

电子技术基础 (数字部分)

(高教·第五版)

导教 · 导学 · 导考

刘 岩 王 凯◎主编

- 自主学习 (课后习题详解)
- 课程过关 (典型例题解析)
- 考研备考 (考研真题分析)
- 教师备课 (重点难点归纳)

电子技术基础(数字部分)

导教·导学·导考

(高教·第五版)

主编 刘 岩 王 凯
编者 李 琪 赵 媛 杨晶晶
刘延飞 郭 峰

西北工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础(数字部分)导教·导学·导考/刘岩主编. —西安:西北工业大学出版社,
2014.8

(新三导丛书)

ISBN 978-7-5612-4104-2 (第五版·导教)

I. ①电… II. ①刘… III. ①数字电路—电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第190734号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电话:(029)88493844 88491757

网址:<http://www.nwpup.com>

印刷者:兴平市博闻印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:10.125

字数:299千字

版次:2014年8月第1版

2014年8月第1次印刷

定价:22.00元





前 言

“数字电子技术”是一门重要的技术基础课,在课程中主要讲授数字电路的基本组成单元——逻辑门和触发器,数字电路的分析方法和设计方法,若干典型数字电路部件的组成、工作原理及应用,主要研究各种逻辑门电路、集成器件的功能及其应用。这门课程的特点是知识比较零散,掌握起来灵活性较高,主要的是培养学生解决问题的能力。为了给学生学习提供帮助,同时为年轻教师备课提供帮助和参考,我们编写了与高等教育出版社出版的,由康华光主编的《电子技术基础数字部分(第五版)》教材相配套的新三导丛书。

本书与《电子技术基础数字部分(第五版)》教材相配套,按照该教材的内容和次序,逐章编写。每章均分以下5个部分:

(1)教学建议。这一部分主要针对每章内容的总体把握提供建议。也就是通过这章的学习要让学生把握到什么程度,在教学安排上给出建议。

(2)主要概念。这一部分列出了教材各个章节的主要内容要点,以及内容的重点及难点,梳理教学内容中的基本概念、电路和方法,有针对性地总结教学中的内容重点和难点。

(3)例题。这一部分给出典型例题,详细讲述解题思路和解题方法,通过对典型例题的分析,增加举例的针对性,对如何合理地选择例题,给备课提供帮助。

(4)参考用PPT。这一部分列举出每一章的一些典型的PPT课件,通过具体的例子展示课件的制作和安排布局,为备课提供参考。

(5)习题精选详解。这一部分主要针对教材的课后习题,比较详细地给出了大部分课后题的分析、求解过程和答案。

本书的最后还给出了三套完整的测试试卷和答案,方便学生对学习效果进行测试。

在本书的编写中,笔者总结了多年的教学经验,所有参编人员都具有十年以上的教学经验,还参考了若干现有的教材和参考书,得到很多启发,在此不一一指明,特此致谢。

限于水平,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2014年7月

“数字电子技术”是高等本科学历教育电类专业一门必选专业基础课程。该课程是以电路分析方法、模拟电子技术、电子器件为基础,综合利用布尔代数理论解决数字电路的分析、设计问题的工程技术科学;是电子综合课程设计、计算机硬件基础、电子测量等课程的先导课程。该课程对培养学生掌握数字电子技术基本理论,熟悉一般数字电路工作原理,从事电子电路设计与研究具有重要作用。

该课程具有很强的理论性、工程性和实践性。近年来电子技术、电子信息和计算机技术发展十分迅速,如何提高该课程的教学效果是摆在相关教师面前的重要课题。作为本书的绪言,笔者结合自己的教学实践,就如何教好和学好该课程提出以下几点看法。

一、怎么教好这门课

1. 讲授好第一节课

第一节课主要解决以下几个问题:①这门课承上启下所处的课程位置 and 地位;②这门课的学习方法;③课堂纪律。把这三方面准备好,在心里酝酿成熟,注意措词,讲出来有条理,使学生从一开始就重视数字电子技术基础这门课,给学生一个深刻的印象,有一个良好的开端。

2. 认真备好每一节课内容,处理好每个细节

教师应该重视备课,把一节课的内容搞透,什么内容用什么教法必须做得恰如其分。如讲组合电路分析这章,重点是分析电路功能、学会电路的分析方法,按照分析、设计方法和器件两条线索构建课堂教学内容。如在讲授触发器这章时,必须弄清概念,明确触发器的结构,触发器的功能。讲结构时要用门电路的内容,在讲门电路时就应做好准备,提前交待清楚。这样要求熟记电路、分析电路才能做到游刃有余,把难点分散淡化处理,使学生在轻松愉快中学会知识。在课堂上化难为易,突出重点,这是讲课教法的灵魂,也体现了教师的水平。

