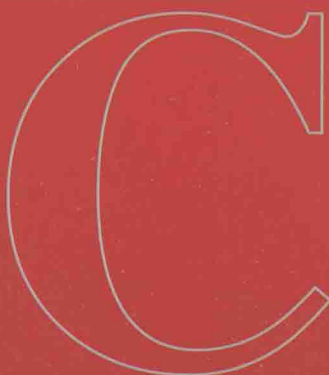


21世纪高等学校计算机**基础**实用规划教材

单片机原理、汇编 与C51及接口技术(第2版) 学习指导



朱定华 戴颖颖 朱悦 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校计算机**基础**实用规划教材

单片微机原理、汇编 与C51及接口技术（第2版） 学习指导

朱定华 戴颖颖 朱悦 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是为了配合《单片机原理、汇编与 C51 及接口技术(第 2 版)》教材的教学而编写的辅导书。书中对该课程教学中的重点和难点进行了详细论述,尤其是“难点分析”针对性很强。本书各章都配有“例题详析”,所举之例大都很典型,对加深有关内容的理解会有较大帮助,同时还给出了习题的详细解答。每章都附有一份单元测验试卷,还给出了两套综合模拟测验试卷,所有单元测验及综合模拟测验都配有答案。书中还选编了单片机的实验。

本书可作为大专院校学生学习单片机原理及应用、单片机接口技术等课程的辅助教材,也可以作为报考研究生相关科目的复习参考书,对从事单片机教学和科研的教师和技术人员也很有参考价值。

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

单片机原理、汇编与 C51 及接口技术(第 2 版)学习指导/朱定华等编著.--北京:清华大学出版社, 2013

21 世纪高等学校计算机基础实用规划教材

ISBN 978-7-302-31857-6

I. ①单… II. ①朱… III. ①单片微型计算机—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 066301 号

责任编辑:魏江江 赵晓宁

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:18.75

字 数:471 千字

版 次:2013 年 9 月第 1 版

印 次:2013 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.50 元

产品编号:051995-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

本系列教材立足于计算机公共课程领域,以公共基础课为主、专业基础课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了以下一些基本原则和特点。

(1) 面向多层次、多学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映各层次对基本理论和原理的需求,同时加强实践和应用环节。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生的知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。基础课和专业基础课教材配套,同一门课程可以有针对不同层次、面向不同专业的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制定教材规划时依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机基础实用规划教材

、联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

单片机因其独特的优点而广泛应用于各行各业,其身影几乎无处不在。因此,越来越多的大专院校开设了单片机原理与接口技术的课程,越来越多的企业也把掌握单片机技术作为招聘技术人员的标准之一。但是,在学习单片机原理和接口技术的过程中,不少人感到惶惑和吃力,这是因为单片机“麻雀虽小,五脏俱全”,为了弄清一个概念,往往要牵扯更多的新概念。为此,我们将三十多年的科研和教学经验加以总结和整理,针对学习过程中可能出现的各种疑难之处给予详细解答,相信您看了本书之后一定会感到物有所值。

本书共分3篇,即实验、学习指导以及单元测验和综合模拟测验。其中学习指导分为8章,各章的结构一致,都是由内容提要、本章重点、难点分析、例题详析、习题详解等部分组成。本书的独特之处有三:一是“难点详析”,以问答形式编写,许多问题都是各届学生共同的疑惑,其解答很有针对性和实用性;二是书中出现的所有例题、习题和试题,我们都无一遗漏全部给出了答案,其中绝大部分还列出了详细的解题过程,这将大大方便读者自学和复习应考之用;三是每章的单元测验以及两套综合模拟测验,我们都特意设计成百分制的标准试卷,这不仅可以让读者及时检测自己的学习情况,也相当程度地减轻了教师的工作量。同时,题型的多样化,对各级主考单位也是一个较好的参考。

