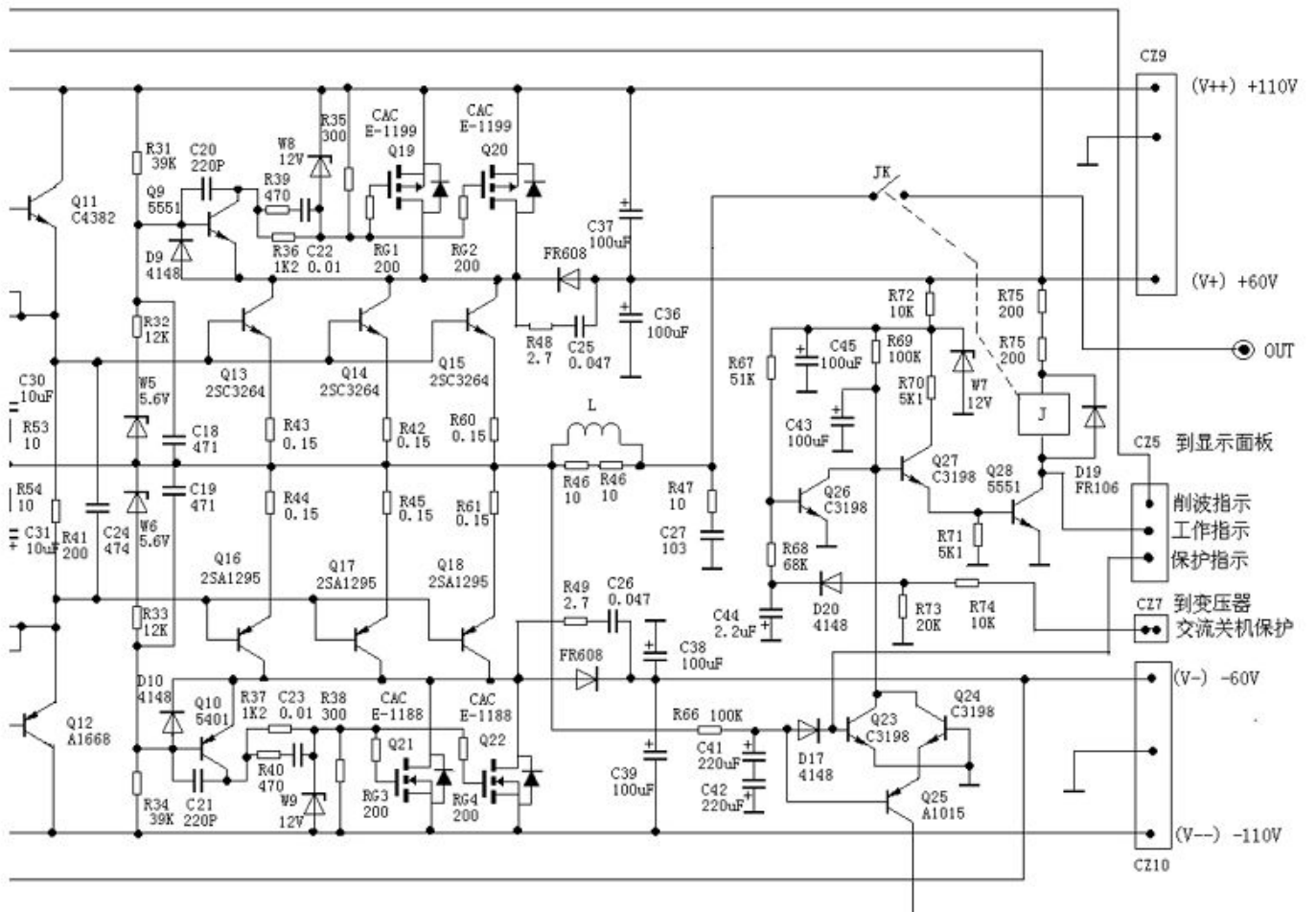
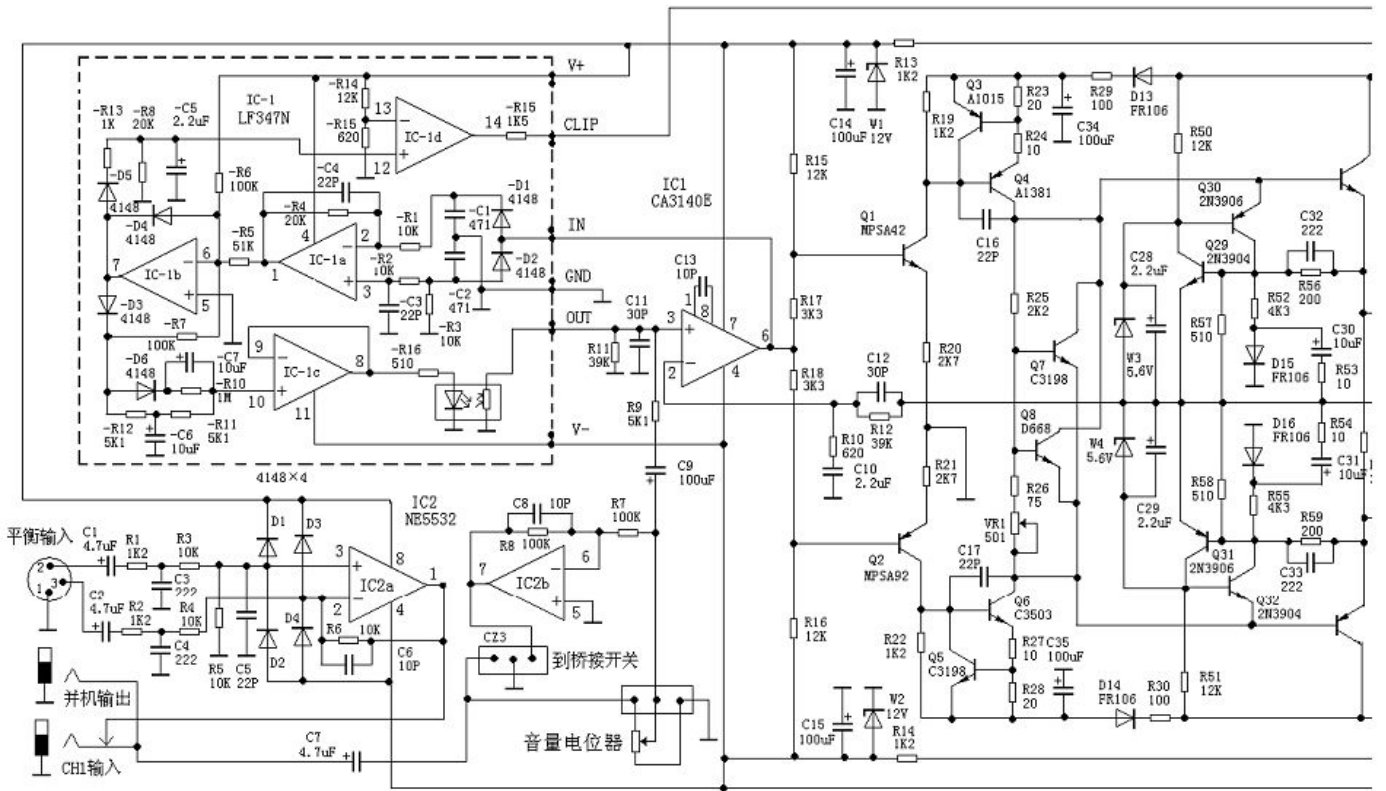


CAC DSA-1800A 专业功放电路分析与维修

CAC DSA-1800A 是一款具有输入音量自动增益控制并采用高效 G 类放大器的专业功放，后面板标注是“USA”产品，不管是原装还是山寨，其独特的电路设计很值得分析与解读。这是其中一个声道的电路板与抄板电路图。



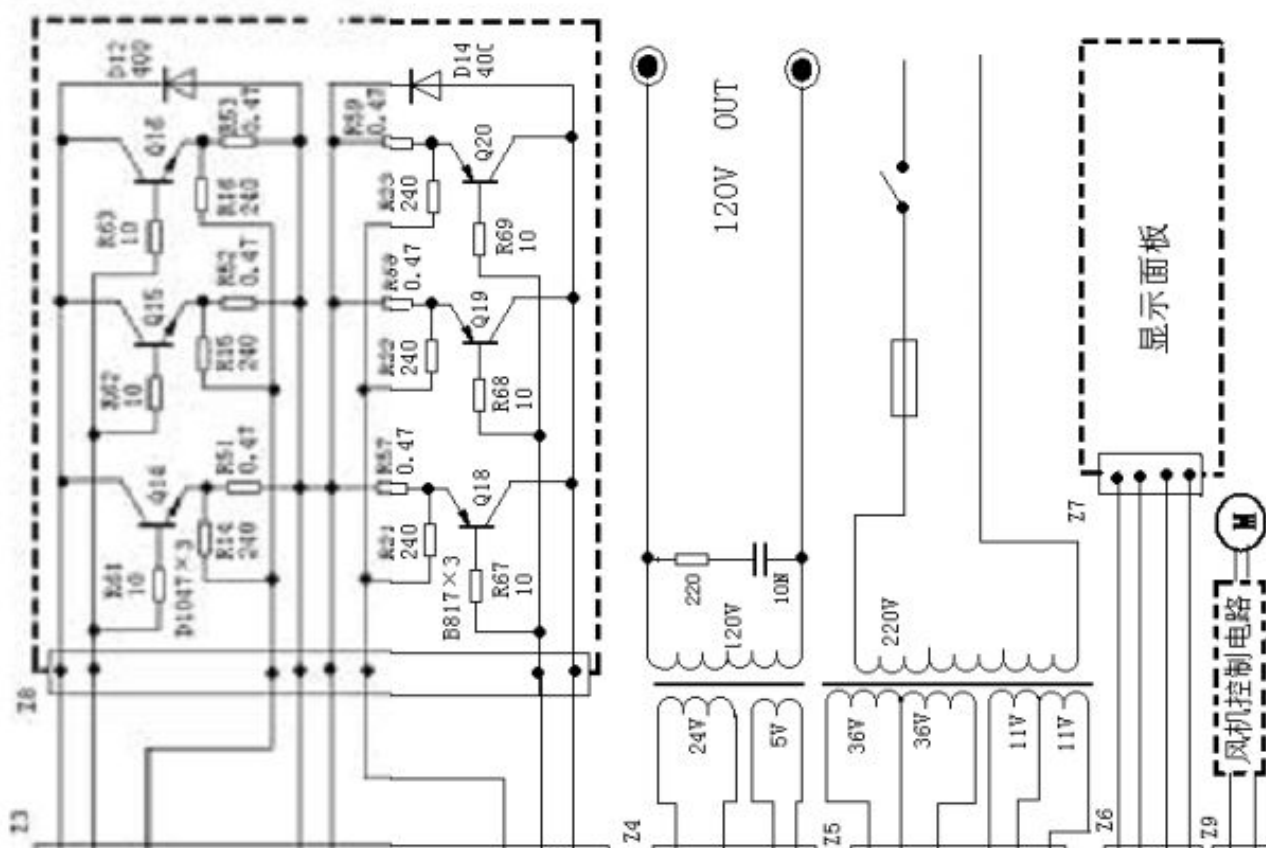
平衡输入的冷热端信号分别送入 IC2a 的正反相输入端，放大后送到 6.5mm 插孔的插断触点。如果不使用 6.5mm 插头，平衡输入的信号通过插孔触点直接输给后边电路。当使用 6.5mm 插头输入信号时，平衡输入就被断开。输入的信号经 C7 隔直耦合通过双芯屏蔽线连接到前面板的音量电位器，经衰减控制后返回到 IC1 的③脚进行放大，由⑥脚输出。输出的信号一路提供给电压放大级进行电压放大，另一路送到由四运放 LF347 构成的音量自动增益控制插件。信号经 IN 脚进入插件小板，经两个二极管全波整流形成一个能反映信号强度的直流电压。（插件元件序号是作者所加，为了区别插件与主电路元件序号，插件序号前加“-”）IC-1a 对这个电压进行倒相放大，①脚输出负电压通过-R5 加到 IC-1b⑥脚。同时从-R6 来的正压也加在⑥脚。输入信号较小时，⑥脚成正压，⑦脚输出负电压。由于-D3 -D4 两个二极管不导通，插件电路对输入信号不起作用。当输入信号过强时，⑥脚变成负压，倒相放大后由⑦脚输出正电压。这个电压一路送到 IC-1c 由 ⑧脚缓冲输出，驱动光电耦合器的发光二极管点亮，耦合器中的光敏电阻受光后电阻变小。此光敏电阻经 OUT 脚与 IC1③脚相连，把输入到③脚的信号分流，起到自动增益控制的作用。另一路由 IC-1d 放大后由 CLIP 脚输出，使显示面板的削波指示灯点亮。

