

新型实用 功率放大电路 集锦

杨帮文 编著



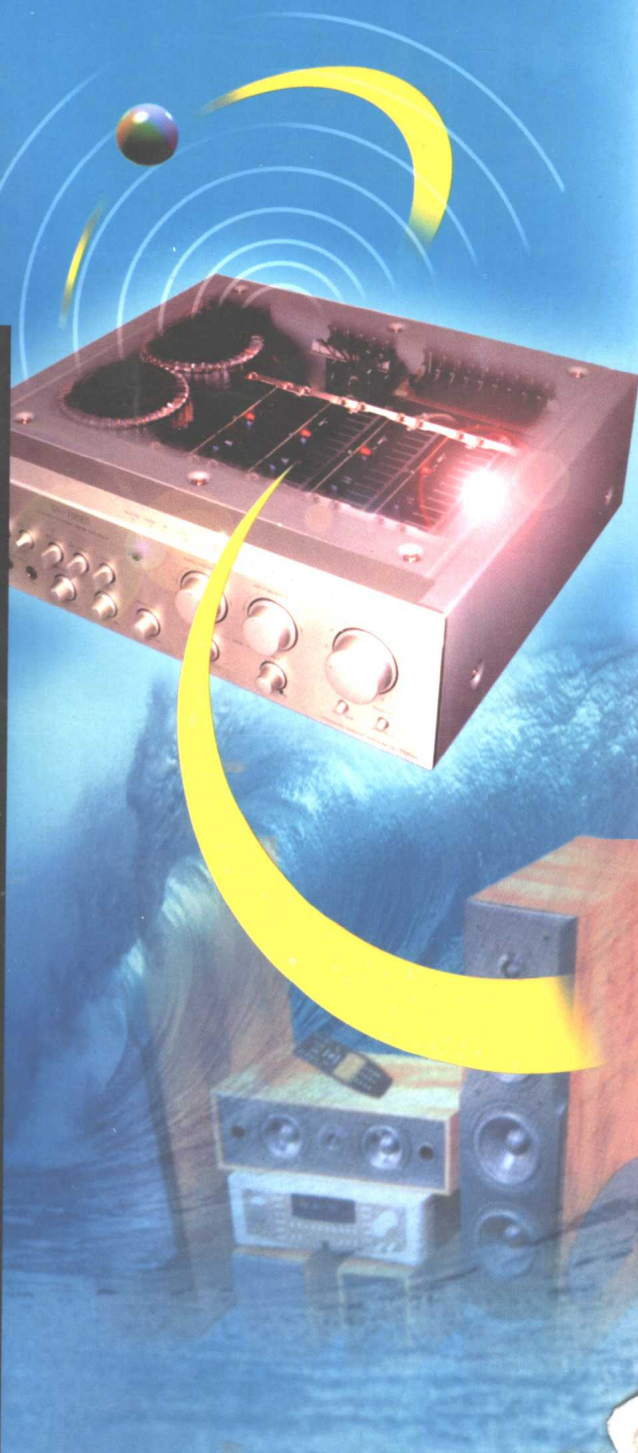
无线电爱好者丛书

各种功率放大电路
原理详尽解说

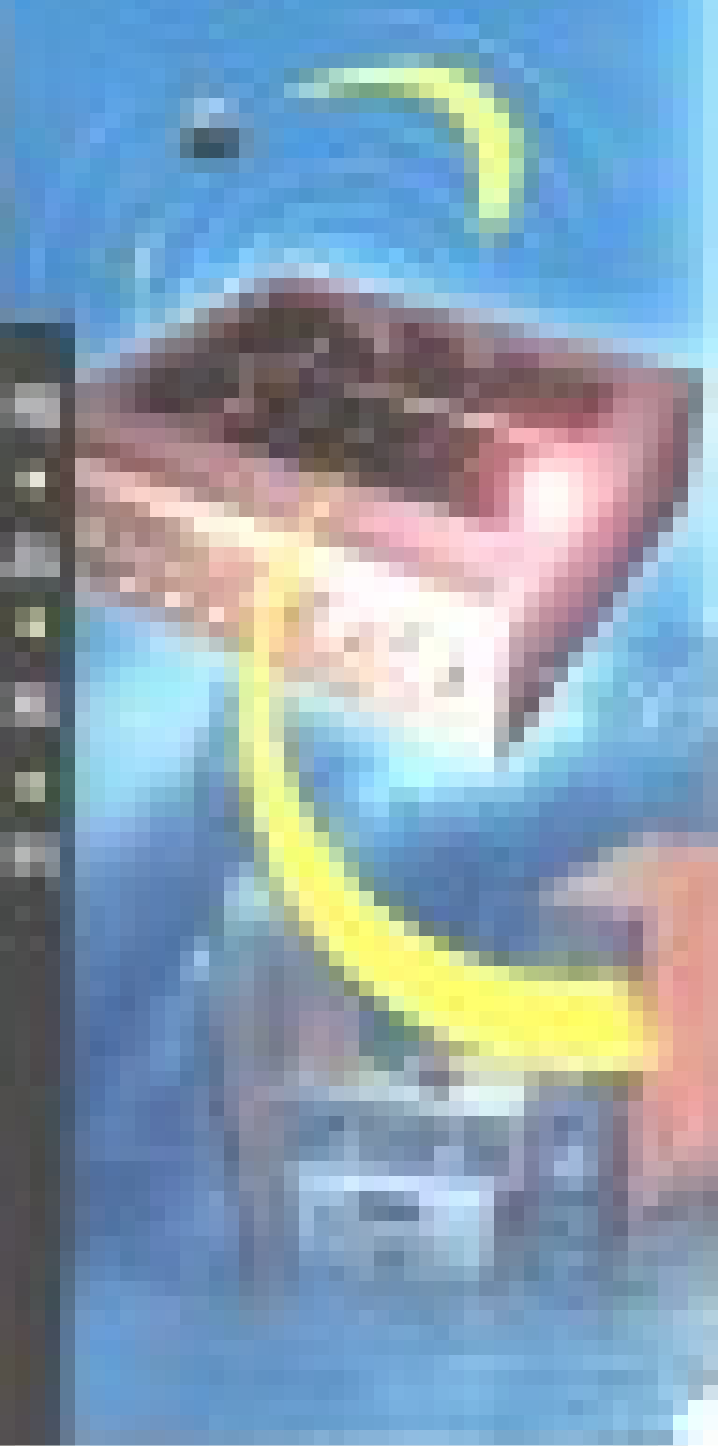
电子管功率放大器·胆石混
合功率放大器·晶体管功率
放大器·场效应管功率放
大器·高频功率放大器·
有源功率放大器……大放送

大量实用电路设计实例·
设计技巧·制作与调试
方法·教你轻轻松松
成为“摩机”高手

精
品
系
列



新型实用 功率放大电路 案例



功率放大器

功率放大器

功率放大器

功率放大器

功率放大器

无线电爱好者丛书精品系列

新型实用功率放大电路集锦

杨帮文 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型实用功率放大电路集锦/杨帮文编著. —北京: 人民邮电出版社, 1999. 9

ISBN 7-115-07776-2

I. 新… II. 杨… III. 功率放大器-电路图-图集 IV. TN722.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 13799 号



本书主要介绍了目前较为流行的各种功率放大器的工作原理、元器件选择、制作与调试, 包括电子管功率放大器、胆石混合功率放大器、模块功率放大器、晶体管功率放大器、集成电路功率放大器、晶体管与集成电路混合功率放大器、场效应管混合功率放大器、高频功率放大器、有源功率放大器。书中所选的电路均具有较强的代表性。

本书内容丰富, 语言生动, 实用性强, 是音响发烧友“摩机”的必备参考用书。本书可供无线电爱好者, 音响产品设计开发、维修人员参考使用。

《无线电爱好者丛书》精品系列

新型实用功率放大电路集锦

◆ 编 著 杨帮文

责任编辑 姚予疆

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

北京朝阳隆昌印制厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 24

字数: 594 千字

1999 年 9 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

1999 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-07776-2/TN · 1479

定价: 31.00 元

中国电子学会
《无线电爱好者丛书》编委会

主 任： 杜肤生

副 主 任： 徐修存 宁云鹤 李树岭

编 委： 王亚明 刘宪坤 王明臣

刘 诚 孙中臣 安永成

郑凤翼 赵桂珍 聂元铭

郑春迎 孙景琪 李勇帆

刘文铎 陈有卿 徐士毅

于世均 贾安坤 张国峰

无线电爱好者丛书前言

众所周知,迅速发展着的无线电电子技术,是一门应用十分广泛的现代科学技术。它的发展水平和普及程度是现代化水平的重要标志。为了普及电子技术知识,培养更多的无线电爱好者,适应现代化建设的需要,中国电子学会和人民邮电出版社约请有关专家编写了这套《无线电爱好者丛书》。

