



21世纪高职高专规划教材
计算机专业基础系列

微型计算机原理与结构 习题解答与实验指导

张庆平 胡恩勇 张业文 编著



清华大学出版社



清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

微型计算机原理与结构 习题解答与实验指导

王 毅 王 强 编



北京交通大学出版社
BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



21世纪高职高专规划教材
计算机专业基础系列

微型计算机原理与结构 习题解答与实验指导

张庆平 胡恩勇 张业文 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是与《微型计算机原理与结构》(第2版)(张庆平编著)配套使用的辅助教材。书中包括了习题解答、模型计算机仿真实验指导、Intel 处理器实验指导、补充习题相关内容。在随书所配的光盘中,附有模型计算机仿真实验软件以及教材中使用的所有程序,供读者在学习时使用和参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与结构习题解答与实验指导/张庆平,胡恩勇,张业文编著. —北京:清华大学出版社,2009.1

21 世纪高职高专规划教材·计算机专业基础系列

ISBN 978-7-302-18489-8

I. 微… II. ①张… ②胡… ③张… III. ①微型计算机—理论—高等学校:技术学校—教学参考资料 ②微型计算机—计算机体系结构—高等学校:技术学校—教学参考资料
IV. TP360

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 134270 号

责任编辑:束传政 贺志洪

责任校对:刘 静

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:11

字 数:253 千字

(附光盘 1 张)

版 次:2009 年 1 月第 1 版

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:21.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:024569-01

前言

微型计算机原理与结构习题解答与实验指导

本书是与《微型计算机原理与结构》(第2版)(张庆平编著)配套使用的辅助教材。书中包括四部分内容:第1部分是教材习题解答,给出《微型计算机原理与结构》(第2版)(张庆平编著)一书中所有习题的详细解答;第2部分是模型计算机仿真实验指导,介绍模型计算机仿真程序的使用方法,给出模型计算机的实验程序和实验指导;第3部分是Intel处理器实验指导,介绍Debug调试程序的使用方法,给出Intel处理器在16位存储空间中运行的实验程序和实验指导;第4部分是补充习题,并附有相应的参考答案,供读者在学习时参考。

本书的第1、3部分和附录由张庆平老师编写,第2部分由胡恩勇、张庆平老师合作编写,第4部分由张业文、张庆平老师合作编写。本书使用的模型计算机仿真软件程序由胡恩勇老师编写。

由于作者水平有限,书中难免会存在不足和错误,欢迎读者批评指正。

作者

2008年5月

目 录

微型计算机原理与结构习题解答与实验指导

第 1 部分 习题解答	1
1.1 第 1 章习题	1
1.2 第 2 章习题	3
1.3 第 3 章习题	8
1.4 第 4 章习题	13
1.5 第 5 章习题	19
1.6 第 6 章习题	22
1.7 第 7 章习题	26
1.8 第 8 章习题	30
1.9 第 9 章习题	38
1.10 第 10 章习题	43
1.11 第 11 章习题	55
第 2 部分 模型计算机仿真实验指导	58
2.1 概述	58
2.2 文件建立窗口	59
2.2.1 窗口组成	59
2.2.2 菜单选项与命令	60
2.3 “仿真执行”窗口	61
2.3.1 窗口组成	62
2.3.2 菜单选项与命令	63
2.4 仿真实验过程	64
2.5 I/O 窗	67
2.5.1 I/O 窗的显示	68
2.5.2 I/O 窗的设置	68
2.5.3 I/O 窗的组成与使用	69
2.6 模型计算机实验	73
2.6.1 指令系统实验	73

