

国外著名电子管机

Craftsmen C400 与 C500 电路赏析

● 徐松森

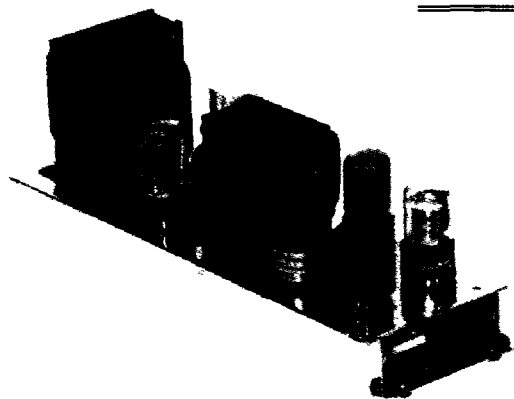


图1 Craftsmen C400 功放外形图

美国的 THE Radio Craftsmen INC 曾经为家庭音乐爱好者们设计与制造小型化高保真电子管功率放大器 Craftsmen C400 与 C500, 该电子管功放机结构小巧精湛, 性能优越, 保真度高, 并采用金属式电子管与小型 RCA 军用品 GT 式电子管, 是适合家庭欣赏音乐的尚好佳品。

Craftsmen C400 功放简析

输入级

由铁制外壳三极电子管 6J5 担任输入电压放大管, 该电子管具有良好的屏蔽性能, 能杜绝一切外来杂波信号的干扰。

由中放大系数三极电子管组成共阴极放大电路。

为了提高输入阻抗, 减小失真, 故在输入电压放大管 6J5 的阴极加有较深的电流负反馈, 其阴极电阻的取值为 $8.2\text{k}\Omega$ 。

经输入电压放大后的音频信号, 由 6J5 三极电子管的屏极输出, 并往耦合电容器, 将放大后的音频信号耦合至中间放大电子管的栅极。

中间放大级

中间电压放大级由中放大系数双三极电子管 1/2 6SN7GT 担任, 并组成共阴极放大电路, 将输入的音频信号进一步提升。

为了拓宽频响, 减小相位失真, 在中间放大管的阴极加有双重的负反馈网络, 其一由电阻 $3.9\text{k}\Omega$ 组成的电流负反馈; 其二由阴极与输出级之间的整机电压负反馈网络。

经放大后的音频信号由 1/2 6SN7GT 三极管的屏极输出, 并采用直接耦合的方式, 将信号直接输送至推动管的栅极。

倒相兼推动级

倒相兼推动放大级由另一半 1/2 6SN7GT 双三极电子管担任, 采用屏阴分割式倒相电路, 即利用电子管在放大时, 其屏极与阴极通过的电压相位相反, 而将其分割成两部分, 其中一半仍由屏极输出; 而另一

