

高等学校电子信息类规划教材

音响技术

王喜成 主编

景新幸 周绮丽 潘建宅

西安电子科技大学出版社

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

本书是高等学校电子信息类“九五”规划教材。

全书内容包括绪论、声学基础、调谐器、录音座、高保真音频放大器、音频处理器、扬声器系统、数字音响设备、音响系统等，最后以卡拉 OK 歌舞厅设计为例，介绍了音响系统的设计方法。

全书强调理论联系实际，突出应用性、实践性和实用性。本书取材新颖，既精选传统的模拟音响技术，又注重现代的数字音响技术。书中各章小结、思考题与习题有利于学生掌握主要内容。

本书可作为大专电子技术类专业的《音响技术》课程教材，也可作为相近专业选修课教材，还可供音响工程技术人员参考。

高等学校电子信息类规划教材

音 响 技 术

王喜成 主编

景新幸 周绮丽 潘建宅

责任编辑 徐德源

西安电子科技大学出版社出版

西安长青印刷厂印刷

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张：13 字数：297 千字

1997年7月第1版 1998年4月第2次印刷 印数：4 001-8 000

ISBN 7-5606-0545-1/TN·0106(课) 定价：11.80 元

出版说明

为做好全国电子信息类专业“九五”教材的规划和出版工作，根据国家教委《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》和《普通高等教育“九五”国家级重点教材立项、管理办法》，我们组织各有关高等学校、中等专业学校、出版社、各专业教学指导委员会，在总结前四轮规划教材编审、出版工作的基础上，根据当代电子技术的发展和面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的要求，编制了《1996—2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》。

本轮规划教材是由个人申报，经各学校、出版社推荐，由各专业教学指导委员会评选，并由我部教材办审核确定的。本轮规划教材的编制，注意了将教学改革力度较大、有创新精神、有特色风格的教材，质量较高、教学适用性较好、需要修订的教材以及教学急需，尚无正式出版的教材优先列入规划。在重点规划本科、专科和中专教材的同时，选择了一批对学科发展具有重要意义，反映学科前沿的选修课、研究生课教材列入规划，以适应高层次专门人才培养的需要。

限于我们的水平和经验，这批教材的编审、出版工作还可能存在不少缺点和不足，希望使用教材的学校、教师、同学和广大读者积极提出批评和建议，以不断提高教材的编写、出版质量，共同为电子信息类专业教材建设服务。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部的《1996—2000年全国电子信息类专业教材编审出版规划》，由全国高校大专电子技术专业教学指导委员会编审、推荐出版。

本教材由桂林电子工业学院王喜成担任主编，景新幸担任副主编，主审韩行洲，责任编辑徐中州。

本教材的参考学时数为54学时，其主要内容包括绪论、声学基础、调谐器、录音座、高保真音频放大器、音频处理器、扬声器系统、数字音响设备及音响系统等。第1章绪论介绍音响的基本概念、高保真音响系统、电声性能指标及现代音响技术，使读者初步了解音响技术所要讨论的主要问题。第2章声学基础介绍声波的基本性质、听觉的基本特性、立体声基本原理及室内声学，是音响技术的理论基础，为后续章节准备必要的知识。第3~8章介绍调谐器、录音座、高保真音频放大器、音频处理器、扬声器系统、激光唱机、小型唱机及数字录音机等音响设备的工作原理、典型电路及其性能分析，是全书的核心内容。第9章音响系统介绍设计原则，并给出设计实例。全书强调理论联系实际，突出应用性、实践性和实用性。本书取材新颖，既精选传统的模拟音响技术，又注重现代的数字音响技术。书中各章小结、思考题与习题有利于学生掌握主要内容。

使用本教材时应注意处理好几个关系，把握住基本要求。应该明确，在声学、设备、系统这3部分内容中，了解声学知识以够用为度，掌握音响设备的工作原理及改善音质的方法是本课程的重点，音响系统设计更需实践的体验。在涉及电路原理的教学中，要体现以集成电路为主导的思想，既理解内部电路原理，又了解外部元件作用，注重应用电路。课堂上应讲明思路，简化数学推导，突出物理概念，注意培养学生举一反三的自学能力。各校还应配以适当的实验教学内容。

本教材由王喜成编写第1、2、3章，周绮丽编写第4章，王喜成、潘建宅合编第5章，潘建宅编写第6章，景新幸编写第7、8、9章。全书由王喜成统稿。

主审韩行洲同志认真仔细地审阅了全部书稿，提出了一些指导性的宝贵意见；责任编辑徐中州同志也审阅了全书，提出不少宝贵意见；参加审阅工作的还有傅丰林、郁伯康、胡平洋等同志，他们也为本书提出了许多宝贵意见，在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编者

