

# 数字技术速成教程

【美】路易斯 E·小弗伦泽尔 著

王宝锐 李郁分 译

人民邮电出版社

# Crash Course in Digital Technology

LOUIS FRENZEL, JR.

Howard W. Sams & Co., Inc.

1984.

## 内 容 提 要

本书从数字逻辑元件、基本数字电路以及其它各种数字电路，到数字电路的故障检修，分九章系统地介绍了现代数字电子技术的基本内容。

本书写法与一般教科书不同，它把每章分成若干框格，每框格介绍一两个问题，文字精炼、简明易懂。每框格和每章末都附有自我检查题，并给出了正确答案。这些题反映了学习数字电子学的基本要求。

基本读者：通信、电子、计算机技术部门在职人员，有关中专和中技师生。

## 数 字 技 术 速 成 教 程

〔美〕 路易斯 E·小弗伦泽尔 著

王宝锐 李郁分 译

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：850×1168 1/32

1988年2月第一版

印张：10 24/32 页数：172

1988年2月河北第一次印刷

字数：284千字

印数：1-3 500册

ISBN7115—03468—0/TN

定价：2.40元

## 译 者 的 话

本书是速成数字技术的基础教程，是一本数字电子学的优秀自学读物，内容反映了最新的数字技术，对学习微型计算机来说，本书是一本必须先修的好书。全书共分九章，概括了数字电路的全部基本内容，按照学习数字电路由浅入深、循序渐进的原则编排。每章开头提出学习要点，目的要求，然后以一个个问题的形式分框格介绍给读者。为了帮助读者及时巩固所学内容，每框格最后以总结形式或选择填空形式，提出本框格内容的自我检查题，其正确答案在下一框格用括号给出。在每章结尾还给出一批自我检查复习题，引导读者自我检查学习效果，其正确答案在下页给出，以便读者对照。

本书写法独特，形式新颖，引人入胜，适于自学，特别适合于大块时间少的自学读者。在普及推广应用电子技术、微型计算机技术的今天，把这本书推荐给我国广大读者必将起到良好作用。

在翻译过程中，对原文中已被我们发现的差错作了更正，因而不加再另加注明。

由于我们的水平和时间所限，译文中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

译者

1986.7 于北京

## 序 言

很多读者想知道，如果购买和选读这样一本书，将能从中获取什么裨益。本书除了教读者学习数字电子学外，还将在以下几方面对读者有所帮助。

首先，确切地说，本书是一个教程，而不是一本教科书或参考资料。大多数数字技术图书都是用来作为数字电路基本教材的补充。教师可以用这类书的全部材料或部分材料去充实、提高其教学、实验工作或其它活动。大多数标准数字技术教科书取材广泛，因而也是颇好的参考资料。这意味着这类书是好的参考书，但不一定是好的学习工具。

本书是专为个人自学编写的或者说是本自学辅导书。本书是一个学习工具，而不是参考书。它是按照讲授顺序以一定格式编写的。学习内容不仅被分成各章，而且被分成特殊的框格。每一框格包含读者将要读和学习的适当资料。学完每框格内容，立刻测试自己刚学过的知识。由于本书的格式和编写方式，迫使读者必须阅读书中的每一点。本书也是相互配合的，书中向读者提出问题，并且让读者回答。

每章的开头，还有一系列学习要点。这些要点告诉读者究竟学什么。当读者看完这些要点后，从一章的开始就知道了这章将要学什么、能做什么。按顺序学习材料，进而完成一章的学习内容。最后，在每章的结尾有检查题，自我检测已经学到的内容。读者全部学完这本书，就通晓了数字电子学。学习这些内容很可能没有更快、更容易或更有效的途径。

编写这本教程，心目中的最终目的不是用这本书充当课堂补充或参考资料，还有具体的目的。

第一个目的是给读者一个数字原理的牢固基础。本书不是该学科最完善、最权威的资料，它仅给读者指出确实需要知道的知识。这些知识是通晓该学科最重要的关键原理。这些原理构成了读者以后建立较完全和较深化知识的基础。虽然本书不包括所谓令人新奇的资料，但它能使读者打下一个基础，这个基础将指引读者能更全面、更深刻地阅读其它参考书、教科书、杂志论文、工厂文献和其它资料。

