

例说

音响工程设计与调音技术

李柏雄 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

内容简介

本书详细地介绍了音响工程设计的原理、方法和步骤，以及调音技术的基本理论和实践。全书共分八章，第一章介绍音响工程的基本概念和术语，第二章介绍音响系统的组成和分类，第三章介绍音响系统的设计原则和方法，第四章介绍音响系统的施工和调试，第五章介绍调音的基本理论和实践，第六章介绍调音的设备和工具，第七章介绍调音的经验和技巧，第八章介绍调音的常见问题和解决方法。本书可作为音响工程技术人员和调音师的参考书，也可作为高等院校相关专业教材。

例说音响工程设计与调音技术

李柏雄 编著

ISBN 7-5123-1000-0

定价：35.00元

电子工业出版社

地址：北京市西城区百万庄大街24号

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书集合了乐理基础知识、音响周边设备知识、音响工程系统设计及调音和调试方法、线材和接插件工艺设计、EASE/音频混音剪辑大师软件介绍等诸多内容,实用性强。书中内容不是简单的顺序堆砌,而是以周边设备基础知识和音响工程系统设计为主线,在其中完美地穿插与之相关的信号流程分析、设备配置、工程设计知识,真正做到将音响工程系统设计所需要的方方面面知识有机地融为一个整体,实现无须过多电路基础就能深度学习音响基础知识并能进行音响工程系统设计与系统调试的目的。

本书适合作为音响工程专业学习用书,也可供从事音响工程设计及音响调音的技术人员阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

例说音响工程设计与调音技术 / 李柏雄编著. —北京: 电子工业出版社, 2015.2
ISBN 978-7-121-25149-8

I. ①例… II. ①李… III. ①音响设计②音频设备—调音 IV. ①TN912.271

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 295503 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 毕军志

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订: 北京市李史山胶印厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 27.5 字数: 739.6 千字

版 次: 2015 年 2 月第 1 版

印 次: 2015 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 3 500 册 定价: 65.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着物质生活水平的提高,人们更加需要精神生活质量的提高,对文化娱乐需求也在快速增长;同时,由于我国处于经济转型和城市化、国际化的过程中,文化娱乐正日益丰富、品种趋于多元化发展趋势。文化产业作为 21 世纪的朝阳产业,成为衡量一个国家综合实力的重要尺度之一。提高文化开放水平,就需要大批量从事文化娱乐产品设计、安装、操作、维修等方面的人员。

在这种形势下,广州市白云工商技师学院从 2006 年开始就开设了为文化娱乐设备生产企业和相关公司、单位提供大量技术人员的音响工程系统构建与维护课程,不过目前市场上却找不到以实践为主、理论为辅的合适教材。广州市白云工商技师学院是采用以实际动手操作为主的应用技能型教学模式,出于这种诉求,并结合专业教学经验,经过 4 年时间编写了《例说音响工程设计与调音技术》一书,以满足教学的要求,同时也为从业者提供有益的参考。

本书根据知识点从易到难、从简单到复杂的思路进行编写。总体分为两大部分:上篇是基础篇,包括 5 章内容,从声音的产生、传播到怎样才能成为音响师;从对声音进行处理的专业音响设备到如何利用软件实现音频的编辑;从音频电缆、接插件到音频连接线的制作都进行了具体的介绍。下篇是设计篇,包括 4 章内容,从量贩式 KTV 工程设计的基本知识到典型 KTV 音响工程设计;从多功能厅的功能、特点及国家行业标准到多功能厅工程的设计;从音乐厅的建筑声学设计到典型音乐厅音响工程的设计;最后一章讲述了歌舞厅工程的设计。本书知识面广,内容丰富,有典型的案例分析,直观、容易上手、易学,是初学者进入音响专业(行业)的入门书。

由于编者水平所限,书中难免会有不足和不当之处,欢迎广大读者提出宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

