳诚 445	独具匠心 50 年 Philips 电子管收音机简史 (1957 年)	◇田浩 484
创客教育工作坊 超简单土壤湿度监测器	◇杨润靖 447	收音机史话 (三十六) 上海无线电二厂出品的收音机 (四)	◇徐蜀 陈汉燕 488
2017 年全国青少年电子信息与智能控制竞赛项目辅导文章 让 LED 节能徽章更智能	◇杜洋 449	独具匠心 50 年 Philips 电子管收音机简史 (1958—1960)	◇田浩 491
创客教育工作坊——少年创客秀 温馨宠物窝	◇赵一滨 刘明 454	半个世纪的回忆——记北京西四北大街电子一条街	◇徐蜀 陈汉燕 496
简单手语发声机☆	◇李亚东 陈杰 456		

史话 | HISTORY

收音机史话 (三十二) 上海广播器材厂的晶体管收音机	◇徐蜀 陈汉燕 458
-------------------------------	-------------

时钟——电子 DIY 入门的必经之作

◇ 韩旭

在写这篇文章的时候我的心情是复杂的，面对着眼前的电子时钟，脑海中如快进电影一样播放着许多散碎的片段，尽管像打满了马赛克，但大学头一年的辛苦学习仍然依稀可见。如很多初学者一样，时钟是我人生当中第一个DIY作品。那时其实最想做的是机器人，但因为难度较大，只能从原理更为简单的电子时钟开始（估计十有八九的初学者都在入门时做过电子钟），等入了门之后，自以为已经懂得很多了，于是盯上了更为“高端”的蓝牙控制、传感器的运用、智能小车等相关开发项目。然而好景不长，给我和高手们同样的元器件，感觉做出的东西就是不一样，不是这儿有毛病，就是那儿的问题解决不了。我一位资历较高的朋友说的话至今仍让我记忆犹新：“你以为你做个时钟就能驾驭其他东西了？你又以为你做个时钟就了解时钟了？变化多着呢！”

当时的情景用“一语惊醒梦中人”来形容有点夸张，不过改变的确是从那时开始的。关键词+不断敲击的回车，关于电子时钟的各类信息接踵而至，如沙滩边寻俏石般，我发现有价值的东西并不少。有用液晶屏制作的时钟，也有用数码管或点阵屏制作的时钟；有只能显示时间的，还有能显示日期和汉字

流动效果的……你能看到，除了最基本的显示时间功能之外，不同的人又将不同的思路与原理赋予给它，使单调的时钟变得更有生命力和创造力。

那初学者为什么要学习电子钟呢？答案很简单。因为样式实在是太多了，不同的材质，不同的功能，不同的难度，有几十款之多。一款小小的电子钟涉及了时钟芯片的数据读取、单片机的运用、屏幕的驱动、操作界面的设计以及一些细节的考量，是一个完整的项目制作。不仅仅是初学者可以从制作当中获得丰富的经验，高手们也会在时钟阵营里找到新的设计创新点。

综合所看到的，我认为，电子制作并非是单纯地照学照做，更应该学习的是举一反三的原理以及激发新思路的创造力。一个时钟尚且有这么多玩法，那些复杂的开发岂不是更加千变万化？电子DIY的必经之路是初学者的入门之路，是平庸者的精进之路，也是高手的总结之路。

下面我将回顾近几年几款有代表性的电子时钟制作项目，对每个项目做出评价，再根据自身的经验，将我所理解的电子时钟以及电子时钟背后的本质进行总结，希望能给大家带来帮助。

那些形形色色的电子钟

▶ LED点阵屏时钟——Mini3216

【难度指数：★★★★】 【成本指数：★★★】

Mini3216 拥有一块 32×16 的 LED 点阵屏幕，所有元器件都采用 PCB 表面贴装，它们都布局在 LED 屏幕和 PCB 之间，外观上看不到任何芯片和电阻。保证了整体美观的同时，又让整体厚度做到只有 LED 屏模块加 PCB 那么薄（见图 1、图 2）。

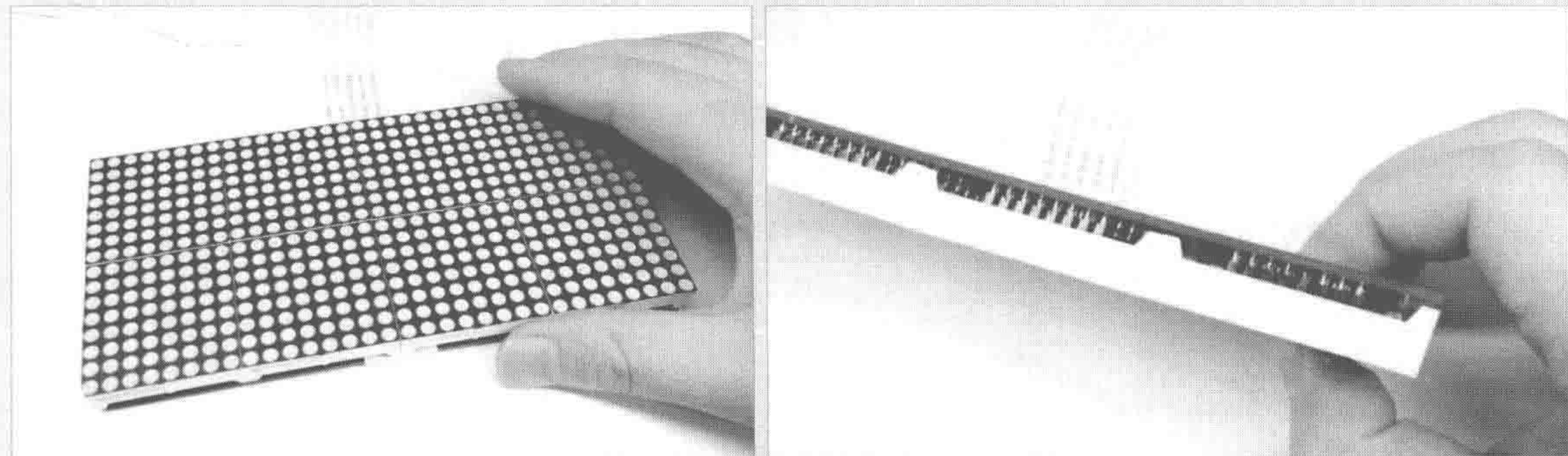


图 1 正面屏幕与纤薄的机身

从时钟性能上看，Mini3216 没有采用单片机制作常用的 DS1302 时钟芯片，因为 DS1302 芯片需要外接晶体振荡器，时钟精度不高，而是采用了一款内置晶体振荡器的时钟芯片，精准度可以达到走时 1 年的误差在 1min 以内。用户操作方面，没有采用普通的微动开关作为设置按键，而是改用电容式触摸按键，保证轻薄、美观，又带来时钟操作的新体验（见图 3）。

时钟显示采用自主设计的时钟字体，正常状态下，时间和温度信息交替显示，每 30s 显示一次日期信息（包括月、日、星期、节日）。所有信息的切换都是流动动画方式的，不会给你“突然”的感觉。LED 屏驱动方面是这款时钟的突破之处和技术亮点（见图 4）。传统的 51 单片机驱动 32×16 阵列的 LED 屏幕时都需要使用行驱动（或列驱动）芯片，32 个 I/O 接口直接驱动点阵屏的像素极限是 16×16 ，而 Mini3216 电子时钟却可以让 32 个 I/O 接口直接驱动 32×16 的点阵 LED 屏幕成为可能。



图 2 所有元器件内部贴装，保证外观简洁漂亮

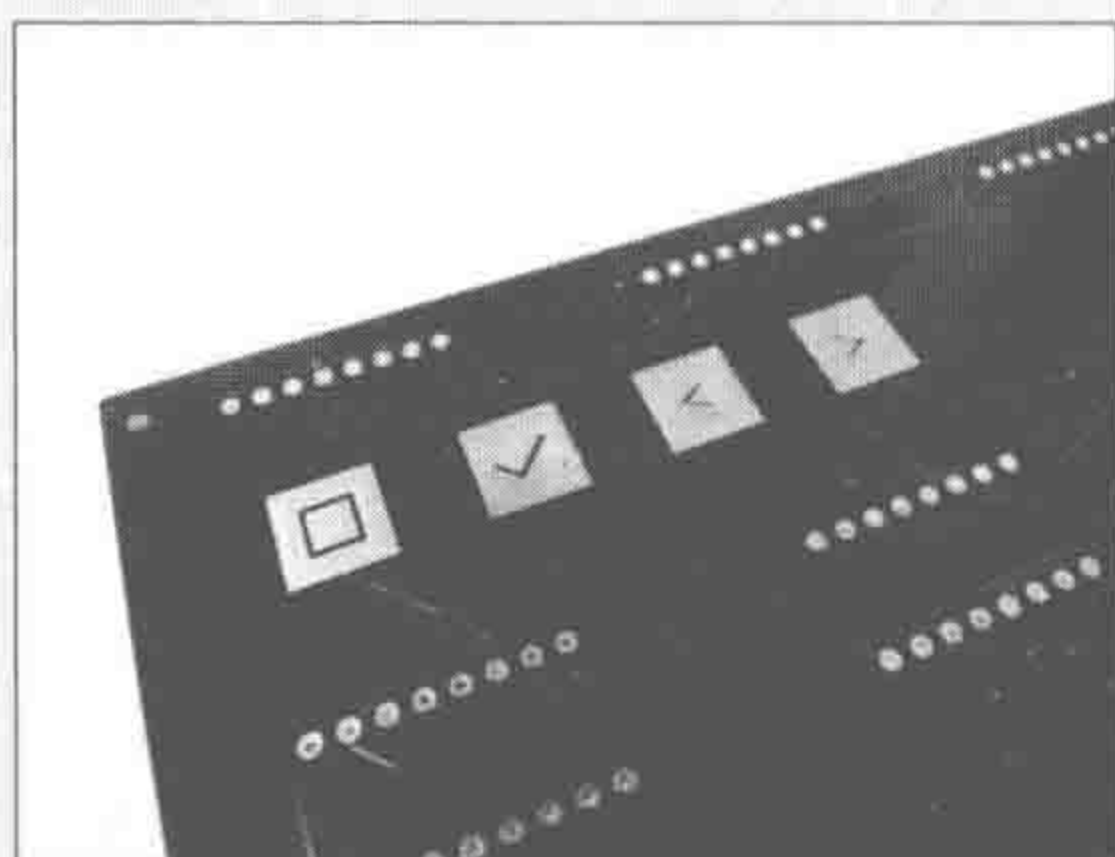


图 3 4 键全电容触摸模式按键



图 4 以漂亮的字体显示时间和温度



点评 这款时钟的特色在于显示部分使用了 32×16 分辨率的点阵屏，这个分辨率保证了字体尺寸远观也足够醒目的同时，又能够显示汉字，于是节日提醒、日期流动显示这些功能才得以出现。另一个设计上的创新就是超薄，把所有元器件都藏在点阵屏和 PCB 中间，外表上看不到任何元器件，好像有了外壳一样。其实是巧妙利用结构和空间的结果。这款制作的启发意义在于“即使没有外壳，也应该想办法把元器件隐藏起来”。

