

无线电

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

2007年 合订本

上

定价: 38元



本书附赠光盘

《无线电》杂志社 编

ISBN 978-7-115-17182-5



9 787115 171825 >

标准音阶频率校准 CD(完全版)

上册

● 特别企划 ● 音频应用 ● 家电与维修 ● 附加资料

下册

● 应用电路与制作 ● 初学者园地 ● HAM 通信 ● 电脑·单片机 ● 附加资料

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!

TECSUN

德生牌收音机

中国驰名商标

享受广播 - TECSUN
Enjoy broadcasting

S-2000



www.tecsun.com.cn

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: 523128 电话: 0769-23167118 传真: 0769-23160700

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电 合订本

2007 年（上）

《无线电》杂志社 编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

《无线电》合订本. 2007年. 上册 / 《无线电》杂志社编.

北京: 人民邮电出版社, 2008.1

ISBN 978-7-115-17182-5

I. 无… II. 无… III. 无线电技术—2007—丛刊
IV. TN014-55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 178906 号

内 容 提 要

《无线电》合订本 2007 年(上)分正文和附录资料两部分。正文囊括了《无线电》杂志 2007 年第 1~12 期“特别企划”、“音频应用”和“家电与维修”栏目的全部内容,并经过了再次编辑加工整理,按期号、栏目等重新分类排版,目录则按连载专题等重新分类排版,以方便读者阅读。附录资料部分包括《走进平板电视 提炼维修要点》、《3 种新型彩显典型开关电源电路剖析》、《康佳超级芯“SE”系列彩色电视机故障检修实例》、《笔记本电脑电源电路常见故障的检修》、《国产主流品牌彩电工程模式大全》、《音响器材常用电子管主要参数一览》等内容。

随书附赠光盘内容有标准音阶频率校准 CD(完全版)、和文章相关的印制电路板图和电路原理图等。

本书信息量大,涉及电子技术广泛,正文文章精炼,内容实用,技巧经验丰富,附录资料更是精彩实用,适合广大家电维修人员、电子爱好者、电子技术人员阅读。

无线电合订本 2007 年(上)

- ◆ 编 《无线电》杂志社
责任编辑 邓 晨 尹 飞
- ◆ 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>
三河海波印务有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 35
字数: 1 119 千字 2008 年 1 月第 1 版
印数: 1 - 11 000 册 2008 年 1 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17182-5/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

二十一世纪家电维修的必备工具 家电维修软件中的“航空母舰”

启明大型家电维修与教学软件

2007A 集 7 万多种机型的维修经验和资料

28 万多种元器件的电气参数 12 万张电路图

启明家电维修网是家电维修网站中璀璨的明星

本软件简称**启明软件**，2007年6月正式升级到2007A，企业版总容量为21GB，39张光盘(2006A为16.5GB，31张)；2007A继承了2006A的全部功能，且功能更加完善，内容更加丰富。判断家电维修软件的金标准是：1.究竟能为多少种家电提供智能化计算机辅助诊断和维修经验？2007A能提供239个种类、8300多个品牌、7万多种型号家电的计算机辅助诊断和维修经验，其中电视近800个品牌、2.8万多种型号。2.究竟能提供多少张电路图？2007A能提供12万多张电路图。3.究竟能提供多少种与家电相关的元器件（特别是集成块、晶体管、场效应管）的参数？2007A能提供28万多种型号元器件的参数(其中集成块3.4万种，晶体三极管5万多种型号(8万多种不同数据)，二极管5万多种型号(6.4万多种不同数据)，场效应管5.2万种，可控硅3.2万种，还有遥控器、行变、显像管等元器件近2万种。集成块代换型号4.6万种)。4.究竟能提供多少种家电的硬件(电路、结构)和软件的工作原理？2007A能速查电视机、音像制冷、通信、交通等69个种类6千多种产品的电路工作原理。通过举一反三，可理解同类家电的工作原理。5.提供优质的售后服务。我们采用电话和网络形式及时回答用户问题，解决使用软件的疑难。用户每年都可享受优惠的软件升级服务。

除上述关键指标外，启明软件还具有如下功能：1.E²PROM写入器(总线彩电复制器)可对总线数据进行备份、擦除和改写，有6千多种彩电、显示器、影碟机的总线数据，用户还可以多次提取与保存各种产品的总线数据；2.具有编辑和显示用户维修经验及数据的电子笔记本(个人数据库)，可将用户的维修经验和集成块、三极管数据输入保存，并可随时调出使用或删除；3.多媒体教学讲解电视机、手机、VCD原理，图、文、声并茂；4.具有常用家电中英文及缩写三向互查电子词典(10万多条)；5.可速查多种家电维修期刊十多年的科技文献目录(近15万条)；6.具有家电维修经营管理和物流管理功能，帮助记录、统计、查询、打印家电维修经营业务和材料出库业务。

本软件分为六种版本：①**电视机专版**(含电视机、投影电视、卫星电视接收机、有线电视、小家电、UPS电源等)；②**音像制冷版**(包含电视机专版全部内容，另增摄像机、录像机、VCD、DVD、音响、空调、冰箱、洗衣机、小家电、医疗器械等)；③**通信计算机版**(含手机、电话、小灵通、传真机、计算机、显示器、打印机、复印机、游戏机、UPS电源等)；④**专业版**(包括音像制冷版和通信计算机版的全部内容)；⑤**汽车摩托车版**(包括汽车、摩托车、电动自行车、汽车音响的电器维修)；⑥**企业版**(包括专业版和汽车摩托车版的全部内容)。团购优惠，欢迎代销，免费索取软件介绍资料。

总设计、主编：冯启明。通信地址：武汉市喻家山华中科技大学喻园小区9栋17单元1002室 冯启明 邮编：430074 电话(节假日照常服务，每天8:00至17:30)：027-87546258、87542465(兼传真)、13797049281。QQ: 645541080或78268261。Email: fqm@qmstar.com或fqm701@mail.hust.edu.cn 维修网站: <http://www.qmstar.com> 或 <http://www.qmstar.net> 本软件每年都会升级，请关注本刊、《电子报》、《家电维修》、《家电维修》、《汽车维修修理》等刊物2008年新近广告。

隆重推出ISP(在线可编程)单片机实验板，有配套教材，功能齐全，编程与开发方便，能开出单片机所有软、硬件实验，价格优惠，欢迎来电咨询。

单片机开发及单片机培训

www.51186.com

一：北京鑫嘉智科技中心专业从事单片机培训，为您从事电子方面的就业及发展创造更多机遇。

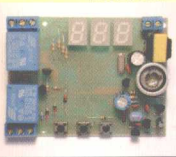
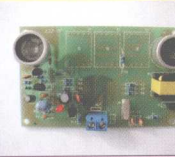
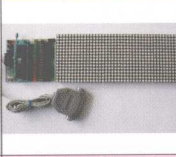
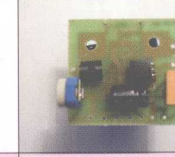
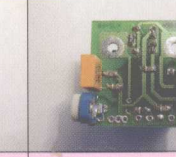
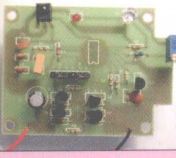
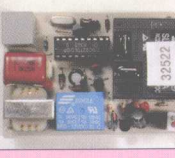
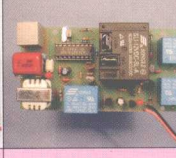
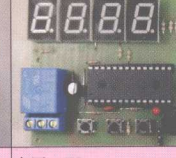
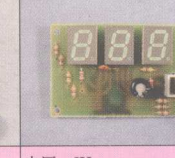
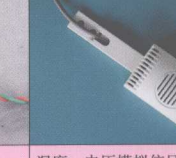
1：初级班学习内容：学员随到随学，工程师一对一单独辅导。ATMEL51、PIC型号单片机(任选其一)，从汇编语言的指令开始学习，程序由浅入深，并由学员亲自组装实验板，编写程序后可以在实验板上看到程序运行的过程，真正做到理论结合实际。学时：7天；学费：780元(不含食宿)。

2：提高班：时控、温控、液晶屏、I²C协议、单总线、RS232、RS485、SPI等。学时20天；学费2480元(不含食宿)。

3：邮购资料：ATMEL51、PIC型号单片机(任选其一)。包括：资料(本中心配套编写，通俗易懂)、实验板、芯片、程序下载线，光盘(内含汇编软件、实验程序、下载线驱动)。初级：580元；提高班2280元。

4：线路板设计(Protel 99 SE软件)：学时：7天；学费：680元(不含食宿)。

二：北京鑫嘉智科技中心专业从事单片机开发，如自控、遥控、仪器仪表等。请将开发的要求告诉我们，您会得到相应的答复及不同的解决方案供选择，并可针对所开发项目进行专项培训指导以解决后续生产中的技术问题。同时承接进口电子产品国产化及电子产品的核心原理破解与复制。使您的产品降低成本、更新换代创造出更多的利润空间。以下套件邮费10元/次。

