



全国高等职业教育规划教材

音像设备

金发庆 编著



电子教案下载网址
www.cmpedu.com

- 内容丰富，包含7种人们最爱使用的音像设备和多种最感兴趣、最了解的音像元器件。
- 知识新颖，展现最新的机型结构、电路组成和集成电路性能。
- 图文并茂，概念讲解清晰，插图直观，便于阅读理解。
- 实训技能，实训安排形式多样，引导求知欲，培养动手能力。
- 学习灵活，各章内容相对独立，可供不同专业和不同课时选用。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



全国高等职业教育规划教材

音 像 设 备

金发庆 编著



机械工业出版社

本书介绍了调频立体声收音机、CD 唱机、DVD 影碟机、MP3 播放器、便携式多媒体录放器、DV 摄录像机和卡拉 OK 设备等音像设备的工作原理、电路组成、集成电路和整机性能。对音视频信号的压缩处理技术，液晶显示屏、触摸屏、CCD 摄像头、USB 接口、Flash 存储器等也作了一些介绍。

本书概念清晰，图文并茂，各章都有实训内容和习题，便于学习和理解。可作为高职高专电子技术、音像技术、通信工程、仪器仪表、计算机应用等专业学生的专业课或专业选修课教材，也可供音像设备爱好者、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

音像设备/金发庆编著. —北京:机械工业出版社,
2009.6

全国高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-111-26763-8

I. 音… II. 金… III. ①音频设备—高等学校:
技术学校—教材②激光放像机—高等学校:技术学校—
教材 IV. TN912.2 TN946.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 049883 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王颖 版式设计:霍永明

责任校对:袁凤霞 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 9.5 印张 · 232 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-26763-8

定价:17.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材 电子技术专业编委会成员名单

主 任 曹建林

副 主 任 张中洲 张福强 祖 炬 董维佳
俞 宁 蒋蒙安 吕何新 伍湘彬
任德齐 华永平 吴元凯

委 员 (按姓氏笔画排序)

马 彪	邓 红	王树忠	王新新	尹立贤
白直灿	包中婷	冯满顺	华天京	吉雪峰
刘美玲	刘 涛	孙吉云	孙津平	朱晓红
李菊芳	邢树忠	陈子聪	杨元挺	张立群
张锡平	苟爱梅	姚建永	曹 毅	崔金辉
黄永定	章大钧	彭文敏	曾日波	谭克清

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 戴红霞

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

随着计算机技术、数字技术和多媒体技术的迅速发展，音像设备得到极大的普及，形形色色的音像设备走进了人们生活、学习、工作、娱乐的各个方面，并以其神奇的功能和优异的品质深受人们的喜爱。

如今的各种音像设备都有很高的技术含量，体现了当今最先进的计算机技术、信息技术和大规模集成电路技术，而且还在不断更新换代。通过“音像设备”课程的学习，可以比较全面地了解音像设备的基本知识，了解其工作原理、电路组成和性能特点，了解当今的计算机技术和信息技术在音像设备中的应用，提高开发新产品的欲望和能力。

本书力求内容新颖、概念清晰、叙述简明。编写中，侧重对器件性能、电路组成、信号流程等基本概念的介绍，便于读者阅读理解和提高学习兴趣。

本书共分7章，分别介绍了调频立体声收音机、CD唱机、DVD影碟机、MP3播放器、便携式多媒体录放器、DV摄录像机、卡拉OK设备等。各章内容相对独立，参考学时为50学时，包括实验和实训学时。教师在讲授本书时可以选择部分章节讲授，有些章节让学生自学，也可以讲授全部内容。每章后面附有实训内容，有操作使用、器件识别、电路测量、工程设计和故障检修等。可以根据实际情况和具体条件，选择完成一部分或全部实训内容。故障检修实训的目的是熟悉电路组成，若无故障机提供学生检修，可让学生阅读有关内容和以电路测量和故障原因分析的形式来完成。

在本书的编写过程中，得到许多同志的热情关心和帮助，并提出了许多宝贵意见和建议，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

