

电子工程师

必备

Electronics Engineer

胡斌
胡松
编著

——元器件应用宝典

强化版

- 数十类元器件基础和实用知识，数百种元器件应用电路
- 丰富的内容，精细的讲解，一本实用的元器件备查手册
- 提供网络交流平台，读者可相互交流，并有伴随服务
- 加入“我的500”创新型成才平台，坚持数月必可突破

电子工程师 必备

——元器件应用宝典

强化版

——● 胡斌 胡松 编著 ●——

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电子工程师必备——元器件应用宝典：强化版 / 胡斌, 胡松编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2012.9
ISBN 978-7-115-28551-5

I. ①电… II. ①胡… ②胡… III. ①元器件 IV.
①TB4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第116914号

内 容 提 要

全书从基础知识起步,系统地介绍了数十大类元器件的知识和数百种元器件应用电路。

书中每一种元器件的讲解均包括:电路符号信息解说、外形识别方法、型号识别方法、引脚分布规律及识别方法、引脚极性识别方法、主要特性讲解及主要特性曲线、典型应用电路详解、同功能不同形式电路的分析、质量检测方法、更换和选配方法、调整和修配方法等。

本书可作为案前元器件应用技术和电路分析的手册之用,适合于立志成为电子工程师的各级别读者学习参考。

电子工程师必备——元器件应用宝典(强化版)

-
- ◆ 编 著 胡 斌 胡 松
责任编辑 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: 50.75
字数: 1 410 千字 2012年9月第2版
印数: 8001—12 000 册 2012年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-28551-5

定价: 98.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前言

本书超级亮点

笔者凭借多年的教学、科研和百余本著作以读者为本的写作经验，精心组织编写了《电子工程师必备——元器件应用宝典（强化版）》一书，希望助您在成长为电子工程师的征途中快乐而轻松的学习，天天进步。

众所周知，元器件是构成复杂电子电路的最小元素，更是学习电子电路之基础。学习电子技术的“路线图”是：系统学习，适度动手，从元器件起步。

本书是专门讲解元器件知识、应用电路的大而全的典藏之作。

本书的“我的 500”行动为一个方法类励志版块，“我的 500”行动为您提供了一个快速成才的通道，参与行动的人们正在成功之道上有力、有趣、有效地行动，您准备好加入了吗？来吧，大家欢迎新朋友加盟！

本书的“电子技术学习内容”版块值得您一看，因为它回答了学好电子技术到底要学习哪些内容，该文受到成千上万读者的好评，相信对您一定也有益处。

本书还配备了一个实用性较强的有源音箱实验套件资料，通过理论学习再适度动手，在强化理论知识的同时又提高了操作技能。

本书配备“读者伴随服务”，读者阅读的同时一直有作者团队的伴随，详见淘宝“古木电子@读者伴随服务”。

本书修订要点

本书是《电子工程师必备——元器件应用宝典》的强化版，前书出版一年来受到广大读者的如潮好评，当当网上的读者留言更让本人感动加激动。同时，该书在 2011 年度获电子类图书销售总册数和总码洋双双全国第一名的优异成绩，这些皆增强了笔者本次修订的“雄心壮志”，希望这次的“强化版”在大江南北、长城内外能继续发扬光大第一版的优良表现。

本次“强化版”主要进行了下列增强：

保留了原书 95% 的精华内容，又新增了 20% 的内容，如数字元器件等十多种元器件，以强化元器件宝典的特质和个性，这是其一；

对部分元器件内容进行深入延伸和精致扩展，如电解电容器、LDO 稳压器等，以拓展读者的眼界和思路，欲起到抛砖引玉之作用，这是其二；

第三，在元器件知识群的构建上考虑了与本“强化版”同期出版的《电子工程师必备——九大系统电路识图宝典》配套且融为一体，以便两书进行无缝对接且知识点无重叠，笔者“企图”使这

两本书构成一个电子工程师必备的理论知识体系。

本书写作特色

人性化写作方式

所谓人性化写作是以初学者为本，减轻读者阅读负担、提高阅读效率的崭新写作方式。在充分研究和考虑电子技术类图书的识图要素后，运用写作技巧及错版技巧，消除视觉疲劳，实现阅读高效率。

个性化写作风格迎得好评如潮

从回馈的读者意见看，本人的写作风格迎合大多数读者，好评如潮：

太棒了；

慕名而来；

买了您好多书，现在还想买；

一下子就被吸引了；

我的第一感觉是感激；

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”；

是您的伟大思想和伟大作品成就了我；

只三言两语，便如拨云见日，轻松地捅破了“窗户纸”，而且还是在“轻松”的感觉中完成的；

以前是事倍功半，而现在了事半功倍；

……

本书主干知识

本书将帮助读者从基础知识起步，随着学习的进行水平得到逐步提高，从而轻松而快速地系统掌握数十大类元器件的知识和数百种元器件应用电路。

书中对每一种元器件的讲解均包括这样的内容：电路符号信息解说、外形识别、型号识别方法、引脚分布规律及识别方法、引脚极性识别方法、主要特性讲解及主要特性曲线、典型应用电路详解、同功能不同电路讲解、质量检测方法、更换和选配方法、调整和修配方法等。

本人情况简介

作为从事电子技术类图书写作近 30 年的我，一直秉承以读者为本的理念，加之勤于思考、敢于创新、努力写作，获得了读者的认可。

第一，笔风令读者喜爱，用简单的语句讲述复杂的问题，这是笔者最为擅长的方面。

第二，百本著作的理想已经实现，多套畅销书的梦想也已成功实现。

第三，依据“开卷全国图书零售市场观测系统”近几年的数据统计，本人在电子类图书销售总册数和总码洋两项指标中个人排名第一，且遥遥领先，2012年度这两项指标达到第二名的近4倍。

■ 本书读者群体

本书适合于立志成为电子工程师的初级入门者阅读，因为本书从元器件基础知识起步。

本书适合于从事电子行业的提高者阅读，因为书中内容的跨度大，整本书构成了一个较为全面和完整的元器件知识体系。

本书适合于深入掌握元器件知识的读者阅读，特别是在校大学生和刚毕业的学生，因为内容系统而全面，理论紧密联系实际，细节“丰富多彩”，架起了大学教材与实际工作之间的桥梁，阅读本书会令大学生迅速从课堂进入工作角色，因为本书厚厚的内容正是来源于实际应用的元器件，而大学教材中正是缺少这块“非常有用”的内容。

