



电子爱好者 实用技术入门



福建科学技术出版社

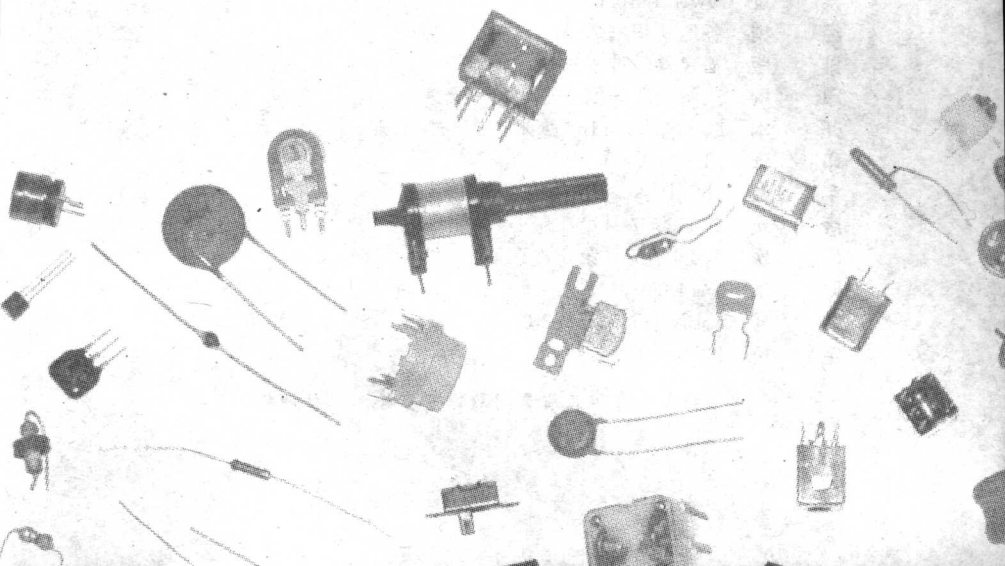
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE



电子爱好者 实用技术入门

杨崇志 康博南

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE



图书在版编目 (CIP) 数据

电子爱好者实用技术入门/杨崇志, 康博南编著.

福州: 福建科学技术出版社, 2006. 7

ISBN 7-5335-2822-0

I. 电… II. ①杨…②康… III. 电子技术

IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 030755 号

书 名	电子爱好者实用技术入门
编 著	杨崇志 康博南
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	三明地质印刷厂
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32
印 张	11
字 数	257 千字
版 次	2006 年 7 月第 1 版
印 次	2006 年 7 月第 1 次印刷
印 数	1—4 000
书 号	ISBN 7-5335-2822-0
定 价	20.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

电子技术是当今发展最快的技术之一。在这个领域中，新理论、新电路、新器件层出不穷，日新月异，令人目不暇接。为了便于广大电子爱好者，特别是青少年爱好者，了解电子新技术，掌握电子元器件的原理、特性及应用，学会基本电子电路的设计方法，我们编写了本书。

本书的主要内容是：第一章常用电子元器件，第二章电源电路，第三章放大电路，第四章振荡电路，第五章数字电路，第六章实用电子电路。本书可以作为广大电子爱好者学习电子技术基础知识的读本。

电子技术涉及领域广，发展速度快，加之作者水平有限，本书在内容和形式上可能还存在这样那样的问题，望读者批评指正。另外，在本书的编写过程中，编者参考了一些报刊资料，在此谨向原作者表示感谢！

参加本书编写的还有刘莉、杨明福、张莉、朱芳芳、詹迪妮、杨辉宇、吴淑杰、马秀荣等，在此特表示感谢！

编著者

2006 年 3 月

目 录

第一章 常用电子元器件

第一节 电阻器	(1)
一、电阻器的种类及特性	(1)
二、电阻器的检测	(8)
第二节 电容器	(9)
一、电容器的种类与特性	(10)
二、电容器的电路特性	(18)
三、电容器检测	(20)
第三节 电感器	(21)
一、电感的种类	(22)
二、电感的电路特性	(23)
三、电感线圈的绕制	(25)
四、电感的命名及标注方法	(26)
第四节 变压器	(27)
一、变压器的工作原理	(27)
二、变压器的实际应用	(30)
第五节 半导体二极管	(31)
一、半导体及其特性	(31)
二、二极管的特性	(33)
三、二极管的主要参数	(35)
四、二极管的命名方法及常用类型	(36)
五、二极管的检测	(45)
第六节 半导体三极管	(46)