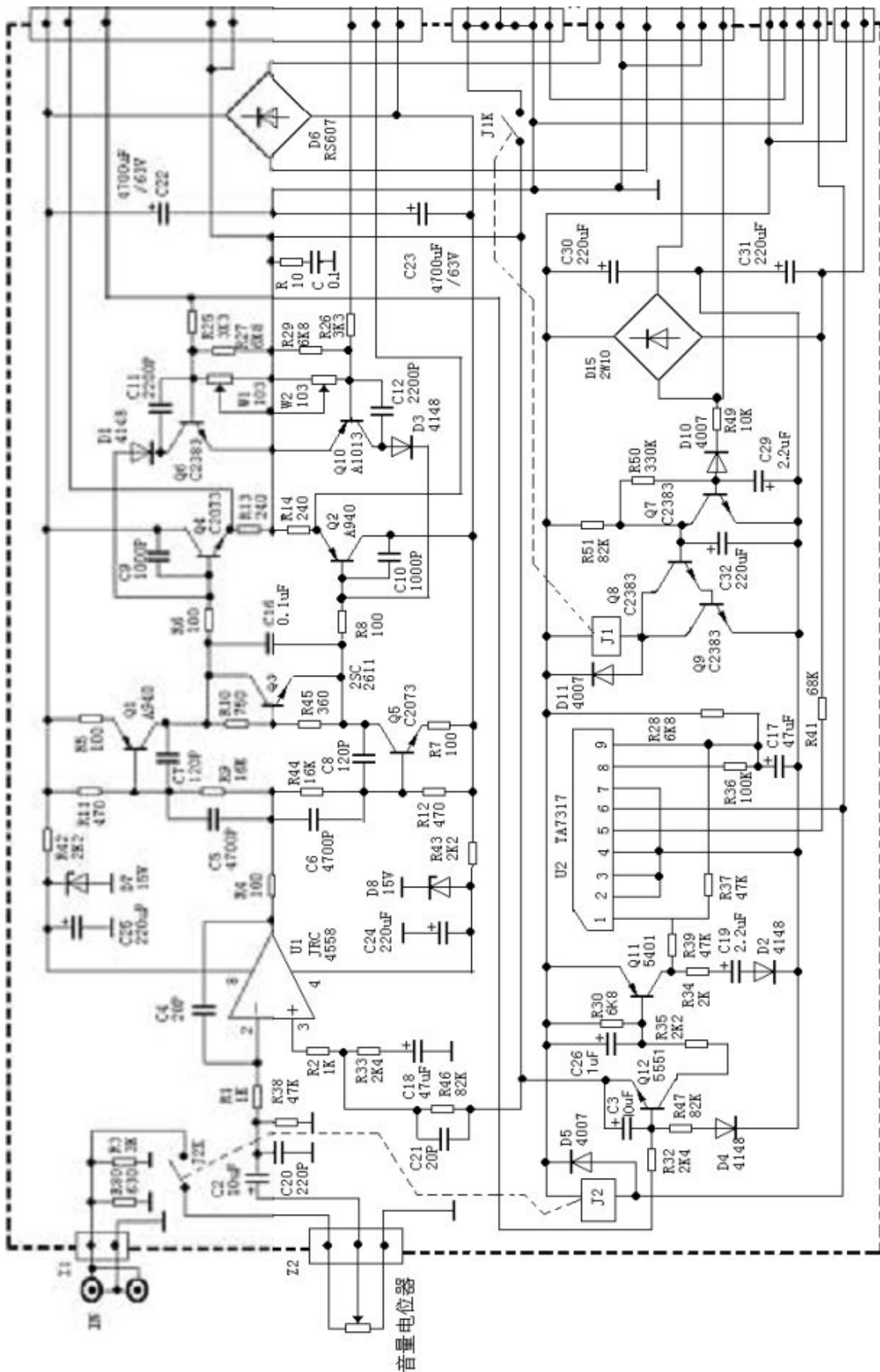
Q1 Q2 是第一级电压放大，Q4 Q6 是第二级电压放大。一般功放电路中，没有 Q3 Q5 两个三极管。增加这两个管子可对 Q4 Q6 通过的电流进行监控。从图中可看出 Q3 Q5 的基极偏置电阻 R23 R28 只有 20 Ω ，如果 Q4 Q6 的集电极电流不超过 $\pm 30\text{mA}$ ，Q3 Q5 因没有足够的偏置电压而不导通。在信号过强造成 Q4 Q6 电流超过 $\pm 30\text{mA}$ 时，Q3 Q5 就会导通，从而减小 Q4 Q6 的偏置，防止电流过大造成后边电路损坏。恒压偏置管 Q7 Q8 两个并联 Q8 紧贴散热片作温度补偿。在推动管 Q11 Q12 的偏置电路中还增加了由 Q29 Q30 Q31 Q32 组成的过流保护电路。功放电路中常见的过流保护电路是从功率管发射极电阻取样的，此电路改由推动管发射极电阻取样，提前取样可使推动管也得到保护。Q30 Q32 与 Q29 Q31 组成复合管对推动管基极进行分流，使保护电路的控制灵敏度与反应速度都大大提高。

在功放电路中，功率管的功耗决定着整机的效率。放大器在输出功率只有满功率的三分之一时是功率管功耗最大的时候，输出功率越接近满功率，功率管的功耗反而会越小。功率管的功耗等于管压降与集电极电流的乘积。在输出功率不变的情况下，集电极电压越高功耗就越大。比如此功放的功率管在 $\pm 110\text{V}$ 供电时，一般音量时输出功率仅是满功率的三分之一，功率管的功耗最大。如果音量大小不变，把功率管集电极电压从 $\pm 110\text{V}$ 变成 $\pm 60\text{V}$ 。一是管压降减小了 50V，二是输出接近满功率，功率管的功耗大大降低。采用降低功率管供电电压的方法就能减小功率管的功耗，但是低电压供电会带来新的问题，在强信号需要更大功率输出时会因电压不足造成削波失真。这时又需要高一些的供电电压，弥补削波失真现象。G 类放大器就可以根据输出功率不同适时切换功率管供电电压，既做到了低功耗高效率，又解决了削波失真的问题。Q13-Q18 是三对三肯功率管，Q9 Q10 Q19 Q20 Q21 Q22 组成 G 类放大器的电压切换电路。Q19-Q22 是厂家自己封装的管子，型号是 CAC E-1188、CAC E-1199。这两个型号是查不到具体参数的，根据测量可确认这是两对不同极性的场效应管，其中 E-1188 是 N 沟道管，E-1199 是 P 沟道管。根据供电电压和三对功率管的电流估算，这两对场效应管的参数应该是耐压 200V 电流 30A 左右的场效应功率管。Q9 Q10 分别是 Q19 Q20 和 Q21 Q22 的驱动管，这两个管子的基极电压由两路提供。一路是 $\pm 110\text{V}$ 经 R31 R32 W5、R34 R33 W6 与输出中点的分压提供，根据计算此电压约 $\pm 20\text{V}$ 左右。另一路是 $\pm 60\text{V}$ 经 D9 D10 箝位提供，约 $\pm 59\text{V}$ 多。静态时这两个管子都处于反向偏置而截止。Q19-Q22 栅极与源极同电位而不导通， $\pm 110\text{V}$ 高电压不能加到功率管的集电极。只有 $\pm 60\text{V}$ 低电压通过二极管给功率管供电。在一般音量输出时，输出中点的音频峰值电压只要不超过 $\pm 40\text{V}$ ，Q9 Q10 基极电压都不会变化，功率管维持在低压供电的低功耗状态。当强信号到来需要更大功率输出时，输出中点的峰值电压将超过 $\pm 40\text{V}$ ，水涨船高，由 ± 110 分压到 Q9 Q10 的基极电压就会超过 $\pm 60\text{V}$ ，这两个驱动管获得正向偏置饱和导通，其集电极电压由 $\pm 110\text{V}$ 降到 $\pm 60\text{V}$ 。经 R35-R38 分压和稳压管 W8 W9 保护后， $\pm 12\text{V}$ 的栅偏压使 Q19-Q22 导通， ± 110 电压加到功率管集电极。完成由低供电到高压供电的切换，避免了削波失真的发生。由于 $\pm 60\text{V}$ 供电电路中两个二极管的隔离作用，防止了 $\pm 110\text{V}$ 与 $\pm 60\text{V}$ 短路。当输入信号变小时，随着输出功率的降低，Q9 Q10 截止和 Q19-Q22 的关闭，功率管又恢复成 ± 60 的低压供电，使整机始终工作在低耗高效不失真的最佳工作状态。在同型号的功放中还有电压切换电路采用的是达林顿管驱动大功率管，其它电路完全一样。Q23-Q28 组成保护电路，Q27 Q28 是继电器驱动，Q26 是交流关机保护，Q23 Q24 Q25 组成中点直流检测保护。开启电源后 60V 电压先经 R72 W7 稳压成 12V，再通过 R69 向 C43 充电，在充电电压没达到 1.2V 之前，Q27 Q28 不会导通。这个充电过程就是继电器延迟闭合的时间，在电路平衡后再接通扬声器，防止开机瞬间中点直流对扬声器的冲击。与开机瞬间不平衡中点有直流一样，在交流关机后电路退出平衡，但容量的主电源电解电容却还有一个放电过程。这个过程中输出中点依然会有直流输出，同样会冲击扬声器。Q26 的下偏置接着由变压器交流电压经 D20 C44 整流滤波后的负电压，使 Q26 在开机后和工作期间始终处在反偏截止状态。在关闭电源后，变压器立刻停止交流输出，由于 C44 容量很小，Q26 基极的负压会瞬间消失。由 R67 提供的+60 主电解存电电压使 Q26 导通，把 Q27 基极拉到 0V，继电器迅速释放断开扬声器，起到交流关机保护的功能。当输出中点有直流正电压时，此电压通过 D17 加到 Q23 基极，Q23 导通将使继电器释放。如果输出中点出现直流负电压，Q26 的导通导致 Q24 导通，也使继电器释放。Q26 集电极由-12V 供电，可提高直流检测的灵敏度。因过流保护电路前移到推动级，所以这部分电路中没有再设置过流保护。此机有多种保护措施，使用中故障率很低。但使用不当或输出负载出现短路现象造成功率管击穿时，其损坏程度也是很严重的。功率管的击穿造成输出中点电压升高，高压切换启动，场效应管跟着过流击穿。同时殃及到推动管损坏，恒压偏置和过流保护部分都难免一劫，印刷电路板上的覆铜板连线也会多处烧断。Q19-Q22 可用 IRF640 IRF9640 等耐压在 200V，电流在 20A 左右管子代换。图解页有各晶体管、集成块、插件在路实测参数，可供维修时参考。

GST-GF150 广播功率放大器原理与维修

GF150 定压功放是海湾(GST)广播扩音机柜中的后级功放组件之一,该系统由一台前级增益机和多台后级功放组成。后级功放只设置线路输入插孔,并联的并机输出插孔把线路信号再送到另一台功放。所有功放均是 120V 定压输出,适合宾馆、超市、学校、公园等公众场合播音和播放背景音乐使用。电源变压器双 36V 经桥 D6 和 C22、C23 整流滤波后给功放电路提供±50V 主电源,双 11V 经桥 D15 和 C30、C31 整流滤波后给保护电路和散热风机提供±12V 电源。开机后 J1 就吸合,常开触点接通,把 Z1 输入的线路信号通过 Z2 送到面板音量电位器,经音量电位器衰减控制后返回 Z2 送入放大电路。输入信号经 C2 耦合, C20、R38 滤除超音频信号通过 R1 提供给 U1, U1 是双运算放大器 JRC4558,此电路只使用一半。信号由②脚反相输入, C4 反馈电容抑制高频自激。③脚接负反馈网络,对输出中点进行直流伺服。运放的④⑧脚由 R42、R43、D7、D8、C25、C24 把正负电源稳压成±15V 供电,放大后的信号由①脚输出。输出的信号经 R11、R12、R9、R44 组成的放大级偏置电路提供给 Q1、Q5 进行电压放大, Q3 是恒压偏置管,把 Q1、Q5 两管发射极电压稳定在 2V 左右。Q4、Q2 是电流放大级, C9、C10 与前边的 C5、C6 都是中和电容,对高频信号进行补偿,防止自激。Q6、Q10 是过流保护电路,当输入信号过强导致输出过流时,经功率管发射极电阻输出的取样电压加到这两个管的基极与发射极之间。Q6、Q10 的导通使推动管基极得到分流,减小输出信号的强度。三对功率管单独安装在散热片上的一块电路板上,通过 Z3、Z8 与主板连接。输出中点经过延迟保护继电器常开触点由 Z4 与输出变压器连接,输出变压器有两组输出,120V 的定压输出和 5V 的电平显示驱动信号。Q7、Q8、Q9 组成延迟保护和交流关机保护电路,开机后+12V 电压经 R51 向 C32 充电,在 C32 上端电压没达到 1.2V 前 Q8、Q9 不会导通,继电器 J1 不闭合。经过一段延迟后,充电电压达到 1.2V 时, Q8、Q9 饱和导通, J1 闭合,输出变压器接入电路。Q7 的基极接着由 C29、D10、R49 经变压器 11V 整流的负电压,虽然 R50 提供了上偏置,但低于负压值, Q7 处在截止状态。当关掉电源开关后,因 C29 容量很小,负压很快消失。+12V 还没有放电结束, Q7 获得正向偏置而导通,把 Q8 基极接地, J1 迅速释放断开输出变压器。U2 是功放专用保护集成电路 TA7317P,①脚是过流检测,②③脚是中点直流检测,④脚接地,⑤脚衬底负压,⑥脚继电器驱动(低电平有效),⑦脚内部放电,⑧脚延迟控制,⑨脚电源。此 IC 一般都在扬声器保护电路,但此机是用在信号输入控制电路。其②③⑦脚接地后,只保留①脚过流保护功能。当输出过强出现过流现象时,由功率管 NPN 一侧的取样压将通过 R32 加到 Q12 基极, Q12 导通使 Q11 基极电压降低而导通, Q11 的导通把高电平加到 TA7317P 的①脚,使⑥脚变成高电平, J2 失去供电回路而释放,切断线路输入信号,起到保护作用,⑥脚的高电平通过 Z6 送到显示面板,使故障指示灯点亮。经 Z6 送到显示面板的还有 12V 电源和输出变压器提供的电平驱动信号,驱动信号经整流后提供给 LM324,与基准电压比较后分别点亮四个电平指示灯。Z9 给风机控制电路提供±12V,风机控制电路与功率管电路板设置在一起,由热敏电阻和达林顿管组成。热敏电阻固定在散热片上,根据散热片的温度调整散热风机的运转速度。附图是根据实物绘制的整机电路图,面板显示电路和风机控制电路从略。此机主电路板通过多条插接线与附属电路连接,彩页图解中详细描绘了其连接方法。并提供了运算放大器 4558、保护集成电路 TA7317 和主电路上三极管实测数据和维修要点。





