

读图时代丛书

电源电路识图 入门突破

胡斌 编著

网络辅导 超值版

- 图会说话，表能归纳，让学习变得轻松快乐 ●●●
- 分析透彻，细节突破，使学习不再一知半解 ●●●
- 网络社区，名师在线，及时解决学习的难题 ●●●

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

读图

TN710
192-4

电源电路识图 入门突破



胡斌 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

电源电路识图入门突破 / 胡斌编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.8
(读图时代丛书)
ISBN 978-7-115-18139-8

I. 电… II. 胡… III. 电源电路—电路图—识图法
IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 071210 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。

读图时代丛书

电源电路识图入门突破

-
- ◆ 编 著 胡 斌
责任编辑 申 苹
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15
字数: 402 千字
印数: 1—5 000 册
- 2008 年 8 月第 1 版
2008 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18139-8/TN

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

写给读者的信

尊敬的广大读者：

本人在电子技术图书领域写作已有二十多个春秋，结识了一大批电子技术爱好者，通过跟他们的交流，了解到了他们学习中的困惑。本人一直努力学习和不断思考，希望能给读者奉献一系列“少花时间、少用力气”就能学会电子技术的图书。

我在与广大电子技术爱好者交流时发现，大家最大的困惑有两个：一是不知道如何下手学习电子技术，二是学习中遇到疑难问题不能及时得到辅导。

基础知识是学习的基石

在入门阶段深刻、牢固地掌握基础知识是学习电子技术的必要条件，如果想在学习的道路上少吃苦，少遇困难，那么请扎扎实实学好电子技术基础知识。

系统学习才能持续成长

为数不少的初学者在分析电路时这个不懂，那个无法理解，其根本原因是没有系统地学习电子技术。一个整机功能电路是由许多单元电路有机组合而成的，如果无法理解其中一个单元电路的工作原理，则可能导致整个电路分析的失败，所以系统地学习电子技术非常重要。

建议您加入“我的500”行动，这对您系统学习非常有益，具体方法详见“古木电子社区”(<http://gumu.eefocus.com/>)。

适度动手实践可点石成金

适度的动手实践可以强化理论知识的学习。在学习的早期，边动手操作、边进行理论知识的学习，具有点石成金的功效。

一个注意点

电子技术中的许多知识没必要死记硬背，忘了就让它暂时忘了，只要知道是怎么回事，用时知道能在哪里找到，找到之后会用即可。

不常用到的知识点一时记不住是正常的，学习的关键是理解。



及时辅导

初学者在学习经常会遇到各种困难，为了帮助广大读者及时地解决这些难题，笔者与“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/>)。通过这个平台，大家可以互相联系，互相交流，共同进步。

另外，本人还会在QQ上进行免费在线答疑，请记住古木的QQ号：1155390。

致

礼！

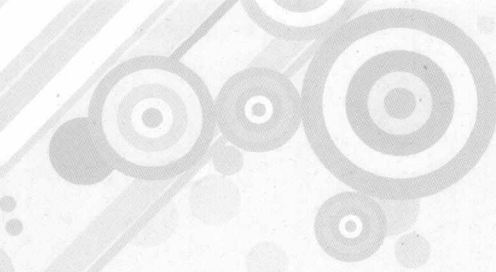
胡斌

前言

▶▶▶ 本书亮点

笔者凭借多年的教学、科研和 70 余本著作写作的经验，精心组织编写了《读图时代丛书》之《电源电路识图入门突破》，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，运用写作技巧及错位排版技巧，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
双色印刷 提高阅读效率	为强化核心内容，增强记忆效果，书中的重点知识和核心内容采用红色印刷，图中的信号传输、电流流动示意等也采取红色印刷，重点突出，阅读方便
双栏排版 提高性价比	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



▶▶▶ 本书知识

本书将帮助零起点的读者从基础的知识起步，轻松、快速、系统地掌握以下五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和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和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！邀请您网络实时辅导中见！
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/)，欢迎广大电子爱好者进入社区，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 21
 - 1.5.5 保护电路 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.....65

