

现代音视 与 调音调光技术

主编 宋亦芳

71912.2

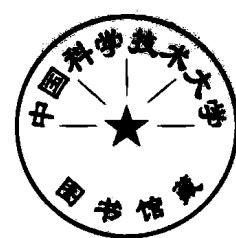
上海交通大学出版社

TX/712.2
S34

399895

现代音视与调音调光技术

宋亦芳 主编
王培坚 编著
毛国强
何黎明
邵 东
谢德煦
王伟泰 主审



上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书对现代音源器材、音响设备、音乐中心周边设备、扩音系统、录像机、摄像机、监视器、激光影碟机、特技机、电子编辑机的基本原理、技术性能和应用作了较为全面系统的论述。同时深入浅出地介绍了如何选配音响设备和音源器材;选配家庭 A/V 中心;组建剧场、广场扩音系统;制作电视节目;舞厅、舞台、演播室的灯光照明技术及配备要领。

本书编写系统合理,实用性强,可供中等职业技术学校、企事业单位、节目制作人员、音视工程师、电子爱好者使用,也可作为从事职业培训的有关师生的参考教材。

编 者

1996 年 3 月

现代音视与调音调光技术

上海交通大学出版社·出版

(上海市番禺路 875 号 邮政编码 200030)

新华书店上海发行所·发行

昆山亭林印刷总厂·印刷

开本:787×1092(毫米) 1/16 印张:19 插页:4 字数:470 000

版次:1997 年 2 月 第 1 版 印次:1997 年 2 月 第 1 次

印数:1~8000

ISBN 7-313-01799-5/TN·070 定价:18.00 元

序

随着现代电子技术的日新月异和人们物质、文化生活的提高,人们对各种新型音响设备、视像设备及其系统的选用和欣赏要求与日俱增。作者根据多年从事教学和工程设计的实践经验,并参考了国内外有关资料,编写了本书。

阅读本书,读者可以系统而全面地了解各种现代音响和视像产品及系统的基本原理,系统的组合原则,电视节目的制作技术,舞厅、舞台、演播室照明处理等专门知识,迅速掌握其设备的选择、使用、成套、系统调试以及制作节目、调光等专业技能。

本书图文并茂,理论结合实践,实用性较强。

本书的出版将给广大从事音响、视像、调光工程设计和管理人员带来方便,也可作为职业教学参考用书。

杨宗秩

1996年3月

前 言

为了适应广大读者系统地了解现代音响技术和最新音像技术,掌握音响系统和视像系统的设备选择,系统的配置、成套及调试的专业技能的需要,我校邀请有经验的高级专业技术人员,借鉴德国相关专业的教学理论;结合我校教学实践,编著《现代音视与调音调光技术》一书。全书共十八章,注重于原理性的阐述,注重于使用操作或制作,注重于系统分析,注重于在设备选型和系统设置时必须考虑到新技术发展趋势。

编著本书的有:宋亦芳、王培坚、毛国强、谢德煦、邵东、何黎明等教师和高级工程师。本书由王伟泰高级工程师统稿。

本书在编写过程中,得到了上海仪电控股(集团)公司副总裁、上海影视学会副会长杨宗秩高级工程师、上海职业技术教育培训教材编委会陈家芳同志的热情指导和帮助,并得到上海广电音视技术公司的大力协助,在此一并表示感谢。