编 著 者

2014 年 12 月于广州

目 录

上篇 基础篇

第1章 什么是声音	(2)
1.1 我们是如何听见声音的.....	(3)
1.1.1 声音的产生.....	(3)
1.1.2 声音的传播.....	(3)
1.1.3 声音的危害.....	(5)
1.1.4 声音的利用.....	(5)
1.2 了解声音.....	(6)
1.2.1 声音的基础知识.....	(6)
1.2.2 声音的三要素.....	(8)
1.2.3 声音的效应与定律.....	(13)
1.2.4 声音三要素的应用.....	(19)
1.3 声音之家.....	(19)
1.3.1 直达声.....	(19)
1.3.2 早期反射声.....	(20)
1.3.3 混响声.....	(20)
1.3.4 回声.....	(20)
1.4 体验——立体声.....	(21)
1.4.1 立体声扩声的工作原理.....	(21)
1.4.2 立体声家族.....	(23)
1.5 实例解读——听音的“皇帝位”.....	(25)
1.5.1 听音环境.....	(25)
1.5.2 音响系统组成框架.....	(37)
第2章 如何成为音响师	(38)
2.1 需要具备哪些能力.....	(38)
2.1.1 综合素质要求.....	(38)
2.1.2 软件方面.....	(39)
2.1.3 硬件方面.....	(39)
2.1.4 焊接工具.....	(40)
2.1.5 焊接方法.....	(40)
2.2 你喜欢音乐吗.....	(42)
2.2.1 乐音体系.....	(42)
2.2.2 噪声.....	(49)
2.2.3 音乐的定义与分类.....	(50)
2.2.4 音乐的基本要素.....	(51)
2.3 实例解读——听音训练.....	(51)

2.3.1	理解音乐	(52)
2.3.2	频率分辨率	(52)
2.3.3	提高感知的速度	(53)
第3章	专业音响设备	(54)
3.1	节目源设备之一: 传声器	(54)
3.1.1	传声器的构成	(54)
3.1.2	传声器的工作原理	(58)
3.2	节目源设备之二: CD 机	(59)
3.2.1	CD 机的基本电路组成	(59)
3.2.2	CD 机的工作原理	(61)
3.2.3	CD 机的信号流程	(61)
3.3	专业调音设备之一: 调音台	(62)
3.3.1	调音台的基础知识	(62)
3.3.2	调音台的基本组成	(64)
3.3.3	调音台的信号流程分析	(66)
3.3.4	调音台的调节技巧	(75)
3.3.5	调音台在音响系统中的连接	(78)
3.4	专业调音设备之二: 均衡器	(80)
3.4.1	均衡器的基础知识	(81)
3.4.2	均衡器的基本组成	(81)
3.4.3	均衡器的工作原理	(81)
3.4.4	均衡器的调节技巧	(82)
3.4.5	均衡器在系统中的连接	(86)
3.5	专业调音设备之三: 压限器	(86)
3.5.1	压限器的基础知识	(86)
3.5.2	压限器的基本组成	(87)
3.5.3	压限器的工作原理	(87)
3.5.4	压限器的调节技巧	(88)
3.5.5	压限器在系统中的连接	(92)
3.6	专业调音设备之四: 效果器	(94)
3.6.1	效果器的基础知识	(94)
3.6.2	效果器的基本组成	(96)
3.6.3	效果器的工作原理	(98)
3.6.4	效果器的调节技巧	(119)
3.6.5	效果器在系统中的连接	(121)
3.7	专业调音设备之五: 激励器	(122)
3.7.1	激励器的基础知识	(123)
3.7.2	激励器的基本组成	(123)
3.7.3	激励器的工作原理	(124)
3.7.4	激励器的调节技巧	(125)

3.7.5	激励器在系统中的连接	(126)
3.8	专业调音设备之六：声反馈抑制器	(127)
3.8.1	声反馈抑制器的基础知识	(127)
3.8.2	声反馈抑制器的基本组成	(129)
3.8.3	声反馈抑制器的工作原理	(130)
3.8.4	声反馈抑制器的调节技巧	(132)
3.8.5	声反馈抑制器在系统中的连接	(137)
3.9	专业调音设备之七：分频器	(138)
3.9.1	分频器的基础知识	(138)
3.9.2	分频器的基本组成	(139)
3.9.3	分频器的工作原理	(141)
3.9.4	分频器的调节技巧	(142)
3.9.5	分频器的设计	(143)
3.9.6	分频器在系统中的连接	(144)
3.10	专业调音设备之八：音频处理器	(145)
3.10.1	音频处理器的基础知识	(145)
3.10.2	音频处理器的基本组成	(148)
3.10.3	音频处理器的工作原理	(149)
3.10.4	音频处理器的调节技巧	(149)
3.10.5	音频处理器在系统中的连接	(150)
3.11	专业调音设备之九：功率放大器	(180)
3.11.1	功率放大器的基础知识	(180)
3.11.2	功率放大器的基本组成	(182)
3.11.3	功率放大器的工作原理	(184)
3.11.4	功率放大器的调节技巧	(186)
3.11.5	功率放大器在系统中的连接	(186)
3.12	专业调音设备之十：扬声器系统	(188)
3.12.1	扬声器的基础知识	(189)
3.12.2	扬声器的基本组成	(190)
3.12.3	扬声器的工作原理	(191)
3.12.4	扬声器的使用技巧	(191)
3.12.5	扬声器的系统设计	(191)
3.12.6	扬声器在系统中的连接	(221)
3.13	实例解读——专业扩声设备操作	(222)
3.13.1	扩声设备的功能、作用	(222)
3.13.2	扩声系统的设备原理框图	(225)
3.13.3	扩声系统的设备连接	(226)
3.13.4	扩声系统设备的开、关机程序	(228)
第4章	工程设计、音频编辑辅助软件	(230)
4.1	EASE 声音系统仿真软件	(230)