为了配合教学，本书为读者提供电子教案，可在机械工业出版社网站 www.cmpedu.com 下载。

编 者

目 录

出版说明	2.2.2 量化	25
前言	2.2.3 PCM 调制	26
第1章 调频立体声收音机	2.3 声音信号的纠错编码	26
1.1 立体声和立体声技术	2.3.1 误码的检测和纠正	26
1.1.1 自然界立体声	2.3.2 有效信符集的距离	26
1.1.2 立体声重现技术	2.3.3 代码块的错误检测和纠正	27
1.1.3 双声道立体声信号的录制	2.3.4 RS(28,24)和 RS(32,28)	
1.2 调频立体声广播	编码	27
1.2.1 调频立体声广播系统	2.3.5 交叉交织 RS 编码	28
1.2.2 调频立体声广播制式	2.4 声音信号的传输编码	30
1.2.3 导频制立体声广播	2.4.1 EFM 调制	30
1.3 导频制立体声发射机	2.4.2 子码	31
1.3.1 基带信号处理	2.4.3 信息帧的组成	34
1.3.2 调频载波输出	2.5 CD 唱机	35
1.4 导频制立体声收音机	2.5.1 CD 机心	36
1.4.1 调频信号放大与解调	2.5.2 伺服系统	37
1.4.2 基带信号解码	2.5.3 整机控制系统	38
1.4.3 LA3361 立体声解码集成电路	2.5.4 EFM 解调器	39
1.4.4 立体声输出电路	2.5.5 CIRC 解码和纠错	40
1.5 调频立体声收音机电路实例	2.5.6 模拟音频信号输出	41
1.5.1 调频调幅立体声收音机	2.6 CD 唱机电路	41
1.5.2 单片 FM 立体声收音模块	2.6.1 健伍 DP-940 型 CD 唱机电路	41
1.6 实训	2.6.2 遥控发射与接收电路	43
1.6.1 双声道立体声的形成	2.7 实训	44
1.6.2 调频立体声收音机电路测量	2.7.1 CD 唱机的使用	44
1.6.3 数字调谐电路测量	2.7.2 CD 唱机的测量	46
1.7 习题	2.8 习题	46
第2章 CD 唱机	第3章 DVD 影碟机	48
2.1 CD 唱片	3.1 光盘存储视频信息	48
2.1.1 CD 唱片的外形结构	3.1.1 减少影视图像信息冗余	48
2.1.2 CD 唱片纹迹形式	3.1.2 VCD 影碟机性能	49
2.1.3 CD 唱片的程式	3.2 活动图像压缩编码	50
2.2 声音信号的信源编码	3.2.1 MPEG-1 标准压缩编码过程	50
2.2.1 采样	3.2.2 YUV411 格式信号采样	51

3.2.3	离散余弦变换	51	4.4.1	STMP3420/3520 主芯片	78
3.2.4	可变长度编码	53	4.4.2	飞利浦芯片	79
3.2.5	MPEG-1 编码数据层面结构	54	4.5	液晶显示屏	80
3.2.6	伴音信号的压缩	56	4.5.1	液晶显示屏的像素	80
3.3	DVD 影碟机性能特点	57	4.5.2	液晶室的工作原理	80
3.3.1	MPEG-2 标准影视图像压缩	57	4.5.3	TFT 型液晶显示器	81
3.3.2	DVD 机心的结构特点	58	4.5.4	TFT 型液晶显示屏的驱动	82
3.3.3	DVD 的音频编码	59	4.6	MP3 播放器电路实例	82
3.3.4	DVD 影碟机性能和地区密码	61	4.6.1	3520 主芯片组成的 MP3 播放器	82
3.4	DVD 影碟机电路	62	4.6.2	液晶显示模块	83
3.4.1	DVD 影碟机电路组成	62	4.6.3	液晶显示屏背光电路	83
3.4.2	系统控制电路	63	4.6.4	键盘矩阵电路	84
3.4.3	光盘信号处理电路	63	4.6.5	Flash 存储器电路	84
3.4.4	数字伺服电路	64	4.6.6	USB 接口电路	85
3.4.5	解码输出电路	64	4.6.7	FM 调频收音电路	86
3.5	超级单芯片 DVD 影碟机	65	4.6.8	线路输入电路	86
3.5.1	超级单芯片 DVD 影碟机电路	66	4.6.9	传声器输入电路	87
3.5.2	超级单芯片 MT1389SE 内部结构	67	4.6.10	立体声耳机插座	87
3.5.3	超级单芯片 DVD 影碟机 信号流程	67	4.6.11	电源电路	88
3.6	实训	70	4.7	实训	88
3.6.1	DVD 影碟机的使用	70	4.7.1	MP3 播放器的使用	88
3.6.2	DVD 影碟机的检测	70	4.7.2	MP3 播放器固件的更新升级	89
3.7	习题	72	4.8	习题	90
第 4 章	MP3 播放器	73	第 5 章	便携式多媒体录放器	91
4.1	MP3 播放器电路结构与 工作信号流程	73	5.1	便携式多媒体录放器特点	91
4.1.1	MP3 播放器电路结构	73	5.1.1	便携式多媒体录放器结构	91
4.1.2	MP3 播放器工作信号流程	74	5.1.2	便携式多媒体录放器功能	92
4.2	MP3 播放器的固件	75	5.2	便携式多媒体录放器电路	93
4.2.1	MP3 播放器固件的作用	75	5.2.1	整机电路组成	93
4.2.2	MP3 播放器固件的更新升级	75	5.2.2	主芯片	94
4.3	MP3 编码文件	76	5.2.3	存储器与接口	94
4.3.1	MP3 压缩标准	76	5.2.4	信号输入接口电路	98
4.3.2	MP3 文件结构	76	5.2.5	信号输出接口电路	102
4.3.3	MP3 的改进	77	5.2.6	电源管理和稳压电路	106
4.3.4	WMA 格式与复制保护	77	5.3	触摸屏技术	107
4.4	MP3 播放器主芯片	77	5.3.1	电阻式触摸屏	107
			5.3.2	电容式触摸屏	108
			5.3.3	其他类型的触摸屏	108

