

第五集

钱艾文 白永辉 编译

黄象贤 审校

电子电路集

人民邮电出版社

电子电路集

第五集

钱艾文 白永辉 编译
黄象贤 审校

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是《电子电路集》的第五集，内容包括音频控制、告警、电流控制、频率调制、倍频、灯光控制、电机控制、温度控制、抽样、扫描、伺服、开关及机动车等方面专用电路的电路原理和实际电路图。书中并给出了部分器件的国产代换器件型号，以供读者参考。本书可供具有中等文化水平的工人、技术人员以及无线电爱好者参考。

电子电路集

第五集

钱艾文 白永辉 编译

黄象贤 审校

责任编辑：张卫红

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：850×1168 1/32 1990年6月 第一版

印张：8 4/32 页数：130 1990年6月北京第1次印刷

字数：209 千字 印数：1-10500册

ISBN7-115-04148-2/TN·323

定价：3.70元

出版说明

本书是《电子电路集》的第五集，取材于1980年美国出版的John Markus所著《Modern Electronic Circuits Reference Manual》一书，内容包括音频控制、告警、电流控制、频率调制、倍频、灯光控制、电机控制、温度控制、抽样、扫描、伺服、开关及机动车等方面的实用电路。书中就电路的功能、原理和性能指标作了简要说明。电路图中的元器件均标明型号、规格和数值。原书图中在标注元件或电压、电流数值时，有时采用如下记号，如2K2、8V2等，它们分别表示 $2.2\text{k}\Omega$ 和8.2V。书中大部分电路都给出部分元器件的国产代换件型号，即〔 〕内的器件型号，以便读者实际应用时参考。应当指出，可供代换的相应元器件只是在某些参数上及有限的范围内近似，因此代换时必须谨慎，防止损坏电路与器件。

目 录

一、音频控制电路	(1)
1.1 1500Hz预加重电路	(1)
1.2 恒定电平输出的音频电路	(2)
1.3 具有100dB范围的压缩扩展器	(3)
1.4 1:4线性音量扩展器	(5)
1.5 开关转换喀喇声抑制器	(6)
1.6 语声压缩处理器	(7)
1.7 压缩/限幅器(一)	(9)
1.8 压缩/限幅器(二)	(11)
1.9 三输入混合器	(12)
1.10 单边带调制用恒压(1.8V)音频输出电路	(13)
1.11 非平衡有源频率分割电路	(15)
1.12 运算放大器音调控制电路	(16)
1.13 高低音提升-压缩电路	(17)
1.14 语声滤波器(一)	(18)
1.15 语声滤波器(二)	(20)
1.16 改进型BAXANDALL控制电路	(20)
1.17 具有语声压缩的话音控制传输电路	(22)
1.18 话音压缩器	(23)
1.19 测量信噪比用音频滤波器	(24)
1.20 声控继电器	(26)
1.21 平衡型有源频率分割电路	(27)
1.22 男女声转换电路	(28)
1.23 双声道全景控制电路	(29)
1.24 级联音调控制电路	(31)
1.25 具有高输入阻抗的音调控制电路	(31)

1.26 四声道混合器.....	(32)
1.27 具有60dB控制范围的音频输出电路.....	(33)
1.28 差分放大削波器.....	(34)
1.29 静噪放大器.....	(35)
1.30 运放钳位电路.....	(36)
1.31 音频压缩器.....	(37)
1.32 电压控制衰减器.....	(37)
1.33 四路增益控制电路.....	(38)
1.34 无噪声音频开关.....	(40)
二、机动车辆使用电路.....	(41)
2.1 10.5GHz雷达检测电路.....	(41)
2.2 开灯提醒电路.....	(43)
2.3 前灯接通告警电路.....	(44)
2.4 放电式点火电路.....	(45)
2.5 晶体管断路器触点电路.....	(46)
2.6 前灯开灯提醒电路.....	(48)
2.7 电压调节电路.....	(49)
2.8 电池监视电路.....	(50)
2.9 超速告警电路.....	(50)
2.10 油压显示电路.....	(52)
2.11 雨刷控制电路.....	(53)
2.12 配电器触点测速器.....	(54)
2.13 油量水平线告警电路.....	(55)
2.14 光电点火装置.....	(56)
2.15 交流发电机电压调整电路.....	(58)
2.16 汽车尾灯自动切换电路.....	(59)
2.17 电容器作为点火启动电池的电路.....	(61)
2.18 机动车车速超限告警电路.....	(61)
2.19 雨刷定时电路.....	(63)
三、防盗报警电路.....	(65)
3.1 五指示灯报警器.....	(65)