■ 网络交流平台

自7年前开通QQ实时辅导以来，本人回答了数以千计读者学习中遇到的问题。由于读者数量日益庞大，一对一的回答愈加困难，加上应广大读者相互之间交流的需求，本人已与国内知名电子类网站——与非网，结成战略合作伙伴，建立全国第一家以电子技术基础为特色的大型空中课堂平台，即“古木电子社区”。读者可直接进入 gumu.eefocus.com，我们在网络社区中见。

社区设有读者提问专栏等，其中“我的500”为创新型成才平台，欢迎更多有志人士加盟新型的成才通道。希望广大读者朋友在这一网络平台上轻松学习，快乐成长，相互交流，共同进步，走向成功！

笔者在国内首创了“读者伴随服务”，详见淘宝“古木电子 @ 读者伴随服务”店铺的门前告示。

江苏大学
胡 斌

目录

第 1 章

元器件学习内容和“我的 500”行动

1.1 元器件知识学习内容	1
1.1.1 电子技术入门学习内容	1
1.1.2 电子元器件知识的学习内容	3
1.2 元器件知识学习方法和须知	6
1.2.1 识别电子元器件	6
1.2.2 掌握元器件主要特性	8
1.2.3 元器件是故障检修关键要素	9
1.3 “我的 500”行动——成才的“良方 + 绝招”	10
1.3.1 “我的 500”行动核心内容	10
1.3.2 培养习惯和心理暗示	10
1.3.3 踏实行动从现在开始	11
1.3.4 大学生电子技术学习方法	12

第 2 章

电阻器基础知识及应用电路

2.1 普通电阻器基础知识	14
2.1.1 电阻类元器件种类	14
2.1.2 部分普通电阻器特点综述	15
2.1.3 贴片电阻器简介	16
2.1.4 普通电阻器选用原则	19
2.2 电阻器电路图形符号及型号命名方法	19
2.2.1 电阻器电路图形符号	19
2.2.2 电阻器的型号命名方法	21
2.3 电阻器参数和识别方法	22
2.3.1 电阻器的主要参数	22
2.3.2 电阻器标称值色环表示方法	24
2.3.3 电阻器参数其他表示方法	27
2.3.4 超低阻值电阻器和 0Ω 电阻器	29
2.4 电阻器基本工作原理和主要特性	31
2.4.1 电阻器基本工作原理	31
2.4.2 普通电阻器主要特性	32
2.5 电阻串联电路和并联电路	33
2.5.1 电阻串联电路	33
2.5.2 电阻串联电路故障处理	36
2.5.3 电阻并联电路	37
2.5.4 电阻并联电路故障处理	39
2.5.5 电阻串并联电路	41
2.6 电阻分压电路	43
2.6.1 电阻分压电路工作原理	43
2.6.2 电阻分压电路输出电压分析	44
2.6.3 带负载电路的电阻分压电路	45
2.7 电阻器典型应用电路	46
2.7.1 直流电压供给电路	46
2.7.2 电阻交流信号电压供给电路	48
2.7.3 电阻分流电路	48
2.7.4 电阻限流保护电路	50
2.7.5 直流电压电阻降压电路	51
2.7.6 电阻隔离电路	52
2.7.7 电流变化转换成电压变化的电阻电路	54
2.7.8 交流信号电阻分压衰减电路和基准电压电阻分级电路	55
2.7.9 音量调节限制电阻电路	56
2.7.10 阻尼电阻电路	56
2.7.11 电阻消振电路	57
2.7.12 负反馈电阻电路	58
2.7.13 恒流录音电阻电路	59
2.7.14 上拉电阻电路和下拉电阻电路	59
2.7.15 泄放电阻电路	60
2.7.16 启动电阻电路	62
2.7.17 取样电阻电路	63
2.8 熔断电阻器基础知识及应用电路	64
2.8.1 熔断电阻器外形特征和电路图形符号	64
2.8.2 熔断电阻器参数和重要特性	65
2.8.3 熔断电阻器应用电路	66
2.9 网络电阻器基础知识	66
2.9.1 网络电阻器外形特征	66
2.9.2 网络电阻器电路图形符号及识别方法	67

第3章

敏感电阻器基础知识及应用电路

3.1 热敏电阻器基础知识及应用电路	70
3.1.1 热敏电阻器外形特征和电路图形符号	70
3.1.2 热敏电阻器型号命名方法和主要参数	71
3.1.3 热敏电阻器特性	72
3.1.4 PTC 热敏电阻器开水自动报警电路	73
3.1.5 PTC 热敏电阻消磁电路	74
3.1.6 DC/DC 变换器中热敏电阻器应用电路	75
3.1.7 NTC 热敏电阻器抑制浪涌电路	76
3.2 压敏电阻器基础知识及应用电路	77
3.2.1 压敏电阻器外形特征和电路图形符号	77
3.2.2 压敏电阻器特性	78
3.2.3 压敏电阻器型号命名方法和主要参数	78
3.2.4 压敏电阻器浪涌和瞬变防护电路	80
3.2.5 压敏电阻器其他应用电路	81
3.3 光敏电阻器基础知识及应用电路	82
3.3.1 光敏电阻器外形特征和电路图形符号	83
3.3.2 光敏电阻器型号命名方法和主要参数	83
3.3.3 光敏电阻器控制电路	85
3.3.4 光敏电阻器其他应用电路	85
3.4 湿敏电阻器基础知识及应用电路	88
3.4.1 湿敏电阻器外形特征和电路图形符号	88
3.4.2 湿敏电阻器结构和主要参数	89
3.4.3 湿敏电阻器应用电路	90
3.5 气敏电阻器基础知识及应用电路	91
3.5.1 气敏电阻器外形特征和电路图形符号	91
3.5.2 气敏电阻器结构和主要参数	92
3.5.3 气敏电阻器应用电路	92
3.6 磁敏电阻器基础知识及应用电路	93
3.6.1 磁敏电阻器外形特征和电路图形符号	94
3.6.2 磁敏电阻器参数和特性	94
3.6.3 磁敏电阻器应用电路	95

