

无线电

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

2008年 合订本

上

定价: 38元



本书附赠光盘

《无线电》编辑部 编

Protel 2004 视频教程 (286 分钟)、单片机源程序、印制电路板图、资料等

ISBN 978-7-115-19276-9



9 787115 192769 >

上册

2008 年第 1 期 ~ 第 6 期

栏目

音频应用 / HAM 通信 / 测试测量 / 无线应用 / 电脑 · 单片机 / 应用电路与制作 / 家电维修 / 初学者园地

TECSUN
德生牌收音机
中国驰名商标

享受广播 - TECSUN
Enjoy broadcasting



S-2000

调频立体声/长波/中波/短波·单边带/航空波段无线电接收机

东莞市德生通用电器制造有限公司 公司与工厂地址: 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

www.tecsun.com.cn

无线电合订本

2008 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. 2008年. 上 / 《无线电》编辑部
编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 1
ISBN 978-7-115-19276-9

I. 无… II. 无… III. 无线电技术—2008—丛刊 IV.
TN014-55

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第186639号

内 容 提 要

《无线电》合订本 2008 年 (上) 囊括了《无线电》杂志 2008 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、栏目等重新分类编排, 目录则按连载专题等重新分类, 以方便读者阅读。

随书附赠的光盘内有 Protel 2004 视频教程以及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、家电维修人员阅读。

《无线电》合订本 2008 年 (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>
<http://www.radio.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 36 彩插: 1
字数: 1152 千字 2009 年 1 月第 1 版
印数: 1—8 000 册 2009 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-19276-9/TN

定价: 38.00 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

无线电 合订本

2008年(上) 目录

● 音频应用

Hi-Fi DIY CD转盘装机日记	都学宁 (1)
用LME49810打造胆石功放	吴红奎 (5)
自制电子分频器	廖国思 (10)
小知识 有源滤波器	薛国雄 (网名“小鬼头”) (12)
用LME49810打造胆石功放 (续)	吴红奎 (13)
资料 东芝点稳压集成电路一览	汤志成 (18)
自制6J8P+6V6GT单端甲类胆机	汪文军 安石 (20)
新型音频大功率放大器	
驱动级集成电路LME49811/LME49830	吴红奎 (22)
自制电子二胡	陈文启 (25)
胆机制作专题	
电子管特性曲线图的应用	安石 (26)
优美的音质源于宽频带电压放大器	
——记一款优质胆前级的制作	安石 (29)
300B单端甲类胆机的设计方案	安石 (32)
如何给Hi-Fi胆机设计电源电路	安石 (35)
多声道功放的设计及制作	陈金瓶 (38)
我制作的模块式功率放大器M2	张伟梁 吴润照 (44)
一款无环路反馈甲类功放的制作	高学锋 (47)
非互补式全对称OCL功放的制作	安玉景 (56)
经典准互补功放电路制作	杨帆 (62)
优秀全互补功放电路剖析与制作	吴根清 (66)
胆机制作专题 (续)	
浅谈音频输出变压器的设计与制作	安石 (68)
国产高性能音频IC的应用	杨宇洸 (72)
奥运会的广播电视如何转播与接收 (上)	潘哲昕 (76)
国产新型音频芯片应用专集	
国产音频放大器新秀——LME49713和LME49600	吴红奎 (81)
用数模转换芯片PCM2702E制作高保真声卡	姜兰举 (84)
精心制作的LM4780功放	夏盛 (86)
EL34单端功率放大器制作	周大明 (89)
211单端甲2类功率放大电路赏析	安玉景 (91)

● HAM通信

打造个人电子工作室

二手仪器工具配置指南	聆听 (93)
二手示波器选购指南	聆听 (122)
二手频率计选购指南 (上)	聆听 (158)
二手频率计选购指南 (下)	聆听 (162)

专题

业余无线电——让电子爱好更精彩	张宏 (BG1FPX) 译 (97)
什么是业余无线电	(98)
你的第一部电台	(100)
电台最重要的组件——天线	(103)
传播——关于电波旅行的科学	(107)
让你的声音出现在短波(HF)波段	(110)
莫尔斯电码与CW通信	(112)
数字通信的世界	(115)
弱信号和50MHz以上的世界	(117)
浅谈天线的种类与应用	赵青云 (BA3DX) (120)

专题 业余无线电台

协会之窗

欢迎参与会刊有奖问答活动	(127)
倡议书	(128)
2008年中国无线电运动协会活动安排	(128)
信息产业部无线电管理局领导通过业余电台慰问灾区	(129)
雨雪无情, HAM有情	

——广州春运琶洲展馆

分场HAM应急通信行动	陈国基 (BG7KWM) (129)
《中华人民共和国业余电台操作证书》	
二〇〇八年统一考核实施办法	(130)

活动聚集

规范自律、回报社会、迎接奥运

——记“2007年‘探路者杯’业余无线电 应急通信演练赛”	郑予东 (BG1HOB) (132)
----------------------------------	--------------------

器材与新技术

新机使用评测IC-91A/91AD使用报告	杨法 (BD4AAF) (134)
解读D-STAR	黎海 (BD7PA) (138)

对讲机配件选购谈 ----- 聆 听 (140)

交流提高

电台心得 梦着我的梦 ----- 施 瑜 (BG4DIB) (144)

新手上路 练好你的“三板斧” ----- 陈 方 (BA4RC) (145)

QRP成功通联的10个步骤 ----- 卜宪之 (BD4RG) (146)

ARRL手册翻译内容摘选

关于无线电测向 ----- 陈 平 (BA1HAM) (147)

一款新型无线电多普勒测向机试用记 ----- 郑予东 (BG1HOB) (148)

享受“蛙鸣”制作及与通联的乐趣 ----- 阮东升 (BA6QH) (149)

电子管射频功放DIY ----- 王清华 (BG2JJ) (152)

自制天线转向控制器 ----- 刘岳明 (BG5CCK) (155)

漫画 一举两得 ----- 马长友 (BG2ACA) (157)

自制巴伦盒 ----- 王清华 (BG2JJ) (160)

自制DTMF译码数字显示器 ----- 韩军伟 (BD6PL) (164)

把计算机变成你的低频信号接收机 ----- 邓小涛 (165)

专 题 业余无线电台

协会之窗

各地HAM关注震情,积极为抗震工作做贡献 ----- (168)

2008北京奥运会特设业余电台台开 ----- (168)

全国青少年电子制作/无线电通信竞赛辅导员培训班在连云港举办 ----- (168)

天津、四川无线电管理部门全面负责业余电台呼号指配工作 ----- (168)

2008年全国操作证书等级考核及阅卷工作完成 ----- (169)

2008年全国青少年无线电

通信锦标赛、电子制作锦标赛即将举行 ----- (169)

杜绝假通联卡片出现,协会总部控制手段将升级 ----- (169)

2008年北京市业余无线电台锦标赛 ----- 李朝贵 (169)

2008年业余电台操作证书考核结果(一级、二级) ----- (170)

我和C9AA的一段渊源 ----- 刘 淳 (BA1BA) (171)

活动聚焦

2008“世界业余无线电日”有感 ----- 陈 平 (BA1HAM)(172)

又届中国业余无线电节 ----- 朝 晖 (174)

我们听到了来自

太空的声音 ----- 郑 侃 (BG4AKT) 施 铎 (BG4AKC) (176)

器材与新技术

器材展台 ----- 杨 法 (BD4AAF) (179)

VHF/UHF车载电台六大常备配件 ----- 杨 法 (BD4AAF) (181)

漫画 火腿“心”事 ----- 马长友 (BG2ACA) (182)

LT-6100Plus使用报告 ----- 聆 听 (183)

交流提高

多功能ICOM CI-V接口的制作 ----- 吴国光 (BA7IA) (186)

400MHz车载八木天线 ----- 余兆兰 (BD8MH) (189)

美国套件Rock-Mite制作记 ----- 荣新华 (BD6CR) (190)

演奏天籁之音的使者

——款古老的机械半自动键 ----- 阮东升 (BA6QH) (193)

建伍TS-450S短波机

的常见故障处理3例 ----- 沈颂华 (BD5ENA) (195)

GP88S手持写频的几点体会 ----- 卜凡利 (BG6IVF) (197)

世界时差和传播时机速查表 ----- 孟庆彬 (BA4JG) (198)

● 测试测量

HDS2062M手持式数字存储示波器 ----- 实验室 (200)

时代之选——数字示波器带给我们便利 ----- 庄 军 (201)

似曾相识——认识数字示波器 ----- 庄 军 (202)

一览无余——剖析数字示波器 ----- 庄 军 (205)

量体裁衣——选购数字示波器 ----- 庄 军 (207)

上路开车——玩转数字示波器 ----- 庄 军 (210)

家电的待机功耗究竟有多大? ----- 吴汉清 (213)

用电子式电表改制数字式功率表 ----- 吴汉清 (216)

● 无线应用

无线供电的现实离我们有多远? ----- 姜立中 (219)

无线充电实验 ----- 姜立中 (222)

自制无线充电器 ----- 魏 坤 王卫洁 (228)

大功率无线供电IC VOX330MPxx ----- 古 人 (230)