一、三极管的基本结构与工作原理	(46)
二、三极管的特性曲线及主要参数	(50)
三、常用三极管的类型	(55)
四、三极管的检测	(57)
第七节 结型场效应晶体管	(60)
一、结型场效应管的基本结构与工作原理	(60)
二、结型场效应管的特性曲线及主要参数	(62)
三、结型场效应管的检测	(64)
第八节 晶闸管	(65)
一、晶闸管的基本结构与工作原理	(65)
二、晶闸管的特性曲线及主要参数	(69)
三、晶闸管的检测	(71)
第九节 传感器	(72)
一、温度传感器	(72)
二、光电传感器	(88)
三、磁敏传感器	(111)
四、话筒	(116)
第十节 半导体发光器件	(121)
一、半导体发光二极管	(121)
二、LED 显示器	(126)
三、LCD 显示器	(132)
第十一节 压电器件	(134)
一、石英晶体谐振器	(134)
二、压电蜂鸣器	(138)
三、陶瓷滤波器	(139)
四、声表面波滤波器	(142)

第二章 电源电路

第一节 整流电路.....	(147)
一、半波整流电路.....	(147)
二、全波整流电路.....	(148)
三、桥式整流电路.....	(149)
四、倍压整流电路.....	(150)
第二节 平滑滤波器.....	(151)
一、电容滤波器.....	(151)
二、电阻 π 型滤波器	(152)
三、电感 π 型滤波器	(153)
第三节 串联型稳压源.....	(153)
一、晶体管串联型稳压源.....	(153)
二、三端集成稳压电路.....	(155)
第四节 开关式直流变换器.....	(158)
一、降压式开关 DC-DC 变换器	(159)
二、升压式开关 DC-DC 变换器	(159)
三、极性反转式 DC-DC 变换器	(160)
四、单端反激式 DC-DC 变换器	(160)
五、单端正激式 DC-DC 变换器	(161)
六、推挽式变换电路.....	(162)
七、半桥式变换电路.....	(163)
八、无感性 DC-DC 变换器	(164)
第五节 开关式稳压源.....	(166)
一、开关稳压源工作原理.....	(166)
二、开关稳压源应用举例.....	(168)

第三章 放大电路

第一节 晶体管基本阻容放大器.....	(171)
一、共射极阻容放大器.....	(171)
二、共基极放大器.....	(179)
三、共集电极放大器.....	(181)
第二节 负反馈放大器.....	(182)
一、负反馈基本概念.....	(182)
二、应用举例.....	(183)
三、负反馈形式.....	(186)
第三节 选频放大器.....	(187)
一、谐振放大器.....	(187)
二、陶瓷滤波器选频放大器.....	(188)
第四节 音频功率放大器.....	(188)
一、OCL 推挽放大器	(188)
二、OTL 推挽电路	(191)
第五节 场效应管放大器.....	(192)
一、放大器的直流偏置电路.....	(192)
二、放大器的特性.....	(193)
第六节 直流放大器和集成运算放大器.....	(194)
一、直流放大器的零点漂移.....	(194)
二、差分放大器.....	(196)
三、集成运算放大器.....	(197)

第四章 振荡电路

第一节 LC 正弦波振荡器	(203)
一、正弦波振荡器的振荡原理.....	(203)

二、LC 振荡器基本电路	(204)
三、石英晶体振荡器	(207)
第二节 RC 正弦波振荡器	(208)
一、文氏桥选频电路	(208)
二、电路结构及工作原理	(209)
第三节 多谐振荡器	(210)
一、晶体管多谐振荡器	(210)
二、反相器多谐振荡器	(211)
三、集成运放多谐振荡器	(213)
第四节 间歇振荡器	(214)

第五章 数字电路

第一节 基本逻辑门电路	(217)
一、与门电路	(217)
二、或门电路	(218)
三、非门电路	(219)
四、与非门电路	(219)
五、或非门电路	(220)
第二节 触发器	(221)
一、双稳态触发器	(221)
二、R-S 触发器	(222)
三、D 触发器	(224)
四、J-K 触发器	(225)
第三节 计数器	(226)
一、二进制计数器	(227)
二、十进制计数器	(228)
第四节 译码器	(229)

