

调音与调光

实用教程

中国录音师协会教育委员会 北京恩维特声像技术中心 编著



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

调音与调光 实用教程

中国录音师协会教育委员会 北京恩维特声像技术中心 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

调音与调光实用教程 / 中国录音师协会教育委员会, 北京恩维特声像技术中心编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2009. 12

ISBN 978-7-115-21661-8

I. ①调… II. ①中… ②北… III. ①音频设备—调音—教材②照明装置—教材 IV. ①TN912.206②TM923.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第188871号

内 容 提 要

本书分为上下两篇, 简明扼要地讲解了从事调音、调光工作必须具备的声学、光学和电子学基础理论知识, 并结合大量产品技术资料 and 工程实例, 讲解了调音与调光工作涉及的各种常用设备的工作原理、使用方法和技巧。

本书可供专业音响师、灯光师和音响、灯光工程技术人员阅读, 也可作为调音、调光技术培训班和大中专院校、职业学校相关专业的教材或教学参考书使用。

调音与调光实用教程

◆ 编 著 中国录音师协会教育委员会 北京恩维特声像技术中心

责任编辑 张兆晋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京顺义振华印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 20.75

字数: 496千字

2009年12月第1版

印数: 1-4000册

2009年12月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-21661-8

定价: 48.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

本书编辑委员会

主任 高雨春

主编 王明臣

主审 孙庆有

副主编 王 强

委员 王树森 陈洪诚 韩宪柱 高 剑 钟志杰
黄志强 胡 彤 周 永 谢继昌 郭丽君

前 言

随着我国的广播、影视和娱乐事业的迅速发展,社会上对调音和调光技术人才的需求量越来越大。但由于大专院校开办此类专业的学校较少,目前从事这方面工作的人员大多没有经过系统的专业训练,亟须通过自学或培训提高自己的专业水平。

从1999年起,中国录音师协会教育委员会与中国传媒大学、北京恩维特声像技术中心联合,先后开办了音响师、灯光师等相关专业的培训班40多期,培训了来自全国各地的学员4000余名。由于教学的需要,我们先后编写了多套调音、调光方面的书籍,并由人民邮电出版社等多家出版社出版。为了更好地满足读者的需要,在多年教学实践的基础上,我们对相关课程的教学内容进行了进一步归纳整理,编写了本书,力争在原有基础上有进一步的提高。

本书在编写时力求做到理论与实践相结合,使内容深入浅出。本书在系统讲述具有一定深度的理论知识的基础上,给出了大量产品的技术资料 and 工程实例,其中包括调音与调光所涉及设备的基本工作原理和调音与调光的方法和技巧。考虑到分析、叙述与学习的方便,全书按调音、调光技术分为上、下两篇编写,读者可以根据自身的具体情况选择其中内容进行学习。

本书的在编写过程中得到许多从事音响、灯光设备生产和服务的企业的的大力支持。深圳市宝业恒实业发展有限公司、广州市夜太阳舞台灯光音响设备有限公司为本书的写作提供了大量的参考资料和设备,在此一并表示谢意。本书编写过程中还参阅了大量著作、论文等参考文献,在此特向这些文献的作者表示衷心感谢。