第4章

可变电阻器和电位器基础知识及应用电路

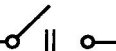
4.1 可变电阻器基础知识	96
4.1.1 可变电阻器外形特征和电路图形符号	96
4.1.2 可变电阻器工作原理和引脚识别方法	98
4.2 可变电阻器应用电路	100
4.2.1 三极管偏置电路中的可变电阻电路	100
4.2.2 光头自动功率控制 (APC) 电路灵敏度调整中的可变电阻电路	101
4.2.3 立体声平衡控制中的可变电阻电路	101
4.2.4 直流电动机转速调整中的可变电阻电路	102
4.2.5 直流电压微调可变电阻器电路	103

4.3 电位器基础知识	103
4.3.1 电位器外形特征及部分电位器特性说明	104
4.3.2 电位器电路图形符号、结构和工作原理	107
4.3.3 几种常用电位器阻值特性	109
4.3.4 电位器型号命名方法和主要参数	111
4.3.5 光敏电位器和磁敏电位器	112
4.4 电位器构成的音量控制器	114
4.4.1 单声道音量控制器	114
4.4.2 双声道音量控制器	115
4.4.3 电子音量控制器	115
4.4.4 场效应管音量控制器	120
4.4.5 级进式电位器构成的音量控制器	121
4.4.6 数字电位器构成的音量控制器	123
4.4.7 计算机耳机音量控制器	124
4.5 电位器构成的音调控制器	125
4.5.1 RC 衰减式高、低音控制器	125
4.5.2 RC 负反馈式音调控制器	126
4.5.3 LC 串联谐振图示音调控制器	127
4.5.4 集成电路图示音调控制器	129
4.5.5 分立元器件图示音调控制器	131
4.6 电位器构成的立体声平衡控制器	133
4.6.1 单联电位器构成的立体声平衡控制器	133
4.6.2 带抽头电位器构成的立体声平衡控制器	133
4.6.3 双联同轴电位器构成的立体声平衡控制器	134
4.6.4 特殊双联同轴电位器构成的立体声平衡控制器	134
4.7 电位器构成的响度控制器	135
4.7.1 单抽头式响度控制器	135
4.7.2 双抽头式响度控制器	135
4.7.3 无抽头式响度控制器	136
4.7.4 专设电位器的响度控制器	136
4.7.5 独立的响度控制器	136
4.7.6 多功能控制器集成电路	137
4.8 电位器构成的其他电路	138
4.8.1 对比度控制器	139
4.8.2 亮度控制器	140
4.8.3 色饱和度控制器	141

第5章

电容器类元器件基础知识

5.1 固定电容器基础知识	142
5.1.1 固定电容器外形特征和电路图形符号	142
5.1.2 几种电容器个性综述	144
5.1.3 电容器结构和型号命名方法	148
5.1.4 电容器主要参数	150



5.1.5	电容器参数识别方法	152	6.3.11	中和电容电路	214
5.2	电解电容器基础知识	159	6.3.12	实用有极性电解电容并联电路	215
5.2.1	电解电容器外形特征和电路图形符号	159	6.3.13	有极性电解电容器串联电路	216
5.2.2	几种电解电容器个性综述	161	6.3.14	扬声器分频电容电路	218
5.2.3	电解电容器结构	162	6.3.15	温度补偿型电容并联电路	220
5.2.4	有极性电解电容器引脚极性识别	164	6.3.16	多只小电容串并联电路	221
5.3	多层次多角度深度解说铝电解电容器	166	6.3.17	发射极旁路电容电路	221
5.3.1	工频电源电路滤波电容器设计参考	166	6.3.18	部分发射极电阻加旁路电容电路	222
5.3.2	开关电源电路滤波电容器	167	6.3.19	发射极具有高频旁路电容电路	223
5.3.3	多引脚高频铝电解电容器	169	6.3.20	发射极接有不同容量旁路电容电路	224
5.3.4	高分子聚合物固体铝电解电容器	170	6.3.21	微控制器集成电路中的电容复位电路分析	224
5.3.5	电容器损耗	172	6.3.22	静噪电容电路	225
5.3.6	电容器 ESR	174	6.3.23	加速电容电路	227
5.3.7	电容器 ESL	176	6.3.24	穿心电容电路	227
5.3.8	电容器的漏电流	176	6.3.25	交流接地电容电路	228
5.3.9	电容器的绝缘电阻和时间常数	177	6.4	可变电容器和微调电容器应用电路	229
5.3.10	电容器纹波电压和纹波电流	178	6.4.1	输入调谐电路	229
5.3.11	电容器的 Q 值	179	6.4.2	微调电容电路	230
5.3.12	电容器的温度系数	179	6.4.3	可变电容器其他应用电路	230
5.4	微调电容器和可变电容器基础知识	180	6.5	RC 电路	231
5.4.1	微调电容器和可变电容器外形特征	180	6.5.1	RC 串联电路	231
5.4.2	微调电容器结构和工作原理	182	6.5.2	RC 并联电路	233
5.4.3	可变电容器工作原理	183	6.5.3	RC 串并联电路	234
5.4.4	微调电容器和可变电容器型号命名方法	186	6.5.4	RC 消火花电路	235
			6.5.5	话筒电路中的 RC 低频噪声切除电路	236
			6.5.6	RC 录音高频补偿电路	237
			6.5.7	积分电路	238
			6.5.8	RC 去加重电路	240
			6.5.9	微分电路	241
			6.5.10	RC 低频衰减电路	244
			6.5.11	RC 低频提升电路	244
			6.5.12	RC 移相电路	245
			6.5.13	负载阻抗补偿电路	247

