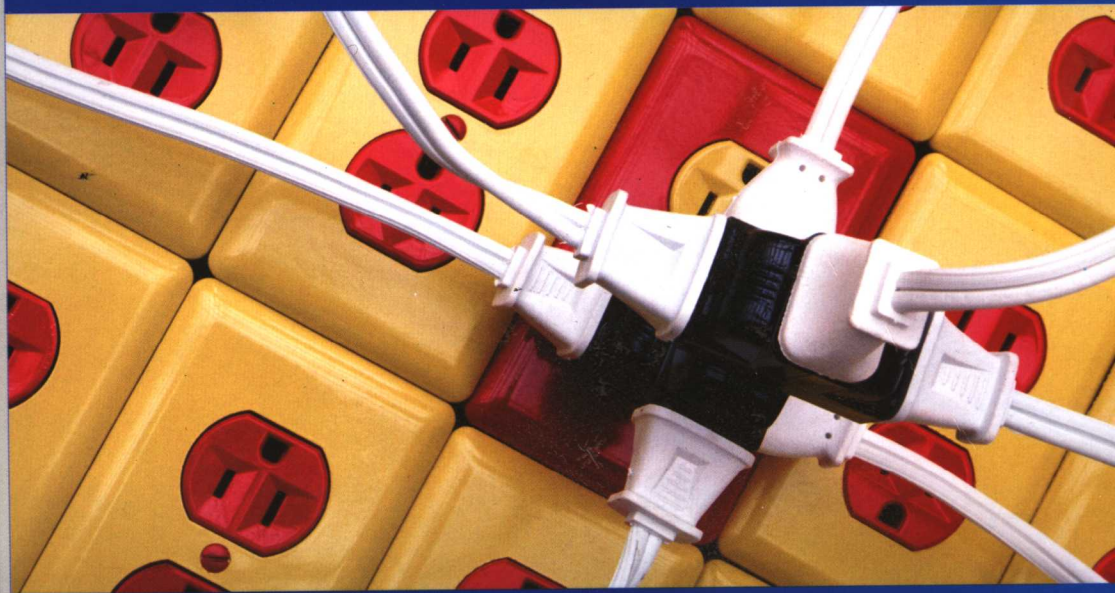


电子技术技能实训教程丛书



# 电工技术 基础与技能 实训教程

陈学平 等编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子技术技能实训教程丛书

# 电工技术基础与技能 实训教程

陈学平 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是电工职业技能考核实训教程，主要内容有：电工技术基础知识，安全用电，常用电工工具以及电工仪表的使用，电工基本操作工艺，常用低压电器，内线施工，电动机基本控制线路的安装、调试与维修，常用生产机械电气控制线路的故障分析与处理等。本书的特点是着重实用技术的传授和动手能力的培养，突出电工操作技能训练，以培养读者在实践中解决问题和处理问题的能力。

本书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求编写而成，可作为中、高等职业技术学院和电子电器类专业学校电子技术学科的教材；也可作为电子制造企业的岗位培训教材；还可供广大电子爱好者阅读。

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

电工技术基础与技能实训教程 / 陈学平等编著. —北京：电子工业出版社，2006.6  
(电子技术技能实训教程丛书)

ISBN 7-121-02522-1

I.电... II.陈... III.电工技术—技术培训—教材 IV.TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 039492 号

策划编辑：谭佩香

责任编辑：郭鹏飞

印刷：河北省邮电印刷厂

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

经 销：各地新华书店

开 本：787×1092 1/16 印张：20.5 字数：470 千字

印 次：2006 年 6 月第 1 次印刷

印 数：6000 册 定价：28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系。  
联系电话：(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

# 出版说明

发展职业教育是经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点。国务院关于大力发展职业教育的决定中明确指出，为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求，促进社会主义和谐社会建设，必须以就业为导向，改革与发展职业教育。职业教育要为我国走新型工业化道路，调整经济结构和转变增长方式服务。因此职业教育要以服务社会主义现代化建设为宗旨，要与市场需求和劳动就业紧密结合，要校企合作，建立有中国特色的现代职业教育体系，实施国家技能型人才培养培训工程。

为进一步深化职业教育教学的改革，各类职业学校根据市场和社会需求，在不断更新教学内容，改进教学方法，各家科技出版社也正在为推进现代科学技术在教学中的应用做好教材服务工作。