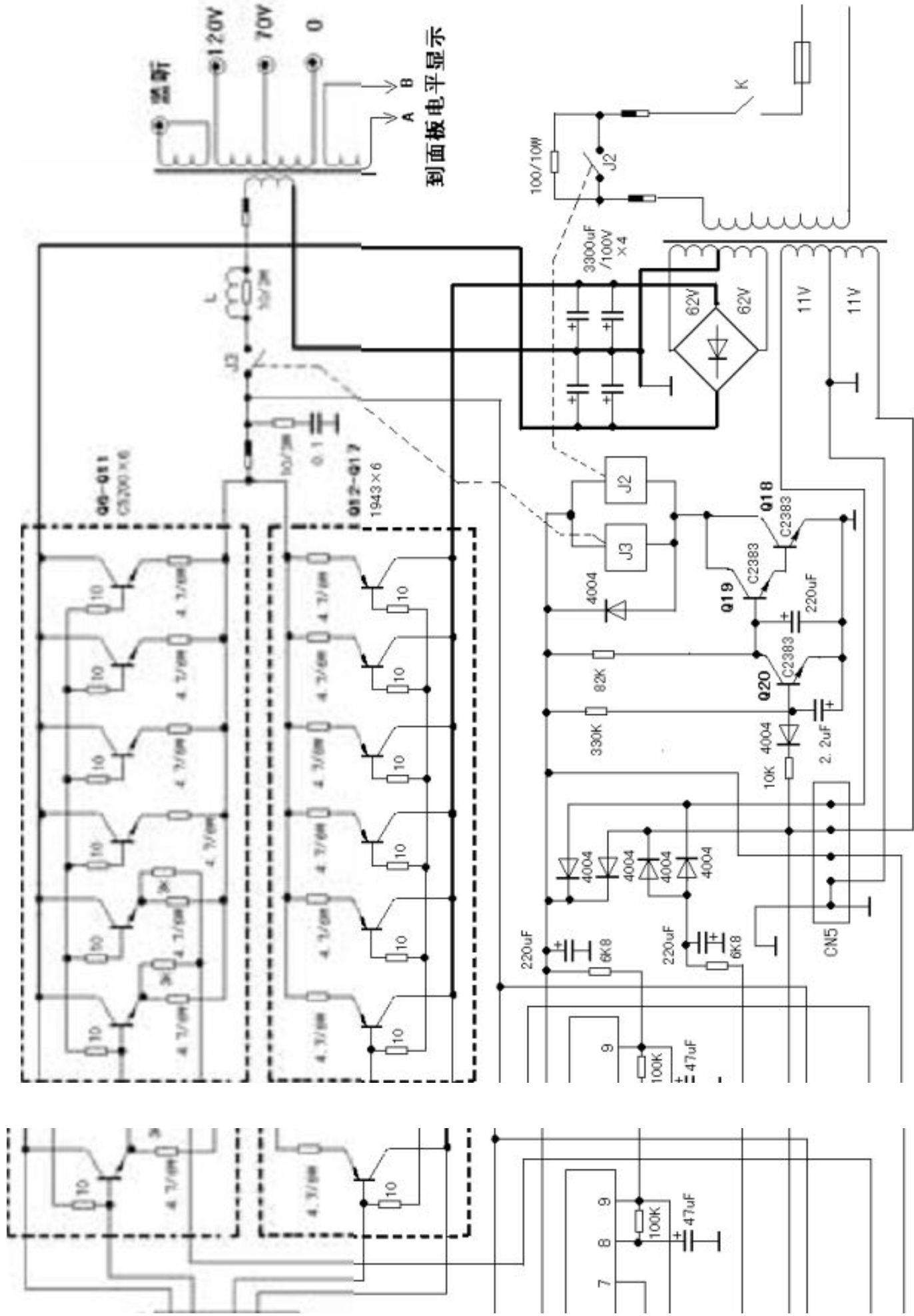
GST 消防广播扩音机 GF500 原理与维修

GF500 定压功放是海湾(GST)消防系统中的广播扩音设备,在公众场合被广泛使用。两个硕大的环牛和大散热片外壳使整机重量足有几十公斤。六对 C5200、A1943 确保输出功率在 500W 以上,是货真价实的专业设备。此机电源变压器容量大,双 63V 输出经 35A 桥整流后用四个 3300uF 电容滤波,开机瞬间很容易使供电系统掉闸。该机采用了开极限流延迟全通的缓冲供电方式,有效防止了开机瞬间的电流冲击。在 220V 输入电路中串联着一个 100Ω/10W 的大电阻,此电阻并联在继电器 J2 的常开触点两端。开机后由于串联电阻的限流作用,整机电流有一个由小到大的变化过程。Q18、Q19 组成达林顿方式作为 J2 驱动电路,Q19 基极接有 RC 网络。在经过 82K 电阻对 220uF 电容充电延迟过程后 J2 吸合,短接限流电阻进入正常供电方式。J3 与 J2 并联,在延迟吸合过程中主功放电路也完成了平衡,J3 常开触点闭合,接通输出变压器。Q20 是交流关机控制电路。开机后电源变压器的双 11V 绕组经整流后成±12V 给保护电路和延时电路供电,其中一个绕组给 Q20 基极提供负压。Q20 反向偏置而截止,不影响继电器的驱动。当关机瞬间此负压首先失去,Q20 由截止转为导通,Q19 基极接地而截止,继电器 J2 释放。断开输出变压器,防止关机后主电解电容存电在放电过程电路退入非平衡期间对电路的损坏,也消除了这一过程中扬声器所发出的余音。

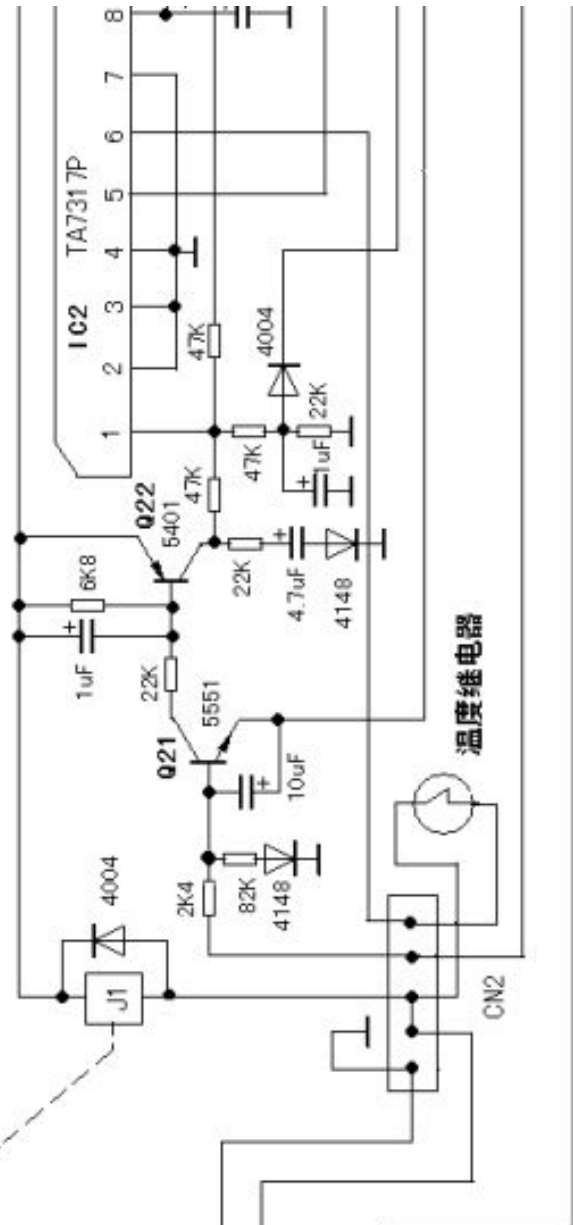
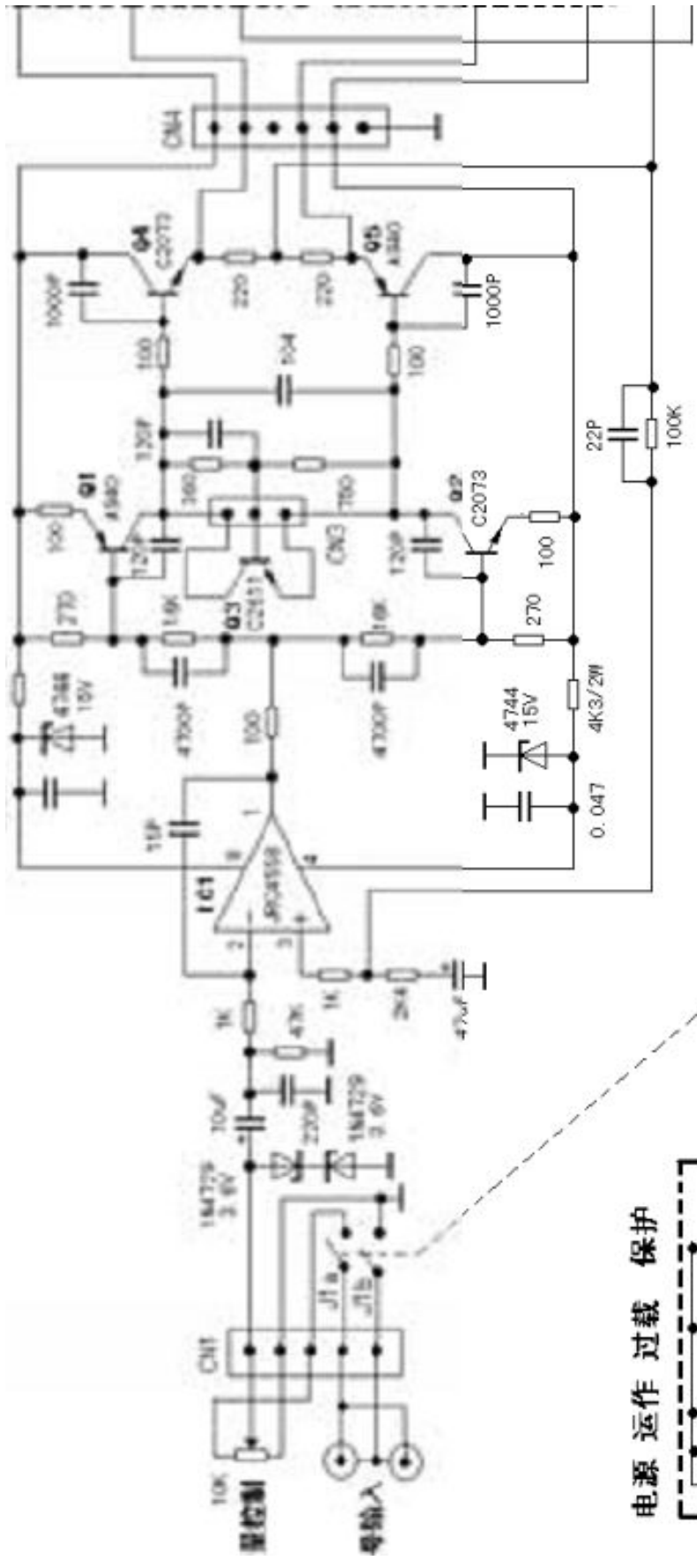
TA7317P 是功放专用保护集成电路,具有延迟接通、中点直流检测、过流检测功能。一般都用在扬声器保护电路,但此机是用在信号输入控制电路。开机后⑨脚通过 100K 电阻对⑧脚电容充电,继电器 J1 将延迟吸合。J1 吸合滞后于 J2、J3。当电路达到平衡电源进入正常供电后 J1 才吸合,两路常开触点闭合,将信号输入口的芯线与地线接通,信号通过音量电位器送达主功放电路。当输入信号过强导致输出过流时,经功率管发射极电阻输出的取样电压加到 Q21 的基极与发射极之间。Q21 的导通使 Q22 同时导通,将高电平加到 TA7317P 的①脚,使⑥脚呈高电平,J1 释放切断输入信号。温度继电器串联在 J1 的供电回路中,当管温过高时此继电器的常闭触点打开,也使输入信号断开,起到过载保护作用。电源变压器双 11V 绕组经整流滤波后为此 IC⑨⑤脚提供正负电压,其中单绕组还提供一个负压给①脚。抵消①脚由 47K 电阻从⑨脚供来的正电压,使①脚处在接近 0V 的负压状态。当交流关机时随着负压消失 J1 也迅速切断音频输入信号。②③脚是两个声道中点直流检测端,此机没使用此功能,这两脚直接接地。

两个 1N4729 是 3.6V 稳压管,对接后形成±4.2V 的峰值限幅电路,避免输入信号过强。此机输入放大采用运算放大器 4558,省去相对复杂的差分放大电路,简化了电路,提高了增益。①②脚的 15P 反馈电容可消除高频自激。③脚与输出中点接有负反馈网络,对中点进行伺服,提高整机稳定性。⑧④脚由正负稳压电路提供±15V 电压,既保证运算放大器的稳定供电又起到很好的前后级退耦作用。该电路只使用双运放的一半,⑤⑥⑦脚空着,在类似功放电路中常将另一半作缓冲使用。①脚的输出信号通过电阻提供到由 Q1、Q2 组成的电压放大级,四个电阻既给 Q1、Q2 提供偏置,又给信号提供通路。恒压偏置管 Q3 通过引线叠放在功率管上作温度补偿。Q3 的集电极与发射极之间稳定在 2.2V,给两个推动管 Q4、Q5 提供恒定的偏置。电压放大管和推动管基极与发射极之间都接有中和电容,对高频移相进行补偿,防止自激。特别是 Q4、Q5 选择了 1000P 的中和电容,这在一般功率放大器中很少。这会增加高频负反馈而使整机高频特性变差,但以输出变压器为负载和以广播扩音为主要功能时,这样的设置却是很有益的。功率管 Q6—Q11、Q12—Q17 是通过插接线与主板连接的。六个 C5200 和六个 A1943 分别固定在由大散热片组成的机壳两侧,良好的散热条件确保 500W 以上的持续大功率输出。输出端 10Ω 电阻与 0.1 电容组成茹贝尔网络,补偿输出变压器纯感性负载对电路的不良影响。消除高频移相造成的自激。电感 L 与 10Ω 电阻串联在输出回路中可滤除超音频干扰信号。输出变压器除设置了 70V、120V 两种定压输出绕组外还设置了监听输出绕组和电平显示驱动绕组。面板设置只有一个音量控制钮、四个发光二极管和一个电源开关。开机后 12V 供电使红色电源指示灯点亮,有功率输出时从输出变压器显示绕组输出的信号经检波后驱动绿色运作指示灯闪烁,信号过强时黄色指示灯点亮,当过载保护时 J1 回路断开,继电器线圈下端成高电平,使红色保护指示灯点亮。

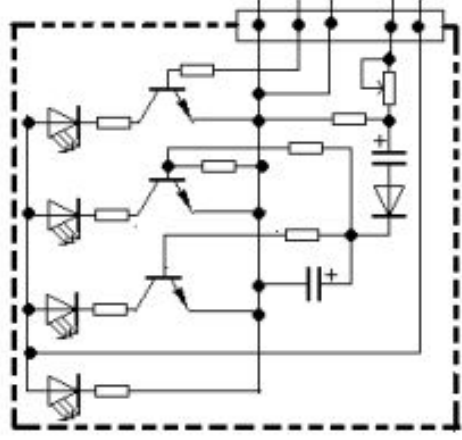
附图是根据实物绘制的整机电路图,此机主电路板通过多条插接线与附属电路连接,彩页图解中详细描绘了其连接方法。并提供了运算放大器 4558 保护集成电路 TA7317 实测数据和维修要点。