3.1 二极管电路符号和重要特性.....	66
3.1.1 二极管外形特征和电路符号.....	66
3.1.2 二极管 PN 结结构和工作 状态.....	67
3.1.3 二极管正向特性和反向特性.....	69
3.1.4 二极管正向压降基本不变特性和 温度特性.....	70
3.1.5 二极管正向电阻小、反向电阻 大特性.....	70
3.2 桥堆基础知识.....	72
3.2.1 桥堆外形特征及电路符号.....	72
3.2.2 桥堆内部结构.....	72
3.2.3 桥堆识别和检测方法.....	73
3.3 半波整流电路工作原理分析与 理解.....	74
3.3.1 正极性半波整流电路工作原理 分析方法和思路.....	74
3.3.2 正极性半波整流电路工作原理 分析与理解.....	75
3.3.3 整流电路故障机理及检修方法.....	77
3.3.4 负极性半波整流电路工作原理 分析与理解.....	78
3.3.5 正、负极性半波整流电路工作 原理分析与理解.....	79

3.4 全波整流电路工作原理分析与 理解.....	82
3.4.1 正极性全波整流电路工作原理 分析与理解.....	82
3.4.2 负极性全波整流电路工作原理 分析与理解.....	83
3.4.3 正、负极性全波整流电路工作 原理分析与理解.....	84
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.....	85
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.....	86
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.....	87
3.5 桥式整流电路工作原理分析与 理解.....	88
3.5.1 正极性桥式整流电路工作原理 分析与理解.....	88
3.5.2 负极性桥式整流电路工作原理 分析与理解.....	89
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.....	90
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.....	91
3.6 倍压整流电路工作原理分析与 理解.....	91
3.6.1 二倍压整流电路工作原理分析与 理解.....	91
3.6.2 整流电路小结.....	93
3.6.3 实用倍压整流电路工作原理分析 与理解.....	95

第4章 电源滤波电路工作原理分析与理解.....97

4.1 普通电阻器电路符号及重要特性.....	98
4.1.1 普通电阻器电路符号.....	98
4.1.2 普通电阻器重要特性.....	99
4.1.3 电阻器电路基本工作原理.....	99
4.1.4 电阻串联电路重要特性.....	100
4.1.5 电阻并联电路重要特性.....	103
4.1.6 电阻串并联电路主要特性.....	104
4.2 普通电容器电路符号及重要 特性.....	106
4.2.1 电容器的电路符号和基本结构.....	106
4.2.2 电容器隔直通交特性.....	107
4.2.3 电容器容抗特性.....	108
4.2.4 电容器储能特性和电容两端 电压不能突变特性.....	109



