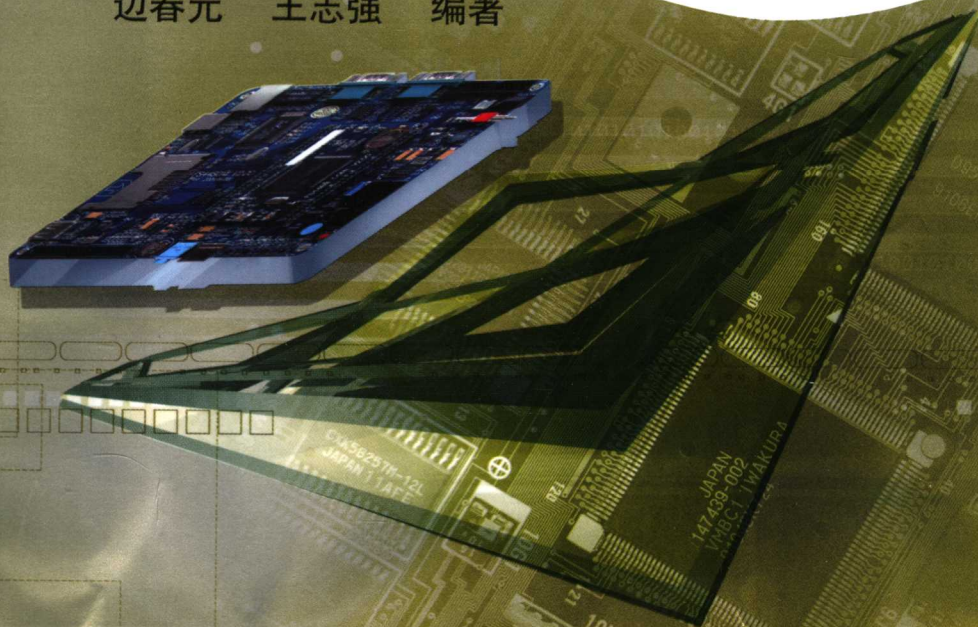




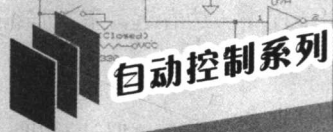
自动控制系列

MCS-51 单片机应用开发 实用子程序

边春元 王志强 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



自动控制系列

MCS-51单片机应用开发 实用子程序

边春远 王志强 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

MCS-51 单片机应用开发实用子程序 / 边春远, 王志强编著. —北京: 人民邮电出版社, 2005.9

ISBN 7-115-13712-9

I. M... II. ①边...②王... III. 单片微型计算机, MCS-51—程序设计 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 091868 号

内 容 提 要

本书从工程应用的角度出发, 系统地介绍了 MCS-51 单片机在计算、转换、应用等方面的各种子程序, 内容包括二进制数运算、十进制数运算、数据转换、排序与查找、数学函数、树和图、延时和跳转、人机交互、单片机测控、单片机内部资源编成、单片机数据传输、波形发生与控制以及单片机软件抗干扰和数字滤波。对每个子程序, 本书给出了入口条件、出口信息、影响资源、堆栈要求及经过详细注释的程序清单。本书的子程序具有很强的实用性。

本书可作为高等院校相关专业师生学习 MCS-51 程序设计的参考书和工具书, 也可供 MCS-51 单片机应用开发的科技人员参考。

自动控制系列

MCS-51 单片机应用开发实用子程序

- ◆ 编 著 边春远 王志强
责任编辑 屈艳莲
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 29.75
字数: 719 千字
印数: 5 001—6 500 册
- 2005 年 9 月第 1 版
2006 年 6 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-115-13712-9/TP · 4832

定价: 46.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223



前 言

单片机技术的出现给现代工业测控领域带来了一次技术革命。目前，单片机仍以其高可靠性、高性价比，在工业控制系统、数据采集系统、智能化仪器仪表、智能家电等诸多领域得到广泛的应用。

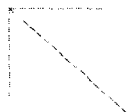
MCS-51 单片机的应用开发主要有接口电路设计和程序设计两个难点。由于可编程芯片的被广泛采用，接口电路设计的工作被大大简化，但是由于程序设计涉及范围广、处理的情况复杂，所以它仍然是 MCS-51 单片机的应用开发的难点。