电子工业出版社一贯重视职业教育工作。在认真学习领会国家相关政策，研究职业教育规律和特点的基础上，组织相关院校企业共同研发，成功出版了大量职业教育方面的书籍，并取得了很好的社会效益和经济效益。在全国职业教育工作会议隆重召开以后，我社为更好地适应职业教育教学改革的需要，深入职业学校进行了认真调研，组织长期从事电子技术行业工作的专家和在教育第一线的有丰富经验的教师共同编写《电子技术技能实训教程丛书》。我社推出的本丛书是以构建职业标准指导下的能力本位为主导，以提高学生科技素养为宗旨，以就业为导向，指导学生进行专业实践能力的训练，提高学生的技术运用能力和岗位工作能力。

《电子技术技能实训教程丛书》的编写主要遵循了以下原则：

(1) 教学内容充分体现职业性，即本职业生产岗位必备的知识和技能，充分满足本行业生产一线的需求。

(2) 建立职业院校的课程与国家行业标准之间的紧密联系,从职教课程中能清晰地看到国家行业的职业标准要求,形成一种新的职业能力培养的系统化课程。

(3) 行业标准指导下的先进性原则。克服专业教学存在的内容陈旧和不适应产业发展需求的弊端,突出本专业领域的新知识、新技术、新流程、新方法,理论和实践一体化,使之符合职业能力的发展规律,培养学生的学习能力、工作能力、创新思维的能力。

为突出本丛书实用性强的特点,从内容的安排上,以理论指导实践,重点突出技能训练,不仅结合各章内容安排了实训,而且有的书还在全书的最后安排了综合实训项目,使读者将电子专业知识和电子技术灵活运用于实践,在实践中加深理解和积累知识,并在知识和技能不断积累的基础上进行有创造性的实践,从而更有利于技能型人才的培养,更好地提高读者的就业能力、工作能力、职业转换能力和创业能力。

目前本丛书主要包括以下教程:《电工技术基础与技能实训教程》,《电子技术基础与技能实训教程》,《数字电路基础与技能实训教程》,《模拟电路基础与技能实训教程》,《电子产品制作技术与技能实训教程》,《电子产品装配技术与技能实训教程》,《电子仪表应用技术与技能实训教程》,《自动控制技术与技能实训教程》,《传感技术与技能实训教程》,《汽车电子技术与技能实训教程》。以后将根据职业学校教材的需求不断拓展新的教程。

我们期盼本丛书能成为通俗易懂的、专业性强和实用性强的、学得会和用得巧的职教选用教材和广大读者的自学教程。

电子工业出版社

# 前 言

本书是参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求编写的。本课程是中等职业学校电子电器应用与维修专业的一门基础技能课，它的任务是使学生具备高素质劳动者和中、初级专门人才必需的电工基础知识和基本技能，为学生学习专业知识和职业技能，增强适应职业变化能力和提高继续学习的能力打下一定的基础。

本书从提高学生全面素质出发，以培养能力为主，力求体现中等职业教育的特点，针对中职学生现有水平，确定全书的内容和知识深度。

本书主要包括电工技术基础知识和电工技能实训两大部分，适合电子电器应用与维修专业三年制和四年制60~100学时的教学需要。

本书在编写方法上有所突破和创新，突出使用维修、安装测试、故障处理等技能实训。注重调动学生学习的主动性和积极性，注重理论联系实际，培养学生的动手实践能力。

本书由陈学平主编，他负责编写全书的大纲，并且编写了第2、3、4、7、8、9、10章及相关实训内容；第1章内容由刘颖编写；第5、6章及相关实训内容由王英老师编写。在本书的编写过程中，还得到了重庆龙职中章方学校长、张小毅副校长及重庆邮电学院三分院邹开耀院长的大力支持，在此深表感谢。

读者如果在学习过程中有疑问，可以直接与编者联系，编者的联系方式是：

电子邮件：[yuanju01@163.com](mailto:yuanju01@163.com)

QQ：41800543

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

图书联系方式：[tan\\_peixiang@phei.com.cn](mailto:tan_peixiang@phei.com.cn)