4.2.5	电解电容器电路符号及重要特性	109
4.2.6	电容串联电路及重要特性	111
4.2.7	电容并联电路及重要特性	112
4.2.8	有极性电解电容器并联电路和串联电路	114
4.3	电容滤波电路工作原理详解及电路故障分析	115
4.3.1	电容滤波电路工作原理分析与理解	115
4.3.2	滤波电路故障机理及故障种类	118
4.4	π 形RC滤波电路和 π 形LC滤波电路	119
4.4.1	π 形RC滤波电路工作原理分析与理解	119
4.4.2	多节 π 形RC滤波电路工作原理分析与理解	120
4.4.3	π 形LC滤波电路工作原理分析与理解	122
4.4.4	高频滤波电路工作原理分析与理解	123
4.4.5	地线有害耦合与滤波电路工作原理分析与理解	123
4.5	电子滤波器电路工作原理分析与理解	126
4.5.1	单管电子滤波器电路工作原理分析与理解	126
4.5.2	双管电子滤波器电路工作原理分析与理解	127
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	129
第5章 直流稳压电路工作原理分析与理解 131		
5.1	稳压二极管电路基础知识	132
5.1.1	稳压二极管外形特征和电路符号	132
5.1.2	稳压二极管主要参数和重要特性	133
5.1.3	稳压二极管识别和故障处理方法	134
5.2	三极管重要特性和直流电路工作原理分析	135
5.2.1	三极管电路符号和基本工作原理	135
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	138
5.2.3	三极管集电极与发射极之间内阻可控和开关特性	139
5.2.4	三极管直流电路基础知识	140
5.3	可变电阻器基础知识	144
5.3.1	可变电阻器外形特征和电路符号	144
5.3.2	可变电阻器结构和工作原理	146
5.3.3	可变电阻器主要参数和故障处理	147
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	149
5.4.1	普通二极管简易稳压电路工作原理分析与理解	149
5.4.2	稳压二极管典型稳压电路工作原理分析与理解	149
5.5	典型串联调整型稳压电路详解及电路故障分析	152
5.5.1	串联调整型稳压电路组成及各单元电路作用	152
5.5.2	直流电压波动因素解析和电路分析方法	153
5.5.3	典型串联调整型稳压电路工作原理分析与理解	154
5.6	串联调整型变形稳压电路工作原理分析与理解	156
5.6.1	串联调整管电路中复合管电路的分析	156
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	157
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	159
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	160
5.7	调整管变形电路工作原理分析与理解	160
5.7.1	调整管并联电路工作原理分析与理解	160
5.7.2	复合管调整管电路工作原理分析与理解	161
5.7.3	调整管分流电阻电路工作原理分析与理解	162
5.7.4	散热片基础知识	163
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 167		
6.1	开关稳压电源基本工作原理分析与理解	168
6.1.1	开关稳压电源与串联调整型稳压电源比较	168

6.1.2	开关稳压电路种类	169
6.1.3	串联型开关稳压电路工作原理 分析与理解	169
6.1.4	并联型开关稳压电路原理分析 与理解	171
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	172
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	173
6.2	三端稳压集成电路工作原理分析 与理解	174
6.2.1	集成电路基本知识点	174
6.2.2	集成电路引脚作用资料使用 方法	175
6.2.3	集成电路电路符号和内电路	176
6.2.4	集成电路常用引脚电路分析 方法	177
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	179
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	180
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	181
6.3	直流电压供给电路工作原理分析 与理解	181
6.3.1	了解直流电压供给电路	181
6.3.2	整机直流电压供给电路分析 方法	183

第7章 动手能力培养与电源电路故障对策 185

7.1	焊接技术及实验方法	186
7.1.1	焊接操作一般程序及实验	186
7.1.2	在印制电路板上焊接元器件	187
7.1.3	常用元器件安装形式	188
7.1.4	拆卸印制电路板上元器件	189
7.2	万用表操作方法	190
7.2.1	万用表使用安全永远第一和使用 常识	190
7.2.2	万用表欧姆挡基本操作方法	192
7.2.3	万用表直流电压测量方法	194
7.2.4	万用表交流电压挡操作方法	197
7.2.5	万用表直流电流挡操作方法	199
7.3	常用的高效检查方法	201
7.3.1	电阻检查法	201
7.3.2	电压检查法	202
7.3.3	电流检查法	202
7.3.4	代替检查法	203

7.3.5	故障再生检查法	204
7.3.6	参照检查法	205
7.3.7	经验检查法	205
7.3.8	分割检查法	206
7.3.9	加热检查法	206
7.3.10	清洗处理法	207
7.3.11	熔焊处理法	207
7.4	万用表检修电源电路故障方法	208
7.4.1	故障种类	208
7.4.2	电源变压器降压电路故障检修 方法	208
7.4.3	半波整流、电容滤波电路故障 检修方法	211
7.4.4	全波整流、电容滤波电路故障 检修方法	212
7.4.5	桥式整流、电容滤波电路故障 检修方法	212
7.4.6	直流电压供给电路故障检修 方法	213
7.4.7	简易稳压二极管稳压电路故障 检修方法	214
7.4.8	调整管稳压电路故障检修方法	214
7.4.9	实用电源电路故障检修方法及 注意事项	215

