

21 世纪全国高职高专计算机系列实用规划教材

# 计算机电路基础教程与实训

主 编 刘辉珞 张秀国  
副主编 陈常晖 卢国军  
参 编 路文娟 霍立文 寇 莉  
主 审 冯润根



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

计算机电路基础教程与实训是高职高专计算机专业及计算机相关专业的一门十分重要的专业基础课。本书是作者在多年从事计算机电路基础教学的基础上,结合高职高专教育“理论够用”、“内容适用”、“实训重用”的特点而编著的。

本书共分8章,内容包括基础电子元器件介绍、数字逻辑电路概述、逻辑代数基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、脉冲与信号转换电路。

本书配有10个实训,重在加强学生的技能训练,培养学生分析和解决实际问题的能力。每章后都附有习题,并在书末附有部分习题解答。全书重点突出,内容实用,通俗易懂,做到理论、实训、习题练习三合一,形成老师易教、学生易学的独特风格。学生通过学习,可掌握计算机电路的基本知识、逻辑电路的简单分析和简单设计。

本书可作为高职高专计算机专业、电子技术专业及计算机相关专业学生的教材,还可作为教师、电子技术人员以及广大计算机爱好者的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机电路基础教程与实训/刘辉珞,张秀国主编. —北京:北京大学出版社,2006.8

(21世纪全国高职高专计算机系列实用规划教材)

ISBN 7-301-10881-8

I. 计… II. ①刘… ②张… III. 电子计算机—电子电路—高等学校:技术学校—教材  
IV. TP331

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第077848号

书 名: 计算机电路基础教程与实训

著作责任者: 刘辉珞 张秀国 主编

责任编辑: 郭穗娟 刘 丽

标准书号: ISBN 7-301-10881-8/TP·0885

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

印 刷 者:

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 11.75印张 252千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

定 价: 20.00元

---

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

## 21 世纪全国高职高专计算机系列实用规划教材

### 专家编审委员会

主任 刘瑞挺

副主任 (按拼音顺序排名)

陈玉国 崔锁镇 高文志 韩希义

黄晓敏 魏 峥 谢一风 张文学

委员 (按拼音顺序排名)

安志远 丁亚明 杜兆将 高爱国 高春玲 郭鲜凤

韩最蛟 郝金镇 黄贻彬 季昌武 姜 力 李晓桓

连卫民 刘德军 刘德仁 刘辉珞 栾昌海 罗 毅

慕东周 彭 勇 齐彦力 沈凤池 陶 洪 王春红

闻红军 武凤翔 武俊生 徐 红 徐洪祥 徐受容

许文宪 严仲兴 杨 武 易永红 于巧娥 袁体芳

张 昕 赵 敬 赵润林 周朋红 訾 波

# 信息技术的职业化教育

(代丛书序)

刘瑞捷/文

北京大学出版社第六事业部组编了一套《21世纪全国高职高专计算机系列实用规划教材》。为此，制订了详细的编写目的、丛书特色、内容要求和风格规范。在内容上强调面向职业、项目驱动、注重实例、培养能力；在风格上力求文字精练、图表丰富、脉络清晰、版式明快。

## 一、组编过程

2004年10月，第六事业部开始策划这套丛书，分派编辑深入各地职业院校，了解教学第一线的情况，物色经验丰富的作者。2005年1月15日在济南召开了“北大出版社高职高专计算机规划教材研讨会”。来自13个省、41所院校的70多位教师汇聚一堂，共同商讨未来高职高专计算机教材建设的思路和方法，并对规划教材进行了讨论与分工。2005年6月13日在苏州又召开了“高职高专计算机教材大纲和初稿审定会”。编审委员会委员和45个选题的主、参编，共52位教师参加了会议。审稿会分为公共基础课、计算机软件技术专业、计算机网络技术专业、计算机应用技术专业4个小组对稿件逐一进行审核。力争编写出一套高质量的、符合职业教育特点的精品教材。

