

任务引领



▶ 中等职业学校计算机及应用专业试验教材

录音技术与数字音频制作

金 勇 主 编

汪泳思 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



中等职业学校计算机及应用专业试验教材

录音技术与数字音频制作

金 勇 主 编
汪泳思 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书详细介绍了数字音频的概念、构成及应用,由声音的基本特性到声音的制作与合成,讲解由浅入深,从实际出发,符合中职教育的要求,非常便于读者了解和掌握录音与数字音频制作的相关知识和技能。

全书共分7个单元,论述了声音的基本特性、音响系统的核心设备及周边设备的使用与操控;以构建小型扩声系统为任务引领,自行构建音响系统;对人声和乐器进行录音,并利用音频处理器对声音进行处理;最后通过专业软件的介绍,让读者了解声音制作的特点和方式,学习音频工作站的构建。

本书适合作为中等职业学校计算机及广播影视制作等专业的教材,也可作为业余爱好者的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

录音技术与数字音频制作 / 金勇主编. —北京:

中国铁道出版社, 2012. 2

中等职业学校计算机及应用专业试验教材

ISBN 978-7-113-14036-6

I. ①录… II. ①金… III. ①录音—技术—中等专业学校—教材 ②数字音频技术—中等专业学校—教材
IV. ①TN912.12 ②TN912.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第262319号

书 名: 录音技术与数字音频制作
作 者: 金 勇 主编

策 划: 刘彦会 读者热线: 400-668-0820
责任编辑: 刘彦会 冯彩茹
封面设计: 刘 颖
封面制作: 白 雪
责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 北京新魏印刷厂

版 次: 2012年2月第1版 2012年2月第1次印刷

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 16.75 插页: 1 字数: 406千

印 数: 1~3 000册

书 号: ISBN 978-7-113-14036-6

定 价: 32.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 63549504

中等职业学校计算机及应用专业试验教材编委会

主 任：邓泽民

副主任：汪燮华 张世正 蒋川群 沈大林 严晓舟

委 员：（按姓氏音序排列）

陈黎安	陈丽敏	陈志云	杜 赞	龚建鑫
黄毅峰	吕宇国	马广月	孙良贻	王崇义
王泓滢	王琚菽	王培坚	王维明	肖 诩
徐慧华	许迪声	应国虎	朱慧群	朱文娟

丛书主编 汪燮华

丛书副主编 张世正 蒋川群 孙良贻

计算机及应用专业教材专门化方向主编一览表

专门化方向设置		教材名称	专门化方向主编
专业核心课		办公自动化应用	张世正 肖 诩
		计算机组装与维护	张世正 肖 诩
		多媒体技术应用基础	陈志云 陈丽敏
专门化方向	办公自动化与设备维护	办公设备操作与维护	张世正 肖 诩
		信息产品使用与服务	
	网页设计与制作	图形图像设计与制作*	孙良贻 王崇义
		网页设计与制作	
		Web 数据库与动态网页制作	
	多媒体制作技术	多媒体设计与制作	陈志云 陈丽敏
		多媒体应用综合实训	
	广播影视制作	影视照明	张世正 王培坚
		录音技术与数字音频制作	
		电视摄像与非线性编辑	
	动漫设计与制作	平面动画设计与制作	蒋川群 王琚菽
		三维动画设计与制作	
		动画制作综合实训	

注：*表示同时供多媒体制作技术、动漫设计与制作专门化方向选用。

为落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》中提出的“以服务为宗旨、以就业为导向”的办学方针和教育部提出的“以就业为导向、以能力为本位”的教育教学指导思想，同时贯彻教育部《2003—2007 年教育振兴行动计划》，加速培养一大批适应上海市新一轮发展需要的知识型技能人才，上海市教育委员会开发了计算机及应用等 50 个专业的教学标准。