DIY微型数字调谐收音机 ----- 李增茂 (232)

微功率调频立体声无线转发器 ----- 魏 坤 (236)

● 电脑·单片机

虚拟仪器面面观 ----- 孙红生 崔德强 (239)

任意遥控你的电脑 ----- 王晓波 (242)

用单片机实现传统电路功能

用单片机做USB接口充电器 ----- 吴汉清 (247)

用单片机制作自动门控制器 ----- 黄培鑫 陈 歆 (355)

用单片机制作有遥控功能的电风扇控制板 ----- 周长锁 (391)

单片机控制的全频道电视接收器 ----- 刘作新 (250)

用单片机驱动128×64LCD显示汉字 ----- 徐金增 (252)

打造支持上千种芯片的多功能编程器PCB4.5C ----- 白钰君 (254)

单片机编程技巧

程序开发想偷懒就偷懒 ----- 左 仪 (257)

用单片机做的8通道无线遥控器 ----- 王 让 (259)

专 题 单片机编程魔法学校

继往开来,后来居上 ----- 杜 洋 (262)

扶摇直上,平步青云——建立编程平台 ----- 杜 洋 (265)

五花八门,想变就变

实际动手改写程序 ----- 杜 洋 (269)

翻天覆地,呼风唤雨

实际动手创建第一个程序 ----- 杜 洋 (276)

全能高手,指点江山

从终点回到起点	杜 洋 (282)
单片机及其在音响中的应用	杨宇全 (286)
单片机在音响中应用集萃	杨宇全 (288)

虚拟仪器DIY

USB 接口虚拟逻辑分析仪	孙红生 崔德强 (300)
USB 接口频率计	孙红生 崔德强 (315)
USB 接口电感电容表	孙红生 (337)
用单片机做的多功能 LED 彩灯控制器	王国俊 (321)
单片机简易温度计	赵 亮 (305)
功能完善的新颖智能水位控制器	戴中清 (308)
用 LCD1602 液晶模块显示小人踢足球的画面	李海秋 (311)

淘宝攻略

妙用淘宝买元件	杨跃泉 顾晓聪 (313)
开店 8 分钟	杜 洋 (333)
快门瞬间, 美丽呈现!	杜 洋 (359)

五花八门流水灯

让流水灯显示汉字	卫小鲁 (302)
用 51 单片机制作 LED 旋转屏	周正华 (318)
用流水灯显示莫尔斯码时长	周正华 (372)
纯手工打造摇臂 LED 时钟	周正华 (382)
流水灯显示汉字的改进	卫小鲁 (385)

单片机编程工具DIY

一起来制作 PIC 单片机简易调试器——EZ-ICD2	唐永红 (323)
用 M8L 制作的 89S51 单片机 USB 下载线八问八答	王晓波 (388)
用单片机做的听力考试专用 FM 接收器	杨利宏 (326)
单片机节能电源插座	吴汉清 (329)

优秀电子课程设计项目集萃

单片机多路抢答器	张建平 (331)
产品产量计数器	张建平 朱伟娜 (362)
电源电路的制作与调试	张建平 朱伟娜 (364)
单片机电子琴	张建平 朱伟娜 (365)
智能交通灯控制器	张建平 朱伟娜 (367)
汽车尾灯控制器	张建平 朱伟娜 (369)
基于 Multisim 的四人表决电路设计	张 政 (336)
常用无线收发模块应用与选型	张建平 (339)
数字钟的自动校时	林芝松 (342)
用 AT89C51 做步进电机运行自动化控制器	周琳凯 (346)
风向、风速传感器与计算机的通信方法	张延年 (351)
利用最少的连线操作 LCD1602 液晶屏	张志斌 (371)
能自动校时的电波钟表	林芝松 (373)

单片机外围电路

常用 USB 转串口芯片介绍	刘 亮 (376)
----------------	-----------

印制电路板 CAD

把你的创意放大——批量加工电路板知识杂谈	黄培根 (378)
印制电路板常用术语中英对照	资料室 (381)

基于 AT89C51 的摩托车防盗报警器	李和平 (393)
----------------------	-----------

● 应用电路与制作

实用电路模块应用

TWH968A 一体化振动报警模块	陈有卿 (395)
SC 系列震动传感模块的应用	陈有卿 (408)
反射型红外线感应模块	陈有卿 (418)
对射型红外线感应模块	陈有卿 (429)
热释电红外探测模块	陈有卿 (443)
如何增加红外线遥控作用距离	苏 江 (397)
花 1 元钱打造一个 LED 灯恒流源	李发嘉 (399)

新品速递

四种新型运算放大器	吴红奎 (401)
新型无线收发集成电路	吴红奎 (412)
新型 LED 电源管理集成电路	吴红奎 (423)
高亮度 LED 专用电源控制芯片	吴红奎 (435)
锂离子电池充电管理集成电路	吴 玥 (450)
自制单极无线遥控开关	梁 政 (404)
隔墙遥控无障碍——红外线遥控转发器的制作	苏 江 (407)
为电动车车灯加装光控节电电路	李亚兵 (410)
《花 1 元钱打造一个 LED 灯恒流源》问答篇	李发嘉 (411)
高效大功率单电池升压器	王红星 (415)
常用 LED 驱动电路	杨清德 (416)
如何用相片塑封机实现 PCB 电路图的热转印	朱秋龙 (421)
节电型触摸遥控开关	彭佩烘 (426)
变频式超声波驱鼠器	俞 虹 (428)
用 ICL7129 制作 4 位半多用表	罗 文 罗清华 (431)
自制高亮度、低功耗 LED 观片器	孙志甫 (437)
AC-DC 高亮度 LED 灯电源 DIY 常用方法	吴 玥 (439)
自制高频正弦信号发生器	孙 俊 (441)
自己动手做个手机万能充电器	冉小平 (446)
锂电池保护电路板场效应管的新颖应用	史建平 (448)
1.5V~30V/3A 可调开关电源的制作	赵 洪 (452)
如何遥控语音录放电路——语音录放	
电路+无线收发模块	苏 林 罗良庆 魏武星 (454)
如何检测电池内阻	焦明德 (456)
自制简易实验用电源模块	柯惠善 (458)

● 家电与维修

电脑维修讲座

主板接口电路的维修	赵理科 (459)
主板常见故障的维修方法	赵理科 (472)
通过主板诊断卡快速判断主板故障	赵理科 (480)

滤波电容变质引发电脑启动困难	程明喈 (464)
彩电逃台故障检修	王绍华 (465)
从三例无光栅故障中您学到了什么?	张庆辉 胡献满 (467)

维修论坛

旧彩电最容易产生的脱焊故障	“家电维修”版主 (468)
扩音机屡烧保险管难症的检修	梁明义 (469)

资料

新型伴音功放集成电路 LA42 × × × 系列一览	王申南 (470)
看《去除电脑风扇噪声的有效方法》一文后的实际制作和改进	贾学忠 (475)
从彩电与彩显的异同看彩显视放电路的检修	苏志华 (476)
快修彩电三例	万举刚 (477)
格兰仕电磁炉不加热故障的检修	杨舟成 居炳国 (478)
前面板开关不良造成电脑不启动	陈文启 (483)
手机与电脑怎样才能连接成功?	王德沅 (484)
行管也能时时坏	曲 静 (485)
彩电无彩色故障的检修思路	王绍华 (486)
48V 电动车充电器原理与维修	赵理科 (492)
有彩色画质差的检修	张建忠 (494)
方正显示器聚焦失调的检修	叶兆利 (495)
维修小贴士 导热脂变硬怎么办?	梁会权 (495)
数码相机闪存卡仓的常见故障排除	龙海升 (496)
数码相机的显示存储卡为何被锁定	潘邦文 (498)
彩电无彩色故障的检修实例	王玉龙 (499)
富士 S9500 数码相机不能插卡的修理	张国武 (500)
笔记本电脑液晶显示屏	

背光灯驱动电路的维修要点	赵理科 (501)
计算机主板上电容失效引发的故障	刘 宏 (503)
电视机行幅偏大的检修	张庆辉 胡献满 (504)
不要忽视行输出管脚上的磁环	刘爱芬 (504)
超级单芯片彩电接收到任何信号的检修	曲 静 (505)

维修技巧一点通

巧修显像管	张兰家 贾 凡 (505)
佳能 S 系列数码相机闪光灯不弹出的检修	潘邦文 (506)
巧妙修好 U 盘上的硬件故障	周顺生 (507)
新型氧吧台灯维修 3 例	王德沅 (508)
用换芯的方法修复锂电池	潘邦文 (510)
电容虚焊引发的跑台故障	曲 静 (511)
彩显无色特殊故障排除记	刘爱芬 (511)
电容器开路引发的水平亮线故障	韩军春 (512)
创维数码彩电枕形失真的检修	王兴爱 (512)
问与答	(513)

解读元器件封装

元器件封装的基本概念与分类	门 宏 (519)
识别半导体分立器件的封装形式 (上)	门 宏 (529)
识别半导体分立器件的封装形式 (下)	门 宏 (535)
认识集成电路的封装 (上)	门 宏 (553)