2.6.2	基本 I/O 程序实验	77
2.6.3	程序设计实验	79
第 3 部分 Intel 处理器实验指导		89
3.1	Debug 程序的使用	89
3.1.1	概述	89
3.1.2	Debug 控制下的存储空间	89
3.1.3	Debug 常用命令	90
3.2	系统功能调用	99
3.2.1	概述	99
3.2.2	显示功能调用	100
3.2.3	键盘功能调用	100
3.2.4	命令文件.COM	101
3.3	16 位程序设计实验	103
3.3.1	指令系统实验	103
3.3.2	程序设计实验	118
第 4 部分 补充习题		131
4.1	第 1 章补充习题	131
4.2	第 2 章补充习题	132
4.3	第 3 章补充习题	133
4.4	第 4 章补充习题	134
4.5	第 5 章补充习题	135
4.6	第 7 章补充习题	136
4.7	第 8 章补充习题	138
4.8	第 9 章补充习题	140
4.9	第 10 章补充习题	142
4.10	第 11 章补充习题	144
4.11	补充习题参考答案	145
附录 A ASCII 码		156
附录 B 模型计算机指令系统表		158
附录 C 模型计算机指令操作码表		161
附录 D Intel 80486 16 位空间常用指令表		164
附录 E 调试程序 Debug 常用命令		170

习题解答

1.1 第 1 章习题

1. 三进制和五进制的基数分别是多少? 钟表的时、分、秒分别采用什么进制?

答: 三进制基数是 3, 五进制的基数是 5。钟表的时、分、秒采用的进制分别是 24、60 和 60(一天为 24 小时, 钟表的“时”应为二十四进制, 不能错把它当作十二进制)。

2. 完成下列二进制数计算。

(1) $1100.101 + 10.1$

(2) $1111.001 - 1100.101$

(3) 101.001×1.011

(4) $111.000011 \div 1.011$

解: (1)

$$\begin{array}{r} 1100.101 \\ + 10.1 \\ \hline 1111.001 \end{array}$$

(2)

$$\begin{array}{r} 1111.001 \\ - 1100.101 \\ \hline 10.100 \end{array}$$

(3)

$$\begin{array}{r} 101.001 \\ \times 1.011 \\ \hline 101001 \\ 101001 \\ + 101001 \\ \hline 111.000011 \end{array}$$

(4) 方法 1(直接计算):

$$\begin{array}{r} 101.001 \\ 1.011 \overline{) 111.000011} \\ \underline{- 101.1} \\ 1.100 \\ \underline{- 1.011} \\ 0.001011 \\ \underline{- 0.001011} \\ 0.000000 \end{array}$$

方法 2(将除数化为整数后计算):

$$\begin{array}{r} 101.001 \\ 1011. \overline{) 111000.011} \\ \underline{- 101100.} \\ 1100. \\ \underline{- 1011.} \\ 1.011 \\ \underline{- 1.011} \\ 0.000 \end{array}$$

3. 将十进制数 153.375 分别转换成二进制数、八进制数和十六进制数。

解: (1) 先利用“除二取余法”将 153 转换成二进制整数, 再利用“乘二取整法”将 0.375 转换成二进制小数。

由以下方法可得: $153 = 10011001\text{B}$ 。

商	余
2 153	1 (低位)
2 76	0
2 38	0
2 19	1
2 9	1
2 4	0
2 2	0
2 1	1 (高位)
0	

由以下方法可得: $0.375 = 0.011\text{B}$ 。

整数	× 2
(高位) 0	0.750
1	1.500
(低位) 1	1.000

所以, $153.375 = 10011001.011\text{B}$ 。

(2) 将二进制数 10011001.011 转换成八进制数。

010, 011, 001. 011 B (每 3 位二进制数分为一组)

2 3 1 . 3 Q (用一个八进制数字替代 3 位二进制数)

(3) 将二进制数 10011001.011 转换成十六进制数。

1001, 1001. 0110 B (每 4 位二进制数分为一组)

9 9 . 6 H (用一个十六进制数字替代 4 位二进制数)

所以, $153.375 = 10011001.011\text{B} = 231.3\text{Q} = 99.6\text{H}$ 。

4. 完成下列进制数的转换。

(1) $(10110111.1001)_2 = ()_8 = ()_{16}$ (2) $(4\text{C.E})_{16} = ()_8 = ()_2$

解: (1) $(10110111.1001)_2 = (267.44)_8 = (\text{B7.9})_{16}$

(2) $(4\text{C.E})_{16} = (114.7)_8 = (1001100.111)_2$

5. 计算机是由哪几个基本部分组成的? 什么是总线? 什么是 CPU? CPU 是由哪两个部分组成的?

