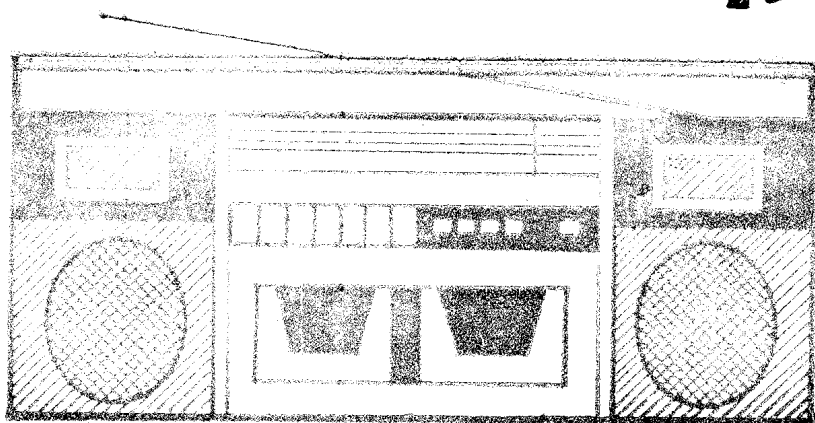


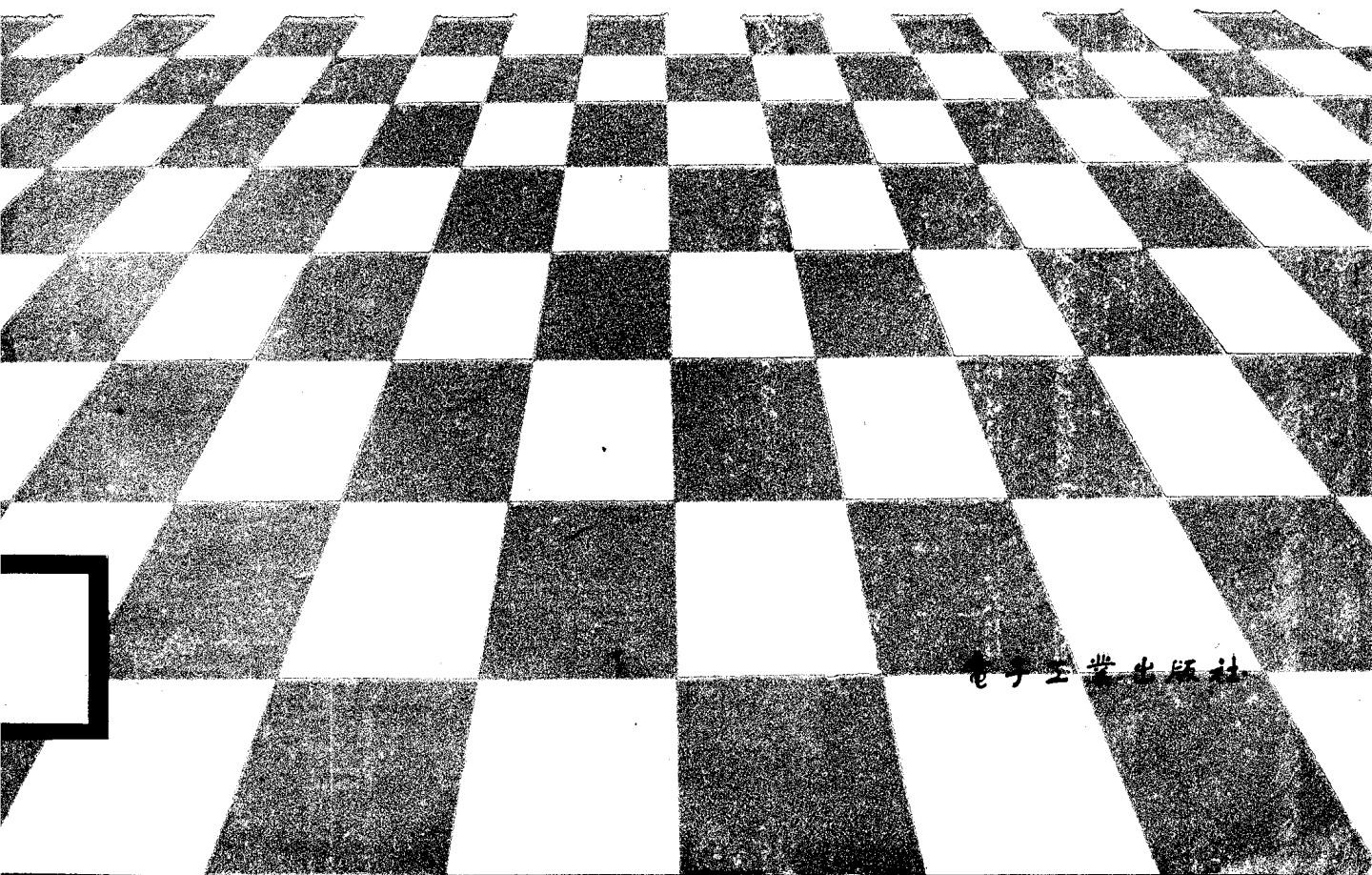
中等职业技术教育用书



北京职业高中电子类教材编审组

收录机

原理 与 维修



电子工业出版社

内 容 简 介

本书内容包括：收录机原理、电路、机械结构和传动原理、技术指标、调试测量、故障分析和维修技术、使用和录音技术。

本书注重职业教育特点，突出基础和实用，内容全面系统，介绍深入浅出。除作为职业高中教材外，也适合作收录机培训班的教材，还可供有关师生、维修人员、广大收录机用户及无线电爱好者阅读参考使用。

