

家电维修杂志社 策划

高保真

胆机制作详解

徐松森 徐柏华 编著



Melody

各类电子管与功放电路
电子管功放制作与维修
电源、输出变压器绕制

电子科技大学出版社

家电教辅系列

高保真胆机制作详解

《家电维修》工作室

徐松森 徐柏华 编著

责任编辑:张 俊

特约编辑:张春元

电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书不仅详细介绍了电子管前级放大器、电子管 A 类功率放大器、AB 类推挽功率放大器、电子管 OTL 功率放大器和电子管合并式立体声功率放大器的电路组成及原理,还以相当的篇幅介绍了音响爱好者极其关心的电子管功率放大器的电源电路、电子管功放的制作技巧和要领、电源变压器和输出变压器的简化设计与绕制以及功率放大器的性能检测等内容。

本书语言精炼,思路清晰,涉及面广、内容丰富,具有较强的知识性和实用性,是音响爱好者和电子管发烧友不可多得的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

高保真胆机制作详解/徐松森,徐柏华编著. —成都:

电子科技大学出版社,2002.9

ISBN 7-81065-955-3

I. 高... II. ①徐...②徐... III. 音频设备-电子
管放大器-基本知识 IV. TN722.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 074614 号

高保真胆机制作详解

徐松森 徐柏华编著

出 版:电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号 邮编:610054)

责任编辑:张 俊

特约编辑:张春元

发 行:新华书店

印 刷:成都金龙印务有限责任公司

开 本:787×1092 1/16 印张 15 字数 350千字

版 次:2004年7月第二版

印 次:2004年7月第二次印刷

书 号:ISBN 7-81065-955-3/TN·49

印 数:5001-8000册

定 价:25.00元

前 言

真空电子管的出现要追溯到 1883 年美国发明家爱迪生发现的“爱迪生效应”。此后根据“爱迪生效应”，1904 年英国科学家弗莱明发明了电子二极管，两年后的 1906 年，美国无线电工程师福雷斯特又发明了真空三极管。真空三极管的发明，使电子学领域发生了天翻地覆的变化。从此电子管在电子技术领域独领风骚数十年，至今仍在高频率、大功率及显像器件等方面发挥着重要作用。20 世纪中期由于半导体器件的异军突起，使电子管在某些电子领域销声匿迹。

近年来随着国内外音响技术的迅猛发展，电子管音频功放以它独特的魅力重出江湖，成为音乐发烧友们追求的热点。

我国是世界上生产电子管的大国，国际上新流行的各种电子管国内基本上均有生产，这给国内发烧友自己制作各种电子管功放带来天时地利的优势。

本书为初学者与广大发烧友主要介绍电子管功放的基础知识、实体制作及安装调试等实用技术。

为了深入浅出地表述，书中对各种类型电子管功放的制作均提供实体图、元件排列图、装配调试图、整机及零部件照片等，以更加生动形象地将电子管音频功放介绍给广大读者。

本书资料取材广泛，实用性强，适于广大初学者与发烧友们在制作电子管功放时学习参考。

电子管功放制作涉及面广，故在编写、制作、插图等方面难免有不当与错误之处，敬请广大读者不吝赐教指正。

作 者
2002 年于上海

目 录

第一章 基本知识	(1)
第一节 电子管的结构、特性与参数	(1)
第二节 电子管音频功率放大器的特色	(6)
第三节 电子管音频功率放大器的组成	(6)
第四节 电子管的电源供给	(10)
第五节 电子管音频功率放大器的主要部件	(11)
第二章 电子管前级放大器	(16)
第一节 前级放大器的作用	(16)
第二节 前级电子管的选择	(18)
第三节 前级电压放大器	(21)
第四节 马兰士-7 及麦景图-C22 经典前级放大器	(24)
第五节 SRPP 前级放大器	(26)
第六节 和田茂氏前级放大器	(29)
第七节 差分式前级放大器	(30)
第八节 无源前级	(31)
第三章 电子管 A 类功率放大器	(34)
第一节 A 类功率放大器的特色	(35)
第二节 A 类与 AB 类功率放大器的区别	(36)
第三节 单端 A 类功率放大器	(38)
第四节 超三极管接法的单端 A 类功率放大器	(46)
第五节 A 类推挽功率放大器	(49)
第四章 AB 类推挽功率放大器	(53)
第一节 AB 类推挽功率放大器的组成	(53)
第二节 输入电压放大器的输入方式	(54)
第三节 倒相与推动级的常用电路形式	(56)
第四节 AB 类推挽功率放大器	(62)
第五节 推挽功放的栅偏压配置方式	(64)
第六节 威廉逊功率放大器	(65)
第七节 几款著名 AB 类功放电路简介	(68)
第五章 电子管 OTL 功率放大器	(76)
第一节 OTL 功率放大器的特点	(76)
第二节 OTL 功率放大器的电路形式	(77)
第三节 几种 OTL 功率放大器的典型电路	(79)
第六章 电子管合并式立体声功率放大器	(85)
第一节 立体声功放的组成	(85)

