

物联网智能终端设计 及工程实例

郑宇平 朱伟华 信 众 编著

课外借

物联网、电子知识和技能相融合：生动讲解以集成Zigbee技术的SOC单片机CC2530为核心的各项应用技术

内容全面：从元器件识别检测、焊接调试技术到软件开发设计，从单片机技术、电子应用技术到C语言开发技术、物联网智能终端开发与应用全覆盖

实例引导：详尽展示智能控制的完整解决方案，为电子发烧友DIY设计提供软、硬件基础



化学工业出版社

物联网智能终端设计 及工程实例

郑宇平 朱伟华 信 众 编著



化学工业出版社

· 北京 ·



图书在版编目 (CIP) 数据

物联网智能终端设计及工程实例/郑宇平, 朱伟华, 信众编著. —北京: 化学工业出版社, 2018.11

ISBN 978-7-122-32953-0

I. ①物… II. ①郑… ②朱… ③信… III. ①互联网
络-应用-智能终端-研究 IV. ①TP334.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 200911 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 王 静

装帧设计: 刘丽华

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 365 千字 2018 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 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: 49.80 元

版权所有 违者必究



前言

在物联网技术广泛应用的背景下,智能电子产品基本上都是作为网络终端设备而存在,而对于智能终端相关从业人员的需求则不仅体现在数量上,对能力素质也提出了更高的标准。创造性、适应性的人才培养是新型产业发展和转型升级的要求,也是职业院校的教育新方向。为此我们开发了电子信息创新实训教育平台,并结合高职教育的特点及电子类相关专业的建设实际,开发了本书。

本书结合作者丰富的电子产品研发经验和多年来讲授单片机和电子技术的教学心得,在内容选取上,以目前物联网中广泛应用的融合 ZigBee 技术的 SOC 单片机 CC2530 为核心,结合电子技术、电子设备装调技术、C 语言程序设计技术,软件和硬件结合,培养电子信息类相关产业亟需的智能终端设备生产调试、安装检修和开发设计的创新型技能人才。本书可作为各类职业院校、应用型本科院校、培训机构的单片机应用课程教材,也可作为相关技术人员、电子发烧友的参考用书。

本书主要有以下特点:

(1) 以能力为本位。按照企业电子产品生产、装调和研发等岗位的技能要求组织知识构成。从硬件到软、硬件结合,从元器件识别检测、焊接调试技术到软件开发设计,各学科知识融会贯通,单片机技术、电子应用技术和 C 语言开发技术等各课程知识相结合,符合电子产品从业人员的学习规律和认知要求。

(2) 任务驱动。基于智能终端开发过程中的典型任务进行教学单元设计,学生通过任务描述了解学习要求;按照计划和实施步骤,自行组织相关知识点的学习、了解任务资讯,最后完成每个学习任务;任务拓展加深学生知识掌握的程度和深度;任务评估为教师和学生提供任务考核依据和学习目标。

(3) 理实结合。本书作为一本理实一体化教材,书中的每个学习任务都有实际的开发项目作为实践载体,学生按照计划和实施步骤完成任务资讯的学习和任务实施。开发项目无封装,实现学生与电子信息技术的“零距离”接触,项目设计灵活,给予学生更高的自由度和自主性,激发学生的创新创造意识,为教师提供了更大的教学自由度,使课程可以按照学生能力实现层级设计、分类考核。

(4) 为电子创新制作,DIY 设计提供完整的解决方案。书中提供智能控制的完整解决方案,为电子发烧友 DIY 设计提供软、硬件基础。

(5) 配套完整的相关学习资源。为书中每一个开发项目提供完整的硬件方案,包括原理

图、版图和原料清单，也可为每个项目提供套件，使教学实践环节“成本”最小化。提供所有开发项目的源代码文件。

本书由吉林电子信息职业技术学院教师编著，其中郑宇平编写项目七～项目九，朱伟华编写项目一～项目三，信众编写项目四～项目六。同时常兆盛、王瑰琦、王侃、王云鹤和陈静老师为本书编写提供大量支持和帮助。