## 二、知识结构

职业生涯的成功与人们的知识结构有关。以著名侦探福尔摩斯为例，作家柯南道尔在“血字的研究”中，对其知识结构描述如下：

- ◆ 文学知识——无；
- ◆ 哲学知识——无；
- ◆ 政治学知识——浅薄；
- ◆ 植物学知识——不全面。对于药物制剂和鸦片却知之甚详。对毒剂有一般了解，而对于实用园艺却一无所知；
- ◆ 化学知识——精深；
- ◆ 地质学知识——偏于应用，但也有限。他一眼就能分辨出不同的土质。根据裤子上泥点的颜色和坚实程度就能说明是在伦敦什么地方溅上的；
- ◆ 解剖学知识——准确，却不系统；
- ◆ 惊险小说知识——很渊博。似乎对近一个世纪发生的一切恐怖事件都深知底细；
- ◆ 法律知识——熟悉英国法律，并能充分实用；
- ◆ 其他——提琴拉得很好，精于拳术、剑术。

事实上，我国唐朝名臣狄仁杰，大宋提刑官宋慈，都有类似的知识结构。审视我们自己，每人的知识结构都是按自己的职业而建构的。因此，我们必须面向职场需要来设计教材。

### 三、职业门类

我国的职业门类分为 18 个大类：农林牧渔、交通运输、生化与制药、地矿与测绘、材料与能源、土建水利、制造、电气信息、环保与安全、轻纺与食品、财经、医药卫生、旅游、公共事业、文化教育、艺术设计传媒、公安、法律。

每个职业大类又分为二级类，例如电气信息大类又分为 5 个二级类：计算机、电子信息、通信、智能控制、电气技术。因此，18 个大类共有 75 个二级类。

在二级类的下面，又有不同的专业。75 个二级类共有 590 种专业。俗话说：“三百六十行，行行出状元”，现代职业仍在不断涌现。

### 四、IT 能力领域

通常信息技术分为 11 个能力领域：规划的能力、分析与设计 IT 解决方案的能力、构建 IT 方案的能力、测试 IT 方案的能力、实施 IT 方案的能力、支持 IT 方案的能力、应用 IT 方案的能力、团队合作能力、文档编写能力、项目管理能力以及其他能力。

每个能力领域下面又包含若干个能力单元，11 个能力领域共有 328 个能力单元。例如，应用 IT 方案能力领域就包括 12 个能力单元。它们是操作计算机硬件的能力、操作计算机软件包的能力、维护设备与耗材的能力、使用计算机软件包设计机构文档的能力、集成商务计算机软件包的能力、操作文字处理软件的能力、操作电子表格应用软件的能力、操作数据库应用软件的能力、连接到互联网的能力、制作多媒体网页的能力、应用基本的计算机技术处理数据的能力、使用特定的企业系统以满足用户需求的能力。

显然，不同的职业对 IT 能力有不同的要求。

### 五、规划梦想

于是我们建立了一个职业门类与信息技术的平面图，以职业门类为横坐标、以信息技术为纵坐标。每个点都是一个函数，即 IT(Professional)，而不是 IT+Professional 单纯的相加。针对不同的职业，编写它所需要的信息技术教材，这是我们永恒的主题。

这样组合起来，就会有  $IT((328)*(Pro(590)))$ ，这将是一个非常庞大的数字。组织这么多的特色教材，真的只能是一个梦想，而且过犹不及。能做到  $IT((11)*(Pro(75)))$  也就很不容易了。

因此，我们既要在宏观上把握职业门类的大而全，也要在微观上选择信息技术的少而精。

### 六、精选内容

在计算机科学中，有一个统计规律，称为 90/10 局部性原理(Locality Rule)：即程序执行的 90% 代码，只用了 10% 的指令。这就是说，频繁使用的指令只有 10%，它们足以完成 90% 的日常任务。

事实上，我们经常使用的语言文字也只有总量的 10%，却可以完成 90% 的交流任务。同理，我们只要掌握了信息技术中 10% 频繁使用的内容，就能处理 90% 的职业化任务。

