

○ 中等商业学校试用教材

○ SHOUYINJILUYINJI

{

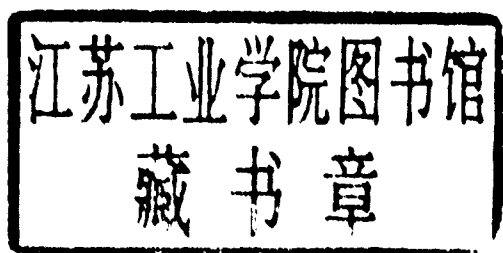
商业部《收音机、录音机》编写组

收音机 录音机

湖北教育出版社

收音机 录音机

陈昌彦 李玉发 编
万复光 张宗新



湖北教育出版社

收音机 录音机

陈昌彦 李玉发 编
万复光 张宗新

*

湖北教育出版社出版、发行
咸宁地区印刷厂照排
咸宁地区印刷厂印刷

787 × 1092 毫米16开本 10印张 3 插页 237,000字

1986年 9月第1版 1986年 9月第1次印刷

印数：1—8,300

统一书号：7306 · 521 定价：3.70 元

编 审 说 明

《收音机、录音机》一书是家用电器商品专业课程之一。该书是按照商业部系统中等专业学校该专业的教学计划和教学大纲的要求编写的。经审定，作为商业部商业、供销中等专业学校家用电器商品专业教材。该书也可作为凡为培养中等程度的家用电器商品专业人才所办的职业中专、职业中学、电视中专、函授中专、技工学校及培训班教学或自学用书。

本书下册由湖北省商业学校陈昌彦、李玉发同志主编，江苏省无锡商业学校万复光、湖北武汉五交化站张宗新同志参加编写。由武汉大学傅万钧同志审阅。

由于编者学识有限，难免出现差错。兼之随着科学技术的不断发展，教材内容需要不断地更新。请各校在教学中不断积累经验，对本书不当之处提出批评、修改意见，使之日臻完善。

中华人民共和国商业部教材编审委员会

一九八六年五月

编写说明

收音机、录音机是电声设备，其工作原理、电路和结构是无线电基本理论、常用电子电路和机械知识的综合应用。

全书分上、下两册。下册为录音机部分，主要分析和讲述磁带录音机的工作原理、盒式录音机的机构、磁头和磁带、盒式录音机的基本电路；同时，也详细介绍了电声学基础知识、盒式录音机的特殊电路及检修、主要指标和测量方法，选择了国内外几种典型的机型，作了整机电路分析。在使用本教材时请注意以下几点：

(1) 本课程是在学完电工原理和电子线路之后开设的，要注意课程的相互配合和衔接。考虑到其他职业技术培训班和自学用书，在本书中有的章节适当写入了一些基础知识。

(2) 在讲授收音机、收录机的基本电路和其他电路时，重点要讲清电路组态、工作原理、调整和测试，不必介绍电路设计，但对某些影响收音机、收录机性能的主要元器件的选择、适当予以定量分析。

(3) 本课程实践性较强，在完成必做的实验项目的同时，还要安排一定的时间集中安装、调试实习。

参加本书编写工作的有李玉发（第十六、十七、十八章），陈昌彦（第十二、十四、十九章），万复光（第十三、二十、二十一章），张宗新（第十五章）。全书由陈昌彦、李玉发定稿，由武汉大学傅万钧同志主审。黄本培、钱俊、徐传勤、惠梅秀、姚玉霞、雷春娥、孙浩等同志参加了本书的绘图等工作。

湖北、江苏省无锡商校的有关同志参加了本书的讨论审稿，并提了许多宝贵意见。在此一并致谢。

编 者

一九八六年五月

目 录

第十二章	磁带录音机概述	1
第一节	录音方法概述及磁带录音机发展概况	1
第二节	磁带录音机的分类	3
第三节	盒式录音机的特点	5
第四节	当前国产盒式录音机的生产、质量及市场经营动态	6
第十三章	电声学基础	7
第一节	描述声音的几个重要参量	7
第二节	语言及音乐的频率范围	7
第三节	听觉特性	8
第四节	声音的动态范围与电声指标	10
第五节	电声产品的音质评价	11
第十四章	磁带录音机的工作原理	13
第一节	磁带录音机的特点和组成	13
第二节	磁性体的磁化特性	14
第三节	录音原理	16
第四节	放音原理	22
第五节	消音原理	25
第十五章	盒式录音机的机构	27
第一节	带盒机构	27
第二节	马达和稳速装置	29
第三节	磁带驱动机构	30
第四节	制动机构	33
第五节	磁头机构	33
第六节	自停机构	33
第七节	暂停机构	35
第八节	防误抹机构	35
第九节	计数器机构	36
第十节	自动选曲机构	37
第十一节	出盒机构	37
第十二节	控制机构	38
第十六章	磁带录音机的磁带和磁头	39
第一节	磁带	39
第二节	磁头	44
第十七章	盒式录音机的电路	50
第一节	电路组成	50

