

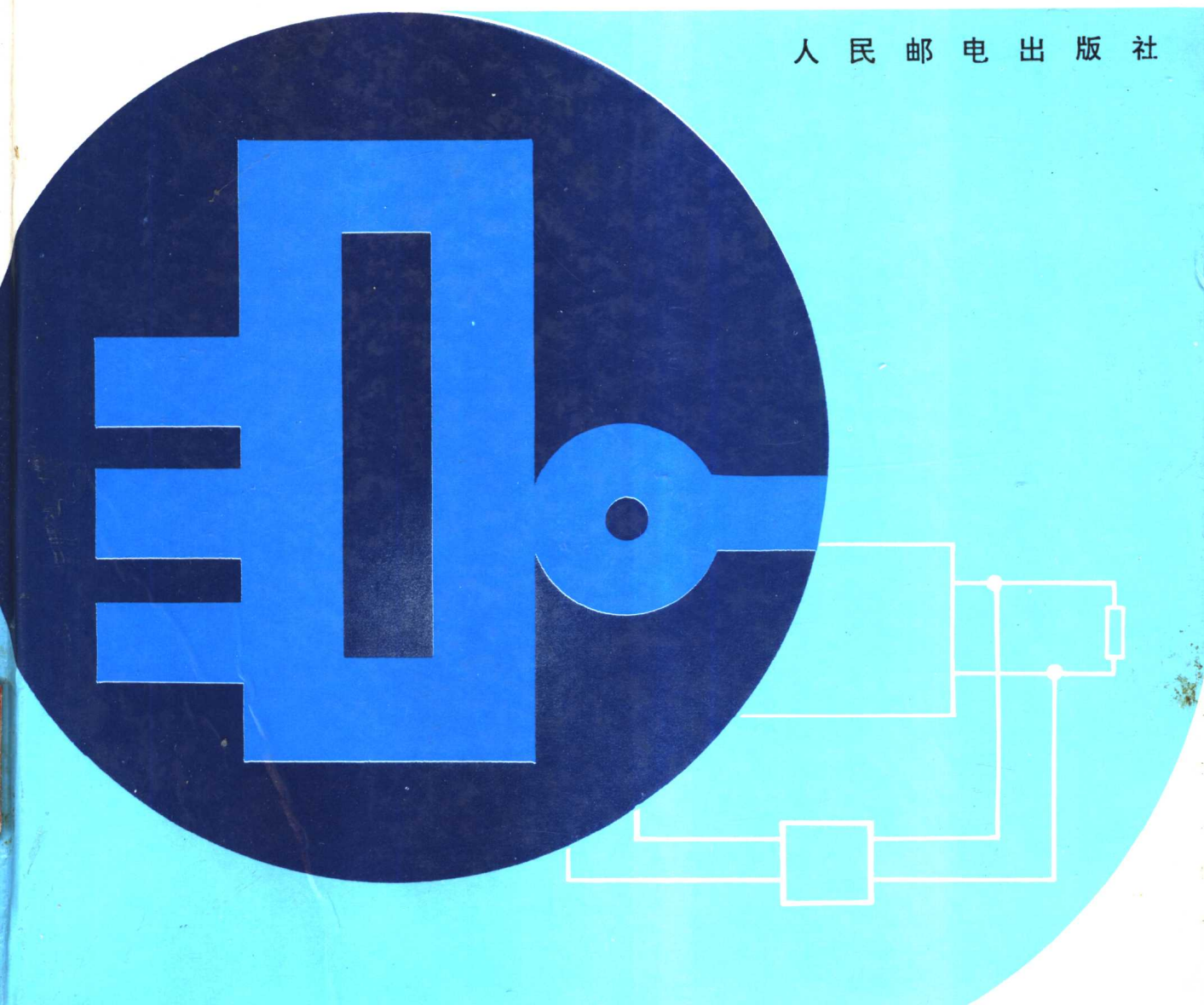
家用电器维修技工  
等级培训教材

全国家用电器维修行业技能鉴定指定用书

# 现代家用电器维修 技术基础 (上)

中国家用电器维修管理中心 主编  
国内贸易部教育司 审定

人 民 邮 电 出 版 社



国家职业技能鉴定  
教材

国家职业技能鉴定教材 家电维修工(初级)

