



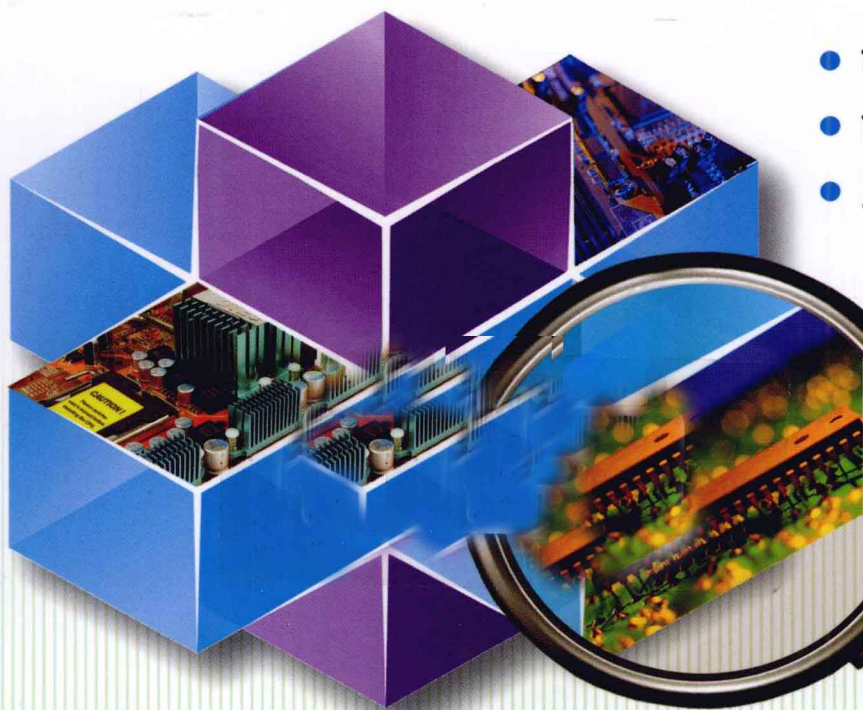
网络交友 交流解疑 良师益友 伴您成长

图 表 细 说 系 列 丛 书

图表细说

电子工程师识图

速成手册(第2版)



- 胡 斌
- 胡 松 编著
- 王桂荣



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

图表细说系列丛书

图表细说电子工程师识图 速成手册 (第2版)

胡 斌 胡 松 王桂荣 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统而详尽地讲述电子电路分析方法、思路，列举了几十个大类、数百种电子电路的工作原理，极具系统性和规模性。通过学习，读者会在掌握元器件主要特性的基础上，建立明确而具体的电路分析方法和思路，快速而有效地提高自己对电路的分析能力。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

图表细说电子工程师识图速成手册 / 胡斌，胡松，王桂荣编著. —2 版. —北京：电子工业出版社，2011.9
（图表细说系列丛书）

ISBN 978-7-121-14541-4

I. ①图… II. ①胡… ②胡… ③王… III. ①电子电路—识别—图解 IV. ①TN710-64
中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 181699 号

责任编辑：赵丽松 zls@phei.com.cn 电话：010-88254452

印 刷：北京市李史山胶印厂

装 订：

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：30.5 字数：780 千字

印 次：2011 年 9 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言

《图表细说电子工程师速成手册》和《图表细说电子工程师识图速成手册》是成为电子工程师的重要帮手,《图表细说电子工程师速成手册(第2版)》已经出版,今天《图表细说电子工程师识图速成手册(第2版)》也正式面世。

学习电子技术关键之一是分析电子电路工作原理,本书就是一本系统而详尽讲述电子电路分析方法、思路并列几十大类、数百种电子电路工作原理的书,其系统性、“规模”性实属罕见。

笔者凭借20多年的教学、科研、多本畅销书写作经验和大量的网络辅导体会,通过本书给出一个明确而具体的电路分析方法和思路:在掌握元器件主要特性的基础上,通过系统地阅读本书,由浅入深、由点到面、由表及里的层层推进,必能掌握电子电路工作原理的分析方法,快速和有效地提高自己电路分析能力。

友情提醒,许多初学者学习过程中存在一个普遍现象,即总会出现一些不能理解的为什么,从而影响学习的情绪和学习进程,造成这一现象原因很重要的原因是因为没有系统地看书学习,盲目地追求快速、跳跃式阅读会适得其反,要掌握科学的学习方法。

本书核心内容和阅读提示

为了便于读者阅读,本书不仅在写作上力求通俗易懂,由浅入深,而且在内容选择和安排上做了科学研究和精心策划,以知识点渐进方式分层次推进,对重要内容强化了细节,力求使读者读了能懂,能够掌握数百种电子电路的工作原理。

