



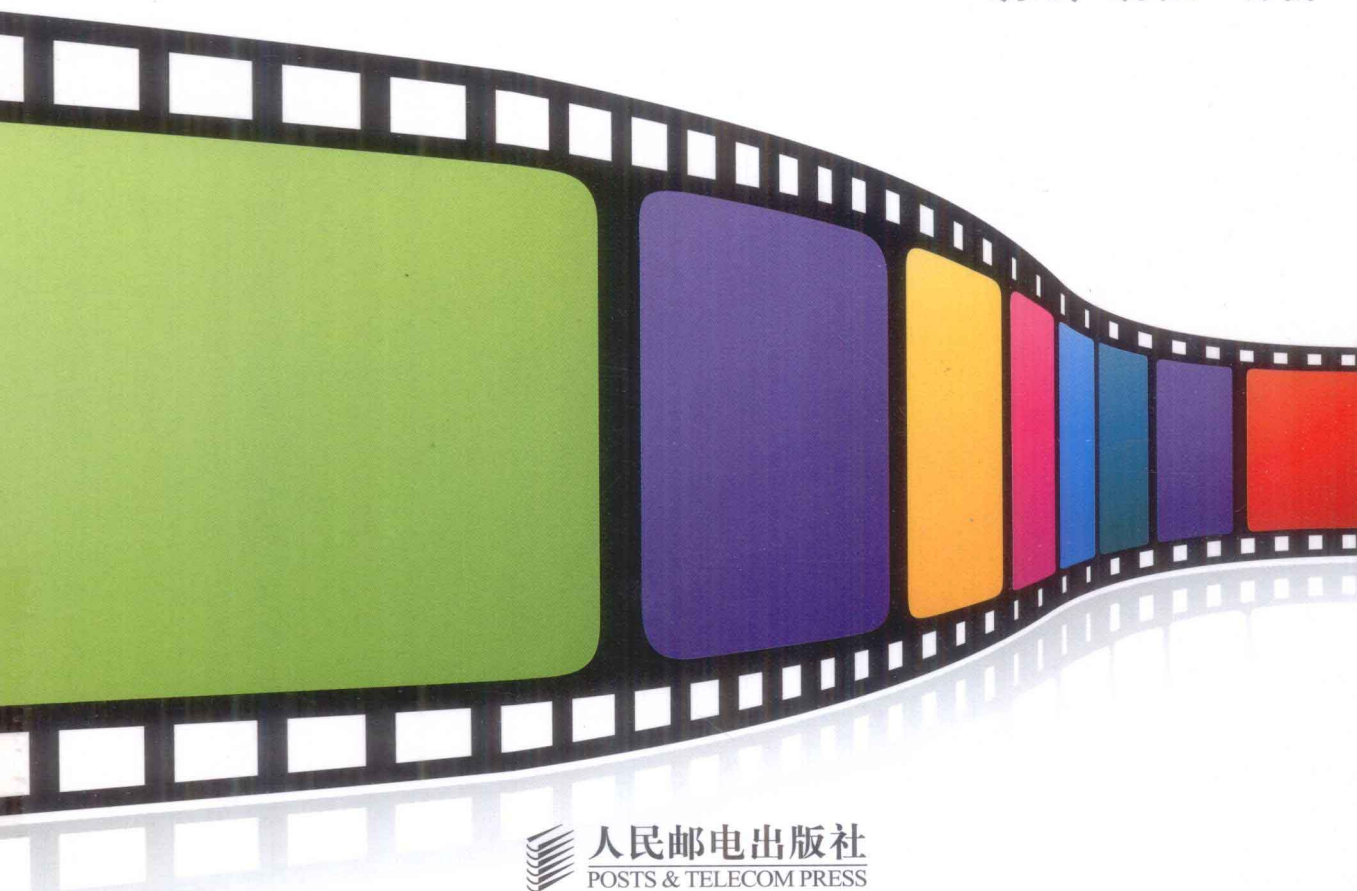
视频详解系列

实力作者鼎力打造
双栏排版,图表细说,细节精讲
超值赠送200分钟教学视频辅导
非常适合自学的电子技术入门读物

视频详解

放大器电路识图入门

胡斌 胡松 编著



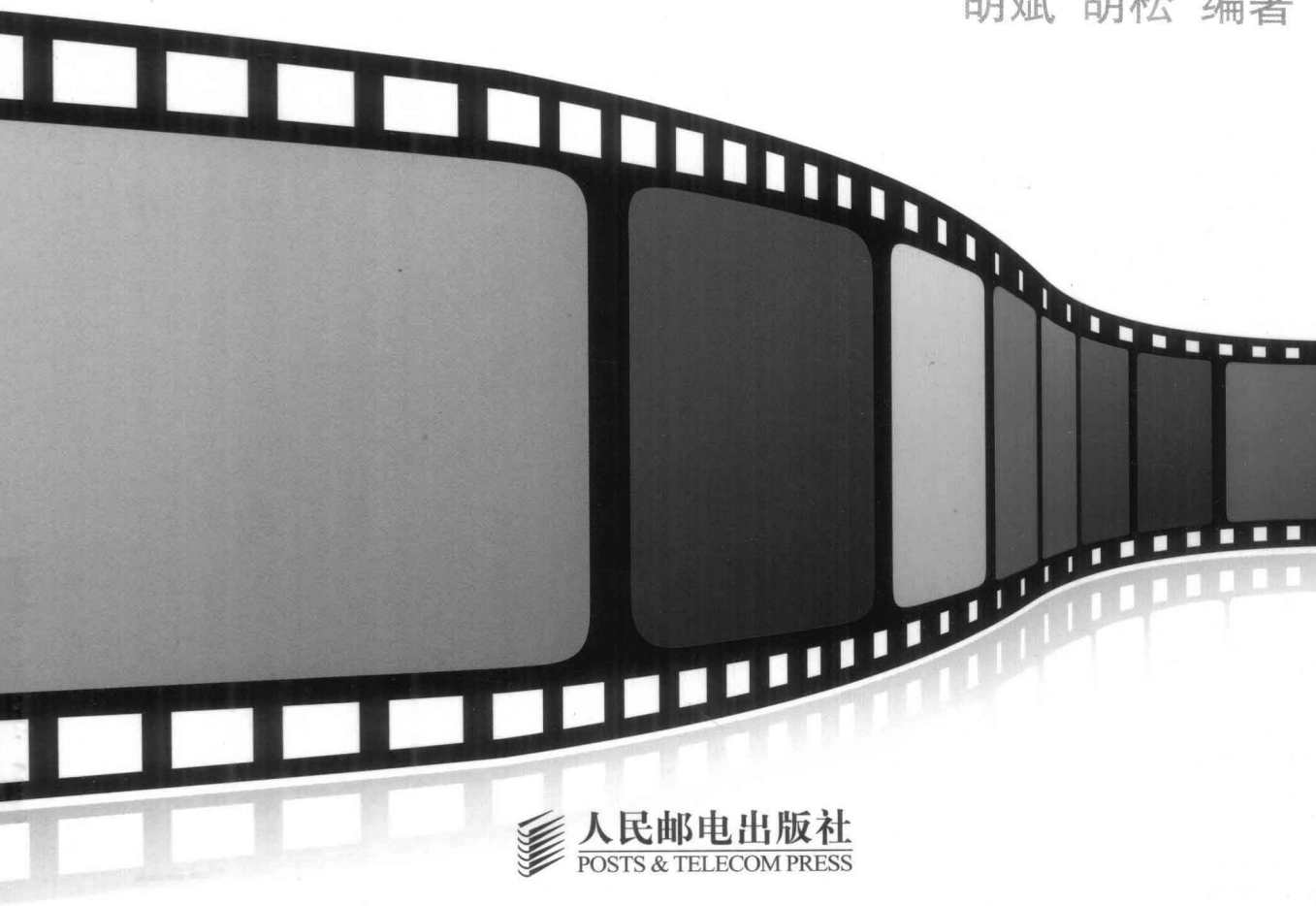
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

视频详解系列

视频详解

放大器电路识图入门

胡斌 胡松 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (C I P) 数据

视频详解放大器电路识图入门 / 胡斌, 胡松编著

— 北京: 人民邮电出版社, 2011.8

(视频详解系列)

ISBN 978-7-115-25591-4

I. ①视… II. ①胡… ②胡… III. ①放大器—电路
图—识图 IV. ①TN722

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第097541号

内 容 提 要

本书详细介绍了各类放大器电路的工作原理和故障检修方法。全书围绕放大器电路的相关知识展开, 重点分析了负反馈放大器、三极管放大器、场效应管放大器和电子管放大器等工作原理, 同时介绍了放大器电路故障的逻辑判断方法和处理对策。

本书配有DVD视频教学光盘一张, 内容分“方法篇”、“识图篇”、“演示篇”3个部分, 共59段近200min的教学视频, 对书中重点知识和核心内容进行了详细讲解, 通过直观地表述, 读者学习起来更容易理解, 记忆更深刻。

本书形式新颖, 内容丰富, 分析透彻, 适合零起点的电子爱好者、电子技术产业工人、大中专院校相关专业学生阅读参考。

视频详解系列

视频详解放大器电路识图入门

◆ 编 著 胡 斌 胡 松

责任编辑 姚予疆

执行编辑 王朝辉

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14.25

字数: 385千字

2011年8月第1版

