



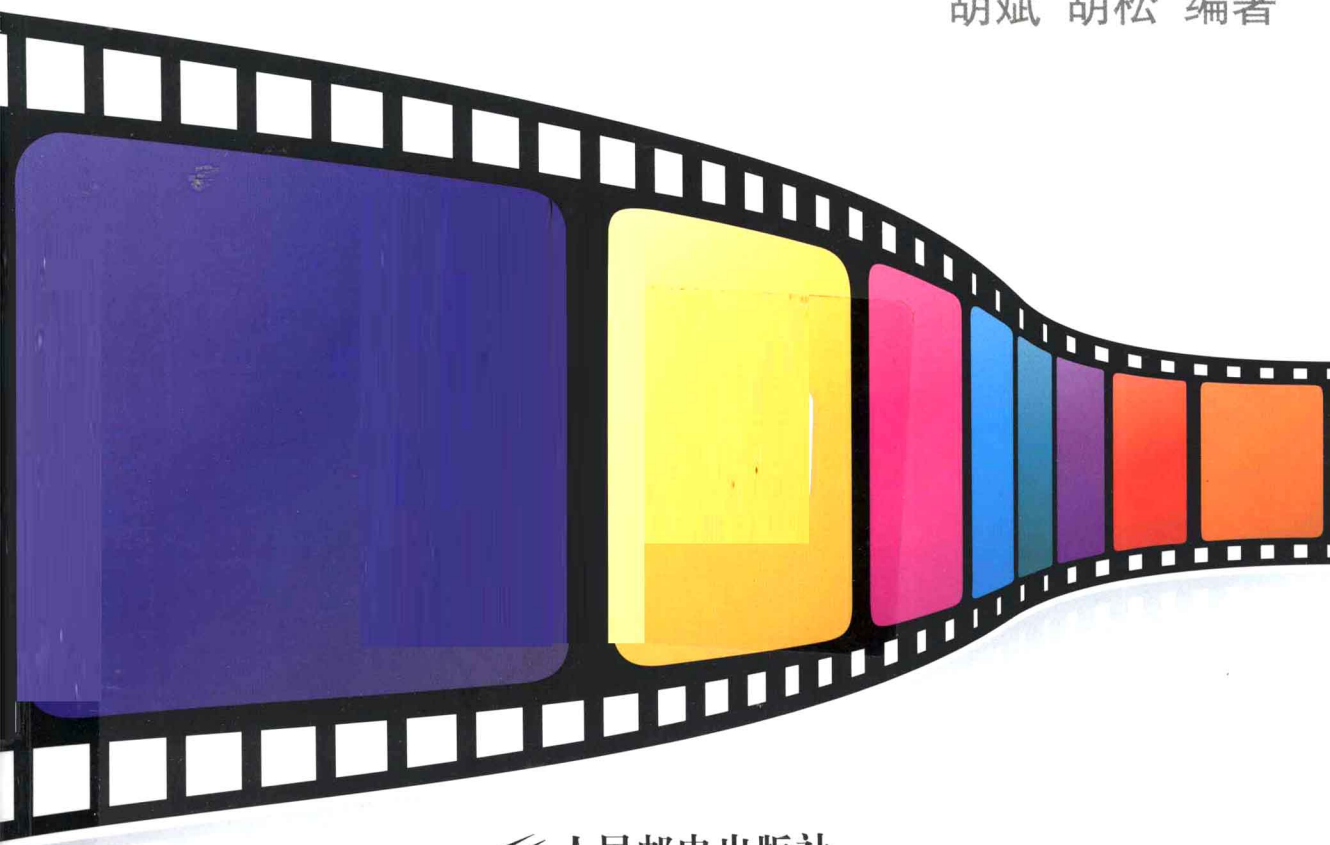
视频详解系列

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

电源电路识图入门

胡斌 胡松 编著



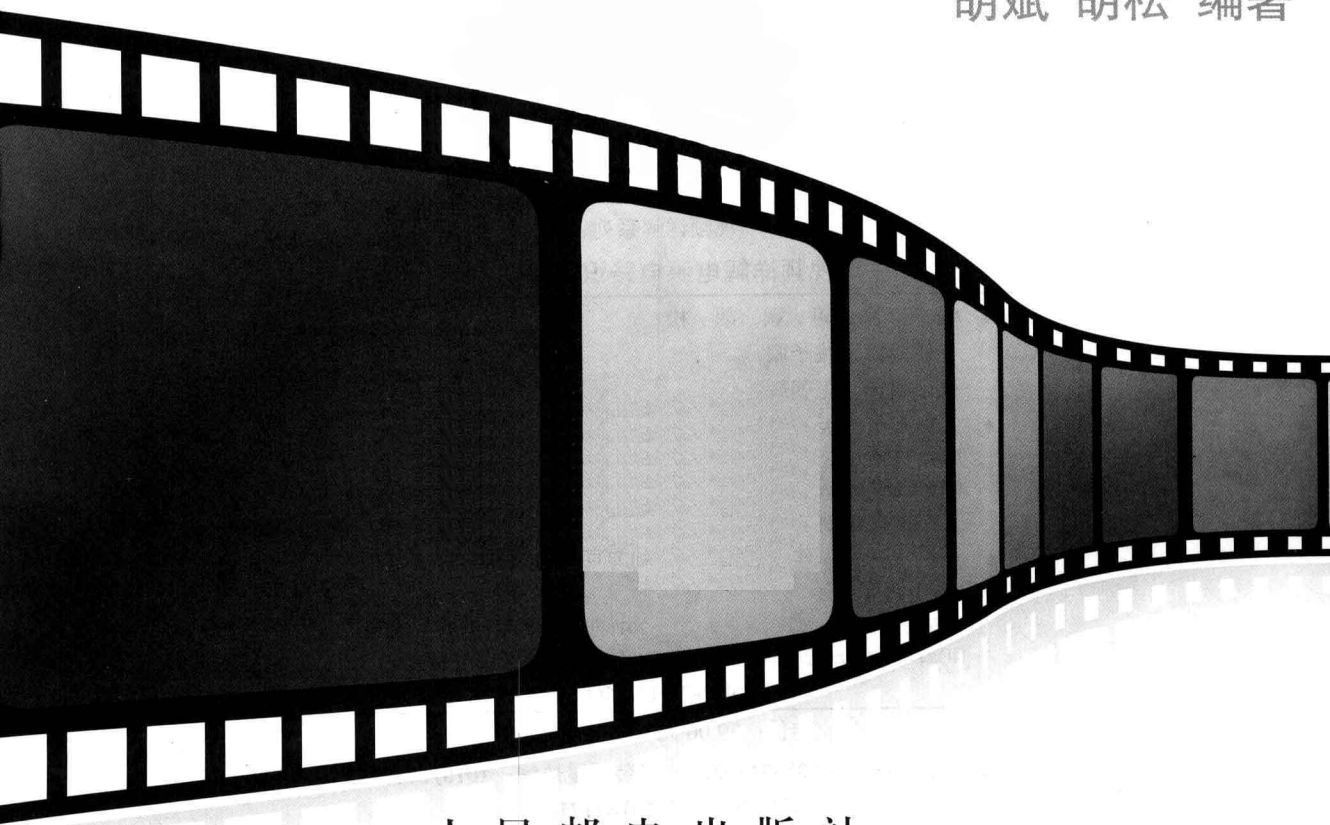
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

