

现代音响系统

组合与调音

彭妙颜 编著



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry

URL: <http://www.pei.co.cn>

现代营销系统

组合与促销

第 2 章 第 2 节



现代音响系统组合与调音

彭妙颜 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

本书全面介绍了音响系统的组合与调音。全书共十章,包括信号处理电路、调音台和音响系统组合三大部分,分别讲述滤波器、均衡器、延时/混响器、压扩器、降噪器、激励器、变调器、移频器和调音台等的结构、原理和典型产品的电路。考虑到音响工作者经常接触大量进口设备,本书所述的主要设备和部件名称首次出现时都尽量附上英文,这也是本书的一个特色。本书适合广大音响爱好者及音响专业工作者、生产厂家和歌舞厅、俱乐部等管理维修人员阅读,也可供院校有关专业作为教学参考书。

书 名:现代音响系统组合与调音

编 者:彭妙颜

责任编辑:张春元

印刷者:新蕾印刷厂

出版发行:电子工业出版社出版、发行 URL:<http://WWW.phei.co.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 毫米 1/16 印张:14 字数:330 千字

印 数:5000 册

版 次:1998 年 5 月第一版 1998 年 5 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-4614-8
TN·1138

定 价:18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

改革开放以来,我国的专业音响设备不断更新换代。全国各地的电台、电视台、音像厂、影剧院和歌舞厅以及工厂、学校、机关团体等非营业性的礼堂和俱乐部、会议厅等普遍配备了各类专业音响设备。十多年前人们难得一见的调音台、延时器和压扩器等专业音响设备,现已成了千千万万音响工作者和歌舞厅的节目主持人兼音响操作者们天天与之打交道的基本工具。而像均衡器、混响器和普及型混音台等设备也已大量进入家庭。

随着专业音响设备的普及,一支包括专业人士、业余兼职者和业余爱好者在内的从事专业音响设计、生产、销售、安装、调试、维修、管理和操作使用的队伍正在我国迅速壮大起来。这支队伍成员的水平高低不等,却都迫切希望能得到更多的专业知识和资料。本书希望能在在这方面给音响工作者和业余爱好者们提供一点帮助。

从1985年起,根据原广播电视部(现广播电影电视部)电声委员会的有关建议,经上级批准,广州大学与广东人民广播电台合办了一个“音响录音”专业大专班,主要为广播电影电视系统和文化娱乐机构培养音响和录音的专业人材。该班的毕业生分布在全国十多个省市的电台、电视台、电影制片厂、音像公司和文化娱乐机构,从事录音师、音响师、音响工程师以及其它与音响录音有关的专业工作。近两年广东省和广州市也普遍对歌舞厅的操作管理人员开展了持证上岗的培训。笔者有机会长期参加这些专业教育和培训工作,现结合教学需要和工程实践所积累的资料编写成这本书。编写中力求理论与实践紧密结合,突出物理概念、实用电路分析和有关音响系统组合及应用的内容,而适当减少原大专教材中较多的数学推导和理论分析;并以国产或近年进口较多的国外专业音响设备作为实例进行讲述,使读者易于理解并有利于举一反三。考虑到音响工作者经常接触大量进口设备,本书所述的主要设备和部件名称首次出现时都尽量附上英文,这也是本书的一个特色。

全书共十章,包括信号处理电路、调音台和音响系统组合三大部分,分别讲述滤波器、均衡器、延时/混响器、压扩器、降噪器、激励器、变调器、移频器和调音台等的功能、原理和典型产品的电路基本结构。音响系统组合部分讲述了家庭音响组合、3D系统、环绕声系统、立体声影院以及若干大、中、小型的专业音响工程实例,此外还介绍了同声传译、棚内录音和现场录音等系统。

本书适合广大音响爱好者及音响专业工作者、生产厂家和歌舞厅、俱乐部等管理维修人员阅读,也可供院校有关专业作为教学参考书。

全书编写过程中承蒙广州业余大学钟恭良副教授和广州大学周锡韬副教授对全书作了认真的审校,提出许多详细的修改意见和重要的补充;庄超益、杨志勇、杨君里等同志参加整理或提供资料;广州大学电子工程系对本书的出版给予了巨大的支持,在此一并表示诚挚的谢意。

由于作者水平所限,书中存在的错误或不妥之处,敬请读者给予批评指正。

目 录

第一章 概述

第一节 音响系统的基本概念	(1)
一、音响系统和音响设备	(1)
二、音响系统的分类及其组成	(1)
第二节 音响系统中的电平	(3)
一、指数和对数	(4)
二、“分贝”的意义	(5)
三、“分贝”为单位的好处	(5)
四、绝对电平和相对电平	(6)
五、诺模图	(6)
第三节 运算放大器基础	(7)
一、运算放大器的基本概念	(7)
二、闭环集成运算放大器的特性	(8)
三、反相放大器	(8)
四、同相放大器	(9)
五、典型的运算放大器实用电路	(9)

