

免费辅导网站 古木电子社区 <http://gumu.eefocus.com>

图表细说系列丛书

图表细说 电子元器件

• 胡斌 编著

超值版

图表细说系列丛书

图表细说
电子元器件

• 胡斌 编著

本书特点——内容翔实、图文并茂
① 通俗易懂——从电子元器件的命名、符号、外形、参数、测试、应用等方面，深入浅出地讲解电子元器件的知识和应用。
② 图文并茂——全书配有大量实物照片、电路原理图、应用实例等，使读者一目了然。
③ 实用性强——本书可作为从事电子技术工作的工程技术人员、维修人员的参考书，也可作为职业院校、培训机构的教学用书。

电子工业出版社

相同内容
价格超低



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

图表细说电子元器件 (超值版)

胡 斌 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是《图表细说电子元器件》一书的超值版，以精细的排版方式展现全部内容。本书讲解常用的 11 大类数十种电子元器件，介绍元器件的识别方法、电路符号识图信息、主要特性、重要参数、典型应用电路、检测方法、修配技术、更换操作、调整技术等相关知识。以电子元器件为轴心，详细讲述电路识图方法和修理技术，使电子技术初学者轻松步入电子天地。

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

图表细说电子元器件：超值版 / 胡斌编著. —北京：电子工业出版社，2008.5
(图表细说系列丛书)

ISBN 978-7-121-06437-1

I. 图… II. 胡… III. 电子元件—图解 IV. TN6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 056544 号

责任编辑：赵丽松 zls@phei.com.cn

印 刷：北京市海淀区四季青印刷厂

装 订：北京鼎盛东极装订有限公司

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：13 字数：350 千字

印 次：2008 年 5 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：23.00 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 zits@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

图表细说系列丛书的人性化读本出版 5 年以来,受到广大读者热烈且真诚的欢迎,为了回馈读者,现隆重推出图表细说系列丛书超值版。《图表细说电子元器件(超值版)》横空出世,超值版的价值体现于相同字数、内容和质量的前提下,采用排版技巧、写作技巧等技术措施处理,将版面压缩 20%左右,使书价大幅下降,性价比显著提高,实现超值与精品的完美合一。

作为多年从事电子技术教学、研究、写作的人员,以读者为本,人性化写作一直是本人追求的精品写作目标,由于业务水平和写作条件等诸多因素制约,一直迟迟未能实现这一目标,这次通过本人长达一年的不懈努力和出版社、责任编辑的全力支持,克服写作、编辑、排版中的种种困难,终于圆了本人多年来的梦,在此鸣谢电子工业出版社和本书责任编辑赵丽松女士。

所谓人性化写作是以读者为本,减轻读者阅读负担,提高阅读效率的崭新写作方式。充分考虑电子技术类图书的识图要素,运用写作及排版技巧,实现图会说话和表格归纳的表现方式,方便阅读,消除视觉疲劳;充分尊重读者,去除阅读过程中的不必要劳动,使读者以最高的效率获得最大的信息量。

学习电子技术的第一步就是要掌握常用电子元器件的知识,电子元器件是组成电子电路的最小单元,元器件是电路重中之重的原因主要体现在下列两个方面:

(1)任何复杂的电子电路都是各类电子元器件有机组合的结果。电路识图过程中的困难是由于对电子元器件特性“吃不透”所致,电路工作原理的分析其实质是对电路中电子元器件作用的分析。

(2)电路故障检修的实质是快速而准确地确定电路中哪只元器件出了故障,然后对该电子元器件进行检测、修理或更换处理。如果在电路故障检修中束手无策,那也是电子元器件这个拦路虎在“作怪”。

本书就是从元器件入手,从以下角度讲解元器件的知识:

【识别方法】讲述元器件特征识别、引脚识别、极性识别、参数识别等方法,这部分内容初学者必须掌握。

【电路符号识图信息】给初学者揭开电路符号中的识图信息,帮助读者运用这些识图信息方便地分析该元器件的应用电路。

【主要特性】这是元器件知识的精髓,能否顺利分析电路工作原理,就看对元器件的主要特性是否已经深入“吃透”,这部分内容初学者必须重点掌握。

【重要参数解析】了解这些内容有利于读者掌握元器件检测技术,灵活运用元器件代替原则。

【典型应用电路图解】这是本书的核心内容之一,学习元器件知识的一个重要目的是分析电路工作原理,通过对该元器件典型应用电路的详细讲述,使初学者掌握电路分析的思路和方法,并能触类旁通,自主地分析该元器件的其他应用电路。在电路工作原理的讲述中采用图会说话的表现形式,让初学者轻松愉快地学习电子技术。

【检测方法详解】这是本书的一个重要内容,故障检修的关键一步是检测所怀疑的元器

件是否正常，所以掌握元器件的检测技术是学好修理技术的重要一环。本书介绍使用万用表对几十种电子元器件的检测方法。

【修配技术和更换操作】这部分内容关系到修理过程中的具体操作技术，是应会知识，初学者需要扎扎实实地学好、练好。

【调整技术介绍】这部分内容初学者要了解，有些元器件通过调整就能在电路中正常工作。

自5年前开通QQ实时辅导以来，回答了数以千计读者学习中遇到的问题，由于读者人群数量日益庞大，一对一的回答愈来愈困难，加上应广大读者相互交流的需求，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”。读者请直接进入 gumu.eefocus.com，我们在网络社区中见。

社区设有“互动平台”供读者提问，有“空中大讲堂”、“基础电路详解”、“难点电路详解”、“实习场”、“商场”等专栏，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。希望广大朋友在这一网络平台中轻松学习，快乐成长，结伴交流，共同进步，走向成功！

笔者欲凭借等身著作和丰富的教学经验，通过本拙作和网络中的“古木电子社区”辅导平台，为您在学习电子技术入门之道中“指点江山”，教您方法，给您思路，随您奋力搏击直到否极泰来，努力学习直到开花结果。

