

双色图文详解系列

双色图文详解

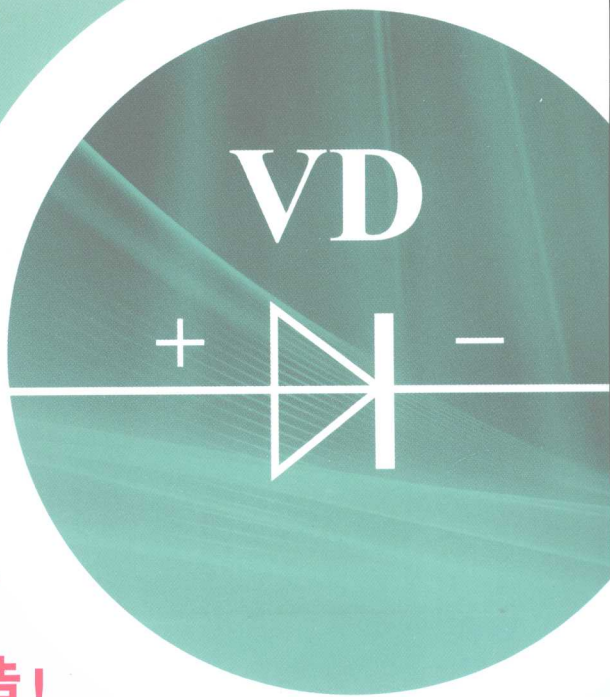
二极管及应用电路

胡斌 编著

元器件应用

入门与提高典藏

4



经典畅销书作者“古木”倾力打造！

- ☑ 元器件特性精讲，分析透彻，消除“一知半解”
- ☑ 典型应用电路分析，举一反三，理论联系实际
- ☑ 电子技术基础知识精选，“特色附录”汇总展示

双色图文详解系列

双色 图文详解

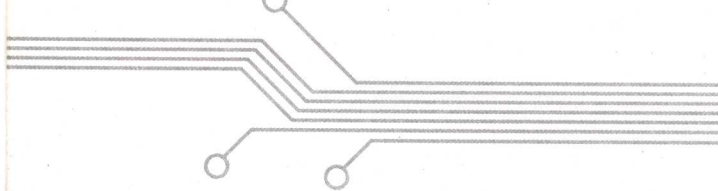
二极管及应用电路



双色图文详解系列 双色 二极管应用

- 1. 二极管的符号、参数、特性、应用
- 2. 二极管的电路符号、参数、特性、应用
- 3. 二极管的电路符号、参数、特性、应用

中国铁道出版社



双色图文详解系列

双色图文详解

二极管及应用电路

胡斌 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

双色图文详解二极管及应用电路 / 胡斌编著. —北京:
人民邮电出版社, 2009.7
(双色图文详解系列)
ISBN 978-7-115-20866-8

I. 双… II. 胡… III. 二极管 IV. TN111

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第070089号

内 容 提 要

本书的核心内容是二极管类元器件的基础知识和典型应用电路。本书首先介绍了电子技术的学习方法和电子元器件知识的学习重点,然后详细地介绍了常用二极管的基础知识和应用电路,最后介绍了二极管类元器件的检测和选配方法。

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和参考。

双色图文详解系列

双色图文详解二极管及应用电路

-
- ◆ 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>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12
字数: 324千字
印数: 1—4000册
 - 2009年7月第1版
2009年7月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20866-8/TN

定价: 29.00元

读者服务热线: (010)67129264 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。

■ 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。

致

礼！

江苏大学

胡 斌

前言

本书亮点

笔者凭借多年的教学、科研和 90 余本著作的写作经验，精心组织编写了《双色图文详解系列》之《双色图文详解二极管及应用电路》。

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。作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用红色印刷，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
电子技术基础知识 精选 + 特色附录	丛书的每个分册都精选了部分电子技术基础知识，同时每个分册都配有特色附录，以高度归纳重要知识点，帮助读者完成一次次小的突破