本书由朱定华、戴颖颖和朱悦编写。参加本书编写工作的人员还有蔡苗、蔡红娟、翟晟、周斌、黄松、吕建才、陈艳、林卫、程萍、张德芳、林威、李志文等。

由于编者水平所限,书中难免会有疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正,特此感谢。

我们的电子邮件信箱为:zhu4361@163.com。

编 者

2013年5月于武昌

目 录

第 1 章 微型计算机基础	1
1.1 内容提要	1
1.2 本章重点	2
1.2.1 数制及转换	2
1.2.2 有关计算机的一系列概念	3
1.2.3 MCS-51 单片机内部结构	3
1.3 难点分析	3
1.4 例题详析	9
1.5 习题详解	13
第 2 章 汇编语言与汇编程序	22
2.1 内容提要	22
2.2 本章重点	23
2.3 难点分析	23
2.4 例题详析	26
2.5 习题详解	29
第 3 章 程序设计的基本技术	39
3.1 内容提要	39
3.2 本章重点	39
3.3 难点分析	39
3.4 例题详析	44
3.5 习题详解	49
第 4 章 MCS-51 单片机内部接口电路	66
4.1 内容提要	66
4.2 本章重点	66
4.3 难点分析	67
4.3.1 接口	67
4.3.2 中断	67
4.3.3 定时器	69
4.3.4 并行接口	71
4.3.5 串行口及串行通信	73

4.4	例题详析	78
4.5	习题详解	92
第 5 章	单片机的最小应用系统与外部扩展	102
5.1	内容提要	102
5.2	本章重点	102
5.3	难点分析	103
5.3.1	单片机的最小应用系统	103
5.3.2	单片机的外部扩展	105
5.3.3	简单芯片扩展 I/O 口	106
5.4	例题详析	108
5.5	习题详解	115
第 6 章	半导体存储器	122
6.1	内容提要	122
6.2	本章重点	122
6.3	难点分析	122
6.3.1	存储器的基本概念	122
6.3.2	常用的半导体存储器芯片	123
6.3.3	存储器与 CPU 的接口	125
6.4	例题详析	128
6.5	习题详解	133
第 7 章	常用可编程接口芯片	139
7.1	内容提要	139
7.2	本章重点	142
7.3	难点分析	142
7.3.1	可编程并行接口 8255	142
7.3.2	可编程计数器/定时器 8253	143
7.3.3	可编程多功能接口 8155	144
7.3.4	键盘/显示控制器 8279	145
7.4	例题详析	147
7.5	习题详解	156
第 8 章	模拟通道接口	175
8.1	内容提要	175
8.2	本章重点	175
8.3	难点分析	176
8.3.1	基本概念	176
8.3.2	数模转换器的接口技术	178
8.3.3	模数转换器的接口技术	180
8.4	例题详析(均以片内带数字量接口的芯片为例)	182

8.5 习题详解	187
实验 1 仿真软件的使用	200
实验 2 程序设计	210
实验 3 P1 口实验	216
实验 4 外部中断和定时器实验	218
实验 5 键盘、七段显示器实验	220
实验 6 AD 转换实验	223
实验 7 DA 转换实验	226
实验 8 串行通信实验	229
单元测验试卷与综合模拟测验试卷及参考答案	230
第 1 章单元测验	230
第 2 章单元测验	232
第 3 章单元测验	235
第 4 章单元测验	237
第 5 章单元测验	239
第 6 章单元测验	241
第 7 章单元测验	244
第 8 章单元测验	245
综合模拟测验 A 卷	247
综合模拟测验 B 卷	250
参考答案	253
附录 A 超想 3000 仿真器使用说明	275
附录 B MCS-51 指令速查表	286

1.1 内 容 提 要

数制及不同数制间的转换是本章的第一个主要内容(至于逻辑单元和部件,这是对前导课程《数字电子技术》的基本要求);有关计算机(特别是微型计算机、单片机)的一系列基本概念是本章的第二个内容;而本章的第三个内容则是 MCS-51 单片机的基本结构,这一部分是全新的概念,既是本章重点又是本章难点,需要认真掌握。