答: 计算机是由存储器、运算器、控制器、输入和输出设备五大基本部分组成的。总线是计算机各部件之间的公共信息传输线。CPU 是中央处理器 (Central Processing Unit) 的英文缩写, 它是由运算器和控制器两大部分组成的。

6. 什么是单元地址? 什么是存储容量? 存储容量的基本度量单位是什么? 它能存

放几位二进制数码?

答: 存储单元的编号称为单元地址。存储器所能存放的字节总数称为存储容量。存储容量的基本计量单位是字节, 一个字节可容纳 8 位二进制数。

1.2 第2章习题

1. 假设图 1.1 中开关闭合时为“1”, 断开时为“0”; 灯泡亮时为“1”, 灭时为“0”。试写出图中灯泡与开关之间的逻辑关系。

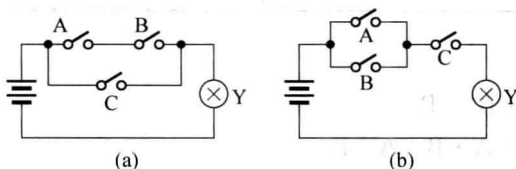


图 1.1

解: 由教材例 2.1 和例 2.2 可知: 两个开关串联符合逻辑“与”关系, 开关并联符合逻辑“或”关系, 因此

$$(a) Y = A \cdot B + C \quad (b) Y = (A + B) \cdot C$$

2. 试分析如图 1.2 所示逻辑门电路的工作原理, 指出其输入、输出信号之间的逻辑运算关系。

解: (1) 由图 1.2(a) 和表 1.1 可知: 只要 A、B 输入任何一个为低电平(逻辑“0”), 即: 只要 V_{P1} 、 V_{P2} 管有一个导通, V_{N1} 、 V_{N2} 管有一个截止, 电路输出 Y 就会变为高电平(逻辑“1”)。可见, 该电路符合逻辑“与非”的运算规则。

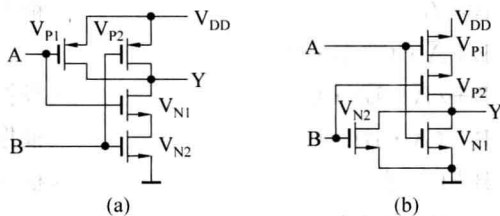


图 1.2

表 1.1 逻辑“与非”门晶体管状态

A	V_{P1}	V_{N1}	B	V_{P2}	V_{N2}	V_{DD} 、Y 间 电阻值	Y、GND 间 电阻值	Y
0	通	断	0	通	断	0	∞	1
0	通	断	1	断	通	0	∞	1
1	断	通	0	通	断	0	∞	1
1	断	通	1	断	通	∞	0	0

(2) 由图 1.2(b) 和表 1.2 可知: 只要 A、B 输入任何一个为高电平(逻辑“1”), 即: 只

要 V_{P1} 、 V_{P2} 管有一个截止, V_{N1} 、 V_{N2} 管有一个导通, 电路输出 Y 就会变为低电平(逻辑“0”)。因此, 该电路符合逻辑“或非”的运算规则。

表 1.2 逻辑“或非”门晶体管状态

A	V_{P1}	V_{N1}	B	V_{P2}	V_{N2}	V_{DD} 、Y 间 电阻值	Y、GND 间 电阻值	Y
0	通	断	0	通	断	0	∞	1
0	通	断	1	断	通	∞	0	0
1	断	通	0	通	断	∞	0	0
1	断	通	1	断	通	∞	0	0

