

## ⑩ 2×40W 甲类纯电子管功放的设计与制作

39-43

尹辉俊

(广西工学院机械系 柳州 545005)

TN 722.75

## 摘 要

本文介绍一款自制的双40W 纯胆后级功放的电路、制作、调试。该机电路简洁,甲类工作状态,单声道时仅用胆管三枚,耦合电容四个,实施大环路负反馈,前级放大采用1/2 6N1担任,直接耦合于1/2 6N1作阴极交连式倒相,加到另一6N1管作平衡式推挽放大推动级,末级采用FM-30管作推挽强放,接成五极管放大电路。

关键词 推挽强放;电子管;阴极交连式倒相

分类号 TN11 TN72

功率放大器 制备  
放大电路, 设计

## 0 引言

和晶体管相比,电子管具有极高的可靠性,极强的抗过荷、抗冲击能力。晶体管在万分之一秒内就可能坏,而电子管在恶劣的环境下3~5分钟内是坏不了的。故以电子管制作的功放(俗称胆机),较之晶体管功放更稳定可靠<sup>[4]</sup>。本人几经探索,设计制造了一款双40W的甲类纯后级胆机。(见图1,这里只绘出一个声道的电路)。本机最大的特点是电路简洁。全机就一个声道而言,仅用胆管三个,其外围元件很少,尤其是最易令音质变劣的电容少之又少,不包括电源部分在内仅用四个,各级常用之阴极旁路电容也一概删除,不仅电路简洁易装,且使R2、R4起到多路负回授保证音质之作用。经实测,本机在8Ω负载下功率:40W;频响:10Hz~40KHz±3;动态范围:100dB;总谐波失真:<0.05%;信噪比:98dB。

1 电路剖析<sup>[8]</sup>

本机前置放大采用1/2 6N1接成三极管式输入放大电路。由于该管有较好的高频特性和方波响应,分析力强,力度够,且保真度高,性能稳定,能较好完成前置放大。<sup>[1,2]</sup>

通过前置放大后直接耦合于另一1/2 6N1管,作为阴极交连式倒相电路。它是利用电子管屏极、阴极输出相位相反的特性完成倒相工作的。由于电子管屏极、阴极输出特性的差别,其信号输出两臂的特性是非对称性的,下臂呈阴极输出特性,输出阻抗等于1/gm,输出阻抗低,与

后级配合工作很轻松;对于上臂来说,倒相电子管工作在电流负反馈状态,输出阻抗会大于电子管本身内阻,为获得电路的高度对称性,须将两个倒相负载电阻(本机为  $R_4$ 、 $R_5$ ),取不同的阻值,这样不仅保证了高度对称的输出电压和电路参数,且省掉了用其他倒相电路所须的另一个电子管和有关元件。本机  $R_4$  取值 43K 而  $R_5$  取值 36K 就是这个原因。<sup>[3,6,9]</sup>

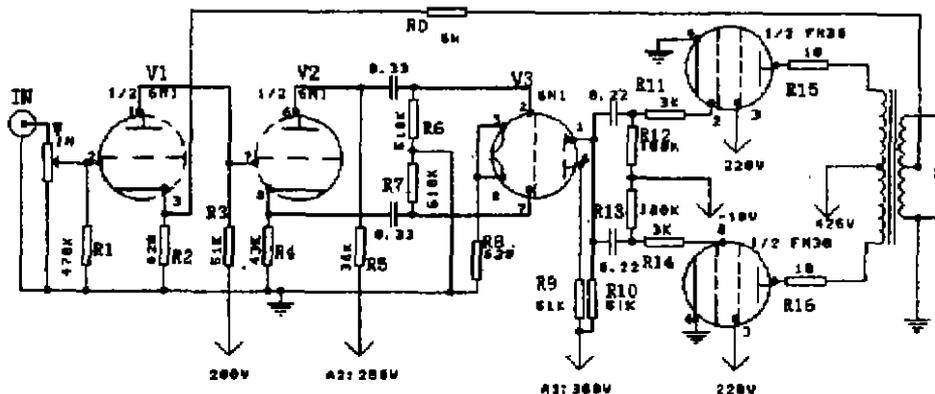


图1 电路原理图

由于倒相级输出的等幅反相信号较弱,不足以充分激励和带动功率输出级输出足够大的功率,因此这里必须设置  $V_3$ ,将倒相后输出的等幅信号加到双三极管 6N1 组成平衡式推挽电压放大推动级,放大后以推动末级功率输出级,为末级推挽强放能输出最大功率提供了必要的条件<sup>[6]</sup>。

