



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

音响设备原理与维修

(电子电器应用与维修专业)

主编 徐治乐 王军伟



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

音响设备原理与维修

(电子电器应用与维修专业)

主 编 徐治乐 王军伟
责任主审 李佩禹
审 稿 苗 滨 柳 军

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,根据2001年教育部颁布的中等职业学校重点建设专业(电子电器应用与维修专业)教学指导方案编写,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。

主要内容有:音响设备概述、收音机与AM/FM立体声调谐器、盒式磁带录放机(座)与收录机、激光唱机(CD机)、扩音机、家庭影院(AV)系统、扬声器系统、IC录音机、MD播放机、MP3播放机等音响设备的新技术应用,同时含有相关实验。

本书可作为中等职业学校电子电器应用与维修专业及相关专业教材,也可作为岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

音响设备原理与维修/徐治乐,王军伟主编. —北京:
高等教育出版社,2002重印
中等职业学校电子电器类专业教材
ISBN 7-04-010848-8

I. 音... II. ①徐... ②王... III. ①音频设备-原
理-专业学校-教材②音频设备-维修-专业学校-教
材 IV. TN912.20

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第036961号

音响设备原理与维修

徐治乐 王军伟 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 26.5

字 数 410 000

插 页 4

版 次 2002年7月第1版

印 次 2002年9月第2次印刷

定 价 33.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本书是中等职业学校电子电器应用与维修专业国家规划教材,根据2001年教育部颁发的中等职业学校重点建设专业(电子电器应用与维修专业)教学指导方案中的“音响设备原理与维修教学基本要求”编写,同时还参照了行业部门最新颁布的有关中级技术工人职业技能鉴定及等级考核标准必备的知识与技能要求。

本课程是中等职业学校电子电器应用与维修专业音频、视频专门化方向的主干专业课,其主要教学目标是让学生理解音响设备的基本组成,掌握音响设备各单元电路的工作过程,具有对音响设备常见故障的分析与检修能力,了解音响设备的新技术、新工艺和新知识。

本书内容分为基础模块、选用模块和实践教学模块三大部分,其中,基础模块从音响设备的基础知识开始,围绕着收音机(调谐器)、收录机(录音座)、激光唱机、扩音机、家庭影院AV系统以及扬声器系统等部分,由浅入深地进行介绍。同时,还注意引入了当前音响设备中较流行的新技术,如数字调谐系统、放音双向走带机构、BBE技术、超重低音系统、混响电路、AV系统和杜比AC-3解码技术、DTS数字影剧院系统等,使学生能跟上日益发展的音响设备新潮流。选用模块(书中打“*”号的内容)主要有IC录音机、MD播放机、MP3播放机等音响设备新技术应用介绍,以及CD唱机、AV系统的电路分析等较复杂的内容,让学有余力的学生选学,以扩大知识面,加深对音响设备原理的理解。在实践教学模块中共安排了五个实验单元内容,对收音机、收录机、激光唱机、扩音机及AV系统使用中的常见故障设置了一些故障模拟及检修案例,让学生在理论学习的基础上,学会用理论去指导实践,提高分析问题、判断问题和排除故障的能力。

本书在编写中注意从基础出发,以定性分析为主,以应用为目的,以体现音响设备的新知识和新技术的具体应用为主线,深入浅出、循序渐进地引导学生进行各种专业知识的学习。书中既有分立元件的分析,又有集成电路的应用介绍;既有单元电路的学习,又有整机电路的分析;既有基础原理的叙述,又有常见故障分析、排除的训练。在教学安排上,理论教学与实践教学同步进行。

为了适应我国中等职业教育的教学特点与电子电器行业发展的需要,教师在使用本教材过程中,要特别注意以下几个方面:

1. 本课程是学生学习整机原理与维修的入门课程,使学生掌握音频与视频专门化方向的基本理论及技能,是本课程的主要教学目标。因此,本教材在教学内容的安排上,将调幅调频收音机(调谐器)、录放机(座)、扩音机作为教学的基本内容。

2. 为了突出职业教育技能训练的特点,该专业课程设置方案中,设置了“音响设备维修实训”课程,它与本课程互为姊妹篇,两课程同步教学。本课程以音响设备基本原理为主要教学内容,也包括了从电路工作过程角度讲解的典型故障分析。这部分内容在整机教具上以演示与讲解为主,同时在实践教学模块中也相应安排了对应的实践教学环节。音响设备的组装、调测及维修技能训练主要安排在“音响设备维修实训”课程中,该课程以实习为主要教学形式。

3. 本书在整机教学安排时,可采用两种方式,其一,收音机—录放机—收录机—CD唱机

—扩音机—组合音响，逐步整合；其二，组合音响—调谐器—录放座，以适应不同地区的教学需要及学校实验安排的可行性。

4. 本书重点对收音机、录放机及收录机、CD 唱机、扩音机的基本电路进行分析。在对这些电路的选取中，注意了典型性与先进性，突出介绍了国内流行的典型机型，注重了常用音响集成电路的应用。根据职业教育的特点，在讲解电路原理时，要着重定性分析，对集成电路只讲解功能、信号流程与外围元件的作用，略去内特性分析。在编排顺序上，本书采用收音机—录放机—立体声收录机的顺序，有利于教学由易至难，循序渐进。各校也可根据电子线路的教学进度采用录放机—收音机—立体声收录机的顺序。