3.2	音频指示器	(66)
3.3	报警检测器	(67)
3.4	无声报警装置	(68)
3.5	延时报警电路	(69)
3.6	多路防盗报警电路	(70)
3.7	窗箔报警电路	(72)
3.8	遮光检测器	(74)
3.9	可视指示器	(75)
3.10	5分钟自动关闭报警电路	(77)
3.11	电耗型传感器报警电路	(77)
3.12	开路报警电路	(78)
3.13	声音激励开关	(80)
3.14	传感器开路、接地或其他线短路的报警电路	(81)
3.15	自锁报警电路	(81)
四、	电流控制电路	(83)
4.1	电位器控制的锯齿波发生器	(83)
4.2	精确电流变换器	(84)
4.3	场效应管电流变换器	(85)
4.4	28V交流电流限制电路	(86)
4.5	20mA悬浮电流源	(87)
4.6	恒定电流源	(88)
4.7	电源监视器	(89)
4.8	双向电流源	(90)
4.9	电流调节器	(91)
4.10	用电流源作负载的电路	(92)
4.11	3A电流限幅器	(93)
4.12	恒流发光二极管电路	(94)
4.13	电子保险装置	(94)
4.14	电流控制振荡器	(95)
4.15	电压控制的电流源	(96)
4.16	100mA电流调节器	(97)

五、频率调制电路.....(99)

5.1 高频功率放大器.....(99)

5.2 集成电路调谐与解调电路.....(100)

5.3 144MHz 调频发射机.....(102)

5.4 频率调制器.....(104)

5.5 2米波段2W锁相调频发射机.....(104)

5.6 零调谐指示器.....(109)

5.7 锁相环调频解调器.....(110)

5.8 载频启动继电器电路.....(111)

5.9 65~130MHz的二极管检测器.....(112)

5.10 调频解调器.....(113)

5.11 双发光二极管调谐指示器.....(114)

5.12 窄带解调器.....(115)

5.13 副载频调频解调器.....(117)

5.14 锁相环中频放大器和调频解调器.....(118)

5.15 21~75MHz二极管检测器.....(120)

5.16 具有20%频偏的三角波频率调制器.....(120)

5.17 晶体鉴频器.....(123)

5.18 频偏表.....(124)

5.19 模拟锁相环路(PLL)调频解调器.....(125)

5.20 运算放大器激励的发光二极管调谐指示器.....(126)

5.21 自动频率控制(AFC)用放大器.....(127)

5.22 超高频(VHF)功率放大器.....(128)

5.23 225MHz、13W功率放大器.....(130)

六、倍频电路.....(133)

6.1 简单二倍频电路.....(133)

6.2 宽带低频二倍频电路.....(134)

6.3 200MHz二倍频电路.....(135)

6.4 150MHz二倍频电路.....(136)

6.5 由24.5MHz到147MHz的六倍频电路.....(136)

6.6 差动式二倍频器.....(138)

6.7	锁相环 (PLL) 十倍频器	(139)
6.8	方波二倍频器	(140)
6.9	场效应管 (FET) 二倍频电路	(141)
6.10	73.333MHz三次泛音晶体振荡电路	(143)
6.11	100MHz二倍频电路	(143)
6.12	110MHz七次泛音晶体振荡电路	(144)

七、灯光控制电路 (146)

7.1	40W快速启动镇流器	(146)
7.2	双灯激励器	(146)
7.3	互补灯光调节器	(148)
7.4	75W瞬时启动镇流器	(149)
7.5	有源负载电路	(151)
7.6	投影灯稳压电路	(152)
7.7	声控灯光电路	(153)
7.8	300W灯光CMOS控制电路	(156)
7.9	开灯浪涌电流抑制器	(157)

八、电动机控制电路 (159)