1997年3月

目 录

| | |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 绪论 | 1 |
| 1.1 音响的基本概念 | 1 |
| 1.1.1 音响 | 1 |
| 1.1.2 高保真 | 2 |
| 1.2 高保真音响系统 | 2 |
| 1.2.1 高保真音源 | 2 |
| 1.2.2 音频放大器 | 4 |
| 1.2.3 扬声器系统 | 4 |
| 1.3 电声性能指标 | 5 |
| 1.3.1 有效频率范围 | 5 |
| 1.3.2 谐波失真 | 6 |
| 1.3.3 信噪比 | 6 |
| 1.4 现代音响技术 | 7 |
| 1.4.1 音响集成电路 | 7 |
| 1.4.2 高保真技术 | 7 |
| 1.4.3 微电脑控制技术 | 8 |
| 1.4.4 数字音响技术 | 8 |
| 本章小结 | 8 |
| 参考文献 | 9 |
| 思考题与习题 | 9 |
| 第 2 章 声学基础 | 10 |
| 2.1 声波的基本性质 | 10 |
| 2.1.1 声波、声音 | 10 |
| 2.1.2 声速、波长和频率 | 10 |
| 2.1.3 声压、声压级 | 11 |
| 2.1.4 反射、绕射和干涉 | 11 |
| 2.2 听觉的基本特性 | 12 |
| 2.2.1 可闻声、听阈和痛域 | 13 |
| 2.2.2 响度、音调和音色 | 14 |
| 2.2.3 听觉灵敏度 | 16 |
| 2.2.4 掩蔽效应 | 16 |
| 2.3 立体声基本原理 | 16 |
| 2.3.1 立体声基本概念 | 17 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 2.3.2 听觉定位机理 | 18 |
| 2.3.3 双扬声器声像定位 | 20 |
| 2.3.4 双声道立体声拾音 | 22 |
| 2.4 室内声学 | 23 |
| 2.4.1 室内声学特性 | 23 |
| 2.4.2 混响时间 | 25 |
| 2.4.3 吸声材料 | 25 |
| 本章小结 | 27 |
| 参考文献 | 27 |
| 思考题与习题 | 28 |
| 第3章 调谐器 | 29 |
| 3.1 调谐器的组成及其性能指标 | 29 |
| 3.1.1 调谐器的组成 | 29 |
| 3.1.2 调谐器的主要性能指标 | 30 |
| 3.2 调谐器的高频、中频电路 | 31 |
| 3.2.1 调频高频电路 | 32 |
| 3.2.2 FM/AM 中频集成电路 | 34 |
| 3.3 立体声解码器 | 35 |
| 3.3.1 导频制立体声复合信号 | 36 |
| 3.3.2 矩阵式立体声解码器 | 37 |
| 3.3.3 开关式立体声解码器 | 38 |
| 3.3.4 锁相环立体声解码器 | 39 |
| 3.4 数字调谐系统 | 42 |
| 3.4.1 锁相频率合成器 | 43 |
| 3.4.2 数字调谐系统实例 | 45 |
| 本章小结 | 49 |
| 参考文献 | 50 |
| 思考题与习题 | 50 |
| 第4章 录音座 | 51 |
| 4.1 录音座的组成及其性能指标 | 51 |
| 4.1.1 双卡录音座的组成 | 51 |
| 4.1.2 录音座的性能指标 | 51 |
| 4.2 磁记录原理 | 52 |
| 4.2.1 基本电磁现象 | 53 |
| 4.2.2 录音、放音、抹音原理 | 55 |
| 4.2.3 磁头与磁带 | 61 |
| 4.2.4 录音、放音中的损耗及其频率特性 | 65 |
| 4.2.5 录音噪声 | 67 |
| 4.3 录音、放音电路 | 68 |
| 4.3.1 录音电路 | 68 |