本书教学学时数为 168 学时(其中选学 27 学时中只选 19 学时)，其各章学时如下表所列，供教师参考。书中打 * 号的为选学内容，可由学校根据实际情况进行安排。

学时分配表

章 次	学 时 数				
	合 计	基础模块	选用模块	实践模块	机 动
第一章	5	5			
第二章	40	32		8	
第三章	50	42		8	
第四章	16	4	8 (选 4)	4	
第五章	28	22		6	
第六章	13		11	2	
第七章	4	4			
第八章	8		8 (选 4)		
机 动	4				4
合 计	168 (选学 27 学时 中只选 19 学时)	109	27 (选 19)	28	4

为了便于实际检修中和厂家产品图对照，本书对所选编的整机产品电路图，未进行统一规范，特此说明。

本书由徐治乐、王军伟任主编，第一、二、三章及实验一、二由王军伟编写，第四、八章及实验三由吴才鹏编写，第五、六、七章及实验四、五由徐治乐编写，参加编写工作的还有钟光明、刘志平、李郁文等。本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定，由山东省家电行业协会李佩禹高级工程师任责任主审，山东商业职业技术学院苗滨副教授、山东省电子产品维修管理中心柳军工程师审稿，他们提出了许多宝贵意见。本书在编写过程中参考了大量音响设备的资料、书籍、教材和杂志，并得到了电子电器应用与维修专业教学指导委员会的有关专家、老师的大力支持，在此一并表示谢意。由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请广大师生提出宝贵意见，以便修改。

编者

2002 年 2 月

目

录

第一章 音响设备概述	1
第一节 声音的基本知识	1
一、声音	1
二、声音的三要素	3
三、立体声和环绕立体声	4
思考与练习题	6
第二节 组合音响设备	6
一、组合音响设备的基本组成	6
二、组合音响设备的工作过程	8
* 三、高保真度	8
思考与练习题	9
第二章 收音机与 AM/FM 立体声调谐器	10
第一节 无线电波的发射与接收	10
一、无线电波的传播方式	10
二、无线电波的发送	12
三、无线电波接收机的基本组成与性能指标	14
思考与练习题	15
第二节 调幅收音机电路及典型故障分析	16
一、超外差式收音机的组成与基本工作过程	16
二、输入回路	18
三、变频电路	22
四、中频放大电路	28
五、检波与自动增益控制电路	33
六、低频放大电路	36
七、调幅收音机整机电路及典型故障分析	39
思考与练习题	44
第三节 调频收音机电路及典型故障分析	45
一、调频广播与单声道调频收音机的基本组成	45
二、调频头电路	47
三、限幅电路	56
四、鉴频电路与去加重	58

五、调频/调幅(FM/AM)整机电路及典型故障分析	61
思考与练习题	65
第四节 立体声收音机、AM/FM 立体声调谐器及典型故障分析	66
一、调频立体声广播基本原理	66
二、立体声解码电路	70
三、AM/FM 立体声收音机(调谐器)整机电路及典型故障分析	76
思考与练习题	85
* 第五节 数字式收音调谐器	88
一、数字调谐器基本原理	88
二、数字式收音调谐器电路举例	93
思考与练习题	97
第三章 盒式磁带录放机(座)与录音机	98
第一节 磁记录的基本原理	98
一、磁记录的基本工作原理	98
二、偏磁录音原理	100
三、抹音原理	102
四、录、放音中的损耗及频率补偿	103
五、盒式磁带录放机(座)的基本组成	109
六、盒式磁带录放机(座)的主要性能指标	112
思考与练习题	112
第二节 盒式磁带录放机(座)机芯的主要构件及其工作过程	113
一、磁带与磁头	113
二、驱动机构的功能、组成及种类	119
三、主导机构和供带、收带机构的组成及工作过程	122
四、制动机构	128
五、控制(操作)机构与磁头机构	130
六、电动机及其稳速	132
思考与练习题	136
第三节 机芯的其他机构及新式	