收录机原理与维修

北京职业高中电子类教材编审组

*

电子工业出版社出版（北京海淀区万寿路）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
山东电子工业印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：15.5 插页：3 字数：379千字

1986年8月第一版 1989年3月第五次印刷

印数：131200—171200册 定价：3.95元

ISBN 7-5053-0408-9 / TN·150

出版说明

随着中等教育结构改革的不断深入，职业高中有了很大发展，为了解决当前急需的教材问题，我们和电子工业出版社共同组织了职业高中电子类教材编审组。该组由有经验的职业高中教师，从事多年电子技术研究工作的工程师和高等院校的讲师、副教授组成，并请北京市职业教育研究会理事长、北京教育学院副院长邵绪朱同志担任编审组指导。

按计划首批编写《电工原理》、《电子线路》、《黑白电视机原理与维修》（上）、《黑白电视机原理与维修》（下）、《收录机原理与维修》、《脉冲与数字电路》、《彩色电视机原理与维修》共七种，以后还将编写计算机等其他方面的专业课教材，使之成为一套具有职业高中特色的电子技术专业教材。

这套教材的编写原则和编写大纲是遵循国家教委有关对中等职业技术教育的要求和在各职业高中制定的教学大纲（草案）的基础上，经过认真、反复地讨论而拟定的。在编写过程中吸取了北京市几年来职业高中的教学经验，特别注意了知识的完整性、系统性、科学性和实用性。但由于编写这一层次的教材，确实是一个新课题，肯定有不妥之处，希望读者在使用过程中提出宝贵意见，以便进一步改进。

北京教育学院职业教育教研室

1986年3月

前 言

本书为职业高中收录机专业课教材，总参考教学时数为 180 学时，其中实验课为 35 学时。本书内容包括：收录机原理、电路、机械结构和传动原理、技术指标和调试测量、故障分析和维修技术、使用和录音技术。

本书共六章。第一、三章由北京市安德路中学职业高中教师陶宏伟编写，第二、五章由安德路中学职业高中教师李大年编写，第四、六章由电子工业部第三研究所刘宪坤工程师编写。

参加本书审定的有：刘宪坤，北京广播学院王明臣老师，北京教育学院副院长邵绪朱，职业教育教研室贾宝林。最后由路石工程师阅改并完成全稿的编辑加工。

由于编审者经验不足，水平有限，书中会有一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

北京职业高中电子类教材编审组

1986年 3 月

目 录

第一章 收录机的基本原理.....	(1)
第一节 绪论.....	(1)
一、录音机的发展简史.....	(1)
二、常用录音机的种类.....	(3)
三、盒式录音机的种类.....	(3)
四、盒式录音机的发展状况.....	(4)
第二节 录音原理.....	(5)
一、磁化现象与磁滞回线.....	(5)
二、磁带录音原理与无偏磁录音.....	(6)
三、偏磁录音.....	(7)
四、录音损耗.....	(9)
五、偏磁电流对录音特性的影响及最佳偏磁电流的选择.....	(10)
第三节 放音原理.....	(12)
一、放音原理.....	(12)
二、放音磁头的作用和特性.....	(12)
三、放音磁头带有剩磁和直流磁化对放音质量的影响.....	(13)
四、放音过程的损耗.....	(14)
第四节 抹音原理.....	(14)
一、抹音原理.....	(14)
二、抹音头的作用与要求.....	(16)
三、消磁器.....	(17)
第五节 磁头.....	(17)
一、磁头的种类与基本构造.....	(17)
二、磁头的材料.....	(19)
三、磁头的性能和结构.....	(20)
四、磁头的使用与维修.....	(21)
第六节 盒式磁带.....	(22)
一、盒式磁带的构造.....	(22)
二、盒式磁带及其分类.....	(23)
三、磁带的特性与磁粉材料的关系.....	(24)
四、盒式磁带的选择和使用.....	(26)
小 结.....	(27)
习 题.....	(28)
第二章 录放部分的放大电路.....	(29)
第一节 收录机的电路组成.....	(29)
第二节 放音放大电路和标准放音频率补偿曲线.....	(31)
第三节 录音放大电路.....	(34)
第四节 功率放大电路.....	(38)

第五节	自动录音电平控制电路	(41)
第六节	录音偏磁电路	(44)
第七节	录放状态的转换	(48)
第八节	其他电路	(50)
一、	收录机的电源电路	(50)
二、	电平表指示电路	(51)
三、	发光二极管指示电路	(52)
四、	降噪电路简介	(53)
小 结		(55)
习 题		(56)
第三章	收音部分的电路	(57)
第一节	无线电发射与接收的基本原理	(57)
一、	什么是无线电波	(57)
二、	无线电波的传播	(57)
三、	无线电发射与接收的基本原理	(58)
四、	调幅波	(59)
五、	超外差式接收机的工作原理	(60)
第二节	变频电路	(61)
一、	变频器的作用和特点	(61)
二、	变频器的工作原理	(62)
三、	变频电路	(62)
四、	变频电路中的若干问题	(64)
第三节	中频放大器	(65)
一、	中频放大器的作用和要求	(65)
二、	中频放大器的组成和工作过程	(66)
三、	陶瓷滤波器在中频放大电路中的应用	(69)
四、	集成电路中频放大器	(70)
五、	实用中频放大器电路	(71)
第四节	检波和自动增益控制电路	(75)
一、	检波电路的作用和种类	(75)
二、	检波电路的组成和工作过程	(75)
三、	自动增益控制	(76)
第五节	调频广播和调频接收机电路	(79)
一、	什么是调频 (FM)	(80)
二、	调频广播的特点	(81)
三、	调频接收机的组成	(82)
四、	限幅器	(83)
五、	鉴频器	(86)
六、	预加重和去加重	(91)
七、	调频接收机电路	(92)
八、	调频/调幅接收机简介	(96)
第六节	调频立体声原理简介	(98)
一、	调频立体声广播制式	(98)