第二节	著名电子管立体声功放电路简介	(87)
第七章	电子管功率放大器的电源电路	(89)
第一节	灯丝电源电路	(89)
第二节	高压电源电路	(90)
第三节	栅极电压供给电路	(93)
第四节	高压倍压与正负高压电源电路	(96)
第五节	稳压电路	(98)
第八章	电子管功放的制作技巧和要领	(101)
第一节	电子管功放的装配与焊接技巧	(101)
第二节	电子管功放的安装步骤	(104)
第三节	电子管功放的业余调试	(108)
第四节	电子管功放的整机复调与故障检测	(110)
第五节	自制功放的性能测试与提高	(113)
第九章	电子管功率放大器的业余制作	(119)
第一节	前级放大器的制作	(119)
第二节	威廉逊功率放大器的制作	(124)
第三节	OTL 功率放大器的制作	(129)
第四节	立体声电子管功率放大器的制作	(138)
第五节	双声道单端 A 类 300B 功放的制作	(141)
第十章	电源变压器和输出变压器的简化设计与绕制	(148)
第一节	自制电源变压器的简化计算	(148)
第二节	电源变压器绕制要领	(150)
第三节	音频输出变压器的简化估算	(150)
第四节	音频输出变压器的绕制	(154)
第五节	音频输出变压器简单检测	(155)
第十一章	功率放大器的性能检测	(156)
第一节	常用测试仪表	(156)
第二节	功率放大器性能检测	(160)
第三节	放大器失真波形图解	(170)
第十二章	电子管功放常见故障分析图解	(175)
附录		
附录 1	电子管功能强弱的测试方法	(193)
附录 2	230 种电子管主要特性参数表	(196)
附录 3	常用功率电子管外型图	(218)
附录 4	最常用电子管特性参数速查表	(219)
附录 5	国产胆机名牌——斯巴克 (SPARK) 及其代表性产品简介	(223)

第一章 基本知识

第一节 电子管的结构、特性与参数

一、电子管的结构

电子管是利用电子在真空中受电场力的作用作定向运动来工作的电子器件。参与工作的电极封装在抽成真空的管壳内,所以又称真空管。现代则俗称为“胆管”。常用电子管结构示意图如图 1-1 所示。

在真空的玻璃壳内,加入一块金属板和灯丝,当灯丝点燃后,即能获得金属板向灯丝的单向电流,即将交流电变为直流电,这就组成了具有单向导电特性的电子二极管。发射电子的电极称为阴极;吸收电子的电极称为阳极或屏极。

在电子二极管的阴极和屏极之间,加入一个栏栅状的栅极,即构成电子三极管。栅极又称为信号栅、控制栅。栅极的出现使真空电子管的功能发生了质的飞跃。栅极就像晶体管的基极控制集电极电流一样,可以控制自阴极射向阳极的电子数量。所以,利用栅极上电位变化,即能控制阴极电子发射量。根据三极管的结构与特性不同,电子管在一定的栅压变化范围内,以很小的控制电压来使屏极电流发生很大的变化,这就使三极管具有了放大作用。

当电子三极管的栅极对阴极处于较高的负电位时,从阴极发射的电子将受到排斥,也就没有阳极电流。如果栅极对阴极具有较高的正电压时,电子将被栅极吸引,也不存在阳极电流。如果栅极上不加电压,则三极管只能起到二极管的作用。

电子三极管的结构较为简单。当我们把电子三极管用在频率较高的放大器中时,由于屏极与栅极的极间电容较大,极易产生自激,所以电子三极管的运用受限于极间电容。为了减小屏栅间电容,于是在栅极与屏极之间加入一个帘状金属丝电极,称之为帘栅极。帘栅极具有静电屏蔽作用,可以降低栅极与屏极之间的电容,这就构成了电子四极管。当栅极工作于低负压,帘栅极工作于适当的正电压时,可加速阴极向屏极发射电子,提

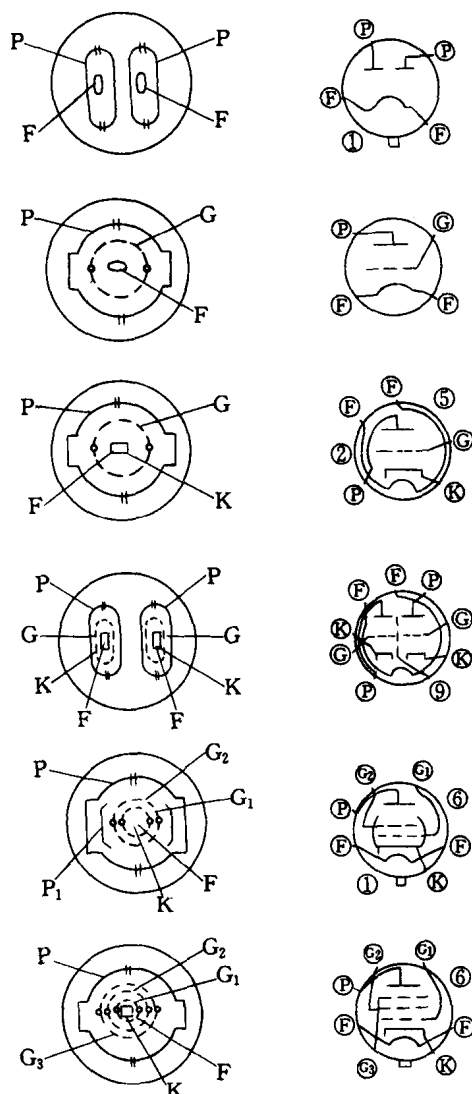


图 1-1 常用电子管结构示意图

图中 P 为阳极或屏极;G、G₁ 为控制栅极;
G₂ 为帘栅极;G₃ 为抑制栅极;K 为阴极;F 为灯丝。

高放大效率。

不久,人们发现四极电子管会产生“负阻效应”,即阳极电压升高时,阳极电流反而会减小,以致造成工作不稳定。于是在 20 世纪 20 年代时又产生了电子五极管。电子五极管是在帘栅极与屏极之间,加入大螺旋网的抑制栅极,以控制二次电子的发射,增强了放大效率。以后随着应用的需要又先后制成了两组电极同装在一个管壳里的双二极管、双三极管、二极三极管、二极五极管、三极五极管及多个栅极的六极、七极、八极管及带有束射屏的束射四极管等。

