

图解汽车电工维修

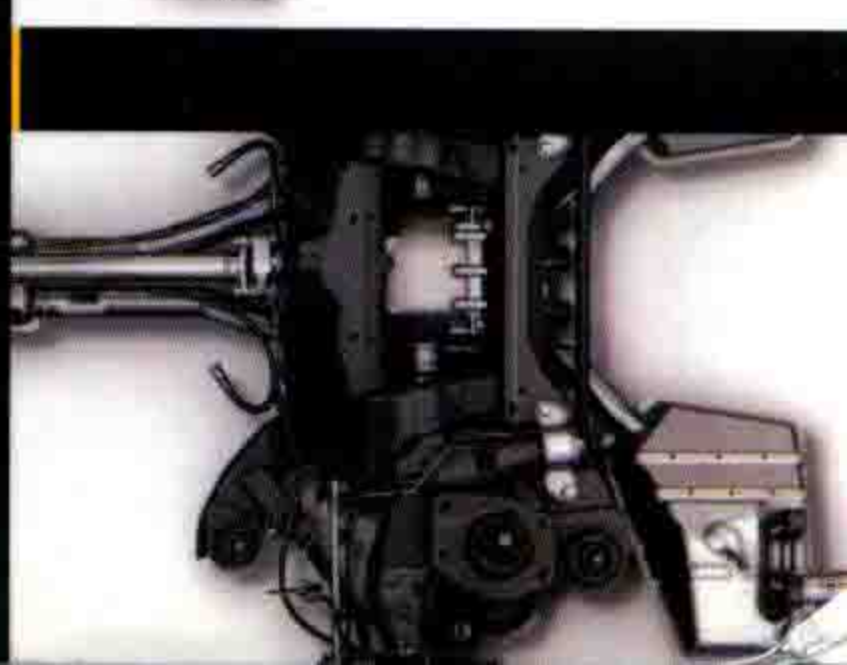
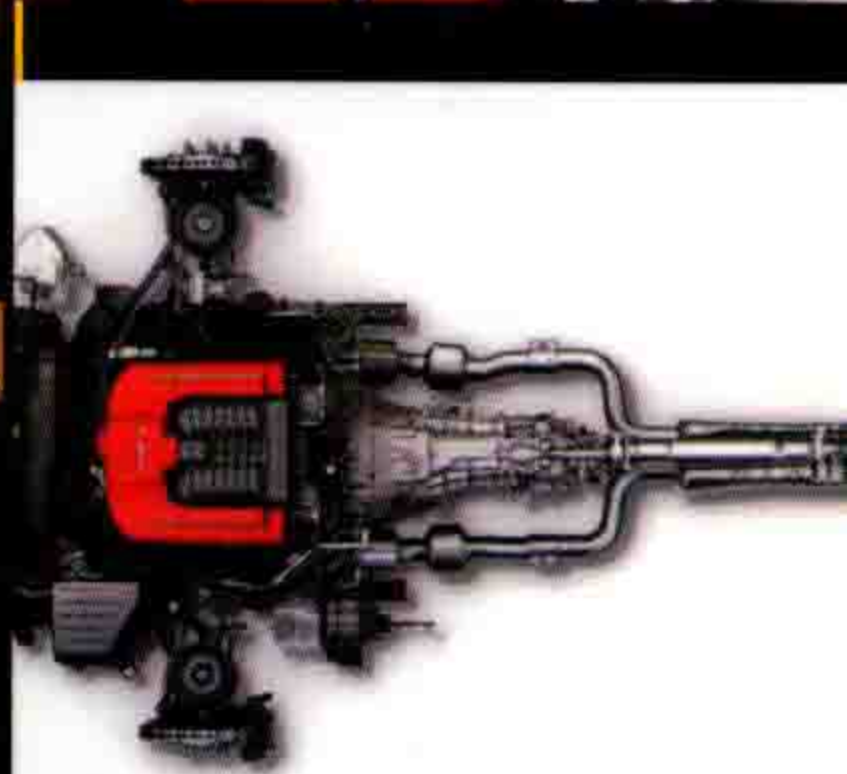
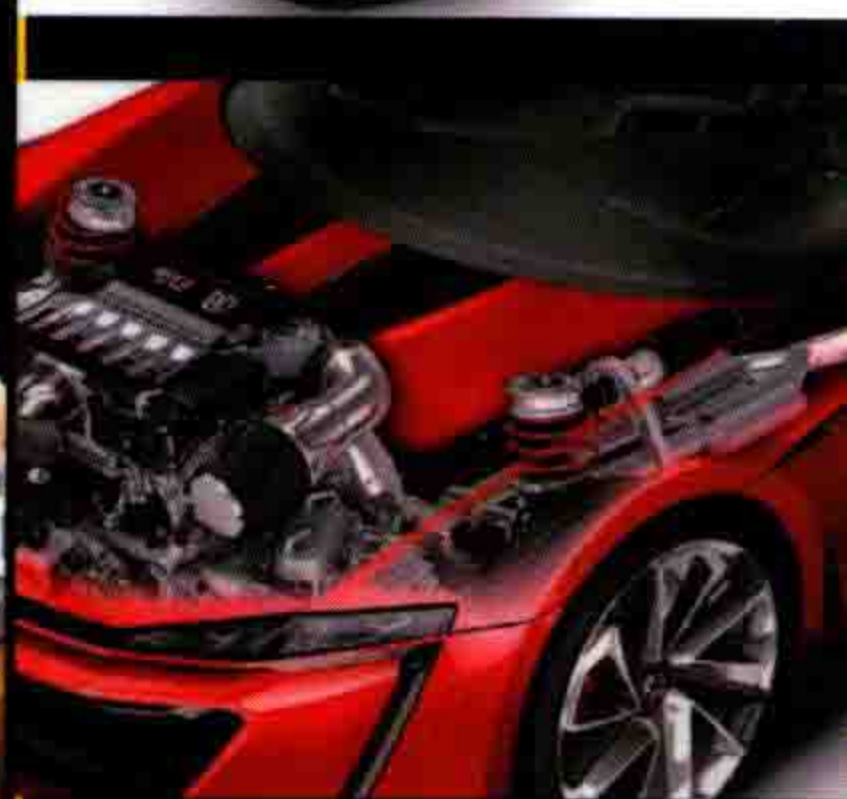


TUJIE QICHE DIANGONG WEIXIU

入门与提高

孙余凯 孟 泉 项绮明 等编著

RUMEN YU TIGAO



化学工业出版社

图解汽车电工维修



TUJIE QICHE DIANGONG WEIXIU

入门与提高

孙余凯 孟 泉 项绮明 等编著

RUMEN YU TIGAO



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书根据广大初学汽车维修人员的实际需要编写而成,第1章与第2章分别介绍了汽车电工维修入门必须掌握的基本技能,汽车电器故障通用检测工具的使用与诊断技能;第3章到第11章介绍了汽车电源系统、汽车发动机启动系统、汽车点火系统、汽车信息显示系统、汽车照明与灯光信号系统、汽车辅助电气系统、汽车电控汽油发动机系统、汽车防抱死制动系统(ABS)、汽车电控自动变速器系统的常见故障维修,这些内容均是初学汽车电工人员入门必须掌握的。在此基础上,又介绍了许多新技术在汽车上的应用与维修技能,使初学者的水平得到进一步的提高。本书分类明确,结构合理,图文并茂,通俗易懂,理论与实践相结合。

本书适用于一般初学汽车电工维修人员的入门学习和企业专业汽车技术与维修人员在岗阅读,也适合作为中等职业学校相关技术专业和职业技术学院汽车维修专业师生的参考书,还可供广大希望入门的汽车电工、保养工自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

