

数字技术 与系统

[英]D.C 格林 著 孙惠华 编译 谢沅清 审

SHUZI JISHUYUXITONG

人民邮电出版社

TP33
3

数字技术与系统

(英) D. G. 格林 著

孙 惠 华 编 译

谢 沅 清 审

人民邮电出版社

Digital Techniques and Systems

D. C. Green 1980 Pitman

内 容 提 要

本书是在英国格林著的数字技术与系统一书的基础上编译而成的。原书的特点是：内容精练、物理概念简洁易懂和相当数量的实例，介绍了数字电路的基本知识和数据通信的基本原理。本书注意吸取原书的特点，并结合国内实际，进行了改编、充实。

全书共十章，主要介绍：数字系统、门电路、触发器、计数器、存储器、数据通信和脉冲的传输、数字调制、数据中继器、脉冲编码调制。

全书内容精练，叙述物理概念简单易懂，深入浅出，结合教学内容附有大量习题和例题。

本书可做具有初中以上文化水平的技工和中专学生教学用书，也可供邮电企业技术人员学习参考。

数 字 技 术 与 系 统

[英] D. C. 格林 著

孙 惠 华 编 译

谢 沅 清 审

责任编辑：刘兴航

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：787×1092 1/32 1984年10月第 一 版

印张：8 12/32 页数：134 1984年10月河北第一次印刷

字数：187千字 印数：1—10,000 册

统一书号：15045·总2870—有5359

定价：0.84 元

编译者的话

本书是以英国皮特曼 (Pitman) 公司出版的、威尔斯登电信工程专科学校高级讲师 D·C·格林著的数字技术和系统 (*Digital techniques and systems*) 一书为依据,并结合国内实际,经过编改、充实而成的。原书以简洁易懂的叙述和相当数量的实例,介绍数字电路的基本知识和数据通信的基本原理。本书可作为电子和电信技术中等学校的简明教材,也可作为从事电子和电信技术人员的参考书。

全书共十章,第一章数字系统,简要的介绍了现代技术的某些领域中采用的数字技术,第二章门电路,它介绍与门、或门及它们互相连接时可实现的各种逻辑功能;第三章实用的门电路,介绍各种逻辑系列,着重介绍TTL和CMOS逻辑;第四章双稳态触发器;第五章计数器;第六章存储器;第七章数据通信和脉冲在传输线上的传播,本章讨论在线路上直流脉冲传输的基本原理,并说明为什么在多数情况下各种数字传输线路总是采用调制解调器;第八章数字调制,它讨论各种形式的调制,及其在数字系统中的应用;第九章数据中继器,主要讨论某些类型数字电路的读出器;第十章脉冲编码调制,讨论脉码调制及其在近代电信网络中的应用。

在本书的正文中提供了若干实例以说明工作原理。此外,每章末尾附有相当数量的练习题。

该书稿在编译过程中,得到谢沅清付教授的大力支持,并审校了全部书稿。由于经验不足,水平有限,时间又较仓促,该书内容难免有不够妥善之处,敬请读者批评指正。

目 录

第一章 数字系统	(1)
一、数字计算机和微处理机.....	(2)
1. 小型计算机	(4)
2. 微处理机.....	(5)
二、数字设备和系统	(5)
第二章 门电路	(8)
一、与门.....	(9)
二、或门.....	(11)
三、非门.....	(15)
四、与非门.....	(17)
五、或非门.....	(18)
六、异或门.....	(20)
七、符合门.....	(21)
八、应用与非门和或非门获取与/或功能	(22)
九、卡诺图.....	(27)
十、根据真值表设计电路.....	(30)
十一、逻辑门的其它应用.....	(39)
1. 门报警器.....	(39)
2. 高压电源.....	(40)
3. 马达控制.....	(40)
4. 机器控制.....	(40)
5. 微波通信设备告警	(41)
习题及思考题.....	(41)
第三章 实用的门电路	(47)