第1章 识图的轻松起步 第2章 化复杂电路为简单电路方法	讲述了识图的多种方法和一些准备知识,这些方法和知识是分析单元电路和整机电路的基础。
第3章 三极管单级放大器	讲解了共发射极、共集电极和共基极三种单级放大器的直流电流、交流电路工作原理和元器件作用,这三种放大器是三极管电路的基础,必须掌握。
第4章 负反馈放大器、多级放大器和差分放大器	详细讲述了这三种放大器的工作原理,以及它们的变形电路,电路举例都是一些实用电路,贴近实际。
第5章 音频功率放大器、调谐放大器、限幅放大器、场效应管放大器和电子管放大器	对数十种实用的音频功率放大器、调谐放大器、限幅放大器、场效应管放大器和电子管放大器工作原理进行了详细讲解,这些实用的放大器电路在众多电子电路整机电路中有着广泛应用。
第6章 电源电路基础知识和变压器降压电路 第7章 电源电路中的整流电路和滤波电路 第8章 直流稳压电路和开关稳压电路	这三章是电源电路知识,系统而全面地讲述了电源电路的各部分电路工作原理,电源电路在整机电路中是重要电路之一,由于电源电路工作性质的原因,电路故障发生率比较高,所以这部分电路工作原理一定要深入掌握,并能灵活运用。
第9章 集成电路主要引脚电路 第10章 音频集成电路、扬声器电路、集成电路运算放大器和三端稳压集成电路	这一章讲解集成电路分析方法,从集成电路的基本引脚电路工作原理开始,直到音频集成电路、集成电路运算放大器和三端稳压集成电路的实用电路工作原理的详细分析。
第11章 正弦波振荡器和稳态电路	这一章讲解了7种正弦振荡器和稳态电路工作原理,振荡器也是整机电路中时常使用的一种电路。
第12章 LED指示器和数字式显示器 第13章 特殊二极管和晶闸管实用电路 第14章 数字调谐器和红外遥控系统 第15章 博览几十种实用电路	这四章选取了大量的实用电路,通过这些电路的分析来扩大知识面,提高电路分析能力。

本书鲜明特色

内容选取	系统详细，层次渐进，实用至上，力求无障碍理解
写作形式	图会说话，表格归纳，重点细说，实现轻松阅读
电路分析	深入浅出，通俗表达，细节突破，追求深度掌握

本书学习方法友情提醒

建议广大读者采用快速阅读与精读的分步学习方法，先用五周左右时间快速阅读本书，了解全书基本内容，以及掌握一些比较简单的知识点，对快速阅读过程中遇到的不能理解问题暂时放一边，初次阅读不要求甚解。

第二个阶段的学习用数月时间进行精读，力求掌握全书90%内容。

本书相关读者交流资源

读者空中交流社区：<http://gumu.eefocus.com/>

参加本书编写的人员还有胡松、王桂荣、陈政社、陆明、王晓红、陆孟君、胡维保、陈红、蔡月红、杨维勤、杨希、陈晓社、金玉华。由于笔者水平所限，书中错误和缺点难免，敬请广大读者批评指正。

江苏大学
胡 斌

目 录

第 1 章 识图的轻松起步 1	
1.1 识图方法轻松起步 1	
1.1.1 初识电子电路图 1	
1.1.2 识图基本步骤 2	
1.1.3 电流回路分析方法 3	
1.2 亲身感受元器件及电路符号中的识图信息 7	
1.2.1 亲身感受电阻类元器件及电路符号中的识图信息 7	
1.2.2 亲身感受电容类元器件及电路符号中的识图信息 14	
1.2.3 亲身感受电感类元器件及电路符号识图信息 17	
1.2.4 亲身感受变压器及电路符号识图信息 19	
1.2.5 亲身感受二极管及电路符号识图信息 20	
1.2.6 亲身感受三极管及电路符号识图信息 22	
第 2 章 化复杂电路为简单电路的方法 25	
2.1 化整为零和集零为整的方法 25	
2.1.1 复杂电路的分解方法 25	
2.1.2 信号类型及分解方法 26	
2.1.3 信号频率的分段方法 28	
2.1.4 电路分析中集零为整的方法 30	
2.2 深入掌握电阻的概念 31	
2.2.1 电阻的概念 31	
2.2.2 其他元器件的等效理解方法 33	
2.3 深度掌握串联电路的分析方法 37	
2.3.1 掌握电阻串联电路的分析方法 37	
2.3.2 电容串联电路的等效分析方法 39	
2.3.3 其他元器件串联电路的分析方法 40	
2.4 深度掌握并联电路的分析方法 41	
2.4.1 电阻并联电路的等效分析方法 41	
2.4.2 电容并联电路的等效分析方法 43	
2.4.3 其他并联电路的等效分析方法 44	
2.5 掌握分压电路的分析方法 45	
2.5.1 图解电阻分压电路结构 45	
2.5.2 电容分压、阻容分压和其他分压电路的分析方法 47	
第 3 章 三极管单级放大器 51	
3.1 初识放大器及三极管电路 51	
3.1.1 放大器的电路符号和类型 51	
3.1.2 晶体三极管结构及工作原理简述 52	
3.1.3 三极管的三种工作状态 54	
3.1.4 NPN 型三极管各电极电压与电流的关系 56	
3.1.5 三极管的重要特性 58	
3.2 三极管实用偏置电路大全 59	
3.2.1 三极管电路的分析方法 59	
3.2.2 三极管直流电压供给电路的解说 59	
3.2.3 三极管集电极和发射极电路大全 60	
3.2.4 三极管静态电流的作用及其影响 62	
3.2.5 三极管固定式偏置电路 63	
3.2.6 三极管分压式偏置电路 65	
3.2.7 三极管集电极-基极负反馈式偏置电路 69	
3.3 共发射极放大器 70	
3.3.1 共发射极放大器的直流电路分析 70	
3.3.2 共发射极放大器信号传输分析 70	
3.3.3 共发射极放大器中元器件的作用 71	
3.3.4 共发射极放大器的特性 74	
3.3.5 共发射极放大器电路的分析举例 79	