3. 证明下列等式。

$$(1) (A+B) \cdot (\bar{A}+B) = B$$

$$(2) A \cdot B + A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot \bar{B} = A + \bar{B}$$

$$(3) A \cdot B + \bar{A} \cdot C + \bar{B} \cdot C = A \cdot B + C$$

$$(4) A \cdot \bar{B} + B \cdot D + \bar{A} \cdot D + C \cdot D = A \cdot \bar{B} + D$$

$$(5) A \cdot B + C + \bar{C} \cdot (\bar{A} + \bar{B}) \cdot (A + C \cdot D) = A + C$$

证明: (1) 左 $= (A+B) \cdot (\bar{A}+B)$

$$= A \cdot \bar{A} + B$$

(根据加法分配律)

$$= 0 + B$$

(根据互补律)

$$= B = \text{右}$$

(根据 01 律)

$$(2) \text{左} = A \cdot B + A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$= A \cdot (B + \bar{B}) + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

(根据乘法分配律)

$$= A \cdot 1 + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

(根据互补律)

$$= A + \bar{B} = \text{右}$$

(根据 01 律、吸收律)

$$(3) \text{左} = A \cdot B + \bar{A} \cdot C + \bar{B} \cdot C$$

$$= A \cdot B + (\bar{A} + \bar{B}) \cdot C$$

(根据乘法分配律)

$$= A \cdot B + (\overline{A \cdot B}) \cdot C$$

(根据反演律)

$$= A \cdot B + C = \text{右}$$

(根据吸收律)

$$(4) \text{左} = A \cdot \bar{B} + B \cdot D + \bar{A} \cdot D + C \cdot D$$

$$= A \cdot \bar{B} + (B + \bar{A}) \cdot D + C \cdot D$$

(根据乘法分配律)

$$= A \cdot \bar{B} + (\overline{A \cdot B}) \cdot D + C \cdot D$$

(根据交换律、反演律)

$$= A \cdot \bar{B} + D + C \cdot D$$

(根据吸收律)

$$= A \cdot \bar{B} + (1 + C) \cdot D$$

(根据乘法分配律)

$$= A \cdot \bar{B} + D = \text{右}$$

(根据 01 律)

$$(5) \text{左} = A \cdot B + C + \bar{C} \cdot (\bar{A} + \bar{B}) \cdot (A + C \cdot D)$$

$$= A \cdot B + C + (\bar{A} + \bar{B}) \cdot (A + C \cdot D)$$

(根据吸收律)

$$= A \cdot B + (\overline{A \cdot B}) \cdot (A + C \cdot D) + C$$

(根据交换律、反演律)

$$= A \cdot B + (A + C \cdot D) + C$$

(根据吸收律)

$$= A \cdot (B+1) + C \cdot (D+1)$$

(根据结合律、乘法分配律)

$$= A + C = \text{右}$$

(根据 01 律)

4. 化简下列逻辑表达式。

$$(1) Y = A \cdot B \cdot (A+B \cdot C)$$

$$(2) Y = \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot (B+\overline{C})$$

$$(3) Y = \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot B + A \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot C$$

$$(4) Y = A + A \cdot B \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + B \cdot C + \overline{B} \cdot C$$

$$(5) Y = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot C \cdot D + B + \overline{C} + \overline{D}$$

