

中国电子教育学会中专教育委员会  
全国中专电子类教材协会

推荐教材

- 中等专业学校教材
- 中等职业技术教育教材

# 录音与录像技术

● 孙学耕 主编 ● 任德齐 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中等专业学校教材  
中等职业技术教育教材

# 录音与录像技术

孙学耕 主编  
任德齐 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以录音机和录像机的典型机型为主要线索,结合常用集成电路介绍了磁记录基础知识、录音机电路原理及典型电路分析、录音机机芯原理与构造、收录机整机电路分析、录像机基本原理、视频信号处理系统、伺服系统、系统控制电路、机械系统与机芯等。全书理论分析简单明了,每章附有小结和习题,并给出了常用电子器件、集成电路的主要参数图表,实用性强。

本书可作为中等专业学校工科电子、家电类专业通用教材,也可作为中等和高等职业技术学院有关专业的教材和参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

录音与录像技术/孙学耕主编. - 北京:电子工业出版社,2001.7

中等专业学校教材 中等职业技术教育教材

ISBN 7-5053-6323-9

I. 录... II. 孙... III. ①录音机-专业学校-教材②录像机-专业学校-教材 IV. ①TN912.22②TN946

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044119 号

丛 书 名:中等专业学校教材

中等职业技术教育教材

书 名:录音与录像技术

主 编:孙学耕

主 审:任德齐

策划编辑:刘文杰

责任编辑:徐 堃

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:北京牛山世兴印刷厂

装 订 者:三河市路通装订厂

出版发行:电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:12.25 插页:1 页 字数:297 千字

版 次:2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-6323-9  
TN·1409

印 数:6 000 册 定价:14.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请向购买书店调换。

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

1574/2

## 出版说明

随着中等专业学校电子类专业教学改革的不深入,尽快组织出版一批适应中专学校教学实际、体现职业技术教育特点的教材,已成为各中专校的迫切要求。有鉴于此,中国电子教育学会中专教育专业委员会、全国中专电子类教材协会决定联合成立全国中专电子类教材工作领导小组,组织出版一套中专电子类教材,以满足中专学校的教学需要。经过一段时间的准备,领导小组会同全国二十余所电子类中等专业学校,成立了“计算机及应用”、“电子技术应用”、“机电技术应用”3个专业教材编委会,共同组织协调这套教材的编审出版工作。

领导小组和各编委会确立了“根据中专生的培养目标,贯彻中专教育适应社会经济发展的需要,强化应用为教学重点的思想,反映现代职业教育思想、教育方法和教学手段以及综合化、直接化、形象化等特点,突出工程实践能力培养”的编写原则,以“新、简、实”作为这套教材的编写特色。所谓“新”,是根据电子技术日新月异、发展迅速的特点,在教材中尽可能反映当前电子信息产业的新技术、新知识、新工艺,缩短教材编审出版周期;所谓“简”,是针对现行教学内容与中专学生的文化基础不相适应,以及中专毕业生越来越直接面向生产第一线这一现实,适当降低教学内容的深度和难度,简化理论知识的讲授;所谓“实”,就是突出教学内容的实用性,强调对学生实践能力和技术应用能力的培养。

各编委会的编审程序大致是,针对中专计算机及其应用、电子技术应用、机电技术应用(机电一体化)的教学现状和现行教材存在的问题,尤其是针对目前中专教学改革的新情况,拟定各专业方向的课程设置计划和教材选题计划。在充分酝酿、广泛征集的基础上,由编委会确定每个选题的编写大纲和编审人员。编委会通过责任编委联系制度对编写实行质量控制。

这套教材的编者,都是来自各中专学校教学第一线的经验丰富的教师,由于他们辛勤的工作,编写的教材基本反映了近年来各中专学校教学与教材改革的成果。相信这套教材会受到中等专业学校和其他中等职业学校电子类专业广大师生的欢迎。

特别应该感谢电子工业出版社高质量、高效率的工作,为这套教材的出版提供了极大的便利,使之能及早与读者见面。

电子技术发展迅速,中专学校的教学内容也日新月异。我们衷心地希望广大师生对本套教材提出意见和建议,以便再版时予以修正。

全国中专电子类教材工作领导小组  
电子工业出版社

## 全国中专电子信息技术类教材工作领导小组成员名单

|      |     |              |
|------|-----|--------------|
| 顾问   | 赵家鹏 | 电子工业出版社      |
| 组长   | 李绍庭 | 山东省电子工业学校    |
| 副组长  | 陈炳声 | 南京无线电工业学校    |
|      | 孟宪洲 | 山东省信息工程学校    |
|      | 穆天保 | 辽宁电子工业学校     |
|      | 卢小平 | 北京无线电工业学校    |
|      | 安志鹏 | 武汉无线电工业学校    |
| 成员   | 文宏武 | 电子工业出版社      |
|      | 吴家礼 | 天津无线电机械学校    |
|      | 曹建林 | 无锡无线电工业学校    |
|      | 陈建忠 | 福建省电子工业学校    |
|      | 周智文 | 上海电子技术学校     |
|      | 王献中 | 淮阴电子工业学校     |
|      | 武马群 | 北京市计算机工业学校   |
|      | 张福强 | 天津市仪表无线电工业学校 |
|      | 王祥生 | 珠海市工业学校      |
|      | 王焕顺 | 辽宁省本溪电子工业学校  |
| 秘书长  | 王协瑞 | 山东省电子工业学校    |
| 副秘书长 | 刘文杰 | 电子工业出版社      |