3.4	共集电极放大器	80	4.3.4	RC 负反馈式电路	107
3.4.1	共集电极放大器直流电路和交流电路的分析	81	4.3.5	可控制负反馈量的负反馈电路	109
3.4.2	发射极电阻将电流变化转换成电压变化的原理	81	4.3.6	负反馈放大器分析小结	110
3.4.3	共集电极放大器电路故障分析	82	4.4	负反馈放大器的消振电路	111
3.4.4	共集电极放大器的重要特性	82	4.4.1	产生自激的条件和消振电路的原理	111
3.5	共基极放大器	84	4.4.2	超前式消振电路详解	112
3.5.1	共基极放大器直流电路的分析	84	4.4.3	滞后式消振电路详解	113
3.5.2	共基极放大器交流电路的分析	85	4.4.4	超前-滞后式消振电路详解	114
3.5.3	共基极放大器元器件的作用	86	4.4.5	负载阻抗补偿电路	115
3.5.4	共基极放大器电路的故障分析	86	4.4.6	电路分析小结	115
3.5.5	PNP 型三极管共基极放大器	86	4.5	多级放大器	116
3.5.6	共基极放大器的主要特性	87	4.5.1	多级放大器的电路结构和电路分析方法	116
3.5.7	共基极放大器电路分析小结	88	4.5.2	双管阻容耦合放大器	117
3.6	晶体三极管三种放大器电路分析小结	88	4.5.3	双管直接耦合放大器	118
3.6.1	单级放大器的类型判断	88	4.5.4	三级放大器	120
3.6.2	三种类型放大器特性小结和应用电路说明	89	4.6	耦合电路	120
3.6.3	直流电路、交流电路和元器件作用分析小结	90	4.6.1	级间耦合电路的种类	121
第 4 章 负反馈放大器、多级放大器和差分放大器			4.6.2	阻容耦合电路	121
4.1	负反馈放大器	92	4.6.3	直接耦合电路	123
4.1.1	正反馈和负反馈概念	92	4.6.4	变压器耦合电路	123
4.1.2	全面了解负反馈电路的种类	93	4.6.5	耦合电路分析小结	125
4.1.3	负反馈电路的分析方法	95	4.7	级间退耦电路	126
4.2	四种典型负反馈放大器	96	4.7.1	级间交连概念	126
4.2.1	电压并联负反馈放大器	97	4.7.2	退耦电路	127
4.2.2	电流串联负反馈放大器	99	4.8	差分放大器	127
4.2.3	电压串联负反馈放大器	102	4.8.1	了解差分放大器	127
4.2.4	电流并联负反馈放大器	103	4.8.2	双端输入、双端输出式差分放大器	129
4.3	特殊负反馈电路	105	4.8.3	双端输入、单端输出式差分放大器	131
4.3.1	变形负反馈电路的特点和分析方法	105	4.8.4	单端输入、单端输出式差分放大器	133
4.3.2	LC 并联谐振电路参与的负反馈电路	106	4.8.5	单端输入、双端输出式差分放大器	134
4.3.3	LC 串联谐振电路参与的负反馈电路	107	4.8.6	带恒流源的差分放大器	135
			4.8.7	具有零点校正的差分放大器	136
			4.8.8	多级差分放大器	137

第5章 音频功率放大器、调谐放大器、限幅放大器、场效应管放大器和电子管放大器

5.1 音频功率放大器基础知识	138
5.1.1 电路结构和放大器种类	138
5.1.2 甲类、乙类和甲乙类放大器	140
5.1.3 功率放大器的定阻式输出和定压式输出	142
5.1.4 推挽、互补推挽和复合互补推挽放大器	143
5.1.5 推挽输出级静态偏置电路	146
5.2 变压器耦合推挽功率放大器	148
5.2.1 推动级电路	148
5.2.2 功放输出级电路分析	148
5.2.3 元器件作用分析	149
5.2.4 电路特点和电路分析小结	150
5.3 分立元器件 OTL 功率放大器	150
5.3.1 OTL 功率放大器输出端耦合电容分析	150
5.3.2 分立元器件复合互补推挽式 OTL 功率放大器	152
5.3.3 自举电路	153
5.3.4 互补推挽式 OTL 功率放大器	154
5.3.5 OTL 功率放大器电路的特点	155
5.4 分立元器件 OCL 功率放大器	156
5.4.1 了解 OCL 功率放大器	156
5.4.2 分立元器件构成的 OCL 功率放大器	157
5.5 分立元器件 BTL 功率放大器	159
5.5.1 了解 BTL 功率放大器	159
5.5.2 分立元器件构成的 BTL 功率放大器	160
5.6 调谐放大器	162
5.6.1 LC 并联谐振选频放大器	162
5.6.2 采用陶瓷滤波器构成的调谐放大器	163
5.7 限幅放大器	164
5.7.1 限幅放大器种类及电路特点	164
5.7.2 四种限幅放大器	165
5.8 场效应管放大器	167

5.8.1 场效应管的种类及在电路中的作用	167
5.8.2 场效应管外形特征和电路符号识图信息	169
5.8.3 场效应管的结构和工作原理	171
5.8.4 场效应管的主要特性	173
5.8.5 场效应管实用偏置电路	173
5.8.6 场效应管和晶体三极管混合放大器	176
5.8.7 场效应管调频收音高频放大器	177
5.9 电子管放大器	178
5.9.1 电子管外形特征和电路符号	178
5.9.2 电子管的结构和工作原理	179
5.9.3 电子管放大器直流电路	181
5.9.4 电子管阴极输出器	182
5.9.5 电子三极管阻容耦合电压放大器	182
5.9.6 电子五极管放大器	183