图解汽车电工维修入门与提高/孙余凯等编著. —北京:
化学工业出版社, 2016. 6
ISBN 978-7-122-26965-2

I. ①图… II. ①孙… III. ①汽车-电工-维修-图解
IV. ①U463. 6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 094136 号

责任编辑: 陈景薇
责任校对: 王素芹

文字编辑: 冯国庆
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张20 字数483千字 2016年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究



随着汽车行业的快速发展,汽车电子化程度也越来越高,电气系统越来越复杂,从而对汽车维修工也就提出了更高的要求。因此汽车电工也是汽车维修行业十分重要的技术工种之一,对汽车电工职业技能的培养越来越重要。为此我们编写了《图解汽车电工维修入门与提高》一书,本着从汽车电工日常诊断与维修汽车的实际工作需要出发,在内容上力求简明实用,对原理的阐述简略,尽量以简洁的图片方式介绍汽车电器读图技能、故障诊断与维修的快捷处理方法,通俗易懂。本书有以下几个主要特点。

1. 内容简洁、涉及面广

本书对原理仅作简单的叙述,尽量以简洁的图片和简略的说明来介绍汽车电器电路读识、诊断手段、故障诊断与维修方面的知识,以便于读者理解和迅速应用到日常工作中。内容涵盖了汽车基本电器及与故障诊断和维修有关的内容。

2. 突出新技术、新方法

本书突出了汽车电器的新技术和诊断与维修汽车电器的新方法;在原理介绍时,尽量以当前市场上保有量大的车型所使用的新型、典型汽车电器为例;在介绍诊断与维修方法时,尽量以简洁的方式来说明问题,使读者一目了然。

3. 典型实例、便于举一反三

本书在介绍汽车电器故障诊断与维修技能时,通常以典型结构、典型线路(电路)为例,尽量不涉及复杂的原理推导或计算,并以通俗易懂的图片或简略的文字来说明汽车电器基本原理、常见故障诊断技能与维修方法,并系统地归纳了维修工作中常见的疑点、难点问题,结合维修工作中的案例,对故障原因进行分析、讲解并总结维修经验,帮助初学者迅速入门,提升实际诊断与维修技能,便于读者举一反三。

4. 内容分类明确、具有较长时间的参考使用价值

本书所介绍的内容分类明确、便于查找、层次分明、内容丰富、重点突出、文字简练,内容虽很少涉及具体车型,但所介绍的读图方法、诊断故障的手段以及对具体问题的诊断与维修方法思路是通用的,故本书对读者具有较长时间的参考使用价值。

5. 起点低、便于读者自学

在没有条件参加学习班学习的情况下,读者如能认真学习钻研本书,可从初学入门,再通过自己的检修实践逐步提高认识,就可以成为一名熟练的维修人员。本书可供具有初中文化程度的初学汽车电工维修人员使用,但由于设置了提高篇供深入学习,兼顾了不同技术水平的读者的需要,故实用面广。

本书主要由孙余凯、孟泉、项绮明编著,参与本书编写的人员还有项宏宇、罗国风、吴永平、丁秀梅、张朝纲、王国珍、刘跃、韩明佳、孙余正、刘忠梅、刘军中、刘伟、王华君、孙永章、潘童、夏立柱、叶亚东、项天任、陈帆。

本书在编写过程中，除参考了大量国外的现行期刊外，还参考了国内有关汽车技术方面的期刊、书籍、报纸及资料，在这里谨向有关单位和作者一并致谢。同时对给予我们支持和帮助的有关专家和部门深表谢意！

由于汽车新技术的不断更新，其检测与维修技术发展极为迅速，限于笔者水平有限，书中存在的不足之处，诚请广大读者批评指正。

编著者



第1章 汽车电工维修的基本技能 /001

- 1.1 汽车电路基本元件 /001
- 1.2 直流电路及其基本元件 /012
- 1.3 汽车电路图的基本类型与特点 /015
- 1.4 汽车电路常用图形符号 /020
- 1.5 汽车电路图的组成与功能 /025
- 1.6 汽车电路识图要领 /027
- 1.7 汽车电器基本电路 /035

第2章 汽车电器故障的通用检测工具与诊断 /038

- 2.1 汽车电工基本工具的使用 /038
- 2.2 汽车电工基本检测仪表的使用 /042
- 2.3 汽车常用元件的检测 /051
- 2.4 汽车故障的检修 /058
- 2.5 了解汽车故障情况的方法 /059
- 2.6 判断汽车故障部位 /061
- 2.7 确认汽车电器故障的具体部位 /062
- 2.8 汽车电器软性故障的检修 /063
- 2.9 提高篇——电控系统 ECU 故障的检测 /065

第3章 汽车电源系统 /069

- 3.1 汽车电源系统维修入门 /069
- 3.2 汽车电源系统故障的判断及常见故障原因 /071
- 3.3 汽车电源系统故障的专用检修工具及仪表 /074
- 3.4 汽车电源系统的故障诊断与维修 /078
- 3.5 汽车供电系统的故障检测 /080
- 3.6 检修汽车电源系统必须注意的问题 /086
- 3.7 提高篇——新型无刷硅整流发电机的故障诊断与维修 /087

第4章 汽车发动机启动系统 /091

- 4.1 汽车启动系统维修入门 /091
- 4.2 汽车启动系统的故障判断其常见故障原因 /094

- 4.3 检修汽车启动系统故障专用工具检测技能 /097
- 4.4 汽车启动系统的故障诊断与维修 /100
- 4.5 汽车启动系统主要零部件的故障检测 /107
- 4.6 检修汽车发动机启动系统必须注意的问题 /111
- 4.7 提高篇——汽车启动系统新型减速起动机的故障诊断与维修 /111

第5章 汽车点火系统 /113

- 5.1 汽车点火系统维修入门 /113
- 5.2 汽车电子点火系统电路图的读识入门 /115
- 5.3 汽车微电脑控制点火系统电路图的读识入门 /119
- 5.4 汽车点火系统的故障判断及常见故障原因 /124
- 5.5 检修汽车点火系统专用工具与仪表的使用 /126
- 5.6 汽车点火系统的故障诊断与维修 /128
- 5.7 汽车点火系统主要零部件的故障检测 /131
- 5.8 检修汽车点火系统故障必须注意的问题 /139
- 5.9 提高篇——汽车微电脑点火系统的常见故障诊断与维修 /140

第6章 汽车信息显示系统 /143

- 6.1 汽车信息显示系统维修入门 /143
- 6.2 检修汽车信息显示系统故障的专用工具及检测仪表 /152
- 6.3 汽车信息显示系统的故障诊断与维修 /153
- 6.4 汽车信息显示系统主要零部件的故障检测 /156
- 6.5 检修汽车信息显示系统时必须注意的问题 /159
- 6.6 提高篇——汽车数字式仪表系统的故障诊断与维修 /161

第7章 汽车照明与灯光信号系统 /165

- 7.1 汽车照明与灯光信号系统维修入门 /165
- 7.2 汽车照明与信号系统常用前照灯 /168
- 7.3 汽车照明与信号系统的故障判断及常见故障原因 /171
- 7.4 汽车转向电子闪光器电路的读识入门 /173
- 7.5 检修汽车前照灯专用前照灯检测仪的使用 /176
- 7.6 汽车照明与灯光信号系统的故障诊断与维修 /176
- 7.7 汽车照明与灯光信号系统主要零部件的故障检测 /179
- 7.8 提高篇——汽车前照灯自动调平系统常见故障的诊断与维修 /181

第8章 汽车辅助电气系统 /189

- 8.1 汽车辅助电气系统维修入门 /189
- 8.2 汽车刮水系统故障的判断及常见故障原因 /195
- 8.3 汽车雨刮器和洗涤器系统的故障诊断与维修 /197
- 8.4 汽车电喇叭系统的故障诊断与维修 /199