| | |
|------------------------------|-----------|
| 4.3.2 放音电路 | 75 |
| 4.4 降噪电路 | 77 |
| 4.4.1 降噪的物理基础 | 78 |
| 4.4.2 DOLBY-B 降噪系统基本原理 | 78 |
| 4.4.3 DOLBY-B 降噪系统 | 79 |
| 4.5 选曲电路 | 83 |
| 4.5.1 选曲方式 | 84 |
| 4.5.2 自动选曲电路 | 84 |
| 4.5.3 电脑选曲电路 | 85 |
| 4.6 录音座机芯 | 87 |
| 4.6.1 电子逻辑控制轻触机芯 | 87 |
| 4.6.2 自动反转机芯 | 91 |
| 4.6.3 电子稳速装置 | 92 |
| 本章小结 | 93 |
| 参考文献 | 93 |
| 思考题与习题 | 93 |
| 第 5 章 高保真音频放大器 | 95 |
| 5.1 高保真音频放大器的组成及其性能指标 | 95 |
| 5.1.1 高保真音频放大器的组成 | 95 |
| 5.1.2 高保真音频放大器的性能指标 | 96 |
| 5.2 前置放大器 | 98 |
| 5.2.1 均衡放大电路 | 98 |
| 5.2.2 音源选择电路 | 100 |
| 5.2.3 音量控制电路 | 102 |
| 5.2.4 响度控制电路 | 103 |
| 5.2.5 音调控制电路 | 105 |
| 5.2.6 平衡控制电路 | 107 |
| 5.2.7 音质控制集成电路 | 109 |
| 5.3 图示均衡器 | 110 |
| 5.3.1 图示均衡器的基本原理 | 111 |
| 5.3.2 图示均衡器的特性参数 | 112 |
| 5.3.3 图示均衡器的实用电路 | 113 |
| 5.4 功率放大器 | 114 |
| 5.4.1 晶体管互补推挽功率放大器 | 115 |
| 5.4.2 集成电路功率放大器 | 117 |
| 5.4.3 场效应管功率放大器 | 122 |
| 5.4.4 新型功率放大器 | 123 |
| 5.5 功率放大器保护电路 | 125 |
| 本章小结 | 127 |
| 参考文献 | 127 |
| 思考题与习题 | 128 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 第 6 章 音频处理器 | 129 |
| 6.1 混响处理器 | 129 |
| 6.1.1 电子延时器 | 129 |
| 6.1.2 电子混响器 | 131 |
| 6.2 卡拉 OK 处理器 | 132 |
| 6.2.1 概述 | 132 |
| 6.2.2 卡拉 OK 电路 | 133 |
| 6.2.3 卡拉 OK 设备实例 | 135 |
| 6.3 环绕声处理器 | 137 |
| 6.3.1 环绕立体声 | 137 |
| 6.3.2 环绕立体声系统 | 138 |
| 6.3.3 AV 环绕立体声系统 | 139 |
| 本章小结 | 141 |
| 参考文献 | 141 |
| 思考题与习题 | 142 |
| 第 7 章 扬声器系统 | 143 |
| 7.1 扬声器类型及其主要性能指标 | 143 |
| 7.1.1 扬声器类型 | 143 |
| 7.1.2 扬声器的主要性能 | 143 |
| 7.2 电动式扬声器的工作原理 | 145 |
| 7.3 电动式扬声器的振动系统与磁路系统 | 146 |
| 7.3.1 扬声器的振动系统 | 146 |
| 7.3.2 扬声器的磁路系统 | 149 |
| 7.4 扬声器系统 | 150 |
| 7.4.1 扬声器系统的组成 | 150 |
| 7.4.2 封闭式音箱 | 151 |
| 7.4.3 倒相式音箱 | 151 |
| 7.5 音箱的设计 | 152 |
| 7.5.1 封闭式音箱的设计 | 152 |
| 7.5.2 倒相式音箱的设计 | 153 |
| 7.6 功率分频器的设计 | 154 |
| 本章小结 | 155 |
| 参考文献 | 155 |
| 思考题与习题 | 155 |
| 第 8 章 数字音响设备 | 157 |
| 8.1 数字音响基础 | 157 |
| 8.1.1 数字音响的基本原理 | 157 |
| 8.1.2 数字音响的主要性能 | 160 |
| 8.1.3 数字音响的主要特点 | 162 |
| 8.2 激光唱片和唱机 | 163 |
| 8.2.1 激光唱片 | 163 |

| | | |
|--------------|--------------------------|------------|
| 8.2.2 | 激光唱机的组成 | 164 |
| 8.2.3 | 激光拾音器的工作原理 | 165 |
| 8.2.4 | 激光唱机的伺服机构 | 165 |
| 8.2.5 | 激光唱机的主电路分析 | 167 |
| 8.3 | 录放式小型激光唱片和唱机 | 171 |
| 8.4 | 数字盒式录音机 | 174 |
| 8.4.1 | PASC 编码技术 | 175 |
| 8.4.2 | 薄膜磁头 | 176 |
| 8.4.3 | 纠错 | 176 |
| | 本章小结 | 176 |
| | 参考文献 | 177 |
| | 思考题与习题 | 177 |
| 第 9 章 | 音响系统 | 178 |
| 9.1 | 室内声学设计考虑 | 178 |
| 9.1.1 | 室内声学特性的基本要求 | 178 |
| 9.1.2 | 室内声学环境的改造措施 | 179 |
| 9.2 | 音响设备配置选择 | 180 |
| 9.2.1 | 调音台、房间均衡器 | 180 |
| 9.2.2 | 功率放大器配置方法 | 180 |
| 9.2.3 | 音响设备的配接方式 | 182 |
| 9.3 | 音响系统的组合原则 | 183 |
| 9.3.1 | 音响系统的组合方式 | 183 |
| 9.3.2 | 扬声器系统的安放形式 | 183 |
| 9.4 | 家庭影院 AV 系统 | 184 |
| 9.4.1 | 家庭影院 AV 系统的组成 | 184 |
| 9.4.2 | 家庭影院的扬声器系统 | 185 |
| 9.5 | 卡拉 OK 歌舞厅设计实例 | 186 |
| 9.5.1 | 混响时间与吸声材料的选定 | 186 |
| 9.5.2 | 音频视频系统设计及连接 | 188 |
| 9.5.3 | 卡拉 OK 音响系统的安装与调试 | 189 |
| | 本章小结 | 190 |
| | 参考文献 | 190 |
| | 思考题与习题 | 190 |
| 附录 I | : IEC581 标准 | 191 |