视频详解系列

视频详解

电源电路识图入门

胡斌 胡松 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

视频详解电源电路识图入门 / 胡斌, 胡松编著. —
北京: 人民邮电出版社, 2011.8
(视频详解系列)
ISBN 978-7-115-25606-5

I. ①视… II. ①胡… ②胡… III. ①电源电路—电
路图 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第099485号

内 容 提 要

本书围绕电源电路的相关知识, 重点讲解了电源电路中交流降压、抗干扰、整流、滤波、稳压等单元电路的工作原理。另外根据阅读需要, 有选择地插入一些与电源电路相关的基础知识和电源电路故障检修方法。

本书配有 DVD 视频教学光盘一张, 内容分“基本概念讲解”、“电源电路分析”、“测绘电路图方法”、“电源套件装配全程演示”4个部分, 共53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

视频详解电源电路识图入门

- ◆ 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>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15
字数: 398千字
印数: 1—4000册
- 2011年8月第1版
2011年8月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-25606-5

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

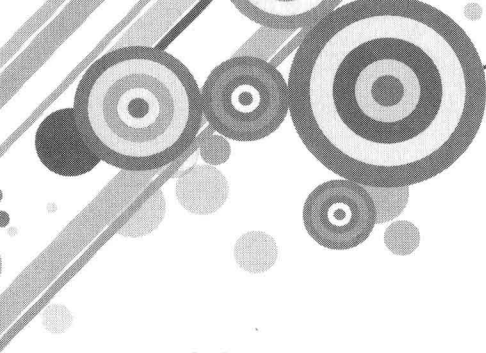
笔者凭借多年的教学、科研和百余本著作写作的经验，精心组织编写了“视频详解系列”之《视频详解电源电路识图入门》，希望引领初学者轻松而快捷地迈入电子技术领域。

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“基本概念讲解”、“电源电路分析”、“测绘电路图方法”、“电源套件装配全程演示”4个部分，共53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 5 个方面的实用基础知识。

全面了解电源电路	电源电路在电子整机电路中必不可少，也是故障发生率较高的电路之一，第 1 章较为全面地介绍了电源的基础知识
掌握交流降压和抗干扰电路	第 2 章系统而全面地讲解了数十种具体的交流降压电路和抗干扰电路工作原理，必须掌握
电源电路的核心是整流、滤波电路	第 3 章和第 4 章重点讲述了数十种形式的整流、滤波电路工作原理，从交流电得到直流电主要由整流、滤波电路完成
稳压电路保证了输出电压的稳定	第 5 章对数十种直流稳压电路的工作原理进行了重点分析，第 6 章介绍了开关型稳压电源的基本工作原理
动手能力的培养	第 7 章和第 8 章从多种角度讲述了动手能力培养的方法，特别是第 8 章从电路板上找出元器件和根据电路板画出电原理图是广大初学者最为需要的知识，实用性和指导性强

▶▶▶ 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

目 录

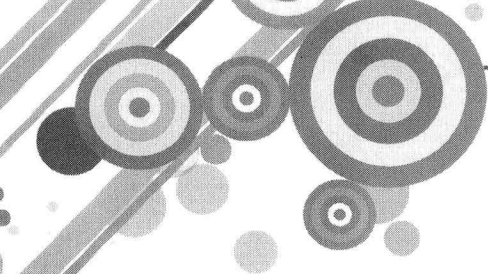
第1章 电源电路基础知识1

- 1.1 电源概念2
 - 1.1.1 电源电动势和端电压2
 - 1.1.2 直流电源并联电路和串联电路3
 - 1.1.3 电源内阻、恒压源和恒流源4
- 1.2 电源电路基础知识6
 - 1.2.1 基础知识6
 - 1.2.2 电源电路特点7
 - 1.2.3 电源电路分析方法7
 - 1.2.4 电源空载和过载8
- 1.3 电源电路方框图8
 - 1.3.1 方框图介绍8
 - 1.3.2 普通电源电路方框图及各部分电路作用9
 - 1.3.3 含稳压电路的电源电路方框图11
 - 1.3.4 开关电源电路方框图12
 - 1.3.5 电源电路种类介绍12
- 1.4 接地概念与电源接地电路15
 - 1.4.1 接地基本知识15
 - 1.4.2 接地名词解释15
 - 1.4.3 接地方式18
 - 1.4.4 电子电路中的接地19
- 1.5 电源电路各部分电路简述20
 - 1.5.1 降压电路简述20
 - 1.5.2 整流电路简述21
 - 1.5.3 滤波电路简述21
 - 1.5.4 直流电压供给电路简述21
 - 1.5.5 保护电路简述21
- 1.6 电源电路故障综述和主要元器件22
 - 1.6.1 电源电路故障种类22
 - 1.6.2 主要元器件简述23