编者希望将本书作为桥梁,与广大从事音响技术与调光技术的同行进行交流,也希望本书对新入门的声光技术工作者和爱好者有所帮助。

由于本书内容较新,涉及面广,加上时间仓促和编者水平有限,书中难免存在一些错误或不当之处,敬请广大读者给予批评指正。

中国录音师协会教育委员会

2009年10月

目 录

上篇 调音技术

第一章 声音的属性与计量	1
第一节 声音的基本性质	1
一、声音的产生与传播	1
二、音调	3
三、响度	3
四、音色	3
第二节 声音的参数与计量	4
一、声压、声压级、声功率和电平	4
二、声频信号的动态范围	5
三、不同声源的频率范围	6
第三节 听觉的主观特征	6
第四节 立体声简介	8
一、立体声的概念	8
二、人耳对声源的定位	9
三、双扬声器听声实验	10
四、双声道立体声的拾音	12
五、双声道立体声的听音	14
第二章 传声器的原理与应用	15
第一节 声波的接收方式	15
一、压强式声波接收方式	15
二、压差式声波接收方式	15
三、复合式声波接收方式	17
四、接收球面波声场时的声压差	19
第二节 传声器的特性及使用时的要求	19
一、传声器的特性	19
二、对传声器使用时的要求	21
第三节 传声器的工作原理	22
一、动圈传声器	22
二、铝带传声器	25
三、电容传声器	26
四、驻极体传声器	29
五、压力区域传声器	29
六、无线传声器	31
第四节 传声器的使用及其特性选择	32

一、传声器使用中的几个问题	32
二、对传声器特性的选择	33
第五节 拾音方式	34
一、一点拾音方式	34
二、多传声器方式	34
三、一点拾音加辅助传声器方式	35
第六节 通俗音乐的拾音	35
一、鼓组	35
二、弦乐器	37
三、钢琴	38
四、铜管乐器	38
五、打击乐器	38
六、歌声的传声器布置	38
第七节 西洋古典音乐的拾音	39
一、钢琴独奏	39
二、小提琴、钢琴二重奏	40
三、钢琴伴奏的声乐	40
四、弦乐四重奏	40
五、交响乐	40
第三章 扬声器系统	44
第一节 机电和声电类比	44
一、电路系统的串联谐振	44
二、机械系统的串联共振	44
三、声学系统的串联共鸣	44
第二节 扬声器的分类及电声特性	45
一、扬声器的分类	45
二、扬声器的电声特性	45
第三节 纸盆扬声器	48
一、纸盆扬声器的构造和换能原理	48
二、纸盆扬声器在各声频段的特性	49
三、纸盆扬声器的效率和失真	50
四、其他形式的纸盆扬声器	52
第四节 球顶形扬声器	53
第五节 号筒扬声器	54
一、号筒扬声器的构造	54
二、指数号筒的临界频率	55
三、声透镜	56
第六节 扬声器箱	57
一、障板	57
二、后部开放式声箱	58

三、封闭式音箱	58
四、倒相式音箱	59
五、扬声器系统	59
六、声柱	61
第七节 其他扬声器	61
第八节 扬声器的应用	62
一、扬声器与功率放大器的阻抗匹配	62
二、扬声器的定相	62
三、扬声器的性能特点	63
四、扬声器使用时的注意事项	63
第九节 扬声器的测量	63
一、扬声器阻抗的测量	63
二、纯音检测	64
三、共振频率的测量	64
四、等效品质因数的测量	64
五、声压频率特性的测量	64
第十节 耳机	65
一、耳机的性能特点	65
二、耳机的类型和构造	65
三、耳机的电声参数	67
四、耳机的使用	67
第四章 功率放大器	68
第一节 功率放大器的分类	68
一、按输出级与扬声器的连接方式分类	68
二、按功率管的工作状态分类	68
三、按放大器所用器件分类	69
第二节 功率放大器的主要指标	69
一、输出功率	69
二、频率特性	69
三、失真(THD)	69
四、信噪比(S/N)	69
五、阻尼系数(DF)	69
六、动态范围	70
第三节 功率放大器的使用	70
第五章 扩声系统的组成与连接	73
第一节 扩声的作用与要求	73
第二节 室内扩声系统	74
第三节 扩声系统设备连接的意义与要求	75
一、连接的意义	75
二、连接的基本要求	76