由于编著者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请同行和读者指正。

编著者

目 录

项目一 电子电路技能训练	001
任务一 元件识别与检测	001
一、电源	002
二、电阻元件的识别与检测	004
三、电容元件的识别与检测	010
四、电感元件的识别与检测	014
五、二极管的识别与检测	019
六、三极管的识别与检测	023
七、其他电子元件	026
八、集成电路	030
任务二 工程车指示灯	032
一、工程车指示灯任务实物图及输出波形	033
二、工程车指示灯任务原理图	033
三、集成电路 74LS14	033
四、焊接技术	035
项目二 智能终端产品设计入门	039
任务一 智能终端设备的开发流程	039
一、什么是智能终端设备	040
二、智能终端的特点	040
三、智能终端系统组成	041
四、单片机的硬件和软件的关系	042
任务二 CC2530 单片机基础知识介绍	043
一、什么是 CC2530	043
二、CC2530 单片机的内部结构	043
三、CC2530 单片机的最小工作系统	046
任务三 开发一个程序	047
一、软件开发流程	048
二、建立和设置 IAR 软件开发环境	048

三、软件下载及调试	057
四、程序文件	063
五、C 语言知识学习 (一) ——C 语言的基本语句	064
项目三 I/O (输入/输出) 口应用	065
任务一 流水灯	065
一、LED 工作电路	066
二、单片机执行指令的时间	067
三、单片机控制一个 LED 信号灯闪烁的程序	068
四、CC2531 单片机的 I/O (输入输出) 口	070
五、C 语言知识学习 (二) ——while 语句和单片机程序结构	073
任务二 模拟城市路口交通灯控制系统	077
一、程序流程图的基本结构	078
二、模拟城市路口交通灯控制系统举例	079
三、C 语言知识学习 (三) ——for 语句	081
任务三 行人过街按钮	083
一、过街按钮电路分析	083
二、过街按钮流程图	084
三、过街按钮程序	084
四、C 语言知识学习 (四) ——if 语句用法	085
小制作 1 CC2530 核心板	088
小制作 2 交通灯仿真板	090
项目四 中断应用	092
任务一 外部中断	092
一、中断知识介绍	093
二、外部中断	095
三、外部中断程序	098
任务二 1 位计数器	099
一、数码管工作原理	100
二、1 位计数器的电路原理	102
三、1 位计数器的程序	102
四、C 语言知识学习 (五) ——预处理命令和变量	103
五、C 语言知识学习 (六) ——数组知识	107
任务三 多位计数器	109
一、多位计数器电路原理	111
二、动态显示技术	113
三、八位数码管显示不同数字流程图	114
四、多位计数器程序	114
五、C 语言知识学习 (七) ——常用运算符	116
小制作 3 显示功能板	119
项目五 定时器/计数器应用	121
任务一 定时控制 LED 闪烁	121

一、定时器/计数器知识介绍	122
二、定时控制 LED 秒闪电路原理	127
三、定时控制 LED 秒闪程序	127
任务二 两位秒表	129
一、两位秒表电路图	129
二、两位秒表程序	129
任务三 呼吸灯	132
一、PWM 介绍	132
二、相关寄存器	134
三、任务分析	137
四、呼吸灯电路原理图	137
五、呼吸灯程序	137
项目六 串口通信	140
任务一 异步串行通信 (UART)	140
一、串口通信介绍	141
二、CC2530 的串口通信模块	144
三、CC2530 的串口通信相关寄存器	148
四、异步串口通信电路原理	151
五、异步串口通信例程	152
任务二 同步串口通信 (SPI)	155
一、OLED	156
二、同步串行通信电路原理	160
三、同步串行通信程序	160
小制作 4 传感器功能板	169
项目七 ADC (模数转换) 应用	171
任务一 电压测量	171
一、ADC 介绍	172
二、CC2530 的 ADC 模块	173
三、相关寄存器	176
四、电压测量电路原理	177
五、电压测量例程	178
任务二 光控开关	180
一、继电器的相关知识	180
二、光控开关电路原理	181
三、光控开关程序	182
小制作 5 磁保持继电器功能板	183
项目八 无线通信 (点对点)	185
任务 无线遥控开关	185
一、无线电介绍	188
二、点对点无线通信开发包说明	197
三、无线遥控开关的硬件原理图	200