第二节	输入电路	51
第三节	录放频率补偿电路	53
第四节	自动电平控制电路	61
第五节	偏磁和抹音电路	66
第六节	功率放大电路	69
第七节	指示和监听电路	72
第八节	杜比降噪电路	77
第十八章	盒式录音机的特殊电路	82
第一节	自停控制电路	82
第二节	自动选曲和电脑选曲电路	85
第十九章	盒式录音机整机电路分析	90
第一节	三洋M2511录音机整机电路分析	90
第二节	春雷3 PL3型收录机整机电路分析	92
第三节	三洋M4500K型立体声收录机整机电路分析	96
第四节	红灯2 L1400立体声收录机整机电路分析	107
第二十章	盒式磁带录音机的使用和维修	112
第一节	盒式磁带录音机的使用	112
第二节	盒式磁带录音机的养护	117
第三节	盒式磁带录音机常见故障的修理	120
第四节	录音机的调整	129
*第二十一章	盒式录音机的主要指标和测量方法	131
第一节	盒式录音机的主要指标	131
第二节	测量条件和设备	132
第三节	测量方法	135
第四节	其他指标	138
复习思考题		139
附录		141
附录一	常用国内外单声道录放磁头	141
附录二	常用国内外立体声录放磁头	143
附录三	常见国内外盒式磁带	145
附录四	盒式录音机常用集成电路及国内外型号互换对照表	147
附录五	全国第一、二届录音机质量评比情况	150
主要参考资料		153
附图1	三洋M2511型盒式录音机电原理图	154
附图2	春雷3 PL3型收录机电原理图	155
附图3	(a) 三洋M4500立体声收录机电原理图(收音部分)	156
附图3(b)	三洋M4500立体声收录机电原理图(录音部分)	157
附图4	红灯2L1400立体声收录机电原理图	158

第十二章 磁带录音机概述

第一节 录音方法概述及磁带录音机发展概况

一、录音方法概述

目前，记录声音的方法有三种：机械录音、光学录音及磁性录音。

机械录音是历史上最早出现并广泛使用的一种录音技术。它是把声信号转换为机械振动，也就是在录音体上刻上纹槽，把声信号记录下来。这种录音方式因载体为唱片，所以又称唱片录音。

光学录音方式的基本原理是把声信号变为光信号记录在胶片上。这种录音方法主要用于影片录音。

磁性录音方式是把音频信号变为相应的磁信号并记录在磁性载体（如磁带）上。

磁性录音与其他两种录音方式比较起来，具有可立刻抹去重录、不需后期处理、性能优良等特点，因此是目前普及最快的一种录音方式。尽管其历史最短，普及得却很快。

二、磁带录音机发展简史

1877年美国大发明家爱迪生发明了留声机，这是人类记录声音的开端。同年，贝尔发明了电话机。1888年美国的史密斯根据上两项发明，最早提出了用电话机线圈中的音频电流使钢丝磁化，以剩磁形式将话音信号记录在钢丝上的设想。1898年丹麦科学家波尔森实现了史密斯的设想，制成了世界上第一台磁性录音机。尽管这架录音机的电声指标不高，需要借助电话受话器才能听到微弱的声音，但是它却揭开了磁记录技术的序幕。波尔森发明的磁性录音机在1900年巴黎万国博览会上展出时，得到很高的评价，获得最佳奖。

波尔森的发明，虽然开拓了录音技术的新领域，但是由于当时科学技术条件的限制，磁性录音还达不到实用水平。1907年，美国的弗莱斯特发明了真空三极管，开创了电子放大技术的历史。同年，波尔森发明了钢丝式录音机的直流偏磁法，从而使磁性录音进入实用阶段。1927年美国的卡尔森和卡潘特发明了交流偏磁法，使磁性录音又向前大大迈进了一步。

第二次世界大战前，录音机主要在德、美、英、日等国发展。1930年后，德国德律风根公司的钢丝录音机，英国马可尼公司的钢带式录音机相继在市场出售。1935年美国贝尔电话研究所研制成功了钢带式录音机。日本的日本电气公司、安立电气公司也都批量生产钢带式录音机。此后，随着磁带的发明，德国AEG（通用电气）公司在1935年制成了世界上最早的商品磁带录音机，带速为76.2cm/s。这就是现代磁带录音机的始祖。当时，AEG的录音机在技术上很先进，广泛用于军事、情报、广播等部门。

第二次世界大战结束后，德国在战时发展的各种录音机和磁带技术都传到了美国，大大刺激了美国的录音工业。当时很多有名的公司都转向生产录音机，产品种类很多，因此，美国的磁带录音技术得到了迅速发展。可以说，战后磁带录音技术的重心由德国转到了美国。