1. 数制及其转换的主要内容

因为二进制数及其编码是计算机运算的基础,计算机唯一能识别的数是二进制数,计算机的指令、数据、字符、地址均用二进制数表示,所以掌握二进制数是非常重要的。为了书写方便、读数直观,引入了十六进制数,但这仅是一种手段。因为人们习惯用十进制数,所以又引入了 BCD 码。对于键盘上的各种符号,在计算机内的表示法是全球统一的,称为 ASCII 码,这种代码在数据通信时也常常使用。因此,需要熟悉二进制、十进制和十六进制这 3 种数制之间的转换,也要掌握 BCD 码与 ASCII 码的含义和用途。

在微型计算机中,可以实现二进制的加、减、乘、除等基本运算,为了简化电路、降低成本、加快运算速度,引入了补码表示法。利用补码表示法,可以将二进制数的减法运算变为加法运算,还可以将符号数和无符号数统一起来。

微型计算机不仅能进行算术运算,而且能进行逻辑运算。基本的逻辑运算有“与”、“或”、“非”、“异或”4 种。所有的逻辑运算都是按位操作的。

2. 微型计算机的结构及有关概念

建议读者以冯·诺依曼计算机体系结构(即计算机硬件的五大部件——运算器、控制器、存储器、输入和输出)作为引导主线,这样可以引出和记住一系列关于计算机的基本概念。例如,什么是处理器(CPU),什么是主机,什么是计算机,什么是计算机系统,前四代计算机的主要区别是什么,并给出了微型计算机、单板微机和单片微机的定义,并特别强调了微处理器、微型计算机、微机系统之间的差异以及单片微机的独特优点和用途。

3. MCS-51 单片机基本结构

本书选用的教学机型是 MCS-51 系列 8 位单片微机,它的硬件组成仍符合冯·诺依曼

体系结构,只是五大部件集成在一块硅片内,其独特优点是控制能力强、性/价比高、可靠性好。特别地,MCS-52 子系列是 MCS-51 子系列的增强型,内部结构大体相同,区别仅在片内存储单元的容量扩大及增加了一个定时器,片内所含部件详见表 1-1。

表 1-1 MCS-51 单片机片内所含部件

子系列	片内 ROM 形式			ROM 容 量/KB	RAM 容 量/B	SFR 字节数	寻址范围 /KB	I/O 特性			中断源
	无	ROM	EPROM					定时器	并行口	串行口	
51 子系列	8031	8051	8751	4	128	21	2×64	2×16	4×8	1	5
	80C31	80C51	87C51	4	128	21	2×64	2×16	4×8	1	5
52 子系列	8032	8052	8752	8	256	26	2×64	3×16	4×8	1	6
	80C32	80C52	87C52	8	256	26	2×64	3×16	4×8	1	6

在 MCS-51 单片机的片内结构中,尤以片内 RAM 区的划分最为复杂、细致,涉及的概念也相当多,如果能彻底理解和牢牢掌握,就说明对 MCS-51 单片机内部结构已经具有清晰的概念了。

1.2 本章重点

1.2.1 数制及转换

1. 数的表示

- 真值：一般书写时表示的数(即带有±号的数)。
- 机器数：计算机中的二进制数(正数和负数的符号以最高位为 0 或 1 来表示)。
- 无符号数：最高位不视作符号位的数。
- 符号数：最高位视作符号位的数。

二进制符号数的表示法有好几种：原码表示法、反码表示法和补码表示法。其共同点是,最高位均为符号位,0 表示正数而 1 表示负数,且它们对正数的表示完全一致。不同点是,原码的数值位将负数的绝对值照搬;反码是将负数的绝对值取反;而补码是将负数的绝对值求补,即取反后再加 1。由于补码在运算时的合理性,计算机内通常选用补码表示法。