4.1.1	EASE 4.0 软件	(230)
4.1.2	EASE 设计的基本思路	(234)
4.2	Cool Edit Pro 音频编辑软件	(252)
4.2.1	Cool Edit Pro 软件界面	(252)
4.2.2	新建和保存项目	(252)
4.2.3	向项目中添加素材	(254)
4.3	Cool Edit Pro 调试及效果处理功能	(255)
4.4	实例解读——MP3 音乐	(256)
4.4.1	需求分析	(256)
4.4.2	素材设计	(256)
4.4.3	软件编辑	(256)
第 5 章	音频线缆与接插件	(277)
5.1	线材	(277)
5.1.1	话筒线	(278)
5.1.2	音频线	(278)
5.1.3	音箱线	(279)
5.2	接插件	(279)
5.2.1	卡侬 XLR	(280)
5.2.2	莲花 RCA	(280)
5.2.3	大二芯 (TS) 和大三芯 (TRS)	(280)
5.2.4	连接线的制作	(282)

下篇 设计篇

第 6 章	量贩式 KTV 工程设计	(296)
6.1	何谓量贩式 KTV	(296)
6.2	工程定位	(297)
6.3	设计依据	(298)
6.4	量贩式 KTV 建筑声学设计	(298)
6.4.1	声学设计指标	(298)
6.4.2	隔声和降噪	(299)
6.5	音响系统工程	(302)
6.5.1	工程技术的特点	(302)
6.5.2	工程技术的要求	(302)
6.5.3	KTV 点歌系统网络连接图	(302)
6.5.4	量贩式 KTV 系统调试	(304)
6.5.5	KTV 音响操作须知	(304)
6.6	实例解读——典型 KTV 音响工程设计	(306)
6.6.1	系统分析	(306)
6.6.2	工程定位	(307)
6.6.3	设计理念	(307)
6.6.4	建筑声学设计	(307)

6.6.5 音响系统设计	(312)
第7章 多功能厅工程设计	(314)
7.1 什么是多功能厅	(314)
7.1.1 多功能厅的功能	(314)
7.1.2 多功能厅的特点	(314)
7.1.3 多功能厅对设备的要求	(314)
7.2 工程定位	(315)
7.2.1 功能需求	(315)
7.2.2 功能描述	(315)
7.3 设计理念	(316)
7.3.1 投资者的要求	(316)
7.3.2 国家行业标准	(316)
7.4 多功能厅建筑声学设计	(317)
7.4.1 声学设计指标	(317)
7.4.2 隔声和降噪	(321)
7.4.3 吸声	(324)
7.5 音响系统工程	(330)
7.5.1 工程施工方案	(330)
7.5.2 工程设计的依据	(332)
7.5.3 工程系统的设备调试	(333)
7.6 实例解读——典型多功能厅音响工程设计	(337)
7.6.1 工程定位	(337)
7.6.2 设计理念	(337)
7.6.3 建筑声学设计	(337)
7.6.4 音响系统设计	(340)
第8章 音乐厅工程设计	(345)
8.1 什么是音乐厅	(345)
8.1.1 音乐厅的功能	(345)
8.1.2 音乐厅的特点	(345)
8.1.3 音乐厅对设备的要求	(346)
8.2 音乐厅音响系统原理框图	(347)
8.3 音乐厅音响系统配置及布局说明	(348)
8.4 音乐厅建筑声学设计	(349)
8.4.1 建筑结构设计	(349)
8.4.2 隔声和降噪	(353)
8.4.3 吸音	(357)
8.5 音响系统工程	(368)
8.5.1 工程技术的特点	(368)
8.5.2 工程技术的要求	(369)
8.5.3 音乐厅系统调试	(369)