是不是所有的程序都需要开发者自己完成呢？事实上，MCS-51 单片机的应用开发的常用子程序已经有很多人做过，开发者应该尽可能地寻找合适、经过检验的现成子程序，然后将这些程序组合起来得到最终需要的程序。这种开发方法不仅高效，而且可靠。

可见，开发者如果能积累一个“子程序库”，对工作是事半功倍的好事。针对这种需求，我们撰写了这部系统、实用、面向实际工程应用的 MCS-51 系列单片机实用子程序集，供从事工控类技术人员随时查找常用子程序之用。

本书中的大部分子程序实例采用汇编语言编程，主要是考虑在实际测控领域应用大多要求程序的执行要有一定的实时性。汇编语言所编写的程序可以链接到 C 语言的程序中进行统一编译。针对那些要求开发简便、快捷并对实时性要求不强的应用，本书则使用了 C 语言编程，例如对于单片机数据传输应用。读者在使用这些子程序实例时，只需要将子程序全部内容链接在应用程序之后，统一编译即可。

全书共分 15 章。第 1 章介绍了二进制定点数运算的子程序；第 2 章是二进制浮点数运算的子程序；第 3 章讲述了十进制数运算的子程序



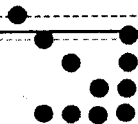
实例；第4章介绍代码转换子程序实例；第5章介绍数据变换子程序实例；第6章介绍了查找、排序等算法的子程序实例；第7章介绍单片机的数学函数子程序实例；第8章给出了数和图等算法的子程序实例；第9章介绍了延时和跳转控制程序实例；第10章着重讲述了单片机人机接口子程序实例；第11章是单片机测控接口子程序实例；第12章是对单片机内部资源编程的子程序实例；第13章重点介绍了单片机数据传输接口子程序实例；第14章介绍了波形发生与控制子程序实例；第15章讲述了51单片机的软件抗干扰和数字滤波子程序实例。

本书主要由东北大学边春元博士和北京航空航天大学王志强博士编写完成，参与部分章节写作和资料收集的还有王树生、杨春帆、杨东升、孙秋野、刘秀冲、邢正、康烁、王宇龙、邢雷、蒋越、张媛、梁洪力、张春友、温鹏程、石巍。特别感谢韩安荣、马先教授为本书提供的指导和华清远见公司（www.farsight.com.cn）为本书提供的技术支持。

由于时间仓促，加之水平有限，书中难免有一些错误和不妥，恳请读者批评指正，本书作者的联系方式为 wangzhiqiang@126.com，本书责任编辑的联系方式为 quyanlian2@ptpress.com.cn。

编 者
2005年7月

本书所涉及源代码的下载地址为 <http://www.farsight.com.cn/download>，如不能正常下载请与本书责任编辑联系。



目 录

第1章 二进制定点数运算	1
1.1 加法	2
子程序 1——双字节无符号数加法	2
子程序 2——多字节无符号数加法	2
子程序 3——双字节有符号数加法	3
子程序 4——多字节有符号数加法	4
1.2 减法	5
子程序 5——双字节无符号数减法	5
子程序 6——多字节无符号数减法	6
子程序 7——双字节有符号数减法	7
子程序 8——多字节有符号数减法	8
1.3 乘法	9
子程序 9——双字节无符号数乘法	9
子程序 10——多字节无符号数乘法	10
子程序 11——双字节有符号数乘法	11
子程序 12——多字节有符号数乘法	13
1.4 除法	14
子程序 13——双字节无符号数除法	14
子程序 14——多字节无符号数除法	16
子程序 15——双字节有符号数除法	19
子程序 16——多字节有符号数除法	20
1.5 开方	21
子程序 17——单字节开方	21
子程序 18——双字节开方	22
子程序 19——多字节开方	23

