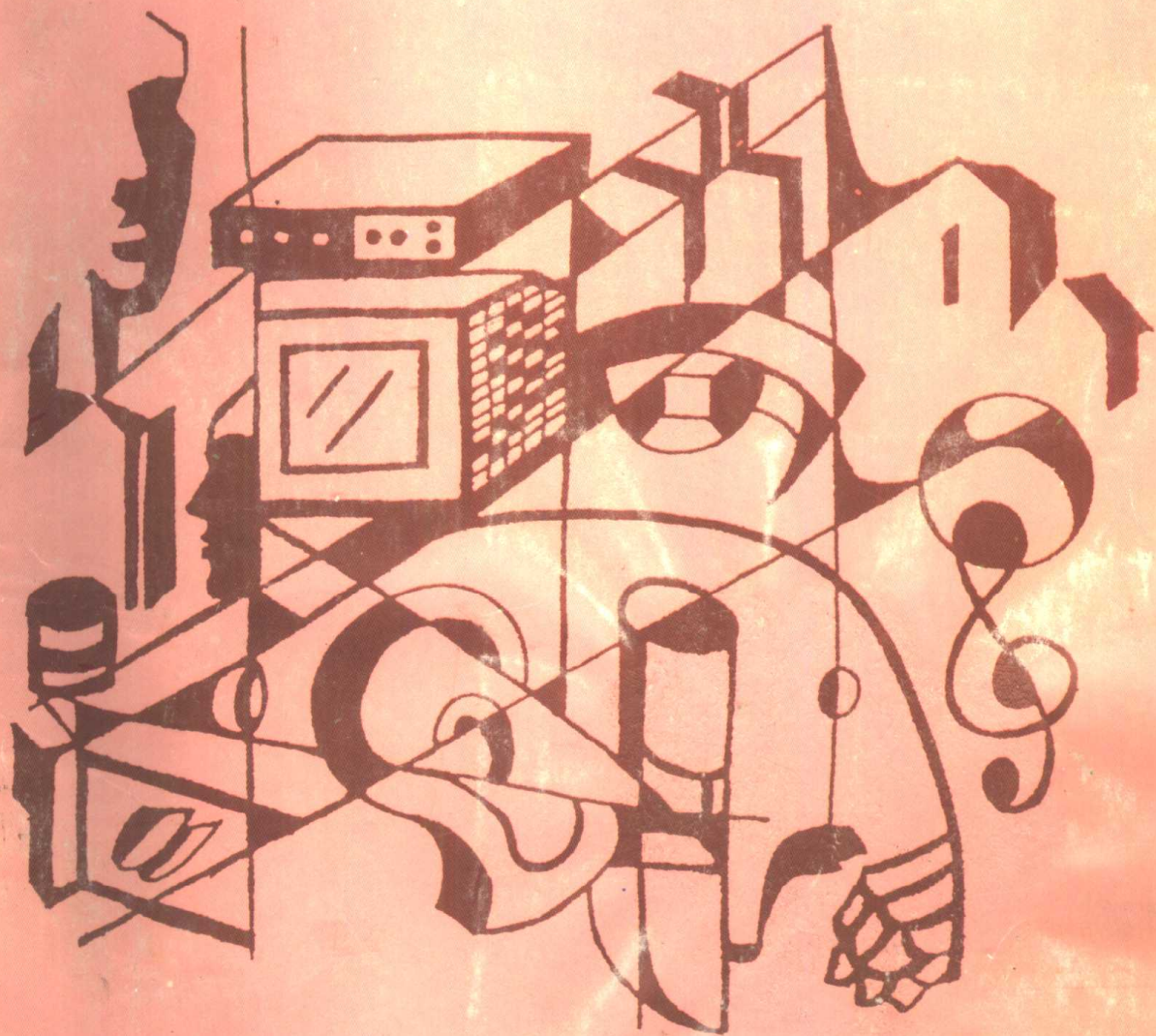


● 全国家用电器维修补充读物

卡拉OK·环绕声·混响处理器的原理与制作

张戈 吕英敏 编著



人民邮电出版社

工 程 信 号 处 理 技 术

雷继尧 何世德 王嘉琛 编著

重 庆 大 学 出 版 社

STOCH

登记证号(京)143号

内 容 提 要

本书详尽介绍了各种音响效果处理器的起源、发展及现状。本书从器件入手,着重阐述了卡拉OK、环绕声、混响效果处理器的实验、制作、调试与使用。书中介绍的各种音响效果处理器制作精品达五十余种,同时还提供了大量翔实的最新器件应用资料,在一定程度上满足了当前电子爱好者的需要。