本《中等职业学校计算机及应用专业试验教材》丛书就是依据上海市教育委员会组织开发并制定的《上海市中等职业学校计算机及应用专业教学标准》（以下简称《标准》）组织编写的。为了保证《标准》的落实和教学的高效，这套教材采用了先进的职业教育教材设计理念进行设计与编写。

计算机及应用专业课程有 5 个特征：一是任务引领，即以工作任务引领知识、技能和态度，让学生在工作任务的过程中学习相关知识，发展学生的综合职业能力；二是结果驱动，即通过完成典型产品或服务，激发学生的成就动机，使之获得完成工作任务所需要的综合职业能力；三是突出能力，即课程定位与目标、课程内容与要求、教学过程与评价都围绕职业能力的培养，涵盖职业技能考核要求，体现职业教育课程的本质特征；四是内容适用，即紧紧围绕工作任务完成的需要来选择课程内容，不强调知识的系统性，而注重内容的实用性和针对性；五是做学一体，即打破长期以来的理论与实践二元分离的局面，以任务为核心，实现理论与实践一体化教学。

在教材体系的确立上，按照职业岗位，将“计算机及应用”专业的 3 门专业核心课（“办公自动化应用”、“计算机组装与维护”、“多媒体技术应用”）和 13 门限定选修课分为 5 个专门化方向设计。这不但较好地落实了职业教育“以就业为导向”的教学指导思想，也很好地实现了学科教育向职业教育的转变。

在教材内容的遴选上，依据职业分析方法确定教学标准，在将成熟的最新成果纳入到教材的同时，又充分考虑了国家职业教育学历标准和国家职业资格标准，实现了学历证书和职业资格证书的“双证”融通，为职业学校学生顺利地取得国家职业资格证书提供了条件。

在教材结构的设计上，采用任务驱动和项目训练设计方式，不但符合职业教育实践导向的教学思想，还将通用能力培养渗透到专业能力教学当中。

每个单元中的任务具体设计了以下几个版块：

-  **任务描述**：从社会生活、工作需求中提取任务，描述任务完成的效果。
-  **任务分析**：分析解决任务的思路，分析任务的难点。
-  **方法与步骤**：图文并茂地讲解完成任务的操作步骤。
-  **相关知识与技能**：讲解任务涉及的知识与技能，完成任务的其他操作方法、技巧等。
-  **拓展与提高**：讲解学生非常有必要了解，但任务未涉及的知识与技能（此可选）。
-  **思考与练习**：根据教学需要、考试形式确定内容，一般包括任务要求、案例效果等。

在教材素材的选择上，力求选择的素材来自于生产实际，并充分考虑其趣味性和能力的可迁移性，以保证学生在完成任务的过程中，有效地促进学生职业能力的发展以及就业后能快速达到实际工作岗位的要求。

本套教材无论从教学标准的开发、教材体系的确立、教材内容的遴选、教材结构的设计，还是教材素材的选择，都本着立足上海、服务全国的宗旨，倾注了各位职业教育专家、计算机教育专家、教师和中国铁道出版社各位编辑的心血。并得到了上海市教育委员会教学研究室的大力支持。

本套教材如有不足之处，恳请各位专家、老师和广大读者不吝指正。希望通过本套教材的出版，为我国职业教育和计算机教育事业的发展和人才培养做出贡献。

编委会

2007年7月

21 世纪是一个信息技术社会, 图像与声音是这个时代的重要特征之一。无论是传统媒体(电视和广播)还是新媒体(数字杂志、数字报纸、数字广播、手机短信、移动电视、网络、桌面视窗、数字电视、数字电影、触摸媒体等)都与图像和声音相关联, 都是将声音通过新媒体利用数字技术、网络技术、移动技术, 通过互联网、无线通信网、有线网络等渠道向用户提供信息和娱乐的传播形态和媒体形态。因此声音将成为新媒体中不可缺少的重要组成部分, 声音制作也将成为为新媒体服务的热门专业。随着社会的发展, 技术的革新, 越来越多的人将加入这个行业, 声音将会成为中等职业技术学校中一个非常重要的专业领域。