第2章 交流降压电路和抗干扰电路工作原理分析与理解25

- 2.1 电感器、变压器和开关件基础知识26
 - 2.1.1 电感器外形特征及工作原理26
 - 2.1.2 电感器通直流阻交流特性和感抗特性27
 - 2.1.3 变压器外形特征和工作原理分析29
 - 2.1.4 变压器重要特性30

- 2.1.5 开关件外形特征和电路符号 33
- 2.1.6 开关工作原理分析35
- 2.1.7 开关件主要特性和主要参数36
- 2.1.8 开关件故障特征和检测方法36
- 2.1.9 开关件故障处理方法38
- 2.2 电源变压器降压电路工作原理分析与理解39
 - 2.2.1 电源接地电路工作原理分析与理解39
 - 2.2.2 典型变压器降压电路工作原理分析与理解40
 - 2.2.3 电源变压器电路故障分析与处理对策41
 - 2.2.4 二次绕组抽头变压器降压电路工作原理分析与理解44
 - 2.2.5 另一种二次绕组抽头变压器降压电路工作原理分析与理解45
 - 2.2.6 两组二次绕组变压器降压电路工作原理分析与理解46
 - 2.2.7 电容降压电路工作原理分析与理解46
 - 2.2.8 降压电路分析和故障分析小结47
 - 2.2.9 电源变压器降压电路故障部位判断逻辑思路综述和检修方法48
- 2.3 电源开关电路工作原理分析与理解49
 - 2.3.1 典型电源开关电路工作原理分析与理解49
 - 2.3.2 高压回路双刀电源开关电路工作原理分析与理解50
 - 2.3.3 直流低压回路电源开关电路工作原理分析与理解51
 - 2.3.4 定时控制电源开关电路工作原理分析与理解51
 - 2.3.5 电源开关电路和故障分析小结53
- 2.4 电源过流保险电路工作原理分析与理解53
 - 2.4.1 交流高压回路保险丝电路工作原理分析与理解54
 - 2.4.2 交流低压回路保险丝电路工作原理分析与理解54
 - 2.4.3 交流高压和低压回路双重保险丝电路工作原理分析与理解55
 - 2.4.4 直流回路保险丝电路工作原理



分析与理解	56
2.4.5 交流直流回路双重保险丝电路 工作原理分析与理解	56
2.4.6 熔断电阻器电路工作原理分析与 理解	57
2.5 电源高频抗干扰电路工作原理分析 与理解	59
2.5.1 电源变压器屏蔽层高频抗干扰 电路工作原理分析与理解	59
2.5.2 电容高频抗干扰电路工作原理 分析与理解	60
2.5.3 电感高频抗干扰电路工作原理 分析与理解	60
2.5.4 电容和电感混合高频抗干扰电路 工作原理分析与理解	61
2.6 交流输入电压转换电路工作原理 分析与理解	62
2.6.1 交流输入电压转换电路原理和 电路特点	62
2.6.2 交流输入电压转换电路工作原理 分析与理解	62

第3章 整流电路工作原理分析与理解

64

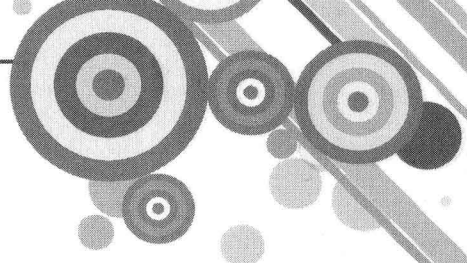
3.1 二极管电路符号和重要特性	65
3.1.1 二极管外形特征和电路符号	65
3.1.2 二极管 PN 结结构和工作 状态	66
3.1.3 二极管正向特性和反向特性	68
3.1.4 二极管正向压降基本不变特性和 温度特性	69
3.1.5 二极管正向电阻小、反向电阻 大特性	69
3.2 桥堆基础知识	71
3.2.1 桥堆外形特征及电路符号	71
3.2.2 桥堆内部结构	71
3.2.3 桥堆识别和检测方法	72
3.3 半波整流电路工作原理分析与 理解	73
3.3.1 正极性半波整流电路工作原理 分析方法和思路	73
3.3.2 正极性半波整流电路工作原理 分析与理解	74
3.3.3 整流电路故障机理及检修方法	76