到面板电平显示



电源 运作 过载 保护

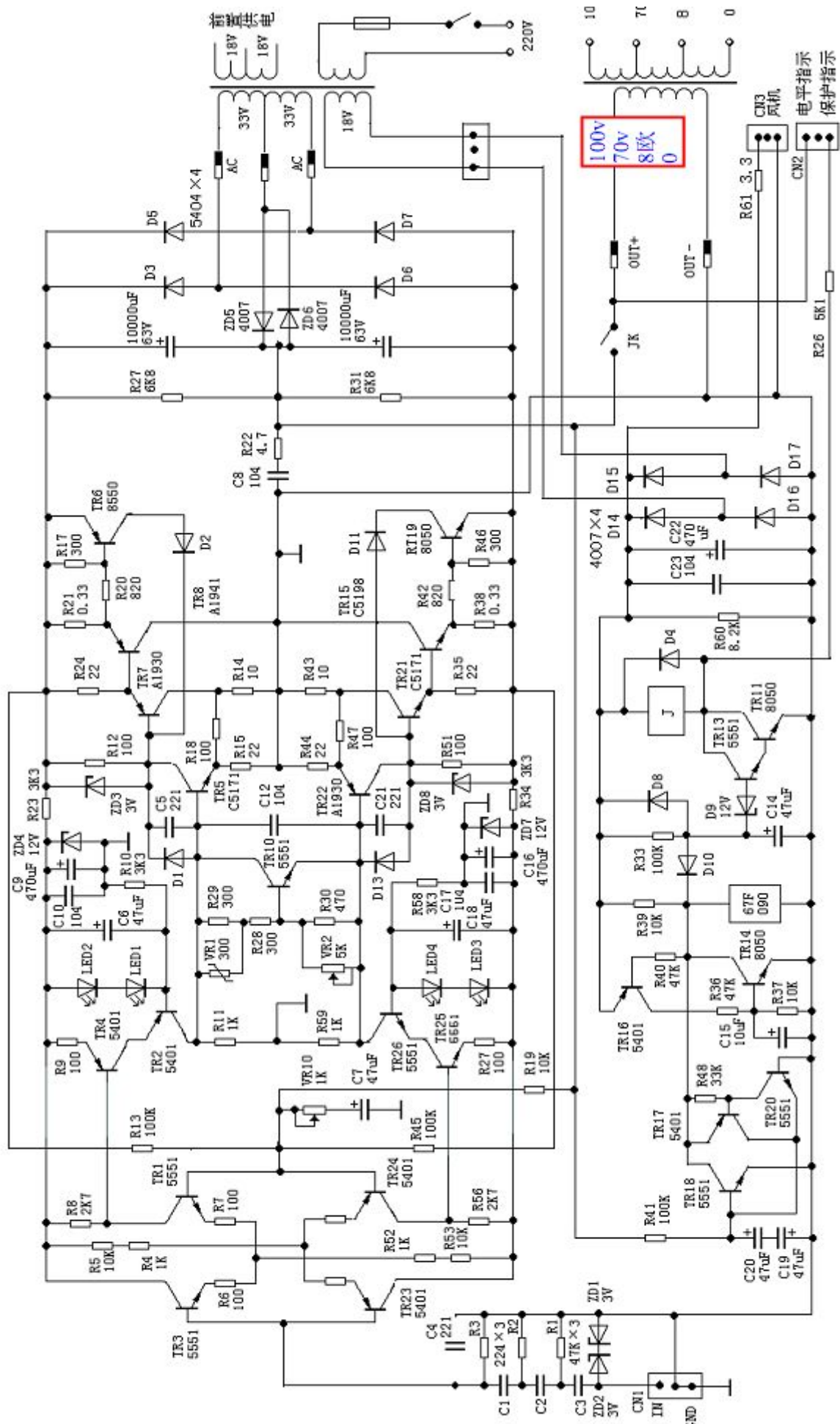


面板显示

温度继电器

CN2

NUSUN CE-060 定压功放原理与维修



NUSUN CE-060 是艾普公司的乐思龙 CE 系列产品之一，附图是根据实物绘制的主功放电路图。前置电路送来的信号经 CN1 插座输入到功放主板，两个对接的 3V 稳压管 ZD1、ZD2 将输入信号峰值限制在 3.6V，防止过激励损坏主电路。C1、C2、C3、R1、R2、R3、C4 构成带通滤波器，滤除低频干扰信号和超高频信号。TR1、TR3 和 TR24、TR23 组成双差分输入放大器，因为有 ZD4、ZD7 稳压电路提供 $\pm 12V$ 稳定电压，所以差分放大器没有再设置恒流源和镜流源。TR4、TR2 和 TR25、TR26 分别组成渥尔曼（共射一共基）电压放大电路，这种电路在 Hi-Fi 功放中较多采用。因为单管共射放大器虽然有较高的电压增益，但密勒效应会造成放大器的高频特性不良。单管共基放大器虽然频率特性好，但却没有电压增益。将两种电路串联组合成共射一共基电路可大大减小密勒效应，使电压放大级具有良好的频率特性和较高的电压增益。采用 LED1、LED2 和 LED3、LED4 发光二极管为 TR2、TR26 基极稳压，工作中 LED 始终处在稳定的导通状态，克服了稳压管或二极管开关状态所产生的噪声。TR10 是恒压偏置管，其基极的上偏置热敏电阻 VR1 用导热硅脂粘贴在散热片上，当管温与散热片温度升高时 VR1 电阻就会减小，提高了 TR10 偏置而增加导通，从而减小其集电极与发射极之间的电压。使 TR5、TR22 偏置随之降低，减小后级电流，起到温度补偿的作用。在一般 OCL 电路中这两个管子构成电流放大级，但此电路中为了后边电路的设置，把发射极输出改成集电极输出，形成又一级电压放大。C5、C21 是消振电容，作高频补偿防止自激。为防止连续的电压放大造成后边管子饱和，ZD3、ZD8 两个 3V 稳压管为电流放大管 TR7、TR21 基极予以钳位限幅。TR8、TR15 是功率输出级。这两部分的管子与一般 OCL 电路使用方法也不同，一般 OCL 上臂是 NPN 型管子，下臂是 PNP 型。而该电路却是上边 PNP，下边 NPN。类似集电极输出的方式，但输出中点却接地（整机电路地）。这是此放大电路的最大特点，电源的悬浮地成为真正的输出端。在一般 OCL 功放电路中电源变压器的双绕组的中间抽头是整机接地点，而这里的中间抽头可以不用，包括 ZD5、ZD6 都可完全去掉。双 33V 绕组实际上是一个 66V 的单绕组，交流 66V 经 D3、D5、D6、D7 整流滤波后的 90V 直流电压经两个主电解电容和 R27、R31 分压后形成以阻容交汇点为浮地的 $\pm 45V$ 电压，给功放电路供电。作为负载的输出变压器初级绕组就接在浮地与电路地之间。这种方式使不同极性的管子可不用云母片绝缘直接安装在同一个散热片上与机壳相连。浮地输出类似 OTL 电路，输出变压器通过两个主电解电容耦合加载。正是末端的特殊输出方式，使前边差分放大器输出端改由反向输入管 TR1、TR24 集电极输出。负反馈信号由输出中点改成浮地取出。这种独特的电路结构在新型广播扩音设备中被广泛采用。TR6、TR19 是过流保护管，当功率管电流过大时其发射极电阻 R21、R38 的压降将增大，取样电压使这两个管子导通，经 D2、D11 给推动管基极分流，减小功率管的激励和输出电流。C8、R22 构成茹贝尔补偿网络，以补偿输出变压器绕组纯电感对高频信号造成的移相，克服高频自激。此网络在定压输出功放中尤现重要，也最容易在送话啸叫中烧坏。

TR18、TR20、TR17 构成保护检测电路，浮地输出信号经 R41 到检测电路，交流分量通过 C20、C19 滤除。如果输出端有正电压 TR18 将导通，有负电压 TR20 导通。TR20 导通后使 TR17 随之导通，这样 TR18 也会导通，把集电极电压接地。当三个管子都导通后会因失去供电发生复位现象，TR14、TR16 的加入就起到防止复位发生的作用。当前边三个管子导通后，TR16 基极经 R40 接低电平而导通。其集电极输出高电平使 TR14 导通，这个导通确保前边电路不会再自动复位，只有断开整机供电才能恢复。正常状态下整机开机后这五个管子都处于截止状态，电源变压器 18V 交流电压经整流滤波后成 24V 直流给风机和保护电路供电。24V 电压经 R33 对 C14 充电，因 R33 阻值较大，电充到 12V 的过程就是负载延迟接通的时间。当 C14 上端电压超过 12V 后 D12 击穿导通，TR13、TR11 迅速饱和导通，继电器吸合接通负载。而当浮地有直流输出前五个管子导通后，经过 D10 将使 C14 上电压接近 0V。TR13、TR11 截止，继电器释放，断开负载。67F090 是固定在散热片上的常开型温度继电器，当管温过高散热片温度达到 90° 时该继电器闭合，也会使保护继电器释放。CN2 是送往显示面板峰值电平指示和保护指示的信号输出插座。电源变压器双 18V 是前置和控制电路的电源。输出变压器除设置有三种定压输出接线端子外，100V 输出还设置了多路选择开关和输出端子，供多房间和场所使用。此类机型的维修参考彩页维修图解。

NUSUN CE-060 定压功放原理与维修



Proso ax3502 专业功放电路原理与维修

□ 李昌文

该功放是专业级功率放大器,属于纯后级功放,没有家用合并式功放复杂的面板控制电路,信号输入后经过前置电路放大和音量控制就送到主功放电路。该功放两个声道由两路独立的功放电路组成,各自安装在方桶形散热片上,并各配一风机增加散热。信号输入有卡侬座平衡输入和 $\Phi 6.5\text{mm}$ 插座非平衡输入两种方式。该机设置有立体声双声道输出和 BTL 桥式输出转换开关,常规双声道输出时两路输入信号各经过运算放大器放大和音量控制送到后

级功放主板,当切换到桥式输出时右声道输入的信号改到运算放大器的反向输入端,两路相位相反的信号送到各自的主功放电路,由两路正输出配接扬声器。这时的输出功率将达到原来单声道的 2.5 倍~3.5 倍。前置电路使用了两块 JRC4558 双运算放大器,IC1 输入信号放大,IC2 是面板电平指示驱动。该电路比较简单,相关电路见图 1,维修要点见本期彩页 35 页。

此功放两声道总输出功率接近千瓦,电源变压器使用

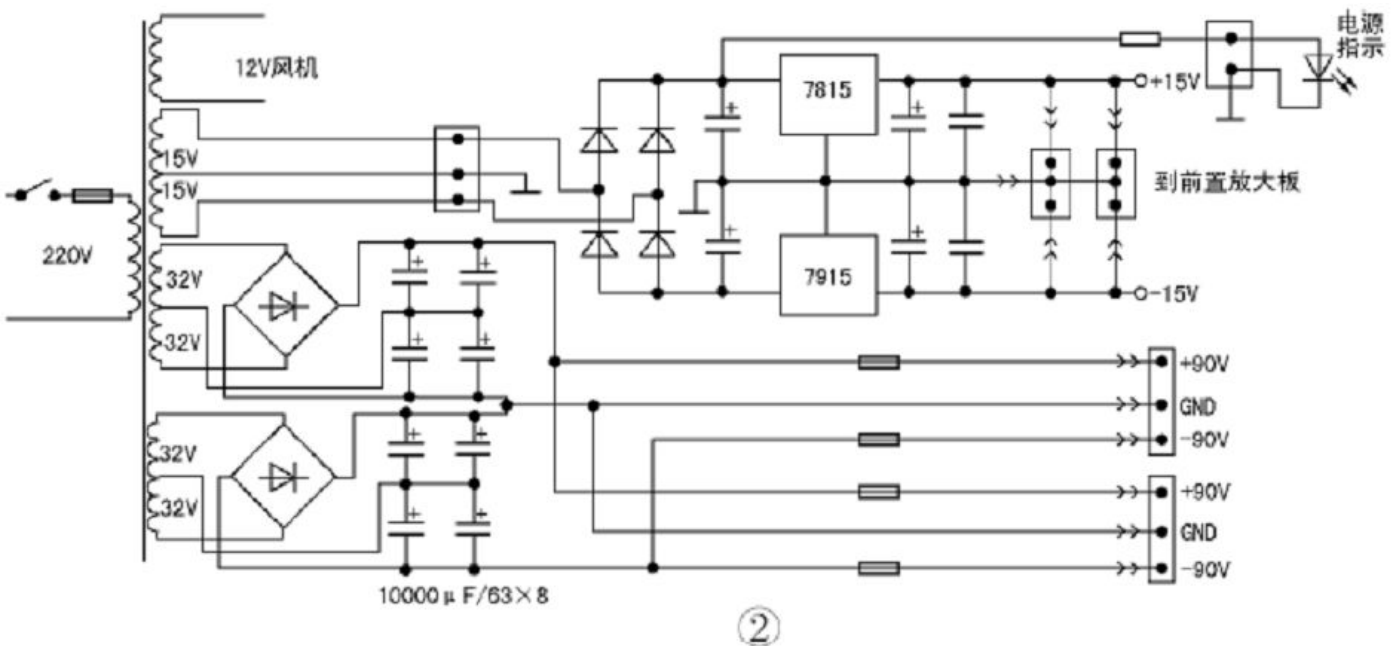
容量为 1000W 的环型变压器。电路见图 2,维修要点本期彩页 35 页,变压器次级有两个 32V 绕组,各绕组输出单独整流滤波,每组使用 4 只 10000 μF 电解电容,输出对各绕组中间抽头约 $\pm 45\text{V}$ 的直流电压。但该机没有以此输出作为功放电源,而是把两个 90V 输出串联成 $\pm 90\text{V}$ 后提供给后级功放电路,从而使整机有足

够的功率输出。一组双 15V 绕组是给前置放大电路提供 $\pm 15\text{V}$ 双电源的,这组电源的整流滤波和三端稳压器 7815、7915 装在前置放大板上,除了给 IC1、IC2 提供 $\pm 15\text{V}$ 电源外同时又输送到主功放电路板,一是给输入级运算放

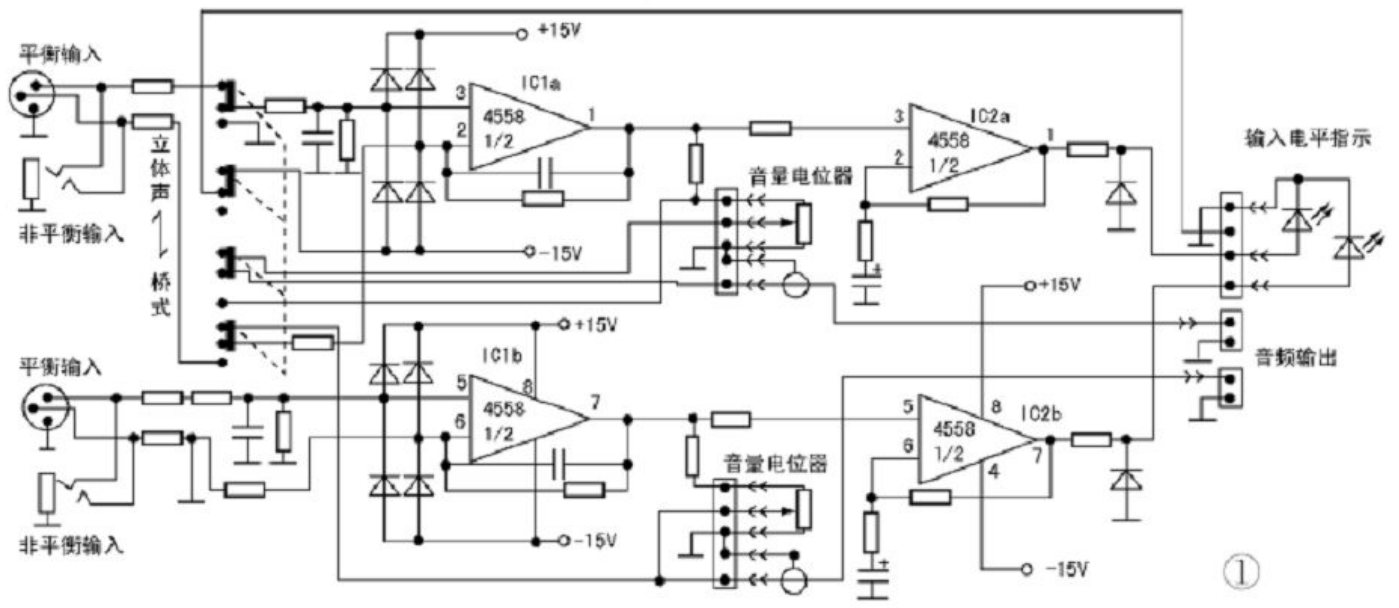
大器 NE5532 供电,二是给差分电路提供恒流源。单 12V 绕组是给散热风机供电的,整流滤波后分两路经 470 Ω 电阻和温控继电器接仪表风扇。温控继电器安装在功率管的散热片上,选用的是常开型,开机后风扇经过 470 Ω 电阻供电,电阻限流降压风扇低速运转,当使用过程中散热片温度升高后温控器触点闭合,短路 470 Ω 电阻,风扇则高速转动,增加散热效果。