二、立体声复合信号	(99)
三、调频立体声接收机	(100)
四、调频立体声解调器	(101)
小 结	(104)
习 题	(106)
第四章 机械传动原理	(108)
第一节 盒式录音机用的马达	(108)
一、对马达的基本要求	(108)
二、直流马达的结构	(109)
三、直流马达的工作原理	(110)
四、各种稳速装置的工作原理	(114)
五、马达的常见故障及修理	(117)
第二节 磁带的驱动机构	(118)
一、磁带的恒速驱动机构	(118)
二、盘心驱动机构及超越离合器	(125)
第三节 停止机构	(128)
一、手动停止机构	(128)
二、自停机构	(129)
三、暂停机构	(132)
四、带盘制动机构	(133)
第四节 其他机构	(135)
一、带盒机构	(135)
二、操作机构	(139)
三、开门机构	(141)
四、磁头机构	(144)
五、磁带计数机构	(145)
六、防误抹机构	(146)
小 结	(147)
习 题	(148)
第五章 收录机的主要性能指标和调试	(149)
第一节 收音部分的主要性能指标	(149)
一、灵敏度	(149)
二、选择性	(149)
三、频率范围	(150)
四、非线性失真度	(150)
五、频率特性	(150)
六、自动增益控制特性	(151)
七、最大有用输入电平	(151)
第二节 收音部分的调试	(153)
一、通电检查	(154)
二、调整各级的静态工作点	(154)
三、调整中频放大级(调中周)	(155)
四、调整频率范围	(157)

五、统调	(157)
六、检验跟踪点	(158)
第三节 录放部分的主要性能指标和测量	(159)
一、带速误差	(159)
二、抖晃率	(159)
三、全通道信噪比	(160)
四、全通道谐波失真度	(161)
五、全通道频率响应	(162)
第四节 录音部分主要性能的调整	(163)
一、带速调整	(163)
二、磁头方位角的调整	(165)
三、偏磁电流的调整	(165)
四、抖晃调整	(166)
五、放音特性调整	(166)
六、录音均衡调整	(166)
小 结	(167)
习 题	(167)
第六章 使用维修基础知识	(169)
第一节 收录机的使用	(169)
一、常见控制件的用途	(169)
二、收录机的日常维护	(172)
第二节 基本录音技术	(174)
一、录音准备	(175)
二、从收音机或电视机录音	(181)
三、唱片转录	(182)
四、磁带转录	(182)
五、编辑录音	(185)
六、话筒录音	(186)
第三节 收录机维修须知	(189)
一、常用检修工具及仪器设备	(189)
二、检查故障的常用方法	(193)
三、检修的基本技术	(204)
第四节 调幅收音电路的故障检修	(206)
一、收音无声 放音也无声	(207)
二、收音无声, 放音正常	(208)
三、收音灵敏度低	(210)
四、声音小	(212)
五、失真严重	(213)
六、噪声大	(214)
七、交流声大	(214)
八、自激振荡	(215)
九、机振	(216)
十、串台	(116)

十一、间歇工作.....	(216)
第五节 调频及调频立体声收音电路故障检修	(217)
一、调频无声.....	(217)
二、调频波段灵敏度低.....	(218)
三、调频部分自激振荡.....	(219)
四、调频波段声音失真.....	(219)
五、调频噪声大.....	(219)
六、调频立体声收音时无声.....	(219)
七、在FM立体声状态,一个声道无声.....	(220)
八、一个声道完全无声.....	(220)
九、在FM立体声状态无立体声效果.....	(221)
十、立体声指示灯不亮.....	(221)
第六节 录放音电路故障检修	(221)
一、放音无声.....	(221)
二、放音声不正常.....	(222)
三、不能录音.....	(223)
四、录音不正常.....	(225)
五、不能抹音.....	(225)
六、立体声机故障.....	(226)
第七节 机械类故障检修	(227)
一、磁带完全不动,马达转.....	(227)
二、磁带不动,马达也不转.....	(227)
三、磁带不动,马达不转,也无直流电压.....	(228)
四、录放音不走带,但马达转动.....	(229)
五、快卷故障.....	(229)
六、带速不正常.....	(230)
七、绞带.....	(230)
八、抖晃严重.....	(232)
九、暂停故障.....	(233)
十、自停故障.....	(233)
十一、按键故障.....	(234)
十二、其他机械类故障.....	(234)
小 结	(236)
习 题	(236)
参考文献	(237)

附图 收录机整机电路图

第一章 收录机的基本原理

第一节 绪论

一、录音机的发展简史

1. 磁记录的设想

在人类历史发展的进程中，真正能够将声音记录下来还是近百年的事。在1877年左右，世界上出现了由贝尔和瓦特森发明的电话机，爱迪生发明的留声机。1888年史密斯在发表的论文中指出：根据电磁感应作用，可以把声音信号记录在磁性体上，也可以从这种磁性体上把声音信号取出来。史密斯设想把电话机和留声机的发明和电磁感应作用结合起来，进行磁性录放音试验。