第二章 滤波器和均衡器

第一节 滤波器的作用及分类	(11)
第二节 无源滤波器	(12)
一、电容、电感的传输特性	(12)
二、一阶无源低通滤波器	(14)
三、一阶无源高通滤波器	(18)
四、二阶无源滤波器	(19)
五、无源滤波器的应用实例——功率分频器	(21)
第三节 有源滤波器	(23)
一、一阶有源滤波器	(24)
二、二阶有限增益单反馈环型有源滤波器	(27)
三、二阶无限增益多反馈环型有源滤波器	(30)
四、高阶有源滤波器	(31)
五、带阻有源滤波器	(32)
六、双二阶和状态变量有源滤波器	(34)
七、回转器型有源滤波器	(35)
第四节 有源均衡器	(35)
一、唱头均衡放大器	(36)
二、反馈式音调控制器	(37)

三、参量均衡器	(43)
四、多频段图示均衡器	(44)
第五节 滤波器及均衡器典型电路产品介绍	(52)
一、STUDER 169/269 调音台的滤波和均衡电路	(52)
二、STUDER 900 调音台的均衡电路	(56)
三、Urei 539 房间均衡器	(58)
四、Orban 672 A 参量均衡器	(61)
五、PPE—2400 可编程序均衡器	(62)

第三章 延时/混响器

第一节 基本概念	(65)
一、室内声的组成	(65)
二、吸声处理	(66)
三、最佳混响时间	(67)
第二节 人工延时/混响技术	(68)
第三节 模拟式电子延时/混响电路	(69)
一、BBD 的基本结构及功能	(69)
二、BBD 的延时原理	(70)
三、常用 BBD 器件及其实用电路	(70)
第四节 数字式电子延时/混响电路	(74)
一、数字式延时/混响集成电路	(74)
二、数字式延时/混响器实用电路	(75)
第五节 环绕声	(75)
一、基本概念	(75)
二、环绕声系统的分类和特点	(76)
三、用 BBD 器件组成模拟环绕声处理器	(78)
四、由专用环绕声集成电路 μ PC1891 组成的环绕声放大器	(78)
五、杜比定向逻辑环绕声处理电路 LA2770	(80)
第六节 延时/混响器典型产品简介	(81)
一、K081 型环绕声处理器	(82)
二、SPX 900 型多功能专业效果处理器	(83)
三、Klark-Teknik DN 780 数字混响/效果器	(83)

第四章 压扩器

第一节 动态范围的压缩和扩展	(86)
第二节 压扩器的基本概念	(87)
一、压缩器和压缩比	(87)
二、限制器	(87)
三、阈值	(87)
四、压缩器的起动时间和恢复时间	(88)
五、扩展器	(88)
六、扩展器的释放时间	(88)

七、扩展器的扩展范围	(89)
第三节 压扩器在音响系统中的应用	(89)
一、压限器对系统的保护作用	(90)
二、压缩节目的动态范围,提高录音和扩音的响度	(90)
三、用压缩器制造特殊音响效果	(90)
四、齿音消除器	(90)
五、噪声门	(90)
六、用扩展器“绷紧”声音	(91)
七、用扩展器制作特殊音响效果	(91)
第四节 压扩器电路原理	(92)
一、用半导体三极管作压控衰减器件	(92)
二、用场效应管作压控衰减器件	(93)
三、由专用集成电路组成的压扩器	(93)
第五节 压扩器典型产品简介	(95)
一、501型压限器	(95)
二、DBX900系列压限器	(98)

第五章 降噪器

第一节 降噪器的功能及分类	(99)
第二节 常用降噪器的原理和特点	(101)
一、杜比A型降噪器	(101)
二、杜比B型降噪器	(102)
三、杜比C型降噪器	(104)
四、dbx型降噪器	(106)
五、非互补型降噪器——动态滤波器	(107)
六、杜比HX型降噪器	(109)
第三节 降噪器典型电路及产品介绍	(112)
一、分立元件杜比B降噪器	(112)
二、集成电路杜比B降噪器	(114)
三、集成电路杜比B、C降噪器	(115)
四、集成化动态降噪(DNR)器	(117)
五、dbx系列专业降噪器	(119)

第六章 激励器、变调器、移频器和对比放大器

第一节 听觉激励器	(120)
一、基本原理	(120)
二、Aphex I型听觉激励器	(121)
三、Aphex-C型听觉激励器	(123)
四、听觉激励器的连接	(124)
第二节 变调器和移频器	(124)
一、音调的基本知识	(124)
二、变调器的功能和原理	(125)