## 计算机及应用编委会成员名单

|       |     |              |
|-------|-----|--------------|
| 主任委员  | 郑 三 | 山东省电子工业学校    |
| 副主任委员 | 武马群 | 北京市计算机工业学校   |
|       | 吴顺发 | 辽宁省电子计算机学校   |
|       | 肖鹏旭 | 山东省信息工程学校    |
|       | 周智文 | 上海电子技术学校     |
| 委员    | 张黎明 | 河南省电子工业学校    |
|       | 王书增 | 天津无线电机械学校    |
|       | 王德年 | 辽宁电子工业学校     |
|       | 孔旭影 | 北京市计算机工业学校   |
|       | 李 玲 | 南京无线电工业学校    |
|       | 裴有柱 | 天津市仪表无线电工业学校 |
|       | 王 敏 | 广州轻工业学校      |
|       | 陶 洪 | 常州无线电工业学校    |
|       | 刘瑞新 | 河南开封黄河水利学校   |
|       | 李丛江 | 无锡无线电工业学校    |
|       | 丁 勤 | 淮阴电子工业学校     |
|       | 黄甘洲 | 福建省电子工业学校    |
|       | 王 泰 | 珠海市工业学校      |
|       | 孙心义 | 辽宁省电子计算机学校   |
|       | 陈丽敏 | 上海电子技术学校     |
|       | 梁 军 | 山东省电子工业学校    |
|       | 朱连庆 | 山东省信息工程学校    |
| 秘书    | 王新新 | 山东省电子工业学校    |

## 电子技术应用编委会成员名单

|       |     |              |
|-------|-----|--------------|
| 主任委员  | 王钧铭 | 南京无线电工业学校    |
| 副主任委员 | 张福强 | 天津市仪表无线电工业学校 |
|       | 李民生 | 淮阴电子工业学校     |
|       | 马 彪 | 辽宁电子工业学校     |
|       | 梁德厚 | 北京无线电工业学校    |
| 委员    | 邓 红 | 无锡无线电工业学校    |
|       | 崔金辉 | 辽宁省本溪电子工业学校  |
|       | 孙亚维 | 内蒙古电子学校      |
|       | 任德齐 | 重庆市电子工业学校    |
|       | 彭利标 | 天津无线电机械学校    |
|       | 杨元挺 | 福建省电子工业学校    |
|       | 李晓荃 | 河南省电子工业学校    |
|       | 魏立东 | 河北省电子工业学校    |
|       | 刘 勇 | 山东省电子工业学校    |
|       | 吴立新 | 常州无线电工业学校    |
|       | 高 健 | 珠海市工业学校      |
|       | 蔡继勇 | 北京市电子工业学校    |
|       | 章大钧 | 佛山市机电学校      |
| 秘书    | 陈 松 | 南京无线电工业学校    |

## 机电技术应用编委会成员名单

|       |     |             |
|-------|-----|-------------|
| 主任委员  | 吴家礼 | 天津无线电机械学校   |
| 副主任委员 | 毛海兴 | 无锡无线电工业学校   |
|       | 黄诚驹 | 武汉无线电工业学校   |
|       | 张 华 | 福建省电子工业学校   |
| 委员    | 梁 栋 | 辽宁省本溪电子工业学校 |
|       | 王 丽 | 黑龙江省电子工业学校  |
|       | 张 铮 | 无锡无线电工业学校   |
|       | 董 智 | 南昌无线电工业学校   |
|       | 甄占双 | 河北省电子工业学校   |
|       | 高 燕 | 天津无线电机械学校   |
|       | 徐耀生 | 淮阴电子工业学校    |
|       | 韩满林 | 南京无线电工业学校   |
|       | 刘靖岩 | 辽宁电子工业学校    |
|       | 张呈祥 | 北京无线电工业学校   |
|       | 何彦廷 | 贵州无线电工业学校   |
|       | 李新平 | 山东省电子工业学校   |
|       | 黄礼东 | 贵州省电子工业学校   |
| 秘书    | 郝秀凯 | 天津无线电机械学校   |