解: (1) $Y = A \cdot B \cdot (A+B \cdot C)$

$$= A \cdot B \cdot A + A \cdot B \cdot B \cdot C$$

(根据乘法分配律)

$$= A \cdot B + A \cdot B \cdot C$$

(根据重叠律)

$$= A \cdot B \cdot (1+C)$$

(根据乘法分配律)

$$= A \cdot B$$

(根据 01 律)

$$(2) Y = \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot (B+\overline{C})$$

$$= (A+\overline{B}+\overline{C}) \cdot (B+\overline{C})$$

(根据反演律、还原律)

$$= (A+\overline{B}) \cdot B + \overline{C}$$

(根据加法分配律)

$$= A \cdot B + \overline{B} \cdot B + \overline{C}$$

(根据乘法分配律)

$$= A \cdot B + 0 + \overline{C}$$

(根据互补律)

$$= A \cdot B + \overline{C}$$

(根据 01 律)

$$(3) Y = \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot B + A \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot B \cdot C$$

$$= \overline{A} \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B \cdot C + A \cdot B + A \cdot \overline{B} \cdot C$$

(根据交换律)

$$= \overline{A} \cdot (\overline{B} + B \cdot C) + A \cdot (B + \overline{B} \cdot C)$$

(根据乘法分配律)

$$= \overline{A} \cdot (\overline{B} + C) + A \cdot (B + C)$$

(根据吸收律)

$$= \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot B + \overline{A} \cdot C + A \cdot C$$

(根据乘法分配律、交换律)

$$= \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot B + (\overline{A} + A) \cdot C$$

(根据乘法分配律)

$$= \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot B + C$$

(根据互补律、01 律)

$$(4) Y = A + A \cdot B \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + B \cdot C + \overline{B} \cdot C$$

$$= A \cdot (1 + B \cdot C + \overline{B} \cdot \overline{C}) + (B + \overline{B}) \cdot C$$

(根据乘法分配律)

$$= A \cdot 1 + 1 \cdot C$$

(根据 01 律、互补律)

$$= A + C$$

(根据 01 律)

$$(5) Y = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot C \cdot D + B + \overline{C} + \overline{D}$$

$$= A \cdot \overline{B} + B + \overline{A} \cdot C \cdot D + \overline{C} + \overline{D}$$

(根据交换律)

$$= A + B + \overline{A} \cdot C \cdot D + \overline{C} + \overline{D}$$

(根据吸收律)

$$= A + B + \overline{A} \cdot C \cdot D + \overline{C \cdot D}$$

(根据反演律)

$$= A + B + \overline{A + \overline{C \cdot D}}$$

(根据吸收律)

$$= A + \overline{A} + B + \overline{C \cdot D}$$

(根据交换律)

$$= 1 + B + \overline{C \cdot D}$$

(根据互补律)

$$= 1$$

(根据 01 律)

5. 写出图 1.3 中的逻辑表达式。

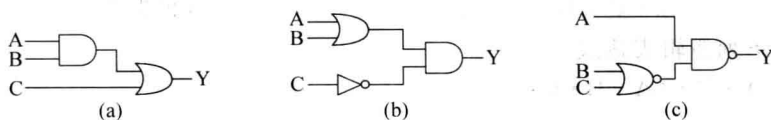


图 1.3

解: (a) $Y = A \cdot B + C$ (b) $Y = (A + B) \cdot \bar{C}$ (c) $Y = A \cdot (B + C)$

6. 根据如图 1.4 所示的逻辑图输入信号 A、B、C 的波形, 画出其输出信号 Y 的波形。

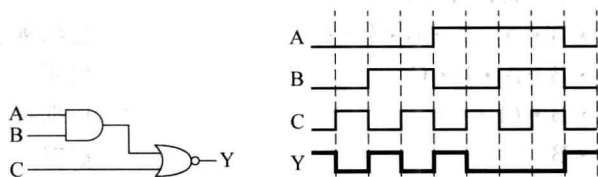


图 1.4

解: 根据题中逻辑图 1.4 可知输出信号的逻辑关系是: $Y = A \cdot B + C$, 可见, 只有当 A、B 都为“1”时, 或者 C 为“1”时, 输出信号 Y 才为“0”。由此可以得到图中输出信号 Y 的波形。

7. 三态门有哪三个输出状态? 在数字电路中, 它的主要用途是什么?