2. 数的转换

- N 进制转换为十进制：将各位之权与对应之幂相乘展开,再累计求和即可。
- 十进制转换为 N 进制：将整数和小数分开,分别转换后再拼接。
- 转换口诀：整数部分除基取余(首次余数为整数最低位);小数部分乘基取整(首次整数为小数最高位)。

需要特别说明的是,求十进制分数的二进制数,不必先转化为小数再求,完全可以根据“乘基取整”的定义直接相求,既快又准。

3. 两种常用编码

BCD 码：以二进制数表示十进制数的编码，一般采用 4 位二进制数来表示一位十进制数（即压缩 BCD 码）。其特点是：4 位之内为二进制关系，每 4 位之间为十进制关系。

ASCII 码：美国标准信息代码，它是一种字符编码，为计算机中 100 多个字母、符号（包括常用键盘控制符）规定了特殊的 7 位二进制码，如数字 0~9 的 ASCII 码为 30H~39H。

1.2.2 有关计算机的一系列概念

牢记：计算机硬件结构包括五大部件：运算器、控制器、存储器、输入接口和输出接口，这根线贯穿全书始终。其中：运算器、控制器、存储器合称为主机。运算器、控制器合称为中央处理单元或处理器（CPU），若这两部分集成在同一块集成电路硅片上，则称为微处理器或 MPU。

五大部件集中在一块印制电路板（且含 MPU）的计算机，称为单板微型计算机。

将五大部件集中在同一块集成电路硅片上的计算机称为单片机。

将五大部件及对应的系统软件和应用软件等合称为（微型）计算机系统。

用电子管实现这五大部件的计算机称为第一代电子计算机；用晶体管实现这五大部件的计算机称为第二代电子计算机；用中小规模集成电路实现这五大部件的计算机称为第三代电子计算机；用大规模和超大规模集成电路实现这五大部件的计算机称为第四代电子计算机。

1.2.3 MCS-51 单片机内部结构

（1）运算器和控制器（即 CPU）的主要作用。

（2）MCS-51 存储器的特点（四大物理空间或三大逻辑空间）。

（3）片内程序存储空间和数据存储空间（地址安排、容量大小和各自用途，特别是低端 128B 的数据 RAM 的各单元用途）。

（4）21 个特殊功能寄存器（SFR）的各自用途。

（5）从运算器、控制器和存储器的作用入手，结合程序计数器 PC、累加器 A 及有关的 SFR（如堆栈指针 SP、程序状态字 PSW、数据总线复用口 P0、地址总线复用口 P0&P2 和控制总线复用口 P3 等）来深刻理解指令执行过程。

1.3 难点分析

1. 补码的概念

实际上，补码的概念适用于任何进制。因为其最本质的定义是：若一个数 x 与另一数 y 相加刚好得到 x 或 y 的最小进位（注意要保持 x 与 y 的长度相同），则称 x 与 y 互为补数，这个最小进位的数值称为“模”。例如，十进制数 9 的补数是 1，其“模”是 10；而 09 的补数是 91，其“模”就是 100。

对 x 求补的运算其实很简单,就是用“模”减去 x 所得到的差。

补码能使减法变成加法的概念也适用于任何进制数。例如, $9-3$ 的运算可以改用 $9+(-3)$,并丢弃模的运算来求得,即变成 $9+7=16$,丢弃模 10 之后得到 6。当然,在一般情况下不会舍近求远采用补码方式来进行十进制数的运算,但在二进制数中补码就有用武之地了。由于二进制数的特殊性,使得“用模减掉二进制数 x ”的运算可以简单地转化为“对 x 取反加 1”,即计算机可以用一反相器和加法器轻易求补,从而使二进制数的减法能用加法器实现。

2. 无符号数和符号数的自动识别

凡是能在计算机内存或参与运算的都是二进制形式的机器数,计算机只能识别 0 和 1,至于某个二进制数的最高位究竟应看作是符号位还是数值位,理论上是无法自动识别的。只能靠用户在编写程序时做到“心中有数”。对于 8 位二进制数,若看成字节无符号数,其表示范围是 $0\sim 255(00H\sim FFH)$;若看成字节符号数,其表示范围是 $-128\sim +127(80H\sim 7FH)$ 。