本书从“发烧友”角度出发,叙述语言生动、通俗,文笔流畅,不失为“发烧友”实验、制作、学习、提高的得力助手。该书亦可供有关专业技术人员更新产品时参考。

全国家用电器维修人员补充读物 16

卡拉OK·环绕声·混响处理器的原理与制作

张 戈 吕英敏 编著

责任编辑 陈 华 刘文铎

*

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街27号

一二〇一工厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092 1/16 1993年8月 第1版

印张: 18 页数: 288 1993年8月 北京 第一次印刷

字数: 450千字 印数: 1—10100册

ISBN7-115-04942-4/TN·631

定价: 10.40元

全国《家用电器维修培训教材》编委会

主 编 沈成衡

副主编 王明臣 宁云鹤

编 委 高坦弟 陈 忠 刘学达 段玉平
左万昌 赵文续 张道远 李 军

出 版 说 明

自1986年初中央五部委发出《关于组织家用电器维修人员培训的通知》以来,在各地有关部门的大力支持下,家用电器维修培训工作在全国蓬勃开展起来,并取得了可喜的成果。

为了使家用电器维修培训工作更加系统化、正规化,1987年4月,中国科协、商业部、国家工商行政修理局、劳动人事部、电子工业部、总政宣传部、中国电子学会联合召开“全国家电维修培训工作会议”。会议上,各部委一致指出此项工作的重要意义,同时要求对现行教材进行修改,并编写基础与专业基础教材。遵照此会议精神,全国家电协调指导小组办公室按照统一教学计划的要求,组织有一定理论知识和维修实践经验的作者,编写了较为完整的家电维修培训教材,并由科学出版社、电子工业出版社、科学普及出版社、解放军出版社、宇航出版社共同出版。

随着家电维修培训工作的深入开展,应家电维修培训班师生及社会各界读者的要求,全国家电维修培训协调指导小组办公室在完成全套教材的出版工作之后,又陆续组织出版了家电维修培训补充读物。迄今为止,已出版二十余种,有:《家用电器维修经验》、《简明英汉家用电器词汇》、《日常家用电器维修、自检、难题详解》、《怎样实现电视调频远距离接收》、《电冰箱、冷藏柜、空调器、电动机维修技术和修理经验》、《最新进口平面直角彩色电视机维修手册》、《实用电视接收天线手册——原理、选用、制作、安装、维护》及《怎样看家用电器电路图》等。

我们出版补充读物的宗旨,是对基本教材拾遗补缺,为培训班师生和不同层次的电子爱好者提供进一步的参考资料,帮助他们深化对基本教材内容的理解和拓宽知识面。因此,在编写过程中,我们注重内容新颖、实用,资料翔实,叙述力求深入浅出,通俗易懂。事实证明,补充读物的出版起到延伸培训教材深度和广度的作用,对提高广大电子爱好者的素质,提高家电维修培训工作质量都是大有裨益的。

由于家用电器维修培训牵涉面广,学员及广大电子爱好者的水平和要求不同,加之我们水平有限,故补充读物的出版还不能完全满足不同专业、不同层次读者的要求。我们恳切希望全国各地的家电维修培训班的学员、教师以及广大电子爱好者提出宝贵意见,并寄至北京3933信箱(邮政编码:100039)全国家电维修培训协调指导小组办公室,在此谨致诚挚谢意。

《全国家用电器维修培训教材》编委会

1993年4月

编 者 的 话

十年前,也许大多数人还没有“有色不算彩色,有声不算音响”的概念,然而,今天人们对此已有非常清晰的认识。现代的音响(音乐)发烧友,已远不能满足于前方几十度范围内的声像再现,而是追求将其扩展到四周的整个空间,使之有返真的临场感。为达此目的,有些发烧友不惜重金不断更新自己的音响设备,而更多的发烧友则求助于音响效果处理器。君不见,“卡拉OK”伴唱机是何等地叫人爱不释手,而混响效果处理器和环绕声处理器因其能产生美妙的听觉效果而倍受青睐,并且它们都具有优良的性能价格比。随着BBD(斗链式电荷耦合器件)的应用,不但使得厂家的产品更新换代,而且还使得发烧友们进入了一个新的制作天地大显身手。笔者有幸编译及搜集到众多的有关音响效果处理器整机和优秀制作电路,通过实验,调试和使用,精选出了约50个较为典型的电路,汇集成册,公诸同好。

“工欲善其事,必先利其器”。要完成一个好的制作,笔者以为,首先需熟悉有关知识和器件;其次,如有一些成功的应用可供参考,则将会令您动起手来事半功倍。因此,在书的第一部分,先就音响效果处理器的三个热门制作专题——“卡拉OK”伴唱机、混响效果处理器和环绕声处理器的制作所涉及到的单元电路和主要元器件作了适当介绍。而后,在第二、第三和第四部分,则分别对“卡拉OK”伴唱机、混响效果处理器和环绕声处理器的起源、发展过程、电路的演变以及它们与音响设备的配接作了详尽的叙述,并按其演变的顺序详细地介绍了有关电路的制作。同时,还介绍了几款最新的器件及其应用。附录部分是非常珍贵的器件数据及应用资料。无论对于专业工程师或爱好者都是一份极其难得的实用资料。