本人永久性QQ号码：1155390，有特殊事项请见本人QQ中的公告。

本书读者对象为无线电爱好者和电子技术爱好者、厂矿企事业单位的电工、大中专院校在校学生和刚刚走上工作岗位的毕业生、电子及通信领域的初学者，以及广大立志于在电子领域有所作为的朋友。

江苏大学

胡斌



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过二十多个春秋，结识了一大批电子技术爱好者，通过跟他们的交流，了解到他们学习中的困惑。本人一直努力学习和不断思考，梦想给读者呈现一本“少花时间、少用力气”就能学会电子技术的图书。

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；二是在学习中遇到疑难问题不能及时得到辅导。

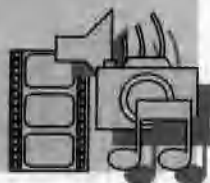


基础知识是学习的基石

入门阶段深刻、牢固地掌握基础知识是学习电子技术的充分必要条件，如果想在学习的道路上少吃苦，少遇困难，那么请扎扎实实地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看书或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。



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，感性认识的增强可促进理论知识的学习。在学习的早期，边动手操作、边进行理论知识的学习，具有点石成金之功效。

1 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，只要知道这是怎么回事，用时能在哪里找到，找到之后能用它即可。不常用到的知识点，一时的记不住是正常的，学习电子技术的关键是理解。

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，笔者运用现代通信技术，建立与读者直接沟通的网络平台，<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。

本人 QQ 号 1155390 是永久性联络地址，请记住。



致

礼！

胡斌

欢迎进入“古木电子社区”，加入论坛“我的 500” ——成才从此起步

在古木电子社区有这样一个论坛 <http://gumu.eefocus.com/bbs/>，以“我的 500”为主题，教您成才的“良招 + 绝招”。

一、核心内容

结合自己的工作或学业，确定一个方向，然后每天整理 500 字笔记，一直坚持，累计要达到 30 万字，用哲学的从量变到质变的思想来指导整理过程中的心理活动，在完成时您就具备了结构、系统、逻辑、层次、细节、亮点、特色的把握能力，同时系统地掌握了该领域的知识，这对您的成才有重大影响，信吗？信吧！

行动初期，注意只能是一个方向，不能全面开花，集中精力搞一个专题，否则短时间内的成就感不明显，会影响信心。如果感觉时间和精力充沛，可以从每天 500 字适当提高。

当您深入一个领域并成功后，将惠及其他方面，受益一生。

二、培养习惯，克服学习之初的困难

我们在学习之初会存在各种各样的问题，坚持不下去，这是普通存在的现象。在“我的 500”行动过程中，对克服心理层面的障碍有一个好方法，即请相信：一旦坚持数月后就会养成习惯，之后将进入自然状态，这时您想不做也不成，这是达尔文的进化论在学习中的具体应用，笔者的伟大理解，也是亲身体会。

采用定量考核的方法，“我的 500”行动开始的每天规定自己写 500 字，这不算多，坚持一两天没问题，要咬牙坚持 10 天，从第 11 天起加到每天 600 字，这其中的关键是不管发生什么事情，一天不能断，用自己的信誉保证前期的定量完成，坚持——保证——再坚持——再保证，坚持数月必成正果。

三、心理暗示增添持久力量

时时在心里暗示自己，现在每天所整理的学习笔记都是自己刻苦学习的历史记录和成才的轨迹，必有一天它会证明自己是一个强者，是一个经过努力和吃苦才成功的踏踏实实之人，没有投机，没有运气，更没有领导的恩惠。

时常关心自己的学习笔记已增加到了多少页，困难时看着它，想着它一天天会厚起来，过段时间将它装订成册，珍藏好，用哲学的量变到质变的思想来激励自己坚守每一天的 500 字整理笔记。

四、踏实行动完成每天行动计划

要记住，没有不吃苦能成功的事情，除非您是神仙。

困难时多想想一旦成功后的成就感，如果哪天真的一个字也不想写，那就抄吧，抄也得抄上 500 个字，拒绝停止一天的计划，初期的计划只有 500 字量的要求，没有质量的考核，也没有必要超额完成任务，更不可将当天的超出量放到次日的计划中，开始的数月只需要达到一个目的，坚守每一天，培养习惯！

五、从现在开始

不要有庄严的计划，不要有隆重的开始仪式，不要选什么好日子再开始，那些都是心理缺陷，从现在开始，请您现在就行动，早日进入状态，早日成才。

“我的 500”行动由笔者专门辅导，行动中有困难或存在放弃念头时，请在笔者网络辅导平台 <http://gumu.eefocus.com/>“我的 500”论坛中与笔者联系，您将得到心理支持和学习方式、方法的帮助，帮助您在“我的 500”行动中稳步前进。