学·做·用

电子玩具——“斗蟋蟀”	张晓东 (521)
会说话的贺卡	张晓东 (531)
小小多用报警卡	张晓东 (540)
趣味太阳能风扇凉帽	张晓东 (551)
怎样加大无线话筒发送距离	莫 恩 (526)
制作美观省电的键盘灯	潘邦文 (528)
晶体三极管在小电容测量中的妙用	魏秉国 (537)
江苏省第七届中小学电子技术竞赛项目两例	张元庆 (538)
在实验板上如何用贴片元件进行制作	任 杰 (539)
数字万用表使用的几个特殊问题	万志强 (543)
怎样制作声控开关	莫 恩 (544)
谈谈简易调频无线话筒的制作细节	杜灿鸿 (547)
热转印法制作电路板实战演练	丁 平 马晓明 (549)

● 回首五十年

一个电子管的诞生	冯崇勋 (556)
单管收音机-1	冯报本 (668)
回忆红军电台	黎东汉 (561)

● 消息·书讯·市场与活动

欢迎参加第七届音响制作比赛	编辑部 (80)
江苏省第七届青少年电子技师应用电子技术暨	
欢迎参加“有声有色模拟技术应用设计大赛”	本刊记者 (396)
“迎奥运火炬接力”主题创意机器人比赛成功举办	本刊记者 (524)
编读往来	(562)

业界动态

“2008 年福祿克新春研讨会暨新品发布会”成功举办	本刊记者 (563)
欢迎参加第六届中国国际汽车用品展览会	本刊讯 (563)

市场与活动

恒定电流/恒定电压的单节锂离子电池充电器	
——HYM4054	(564)
10W 立体声 D 类音频功率放大器	
——PAM8610	Jason Wang (564)
先进的无滤波 D 类立体声音频放大器 PAM8610	王丰硕 (565)
美国福祿克公司在第 71 届春季电子展现场报道	(568)
单片机学习好伴侣——H05 51 微型仿真器	(568)

标志表示配书光盘中有与该文章相关的内容

● 初学者园地

编者按：对于《无线电》的大多数读者，这篇文章显得有些过于初级，组装这样一个设计完善、完全免去调试环节的套件转盘没有任何难度。不过基于良好的架构，其潜在改进升级的空间很大，这可是个不小的挑战。若与购买成品机回来打磨相比，空白的PCB板可能更容易上手。

对于初入门者，DIY这种类型的套件乃是培养兴趣、树立信心的最好开始。只要具备中学物理水平的电路常识和一些必要的工具，任何人都能从中享受到DIY的乐趣。在这样的成功经验引导下，无线电爱好者的队伍会越来越大，音响发烧友们可以用有限的资金玩出更多乐趣。

Hi-Fi DIY CD 转盘装机日记

文/都学宁

引 子

不知不觉，我的老CD在家中服役已经进入第10个年头了。这台马兰士CD52 MKII乃是一款经典的人门名机，1bit解码，秉承了马兰士一贯的中庸风格，单论声音表现并不比现在三五千元的机型逊色，倒也不至于拖累整体表现。无奈年事已高，近来开始故障频出。先是盘片进出仓失控，拆开发现，齿轮已经老化到手指稍用力便碎成粉末的程度（这也是所有使用飞利浦CDM-4型机的通病）。不久，激光头也罢工了。好在手头还有一台同样使用CDM-4的飞利浦AK640，年头更长，读碟不顺但尚能工作。于是合二为一，经过激光头电流的调整，居然马兰士又焕发出了第二春。尽管如此，我还是不得不将音源的升级计划纳入日程，毕竟这两台老机器都是10年以上的高龄，时时刻刻都有罢工的可能。

音源的选择是件困难的事，与10年前不同，现今Hi-Fi器材的定价已经高了不止一个台阶，即使入门级的播放机也动辄要价数千元。若希望在原有水准上更上一层楼，怕是要花费过万了，这与本人平价发烧的理念颇难协调。另一种方案是采用转盘加解码器的组合，若搭配良好，会比一体式的CD机更胜一筹。成品的解码器选择多多，而价位适中的转盘却难以寻觅，计划因此延宕了许久。当开发的这套Hi-Fi DIY转盘套件摆在面前时，我意识到困惑许久的问题终于有了答案，便毫不犹豫将其纳入囊中。

8月29日

转盘的所有组件井然有序地排列在纸箱中，附有一张简单的元器件清单与说明。详细的装机报告需要到www.hifidiy.net网站上检索（有专门的装机说明栏目），尽管稍嫌不便，但可以理解。相关文档的篇幅不小，其中有大量彩色图片，如果以印刷品形式提供，成本的提高不可避免。何况该套件本来就是在网上发售的，到网上下载相关资料对于

用户应该不是难事。而且网站上还有不少先行者记叙的装机过程与心得，相当值得参考借鉴。

清点所有组件之后不免有些手痒，等不及上网下载资料，我决定先从最容易入手的部分做起：组装机箱。装配机箱如同搭积木一样简单，由于套件的机箱设计完善，各部分很容易找到自己的位置，几乎没有出错的可能。在安装的过程中，可以感觉到机箱的加工精度很高，螺孔、螺扣对齐准确，无需用蛮力便可以轻松到位。

将左右侧板、背板、面板依序与底板连接，装上4只脚垫，机箱的组装工作就告一段落了，顶板与滑盖要在其他组件就位之后安装。该铝制机箱全部使用内六角螺丝固定，操作中需要留意的有两点：螺钉可先用手旋入，全部就位之后再用扳手逐一拧到位（此时不要用力上紧，待转盘组件全部安装完毕，顶盖螺丝也同样就位之后统一进行最后的紧固）。再就是工具的选择，市场上常见的那种几元钱一套的L形内六角扳手硬度和精度均不高，使用中容易滑脱变形，



Hi-Fi DIY转盘套件全家福。虽然元器件繁多，但已按组分别打包，装配的时候无需费力搜寻

而内六角螺丝的螺帽一旦拧花,会给拆卸造成很大麻烦,建议为此准备一套优质的内六角扳手(该机箱的螺钉规格统一,如果觉得购买成套工具浪费,只购M3规格的也可以)。

花费时间:40分钟

8月30日

本着从易到难的原则,接下来装配遥控器。手机大小的遥控器使用16mm厚的整块铝材,CNC数控加工,用豪华重料来形容不为过。双面镀金电路板做工精细,元器件的配备也很精良。我们的工作就是按照PCB的标示将轻触开关与各元器件安装就位,当然电烙铁是必备的工具。这部分最大的难度在于一个28脚贴片IC的焊接,尤其是对于没有类似元器件焊接经验的人,在焊接IC之前,需要按照装机说明指示的,先焊接IC背面的四只轻触开关(焊接前用斜口钳将脚剪平,焊点也要用工具处理得与PCB平齐,否则凸起的焊点会影响贴片IC就位)。根据我的实践,剪脚工作在插入PCB之前进行比较好。

焊接贴片IC有两个方法:如果使用普通的扁头内热式电烙铁,可以在IC放准位置后用足够的焊锡堆满元器件脚与PCB焊盘,然后利用粘有松香的裸铜线将IC脚间的多余焊锡清除,这也是最常规的做法。若使用尖头的焊枪(通常与可调温的焊台搭配),逐点焊接。由于焊点极细小,这样做需要操作者有很好的眼神(本人眼睛近视,摘掉眼镜之后恰似一只微距镜头,可以有效缩短最近对焦距离,非常便于细微的操作)。不管用哪种方法,在焊接完成后最好用放大

镜检查一下焊点,以保证没有虚焊和短路。

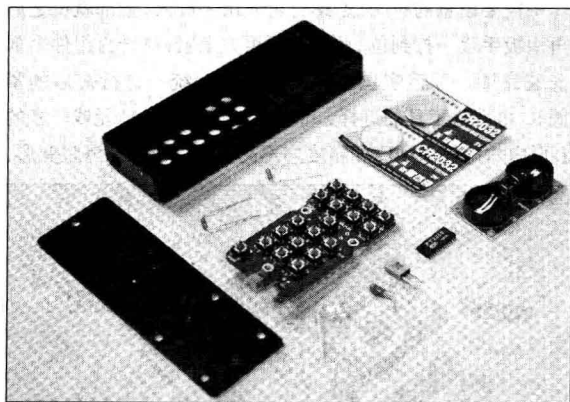
IC之后焊接其余元器件及开关。所有开关一定要紧贴电路板安装,以免按键失灵。最后的工作是用2根细导线将安装纽扣电池的电源板与主电路板连接(PCB上有正负标识),同时为防止短路,可用绝缘胶纸隔开电源板焊点与金属背板,至此遥控器组装完毕。检测遥控器是否正常工作,方法是把万用表打到电压挡,将表笔接LED发射管两端,在按键按动的时候,万用表的数字应当有变化。还有一个更简便的方法,如果你手上有飞利浦或者马兰士品牌的CD机,用装好的遥控器操作一下即可。比如我那台CD52,便与这个遥控器几乎全面兼容(仅暂停键的定义不同)。