► 液晶屏显示——Future Timer4 未来时钟

【难度指数：★★★★】 【成本指数：★★★】

FutureTimer4 未来时钟，简称 FT4。这个“未来”的概念和节日提醒有所区别，并不是只显示每一年周而复始的节日，而是除了节日之外的特殊事情。应该是某

年某月的某一天，将会发生的未来事情。比如 2022 年 2 月 4 日北京冬奥会开幕，2018 年 9 月份的 iPhone 十周年发布会等，你可以把你感兴趣的未来事情都输入

到 FT4 当中，让它和你一起见证未来。因为要突出未来事情显示，所以在 12864 液晶屏上可以同时显示两组不同性质的事情（见图 5）。除此之外，突破性的改进还在于增加了 6 个独立闹钟功能，每一个闹钟都可以独立设置，还可以设置工作日启动或周末启动。整点报时功能也不再单调，9 种正点报时时间范围可供选择，当然你也可以关掉它。背光设置功能，提供了 9 级背光亮度的自动背光控制功能可以在环境光变暗时自动变暗背光，在晚上休息的时候背光不会影响入眠。



图 5 屏幕上显示的节日和时间信息。在不同光线下背光会自动调整

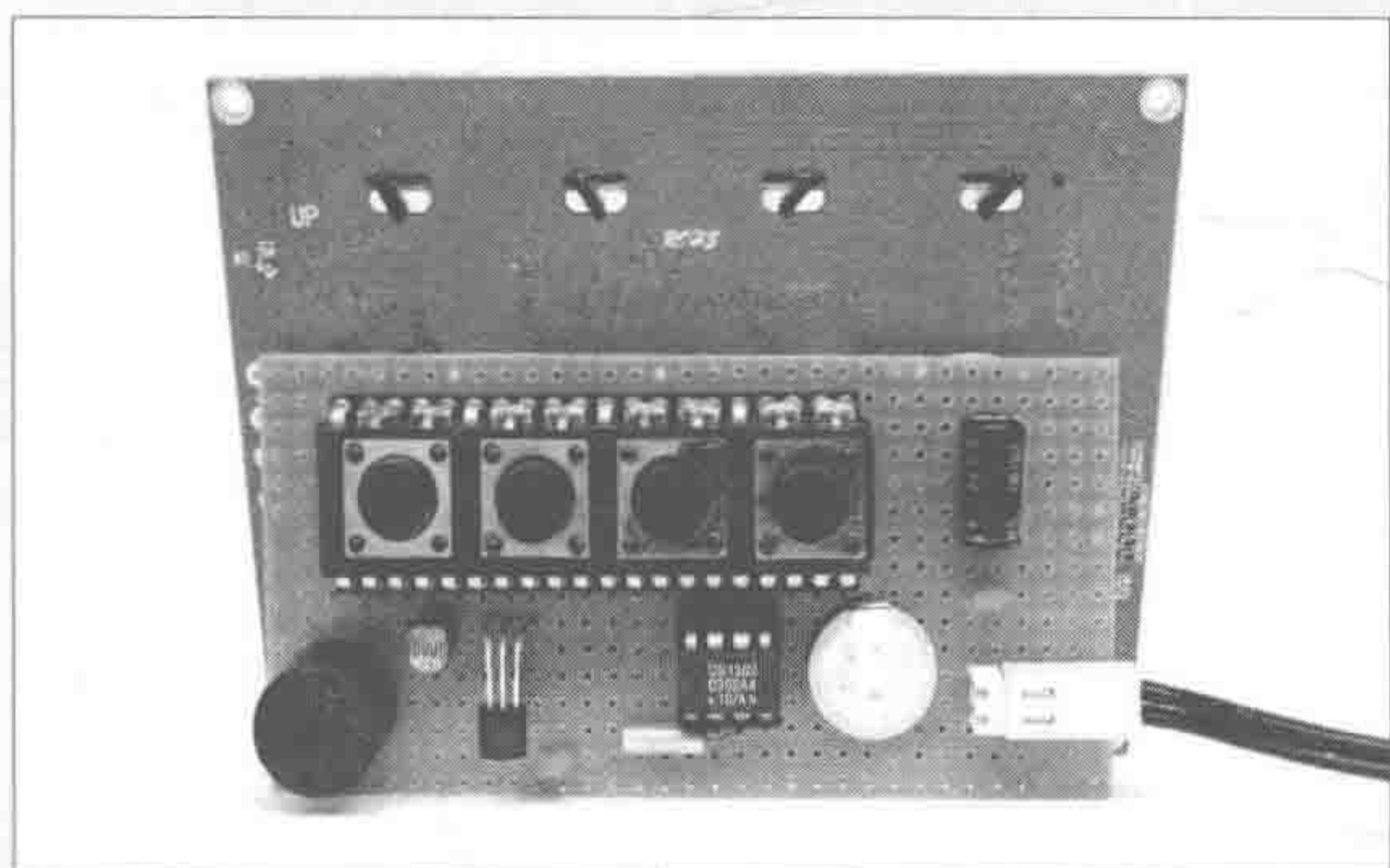


图6 时钟组装后背面的样子

点评

这款是 LCD 屏时钟当中比较好的设计了。因为它没有外壳和支架，却利用 LCD 屏和 PCB 之间的排针，设计成了三角形结构，能直接立在桌面上（见图 6）。同时解决了支撑问题和 LCD 屏和 PCB 的连接问题。基于 12864 屏幕的大分辨率，显示上可加的内容就更多了，可以同时显示日期、时间、节日、温度等数据，但其尺寸很小，只适合放在桌面上使用。众所周知，使用 LCD 做显示的时钟太多了，但这款时钟的启发意义是通过连接件的结构设计解决支架和美观问题，不用外壳也很好看。

► 手表式时钟设计——Dowtach 手表

【难度指数：★★★★★】 【成本指数：★★★★】

智能手机发展几年之后，可穿戴设备开始流行，其中最常见的是智能手环和智能手表。但好像在层出不穷的新设备当中并没有给电子爱好者留出施展拳脚的位置，在精密的工业化设计当中，一体化越来越流行，可以 DIY 的东西也越来越少。那么怎样解决这个难题呢？DoWatch 手表给出了很好的答案。它的外壳使用多个 PCB 叠层的设计。PCB 是合成树脂材料，强度大且轻巧，更重要的是 PCB 材料不仅能任意加工，上面还可以走电路。也就是说，PCB 既能是外壳，又能是电路板。而多块 PCB 之间则采用锡丝进行连接。锡丝看似柔软，但只要焊在 PCB 上便会有很大的强度。如果在 2 片 PCB 的同一位置打孔，并把锡熔化、焊接在孔洞里，那么 2 片 PCB 自然就固定在了一起（见图 7）。