一、状态译码器·····	(229)
二、七段显示译码器·····	(230)
第五节 寄存器与存储器·····	(233)
一、寄存器·····	(233)
二、半导体存储器·····	(235)
第六节 模/数和数/模转换器·····	(239)
一、模/数转换器 ·····	(241)
二、数/模转换器 ·····	(245)

第六章 实用电子电路

第一节 家用电子电路·····	(249)
一、“叮—咚”门铃 ·····	(249)
二、音乐门铃·····	(251)
三、简易应急照明灯·····	(254)
四、家用调光台灯·····	(256)
五、灯光自动调节电路·····	(258)
六、白炽灯延寿开关电路·····	(259)
七、过流过压保护器·····	(260)
八、电冰箱自动保护电路·····	(261)
九、电冰箱除臭器·····	(263)
十、电冰箱温度显示器·····	(265)
十一、电子仿声驱鼠器电路·····	(269)
十二、电子灭蝇器电路·····	(270)
十三、自动空气清新器·····	(271)
第二节 声光电路·····	(273)
一、声控彩灯·····	(273)
二、循环彩灯控制器·····	(274)

三、拍手开关·····	(275)
四、人体感应开关·····	(276)
五、视力保护测光器·····	(278)
六、电子变音器·····	(279)
七、汽车倒车告警电路·····	(281)
八、触摸式多种动物叫声电路·····	(282)
第三节 控制电路·····	(284)
一、节能电子开关·····	(284)
二、延时照明开关·····	(285)
三、水位自动控制电路·····	(286)
四、通用型家用定时器·····	(288)
五、环境控制 LED 发光亮度 ·····	(289)
第四节 音响电路·····	(290)
一、5W 功率放大器 ·····	(290)
二、LM386 功率放大器 ·····	(291)
三、20W 音频放大器 ·····	(293)
四、用三端稳压 LM317 制作的功放 ·····	(294)
五、LF356+TDA1514 的优质功放 ·····	(295)
六、场效应管“傻瓜王”功放·····	(297)
七、音频自动增益控制·····	(300)
第五节 电源、充电电路·····	(301)
一、直流倍压电路·····	(301)
二、4~20V 连续可调的稳压电源 ·····	(303)
三、可调式直流稳压电源·····	(304)
四、简易充电电源·····	(306)
五、脉冲式全自动快速充电器·····	(309)
六、LM339 全自动充电器 ·····	(311)

七、锂离子电池充电器.....	(312)
八、自动充电电路.....	(313)
第六节 报警电路.....	(314)
一、电子看门狗.....	(314)
二、触摸报警器.....	(315)
三、门控防盗报警电路.....	(316)
四、贵重物品防盗报警电路.....	(319)
五、可燃气体报警器.....	(320)
六、气体/烟雾报警器	(321)
七、人体感应式报警器.....	(323)
八、呼啸警报器.....	(324)
第七节 其他实用电路.....	(325)
一、感应测电笔.....	(325)
二、电子温度计.....	(328)
三、无线电遥控器.....	(329)
四、简易调频对讲机电路.....	(331)
五、简易信号发生器、测试器.....	(333)
六、相线、零线自动鉴别器.....	(335)
七、电流-电压转换器	(336)
八、正弦波、矩形波发生器.....	(336)
九、简易低频信号源.....	(337)
十、环境噪声检测器.....	(338)
十一、射频宽带可调自动增益控制放大器.....	(339)

第一章 常用电子元器件

第一节 电阻器

一、电阻器的种类及特性

电阻器（简称电阻）在电路中的符号如图 1-1-1 所示，常用字母 R 表示。

电阻器在电路中具有阻碍电流流动的特性，这种特性用“电阻”来表征。电阻的单位为 Ω （欧）。在电路中，电阻 R 、电压 V 、电流 I 的关系用欧姆定律 $R =$

