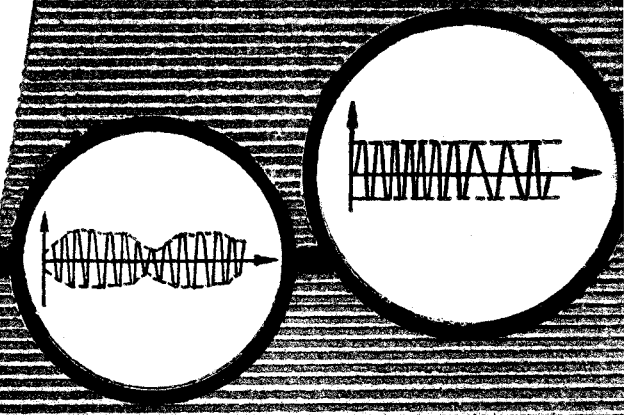




立体声 和调频广播

35

自然科学小丛书

北京出版社

编辑说明

《自然科学小丛书》是综合性科学普及读物，包括数学、物理、化学、天文、地学、生物、航空和无线电电子等学科。主要介绍这些学科的基础知识以及现代科学技术成就。编写上力求深入浅出，通俗易懂，使它具有思想性、知识性和趣味性，可以作为中学的课外辅导读物，并适合具有初中文化水平的广大读者阅读。

自然科学小丛书
立体声和调频广播

Litisheng he Tiaoping guangbuo

吴 沅

*

北 京 出 版 社 出 版
(北京北三环中路6号)

新华书店北京发行所发行
安 平 印 刷 厂 印 刷

*

787×1092毫米 32开本 3.75印张 58,000字

1988年6月第1版 1988年6月第1次印刷

印数：1—4,900

ISBN 7-200-00265-8/TN·5

定 价： 1.10 元

目 录

一	引言	(1)
二	立体声技术的崛起	(5)
	什么是立体声(5) 漫长的历史(8)	
三	什么是调频广播	(11)
	调频与调幅(11) 调频广播的特点(13)	
	调频系统和变频电路(15) 调频机性能(19)	
	调频机的品种(22)	
四	调频收音机的组成	(25)
	天线(25) 调频头(30) 中频放大器(43)	
	限幅器与鉴频器(47)	
五	调频立体声广播	(58)
	双耳效应(58) 双扬声器实验(60) 耳壳效	
	应(63) 双声道立体声系统的拾音方式(64)	
	双声道调频立体声广播(71) 四声道立体声	
	系统(77) 模拟立体声系统(82) 调幅(中	
	波)立体声广播(88) 我国立体声制式的选择	
	(93)	
六	调频立体声收音机	(96)
	原理方框图(96) 对收音机的要求(98) 实	
	用电路分析(100) 家庭立体声系统的布置	

(102) 调频收音机与调频立体声收音机的使

用(103) 立体声收录机的使用与保养(105)

七 结束语..... (111)

一 引 言

清晨，钟控收音机遵照您的指令，在预定的时间里打开了收音机。随之，响起了电台播音员亲切的问候声：“各位听众，早上好……”，把您从睡梦中轻轻唤醒，新的一天又开始了。

当您在衣袋中装着微型调频调幅收音机去公园散步、去湖边垂钓或者泛舟于碧波荡漾的湖面，收音机中播放着悦耳动听的音乐节目，将会使您乐趣倍增。

夜幕降落，这并不意味着一天的结束，恰巧相反，收音机又开始大显身手。人们利用它学习文化、欣赏戏曲或音乐。收听调频立体声音乐广播，使人们犹如身临其境，对音乐爱好者更是一种美好的享受。

今天，立体声技术已经发展到相当成熟的阶段，立体声收音机正在普及到千家万户，成为我们生活中不可缺少的伴侣。人们在家中、在汽车、轮船和飞机上，甚至走在路上和睡在床上，只要一按立体声接收

机的按钮，就可以从音箱里或者耳机中听到美妙的立体声音乐……。

最早进行立体声试验的时间是1933年4月，那是在美国费城剧院由著名的斯托夫可夫斯基交响乐队现场演出，并以立体声向远在首都华盛顿的国家大剧院作实况广播。在华盛顿国家大剧院的舞台上没有乐器、乐师和指挥，只有三个大型扬声器。音乐会一开始，坐在国家大剧院大厅里的观众，就能听到从帷幕后面传出来阵阵乐曲声，就象有一个大型交响乐队正在演奏，那宽广的音域、丰满的层次、清晰明快的旋律，使人心旷神怡，身临其境。即使是乐曲中最弱的一个音符，也能使剧院内坐在最后、最高处的观众听得清清楚楚。