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 217

8.1	寻找印制电路板上的元器件	218
8.1.1	寻找印制电路板上的地线	218
8.1.2	寻找印制电路板上的电源电压 测试点	219
8.1.3	寻找印制电路板上的三极管	220
8.1.4	寻找印制电路板上集成电路的 某引脚	221
8.1.5	寻找印制电路板上的电阻器和 电容器	222
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	223
8.1.7	寻找印制电路板上的信号传输 线路	223
8.2	根据印制电路板画出电路图	224
8.2.1	根据印制电路板画电路图的 方法	224
8.2.2	根据元器件画电路图	225
8.3	画小型直流电源电路图	228
8.3.1	解体小型直流电源的方法	228
8.3.2	画出小型直流电源电路图	229

第1章

电源电路基础知识

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。

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有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。

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

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。

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,电源E1正极和负极之外的部分所在电路称为外电路。

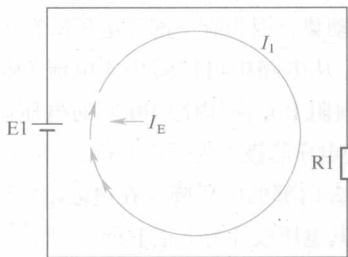


图 1-1 电源的外电路和内电路示意图

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。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。

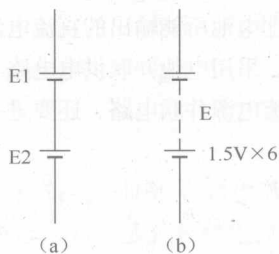


图 1-2 直流电源的串联电路

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。

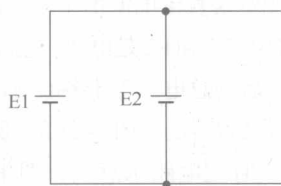


图 1-3 直流电源的并联电路

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。

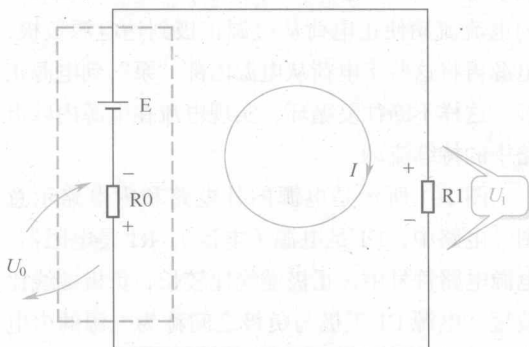


图 1-4 电源内阻示意图

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,输出电压 U_0 大小保持恒定不变。

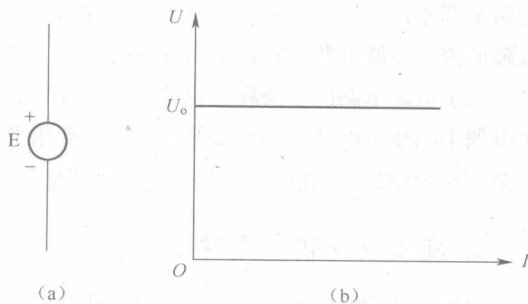


图 1-5 恒压源电路符号和电流-电压特性曲线

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。