本丛书从无线电爱好者的实际条件出发,按照理论联系实际的指导思想,深入细致地讲述各种无线电元器件和常用电子电路的原理;介绍各种家用电器、电子设备(如收音机、扩音机、录音机、电视机、录像机、电子计算机、计算器、复印机、电子相机、常用电子仪器仪表、电子钟表、电冰箱、空调器、洗衣机、吸尘器、电风扇、电热器具等)的工作原理、制作技术、使用和维修方法,为无线电爱好者提供所需的各种技术资料及有关工具书,使读者通过阅读本丛书和不断动手实践,能逐步掌握应用电子技术的基本技能。本丛书的读者对象是各行各业的广大无线电爱好者。

我们衷心希望广大电子科学技术工作者、专家、学者和无线电爱好者,对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见,给予帮助。让我们共同努力,为普及无线电电子技术,为实现我国现代化做出贡献。



随着人们生活水平的提高，建立适于自己口味的家庭影院梦幻组合已不是梦想。广大音响发烧友渴望找到新颖、实用的功率放大电路的资料，并根据自己的需要和兴趣动手组装，在组装过程中感受到一份自我创造的乐趣。为了帮助发烧友提高制作水平，我们编著了这本集原理、制作、调试、维护及应用于一体的《新型实用功率放大电路集锦》一书，以飨读者，使他们能尽快掌握安装制作技术，从而能加工出音调清晰、音域宽广、音质优美的音响。

本书共分十部分，主要介绍了电子管功率放大器、胆石混合功率放大器、模块功率放大器、晶体管功率放大器、集成电路功率放大器、晶体管与集成电路混合功率放大器、场效应管混合功率放大器、高频功率放大器、有源功率放大器和家庭影院的工作原理、元器件选择、制作与调试方法。书中所选的电路均具有较强的代表性。本书内容丰富，语言生动，实用性强，是音响发烧友“摩机”的绝佳参考用书。

本书可供无线电爱好者，音响产品设计开发、维修人员参考应用。

为使本书的资料更广泛、全面，在本书的编写过程中从有关报刊杂志上优选了一部分功率放大电路方面的资料，在此向有关作者表示衷心的感谢！

由于编著者水平有限，书中不妥和疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者



一、电子管功率放大器	1
1. 8W 真空管功率放大器	1
2. 8W+8W 电子管功率放大器	2
3. 高品质 10W 超线性胆机	4
4. 用 811A 电子管制作 10W 末级功放	5
5. 60W×2 线性标准式电子管扩音机	7
6. 和韵 M100 合并式电子管功率放大器	12
7. 名胆 2A3 及其应用	15
8. 纯甲类小胆机	17
9. 介绍一款宽频带电子管扩音机	19
10. 自制小功率胆机功放	20
11. 电子管小功放的制作	21
12. 一款入门胆机的制作	24
13. 耳机放大器	25
14. 两款电子管 OTL 放大器	26
15. OTL 胆机放大器制作	27
16. 新型胆机推挽功放电路	28
17. 利用旧电子管收音机制作的一款优质“胆”机	29
18. 利用电子管收音机改制小功率胆机	30
19. 高功率电子管功率放大器	31
20. 一款 Hi-Fi 电子管功率放大器	35
21. 音色纯真的电子管扩音机	39
22. 300B 的高保真功率放大器	44
23. 电子管功放的调试	48
二、胆石混合功率放大器	50
1. 简洁的胆、石混合功放的制作	50
2. 胆石混合功放新制作	52
3. 混合式优质放大器	53
4. 混合式功率放大器	55
5. 30W 混合式放大器	59
6. 新颖的胆石混合功率放大器	61
7. 新颖的混合式 BTL 功放	63

8. NE5532 推动的电子管功放	64
9. 皇牌运放直推胆管的功放	66
10. 电子管+场效应管功放的制作	67
11. 劲力十足的功率放大器	69
12. 具有音调控制功能的 Hi-Fi 放大器	70
13. TEA-1000 功率放大改进一例	72
三、模块功率放大器	74
1. 真正靓声的推动模块	74
2. 新颖大功率多功能功放模块	76
3. “超级功放王” D-200W 模块	78
4. 超级傻瓜大功率功放模块	80
5. 高增益功放 IC——傻瓜 1006	81
6. 简单的功率放大器	83
7. 采用 AP500A 的 DC 场效应功放	83
8. 高性能 DC 功放驱动电路 AP500A	85
9. 高音质场效应扩音机芯	87
10. 前馈功率放大器	89
11. 100W+100W 功率放大器	91
12. 50W 功率放大器	93
13. 100W+100W 厚膜功率放大器	94
14. 采用 STK3048 和 STK6153 的实用电路	98
15. STK3048A+STK6153 功放电路	98
16. STK3048 和 STK6153 组合的高品质功放	99
17. 性能卓越的准甲类 Hi-Fi 功放	101
18. 巧摩功放板, 直追高保真	102
19. 质优价廉的 100W×2 功放电路	103
20. STK4040x1 制作的 Hi-Fi 功放	104
21. 用 STK4044 制作高保真功放	105
22. 简洁至上的 200W 全对称功放	106
23. 用优质开关稳压电源供电的 STK6303 合并式功放	107
24. 用 STK6303 的 300W 功放	108
四、晶体管功率放大器	110
1. 超甲类功率放大器	110
2. 一款具有动态偏压的甲类放大器	110
3. 50W 甲乙类功率放大器	111
4. 直接耦合推挽功率放大电路	112
5. 互补差动全对称功率放大器	114
6. 全互补功率放大器	116
7. 大动态、低失真全晶体三极管三级差动功放	117
8. 电流负反馈直流功放	118