## 参加全国中专电子类教材编审工作的学校

|              |             |
|--------------|-------------|
| 山东省电子工业学校    | 山东省信息工程学校   |
| 山东省机械工业学校    | 山东省邮电学校     |
| 山东省广播电视学校    | 济南信息学校      |
| 辽宁电子工业学校     | 辽宁省电子计算机学校  |
| 辽宁省本溪电子工业学校  | 武汉无线电工业学校   |
| 武汉市电子工业学校    | 天津无线电机械学校   |
| 天津市仪表无线电工业学校 | 上海电子技术学校    |
| 上海化学工业学校     | 江苏省淮阴电子工业学校 |
| 无锡无线电工业学校    | 常州无线电工业学校   |
| 山西省电子工业学校    | 南京无线电工业学校   |
| 大连电子学校       | 河北省电子工业学校   |
| 福建省电子工业学校    | 北京无线电工业学校   |
| 北京市计算机工业学校   | 北京市电子工业学校   |
| 河南开封黄河水利学校   | 河南省电子工业学校   |
| 贵州省电子工业学校    | 珠海市工业学校     |
| 内蒙古电子学校      | 南昌无线电工业学校   |
| 安徽省电子工业学校    | 黑龙江省电子工业学校  |
| 重庆市电子工业学校    | 佛山市机电学校     |

## 前 言

本书是全国中专电子技术应用教材编委会根据中专学校在新的历史时期职业教育发展的特点和实际教学的要求,组织编写的系列教材之一。理论授课 64 学时,实验课时 10 学时。

本书编写遵照改革、创新精神,针对职业技术教育的新特点,简化理论分析,注重学生动手能力的培养。配以适当的实验内容,强化技能训练。

本书由福建电子工业学校孙学耕担任主编,由重庆电子工业学校任德齐老师主审,责任编辑为福建电子工业学校杨元挺老师。

全书共分九章,第 1、2 章由北京市电子工业学校贾跃编写,第 5、6 章由河南电子工业学校韩贵黎编写,第 3、4、7、8、9 章及实验部分由福建电子工业学校孙学耕编写并统编全稿。

在编写过程中参考了大量同类书籍和资料,还得到南昌无线电工业学校曾日波老师的指导,福建电子工业学校电子专业科老师协助整理书稿,在此对这些同志深表谢意。

由于编写者水平有限,书中难免有一些错误和不妥之处,恳切希望广大读者批评指正。

编者

2001 年 3 月

# 目 录

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 第 1 章 磁记录基础知识        | ( 1 )  |
| 1.1 磁化现象             | ( 1 )  |
| 1.1.1 磁化曲线           | ( 1 )  |
| 1.1.2 磁滞回线           | ( 1 )  |
| 1.1.3 剩磁曲线           | ( 2 )  |
| 1.2 磁性材料             | ( 2 )  |
| 1.2.1 磁性材料的种类、特点及用途  | ( 2 )  |
| 1.2.2 磁头             | ( 3 )  |
| 1.2.3 磁带             | ( 4 )  |
| 1.3 记录波长             | ( 5 )  |
| 1.3.1 基本概念           | ( 5 )  |
| 1.3.2 研究记录波长的重要意义    | ( 6 )  |
| 1.4 偏磁记录与消磁          | ( 6 )  |
| 1.4.1 偏磁记录的意义及种类     | ( 6 )  |
| 1.4.2 偏磁记录的原理        | ( 7 )  |
| 1.4.3 消磁             | ( 8 )  |
| 小结                   | ( 9 )  |
| 习题一                  | ( 9 )  |
| 第 2 章 录音机电路原理及典型电路分析 | ( 10 ) |
| 2.1 概述               | ( 10 ) |
| 2.1.1 录音机基本组成        | ( 10 ) |
| 2.1.2 录音机主要技术指标      | ( 11 ) |
| 2.2 输入电路             | ( 13 ) |
| 2.2.1 输入电路及话筒放大器     | ( 13 ) |
| 2.2.2 线路放大器          | ( 14 ) |
| 2.3 集成前置放大器          | ( 15 ) |
| 2.3.1 功能及内部组成        | ( 15 ) |
| 2.3.2 典型电路举例         | ( 15 ) |
| 2.3.3 相关电路           | ( 16 ) |
| 2.4 超音频振荡电路          | ( 18 ) |
| 2.4.1 作用及基本原理        | ( 18 ) |
| 2.4.2 电路形式           | ( 18 ) |
| 2.5 集成功率放大器          | ( 20 ) |
| 2.6 其他辅助电路           | ( 21 ) |
| 2.6.1 恒流录音与录音补偿      | ( 21 ) |