末级功放管选用 FM—30(该管为孪生管)。该管能在米波范围内作功率放大,其高频响应和线性较好。因而可以直接按五级管(四级)接法接成推挽放大电路,以获得最大的输出功率和优质的靓声,而无须牺牲近 2/3 的输出功率去作三极管接法,也无必要去增加输出变压器的制作麻烦,增加元件去作超线性接法。加之该管之屏级电压在直流 400V 至 600V 之间,而其帘栅电压则要求稳定在 220V 进行工作,两者电压相距甚大,这就先天地决定了该管理应接成五级管接法。该电路主要产生偶次谐波,它们在推挽电路中相互抵消,使频响更好。与此同时通过本机  $R_0$  从输出变压器次级  $2\Omega$  处取出反馈电压进行大环路负反馈,以有效地控制阻尼系数,展宽频响,避免自激,降低失真,同时通过调整负栅压以控制屏流,使整机处于最佳甲类状态。(负栅压在一 20V 以下)<sup>[1,6]</sup>。

## 2 元件选择

本机电路虽然简洁,但所用的元件却要求较高,尤其是电源变压器和输出变压器更是决定该机音质的关键元件。

由于本机的输出功率高达甲类双 40W,具有较大的动态范围,因此电源变压器的容量应大于 400W(双声道时),太小容易发热,影响整机性能,甚至烧毁。为保证其功效,如无适合成品,可以采用 40mm×60mm 铁芯自行绕制,其原理及绕制数据如图 2。

至于输出变压器更是决定该机音质的关键元件。由于输出变压器要在极宽的频带下工作,这就首先要求它具有足够大的电感量来保证低频段的输出,同时又要求它必须具有尽量小的漏感及分布电容以避免高频段的衰减和损失,从而获得高低音域的平衡以尽可能避免频率失真的产生。然而这两者是矛盾的,要获得足够大的电感量,绕组匝数势必增加,铁芯也得加大,

这样又势必增大漏感和分布电容。为更好的解决这一矛盾,用材和绕制工艺都必须讲究。有条件的尽可能采用进口专用薄型高导磁冷轧硅钢片,进口无氧铜漆包线,低介质损耗骨架和绝缘材料。其绕制工艺必须采用双线分组分段初次级相间的平衡式绕制,以使变压器的体积、效率、失真度及频响均可获得理想的要求。本机输出变压器采用上等 KE 型硅钢片,舌宽 38mm,叠厚 65 mm,由电子管手册查得该管初级阻抗为:13750Ω,用 Φ0.44 的漆包线绕 2906T,中心抽头(在 1453T 处)。绕制时双线并绕 1453T,分成四层四组;编号为①、③、⑤、⑦。前三组各为 363T,最后一组为 364T。