印数: 1—4 000册

2011年8月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-25591-4

定价: 39.00元(附光盘)

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前言

▶▶▶ 本书亮点

笔者凭借多年的教学、科研和百余本著作写作的经验，精心组织编写了“视频详解系列”之《视频详解放大器电路识图入门》，希望引领初学者轻松而快捷地迈入电子技术领域。

人性化写作方式 个性化写作风格 赢得好评如潮	所谓人性化写作，是指以初学者为本，减轻读者阅读负担，提高阅读效率的崭新写作方式。笔者在充分研究和考虑电子技术类图书的识图要素后，运用个性化写作风格及错位排版技巧，消除视觉疲劳，实现阅读高效率。 从回馈的读者意见看，人性化的写作方式及个性化写作风格受到了广大读者的欢迎，好评如潮： “太棒了”； “买了您好多书，现在还想买”； “一下子就被吸引了”； “这在课堂是学不到的”； “给了我这个新手巨大的帮助”； “与您的书是‘相见恨晚’”； “只三言两语，便如拨云见日，轻松地捅破了‘窗户纸’”； “以前是事倍功半，而现在是事半功倍”； 等等
视频详细讲解 理解更容易、记忆更深刻	为强化理解核心内容，增强记忆效果，书中的重点知识和核心内容都配有教学视频，讲解详细，图中的信号传输、电流流动示意等也采用视频更直观地表现，重点突出，加深理解
双栏排版、错位排版 大幅提高性价比，轻松阅读	采用双栏、小5号字排版，信息量大，相同的篇幅容纳了传统版式130%的内容，大幅提高了性价比；采用错位排版形式，版面活泼，阅读轻松

▶▶▶ 视频内容

随书配有一张DVD教学视频光盘，帮助读者加深理解。通过更直观的视频教学，读者可更加轻松快速地掌握知识，达到事半功倍的效果。

视频内容丰富	分“方法篇”、“识图篇”、“演示篇”3个部分，共59段近200min
讲解特点突出 辅导效果显著	教学视频均由作者本人亲自录制、解说，对读者而言具有较强的亲和力、感染力，且连续性好，重点把握得好，实际辅导效果显著
多种播放方式 方便读者	视频教学光盘可采用DVD机直接播放，也可采用计算机中的DVD光驱播放，方便读者