3. 良好的课堂气氛

整个课堂始终要有良好的气氛,用熟练的讲解、精辟的分析体现水平,吸引学生的注意力。用活泼、生动的语言和有趣的现象引起学生兴趣。课堂上应充分发挥教师的主导作用,搭建这次课的框架,了解这堂课的内容。启发式教学贯穿始终,能发挥学生的主观能动性,培养学生主动思考的习惯。

4. 用科研实践提高教学质量

通过科研可以增添教师的“一桶水”。过去人们通常用“要给学生一碗水,自己要有一桶水”来形容对教师知识容量的要求,通过电子设计、电子制作经验的积累,科研中的知识不断创新、丰富,不但可以增添教师自己的“一桶水”,而且教师会带给学生源源不断而且鲜活的“水”。对于培养学生的创新精神来说,最可贵的是教师的创新经历和经验。通过科研攻关产生创新

点,获得了新知识、新技术和新方法,将新知识、新技术带进课堂,这将有利于克服教材与工程实际相脱节的问题,有利于改变照本宣科的落后教学方式,有利于超越只能重复别人已有知识的教学水平。科研实践可以丰富课堂内容,活跃课堂气氛,从而提高教学质量。在电子技术课程课堂上,讲得最生动、最精彩,内容最丰富、体会最深刻,让学生收获颇丰的,最受学生欢迎的,往往都是电子设计、制作科研经历丰富的教师。有时,教师会抱怨学生上课注意力不集中,往往是因为教学内容不够精彩,学生们觉得内容枯燥乏味,其主要原因往往是教师只会照本宣科、讲别人的东西。对教师而言,从教材获得的知识和科研实践所体会、研究出的知识是分属不同的质量和层次的,特别是对电子设计、制作而言,有些知识、技巧、经验是从教材无法获得的,由此而导致了教学内容的深浅、教学水平的高低。科研做得好的教师,将科研的成果与体会引入课堂,直接贡献给学生,实现教学水平和效果的提高;再一方面将科研经验积累于自身,实现自己学术水平和实践经验的提高。做高水平、高质量的科学研究是成为一个优秀教师的必要条件。

5. 采用先进的教学手段

为提高学生学习电子技术课程的积极性,加强学生的自学能力,我们尝试制作了一套多媒体教学软件。该课件通过文字、图像、声音和动画等形式,使教学形式更加多样化、现代化。按照学习进程,设置了重点内容、分章练习、模拟实验和综合测试等部分,图文并茂,灵活多样,大大提高了学生学习的兴趣,取得了令人满意的效果。在课堂教学中,我们还采用了录像、幻灯、投影仪等电化教学手段,大大增加了教学信息量,丰富了教学内容。

二、怎么学好这门课

怎么学好这门课呢?从学生的角度出发,笔者认为应考虑以下几点。

1. 理清课程脉络,理清各章在课程中的作用

图 0.1 所示为数字电子技术教学内容整体框架。

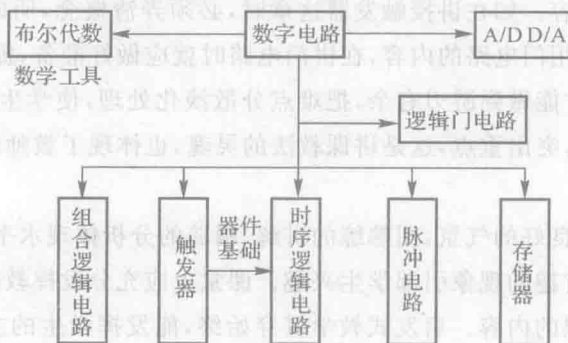


图 0.1

从课程内容体系可知,布尔代数和逻辑门电路是本课程的基础,其中布尔代数为其他章节的学习提供数学基础,也为电路分析和设计方法提供理论支撑。逻辑门电路为数字电路提供最基本的硬件支撑。数字电路从逻辑功能上可分为组合逻辑电路和时序逻辑电路,这两部分内容为本课程的核心,主要掌握器件的原理和应用,重点在于应用。由此形成了课程的教学学