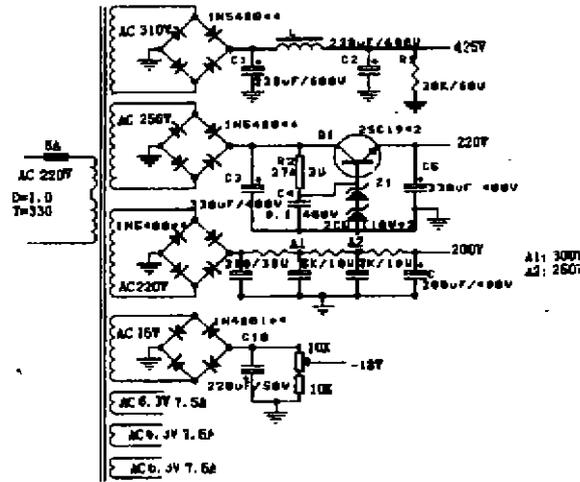


图2 电源原理图

即:  $3 \times 363T + 364T = 1453T$

①③⑤ ⑦

次级 8Ω 用 Φ1.0 以上的漆包线绕 78 圈,其阻抗分别为 0Ω、2Ω、5Ω、8Ω 时,各绕 0T、39T、61T、78T,绕制时分三层三组;编号为 ②、④、⑥,分别绕:39T、22T、17T

即  $39T + 22T + 17T = 78T$

② ④ ⑥

按编号顺序的排列绕制。即:绕完初级①后绕次级②,再绕初级③,再绕次级④,依次类推,让次级夹在初级当中,绕制时编好序号,连接时要注意相位,接法如图 3。

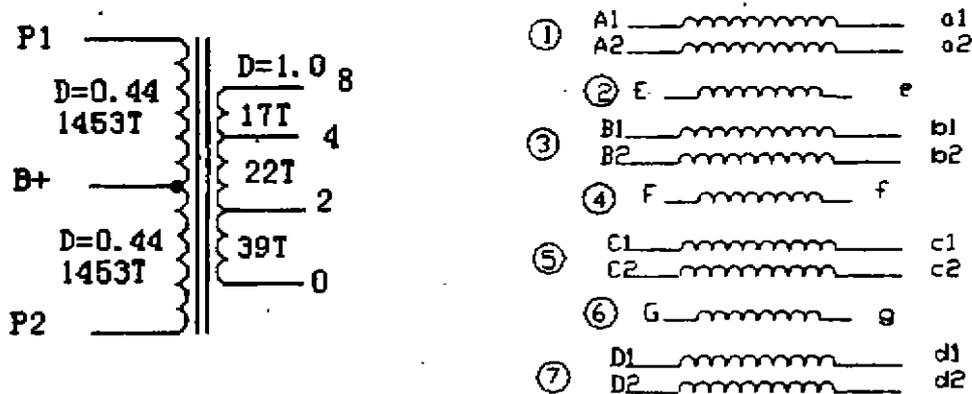


图3 输出变压器原理及绕制示意图

接法:初级:始端(P1)A1~a1B1~b1C1~c1C2~c2D1~d1A2(中心抽头B+)~a2B2~b2C2~c2D2~d2 末端(P2)

次级:E(0Ω)~eF(2Ω)~fG(4Ω)~g(8Ω)

关于低频扼流圈L可选用5~10H 100mA的。若购不到,可用25W线间变压器改制,改制时,把铁芯拆下,将原来的交叉插法改为同方向顺插,并在接口的截面上垫0.3mm厚的纸片。再将该变压器的3—4连接,以原来6000Ω的端子1—6作出线即成。

此外,电路的其它元件也要考究,各级电阻均应选用1W或2W,阻燃被覆,误差精度1%的高可靠金属膜电阻。电容则应选耐压大于400V绝缘性能良好的无感聚丙烯电容,如有条件用“Solen”、“WiMa”或国产“XinDak”胆机专用品更佳。

电源部分的电阻要求有较大的额定功率,根据原理图上的要求采用金属膜电阻或质优的炭膜电阻和线绕电阻。其中泄放电阻应采用30K/50W的线绕电阻。该电阻不仅能稳定功放管屏压,而且每次关机后能很快泄放掉滤波电容上的强电荷,避免FM—30屏级带电,便于调整和维修。调整管可用BUY71或2SC1942等彩电行输出管,只要 $BV_{ceo} > 600V$ ,be间不带电阻,ce间不带阻尼二极管的管子都能用。滤波电容可选用彩电用400V以上大容量电解电容。