2. 磁性录音机的发明

1898年由丹麦工程师波尔森发明了磁性录音机。他进行实验的基本设想是：首先将声音信号转变成电信号，再将电信号转变为磁信号，由铁磁性物质记录下来，完成录音过程。放音过程是将磁信号转变成电信号，通过受话器发出声音。

波尔森最早进行的磁性录放音实验是这样的：他设想利用电话机的电流，将磁性载体加以部分磁化来记录声音。如图1.1所示，录音时用钢丝作磁性载体，把钢丝张紧，再将装有滑轮的电磁铁悬挂在钢丝上作为磁头，把电话机的送话器作为话筒接到磁头上，然后一边对着送话器说话，一边使磁头沿着钢丝滑动来进行录音。放音时也用同样方法，把电磁铁作为放音磁头，受话器作为耳机，使磁头滑动感应出电信号。

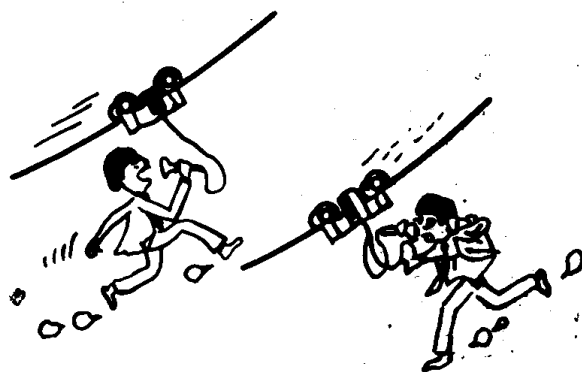


图 1.1 波尔森的实验

这种录音方式是直接录音，信号失真较严重，其还音效果是相当差的。但这一实验却为磁记录技术揭开了序幕，为今天的录音机、录像机等磁记录技术奠定了基础。

3. 直流偏磁法的发明

1907年，波尔森发明了钢丝式直流偏磁录音机，录音灵敏度和保真度都有较大改进，使录音机进入了实用阶段。

同年，美国的弗莱斯特发明了真空三级管，这就大大促进了磁性录音技术的发展。

到了1930年,国外市场上有德国德律风根公司的钢丝式录音机,劳伦兹公司的钢带式录音机和英国马可尼公司的钢带式录音机出售:这些录音机被广泛应用于广播、通信及军事系统等领域。

4. 磁带的发明

1926年,美国的奥奈尔把铁粉涂敷在纸带上做出了现代磁带的雏形。1928年,德国的弗勒玛提出了把磁性材料涂敷在纸或塑料带基上的制作方法。1935年,德国通用电气公司制成了使用塑料带基磁带的录音机,这种录音机近接于现代录音机,使用的磁带是BASF公司的产品,是把炭基铁粉作磁性材料涂敷在醋酸盐带基上制成的。第二年就改用氧化铁作磁性材料了。

5. 交流偏磁法的发明

1927年,美国的卡尔森和卡潘特在海军研究实验室发明了交流偏磁钢丝式录音机。

现在使用的交流偏磁法是日本、德国、美国分别独立研究的。这对录音技术的发展起了较大的推动作用。磁带录音机之所以能够达到今天这样的优良性能,在很大程度上决定于交流偏磁法的发明。

6. 录音机的发展进程

第二次世界大战前夕,在德国和美国先后出现了一些性能不错的录音机,其频响可达70赫~6000赫,信噪比20~40分贝。这与现代简单盒式机相同,但其体积却是相当大的。

第二次世界大战期间,各国很难进行技术交流,德国在使用塑料带基磁带的录音机的技术上有了很大提高。1945年,第二次世界大战结束后,在德国发现了18台磁带录音机,当时一些欧美专家对其高超的技术大为赞叹。这对以后英、美、法等国研制录音设备起到了较大的推动作用。

战争结束后,各国就同时开展对磁带录音机的研制和技术交流。1949年美国马格奈可德公司首先使立体声录音机商品化。

我国在1951年生产了“钟声”牌钢丝录音机,1954年又生产了“钟声”牌磁带录音机。

1958年,瑞士制成了全晶体管便携式录音机,与此同时我国制成了供广播用的落地式磁带录音机。

在五十年代,许多国家为录音机的小型化和改进磁带的使用方法进行了大量研究。那时,晶体管已开始取代电子管,能够记录更高密度的新型磁带也出现了,从而为录音机的小型化提供了现实的可能性。传统的把磁带卷绕在金属或塑料带盘上的盘式录音机需要变革,为此设计师们提出了许多使用盒装磁带的方案,并据此制出了多种磁带录音机。后来,世界各国陆续接受由荷兰飞利浦公司在1962年提出的带盒尺寸和磁带宽度等规格,并作为各国通用规范。使用这种盒式磁带的录音机通常被称为盒式磁带录音机。它的出现标志着录音机历史上的一个飞跃。

在六十年代中期,欧洲一些国家和日本先后研制了两通道、四通道、八通道立体声录音机。1967年日本和荷兰飞利浦公司发明了微型盒式磁带录音机,其带盒现在定型尺寸为:50.2×33.5×8.15毫米。1976年日本分析了盒式录音机和盘式录音机的优缺点,从而制成了大盒式磁带录音机,现在定型的带盒尺寸为:150×106×18毫米。