XJZ-1A 测距模块	XJZ-1B 测距模块	点阵套件	电动阀门	XJZ-6A 模块	XJZ-6B 模块
					
电压：5V 尺寸：60×80mm 功能：通过按钮对功能的设定，吸合与释放开关。(两路开关) 感应距离：0.4M-6M 成品：160元/只	电压：5V 尺寸：52×82mm 功能：上电后显示与被测物体之间距离。 感应距离：0.4M-6M 成品：58元/只	48×16LED点阵，含线路板、驱动芯片及外围元件等。配有中、英文字符资料、PC机下载线及示范程序。 每套：380元	电压：5V 静态电流：0.08mA 运行电流：≤35mA 开关时间：≈16s 工作压力：0.8Mpa 最高介质温度：105℃ 成品：95元/块	电压：直流12V 尺寸：24×25mm 功能：适用于供电式感应水龙头或感应开关。 感应距离：3-15cm可调 单价：26元/只	电压：5V 尺寸：25×25mm 功能：适用于干电池式感应水龙头或感应开关。 感应距离：3-15cm可调 单价：35元/只
XJZ-6C 模块	XJZ-7A 电话遥控模块	XJZ-7D 电话遥控模块	XJZ-2A 测温模块	XJZ-2B 测温模块	温湿度传感器
					
电压：5V 尺寸：50×66mm 功能：适用于暗装自动冲水开关 感应距离：5-100cm可调 单价：36元/只	电压：11-13V 尺寸：50×72mm 功能：1路电话远程遥控开关 成品：78元/块	电压：11-13V 尺寸：50×104mm 功能：3路电话远程遥控开关 成品：88元/块	电压：5V 尺寸：68×69mm 功能：一路温控开关 成品：85元/块	电压：5V 尺寸：32×50mm 功能：温控不带开关 成品：39元/块	湿度：电压模拟信号 温度：1-Wire 格式 单价：28元/只

北京鑫嘉智科技中心

地址：北京宣武区长椿街西里7号楼504 邮编100053 联系人：付国迎 电话：(010) 63189417 63189461 63189469 (兼传真) 13910331843 电子信箱：xjz23@sohu.com

正达[®] 在线电路维修测试仪



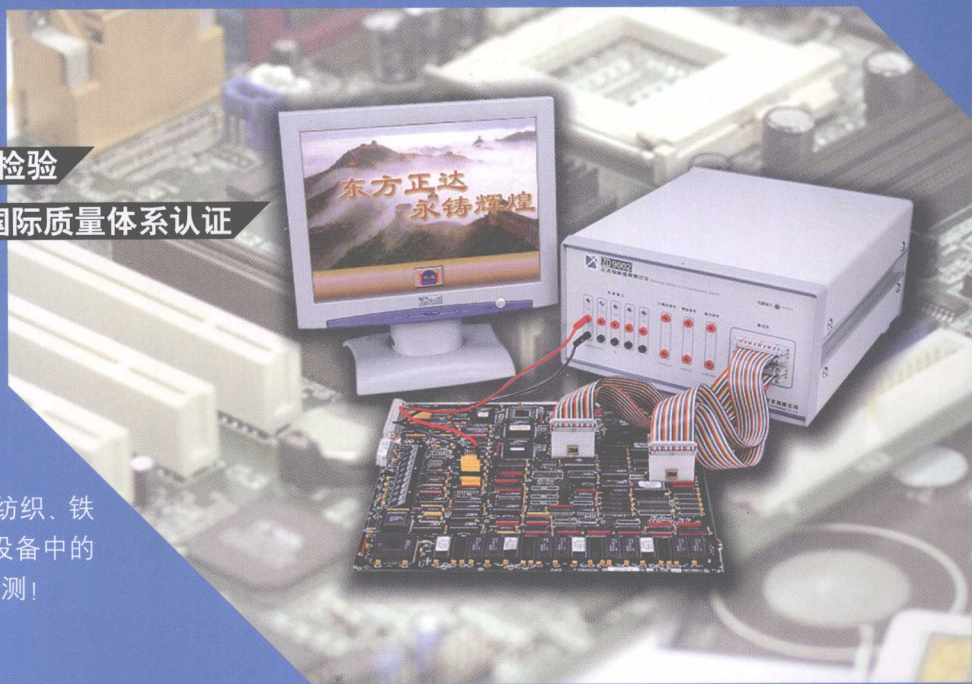
ZD2802 ZD2828 ZD4040 ZD4080 ZD8000
ZD8001 ZD9000 ZD9001 ZD9002 ZD240

不用电路原理图 无须焊下元器件 轻松维修各类电路板

北京市高新技术企业

产品通过专业计量和生产检验

企业通过 ISO9001:2000 国际质量体系认证



适用范围:

可对数控、医疗、通信、纺织、铁路、冶金、石化、军工等各类设备中的故障电路板进行元件级在线检测!

主要功能:

- ◆ 数字 IC、运放、比较器、模拟开关、高压接口等器件在线功能 / 状态测试;
- ◆ 数字 IC、LSI 大规模集成电路等双板在线功能测试;
- ◆ 交互测试平台: 依据器件资料, 对测试库中尚无测试程序的器件进行功能测试, 不受测试库的限制, 可以处理 A/D、D/A、通信 IC 等复杂器件;

◆ VI 曲线分析测试: VI 交叉扫描、改变中值电阻、双路探棒巡检等操作;

◆ 填表方式 / 编程方式自行扩充器件测试程序;

◆ 其它功能: IC 型号识别、超级反汇编、PLD 器件操作、稳压器件测试、三端器件测试、方波信号输出、双夹信号收发、编程电压输出、EPROM 操作、网络提取比较、电子词典及制作系统等。

特别服务:

为准备购买正达电路测试仪的用户免费维修电路板;
为正达电路测试仪的使用单位义务代购疑难元器件!

专业精修电路板:

“正达维修中心”采用正达电路测试仪等先进检测设备, 专修各行业精密电路板。是国内许多单位的指定维修站, 并长期直接为海外的著名大企业维修, 在业界享有盛誉。

敬请联系……

北京东方正达世纪电子科技有限公司

电路测试仪专业制造商

地址: 北京市海淀区北四环中路 229 号 海泰大厦 1102 室 邮编: 100083

电话: 010 - 82883756、82883755、82883754. 传真: 010 - 82883754. 网站: www.bjdfzd.com.cn

试读结束, 需要全本 PDF 请购买 www.ctbook.com

无线电合订本

2007年(上) 目录

● 特别企划

三垦大功率音响对管 2SA2151/2SC6011 ----- 黄 彤 1

● 音频应用

漫谈 D 类音频放大器 ----- 吴红奎 吴红静 3

新品速递

D 类放大器 ----- 吴红奎 吴红静 11

新型音频放大器集成电路 ----- 吴红奎 72

LM4562 的音频应用电路 ----- 夏明磊 14

一款用场效应管做前级放大的功放电路 --- 罗 文 罗清华 17

两款优质的音频 IC 面市 ----- 本刊记者 20

常用音频功率放大集成电路简介 ----- 吴 音 21

一款采用 TDA7294 的双声道功放的制作 ----- 夏明磊 27

集成电路功放的大功率应用方法 ----- 石 月 28

常用音频功率晶体管简介 ----- 夏明磊 30

新管速递 ----- 吴红奎 37

菱形缓冲器电路探密 ----- 柯文山 夏明磊 40

新型立体声集成功放电路 LM4780 的应用 ----- 赵广林 46

用三垦大功率音响对管 2SA2151/2SC6011

制作一款 500W 高性能功放电路 ----- 邹天汉 49

一款采用准互补输出级的功放电路设计 ----- 夏明磊 50

用 LM3886TF 打造一款与

电子管功放音质相媲美的功放 ----- 田 凯 52

G 类放大器及其新应用 ----- 吴红奎 55

小知识 ----- 科 林 60

FD422 单端 A 类 Hi-Fi 放大器详作 ----- 方继坤 61

LM4780 实战进阶

用实验板来装配 LM4780 ----- 吴红奎 64

用单面板、“搭棚焊”等手段装配 LM4780 ----- 吴红奎 66

业余条件下估测 LM4780 的方法 ----- 吴红奎 77

一款由场效应管和三极管构成的高保真功率放大电路 --- 尹小平 70

国半公司推出新型音频功放驱动 IC LME49810 --- 本刊记者 71

用 LME49810 制作高性能音频功率放大器 (一)