习设计思路,以逻辑代数、门电路、触发器为基础,以组合逻辑和时序逻辑电路的分析、设计方法为主线,以常用功能器件为重点,兼顾脉冲电路和数模、模数转换电路内容,注意理论与实践关系。只有理清整体框架和章节作用,才能明白学习,避免出现稀里糊涂学习,考前只记考点和习题,考时脑子一片空白。

2. 学为用,平时多用多练习

本课程理论性、实践性都很强,所有器件的学习都是为了工程中的“用”,在用中会自然掌握知识。应抓住每次实验机会,体验实践过程。实验中多思考,联系课堂所学内容,达到知识的融会贯通。目前电路的仿真软件很多,如 Multisim 比较常用。该软件提供了丰富的元器件,可根据自己的需求搭建电路并进行仿真,效果较好。如果实践机会不是很多,可利用该软件进行仿真,也可达到事半功倍的效果。

3. 积极参加各种工程实践和学科竞赛

工程实践较强的课程最终都要落在“用”上,只有多用多练才能将知识变为自己的,才能成为能力和技能。学生可通过以下几个方法参加实践:①加入教师的科研团队。进入教师的科研团队,参加其中某项课题,从开始跟着做到后来能够独立承担一部分内容。②参加学科竞赛。例如电子设计大赛、机器人比赛、智能汽车大赛等,参加这些实践活动对于学生掌握电子技术知识、方法,提高创新能力都具有很大帮助。③凭着兴趣甚至乐趣主动学习,功夫下在课外。对于我校的学生还可以进入开放实验室,通过综合性、设计型实验开展研究。另外申请学校支持学生的科研创新基金,自选项目进行研究与实践。这些方式不但对于数字电子技术课程的学习有很大帮助,对于其他课程的学习也可借鉴。参加这些科研活动,对于培养学生的科研能力,能够收到课堂教学无法达到的效果。一是学习主动性强。学生自愿选择、主动参加,具有内在的积极性,又符合自己的兴趣和特长。学生们一旦深入到课题,可以进入到“痴迷”的状态,会把全部的课外时间和精力都投入进来。这种状态下所释放出的潜力和创造力,所获得的收获和提高,是课堂学习无法比拟的。二是学习效率高。学生在电子设计制作、科研活动中,带着问题查阅资料、学习知识,为用而学,学了就用,有可能花三天时间学完一个学期要学的课程。这与那种“上课不用心,课后不复习,考前紧突击,考后就忘记”的现象形成鲜明的反差。

电子技术的飞速发展使“数字电子技术基础”课程的教学带来了极大的挑战,也带来了很大的机遇。只要教师认真研究教学内容,不断改进教学方法,理论联系实际,引进先进教学手段,采用学生乐于接受的教学形式,就能取得理想的教学效果。学生也要采取适合自己的学习方法,平时要勤学习,多思考,把学到的知识运用到实践中,一定能取得较好的成绩。

目 录

第 1 章 数字逻辑概述	1
1.1 教学建议	1
1.2 主要概念	1
1.3 例题	4
1.4 参考用 PPT	5
1.5 习题精选详解	6
第 2 章 逻辑代数与硬件描述语言	8
2.1 教学建议	8
2.2 主要概念	8
2.3 例题	10
2.4 参考用 PPT	11
2.5 习题精选详解	12
第 3 章 逻辑门电路	19
3.1 教学建议	19
3.2 主要概念	19
3.3 例题	23
3.4 参考用 PPT	25
3.5 习题精选详解	26
第 4 章 组合逻辑电路	31
4.1 教学建议	31
4.2 主要概念	31
4.3 例题	32
4.4 参考用 PPT	36
4.5 习题精选详解	36
第 5 章 锁存器和触发器	48
5.1 教学建议	48
5.2 主要概念	48
5.3 例题	52
5.4 参考用 PPT	54

5.5 习题精选详解	55
第6章 时序逻辑电路	61
6.1 教学建议	61
6.2 主要概念	61
6.3 例题	66
6.4 参考用PPT	75
6.5 习题精选详解	76
第7章 存储器、复杂可编程器件和现场可编程阵列	94
7.1 教学建议	94
7.2 主要概念	94
7.3 例题	96
7.4 参考用PPT	101
7.5 习题精选详解	102
第8章 脉冲波形的变换与产生	109
8.1 教学建议	109
8.2 主要概念	109
8.3 例题	110
8.4 参考用PPT	113
8.5 习题精选详解	114
第9章 数/模与模/数转换器	117
10.1 教学建议	117
10.2 主要概念	117
10.3 例题	119
10.4 参考用PPT	122
10.5 习题精选详解	123
数字电子技术试卷1	129
数字电子技术试卷1答案及评分参考	133
数字电子技术试卷2	136
数字电子技术试卷2答案及评分参考	140
数字电子技术试卷3	143
数字电子技术试卷3答案及评分参考	148
参考文献	151