1947年，美国的霍夫曼试制成功了多声道磁带录音机。1949年美国马格奈可德公司生产出了商品化的立体声录音机。1950年日本东京通信工业公司（现在的索尼公司）出售了日本

最早的磁带录音机。1956年，拥有交流偏磁法专利权的日本通信工业公司研制成功了便携式全晶体管录音机，用微电机驱动。

1957年，美国菲德里派克公司提出了把录音磁带装进盒子里的设想，然后再把盒子放进装有特殊走带机构的录音机内，从而避免了手装磁带的累赘。这种机器，人们叫它“卡式录音机”。1958年美国RCA公司出售了带宽6.25mm，带速9.5cm/s，4磁迹、2通道立体声卡式系统。1960年，美国3M公司出售了3M卡式系统，这种技术在某种程度上为后来的飞利浦盒式录音机所继承。美国里尔·杰特公司又将菲德里派克式加以改进，制成了8磁迹循环卡式录音机，并于1965年被美国汽车制造厂所采用。

1960年前后，日本开始生产正规主导轴驱动的电池式录音机。这时生产的录音机，除了小巧轻便、性能好、操作简便之外，还具有语音控制和自动反转等许多特点。这些录音机的生产，使日本在录音机的性能、特征和产量方面跃居世界的前列。

1960年，索尼公司出售了551型立体声录音机。1964年又生产了供记者采访用的便携式全晶体管录音机，带速为19.05cm/s，这种录音机电省、体积小、重量轻，在当年东京奥运会上发挥了作用。

自1960年起，欧洲各国的厂家开始设想新的卡式系统，并积极从事具体研制工作。六十年代初，荷兰的飞利浦公司和西德的三家公司，联合研制盒式录音机和盒式磁带，以便取代原有的盘式录音机。1963年，荷兰飞利浦公司首先研制成功了盒式磁带录音机，盒式磁带录音机的出现标志着录音机历史上的一个飞跃。1965年，该公司将发明专利权向全世界无偿地公开。于是世界各国，特别是日本各公司开始大量生产这种构造简单、操作方便、价格便宜、互换性好的小型盒式录音机，从而确定了盒式系统的国际统一标准。现已成为国际电工委员会（IEC）的正式标准，这是飞利浦公司对世界磁带录音机工业的重大贡献。

1966年，瑞士的库德斯基公司研制了记者采访用的纳格拉Ⅲ型全晶体管化录音机，这种录音机有三种带速，操作方便，工作可靠，性能优良。七十年代初，又在此基础上充分发挥钟表之国的精加工技术特长，在工艺和电路上作了很大改进，制成了纳格拉4型电影同步录音机，在各种性能指标和可靠性方面，都创造了国际先进水平，至今仍为专业便携式录音机的世界王牌。

1970~1975年，瑞士斯杜德公司先后研制和生产了多种播音室用高质量盘式录音机。其带速为9.5、19、38.1cm/s，性能很好，抖晃率达0.04%、信噪比达66dB、失真小于1%、频响为30~18000Hz \pm 2dB。这种录音机装有电子计时器和电子记忆自停装置，具有操作方便、稳定可靠、编辑剪接都很方便的特点。

七十年代中期，美国安派克斯公司研制出了高级专业用盘式磁带录音机ATR-100型。采用无主轴、无压带轮新式驱动机构，走带性能主要靠高超的电子伺服技术。有四种带速，高速（76.2cm/s）时，频响达35Hz~28kHz（ \pm 2dB），失真 $<$ 0.3%，带速误差 $<$ \pm 0.03%，低速时抖晃率 \leq \pm 0.03%。

1976年，日本松下电气公司生产了直接驱动（DD）马达和隔离环传动机构的U-38系列各种高级盘式录音机，性能很好。标准型的RS-1500U为2轨迹、2通道单声或4轨迹、2通道立体声方式，其抖晃率小于0.018%（计权有效值）。其中的RS-1800U型第一次将微型计算机引入录音机，从而为实现一系列操作功能的自动化开辟了道路。

为了进一步小型化，日本奥林帕斯公司在1969年前后又分别研制了一种微型盒式磁带录

音机，带盒更小，外形尺寸为 $50.2 \times 33.5 \times 8.15$ mm，带宽和盒式的相同，为3.81mm，带速为2.38cm/s，比盒式慢一倍，两面录音时间为60分钟。开始时性能较差，现在频响已提高到7000Hz以上。