四、无线遥控开关的程序设计.....	201
项目九 无线通信网络工程实例.....	206
任务 智能家居系统.....	206
一、智能家居系统设计.....	207
二、智能家居程序流程图.....	209
三、通信格式.....	210
小制作 6 网关功能板	211
附录.....	213
附录 A 数字万用表的使用	213
附录 B CC2530 单片机 I/O 口的外设功能一览表	216
附录 C 原理图	217
参考文献.....	223



项目一 电子电路技能训练

【项目概述】

智能终端产品的开发与设计,要求从业人员具备软硬件结合的综合技能素质。本项目着重培养训练学生硬件电路的基本技能,一共包括两个任务,任务一用来学习电子电路中元件识别与检测技术。任务二用来学习电子电路制作和检测技术。通过这两个任务的学习,使学生掌握电子电路制作和检测的基本技能,熟悉相关工具仪器的使用,为后续的学习提供最基本的理论基础和操作技能。

【项目目标】

知识目标

1. 掌握电源供电基本知识。
2. 掌握常用电子元器件的应用原理。
3. 掌握电子元器件的测量和识别技术。
4. 掌握电子元器件的选用技术。
5. 掌握电子电路焊接技术。
6. 掌握电路的测量和调试技术。

技能目标

1. 能够熟练应用数字万用表进行电子元件检测和识别。
2. 能够使用各种操作工具完成电路制作。
3. 能够正确使用焊接设备完成电路焊接。

素质目标

1. 具备开阔、灵活的思维能力。
2. 具备积极、主动的探索精神。
3. 具备严谨、细致的工作态度。

任务一 元件识别与检测

日常生活、工业企业中都离不开电子电路,而由金属导线和电气、电子元件组成的导电回路,称其为电路。直流电通过的电路称为“直流电路”;交流电通过的电路称为“交流电路”。从电路的定义中我们可以知道,构成电路最重要的两大元素是“供电”和“元件”。首

先，让我们了解一些常用的电子元件。

一、电源

【任务描述】

电源为电子电气设备提供电能，是整个电回路的“动力之源”。供电质量直接决定电子电气设备的使用寿命和稳定性，在电子电气安装、检修和调试时，首先应保证电源供电正确无误。

【计划与实施】

完成电源任务书，见表 1-1。

表 1-1 电源任务书

1. 我国电网供电标准：				
交流电压	V	允许偏差	频率	Hz 允许偏差
2. 低压供电“三相五线制”中，“三相”指：			“五线”指：	
3. 家用电器一般采用单相、相电压供电，相额定电压值为：			线额定电压值为：	
4. 直流电源类型分为：			手机充电器电源类型为：	

【任务资讯】

电子电路供电一般可分为交流供电和直流供电。

1. 交流供电（ Alternating Current, AC ）

我国的供电（配电）系统主要包括两大电网：中国国家电网和中国南方电网。由国家电力公司下发在电力系统中执行的《电业安全工作规程》中规定：对地电压在 1kV 以下时称为“低压”，对地电压在 1kV 及以上时称为“高压”，但实际上低压电这个概念是相对而言的，低压电和高压电之间没有绝对的界限，根据实际情况划分。

习惯上所说 220/380V 是低压，高于这个电压都是高压。我国民电同欧洲供电标准一样，为 220V 单相供电，电压允许偏差为 +7%、-10%；额定电压频率为 50Hz，系统允许的频率偏差为 ±0.5Hz。而日本供电标准为 110V，60Hz。

我国低压供电一般采用的 TN-S 系统：保护线与中性线分开。低压供电一直使用三相四线制，再配上一根地线就称为“三相五线制”。

如图 1-1（a）TN-S 系统所示，有三条火线（A、B、C），一条零线（N，又称中性线），一条保护接地线（PE，又称地线）。家用电气设备一般采用图中单相的供电方式，电源分别接火线和零线，为安全起见，电器的外壳可做保护性接地（PE）。民用电一般“零地”不能混接，因为这样可能导致设备外壳带电，不安全。