▶▶▶ **本书知识**

本书将帮助零起点的读者从基础知识起步，轻松、快速、系统地掌握以下4个方面的实用基础知识。

全面掌握三极管基础知识和基本电路	第1～3章分别讲解了三极管的重要特性、直流电路和单级放大器电路的工作原理，这部分内容是分析三极管放大器电路的重要基础，必须掌握
全面掌握负反馈放大器	第4章系统而全面地讲述了数十种负反馈放大器电路的工作原理。负反馈放大器一直是让广大读者头疼的电路，但通读完本章后您将发现分析它并不太困难，本章介绍的分析方法将使您轻松上手
全方位掌握各类放大器电路	第5～9章全面展开各类三极管放大器电路、场效应管放大器电路、电子管放大器电路工作原理的深入分析，书中从电路结构、直流电路、交流电路、元器件作用、电路故障等方面全方位地进行讲解，以使您对放大器系统有一个全面而较为深入的理解
系统掌握放大器电路故障检修方法	第10章讲述了检修放大器电路的方法以及具体的故障处理对策等，读者通过本章的学习可建立起放大器电路故障分析的思路

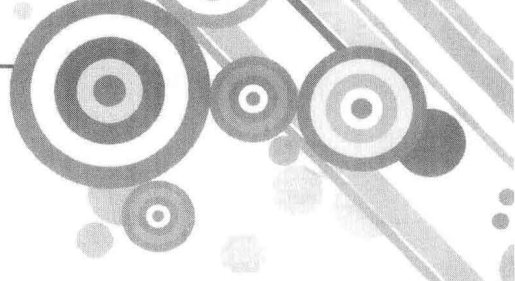
▶▶▶ **友情辅导**

笔者郑重承诺，竭诚为读者服务！热情地邀请您参加网络实时辅导！

本书相关免费辅导资源：

免费QQ在线答疑	昵称：古木 QQ：1155390
古木电子社区	本人与“与非网”合作，建立了以电子技术基础知识为主题的大型空中课堂平台——“古木电子社区”(http://gumu.eefocus.com/)，社区设有“我的500创新型成才平台”，欢迎广大电子爱好者进入社区，步入新型的成才通道，互相交流、共同进步

江苏大学
胡 斌



第1章 三极管基础知识及重要特性.....1

- 1.1 全面掌握三极管基础知识2
 - 1.1.1 三极管种类及外形特征2
 - 1.1.2 三极管电路符号和基本工作原理4
 - 1.1.3 三极管截止、放大和饱和3种工作状态7
 - 1.1.4 三极管各电极电压与电流关系9
 - 1.1.5 三极管主要参数和主要封装形式10
- 1.2 三极管故障处理方法12
 - 1.2.1 三极管故障现象和极性检测方法12
 - 1.2.2 万用表识别三极管各引脚方法13
 - 1.2.3 指针式万用表检测NPN和PNP型三极管方法14
 - 1.2.4 三极管选配和更换操作方法16
- 1.3 三极管重要特性17
 - 1.3.1 三极管在电路中的作用17
 - 1.3.2 三极管电流放大和控制特性18
 - 1.3.3 三极管集电极与发射极之间内阻可控和开关特性18
 - 1.3.4 发射极电压跟随基极电压特性19
 - 1.3.5 三极管输入回路和输出回路19

第2章 三极管直流偏置电路工作原理分析与理解22

- 2.1 三极管直流电路分析方法及基础知识23
 - 2.1.1 三极管电路分析方法23
 - 2.1.2 三极管静态电流作用及其影响25
- 2.2 三大类三极管偏置电路工作原理分析与理解26
 - 2.2.1 4种三极管固定式偏置电路工作原理分析与理解26

