

无线电

2010年 合订本



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

《无线电》编辑部 编

本书附赠光盘



为爱好者和专业人士奉献的精品图书 (试读版)
单片机源程序、印制电路板图等

2010年第1期~第6期

特别策划 | 音频应用 | 广播爱好者 | 火腿通信 | 测试测量 | 玩转单片机 | 实用电路制作 | 维修帮手 | 初学者园地

享受广播 - TECSUN

Enjoy broadcasting

因为梦着你的梦.....

..... 一群广播爱好者为众多广播爱好者精心打造的收音机!

S-2000 & PL-660

TECSUN

德生牌收音机

中国驰名商标



www.tecsun.com.cn

德生淘宝店: <http://best-radio.taobao.com>



二次变频全波段收音机系列 PL-600/PL-450/PL-210/PL-9710/PL-9700DX

东莞市德生通用电器制造有限公司 地址: 中国广东省东莞市东城区莞长路189号德生大楼 邮编: 523071 电话: 0769-23167118 传真: 0769-23160700

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电合订本

2010年（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. 2010年. 上 / 《无线电》编辑部编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2011. 1
ISBN 978-7-115-24392-8

I. ①无… II. ①无… III. ①无线电技术—2010—丛刊 IV. ①TN014-55

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第247302号

内 容 提 要

《无线电》合订本2010年(上)囊括了《无线电》杂志2010年第1~6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为爱好者和专业人士奉献的系列精彩图书的试读版,还收录了与文章相关的印制电路板图、电路原理图、源程序等。

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》合订本 2010 (上)

-
- ◆ 编 《无线电》编辑部
责任编辑 房 桦 尹 飞 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 36.25
字数: 1148 千字 2011 年 1 月第 1 版
印数: 1-10 000 册 2011 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-24392-8

定价: 40.00 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

特别策划

- DIS.MUSIC3 —— 炫彩你的音乐世界 ◎杜洋 (001)
- 万用表选购指南 ◎杨法 (BD4AAF) (008)
- 两个BEAMBOTS太阳能机器人
 ◎荣新华 (BD6CR/4) 译 (014)
- ARM小记 ◎杜洋 (023)
- 电子制作工作台 ◎曾学明 夏明新 译 (028)
- 好玩的骰子 ◎曾学明 夏明新 译 (032)
- LED小夜灯 ◎译言 译 (036)

雕刻机专题

- 我心目中的CNC——什么是雕刻机 ◎李开宇 (042)
- 认识数控雕刻机——机械篇 ◎asiandy (046)
- 认识数控雕刻机——电机与驱动篇 ◎温正伟 (048)
- 雕刻机爱好者如是说 ◎明浩 (051)

音频应用

- 重温岁月流逝的声音再做STK4191V厚膜功放 ◎李俊杰 (053)
- 性能稳定设计优良的DAC套件 (杂志社有售) ◎aeon (056)
- 音箱基础知识
- 扬声器的低音与锥盆可驱动空气体积 ◎曾念民 (061)
- 百元打造全自动MP3定时播放系统 ◎华良云 (063)
- 认识“高清播放机”的“芯” ◎吴红奎 (065)
- 修复一对报废的飞乐全频扬声器 ◎倪文贤 (069)
- 自己动手制作CD转盘——光驱篇 ◎吴巍 (072)
- 改造一对损坏的球顶高音扬声器 ◎倪文贤 (077)
- 音箱基础知识
- 低音扬声器的谐振与Q值 ◎曾念民 (080)
- 摩的音箱的制作与调整 ◎吴红奎 (082)
- 小甲诞生全记录——25W晶体管甲类Hi-Fi功率放大器

◎韩鑽 (BG5CJT) (090)

- 精美高效的D类功放套件——MINI USB AMP ◎aeon (098)
- 打磨南欣2.1电脑音箱 ◎毛冬 (103)
- 音箱基础知识
- 密闭式音箱的原理和设计 ◎曾念民 (106)
- 音频传输的平衡/不平衡方式及抗干扰 ◎姚贵林 (108)
- 经典实用的CDM12顶推式CD机套件 ◎aeon (110)
- 经典厚膜STK4191 X的新玩法——自举恒流两版本电路
 ◎林伟淦 (116)

- 音箱基础知识
- 亥姆霍兹共振腔与倒相音箱的原理 ◎曾念民 (121)
- 新书鉴赏
- 浅析两本国外音频功放名著 ◎薛国雄 (123)
- 新书节选
- 音频功率放大器的主要问题 ◎钟旋 薛国雄译 (124)
- 制作一对铝带高音扬声器 ◎倪文贤 (127)
- 2010新版音箱测量套件 ◎邬志扬 (130)

第八届音响DIY大赛一等奖

- 为了0.1的震撼! ——记我制作的重低音系统
 ◎陈金瓶 (134)

第八届音响DIY大赛二等奖

- 我也做了一件像样的Hi-Fi作品 ◎罗裕辉 (140)

第八届音响DIY大赛三等奖

- 自制高性能纯FM调谐器 ◎吴金贤 (144)
- 音箱基础知识
- 倒相音箱的设计 ◎曾念民 (149)
- 北京音响爱好者联谊会正式成立 ◎曾阳明 (152)
- 改造一对15英寸低音单元 ◎倪文贤 (153)
- MINI 1793 DAC套件 ◎aeon (156)
- 用丹麦达尼6.5英寸扬声器制作的一款书架音箱
 ◎林芝松 (159)

来自挪威的感动——记Clair音箱的制作

◎韩缵 (BG5CJT) (164)

音箱基础知识

分频器与扬声器相位

◎曾念民 (170)

广播爱好者

鉴赏与收藏

国产十大台式电子管名机1——飞乐272型收音机

◎陈汉燕 (175)

好马配好鞍——给德生S2000收音机配备

大容量1号充电电池

◎张建雄 (179)

鉴赏与收藏

国产十大台式电子管名机2——上海131型收音机

◎陈汉燕 徐蜀 (181)

宝刀不老的ZENITH电子管收音机

◎陈祖德 (187)

对飞利浦MCM138D微型组合音响进行摩机 ◎吴红奎 (189)

鉴赏与收藏

鉴赏德式名机——TELEFUNKEN (德律风根) OPUS 2430型

电子管收音机

◎陈祖德 (194)

鉴赏与收藏

国产十大台式电子管名机3——上海132型收音机

◎陈汉燕 徐蜀 (196)

凯隆D39L收音机随机锂电池修复手记

◎樟门 (201)

国产十大台式电子管名机4——上海133型收音机

◎陈汉燕 徐蜀 (204)

共同的爱好, 美好的相聚

◎本刊记者 (206)

鉴赏与收藏

红灯伴我听广播——我玩电子管收音机

◎张建雄 (207)

玩玩高性能收音头

◎梓门 (210)

火腿通信

业余卫星通信设备选购指南 ◎杨法 (BD4AAF) (216)

双MOXON业余卫星通信天线 ◎刘燕北 (BD2BH) (220)

收发信机DIY实战

DIY袖珍短波单边带收发信机 ◎时刻 (BA6BF) (222)

“KX1”中国造——HB-1A“黑豹”试用记

◎阮东升 (BA6QH) (226)

天线基础讲座

说说偶极天线

◎刘燕北 (BD2BH) 译 (231)

容易制作成功的单频点发信机

◎卜凡 (233)

收发信机DIY实战

袖珍式短波单边带收发信机

◎时刻 (BA6BF) (235)

微弱与简洁之美——“鼯鼠”微功率40m波CW收发信机

制作心得

◎张辉 (BA6IT) (240)

天线基础讲座

偶极天线的馈送

◎刘燕北 (BD2BH) 译 (244)

探索我们身边的频率(上)

◎杨法 (BD4AAF) (252)

天线基础讲座

四波段偏馈偶极天线

◎刘燕北 (BD2BH) 译 (250)

探索我们身边的频率(下)

◎杨法 (BD4AAF) (252)