9. 电流负反馈功放	119
10. 新型双环功率放大器	120
11. 前级分频式功率放大器	121
12. $2 \times 150\text{W}$ 无大环反馈高保真功放	122
五、集成电路功率放大器	124
1. 性能优异的 CD 随身听耳机功放 IC——TDA1308	124
2. TDA1510 功率放大器及应用	124
3. 如何调整 TDA1514A 功放	125
4. TDA1514A 的应用	126
5. 高保真 TDA1520 集成功放电路	127
6. 用 TDA1521 组装的功率放大器	128
7. TDA2030A 音频功放及应用	129
8. 集成电路 TDA2822 及应用	130
9. Hi-Fi 集成功放 TDA7294	131
10. 25W 单片音频 D 类功放 IC——TDA7482	133
11. 用 LM1875 组装 BTL 高保真放大器	134
12. 采用 LM1875 的电流反馈型功放电路	135
13. 让 LM1875 声音更靓	135
14. 功率放大器 LM1875 及应用	136
15. 新型 Hi-Fi 立体声功放 IC——LM1876	138
16. LM3875T 和 LM3876T 高性能 40W 单片音频功率放大器 IC	139
17. 新一代高性能集成功放 LM3886	140
18. 30W 音频功率放大器 LM4700	142
19. 耳机放大专用集成功放 LM4880	144
20. 小功率音频放大器 MC34119	146
21. 集成电路 BTL 功放	150
22. 低成本集成电路功率放大器	152
23. 仿一体化结构制作集成功放	153
24. 自制全集成电路扩音机	155
25. 自己组装全集成高保真恒流源功率放大器	157
26. 适合自制的集成电路功放	159
27. 自制高保真发烧 Hi-Fi 功放	160
28. 价廉声靓的床头 Hi-Fi	164
29. 高品质立体声 Hi-Fi 组合放大器	165
30. 自制 $100\text{W} \times 2$ Hi-Fi 功率放大器	168
31. 双 25W 立体声音频功率放大器	169
32. $12\text{W} \times 2$ 高保真汽车功放	171
33. “随身听”功率接续器的制作	172
34. 优质功率接续器的制作	173
35. 具有消人声功能的功率接续器	175

36. 适合初学者制作的功率接续器	175
37. 一种适合初学者制作的功放电路	178
38. 适于学生自制的一款低价优质功放	180
39. PI-AD20 小型功放	181
40. 直流伺服恒流功放	183
41. 单芯片音频功率放大器	183
42. 一款简单易制的功放	184
43. 自制电流负反馈电子分频式功率放大器	185
44. 汽车全套无线电设备声频功率放大器	188
45. 一款高保真前后级功放	189
46. 简单适用的“卡拉 OK”功率放大器	191
47. 一款简洁的合并功放	192
48. 简洁的前级分频功放	193
49. 用运放皇作功率放大器	194
50. 一款廉价音频功放	195
51. 带低音提升补偿的功放电路	196
52. 一款优质微型功放	196
53. 自制微机“土声卡”	199
54. 一款“土炮”音响的制作	200
55. 价廉物美的小型音响组合	202
56. 高保真随身听组合	203
57. 大功率运算放大器	204
58. 英国 HINARI 激光立体声组合音响的改进	205
六、晶体管与集成电路混合功率放大器	207
1. 新创意纯甲类功放	207
2. S 类功率放大器	207
3. 30W×2 高保真功率放大器	209
4. 简洁的 50W 优质功放	212
5. 70W 合并式功放	214
6. 用 μ PC1342V 驱动的 110W 发烧功放	214
7. 实用电流反馈式合并功放	216
8. 简洁精炼的 DC 功率放大器	218
9. ALA 功放摩机	220
10. 新型电流驱动放大器	222
11. BGW-150 功放电路	224
12. 采用开关电源的高保真功放	226
13. “怪招”功放	227
14. AV-501 型功率放大器电路	228
15. 小型无线扩声系统	230
16. 性能优良的便携式扩音机	232