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 2.6.2 电平指示电路             | ( 23 ) |
| 2.6.3 等响度控制              | ( 25 ) |
| 2.6.4 音调控制电路             | ( 26 ) |
| 2.6.5 噪声抑制电路             | ( 32 ) |
| 2.6.6 立体声平衡与声像展宽电路       | ( 33 ) |
| 2.6.7 电机稳速电路             | ( 36 ) |
| 小结                       | ( 38 ) |
| 习题二                      | ( 38 ) |
| <b>第 3 章 录音机机芯原理与构造</b>  | ( 39 ) |
| 3.1 概述                   | ( 39 ) |
| 3.1.1 机芯分类               | ( 39 ) |
| 3.1.2 机芯主要参数             | ( 39 ) |
| 3.2 机芯工作原理               | ( 40 ) |
| 3.2.1 录音与放音              | ( 40 ) |
| 3.2.2 快进与倒带              | ( 42 ) |
| 3.2.3 暂停                 | ( 42 ) |
| 3.2.4 停机                 | ( 43 ) |
| 3.3 机芯的基本构造              | ( 43 ) |
| 3.3.1 机芯基板与磁头滑板          | ( 43 ) |
| 3.3.2 磁带驱动机构             | ( 44 ) |
| 3.3.3 卷带机构               | ( 46 ) |
| 3.4 机芯维护与检修              | ( 48 ) |
| 3.4.1 机芯维护与操作            | ( 48 ) |
| 3.4.2 机芯的检修              | ( 49 ) |
| 3.4.3 机芯拆卸与装配            | ( 52 ) |
| 小结                       | ( 53 ) |
| 习题三                      | ( 53 ) |
| <b>第 4 章 收录机整机电路分析</b>   | ( 54 ) |
| 4.1 收录机的基本组成             | ( 54 ) |
| 4.1.1 概述                 | ( 54 ) |
| 4.1.2 主要集成电路内部框图及功能      | ( 55 ) |
| 4.2 整机电路分析               | ( 64 ) |
| 4.2.1 概述                 | ( 64 ) |
| 4.2.2 M-905 型立体声收录机的基本组成 | ( 64 ) |
| 4.2.3 各部分电路工作原理          | ( 65 ) |
| 小结                       | ( 77 ) |
| 习题四                      | ( 77 ) |
| <b>第 5 章 录像机基本原理</b>     | ( 78 ) |
| 5.1 录像机的发展               | ( 78 ) |
| 5.1.1 概述                 | ( 78 ) |

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| 5.1.2 分类 .....              | ( 79 )  |
| 5.2 视频信号的录放 .....           | ( 80 )  |
| 5.2.1 视频信号与音频信号的差异 .....    | ( 81 )  |
| 5.2.2 视频信号的录放技术特点 .....     | ( 82 )  |
| 5.3 高密度记录原理 .....           | ( 84 )  |
| 5.3.1 螺旋扫描方式 .....          | ( 84 )  |
| 5.3.2 磁迹格式 .....            | ( 85 )  |
| 5.3.3 磁头鼓组件 .....           | ( 87 )  |
| 5.3.4 磁头鼓组件的检修 .....        | ( 88 )  |
| 5.4 视频磁头与磁带 .....           | ( 91 )  |
| 5.4.1 视频磁头 .....            | ( 91 )  |
| 5.4.2 录像带 .....             | ( 92 )  |
| 5.5 家用录像机基本组成 .....         | ( 93 )  |
| 小结 .....                    | ( 95 )  |
| 习题五 .....                   | ( 95 )  |
| <b>第 6 章 视频信号处理系统</b> ..... | ( 96 )  |
| 6.1 视频信号处理系统的组成 .....       | ( 96 )  |
| 6.1.1 视频信号的记录 .....         | ( 96 )  |
| 6.1.2 视频信号的重放 .....         | ( 97 )  |
| 6.2 亮度信号处理系统 .....          | ( 98 )  |
| 6.2.1 亮度信号的记录 .....         | ( 98 )  |
| 6.2.2 亮度信号的重放 .....         | ( 102 ) |
| 6.3 色度信号处理系统 .....          | ( 107 ) |
| 6.3.1 色度信号的记录 .....         | ( 107 ) |
| 6.3.2 色度信号的重放 .....         | ( 111 ) |
| 6.3.3 伪时基校正 .....           | ( 114 ) |
| 6.4 视频信号处理电路实例 .....        | ( 115 ) |
| 6.4.1 视频记录电路 .....          | ( 116 ) |
| 6.4.2 视频重放电路 .....          | ( 118 ) |
| 6.4.3 视频输出电路 .....          | ( 120 ) |
| 6.4.4 视频系统故障检修要领及实例 .....   | ( 121 ) |
| 小结 .....                    | ( 126 ) |
| 习题六 .....                   | ( 127 ) |
| <b>第 7 章 伺服系统</b> .....     | ( 128 ) |
| 7.1 伺服系统的作用及基本组成 .....      | ( 128 ) |
| 7.1.1 伺服系统在记录过程中的作用 .....   | ( 128 ) |
| 7.1.2 伺服系统在重放过程中的作用 .....   | ( 129 ) |
| 7.1.3 伺服系统的基本组成 .....       | ( 129 ) |
| 7.2 伺服系统单元电路 .....          | ( 130 ) |
| 7.2.1 模拟鉴相器电路 .....         | ( 130 ) |