本书编写以岗位职业能力分析和职业技能考证为指导, 以《上海市中等职业学校计算机及应用专业教学标准》中的“录音技术与数字音频制作课程标准”为依据, 以岗位任务为引领, 以工作任务为载体, 强调理论与实践相结合。体系安排遵循学生的认知规律, 注意深入浅出讲解, 并将最新的声音技术(录音、音频处理、音频制作、音响系统等)纳入教材中, 同时力争教材具有趣味性和启发性。

本书是中等职业学校计算机及应用专业多媒体制作技术专业化方向的核心教材。多媒体制作技术专业化方向音频方面未来的就业岗位主要是各大网站音视频制作, 新媒体中的手机电视、移动电视、楼宇广告、桌面视窗等, 数字电视, 数字广播和网络等; 对应的职业资格等级是调音师(四级)、剪辑师(四级)和数字音响制作师(四级)。

本书由声音基础及人的主观听觉、音源设备、调音台、周边设备及其使用、音响系统的构建、录音与音频处理、数字音频处理与制作等七个单元构成。每一单元由多个任务和项目实训组成, 每一个任务又由任务描述、任务分析、方法与步骤、相关知识与技能、拓展与提高和分析与提高等内容组成。本书将摄像与视频编辑组合为一个影视基础的课程体系, 为学生提高就业能力奠定基础。

其中, 项目实训中项目等级的评价参考如下。

等级说明表

等 级	说 明
3	能高质量、高效率完成此学习目标的全部内容, 并能解决遇到的特殊问题
2	能高质量、高效率完成此学习目标的全部内容
1	能圆满完成此学习目标的全部内容, 无须任何指导和帮助

评价说明表

评 价	说 明
优 秀	达到 3 级水平
良 好	达到 2 级水平
合 格	全部项目达到 1 级水平
不 合 格	不能达到 1 级水平

目录 CONTENTS



单元一 声音基础及人的主观听觉	1
任务一 声音基本常识	2
任务二 人耳的基本听觉特性	5
任务三 人耳的主观听觉特性	10
项目实训 人耳主观听觉特性	17



单元二 声音信号的来源——音源设备	19
任务一 在室内正确使用传声器	20
任务二 在室外正确使用传声器	30
项目实训（一） 新闻采访	35
任务三 光记录/播放设备的操控	36
任务四 磁带录音机的操控	44
项目实训（二） 卡拉OK原声磁带的诞生	51
任务五 音质的主观与客观评价	52
任务六 音箱的主观评价	58
项目实训（三） MP3声音的主观评价	64



单元三 音响系统的核心设备——调音台	67
任务一 了解音频信号、连接电缆和音频接口	68
任务二 小型扩声/录音系统的构建	73
项目实训 扩声系统的构建	89



单元四 周边设备及其使用	91
任务一 均衡器的连接与操控	92
任务二 音频处理器——效果器	102
项目实训（一） 制作影视电话声和山谷回声	110
任务三 音频处理器——压限器	112

任务四 音频处理器——激励器	125
任务五 音频处理器——反馈抑制器	131
项目实训(二) 音频信号动态控制与 声反馈的抑制	136



单元五 音响系统的构建 138

任务一 音频电缆的制作	139
任务二 音箱、耳机和功率放大器	144
任务三 多功能音响系统的构建	154
项目实训 构建一个录音与制作系统	169



单元六 录音与音频处理 171

任务一 录音系统的构建及传声器性能的再认识 ...	172
任务二 不同场合的拾声	176
任务三 乐器的拾声	180
项目实训(一) 人声与乐器声的拾取	193
任务四 对录音声音信号进行加工与处理	194
项目实训(二) 对人声和乐器进行音色处理	201



