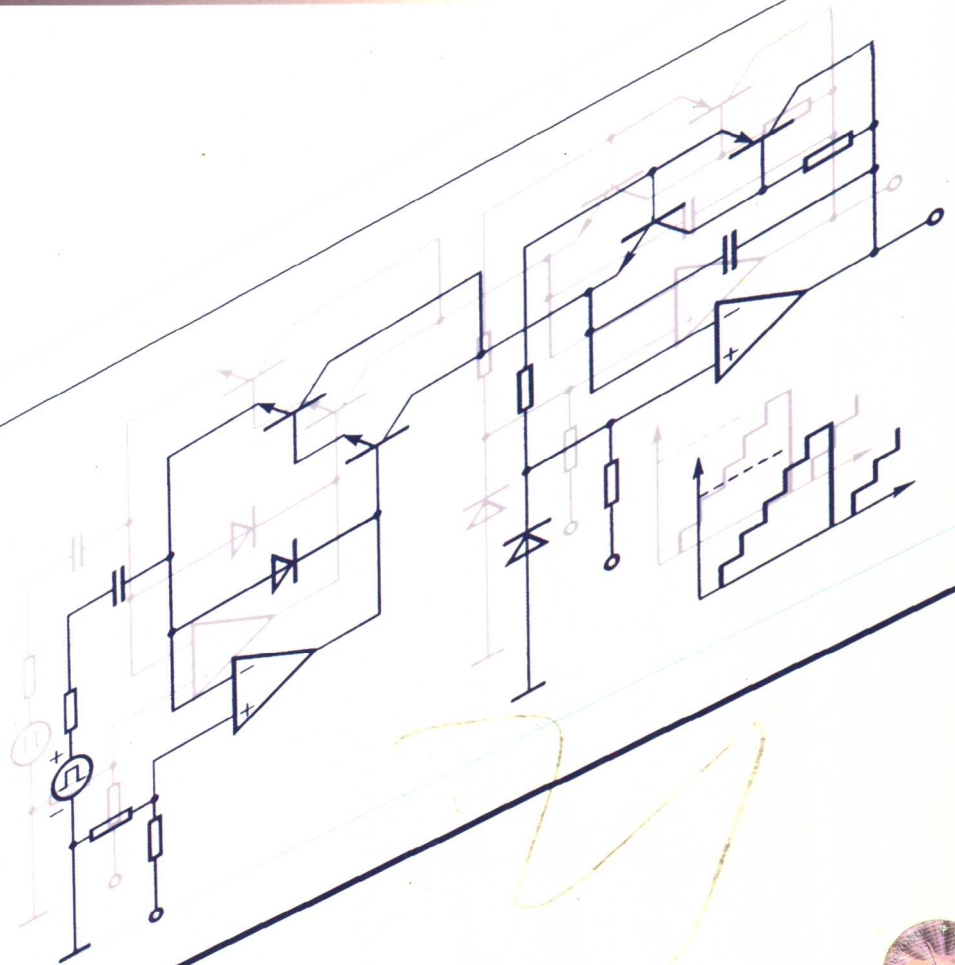




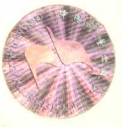
电子电路

设计

赵家贵 主编



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



电子电路设计

赵家贵 主编

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路设计/赵家贵主编. —北京: 中国计量出版社, 2005

ISBN 7-5026-2113-X

I. 电… II. 赵… III. 电子电路—电路设计 IV. TN710.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 019306 号

内 容 提 要

全书共分五篇十四章, 有电子电路的设计方法, 常用元器件及选择, 基本电子电路和功能电路设计, 电路的抗温度和抗电磁干扰设计, 电路参数测量及印刷电路板的自动化设计。本书着力于培养有关技术人员的电子电路设计能力, 也可作为大专院校相关专业的教学参考书和电子电路设计者的工具书。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

E-mail jlfxb@263.net.cn

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 28.5 字数 688 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 42.00 元

前 言

社会的发展,科技的进步,需要有高素质的各类人才协同努力。当前,社会上所需的专门人才中具有实际技能者是最受欢迎的。在与电子技术相关的行业、领域,如自动化、仪器仪表、机电一体化、IT等行业领域,对掌握电子技术实用技能,能自主进行研究、开发、生产的人才需求量很大。为适应这一需要,编著者从对培养、提高设计人员的技术能力出发编写了这本实用性、可操作性强的读物。

本书的内容包括第一篇电子电路设计基础、第二篇电子电路设计、第三篇抗干扰设计、第四篇电路参数测量和第五篇电子电路设计自动化五部分。主要特点是:

1. 系统性较强。本书中对电子电路设计中所涉及的电路方案选择与设计、元器件选用、具体电路的设计、电路参数调试与测量以及印刷电路板设计等各项工作均做了较详尽的介绍,内容系统、完整。

2. 突出了实用性。主要表现在:

第一,书中对电子电路中的基本放大器、电源、滤波器、功能电路等基本电路,在内容上做了详细的介绍;同时,突出地介绍了完成设计中的方法、步骤及注意的问题。着眼于能力的提高。

第二,对设计中的实用技术做了较详细的介绍。如对如何选用元器件、如何提高电路性能、如何进行电路参数测量等方面的技术及措施都有详细介绍。

第三,书中有大量图表、数据作为资料,供读者设计电路时查阅。

3. 兼顾了内容的基础性和先进性。书中在对电子电路设计中基本的、常用的内容进行全面、系统介绍的同时,还对新型元器件、新技术措施、新电路也做了充分地介绍。如,对有特殊高精度、高稳性要求的高精度放大器设计和高稳定性电路的抗温度及抗电磁干扰措施等,都设有章节详细介绍。

本书面向致力于提高读者的电子电路设计能力,可供大专院校相关专业师生作为教学参考书和自学者参阅。

全书共分五篇十四章。其中,第一、二、三、九章及第五章部分内容由赵家贵编写;第四、十章内容由周斐编写;第五章部分内容及第六、七、八、十一、十二章内容由林颖编写;第十三、十四章部分内容由李大奇编写;李迎春、赵小燕、尹娜也参加了部分内容的编写工作。另外在编写过程中得到了北京科技大学、河南省平顶山市工业职业技术学院领导的大力支持,在此表示衷心的感谢。同时对参考文献中的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中有不当或错误之处,望读者批评指正。

编 者

2004年5月

目 录

第一篇 电子电路设计基础

第一章 常用的元器件	(1)
1.1 电阻器	(1)
1.1.1 电阻器的分类	(1)
1.1.2 电阻器的型号命名法	(6)
1.1.3 电阻器和电位器的主要性能指标	(9)
1.1.4 电阻器的选用	(12)
1.1.5 电阻器的人工老化	(16)
1.2 电容器	(16)
1.2.1 电容器的分类	(16)
1.2.2 电容器的型号命名法	(19)
1.2.3 电容器的主要性能参数及标志方法	(20)
1.2.4 电容器的选用	(23)
1.2.5 电容器的老化与筛选	(24)
1.3 电感器	(25)
1.3.1 电感器的结构和分类	(25)
1.3.2 电感器的主要性能指标	(27)
1.3.3 电感器的型号命名法	(29)
1.3.4 电感器的选用	(29)
1.4 变压器	(30)
1.4.1 变压器的主要技术参数	(31)
1.4.2 变压器的结构	(32)
1.4.3 变压器的种类	(33)
1.4.4 变压器的命名方法	(34)
1.4.5 变压器的选用	(34)
1.5 继电器	(35)
1.5.1 继电器的分类	(35)
1.5.2 常用继电器的性能参数	(35)
1.5.3 常用继电器性能比较	(39)
1.5.4 继电器的选用	(40)
1.6 电源、开关和保护元件	(41)
1.6.1 电源	(41)
1.6.2 开关	(42)
1.6.3 保护元件	(46)

1.7	分立半导体器件	(50)
1.7.1	国产半导体器件命名法	(50)
1.7.2	二极管	(50)
1.7.3	三极管	(56)
1.7.4	场效应管	(59)
1.8	模拟集成电路	(61)
1.8.1	国产半导体集成电路的命名方法	(61)
1.8.2	集成运算放大器	(63)
1.8.3	集成功率放大器	(68)
1.8.4	集成直流稳压器	(71)
1.9	数字集成电路	(77)
1.9.1	数字集成电路的分类	(77)
1.9.2	数字集成电路的主要参数	(84)
1.9.3	数字集成电路的选用	(85)
1.9.4	常用功能数字集成电路	(88)
1.10	显示器件	(100)
1.10.1	半导体数码管	(100)
1.10.2	液晶显示器	(101)
1.10.3	荧光数码管	(102)
1.10.4	辉光数码管	(103)
第二章	电子电路用文字图形符号	(105)
2.1	电气技术中的文字符号	(105)
2.1.1	适用范围	(105)
2.1.2	文字符号	(105)
2.1.3	常用的电气技术文字符号	(106)
2.2	电路中的图形符号	(107)
第三章	电子电路设计方法	(128)
3.1	电子电路的设计方法与步骤概要	(128)
3.2	电子电路设计方法	(128)
3.2.1	总体方案的确定与选择	(128)
3.2.2	单元电路设计	(128)
3.2.3	电路参数计(估)算与元器件选择	(128)
3.2.4	电路的组装与调试	(129)
3.2.5	正式电路板制作	(130)
3.3	设计报告	(131)

第二篇 电子电路设计

第四章	基本模拟电子电路设计	(132)
4.1	基本放大器设计	(132)
4.1.1	放大器的主要性能参数	(132)
4.1.2	晶体管放大器设计	(135)
4.1.3	差动放大器设计	(145)