录放机机芯	137	第二节 CD 机的基本工作过程	236
一、暂停、半自停与全自停机构	137	一、光盘信号的读取与放大	236
二、自动反转与自动换向机构	140	二、信道解调、解码	243
三、阻尼出盒机构	142	三、信源解码	245
四、轻触式机芯	144	四、音频电路	248
五、有自动选曲功能的机芯	145	五、整机控制电路	249
六、其他新型机芯	145	思考与练习题	249
思考与练习题	146	* 第三节 CD 机整机电路及故障分析	249
第四节 录放机(座)电路及典型故障分析	146	一、整机电路组成	249
一、录放机(座)电路的基本组成	146	二、整机工作过程	252
二、录放输入与均衡放大电路	149	三、典型故障分析与检修	252
三、自动电平控制(ALC)电路	160	思考与练习题	255
四、集成录、放音前置放大与 ALC 电路	164	第五章 扩音机	256
五、录音偏磁与抹音电路	171	第一节 扩音机的基本结构和工作过程	256
六、音频集成功率放大电路	176	思考与练习题	257
思考与练习题	185	第二节 前置放大器	257
第五节 录放音特殊电路	186	一、输入均衡电路	257
一、降噪电路与杜比降噪电路简介	186	二、等响音量控制电路	258
二、双卡收录机的倍速复制电路	187	三、音调控制电路	260
三、电子开关及节目源选择电路	192	四、带宽控制电路	267
思考与练习题	193	五、电子分频电路	270
第六节 录放机整机电路及典型故障分析	193	六、音质增强电路	273
一、盒式收录机实验箱录放电路	193	七、超重低音电路	275
二、单片集成录放机电路	196	思考与练习题	279
三、录放机整机电路综合故障分析	201	第三节 功率放大器	281
思考与练习题	202	一、OCL 功率放大电路	281
第七节 收录机整机与组合音响收录电路及其典型故障分析	203	二、BTL 功率放大电路	291
一、单声道收录机	203	三、全对称功率放大电路	293
二、立体声收录机	213	四、直流(DC)功率放大电路	295
三、组合音响收录电路	222	五、V-MOS 场效应管功率放大电路	297
思考与练习题	226	思考与练习题	300
第四章 激光唱机(CD 机)	228	第四节 扩音机的基本性能指标、整机电路及典型故障分析	301
第一节 数字音响与 CD 机的结构	228	一、扩音机的基本性能指标	301
一、数字音响概述	228	二、高保真扩音机整机电路分析	304
二、音频信号数字化存储过程	229	三、高保真扩音机典型故障分析	309
三、数字光盘	232	思考与练习题	312
四、CD 机的结构	234	第六章 家庭影院(AV)系统	313
思考与练习题	236	第一节 家庭影院(AV)系统的基本构成和工作过程	313
		一、家庭影院(AV)系统的基本构成	313

二、家庭影院(AV)系统的工作过程	314	第一节 IC 录音机	358
思考与练习题	316	一、IC 录音机的特点	358
第二节 环绕声系统	316	二、IC 录音机的基本工作过程	359
一、杜比环绕声系统	316	三、IC 录音机的应用	362
二、杜比定向逻辑环绕声系统	317	思考与练习题	364
三、THX 家庭影院系统	318	第二节 MD 播放机	364
四、DSP 数字声场处理系统	320	一、MD 播放机的特点	364
五、杜比 AC-3 数字环绕声系统	320	二、MD 播放机的基本工作过程	367
* 六、DTS 数字影剧院系统	321	三、MD 技术的应用	369
思考与练习题	322	思考与练习题	370
第三节 AV 系统的配置及使用	323	第三节 MP3 播放机	371
一、AV 系统的配置	323	一、MP3 播放机的特点	371
二、AV 系统的使用	326	二、MP3 播放机的基本工作过程	372
思考与练习题	328	三、MP3 播放机举例	373
第四节 混响电路	329	思考与练习题	374
一、混响电路的结构及基本工作原理	329	实验	375
二、前置放大及话筒电平控制电路	330	实验一 收音机常见故障检修	375
三、声像调整电路	331	一、识读电路原理与印制电路	
四、歌声消除电路	332	板图的训练	375
五、延时混响电路	333	二、无声故障的检修	380
六、声音变调电路	336	三、灵敏度低故障的检修	382
思考与练习题	338	四、声音失真故障的检修	384
* 第五节 AV 功放整机电路分析	338	实验二 收录机常见故障检修	386
一、AV 功放的基本结构	338	一、识读电路原理与印制电路板	
二、AV 功放整机电路分析	339	图的训练	386
思考与练习题	345	二、机芯故障的检修	389
第七章 扬声器系统	346	三、放音无声、失真故障的检修	394
第一节 扬声器分频网络	346	四、不能录音、录音声小、失真故障的检修	396
一、分频网络的基本结构及特性	346	实验三 激光唱机常见故障检修	397
二、分频网络的工作过程	347	一、CD 唱机的信号特点	397
思考与练习题	349	二、激光头故障的检修	400
第二节 扬声器	349	三、机芯故障的检修	402
一、扬声器的种类	349	实验四 扩音机常见故障检修	404
二、扬声器的使用	350	一、功放级工作点异常故障的检修	404
思考与练习题	351	二、交越失真故障的检修	406
第三节 音箱	351	三、音调控制失常故障的检修	408
一、音箱的结构及基本工作原理	351	四、输入选择与均衡电路故障的检修	409
二、音箱的布置	354	实验五 AV 系统的使用与维护	412
* 三、AV 系统的音箱	356	一、AV 系统的配置及使用方法	412
思考与练习题	357	二、AV 系统常见使用故障的排除	413
* 第八章 音响设备的新技术应用	358		