第二个目的是使读者获得一些专门知识和技能。例如，读者将能制作、检测、调试数字电路。本书不能使读者成为数字电路设计师或工程师。但它将引导读者明了数字电路的工作、制作数字电路、确定它工作是否正常和检修它。这些仍是每个技师、工程师或业余爱好者需要知道的。

其次，这本书也是最新的，它包括最新的集成电路。例如，低功耗肖特基TTL、CMOS和 $I^2L$ 。它也包括最新的大规模集成电路，例如，可编程逻辑阵列。它全面地概括了数字检修设备。例如，逻辑探测器、逻辑分析仪和图象分析仪。当读者学完这本书时，就知道了最新电路的原理和技术。这一切都是基础。

本书是为每个想学数字技术的读者编写的。业余爱好者将会发现，本书是他们自己快速自学数字电路的好方式。学生将会发现，本书对他们的通用教科书、实验工作或课堂教学是一个极好的补充。

本书尤其在工业培训方面是极有用的。很多公司需要教他们的雇员数字电子学。对雇员进行数字技术速成这是一种快速、经济、简明而有效的方法。本书对维修技术员、生产线的试验员和其它需要数字技术的人员来说是有益的。

本书是我的另一本书——《微型计算机速成教程》的姐妹篇。对学习微型计算机来说，本书是必须先修的极好的书。同时，本书给出了数字技术和微型计算机技术一个全面的概括。

路易斯 E·小弗伦泽尔

## 怎样读这本书

本书共分九章，请读者按照下述说明依次阅读各章。

1. 首先阅读每章开头的本章学习要点，弄清楚你从每章中将学习什么。

2. 每章内容按顺序编号分放在各框格中，依次阅读每个框格中的内容。在每框格最后请读者用叙述方式或选择填空方式，将该问题的解答填在空位处。

3. 核对你的解答。该问题的正确答案，在下一框格开始的括号内给出。采用这种形式的原因是读者阅读每框格问题时，便于遮盖住正确答案，避免自我“欺骗”。

4. 读者学完每章最后一个框格的内容后，直接回答每章结尾的自我检查复习题。这些问题概括了关键事实概念。有助于读者进一步加深理解和巩固刚学过的内容，其效果是不可估量的。

5. 在每个学习时间内，希望读者能连贯地学完一整章内容。如果不能这样做，请读者在每次学习新内容之前，必须先复习这章已学过的内容，温故知新。

# 目 录

## 1 数字数据

I. 模拟数据与数字数据	( 1 )
II. 数制	( 12 )
III. 二—十进制变换	( 17 )
IV. BCD码和ASCII 码	( 24 )
V. 并行和串行数据	( 26 )
VI. 自我检查复习题	( 29 )
VII. 自我检查复习题答案	( 33 )

## 2 数字逻辑元件

I. 基础	( 35 )
II. 反相器	( 37 )
III. 与门	( 40 )
IV. 或门	( 45 )
V. 与非门和或非门	( 47 )
VI. 自我检查复习题	( 50 )
VII. 自我检查复习题答案	( 53 )

## 3 基本数字电路

I. 正逻辑和负逻辑	( 56 )
II. 表示和产生二进制电平	( 59 )
III. 反相器(非门)	( 63 )
IV. 逻辑门	( 68 )
V. 二极管与门	( 71 )

VI、二极管或门·····	( 74 )
VII、与非和或非门·····	( 75 )
VIII、逻辑门的二重性·····	( 79 )
IX、自我检查复习题·····	( 83 )
X、自我检查复习题答案·····	( 87 )

#### 4 数字集成电路

I、数字集成电路分类·····	( 90 )
II、数字集成电路的技术要求·····	( 94 )
III、数字集成电路的类型·····	( 102 )
IV、自我检查复习题·····	( 115 )
V、自我检查复习题答案·····	( 119 )

#### 5 实用的逻辑门

I、逻辑门实际的相互联系·····	( 120 )
II、关于布尔方程和逻辑电路·····	( 126 )
III、总线原理·····	( 132 )
IV、自我检查复习题·····	( 143 )
V、自我检查复习题答案·····	( 145 )

#### 6 组合逻辑电路

I、逻辑电路·····	( 147 )
II、异或门·····	( 148 )
III、译码器·····	( 158 )
IV、编码器·····	( 164 )
V、多路转换器·····	( 170 )
VI、多路信号分离器·····	( 176 )
VII、可编程序逻辑阵列·····	( 177 )
VIII、自我检查复习题·····	( 182 )