三、带变调功能的卡拉 OK 放大器	(127)
四、移频器	(128)
第三节 声音对比放大器/噪声消除器	(129)
一、声音对比的原理	(129)
二、噪声消除器的原理	(129)
三、使用方法	(129)

第七章 调音台的分类及结构

第一节 调音台的分类	(131)
第二节 调音台的基本结构	(131)
一、输入组件	(131)
二、输出组件	(136)
三、监控组件	(137)
四、调音台的电平图	(139)
第三节 调音台发展的新技术	(139)
一、压控放大器和电子衰减器	(139)
二、自动合成系统	(141)
三、数字调音台	(143)

第八章 典型调音台的特性及电路构成

第一节 国产 412 型 6 路专业级调音台	(146)
一、412 调音台的基本结构	(146)
二、412 调音台各单元的指标及电路构成	(147)
三、412 调音台的操作使用	(151)
第二节 ETC1200 型 12 路娱乐级调音台	(152)
一、ETC 1200 的基本结构	(152)
二、调音台的连接	(154)
三、方框图介绍	(154)
四、电路分析	(157)
第三节 STUDER 961/962 型 10/13 路广播级调音台	(160)
一、电平图	(161)
二、总方框图	(166)

第九章 普及型调音台电路设计及调试

第一节 普及型家用 AV 调音台的电路设计	(167)
一、普及型调音台的主要技术指标	(167)
二、整机电路总体设计	(167)
三、各级增益的分配	(168)
四、设计计算	(169)
第二节 装配工艺	(173)
第三节 整机调试	(173)

第十章 音响系统的组合

第一节 “组合”的概念	(175)
第二节 常用音响设备的输入和输出电平	(176)
第三节 简单的家庭音响组合	(177)
一、欣赏 CD 唱片的简单组合	(177)
二、欣赏录音带或广播节目的简单组合	(178)
三、家用多功能卡拉 OK 音响组合	(179)
第四节 以混音台为中心组成家庭卡拉 OK (AV) 系统	(180)
一、家庭 AV 系统方案之一	(180)
二、家庭 AV 系统方案之二 (3D、环绕声系统)	(180)
第五节 中小型厅堂扩声系统	(184)
第六节 中型多功能厅堂扩声系统	(185)
第七节 大型文艺演出扩声系统	(188)
一、概述	(188)
二、主扩音系统	(189)
第八节 大型室内运动场扩声系统	(197)
第九节 中小型迪斯科舞厅扩声系统	(198)
第十节 中型多功能歌舞厅 AV 系统	(200)
一、系统结构	(201)
二、不同功能时系统的工作情况	(201)
第十一节 立体声电影院扩声系统	(203)
一、概述	(203)
二、系统组成及工作原理	(204)
三、系统的扩大或缩小	(204)
第十二节 公共广播和背景音乐系统	(205)
第十三节 同声传译系统	(207)
一、有线同声传译系统	(207)
二、无线同声传译系统	(207)
三、红外线同声传译系统	(208)
四、直接感应式同声传译系统	(208)
第十四节 录音室“现场录音”系统	(208)
第十五节 大、中型音乐厅现场录音系统	(210)
第十六节 多声道分期录音系统	(212)
参考文献	(213)

第一章 概 述

第一节 音响系统的基本概念

一、音响系统和音响设备

音响系统也称为声频系统或电声系统,通常是指广播电台、电视台、电影制片厂、唱片厂、音像设备厂、剧场、舞厅、音乐厅、电影院、礼堂、运动场以及家庭等场所用于扩音或录音的设备的组合。这些设备通称为音响设备。常见的音响设备有以下几种:

1. 音频放大器,如前置放大器、话筒放大器、唱头放大器、功率放大器等;
2. 信号源,又称节目源,如电唱机、CD唱机、录音机、收音机(调谐器)等;
3. 电声换能器,如扬声器、耳机和传声器(话筒)等,其中传声器同时也是一种信号源;
4. 音频信号处理设备,包括均衡器、降噪器、延时/混响器、压缩/限幅器、嘶声消除器、听觉激励器等;
5. 调音台,也可将其看成是音频放大器和音频信号处理设备的一种组合。

用上述音响设备组成各种音响系统,以适应不同的使用场合和不同的目的要求。本书专门讲述信号处理设备和调音台的结构、原理和应用,并讲述如何把各种音响设备组合成各种家用的和专业的音响系统。

二、音响系统的分类及其组成

音响系统有多种分类方法,通常按其主要任务或最终目的不同而划分为扩音系统和录音系统两大类。

1. 扩音系统

扩音系统的任务是把从传声器、电唱机、调谐器或录音机等信号源送来的语言或音乐音频信号进行放大、控制及美化加工,最终送到扬声器或耳机,还原成声音信号供人们聆听。根据使用场合不同,扩音系统又可分为室外扩音系统(如车站、码头、广场、运动场和剧场的扩音系统)和室内扩音系统两大类。其中室内扩音系统又包括:

(1)厅堂扩音系统。它包括礼堂、剧场、电影院、音乐厅、会议厅、歌舞厅等装设的大功率系统以及家庭用的小功率系统。

(2)公共广播系统。如酒店将音乐节目送到每间客房的中央音响系统,工矿企业、机关、学校和农村常见的有线广播系统等,都属于此类。

(3)背景音乐系统。装设于餐厅、商场、银行和酒店的公共场所,采用许多分散的扬声器,播放声音较轻的音乐,目的是创造适当的环境气氛,其结构与公共广播系统比较近似。

(4)同声传译系统,也称为即时传译系统。用于国际会议等场合,能把发言者的讲话通过若干名译员即时口译成几国语言,供与会者用耳机选听。

本书的第十章将对上述各种系统作较详细的讲述。

图 1.1 是一个最简单的单声道厅堂扩音系统,由话筒、放大器和扬声器组成,可用于大会作报告、讨论会发言、单位有线广播以及小型文艺演出等场合。其结构简单,价格较低廉,功能较少,电声指标不高。

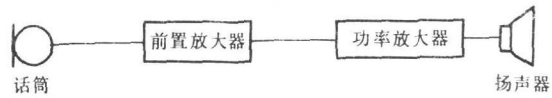


图 1.1 简单扩音系统

图 1.2 是一个高保真立体声家庭扩音系统(组合音响)示意图。该系统以一台放大器为中心组成,包括电唱机、CD 唱机、调谐器、卡式录音座、均衡器和音箱等设备。有条件时还可以连接话筒、录像机、镭射影碟机和电视机等组成家庭音像(AV)系统和卡拉 OK 系统。

图 1.3 是一个高保真、立体声、多功能的现代厅堂专业扩音系统示意图。它以一台多路调音台为中心组成,包括多种信号源、放大器、音箱和音频处理设备,适用于剧场、舞厅或音乐厅等场合,可以用唱片或磁带播放音乐,也可用话筒讲话、卡拉 OK 演唱或进行戏剧、歌舞等文艺演出,具有较高的电声指标,当然造价也比较昂贵。