第一章 音响设备概述

根据人们的需要,对声音信号进行转换、传送、记录和重放的设备,称作音响设备。例如,收音机、录放机、组合音响等。

伴随着电子器件由真空管、晶体管到集成电路的变革,音频信号记录/再现方式由单声道、双声道到环绕立体声的进步,信号处理方式由模拟信号处理到数字信号处理的发展,音响设备频频换代,品种日益增多,性能不断完善。

在现代社会生活中,音响设备已成为人们娱乐与工作的一种不可缺少的设备。

第一节 声音的基本知识

一、声音

1. 声音的产生与传播

无论是悠扬的歌声,还是冲击电钻在水泥地板上打孔所发出的“哒哒”响声,都有着一个共同特性:发声体使空气产生振动,接着空气又引起人耳耳膜振动。

实验证明:一切声音都是由物体的振动产生的,把这种振动的物体称作“声源”。声源发出的声音,还需要通过空气或其他物质(一般讲,具有弹性的物质,如气体、液体和固体都能传播声音)的传播才能到达人耳,把传播声音的物质称作“媒质”。

声音是以“媒质”的波动形式进行传播的,称这种波为“声波”。声波是怎样形成的呢?以扬声器发声为例,当其纸盆来回往复运动时,迫使纸盆附近的空气一道振动,如图 1-1 所示。当纸盆迅速向外压时,纸盆附近的空气压强增大,使空气分子紧密地聚集在一起,形成高于正常空气密度的“密部”;紧接着纸盆又迅速向内拉,其附近的空气压强减小,使空气分子间的平均距离增大,形成低于正常空气密度的“疏部”。纸盆继续振动,使空气中“密部”和“疏部”一个接着一个产生,并沿着振动方向不断地向前传播。这种由声源振动引起的媒质波

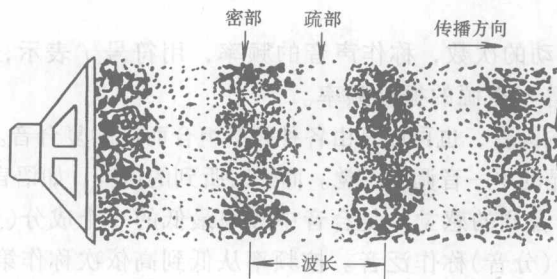


图 1-1 声音的传播

动，就形成声波。

2. 描述声音的物理量

对于声音的描述有主观与客观两种方法。主观描述是人耳的感受，而客观描述则是定量的。常用的客观描述声音的物理量有声压、声压级、频率、声速和波长等。

(1) 声压

在静止空气中存在着均匀的大气压强，而当声波传播时，空气各部分产生压缩和膨胀的周期性变化，相应部分空气的压强也发生了变化。压缩时压强增加，膨胀时压强减小。这一压强的变化量，即变化后的压强与原大气压强的差值就称作“声压”。声压与声源振动的幅度有关，一般振幅越大，声压越高。用仪器测得的声压值称作有效声压(均方根值)，习惯上仍简称作声压，用符号“ p ”表示，其单位为帕[斯卡]，用 Pa 表示。

$1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$

(2) 声压级

待测声压 p 与参考声压(也称作基准声压) p_0 的比值称作声压级。引起听觉的声波，其声压范围是很宽的。在空气中，人们刚刚能听到的声音的声压约为 $2 \times 10^{-5}\text{ Pa}$ ，即 $20\text{ }\mu\text{Pa}$ ；而人耳能忍受的最大声音的声压约为 20 Pa ，因此，可闻声的声压变化范围约为一百万倍。为了描述和书写方便，也为了与人耳的主观听觉感受相对应，通常用“分贝”来表示声压级的大小，即用待测声压与参考声压比值取常用对数的 20 倍来表示，单位为分贝(dB)。所以，声压级的定义式为

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0}$$

式中， L_p 的单位为 dB；

$p_0 = 2 \times 10^{-5}\text{ Pa}$ ，为 1 kHz 频率声音的可闻声压。

若某声音的声压是参考声压的 10、100、1 000 倍，则声压级为 20 dB、40 dB、60 dB，其换算关系与电压增益的分贝换算相同。常用声压级换算值，见表 1-1。

表 1-1 常用声压级的分贝值换算表

声压级 L_p/dB	- 20	- 6	- 3	0	3	6	12	14	20	40	60	80
声压比	0.1	0.5	0.7	1	1.4	2	4	5	10	100	1 000	10 000

(3) 频率

声波在单位时间内波动的次数，称作声音的频率，用符号 f 表示，其单位为赫[兹]，用符号 Hz 表示。声音的频率等于声源的振动频率。

声音可以是单一频率的纯音，也可以是由各种频率组合而成的复合音。音叉振动发出的声音就是纯音，纯音听起来有明显的单一音调的感觉。而平时听到的声音，如语言、音乐等都是复合音。