----- 原文/Panson Poon 翻译/黄 彤 74

音频测试 CD 碟应用三例 ----- 林芝松 80

用 STK4048X 制作功放 ----- 田 凯 81

优秀功放电路集锦

KRELL KSA100MK II 功放 ----- 安玉景 84

AUDIO NOTE KIT 1 300B 单端甲类

功率放大器电路赏析 ----- 安玉景 92

用 LM1876TF 制作的 20W × 2 功放 ----- 赵广林 86

DIY 二手车用音响 ----- 林芝松 87

卡拉 OK/ 环绕声处理器 ES56028 ----- 王忠诚 90

一款简洁稳定的音频功放的制作 ----- 马云天 93

6V6GT 单声道推挽功率放大电路 ----- 安玉景 95

资料

三垦功放对管一览 ----- 汤志成 96

● 家电与维修

厂家在线培训

长虹 LS10 机芯液晶电视原理与检修 (1) ----- 何金华 99

长虹 LS10 机芯液晶电视原理与检修 (2) ----- 何金华 114

长虹 LS10 机芯液晶电视原理与检修 (3) ----- 何金华 129

长虹 LS10 机芯液晶电视原理与检修 (4) ----- 何金华 136

长虹 LS10 机芯液晶电视原理与检修 (5) ----- 何金华 150

长虹 LS10 机芯液晶电视原理与检修 (6) ----- 何金华 172

长虹 LS10 机芯液晶电视原理与检修 (7) ----- 何金华 185

TCL 数字高清电视机 (GU21 机芯) 的检修 ----- 易 飞 195

长虹平板电视检修札记 ----- 刘建华 210

用触摸法判断电解电容的良莠 ----- 刘福胜 99

电阻变异导致电磁炉不热 ----- 杨舟成 102

液晶显示屏维修讲座

液晶显示屏及其驱动原理 ----- 陈 聪 华雷广 103

液晶显示器主电源电路原理与检修 (1) ----- 华雷广 111

液晶显示器主电源电路原理与检修 (2) ----- 华雷广 127

液晶显示器主板电路的原理与检修 (上) ----- 华雷广 138

液晶显示器主板电路的原理与检修 (中) ----- 华雷广 153

液晶显示器主板电路的原理与检修 (下) ----- 华雷广 176

软硬兼施 攻破难点

长虹彩电软件故障检修 (上) ----- 孙德印 106

长虹彩电软件故障检修 (下) ----- 孙德印 118

创维彩电软件故障检修 (1) ----- 孙德印 132

创维彩电软件故障检修 (2) ----- 孙德印 144

海信彩电软件故障检修 (1) -----	孙德印	157	主板时钟 / 复位电路的维修 -----	赵理科	226
海信彩电软件故障检修 (2) -----	孙德印	174	厦华各系列彩电童锁通用密码 -----	田宝海	171
海信彩电软件故障检修 (3) -----	孙德印	183	彩电自动搜索不存台故障一例 -----	韩军春	173
康佳彩电软件故障检修 (1) -----	孙世英	199	显示器特殊故障维修两例 -----	杨胜林	175
康佳彩电软件故障检修 (2) -----	孙世英	221	滤波电容漏电引发无 TV 信号 -----	张庆辉	178
改装过主板的彩电软件故障检修 -----	孙德印	233	进口数字钟控收音机的修复及调整 -----	梁肇全	184
彩电软故障的维修技巧 -----	季成荣	274	电容失效引起彩电出现干扰回扫线 -----	韩军春	187
创维 5S28 机芯场扫描及枕形校正电路分析与检修 -----	王忠诚	109	I ² C 总线数据出错导致的故障 -----	刘墨秀	190
日立 A3P 系列彩电保护电路分析与检修 -----	周京玲	121	自己动手检修移动硬盘 -----	韩军春	193
康佳 LC1520T 型液晶彩电常见故障检修 -----	曾垂吉	124	方正 Q7C3 液晶彩显电源电路典型故障检修 -----	邓祥生	194
自己动手检修笔记本外挂光驱 -----	韩军春	126	创维 34TPHD 彩电幅抖动故障检修 -----	蒋汝才	198
据行管损坏情况判断故障的部位 -----	季成荣	131	枕形失真故障的排除 -----	钱士洋	198
海信高清胶片彩电“三无”故障一例 -----	夏建平	133	善学善记攻克 I ² C 总线故障 -----	张建忠	201
用“串联灯泡法”检修彩电“三无”故障 -----	韩军春	133	厦华 HDTV 大屏幕数字彩电 -----		
创维 5S10 机芯彩电常见故障维修五例 -----	刘墨秀	134	开机自动保护故障检修 -----	张庆辉	203
康佳“K”系列彩电自动关机故障的检修 -----	田洪波	135	同洲 3188C 系列家用卫星接收机的维修 -----	史广生	205
安全排除行扫描电路隐性故障的妙招 -----	刘爱芬	141	富可视 LP500D 投影机电源电路的检修 -----	郑世隆	212
如何处理因高压不稳引起保护黑屏 -----	张庆辉	142	明基液晶彩显的一个常见故障 -----	史建东	213
东芝彩电三无故障的排除 -----	翟春林	143	电磁炉常见故障的维修 -----	杨舟成	214
检修三洋 CK21D5 型彩电无色故障的最佳对策 -----	田宝海	145	拆除一只三极管救活 CPU -----	刘爱芬	219
维修论坛			一种安全检修彩电开关电源的方法 -----	梁明义	220
AFT 中频变压器所附的电容漏电 -----	“家电维修”版主	146	一个检修屡损行管的经历 -----	毕 静	222
索尼 S29MH1 高压包打火 -----	“家电维修”版主	164	在代换集成电路时应注意其序号的尾号 -----	叶兆利	223
TCL 彩电自动关机 -----	“家电维修”版主	204	手机万能充电器电路原理与维修 -----	韩军春	224
代换咨询热线 -----	汤志成	146、164	微波炉加热功能失效故障两例 -----	万举刚	225
对症下药			去除电脑风扇噪声的有效方法 -----	薛明明	231
彩电光栅异常故障检修 -----	王玉龙	147	图像有干扰及无层次的检修 -----	张庆辉	232
彩电黑屏有伴音故障检修 -----	王绍华	159	由 I ² C 总线失控引发的奇特故障 -----	邓祥生	235
彩电场回扫线故障检修 -----	王玉龙	188	磁带复读机几种常见故障的处理方法 -----	李保平	236
格力新型绿色空调器疑难故障检修 -----	肖凤明	202	自己动手更换 DEC-E520 型数码相机的 CCD -----	徐世锋	238
彩显故障检修一例 -----	张文华	148	专题 学电脑维修 从这里开始 -----		240
行输出变压器接地脚开焊引发的特殊故障 -----	于永泉	149	笔记本电脑维修 -----		
如何给同洲 3188C 型卫星接收机升级 -----	史广生	158	维修笔记本电脑的常用工具 -----	广 达	241
用电感替代法判断行输出变压器故障 -----	刘爱芬	161	正确的维修思路带来事半功倍 -----	赵理科	244
厦华变频彩电总线故障的检修技巧 -----	朱兴华	162	笔记本电脑常见故障维修方法 -----	广 达	245
创维数码彩电图像异常故障一例 -----	文 晖	163	笔记本电脑最常见的两种拆卸方法 -----	赵理科	248
高保真功放电路及扬声器保护电路的检修 -----	尹小平	165	笔记本电脑进水巧处理 -----	方新伟	256
是什么导致屏幕上出现一条竖直亮带 -----	钱士洋	167	笔记本电脑过热了怎么办? -----	方新伟	258
电脑主板维修讲座			笔记本电脑电源系统易损电路的检修 -----	赵理科	259
电脑主板上内存供电电路的维修 -----	赵理科	168	电脑硬盘维修专题 -----		
电脑主板 CPU 供电电路的维修 -----	赵理科	179	电脑硬盘的基本构成 -----	毛泽云	267
电脑主板待机供电和显卡供电电路的维修 -----	赵理科	191	硬盘电路板的检修 -----	毛泽云	270
电脑主板开机控制电路的维修 -----	赵理科	206	常见电脑显示器进入维修模式的方法 -----	郇振国	275
主板 CMOS 电路的维修 -----	赵理科	215	电动车蓄电池的使用与维修 -----	田 凯	277

格兰仕微波炉维修三例 ----- 陈清友 278

资料

海信 HDP 高清系列机型集成电路资料 (1) ----- 李方健 279
海信 HDP 高清系列机型集成电路资料 (2) ----- 李方健 280
海信 HDP 高清系列机型集成电路资料 (3) ----- 李方健 281
TCL LCD GC32 机芯维修参数 (1) ----- 郑 威 282
TCL LCD GC32 机芯维修参数 (2) ----- 郑 威 284
TCL LCD GM21 机芯维修参数 ----- 郑 威 286
彩色电视机遥控系统微处理器维修资料 ----- 张小菊 288
MA 系列稳压二极管主要参数与互换型号 ----- 王玉龙 289
常用色环稳压二极管型号参数对照表 ----- 王申南 290
部分面触式肖特基二极管主要参数与代换型号 ----- 余俊芳 292

维修快易通

数字卫星调制器 / 解调器 / 放大器常见故障检修 - 肖雄胜 294

场同步脉冲丢失或异常造成的故障检修 ----- 王绍华 295

问与答 ----- 296 ~ 307

● 消息 · 书讯

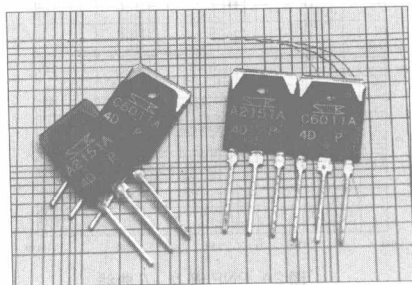
好书推荐 《电子管名机赏析》 ----- 本刊资料室 36
活的色彩 美的享受 ----- 本刊记者 98
《无线电》杂志社推荐书目 ----- 149
维修高手聚康佳 精彩角逐迎奥运 ----- 本刊记者 234
第 12 期“笔记本电脑维修专题”预告 ----- 编辑部 239
更正 ----- 278

标志表示本书附赠光盘中有与该文章相关的内容

附 录

国产主流品牌彩电工程模式大全 ----- 孙玉华 308
解析平板电视 提炼维修要点 ----- 347
海尔 P42S6A “三星国产化机芯”等离子彩电的电路解析及维修要点 ----- 周彦芳 347
长虹 LS15 机芯液晶电视的电路解析及维修要点 ----- 飞 宇 408
海信 TLM3201 (MST 机芯) 液晶彩色电视机电路解析及维修 ----- 李方健 425
康佳超给芯“SE”系列彩色电视机故障检修实例 ----- 曾垂吉 451
笔记本电脑电源电路常见故障的检修 ----- 赵广林 461
几种新型彩显典型开关电源电路剖析 ----- 张福恩 530
音响器材常用电子管主要参数一览 ----- 王绍华 540

