

21世纪高校  
计算机系列教程

# 数字逻辑基础



刘延兴 著

引进台湾原版成熟教材■

注重内容的实用性，培养学生的专业能力■

适合高校电子信息类专业选用■

经过全国高等院校计算机基础教育研究会著名专家学者、教授的评估与审定■

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

清华大学出版社

地址：北京清华大学学研大厦A座 邮编：100084

# 数字逻辑基础



清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社

清华大学出版社



# 数字逻辑基础

刘延兴 著

中国铁道出版社

2004年·北京

北京市版权局著作权合同登记号：01-2004-0863 号

## 内 容 简 介

本书中文繁体字版由台湾博硕文化股份有限公司出版，中文简体字版经台湾博硕文化股份有限公司授权由中国铁道出版社出版。

数字逻辑是数字化的基础，更是计算机硬件电路设计所必需的专业知识，本书针对不同阶层学生的学习情况，对他们在学习上所面临的种种问题进行了详细讲解，并用最简单易懂的教学方式讲授了数字逻辑的基础知识，使每一位读者都尽可能得到最大的收获。

建议读者将本书与《数字逻辑基础习题集》配套使用。本书适合于作为计算机及相关专业的教学用书，同时也可作为自学教材。

### 图书在版编目（CIP）数据

数字逻辑基础/刘延兴著. —北京：中国铁道出版社，2004.5

（21世纪高校计算机系列教程）

ISBN 7-113-05951-1

I. 数… II. 刘… III. 数字逻辑—基本知识 IV. TP302.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第045232号

书 名：数字逻辑基础

作 者：刘延兴

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市宣武区右安门西街8号）

策划编辑：严晓舟 魏 春 张雁芳

责任编辑：苏 茜 张丽群 夏华香

封面设计：白 雪

印 刷：北京市化工印刷厂

开 本：787×1092 1/16 印张：18.75 字数：446千

版 本：2004年7月第1版 2004年7月第1次印刷

印 数：1~5000册

书 号：ISBN 7-113-05951-1/TP·1219

定 价：25.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请与本社计算机图书批销部调换。

# 21 世纪高校计算机系列教程 审定委员会

**主任:** 高 林

**副主任:** 丁桂芝 李 畅

**委员:** 安淑芝 鲍有文 陈文博 樊月华 陈维兴

顾星海 李秀芬

**项目策划:** 严晓舟 宋旭明

**编 辑:** 魏 春 秦绪好 张雁芳

# 丛 书 序

21 世纪的今天, 以计算机和因特网为代表的信息技术在高速发展, 并在社会各行各业、各个层面得到广泛应用, 信息技术深刻地改变着人类的生活、工作和思维方式。时代要求每一个人都应当学习信息技术、应用信息技术, 因此计算机教育已经发展成为信息技术教育。

随着我国社会主义市场经济和信息技术的高速发展, 我国的高校计算机教育已从重视理论教育, 走向理论与实践相结合、注重运用知识解决实际问题能力的发展阶段。目前, 大学计算机应用技术和高职高专教育还处于探索阶段, 与之相适应的教材建设已成为教育的重点。

我国台湾地区的高校计算机应用技术教育发展已相当成熟, 在过去的二十几年中, 为台湾地区经济发展培养了大批应用型人才, 在职业化教育方面积累了丰富的经验, 在处理理论与实践的关系以及培养实际应用与操作的技术应用型人才方面都处于领先地位, 也符合国际职业教育发展的主流。由于有着相同的历史文化背景, 现阶段台湾的高校计算机应用技术教育教材对我们更具有借鉴作用。

因此根据教育部关于引进外文原版教材、推动我国教材改革的精神, 通过多方面调查, 在充分听取专家意见的基础上, 中国铁道出版社以“引进, 吸收, 创新”为指导思想, 力争走出一条新的高校计算机应用技术教育教材发展之路。作为这一决策的第一步, 我们经过精心组织策划, 推出了“21 世纪高校计算机系列教程”。

我们本次引进的教材都是现阶段我国台湾地区的科技大学和技职学院正在使用的教材, 这些学校是当前台湾地区发展高校计算机应用技术教育的主体学校, 我们认为这些教材在编写过程中均采用了理论与实际相结合的方法, 注重在学习理论知识的基础上重点培养学生的实践能力, 通过一系列实际训练, 提高学生各种必备的技术应用能力, 使他们一出校门便可发挥其所学专长, 成为该领域的专业人才。