七十年代中期，盒式录音机的水平日益提高，在性能上已达到专业机水平。但由于工作时磁带始终藏在盒子里，作为专业用时剪辑很不方便。而且，由于飞利浦的标准化合同限制，又不能改动带盒结构，所以在1976年，日本三家公司（松下、索尼、特亚克）联合研制了一种新型的大盒式录音机（ELCASET）。其带盒外形尺寸为 $150 \times 106 \times 18$ mm，带宽6.25mm，带速9.5cm/s，比盒式快一倍，两面录音时为60分钟（EC-60带）和90分钟（EC-90带）。其性能指标很高，抖晃率 $\leq 0.025\%$ （计权有效值），频率特性为 $25 - 22000\text{Hz} \pm 3\text{dB}$ ，信噪比为62dB。另外，在操作上，这种录音机一开始就在磁带上设置了专用的控制磁迹，以便于操作自动化和实行程序控制。在剪接方面，机器工作时自动将磁带从盒内拉出来，通过磁头和导带系统，不象飞利浦盒式那样完全缩在盒内，因而专业使用时剪辑很方便。

三、我国磁带录音机的发展概况

我国最早的钢丝录音机是1951年上海钟声电工社制造出来的。该社于1953年又造出了我国第一台磁带录音机，型号为591型。1956年以后，全国生产录音机的厂发展到两家，即上海录音器材厂和北京的广播录音器材厂，主要研制生产一般盘式录音机和广播用盘式录音机。

1973年，我国制成了第一台盒式磁带录音机（葵花HL-1型）。1978年以后，国家有关部门陆续引进了一定数量的盒式录音机机芯，促进了我国盒式录音机工业的迅速发展，同时也加快了国产机芯和主要零部件的研制进度。近年来，盒式录音机在我国发展很快，产量迅速增长，1982年产量已达200万台左右，为1979年产量的15倍。1984年录音机已达748万台。据全国两届盒式录音机质量评比情况看，国产盒式录音机特别是收录两用机的质量水平，已经达到了相当的高度。不仅在主要性能指标上比以往有明显的提高，而且在外观造型、结构工艺、功能、可靠性和降低成本等方面，都有较大的进步。当前盒式磁带录音机的主要生产企业，正满怀信心地进一步开展全面质量管理工作。在保证质量生产现有产品的同时，积极努力设计、试制新品种。目前，新品种正朝三个方向发展：第一，立体声录音机、收录机正处在紧张试制和完善生产的准备阶段；第二，大力推广集成电路在盒式录音机中的应用；第三，发展落地式、双盒座式（双卡）、组合式等多品种。

在盒式录音机迅速发展的同时，其他式的磁带录音机也在发展。1973年以后，我国先后制成全晶体管化广播和电影专业用盘式磁带录音机（长城DTL型便携式和703型落地式），质量指标达到或接近同类产品国际水平。随着PCM录音技术的发展，我国在1978年也研制出PCM录音机样机。

第二节 磁带录音机的分类

现代磁带录音机品种繁多，形式各异，因此分类方法也多种多样。按其使用的磁带分类，可主要归纳为盘式、卡式、盒式、微型盒式、大带盒式、录音座等类型。

一、盘式磁带录音机

盘式磁带录音机，它是使用铝或塑料带盘来卷绕磁带的。录放音时，将卷在供带盘上的磁带拉出，经过磁头的缝隙、主导轴等，再卷到另一边的收带盘上。磁带速度有38.1cm/s、19.05cm/s、9.53cm/s等几种。由于体积大，操作不方便，以致在家庭中已很少使用。

二、卡式磁带录音机

卡式录音机是指磁带绕在一个带卡的盘芯上能够循环走带的磁带录音机。过去主要用在汽车里做循环放音之用，其外形尺寸约为 $133 \times 100 \times 20 \text{ mm}$ ，带宽为 6.25 mm ，带速为 9.5 cm/s 。该机在香港叫做匣式机，多用于需要多次连续重复同一内容的场合，如天气预报、电视节目预告、展览会自动讲解等，目前，也有应用到家庭中的趋势。

三、盒式磁带录音机

盒式录音机是指使用规定盒装磁带的录音机。这种录音机的磁带装在一个特别的小盒子里，盒内有两个平列的盘芯，磁带卷绕在盘芯上。为了使用方便，不少盒式机将收音机部分也装配进去，而成为盒式收、录两用机，使收、录、放音都十分方便。

根据磁带盒尺寸不同，又可将盒式录音机分为普通盒式录音机、微盒式录音机和大盒式录音机等类型。

1. 普通盒式录音机

这种录音机带盒尺寸为 $100.4 \times 63.8 \times 8.6 \text{ mm}$ ，带宽为 $3.66 \sim 3.81 \text{ mm}$ ，带速为 4.76 cm/s 。