第6章 电源电路基础知识和变压器降压电路

6.1 电源电路基础知识	185
6.1.1 直流电源串联电路和并联电路	185
6.1.2 电源空载和电源过载	186
6.1.3 恒压源和恒流源	187
6.1.4 电源电路知识	187
6.2 电源电路识图基础知识	189
6.2.1 电源电路中获得直流电压的三种方法	189
6.2.2 普通电源电路的方框图及各部分电路的作用	189
6.2.3 含稳压电路的电源电路方框图及各部分电路的作用	191
6.2.4 开关电源电路的方框图及各部分电路的作用	192
6.2.5 细分电源电路种类	193
6.3 电源与接地和电源变压器基础知识	195
6.3.1 电子电路的接地	195
6.3.2 变压器基础知识	196
6.3.3 变压器的重要特性	198
6.4 电源变压器降压电路	199

6.4.1	典型电源变压器降压电路	199	7.5.2	负极性桥式整流电路	232
6.4.2	常见电源变压器降压电路	200	7.5.3	桥堆构成的桥式整流电路	232
6.5	电源开关电路和过电流保护电路	201	7.6	倍压整流电路和整流电路分析小结	233
6.5.1	四种电源开关电路	201	7.6.1	二倍压整流电路	234
6.5.2	四种使用熔断器的过电流保护 电路	205	7.6.2	实用倍压整流电路举例	235
6.5.3	熔断电阻器简介	207	7.6.3	整流二极管的反向耐压和整流 电路识图小结	236
6.6	电源高频抗干扰电路	208	7.7	电源电路中的滤波电路	238
6.6.1	电源变压器屏蔽层高频抗干扰 电路和电容高频抗干扰电路	208	7.7.1	了解滤波电路	238
6.6.2	电感高频抗干扰电路和混合高频 抗干扰电路	209	7.7.2	电容滤波电路	240
6.7	交流输入电压转换电路和交流低压转换 电路	212	7.7.3	四种 π 型 RC 滤波电路	242
6.7.1	交流电压转换原理和电路特点	212	7.7.4	π 型 LC 滤波电路	244
6.7.2	交流输入电压转换电路分析	213	7.7.5	电源滤波电路中的高频滤波 电路	245
6.7.3	电源变压器交流低压转换电路	213	7.8	三种电子滤波器	246
第 7 章	电源电路中的整流电路和滤波 电路	214	7.8.1	典型电子滤波器	247
7.1	电源电路中整流二极管和桥堆的知识	214	7.8.2	具有稳压功能的单管电子滤 波器	248
7.1.1	二极管的结构及工作状态判断 方法	214	7.9	地线有害耦合与滤波电路	249
7.1.2	桥堆及半桥	215	7.9.1	单路直流电源电路	249
7.1.3	四种整流电路	217	7.9.2	两路直流电源电路	249
7.2	典型的二极管半波整流电路	218	第 8 章	直流稳压电路和开关稳压电路	251
7.2.1	整流二极管两种工作状态的等 效理解方法	218	8.1	稳压二极管的基本知识	251
7.2.2	整流电路的分析方法	219	8.1.1	稳压二极管的外形特征和电路 符号	251
7.3	其他半波整流电路	222	8.1.2	稳压二极管的结构和工作原理	252
7.3.1	负极性半波整流电路	222	8.1.3	稳压二极管的主要参数和重要 特性	253
7.3.2	另一种正、负极性半波整流 电路	223	8.2	二极管和稳压二极管直流稳压电路	254
7.4	电源电路中的四种全波整流电路	224	8.2.1	普通二极管简易稳压电路详解及 电路故障分析	254
7.4.1	正极性全波整流电路	224	8.2.2	典型的稳压二极管电路	255
7.4.2	负极性全波整流电路	225	8.2.3	二极管和稳压二极管混合直流 稳压电路	256
7.4.3	正、负极性全波整流电路	226	8.2.4	特殊稳压二极管稳压电路	258
7.4.4	半桥堆构成的全波整流电路	228	8.3	串联调整稳压电路	258
7.5	电源电路中的三种桥式整流电路	229	8.3.1	串联调整稳压电路的组成及各 单元电路的作用	258
7.5.1	电源电路中典型的正极性桥式 整流电路	229	8.3.2	稳压电路的分析方法	260
			8.3.3	直流电压波动因素	260

8.3.4	典型的串联调整稳压电路的分析	261	9.2.4	集成电路电源、接地引脚组合电路和电流回路	288
8.4	采用复合管的串联调整稳压电路	263	9.2.5	电源引脚和接地引脚外电路特征及识图小结	291
8.4.1	复合管串联调整稳压电路中的复合管电路	263	9.3	集成电路输入引脚和输出引脚电路	293
8.4.2	采用复合管的串联调整稳压电路	264	9.3.1	掌握集成电路信号输入引脚和信号输出引脚电路的意义	293
8.4.3	采用辅助电源的串联调整稳压电路	265	9.3.2	信号输入引脚的种类	294
8.4.4	接有加速电容的串联调整稳压电路	266	9.3.3	信号输入引脚外电路特征和识图方法	296
8.4.5	调整管三种变形电路及电路分析小结	268	9.4	集成电路信号输出引脚电路	300
8.5	开关稳压电源原理	269	9.4.1	集成电路信号输出引脚的种类	300
8.5.1	开关稳压电源与串联调整稳压电源比较	269	9.4.2	三种常用音频功率放大器集成电路信号输出引脚的外电路	301
8.5.2	开关稳压电路种类综述	271	第 10 章 音频集成电路、扬声器电路、集成电路运算放大器和三端稳压集成电路		303
8.5.3	串联开关稳压电路原理	271	10.1	集成电路音频前置放大器	303
8.5.4	并联开关稳压电路原理	273	10.1.1	集成电路引脚作用和直流、交流电路分析	303
8.5.5	脉冲变压器耦合并联开关稳压电路	274	10.1.2	集成电路的交流负反馈电路	304
8.5.6	调宽式开关稳压电路和调频式开关稳压电路	275	10.2	单声道和双声道 OTL 集成电路音频功率放大器	305
8.6	直流电压供给电路	276	10.2.1	典型的单声道 OTL 集成电路音频功率放大器	305
8.6.1	了解直流电压供给电路	277	10.2.2	双声道 OTL 集成电路音频功率放大器	309
8.6.2	整机直流电压供给电路的分析方法	278	10.2.3	OTL 集成电路音频功率放大器分析小结	311
8.6.3	电路分析小结	279	10.3	OCL 和 BTL 音频功率放大器集成电路	312
第 9 章 集成电路主要引脚电路		281	10.3.1	单声道 OCL 音频功率放大器集成电路	312
9.1	了解集成电路知识	281	10.3.2	采用两个单声道 OCL 集成电路构成 BTL 电路	313
9.1.1	集成电路基本知识点	281	10.3.3	单声道 BTL 音频功率放大器集成电路	316
9.1.2	集成电路引脚作用资料的使用方法	282	10.3.4	BTL 功率放大器的自倒相电路	317
9.1.3	集成电路内电路及方框图资料的使用方法	283	10.4	扬声器电路	318
9.2	集成电路常用引脚电路	284			
9.2.1	集成电路引脚外电路的分析方法	284			
9.2.2	集成电路的电源引脚电路	285			
9.2.3	集成电路的接地引脚电路	288			