编著者  
2006年4月

# 目 录

第 1 章 电工基础知识 .....	1
1.1 电路和电路模型 .....	1
1.1.1 电路 .....	1
1.1.2 电路模型 .....	1
1.2 电路的基本物理量 .....	2
1.2.1 电流 .....	2
1.2.2 电压 .....	4
1.2.3 电功率和能量 .....	6
1.3 电阻器和欧姆定律 .....	8
1.3.1 电阻器 .....	8
1.3.2 欧姆定律 .....	9
1.3.3 负载获得的最大功率 .....	11
1.4 电压源与电流源 .....	12
1.4.1 电压源 .....	12
1.4.2 电流源 .....	13
1.5 基尔霍夫定律及支路电流法 .....	14
1.5.1 基尔霍夫第一定律——节点电流定律 .....	14
1.5.2 基尔霍夫第二定律——回路电压定律 .....	15
1.5.3 支路电流法 .....	16
1.6 电阻的串联、并联、混联及等效变换 .....	17
1.6.1 电阻的串联及等效变换 .....	17
1.6.2 电阻的并联及等效变换 .....	20
1.6.3 电阻的混联及等效 .....	23
1.7 叠加定理 .....	25
1.8 戴维南定理 .....	26
1.9 正弦量的基本概念 .....	28
1.9.1 频率、周期、有效值 .....	28

1.9.2 相位及相位差 .....	30
1.10 正弦量的向量表示法 .....	31
1.10.1 复数 .....	31
1.10.2 正弦量的复数表示 .....	33
1.11 三相电源及连接 .....	36
1.11.1 三相电源 .....	36
1.11.2 三相电源的连接 .....	37
1.12 三相负载的连接 .....	39
1.12.1 单相负载 .....	39
1.12.2 三相负载的连接 .....	41
<b>本章小结</b> .....	42
习题 1 .....	43
<b>第 2 章 电工基本操作工艺</b> .....	<b>47</b>
2.1 常用电工工具及其使用 .....	47
2.1.1 电工通用工具 .....	47
2.1.2 电工专用工具 .....	51
2.2 常用电工仪器仪表 .....	53
2.2.1 常用电工仪器仪表的一般知识 .....	53
2.2.2 电工测量仪表的选择、使用和维护 .....	55
2.2.3 常用电工仪表的工作原理 .....	57
2.2.4 电流表 .....	59
2.2.5 电压表 .....	60
2.2.6 钳形电流表 .....	61
2.2.7 指针万用表 .....	62
2.2.8 数字万用表 .....	66
2.2.9 兆欧表 .....	68
2.2.10 接地电阻测定仪 .....	71
2.2.11 直流单臂电桥 .....	73
2.3 工具仪表的使用实训 .....	75
2.3.1 实训 1 常用电工工具的使用 .....	75
2.3.2 实训 2 用试电笔辨别火线和零线 .....	76
2.3.3 实训 3 常用电工仪表的使用 .....	76
<b>本章小结</b> .....	<b>79</b>



习题 2 .....	79
<b>第 3 章 电工基本操作技能 .....</b>	<b>81</b>
3.1 常用电气元器件的选用 .....	81
3.1.1 电阻器 .....	81
3.1.2 电位器 .....	86
3.1.3 电容器 .....	88
3.1.4 电感器 .....	92
3.2 导线的连接与绝缘的恢复 .....	97
3.2.1 常用导线的分类与应用 .....	97
3.2.2 导线线头绝缘层的剖削 .....	98
3.2.3 导线的连接 .....	100
3.2.4 导线绝缘的恢复 .....	104
3.3 常用焊接技术 .....	105
3.3.1 电烙铁焊接工艺 .....	105
3.3.2 电烙铁的使用与维护 .....	106
3.3.3 焊接要领 .....	109
3.4 拆焊技术 .....	114
3.5 电工技术操作技能实训 .....	115
3.5.1 实训 1 常用元器件的识别与检测 .....	115
3.5.2 实训 2 导线连接和绝缘的恢复 .....	117
3.5.3 实训 3 焊接与拆焊训练 .....	118
本章小结 .....	119
习题 3 .....	119
<b>第 4 章 室内电气布线和电气照明 .....</b>	<b>121</b>
4.1 导线和熔断器的选择 .....	121
4.1.1 导线的选择 .....	121
4.1.2 熔断器的选择 .....	122
4.1.3 常用熔断器的特点及用途 .....	123
4.1.4 熔断器的选用 .....	123
4.2 室内电路配线 .....	124
4.2.1 绝缘子配线 .....	125
4.2.2 塑料护套线配线 .....	126