花费时间:1小时

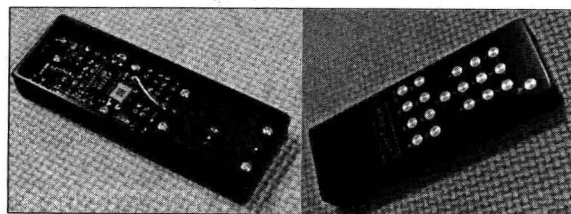
8月31日

接下来是挡板和显示板。挡板是本套件中最简单的部分,但作用不小:一是防止碟片飞入机器内部;二是挡板的蓝色LED会在推盖打开的时候点亮,即使光线很暗的环境也能方便地更换碟片。这里要注意:LED的极性不要装反(上方孔位为正,左右均如此)LED的长脚为正;还有就是接插件的插座要装在电路板的铜箔面(我开始就装到正面去了,结果不得不拆下重焊)。最后将随机带的饮料管截取适当长度套在两个LED中间,以获得带状的光效。

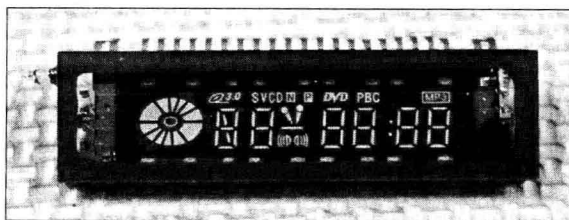
显示板的难度同样集中在贴片IC上,这里的PT6312LQ四边共有44个引脚,难度更大。方法如前但更要注意位置的准确,稍有偏差就很可能面临焊盘与IC脚错位的窘境。千万不要搞错IC的方向,IC上有凹点标注的



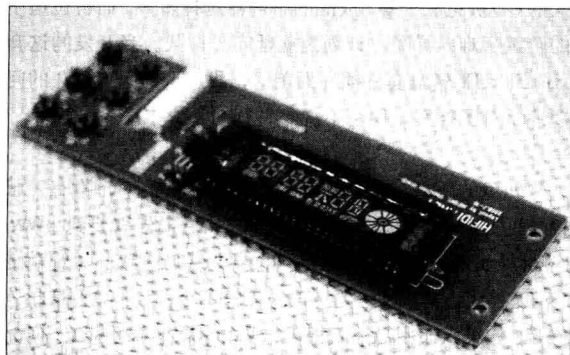
遥控器套件



装配好的遥控器。全金属外壳与按键的质感极佳



多功能显示屏



完成状态的显示板

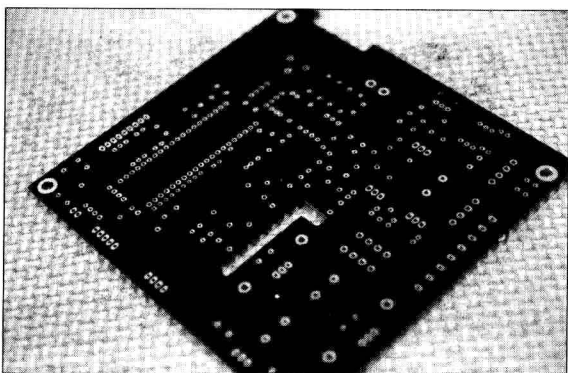
角要与PCB上的圆圈标识对准,可以使用透明胶带先将IC固定再焊接。还要注意的就是红色LED下方需要焊一条跳线,这在电路板上没有标示,不要忽略。

花费时间:约2小时(一边查看电脑上的装机说明一边焊接,虽然多花了一些时间,却有效保证了准确度与成功率)

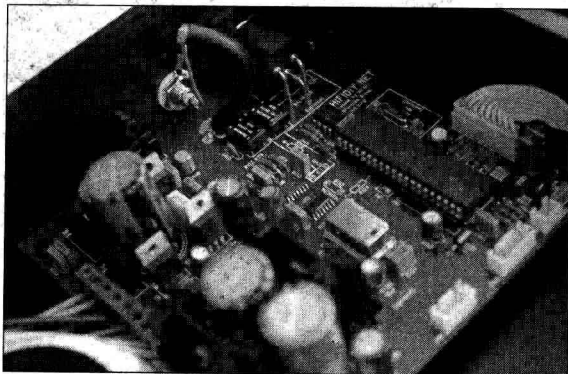
9月2日

周末正好家里没人,时间充裕,可以大展拳脚了。套件的装配工作已经过半,清点一下,只剩电源输出板的焊接、激光头和伺服板的连接,之后就可以装箱调试了。眼看成功在望更要强调一点,DIY应力求准确,不贪速度,安全第一。在我以前的DIY经历中,曾有多次忙中出错导致元器件报废甚至肢体受伤的惨痛经历,一味贪图进度实不可取。

电源输出板是该套件中元器件最多的一块板,不过PCB的标识非常清楚,因此只要细心再细心,基本没有失败的可能。首先要做的还是焊IC,虽然这里有2块,但引脚数比之前那2块少了很多,有了之前的经验,自然驾轻就熟。然后按照元器件的个头,从小到大逐步递进(所有磁珠先不要装,待电压测量无误,最后再装上)。注意,C128



加工精湛的PCB,这块是电源输出板。中间的L型凹槽是设计工程师为了使晶体工作更稳定,特别在功率元器件和晶体间做的隔离,可以尽量降低功率元器件的热量对晶体的影响



量度电压无误后,即可将电源输出板装进机箱。该机提供光纤、同轴与平衡3种数字输出形式

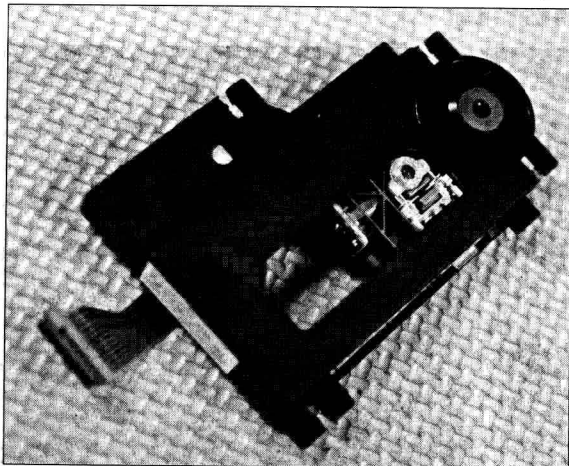
与R124这两处不要安装元器件。另外,如果不打算采用平衡式的数字输出,C141也不必装。同轴输出端子可以用带屏蔽的信号线与电路板连接。需要留意的是,板上有13个 $0.1\mu\text{F}$ 和9个 $0.01\mu\text{F}$ 的电容,数量繁多而且个头颜色都一样,千万小心不要装错,否则查起来都难(电容焊好后正好把下面PCB印的数值挡上)。另有2个稳压二极管极易混淆:一个是1N4148,另一个是5.1V稳压管。搞错的话后果严重,切记!

在插上MCU模块(以40脚的IC座与电路板连接)之前,需要进行一个简单的测量,以确保电路正常工作。首先将套件变压器中的红白2条线短接(该变压器设计为110V/220V两用),做好绝缘处理,然后将初级的棕色线连接到电源开关的一个触点,开关另一触点以导线(需自备)连接至电源输入插座的火线。再把变压器初级的黑色线和黄绿线分别与电源输入插座的零线、地线连接。变压器次级共有8条引线,分别为灰色、蓝色、绿色、黄色(各2条),量度电压无误(灰:交流9V;蓝:交流9V;绿:交流20V;黄:交流3.3V)后,依序连接至电源输出板的电源输入座。测量J100接口的电压(应为两个5V),7个磁珠位置两端的电压(亦为5V)。一切无误,说明该电源输出板组装正确。最后将7个磁珠装上即可。至此,所有工作已经完成过半。

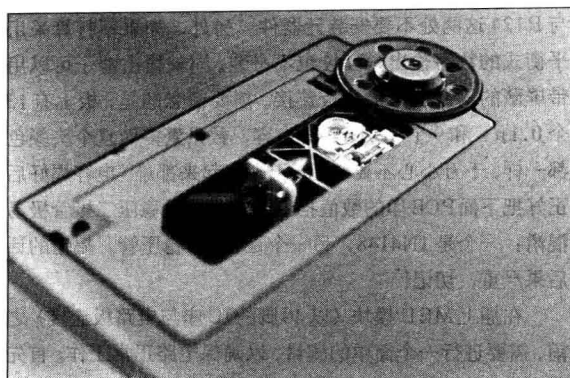
花费时间:约2.5小时

9月3日

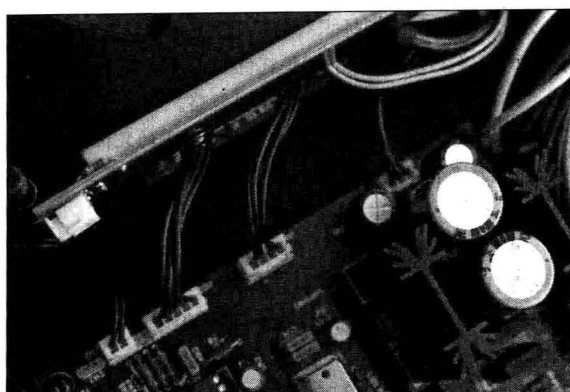
剩下的就是装配激光头与伺服控制系统,控制电路板是调试好的成品。首先将飞利浦CDM12激光头用4枚螺钉固定在厚重扎实的全铝托板上,并参照网站的图片,依正确的线序将激光头上3个电机的6根连线焊好(这里要把排线分离成单根,否则会造成干扰),将激光头排线插入伺服控制板的插座。然后用最长的4根铜柱将控制板与托板连接