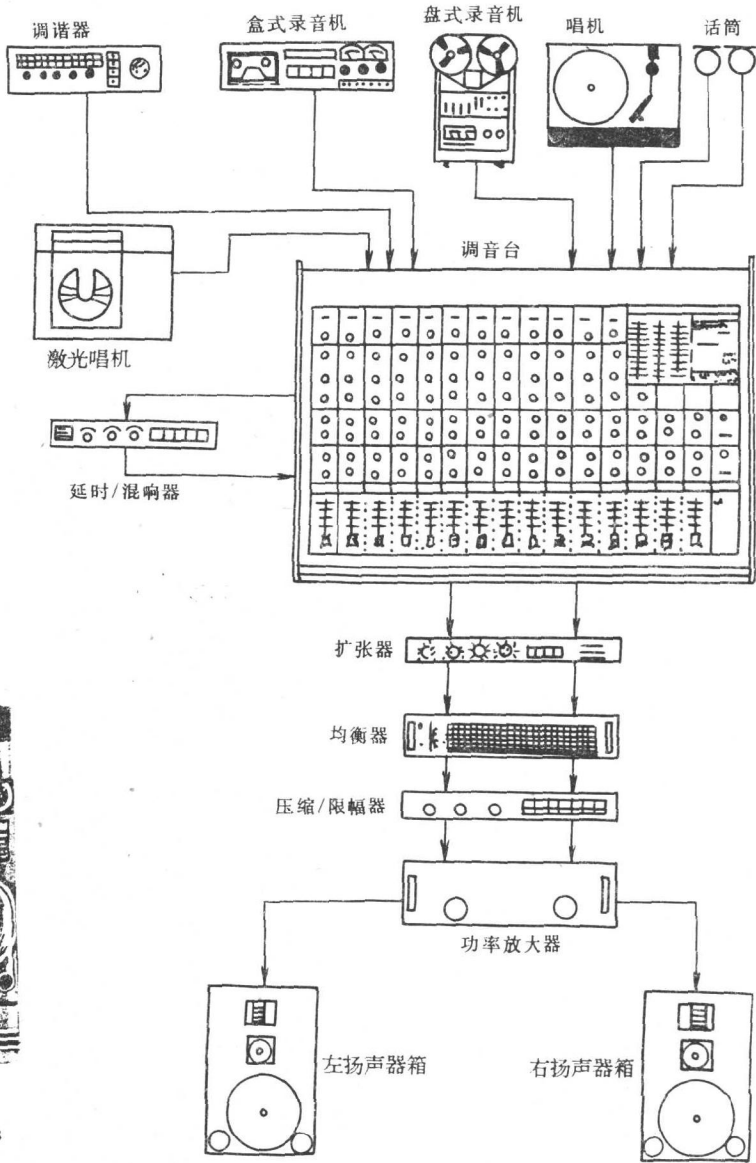


图 1.3 高保真立体声厅堂扩音系统



图 1.2 家庭扩音系统(组合音响)
①电唱机;②CD 唱机;③调谐器;
④均衡器;⑤录音座;⑥功放

2. 录音系统

录音系统的任务是把从传声器、电唱机、调谐器或另一台录音机等信号源送来的音频信号进行放大、控制及加工美化,最后送到磁带录音机的录音头,进行磁带(磁性)录音,或送到唱片刻纹机的刻纹头,进行唱片(机械)录音,或送到电影录音设备的光电系统,进行电影(光学)录音等等。录音系统的最终目的是把声音信号记录下来,待到需要时再通过其它重放设备还原成声音。

录音系统按照对音频信号记录的方法不同,可分为磁性录音、机械录音和光学录音等多种。

录音系统也可按照录音工艺的不同,分为前期录音系统、后期合成加工系统和复制系统等几类。

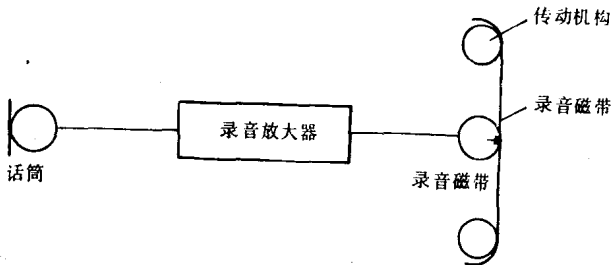


图 1.4 最简单的录音系统

图 1.4 为一最简单的单声道录音系统方框图。由一个话筒,一个录音放大器,一个录音磁头再加上一套机械传动装置组成。一台单声道录音机就可以组成上述的简单录音系统。要想提高录音质量,还需要增加多种附属设备。图 1.5 所示为一个 16 声道专业录音系统的方框图,它由 16 声道调音台、16 轨录音机、立体声录音机、电唱机、房间均衡器、混响器、延时器、功率放大器、监听扬声器、监听耳机加上多个传声器以及其它附属部件组成。这是一个高质量的录音系统,适用于广播电台、电视台、电影制片厂、唱片厂和音像磁带厂等专业单位,既可作前期录音,也可作后期合成加工。整个系统分别安装于演播室和控制室两个隔开的房间内,其详细结构原理将在以后的章节中进一步阐述。

以上我们把音响系统划分为扩音系统和录音系统两大类,但实际上两者又不可能绝对严格分开。如图 1.3 的扩音系统,其信号源部分便包括有盘式录音机和卡式录音机,而这些录音机本身就可看成是一个简单的录音系统了。同样,在图 1.5 的录音系统中,控制室中由监听放大器、房间均衡器和监听扬声器等组成的监听设备,实质上就是一个相当完整的扩音系统。

音响系统除了按上述原则划分为扩音系统和录音系统两类以外,还有其它分类方法。例如:按其信号处理方式可分为模拟音响系统和数字音响系统;按声道的数目多少划分为单声道音响系统、立体声音响系统和多声道音响系统;按其档次不同而划分为民用(家庭用)音响系统和专业音响系统等。

第二节 音响系统中的电平

音响系统是由许多部件、许多环节组成的,各部件、各环节的输入、输出端口以及它们相互之间,都有信号强度的变化及配接等问题。信号的强度可以用电流、电压、功率等参数来表示,但为了使信号的强弱同人的主观感觉相符,也为了工程计算方便,信号的强度实际上都用“电平”来表示。电平是通过通过对数运算来定义的,它的单位是“分贝”(dB)。