全国高等院校计算机基础教育研究会高林教授充分肯定了铁道出版社引进台湾版应用技术教材的思路, 并在教材引进和编审过程中给予了全面指导, 组织多位专家教授对这套教材进行了审定。专家们一致认为本套教材内容新颖, 易教易学, 层次配套, 符合高校计算机应用技术教育的特点, 有利于推动我国高等职业教育的发展, 建议在全国范围内推广使用。

本套教材可以作为大学计算机应用技术课程教材以及高职高专、成人高校和面向社会的培训班的教材, 也可作为学习计算机应用技术的自学教材。

中国铁道出版社  
2003 年 7 月

# 前言

为了照顾初学者与已有基础者在阅读一本书的方式与需求上的不同，本书在编排上极具系统性，既可使初学者可以尽快入门，又可使已有基础者可以有进步神速的功效。

初学者往往在刚跨越新课程时，会感到脑子一阵混乱；面对无限多的数字系统和数码时，可能会产生一片混乱、不知如何入门的感觉。因此本书（数字逻辑）共分14章，用了较多的篇幅详述第1章（数字系统）和第2章（数码），并以各式各样的例题加以说明讲解，引导初学者建立数字系统与数码的概念，尽快走入数字逻辑领域。

第3章（逻辑门）、第4章（逻辑门内部电路）是从事数字逻辑与计算器设计所需要的硬件基础。在这里除了介绍了基本门（NOT、AND、OR）、万用门（NAND、NOR）、一致门（XOR、XNOR）外，还多介绍了一般相关书籍中所没有的隐示门（Imply）、丛集门（Majority），与对等逻辑等。在第4章中对于各种MOS族类逻辑门有极详细的说明，这是一般书籍中含糊不清的解释所不及的。

第5章电路特性，重点在于使学习者建立一个概念，当学会逻辑门的使用之后，就必须去注意逻辑门的电气特性对所设计的电路所产生的影响这个问题。

第6章（布尔代数）、第7章（卡诺图）都是化简函数式、简化逻辑电路的技巧。本书以最新、最简易的概念讲解布尔代数的定律、定理，使其可以用最短的步骤化简函数式，达到简化逻辑电路的目的。本书有别于其他书籍之处是：将卡诺图分为标准型、函数型、包含型和混合型4种，详细讲解哪一种函数式用哪一种卡诺图化简最简便，且速度最快。

第8章（组合逻辑）、第9章（时序逻辑）作为对数字逻辑电路设计能力的培养，本书列举了各种电路的设计并加以讲解，让学习者即使不会设计也会有所应用，这也是本书的目的之一。第10章数字电路应用，通过一般在微型计算机控制电路上常用的时钟脉冲产生器IC NE555，与七段显示器、显示器驱动/译码IC电路的详细说明，达到增强学习者的实际应用能力的目的。第11章（可编程规划逻辑）、第12章（存储器）、第13章（CPU）、第14章（微型计算机系统）等4章，是相关数字逻辑书籍中所没有的。为了让学习者能够趁热打铁，永远比别人快一步，急速地赶上3C与3G的时代，走在时代的前列，本书特别先行讲解了这4章。

最后，与本书配套的《数字逻辑基础习题集》是作者历年所收集的各种类型考试的题库，提供给读者作为阅读后的自我实力测验或准备升学、就业时的参考资料。

本书由卢祯、卢金阳整稿，由于晓平老师审校。如果读者在学习过程中发现问题，或有更好的建议，欢迎致电。我们会在适当的时间进行修订和补充，并发布在天勤网站：<http://www.tqbooks.net>的“图书修订”栏目中。

