

著名国外胆机

GM-70单端A类功放电路赏析

徐柏华

由日本渡边直树氏设计的GM-70单端A类功率放大器,采用俄罗斯直热式三极送信管ГМ-70(GM-70为日、美国型号),该直热三极功率电子管与目前流行的211、845等直热式三极功率管有相近之处。整机额定输出功率为18W,最大输出功率可达30W。音质清纯通透,高音清晰,低音浑厚,谐音丰满,性能卓越,电路简洁,值得借鉴。

一、GM-70 单端功放简析

行高保真放大，仍将束射四极管改为三极管接法，这样可使输入级与功放级达到最佳的匹配，使功放的整机串性能进一步提高。

束射四极功率电子管6V6GT

原来的内阻 $R_p = 52\text{ k}\Omega$ ，互导 $S = 4\text{ mA/V}$ ，其放大系数大于 200 倍。当改为三极管接法以后，由于该管的屏极与帘栅极直接相连，此时帘栅极反馈电压与屏极输出

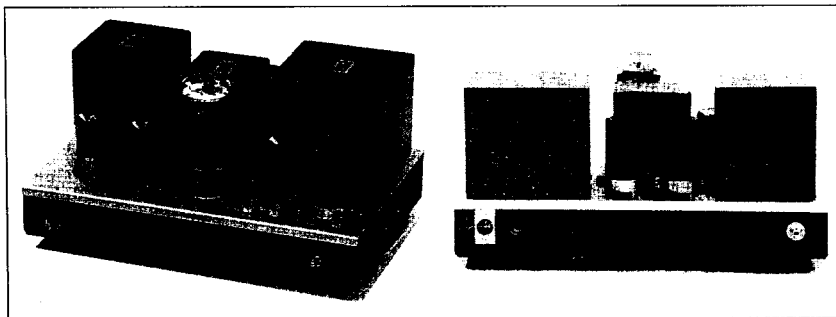


图 1 GM-70 单端功放正视与背视图

图1是GM-70单端功放正视与背视图。图2是GM-70单端功放电路图。

1. 输入级

输入电压放大级由高放大系数五极电子管6SJ7WGT担任,该管特性与6J5、6J8等五极电子管相近。为了提高输入级各项电性能,特将高放大系数五极电子管6SJ7WGT的屏极与帘栅极相连,组成三极管接法。

在三极管接法的电路中, 6SJ7WGT 管的屏极输出电压全部反馈到帘栅极, 因为是深度的负反馈, 所以能有效地改善放大器的非线性失真, 噪声输出显著降低, 频率响应特性展阔, 电子管的等效内阻降低, 放大器性能显著提高。