DoWatch 手表的按键设计也颇为新颖，并没有采用电子爱好者常用的微动开关作为按键设计，而是利用 PCB 之间的空隙，

在两片 PCB 上各安装一个金属片，当手压在其中一个 PCB 上时，PCB 受力弯曲，金属片便会接触，导通电路。这样的按键

设计，我还是头一次见到，颇为惊奇。手表表面的左、下、右三边各有一个压感按键，轻轻用力按压才会触发（见图 8）。

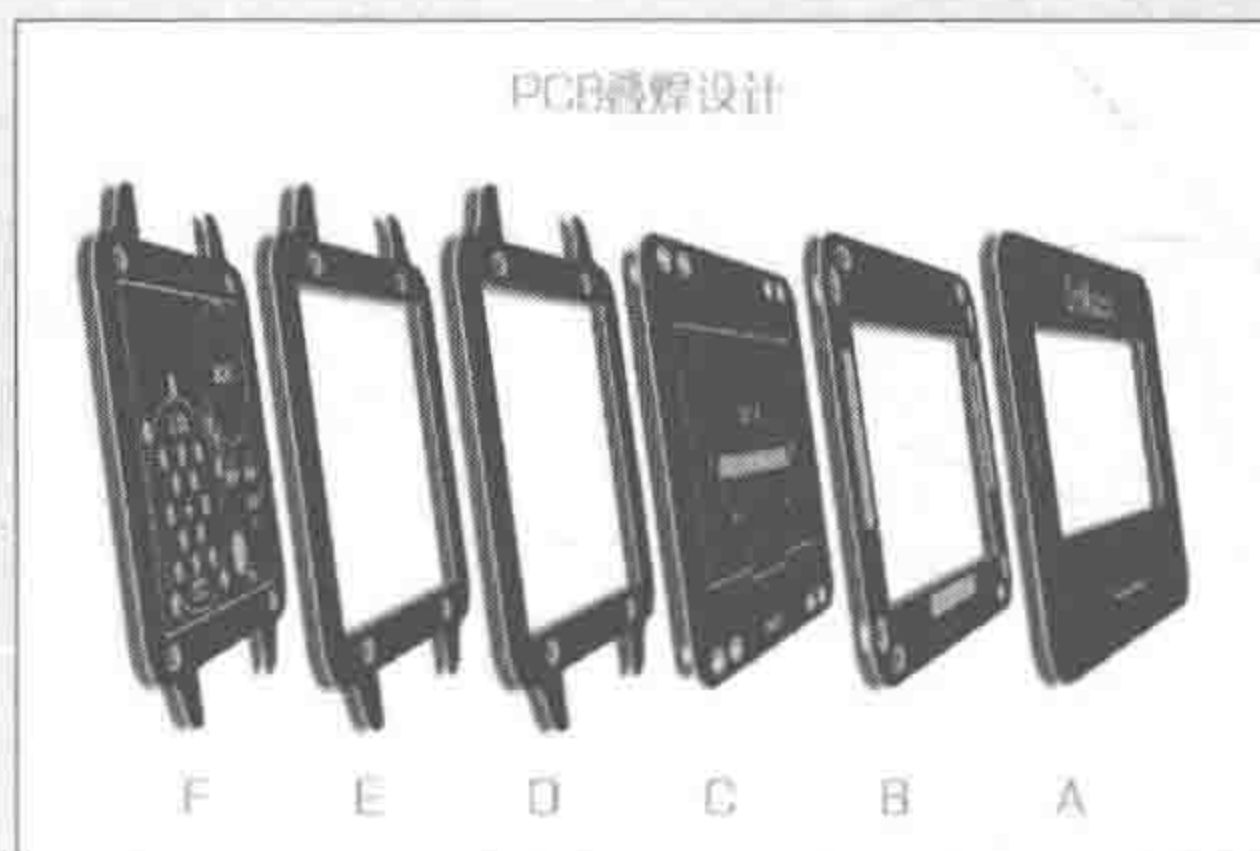


图7 DoWatch 手表采用多块 PCB 进行连接

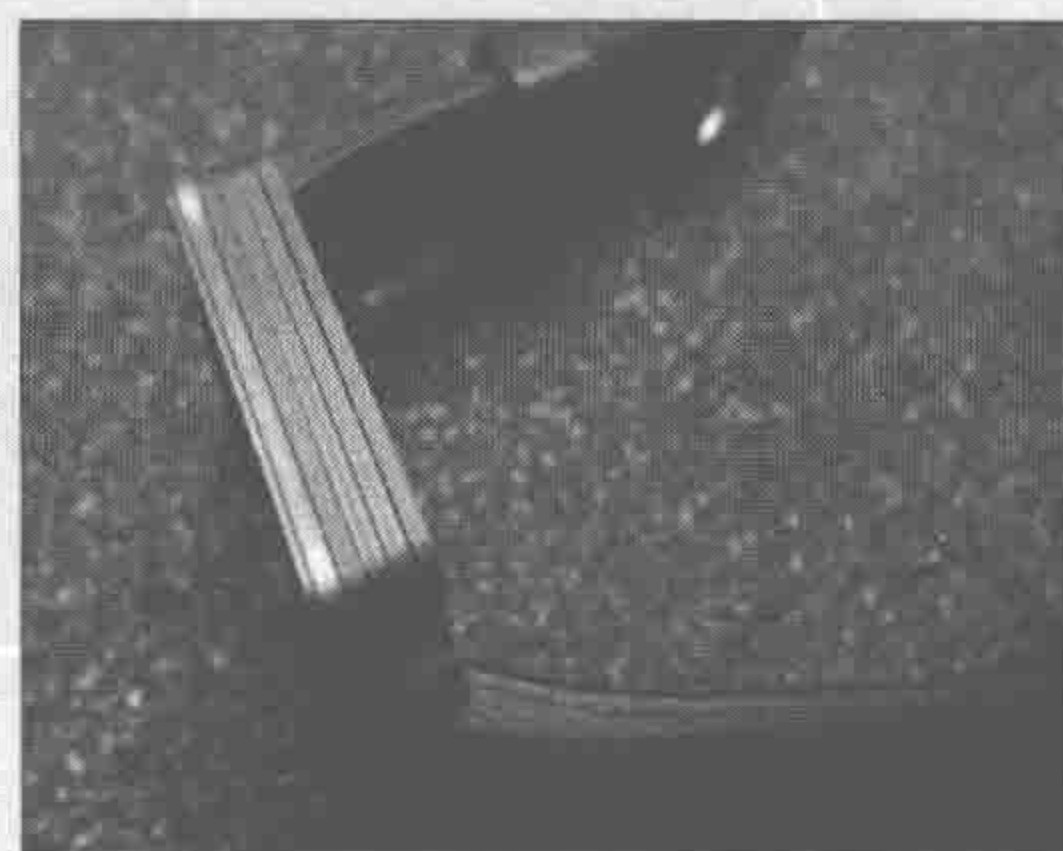
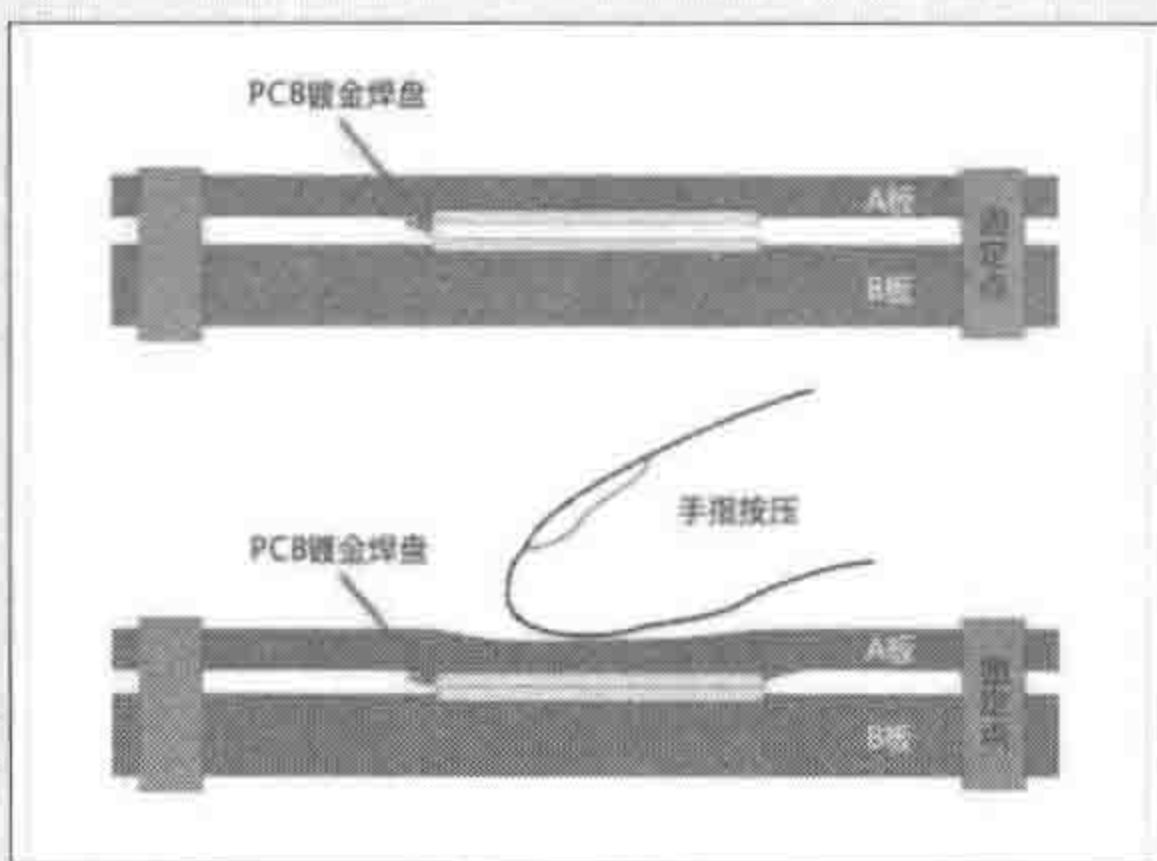


图8 DoWatch 手表左、右、下方是 3 个压感按键



点评

这款手表是少见的采用电池供电的时钟，虽然时钟和手表都是显示时间，所用技术基本相同。但是手表的体积更小、需要更精密的元器件和更有难度的设计。摆在家里的电子时钟可以没有外壳，但手表必须要有外壳，而且还要和表带相连接在手上。除非开模具做手表外壳，不然没有别的办法。万万没有想到，竟然可以用多片 PCB 屏叠层焊接做出手表外壳，同时 PCB 上又可以电路走线，而且还利用 PCB 之间的空隙做出按键，使手表设计紧凑又有创意，非常富有想象力。这一作品具有标志性意义，为电子制作的设计开出一条新思路。

► 辉光管电子钟设计——QS18-12

【难度指数：★★★】 【成本指数：★★★★】

电子技术的迅猛发展，也许让我们遗忘了许多具有时代特征的产物。下面展示的制作，就让你的思绪随我一起穿越时空，去感悟一下 30 多年前的辉光数码管那迷人的色彩，然后再回归到当下，利用古典的它结合现代数字电子技术，设计一款实用的电子时钟（见图 9）。

这款时钟采用的辉光管型号为 QS18-12，是 20 世纪 80 年代中国制造的一种侧

显的辉光数码管，在科技发达的今天算是古董了，不过对于很多电子爱好者而言依然有一种难言的情怀与韵味在里面。这款电子钟拥有 6 位辉光管，采用 12V 直流电源供电，能显示日期和时间，后面的七彩背光灯也是这款电子钟极大的特点。它还能设置两组闹钟数据，是一个早上起床的好帮手。此外，设计者还贴心地增加了温度显示与七彩背景灯与红外遥控等功能。辉光管显示的数字颜