4.1.4	场效应管放大器设计	(147)
4.1.5	反馈放大器设计	(157)
4.2	滤波器设计	(160)
4.2.1	滤波器的种类及相关参数	(161)
4.2.2	LC滤波器设计	(163)
4.2.3	有源滤波器设计	(202)
4.2.4	压电式滤波器的选用、设计	(212)
4.2.5	集成有源程序滤波器设计	(214)
4.3	集成稳压电源设计	(218)
4.3.1	集成稳压电源的主要性能指标	(218)
4.3.2	基本应用与设计方法	(219)
4.3.3	固定输出的稳压电源设计	(220)
4.3.4	可调输出的稳压电源设计	(222)
4.3.5	基准电源电路设计	(224)
第五章	功能电路设计	(227)
5.1	函数运算电路设计	(227)
5.1.1	加(减)法运算电路设计	(227)
5.1.2	模拟乘法器及其相关运算电路设计	(229)
5.1.3	对数运算电路设计	(234)
5.1.4	指数运算电路设计	(239)
5.1.5	微分运算电路设计	(240)
5.1.6	积分运算电路设计	(242)
5.2	信号发生电路设计	(245)
5.2.1	正弦波振荡电路设计	(245)
5.2.2	方波—三角波电路设计	(251)
5.3	功率放大器设计	(255)
5.3.1	基本功率放大电路	(256)
5.3.2	组合式功率放大电路	(260)
5.3.3	集成功率放大器	(261)
5.3.4	功率放大器的设计	(262)
5.4	信号变换电路设计	(265)
5.4.1	直流(低频)—交流变换电路(调制解调电路)设计	(265)
5.4.2	电压频率转换电路设计	(274)
5.5	高精度放大器设计	(280)
5.5.1	AD522 数据采集放大器	(280)
5.5.2	INA102 放大器	(281)
5.5.3	INA103 放大器	(283)
5.5.4	OPA77/177 精密低噪声运算放大器	(284)
5.5.5	MAX400/800 低失调低漂移运算放大器	(285)
5.6	高速运算放大器	(286)
5.6.1	组合式高速运算放大器	(286)
5.6.2	集成高速运算放大器	(289)
5.7	高输入阻抗运算放大器	(292)

5.7.1	OPA131/2131/4131 是 FET 输入式通用运算放大器	(292)
5.7.2	TL081/082/084JFET 输入放大器	(294)
5.8	可编程增益放大器	(295)
5.8.1	组成方案	(295)
5.8.2	可编程型放大器	(297)
5.9	隔离放大器	(302)
5.9.1	变压器耦合型放大器	(304)
5.9.2	电容耦合型放大器	(307)
5.9.3	光电耦合型放大器	(313)
第六章	数字电路设计	(320)
6.1	译码器设计	(320)
6.1.1	二进制译码器	(320)
6.1.2	二-十进制译码器	(322)
6.1.3	显示译码器	(322)
6.2	加法器设计	(323)
6.2.1	一位加法器	(323)
6.2.2	多位加法器	(324)
6.3	时序逻辑电路设计	(326)
6.3.1	触发器的分类和逻辑功能	(326)
6.3.2	时序逻辑电路设计方法	(327)
6.4	TTL 与 CMOS 的接口电路设计	(331)
6.4.1	用 TTL 电路驱动 CMOS 电路	(332)
6.4.2	用 CMOS 电路驱动 TTL 电路	(332)

第三篇 抗干扰设计

第七章	抗温度干扰设计	(334)
7.1	温度干扰对电子电路的影响	(334)
7.2	抗温度干扰的措施与思路	(335)
7.2.1	解决温度干扰的思路	(335)
7.2.2	抗温度干扰的措施	(335)
7.3	常用抗温度干扰的方法	(336)
7.3.1	恒温法	(336)
7.3.2	大功率器件的散热设计	(336)
7.3.3	选用温度系数小的元件或低漂移的运算放大器	(337)
7.3.4	电路补偿法	(337)
7.3.5	选用抑制温漂的电路	(339)
第八章	抗电磁干扰设计	(341)
8.1	概述	(341)
8.1.1	电磁干扰分类	(341)
8.1.2	电磁干扰侵入电路的途径	(341)
8.1.3	噪声形成干扰的条件及抑制干扰的基本思路	(343)
8.1.4	抗电磁干扰的基本措施	(344)

8.2 抗电磁干扰设计	(345)
8.2.1 输入信号线的选择与连接	(345)
8.2.2 信号滤波设计	(345)
8.2.3 屏蔽层的设计	(346)
8.2.4 接地的设计	(347)
8.2.5 信号隔离的设计	(348)
8.2.6 抗脉冲干扰电路设计	(349)
8.2.7 智能单元的软件抗干扰技术	(349)

