

图解实用电子技术入门丛书

图解

电 子 元 器 件

识别检测与应用

门宏 ○ 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解实用电子技术入门丛书

图解电子元器件 识别检测与应用

门 宏 主编



机械工业出版社

本书是《图解实用电子技术入门》丛书中的一本，详细解读了半导体二极管、半导体三极管、电阻器、电位器、电容器、电感器、变压器、电声器件、控制与保护器件等各种常用电子元件的概念、种类、识别方法、符号、参数、性能特点、检测技巧、主要用途等实用知识和技能，将这些知识和技能以更通俗、更易懂、更给力的形象展现在读者朋友面前。

本书适合广大电子技术初学者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习，并可作为职业技术学校 and 务工人员上岗培训的基础教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解电子元器件识别检测与应用/门宏主编. —北京: 机械工业出版社, 2012. 11

(图解实用电子技术入门丛书)

ISBN 978-7-111-39979-7

I. ①图… II. ①门… III. ①电子元件—图解②电子器件—图解 IV. ①TN6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 236764 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐明煜 责任编辑:徐明煜 顾 谦

版式设计:霍永明 责任校对:张 媛

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

148mm × 210mm · 7.75 印张 · 250 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-39979-7

定价:29.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

电子技术是现代社会的**重要基石之一**，大到**现代化建设、社会经济发展、国防科技**，小到**日常生活、饮食起居、娱乐淘宝**，可以说电子技术已渗透到生活的方方面面。学习和掌握实用的电子技术，也越来越成为众多年轻人的追求，电子技术的粉丝群体越来越庞大。

为了帮助广大初学者更好、更快地学会电子技术，我们编写了这套《图解实用电子技术入门》丛书。本丛书以“实用”为宗旨、以“图解”为特色、以“入门”为出发点，在内容安排上淡理论而重实用，以介绍实用技术与操作技能为主，使读者能够更快地学会实用性的知识和技能。在写作形式上力求直观易懂，配以大量插图，用图解的形式帮助读者更好地理解 and 掌握电子技术。本丛书将以更通俗、更易懂、更给力的形象展现在读者朋友面前。

《图解电子元器件识别检测与应用》是本丛书中的一本，内容涵盖了各种常用的电子元器件。

全书共分7章，第1章介绍**半导体二极管**，第2章介绍**半导体三极管**，第3章介绍**电阻器与电位器**，第4章介绍**电容器**，第5章介绍**电感器与变压器**，第6章介绍**电声器件**，第7章介绍**控制与保护器件**。书中对各种电子元器件都配有实物照片和应用实例，并详细讲解元器件的概念、种类、识别方法、符号、参数、性能特点、检测技巧、主要用途等实用知识和技能。

本书由门宏主编，参加本书编写工作的还有门雁菊、施鹏、张元景、吴敏、张元萍、李扣全、吴卫星等。本书适合广大电子技术初学者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习，并可作为职业技术学校**和务工人员上岗培训的基础教材**。书中如有不当之处，欢迎广大读者朋友批评指正。

编著者

目 录

前言

第 1 章 半导体二极管	1
1.1 晶体二极管——单向导电	1
1.1.1 认识晶体二极管	1
1.1.2 晶体二极管的特点与工作原理	4
1.1.3 晶体二极管的参数	5
1.1.4 常用晶体二极管	5
1.1.5 检测晶体二极管	8
1.1.6 晶体二极管的应用	9
1.2 稳压二极管——电压恒定	11
1.2.1 认识稳压二极管	11
1.2.2 稳压二极管的特点与工作原理	12
1.2.3 稳压二极管的参数	13
1.2.4 常用稳压二极管	13
1.2.5 检测稳压二极管	17
1.2.6 稳压二极管的应用	18
1.3 发光二极管——电转换成光	19
1.3.1 认识发光二极管	19
1.3.2 发光二极管的特点与工作原理	21
1.3.3 发光二极管的参数	21
1.3.4 常用发光二极管	21
1.3.5 检测发光二极管	25
1.3.6 发光二极管的应用	27
1.4 LED 数码管——组合成字符	28
1.4.1 认识 LED 数码管	28
1.4.2 LED 数码管的特点与工作原理	30
1.4.3 常用 LED 数码管	30
1.4.4 检测 LED 数码管	31