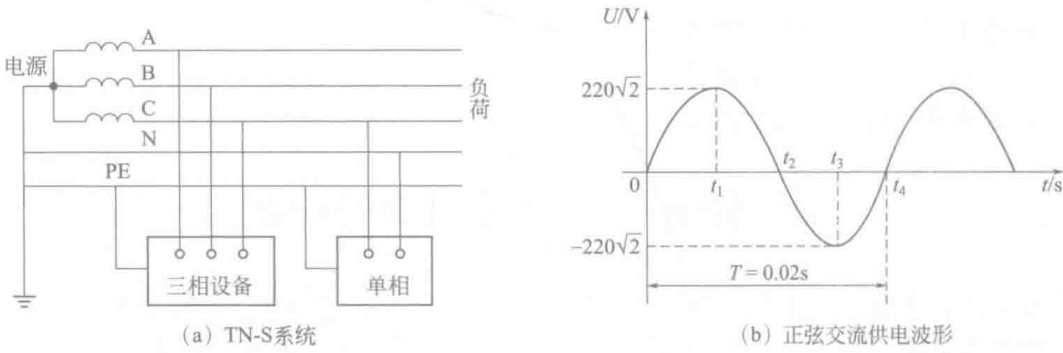


图 1-1 我国低压交流供电

工厂电动机工作一般采用三相供电，如“三相设备”所示接法。

低压供电波形如图 1-1 (b) 所示，我们通常所说的交流 220V 电压是指正弦交流电压的有效值，而电源的峰值为 $220\sqrt{2}\text{V}$ (311V)，周期 $T=0.02\text{s}$ ，即频率 $f=1/T=50\text{Hz}$ 。交流 220V 电压为“零地”之间电压 (U_{AN} 、 U_{BN} 、 U_{CN})，称为“相电压”。而火-火之间的电压 (U_{AB} 、 U_{AC} 、 U_{BC}) 称为线电压，电压 $=220\sqrt{3}\text{V}=380\text{V}$ 。

2. 直流供电 (Direct Current, DC)

成正弦周期性交变的交流电压信号便于供电公司远距离传输，但在实际电路使用中，往往需要将交流电压转变成 24V、5V 等不同规格的电压值恒定不变的电源——直流电源。

如图 1-2 所示，我们使用的手机充电器将 AC 100~240V 电压转换成 DC 5V 电压，用于手机电池充电。

iPhone5/6充电器规格	
产品参数	
属性	全新Apple Adapter 充电头
配置	2.1A/1A USB充电器x1
型号	Apple 12W USB Power Adapter
输入	100~240V~50/60Hz
输出1	5V/1A
设计风格	轻巧 方便 简洁 大方
适用型号	iPhone3GS 4S 5S 5C/iPad mini/iPod Touch nano

图 1-2 充电器规格

那么，手机充电器怎样将输入交流电压转换成电压很低的直流电压呢？交流电源转换成直流电一般分为两种类型：开关式稳压电源和线性稳压电源。市面上的手机充电器采用开关电源。开关电源体积小，效率高，输出功率大，缺点是结构复杂，容易对交流电网形成噪声和谐波干扰，相对使用寿命短。目前市面上的直流稳压电源一般都采用开关电源。

(1) 线性稳压电源工作原理 图 1-3 所示线性稳压电源的组成及各部分的作用。

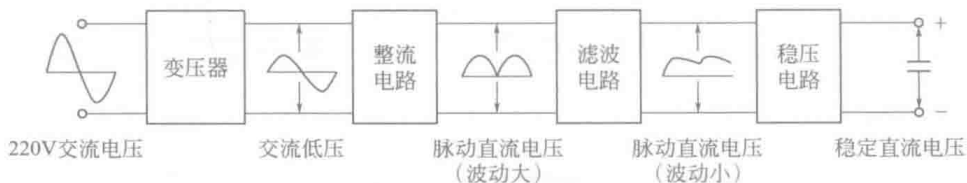


图 1-3 线性稳压电源的组成及各部分的作用

交流 220V 电压首先通过变压器转换成低压交流信号，然后通过整流电路和滤波电路将交流信号转换成脉动直流信号（即电压极性一样，但电压值时大时小，变化幅度很大），最后经过精密稳压电路，输出额定直流电压信号。