复合音听起来有多个音调的感觉。复合音中频率最低的一个成分(分音)称作基音；比基音频率高整数倍的所有成分(分音)称作泛音。按频率从低到高依次称作第一泛音、第二泛音和第三泛音等。任何复杂的声音都可以看作是多个频率、振幅不同的纯音的叠加，它们的频率分布在较宽的可听频率范围内。若大多数纯音的频率都较高，这种组合产生的声音就称作高音；若

大多数纯音的频率都在低频部分,则称作低音;介于两者之间的称作中音。习惯上把 400 Hz 以下称作低音;400~4 000 Hz 称作中音,4 000 Hz 以上称作高音。由于可听声音频率在不同的场合有不同的范围,故高、中、低频均是相对而言的。

人耳对频率的辨别能力随频率的增高而减低,即同样是 20 Hz 的变化范围,在 100 Hz 时很容易辨别其变化,而在 1 000 Hz 时则不太明显,如果在 10 000 Hz 时则根本察觉不到有什么差别。因此,在音响技术中的频率坐标通常取对数刻度。

(4) 声速

声音在媒质中单位时间内传播的距离,称作声速,用 c 表示,单位为米每秒(m/s)。声音的传播速度与媒质的性质有关,在不同媒质中声音的传播速度不同。常温状态下,声音在空气中的速度为 344 m/s。

(5) 波长

一个波动周期内声波在媒质中传播的距离,称作声波的波长,用 λ 表示,单位为米(m)。声速、频率与波长的关系为

$$\lambda = c/f$$

声音在媒质中传播时,其波长与声音的频率成反比,即频率越低,声波波长越长;频率越高,声波波长越短。

(6) 混响时间

当人们在山谷中大声喊叫时,会因声波受四周群山反射而听到回声。但人们在小房间里说话时,却听不到回声。由经验可知,只有当回声与直达声的时间间隔在 $(1/8) \text{ s}$ 以上(距障碍物约 19 m 以外)时,人耳才能明显地感觉到回声的存在,否则回声与直达声就混在一起。这就是在室内说话感到比露天说话声效果显得响的原因。声波在室内传播时,反射并不止一次,而是要来回反射多次,经过一段时间后,才能渐渐消失。这种现象称作“混响”。从声源停止发声到室内声音强度减弱为原来的百万分之一的这段时间,称作该房间的“混响时间”。

一个房间的混响时间与该房间内各墙面和物体的总吸声性能有关。总吸声性能越好,总反射性能就越差,房间的混响时间也越短;反之就越长。若混响时间太短,宛如置身于旷野之中,音乐显得枯燥乏味;混响时间太长,又会使声音含混不清。用于演唱、演奏或播放音乐的音乐厅、影剧院和讲演厅等建筑,其内部容积、形状,以及墙面、地面、天花板和其他设施的吸声性能都十分考究,以求得到最佳的混响时间,使乐音明朗、响亮,层次丰富鲜明,浑厚有力,悦耳动听。

二、声音的三要素

人耳是以声音的音量、音调和音色等三个主观感受来辨别各种声音的,这是人们对声音的主观描述。

1. 音量

音量又称作响度或音强。所谓声音的音量,是人耳对音量大小的主观感受。声音的音量主要取决于声波的振幅大小。一般来说,音量与声压并不是简单的正比例关系,而是满足对数函数关系。正是为了反映人耳这一特性,常用声压级的分贝(dB)数来表示声音的响度。

音量还与声音的频率有关,声压相同而频率不同时,音量听起来就不同。当频率在 1 000

~4 000 Hz 之间, 声音听起来最响, 对于该频率范围之外的低频声和高频声, 音量随声音频率的降低或升高而变低。

2. 音调

音调是人耳对声音频率的主观感受。音调主要取决于声音的频率, 频率越高, 其音调就越高; 频率越低, 其音调也越低。除此之外, 音调与声压、声波波形也有一定关系。

人耳对音调不同的声音听觉反映不同。一般正常人耳所能感觉到的音调频率范围为 20 ~ 20 000 Hz, 把这一频段称作音频。低于 20 Hz 的称作次声, 高于 20 000 Hz 的称作超声。人耳对 1 kHz 的纯音最为敏感, 对 1 kHz 以下和以上的低频及高频声, 不同年龄的人感觉不同。儿童可以听到的高频声可达 30 ~ 40 kHz; 35 岁左右的人能听到的高频声约为 15 kHz 左右; 对于 50 岁左右的人能听到的高频声则只有 13 kHz。由此可见, 随着人的年龄增长, 能听到的高频声上限在逐渐下降。

3. 音色

音色又称作音品。音色是人耳对声源发声特色的感受。不同的乐器, 即使发音的响度和音调完全相同, 人耳也能通过不同的音色将其分辨出来。音色与很多因素有关, 但主要决定于声波中谐波成分的多少和强弱, 即基音与泛音的比例。