10.4.1	分频电路种类	318	11.1.8	差动式振荡器	346
10.4.2	二分频扬声器电路	319	11.1.9	双管推挽式振荡器	348
10.4.3	三分频扬声器电路	321	11.2	微分电路和积分电路	349
10.5	集成运算放大器	321	11.2.1	微分电路和微分电路简介	349
10.5.1	集成运算放大器的基础知识	322	11.2.2	微分电路	349
10.5.2	集成运算放大器的电路符号、电路组成及各单元电路的作用	323	11.2.3	积分电路	351
10.5.3	集成运算放大器输入/输出信号相位特性和输出信号电压	324	11.2.4	微分电路和积分电路识图小结	352
10.5.4	集成运算放大器的应用及电路分析方法	325	11.3	双稳态电路	352
10.5.5	集成运算放大器的两种电压供给电路	326	11.3.1	集-基耦合双稳态电路	352
10.5.6	集成运算放大器构成的音频放大器	327	11.3.2	发射极耦合双稳态电路	355
10.5.7	集成运算放大器构成的恒压源电路	327	11.3.3	施密特触发器	356
10.5.8	集成运算放大器构成的电压比较器	328	11.4	单稳态电路	358
10.5.9	集成运算放大器构成的+1放大器	329	11.4.1	集-基耦合单稳态电路	358
10.6	三端稳压集成电路	330	11.4.2	发射极耦合单稳态电路	360
10.6.1	三端稳压集成电路的典型应用电路	330	11.4.3	TTL 与非门构成的单稳态触发器	363
10.6.2	认识三端稳压集成电路	331	11.5	无稳态电路——多谐振荡器	364
10.6.3	三端稳压集成电路的输出电压调整电路	331	11.5.1	分立元器件构成的多谐振荡器	365
10.6.4	三端稳压集成电路增大输出电流的电路	332	11.5.2	TTL 与非门简易多谐振荡器	366
11.1	正弦波振荡器	334	11.5.3	石英晶体多谐振荡器	367
11.1.1	正弦波振荡器的电路组成、各单元电路的作用和种类	334	11.5.4	定时器构成的多谐振荡器	368
11.1.2	正弦波振荡器的电路分析方法	335	第 12 章	LED 指示器和数字式显示器	370
11.1.3	RC 移相式正弦波振荡器	336	12.1	发光二极管指示电路	370
11.1.4	RC 选频电路正弦波振荡器	339	12.1.1	发光二极管基础知识	370
11.1.5	变压器耦合正弦波振荡器	341	12.1.2	指示灯电路	371
11.1.6	电感三点式正弦波振荡器	343	12.2	LED 电平指示器	376
11.1.7	电容三点式正弦波振荡器	345	12.2.1	LED 电平指示器的种类	376
			12.2.2	多级 LED 光柱式电平指示器	378
			12.2.3	五级单声道集成电路 LB1403 电路	380
			12.2.4	五级双声道集成电路 D7666P 电路	381
			12.2.5	功率电平指示器	383
			12.2.6	调谐指示器	385
			12.2.7	LED 光点式电平指示器	386
			12.2.8	LED 频谱式电平指示器的种类	387

12.2.9	动态扫描式 LED 频谱式电平指示器的基本原理	387
12.3	白色发光二极管基础知识及实用电路	390
12.3.1	白色发光二极管基础知识	391
12.3.2	超高亮 LED 驱动电路	393
第 13 章	特殊二极管和晶闸管实用电路	397
13.1	肖特基二极管及其典型电路	397
13.1.1	肖特基二极管外形特征和电路符号	397
13.1.2	肖特基二极管结构和内电路	398
13.1.3	肖特基二极管特性曲线和应用电路	399
13.2	快恢复和超快恢复二极管及其典型电路	399
13.2.1	快恢复二极管和超快恢复二极管外形特征及特点	399
13.2.2	快恢复二极管和超快恢复二极管电路	400
13.3	恒流二极管及其典型电路	401
13.3.1	恒流二极管外形特征和主要特性	401
13.3.2	恒流二极管电路	402
13.4	瞬态电压抑制二极管及其典型电路	403
13.4.1	瞬态电压抑制二极管外形特征和电路符号	403
13.4.2	瞬态电压抑制二极管主要特性和应用电路	403
13.5	双向触发二极管及其典型电路	404
13.5.1	双向触发二极管外形特征和主要特性	404
13.5.2	双向触发二极管实用电路	405
13.6	晶体闸流管及其典型电路	406
13.6.1	普通晶闸管	406
13.6.2	门极关断晶闸管	411
13.6.3	逆导晶闸管	412
13.6.4	双向晶闸管	413
13.6.5	温控晶闸管	415

