

古典直热式三极管 10 制作的甲类单端胆机

黄泽舟

电子管 10 是美国于上世纪初三极管发明不久后推出的产品，至今已有近 100 年的历史。它的出现甚至早于美国 211 管的开发年代，可谓三极电子管中的老大哥。10 电子管开发初始的板压为 425V，输出功率只有 1.6W。后来有了 10Y、801、VT-25、801A 和 VT-62 等改进型，板压提高至 600V，输出功率也增大了两三倍。其灯丝为直热式钨钨阴极， U_f 为 7.5V， I_f 为 1.25A。该管点燃后有如白炽灯泡，令满屋辉煌。它有 RCA、SYLVANIA 和 HYTRON 等厂牌。

笔者闲暇时将其把玩观赏，实在想像不出近 100 年前的先辈们是如何制造出这么精美的作品的。现今的发烧友对用 211、845 制作的甲类单端胆机音色推崇倍至，而 10 正是与 211 特性十分相象的胆管，可以说是一只小型的 211。将其制作成胆机的性能表现的确很好，管内真空度很高，既无栅极逆电流又无管内辉光，音色也与 211 管甲类单端机一般无二。

表 1 为 801 管甲类单端典型应用。表 2 为乙类推挽应用规格。表 3 为 211 管甲类单端典型应用，可供对比之用。801 管使用四脚座，与 300B、2A3 等管通用，玻壳外形同 6L6G，在美日音响专用管的名录中也常能见其踪影。

在 600V 板压下应用时其栅负压为 -55V，需用较大的驱动电压。使用自给偏压方式时允许使用较大的栅漏电阻 (500kΩ)，这样可使推动级负荷较轻，有利于提高保真度，也可令推动级采用较大的板极负载电阻。由于该管无板极特性曲线图，因此在计算前对实物进行了测试。801 管在零栅压、 $2I_{a0}=60\text{mA}$ 板流时，板极的管压降为 295V。按

300V 压降计算 801 管甲类单端时的工况为： $U_a=600\text{V}$ ； $U_{G1}=-55\text{V}$ ； $I_{a0}=30\text{mA}$ ； $U_s=300\text{V}$ ($U_{G1}=0\text{V}$ 、 $I_{am}=2I_{a0}$)。负荷电阻 R_o 、输出功率 P_o 及板极效率 η 可分别由下式计算

$$R_o = (U_a - U_s) / (I_{am} - I_{a0}) = (600 - 300) / (0.06 - 0.03) = 10\text{k}\Omega$$

$$P_o = (U_a - U_s)^2 / (2R_o) = (600 - 300)^2 / (2 \times 10000) = 4.5\text{W (RMS)}$$

$$\eta = P_o / N = 4.5 / (0.03 \times 600) = 25\%$$

直热式三极管灯丝如以交流供电，用平衡电位器调整中点平衡，测得的背景噪声电平在扬声器端约有十几 mV，唯有直流供电方可把背景噪声降至低不可闻的水平。而 7.5V 的灯丝电压可以令整流滤波电路的使用较为方便。滤波电容的容量要满足 $\omega CR \geq 10$ ， $R = 7.5 / 1.33 \approx 5.6\Omega$ ， $C = 10 / (\omega R) = 10 / (314 \times 5.6) = 5687\mu\text{F}$ ，所以取 $C = 6800\mu\text{F}$ 。对于输出电压，可以调节限制峰流电阻 R (约 0.15Ω)，使 801 灯丝电压为 7.5V。

根据以上特点，整机的电路如

表 1 801 管甲类单端典型应用

10Y、VT25、801A			
$U_f=7.5\text{V}$		$I_f=1.25\text{A}$	
A1 类单端放大			
U_a (V)	425	500	600
U_{G1} (V)	-40	-45	-55
I_a (mA)	18	24	30
μ	8	8	8
S (mA/V)	1.600	1.725	1.840
R_i (kΩ)	5.0	4.6	4.3
R_o (kΩ)	10.2	8.0	7.8
P_o (W)	1.6	2.3	3.8
K_F	5%	5%	5%