我们可以通过图1.2来简单概括录音机的发展过程。

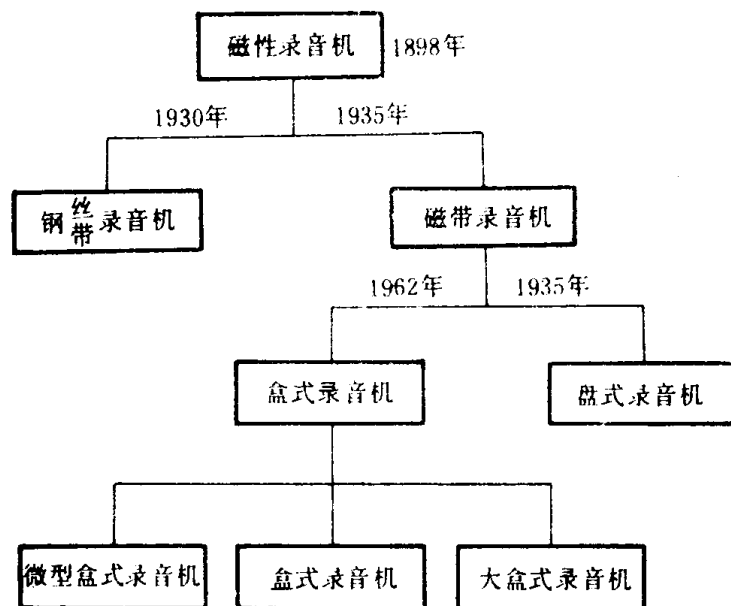


图1.2 录音机的发展过程

二、常用录音机的种类

磁带录音机的种类较多，可以从结构形式、功能、使用磁带等各种角度来进行分类。

1. 按结构形式分类

(1) 落地式；(2) 台式；(3) 便携式；(4) 袖珍式；(5) 车载式。

2. 按功能分类

(1) 单放式；(2) 录放式；(3) 多功能组合式；(4) 特殊用途专用式。

3. 按使用磁带分类

(1) 盘式，分5"、7"、10"、14"等；(2) 盒式，分盒式、大盒式、微型盒式等。

三、盒式录音机的种类

在磁带录音机中，盒式录音机是最普及的一种。盒式录音机种类很多，分类也较复杂，一般可有如下几种分类方法：

1. 按外观和使用方法分类有：

(1) 按结构形式可分为：卧式（水平式），立式（垂直式）；(2) 按款式可分为：落地式，台式，便携式，袖珍式。

2. 按走带机构的安装方式分类：

水平机构式；倾斜机构式；直立机构式。

3. 按磁带盒的装卸方法分类有：

顶装式；前装式；槽装式。

4. 按走带方向分类有：

单向式；反转式。

5. 按磁头数目分类:

两磁头式: 三磁头式。

6. 按操作方法分类:

机械按钮式: 电子触钮式。

7. 按电源分类:

交流式: 交流-直流式: 直流式。

四、盒式录音机的发展状况

盒式录音机造型美观, 结构紧凑, 使用方便, 价格低廉等优点是它能迅速普及和发展的根本原因。

从现在的发展状况看, 盒式录音机的质量水平有了很大的提高。其主要表现如下:

(1) 电声及机械性能大幅度提高。在走带的稳定性、频率响应、保真度和信噪比等主要方面, 已经接近广播用的高级录音机的水平。

(2) 外型设计更加精美, 结构安排更加合理, 机内采用集成电路和微型零、部件, 不仅使体积更小, 而且性能更为优良。另外, 盒式录音机与收音机、电唱机、激光唱盘、电视机等组成各种多用机, 方便人们的需要。

(3) 立体声技术在盒式录音机中得到了广泛的应用, 质量在迅速提高。

(4) 功能的多样化是盒式录音机的突出特点。人们在盒式录音机上作了许多巧妙的改进, 从而使它出现了许多新功能:

- 出盒机构更加新颖了。采用缓动出盒的装置使出盒动作轻缓、响声小、给人以舒适、恬静的感觉。

- 采用全自停的保护机构, 克服了快进和倒带时不能自停的缺陷, 遇到其它故障(如绞带等)时, 也能自动停机。

- 有自动反转系统, 可以在录、放状态下, 当磁带走完时, 使磁带自动反转, 而不必人为翻转磁带盒。

- 由于盒式录音机除了使用氧化铁带之外, 还使用二氧化铬带、铁铬带或金属带, 这些磁带的矫顽力和剩磁通不同。所以中、高级盒式机上装有磁带选择开关, 以便根据磁带的不同特性改变偏磁电流和均衡网络, 保证良好的录放音效果。

- 现在常用发光二极管代替电平表指示录放音电平, 还用多个发光二极管组成光带式显示, 或采用液晶显示, 效果清晰悦目, 光灿明亮。

- 现在盒式录音机上不仅装置计数器, 而且已经使用记忆计数器和计时器。使用记忆计数器可以很方便地找到使用者希望找到的节目。计时器则直接计算走带时间, 常用液晶显示出来。

- 最近几年, 人们在盒式录音机上装置了一些智能化的系统, 有的在机器上装置微处理机。它们的主要作用是: 编制工作程序, 显示工作状态, 自动搜寻节目位置, 对使用的磁带进行识别并根据磁带的不同特性自动调整偏磁、均衡、灵敏度至最佳位置, 从而保证录音质量, 自动进行选听、定时、计数或两点间反复放音等。