4.2.3	线管配线 .....	127
4.3	配电板的安装 .....	129
4.3.1	单相电能表 .....	129
4.3.2	负荷开关 .....	131
4.3.3	配电板的安装 .....	131
4.4	电气照明的安装 .....	133
4.4.1	常用照明附件和白炽灯的安装 .....	133
4.4.2	荧光灯照明电路 .....	137
4.5	室内电气布线和电气照明实训 .....	141
4.5.1	实训 1 室内照明电路安装 .....	141
4.5.2	实训 2 配电板安装及配线练习 .....	143
	本章小结 .....	145
	习题 4 .....	145
<b>第 5 章</b>	<b>安全用电 .....</b>	<b>147</b>
5.1	触电的几种情况 .....	147
5.1.1	电流对人体的伤害 .....	147
5.1.2	触电类型 .....	147
5.2	安全用电注意事项 .....	149
5.2.1	电气工作的专业人员应该注意的事项 .....	149
5.2.2	家庭安全用电常识 .....	150
5.3	电工常用的安全工具 .....	152
5.3.1	绝缘拉杆 .....	152
5.3.2	绝缘钳 .....	152
5.3.3	临时接地线 .....	152
5.3.4	脚扣和安全带 .....	153
5.3.5	绝缘手套 .....	153
5.3.6	绝缘靴（鞋）的用途及使用注意事项 .....	155
5.4	接地和接零 .....	155
5.4.1	保护接地 .....	155
5.4.2	保护接零 .....	157
5.5	接地的分类 .....	157
5.6	接地装置和接零装置的安全要求 .....	158
5.6.1	接地装置的要求 .....	158

5.6.2	接零装置的要求 .....	158
5.7	接地装置的安装 .....	161
5.7.1	接地装置的组成 .....	161
5.7.2	接地线与接地体的连接要求 .....	161
5.8	接地装置的检查与维修 .....	161
5.8.1	定期检查 .....	161
5.8.2	常见故障排除方法 .....	161
5.9	防雷保护 .....	162
5.9.1	雷的危害 .....	162
5.9.2	雷击的分类 .....	162
5.9.3	雷电传播途径 .....	162
5.9.4	雷击的防护 .....	162
5.10	漏电保护器的应用及安装接线 .....	163
5.10.1	漏电保护器的基本结构与工作原理 .....	163
5.10.2	漏电保护器的选择 .....	164
5.10.3	漏电保护器的正确安装与使用 .....	165
5.11	使触电者脱离电源的几种方法 .....	165
5.12	现场救护的具体步骤和处理措施 .....	166
5.12.1	确定触电者情况 .....	166
5.12.2	确定急救方案 .....	167
5.12.3	心肺同时复苏 .....	167
5.12.4	注意事项 .....	167
5.13	电气火灾消防知识 .....	168
5.13.1	电气火灾的主要原因 .....	168
5.13.2	易燃易爆环境 .....	168
5.13.3	电气火灾的防护措施 .....	168
5.13.4	电气火灾的扑救 .....	169
5.14	安全用电实训 .....	170
5.14.1	实训 1 灭火器的操作方法 .....	170
	<b>本章小结</b> .....	171
	<b>习题 5</b> .....	172
<b>第 6 章</b>	<b>小型单相变压器</b> .....	<b>173</b>
6.1	变压器的分类和构造 .....	173

6.1.1	变压器的分类 .....	173
6.1.2	变压器的基本构造 .....	174
6.1.3	变压器的基本工作原理 .....	175
6.2	变压器的额定值及性能检测 .....	177
6.2.1	变压器的额定值 .....	177
6.2.2	变压器的性能检测 .....	177
6.3	变压器的故障处理 .....	179
6.3.1	变压器常见故障的检修 .....	179
6.3.2	小型变压器的故障修复 .....	179
6.3.3	修复后的测试 .....	181
6.4	小型变压器的制作 .....	181
6.4.1	变压器绕组的绕制 .....	181
6.4.2	变压器连接 .....	184
6.5	小型单相变压器实训 .....	186
6.5.1	实训 1 变压器的性能检测 .....	186
6.5.2	实训 2 变压器的重新绕线制作 .....	190
	本章小结 .....	195
	习题 6 .....	195
<b>第 7 章</b>	<b>三相异步电动机 .....</b>	<b>197</b>
7.1	三相异步电动机结构与选型 .....	197
7.1.1	转子 .....	197
7.1.2	定子 .....	198
7.1.3	异步电动机的铭牌 .....	200
7.1.4	三相异步电动机的选型 .....	201
7.2	三相异步电动机拆卸与装配 .....	202
7.2.1	异步电动机的拆卸 .....	202
7.2.2	主要零部件的拆卸方法 .....	203
7.2.3	异步电动机的装配 .....	205
7.2.4	装配后的检验 .....	206
7.2.5	定子绕组首尾端判断 .....	207
7.3	三相异步电动机的维护 .....	209
7.3.1	启动前的准备与检查 .....	209
7.3.2	运行中的巡视 .....	209