绪 论

自从爱迪生在 1877 年发明留声机以来, 音响技术已有百余年的发展历史。这期间, 记录储存各种声音的音响载体, 又称音响软体, 从粗纹唱片、密纹唱片发展到激光唱片, 从钢丝录音、钢带录音、开盘磁带发展到盒式磁带; 传输与播放这些音响载体的音响设备, 又称音响硬体, 从收音机、扩音机、电唱机、录音机等单机形式发展到由若干音响设备构成的组合音响; 录制、传输和重现声音的放声通道, 从单声道发展到立体声的双声道、四声道及八声道; 控制音响设备工作的方法, 从机械控制、电子控制发展到电脑控制、红外遥控; 声音录制与音频处理, 从模拟方式向数字方式过渡; 录放的信息, 从单纯的音频信号发展到声像并茂。音响设备的功能越来越多, 性能越来越好, 音响技术的发展真可谓日新月异。如今, 音响技术已经渗透到广播、电视、电影、文化及娱乐等各个领域; 高保真音响设备正在进入千家万户, 与彩色电视机组成家庭视听音乐中心, 成为人们休闲娱乐的重要方式。随着音响技术的普及, 渴望学习音响技术的人日益增多。本章将从音响的基本概念讲起, 然后介绍高保真音响系统, 电声性能指标和现代音响技术, 使读者初步了解音响技术所要讨论的主要问题。

1.1 音响的基本概念

学习音响的基本概念, 是步入音响技术领域的开端。本节介绍在音响技术中经常遇到的几个概念, 如音响、音响系统、高保真等。

1.1.1 音响

音响(Sound)是一个通俗的名词。在物理学中, 音响可理解为人耳能听到的声音。然而, 在音响技术中, 音响是指通过放声系统重现的声音。如通过组合音响重现唱片或磁带中的音乐、歌曲及其它声音, 又如演出现场通过扩音系统播放出来的演唱、奏乐声等, 都属于音响范畴。能够重现声音的放声系统, 称为音响系统。

1.1.2 高保真

音响系统若能如实地重现原始声音和原始声场,并能对音频信号进行适当的加工修饰,使重现的声音优美动听,则可称之为高保真音响系统。可见,高保真(High - Fidelity,缩写为 Hi - Fi)有 3 个重要属性。

1. 如实地重现原始声音

声音的基本特性在物理学中可用声压的幅度、频率和频谱 3 个客观参量来描述,而在人耳听觉中则用声音的音量、音调和音色 3 个主观参量来描述,称为声音三要素。如实地重现原始声音,就是要保持原有音质,使人感觉不到反映原始声音质量的三要素有何畸变。这是高保真的基本属性。

2. 如实地重现原始声场

室内声场是由声源、直达声、反射声和混响声构成的。如在音乐厅欣赏音乐时,直达声可以帮助听众判断各种乐器的发声方位,反射声和混响声给人一种空间感和包围感,感受到现场的音响气氛。显然,原始声场反映的是一种立体声。如实地重现原始声场,应该重现声源方位和现场音响气氛,使人感到如同身临其境。所以,高保真音响系统必须是立体声放声系统。立体声是高保真的重要属性之一。

3. 能够对音频信号进行加工修饰

音频信号在录制、传输和重放过程中,不可避免地会产生各种失真。因而,高保真音响系统应该采取适当的措施进行均衡补偿和加工处理,以恢复原有音质。另外,音响系统经常用来播放音乐。听音乐是一种艺术享受,但每人的文化水平、艺术修养、欣赏习惯和追求爱好各不相同。如有人喜欢雄浑有力的中低音,有人追求明亮悦耳的中高音,有人爱好清脆纤细的最高音。所以,高保真音响系统还允许人们根据自己的爱好,对音频信号进行修饰美化,使声音更加优美动听。这也是高保真的重要属性。