三星大功率音响对管 2SA2151/2SC6011



文/黄 彤

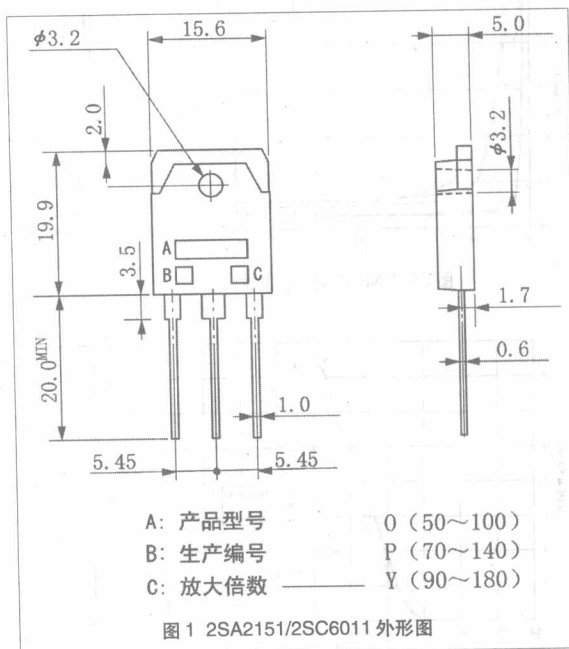
从家用电器、AV器材,到专业音响设备以及汽车电子等领域,功率半导体器件的应用是十分广泛的。以专业生产大功率半导体器件的日本SANKEN(原厂资料译作“三星”)电气公司,采用“削薄片厚度”的新技术,推出了新型大功率音响对管2SA2151/2SC6011。

三星公司生产的音响功率对管,素以品质高、音质佳、特性参数余量大等优点,受到用户好评,这次推出的新品,在半导体晶片的加工工艺中,采用了高精度研磨,使管芯基板的厚度大约减少了一半,使晶体管内部的热阻抗大降低,从而实现了大功率化和高可靠性。

硅晶片上电路层的有效厚度一般为几十微米,另外为了保证其功能,需要有一定的支撑厚度,所以,占总厚90%左右的晶片基板是为保证在芯片制造、测试、运送过程中有足够的强度,在电路层制作完成后,对其进行背面削薄,晶片的背面削薄对封装制造过程中的工艺要求极高,一般采用超精密磨削、研磨、抛光等工艺来完成。晶片的厚度越薄,元件导通电阻将越低,信号延迟时间越短,从而实现更高的性能,在音频领域的应用中,进一步提高了音质。另外,晶片越薄,其柔韧性越好,受外力冲击引起的应力也越小。减薄后的芯片可提高热散发效率、机械性能、电气性能、减小芯片封装体积,同时减轻划片加工量并提高成比率。

同时,由于采用了“削薄片厚度”工艺,2SA2151/2SC6011以TO-3P的封装获得了与TO-3PL封装同样的大功率输出,最大功率达到160W。其外形封装尺寸见图1。

2SA2151/2SC6011的特性频率为20MHz,直流放大倍数分为3挡,用英文字母表示,O为50~100,P为70~140,Y为90~180。该功率对管的极限参数见附表。从表中可以看出,根据特性参数的不同,对管分为两个档次,分别是



普通挡和带有字母后缀的“A”挡,即2SA2151A/2SC6011A,“A”挡产品的耐压更高一些,可达230V。

■ 极限参数

符号	参 数 值				单位
	2SA2151	2SA2151A	2SC6011	2SC6011A	
V_{CB0}	-200	-230	200	230	V
V_{CE0}	-200	-230	200	230	V
V_{EB0}	-6		6		V
I_C	-15		15		A
I_B	-4		4		A
P_C	160 ($T_c = 25^\circ\text{C}$)		160 ($T_c = 25^\circ\text{C}$)		W
T_j	150		150		$^\circ\text{C}$
T_{stg}	-55~+150		-55~+150		$^\circ\text{C}$

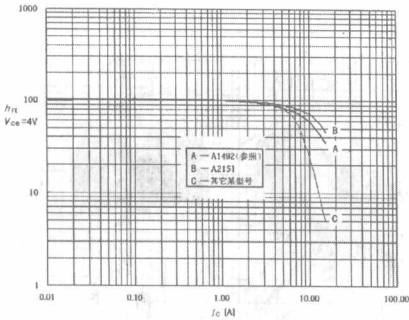


图2A PNP管 h_{FE} - I_C 曲线

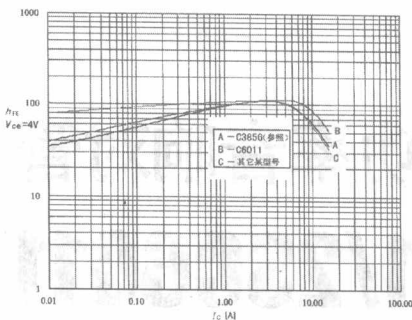


图2B NPN管 h_{FE} - I_C 曲线

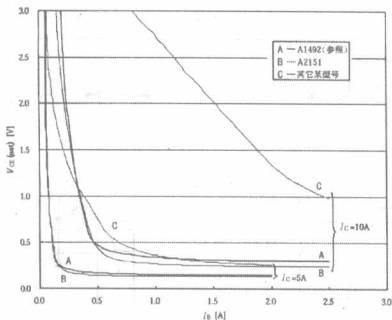


图3A PNP管 V_{CE} - I_B 曲线

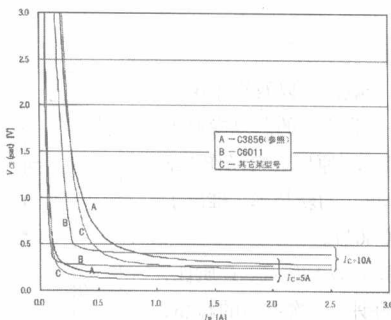


图3B NPN管 V_{CE} - I_B 曲线

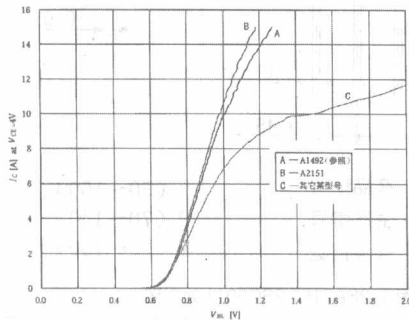


图4A PNP管 I_C - V_{BE} 曲线

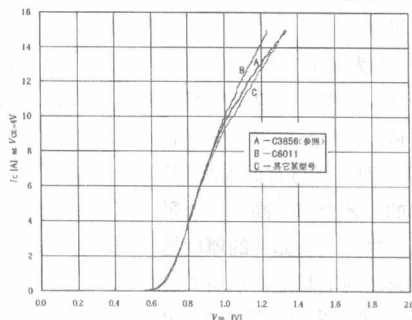


图4B NPN管 I_C - V_{BE} 曲线

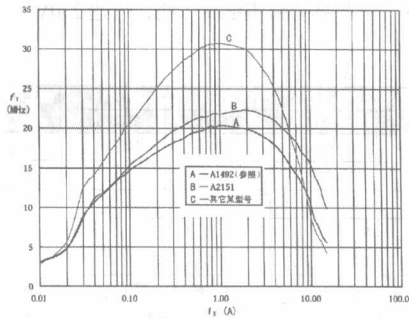


图5A PNP管 f_T - f_C 曲线

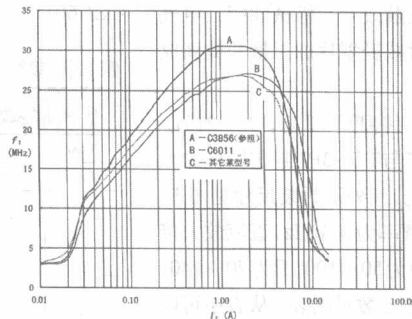


图5B NPN管 f_T - f_C 曲线

图2至图5为2SA2151/2SC6011与其它同类功率对管产品的特性比较图,供参考。

本期的《无线电》杂志将送出100对2SA2151A/2SC6011A给本刊读者,供实验研究及产品开发之用途。

在本期杂志中,夹有一份“新型元器件样品索取表”,如果你是一个电子设计工程师,或是无线电爱好者,只要认真填写表格,告诉我们你的设计用途,同时写清楚你的姓名、职业和通信方式,最好还有联系电话或E-mail。我们会从来信中挑选出50名读者,每人寄送2对功率对管样品。

由于样品数量有限,对于这次没有得到对管的读者,不要着急。今年的《无线电》杂志,期期都会送出一批新颖实用的电子元器件。另外,也欢迎对新器件、新产品推广感兴趣的厂家和经销商与我刊联系。

在此,感谢日本三星电气公司及特约经销商汕头市原音电子有限公司(电话:0754-8288828)对本期赠送新型元器件活动的大力支持! (X)

漫谈 D 类音频放大器

文 / 吴红奎 吴红静

D类放大器首次提出是在1958年前后,从可能性到实用性,从复杂到相对容易实现,从并不理想的功耗性能(效率)到远远超过AB类放大器,直至发展到现在更加集中于特定应用,其成本和性能(包括音质在内)理论上已经和AB类不相上下。

以液晶面板为主要特征的平面显示设备(如电脑显示器和电视机),出于体积(尤其是厚度)的要求和与效率直接相关的散热要求而更需要D类放大器。对于便携设备(如手机、PDA等)则对效率的要求更加苛刻,更小的体积也是很大的诱惑。