· 由于水平和经验有限,书中存在的缺点和错误在所难免,敬请批评指正。

上海广播电视职业技术学校

1996年3月

目 录

第一章 音响技术基础知识	1
第一节 频率、周期、相位.....	1
第二节 声压、声压级	2
第三节 响度、响度级	3
第四节 分贝.....	4
第五节 混响、延时及平均自由程	5
第六节 噪声及信噪比.....	6
第七节 平均功率、有效值功率、最大功率、音乐功率	7
第二章 室内声学 and 音质评价	9
第一节 室内声的组成.....	9
第二节 混响声和混响时间	10
第三节 常用吸声材料及吸声处理	12
第四节 最佳混响时间	16
第五节 室内噪声控制	19
第六节 音质评价	23
第三章 音源器材	27
第一节 各种盒式录音机的特点	27
第二节 盒式录音座的特殊功能	29
第三节 录音机芯的关键指标	33
第四节 录音机的维护保养和磁带选用	34
第五节 激光(CD)唱机及其基本原理	39
第六节 CD 唱机的技术指标及维护保养	42
第七节 各种 CD 唱片的特点	44
第八节 电唱机	45
第九节 新型数码音源——DAT、MD、DCC	48
第四章 电声器件	52
第一节 传声器的分类和特性	52
第二节 传声器的技术指标	56
第三节 传声器的使用和维护	58
第四节 扬声器的种类和特性	61
第五节 扬声器的技术指标	63

第六节 耳机	65
第五章 扬声器系统	67
第一节 扬声器系统的分类和构造	67
第二节 扬声器系统的技术指标	69
第三节 分频器	74
第六章 频率均衡器	77
第一节 均衡器的种类和特点	77
第二节 均衡器的技术指标	79
第三节 均衡器的操作要点	82
第四节 均衡器的应用举例	84
第七章 调音台	86
第一节 调音台的作用和种类	86
第二节 调音台的主要功能	86
第三节 调音台的基本结构和技术指标	89
第四节 调音台的选择及操作要点	91
第八章 延时器和混响器	94
第一节 延时器和混响器的功能	94
第二节 延时器和混响器的种类	95
第三节 电子式延时和混响器的原理	97
第四节 电子延时器和混响器的应用	100
第五节 电子延时器和混响器的选择	103
第九章 杜比环绕声和 DSP 处理技术	107
第一节 环绕立体声	107
第二节 杜比定向逻辑(Pro Logic)环绕声	109
第三节 家庭影院数字声场处理器(DSP)	111
第十章 功率放大器	114
第一节 功率放大器的种类和特点	114
第二节 功率放大器的技术指标	117
第三节 功率放大器的选择	119
第十一章 电声系统的周边设备	121
第一节 压缩器、限幅器和扩展器	121
第二节 降噪器	125

第三节	听觉激励器	130
第四节	频移器和调相器	131
第十二章	扩声系统	133
第一节	扩声系统的分类	133
第二节	扩声系统的设备配接	135
第三节	扩声系统音箱的布置方式	139
第四节	扩声系统室内声压级及总功率的估算	140
第五节	扩声系统工程注意事项	142
第十三章	扩声系统的实践	144
第一节	语言扩声系统	144
第二节	一般舞厅扩声系统	146
第三节	迪斯科舞厅扩声系统	147
第四节	多功能厅(剧场、礼堂)扩声系统	147
第五节	体育馆扩声系统	149
第六节	体育场(广场)扩声系统	149
第七节	录音系统	151
第八节	家庭影院扩声系统	152
第九节	宾馆广播系统	154
第十四章	扩声系统的调试、测量和评价	156
第一节	扩声系统的调试	156
第二节	扩声系统的测量准备	162
第三节	传输频率特性的测量	163
第四节	最大声压级的测量	164
第五节	传声增益、声场不均匀度的测量	164
第六节	总噪声的测量	165
第七节	系统失真的测量	165
第八节	厅堂扩声系统客观评价标准	166
第十五章	视频和视频设备	169
第一节	彩色全电视信号	169
第二节	彩色摄像机	181
第三节	录像机	195
第四节	分量录像机和数字录像机	207
第五节	彩色监视器	211
第六节	视频切换器和特技机	216
第七节	激光影碟机(LD)	221

第十六章 录像节目制作系统	225
第一节 前期摄制系统.....	225
第二节 后期制作系统.....	234
第十七章 多媒体制作系统	237
第一节 多媒体.....	237
第二节 多媒体的关键技术.....	237
第三节 多媒体数据存贮.....	238
第四节 多媒体电视制作系统.....	239
第五节 家庭多媒体音像系统的配置.....	243
第十八章 舞厅、舞台、演播室的灯光	246
第一节 光和色彩的作用原理.....	246
第二节 电光源.....	251
第三节 舞台、演播室的照明系统	257
第四节 舞厅的灯光系统.....	271
第五节 舞台灯光的控制.....	274
第六节 布光技巧及业余摄像布光.....	285