一、逻辑门的规格	(47)
1. 工作速度	(48)
2. 扇入系数和扇出系数	(50)
3. 功率损耗	(52)
4. 抗干扰性能或噪声容限	(52)
二、二极管-晶体管逻辑电路	(54)
三、电阻-晶体管逻辑电路	(57)
四、晶体管-晶体管逻辑电路	(58)
1. 与非门	(58)
2. 或非门	(62)
3. 与或非门	(62)
4. 与门	(63)
5. 集电极开路的门电路	(64)
6. 肖特基TTL	(66)
7. 空闲输入端	(67)
五、CMOS逻辑电路	(68)
六、CMOS与TTL的互相连接	(72)
七、射极耦合逻辑电路	(73)
八、集成逻辑系列的比较	(74)
习题及思考题	(75)
第四章 双稳态触发器	(78)
一、R - S 触发器	(78)
1. 或非门构成的R - S 触发器	(80)
2. 由四个与非门构成的R-S触发器	(81)
3. 钟控的R-S触发器	(82)
二、J - K 触发器	(85)
三、D 触发器	(87)

四、T触发器	(89)
五、主-从和边沿触发器	(91)
1. 主-从触发器	(92)
2. 边沿触发器	(95)
习题及思考题	(96)
第五章 计数器	(98)
一、异步计数器	(99)
1. 二进制异步计数器	(99)
2. 计数显示	(103)
3. 减少计数状态, 实现任意进制的计数	(105)
二、时钟脉冲	(112)
1. 施密特触发器	(112)
2. 晶体振荡器作时钟脉冲	(114)
3. 用门电路产生时钟脉冲	(115)
三、同步计数器	(116)
1. 同步计数器的工作原理	(116)
2. 小于 2^n 计数的实现	(118)
四、可逆计数器	(120)
习题及思考题	(122)
第六章 存储器	(126)
一、存储器的类型	(126)
二、移位寄存器	(128)
三、铁氧体磁心存储器	(133)
1. 磁心存储器的结构	(136)
2. 工作原理	(136)
习题及思考题	(139)
第七章 数据通信和脉冲在传输线上的传播	(141)

一、系统的类型·····	(141)
二、单流式和双流式工作·····	(144)
1. 单流式工作原理 ·····	(145)
2. 双流式工作原理 ·····	(146)
3. 单流式和双流式工作的优缺点·····	(148)
三、终端电流曲线·····	(148)
四、数据信号中包含的频率成分·····	(151)
五、传输线·····	(154)
1. 特性阻抗·····	(155)
2. 衰减系数·····	(155)
3. 相移系数·····	(160)
4. 相速 ·····	(160)
5. 群速 ·····	(161)
六、传输线的衰减和群时延对传输脉冲的影响·····	(164)
七、调制解调器和放大器的应用·····	(165)
八、数字系统中采用的再生电路·····	(167)
习题及思考题·····	(167)
第八章 数字调制 ·····	(171)
一、调制解调器·····	(171)
二、频移调制·····	(173)
1. 调制指数和偏移系数 ·····	(174)
2. 频移信号的频谱 ·····	(175)
三、相位调制·····	(177)
1. 调制指数和相位调制信号 ·····	(178)
2. 差动式调相和调相信号中所包含的频率 ·····	(179)
四、幅度调制·····	(181)
1. 调制深度·····	(182)

2. 调幅波中所包含的频率	(182)
3. 单边带工作	(184)
五、线路衰减和群时延/频率失真对已调数据信号 的影响.....	(187)
习题及思考题.....	(187)
第九章 数据中继器	(190)
一、采用专用租借电路和公众转换电话网络.....	(190)
二、专用(或租借)数据中继器的二线制和四线制 工作.....	(192)
三、多路调制器、前置处理器和集线器.....	(196)
1. 多路调制器	(196)
2. 前置信息处理器	(198)
3. 集线器	(199)
四、噪声和干扰.....	(202)
五、差错控制.....	(204)
六、典型数据网络.....	(206)
1. 脱机数据电路	(206)
2. 联机数据电路	(206)
3. 计算机所网络	(206)
4. 中央数据计算系统	(209)
习题及思考题.....	(213)
第十章 脉冲编码调制	(216)
一、脉冲调幅.....	(216)
二、脉冲编码调制.....	(219)
1. 脉冲编码调制的原理	(219)
2. 量化噪声.....	(220)
三、非线性量化.....	(226)