3.3.4 负极性半波整流电路工作原理 分析与理解	77
3.3.5 正、负极性半波整流电路工作 原理分析与理解	78
3.4 全波整流电路工作原理分析与 理解	81
3.4.1 正极性全波整流电路工作原理 分析与理解	81
3.4.2 负极性全波整流电路工作原理 分析与理解	82
3.4.3 正、负极性全波整流电路工作 原理分析与理解	83
3.4.4 半桥堆构成的负极性全波整流 电路工作原理分析与理解	84
3.4.5 半桥堆构成的正极性全波整流 电路工作原理分析与理解	85
3.4.6 桥堆构成的正、负极性全波整流 电路工作原理分析与理解	86
3.5 桥式整流电路工作原理分析与 理解	87
3.5.1 正极性桥式整流电路工作原理 分析与理解	87
3.5.2 负极性桥式整流电路工作原理 分析与理解	88
3.5.3 桥堆构成的正极性桥式整流电路 详解及电路故障分析	89
3.5.4 桥堆构成的负极性桥式整流电路 详解及电路故障分析	90
3.6 倍压整流电路工作原理分析与 理解	90
3.6.1 二倍压整流电路工作原理分析与 理解	90
3.6.2 整流电路小结	92
3.6.3 实用倍压整流电路工作原理分析 与理解	94

第4章 电源滤波电路工作原理 分析与理解

96

4.1 普通电阻器电路符号及重要特性	97
4.1.1 普通电阻器电路符号	97
4.1.2 普通电阻器重要特性	98
4.1.3 电阻器电路基本工作原理	98
4.1.4 电阻串联电路重要特性	99
4.1.5 电阻并联电路重要特性	102



4.1.6	电阻串并联电路主要特性	103
4.2	普通电容器电路符号及重要特性	105
4.2.1	电容器的电路符号和基本结构	105
4.2.2	电容器隔直通交特性	106
4.2.3	电容器容抗特性	107
4.2.4	电容器储能特性和电容两端电压不能突变特性	108
4.2.5	电解电容器电路符号及重要特性	108
4.2.6	电容串联电路及重要特性	110
4.2.7	电容并联电路及重要特性	111
4.2.8	有极性电解电容器并联电路和串联电路	113
4.3	电容滤波电路工作原理详解及电路故障分析	114
4.3.1	电容滤波电路工作原理分析与理解	114
4.3.2	滤波电路故障机理及故障种类	117
4.4	π 形RC滤波电路和 π 形LC滤波电路	118
4.4.1	π 形RC滤波电路工作原理分析与理解	118
4.4.2	多节 π 形RC滤波电路工作原理分析与理解	119
4.4.3	π 形LC滤波电路工作原理分析与理解	121
4.4.4	高频滤波电路工作原理分析与理解	122
4.4.5	地线有害耦合与滤波电路工作原理分析与理解	122
4.5	电子滤波器电路工作原理分析与理解	125
4.5.1	单管电子滤波器电路工作原理分析与理解	125
4.5.2	双管电子滤波器电路工作原理分析与理解	126
4.5.3	具有稳压功能的电子滤波器电路工作原理分析与理解	128
5.1	稳压二极管电路基础知识	131
5.1.1	稳压二极管外形特征和电路符号	131
5.1.2	稳压二极管主要参数和重要特性	132
5.1.3	稳压二极管识别和故障处理方法	133
5.2	三极管重要特性和直流电路工作原理分析	134
5.2.1	三极管电路符号和基本工作原理	134
5.2.2	三极管电流放大、控制特性和发射极电压跟随基极电压特性	137
5.2.3	三极管集电极与发射极之间内阻可控和开关特性	138
5.2.4	三极管直流电路基础知识	139
5.3	可变电阻器基础知识	143
5.3.1	可变电阻器外形特征和电路符号	143
5.3.2	可变电阻器结构和工作原理	145
5.3.3	可变电阻器主要参数和故障处理	146
5.4	普通二极管简易稳压电路、稳压二极管稳压电路工作原理分析与理解	148
5.4.1	普通二极管简易稳压电路工作原理分析与理解	148
5.4.2	稳压二极管典型稳压电路工作原理分析与理解	148
5.5	典型串联调整型稳压电路详解及电路故障分析	151
5.5.1	串联调整型稳压电路组成及各单元电路作用	151
5.5.2	直流电压波动因素解析和电路分析方法	152
5.5.3	典型串联调整型稳压电路工作原理分析与理解	153
5.6	串联调整型变形稳压电路工作原理分析与理解	155
5.6.1	串联调整管电路中复合管电路的分析	155
5.6.2	采用复合管构成的串联调整管稳压电路工作原理分析与理解	156
5.6.3	采用辅助电源的串联调整型稳压电路工作原理分析与理解	158
5.6.4	接有加速电容的串联调整型稳压电路工作原理分析与理解	159
5.7	调整管变形电路工作原理分析与	

第5章 直流稳压电路工作原理分析与理解 130

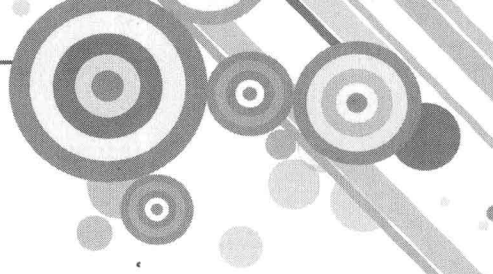
理解	159
5.7.1 调整管并联电路工作原理分析与理解	159
5.7.2 复合管调整管电路工作原理分析与理解	160
5.7.3 调整管分流电阻电路工作原理分析与理解	161
5.7.4 散热片基础知识	162

第6章 开关稳压电源、三端稳压集成电路工作原理分析与理解 165

6.1 开关稳压电源基本工作原理分析与理解	166
6.1.1 开关稳压电源与串联调整型稳压电源比较	166
6.1.2 开关稳压电路种类	167
6.1.3 串联型开关稳压电路工作原理分析与理解	167
6.1.4 并联型开关稳压电路工作原理分析与理解	169
6.1.5 脉冲变压器耦合并联开关型稳压电路工作原理分析与理解	170
6.1.6 调宽式和调频式开关型稳压电路工作原理分析与理解	171
6.2 三端稳压集成电路工作原理分析与理解	172
6.2.1 集成电路基本知识点	172
6.2.2 集成电路引脚作用资料使用方法	173
6.2.3 集成电路电路符号和内电路	174
6.2.4 集成电路常用引脚电路分析方法	175
6.2.5 三端稳压集成电路典型应用电路工作原理分析与理解	177
6.2.6 三端稳压集成电路输出电压调整电路工作原理分析与理解	178
6.2.7 三端稳压集成电路增大输出电流电路工作原理分析与理解	179
6.3 直流电压供给电路工作原理分析与理解	179
6.3.1 了解直流电压供给电路	179
6.3.2 整机直流电压供给电路分析方法	181

