

发烧

田寿宇 赵娜丽 ◎ 编著

上海科技教育出版社

放大器制作图谱 (1)





ISBN 7-5428-1206-8



9 787542 812063 >

ISBN7-5428-1206-8/T 9

定价: 19.00 元

发烧放大器制作图谱(1)

田寿宇 赵娜丽 编著

上海科技教育出版社

目 录

I . 前置放大器	(1)
●有高、低音调节的 MJ411 晶体管前置放大器	(3)
●有等响度补偿的 3DJ7 场效应管前置放大器	(4)
●非平衡输入/平衡输出的 CA3140 集成电路前置放大器	(5)
●电路简洁的 CD4069 集成电路前置放大器	(6)
●采用超高频晶体管 2N5768 的前置放大器	(7)
●能增进动态范围的 6A2 电子管前置放大器	(10)
●非平衡输入/平衡输出的 6N1 电子管前置放大器	(12)
●输出阻抗很低的 3DK10 晶体管前置放大器	(13)
●采用五极管 EF86 的电子管前置放大器	(14)
●无外围元件的 AMA1490/AMA1491 电路模块前置放大器	(15)
II . 小功率放大器	(17)
●3DK10/3CK10 晶体管功率放大器	(19)
●CA3020 集成电路功率放大器	(20)
●2SK134 场效应管功率放大器	(22)
●6P1 电子管功率放大器	(25)
●WE300B 电子管功率放大器	(25)
●6CY7 电子管功率放大器	(27)
●FU17 电子管功率放大器	(28)
●6P14 电子管功率放大器	(31)
●TDA2030 集成电路功率放大器	(33)
●TDA2003 集成电路功率放大器	(37)
●电子两分频 TDA2030 集成电路功率放大器	(37)
●2N5000 晶体管功率放大器	(39)
●电子三分频 TDA2030 集成电路功率放大器	(40)
●6N1 电子管功率放大器	(42)
●2N6677 晶体管功率放大器	(44)
●VT52 电子管功率放大器	(47)
●6F6G 电子管功率放大器	(47)
●6B4G 电子管功率放大器	(48)
●6550 电子管功率放大器	(49)

●6L6G 电子管功率放大器	(50)
●6V6 电子管功率放大器之一	(51)
●6V6 电子管功率放大器之二	(53)
Ⅲ. 中功率放大器	(55)
●TR1200W/TF1200W 组件功率放大器	(57)
●LM1875 集成电路功率放大器	(60)
●全部采用 NPN 硅晶体管的功率放大器	(62)
●AMA3535 电路模块功率放大器	(63)
●STK465 厚膜集成电路功率放大器	(64)
●集成电路/晶体管混合式功率放大器	(65)
●“傻瓜”175 功率放大器	(66)
●电子管 OTL 功率放大器	(68)
●FU29 电子管功率放大器	(70)
●6P3P 电子管功率放大器	(71)
●末级用 4 只 6N1 的电子管功率放大器	(74)
●TD30C10 晶体管功率放大器	(75)
●211 电子管功率放大器	(76)
Ⅳ. 大功率放大器	(77)
●“皇后”AMP1200 功率放大器	(79)
●集成电路/晶体管混合式功率放大器	(82)
●6550/KT88 电子管功率放大器	(84)
●7204 电子管功率放大器	(88)
Ⅴ. 声频信号处理器	(91)
●CA3140 集成电路参数均衡器	(93)
●TWH32 低音效果增强器	(94)
●6C1J 电子管两频道分频器	(95)
●3DG6 晶体管两频道分频器	(96)
Ⅵ. 参考电路	(99)
●WEC 118A 放大器	(101)
●6GA4 电子管推挽放大器	(102)
●WE349A 电子管推挽放大器	(103)
●VT52 电子管推挽放大器	(104)
●ALTEC 1569A 放大器	(105)
●LONG FIELD SL-3 放大器	(106)
●熊猫 2900 放大器	(107)
●红灯 SL200 前置放大器局部电路	(108)
●NAD 3225 放大器局部电路	(109)

●WE350B 电子管推挽放大器	(110)
●飞跃 R80 放大器	(111)
●洛奇 80 放大器	(112)
●Westrex 2278A 放大器	(113)
●805 电子管甲类单管放大器	(114)
●威廉逊放大器	(115)
VII. 附录 1(实用资料)	(117)
●AMA3535 功率模块的内部电路.....	(119)
●采用 AMA3535 制作的放大器的印刷线路	(119)
●TWH9444 推动模块的识别标志.....	(120)
●TR1200W/TF1200W 组件的方波响应	(120)
●采用 NE5532 运算放大器集成电路制作的前置放大器	(121)
●6P3P 电子管推挽输出变压器的绕制数据	(121)
●6V6 电子管推挽输出变压器的绕制数据	(122)
●6P14 电子管推挽输出变压器的绕制数据	(122)
●7204 电子管功率放大器推动变压器绕制数据	(123)
●7204 电子管功率放大器输入变压器绕制数据	(123)
●7204 电子管功率放大器输出变压器绕制数据	(124)
●7204 电子管功率放大器高压电源变压器绕制数据	(124)
●7204 电子管功率放大器低压电源变压器绕制数据	(125)
●7204 电子管功率放大器大扼流圈绕制数据	(125)
●7204 电子管功率放大器小扼流圈绕制数据	(126)
●用 6N3 制作的电子管前置放大器	(127)
●惠威 2000 杜比定向逻辑环绕声解码器的前后面板	(129)
●红灯 M200 单声道功率放大器主要性能	(131)
●红灯 SL200 双声道前置放大器主要性能	(131)
●红灯 DM200 双声道功率放大器主要性能	(131)
VIII. 附录 2(“极典牌”电子管功率放大器)	(133)
●MC-280 电子管功率放大器.....	(135)
●“极典牌”VAA-120 胆机套件	(140)
●“极典牌”VAA-L1 前级套件	(143)
●“极典牌”VAA-300BA 胆机套件	(146)
●“极典牌”VAA-70MK II 胆机套件	(151)
●装配胆机应注意的事项	(155)
●胆机常见故障及排除方法	(155)
IX. 附录 3(加拿大 psb 扬声器简介)	(157)

I . 前置放大器

有高、低音调节的 MJ411 晶体管前置放大器

本世纪 90 年代初,采用单管甲类输出的前置放大器曾经在音响器材的市场上风靡过好一阵子,欧美和日本都相继推出一些在设计上大同小异的产品。图 1 的电路是其中最具代表性的一款。负责输出级工作的是美国摩托罗拉(MOTOROLA)公司著名的金属壳封装 NPN 型大功率硅三极管 MJ411。