第四篇 电路参数测量

第九章 测量的基本知识	(353)
9.1 测量方法	(353)
9.1.1 测量方法分类	(353)
9.1.2 直接测量、间接测量与联立测量	(353)
9.1.3 偏差式测量、零位式测量和微差式测量	(354)
9.2 测量仪器的选择	(355)
9.3 测量的数据处理	(356)
9.3.1 测量误差	(356)
9.3.2 线性度	(360)
9.3.3 测量误差的估计和处理	(360)
9.3.4 测量数据处理	(363)
第十章 电路元器件参数测量	(369)
10.1 电阻器和电位器参数的测量	(369)
10.1.1 固定电阻的测量	(369)
10.1.2 电位器的电阻测量	(370)
10.2 电容器的测量	(370)
10.2.1 用万用表估测	(370)
10.2.2 交流电桥法测量	(372)
10.2.3 谐振法测量	(372)
10.3 电感的测量	(373)
10.3.1 用万用表测量	(373)
10.3.2 交流电桥法测量	(373)
10.3.3 谐振法测量	(374)
10.4 变压器的测量	(374)
10.5 二极管的测量	(375)
10.5.1 普通二极管的测量	(375)
10.5.2 稳压二极管的测量	(376)
10.5.3 发光二极管的测量	(376)
10.5.4 红外光敏二极管的测量	(377)
10.6 晶体管的测量	(377)
10.6.1 晶体管材料与极性的判别	(377)
10.6.2 晶体管性能的测量	(378)
10.7 场效应管的测量	(378)

10.7.1	电极与管型的判别	(378)
10.7.2	场效应管的主要参数测量	(379)
10.8	集成电路的测量	(379)
10.8.1	常用的测量方法	(379)
10.8.2	运算放大器的测量	(380)
10.8.3	集成稳压器的测量	(382)
10.8.4	时基集成电路 (NE555) 的测量	(385)
10.9	继电器的测量	(385)
10.9.1	电磁式继电器的测量	(385)
10.9.2	干簧式继电器的测量	(386)
10.9.3	固态继电器的测量	(386)
10.10	显示器件的测量	(386)
10.10.1	LED 数码显示器的测量	(386)
10.10.2	LCD 液晶显示器的测量	(387)
第十一章	常用电信号的测量	(388)
11.1	电压的测量	(388)
11.1.1	直流电压的测量	(388)
11.1.2	交流电压的测量	(389)
11.2	电流的测量	(390)
11.2.1	直流电流的测量	(390)
11.2.2	交流电流的测量	(390)
11.3	时间的测量	(390)
11.3.1	周期 T 的测量	(390)
11.3.2	时间间隔的测量	(391)
11.4	频率的测量	(391)
11.5	相位的测量	(391)
11.5.1	示波器法	(392)
11.5.2	脉冲计数法	(392)
第十二章	电路性能参数测量	(393)
12.1	放大器特性测量	(393)
12.1.1	静态工作点测量	(393)
12.1.2	放大器放大倍数测量	(393)
12.1.3	放大器动态范围的测量	(395)
12.2	电路的频率特性测量	(395)
12.3	电路的输入、输出阻抗测量	(396)
12.3.1	电路的输入阻抗测量	(396)
12.3.2	电路的输出阻抗测量	(398)
第五篇 电子电路设计自动化		
第十三章	Protel 99ES 原理图设计	(400)
13.1	Protel 99SE 概述	(400)
13.1.1	Protel 99 SE 的启动	(400)
13.1.2	系统参数设置	(400)

13.1.3	新建设计项目	(401)
13.1.4	文件管理	(401)
13.1.5	进入设计环境	(404)
13.2	Protel 99 SE 原理图设计基础	(404)
13.2.1	Protel 99 SE/Sch 环境设置	(405)
13.2.2	编辑界面设置	(406)
13.3	电路原理图设计和绘制	(408)
13.3.1	元件库管理	(408)
13.3.2	元件操作	(409)
13.3.3	绘制电路图工具	(412)
13.3.4	绘图工具	(414)
13.4	生成报表	(414)
13.4.1	网络表	(414)
13.4.2	生成 ERC 报表	(416)
13.4.3	文件保存和打印	(417)
13.5	电路原理图元件制作	(417)
13.5.1	元件库编辑器	(417)
13.5.2	元件库的管理	(418)
13.5.3	元件绘制工具	(418)
13.5.4	绘制元件	(419)
13.5.5	产生元件报表	(420)
第十四章	PCB 设计	(422)
14.1	PCB 印刷电路板设计基础	(422)
14.1.1	印刷电路板基础	(422)
14.1.2	印刷电路板设计步骤	(423)
14.1.3	PCB 设计编辑器	(423)
14.1.4	设置电路板工作层面	(424)
14.1.5	设置 PCB 系统参数	(427)
14.2	制作印刷电路板	(431)
14.2.1	PCB 绘图工具	(431)
14.2.2	规划电路板	(433)
14.2.3	网络表与元件的装入	(433)
14.2.4	元件的自动布局	(435)
14.2.5	手动编辑调整元件布局	(436)
14.2.6	自动布线	(437)
14.2.7	布线规则检查	(438)
14.2.8	报表文件输出	(438)
14.2.9	PCB 板的 3D 显示	(439)
14.2.10	文件保存与打印	(439)
14.3	PCB 元件制作	(440)
14.3.1	元件封装编辑器	(440)
14.3.2	利用向导创建新元件封装	(440)
14.3.3	手工创建元件封装	(442)
参考文献	(444)