笔者力图以通俗的语言,运用原理、制作和调试并重的手法来叙述,希望本书能得到音响发烧友的喜爱。

本书在编写过程中,得到了许多同好的大力支持,特别是广州新颖科技开发有限公司为书中的制作提供了所有元件及必要的测试设备和工具,在此,一并表示衷心的感谢。

由于学识所限,难免有错漏之处,尚祈前辈及同好不吝赐教。

编 者

91.7.28于广州

目 录

第一章 有关电路与器件介绍.....	1
1. BBD延迟器件	1
2. 滤波器电路.....	11
3. 时钟电路.....	13
4. 数字式延迟器件.....	15
5. ADM(适应性 Δ 调制)方式	18
6. 运算放大器.....	19
7. 数字集成电路.....	21
8. “卡拉OK”用新型大规模IC——YSS205.....	24
第二章 “卡拉OK”伴唱机	27
1. 综述.....	27
2. 分立元件“卡拉OK”伴唱(消主音)装置	45
3. 简易的“歌声替换”电路.....	46
4. 伴唱放大器.....	48
5. “卡拉OK”伴唱机(消主音)	50
6. 歌声消除电路.....	53
7. 简易“卡拉OK”伴唱机	55
8. 268型“卡拉OK”混响伴唱机.....	58
9. 简易“卡拉OK”混响伴唱机	62
10. 改进型“卡拉OK”混响伴唱机	63
11. 晶体管、IC混合式“卡拉OK”混响伴唱机	65
12. “卡拉OK”混响伴唱机(MN3007)	67
13. 全集成“卡拉OK”混响伴唱机之一	67
14. 全集成“卡拉OK”混响伴唱机之二	72
15. 适应于不同信号源的“卡拉OK”混响伴唱机	72
16. 带功放的“卡拉OK”混响伴唱机	78
17. 带调频发射装置的“卡拉OK”混响伴唱机	78
18. 数字式“卡拉OK”混响伴唱机	79
19. 主导声(歌声)滤除装置.....	87
20. 数字式回声装置(M50195P)	89
21. 具有独唱、轮唱、合唱、自动评分的多功能“卡拉OK”混响伴唱机	92
第三章 混响器与音响效果处理器.....	96
1. 综述.....	96

2. RC移相式混响器	97
3. 采用HR42弹簧混响组件的混响电路	97
4. 混响增强电路	97
5. 立体声混响系统	99
6. 采用弹簧式混响器组件的混响器	99
7. 采用SAD-1024的混响器	100
8. BBD特技效果电路	101
9. BBD单回声、混响器装置	102
10. 立体声音响幻觉附加器	103
11. 电子琴合唱声效果电路	107
12. 多用途音响效果装置	108
13. 电子回响及残响处理器	114
14. 回声及交混回响处理器	115
15. 电子混响器	120
16. 震音、颤音发生器	122
17. 电子变声器	126
18. BBD声音效果装置	131
19. 数字式回声装置	137
20. M50199P数字式混响器	140
21. 数字式回音效果器	141
第四章 环绕声效果处理器	146
1. 综述	146
2. 简易环绕声处理器	157
3. 电路矩阵式环绕声转换器	157
4. 简易实用的环绕声信号处理器	158
5. 家用环绕声解码器	160
6. 混响—环绕立体声扩音机	163
7. 环绕声放大器	167
8. 影音环绕声处理器	172
9. 声场发生器	176
10. 环绕声转换器	185
11. 杜比定向逻辑环绕声处理器	188
附录1. BBD器件特性及应用电路	191
附录2. 数字式延迟器件特性表	268
附录3. YSS205“卡拉OK”专用器件特性表	272

第一章 有关电路与器件介绍

1. BBD延迟器件

BBD是斗链式电荷耦合器件或庖斗式电荷耦合器件的英文简称，其英文全称为“Bucket Brigade Device”，是一种MOS集成电路，内部含有相当数量的模拟记忆单元。每一模拟记忆单元实际上是一个取样及保持电路，这些单元通常有512、1024、2048、4096等级数。

BBD是怎样传递信号而又具有延迟功能的呢？实际上它的工作原理与农村的斗链式水车颇为相似。水车的一个个庖斗就象BBD的一个个记忆单元，当用力将水车踩动时，位于水中的庖斗将灌满的水提升，随着水车的旋转，水就一庖斗、一庖斗地被提起，当庖斗到达最高点时，庖斗转向把水倾倒出来，流于田中，完成引水灌田的功能。BBD传递信号的方式与此相似，只不过它是通过一个个充放电的过程来完成的。

BBD延时器件通常都简称为BBD，其内部原理图见图1-1。工作时，时钟信号 CP_1 使 T_1 、 T_3 、 T_5 ……导通的同时，时钟信号 CP_2 还使 T_2 、 T_4 、 T_6 ……截止，此时 C_1 、 C_3 、 C_5 ……充电， C_2 、 C_4 、 C_6 ……放电。反之，时钟信号 CP_2 令 T_1 、 T_3 、 T_5 ……截止时， CP_1 则令 T_2 、 T_4 、 T_6 ……导通，即 C_1 、 C_3 、 C_5 ……放电， C_2 、 C_4 、 C_6 ……充电。由于时钟信号是以较高的频率不断改变相位的，随着两组电容的交替充电和放电，就把输入信号按时钟节拍接力般地传送到输出端。

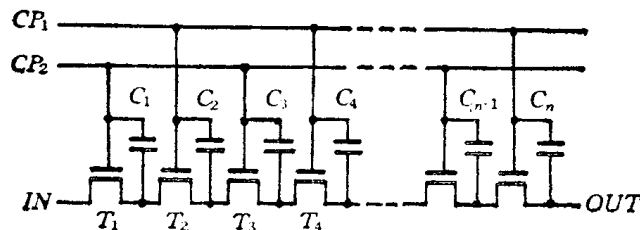


图1-1 BBD内部原理图

由于信号是经过一个个记忆单元接力式的传递而至输出端的，因此信号的传递过程需要时间，这个传递时间就是BBD的延迟时间。

由上述可知，延迟时间的长短与BBD的级数和时钟的频率有关，其值为：

$$t_D = N / 2f_{cp} \quad (s)$$

式中： t_D 为延迟时间， N 为BBD的级数， f_{cp} 为时钟频率。

图1-2是MN3008BBD器件的外形与内部电路图，从图中可以看出BBD的输出部分类似于OTL结构，两输出信号有相位上的差别。图1-3示出在平行的“庖斗链”间加入两个时钟信号 CP_1 、 CP_2 ，电路有两个输出。图1-3(A)为其中一个输出端的输出波形，当两个输出合并在一起时， W 的中心点才能得到一个完整的输出，见图1-3(B)，这就是为什么BBD输出端要加平衡电阻的一个原因。

