

零起步轻松学系列丛书

零起步

轻松学

数字电路

(第2版)

蔡杏山 蔡玉山 ■ 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

零起步轻松学系列丛书

TN79/112-2

2010

零起步

轻松学

数字电路

(第2版)

蔡杏山 蔡玉山 ■ 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

零起步轻松学数字电路 / 蔡杏山, 蔡玉山编著. --
2版. -- 北京: 人民邮电出版社, 2010. 1
(零起步轻松学系列丛书)
ISBN 978-7-115-21812-4

I. ①零… II. ①蔡… ②蔡… III. ①数字电路—基
本知识 IV. ①TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第223215号

内 容 提 要

本书是一本介绍数字电路的图书, 共分8章, 主要内容包括门电路, 数制、编码与逻辑代数, 组合逻辑电路, 时序逻辑电路, 脉冲电路, D/A转换器和A/D转换器, 半导体存储器。

为了帮助初学者轻松掌握书中的内容, 本书在每章的首页列出本章知识结构图, 对书中的重点内容采用黑体显示, 同时在每一章后附习题, 以帮助读者检验学习效果。

本书起点低、通俗易懂, 内容结构安排符合学习认知规律, 适合作电子技术初学者的自学读物, 也适合作职业院校电类专业的教材和教学参考用书。

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学数字电路 (第2版)

-
- ◆ 编 著 蔡杏山 蔡玉山
责任编辑 申 苹
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.75
字数: 266千字
印数: 9 501 - 14 500册
- 2010年1月第2版
2010年1月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-21812-4

定价: 25.00元

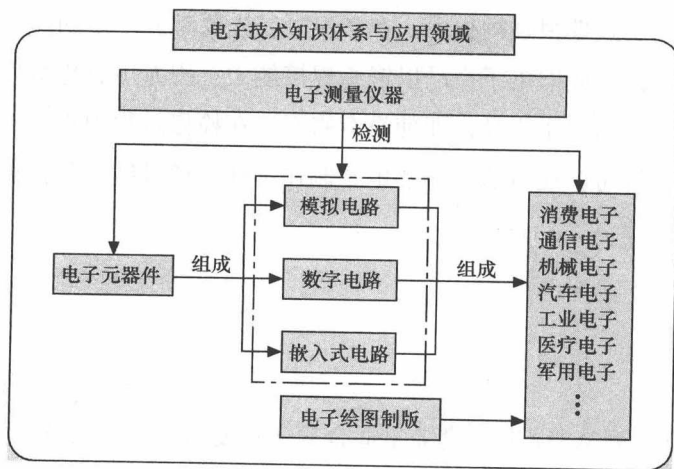
读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

一、电子技术知识体系及应用领域

“电子技术无处不在”，小到各种家用消费电子产品，大到飞机导航、雷达通信和神舟飞船上天，无不用到电子技术。这些领域的设备从设计、生产、销售、维护到维修的各个环节都需要大量的电子技术人才。

电子技术虽然应用广泛，但各个应用领域内的电子技术基础都是一样的，读者只要掌握了电子技术基础，就可以根据自己的爱好和实际情况选择进入不同的电子技术应用领域。

电子技术知识体系和应用领域见下图。

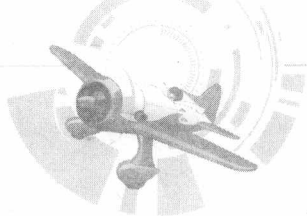


二、如何学好电子技术

电子技术是一门系统性很强、涉及面很广的技术，初学者在学习时常常会感到无从下手，困难重重。要想快速、轻松地迈进电子技术领域，需要掌握正确的学习方法。下面提供几条学习建议。

➤ 了解电子技术知识体系结构，明白需要学习的内容

学习汉语时，先要学习字、词，然后学习由字、词组成的各种句子，最后将字、词和句子组合起来就可以形成各种各样的文章。在电子技术知识体系中，电子元器件相当于汉



语中的字、词，模拟电路、数字电路和嵌入式电路（如单片机）就相当于各种句子，根据需要将电子元器件和电路按一定方式组合起来，就可以构成各种各样的电子设备，即汉语中的文章。