第 14 章	数字调谐器和红外遥控系统	416
14.1	数字调谐收音电路原理	416
14.1.1	数字调谐收音电路方框图及工作原理简述	416
14.1.2	数字式调谐系统基础知识	417
14.1.3	DTS 集成电路 TC9157AP 应用电路分析	420
14.1.4	DTS 集成电路 TC9137P	424
14.2	红外遥控系统	428
14.2.1	基本知识	428
14.2.2	遥控系统选台控制方式	430
14.2.3	数字调谐选台电路简介	430
14.2.4	频率合成式数字调谐选台遥控电路简介	432
14.2.5	遥控发送器和遥控接收电路	433
14.2.6	实用彩色电视机遥控系统	434
第 15 章	博览几十种实用电路	437
15.1	直流有刷电动机控制电路	437
15.1.1	直流电动机常速、倍速控制电路	437
15.1.2	双卡连续放音控制电路	440
15.2	直流无刷电动机控制电路	442
15.2.1	直流无刷电动机驱动电路之一	442
15.2.2	直流无刷电动机驱动电路之二	443
15.3	射频变换器和天线放大器	444
15.3.1	射频变换器	444
15.3.2	天线放大器	445
15.4	实用充电器	446
15.4.1	脉冲式全自动快速充电器	446
15.4.2	可调恒流型自动充电器	447
15.4.3	简易镍镉电池充电器	449
15.4.4	镍镉电池快速充电器	450
15.5	灯光控制电路	452
15.5.1	触摸式延迟开关	452
15.5.2	简易光控开关	453
15.5.3	楼道节能照明灯	454
15.5.4	振荡式触摸节电开关	454
15.5.5	简易灯光调节器	455

15.5.6	石英射灯软启动电路	456	15.9	电炊具控制电路	467
15.6	实用定时器	457	15.9.1	家用微波炉控制电路	467
15.6.1	60 秒定时器	457	15.9.2	电磁灶控制电路	468
15.6.2	通、断两用定时器	458	15.9.3	电饭锅控制电路	469
15.6.3	可调定时自动开关	459	15.9.4	电煎锅控制电路、电烤炉控制 电路和电咖啡壶控制电路	470
15.7	实用报警器	460	15.10	其他 6 种小家电控制电路	471
15.7.1	简易声光报警器	460	15.10.1	电热毯控制电路	471
15.7.2	简易低水位报警器	461	15.10.2	电熨斗控制电路	472
15.7.3	简易汽车防盗报警器	462	15.10.3	电热水器控制电路	472
15.8	风扇控制电路和洗衣机控制电路	463	15.10.4	电吹风控制电路、电子按摩器 控制电路和电子点火器	473
15.8.1	电风扇控制电路	463			
15.8.2	排风扇自动开关电路	464			
15.8.3	洗衣机控制电路	465			

第1章 识图的轻松起步

1.1 识图方法轻松起步

众所周知，识图是学习电子技术的关键之一，也是最难过的一道关。本书将集作者 20 多年学习心得、70 余本著作撰写体会，以及教学经验、网络辅导和科研经历，力图解开轻松学会电子技术识图之谜。

1.1.1 初识电子电路图

电子电路^[1]简单的与复杂的相差甚远，请记住一点，任何复杂的电子电路都由众多简单的单元电路构成，由此可以得到一个启示：电路分析中，掌握单元电路工作原理是第一步，也是初学者至关重要的一步。

1. 初识简单的单元电路

图 1-1 所示是一种简单的单元电路，这是一个 LED^[2]指示灯电路。这一电路中的中心元器件是发光二极管 LED，找出电路中的中心元器件也是电路分析的一个重要方面，对初学者往往会比较困难。

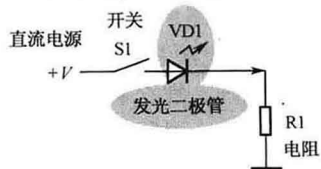


图 1-1 LED 指示灯电路

初学者阅读本书过程中若遇到不能理解的技术名词、术语和基本概念时不要着急，请暂时放开它们继续向后阅读，本书将采用渐近提示的崭新写作方式，适时地进行解释。

从图 1-1 中可以看出，这个电路由四个元器件组成，各元器件作用见表 1-1。

表 1-1 图 1-1 中元器件符号及作用

元器件符号	名称	说明
+V	直流电源	为整个电路提供“动力”，汽车的动力来源于发动机，电子电路的“动力”则来源于电源，在这个电路中则为直流电源（直流电源概念详见后面内容）
S1	开关	这一电路中的开关 S1 与日常生活中电灯泡电路的电源开关作用一样。S1 控制电源是否加到发光二极管 VD1 上，电路中的开关 S1 有两种工作状态：S1 接通时，+V 可以加到 VD1 上，VD1 工作；S1 断开时，+V 无法加到 VD1 上，VD1 不工作
VD1	发光二极管	这是一种特殊的二极管，当它通电导通后能发出可见光，它不导通时不发光，现在电子电器中大量使用这种元器件作为电源的指示灯，具有耗电少、寿命长等特点
R1	限流电阻	这一电路中的 R1 称为限流电阻，它是用来限制流过 VD1 电流的电阻，因为流过 VD1 的电流若太大，则会烧坏 VD1，适当选取 R1 的阻值，可以让流过 VD1 的电流大小恰当