- 在录、放音电路中, 采用杜比电路或其它降噪系统降低磁带的背景噪声。杜比系统是目前最广泛采用的降噪系统, 它主要降低1千赫以上的噪声, 降噪效果达5~10分

贝。在收录两用机上的调频杜比降噪电路，不仅抑制磁带上的背景噪声，还可用来抑制调频广播的噪声。

有些盒式录音机还具有选择磁带节目的选听、复听、自动选曲和编辑功能等。

盒式录音机发展到今天已达到了相当高的技术水平。从盒式录音机的主要技术要求上看发展，有以下几项：

机构高性能化。

研制高性能部件，如直接驱动马达、高密度铁氧体磁头、高硬度坡莫合金磁头、精密机械零件等。

研制优良电路，如杜比降噪电路、录音限制电路等。

研制高性能磁带，如低噪声磁带、铬带、铁铬磁带、金属磁带和其他高性能磁带。

研制新功能，如自动停止机构、记忆倒带机构、遥控、无人录音机构、走带指示、峰值电平指示等。

展望未来，盒式磁带录音机有着广阔的发展前景。在我国，随着技术引进和技术改造的进行，蓬勃发展的兴旺时期已经到来。

第二节 录音原理

一、磁化现象与磁滞回线

在电工原理课程中我们学习了有关电和磁的知识。我们知道，如图1.3(a)所示，若磁铁和钢片离得很远，在钢片上不存在磁性；若磁铁靠近钢片，钢片就被磁铁吸引，象图1.3(b)那样贴到磁铁上。这时钢片就带上了磁性，对应于磁铁的N极和S极分别产生S极和N极。我们把这种现象叫做钢片被磁化。

象图1.3(c)那样，即使把钢片从磁铁上移开，在钢片上也会留下磁性，也就是说钢片仍会带有磁性，我们把钢片上残留的磁性叫做剩磁。

扩展一下去想，如图1.4所示，如果在—根细长的钢丝上，改变磁铁的位置，就会按(a)、(b)、(c)、(d)的顺序留下剩磁。这种现象叫做部分磁化，实际上这就是磁性录音的基本原理。

磁化现象因磁性材料种类不同而有很大差异。我们用磁滞回线来表示磁性材料的特性，如图1.5所示，横轴为磁场强度 H ，

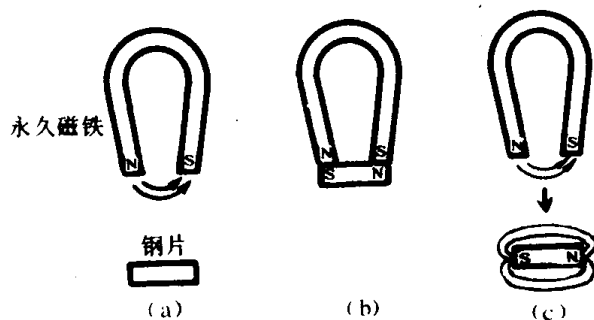


图1.3 磁化原理

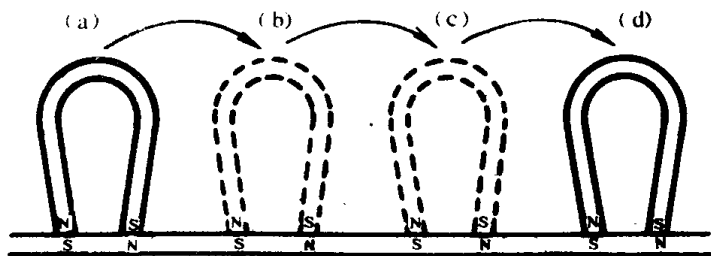


图1.4 部分磁化原理

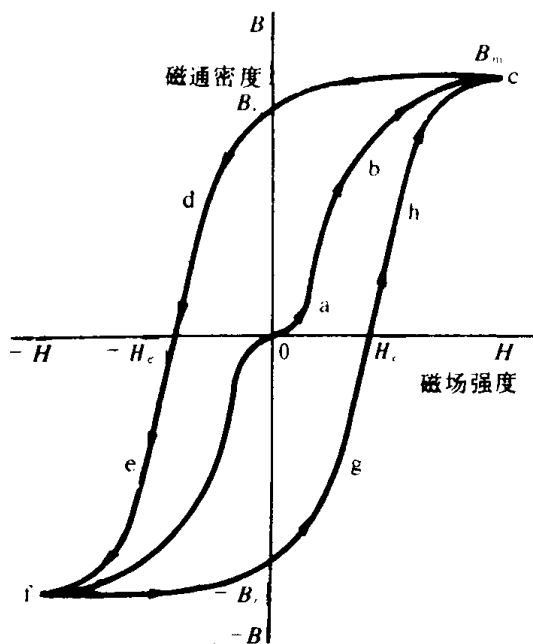


图1.5 磁性材料的磁化特性

f点达到饱和，再加大磁场强度也不能继续增强磁通密度。

然后逐渐减弱反方向磁场强度，磁化按 f → g 方向进行，当磁场强度变为 0 时，就留下 $-B_r$ 的反向剩磁。

接下去增强正向磁场强度到达 H_c 点，剩磁通密度变为 0。这个 H_c 和刚才的 $-H_c$ 大小相等，方向相反，这个值也叫做矫顽力。

再继续增强磁场强度，经过 h → c 路线达到饱和。如此反复多次交变磁化，由于磁性材料本身的剩磁特性，我们即可画出一个闭合曲线 c → B_r → d → $-H_c$ → e → f → $-B_r$ → g → H_c → h → c，如图 1.5 所示。表示循环交变磁化过程的磁通密度和磁场强度关系的曲线叫做磁滞回线。各种不同的磁性物质，其磁滞回线的形状是不相同的。而最初遵循的 0 → a → b → c 曲线则叫做初始磁化曲线。