### 3 安装与调试

#### 3.1 本机安装工艺要求<sup>[6,7]</sup>:

①所有导线最好能用进口OFC专用线或塑包无氧铜线,焊锡用ALPHA专用焊锡或一般音响专用焊锡。焊接时务必要求牢固,不能出现任何假焊、虚焊焊点。

②焊接元件引线不宜过长,栅级和屏极引线尤应尽量远离,接于栅级和屏极之元件应尽可能靠近或直接采用搭棚式接于管座脚上,呈垂直走向。(不垂直极易引起交流声)为做到引线最短,焊接时逐级顺序焊接,级与级之间连线切忌来回交叉焊接。输入端子和电位器均装在底板前方,输出端子则装在底板之后方,以防止前后交越影响音质。

③整机地线用一根直径大于2.0mm的粗铜线作为接地母线,并在输入端附近一点接于底板。各级接地端应按级集中一点分别用导线就近引焊于接地母线上。输入、输出插座和电位器要与底板(面板)绝缘,其接地端分别用导线就近引焊到接地母线上,而电位器外壳和输入端屏蔽导线的外金属层用导线连接于一点单独接于底板。

④电源部分(包括电源变压器、低频扼流圈、滤波电容、泄放电阻等),为防止交流声干扰,单独装在一机箱内,并良好屏蔽,放大部分(包括功放级和输出变压器)装在另一机箱内,两者之间用多线插头插座连接,多线插头插座要选用10A以上的,因灯丝电流较大。

⑤灯丝应用绞合粗线连接,并将其一端接入靠近末极之接地母线,以减少和消除可能由灯丝交流电源引起的交流声。FM—30的灯丝供电有并联和串联两种方法,并联6.3V,串联12.6V;现采用6.3V供电时,将1脚和7脚相连。

#### 3.2 整机调试如下:

①调整栅偏压:使之为一18V;(该管在栅偏压为一20V以下时,工作在甲类状态)其值可通过调整W取得。一般说来负栅压越底越好,但以屏极不发红为准。最佳状态时,屏极微有紫光。

②调整大环路负反馈。在静态时接入负反馈,如发生自激,出现强烈啸叫声说明相位相反,

只需把输出变压器的初级两端接线互调即可消除。接着调整负反馈电阻 R<sub>0</sub>, 以失真最小而增益又不致衰减过多为宜。

至此一款 40W 甲类状态之电子管扩音机即告安装完毕, 有兴趣者不妨一试。

### 参 考 文 献

- [1] 叶涛基主编. 常用电子管手册. 南京: 人民邮电出版社, 1958, 16~167
- [2] 何绍生. KT-88/KT-99 大功率电子管后级. 无线电与电视, 1992, (5): 44~47
- [3] 何小中. 胆机魅力 返朴归真. 无线电与电视, 1994, (3): 8~11
- [4] 曾德均. 胆机中的电子管. 音响世界, 1993(8): 24~27
- [5] 刘超. 不同凡响的 80W 胆机. 音响世界, 1993(8): 30~33
- [6] 李志. 胆色过人的纯胆后级. 音响世界, 1993(11): 40~42
- [7] 林亨文. 小功率电子管放大器的制作. 实用电子文摘, 1997(6): 16~17
- [8] 何明炜. 威廉逊放大器. 实用电子文摘, 1997(12): 12~17
- [9] 李楠. 释放“速度”还胆真声. 实用电子文摘, 1997(12): 44~41

## The Design and Manufacture of 2×40W Class A—tube—amplifier

Yin Huijun

(Department of Mechanical Engineering of Guangxi  
Institute of Technology Liuzhou 545005)

### Abstract

In this paper, a circuit of double 40W Hi—end of pure electric tube, as well as its manufacture and adjustment, is introduced. It is succinct and of class A. It needs only three tubes and four capacitance to implement large encircle negative feedback. Half 6N1 is used as first enlargement which is coupled with another half 6N1 as opposite phase by joined negative electrode, and adds to another 6N1 as push grade by balanced push—pull enlargement. FM—30 is used in last grade as push—pull enlargement which is joined to five—electrode tube enlarging circuit.

**Key words** Push—pull enlargement Electric tube; Opposite phase by joined negative electrode