第一章 音响技术基础知识

要学好音响技术,需要掌握音响技术的一些基本概念、基本知识,尤其是对声音(波)的一些特性有一个基本了解,才能通过分析其基本原理来解决操作中出现的许多新问题,才能在调音技术上登上一个新台阶。

第一节 频率、周期、相位

一、频率

频率是电学、声学中的一个基本量。很多声学量都与频率有关,传声器灵敏度的校正、电声换能器频率特性的测量、厅堂音质的鉴定以及信号分析都离不开频率。

频率的定义是单位时间内信号振动的次数,单位是每秒振动的次数为 Hz(赫兹),频率的符号一般用 f 表示。

$$1\text{Hz(赫兹)}=10^{-3}\text{kHz(千赫)}=10^{-6}\text{MHz(兆赫)}$$

在声学和电学领域里,频率一般是指正弦波信号的频率。因为任何信号都可以认为是各种频率的正弦波叠加,或者说任何信号含有正弦波的各种频率成分。人们通过对各种频率成分含量的分析,可以了解该信号的许多特性。

人的声音信号可以分解为各种频率正弦信号的叠加,通过频谱分析我们可以知道,男声的高频成分要比女声的高频成分少且幅度小,男声的低频成分要比女声的低频成分多且幅度大,故男声声音较低沉混厚,女声声音较尖细。由此可见,对信号频率的分析是非常重要的。

二、周期

周期是衡量周期信号的另一个量,定义是信号每振动一次所需的时间,单位为 s(秒),周期一般用符号 T 表示。

由 f (频率)和 T (周期)的定义可知:它们之间互为倒数关系。即

$$f=\frac{1}{T}$$

三、相位

相位是电学和声学的另一个基本量。音响系统中,音质的改变与声音信号的相位有很大关系,换句话说,可以通过改变声音信号的相位来改善音质。

例如有一声音(单频)信号为:

$$u=U_m \sin (\omega t+\varphi)$$

则称 $\omega t+\varphi$ 为相位角, φ 为初相角。

如有两个同频声音信号

$$u_1 = U_{m1} \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$u_2 = U_{m2} \sin(\omega t + \varphi_2)$$

称 $\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$ 为 u_1 相对于 u_2 的相位差。

如 $\Delta\varphi > 0$, 则 u_1 超前 u_2 一个 $\Delta\varphi$;

如 $\Delta\varphi < 0$, 则 u_1 滞后 u_2 一个 $\Delta\varphi$;

如 $\Delta\varphi = 0$, 则 u_1 与 u_2 同相;

如 $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$, 则 u_1 与 u_2 正交;

如 $\Delta\varphi = \pi$, 则 u_1 与 u_2 反相。

第二节 声压、声压级

一、声压

当声音在空气中传播时,由于声波的作用,媒介的各部分产生一定的压缩和膨胀,且呈周期变化,从而使局部气压发生涨落变化,空气密集处压强增强,稀薄处压强降低,这种由声波引起的压强变化叫声压。一般用 p 表示,单位是 Pa(帕)。声压的大小反映了声音振动的强弱,同时也决定了声音的大小。

声压与频率一样,是声学的一个基本量。这是因为:

1) 声波的传播规律主要是以声压的传播规律为基础来描述的。

2) 声学中的其他一些参量,它们与声压(及频率)有一定关系,其中有些量可以通过声压和频率两个量推导出来。

3) 从声学测量的角度看,我们从事的测量工作大部分是测量声压的变化规律(随时间、频率以及空间的变化等),例如,混响时间测量是通过测量声压随时间的衰减来求得的;扬声器频响测量是扬声器辐射电压随频率的变化。这些测量实际上是音频声学中几个常用的测试项目。显然,这些测量离不开声压的测量。在声学中,有些量似乎与声压不能建立直接关系,如声速,但要测量声速,常常是利用测出声压随距离变化(驻波仪)间接求得的。