8.5 提高篇——典型电子智能式间歇雨刮器电路读识与常见故障检修 /202

第9章 汽车电控汽油发动机系统 /207

- 9.1 汽车电控汽油发动机系统维修入门 /207
- 9.2 汽车发动机电子控制式燃油喷射系统的故障判断及常见故障原因 /221
- 9.3 检修汽车电控汽油发动机系统故障的专用工具与仪表的使用 /224
- 9.4 汽车电控汽油发动机系统的故障诊断与维修 /228
- 9.5 汽车发动机电控燃油喷射系统主要零部件的故障检测 /232
- 9.6 检修汽车发动机电喷系统时必须注意的问题 /246
- 9.7 提高篇——诊断电喷发动机系统电子节气门总成的故障检测 /249

第10章 汽车防抱死制动系统 (ABS) /252

- 10.1 汽车 ABS 维修入门 /252
- 10.2 检修 ABS 故障的专用工具与仪表的使用 /263
- 10.3 汽车 ABS 的故障诊断与维修 /265
- 10.4 汽车 ABS 主要零部件的故障检测 /266
- 10.5 检修汽车 ABS 时必须注意的问题 /270
- 10.6 提高篇——汽车主动稳定牵引控制系统车轮速度传感器故障的检测 /271

第11章 汽车电控自动变速器系统 /273

- 11.1 汽车自动变速器系统维修入门 /273
- 11.2 汽车变速器系统的故障判断及常见故障原因 /282
- 11.3 检修汽车电控自动变速器故障的专用工具及仪表的检测 /289
- 11.4 汽车电控自动变速器系统故障的诊断与维修 /294
- 11.5 汽车电控自动变速器系统主要零部件的故障检测 /297
- 11.6 检测与维修汽车自动变速器故障时必须注意的问题 /300
- 11.7 提高篇——电控自动离合器系统的基本结构、原理与维修 /302

参考文献 /312



汽车电工的基本任务就是对汽车电器与电子控制装置进行安装、维护与修理，以确保汽车电气设备能够正常运行。对于初入门的人员来说，要顺利完成这些基本任务，就需要先掌握一些基本技能，这就是本章所要介绍的内容。

1.1 汽车电路基本元件

汽车电路常用基本元件主要有电阻器、电容器、电感器、熔断器、继电器、开关等，下面先介绍电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管、集成电路等基础知识，其他元件的电路图形符号在后面陆续再介绍。

1.1.1 电阻器

导线由于其长度、截面积以及导线本身的材料不同，因此具有不同的电阻。电阻小说明电流容易通过；反之，电阻大电流就不易通过。利用导体的这种特性就可以制成具有一定阻值的电阻器。电阻器是电路的一种基本元件，将它接在电路中可以起到不少所需要的特殊作用。

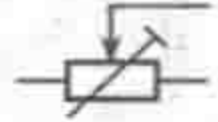
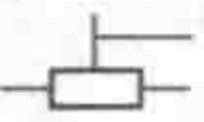
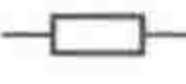
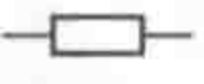
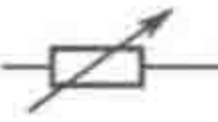
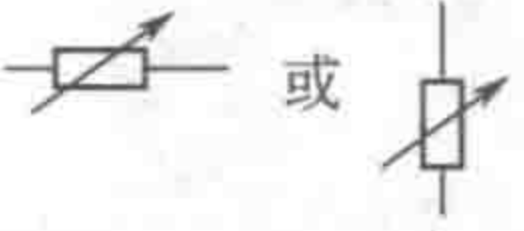
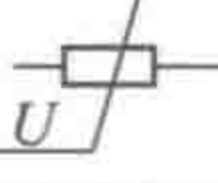
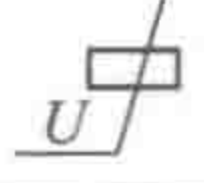
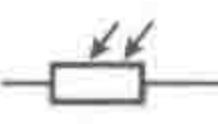
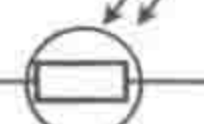
(1) 电阻器的类型和电路符号

固定电阻器在电路图中的一般符号如图 1-1（a）所示，长方块表示电阻体，两边短线分别表示电阻器的两根引出线。固定电阻器在电路图中的文字符号常用字母“R”表示。如图 1-1（b）～（e）所示为各种固定电阻器的外形。不同类型的电阻器都是在电阻器一般符号的基础上扩展起来的，这些电阻器的类型及其电路图形符号见表 1-1。

表 1-1 电阻器的类型及其电路图形符号

新符号		旧符号	
名称	图形符号	名称	图形符号
热敏电阻器(θ 可以用 t 代替)		热敏电阻器	
滑线式变阻器		可断开电路的电阻器	
有固定抽头的电阻器		有抽头的固定电阻器	
带固定抽头的可变电阻器		带抽头的可变电阻器	
分流器		分流器	
滑动触点电位器		电位器的一般符号	

续表

新符号		旧符号	
名称	图形符号	名称	图形符号
微调电位器		微调电位器	
电阻器的一般符号		电阻器的一般符号	
可变电阻器		变阻器	
压敏电阻器		压敏电阻器	
光敏电阻器		光敏电阻器	

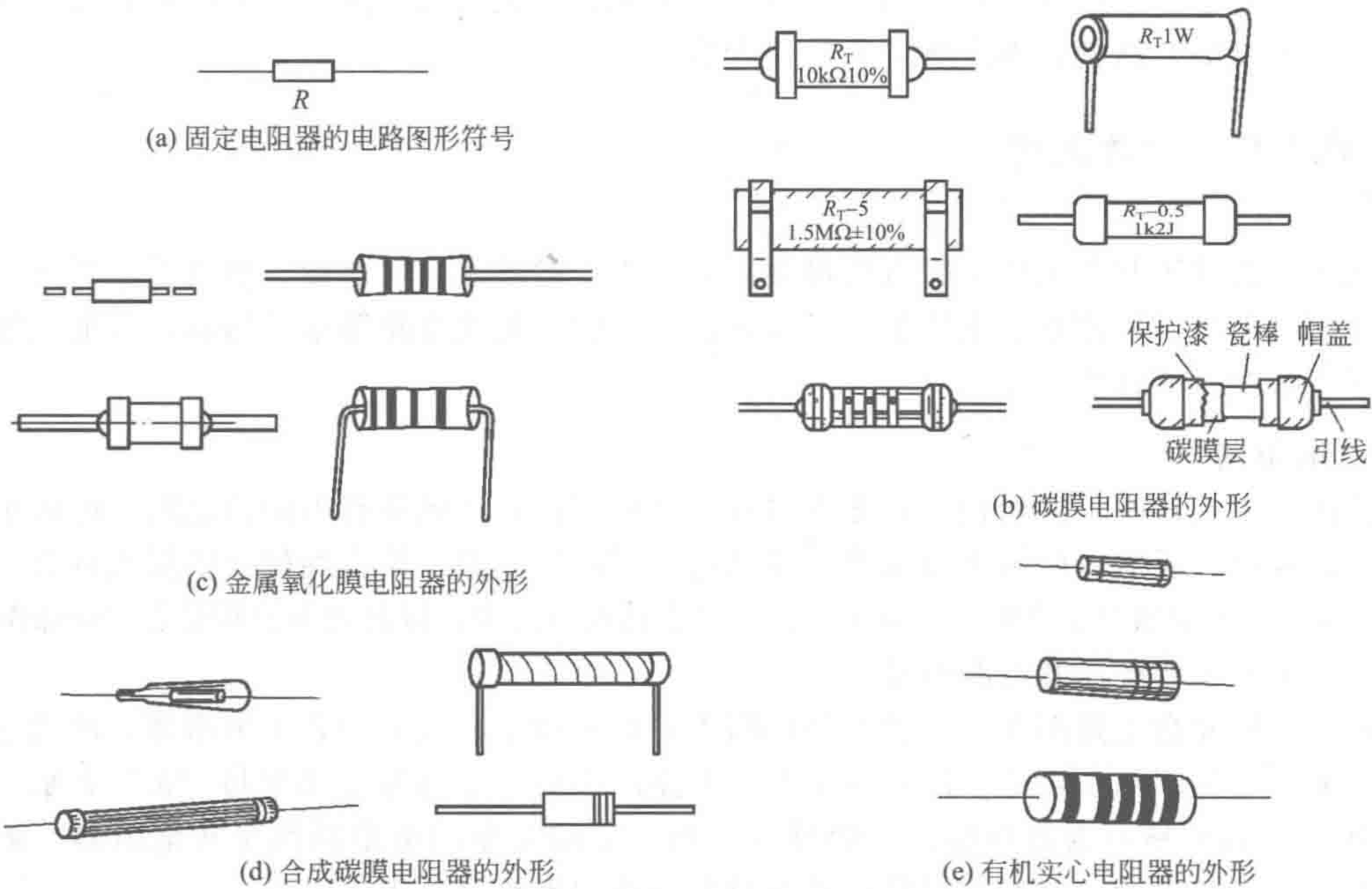
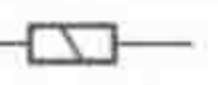
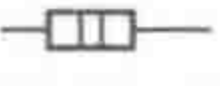
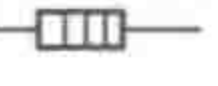
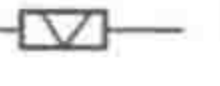