当拨动吉他琴弦时, 听到的基本上是基音, 但弦并不是以单一的频率振动, 还有好几种泛音。例如, 设法使琴弦以 220 Hz 的频率振动, 那么合成音实际上是 220 Hz 的基音加上 440 Hz 和 660 Hz 的第一泛音和第二泛音等。所有这些分音根据叠加原理, 合成为相当复杂的声信号, 如图 1-2 (a) 所示。如果让钢琴产生 220 Hz 的声音, 在合成音中也包含 220 Hz 的基音、440 Hz 的第一泛音、660 Hz 的第二泛音等。这些泛音的强度与吉他产生的泛音强度不同, 叠加后合成的声信号波形也就不同, 如图 1-2 (b) 所示。因此, 吉他与钢琴发出了不同音色的声音。人声也是这样, 各人声音所含泛音的差异, 使人们的说话声各具特色。

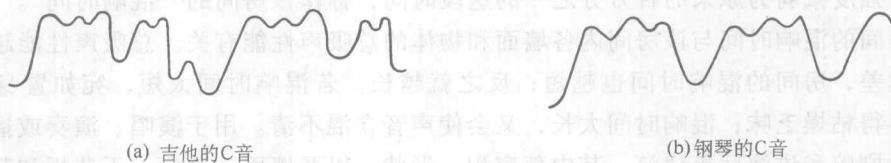


图 1-2 吉他和钢琴的音色波形

三、立体声和环绕立体声

1. 立体声

实践中可以发现, 人耳除了对声音的大小、音调和音色有感受之外, 还有一种空间印象。例如, 一辆汽车从人的左前方向左后方驶去, 人即使闭上眼睛, 只是靠耳朵的听觉, 就能辨别出汽车的大致运动方向。再如, 人们坐在音乐厅中欣赏乐队演奏时, 也可只凭借听觉知道各种乐器的大致位置。正因为这种空间印象感, 大大提高了人们总的听觉效果。具有方位、层次等空间分布特性的声音称作立体声。

显然, 用立体声音响技术来传播和再现声音, 不仅能反映出声音的空间分布感, 而且能够提高声音的层次感、清晰度和透明度, 明显地改善声音再现的质量, 大大地增强临场效果。

* 2. 环绕立体声

当人们到音乐厅欣赏音乐时,除了直接听到从舞台上发出的演奏声之外,还可以听到周围墙壁反射的混响声。然而利用普通立体声重放系统播放音乐节目时,所能感受到的“声像”就仅为“点声源”,至多为“面声源”,这就失去了音乐厅里那种真正的“立体声”感。

(1) 什么是环绕立体声

环绕立体声是近年来迅速发展起来的一种新型立体声系统,它能够产生类似立体空间形式的“声像”,使音乐声具有回旋的、缭绕的、扩展的,带有真正“立体效应”的特殊韵味,聆听者犹如置身于音乐厅之中。这种立体声称作“环绕立体声”,能产生环绕立体声的装置称作“环绕立体声系统”。

(2) 环绕立体声系统的种类

目前环绕立体声系统主要有以下三种:

① 多声道系统(“3-1”系统)

该系统的特点是把原信号原封不动地传输和重放,即原信号的声道数、传输声道数和重放声道数完全相等。这种多声道系统通常为四声道,即在左、右声道的基础上,增设中置声道,构成三声道立体声,而第四声道的环绕声只作为烘托气氛的背景声,必要时才呈现出来。这种系统称为“3-1”四声道系统。

立体声电影的伴音就是使用“3-1”四声道系统来实现环绕立体声。

② 杜比环绕立体声系统

该系统是用矩阵运算来对原信号进行处理(称作编码),以减小传输的声道数。到了接收端又对信号进行还原处理(称作解码),将信号还原为原信号,再进行重放。通常都是将“3-1”四声道系统的四个声道信号,变换为双声道来进行传输和记录。然后在接收端还原处理为原四个声道的信号,来进行重放。

杜比环绕立体声电影音响系统、高清晰度电视的音响系统均属这种环绕立体声系统。

③ 延迟相移式环绕立体声系统

该系统在传输、记录信号方面与普通双声道立体声处理方式完全相同,只是在重放时利用环绕声处理器进行延迟、相移处理,产生出形成环绕声效果所需的附加信号,再通过后方扬声器重放该附加信号,使聆听者体验到音乐厅内的气氛,如图1-3所示。

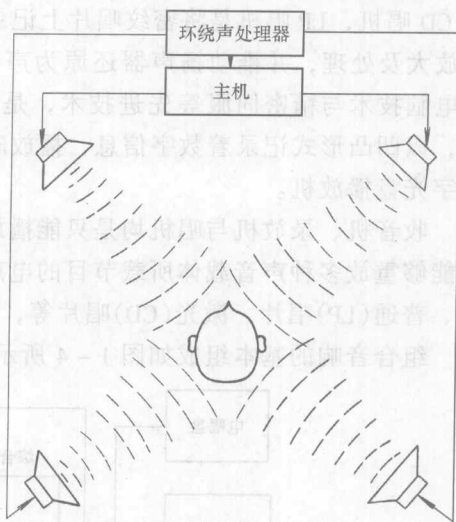


图1-3 延迟相移式环绕立体声系统

环绕立体声处理器是利用信号的延迟、相移,来产生环绕立体声效果的。早期采用弹簧、钢板、光电装置等机械或电振荡的方式来产生延迟、相移的混响声,从而获得环绕立体声效果。随后又采用斗链器件(BBD)制作环绕声处理器。目前则多采用模/数(A/D)和数/模(D/A)转换数字电路来制作延迟、相移电路。现在已有环绕声处理专用集成电路问世。