1.4.5 LED 数码管的应用	32
1.5 光敏二极管——光转换成电	32
1.5.1 认识光敏二极管	33
1.5.2 光敏二极管的特点与工作原理	33
1.5.3 光敏二极管的参数	34
1.5.4 常用光敏二极管	35
1.5.5 检测光敏二极管	36
1.5.6 光敏二极管的应用	36
1.6 单结晶体管——负阻特性	37
1.6.1 认识单结晶体管	38
1.6.2 单结晶体管的特点与工作原理	38
1.6.3 单结晶体管的参数	39
1.6.4 常用单结晶体管	40
1.6.5 检测单结晶体管	41
1.6.6 单结晶体管的应用	42
第 2 章 半导体三极管	44
2.1 晶体三极管——信号放大	44
2.1.1 认识晶体三极管	44
2.1.2 晶体三极管的特点与工作原理	46
2.1.3 晶体三极管的参数	47
2.1.4 常用晶体三极管	48
2.1.5 检测晶体三极管	50
2.1.6 晶体三极管的应用	52
2.2 场效应晶体管——电压控制放大	54
2.2.1 认识场效应晶体管	54
2.2.2 场效应晶体管的特点与工作原理	56
2.2.3 场效应晶体管的参数	57
2.2.4 常用场效应晶体管	58
2.2.5 检测场效应晶体管	61
2.2.6 场效应晶体管的应用	63
2.3 光敏晶体管——光电转换放大	65
2.3.1 认识光敏晶体管	65
2.3.2 光敏晶体管的特点与工作原理	66
2.3.3 光敏晶体管的参数	67

2.3.4	达林顿型光敏晶体管	67
2.3.5	检测光敏晶体管	68
2.3.6	光敏晶体管的应用	69
2.4	晶闸管——功率控制	69
2.4.1	认识晶闸管	70
2.4.2	晶闸管的特点与工作原理	72
2.4.3	晶闸管的参数	73
2.4.4	常用晶闸管	74
2.4.5	检测晶闸管	75
2.4.6	晶闸管的应用	77
第3章	电阻器与电位器	81
3.1	电阻器——限制电流	81
3.1.1	认识电阻器	81
3.1.2	电阻器的特点与工作原理	83
3.1.3	电阻器的参数	83
3.1.4	常用电阻器	85
3.1.5	检测电阻器	87
3.1.6	电阻器的应用	88
3.2	敏感电阻器——感知环境	90
3.2.1	认识敏感电阻器	90
3.2.2	压敏电阻器的特点	92
3.2.3	压敏电阻器的应用	93
3.2.4	热敏电阻器的特点	93
3.2.5	热敏电阻器的应用	93
3.2.6	光敏电阻器的特点	94
3.2.7	光敏电阻器的应用	95
3.2.8	检测敏感电阻器	95
3.3	电位器——调节电位	97
3.3.1	认识电位器	97
3.3.2	电位器的特点与工作原理	99
3.3.3	电位器的参数	100
3.3.4	常用电位器	101
3.3.5	检测电位器	103
3.3.6	电位器的应用	105

第 4 章 电容器	106
4.1 电容器——隔直流通交流	106
4.1.1 认识电容器	106
4.1.2 电容器的特点与工作原理	109
4.1.3 电容器的参数	110
4.1.4 常用电容器	112
4.1.5 检测电容器	114
4.1.6 电容器的应用	116
4.2 可变电容器——调节容量	119
4.2.1 认识可变电容器	119
4.2.2 可变电容器的特点与工作原理	120
4.2.3 可变电容器的参数	121
4.2.4 常用可变电容器	121
4.2.5 检测可变电容器	123
4.2.6 可变电容器的应用	124
第 5 章 电感器与变压器	126
5.1 电感器——通直流阻交流	126
5.1.1 认识电感器	126
5.1.2 电感器的特点与工作原理	128
5.1.3 电感器的参数	129
5.1.4 常用电感器	130
5.1.5 检测电感器	133
5.1.6 电感器的应用	134
5.2 变压器——变换电压	135
5.2.1 认识变压器	135
5.2.2 变压器的特点与工作原理	137
5.2.3 变压器的功能	137
5.2.4 电源变压器	138
5.2.5 音频变压器	140
5.2.6 中频变压器	141
5.2.7 高频变压器	142
5.2.8 检测变压器	143
5.3 互感器——感知电压电流	144
5.3.1 认识互感器	144