# 现代家用电器维修 技术基础

中国家电协会家电维修分会 主编

北京机械工业出版社 (16开)

ISBN 7-111-03111-9



全国家用电器维修行业技能鉴定指定用书

家用电器维修技工等级培训教材

# 现代家用电器维修技术基础(上)

中国家用电器维修管理中心 主编

国内贸易部教育司 审定

编著者 孙景琪 徐爱新

李兆风 董天午

任国勋

人民邮电出版社

登记证号(京)143号

## 内 容 提 要

本书是全国家用电器维修行业技能鉴定指定用书,是家用电器维修技工等级培训教材之一。本书介绍了家电维修专业的公共技术基础,包括电工基础、低频电子电路(模拟)、高频电子电路等内容。考虑到家电维修人员文化程度不一,本书在编写时力求由浅入深、由易到难、循序渐进地对问题展开讨论,从初级工内容讲起,讲到高级工内容为止,同时给出了许多实例。每章后还有大量复习题可供练习与自测用。

本书以音频、视频专业的维修工人为主要读者对象,制冷、电动和电热、复印专业的维修工人可以根据需要选读其中相应的内容。此外,本书还可作为职业中学、大中专有关专业培训班教材、函授教材及自学教材供广大家电维修人员学习参考。

全国家用电器维修行业技能鉴定指定用书

家用电器维修技工等级培训教材

现代家用电器维修技术基础(上)

Xian dai Jia yong dian qi Wei xiu Ji shu Ji chu

中国家用电器维修管理中心 主编

国内贸易部教育司 审定

编 著 孙景琪 徐爱新  
李兆风 董天午

任国勋

责任编辑 唐素荣

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街27号

北京印刷一厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 1994年1月 第 一 版

印张:32 1994年1月 北京第1次印刷

字数:794 千字 印数:1—10 100 册(平)

1—800 册(精)

ISBN7-115-04936-X/TN·627(平)

ISBN7-115-05127-5/TN·658(精)

定价: 23.00元(平)  
29.00元(精)

## 《家用电器维修技工等级培训教材》

### 编委会名单

|        |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|
| 高级顾问:  | 何济海 | 傅立民 | 孙俊人 |
| 主 任:   | 官中彬 |     |     |
| 副 主 任: | 牛田佳 | 沈思义 | 于培顺 |
|        | 李良俊 | 李周群 | 董 增 |
| 委 员:   | 赵伯雄 | 吴京华 | 杨燕生 |
|        | 武虎根 | 李树岭 | 房受卿 |
|        | 孙中臣 | 曹小奇 | 张东立 |
|        | 李晓卯 | 赵忠卫 | 吕晓春 |
|        | 陈 忠 | 王武良 | 孙小序 |
|        |     |     | 马建林 |
|        |     |     | 宁去鹤 |
|        |     |     | 安永成 |
|        |     |     | 李忠德 |

# 前 言

国内贸易部、劳动部于一九九三年七月二十四日联合颁发了《中华人民共和国工人技术等级标准——商业行业》，其中，家用电器专业设有家用视频设备维修、家用音频设备维修、制冷设备维修、家用电热器具与电动器具维修、办公(复印)设备维修等五个专业，每个专业又分初级、中级、高级三个等级。

为了贯彻和实施这个标准，在国内贸易部教育司、行业管理司的支持与指导下，由中国家用电器维修管理中心根据标准的内容，在中国家用电器商业维修协会等有关方面的协助下，委托人民邮电出版社组织近三十名有关专家学者，编写了《家用电器维修技工等级培训教材》，共八册。