2. 微盒式磁带录音机

一般指使用 $50 \times 30 \times 8 \text{ mm}$ 盒式磁带的录音机。随着录音技术及材料的发展，不断有新型的微型录音机问世，如日本松下公司最近在国际市场上销售一种厚度只有 16 mm 的微型盒式磁带录音机，比以前最薄的微型盒式还要薄 3.8 mm 。用电池或市电供电，一盘60分钟微盒式磁带可录、放二小时。日立公司不久前也制成了可录放三小时的微型盒式磁带，由于采用了新工艺，使磁带涂层厚度减小到 $0.3 \mu\text{m}$ （一般磁带涂层为 $3 \mu\text{m}$ ），涂层变薄，长度可由现在的 44 m 增加到 66 m ，用两面录音可录放三小时。最近，西德一家工厂生产了一种世界最小的TRM7000型微型盒式磁带录音机，它的大小可与一只普通钢笔相比拟，直径为 9.5 mm ，长度为 120 mm 。它的磁带盒体积仅有 $25 \times 8 \times 1.8 \text{ mm}$ ，更换方便、迅速，适合各种场合录音。由于机内装有高效率的录音电平自动控制装置，在一定范围内使用时，音源的远近，对录音效果的影响不大。其带速约 0.4 cm/s ，录音时间为33分钟，频响为 $100 \sim 4000 \text{ Hz}$ ，直流电源电压为3伏，用一节锂电池或两节RM13H电池供电，可连续工作5小时。

3. 两速微型录音机

这也是一种微型盒式录音机，使用的是微型盒式带，所不同的是它具有两种速度，以适应不同的要求。一种速度为 2.4 cm/s ，与一般微型机相同，一盘磁带可使用60分钟；另一种速度为 1.2 cm/s ，一盘磁带可使用120分钟。由于速度较慢，其频响不宽，主要用于学习外语、记录语言之用，如日本“爱华”（AIWA）TP-M-10型就是这种录音机。

4. 大带盒式磁带录音机

大带盒式磁带录音机主要是针对普通盒式磁带录音机速度低、磁带音轨窄、相对抖动大、磁带音轨间隔离性差、动态范围小等弱点而制成的一种新式磁带录音机。其带速为 9.5 cm/s ，带宽为 6.3 mm ，大带盒的尺寸为 $152 \times 106 \times 18 \text{ mm}$ ，录音时间也分为60分钟和90分钟两种。

5. 录音座

录音座是盒式录音设备中最高级的品种，无论电气、机械还是主要部件都代表盒式录音机发展动向。录音座往往属于音响系统（又称音柜）的一部分。机内一般不设功放电路，放音时要另外配置高质量的功率放大器和音箱才能放音。录音座都是立体声的，功能齐全，并配有长寿命磁头。有的录音座还装有微处理器，用于自动调整偏磁和频率补偿。

此外，磁带录音机还可以按其他方法分类。

按结构形式分类可归为落地式、录音座、台式、便携式、袖珍式等。

按功用分类可归为单录机，调频调幅盒式收录音机，调频调幅立体声盒式收录音机，全波段收音、立体声、多声道盒式收录音机，专用收录音机（如汽车用收录音机、电话录音机、跟读机、循环放音机、钟控收录音机等），组合式多用机等。

第三节 盒式录音机的特点

近年来，我国市场上大量销售了各种型号的盒式录音机和收录两用机，下面就几种类型的盒式录音机简介其特点如下。

一、单声道录音机

又称单录机，这种录音机只具有录放功能，不能收音。它属于普及型，外观造型简单，体积小，便于携带，操作简单，价格便宜。一般采用一只扬声器，输出功率在1瓦以下，音质不够优美，一般适用于语言录音。

这类机器有上海L-316C、春雷3L1、熊猫L-02、三洋M2511、夏普RD-610X、松下RQ-2106、康力V-130等。

二、单声道便携式收录音机

这是一种常见的普及式收录两用机，除具有收、录功能以外，还可把收听到的广播节目根据需要录制下来。这类机器按照收音部分波段的多少，又分为单波段（中波）收录音机、三波段（中波、两个短波或中波、短波、调频）收录音机。机内一般有两只扬声器（高、低音扬声器各一只），音质较好，输出功率1~4瓦。这类收录音机适用于录制语言及一般音乐节目。

这类机器有春雷3PL5、上海L-400、熊猫L-04、三洋2429、M2564等。

三、双声道立体声便携式收录音机

这是一种中、高档收录音机，一般具有收音、机内话筒录音、调幅收音和调频立体声录音、机外立体声话筒录音及立体声磁带放音等功能。高档的立体声收录音机还配有自动选曲、杜比降噪电路、磁带选择开关、睡眠定时开关等装置。这类机器一般有左右对称的高低音扬声器4只，输出功率一般为4~60瓦。这类收录音机杂声小，层次分明，临场感强，适用于录放音乐节目，供家庭或小范围公共场合音乐欣赏。