第一篇 电子电路设计基础

电子电路设计是实现特定功能电子电路的基础工作。它包括正确选用元器件,按照规范画出原理图和电路板施工图。这其中必然要沿着合理的设计路径和方法进行设计,才能达到实现所需功能电路的设计。对设计者来说,掌握必备的基础知识和技能是十分必要的。

第一章 常用的元器件

在电子电路设计中,由于电路的功能不同,所需的元器件种类很多,设计者必须对所需元器件的性能、种类及型号命名方法等有一定的了解,才能正确选用。这里介绍一些常用的元器件。

1.1 电阻器

电阻器在电路中主要作为负载、分流、分压、在电源中去耦、与电容配合进行滤波、在稳压电源中取样等使用,是在电路中应用最广泛的最基本元件之一。电阻的常用单位名称为欧姆单位符号用 Ω 表示。在电路图中电阻单位为 $k\Omega$ 或 $M\Omega$ 时,为简便起见,可以省去电阻值的“ Ω ”。

1.1.1 电阻器的分类

电阻器按其电阻值在电路中的特性,分为固定电阻器、可变电阻器(又称电位器)和敏感电阻器。从不同的角度,它们又有很多分类方法,如图1.1所示。

1.1.1.1 固定电阻器分类

固定电阻器的分类方法有:按制作材料分类、按用途分类、按外部形状分类、按引出线形式分类和按保护层材料分类等。

(1) 按制作材料分类。固定电阻器按制作材料可分为线绕电阻器和非线绕电阻器。非线绕电阻器有薄膜电阻器、实心型电阻器。薄膜电阻器又有碳膜电阻器、金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器等。

① 线绕电阻器。线绕电阻器是用金属丝绕制在陶瓷或其他绝缘材料骨架上、表面涂以保护漆或玻璃釉膜制成的。阻值一般在几欧姆至几十千欧姆,其阻值精确、稳定性高、功率范围大、噪声小,但它的体积大,时间常数大,不适用于高频电路。

② 碳膜电阻器。碳膜电阻器是以瓷管或小磁棒作骨架,在真空和高温下,沉积一层碳膜作为导电膜,骨架两端装上金属帽和引线,在外涂有保护层而制成。阻值一般在几十欧姆至10兆欧姆,它可用于高频电路,价格便宜。

③ 金属膜电阻器。金属膜电阻器的结构与碳膜电阻器相似,只是导电膜不同,它是由合金粉蒸发而成的金属膜。阻值一般为 $10\Omega\sim 100M\Omega$ 。其体积小,稳定性、噪声等各方面性能均优于碳膜电阻器,是常用的小功率元件。