17. 具有直流耦合的晶体管音频放大电路	232
18. QSC1300 功放原理与检修	234
19. 利用美声 TA-1500 发烧功放电路板装机	236
七、场效应管混合功率放大器	239
1. 50W 纯甲类对地推挽功放	239
2. 50WD 类功率放大器的制作	242
3. 2×80W Hi-Fi 功率放大器	243
4. 100W×2 功放电路	246
5. 100W 开关电源功放的制作	247
6. 全对称 MOS FET 100W Hi-Fi 放大器	249
7. 带输出变压器的场效应管功率放大器	252
8. TDK 大功率场效应管全桥组件在开关电源及 D 类放大器中的应用	254
9. 音质至上的场效应管功率放大器	256
10. 简洁音质至上的功率放大器	257
11. 上下对称分别负反馈方式场效应管功放	258
12. 纯直流场效应管功放电路	259
13. 自制高品质合并式功率放大器	261
14. 键控音量耳机放大器	262
15. 300V/ μ s 超高速音频功放	263
16. Powon-HE328 Hi-Fi 功率放大器的安装与调试	268
17. 仿制 AURA-VA50 功放	270
八、高频功率放大器	272
1. 30~500kHz 功率放大器	272
2. 5W 40~500kHz 功率放大器	274
3. 20W 40~500kHz 功率放大器	276
4. 25W 40~500kHz 功率放大器	278
5. 1.8MHz~175MHz 宽带功率模块 MC7210、MC5792 及应用	281
九、有源功率放大器	285
1. 自制有源二分频 Hi-Fi 放大器	285
2. 两种有源二分频功放电路	287
3. 高品质有源二分频恒流功放的制作	289
4. 有源电子三分频音箱	291
5. 自制小功率电子三分频有源音箱	293
6. 电子三分频功放的制作	296
7. 发烧三板斧 Hi-Fi	297
8. 有源电子分频功放系统	298
9. 用 LM1035 的前级分频功放	300
10. 自制超低音重放系统	300
11. 给彩色电视机加装超重低音音箱	302
12. 自制有源超重低音炮	302

13. 多媒体超低音有源音箱的制作	305
14. 几种超重低音电路的制作	309
15. 功能完善的低音炮功率放大器	310
16. 无线有源重低音箱	315
17. 车用有源低音炮	316
18. 帕斯卡驱动小型重低音音箱	317
19. 书架式有源音箱	318
20. 电子管有源音箱	319
21. 高性能有源防磁音箱的制作	324
22. 一款高性价比的有源音箱	329
23. 自制多媒体有源音箱	332
24. 一款 Hi-Fi 有源一体化音箱	334
25. SRS 有源防磁音箱的制作	338
26. 一套适用于 MPC 的功放及音箱	343
27. 高音细腻的 120W 功率放大器	345
十、家庭影院	349
1. 一款基于个人电脑的“桌面影院”	349
2. 自制一套性能优越的家庭影院 AV 组合	350
3. 自配“家庭影院”AV 组合	353
4. 适合家庭影院的功率放大器	354
5. LM3886 在家庭影院中的应用	356
6. 自制高品质合并式功放	358
7. 环绕立体声电路	360
8. 自制高性能四维环绕声放大器	362
9. AVK200 家庭影院放大器与检修	364
10. N×75W 合并式功放组件	370

一、电子管功率放大器

1. 8W 真空管功率放大器

甲类放大器音质清纯优美，令许多人津津乐道。原因是其不存在交越失真，不会产生刺耳的奇次谐波，不会产生乙类放大器那样的开关失真。

【电路原理】

8W 真空管功放电路原理如图 1-1 所示(图中只画出了一个声道)。本机的电路十分简单，两个声道只用了 3 只真空管，一只 6N4J、两只 6P3PJ。前置级为典型的自偏压越级负反馈的电压放大器，该放大器选用北京电子管厂的高 μ 管 6N4J，放大系数为 97.5。6N4J 特性参数与大量应用的 6N2 十分相似，但从结构上讲，6N4J 采用了以下方法降低噪声。

(1) 内部两只三极管灯丝串联并带中心抽头，可平衡供电，降低交流声；

(2) 每一只三极管及两管之间均加有屏蔽层可降低感应噪声。

(3) 选料更精良。该机末级用了长沙曙光电子管厂的 6P3PJ，此管的输出阻抗低，这对输出变压器的自制提供了方便。

输出变压器的制作好坏是影响整机频响的要点，而一般各大厂的电子管后级输出变压器的绕制方法是保密的。这里为了保证性能又方便制作，采用分层交替绕法，初级可分四段，次级分三段，以降低漏感和分布电容。输出变压器的基本参数为：28mm $\times$ 40mmE 型铁芯；初级线径 ϕ 0.21，绕 2600 匝；次级线径 ϕ 1.1，绕 135 匝。具体绕法如图 1-2 所示。