如果要检测电子元器件、电路和电子设备的有关参数及性能好坏，就要用到电子测量仪器。如果要在图纸上绘制电路图或者制作印制电路板，就要掌握电子绘图制版软件（如Protel99SE等）。

➤ 选用合适的教材

一本好教材就相当于一位好老师，好老师可以让你学习时少走弯路，并能让你轻松学到有用的知识，好教材也应该是如此。为了使学习的知识系统化，对于初学者，强烈建议选择成套的教材，因为好的成套教材，其知识体系比较系统全面，内容结构安排符合认知规律，分册图书之间的知识重叠少。

➤ 在学习理论的同时，尽量找机会动手实践

电子技术是一门实践性很强的技术，在学习时，先要掌握一定的理论知识，然后尽量找机会动手实践。如拆卸废旧电子产品以锻炼焊接能力；用万用表检测元器件以学习万用表的使用方法；尝试检修电子产品，即使没有修好，在检修过程中也会不知不觉地提高自己的水平。如果条件许可，还可购买一些电子制作套件，通过组装和检测电子套件来提高自己的动手能力。

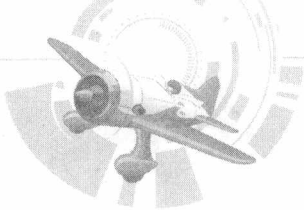
三、丛书简介

《零起步轻松学系列丛书》是一套非常适合初学者使用的入门教材，它分两个系列：电子技术系列和电工技术系列。这套丛书涉及电子、电工技术基础知识体系中的方方面面，各分册既紧密相关，又独立成册，具体内容如下。

电子技术系列图书：

➤ 《零起步轻松学电子技术（第2版）》 以很低的起点将读者引入电子技术领域，让读者初步全面了解电子技术，对其有一个整体的认识，并掌握一定的动手能力。内容涉及电子技术基础知识、电子元器件知识、电子测量仪器的使用、电子电路和电子设备的检修等。

➤ 《零起步轻松学电子电路（第2版）》 用通俗易懂的语言介绍电子电路（放大电路、谐振电路、滤波电路、正弦波振荡器电路、调制与解调电路、变频电路和电源电路等）



的分析方法，培养读者对模拟电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学数字电路(第2版)》从数字电路中最基本的门电路开始，介绍各种基础数字电路，培养读者对数字电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学电子元器件》全面地介绍了各种常用电子元器件(电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、三极管、光电器件、电声器件、晶闸管、场效应管、贴片元器件和集成模块等)的种类、性能、重要参数和检测方法等。

➤ 《零起步轻松学电子测量仪器》介绍各种电子测量仪器、仪表的使用方法，如万用表、信号发生器、示波器等，培养读者使用电子测量仪器及仪表检测电子元器件、电子电路和电子设备的能力。

➤ 《零起步轻松学 Protel 99 SE 电路设计》介绍如何使用 Protel 99 SE 软件设计电路原理图和印制电路板，使有一定电子技术基础的读者学会利用计算机绘图软件进行电路设计。

➤ 《零起步轻松学单片机技术》以 MCS-51 单片机为例，介绍了单片机的基础知识和各种实用技术。

电工技术系列图书:

➤ 《零起步轻松学电工技术》主要介绍电工基础知识、电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器、电动机和室内配电布线以及安全用电等内容。

➤ 《零起步轻松学电工常用电子电路》主要介绍电路基础知识、模拟电子电路、数字电子电路、晶闸管电路和一些实用的电工电子电路。

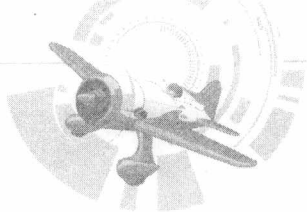
➤ 《零起步轻松学电动机及控制线路》主要介绍电气控制线路基础知识和直流电动机、三相异步电动机、单相异步电动机、各种特种电动机的工作原理及相关的控制线路。

➤ 《零起步轻松学变频技术》主要介绍变频常用电力电子器件、交-直-交变频技术、脉宽调制技术、交-交变频技术和变频技术的应用，另外还介绍变频器的安装、调试和维修。

➤ 《零起步轻松学 PLC 技术》主要介绍 PLC 基础知识、PLC 开发过程、PLC 编程和 PLC 应用系统开发实例等内容。

四、丛书的特点

➤ **结构安排符合人的认识规律。**在图书内容编排上，按照循序渐进、由浅入深的原则进行，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。