欢迎各位有志朋友加盟“我的 500”队伍。相信两年后，参加这个行动中的许多人会成为各自岗位的重量级人才。

目 录

第 1 章 电子元器件大观园及电阻器基本电路全解 1	1.7 动手实验篇之一：动手操作技术入门 ... 22
1.1 电子元器件知识三要素 1	1.7.1 印制电路板实验解说 22
1.1.1 识别电子元器件的方法、步骤和技巧... 1	1.7.2 万用表欧姆挡实验方法 25
1.1.2 电子元器件电路符号识别方法和符号识别信息 2	1.7.3 学习书写实验报告书 26
1.1.3 了解元器件结构和基本工作原理..... 4	第 2 章 电阻类元器件知识全解及电路详解 27
1.1.4 掌握电子元器件主要特性..... 4	2.1 可变电阻器电路详解 27
1.1.5 元器件是故障检修的关键要素..... 5	2.1.1 可变电阻器外形和电路符号 27
1.2 应用最广泛的电阻器基础知识全解 6	2.1.2 可变电阻器结构和工作原理 28
1.2.1 与电阻相关的重要概念..... 6	2.1.3 可变电阻器主要参数及故障检测方法 29
1.2.2 电阻类元器件外形特征..... 6	2.1.4 可变电阻器修理和选配方法 29
1.2.3 普通电阻器基本知识详解..... 7	2.1.5 可变电阻器电路详解 30
1.2.4 普通电阻器参数的两种表示方法..... 8	2.2 电位器知识全解及电路详解 31
1.3 检测基本技能及普通电阻器检测选配方法 9	2.2.1 电位器种类和外形特征解说 31
1.3.1 万用表安全操作综述..... 9	2.2.2 电位器电路符号和工作原理 32
1.3.2 认识万用表欧姆挡 10	2.2.3 电位器主要参数表示方法 33
1.3.3 万用表在路检测电阻器..... 11	2.2.4 三种常用电位器阻值特性 34
1.3.4 万用表脱开线路检测电阻器..... 11	2.2.5 电位器故障处理方法 35
1.3.5 科学选择检测方法和注意事项..... 12	2.2.6 电位器各引脚识别方法 36
1.3.6 电阻器修复与选配方法..... 12	2.2.7 电位器故障处理方法 37
1.4 普通电阻器作用和特性详解 13	2.2.8 电位器选配原则和更换方法 38
1.4.1 普通电阻器作用 13	2.3 电位器电路详解 38
1.4.2 普通电阻器重要特性..... 14	2.3.1 立体声平衡控制器电路详解 38
1.5 电阻串联和并联电路特性详解 14	2.3.2 双声道音量控制器电路详解 39
1.5.1 电阻串联电路重要特性..... 14	2.4 熔断电阻器知识全解及电路详解 39
1.5.2 电阻串联电路解析及电路故障分析... 15	2.4.1 熔断电阻器外形特征和电路符号 39
1.5.3 电阻并联电路重要特性解说..... 16	2.4.2 熔断电阻器参数表示方法和主要特性 40
1.5.4 电阻并联电路解析及电路故障分析... 16	2.4.3 熔断电阻器故障处理方法 40
1.5.5 电阻串并联电路特性及电路故障分析 17	2.4.4 熔断电阻器电路详解 40
1.6 实用电阻电路详解及电路故障分析 18	2.5 热敏电阻器和湿敏电阻器知识全解及电路详解 40
1.6.1 典型的电阻分压电路详解..... 18	2.5.1 热敏电阻器知识全解 41
1.6.2 实用电阻分压电路详解..... 19	2.5.2 消磁电阻电路详解 41
1.6.3 电阻隔离电路详解..... 20	2.5.3 湿敏电阻器知识全解 42
1.6.4 限流保护电阻电路详解..... 21	2.6 动手实验篇之二：焊接技术入门 42
1.6.5 基准电压电阻分级电路详解..... 22	2.6.1 电烙铁常识 42
	2.6.2 电烙铁操作方法及注意事项 43
	2.6.3 焊接技术和焊接实验 43

第3章 开关件及接插件电路全解	45	4.3.3 隔直通交特性和储能特性解说	78
3.1 普通开关件	45	4.3.4 容抗特性解说	79
3.1.1 开关件外形特征和电路符号	45	4.3.5 电容两端电压不能突变特性解说	80
3.1.2 开关件基本工作原理和特性、参数解说	46	4.3.6 电容器主要特性小结	81
3.1.3 开关件故障特征和检测方法	48	4.4 普通固定电容电路详解	81
3.1.4 开关件故障处理方法	50	4.4.1 高频阻容耦合电路详解	81
3.2 专用开关件	50	4.4.2 高频负反馈电容电路详解	82
3.2.1 波段开关外形识别与电路符号	51	4.4.3 电容复位电路详解	83
3.2.2 波段开关结构和工作原理	52	4.5 电解电容器知识全解	84
3.2.3 波段开关故障特征和检测方法	52	4.5.1 电解电容器外形特征和结构	84
3.2.4 波段开关修理方法和选配原则	53	4.5.2 电解电容器外形特征和电路符号	84
3.2.5 录放开关知识全解	53	4.5.3 电解电容结构解说	85
3.2.6 机芯开关知识全解	54	4.5.4 电解电容表示方法	86
3.3 开关电路详解	55	4.5.5 电解电容故障处理方法	86
3.3.1 电源开关电路详解	55	4.5.6 电解电容器重要特性解说	87
3.3.2 机芯开关电路详解	57	4.5.7 电解电容实用电路详解	88
3.4 接插件知识全解	58	4.6 电容串并联电路全解	89
3.4.1 $\Phi 3.5$ 插头插座知识	58	4.6.1 电容器串联电路等效理解和基本特性	89
3.4.2 $\Phi 3.5$ 插头插座检测知识	60	4.6.2 实用电容器串联电路详解	90
3.4.3 针型插头插座知识	62	4.6.3 电容器并联电路等效理解和基本特性全解	91
3.4.4 其他插头插座知识全解	63	4.6.4 实用电容器并联电路详解	92
3.4.5 线路板接插件知识全解	64	4.6.5 电容串并联电路全解	93
3.4.6 接插件实用电路详解	65	4.6.6 电容电路故障分析	94
3.5 动手实验篇之三：万用表直流电压挡测量技术	66	4.6.7 电容电路小结	95
3.5.1 万用表直流电压挡简介	66	4.7 可变电容器和微调电容器知识全解	95
3.5.2 万用表直流电压挡操作方法	66	4.7.1 可变电容器和微调电容器种类概述	96
3.5.3 万用表直流电压挡实验方法	67	4.7.2 微调电容器知识全解	96
第4章 电容器知识全解及电容电路详解	69	4.7.3 单连可变电容器知识全解	97
4.1 电容器基础理论知识全解	69	4.7.4 双连可变电容器知识全解	98
4.1.1 电容器电路作用及种类概述	69	4.7.5 四连可变电容器知识全解	99
4.1.2 固定电容器外形特征和电路符号	71	4.7.6 识别方法和型号命名方法解读	100
4.1.3 两种常用固定电容器简介	71	4.7.7 可变电容器和微调电容器电路详解	101
4.1.4 固定电容器结构和电容单位	71	4.8 动手实验篇之四：电容器质量检测实验	102
4.1.5 电容器主要参数	72	4.8.1 检测电容器实验概述	102
4.1.6 电容器参数表示方法解读	72	4.8.2 检测小电容方法	102
4.2 电容器故障处理知识全解	75	4.8.3 电解电容检测方法	104
4.2.1 小电容故障现象	76	第5章 电感器和变压器知识全解	105
4.2.2 固定电容器修理、选配和更换方法	76	5.1 电感器知识全解	105
4.3 固定电容器主要特性详解	76	5.1.1 电感器的种类和工作原理	105
4.3.1 隔直特性详解	77	5.1.2 电感器的外形特征和电路符号	106
4.3.2 通交特性解说	77	5.1.3 电感器主要参数标注方法	107
		5.1.4 固定电感器解说	108