第 6 章

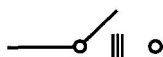
电容器主要特性及应用电路

6.1	电容器重要特性	188
6.1.1	电容器直流电源充电和放电特性	188
6.1.2	电容器交流电源充电和放电特性	191
6.1.3	电容器储能特性和容抗特性	193
6.1.4	电容器两端电压不能突变特性	194
6.1.5	电解电容器主要特性	194
6.2	电容串联电路和并联电路特性	195
6.2.1	电容串联电路及主要特性	195
6.2.2	电容并联电路及主要特性	197
6.2.3	电容串并联电路及主要特性	199
6.3	电容器典型应用电路	199
6.3.1	电容降压电路	199
6.3.2	电容分压电路	202
6.3.3	典型电容滤波电路	202
6.3.4	电源滤波电路中的高频滤波电容电路	204
6.3.5	电源电路中的电容保护电路分析	205
6.3.6	安规电容抗高频干扰电路	206
6.3.7	退耦电容电路	208
6.3.8	电容耦合电路	210
6.3.9	高频消振电容电路	213
6.3.10	消除无线电波干扰的电容电路	213

第 7 章

电感类元器件基础知识及应用电路

7.1	电感类元器件基础知识	249
7.1.1	电感类元器件外形特征	249
7.1.2	电感类元器件电路图形符号	253
7.1.3	电感器结构及工作原理	254
7.1.4	电感器主要参数和识别方法	255
7.2	电感器主要特性	257
7.2.1	电感器感抗特性和直流电阻	258
7.2.2	线圈中的电流不能突变特性	259
7.3	电感器典型应用电路	261
7.3.1	分频电路中的分频电感电路	261
7.3.2	电源电路中的电感滤波电路	262
7.3.3	共模和差模电感电路	263



7.3.4	储能电感电路	264
7.4	多种专用线圈电路	265
7.4.1	行线性线圈电路	265
7.4.2	视频检波线圈电路	266
7.4.3	行振荡线圈电路	268
7.4.4	偏转线圈电路	268
7.5	磁棒天线电路	269
7.5.1	磁棒天线外形特征和电路图形符号	269
7.5.2	磁棒天线结构和工作原理	271
7.5.3	磁棒基础知识	272

第8章

变压器基础知识及应用电路

8.1	变压器基础知识	275
8.1.1	变压器外形特征	275
8.1.2	变压器结构和工作原理	279
8.1.3	变压器常用参数及参数识别方法	280
8.2	变压器主要特性	281
8.2.1	变压器主要应用电路综述	281
8.2.2	隔离特性	283
8.2.3	隔直流通交流特性	284
8.2.4	一次、二次绕组电压和电流之间的关系	285
8.2.5	一次和二次绕组之间的阻抗关系	285
8.3	电源变压器应用电路	286
8.3.1	典型电源变压器电路	287
8.3.2	电源变压器故障综述	288
8.3.3	二次抽头电源变压器电路	292
8.3.4	两组二次绕组电源变压器电路	293
8.3.5	具有交流输入电压转换装置的电源变压器电路	293
8.3.6	开关变压器电路	294
8.4	其他变压器电路	295
8.4.1	枕形校正变压器电路	296
8.4.2	行输出变压器电路	296
8.4.3	音频输入变压器电路	298
8.4.4	音频输出耦合变压器电路	301
8.4.5	中频变压器耦合电路	302
8.4.6	线间变压器电路	303
8.4.7	变压器耦合正弦波振荡器电路	304
8.4.8	实用变压器耦合振荡器电路	307
8.4.9	电感三点式正弦波振荡器电路	308
8.4.10	双管推挽式振荡器电路	309

第9章

LC电路和RL电路

9.1	LC谐振电路	311
-----	--------	-----

9.1.1	LC自由谐振过程	311
9.1.2	LC并联谐振电路主要特性	313
9.1.3	LC串联谐振电路主要特性	317

9.2 LC并联谐振电路和串联谐振电路

9.2.1	LC并联谐振阻波电路	320
9.2.2	LC并联谐振选频电路	320
9.2.3	LC并联谐振移相电路	322
9.2.4	LC串联谐振吸收电路	323
9.2.5	串联谐振高频提升电路分析	323
9.2.6	放音磁头高频补偿电路分析	324
9.2.7	输入调谐电路	324
9.2.8	LC谐振电路小结	325

9.3 RL移相电路

9.3.1	准备知识	326
9.3.2	RL超前移相电路	326
9.3.3	RL滞后移相电路	327
9.3.4	LC、RL电路特性小结	327

第10章

常用二极管基础知识

10.1	二极管基础知识	329
10.1.1	二极管外形特征和电路图形符号	329
10.1.2	二极管型号命名方法	337
10.1.3	二极管主要参数和引脚极性识别方法	339
10.1.4	二极管工作状态说明	341
10.2	二极管主要特性	343
10.2.1	正向特性和反向特性	344
10.2.2	正向压降基本不变特性和温度特性	345
10.2.3	正向电阻小、反向电阻大特性	345
10.3	桥堆和红外发光二极管基础知识	347
10.3.1	桥堆基础知识	347
10.3.2	高压硅堆和二极管排	349
10.3.3	红外发光二极管基础知识	350
10.4	稳压二极管基础知识	351
10.4.1	稳压二极管种类和外形特征	352
10.4.2	稳压二极管结构和工作原理	353
10.4.3	稳压二极管主要参数和主要特性	354
10.5	变容二极管基础知识	355
10.5.1	变容二极管外形特征和种类	355
10.5.2	变容二极管工作原理和主要参数	356

第11章

常用二极管应用电路

11.1	二极管整流电路	357
11.1.1	正极性半波整流电路	358
11.1.2	负极性半波整流电路	361
11.1.3	正、负极性半波整流电路	361

11.1.4	两组二次绕组的正、负极性半波整流电路	363
11.1.5	正极性全波整流电路	364
11.1.6	负极性全波整流电路	366
11.1.7	正、负极性全波整流电路	368
11.1.8	正极性桥式整流电路	369
11.1.9	负极性桥式整流电路	371
11.1.10	2 倍压整流电路	373
11.1.11	4 种整流电路小结	374
11.2	二极管其他应用电路	376
11.2.1	二极管简易直流稳压电路	376
11.2.2	二极管限幅电路	377
11.2.3	二极管温度补偿电路	379
11.2.4	二极管控制电路	380
11.2.5	二极管开关电路	382
11.2.6	二极管检波电路	385
11.2.7	继电器驱动电路中的二极管保护电路	388
11.2.8	续流二极管电路	389
11.2.9	二极管或门电路	389
11.2.10	二极管与门电路	390
11.3	桥堆、稳压二极管和变容二极管电路	392
11.3.1	桥堆构成的整流电路	392
11.3.2	稳压二极管应用电路	393
11.3.3	变容二极管应用电路	395