➤ **起点低，语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，多用通俗易懂的语言，遇到较难理解的内容用比喻来说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，具有初中文化程度的读者即可阅读。

➤ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得轻松。

➤ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。

➤ **网络辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录**易天教学网**：www.eTV100.com，向老师提问，在网络辅导下更快、更轻松地学习书中的知识。

五、丛书的读者对象

本套丛书起点低，只要具有初中文化程度且对电子、电工技术感兴趣的读者就可阅读，主要的读者对象有以下几类：

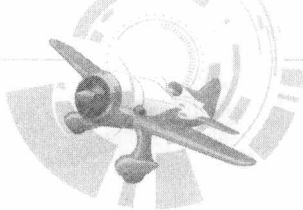
➤ **电子、电工技术爱好者。**对于这类读者来说，本丛书内容丰富、通俗易懂的特点可使读者，尤其是初学者快速掌握电子、电工技术知识，轻松迈入电子、电工技术大门。

➤ **电子、电工技术从业人员。**这包括准备或者正在从事电子、电工技术相关领域工作的人员。对于这类读者来说，本丛书是一套完整的电子、电工技术入门自学教材，学习本丛书可为以后的实践工作打下坚实的基础。

➤ **职业院校相关专业的学生。**这包括以电子、电工技术为主专业的学生，也包括不以电子、电工技术为主专业，但需要学习电子、电工技术知识的学生。对于这类读者来说，本丛书是一套非常好的课外辅导书，能让读者更容易理解教材的内容。

本书在编写过程中得到了易天教学网很多老师的支持，其中蔡玉山、詹春华、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、刘元能等参与了部分章节的编写工作，在此一致表示感谢。由于我们水平有限，书中存在错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编者



前 言

在现代社会，数字电子技术得到越来越广泛的应用。数字电路是组成数字电子设备的基本单元，学习数字电路基础知识有助于设计、生产和维修这些数字电子设备。

一、本书章节内容

第 1 章 概述 本章主要介绍了与数字电路有关的一些基础知识，包括数字电路的发展概况、数字信号和模拟信号区别、正逻辑和负逻辑及三极管的开关状态等知识。

第 2 章 门电路 门电路是组成各种复杂数字电路的基本单元。本章主要介绍基本门电路、复合门电路和集成门电路，另外，本章还通过讲解门电路实验板的电路原理和实验操作来说明门电路的组合应用。

第 3 章 数制、编码与逻辑代数 本章主要介绍了数制、编码和逻辑代数的相关知识，这些内容是数字电路分析与设计的基本理论知识，其中数制就是数的进位制，编码是指用二进制数表示各种数字或符号的过程，逻辑代数是分析和设计数字电路的数学工具。

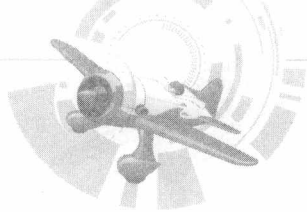
第 4 章 组合逻辑电路 组合逻辑电路是一种任何时刻的输出只由当时的输入决定，而与电路的原状态无关的电路。本章主要介绍了编码器、译码器、加法器、数值比较器、数据选择器、奇偶校码器知识和数码管译码控制器的电路原理与实验操作。

第 5 章 时序逻辑电路 时序逻辑电路是一种具有记忆功能的电路，它是由组合逻辑电路与记忆电路组合而成的。本章主要介绍了触发器、寄存器、计数器和电子密码控制器的电路原理与实验操作。

第 6 章 脉冲电路 脉冲电路是用来产生脉冲和整形脉冲的电路。本章主要介绍了脉冲产生电路、脉冲整形电路、555 定时器和电子催眠器的电路原理与实验操作。

第 7 章 D/A 转换器和 A/D 转换器 D/A 转换器即数/模转换器，其功能是将数字信号转换成模拟信号。A/D 转换器即模/数转换器，其功能是将模拟信号转换成数字信号。本章主要介绍了一些常用的 D/A 转换器和 A/D 转换器。