7.3.3 定期维护 .....	209
7.4 三相异步电动机的故障分析与处理 .....	211
7.4.1 故障的分析与检查 .....	211
7.4.2 常见故障现象与处理 .....	212
7.4.3 主要电气故障的检修 .....	215
7.5 三相异步电动机实训 .....	221
7.5.1 实训 1 电动机的拆装与维护 .....	221
7.5.2 实训 2 定子绕组故障检修 .....	223
本章小结 .....	223
习题 7 .....	224
<b>第 8 章 单相交流异步电动机 .....</b>	<b>225</b>
8.1 单相交流异步电动机的结构 .....	225
8.1.1 单相交流异步电动机的分类及代号 .....	225
8.1.2 单相交流异步电动机的构造 .....	226
8.1.3 单相交流异步电动机的结构特点 .....	227
8.1.4 单相交流异步电动机的额定功率 .....	229
8.2 单相交流异步电动机的故障与检修 .....	230
8.2.1 单相交流异步电动机的故障与处理 .....	230
8.2.2 单相交流异步电动机的故障检修 .....	232
8.3 单相交流异步电动机绕组拆换 .....	233
8.3.1 定子绕组的技术参数 .....	233
8.3.2 定子绕组的拆换 .....	234
8.4 单相交流异步电动机实训 .....	239
8.4.1 实训 1 单相异步电动机实训 .....	239
8.4.2 实训 2 单相电动机定子绕组故障检修 .....	240
本章小结 .....	241
习题 8 .....	241
<b>第 9 章 三相电动机的控制 .....</b>	<b>243</b>
9.1 低压电器的分类及作用 .....	243
9.1.1 电器的含义 .....	243
9.1.2 低压电器的分类 .....	243
9.1.3 低压电器的作用 .....	243

9.2	电磁铁 .....	245
9.3	低压开关 .....	247
9.3.1	低压刀开关 .....	248
9.3.2	组合开关 .....	249
9.3.3	低压断路器 .....	251
9.3.4	漏电保护器 .....	253
9.4	主令电器 .....	256
9.4.1	按钮（手动切换电器） .....	256
9.4.2	行程开关 .....	257
9.4.3	接近开关 .....	259
9.4.4	红外线光电开关 .....	259
9.4.5	万能转换开关 .....	260
9.4.6	接触器 .....	260
9.4.7	继电器 .....	265
9.5	熔断器 .....	274
9.6	电动机控制电路 .....	275
9.6.1	三相鼠笼型电动机直接启动控制 .....	276
9.6.2	顺序连锁控制电路 .....	279
9.6.3	互锁控制电路 .....	280
9.6.4	位置原则的控制电路 .....	282
9.6.5	时间原则的控制电路 .....	282
9.6.6	速度原则的控制电路 .....	284
9.7	控制电路综合举例 .....	285
9.8	三相电动机及其电器设备实训 .....	286
9.8.1	实训 1 熔断器检测与更换 .....	286
9.8.2	实训 2 交流接触器的拆装与维修 .....	287
9.8.3	实训 3 三相异步电动机的单向旋转与点动控制 .....	289
	本章小结 .....	290
	习题 9 .....	291
<b>第 10 章</b>	<b>同步电动机与其他特殊电动机 .....</b>	<b>293</b>
10.1	同步电动机结构和原理 .....	293
10.1.1	结构模型 .....	293
10.1.2	工作原理 .....	293