2. 推动级

推动电压放大级由束射四极功率电子管6V6GT担任,为了进

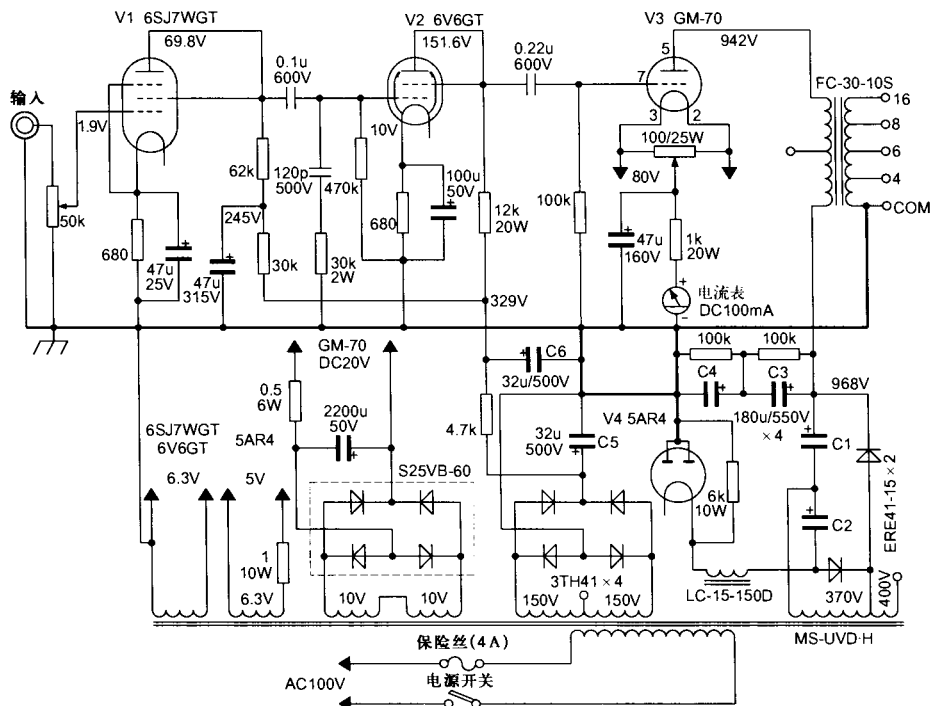


图 2 GM-70 单端功放电路图

电压之比 M 就等于 1, 当该管栅极对帘栅极的放大系数 μ_s 为 10 时, 则改为三极管接法以后的反馈系数 β_s 即为

$$\beta_s = M / \mu_s = 1/10$$

则 6V6GT 的放大系数 μ 由原来的 200, 降低至 μ' 为

$$\mu' = \mu / (1 + \mu \beta_s) = 200 / (1 + 200 \times 1/10) \approx 9.5$$

而 6V6GT 管的内阻 R_p , 亦由原来的 52k Ω 大幅度降低至 R'_p

$$R'_p = R_p / (1 + \mu \beta_s) = 52000 / (1 + 200 \times 1/10) \approx 2.5k \Omega$$

改为三极管接法以后, 由于束射四极管 6V6GT 的特性大为改变, 使推动级的放大性能得到显著改善, 保真度明显提高。

3. 功放级

直热式三极管功率电子管 $\Gamma M-70$ (GM-70) 的最大耗散功率为 125W, 采用该管制成的现代功放, 其输出功率强劲。附表为 GM-70 功率三极管与 211、845 功率三极管主要特性对比。

由 GM-70 直热式三极管功率电子管组成的单端 A 类功率放大器, 屏极负载阻抗取值为 5k Ω , 屏极电压为 940V, 以零信号至最大信号时屏极的平均电流为 80mA, 采用自给栅负偏压方式, 阴极回路电阻取值为 1k Ω / 20W, 并串联电流表进行监控。

GM-70 单端 A 类功放管的栅极, 完全由前级的激励信号电

压来推动, 使之进行纯真的放大。本功放未加电流与电压反馈, 故瞬态响应较佳。额定输出功率为 18W, 最大输出功率可达 30W。

4. 电源供给

本功放的高压电源供给, 由电源变压器 370V 交流高压绕组, 经过 ERE41-15 \times 2 二极管组成的二倍压电路, 获得 968V 的平稳直流高压, 供给功放电子管 GM-70 使用。

为了保护 GM-70 功率三极管电子管不受开机时的高压冲击, 延长使用寿命, 特在高压倍压回路内, 设置了由 5AR4 整流电子管与 6k Ω / 10W 电阻组成的高压延时电路, 使开机时高压输出较低, 当 5AR4 管灯丝加热后, 电子管缓慢地导通, 使 968V 直流高压逐渐加至功放管屏极。