8.5.4	音乐厅音响调试方法	(369)
8.6	实例解读——典型音乐厅音响工程设计	(370)
8.6.1	工程定位	(370)
8.6.2	设计理念	(371)
8.6.3	建筑声学设计	(371)
8.6.4	音响系统设计	(374)
8.6.5	世界十大音乐厅	(376)
第9章	歌舞厅工程设计	(381)
9.1	何谓歌舞厅	(381)
9.1.1	歌舞厅的功能	(381)
9.1.2	歌舞厅的特点	(381)
9.1.3	歌舞厅的基本组成原理框图	(381)
9.1.4	歌舞厅对设备的要求	(382)
9.2	工程定位	(383)
9.2.1	功能需求	(383)
9.2.2	功能描述	(383)
9.3	设计依据	(383)
9.4	歌舞厅建筑声学设计	(384)
9.4.1	声学设计指标	(384)
9.4.2	隔声和降噪	(385)
9.4.3	吸音	(388)
9.5	音响系统工程	(388)
9.5.1	工程技术的特点	(388)
9.5.2	工程技术的要求	(389)
9.5.3	工程施工的步骤	(389)
9.5.4	歌舞厅音响调试方法	(391)
9.5.5	歌舞厅系统调试	(391)
9.6	实例解读——典型歌舞厅音响工程设计	(392)
9.6.1	设计理念	(392)
9.6.2	工程设计原理框图	(393)
9.6.3	建筑声学设计	(393)
9.6.4	音响系统设计	(395)
附录A	音响技术常用英语词汇	(401)
附录B	常用音频设备国际品牌标志	(410)
附录C	常用吸音材料吸声系数表	(418)
	参考文献	(428)

音乐基础 第一章

用声音来表达“音”：通过声音来表达情感，是音乐的重要功能。

上 篇

基 础 篇

声音是什么？声音有何用？如何系统地学习声音？声音传播的途径是怎样的？需要掌握哪些与声音有关的内容？本篇将针对这些问题一一进行阐述，为读者拉开声音学习与应用的华丽序幕。

第1章 什么是声音

在新华字典里，“声”是指物体振动时所产生的能引起听觉的机械波；“音”特指有节奏的声。在英汉词典里，“声音”有 voice、sound、vocality、vox 之意。

voice

- ① 嘴里发出的声。
- ② 声调；声音。
- ③（乐谱的）声部。
- ④【语法学】语态。
- ⑤【语音学】声带颤动发出的声音（如元音、浊辅音等）。
- ⑥【音乐】为……调音。

sound

- ① 声，声音，声响，响声。
- ② 声波。
- ③ 音感。
- ④【物理学】声（能）。
- ⑤【语音学】单音，音素，音位。
- ⑥ 音调，声调。
- ⑦ 喧闹声，嘈杂声。
- ⑧ 听力范围，听域。

vocality

- ① 有声的；声的；发声的。
- ② 声乐作品；声乐演唱。
- ③ 声乐，声音；发音的性质。

vox

- ①〔拉丁语〕声音；嗓音。
- ②〔美国俚语〕用声音控制通信转换的装置。

根据以上对声音的理解可以发现，声音是指：

- （1）使人产生听觉反应的振动；
- （2）一种由物体振动而发生的声波造成的听觉感受。
- （3）某些引起与人的语言相同作用的工具或表达手段。

综上所述，我们可以理解为，声音是指由物体振动而发生的声波通过媒介传播到听觉神经系统所产生的一种心理感受现象。



1.1 我们是如何听见声音的

1.1.1 声音的产生

从客观方面讲,声音包括声源(语音、乐音、人工合成、虚拟声等)、声场(空气流通 340m/s、固体——室内声学、声学材料)、声学设备(电声设备、记录、重放、处理、传输、存储等)。然而我们每天都生活在有声的世界里,包括我们身边的各种活动。例如,拨动细钢丝绳、橡皮筋、纸、塑料薄膜等发出声音;用金属棒轻轻敲打玻璃杯、金属茶杯等发出的声音;汽车、火车的汽鸣声;原子弹爆炸时的巨大响声、放鞭炮时的鞭炮声;电饭煲、洗衣机、微波炉等家用电器在任务完成时的蜂鸣声。