5.4 视频编解码技术	109	摄录像机	126
5.4.1 多种格式视频标准	109	6.5.3 专业级 DV 摄录像机	126
5.4.2 DIVX 编码器	109	6.6 DV 摄录像机实例	128
5.4.3 MPEG-4 标准	109	6.6.1 松下 NV-DS99 摄录像机	128
5.5 便携式多媒体录放器实例	111	6.6.2 佳能 HV10 高清摄录像机	129
5.6 实训	111	6.7 实训	131
5.6.1 结构分析与电路测量	111	6.7.1 DV 摄录像机的使用	131
5.6.2 格式化操作	112	6.7.2 DV 摄录像机的维修维护	131
5.6.3 故障排除	112	6.7.3 现场图像传输网络	132
5.7 习题	113	6.8 习题	132
第 6 章 DV 摄录像机	114	第 7 章 卡拉 OK 设备	133
6.1 DV 摄录像机结构原理	114	7.1 卡拉 OK 设备的工作原理	133
6.1.1 DV 摄录像机基本结构	114	7.1.1 卡拉 OK 伴唱机的基本组成	133
6.1.2 DV 摄录像机电路组成	115	7.1.2 歌声消除电路	134
6.2 CCD 摄像元件	117	7.1.3 电子混响器	134
6.2.1 CCD 摄像元件结构	117	7.2 卡拉 OK 大规模集成电路	137
6.2.2 CCD 摄像元件工作原理	117	7.2.1 YSS205 电路功能	137
6.3 DV 格式	118	7.2.2 ES56028 电路功能	138
6.3.1 DV 摄录像机基本规格	118	7.3 卡拉 OK 设备配置	139
6.3.2 精密的机心结构	119	7.3.1 家庭卡拉 OK 设备	139
6.3.3 DV 磁带的记录格式	119	7.3.2 大厅卡拉 OK 设备	139
6.4 DV 摄录像机的信号处理	120	7.4 KTV 点播系统	140
6.4.1 视频信号的处理	120	7.4.1 人工播放式点播系统	140
6.4.2 音频信号的处理	122	7.4.2 计算机控制点播系统	141
6.4.3 子码记录	123	7.5 实训	141
6.4.4 插入和磁迹信息 ITI	124	7.5.1 参观和操作使用	141
6.5 DV 摄录像机类型	125	7.5.2 简单点播系统的设计	142
6.5.1 家用单片 CCD 结构		7.6 习题	142
摄录像机	125	参考文献	143
6.5.2 广播用 3 片 CCD 结构			

第 1 章 调频立体声收音机

本章要点

- 双声道立体声技术；
- 调频立体声广播系统的组成；
- 调频立体声收音机电路结构。

调频立体声广播可以把音乐会舞台搬到千家万户。人们在家中用调频立体声收音机收听音乐，两个扬声器中间呈现出了整个乐队完整的声像群，可以感受到音乐会上整个乐队的宽度感和展开感，感受到乐器的方位、层次和立体混响，如图 1-1 所示。

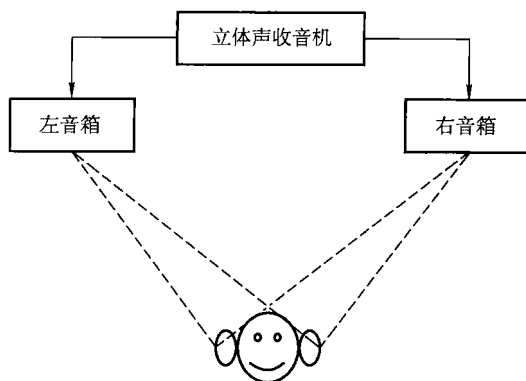


图 1-1 人们在家中收听立体声广播

1.1 立体声和立体声技术

1.1.1 自然界立体声

世界是立体的，人们处在立体的声响环境之中。天上飞机的呼啸声，远处火车的轰鸣声，身边流水的潺潺声，树上小鸟的啾啾声，脚下走路的嚓嚓声。人能感受到这些声音，并能比较精确地感知产生这些声音的声源的空间位置，这是因为人有听觉定位的功能，如图 1-2 所示。