二、GM-70 功放电性能

图 3 是 GM-70 功放失真率特性图。图中共给出了该机未加任何负反馈时, 低频 100Hz、中频 1kHz 与高频 10kHz 3 根失真率特性曲线图。

当功放的输出功率为 10W 时, 从低频 100Hz 至高频 10kHz 的全频段范围内, 功放的失真率系数均小于 1.8%。

当功放的输出功率为额定值 18W 时, 从低频 100Hz 至高频

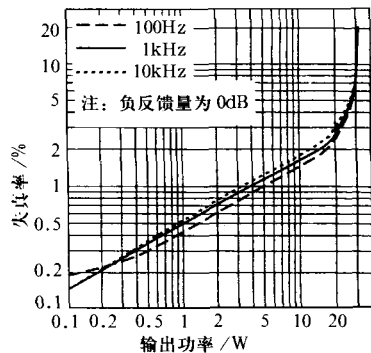


图 3 GM-70 功放失真率特性图

10kHz 的全频段范围内, 功放的失真率系数均为 2% 左右。

当功放的输出功率为最大值 30W 时, 从低频 100Hz 至高频 10kHz 的全频段范围内, 功放的失真率系数均为 5% 左右。

图 4 是 GM-70 功放频率响应特性图。图中共给出了该机未加任何负反馈时, 小信号 1W 与额定值 18W 的两根频率响应特性曲线图。

当功放的输出功率为 1W 时, 从低频段 10Hz 至高频段 80kHz 的全频段范围内, 放大器的增益变化为 -3dB。

当功放的输出功率为额定值 18W 时, 从低频段 20Hz 至高频段 60kHz 的全频段范围内, 放大器的增益变化为 -2.5dB。

图 5 是 GM-70 功放阻尼特性图。功放未加任何负反馈时, 从低频段 20Hz 至高频段 40kHz 的全频段范围内, 功放的阻尼系数 DF 值始终保持在 3, 几乎为一根平坦的直线。

附表 GM-70 与 211、845 功率管主要特性对比表

| 名称 | 种类用途 | E_f/V | I_f/A | E_p/V | E_g/V | I_p/mA | $e_{in\ gr}/V$ | g_m/mS | r_p/Ω | μ | $R_L/k \Omega$ | P_{out}/W |
|-------|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------------|----------|--------------|-------|----------------|-------------|
| 845 | 送信用 直热三极管 | 10 | 3.25 | 750 | -95 | 95 | 85 | 3.1 | 1700 | 5.3 | 4 | 15 |
| | | | | 1000 | -145 | 85 | 140 | | | | 7 | 25 |
| 211 | 送信用 直热三极管 | 10 | 3.25 | 750 | -46 | 34 | 41 | 2.75 | 4400 | 12 | 8.8 | 5.6 |
| | | | | 1000 | -61 | 53 | 56 | 3.15 | 3800 | 12 | 7.6 | 12 |
| GM-70 | 送信用 直热三极管 | 20 | 3.1 | 900 | -75 | 95 | 175 | | | | 5 | 18 |
| | | | | 1200 | -100 | 80 | | | | | 8 | 28 |

