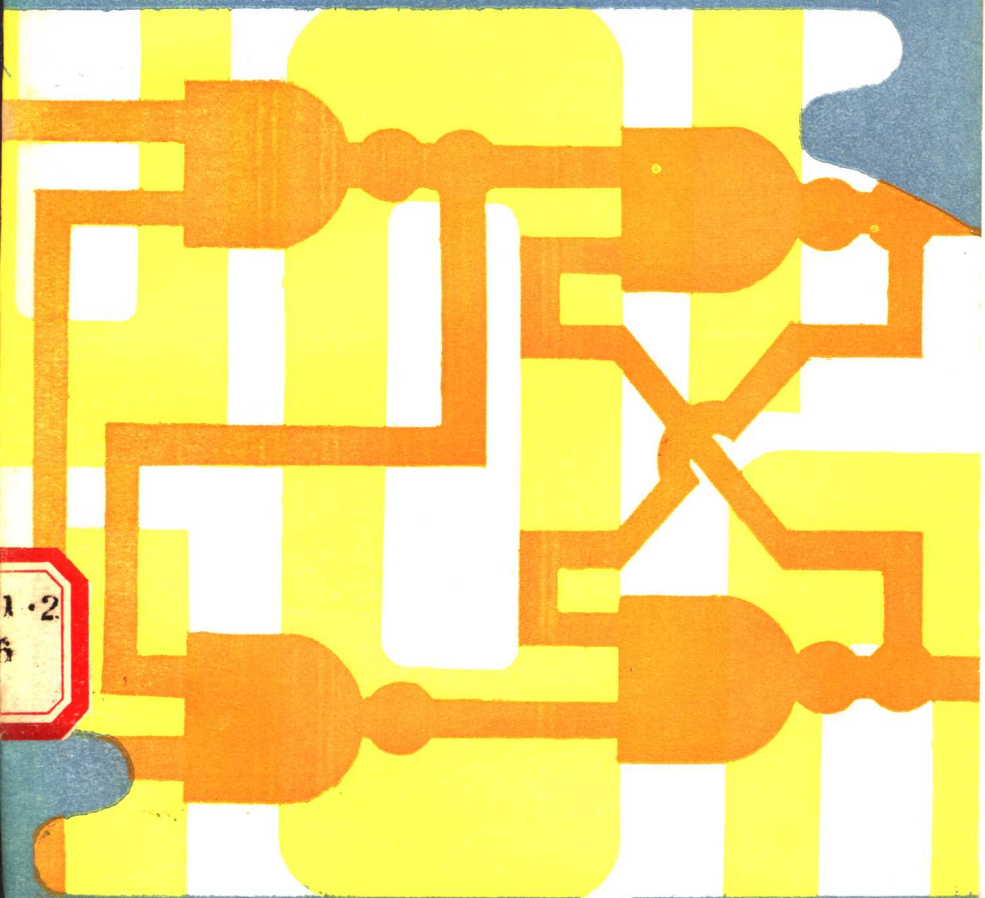


数字电路速成教程

吕 扬 吕小云 编译



数字电路速成教程

吕 扬 吕小云 编译

甘肃科学技术出版社

责任编辑：高文波
封面设计：刘惠星
版式设计：马一青

数字电路速成教程

吕 扬 吕小云 编译

甘肃科学技术出版社出版
(兰州第一新村81号)

甘肃省新华书店发行 天水新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/32 印张9.75 插页2 字数202,000

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数：1——3,000

ISBN 7-5424-0181-5/TN·6 定价：3.10元

译者前言

数字电路在现代科学技术中占有极其重要的地位，在电子计算机、电视、雷达、测量仪表、自动控制、通讯、现代医疗仪器等行业中起着举足轻重的作用。

目前国内众多的数字电路书籍或教材，专业性强，对读者的专业水平有较高的要求。但是，在我国的各个行业中正在日益增加着大量的数字设备，维护和使用这些设备需要一大批有关技术人才。为适应这一发展形势，除了系统地培养专业科技人员以外，必须对各种与数字电路有关行业的技术人员以及具有中等文化水平的职工进行数字电路普及教育。尤其电子计算机应用的普及教材已经跟随时代步伐大量地涌现问世，因此，做为计算机内部结构和原理的数字电路就成为必备的计算机教材之一。