图 1-1 固定电阻器的外形及电路图形符号

(2) 电阻器的额定功率符号

电路图中固定电阻器的额定功率标注方法，有的是在图中直接标出该电阻的功率数值，如 1/4W、3W 等，有的是用表 1-2 所示的电路图形符号来表示。

表 1-2 不同功率电阻器的电路图形符号

图形符号					
功率/W	—	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1
图形符号					
功率/W	2	3	4	5	10

(3) 电阻器的单位换算方法

电阻器的单位为欧姆，简称欧，用符号 Ω 表示。计量比较大的电阻可用千欧 ($k\Omega$) 或

兆欧 (MΩ) 表示。它们之间的换算关系如下。

$1\text{k}\Omega=10^3\Omega$ $1\text{M}\Omega=10^6\Omega$ $1\text{M}\Omega=10^3\text{k}\Omega=10^6\Omega$

1.1.2 电容器

电容器是由两个相互靠近的金属电极板构成的，中间呈绝缘状，当在两个电极板上加上电压时，电容器就可以储存电能。

(1) 电容器的类型

电容器的种类很多，如按是否有极性来分，可分为无极性电容器和有极性电容器两大类，它们在电路中的符号稍有差别，但它们在电路中均用字母“C”表示。

(2) 电容器的外形及电路一般符号

表 1-3 中列出了无极性电容器和有极性电容器的外形及电路一般符号。

表 1-3 无极性电容器和有极性电容器的外形及电路一般符号

项目	外形及电路一般符号
无极性电容器	常见的固定无极性电容器的外形及一般的电路图形符号见表 1-4,按介质不同来分类,有纸介电容器、油浸纸介密封电容器、金属化纸介电容器、云母电容器、有机介质薄膜电容器、玻璃釉电容器、陶瓷电容器等
有极性电容器	有极性电容器如按正极材料的不同,可分为铝电解电容器及钽(或银)电解电容器等。由于此类电容器的两条引线分别引出电容器的正极和负极,因此在电路中不能接错。常见的固定有极性电容器的外形及电路符号见表 1-5
其他电容器	不同类型的电容器都是在电容器一般符号的基础上扩展起来的,这些电容器的类型及其电路图形符号见表 1-6

表 1-4 常见的固定无极性电容器的外形及一般电路图形符号

无极性电容器的符号	无极性电容器的外形		
	纸介电容器 250pF±10% $U_0=500$ 工作电压 京100-C 270- 云母电容器		
	0.05μF±10% 400V		
	金属化纸介电容器	玻璃釉电容器	陶瓷电容器

(3) 标称容量及其换算关系

电容器储存电荷的能力，用电容量表示。电容量与极板面积和介质材料有关，基本单位是法拉，用符号 F 表示；在实际使用中，经常用法拉的百万分之一作单位，即微法，用符号 μF 表示，在电路图上，一般只写一个 μ；在实际使用中，有时也用 μF 的百万分之一作单

位，即皮法，用 pF 表示，在电路图上，一般只写一个 p。它们之间的关系如下。

$1\text{F}=10^6\mu\text{F}=10^{12}\text{pF}$

$1\mu\text{F}=10^{-6}\text{F}=10^6\text{pF}$

表 1-5 常见的固定有极性电容器的外形及电路符号

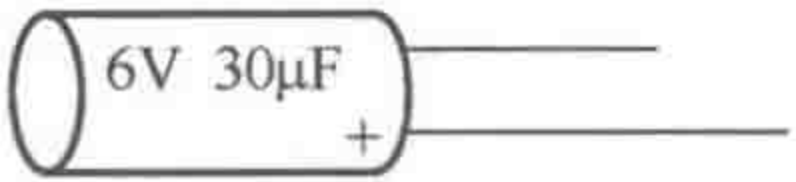
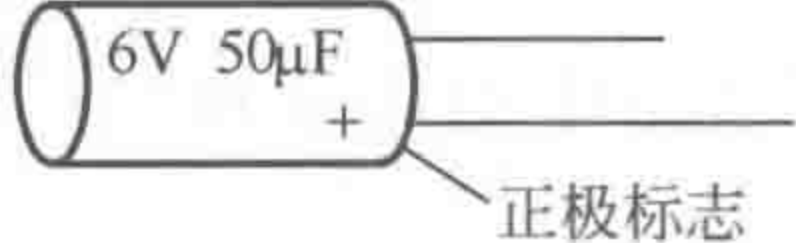
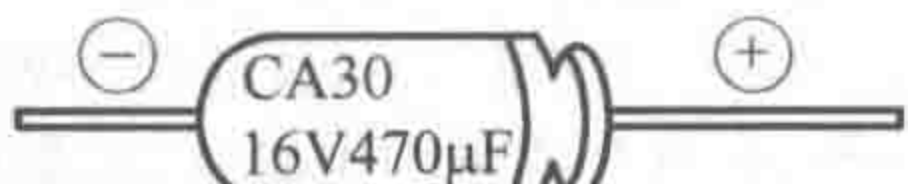
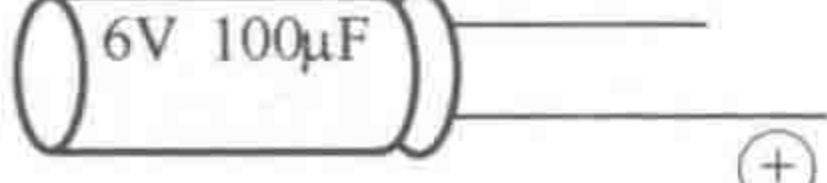
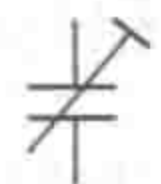
有极性电容器的符号	有极性电容器的外形	
		
		
		
		