本书读者对象

本书适合于电子技术初学者阅读，因为起点低。

本书同样适合于有一定电子技术基础想进一步提高的读者阅读，因为书中内容跨度大，整套书构成了一个较为完整的元器件知识体系。

本书还适合于想深入掌握电子技术知识的读者阅读，因为内容系统而全面，理论紧密联系实际，细节“丰富多彩”。

■ 本书主要内容 ■

电子技术学习方法和元器件知识综述	第 1 章主要包括三部分内容： ◇ 电子技术学习方法和学习思路介绍 ◇ 电子元器件知识的学习内容和学习重点 ◇ 电子技术基础知识：电源知识和接地知识
常用二极管的基础知识	第 2 章主要介绍了常见二极管的基础知识和主要特性，包括普通二极管、桥堆、红外发光二极管、稳压二极管和变容二极管
常见二极管的典型应用电路	第 3 章主要包括三部分内容： ◇ 变压器基础知识 ◇ 变压器主要特性 ◇ 变压器应用电路
发光二极管的基础知识及应用电路	第 4 章主要包括两部分内容： ◇ 普通发光二极管的基础知识及应用电路 ◇ 白色发光二极管的基础知识及应用电路
其他类型二极管的基础知识及应用电路	第 5 章主要介绍了变阻二极管、瞬态电压抑制二极管等 13 种其他二极管的基础知识及典型应用电路
二极管的检测方法	第 6 章主要介绍了 10 多种二极管的检测方法
附录	晶体闸流管知识及应用电路

■ 网络交流平台 ■

作者与电子技术类网站“与非网”结成战略合作伙伴，建立了全国第一家以电子技术基础知识为特色的大型空中课堂平台——“古木电子社区”（<http://gumu.eefocus.com/>），社区内设有“读者交流”、“实习场”、“古木答疑”等多个专栏，欢迎广大读者朋友进入社区相互交流，共同进步！

在本书的编写过程中，胡维保、陆孟君、陈政社、胡松、彭清平、陆明、王晓红、李萌、王伟、陈月香、陈晓社、金玉华、蔡月红等参与了编写工作。

江苏大学
胡 斌

目录

第1章

电子技术学习内容和学习方法综述

1.1	初步认识二极管类元器件	1
1.2	电子技术的学习步骤和电子元器件知识的学习内容	2
1.2.1	电子技术的学习步骤	2
1.2.2	电子元器件知识的学习内容	2
1.3	电子元器件知识的学习重点	5
1.3.1	识别电子元器件	5
1.3.2	掌握电子元器件主要特性	7
1.3.3	掌握电子元器件检测技术	7
1.4	电源电路基础知识	8
1.4.1	电源电路概述	9
1.4.2	电源电路特点	10
1.4.3	电源空载和过载	10
1.5	电源电路方框图	11
1.5.1	方框图知识概述	11
1.5.2	普通电源电路方框图及各部分电路作用	12
1.5.3	含稳压电路的电源电路方框图	14
1.5.4	开关电源电路方框图	15
1.5.5	电源电路种类	15
1.6	电源电路各部分电路简述和故障种类	17
1.6.1	电源电路各部分电路简述	18
1.6.2	电源电路故障种类	19
1.7	接地与抗干扰电路	20
1.7.1	接地基本知识	20
1.7.2	接地技术名词	21
1.7.3	接地方式	23
1.7.4	识别电路板上地线的方法	24
1.7.5	识别电路板上电源电压测试点的方法	25

第2章

常用二极管基础知识

2.1	二极管基础知识	27
2.1.1	二极管外形特征和电路图形符号	27
2.1.2	二极管型号命名方法	35
2.1.3	二极管主要参数和引脚极性识别方法	37

2.1.4	二极管工作状态说明	39
2.2	二极管主要特性	41
2.2.1	正向特性和反向特性	42
2.2.2	正向压降基本不变特性和温度特性	43
2.2.3	正向电阻小、反向电阻大特性	43
2.3	桥堆和红外发光二极管基础知识	45
2.3.1	桥堆基本知识	45
2.3.2	高压硅堆和二极管排	47
2.3.3	红外发光二极管基础知识	48
2.4	稳压二极管基础知识	49
2.4.1	稳压二极管种类和外形特征	50
2.4.2	稳压二极管结构和工作原理	51
2.4.3	稳压二极管主要参数和主要特性	52
2.5	变容二极管基础知识	53
2.5.1	变容二极管外形特征和种类	53
2.5.2	变容二极管工作原理和主要参数	54