第7章 动手能力培养与电源电路故障对策 183

7.1 焊接技术及实验方法	184
7.1.1 焊接操作一般程序及实验	184
7.1.2 在印制电路板上焊接元器件	185
7.1.3 常用元器件安装形式	186
7.1.4 拆卸印制电路板上元器件	187
7.2 万用表操作方法	188
7.2.1 万用表使用安全永远第一和使用常识	188
7.2.2 万用表欧姆挡基本操作方法	190
7.2.3 万用表直流电压测量方法	192
7.2.4 万用表交流电压挡操作方法	195
7.2.5 万用表直流电流挡操作方法	197
7.3 常用的高效检查方法	199
7.3.1 电阻检查法	199
7.3.2 电压检查法	200
7.3.3 电流检查法	200
7.3.4 代替检查法	201
7.3.5 故障再生检查法	202
7.3.6 参照检查法	203
7.3.7 经验检查法	203
7.3.8 分割检查法	204
7.3.9 加热检查法	204
7.3.10 清洗处理法	205
7.3.11 熔焊处理法	205
7.4 万用表检修电源电路故障方法	206
7.4.1 故障种类	206
7.4.2 电源变压器降压电路故障检修方法	206
7.4.3 半波整流、电容滤波电路故障检修方法	209
7.4.4 全波整流、电容滤波电路故障检修方法	210
7.4.5 桥式整流、电容滤波电路故障检修方法	210
7.4.6 直流电压供给电路故障检修方法	211
7.4.7 简易稳压二极管稳压电路故障检修方法	212
7.4.8 调整管稳压电路故障检修方法	212
7.4.9 实用电源电路故障检修方法及注意事项	213

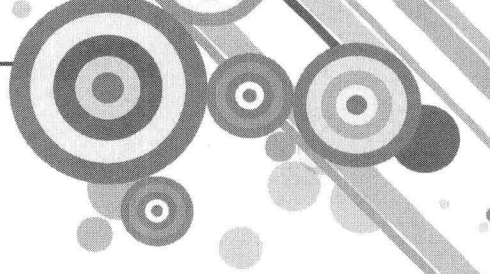


第8章 从印制电路板上找元器件和根据印制电路板画电路图的方法215

8.1 寻找印制电路板上的元器件	216
8.1.1 寻找印制电路板上的地线	216
8.1.2 寻找印制电路板上的电源电压 测试点	217
8.1.3 寻找印制电路板上的三极管	218
8.1.4 寻找印制电路板上集成电路的 某引脚	219
8.1.5 寻找印制电路板上的电阻器和 电容器	220

8.1.6 寻找印制电路板上其他元器件和 识别不认识元器件的方法	221
8.1.7 寻找印制电路板上的信号传输 线路	221
8.2 根据印制电路板画出电路图	222
8.2.1 根据印制电路板画电路图的 方法	222
8.2.2 根据元器件画电路图	223
8.3 画小型直流电源电路图	226
8.3.1 解体小型直流电源的方法	226
8.3.2 画出小型直流电源电路图	227

视频辅导节目目录

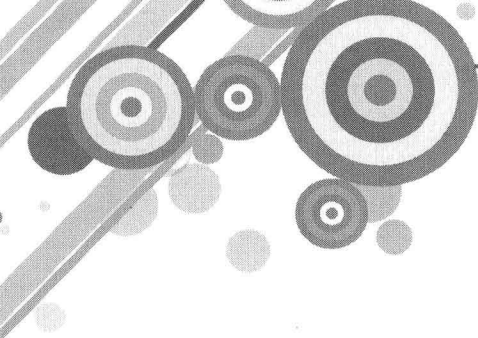


一、基本概念讲解（共11段节目，约60min）

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. 理论学习为主，动手实践为辅
4. 接地基础知识
5. 接地名词解释——安全接地和防雷接地
6. 接地名词解释——工作接地
7. 接地名词解释——屏蔽
8. 电源概念简介
9. 电源电路种类介绍
10. 电源电路组成及各单元电路作用讲解
11. 直流稳压电路功能简介

二、电源电路分析（共20段节目，约20min）

1. 开关消火花电路分析
2. 电源变压器电路分析
3. 正极性半波整流电路分析
4. 正极性全波整流电路分析
5. 正、负极性全波整流电路分析
6. 正极性桥式整流电路分析
7. 大小电容并联电路分析
8. 退耦电路分析
9. 普通二极管构成的简易直流稳压电路分析
10. 稳压二极管构成的典型直流稳压电路分析
11. NPN型三极管直流电压供给电路分析
12. NPN型三极管固定式偏置电路分析
13. NPN型三极管分压式偏置电路分析
14. NPN型三极管集电极-基极负反馈式偏置电路分析
15. 共发射极放大器电路分析
16. 集成电路正极性电源引脚和接地引脚外电路分析
17. 集成电路负极性电源引脚和接地引脚外电路分析
18. 有接地引脚的集成电路正、负极性电源引脚外电路分析
19. 无接地引脚的集成电路正、负极性电源引脚外电路分析
20. 串联调整型稳压电路分析



三、测绘电路图方法(共8段节目, 约70min)