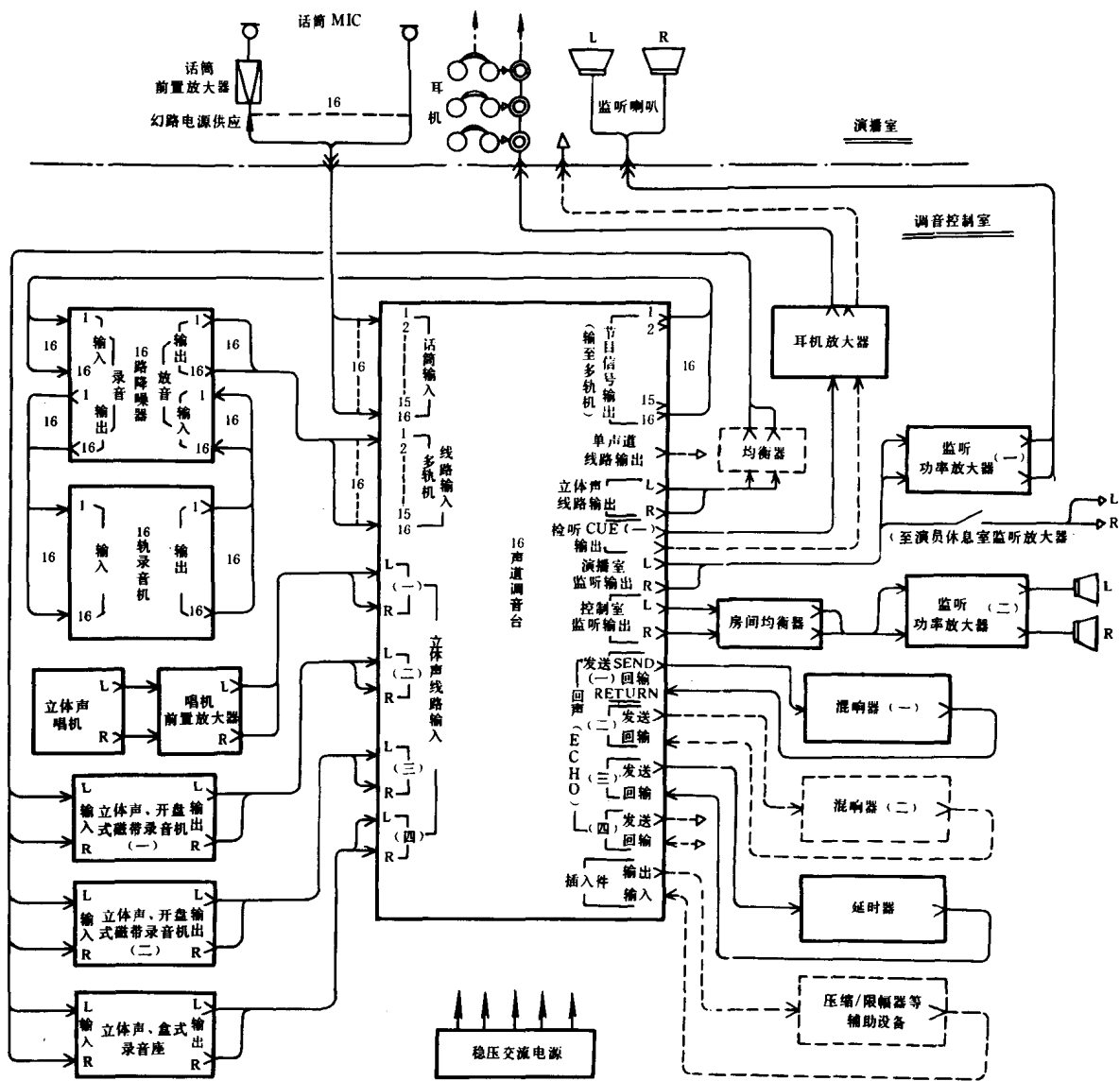


图 1.5 16 声道分期录音系统

一、指数和对数

要了解分贝的意义,先要复习一下初等数学中指数和对数的概念。

已知 10 的 2 次幂等于 100,记作

$$10^2 = 100$$

这里 10 是底数,2 是指数,100 是 10 的 2 次幂。

如用对数表示,则记作

$$\lg_{10} 100 = 2$$

上式中 lg(或 log)是对数的记号,10 是底数,100 是真数,2 叫做以 10 为底的 100 的对数。

一般运算中凡是以 10 为底时底数可略去不写,即上式可写成

$$\lg 100 = 2$$

同理,因

$$10^0 = 1, \text{即 } \lg = 0$$

$$10^1 = 10, \lg 10 = 1$$

$$10^3 = 1000, \lg 1000 = 3$$

余此类推。

以 10 为底的其它对数的值,可从对数表中查得。

二、“分贝”的定义

设 K_P 为两个功率的比值,即

$$K_P = \frac{P_2}{P_1}$$

取它的对数值,并且规定,当以 10 为底,对 K_P 取对数时, $\lg K_P$ 的单位为“贝”(Bel)。取它的十分之一为单位,称为“分贝”(DeciBel,简称为 dB),以 K_{dB} 表示,即

$$K_{dB} = 10 \lg K_P \text{ (dB)}$$

例如,某放大器输入功率 10W 时,输出功率为 1000W,即功率放大倍数为:

$$K_P = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1000W}{10W} = 100$$

则

$$K_{dB} = 10 \lg K_P = 10 \lg 100 = 10 \times 2 = 20 \text{ dB}$$

即用对数表示时,该放大器的功率增益为 20dB。

分贝的定义也可以用电压比(或电流比)给出。设 P_2 与 P_1 是消耗在同一阻值 R 上的功率,则有

$$K_{dB} = 10 \lg K_P = 10 \lg \frac{V_2^2/R}{V_1^2/R} = 20 \lg \frac{V_2}{V_1} = 20 \lg K_v$$