主功放电路见图 3,维修要点见本期彩页 34 页,两声道完全一样。IC3 双运放 5532 既作前置放大器又作后级 OCL 电路的直流伺服,两个 D669 和两个 B649 组成双差分放大器,由电源板输入的 $\pm 15\text{V}$ 电压既为运放供电,又担当着差分电路的恒流源。还有一个 D669 和 B649 是电压放大级。2SC2073、2SA940 是电流放大管又称推动级,推动后级 4 只大功率管工作,应有足够的输出电流,因此这对中功率管也固定在散热片上。中间平躺着的是恒压偏置管,它的基极下偏置电阻有一个安装可调电阻的位置,出厂时已经改成固定电阻,改变此电阻阻值可调整功率管静态工作点。因为专业功放末级都采用乙类状态,功率管 b-e 结电压都调整在 0.5V 以下。后边是 4 对 2SC5200、2SA1943 东芝

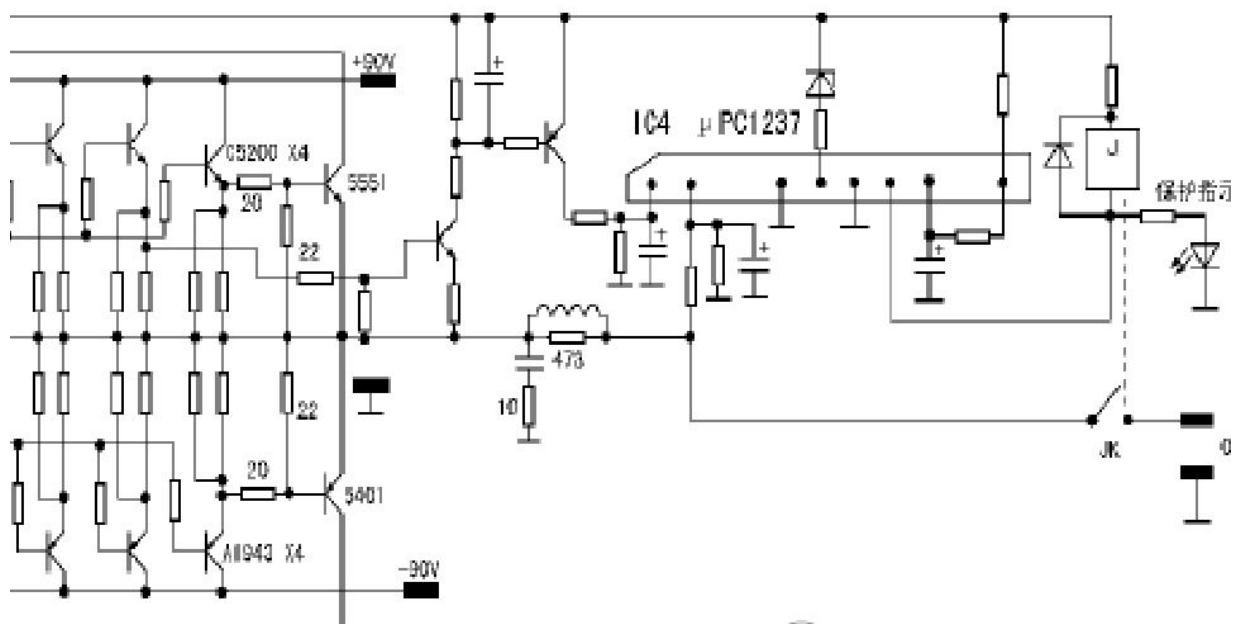
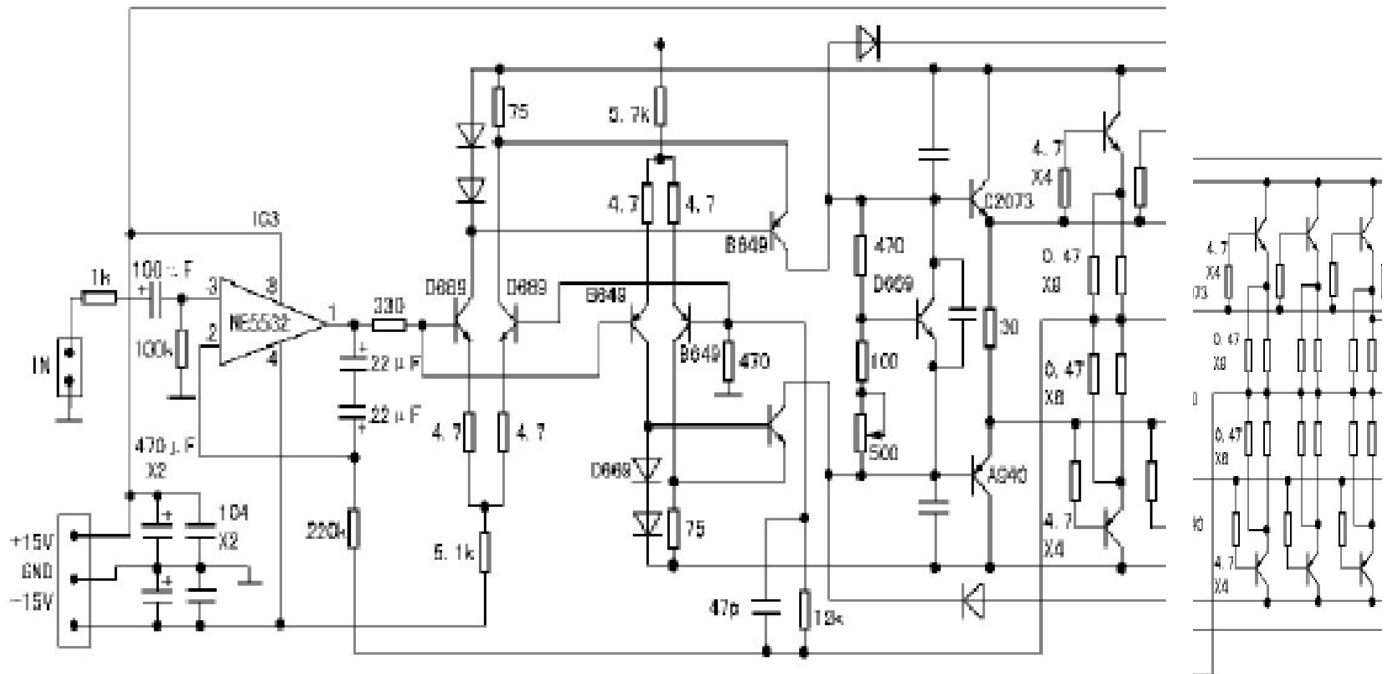
音响大功率对管,每个管子最大输出功率为 150W。每个声道平均输出为 500W,但仍有一定余量。电路板上几只小功率三极管中 2N5551、2N5401 是过流保护电路,两管的基极通过取样电路接在一只大功率管发射极,当输入信号过强时,随着功率管集电极电流增大,发射极电阻压降也增大,这个电压经取样分压后使过流保护管导通,通过其集电极二极管把推动管基极电压拉低,从而保护功率管退出大电流状态。另外两只小三极管 2SA1015、2SC1815 是扬声器保护集成电路 μPC1237 的过流取样放大电路。 μPC1237 是一款多功能扬声器保护 IC,①脚是过流保护检测;②脚是中点偏移电压检测;③脚是复位方式选择,此脚接地可在退出过流和中点偏移后自动恢复继电器闭合,经电容接地时必须整机断电才能复位;④脚是交流断电保护,当整机关机断电后由于滤波电容仍然有存电,使 OCL 电路有一个不平衡的瞬间,这期间高压大电流将冲击扬声器。当交流断电时此脚先检测到电压降低而迅速打开继电器而保护扬声器;⑤脚接地;⑥脚是继电器驱动;⑦脚是扬声器延迟接通定时 RC,开机瞬间 OCL 电路没达到平衡期间暂不接通扬声器防止冲击;⑧脚是电源。■



②



①



③

专业功放一般都设置有桥式输出转换电路,当此开关置于 BRIDGE 一端时,扬声器跨接在左/右声道正输出端,此时输出功率将是原一个声道的 2.5 倍-3.5 倍

专业功放一般都与调音台配合使用,输入灵敏度要求不大于 0dB (1V),即标准线路输入电平。此功放设置了两种输入接口,一是卡侬插座平衡式输入方式,二是 6.5mm 插孔非平衡输入方式,6.5mm 插孔内部簧片易出现接触不良现象。当有信号输入却无输入信号指示时,应先检查相应声道该插孔

用示波器查看音频波形是功放检修的有效手段,运放 4558 ①、⑦脚应有与输入插座一样的音频波形,如果输入有正常音频波形而此两脚没有或波形异常,更换此 IC

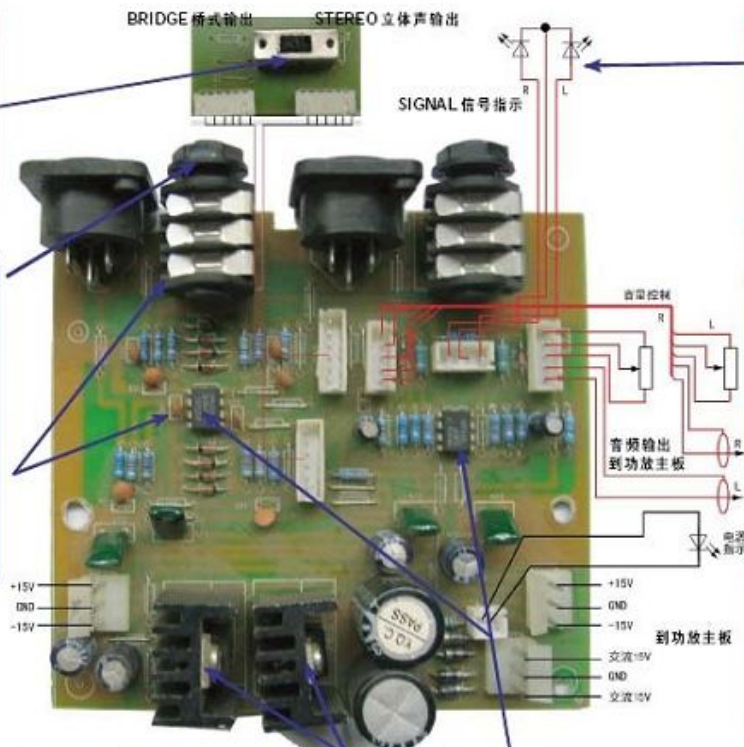


前置放大电路和功率放大器输入部分均由三端稳压器 IC 7815、7915 供电,当整机有供电但不能正常放音时,应检查这两只元件输出脚是否有 ±15V 电压

4558 是双运算放大器,该机前置电路使用两块运放:一只运放的两个放大器分别承担左/右声道信号放大,另一只运放作为两声道输入信号电平指示发光二极管激励放大。因运放的输入脚与信号输入插座只经电阻耦合,易受信号源强信号和直流电压损坏,当有信号输入无输入电平指示时,应检查这两块 IC

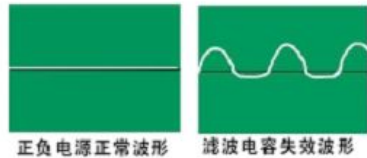
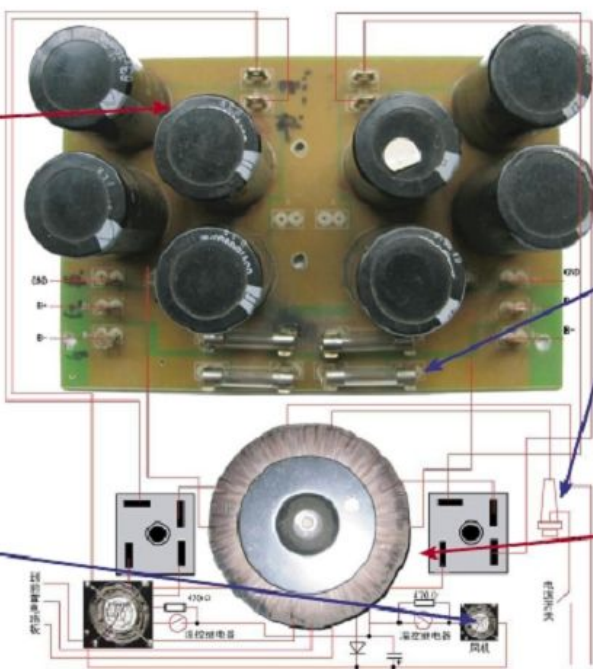
两只绿色发光二极管安装在前面板上,当有信号输入时闪烁发光,不亮应检查信号源和前置放大电路

当音量电位器内部接触不良时,调整音量过程中将产生“噼噼”的杂音,可用工业酒精注入清洗或更换



此机共用了八只 10000μF/63V 滤波电容,当多只电容失效后将使主电源纹波增大,输出有严重交流声

在风机供电电路中串联着 470Ω 电阻和温控继电器,开机后因电阻压降作用风机低速转动。温控继电器安装在功率管散热片上,当散热处温度升高时继电器常开,触点闭合短路 470Ω 电阻,风机高速转动,加强散热效果



整机共有五只保险管,当 220V 输入端保险管熔断时,多是整流桥击穿或滤波电容击穿;当向主功放正负供电的保险管熔断时,多是功率管有击穿性损坏

电源变压器容量为 1000W,两组双 32V 绕组是主功放电源,双 15V 绕组给前置电路供电,同时,也是主功放输入运算放大器电源和差分电路恒流源,单 12V 是风机电源

SE-1000 公共广播功放原理与维修

SE-1000 定压输出功放原是美国生产的公共广播系统的纯后级定压输出功率放大器，目前国内有多种仿制品牌，如 DAPP、NUSUN、艾普、乐思龙等。这种产品功率达 1000W，又可多机并联使用。使用时与前级机依次安装在机柜中，集背景音乐播放、上下班定点报时、随时通知讲话、警消报警于一体。广泛使用在广场、宾馆，超市、学校等公共场合。附图是根据 DAPP SE-1000 实物绘制的整机电路图，其它品牌或系列产品也可参考。

后面板输入插孔由 6.5mm 插座和卡侬座各两个并联安装，每个插孔既可作输入又可当输出使用，这是为多机并联使用设置的，前级送来的信号线从一个插孔输入到该机的同时，用同样的信号线从另一插孔输出到下一台功放。这种功放要与前级机配合使用，所以没有前置放大电路。输入信号通过双芯引线到面板音量电位器衰减后返回主电路板。受控后的信号经 C13 耦合到由 Q5、Q6、Q7 组成的 OTL 放大电路。输入变压器 B1 的初级线圈就是 OTL 的负载，C15 是自举电容，C16 是输出电容。当有信号输入时，经 OTL 放大后的信号通过输入变压器耦合到后级进行推挽功率放大。同时经 C29 为面板电平指示提供信号。输入变压器 B1 的次级有两个绕组，给推挽电路的上下臂提供相位不同的推动信号。两个绕组通过 RW2、RW3 连接到由 Q14(7809)和 D8(12V 稳压管)组成的 21V 稳压电路，给推动管 Q12、Q13 提供稳定的偏置电压。调整 RW2 和 RW3 可改变两管的偏置电压，一般调整到后边功率管 be 结为 0.5V 的乙类状态即可。前边 OTL 放大器也由 21V 稳压器供电，这样就保证了在主机供电电压发生变化时推动信号幅度的稳定与不失真。因该机设置有蓄电池后备供电功能，当电网停电外加直流电压在 24V 到 48V 之间都能正常工作。