1. 根据电路板画出电路图方法
2. 根据电路板上元器件画三极管的电路图方法
3. 根据电路板上元器件画集成电路的电路图
4. 画小型直流电源电路图方法——解体直流电源
5. 画小型直流电源电路图方法——画出电源变压器电路图
6. 画小型直流电源电路图方法——画出整流电路和滤波电路图
7. 画小型直流电源电路图方法——画出二次绕组抽头转换开关电路图
8. 画小型直流电源电路图方法——画出直流电压输出极性转换开关电路图

四、电源套件装配全程演示(共14段节目, 约50min)

1. 三端稳压集成电路套件装配演示——电路工作原理讲解
2. 三端稳压集成电路套件装配演示——指针式万用表测量普通二极管方法
3. 三端稳压集成电路套件装配演示——安装套件中5只二极管
4. 三端稳压集成电路套件装配演示——指针式万用表测量小电容器方法
5. 三端稳压集成电路套件装配演示——数字式万用表测量电容器方法
6. 三端稳压集成电路套件装配演示——安装套件中5只小电容器
7. 三端稳压集成电路套件装配演示——指针式万用表测量有极性电解电容器方法
8. 三端稳压集成电路套件装配演示——安装套件中大容量电解电容器
9. 三端稳压集成电路套件装配演示——安装套件中三端稳压集成电路
10. 三端稳压集成电路套件装配演示——安装套件中集成电路散热片
11. 三端稳压集成电路套件装配演示——指针式万用表测量电源变压器方法
12. 三端稳压集成电路套件装配演示——安装套件中电源变压器
13. 三端稳压集成电路套件装配演示——测量电源电路中关键点电压方法
14. 三端稳压集成电路套件装配演示——安装电源外壳

第1章

电源电路基础知识

目 录 内容导航

电源电路是一个包含许多单元电路的系统电路的总称。电子电器中的电源电路用来将 220V 的交流市电转换成电子电器所需要的电压等级较低的直流工作电压，并将直流工作电压供给整机电路中的各部分电路。

电源电路应用于各种电子电器中，一般来说，只要是使用电子元器件的设备就必有电源电路的存在，所以电源电路是一种应用十分广泛的电路，分析和检修各种电子电器都离不开电源电路。

本章讲述了与电源电路相关的一些基础知识、技术名词等。

目 录 阅读要求及方法

具体的电源电路在结构上不完全相同，有的电源电路中设有电子滤波器，有的电源电路中则没有；有的电源电路中设置了直流稳压电路，有的电源电路则不设置稳压电路。在具有稳压电路的电源电路中，根据稳压电路的种类不同，又有许多类型的电源电路。需要了解这些电源的变化情况，做到心中有数。

电子设备中电源电路的故障发生率在众多电路中是非常高的，因此搞懂电源电路工作原理，了解电源电路故障机理，能够进行电源电路的故障分析，掌握电源电路的故障检修方法是学习好电子技术以及电子设备修理技术必不可少而又至关重要的一环。

1.1 电源概念

电源是一种能量转换装置，可将其他形式的能量转换成电能。电池是直流电源中的一种，电池可以通过化学作用产生电能。发电厂通过热能（如火力）、动能（如水力）或核能的方式产生电能。

电源提供的电能可以被转换成其他形式的能量，电路就是通过消耗电能来实现某些特定功能的。电源电路是电子线路中必不可少的电路。

日常生活中，电风扇的电机是因为交流电流流过而转动，手电筒中的小电珠也是因为由电池产生的电流流过才发光，交流市电和电池是这两个电路中产生电流流动的动力源，在电路中将这样的动力源称为电源。

常说的交流电源、直流电源、高压电源、低压电源、稳压电源、UPS 等，都是能为电路、电器提供电能的设备。

重要提示

在电子电器中，通常使用直流电源，有两种形式可以获取直流电源。

（1）电池通常在直流工作电压比较低，且对电源消耗比较小的情况下作为整机电路的直流电源。例如，收音机、便携式 CD 播放机、便携式 VCD 播放机、MD 机等民用电器中都是使用电池供电。

（2）采用整流和滤波电路将交流市电转换成直流电，大多数的电子电器是采用这种形式的直流电源。因为这种方式获得的直流电源比较经济，且容易在整机电路中同时得到各种不同电压等级（直流电压的大小）的直流电源。

量，它的大小等于外力将单位正电荷从电源负极经电源内部移动到正极所做的功。电源电动势用 E 表示，其单位也是伏特。

新电池的电源电动势比旧电池的电源电动势大，高性能电池的电源电动势比一般电池的电源电动势大。

2. 电动势和电压的比较

关于电动势和电压的比较，主要说明以下几点。

（1）电动势和电压的物理意义不同，电动势表示了外力（非电场力）做功的能力，而电压表示电场做功的能力。

（2）电动势只存在于电源的内部；而电压存在于电源的两端，并且存在于电源外部电路中，即电路中的两点之间。

（3）电动势有方向，并且与电压方向相反，电动势方向是电位升高的方向，而电压方向是电位降低的方向。电动势在电源内部的方向是从电源的负极指向电源的正极，而电压在外电路中的方向是从电源的正极指向电源的负极。

（4）电动势和电压的单位相同，都是伏特。

（5）当电源两端不接负载时，电源两端电压在数值上等于电源电动势。

3. 电源端电压

电动势使正电荷移动到了电源的正极，负电荷移动到电源的负极，这样形成了电场，使电源的正、负极出现不同的电位，电源端电压等于电源正、负极之间的电位差。一般情况下所说的电源电压，就是这里的电源端电压。

