

新
版

21世纪

高职高专系列教材

电子线路 实训教程

◎朱 承 主 编

◎谭中华 副主编

◆ 提供电子教案的增值服务

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高职高专系列教材

电子线路实训教程

朱 承 主 编
谭中华 副主编
邵有为 陈东风 参 编
任德齐 主 审



机械工业出版社

本书共5章。第1章介绍了电子线路实训的目的、意义、步骤和安全操作规程,为实训操作提供了必要的基础知识;第2章~第5章提供了39个理论验证性和工程应用性的实训,涉及电路基础、低频电子线路、高频电子线路、脉冲与数字电路等知识。本书贯彻了理论够用、实训实用为主的编写原则。书中还配有综合实训和习题,可帮助读者深入学习。

本书适用于高职高专电子类、电气类、机电类、通信类专业课程用书,也可作为电子技术基本技能培训班的教材,还可作为从事电子技术的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路实训教程/朱承主编. —北京:机械工业出版社, 2005.6
21世纪高职高专系列教材
ISBN 7-111-16232-3

I. 电... II. 朱... III. 电子电路—高等学校:技术学校—教材
IV. TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第017463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:胡毓坚

责任编辑:罗子超 版式设计:张世琴 责任校对:陈延翔

封面设计:雷明顿 责任印制:洪汉军

北京原创阳光印业有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年6月第1版第1次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·8.25印张·201千字

0 001—5000册

定价:14.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专电子技术专业系列教材编委会成员名单

主 任	曹建林				
副 主 任	张中洲	张福强	祖 炬	董维佳	
	俞 宁	蒋蒙安	吕何新	伍湘彬	
	任德齐	华永平	吴元凯		
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	马 彪	邓 红	王树忠	王新新	尹立贤
	白直灿	包中婷	冯满顺	华天京	吉雪峰
	刘美玲	刘 涛	孙吉云	孙津平	朱晓红
	李菊芳	邢树忠	陈子聪	杨元挺	张立群
	张锡平	苟爱梅	姚建永	曹 毅	崔金辉
	黄永定	章大钧	彭文敏	曾日波	谭克清
秘 书 长	胡毓坚				
副秘书长	戴红霞				

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国40余所院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了修订。

在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价。因此,在修订过程中,各编委会保持了第1版教材“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。同时,针对教育部提出的高等职业教育的学制将由三年逐步过渡为两年,以及强调以能力培养为主的精神,制定出了本次教材修订的原则:跟上我国信息产业飞速发展的节拍,适应信息行业相关岗位群对第一线技术应用型操作人员能力的要求,针对两年制兼顾三年制,理论以“必须、够用”为原则,增加实训的比重,并且制作了内容丰富而且实用的电子教案,实现了教材的立体化。

针对课程的不同性质,修订过程中采取了不同的处理办法。核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。此外,在修订过程中,还进行了将几门课程整合在一起的尝试。所有这些都充分地体现了修订版教材求真务实、循序渐进和勇于创新的精神。在修订现有教材的同时,为了顺应高职高专教学改革的不深入,以及新技术新工艺的不断涌现和发展,机械工业出版社及教材编委会在对高职高专院校的专业设置和课程设置进行了深入的研究后,还准备出版一批适应社会发展的急需教材。

信息技术以前所未有的速度飞快地向前发展,信息技术已经成为经济发展的关键手段,作为与之相关的教材要抓住发展的机遇,找准自身的定位,形成鲜明的特色,夯实人才培养的基础。为此,担任本系列教材修订任务的教师,将努力把最新的教学实践经验融于教材的编写之中,并以可贵的探索精神推进本系列教材的更新。由于高职高专教育正在不断的发展中,加之我们的水平和经验有限,在教材的编审中难免出现问题和错误,恳请使用这套教材的师生提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进,为我国的高职高专教育事业作出积极的贡献。

机械工业出版社

前 言

本书力求突出以培养应用型、技能型人才为主要目标的高职高专教育特点,着眼于电子技术基本技能和工程应用能力的培养。旨在从实际应用的角度出发,结合电子行业工程实际需要,为高职高专电子类、通信类专业的学生提供进行电子线路实训的教科书。

本书共分5章,结合电子类专业基础课程“电路基础”、“低频电子线路”、“高频电子线路”和“脉冲与数字电路”,提供了39个理论验证性和工程应用性的实训项目。每个实训项目对实训方法和电路的工作原理都有比较详尽的分析,对提高学生的实践操作技能和运用理论分析,解决实际问题的能力大有裨益。