5.3.2	互感器的特点与工作原理	145
5.3.3	电压互感器	146
5.3.4	电流互感器	147
5.3.5	检测互感器	149
第6章 电声器件		150
6.1	扬声器——播放声音	150
6.1.1	认识扬声器	150
6.1.2	扬声器的特点与工作原理	153
6.1.3	扬声器的参数	153
6.1.4	常用扬声器	154
6.1.5	检测扬声器	156
6.1.6	扬声器的应用	158
6.2	耳机——个人聆听	159
6.2.1	认识耳机	159
6.2.2	耳机的参数	161
6.2.3	常用耳机	162
6.2.4	检测耳机	163
6.2.5	耳机的应用	163
6.3	传声器——拾取声音	163
6.3.1	认识传声器	163
6.3.2	传声器的特点与工作原理	166
6.3.3	传声器的参数	166
6.3.4	常用传声器	168
6.3.5	检测传声器	171
6.3.6	传声器的应用	172
6.4	电磁讯响器——简易发声	174
6.4.1	认识电磁讯响器	174
6.4.2	电磁讯响器的特点与工作原理	175
6.4.3	电磁讯响器的参数	176
6.4.4	常用电磁讯响器	176
6.4.5	检测电磁讯响器	177
6.4.6	电磁讯响器的应用	177
6.5	压电蜂鸣器——超薄发声	178
6.5.1	认识压电蜂鸣器	178

6.5.2	压电蜂鸣器的特点与工作原理	179
6.5.3	检测压电蜂鸣器	179
6.5.4	压电蜂鸣器的应用	180
6.6	晶体——高度稳频	180
6.6.1	认识晶体	181
6.6.2	晶体的特点与工作原理	182
6.6.3	晶体的参数	183
6.6.4	检测晶体	184
6.6.5	晶体的应用	185
6.7	超声波换能器——收发超声波	186
6.7.1	认识超声波换能器	186
6.7.2	超声波换能器的特点与工作原理	187
6.7.3	超声波换能器的参数	187
6.7.4	常用超声波换能器	188
6.7.5	检测超声波换能器	189
6.7.6	超声波换能器的应用	190
第7章	控制与保护器件	193
7.1	继电器——间接控制	193
7.1.1	认识继电器	193
7.1.2	继电器的特点与工作原理	195
7.1.3	继电器的参数	196
7.1.4	常用继电器	197
7.1.5	检测继电器	201
7.1.6	继电器的应用	202
7.2	开关——直接控制	203
7.2.1	认识开关	203
7.2.2	开关的特点与工作原理	205
7.2.3	开关的参数	205
7.2.4	常用开关	206
7.2.5	检测开关	210
7.2.6	开关的应用	211
7.3	接插件——插拔控制	212
7.3.1	认识接插件	212
7.3.2	接插件的特点与工作原理	214

7.3.3	接插件的参数	214
7.3.4	常用接插件	214
7.3.5	检测接插件	216
7.3.6	接插件的应用	217
7.4	光耦合器——隔离控制	218
7.4.1	认识光耦合器	218
7.4.2	光耦合器的特点与工作原理	219
7.4.3	光耦合器的参数	220
7.4.4	常用光耦合器	221
7.4.5	检测光耦合器	221
7.4.6	光耦合器的应用	223
7.5	熔断器——自动保护	224
7.5.1	认识熔断器	224
7.5.2	熔断器的特点与工作原理	225
7.5.3	熔断器的参数	226
7.5.4	常用熔断器	226
7.5.5	检测熔断器	230
7.5.6	熔断器的应用	231
7.6	断路器——保护开关	232
7.6.1	认识断路器	232
7.6.2	断路器的特点与工作原理	234
7.6.3	断路器的参数	234
7.6.4	检测断路器	235
7.6.5	断路器的应用	236