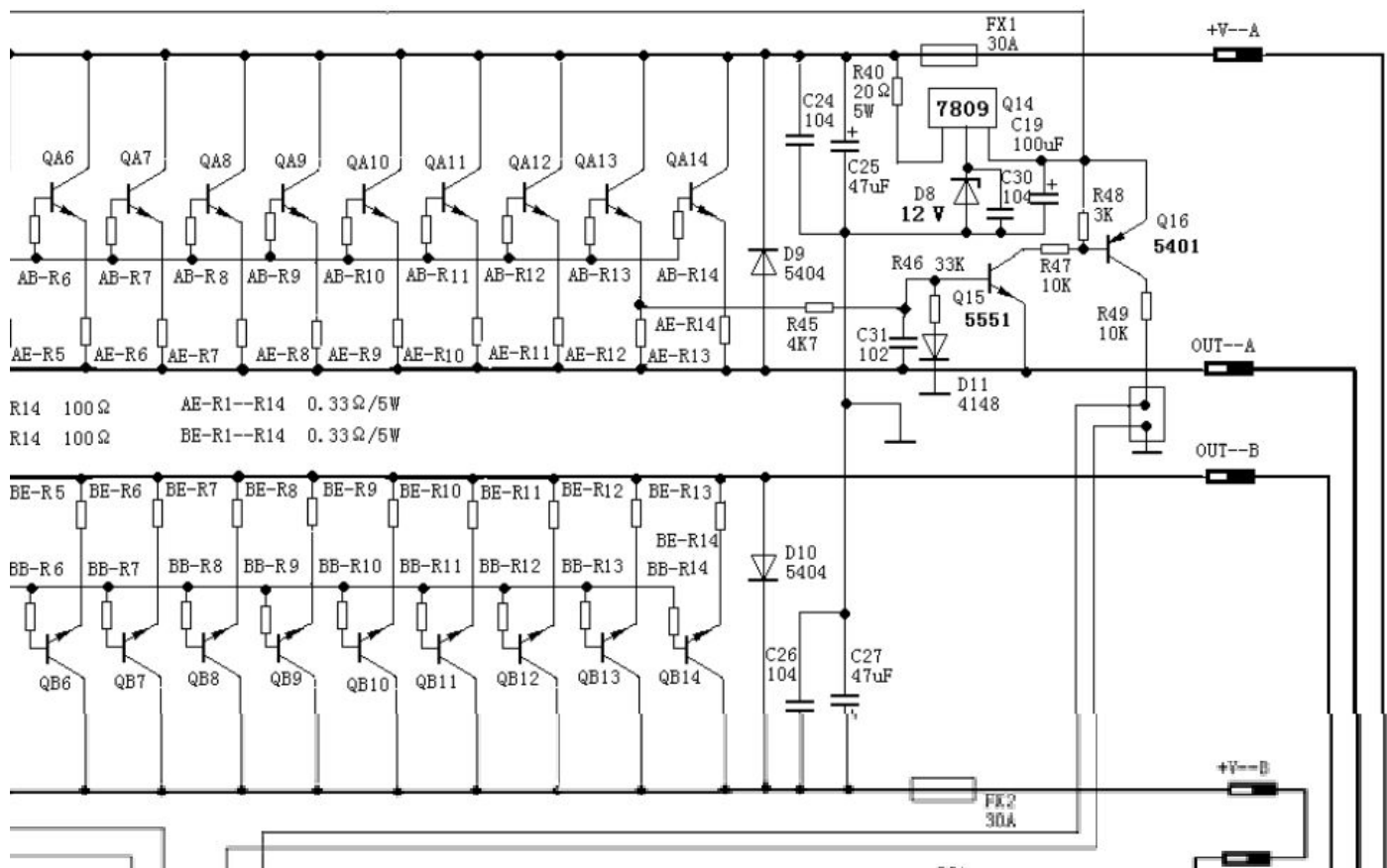
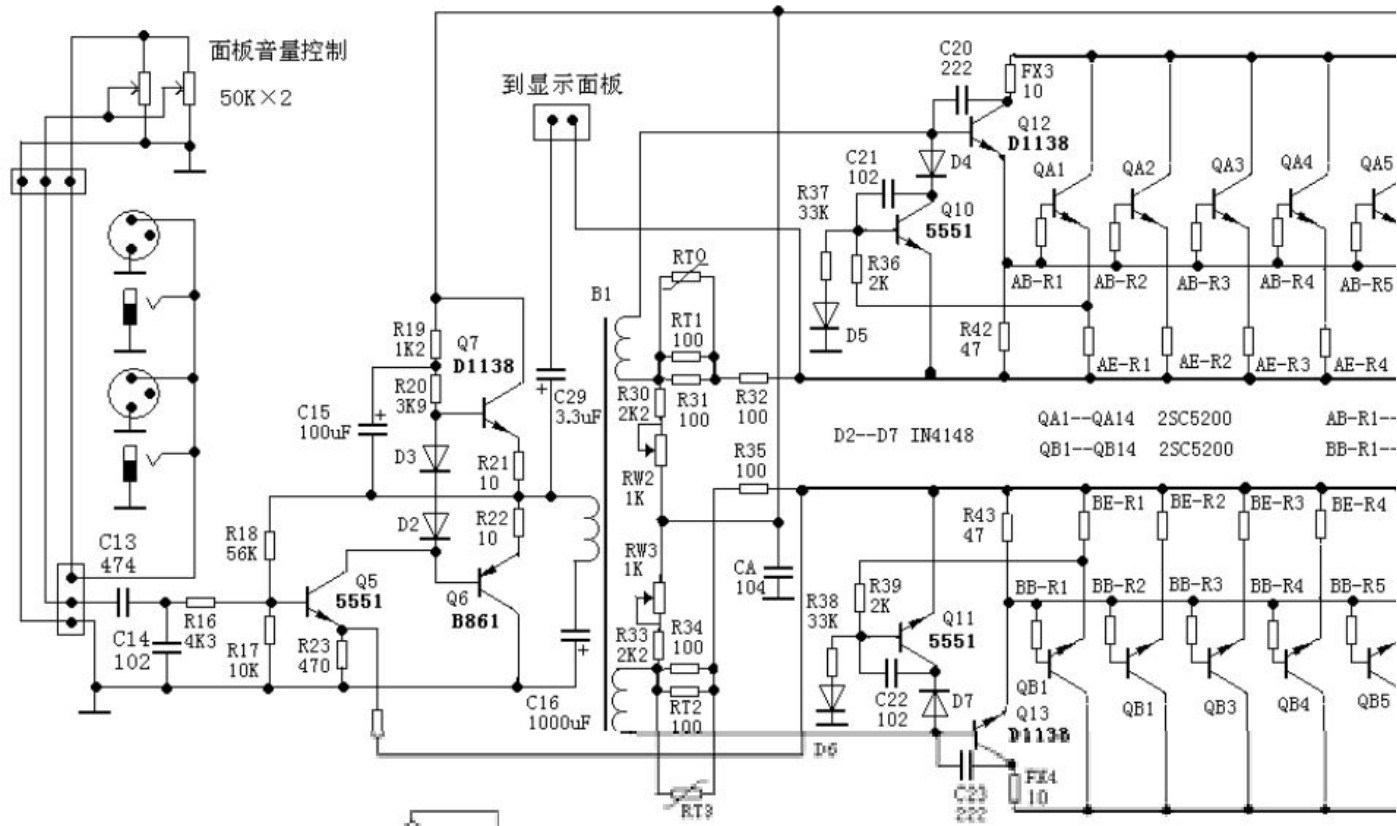
QA1—QA14、QB1—QB14 分别是推挽上下臂功率管，使用 28 个 150W 的 2SC5200 管子足见此机的容量之大。Q10、Q11 是过流保护管，有自动增益控制作用。当信号过强使 QA1、QB1 集电极电流过大时，发射极电阻 AER1、BER1 的压降就会增大。当电流接近 2A 时，在这个 0.33Ω 的电阻上的压降就超过 0.6V。这个电压将使 Q10、Q11 导通，经 D4、D7 给 Q12、Q13 基极分流，从而达到降低输出的效果。

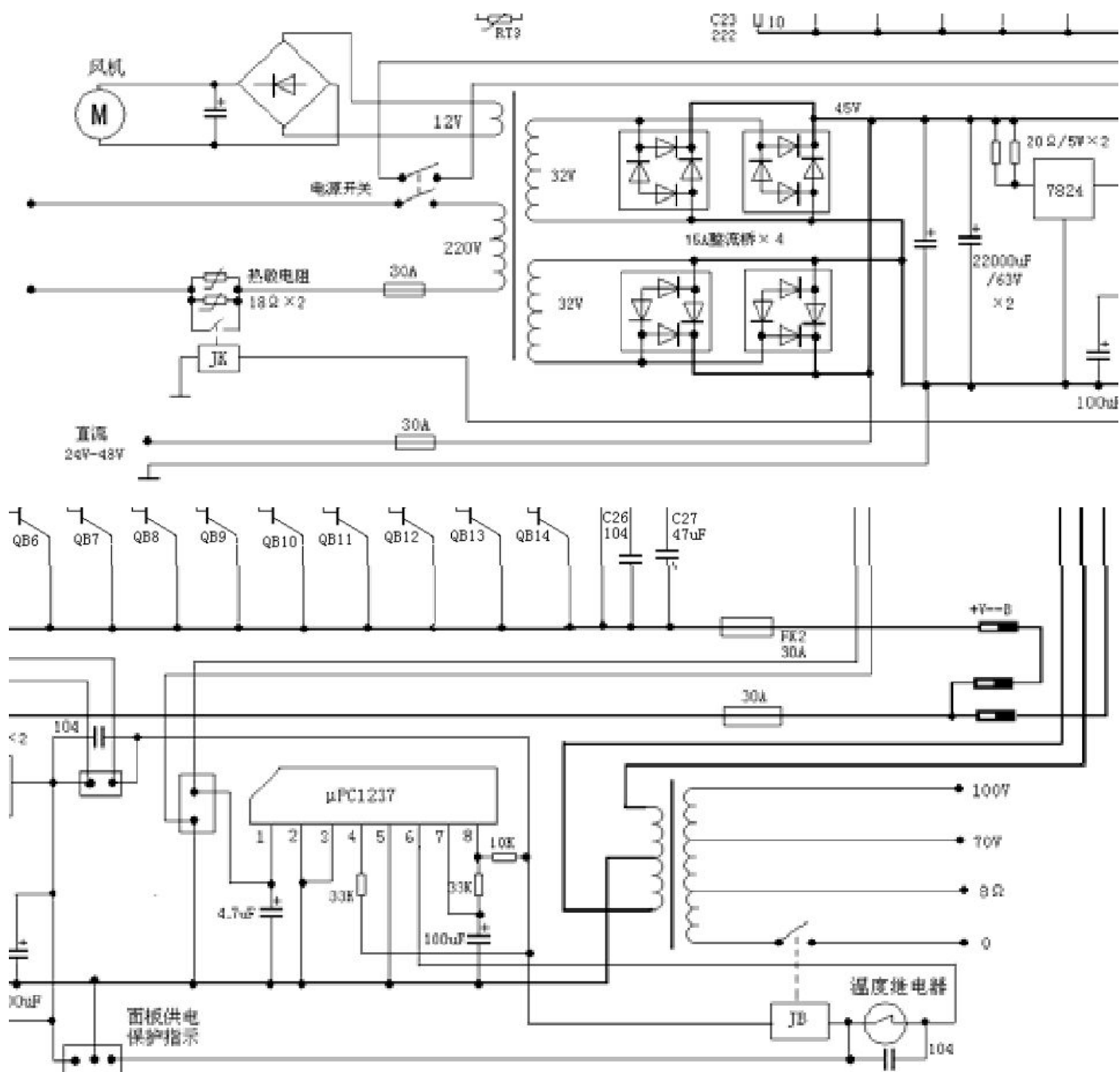
R31、R32、RT0、RT1 和 R34、R35、QT2、RT3 分别是上下推挽电路的负反馈网络。RT0、RT3 是两个负温度系数的热敏电阻，固定在功率管壳上。当管温升高时此两电阻阻值就变小，增加了反馈，减小整机增益。与 Q10、Q11 的设置异曲同工之效。

Q15、Q16 与 μPC1237 组成扬声器保护电路，当输出过强时，QA13 集电极电流接近 2A，AER13 压降使 Q15 导通，Q15 集电极电压降低又使 Q16 导通。21V 电压通过 Q16、R49 经插座引线加到 μPC1237 的①脚。此脚是过流检测脚，当检测电压超过 1.9V 时输出脚⑥脚就发生翻转，从接地状态变成开路，继电器 JB 失去供电回路而释放。断开输出变压器输出 0 端，停止输出而保护扬声器。电源开关有两组触点，一组作为电源开关，另一组串联在保护电路的供电电路。当关闭电源时同时断开了继电器 JB 和 μPC1237 的供电。及时断开扬声器避免关机后电容存电扬声器发出由强逐渐变弱再到失真的余音。固定在散热片上的温度继电器也串联在 JB 的供电回路，当机温过高时，温度继电器由常闭转为断开，停止负载工作。当输出变压器次级失去负载后初级阻抗将大大增加，推挽电路处于高阻状态，起到整机保护。

千瓦级的电源变压器和两个 22000μF 的电容，开机瞬间几乎等于短路，足使电网保护系统掉闸。两个热敏电阻串联在 220V 输入回路，继电器 JK 常开触点并在热敏电阻两端就是解决这个问题的。开机瞬间等于 9Ω(两个 18Ω 并联)电阻串联在输入回路，起到限流作用，次级整流滤波电容上的电压就有一个逐渐升高的缓冲过程。当电压升高到 JK 吸合后，JK 的触点闭合短路热敏电阻，完成安全开机。推挽电路供电电压是 45V，要达到 1000W 的输出功率，工作电流在 20A 以上。整流二极管要求有电流大还要散热好，该机采用四个 15A 整流方桥每个用一半的方式组成双绕组全波整流电路，每个方桥上都加有散热片。