表 2 乙类推挽应用规格

801		
$U_f=7.5\text{V}$		$I_f=1.25\text{A}$
B 类放大		
U_a (V)	400	600
U_{G1} (V)	-50	-75
I_{a0} (mA)	8	5
$R_{o(p-p)}$ (kΩ)	6.0	10.0
P_o (W)	27	45
$V_{in(p-p)}$ (V)(RMS)	189	224
P_{in} (W)	3.0	3.0

表 3 211 管甲类单端典型应用

211	
$U_f=10\text{V}$	$I_f=3.25\text{A}$
A1 类单端放大	
U_a (V)	1000
U_{G1} (V)	-52
I_a (mA)	65
μ	12
S (mA/V)	3.8
R_i (kΩ)	3.2
R_o (kΩ)	7.0
P_o (W)	10
U_{amax} (V)	1250
P_{amax} (W)	75

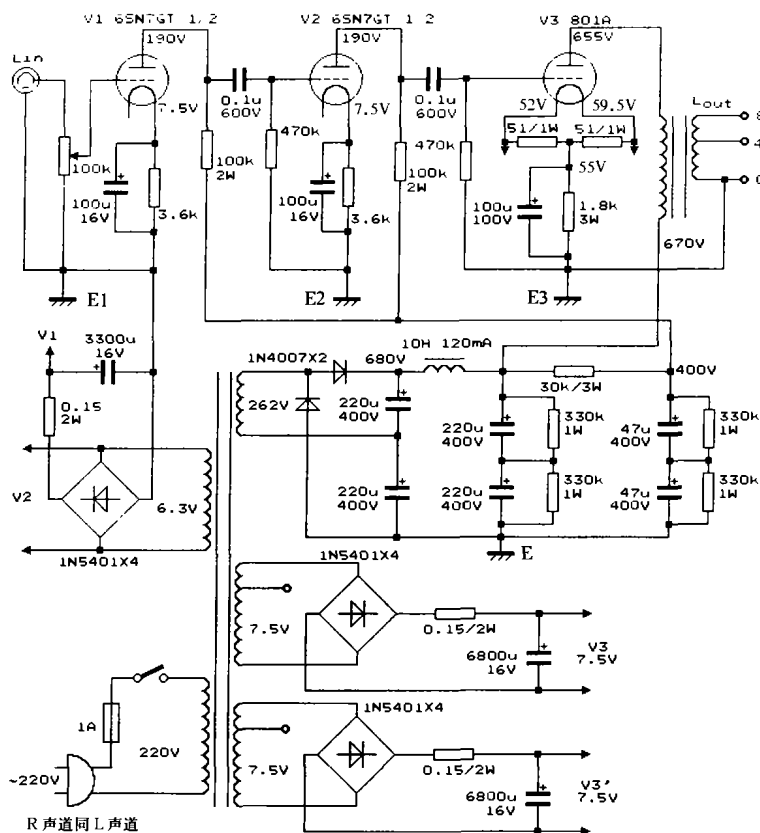


图 1 整机电路图

图 1 所示。其以 V1 6SN7GT 1/2 为输入级,是典型的阻容耦合放大电路。为了防止背景交流声,灯丝以直流供电,阴极电阻用电容旁路。V2 6SN7GT 1/2 在加以较高的板极供电电压时可获得很高的推动电压,电源由 670V 供电端用电阻降至 400V 来提供。V3 801 管采用自给偏压,因此电源供电电压为 $U_B = U_a + U_k = 655V$,再加上输出变压器一次侧直流压降 15V,总共 670V。电源整流采用全波倍压,用两只 220

$\mu F/400V$ 的电容。因为三极管功率管的内阻较低,甲类单端机的滤波一定要用足够电感量的 CLC 滤波方式,所以取 10H、120mA 的扼流圈,约有 8V 的直流压降。第二级电容采用两只 220 $\mu F/400V$ 串联,接有均压泄放电阻。前级供电再用阻容滤波,构成双 π 型滤波电路,这样可以保证有很高的信噪比。

纯三极管甲类单端机不加负反馈已可对扬声器产生相当的阻尼,并且可得到很纯净的放音,故本机与 211 机一样,不采用负反馈。整机的增益适中,输入灵敏度为 0.15V (RMS)。如想提高灵敏度则可直接以 6SL7GT 取代 V1 6SN7GT,此时的灵敏度即变为 0.05V (RMS),非常方便。该机底板上的主要零件布置及尺寸数据如图 2 所示。底板制作数据如图 3 所示。