可以说,声压在声学中占有重要地位。

二、声压级

人耳能听到的声音其声压范围极其宽广,从人耳能听到的最低声压(听阈值)到感觉耳痛的最低声压(痛阈)之间相差要近一百万倍,这样宽广的声压值用声压的绝对值来表示声音的强弱显然很不方便,而且从人耳分辨能力来看,主观上产生的“响度感觉”并不是正比于声压的绝对值,而是更接近于与声压的对数成正比。基于这些原因,我们常用声压的相对大小来表示声压的强弱,称之为声压级。

声压级定义为实际声压 p 与基准声压 p_{ref} 的比值取常用对数乘以 20,单位 dB(分贝),即:

$$\text{声压级}(SPL) = 20 \lg(p/p_{ref})$$

p_{ref} 为参考声压,在空气中 p_{ref} 一般取 $2 \times 10^{-5} \text{Pa}$,这个数值就是人耳对 1kHz 声音刚能觉

察到其存在的声音值,也就是 1kHz 声音的可听阈声压。一般来说低于这一声压,人耳就再也觉察不出声音的存在。

第三节 响度、响度级

响度是人们对声音刺激引起的一个感觉量,某种声音的响度,是以该声音与 1kHz 的标准声音比较来决定的。响度的单位是 song(宋),频率为 1kHz、声压级为 40dB 的纯音响度为 1song。

采用声压级来描述声音特征不能完全反映人耳的听觉特性,也就是说用声压级来判断声音对人的听觉产生一个多响的感觉是不完善的。两个频率不同、声压级相同的声音听起来可能会不一样响;而频率和声压级不同的两个声音听起来可能会一样响。根据听觉的这个特性,仿照声压级概念定义了声音响度级这个量,其单位是 phone(方)。任何声音的响度级在数值上与此声音同样响的 1kHz 纯音的声压级相同,例如某一声音(纯音或复合音)听起来和声压级为 70dB 的 1kHz 纯音同样响,那么该声音的响度级就是 70phone。不同频率响度级与声压级之间关系曲线称为等响曲线。如图 1-1。