V/I 表述。若某电阻中流过 1A（安）的电流，两端电压为 1V（伏），那么该电阻阻值为 1Ω 。在不引起混淆的场合，“电阻器”和“电阻值”都用“电阻”来表述。

电阻有固定电阻、可变电阻、熔断电阻及各种敏感电阻等。

（一）固定电阻

1. 固定电阻的种类

固定电阻有炭膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻及线绕电阻等。

（1）炭膜电阻。它是在瓷棒或瓷管表面沉积一层炭膜形成电阻体，再在两端引出电极，最后在表面涂上绿色保护漆，并加上标记。其外形如图 1-1-2 所示。这种电阻体积较小，稳定性较好，价格较低，使用最广泛。

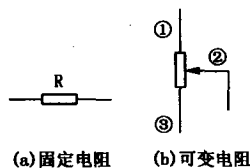


图 1-1-1

(2) 金属膜电阻。这种电阻的外形与炭膜电阻相似，是在瓷管表面沉积一层很薄的金属膜，并在外面涂上棕色或红色保护漆。金属膜电阻的性能

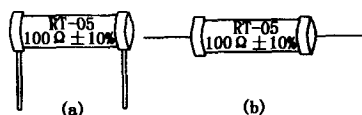


图 1-1-2

优于炭膜电阻，其温度系数小，所以精度及稳定性好。另外，相同标称功率的电阻，金属膜的体积小。因此这种电阻常用于对稳定性和精度要求高的电路中。

(3) 有机实心电阻。它是用导电粉与绝缘粉、胶粘剂混合压制并被外封塑料壳，两端引出电极而成。通常用色环表示阻值及误差等。这种电阻价格便宜，可靠性较高，但噪声大，分布电容、电感较大，温度系数也较大，因而热稳定性较差。

(4) 高阻合成膜电阻。将炭黑和充填料涂在陶瓷基体上引出电极便构成这种电阻。这种电阻阻值可做得很高，但热稳定性差。

(5) 金属氧化膜电阻。该电阻是利用高质量的金属氧化物沉积在瓷棒或瓷片上制成的。图 1-



图 1-1-3

1-3 示出无引线片状电阻，也叫贴

片式电阻。这种电阻性能好、体积小而薄，通常用于厚膜集成电路或薄形电子设备中。

(6) 玻璃釉电阻。这种电阻是用稳定性好、可靠性高的钉系等金属玻璃釉电阻浆料，通过印刷方法成膜，在高温下烧结而成，也有棒状和片状之分，如图 1-1-4 所示。其中棒

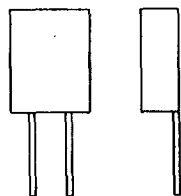


图 1-1-4

状电阻常用于彩色电视电路及其他各种电路中，而片状电阻因体积小可用于密度高、体积小的设备中，可在高频电路中使用。

(7) 线绕电阻。这种电阻多用镍铬丝或锰铜丝或康铜丝等绕在陶瓷体（管或片）上制成，在外面覆以绝缘漆或玻璃釉等。这种电阻功率大（1W 以上），阻值稳定、耐高温。其外形如图 1-1-5 所示。

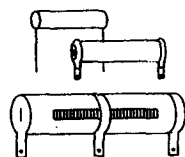


图 1-1-5

2. 电阻的主要参数

(1) 标称阻值及误差。由于工艺、材料等问题，实际上任何两只电阻阻值都不可能绝对相同，因此无法标出每只电阻的实际阻值，而只能按一定误差范围，并根据统一规定的一些值（即标称值）进行标定。普通电阻误差范围为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ ，分别为 I、II、III 级电阻。每种误差下规定的阻值如表 1-1-1 所示。 E_{24} 、 E_{12} 、 E_6 （分别与 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 相对应）表示

表 1-1-1 阻值系列及允许误差

E_{24}	E_{12}	E_6	E_{24}	E_{12}	E_6
$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
1.0	1.0	1.0	3.3	3.3	3.3
1.1			3.6		
1.2	1.2		3.9	3.9	
1.3			4.3		
1.5	1.5	1.5	4.7	4.7	4.7
1.6			5.1		
1.8	1.8		5.6	5.6	
2.0			6.2		
2.2	2.2	2.2	6.8	6.8	6.8
2.4			7.5		
2.7	2.7		8.2	8.2	
3.0			9.1		