电源如图 1-3 所示，采用简单的阻容滤波。灯丝电路则采用直流稳压供电以求得最佳的信噪比。电源变压器的容量 $P \geq 100\text{W}$ 。

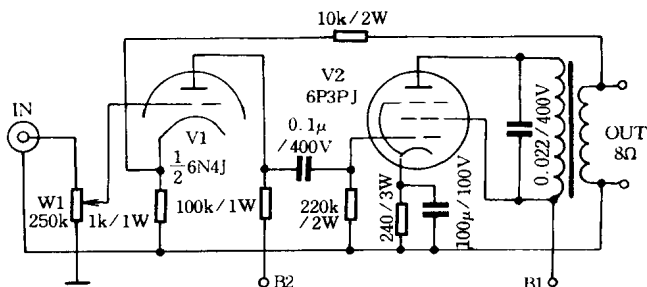


图 1-1

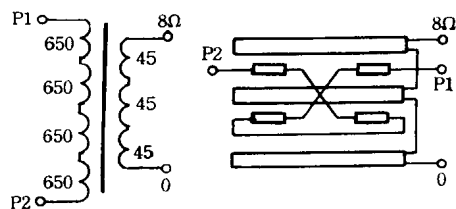


图 1-2

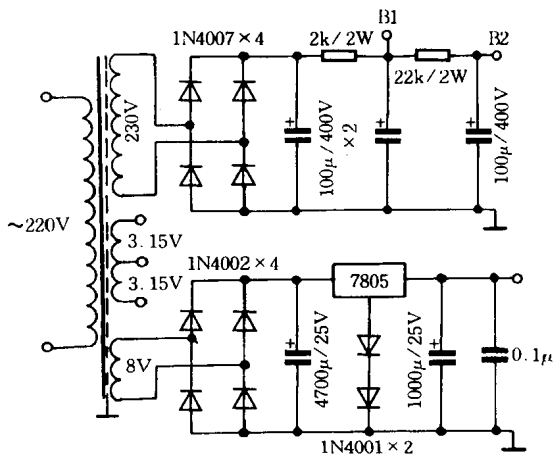


图 1-3

本机机壳可采用 $100\text{mm} \times 40\text{mm}$ 的铝合金框料叠合, 在其一面开大口做底, 另一面可开管座孔做面, 元件的连接采用搭焊的方法。装好后认真核对电路图, 先不插电子管通电, 查有无打火、冒烟现象, 测量灯丝及阳极电压有无太大的差异, 无误即可插上真空管。调试过程中可接入扬声器, 它不像晶体管 OCL 电路那样在扬声器中可能出现直流烧坏扬声器。通电后留意有无噪声, 如有, 应把输出变压器初级两端对调一下, 以消除正反馈(使之变成负反馈相位)。如果焊接无误, 一般均能成功。本机输出功率为 8W , 宜用它来推动灵敏度一些高的音箱。

2. $8\text{W} + 8\text{W}$ 电子管功率放大器

电子管放大器以音质甜润柔和而倾倒了众多发烧友。本文介绍的电子管功放为单端甲类双声道模式, 很适合初级“胆迷”仿制。

【电路原理】

整机电路如图 1-4 所示。本机的前置放大器 VE1 采用低 μ 、低 R_i 双三极管 6N6(左、右声道各用其半)。工作状态设计在甲类。推动级 VE2 选用高 μ 、低 R_i 的国产电子管 EN11J, 电路形式为大家共识的低失真、宽领域 SRPP(Shunt Regulated Push-pull) 电路。末级功放 VE3 采