整机的性能在很大程度上取决于输出变压器。笔者选用的指标为 20Hz - 1dB、 $\eta = 90\%$,非常苛刻。其铁芯较大,铜线也较多,计算从略。值得一提的是,对于 10k $\Omega : 8 \Omega$ 的输出变压器,当 $\eta = 90\%$ 时,一次侧和二次侧合计的铜损为 10%,实际阻抗比应接 9k $\Omega : 8 \Omega$ 计算,在加入 10% 铜损后相当于 1k Ω 铜阻,即变为 10k $\Omega : 8 \Omega$ 了。

1k Ω 铜阻由一次侧和二次侧线圈平分,故一次侧铜阻应 $\leq 500 \Omega$,二次侧铜阻折算阻抗比后对一次侧阻抗也等效于 500 Ω 。一次侧和二次侧等效铜阻串联合计为 1k Ω ,二次侧实际铜阻为 $8 \Omega \times 5\% = 0.4 \Omega$ 。一次侧要有足够的电感,以达到 20Hz - 1dB 的水平,要求是加入 30mA DC 磁化电流后的电感量应 $\geq 100H$ 。该机的输出变压器也可直接使用 211 的单端输出变压器。电源变压器、扼流圈和输出变压器的数据请参见

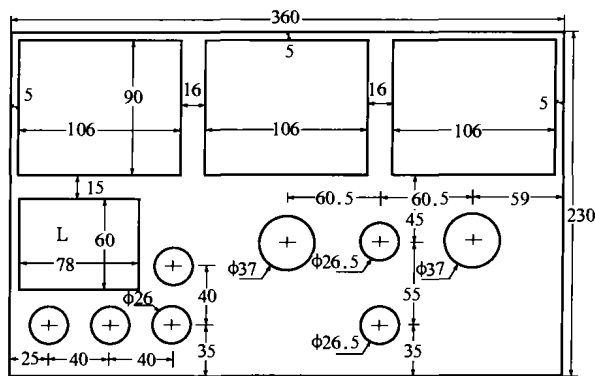


图 2 甲类单端机通用底板(适用于 2A3、300B、801A 等)

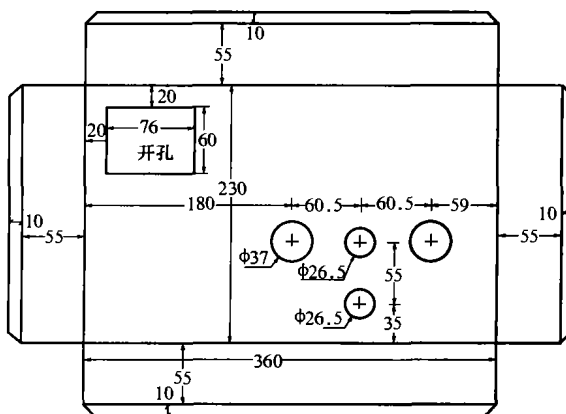


图 3 底板制作数据

表 4 电源变压器、扼流圈和输出变压器数据

输出变压器两只	电源变压器 110VA	扼流圈
铁芯 EI 型 30mm × 40mm	铁芯 EI 型 30mm × 40mm	EI 型 22mm × 28mm
N1 φ 0.18 4500T	220V φ 0.47 726T	φ 0.27
分两段 R ≈ 480 Ω	262V φ 0.35 917T	2800T
N2 φ 1.06 95T+39T	6.3V 2A φ 0.93 22T	L=10H
夹在一次侧中 R ≈ 0.4 Ω	6.3V+1.2V 2A φ 0.93 22T+4T	I=120mA
N1 L=108H DC 30mA	6.3V+1.2V 2A φ 0.93 22T+4T	R ≈ 120 Ω
气隙 0.12mm	硅钢片对插	气隙 0.24mm
阻抗比 10k Ω : (4 Ω、8 Ω)		

表 4。

装配完毕后试音,用耳贴近音箱竟然听不到一点交流声。笔者以前一直以为直热式纯三极管的灯丝即为阴极,完全消除交流声很不容易,但是现在看来这已不是不可能的。不过,请大家切记要注意以下3点。