在电子电路的工作原理分析过程中，通常只是关心电源两端的电压，而不是关心电源的电动势。

1.1.1 电源电动势和端电压

1. 电源电动势

电源电动势是衡量电源转换电能能力的物理

4. 电源内外的电流流动

电路中的电流流动是由电源产生的, 在电子电路分析中, 搞懂电路中电流流动的方向是一项重要内容, 必须掌握分析电路中电流流动方向的方法。

电流在电源的外部电路中(称为外电路, 即电源两端所接的负载电路), 是从高电位流向低电位的, 这是电场力在做功; 在电源的内部(称为内电路, 即电源两端的内部), 电流从低电位流向高电位, 这是外力在做功。

电源如同一个“电荷泵”, 将电源负极端的电荷提升到正极, 使电源正极端电位高于负极端的电位, 使外电路中有电流的流动。外电路中的电流流动使正电荷从电源正极到达电源负极, 电源再将这些正电荷从电源内部“泵”到电源正极, 这样不断往复循环, 实现电流在电源内外电路中的持续流动。

图 1-1 所示是电源的外电路和内电路示意图。电路中, $E1$ 是电源(电池), $R1$ 是电阻器。电源电路符号中, 正极端线比较长, 负极端线比较短。电源 $E1$ 正极与负极之间称为电源的内电路, 除电源 $E1$ 正极和负极之外的电路称为外电路。

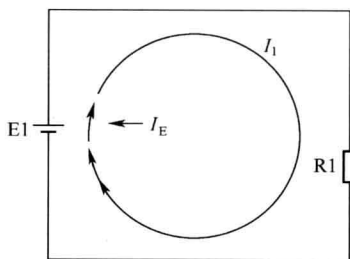


图 1-1 电源的外电路和内电路示意图

有电流流动的电路是由电源的外电路和电源的内电路两部分组成的。外电路中的电流为流过电阻 $R1$ 的电流 I_1 , 内电路中的电流为流过电源 $E1$ 的电流 I_E 。流过电源的电流 I_E 等于外电路电流 I_1 , 即 $I_E = I_1$ 。

从电路图中可以看出, 电流通过电源的内外

电路构成回路。

1.1.2 直流电源并联电路和串联电路

直流电源可以采用并联或串联的方式来使用, 在采用电池供电的电子电器中通常采用直流电源的串联方式, 以提高直流工作电压, 因为一节电池的电压通常只有 $1.5V$ 。

电源并联是为了提高电源为外电路供给电流的能力, 而电源串联是为了提高电源的供电电压。

1. 直流电源串联电路

图 1-2 所示是直流电源的串联电路。如图 1-2(a) 所示电路中, $E1$ 和 $E2$ 是电池, 它们串联起来。直流电源串联后的总电压等于各直流电源电压之和, 即总电压 $E = E_1 + E_2$ 。图 1-2(b) 所示电路是多个电池串联时的电路示意图, 图中标出 $1.5V \times 6$, 说明是 6 节 $1.5V$ 电池串联, 所以这一电源串联电路总电压为 $9V$ 。

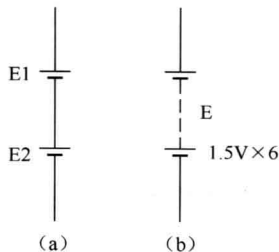


图 1-2 直流电源的串联电路

在采用电池供电的电子电器中, 由于单节电池电压比较低, 不能满足电子电器整机直流工作电压的需要, 所以要采用这种电源串联的方式, 得到所需的直流工作电压。

关于直流电源串联电路, 还要进一步说明下列几点。

(1) 直流电源串联时, 直流电源是有极性的, 正确的连接方式是一个直流电源的正极与另一个

直流电源的负极相连接，若接错，则不仅没有正常的直流电压输出，还会短路电源，造成电源的短路故障，损坏电源。

(2) 为了获得更高的直流工作电压，可以采用直流电源串联电路。

(3) 如果两个直流电源的直流工作电压大小不同，也可以进行串联。

(4) 流过各个串联电源的电流相等。

2. 直流电源并联电路

图 1-3 所示是直流电源的并联电路。电路中， E_1 和 E_2 是电池，这两个电池的直流电压大小相等，它们并联起来。直流电源并联后的总电压等于某一个直流电源的电压。

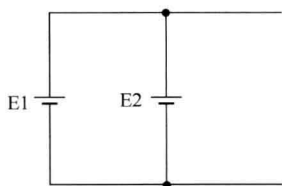


图 1-3 直流电源的并联电路

直流电源的并联电路应用比较少，当电池的容量不足，即电池所能输出的直流电流不能满足电路需要时，采用电池并联供电电路。

关于直流电源并联电路，还要进一步说明下列几点。

(1) 直流电源并联时，连接也是有极性之分的，正确的连接方式是一个直流电源的正极接另一个直流电源的正极，它们的负极互相连接起来。

(2) 直流电源并联电路能够增加电源的输出电流，但不能提高电源的直流工作电压。

(3) 流过各并联电池的电流之和等于电源外电路电流之和。

(4) 不同直流电压大小的电池之间不能进行并联，否则直流电压高的电池会对直流电压低的电池进行充电，消耗了直流电压高的电池的电能。

1.1.3 电源内阻、恒压源和恒流源

在电源的内部存在一个电阻，这一电阻称为电源的内阻。电源的内阻对电源的工作是不利的，所以希望电源的内阻愈小愈好。

1. 电源内阻

图 1-4 所示是电源内阻示意图。电路中，虚线框内是整个电源装置， E 是电源（电动势）， R_0 是电源的内阻，内阻存在于电源的内部。 R_1 是电源外电路中的电阻器， I 是流过这一电路的电流。