这类机器有美多CP6960，三洋M4500K、M9990K，夏普GF9191X，神笛SCR-3266S，康艺8080-2S。

四、台式收录音机

这是近年来出现的新产品，输出功率一般都在5瓦以上。台式收录音机也分单声道、双声道立体声和双声道调频立体声等几种。

单声道台式收录音机有美多CT6620，熊猫SL-21，乐宝SLT-810A，海燕6701，红灯2L143等。

立体声台式收录音机有红灯2L1400，美多CT6920，凯歌4PL1，南虹NH5305等。

此外，还有盒式录音座，语言练习用盒式录音机（又称跟读机），双卡式立体声收录音机。盒式录音机种类很多，选购盒式录音机应根据使用的目的，选购合适的收录音机。

第四节 当前国产盒式录音机的生产、质量及市场经营动态

近几年来，我国盒式录音机生产发展很快，产量成倍增长，一九八四年全国产量为748万台。在款式、功能等方面正向高档机方向发展。国产盒式录音机除个别部件外，基本上采用了国产机芯和元器件。在产品质量上，从最近全国第二届录音机质量评比会上荣获一等奖的上海牌L-2400型机、红灯牌2L1400型机、美多牌CP6941型机、无锡生产的梅花牌M-905型机、南京生产的熊猫牌SL-05型机、常州生产的星球牌3L-303型机来看，它们的技术性能指标已接近国外同类产品质量水平。

随着人民生活水平的提高，盒式录音机的需求增长速度也很快，根据商业部门预测，一九八五年盒式录音机社会需求量约为700万台，比一九八四年增长45%。城市居民的需求继续向高档、名牌、优质、美观、新颖、多功能方向发展。价格在800元左右的双卡立体声国产收录机很受欢迎。适用于广大中、青年学习外语和旅游、出差时使用的价格在100元左右带立体声耳机的袖珍录音机也很畅销。广大的农村市场，农民喜欢价格在200~300元之间的便携式录音机和造型美观、具备一般功能、价格适中的大台式收录机。

从日本进口的高档录音机，如声宝GF-727型、声宝GF-575型和声宝GF-700型等录音机，尽管它们的价格较高，但是由于它们的功能齐全、质量优良，大、中城市中消费水平较高的居民购买的也不少。

第十三章 电声学基础

第一节 描述声音的几个重要参量

电声学是研究声—电换能的一门学科。录音机是通过声—电换能和电—磁换能把声音记录在磁带上,再通过磁—电换能和电—声换能把声音重放出来。所以在学习录音机的过程中,必须对电声学、特别是声音的基础知识有所了解,为电声设备进行感观检验打下基础。

一、响度

响度又称音强,指声音的强弱。它由声波的振幅决定。如轻轻地敲鼓,声波振幅小,声音就轻;重重地敲鼓,声波振幅大,声音就响。

二、音调

音调又称音高,指声音的高低。它由声波的频率决定。如钢琴上中央C的频率为265Hz,比它高八度的C频率为512Hz,频率正好是原来的二倍。故八度音又称倍频程。

三、音色

音色指声音的色调,它由声波的波形决定。一个特定波形的声波可以分解为一个正弦波和多个频率为基波的整倍数的正弦波,即二次谐波、三次谐波……因此,也可以认为音色是由谐波的振幅和相位决定的。

谐波的组成比例,赋予各种乐器以特有的音色。如果没有谐波成分,单纯的基音正弦信号是没有音乐感的。所以对同一音调,不同的乐器有不同的音色,小提琴和钢琴混奏同一音符时,人们一听声音就能判断出哪是小提琴的声音,哪是钢琴的声音。

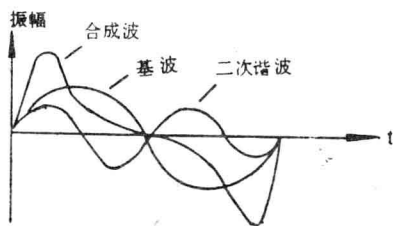


图13-1 合成波与基波、谐波关系

第二节 语言及音乐的频率范围

人耳对低于20Hz和高于20kHz的声音,不管声压级多高,一般都听不见,即响度等于零。因此把20Hz—20kHz作为人类的听觉频带,又叫音频范围,低于20Hz的声音称为“次声”,高于20kHz的声音称为“超声”。

一、语言

男人:基频在210Hz左右,谐频达7kHz。

女人:基频在320Hz左右,谐频达9kHz。

二、声乐

基频	{	男低音: 65—340 Hz	谐频	{	男人: 8 kHz
		男高音: 128—480 Hz			女人: 10 kHz。
		女低音: 170—630 Hz			
		女高音: 240—1150 Hz,			