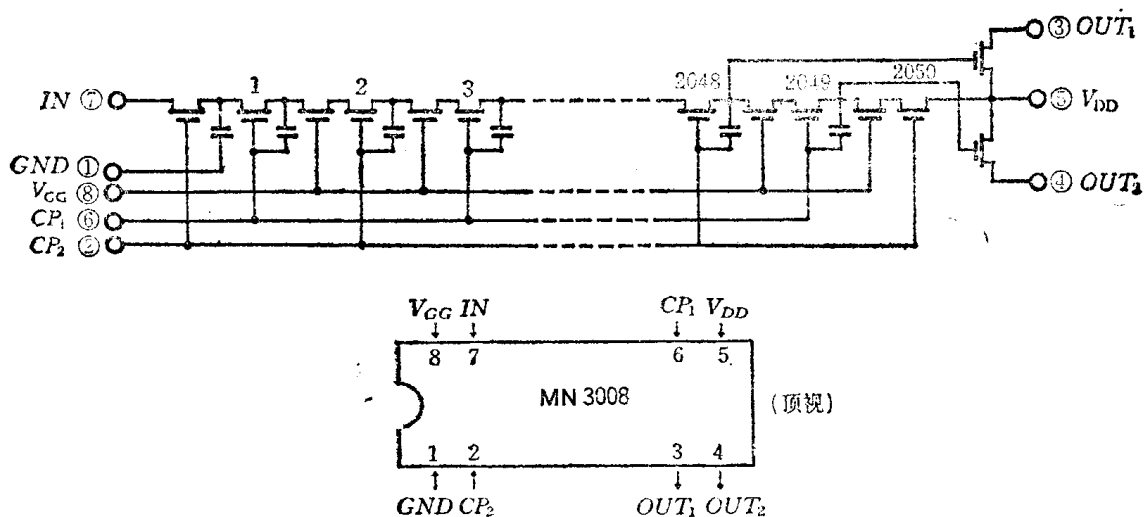


图1-2 MN3008外形与内部电路图

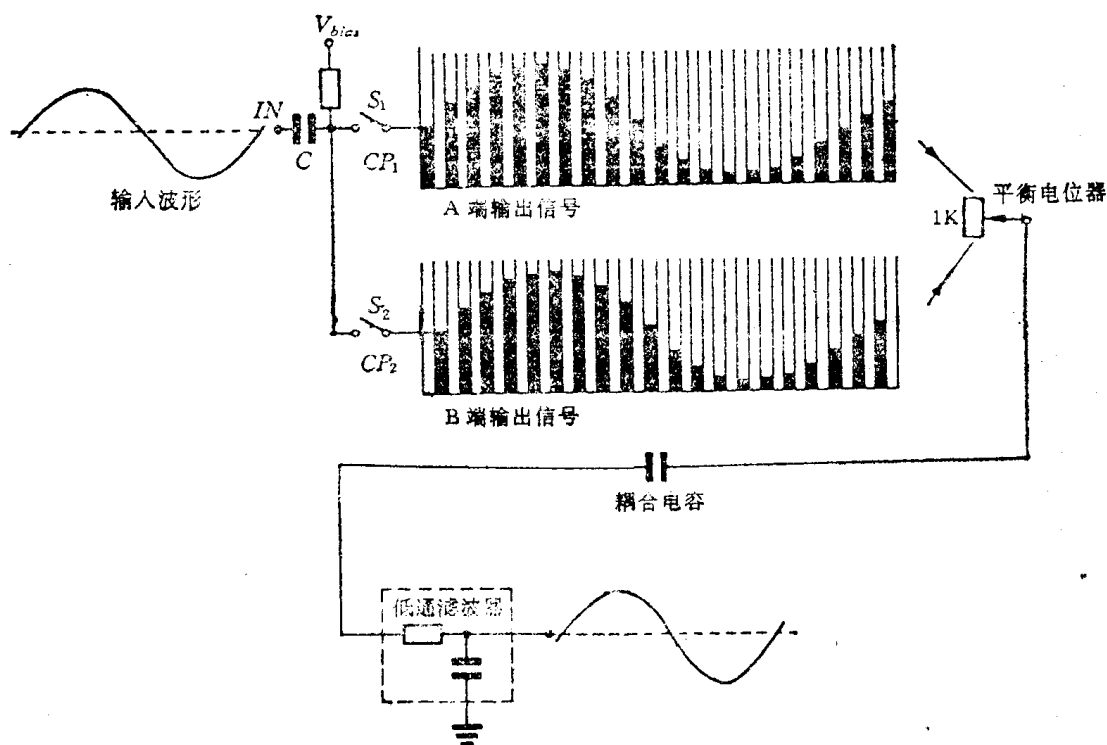


图1-3 BBD输入、输出信号示意图

另外由于BBD内的场效应管为4极体结构,因此它需要有两个电压供电端及一个接地端,如图1-4所示。BBD的输入端偏置电压由 R_1 、 R_2 分压获得,为使BBD工作于最佳状态(无失真及低噪音),通常 R_1 都设计成可调整式,而另一个电压 V_{GG} 则通过 V_{DD} 降压或从时钟IC上 V_{GG} 电压输出端获得。BBD的两个输出端要用平衡电位器连接在一起,以免失真。此外要使BBD工作,还必须具有时钟电路(CP)。通常时钟电路只是提供一对互为反相的方波信号。