第1章 数字逻辑概述

1.1 教学建议

(1)在本章的教学中,首先让学生建立起数字信号和数字电路的概念,了解数字信号和模拟信号之间的区别,衡量数字信号的常用参数,数字电路自身的特点、优越性以及和模拟电路之间的区别,帮助学生建立数字系统概念。

(2)在数制和编码内容中,要求学生掌握常用的几种数制和它们之间相互转换的方法,了解常用的几种编码各自的特点,了解逻辑运算和算术运算概念的区别。

(3)在逻辑运算及表示方法的教学中,要求学生掌握各种常见逻辑运算的含义、表示方法和不同表示方法之间的相互转换。

1.2 主要概念

一、内容要点精讲

1. 数字电路和模拟电路

传递与处理数字信号电子电路称为数字电路。数字电路与模拟电路相比主要有以下优点:

- (1)由于数字电路是以二值数字逻辑为基础的,易于用电路来实现,比如可用二极管、三极管的导通与截止这两个对立的状态来表示数字信号的逻辑0和逻辑1。
- (2)由数字电路组成的数字系统工作可靠,精度较高,抗干扰能力强。它可以通过整形很方便地去除叠加于传输信号上的噪声与干扰,还可利用差错控制技术对传输信号进行查错和纠错。
- (3)数字电路不仅能完成数值运算,而且能进行逻辑判断和运算,这在控制系统中是不可缺少的。
- (4)数字信息便于长期保存,比如可将数字信息存入磁盘、光盘等长期保存。
- (5)数字集成电路产品系列多、通用性强、成本低。

由于具有一系列优点,数字电路在电子设备或电子系统中得到了越来越广泛的应用,计算机、计算器、电视机、音响系统、视频记录设备、光碟、长途电信及卫星系统等,无一不采用了数字系统。

2. BCD 码的概念

BCD 码的英文是 Binary Coded Decimal,意即“被二进制编码的十进制数”,也就是说它的本质是表示十进制数的,但是具有二进制的编码形式。因此它的有效编码只有从0到9共10个编码。

要用二进制代码来表示十进制的0~9十个数,至少要用4位二进制数。4位二进制数有16种组合,可从这16种组合中选择10种组合分别来表示十进制的0~9十个数。选哪10种组合,有多种方案,这就形成了不同的BCD码。

在学习时,学生经常会将BCD码和二进制数弄混淆,在求编码对应的十进制数时,会按照二进制数的按权展开求和进行计算。

例如:(10010111)_{8421BCD}表示的十进制数是多少?

很多同学会这样计算：原式=2⁷+2⁴+2²+2¹+2⁰=151

以上算法是错误的，因为把编码当做二进制数处理了。正确的做法是将每四位编码对应的十进制数写出即可。因此该编码表示的十进制数是 97。

注意，BCD 码用 4 位二进制码表示的只是十进制数的 1 位。如果是多位十进制数，应先将每一位用 BCD 码表示，然后组合起来。

3. 格雷码

格雷码(Gray)是一种常用的无权码，其编码如表 1.1 所示。

表 1.1 格雷码

十进制数	G ₃	G ₂	G ₁	G ₀	十进制数	G ₃	G ₂	G ₁	G ₀
0	0	0	0	0	8	1	1	0	0
1	0	0	0	1	9	1	1	0	1
2	0	0	1	1	10	1	1	1	1
3	0	0	1	0	11	1	1	1	0
4	0	1	1	0	12	1	0	1	0
5	0	1	1	1	13	1	0	1	1
6	0	1	0	1	14	1	0	0	1
7	0	1	0	0	15	1	0	0	0

这种码看似无规律，其实它是按照“相邻性”编码的，即相邻两个编码之间只有一位不同。格雷码常用于模拟量向数字量的转换中。当模拟量发生微小变化而可能引起数字量发生变化时，格雷码仅改变 1 位，出错的概率小，可靠性高。这样与其他类型的编码同时改变两位或多位的情况相比更为可靠，可减少出错的可能性。