色是橘红色的，与我们常见的测电笔氖泡的颜色相似。尤其是在夜晚，朦胧之下伴随着橘红色的灯光，使整个环境充满温馨感，与现代的 LED 显示感觉完全不同。而且内部的金属字符相互重叠，显示不同数字的时候错落有致，层次感很强。每一个数字都是由一片专门的金属制作而成，独特完整的字形，与现代的 7 段数码显示以及点阵数码显示出来的数字风格完全不同（见图 10）。

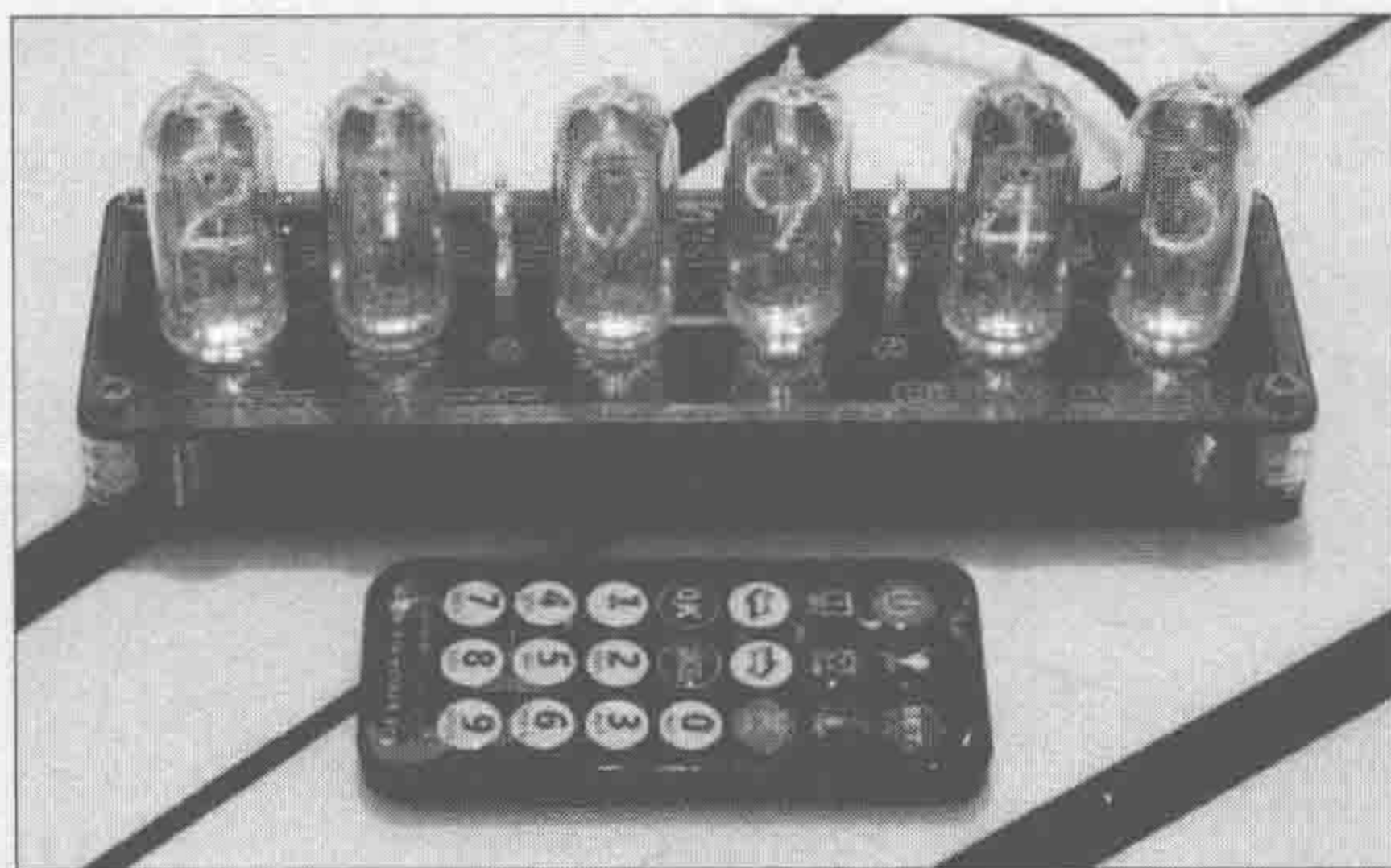


图 9 QS18-12 辉光电子管时钟



图 10 橘红色的辉光管显得格调十足

点评

电子制作好像从来都是向往着新的东西，而这款时钟的作者反其道而行，利用已经被淘汰的电子辉光管做时钟显示部分，让你瞬间回到电气时代。这种电子管已经全面停产了，能找到的库存件和拆机件也很少见，所以制作它显得非常特别和珍贵。这种跨越时间的气息与暗红色的辉光，让普通的电子 DIY 作品拥有了艺术的气息。这件作品的启发之处在于，它利用“老旧”的、稀有的元器件来制作时钟，令旧物发挥它的时间属性。当你看时钟，你看到了现在，也穿越了时间看到了过去。

► 贴片LED设计——旋转屏数字钟

【难度指数：★★★★】 【成本指数：★★★】

电子圈从来就不缺稀奇古怪的设计，下面我们要说的制作你可以称它为电子钟，也可以称它为另类的流水灯，因为它的原理就是让 LED 不停地转啊转，从而产生视觉效果。专业点的说法就是：采用一排贴片 LED，令其高速旋转，利用视觉残留效应，形成高分辨率的点阵屏，能显示字符、汉字，甚至图案，而且图案看起来还有悬浮于空中的透明效果，非常炫目（见图 11）。再加上单片机控制，又可成为一款独特的数字钟。

这个制作的电路核心是一排流水灯，一般由 LED 构成，LED 的个数取决于要显示点阵的分辨率，如果只要显示 ASCII 码，可以只用 5 个 LED，因为任何一个 ASCII 码均可以只用 5×8 的点阵来显示。如果还要显示任意中文，至少需要一个 12×16 的点阵，这意味着至少需要 12 个



图 11 旋转屏数字钟

LED。以此类推，点阵的垂直分辨率越高，所需的LED数目就越多。受单片机I/O口等因素的限制，手工制作的LED旋转屏一般不会超过24个LED，不过通过高速旋转，能够产生高达 24×300 的等效点阵的效果哦！由于视觉暂留效应，快速切换的图片看起来就像“动画”，动画效果与每秒的图片数（即帧数）有关。对一般人来说，每秒10帧就能感觉出动画效果，但闪烁严重；每秒30帧就能看到无闪烁的动画，但不够流畅；达到每秒50帧时，肉眼感觉就非常流畅，与实际无异。LED旋转屏中，每转一圈，相当于完整显示了“一帧”的图案，电动机转速相当于帧数，营造出类似漂浮在空中的效果，十分有趣！

点评

利用电机让一条LED灯带旋转，在不同位置显示不同的内容，这是很酷的显示屏设计，用它显示时间也是理所当然。只是因为有机结构，我一是担心其使用寿命，二是担心噪声问题。把它放在家里显然不太实用，放在公共场所是不错的选择，吸引眼球。由于高速旋转，观看者看不到转臂，只看到由光组成的时钟在空中漂浮，类似科幻电影中的3D空间成像。这款时钟的启发意义在于更具吸引力的视觉呈现，时钟为看时间服务，也可以为显示技术上的炫酷与神奇服务。在不同场合放不同类型的时钟、或者为某种场合设计适合的时钟，是我们需要思考的问题。

► 特殊计时方式——炫彩LED二进制时钟

学习数字电路的二进制之后，觉得二进制数很神奇，例如现在的计算机都是采用二进制。二进制容易实现，运算规则简单，只有0和1，两种状态的转换速度极快，从而由简单的0和1构成了复杂的计算机世界。我国古代的一本奇书《易经》中说“万事万物都有阴阳”，似乎有异曲同工之妙。

回归正题，这款时钟用DS1302时钟芯片和STC单片机制作而成，用发光二极管来显示，灯亮就是“1”，灯灭就是“0”，一排LED的亮就形成一个二进制数，从而读出相应时间。实现的原理很简单，用单片机把在DS1302上取出的时间的BCD码转换成10进制数直接放在一组I/O口上面，单片机会自动把十进制数转换成以1和0表示的数放在一组的8个I/O口上，这样一来，在相应I/O口上连接LED灯就能显示出“时间”来了。由于小时最多为“24”，因此只需要5个LED灯就可以完整表示，而“分”和“秒”部分要6个LED灯才能完整表示。如图12所示的每组