答: 三态门有 0 态(低电平)、1 态(高电平)和高阻态(断开状态)三种输出状态。在数字电路中, 三态门主要用途是进行二进制数据信号的传送与隔离。

8. 根据二进制减法规则, 参照“全加器”真值表, 写出“全减器”的真值表。

答: 根据减法运算规则, 可以得到如表 1.3 所示的“全减器”的真值表。

表 1.3 “全减器”的真值表

输 入			输 出	
A	B	I	S	C
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

其中, A、B 分别是二进制“被减数”和“减数”的某位数字, S 是该位的“差”, C 是该位向高位的借位输出信号, I 是来自低位的借位输入信号。

9. 什么是译码器? 对照 2-4 译码器的真值表, 写出 3-8 译码器的真值表。

答: 译码器是一种信号转换电路, 它将一个二进制编码信号转换成一个对应的逻辑

输出信号。3-8译码器的真值表如表1.4所示。

表 1.4 3-8译码器真值表

允许	编 码 输 入			译 码 输 出								说 明
E	C	B	A	Y ₀	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	
0	×	×	×	0	0	0	0	0	0	0	0	无译出信号
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	编码0译出信号
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	编码1译出信号
1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	编码2译出信号
1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	编码3译出信号
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	编码4译出信号
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	编码5译出信号
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	编码6译出信号
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	编码7译出信号

10. 什么是优先权编码器？对照4-2优先权编码器的真值表，写出8-3优先权编码器的真值表。

答：优先权编码器事先安排好了各输入信号产生编码的优先顺序，这个顺序决定了输入信号的优先权。优先权高的信号享有优先产生其编码的权力。当多个输入信号同时有效时，编码器将输出当前优先权最高的那个信号的编码。8-3优先权编码器的真值表如表1.5所示。

表 1.5 8-3优先权编码真值表

输 入 信 号								编码有效	编 码 输 出			说 明
A ₀	B	C	D	E	F	G	H	CA	Y ₂	Y ₁	Y ₀	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	无效输出
1	×	×	×	×	×	×	×	1	0	0	0	输出A编码
0	1	×	×	×	×	×	×	1	0	0	1	输出B编码
0	0	1	×	×	×	×	×	1	0	1	0	输出C编码
0	0	0	1	×	×	×	×	1	0	1	1	输出D编码
0	0	0	0	1	×	×	×	1	1	0	0	输出E编码
0	0	0	0	0	1	×	×	1	1	0	1	输出F编码
0	0	0	0	0	0	1	×	1	1	1	0	输出G编码
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	输出H编码

11. 如图1.5中的触发器初始状态为Q=0，试根据输入信号的波形，画出其输出信号OUT的相应波形。

解：同步D型触发器(图1.5(a))的写入控制信号E是一个高电平有效的信号，只有当E(=CLK)为高电平时，数据输入D(=DAT)信号才能写到触发器中，使输出Q变成与输入D一致的状态，因此输出信号OUT(=Q)的波形如图1.5(a)中的粗实线所示。

主从D型触发器(图1.5(b))的写入控制信号CLK是一个上升沿有效的信号，只有

当 CLK 由低到高跳变时,数据输入 $D(=\overline{Q})$ 信号才能写到触发器中,使输出 Q 变成与输入 D 一致的状态,因此输出信号 $OUT(=Q)$ 的波形如图 1.5(b) 中的粗实线所示。