此机功放电路的维修可参考彩页维修图解。





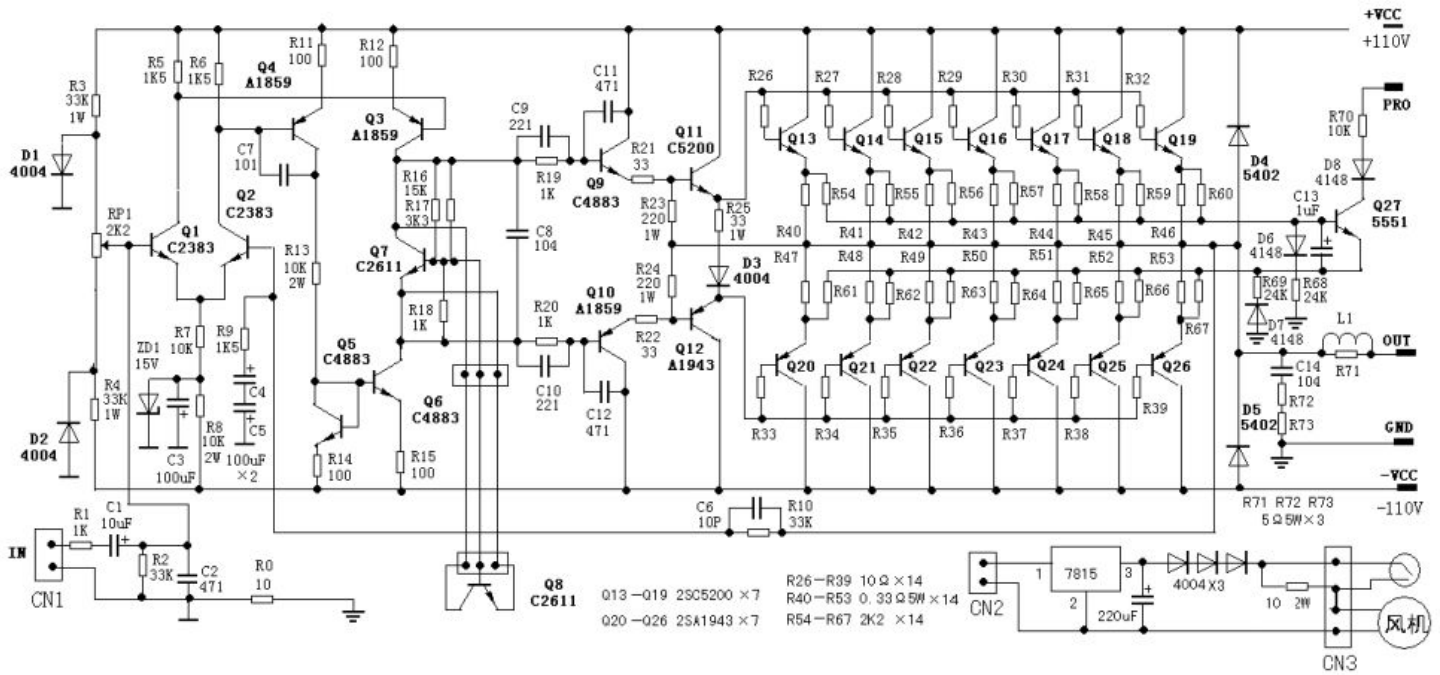
开机后面板电源指示灯不亮说明主电源保险烧断，检查功放主板功率管有击穿现象。电源指示灯亮，无信号输入指示是音量电位器故障。有信号指示但无功率输出且保护指示灯亮说明保护电路动作，输出继电器没吸合。此机采用传统的输入输出变压器推挽放大电路，正负半周放大电路相对独立。出故障时相对损坏较小。如果有输入信号指示无功率输出时先检查输出插头OUT-A、OUT-B有无直流电压，无直流电压应检查保护电路，有直流电压按照下述方法检查。

此机有28个功率管，直接利用本机电源通电测试一旦异常损坏太大，用外加电源和假负载的方法可有效防止维修中的再损坏。将+V-A与+V-B并联后接24V电源+，电源-接主板地。在OUT-A、OUT-B与地之间加8Ω假负载。为防止过流负载电阻选用1W，有过流时自行烧断。电路正常时各晶体管各脚对地电压如左表所示，如果某一个负载电阻发热冒烟说明该路有过流现象。要检查14个功率管是否有击穿的，如果功率管均好则是Q12或Q13不良。当输出端电压是0V，功率管基极是0.5V时可断定功放电路正常。

在路电阻测量是功放维修的基本方法，为避免电源大电解电容充电过程影响测量效果，可拔掉上下供电插头。拔掉上下推挽输出插头，使上下推挽电路完全分开。主板上其它插头也可拔掉，这样可脱机测量主功放电路各晶体管对地电阻。右表是用500型万用表R×K档黑红表笔调换对输入地的电阻值。因上下电路是完全对称的（上臂电源多21V稳压电路）两臂同时损坏的可能性很小，对比检查很容易找到故障点。

美国贝拉利 BEILARLY PM-700 专业功放原理与维修

附图是根据贝拉利 PM-700 功放的实物绘制的一个声道的主功放电路图。Q1、Q2 两个 2SC2383 构成差分输入级，R8、ZD1、C3 组成差分放大器的恒流源。Q1 的基极增加了 R3、R4、RP1、D1、D2 辅助电路，一是对输入端进行直流钳位，通过调整 RP1 可对输出中点进行调整。二是对输入的交流信号进行限幅，使输入信号峰峰值被限制在 $\pm 0.7V$ 以内，防止输入信号过强。电压放大级 Q3、Q4 组成第二级差分放大器，Q5、Q6 构成集电极恒流源负载。恒压偏置管 Q7、Q8 两管并联使用，Q8 由引线连接安装在散热片上，起到温度补偿作用。该机每个声道的最大输出功率接近 1000W，为保证足够的推动电流，电路设置了两级电流放大。第一级 Q9、Q10 使用一对中功率管，两个中功率管 bc 间设有吸收电容 C11、C12，进行高频相位补偿防止高频自激。第二级 Q11、Q12 则使用一对大功率管。Q11、Q12 发射极之间 R25、D3 将后边七对功率管偏置钳位在很低的水平，上下对管 be 结偏置电压只有 $\pm 0.3V$ 左右。实际测量功率管的 be 结电压只有 $\pm 0.1V$ ，Q11、Q12 的 be 结电压只有 $\pm 0.5V$ 。这就是该机的电路设计独特之处，末端的低偏置使整机的静态功耗降到最低点。不追求理论上的高保真，力求使用中不失真的大功率输出和强负荷的经久耐用。这样的电路设计更适合商业性宣传演出。一般功放保护电路中只在末级一对功率管发射极各设置一个取样电阻，可以说是抽选取样。而该机在每个功率管发射极都设有取样电阻 R54-R67，任何一个功率管出现过流异常都会使 Q27 导通，经 D8 R70 使保护电路启动断开继电器。上下取样信号分别加在 Q27 的基极和发射极。NPN 一侧有过流现象时发射极电阻压降增加，升高后正电压经过取样电阻加到 Q27 基极使其导通。PNP 一侧有过流发生时，将会有负电压加到 Q27 发射极，也等于抬高其基极电压而导通。D6、D7 将 Q27 基极和发射极对地直流电压钳位，当输出中点发生偏移时 Q27 也将导通启动保护电路。该机的维修与有关数据可参考彩页图解。



贝拉利 BEILARLY PM-700 专业功放电路

雅马哈 RM3600 专业功放和 G 类放大器电路剖析

RM3600 是一款专业功率放大器，输入级采用运算放大器，输出采用高效率的 G 类放大器电路，简洁的电路和较高的效率是该机的特点。图解维修页有实物图片和电路图，两个声道的电路板完全一样。电路图上的元件序号是根据实物抄板，晶体管序号不顺序，看图时需注意。

卡侬输入插座和 6.5mm 插孔均采用平衡输入方式，当使用非平衡 6.5mm 插头输入信号时，冷端通过插孔触头接地，转换成非平衡输入方式。输入的冷热端信号经阻容耦合到运算放大器 NE5532 的正反相输入端③②脚，放大后由①脚输出，通过双芯屏蔽线送到前面板的音量电位器。经电位器衰减后的信号返回到运放的⑥脚再次放大，由⑦脚输出到后边电路。⑤脚的 R68 C20 R65 C18 构成负反馈网路，运算放大器由±50V 经 D17 D18 稳压后的±15V 供电。Q3 Q16 是第一级电压放大，大多数采用运算放大器作为输入级的功放电路，运放输出的信号都通过偏置电路由两个电压放大管的基极输入的，而此电路则改由发射极输入。输入信号从高电位改到低电位，可减小电压波动对信号的干扰。Q4 Q14 构成第二级电压放大，Q13 是恒压偏置管。它把 Q4 Q14 两集电极之间的电压稳定在 2V 左右，给后边电路提供甲乙类偏置。Q12 Q5 是电流放大级，习惯上也把这级电路叫推动级，这三部分电路均由±100V 供电。Q7 Q8 Q9 Q10 和 Q21 Q22 Q23 Q24 是四对功率管，功率管的数量不算多，散热片的面积也不大，但因采用了 G 类放大电路，使输出效率大大提高。Q17 Q19 组成过流保护电路，当信号过强功率管有过流现象时，Q7 Q21 两功率管发射极电阻的压降作为取样信号使 Q17 Q19 导通，通过 D37 D38 把推动信号分流。

晶体管在功率输出时都存在一定的功耗，功耗越大功率管发热越严重，整机效率就越低。功率管的功耗 P_t 等于管压降（集电极与发射极之间的电压） U_{ce} 和集电极电流 I_c 的乘积： $P_t=U_{ce} \times I_c$ 。通过对功放电路 NPN 一侧功率管的直流简化计算，可看出功率管的功耗 P_t 与输出功率 P_{out} 的关系。例如功率管集电极电压 U_c 是 100V，负载 R_f 是 8Ω ，加在负载上的电压就是发射极输出电压 U_e ，接近满功率时 U_e 约是 80V，此时的输出功率是：

$$\text{输出功率 } P_{out} = \frac{U_e^2}{R_f} = \frac{80^2}{8} = 800W$$

功率管的管压降是： $U_{ce}=U_c-U_e=100V-80V=20V$ 。集电极电流 I_c 就是负载电流： $I_c=80V \div 8\Omega=10A$ 。

功率管的功耗： $P_t=U_{ce} \times I_c=20V \times 10A=200W$ 如果输出功率只是满功率的三分之一，输出功率 $P_{out}=800W \div 3 \approx 267W$ 。

$$\text{集电极电流 } I_c = \sqrt{\frac{P_{out}}{R_f}} = \sqrt{\frac{267}{8}} \approx 5.8A$$

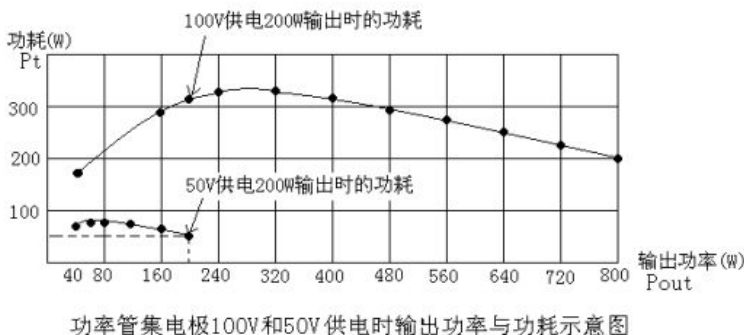
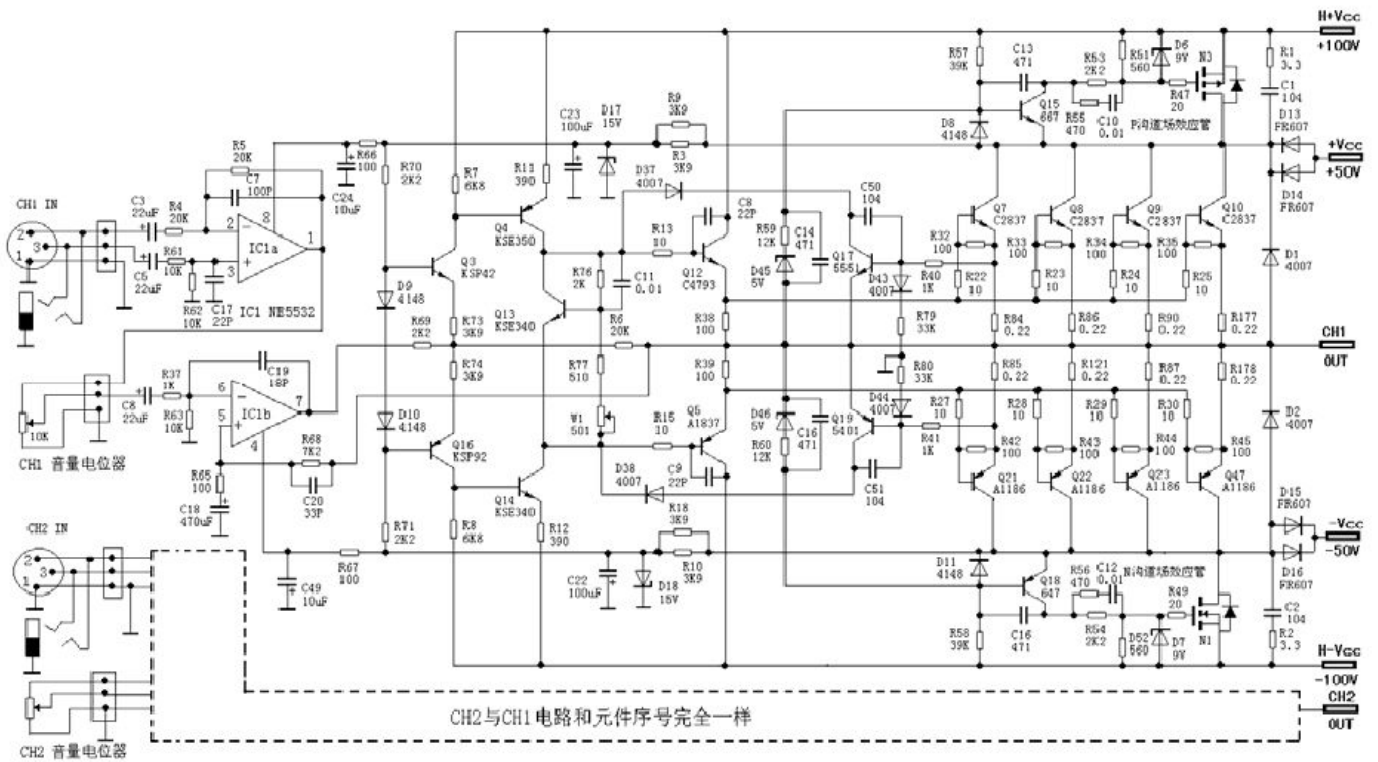
负载上电压就是功率管发射极电压：

$$\text{发射极电压 } U_e = \sqrt{P_{out} \times R_f} = \sqrt{267 \times 8} \approx 46V$$

功率管压降是： $U_{ce}=100V-46V=54V$ 功率管的功耗是： $P_t=U_{ce} \times I_c=54V \times 5.8A \approx 313W$