第 1 章 半导体二极管

什么是半导体二极管？简单地说就是由半导体材料制造的、具有两个电极的管子。从外形上看，绝大多数半导体二极管具有两个引脚，即正极和负极。

半导体二极管是电子元器件中最重要的成员之一，在电子电路中起着十分重要的作用。常用半导体二极管包括整流二极管、检波二极管、开关二极管、稳压二极管、变容二极管、发光二极管、光敏二极管等。单结晶体管也是一种特殊的半导体二极管。

1.1 晶体二极管——单向导电

晶体二极管简称二极管，是一种常用的、具有一个 PN 结的半导体器件。晶体二极管通常指整流二极管、检波二极管、开关二极管等普通半导体二极管，它的特点是具有单向导电性，即电流只能从正极流向负极，而不能从负极流向正极。

1.1.1 认识晶体二极管

晶体二极管品种很多，大小各异，如图 1-1 所示。较常见的有玻璃壳二极管、塑封二极管、金属壳二极管、大功率螺栓状金属壳二极管、微型二极管、片状二极管等。

晶体二极管按其制造材料的不同，可分为锗二极管和硅二极管两大类，每一类又分为 N 型和 P 型；按其制造工艺不同，可分为点接触型二极管和面接触型二极管，如图 1-2 所示。

按功能与用途不同，可分为一般二极管和特殊二极管两大类，如图 1-3 所示。一般二极管包括检波二极管、整流二极管、开关二极管等。特殊二极管主要有稳压二极管、敏感二极管（磁敏二极管、温敏二极管、压敏二极管等）、变容二极管、发光二极管、光敏二极管、激光二极管等。没有特别说明时，晶体二极管即指一般二极管。

晶体二极管的文字符号是“VD”，图形符号如图 1-4 所示。

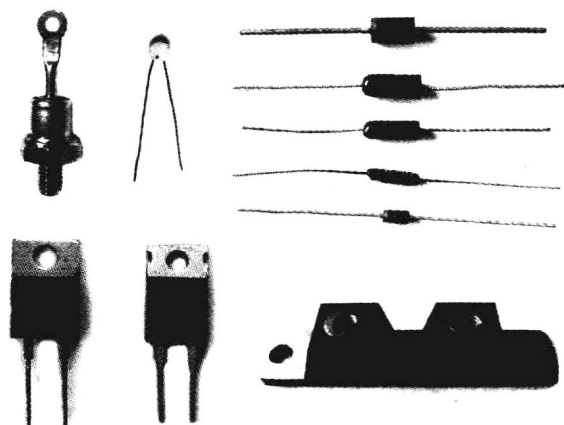


图 1-1 晶体二极管

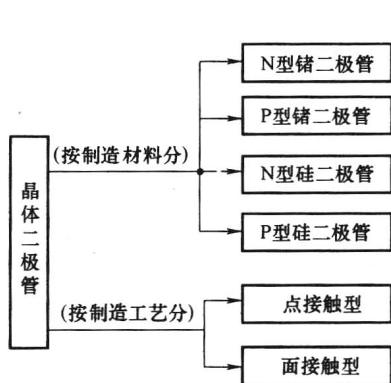


图 1-2 晶体二极管的分类 (一)

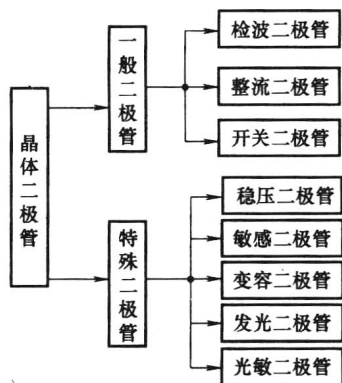


图 1-3 晶体二极管的分类 (二)