可用如图 1.1 所示的四变量卡诺图(在第 3 章介绍)帮助记忆格雷码的编码方式。

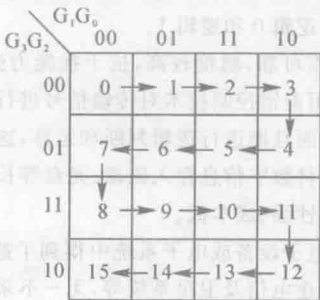


图 1.1 四变量卡诺图

4. 原码、反码、补码

数值在计算机中表示形式为机器数，使用的是二进制。数值有正负之分，计算机就用一个数的最高位存放符号(0 为正，1 为负)，这就是机器数的原码。以字长 8 位为例。

例如(+7)_{原码}=0 0000111 (-7)_{原码}=1 0000111

计算机的 CPU 的运算器中只有加法器，减法是转换为加法来进行的。用原码做减法运算时会出现问题，分为以下两种情况讨论：

情况 1：两数相减结果为正数。如：7-5=2。

用原码进行运算： $7-5=7+(-5)=00000111+10000101=10001100$ ，是-12的原码，可见结果出现错误。

情况2：两数相减结果为负数。如： $7-9=-2$

用原码进行运算： $7-9=7+(-9)=00000111+10001001=10010000$ ，是-32的原码，可见结果出现错误。

引入反码和补码的目的就是为了解决减法问题。对于带符号数来说，任何正数的原码、反码和补码是相同的，即都是自身不变。而负数的反码是除符号位外，其余各位取反。负数的补码是反码加1。

例： $(+7)_{\text{原码}}=(+7)_{\text{反码}}=(+7)_{\text{补码}}=0.0000111$

$(-7)_{\text{原码}}=1.0000111$

$(-7)_{\text{反码}}=1.1111000$

$(-7)_{\text{补码}}=1.1111001$

用补码再进行上面做过的减法运算：

例： $7-5=2$ ，用补码进行运算：

$$7-5=7+(-5)=0.0000111+1.1111011=1.0000010$$

字长为8位的系统，最高位溢出，得到结果是00000010，是2的补码，结果正确。

例： $7-9=-2$ ，用补码进行运算：

$$7-9=7+(-9)=0.0000111+1.1110111=1.1111110$$

是-2的补码。

(注：已知一个负数的补码，求这个负数的大小，其方法是将数值位取反加1，求得的数即是该负数的绝对值。)

下面讨论补码表示数的范围。8位二进制数补码表示有符号的整数，所能表示的十进制数范围是多少呢？

当符号位是0时，也就是8位二进制数补码为0 0000000~0 1111111，因为正数的补码和原码是相同的，所以表示0~127。

当符号位是1时，也就是8位二进制数补码为1 0000000~1 1111111，此时表示负数，其绝对值为补码的数值位取反加1。例如：

1 0000000 数值位取反是1111111，再加1，为10000000，即128，考虑符号位为-128。

1 1111111 数值位取反是0000000，再加1，为0000001，即1，考虑符号位为-1。

故8位二进制数补码的1 0000000~1 1111111，表示-128~-1。因此8位二进制数补码表示-128~127。

综上，补码的设计目的是：

(1)使符号位能与有效值部分一起参加运算，从而简化运算规则。

(2)将减法运算转换为加法运算，进一步简化计算机中运算器的线路设计，所有这些转换都是在计算机的最底层进行的。

5. 算术运算与逻辑运算

在数字系统中，二进制数码0和1，既可以用来表示数量信息也可以用来表示逻辑信息，相应的运算分别称为算术运算和逻辑运算。

当两组二进制数码表示两个数量时，它们之间进行的是算术运算，即我们熟悉的“加减乘除”，其运算规则和十进制数的运算规则基本相同。做算术运算时，1和0表示的是两个不同的数值，此时 $1+1=10$ ， $1-1=0$ 。

当0和1表示两个不同的逻辑状态时，它们之间的运算叫做逻辑运算，和算术运算有着本质的不同，是逻辑代数所特有的一种运算，最基本的逻辑运算是“与、或、非”，此时： $1+1=1$ ，在这里“+”表示逻辑“或”。逻辑运算中没有减法和除法。

为了让大家更好地区别这两个不同的概念,举例如下:

例如:在下列逻辑运算中,哪个是正确的,哪个是错误的,为什么?