5.1.5	电感器故障处理方法	108	6.1.3	二极管主要参数解析	129
5.2	电感器主要特性和电感电路详解	110	6.1.4	二极管正负引脚表示方法解读	129
5.2.1	通直阻交特性解说	110	6.2	二极管故障处理方法解说	130
5.2.2	电感器感抗特性解说	110	6.2.1	二极管故障种类和特征解说	130
5.2.3	电感器电励磁特性解说	111	6.2.2	二极管三种检测方法解说	130
5.2.4	磁励电特性解说	112	6.2.3	二极管选配和更换方法	132
5.2.5	线圈中的电流不能发生突变特性 解说	112	6.3	二极管主要特性解说	133
5.2.6	电感器主要特性小结	113	6.3.1	单向导电性解说	133
5.3	电感电路详解	113	6.3.2	二极管正向特性和反向特性解说	133
5.3.1	电感器的串联和并联	114	6.3.3	二极管正向压降基本不变特性解说	134
5.3.2	实用电感电路详解	114	6.3.4	二极管正向电阻小、反向电阻大特性 解说	134
5.3.3	电感电路故障分析	115	6.4	二极管基本电路详解	135
5.4	普通变压器知识全解	115	6.4.1	二极管电路种类和电路分析方法 解说	135
5.4.1	普通变压器的种类和外形特征解说	115	6.4.2	半波整流电路详解	135
5.4.2	变压器电路符号	116	6.4.3	二极管简易稳压电路详解	137
5.4.3	变压器结构和工作原理	116	6.4.4	二极管检波电路分析详解	138
5.4.4	变压器主要参数解说	117	6.4.5	二极管限幅电路详解	139
5.4.5	变压器型号命名方法和标注方法	118	6.4.6	继电器驱动电路中的二极管保护电路 详解	141
5.4.6	变压器六种故障特征	118	6.4.7	二极管电路识图小结	141
5.4.7	变压器修理和选配方法	119	6.5	稳压二极管知识及典型应用电路详解	142
5.5	变压器主要特性	119	6.5.1	稳压二极管外形特征和电路符号	142
5.5.1	变压器隔离特性解说	119	6.5.2	稳压二极管结构和工作原理	142
5.5.2	隔直通交特性解说	119	6.5.3	稳压二极管主要参数和重要特性 解说	143
5.5.3	变压器变压比解说	120	6.5.4	稳压二极管故障处理方法解说	144
5.5.4	变压器电压、电流和阻抗之间的 关系	121	6.5.5	典型稳压二极管电路详解	145
5.5.5	变压器同名端特性解说	121	6.6	发光二极管知识及典型应用电路详解	145
5.5.6	屏蔽和磁性元件	122	6.6.1	发光二极管外形特征和电路符号	146
5.6	变压器电路详解	122	6.6.2	发光二极管引脚极性识别方法解说	146
5.6.1	典型电源变压器电路详解	122	6.6.3	发光二极管故障处理方法解说	147
5.6.2	次级带抽头电源变压器电路详解	123	6.6.4	发光二极管主要特性解说	148
5.6.3	次级线圈抽头接地电源变压器电路 详解	124	6.6.5	发光二极管典型应用电路详解	148
5.6.4	音频输入变压器电路详解	124	6.7	开关二极管和变容二极管知识全解	148
5.7	动手实验篇之五：交流电压测量和变 压器检测方法	125	6.7.1	开关二极管知识全解	149
5.7.1	万用表交流电压挡实验方法解说	125	6.7.2	变容二极管知识全解	149
5.7.2	变压器检测方法解说	125	6.8	动手实验篇之六：解剖小型直流电源	150
第 6 章	晶体二极管知识全解	127	6.8.1	解体小型直流电源	150
6.1	普通二极管基础知识全解	127	6.8.2	画出电路图	151
6.1.1	外形特征和电路符号	127	第 7 章	晶体三极管知识全解	152
6.1.2	二极管工作原理解析	128	7.1	三极管基础知识全解	152