一个声源发出的声音，经空间传送分别进入人的两只耳朵。进入两只耳朵的声波之间存在着时间差、强度差和音色差。这种差别传送到人的中枢神经，经过分析处理，可以判别出声源的位置。这就是人的听觉定位功能，即通常所说的“双耳效应”。经测定，人的正前方水平面上，听觉定位的准确度一般在 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，特别灵敏的人定位精度可达 3° 。

听觉定位功能使人们随时随地能直接听到并判别立体空间不同位置多个声源的声音，这

种具有方位层次等空间分布特性的声音，称为自然界中的立体声，简称为立体声。

听觉定位功能使人们在音乐会上，能听到不同位置的各种乐器的演奏声，感受到立体混响的音乐效果。

1.1.2 立体声重现技术

在调频立体声广播出现以前，收音机只有一个扬声器，自然界的立体声变成了收音机单一空间位置扬声器的声音。原来的自然界声源群的空间分布感完全消失了，这种重放声称为单声。

能否用简单的音响设备重现舞台上整个乐队多种乐器立体混响的音乐效果呢？人们进行了立体声重现技术的研究。

1. 两个声源的声像

如果在人的正前方左、右两侧放置两个等距离的声源，当两个声源发出的声波分别传送到人的两只耳朵的强度差、时间差、音色差均为零时，听觉定位结果，声音如同来自正前方的一个声源，这个等效声源叫声像，如图 1-3 所示。当两个声源发出的声波分别传送到人的两只耳朵的强度差、时间差、音色差为各种不同值时，等效声源则处于相对应的各个不同位置。

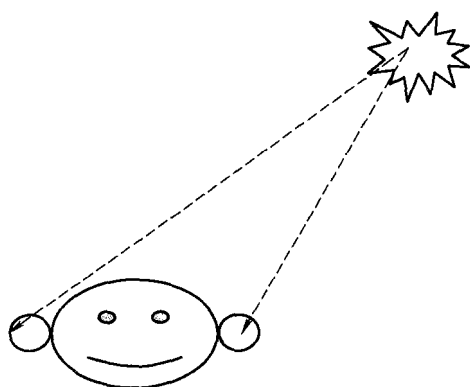


图 1-2 人耳的听觉定位功能

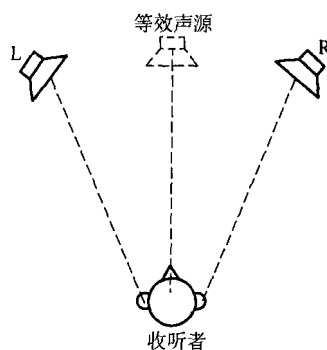


图 1-3 双扬声器等效声源
(声像)示意图

两个等距离放置的声源传送到人的两只耳朵的声波的强度差、时间差、音色差三者分别都能引起等效声源位置移动。实验结果为 5dB 的强度差相当于 1ms 的时间差产生的等效声源位置移动量。只要适当改变两个声源之间的声音强度差异就可以获得一个等效声源的位置。当然，改变两个声源之间的声音时间差异也可以获得一个等效声源的位置。

2. 双声道立体声重放技术

用两只扬声器充当这两个声源，改变这两只扬声器发出的乐器的声音强度差异就可以获得该乐器的等效空间位置。若改变这两只扬声器发出的多种乐器的声音强度差异就可以获得多种乐器的等效空间位置，相当于舞台上整个乐队各种乐器的实际位置。若各种乐器的声音强度和音色也同时改变，就形成了舞台立体混响的效果。

连续不断地改变两只扬声器中播放的各种乐器的声音强度差异，就会在空间形成各种乐

器的等效声源位置的移动，相当于舞台上各个乐器的实际位置的移动。

这两只扬声器通常按水平方向左、右两边放置。用两只左、右两边放置的扬声器形成舞台立体声混响效果的技术，称为双声道立体声重放技术。

如果用4只扬声器作为4个声源播放，除声音强度差异外，再增加各种乐器的时间差异，可获得四声道立体声效果，其产生的整个乐队各种乐器的等效声源位置及其移动会更精确。

1.1.3 双声道立体声信号的录制

用两只扬声器(或两组高、中、低音扬声器)形成舞台上乐队演奏的立体混响效果。两只扬声器发出的声音，来自用两只传声器拾取的舞台上乐队演奏的音乐的录音。图1-4和图1-5所示为交响乐队和民族小乐队的舞台布置，根据录音传声器放置的位置和指向的不同，可分为AB制、XY制、MS制和假人头制等几种不同的录音制式。