(1)若 $A+B=A+C$,则 $B=C$ 。

解:这个逻辑运算是错误的,相当于等式两边同时消去了 A ,相当于在逻辑运算中引入了减法。而逻辑运算中是没有减法的。

也可以用反例法证明:我们知道 $1+1=1+0$,如果两边同时消去 1 ,则得到 $1=0$,明显是错误的。

(2)若 $XY=YZ$,则 $X=Z$ 。

解:这个逻辑运算也是错误的,也可以用反例法证明。假设运算成立,因为 $1*0=0*0$,故 $1=0$,很明显是错误的。

二、重点难点

本章的重点是对数字信号和数字电路概念的理解;各种不同进制数之间的相互转换以及常见的 BCD 码;基本逻辑“与、或、非”和常用复合逻辑表达的含义。

由于是数字电路的最基础知识,难点不是很多,在以前的学习中,学生觉得相对难以理解的内容就是有符号数原码、反码及补码的相关内容,可结合微机原理的学习进一步理解掌握,并结合本章课后习题进行巩固。

1.3 例题

1. 二进制转换成十进制

例 1.1 将二进制数 10011.101 转换成十进制数。

解 将每一位二进制数乘以位权,然后相加,可得

$$(10011.101)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = (19.625)_{10}$$

2. 十进制转换成二进制

可用“除 2 取余”法将十进制的整数部分转换成二进制。

例 1.2 将十进制数 23 转换成二进制数。

解 根据“除 2 取余”法的原理,按如下步骤转换:

2	23	…… 余 1	b_0	↑ 读 取 次 序
2	11	…… 余 1	b_1	
2	5	…… 余 1	b_2	
2	2	…… 余 0	b_3	
2	1	…… 余 1	b_4	
	0			

故: $(23)_{10} = (10111)_2$ 。

可用“乘 2 取整”的方法将任何十进制数的纯小数部分转换成二进制数。

3. 二进制转换成十六进制

由于十六进制基数为 16,而 $16=2^4$,因此,4 位二进制数就相当于 1 位十六进制数。因此,可用“4 位分组”法将二进制数化为十六进制数。

例 1.3 将二进制数 1001101.100111 转换成十六进制数

解 $(1001101.100111)_2 = (0100\ 1101.1001\ 1100)_2 = (4D.9C)_{16}$ 。

同理,若将二进制数转换为八进制数,可将二进制数分为 3 位一组,再将每组的 3 位二进制数转换成 1

位八进制数即可。

4. 十六进制转换成二进制

由于每位十六进制数对应于4位二进制数,因此,十六进制数转换成二进制数只要将每1位变成4位二进制数,按位的高低依次排列即可。

例 1.4 将十六进制数 6E.3A5 转换成二进制数。

解 $(6E.3A5)_H = (110\ 1110.0011\ 1010\ 0101)_B$

同理,若将八进制数转换为二进制数,只须将每1位变成3位二进制数,按位的高低依次排列即可。

5. 十六进制转换成十进制

可由“按权相加”法将十六进制数转换为十进制数。

例 1.5 将十六进制数 7A.58 转换成十进制数。

解 $(7A.58)_H = 7 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 5 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} =$

$112 + 10 + 0.3125 + 0.03125 = (122.34375)_D$

6. 用编码表示数

例 1.6 将十进制数 83 分别用 8421BCD 码、5421BCD 码和余三 BCD 码表示。

解 $(83)_D = (1000\ 0011)_{8421\ BCD}$

$(83)_D = (1011\ 0011)_{5421\ BCD}$

$(83)_D = (1011\ 0110)_{\text{余三 BCD}}$

1.4 参考用 PPT

二、数字系统的发展历史

电子管 晶体管 集成电路

摩尔定律: 每一年, 芯片上集成的电子元件的数量会翻一番。

软件和硬件相结合

SSI (<10, 小型门电路)

MSI (10~100, 计数器, 译码器等)

LSI (100~1000, 小型存储器, 小型可编程门阵列)

VLSI (1000~10⁶, 大型存储器, 微处理器CPU)

甚大规模 (10⁶以上, 大型可编程逻辑器件 (FPGA/CPLD), 复杂数字系统)

智能化, 功耗低

运行稳定, 易于加密

硬件设计 菜单化, 软件化

二、数字电路的特点 (和模拟电路对比)

1、分析处理的信号不同

时间和幅值连续

模拟电路: 分析和处理的是模拟信号

数字电路: 分析和处理的是数字信号

时间和幅值离散

例: 常见模拟信号

正弦波

指数衰减

二、数字电路的特点 (和模拟电路对比)

1、分析处理的信号不同

时间和幅值连续

模拟电路: 分析和处理的是模拟信号

数字电路: 分析和处理的是数字信号

时间和幅值离散

例: 常见数字信号

周期性数字信号

非周期性数字信号

二、数字电路的特点 (和模拟电路对比)

数字系统采用二值逻辑0、1来表示数字信号

电压/V	二值逻辑	电子
+5V	1	H (高电平)
0V	0	L (低电平)

输出电平

输入电平

如何表示不同的电压值?