《现代家用电器维修技术基础》(上、下册)是各专业都必须选用的基础教材，同时，家用视频设备维修专业要采用《电视机原理与维修技术》和《家用录像机原理与维修技术》作为教材；家用音频设备维修专业要采用《家用音响设备原理与维修技术》作为教材；制冷设备维修专业要采用《家用制冷设备原理与维修技术》作为教材；家用电热器具与电动器具维修专业要采用《家用电动电热器具原理与维修技术》作为教材；办公(复印)设备维修专业要采用《静电复印机和高速数码印刷机原理与维修技术》作为教材。并且每个专业都可按照《家用电器维修专业培训大纲、考核大纲》的要求，对初、中、高三个等级进行培训。

本套教材围绕标准要求，各专业册均列为三篇，其中“必备知识篇”和“技能篇”与标准中“必备知识”和“技能要求”对应；“实践篇”是针对技能要求补充一些具体维修技巧、经验和实例。编写时统一从初级工的文化技术水平开始写到高级工要求为止，方便各级培训选学、自学与深造。

本套教材按照工人技术培训特点，把科学性、先进性、针对性和实用性统一起来，把理论与技能融为一体，突出实际操作技能，职工通过培训切实提高技能，以达到等级标准要求的目的。因此，该套书不仅可作为家用电器维修技工等级培训教材，而且可作为家用电器维修岗位人员学习成才的参考书。同时将是进行技师、高级技师培训及建立考试题库的依据，也可供职工大学、中专、技工学校开展职业技术教育，部队培养军地两用人材及自学使用。

现代电子发展迅速，新产品日新月异，本书在编写过程中难以求全。不妥之处，敬请读者赐正。

家用电器维修技工等级培训教材编委会

一九九三年十月

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| <b>第一章 直流电路</b> .....   | 1  |
| 第一节 电路基础知识.....         | 1  |
| 一、电路的构成.....            | 1  |
| 二、电流及电流的参考方向.....       | 2  |
| 三、电压及电压的参考方向.....       | 3  |
| 四、电阻元件和欧姆定律.....        | 5  |
| 五、电功率 $P$ .....         | 7  |
| 六、电压源和电流源.....          | 9  |
| 七、电路中的参考点——零电位点 .....   | 11 |
| 第二节 电路基本定律及简单电路计算 ..... | 12 |
| 一、基尔霍夫定律 .....          | 12 |
| 二、电阻的串联与分压公式 .....      | 16 |
| 三、电阻的并联与分流公式 .....      | 18 |
| 四、电阻的混联 .....           | 22 |
| 五、电压源与电流源的等值互换 .....    | 24 |
| 六、电压源的串联与并联 .....       | 26 |
| 七、最大功率传递定理 .....        | 28 |
| 第三节 复杂电路的计算方法 .....     | 28 |
| 一、支路电流法 .....           | 29 |
| 二、回路电流法 .....           | 30 |
| 三、节点法 .....             | 32 |
| 四、叠加原理 .....            | 35 |
| 五、戴维南定理（等效发电机定理） .....  | 39 |
| 六、星形电路与三角形电路的互换 .....   | 43 |
| 本章复习题 .....             | 45 |
| <b>第二章 正弦交流电路</b> ..... | 49 |
| 第一节 交流电的基本概念 .....      | 49 |
| 一、波形图 .....             | 49 |
| 二、正弦波的三要素 .....         | 50 |
| 三、正弦交流电的有效值 .....       | 55 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第二节 复数及其简单运算 .....       | 56  |
| 一、向量及其加、减运算方法 .....      | 56  |
| 二、虚数 .....               | 59  |
| 三、复数 .....               | 59  |
| 四、复数的简单运算 .....          | 62  |
| 第三节 正弦波的复数表示法——相量 .....  | 63  |
| 一、相量 .....               | 64  |
| 二、相量图 .....              | 65  |
| 三、正弦波的加、减运算 .....        | 65  |
| 第四节 交流电路中的元件 .....       | 67  |
| 一、纯电阻电路 .....            | 67  |
| 二、纯电容电路 .....            | 69  |
| 三、纯电感电路 .....            | 73  |
| 四、R、L、C 元件特性小结 .....     | 77  |
| 五、电阻器、电容器和电感器 .....      | 78  |
| 第五节 阻抗与导纳 简单交流电路分析 ..... | 83  |
| 一、阻抗 $Z$ .....           | 83  |
| 二、正弦交流电路中的欧姆定律 .....     | 85  |
| 三、导纳 $Y$ .....           | 86  |
| 四、正弦交流电路中的基尔霍夫定律 .....   | 86  |
| 五、简单电路分析举例 .....         | 87  |
| 六、正弦交流电路计算小结 .....       | 90  |
| 七、交流电路的功率及功率因数 .....     | 92  |
| 第六节 谐振电路 .....           | 93  |
| 一、串联谐振电路 .....           | 93  |
| 二、串联谐振时的电流和电压 .....      | 94  |
| 三、串联谐振电路的选择性 .....       | 95  |
| 第七节 三相交流电路 .....         | 98  |
| 一、三相交流电的概念 .....         | 98  |
| 二、三相电源的联接 .....          | 98  |
| 三、三相负载的联接 .....          | 100 |
| 四、对称三相电路的功率 .....        | 103 |
| 本章复习题 .....              | 104 |