现代电子管结构还在不断地改进,制作材料的品种与质量、阴极的发射效率与使用寿命亦在不断地提高。阴极的结构从古典型的只能用直流点灯丝的直热式阴极,发展到后来的交直流两用的旁热式阴极。制造阴极的材料,亦从原始的钨阴极,不断地改进为敷钍阴极、敷钽阴极和各种氧化物阴极。

这四种常用的阴极材料,钨与钍钨阴极发射温度高,能耗大,多在直热式电子管中应用,由于它能在高阴极电压下稳定工作,用于音频放大,音质透明度高。氧化物与敷钽阴极发射温度低。由灯丝加热,构成旁热式阴极,具有体积小,热容量大,效率高的特点,但发射稳定性稍差。

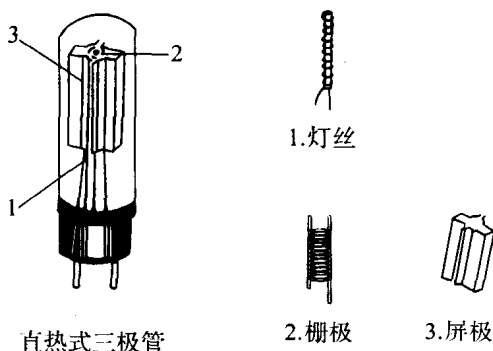
二、常用功率电子管内部结构

在图 1-2(a)直热式三极功率电子管的解剖图中,1 是发射电子的直热式灯丝,即阴极;2 是金属螺旋网状的抑制栅极;3 是吸收电子的阳极,又称为屏极。

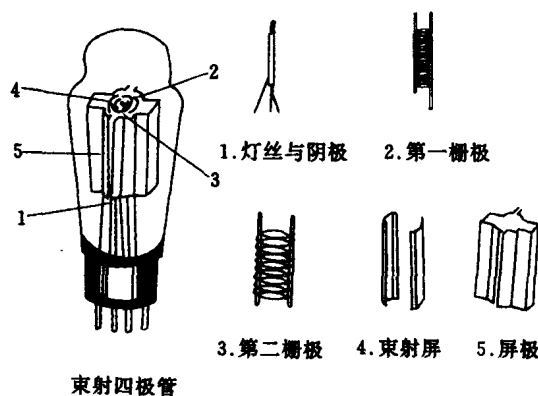
三极功率电子管中品种繁多,其中有雅号为“胆中之王”的 300B、4300;美名为“胆中王后”的 6T50、7092;有“一柱擎天”之称的 211、845;有“青山不老”之称的 FU-5、805 等。采用这些直热式三极功率电子管制成的 A 类音频功率放大器,其音色纯真柔美,清澈透明,谐音丰满,胆味浓郁丝丝入扣。

图 1-2(b)为束射四极管内部结构图。图中,1 是内层为热灯丝,外层为敷氧化物阴极;2 是第一栅极,即控制电子发射的栅极;3 是第二栅极,又称为帘栅极,它介于第一栅极与屏极之间,能加速电子流的发射效率;4 是束射屏,利用电子聚焦的方法,抑制二次电子的发射;5 是屏极,能在高电压、大电流、深负栅压下工作。由于束射四极管增加了帘栅极与束射屏,故放大效率大幅度提高,放大系数增大,容易推动等特点,故在电子管功放中被广泛采用。

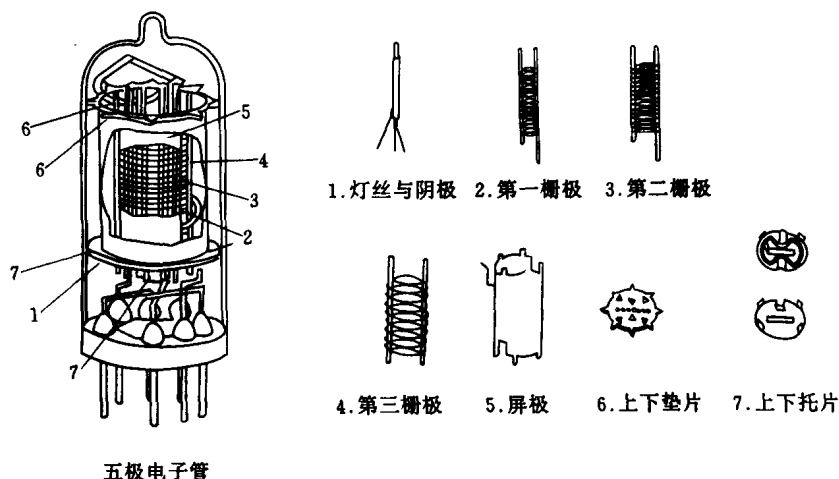
束射四极管中有“大名鼎鼎”之称的 6L6、6P3P;有“高山流水”之称的 6V6、6P6P;有“脍炙人口”之称的 KT88、6550;有“有口皆碑”之称的 FU-7、807;有“一鸣惊人”之称的 FU-13、813,有“出类拔萃”之称的 2E22、FD422;有“金石之声”之称的 FU-250、4CX250 等。采用这些束射四极功率电子管制成的 AB 类推挽式功率放大器,其输出功率强劲,低音深厚有力,高音穿透力强,雄壮奔放。



(a) 直热式三极功率电子管内部结构图



(b) 束射四极管内部结构图



(c) 五极管内部结构图

图 1-2

图 1-2(c)为五极管内部结构图。图中 1 为灯丝与阴极;2 是第一栅极,即控制栅极;3 是第二栅极,即帘栅极;4 是第三栅极,又称抑制栅极;5 为屏极,即阳极;6 是上、下绝缘垫片,7 是支撑管芯的上、下托片。五极管管内增加第三栅极,能有效地抑制二次电子流的形成。五极管中有小电流的电压放大管,也有大电流的功率电子管,具有内阻高,放大系数大的特点。