第 8 章 半导体存储器 半导体存储器是指由半导体材料制成的，用来存取二进制数据和程序的电路。本章主要介绍了顺序存储器、随机存储器和只读存储器。



二、本书学习建议

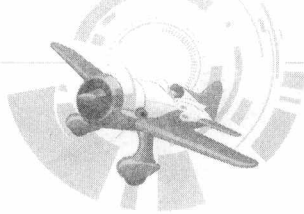
在学习本书内容时，建议读者：

(1) 从前往后逐章节阅读图书，每次不要阅读太多内容，重在理解和掌握；对书中黑体显示的内容要重点理解并记忆；认真完成每章的习题，检验本章的学习效果。

(2) 在学习数字电路时，除了要了解各种数字电路的工作原理外，还要掌握数字电路分析和设计的一般步骤。建议读者认真研究书中介绍的几个数字电路小制作电路，以掌握数字电路组成应用系统的一些规律。

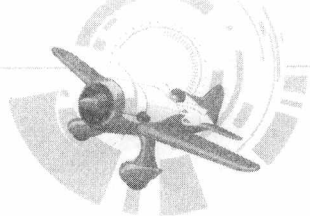
(3) 如果阅读时遇到难以理解的问题，可以登录易天教学网 www.eTV100.com，通过观看网站有关学习材料或向老师提问进行学习。

编者

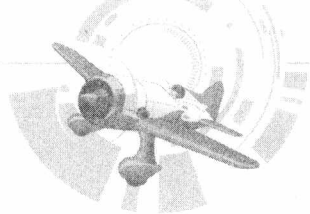


目 录

第 1 章 概述1	3.1.4 数制转换..... 44
习题 1.....4	3.2 编码 46
第 2 章 门电路6	3.2.1 8421BCD 码、2421BCD 码和 5421BCD 码..... 46
2.1 基本门电路.....7	3.2.2 余 3 码..... 47
2.1.1 与门.....7	3.2.3 格雷码..... 47
2.1.2 或门.....9	3.2.4 奇偶校验码..... 48
2.1.3 非门..... 11	3.3 逻辑代数 49
2.2 门电路实验板的电路原理与实验... 13	3.3.1 逻辑代数的常量和变量..... 49
2.2.1 电路原理..... 13	3.3.2 逻辑代数的基本运算规律..... 50
2.2.2 基本门实验..... 14	3.3.3 逻辑表达式的化简..... 52
2.3 复合门电路..... 15	3.3.4 逻辑表达式、逻辑电路和真值表 相互转换..... 54
2.3.1 与非门..... 15	3.3.5 逻辑代数在逻辑电路中的应用..... 56
2.3.2 或非门..... 17	习题 3..... 57
2.3.3 与或非门..... 18	第 4 章 组合逻辑电路 59
2.3.4 异或门..... 20	4.1 组合逻辑电路分析与设计..... 60
2.3.5 同或门..... 22	4.1.1 组合逻辑电路的分析..... 60
2.4 集成门电路..... 23	4.1.2 组合逻辑电路的设计..... 61
2.4.1 TTL 集成门电路..... 24	4.2 编码器..... 63
2.4.2 CMOS 集成门电路..... 31	4.2.1 普通编码器..... 63
习题 2..... 38	4.2.2 优先编码器..... 64
第 3 章 数制、编码与 逻辑代数 41	4.3 译码器..... 67
3.1 数制..... 42	4.3.1 二进制译码器..... 67
3.1.1 十进制数..... 42	4.3.2 二-十进制译码器..... 71
3.1.2 二进制数..... 42	4.3.3 数码显示器与显示译码器..... 74
3.1.3 十六进制数..... 44	4.4 数码管译码控制器的电路原理与 实验..... 81