计算机所进行的运算是把符号数的符号位也当作数值(即将符号数当作无符号数)进行运算,又把运算的结果当符号数来影响状态标志位。

但是,由于引入了补码概念,使得计算机在进行无符号数和符号数的运算时能够实现操作的一致性,且结果合理。例如, $1FH$ 与 $D0H$ 相加,无论将它们视作无符号数还是符号数,其结果都是 EFH 。编制无符号数加法的用户会将该结果的真值认作是 239(即 $31+208$),而编制补码数加法的用户则会将该结果的真值认作是 -17 (即 $31+(-48)$)。

3. 求补码和求补的区别以及根据真值求补码和根据补码求真值

补码是表示符号数的一种码制;而“求补”则是一种操作,是机械地“取反加 1”的操作。可以对任何数(不论数是正还是负,也不论数是何种码)执行求补操作。事实上,通常只会遇到两种求补数的情况:一是求负数的补码,对其绝对值执行求补操作得其补码;二是求负数(补码)的真值,其求法是先将该补码数执行求补操作得其绝对值,再在绝对值前添加一负号。

求补码的一个通俗口诀是“正数不变,负数求绝对值的补数”。

要求一个十进制数(即真值)的补码,应当先判断该十进制数是负数还是正数。若该十进制数是正数,则其补码就是原数本身,也就是说,只需将它转换为二进制数,而不需再执行求补操作。若是负数,则要先将原数的绝对值用二进制数表示出来,然后对这个二进制数执行求补操作。例如,求 68 的补码时,就只需将 68 转换为二进制数 $01000100B$ (或十六进制数 $44H$);而求 -68 的补码时,则应先写出 -68 的绝对值(即 68)的二进制数 $01000100B$ (或十六进制数 $44H$),然后对 $01000100B$ 执行求补操作,最后得到 -68 的补码 BCH 。

还有一种情况是初学者容易困惑的,那就是如何根据某个补码还原其真值。但如果对前面介绍的补码概念已经很清楚,就不会对这种逆运算感到太困难。

根据补码求真值的一个通俗口诀是“正不变,负求补并添负号”。

具体求法是,首先根据补码数的位数写出完整二进制数,由最高位确定其是正数还是负数。若最高位为 0,意味着对应的真值必为正数(符号为+),而正数在写成补码时就是它本

身,并没有多余的求补操作。所以,将该补码直接按权按幂展开即可。例如,要求补码 44H 的真值,就可以简单地计算出其真值为 $+(4 \times 16 + 4) = +68$ 。但若要求 BCH 的真值,则由于其最高位为 1,真值必为负数(符号为-),该数在当初写成补码时一定是执行求补操作了的,现在就要对该补码再次求补以恢复其绝对值(是不是有点“负负得正”的味道),因此对 BCH 求补操作后得到 44H,这就是其真值的绝对值,而真值为 $-44H = -(4 \times 16 + 4) = -68$ 。千万别忘了添负号!

4. 原码、反码和补码

8 位补码数的表示范围为何是不对称的 $-128 \sim 127$? 80H 究竟是 $+128$ 还是 -128 ?

8 位原码数和反码数的表示范围都是对称的 $-127 \sim +127$,而补码数却是不对称的 $-128 \sim 127$ 。其原因是,原码数和反码数都有两个 0($+0$ 和 -0),而补码数只有一个 0。这便节省下来一个编码值,可以让 $-127 \sim +127$ 的某一边界再拓宽一点。那么,该编码值加给哪一边更合适呢? 如果让 $+127$ 变为 $+128$ 的话,会导致对应的 8 位二进制代码的最高位为 1,变成负数的含义,不可取。所以只能加到负数边界,让 -127 变为 -128 ,此时对应的 8 位二进制代码是 1000 0000B,其十六进制数为 80H。