- (1) 灯丝必须直流供电,并且保证滤波电容的取值满足 $\omega CR \geq 10$ 。
- (2) +B 电源滤波采用 CLC 电路且 L 的电感量必须足够大,一般取 $L \geq 5H$ 。
- (3) 每级放大电路与电源供电间采用星形接地,

本机的中心点在第二级滤波电容负极的通地点。

在夜晚试机时,两只 801 电子管像两只向上射光的白炽灯,使整个屋顶一片金黄。该机的音乐声细腻、醇厚,活脱是 211 机的翻版。其低音纯净、弹性十足,高音清脆悦耳,中音区的人声甜美流畅、音域宽广平坦,这一定是无负反馈而使瞬态响应好的缘故。虽然它的 RMS 功率只有 $4.5W \times 2$,但是听感上却好似 $10W \times 2$ 有余。要知道本机的功耗仅为 80W,而不是 211 机的 250W。古典三极管 10 是收藏品中的至宝,它能大大满足胆机发烧友的欲望,真可谓光芒四射、魅力无穷。

热忱欢迎各地发烧友前来试听

不久前,在不增加成本的情况下,我们对山灵 S100CD 机的几个核心部位的电源进行了进一步改进,对其输出部分的电路也进行了重新设计,使效果进一步大幅提升。在与一套进口的 3 万余元的转盘(日本)+胆解码器(美国)音源进行直接的 A、B 比较中,这台摩好后价格仅为其十分之一的 CD 机,除了在音乐味上不相伯仲、在低频的权威性 & 动态张力上稍逊一筹外,在其他各个方面如细节、结象力、透明度、清晰度、音场的宽度和深度、前后层次及音场内的人头数等都明显胜出,从而再一次显示出电源的优劣在音响中的决定性作用。

以往,我们许多动手派发烧友(甚至包括一些音响设计师)对电源的认识非常片面,认为电源仅仅是能量的提供者,因此只要提供足额、纯净的直流电就行,而忽视了电源另一个非常关键的作用——担当信号和地之间的桥梁(即耦合信号的作用)。这种对电源狭隘的认知结果,当然就严重影响了音乐的完美重播,使得音乐变得干、硬、不平衡、细节大量丢失及缺少温暖迷人的韵味。以下是部分拥有或听过我们所打摩的器材的发烧友所发表的言论:

你的理论确实有道理……单就听感而言我的单端 300B 的音色最多也不过如此。辽宁本溪张先生。

我用我自己的唱片连续听了几套 10 万元级的器材,声音还是我的好听,细节也是我这最多。上海青浦李先生(李先生从我这里拿的一套器材经我再次升级后效果确实不凡,最近他还专门为此耗资数万元打造了一间试听室,他欢迎上海的发烧友和他联系)。

老朱,他们最近拿了一台德国产的 2 万多元的 CD 机和我的相比,没有占到任何便宜。广西阳朔何先生

特别提供 精选之摩胆机极品滤波薄膜电容: Aerovox 18 μF/500V, 最高耐压 ≥ 800V, 15 元/只; 20 μF, 最高耐压 ≥ 700V, 10 元/只; ≥ 550V, 8 元/只; 10 μF, 最高耐压 ≥ 1600V, 7 元/只。

精选高品质 80 μF/30V, 20 元/只; 50 μF/30V, 12 元/只, 最高耐压 ≥ 150V, 漏电阻 ≥ 6000M Ω / μF (60V 条件下), 质损低于 9 M Ω / 只。

提供打摩好的全新山灵 S100CD 机, 中等级摩机: 3250 元(改进型), 高等级摩机: 4800 元/台。

天逸 66A 功放, 高等级摩机: 4900 元/台(连机)。

特别提供极品发烧电阻 Vishay 1/4W 每只 2.5 元、1W 2W 每只 4.5 元、IRC 电阻 2W 每只 8 元, 百元起购。

重要 我们的邮购地址和名称已改变, 现地址为: 杭州武林门家电市场 1048 号

提示 创声音响商行 邮编: 310005

电话: 0571-88484421 85991671

咨询人: 朱为民 咨询电话: 013605712848

传真: 0571-88484372