本文从器件的角度讨论D类放大器的基本情况,包括分类、技术指标和特性等,同时罗列了常见器件并展示了未来发展方向。

一、D类放大器的庐山真面目

根据IEC(国际电工委员会)60268-3文件的定义,音响放大器按工作状态分为A类、B类、AB类、D类4种。D类放大器在国内曾被称为开关式放大器,按照IEC对D类放大器的定义要点,即要放大的信号是载波形式或者经过调制的脉冲信号和功率输出级工作于开关状态,笔者认为目前出现的数字(数码)放大器或者T类放大器等都该属于D类放大器的范畴,只不过侧重点各不相同或者说是为了突出自己的特点罢了。依据侧重

点的不同,D类放大器也可以分成不同的种类,如图1所示。

1. 模拟信号输入 D 类放大器

(1) 脉宽调制(PWM)方式

① 固定频率调制:输入的模拟信号的瞬时幅度绝对值与频率数倍于自己的三角波的瞬时幅度绝对值相比较,高为1、低为0,由此,幅度变化的模拟信号就转化为宽度变化的方波脉冲信号了。

② 可变频率调制:先产生一个方波基准信号,频率随模拟输入信号的频率成正比变化,以此为基准,再产生一个与之同步的一倍频的三角波信号去与模拟输入信号比较,由此产生频率和宽度都可变的方波脉冲信号去推动功率放大级。

产生这种方式的原因是作为调制信号的三角波,其频率理论上要高于模拟信号的10倍以上才比较理想。对于20kHz的音频信号来说,250kHz的调制信号是基本要求,而对于音频的低端20Hz的信号来说又有些浪费了,

如果是高保真放大器,要求100kHz以内有平直的频率响应,就需要高达1MHz的调制信号,这样高的频率对功率输出级的效率和成本有很大影响,所以就出现了调制频率可变的D类放大器,这种方式被现代D类放大器广泛应用。PWM调制的基本原理如图2所示。

(2) 脉冲密度调制(PDM)方式

模拟信号的幅度变化经过调制转化为脉冲的密度变化,也可以理解为频率的变化,即单位时间内的脉冲个数。这种方式目前应用不多,主要是Sharp(夏普)的 $\Delta\Sigma(\Sigma-\Delta)$ 1bit(1比特)调制方式,也有多比特方式的方案发表。

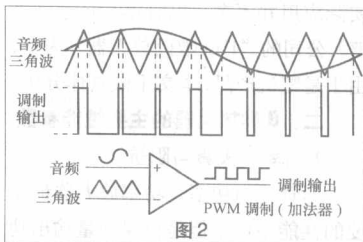


图2



图1

2. 数字信号输入 D 类放大器

(1) 前端 DAC 方式

也被称为半数字放大器, 数码输入放大器。数字输入信号经过 DAC (数模转换) 转换成模拟信号然后被模拟输入 D 类放大器放大。功率放大方式与模拟输入 D 类放大器相同。

(2) 全数字放大方式

数字输入信号不再被转换为模拟信号直接进行数字方式的放大, 也被称为全数字放大器, 真数字放大器, 对于已经来临的数字时代来说, 这种方式将来应该是大有前途的。

① PWM (脉冲宽度调制) 方式: 数字输入信号先经过超取样然后被 PCM/PWM 转换器转换为 PWM 信号, 经过电平转换器进行电平转换后送到功率放大器进行功率放大。

这种方式也可以称为 PCM 输入方式, 因为目前我们普遍使用的 CD 和 DVD 输出的都是 PCM (脉冲编码调制) 格式的信号, 所以这种方式被目前大多数公司采用。如果要兼容模拟输入信号, 就要附加 ADC (模数转换器) 把模拟信号转换为数字信号后再进行放大。

② PDM (脉冲密度调制) 方式: 对采用 DSD (Direct Stream Digital) 方式录制的 1bit 数字音频信号直接进行放大而不需要调制转换, 理论上可以获得很高的保真度, 目前数字音频设备输出的 SACD 格式的信号就是这样的, 对于其他数字格式的信号以及模拟信号就需要转换了, 不过保真度也主要和取样精度有关。

这种方式目前由于电路相对复杂实际应用并不多, 以日本 Sharp (夏普) 公司的“1bit 数码放大器”为主, 由于是整机产品, 本文不做具体分析。

二、D 类放大器的主要性能参数

1. 功率、失真与阻抗

尽管输出功率是功率放大器最主要的性能指标, 但是仅仅衡量输出功

率是不够的, 音频放大器的保真度同样重要。

“THD+N” (Total Harmonic Distortion Plus Noise, 总谐波失真 + 噪声) 是体现放大器保真度的典型指标, 或者说是音质表现, 以百分数表示, 数值越小越好。

负载阻抗就是我们常说的扬声器的阻抗, 单位是欧姆 (Ω), 这个数值直接影响到放大器的输出功率, 不合适的数值会影响放大器的正常工作甚至损坏。8 Ω 和 4 Ω 比较常见, 车用有 6 Ω 的, 我们常用的耳机是 32 Ω 的。

这三个参数同时标注才比较严谨全面, 实际大多也是这么做的, 只是测试方法和标准不同, 不同厂家的标注也差别很大。

2. PSRR 和 SVRR

这两个参数体现了放大器对电源的适应能力, 单位都是分贝 (dB), 只是侧重点不同, 绝对值越大越好。PSRR (Power Supply Rejection Rate, 电源电压抑制比) 主要体现对 50Hz 及 100Hz 的电源噪声抑制能力, 使用工频电源的放大器应优先考虑。SVRR (电源纹波抑制比) 主要体现对高频电源噪声的抑制能力, 使用开关电源的放大器应优先考虑。

3. SNR 和 CMRR

这两个参数体现了放大器对噪声的适应能力, 单位都是分贝 (dB)。SNR (信噪比) 主要体现对线路环路噪声的抑制能力, 也可以用 S/N 表示。CMRR (共模噪声抑制比) 主要体现对射频和无线串扰信号的抑制能力。这两个参数的绝对值越大越好。

4. 效率

D 类放大器的用电效率以百分比表示, 理论上越高越好, 最好同时对 THD+N 和 EMI 指标。D 类放大器的效率理论上可以达到 100%, 现在实践上已经达到 90% 左右。

三、D 类放大器的技术特征

1. D 类与 AB 类:

越来越多的厂商开始宣称由于 D 类放大器的高效将会是 AB 类放大器的替代者, 虽然有些言过其实, 至少目前还没有这种可能, 但是两类放大器之间的差异应该给予足够的关注。

(1) EMI 指标

EMI (电磁干扰, 电磁兼容) 指标是 D 类放大器特有的, 模拟放大器不存在这个问题, 当然电源部分的问题除外。

由于 D 类放大器的功率输出级工作在开关状态, 频率在几百千赫兹到 1MHz 以上, 高频脉冲的上升和下降时间在纳秒级, 干扰频谱会达到兆赫兹乃至更高级别, 由放大器产生的电磁干扰不容忽视。同时这样的放大器也容易受到外来高频电磁波的干扰, 在主要以数字方式工作的设备内更为明显, 如开关电源和电脑等。

很多技术被用来减少 EMI 的产生和减少 EMI 问题对自己的影响, 如扩频技术、可变调制频率以及采用差分方式来抑制射频干扰等。同开关电源一样, 良好的电路设计同样是保证低 EMI 的有效途径, 无论是单片式的放大器还是分立元件的都是一样的, 这也导致印制电路的设计难度增加, 对元器件选择及电路装配的要求更加严格, 并最终导致额外增加的成本不可忽视。

这个问题对车用放大器尤其重要, TI 和 Maxim 等公司都推出了专门针对车用的 D 类放大器的参考设计。由于限制标准繁杂, 各厂商在公开的资料中一般只是宣称符合某组织的某标准, 而没有相关的具体数值。

(2) THD+N 与听感表现

模拟放大器时代, “THD+N” 是衡量音质的最主要的参数, 但对于具有相同条件下相同 THD+N 数值的两类放大器来说是否一样呢? 答案是肯定的, 与在 CD 一类数字设备中出现的

“数码声”现象一样，D类放大器的同样表现会生硬或发毛，有时候即使其“THD+N”数值低一个数量级也是如此。也许就像晶体管放大器和电子管放大器难以相互替代一样，D类和AB类的情况大致也是这样。

2.LPF

人耳并不能直接听到数字方式的声音，目前用来发声的扬声器也不能直接接收数字声音让人耳听到，D类放大器与扬声器之间就需要把数字信号转换成模拟信号才可以让我们听到。在放大器和扬声器之间插入LPF(LC滤波器)可以简单有效地完成这个任务，L代表电感，C代表电容，把它理解为功率数模转换器也许更容易理解。下文中的LPF都是特指LC输出滤波器。

对于100kHz以上的高频信号来说，采用几十微亨(μH)的空芯或者磁芯电感和1 μF 以下的电容就可以了，这意味着可以采用很小体积的电感和电容。即使如此，对于体积要求苛刻的应用仍然很难接受，如手机、MP3等。无LC滤波器的D类放大器应运而生，这时扬声器的音圈被作为电感的替代品，因为音圈本身就是一个电感。虽然为了兼顾EMI的要求一般仍然需要一个磁芯滤波器，其实就是一根穿过极小磁芯的导线而已，所以无LC滤波器设计至少省略了30%以上的占板面积。不同厂商对这项技术的称呼有所不同，但实质大同小异，如Filter-Free、FilterLess等。这项技术也加重了扬声器音圈的负担，但对小功率应用可以忽略。