四、脉冲编码调制信号的带宽.....	(228)
五、时分割多路复用.....	(229)
六、脉冲再生电路的应用.....	(231)
七、脉冲编码调制系统.....	(232)
八、数据信号在脉码调制中继线路内的传输.....	(234)
习题及思考题.....	(236)
附录.....	(238)
附录一 TTL系列中速中小规模电路.....	(238)
附录二 CMOS系列数字集成电路.....	(240)
附录三 二进制运算.....	(242)
附录四 选择题.....	(250)

第一章 数字系统

通信线路中所传输的信号是以其某个参量的变化来代表消息的。按照该参量的取值和反映消息的方式，可以把信号分为两类，即模拟信号与数字信号。

目前电子设备与远距离通信设备大多数仍是模拟性质的。这就是说，人们所处理、加工或传输的信号是用幅度或频率随时间连续变化的电压来表示的。在电话系统中，传输的信号就是语言波形的模拟。模拟设备是大家所熟悉的，例如话筒就是一种模拟设备，其输出电压是与作用到话筒的声波的振幅成正比的。这就是说，输出电压的变化是与输入声音的变化相一致的。除话筒之外，我们还可以举出许多模拟设备，例如，在大多数家庭中都可以见到的收音机和电视机等等。

数字信号的特点是不连续的，它是由代表所处理信息的电压（或电流）的离散脉冲所组成。数字电压（或电流）仅能以步进形式变化。通常只采用两种电压电平（其中之一是零），因而能够使用双态器件。双态器件是一种只有两个稳定状态的器件，例如，普通开关的开或关。此外，还有许多属于此类性质的器件，例如灯泡的亮或灭；蜂鸣器的发声或不发声；光电管的被照亮或遮黑；机械离合器的啮合或分离；磁带的磁化或去磁等等。在电子电路中，广泛采用的双态器件有半导体二极管（导通或不导通）与晶体三极管（截止或饱和）。

把模拟信号数字化之所以能得到各种好处，主要原因是数字技术只用两种电压电平。所以在现代设备中多半是以集成电

路为主的数字电路，它是利用开关晶体管工作于导通或截止状态，但在设备（或装置）的内部，并不需要产生或者检测电压或电流的精确值。正是由于这个原因，大量生产的数字电路在技术上是比较容易的，成本也比较低廉。除此之外，由于信号的二进制性质，可使我们能很容易地从大量的电路中，得到所需要的工作特性的电路。通常，数字电路比模拟电路更加可靠，因为数字电路很少由于元件数值的改变、线圈的失调等原因而引起电路性能的变化，以致造成故障。另外，在数字系统中，噪声和干扰的影响大大降低，因为数字脉冲总是可以再生的，当波形失真到几乎要出现错误的时候，可以再生成新的脉冲。这一点在模拟系统中是不可能的，因为在模拟系统中不需要的噪声和干扰会不断地积累，而且无法从信号中分离出来予以消除、因而始终不断地削弱有用信号。

数字电路应用到电子学和远距离通信方面在广度上还是十分有限的，这主要有两个原因：第一，由于制造集成电路技术复杂，所以早期的数字电路价格昂贵，这是主要原因；第二，传输数字信号要求电路有很宽的频带。当然，在电路集成化以前，虽然也有些数字电路和设备已经可以使用，但是由于体积庞大，从而使得它们的应用范围十分有限。

一、数字计算机和微处理机

目前数字计算机已成为工业、商业、国防、工程和科学技术等各个部门以及日常工作所不可缺少的设备。它的应用十分广泛，大至进行空间探索，小到揭示微观世界，从尖端科学技术到日常生活，几乎无所不包。例如，用计算机完成帐目的汇总、分类、统计、制表等数据处理工作；用计算机储存医学、