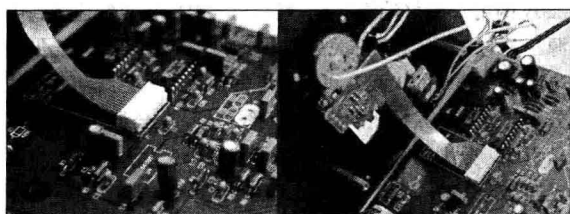
全新原装飞利浦VAM1202激光头特写



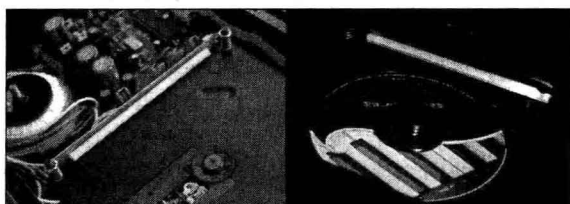
高精度的激光头托板



各路排线各就其位，互不干涉



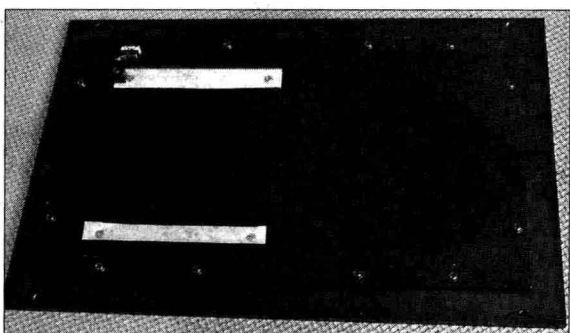
安装激光头排线要细心，避免用力撕扯以致断裂



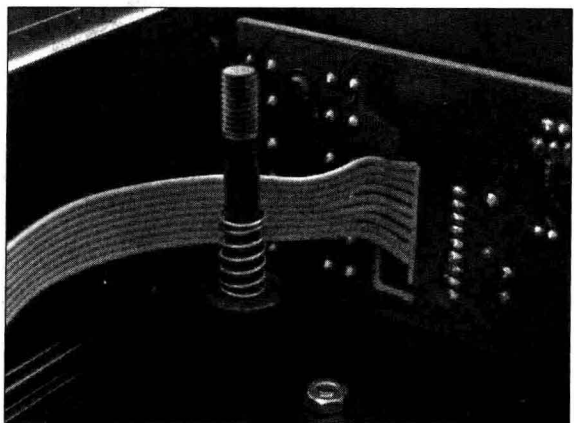
挡板上的饮料管可以营造出奇妙的发光效果



如果安装控制板的铜柱不加垫圈，图正中的电容很容易压在激光头上导致无法移动



滑盖要细心调整到适当的力度，既不空旷又有适度的阻尼



简单有效的弹簧减震系统



磁性的碟压可以保证碟片的运转平稳流畅

用 LME49810 打造胆石功放

文/吴红奎

分离元件放大器是终极音频功放的首选，在烧友眼中的名机也莫过如此。虽然分离元件放大器的调校过程包含艰辛，但也充满快乐，“焊机派”也因此感觉到“大师的风范”。要进入音响的神奇世界，从焊机入手看似困难却也是一条捷径，因为知其然，又知其所以然，评价器材才能做到言之有据，不轻妄言。从全集成电路到集成、分立混合，再到全分立是一条从易到难的循序渐进之路，这个让人窒息的挫折感过程是不能减少的。就元器件的种类而言，笔者认为从电子管入门反而会更容易，其原因是电子管非常“皮实”而不容易损坏，电路简单而且容易“出彩”，缺点是实践的成本高一些，且实用性差一点，其原因是其寿命短而效率低，除了铁杆发烧友，目前很少有人拿胆（电子管）机作为主流的听音设备。其实电子管用在前级的效率并不太低，考究的晶体管前级通常需要很复杂的电源供应电路，诸如洼田式稳压、并联式稳压，成本和效率的优势并不大，当然，寿命的缺陷仍然是电子管永远的痛。

LME49810是美国国家半导体公司（以下简称NSC）单

通道功率运算放大器，用于音频放大器末级推动，它的双通道版本LM4702的推出要早一些。两者相比，LME49810的最大亮点是具有“Baker Clamp（软削波、有源钳位）”功能，这是改善听感的“杀手锏”。“Baker Clamp”电路能有效改善因瞬时输入信号幅度过大造成输出端的“硬”过载。从测试信号的波形来看，输入的正弦波信号在输出端将被削去峰顶。这在实际听感中，重则“阻塞”，轻则“无力晦涩”，“软削波”电路则是让削去的峰顶变得圆滑，听感上则表现得相对柔和耐听，电子管好听，与其过载能力强有很大的关系，从这个角度看，LME49810应该有点“胆机”的声音表现。

胆石（集成电路）之争由来已久，不过，电子管能够有效改善数字音源的“数码声”的观点正逐渐被烧友以及业内专业人士认可，成为大家的共识。相对需要笨重输出变压器、校声又比较复杂的胆后级而言，线路简单的胆前级则备受发烧友推崇，于是就有了将胆前级与以LME49810为核心组成的输出级进行“珠联璧合”的想法，本着以简洁至上

（配套的4根铜柱长度稍嫌不够，直接安装的话伺服板上的元器件可能会妨碍到激光头的运动，因此需要在铜柱上下各加一个M3的垫圈）。

在原设计中，整个激光头组件的托板采用的弹簧支撑减震，这里颇有改进的空间，比如增加避振胶圈，更改弹簧硬度等。在网站上甚至有将其改造为磁悬浮结构的实例，花钱不多，玩法不少，可以充分发挥DIYER的才智。

收尾的工作就是将各组件之间的连线正确连接。因为都是接插件，想出错都不容易。检查无误后，把滑盖和机顶盖装好，将所有螺丝紧固一遍，全部工作便宣告完成，接电源就可以工作了。

花费时间：约3小时

总计不到10个小时，一台发烧级的CD转盘便诞生在自己手中，与到Hi-Fi店中一掷千金相比，感觉截然不同。对于该转盘的声音评价，我想也许放到另一篇文章介绍更为适合。毕竟飞利浦CDM12转盘在CD播放机中广泛应用了许多年，成功机型数不胜数，声音评价早有定论，本文就略过不表了。用较少的代价获得高级别的音质、获得自己动手



工作中的转盘

的乐趣，以及在这个过程中产生的参与感和控制感，都使得DIY爱好者们乐此不疲。随着社会的发展，多种加工与元器件的采购渠道资源是可以通过网络得以整合，结果就是无线电爱好者的DIY范围将更广，入门门槛将更低，成品水准将会更高。如果您看过这篇简单的文字后产生尝试的愿望，也加入到DIY的行列中，那将是对笔者最大的鼓励。

的原则,以体验过程为目的,不求输出功率的大小,打造一款胆石功放。

一、电子管校声电路

不同型号的电子管,或同一管子在不同的电路状态和电路形式中,声音表现差别会很大,并不说孰高孰低,而是音色不同,所谓众口难调,电子管的这种特性正好符合大众口味,只要你愿意,换管、校声,总有一款适合你。有一种观点认为国外的管子声音好些,其实真正的原因恐怕是与你在校声方面下的功夫多寡有很大的关系。国外有很多资深的设计公司,针对某些型号的管子下足了功夫,而国产的管子则很难有此机遇。从实际情况来看,国产管子价廉易得,取材容易。本着体验实际过程为目的,国产管还是应该优先选用。表1是一些常见的用于小信号放大的国产电子管的型号与特性参数表,除了6J1是小七脚的锐截止五极管外,其他的都是小九脚的双三极管;表2所示的是国产管对应可代用的国外型号。

在这些电子管中,6N3被最后选中,其原因有四:一是它的市场存量相对比较大,价格低廉;二是它原本是用于高频放大,高频特性好,声音表现上有中频圆润、高低频均衡的特点;三是它的灯丝与阴极间的绝缘比较厚,有利于降低噪声感应,尤其是灯丝采用交流供电时更为有利;四是它的阳极适合低电压供电,低至60V左右时仍然能够正常工作,这有利于和LME49810的供电兼容,减少电源的复杂程度。

6N3对应的进口型号有:GE5670(美国产)、WE396A(西电,美国或欧洲产)、2C51(美国或欧洲产)、6H3 II(前苏联产)、6H3N(前苏联产)等,它们之间只是高度上有一些差别,国产管的高度高一些,可以直接代换。如果有可