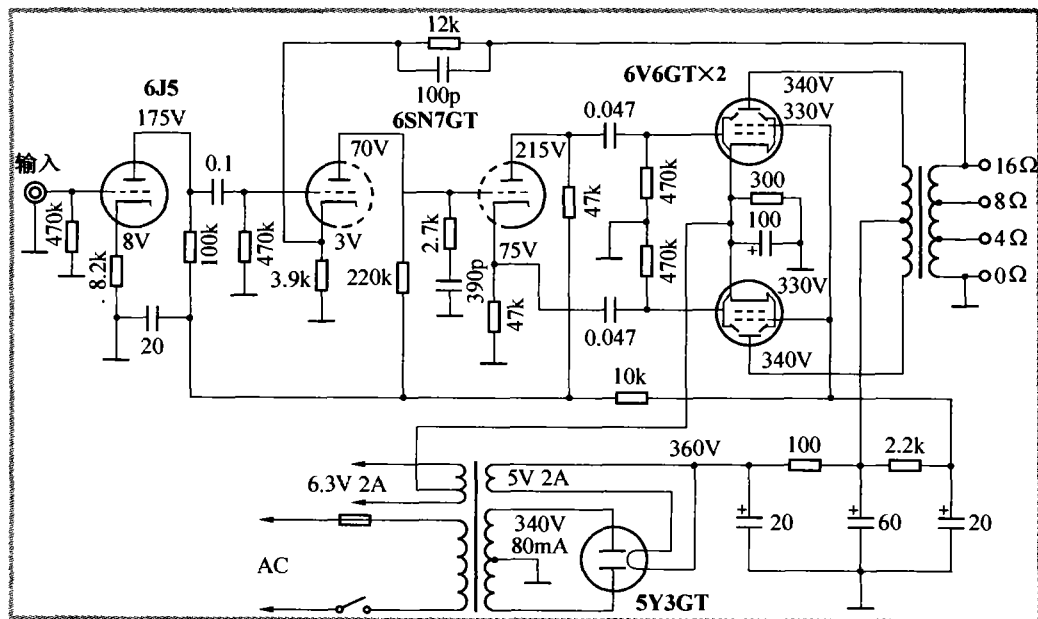


图2 Craftsmen C400 功放电路图

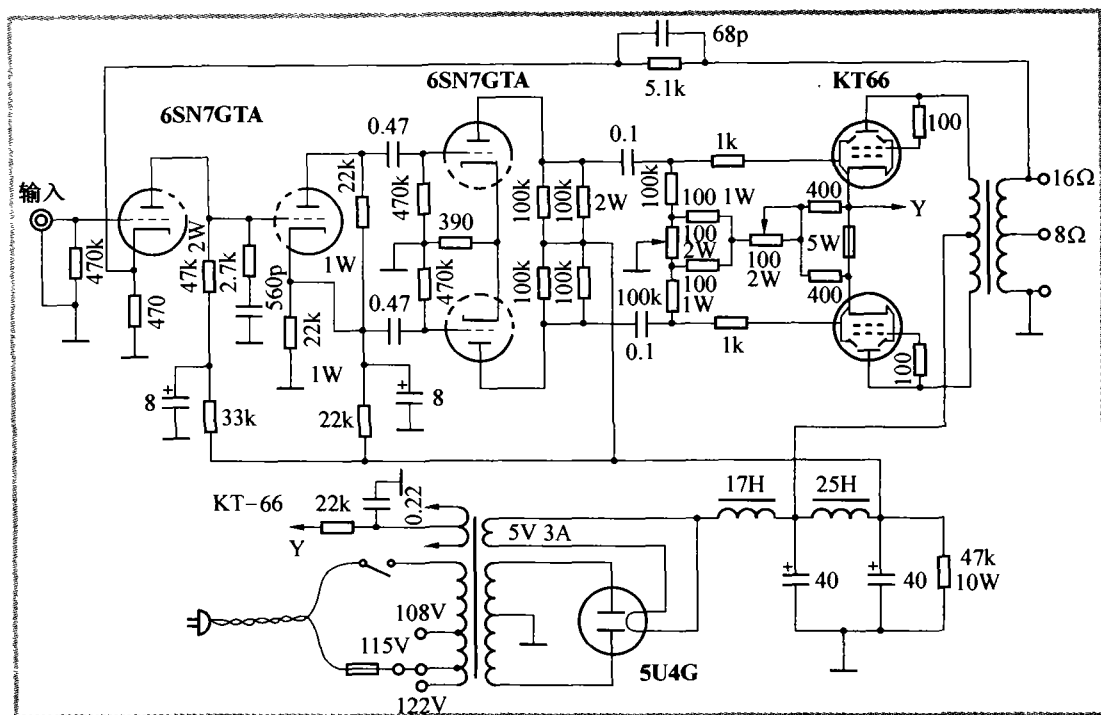


图 3 Craftsman C500 功放电路图

半则由阴极输出。同时, 6SN7GT 三极电子管的屏极与阴极均接有负载电阻, 其负载电阻的阻值均取 $47k\Omega$, 这样两个负载电阻上的音频电压降就完全相等, 所以输出的音频电压也完全相等。从而即完成了倒相与推动工作。