1. AB制录音方法

AB制录音方法是把两只型号、性能完全相同的传声器并排放置于声源的前方，左右拉开一定距离，指向性主轴平行或呈一定角度，如图1-6所示。当声

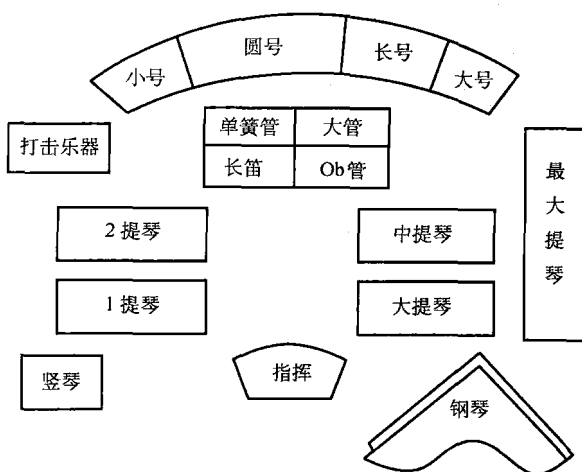


图 1-4 交响乐队舞台布置

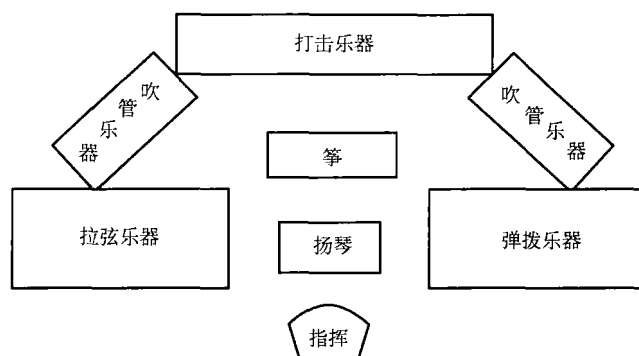


图 1-5 民族小乐队舞台布置

源不在正前方时，声源到达两只传声器的路程不同，两只话筒拾得的信号有时间差，还有强度差、相位差。根据两支传声器拉开距离的不同，分为大AB制和小AB制。

大AB制：两支传声器拉开距离从1米到几米或几十米。

小AB制：两支传声器拉开距离从十几厘米到40~50厘米。

2. XY制录音方法

XY制录音方法是把两只型号、性能完全相同的传声器上下重合，指向性主轴成一定夹

角，如图 1-7 所示。传声器指向性为 8 字形或心形，图中所画为 8 字形。因为两只传声器重合放置在一个点上，所以时间差可忽略不计，主要是由于两只传声器膜片有一定的角度，使声源声波传入传声器的人射角度不同，从而产生不同的强度。XY 制以强度差为录音原理，又称为强度立体声。

XY 制的两只传声器的指向性主轴间的夹角可选，一般有 90° 和 120° 两种。

3. MS 制录音方法

MS 制录音方法是把两只型号、性能完全相同的传声器上下重合，将一只传声器 M 的指向性主轴朝着舞台方向，与舞台中线重合，而将另一只传声器 S 的指向性主轴与舞台中线垂直，朝着左、右两边，如图 1-8 所示。M 传声器的指向性为全方向圆形或心形，图中所画为全方向圆形。S 传声器的指向性为 8 字形，如图中画的两个小圆所示。MS 制也属于强度立体声。M 传声器拾得的是舞台上全部信号，即左、右两边信号之和： $M = L + R$ ，S 传声器拾得的是左、右两边信号之差： $S = L - R$ 。M、S 两只传声器拾得的信号由加、减电路计算后输出左、右声道信号。