**为方便教学，我们将为选用本书作教材的任课老师免费提供本书的“电子教案素材库”光盘一张。**

联系电话：010-51873145 010-83550289

联系人：穆蓉

中国铁道出版社  
2004年6月

# 目 录

第 1 章 数字系统 .....	1
1-1 各种不同的数字系统.....	2
1-2 二进制的运算 .....	3
1-2-1 二进制的加法运算.....	4
1-2-2 二进制的减法运算.....	4
1-2-3 二进制的乘法运算.....	6
1-2-4 二进制的除法运算.....	7
1-3 补数.....	8
1-3-1 R-1 的补数.....	9
1-3-2 以 R-1 的补数做减法.....	10
1-3-3 R 的补数.....	12
1-3-4 用 R 的补数做减法.....	14
1-4 负数的表示法 .....	16
1-4-1 符号大小表示法.....	16
1-4-2 1 的补数表示法.....	17
1-4-3 2 的补数表示法.....	18
1-5 溢位 .....	19
1-5-1 有效范围判断法.....	19
1-5-2 进位判断法.....	20
1-5-3 符号判断法.....	23
1-6 不同进制的转换.....	26
1-6-1 二进制转换成 $2^k$ 进制 .....	27
1-6-2 $2^k$ 进制转换成二进制 .....	28
1-6-3 二进制转换成十进制.....	29
1-6-4 十进制转换成二进制.....	31
1-6-5 十进制转换成任何进制.....	34
1-6-6 任何进制转换成十进制.....	36
1-6-7 二进制转换成任何进制.....	38
1-6-8 任何进制转换成二进制.....	40
1-6-9 其他进制的转换.....	41
第 2 章 数字编码 .....	44
2-1 各种不同的数字编码.....	45
2-1-1 二进制码.....	45



2-1-2	BCD 码	46
2-1-3	84-2-1 码	47
2-1-4	2421 码	48
2-1-5	格雷码	49
2-1-6	加三码	50
2-1-7	标准 BCD 码	51
2-1-8	ASCII 码	52
2-1-9	EBCDIC 码	54
2-1-10	区域十进制与聚集十进制	56
2-1-11	霍夫曼码 (Huffman Code)	57
2-2	数字编码的转换	59
2-2-1	二进制码转换成格雷码	60
2-2-2	格雷码转换成二进制码	61
2-2-3	十进制码转换成 BCD 码	62
2-2-4	BCD 码转换成十进制码	63
2-2-5	BCD 码转换成加三码	63
2-2-6	加三码转换成 BCD 码	64
2-3	有检查能力的数字编码	64
2-3-1	二五码	65
2-3-2	五取二码	65
2-3-3	环形计数码	66
2-3-4	奇偶校验码	67
2-3-5	海明码	69
2-3-6	海明距离	70
2-3-7	CRC 码	71
<b>第 3 章</b>	<b>逻辑门</b>	<b>73</b>
3-1	基本门	74
3-1-1	与门	74
3-1-2	或门	75
3-1-3	非门	75
3-2	万用门	76
3-2-1	与非门	76
3-2-2	或非门	77
3-2-3	隐示门	78
3-3	一致门	79
3-3-1	互斥或门	79
3-3-2	互斥或非门	80
3-4	从集门	81
3-5	对等逻辑	83

第4章 逻辑门内部电路.....	85
4-1 DCTL 系列逻辑门.....	86
4-2 RTL 系列逻辑门.....	87
4-3 RCTL 系列逻辑门.....	88
4-4 DTL 系列逻辑门.....	89
4-5 HTL 系列逻辑门.....	91
4-6 TTL 系列逻辑门.....	92
4-7 ECL 系列逻辑门.....	100
4-8 IIL 系列逻辑门.....	101
4-9 MOS 系列逻辑门.....	103
4-9-1 空乏型 MOS.....	103
4-9-2 空乏型 MOS 系列逻辑门.....	108
4-9-3 增强型 MOS.....	110
4-9-4 增强型 MOS 系列逻辑门.....	114
第5章 电路特性.....	117
5-1 高低电位.....	118
5-2 延迟时间.....	119
5-3 消耗功率.....	120
5-4 扇出数.....	121
第6章 布尔代数.....	122
6-1 布尔代数的表示.....	123
6-2 布尔代数的基本运算定理.....	124
6-2-1 布尔加.....	124
6-2-2 布尔乘.....	125
6-2-3 自补定理.....	126
6-2-4 交换律.....	126
6-2-5 结合律.....	127
6-2-6 分配律.....	127
6-2-7 笛摩根定理 (DeMorgan's Theorem).....	128
6-2-8 吸收律 (Absorption).....	128
6-2-9 消去定理.....	129
6-2-10 对偶定理 (Duality Theorem).....	130
6-3 布尔代数的化简.....	132
第7章 卡诺图.....	137
7-1 卡诺图的形式.....	138
7-1-1 标准型卡诺图.....	139
7-1-2 函数型卡诺图.....	139
7-1-3 包含型卡诺图.....	140