(2) 开关式稳压电源工作原理 开关式稳压电源主要分为调频式和调宽式两种，图 1-4 所示为调宽式开关稳压电源的基本原理示意图。对于单极性矩形脉冲来说，其直流平均电压 U_o 。取决于矩形脉冲的宽度，脉冲越宽，其直流平均电压值就越高。直流平均电压 U_o 。可由公式计算：

$$U_o = U_m \times T_1 / T \quad (1-1)$$

式中 U_m ——矩形脉冲最大电压值；

T ——矩形脉冲周期；
 T_1 ——矩形脉冲宽度。

从式 (1-1) 可以看出，当 U_m 与 T 不变时，直流平均电压 U 。将与脉冲宽度 T_1 成正比。这样，只要我们设法使脉冲宽度随稳压电源输出电压的增高而变窄，就可以达到稳定电压的目的。

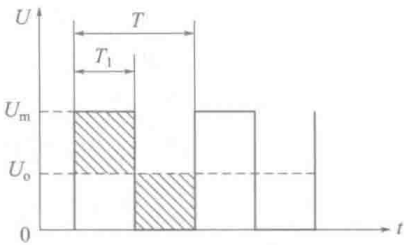


图 1-4 调宽式开关稳压电源的基本原理示意图

二、电阻元件的识别与检测

【任务描述】

电阻器是电路中最常见的电子元件，简称电阻，在一个电路中往往同时使用多个电阻。掌握电阻元件的选型及检测方法，了解不同类型电阻在电路中的作用。

【计划与实施】

1. 完成任务书，见表 1-2。

表 1-2 电阻识别检测任务书

(1)电阻代号：	单位：	单位换算关系：	电阻特性：	电阻应用：
(2)标出以下电阻类型、阻值及图形符号(中国)：				
(a)	(b)	(c)		
(3)判断电阻的连接方式并计算总有效电阻(电阻值均为 100Ω)：				
(a)	(b)			
(4)电阻选用原则：				
测量方法：万用表“ ”挡，红表笔插入“ ”孔，红表笔插入“ ”孔，当数值显示为“1”时，应调()挡位。				
(5)故障检测：5 色环电阻器的色环颜色分别为红紫黑棕棕，那么此电阻的阻值为()，误差为()，当测量值：				
(a)为“1”时说明电阻()；(b)为“0”时说明电阻()；				
(c)为“5.5kΩ”时说明电阻()；(d)为“5.05kΩ”时说明电阻()。				

2. 利用数字万用表完成插件电阻与贴片电阻的检测，掌握电阻测量的操作规范，并说明电阻测量时的注意事项，影响电阻测量精度几个因素。

【任务资讯】

导体对电流的阻碍称为该导体的电阻，电阻器是电子电路中最常用的元器件之一，简称电阻。电阻器种类很多，通常可以分为 3 类：固定电阻器、电位器和敏感电阻器。

1. 固定电阻器

- (1) 图形符号及单位 固定电阻器是一种阻值固定不变的电阻器。固定电阻器的实物外

形和图形符号如图 1-5 所示，从封装上看有贴片电阻（图示有矩形和柱形两类）和插件电阻（碳膜电阻、金属薄膜电阻和绕线电阻）。在图 1-5（b）中，上方为国家标准的电阻器图形符号，下方为国外常用的电阻器图形符号，在电路图中固定电阻器的代号为“R”。

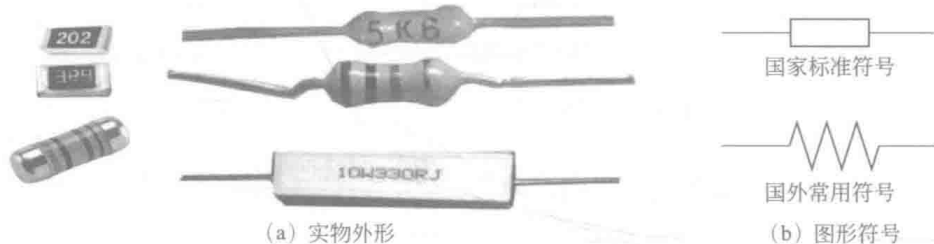


图 1-5 固定电阻器

电阻单位：电阻单位有欧姆（Ω）、千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）和毫欧（mΩ）、微欧（μΩ）。