阻值每变化 10 倍所给定的 24 个、12 个、6 个标定值。表中所列数字分别乘以 1 、 10 、 10^2 、 10^3 、 10^4 、 10^5 、 10^6 就可得到 $1\Omega \sim 9.1M\Omega$ 、 $1\Omega \sim 8.2M\Omega$ 、 $1\Omega \sim 6.8M\Omega$ 之间的电阻值。例如，按Ⅲ类（即 E_6 ）规定，实际阻值在 $1.2 \sim 1.8k\Omega$ 之间的任一电阻，它们都应标为 $1.5k\Omega$ ，因为它们的实际阻值与 $1.5k\Omega$ 之间的误差都在 20% 以内。

为了满足更高精度的要求，还有误差范围为 $\pm 0.001\%$ 、 $\pm 0.002\%$ 、 $\pm 0.005\%$ 、 $\pm 0.01\%$ 、 $\pm 0.02\%$ 、 $\pm 0.05\%$ 、 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ (E_{192})、 $\pm 1\%$ (E_{96}) 及 $\pm 2\%$ (E_{48}) 的电阻。

(2) 标称功率。标称功率也称额定功率，是指在正常条件下，电阻长时间工作而不损坏或不改变性能所允许消耗的最大功率，用 P_R 表示。同一类电阻，其标称功率大小决定于它的几何尺寸和表面积。

(3) 绝缘电阻和绝缘电压。电阻的绝缘层可以使电阻体与外界导体绝缘，绝缘层电阻越高，绝缘性能越好。一般情况下，绝缘电阻可达几十至几千兆欧。绝缘层所能承受的最大电压为绝缘电压。绝缘层承受的电压超过该电压时，绝缘层会被击穿。电阻的绝缘电压应超过电阻两极所允许加的最大电压 U_{RM} 的 $1.5 \sim 2$ 倍。

(4) 温度系数。电阻所处环境的温度或自身发热温度升高都会使阻值或多或少发生变化。温度从 t_1 变化到 t_2 时，阻值的相对变化量

$$\alpha_t = \frac{R(t_2) - R(t_1)}{R(t_1)(t_2 - t_1)}$$

该变化量即为温度系数。温度系数的绝对值越小，热稳定性越好。式中 $R(t_1)$ 为室温 t_1 时的阻值， $R(t_2)$ 为其他环境温度

t_2 时的阻值。

3. 电阻种类、性能及参数的表示方法

(1) 电阻的种类及特点在电阻参数表上常用下面字母表示。

第一位字母，表示主称：电阻—R。

第二位字母，表示电阻材料：T—炭膜；H—合成炭膜；S—有机实心；N—无机实心；J—金属膜；Y—氧化膜；C—沉积膜；I—玻璃釉膜；X—线绕。

第三位字母，表示形状性能：X—小型；L—测量；J—精密；G—高功率。

在第三位上也有用数字1~9表示的：1、2—普通；3—超高频；4—高阻；5—高温；7—精密；8—高压；9—特殊。

有的电阻还有第四位，用数字表示产品的序号。

常用下面的字母表示电阻的误差：F— $\pm 1\%$ ；G— $\pm 2\%$ ；J— $\pm 5\%$ ；K— $\pm 10\%$ ；M— $\pm 20\%$ 。

(2) 电阻的种类、特点及主要参数在电阻体上的表示方法。

A：字母与数字表示法。在电阻体或包装袋上常以图 1-1-2 方式表示电阻种类、功率和阻值。图 1-1-2 中电阻为炭膜电阻，额定功率为 0.5W，阻值为 100Ω ，误差为 $\pm 10\%$ 。

B：色环表示法。在小型电阻体上用具体数字、字母表示电阻值、误差及种类，不仅工艺困难，而且不宜观看。因此小型电阻上常用色环表示其阻值和误差。色环表示法分为二位有效数字和三位有效数字两种标法。前者一般用于普通电阻，后者用于精密电阻。二位有效数字的色标法使用 4 条色环，前 3 条表示阻值（其中前二条表示阻值的有效数字，第三条表示倍率），后 1 条表示允许误差；三位有效数字的色标法使用 5 条色环，前 4 条表示阻值（其中前 3 条表示阻值的有效数字，第 4 条表示倍率），后 1 条表示允许误差。