IX、自我检查复习题答案	( 186 )
--------------	---------

## 7 触发器及其应用

I、触发器的基本概念	( 188 )
II、R—S触发器	( 189 )
III、钟控R—S触发器和D触发器	( 201 )
IV、存储寄存器	( 206 )
V、JK触发器	( 209 )
VI、自我检查复习题	( 218 )
VII、自我检查复习题答案	( 221 )

## 8 时序电路：计数器、移位寄存器和单稳触发器

I、基本时序电路	( 223 )
II、二进制计数器	( 225 )
III、减法计数器	( 231 )
IV、BCD(二进制编码的十进制)计数器	( 236 )
V、移位寄存器	( 242 )
VI、时钟脉冲发生器和单稳触发器	( 250 )
VII、自我检查复习题	( 256 )
VIII、自我检查复习题答案	( 259 )

## 9 数字电路的故障检修

I、故障检修	( 262 )
II、基本故障和问题	( 263 )
III、数字集成电路的失效	( 269 )
IV、故障检修步骤	( 273 )
V、数字测试仪表	( 284 )
VI、自我检查复习题	( 303 )
VII、自我检查复习题答案	( 305 )

**附录A**

施密特触发器..... ( 308 )

**附录B**

逻辑图与实际电路的关系..... ( 311 )

**英汉名词对照**..... ( 313 )

# 1

## 数字数据

### 学习要点

当你学完这章后，你将学会：

1. 定义模拟量、数字量、数据和二进制各术语。
2. 模拟量和数字量之间，及其两种设备之间的不同。
3. 把二进位数变换成为十进位数。
4. 把十进位数变换成为二进位数。
5. 解释在计算机中，为什么二进制数优于十进制数。
6. 定义基数、底数、最高有效位、最低位有效位、代码和字节各术语。
7. 把十进制数变换成为二—十进制编码 (*bcd*码)。
8. 把二—十进制编码 (*bcd*码) 变换成为十进制数。
9. 解释美国标准信息交换码 (*ASCII*) 和总线 (*bus*) 两术语。
10. 对照和比较数据传输的串行和并行方法。

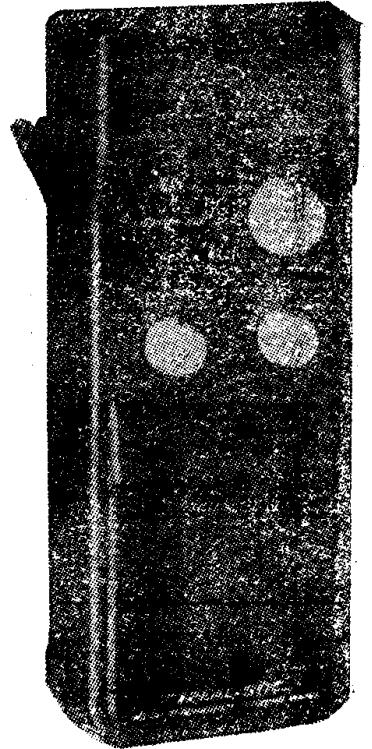
## I 模拟数据与数字数据

1 有两类基本的电信号：**模拟信号和数字信号**。这些信号是完成某些有用功能的电流变量或电压变量。一个已知信号，根据它如何变化或变换来确定分类。

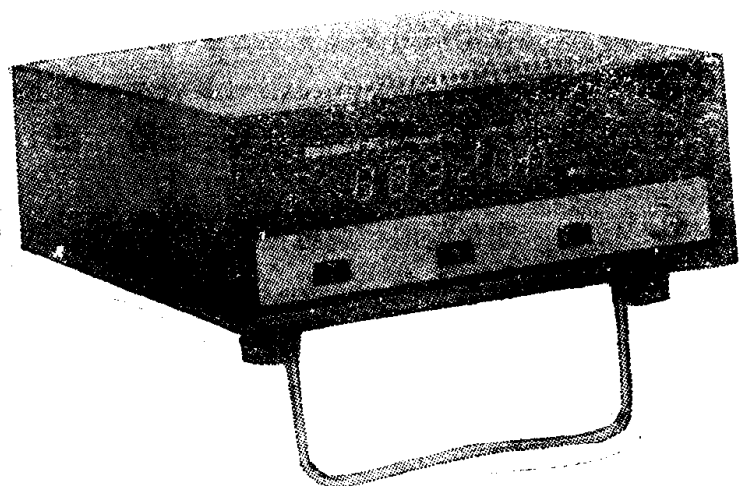
两类基本的电信号是 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 。