- 2.2.2 7种三极管分压式偏置电路工作原理分析与理解30

- 2.2.3 4种集电极-基极负反馈式三极管偏置电路工作原理分析与理解34

2.3 三极管集电极和发射极直流电路工作原理分析与理解36

- 2.3.1 7种三极管集电极直流电路工作原理分析与理解36

- 2.3.2 7种三极管发射极直流电路工作原理分析与理解38

第3章 3种基本的单级放大器工作原理分析与理解42

3.1 三极管共发射极放大器工作原理分析与理解43

- 3.1.1 共发射极放大器直流电路和交流电路工作原理分析与理解43

- 3.1.2 共发射极放大器中元器件的作用分析43

- 3.1.3 共发射极放大器重要特性47

3.2 三极管共集电极放大器工作原理分析与理解49

- 3.2.1 单级共集电极放大器特征和直流电路工作原理分析与理解49

- 3.2.2 共集电极放大器交流电路和发射极电阻工作原理分析与理解49

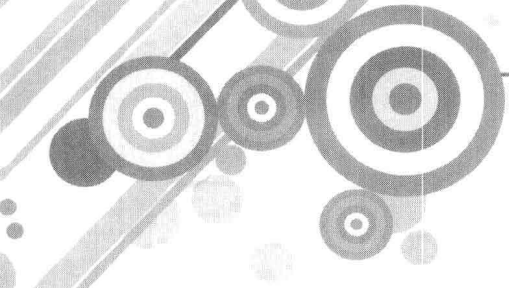
- 3.2.3 共集电极放大器重要特性50

3.3 三极管共基极放大器工作原理分析与理解52

- 3.3.1 共基极放大器直流电路工作原理分析与理解52

- 3.3.2 共基极放大器交流电路及元器件作用分析53

- 3.3.3 共基极放大器故障分析和重要特性54



3.4	3 种类型放大器的比较	55
3.4.1	3 种类型放大器综述	55
3.4.2	3 种类型放大器判断方法	55

第4章 负反馈放大器工作原理分析与理解 57

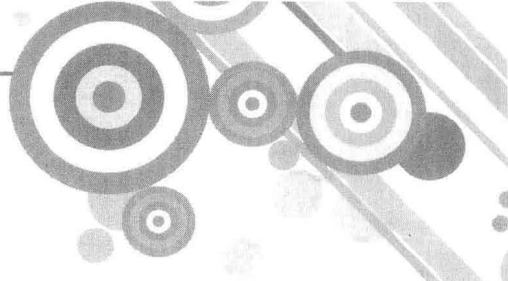
4.1	负反馈放大器基础知识及电路分析方法	58
4.1.1	反馈电路组成方框图及种类	58
4.1.2	正反馈电路和负反馈电路	58
4.1.3	负反馈电路种类和作用	59
4.1.4	负反馈信号种类	60
4.1.5	负反馈电路分析方法	61
4.2	电压并联负反馈电路工作原理分析与理解	62
4.2.1	放大器工作原理分析与理解	62
4.2.2	负反馈元件确定方法	63
4.2.3	负反馈电阻 R_1 工作原理分析与理解	63
4.2.4	高频负反馈电容 C_2 分析和电路故障分析	64
4.2.5	电压并联负反馈电路判断方法	65
4.3	电压串联负反馈电路工作原理分析与理解	65
4.3.1	放大器工作原理分析与理解	65
4.3.2	电路工作原理分析与电路故障分析	66
4.3.3	串联负反馈电路判断方法	67
4.4	电流并联负反馈电路工作原理分析与理解	68
4.4.1	放大器工作原理分析与理解	68
4.4.2	电路工作原理分析与电路故障分析	69
4.4.3	电流负反馈判断方法	70
4.5	电流串联负反馈电路工作原理	

分析与理解	70
4.5.1 放大器工作原理分析与理解	70
4.5.2 负反馈电路及变形电路工作原理 分析与理解	70

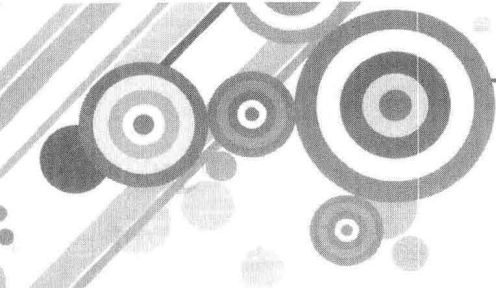
4.6	特殊负反馈电路大全和电路分析小结	73
4.6.1	特殊负反馈电路工作原理分析与理解	73
4.6.2	电路分析小结	77
4.7	负反馈电路改善放大器性能原理	79
4.7.1	负反馈电路对改善放大器性能的贡献	79
4.7.2	负反馈减小非线性失真原理	79
4.7.3	负反馈扩宽放大器频带原理	80
4.7.4	负反馈降低放大器噪声原理	81
4.8	负反馈放大器消振电路工作原理分析与理解	82
4.8.1	自激产生条件	82
4.8.2	消振电路原理和种类	82
4.8.3	超前式消振电路工作原理分析与理解	83
4.8.4	滞后式消振电路工作原理分析与理解	84
4.8.5	超前-滞后式消振电路工作原理分析与理解	85
4.8.6	负载阻抗补偿电路工作原理分析与理解	85
4.8.7	电路分析小结和电路故障分析	86

第5章 多级放大器工作原理分析与理解 87

5.1	多级放大器组成方框图和电路分析方法	88
5.1.1	多级放大器结构方框图	88
5.1.2	各单元电路作用和电路分析方法	88



5.2 双管阻容耦合放大器详解及电路故障分析.....89	工作原理分析与理解..... 104
5.2.1 单级放大器类型识别方法和直流、交流电路工作原理分析与理解...89	6.1.5 单端输入、单端输出式差分放大器工作原理分析与理解..... 105
5.2.2 元器件作用分析和电路故障分析...90	6.1.6 单端输入、双端输出式差分放大器工作原理分析与理解..... 107
5.3 双管直接耦合放大器工作原理分析与理解.....91	6.1.7 带恒流源差分放大器工作原理分析与理解..... 108
5.3.1 直流电路和交流电路工作原理分析与理解.....91	6.1.8 具有零点校正电路的差分放大器工作原理分析与理解..... 109
5.3.2 元器件作用分析和电路故障分析.....92	6.1.9 多级差分放大器工作原理分析与理解..... 110
5.4 三级放大器工作原理分析与理解.....92	6.2 集成电路基础知识..... 111
5.4.1 电路工作原理分析与理解.....92	6.2.1 集成电路外形特征和种类..... 111
5.4.2 电路故障分析.....93	6.2.2 集成电路电路符号和内电路..... 111
5.5 耦合电路工作原理分析与理解.....93	6.2.3 集成电路常用引脚电路分析方法..... 112
5.5.1 耦合电路功能和电路种类.....93	6.2.4 集成电路电源引脚电路工作原理分析与理解..... 114
5.5.2 阻容耦合电路工作原理分析与理解.....94	6.2.5 集成电路接地引脚电路工作原理分析与理解..... 115
5.5.3 直接耦合电路工作原理分析与理解.....95	6.2.6 集成电路电源、接地引脚组合电路和电流回路分析..... 116
5.5.4 变压器耦合电路工作原理分析与理解.....95	
5.6 退耦电路工作原理分析与理解.....97	第7章 音频前置集成电路和功率放大器工作原理分析与理解..... 121
5.6.1 级间交连概念.....97	7.1 音频前置集成电路工作原理分析与理解..... 122
5.6.2 退耦电路工作原理分析和电路故障分析.....98	7.1.1 电路分析方法..... 122
	7.1.2 电路工作原理分析与理解..... 122
第6章 差分放大器和集成电路基本知识..... 99	7.2 音频功率放大器基础知识..... 123
6.1 差分放大器工作原理分析与理解... 100	7.2.1 电路结构方框图和放大器种类... 124
6.1.1 差分放大器基础知识和电路分析方法..... 100	7.2.2 甲类、乙类和甲乙类放大器..... 125
6.1.2 差模信号和共模信号..... 100	7.2.3 定阻式输出和定压式输出放大器..... 127
6.1.3 双端输入、双端输出式差分放大器工作原理分析与理解..... 101	7.2.4 推挽、互补推挽和复合互补推挽
6.1.4 双端输入、单端输出式差分放大器	