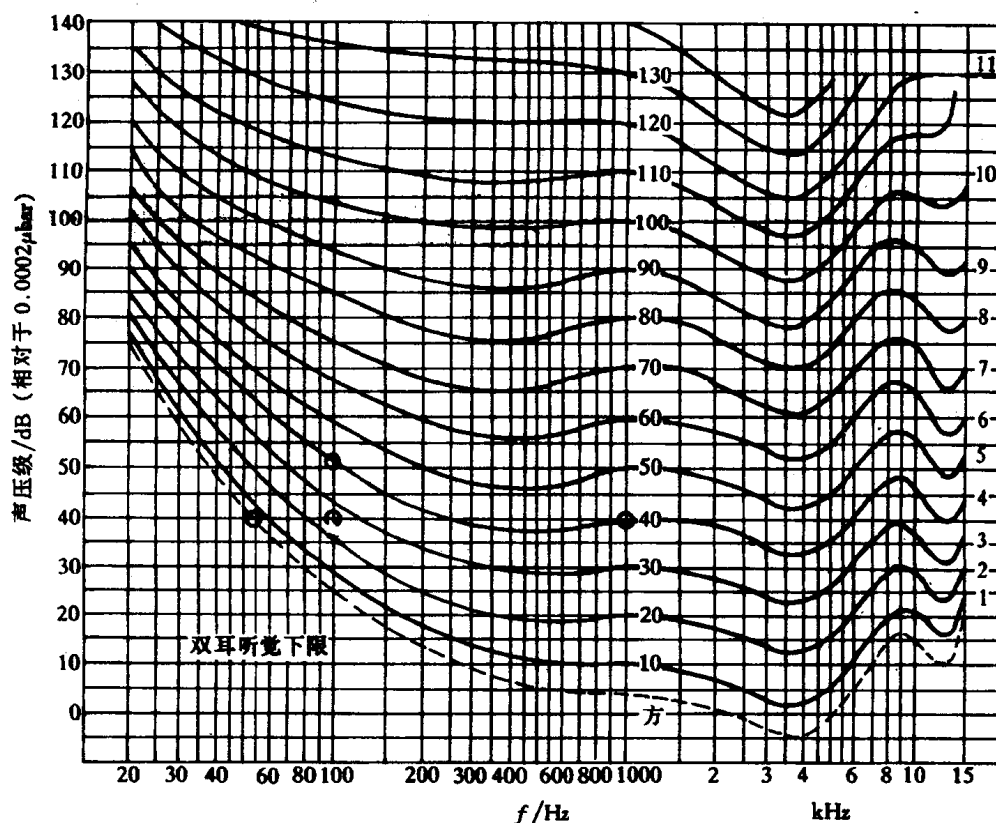


图 1-1 正常人耳的等响曲线

曲线中的每一条等响曲线对应一个固定的响度级值,即 1kHz 频率对应的声压级值。

例如 1 号曲线 1kHz 频率对应的声压级值为 10dB,则 1 号曲线的响度级为 10phone,4 号曲线 1kHz 频率对应的声压级值为 40dB,则 4 号曲线的响度级为 40phone,等等。

从图中我们可以得出以下结论:

1) 人耳对不同频率声音的感觉灵敏度是不一样的。具体来说,对 3~4kHz 声音的灵敏度较高,随着频率向 3~4kHz 两端升高或降低,总的趋势是灵敏度降低。

2) 人耳对不同频率声音的灵敏度还与声压大小有关,随着声压的降低,人耳对低频和高频的灵敏度都要降低,尤其是低频更为明显。这就是为什么当我们将音响开得较小(即低声压级情况下)即使节目中有较多的低音成分,听起来总觉得低音不足,一旦把音响开大,就会感到低音比较丰富。

第四节 分 贝

在电声技术中,表达放大器的增量、音响大小、噪声程度、传输线的衰减等时,要用到 dB (分贝)这一计量单位,尤其是在功率、电压之间的比较时,将某一功率、电压与基准值的比值的对数关系称为电平,是用 dB(分贝)来表示的。

采用分贝作为电平比值单位,具有简化计算等优点。例如,在一系列线性网络串联时,总增益(或总衰减)倍数可由各级的增益(或衰减)相乘而得。如果增益(或衰减)倍数以 dB 这一专用单位来表示,则可使总增益(或总衰减)值的计算简化成以各级增益(或衰减)相加(或相减)求得。这显然给实用带来方便。

采用 dB 作为电平比值单位,使电平的相对值更直观,更符合人们对增益(或衰减)的直观理解,是目前世界上通用的一种电平计量单位。

1. 功率增益公式

若 P_o 为输出功率, P_i 为输入功率, A_P 为功率增益,则

$$A_P = 10 \lg \frac{P_o}{P_i} (\text{dB})$$

若 $\frac{P_o}{P_i} > 1$, A_P 为正的 dB 数,表示网络有功率增益;

若 $\frac{P_o}{P_i} < 1$, A_P 为负的 dB 数,表示网络有损耗,即功率衰减;