7.1.1	三极管外形特征和电路符号	153	8.2.5	双层铜箔线路板上集成电路拆装方法	175
7.1.2	三极管各电极电流关系解说	154	8.3	集成电路常用引脚识别和外电路分析方法	176
7.1.3	三极管三种工作状态解说	154	8.3.1	分析四根常用引脚实用意义	176
7.1.4	三极管各电极电压与电流之间关系解说	156	8.3.2	集成电路四根引脚种类解说	177
7.1.5	三极管主要参数解说	157	8.3.3	集成电路电源引脚和接地引脚电路识图解说	178
7.1.6	三极管引脚分布规律和识别方法解说	157	8.3.4	集成电路输入引脚电路识图解说	180
7.2	三极管故障处理方法	158	8.3.5	集成电路输出引脚电路识图解说	182
7.2.1	三极管故障现象和检测方法	158	8.3.6	音频功率放大集成电路详解	183
7.2.2	三极管选配和代替方法解说	159	8.4	动手实验篇之八：测量集成电路引脚直流电压实验	184
7.3	三极管主要特性	159	8.4.1	电压检查法解说	184
7.3.1	电流放大和控制特性解说	159	8.4.2	集成电路电压检查法解说	184
7.3.2	三极管内阻可控和开关特性解说	160	8.4.3	集成电路特殊引脚直流电压测量方法	185
7.3.3	输入回路和输出回路解说	160	第9章	其他常用元器件知识全解及电路详解	186
7.3.4	三极管发射极电压跟随特性解说	161	9.1	直流电机知识全解及典型电路详解	186
7.4	三极管直流电压供给电路详解	161	9.1.1	直流电机外形特征和电路符号	187
7.4.1	三极管电路分析方法和步骤解说	161	9.1.2	直流电机主要性能参数和电机种类识别方法	187
7.4.2	三极管直流电压供给电路分析详解	162	9.1.3	直流电机故障处理方法	188
7.4.3	三极管基极偏置电路详解	163	9.1.4	直流电机电路详解	188
7.5	三极管交流电路详解	165	9.2	磁头知识全解及磁头电路详解	189
7.5.1	三极管单级放大器识图知识综述	165	9.2.1	磁头外形特征和电路符号	189
7.5.2	三极管共发射极放大器电路详解	165	9.2.2	磁头参数解说	190
7.6	动手实验篇之七：三极管识别和检测实验	167	9.2.3	磁头故障处理方法	190
7.6.1	分辨NPN型还是PNP型三极管方法解说	167	9.3	话筒知识全解及电路详解	192
7.6.2	分辨三极管各引脚方法解说	167	9.3.1	动圈式话筒知识解说	192
第8章	集成电路知识全解	169	9.3.2	驻极体电容式话筒知识解说	192
8.1	集成电路基础知识全解	169	9.4	扬声器知识全解及电路详解	193
8.1.1	集成电路外形特征和电路符号	169	9.4.1	扬声器外形特征和电路符号	193
8.1.2	集成电路主要参数解说	170	9.4.2	电动式扬声器工作原理	193
8.1.3	集成电路引脚分布规律及识别方法解说	171	9.4.3	扬声器主要参数解说	194
8.2	集成电路故障处理	172	9.4.4	扬声器引脚极性识别方法	194
8.2.1	故障特征及选配原则	173	9.4.5	扬声器故障处理方法	195
8.2.2	集成电路更换方法	173	9.4.6	扬声器电路详解	196
8.2.3	普通集成电路拆卸方法解说	174			
8.2.4	扁平封装集成电路拆装方法	174			

第1章 电子元器件大观园及电阻器基本电路全解

电子整机电路由数以百计形形色色的电子元器件组成，所以电子元器件是组成各种电子整机电路的最小单位。

【掌握电子技术要有两方面的能力】

如果你不是从事电路设计的，那么掌握电子技术主要需要下列两方面的能力：

- (1) 能够看懂变化多端的电路工作原理；
- (2) 能检修电路的故障。

这两方面能力的培养都与掌握电子元器件知识直接相关。所以，全面“吃透”各种电子元器件是掌握电子技术必须迈出的第一步。

【元器件是重中之重】

元器件在电路中的重要性主要体现在下列两方面：

(1) 任何复杂的电路都是电子元器件有机组合的结果。电路工作原理的分析其实质就是对电路中电子元器件作用的分析，进一步讲就是运用电子元器件特性，对各种组成电路进行分析，可见掌握电子元器件对电路工作原理分析之重要性。

(2) 电路故障检修其实质是快速而准确地确定电路中哪只元器件出了故障，然后对该电子元器件进行检测、修理或更换处理。

特别提示

无论是电路分析还是故障检修都直接与电子元器件相关，可见掌握电子元器件知识对学好电子技术的重要性。

1.1 电子元器件知识 三要素

【元器件知识三要素】

(1) 识别元器件是第一要素。如果面对线路

板上众多形状“怪异”的电子元器件不认识，面对电路图中的各种电路符号不熟悉，那就无法识图和检修。

(2) 了解元器件结构和基本工作原理，掌握电子元器件的特性是分析电路工作原理的关键要素，不能掌握电子元器件的主要特性，电路分析寸步难行。

(3) 掌握电子元器件检测技术是电路故障检修的关键要素，电路故障检修的最后一环是确定所怀疑的元器件是否真的质量有问题，这需要通过检测来完成，不能掌握检测技术显然就无法完成修理。

1.1.1 识别电子元器件的方法、步骤和技巧

【四项识别内容】

(1) 通过外形识别认识各种电子元器件“长”得啥模样，以便与电路图中的该电子元器件电路符号相对应。

(2) 在电路图中每种电子元器件都有一个对应的电路符号，电路符号相当于电子元器件在电路图中的代号。

(3) 引脚极性和引脚识别。电子元器件至少有两根引脚，有的元器件这两根引脚有正、负极性之分，有的则没有；有的电子元器件多于两根引脚，每根引脚有特定的作用，必须加以识别。

(4) 识别线路板上元器件。在故障检修中，需要根据电路图建立的逻辑检修电路，在线路板上寻找所需检查的电子元器件，这时的元器件识别是在修理过程中的识别，对初学者而言困难很大，但是却非常重要。

【识别四步骤】

对某个具体的电子元器件识别主要有四项内容，其识别步骤分成四步：外形特征识别→电路符号识别与实物对应→引脚识别和引脚极性识别→识别线路板上元器件。

电子元器件有数十个大类,上百个品种,从电子元器件具体外形特征角度来讲就更是千姿百态,新型元器件又层出不穷,所以电子元器件识别任务繁重,对初学者而言困难重重。但是,主要识别几十种常用电子元器件也就可以入门了。

【外形识别方法】

电子元器件外形识别就是实物与名称对应,其目的是拿到一种电子元器件能知道它是什么元器件,知道它的电路符号。

如图 1.1 所示是几种常见电子元器件实物图。快速识别电子元器件外形可以通过下列几种循序渐进的方法。

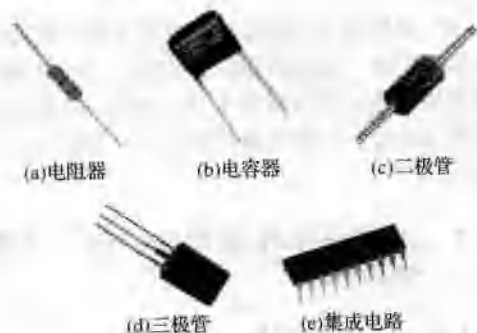


图 1.1 几种常见电子元器件实物图

(1) 在一些介绍元器件的图书中会画出元器件的外形示意图,阅读这些图书能够初步认识元器件,而且能够了解更多有关元器件特性等方面的信息。

(2) 从元器件手册中识别新型元器件知识。可以去图书馆查询有关新型元器件使用手册,或通过网络查询,或可以翻阅一些专业杂志查询新

型元器件,这些查询方式往往能够获得相当详尽的新型元器件资料。例如,性能参数、特性曲线、典型应用电路等,在需要进一步提高自己水平时这种方法非常有效。

(3) 对于集成电路和晶体管有专门的手册,通过这些手册可以查询到非常详细的资料。

在上述几种识别方法中,可以通过第一种方法大致了解元器件“家族”情况,通过后几种方法对元器件进行再认识。这种渐进式学习方式更有利于减轻学习负担,以较少的代价掌握元器件知识。