科学和工程技术的资料；也用计算机来实现复杂的科学研究和工程技术的计算，控制工厂的生产工序，电话交换机、军事设备和武器的操作，控制煤气、水和电的分配网络以及许多其它用途等。

一个数字计算机，在它的存储器中能够储存大量的资料，一旦需要这些资料时，就可以随时得到。用计算机执行任务是通过一系列指令（称为程序）来对计算机下达命令，把程序送入计算机，并储存在存储器的另一部分中。

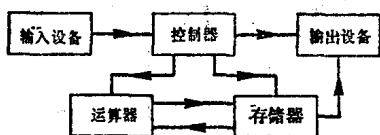


图 1.1 数字计算机的基本框图

数字计算机的基本方框图，如图1.1所示。包含在程序中的指令，在控制部件的指挥下，可从存储器中按次序一个接着一个的取出来。每一个使运算器完成数据方面的算术运算和逻辑运算的指令，也是从存储器取得的。也可将计算的结果储存在存储器中，或者能暂时地保存在运算器中的称为累加器的部件内。当计算完成后，控制部件可把结果传送到输出设备（输出设备可由穿孔机、行式打印机、绘图机之类的装置组成）。输出设备能够以打印形式给出结果，或者将结果通过数据通信线路传送到需要它们的地方，而这些地方又是远离计算机的。

向计算机输送信息的输入设备通常有电传打字机、纸带机或读卡机、磁带阅读器等。通过纸带上穿的孔把二进制信息储存在纸带上，纸带上有穿孔的代表二进制的1，而无孔表示二进制的0。把信息穿孔到纸带上有许多码制，最常用的纸带编码是八孔道代码。八孔道代码要求沿纸带的宽度方向有八个位置，八个位置上穿孔或无孔的数目决定于所采用的编码需要表

示的字符。八条孔道之中，有一条总是用作奇偶校验位，如图1.2所示。图中最左边的二进制位，是用来检验8位代码组可能

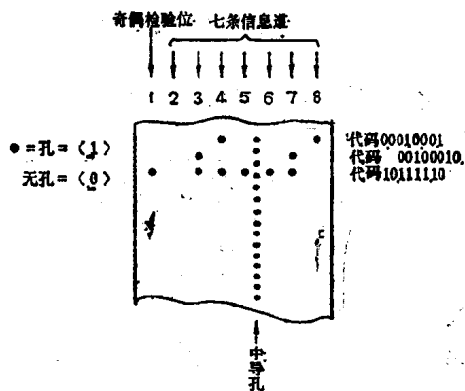


图 1.2 穿孔纸带

产生的任何差错。另外七位构成一个代码，该代码中各位的不同组合代表了输送给计算机作信号的字母、数字或其他特殊符号。每一行中较小的孔（图中标出的中导孔），用来保证纸带与纸带阅读机机械装置同步。

电传打字机与其它类似的打印设备以及纸带/卡片穿孔机等，都能作为输出设备，但是操作更迅速的设备称为行式打字机。输出设备也使用直观显示部件，它主要是由阴极射线管组成，能将数据在屏幕上显示出来。

1. 小型计算机

1965年出现小型计算机之前，由于计算机设备庞大、资金昂贵、操作复杂，故仍被视为科学珍品。小型计算机的出现，就迅速地改变了这种状况。由于它的造价低、体积小、灵活方便、不需要特殊的维护和运行环境，因而受到中、小企业的欢迎。