二、 磁带录音原理与无偏磁录音

在图 1.4 的部分磁化原理图中，N 和 S 的间隔很小。在实际录音时，若磁带矫顽力过小，就会因受邻近相互磁化的影响而使剩磁消失。因此，磁带所使用的磁性材料，一般是矫顽力 (H_c) 大的，即磁滞回线宽的材料。

实际的磁带录音机并不能用永久磁铁录音，而是用由电磁铁构成的录音磁头进行录音。

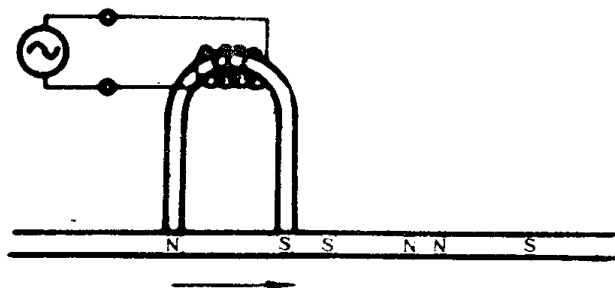


图1.6 用电磁铁进行部分磁化

纵轴为磁通密度 B 。

若从完全无磁性的状态 0 起，慢慢增强磁场强度，磁性材料按着 0 → a → b → c 的曲线被磁化，但在 c 点以上，即使再增强磁场强度，磁通密度也不再增加，这称为磁饱和现象。

接着，慢慢减弱磁场强度，虽然 H 回到 0 点，但磁化并不循着原来的路线返回，而是沿 c → d 路线到达 B_r ，这个 B_r 值称为剩磁通密度。

如果再沿反方向增强磁场强度，使之到达 $-H_c$ 点，使磁通密度变为 0，这个 H_c 值叫做矫顽力。

再进一步增强反方向磁性强度，磁性材料沿着 e → f 的曲线被反方向磁化。在

图 1.6 是一个形状与永久磁铁相似的软铁，上面绕有线圈，构成电磁铁。通电时软铁就变成磁铁，断电时仍变成原来的软铁，而没有剩磁。我们用移动磁带而不是移动磁头的方法将磁信号记录下来。当我们要记录音频信号时，则需要有一个按音频信号而变化的磁场。我们在录音磁

头线圈上通有音频电流，在铁心中就相应地产生了所需要的磁场。这时磁带从磁头的磁极上滑过，磁带就被磁化，离开时仍有剩磁。也就是说，在磁带上造成了无数个强弱不同的小磁铁，使音频信号转换成了剩磁，在磁带上保留下来。

下面用磁滞回线来研究上述交流磁化的情况。图 1.7 表示使正弦波电流流过录音头线圈时，在磁头中产生 $+h \sim -h$ 的正弦波磁场从而在磁带上留下变化的剩磁磁通。

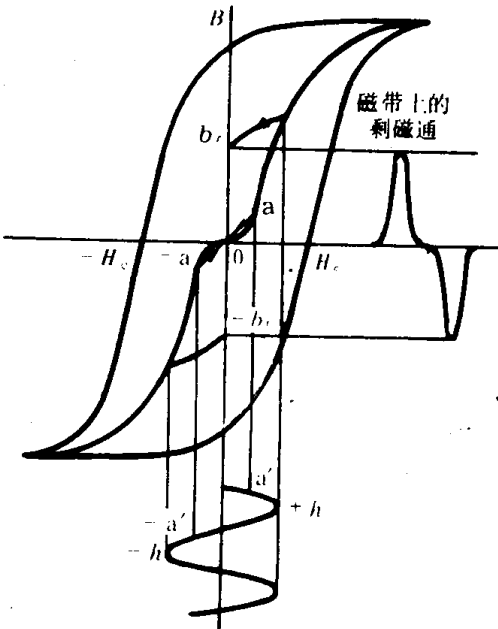


图 1.7 无偏磁录音

如果磁场强度从 0 加到 a' 点 ($+h/2$)，则磁带上的磁化达到 a 点。如果这时不增加磁场强度而是磁带继续运行而离开录音头缝隙，磁场强度就变成零。这时在初始磁化曲线的弯曲部分，剩磁非常小，几乎为零。当磁场强度增强到 $+h$ 时，剩磁变为 b_r 。

将磁场强度回到 0 之后，再反向加到 $-a'$ 点时，因为这是磁化曲线弯曲部分，所以剩磁几乎为零。而磁场强度增加到 $-h$ 时的剩磁为 $-b_r$ 。因此，磁带上剩磁通密度的波形失真很大，而且剩磁通密度也很小。这种方式称为无偏磁录音方式，现在的录音机是不采用这种方式的。

下面我们介绍一下消除上述初始磁化曲线弯曲部分引起失真的方法，即偏磁录音方法。

三、 偏磁 录音

1. 直流偏磁方式

直流偏磁方式和晶体管放大器中加入偏置电流以避免失真的情况相似。在磁头中加入一定的直流电流，使其产生一个固定的磁场，与信号电流产生的磁场迭加后使磁场的初始工作点避开初始磁化曲线的弯曲部分。图 1.8 表示直流偏磁录音的原理。