7-1-4 混合型卡诺图.....	140
7-2 卡诺图的化简 .....	141
<b>第8章 组合逻辑 .....</b>	<b>149</b>
8-1 什么是组合逻辑.....	150
8-2 加法器的设计 .....	150
8-2-1 半加器 .....	150
8-2-2 全加器 .....	151
8-2-3 并加器 .....	152
8-2-4 串加器 .....	154
8-2-5 BCD 十进制加法器.....	154
8-3 减法器的设计 .....	157
8-3-1 半减器 .....	157
8-3-2 全减器 .....	158
8-3-3 1 的补数减法器的设计 .....	159
8-3-4 2 的补数减法器的设计 .....	160
8-4 加 / 减法器的设计 .....	161
8-5 乘法器的设计 .....	162
8-5-1 一位乘法器.....	162
8-5-2 二位乘法器.....	163
8-5-3 三位乘法器.....	163
8-6 平方器的设计 .....	165
8-6-1 一位平方器.....	165
8-6-2 二位平方器.....	165
8-6-3 三位平方器.....	167
8-7 奇偶校验位产生器的设计.....	168
8-8 奇偶校验位检查器的设计.....	170
8-9 比较器的设计 .....	171
8-9-1 一位比较器.....	171
8-9-2 二位比较器.....	172
8-9-3 四位比较器.....	173
8-10 编码器 .....	174
8-11 解码器 .....	177
<b>第9章 时序逻辑 .....</b>	<b>180</b>
9-1 什么是时序逻辑.....	181
9-2 锁存器 (Latch) .....	181
9-2-1 RS 锁存器 (RS Latch) .....	182
9-3 触发器 (Flip Flop) .....	184
9-3-1 R-S 触发器 (RS F/F) .....	185

9-3-2 J-K 触发器 (JK F/F) .....	187
9-3-3 D 型触发器 (D Type F/F) .....	190
9-3-4 T 型触发器 (T Type F/F) .....	191
9-3-5 各种触发器的替代.....	192
9-4 寄存器 (Register) .....	208
9-4-1 存储寄存器.....	209
9-4-2 移位寄存器 (Shift Register) .....	211
9-5 计数器 (Counter) .....	215
9-5-1 同步计数器 (Synchronous Counter) .....	216
9-5-2 模数计数器 (Model Counter) .....	216
9-5-3 环形计数器 (Ring Counter) .....	220
9-5-4 强生计数器 (Johnson Counter) .....	222
9-5-5 异步计数器 (Asynchronous Counter) .....	223
<b>第 10 章 数字电路的应用.....</b>	<b>227</b>
10-1 555 IC 电路 .....	228
10-2 七段显示器 .....	232
<b>第 11 章 可编程规划逻辑.....</b>	<b>237</b>
11-1 PLD.....	238
11-2 PAL .....	238
11-3 GAL .....	245
11-4 PAL CE .....	248
11-5 PLA.....	249
<b>第 12 章 存储器.....</b>	<b>254</b>
12-1 存储器的分类 .....	255
12-2 只读存储器 (ROM) .....	255
12-2-1 Mask ROM.....	255
12-2-2 PROM.....	257
12-2-3 EPROM.....	258
12-2-4 EEPROM .....	259
12-3 随机存取存储器 (RAM) .....	259
12-3-1 SRAM.....	260
12-3-2 DRAM .....	262
12-4 半导体存储器的优缺点.....	263
<b>第 13 章 CPU .....</b>	<b>265</b>
13-1 CPU 简介.....	266
13-2 CPU 的内部结构.....	268
13-3 CPU 的内部寄存器.....	272

第 14 章 微型计算机系统.....	277
14-1 微型计算机的简介.....	278
14-1-1 输入单元 (Input Unit; IU) .....	279
14-1-2 输出单元 (Output Unit; OU) .....	280
14-1-3 存储单元 (Memory Unit; MU) .....	281
14-1-4 算术逻辑单元 (Arithmetic and Logic Unit; ALU) .....	283
14-1-5 控制单元 (Control Unit) .....	283
14-2 RISC 计算机与 CISC 计算机 .....	284
14-3 单芯片微型计算机.....	284