图 1-4 晶体二极管的符号

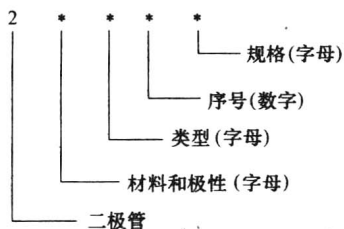


图 1-5 晶体二极管的型号

国产晶体二极管的型号命名由五部分组成，如图 1-5 所示。第一部分用数字“2”表示二极管，第二部分用字母表示材料和极性，第三部分用字母表示类型，第四部分用数字表示序号，第五部分用字母表示规格。

晶体二极管型号的意义见表 1-1。例如，2AP9 为 N 型锗材料普通检波二极管，2CZ55A 为 N 型硅材料整流二极管，2CK71B 为 N 型硅材料开关二极管。

表 1-1 二极管型号的意义

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分
2	A: N 型, 锗材料 B: P 型, 锗材料 C: N 型, 硅材料 D: P 型, 硅材料 E: 化合物材料	P: 小信号管 Z: 整流管 K: 开关管 W: 电压调整管和电压基准管 L: 整流堆 C: 变容管 S: 隧道管 V: 混频检波管 N: 阻尼管 GD: 光敏二极管	序号	规格 (可缺)

晶体二极管两引脚有正、负极之分，如图 1-6 所示。

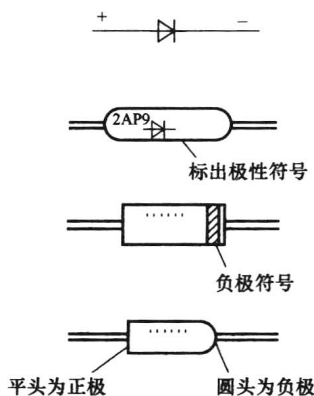


图 1-6 晶体二极管的引脚

1) 二极管电路符号中, 三角一端为正极, 短杠一端为负极。

2) 二极管实物中, 有的将电路符号印在二极管上标示出极性, 有的在二极管负极一端印上一道色环作为负极标记, 有的二极管两端形状不同, 平头为正极, 圆头为负极, 使用时应注意识别。

1.1.2 晶体二极管的特点与工作原理

晶体二极管的特点是具有单向导电性, 一般情况下只允许电流从正极流向负极, 而不允许电流从负极流向正极, 图 1-7 形象地说明了这一点。

晶体二极管是非线性半导体器件。电流正向通过二极管时, 要在 PN 结上产生管压降 U_{VD} , 锗二极管的正向管压降约为 0.3V, 如图 1-8 所示; 硅二极管的正向管压降约为 0.7V, 如图 1-9 所示。另外, 硅二极管的反向漏电流比锗二极管小得多。从伏安特性曲线可见, 二极管的电压与电流为非线性关系。

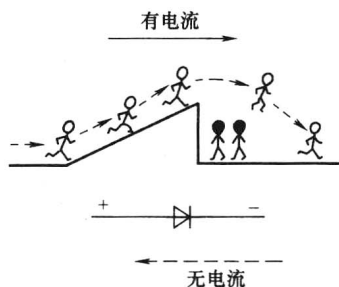


图 1-7 单向导电性

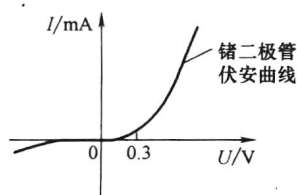


图 1-8 锗二极管特性曲线

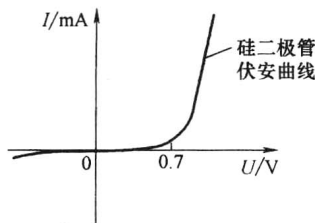


图 1-9 硅二极管特性曲线

1.1.3 晶体二极管的参数

晶体二极管的参数有很多，常用的检波二极管、整流二极管的主要参数有最大整流电流 I_{FM} 、最大反向电压 U_{RM} 和最高工作频率 f_M 。

1. 最大整流电流

最大整流电流 I_{FM} 是指二极管长期连续工作时，允许正向通过 PN 结的最大平均电流。使用中实际工作电流应小于二极管的 I_{FM} ，否则将损坏二极管。

2. 最大反向电压

最大反向电压 U_{RM} 是指反向加在二极管两端而不致引起 PN 结击穿的最大电压。使用中应选用 U_{RM} 大于实际工作电压 2 倍以上的二极管，如果实际工作电压的峰值超过 U_{RM} ，二极管将被击穿。