图 1 是整机中一个声道的电路,音量控制($47\text{k}\Omega$)、高音调节($100\text{k}\Omega$)和低音调节($20\text{k}\Omega$)等功能均为左、右声道独立设置,不用同轴电位器。它甚至把电源变压器以及整流、稳压部分都做到两个声道彻底分开,算得上是名副其实的双单声道结构。该机在 $47\text{k}\Omega$ 音量控制电位器的上端插入一只开关,再增设一个输入插口,让信号跳过音调电路,径直加在音量控制电位器上。这种甩掉一切均衡措施,使信号少走若干环节,直奔放大通道的做法,俗称“直达快车”。许多档次稍高的放大器通常都会设置这一开关与插口。

从电路的组织程序来看,由前往后可以划分成两大部分。以音量控制电位器($4.7k\Omega$)为界,在此之前归属音调电路,往后则是整机中最主要的放大通道。音调这部分的电路设计,看不出有什么神来之笔,只是在传统的 RC 音调网络里加入少许负反馈成分,俾使相移和失真得以改善。选用 9014 晶体管是因为它的

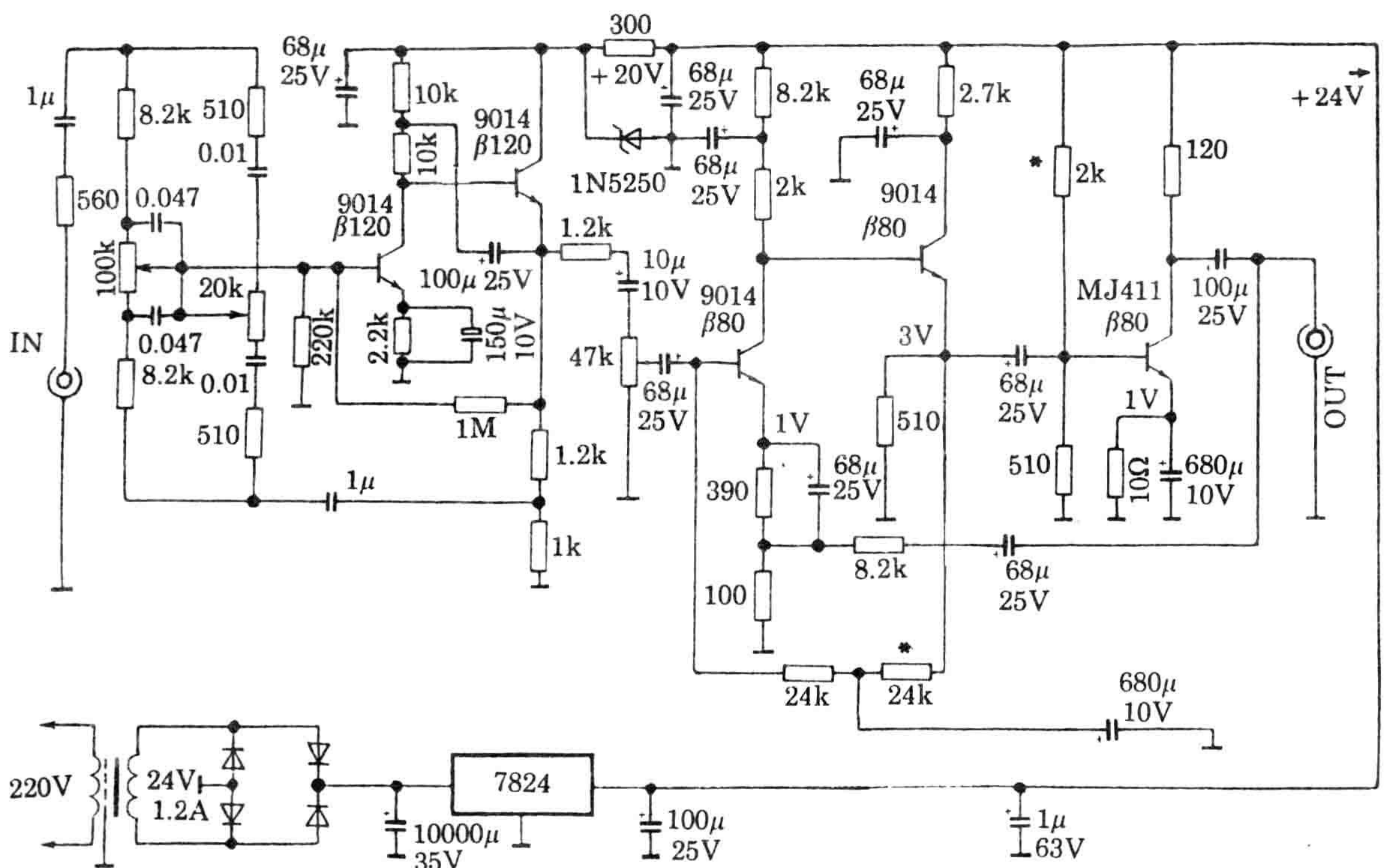


图 1

噪声低而线性好。 $+20\text{V}$ 的直流工作电源由 1N5250 稳压后取得。一般说来,只要印刷线路排布合理,零件品质优良,这部分电路毋需任何调整即可投入正常运行。

放大部分由于在电路里施加了份量较重的负反馈,因此非但拓宽了频率响应的范围,减低了非线性失真,而且能在输出阻抗很低的情况下保证电压增益的稳定。调试这部分电路时,最关键的在于给 3 个晶体管——一个 MJ411 和两个 9014 确立合适的工作点。这一步骤可以通过改变图 1 里带有※号的电阻数值来完成。电路里标注的发射极电压值可供调试时参考。

这个前置放大器在工作时,无论音调控制电路是否启用,输入灵敏度都能达到 100mV (有效值),输入阻抗不小于 $20\text{k}\Omega$,输出阻抗为 10Ω ,输出电压可达 6V (有效值),实测非线性失真小于 0.5% 。

有等响度补偿的 3DJ7 场效应管前置放大器

图 2 是一个音色甜美、电压增益为 20dB 的前置放大器,整个放大器全部采用 N 沟道耗尽型场效应管。电路可以分成 3 部分:输入级、中间级和输出级。

输入级和中间级组成两级放大电路,增益为 20dB 。经过这两级放大以后的信号通过 $0.1\mu\text{F}$ 电容和 $510\text{k}\Omega$ 电阻反馈到输入级场效应管的源极,构成电压负反馈,用以减小非线性失真,提高输入阻抗,改善信噪比,同时还具有稳定中间级输出电压的作用。