8.1	开关型控制器	(169)
8.2	脉宽调制的电机速度控制电路	(160)
8.3	直流电动机转速控制器	(161)
8.4	3V电动机转速控制电路	(163)
8.5	磁带盘激励控制器	(164)
8.6	并绕电动机转速控制电路	(164)
8.7	低电平CMOS缓冲器电机控制电路	(167)
8.8	900W全波触发器	(167)
8.9	纸带馈送控制电路	(168)
8.10	可控硅触发脉冲发生器	(169)
8.11	1/2马力电动机用的三端双向可控硅启动开关	(170)
8.12	水位控制电路	(171)
8.13	用运放构成的转速控制电路	(172)
8.14	具有反馈的电机转速控制电路	(173)

8.15 铂位达林顿电机控制电路.....	(174)
8.16 串绕电动机.....	(175)
8.17 24V直流比例式转速控制电路.....	(176)

九、温度控制电路..... (177)

9.1 炊具温度控制电路.....	(177)
9.2 炉灶温度控制电路.....	(178)
9.3 75~250°C炉灶温度控制电路.....	(179)
9.4 通-断型加热器控制电路.....	(180)
9.5 硅二极管传感器温差控制电路.....	(181)
9.6 炉灶温度比例控制电路.....	(183)
9.7 温差为10°F的温度控制电路.....	(184)
9.8 晶体炉灶温度控制电路.....	(185)
9.9 低损耗开关.....	(185)
9.10 具有过零电压开关的热电偶控制电路.....	(188)
9.11 室内加热器温度控制电路.....	(189)
9.12 浴池温度控制电路.....	(190)
9.13 热敏电阻电桥.....	(193)
9.14 使用运放作比较器的温度控制电路.....	(194)

十、抽样电路..... (196)

10.1 双转换速率抽样电路.....	(196)
10.2 抽样读出放大器.....	(197)
10.3 跟踪与保持电路.....	(199)
10.4 不返转抽样与保持电路.....	(200)
10.5 模拟抽样与保持电路.....	(201)
10.6 工作频率达4kHz的跟踪与保持电路.....	(202)
10.7 快速抽样与保持电路.....	(203)
10.8 结型场效应管 (JFET) 抽样保持电路.....	(204)
10.9 利用反馈减小漂移的抽样保持电路.....	(205)
10.10 低漂移抽样与保持电路.....	(207)

十一、伺服电路..... (209)

11.1 双运放前置放大器.....	(209)
--------------------	---------

11.2 达林顿移相电路	(210)
11.3 分相式前置放大器	(210)
11.4 60Hz、20W功率放大电路	(211)
11.5 推挽功率放大器	(212)
11.6 并联运放前置放大器	(214)
11.7 12V直流激励放大器	(215)
11.8 差动输入/输出的前置放大器	(215)
11.9 步进伺服控制电路	(216)
11.10 线性运算放大器	(218)
十二、扫描电路	(220)
12.1 双向斜升电路	(220)
12.2 线性斜升电路	(221)
12.3 用逻辑信号控制斜升速率的斜升电路	(222)
12.4 可调节的非线性斜升电路	(222)
12.5 10Hz~100kHz的斜升电路	(224)
12.6 互补斜升电路	(226)
12.7 指数斜升电路	(228)
12.8 从负10伏开始的斜升电路	(229)
12.9 超线性扫描电路	(230)
12.10 电压控制的斜升电路	(231)
十三、开关电路	(233)
13.1 快速开关电路	(233)
13.2 开关晶体管的变压器驱动电路	(233)
13.3 高触发速率的模拟开关	(234)
13.4 四通道换向器	(235)
13.5 视频开关	(237)
13.6 铁氧体磁芯开关电路	(238)
13.7 场效应管模拟开关电路	(239)
13.8 使用运算放大器的转换电路	(240)
13.9 菱形电桥模拟开关	(241)
13.10 交流单刀双掷开关电路	(242)

13.11 逻辑控制模拟开关..... (243)

13.12 负偏置单刀双掷开关..... (244)

13.13 场效应管双刀双掷开关..... (245)