表1 用于小信号放大的旁热式阴极国产电子管的型号与特性

型号	6N2	6N3	6N8P	6N10	6N11	6J1
U_i (V)	6.3	6.3	6.3	6.3/12.6	6.3	6.3
I_a (mA)	340	350	600	325/162	340	170
U_a (V)	250	150	250	250	90	120
I_a (mA)	2.3	8.5	9.0	10.5	16	7.35
U_{g1} (V)	± 100	± 100	± 100	± 100	± 150	—
μ	97	35	20	17	27	35
C_{in} (pF)	2.15	2.6	3	1.6	3.4	—
G (mA/V)	2~1	6	2.6	2.2	12.6	5.15
U_{au} (V)	-2.5	-3	-12	-14	-5.5	-4
U_{go} (V)	-1.5	-4	-10	-10	-4	-2

U_i : 交流灯丝电压; I_a : (每管)灯丝(交流)电流;

U_{g1} : 灯丝与阴极间最大(直流)电压;

U_a : 推荐屏压(阳极电压); I_a : 推荐阳极电流;

μ : 放大系数; C_{in} : 输入电容; G : 跨导;

U_{au} : 最大输入范围; U_{go} : 不失真输入范围。

表2 常见电子管的代换

国产型号	可代换国外型号
6N2	12AX7、6681、ECC83、ECC803、E83CC、5751、7025
6N3	GE5670、WE396A、6H3 II、6H3N
6N8P	6SN7、6H8C、6J5
6N10	12AU7、ECC82、ECC802、E82CC、5814、5963、6189、6680、7730
6N11	6DJ8、7308、6922、ECC88、ECC808、E88CC、CV2492
6J1	6AK5、5654、6BC5

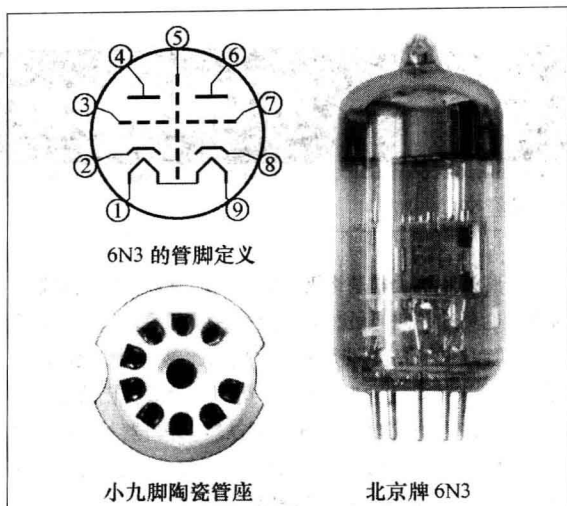


图1 6N3实物和它的管脚图

能,外围电路的参数最好还是微调一下。另外,6N3的灯丝供电是1脚和9脚,与常见的电子管采用4脚、5脚供电不同,设计电路或者用不明型号代换时需要注意,6N3的管脚图参见图1。

好电路是出好声的基础,经典电路容易装配成功,最著名的要数Marantz7(马兰士)了,仿制者如云,有单枪匹马的发烧友,也有专业正规的大厂家。其他经典名机电路还有Matisse Fantasy、Reference、Jadis、Mcintosh(麦景图)等,很多音响书籍均有描述。不过这些电路相对比较复杂,电路虽然容易出声,出好声却不容易,更不要说与原机相媲美了。总的来说,这些名机“经常被模仿,却从未被超越”。根据简洁至上的原则,在选定线路时确定每个声道只限于用一枚6N3,这样信号的路程短,线路本身的噪声容易控制。用一枚6N3可以搭建的常用电路大约有5种,如图2所示。

图2(a)图是基本的阴极跟随器电路,电路形式最简单,原理与晶体管电路中的射极跟随器很相似,输入阻抗高,输出阻抗低,信号的输入/输出相位相同,电压增益略小于1,常用来做两级电路间的阻抗匹配。原本很少单独作为一个单元电路使用,随着电子管电路在音响领域的复出,被大量作为降低数码声音频调制器使用,还被冠以“CD桥”的雅称,也有资料称之为“音频传输线”。

图2(b)是6N3中两个三极管的并联接法,电路形式与图2(a)相同,两个三极管并联起来使用,物尽其用,电流输出能力高是其主要特点,做耳机放大器的输出最合适。

图2(c)是SRPP(Shunt Regulated Push-Pull, 并联推挽)电路,它很少应用在音频放大电路,一般用于直流放大器或仪器仪表电路,与阴极跟随器一样得益于电子管电路

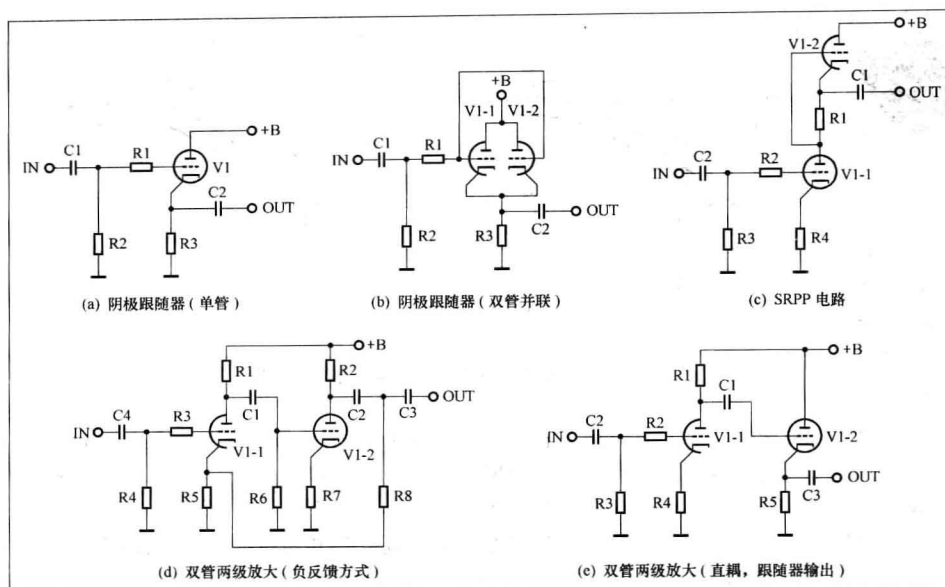


图2 用一枚6N3构成的常见前级电路

在音响领域的复出而备受发烧友推崇。SRPP电路具有线性优良、失真率低、放大率高、动态大、输出阻抗低等优点,用这种线路构建的前级,各项性能指标比一般的两极共阴RC耦合或末级作阴极跟随器的典型电路都要优秀一些。SRPP的原理是三极管(V1-1)作共阴极放大,其增益由阳极阻抗决定,三极管(V1-2)接成恒流源形式,作为V1-1阳极的有源负载,有很高的等效阻抗。信号可以由R1的上端输出,也可以由R1下端输出,后者也被称为改进型SRPP电路。

图2(d)是经典的两级RC耦合负反馈放大器,曾广泛用于包括音频信号在内的线路放大器中。

图2(e)取消了图2(d)中的负反馈网络,采用开环方式,对减少信号的相移有利,两级直接耦合能减少信号细节的损失,V1-1一般设置为经典靓声的A类共阴极放大,V1-2接成阴极跟随器做输出,容易与后级实现良好匹配,与图2(d)图相比,线路更简单。

为了物尽其用,将6N3中的两个三极管都用上,最初选定的电路是图2(c)和图2(e)。不选图2(b)的原因是尽管两个三极管位于同一个管壳内,但二者参数的差异还很明显,这与晶体管中的孪生管有所不同。与图2(a)相比,图2(b)的直接并联接法虽然电流输出能力高,但在这里用处不大;图2(b)的音乐低频冲击力表现有所提高,但表现力却大打折扣。

在随后的对比实验中,采用图2(c)和图2(e)搭建的电路,上冲的感觉比较明显,这可能与现代数字音源电路的输出电平已经比较高有关,将CD输出级的缓冲放大级只保留

0dB缓冲级,于是原来“上冲”的感觉明显减少。不过,也不排除数字音源输出级本身的素质有限的原因。综合考虑之后还是回到原点,最终选用最简单的阴极跟随器电路。

二、末级电路

LME49810内部已经集成了末级偏置电路所需要的偏流二极管。工作点与温度有关,晶体管和电子管莫不如此,而我们目前的音频放大器,

无论采用何种电路模式都希望它与温度无关。工作点稳定与否,不但对THD(总谐波失真)指标影响很大,还对电路的安全性有所影响,分立元件电路的设计和调整,很大的工作量都在于此,集成偏流二极管使电路的设计和调整都变得相对简单。

LME49810的应用资料显示典型应用仍然需要外接一个偏置三极管,与末级功率晶体管安装于同一散热片上。既然推动级使用了集成电路,那么末级输出就不推荐使用更复杂的电路。普通的达林顿音响对管应该是最低要求的。资料显示,用LME49810构建的功放,在 $\pm 100V$ 供电、 8Ω 负载、THD不大于0.05%的条件下,输出功率可以达到500W,额外的推动反而有些“画蛇添足”。三肯、东芝、日立、摩托罗拉等公司曾经都是音响对管的著名生产商,但如今,还仍然在此领域推出新品的公司却很少,三肯公司就是其中之一。有些产品是采用新一代半导体芯片生产技术的老型号,属于“新瓶装旧酒”。台湾的ON(安森美)也有针对音频放大的新品,比较有特色的是Thermal Trak系列,其内部集成了独立的温度补偿二极管,不过使用报告很少,市场上也并不多见。为了保险起见,还是选用三肯对管稳妥一点,可选的三肯音响达林顿对管如表3所示。