【难度指数：★★】 【成本指数：★★】

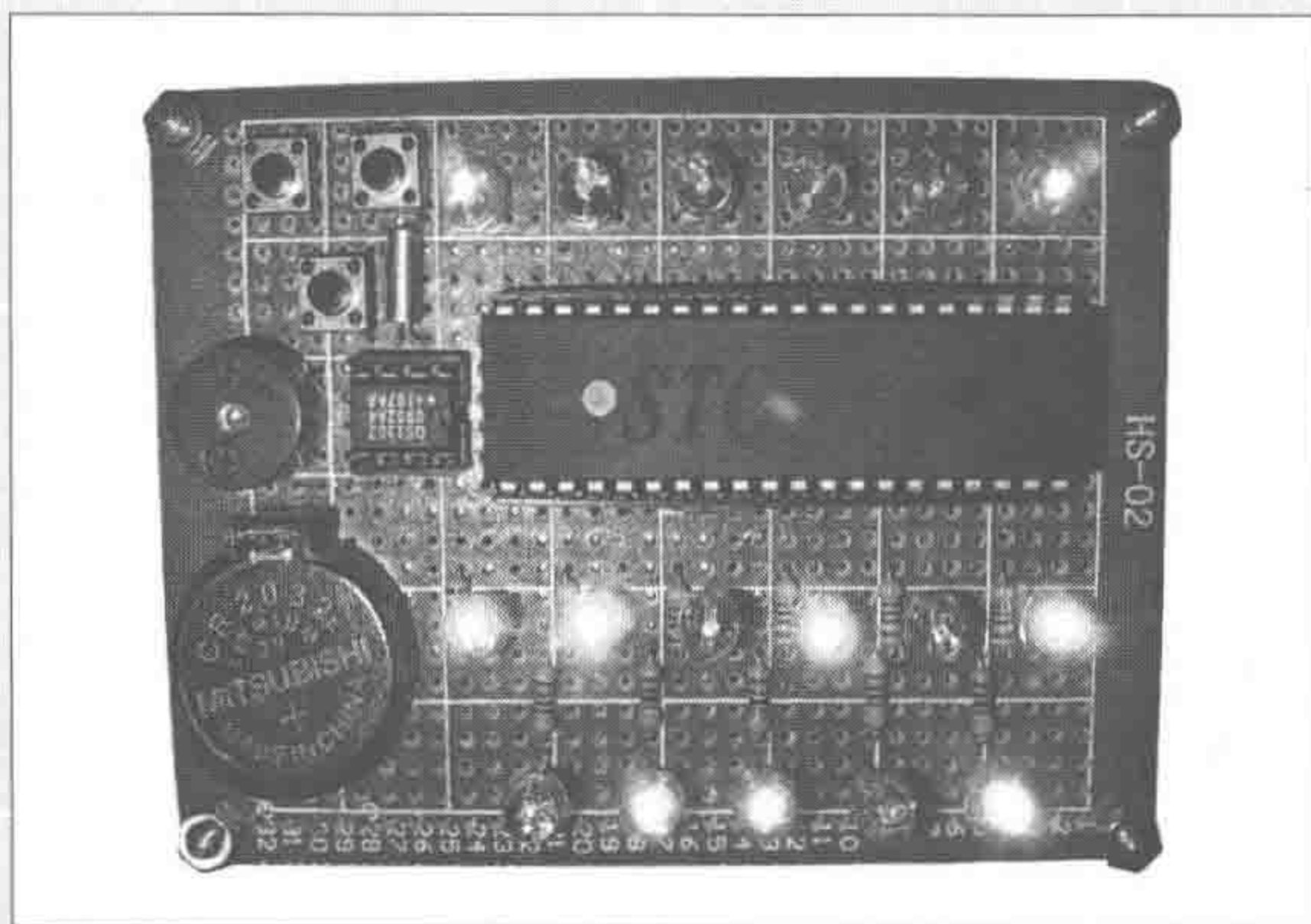


图12 炫彩LED二进制时钟

数就是“10110”“101011”“100001”，在脑袋里进行简单的运算就可以得出时间为：“22:43:33”。科学发现，经常运算可以防止老年痴呆症。因此，二进制时钟就有了它的意义所在了。

点评

乍看到二进制时钟时，以为这是在开玩笑。为什么好好的数字显示不用，非要用难懂的二进制数显示呢？慢慢地，我开始反思自己。时钟出现之时并没有一定之规，大家都用自己喜欢的方式记录天体运行规律，如今只留下数字式和指针式两种读数方式。之所以我们认为这是自然而然的，因为我们从小就已经学习，习惯成了自然，还自以为不应该再有其他方式。二进制时钟的启发性意义是用一种新的读数方式提醒你时钟的可能性。虽然文中的作品不够美观，设计感不佳，但作者的想象力和敢于突破固有读数方式是值得肯定的，他提供了一种创新的角度。

► 废旧材料设计——硬盘时钟

【难度指数：★】 【成本指数：★★】

如今，家里有台式电脑的朋友，谁的手里没有几个换下来的废旧硬盘？除打算将这些硬盘作废品处理外，你还能用它做些什么呢（见图13）？有一次我在网上无意间找到了一篇用废旧硬盘改做时钟的视频，立即被这创意奇特、构思巧妙的DIY作品打动了。我们平时认为完全无用的东西，在电子圈高手的手中竟变成了一款炫酷时尚的LED时钟。这个作品的创意是围绕硬盘盘片进行的，这种圆圆扁扁的形状，无疑非常适合制成时钟的表盘。除了外形，硬盘盘片的另一个显著特征就是极端光滑的表面，光可鉴人。如何发挥这一优良特性，是影响作品观赏效果的关键因素。制作时需要使用两块盘片，在两层盘片之间放置LED，造成一种轮廓光的效果（见图14）。



图 13 一个废旧的硬盘

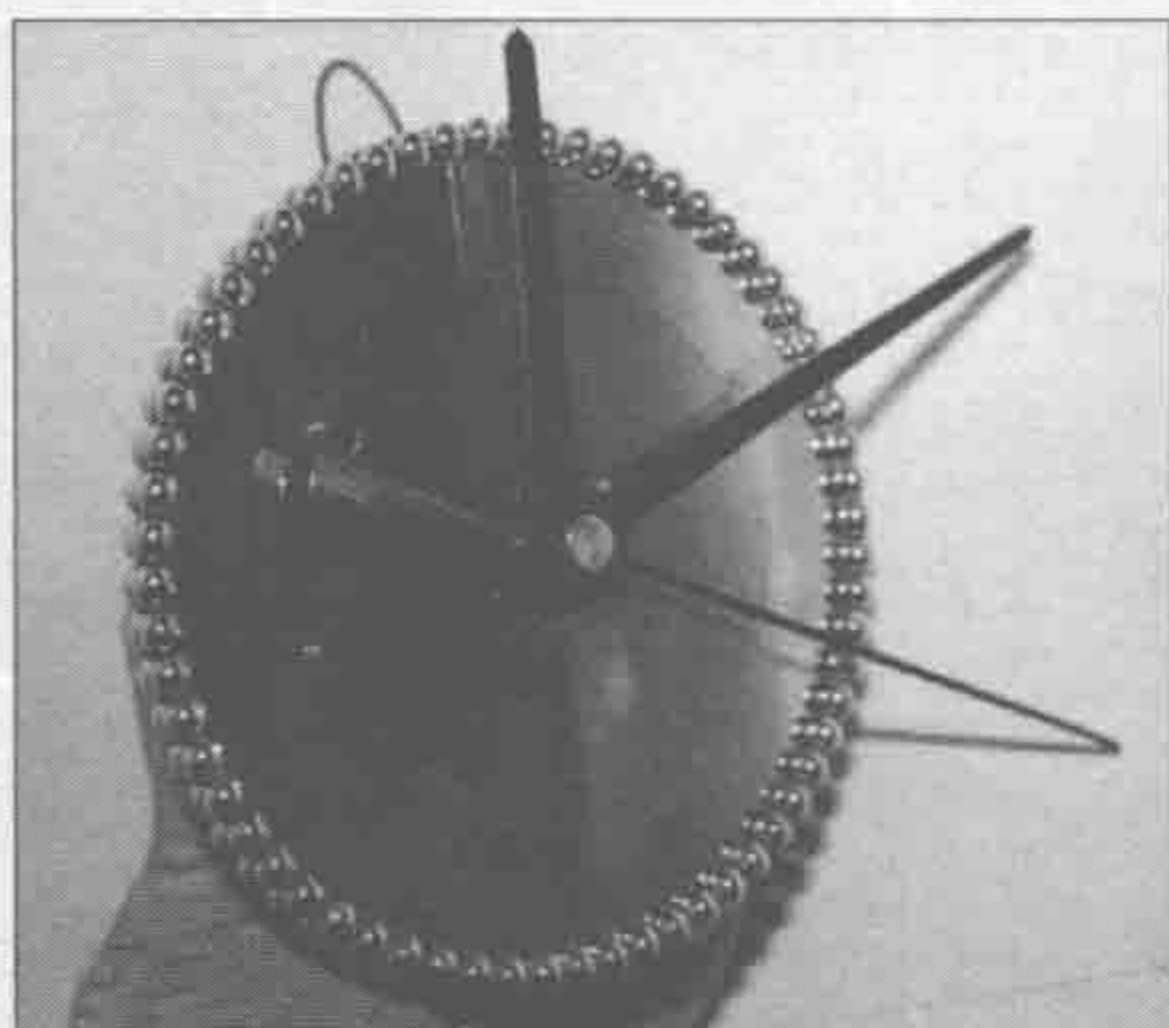
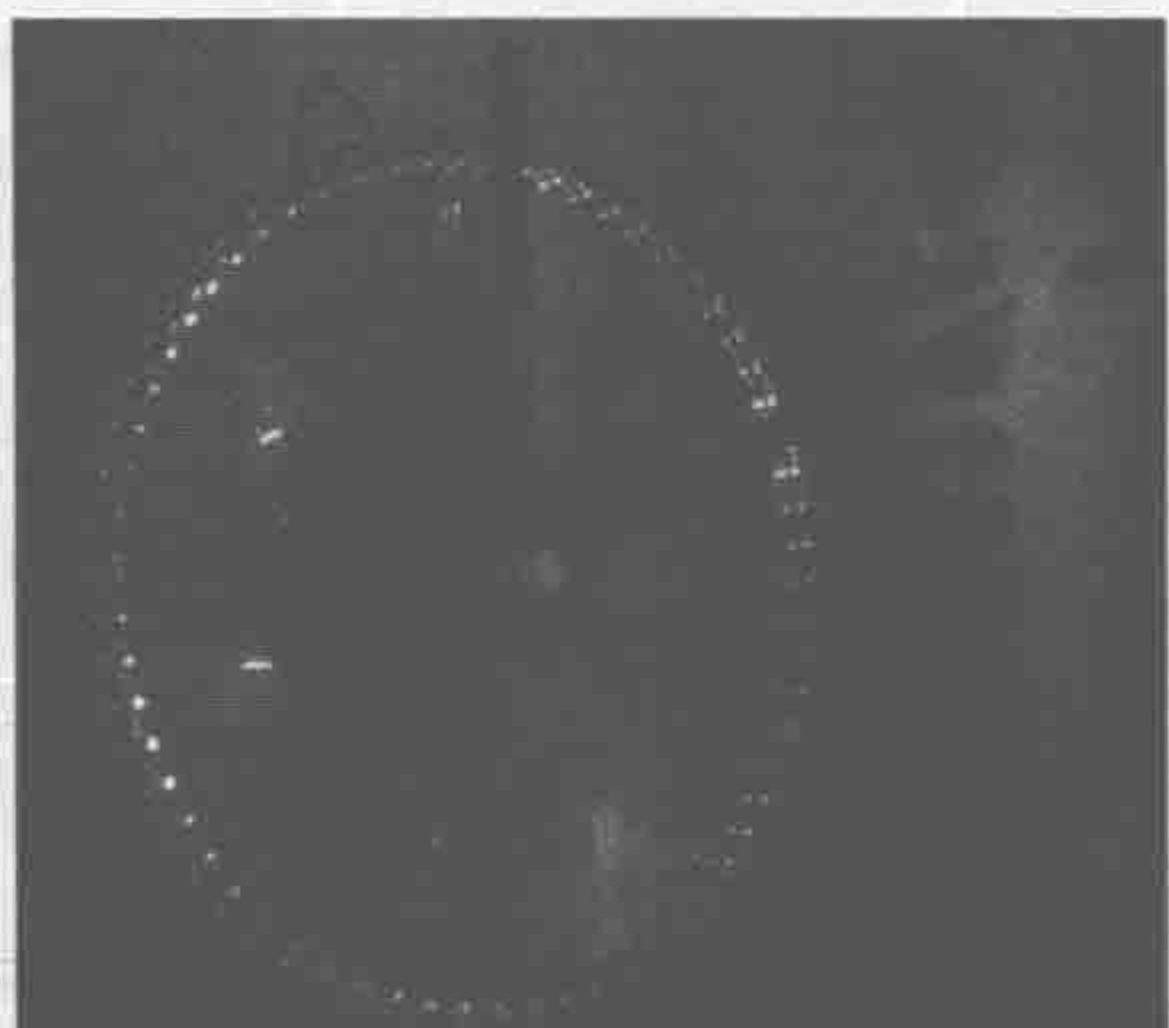