# 1

## 数字系统

◎各种不同的数字系统

◎二进制的运算

◎补数

◎负数的表示法

◎溢位

◎不同进制的转换



## 1-1 各种不同的数字系统

数字系统的不同在于每一个数本身基底的不同,基底又称为底数。基底的意义代表着此数为几进制的意思。进制又称为进位。例如79的基底为10,就是指79的数为十进制。同理 $1011_{(2)}$ 的基底为2,就是指1011的数为二进制, $1011_{(2)}$ 也可写成 $(1011)_2$ 或 $1011_2$ 。数字系统到底有多少种呢?在自然界中数字系统有无限多种,但严格说起来还是有其限制的,即自然界中的1是不能拿来当做数字系统的基底,倘若自然数有 $N$ 个,数字系统就有 $N-1$ 种,即2、3、4、5、……、 $N-1$ 、 $N$ 。

每一个进制的组成元素到底有几个?又有哪些元素可以来组成某进制的任一个数呢?若以 $N$ 进制而言,其组成元素就有 $N$ 个,因为是由0开始计数,所以最大一个元素必定是 $N-1$ ,即0、1、2、3、……、 $N-2$ 、 $N-1$ 。例如八进制的组成元素必定有8个,即0、1、2、3、4、5、6、7,因此八进制的数并不包括8这个元素。同理,二进制的组成元素必须只有2个,即0与1,也不包括2这个元素。

各种不同的数字系统要如何分辨呢?一般均会在数字的右下方标示一个较小的数字,以表示几进制的意思。例如 $10110100_{(2)}$ 即表示为二进制的个数、 $3312_{(4)}$ 即表示为四进制的一个数、 $77251_{(8)}$ 即表示为八进制的一个数、 $4975_{(10)}$ 即表示为十进制的一个数、 $15AF_{(16)}$ 即表示为十六进制的一个数等。此外标示上去的小字即称为基底(Base)或底数。若是没有标示通常被视为十进制,因为惟独只有十进制可以容许不标示基底。例如7629即表示为十进制的一个数。

底数的标示方法还有另外一种形式,即也可以将整个数字用括号括起来,然后在括号外的右下方标示底数。例如 $(10110100)_2$ 、 $(3312)_4$ 、 $(77251)_8$ 、 $(4975)_{10}$ 、 $(15AF)_{16}$ 等。

一般而言,常见的数字系统有二进制、八进制、十进制及十六进制等,二进制以英文表示为Binary,故可以简称为“B”,因此二进制的底数也可以用B表示,例如 $10110100_{(B)}$ 。而八进制以英文表示为Octal,故可以简称为“O”,因此八进制的底数也可以用O表示,例如 $77251_{(8)}$ 。十进制以英文表示为Decimal,故可以简称为“D”,因此十进制的底数也可以用D表示,例如 $4975_{(10)}$ 。十六进制以英文表示为Hexadecimal,故可以简称为“H”,因此十六进制的底数也可以用H表示,例如 $15AF_{(16)}$ 。

在任一个进制的任一数字中,其有效数字最左边的一位为最高位数(Most Significant Digit,简称MSD),它所代表的乘幂值最高。而有效数字最右边的一位为最低位数(Least Significant Digit,简称LSD),它所代表的乘幂值最低。

二进制常被用于电脑内部的数值运算,十进制是人类惯用的数字系统,十六进制则是人类与电脑沟通时二进制的简化表示法,即为了辨认的方便而将4个二进制数改写成十六进制的一个元素,即二进制数 $100111101100011$ 可改写成十六进制数为9F63。至于八进制则是常用作将十进制转换成二进制时的快速桥梁,在十进制转换成二进制时,整数部分需要使用极为耗时的不断除以2的运算,而小数部分则使用不断乘以2的运算,即是使用冗长的长除长乘转换法来加以转换。若是先将其转换为八进制,然后再以位增减转换法转换为二进制,可增快其转换速度。