第3章

常用二极管应用电路

3.1	二极管整流电路	55
3.1.1	正极性半波整流电路	56
3.1.2	负极性半波整流电路	59
3.1.3	正、负极性半波整流电路	60
3.1.4	两组二次线圈的正、负极性半波整流电路	62
3.1.5	正极性全波整流电路	64
3.1.6	负极性全波整流电路	66
3.1.7	正、负极性全波整流电路	68
3.1.8	正极性桥式整流电路	69
3.1.9	负极性桥式整流电路	72
3.1.10	2 倍压整流电路	73
3.1.11	4 种整流电路小结	75
3.2	二极管其他应用电路	76
3.2.1	二极管简易直流稳压电路	77
3.2.2	二极管限幅电路	78
3.2.3	二极管温度补偿电路	80
3.2.4	二极管控制电路	82
3.2.5	二极管开关电路	84
3.2.6	二极管检波电路	87
3.2.7	继电器驱动电路中的二极管保护电路	89
3.2.8	二极管或门电路	90
3.2.9	二极管与门电路	92
3.3	桥堆、稳压二极管和变容二极管电路	93
3.3.1	桥堆构成的整流电路	93
3.3.2	稳压二极管应用电路	94
3.3.3	变容二极管应用电路	96

第4章

发光二极管基础知识及应用电路

4.1 发光二极管基础知识	99
4.1.1 发光二极管外形特征和种类	99
4.1.2 发光二极管参数	101
4.1.3 发光二极管主要特性	102
4.1.4 发光二极管引脚极性识别方法	104
4.1.5 电压控制型和闪烁型发光二极管	105
4.2 发光二极管指示灯电路	106
4.2.1 指示灯电路种类	106
4.2.2 发光二极管直流电源指示灯电路	107
4.2.3 发光二极管交流电源指示灯电路	109
4.2.4 发光二极管按键指示灯电路	110
4.3 LED 电平指示器	113
4.3.1 LED 电平指示器种类	113
4.3.2 多级 LED 光柱式电平指示器	115
4.3.3 5级单声道集成电路 LB1403	117
4.3.4 9级单声道集成电路 LB1409	118
4.3.5 5级双声道集成电路 D7666P	120
4.3.6 功率电平指示器	121
4.3.7 调谐电平指示器	124
4.4 其他形式 LED 电平指示器	126
4.4.1 LED 光点式电平指示器	126
4.4.2 动态扫描式 LED 频谱式电平指示器	127
4.4.3 频压法 LED 频谱式电平指示器	130
4.4.4 全发光 LED 频谱式电平指示器	133
4.4.5 实用频谱式电平指示器	134
4.5 白色发光二极管基础知识及应用电路	136
4.5.1 白色 LED 基础知识	136
4.5.2 超高亮 LED 驱动电路	139

第5章

其他 13 种二极管实用知识及应用电路

5.1 肖特基二极管基础知识及应用电路	145
5.1.1 肖特基二极管外形特征和应用说明	145
5.1.2 肖特基二极管结构和内电路	146
5.1.3 肖特基二极管特性曲线和应用电路	149
5.2 快恢复二极管和超快恢复二极管基础知识及应用电路	149
5.2.1 快恢复二极管和超快恢复二极管外形特征及特点	149
5.2.2 快恢复二极管和超快恢复二极管应用电路	150
5.3 恒流二极管基础知识及应用电路	151
5.3.1 恒流二极管外形特征和主要特性	151
5.3.2 恒流二极管应用电路	152