### 第三章 变压器..... 108

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一节 变压器的构造和工作原理 ..... | 108 |
| 一、变压器的构造和铭牌 .....     | 108 |
| 二、变压器的工作原理 .....      | 109 |
| 三、变压器的极性 .....        | 112 |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| 四、变压器的分类             | 113        |
| 五、三相变压器              | 114        |
| 第二节 磁与铁磁性材料          | 115        |
| 一、磁路                 | 115        |
| 二、几个物理量              | 115        |
| 三、铁磁物质               | 117        |
| 四、铁氧体                | 118        |
| 五、铁心损耗               | 118        |
| 本章复习题                | 118        |
| <b>第四章 家电设备系统与信号</b> | <b>120</b> |
| 第一节 家电设备的系统组成框图      | 120        |
| 一、扩音机组成框图            | 120        |
| 二、电子闪光灯组成框图          | 121        |
| 三、电子钟表的组成框图          | 121        |
| 四、无线电发射机组成框图         | 122        |
| 五、外差式广播收音机组成框图       | 123        |
| 第二节 家电系统中的基本信号       | 124        |
| 一、信号的波形图与数学式         | 124        |
| 二、信号的频谱图             | 126        |
| 第三节 调幅信号及其频谱         | 128        |
| 一、普通调幅信号             | 128        |
| 二、平衡调幅波              | 130        |
| 三、单边带调幅信号            | 131        |
| 四、残留边带调幅信号           | 131        |
| 第四节 调频信号             | 132        |
| 一、调频信号的波形与数学式        | 132        |
| 二、调频信号的频谱            | 133        |
| 本章复习题                | 135        |
| <b>第五章 宽频带电压放大电路</b> | <b>136</b> |
| 第一节 半导体的基础知识         | 136        |
| 一、什么是半导体             | 137        |
| 二、半导体的原子结构           | 137        |
| 三、N型半导体和P型半导体        | 138        |
| 四、PN结                | 138        |
| 第二节 晶体二极管与特殊二极管      | 140        |
| 一、晶体二极管              | 140        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 二、晶体稳压二极管.....                 | 142        |
| 三、变容二极管.....                   | 143        |
| 四、光电二极管.....                   | 144        |
| 五、发光二极管.....                   | 145        |
| <b>第三节 晶体三极管.....</b>          | <b>145</b> |
| 一、三极管的结构、放大原理与电流分配.....        | 145        |
| 二、晶体管的放大作用.....                | 147        |
| 三、晶体三极管的特性曲线.....              | 148        |
| 四、三极管的主要参数.....                | 149        |
| 五、温度对三极管参数的影响.....             | 151        |
| 六、晶体三极管的等效电路.....              | 152        |
| 七、半导体分立器件的命名方法.....            | 154        |
| 八、晶体三极管的简易检测.....              | 156        |
| <b>第四节 晶体管共发射极电压放大器.....</b>   | <b>158</b> |
| 一、晶体管共发射极基本放大电路.....           | 158        |
| 二、射极偏置共发射极放大电路.....            | 165        |
| 三、共发射极放大器的频率特性.....            | 170        |
| <b>第五节 共集电极放大器和共基极放大器.....</b> | <b>175</b> |
| 一、共集电极放大器.....                 | 175        |
| 二、共基极放大器.....                  | 179        |
| 三、共发射极、共集电极、共基极三种基本放大器的比较..... | 181        |
| <b>第六节 反馈放大器.....</b>          | <b>182</b> |
| 一、反馈放大器的组成与分类.....             | 183        |
| 二、反馈的判别.....                   | 184        |
| 三、负反馈放大器的特点.....               | 185        |
| 四、电流串联负反馈放大器.....              | 189        |
| 五、电压串联负反馈放大器.....              | 190        |
| 六、电压并联负反馈放大器.....              | 191        |
| 七、电流并联负反馈放大器.....              | 191        |
| <b>第七节 放大器频带的扩展.....</b>       | <b>192</b> |
| 一、负反馈法.....                    | 192        |
| 二、组合电路.....                    | 192        |
| 三、补偿法.....                     | 194        |
| 四、多级放大器的带宽和电压放大倍数.....         | 195        |
| <b>本章复习题.....</b>              | <b>196</b> |