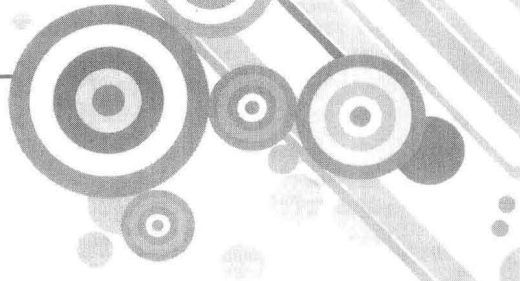


放大器	127
7.2.5 推挽输出级静态偏置电路工作 原理分析与理解	130
7.3 变压器耦合推挽功率放大器工作 原理分析与理解	131
7.3.1 推动级电路工作原理分析与 理解	131
7.3.2 功放输出级电路工作原理分析与 理解	132
7.3.3 电路特点和电路分析小结	133
7.4 分立元器件OTL功率放大器工作 原理分析与理解	134
7.4.1 OTL功率放大器输出端耦合电容 分析	134
7.4.2 直流电路分析	135
7.4.3 交流电路分析	136
7.4.4 自举电路分析	136
7.4.5 电路故障分析和输出端直流电压 分析	137
7.4.6 实用复合互补推挽式 OTL 功率 放大器工作原理分析与理解	138
7.5 集成电路OTL功率放大器工作原理 分析与理解	140
7.5.1 单声道 OTL 功率放大器集成 电路工作原理分析与理解	140
7.5.2 双声道 OTL 音频功率放大器集成 电路工作原理分析与理解	145
7.6 分立和集成OCL功率放大器工作 原理分析与理解	147
7.6.1 分立元器件 OCL 功率放大器工作 原理分析与理解	147
7.6.2 集成电路 OCL 音频功率放大器 工作原理分析与理解	150
7.7 BTL功率放大器工作原理分析与 理解	151

7.7.1 BTL功率放大器基础知识	151
7.7.2 分立元器件BTL功率放大器工作 原理分析与理解	152
7.7.3 集成电路 BTL 功率放大器工作 原理分析与理解	154
7.8 扬声器电路工作原理分析与理解	155
7.8.1 扬声器基础知识	155
7.8.2 分频电路种类	157
7.8.3 二分频扬声器电路工作原理分析 与理解	158
7.8.4 三分频扬声器电路工作原理 分析与理解	160

第8章 场效应管放大器和电子管放大器工作原理分析与理解

8.1 场效应管基础知识	163
8.1.1 场效应管种类及应用	163
8.1.2 场效应管外形特征和电路符号	164
8.1.3 场效应管结构和工作原理	166
8.1.4 场效应管主要特性	167
8.2 场效应放大器工作原理分析与 理解	168
8.2.1 场效应管实用偏置电路工作原理 分析与理解	168
8.2.2 场效应管和晶体三极管混合放大 器工作原理分析与理解	170
8.2.3 场效应管调频收音高频放大器 工作原理分析与理解	171
8.3 电子管放大器工作原理分析与 理解	172
8.3.1 电子管外形特征和电路符号	172
8.3.2 电子管结构和工作原理	173
8.3.3 电子管放大器直流电路工作 原理分析与理解	174
8.3.4 电子管阴极输出器电路工作原理 分析与理解	175



8.3.5 电子三极管阻容耦合电压 放大器	176
8.3.6 电子五极管放大器工作原理 分析与理解	176

第9章 其他放大器工作原理 分析与理解

178

9.1 集成运算放大器工作原理分析与 理解	179
9.1.1 集成运算放大器基础知识	179
9.1.2 集成运算放大器电路符号和电路 组成	180
9.1.3 集成运算放大器信号相位特性和 输出信号电压	181
9.1.4 集成运算放大器应用及电路 分析方法	182
9.1.5 集成运算放大器两种电压供给 电路工作原理分析与理解	183
9.1.6 多种集成运算放大器实用电路 工作原理分析与理解	184
9.2 调谐放大器工作原理分析与理解	186
9.2.1 LC 并联谐振电路工作原理分析与 理解	186
9.2.2 LC 串联谐振电路	191
9.2.3 LC 并联谐振选频放大器工作原理 分析与理解	192
9.2.4 采用陶瓷滤波器构成的调谐放大器 的工作原理分析与理解	193

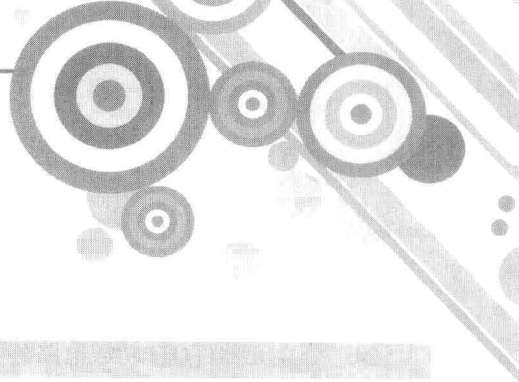
第10章 检查方法和放大器故障 检修

196

10.1 万用表检修单级放大器和多级放 大器故障方法	197
10.1.1 单级音频放大器无声故障处理 对策	197

10.1.2 单级音频放大器声音轻故障处理 对策	198
10.1.3 单级音频放大器噪声大故障处理 对策	198
10.1.4 单级音频放大器非线性失真故障 处理对策和注意事项	199
10.1.5 单级选频放大器故障处理 对策	199
10.1.6 阻容耦合多级放大器故障处理 方法	200
10.1.7 直接耦合多级放大器故障处理 对策	202
10.2 音频功率放大器故障处理对策	203
10.2.1 变压器耦合推挽功率放大器 故障处理对策	203
10.2.2 单声道 OTL 功率放大器集成 电路故障处理对策	205
10.2.3 双声道 OTL 音频功率放大器 集成电路故障处理对策	207
10.2.4 单声道 OCL 音频功率放大器 集成电路故障处理对策	210
10.2.5 BTL 功率放大器集成电路 故障处理对策	211
10.3 扬声器电路和扬声器保护电路 故障处理对策	213
10.3.1 基本扬声器电路故障处理 对策	213
10.3.2 特殊扬声器电路故障处理 对策	214
10.3.3 二分频扬声器电路故障处理 对策	214
10.3.4 扬声器保护电路故障处理 对策	215