第四节 接插件与连接线	77
一、接插件	77
二、连接线	81
第五节 平衡连接与非平衡连接	83
一、平衡连接	83
二、非平衡连接	84
三、平衡与非平衡的转换	85
第六节 接地	86
一、接地方式	86
二、妥善接地所采取的措施	87
第七节 扩声系统的匹配	88
一、阻抗匹配	88
二、电平匹配	90
第八节 相关设备间的配接方法	92
一、音源与调音台的配接	92
二、调音台与其他设备的配接	93
三、效果器的配接	93
四、功率放大器与扬声器的配接	95
第九节 扩声系统设备连接举例	97
一、音乐厅扩声系统的连接	97
二、剧院扩声系统的连接	99
三、卡拉 OK 厅扩声系统的连接	101
四、歌舞厅扩声系统的连接	102
五、迪斯科厅扩声系统的连接	102
第十节 开机与关机	105
一、开机过程	105
二、关机过程	105
第六章 调音台的操作与使用	106
第一节 调音台的基本功能与类型	106
第二节 语言调音台的特点及功能	107
第三节 音乐调音台的特点及主要功能	108
第四节 调音台的主要技术指标	111
一、频响	111
二、增益	111
三、噪声	111
四、失真	111
五、线性	112
第五节 调音台的调音技巧	112
一、常见音源的频率特性与听觉的关系	112
二、人声的调音技巧	113

三、伴奏音乐与歌声比例的调整	115
四、音乐酒吧与咖啡厅的调音	115
五、立体声扩声的校准和调整	116
六、音响师在演出过程中应注意的问题	117
第六节 调音台举例	118
一、英国声艺 Soundcraft-8000 调音台	118
二、带功放的调音台	120
第七节 录音的调音技术	121
一、声音信号电平的调整	121
二、频率的调整	123
三、直达声与反射声比例关系的调整	124
四、立体声的处理	124
第七章 周边设备的使用与调整	126
第一节 影响声音质量的有关因素	126
一、声音三要素对声音质量的影响	126
二、室内声场对声音的影响	127
三、室内声波传输特性对调音的影响	129
四、人耳听觉对调音的影响	130
第二节 音响系统的电平调整	132
一、电平的基本概念	132
二、系统电平的种类	133
三、电平的调整方法	134
四、电平调整的注意事项	134
第三节 效果处理器的调整技巧	135
一、效果处理器简介	135
二、数字延时器的工作原理及应用	136
三、数字混响器的工作原理及应用	138
四、多效果处理器的应用举例	139
第四节 压缩/限幅器的调整技巧	144
一、压缩/限幅器的功能	144
二、压缩/限幅器的工作原理	144
三、压缩/限幅器的应用	146
第五节 均衡器的调整技巧	151
一、频率均衡处理的意义	151
二、多频段图示均衡器的工作原理	152
三、均衡器的主要技术指标	153
四、均衡器在扩声系统中的应用举例	154
第六节 激励器的调整技巧	157
一、激励器的基本工作原理	157
二、激励器实例	158

三、激励器在扩声系统中的使用方法	158
第七节 声反馈抑制器的调整技巧	159
一、声反馈现象与产生啸叫的原因	159
二、声反馈抑制器的工作原理	160
三、声反馈抑制器的使用与调整	160
下篇 调光技术	
第八章 光与色的基本概念	163
第一节 光的基本属性	163
一、什么是光	163
二、光的传播特性	164
第二节 光的计量	168
一、光通量	168
二、发光强度	169
三、光的照度	169
四、光的亮度	171
第三节 彩色的特性与三基色原理	171
一、色的基本特性	171
二、彩色的混合与三基色原理	172
三、彩色的计量	174
四、光源的色温和显色性	176
第四节 彩色对人主观感觉的影响	179
第九章 各种电光源及其特性	181
第一节 白炽灯的结构与特性	181
一、白炽灯的结构	181
二、白炽灯的分类与特点	181
第二节 卤钨灯的工作原理与特性	182
一、卤钨灯的工作原理	182
二、卤钨灯的类型与特性	183
第三节 荧光灯的工作原理与特性	185
一、荧光灯的工作原理	185
二、荧光灯的分类与特点	186
第四节 高压汞灯的工作原理与特性	188
一、高压汞灯工作原理	188
二、高压汞灯的优缺点	189
第五节 高压钠灯的结构与特性参数	190
一、高压钠灯的结构	190
二、高压钠灯的特性参数	190
第六节 其他照明电光源	191
一、低压钠灯	191
二、无极荧光灯	191