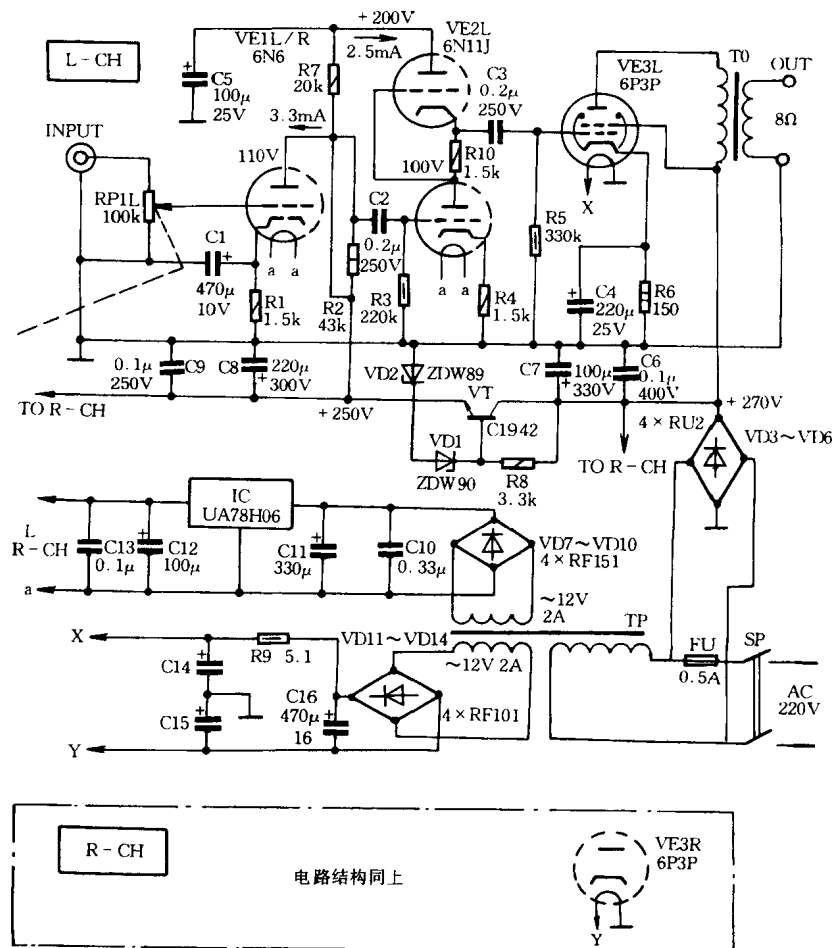


图 1-4

用小功率束射四极管 6P3P。各管的典型电气参数如表 1-1 所示。

表 1-1

参 数 名 称	符 号	典 型 电 气 参 数 值		
		6N6	6N11	6P3P
灯丝电压	U_f	6.3V	6.3V	6.3V
灯丝电流	I_f	0.75A	0.34A	0.9A
阳极电压	U_a	120V	90V	250V
最高阳极电压	U_{aM}	300V	130V	400V
静态屏流	I_{sO}	30mA	16mA	75mA
动态屏流	I_{sD}	—	—	78mA
栅偏压	E_g	-2V	-1.5V	-13V
帘栅电压	E_{gz}	—	—	250V
静态帘栅电流	I_{gzO}	—	—	5.5mA
动态帘栅电流	I_{gzD}	—	—	7.5mA
互 导	S	11mA/V	12.5mA/V	6mA/V
内 阻	R_i	—	2k Ω	—
放大因数	μ	20	27	—
阳极功耗	P_{aM}	4.8W	2.2W	20.5W
帘栅功耗	P_{gzM}	—	—	2.8W
最佳负载阻抗	R_{as}	—	—	2.5k Ω
输出功率	P_O	—	—	6.5W

电子管的阳极电源直接取自交流 220V 市电网。市电经 VD3~VD6 桥式整流、C6、C7 滤波后取得 +270V 电压，为功率管 6P3P 的屏极、帘栅极供电；+270V 又经 VT、VD1、VD2 调节稳压后产生 +250V 电源为前级 VE1 阳极馈电；+250V 再经 R7、C5 二次滤波形成 +200V 电压为 SRPP 电路供电。这种直接采电方式可以使电源变压器 TP 简单化，对减小 TP 的体积、重量和制作成本十分有益。

单端放大器因无 CMRR(共模抑制)作用，故而对电源的要求比较苛刻。因此，阳极电源采用双电容滤波；另外，所有灯丝均由电流供电。其中，前置和推动经 IC(VA78H06)稳压后馈入灯丝；另一组交流 12V、2A 绕组经电桥 VD11~VD14 整流、C14~C16 滤波，在 X、Y 端子产生约 12.4V 电压对双声道功放管灯丝供电。电源变压器 TP 选用“声达”成品(50VA~12V×21220V)。

【元器件选择】

R 均采用低噪声五色环系列电阻，音量电位器 RP1 为“海仙”WH148-100k Ω 双联(For Audio)；耦合电容和电源快速滤波电容选用 XINDAK-L 或 H 系列 CBB 精品，电解为 CD291 彩色电容。输出变压器 To 自制，铁芯采用 E、I16×16-D310-0.35-1 硅钢片制作。初级绕组采用 QZ/ Φ 0.44 漆包线绕制 96 匝。