1.2 高保真音响系统

高保真音响系统通常由高保真音源、音频放大器和扬声器系统 3 部分所组成。其音响效果与系统的配置有关,也与室内声学特性有着密切联系。

若按放声通道划分,高保真音响系统的配置可分为单声道、双声道、四声道和八声道等。单声道系统仅由一路音源、放大器和扬声器组成,虽然也能如实地重现原始声音,但是,聆听者感到所有声音都来自一个点而无立体感。因而,严格地说,单声道系统不属于高保真音响系统。其它系统都能重现立体声,属于高保真音响系统。

双声道高保真音响系统的组成框图如图 1-1 所示。下面以此为例来说明各组成部分的主要作用。其它立体声系统将在第 6 章中介绍。

1.2.1 高保真音源

高保真音源有调谐器、录音座、电唱机、CD 唱机、影碟机和传声器等。它们为音响系统提供高保真的音频信号。

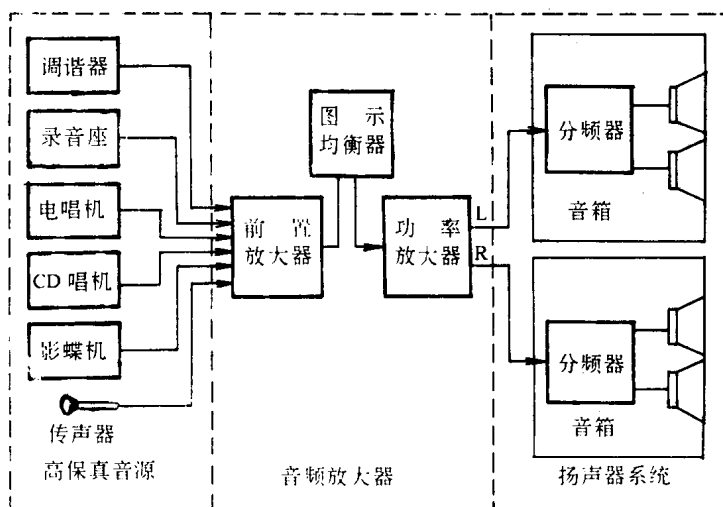


图 1-1 高保真音响系统

1. 调谐器

调谐器是一台不包括功放级和扬声器的高性能收音机。其功能是接收中波段和短波段的调幅广播及调频立体声广播，并还原成音频信号。新型调谐器采用数字调谐和数字频率显示技术，具有存储、预选及定时等功能。调谐器是一种不需自备音响载体而又节目丰富的经济音源。特别是接收调频立体声广播时，可以提供高保真音频信号。

2. 录音座

录音座是一台不包括功放级和扬声器的高性能录音机。它根据电磁转换原理，利用磁带记录或重现音频信号。由于采用了轻触式机芯、逻辑控制电路、杜比降噪系统、自动选曲电路和微处理器控制系统等新技术，使录音座的性能指标达到较高水平。若将高频特性好的磁头与金属磁带配用，可以提供满足要求的高保真音频信号。

3. 电唱机

电唱机是一种拾音装置。它利用拾音器将唱片声槽中记录着声音信息的振动轨迹变换成相应的音频信号。优质密纹唱片是高保真音源载体中的佼佼者。高性能电唱机的频率特性好，信噪比高，抖晃率小，声道分离度大。两者配合能够提供较好的高保真音频信号。

4. CD 唱机

CD 唱机，又称为激光唱机、镭射唱机。它利用激光光束，以非接触方式将 CD 唱片上记录着声音信息的数字编码信号检拾出来，经解码器把数字信号变换为模拟音频信号。CD 唱机达到很高的技术水平。由于采用数字录音和放音技术，其频率特性、动态范围、信噪比、失真度、抖晃率、分离度等性能指标几乎达到理想的程度，是各种高保真音源中最理想的音源。CD 唱机具有自动选曲、程控播放等功能，其自动控制的程度是其它音源所不能及的。

激光影碟机也采用数字录放技术，它不仅可以输出音频信号，同时还输出视频信号。影碟机、AV 放大器、扬声器系统及高清晰度彩色电视机可以组成家庭影院。

5. 传声器

传声器，又称麦克风，俗称话筒。传声器是一种换能器，它将声能转换为电能。在剧场、歌舞厅、卡拉 OK 厅、音乐厅及家庭娱乐中，都要利用传声器拾取音频信号。传声器的种类很多，有动圈式、电容式、驻极体式、有线式和无线式等。传声器的频率特性、信噪比和灵敏度等性能直接影响着重现声音的音质。