## **第六章 晶体管功率放大器..... 203**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| <b>第一节 宽频功率放大器的特点.....</b> | <b>203</b> |
| 一、输出功率要求尽可能的大.....         | 203        |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 二、效率要求高                 | 203        |
| 三、非线性失真要小               | 206        |
| 四、晶体管的散热问题              | 206        |
| 第二节 互补对称功率放大器           | 206        |
| 一、乙类互补对称功率放大电路 (OCL 电路) | 206        |
| 二、甲乙类互补对称功率放大器          | 209        |
| 三、单电源互补对称功放电路 (OTL 电路)  | 209        |
| 四、BTL 功率放大电路            | 211        |
| 五、实例                    | 213        |
| 六、互补对称功放电路的优缺点          | 216        |
| 第三节 变压器耦合推挽功率放大器        | 217        |
| 一、变压器的阻抗变换作用            | 217        |
| 二、基本电路与分析               | 218        |
| 三、计算                    | 218        |
| 第四节 调谐功率放大器             | 220        |
| 一、调谐功率放大器的电路            | 220        |
| 二、工作原理                  | 221        |
| 三、计算 (乙类状态)             | 222        |
| 四、电路举例                  | 222        |
| 本章复习题                   | 223        |
| <b>第七章 场效应管及其放大电路</b>   | <b>225</b> |
| 第一节 结型场效应管 (JFET)       | 225        |
| 一、结构与工作原理               | 225        |
| 二、结型场效应管静态特性曲线          | 226        |
| 第二节 绝缘栅型场效应管            | 229        |
| 一、N 沟道增强型绝缘栅场效应管        | 229        |
| 二、N 沟道耗尽型绝缘栅场效应管        | 232        |
| 三、绝缘栅场效应管的特性曲线          | 233        |
| 第三节 场效应管的参量与等效电路        | 234        |
| 一、主要参量                  | 234        |
| 二、场效应管的等效电路             | 235        |
| 三、场效应管使用注意事项            | 235        |
| 四、各种场效应管的比较             | 236        |
| 第四节 场效应管放大器             | 237        |
| 一、自偏压共源放大电路             | 237        |
| 二、分压式自偏共源放大电路           | 240        |
| 三、共源、共漏、共栅三种基本放大器的性能比较  | 241        |
| 第五节 V-MOS 管及 V-MOS 管放大器 | 242        |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 一、V-MOS 管的构造与主要参数 .....     | 242 |
| 二、V-MOS 管的放大电路 .....        | 243 |
| 本章复习题 .....                 | 243 |
| <b>第八章 模拟集成电路</b> .....     | 245 |
| 第一节 集成电路的分类及特点 .....        | 245 |
| 一、集成电路的分类 .....             | 245 |
| 二、模拟集成电路的特点 .....           | 246 |
| 第二节 直接耦合放大器 .....           | 247 |
| 一、直接耦合放大器的特点与问题 .....       | 247 |
| 二、直接耦合放大器存在问题的克服办法 .....    | 248 |
| 第三节 差动放大电路 .....            | 250 |
| 一、双端输入——双端输出基本差动放大电路 .....  | 250 |
| 二、具有射极电阻的差动放大电路 .....       | 252 |
| 三、具有恒流源的差动放大电路 .....        | 255 |
| 四、差动放大电路的几种输入输出形式 .....     | 257 |
| 五、差动放大器的传输特性 .....          | 260 |
| * 第四节 集成电路中的恒流源与恒压源电路 ..... | 261 |
| 一、恒流源电路 .....               | 261 |
| 二、恒压源电路 .....               | 264 |
| 第五节 集成运算放大器 .....           | 267 |
| 一、集成运算放大器的基本单元电路 .....      | 267 |
| 二、简单的集成运算放大器 .....          | 271 |
| 三、通用型集成运算放大器 .....          | 271 |
| 四、集成运算放大器的主要参数 .....        | 273 |
| 第六节 集成运算放大器的应用 .....        | 274 |
| 一、理想运算放大器的参数 .....          | 274 |
| 二、反相放大和同相放大电路 .....         | 275 |
| 三、加法电路与减法电路 .....           | 277 |
| 四、积分电路与微分电路 .....           | 278 |
| 五、电压比较器 .....               | 280 |
| * 第七节 模拟乘法电路 .....          | 284 |
| 一、单差动模拟乘法电路 .....           | 284 |
| 二、双差动模拟乘法电路 .....           | 286 |
| 本章复习题 .....                 | 287 |
| <b>第九章 电源</b> .....         | 291 |
| 第一节 直流稳压电源的组成及主要技术指标 .....  | 291 |