单位换算关系： $1\text{M}\Omega=1000\text{k}\Omega=1000000\Omega$

$1\Omega=1000\text{m}\Omega=1000000\mu\Omega$

（2）应用 电阻的实际应用电路如图 1-6 所示，图 1-6（b）为 LED 手电筒的电路原理图，其中 BT 为电池，D1 为发光二极管（LED），S1 为电筒开关，R1 为固定电阻器，阻值为 1kΩ。电阻在电路中往往起到限制电流、分支电流、保护电路的作用。在图 1-6 所示电路中，如果没有固定电阻器 R1 限制电流，发光二极管会因为电流过大而导致烧毁。

（3）识别方法

① 标称阻值。为了表示阻值的大小，在出厂时会在电阻器表面标注阻值。标注在电阻器上的阻值称为标称阻值。电阻器的实际阻值与标称阻值往往有一定的差距，这个差距称为误差。电阻器是由厂家生产出来的，但厂家不是随意生产任何阻值的电阻器的。为了生产、选购和使用的方便，国家规定了电阻器阻值的系列标称值，该标称值分 E-24、E-12、E-6 和 E-96 等系列，见表 1-3。

表 1-3 电阻器的标称阻值系列

标称阻值系列	允许误差	误差等级	标称值
E-24	±5%	I	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
E-12	±10%	II	1.0,1.2,1.5,1.8,2.2,2.7,3.3,3.9,4.7,5.6,6.8,8.2
E-6	±20%	III	1.0,1.5,2.2,3.3,4.7,6.8

国家标准规定，生产某系列的电阻器，其标称阻值应等于该系列中标称值的 10^n （ n 为正整数）倍。如 E-24 系列的误差等级为 I，允许误差范围为 ±5%，若要生产 E-24 系列（误差为 ±5%）的电阻器，厂家可以生产标称阻值为 1.1Ω、11Ω、110Ω、1.1kΩ、11kΩ、110kΩ、11MΩ 等的电阻器，而不能生产标称阻值是 1.4Ω、14Ω、140Ω 等的电阻器。

a. 直标法。直标法是指用文字符号（数字和字母）在电阻器上直接标注出阻值和误差的方法。直标法的阻值单位有欧姆（R）、千欧（k）和兆欧（M）。图 1-7 所示为直标法水泥电阻，功率为 10W，阻值 330Ω，精度为 ±5%。