各种优质音响载体通过音源设备所提供的高保真音频信号，是取得高保真音响效果的源泉。

1.2.2 音频放大器

音频放大器是音响系统的主体，包括前置放大器和功率放大器两部分，必要时可以插入图示均衡器。音频放大器对音频信号进行处理和放大，用足够的功率去推动扬声器系统发声。

1. 前置放大器

前置放大器具有双重功能，即选择音源并进行音频电压放大和音质控制。它将各种不同音源送来的不同电平的音频信号放大为大致相同的额定电平；同时通过加工处理，实现音质控制，以恢复原始声音，输出高保真音频信号。因此，在前置放大器中除必要的放大外，还设置有音量控制、响度控制、音调控制、平衡控制、低频和高频噪声抑制等音质控制电路。所以，前置放大器被誉为音响系统的音质控制中心。

2. 图示均衡器

图示均衡器是一种为修饰美化音色而设置的音频信号处理设备。它将整个音频频带划分为 5 个、7 个或 10 个频段，最多达 31 个频段，分别进行提升或衰减。各频段互不影响，对音质可进行精细调整，以减小各种噪声，补偿房间声学缺陷，弥补左右音箱的频率特性差异，适应聆听者的不同爱好。图示均衡器还可以配置频谱显示器，通过发光管或荧光管动态显示各频率成分的幅度变化，光彩夺目，给人以声与色的美感。

3. 功率放大器

功率放大器的作用是放大来自前置放大器的音频信号，产生足够的不失真功率，以推动扬声器发声。功率放大器处于大信号工作状态，动态范围很大，容易引起非线性失真，因此，它必须有良好的动态特性。功率放大器性能优劣直接关系到音响系统的放音质量，其衡量指标主要有频率特性、谐波失真和输出功率等。

1.2.3 扬声器系统

扬声器系统由扬声器、分频器和箱体 3 部分组成，其作用是将功率放大器输出的音频信号分频段不失真地还原成原始声音。扬声器系统对重放声音的音质有着举足轻重的影响。

1. 扬声器

扬声器是一种电声换能器。音响系统中使用最多的是电动式扬声器，它利用磁场对载流导体的作用实现电声能量转换。依据振动辐射系统的不同，电动式扬声器可分为锥形扬声器、球顶形扬声器和号筒式扬声器等，各有不同的特性。

2. 分频器

无论哪一种扬声器,要同时良好地重放整个音频频带的声音几乎是不可能的。因此,在高保真音响系统中,通常采用分频的方法,利用各种扬声器的特长,分别承担重放低频、中频或高频段声音的任务。低频段宜用大口径锥形扬声器,中高频段可用球顶形或号筒式扬声器。分频器的作用是各频段扬声器选出相应频段的音频信号,并正确分配给各扬声器的信号功率。

3. 箱体

扬声器振膜前后所辐射的声波是互为反相的,其中低频声波因绕射而造成的相位干涉会削弱其辐射功率。为了提高扬声器的低频效率,应把扬声器装在箱体里。常见的音箱有封闭式和倒相式等。

综上所述,高保真音响系统能够不失真地传输和重现原始声音。然而,要取得理想的音响效果,还要有声学特性良好的听音场所。否则,即使有一套昂贵的高保真音响设备,也未必能取得预期的音响效果。

1.3 电声性能指标

高保真音响系统要如实地重现原始声音和原始声场,其音响设备必须具有比语言和音乐更宽的频率响应范围,更大的音量动态范围;并尽可能降低噪声,减小失真;应使立体声各声道特性平衡,防止互相串音等。为此,国际电工委员会制订了 IEC-581 标准,规定了高保真音响设备和系统特性的最低电声性能要求(见附录 I)。我国也根据该标准制订了 GB/T14277-93 国家标准,规定了音频组合设备通用技术条件,提出了各种音响设备的最低电声性能要求和试验方法。下面着重介绍其中 3 项主要的性能指标。其余的性能指标将分别在各章中结合各种音响设备进行介绍。

1.3.1 有效频率范围

习惯上称为频率特性或频率响应,是指各种放声设备能重放声音信号的频率范围,以及在此范围内允许的振幅偏差程度(允差或容差)。显然,频率范围越宽,振幅容差越小,则频率特性越好。IEC-581 标准规定,频率范围应宽于 40 Hz~12.5 kHz,振幅容差应低于 5 dB,各种音响设备不尽相同。

规定有效频率范围,是为了保证语言和音乐信号通过该设备时不会产生可以觉察的频率失真和相位失真。常见乐器与男女声的频率范围如图 1-2 所示。图中实线表示各种乐器的基频频带范围,虚线表示要完美地反映该乐器的音色所需要的音响设备的起码频率范围。图中各种等级扩音机的频率范围表明,只有一级扩音机能高保真地重放语言和音乐信号,二、三级扩音机能高保真地重放男女声。各频段声音对听感的影响如图 1-3 所示。只有音响设备的频率范围足够宽,通频带内振幅响应平坦程度在容差范围之内,重放的音乐才会使人感到低音丰满深沉、中低音雄浑有力、中高音明亮悦耳、高音色彩丰富,整个音乐层次清楚。当然,为了补偿或突出某频段声音,也允许进行修饰美化。