ARRL《业余无线电手册》经典制作

用于YAESU或ICOM电台的外置自动天线切换开关

◎王龙 (BA4RX) 译 (256)

天线基础讲座

选对一副好天线

◎杨法 (BD4AAF) (261)

与充电器零距离接触

充电器精要大解密

◎聆听 (264)

选择适合自己的充电器

◎聆听 (269)

特色充电器全接触

◎聆听 (270)

走进螺丝刀的世界

◎聆听 (273)

业余电台仪器实战系列1

功率计使用攻略

◎杨法 (BD4AAF) (278)

测试测量

更上一层楼——手工打造频率超过10MHz的DDS信号源

◎卫小鲁 (283)

数字示波器DIY

随着兴趣一路走来

◎魏坤 (287)

不变的结构 优化的性能——硬件电路

◎魏坤 (289)

- 不变的结构 优化的性能——硬件电路(续) ◎魏坤 (294)
- 电路制作与调试☆ ◎魏坤 何江海 (298)
- 程序设计中的技巧☆ ◎魏坤 (302)
- 特别策划 数字示波器DIY**
- 《业余无线电手册》译文摘选
- 测试测量必备基础知识◎王浩淼 王东平 穆新宇译 (304)
- 实用电压表自制方案 (306)
- 巧用数字电压表测量电感和电容 (312)
- 手工打造数字显示陷波表 (314)
- 万用表也发烧 ◎杨法 (BD4AAF) (316)
- OWON示波表试用报告 ◎杨绪业 (320)
- 实用插座式高精度电能表 ◎吴兵 (323)
- 电烙铁全解析 ◎聆听 (326)
- 实测伊万多功能示波检测仪ET521(续) ◎魏坤 (332)
- 打造一款高精度数控恒流源 ◎周琳凯 (334)
- 简易场强仪 ◎王晓鹏 (337)
- 自制漏电保护器检测仪 ◎顾仲飞 (338)
- 用贴片LED制作的旋转屏数字钟☆ ◎杜灿鸿 (380)
- 手把手带你做单片机控制的多通道无线遥控装置3 ◎付国迎 (385)
- 免数码管驱动的0~999V自动量程电压表 ◎秦新月 (388)
- DIY多头灯具分段控制器☆ ◎温正伟 (390)
- 电机进阶——掌握电机驱动与控制1☆ ◎李文卿 (392)
- 自制用于STC的USB转串口下载器☆ ◎温正伟 (398)
- 用X形金字塔制作重力传感器☆ ◎杜洋 (399)
- 电机进阶2 ——认识和使用步进电机 ◎李文卿 (403)
- 指针式彩屏万年历☆ ◎张坤 (407)
- 用模拟仪表面头做的指针式电子钟 ◎资料室 (409)
- 没有琴弦的电子琴☆ ◎张俊 (410)
- 单片机控制的无线遥控多电源☆ ◎黄培鑫 陈歆 黄忠峰 (413)
- 摆脱束缚 让无线走进生活之鼠标篇 ◎刘亮 (418)
- 电机进阶3 ——拆解伺服电机 ◎李文卿 (422)
- 单片机让数字调频收音化繁为简 ◎卫小鲁 (424)
- 单片机开发工具DIY
- 再谈用CH341A自制单片机程序下载器 ——带着USB向UART和ISP进军! ☆ ◎宋宏嘉 (429)
- 玩转单片机**
- 通用单片机控制器 ◎钱健彪 (339)
- 制作SHOOK16摇摇棒☆ ◎杜洋 (342)
- 烙铁头温度控制电路 ◎周长锁 关山 (348)
- 数字温湿度监控装置☆ ◎张春峰 徐金定 (352)
- 自制通用转速表 ◎李谦祥 (354)
- 用单片机制作新型数字仪表
- SK-1A型通用智能仪表的扩展应用 ◎史振道 (358)
- 手把手带你做单片机控制的多通道无线遥控装置2 ◎付国迎 (360)
- 通用控制器的左膀右臂——通用控制器的应用及外围器件 ◎钱健彪 (364)
- 用单片机制作新型数字仪表
- 用“实战开发板”制作数字产品 ◎史振道 (368)
- 图解制作潜水机器人 ◎周宝善 (371)
- 简单稳定地感应你——红外感应开关的创新制作☆ ◎杜洋 (374)
- 实用电路制作**
- 无线遥控的四路扬声器选择器 ◎朱双贵 (431)
- 新器件试用台
- 用MAX5035制作高压差、高效率稳压模块 ◎任杰 (434)
- 一起来做个太阳能新年灯串 ◎耿伟 (437)
- 论坛精华 远距离无线话筒的制作 ◎草音整理 (439)
- LED制作特辑**
- LED闪光警示灯 ◎温正伟 (440)
- DIY调光小夜灯☆ ◎温正伟 (442)
- 试做简易大功率LED灯 ◎温正伟 (444)
- 用EMT7120设计一款便携高效的MP3外置功放 ◎任杰 (445)
- 论坛精华 深入探讨LM3886电路 ◎草音整理 (447)
- 大功率LED驱动电路详解**
- 大功率LED及其驱动电路 ◎宋思源 (448)

7款典型大功率LED驱动电路☆	◎宋思源 (449)
大功率LED驱动电路的综合评价	◎宋思源 (454)
用辉光放电管制作的数字钟	◎茅凌云 (455)
新器件试用台	
用MAX9716设计BTL音频功放电路	◎任杰 (460)
论坛精华 简单可靠的锂电池充电方案	◎草音整理 (462)
新器件试用台	
用PCM2912制作高性能USB声卡	◎任杰 (464)
教你生成雕刻PCB的刀路文件	◎温正伟 (466)
创意制作 自然体验——椰子音箱	◎杜灿鸿 (470)
论坛精华 征集ICL7129驱动LED方案	◎草音整理 (473)
M8数码相框制作攻略☆	◎张彬杰 (475)
遥控你的客厅照明灯	◎刘晶 (480)
新器件试用台	
MAX1797+MAX1551随时为锂电池充电	◎任杰 (482)
论坛精华 “烙铁使用小技巧”	◎草音整理 (485)
太阳能音乐播放器☆	◎张彬杰 (487)
论坛精华 如何选购和绕制“环牛”！	◎草音整理 (490)

维修帮手

自己动手检修电热水瓶	◎王绍华 (492)
维修手机万能充电器的经验点滴	◎吴晓波 (494)
给您提个醒 如履薄冰换管座	◎段丽红 (494)
一根铜丝救一个投影机灯泡	◎华良云 (495)
问与答	(496)
激光打印机中激光组件的日常维护	◎华良云 (497)
九阳JYC-18X电磁炉检修一例	◎王绍华 (499)
电磁炉加热伴有“叽吱”声的检修	◎李少怡 (500)
问与答	(501)
光驱不读碟的解决办法	◎徐勇 宫发 (502)
电磁炉IGBT管损坏的初探	◎霍汉明 (503)
自己动手检修抽油烟机	◎王绍华 (504)
微波炉内打火的修理经验	◎王玉龙 (505)
问与答	(506)
再谈电磁炉IGBT管击穿检修方法	◎霍汉明 (507)

设计印制电路板中的小技巧	◎李保平 (508)
问与答	(512)
电脑无规律死机（含黑屏）自动重启故障十大原因	◎王绍华 (513)
怎样检修笔记本电脑的电源适配器	◎张仕宪 (515)
问与答	(517)
电热水壶无法加热故障的检修	◎李惠平 (518)
气压、电泵两用型电热水瓶的维修	◎王绍华 (519)
问与答	(521)