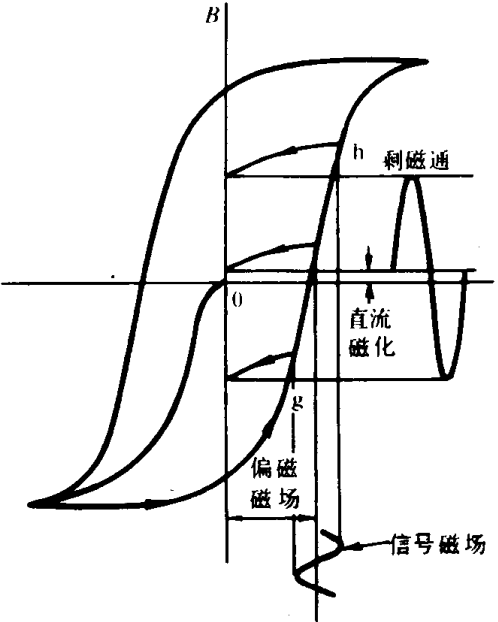


图 1.8 直流偏磁录音

首先，从零磁化状态把磁场向负的一侧加到饱和状态。这种饱和磁场，一般在录音前由抹音磁头给出。

接着使直流电流流过录音头，把磁场调到 $g \sim h$ 直线部分的正中附近，并让正弦波电流迭加在偏磁电流上流过录音头。

这样一来，相当于图 1.7 从 $-h$ 到 $+h$ 的正弦波磁场中心点，受偏磁磁场的偏置就移到了磁滞回线右侧比较接近直线部分的中央附近。在这里，信号磁场强度和剩磁磁通密度的变化大致成线性关系，不受初始磁化曲线弯曲部分的影响。因而，剩磁通的波形接近正弦波，同无偏磁方式相比，录音失真就小多了。

直流偏磁有以下一些特点：

(1) 电路简单，经济，故障少。加饱和磁场时，可使直流电流（10毫安左右）流过抹音头（或者直接用永磁铁作抹音头也可以）。但是不进行录音时必须切断直流电流，以免抹去录制的节目。用永磁铁作抹音头时，除录音状态外，应使永磁铁离开磁带。

加直流偏磁的办法是：让大约几十到几百微安的直流电流流过录音头，给录音头加上对磁带而言与直流抹音时所加的饱和磁场相反的磁场。当然，这个电流在不录音时也必须切断。图 1.9 表示一个直流偏磁电路的方框图。

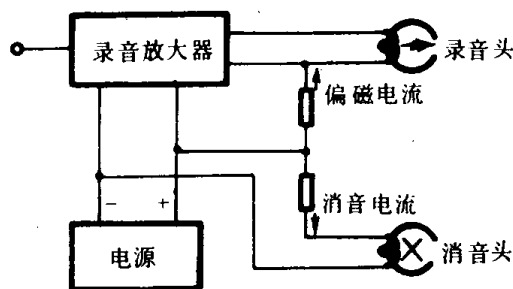


图 1.9 直流偏磁电路

(2) 失真大而不稳定。为了使用磁滞回线的直线部分，虽然设想了不少方法，但因直线部分的范围并不宽，振幅一大，失真就会增加。而且，直流偏磁值稍微偏离一点，剩磁波形就会象图 1.10 那样变成上下不对称，使失真增大。这些现象也会由磁带的变质或磁头的磨损而引起。

(3) 噪声大。在图 1.8 中我们看到，信号电流为零时，剩磁通不为零，而有剩磁。磁带的运行状态以及磁带和磁头的接触状态并不总是固定不变的，会稍有变化。而且，磁带上的磁性体也不是完全均匀的，如材料不均匀、密度不均匀、厚度不均匀等等。这样都会使剩磁通表现出不一致，从而产生噪声。

另外，放音时也会产生噪声，这一点在后面放音一节还要讲到。

综上所述，直流偏磁录音方式虽然简单、经济，但缺点较多，所以现在几乎不再采用。特别是高保真磁带录音机中，直流偏磁是绝对不用的。

2. 交流偏磁方式

针对直流偏磁方式的缺点，又研究出了交流偏磁方式。交流偏磁的工作原理十分复杂，这里只能作些简单的介绍。

交流偏磁是把偏磁电流与信号电流同时送进录音头，偏磁电流频率为信号频率的 4 ~ 5 倍以上，一般采用 50 ~ 200 千赫。

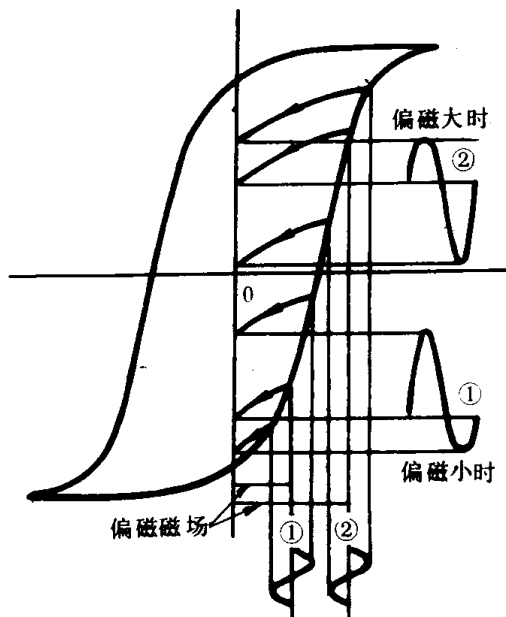


图 1.10 直流偏磁的失真