4.4.1 电路原理	81	5.3.3 任意进制计数器	124
4.4.2 实验操作	83	5.3.4 常用计数器芯片	126
4.5 加法器	83	5.4 电子密码控制器的电路原理与实验	130
4.5.1 半加器	83	5.4.1 电路原理	130
4.5.2 全加器	84	5.4.2 实验操作	135
4.5.3 多位加法器	85	习题 5	135
4.6 数值比较器	87	第 6 章 脉冲电路	138
4.6.1 等值比较器	87	6.1 脉冲电路基础	139
4.6.2 数值比较器	88	6.1.1 脉冲的基础知识	139
4.7 数据选择器	91	6.1.2 RC 电路	140
4.7.1 结构与原理	91	6.2 脉冲产生电路	144
4.7.2 常用数据选择器芯片	93	6.2.1 多谐振荡器	144
4.8 奇偶校验器	94	6.2.2 锯齿波发生器	146
4.8.1 奇偶校验原理	94	6.3 脉冲整形电路	148
4.8.2 奇偶校验器	95	6.3.1 单稳态触发器	148
习题 4	96	6.3.2 施密特触发器	152
第 5 章 时序逻辑电路	98	6.3.3 限幅电路	155
5.1 触发器	99	6.4 555 定时器	158
5.1.1 基本 RS 触发器	99	6.4.1 结构与原理	159
5.1.2 同步 RS 触发器	101	6.4.2 应用	160
5.1.3 D 触发器	103	6.5 电子催眠器的电路原理与实验	165
5.1.4 JK 触发器	105	6.5.1 电子催眠原理	165
5.1.5 T 触发器	108	6.5.2 电路原理	166
5.1.6 主从触发器和边沿触发器	109	6.5.3 实验操作及分析	167
5.2 寄存器与移位寄存器	111	习题 6	168
5.2.1 寄存器	111	第 7 章 D/A 转换器和 A/D 转换器	170
5.2.2 移位寄存器	113	7.1 概述	171
5.3 计数器	118		
5.3.1 二进制计数器	119		
5.3.2 十进制计数器	123		



7.2 D/A 转换器.....	171	8.1.2 动态移存器.....	189
7.2.1 D/A 转换原理.....	171	8.1.3 顺序存储器.....	189
7.2.2 D/A 转换器.....	172	8.2 随机存储器.....	191
7.2.3 D/A 转换芯片 DAC0832.....	176	8.2.1 随机存储器的结构与原理.....	191
7.3 A/D 转换器.....	178	8.2.2 存储单元.....	193
7.3.1 A/D 转换原理.....	178	8.2.3 存储器容量的扩展.....	197
7.3.2 A/D 转换器.....	180	8.3 只读存储器.....	199
7.3.3 A/D 转换芯片 ADC0809.....	183	8.3.1 固定只读存储器 (ROM).....	200
习题 7.....	185	8.3.2 可编程只读存储器 (PROM).....	202
第 8 章 半导体存储器.....	187	8.3.3 可改写只读存储器 (EPROM).....	203
8.1 顺序存储器.....	188	8.3.4 电可改写只读存储器 (EEPROM).....	204
8.1.1 动态移存单元.....	188	习题 8.....	205

第 1 章

概 述

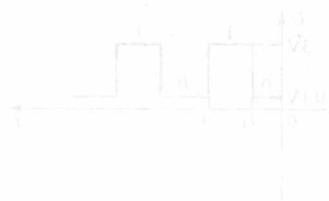
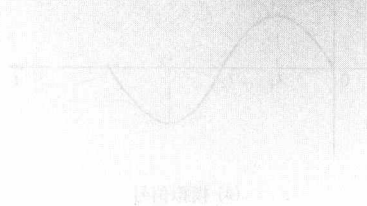


图 1-1 图 1-1 所示为交流电压的波形图

在图 1-1(a) 中, 电压 u 随时间 t 按正弦规律变化, 称为交流电压。在图 1-1(b) 中, 电压 u 随时间 t 按方波规律变化, 称为直流电压。图 1-1(a) 和图 1-1(b) 所示的电压波形, 分别称为交流电压和直流电压。

在图 1-1(a) 中, 电压 u 随时间 t 按正弦规律变化, 称为交流电压。在图 1-1(b) 中, 电压 u 随时间 t 按方波规律变化, 称为直流电压。

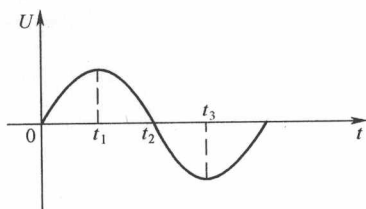
在图 1-1(a) 中, 电压 u 随时间 t 按正弦规律变化, 称为交流电压。在图 1-1(b) 中, 电压 u 随时间 t 按方波规律变化, 称为直流电压。