单元七 音频处理软件与音频工作站 203

任务一 模拟音频信号和数字音频信号	204
任务二 数字音频格式的转换	209
任务三 音频软件和音频工作站的初步认识	214
任务四 使用数字音频处理系统制作歌曲	225
项目实训 歌星的诞生——CD的制作	259



单元一

声音基础及人的主观听觉

电声器材种类繁多，但大致可以分成音源设备、记录设备、周边设备（音频处理器）、调音台、播放设备五大类，可以说任何一个音频系统——录音系统、扩声系统、制作系统和混合音响系统等均是由这些设备构建而成，但不同的构建方式会达到不同的效果。

本章首先了解声音的一些基本知识，只有充分了解和掌握了声音的基本知识和人的听觉特性，才能更好地学习其他相关知识。其次学习传声器的相关知识和使用要点，以及一些记录设备的使用方法。



能力目标

- 了解声音的基本知识。
- 掌握人耳的听觉特性。
- 掌握扩散声场的特点。
- 掌握传声器的相关知识及使用方法。
- 掌握录音机的使用技能。



任务一 声音基本常识



任务描述

声音是看不到只能听的一种能量形式，人们常说的“眼见为实耳听为虚”，意思是说听到的没有看到的真实，这让我们在声音制作上更能发挥想象的空间，并不是任何听到的声音都是“虚幻”的，例如声音的方向、那个人在说话、那件乐器在演奏等。

声音是由振动源、传播媒介和聆听者构成，这是声音的三要素，对于声音来说三者缺一不可。声音可以在空气、液体（水）和固体（钢铁）中传播，根据传播媒介的不同，声音的传播速度、距离也不尽相同。最常见的传播媒介是空气，在一个标准大气压（101 325 Pa）和 15℃ 的条件下，其传播速度为 340 m/s。

声波在媒介中传播时，不同的传播途径（遇见障碍物时），可能会产生反射、绕射和衍射等声波的传播形式。

我们将通过实验的形式来感受声音特性，从声音的发生、传播、人耳对声音的辨别能力来了解和掌握声音的特性及人耳感声的特点。



任务分析

声音是物体振动的产物，是一种能量的表现形式，人们通过敲击专用的振动源——音叉来产生声音，在声音产生的同时感知声音的传播方式。不同厚度和材质的音叉，能产生不同频率的声音；敲击音叉力度的不同，能使音叉产生不同响度的声音。