第 12 章

发光二极管基础知识及应用电路

12.1	发光二极管基础知识	396
12.1.1	发光二极管外形特征和种类	396
12.1.2	发光二极管参数	398
12.1.3	发光二极管主要特性	399
12.1.4	发光二极管引脚极性识别方法	401
12.1.5	电压控制型和闪烁型发光二极管	402
12.2	发光二极管指示灯电路	402
12.2.1	指示灯电路种类	402
12.2.2	发光二极管直流电源指示灯电路	403
12.2.3	发光二极管交流电源指示灯电路	405
12.2.4	发光二极管按键指示灯电路	406
12.3	LED 电平指示器	410
12.3.1	LED 电平指示器种类	410
12.3.2	多级 LED 光柱式电平指示器	411
12.3.3	5 级单声道集成电路 LB1403	413
12.3.4	9 级单声道集成电路 LB1409	415
12.3.5	5 级双声道集成电路 D7666P	416
12.3.6	功率电平指示器	418
12.3.7	调谐电平指示器	420
12.4	其他形式 LED 电平指示器	422

12.4.1	LED 光点式电平指示器	422
12.4.2	动态扫描式 LED 频谱式电平指示器	424
12.4.3	频压法 LED 频谱式电平指示器	427
12.4.4	全发光 LED 频谱式电平指示器	430
12.4.5	实用频谱式电平指示器	431
12.5	白色发光二极管基础知识及应用电路	433
12.5.1	白色 LED 基础知识	433
12.5.2	超高亮 LED 驱动电路	435
12.5.3	线性恒流 LED 驱动集成电路典型应用电路	440

第 13 章

其他 13 种二极管实用知识及应用电路

13.1	肖特基二极管基础知识及应用电路	445
13.1.1	肖特基二极管外形特征和应用说明	445
13.1.2	肖特基二极管结构和内电路	446
13.1.3	肖特基二极管特性曲线和应用电路	449
13.2	快恢复二极管和超快恢复二极管基础知识及应用电路	449
13.2.1	快恢复二极管和超快恢复二极管外形特征及特点	449
13.2.2	快恢复二极管和超快恢复二极管应用电路	450
13.3	恒流二极管基础知识及应用电路	451
13.3.1	恒流二极管外形特征和主要特性	451
13.3.2	恒流二极管应用电路	452
13.4	瞬态电压抑制二极管基础知识及应用电路	453
13.4.1	瞬态电压抑制二极管外形特征和与稳压二极管的特性比较	453
13.4.2	瞬态电压抑制二极管主要特性和应用电路	454
13.5	双向触发二极管基础知识及应用电路	455
13.5.1	双向触发二极管外形特征和主要特性	455
13.5.2	双向触发二极管应用电路	455
13.6	变阻二极管基础知识及应用电路	456
13.6.1	变阻二极管基础知识	456
13.6.2	变阻二极管应用电路	456
13.7	其他 7 种二极管基础知识综述	457

第 14 章

三极管基础知识和直流电路

14.1	三极管基础知识	461
14.1.1	三极管种类和外形特征	461

14.1.2	三极管电路图形符号	465
14.1.3	三极管型号命名方法	467
14.1.4	三极管结构和基本工作原理	471
14.1.5	三极管3种工作状态说明	472
14.1.6	三极管各电极电压与电流之间的关系	475
14.1.7	三极管主要参数	476
14.1.8	三极管封装形式	477
14.1.9	用万用表分辨三极管的方法	479
14.2	三极管主要特性	482
14.2.1	三极管电流放大和控制特性	484
14.2.2	三极管集电极与发射极之间内阻可控和开关特性	486
14.2.3	发射极电压跟随基极电压特性和输入、输出特性	486
14.3	三极管直流电路	488
14.3.1	三极管电路分析方法	488
14.3.2	三极管静态电流作用及其影响	490
14.4	三大类三极管偏置电路	492
14.4.1	三极管固定式偏置电路	492
14.4.2	三极管分压式偏置电路	495
14.4.3	三极管集电极-基极负反馈式偏置电路	499
14.5	三极管集电极直流电路	500
14.5.1	三极管集电极直流电路特点和分析方法	501
14.5.2	常见的集电极直流电路	501
14.5.3	变形的集电极直流电路	503
14.6	三极管发射极直流电路	503
14.6.1	常见的三极管发射极直流电路	503
14.6.2	其他3种发射极直流电路	505

第15章

3种基本的单级放大器

15.1	共发射极放大器	507
15.1.1	直流和交流电路分析	507
15.1.2	共发射极放大器中元器件作用的分析	508
15.1.3	共发射极放大器主要特性	510
15.2	共集电极放大器	512
15.2.1	共集电极单级放大器电路特征和直流电路分析	512
15.2.2	共集电极放大器交流电路和发射极电阻分析	512
15.2.3	共集电极放大器主要特性	513
15.3	共基极放大器	515
15.3.1	共基极放大器直流电路	515
15.3.2	共基极放大器交流电路及元器件作用分析	516

15.3.3	共基极放大器主要特性	517
15.4	3种类型的单级放大器小结	518
15.4.1	3种类型放大器综述	518
15.4.2	3种类型放大器的判断方法	519

第16章

集成电路基础知识

16.1	集成电路基础知识 ABC	521
16.1.1	集成电路应用电路的识图方法	521
16.1.2	集成电路的外形特征和图形符号	522
16.1.3	集成电路的分类	524
16.1.4	集成电路的特点	526
16.2	集成电路的型号命名方法和各类实用资料的使用说明	527
16.2.1	国内外集成电路的型号命名方法	528
16.2.2	有关集成电路引脚作用的资料说明	531
16.2.3	有关集成电路内电路方框图和内电路的资料说明	532
16.2.4	有关集成电路引脚直流工作电压的资料说明	533
16.2.5	有关引脚对地电阻值的资料说明	534
16.2.6	有关引脚信号波形的资料说明	535
16.2.7	几种常见的集成电路封装形式说明	536
16.2.8	集成电路 SC1308L 资料完整解读	537