五极管功率电子管中有称之为“一代风流”的 EL34、6CA7;美名为“淑质英才”的 6BQ5、6P14;有雅号为“百听不厌”的 FU-46、6146;有“超凡脱俗”之称的 FU-50、P50-2;有“曲尽其妙”之称的 EL81、6CW5 等。用五极管功率管制成的 AB 类功放,具有清澈亮丽、细腻圆滑、韵味浓郁的特点。

国内生产电子管的工厂也较多,主要有长沙曙光电子管厂、北京电子管厂、南京电子管厂、上海电子管厂、四川红光电子管厂、桂林桂光电子管厂等。

电子管的种类繁多,结构、功能、造型各异。

从内部结构上可分为:二极管、三极管、四极管、束射四极管、五极管、七极管、双三极管、多极复合管、高压汞气管、稳压管、调谐指示管等。

从功能上可分为:整流管、检波管、混频管、振荡管、稳流稳压管、电压放大管、功率放大管、示波管、显像管等。

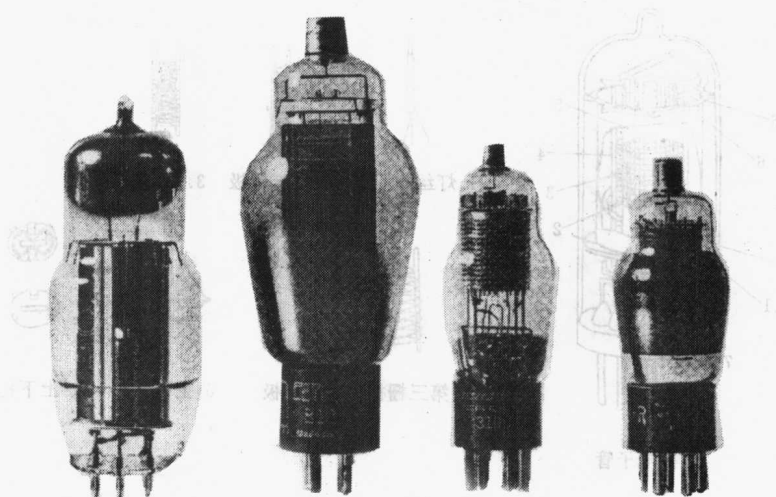
从外形上可分为:球形管、玻璃管、GT 管、自锁管、金属管、花生管、拇指管、微形管、芝麻管、橡皮管等。图 1-3 是各种电子管的外形照片。

三、电子管主要参数

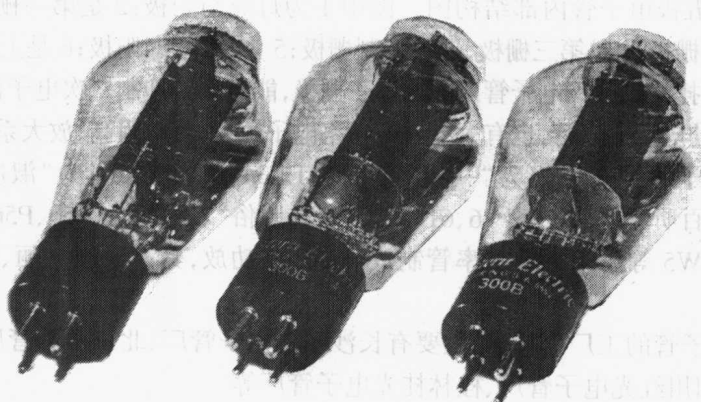
电子管在一般应用下主要参数有:灯丝电压 U_f 、灯丝电流 I_f 、阴极电压 E_a 、阳极电流 I_a 、帘栅极电压 E_{g2} 、栅极电压 U_g 、阴极与灯丝间电压 E_{kf} 、负载电阻 R_L 、内阻 R_i 、输出功率 P_o 、放大系数 μ 、跨导 S 等。

电子管在放大电路中,与放大器效果关系最密切的参数为跨导 S 、内阻 R_i 和放大系数 μ 。

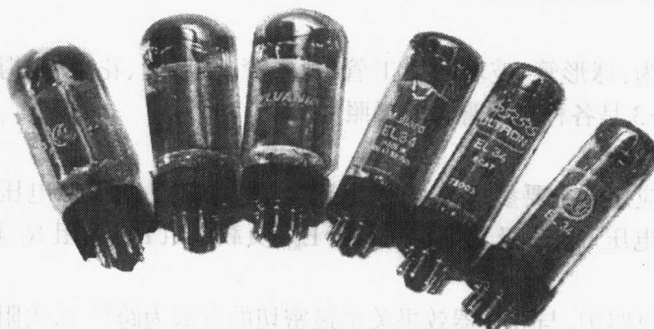
跨导 S :表示电子管栅极电压对屏极电流的控制能力。它表示在阳极电压固定不变时,阳极电流的变化量 ΔI_a 与栅极电压变化量 ΔU_g 之比,其关系式为 $S = \Delta I_a / \Delta U_g$,单位为 mA/V 。



(a) 玻璃管

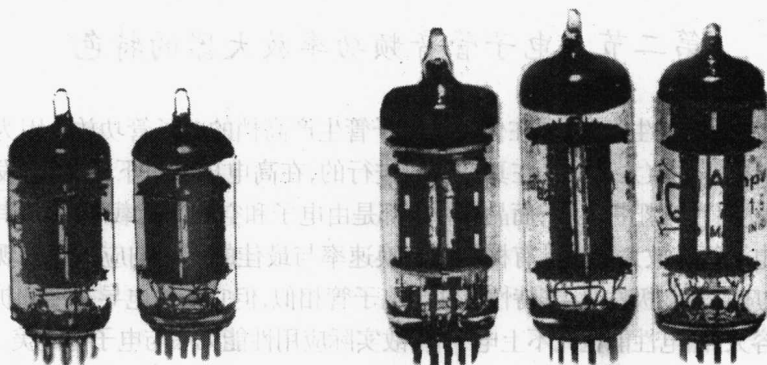


(b) 球形管



(c) GT管

图 1-3



(d) 拇指管

(e) 花生管

图 1-3(续)