表 1-6 电容器的类型及其电路图形符号

序号	新符号		旧符号	
	名称	图形符号	名称	图形符号
1	微调电容器		微调电容器	
2	电容器的一般符号		电容器的一般符号	
3	极性电容器		有极性电解电容器	
4	可变电容器		可变电容器	

在一些进口电容器上还用 mF 及 nF 作单位，欧洲有些国家将电容器的单位用千兆微微法缩写成一个 G 字（注意这里的 G 与国际单位制中词头 G 代表的因数为 10⁹ 是不同的）。这些单位之间的关系如下。

$1\text{G}=10^{-3}\text{F}=10^3\mu\text{F}=10^9\text{pF}=10^6\text{nF}$

$1\text{mF}=10^{-3}\text{F}=1000\mu\text{F}$

$1\text{nF}=10^{-9}\text{F}=10^{-3}\mu\text{F}=10^3\text{pF}=10^{-6}\text{G}$

一个 100pF 的电容，加到 10V 电源上，两极板充的电荷与极板间电压成正比。

$Q=CU=100\times10^{-12}\times10=10^{-9}(\text{C})(\text{库仑})$

式中 Q——极板上所充的电荷；
C——电容器的电容量；
U——极板上所加的电压。

1.1.3 电感器

电感器简称为电感，是由漆包线按一定的方式绕制而成的。当线圈中有电流通过时，线圈的周围就会产生磁场。

(1) 线圈电感器的外形与一般图形符号

电感线圈在电路中的文字符号常用字母 L 加数字表示，如 L₁ 表示编号为 1 的电感器等。表 1-7 中列出了各种线圈电感器外形与一般图形符号。

表 1-7 各种线圈电感器外形与一般图形符号

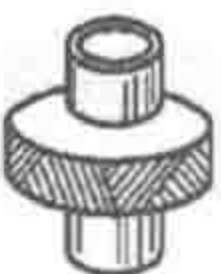
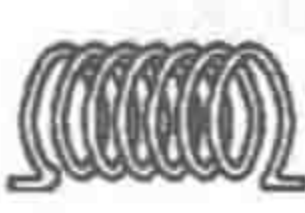
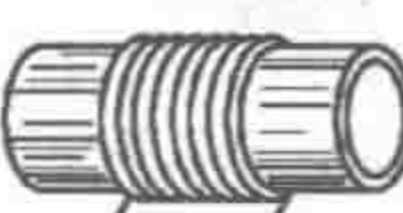
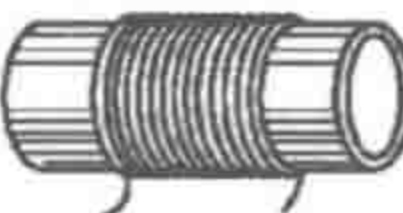
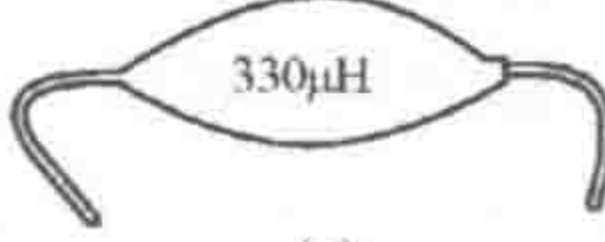
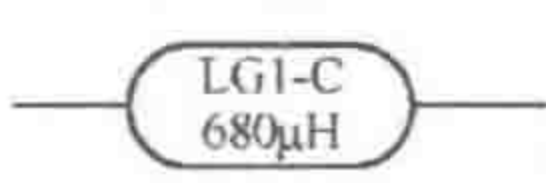
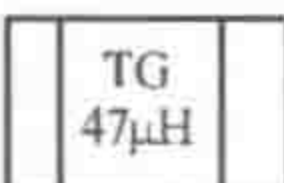
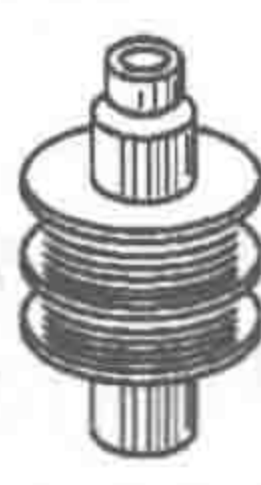
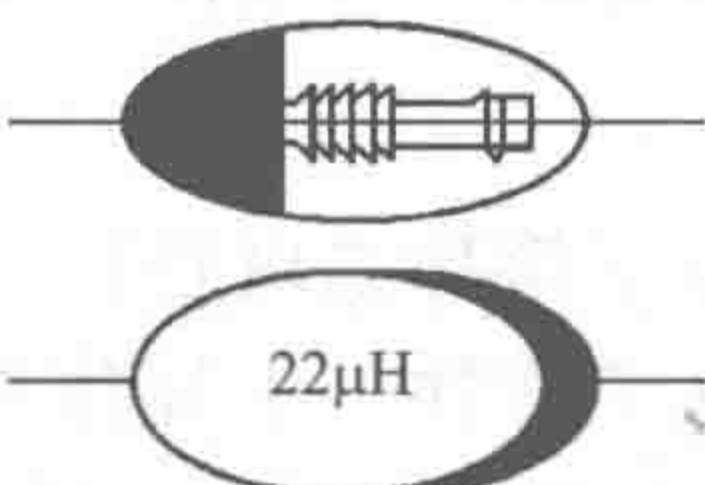
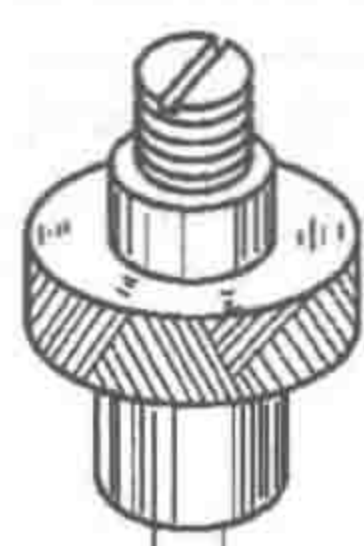
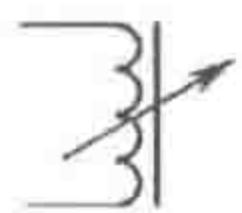
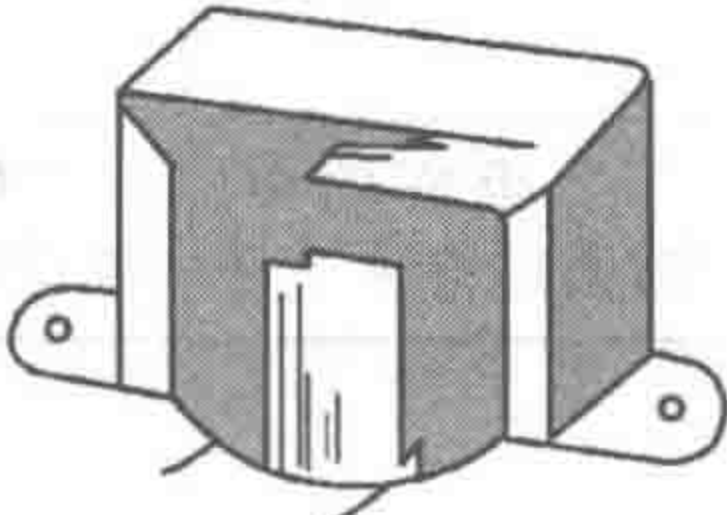
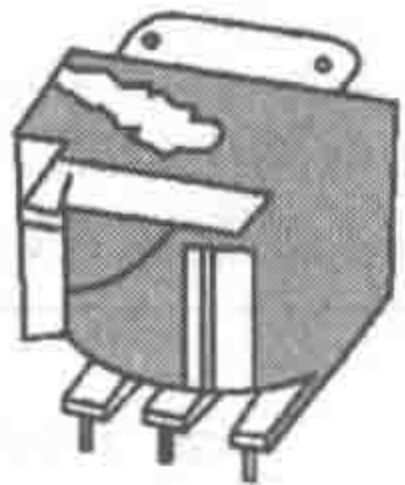
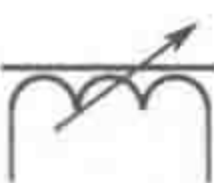
项目	外形与一般图形符号
空心线圈电感器	空心线圈电感器的外形和电路一般图形符号如下图所示。这是一种用导线绕制在纸筒、胶木筒、塑料筒上组成的线圈或绕制后脱胎而成的线圈电感器，由于此类线圈中间不另加介质材料，因此又称为空心线圈电感器，简称空心线圈。空心线圈的绕制方法有多种，如密绕法、间绕法、脱胎法以及蜂房式等  (a) 空心线圈符号 (b) 密绕法 (c) 间绕法 (d) 脱胎法 (e) 蜂房式 小型固定电感器的外形示意图如下图所示。它们的电路图形符号与空心线圈电感器的电路一般图形符号相同  (a) (b) (c) (d) (e) (f)
磁芯线圈电感器	 (a) 磁芯线圈符号 (b) 色码电感器 (c) 磁芯 (d) 磁环 用导线在磁芯、磁环上绕制成线圈或者在空心线圈中插入磁芯组成的线圈，均称为磁芯线圈电感器，简称磁芯线圈。它的外形及电路一般图形符号如上图所示
可调磁芯线圈电感器	这是一种在空心线圈中旋入可调的磁芯组成的电感器件，称为可调磁芯线圈电感器，简称可调磁芯线圈。它的外形和电路一般图形符号如右图所示  (a) 可调磁芯线圈符号 (b) 外形(一) (c) 外形(二)
变压器	变压器是一种特殊的电感器元件，变压器最常见的主要有普通铁芯变压器与开关变压器两大类型。右图所示的是一种在两组或多组线圈中间插入硅钢片而组成的变压器（称为铁芯变压器）的外形及其电路图形符号  (a) 铁芯变压器符号 (b) 外形(一) (c) 外形(二)
其他电感器	不同类型的电感器都是在电感器一般符号的基础上扩展起来的，这些电感器的类型及其电路图形符号见表 1-8