§4. 数制和码制

二、数制之间的转换

1. $D \leftrightarrow R$ **重点**

$R \rightarrow D$:
按权展开求和

$D \rightarrow R$:
整数部分：除R取余↑
小数部分：乘R取整↓

例一：

1) $(DE.A)_{10} = (\quad)_2$
 1011001.1010001111

2) $(89.64)_{10} = (\quad)_2$
 10110010100

3) $(2856)_{10} = (\quad)_2$
 有没有简便的方法？

4) $(2156)_{10} = (\quad)_{16}$

§4. 数制和码制

三、码制

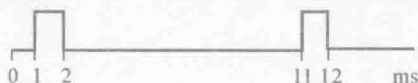
1. 二-**有权码** (Binary coded Decimal) **BCD码** **无权码**

十进制数	8421码	2421码	5421码	余3码	循环码
0	0000	0000	0000	0011	0010
1	0001	0001	0001	0100	0110
2	0010	0010	0010	0101	0111
3	0011	0011	0011	0110	0101
4	0100	0100	0100	0111	0100
5	0101	1011	1000	1000	1100
6	0110	1100	1001	1001	1101
7	0111	1101	1010	1010	1111
8	1000	1110	1011	1011	1110
9	1001	1111	1100	1100	1010

常用BCD码

1.5 习题精选详解

1.1.4 一周期性数字波形如图题 1.1.4 所示，试计算：(1)周期；(2)频率；(3)占空比。

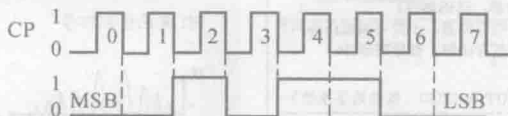


图题 1.1.4

解 (1) $T=10\text{ms}$ (2) $f=1/10\text{ms}=0.1\text{kHz}$ (3) $q=1/10=10\%$ 。

1.2.1 一数字波形如图题 1.2.1 所示，时钟频率为 4kHz，试确定：

- (1)它所表示的二进制数；
- (2)串行方式传送 8 位数据所需要的时间；
- (3)以 8 位并行方式传送数据所需要的时间。



图题 1.2.1

解 (1)波形表示的二进制数是：00101100。

(2)每传送 1 位数据，需要的时间是一个 $T_{CP}=1/f_{cp}=0.25\text{ms}$ ，故串行传送 8 位数据需要时间是： $0.25 \times 8=2\text{ms}$ 。

(3)以 8 位并行方式传送数据需要的时间是一个 T_{CP} ，即 0.25ms 。

1.3.1 写出下列二进制数的原码、反码和补码：

- (1) $(+1110)_2$ ；
- (2) $(+10110)_2$ ；
- (3) $(-1110)_2$ ；
- (4) $(-10110)_2$ 。

解 当二进制数是正数时，它的原码、反码和补码都相同；当二进制数是负数时，将原码数值位逐位求反，得到反码，反码加 1，得到补码。

(1) $A_{原}=A_{反}=A_{补}=1110$

(2) $B_{原}=B_{反}=B_{补}=10110$

(3) $C_{原}=1\ 1110$ (第一个 1 为符号位)， $C_{反}=1\ 0001$ ， $C_{补}=1\ 0010$

(4) $D_{原}=1\ 10110$ (第一个 1 为符号位)， $D_{反}=1\ 01001$ ， $D_{补}=1\ 01010$

1.3.2 写出下列有符号二进制补码所表示的十进制数：



(1)0010111; (2)11101000

解 (1)正数的补码和原码相同,故补码 0010111 表示的十进制数是+23。

(2)由负数的补码求对应的数时,将补码的数值位求反加1,即可求得对应负数的绝对值。故补码 11101000 表示的负数的绝对值是:数值位 1101000 求反得到 0010111,再加1为 0011000,转换为十进制数是24,加上符号位即为-24。