值得一提的是输入级和中间级均采用恒流源担任漏极负载电阻。恒流源由与放大管相同型号的结型场效应管源极与栅极短接而成。这种形式的有源负载不仅具有很高的交流电阻,而且温度特性相当好,对进一步稳定这两级的工作点也有好处。

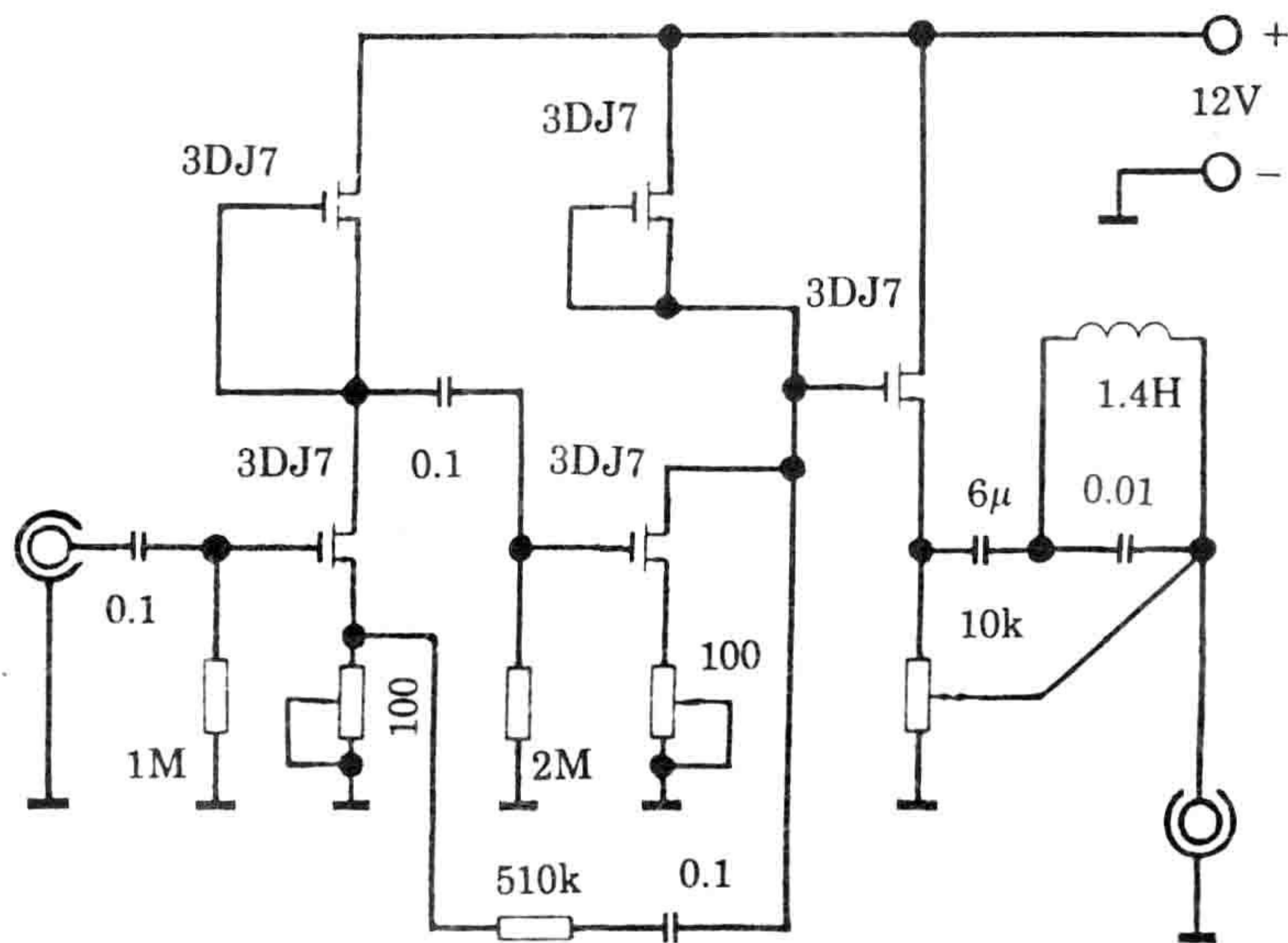


图 2

输出级实际上是一个源极输出器,带有等响度补偿功能。由 1.4H 电感和 $0.01\mu\text{F}$ 电容组成的 LC 并联谐振回路在谐振频率为 1000Hz 时有很高的谐振阻抗。从输出级场效应管的源极送来的信号当频率高于 1000Hz 时, $0.01\mu\text{F}$ 的电容起主要作用,频率越高,容抗越小;信号的频率低于 1000Hz 时, 1.4H 的电感起主要作用,频率越低,感抗越小。当音量控制电位器($10\text{k}\Omega$)的旋臂拨在音量最大位置即图中最上方时,电感、电容都被短路,不起作用;而当旋臂下移后,以 1000Hz 为中心的中音成分受电位器自身阻力的影响

而遭到衰减,但高音成分因能通过 $0.01\mu\text{F}$ 的电容,低音成分因能通过 1.4H 的电感,所以衰减的程度要比中音成分轻微得多。于是,前置放大器输出信号的幅频特性形成了两端翘起来、当中陷下去的马鞍状等响度曲线,符合人耳的听觉特性。

图 2 电路使用的是中国制造的结型场效应管 3DJ7。结型场效应管的特性参数最基本的有 3 项: I_{DSS} (饱和漏源电流)、 g_m (跨导)和 V_P (夹断电压)。 I_{DSS} 是指栅极上的偏压(即 V_{GS})为零时,漏极与源极之间的最大电流。这时候,管子内部的导电沟道开放得最宽。 g_m 是指栅极电压 V_G 对漏极电流 I_D 的控制能力。 $g_m = \Delta I_D \div \Delta V_G$,单位为 μS (微西门子)或 mS (毫西门子)。夹断电压 V_P 则是指 I_D 刚刚截止时栅极被施加的电压。在图 2 里,3DJ7 在使用之前宜用晶体管特性图示仪进行逐只挑选,测试条件为: $V_{\text{DS}} = 10\text{V}$, $I_D = 3\text{mA}$,频率为 1000000Hz 时, g_m 为 $6000\mu\text{S}$ 左右。输入级和中间级的管子可用 $I_{\text{DSS}} = 1.20 \sim 3.00\text{mA}$ 的,输出级的管子 I_{DSS} 宜大些,可在 $2.60 \sim 6.50\text{mA}$ 之间选择。