第2章 二进制浮点数运算	25
2.1 加法	26
子程序 20——双字节无符号数加法	26
子程序 21——多字节无符号数加法	26
子程序 22——双字节有符号数加法	27
子程序 23——多字节有符号数加法	28
2.2 减法	29
子程序 24——双字节无符号数减法	29
子程序 25——多字节无符号数减法	30
子程序 26——双字节有符号数减法	31
子程序 27——多字节有符号数减法	32
2.3 乘法	36
子程序 28——双字节无符号数乘法	36
子程序 29——多字节无符号数乘法	37
子程序 30——双字节有符号数乘法	38
子程序 31——多字节有符号数乘法	40
2.4 除法	42
子程序 32——双字节无符号数除法	42
子程序 33——多字节无符号数除法	43
子程序 34——双字节有符号数除法	44
子程序 35——多字节有符号数除法	46
第3章 十进制 (BCD 码) 数运算	49
3.1 加法	50
子程序 36——单字节加法	50
子程序 37——双字节加法	50
子程序 38——多字节加法	51
3.2 减法	51
子程序 39——单字节减法	52
子程序 40——双字节减法	52
子程序 41——多字节减法	53
3.3 乘法	54
子程序 42——单字节乘法	55
子程序 43——双字节乘法	56
子程序 44——多字节乘法	56
3.4 除法	57
子程序 45——单字节除法	57
子程序 46——双字节除法	58

子程序 47——多字节除法	60
3.5 开方	62
子程序 48——单字节开方	62
子程序 49——双字节开方	63
子程序 50——多字节开方	64
第 4 章 代码转换	67
4.1 十六进制数到 ASCII 码的转换实例	68
子程序 51——一位十六进制数转换为 ASCII 码	68
子程序 52——二位十六进制数转换为 ASCII 码	68
子程序 53——多位十六进制数转换为 ASCII 码	69
4.2 ASCII 码到十六进制数的转换实例	69
子程序 54——ASCII 码到十六进制数的转换	69
4.3 十六进制数到 BCD 码的转换实例	70
子程序 55——单字节整数转换	70
子程序 56——双字节整数转换	71
子程序 57——多字节整数转换	71
子程序 58——单字节十六进制小数转换成单字节 BCD 码小数	72
子程序 59——双字节十六进制小数转换成双字节 BCD 码小数	73
子程序 60——多字节十六进制小数转换成双字节 BCD 码小数	74
4.4 BCD 码到十六进制数的转换实例	76
子程序 61——单字节整数转换	76
子程序 62——双字节整数转换	77
子程序 63——多字节整数转换	77
子程序 64——小数转换	78
子程序 65——双字节 BCD 码小数转换成双字节十六进制小数	79
4.5 BCD 码到 ASCII 码转换实例	79
子程序 66——BCD 码到 ASCII 码的转换	79
4.6 ASCII 码到 BCD 码转换实例	80
子程序 67——ASCII 码到 BCD 码的转换	80
4.7 二进制数到格雷码的转换实例	81
子程序 68——二进制数到格雷码的转换	81
4.8 格雷码到二进制数的转换实例	82
子程序 69——8 位格雷码转换为二进制数	82
子程序 70——9 位格雷码转换为二进制数	82
第 5 章 数据变换	83
5.1 移位	84
子程序 71——二进制定点数移位	84

子程序 72——BCD 码移位	84
5.2 求补	85
子程序 73——二进制定点数求补	85
子程序 74——BCD 码求补	85
5.3 规格化	86
子程序 75——二进制数左规	86
子程序 76——二进制浮点数右规	87
子程序 77——双字节定点数转换成格式化浮点数	88
子程序 78——多字节二进制数转换为浮点数	89
子程序 79——格式化浮点数转换成双字节定点数	90
子程序 80——32 位整数转换为 4 字节规格化浮点数	92
5.4 浮点数对阶	93
子程序 81——多字节浮点数对阶	94
子程序 82——多字节浮点数减法对阶	95
第 6 章 排序和查找	101
6.1 数据块的排序	102
子程序 83——单字节无符号数据块排序	102
子程序 84——单字节有符号数据块排序	103
子程序 85——双字节无符号数据块排序	104
6.2 数据的查找	105
子程序 86——单字节顺序查找	105
子程序 87——浮点数顺序查找	105
子程序 88——单字节折半查找	106
子程序 89——单字节最值查找	108
子程序 90——浮点数最值查找	110
子程序 91——双字节字符串顺序查找	111
子程序 92——N 字节字符串顺序查找	112
6.3 线性表的排序	113
子程序 93——插入排序	113
子程序 94——选择排序	114
子程序 95——冒泡排序	115
子程序 96——并归排序	120
子程序 97——快速排序	128
6.4 线性表的查找	131
子程序 98——顺序查找单字节表	131
子程序 99——顺序查找双字节表	131
子程序 100——单字节无符号增序数据表对分查找	132
子程序 101——双字节无符号增序数据表对分查找	133