有人把它改为 80/20 局部性原理，似乎适应的范围更广些。这个规律为编写符合职业教育需要的精品教材指明了方向：坚持少而精，反对多而杂。

## 七、职业本领

以计算机为核心、贴近职场需要的信息技术已经成为大多数人就业的关键本领。职业教育的目标之一就是培养学生过硬的 IT 从业本领，而且这个本领必须上升到职业化的高度。

职场需要的信息技术不仅是会使用键盘、录入汉字，而且还要提高效率、改善质量、降低成本。例如，两位学生都会用 Office 软件，但他们的工作效率、完成质量、消耗成本可能有天壤之别。领导喜欢谁？这是不言而喻的。因此，除了道德品质、工作态度外，必须通过严格的行业规范和个人行为规范，进行职业化训练才能养成正确的职业习惯。

我们肩负着艰巨的历史使命。我国人口众多，劳动力供大于求的矛盾将长期存在。发展和改革职业教育，是我国全面建设小康社会进程中一项艰巨而光荣的任务，关系到千家万户人民群众的切身利益。职业教育和高技能人才在社会主义现代化建设中有特殊的作用。我们一定要兢兢业业、不辱使命，把这套高职高专教材编写好，为我国职业教育的发展贡献一份力量。

**刘瑞挺教授** 曾任中国计算机学会教育培训委员会副主任、教育部理科计算机科学教学指导委员会委员、全国计算机等级考试委员会委员。目前担任的社会职务有：全国高等院校计算机基础教育研究会副会长、全国计算机应用技术证书考试委员会副主任、北京市计算机教育培训中心副理事长。

# 前 言

随着我国教育的不断深入,高等职业教育迅猛发展,人们对高职教育的渴求热情空前高涨,接受高等职业教育的人数之多,高等职业院校的规模之大都处在我国教育历史的最好时期。随着国家进一步确立大力发展高职教育的方针,高职教育逐步形成了完善的运行机制。但是,在高职教育的发展过程中,具有重要地位的教材建设却跟不上形势,仍有许多教材不太适合高职教育,造成教师选教材难、教授课程难、学生学得更难的局面。为了适应当前高职教育教材建设发展的需要,结合计算机电路基础教程与实训课程的特点,在多年教学实践的基础上,编者确立了编写本教材的指导思想,即理论够用、内容适用、实训重用。

本书共分8章,第1章是基础电子元器件介绍,主要内容包括电阻器、电容器、电感器、半导体二极管、半导体三极管等各种电子基础器件的分类、主要性能指标及各器件的识别方法;第2章是数字逻辑电路概述,主要内容包括模/数信号比较、数制、数制转换和码制;第3章介绍逻辑代数基础,主要内容包括基本逻辑运算、几种导出的逻辑运算、逻辑函数的基本运算、代数化简和卡诺图化简;第4章介绍逻辑门电路,对常用的逻辑门电路、集成逻辑门电路中的TTL逻辑电路的逻辑功能作重点介绍;第5章讲述组合逻辑电路,介绍组合逻辑电路的分析和设计方法,着重介绍常用中规模集成组合逻辑电路的逻辑功能、设计方法和应用举例;第6章为集成触发器,介绍不同类型触发器的基本工作原理;第7章是时序逻辑电路,主要介绍时序逻辑电路的分析、设计方法以及计算机中常用的计数器、寄存器等主要部件的功能与应用;第8章是脉冲与信号转换电路,主要介绍555定时器及其应用、D/A与A/D转换器及其应用。本书注重介绍基础电子器件和逻辑电路部件的基本功能和外部特点,而对需要介绍的少量电路部件的工作原理仅是点到为止。书中标有\*的章节教师可根据具体专业的需要、学时的多少和学生的实际水平选讲。每章后面附有习题并在书末给出了大部分习题的解答。

本书配有10个实训,每章均配有至少1个实训,由实际问题入手,通过技能训练融入相关基本理论知识,按照理论与实践相结合的方式编写教材。教师可根据实际需求,对实训内容适当增减。

本书参考教学时间为72~90学时(含实训),具体安排如下:第1章8~10学时;第2章8~10学时;第3章10~12学时;第4章10~12学时;第5章12~14学时;第6章8~10学时;第7章8~10学时;第8章8~12学时。教师可根据具体情况对学时数进行适当增减,特别是可把标有\*章节的学时数放到其他章节中。