担任音量控制的 $10\text{k}\Omega$ 电位器可用线绕式的。 1.4H 的电感可以自己动手制作:买一只规格为 $\text{GU}22 \times 13(\text{MX}2000\text{A})/\text{AL} = 2880$ 的罐形铁氧体磁芯以及少量直径为 0.10mm 的高强度聚酯漆包线,按下列公式

$$N = \sqrt{(1000000000 \times L) \div \text{AL}}$$

算出应该缠绕多少圈。式中的 N 就是需要在磁芯上缠绕的圈数。已知 $\text{AL} = 2880$, $L = 1.4\text{H}$,代入上式,便可求出 $N = 697$ 圈。用直径 0.10mm 的漆包线按圈数绕足即成。

焊装之前应仔细认真地检查所有元器件的品质,先焊电容、电阻、电感和电位器,最末再焊场效应管。倘焊装无误,将两个微调电阻调节在一半阻值(约 50Ω)的位置上,即可进行测试。

测试时,在输出端接上一只 3000Ω 的电阻作为假负载,然后给放大器加上 $+12\text{V}$ 的直流电源,从输入端用低频信号发生器送入 100mV 的 1000Hz 正弦波信号,用示波器监视波形及测量输出电压。反复调节两个微调电阻,使输出电压最大而失真最小。

实测表明,图 2 的前置放大器电压增益不低于 20dB ,输入阻抗为 $1\text{M}\Omega$,输出阻抗为 240Ω ,非线性失真小于 0.5% 。

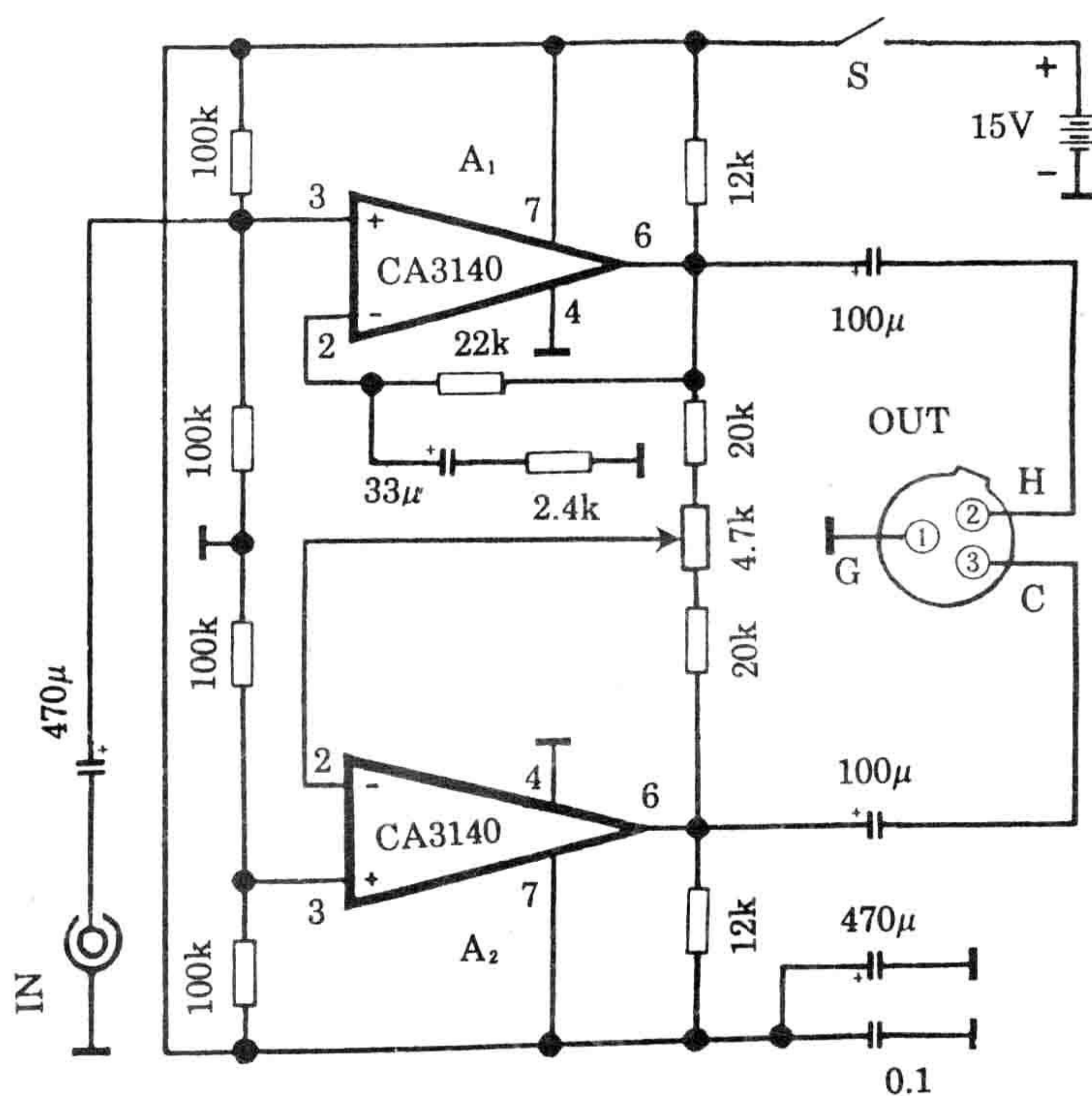
非平衡输入/平衡输出的 CA3140 集成电路前置放大器

有些功率放大器,其中不乏号称供专业使用的,往往只有一种平衡式输入端子,而目前很多 CD 唱机仅备有非平衡式输出端子。遇到这样的情况,图 3 所示的前置放大器能使上述难题迎刃而解。它的输入端是非平衡式的,而输出端是平衡式的。

图 3 所绘的是其中一个声道的电路。用于双声道立体声系统时,左、右声道的电路完全相同。运算放大器集成电路采用美国出品的 CA3140,中国也有相同型号的产品。图 3 的电路在 $20 \sim 20000\text{Hz}$ 的频率范围内,幅频特性平如一条直线。当负载为 600Ω 时,用 1000Hz 正弦波信号送进输入端,失真小于 0.1% ,电压增益为 20dB 。