一般来说, BBD的频带宽度通常为时钟频率的 $1/3$, 因此要保证足够的带宽, 途径只有两条, 一是选用多级数的BBD器件, 二是使用高频率的时钟信号。

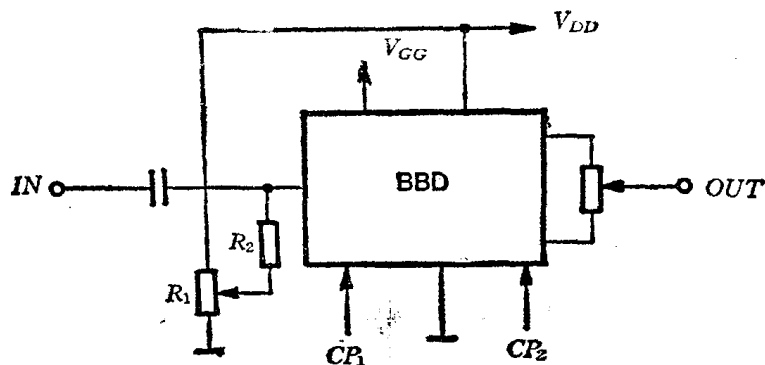


图1-4 BBD器件基本应用电路图

BBD作为一种集成电路，其应用是十分灵活的，不但可串联使用，也可并联使用，这在后面的应用实例中会经常见到。

BBD器件用作延迟器件在音响方面已得到广泛的应用，那么如何有效地利用 BBD 器件呢？

目前常见的BBD器件有MN3000、MN3200、MN3300等系列，选择哪个为好呢？

在MN3000系列中的MN3001~MN3003，属于旧型号，性能差，使用不便，应尽量避免选用。其它可根据系统的要求选用，但为增大动态范围，应尽可能选用高电压型的(MN3200系列可用在低压机器中)。MN3200系列在管脚互换性方面品种较多，使用方便。

表1-1和表1-2给出了MN3000、MN3200 系列BBD器件的简单特性指标，详细参数见书后所附的BBD器件手册。

MN3200系列的电压范围大，可达4~10V，但现正改为5V(t_{yp})，故用5V者较多。不过，可能的话，使用高电压可提高电路的信噪比，另外用10V电压可以处理2V_{p-p}以上的信号。因此电压的选择有时就显得非常重要。

如果有需要高的信噪比，BBD输入端的偏置电压一定要仔细调整。时钟频率应在40kHz以上。如低于该值，音质便极差。但在这种情况下要得到长的延迟时间，则必须增加BBD器件的级数，但这样成本等又成为问题了。因此，在时钟频率方面，不得不做出让步。在级数方面，作为延迟用，512级、1024级在成本和性能方面比较适宜(一般性应用)。

使用多个BBD器件时，尤其用一个一个的时钟驱动器驱动时，在时钟之间便会引起干扰，产生噪声。要防止这种噪声，应考虑元器件的装配，使各时钟电路互相远离，还要注意从控制电压或电源附近混入时钟信号。另外，在电源上一定要装入纹波滤波器，在控制系统中也应利用电容滤去杂波。

在装配时应尽量缩短低通滤波器与BBD器件之间的距离。

图1-5给出了MN3200系列的实用典型电路及应注意事项，对BBD器件的应用提出了详尽的要求，具有很高的参考价值。

BBD器件对信号具有延时作用，在音频(声频)信号的延时方面应用广泛。在舞台音响、音乐中心、特殊音响处理器，以及H_i-F_i中几乎到处可见。

图1-6是BBD延时电路的最基本结构。输入信号先经过低通滤波器(LPF)，滤去高频部分后送入BBD电路，经BBD电路后输出的延迟信号再经LPF，滤去由时钟电路可能带来的高

表1-1

MN3000系列简明数据表

型 号	3001	3002	3003	3004	3005	3006	3007	3008	3009	3010	3011	30012	单 位		
BBD级数 N	双512	512	双64	512	4096	128	1024	2048	256	双512	3328 C抽头	3、5、190	级		
时钟发生器	不含(专用MN3101)														
电源电压 V_{DD}	-15	-15	-9	-15										V	
电源电压 V_{CC}	-14	-14	-8	-14										V	
偏置电压 V_{BB}	5			不要										V	
时钟脉冲高电平 V_{CPH}	0			0~-1										0~-1.4	V
时钟脉冲低电平 V_{CPL}	-15	-15	-9	-15										V	
输入直流偏置 V_{BIAS}	-3.3~-4.9			-2.5~-6			-5~-10							—	V
输入信号频率 f_i	12													—	kHz(max)
输入信号幅度 V_i	1.8	0.8	1.8	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.4	1.2	1.1	1.2	$V_{rms}(\max)$		
插入损耗 L	8.5	3.5	1.5	0										dB(典型)	
总谐波失真 THD	0.4	0.5	0.4	1	0.2	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	% (典型)		
噪声电压 V_{NO}	0.25(典型)	0.14	0.21	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.15	0.21	0.27~0.4	0.14	mV $_{rms}(\max)$		
信噪比 S/N	70	75	85	75	90	80	78	88	88	85	76~80	90~98	dB(典型)		
最大延迟时间 t_D	51.2	25.6	6.4	25.6	6.4	51.2	102.4	12.8	51.2	166.4	9.5	9.5	ms		
封 装	双列直插(DIL)14脚			特殊DIL 8脚			DIL8脚			DIL14脚 特殊DIL12脚			DIL14脚		