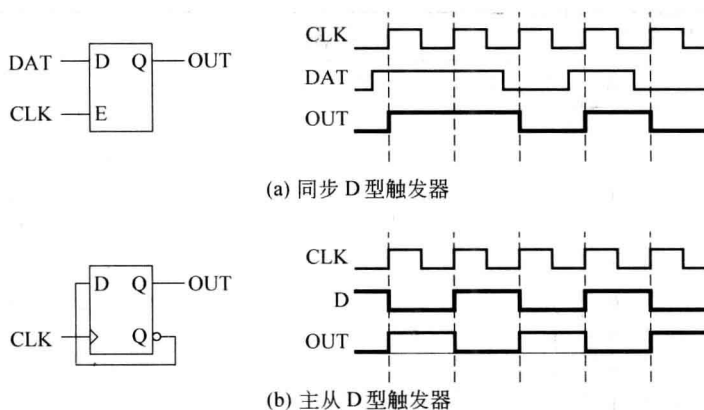


图 1.5

1.3 第 3 章习题

1. 写出下列机器数所能表示的最大真值和最小真值。

(1) 字长为 6 的原码 (2) 字长为 10 的补码

答: (1) 根据原码定义可知,字长为 n 位的原码表示范围是: $-(2^{n-1}-1) \sim 2^{n-1}-1$ 。因此字长为 6 位的原码,最大真值是 $31(=2^5-1)$,最小真值是 $-31(=-2^5+1)$ 。

(2) 根据补码定义可知,字长为 n 位的补码表示范围是: $-2^{n-1} \sim 2^{n-1}-1$ 。因此字长为 10 位的补码,最大真值是 $511(=2^9-1)$,最小真值是 $-512(=-2^9)$ 。

2. 设字长为 8,分别写出下列二进制数的原码和补码。

(1) 1000001 (2) -1000001

(3) 1101 (4) -1101

解: (1) $[1000001]_{\text{原}} = 01000001$

(2) $[-1000001]_{\text{原}} = 11000001$

$[1000001]_{\text{补}} = 01000001$

$[-1000001]_{\text{补}} = 10111111$

(3) $[1101]_{\text{原}} = 00001101$

(4) $[-1101]_{\text{原}} = 10001101$

$[1101]_{\text{补}} = 00001101$

$[-1101]_{\text{补}} = 11110011$

3. 设字长为 8,分别写出下列二进制数的补码和反码。

(1) -1000100 (2) -1110011 (3) -1111000

解: (1) $[-1000100]_{\text{补}} = 10111100$

(2) $[-1110011]_{\text{补}} = 10001101$

$[-1000100]_{\text{反}} = 10111011$

$[-1110011]_{\text{反}} = 10001100$

(3) $[-1111000]_{\text{补}} = 10001000$

$[-1111000]_{\text{反}} = 10000111$

4. 若将机器数 11101110 分别解释成原码、补码和反码,那么它所对应的真值分别是多少?

解: 若将机器数解释成原码 $[x]_{\text{原}} = 11101110$, 因为 $\text{MSB} = 1$, 所以它的真值是 $x = -1101110\text{B} = -110$ 。

若将机器数解释成补码 $[x]_{\text{补}} = 11101110$, 由于 $\text{MSB} = 1$, 无法直接读出其真值。但对机器数取补后有: $00010010 = [-x]_{\text{补}}$, $-x = 10010$, 所以它的真值是 $x = -10010\text{B} = -18$ 。

若将机器数解释成反码 $[x]_{\text{反}} = 11101110$, 由于 $\text{MSB} = 1$, 无法直接读出其真值。但对机器数取反后有: $00010001 = [-x]_{\text{反}}$, $-x = 10001$, 所以它的真值是 $x = -10001\text{B} = -17$ 。

5. 设字长为 8, 利用补码加法公式计算二进制数 $x+y$ 的值。

$$(1) x = -10110, y = -1010 \quad (2) x = -10110, y = 1010$$

$$(3) x = -1010, y = 10110 \quad (4) x = 10110, y = 1010$$

解: (1) $[x]_{\text{补}} = 11101010, [y]_{\text{补}} = 11110110$

$$\begin{aligned} [x+y]_{\text{补}} &= 11101010 + 11110110 \quad (\text{mod } 2^8) \\ &= 11100000 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 11101010 \\ + 11110110 \\ \hline 1 \ 11100000 \end{array}$$