3.单片与多片

单片形式无疑可以缩小体积并降低电路的复杂程度，EMI问题也更容易兼顾，不过电路的灵活性就要大打折扣了，对于大功率应用，技术上实现也有一定的困难。

对于便携式应用，单片和无LPF

设计深入人心，而且已经蔓延到了中等功率(10W~20W左右)应用，但这并不能说明单片式设计是最优秀的方式，采用“PWM调制控制级+功率输出级”组合方式一样可以获得优良的性能，对于中等以上的功率，这种模式被广泛应用。功率控制级可以采用集成电路，也可以由多个场效应管组成，PWM调制控制级也可以同时完成更多的任务，如均衡器、音量控制等。如果你认为这种组合的灵活性仍然受到限制，那么IR公司采用通用器件推出的D类放大器设计就可能是你的不二选择，虽然它更多地采用了该公司自己生产的元件。

4.pop与click

pop(暴音)是放大器上电瞬间发出的声音，click(啉啉音)是放大器掉电瞬间发出的声音，这类声音会令人不快，对于大功率放大器，有时甚至会损害扬声器。模拟放大器最常用的方法是在放大器和扬声器之间插入继电器，通过延时接入和瞬时断开扬声器来避免此类现象。对于D类放大器大都采用了专门的电路来抑制此类声音而不再需要继电器，而且对于便携应用，继电器也是不允许的。

5.独立散热器

对于模拟放大器，独立的大型散热器我们并不陌生，能够输出1W功率的TDA2822曾经让我们感到很经典。虽然现在1W左右的AB类放大器也同样不需要独立散热器，但对于功率稍大一些的应用，独立的乃至大型的散热器仍是必须的，D类放大器早期推出的一些型号也是如此，如TDA7482、LM4652等。现在，板上700W、单通道120W左右的D类应用可以不需要独立散热器，至少不是必须的了，当然必要的铜箔面积还是需要的。随着效率的提高，更大功率的放大器也不需要独立散热器的产品也会出现。

四、D类放大器的春秋战国

这里尽笔者所能，罗列了常见公司的主要IC产品和技术方案以及专门技术，虽然部分公司也生产整机，因与本篇主旨关系不大而未罗列，这些公司以有多年深厚模拟技术功底的欧美公司居多，各公司的技术与产品各有千秋，侧重点也各有不同。

每个IC或者方案的名称后面同时显示了其功率和相应的负载阻抗、THD+N指标，基本形式为：IC名称(输出功率×通道数量，负载阻抗，THD+N)，如果一组IC或方案的某个指标相同，会统一标注在这一组的后面而在括号里省略，没有详细资料的则省略。笔者认为按照“1kHz，1W”的条件来标注THD+N有些片面，同样按照10%的“THD+N”数值来标注输出功率也有些过时，所以下文这些数值的标注笔者尽量采用标称输出功率下的“THD+N”数值，这些数值有些是从厂家公开发布的性能曲线上读出的，可能会有些误差。

这些IC和方案基本有以下三种形式：

(1)单片IC：由一个IC加上必要的外围元器件完成D类放大器的全部功能，针对便携应用的产品都是采用这种形式，部分中功率产品也采用了这种形式，模拟输入方式居多。

对于数字信号输入方式，如果内建DAC(数模转换器)，就是将数字信号转换为模拟信号再按模拟信号输入单片IC方式放大，并非全数字放大，我们可以称之为数字信号输入单片IC(前端DAC方式单片IC)。另一类则不依靠DAC而进行数字放大，常见的方式是直接进行PCM到PWM的转换，我们可以称之为全数字单片IC。

(2)IC组合：由PWM调制控制IC+功率输出IC组成，中大功率多采用这种形式，PWM调制控制IC一般都包含多种附加功能，如音量、音调控制

等。

同单片IC一样,也有模拟信号输入IC组合、数字信号输入IC组合和全数字IC组合三种方式。

(3) IC-FET组合:由PWM调制控制IC+分立元件的功率输出级组成,功率输出级一般采用场效应管,容易实现更大的功率输出。

同单片IC一样,也有模拟信号输入IC-FET组合、数字信号输入IC-FET组合和全数字IC-FET组合三种方式。

1.TI (Texas Instruments, 德州仪器)

模拟信号输入单片IC有: TPA2010D1 (1.1W × 1)、TPA2012D2 (1.4W × 2)、TPA2005D1 (1.2W × 1)、TPA2032D1/TPA2033D1/TPA2034D1 (1.4W × 1), $V_{CC}=5V$, 8Ω , THD+N ≤ 1%; 针对便携应用,采用 Filter-Free 技术,无需 LPF,效率 ≥ 90%。如 TPA2010D1 采用九焊球 WCSP (芯片级)封装,大小仅为 1.45mm 见方。

针对平板显示设备的模拟信号输入单片IC有 TPA3001D1 (15W × 1)、TPA3100D2 (20W × 2)、TPA3002D2 (7W × 2)、TPA3004D2 (12W × 2)、TPA3003D2 (3W × 2)、TPA3005D2 (6W × 2)、TPA3007D1 (5W × 1)、TPA3008D2 (8W × 2)、TPA3101D2 (10W × 2), THD+N ≤ 1%, 效率 ≥ 85%。采用 Filter-Free 技术,但至少需要采用磁芯滤波器,与扬声器的连线也不能过长,否则仍然需要 LPF。一般不需要独立散热器,依靠IC底部外露的增强型金属散热焊盘,通过印制电路板即可达到理想的散热效果。

针对汽车音响应用的模拟信号输入单片IC有 TAS5414 (单端输入)和 TAS5424 (差分输入),单片4声道,负载可低至 2Ω , 14.4V 单电源可以为 4Ω 负载提供每声道 22W 的功率而 THD+N 低于 1%, 效率 ≥ 90%, SNR

典型值为 105dB。二者都采用了栅极优化驱动技术以及专利的 AM 干扰抑制技术,具备优良的 EMI 特性,即使苛刻的车载应用也无须专门屏蔽和其他抗 EMI 干扰措施。

TPA3200D1 (15W × 1, 8Ω , THD+N ≤ 0.5%) 是数字信号输入单片IC,支持 I²S 和 16-bit R-J 格式的数字信号输入,内建 DAC,效率 ≥ 85%,无需专门的散热器。

TI 针对娱乐消费和专业领域的全数字放大器采用全数字IC组合方案,采用了专利的“Pure Path Digital”技术。PWM 调制控制级 (Digital Audio PWM Processor) 和功率输出级 (PowerStages) 可以有多种组合方式。

目前 TI 推荐采用 TAS5086 (6 通道 PWM 调制控制级) 搭配 TAS5122 (30W × 2, 6Ω)、TAS5112A、TAS5111A (70W × 1, 4Ω)、TAS5142 (80W × 1, 6Ω)、TAS5186A (25W × 5, $6\Omega+45\times 1, 3\Omega$) 组成动态范围为 95dB~105dB 的功率放大器, THD+N ≤ 0.2%。TAS5518 搭配 TAS5152 (55W × 2, 8Ω)、TAS5261 (125W × 1, 8Ω)、TAS5162 (300W × 1, 4Ω , THD+N ≤ 10%) 可以组成动态范围为 110dB 的功率放大器, THD+N ≤ 0.1%。这些放大器的效率最高可达 95% 以上。

此类IC还有多款更早推出的型号,包括 TAS5001、TAS5010、TAS5012、TAS5015、TAS5028、TAS5036A/B、TAS5504、TAS5504A、TAS5508B 等 PWM 调制控制级和 TAS5110、TAS5110A、TAS5111、TAS5121、TAS5121I、TAS5182 (栅极驱动)、TAS5186A 等功率输出级。

2. MAXIM (美信)

MAXIM 的“Direct Drive”技术主要用于耳机放大器,用来实现低压

单电源条件下无输出隔直电容。“SSM (Spread-Spectrum Mode, 扩频调制)”技术主要用来实现无 LPC 并且低 EMI 目标。

针对便携应用的模拟信号输入单片IC有: MAX9746 (1.2W × 1, 8Ω)、MAX9702 (1.8W × 2, 4Ω)、MAX9701 (1.3W × 2, 8Ω)、MAX9759 (2.6W × 1, 3Ω)、MAX9715 (2W × 2, 4Ω)、MAX9705 (2.3W × 1, 4Ω)、MAX9770/ MAX9772 (1.2W × 1, 8Ω)、MAX9700 (1.2W × 1, 8Ω)、MAX9712 (0.7W × 1, 16Ω)、MAX9773 (1.8W × 2, 4Ω)、MAX9706/ MAX9707 (2.3W × 3, 4Ω)、MAX4295 (1.5W × 1, 8Ω), THD+N ≤ 1%。其中的 MAX4295 还可以通过 14 脚、15 脚的逻辑电平来设定四种调制频率以便针对具体应用来减少 EMI 干扰。

针对平板显示设备的模拟信号输入单片IC有: MAX9709 (25W × 2, 8Ω)、MAX9708 (16W × 2, 8Ω)、MAX9704 (10W × 2, 8Ω)、MAX9703 (15W × 1, 8Ω)、MAX9713 (6W × 1, 16Ω)、MAX9714 (6W × 2, 16Ω), THD+N ≤ 1%, 效率 ≥ 85%, 支持 FFM (固定频率模式) 和 SSM (扩频模式) 双模式, 无需独立散热器, 部分型号带有直流音量控制功能或者增益选择端子。

3. NS (美国国半)

应用于模拟放大器的“Boomer”和“Overture”的技术同样被 NS 用于模拟信号输入的 D 类放大器。主要特点是比较小的封装和比较少的外围元件,如 LM4673 采用九焊球 micro-SMD 封装,大小只有 1.4mm 见方,包括焊球的高度是 0.6mm,典型应用只需要 3 个外围元件,如图 3 所示,号称是世界上最小的 D 类放大器。