电子技术分为模拟电子技术和数字电子技术，我国的模拟电子技术发展相对较早且很成熟，在 20 世纪 80 年代和 90 年代，大量的电子制造企业采用模拟电子技术生产出大量物美价廉的电子产品，如收音机、录音机、电视机和录像机等，从而极大程度丰富了人们的物质和精神生活。

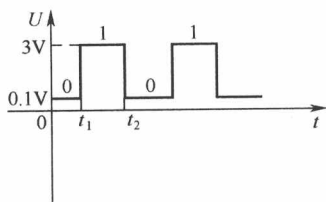
数字电子技术在我国发展较晚，进入 21 世纪后，数字电子技术开始迅速发展，日常生活中的数字电子产品也越来越多，家电消费类的数字电子产品如影碟机、数字电视机、电脑、移动电话、数码相机、数码摄像机、MP3、MP4 和移动电话等。另外，在工业生产过程的自动控制、无线电遥感测量、智能化仪表、高科技军事武器和航空航天领域等方面都广泛采用到了数字电子技术，可以说 21 世纪将是数字电子技术的天下。

1. 模拟信号与数字信号

模拟电路处理的是模拟信号，而数字电路处理的是数字信号。下面就以图 1-1 为例来说明模拟信号和数字信号的区别。



(a) 模拟信号

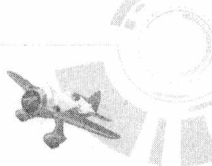


(b) 数字信号

图 1-1 模拟信号和数字信号

模拟信号是一种大小随时间连续变化的信号（例如电流或电压信号），图 1-1（a）所示就是一种模拟信号。从图 1-1（a）可以看出，在 $0 \sim t_1$ 时间内，信号电压慢慢上升，在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，信号电压又慢慢下降，它们的变化都是连续的。

数字信号是一种突变的信号（例如电压或电流信号），图 1-1（b）所示是一种脉冲信号，是数字信号中的一种。从图 1-1（b）可以看出，在 $0 \sim t_1$ 期间，信号电压大小始终为 0.1V，而在 t_1 时刻，电压瞬间由 0.1V 上升至 3V，在 $t_1 \sim t_2$ 时间，电压始终为 3V，在 t_2 时刻，电压又瞬间由 3V 降到 0.1V。



由此可以看出, 模拟信号电压或电流的大小是随时间连续缓慢变化的, 而数字信号的特点是“保持”(一段时间内维持低电压或高电压)和“突变”(低电压与高电压的转换瞬间完成)。为了分析方便, 在数字电路中常将 $0 \sim 1\text{V}$ 范围的电压称为低电平, 用“0”表示; 而将 $3 \sim 5\text{V}$ 范围的电压称为高电平, 用“1”表示。

2. 正逻辑与负逻辑

数字信号只有“1”和“0”两位数值。在数字电路中, 有正逻辑与负逻辑两种体制。

正逻辑体制规定: 高电平为 1, 低电平为 0。

负逻辑体制规定: 低电平为 1, 高电平为 0。

在两种逻辑中, 正逻辑更为常用。图 1-2 所示的数字信号用正逻辑表示就是 010101。

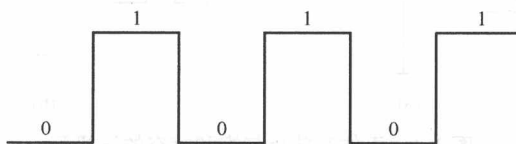


图 1-2 正逻辑表示的数字信号

3. 三极管的 3 种工作状态

三极管的工作状态有 3 种: 截止、放大和饱和。在模拟电路中, 三极管主要工作在放大状态。图 1-3 所示为一个含三极管的模拟电路, 电源经 R_1 为三极管 VT_1 提供基极偏置电压, VT_1 导通, 有电流 I_b 、 I_c 流过, 处于放大状态, 当模拟信号送到三极管基极时, 信号能被它放大并从集电极输出。