将音叉放在水中，就能看到由音叉产生的振动波在水中的传播形式，水也是声音传播的媒介之一。通过声音在水中传播的过程，感知声音在空气中传播的样式。

人耳对声音的听觉能力与声音的响度有直接关系，同时也与声音的频率有关，这就是我们所说的“等响曲线”，下面通过相关的声音测试设备来验证这个定理。



方法与步骤

1. 声音发声器材的准备

(1) 准备 3 个不同频率的音叉，其频率分别是 200 Hz、1 000 Hz、6 300 Hz（也可以是其他频率的音叉，但其频率要有一定的间隔）。

(2) 一个小银锤（或小铜锤）。

(3) 一个盛有一半水的水盆（注意水不能没过音叉的 3/4）。

2. 声音的产生

(1) 将 3 个不同频率的音叉两两相距 50 cm 放在桌子上，并注意安放平稳。

(2) 用小银锤敲击 1 个音叉，观察音叉振动（可以用手触摸音叉，感觉音叉的振动），并聆听该音叉发出的声音，直至该音叉停止发声（用手按住音叉可使音叉停止发声）。

(3) 按照步骤（2）的方法，继续用小银锤敲击其他 2 个音叉，感受音叉发出的不同的

声音。

(4) 分辨哪个音叉的声音频率最高, 哪个音叉的声音频率最低。

3. 感受声波的产生

(1) 将 3 个音叉中频率最低的一个音叉放入水盆中 (此时水没过音叉的 $\frac{3}{4}$)。

(2) 用小银锤敲击水盆中的音叉, 观察水盆中水波的产生和水波的传播。

(3) 用同样的方式将另外两个音叉分别放入水中, 用小银锤敲击水盆中的音叉, 观察水盆中水波的产生和水波的传播。

(4) 比较 3 个音叉所产生水波的差异, 并分析为什么会有这样的差异。

4. 声波的反射现象

(1) 将 3 个音叉中频率最低的一个音叉放入水盆中 (此时水没过音叉的 $\frac{3}{4}$)。

(2) 用小银锤敲击水盆中的音叉, 观察水盆中水波的产生和水波的传播。

(3) 此时用一块木板放在水中, 阻挡部分水波的传播; 观察水波碰到木板后所产生的回波 (声波的反射)。

(4) 观看木板周围水波绕过木板继续传播的现象 (声波的绕射现象)。

5. 声波的衍射

(1) 在一个长方形的水槽中注入一定高度的水, 将 3 个音叉中频率最低的一个音叉放入水槽中 (此时水没过音叉的 $\frac{3}{4}$)。

(2) 在一块木板上开一个小孔 (直径 5 mm), 小孔的圆心与水槽中水的高度一致 (水平面在小孔的一半), 木板的宽度与水槽的宽度一致 (刚好能插入水槽), 并将木板将水槽一分为二, 如图 1-1-1 所示。

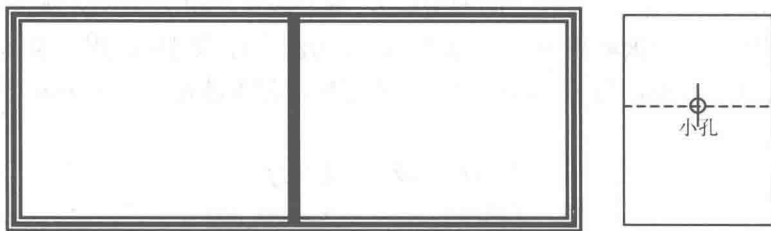


图 1-1-1 水槽和木板

(3) 用小银锤敲击水盆中的音叉, 观察水盆中水波的产生和水波的传播。

(4) 观察水波传播到木板, 经小孔后, 以小孔为波源继续传播的现象。

相关知识与技能

声音的产生必须有一个振动源的存在, 但不是任何振动源都可产生声音, 因为人耳听到声音还必须具有一个原则, 就是传播媒介。不同的传播媒介对声音的传播能力也不相同, 其中包括传播速度、传播损耗等, 从人耳听觉的层面上来说, 空气是最好的传播媒介, 而我们所研究的声音也都是在空气中传播。

声音在空气中的传播过程是以球面波的方式来进行的, 声音传播距离越远, 半径越大, 其波阵面上每一点的能量也就越弱, 当波阵面上的某点响度小于 0 dB (分贝) 时, 人耳就听不到声音, 此时声音也就消失了。



拓展与提高

(1) 声音的产生与水纹产生的原理基本一致,声音的产生是物体振动(敲击、撞击、抖动、风吹动)带动了周围的空气振动,如同水纹的产生一样,只是将水换成了空气。空气与水一样,由振动中心将振动的能量向外传播,形成一个个同心球(水是沿平面传播,空气是向四周传播),如图 1-1-2 所示。