初学者园地

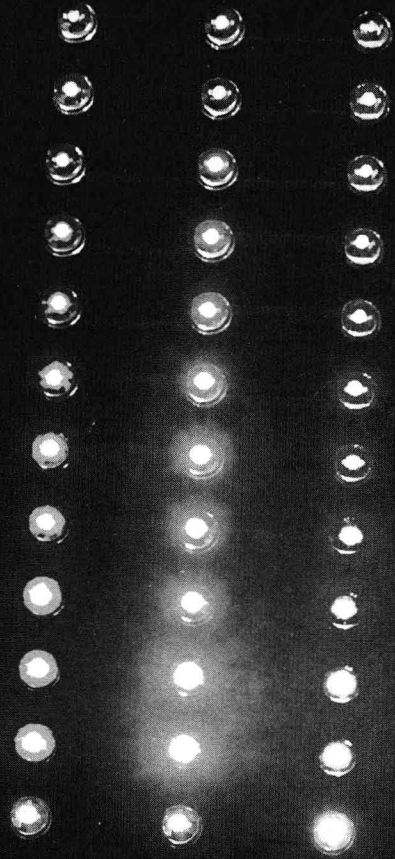
常用元器件的识别与使用（八）	
神通广大的晶体三极管	◎张晓东 (522)
做个“会叫”的生肖老虎来贺岁	◎张晓东 (527)
迎虎年趣味打靶游戏器	◎张晓东 (532)
常用元器件的识别与使用（九）	
与众不同的单结晶体管	◎张晓东 (537)
如何用万用表测量大容量电容参数	◎张俊霞 武本令 (541)
常用元器件的识别与使用（十）	
性能优良的场效应晶体管	◎张晓东 (543)
如何用好晶体三极管	◎张晓东 (547)
常用元器件的识别与使用（十一）	
“以小控大”的晶体闸流管	◎张晓东 (549)
用好晶体闸流管	◎张晓东 (553)
常用元器件的识别与使用（十二）	
灵活易用的三端集成稳压器	◎张晓东 (556)
如何使用三端集成稳压器	◎张晓东 (559)
一款空气桨电动圆周竞速车的创新设计	◎周宝善 尹永志 (562)
带窗口的光敏晶体管	◎张晓东 (565)
电阻使用心得	◎杜洋 (568)
常用元器件的识别与使用（十三）	
光敏晶体管使用技巧	◎张晓东 (571)

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得。

特别策划

PHILIPS

炫彩



DIS.MUSIC3

——炫彩你的音乐世界

POWER

DoYoung Studio
DIS.MUSIC3 UI

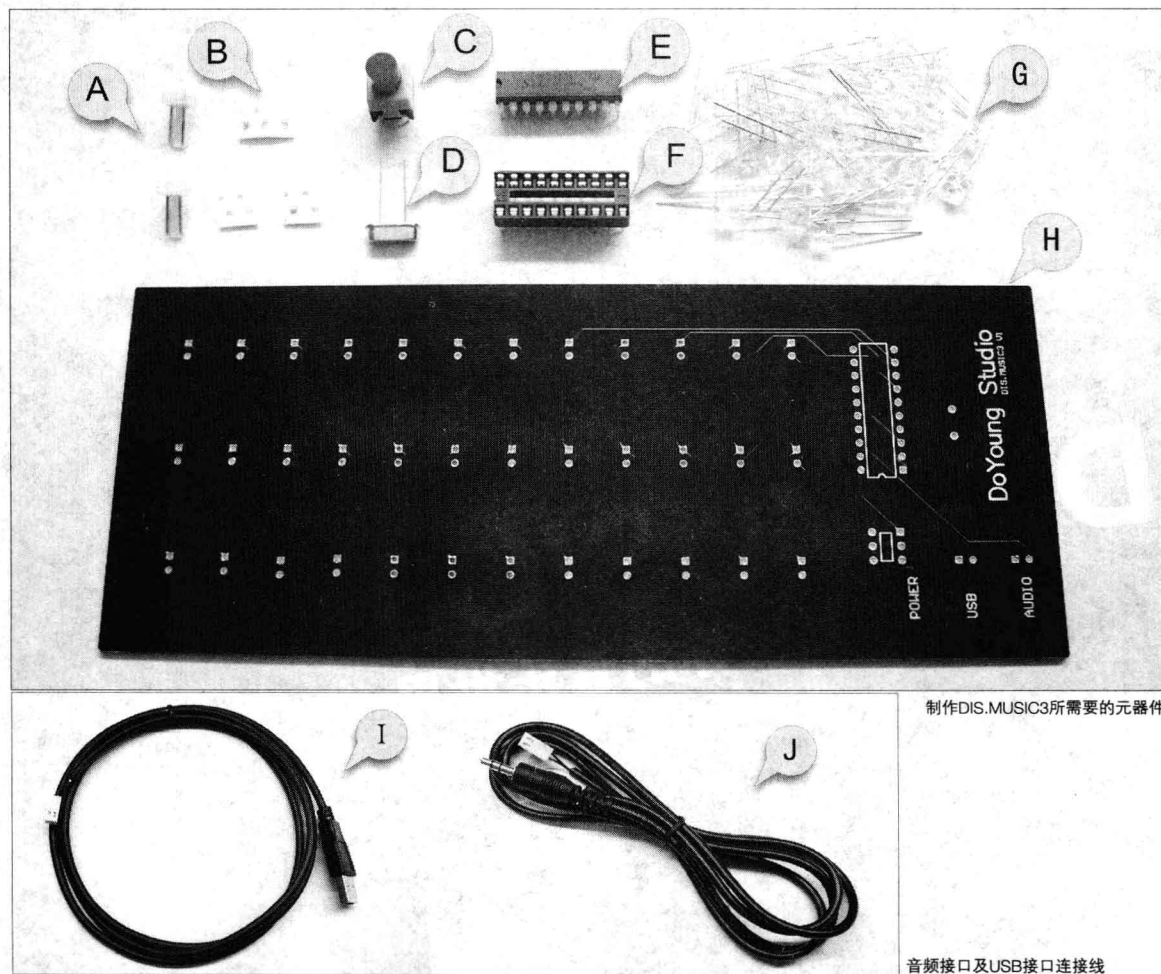
©杜洋

2010 元

在我小的时候，家里有一台老式的卡带录音机，当时它已经是我们家里了不得的宝贝了。录音机前面板的正中央有一排小灯，现在知道那是LED。卡带转圈，扬声器里传出美妙的音乐，小灯就会随着音乐的起伏而跳动，很是神奇。某日趁爹妈出门在外，小心翼翼地把录音机大卸八块，取出跳动小灯的电路板来研究。只见板上密密麻麻的电阻和三极管，PCB后面的走线也如群蛇盘踞，看到我晕倒也不知其名堂。又过了几年，家里买了VCD影碟机，那老旧的录音机也不再是VIP，于是我又一次当着爹妈的面拆开录音机，准备购买一些LED、三极管和电阻，照着跳动音乐彩灯的电路仿制一个，然后摆在VCD影碟机的旁边。可是认真研究之后才发现，那电路的复杂程度超出了我的预想。当时的我大声感慨：如果以我当时的焊接水平，要想制作这个音乐彩灯，不得做到2010年去呀！哎，没想到一转眼的功夫就到