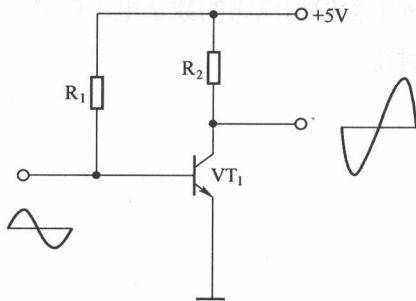


图 1-3 处于放大状态的三极管

在数字电路中, 三极管工作在截止与饱和状态, 也称为“开关”状态。图 1-4 (a) 所示为一个含三极管的数字电路, 三极管 VT_1 的基极没有提供偏置电压, 所以它不能导通, 处于截止状态; 如果给 VT_1 基极加一个图示的数字信号, 当数字信号低电平(较低的电压)到来时, VT_1 基极电压很低, 发射结无法导通, 无电流 I_b 、 I_c 流过, 三极管仍处于截止状态; 当数字信号高电平来到 VT_1 基极时, VT_1 基极电压很高, 发射结导通, 有很大的 I_b 、 I_c 流过,

三极管处于饱和状态。

数字电路中的三极管很像开关，如图 1-4（b）所示。开关的通断受输入的数字信号控制，当数字信号低电平到来时，三极管处于截止状态，相当于开关 S 断开；当数字信号高电平到来时，三极管处于饱和状态，相当于开关 S 闭合。

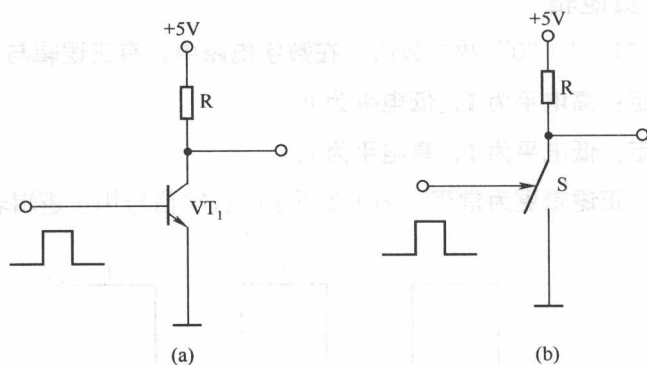


图 1-4 工作在截止与饱和状态的三极管

与模拟电路比较，数字电路有一些明显的优点。在模拟电路中，不允许电路处理信号产生大的失真，如电视机中的视频信号电压由 3V 变为 5V，屏幕上的白色图像就会变为灰色图像。而在数字电路中，即使输入信号产生失真畸变，但只要高电平没有变成低电平，或低电平没有变成高电平，数字电路处理后就能输出正常不失真的信号。正因为数字电路对信号处理不容易产生失真，所以它在电子设备中得到了广泛应用。

但是，不管数字电子技术如何发展，它都是和模拟电子技术水乳交融的，你中有我，我中有你，人们很难找到一种不含模拟电路的数字电子产品。因此在学习电子技术时，对模拟电路和数字电路要等同对待。



习题 1

一、填空题

1. 模拟信号是一种_____的电流或电压，数字信号是一种_____的电压或电流，数字信号的特点是_____和_____。
2. 在数字电路中，常将_____ V 范围的电压称为低电平，用_____表示；而将_____ V 范围的电压称为高电平，用_____表示。
3. 在数字电路中，有正逻辑与负逻辑两种体制。正逻辑体制规定：高电平为_____，低电平为_____。负逻辑体制规定：低电平为_____，高电平为_____。在两种逻辑中，_____逻辑更为常用。
4. 三极管的工作状态有 3 种：_____、_____和_____。在模拟电路中，三极管主要工作在_____状态。在数字电路中，三极管工作在_____状态，也称为_____状态。
5. 在数字电路中，即使输入信号产生了失真畸变，但只要_____没有变成_____，或相反，数字电路处理后就能输出_____的信号。

二、分析题

分析图 1-5 所示的数字信号波形，先用正逻辑形式写出该数字信号（用 1、0 表示），再用负逻辑写出该数字信号。

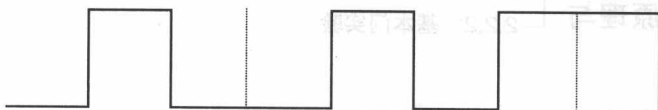


图 1-5 数字信号波形