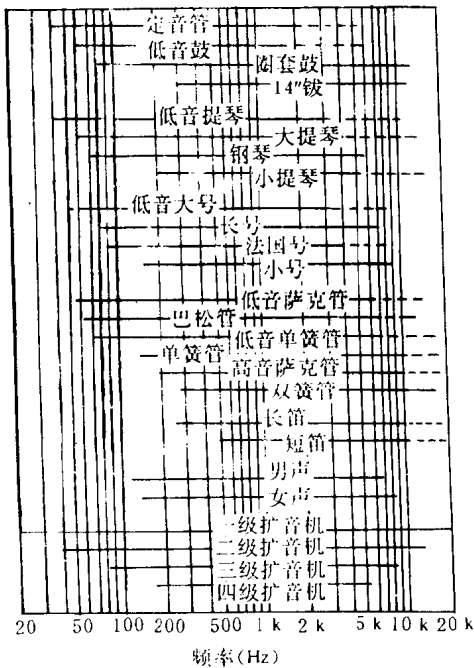


图 1-2 常见乐器与男女声的频率范围

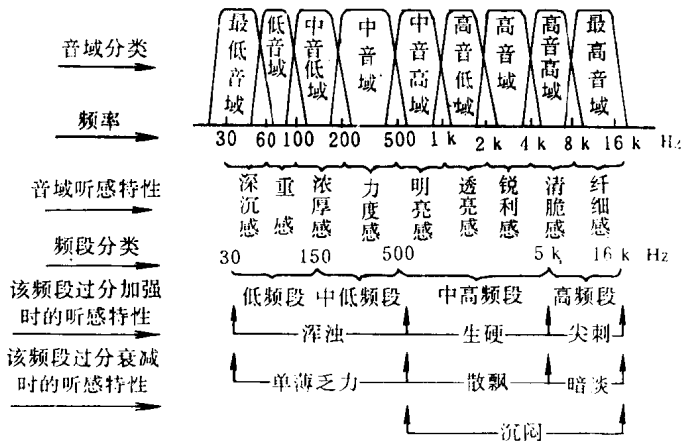


图 1-3 各频段声音对听感的影响

1.3.2 谐波失真

由于各音响设备中的放大器存在着一定的非线性，导致音频信号通过放大器时产生新的各次谐波成分，由此而造成的失真称为谐波失真。谐波失真使声音失去原有的音色，严重时使声音变得刺耳难听。该项指标可用新增谐波成分总和的有效值与原有信号的有效值的百分比来表示，因而又称为总谐波失真。电压谐波失真系数可采用国标规定的测试方法分别测量基波和各谐波分量，按下式进行计算：

$$\gamma = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + \dots}}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots}} \cdot 100\% \quad (1-1)$$

式中 u_1 表示输出电压中的基波分量， u_2 、 u_3 表示输出电压中的二次、三次谐波分量， γ 为电压谐波失真系数。 γ 值越小，说明保真度越高。例如调谐器的谐波失真一般都小于 0.2%，而 CD 唱机的谐波失真可小于 0.01%。可见，CD 唱机的保真度远胜于调谐器。

1.3.3 信噪比

信噪比又称信号噪声比，是指有用信号电压与噪声电压之比，记为 S/N ，通常用分贝值表示：

$$\frac{S}{N} = 20 \lg \frac{u_s}{u_n} \text{ dB} \quad (1-2)$$

式中 u_s 为有用信号电压， u_n 为无用噪声电压。信噪比越大，表明混在信号里的噪声越小，重放的声音越干净，音质越好。

国家标准规定,信噪比可用去调制法或滤基波法来测量。首先测得输出为额定功率时的信号(S)、失真(D)和噪声(N)电压之和($S+D+N$),然后去掉或滤去信号电压,用带通滤波器取出失真和噪声电压($D+N$),计算($S+D+N$)与($D+N$)比值并取对数获得信噪比分贝值。

应该指出,通常有不计权信噪比和计权信噪比两种表示方法。其区别在于后者在取出失真和噪声电压后还要通过 A 计权网络,在数值上后者大于前者。

还要强调,上述 3 项是音响设备最基本的性能指标,各种音响设备还有表征各自特性的其它性能指标。

1.4 现代音响技术

音响技术是一门综合技术,它以物理声学、建筑声学、生理声学、心理声学为基础,涉及电声技术、电子技术及精密加工技术等。特别是微电子技术、数字技术及微电脑技术的应用,使现代音响技术沿着集成化、数字化、高保真和智能化的方向不断发展。