这是一次前所未有的音乐会，获得了巨大的成功，标志着人类从传播平面声进入了传播立体声时期！

今天，立体声广播往往是和调频广播结合起来的。那么，调频广播又是怎样发展起来的呢？

广播收音机的发展历史，如果从1906年美国物理学家和发明家雷金纳德·A·费斯登进行的世界首次无线电广播算起，已有80年的时间了。近80年来，收音机技术得到了突飞猛进的发展，它频频换

代、品种日益增加、性能不断完善。收音机经历了：

从电子管到晶体管以及目前正在使用的集成电路；

从调幅到调频以及今天的调频调幅共用；

从原始的矿石收音机到目前问世的多功能全波段调频调幅收音机；

从平面声到立体声(双声道、四声道)调频调幅收音机，等等。

广播收音机能有今天这样兴旺发达的局面，我们不会忘怀在这个领域中建立丰功伟绩的开拓者和科学巨星。他们是：

英国科学家麦克斯韦，于1864年提出了电磁场理论，成为无线电通信的报春人。

德国科学家赫兹，于1887年首先在实验室人工产生电磁波，第一个用实验证明了麦克斯韦电磁场理论。

俄国科学家波波夫和意大利科学家马可尼，在电磁波理论和实践的基础上，于1896年成功地进行了无线电通信实验，写下了光辉的一页。

美国物理学家雷金纳德·A·费斯登在1905年发明了一种“外差技术”，根据这种技术所制作的接收机性能有着显著的提高。再加上当时高频信号发生器已

由亚历山德森研制成功，这一切都为费斯登成功地进行世界上第一次无线电广播奠定了坚实的基础。终于在1906年出色地实现了世界上第一次无线电广播，迎来了一个金光灿灿的无线电广播的艳阳天。

美国哥伦比亚大学学生阿姆斯特朗在1912年首创再生式无线电路，从此以后，各种各样的广播收音机如雨后春笋般地问世。

二 立体声技术的崛起

什么是立体声

音乐能陶冶人们的性格和情操，对人们来说，欣赏音乐或歌舞、戏曲演出中的各种美妙动听的伴奏，无疑是一种享受。

欣赏音乐，最好是亲自到音乐厅去听现场演奏。因为，这不仅可以目睹歌唱家或演奏家们的风采，更重要的是音乐厅现场演奏的立体声效果和环境气氛，使得音乐的感染力得到加强。当人们静坐在音乐厅内全神贯注地聆听那音色丰满、音质优美的乐曲的时候，就是闭上眼睛也能清晰地感觉到那一串串嘹亮的高音音符出自舞台左侧的第一、第二提琴组；而有着跳跃、明快节奏的旋律，则来自舞台右后方的打击乐器；那发出低沉、宽厚音响的当然是大提琴和低音提琴了。从左到右，从前到后，各就其位，这样安排乐器的位置是有科学道理的。它能使在台下每个座位上

的观众获得最好的音乐感。乐队演奏出来的声音，听起来不会觉得好象出自一件乐器，而是来源于不同的位置上，层次分明，具有方向感和深度感的声音效果。这就是我们所说的立体声。

但是，一场场高水准的音乐会，你未必都能亲自参加。能不能有办法把那些受欢迎的节目储存起来，需要时可以把它如实重放出来，使人听了犹如身临其境，就象坐在舞台前一样呢？这就是立体声收录和重放技术的研究和发展所要解决的问题。

在音乐厅里，乐队在舞台上演奏，各式各样乐器混在一起的音乐声，从舞台上传向大厅的各个角落。其中有直接传达到听众耳朵里的声音，叫直达声，这是音乐厅里听众获得的主要声音。还有一种称作近次反射声，它是通过邻近舞台的物体第一次反射出来的声音，它能使直达声的音量和音域变得厚实宽广，使听众感受到音乐深刻的感觉力。这种近次反射声强度，取决于舞台前斜顶及前侧墙的吸声系数。再有一种称为混响声，它是由音乐厅内墙壁、顶棚等对声音的无规则多次反射所形成的声音。由于音乐厅别具一格的建筑设施会使这种漫无方向的合成声音（称为混响声）变得圆润饱满。我们有这样的体会：在深山山谷中大喊一声可以听到一连串的回音，长时间也不容易消