表1-2

MN3200系列简明数据表

性	能	MN3204	MN3205	MN3206	MN3207	MN3208	MN3209	MN3210	MN3214	MN3307	单 位
BBD级数 N		512	4096	128	1024	2048	256	双512	1024(5抽头)	1024	级
时钟发生器		不含(专用MN3104时钟发生器)									
电源电压 V_{DD}		+5									V
电源电压 V_{CC}		14/15 V_{DD}									V
时钟脉冲高电平 V_{CPIH}		V_{DD}									V
时钟脉冲低电平 V_{CPL}		0~+1								0	V
时钟交叉处电压 V_X		0~0.3 V_{CPIH}									V
输入信号频率 f_i		12	10	12	10	10	12	12	10	200	KHz(max)
输入信号幅度 V_i		0.5	0.36	0.6	0.36	0.36	0.5	0.5	0.36	0.45(典型)	$V_{rms}(\max)$
插入损耗 L		0									dB(典型)
谐波失真 THD		0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	dB(典型)
噪声电压 V_{NO}		0.14	0.35	0.1	0.25	0.3	0.12	0.14	0.2	0.25	mV $_{rms}(\max)$
信噪比 S/N		77	67	83	73	71	80	77	73	69	dB(典型)
延迟时钟 t_D		1.28~25.6	20.48~204.8	0.32~6.4	2.56~51.2	10.24~1024.2	0.64~12.8	1.28~25.6(单)	31.2(最大)	1.024~51.2	ms

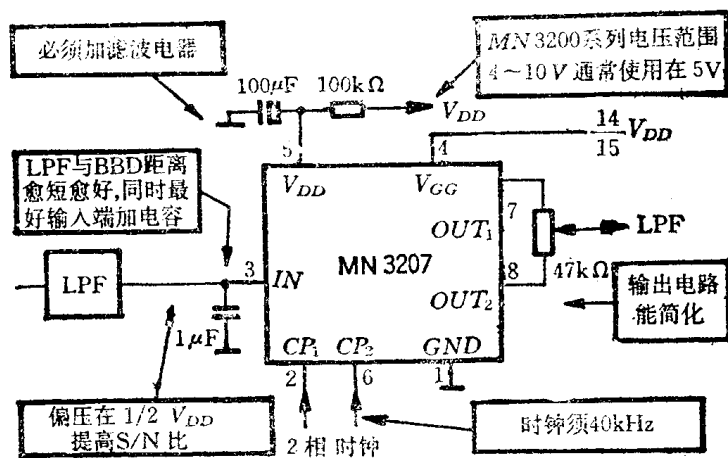


图1-5 BBD器件的典型应用及要求

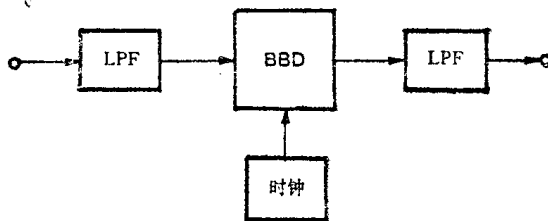


图1-6 BBD延时电路原理框图

频噪声，这样在输出端就可得到一个干净的延迟信号（原输入信号的“复制品”，只是时间被延后）。

如前所述，BBD的应用是十分广泛的，在下面的叙述里，为了简化，对于输入输出的LPF及一些必需的共用电路（即在每个电路都要存在的电路），将只给出一些原理方框图。

（1）简单的效果电路

① 颤音电路

原理框图见图1-7。它利用一超低频振荡信号去调制时钟信号，令BBD的延迟时间不断发生微弱的变化，从而产生颤音效果。

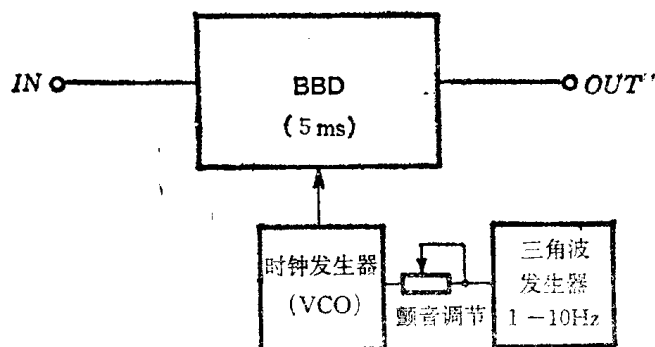


图1-7 颤音电路原理框图

② 微量合唱电路(双声电路)

图1-8为其原理框图。在基本电路的基础上增加一个直达声回路。这样在输出端将可听到两个声音，一个是直达声，另一个是经BBD延迟后的声音。由于延迟时间通常设计为10~25ms，故输出的声音就好象有两个演唱者在合唱。