1.4.1 音响集成电路

自从 1967 年出现第一块音响集成功率放大电路以来,随着微电子技术的日益成熟,音响集成电路迅速崛起。目前,音响集成电路的门类齐全,品种繁多。如 AM/FM 高频、中频电路,立体声解码电路,音频前置放大电路,音频处理电路,音频功率放大电路,电平指示驱动电路,自动选曲电路,自动降噪电路,微处理器控制电路及其它特殊功能电路等。音响集成电路的应用,不仅使音响设备的体积减小、成本降低、可靠性提高、生产过程简化,而且使高保真技术和微电脑控制技术得以实现。所以,微电子技术是现代音响技术的重要基础。

1.4.2 高保真技术

追求高保真的音响效果是现代音响技术的基本目标。高保真电路技术主要表现在 4 个方面,即扩展有效频率范围,减小各类失真,降低各种噪声,增强立体声效果。

1. 扩展有效频率范围

高保真放声要求音响系统的每个环节都具有比 IEC 标准更宽的有效频率范围。在音源部分,采用调频广播可使音频带宽达到 30 Hz~15 kHz,密纹唱片和激光唱片可达 20 Hz~20 kHz。盒式录音座由于受带速的限制,采用普通磁头与普通磁带时,其频率响应带宽是不够的。需要用高频特性好的铁氧体磁头与金属磁带配合,才能使录放频率响应带宽达到高保真要求。若采用数字磁带录音技术,则能从根本上改变录音座的技术弱点。在音频放大部分,通常采用负反馈和直接耦合等措施来扩展频带,采用频率均衡等措施来补偿频率特性的失真。而在扬声器部分则采用分频的方法来扩展有效频率范围。

2. 减小各类失真

扩展有效频率范围可以防止或削弱频率失真和相位失真。在大信号工作的功率放大电路中,更要防止产生非线性失真。为此,通常采用全对称互补推挽电路实现功率放大。近

年来推出的采用动态偏置的新甲类、超甲类等新型功放电路，能有效地克服交越失真和开关失真。

3. 降低各种噪声

降低各种噪声，提高信噪比，是改善音质的一条重要途径。采取的措施主要有：采用调频广播体制，在录音座中设置自动降噪系统，用激光唱片替代密纹唱片等。

4. 增强立体声效果

调频立体声广播、优质密纹唱片、盒式录音磁带和数字激光唱片都能输出双声道立体声。然而，这些普通的双声道立体声不能给人以临场感。近年来流行的环绕立体声，利用环绕声处理器模拟出反射声和混响声，令大脑产生错觉，可以制造出逼真的临场效果。

1.4.3 微电脑控制技术

微电脑(微处理器)控制技术的应用，使音响设备实现了多功能、自动化和智能化。现列举数例。

1. 数字调谐系统

由微处理器与锁相频率合成器组成的数字调谐系统是调谐器的重要组成部分。它可以实现自动搜索电台信号，预选存储电台频率，数字显示所接收的电台频率，并具有定时功能及计时功能。

2. 录音特性自动调整系统

在微处理器的控制下，录音特性自动调整系统能够自动调整确定各种磁带的最佳偏磁电流、最佳录音电平及最佳均衡特性，使录音系统获得最佳性能。

3. 微机控制电子机芯系统

微机控制电子机芯系统，采用电子轻触操作或红外遥控，可以实现录音座或激光唱机的全自停、电脑选曲、节目搜索、编程放音、循环放音、记忆定位及多功能显示等，其自动化和智能化程度很高。

1.4.4 数字音响技术

数字音响技术是指把声音信号数字化，并在数字状态下进行记录、传输、重放以及其它加工处理等一整套技术。数字音响技术的理论基础是1939年创立的脉冲编码调制原理(PCM)。随着大规模集成电路时代的到来，从1977年开始，PCM原理应用于数字音响领域，出现了激光唱片和唱机(CD)、数字磁带录音机(DCC)等数字音响设备。而且，随着工艺技术的成熟，产量迅速增长，价格大幅度下降。目前，激光唱片和激光唱机已经逐渐取代了模拟方式的电唱机和密纹唱片(LP)，数字磁带录音机也开始进入市场。音响技术正在从模拟向数字方式过渡。

采用数字音响技术可以获得理想的音质。如激光唱片的各项电声性能几乎达到理想的程度，其频率响应范围达到20 Hz~20 KHz，失真度小于0.01%，信噪比、动态范围及立体声分离度3项指标均大于90 dB。

· 本章小结 ·

音响是指通过放声系统重现的声音。高保真具有3个重要属性，即如实地重现原始声