第17章

集成电路常用引脚外电路

17.1	集成电路引脚分布规律及引脚识别方法	541
17.1.1	识别引脚号的意义	541
17.1.2	单列集成电路引脚分布规律及识别秘诀	542
17.1.3	双列集成电路引脚分布规律及识别秘诀	543
17.1.4	四列集成电路引脚分布规律及识别秘诀	545
17.1.5	金属封装集成电路引脚分布规律及识别秘诀	545
17.1.6	反向分布集成电路引脚分布规律及识别秘诀	546
17.2	集成电路电源引脚和接地引脚识别方法及外电路分析	546
17.2.1	分析电源引脚和接地引脚的意义	546
17.2.2	电源引脚和接地引脚的种类	547
17.2.3	电源引脚和接地引脚的4种电路组合形式及外电路分析	549
17.2.4	电源引脚和接地引脚外电路特征及识图方法	551

17.3	集成电路信号输入引脚和信号输出 引脚识别方法及外电路分析	553
17.3.1	分析信号输入引脚和信号输出引脚的 意义	553
17.3.2	信号输入引脚和信号输出引脚的 种类	554
17.3.3	信号输入引脚外电路特征及识图 方法	556
17.3.4	信号输出引脚外电路特征及识图 方法	560
17.3.5	集成电路输入和输出引脚外电路 识图小结和信号传输分析	563
17.4	多层次全方位讲解低压差线性稳压 器集成电路	564
17.4.1	低压差线性稳压器集成电路工作原理	564
17.4.2	固定型低压差线性稳压器集成电路 典型应用电路	565
17.4.3	调节型低压差线性稳压器集成电路 典型应用电路	566
17.4.4	5脚调节型低压差线性稳压器集成 电路	566
17.4.5	低压差线性稳压器集成电路并联运用 电路	567
17.4.6	负电压输出低压差线性稳压器集成 电路	568
17.4.7	带电源显示的低压差线性稳压器集成 电路	569
17.4.8	双路输出低压差线性稳压器集成 电路	569
17.4.9	3路(1LDO+2DC/DC)输出低压差 线性稳压器集成电路	570
17.4.10	4路输出(2LDO+2DC/DC)低压差 线性稳压器集成电路	572
17.4.11	低压差线性稳压器集成电路主要 参数	574
17.4.12	低压差线性稳压器与开关稳压器 比较	575
17.4.13	稳压器分类	575
17.4.14	超低压差线性稳压器	575
17.4.15	稳压器调整管类型和输入、输出 电容	576
17.4.16	低压差线性稳压器4种应用类型	577

第 18 章

开关件及接插件电路

18.1	普通开关件	579
18.1.1	开关件外形特征和图形符号	580
18.1.2	开关件基本工作原理和特性、参数	581
18.2	专用开关件	583
18.2.1	波段开关外形识别与图形符号	583

18.2.2	波段开关结构和工作原理	584
18.2.3	录放开关	585
18.2.4	机芯开关	586
18.3	开关电路	586
18.3.1	电源开关电路	586
18.3.2	机芯开关电路	589
18.4	通用接插件知识	590
18.4.1	$\phi 3.5$ 插头 / 插座	590
18.4.2	针型插头 / 插座	593
18.4.3	其他插头 / 插座	594
18.4.4	电路板常用接插件	595
18.4.5	接插件实用电路	596
18.5	电脑接插件	597
18.5.1	电脑接口	597
18.5.2	电脑主板 CPU 插槽和扩展插槽实用 知识	600

第 19 章

晶体闸流管、场效应管和 电子管

19.1	晶体闸流管基础知识	604
19.1.1	晶闸管外形特征和电路图形符号	604
19.1.2	普通晶闸管	607
19.1.3	门极关断晶闸管	610
19.1.4	逆导晶闸管	612
19.1.5	双向晶闸管	612
19.1.6	温控晶闸管	614
19.1.7	部分晶闸管引脚分布规律	614
19.2	场效应管基础知识	615
19.2.1	认识场效应管	615
19.2.2	场效应管电路图形符号识图信息	617
19.2.3	场效应管结构和工作原理	619
19.2.4	场效应管主要特性和参数	620
19.2.5	场效应管实用偏置电路	622
19.3	电子管基础知识	626
19.3.1	电子管外形特征和电路图形符号	626
19.3.2	电子管结构和工作原理	627
19.3.3	电子管主要特性和参数	628
19.3.4	电子管放大器直流电路	629
19.4	放大器件的鼻祖和音色令人神往的 胆机	630
19.4.1	记住真空二极管和三极管发明人	630
19.4.2	胆机	632
19.4.3	名牌电子管简介	634