若 $\frac{P_o}{P_i} = 1$, A_P 为 0dB,表示网络无功率增益(或无衰减)。

2. 电压增益公式

若网络输入输出阻抗相同, V_o 为输出电压, V_i 为输入电压, A_V 为电压增益,则

$$A_V = 20 \lg \frac{V_o}{V_i} (\text{dB})$$

3. 信噪比

如 S 表示信号, N 表示噪声,则信噪比为

$$S/N = 10 \lg \frac{P_S}{P_N} = 20 \lg \frac{V_S}{V_N} (\text{dB})$$

式中: P_S 为信号功率, P_N 为噪声功率, V_S 为信号电压, V_N 为噪声电压。

4. 功率电平公式

在功率比较时,有以 1mW 作基准功率 P_0 ,相对应的为 0dB,待比较功率 P_x 的实际值用 dB 作单位,即

$$\text{功率电平} = 10 \lg \frac{P_x}{P_0} (\text{dB})$$

5. 电压电平公式

规定以一个 600Ω 电阻上得到 1mW 功率所需的电压值 0.775V 为基准电压 V_0 ,待比较电压 V_x 的电平值用分贝作单位,则

$$\text{电压电平} = 20 \lg \frac{V_x}{V_0} = 20 \lg \frac{V_x}{0.775} (\text{dB})$$

在电声技术中,还有如频率响应、选择性、立体声分离度等均用到分贝这一单位。

第五节 混响、延时及平均自由程

一、混响

声源在室内发出声音,一般可分为直达声、近次反射声(或称早期反射)和混响声(也称残响声)。所谓直达声就是指声源发出的声音中,没有经过介质表面的反射直接进入人耳的那一部分声音。近次反射声就是经过几个反射(早期反射)到达人耳的那一部分声音。反射声到达人耳的时间总是落后于直达声,落后的时间被称作延迟时间,其中第一次反射声相对于直达声的延迟时间称为初始延时。近次反射声过后,反射声的密度迅速增加,但其强度越来越弱,这样后到的反射声就合成主观感觉上的混响声。

在任何一个房间中,自然混响时间的长短是由它的吸声量和体积所决定的。一般来说,吸收强且体积小的房间,混响时间短;吸收弱且体积大的房间,混响时间长。适当加大混响时间,有利于提高声音的丰满度,但混响时间也不宜过长,过长会使声音清晰度下降。

在音响系统中,为了弥补室内自然混响的不足以改善和美化音色,产生各种特殊的音响效果,都人为加上混响器,给声源分配不同的混响时间和混响量,增强其声音的艺术感染力。混响器是现代音响技术对音源进行加工处理的一种特殊手段。

实现混响的方式目前主要有:

- 1) 声学混响室;
- 2) 机械混响器;
- 3) 电子混响器:模拟混响器和数字混响器。

随着电子技术的不断成熟和发展,数字混响器已能非常准确地模拟各种不同房间的音响效果,而且操作简便,性能稳定。

二、延时

延时处理是现代音响系统中对声源的另一种处理方法。延时器和混响器是两种不同的声源处理设备,虽然不少数字混响器里都有延时程序,但它们并不能完全替代延时器,延时器在音响系统中有许多特殊作用:

- (1) 在扩声系统中,用来消除回声干扰,提高清晰度,改善声像定位。

例如,在卡拉OK厅中,除了台口主音箱外,往往还有中场和后场辅助音箱。一般来说,各音箱到听众的距离是不一样的,其声音到达听众的时间也不相同。就是说,听众听到的各个声音之间存在着时间差。这种时差的存在,对音响系统的影响主要表现为:

- 1)影响声像定位,造成耳朵听到的“声源”与视觉看到的“声源”不在同一方向;
- 2)如果时差进一步增加,还会降低清晰度,严重时会出现双重声和三重声。

解决这个问题的唯一办法是使用电子式延时器。

(2)在立体声放音中,可以用来扩展声像,增加立体感。

三、平均自由程

室内声音在两次反射间经过距离的平均值,称为平均自由程。

平均自由程表达式为

$$d = \frac{4V}{S} (\text{m})$$

式中: V 为房间容积,单位为 m^3 , S 为房间内表总面积,单位为 m^2 。

第六节 噪声及信噪比

一、噪声

1)噪声的概念:所谓噪声,是指由各种不同频率、不同声强的声音无规律的杂乱组合。

噪声如果进入正常声音(又称乐音)中,就会对乐音产生干扰,乐音就会变得模糊不清晰,使人感到烦躁。有效地抑制、减少噪声,是各种音响系统所必须做的一件重要工作。故大多数音响系统尤其是高保真音响系统中都有抑制噪声的措施。