|                     |            |
|---------------------|------------|
| 一、直流稳压电源的组成         | 291        |
| 二、主要技术指标            | 292        |
| 第二节 变压、整流、滤波        | 293        |
| 一、变压                | 293        |
| 二、整流                | 294        |
| 三、滤波                | 298        |
| 第三节 稳压管稳压电路         | 301        |
| 一、稳压管稳压电路及稳压原理      | 301        |
| 二、阻流电阻的计算           | 302        |
| 第四节 串联型晶体管稳压电源      | 303        |
| 一、串联调整式稳压原理         | 303        |
| 二、带有比较放大器的串联型稳压电源   | 304        |
| 三、稳压电路的改进           | 307        |
| 四、举例                | 309        |
| 第五节 三端集成稳压电源        | 311        |
| 一、基本电路              | 311        |
| 二、电路工作原理            | 312        |
| 三、应用电路              | 313        |
| 第六节 开关式稳压电源         | 314        |
| 一、串联开关式稳压电源         | 314        |
| 二、并联开关式稳压电源         | 318        |
| 三、变压器式开关稳压电源        | 319        |
| 四、开关电源三种换能器的比较      | 320        |
| 五、举例                | 321        |
| 第七节 可控硅             | 321        |
| 一、可控硅的符号、结构与工作原理    | 322        |
| 二、可控硅的伏安特性及主要参数     | 323        |
| 三、可控硅的应用            | 326        |
| 四、单结晶体管触发电路         | 329        |
| 本章复习题               | 333        |
| <b>第十章 小信号调谐放大器</b> | <b>335</b> |
| 第一节 概述              | 335        |
| 一、小信号宽频带放大器与窄频带放大器  | 335        |
| 二、分析方法与思路           | 336        |
| 第二节 单调谐放大器          | 338        |
| 一、单调谐回路             | 338        |
| 二、小信号单调谐放大器         | 349        |
| 第三节 双调谐放大器          | 352        |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| 一、双调谐回路                  | 352     |
| 二、双调谐放大器                 | 357     |
| 第四节 多级小信号放大器及参差调谐放大器     | 360     |
| 一、多级宽频带放大器               | 360     |
| 二、多级单调谐放大器               | 360     |
| 三、多级双调谐放大器               | 361     |
| 四、参差调谐放大器                | 362     |
| 第五节 双栅场效应管放大器            | 365     |
| 一、结型场效应管高频放大器            | 365     |
| 二、双栅场效应管高频放大电路           | 366     |
| 第六节 调谐放大器的稳定性            | 366     |
| 一、调谐放大器不稳定的原因            | 367     |
| 二、稳定系数 $S$               | 367     |
| 三、稳定系数 $S$ 与电压增益的关系      | 368     |
| 四、提高放大器稳定性的措施            | 368     |
| 本章复习题                    | 370     |
| <br>第十一章 正弦波振荡器          | <br>373 |
| 第一节 概述                   | 373     |
| 第二节 振荡器的基本工作原理           | 374     |
| 一、问题的引入                  | 374     |
| 二、起振条件                   | 375     |
| 三、平衡条件                   | 375     |
| 四、稳定条件                   | 376     |
| 五、偏置电路对振荡性能的影响           | 378     |
| 第三节 变压器耦合振荡电路            | 379     |
| 一、晶体管变压器耦合振荡电路           | 379     |
| 二、场效应管变压器耦合振荡电路          | 381     |
| 第四节 三点式 LC 正弦波振荡器        | 381     |
| 一、三点式振荡器的组成原则            | 382     |
| 二、电感三点式振荡电路 (哈特莱电路)      | 382     |
| 三、电容三点式振荡电路 (考毕兹电路)      | 383     |
| 四、串联改进型电容三点式振荡电路 (克拉泼电路) | 385     |
| 五、并联改进型电容三点式振荡器 (西勒电路)   | 386     |
| 六、三点式振荡电路实例              | 387     |
| * 第五节 差动对管振荡电路           | 388     |
| 一、变压器耦合式差动对管振荡电路         | 388     |
| 二、双稳态式差动对管振荡电路           | 389     |
| 三、三点式差动振荡电路              | 389     |