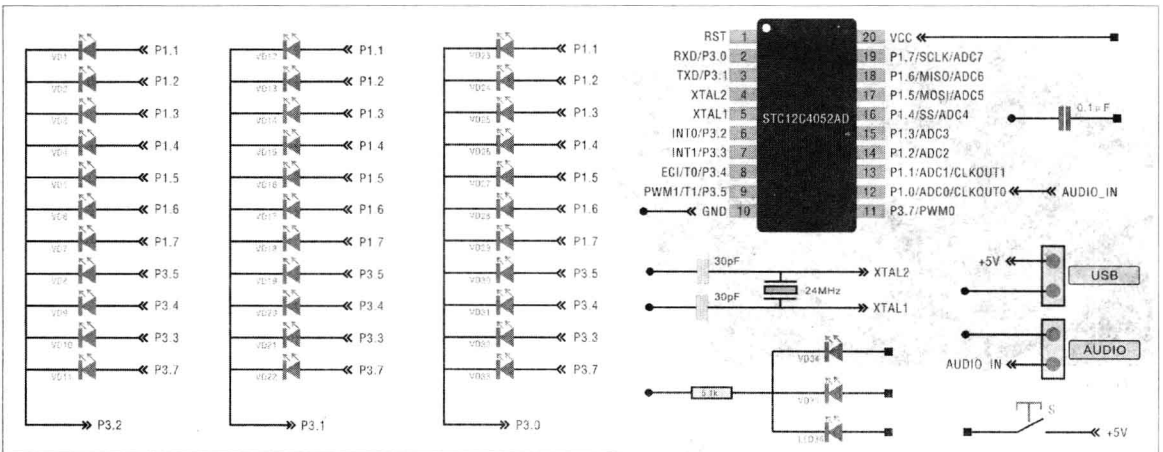
了2010年。2010年的我依然怀揣着童年的梦想，依然没有忘却随音乐跳动的彩灯。2010年的我已熟练地使用了单片机，何苦再用分立式的三极管和电阻来搭建电路呢？用程序实现的分频可以更精准地显示，软件实现的自动增益控制功能可以让输入音量加减时，依然可以达到理想的彩灯显示效果。没有错，利用高集成度的STC系列单片机，加上极少的外围电路和全部由软件完成的音频信号处理，全新概念的DIS.MUSIC3炫彩音乐显示器问世了。

DIS.MUSIC3具有低、中、高三组音频显示，配合蓝、绿、红这三种颜色的超高亮LED达到炫彩显示效果。我为其专门制作了亮面黑色的PCB，让电路制作更简单，外观也更帅气。LED不仅可以随音乐上下起伏跳动，而且每个LED的亮度强弱也会随音乐闪烁。如此的起伏与闪烁的组合，加之音乐本身的丰富多彩，使得显示效果花样百出。原本只能



材料清单

序号	品名	数量	说明
A	2PIN定向接口	2	弯曲形插针
B	0805型贴片电阻、电容	4	包括30pF电容2个, 104 μ F电容1个, 5.1k Ω 电阻1个
C	电源开关	1	自锁式开关
D	24MHz石英晶体	1	
E	单片机	1	STC12C4052AD (已经写入DIS.MUSIC3程序的)
F	20PIN芯片座	1	
G	ϕ 5mm超高亮度LED	36	其中红、绿、蓝色LED各11个, 白色LED3个
H	PCB	1	亮面黑色镀锡PCB板
I	USB接口线	1	用于系统电源
J	音频接口线	1	ϕ 3.5mm接口标准

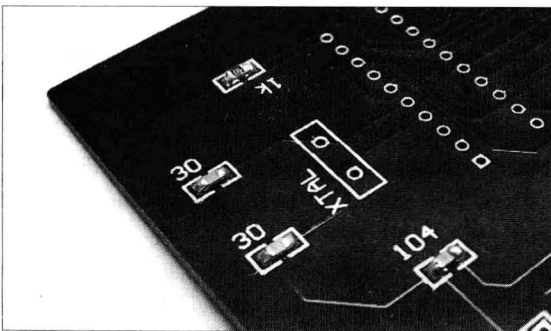


DIS.MUSIC3电路原理图

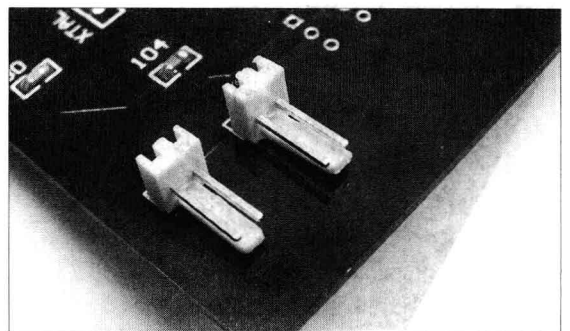
“听”的音乐，现在却能带给你炫酷的“视听”享受。传统的电平指示灯在输入音源的音量改变时，需手动调整电路中的电位器，以达到良好的显示效果。而DIS.MUSIC3则采用软件实现的自动增益控制功能，可以自动判断输入音源的音量，并调整到最佳的显示效果。下面的图文介绍了DIS.MUSIC3的制作方法和基本的技术原理，如果你有幸得到了

DIS.MUSIC3的制作套件，那么就请跟着我来制作，实现我们电子爱好者童年时的音乐彩虹梦想吧。

以上是制作 DIS.MUSIC3 所需要的材料，DIS.MUSIC3 制作套件中将提供所有的制作材料，除此之外你还要准备焊接工具、镊子、钳子、万用表等常用工具。准备好你的电脑或MP3，一会儿制作好的 DIS.MUSIC3 将会和你的音乐播放器



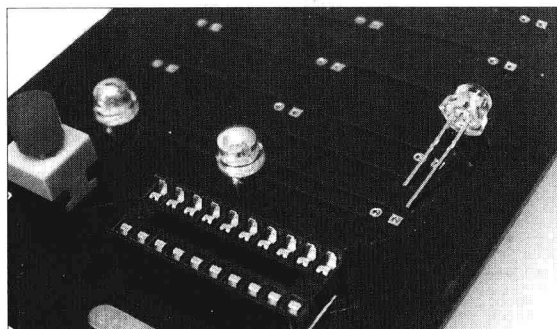
首先来焊接4个贴片元器件



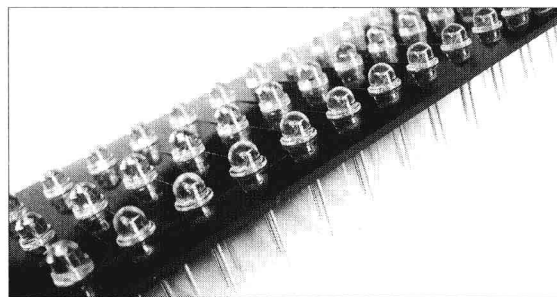
焊接USB接口和音频接口



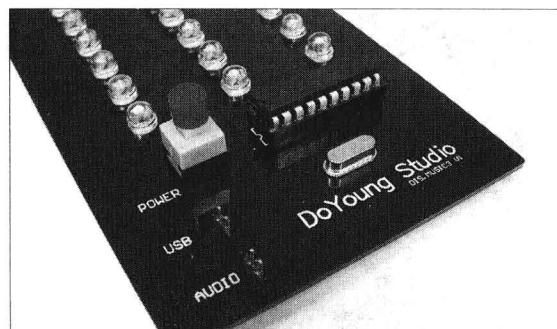
焊接芯片座、石英晶体和电源开关



焊接LED灯时方形焊盘接LED正极



需要在焊接中调整LED行列位置，使之排列整齐



插入单片机

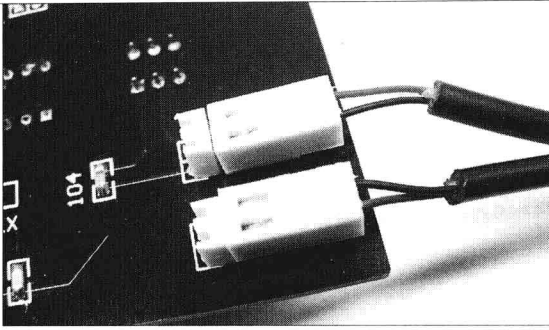
连接。

贴片元器件的焊接，对于某些用惯了直插元器件的朋友来说会有一些困难。你需要准备一个尖头的电烙铁，把烙铁温度控制在 350°C 左右，然后将贴片电阻和电容的两个焊盘中的其中一个加上锡，使锡在焊盘上呈一个锡球的样子。这时用另一只手拿镊子，轻轻地夹住贴片元件，同时用烙铁熔化刚才制作的锡球，把贴片元件的一端推入锡球当中，然后移开电烙铁。这时贴片元件的一端被焊到了锡球里，另一端正好对应着另一边的空焊盘。下面就是在空焊盘上加锡，贴片元件就完美地焊接好了。刚开始练习的时候可能焊得不好，不要急，静下心来，用不了几次就可以焊得又快又美观了。值得注意的是贴片元器件的耐热性能不好，如果长时间加热，会让贴片元器件两端的焊点脱落，所以烙铁温度不能高，焊接时间不能长。