图 1-1 所示电路的工作原理：当 S1 接通时，+V 提供电流流过 VD1，VD1 发光（为什么发

[1] 收音机、电视机等电器内部的电路主要使用直流工作电压供电，而且一般情况下直流电压比较低，电路主要由电阻器、电容器等电子元器件构成，这样的电路是常见的电子电路。

[2] 发光二极管，一种导通后能发出光的元器件，十分常见。

光是由这种元器件特性所决定,学电子技术的人不必钻发光二极管为什么发光这样的牛角尖);当 S1 断开时, +V 不能给 VD1 提供电流, VD1 不发光。这一电路通过 VD1 是否发光来直观地指示电源开关 S1 是接通状态还是断开状态,起到电源工作状态的指示作用。

通过这一电路的简单分析可以知道:元器件特性对电路工作原理的分析很重要,整个电路分析主要由元器件特性支撑;电路中每个元器件都它自己的作用,它们之间相互配合才能完成完整的电路功能。

2. 再识电子电路图

图 1-2 所示是一个简单的电源电路^[3]。这一电路比图 1-1 复杂一些,它是由多个单元电路组成的一个功能电路。

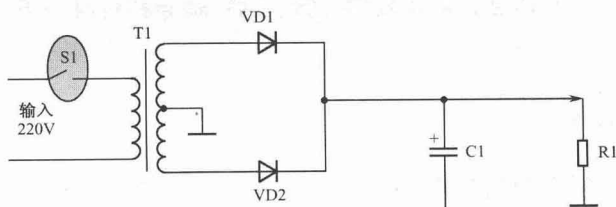


图 1-2 简单的电源电路图

这一电路中的 S1 也是电源开关,它的作用和工作原理与图 1-1 中电路一样,用来控制 220V 交流电源是否加到电源变压器 T1 的初级。如果已经掌握了图 1-1 所示电路中电源开关 S1 的工作原理,那么看到这一电路中电源开关 S1 时就能理解其作用和工作原理,电路分析的积累就是这样一个过程。

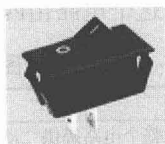
当然,这两个电路中的电源开关还有必要进行深层次的分析比较。

图 1-1 所示电路中的电源开关 S1 工作在直流电源电路中,通常它的工作电压比较低,而图 1-2 所示电路中的电源开关 S1 工作在 220V 交流电源电路中,电源电压比较高。

另外,这两种电路中所使用的电源开关类型也不同,图 1-3 是不同类型电源开关的外形照片。



直流电源中的开关



交流电源中的开关

图 1-3 不同类型电源开关的外形照片

1.1.2 识图基本步骤

前面初步认识了两幅电子电路图,如何分析这些电路图,分析到何等程度可以认为已经掌握了这个电路的工作原理,这是初学者经常疑惑的问题。

【重要友情提示】

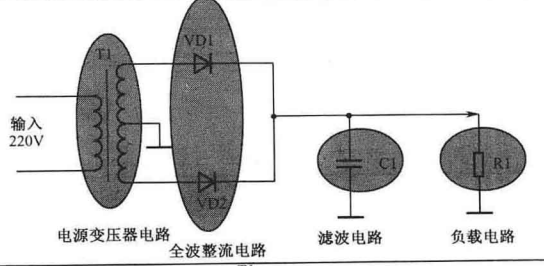
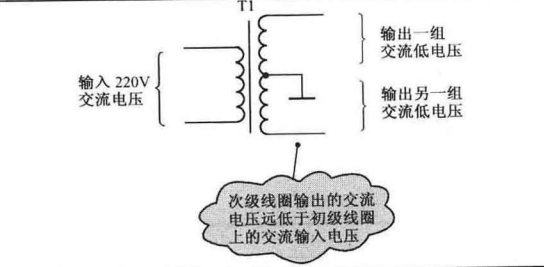
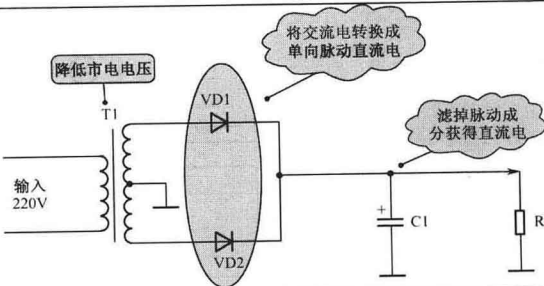
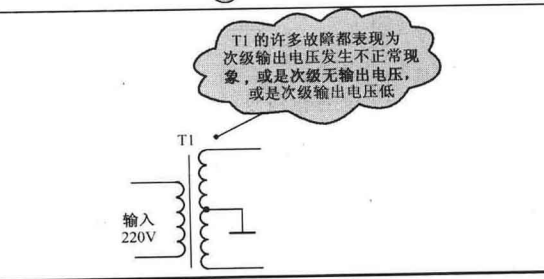
电路分析需要建立在掌握了一定的元器件知识的基础上,此外还需要掌握电路分析的方法,并且还要有一定的电路分析实践,不具备上述三点,分析电路有时会感觉“寸步难行”。

初学者有一个误区,没有进行任何系统的基础知识学习,就去分析电路图,结果经常造成这个无法理解、那个不会的情况,这样是行不通的。

[3] 一种为电子电路提供直流工作电压的电路。

下面的表 1-2 以图 1-2 的简单电源电路为例,介绍电路的分析步骤。这里要说明一点,不同类型电路其具体的分析步骤有所不同,不同目的下的电路分析也是有所不同的,这一问题将随着本书内容的讲解而逐步展开。