10.1.3	同步电动机的同步转速及运行方式 .....	294
10.1.4	励磁方式简介 .....	295
10.2	直流电动机 .....	296
10.2.1	直流电动机的用途 .....	297
10.2.2	直流电动机的工作原理 .....	297
10.2.3	直流电动机的基本结构 .....	298
10.3	步进电动机 .....	302
10.4	伺服电动机 .....	303
	本章小结 .....	305
	习题 10 .....	305
<b>附录 A</b>	<b>习题答案 .....</b>	<b>307</b>
第 1 章	习题答案 .....	307
第 2 章	习题答案 .....	308
第 3 章	习题答案 .....	309
第 4 章	习题答案 .....	310
第 5 章	习题答案 .....	310
第 6 章	习题答案 .....	310
第 7 章	习题答案 .....	311
第 8 章	习题答案 .....	311
第 9 章	习题答案 .....	311
第 10 章	习题答案 .....	312

# 第 1 章 电工基础知识

本章首先介绍电路、电路模型的概念和电路的基本物理量；然后介绍电阻器、电压源和电流源等电路元器件的特性，同时阐明基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律以及电路的等效变换；讲述了分析线性电路的叠加定理和戴维南定理；最后介绍正弦量的基本概念和向量表示法。

## 1.1 电路和电路模型

### 1.1.1 电路

电流流通的闭合路径称为电路，由电源、负载、连接导线、控制和保护装置四部分就可组成一个最简单的电路，如图 1-1 所示。

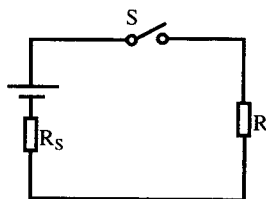


图 1-1 基本电路

#### 1. 电源

电路中供给电能的设备或器件称为电源。它能把其他形式的能量转换成电能。常见的电源有干电池、蓄电池、发电机等。

#### 2. 负载

负载即用电器，其作用是把电能转换成其他形式能量，如电灯、电动机、电加热器等。

#### 3. 连接导线

连接导线的作用是把电源和负载等元器件连接成闭合回路，输送和分配电能。一般常用的导线是铜线和铝线。

#### 4. 控制和保护装置

电路的控制和保护装置是用来控制电路的通、断及保护电路的安全，使电路能够正常工作的装置，如开关、熔断器、继电器等。

### 1.1.2 电路模型

实际使用的电路可能是简单的，也可能是复杂的，有时甚至会复杂到难以想象的程度。





即使在最简单的电路中，影响实际的电气器件特性的因素也十分复杂，牵涉到的知识也很广泛。这里我们只是对电路中的一些基本规律进行探讨，按照所掌握的规律对电路进行分析。为了便于对实际的复杂电路进行分析和计算，常常把实际的电路中的元器件理想化。在一定的条件下，忽略其次要性质，用足以表示其主要特性的“模型”来表示，即用理想元器件代替实际电路中的元器件。例如，有的器件主要消耗电能，那么具有消耗电能这一特征的电阻器、电灯、电炉、电烙铁等实际电路器件都可以用“电阻器”这个“模型”来近似表示。再如，有的实际电器中的器件主要存储磁场能量，那么具有存储磁场能量这一特征的日光灯镇流器、收音机用天线线圈、滤波扼流圈、固定电感器等实际电路器件都可以用“电感器”来近似表示；有的器件主要存储电场能量，如各种类型的电容器，都可以用“电容器”来近似表示；有的器件和设备主要供给电能，如电池和发电机，就用“电压源”或“电流源”模型来表示。

用理想元器件代替实际元器件构成的电路就叫做实际电路的电路模型。在设计、安装或修理各种设备和用电器等的实际电路时，常用特定符号表示电路元器件连接情况。这种用规定元器件的电器符号表示电路连接情况的图称为电路图。

任何实际电路都可以用电路图表示。电路图理想元器件要用特定的图形符号来表示。国家标准对其有统一的规定，使用时要遵守国家标准。表 1-1 所示为几种常用元器件的标准图形符号。

表 1-1 常用元器件的标准图形符号

名称	符号	名称	符号
固定电阻器		可调电阻器	
电灯		开关	
电池		接地	
电感器		电容器	
熔断器		导线	

## 1.2 电路的基本物理量

### 1.2.1 电流

#### 1. 电流的形成

分析物质的内部结构可以知道，任何物质都是由分子组成，分子是由原子组成，而原子