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| 第六节 LC 振荡器的频率稳定度 .....         | 390     |
| 一、概述 .....                     | 390     |
| 二、频率稳定度的分析 .....               | 391     |
| 三、提高频率稳定度的措施 .....             | 392     |
| 第七节 石英晶体振荡器 .....              | 393     |
| 一、石英谐振器 .....                  | 394     |
| 二、石英晶体振荡电路 .....               | 396     |
| 三、晶体振荡电路举例 .....               | 398     |
| 第八节 RC 正弦波振荡器 .....            | 398     |
| 一、RC 选频网络 .....                | 399     |
| 二、文氏电桥振荡电路 .....               | 400     |
| * 第九节 压控振荡器 (VCO) .....        | 401     |
| 一、变容管压控振荡器的基本工作原理 .....        | 401     |
| 二、应用实例 .....                   | 402     |
| 第十节 正弦波振荡器设计考虑 .....           | 404     |
| 一、选择振荡电路 .....                 | 404     |
| 二、选振荡管 .....                   | 404     |
| 三、确定偏置电路 .....                 | 404     |
| 四、确定振荡回路参数 .....               | 405     |
| 本章复习题 .....                    | 405     |
| <br>第十二章 振幅调制及其解调 .....        | <br>409 |
| * 第一节 产生调幅波的方法 .....           | 409     |
| 一、用乘法器产生调幅波 .....              | 410     |
| 二、晶体管基极调幅电路 .....              | 410     |
| 三、晶体管集电极调幅电路 .....             | 412     |
| 第二节 振幅解调概述 .....               | 414     |
| 第三节 同步检波 .....                 | 415     |
| 一、概述 .....                     | 415     |
| 二、 $u_r$ 与 $u_i$ 严格同步的情况 ..... | 415     |
| 三、 $u_r$ 与 $u_i$ 不同步的情况 .....  | 416     |
| 四、参考信号 $u_r$ 的产生 .....         | 417     |
| 五、典型电路 .....                   | 417     |
| 六、双差动同步检波电路 .....              | 419     |
| 第四节 包络检波 .....                 | 419     |
| 一、工作原理 .....                   | 419     |
| 二、包络检波器的指标 .....               | 420     |
| * 三、差动峰值检波方式 (全波检波方式) .....    | 423     |
| 四、高频脉冲信号的检波 .....              | 423     |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| * 第五节 平方律检波         | 424 |
| 第六节 检波电路实例          | 425 |
| 一、广播收音机中的检波电路       | 425 |
| 二、集成同步检波电路          | 426 |
| 本章复习题               | 426 |
| <b>第十三章 角度调制与解调</b> | 428 |