内阻 R_i : 表示当栅极电压 U_g 固定不变的情况下, 阳极电压的变化量与阳极电流变化量之比, 关系式为: $R_i = \Delta U_a / \Delta I_a$, 单位为欧姆 Ω 。

放大系数 μ : 表示放大器栅极电压对阳极的控制能力, 较之阳极电压的影响强多少倍。 μ 不仅表示电子管电压的放大能力, 也反映阳极电压变化对栅极电压的控制作用。

跨导 S 、内阻 R_i 和放大系数 μ 三者的关系, 可用下式表示:

$$\mu = SR_i$$

四、电子管输入与输出特征

图 1-4 为三极管(束射四极管、五极管)的输入特性曲线。

当电子管的栅极负电压从 $0V$ 上升, 屏极电流也随之上升; 当达到足够的负压时, 屏极电流截止。所以电子管的输入范围, 是从屏极电流截止到 $0V$ 之间的栅极跨导直线段相对应的栅极电压范围, 其范围在平面坐标的第三象限, 故称为电子管的靠左特性。

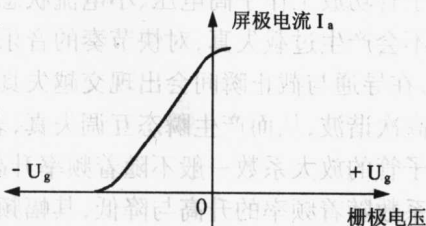


图 1-4

电子管的输入范围与屏极电压成正比, 屏极电压上升, 则栅极负压亦加深, 同样一只电子管当屏极电压升高, 其输入范围也会增大。但输入范围与电子管的放大系数成反比, 即高放大系数管输入范围小; 低放大系数管输入范围大。

图 1-5 为三极管(束射四极管、五极管)的输出特性曲线。

理想的输出负载线是从 $0V$ 栅压时, 屏极电流曲线上方向横轴上的供电电压的连接线。

其最佳负载阻抗, 一般三极功率电子管取其内阻的 $2 \sim 3$ 倍; 而束射四极管与五极功率管的内阻较高, 故一般取其内阻的 $1/8 \sim 1/10$ 。

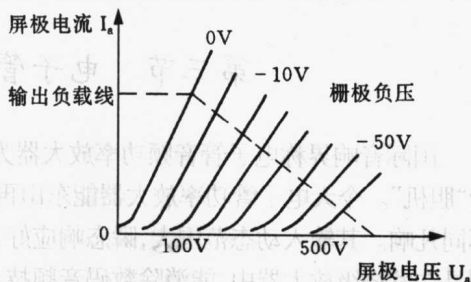


图 1-5

第二节 电子管音频功率放大器的特色

欧美著名的老牌音响生产厂,现在仍采用电子管生产高档的电子管功放。因为电子管本身具有极好的物理特性,它的放大工作是在真空管内进行的,在高电压状态下,从阴极发射出来的电子以 600km/s 的惊人速度向阳极飞去;而晶体管内部是由电子和空穴来运载电荷的,其平均速度仅为 0.2m/s 。因此,电子管在放大器中具有极快的转换速率与最佳的瞬态响应。尽管现在还有些晶体管新品种的场效应管和双极性管,其特性有些与电子管相似,但它们的电导速度和扩散速度均非常低,加之极间电容大,漏电性能也比不上电子管,故实际应用性能无法与电子管媲美。

电子管功放和晶体管功放对音乐信号都是模拟放大,而对聆听者来说,喇叭终端的音响效果才是最终的结论。电子管功放的优势在于电子运动速度快,其瞬态响应好、动态范围大、频率响应宽广,高低音清晰明亮,层次分明,这些均是现代高保真功放所必备的条件。

晶体管功放的谐波失真能做到 0.003% ,而在实际听觉上却不如谐波失真高达 2% 的电子管功放。因为失真度高低与音色的靓丽并不是一回事。晶体管音色干硬,而电子管音色柔美圆润,这主要是器件本身物理性能所决定的。制作音乐节目的录音师,经常对干涩无味的音乐进行润色,采用声音激励器,将丰富的谐波加入,使乐曲变得悦耳动听。

电子管功放音色靓美,可贵之处就在于含有丰富的谐音,由于谐波的存在,故电子管功放的失真度很难做到 0.1% 以下。正是由于润色的谐波存在,使电子管功放的中高频变得格外地靓丽温柔,丝丝叩人心弦。

电子管功放工作于高电压、小电流状态下,不但转换速率快,而且动态范围大,对音乐高峰强信号不会产生过载失真,对快节奏的音乐信号亦能如实再现。而晶体管功放则工作于大电流状态,在导通与截止瞬间会出现交越失真和瞬态失真,由于交越失真产生的脉冲尖峰,包含有许多高次谐波,从而产生瞬态互调失真,表现为刺耳的晶体管声。

电子管的放大系数一般不随着频率升高而产生变化,因此幅频特性变化稳定。而晶体管的放大系数随着频率的升高与降低,其幅频特性均要下降。因此电子管功放能获得更高的上限频率。

电子管功放具有较大的功率储备能力,当负载变化时或输出功率过载时,其输出负载曲线的变化并不明显;而晶体管功放的抗过载能力极差,超过额定功率时,失真度直线上升,无法正常工作。