【外形识别绝招】

最有效的元器件识别方法是走进一家电子元器件专卖店,店内琳琅满目的电子元器件可以“大饱眼福”。通常电子元器件按类放置,各种电子元器件旁边都标有它们的名称,实物与名称快速而且方便地对应,感性认识很强,这样的视觉信息输入具有学习效率高,信息量大的优点,过了若干年还记忆犹新。

所以,对于初学者,要走进电子元器件专卖店进行实践活动,这种实践活动是收获最大的。

1.1.2 电子元器件电路符号识别方法和符号识别信息

【电路符号识别方法】

如图 1.2 所示是几种常见电子元器件电路符号。在电路图中,用电子元器件的电路符号代表元器件。

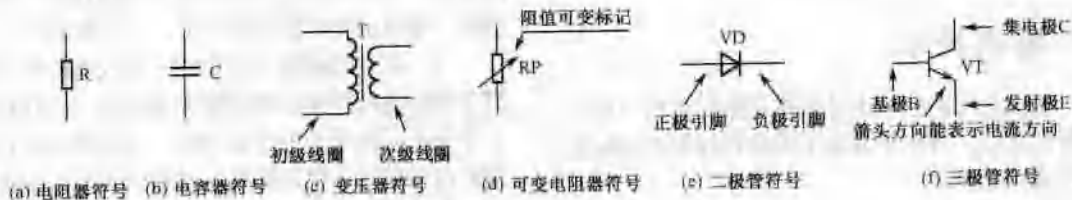


图 1.2 几种常见电子元器件电路符号

图 (a) 所示是电阻器电路符号,从这一符号中可以得到两个信息:有两根不分正、负极性的引脚;电阻器用字母 R 表示。

图 (b) 所示是无极性普通电容器电路符号,

它有两根不分正、负极性的引脚,另有一种电解电容器两根引脚有正、负极性之分,电路符号与此不同。电容器用字母 C 表示。

图 (c) 所示是变压器电路符号,变压器的种

类较多，具体结构变化也多，不同的变压器在电路符号中有所变化，电路符号能够表示出它的初级线圈和次级线圈结构情况，这一点务必了解。变压器用字母 T 表示。

图 (d) 所示是可变电阻器电路符号，它有 3 根引脚，电路符号与电阻器基本相似，但是符号中用一个箭头表示这种电阻器的阻值可变。可变电阻器用字母 RP 表示。

图 (e) 所示是二极管电路符号，它的两根引脚有正、负极性之分，在电路符号中表示了正、负极性引脚。二极管用字母 VD 表示。

图 (f) 所示是三极管电路符号，它的三根引脚通过电路符号可以加以区分，三极管用字母 VT 表示，三个电极中集电极用 C 表示，基极用 B 表示，发射极用 E 表示，通常在电路符号中并不标注出 B、C、E 字母。

【电路符号识别信息】

理解电路符号中的识别信息，有助于对电路符号的记忆，对电路工作原理分析也十分有益。

关于识别电子元器件电路符号主要说明下列几点：

(1) 电子元器件的电路符号中含有不少电路分析中所需要的识图信息，最基本的识图信息是通过电路符号了解该元器件有几根引脚，如果引脚有正、负极性之分，在电路符号中也会有各种表达方式。

举例说明，如图 1.3 所示是一种变压器的电路符号，从电路符号中可以知道这一变压器有 6 根引脚，电路符号还进一步表明了这 6 根引脚的具体作用：①~②脚之间是初级线圈，③~④脚之间是一组次级线圈，⑤~⑥脚之间是另一组次级线圈。

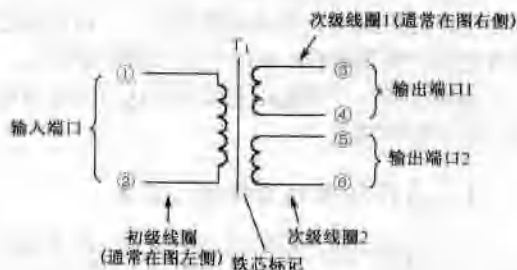


图 1.3 变压器电路符号举例

(2) 元器件电路符号具有形象化的特点，电路符号的每一个笔画或符号都表达了特定的识图信息。

例如，箭头表示了流过该元器件的电流方向，如图 1.4 所示是二极管的电路符号，符号中有一个三角形，它表示了流过二极管的电流方向。众所周知，电流从高电位流向低电位，即从二极管正极流向负极，这样可以确定二极管的正、负引脚，符号中三角形底边为正极，另一端为负极。

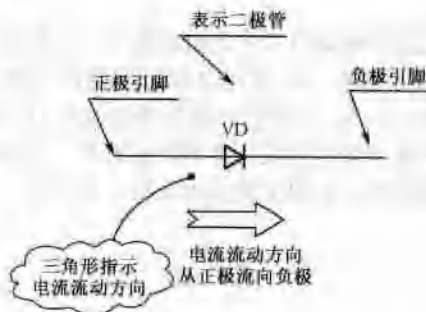


图 1.4 二极管电路符号举例

(3) 电路符号中的字母是该元器件英语单词的第一个字母，如变压器用 T 表示，它是英语 Transformer 的第一个字母。如果懂英语也有助于识别电路图中的电路符号，这对一些电路的识图非常有益。