【制作方法】

本机采用“搭棚”焊接法装配。底盘可用武汉产镜面不锈钢半成品(29mm×405mm×60mm)，也可选用 2~3mm 优质铝板自行弯制。

本机只要选件精良，不发生装焊错误，一般均可一次成功。本机调校完成后输出功率可

达 $8\text{W}+8\text{W}(\text{RMS}/8\Omega)$, 频响为 $20\text{Hz}\sim 20\text{kHz}(\pm 2\text{dB})$, 失真度 $T_{\text{HD}}\leq 3\%$ 。

3. 高品质 10W 超线性胆机

本文介绍用一只八十年代上海长兴电器五金厂生产的 10W 高保真输出变压器,并参照有关厂家推荐的电路原理图,作了一些改动,增加了前置放大,制作了一台不用调试的超线性合并式胆机。虽然只有 10W 输出功率,但音色丰富润泽,作为家用,在 15m² 的房间里,气势宏伟,毫不逊色。

【电路原理】

本机电路原理如图 1-5 所示。从图中可以看出,功放管自生偏压为每管单独提供,减少在业余条件下功放管配对的苛刻要求。前级灯丝采用直流单独供电,减少感应交连的机会,提高了信噪比。

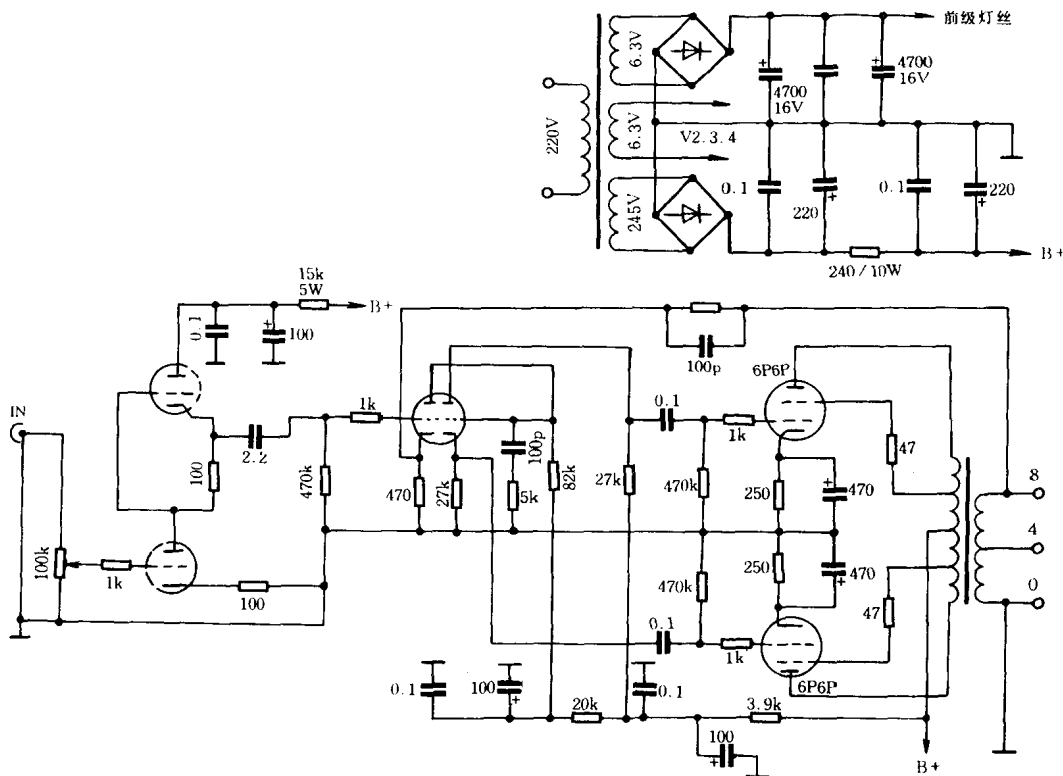


图 1-5

【元器件选择与安装】

电子管选用曙光牌 6P6P、6N8P，均为军用级。电阻为金属膜电阻。耦合电容为德国产 WIMAMKP10，滤波电容、退耦电容采用日本红宝石、黑金刚等品牌。为使听感更好，再并上 WIMAMKC 小电容。虽然都是从旧货摊买来的拆机品，但无假冒伪劣之嫌。电源变压器是拆旧六灯收音机的电源变压器两只，分别供电。如此单双声道结构，其优良的效果就不言而喻了。本文采用搭棚焊接工艺，一点接地，两声道各用一条接地母线，在输入端 RCA 座汇合处一点接地，即 RCA 座不用绝缘，与机壳良好接触。地线用粗裸铜线。排线要从前到后，不