误差大小的表示一般有两种方式：一是用罗马数字 I、II、III 分别表示误差为 ±5%、

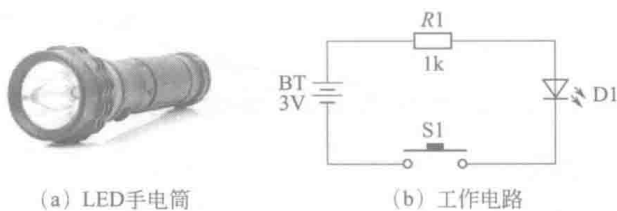


图 1-6 电阻实际应用电路

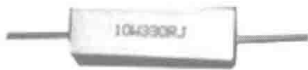


图 1-7 电阻直标法

±10%、±20%，如果不标注误差，则误差为±20%；二是用字母来表示，各字母对应的误差见表 1-4，如 J、K 分别表示误差为±5%、±10%。

表 1-4 字母与阻值误差对照表

字母	对应误差
W	±0.05%
B	±0.1%
C	±0.25%
D	±0.5%
F	±1%
G	±2%
J	±5%
K	±10%
M	±20%
N	±30%

例 1：12kΩ±10%、12kΩⅡ、12kΩ10%、12kΩK，都表示电阻器的阻值为 12kΩ，误差为±10%。

例 2：1k2 表示 1.2kΩ，3M3 表示 3.3MΩ，3R3（或 3Ω3）表示 3.3Ω，R33（或 Ω33）表示 0.33Ω。

例 3：标注 12kΩ、12k，表示的阻值都为 12kΩ，不标注误差，则默认误差为±20%。

b. 色环法。插件电阻和柱形贴片电阻一般采用色环法标注阻值，如图 1-8 所示。

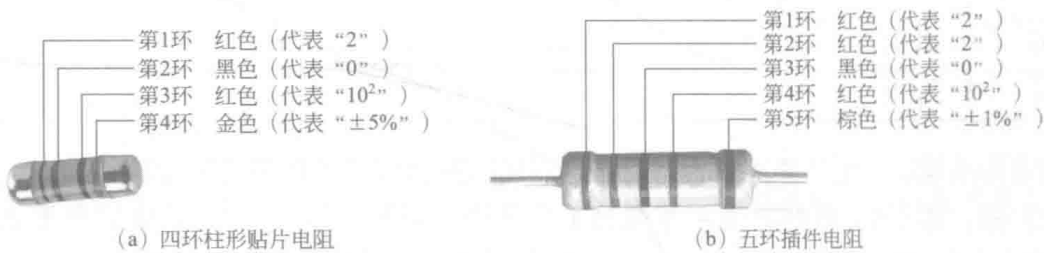


图 1-8 电阻色环标注法

色环法是指在电阻器上标注不同颜色圆环来表示阻值和误差的方法。图 1-8（a）中，一只电阻器上有 4 条色环，称为四环电阻器；另一只电阻器上有 5 条色环，称为五环电阻器，五环电阻器的阻值精度较四环电阻器更高。

要正确识读色环电阻器的阻值和误差，需先了解各种色环代表的含义。四环电阻器各色

环代表的含义及数值见表 1-5。

表 1-5 四环电阻器各色环代表的含义及数值

色环颜色	第 1 环(有效数字)	第 2 环(有效数字)	第 3 环(倍乘数)	第 4 环(误差数)
棕	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
红	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$\times 10^3$	—
黄	4	4	$\times 10^4$	
绿	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.2\%$
紫	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	$\times 10^8$	—
白	9	9	$\times 10^9$	—
黑	0	0	$\times 10^0 = 1$	—
金	—	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
银	—	—	10^{-2}	$\pm 10\%$
无色环	—	—	—	$\pm 20\%$

图 1-8 (a) 电阻标称阻值为： $20 \times 10^2 \Omega = 2\text{k}\Omega$ ，误差 $\pm 5\%$ 。

图 1-8 (b) 电阻标称阻值为： $220 \times 10^2 \Omega = 22\text{k}\Omega$ ，误差 $\pm 1\%$ 。

c. 数字索位标注法。一般矩形贴片电阻采用此标注法，如图 1-9 所示。

• 4 位数字索位标称法。如图 1-9 (a)、(b) 所示，它的第一、二、三位为有效数字，第四位表示在有效数字后面所加“0”的个数，这一位不会出现字母，阻值精度为 $\pm 1\%$ 。

图 1-9 (a) 中“5102”表示“51000 Ω ”；如果是小数，则用“R”表示“小数点”，并占用一位有效数字，其余三位是有效数字。图 1-9 (b) 中“30R0”表示“30.0 Ω ”。

• 3 位数字索位标称法。如图 1-9 (c)、(d) 所示。它的第一、二位为有效数字，第三位表示在有效数字后面所加“0”的个数，这一位不会出现字母，阻值精度为 $\pm 5\%$ 。

图 1-9 (c) 中“202”表示“2000 Ω ”；图 1-9 (d) 中“3R9”表示“3.9 Ω ”。

② 额定功率。额定功率是指在一定的条件下元器件长期使用允许承受的最大功率。电阻器额定功率越大，允许流过的电流越大。固定电阻器的额定功率也要按国家标准进行标注，其标称系列有 1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、5W 和 10W 等。小电流电路一般采用功率为 1/8~1/2W 的电阻器，而大电流电路中常采用 1W 以上的电阻器。