|            |               |       |
|------------|---------------|-------|
| 7.2.2      | 数字鉴相器电路       | (131) |
| 7.2.3      | 鉴频器电路         | (131) |
| 7.2.4      | 基准信号形成电路      | (132) |
| 7.2.5      | 反馈信号形成电路      | (133) |
| 7.2.6      | 电机驱动电路        | (134) |
| 7.2.7      | 磁头切换脉冲形成电路    | (135) |
| 7.2.8      | 模拟场同步形成电路     | (137) |
| 7.2.9      | 控制信号形成电路      | (138) |
| 7.3        | 伺服系统电路实例      | (139) |
| 7.3.1      | 磁鼓伺服          | (139) |
| 7.3.2      | 主导轴伺服         | (141) |
| 7.3.3      | SP/LP 自动选择电路  | (144) |
| 7.3.4      | 特殊重放          | (144) |
| 7.3.5      | NTSC 伺服控制     | (145) |
| 7.4        | 伺服系统电路故障检修要领  | (145) |
| 7.4.1      | 伺服环路的检查       | (146) |
| 7.4.2      | 磁鼓伺服环路的检查     | (146) |
| 7.4.3      | 主导伺服环路的检查     | (146) |
| 7.4.4      | 霍尔集成块的检查      | (146) |
| 小结         |               | (147) |
| 习题七        |               | (147) |
| <b>第8章</b> | <b>系统控制电路</b> | (148) |
| 8.1        | 电路工作原理        | (148) |
| 8.1.1      | 微处理器          | (149) |
| 8.1.2      | 操作键输入电路       | (149) |
| 8.1.3      | 带盒位置检测电路      | (150) |
| 8.1.4      | 带头带尾检测电路      | (151) |
| 8.1.5      | 带盘旋转检测电路      | (152) |
| 8.1.6      | 结露检测电路        | (153) |
| 8.1.7      | 带仓电机控制电路      | (153) |
| 8.1.8      | 电源控制电路        | (154) |
| 8.1.9      | 螺线管控制电路       | (154) |
| 8.1.10     | 多功能显示电路       | (155) |
| 8.1.11     | 遥控系统电路        | (156) |
| 8.2        | 系统控制电路实例      | (159) |
| 8.3        | 系统控制电路故障检修要领  | (166) |
| 8.3.1      | 自动保护性停机的检查    | (166) |
| 8.3.2      | 微处理器的检查       | (166) |
| 小结         |               | (167) |
| 习题八        |               | (167) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| <b>第9章 机械系统与机芯</b> ..... | (168) |
| 9.1 录像机机械结构基本构成 .....    | (169) |
| 9.1.1 加载及走带机构 .....      | (169) |
| 9.1.2 磁鼓机构与主导轴机构 .....   | (170) |
| 9.1.3 带盘机构与带仓机构 .....    | (172) |
| 9.1.4 张力调节机构 .....       | (173) |
| 9.2 机械系统故障检修要领 .....     | (174) |
| 9.2.1 机械系统传动部件的检查 .....  | (174) |
| 9.2.2 机械系统运转状态的检查 .....  | (174) |
| 小结 .....                 | (175) |
| 习题九 .....                | (176) |
| <b>附录 实验</b> .....       | (176) |
| 实验一 磁带与磁头 .....          | (176) |
| 实验二 录音机机芯结构 .....        | (176) |
| 实验三 录音机整机装配 .....        | (177) |
| 实验四 录音机整机调试与故障分析 .....   | (177) |
| 实验五 录像机磁鼓的基本结构 .....     | (178) |
| 实验六 录像机机械结构 .....        | (178) |
| 实验七 录像机整机电路及结构 .....     | (179) |
| <b>参考文献</b> .....        | (180) |

# 第 1 章 磁记录基础知识

磁性记录是众多信号记录方法中重要的一种,它是将信息变为磁带上的剩磁加以保存。日常生活中的许多家用电器如录音机、录像机、摄像机等都是以此技术为基础发展起来的。了解磁性记录知识对掌握它们的工作原理有着重要意义。

## 1.1 磁化现象

### 1.1.1 磁化曲线

磁性是物质的基本属性之一。按照自然界中物质磁性的不同,可将物质分为顺磁性物质、抗磁性物质和铁磁性物质等几大类。其中顺磁性物质如锰、铂、氮、氧等,它们的相对磁导率一般稍大于 1;抗磁性物质如汞、铜、金、铋、氯、氢等,它们的相对磁导率稍小于 1,所以统称它们为弱磁性物质。铁磁性物质可分为铁磁性、亚铁磁性物质等,其中铁磁性和亚铁磁性物质如铁、钴、镍、钆等及这些金属的合金,相对磁导率都比较大,还具有有一些特殊的性质,被称为强磁性物质。铁磁性质是磁性记录技术的物质基础。