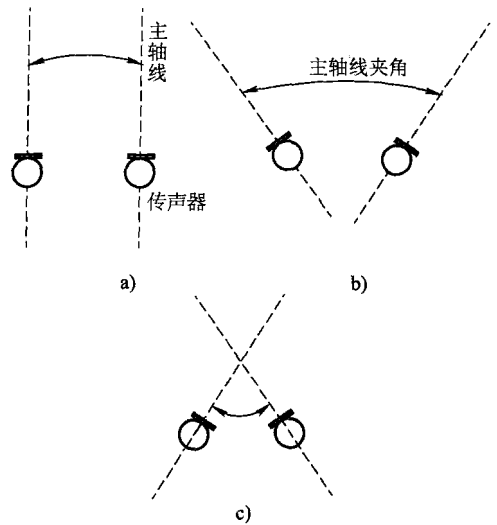


图 1-6 AB 制录音方法

- a) 两支传声器的指向性主轴平行
- b) 两支传声器的指向性向外侧张开
- c) 两支传声器的指向性向内侧偏转

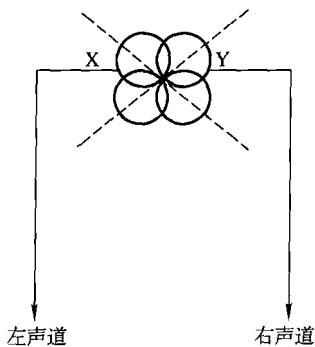


图 1-7 XY 制录音方法

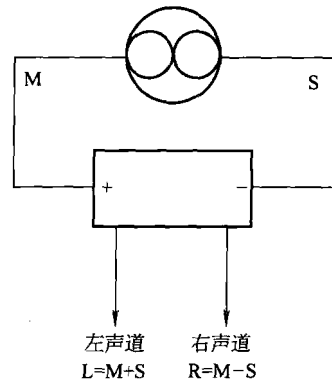


图 1-8 MS 制录音方法

4. 假人头制录音方法

假人头制录音方法是将两只传声器放置在用塑料或木材做成的模拟人头的两耳部位，两只传声器拾得的信号与人耳听到的声音信号极其相似，有时间差、强度差和相位差。这种方法特别适合用立体声耳机重放。在房间中任何位置，戴上耳机收听，都能听到相同的立体声效果。若用两只扬声器重放会引起附加的强度差和时间差，立体声效果很差。

以上录音方法各有优、缺点，要根据录制的节目要求和内容选取，其中 AB 制录音方法使用最为普遍。

1.2 调频立体声广播

1.2.1 调频立体声广播系统

1. 调幅广播和调频广播

无线电广播目前广泛采用的是调幅广播和调频广播两种方式。调幅广播的工作频段为 525kHz ~ 26MHz，传送的语言和音乐的频率范围定为 200Hz ~ 4.5kHz。调频广播的工作频段为 88 ~ 108MHz，传送的语言和音乐的频率范围是 100Hz ~ 15kHz。人耳可以感知的声波的频率范围为 20Hz ~ 20kHz。可见调频广播传送的音乐的高、低音频率远比调幅广播传送的音乐的高、低音频率丰富，再加上调频广播信号的抗干扰能力高于调幅广播，因此，调频广播在音乐传送质量上大大优于调幅广播。双声道立体声音乐采用的就是调频广播。

2. 调频立体声广播系统的组成

调频双声道立体声广播系统的组成如图 1-9 所示。

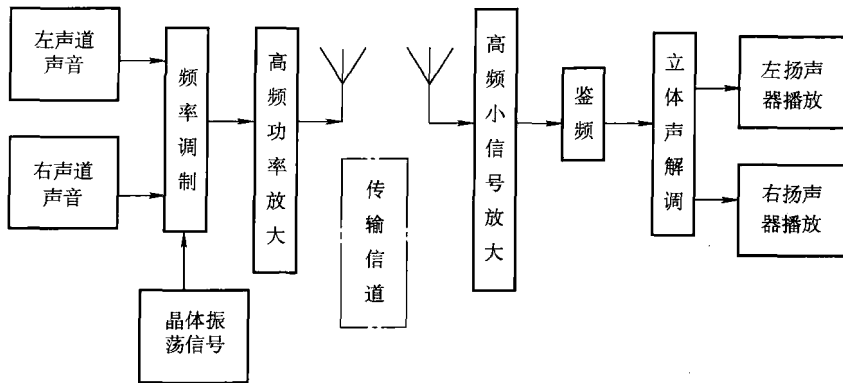


图 1-9 双声道立体声广播系统

(1) 发射机

双声道立体声广播发射机将两只传声器拾取的左、右两路声音信号，调制在发射信号频率(载频)上，经功率放大后，由天线转换为电磁波向空中发射。

(2) 传输信道

天线发射的电磁波由空间信道向接收机传输。发射机产生的调频立体声广播信号也可以馈入电缆传输到接收机，为有线信道传输。若发射机产生的调频立体声广播信号经电光变换设备转换成光信号，再馈入光纤传输到接收机，为光纤信道传输。

(3) 收音机

收音机天线从空中电磁波中感应接收到微弱广播信号，经高频小信号放大，频率解调(鉴频)，立体声解调，功率放大，获得左、右两路声音信号，馈送到位于收听者左前方和右前方的两只扬声器播放，或用耳机收听。

1.2.2 调频立体声广播制式

调频立体声广播系统需要同时传输左、右两路声音信号。采用什么方法实现左、右两路

声音信号的同时传输，是调频立体声广播制式的选取问题。

1. 调频立体声广播制式的选取原则

调频立体声广播制式的选取有 3 点须遵从的原则：

1) 左、右声道信号的频率都是 100Hz ~ 15kHz，频谱是重叠的。采用的广播制式要做到将它们互不重叠，高质量地传输，而且在收音机中能高质量地重现。

2) 由于同时存在单声道调频广播，采用的广播制式要有兼容性，要做到单声道收音机可以接收立体声广播，实现单声道接收，立体声收音机可以接收单声道广播，只是无立体声效果。