该系统由于结构简单,价格便宜,应用率高,主要使用在普通音响系统及组合音响系

统中。

思考与练习题

1. 简述“声源”与“媒质”的含义。
2. 简述描述声音的几个基本物理量的含义。
3. 简述音量、音调及音色的基本含义。
4. 什么是立体声？什么是环绕立体声？
5. 实现环绕立体声的装置主要有哪三种形式？

第二节 组合音响设备

一、组合音响设备的基本组成

常见的音响设备主要有：收音机、录放机、唱机、组合音响等。其中，收音机的主要功能是接收无线电广播电台发射的高频无线电波，将其处理，并转换成音频信号，推动扬声器放音，使人们听到广播电台播放的节目；录放机的录音功能是把声音信号转换为音频电信号，再通过电磁转换记录在磁带上，放音功能是把磁带上记录的信息还原为声音；唱机又分 LP 唱机与 CD 唱机，LP 唱机是将密纹唱片上记录的声音信息，取出还原为音频电信号，再对音频电信号放大及处理，并推动扬声器还原为声音的音响设备；CD 唱机应用了大规模集成电路技术、微电脑技术与精密伺服等先进技术，是数字音频光盘(CD)的播放设备，CD 光盘上的信息纹迹，以凹凸形式记录着数字信息，播放时通过激光束读取盘片上的数字信息，因而又称作激光数字光盘播放机。

收音机、录放机与唱机均是只能播放单一类型声音载体所载节目的电声设备。组合音响是指能够重放多种声音载体所载节目的电声设备组合系统，其常见的声音载体有无线电广播、磁带、普通(LP)唱片、激光(CD)唱片等，组合音响包括了收音机、录放机、唱机等多种功能。

组合音响的基本组成如图 1-4 所示，主要包括调谐器、双卡录音座、电唱盘、CD 唱机、

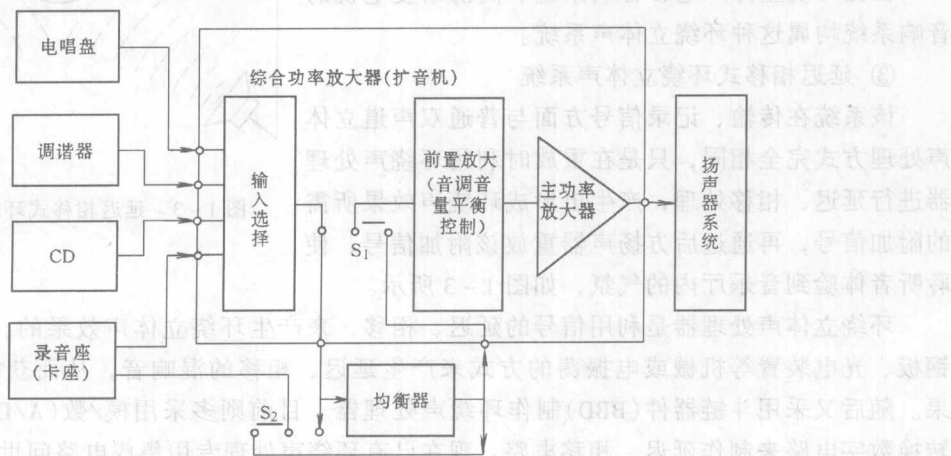


图 1-4 组合音响的基本配置

均衡器、综合功率放大器和扬声器系统几大部分。

1. 节目源(信号源)设备

常见的节目源有收音(AM、FM)调谐器、电唱盘、CD唱盘、磁带录音座、话筒和线路输入等几种。如要重放立体声,应采用立体声信号源。收音调谐器的作用是把电台广播的节目接收下来,通过检波器(AM)或鉴频器(FM)还原为音频信号,再送给扩音机。为了提高所接收节目的质量,往往着重考虑接收调频(FM)和中波调幅(AM)波段的广播。特别是调频波段,具有频响宽、失真小、信噪比高和立体声等优点,成为常用的信号源之一。

录音座作为信号源,一般有使用盘式磁带(专业用)和盒式磁带(一般家庭用)两种。录音座可以根据人们的需要把有用的声音信号进行记录和重放。一般录音座的性能指标均高于普通的录音机。

电唱盘产生的信号是通过播放唱片节目而实现的。它主要由拾音器、唱盘和电动机三部分组成,是以机械的方式进行录音和放音,因而有失真小、噪声低等优点。

CD唱盘是把CD唱片所记录的声音信号通过激光拾音器和PCM技术进行还原,具有很高的电声指标,是目前最为理想的信号源。CD唱盘工作时激光拾音器与CD唱片间没有机械的接触,因而使CD唱片具有很长的寿命。CD唱盘的大量普及,已经取代了传统的电唱盘而成为理想的信号源。