由于符号位为 1, 结果为负; 其相反数的补码为 $[-(x+y)]_{\text{补}} = 00100000$, 所以 $-(x+y) = 100000, x+y = -100000$ 。

$$(2) [x]_{\text{补}} = 11101010, [y]_{\text{补}} = 00001010$$

$$\begin{aligned} [x+y]_{\text{补}} &= 11101010 + 00001010 \\ &= 11110100 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 11101010 \\ + 00001010 \\ \hline 11110100 \end{array}$$

由于符号位为 1, 结果为负, 其相反数的补码为 $[-(x+y)]_{\text{补}} = 00001100$, 所以 $-(x+y) = 1100, x+y = -1100$ 。

$$(3) [x]_{\text{补}} = 11110110, [y]_{\text{补}} = 00010110$$

$$\begin{aligned} [x+y]_{\text{补}} &= 11110110 + 00010110 \quad (\text{mod } 2^8) \\ &= 00001100 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 11110110 \\ + 00010110 \\ \hline 1 \ 00001100 \end{array}$$

由于符号位为 0, 结果为正, 所以 $x+y = 1100$ 。

$$(4) [x]_{\text{补}} = 00010110, [y]_{\text{补}} = 00001010$$

$$\begin{aligned} [x+y]_{\text{补}} &= 00010110 + 00001010 \\ &= 00001100 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 00010110 \\
 + 00001010 \\
 \hline
 00100000
 \end{array}$$

由于符号位为 0, 结果为正, 所以 $x+y=100000$ 。

6. 设字长为 8, 利用补码减法公式计算二进制数 $x-y$ 的值。

(1) $x=-10110, y=-1010$ (2) $x=-10110, y=1010$

(3) $x=1010, y=-10110$ (4) $x=10110, y=1010$

解: (1) $[x]_{\text{补}}=11101010, [y]_{\text{补}}=11110110$

$$\begin{aligned}
 [x-y]_{\text{补}} &= 100000000 + 11101010 - 11110110 \\
 &= 11110100
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 11101010 \\
 - \quad 11110110 \\
 \hline
 11110100
 \end{array}$$

由于符号位为 1, 结果为负, 其相反数的补码为 $[-(x-y)]_{\text{补}}=00001100$, 所以 $-(x-y)=1100, x-y=-1100$ 。

(2) $[x]_{\text{补}}=11101010, [y]_{\text{补}}=00001010$

$$\begin{aligned}
 [x-y]_{\text{补}} &= 100000000 + 11101010 - 00001010 \quad (\text{mod } 2^8) \\
 &= 11100000
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 11101010 \\
 - \quad 00001010 \\
 \hline
 11100000 \quad (\text{mod } 2^8)
 \end{array}$$

由于符号位为 1, 结果为负, 其相反数的补码为 $[-(x-y)]_{\text{补}}=00100000$, 所以 $-(x-y)=100000, x-y=-100000$ 。

(3) $[x]_{\text{补}}=00001010, [y]_{\text{补}}=11101010$

$$\begin{aligned}
 [x-y]_{\text{补}} &= 100000000 + 00001010 - 11101010 \\
 &= 00100000
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 00001010 \\
 - \quad 11101010 \\
 \hline
 00100000
 \end{array}$$

由于符号位为 0, 结果为正, 所以 $x-y=100000$ 。

(4) $[x]_{\text{补}}=00010110, [y]_{\text{补}}=00001010$

$$\begin{aligned}
 [x-y]_{\text{补}} &= 100000000 + 00010110 - 00001010 \quad (\text{mod } 2^8) \\
 &= 00001100
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 00010110 \\
 - \quad 00001010 \\
 \hline
 00001100 \quad (\text{mod } 2^8)
 \end{array}$$

由于符号位为 0, 结果为正, 所以 $x-y=1100$ 。