一、音频控制电路

1.1 1500Hz预加重电路

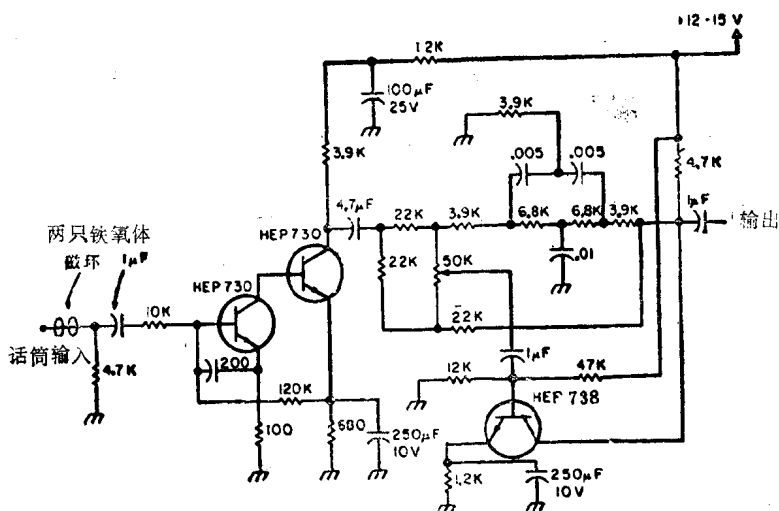


图1.1 1500Hz预加重电路

该电路主要用于改善话音的清晰度，它适用于各种不同调制方式的话音处理，也可作为音频范围内的载频或单边带信号的峰值滤波器。

电路由两级组成，前级为低噪声放大器，它由两只HEP730晶体管组成，相当于复合管，能给出大的电流增益，可以提高话音的质量。后级为一电压并联式负反馈放大器，所用晶体管为HEP738，反馈网络由两个6.8kΩ电阻、两个0.005μF电容器、一个3.9kΩ电阻和一个0.1μF电容器组成，为一双T网络，具有带阻特性，对改

善沉闷话音信号质量有明显效果。

电路的工作原理如下：由话筒输入的音频信号经前置低噪声放大器放大后、再经电阻网络(三个 $22\text{k}\Omega$ 电阻、一个 $3.9\text{k}\Omega$ 电阻和 $50\text{k}\Omega$ 电位器)加到晶体管HEP738的基极，此管反相输出，其反馈网络具有带阻特性，谷点处的负反馈强度最弱，因此，输出频率特性有一尖峰，它的频率在 $1500\text{Hz}\sim 2000\text{Hz}$ 之间，此尖峰就可以改善话音的沉闷程度。调整 $50\text{k}\Omega$ 电位器可以改变双T网络的Q值，因此可以改变尖峰的尖锐程度。反馈放大器的直流偏置与一般放大器完全相同，它的直流负载电阻为 $4.7\text{k}\Omega$ ，发射极所加的 $1.2\text{k}\Omega$ 电阻是用来稳定工作点的，对信号来说， $250\mu\text{F}$ 电容器是短路的。

1.2 恒定电平输出的音频电路

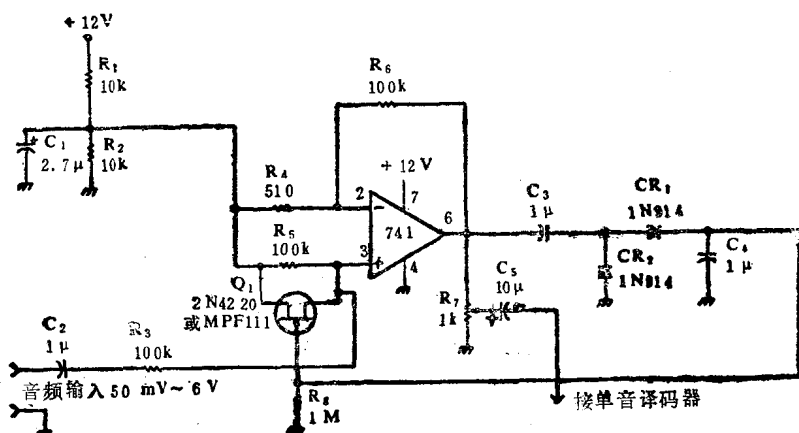


图1.2 恒定电平输出的音频电路

当输入信号在很大范围 ($50\text{mV}\sim 6\text{V}$) 内变化时，该电路能保持输出电平基本不变。其输出信号可做为自动呼叫系统单音译码器的输入信号，此译码器是用来监控业余无线电接收机所用的单工信道或重发信道的。