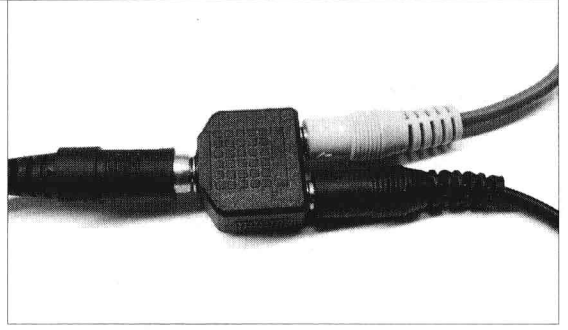
贴片电阻的正面是黑色的，上面会标有数字。比如上面标有512，则表示此电阻是 5100Ω 的，即 $5.1\text{k}\Omega$ 。贴片电容则没有正反面之分，小型号贴片电容上也没有文字标示，只能靠包装上的标签来了解电容参数。本制作里用到的 30pF 电容和 $0.1\mu\text{F}$ 电容在外观上很难区别，唯一明显的是 30pF 电容的颜色比 $0.1\mu\text{F}$ 电容要浅一些。另一个区别的方法就是在套件中 30pF 的电容有3个， $0.1\mu\text{F}$ 的电容有2个，从数量上判断就容易多了。 30pF 的电容用于单片机外部晶体振荡器的起振， $0.1\mu\text{F}$ 的电容是电源的滤波电容，都是不可或缺的。 $5.1\text{k}\Omega$ 电阻则是彩灯组最下面一排白色LED的限流电阻，你也可以试着用其他阻值的电阻，让白色基准LED更亮或更暗一些。

下一步把2PIN的定向接头安装在PCB的背面，焊接在正面的焊盘上。因为焊盘的面积不大，所以并不会影响正面的整体美观。因为与定向接头连接的音频线和USB线是特制的，所以只要定向接头的方向正确，也不会有问题了。唯一需要解释的是有朋友不理解我为什么不采用标准的miniUSB和3.5mm音频接头，而是用这种特殊的定向接头。这一设计并非出于无奈，而是有特别的考虑。要知道如果采用标准的miniUSB和3.5mm音频接头是要占用一些面积的，而且这两种接头必须设计在PCB的边缘，在正常连接时，这两种接头的手柄端就会超出PCB的边缘，而且导线也不容易弯曲。最终让接口处显得很臃肿，影响整体的简洁美观。而这种2PIN的定向接头体积小，连接后导线可以在PCB后面任意弯曲、摆放，从正面几乎看不到连接线。这也算是我的精心设计之一了。

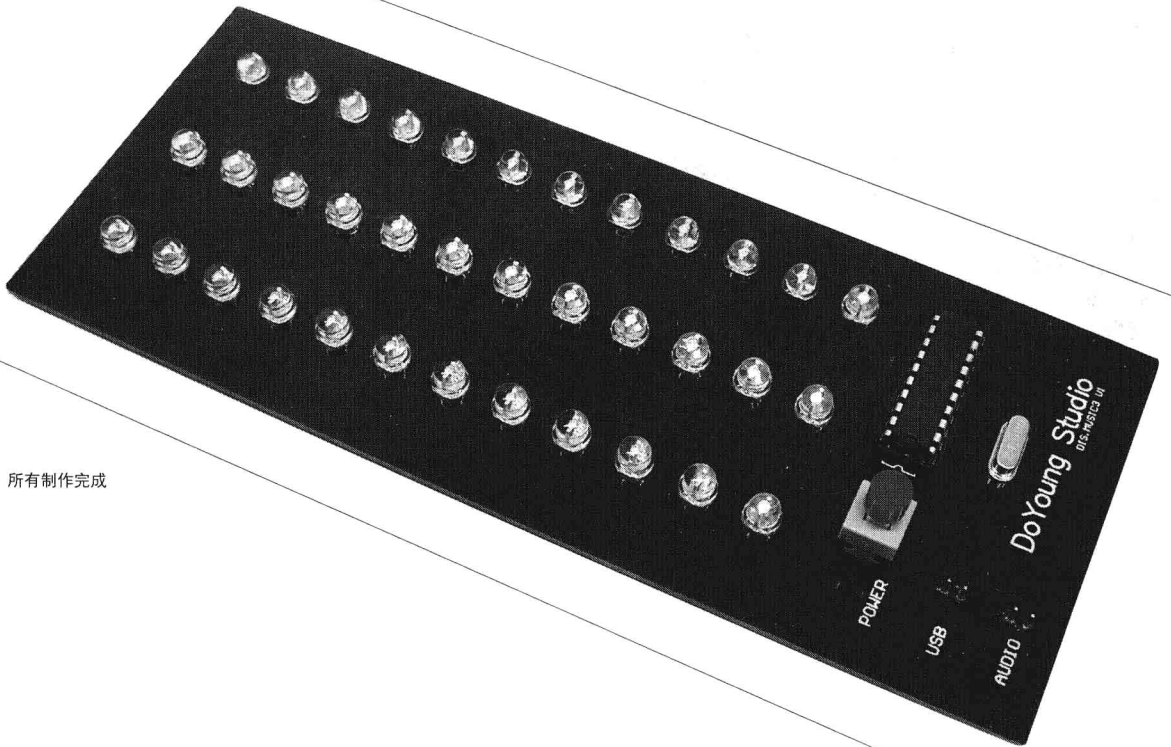
下一步是焊接芯片座、石英晶体、电源开关和LED。芯片座是方便日后取下单片机而设计的，虽然单片机内部已经集成了ESD防静电电路，但还是建议大家在焊接完成后再安



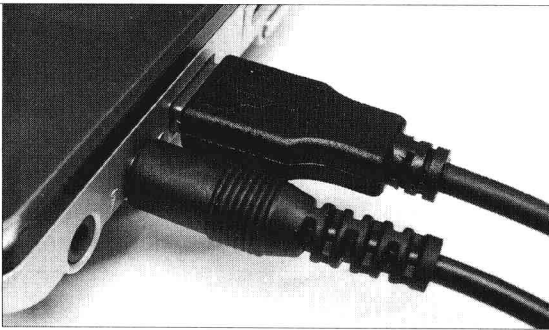
插入音频接口线和USB接口线



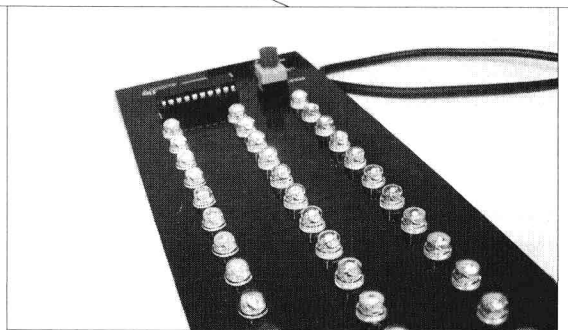
DIS.MUSIC3音频输入端可使用分线器与音响输入端并联



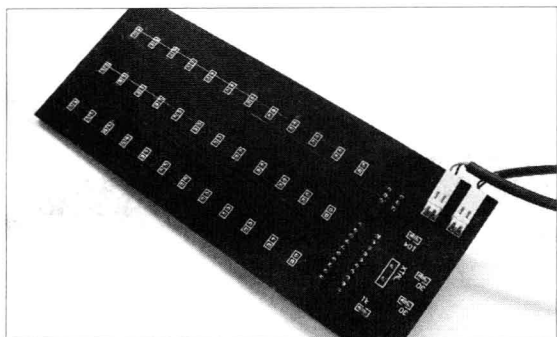
所有制作完成



将音频接头和USB接头插入PC



LED随音乐变化而起伏



PCB背面外观整洁



超高亮度LED随音乐强弱而闪烁

装单片机。石英晶体是24MHz的直插式封装，我的设计是焊接在PCB的正面，你也可以像2PIN定向接头一样把晶体焊接在背面。因为单片机的ADC功能需要采集音频信号，所以要求系统的时钟频率一定要高，才可以采集到高音的音频频率。电源开关在焊接时需要注意第1脚的方位，如果电源开关的方向弄错了，就会在开关弹出时上电，按下时掉电了。焊接前先用万用表测量一下更为保险。最后讲一下LED，这是DIS.MUSIC3制作中最重要也是最困难的部分，需要你投入更多的精力来制作。焊接过程一定要按照我下面的方法来做，不然一点点的瑕疵就会在你的心底里埋下阴影。相信我，在顺利完成制作之后，你会有一种强烈的成就感，完美的制作会让这份成就感延续很久，直到你有了新欢。