要回答 80H 对应的十进制数究竟是多少,首先要确定 80H 究竟是无符号数还是补码数(计算机中的符号数)。如果是无符号数,则 80H 的大小就是 $+128$; 如果 80H 是补码数,其真值的计算应当遵循“取反加 1”后添加一负号的规则,这便得到 $-80H = -128$ 的结果。

请注意“补码”与“补数”的区别:符号数在计算机内必以补码形式来存放和参与运算,而负数转化为补码的方法便是求补操作,即计算其绝对值的补数。

5. 进位和溢出的区别

两数运算的结果若没有超出字长的表示范围,则由此产生的进位是自然进位;若两数的运算结果超出了字长的表示范围(即结果不合理),则称为溢出。例如,将正数 3FH 和负数 D0H 相加,其结果不会超出 8 位字长的表示范围,所以其结果 $\boxed{1}0FH$ 中的进位是正常进位(也就是模)。但是,若正数 3FH 与正数 70H 相加,其结果为 AFH,最高位为“1”,成了负数的含义,这就不合理了,这种情况称为溢出。

判别结果是否溢出,除了配套教材中介绍的 $C_y \oplus C_s$ 外,还可以采用双符号补码,即:将一个符号位扩展为两个符号位,将 8 位二进制数的运算变成 9 位运算(舍去比双符号更高的进位位),若结果中的两个符号位相同(异或为 0),则表示无溢出;若不同(异或为 1),则表示有溢出。且双符号位为 01 时表示正溢出;为 10 时表示负溢出。

例如,用双符号位法计算 $3FH + D0H$,相当于 $\boxed{00}0111111B + \boxed{11}1010000B = 1\boxed{00}0001111B$,两符号位相同,无溢出。

再如,用双符号位法计算 $3FH + 70H$,相当于 $\boxed{00}0111111B + \boxed{00}1111000B = \boxed{01}0101111B$,两符号位不相同且为 01 形式,说明有溢出,而且是正溢出(即超出了正数的字长表示范围)。

若结合程序控制字(PSW)中的进(借)位标志 C 和溢出标志位 OV 的概念,此问题可以表述为:参与运算的数不论是无符号数还是符号数,计算机都按符号数来置位溢出标志、按无符号数来置位进位标志;当运算结果超出了 8 位字长所能表示的范围时,即字节运算结

果超出了 80H~7FH(−128~+127)时溢出,OV 将置 1,否则 OV 置 0;对加法运算来说,如最高位向前产生了进位,则进位标志置 1,否则置 0;对减法运算来说,最高位向前产生了借位(即不够减)时,进位标志置 1,不产生借位(即够减)时进位标志置 0。

6. “十转 N”和“N 转十”的快速数制转换运算方法

把一个十进制数转换为二进制数,可以先把该数转换为十六进制数,然后再转换为二进制数。这样可以减少计算次数;反之,要把一个二进制数转换为十进制数,也可以采用同样的办法。若记住 2ⁿ 和十六进制数、十进制数的对应关系(表 1-2)以及某些十进制整数(如 50、100、200 等)和十六进制数的对应关系(表 1-3),转换起来则更为快捷、方便,具体实现方法参见本章的例题详析和习题详解。

表 1-2 部分二进制数与十进制数的对应关系

	2 ⁿ	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷	2 ⁸	2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵	2 ¹⁶
十六进制数		20	40	80	100	200	400	800	1000	2000	4000	8000	10000
十进制数		32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16 384	32 768	65 536

表 1-3 部分十进制数与十六进制数的对应关系(可自行添加)

十 进 制 数	50	80	100	127	255	65535
十六进制数	32H	50H	64H	7FH	FFH	FFFFH

还需要说明的是,在汇编语言源程序中可以使用二进制数、十六进制数,也可以使用十进制数,不需要编程作数制的转换,它们的转换工作可由汇编程序来完成。但是,若需将键盘输入的十进制数参与运算,或需将运算的结果以十进制数形式输出,则要编写程序将十进制数转化为二进制数,或将二进制数转化为十进制数。