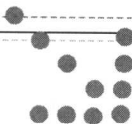
子程序 102——表的分块查找	134
子程序 103——串的匹配	136
6.5 递归实例	138
子程序 104——求解阶乘问题的递归算法	138
6.6 递推实例	141
子程序 105——求解阶乘问题的递推算法	141
6.7 回溯实例	143
子程序 106——用回溯算法求解简化背包问题	143
第 7 章 数学函数	147
7.1 浮点数操作与处理函数实例	148
子程序 107——浮点数传送	148
子程序 108——浮点数压栈	148
子程序 109——浮点数弹栈	149
子程序 110——浮点数代数值比较	149
子程序 111——浮点绝对值函数	151
子程序 112——浮点符号函数	151
子程序 113——浮点取整函数	151
子程序 114——浮点倒数函数	154
子程序 115——浮点数牛顿迭代开平方	156
子程序 116——浮点弧度数转换成浮点度数	157
子程序 117——浮点度数转换成浮点弧度数	159
子程序 118——最小二乘法拟合	162
子程序 119——浮点数多项式计算	165
7.2 三角函数和反三角函数实例	166
子程序 120——浮点正弦函数	166
子程序 121——浮点余弦函数	173
子程序 122——反正弦函数	175
子程序 123——反余弦函数	177
子程序 124——反正切函数	178
7.3 指数函数和对数函数实例	182
子程序 125——以 10 为底的浮点指数函数	182
子程序 126——以 e 为底的浮点指数函数	186
子程序 127——以 2 为底的浮点指数函数	189
子程序 128——以 10 为底的浮点对数函数	197
子程序 129——以 e 为底的浮点对数函数	204
第 8 章 树和图	215
8.1 二叉树的遍历	216

子程序 130——编号遍历	216
子程序 131——前根遍历	217
子程序 132——中根遍历	219
子程序 133——后跟遍历	221
8.2 普通树的遍历实例	223
子程序 134——利用父指针数组的普通树前根遍历算法	223
子程序 135——利用子指针数组的普通树前根遍历算法	226
子程序 136——利用子指针数组的普通树后根遍历算法	229
8.3 图的遍历实例	232
子程序 137——利用邻接矩阵的图广度优先遍历算法	232
子程序 138——利用邻接表的图广度优先遍历算法	235
子程序 139——利用邻接矩阵的图深度优先遍历算法	239
子程序 140——利用邻接表的图深度优先遍历算法	242
子程序 141——利用邻接表图的深度优先生成树生成算法	245
8.4 网络最小生成树和最短路径实例	249
子程序 142——利用邻接矩阵的网络最小生成树算法	249
子程序 143——利用邻接表的图最短路径算法	252
第 9 章 延时与跳转控制	257
9.1 循环延时	258
子程序 144——一重循环延时	258
子程序 145——多重循环延时	258
9.2 简单延时	259
子程序 146——精确延时	259
子程序 147——突发等待延时	260
9.3 分支程序	261
子程序 148——无条件转移	261
子程序 149——条件分支转移	262
9.4 散转程序实例	265
子程序 150——N 种分支的散转程序	266
子程序 151——256 种分支的散转程序	267
第 10 章 人机交互接口	269
10.1 键盘接口	270
子程序 152——键盘输入需要解决的问题	270
子程序 153——独立式键盘接口	270
子程序 154——8279 键盘接口	271
子程序 155——拨码盘接口	272
子程序 156——键盘扫描	273
10.2 LED 显示接口	274