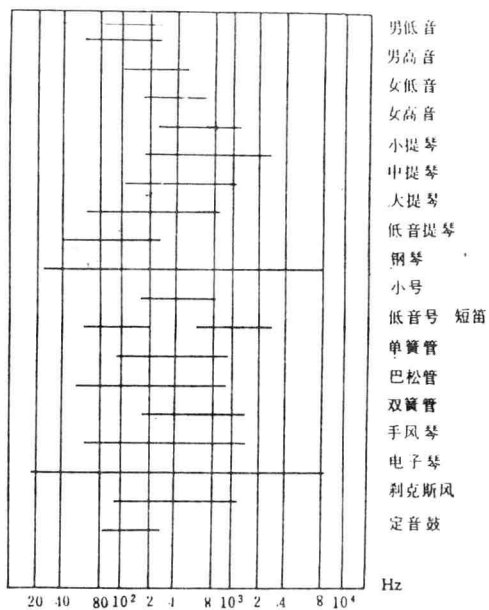


图13-2 声乐、器乐的频率特性（基频）

三、器乐

最低 { 钢琴: 26.76Hz
低音提琴: 40Hz ;

最高 { 钢琴: 8192Hz } 谐波高达
{ 短笛: 4608Hz } 16 kHz。

由此可知，专录语言的录音机，频率范围要100 - 10kHz才能逼真，录音乐的录音机，频率范围要40 - 16kHz或更宽，才能达到高保真度。

人耳对于音乐较敏感的频率为500 - 4 kHz，当然，这个响应范围随不同的人有所区别，上限频率因人而异，也随年龄的增长而下降。大多数青年人能听到的音频范围为20 - 20kHz，但是能达到这个范围的录音机很少，能达到40 - 15kHz的已属于高档录音机了。

第三节 听觉特性

一、等响特性

在图13-3中，每条曲线上不同频率的声压级是不同的，但人耳感觉到的响度却是一致的。声压级不同时听觉频响也不同，声压级越高，听觉频响会越趋平直，而随着声压级的降

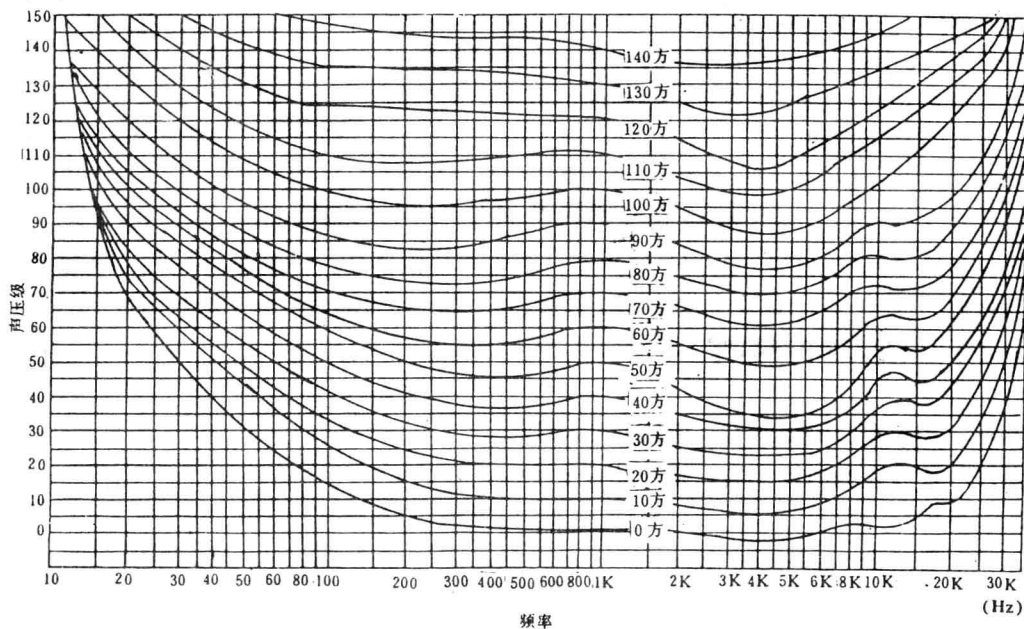


图13-3 人耳等响曲线

低，听觉频响就变坏，尤其在低频段。

人耳对于500 - 4 kHz的声音最敏感，且与声压级无关。

等响曲线实验时以1 kHz的纯音为声源。先让听音的人群以1 kHz的声音在某一声压级时的响度为基准，用其他频率的声音与之相比较，逐渐改变声压级，直到听上去和1 kHz的基准响度相等为止。将各个频率的声压级逐点相连，成为一条等响曲线，并以1 kHz处定为该曲线的响度级，其单位为方（PHON）。

建立了等响曲线概念之后，使容易理解为什么电声设备在小音量时会感到高低音不定，尤其是低频段似乎频带变窄了，而音量开大后，又觉得低音丰富，高音清晰的道理了。

声级计和A计权

专供测量声压级和响度级的仪器叫声级计。为了使声级计的频响能模拟人耳的等响特性，在声级计上加设了计权网络，对人耳灵敏度较高的频段（500 - 4 kHz）加重其放大量。“计权”表示测量结果中已计入被加重部分。这样计权曲线实际上成了等响曲线的倒函数，两者的形状恰恰相反，就象一座桥和它在水中的倒影一样。曲线如图13-4所示。