铁磁性物质的磁化是指将铁磁性物质置于外加磁场中,由对外不显磁性变为呈现磁性的过程,即使物质磁性增强的过程。相反,使带磁物质磁性减弱的过程称为去磁或消磁。

磁化曲线是描述物质的磁化强度或磁感应强度  $B$  与外加磁场的磁场强度  $H$  之间变化规律的曲线。典型的磁化曲线如图 1.1 所示。这些曲线又称为初始磁化曲线。假设在加入外磁场前物质处于完全失磁状态,加入外磁场后磁化曲线可分为三个阶段:起始段、线性段和饱和段。

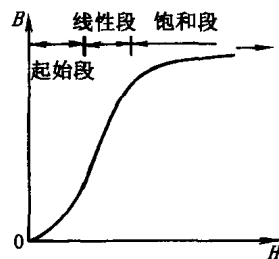


图 1.1 磁化曲线

### 1.1.2 磁滞回线

当铁磁性物质沿初始磁化曲线被磁化到饱和后,若减小外磁场强度  $H$ ,物质中的磁感应强度  $B$  将随之减小,但不会沿着磁化曲线返回,而是沿着另一条曲线下降,如图 1.2(a) 所示。

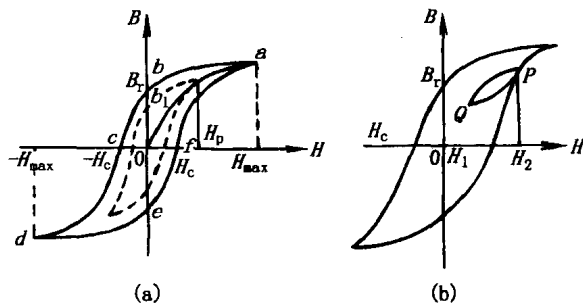


图 1.2 磁滞回线

由图可知,当外磁场强度  $H$  减小到零时,物质的磁感应强度  $B$  尚保留一定数值。铁磁性物质磁感应强度  $B$  的变化滞后于磁场强度  $H$  变化的现象称之为磁滞现象。在外磁场强度  $H$  为零时物质中所保留的磁感应强度  $B_r$  称为剩磁。

若要使物质的剩磁  $B_r$  变为零,须给物质施加一个反向磁场强度  $-H_c$ ,  $H_c$  称为物质的磁矫顽力。当反向磁场强度增大时,物质被反向磁化,直到反向饱和。在反向饱和和磁化后,把外磁场强度减小到零,物质中将仍保留剩磁  $-B_r$ 。若物质中反向剩磁为零,必须给物质加上正向磁场强度  $+H_c$ ,增强这一方向的外磁场强度,物质又被磁化至正向饱和状态。

重复上述磁场变化,磁化过程表现的磁化曲线将形成一个封闭曲线。若曲线的上下两个端点对应于饱和磁化时的磁场强度,该封闭曲线便称为主磁化曲线;若曲线上下端点对应的磁场强度小于饱和磁场强度,则称为主磁滞回线的磁滞回线族,如图 1.2(b)所示。

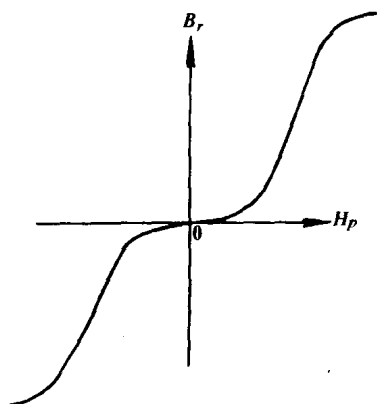


图 1.3 剩磁曲线

在主磁滞回线上的最大饱和磁感应强度  $B_{mg}$  和最大矫顽力  $H_c$  是表征磁性材料的两个重要参数。主磁滞回线的剩磁为最大剩磁  $B_{m0}$ 。

### 1.1.3 剩磁曲线

由图 1.2 可知,在外磁场峰值  $H_p$  逐渐减小时,形成的磁滞回线族的剩磁  $B_r$  是不同的。剩磁  $B_r$  与外磁场峰值  $H_p$  之间的关系曲线称为剩磁特性曲线,如图 1.3 所示。不同的材料有不同的剩磁特性,但在  $H_p$  较小和较大时都有较明显的非线性,中间一段近似为直线的部分是用于磁记录的区域。