3) 采用的广播制式要做到实现技术不太困难，发射机设备不太复杂，收音机价格不太高。

2. 和、差制双声道信号传输方法

兼顾上述 3 点原则，调频立体声广播目前采用的是和、差制传输方法。它将左、右声道信号相加得到一个和信号 M

$$M = L + R \quad (1-1)$$

式中，L 表示左声道信号；R 表示右声道信号。和信号 M 包含了声源的左声道(L)、右声道(R)全部信息。

再将左、右声道信号相减得到一个差信号 S

$$S = L - R \quad (1-2)$$

和、差信号一起调制到载波信号的频率上向空中发射传输。

单声道收音机接收到该传输信号后只解调和信号 M，送到一只扬声器中播放，实现声源全部信息的单一扬声器重放，即单声道重放。

立体声收音机接收到该传输信号后同时解调出和信号 M 和差信号 S，再经过

$$M + S = 2L$$

和

$$M - S = 2S$$

的运算，得到左、右声道信号，分别送到各自扬声器中实现立体声重放。

1.2.3 导频制立体声广播

左、右声道声音信号频率范围都是 100Hz ~ 15kHz，它们相加、减得到的和、差信号的频率范围仍然为 100Hz ~ 15kHz。怎样能做到和、差信号同时传输时两者互相不重叠？采用的方法有频率分割制、时间分割制和方向分割制 3 种。目前已经使用的是频率分割制。

1. 频率分割制工作原理

频率分割制有两种，一种为导频制、另一种为极化调幅制。美国、英国、德国、日本和我国采用的是导频制，俄罗斯等少数国家采用的是极化调幅制。这里主要介绍导频制。

和信号和差信号的频率范围都为 100Hz ~ 15kHz，如果混合在一起传输，会重叠在一起，分不出来哪是和信号，哪是差信号。频率分割制是将差信号调制到一个频率为 38kHz 的超音频信号上，使差信号频谱移到 38kHz 两边，离开 100Hz ~ 15kHz 的频率范围，与和信号的频谱分开。38kHz 的超音频信号是差信号的载体，称为副载波，而用于发射的 88 ~ 108MHz 超高频频段载波称为主载波或载波。假设 38kHz 的超音频信号为

$$u_D(t) = U_{DM} \cos \omega t \quad (1-3)$$

式中， U_{DM} 为超音频信号幅度； ω 为超音频信号角频率， $\omega = 2\pi f$ ， f 为超音频信号频率，数值为38kHz。

采用的调制方式为抑制了载波的双边带调幅，也就是将差信号与超音频信号 $u_D(t)$ 相乘，得差信号双边带调幅信号 $u_{ST}(t)$ 为

$$u_{ST}(t) = (L - R)U_{DM}\cos\omega t \quad (1-4)$$

图 1-10 为和、差信号波形组成情况。其中图 1-10a 为左声道信号，图 1-10b 为右声道信号，图 1-10c 为和信号，图 1-10d 为差信号，图 1-10e 为式(1-4)表示的差信号平衡(双边带)调幅信号 $u_{ST}(t)$ 。