如表1101所示为二进制至十八进制间,各种不同进制所拥有的基本元素。基本元素即是指单个位数中有可能出现的所有数字或代表符号。

表 1101 二进制至十八进制间各种不同进制的基本元素

进 制	代表各种不同进制的基本元素																	
二进制	0	1																
三进制	0	1	2															
四进制	0	1	2	3														
五进制	0	1	2	3	4													
六进制	0	1	2	3	4	5												
七进制	0	1	2	3	4	5	6											
八进制	0	1	2	3	4	5	6	7										
九进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8									
十进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
十一进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A							
十二进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B						
十三进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C					
十四进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D				
十五进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E			
十六进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F		
十七进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	
十八进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	G	H

例题 1101 例如 1101 属于：

- (A) 二进制数字系统                      (B) 四进制数字系统  
(C) 十六进制数字系统                  (D) 以上都不对

解答 因为 1101 的底数省略，所以可能为十进制，但所有答案中并无十进制，所以选 (D) 以上都不对的答案。

例题 1102 以下哪一个进制表示法是错误的？

- (A)  $(4359)_{10}$       (B)  $(2375)_7$       (C)  $(4312)_5$       (D)  $(5F9H)_{18}$

解答 参考表 1101 二进制~十八进制间各种不同进制的基本元素，可以发现七进制的基本元素中并没有 7，因此只有答 (B)  $(2375)_7$  是错误的，所以答案选 (B)。

## 1-2 二进制的运算

人类不可能利用二进制来做运算，因为二进制的运算对于人类而言实在是太耗时了。由于电脑使用二进制，因此使用二进制来做运算有其方便性，二进制运算的硬件电路极为简单。硬件电路越简单系统越不容易出问题，倘若系统一旦出了问题，要排除故障也是很简单的。电脑没有人脑般灵活变通，因此为了使运算的结果不易发生错误，使用了最小的一个进制，即二进制做运算，是为求运算结果的正确性。虽然，人类在做二进制运算时极为耗时，但电脑做二进制运算却非常快，因为目前的电脑在执行运算时的速度比  $10^9$ s 还要短。



## 1-2-1 二进制的加法运算

电脑内部的主要运算其实只是加法运算而已，其余的减法、乘法、除法等种种运算都只是加法运算的应用罢了。加法运算的原则如下所示：

$$\begin{array}{r} 0 \\ + 0 \\ \hline 0 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r} 0 \\ + 1 \\ \hline 1 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r} 1 \\ + 0 \\ \hline 1 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r} 1 \\ + 1 \\ \hline 10 \end{array}$$

例题 1211 试计算二进制数  $01011+10101=?$

- (A) 100110      (B) 100010      (C) 100000      (D) 101110

解答

$$\begin{array}{r} 01011 \\ + 10101 \\ \hline 100000 \end{array}$$

所以此题答案选 (C)。

例题 1212 三个二进制数分别为 11011、10011 与 11，那么它们的和是

- (E) 010101      (F) 101011      (G) 110001      (H) 101101

解答

$$\begin{array}{r} 11011 \\ + 10011 \\ \hline 101110 \end{array}
 \quad \longrightarrow \quad
 \begin{array}{r} 101110 \\ + 11 \\ \hline 110001 \end{array}$$

所以答案选 (C)。

## 1-2-2 二进制的减法运算

其实在电脑中二进制的减法运算只不过是二进制加法运算的应用罢了，例如我们可以将  $A-B$  改成  $A+(-B)$  来运算，这样就成为加法运算了，但有一点需要特别留意的是， $A+B$  的  $B$  与  $A+(-B)$  的  $(-B)$  是必须加以区分的，否则电脑会将其视为是相同的。因此我们必须将  $-B$  改变成另一种表示方式，即取补数（在 1-3 章节中有详细说明如何取补数）的方式来与  $A$  做加法运算。

人类运算方式：

$$0-0=0 \qquad 0-1=-1 \qquad 1-0=1 \qquad 1-1=0$$

电脑运算方式：

$$0-0=0+(-0)=0 \qquad 0-1=0+(-1)=-1 \qquad 1-0=1+(-0)=1 \qquad 1-1=1+(-1)=0$$

例题 1221 试以 2 的补数编码做二进制减法运算  $01001110_2-00111111_2=?$

- (A)  $10011101_2$       (B)  $00001111_2$   
(C)  $11011100_2$       (D)  $10001101_2$

解答  $01001110_2-00111111_2 \longrightarrow$  ※MSB=0 为正数，所以题意为正数-正数。