表3 一些大功率三肯音响对管的主要参数

PNP型	NPN型	$P_c(W)$	$I_c(A)$	$V_{ceo}(V)$	备 注	封装
2SB1560	2SD2390	100	10	150	标准达林顿音响对管	TO3P
2SB1647	2SD2560	130	15	150	标准达林顿音响对管	TO3P
2SB1570	2SD2401	150	12	150	标准达林顿音响对管,大封装	MT-200
2SB1648	2SD2561	200	17	150	标准达林顿音响对管,大封装	MT-200
SAP10P	SAP10N	100	12	150	集成温补二极管和射极电阻	TO3P-5L
SAP15P	SAP15N	150	15	160	集成温补二极管和射极电阻	TO3P-5L
STD03P	STD03N	160	15	160	集成温补二极管	TO3P-5

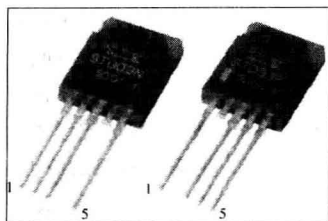


图3 STD03N/STD03P的实物外形图

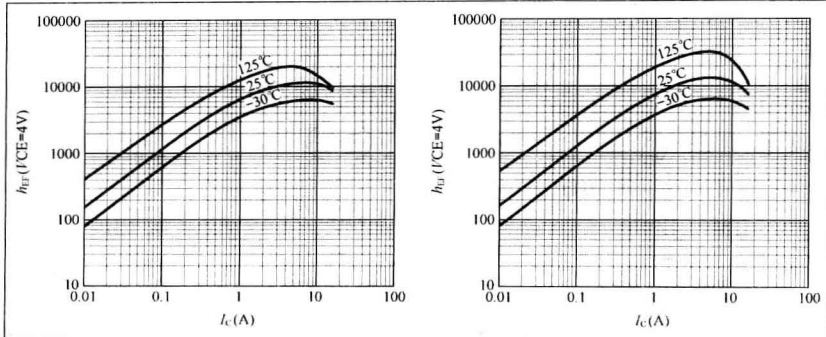
从精简电路来看, SAP 系列是最好的选择, 不但集成了温度补偿二极管, 还集成了发射极电阻, 音频专用大功率低阻值电阻

有时候不太好买, 集成的电阻不但品质有保证, 一致性也很好, 遗憾的是手中刚好没有现成的管子可用, 只好选用STD系列, 即STD03N和STD03P。与SAP系列的区别是没有集成发射极电阻, 封装改为TO3P标准, 引脚为5个, 其中一个空脚, 实物如图3所示。STD系列的温度特性非常好, 在 $-30^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 范围内, 集电极电流 I_C 在10A以内的放大曲线都接近一致, 测试波形如图4所示。

由于LME49810和STD03N/STD03P内部都集成了温度补偿二极管, 所以连接方法就可以有多种选择。如果要采用LME49810电子数据文档中的基本应用电路形式, 可以将STD03N/STD03P当作标准的达林顿对管使用, 此时只需要将STD03N的1脚和2脚、STD03P的4脚和5脚分别短接即可。偏置三极管可以选用三肯的2SC4883或者TO220封装NPN型的其他型号中功率三极管, 不过对于STD03N/STD03P来说就有点可惜了, 还不如直接选用表3中的标准音响对管。如果将STD03N/STD03P内部的温度补偿二极管充分利用起来, 同时尽可能的简化电路, 有图5所示的两种连接方法可供选择。

图5(a)图中的LME49810是标准接法, STD03N/STD03P的基极单独有一路偏流, 相当于偏流回路并联, 可以称为“并联偏流法”, 两路偏流电路共同稳定功率对管的静态工作点, 可以分别细调。因为STD03N/STD03P本身已经有温度补偿能力, 偏置三极管 Q_m 就不一定非要与功率对管一起安装到散热片上, 多对STD03N/STD03P并联使用时, 这种方法是比较适用的, 缺点是电路稍显复杂一些。

图5(b)比图5(a)的电路要简单些, 两个偏流回路相当于串联, 可以称为“串联偏流法”, 需要注意的是偏流回路的连接方法, 末级上管的温度补偿二极管引脚和LME49810的

图4 STD03N/STD03P的 h_{FE} 和 I_C 曲线图

Bias_M(11脚)相连, 下管的温度补偿二极管引脚与LME49810的Bias_P(12脚)相连, 乍一看, 似乎与LME49810的标准接法有些不同。这种方法对只使用一对STD03N/STD03P的情况比较适用, 电路相对简单些。出于体验目的, 这次实验电路只使用了一对STD03N/STD03P, 所以采用了图5(b)电路。

三、胆石功放的完整电路配置

图6是用LME49810推动IC的完整电路原理图, 在 $\pm 50\text{V}$ 供电时末级在 8Ω 负载上可以得到125W左右的输出功率, 前级供电为 $\pm 100\text{V}$ 。尽管在LME49810的资料中说其具备良好的电源纹波抑制能力($\text{PSRR} = 105\text{dB}$), 不需要稳压电源供电, 因为电源电压已经到了LME49810的上限, 为了保险起见, 前级供电还是使用了简单的串联稳压电路, 与6N3共用。

电子管6N3中的一个三极管接成阴极跟随器形式, 作为校声电路, 另一半全部接地, 阳极供电电路采用了被称为

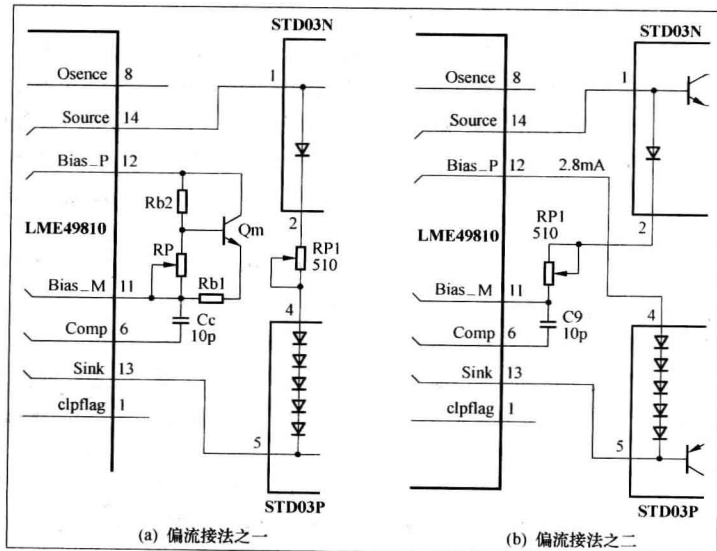


图5 STD03N/STD03P的与LME49810的两种不同接线方法

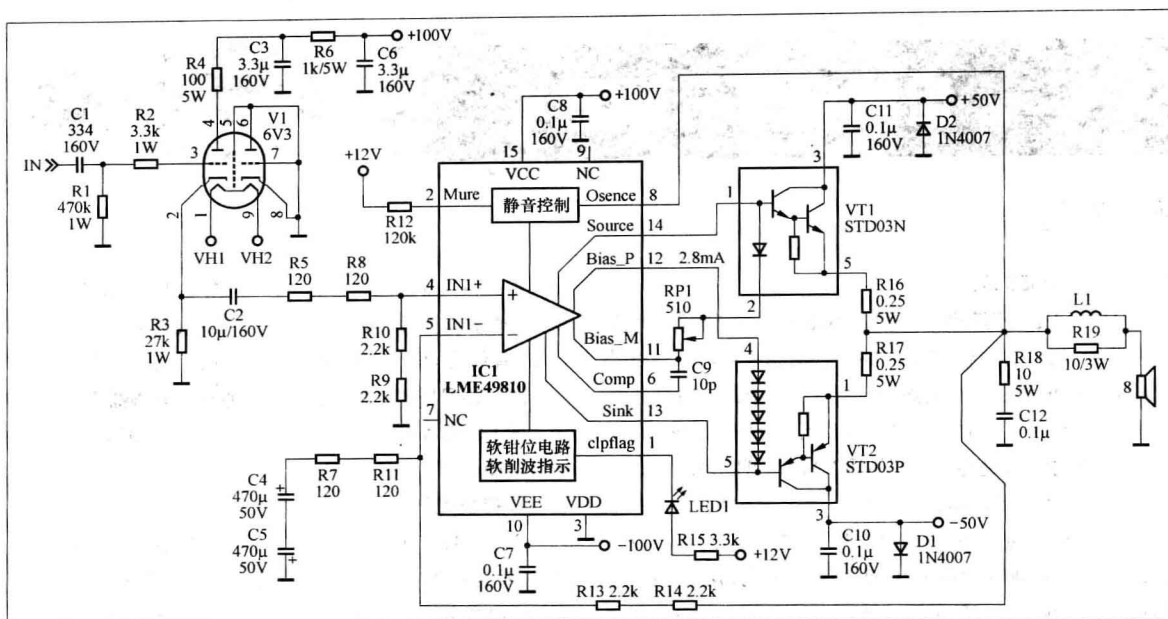


图6 LME49810为推动级的胆石功放电路原理图

“近点二次滤波”的供电方式，能够在一定程度上降低噪声并避免6N3对其他单元电路造成影响，所以在实际安装时，R4、R6、C3、C6要尽可能接近6N3安装而不是安装于电源电路。需要注意这部分电路中电阻的耗散功率，这是电子管电路的一个特点，尽量不要使用偏小功率的电阻。