第 20 章

其他元器件

20.1	继电器基础知识及应用电路	636
------	--------------------	-----

20.1.1	继电器基础知识	636	20.8.7	重叠式辉光数码管显示电路	680
20.1.2	继电器控制功能转换开关电路	639	20.8.8	液晶显示器	683
20.1.3	继电器触点常闭式扬声器保护电路	640	20.8.9	有机发光二极管	684
20.1.4	另一种继电器触点常闭式扬声器保护电路	641	20.9	半导体存储器	685
20.1.5	继电器触点常开式扬声器保护电路	643	20.9.1	存储器和半导体存储器种类	685
20.1.6	采用开关集成电路和继电器构成的扬声器保护电路	645	20.9.2	随机存储器 (RAM)	686
20.2	卡座磁头基础知识及应用电路	647	20.9.3	只读存储器 (ROM)	687
20.2.1	磁头外形特征和电路图形符号	647	20.10	扬声器基础知识及应用电路	690
20.2.2	磁头结构和主要参数	648	20.10.1	扬声器外形特征和电路图形符号	690
20.2.3	放音磁头和录放磁头输入电路	649	20.10.2	电动式扬声器工作原理和主要特性	691
20.3	直流有刷电动机基础知识及应用电路	652	20.10.3	扬声器引脚极性识别方法	692
20.3.1	直流有刷电动机外形特征和电路图形符号	653	20.10.4	扬声器分频电路	693
20.3.2	直流有刷电动机结构和主要参数	653	20.11	传声器	694
20.3.3	直流电动机识别方法	654	20.11.1	驻极体电容式传声器	694
20.3.4	电动机速度转换电路	654	20.11.2	动圈式传声器	696
20.3.5	电动机连续放音控制电路	656	20.12	陶瓷气体放电管	696
20.4	石英晶振器基础知识及应用电路	658	20.12.1	陶瓷气体放电管结构	697
20.4.1	石英晶振外形特征和电路图形符号	658	20.12.2	陶瓷气体放电管应用电路	697
20.4.2	石英晶振工作原理和命名方法	659	20.13	电路板、面包板和散热片	698
20.4.3	石英晶振构成的串联型振荡器	661	20.13.1	电路板	698
20.4.4	石英晶振构成的并联型振荡器	662	20.13.2	面包板和一次性万用电路板	699
20.4.5	石英晶体自激多谐振荡器	662	20.13.3	散热片	700
20.4.6	微控制器电路中的晶振电路	663	20.14	音响线材	702
20.5	陶瓷滤波器基础知识及应用电路	664	20.14.1	线材与靓声	702
20.5.1	陶瓷滤波器外形特征和电路图形符号	664	20.14.2	发烧线材	703
20.5.2	陶瓷滤波器等效电路和主要参数	665	第21章	常用元器件检测方法	
20.5.3	陶瓷滤波器应用电路	666	21.1	电阻器检测方法	707
20.6	声表面波滤波器基础知识及应用电路	668	21.1.1	万用表测量各种规格电阻器	707
20.6.1	声表面波滤波器基础知识	668	21.1.2	万用表在路测量电阻器阻值	708
20.6.2	典型应用电路	669	21.1.3	电阻器修复与选配	712
20.7	光电耦合器	670	21.1.4	熔断电阻器故障处理	712
20.7.1	光电耦合器工作原理	670	21.2	可变电阻器和电位器检测及故障处理	713
20.7.2	光电耦合器内电路	671	21.2.1	可变电阻器检测及故障处理	713
20.8	数字式显示器基础知识及应用电路	671	21.2.2	电位器检测及故障处理	715
20.8.1	数字式显示器基础知识	671	21.3	敏感电阻器检测方法	717
20.8.2	分段式发光二极管数码管显示电路	672	21.3.1	热敏电阻器检测方法	717
20.8.3	荧光数码管	674	21.3.2	压敏电阻器和光敏电阻器检测方法	719
20.8.4	八段式荧光数码管译码器	675	21.4	电容器故障检测方法	720
20.8.5	七段式数码管显示电路	678	21.4.1	电容常见故障现象	720
20.8.6	荧光数码管 HTL 直接驱动电路和荧光数码管 TTL 加电平转换驱动电路	679	21.4.2	指针式万用表检测小电容器质量的方法	721

第21章

常用元器件检测方法

21.1	电阻器检测方法	707
21.1.1	万用表测量各种规格电阻器	707
21.1.2	万用表在路测量电阻器阻值	708
21.1.3	电阻器修复与选配	712
21.1.4	熔断电阻器故障处理	712
21.2	可变电阻器和电位器检测及故障处理	713
21.2.1	可变电阻器检测及故障处理	713
21.2.2	电位器检测及故障处理	715
21.3	敏感电阻器检测方法	717
21.3.1	热敏电阻器检测方法	717
21.3.2	压敏电阻器和光敏电阻器检测方法	719
21.4	电容器故障检测方法	720
21.4.1	电容常见故障现象	720
21.4.2	指针式万用表检测小电容器质量的方法	721

第 22 章

寻找电路板上元器件、画图方法和安装拆卸技术

21.4.3	指针式万用表检测有极性电解电容器的方法	723
21.4.4	指针式万用表欧姆档检测电容器原理	724
21.4.5	数字式万用表检测电容器的方法	724
21.4.6	固定电容器的修理和选配方法	725
21.4.7	微调电容器和可变电容器故障特征及故障处理方法	725
21.5	电感器和变压器检测方法	726
21.5.1	电感器故障处理方法	726
21.5.2	磁棒天线故障处理方法	727
21.5.3	偏转线圈故障处理方法	728
21.5.4	行线性调节器故障处理方法	729
21.5.5	变压器修理方法和选配原则	729
21.5.6	音频输入变压器和输出变压器故障处理方法	729
21.5.7	振荡绕组和中频变压器故障处理方法	730
21.5.8	行输出变压器故障处理方法	730
21.5.9	枕形校正变压器检测方法	731
21.6	普通二极管检测、选配与更换方法	731
21.6.1	普通二极管故障特征	731
21.6.2	普通二极管检测方法	732
21.6.3	二极管选配方法和更换方法	735
21.7	其他常用二极管检测方法	735
21.7.1	桥堆检测方法	735
21.7.2	稳压二极管检测方法	736
21.7.3	发光二极管检测方法	737
21.7.4	变容二极管检测方法	739
21.7.5	肖特基二极管检测方法	739
21.7.6	双基极二极管检测方法	740
21.7.7	其他二极管检测方法	740
21.8	三极管检测方法	741
21.8.1	三极管故障现象	741
21.8.2	指针式万用表检测 NPN 和 PNP 型三极管方法	741
21.8.3	三极管选配和更换操作方法	744
21.9	其他三极管检测方法	745
21.9.1	达林顿管检测方法	745
21.9.2	带阻尼行输出三极管检测方法	745
21.10	开关件和接插件检测方法	748
21.10.1	开关件故障特征和检测方法	748
21.10.2	开关件故障处理方法	750
21.10.3	波段开关检测方法	751
21.10.4	录放开关故障特征和修配方法	752
21.10.5	机芯开关检测方法	752
21.10.6	接插件检测方法	753