同理,分贝除了可用来表示电压、电流和功率的放大倍数(增益)外,也可以表示衰减系数、信噪比等。下表为电压放大倍数 K 与分贝的对应关系:

电压比 K	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	0.5	0.707	1	1.44	2	10	10^2	10^3
$\lg K$	-3	-2	-1	-0.3	-0.15	0	0.15	0.3	1	2	3
分贝(20lgK)	-60	-40	-20	-6	-3	0	3	6	20	40	60

三、“分贝”为单位的好处

(1)人耳的听觉是符合对数特性的。例如,我们以扬声器给出 100mW 的功率为比较基准,那么 1W 功率就是 10dB,10W 功率则为 20dB,当我们把扬声器输出功率从 100mW 提高到 10W,功率提升了 100 倍,但人耳的感觉并非变化 100 倍,而是只有 20 倍,因此用取对数的方式来说明一些声频技术指标更确切。

(2)取对数后可以把乘除运算简化为加减运算。例如,有两级放大器与一级衰减器串联,已知各级的增益或衰减量分别为 $K_1 = 16 (K_{dB1} = 24 \text{ dB})$, $K_2 = 39 (K_{dB2} = 31.8 \text{ dB})$, $K_3 = 0.5 (K_{dB3} = -6 \text{ dB})$,则总的传输系数为

$$K_{dB} = 24 + 31.8 - 6 = 49.8 \text{ dB}$$

(3)当某些公式中包括乘、除、乘方、开方混合运算时,取对数计算比较简便。例如,数码信

号增量调制器信噪比的公式

$$\frac{S}{N} = 0.2 \frac{f_0^{3/2}}{f \sqrt{f_c}}$$

若 $f_0 = 32\text{kHz}$ 、 $f_c = 3.4\text{kHz}$ 、 $f = 800\text{Hz}$ ，求 S/N ，可用 dB 表示为

$$\begin{aligned} 20\lg\left(\frac{S}{N}\right) &= 20\lg 0.2 + \frac{3}{2}(20\lg f_0) - 20\lg f - \frac{1}{2}(20\lg f_c) \\ &= -14 + 135 - 58 - 35.5 = 27.7\text{dB} \end{aligned}$$

(4) 作图时取对数坐标有“压缩”、“扩张”作用。这在下一章有关“波特图”的讨论中将进一步说明。

四、绝对电平和相对电平

以分贝来表示的电压、电流或功率的相对比值，并不代表绝对数字。例如，20dB 表示电压比或电流比为 10 倍，但电压、电流数值是多少，并未说明。这种情况称为“相对电平”表示法。相对电平通常用来说明输出输入端口之间信号强弱的变化，并以输入端口为基准。如果我们规定好统一的比较基准，则相对比值可以引伸为绝对数字，即从“相对电平”变为“绝对电平”。

比较基准有各种不同的选取方法，最常用的是以 $P_0 = 1\text{mW}$ 功率，消耗在 $R = 600\Omega$ 电阻上的情况为标准（即 0dB），这时电压 $V_0 = \sqrt{P_0 R} = 0.775\text{V}$ 。例如， $P = 10\text{mW}$ ，则其绝对电平为

$$10\lg \frac{P}{P_0} = 10\lg \frac{10}{1} = 10\text{dBm}$$

$V = 7.75\text{V}$ ，则其绝对电平为

$$20\lg \frac{V}{V_0} = 20\lg \frac{7.75}{0.775} = 20\text{dBm}$$

为了避免与相对电平表示法混淆，绝对电平用符号 dBm（叫做“毫瓦分贝”）表示。

另一种常用的比较基准是消耗功率 $P_0 = 1\text{W}$ ，用符号 dBW 表示（也叫做“瓦分贝”）。例如，绝对电平为 3dBW，即表示功率数值为 3W。

声频工程上常见的电平表，通常就是直接刻写绝对电平的 dB 值。

五、诺模图

为了免去经常查对数表的麻烦，图 1.6 提供了两个很有用的诺模图，其中图(a)是直接求功率比分贝数值的诺模图，图(b)是直接求电压比或电流比分贝值的诺模图。用法很简单，对于精确度要求不很高的工程估算是非常方便的。下面举几个例子说明诺模图的使用法。

例一 求 20W 和 500W 之间的比率的分贝数。

解 在图 1.6(a)中，在 20W 的上面读得 13，在 500W 上面读得 27，则

$$27 - 13 = 14\text{dB}$$

例二 求 4V 和 80V 之间的比率的分贝数。

解 查图 1.6(b)可得 $38 - 12 = 26\text{dB}$ 。也可以先求出 $\frac{80\text{V}}{4\text{V}} = 20$ 倍，然后在诺模图上查出 26dB。注意，使用图 1.6(b)时有一条限制，即这两个电压或电流必须是相关于同一个固定负载。

例三 已知 0dBm 的基准电压为 0.775V, 试求 3dBm、6dBm、10dBm、20dBm 和 -10dBm 时, 各代表的电压是多少伏?