从图中不难看出,整个电路由两只高阻运算放大器集成电路 CA3140 及一些外围元件组成。信号接入 A_1 的同相输入端,经过 10 倍放大后送往输出端。输出信号抽出一部分加到 A_2 的反相输入端,经过倒相以后与 A_1 的输出信号汇合成冷、热两个平衡输出端。电路里的 $4.7\text{k}\Omega$ 微调电位器用于校正冷、热端对地的输出电压,使之保持相等的数值。

- 频率特性: $20 \sim 30000\text{Hz}$
- 电压增益: 20dB (负载为 600Ω)
- 谐波失真: 小于千分之一
- 电源电压: 15V 直流



输入电压:最大 360mV(有效值)

输出电压:最大 3.6V(当输入的信号电压为 360mV 时)

输出阻抗: 100Ω

工作电流: 7mA (没有信号时, 输入端对地短路)

电路简洁的 CD4069 集成电路前置放大器

图 4 所示的是一个电路设计十分简洁的双声道前置放大器。由图可见,整个放大部分只用了一只六反

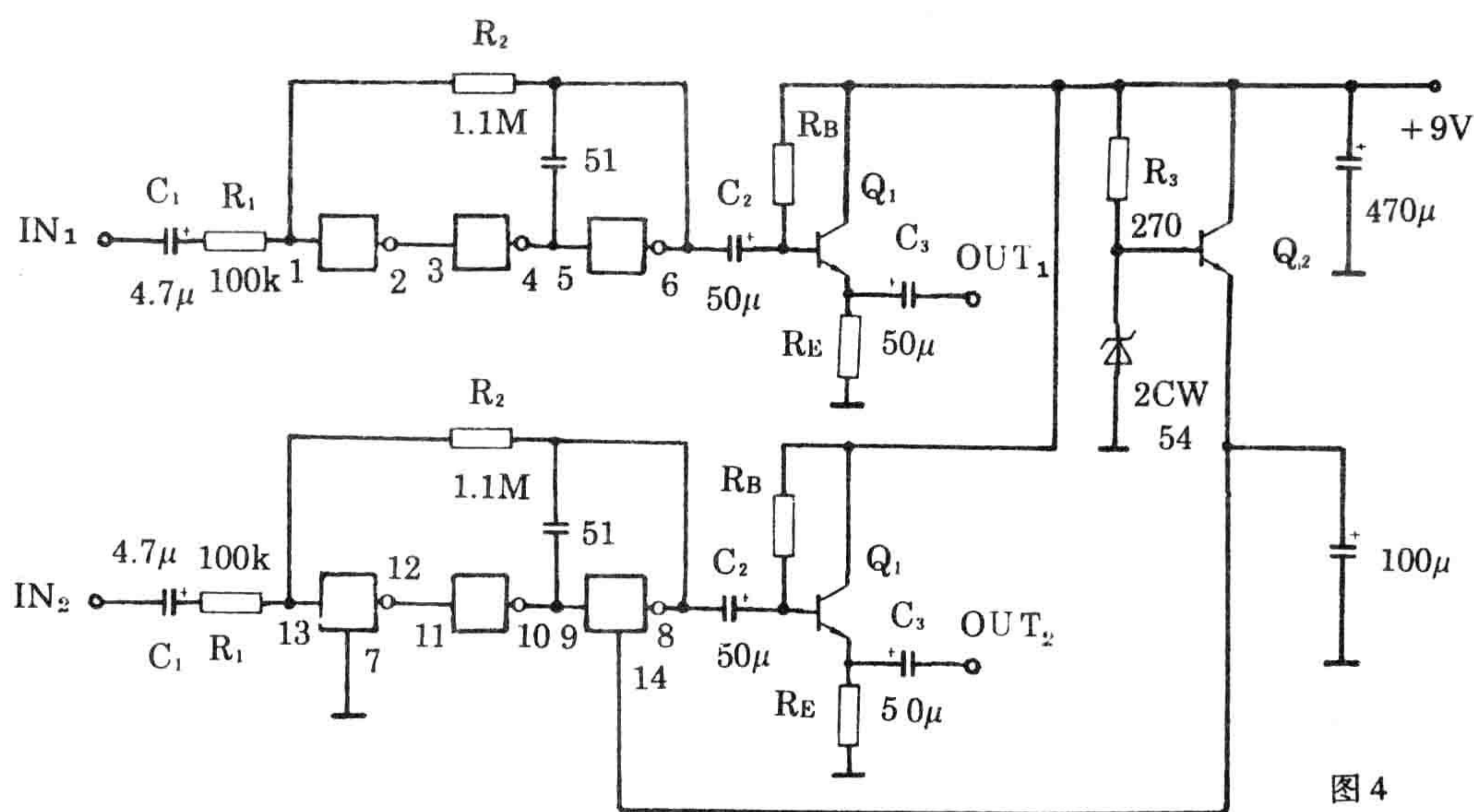
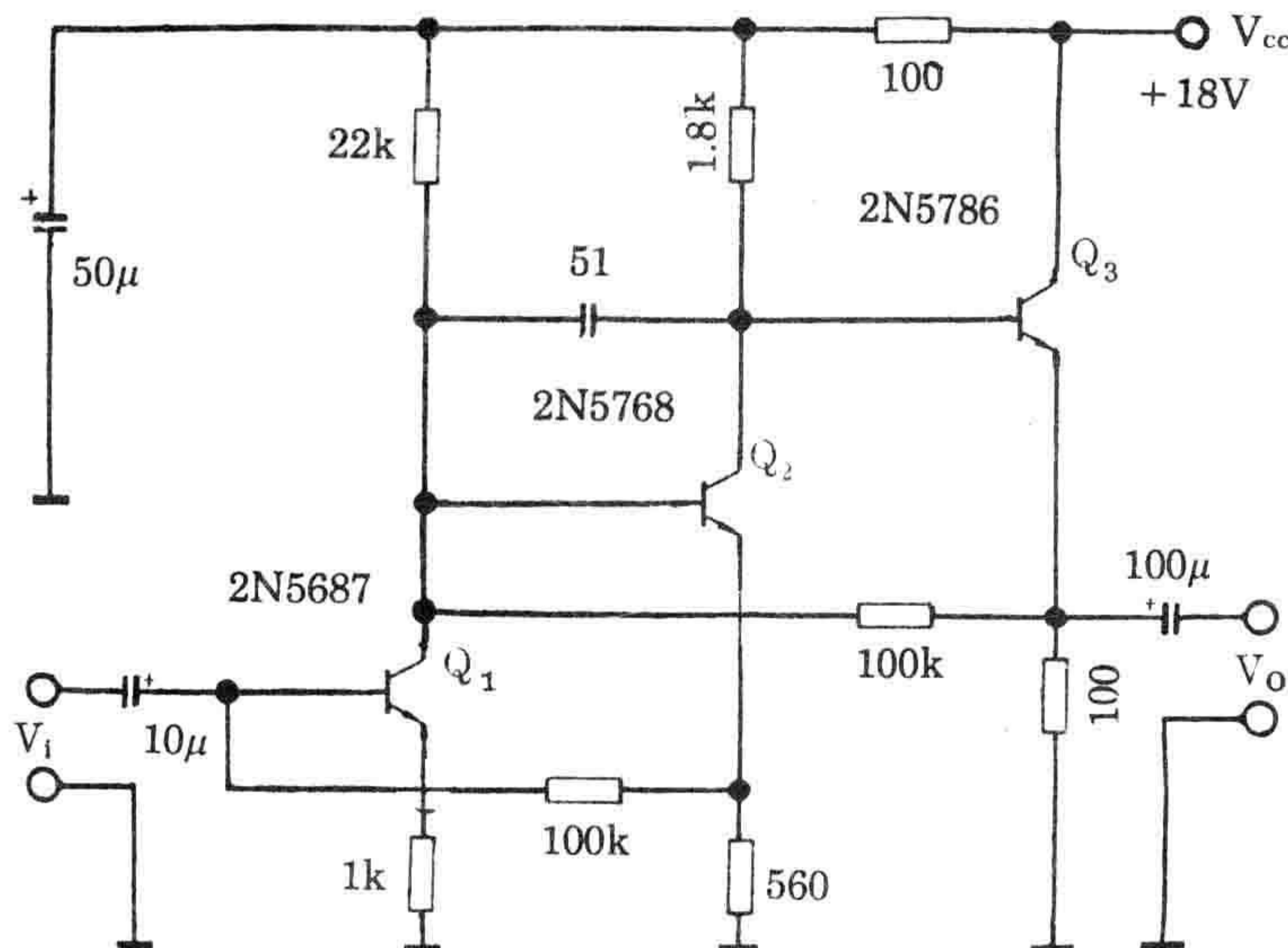
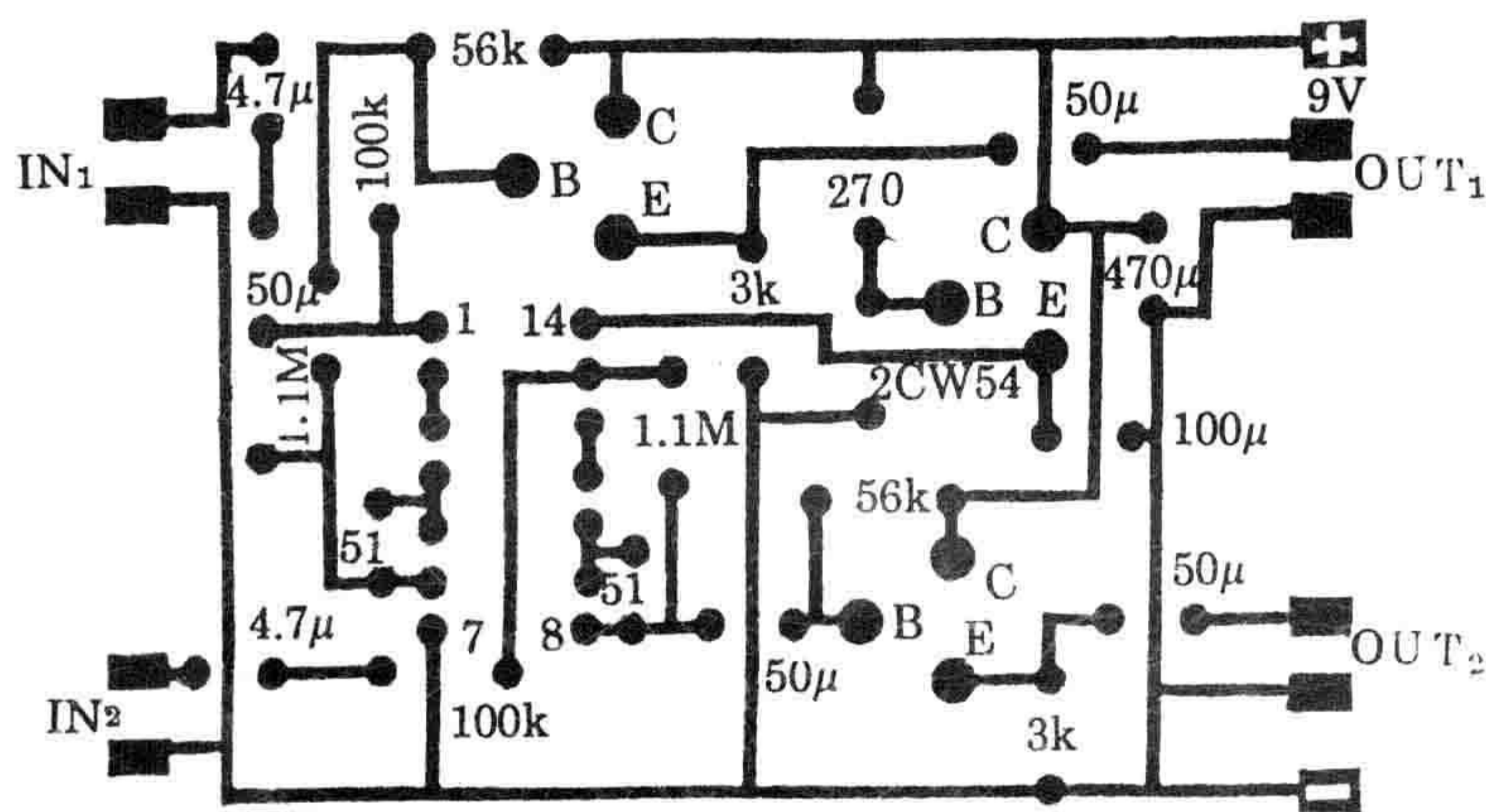