1.3.3 试用8位二进制补码计算下列各式,并用十进制数表示结果:

(1)12+9; (2)11-3; (3)-29-25; (4)-120+30。

解 (1)12+9 用补码运算是:00001100+00001001=00010101,是+21的补码。

(2)11-3 用补码运算是:00001011+11111101=100001000,最高位溢出,得到 00001000,是+8的补码。

(3)-29-25 用补码运算是:11100011+11100111=111001010,最高位溢出,得到 11001010,是-54的补码。

(4)-120+30 用补码运算是:10001000+00011110=10100110,是-90的补码。

会考要主 2.5

指数点要容内 一

算数运算本基 1

算数运算本基 1 算数运算本基 1

算数运算本基 1 算数运算本基 1 算数运算本基 1 算数运算本基 1 算数运算本基 1

算数运算本基 1 算数运算本基 1 算数运算本基 1 算数运算本基 1 算数运算本基 1

算数运算本基 1

算数运算本基 1 算数运算本基 1 算数运算本基 1

算数运算本基 1 算数运算本基 1 算数运算本基 1

1.4 算

(1) 十进制	(2) 十进制	(3) 十进制	
$A = 5$	$A = 0 + A$	$B = 0 + A$	运算本基
	$1 = 1 + A$	$A = 1 + A$	
	$A = A + A$	$A = A + A$	
	$1 = A + A$	$A = A + A$	
	$(A + B) + A = C + (B + A)$	$(A + B) + A = C + (B + A)$	结合律
	$A + B = B + A$	$A + B = B + A$	交换律
	$(A + B) + C = A + (B + C)$	$(A + B) + C = A + (B + C)$	结合律
	$A + B = A + B + C$	$A + B = A + B + C$	分配律

第2章 逻辑代数与硬件描述语言

2.1 教学建议

- (1)本章是本科课程的数学基础,是分析和设计复杂数字系统的理论依据,为分析和设计电路提供数学工具。
- (2)本科课程的数学基础——逻辑代数,介绍基本的逻辑运算,既然是代数就应有运算法则,由于数字系统只有两种状态,所以运算法则有其特殊性,因而介绍这种代数方法的运算法则时,要着重强调其特殊性。
- (3)逻辑函数的不同表示方法中,我们知道逻辑函数对应逻辑电路,而逻辑电路涉及应用电路,所以表达式的繁简程度,直接决定电路的繁简,所以要对函数进行化简。其次,实际工程中根据提供器件的不同,要对电路进行变换,从而引出逻辑化简和变换的意义。
- (4)代数化简不够直观,是否化到最简,不易判断,所以能不能找到更好更直观的化简方法。由于逻辑变量只有两种状态值,其特殊性就让我们找到解决问题的其他方法,从而引出逻辑函数的卡诺图化简。而卡诺图化简其实就是一种数形结合的思想,用几何办法解决了代数问题。

2.2 主要概念

一、内容要点精讲

1. 基本逻辑运算

与、或、非是逻辑运算中的三种基本运算。

与逻辑:只有当决定某一事件的条件全部具备时,这一事件才会发生。这种因果关系称为与逻辑关系。

或逻辑:只要在决定某一事件的各种条件中,有一个或几个条件具备时,这一事件就会发生。这种因果关系称为或逻辑关系。

非逻辑:事件发生的条件具备时,事件不会发生;事件发生的条件不具备时,事件发生。这种因果关系称为非逻辑关系。

2. 逻辑代数的基本定理及常用公式

逻辑代数的基本定理及常用公式如表 2.1 所示。

表 2.1

	与($\cdot$)	或($+$)	非($\neg$)
基本定理	$A \cdot 0 = 0$	$A + 0 = A$	$\overline{\overline{A}} = A$
	$A \cdot 1 = A$	$A + 1 = 1$	
	$A \cdot A = A$	$A + A = A$	
	$A \cdot \overline{A} = 0$	$A + \overline{A} = 1$	
结合律	$(AB)C = A(BC)$	$(A + B) + C = A + (B + C)$	
交换律	$AB = BA$	$A + B = B + A$	
分配率	$A(B + C) = AB + AC$	$A + (BC) = (A + B)(A + C)$	
反演率	$\overline{A \cdot B \cdot C \cdots} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \cdots$	$\overline{A + B + C \cdots} = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdots$	