③ 带微弱颤音效果的双声电路

图1-9是在图1-8的基础上增加了一个低频振荡器，利用其输出信号对时钟信号进行频率调制。由于延迟时间是自动调整的，故有时又称其为自动双声电路(ADT)，其效果同样是一个独唱的声音，听起来似两人合唱。

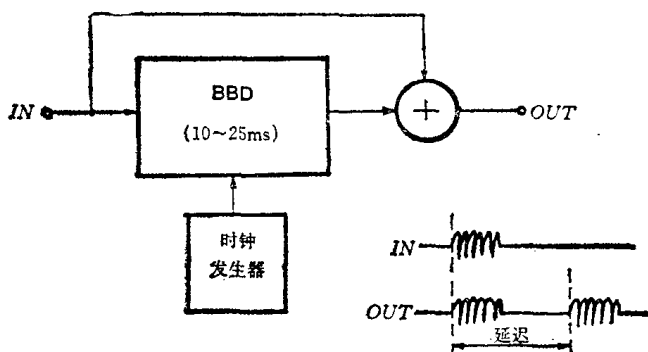


图1-8 双声电路原理框图

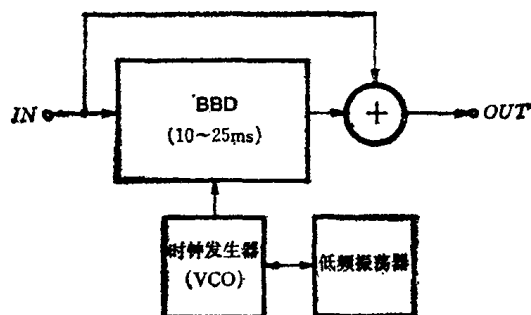


图1-9 带微弱颤音效果的双声电路原理框图

④ 合唱声电路

将多个ADT电路组合在一起，如图1-10所示。由于三个延迟器各有不同的延迟时间，输入信号与三个被延迟了的信号混合，其效果是使独唱变为四重唱，如为二重唱输入，得到的将是八重唱。

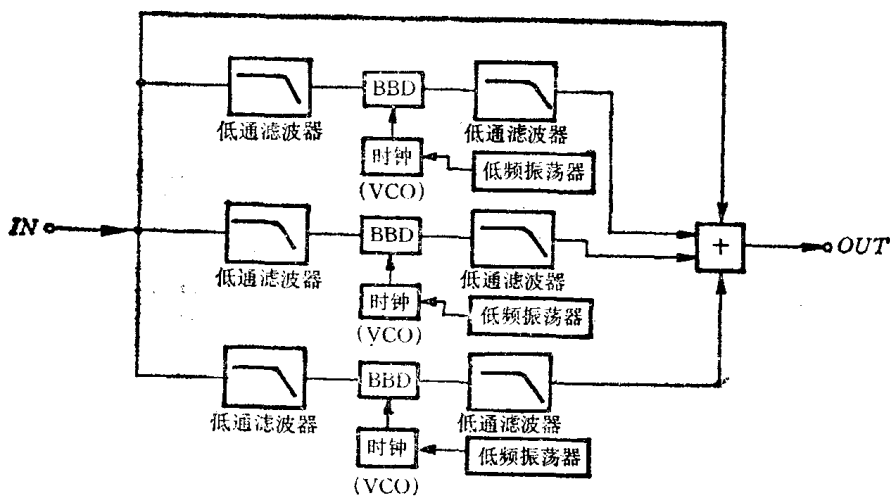


图1-10 合唱声电路原理框图

(2) 梳状滤波器

在电子乐器中，常用滤波器来改变音色，如图1-11。经BBD延时后的信号与直达信号相加，混合输出信号就会变成如图1-12所示的梳状特性。理论上应有无穷多个衰减中心频率点，滤波器只对中心频率附近比较窄的频段内有较大的衰减。