表 1-8 其他电感器的类型及其电路图形符号

新符号		旧符号	
名称	图形符号	名称	图形符号
电感器、线圈绕组、扼流圈		电感线圈、绕组	
带磁芯(铁芯)的电感器		有铁芯的电感线圈	
磁芯(铁芯)有间隙的电感器		铁芯有空气隙的电感线圈	
带磁芯(铁芯)连续可调的电感器		—	—
有两个抽头的电感器	 或 	带抽头的电感线圈	
可变电感器		—	—

(2) 电感器的基本单位

电感器工作能力的大小用电感量来表示，表示产生感应电动势的能力。电感量的基本单位是亨利（H），常用单位为毫亨（mH）、微亨（μH）与纳亨（nH），它们之间的转换关系如下。

$1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}=10^9\text{nH}$

1.1.4 半导体二极管

半导体二极管也称晶体二极管（以下简称二极管），它是利用 P 型和 N 型半导体的结合面（PN 结）的独特导电性能制造的电子器件。半导体材料为元素周期表第四族的硅（Si）或锗（Ge）。表 1-9 中列出了常见二极管的外形与文字符号、电路图形符号。

表 1-9 常见二极管的外形与文字符号、电路图形符号

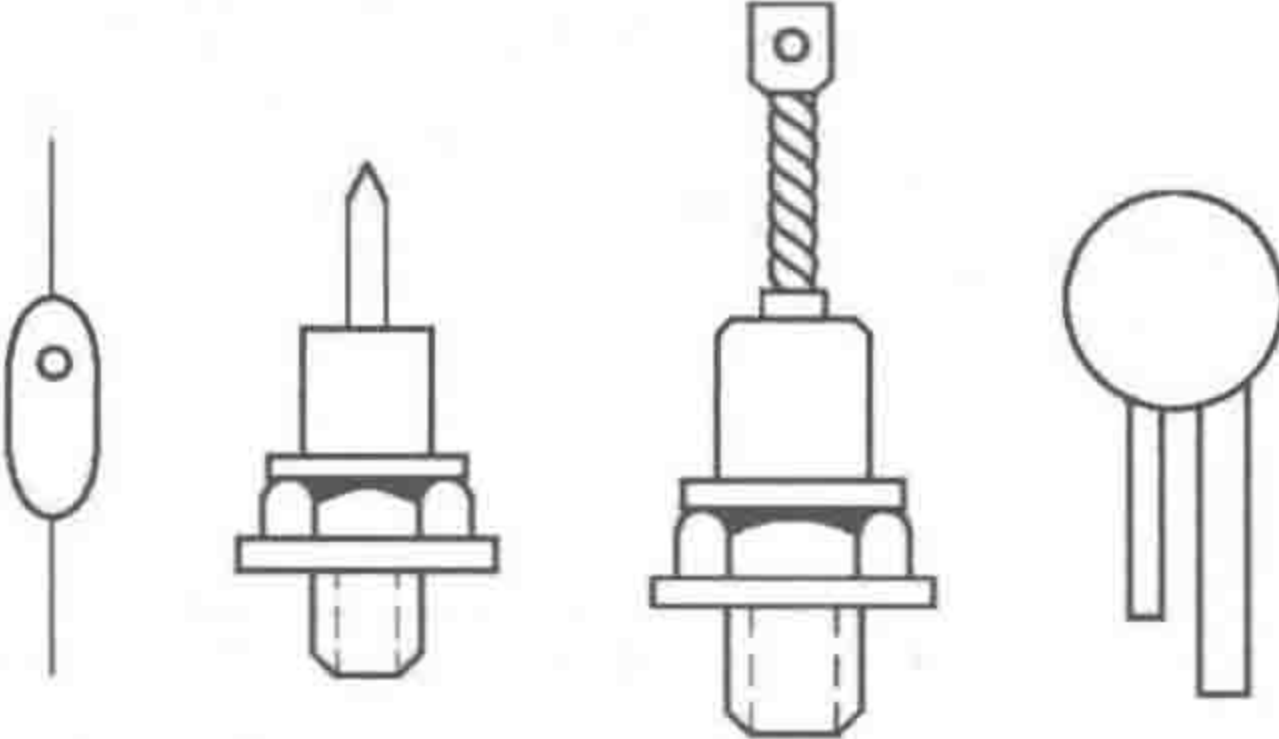
项目	具体说明
常见二极管的外形与文字符号	常见二极管的外形如右图所示。在电路中的文字符号用字母 VD(旧标准为 D)表示 
二极管的电路图形符号	二极管在电路中的基本图形符号见表 1-10 的序号 1 中所示，不同类型的二极管都是在二极管基本符号的基础上扩展起来的。二极管的类型及其电路图形符号见表 1-10

表 1-10 二极管的类型及其电路图形符号

序号	新符号		旧符号	
	名称	图形符号	名称	图形符号
1	半导体二极管的一般符号		半导体二极管、半导体整流器	

续表

序号	新符号		旧符号	
	名称	图形符号	名称	图形符号
2	发光二极管		—	—
3	变容二极管		变容二极管	
4	稳压二极管(单向击穿二极管)		雪崩二极管	
5			稳压二极管	
6	隧道二极管		隧道二极管	
7	双向稳压二极管(双向击穿二极管)		双向稳压二极管	
8	双向二极管、交流开关二极管		双向二极管、交流开关二极管	