表 1-2 图 1-2 所示电路的分析步骤

分析步骤及说明	示意图
<p>第一步找出各部分单元电路。一个功能电路会由许多的单元电路组合而成,为了电路分析的简便需要将这些单元电路找出来。</p> <p>这一电路由电源变压器电路、全波整流电路、滤波电路和负载电路四部分组成^[4]。</p>	
<p>第二步分析这些单元电路的作用和工作原理。例如,电源变压器用来降低交流 220V 市电电压^[5],输入变压器的是 220V 交流电压,从次级输出的是交流低电压。</p> <p>在初学阶段还需要掌握电路中电流的流动回路,以加深对电路工作原理的理解。但是,在掌握电路工作原理之后对其他类似电路分析时,不必再进行电流回路的分析</p>	
<p>第三步分析电路中元器件的作用。这一分析的关键是需要掌握元器件特性,否则分析将无法进行。</p> <p>例如,掌握了电源变压器特性,才能知道它在电源电路中起着降低 220V 交流市电电压的作用,为整流电路提供较低的交流电压</p>	
<p>第四步电路故障分析。这一步分析主要为了电路故障的检修,需要的知识是有关元器件的特性和电路工作原理。</p> <p>电路故障分析主要是元器件出现故障后的电路状态分析,这里以电路中的电源变压器 T1 出现故障为例,简单说明电路故障分析方法。</p> <p>当 T1 初级线圈开路时,220V 交流电流不能流过 T1 初级线圈,所以 T1 不能工作,这时 T1 次级线圈无电压输出。还要分析 T1 出现其他故障时的电路状态</p>	

1.1.3 电流回路分析方法

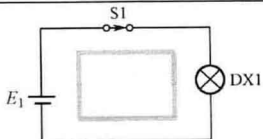
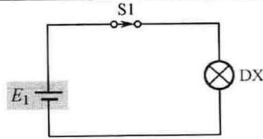
1. 产生电流的条件

在介绍电流回路的分析方法之前,先要知道电流产生的条件。电路中存在电流的流动,必须同时满足两个条件:电路成回路和回路中要有电源,详细说明见表 1-3。

[4] 电源变压器电路、全波整流电路、滤波电路和负载电路都是电源电路中常见电路,它们的作用将在后面介绍。

[5] 一般家用的电源为交流电源,它的电压为 220V,通常情况下将 220V 交流电压加入电源电路,得到电子电路所需的直流电压。

表 1-3 电路中存在电流的条件

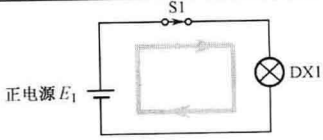
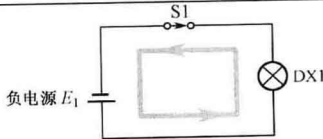
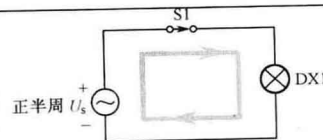
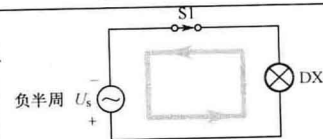
关键词	电路图	说明
电路成回路		所谓电路成回路就是电路是闭合的,见左图中电路,当开关 S1 接通后电路是成回路的, S1 断开时电路不成回路。 当开关 S1 断开时,电路中没有电流流过,因为没有满足产生电流的电路成回路条件
回路中要有电源		见左图中电源 E_1 。如果电路只是成回路而没有电源,这一闭合电路中没有电流流动。 如果电路有一个电源,但是这个电源不在回路中,这一回路中仍然没有电流

电流回路分析中关键是要找出电流的回路,分析电流回路的目的是了解这一电流回路由哪些元器件组成,或者说是这一电流流过了哪些元器件。电流回路分析主要是为故障检修服务的,当发现回路中没有电流时,要检查这一回路中所有的元器件有没有出现开路故障。

2. 五种情况下电流回路分析

电流回路的分析可分成直流、交流两大类,再根据正、负情况及交直流叠加情况来具体展开,详见表 1-4。

表 1-4 电流回路的具体分析

关键词	电路图	说明
正直流电源		E_1 是电池的电路符号 ^[6] ,长的一横表示正极,短的一横为负极。电流回路: E_1 正极→开关 S1→指示灯 DX1→ E_1 负极,再通过 E_1 内部成回路
负直流电源		电流回路: E_1 正极→指示灯 DX1→开关 S1→ E_1 负极,再通过 E_1 内部成回路
交流电源正半周 ^[7]		电流回路: U_s 上端→开关 S1→指示灯 DX1→ U_s 下端,通过 U_s 内部成回路
交流电源负半周		电流回路: U_s 下端→指示灯 DX1→开关 S1→ U_s 上端,通过 U_s 内部成回路
交直流叠加电源	当交流叠加在直流上时称为交直流混合,这种情况实用电路中最常见	

直流电源有两个引脚,一个为正极,一个为负极,所以直流电源的引脚有正、负之分。在直流电源供电的电路中,电流都是从直流电源的正极流出,通过外电路^[8]流到直流电源的负极,再经过直流电源的内部形成一个闭合的回路。

[6] 各种电子元器件在电路图中都用一个图形符号来表示,这就是电子元器件的电路符号。

[7] 交流电不同于直流电,它分有正半周和负半周,将在后面详细解说。

[8] 所谓外电路是指电源两个引脚之外的所有电路,电源两个引脚内部的电路称为电源内电路。