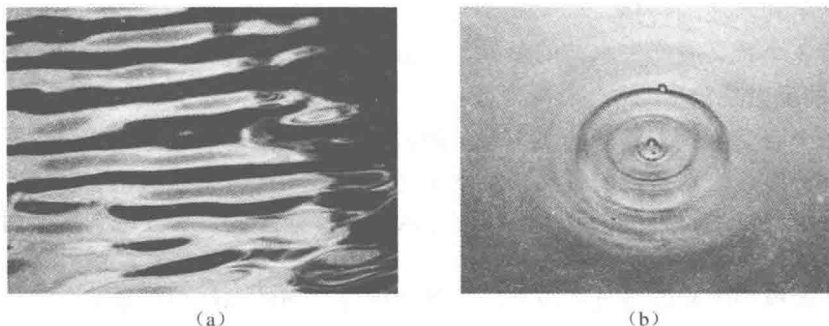


图 1-1-2 水波纹

(2) 声音通过空气这个载体,将振动能量由振动源向周围传播,振动中心的声音能量最强,越往外,传播点上的声音能量越弱,最后消失在空气中。

声音实际上就是物体的振动能量通过空气(介质)传递,而通过空气压力的变化让人耳所感受。

(3) 波纹间的距离(两个波峰之间的距离),称为波长,用 L 表示,如图 1-1-3 所示;从一个波峰出现到另一个波峰出现需要的时间,称为波运行的时间,用 t 表示;每秒出现了几个波峰,称为波的频率,用 f 表示;波行进的速度,称为波速,用 v 表示;三者间的关系为:

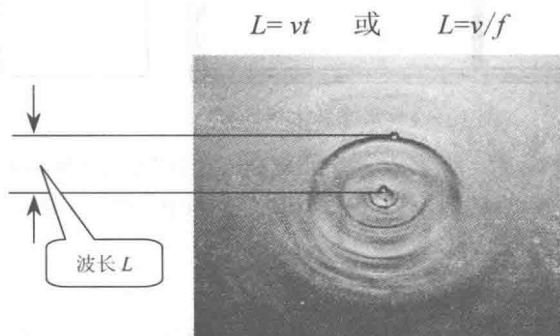


图 1-1-3 波长

声音在空气中传播的速度为 340 m/s, (一个标准大气压即 101 325Pa, 温度在 15 °C)。波长长频率低,即为低音;波长短频率高,即为高音。频率的单位是 Hz(赫兹),人耳能听到的频率范围是 20~20 000 Hz。

(4) 在不同的传播媒介中,声音传播速度是不相同的(大地、建筑物、水都能传播声音),一般而言,传播媒介的密度越高,声音传播的速度越快,但在媒介中的衰减也越快。

(5) 声波与水波相同,碰到物体会产生反射。由于声波是在空气中传播,声波的传播方向为四面八方,所以传播中遇见障碍物时会产生很多反射、绕射和衍射。

声波在传播中遇见障碍物时:

- ① 当障碍物的尺寸大于声波的波长时,声波在传播中发生反射。
- ② 当障碍物的尺寸小于声波波长时,声波在传播中发生反射,同时会产生绕射。
- ③ 当障碍物的尺寸与声波波长相同时,在障碍物的边缘会产生衍射。
- ④ 当障碍物中有一个小孔时,声波会以这个小孔为中心,形成新的声源,如图 1-1-4 所示,这称为惠更斯定理。



图 1-1-4 惠更斯定理示意图

(6) 声波传播中没有反射的空间称为自由声场;传播中产生许多反射的空间称为——扩散声场;厅堂内是声音传播的主要场所,我们称为室内声场。

思考与练习

- (1) 为什么不同的音叉产生的水波也不相同?
- (2) 当声波通过小孔继续传播时,与原来的声波有什么异同?



任务二 人耳的基本听觉特性

任务描述

人耳能听到的声音与声音本身的物理特性有关,声源(振动源)的振动频率如果在 20 Hz~20 kHz 之间,则是人耳所能听到的声音。如果振动源的振动频率高于 20 kHz 或低于 20 Hz,则是人耳不能听见(感知)的声音。

人耳听到的声音响度和声音频率一样都有一个范围 0~140 dB,低于这个响度,人耳则不能辨别到声音,而高于人耳听觉的极限,则会对人耳造成损伤。



人耳在 20 Hz~20 kHz 以内对声音的听觉感受是不同的,也就是说,相同的声音响度(也称声压级),不同的声音频率,人们的听觉感受(响度)也是不一样的。一般而言,在中频段范围内人耳的听觉能力较高,而低频段和高频段的听觉感受相对于中频段来说,人耳的听觉能力要差很多。