视频辅导节目目录

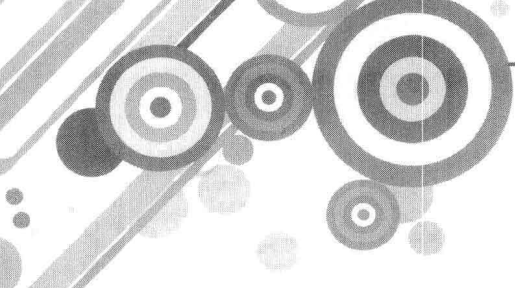


一、方法篇（共10段节目，约50min）

1. “我的500”学习规划和方法（强烈推荐）
2. 电子技术入门学习内容综述
3. 快速而轻松地学好电子技术方法
4. 学习初期应该“照单全收”
5. 从分子层面理解错得很离谱
6. 理论学习为主，动手实践为辅
7. 动手能力培养的3个层次
8. 电流回路分析认识
9. 电路分析中化整为零方法
10. 电路分析中频率问题

二、识图篇（共31段节目，约80min）

1. 三极管静态电流作用及细节说明
2. NPN型三极管直流电压供给电路分析
3. NPN型三极管固定式偏置电路分析
4. NPN型三极管分压式偏置电路分析
5. NPN型三极管集电极-基极负反馈式偏置电路分析
6. 共发射极放大器电路分析
7. 共集电极放大器电路分析
8. 共基极放大器电路分析
9. 音频耦合电容电路分析
10. 电压并联负反馈电路分析
11. 电压串联负反馈电路分析
12. 电流串联负反馈电路分析
13. 双管阻容耦合放大器电路分析
14. 双管直接耦合放大器电路分析
15. 退耦电路分析
16. 多级放大器电路分析
17. 差分放大器电路分析
18. 集成电路4根常用引脚外电路分析
19. 集成电路正极性电源引脚和接地引脚外电路分析
20. 集成电路负极性电源引脚和接地引脚外电路分析
21. 有接地引脚的集成电路正、负极性电源引脚外电路分析
22. 无接地引脚的集成电路正、负极性电源引脚外电路分析
23. 音频输入变压器电路分析

- 
24. 分立元器件OTL功放电路分析
 25. OTL功放中自举电路分析
 26. OTL功放集成电路输出引脚外电路分析
 27. 双声道OTL功放集成电路分析
 28. OCL功放集成电路输出引脚外电路分析
 29. BTL功放集成电路输出引脚外电路分析
 30. 二分频扬声器电路中分频电容电路分析
 31. 正弦振荡器电路分析

三、演示篇（共18段节目，约70min）

1. 有源音箱电路详解——电路详解之一
2. 有源音箱电路详解——电路详解之二
3. 有源音箱装配演示——实验简介及元器件
4. 有源音箱装配演示——第1步测量和安装电阻器
5. 有源音箱装配演示——第2步测量和安装104小电容
6. 有源音箱装配演示——第3步安装双声道音频功放集成电路
7. 有源音箱装配演示——第4步测量和安装5只电解电容器
8. 有源音箱装配演示——第5步测量和安装双声道音量电位器
9. 有源音箱装配演示——第6步测量和安装电源开关
10. 有源音箱装配演示——第7步安装外接直流电源插口
11. 有源音箱装配演示——第8步测量和安装发光二极管
12. 有源音箱装配演示——第9步焊接引线
13. 有源音箱装配演示——第10步测量扬声器
14. 有源音箱装配演示——第11步安装电池夹
15. 有源音箱装配演示——第12步安装音箱交连锁片
16. 有源音箱装配演示——第13步固定电路板
17. 有源音箱装配演示——第14步安装总成
18. 有源音箱装配演示——第15步有源音箱调试



第1章

三极管基础知识及重要特性

内容导航

讲起电子元器件，当然不能没有三极管，而电子电路若没有三极管也是“一事无成”的，电路中的许多元器件又都是为三极管服务的。

三极管的主要功能是放大电信号，但电子电路中的许多三极管并不全是用来放大电信号，而是起信号控制、处理等作用，因此三极管电路的分析很复杂。

本章主要讲述了三极管的基础知识、实用检测方法和重要特性。

阅读要求及方法

对于第 1.1 节的三极管基础知识，要求反复阅读、深入掌握，有些知识无法理解性记忆，需要硬记。

对于三极管的实用检测知识，最好的学习方法是照着书中的讲述方法，配合实物动手操作，这样理论与实践联系起来，直观且容易记牢。

对于三极管的重要特性必须认真学习，深入掌握。

1.1 全面掌握三极管基础知识

图 1-1 所示是三极管示意图。三极管有 3 根引脚：基极（用“B”表示）、集电极（用“C”表示）和发射极（用“E”表示），各引脚不能相互代用。

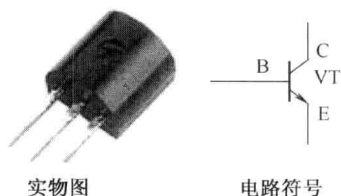


图 1-1 三极管示意图

3 根引脚中，基极是控制引脚，基极电流大小控制着集电极和发射极电流的大小。在 3 个电极中，基极电流最小（且远小于另外两个引脚的电流），发射极电流最大，集电极电流其次。