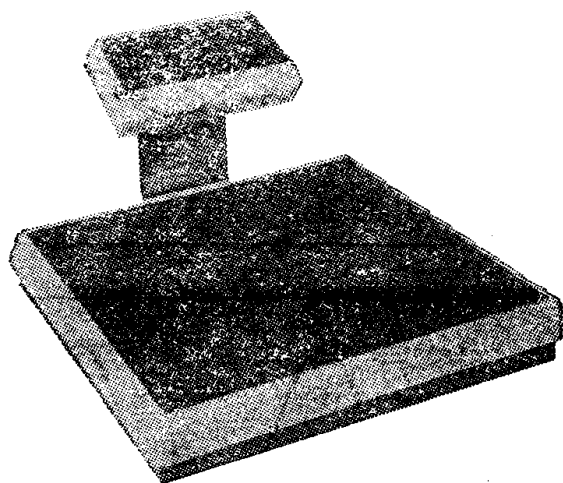
(A) 微型计算机



(B) 普通电池收音机



(C) 测试设备



(D) 浴室磅秤

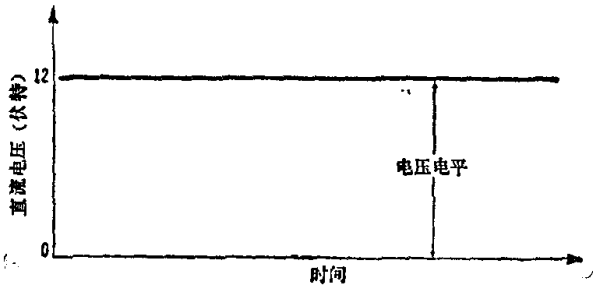
在实际电子设备中的数字技术

# 2

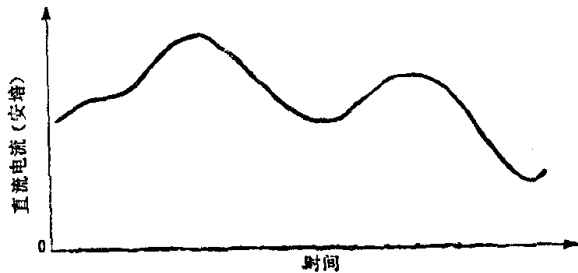
## (模拟信号, 数字信号)

模拟信号是连续变化的信号。图 1-1 中的电压、电流是模拟信号的例子。模拟信号既可能是直流电, 也可能是交流电。图 1-1 A 表示一个恒定的直流电平。图 1-1 B 表示一个连续变化的直流信号, 电流的大小是变化的, 其方向是不变的。图 1-1 C 表示一个光滑变化的正弦波。

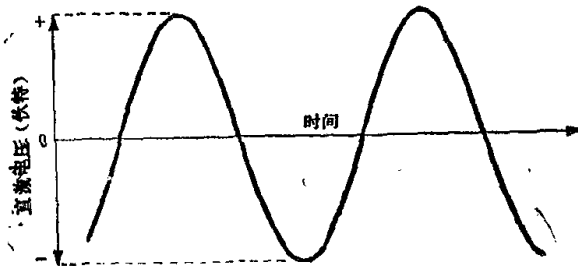
模拟信号是\_\_\_\_\_变化的电流或电压。



(A) 12V 恒定直流电压



(B) 变化的直流电流



(C) 大小和方向都变化的电压

图 1-1 模拟信号的类型

3

(连续)

模拟信号既可能是\_\_\_\_\_电流,也可能是\_\_\_\_\_电流。

4

(直流, 交流)

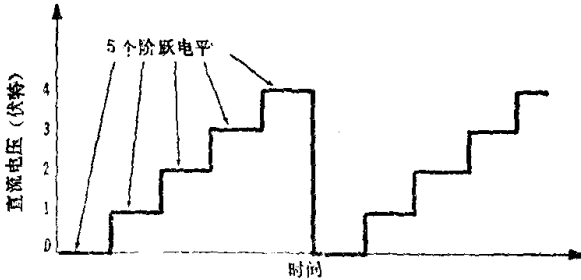
电信号的另一种基本类型是数字信号。数字信号是一种不连续变化的阶跃信号。它与连续变化的模拟信号不同,数字信号具有两个或多个不连续变化的阶跃电平或状态。