7. BCD 数与十六进制数的区别

BCD 数的特点是用 4 位二进制数编码来表示一位十进制数,那么 8 位二进制数可以表示两位 BCD 数。例如,十进制数 29 的 BCD 数在计算机内存放的二进制码形式为 0010 1001B;为了书写方便,再将二进制数的形式写成十六进制数的形式,那就变成了 29H。

有的教科书为了将 BCD 数 29 与普通十六进制数 29H 区分开,规定将 BCD 数 29 写成 29BCD 的模样,但由于它在计算机中的存放形式仍然是 00101001B,用十六进制数来记忆和书写仍然是 29H,所以很少有人用在其后加“BCD”的书写形式,而是约定俗成地沿用在其后加“H”这种形式。

也就是说,十进制数 29 的 BCD 数本应该写成 29BCD,但因为它在计算机内存放为二进制数 00101001B,即十六进制数 29H,所以可以简单地把任意一个两位十进制数 XY 写成 XYH。

或许有人会问,当计算机内放置的是 29H 时,它到底是普通的十六进制数还是 BCD 数,这得看当初这个数据是以何种“身份”存入的,或者要根据程序的上下文来判断。

例如,欲让计算机来执行 29+18,既可以先将两个加数分别转化为二进制数(1DH 和 12H)之后,再做二进制数的加法得到 2FH,最后再将结果转化回 BCD 数;也可以直接将两