第三节 电子管音频功率放大器的组成

国际音响界称电子管音频功率放大器为各种功放机中的新贵族。国内发烧友们称电子管功放为“胆机”。今天电子管功率放大器能东山再起,从旧爱到新宠,是由于电子管功放的音色别具特色,不同凡响。其输入动态范围大,瞬态响应好,输出功率储备量大,抗过载能力强,工作稳定可靠。特别是在发烧级放大器中,能消除数码音频技术带来的数码噪声,还原出柔美元润、清澈透明的乐音,这些都是目前晶体管放大器尚难以完全替代的。这正是兴起现代国内外胆机新潮的主要原因。在追求高品质音色的今天,电子管放大器所独具的魅力,深受国内外发烧友的青睐。

目前世界各国制造的电子管功放机品种较多,有些收藏级的产品被国内外发烧友视为珍品,身价百倍。国外著名的功放机品牌有:McIntosh、Marantz、Cary、Conrad、Johnson、Unison、Audio Research 等。国内著名的功放机品牌有:斯巴克、大极典、曙光、欧琴、缪斯等,其中大部

分销往国外。

一、电子管放大器的三种基本形式

图 1-6(a)为共阴极电路:共阴极电路与晶体管共发射极电路、MOS 管、FET 管共源极电路相似,是音频放大器中最常用的电路,其电路特点是:输入阻抗高;输出阻抗也高。不但具有电压增益,同时也具有电流增益。输入信号与输出信号相位相反。

图 1-6(b)为共栅极电路:电子管共栅极电路与晶体管共基极电路、MOS 管、FET 管共栅、共闸极电路相似。其电路特点是:输入阻抗低,输出阻抗高,有电压增益;但无电流增益。高频放大特性与线性均好,输入信号与输出信号相位相同。

图 1-6(c)为共屏极电路:电子管共屏极电路与晶体管共集电极电路、MOS 管、FET 管共漏极电路相似。其电路特点是:输入阻抗高,输出阻抗低,电压无增益,电流有增益。输入信号与输出信号相位相同。由于该电路的输入信号与输出信号同步变化,故又被称为阴极跟随器。本电路常用于输入级的阻抗匹配器与输出级电流跟随器。

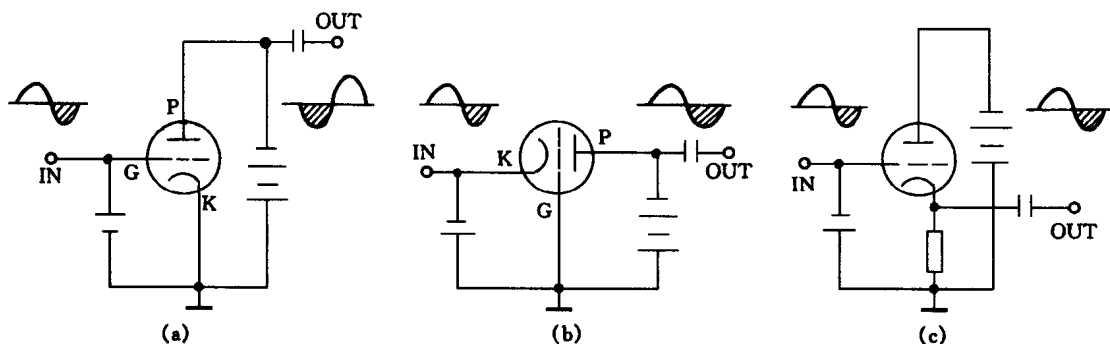


图 1-6

二、电子管功率放大器的主要类别

我们知道,功率放大器按工作状态的不同,可分为甲类、乙类、甲乙类等类别(又称 A 类、B 类、AB 类)。甲类放大器的特点是工作点选在输出特性曲线线性区的中间位置,信号电流在整个周期内都流通,其输出失真小、效率低。乙类放大器工作点选在输出特性曲线的零栅流点,信号只在半个周期内流动,其效率高,但失真很大。而甲乙类的工作状态介乎甲类和乙类之间,其效率高,失真也较小。

1. 单端 A 类功率放大器

单端 A 类功率放大器音色纯真细腻,清澈透明,韵味十足,特别是偶次谐波丰富。其输出信号富有层次感,产生了类似多弦琴的效应,故音色甜美温暖,使人百听不厌。

单端 A 类功放的工作状态极为稳定,其功放级的屏极电流在零信号与满信号时变化很小;当功放管工作于屏栅特性曲线线性区时,音频信号的输入波形与输出波形相似,故失真度很小。

但美中不足之处是单端 A 类功放工作效率较低。单端 A 类功放管屏极工作时所消耗的直流功率,与屏极所能输出的功率之比,仅为 20%~30% 之间。如用“胆王”300B 直热式三极管制作的单端 A 类功放,其输出功率仅为 8~9W;用高压屏大功率直热式三极管 211、845 等制成的单端 A 类功放,输出功率也仅为 20~30W。