本书由珠海城市职业技术学院刘辉珞担任主编,负责总体策划及统稿。刘辉珞编写第2~5章(包括这4章的习题、题解和实训),珠海城市职业技术学院张秀国编写第1、6、7、

8章(包括这4章的习题、题解和实训)。参与本书编写的还有福建交通职业技术学院的陈常晖、武汉铁路职业技术学院的路文娟、四川天一学院的卢国军和寇莉、贵阳学院的霍立文,在此一并表示感谢。山东聊城职业技术学院冯润根担任主审,对本书进行了认真的审定,提出了许多宝贵的修改意见和建议,在此表示衷心的感谢;也向为本书出版做出贡献的朋友表示感谢。

由于编写时间仓促,编者水平有限,疏漏之处在所难免,恳请专家和读者对本书提出批评与建议。

编 者  
2006年5月

# 目 录

第 1 章 基础电子元器件介绍 .....	1
1.1 电阻器 .....	1
1.1.1 电阻的分类 .....	1
1.1.2 电阻的型号与命名 .....	2
1.1.3 电阻的主要性能指标 .....	3
1.1.4 电阻的识别方法 .....	4
1.2 电容器 .....	7
1.2.1 电容的分类 .....	7
1.2.2 电容的型号与命名 .....	8
1.2.3 电容的主要性能指标 .....	9
1.2.4 电容的识别方法 .....	10
1.3 电感器 .....	10
1.3.1 电感的分类 .....	11
1.3.2 电感的型号与命名 .....	11
1.3.3 电感的主要性能指标 .....	12
1.3.4 电感的识别方法 .....	12
1.4 半导体二极管 .....	13
1.4.1 半导体二极管的结构 .....	13
1.4.2 半导体二极管的分类 .....	14
1.4.3 半导体二极管的主要技术参数 .....	15
1.4.4 半导体二极管的命名规定 .....	16
1.5 半导体三极管 .....	17
1.5.1 半导体三极管的结构 .....	17
1.5.2 半导体三极管的分类与型号 .....	18
1.5.3 半导体三极管的输出特性曲线 .....	18
1.5.4 半导体三极管的主要技术参数 .....	19
1.5.5 半导体三极管的极性识别 .....	20
1.5.6 场效应晶体管简介 .....	21
1.6 本章小结 .....	21
1.7 习题 .....	22
1.8 实训一 常用元器件的简易识别与测量 .....	23
1.8.1 实训目的 .....	23
1.8.2 实训设备 .....	23

1.8.3	实训原理 .....	23
1.8.4	实训内容 .....	25
1.8.5	实训总结 .....	26
*1.9	实训二 简易峰值电平阶度表的制作 .....	26
1.9.1	实训目的 .....	26
1.9.2	实训设备 .....	26
1.9.3	实训原理 .....	26
1.9.4	实训内容 .....	27
1.9.5	实训总结 .....	27
<b>第 2 章</b>	<b>数字逻辑电路概述 .....</b>	<b>28</b>
2.1	概述 .....	28
2.1.1	模拟信号和数字信号 .....	28
2.1.2	数字电路 .....	29
2.2	计算机中数码的表示方式 .....	30
2.2.1	数制 .....	30
2.2.2	数制转换 .....	32
2.2.3	码制 .....	34
2.3	本章小结 .....	36
2.4	习题 .....	37
2.5	实训三 用集成电路验证代码转换 .....	37
2.5.1	实训目的 .....	37
2.5.2	实训设备 .....	37
2.5.3	实训原理 .....	38
2.5.4	实训内容 .....	38
2.5.5	实训总结 .....	41
<b>第 3 章</b>	<b>逻辑代数基础 .....</b>	<b>42</b>
3.1	概述 .....	42
3.2	基本逻辑运算 .....	42
3.2.1	与运算 .....	42
3.2.2	或运算 .....	43
3.2.3	非运算 .....	44
3.3	几种导出的逻辑运算 .....	44
3.3.1	与非运算 .....	44
3.3.2	或非运算 .....	45
3.3.3	与或非运算 .....	45
3.3.4	异或运算 .....	46
3.3.5	同或运算 .....	46