功率放大级

功率放大级由一对雅号为“高山流水”的小型束射四极功率电子管 6V6GT 担任, 组成 AB_1 类推挽式功率放大器。 AB_1 类推挽功放电路的放大效率较高, 保真度也很高。功放电子管的栅极采用自给栅负偏压方式, 使输入电压低于固定栅负压, 故 6V6GT 功放管的栅极始终处于负电位, 不会产生栅流, 而且工作状态始终保持在放大线性范围区域之内, 因此放大器的线性最佳, 失真度也最小。

电源供给

本机的高压电源供给, 采用小型整流二极管 5Y3GT 担任, 经 5Y3GT 管全波整流后获得脉动直流高压, 再经由 CRC 组成的滤波平滑网络后, 获得平稳直流高压供给各级电子管的屏极使用。

灯丝电源全部采用交流供电方式, 并在灯丝的绕组中设置了中心抽头, 并将中心抽头接在功放电子管的阴极上, 使灯丝的直流电位得到提高, 这样, 不但有效地防止推动电子管灯丝与阴极间的击穿问题; 同时, 由于对地的旁路作用, 能有效地杜绝交流灯丝供电电源带来的交流杂声影响。

Craftsman C500 功放简析

输入级与倒相级

输入电压放大与倒相级, 由中放大系数双三极管 6SN7GT 担任, 由前 1/2 6SN7GT 三极管组成共阴极电压放大器, 为提高输入级的电性能, 在输入电子管阴极加有双重的电流负反馈与电压负反馈。经放大后的音频信号由屏极输出, 同时为了拓宽频响, 减小相位失真, 经放大后的音频信号, 采用直接耦合的方式输送至倒相管的栅极。

倒相放大级由另 1/2 6SN7GT 三极管担任, 采用屏阴分割式倒相电路, 即利用电子管放大时其屏极与阴极输出的相位差为 180° ; 同时, 将屏极与阴极的负载电阻取值相等, 本机的电阻取值均为 $22k\Omega$, 这样在该管的两个输出端, 即可获得一对相位相反, 电压幅值相等的音频信号, 从而完成倒相工作。

推动放大级

本机的推动放大级仍采用中放大系数双三极管 6SN7GT 担任, 并由该管组成共阴极电压放大电路, 经过倒相级输出的一对音频信号, 经耦合电容 $0.47\mu F$ 输送至双三极管的两个栅极。经放大后的推动信号由 6SN7GT 双三极管的两个屏极输出, 并经 $0.1\mu F$ 耦合电容将推动信号输送至功放管的栅极。

为了减小推动放大级的失真度, 改善与提高整机的频率响应特性, 故在共阴极放大推动电子管的阴极加有适当的电流负反馈。

功率放大级

本机的功率放大级与著名的威廉逊功放基本相

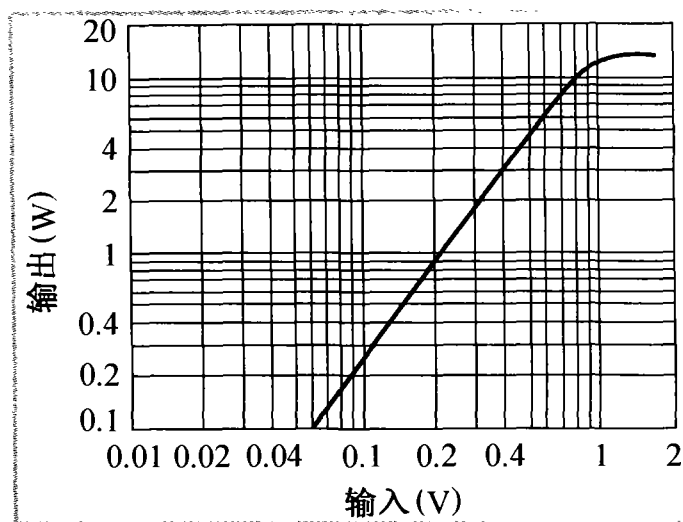


图 4 Craftsmen C400 功放输入电压与输出功率特性图

同。将功放电路中一对性能优良的束射四极功率电子管 KT66 改成三极管接法。

推挽功放电子管采用三极管接法的最大特点是，功放管帘栅极的电压全部反馈，虽然输出功率有所降低，但功放的电性能得到了完满的改善，保真度得到了最大的提高。

当功率电子管 KT66 改为三极管接法后，该电子管的内阻大幅度地降低，由原来的 22kΩ 降低至 2kΩ，这样，输出变压器的负载也相应地降低，由原来负载阻抗 8kΩ 可降低到 4kΩ，这对制作高保真的输出变压器带来极大的好处。