该电路的基本工作原理是通过改变分压电阻的大小，来改变输出信号大小的。分压电阻由 R_3 和场效应管 Q_1 漏源间所呈现的交流电阻 r_{DS} 所构成。加到集成运放741③脚的电压为 $V_i \frac{r_{DS}}{R_3 + r_{DS}}$ (V_i

为输入电压)。具体工作过程如下：当输入信号增大时，经运放的同相放大，从⑥脚的输出电压增加，再经由二极管 CR_1 、 CR_2 、电容器 C_4 组成的倍压整流电路，将交流信号变为直流。此直流信号加在 R_3 上，即加到了场效应管 Q_1 的栅极，使 V_{GS} 增加，则 r_{DS} 变小，即当 V_i 增加时， r_{DS} 减小，所以，加到③脚的电压基本维持不变，进而使输出的音频信号维持恒定。使用时要注意 C_3 的极性，它应该为左正右负。电容器 C_1 对交流信号相当于短路，所以 r_{DS} 相当于一端接地。

注：2N4220或MPE111 [3DJ8K]；741 [F009]；1N914 [2CK84D]

1.3 具有100dB范围的压缩扩展器

该电路具有简单的平方律特性，在用普通磁带录音机进行录音时，它能保持输入信号的动态范围，除了能适用环境噪声较大的录音和放音外，也适用于一般情况下的话音信号。

电路由两部分构成，其一是压缩扩展电路，主要由四刀三掷开关和运算放大器 A_1 构成，光敏电阻的阻值与光强度成反比。其二是发光二极管发光强度控制电路，当输入信号（信号源输入电压或放音输入电压）强时，发光二极管MV50发光强度大。该电路由5个运算放大器（ $A_2 \sim A_6$ ）和检波二极管及一个光敏电阻器件构成， A_2 和 A_4 是两个跟随器，其余三个为检波所用。发光二极管的电流受光敏电阻控制。发光二极管MV50可用透明环氧树脂粘结，以便与光电池匹配。该电路使用1N914、1N4148或1S44硅二极管。

如图所示的开关位置是处于录音压缩状态，信号经 $25k\Omega$ 电位器加在 A_1 的反相输入端，它的反馈支路为光敏二极管，注意 A_1 必

须用分开的双极性电源供电。在输入信号强时，光敏二极管所呈现的电阻小，则 A_1 的增益下降；反之，则 A_1 的增益增加，所以在录音时，信号得到压缩。当开关处于放音扩展状态时，光敏电阻为输入电阻，而 $25\text{k}\Omega$ 电位器为反馈电阻，当输入信号强时，光敏电阻所呈现的阻值变小， A_1 的增益增大；反之， A_1 的增益减小，所以在放音时，信号得到了扩展。两个 $25\text{k}\Omega$ 的电位器分别用来调整录音或放音时 A_1 的增益。开关处于正常输出状态时，信号直接通过。

注：1N914 [2CK84D]

1.4 1 : 4线性音量扩展器

该电路为一音量扩展器，它能给出音频系统所要求的特性，其扩展程度为1 : 4。

该电路共使用了四只 $\frac{1}{4}$ LM324运算放大器，其中运算放大器

Y_1 是主要部件，它的增益是可调的，由 R_3 、 R_4 和场效应管2N4391的漏源交流电阻 r_{ds} 共同决定。 Y_2 也是一个同相运算放大器，它的作用是当输出信号较强时，使加到场效应管栅极的电位变高，加大 r_{ds} 的变化，同时为输出级。 Y_3 和 Y_4 是两个半波检波器，信号的正半周 Y_4 工作，负半周 Y_3 工作，构成了一个精确的全波线性峰值检波器。

电路工作过程如下：当强信号输入时，由全波线性峰值检波器给出大的直流输出，并加到场效应管的栅极，则 V_{gs} 增大，使 r_{ds} 变小，所以 Y_1 的增益增大。当弱信号输入时，全波线性峰值检波器给出小的直流电压，使 r_{ds} 变大， Y_1 增益减小。因此，电路起到了音量扩展作用。在扩展的中间范围，电路的增益近似为0dB。对立体声来说，只需照抄本电路的上部分，再用第二个通道就可以了。

注：LM324 [CF324]，2N4391 [3VJ05A]