3.4	逻辑函数的基本运算.....	47
3.4.1	逻辑代数的基本定律.....	47
3.4.2	逻辑代数的基本规则.....	48
3.5	逻辑函数的代数化简法.....	49
3.5.1	逻辑代数的代数化简法.....	49
3.5.2	代数化简法举例.....	50
3.6	逻辑函数的卡诺图化简法.....	51
3.6.1	最小项与相邻最小项.....	51
3.6.2	用卡诺图化简逻辑函数.....	52
3.7	本章小结.....	57
3.8	习题.....	57
3.9	实训四 逻辑函数的建立与实现.....	58
3.9.1	实训目的.....	58
3.9.2	实训设备.....	58
3.9.3	实训原理.....	58
3.9.4	实训内容.....	59
3.9.5	实训总结.....	60
<b>第 4 章</b>	<b>逻辑门电路.....</b>	<b>61</b>
4.1	基本逻辑门电路.....	61
4.1.1	与门.....	61
4.1.2	或门.....	62
4.1.3	非门.....	62
4.2	其他常用逻辑门电路.....	63
4.2.1	与非门.....	63
4.2.2	或非门.....	64
4.2.3	与或非门.....	64
4.2.4	异或门.....	65
4.2.5	同或门.....	65
4.3	集成逻辑门电路.....	66
4.3.1	TTL 系列门电路.....	66
4.3.2	几种常用的 TTL 集成电路芯片.....	68
4.3.3	CMOS 系列门电路.....	69
4.4	其他特殊的 TTL 门电路.....	70
4.4.1	集电极开路门电路.....	70
4.4.2	三态门.....	71
4.5	本章小结.....	73
4.6	习题.....	73
4.7	实训五 TTL 与非门逻辑功能测试.....	74

4.7.1	实训目的 .....	74
4.7.2	实训设备 .....	74
4.7.3	实训原理 .....	74
4.7.4	实训内容 .....	75
4.7.5	实训总结 .....	76
<b>第 5 章</b>	<b>组合逻辑电路 .....</b>	<b>77</b>
5.1	组合逻辑电路的分析方法 .....	77
5.1.1	组合逻辑电路的分析方法 .....	77
5.1.2	组合逻辑电路分析举例 .....	77
5.2	组合逻辑电路的设计方法 .....	78
5.2.1	组合逻辑电路的设计方法 .....	78
5.2.2	组合逻辑电路设计举例 .....	79
5.3	常用的中规模集成组合逻辑电路 .....	81
5.3.1	加法器 .....	81
5.3.2	编码器 .....	84
5.3.3	译码器 .....	87
5.3.4	数据选择器 .....	91
5.4	用中规模集成电路设计组合电路 .....	92
5.5	本章小结 .....	96
5.6	习题 .....	96
5.7	实训六 译码显示电路测试 .....	97
5.7.1	实训目的 .....	97
5.7.2	实训设备 .....	97
5.7.3	实训原理 .....	97
5.7.4	实训内容 .....	97
5.7.5	实训总结 .....	98
<b>第 6 章</b>	<b>集成触发器 .....</b>	<b>99</b>
6.1	RS 触发器 .....	99
6.1.1	基本 RS 触发器 .....	99
6.1.2	同步 RS 触发器 .....	102
6.1.3	主从 RS 触发器 .....	104
6.2	常用触发器 .....	106
6.2.1	同步 D 触发器 .....	106
6.2.2	主从 JK 触发器 .....	108
6.2.3	T 触发器 .....	110
6.3	本章小结 .....	111
6.4	习题 .....	111