图 5 是印刷线路板,制作时应使用 14 脚标准 IC 插座,待焊好以后需要调试时再把 CD4069 插上去,以防止在焊接过程中不小心损伤 CD4069。



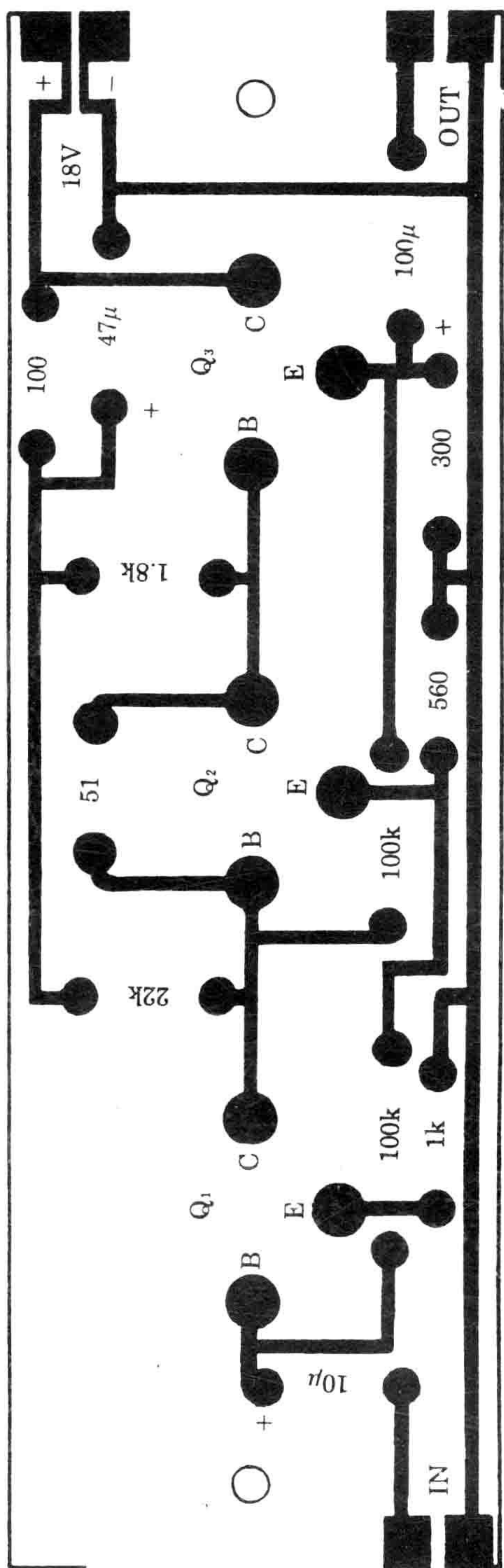


图7

放大器 (Line Amplifier) 跟寻常所指的前置放大器 (Pre Amplifier) 的不同之处主要在于不设像唱头插口这样的低电平信号输入端子。无怪乎有人说它好似一根平滑的直肠, 对信号的进出不加任何修饰, 只按一定的倍数加以放大, 尽量保持信号源的本来面貌。

一些名牌线路放大器甚至连音量控制器和信号输入选择开关都不设置, 专门配用带有输出电平控制的 CD 唱机。这些线路放大器的电路非常简单, 但用料却相当考究。有些产品采用分体式直流电源, 甚至还有用干电池供电的。

图 6 所绘的是一个声道的电路。电路的电压增益为 20dB。它由 3 只晶体管直接耦合而成, 用 +18V 直流稳压电源供电, 音质纯净无瑕, 工作稳定可靠。

电路里的 2N5687、2N5786 和 2N5768 是超高频晶体管。曾有人用特性近似的中国产的 3DA191、3DA192 和 3DA193 去代替, 稍加调整偏流后, 效果也很好。

图 7 是印刷线路板。图 8 是本机揭去底盖后所显示的实体装配情形。为了让读者看得明白, 印刷线路板上的零件未绘出, 只保留铜箔的图形和字符, 供仿制时参考。请注意, 元器件一律焊在线路板上有铜箔的那面, 俗称塞根焊。