小型计算机的储存容量虽然比柜式计算机小，但是所提供的容量对许多方面应用来说是足够的。小型计算机的形体很小，可以放在办公室内，而当需要启用时，一接通电源就可立即使

用。小型计算机现已成为最有效、用途最广、解决实际问题的工具，尤其是用于控制工业系统和过程，其经济效果更佳。

2. 微处理机

微处理机没有明确的标准定义。然而，一般适用于能控制多种设备运转的小型计算机。由于它的大部分电路都是集成化的，因此所占据的空间是非常小的。所以微处理机可以安装在它所控制运行的设备内。图1.3示出了微处理机的基本方框图。图中微处理机由集成电路片组成，片上包含了各种寄存器、一个运算器以及和柜式计算机相似的控制电路。通常存储器也是集成电路的。

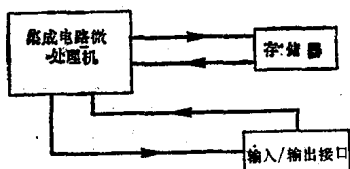


图 1.3 微处理机的基本方框图

例如，在最新的设备中，越来越多地使用微处理机来控制近代无线电接收机和无线电系统。当接收条件改变时，微处理机能用程序去控制接收机的调谐、增益和选择性。用微处理机还能对远距离的高频无线电台进行遥控，控制的任务就是选择发送频率以及用预置程序来决定接收频率。此外，还可以对电台的性能进行监控，并且当设备发生任何故障或性能降低时，它还能进行检测和记录。

二、数字设备和系统

目前普遍应用的手动计算器是利用数字电路的另一个例子。所有的计算器都能够完成基本的数学步骤，而多数计算器还具有若干更先进的数学方法。有些类型的计算器是带有程序

的, 计算器内包含的电路极为复杂, 只是由于集成电路的出现, 才使得这种装置能付诸实用。

现在有些现金出纳机和在商店中使用的台式天平称都是电子式的。它以数字形式读出支付的总价钱, 只要由操作人员送入出售价, 一按开关, 便能立即打印出购买物的价格。现金出纳机还保存现金输入的记录。在有些情况下, 上述记录用信号送到中心地点, 在中心地点保持了商店或部门的完整记录。由于通常总是有微处理机的, 所以销售项目和货架上与仓库里的存储物品均能自动地保持记录, 这就能使经营部门随时知道各项物品的库存情况, 以便有充分时间进行预存。给微处理机排好一个程序, 便可以叫它指出商店中的库存低于指定指标的项目。

在工程技术方面, 数据的数字读出计通常比模拟读数更方便、更精确。数字电压表和频率计或者计数器特别适合于作大量反复读出的测量。

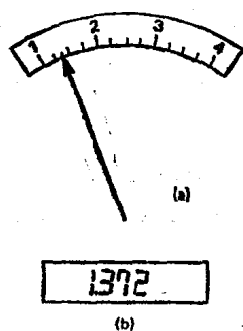


图 1.4 模拟读数和
数字读数

对于不熟练的人员, 使用数字仪表来进行测试时, 其优点更为明显; 操作人员用数字仪表能够立即读出显示的参数值, 如果进行模拟读数, 要得到适当的精确度往往需要很仔细才行。这一点可通过图1.4来说明。当指针在两个刻度标记之间时(见图1.4(a))。对于所指示的值就无法根据刻度值直接确定。用数字仪表就不会出现这样的麻烦, 它的指示值是很容易读出的(见图1.4(b))。

数据记录器是把来自于传感器(例如电阻应变仪、热电偶、电位计)的模拟输出, 转换为数字形式的数字电路, 所以

测得的参数可以在纸带上或者用别的方式记录下来。

目前，正在世界上得到重要地位的计算机和数字技术的另一个应用是在传送方面。在大的传送系统中，交通工具的调动能够用计算机来控制 and 监视。例如英国铁路已经引进了计算机系统，对运输货物的最优化进行控制。为了以最经济的方法实现最大的运输量，在每一列货车上装有连续的监控设备，并由计算机算出和扩大疏通铁路网周围货车的最好方法。在大城市中，计算机控制指挥穿过公路交叉道口的车辆的流通。计算机连续监控穿过和等待穿过各交叉道口的汽车和改变红绿灯的次数，使车辆流通状态最优化。