子程序 157——六位数数码管时钟显示	274
子程序 158——串行口扩展显示	280
子程序 159——基于 8155 软件译码键盘显示	281
子程序 160——基于 8279 的显示器	282
10.3 LCD 显示接口	283
子程序 161——段式 LCD 显示	283
子程序 162——字符型 LCD 显示	284
子程序 163——图形 LCD 显示	287
子程序 164——LCD 点阵字符型液晶显示	290
10.4 打印机接口实例	294
子程序 165——LH-GP16 打印机接口	294
子程序 166——XLF 微型打印机接口	295
10.5 CRT 显示实例	297
子程序 167——CRT 显示	297
第 11 章 单片机测控接口	301
11.1 8 位 A/D 转换器 ADC0809 接口实例	302
子程序 168——用中断方式读取转换结果的数字量	302
11.2 12 位 A/D 转换器 AD578/AD678/AD1678 接口实例	303
子程序 169——AD578 模数转换	303
11.3 12 位串行 A/D 转换器接口实例	304
子程序 170——TLC2543 数据采集	304
11.4 串行 A/D 转换器 MAX187 接口实例	305
子程序 171——MAX187 数据采集	305
11.5 16 位 A/D 转换器 ADC1143 接口实例	307
子程序 172——ADC1143 数模转换	307
11.6 单路 8 位 D/A 转换器 DAC0832 接口实例	308
子程序 173——DAC0832 同步波形输出	308
11.7 单路 10 位 D/A 转换器 AD7520 接口实例	309
子程序 174——AD7520 正弦波输出	309
11.8 12 位串行 D/A 转换器 7543 接口实例	310
子程序 175——AD7543 数模转换	310
11.9 16 位 D/A 转换器 AD1147 接口实例	311
子程序 176——AD1147 数模转换	311
第 12 章 51 单片机内部资源编程实例	313
12.1 51 单片机 I/O 口的应用	314
子程序 177——P1 口的应用	314
子程序 178——P0 口的扩展使用	314
子程序 179——并行 I/O 口编程	315

子程序 180——单片机的 FPGA 并行配置	316
12.2 中断服务子程序	318
子程序 181——利用 T0、T1 作为外部中断源	318
子程序 182——INT0 中断	319
12.3 定时器/计数器应用	320
子程序 183——定时器/计数器 0 工作在模式 0 方式	321
子程序 184——定时器/计数器 0 工作在模式 1 方式	322
子程序 185——定时器/计数器 0 工作在模式 2 方式	323
子程序 186——定时器/计数器 0 工作在模式 3 方式	323
12.4 程序存储器的扩展	325
子程序 187——扩展 EPROM 的典型电路	325
子程序 188——扩展 EPROM	325
子程序 189——扩展 EEPROM 的典型电路	326
子程序 190——扩展 EEPROM	327
12.5 数据存储器的扩展	328
子程序 191——数据存储区扩展的典型电路	328
子程序 192——扩展 RAM 到扩展 RAM 的数据复制	328
子程序 193——扩展 RAM 到片内 RAM 数据复制	329
第 13 章 单片机数据传输接口	331
13.1 串行接口	332
子程序 194——RS-232-C/RS-485 接口标准	332
子程序 195——数据传输率发生	332
子程序 196——单片机 RS-485 接口	334
子程序 197——用外部中断配合查询方式接收串行数据	337
子程序 198——PC 机和 51 单片机的快速串行通信	338
子程序 199——单片机多机通信	340
13.2 USB 总线接口	345
子程序 200——USB 总线协议	345
子程序 201——通用 USB 程序模块	347
13.3 I ² C 总线接口	354
子程序 202——基于 I ² C 的时钟模块 X1203	354
子程序 203——用两个普通 IO 模拟 I ² C 总线	356
13.4 SPI 和 Microwire 串行总线接口	360
子程序 204——SPI 和 Microwire 串行总线协议	360
子程序 205——SPI 接口 LCD 显示模块 EDM1079	362
子程序 206——SPI 接口语音录放模块 ISD4104	364
子程序 207——SPI 接口时钟日历模块 DS1302	365
子程序 208——Microwire 接口 E ² PROM 存储器 NM93C6 应用	368