5.4	瞬态电压抑制二极管基础知识及应用电路	153
5.4.1	瞬态电压抑制二极管外形特征	153
5.4.2	瞬态电压抑制二极管主要特性和应用电路	154
5.5	双向触发二极管基础知识及应用电路	154
5.5.1	双向触发二极管外形特征和主要特性	155
5.5.2	双向触发二极管应用电路	155
5.6	变阻二极管基础知识及应用电路	156
5.6.1	变阻二极管基础知识	156
5.6.2	变阻二极管应用电路	156
5.7	其他 7 种二极管基础知识综述	157

第 6 章

二极管检测方法

6.1	普通二极管检测方法	161
6.1.1	普通二极管故障特征	161
6.1.2	普通二极管检测方法介绍	161
6.1.3	二极管选配方法和更换方法	164
6.2	其他常用二极管检测方法	165
6.2.1	检测桥堆方法	165
6.2.2	稳压二极管检测方法	165
6.2.3	发光二极管检测方法	166
6.2.4	变容二极管检测方法	168
6.2.5	肖特基二极管检测方法	169
6.2.6	双基极二极管检测方法	169
6.2.7	其他二极管检测方法	170

附录

晶体闸流管知识及应用电路

第1章

电子技术学习内容和学习方法综述



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电路的基本元素，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。深入掌握元器件的主要特性和典型应用电路。

1.1 初步认识二极管类元器件

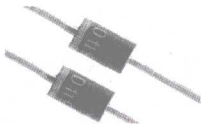
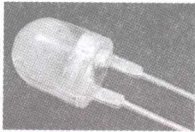
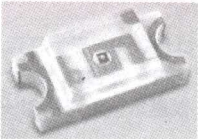
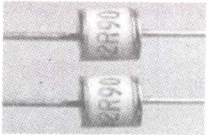
本书将系统地讲解二极管的实用知识。

二极管的具体种类有数十种，本书主要讲解普通二极管、发光二极管、稳压二极管、光敏二极管、变容二极管、开关二极管、瞬变电压抑制二极管、恒流二极管、双基极二

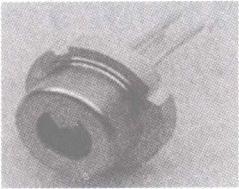
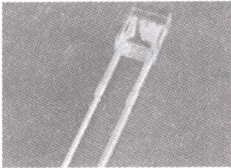
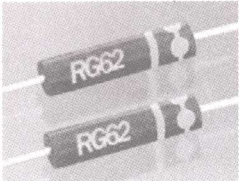
极管、隧道二极管、快恢复和超快恢复二极管、变阻二极管、双向触发二极管、磁敏二极管、精密二极管、补偿二极管和温敏二极管等。

部分二极管实物图见表 1-1。

表 1-1 部分二极管实物图

整流二极管	肖特基二极管	发光二极管
		
开关二极管	贴片发光二极管	陶瓷放电二极管
		

续表

激光二极管	红外发光二极管	高压二极管
		

1.2

电子技术的学习步骤和电子元器件知识的学习内容

1.2.1 电子技术的学习步骤

学好电子技术，打好扎实的基础知识是必需的，初学者在学习之初能够了解所学内容，学习就会心中有数，有的放矢。

学习电子技术可以参照以下的步骤进行。

(1) 从元器件知识起步。从元器件知识的起步开始学习是最为科学的，这部分知识难度不大，也是最能看到学习成果的，有利于增强信心。

(2) 进行简单的实践活动。学习初期可进行一些简单的实践活动，例如找一个旧收音机或其他电子电器，打开外壳后观察里面的电子元器件，结合元器件说明书中的讲解进行实践活动。必要时可以进入一家元器件商店，在那里可以看到大量的元器件实物，对形形色色元器件建立一个初步的印象，与书

本中学到的元器件知识一一对应，这会有利于元器件的理论知识学习。

(3) 学习电路分析。在初步建立了完整的元器件知识体系后，可以转入电路分析的学习，这个过程主要是理论知识的学习，需要持续一段相当长的时间。

(4) 进行检修实践。在系统地学习了元器件知识和电路工作原理后，可以进入故障检修的理论学习 and 实际技能学习，这时学习检修故障技术的效果会较好，困难也少了许多。