本书以实际应用为目标，深入浅出，通俗易懂，意在速成，能够较好地适应我国数字应用领域的发展要求，它的主要编排特点是：

1. 取材精简，服务对象明确。本书以维护和使用数字设备的角度，而不是设计的角度提取数字电路中的最基础部分，使读者理解数字电路的基本原理（1～8单元），引导读者从书本走向实际电路（附录B），并且向读者介绍了维护和检修数字设备的基本方法（第9单元）。

2. 形式新颖，方便自学。本书模拟计算机交互式程序的结构，全书共分成572个称为“框”的段落（与计算机程序的一条指令对应），因为每个框都要就本框的中心内容和读者进行一次问答，所以对于自学者来说，弥补了抓不住中心，提不出问题的缺点，这在国内是非常新颖的形式。

3. 编排紧凑，节省读者时间。具有中学数学知识和电工学知识的读者，很容易理解并能很快读完本书，在短期内得到有关数字电路的基础知识。

本书的出版，得到了兰州部队总医院各级领导的关怀和支持。在翻译过程中，张金生、田文英、聂孟秋等同志对稿件的抄写、校对做了大量的工作，在此谨向他们表示衷心的感谢。

译者

前 言

许多人想知道这本书的用处何在，下面就是这本书帮助读者学习数字电路的特点和方法。

首先，这是一本面向实际的教程，它既不是课本也不是经典著作。有许多书用于增添数字电路的专业课程，导师能够用这种书或其中部分章节提高教学、支持实验工作以及帮助其它活动。还有许多书是相当出色的经典著作，这种书范围广阔，内容充实。但是，从最终的用途上来看，这些书虽不愧为优秀的经典著作，但未必是良好的学习书籍。

本书特别为自学、指导自学而编排，其内容不仅划分为章节（我们称为单元），而且还分成独立的框，学完框中的内容后立即测验读者在这一框中学的如何。由于这种编排特点，促使读者阅读其中的每一个细节。它用交谈的方式向读者提出问题并要求得到文字答案。

在每个单元前列出一组学习目标。学习目标准确地告诉读者本单元能使读者达到什么程度，然后，这个程序化的教程开始其中的内容，最后，在该单元结尾处安排了一个小型自我测验，用于证实你确实学懂了。学完这本书就能掌握数字电路，再也没有比这更快、更方便、更有效的方法学习这个课目了。

本书目标明确、适用面广。不象课堂补充材料和参考书

籍的服务作用，而是以明确的实际目标为宗旨编排的。

第一个目标是给读者的数字基本原理打下一个稳固的基础。本书在这方面不追求最完善、最权威的原始理论，它只求给读者提供真正需要懂得的信息。而这些信息又是理解数字原理最关键的基础，在此基础之上，你今后能够建立更完备、更详尽的知识。几乎没有一点无关紧要的或“知道了更好”的信息。在此基础之上，你今后就能够毫不费力地去阅读其它参考书籍、课本、文章杂志，厂家资料……等等。

第二个目标是使读者获得一些专业知识和技巧，譬如装配、测试以及检修数字电路。本书不教你成为一个数字电路的设计师和工程师，但它教你理解数字电路的操作，教你装配数字逻辑电路，教你识别电路是否在正常运行，并且教你检修它们。所有这些做为一个技术人员、工程师或爱好者，都是需要掌握的技巧。