三、冷阴极荧光灯	192
第七节 发光二极管的工作原理与应用	193
一、发光二极管的工作原理	193
二、白光发光二极管的结构和工作原理	194
三、发光二极管的特点	195
四、发光二极管在照明领域中的应用	196
第八节 激光灯的工作原理与应用	197
一、激光灯的结构	197
二、激光表演系统的组成及功能	198
第九节 特殊电光源及其应用	198
一、霓虹灯	199
二、彩虹灯	201
三、满天星、蛇管灯和串灯	201
四、荧光软管	202
五、频闪灯和雷光管	202
六、配合灯光使用的效果设备	203
第十章 各种照明灯具及其应用	204
第一节 照明灯具的作用和特性	204
一、照明灯具的主要作用	204
二、照明灯具的主要特性	204
第二节 照明灯具的分类	205
一、按光通量在空间的分配分类	205
二、按光强分布分类	205
三、按安装方法分类	206
四、按电光源分类	208
五、按使用场所和范围分类	209
第三节 舞台照明灯具的结构与常用的反光镜和透镜	209
一、舞台灯具的基本结构	210
二、舞台灯具的反光镜和透镜	210
第四节 舞台灯具的分类与应用	214
一、舞台灯具的分类	214
二、舞台灯具的性能与应用	216
第十一章 灯光的调整与控制	225
第一节 灯光调整与控制的基本概念	225
一、灯光调整与控制的目的与内容	225
二、灯光系统的开关(通断)控制	225
三、灯光系统的调光控制	226
第二节 晶闸管与晶闸管调光器的工作原理	229
一、晶闸管的工作原理	229
二、晶闸管调光器的工作过程	232

三、晶闸管的保护	234
第三节 模拟调光器工作原理与应用	234
一、模拟调光器的基本原理	234
二、常用模拟调光触发电路介绍	235
第四节 数字调光器工作原理及应用	236
一、数字调光器的基本原理	236
二、数字调光器系统简介	237
第五节 晶闸管调光器的应用	238
一、调光器的主要规格	238
二、晶闸管调光器的控制信号输入	239
三、调光器的强电连接部件	239
四、调光器的其他部件及其功能	240
五、调光器的主要参数	241
第十二章 调光台的基本原理与应用	243
第一节 手动控制的调光台	243
一、灯光强电配电板简介	243
二、调光台的集控方式	245
三、调光台的段控方式	250
四、调光台的段集混合控制方式	254
第二节 计算机控制的调光台	256
一、计算机调光台的基本原理	256
二、计算机调光台的功能与操作	257
三、计算机调光台所呈现的灯光艺术魅力	260
第三节 网络控制的调光台	261
一、DMX512 协议的产生	261
二、DMX512/1990 的主要内容	261
三、DMX512 的实际应用	262
第四节 舞台灯光控制系统的连接	263
一、模拟连接方式	263
二、数字连接方式	263
三、网络连接方式	265
第十三章 电脑灯与换色器的工作原理及其应用	271
第一节 电脑灯概述	271
一、什么是电脑灯	271
二、电脑灯的基本功能	271
第二节 电脑灯的结构与工作原理	272
一、电脑灯的基本结构	272
二、电脑灯的工作原理	273
第三节 电脑灯的设置与连接	274
一、电脑灯的设置	274