上述一轮学习完成之后，可以认为完成了学习的初级阶段，即较为全面和系统地了解了电子技术，具备了进一步学习的能力，将进入提高阶段的学习。

1.2.2 电子元器件知识的学习内容

电子元器件知识的学习内容见表 1-2。

表 1-2 电子元器件知识的学习内容

名 称	说 明	备 注
识别	认识元器件（如元器件外形特征识别） 重要提示： 如果学习电子技术连电子元器件“长”什么样都不清楚，试问这个电子技术如何去学好呢？很显然，学习的第一步是去了解电子元器件的外形特征	这部分知识要求掌握

续表

名 称	说 明	备 注
识别	识别元器件引脚（极性，引脚排列顺序） 重要提示：一个元器件至少有两根引脚，有的元器件会有数十根引脚，要了解这些引脚的具体作用，掌握多引脚元器件的引脚分布规律，以便轻松地识别各引脚作用。识别元器件引脚无论是分析电路工作原理还是检修电路故障均非常重要	这部分知识要求掌握
	参数表示方法（直标法、色标法、数字字母混标法等） 重要提示：这是非常重要的知识，许多元器件都有标称值，也会有多种方法来表示。只有掌握了这些方法才能认识这些元器件的标称值，才会在电路分析、电路设计和电路故障检修中运用	这部分知识要求掌握
	型号命名方法 重要提示：电子元器件都有一套命名方法，在更换元器件或是进行电路设计时，都需要通过元器件型号在元器件手册中查找相关技术参数，例如三极管、集成电路等	这部分知识要求了解
种类	元器件的种类非常丰富 重要提示：每一种元器件都有许多的品种，有的还非常丰富，这方面知识需要了解，以供电路设计时进行选择。对于自己专业领域的专用元器件种类需要深入掌握	
电路图形符号	新电路图形符号 重要提示：元器件在电路图中用一种图形符号来表示，显然不认识这种符号就无法分析电路工作原理。各种电子元器件都有它们相一一对应的电路图形符号，且这些电路图形符号中还能读出有用的识图信息	这部分知识要深入而全面地掌握
	旧电路图形符号 重要提示：一些电子元器件会有多种电路图形符号，过去使用的电路图形符号就是旧符号，因为一些老的电路图中还会采用这些旧符号，所以对这方面知识还是需要了解的	
	非国标电路图形符号 重要提示：对于新的电子元器件，在国家标准没有出台之前，会采用非国标电路图形符号，如生产厂家的电路图形符号	
	识图信息解读 重要提示：许多的电子元器件电路图形符号中都表达了一定的具体含义，了解这些含义对分析电路工作是有帮助的	这部分知识要深入掌握
	其他信息（型号、标称值等） 重要提示：电路图中的元器件符号旁边会标出该元器件的型号，或是标称值，进一步说明了该元器件的一些情况，必须学会这些信息的识别	
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，有益于记忆，特别是一些常用元器件 重要提示：如果能够了解元器件的结构和工作原理，那对掌握该元器件特性是非常有益的，可以从底层了解更多的该元器件的知识，这样能掌握得更牢固	这部分知识要掌握或了解
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 重要提示：这是学习元器件知识最为重要的部分，在电路分析和电路设计时都需要这方面知识作为支撑，必须高度重视。元器件的重要特性还包括主要特性曲线、等效电路等	这部分知识必须深入和系统地掌握