首先用纽扣电池测量一下每一个LED，看看亮度是否一致。然后按颜色把它们插到PCB的过孔里，PCB上方形的焊盘对应着LED的正极，圆形焊盘对应着LED的负极。左边的一列是低音显示，对应蓝色的LED；中间一列是中音显示，对应绿色的LED；右边的一列是高音显示，对应红色的LED；低、中、高音的最下边一行的3个LED使用白色的LED，作为显示基准位。当然你也可以按照自己的喜好来调换LED灯的颜色，甚至将它们穿插着排列。但我可以很负责任地告诉

你，那样做的效果并不理想，不相信可以试试看。

插好LED之后，用一本书垫在LED的正面，然后把PCB翻转过来，PCB的背面朝上，露出LED引脚和焊盘。现在开始焊接了，还是使用尖头电烙铁，把电烙铁的温度调整到300℃左右。先将所有LED一侧的引脚焊接好（只焊接正极一侧或只焊接负极一侧），不用理会LED在正面是否整齐，下面会有调整的动作。焊好之后，我们拿起PCB，这时所有的LED都已经固定住了，虽然看上去东倒西歪的。下面一手拿烙铁，另一只手拿PCB，用食指去按压LED，同时在PCB的背面用烙铁熔化被按压LED的焊接一侧的锡。锡熔化时LED就可以轻易活动了，正好另一只手的食指用力，让LED紧贴在PCB上。按照这个方法调整一下所有的32个LED，最后再从正面观察LED的行、列是否对齐，经过几次调整，排列整齐之后就可以把LED另一侧的引脚焊上了。这里说来简单，制作的时候还是要非常注意的，单次焊接的时间不能过长，不然烧坏了LED就不好玩了。

焊好了LED，也表示硬件制作已经完工。硬件电路实在太精简了，以至于好像还没有开始就已经结束了。插好音频线和USB线，音频线可以用套件中附带的分线器将DIS.MUSIC3与音响并联在一起。DIS.MUSIC3只是通过USB接口来为系统供电，所以不需要安装USB驱动程序，操作系统也不会发现新硬件。因为所有的音频信号处理都由软件完成，所以制作完成后不需要调试就可以直接使用。打开电源开关，让你的电脑或MP3播放音乐，试着调整音量大小，你会发现DIS.MUSIC3会在音量改变后的几秒钟内自动调整到最佳显示效果。试着把DIS.MUSIC3放在黑暗之中，你会发现红、绿、蓝三基色的强弱变化可以组合出五彩斑斓的光。试着播放不同节奏的音乐，体验“丰富多彩”的音乐视觉吧。

也许作为新潮的音乐爱好者，以上的制作就已经足够有趣了。可是作为打破砂锅问到底的单片机爱好者，这样的制作远远不能满足求知的心。他们更想知道我是如何想到这款设计，又是如何实现这些功能的。其中最受关注的当属ADC音频信号的采集方法，软件实现低、中、高音音频显示的方法，还有自动增益控制功能是如何实现的。但这些有趣的知识并不能在如此短的篇幅里分析透彻。那么我就利用下面余下的篇章简单介绍一下DIS.MUSIC3的技术原理，虽不能深入解析，但有兴趣的朋友可以跟随我的思路，独立探究其中奥秘，算是抛砖引玉吧。

LED驱动原理应该不用过多地介绍了，一直关注我文章的朋友都会从mini1608电子钟的逐点扫描和SHOOK16摇摇棒的显示原理中找到答案。同样是驱动LED，DIS.MUSIC3也是采用点阵列的驱动方式，根据某一音频区间的ADC采样数值来驱动LED的数量和亮度。具体的原理可以参考我之前的

文章。

ADC音频采集是DIS.MUSIC3功能链条中的第一环，STC12C4052AD系列单片机内部集成了一个8位的ADC功能，在24MHz外部时钟的情况下，ADC的转换速度可以达到9万次每秒。对于一般的音频采集和处理已经足够了。众所周知音频信号是模拟信号，经过ADC处理变成从0到255这一区间的数值。这些数值随着音乐内容起伏变动，把这些变动的数值按时间顺序连接起来就形成了音频曲线。LED点亮的多少，就是由ADC转换后的数值决定的。当ADC输出的数值是0时，表示输入端没有声音（或者音量太少而采集不到），当ADC输出数值在255时，则表示此时为最大音量，数值在0到255之间变化，LED也随之从没有LED点亮到11个LED全部点亮，这就是音量的显示原理了。

一般的音乐之所以动听，其中一个原因是合声。你会同时听到吉他、鼓、钢琴和张学友的歌。是呀，听音乐是轻松的，而要把音乐中复杂的音频频率分开却并不容易。这需要对音频波形有一定的认识，并且找出它们的频率特性。人耳可以听到的频率是20Hz~20kHz，而我所采集的音频是在100Hz~16kHz，略去了重低音和高音的部分，然后再将这一区间的频率分成3段，它们之间也存在交叉的部分，这样做的目标是让显示效果看起来更好。分频的实现是用程序在输入的音频中实时检测，分析某一段时间内音频波形，测量两个相同波形之间的距离，这一距离也就是这一个波形的频率了。但是音频波形不像规则的正弦波，如果是正弦波只测量一个单纯的波长就行了，音频信号是许多波形的叠加，在分频时需要一些有技巧的算法来处理它们，这一点我们以后再详谈。

自动增益控制是很实用的功能，当你调节电脑或MP3的音量时，DIS.MUSIC3还可以保持良好的显示状态，不会因为音量变小而始终达不到满格显示。自动增益其实就是控制音量，前面说过音量在ADC转换后的数值是从0到255，最小的音量是0，最大音量并非255，即使你把电脑或MP3的音量调到最大，也仅能让ADC转换数值达到180左右。当你调小音量，这新的音量范围中的最大值就可能变成120了。程序需要做的就是判断某一时间内最大的音量值是多少，然后把它定为音量的上限，11个LED就是从0到最大音量值之间的音频变化11等分。自动增益程序实时判断最大音量值，如果连续2s仍然没有较高的音量出现，那么程序就会重新定位最大音量值了。④

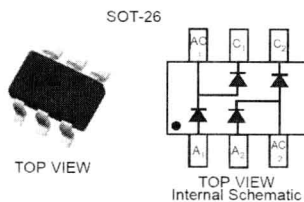
Maxim推出用于汽车TV系统的通用调谐器MAX2135

Maxim 发布一款新的调谐器芯片MAX2135，用于ISDB-T和DVB-T汽车系统的通用调谐。该器件集成2路高性能信号通道，工作于单个分数N合成器。MAX2135采用小尺寸7mm x 7mm、TQFN封装，能够提供比使用2个分立的调谐器IC更为紧凑的方案。此外，器件具有极低的3.8dB（典型值）UHF噪声系数，两个信号通道都工作时功耗仅为330mW，一个通道工作时功耗仅为200mW。MAX2135集小尺寸封装、低功耗和低噪声特性于一体，可理想地应用于车载导航和娱乐系统。