话筒又称作传声器或麦克风,是一种直接把声音信号转变成电信号的器件。它有动圈式、晶体式、电容式等几种,最常用的是动圈式话筒。

当信号源为有线广播信号、扩音机接续信号或电话信号等时,一般都应采用线路输入的方式进行扩声重放,以便获得较好的音质。

从节目源角度可知,组合音响中的调谐器、录音座分别与收音机、收录放机相似。本教材为了适应从易到难的学习需要,首先从收音机、录放机等单机角度切入,再综合至组合音响。

2. 综合功率放大器(扩音机)

组合音响的综合功率放大器是整机系统的核心部分,它主要由音频信号输入选择电路、前置放大器和主(功率)放大器组成。

综合功率放大器的任务有三个:第一,利用设在面板上的选择开关,对所需要的节目源进行选择;第二,对来自电唱盘、调谐器、激光唱机及双卡录音座的不同音频信号分别进行适配放大,还要对左/右声道的音量、音调和声道平衡等进行调整控制;第三,对音频信号进行功率放大,以便推动扬声器系统放音。

其中,由于各信号源的特性有各自的特点,必须经过补偿、均衡和匹配电路,以改善信号的频率特性,使各个信号源的输出电平得到归一化后再送入前置放大器。上述作用多在前置放大器中一起完成,所以前置放大器往往又称作均衡(或校正补偿)放大器。

主(功率)放大电路主要输出足够的功率,以推动扬声器工作,一般多采用OTL、OCL和BTL等电路。

3. 图示均衡器

在组合音响系统中,图示均衡器一般作为一个独立的单元,它的任务是调整控制放音和录音时音频信号的频响特性。

4. 扬声器系统(放音系统)

组合音响都采用独立的左、右扬声器箱系统，它是组合音响的终端放音设备，其任务是将音频电信号转换成声音。

随着音响技术的普及，家庭中常见的音响往往由收音调谐器、录音座、电唱盘、CD唱盘、主放大器、均衡器、音箱等部分组成，称作家庭音响中心。现在人们又常常在音响中心基础上，增加大屏幕彩电、LD和DVD(VCD)、数码环绕声设备等，组成时代感更强的家庭影院(AV中心)。

二、组合音响设备的工作过程

组合音响设备系统的结构特点是单元组合式，因此，当用某节目源放音或录音时，系统中的各单元并不都同时工作，而只有与该放音或录音功能有关的单元在工作，即组合音响的工作，也是按单元组合方式来进行的。熟悉了各单元的工作过程，也就对组合音响系统的工作有了一个整体概念。

1. 收音工作过程

当通过综合功率放大器面板上的节目源选择开关，选择收音状态后，收音通道被接通，其他节目源通道被切断。欲收听的某一电台信号，可由调谐器接收、变换、放大后，再由音频信号检出电路将载于无线电波上的音频信号拾取出来，并送至综合功率放大器。

2. 磁带放音工作过程

节目源选择开关将节目源通道切换至磁带放音上来，然后再由录音座进行磁带放音。磁带是节目载体，节目是以磁场的形式记录在磁带上的。当磁带运行着从放音磁头表面上扫过时，磁带上的磁场变化，使磁头线圈内感应出相应变化的电信号，这样便从载体上实现了节目信号的拾取。该信号经放大、频率补偿后送入综合功率放大器。

3. 电唱机放音工作过程

节目源选择开关将电唱机放音通道接通之后，便可进行放唱。立体声唱片是节目源的载体，节目是通过唱片上的刻纹来记录的。放唱时，电唱头的唱针随唱片刻纹而振动，从而在唱头上得到电信号，经均衡补偿后送入综合功率放大器。

从节目源送入综合功率放大器的收音节目、磁带放音节目或电唱放音节目的音频信号，由前置放大、频响控制、功率放大后，再经扬声器系统再现节目声。

* 三、高保真度

高保真度的英语是“High-Fidelity”，简称作“Hi-Fi”。音响设备能如实地反映声音信号的本来面貌，称作高保真。而高保真度则是评价一个高质量的音响设备在如实地记录、放大、传输和重现原有声源过程中的基本能力的指标。

具有高保真度的音响设备，要能准确如实地记录、放大和重放声音信号的音量、音调和音色，力图恢复声源音质状况的原来面貌，必要时还可以根据艺术的需要，对声音信号进行加工、修饰处理，使之更为逼真并加以美化，以得到预期的艺术效果。对于立体声系统，还要能记录和重现声源的位置以及声源周围的空间特性(如背景、混响声、反射声等)。

要实现声音的高保真重放，必须五方面共同配合，它包括：第一，传输制式。它分为单声道、分频道、立体声等；第二，信号源。即收音调谐器、电唱盘、CD机、录音座、话筒等；