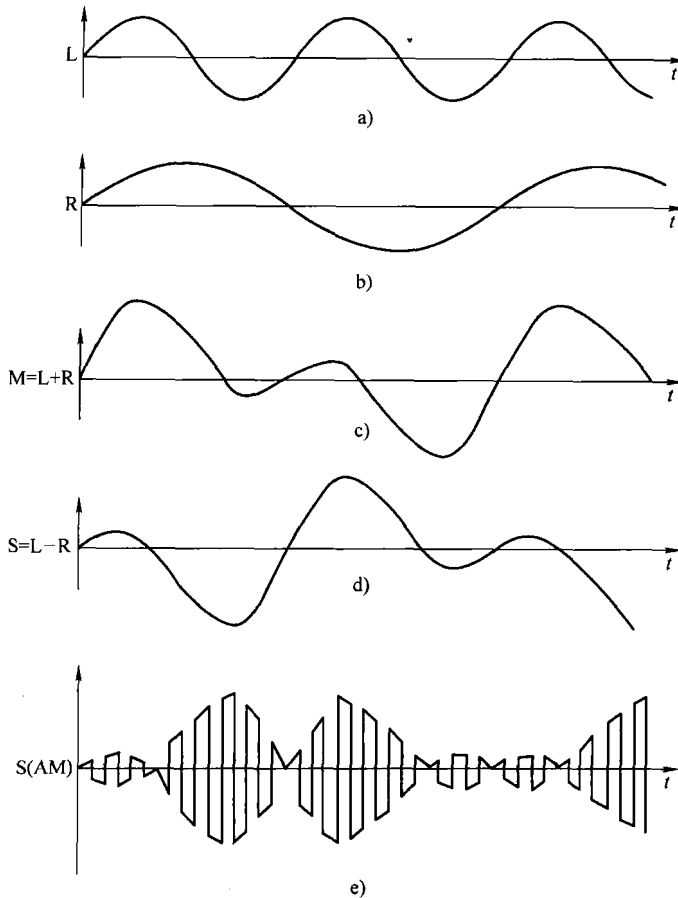


图 1-10 和、差信号波形组成示意图

差信号平衡调幅信号 $u_{ST}(t)$ 的频谱处于 38kHz 副载波频率的两边，频率为 $38\text{kHz} + (100\text{Hz} \sim 15\text{kHz})$ 和 $38\text{kHz} - (100\text{Hz} \sim 15\text{kHz})$ ，即从 23kHz 到 53kHz，如图 1-11 所示。和信号的频谱仍然在 100Hz ~ 15kHz，由图可见，和、差信号的频谱分开了。

在图 1-11 频谱图中，还可见到用来播送背景音乐或气象、教育、宗教、经济、交通等信息的辅助通信业务广播信号(SCA)，它们对频率为 67kHz 的另一副载波信号进行调频，是调频信号，在频谱图中占据频率范围为 59 ~ 75kHz。

图 1-11 频谱图中还有一个 19kHz 的单频率信号，称为导频信号。

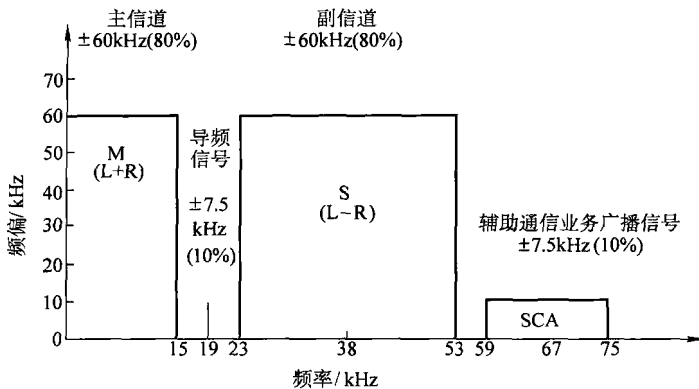


图 1-11 调频立体声广播信号频谱

2. 导频信号的作用

差信号对 38kHz 副载波平衡调幅信号，只有两个边带频谱，没有副载波频谱。传输到收音机后，若采用一般包络检波器是解调不出差信号的。收音机中必须再生一个与发射机 38kHz 副载波同频、同相的本地振荡信号，用该本地振荡信号与差信号平衡调幅信号相乘，才能解调得到差信号，这种解调方法叫同步检波。设本地振荡信号为

$$u_o(t) = U_{OM} \cos \omega t \quad (1-5)$$

式中， U_{OM} 为本地振荡信号幅度； ω 为角频率，与原副载波相同。用该本地振荡信号与差信号平衡调幅信号(1-4)式相乘为

$$\begin{aligned} u_{ST}(t) u_o(t) &= (L - R) U_{DM} \cos \omega t U_{OM} \cos \omega t \\ &= \frac{1}{2} U_{DM} U_{OM} (L - R) + \frac{1}{2} U_{DM} U_{OM} (L - R) \cos 2\omega t \end{aligned} \quad (1-6)$$

式中， $U_{DM} U_{OM}/2$ 为常数，为了便于说明问题，可以令其等于 1，则(1-6)式变为

$$u_{ST}(t) u_o(t) = (L - R) + (L - R) \cos 2\omega t \quad (1-7)$$

上式等号右边第一项为差信号，第二项为 2ω (76kHz) 频率附近的信号。用低通滤波器取出第一项信号，即得差信号。

为了在收音机中产生与发射机中副载波同频、同相的本地振荡信号，在发送的信号中加入了 19kHz 的单频信号。收音机接收到该 19kHz 的单频信号后，把它用作锁相环路的输入参考信号，锁定本地振荡器振荡频率，使之与发射机的副载波同频、同相(有很小剩余相位差)。该 19kHz 的单频信号起了收音机本地振荡器振荡频率的引导作用，称为导频。该双声道立体声广播制式称为导频制。

导频信号的另一个作用是，收音机接收到该导频信号，可以断定接收到的是调频立体声广播，单声道调频广播是不发送该导频信号的。收音机用该信号点亮立体声接收指示灯和打开立体声解码开关，使解码电路工作。收音机没有接收到该导频信号，则说明接收的是单声道调频广播信号，立体声指示灯不亮，立体声解码开关关闭，立体声解码电路不工作。

3. 调频广播输出

和信号也叫作主信道信号，差信号也叫作副信道信号。主信道信号、副信道信号、导频信号和辅助通信(SCA)信号混合组成立体声复合信号，也叫基带信号，对载波进行频率调制，经高频功率放大后，由天线发射到空中。这种方法中，差信号对超音频信号进行抑制载