为改善整机电性能，增加功率放大器的稳定性，故在输出变压器二次侧与输入电子管阴极之间，增加了整机负反馈网络。

Craftsmen C400 功放电性能

图 4 中表明，当输入信号电压为 0.7V 时，输出功

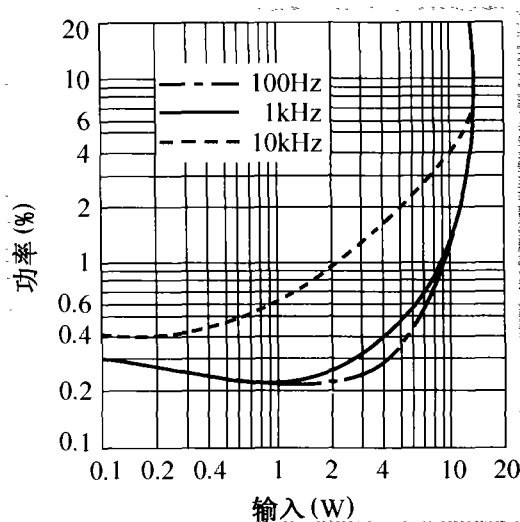


图 5 Craftsmen C400 功放失真度与输出功率特性图

率可达到 10W；当输入信号电压增加至 1V 时，其输出功率将增加至 15W。

图 5 分别给出了低频 100Hz、中频 1kHz 与高频 10kHz 的三根特性曲线。

当输出功率为 10W 时，其功放的失真度小于 1%；当输出功率增加至 15W 时，功放的失真增大至 2%。本功放在高频段 10kHz 以上的失真度，显著大于中、低频段的失真度。

图 6 中分别给出了小信号 1W 时的频率响应特性曲线与强信号 10W 时的频率响应特性曲线。

小信号 1W 功放时的频率响应，从低频段 10Hz 至高频段 30kHz，功放的增益变化小于 1dB。

强信号 10W 时功放的频率响应，从低频段 10Hz 至高频段 30kHz，功放的增益变化小于 2dB。 □

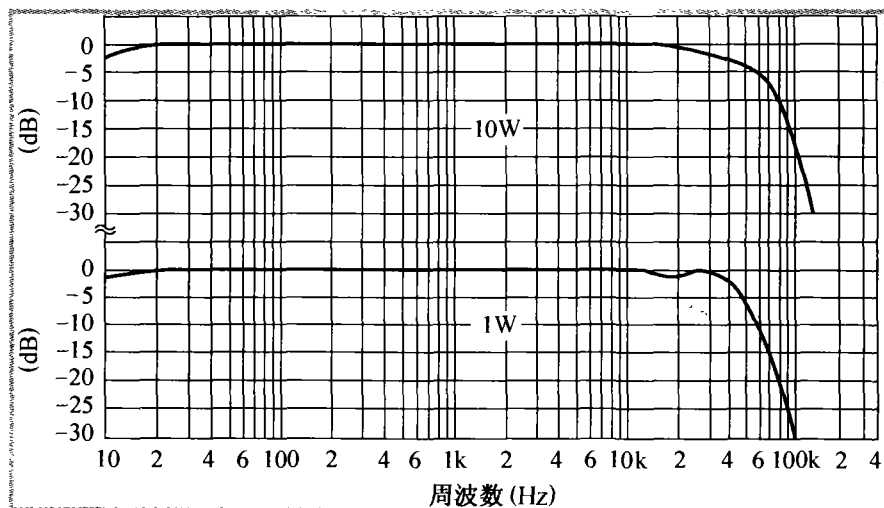


图 6 Craftsmen C400 功放频率响应特性图