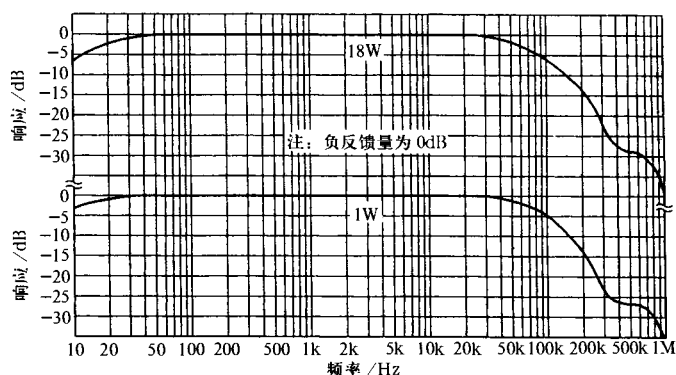


图 4 GM-70 功放频率响应特性图

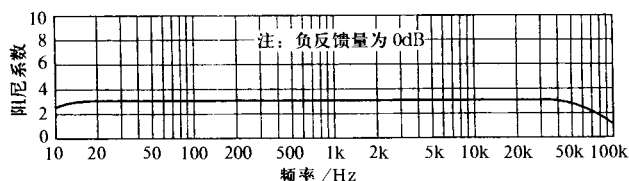


图 5 GM-70 功放阻尼特性图

从低频段 10 Hz 至高频段 60kHz 的全频段范围内,功放的阻尼系数 DF 值亦保持在 2~3 之间。

图6是GM-70功放正弦波与

1kHz的方波特性图中,所显示的方波基本正常。在高频 10kHz 方波特性图中,方波顶部有较为明显的振铃现象存在。

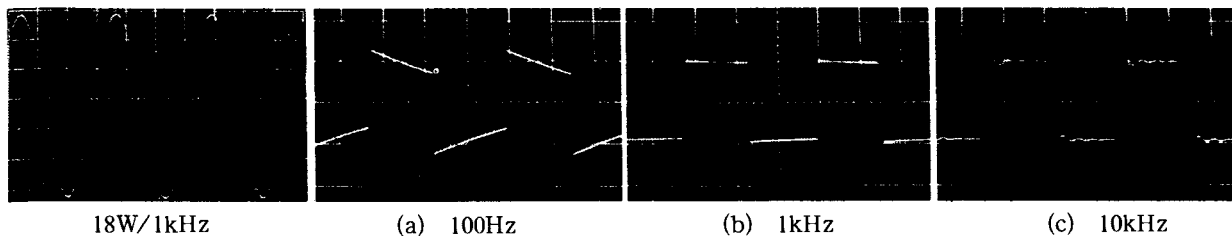


图 6 GM-70 功放正弦波与方波特性图

《无线电与电视》杂志作者来稿须知

这段时间,通过电子邮件向本刊投稿的作者日益增多,也不断有朋友来电、来函询问投稿事宜。现将本刊的来稿须知刊登如下,希望作者朋友们能将您的精彩文章奉献给我们的广大读者。

1. 来稿请使用文稿纸书写,字迹端正。
2. 用电脑打印的文章,请将文件拷贝到 1.44M 软盘后与打印稿一起寄来。文件请用 WORD 或 TEXT 格式,图片内容尽量使用 JPG 格式,以便缩小容量,同时精度需在 300dpi 以上。

通过电子邮件投稿的作者可以将来稿发至以下 3 个电子邮箱:

wxd-c@sstp.cn huangyj@sstp.cn caixian@sstp.cn

3. 本刊稿件原则不退,敬请作者自留底稿,从稿件投至本刊编辑部之日起,如 3 个月未见采用方可另行处理,请不要一稿二投,如需退稿、照片或插图请注明。

4. 稿件从发表之日起,其专有版权和网络传播权即授予本刊,同时许可本刊转授第三方使用。
5. 根据需要,本刊刊登的稿件(文、图、照片等)将在本刊或主管本刊的上海科学技术出版社的网页或网站上传播宣传。
6. 本刊作者应保证在来稿中没有侵犯他人著作权或其他权利的内容,并且将对此承担责任。
7. 本刊作者文责自负,对于侵犯他人版权或其他权利的文字、图片等稿件,本刊概不承担连带责任。
8. 对于上述合作条件如有异议,请在来稿时声明,否则将视作同意。

《无线电与电视》杂志编辑部

方波特性图。正弦波是在输入 1kHz 正弦音频信号,输出功率为 18W 时测得,所显示的正弦波基本正常,无明显失真现象存在。

在低频 100Hz 的方波特性图中,其输出方波的上升前沿过冲现象明显。在中频

三、GM-70 功放试听评价

GM-70 功放每个声道的输出功率仅为 $18W \times 2$, 应当选择灵敏度较高的音箱来匹配, 音箱的标称灵敏度应取 85~90dB 为佳, 这样才能达到较为理想的效果。

GM-70 直热式三极功率电子管制成的单端 A 类功率放大器, 其音质清澄通透, 胆韵浓郁, 高音纤细柔和, 瞬态响应极佳, 高频延伸清晰自然, 泛音余韵恰到好处。

中频段音色纯真优美, 谐音丰满动人, 使人百听不厌, 弦乐和人声还原真实, 现场气氛表现出色, 流畅而舒展, 平衡自然, 使人有身临其境之感。

低音浑厚, 且干净利落, 琴体共鸣声表现出色。力度感稍嫌不足, 大动态的交响乐缺乏震撼力。