1.1.5 三极管

半导体三极管又称为晶体三极管（简称三极管），是汽车电路中应用最广泛的器件之一。如图 1-2 所示是各种常用三极管的外形。表 1-11 中列出了常用三极管的类型及其电路图形符号。

表 1-11 常用三极管的类型及其电路图形符号

项目	具体说明			
三极管的类型	三极管根据其功能和用途,可分为低噪声放大三极管、低频放大三极管、中频和 高频放大三极管、开关三极管、达林顿三极管、高反压三极管、带阻尼二极管的三极管、带电阻器的三极管、光敏三极管			
普通三极管的电路图形符号	NPN 型三极管和 PNP 型三极管的电路符号如右图所示。图中发射极 e（以下均以小写字母为例）的箭头,表示发射结加正向电压时的电流方向。NPN 型三极管发射极箭头应指向管外（由基区指向发射区）;而 PNP 型三极管发射极箭头应指向管内（由发射区指向基区）			
		新标准	旧标准	新标准
		(a) PNP型		(b) NPN型

1.1.6 晶闸管

闸流晶体管又叫闸流管（thyristor），简称晶闸管，俗称可控硅，它是一种大功率开关型半导体器件，在电路中用符号 VT 或 VS 表示（旧标准中用 SCR 表示）。常见晶闸管的几种外形如图 1-3 所示。表 1-12 中列出了常用晶闸管的类型、电路图形符号。