不连续变化的阶跃信号,通常称为\_\_\_\_\_信号。

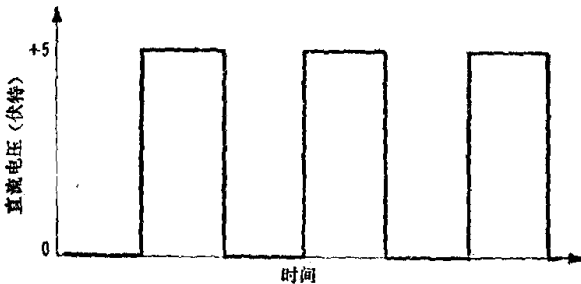
5

(数字)

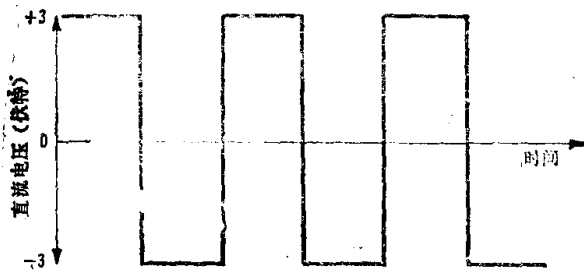
几种不同类型的数字信号如图1-2所示。像模拟信号一样,数字信号也存在着交流和直流两种形式。图1-2A中的数字信号是不连续变化的直流电压信号,图中表示5个阶跃电压电



(A) 具有5个阶跃的直流电压



(B) 在0~5V之间转换的2阶跃直流信号



(C) 在  $-3\text{V} \sim +3\text{V}$  之间转换的 2 阶跃交流信号

图 1-2 数字信号的类型

平，信号变化是不光滑的，从一个电平变化到下一个电平是陡峭不连续的。

不光滑、不连续变化的电信号称为\_\_\_\_\_信号。

## 6

### (数字)

凡具有许多阶跃电平的信号都称为数字信号，而多数数字信号只有两个电平。图1-2A中的数字信号，由于它有若干个电平，经常又被认为是不连续的模拟信号。如果一个信号是在两个固定的电流或电压值之间变换，则称为数字信号。图1-2B所示是一个直流数字信号，它是在0和+5V之间变换。图1-2C所示是一个交流数字信号，它是在-3V和+3V之间变换。

多数数字信号是在\_\_\_\_\_不同的电流或电压值之间变换。

## 7

### (两个)

具有两个不连续电平的数字信号也称为二进制信号。“二进制”这个术语意味着电流或电压有两个阶跃或两个不连续电平。

二阶跃的数字信号称为\_\_\_\_\_信号。

## 8

### (二进制)

为了进一步确定和解释模拟信号和数字信号这两个术语，我们研究几种不同类型的模拟量和数字量及其设备。例



如，时间和温度就是典型的模拟量。时间的连续变化是用典型时钟的时针、分针和秒针连续地旋转来表示。温度也是连续变化的。用温度计测量温度，周围温度的变化，使温度计的液面平稳地上升或下降。任何一个连续变化的量以及能表示无限多个瞬时值的量都被称为模拟量。

是否可以认为指南针的指向是一个模拟变化的量？\_\_\_\_\_。  
(是或否)。

---

9

(是)

数字量是存在的，即以明显地不连续增加或阶跃变化的量是存在的。例如，你的脉搏就是一个数字量。货币如硬币，钞票由于它们仅按元和分来增加，实质上也是数字量。

请考虑图1-3所示的单个骰子，它是一个数字量装置吗？(是或否)。

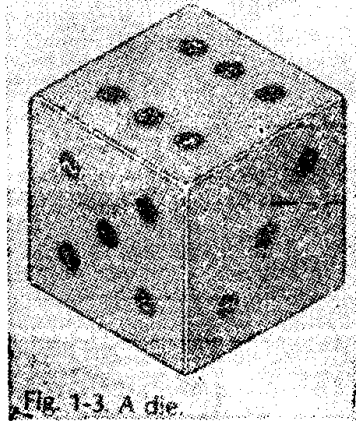


图 1-3 一个骰子

---

10

(是)

一个骰子有 6 个独立的面。请鉴别下列是属于数字设备还是模拟设备。

电子计算器是\_\_\_\_\_。

计算尺是\_\_\_\_\_。

---