另外，这本书紧跟时代步伐，它涉及到最新式的集成电路，如低功率肖特基TTL、CMOS和 I^2L ，它包含了现代的LSI电路，例如可编程序数字逻辑阵列（PLAS），它还详尽地叙述了数字检修设备，如逻辑探头，逻辑分析仪和符号分析仪。读完这本书就能了解到最新的电路和技术，并掌握这些电路的基本原理。

这本书是为希望掌握数字技术的自学者而写，爱好者会发现这是一个“省时”的好方法迅速入门数字电路。大学生会发现这本书对他们的通用读本、实验工作和课堂是一个极好的补充。

这本书对生产训练特别有用。有许多公司需要教会雇员们数字电路，这里正好提供了快速、低成本的方法，它是一

个简明而有效的教程。它有宜于野外技术人员，生产线测验员以及其它需要数字电路知识的领域。

这本书还为我另一本SAMS书籍——《微型计算机速成》的姊妹篇而编写，在学习微型计算机之前最好预先学习这本书。一套姊妹篇完善地包括了数字和微型计算机技术。

怎样学习这本书

这本书分为九个单元，按照下列要求顺序地阅读每一单元：

1. 阅读每单元前的学习目标，了解本单元的学习内容。
2. 每个单元都划分成顺序标号的框，一个接着一个框地进行，每个框的最后完成词语填空或在多项选择题中选出正确答案。
3. 检查答案，正确答案写在下一框开始的一个括号内，因此，为避免“偷看”应该在回答问题时遮住下一框。
4. 回答每一单元尾部的自测复习题。读完一个单元后立即回答问题。这些复习题总结了学习重点和主要概念。并帮助你迅速地应于已掌握的知识，这对于学习的理解和巩固能给予很大帮助。
5. 为保持连贯性，应尽量做到在每个学习阶段内学完一个单元，假如做不到，那么在继续阅读之前，一定要复习一下这一单元的前面一部分。

目 录

单元一 数据.....	(1)
* 模拟量与数字量的对比 *	(1)
* 数制 *	(9)
* 二——十进制相互转换 *	(13)
* BCD码和ASCII码 *	(20)
* 并行和串行数据 *	(22)
自测复习题.....	(25)
自测答案.....	(28)
单元二 数字逻辑元件.....	(31)
* 基础 *	(31)
* 反相器 *	(33)
* “与” 门 *	(36)
* “或” 门 *	(41)
* “与非” 门和 “或非” 门 *	(43)
自测复习题.....	(47)
自测答案.....	(50)
单元三 基本数字电路	(52)
* 正逻辑和负逻辑 *	(52)
* 二进制电平的表示和产生 *	(55)
* 反相器 *	(58)
* 逻辑门 *	(63)
* 二极管 “与” 门 *	(66)

• 二极管“或”门 •	(69)
• “与非”门和“或非”门 •	(70)
• 逻辑门的双重性 •	(74)
自测复习题	(78)
自测答案	(82)
单元四 数字集成电路	(85)
• 集成电路的等级 •	(85)
• 集成电路的技术指标 •	(88)
• 各种数字集成电路 •	(96)
自测复习题	(109)
自测答案	(111)
单元五 使用逻辑门	(113)
• 实际联接逻辑门 •	(113)
• 布尔方程与逻辑电路的关系 •	(120)
• 总线原理 •	(126)
自测复习题	(137)
自测答案	(140)
单元六 组合逻辑电路	(142)
• 逻辑电路 •	(142)
• “异”门 •	(143)
• 译码器 •	(153)
• 编码器 •	(158)
• 多路转换器 •	(165)
• 多路解调器 •	(171)
• 可编程逻辑阵列 •	(172)
自测复习题	(176)
自测答案	(179)
单元七 触发器及其应用	(182)