单端 A 类功放的整机电路结构比较简单,功放级可用一只放大管来完成,为取得良好的输出效果,通常输出级的负载阻抗应不小于屏极内阻的 2 倍。

单端 A 类功放整机电路结构方框图如图 1-7 所示,成品机外形如图 1-8 所示。

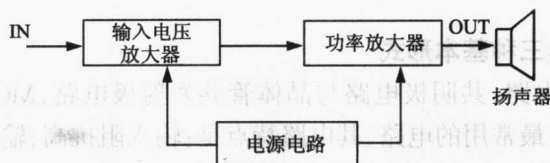


图 1-7

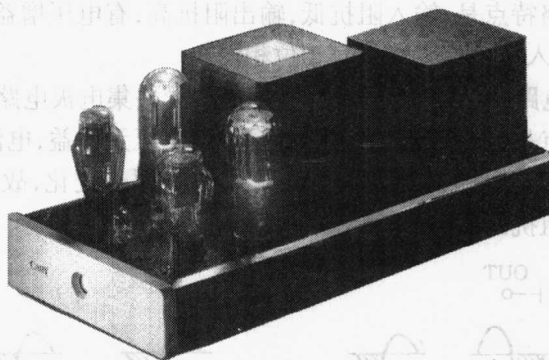


图 1-8

2. A 类及 AB 类推挽功率放大器

对于提高放大器的效率,改善放大器的性能,A 类及 AB 类功率放大器有它独特之处。

当功放管接成推挽式放大后,不但可以使输出功率成倍地增加,而且失真度亦可大为减小。音频输出信号产生失真的原因之一是由于在放大过程中,输出信号中混入了原来信号中所没有的多次谐波。当放大器接成推挽电路后,由于两只功放管的工作处于反相状态,将信号中混入的多次谐波在输出变压器中相互抵消了。

同时,推挽式功率放大器的输出变压器铁芯也能相应地减小。因为单管放大时,屏流通过输出变压器,故输出变压器不得不采用较大的铁芯,以防止电流经过铁芯而产生磁饱和现象而影响输出功率。但在推挽式输出变压器中,因稳定的电流由输出变压器中心抽头到两只功放管屏极所走的方向是相反的,故它们的磁化作用可以相互抵消,不致产生磁饱和现象,所以输出变压器的铁芯可以比单管放大时相应地减小。

此外,整机的交流声也能相应地减小。因为在使用交流电源供电时,屏极高压均由交流整流后供给,但输出的直流高压虽经过滤波网络,但交流成分不能完全被滤清,此交流分量在单管输出的整机中比较明显。在推挽放大电路内,因屏极电压由输出变压器相位相反的两组线圈供给,故能相互抵消。

许多国际上著名的电子管功率放大器,如麦景图、马兰士、威廉逊、威廉姆斯等均为 AB 类推挽功放。

A 类及 AB 类推挽功放整机电路结构方框图如图 1-9 所示,图 1-10 为成品机的外形。

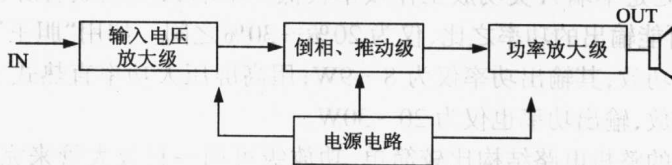


图 1-9

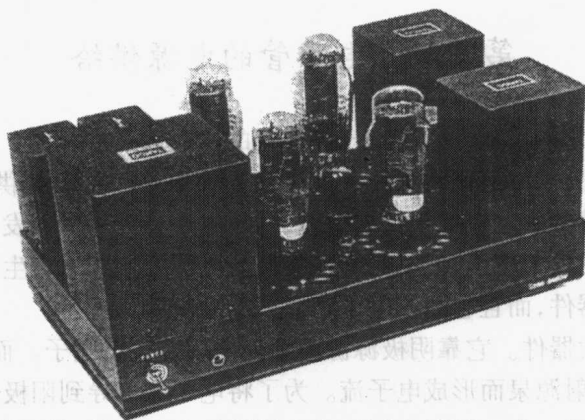


图 1-10

3. 电子管双声道功率放大器

现代音源设备的品种繁多,如 CD、LD、DVD、录音机、录像机等绝大部分均为立体声源,为了适应现代音响设备的要求,故可将两组单端 A 类功率放大器或两组 A 类及 AB 类功率放大器合并起来,使立体声信号分别由 A 组功放左声道与 B 组功放右声道输入,这样即组成了合并式立体声功率放大器。

合并式立体声功放的特点是,适用范围广泛,电路结构紧凑,两组放大器的电源供给可以合用。对欣赏立体声音乐和现代家庭影音设备的配置均带来方便。

合并式立体声功放整机电路结构方框图如图 1-11 所示,图 1-12 为成品机的外形。

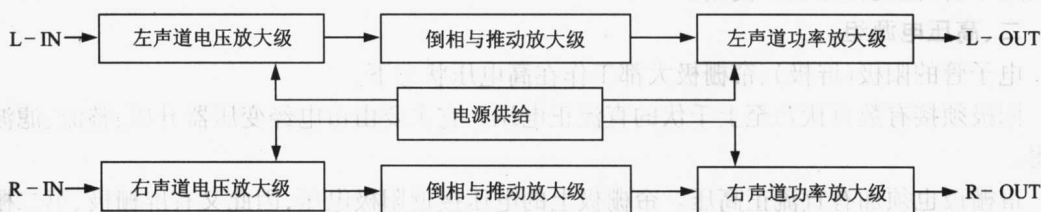


图 1-11



图 1-12

第四节 电子管的电源供给

电子管结构特殊,它的供电方式有别于晶体管的供电方式。

我们知道,晶体管为了维持正常工作状态必须为集电极和基极提供所需的电源。集电极电源是为了保证晶体管的集电极处于反向偏置,基极电源是为了保证发射极处于正向偏置,也就是说向基极提供正向偏置电压,使晶体管在集电极电压的作用下产生电流放大作用。所以,晶体管是个电流放大器件,而且它的供电电路形式相对简单。

电子管是电压放大器件。它靠阴极源源不断地向阳极发射电子。而阴极只有被加热到一定温度时,才能成为发射源泉而形成电子流。为了将电子流传导到阳极,阳极对阴极必须有很高的正电压,以吸引电子。为了控制自阴极飞向阳极的电子数量,从而控制电源转化到负载中的能量,还必须在栅极加上适当的负偏压。此外在多极管中还要为帘栅极和抑制栅极提供必要的工作电压。