二、电脑灯的连接	274
第四节 电脑灯的控制过程	275
一、电脑灯控制台简介	275
二、电脑灯控制编程的一般方法	275
第五节 换色器工作原理与控制方式	276
一、换色器的工作原理	276
二、换色器的控制方式	277
第十四章 舞台与娱乐场所的灯光布置	279
第一节 舞台灯光布置的意义与特点	279
一、灯光布置的意义	279
二、灯光布置的特点	279
第二节 舞台灯光位置与布光规律	280
一、面光的作用与布置	280
二、耳光的作用与布置	281
三、顶光的作用与布置	281
四、台口顶光的作用与布置	282
五、台口侧光的作用与布置	282
六、台口脚光的作用与布置	283
七、天桥侧光的作用与布置	283
八、追光的作用与位置	283
九、地面侧光的作用与布置	283
十、天幕光的作用与布置	284
十一、乐池顶光的作用与布置	284
十二、特殊效果光的作用与布置	284
第三节 娱乐场所的灯光布置	284
一、多功能厅照明控制系统的基本要求	284
二、现代酒店的照明控制系统	285
三、写字楼(办公楼)的智能照明控制系统	287
四、体育馆的智能照明控制系统	288
第十五章 舞台灯光的供配电系统与设备	291
第一节 供配电系统的组成及特点	291
一、供配电系统组成	291
二、灯光的强电系统	291
第二节 供配电系统的器件与设备	293
一、灭弧装置	293
二、刀开关	294
三、接触器	294
四、热继电器	295
五、按钮开关和行程开关	295
六、自动空气断路器	295

七、熔断器	295
八、低压配电柜	296
九、动力和照明配电箱	296
十、照明开关和电源插座	297
第三节 舞台灯光使用的电动机控制电路	297
一、直接启动的单向控制电路	297
二、正反转控制电路	297
三、限位控制电路	299
第四节 导线和电缆的选择与敷设	299
一、对电气线路装置的基本要求	300
二、导线和电缆截面积的选择	300
三、导线和电缆型号的选择	301
四、导线和电缆的敷设	301
第五节 保护接地、保护接零和漏电保护	306
一、保护接地	306
二、保护接零	308
三、配电系统的保护接地形式	309
四、照明装置的接零保护	309
五、漏电保护装置	310
第六节 照明负荷的计算方法	311
一、照明“计算负荷”的计算	311
二、线路工作电流的计算	313
三、负荷计算实例	314
第七节 干扰与抗干扰所采取的措施	316
一、干扰产生的原因	316
二、抗干扰所采取的措施	316

上篇 调音技术

第一章 声音的属性与计量

第一节 声音的基本性质

一、声音的产生与传播

声音是客观物体振动,通过介质传播,作用人耳产生的主观感觉。语言、歌唱、音乐和音响效果以及自然界的各种声音,都是由物体振动产生的。例如我们讲话时,如果将手放在喉部,就会感到咽喉部在振动。人的发声器官(声带),乐器的弦、击打面、薄膜等,当它们振动时,都会使周围的空气质点随着振动而造成疏密变化,形成疏密波,即声波。

物体振动产生的声音,必须通过空气或其他媒质传播,才能使我们听到。没有空气或其他媒质,我们就听不到声音。月球上没有空气,所以月球是“无声的世界”。

那么,空气又是怎样传播声音的呢?我们还以敲鼓为例来说明。我们敲鼓的时候,鼓膜产生振动,使鼓膜平面发生凸凹变化。如图 1-1(a)所示,当鼓膜凸起时,鼓膜上面 A 处的空气受到鼓膜的压挤而密度变大,形成密部。这部分密度大的空气又会压挤邻近 B 处的空气,使 B 处的空气有变成密部的趋势。但鼓膜很快又凹下去,如图 1-1(b)所示,它的表面形成一个空隙, A 处空气密度变小,形成疏部。这时, B 处的空气正在受到压挤变成密部,并且有使 C 处空气变成密部的趋势。当鼓膜再一次凸起时,如图 1-1(c)所示, A 处空气又受到鼓膜压挤重新变成密部, B 处空气在压挤 C 处空气的过程中,自己密度变小成为疏部, C 处空气变成了密部。这样,鼓膜来回地振动,使密部和疏部很快由一个气层传到另一个气层,振动的空气向四面八方传开就形成了声波。实际上,空气质点只是在原地附近振动,并没有随着声音传播到远处去,这就像我们向平静的水面扔石子时,会在水面激起一圈圈向外扩展的水波一样,水面上漂浮的落叶只是在原地上下振动而不随着水波向远处移动。不过,水波和声波是不同性质的两种波。水波传播时,水质点的振动方向是上下的,和水波传播的方向互相垂直,这种波称为横波(严格地讲,水波不完全是横波);声波传播时,空气质点的振动方向和声波传播的方向在一条直线上,这种波称为纵波。

声波传播到人耳后,人耳是怎样听到声音的呢?