本书针对性强、实用性强,符合高职高专电子技术课程的基本要求。

本书由朱承任主编并统稿,任德齐任主审。其中第1、3章由朱承编写,第2章由邵有为编写,第4章由陈东风编写,第5章由谭中华编写。

在编写过程中,得到了重庆电子科技职业学院、重庆电子技师学院师生的大力支持,非常感谢在编写本书时为我们提供很多有益帮助的同事、学生及朋友,尤其是提供参考书目的同行及先导。

希望大家能喜欢这本书,并有所收获。书中不足之处在所难免,恳请批评指正,联系邮箱为 zhucheng 1974@163.com。

编 者

目 录

出版说明

前言

第1章 概述	1
1.1 实训的目的及意义	1
1.2 实训的步骤	1
1.3 安全操作规程	2
第2章 电路基础实训与技能	3
2.1 万用表的基本使用方法	3
2.2 常用元器件的识别与检测	6
2.3 基尔霍夫定律和叠加原理的验证方法	12
2.4 电阻的串联、并联及伏安法测电阻	14
2.5 戴维南定理的验证方法	17
2.6 电阻线性双口网络参数的测定方法	19
2.7 RLC 串联谐振电路	22
2.8 综合实训：光控节能灯电路	24
2.9 习题	26
第3章 低频电子线路实训与技能	27
3.1 常用半导体器件的识别与检测方法	27
3.1.1 二极管的识别与检测	28
3.1.2 三极管的识别与检测	31
3.2 常用仪器的使用方法	33
3.2.1 毫伏表	33
3.2.2 信号发生器	34
3.2.3 示波器	37
3.3 二极管伏安特性测试方法	40
3.4 三极管输入、输出特性测试方法	42
3.5 分压式偏置共发射极放大电路	44
3.6 多级放大电路	46
3.7 负反馈放大电路	48

3.8 差动放大电路	51
3.9 集成运放的应用	53
3.9.1 集成运放的线性应用	54
3.9.2 集成运放的非线性应用	55
3.10 OTL 功率放大电路	57
3.11 综合实训：音频功率放大电路	60
3.12 习题	62
第4章 高频电子线路实训与技能	63
4.1 单调谐放大电路	63
4.2 高频功率放大器	65
4.3 LC 电容三点式振荡器	68
4.4 大信号包络检波电路	70
4.5 混频电路	72
4.6 集成锁相环应用电路	74
4.7 综合实训：基极调幅波发射机电路	76
4.8 习题	79
第5章 脉冲与数字电路实训与技能	80
5.1 RC 电路的应用	80
5.2 二极管限幅电路	81
5.3 锯齿波电压发生器	84
5.4 TTL/CMOS 门电路逻辑功能的验证方法	85
5.5 译码器	87
5.6 触发器	90
5.6.1 RS 触发器	90
5.6.2 JK 触发器	92
5.7 计数器	94
5.8 施密特触发器	97
5.9 555 时基电路的应用	99
5.10 数/模转换和模/数转换	101
5.10.1 数/模转换	102
5.10.2 模/数转换	104

5.11 综合实训：数字钟电路	107	附录二 电子线路的故障分析与	
5.12 习题	110	排除	113
附录	112	附录三 常用集成电路引脚排列	116
附录一 印制电路板的设计与制作 ...	112	参考文献	124

第1章 概述

本章要点

- 实训的目的及意义
- 实训的步骤
- 安全操作规程

1.1 实训的目的及意义

电路基础、低、高频电子线路和脉冲与数字电路是电子信息与技术专业重要的专业基础课。其主要特点是理论性和实践性都很强，学生在学好理论知识的同时，还必须经过各实践环节的练习和验证，才有可能进一步巩固和加深理论知识，提高运用理论分析，解决实际问题的能力。实训和设计是“电子线路”等课程中非常重要的实践性环节。因此，必须十分重视和加强实训教学和训练。

实训课程的目的是：

1. 通过实训获得感性认识，验证和巩固所学的基本理论，加强对基本概念和基本定律的理解。
2. 熟悉常用电子元器件的工作原理和性能，掌握其参数的测量方法及其使用方法。
3. 了解常用电子仪器仪表的基本工作原理，掌握其使用方法及注意事项。
4. 培养电路分析、安装、调试、测试、检验、寻找故障和排除故障等实训技能。
5. 学习观察实训现象，记录和处理实训数据，分析和综合实训结果的方法。
6. 根据电路设计的目的和要求，完成电路方案设计，合理选择元器件，保证电路的可行性和可靠性。