如果输出功率只有 100W，计算方法与上边的一样，此时负载上的电压 U_e 约是 28V，电流 I_c 约是 3.5A。功率管的管压降 U_{ce} 是 72V，功率管的功耗 P_t 约是 250W。根据不同输出功率时功耗的计算结果，做出附图功率管功耗与输出功率关系的示意图。从 100V 供电功耗曲线中可看出最大功耗发生在输出功率 270W 左右。说明功率放大器在输出功率仅是满功率的三分之一时，功率管的功耗是最大的，在接近满功率输出时反而功耗要小。晶体管在线性放大区集电极电流 I_c 只与基极电流 I_b 成倍数关系，与集电极电压 U_c 无关。如果 100V 供电时一般音量的输出功率是 200W，把集电极电压改成 50V，输出电流不会发生变化，输出功率会仍然保持 200W，扬声器的音量也不会减小。此时功率管的管压降减小了 50V，输出功率从 100V 时的三分之一变成 50V 的满功率。功率管功耗减小到只有 50W 左右。附图中下边是 50V 供电时的功耗曲线，从示意图中可看出同样是 200W 输出，降低电压后功率管的功耗会减小二百多瓦。因此一般音量时采用低电压供电的方式，就可以大大降低功率管的功耗。但低压供电会带来新的问题，50V 供电的满功率只有 200W，在强信号需要更大功率输出时，却因电压不足功率上不去，并产生削波失真。此时就需要提高功率管供电电压，以克服这种功率不足和失真现象。G 类放大器就可以根据输出功率的大小适时切换功率管的供电电压，起到既能降低功耗提高效率又能克服功率不足和削波失真的双重功能。这种高效低耗的特点被多种专业功放采用，如美国知名专业功放 QSC 产品中有多款型号都采用 G 类放大器电路。Q15 Q18 N3 N1 是该功放构成 G 类放大器的电压切换电路，使功率管集电极电压适时的在±50V 与±100V 之间切换。N3 N1 两个管子的型号已被厂家打磨掉，根据测量分析，可确认是两个极性不同的场效应管。其中 N3 是 P 沟道管，N1 是 N 沟道管，电路中均为漏极输出。Q15 Q18 分别是两个场效应管的驱动管，这两个管子的基极电压由

两路提供。一路是±100V 经 R57 R58 R59 R60 D45 D46 对输出中点分压提供，另一路是±50V 通过 D8 D11 提供，两管基极被钳位在±49.4V 左右。因两个管子的发射极是±50V，所以两管处于反向偏置而截止。N3 N1 栅极与源极电压相同，因没有栅偏压也不导通。±100V 电压不能加到功率管集电极，只有±50V 电压通过 D13 D14 D15 D16 给四对功率管供电。一般音量时，输出中点的音频信号的正负半周峰值不超过±30V，Q15 Q18 的基极电压不会发生变化。随着输出功率的加大，输出中点的音频信号峰值将超过±30V，当起着识别开关作用的稳压管 D45 D46 两端电压一样时，两个稳压管关闭，不再对±100V 供电进行分压。这时 Q15 Q18 基极的电压将超过±50.6V，使 Q15 Q18 迅速饱和导通。Q15 Q18 两管集电极电压由 100V 降低到 50V，经电阻分压和稳压管保护，使 N3 N1 获得±9V 的栅偏压，N3 N1 的导通把±100V 的高压加到功率管集电极，完成由低到高的电压转换。当输出信号由强转弱时，随着输出中点峰值电压的跌落，稳压管击穿导通，使 Q15 Q16 失去偏置而截至。N3 N1 失去栅偏压而关闭，功率管集电极电压就又恢复到低压供电。D13—D16 四个二极管在这里起隔离作用，防止转换到高压供电时±100V 与±50V 短路。主功放板右侧交流电源输入插座、四个二极管、热敏电阻等元件是散热风机控制电路，输出保护电路与电源电路另在一块电路板上，电路图中不包括这部分电路，分析从略。电路中使用了一些不常见型号的三极管，其代换型号和各管实测数据可参考图解维修页。



场效应管的测量方法

N沟道

IRF

P沟道

使用指针式万用表R×10K档测量

N沟道管：①黑S 红G先接触一次，黑D 红S不导通，说明管子没击穿，黑S 红D导通，说明内二极管良好。②红S黑G接触一次，黑D红S导通，说明栅极能触发导通。③黑S红G接触一次，黑D红S不通，说明截止良好。P沟道测量与上述表笔交换。

英国声艺 SPIRIT VA-600 专业功放原理与维修

声艺 VA-600 功放是一款较为高档的专业功放，附图是根据实物绘制的主功放电路图，其电路结构与传统 OCL 功放有较大的区别。特别是采用具有电源补偿功能的双电源供电结构，能有效降低功耗和温升，克服强信号时的动态失真，很多国外名牌专业功放也都采用了类似电路。

Q1、Q2 组成 NPN 差分放大器，Q3、Q4 构成镜流源。Q6、Q7 组成 PNP 差分放大器，Q8、Q9 是镜流源。ZD1、ZD2 与 C5、C6、R7、R14 组成 $\pm 36V$ 稳压器，既给镜流源提供稳压偏置，又是两个差分放大器的发射极的稳压源。R21、R22 组成直流反馈网络，R19、C7、R20、C8 组成高频补偿电路。为了提高电压放大级 Q11、Q12 驱动电流，比普通功放增加了 Q5、Q10 缓冲放大级。恒压偏置电路中 Q13 采用 TIP42 这种 PNP 管是此机的另一个特点。环境温度引起 Q11、Q12 之间电流增加时，恒压偏置管集电极与发射极之间的压差 U_{ce} 增大，此电压直接加在 Q13 的发射极，加大 Q13 的偏置而增加导通。从而达到降低 U_{ce} ，使推动级 Q14、Q15 有一个恒定的偏置。一般功放的恒压偏置管都采用 NPN 管， U_{ce} 是通过上下偏置电阻分压后提供给偏置管基极，使其增加导通来稳定 U_{ce} 的。相比之下这种采用 PNP 管的恒压偏置电路比传统电路灵敏度大有提高，稳定性也更好。前边这部分电路是由 $\pm 100V$ 高压电源供电的，较高的前级供电可扩展差分放大器和电压放大级的线性放大范围，提高动态电压增益和改善整机频响。R29、R30、C15、C16 是退耦电路，可消除后边功率部分引起的电压波动对前边电路的影响。

此后的电路就是具有电源补偿的功率输出部分。为确保四对大功率管有足够的驱动电流，该电路增加了 Q16、Q21 两个大功率管电流放大。D11、(R)对两管基极进行钳位，防止过激励损坏功率管。Q17—Q20、Q22—Q25 是四对功率管，它们与 Q16、Q21 都是由 $\pm 50V$ 低电压供电。功率输出部分采用低电压供电可降低功率管的功耗。因为功放在大部分时间工作在相对平均的信号范围，功率管工作在线性区，较大的管压降有较大功耗，会使功率管本身温度升高。供电电压越高管压降就越大，功耗越大温升就越快。而适当降低功率管的集电极电压就可解决这个问题。但较低的集电极电压又容易在强信号时使功率管进入非线性放大区。而且在强信号时随着输出电流的增加，电源电压也会有一定的下降，会使强劲的音乐失去应有的力度。这就暴露出低电压供电的缺点。

针对功率管低电压供电的不足，该机增加了由 Q26—Q35 组成的电源补偿电路来解决这个问题。Q26、Q27 的基极接着稳压管 ZD3、ZD4，通过 R0 与输出中点钳位在 $\pm 12V$ 左右。这个电压是随着输出中点的输出峰值变化而浮动的。当有强信号输出时此电压就被抬高，这个升高的电压在达到一定的幅度时将使电源补偿电路启动。100V 电压通过 Q29—Q30、Q33—Q35 补偿到功率管集电极，使 50V 电压得到提高补偿。当强信号输出大电流引起 $\pm 50V$ 电压下降时，Q26 的发射极电压随之降低，Q27 的发射极电压跟着升高。两个管子进入导通状态，Q28、Q32 随之导通而驱动后边管子导通。 $\pm 100V$ 电压通过这些功率管加到 $\pm 50V$ 供电电路，解决了动态失真问题。D18、D19 两个二极管起着电源隔离作用，防止补偿后的电压被 50V 供电电容吸收。R76、R77 也是利用 D18、D19 的导通压降给补偿功率管提供一定的偏置。电源补偿电路除了受 50V 电压波动输出中点浮动自动补偿电压外，还通过 R34、D13、R42 和 R35、D14、R43 受推动级信号控制，当强信号到来时电源补偿电路也会自动进行补偿。

此机由两块一样的功放电路板构成双声道放大器。电路的信号输入地与电源地在电路板上是独立的，通过 R*、C* 连接。经信号输入线连接到前置放大电路后两个地才直接连通。检修时如果拔掉信号输入线开机，因为两地脱开会造电路不平衡继电器不吸合，保护指示灯常亮。由 Q17 发射极引到信号输入插座的是过流检测取样，该机保护电路采用 uPC1237 组成。前置放大采用双运算放大器 4558，这部分电路与一般专业功放区别不大故从略。主功放电路的检修方法和要点参看维修图解。

图中晶体管编号是后加的，与所附电路图对应。Q1—Q10 所用晶体管型号 80547、80557 的管脚排列是面朝平面向左到右是 a、b、c。可用 2N5551、2N5401 代换，但管脚方向相反。

声艺 SPIRIT VA-600 专业功放维修图解

下边图表中各三极管各脚电压值是理想的标准参数
调整 VR1 可改变功管的偏置，0.2V-0.5V 之间均可

输出中点如果接近 50V 说明 Q16-Q20 饱和导通 Q21-Q25 截止，可拆开 Q16 Q21 两管基极电阻 R41 R42，再调整中点电压。如果回到 0V，说明 Q16-Q20 中有管子击穿。如果仍然是 50V，先测量 Q16-Q20 集电极对中点电阻， $R \times 1$ 档毫笔接集电极，不导通说明这 5 个管无击穿现象，几乎导通说明有管子击穿。在确定功率管完好后可确故障在前边电路。中点 $\pm 50V$ 时同法测 Q21-Q25

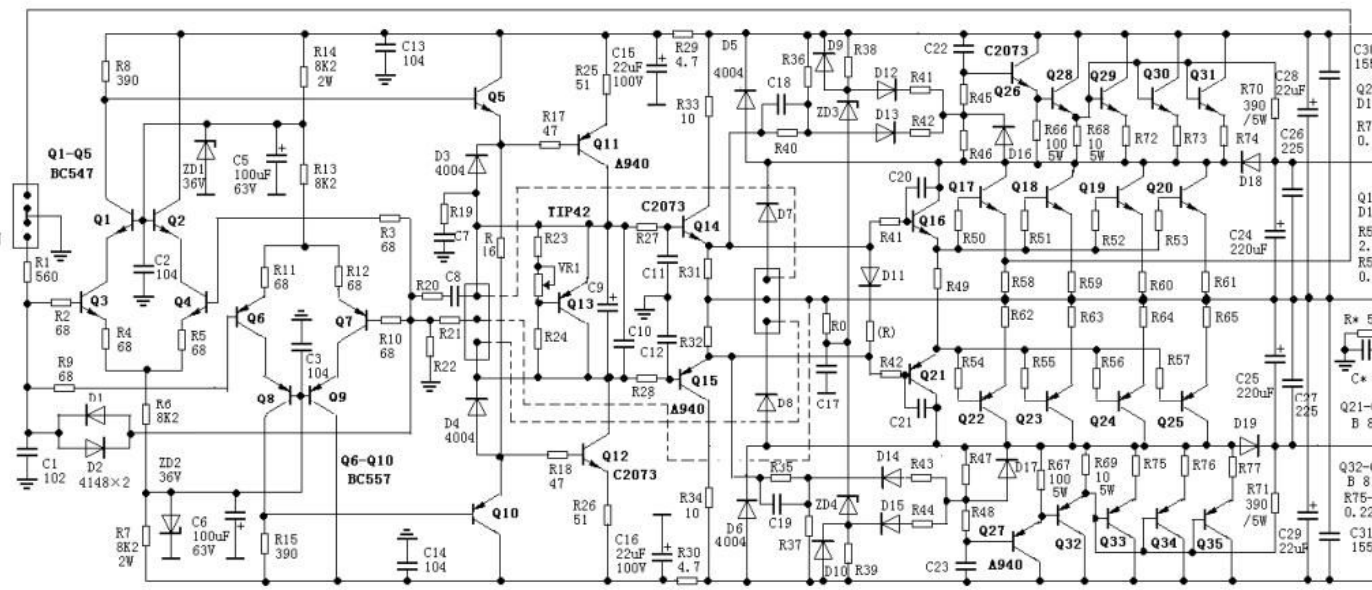
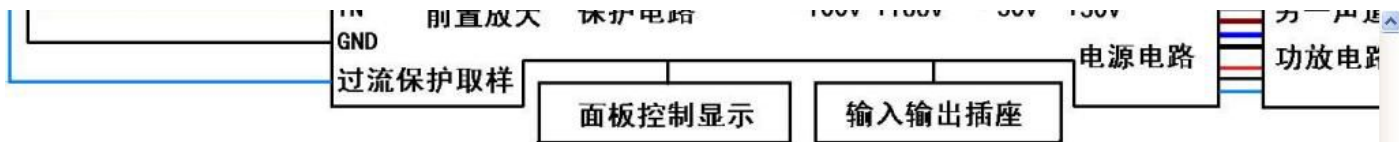
Vc	Vb	Ve
Q1 994	38	354
Q2 100	38	354
Q3 354	0	-08
Q4 354	0	-08
Q5 100	994	98
Q6 354	0	08
Q7 354	0	08
Q8 004	-38	354
Q9 100	-38	354
Q10 100	994	98

①脚过流检测，正常电压 1V 以下，超过 1.9V 保护高控。②脚中点电压检测，正常电压是 0V，超过 $\pm 0.7V$ 或低于 $\pm 0.23V$ 保护高控。③脚是推电器驱动，外接继电器，正常电压是低电平，如果是高电平 5V 以上说明保护启动。

前置放大 保护电路
过流保护取样
面板控制显示
输入输出插座
电源电路
另一声道
功放电路

Q26-Q25 是电压补偿电路，此部分故障率很低。ZD3 ZD4 与输出中点可能会受干扰及检修时不能忽略。

Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17-20	Q21	Q22-25	Q26	Q27	Q28	Q32	Q29-31	Q33-35
Vb	99	-99	17	17	-17	11	05	-11	-05	50	-50	50	-50	-50
Vc	17	-17	105	100	-100	50	50	-50	-50	100	-100	100	100	-100
Ve	100	-100	-17	11	-11	05	0	-05	0	50	-50	50	-50	-50



R16-56K/2W R19-22 R20-2K7 R21-10K R27-51 R28-51 R31-200 R32-200 R0-51 (R)-100 R35-13K R36-24K R37-24K R38-10K R39-10K R40-13K R41-10 R42-10 R41-390 R42-39K F
 R22-560 R23-220 R24-470 VR1-200 C7-331 C8-33P C9-100uF C10-104 C11-331 C12-331 C17-222 C18-472 C19-472 C20-222 C21-222 C22-150P C23-150P R44-390 R45-1K R
 D7-4004 D8-4004 D9-4004 D10-4004 D11-4004 ZD3-12V ZD4-12V D12-4004 D13-4004 D14-4004 D15-4004 D16-4004 D17-4004 D18-P600D D19-P600D R47-2K2 R48-1K R4

声艺 SPIRIT VA-600 主功放电路图