下面通过相关的实验来验证上述的人耳听觉感受,从实践中来感受人耳的一些基本特性,例如声音频率的辨别、声音响度的辨别等。

任务分析

由于人耳的听觉范围很广,不可能采用实际振动源的方法来实现,因此我们采用专用的音频设备(音频信号发生器)来完成这样的声源角色,虽然不是真正的振动声源,但其实际效果与真正声源的效果相同,甚至超过真正的声源效果。在声音领域中,所有声音的单音均采用音频信号发生器来实现的,因此此次任务不但要完成人耳基本听觉的实验,还要了解一些基本的音频设备,为学习以后的内容打下基础。

在刚接触音频设备时,实验可在老师的帮助下完成,但要求每一位同学一定要了解这些音频设备的作用以及音频设备的使用方式。

方法与步骤

1. 实验设备的准备

(1) 音频设备如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 音频设备配置表

序 号	音频设备名称	数 量
1	音频扫频(点频)仪	1 台
2	耳机	1 副
3	音箱	1 对
4	功率放大器	1 台
5	音频电平指示表	1 只
6	声级计	1 只

(2) 音频设备的系统连接(在老师的帮助下完成)如图 1-2-1 所示。

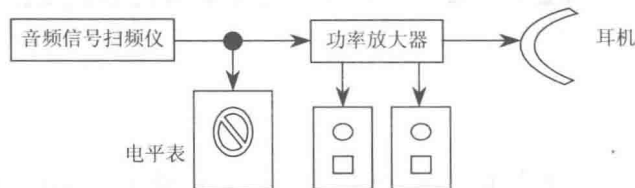


图 1-2-1 音频设备的连接

(3) 音箱放置的位置为音箱的高音扬声器与人耳齐高,声级计放在音箱正面 5 m 处,高度与音箱高音扬声器相同,如图 1-2-2 所示。

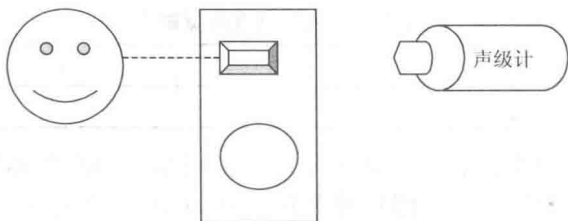


图 1-2-2 设备放置的位置

2. 人耳对声音听觉的频率范围

(1) 将音频信号发生器(扫频仪)频率调节到 1 000 Hz, 调节音频信号发生器的输出电平为 0 dB (或-3 dB), 调节功率放大器的音量输出旋钮, 使声级计上的读数在 80 dB; 聆听此时单频声音的响度感觉, 并做记录填入表 1-2-2 中。

(2) 将音频信号发生器(扫频仪)频率调节到 15 Hz, 调节音频信号发生器的输出电平为 0 dB (或-3 dB), 调节功率放大器的音量输出旋钮, 保持声级计上的读数为 80 dB; 聆听此时单频声音的响度感觉, 并做记录填入表 1-2-2 中。

(3) 将音频信号发生器(扫频仪)频率调节到 25 Hz, 调节音频信号发生器的输出电平为 0 dB (或-3 dB), 调节功率放大器的音量输出旋钮, 保持声级计上的读数为 80 dB; 聆听此时单频声音的响度感觉, 并做记录填入表 1-2-2 中。

(4) 将音频信号发生器(扫频仪)频率调节到 10 kHz, 调节音频信号发生器的输出电平为 0 dB (或-3 dB), 调节功率放大器的音量输出旋钮, 保持声级计上的读数为 80 dB; 聆听此时单频声音的响度感觉, 并做记录填入表 1-2-2 中。

(5) 将音频信号发生器(扫频仪)频率调节到 20 kHz, 调节音频信号发生器的输出电平为 0 dB (或-3 dB), 调节功率放大器的音量输出旋钮, 保持声级计上的读数为 80 dB; 聆听此时单频声音的响度感觉, 并做记录填入表 1-2-2 中。