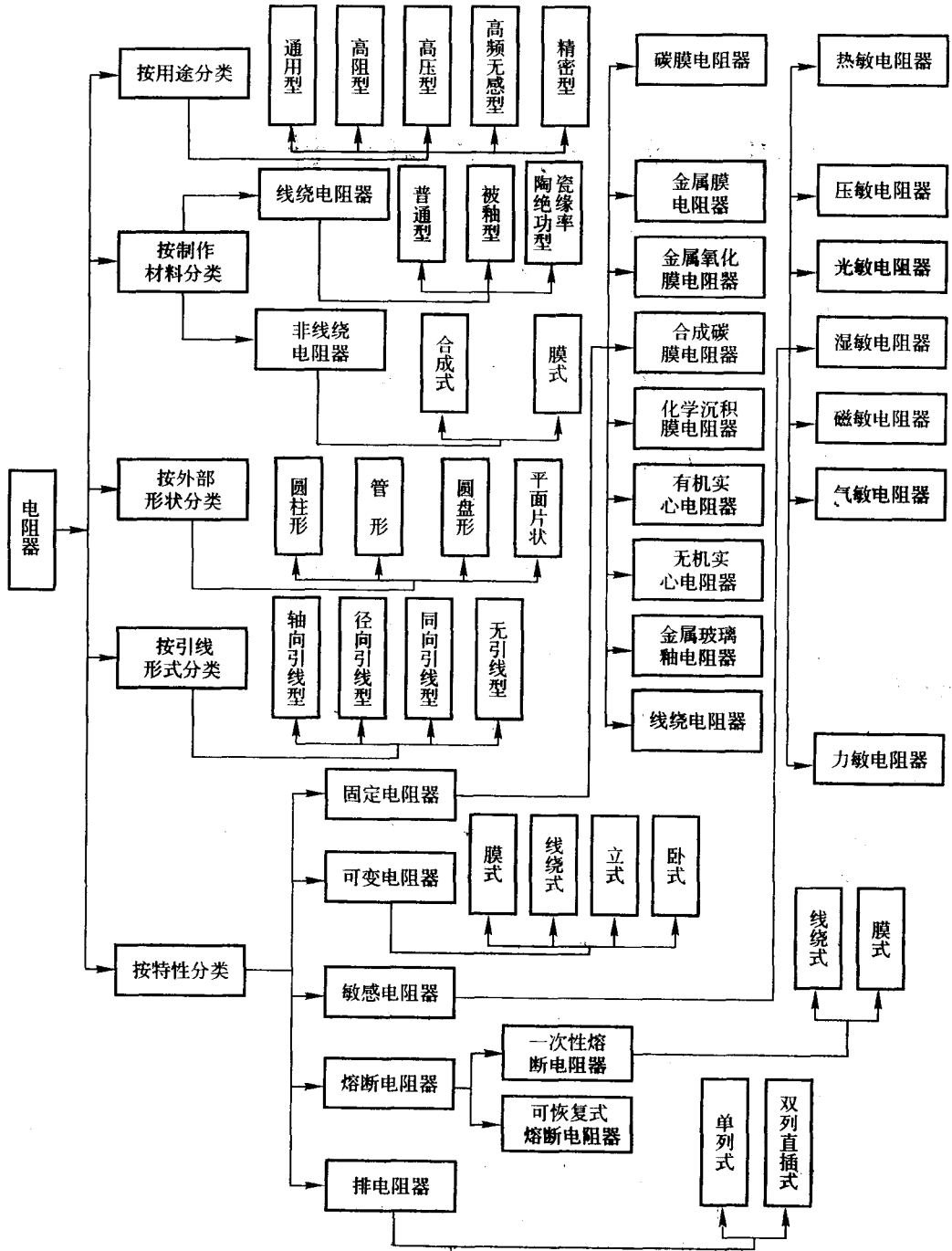


图 1.1 电阻器分类

④ 金属氧化膜电阻器。金属氧化膜电阻器的结构也与碳膜电阻器相似，只是其导电膜为一层氧化锡薄膜。阻值一般在几欧姆至 200 千欧姆，其性能可靠、额定功率大、过载能力强。

⑤ 实心碳质电阻器。实心碳质电阻器是用石墨粉作导电材料，用粘土、石棉作填充料并混合有机粘合剂经加热压制而成的。其阻值精度低、稳性差、噪声大、分布电容电感大，但过负荷能力强，适用于要求低的电路。

(2) 按用途分类。根据用途的不同，电阻器可分为下列几种：

① 普通型。要求电阻器性能指标较低或无特殊要求，如碳膜电阻器等。

② 精密型。要求电阻器阻值准确和性能稳定等，如线绕电阻器精度高于 $\pm 0.01\%$ ，金属膜电阻器精度可达 $\pm 0.001\%$ 、稳定性可达 $\pm 5 \times 10^{-4}\%/年$ 。

③ 功率型。要求电阻器能够流过较大的电流，如金属氧化膜电阻器或特制的线绕电阻器最大功率可达 200 W。

④ 高压型。要求电阻器能承受较高的电压，它绝缘性能好，如金属氧化膜电阻器、线绕电阻器，高压型合成膜电阻器耐压可达 10~35 kV。

⑤ 高阻型。电阻器的电阻值要高，如碳膜电阻器、金属膜电阻器其阻值可做到 10 M Ω ，高电阻器可做到 $10^9 \sim 10^{12} \Omega$ （如合成膜、金属膜、玻璃釉膜电阻等）。

(3) 按外部形状分类。根据电阻器的外部形状，可分为圆柱形、管形、片形、钮扣形、马蹄形和块形等不同形状的电容器。

(4) 按引出线形式分类。电阻器引出线的形式有轴向引出线式、径向引出线式和同向引出线式三种。

(5) 按保护层材料分类。根据不同的需要，电阻器的保护层有涂漆、珐琅和塑料三种封装材料。

1.1.1.2 电位器（可变电阻器）分类

电位器（可变电阻器）是在电阻体上安装一个可移动的触点（电刷），靠触点在电阻体上移动，在一定范围内获得连续变化的电阻值的电阻器。它的分类有以下几种：

(1) 按电阻体材料分类。按电阻体材料分类，电位器可分为线绕电位器和薄膜电位器两大类。

① 线绕电位器。它的电阻体是由金属线绕制而成的。其阻值范围为 100 Ω ~100 k Ω ，误差小于 $\pm 10\%$ ，能承受较高的温度，额定功率范围为 0.25~50 W。