22.1	寻找电路板上关键测试点和元器件方法	755
22.1.1	寻找电路板上地线方法	755
22.1.2	寻找电路板上电源电压测试点方法	756
22.1.3	寻找电路板中三极管方法	757
22.1.4	寻找电路中集成电路某引脚方法	758
22.1.5	寻找电路板上电阻器方法	759
22.1.6	寻找电路板上电容器方法	760
22.1.7	寻找电路板上其他元器件方法和不认识的元器件方法	760
22.1.8	寻找电路板上信号传输线路方法	761
22.2	根据电路板画出电路原理图方法	762
22.2.1	根据电路板画电路原理图基本思路和方法	762
22.2.2	三极管电路的画图方法	764
22.2.3	集成电路画图方法	765
22.3	画小型直流电源电路图方法	766
22.3.1	解体小型直流电源方法	766
22.3.2	画出小型直流电源电路图	767
22.4	常用元器件拆卸和安装方法	769
22.4.1	常用元器件安装方法	769
22.4.2	元器件拆卸方法	771
22.5	多种集成电路拆卸和装配方法	771
22.5.1	集成电路更换操作程序	771
22.5.2	多种集成电路拆卸方法	772

附录 1

收音机套件装配指南

一、焊接实验	777
二、测试收音机套件中元器件	780
三、收音机低放电路元器件装配与焊接方法	783
四、低放电路调试方法	786
五、低放电路故障处理方法	787
六、收音机套件其他装配方法	789
七、静态电流测量方法和调试方法	789
八、三点统调方法	791

附录 2

有源音箱装配指南

一、焊接实验	796
二、有源音箱套件相关资料	797

第1章

元器件学习内容和“我的500”行动

电子技术的学习过程需要掌握哪些知识呢？励志对学习是不是有益呢？

1.1 元器件知识学习内容

学好电子技术，打好基础需要掌握哪些知识？初学者在学习之初能有所了解，学习就会心中有数，有的放矢。



重要提示

学习电子技术应该从元器件起步，这是比较科学的，也是符合学习规律的。

首先，元器件是构成任何一个电子线路的基本元素，相当于一栋大楼的水泥、钢筋、玻璃等基础建筑材料。

其次，电路功能是由各种元器件有机组合后实现的，没有元器件就没有电路的功能。

电子技术行业前途的问题，学好电子技术后就业方向的问题，以及学好这门课程需要哪些准备知识的问题等。

有位大四的学生在网络中曾这样表达了他学习的感受，大意是：几年的电子技术学习过程如同夜间行走在一条没有路灯的大街上，不知道这条街通往何处，也没办法看到大街两旁的风景。这种感受显然是对电子技术没有一个整体了解，是在为了学习而学习，是为了应付学业而学习，或是为了对付考试而学习。整体上讲存在这样感受的同学为数不少，只是这位同学生动而形象地表达出来了。

那么，学习电子技术到底难不难，难的话有多难，最难的又是什么呢？

学习任何一门技术都难，世界上没有不通过努力和刻苦学习就能掌握的技术。同时，难与不难是相对的，是动态变化的。

在学习过程中掌握了学习方法后，在努力和用心后，在运用了学习技巧之后，难的问题可以化解成不难，或只是小难。在学习取得小小进步和成功后，又增强了学习的信心和获得了新的动力。那么通过这种类似的“正反馈”，学习电子技术就变得容易得多，不信的话，为何有许许多多的人掌握了电子技术后，在专业

1.1.1 电子技术入门学习内容

1. 学好电子技术的心理准备

学习电子技术时要做好一些心理准备，在学习之初就应该认识到可能出现的困难，例如学习方法的问题，学习目的的问题，学习中遇到困难如何处置的问题，整个学习需要多少时间的问题，电子技术至少需要学习哪些知识的问题，如何检验学习效果的问题，如何处理好理论学习与动手实践之间关系的问题，从事电

领域获得了巨大成功呢？

综上所述，在学习电子技术之初，不可认为这门课程很容易学好，不可掉以轻心，同时也不必畏惧它的复杂性，做好充分的心理准备，打一场有准备之仗，这样比盲目上阵要轻松许多。

2. 学习之初重在立竿见影初见成效

学习之初大多数人都在怀疑自己学习的方法是否正确，投入的时间和精力是不是得到了相应的“回报”，这种心理是非常正常的。为了不使自己失望，需要在学习之初就见到学习的效果，给自己强大的信心和学习的动力。

为了使自己在学习之初能见到效果，学习

的起步阶段就显得十分重要了，特别是学习的切入点很重要。如果开始学习的起点过高，脱离自己的实际情况，学习过程中遇到许多不能理解的问题，一段时间后感觉困难重重，信心丢失，怀疑自己的学习能力（其实是方法不对，不是自己的错），这对以后的学习不利，所以要努力开好局。

因此，学习之初视自己的基础知识水平情况，适当选择好起点的高度就显得十分科学和必要。古人云：“万事开头难”，也给了我们足够的警示。

3. 电子技术入门学习内容

表 1-1 所示是电子技术入门学习内容。

表 1-1 电子技术入门学习内容

名称	内 容	
元器件	识别	认识元器件（如元器件外形特征识别）
		识别元器件引脚（极性、引脚排列顺序）
		参数表示方法（直标法、色标法、数字字母混标法等）
		型号命名方法
	种类	元器件的种类非常丰富
	电路符号	新电路符号
		旧电路符号
		非国标电路符号
		识图信息
		其他信息（型号、标称值等）
	结构及工作原理	了解元器件结构和工作原理有利于深入掌握元器件知识，特别是一些常用元器件
	重要特性	同一种元器件会有许多的重要特性，这是元器件学习中的重点之一
	性能参数	直流参数
		交流参数
		极限参数
		其他参数
	典型应用电路	每一种元器件都有许许多多的应用，典型应用电路是最为常见的应用电路，是学习的重点之一
检测	质量检测（脱开检测、在路检测）	
	引脚分辨	
选配方法	同型号更换	
	异型号代换、直接更换和改动更换	
更换操作技能	更换元器件是故障检修中的常用操作，有些元器件的更换操作比较复杂	