1.1.7 集成电路

由于集成电路的集成度高、体积小、成本低、便于大量生产、可靠性高、稳定性好、电路易于一致，故应用广泛。

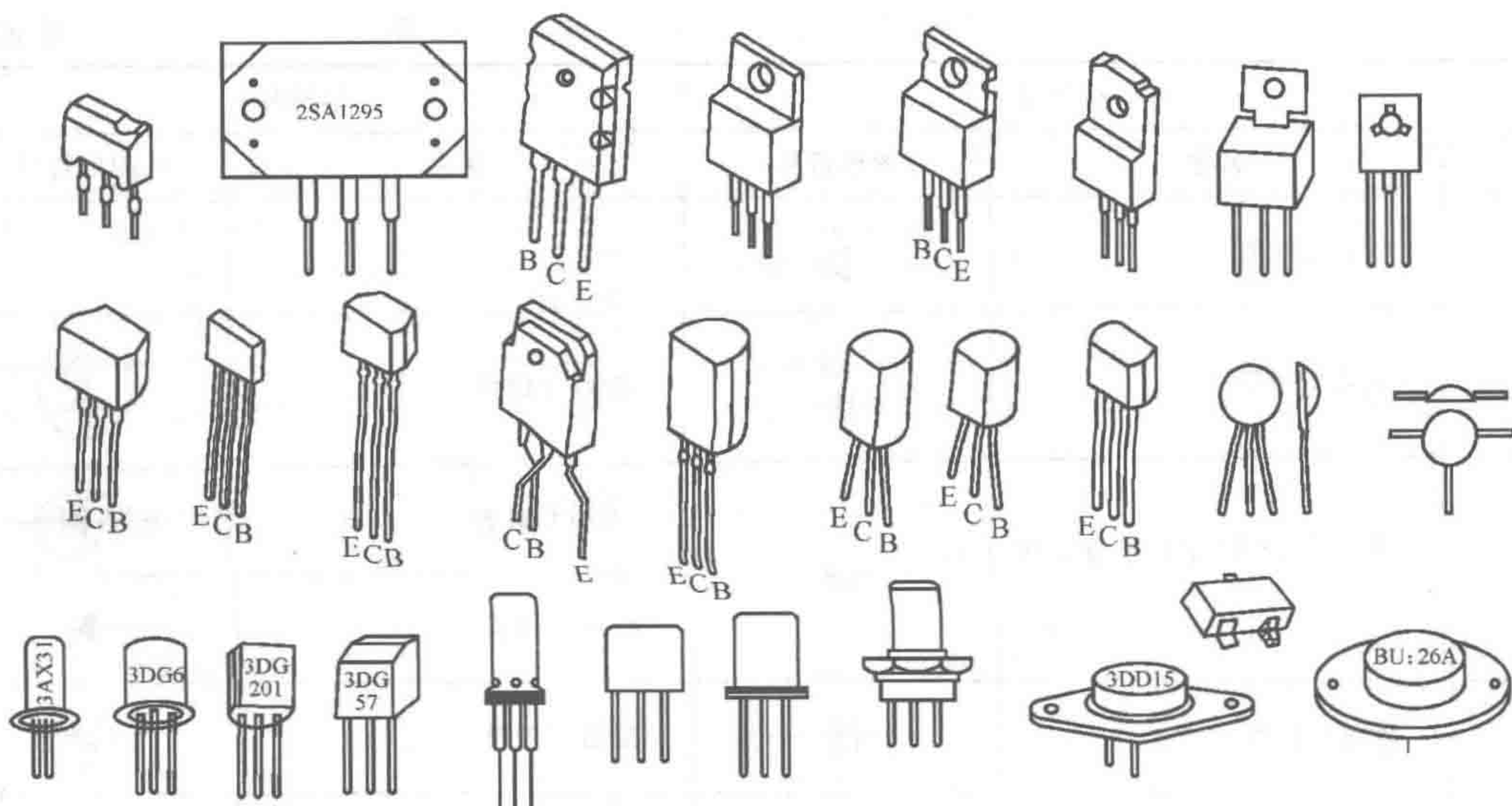


图 1-2 各种常用三极管外形

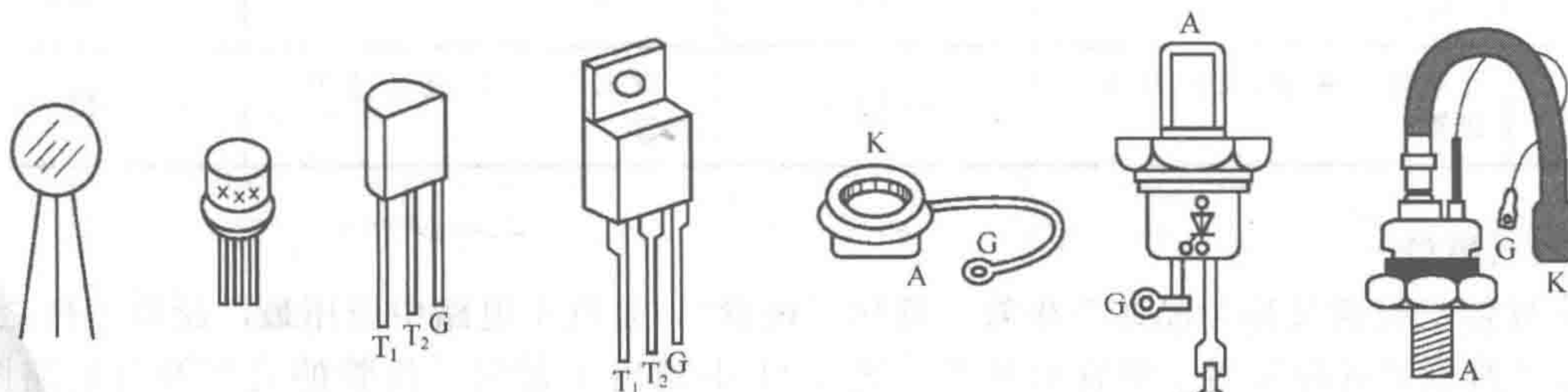
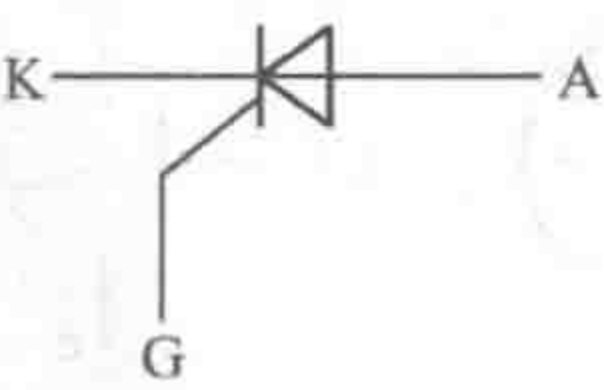
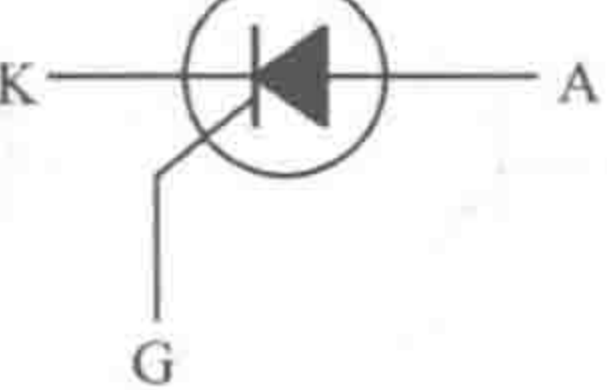
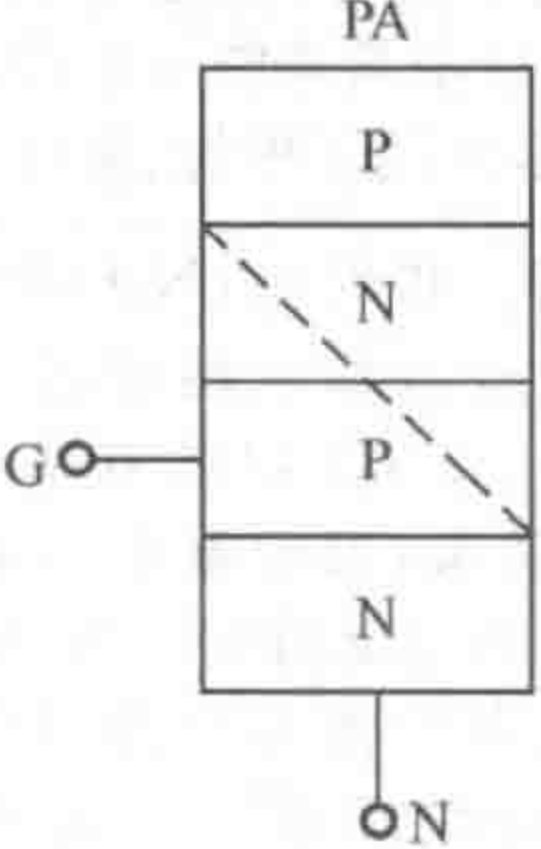
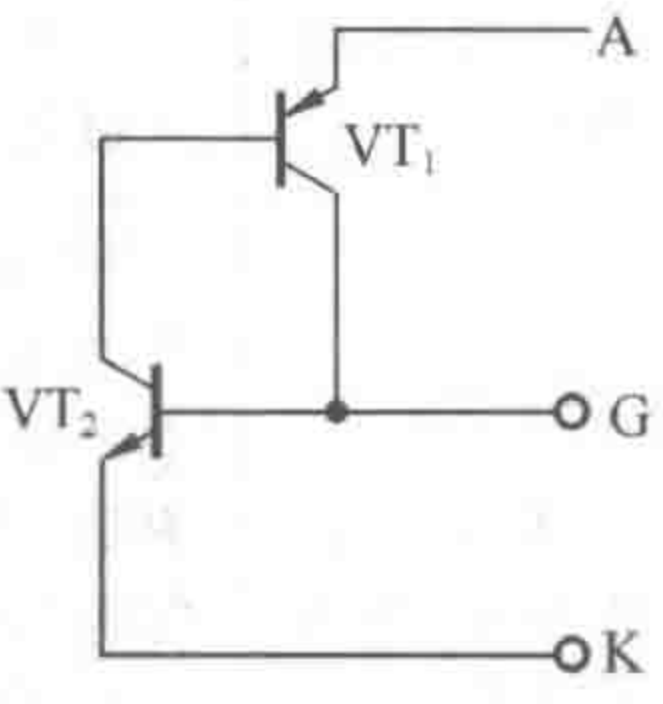


图 1-3 常见晶闸管的几种外形

表 1-12 常用晶闸管的类型、电路图形符号

类型	项目	具体说明
普通晶闸管	电路图形符号	 新电路图形符号  旧电路图形符号  结构图  等效电路 (a) (b) 普通晶闸管又称为单向晶闸管,其电路图形符号及结构和等效电路如上图所示。普通晶闸管是由PNPN 4层半导体材料构成的三端半导体器件,3个引出端分别为阳极(A)、阴极(K)和门极(G),图(a)所示是其电路图形符号。普通晶闸管的阳极与阴极之间具有单向导电的性能,其结构可以等效为由1个PNP三极管和1个NPN三极管组成的复合管,如图(b)所示
	工作特点	(1)当晶闸管反向连接(即A极接电源负端,K极接电源正端)时,无论门极所加电压是什么极性,晶闸管均处于阻断状态 (2)当晶闸管正向连接(即A极接电源正端,K极接电源负端)时,若门极所加触发电压为负时,则晶闸管也不导通,只有其门极加上适当的正向触发电压时,晶闸管才能由阻断状态转变为导通状态。此时,晶闸管阳极与阴极之间呈低阻导通状态,A、K极之间压降约为1V (3)普通晶闸管触发导通以后,其门极即使失去触发电压,只要阳极和阴极之间仍保持正向电压,晶闸管将维持低阻导通状态。只有把阳极电压撤除或阳极、阴极之间的电压极性发生变化(如交流过零)时,普通晶闸管才由低阻导通状态转换为高阻阻断状态。普通晶闸管一旦阻断,即使其阳极与阴极之间又重新加上正向电压,仍需在门极和阴极之间重新加上正向触发电压后方可导通

续表

类型	项目	具体说明
双向晶闸管	电路图形符号	双向晶闸管(TRIAC)是由 NPNPN 5 层半导体材料构成的,相当于 2 个普通晶闸管反相并联。它也有 3 个电极,分别是主电极 T_1、主电极 T_2和门极 G。下图所示为几种双向晶闸管的外形及引脚排列方式
	触发导通条件	双向晶闸管的 T_1 与 T_2 之间,无论所加电压极性是正向还是反向,只要 G 和 T_1(或 T_2)间加有正、负极性不同的触发电压,满足其必需的触发电流,晶闸管即可触发导通呈低阻状态。此时, T_1、T_2 间的电压降为 1V 左右。双向晶闸管一旦导通,即使触发电压失去,也能继续维持其导通状态。当 T_1、T_2 电流减小至维持电流以下或 T_1、T_2 间电压改变极性,且无触发电压时,双向晶闸管阻断,只有重新施加触发电压,才会再次导通

(1) 集成电路的类型与引脚识别

集成电路内部结构不同,用途也不同,它们的形状和引脚也不同。图 1-4 列出了几种不同外形常用集成电路引脚排列方式。圆形金属外壳的多为软导线引出。扁平封装的外壳为陶瓷的和塑料的两种。引线形式有两种:一种是双列;另一种是单列。双列引线又有直线和弯脚引线两种,以弯脚的居多,称为双列直插式。集成电路的引脚顺序按顶视,从标志点顺时针数为 1、2…引脚数目少则 6 个,多则几十个。