② 薄膜电位器。它的电阻体是薄膜制成的。由材料和结构的不同，薄膜电位又有小型碳膜电位器、合成碳膜电位器、有机实心电位器、精密合成电位器和多圈合成膜电位器等多种。

(2) 按结构分类。电位器的组成结构不同，可分为单圈和多圈，单联、双联和多联电位器。

(3) 按移动触点的运动规律分类。电位器可分为直滑式和旋转式两类。

① 直滑式电位器。它的电阻体为板条形，滑动触点在滑道上直线运动使阻值变化。

② 旋转式电位器。它的电阻体为圆盘或螺旋状，滑动触点在电阻体上作旋转运动来使阻值变化，单圈、多圈电位器即属于这种。

(4) 按电位器输出特性的函数关系分类。电位器的输出特性是指电位器的输出阻值与滑动触点位移的关系，这种特性分为线性和非线性函数关系两种。

① 线性电位器。输出电阻值与触点位移量成线性关系（或 X 式）的电位器。

② 非线性电位器。输出电阻值与触点位移量成非线性关系。这种非线性关系有对数（D 式）和指数（Z 式）关系两种。

(5) 按用途分类。根据不同的用途，电位器可分为普通型、精密型、功率型、微调用和专用型几种电位器。

(6) 按有无开关分类。电位器分为不带开关和带开关两类电位器。

1.1.1.3 敏感电阻器分类

敏感电阻器是指电阻值随某种物理参数变化而变化的电阻器，即对某物理参数敏感，多为专用电阻器。常用的有：

(1) 热敏电阻器。热敏电阻器的电阻体的电阻率随温度变化而变化，体现出电阻值的变化。电阻体是金属导体的称为热电阻，电阻体为半导体材料的称为热敏电阻。

(2) 光敏电阻器。光敏电阻器的电阻体的电阻率随光照强度变化而变化，不同的电阻体材料对不同波长的光敏感，构成了不同品种的光敏电阻。

(3) 力敏电阻器。力敏电阻器的电阻体的电阻率随其受到的机械力（拉、压、扭力）的变化而变化，根据不同的用途电阻体由金属导体或半导体材料制成。称其为电阻应变片。

(4) 磁敏电阻器。磁敏电阻器的电阻体的电阻率对磁场强度变化敏感，其阻值随磁场强度变化而变化。

(5) 压敏电阻器。压敏电阻器的电阻体的电阻率随加于其上的电压变化而变化。

(6) 气敏电阻器。气敏电阻器的电阻体的电阻率随它所处环境中特定气体的浓度变化而变化，不同的电阻体材料对不同的气体敏感。

(7) 湿敏电阻器。湿敏电阻器的电阻体的电阻率随它所处环境中空气的湿度变化而变化。

1.1.1.4 数字电位器

数字电位器是一种电子电位器，它通过控制输入给定量的增减、调节电位器的阻值。它具有电阻值调节精确、使用方便，可靠性及耐久性好等优点。不同厂家的产品，其电路结构、性能略有不同，一般由增/减控制电路、位置译码器、电阻网络和电子开关等部分组成。图 1.2 为 MAX5160/5161 型数字电位器内部结构图。

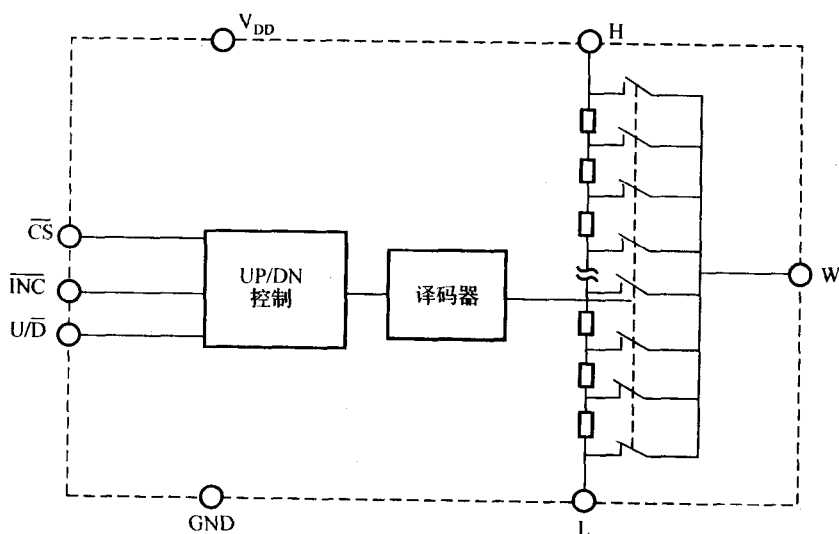


图 1.2 MAX5160/5161 型数字电位器内部结构

$\overline{\text{INC}}$ 、 $\text{U}/\overline{\text{D}}$ 和 $\overline{\text{CS}}$ (MAX5161 无此输入端) 作为增/减控制电路输入, 经译码器译码后控制电子开关工作, 电子开关随之接入不同阻值的电阻, 以满足不同输入的要求。电位器有 50 Ω 、100 Ω 、200 Ω 不同规格。图 1.3 为 MAX 型电位器引脚图, 表 1.1 为引脚功能表。图 1.4 为输入输出时序关系图, 表 1.2 为输入/输出关系真值表。