声音是一种压力波。当演奏乐器、拍打一扇门或者敲击桌面时,它们的振动会引起媒介——空气分子有节奏的振动,使周围的空气产生疏密变化,形成疏密相间的纵波,这就产生了声波,这种现象会一直延续到振动消失为止。

声音作为波的一种,频率和振幅就成了描述波的重要属性,频率的高低与通常所说的音高对应,而振幅影响声音的大小。声音可以被分解为不同频率、不同强度正弦波的叠加。这种变换(或分解)的过程,称为傅里叶变换(Fourier Transform)。

因此,一般的声音总是包含着一定的频率范围。人耳可以听到的声音的频率范围在 20Hz~20kHz 之间,Hz 读作赫兹,它是频率的单位。通常人们把高于 20kHz 这个频率的声波称为超声波,而低于 20Hz 这一频率的声波称为次声波。狗和蝙蝠等动物可以听得到高达 160kHz 的声音。鲸和大象则可以产生频率在 15~35Hz 范围内的声音。物体振动发声时,振动现象有时并不明显。例如,敲击鼓面和音叉发声;将纸屑放在鼓面上,观察敲击鼓面发声时和用手按住鼓面使鼓不发声时纸屑的情况,我们虽然没看到鼓面的振动,但可从纸屑是否被弹起判断鼓面是否在振动;将悬挂的泡沫塑料小球接触音叉,观察音叉发声和不发声时小球的情况,判断音叉是否在振动。我们用手触摸喉咙进行发声,感觉声带在振动。

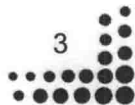
通过直接观察、间接观察和直接触摸感受了发声的物体在振动。声音是由物体的振动产生的,振动停止,发声也停止。

根据物体发声时的共同特征,总结出发声的物体都在振动,声音是由物体的振动产生的这一结论。

1.1.2 声音的传播

声音在不同的媒介中传播的速度也是不同的。声音的传播速度与媒介的反抗平衡力有关,反抗平衡力就是当物质的某个分子偏离其平衡位置时,其周围的空气分子相互作用使空气分子回到平衡位置上,而反抗平衡力越大,声音就传播得越快。水的反抗平衡力要比空气的大,而铁的反抗平衡力又比水的大。

声音的传播也与温度有关,声音在热空气中的传播速度比在冷空气中的传播速度快。声音



的传播还与阻力有关，在大风的天气中，声音传播的速度就慢得多。

声音还会因外界物质的阻挡而发生折射，例如，人面对群山呼喊，就可以听到自己的回声。另一个以折射为例：晚上的声音传播得要比白天远，是因为白天声音在传播的过程中，遇到了上升的热空气，从而把声音快速折射到了空中；晚上冷空气下降，声音会沿着地表慢慢地传播，不容易发生折射。

1. 声速

声音在媒介中的传播速度与温度有关，如表 1.1 所示。

表 1.1 不同的温度下干燥空气中的声速

温度/℃	声速/(m/s)	温度/℃	声速/(m/s)
-30	313	10	338
-20	319	20	344
-10	325	30	349
0	332	100	386

声音在不同的媒介中传播速度不同，如表 1.2 所示。

表 1.2 几种媒介中的声速

媒 介	声速/(m/s)
空气(15℃)	340
空气(25℃)	346
软木	500
煤油(25℃)	1324
蒸馏水(25℃)	1497

重点提示：通常大家所说声音速度是 340m/s，这是指空气在 15℃ 的温度时声音的速度，不过声音的速度会随着空气温度及空气压力而改变，温度越低，空气里的分子密度就会越高，所以声音的速度就会下降。在海拔高的地方做现场音响扩声时，因为空气压力减小，空气内的分子变得稀少，声音速度就会增加。

2. 人耳感知声音的基本过程

人耳的构造如图 1.1 所示。

人们感知声音的途径：通过空气传来的声音引起鼓膜的振动，这种振动经过听小骨及其他组织传给听觉神经，听觉神经把信号传给大脑，这样人就听到了声音（空气通过人耳听觉神经传到大脑）。声音通过头骨、颌骨传到听觉神经，听觉神经把信号传给大脑，引起听觉，这种传导方式叫作骨传导（头骨、颌骨通过听