在图6中，对比其应用文档，看关于LME49810电路部分： $R_{in} = R_i = R_5 + R_8 = R_7 + R_{11}$ ， $C_{in} = C_2$ ， $R_s = R_f = R_{13} + R_{14}$ ， $C_i = 0.25(C_4 + C_5)$ ， $R_{12} = R_m$ ， $R_{15} = R_c$ 。在同一声道中， R_{in} 与 R_i 、 R_s 与 R_f 之间的阻值误差最好小于1%或者更低，用两个相同的电路做立体声功放时，所有的 R_{in} 与 R_i 、 R_s 与 R_f 之间的阻值误差都要小于1%或者更低，并且 C_{in} 、 C_i 的容值误差也要小于1%为好，其原因是：电路的电压增益计算公式是： $A_v = R_f / R_i (V/V)$ ，电阻的单位统一使用 Ω 或者 $k\Omega$ 。 R_i 推荐的阻值是243 Ω 左右，通过调整 R_f 的阻值确定放大器的电压增益，图6电路的电压增益为18V/V，注意， A_v 不能小于10V/V，否则电路容易自激。

R_i 和 C_i 构成反馈回路的高通滤波器，决定了放大器频率响应的低端，-3dB频率转折点计算公式是： $f_i = 1 / (6.28 R_i C_i) (Hz)$ ，电阻的单位是 Ω ，电容的单位是F。按图6电路中的元件数值， $f_i = 2.8Hz$ 。

R_{in} 和 C_{in} 构成输入回路的高通滤波器，决定了放大器信号输入的频响低端，-3dB频率转折点计算公式是： $f_{in} = 1 / (6.28 R_{in} C_{in}) (Hz)$ ，电阻的单位是 Ω ，电容的单位是F，按照图6电路中的元件数值， $f_{in} = 2.76Hz$ 。

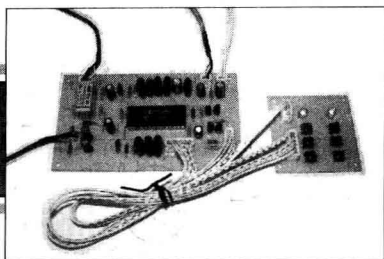
使用多个元件串连或者并联可以抵消元件的部分误差，缺点是会增加一点噪声，如果有精确测量条件，使用单个高精度阻容元件是首选。需要额外说明的是，有观点认为数字万用表的精度很高，其实只是读数误差很小，很多数字表的测量精度并不一定比指针表高。无论用哪一种万用表，核实上述元件的数值是可以的，精确测量的话，精度都是不够的，尤其是对电容的测量。

LME49810的静音控制电路需要50 $\mu A \sim 100\mu A$ 的控制电流(I_m)， I_m 不能小于1 μA ，否则电路会进入静音状态，也不能超过200 μA ，否则会导致IC的损坏，因此，使用不同的静音控制电平(V_m)的时候，需要调整 R_m 的阻值，计算公式是： $I_m = 1000(V_m - 0.7) / (R_m + 10) (\mu A)$ ，电阻的单位是 $k\Omega$ ，电压的单位是V。

LME49810带有“软削波”指示端子，当内部软钳位电路工作时，1脚会变为低电平驱动外部指示电路，驱动电流为4.7mA左右，最大不能超过10mA。如果不用软削波指示功能，也要通过一个限流电阻连接至外部基准电压，如5V或者12V等。

关于LME49810外围电路，需要计算的大致就是这些。要想得到不俗的声音，仅仅有一个优秀的放大器电路是远远不够的，所谓“好马配好鞍”，还需要一个优秀的电源与其配合。按照通常的说法，电源在整个功率放大器中的成本要占到50%才算合理，功放的输出功率越大，这个比例越高。关于电源电路，还有控制电路以及保护电路的内容，如果有机会，将会在后续的文章里介绍。㊟

自制电子分频器



文/廖国思

一、PT2353简介

PT2353是台湾普诚科技股份有限公司生产的2.1声道电子分频器IC,内含三个声道的电子音量控制器、两声道二阶高通滤波器及一个由两声道混音成单音的二阶低通滤波器。它整合了复杂的电子式音量及电子分频器功能,又不需微处理器控制,是特别为高品质2.1声道音响系统而设计的,广泛应用于多媒体有源音箱。

PT2353主要特点:(1)内含两组独立控制的音量控制器,控制范围:0dB~60dB;(2)两声道二阶高通滤波器+两声道混音成单音的二阶低通滤波器;(3)分频点可由外部元

件调整;(4)音量控制为up/down按键式,不需MCU控制,去掉了容易磨损而产生噪声的传统炭膜电位器;(5)内含3D音效功能及等响度功能;(6)供应电压为5V~9V。

二、由PT2353构成的2.1声道电子分频器电路

图1是笔者采用PT2353设计制作的2.1声道电子分频器电路图,其功能简述如下:

1. 待机控制

PT2353的14脚为电源控制脚,此功能为循环式切换,即14脚电位每次接地时转换状态,状态的循环为:PO(15脚)输出高电位—低电位—高电位……依次循环。当PO为

OFF时,PT2353将进入待机(Stand By)状态,所有功能将锁定无法控制。

当系统刚通电时,PO输出高电位,则VT3导通,PW LED灯亮,表示整机处于正常工作状态,同时,VT1导通,VT2截止,继电器K的线圈无电,其常闭触点保持闭合状态,可正常输入信号。

当按一下“待机”按键时,PO输出低电位,VT3截止,PW LED灯熄灭,同时VT1截止,VT2导通,继电器K得电,其常闭触点断开,无信号输入,确保待机状态静音。

2. 音量控制

PT2353的音量控制有两组,分别为主音量控制和重低音音量控制。音量控制由/MUP(11脚)及/MDW(12脚)脚位控制,当/MUP脚位电位被接至地时,主音量上升;当/MDW脚位电

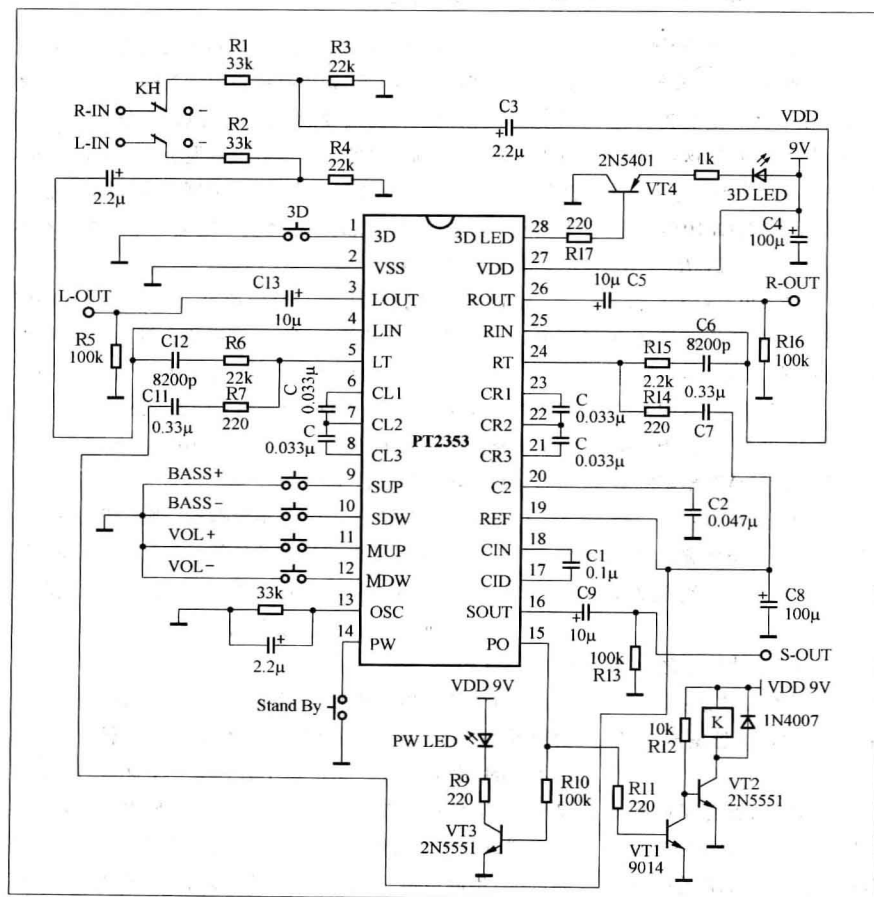


图1