| 第一节 概述              | 428 |
| 第二节 调频方法概述          | 430 |
| 第三节 变容管直接调频         | 431 |
| 一、变容管的特性            | 432 |
| 二、变容管作调频器件的分析       | 433 |
| 三、电路举例              | 434 |
| 第四节 其他类型直接调频        | 435 |
| 一、晶体振荡器直接调频         | 436 |
| 二、非正弦波直接调频          | 437 |
| 三、话筒直接调频            | 438 |
| * 第五节 间接调频(由调相→调频)  | 438 |
| 一、矢量合成法调相           | 438 |
| 二、移相法调相             | 439 |
| 三、举例                | 439 |
| 第六节 调角信号解调概述        | 440 |
| 一、对角度解调器的主要要求       | 440 |
| 二、鉴频的主要方法           | 441 |
| 第七节 限幅器             | 442 |
| 一、二极管限幅器            | 443 |
| 二、差动对管限幅器           | 443 |
| 第八节 斜率鉴频器           | 444 |
| 第九节 集成差动峰值鉴频器       | 446 |
| 一、原理框图              | 446 |
| 二、线性变换网络            | 447 |
| 三、电路举例              | 447 |
| 第十节 叠加型相位鉴频器与比例鉴频器  | 448 |
| 一、基本框图              | 448 |
| 二、典型电路              | 448 |
| 三、变换网络的分析           | 449 |
| 四、包络检波输出            | 450 |
| 五、鉴频特性曲线            | 452 |
| 六、电路举例              | 453 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第十一节  集成相移乘法鉴频器   | 453 |
| 一、相位比较器(鉴相器)      | 453 |
| 二、移相网络            | 454 |
| 三、电路举例            | 456 |
| *第十二节  鉴相器(相位检波器) | 456 |
| 一、乘积型鉴相           | 456 |
| 二、平衡式叠加型鉴相电路      | 457 |
| 本章复习题             | 459 |
| <br>第十四章  混频      | 461 |
| 第一节  概述           | 461 |
| 一、混频与变频           | 461 |
| 二、对混频器的主要要求       | 462 |
| 三、混频原理            | 462 |
| 第二节  晶体管混频器       | 463 |
| 一、基本电路            | 463 |
| 二、混频原理            | 464 |
| 三、混频器工作状态的实际选择    | 465 |
| 四、实例              | 466 |
| 第三节  场效应管混频器      | 467 |
| 一、混频原理            | 467 |
| 二、场效应管混频电路        | 469 |
| 三、特点              | 469 |
| 第四节  集成混频电路       | 470 |
| 一、简单的差动对管混频电路     | 470 |
| 二、双差动对管模拟乘法混频电路   | 470 |
| 三、实例              | 472 |
| *第五节  晶体二极管混频器    | 472 |
| 第六节  混频干扰与失真      | 473 |
| 一、组合频率干扰          | 473 |
| 二、副波道干扰           | 474 |
| 三、交叉调制干扰与互调干扰     | 475 |
| 四、包络失真和大信号阻塞      | 476 |
| 五、减小干扰和失真的措施      | 476 |
| 本章复习题             | 476 |
| <br>第十五章  反馈控制电路  | 479 |
| 第一节  概述           | 479 |