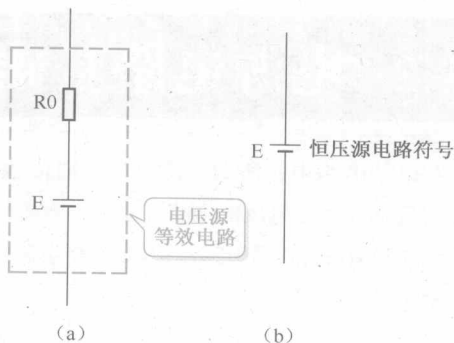


图 1-6 电压源及恒压源示意图

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。

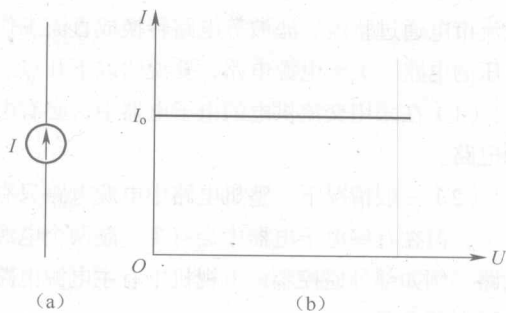


图 1-7 恒流源电路符号和电压-电流特性曲线

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

源的恒流输出特性愈好。

5. 恒流源内阻特性

图 1-8(a) 所示是电流源示意图, R_0 是电源的内阻, R_0 与电流源并联。从电路中可以看出, 内阻 R_0 愈大, 其对电流源的分流影响愈小, 对电源的输出电流影响愈小。当内阻 R_0 为无穷大时, 就是图 1-8(b) 所示的恒流源。

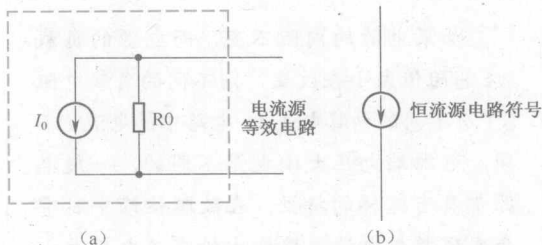


图 1-8 电流源及恒流源示意图

1.2 电源电路基础知识

在电子电路中, 所谓电源电路, 通俗地讲, 就是产生直流工作电压的电路。由于一套电子电器中往往只有一个电源电路, 因此又将电源电路称为整机电源电路。

1.2.1 基础知识

1. 电池供电的电源电路

在采用电池供电的电子电器中, 电源电路是相当简单的, 因为电池本身就是一个直流电源, 所以电源电路中没有其他电路(如整流电路等), 只有将电池电压供给有关电路的直流电压供给电路。

2. 电源电路

在没有特别说明的情况下, 电源电路就是将交流市电通过整流、滤波等电路转换成直流工作电压的电路。关于电源电路, 要说明以下几点。

(1) 在采用交流供电的电子电器中, 必有电源电路。

(2) 一般情况下, 整机电路中电源电路只有一个, 但在有些电子电器中会有主、副两个电源电路, 例如部分遥控彩色电视机中有主电源电路和副电源电路。

(3) 电源电路是整机电路的电源, 为整机各部分电子电路的正常工作提供直流工作电压。当电源电路出现故障时, 将影响整机电路的正常工作, 在进行电路故障检修时, 了解电源电路对整

机电路的影响将有助于故障检修, 提高检修速度。

(4) 整机电源电路可以只输出一路直流工作电压, 由这一路直流电压供给整机的各部分电路, 当这种电源电路出现故障时, 整机各部分电路均没有正常的直流工作电压, 整机各部分电路工作全部失常。

(5) 整机电源电路也可以同时输出两路或两路以上的直流工作电压, 且各路直流工作电压大小可以不相等, 由这几路直流工作电压分别供给整机的各部分电路。当这种电源电路的其中一路直流输出电压出现故障时, 只影响整机电路中的某一部分电路的正常工作, 不会导致整机各部分电路全部停止工作, 了解这一点对分析电源电路故障原因、检修电源电路是相当有益的。

(6) 电源电路的复杂程度相差很大, 有的电子电器中的整机电源电路相当简单, 有的则相当复杂, 甚至比整机电路中的任何一个电路都复杂。

3. 直流电压供给电路

整机电路中的电源电路输出一路或几路直流工作电压(不同的电压等级), 这些直流电压要加到整机电路的不同电路中, 这由直流电压供给电路来完成。

4. 交流电源电路

在电源电路中, 部分电子电器中有交流电源电路。所谓交流电源电路, 就是指输出电压是交