2)噪声的主要类型,一般听音室遇到的噪声主要有电噪声和环境噪声两种类型。其中电噪声又可以分为热噪声、交流噪声、感应噪声和记录媒体的本底噪声,但近几年来,随着电子技术的迅速发展,新的数字记录方式的出现和大量进口性能优良的设备,电噪声中的热噪声和记录媒体的本底噪声已经变得不太明显,所以电噪声主要是由于接线中的屏蔽或接地不良引起的交流噪声和感应噪声,这些可以通过接线工艺或使用噪声门进行控制。环境噪声往往比较复杂,无规律。

二、噪声的特征

噪声的存在会使人们对目标声音的听力下降,即产生所谓的“掩蔽现象”,它不仅取决于噪声的声压大小,而且与它的频率成分和频谱分布密切相关。简单地说,主要有以下几个特征:

- 1)低频时,特别是在响度相当大时,会对高频声产生较明显的掩蔽作用。
- 2)高频声对低频声只产生很小的掩蔽作用。

3)掩蔽声与被掩蔽声的频率越接近,掩蔽作用越大,当它们的频率相同时,一个声对另一个声的掩蔽作用达到最大。

由此可见,低频噪声(例如通风机噪声)和人声是构成干扰的主要声源。一般听音室、卡拉OK厅要求环境噪声级低于 $30 \sim 50\text{dB}$,这是保证清晰度的一个重要保证。

三、信噪比

信噪比(S/N)是衡量噪声对有效信号影响程度的一个量,表达式为

$$S/N = 10 \lg \frac{P_s}{P_N}$$

或

$$S/N = 20 \lg \frac{V_s}{V_N}$$

式中: P_s 为信号功率, P_N 为噪声功率, V_s 为信号电压, V_N 为噪声电压。

信噪比越大,说明噪声对信号的影响越小,乐音效果就越好。

第七节 平均功率、有效值功率、最大功率、音乐功率

功率是衡量声音强弱的一个量,任何音响系统中,都有功率放大器。

功率的一般公式为:

$$P = I \cdot V = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$$

式中: I 为流过负载的电流, V 为负载两端的电压, R 为负载阻抗。

功率放大器输出功率的表示方法有多种,如平均功率、有效值功率、最大功率和音乐功率。

一、平均功率、有效值功率、最大功率

正弦稳态时的功率和能量都是随时间变化的,其表达式为:

$$P_{(t)} = \frac{V_m^2}{R} \cos^2 \omega t = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_m^2}{R} (1 + \cos 2\omega t)$$

从式可知,瞬时功率有时为零,有时最大,它包含一个常数项和一个正弦项,后者的角频率是 $2\omega t$,是电压或电流频率的两倍。由此可得出常用的功率表达方式:

1. 平均功率

瞬时功率在一周期内的平均值,称为平均功率,记为 P_{av} ,经数学推导得出

$$P_{av} = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_m^2}{R}$$

通常所说的功率,都是指平均功率。平均功率在电工学上又叫有功功率。从平均功率公式可以看出,平均功率 P_{av} 恰好是瞬时功率最大值 V_m^2/R 的一半。

2. 有效值功率(RMS 功率)

有效值功率就是对瞬时功率的均方根值,记为 P_{rms} ,经数学推导得出

$$P_{rms} = \sqrt{5} \frac{V_m^2}{2R} = 1.225 \frac{V_m^2}{2R} = 1.225 P_{av}$$

3. 最大功率

瞬时功率的最大值称为最大功率,记为 P_p ,

$$P_p = \frac{V_m^2}{R}$$

由此得出平均功率、有效值功率和最大功率的相互关系如下:

$$P_{av} = \frac{V_m^2}{2R} = \frac{1}{2} P_p$$

$$P_{rms} = 1.225 P_{av}$$

二、音乐功率

音乐功率是指放大器工作于音乐信号时的输出功率,又称动态输出功率。