失，这种能使声音延续的现象就称为混响。图 1 示出了这几种声音在音乐厅内的传播路线。

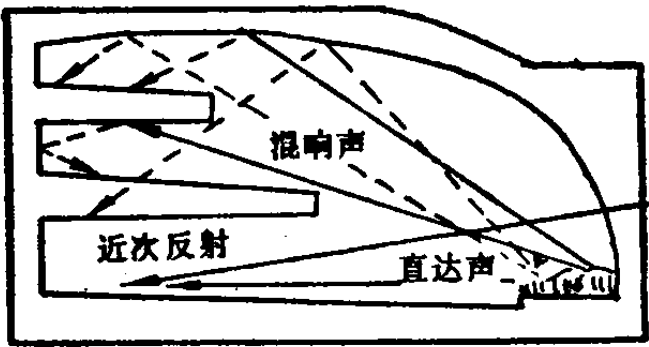


图 1

上述几种声音的混合组合，就成为立体声。

在立体声重放技术出现以前，靠单声道重放系统（如家庭里使用的普通收音机、录音机、电唱机所放送出来的音乐或戏曲节目），是不可能使人们获得象在现场聆听时具有的那种真实感觉的。因为这些声音听起来，犹如把舞台上各点的声音，都集中在一个点上，显得单调平淡，没有方向性，因而反映不出强烈的现场感。即使在录音时采用多只传声器，在放声时听众仍将感到所有声音是来自一个方向。人们把这种单声道系统重放的效果，形象地比喻为“钥匙孔效应”。意思是说，这好比一个人到音乐厅去欣赏音乐，他不是坐在音乐厅的观众席上听音乐，而是跑到音乐厅外的休息厅，通过门上的钥匙孔来听厅内乐队的演奏，这时音乐厅内的各种声音信息，如直达声、近次反射

声、混响声等都来自一个方向，都发自同一个点声源——钥匙孔。这些声音与在现场听到的声音相比较，当然有很大的差别。

采用立体声系统，在重放音乐时可以正确地听出每种乐器的所在位置，也就是说，重放效果展现在听众面前的是整个声音舞台。别小看重放系统只是一对音箱，一左一右放在我们面前，它的重放声音效果可以抵得上满满一舞台的乐队演奏家所演奏出的各种优美乐曲。

漫长的历史

立体声技术的发展主要是在最近 20 年，但对于立体声理论的研究和试验，可以追溯到 19 世纪末。

1881 年，有一位名叫克来门特·阿达的法国工程师，利用当时问世不久的电话设备进行了一次独出心裁的试验：当巴黎歌剧院在演出歌剧的时候，他把两架电话机上的送话器对准舞台，然后用两对电话线路，把由送话器转换出来的声音，用在剧场外的两对电话机的听筒放送出来。收听的人们都一致认为：两个听筒传出来的声音，要比一个听筒传出来的声音清晰、响亮，也好听得多。正式对外试放的那天，克来门特用 80 架电话机，80 对电话线路与在巴黎歌剧院

舞台上的 80 架电话机一一接通，吸引了大批好奇的参观者前来一饱眼福，并亲耳聆听来自几公里外的歌剧舞台演奏的音乐。可惜由于技术条件、经费等原因、克来门特的这个崭新的发现，并未引起人们的进一步重视，仅仅昙花一现。但是，它却是立体声技术的最早尝试，也是最原始的立体声广播。

1896 年，现代声学理论奠基人之一，著名的英国物理学家瑞利，通过长期研究，发表了有名的《声学理论》专著，对人的双耳能够感受到立体声的特点，从理论上进行了探讨和研究，提出了一系列新见解，对早期立体声技术的发展作出了重大贡献。与此同时，其他的一些科学家，为发展立体声理论也作出了贡献。

1933 年 4 月 27 日在美国进行了一次立体声传送试验，同样获得圆满的成功。由费城把交响乐演奏用三对电话线传送到华盛顿进行重放，如前所介绍的，取得极大成功，人们对在音乐重放的现场感方面评价很高。

1936 年，贝尔电话试验室研制出立体声唱片，当时左右声道一个采用纵向(垂直)刻纹，另一个采用横向(水平)刻纹。同年，英、美两国都提出 $45^{\circ}/45^{\circ}$ 制式，从而奠定了现代立体声唱片的基础。

立体声技术在第二次世界大战期间几乎处于停滞状态。一直到1958年才有些国家开始了双声道调频立体声节目的广播，以后各国的发展极为迅速。

到了70年代后期、80年代初，不少国家都在探索新的环绕声系统。究竟应该采用多少个通道，目前还很难估计，但有一点是明确的，这种新的环绕声系统必须克服“声象飘移”的缺陷，而且还应该能用作双声道立体声甚至单声道系统的兼容重放。