1.2 实训的步骤

1. 预习。在实训前认真阅读实训教程，看懂实训原理图，明确实训目的，了解实训原理、内容和步骤。

2. 检查仪器设备、元器件，安装连接电路。实训时首先应检查本次实训所需仪器设备及所用元器件是否齐全完好，然后按照实训教程要求合理安装连接电路和仪器。

3. 调试电路，读取数据。电路与仪器的连接经检查无误后，再接通电源，按照实训教程要求调试电路，读取仪器指示数据或测绘仪器显示曲线，然后断开电源，但不拆线，以备重做。

4. 整理数据，拆除线路。当审查数据齐全、曲线完整、现象合理后，即可拆除实训电路及仪器的连接线，整理实训数据。

5. 分析实训结果。实训完成后，将实训测试及计算的数据与理论结果进行比较、分析，进一步验证和巩固理论知识。

1.3 安全操作规程

在实训时必须注意安全，防止设备、人身事故。

1. 对电源要分清直流和交流，弄清电压数值，对直流电压还要分清正、负极性。
2. 对仪器设备要弄清规格型号、额定值，并熟悉其用法。
3. 实训电路接好并检查无误后才能接通电源。在实训过程中，如电路和仪器仪表有发热、发光、声音、气味等异常现象，应立即切断电源并检查故障原因。
4. 在接通电源后，要养成不触摸金属裸露部分的良好习惯，即使在低电压情况下也不例外，确保人身安全。
5. 做完实训后应立即断开仪器电源。
6. 与本次实训无关的其他仪器设备不许乱动。
7. 服从工作人员指挥。

第2章 电路基础实训与技能

本章要点

- 万用表的基本使用
- 电阻、电容及电感的识别与检测方法
- 电路的基本定律和定理的验证
- 电路的搭接与测试

2.1 万用表的基本使用方法

万用表是一种多功能、多量程的便携式仪表，一般可用来测量交、直流电压、直流电流、电阻和音频电平等参数。有的万用表还可以测量晶体管的主要参数及电容的电容量等。掌握万用表的使用方法是电子技术的一项基本技能。

常见的万用表有指针式万用表和数字式万用表。指针式万用表是以表头为核心部件的多功能测量仪表，测量值由表头指针指示读取。数字式万用表的测量值由液晶显示屏直接以数字的形式显示，读取方便。本节以 500 型指针式万用表和 DT-890 + 数字式万用表为例介绍其使用方法。

1. 500 型指针式万用表

(1) 面板旋钮及说明。

500 型指针万用表主要技术性能为：

1) 测量范围。

- 直流电压：0~2.5V；0~10V；0~50V；0~250V；0~500V；0~2500V
- 交流电压：0~10V；0~50V；0~250V；0~500V；0~2500V
- 直流电流：0~50 μ A；0~1mA；0~10mA；0~100mA；0~500mA
- 电阻：0~1 Ω ；0~10 Ω ；0~100 Ω ；0~1k Ω ；0~10k Ω
- 音频电平：-10~+22dB

2) 精度等级。

- 直流电压：0~500V；2.5 级；2500V；5 级
- 交流电压：5 级
- 直流电流：2.5 级
- 电阻：2.5 级

3) 灵敏度。

- 直流电压：0~500V：20000 Ω /V；2500V：4000 Ω /V
- 交流电压：0~500V：4000 Ω /V；2500V：4000 Ω /V

该万用表面板图，如图 2-1 所示。

(2) 使用方法及注意事项。

1) 使用方法。

● 水平放置万用表，检查表头指针是否在零位，若不在零位，调节表头下方的调零螺钉，使指针指示在零位。

● 将红色表笔插入正极“+”插口，黑色表笔插入“*”插口，将测量类别以及量程选择开关置于所需要的位置，切不可弄错，否则可能会烧坏万用表。

● 测量电压时，万用表应与被测电路相并联，测量电流时，万用表应与被测电路相串联，在测量中应当注意被测电路的电压或电流的极性，测量直流电压时，红表笔应接高电位，黑表笔应接低电位，如果不知道被测电压的极性，可先置于最高量程档上，用一只表笔接触其中一点，再用另外一只表笔迅速碰一下另一点，同时注意观察表针的偏转方向，来确定其极性。