图 14 成品用一圈 LED 造成轮廓光效果



点评

这款时钟使用现有的石英钟机芯，没有采用单片机和时钟芯片的组合，有人可能会认为这不是电子时钟，但石英钟的核心部分也是电子芯片，只是将芯片和机械结构封装成了模块，本质上是一样的。这款时钟的重点是材质的使用，作者喜欢计算机硬盘盘片的质感，把盘片做成表盘，但这种废物利用的作品是受限的，如果仿制者的家里没有废旧硬盘怎么办，我认为电子DIY可以废物利用，但废物本身应该是生活中常用且价格便宜的。这款制作给我们的启发是利用废物重建时钟的外观，这一启示同样能应用在其他各种显示方式的时钟上，如果想象力足够丰富，能收到意想不到的效果。

► 时间校正设计——GPS授时时钟

钟表这东西很常见，无论贫穷家庭还是富裕家庭都会在家里摆上钟表，区别可能就是样式的美丑了。还记得小时候和父母经常守候着《新闻联播》，等7点的声音响起时，马上把家里的老式摆钟也调成7点。当时习以为常，并不觉得有什么不妥。直到自己尝试做电子钟的时候，才意识到这个问题的存在。“往往一个调试精准的时钟，过一段时间就不准了，不是快了就是慢了，要重新调试才可以。按理来说，被程序化的电子产品不应该有早期机械时钟的误差，这种情况让我很头疼”。那除了增加程序的稳定性之外，还有什么办法能解决这个问题呢？你别说，办法还真有，这个东西我们今天每个人都离不开，那就是GPS（全球卫星定位系统）。

点评

GPS时钟的最大优势是利用GPS卫星发出的时间数据来校时，所以它比其他用时钟芯片产生的钟点要精准得多。但问题在于，我们真的需要增加这个成本来达到不那么重要的精度吗？而且GPS信号是由卫星发出来的，信号强度较弱，在室内较难接收到，会受到楼层和摆放位置的限制。我知道还有一种“电波时钟”的模块，可以收到由广播电台发出的时钟校对数据，其原理和GPS时钟很像，但接收率更高。但随着互联网的发展，我想利用Wi-Fi校时的技术也会很快出来，它会自己知道几点了。这款制作的启发意义在于时间的取得方式可以从人工输入到自动校对，这不只是“免设置”，而是让时间联网，让时钟成为物联网的终端，也许会成为未来的主流。

【难度指数：★★★★】 【成本指数：★★★★★】



图 15 与 GPS 同步之后的时间

下面这款时钟就利用GPS接收器，接收源源不断发来的数据信息，通过数据解读被写入程序的数组当中。显示方式选择了比较实用的数码管，用8550三极管来驱动。4个1.5英寸数码管显示小时和分钟，2个0.8英寸数码管显示秒，这样看起来比较协调。由于晚上拉上窗帘后就收不到GPS信号了，这个作品就加了一片实时时钟DS1302，这样在没有GPS信号的时候也能正常使用。接入GPS后，自动与卫星同步，时间就相当准确了（见图15）。

数码管倒装，用左上角的小点指示GPS信号的有无。当没有GPS信号时，小点不亮，从DS1302里读出时间来显示，当有GPS信号时，自动与卫星同步并将准确的时间写入DS1302，这样即使GPS信号消失，在一段时间内还是相当的准确的（时间长短与DS1302的精度有关）。

► VFD屏幕显示——圆盘指针式时钟

【难度指数：★★★】 【成本指数：★★★★★】

在介绍时钟之前，先来科普一下VFD屏幕。VFD屏幕是一种真空荧光显示屏，其工作方式类同于电子管。拥有自发光，显示清晰以及容易实现多色显示等特性，工作电压低和可靠性高也是它的突出特点。由于它可以做多色彩显示，亮度高，又可以用低电压来驱动，易与集成电路配套，所以被广泛应用在汽车、家电、音响、计量仪器以及通信设备等的面板显示领域。这款时钟使用的屏幕型号为VFD48-1202FN，是一种比较特殊的VFD屏幕面板，屏上的指针发蓝光。你没看错，它就长这个样子，完完全全的时钟模样（见图16）。爱好者所要做的就是设计电路，焊接元器件与编写程序，最后以达到驱动显示屏的目的。

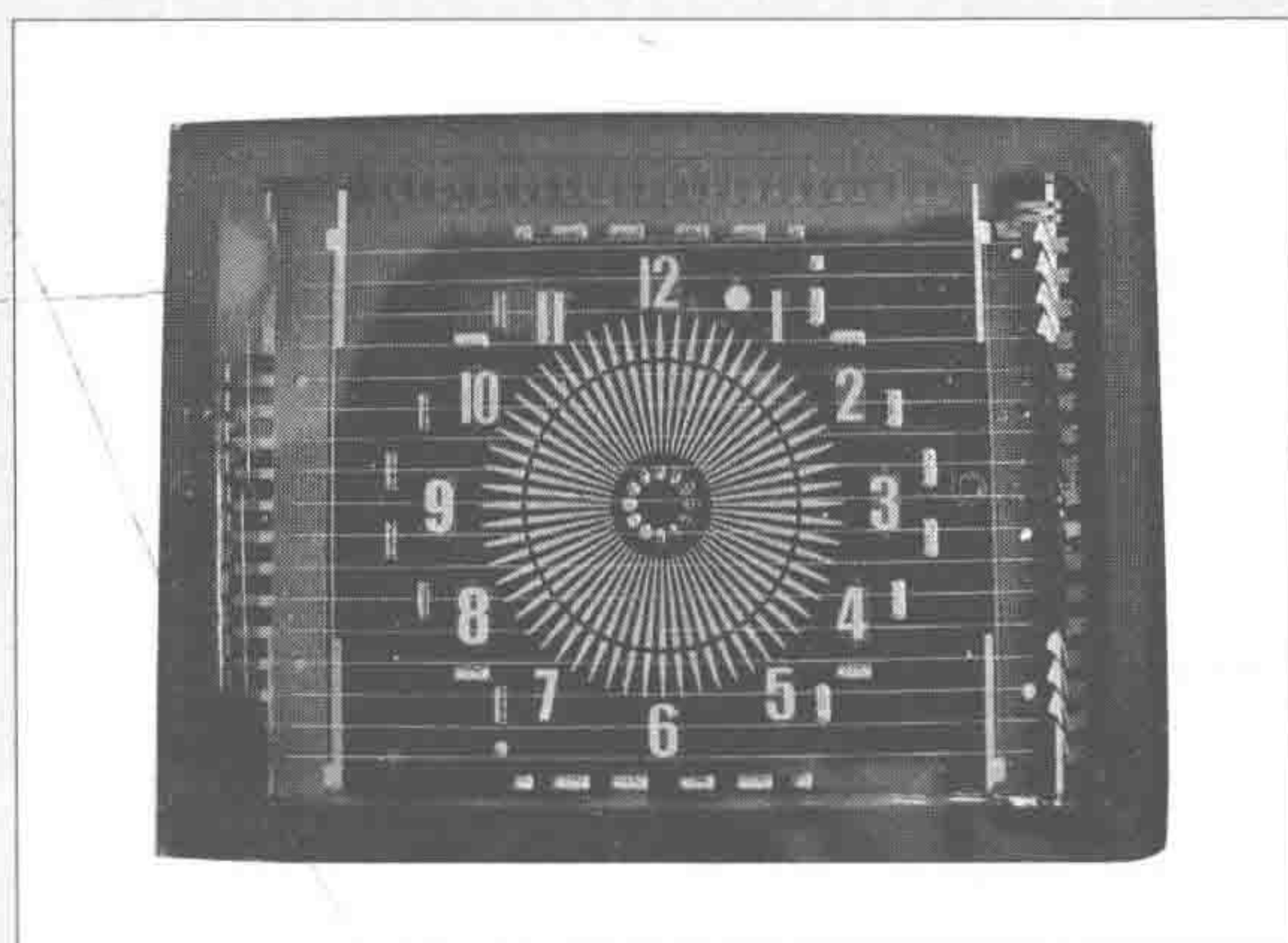


图16 VFD48-1202FN屏

作者利用其独特的圆形表盘指针式VFD显示屏，实现了和我们平常见到的表盘式钟表一样的时分秒动态显示，

又添加了闹钟、自动开关机时间和亮度调整等设置。红外遥控作为一个扩展功能也加了进去，笔者还专门为它配了一个红外遥

控器。最贴心的一点是，它还拥有8级随环境光线变化自动调整的功能，保证在晚上亮度调低，在环境光线强时自动调高，更加智能化。

点评

VFD有着军用级别特性，但正在逐渐被OLED取代，但VFD显示屏依然有其魅力，它的自发光特性还与OLED不同，因为VFD屏内部有很大的空间，使得发出的光在空间里多次反射，有一种光晕的效果，很美。不过VFD显示屏是很贵的元器件，一块屏至少要100元，而且越来越难买到了。除此之外好像没有什么优势可谈，也并没有其他更多的启发性，因为VFD本身只是一种不同的显示屏，花高价制作，体验的意义更大。所以VFD时钟只是众多可能性的一种尝试，并不算作创新的设计。