有关立体声技术的具体内容，比如，立体声原理，双声道、四声道调频立体声广播以及双声道立体声系统的拾音方式、调幅(中波)立体声广播、乃至我国立体声制式的选择，都将在本书的第五部分“调频立体声广播”中作比较详细地阐述，这里就不多赘述了。

三 什么是调频广播

调频与调幅

为了说清楚这两个概念，我们首先要了解下面几个概念：

“控制信号”是指带有信息的低频信号；

“载波”是指载运控制信号的高频电波。

“调制”是将控制信号加载到高频信号上，使高频信号按控制信号的强弱而变化的过程。经过调制后的高频振荡波称作“已调信号”(或叫“已调波”)，通过传输线将已调信号送至天线，就可向空间辐射电磁波。

所谓“调幅”，是用声频信号调制高频载波的振幅，从图2所示的已调幅波波形中可以看出（为简单起见，声频信号假定为正弦波信号）高频振荡（载波）的振幅随声频控制信号的电压而变化。这种经调幅后的已调信号称为调幅波。

说得通俗一点，调幅，就是让高频无线电波的幅



图 2

度，随着声音电流的变化而变化。也就是用声音电流来改变无线电波的幅度，使要传送的声音信号，包含在无线电波变化的幅度中间(乘载在无线电波上)。

所谓“调频”，是用声频信号对载波的频率进行调制，而载波的振幅保持固定不变，已调波的频率则随着调制信号的幅度大小而改变。见图 3 (a)、(b)、(c)，其中图 (a) 是未经调制的载波，图 (b) 是调制声频信号，图 (c) 是被调制了的调频波信号。从图中可以看出，调频波的频率随着调制声频的幅度大小而改变。当声频调制信号瞬时值为零，调频波的瞬时频率即为载波频率；在声频信号达到正峰值时，调频波的频率最高；在声频信号为负峰值时，调频波的频率最低。调制声频信号的幅度越大，调频波的频率变化也就越大。频率的变化量叫频偏，在调频广播电台中规定最大的频偏为 ± 75 千赫，在电视台的声音信号广播中规定最大频偏为 ± 25 千赫。

说得通俗一点，调频就是让无线电波的频率，随着声音电流的变化而变化，而无线电波的幅度保持不

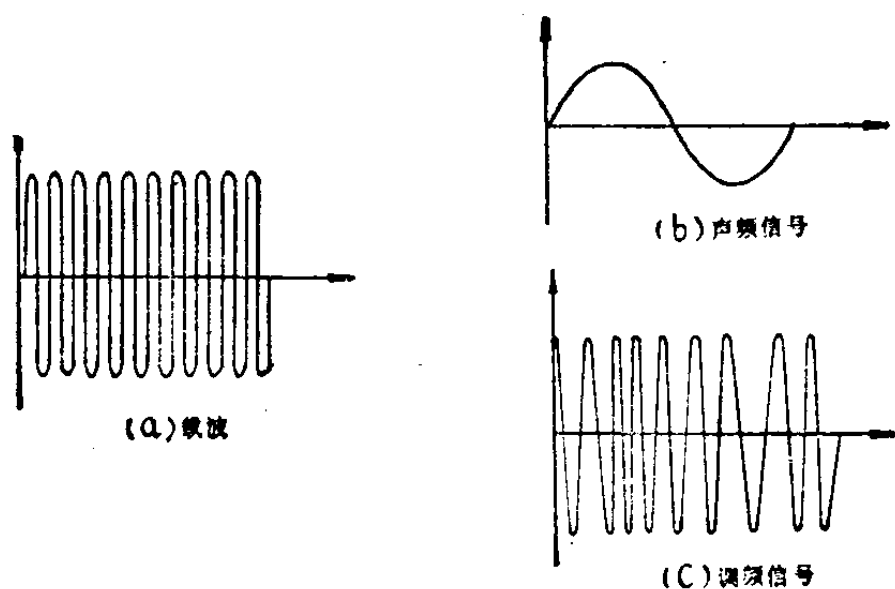


图 3

变。也就是说，用声音电流来改变无线电波的频率，使要传送的声音信号，包含在无线电波变化的频率中间。这种情况与沙发中的弹簧受力后的变化是相似的：沙发上坐人，弹簧受到压力，弹簧圈之间的距离变得紧密，坐的人越多越紧密，一旦坐的人站了起来，弹簧就会复原。同样，在调频中，声音电流大，无线电波的频率就变高，就象把沙发弹簧压紧了一样，声音电流小时，无线电波的频率就变低，就象减轻了对沙发弹簧的压力，一旦没有声音电流，无线电波的频率就保持不变，就象沙发弹簧恢复原状一样。

调频广播的特点

调频广播的历史可以追溯到本世纪 20 年代。一