“Boomer”系列有 LM4663 (2W

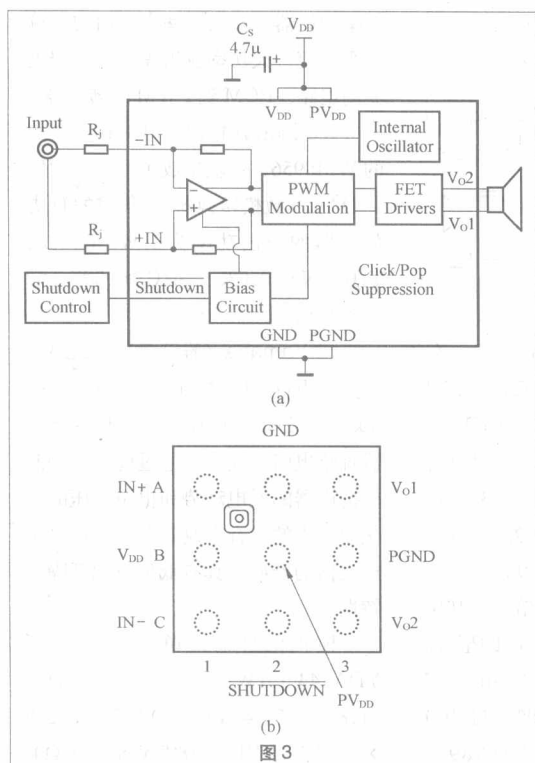


图3

放大器控制集成电路), 意为电路搭配灵活, 驱动能力强, 输出功率理论上只受限于外接的功率输出级的场效应管。

这些型号包括: LX1710 (25W × 1)、LX1711 (50W × 1)、LX1720 (10W × 2)、LX1721 (25W × 2)、LX1722 (60W × 2), 4Ω, THD+N ≤ 1%。型号中如果只有最后一位数字不同就表示是同一系列的产品, 引脚兼容, 奇数表示高保真(High Fidelity)型号, 输出功率小一些, 偶数表示高功率型号, 输出功率大一些。

Microsemi 也有针对便携设备的单声道单片D类放大器LX1701 (2W, 4Ω, THD+N ≤ 1%) 可供选择, 采用CMOS技术, MLPQ封装, 无需LPC。

5. Zetex

模拟信号输入IC-FET组合方案包括ZXCD1000和ZXCD1010。ZXCD1000采用推挽驱动方式, 可以实现50W, 100W乃至500W的输出功率(THD+N ≤ 1%), 效率 ≥ 90%, ZXCD1010是其增强版本。在Zetex最新的500W的参考设计中, 采用ZXCD1000, 在1W~380W (4Ω) 的输出功率范围内, 其THD+N ≤ 0.05%, 频率响应20Hz~250kHz, DNR为98.5dB, 足见Zetex的设计功力和ZXCD1000适应能力。国内也有多种采用ZXCD1000的产品出现, 但对其音质表现却也是褒贬不一, 这和器件选择和装配工艺有很大关系, 孰对孰错, 难以定论。

全数字IC-FET组合方案有ZXCW8100, 采用注册商标的“Acoustar”和“NOVALOAD”技术, 双通道, 支持常见的四种数字音频格式, 集成数字音量、高低音控制(SPI界面), 基于硬件的数字静音技术, 最高PWM调制频率可达2MHz, 全桥方式可以实现50W × 2的输出功率, 插入栅极驱动电路, 则输出功率主要受限于功率输出级的场效应管。多片ZXCW8100可以很好的协同工作, 组成5.1以及更多通道的数字功率放大器, 动态范围可以达到100dB以上。

“Acoustar”是Zetex系列产品的统一名称, “NOVALOAD”则是防止音量和音调的不正确调整造成系统过载从而引起失真上升的专门技术, 可以称之为自动增益控制技术。

Zetex还宣称自己开发成功了以“Class Z”为商标的以兼顾音质和输出功率的新型数字放大器技术, 该技术的核心是Direct Digital Feedback (数字直接反馈) 技术, 通过一个高速精确的数字反馈环路来实现大功率输出条件下的低失真目标。目前尚未见到有上市产品。

6. IR (国际整流器公司)

 International Rectifier

IR并没有像同行那样推出专门的集成电路, 凭借自己在功率半导体设计制造领域的雄厚实力, 倾向于采用通用集成电路来实现低成本高性能的模拟信号输入的D类放大器设计, 实际上很多采用分立元件功率输出级的公司的参考设计中采用的就是IR的场效应管。

IR推出的“IRAUDAMP1”D类放大器参考设计, 输出功率可以达到250W × 2的水平(±60V电源, 4Ω, THD+N ≤ 0.1%, 效率 ≥ 93%), 其框图如图4所示。

IR推出的“IRAUDAMP3”6通道D类放大器参考设计, 电路结构与

× 2, 4Ω)、LM4664 (1W × 1, 8Ω)、LM4665 (1W × 1, 4Ω)、LM4666 (1.2W × 2, 8Ω)、LM4667 (1.3W × 1, 4Ω)、LM4670 (2.3W × 1, 4Ω)、LM4671 (2.2W × 1, 8Ω)、LM4673 (2.15W × 1, 4Ω), THD+N ≤ 1%。采用“Filterless”的名称表示不需要LPC。

“Overture”系列有LM4652 (125W × 1, 4Ω)、LM4668 (8W × 1, 8Ω)、LM4680 (8W × 1, 8Ω)、LM4682 (10W × 2, 8Ω), THD+N ≤ 1%。其中LM4652只是D类放大器的功率输出级, 需要搭配PWM调制控制器LM4651使用, 适合超重低音功率放大器使用。

4. Microsemi

Microsemi采用模拟信号输入IC-FET组合方案, 注册了“AudioMax”商标, 称自己的PWM调制控制IC是Integrated Switching Class-D Controller IC (全功能D类

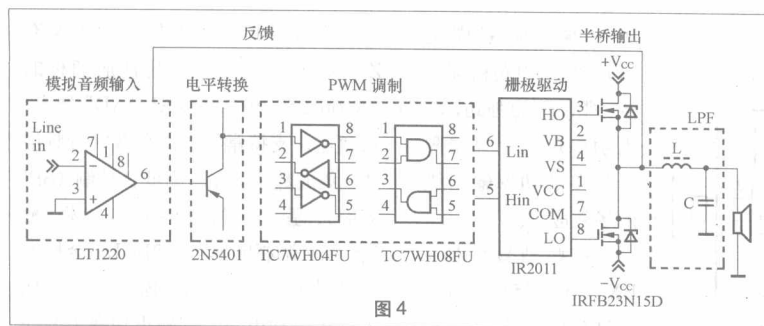


图4

“IRAUDAMP1”大同小异,同样是半桥方式,输出功率为 $60\text{W} \times 6$ ($\pm 35\text{V}$ 电源, 4Ω , $\text{THD}+\text{N} \leq 0.01\%$),按 $\text{THD}+\text{N} \leq 1\%$ 计则为 $120\text{W} \times 6$,效率 $\geq 94\%$,无需独立散热器是其明显的特点。

7. JamTech (混合信号半导体公司)

JamTech为专利的“sub-ranging PWM (分段脉冲宽度调制)”技术注册了“True Fidelity” (高保真) 和“direct digital Synchronous Bi-modulation” (数字同步调制) 两个商标,这是一种无须 $\Delta\Sigma$ 调制的开环形式数字放大技术,没有DAC带来的失真和噪声并且具有很宽的动态范围,理论上可以实现更高的集成度和更高性能的音频。

JamTech公司2006年准备推出四款单片全数字D类放大器,分别是JM2020 ($8\text{W} \times 2$, 100dB), JM2105 ($10\text{W} \times 2$, 100dB), JM2120 ($20\text{W} \times 2$, 105dB), JM2121 ($15\text{W} \times 2$, 105dB), 8Ω , 括号里最后一组数字表示SNR。除了JM2020是SPDIF和PS输入方式外,其余都支持PS、LJ和RJ格式的数字信号输入。

这几款产品都集成了数字音量控制, JM2020已上市,未来产品将实现ZCD (无跳跃的平滑音量控制) 并带有每声道独立的静噪控制,采用更小的 $7\text{mm} \times 7\text{mm}$ 的QFN封装,引脚数量由现在的64个减少到48个。

8. Philips (飞利浦)

模拟信号输入单片IC有TDA8922 ($15\text{W} \times 2$, 8Ω), TDA8922B ($22\text{W} \times 2$, 8Ω), TDA8924 ($65\text{W} \times 2$, 2Ω), TDA8920 ($25\text{W} \times 2$, 4Ω), TDA8920B ($60\text{W} \times 2$, 3Ω), TDA8590TH ($45\text{W} \times 2$, 4Ω), $\text{THD}+\text{N} \leq 0.5\%$, 效率 $\geq 90\%$ 。都支持单声道模式以实现功率倍增,其中TDA8590TH是针对车用音响的型号。

模拟信号输入IC组合有TDA8929 (双通道PWM调制控制IC) 和与之搭配的功率输出级TDA8925 ($12\text{W} \times 2$, 8Ω), TDA8926 ($30\text{W} \times 2$, 8Ω), TDA8927 ($55\text{W} \times 2$, 4Ω), $\text{THD}+\text{N} \leq 1\%$ 。