制作时钟的本质是什么？

不管我们出于什么目的，无论是兴趣爱好，还是做毕业设计，一款外观漂亮的电子钟总能吸引人们的眼球。电子钟和台灯一样，是最普通的日常生活用品，却也是现代艺术设计师争相创新的宠儿。因为越是常见的东西越容易变成经典，长存于世。虽然我们电子爱好者没有设计师的远大雄心和艺术天赋，但我们所制作的电子时钟却与之有着异曲同工之妙。设计师的设计必须兼顾大众审美，是大众的艺术。而我们自己制作的时钟却是我们私人的艺术品，可能别人不喜欢、觉得丑，但在我们眼里却是世界上最完美的艺术品。我们倾注的精力与热情越多，这种钟爱之情越强烈。这是一种成功的喜悦，对劳动成果的爱护犹如对孩子一样。

当我们太喜爱自己的作品时，便不能再别人的眼光审视自己作品的缺点。我们玩儿电子制作，一是为了自娱自乐，二是为了分享给他人。我相信每一位成功制作了自己第一台电子钟的朋友，一定会把它摆放在最显眼的地方，让亲朋好友看到，或者拍照发微博、朋友圈。制作的喜悦是短暂的，成功后不久就会消失。分享的喜悦是长期的，只要有人不断赞赏，得到他人的肯定，你会有更大的自信和动力。但问题在于我们怎样才能让更多人喜欢我们制作的电子钟呢？

能够被别人夸赞的，通常都是在技术、功能、外观3个部分有所创新的作品。技术层面最难被更多人了解，只有同样是电子爱好者的人，才能明白你在技术方面的

努力与创新。虽然懂技术的人是少数，但他们的夸赞更有分量，就好像专业影评人对电影的评价要比普通人的观后感更被人重视一样，但想得到技术圈内人的夸赞是最不容易的。如果你常去逛电子爱好者的QQ群或论坛，当有人分享出自己的电子钟作品，如果这个作品比较一般，大家都会象征性地随便鼓励几句，过不了几天那帖子就石沉大海了。要想长期得到大家的关注，必须在技术难度上有所突破。比如大家都在用数码管做时钟，你用了LED点阵，大家都在用时钟芯片的时候，你用了GPS模块。使用新的显示技术必然要重新设计电路和程序，认为这些技术很难的人自然会佩服你的作品。在时钟技术上可突破的点有很多，每种都有自己的难度。只

要多认识些显示屏，多发现些提高时间精度的技术，只要找到适合自己的难度，你的DIY作品就都能达到想要的效果。

技术难度可以在显示屏、时钟芯片方面做文章，但翻来覆去也无非还是时钟，看多了也就厌倦。这时只能从功能上下功夫，时钟的基本功能是时间，没有时间显示也就不叫时钟，也不具备日常必备用品的地位。功能上的创新首先是做与时间相关的功能，比如农历、闹钟、定时器、秒表。但遗憾的是，在商店里卖的时钟上都已经具备了这些小功能，在你的时钟上出现没什么稀奇。我们制作的时钟应该有商店里卖的时钟所没有的功能，于是有人想到节

也不会被我们知道。想得到别人的认可首先要符合别人的审美。也许你有超越时代的外观，对不起，可能大家不接受。所以好外观设计是在大众与自我审美之间找到的平衡点。同时，外观设计也会受到元器件的局限。大公司里的设计师极少受元器件局限，因为他们有钱去定制符合自己需要的部件。而我们电子爱好者没有这种条件，只好多利用手边现有的元器件。你喜欢粉红色的点阵屏时钟，很抱歉这不是填空题，只有红、黄、绿、蓝、白的选择题。还有尺寸、材质、形状等多方面，都不由你控制。于是外观的设计只有大的方向，没有细节与个性差异。

不管我们出于什么目的，无论是兴趣爱好，还是做毕业设计，一款外观漂亮的电子时钟总能吸引人们的眼球。电子时钟和台灯一样，是最普通的日常生活用品，却也是现代艺术设计师争相创新的宠儿。

日提醒，有人想到万年历，甚至还有更吸引眼球地加入了许多与时间关系不大的功能，比如音乐闹钟、收音机、音频谱线显示、小夜灯、小游戏。这些“多余”的功能并不实用，除了作者之外不会有人想在时钟上玩贪吃蛇。多增加的功能的好坏虽然引起争议，但增加功能本质上也是增加技术难度。这些让时钟更不像时钟的设计更多是技术上的炫酷和学习中的一种实践罢了。

那么，如今在技术和功能上大大溢出的时代，怎样在时钟制作上创新呢？答案当然是外观设计。这个问题同样适用于技术和功能无比雷同的手机行业。如今这个设计泛滥的年代，所有商家都在研究设计、鼓吹设计，所有消费者也在追求设计、迷恋设计。同样技术和功能的产品，不同设计的价格天差地别，人们愿意为与众不同的设计埋单。

外观的设计与作者的审美水平有关，也和技术圈内的整体审美有关。之前说过，制作时钟的最大目的是分享，不爱分享的

如上所述，电子爱好者就得认命吗？在外观上没有突破的空间了吗？我不这么认为。假设我们可以任意定制元器件，不用考虑工艺和成本问题，难道我们就能做出惊世骇俗的时钟吗？不可能的。外观设计的瓶颈还是在于想象力。丰富的想象力能发现元器件之间巧妙而不易察觉的关系，利用现有元器件的特性，设计出简单而又独特的作品。看到这样的作品，你会不由地说：“我怎么没想到呀”。想象力让人发现更多可能，用孩子的眼光审视设计，实现有实质意义的创新。利用想象力创造出来的时钟最能震撼人心，从而拥有长效的赞赏和敬佩。

所有时钟无非就是如下部分的排列组合，如附表所示。喜欢什么样的显示方式，设计你喜欢的功能，用你的美工水平把硬件包装起来，让外表更漂亮。一款电子时钟包含着最初级的技术，能让初始者比较容易地找到成功的喜悦。而时间又是每个人的密友，它无时无刻地伴随着你继续学习、走向未来。

附表

类型	方式	特性
显示方式	数码管	
	点阵屏	可显示汉字
	LCD屏	显示内容最多
	VFD屏	
	旋转屏	效果吸引人
	OLED屏	
	LED灯	
数据产生	机械结构	
	单片机定时器	不需要外接时钟芯片
	DS1302芯片	使用最多
	RX8025芯片	内置晶体振荡器和温度补偿
	DS时钟模块	集成度高
	电波时钟芯片	
设置操作	GPS模块	卫星校对
	符号化闪烁调时及设置	设计简单
附加功能	设置中文或英文界面	操作说明清晰
	整点报时	
	农历	
	闹钟	
	节日提醒	
	世界时间	
	秒表	
外观设计	定时器	
	录音	
	无设计	
	废物利用	
	PCB外壳	
	亚克力	
激光雕刻木板		
定制塑料/金属外壳		

而一款自己制作的时钟，正是把时间这个抽象的宇宙维度，具体呈现在你眼前，让你与它有了某种心灵的联系。这种联系不是空想的，因为时钟是你亲手制作的，你熟悉其中的元器件，明确它的工作原理，每个电路、每条代码都在你心里。

初学单片机的朋友们，我真诚地恳求，请一定要认真制作自己的第一台电子时钟呀！带着它走出校门、走南闯北，也许它能伴随你一生，与时间同行。🙏

光电之美

——电子发烧友的执念与情怀

◇ 韩旭

小时候的我们，对世界充满了好奇：太阳为什么又热又刺眼？下雨之后为什么会出现绚丽的彩虹？夜空中的星星又为什么会闪闪发亮？无数的问题困扰着孩童时期的自己，直到一本叫《十万个为什么》的书到手时，一切才恍然大悟，这是“光”给我们最初的美妙印象。后来我们长大了，不再痴迷于大自然的光，但我们与光的故事还没结束。家里的电器到处都有光的印记。电视机屏幕上的影像、收音机上的红色LED、天花板上的老式钨丝灯泡等物件让我们体验了惊奇与不可思议，甚至是痴迷。于是，我们就被贴上了“电子爱好者”的标签。