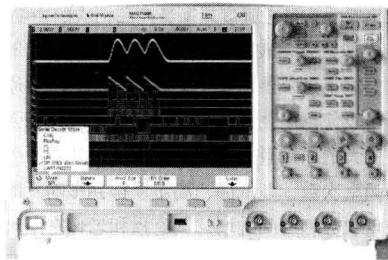
Diodes推出高压二极管阵列MMBD5004BRM

Diode公司推出四开关二极管阵列MMBD5004BRM，其击穿电压为400V。该二极管阵列结合了更快的开关速度和低结电容，能工作在225mA的连续高额定电流和625mA的峰值电流。其高击穿电压能承受DAA调制解调器正极和负极电话线接口和一般离线整流应用中最坏的线瞬变情况。



安捷伦推出InfiniVision 7000示波器

安捷伦科技公司宣布推出 14 款最新型号的 InfiniVision 7000 系列示波器。这些新型示波器提供 100 MHz ~1 GHz 的带宽范围。除了能捕捉传统的模拟信号，还新增了数字信号捕获、串行总线触发与解码功能。它们还能够执行硬件加速操作，每秒能在 12.1 英寸屏幕上显示高达 100 000 个波形。



万用表是电子爱好者最常用的测量仪器之一，是一种集成多种常用电学测量功能的仪器，常见的万用表具备电压、电流、电阻三大基础测试项目。现在不少万用表都向智能化和多功能化方向发展，所以很多数字化产品都具备自动量程选择和诸如测量电容、电感、频率、占空比、温度、三极管放大倍数等扩展功能。一般中低端的万用表技术已经非常普及，一些小作坊都能生产出各种多功能数字万用表，而且价格非常低廉。市场上一台万用表的价格从几元到几千元都有，那么我们该如何选择符合自己应用需要的万用表？



万用表选购指南

◎杨法 (BD4AAF)

选 购万用表应该从产品的性能、品牌、外观、售后服务、价格等几个方面综合考虑。

万用表的性能

万用表的性能主要包括测量精度、扩展功能、可靠性、耐用性、产品安全特性这5个方面。

万用表的精度包括两个方面：一个是测量的准确度，即通常所说的“误差”；另一个是测量的分辨率，就是通常所说的“万用表的位数”。万用表的测量分辨率与测量准确度没有必然的关系。虽然通常说，测量分辨率高的产品档次比较高，测量准确度也做得比较好，但并不是绝对如此。

有的厂家投机取巧，产品看上去显示的位数较多，功能也比较多，但限于成本和技术，无法很好地控制准确度和稳定性，一台三位半的万用表测量准确度要比一台看起来具有四位半显示的产品好是完全有可能的。万用表的分辨率是要以准确度为基础的，否则高位数的显示是没有测量意义的。在高要求的测量中，对万用表的测量准确度是有相当要求的，万用表的测量准确度是衡量产品档次的主要指标之一。

一台万用表的测量准确度会随着使用时间的推移慢慢劣化，这也是仪器需要定期计量校准的主要原因。高可靠性的万用表使用周期长，抗外界恶劣环境性能强。导致万用表误差变大的原因有内在的和外在的：外在原因是使用环境和使用频率次数，高低温、高湿度都会影响元器件的特性，随着使用次数和时间的增加，磨损和老化在所难免；内在因素是产品的品质，从线路设计制作到元器件的选用和制造工艺。

同样作用的元器件，有价格昂贵但温度系数小、性能优异、经久耐用的产品，也有价格低廉但性能平平的产品，使用何等档次的元器件直接关系到产品的成本，不同品牌的厂家是有不同考虑的。

走高端路线的品牌，本着优质优价的原则选择高稳定性元件和设计，确保了产品的可靠性耐用性，虽然价格高些，但产品性能稳定，寿命长，返修率低。走“拼价格”路线的品牌严格控制成本，甚至不惜缩水，这样的产品虽然价格便宜，使用初期可能还不容易发现问题，但随着使用时间的延长，问题就会慢慢暴露出来。好在大部分低端用户对万用表的准确度并不敏感，也没有计量的手段，一般测测干电池显示1.5xV，测测市电显示22xV就行了，所以有不少用户说自己的便宜万用表质量还行，用了多年还没坏，其实很多产品真的拿去计量，早已不在“状态”了。

万用表的耐用性与产品的设计和品质密切相关，耐用的产品在设计时就考虑到万用表可能面临恶劣的使用环境，包括风吹雨淋以及意外的跌落和碰撞。高强度的外壳材料和抗冲击设计以及高密封性是提高产品耐用性的基础。内部高品质的器件可以延缓长期使用的磨损，有些高品质万用表的拨盘采用优质金属，触点都做加厚镀金处理，这样可以起到抗氧化耐磨的效果。有些10多年前的名牌万用表在二手市场经过多次转手，甚至被从洋垃圾中挑拣出来，依然可以正常使用，足见其耐用性。

很多用户一说到万用表性能，往往专注产品的精度，其实产品的安全性更为重要，它与使用者的人身安全息息相



关。误操作很难绝对避免，在超负荷或错误设定工作状态下，万用表能否保证最大限度地不使用户受到人身伤害以及保持仪表自身的安全，这就与产品的安全特性设计有关。多一份设计余量，就多一份成本，但也更多一份安全，严格执行安全标准是对生命的负责。

高端万用表往往采用昂贵的保险丝，如Fluke高端系列的一颗保险丝的价格都在60元以上，一颗保险丝的价格完全可以买一两台便宜的万用表。高性能、高响应速度的保险丝能更灵敏、快速地隔断过载的意外，将仪器因为严重过载而发生爆炸、融化等事故的可能性降到最低，同时保险丝管自身内阻极低，可以将对串入电路后造成的影响控制在最小。

扩展功能是现代数字万用表多功能化的表现。除了传统的电压、电流、电阻的基本测量外，常见的扩展测量功能还有通断测量、二极管测量、三极管测量、电容量测量、温度测量、频率测量、占空比测量，最大值保持、模拟指针快速响应显示、内置抗干扰低通滤波器、PC通信接口、误操作保护。扩展测量功能有时可以替代一些专项仪表，拓展万用表的应用范围，达到一表多用，还可以提高工作效率和自动化率。

万用表的品牌

品牌是万用表品质的保证，同时也是产品档次的体现。一个著名的品牌是经过多年市场的积淀，也是厂家对用户的承诺。一些国际著名品牌的低端万用表虽然在大众用户关注的测量精度和扩展功能上并不出彩，但在产品可靠性、稳定性、安全特性等不常为用户重视的内在品质上做得比较扎实，一丝不苟。用户用了才能慢慢体会出高品质产品的含义。很多用户都喜欢通过比较参数来对比产品的性能，著名大品牌提供的产品参数的真实性更有保障。

俗话说“隔行如隔山”，在工业发达的时代，行业的划分越来越精细，涉及的技术也越来越专业、越狭窄。同属电子行业，电器维修的高手一般不会精通仪器仪表专业技术，大多停留在仪器应用的阶段，所以大部分万用表使用者并不会像万用表制造行业的业内人士那样对产品有深入了解，没有必要为买一块万用表而先成为万用表专家，这也是不现实的。普通的基础知识加上品牌保证就是选购的捷径，因为厂家已经从专业的角度为不同等级的应用设计好了不同档次的系列产品。对于品牌的信任在电子行业是广泛被接受的，当你拿出一块高档名牌万用表，懂行的人自然会对你的测试结果增添几分信任，同时也更认可你的专业程度。

万用表的外观设计

外观设计关系到万用表的耐用性、抗毁性以及使用操作

的舒适程度。外包保护圈（套）的设计可以大大降低万用表跌落的损毁率，同时也增加了把持性。万用表的背后支架设计、带磁性外套设计、液晶屏背光设计、大字体高对比度液晶屏、显示屏无线分离，台式表使用VFD屏等都会使产品用起来更得心应手。对于经常需要带出去作为现场检测的万用表，具备橡胶保护圈设计的产品不容易意外损坏。对于“眼神不济”的用户，大字体显示的万用表读数更为容易。对于经常在低光照环境中工作的用户，带背光照明甚至OLED显示的万用表会大大方便读数。