解 绝对值等于 0.707 乘以图 1.6 诺模图上查出的比值, 即

$$\begin{aligned} 0\text{dBm} & 0.707 \times 1 = 0.707\text{V}, \\ 3\text{dBm} & 0.707 \times 1.4 = 0.98 \approx 1\text{V} \\ 6\text{dBm} & 0.707 \times 2 = 1.414\text{V} \\ 10\text{dBm} & 0.707 \times 3.16 = 2.23\text{V} \\ 20\text{dBm} & 0.707 \times 10 = 7.07\text{V} \end{aligned}$$

-10dBm 表示“衰减”, 应取倒数, 即

$$-10\text{dBm} \quad 0.707 \times \frac{1}{3.16} = 0.22\text{V}$$

第三节 运算放大器基础

现代调音台和各种信号处理设备的设计正逐步趋向集成化, 特别是普遍选用高性能的集成运算放大器组成各种单元电路。为此, 本节先将集成运算放大器的基本概念作一简介。读者如需了解这方面更详尽的内容, 可参阅有关“电子技术”和“运算放大器”等类书刊。

一、运算放大器的基本概念

我们知道, 集成电路按其功能来分, 有数字集成电路和模拟集成电路两大类。模拟集成电路种类繁多, 有运算放大器、宽频带放大器、功率放大器以及音像设备中的专用模拟集成电路等等。其中集成运算放大器(简称集成运放或运放)是应用极为广泛的品种之一。集成运算放大器的类型很多, 电路也不尽一致, 但在电路结构上却有共同之处。图 1.7 所示为运算放大器的内部组成原理图, 图中输入级一般是由半导体三极管或场效应管组成的差动放大电路, 利用它的对称特性, 可以提高整个电路的共模抑制比和其它方面的性能, 它的两个输入端构成整个电路的反相输入端和同相输入端。电压放大级(一级或多级)用以提高电压增益。输出级一般由射极跟随器或互补放大器组成, 以提高输出功率。

图 1.8 是简单运算放大器的符号。它有一个输出端 3, 一个反相输入端 1 和一个同相输入端 2, 当输入信号 u_N 从反相输入端输入时($u_P=0$), 输出信号 u_o 与 u_N 反相; 当输入信号 u_R 从同

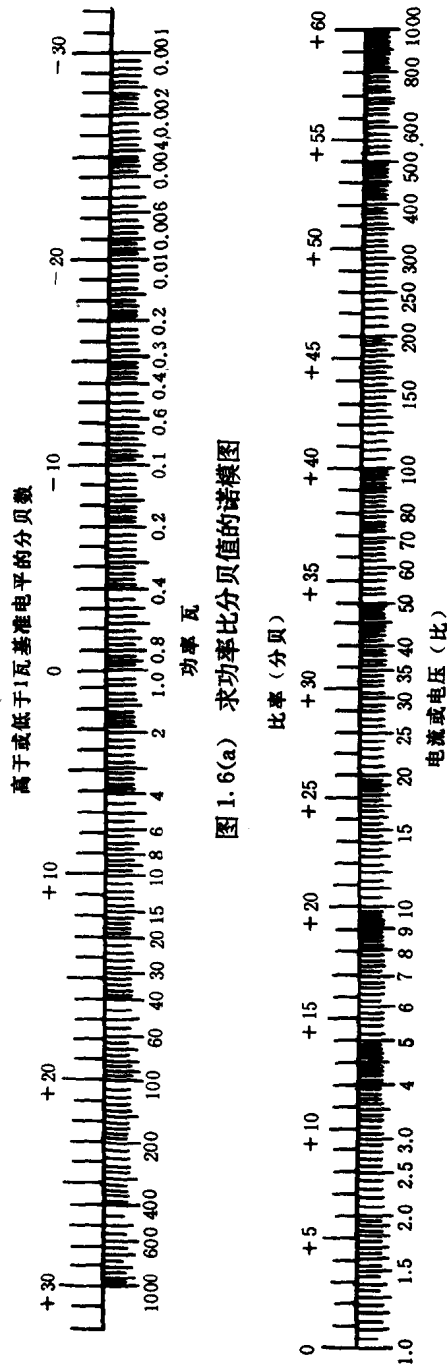


图 1.6(a) 求功率比(分贝)值的诺模图

图 1.6(b) 求电压比(电流比)分贝值的诺模图