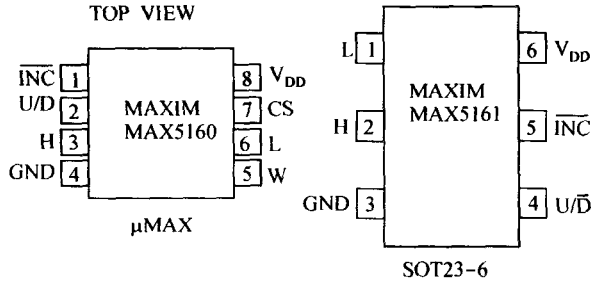


图 1.3 MAX 型电位器引脚图

表 1.1 引脚功能表

引脚号		符 号	功 能
MAX5160	MAX5160		
1	5	$\overline{\text{INC}}$	滑动端内部阻值控制输入
2	4	$\text{U}/\overline{\text{D}}$	增/减控制输入
3	2	H	高端
4	3	CND	公共地端
5	—	W	滑动端 (相当于机械工式电位器的中间抽头)
6	1	L	低端
7	—	$\overline{\text{CS}}$	片选输入
8	6	V_{DD}	电源供给输入 (2.7~5.5 V), 电流典型值为 0.6 μA ($V_{\text{DD}}=5\text{ V}$), 135 nA ($V_{\text{DD}}=2.7\text{ V}$)

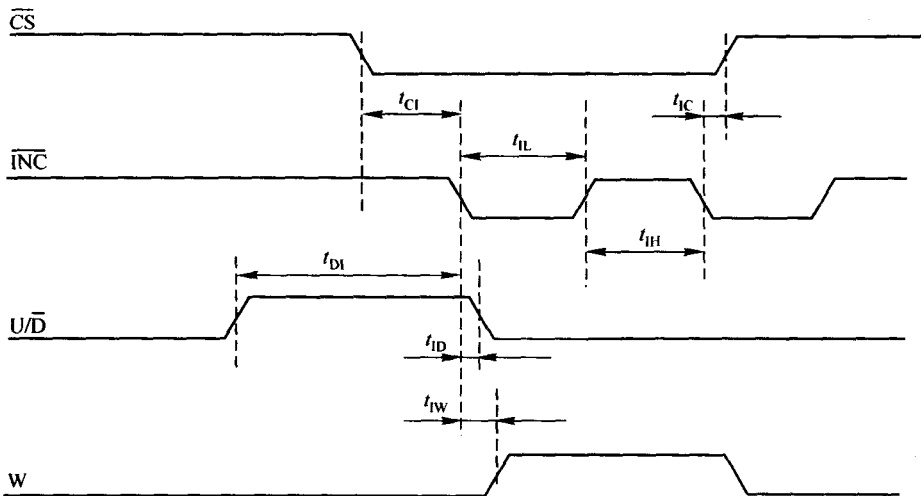


图 1.4 输入/输出时序关系

表 1.2 输入/输出关系真值表

\overline{CS}	U/\overline{D}	\overline{INC}	W
H	X	X	0
L	L	↑	0
0L	H	↑	0
L	L	↑	-
L	H	↑	+

表中，“0”为保持（前态）、“X”为任意态，“↓”为H→L跃变、“↑”为L→H跃变、“-”为减、“+”为增。

使用中的极限参数：

V_{DD} 、 \overline{CS} 、 \overline{INC} 、 U/\overline{D} 到GND电压：-0.3~+6.0 V；

L、H、W到GND电压：-0.3~+0.3 V；

功耗 ($T_A=70\text{ }^\circ\text{C}$)：696 mW (SOT23-6封装)，330 mW (μMAX 封装)；

工作温度范围：-40~+85 $^\circ\text{C}$ ；

存储温度范围：-65~+150 $^\circ\text{C}$ ；

焊接温度 (10 s)：+300 $^\circ\text{C}$ 。

1.1.2 电阻器的型号命名法

电阻器的型号命名是根据国家标准 GB2470—81《电子设备用电阻器、电容器型号命名法》和 ST1152—82《敏感元件型号命名方法》的规定，按下述方法命名。

第一部分：主称（用字母表示）；

第二部分：类别（用字母表示）；

第三部分：用途或特征（用字母或数字表示）；

第四部分：序号（用数字表示）。

1.1.2.1 固定电阻器和电位器的型号命名法

(1) 固定电阻器和电位器的型号命名法

固定电阻器和电位器的型号命名法，如表 1.3 所示。

表 1.3 固定电阻器和电位器的型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主体		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R	电阻器	T	碳膜	1, 2	普通	包括： 额定功率 阻值 允许误差 精度等级
W	电位器	P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		H	合成膜	5	高温	
		I	玻璃釉膜	7	精密	
		C	沉积膜	8	电阻器（高压型） 电位器（特殊函数型）	
		J	金属膜	9	特殊	
		Y	氧化膜	G	高功率	
		S	有机实芯	T	可调	
		N	无机实芯	X	小型	
		X	线绕	W	微调	
				D	多圈	
				L	测量用	