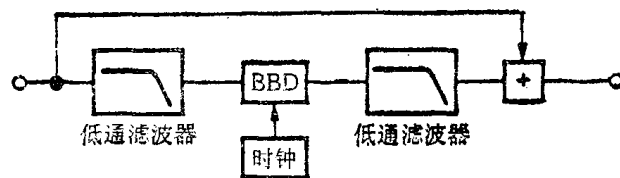


图1-11 梳状滤波器电路原理框图

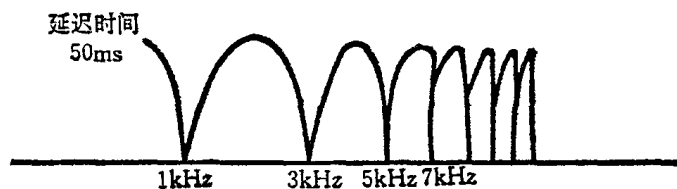


图1-12 梳状滤波器特性图

梳状滤波器的阻带衰减量由直达信号与延迟信号的混合比例决定，两者的幅度越接近相等，衰减量就越大，利用这一特性，很方便使单声道信号具有立体声效果。

图1-13是使单声道信号具有立体声效果的原理框图。

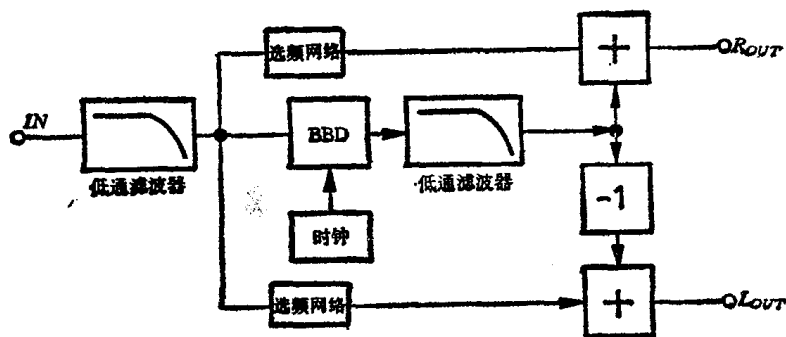


图1-13 立体声效果电路原理框图

图中可见，原信号与经选频和延迟的原信号相加后作为R声道信号；原信号与经选频、延迟和反相的原信号相加作为L声道信号，每路信号都具有典型的梳状特性。在立体声信号输出后，聆听到的左右声道梳状特性互相抵消，频率特性变为均匀，另外对于不同频率的信号，左右声道之间存在着声压差和相位差，听到的声源空间分布位置亦不同，即声场被扩展了，这就获得了立体声效果。

梳状滤波器还可作如图1-14及图1-15的原理框图运用。图1-14通常称调节器(调相器)，实际上它是一个可变的梳状滤波器，它能将声频上下扫过波谷(梳状特性)，从而将输入信号有选择性地、有效地删去后输出。图1-15通常称边缘器(修饰处理音频信号的某些部分，它与调节器不同之处是将混合器自BBD的输出端移到了输入端，此外增加了反馈环及反馈调节电路)。实际上边缘器可看成是一个加重音及可变波谷(梳状特性)深度的调节器。无论是调节器还是边缘器，其延迟时间都不会很长，多为几个ms，这是符合产生梳状特性的(通常当为1ms延时，梳状特性的波谷约为20~30dB之深度及1kHz的距离)。对边缘器而言，当BBD的输出有一部分反馈至输入端时，最终的结果令同相的信号增强，从而造成强有力的声音效果。

通常梳状滤波器的延迟时间取10ms左右，一般多为几个ms。

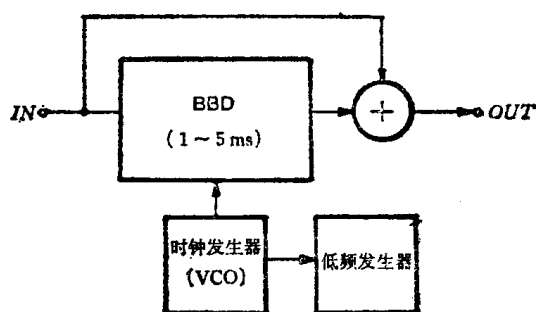


图1-14 调节器电路原理框图

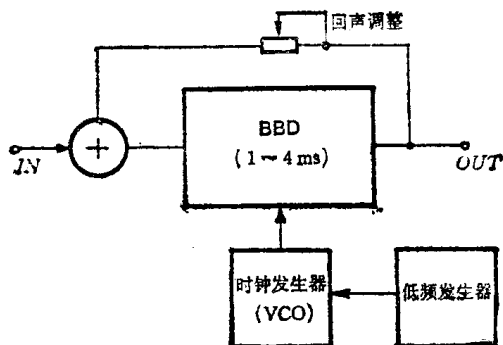


图1-15 边缘器电路原理框图

(3) 混响及回声电路

① 混响电路

原理框图见图 1-16。图中可见音频延时的输出信号反馈一部分到输入端就构成了混响器。 F 为反馈系数， $F < 1$ 电路可以稳定地工作，考虑到电子混响器的各项指标， F 多取 0.6 ~ 0.7。

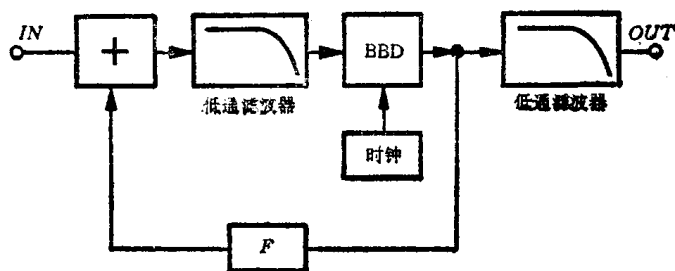


图1-16 混响电路原理框图

电子混响器常用来美化音乐的音色，借以改善声音的丰满度，增强浑厚感及音乐悠扬的成分，并能扩展声场，使人们在余音缭绕之中感觉到模拟厅堂的大小、增强声音的立体空间感。

② 回声电路

回声电路与混响电路基本相同，只是延迟时间不同而已。前者由于要感受到回声（双音），故延迟时间应大于50ms，而后者不应有双音感觉，延迟时间应小于50ms。回声电路用来模拟回声，供戏剧效果用，而且可以用来处理音乐、歌曲，令声音变得空旷深远。

图 1-17 为回声/混响二合一电路，该电路使用两个混合器，一个在 BBD 之前，一个在 BBD 之后，且混响时间、回声量独立可调，可以产生多次重复的回声，但每次回声的振幅要比前一次为小。

(4) 声场电路

① 声场扩展电路

方框图见图1-18。其原理与模拟立体声结构基本相同，不同处是声场扩展不是通过扬声器在空间混合，使聆听者感受到声场的变化，而是通过调整电路中的 R 值，改变其原信号与延