1.1.1 三极管种类及外形特征

1. 三极管种类

三极管是一个“大家族”，人丁众多，品种齐全。表 1-1 所示是三极管种类。

表 1-1 三极管种类

划分方法及名称		说 明
按极性划分	NPN 型三极管	这是目前常用的三极管，电流从集电极流向发射极
	PNP 型三极管	电流从发射极流向集电极。NPN 型三极管与 PNP 型三极管这两种三极管通过电路符号可以分清，不同之处是发射极的箭头方向不同
按材料划分	硅三极管	简称为硅管，这是目前常用的三极管，工作稳定性好
	锗三极管	简称为锗管，反向电流大，受温度影响较大

续表

划分方法及名称		说 明
按极性和材料组合划分	PNP 型硅管	最常用的是 NPN 型硅管
	NPN 型硅管	
	PNP 型锗管	
	NPN 型锗管	
按工作频率划分	低频三极管	工作频率比较低，用于直流放大器、音频放大器
	高频三极管	工作频率比较高，用于高频放大器
按功率划分	小功率三极管	输出功率很小，用于前级放大器
	中功率三极管	输出功率较大，用于功率放大器输出级或末级电路
	大功率三极管	输出功率很大，用于功率放大器输出级
按封装材料划分	塑料封装三极管	小功率三极管常采用这种封装
	金属封装三极管	一部分大功率三极管和高频三极管采用这种封装
按安装形式划分	普通方式三极管	大量的三极管采用这种形式，3 根引脚通过电路板上引脚孔伸到背面铜箔线路上，用焊锡焊接
	贴片三极管	三极管引脚非常短，三极管直接装在电路板铜箔线路一面，用焊锡焊接
按用途划分	放大管、开关管、振荡管等	用来构成各种功能电路

2. 三极管外形特征

目前用得最多的是塑料封装三极管，其次为金属封装三极管。

三极管外形特征主要说明以下几点。

(1) 一般三极管只有3根引脚，它们不能相互代替。这3根引脚可以按等腰三角形分布，也可以按一字形排列，各引脚的分布规律在不同封装类型的三极管中不同。

(2) 三极管的体积有大有小，一般功率放大管的体积较大，且功率越大其体积越大。体积大的三极管约有手指般大小，体积小的三极管只有半个黄豆大小。

(3) 一些金属封装的功率三极管只有两根引脚，它的外壳是集电极，即第三根引脚。有的金属封装高频放大管是4根引脚，第四根引脚接外壳，这一引脚不参与三极管内部工作，接电路中地线。如果是对管，即外壳内有两只独立的三极管，则有6根引脚。

(4) 有些三极管外壳上需要加装散热片，这主要是功率放大管。

3. 熟悉常见三极管

(1) 塑料封装小功率三极管。图1-2所示是塑料封装小功率三极管，也是电子电路中用得最多的三极管，它的具体形状有许多种，3根引脚的分布也不同。小功率三极管在电子电路中主要用来放大信号电压和做各种控制电路中的控制器件。

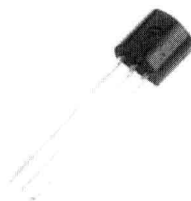


图 1-2 塑料封装小功率三极管

(2) 塑料封装大功率三极管。图1-3所示是塑料封装大功率三极管，它有3根引脚，在顶部有一个开孔的小散热片。因为大功率三极管的功

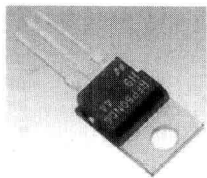


图 1-3 塑料封装大功率三极管

率比较大，三极管容易发热，所以要设置散热片，根据这一特征也可以分辨是不是大功率三极管。

(3) 金属封装大功率三极管。图1-4所示是金属封装大功率三极管。大功率三极管是指它的输出功率比较大，用来对信号进行功率放大。通常情况下，三极管输出的功率越大，其体积越大。金属封装大功率三极管体积较大，结构为帽子形状，帽子顶部用来安装散热片，其金属的外壳本身就是一个散热部件，两个孔用来固定三极管。这种金属封装的三极管只有基极和发射极两根引脚，集电极就是三极管的金属外壳。



图 1-4 金属封装大功率三极管

(4) 金属封装高频三极管。图1-5所示是金属封装高频三极管，所谓高频三极管就是指它的工作频率很高。高频三极管采用金属封装，其金属外壳可以起到屏蔽的作用。



图 1-5 金属封装高频三极管

(5) 带阻三极管。图1-6所示是带阻三极管，带阻三极管是一种内部封装有电阻器的三极管，它主要构成中速开关管，这种三极管又称为反相器或倒相器。带阻三极管按照三极管的极性划分有PNP型和NPN型两种，按照内置电阻分有含



图 1-6 带阻三极管

R1和R2两种电阻的带阻三极管和只含一只电阻R1的带阻三极管，按照封装形式分有SOT-23型、TO-92S型和M型等多种带阻三极管。

(6) 带阻尼管的三极管。图 1-7 所示是带阻尼管的三极管，主要在电视机的行输出级电路中作行输出三极管，它将阻尼二极管和电阻封装在管壳内。三极管内基极和发射极之间还接入了一只 25Ω 的小电阻。将阻尼二极管设在行输出管的内部，减小了引线电阻，有利于改善行扫描线性和减小行频干扰。基极与发射极之间接入电阻以适应行输出管工作在高反向耐压状态。

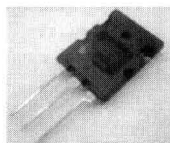


图 1-7 带阻尼管三极管

(7) 达林顿三极管。图 1-8 所示是达林顿三极管。达林顿三极管又称达林顿结构的复合管，有时简称复合管。这种复合管由内部的两只输出功率大小不等的三极管复合而成。根据内部两只三极管复合的不同可构成 4 种具体的达林顿三极管，同时管内还会有电阻。它主要作为功率放大管和电源调整管。