续表

名 称	说 明	备 注
性能参数	直流参数 重要提示： 这是只考虑加入直流工作电压后，不考虑加入信号情况下的元器件参数，直流参数会有许多具体的项目	这部分知识需要了解
	交流参数 重要提示： 这是加入规定的直流工作电压，且加入规定大小信号下的元器件参数，交流参数也会有许多项目	这部分知识需要了解
	极限参数 重要提示： 这是给元器件规定的最为“危险”的工作条件，如果实际工作中超过这个极限参数，元器件会损坏	这部分知识需要了解
	其他参数 重要提示： 一些元器件会有一些特定的参数	这部分知识需要了解
典型应用电路	每一种元器件都有许多的应用，典型应用电路是最为常见的应用电路，是学习的重点之一。通过典型应用电路学习，可以举一反三，以点带面 重要提示： 这是学习元器件知识另一个重要内容，一个元器件的具体应用电路会有许多，但是通常它会有一个典型的应用电路，这个典型应用电路一般是生产厂家提供的，具体的应用电路会在这一电路基础上作相应的变化	这部分知识需要深入掌握
检测	质量检测（脱开检测、在路检测） 重要提示： 对元器件的质量检测是电路故障处理中必不可少的一环，分为元器件脱开电路后的检测和元器件在电路中的检测，其中后者还分通电检测和断电检测两种。这是学习元器件检测方法最为核心的内容	这部分知识需要深层次掌握
	引脚分辨 重要提示： 元器件的引脚除可以通过引脚分布规律识别外，许多元器件的引脚还可以通过万用表的检测来进行识别，这也是实际操作中时常采用的方法	这方面知识要求掌握
选配方法	同型号更换 重要提示： 元器件损坏后的更换最好是同型号的，否则会有一些新问题出现	
	异型号代换、直接更换和改动更换 重要提示： 当无法找到同型号元器件进行更换时，在一些情况下可以进行异型号的更换，这时可能需要包括改动电路在内的一些辅助措施	
更换操作技能	更换元器件是故障检修中的常用技能，有些元器件的更换操作比较复杂 重要提示： 对于引脚比较少的元器件进行更换操作是不困难的，如果引脚很多则需要有专门的工具和操作方法。另外，有些元器件的焊接还有特殊要求，否则会损坏元器件	这方面知识需要掌握

对元器件学习除上述内容外，在后期还需要一些综合能力的培养。

- (1) 根据电路板画电路原理图。在测绘电路板上电路时，需要根据电路板上元器件和印制电路画出电路图，画图过程中也有许多方法和技巧。
- (2) 识别电路板上元器件。故障检修等需要在电路中找到某个元器件，在寻找电路板上元器件过程有许多好的方法和技巧。
- (3) 资料支持能力。收集资料、分析资料能力很重要，特别是在故障检修和电路设计中。

1.3

电子元器件知识的学习重点



重要提示

像电阻器、电容器等不需要通上直流电流就能呈现其本身特性的称为元件，而二极管、三极管、场效应管等需要加上直流电压后才能体现其主要特性的称为器件，元件和器件统称电子元器件。

1.3.1 识别电子元器件

电子元器件知识学习的三大重点是：识别、特性掌握和检测。

识别元器件是第一要素，如果面对电路板上众多形状“怪异”的电子元器件不认识，面对电路图的各种电路图形符号不熟悉，那就无法识图和检修。

1. 电子元器件 5 项识别内容

电子元器件 5 项识别内容说明见表 1-3。

表 1-3 电子元器件 5 项识别内容说明

名 称	说 明	实物图及电路符号
外形识别	通过外形认识各种电子元器件“长”什么样，以便与电路图中的该电子元器件电路图形符号相对应，右图所示是电感器实物图	
电路板上元器件识别	故障检修中，需要根据电路图建立的逻辑检修电路，在电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，但是非常重要，右图所示是电阻器、电容器和三极管元器件	
电路图形符号识别	电路图中每种电子元器件都有一个对应的电路图形符号，电路图形符号相当于电子元器件在电路图中的代号，右图所示是电容器的电路图形符号	
引脚极性和引脚识别	电子元器件至少有两根引脚，有的电子元器件多于两根引脚，每根引脚有特定的作用，相互之间不能代替，必须对各引脚加以识别，右图所示是集成电路，它有很多引脚 有的元器件两根引脚有正、负极性之分，此时也需要进行正极和负极引脚识别	
型号和参数识别	每个元器件都有它的标称参数，如电阻器的阻值多大，误差是多少等，元器件是什么型号的。右图所示是 3DD15C 大功率三极管	