## 1.2 磁性材料

### 1.2.1 磁性材料的种类、特点及用途

铁磁性物质在外磁场中表现出很强的磁性,而且具有磁滞特性,但不同物质的矫顽力和剩磁的大小相差很大。按物质的矫顽力和剩磁的大小不同可把铁磁性物质分为硬磁性材料和软磁性材料,这两种材料在磁记录技术中都有非常重要的作用。

硬磁性材料是指材料的矫顽力和剩磁都很大的铁磁性物质,典型的硬磁性材料的磁滞回线如图 1.4(a)所示,曲线包围的面积较大。用硬磁性材料磁粉制成的磁带在磁记录中起到记忆和存储信息的作用。磁粉应具有足够高的矫顽力  $H_c$ ,而且在反向磁场接近  $H_c$  前,物质中的磁感应强度基本上保持  $B_r$  值不变,剩磁  $B_r$  和与之对应的磁感应强度峰值之比要尽可能大。在这样的条件下,物质的磁滞回线接近于矩形,在重放时可获得较高的输出信号,但是材料的矫顽力  $H_c$  不能高到无法消磁的程度。目前,用作磁带磁粉的材料有氧化铬、氧化铁、钡铁氧体等硬磁性材料,这些材料都具有较高的矫顽力和剩磁。

软磁性材料是指材料的矫顽力和剩磁都很小的铁磁性物质,典型的软磁性材料的磁滞回线如图 1.4(b)所示。曲线包围的面积很小。软磁性材料适用于制造电磁转换、磁耦合用的铁芯如磁头铁芯等。这种材料的特点是当外磁场去掉后几乎没有剩磁,而且矫顽力小,材料的磁滞损耗和涡流损耗都较小。作为磁性记录用的软磁性材料还应具有较高的电磁转换效率,即

$B-H$  曲线的斜率要高,材料应易被磁化又易去磁。在电磁转换过程中,为了使材料不易饱和,材料的饱和磁感应强度  $B_m$  要高。

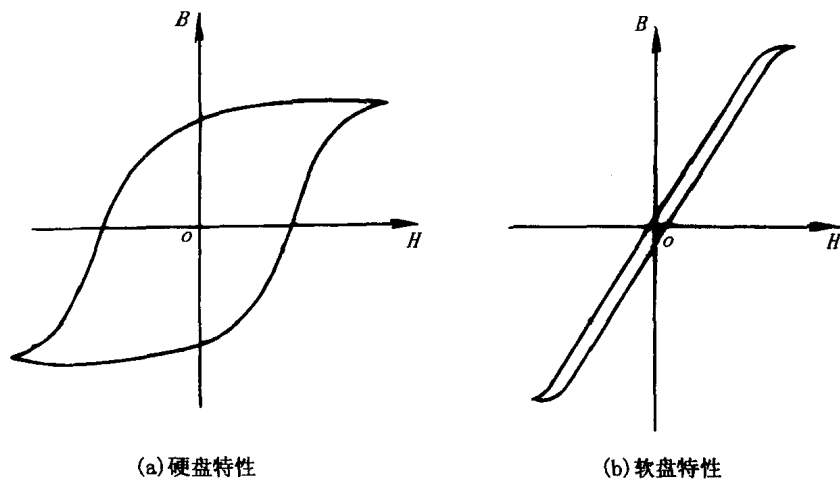


图 1.4 硬磁性材料与软磁性材料的磁滞回线

1.2.2 磁头

磁头是磁性记录系统中的一个重要部件,其作用是实现电信号和磁信号的相互转换。记录时,把磁头所产生的正比于电信号的磁场以剩磁的方式记录和存储在磁带上,实现对电信号的记录。重放时,由磁头拾取磁带上的剩磁信号并将其转换为相应的电信号输出。在磁性记录系统中所用的磁头有不同的种类,按其工作频率来分有音频磁头和视频磁头两种;按其作用来分,音频系统有录音/放音磁头和消磁磁头;视频系统有录/放像磁头、全消磁头和控制磁头等。下面以音频系统为例加以分析。

1. 音频磁头的基本结构

音频磁头的基本结构是在具有缝隙的环形磁铁上绕以线圈,将它放入屏蔽罩中并加以固定,正面经研磨抛光而成,如图 1.5 所示。由图可知,磁头主要由带缝隙的铁芯和线圈两大部分组成,其中铁芯材料为矫顽力和剩磁都很小的软磁性材料,具有饱和磁感应强度大,耐磨性好、磁导率高、加工性能好、高频损失小等性能。