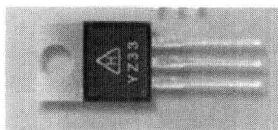


图 1-8 达林顿三极管

(8) 功率场效应管。图 1-9 所示是功率场效应管。场效应管是电压控制器件，图示功率场效应管能够放大信号功率。

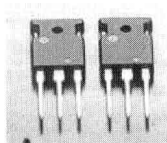


图 1-9 功率场效应管

(9) 贴片三极管。图 1-10 所示是贴片三极管，引脚很短，它装配在电路板铜箔线路一面。

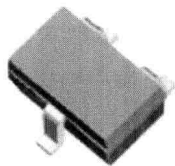


图 1-10 贴片三极管

4. 熟悉电路板上的三极管

图 1-11 所示是电路板上的三极管。从图中可以看出，这块电路板上的三极管采用立式安装方式。

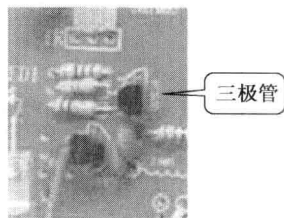


图 1-11 电路板上的三极管

1.1.2 三极管电路符号和基本工作原理

1. 两种极性三极管电路符号

三极管种类繁多，按极性划分有两种：NPN 型三极管（常用三极管）和 PNP 型三极管。

(1) NPN 型三极管电路符号。图 1-12 所示

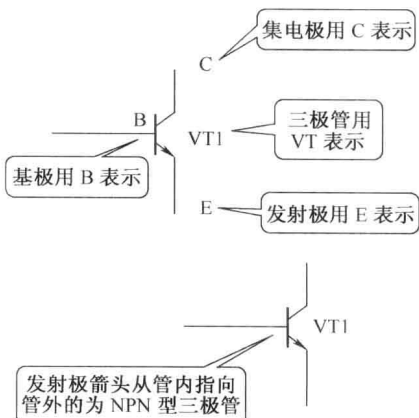


图 1-12 NPN 型三极管电路符号

是NPN型三极管的电路符号。电路符号中表示了三极管的3个电极。

(2) **PNP型三极管电路符号。**图 1-13 所示是 PNP 型三极管的电路符号。它与 NPN 型三极管电路符号的不同之处是发射极箭头方向不同,PNP 型三极管电路符号中的发射极箭头指向管内,而 NPN 型三极管电路符号中的发射极箭头指向管外,以此可以方便地区别电路中这两种极性的三极管。

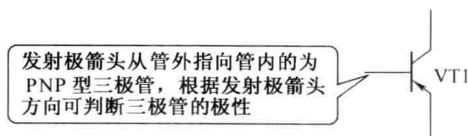


图 1-13 PNP 型三极管电路符号

2. 三极管电路符号中的 3 个电极

图 1-14 所示是根据三极管电路符号记忆 3 个电极的方法。

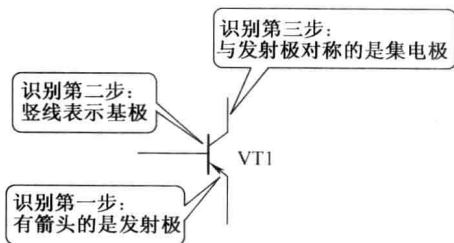


图 1-14 根据三极管电路符号记忆 3 个电极方法

3. 三极管电路符号中识图信息

电子元器件的电路符号中包含了一些识图信息,三极管电路符号中的识图信息比较丰富,掌握这些识图信息能够轻松地分析三极管电路工作原理。

(1) **NPN 型三极管电路符号识图信息。**图 1-15 所示是 NPN 型三极管电路符号识图信息示意图。电路符号中发射极箭头的方向指明了三极管 3 个电极的电流方向,在分析电路中三极管电流流向、三极管直流电压时,这个箭头指示方向非常有用。

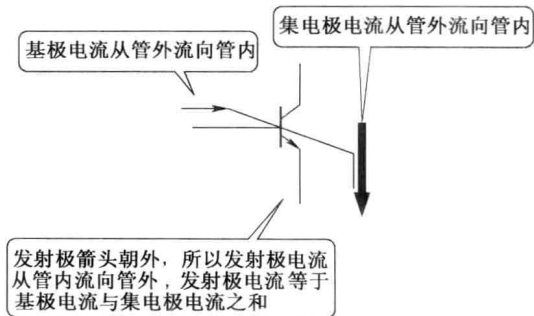


图 1-15 NPN 型三极管电路符号识图信息示意图

判断各电极电流方向时,首先根据发射极箭头方向确定发射极电流的方向,再根据基极电流加集电极电流等于发射极电流,判断基极和集电极电流方向。

(2) **PNP 型三极管电路符号识图信息。**图 1-16 所示是 PNP 型三极管电路符号识图信息示意图,根据电路符号中的发射极箭头方向可以判断出 3 个电极的电流方向。

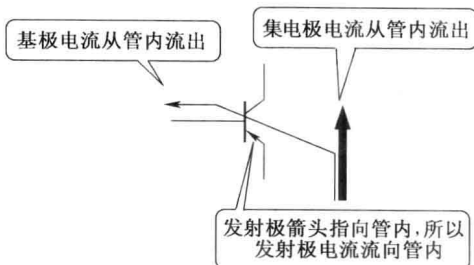


图 1-16 PNP 型三极管电路符号识图信息示意图

重要提示

判断各电极电流方向时要记住,流入三极管内的电流应该等于流出三极管的电流,三极管内部是不能存放电荷的。

表 1-2 所示是其他几种三极管电路符号说明。

表 1-2 其他几种三极管电路符号说明

电路符号及名称	说 明
	旧 NPN 型三极管电路符号
	旧三极管电路符号外面有个圆圈,电路图中用字母 T 表示