因此,电子管的供电电路要比晶体管复杂。

电子管供电电源可分为以下几组:

一、灯丝电源组

灯丝电源组主要用来点燃灯丝。灯丝的作用是加热阴极,促使阴极发射电子。

电子管灯丝按供电方式来分有直流供电和交流供电两种方式。灯丝供电电流和电压根据电子管型号的不同而高低不等,主要属于低电压大电流形式。

电子管灯丝无论交流或直流供电,大都取自市电经变压器降低所得。早期也有用电池供电的电子管,但现在已很少使用。

二、高压电源组

电子管的阳极(屏极)、帘栅极大都工作在高电压状态下。

阳极须接有数百伏乃至上千伏的直流正电压。它主要由市电经变压器升压、整流、滤波后取得。

帘栅极也须加有直流正高压。帘栅极上的电压接近阳极电压,因此又有屏栅极、第二栅极之称。帘栅极工作电压大都是从阳极供电电路经电阻降压、电容滤波后取得。

三、栅极供电组

栅极电源在电子管供电系统中是十分重要的。电子管在正常工作状态下要提供一个负电压,通常称为栅负偏压。栅负偏压与晶体管基极偏压的作用相同。在电子管放大器中,栅偏压的大小,决定了电子管的工作点是否设在特性曲线的线性区域内。栅负压取得不合适,会引起放大器的非线性失真,破坏电子管的正常工作。

栅偏压的获取有两种方式,一是自给栅偏压方式;一是固定栅偏压方式。自给栅偏压又称阴极自给偏压。因为其栅极电压取自电子管本身阴极电流流过阴极电阻所产生的上正下负的压降,并通过阴栅间的栅漏电阻加在栅极上,如图 1-13 所示。

固定栅偏压的供电方式根据电子管放大器电路形式的不同,有多种方法。常用电路将在第七章第三节专门介绍。固定栅偏压的优点是栅压相对比较稳定且方便可调,适应性强。

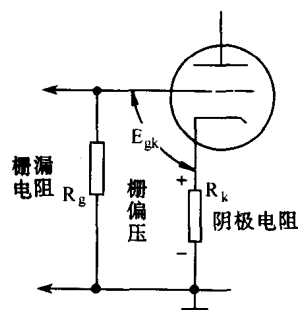


图 1-13

四、抑制栅极的供电

在五极管中的阳极与帘栅极之间设有一个抑制栅极(又称第三栅极)。它的作用是抑制负阻效应、减小极间电容,提高性能。

抑制栅通常不另立供电电源,而是抑制栅极与阴极相连,故抑制栅相对阳极是负电压。

图 1-14 是电子管各极供电电压状况示意图。

有关电子管功放电源供给电路的详细分析请参看本书第七章。

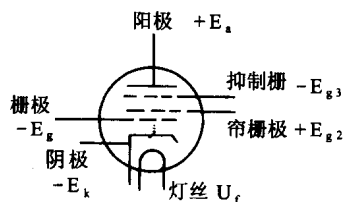


图 1-14

电子管供电电路与晶体管供电电路在许多方面有相通之处。

建议初学电子管电路的朋友最好先从电子管的电源电路入手。

弄懂了电子管的供应方式,再进一步学习电子管电路原理,可以说打开了一扇方便之门。

第五节 电子管音频功率放大器的主要部件

组成电子管功率放大器的主要零部件有:变压器、电子管、电容器、电阻、电位器、接插件、各种接线、底板与机箱等。

1. 变压器

电子管功放机中使用的变压器有:电源变压器、输出变压器和阻流圈。其中输出变压器的品质优劣,对功放机输出的音质与音色影响最大。从技术角度来说,即对功放机输出的频率响应和相移失真影响最为明显。如果输出变压器的频响不够宽时,单靠加深整机负反馈进行补偿时,则会导致相移失真,其重放表现是高音发飘或刺耳。因此,电子管功放机中的输出变压器的品质,对功放重放声音质量有着举足轻重的影响。

输出变压器分为 A 类单端功放与 AB 类推挽功放两种结构。

在单端 A 类功放中所使用的输出变压器,因为变压器的一次侧只有单向静态电流通过,有很强的直流磁化作用,因此输出变压器的铁芯要用得相当大。同时 A 类单端功放对寄生在供电线路上的纹波、干扰噪声没有抑制能力,要获得较高的信噪比,对 A 类单端输出变压器的漏磁、漏感、空载电流等有较严格的要求。

AB 类推挽输出变压器,由于在推挽电路中,功放管对交流信号是互为反相工作状态,对于功放管屏极直流供电则是同相关联在高压电源上,输出变压器一次侧的两个绕组为反相绕制,因此,它对直流高压的纹波有自动抵消作用,故交流哼声极低。同时,输出变压器一次侧绕组上流过的电流互为反向,铁芯上的直流磁化为零,故 AB 类推挽输出变压器的体积比 A 类单端输出能相应地减小,且输出功效比单端 A 类大幅度提高。

音频输出变压器不同于单一频率的电源变压器,它所传输的音频信号,通常包括下限频率和上限频率的整个频段,而且要求以 20Hz~20kHz 的整个频段内,由输出变压器引起的非线性失真必须抑制到最低限度,频率特性也必须符合技术指标上的要求。

为满足输出低音频的频响特性,输出变压器的一次侧电感量必须足够大,绕组圈数必须绕足;同时输出变压器的铁芯必须采用优质 GE 型硅钢片,以保证最佳的磁通密度,且铁芯的叠厚应大于单一频率的电源变压器。

为保证高频段频率响应的要求,输出变压器线圈的漏感和分布电容要尽可能地小。这样就要求输出变压器的线圈在绕制上有别于普通的平绕方式,而必须采用分段交叉叠绕的高