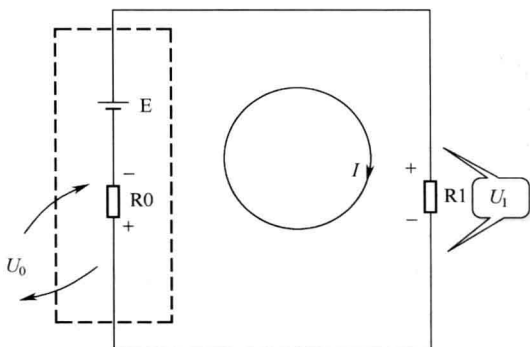


图 1-4 电源内阻示意图

由于电源存在内阻 R_0 ，电源的端电压不等于电源的电动势，因为有一部分电压降在了电源内阻 R_0 上。从电路中可以看出，电流 I 流过了电阻 R_1 和内阻 R_0 ，在内阻 R_0 上的电压降为 U_0 ，在 R_0 上的电压降极性为下正上负，如图 1-4 所示，这是在电源内部的电压降。在电阻 R_1 上的电压降是 U_1 ，其电压极性为上正下负，如图 1-4 所示，该电压降也是这一电路中的电源端电压。

电路中， $E = U_0 + U_1$ ，即电源端电压 U_1 （电源两端的电压） $= E - U_0$ ，也就是电源负载 R_1 实际上所能得到的电压。如果流过这一电路的电流 I 不变，则电源内阻 R_0 愈大，在电源内阻 R_0 上的电压降 U_0 愈大，这样电源负载 R_1 上的电压就愈小。所以，电源内阻对电源的电压输出是有害的，希望电源的内阻愈小愈好。

重要提示

如果电源的内阻不变,而电源的负载 R_1 的阻值大小在改变,则不同的负载电阻 R_1 有不同的电路电流 I ,电路中的电流 I 不同,电源端电压大小也是不同的,一般电源都具有这样的特性。在故障检修中时常会发现整机电源电路输出的直流电压大小在波动,这也是因为流过电源电路的电流大小在变化造成的。

2. 恒压源

电源可以输出电压,也可以输出电流。在有的情况下希望电源的输出电压大小不变,有时希望电源的输出电流大小不变,前者可以使用恒压源,后者可以采用恒流源。恒压源和恒流源都是电源,是两种具有不同输出特性的电源。

图 1-5(a) 所示是恒压源的电路符号。所谓恒压源,就是指当电源的输出电流大小在改变时,电源的输出电压恒定不变。图 1-5(b) 所示是它的电流 - 电压特性曲线。这是一个理想的恒压源特性曲线,从曲线中可以看出,当输出电流大小变化时,电压源输出电压 U_0 大小保持恒定不变。

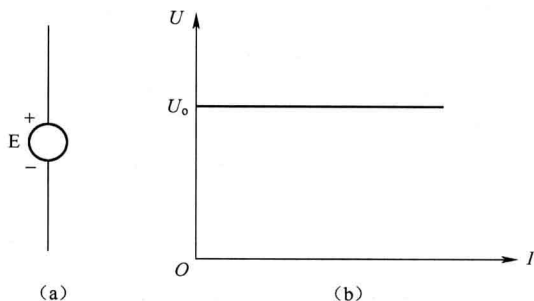


图 1-5 恒压源电路符号和电流 - 电压特性曲线

当电源的内阻为零时,电源就是一个恒压源。电源的内阻不可能为零,所以恒压源是一个理想情况的电源。电源的内阻愈小,电源的恒压输出特性愈好。

在电子电路中,希望直流电源的电压输出特性接近恒压源。

3. 恒压源内阻特性

图 1-6 所示是电压源及恒压源示意图, R_0 是电源的内阻, R_0 与 E 串联。从电路中可以看出,内阻 R_0 愈小,在内阻 R_0 上的压降愈小,对电源的输出电压影响愈小。当电源的内阻 R_0 小到为零时,就是如图 1-6(b) 所示的恒压源。

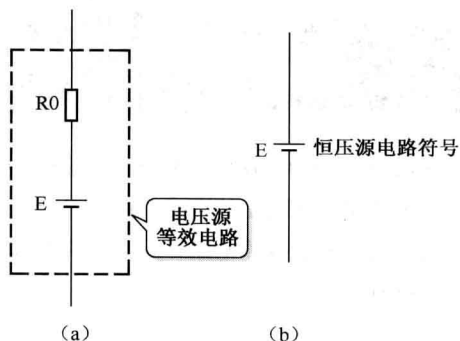


图 1-6 电压源及恒压源示意图

4. 恒流源

图 1-7(a) 所示是恒流源的电路符号。所谓恒流源,就是指当电源的输出电压大小改变时,电源的输出电流不随电压变化而变化。图 1-7(b) 所示是它的电压 - 电流特性曲线,这是一个理想的恒流源特性曲线,它表明电压大小改变时,电流源输出电流 I_0 大小不变化。

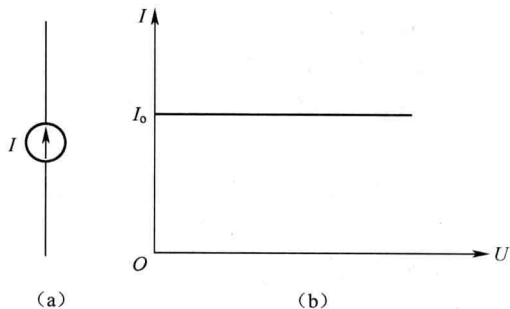


图 1-7 恒流源电路符号和电压 - 电流特性曲线

当电源的内阻为无穷大时,电源就是一个恒流源。电源的内阻不可能为无穷大,所以恒流源也是一个理想情况的电源。电源的内阻愈大,电