• 触发器基本知识 *	(182)
• R—S触发器 *	(183)
* 时钟R-S和D型触发器 *	(194)
• 存储寄存器 *	(199)
• J—K触发器 *	(202)
自测复习题	(210)
自测答案	(212)
单元八 时序电路：计数器、移位寄存器和单	
稳态多谐振荡器	(215)
• 基本时序电路 *	(215)
• 二进制计数器 *	(216)
• 反向计数器 *	(223)
* BCD码计数器 *	(228)
* 移位寄存器 *	(234)
* 时钟振荡电路和单稳态多谐振荡器 *	(242)
自测复习题	(248)
自测答案	(251)
单元九 检修数字电路	(254)
* 检修 *	(254)
* 基本故障和问题 *	(255)
* 数字集成电路故障 *	(261)
* 检修程序 *	(265)
* 数字检测仪器 *	(274)
自测复习题	(289)
自测答案	(291)
附录A 施米特触发器	(294)
附录B 逻辑图与实际电路之间的关系	(297)

单元一 数 据

学习目标

学完这一单元后能够：

(1) 明确术语“模拟”、“数字”、“数据”和“二进制”。

(2) 区别模拟量和数字量、模拟设备和数字设备之间的差异。

(3) 二进制数转换成十进制数。

(4) 十进制数转换成二进制数。

(5) 解释为什么在计算机中二进制数优越于十进制数。

(6) 明确术语“基数”、“底数”、“最高有效数”、“最低有效数”、“字”和“字节”。

(7) 十进制数转换成BCD码。

(8) BCD码转换成十进制数。

(9) 解释术语“ASCII”码和“总线”。

(10) 比较串行和并行数据传送方法。

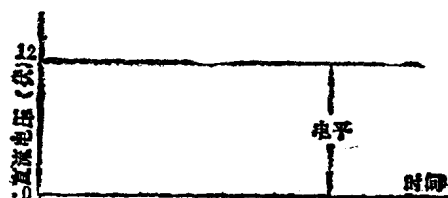
模拟量与数字量的对比

1. 电信号有两种基本类型：模拟的和数字的。这两种信

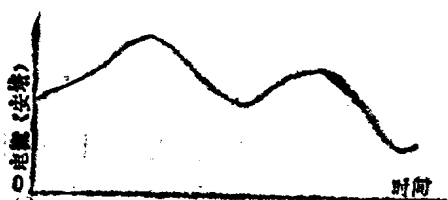
号是执行一定有用功能的电流或电压变量，区分电信号取决于该信号如何变化。

两种基本类型的电信号是_____的和_____的。

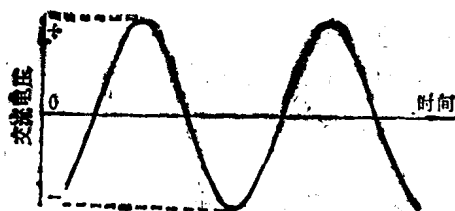
2. (模拟、数字) 模拟信号是连续变化的信号。图 1—1



(A) +12 伏恒稳直流电压



(B) 脉动电流



(C) 电压值和极性都在变化

图 1—1 模拟信号的种类

1 表示了模拟电流和电压信号的形式。模拟信号既可以是直流电也可以是交流电，图 1—1 (A) 是一个稳定的直流电压。图 1—1 (B) 是一个连续变化的脉动电流，其中的电流在改变而方向不变。图 1—1 (C) 是一个光滑的交流正弦波电压。