电阻器额定功率识别方法：对于标注了功率的电阻器，可根据标注的功率值来识别功率大小，例如图 1-7 中电阻的功率为 10W；对于没有标注功率的电阻器，可根据长度和直径来判别其功率大小。长度和直径值越大，功率越大。例如一个长度为 7mm、直径为 2.2mm 的金属膜电阻器，其功率为 1/8W，而一个长度为 8mm、直径为 2.6mm 的金属膜电阻器，其功率为 1/4W；对于贴片电阻，其封装大小决定额定功率，例如 0603 封装，功率为 1/16W，1206 封装，功率为 1/8W（注：1206 封装比 0603 封装的电阻体积大）。

(4) 选用 电子元器件的选用是学习电子技术的一个重要内容。对大多数从事维修、制作和简单设计的电子爱好者来说，只要考虑元器件的一些重要参数就可以解决实际问题。

① 电阻选用举例。在选用电阻器时,主要考虑电阻器的阻值、误差、额定功率和极限电压。

如图 1-10 所示,一般发光二极管的工作电流为 $2\sim 20\text{mA}$,本例应用中设计为 10mA ,电阻的选用方法如下。



图 1-9 电阻数字索位标注法

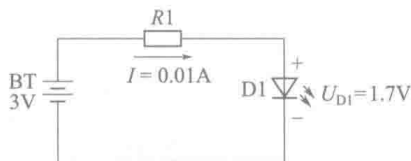


图 1-10 发光二极管电路原理

a. 确定阻值。用欧姆定律可求出电阻器的阻值 $R=U/I=(3-1.7)/0.01=130\Omega$ 。

b. 确定误差。对于电路来说,误差越小越好,这里对误差要求不高,可选择电阻器误差为 $\pm 5\%$ 。若难以找到误差为 $\pm 5\%$ 的电阻器,也可选择误差为 $\pm 10\%$ 的电阻器。

c. 确定功率。根据功率计算公式可求出电阻器的功率大小为 $P=I^2R=0.01^2\times 130\Omega=0.013\text{W}$ 。为了让电阻器能长时间使用,避免电阻器因功率过大发热而烧毁,选择的电阻器功率应在实际功率的两倍以上,这里选择常规电阻器功率为 $1/8\text{W}$ 。

综上所述,为了让图 1-10 所示电路中的电阻器 R 能正常工作并满足要求,应选择阻值为 130Ω 、误差为 $\pm 5\%$ 、额定功率为 $1/8\text{W}$ 的电阻器。

② 电阻选用技巧。

a. 对于要求不高的电路,在选择电阻器时,其阻值和功率应与要求值尽量接近,并且额定功率只能大于要求值,若小于要求值,电阻器容易被烧坏。

b. 若无法找到某个阻值的电阻器,可采用多个电阻器并联或串联的方式来解决。电阻器串联时阻值增大,并联时阻值减小。

c. 若某个电阻器功率不够,可采用多个大阻值的小功率电阻器并联,或采用多个小阻值的小功率电阻器串联,不管是采用并联还是串联,每个电阻器承受的功率都会变小,并考虑两倍左右的余量。

(5) 检测 固定电阻器的常见故障有开路、短路和变值。检测固定电阻器使用数字万用表的欧姆挡。在检测时,先识读出电阻器上的标称阻值,然后开始检测电阻器。

下面以测量一只标称阻值为 $2\text{k}\Omega$ 的色环电阻器为例来说明电阻器的检测方法,具体步骤如下。

第 1 步:将数字万用表的挡位开关拨至“ 10K ”挡。

第 2 步:进行欧姆校零。将红、黑表笔短路,观察数值是否为 0,以确定数字万用表表笔接线良好。

第 3 步:将红、黑表笔分别接电阻器的两个引脚,再观察显示窗数值是否为“2”。

若万用表测量出来的阻值与电阻器的标称阻值相同,说明该电阻器正常(若测量出来的阻值与电阻器的标称阻值有些偏差,但在误差允许范围内,电阻器也算正常)。

若测量出来的阻值为 ∞ ,则说明电阻器开路。

若测量出来的阻值为 0Ω ,则说明电阻器短路。

若测量出来的阻值大于或小于电阻器的标称阻值,并超出误差允许范围,则说明电阻器变值。