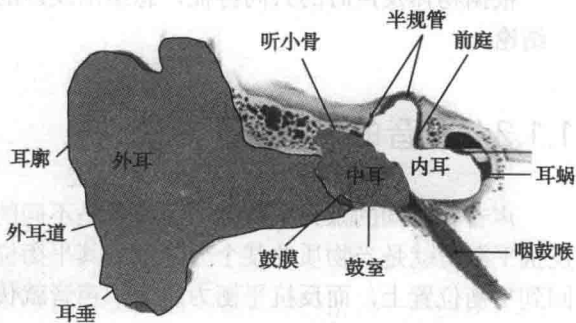


图 1.1 人耳的构造

觉神经传到大脑)。

双耳效应：声源到两只耳朵的距离一般不同，声音传到两只耳朵的时间、强弱、相位及其他特征也就不同。这些差异就是判断声源方向的重要基础，这就是双耳效应。

双声道立体声：把两只话筒放在左右不同的位置(相当于人的两只耳朵)，用两条线路分别放大两路声音信号，然后通过左右两个扬声器播放出来，这样人耳就会感到不同的声音是从不同的位置传来的，这就是双声道立体声。

声音的传播需要物质，物理学中把这样的物质叫作媒介。固体、液体、气体均能够传声。真空不能传声。

1.1.3 声音的危害

噪声的来源：噪声是发声体做无规则振动时所发出的声音。从环境保护的角度看，凡是妨碍人们正常休息、学习和工作的声音，以及对人们要听的声音产生干扰的声音都属于噪声。噪声的来源非常多，主要有工业噪声、交通噪声、居民噪声三方面。

噪声的等级和危害如表 1.3 所示。

表 1.3 噪声的等级和危害

序 号	声 压 级	对人的影响
1	0dB	人刚能听到的最微弱的声音
2	30~40dB	较为理想的安静环境
3	70dB	会干扰谈话，影响工作效率
4	90dB 以上	听力受到严重影响，并产生神经衰弱、头疼、高血压等疾病

为了保护我们的听力，声音不能超过 90dB。

为了保证我们的工作和学习，声音不能超过 70dB。

为了保证我们的休息和睡眠，声音不能超过 50dB。

控制噪声的途径如表 1.4 所示。

表 1.4 控制噪声的途径

三大途径	举 例
防止噪声的产生	给声源加垫或罩做吸声、减震、隔震处理，安装消声器等
阻断噪声的传播	种树，安装隔音板，砌墙，远离噪声源，改变噪声指向等
防止噪声进入人耳	帽盔、耳罩、隔声材料、耳塞等

1.1.4 声音的利用

人耳的声音听觉频率范围是 20Hz~20kHz，我们平时的说话、聊天、唱歌等声音都是在这个范围内。而次声波、超声波也是声音的一种，它们是在我们听觉范围之外的声音，其用处也有很多。

1. 次声波的应用

通过研究自然现象所产生的次声波的特性和产生的机理，更深入地研究和认识这些自然现象的特征与规律。例如，利用极光所产生的次声波，可以研究极光活动的规律。

利用所接收到的被测声源产生的次声波，可以探测声源的位置、大小和研究其他特性。例如，通过接收核爆炸、火箭发射或者台风产生的次声波，来探测出这些次声源的有关参量。

预测自然灾害性事件。许多灾害性的自然现象，如火山爆发、龙卷风、雷暴、台风等，在发生之前可能会辐射出次声波，人们就有可能利用这些前兆现象来预测和预报这些灾害性自然事件的发生。

次声波在大气层中传播时，很容易受到大气媒介的影响，它与大气层中的风和温度分布等因素有着密切的联系。因此，可以通过测定自然或人工产生的次声波在大气中的传播特性，探测出某些大规模气象的性质和规律。这种方法的优点在于可以对大范围大气进行连续不断的探测和监视。

通过测定次声波与大气中其他波动的相互作用的结果，探测这些活动特性。例如，在电离层中次声波的作用使电波传播受到行进性干扰，可以通过测定次声波的特性，进一步揭示电离层扰动的规律。

人和其他生物不仅能够对次声波产生某些反应，而且他（或它）们的某些器官也会发出微弱的次声波。因此，可以利用测定这些次声波的特性来了解人体或其他生物相应器官的活动情况。