表 1-2-2 不同频率的响度表

声音频率	1 000 Hz	15 Hz	25 Hz	10 kHz	20 kHz
人耳听觉感受					

3. 人耳对声音响度的听觉能力

(1) 在一个相对安静的房间内(最好是一间录音室), 安放并调试好设备。

(2) 音频发生器的频率调节在 1 000 Hz, 调节音频发生器输出电平为-3 dB, 调节功率放大器音量输出旋钮, 使声级计读数在 40 dB; 聆听此时音箱发出的声音, 并做记录填入表 1-2-3 中。

(3) 保持音频发生器参数不变, 调节功率放大器音量输出旋钮, 使声级计读数在 20 dB; 聆听此时音箱发出的声音, 并做记录填入表 1-2-3 中。

(4) 保持音频发生器参数不变, 调节功率放大器音量输出旋钮, 使声级计读数在 5 dB 或 10 dB (在条件许可的前提下); 聆听此时音箱发出的声音, 并做记录填入表 1-2-3 中。

(5) 保持音频发生器参数不变, 调节功率放大器音量输出旋钮, 使声级计读数在 120 dB (音箱输出功率许可的前提下); 聆听此时音箱发出的声音, 并做记录填入表 1-2-3 中。

4. 等响曲线的认识

(1) 在一个相对安静的房间内(最好是一间录音室), 安放并调试好设备。



表 1-2-3 人耳响度听觉能力

声音响度 (dB)	40	20	5/10	120
人耳听觉感受				

(2) 音频发生器的频率按表 1-2-4 所示调节, 调节音频发生器输出电平为 -3 dB , 调节功率放大器音量输出旋钮, 使声级计读数保持在 80 dB ; 聆听此时音箱发出的声音, 并做记录填入表 1-2-4 中。

表 1-2-4 等响曲线

声音频率 (Hz)	20	25	31.5	40	50
人耳听觉感受					
声音频率 (Hz)	63	80	100	125	160
人耳听觉感受					
声音频率 (Hz)	200	250	315	400	500
人耳听觉感受					
声音频率 (Hz)	630	800	1 000	1 250	1 600
人耳听觉感受					
声音频率 (Hz)	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000
人耳听觉感受					
声音频率 (Hz)	6 300	8 000	10 000	12 500	16 000
人耳听觉感受					

(3) 通过表 1-2-4 的记录, 感受人耳在相同声压级不同频率上的听觉响度的变化规律。

(4) 提高声级计的声压级到 100 dB , 再感受步骤(2)的过程, 比较与声压级为 80 dB 时人耳对高低频的辨别能力。

相关知识与技能

人耳的听觉能力因人而异, 这种差异不但体现在不同的个体上(人), 同样也会出现在相同的个体上(年龄)。不同的年龄段人的听觉能力是不一样的, 一般而言, 随着年龄的增加, 人的听觉能力也同时在下降。这种差异不但体现在对声音响度上, 同时也体现在频率上。

测试音箱发出声压级的声级计是一种专门用于测量声压级的仪器, 它的测试范围远大于人耳的听觉能力, 为了使测量值能与入耳听觉能力一致, 国际测量协会规定在声级计中必须安装一个“计权网络”, 通过这个“计权网络”测出的数值与人耳的听觉基本一致。

在实验中经常要调节功率放大器的音量旋钮, 这是为了始终将音箱的输出声压级定在一个规定的数值上, 因为不同的声音频率, 会使功率放大器与音箱发出的声音发生变化。

我们构建的音响系统中声音来自于音频信号发生器, 在实际使用中音源一般不会使用音频发生器, 音频发生器是(在一个时刻)一种单频信号声源, 因此发出的声音不太动听。但音频信号发生器能发出全频段信号, 是系统测试与人耳听觉实验中不可缺少的设备。