6.5 实训七 集成触发器的功能测试及相互转换.....	113
6.5.1 实训目的 .....	113
6.5.2 实训设备 .....	113
6.5.3 实训原理 .....	113
6.5.4 实验内容及步骤 .....	115
6.5.5 实训总结 .....	116
<b>第 7 章 时序逻辑电路 .....</b>	<b>117</b>
7.1 时序逻辑电路概述.....	117
7.1.1 时序逻辑电路的结构与分类 .....	117
7.1.2 时序逻辑电路的描述工具 .....	118
7.2 同步时序电路的分析.....	120
7.2.1 表格分析法的一般步骤 .....	120
7.2.2 表格法分析举例 .....	120
*7.3 同步时序电路的设计.....	124
7.3.1 同步时序电路设计的一般步骤 .....	124
7.3.2 同步时序电路设计举例 .....	125
7.4 常用的集成时序逻辑电路.....	128
7.4.1 计数器 .....	128
7.4.2 寄存器 .....	132
7.5 本章小结.....	135
7.6 习题.....	136
7.7 实训八 计数器及其应用.....	137
7.7.1 实训目的 .....	137
7.7.2 实训设备 .....	137
7.7.3 实训原理 .....	137
7.7.4 实训内容 .....	138
7.7.5 实训总结 .....	138
<b>第 8 章 脉冲与信号转换电路 .....</b>	<b>139</b>
8.1 脉冲信号概述.....	139
8.1.1 脉冲信号的含义 .....	139
8.1.2 脉冲波形的主要参数 .....	140
8.2 555 集成定时器及其应用.....	140
8.2.1 555 定时器的电路结构 .....	140
8.2.2 555 定时器的工作原理 .....	141
8.2.3 555 定时器的应用 .....	142
*8.3 数模转换.....	143
8.3.1 数模转换器原理 .....	144

---

8.3.2 D/A 转换器的技术指标 .....	147
*8.4 模数转换.....	148
8.4.1 并行 A/D 转换器 .....	148
8.4.2 A/D 转换器的技术指标 .....	150
8.5 本章小结.....	150
8.6 习题.....	151
8.7 实训九 555 定时器应用.....	152
8.7.1 实训目的 .....	152
8.7.2 实训设备 .....	152
8.7.3 实训原理 .....	152
8.7.4 实训内容 .....	152
8.7.5 实训总结 .....	154
*8.8 实训十 D/A、A/D 转换器应用.....	154
8.8.1 实训目的 .....	154
8.8.2 实训设备 .....	154
8.8.3 实训原理 .....	154
8.8.4 实训内容 .....	156
8.8.5 实训总结 .....	158
附录 部分习题参考答案.....	159
参考文献 .....	167

# 第 1 章 基础电子元器件介绍

**教学提示：**电子元器件是电子电路中具有独立电气功能的基本单元。熟悉常用电子元器件的性能、特点，掌握常用电子元器件的识别方法和检测方法，是选择、使用电子元器件的基础，也是组装、调试电子线路必须具备的基本技能。本章主要介绍最基础的 5 种常用电子元器件：电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管。

**教学要求：**掌握电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管的分类、型号命名规则以及主要性能指标；熟练掌握它们的识别和简易测量方法；理解二极管的结构，三极管的输出特性曲线；一般了解场效应管。

## 1.1 电 阻 器

电阻器通常称为电阻，是电子设备中使用最多的基本元件之一。电阻的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，其次电阻还可与电容配合起滤波作用。常用电阻的电路符号如图 1.1 所示。

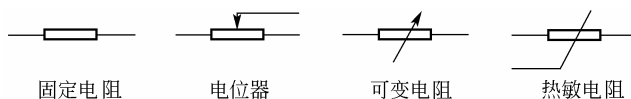


图 1.1 电阻的电路符号

### 1.1.1 电阻的分类

电阻的种类繁多，按其材料可分为薄膜电阻和线绕电阻两大类；按其结构可分为固定电阻、可变电阻和敏感电阻。

下面简要介绍几种常用电阻的结构、特点及应用。

#### 1. 碳膜电阻

碳膜电阻是由碳沉积在瓷质基体上制成的，通过改变碳膜的厚度或长度得到不同的电阻值。碳膜电阻的主要特点是稳定性好、阻值范围宽、价格便宜、精度差。因此，碳膜电阻是目前使用最广泛的一种电阻，常用于精度要求不高的电子产品中。

#### 2. 金属膜电阻

金属膜电阻是由金属合金粉沉积在瓷质基体上制成的，通过改变金属膜的厚度或长度得到不同的电阻值。与碳膜电阻相比，金属膜电阻的稳定性更好、阻值范围更宽、精度高，而且耐高温，但价格较贵。因此，金属膜电阻常用于精密仪器仪表等电子产品中。