通过计权网络之后测得的数值称为声（SL），也以分贝为单位，它在数值上和以方为单位的响度级是一致的。不加计权网络的为线性档，此时测得分贝数即为声压级（SPL）。

在声级计中常用的有A、B、C、D四种国际标准的计权网络，A计权是40方等响曲线的反曲线，供测量22 - 55 dB的声压级时使用。由于A计权很接近人耳的听觉，故应用最为广泛。

那么，声压级变化对响度的影响，反映到我们耳朵里将是什么感受呢？通过下表比较，我们在认识上将会更明确一些。

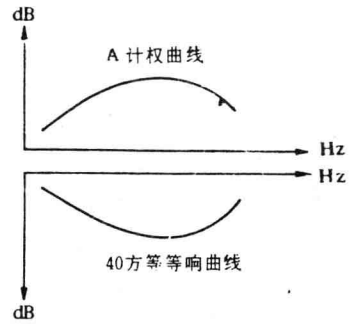


表 13-1 声压级变化对响度的影响

声压级变化 (dB)	响度感觉
1	几乎感觉不出来
3	刚能感觉到
5	感到有明显的改变
10	觉得比原来响了一倍

二、掩蔽效应

掩蔽是强声阻碍人耳听到弱声的一种现象，即听觉上强声掩蔽了弱声。

大量的统计研究表明，一个声音对另一个声音的掩蔽效应主要与两个声音的声压级有关，其次，也与两个声音的频谱、相对方向、持续时间有关。

由于生理和心理的原因，人们对那些不需要的声音的觉察程度与这个声音的相对强度有关。只要这个声音的强度与有用声音相比已经足够弱，人们也就不觉得它的存在有多大影响了，因为这时有用声音掩蔽了不需要的声音。

三、延时效应—Hass 效应

人们对于延时声音的分辨能力是有限的，当相同内容的几个声音相继出现时，我们不一

定能分辨出它们的先后，这就是听觉上的延时效应引起的。关于延时效应的进一步解释，见第八章第一节。

第四节 声音的动态范围与电声指标

声音信号的强弱是时刻变化着的，声音讯号的动态范围是指它的最强声和最弱声的强度差，用分贝来表示。如某交响乐的最强音高达110分贝，最弱音为40分贝，则它的动态范围为70分贝。一般语言信号的动态范围约40分贝，一般文艺节目、交响乐的动态范围可高达60-80分贝，这已经是相当大的数字了。因为一般砖式录音机的动态范围只有30-40分贝，家用录音机40-60分贝，高级录音机70-90分贝。

为了适应和满足声音的动态范围，高传真度的电声设备应该做到：强信号时不应过荷失真和弱信号时又不致被电声产品的固有噪音所掩盖。

由此可见，电声设备的动态上限受到设备本身的非线性畸变的限制，而下限就取决于设备本底噪音的大小。

音量的动态范围变化可以帮助表达感情和气氛。当录音机收音音量的动态范围远小于声源的动态范围时，就会失去原有的气势和情感，因此，动态范围也是检验录音机的技术指标之一。

对一般音频放大器而言，要做到90分贝的动态范围并不难。录音机就不同了，它必须将音频讯号以磁信号的方式记录到磁带上，这样磁带的磁场强度变化范围，就直接关系到录音机的动态范围。当录音信号过大时，磁带会出现磁饱和现象，磁场强度也就不能随信号强度而线性变化，这样就产生了磁饱和失真。当录音信号弱时磁带的本底噪声和放大器的本底噪声又会显得很突出，为了达到足够大的信噪比，录音信号又不能太弱，这又限制了动态范围的下限。

所以要想展宽动态范围，一方面可改进磁带的性能，另一方面是衰减各种噪声，而磁带的改进受到原料和生产工艺上的限制，目前较难突破，所以只有采用杜比电路等几种降噪措施，才能有效地展宽录音机的动态范围。

从表13-2中可以看出，铁带和民用收录机的动态范围是比较窄的。

表13-2 动态范围比较表

名 称	动 态 范 围 (dB)
1. 语言播音	20 - 40
2. 歌曲和一般音乐	40 - 60
3. 盒式磁带 (铁带-金属带)	50 - 70
4. 盒式录音机 (民用)	40 - 50
5. 专业录音机	60 - 70
6. 脉冲编码录音机	75 - 110
7. 交响乐	70 - 120
8. 高级传声器	100 - 120
9. 高级调音台: 混合型	90 - 100
多声道型	100 - 120