● 若事先不知道被测电压或电流的范围时，应从最大量程档开始逐渐减小至适当的量程档。适当量程的标准是：读数时应尽量使表头指针偏转到满刻度的 $\frac{2}{3}$ 以上。

● 测量电阻时，应将量程转换开关置于“ Ω ”档的位置，测量之前，应先将两表笔短接，同时调整欧姆调零电位器，使表指针指向零位。注意：“ Ω ”档在每次转换量程后，都需要重新调零。

● 为提高电阻测量的准确度，在选择“ Ω ”档量程的时候，应尽量使表针在刻度的中间。

2) 注意事项。

● 测量在路电阻时，必须在测量前断开电路电源，将大电容存储电荷释放掉，以免损坏万用表。

● 每次测量之前，都应检查量程转换开关是否符合待测内容，切勿用电阻、电流档去测量电压。

● 测量高电压或电流时，不能带电旋转量程开关，以免触点产生跳火，损坏转换开关。

● 万用表使用完毕，应将量程开关置于最高电压档，有空档的则旋至空档，长期不用的万用表，应取出电池，以免电池液损坏万用表。

2. DT-890B+ 数字式万用表

(1) 面板旋钮及说明。

DT-890B+ 数字式万用表主要技术性能为：

1) 测量范围。

- 直流电压： $100\mu\text{V} \sim 1000\text{V}$
- 交流电压： $100\mu\text{V} \sim 700\text{V}$
- 直流电流： $1\mu\text{A} \sim 10\text{A}$

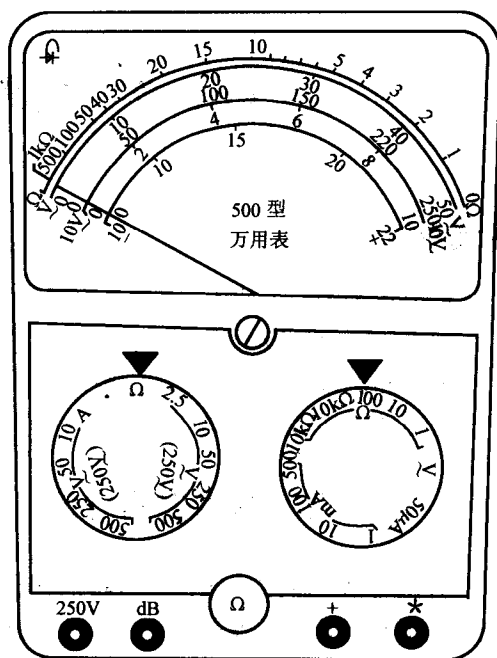


图 2-1 500 型万用表面板图

● 交流电流: $1\mu\text{A}\sim 10\text{A}$

● 电阻: $0.1\Omega\sim 200\text{M}\Omega$

● 电容: $1\text{pF}\sim 20\mu\text{F}$

● 晶体管 h_{FE} : $0\sim 1000$

2) 准确度。

● 直流电压: $\pm 0.5\%\sim \pm 0.8\%$, 读数 $\pm 1\sim \pm 2$ 字

● 交流电压: $\pm 0.5\%\sim \pm 1\%$, 读数 ± 3 字

● 直流电流: $\pm 0.8\%\sim \pm 2\%$, 读数 $\pm 1\sim \pm 5$ 字

● 交流电流: $\pm 1.0\%\sim \pm 3\%$, 读数 $\pm 3\sim \pm 7$ 字

● 电阻: $\pm 0.8\%\sim \pm 5\%$, 读数 $\pm 1\sim \pm 10$ 字

● 电容: $\pm 2.5\%$, 读数 ± 3 字

3) 工作条件。

● 环境温度: $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$

● 相对湿度: $< 75\%$

● 工作频率: $40\sim 400\text{Hz}$

该万用表面板图, 如图 2-2 所示。

(2) 使用方法及注意事项。

1) 操作前将电源开关置于“ON”, 若显示

“LABAT”或“BATT”字符, 则表示电池电压不足, 应更换电池。

2) 直流 (DC) 和交流 (AC) 电压测量。

● 将红色测试笔插入“V/ Ω ”插口中, 黑色笔插入“COM”插口中。

● 将功能量程选择开关置于“V $\cdots$ ”(直流电压)或“V $\sim$ ”(交流电压)相应的位置上, 如果被测电压超过所设定的量程, 显示屏会出现最高位“1”, 此时应将量程调高一档, 直至得到合适的读数。