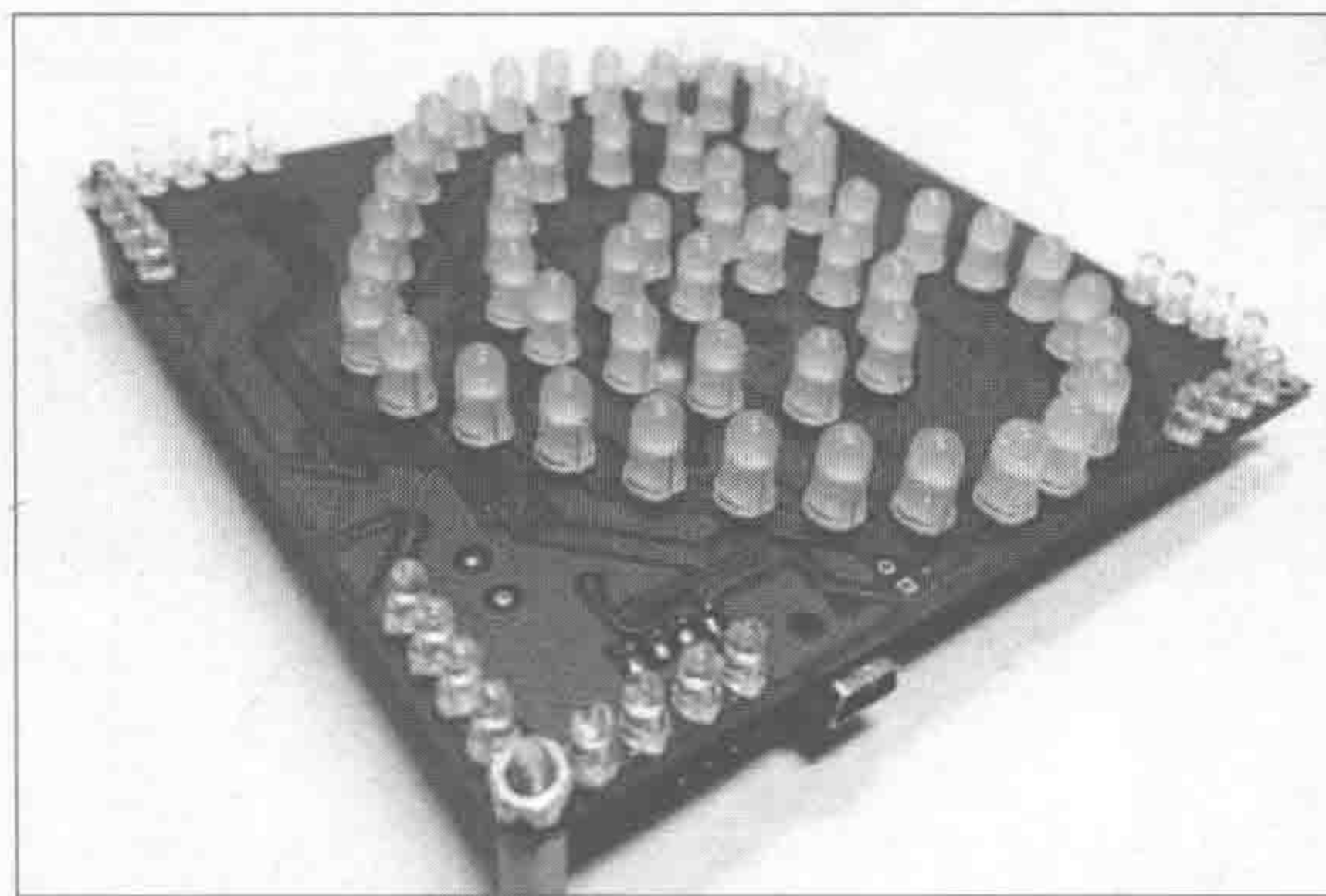
圈子就这样形成了，名为“电子圈”。工业革命以来的科学技术突飞猛进，爱迪生发明的电灯照亮了整个城市。当照明成为最低标准的时候，花样的装饰也就出现了，形形色色的灯具拼凑成各种图形吸引着人们的眼球。之所以电子爱好者如此热衷于光电显示类的DIY制作，或许是因为基因里携带着对光的追求，又或许是光电类制作更炫彩夺目。但我想这些都不曾离开我们对光电之美的执念与情怀。下面我将列出一些电子圈经典的光电显示类制作，希望能给电子爱好者入门提供更多经典之作的参考。

► 制作1：心形流水灯

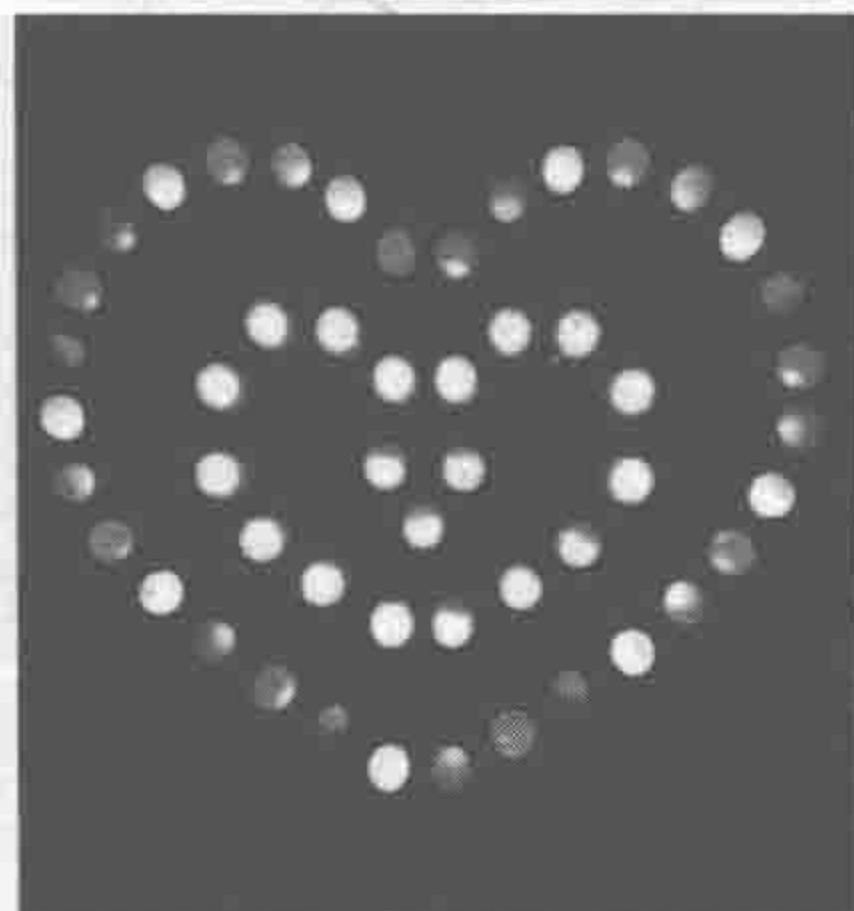
工程师、技术男在现代社会已经成了土、LOW的代名词，尤其是在女生们的固有观念里，理工科男一定是不懂浪漫的。的确，相比起文科生的阳春白雪，我们确实略逊一筹，但论创造力，可不是一般人能比得了的。这不，继各种花式流水灯都玩腻了之后，又出现了一种新型的更有创意的DIY制作，它就是“心形流水灯”。

这款流水灯制作应用了常见的STC12C5A60S2单片机，搭配了各种芯片及外围电路。元器件大多被藏在电路板背面，保持了正面外观的整洁、统一。我们平时常见的心形流水灯都是单色排列的LED组合，不但色彩单一，容易审美疲劳，而且通常只有常亮和循环流动两种模式。试想一下，当你把这种流水灯送给女朋友的时候

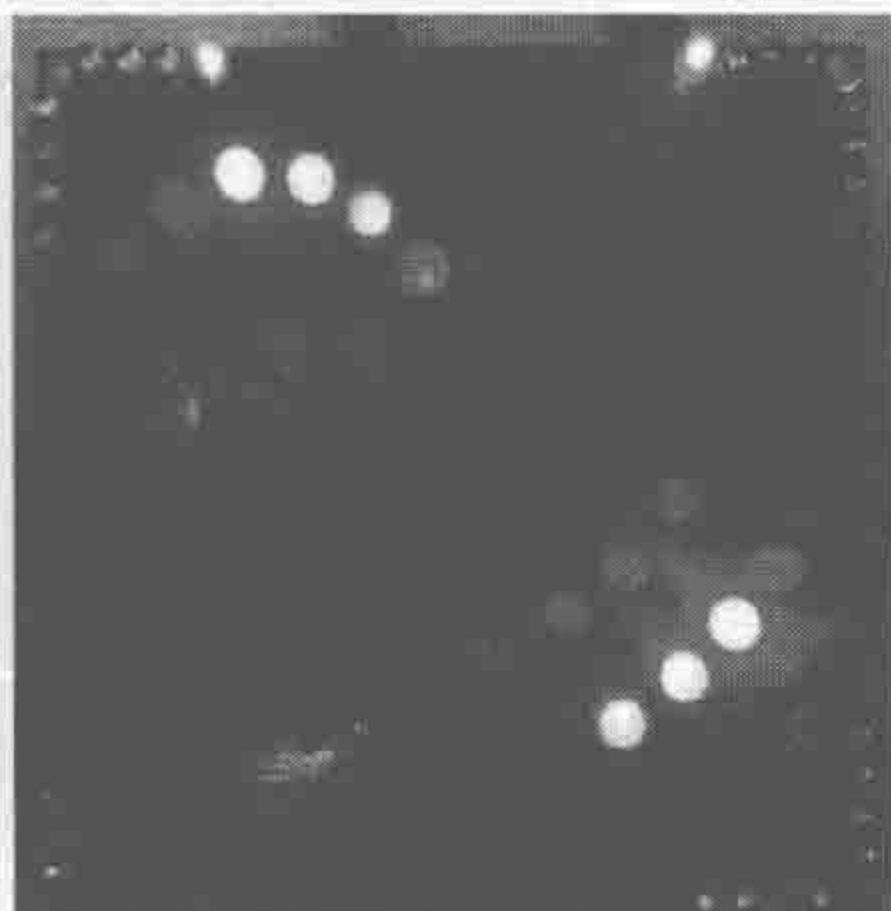
【难度指数：★★】 【成本指数：★★★】



流水灯的正面外观



RGB 全彩色设计



心形流水灯图案变化展示