TDA8939TH ($120\text{W} \times 2$, 6Ω , $\text{THD}+\text{N} \leq 0.5\%$) 是全数字放大器功率级,采用了Zero dead time (零死区时间控制) 技术,效率 $\geq 90\%$ 。

上述型号都需要双电源供电,不过Philips的单片D类放大器需要的外围元件很少,大致与AB类相当,如果能够采用单电源就更好了。

9. Wolfson (欧胜)

只提供PWM调制控制IC,功率输出级和Philips兼容,如TDA8939TH,也可以采用分立元件组成。

WM8602针对2.1应用, WM8608针对5.1、6.1和7.1应用,二者都是全数字PWM控制调制器,配合功率输出级可以组成全数字放大器,典型的输出功率为 $30\text{W}/\text{声道}$ ($\text{THD} \leq 0.1\%$),集成了数字音量控制和4段

频率均衡器,输出功率主要由功率输出级决定,大功率应用需要插入栅极驱动电路、PCM到PWM的转换器。

Wolfson还推出了针对移动产品的WM8956,一款集成了耳机放大器的DAC (数模转换器),集成的D类放大器的输出功率为 1W (8Ω , $\text{THD}+\text{N} \leq 0.03\%$, $\text{SRC} \geq 98\text{dB}$, 效率 $\geq 88\%$)。

10. Yamaha (雅马哈)

采用特有的“Pure Pulse Direct Speaker Drive Circuit” (纯脉冲扬声器直驱电路) 技术,通过检测并抑制由扬声器的反电动势和电源电压的变化而产生的噪音来改善无LPF的D类放大器的音质,具有低失真和低噪声特性。

模拟信号输入单片IC包括YDA144 ($2.1\text{W} \times 2$, 4Ω), YDA131 ($1.8\text{W} \times 2$, 4Ω), YDA137 ($3.5\text{W} \times 2$, 2Ω), YDA138 ($8\text{W} \times 2$, 8Ω), YDA143 ($15\text{W} \times 2$, 4Ω), $\text{THD}+\text{N} \leq 0.1\%$ 。

YDA139 ($2\text{W} \times 2$, 4Ω , $\text{THD}+\text{N} \leq 1\%$) 集成了DAC,同时支持模拟和数字输入。YDA142 ($9\text{W} \times 2$, 8Ω , $\text{THD}+\text{N} \leq 10\%$) 集成了DAC,只支持数字输入。

PWM调制控制IC包括YDA135和YDA136。YDA135 ($12\text{W} \times 2$, 4Ω , $\text{THD}+\text{N} \leq 0.1\%$) 为模拟信号输入, YDA136 ($100\text{W} \times 2$, 6Ω , $\text{THD}+\text{N} \leq 0.08\%$) 集成了DAC,同时支持模拟和数字输入。括号里的输出功率数值需要配合恰当的功率输出级才能实现。

Yamaha支持数字输入的放大器集成了DAC,将数字信号转换为模拟信号并提供了模拟输出端子,不属于全数字放大器。

Yamaha的单片D类放大器也具有外围电路相对简单的特点。

11. TriPath

为了区别于早期的D类放大器,

TriPath 为获得专利的 DPP (Digital Power Processing) 技术注册了“CLASS-T”商标, 将采用这种技术的 D 类放大器称为 T 类放大器。

TriPath 推出了多种形式的 T 类放大器, 早期产品有 TA2020、TAA4100、TA3020、TDA2500、TK2019、TK2150、TPS4100 等, 但已经不再推荐新设计产品使用了。

TriPath 新近的产品采用了 DDP 和“Audiophile”技术, 这些产品包括:

模拟信号输入单片 IC: TAA2008 ($5W \times 2$, 8Ω , $THD+N \leq 0.03\%$)、TAA2009 ($5W \times 2$, 8Ω , $THD+N \leq 0.05\%$)、TA2024C ($9W \times 2$, 4Ω , $THD+N \leq 0.03\%$)、TA2021B ($13W \times 2$, 4Ω , $THD+N \leq 0.05\%$)、TAA4100A ($40W \times 4$, 4Ω , $THD+N \leq 0.01\%$)。

数字信号输入 IC 组合: TK2050 (TC2002+TP2050), 括号里是芯片组合的名称。TriPath 为集成方式的组合定义了一个单一的名称以方便客户管理, 早期的 TK 系列产品也是如此。

模拟信号输入 IC-FET 组合: TDA1400 ($310W \times 1$)、TDA2075A ($145W \times 2$), 4Ω , $THD+N \leq 0.1\%$ 。

全数字 PWM 调制控制器有 TCD6000 和 TCD6001, 六通道, 支持 PCM 格式音频, 集成数字音量控制。

TCD6000 针对多声道和家庭影院应用, 推荐的功率输出级是 TP2050 (35×2 , 8Ω , $THD+N \leq 0.02\%$)。TCD6001 针对车载音频应用, 两个独立的耳机放大器通道, 四个功率驱动通道。特有的“AM Mode”模式和“AM IN”输入端子, 可以将放大器包括功率输出级置于 B 类状态, 即相当于增加了一个数字/模拟状态开关, 以适应收音机等对 EMI 要求严格的应用场合。推荐的功率输出级是 TPS4100A (50×4 , 4Ω , 0.03%)。

12.ADI(Analog Devices)

ADI 的 AD199X 系列模拟输入单片 IC 采用了 $\Delta-\Sigma$ 调制技术, 一种 1bit 的脉冲调制方法, 不会像通常的 PWM 调制方法那样产生干扰广播频段的可闻调制噪声, 搭配全桥方式的功率输出级, 使用闭环控制, 可实现极佳的线性。该系列还集成了 PGA (Programmable Gain Amplifier, 可编程增益控制)。

AD199X 系列包括 AD1990 ($5W \times 2$)、AD1992 ($10W \times 2$)、AD1994 ($20W \times 2$)、AD1996 ($40W \times 2$), 4Ω , $THD+N \leq 0.01\%$ 。

该系列中还有 AD1991 ($20W \times 2$, 4Ω , $THD+N \leq 0.1\%$), 只是 1-bit 功率输出级, 需要和前级数字控制模块配合使用。

针对便携应用的模拟输入单片 IC 有 SSM2301 ($1.4W \times 1$)、SSM2302 ($1.4W \times 2$)、SSM2304 ($2W \times 2$), 8Ω , $THD+N \leq 1\%$, 采用 SSM(扩频模式), 无需 LPF。

13.Cirrus Logic

全数字 IC 组合方案, 开环方式的 $\Sigma-\Delta$ 调制技术, 扩频模式 (SSM), 注册商标的“PWM Popguard”技术减少开关机噪音。

PWM 调制控制器包括 CS44600 (6 通道) 和 CS44800 (8 通道), 集成了数字音量控制, 与之配合的功率输出级有 CS44130 ($20W \times 2$, 8Ω , $THD+N \leq 1\%$), 支持单通道 ($40W$) 或四通道 ($11W$) 模式。

14.ST (STMicroelectronics) 与 Apogee

ST 采用自有技术推出的模拟输入单片 IC 需要双电源和独立散热器 (TDA7480 除外), 包括早期单声道型号 TDA7480 ($7W$)、TDA7481 ($13W$)、TDA7482 ($18W$), 8Ω , $THD+N \leq 1\%$ 以及新近推出双声道型号 TDA7490 系列, 有 TDA7490 ($18W$)、

TDA7490L ($10W$)、TDA7490SA ($8W$)、TDA7490LSA ($8W$), 4Ω , $THD+N \leq 1\%$ 。

Apogee 公司开发了应用于 D 类放大器的 DDX (Direct Digital Amplifier, 数字直放) 技术并注册了商标, 这是一种专利的 PCM/PWM 转换技术, 可以实现 100dB 以上的信噪比和动态范围, 兼容 S/PDIF、IIS 和 AC'97 等各种标准数字输入接口, 集成数字音量和音调控制, 将 PCM 串行信号变成 PWM 信号并进行功率放大, 从而实现功率放大器的全数字化。

Apogee 自己生产的产品包括 PWM 调制控制集成电路 DDX-2000 (双通道)、DDX-4100 (6 通道)、DDX-8000 (8 通道)、DDX-8100 和功率输出级 DDX-2060 ($35W \times 2$, 8Ω)、DDX-2100 ($50W \times 2$, 8Ω), $THD+N \leq 1\%$ 。

ST 获得了使用 Apogee 的 DDX 技术的授权, 生产了多种型号的采用 DDX 技术的全数字放大器。这些产品包括 PWM 调制控制集成电路 STA304/A (6 通道)、STA308/A (8 通道)、STA320 (2.1 通道) 和功率输出级 STA500 ($30W \times 2$, 8Ω)、STA501 ($50W \times 1$, 8Ω)、STA505/A ($50W \times 2$, 8Ω)、STA506/A ($60W \times 2$, 8Ω)、STA508/A ($80W \times 2$, 8Ω)、STA515 ($20W \times 4$, 4Ω)、STA518 ($24W \times 4$, 4Ω), $THD+N \leq 10\%$ 。

其中 STA308A 和 STA320 集成了 ST 的“AutoModes”技术用来实现丰富的音频调整功能, 如图示均衡器、预设均衡、等响度控制等。STA304/A 和 DDX-4100、STA308 和 DDX-8000、STA308A 和 DDX-8100 的功能都大致相同, 引脚数量与名称完全相同, 但引脚是否完全兼容尚不清楚。

ST 新近又推出了采用了 DDX 和“AutoModes”技术、IIS 输入方式的专门针对 2.1 应用的单片产品 STA323、