我们知道,人耳是由外耳、中耳、内耳组成的,如图 1-2 所示。外耳和中耳之间有一层薄膜,叫做耳膜(鼓膜)。平常我们看到的耳朵就是外耳,它起着收集声波的作用。声波由外耳进

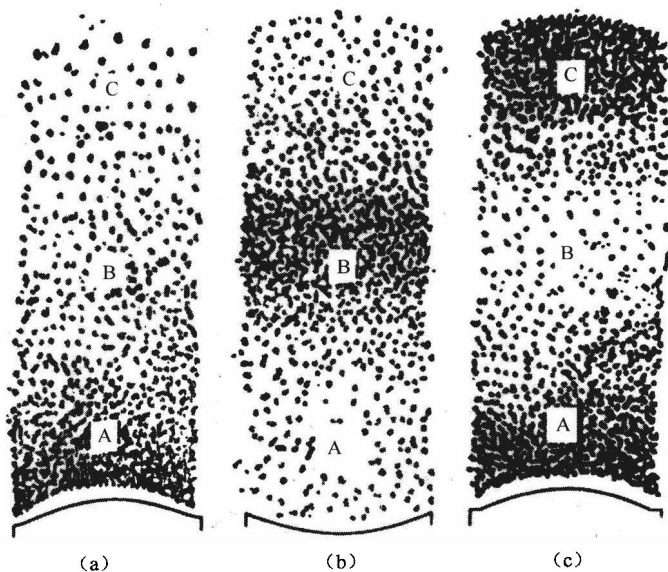


图 1-1 声音的传播

来,使鼓膜产生相应的振动。这一振动再由中耳里的一组听小骨(包括锤骨、砧骨、镫骨)传到内耳,刺激听觉神经并传给大脑,我们就听到了声音。

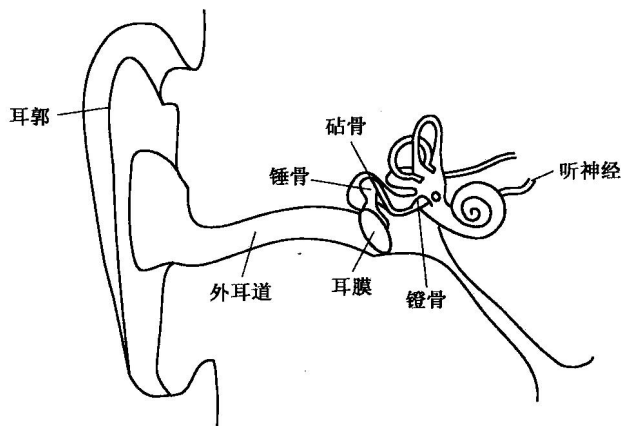


图 1-2 人耳的构造

媒质传播声音的速度大小和媒质的种类以及环境的温度有关。常温下,声音在空气中传播的速度约为 340m/s ;在钢铁中,声音传播的速度约为 4000m/s ,比在空气中快 10 多倍。

为了便于说明声音的特性,我们先看一下一个记录声音的简单装置。如图 1-3 所示,在一种称为音叉的发音物体的一个臂上粘上一个细金属针,然后用小槌敲击音叉,并使细金属针紧靠一块熏有炭黑的玻璃片。如果这时用匀速移动玻璃片,金属针就会在玻璃片上划出音叉的振动痕迹,也就是音叉的振动波形。

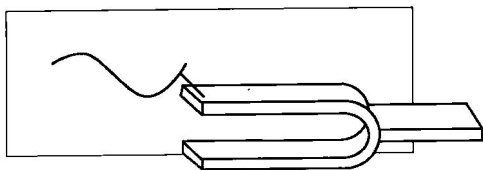


图 1-3 音叉的振动波形

人们根据听到的声音的不同,归纳出了声音的三个特性,就是音调、响度和音色,而且找出了它们和发声物体振动特性之间的关系。