注意: 当输入端开路时, 显示器可能有数字出现, 尤其在 200mV 和 2V 档上, 这是正常的。但如果将测试笔相互短路, 显示器应显示零。

3) 直流 (DC) 和交流 (AC) 电流测量。

● 将红色测试笔插入“mA”插口 (最大电流 200mA) 或“20A”插口 (最大电流 20A), 黑色笔插入“COM”插口中。

● 将量程功能选择开关转到“A $\cdots$ ”(直流电流)或“A $\sim$ ”(交流电流)相应位置上, 并将测试笔串入被测电路中。

4) 电阻测量。

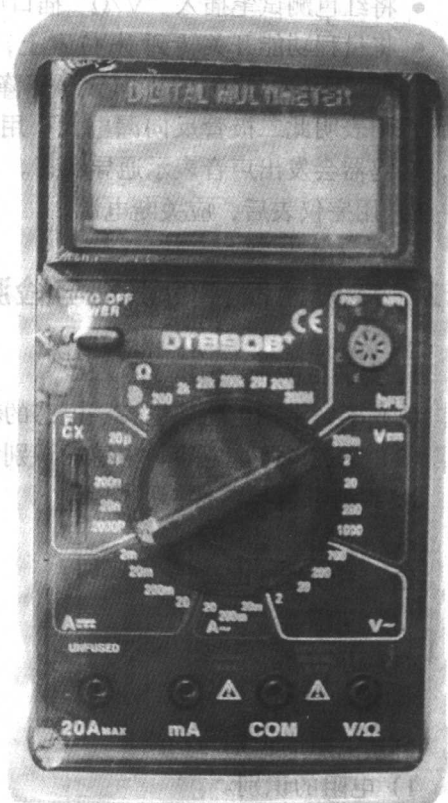


图 2-2 DT-890B+ 数字式万用表面板图

- 将红色测试笔插入“V/ Ω ”插口中，黑色笔插入“COM”插口中。

- 将功能量程选择开关置于“ Ω ”（欧姆）相应的位置上，将测试笔跨接在被测电阻的两端，即可测出电阻值。

注意：用 200M Ω 量程进行测量时，测试笔相互短路时读数为 1.0，是正常的，此读数是一个固定的偏移值。例如，被测电阻为 100M Ω 时读数为 101.0，被测电阻为 10M Ω 时读数为 11.0，正确的阻值是显示的读数减去 1.0。

5) 电容测量。

将被测电容插入电容插座中，量程功能选择开关置于“CX”（电容）相应量程上，即可测出电容值。

注意：未插入被测电容时，尤其是量程功能开关由其他功能转入电容量程时，显示器可能不为 0，需经过一段时间才能归零，但不必理会是否已经归零，插入被测电容后，不会影响精度。

6) 晶体管测量。

将量程功能开关转到 h_{FE} 位置，被测晶体管 PNP 型或 NPN 型的发射极、基极和集电极的脚插放到相应的 E、B、C 插座中，即得到 h_{FE} 参数。测试条件 $V_{CE} \approx 3V$ ， $I_B \approx 10\mu A$ 。

7) 二极管和通断测量。

- 将红色测试笔插入“V/ Ω ”插口中，黑色测试笔插入“COM”插口中。

- 将量程功能开关转到 ∇ 位置上，红笔接在二极管正极上，黑笔接在二极管负极上，显示器即显示出二极管的正向导通压降。如测试笔反接，显示器显示“1”，则表示超过量程，否则表明此二极管反向漏电大。用来测量通断状态时，如被测量点间的电阻低于 30 Ω 时，蜂鸣器会发出声音表示通导状态。

8) 用完仪表后，应关断电源。

2.2 常用元器件的识别与检测

1. 实训目的

- (1) 了解常用电阻、电容、电感的种类及其用途。
- (2) 掌握电阻、电容、电感的识别和质量检测方法。

2. 实训设备与器材

- | | |
|------------|-----|
| (1) 不同类型电阻 | 若干 |
| (2) 不同类型电容 | 若干 |
| (3) 变压器 | 1 只 |
| (4) 万用表 | 1 只 |