个BCD数 29H 和 18H 相加得到 41H,再将这个不正确的 BCD 数调整为正确的 BCD 数 47H。

8. 片内低端 128B 的数据空间的用途

片内低端 128B 的数据 RAM 都可作为普通寄存器使用。这 128B 分为 3 个地址区间，各有不同用途，如图 1-1 所示。

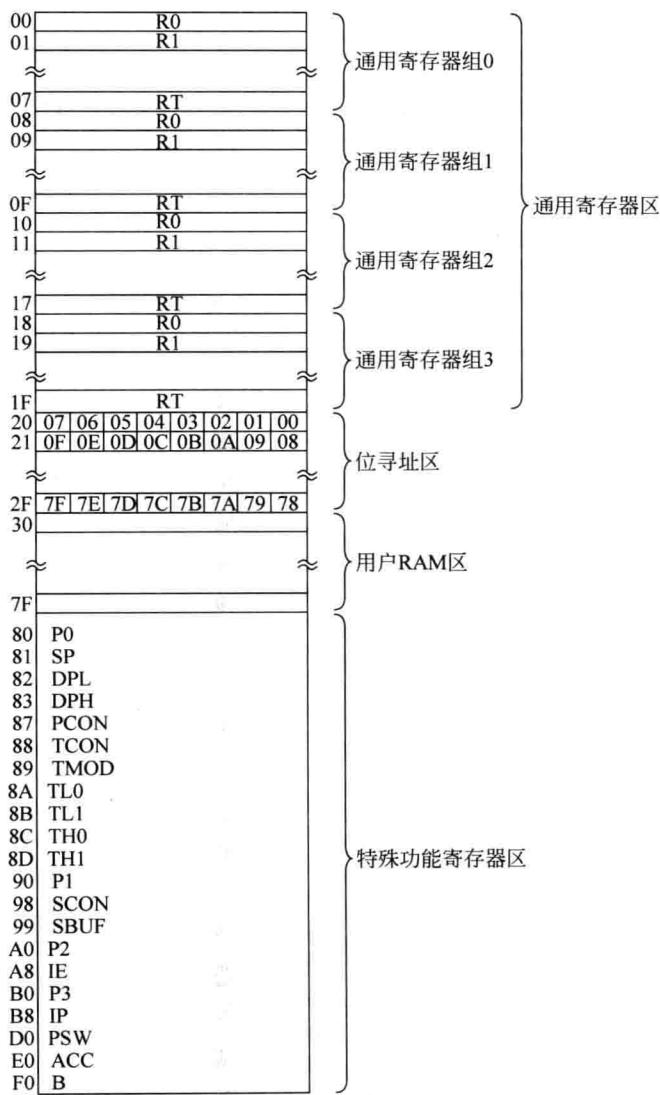


图 1-1 51 子系列单片机片内 RAM 空间划分

(1) 字节地址 00H~1FH: 分配给 4 组通用寄存器,每组寄存器名称相同,都是 R0~R7; 4 组 R_n 不能同时使用,当前选择使用哪一组 R_n,要由 PSW 的 RS1 和 RS0 两位来决定。

(2) 字节地址 20H~2FH: 既可作为普通的字节寄存器,也可作为位寻址区,每个字节

均可分为 8 个可位寻址的存储元(bit 位),此区间 128 个存储元按位另外统一编址(即位地址),分别为 00H~7FH,常用来存放实际控制中的各种状态信息。

(3) 字节地址 30H~7FH:普通的字节寄存器,常用来存放临时数据,又称数据缓冲区。其中最高端的若干字节常用作教学开发机各 LED 数码管的数据缓冲区,配合监控程序中的显示模块使用。例如,江苏启东厂的教学开发机就是将 7EH~79H 这 6 个存储单元当作 LED 显示缓冲区,无论用户预置内容是 BCD 码还是七段代码,都可以在监控程序中找到对应的显示模块,通过调用来完成用户所需的数值显示。

片内高端 128B 的 RAM 区只有 21 个字节有效,这 21 个字节既有地址,又有各自独特的名称,且用途各异,因此称为特殊功能寄存器(SFR)空间,其中凡字节地址能被 8 整除的 SFR 均可实现位寻址,那些位也有独立的位地址,且编号规律与低端位寻址区不同,与各自所在 SFR 字节地址相关。

9. 21 个字节的 SFR 中的寄存器

应该说寄存器都很重要,别忘了它们都叫做“特殊功能”寄存器。

不过,在 MCS-51 指令集内,涉及面最宽的一个寄存器是 ACC(累加器),其次是 PSW,而一旦涉及片外扩展,则 P0~P3 锁存器又显得分外重要,因为它们将代替系统总线(AB、DB、CB)的功能。

在本书前 5 章中可能用到的寄存器只有 6 个,即 A、B、PSW、SP、DPH 和 DPL(合称为 DPTR)。

与并行接口或片外扩展有关的寄存器是 P0~P3。

与中断控制有关的是 IE 和 IP,还有 TCON。

与定时器有关的 SFR 有 TCON、TMOD、TH0、TL0、TH1 和 TL1。

与串行接口有关的是 SCON、PCON 和 SBUF。

这 21 个 SFR 在上电复位时除了 SP=07H、P0~P3 锁存器为 FFH 外,其余全部为 00H。

10. 累加器 A 和 ACC 的区别

A 和 ACC 虽指的是同一个寄存器,但在指令中它们是有区别的。ACC 在汇编后的机器指令中必有一个字节的操作数是 ACC 的字节地址 E0H,A 则隐含在指令操作码中。所以符号指令中的 A 不能用 ACC 代替;反之,特殊功能寄存器直接寻址和位名称寻址要用 ACC,而不能用 A 代替。例如,符号指令 INC A 的机器码是 04H,而写成 INC ACC 之后则成了 INC direct 的格式,对应机器码则成了 05E0H。

11. 程序状态字 PSW 中各个状态位的来源及 PSW.5 和 PSW.2 的作用

PSW 又称为标志寄存器,主要用来存放指令执行过程中所产生的各种特殊信息,这些信息分别来自于:

PSW.7(C 标志)——来自运算器最近一次算术运算操作,用于查看运算结果有无进(借)位。

PSW.6(AC 标志)——来自运算器最近一次算术运算操作,用于查看运算结果的低 4