万用表的售后服务

万用表的售后服务主要针对中高档的产品。当然对于廉价万用表，有时维修的经济意义不大，来回送修的交通费都比再买一块新表来得高。万用表发生故障在所难免，包括自然故障和误操作，以及跌落冲击导致的故障，中高档万用表价格比较高，发生故障后首先想到的就是维修。充足的备件、雄厚的维修能力、尽量短的维修周期是用户所最乐于看到的。通常维修的价格要低于重新购置一块新的万用表，有

助于节省添置仪器成本。万用表的售后服务除了维修主要还有校准服务，中高档万用表较多的应用于对测量准确度较高的领域，很多万用表都需要经过国家计量

认证。随着万用表使用年限的增加，误差逐渐变大，这时就需要通过专业校准来重新提高万用表的测量准确度，减小误差。这种校准对于目前主流的数字万用表而言，往往只需要配合专用仪器，对机内的数据进行软件调校，经过校准的万用表完全可以达到新品出厂的性能，而校准的费用远远低于购置新表的费用。通过专业的校准可以大大提高万用表的使用期限，从而降低仪器使用成本。高端的售后服务除了维修和校准外，还包括技术支持等高级服务。

指针万用表的选购

高品质的指针万用表应该具备优质的机械表头、灵活耐用的挡位拨盘、稳定的系统精度、电压挡高内阻、完备的保护机构、坚固耐用的外壳。优质的指针表头具有良好的响应速度，同时具有适当的阻尼特性，有的高档表盘上还安装有反光镜条，减小读出误差。一般大面积的表盘更容易读数，但对于小型的便携型万用表，也要考虑产品的整体体积。国产指针万用表主流应用级产品的直流精度为2.5级，也有少量科研级的产品达到1.5级和1.0级，更高等级的指针表大多是单项功能单量程的专用表了，实际一般应用2.5级的表已经足够了。

在数字万用表的时代，高精度测量已经是数字表的天

下, 高档指针表的实用意义日趋没落。有些用户认为, 早期出品的万用表大量使用高精度线绕电阻, 拆开盖内部满满当当的, 而近年出品的万用表则多用市面上常见的色环电阻, 拆开盖内部空空落落的, 因此品质下降, 新产品没有老货好, 其实并不尽然。早期万用表使用线绕电阻, 是因为当时碳膜电阻的精度不够好, 用传统线绕的方式更容易得到阻值误差小的电阻。时过境迁, 现在的色环电阻(碳膜电阻和金属氧化膜电阻)的精度大大提高, 加上二次筛选, 很容易得到符合误差要求的电阻, 而且色环电阻的价格要比线绕电阻便宜得多, 所以大量使用色环电阻是必然的趋势。外观看似差不多的色环电阻其实也有档次之分, 包括精度等级和稳定性等级, 只要产品统调得当, 一样可以制造出符合技术规范

的万用表。

国产指针万用表中有特色的高端产品主要有: 直流精度达1.0级的MF35型和MF18型, 直流精度达到1.5级的MF12型和MF14型, 具备 $10\mu\text{A}$ 测试挡和直流内阻达 $100\text{k}\Omega/\text{V}$ 的高灵敏度MF10型。这些万用表代表着我国指针表曾经的最高水平, 有一定的收藏价值, 尤其是一些老年份的名厂表。

不过这些高端表现在的使用价值已经不高了, 这是因为这些过去被认为高精度的指针表, 现在的测量准确性还是不能和现在高档数字表相比的。对测量准确度要求很高的用户现在应该直接用高端的台式高精度数字表, 这些过去的高档表体积大、重量重, 作为普通维修使用不方便, 而且价格也比较贵。从实用的角度, 笔者推荐MF47型和MF500型表, 这些表的直流精度为主流的2.5级, 具有很好的性价比, 尤其是MF47型表, 体积适中, 单拨盘操作, 实用性强, 便携/固定使用两相宜。MF500型则是经典老款型号, 很多以前技术图纸上的数据都是用MF500型表测得的, MF500双拨盘的特殊操作方式是很多老工程师所怀念的。此外, 优质的MF30、MF50表也不错。

相同型号的国产万用表往往有很多厂家在生产, 所以可能外型类似, 但品质和价格截然不同。以MF500万用表为例, 上海第四电表厂的产品可以卖到近百元价位, 而一些便宜的只要30元左右。国产指针万用表品牌方面, 上海第四电表厂的“星牌”在业内非常有名, 其很多老型号产品在廉价潮的冲击下依然保持当年的优秀品质, 上海第四电表厂也是为数不多生产MF35等高端指针表的厂家。南京电表厂的MF47表市场上口碑不错, 并且根据市场需求开发了MF47系列产品, 在保持基本性能的基础上, 做出了不同配置、不同价格的产品, 满足不同层次用户的需要。进口品牌的指针表主要有高端的德国GMC表和中档的日本SANWA三和表、日本Kaise凯世表、日本KYORITSU公立表, 不过市场上假冒和仿制SANWA的很多。

数字万用表的选购

数字万用表是当前市场上的主流, 按需选购, 注重产品的品质才是明智的选择。一般用户不必过分注重产品的分辨率(显示位数), 对于即使像家电维修这一类的应用, 其实最普通的三位半数字表就足够用了, 高分辨率的测试绝大多数情况下并没有实质性的帮助。对于大部分用户来说, 万用表实用、够用就好, 不一定要买高价、高档的产品。名牌是品质的保证, 一般产品线中的中档产品具有最高的性价比。高端产品虽然性能优良, 但除了初期购置费用高昂外, 后期使用费用也会比较高。

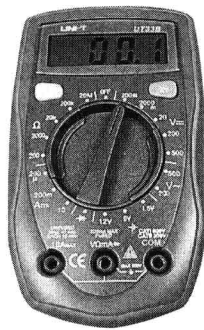
首先, 高性能产品耗电都会比较多, 电池开销会比较大。其次, 使用的耗材(如保险丝之类的)费用比较高, 如FLUKE高端万用表的一个保险丝都超过60元, 一次误操作带来的损失会明显加大。再次, 后期的维修费用也与万用表的档次有关, 高档万用表的维修费用很高。

对于一些与高压、大电流打交道的用户, 万用表的安全性比测量精度更重要。一般高精度的万用表适用于科研级和研发级的应用, 尤其是台式万用表更适合实验室使用, 真正使用七位半以上超高精度的万用表, 需要有严格的规范, 包括适当的温度和湿度, 并需要定期计量校准, 如果像普通万用表那样随便放置, 开机就用, 早就失去了实际使用意义。

从测量技术上分, 数字万用表的交流有效值测量方法有两种: 平均整流原理和真有效值原理。前一种方法成本比较低, 主要适应正弦波的测量, 遇到方波, 读数就会偏大。后一种方法虽然实现相对复杂, 但对各种波形的测量比较准确, 绝大部分中高档万用表都采用真有效值测量方式。采用真有效值测量方式的万用表都会在表上标上“True-RMS”字样, 这已经成为数字万用表档次的一种标志。

万用表的测量性能除了测量准确度和测量分辨率外, 还有一个很关键的指标响应速度, 即开始测量到稳定读数的时间, 这也反映出万用表处理器对数据的处理能力, 高档数字表都具有非常快的响应速度。需要注意的是, 这与万用表屏幕刷新的速度并没有直接的关系。有的用户抱怨自己的数字万用表测量速度慢, 就与这个指标有关。有很多中低档万用表在参数表中都回避这个问题。

对于普通家庭用户, 测量精度基本没有什么要求, 可以考虑价廉物美的产品, 如优利德30元左右的UT33 B, 只要正规厂家的产



UT33 B