3. 实训原理

(1) 电阻的识别与检测。

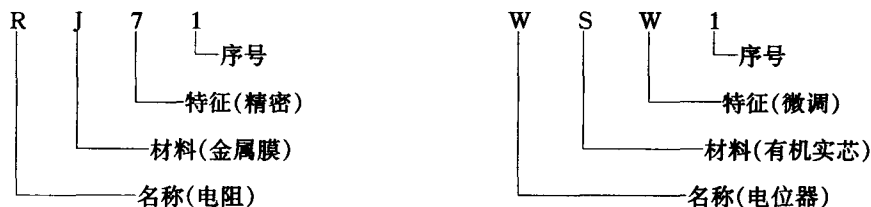
1) 电阻的识别。

- 电阻的型号命名方法。电阻在电路中用“R”加数字表示，如：R15 表示编号为 15 的电阻。电阻在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置、滤波（与电容器组合使用）和阻抗匹配等。按照国家标准规定，国产电阻的型号命名由 4 部分组成，如表 2-1 所示。

表 2-1 电阻的型号命名组成表

第一部分：名称		第二部分：材料		第三部分：特征			第四部分：序号
符号	意义	符号	意义	符号	电阻器	电位器	用数字来表示有关性能参数的不同
R	一般电阻	T	炭膜	1	普通	普通	
W	电位器	H	合成膜	2	普通	普通	
M	敏感电阻	S	有机实芯	3	超高频		
		N	无机实芯	4	高阻		
		J	金属膜	5	高温		
		Y	氧化膜	6			
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数	
		P	硼酸膜	9	特殊	特殊	
		U	硅酸膜	G	高功率		
		X	线绕	T	可调		
		M	压敏	W		微调	
		G	光敏	D		多圈	
		R	热敏	B	温度补偿		
				C	温度测量用		
				P	旁热式		
				W	稳压式		
				Z	正温度系数		

例如，RJ71 型精密金属膜电阻和 WSW1 微调有机实芯电位器。



- 电阻的主要参数：标称阻值、允许偏差和额定功率。

标称阻值：指直接标在电阻上的阻值。

允许偏差：指电阻的标称阻值和实际值之间允许的最大偏差，通常电阻的允许偏差分为 3 个等级：Ⅰ级误差为 $\pm 5\%$ ；Ⅱ级误差为 $\pm 10\%$ ，Ⅲ级误差为 $\pm 20\%$ 。

额定功率：指通常在规定的温度、一定大气压下，电阻在电路中能长期连续工作所消耗的最大功率称为额定功率。通常有：1/16W, 1/8W, 1/4W, 1/2W, 1W, 2W, 5W, 10W, 25W, 50W, 100W 等值。

- 电阻的标称值和允许偏差的标志方法。

电阻的标称值和允许偏差一般都标在电阻体上，常用标志方法有以下几种：

直标法：用阿拉伯数字和单位符号 (Ω 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$) 在电阻体表面直接标出标称值和允许偏差。如图 2-3 所示，某电阻体上标注“30k Ω 5%”，它表示该电阻的标称值为 30k Ω ，允许偏差为 $\pm 5\%$ 。若电阻体表面没有标出其允许偏差，则表示允许偏差为 $\pm 20\%$ ，若没有标出单位，则单位为 Ω 。

文字符号表示法：用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示电阻的标称值，其

允许偏差也用文字符号表示。采用文字符号表示法时，电阻阻值的整数部分写在单位标志符号（ Ω 、 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ ）前面，阻值的小数部分写在单位标志符号的后面，单位符号的位置代表标称阻值有效数字中小数点所在位置。如图 2-4 所示，8R2 表示 8.2 Ω 。

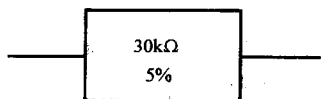


图 2-3 电阻的直标法

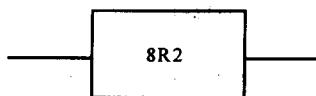


图 2-4 电阻的文字符号法

色标法：用不同的颜色环表示电阻的标称值和允许偏差，其色环规定如表 2-2 所示。

表 2-2 色标法的色环规定

颜 色	有效数字	乘 数	允许偏差 (%)
棕色	1	10^1	± 1
红色	2	10^2	± 2
橙色	3	10^3	/
黄色	4	10^4	/
绿色	5	10^5	± 0.5
蓝色	6	10^6	± 0.2
紫色	7	10^7	± 0.1
灰色	8	10^8	/
白色	9	10^9	/
黑色	0	10^0	/
银色	/	10^{-2}	± 10
金色	/	10^{-1}	± 5
无色	/	/	± 20