金属底盘用 1mm 厚的铁板制作, 表面镀锌防锈。尺寸为: 长 240mm、宽 150mm、高 50mm。

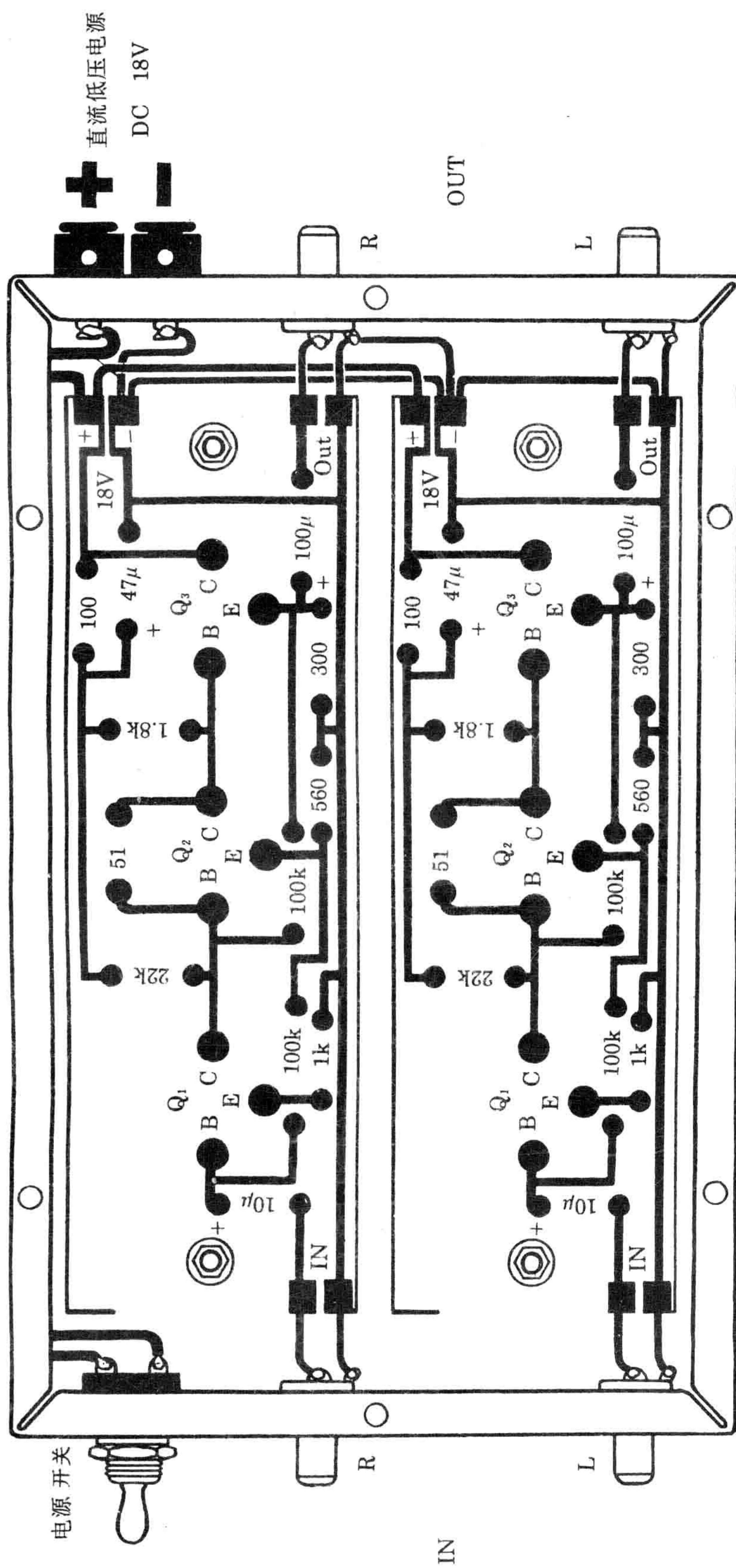


图 8

能增进动态范围的 6A2 电子管前置放大器

图 9 所示的是曾经被许多发烧音响报刊夸奖过的 AMA5750 前置放大器。全机为双声道结构,总共使用 4 只电子管——两只 6A2 和两只 6N2。

这个放大器在设计上颇有一些特色,例如音量控制电位器带有等响度补偿、每个声道都可以实现音量扩展效果的独立调整以及低达 600Ω 的输出阻抗。

6A2 是 7 脚小型七极管,管内有 5 个栅极,常在超外差式收音机里担任变频工作。6A2 的欧美同类型产品叫做 EK90、5750 和 6BE6。6N2 是 9 脚小型双三极管,放大倍数高达 100 左右,在收音机里多用于电压放大。6N2 的俄国同类型产品称为 6H2П,同欧美产品 ECC83、12AX7 相比除了灯丝的供电方式稍有不同之外,其余特性都一样。

图 9 电路的电压增益为 20dB,输入端适合接驳 CD 唱机、盒式磁带录音座和调谐器。由于输出阻抗较低,也适合驱动晶体管功率放大器。

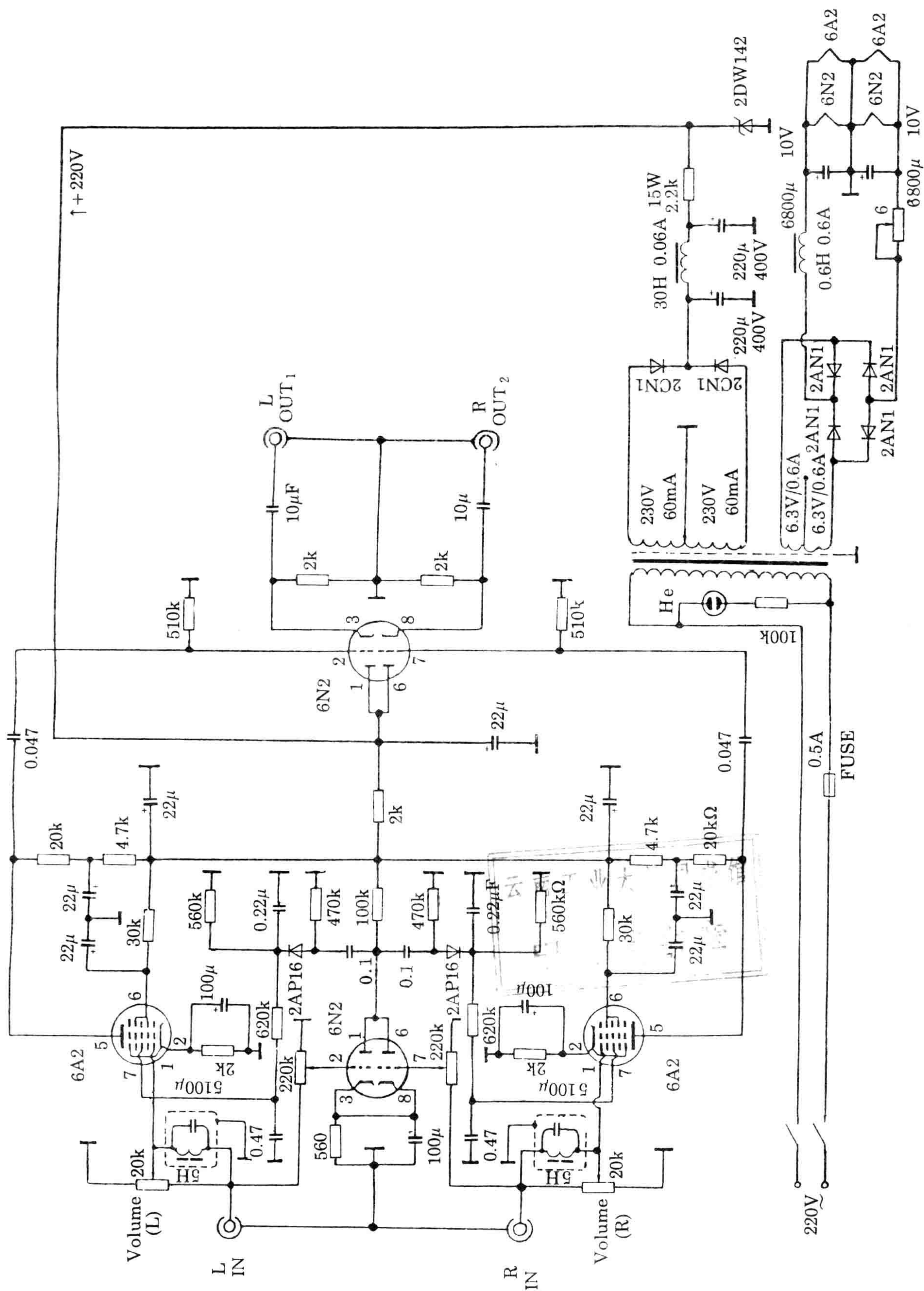


图 9