模拟信号是_____变化的电流和电压。

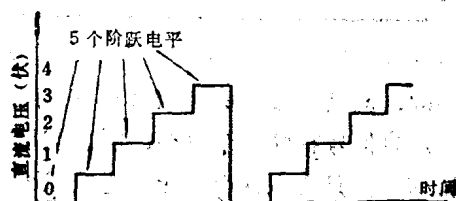
3. (连续) 模拟信号既可以是_____电也可以是_____电。

4. (直流、交流) 另一类电信号是数字

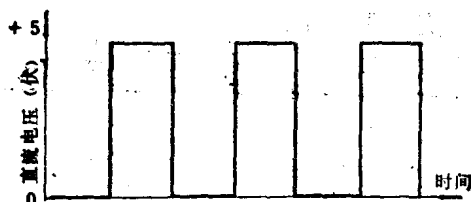
的。数字信号是非连续变化的阶跃信号，具有两个以上相分离的电平。

非连续变化的电信号通常称为_____信号。

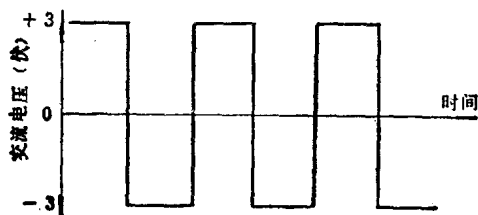
5.(数字) 几种不同形式数字信号 如图 1-2 所示。和



(A) 有五个阶梯的直流电压



(B) 0 和 +5 伏之间转换的直流信号



(C) 在 -3V 和 +3 伏之间转换的交流信号

图 1-2 数字信号的种类

模拟信号一样，数字信号既可以是直流电又可以是交流电。

图 1-2 (A) 是非连续变化的直流电平，其中有 5 个电压阶梯，信号在变化时不光滑而是完全间断地从一个阶梯跳跃到另一个阶梯。

非连续变化的电信号称为____信号。

6.(数字) 说起来凡是具有多级电平或多阶梯的信号都可称为是数字的，但是大多数数字信号只有两级电平。由于图 1-2 (A) 的信号有好几个阶梯，所以也被认为是一种不连续的模拟信号。只有在两个固定的电流或电压之间变化的信号才是数字信号。图 1-2 (B) 是个直流数字信号，在 0 伏和 + 5 伏电平间变化。图 1-2 (C) 是在 + 3 和 - 3 伏之间变化的交流数字信号。

标准数字信号在____个不同的电流或电压之间变化。

7.(两) 标准数字信号也称为二进制信号。“二进制”是一个术语，它有两个数字(状态)“0”和“1”。

有两个状态的数字信号称为____信号。

8.(二进制) 为进一步定义和解释术语“模拟”和“数字”，考虑几种不同形式的模拟量和数字量及其模拟器件和数字器件。譬如时间和温度就是典型的模拟量。钟表上的时针、分针、秒针的连续运转表现了时间的连续变化；温度计中液面高度随着冷暖而平稳地升降表现了温度的连续变化。任何连续的以及任何可以表示成无穷小量的变化都可认为是模拟的。

请回答指南针上所指的方向是模拟变化的吗？____

(是/否)。

9.(是) 数字量以明显的非连续增量, 即阶跃变化着。譬如脉搏跳动频率是数字的, 硬币和钞票自然是数字的, 因为它只能以分、元的增加来变化。

想一想骰子, 如图 1-3 所示, 它是一个数字器件吗? ____ (是/否)。

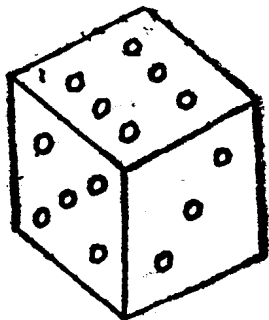


图 1-3

10.(是) 骰子有 6 个隔开的面。回答下列器件是模拟的还是数字的。

电子计算器()。

计算尺()。

11.(数字、模拟) 显然, 计算器有非连续的【字】键和数码显示管, 所以是数字的; 计算尺的数量连续变化, 因此它是模拟的。

为了直观说明模拟与数字之间的不同, 考虑灯泡点亮时的简单现象(见图 1-4)。假设用改变电路中电阻值的办法使通过灯泡的电流逐渐从零增加到某一最大值, 当电流增大时, 灯泡的亮度也就增大。如果电流在最大和零电平之间平稳地变化, 就称该电流为模拟信号, 最大最小电平之间逐渐增大的电流产生了无限多个电流值和亮度。

两极端数之间的模拟信号具有_____个值。