(4) 一些元器件的电路符号还能表示该元器件的结构和特性，如图 1.5 所示是电容器的电路符号。电容器的基本结构是两个平行的金属板，两板之间高度绝缘，电容器符号中两条水平线表示了电容器的上、下极板，平行线间的间隙表示高度绝缘，也表示两极板之间不能让直流电流流过（电容器的隔直流特性可以借助这一符号记忆）。

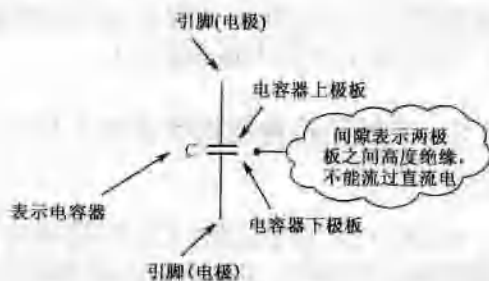


图 1.5 电容器电路符号举例

(5) 在整机电路图中会出现这样几种表示方式: R_1 、 R_2 、 R_3 (其他元器件也这样) 等, 其中的 1、2、3 等是电路中这组电阻器的编号, 一般是从左向右, 从上向下连续编号, 根据编号大小可以大致判断元器件在整机电路图中的位置; 另外, $1R_1$ 、 $1R_2$ 、 $2R_1$ 、 $2R_2$ 等标注, R 前面的编号表示整机电路中不同系统电路内的电阻器, $1R_1$ 、 $1R_2$ 等表示是同一系统电路中的电阻器, $2R_1$ 、 $2R_2$ 等表示是另一个系统电路中的电阻器, 同一个系统内的元器件在整机电路图中相对集中。

元器件电路符号中会出现虚线, 这表示具有相关性。如图 1.6 所示是双刀三掷开关电路符号, S_{1-1} 和 S_{1-2} 分别表示该开关的两组刀, 两组刀之间用虚线连接表示操作开关柄时, 它的两组刀同步转换, 如同步转换到静触点 1 位置。

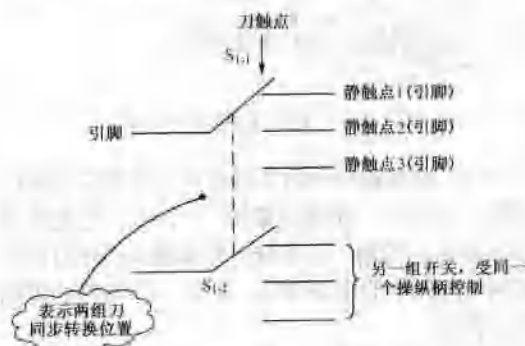


图 1.6 双刀三掷开关电路符号举例

【引脚极性识别和引脚识别方法】

许多电子元器件的引脚有极性, 各个引脚之间是不能相互代用的, 这时就要通过电路符号或元器件实物进行引脚的识别和引脚极性的识别。

引脚极性识别和引脚识别方法有两种情况: 一是电路符号中的识别, 二是电子元器件实物识别。具体识别方法将在后面逐渐说明。

1.1.3 了解元器件结构和基本工作原理

无论是分析电路中元器件工作原理还是用万用表检测电子元器件, 了解元器件结构和基本工作原理都是有益的, 可以帮助记忆, 易于掌握。

【元器件结构】

如果不能了解元器件的结构, 就不知道元器件外壳内部装有什么, 基础知识不扎实, 会影响进一步的深入学习, 影响对元器件知识的全面掌握。

学习电子元器件知识需要循序渐进, 了解元器件结构有助于理解该元器件工作原理, 进而可以学习元器件的主要特性, 运用这些特性分析电路中元器件的工作原理, 这其中的知识链是一环扣一环的, 如果知识掌握得不扎实, 往往就是因为知识链中脱了一环。

【元器件工作原理】

每种电子元器件的工作原理都需要了解, 有些常用、重要元器件的工作原理则需要深入了解, 为掌握元器件的主要特性打下基础。

例如, 掌握了电容器的工作原理才能深刻地理解电容器的隔直流作用和交流电流能够通过电容的机理。

1.1.4 掌握电子元器件主要特性

从分析电路工作原理角度出发, 掌握电子元器件的主要特性非常重要, 初学者务必掌握元器件的重要特性。

【元器件的多重特性】

在学习元器件特性时要注意一点, 每一种元器件可能有多个重要的特性, 要全面掌握元器件的这些主要特性。

例如, 电容器具有隔直流通交流的特性, 同时电容两端的电压不能突变, 这两条特性是不同的, 电路分析时运用的场合也不同。在分析电容耦合电路时用到隔直流通交流特性, 分析加速电容等电路时要用电容两端的电压不能突变特性。

如何灵活、正确运用元器件的这些特性是电路分析中的关键点。

【元器件特性的选择性运用】

学习电子元器件的特性并不困难, 困难的是学会灵活运用这些特性去解释、理解电路的工作原理。同一个元器件可以构成不同的应用电路, 当该元器件与其他不同类型元器件组合使用时,

又需要运用不同的特性去理解电路工作原理。

举例说明,在整流电路分析中,主要运用二极管的单向导电特性理解整流电路工作原理;在二极管限幅电路中,主要运用二极管正向导通后管压降基本不变的特性理解电路工作原理;在二极管参与的温度补偿电路中,又要运用二极管正向导通后管压降随温度变化而有微小变化的特性去理解电路工作原理。

通过上述例子可以看出,同一个二极管在不同电路中运用时,要运用它的不同特性解释二极管在电路中的作用。如果不能全面、熟练掌握二极管主要特性,显然就无法自如地分析各种二极管应用电路。

在电路分析中,熟练掌握电子元器件主要特性是关键因素,对电路工作原理分析无从下手的原因是没有真正掌握电子元器件的主要特性。

1.1.5 元器件是故障检修的关键要素

掌握元器件检测技术是修理电器故障的关键要素。

【检测元器件五种方法】

对元器件故障处理共有五种手段和方法:

(1) 质量检测。通常运用万用表等简单测试仪器进行元器件的质量检测,分为在路检测和脱开检测两种方法。

(2) 故障修理。一部分元器件的某些故障是可以通过修理使之恢复正常功能的。

(3) 调整技术。一些元器件或机械零部件通过必要的调整可以使之恢复正常工作,主要是机械零部件可以通过相关项目调整,使之恢复正常功能。

(4) 选配原则。元器件损坏后必须进行更换,更换最理想的方法是直接更换,但是在许多情况下因为没有原配器件,则需要通过选配来完成。

(5) 更换操作方法。更换元器件的操作有的是相当方便的,有的则是非常的困难,例如,引脚很多的四列集成电路更换起来就不方便。

【元器件检测技术】

电子元器件检测技术通常是指使用万用表对

其进行质量的检查,关于电子元器件检测技术主要说明下列几点:

(1) 对元器件的质量检测有时非常准确、彻底,但由于万用表的测量功能有限,有时对电子元器件的检测却是很粗略的。不同的元器件或测量同一种元器件的不同特性时,测量的效果会不同。

(2) 使用万用表检测电子元器件主要是测量两根引脚之间的电阻值,通过测量阻值进行元器件的质量判断。

(3) 元器件质量检测分为两种情况:一是在路检测,即元器件装在线路板上进行直接测量,这种检测方法比较方便,不必拆下线路板上的元器件,测量结果有时不准确,易受线路板上其他元器件影响;二是脱开线路板后的测量,测量结果相对准确。

【元器件修理技术】

元器件损坏后最理想情况是更换新件,但是在下列几种情况下可以采用修理方法恢复元器件的正常功能:

(1) 有些元器件修理起来相当方便,而且修理后的使用效果良好,例如,音量电位器的转动噪声大这个故障,通过简单地使用纯酒精清洗可以恢复电位器的正常使用功能。

(2) 一些价格贵的元器件,或是市面上难以配到的元器件,要通过修理恢复其功能。

(3) 对于机械零部件,有许多故障可以通过修理恢复其功能,例如卡座上的机芯。

【元器件调整技术】

关于元器件调整技术主要说明下列几点:

(1) 电路故障中元器件故障占据了主要成分,但是也有一部分故障属于元器件调整不当所致,这时通过调整可以解决问题。

(2) 可以调整的元器件主要是标称值可调节的元器件,例如,可变电阻器,微调电感器,微调电容器,还有机械类零部件。

【元器件选配原则】

更换元器件时选用同型号,同规格元器件是首选方案。元器件选配原则说明下列几点:

(1) 无法实现同型号、同规格时采用选配方法,不同的元器件,用于不同场合的元器件其选

配原则有所不同。

(2) 元器件总的选配原则是满足电路的主要使用要求。例如,对于整流二极管主要满足整流电流和反向耐压两项要求;对于滤波电容主要满足耐压和容量两项要求。

【更换元器件注意点】

元器件更换过程中需要注意下列几点:

(1) 大多数元器件并不“娇气”,拆卸和装配过程中不要“野蛮”操作即可,但是有一些元器件对拆卸和装配有特殊要求,有的还需要专用设备。

(2) 发光二极管怕烫,COMS 器件怕漏电,在更换中都要采取相应的防范措施。

(3) 拆卸和装配过程中很容易损坏线路板上的铜箔线路,防止铜箔线路长时间受热是重要环节。

1.2 应用最广泛的电阻器 基础知识全解

在电子电路中,使用量最大的是电阻器,应用面最广的是电阻器,特性最为“单纯”的是电阻器,检测方法最简单的也是电阻器,电子电路中无处不存在电阻器。

1.2.1 与电阻相关的重要概念

电阻器在电子电路中的作用相当广泛,它在电路中可以构成许许多多功能电路,电阻器在电路中不仅可以单独使用,而且在更多的情况下是与其他元器件一起构成具有各种功能的电路。

【电阻概念解说】

电阻器的根本作用是给电路提供一个电阻。电阻是一个物理量。

何谓电阻?通俗地讲,电阻在电路中所起的作用如同水流中遇到的阻力一样。

对导体而言,电阻的存在使电流流动中遇到了阻力,具体表现就是电阻消耗了电能,显然从这个意义上讲电阻所起的作用是消极的。但是,电路中利用电阻的这一特性,可以实现许多特定

的电路功能。

电阻器就是为电路提供一个带电阻的元器件,电阻器通过消耗电量,分配电路中的电流,达到特定的目的。

【与电阻相关的概念】

关于电阻的相关知识主要说明下列几点:

(1) 电阻有大小之分,其单位为欧姆,用字母 Ω 表示,除欧姆外还有千欧(用 $k\Omega$ 表示)、兆欧($M\Omega$),它们之间的换算关系是: $1k\Omega = 1000\Omega$; $1M\Omega = 1000k\Omega$ 。

(2) 电阻的另一种表示方式是电导,电导用 G 表示,它在数值上等于电阻的倒数,电阻的单位是欧姆,电导的单位则是西门子(姆欧)。

(3) 通俗地讲,能够导电的物体称为导体,例如装电灯用的导线等。导体的电阻率很小,不同材料的导体其电阻率也是有所不同的,即它的导电能力不同,超导体的电阻率非常小。

(4) 绝缘体是不能导电的物体,例如玻璃,还有干燥的木头等。绝缘体的电阻率非常大,它与导体恰好相反。

(5) 半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间,在电子电路中大量使用半导体材料,例如硅就是一种半导体材料。电子电路中处处可见的晶体二极管、三极管,集成电路等有源器件都使用这种半导体材料制造。

(6) 在电路分析中,为了表述方便,将电阻器简称为电阻,例如电阻 R_1 。

1.2.2 电阻类元器件外形特征

电阻类元器件常用元器件有:普通电阻器,可变电阻器,电位器,特殊电阻器(湿敏电阻器,热敏电阻器等)等。

如图 1.7 所示是电阻类元器件中普通色环电阻器、立式可变电阻器、单联电位器的外形特征图。



图 1.7 电阻类元器件外形特征图