3. 最高工作频率

由于 PN 结极间电容的影响，使二极管所能应用的工作频率有一个上限。 f_M 是指二极管能正常工作的最高频率。在作检波或高频整流使用时，应选用 f_M 至少 2 倍于电路实际工作频率的二极管，否则不能正常工作。

1.1.4 常用晶体二极管

常用晶体二极管主要有检波二极管、整流二极管、开关二极管、变容二极管等。稳压二极管、发光二极管和光敏二极管等将在后面专门介绍。

1. 检波二极管

检波二极管是点接触型二极管，结构如图 1-10 所示，它是用一根极细的金属丝热压在 N 型半导体片上制成的。在金属丝与 N 型半导体片的接触点形成 P 型半导体，并在 P 型半导体与 N 型半导体的界面上形成 PN 结。

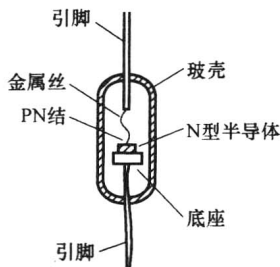


图 1-10 点接触型二极管

检波二极管的性能特点是结电容很小，工作频率高，正向压降小，但最大正向电流较小，内阻较大。例如，常用的 2AP9 型检波二极管，最高工作频率可达 100MHz，但最大正向电流只有 8mA。

检波二极管主要是在小信号高频电路中作检波、鉴频和变频用，也可用作小信号整流或限幅等。

2. 整流二极管

整流二极管通常是面接触型二极管，结构如图 1-11 所示，它的 PN 结面积较大，因此可以通过较大的电流。

整流二极管的特点是最大正向电流较大，可承受较高的反向电压，但工作频率较低。例如，2CZ58H 型整流二极管，最大整流电流可达 10A，最高反向电压可达 600V，但最高工作频率只有 3kHz。

整流二极管主要用于电源整流，也可用作限幅、钳位和保护电路。

3. 全桥整流堆

整流桥堆是一种整流二极管的组合器件，分为全桥整流堆和半桥整流堆两类。图 1-12 所示为部分常见整流桥堆。

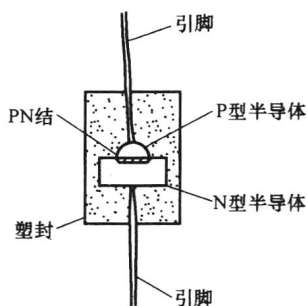


图 1-11 面接触型二极管

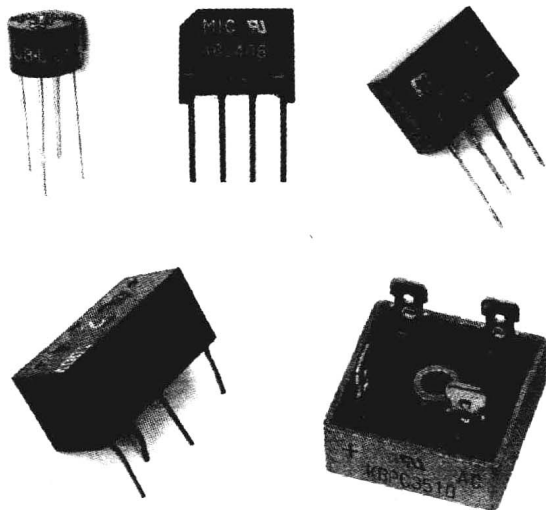


图 1-12 整流桥堆

全桥整流堆通常简称全桥，其文字符号为“UR”，图形符号如图 1-13