色标法有四色环和五色环两种，四色环一般用于普通电阻，五色环一般用于精密电阻。

四色环识别方法：从左到右第一、二位色环表示其有效值，第三位色环表示乘数，即有效值后面 0 的个数，第四位表示允许偏差。如图 2-5 所示，某一四色环电阻的第一位色环是红色，第二位色环是紫色，第三位色环是黄色，第四位色环是银色，根据上表则可知该电阻的阻值为 270000 Ω ，允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

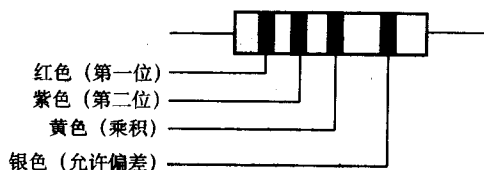


图 2-5 电阻的四色环识别方法

五色环识别方法：从左到右第一、二、三位色环表示其有效值，第四位色环表示乘数，即有效值后面 0 的个数，第五位表示允许偏差。如图 2-6 所示，某一五色环电阻的第一位色环是黄色，第二位色环是紫色，第三位色环是黑色，第四位色环是棕色，第五位色环是棕色，根据上表则可知该电阻的阻值为 4700 Ω ，允许偏差为 $\pm 1\%$ 。

色环电阻的识读技巧：金、银色只能出现在色环的最后两位的位置上；从色环间的距离看，距离最远的一环是最后一环，即允许偏差；从色环距电阻引线的距离看，离引线较近的

踊环是第一环。

数码表示法：用三位数码表示其标称阻值。其中从左到右第一位和第二位是有效数值，第三位是乘数，即有效值后面 0 的个数，单位是 Ω ，其允许偏差通常用文字符号来表示。如图 2-7 所示，某电阻体上标注 203，则表示该电阻的标称值为 20000Ω 。

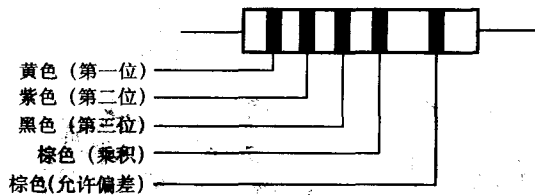


图 2-6 电阻的五色环识别方法



图 2-7 电阻的数码表示法

2) 电阻的质量检测。

- 直观检查：电阻体或引线断裂及烧焦等，可通过直观检查其质量好坏。
- 万用表检测：首先根据被测电阻的标称值选用适当量程，然后测量电阻，在测量电阻时，万用表的指示值明显偏离电阻的标称值或指针指示不稳定，均是电阻损坏的表现。

3) 特殊电阻的检测。

- 压敏电阻的检测：用万用表的 $R \times 1k\Omega$ 档测量压敏电阻两引脚之间的电阻值，应均为无穷大，否则，说明漏电流大。若所测电阻值很小，说明压敏电阻已损坏，不能使用。
- 光敏电阻的检测：用一黑纸片将光敏电阻的透光窗口遮住，此时万用表的指针基本保持不动，阻值接近无穷大。此值越大，说明光敏电阻性能越好。若此值很小或接近为 0，说明光敏电阻已烧穿损坏，不能使用。

将一光源对准光敏电阻的透光窗口，此时万用表的指针应有较大幅度的摆动，阻值明显减小。此值越小，说明光敏电阻性能越好。若此值很大，甚至无穷大，表明光敏电阻内部开路损坏，也不能使用。

将光敏电阻透光窗口对准入射光线，用小黑纸片在光敏电阻的遮光窗上部晃动，使其间断受光，此时万用表指针应随黑纸片的晃动而左右摆动。如果万用表指针始终停在某一位置不随纸片晃动而摆动，说明光敏电阻的光敏材料已经损坏。

(2) 电容的识别与检测。

1) 电容的识别。

- 电容的种类和作用：电容在电路中用“C”加数字表示，如：C15 表示编号为 15 的电容。电容按其介质材料分为：有机介质电容、无机介质电容和电解电容。