蝙蝠利用回声定位，来判断飞行中的障碍和发现昆虫；人们利用声呐系统探知海洋的深度，能绘制出水下数千米位置的地形图；捕鱼时渔民利用声呐来获得鱼群的信息。

2. 超声波的应用

利用超声波为孕妇做常规检查，确定胎儿的发育状况。外科医生利用超声波的巨大能量还可以把人体内的结石击碎。

清理金属零件、玻璃和陶瓷制品的污垢是件麻烦事，如果在放有这些物品的清洗液中通入超声波，通过清洗液的剧烈振动冲击物品上的污垢，则能够很快清洗干净。

用超声波还可以探测金属、陶瓷混凝土制品，甚至水库大坝，检查内部是否有气泡、空洞和裂纹。

人体各个内脏的表面对超声波的反射能力是不同的，健康内脏和病变内脏的反射能力也不一样。平常说的“B超”就是根据内脏反射的超声波进行造影，帮助医生分析体内的病变。

1.2 了解声音

1.2.1 声音的基础知识

由于人耳听觉系统非常复杂，迄今为止人类对它的生理结构和听觉特性还不能从生理解剖的角度完全解释清楚。所以，对人耳听觉特性的研究目前仅限于在心理声学 and 语言声学。

频率：声源在1s中内振动的次数，记作 f ，单位为Hz（赫兹）。

周期：声源振动一次所经历的时间，记作 T ，单位为 s 。 $T=1/f$ 。

波长：沿声波传播方向，振动一个周期所传播的距离，或在波形上相位相同的相邻两点间距离，记为 λ ，单位为 m 。

声速：声波每秒在媒介中传播的距离，记作 c ，单位为 m/s 。声速与传播声音的媒介和温度有关。在空气中，声速 (c) 和温度 (t) 的关系可简写为 $c=331.5^{\circ}C+0.6t$ 。在常温 $20^{\circ}C$ 时，声速约为 $344m/s$ 。

频率 f 、波长 λ 和声速 c 三者之间的关系是 $c=\lambda f$ 。当物体在空气中振动，使周围空气发生疏、密交替变化并向外传递，且这种振动频率在 $20\sim 20\,000Hz$ 之间，人耳可以感觉，称为可听声，简称声音，噪声监测的就是这个范围内的声波。频率低于 $20Hz$ 的叫作次声波，高于 $20\,000Hz$ 的叫作超声波，它们作用到人的听觉器官时不引起声音的感觉，所以人们不能听到声音，但人的身体能感受到。

分贝 (dB)：人们日常生活中遇到的声音，若以声压值表示，由于变化范围非常大，可以达到六个数量级以上，同时由于人体听觉对声信号强弱反应不是线性的，而是成对数比例关系。所以，采用分贝来表达声学量值。所谓分贝，是指两个相同的物理量（如 A_1 和 A_0 ）之比取以 10 为底的对数并乘以 10（或 20）， $N=10\lg(A_1/A_0)$ 。分贝符号为“dB”，它是无量纲的。式中， A_0 是基准量（或参考量）， A 是被量度量。被量度和基准量之比取常用对数，此时的对数值称为被量度量的“级”，即用对数标度时，所得到的是比值，它代表被量度量比基准量高出多少“级”。

声功率 (W)：单位时间内，声波通过垂直于传播方向某指定面积的声能量。在噪声监测中，声功率是指声源的总声功率，单位为 W 。

声功率级为

$$L_W=10\lg(W/W_0)$$

式中 L_W ——声功率级 (dB)；

W ——声功率 (W)；

W_0 ——基准声功率，为 $10^{-12}W$ 。

声强 (I)：单位时间内，声波通过垂直于传播方向单位面积 (S) 的声能平均值，单位为 W/m^2 。

$$I=W/S=W/4\pi r^2$$

声强级为

$$L_I=10\lg(I/I_0)$$

式中 L_I ——声压级 (dB)；

I ——声强 (W/m^2)；

I_0 ——基准声强，为 $10^{-12}W/m^2$ 。

声压 (P)：由于声波的存在而引起的压力增值，单位为 Pa 。声波在空气中传播时形成压缩和稀疏交替变化，所以压力增值是正负交替的。但通常讲的声压是取均方根值，叫作有效声压，故实际上总是正值。对于球面波和平面波，声压与声强的关系是

$$I=P^2/\rho c$$

式中 ρ ——空气密度；

c ——声速。

声压级为

$$L_P=20\lg(P/P_0)$$