### 3. 线绕电阻

线绕电阻是用康铜丝或锰铜丝缠绕在绝缘骨架上制成的。其主要特点是耐高温、精度高、噪声小、功率大，但高频特性差(因为其电感较大)。因此，线绕电阻常用于低频的精密仪器仪表等电子产品中。

### 4. 热敏电阻

热敏电阻是阻值随温度变化而显著变化的敏感元件。阻值随温度升高而减小的称为负温度系数热敏电阻；阻值随温度升高而增大的称为正温度系数热敏电阻。因此，热敏电阻在控制电路中可用于控制电流的大小和通断，常作为测温、控温、补偿、保护等电路的感温元件。

### 5. 光敏电阻

光敏电阻是阻值随外界光线强弱变化而显著变化的敏感元件。当外界光线增强时，阻值逐渐减小；当外界光线减弱时，阻值逐渐增大。因此，光敏电阻常用于光电自动控制器、电子照相机、光电开关和光报警器等电路中。

### 6. 可变电阻

可变电阻是指其阻值在规定的范围内可任意调节的变阻器。可变电阻通常又分为半可调电阻和电位器两类。半可调电阻是指电阻值虽然可以调节，但在使用时经常固定在某一阻值上的可变电阻器；电位器是通过旋转轴来调节阻值的可变电阻器。

半可调电阻在电路中常用于电压或电流的微调。电位器在电路中常用作分压器和变阻器。

## 1.1.2 电阻的型号与命名

电阻的型号很多，根据国家标准 GB 2470—1981 规定，国产电阻的型号一般由 4 个部分组成：产品名称、产品制作材料、产品分类、产品序列号。

### 1. 产品名称的表示

产品名称用字母表示，R 表示电阻，W 表示电位器。

### 2. 产品制作材料的表示

产品制作材料用字母表示，具体见表 1-1。

表 1-1 电阻材料与字母对照表

字母	H	I	J	N	S	T	X	Y
材料	合成膜	玻璃釉膜	金属膜	无机实心	有机实心	碳膜	线绕	氧化膜

### 3. 产品分类的表示

产品分类用数字或字母表示，具体见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2 电阻产品分类与数字对照表

数 字	1	2	3	4	5	7	8	9
产品分类	普通	普通	超高频	高阻	高温	精密	高压	特殊

表 1-3 电阻产品分类与字母对照表

字 母	G	T	X	L	W	D
产品分类	高功率	可调	小型	测量用	微调	多圈

#### 4. 产品序列号的表示

产品序列号用数字表示，例如，RJ-71 表示精密金属膜电阻，RXT-2 表示可调线绕电阻。

### 1.1.3 电阻的主要性能指标

电阻的主要性能指标有标称阻值、允许偏差、额定功率、最高工作电压等。对有特殊要求的，还要考虑温度系数、噪声系数、高频特性、稳定性等。

#### 1. 标称阻值

标称阻值是指电阻上标出的“名义”阻值，单位为  $\Omega$ 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 。国家标准规定的标称阻值有 E6、E12、E24、E48、E96、E192 几种系列，其中 E6、E12、E24 比较常用，见表 1-4。

表 1-4 标称阻值系列表

系列代号	标称阻值	允许偏差	精度等级
E6	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8	$\pm 20\%$	III
E12	1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2	$\pm 10\%$	II
E24	1.0 1.1 1.2 1.3 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.7 3.0 3.3 3.6 3.9 4.3 4.7 5.1 5.6 6.2 6.8 7.5 8.2 9.1	$\pm 5\%$	I

标称阻值是不连续分布的，将表中各数乘以  $10^n$  可得到不同阻值的电阻，如  $1.1 \times 10^3$  为  $1.1 k\Omega$  电阻。

#### 2. 允许偏差

允许偏差是指电阻的标称阻值与实际阻值之差。允许偏差越小，电阻的精确度越高。国家标准规定普通电阻的允许偏差分为  $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$  三个等级。允许偏差等级见表 1-5。

表 1-5 允许偏差等级表

级 别	005	01	02	I	II	III
允许偏差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$