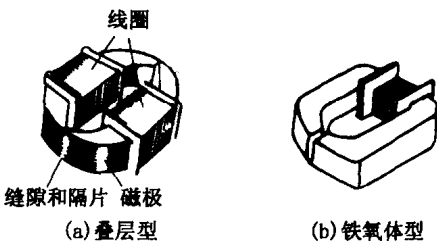


图 1.5 音频磁头的基本结构示意图

2. 录/放音磁头

录音磁头的铁芯一般用厚度为  $0.1\text{mm} \sim 0.2\text{mm}$  的软磁合金片叠制而成,或用铁氧体材料压制而成。在两个半环形铁芯的结合处留有前后两个缝隙。前面一个称为工作缝隙,后面一个称为辅助缝隙。录音磁头的工作缝隙宽度约为  $3\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ ,在缝隙中填有非磁性材料薄片如玻璃等。对于高性能磁带如金属带来说,录音磁头工作缝隙的深度一般在  $0.2\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$ ,辅助缝隙的宽度约为  $0.2\text{mm}$ ,中间填有非金属物如纸片等以防止铁芯饱和,减小调制噪声。为减小外界杂散磁场的影响,在两个半环形铁芯上各装有一个对称且匝数相同的线圈。

放音磁头的结构与录音磁头的结构基本相同,但由于放音磁头的工作磁场很弱,一般不会

饱和,所以磁头的工作缝隙可做得小一些,目前已达  $0.6\mu\text{m}$ 。放音专用磁头没有辅助缝隙,以使放音灵敏度提高。放音磁头对屏蔽性能的要求高于录音磁头。

为缩小体积,简化线路,而且音频磁头与放音磁头的结构和尺寸大致相同,所以常把二者合二为一构成录放两用磁头。录放两用磁头的结构与录音磁头相似,但阻抗比录音磁头高,以提高录放音灵敏度。录放两用的磁头工作缝隙宽度约为  $2\mu\text{m} \sim 4\mu\text{m}$ ,辅助缝隙宽度约为  $0.05\text{mm} \sim 0.1\text{mm}$ 。

### 3. 消音磁头

消音磁头的作用是把磁带原来记录的声音信号剩磁抹去。消音磁头是在磁头线圈中通入较大消磁电流产生消磁磁场,使磁带上的剩磁信号趋于饱和,淹没原剩磁信号或者使磁带上的剩磁信号为零。根据通入消磁电流的不同又可将消音磁头分为直流消音磁头和交流消音磁头两种,这里主要讨论后者。

交流消音磁头的结构与录音磁头相差不多,根据消音磁头工作缝隙数目的不同,又分为单缝隙磁头和双缝隙磁头两种,如图 1.6 所示。

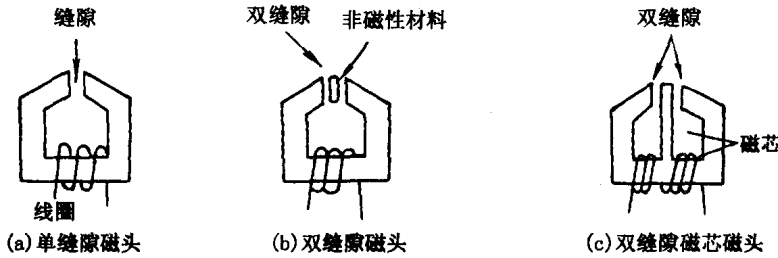


图 1.6 交流消音磁头的基本结构

消音磁头用的铁芯材料有坡莫合金和铁氧体两种软磁材料,铁氧体材料饱和磁感应强度较低,应当避免使之饱和。消音磁头的工作缝隙较宽,一般为  $25\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$  左右,无辅助缝隙,且只有一个线圈,阻抗约为  $100\Omega \sim 500\Omega$ ,消磁电流频率为  $50\text{kHz} \sim 100\text{kHz}$ ,电流幅度约为  $50\mu\text{A} \sim 100\mu\text{A}$ 。

### 1.2.3 磁带

磁带也是磁性记录系统中的一个重要部件,其作用是记录和存储信号。按磁带所用磁粉材料的不同,分为氧化铁磁带、铁铬磁带、掺钴氧化铁磁带及金属磁带等。

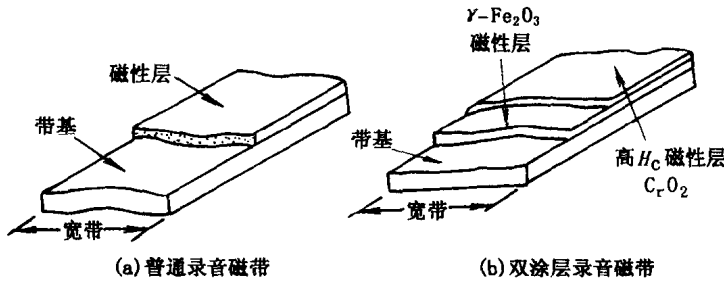


图 1.7 录音磁带的基本结构

录音磁带的基本结构如图 1.7 所示,由图可知,磁带是在薄膜带基上均匀地涂敷磁性层而构成,根据实际需要可在磁性层和带基间加入底涂层。磁带的性能取决于磁粉、粘合剂、带基的特性及涂覆技术。