13.5	1-WIRE 总线接口	370
	子程序 209——单总线数据通信协议	370
	子程序 210——单总线数字温度传感器	370
13.6	CAN 总线接口	372
	子程序 211——CAN 接口汇编语言编程	373
	子程序 212——CAN 接口 C 语言编程	381
13.7	单片机的红外接口	389
	子程序 213——遥控显示数码 0123456789	389
第 14 章	波形发生与控制	395
14.1	波形发生实例	396
	子程序 214——锯齿波信号发生	396
	子程序 215——单极性 PWM 信号发生	396
	子程序 216——正弦信号发生	397
14.2	控制实例	397
	子程序 217——位置式 PID 控制	398
	子程序 218——增量式 PID 控制	409
第 15 章	C51 单片机软件抗干扰和数字滤波	419
15.1	单片机执行过程中的软件抗干扰措施	420
	子程序 219——采用指令冗余对程序“跑飞”的软件处理	420
	子程序 220——采用软件陷阱对程序“跑飞”的软件处理	421
	子程序 221——软件“看门狗”对程序“跑飞”的处理	424
	子程序 222——通过“复位”使系统恢复正常	425
15.2	信息冗余校验实例	426
	子程序 223——汉明码校验实例	426
	子程序 224——循环冗余校验	427
15.3	数字滤波子程序	428
	子程序 225——程序判断滤波	429
	子程序 226——中值滤波	432
	子程序 227——算术均值滤波	433
	子程序 228——加权平均滤波	439
	子程序 229——滑动平均滤波	440
	子程序 230——防脉冲干扰数字滤波	443
	子程序 231——一阶滞后滤波	445
附录 1	ATMEL8051 系列单片机	447
附录 2	单片机常见缩略语	451
附录 3	常用存储器型号	455



第1章 二进制定点数运算

1.1 加法

1.2 减法

1.3 乘法

1.4 除法

1.5 开方

在MCS-51 单片机中，已经有四则运算的指令，但大多数是针对单字节和无符号二进制数的，所以在实际项目中，各个操作数未必可以通过简单的运算指令得到所需的结果，例如涉及到多字节和有符号二进制数的各种运算。另外，在计算机中机器代码都是二进制数，二进制数的运算也是整个计算机运算的基础。在接下来的两章里，主要讨论二进制数的各种运算。

1.1 加 法

子程序 1——双字节无符号数加法

程序功能：双字节无符号数加法子程序。

入口条件：被加数低位字节存放在 R6 中，高位字节存放在 R7 中；加数低位字节存放在 R4 中，高位字节存放在 R5 中。

出口信息：和数低位字节存放在 R4 中，高位字节存放在 R5 中。

影响资源：A、R4、R5、R6、R7 和内部 RAM 的 20H、21H 单元。

堆栈需求：2 字节。

程序清单：

```
DADD:
MOV    R4,#00H           ;加数低字节
MOV    R5,#40H           ;加数高字节
MOV    R6,#60H           ;被加数低字节
MOV    R7,#01H           ;被加数高字节
MOV    20H,R4
MOV    21H,R5
CLR    C
MOV    A,R4
ADD    A,20H              ;求和
MOV    20H,A
MOV    A,R5
ADDC   A,21H
JB     D2,LOOP            ;测试和是否溢出
MOV    R4,20H             ;保存结果
MOV    R5,21H
RET                                ;结束返回
LOOP:
MOV    R4,#0FFH           ;和数溢出处理
MOV    R5,#0FFH
RET
```

子程序 2——多字节无符号数加法

二进制多字节加法运算一般是从低位字节到高位字节的顺序依次进行的，所以必须考虑低位字节向高位字节的进位，这里用 ADDC 指令。当最低两字节相加时，进位标志需要清零。而最高两字节相加后应该考虑是否有进位，如果有进位，应该向和的最高位字节地址写入

01H, 这时和数将会比加数或者被加数多出一个字节。

程序功能: 多字节无符号数加法子程序。

入口条件: 被加数低位字节地址指针存放在 R0 中, 加数低位字节地址指针存放在 R1 中, 字节数存放在 R2 中。

出口信息: 和数低位字节地址指针存放在 R0 中, 和数字字节数存放在 R3 中。

影响资源: PSW、A、R0、R1、R2、R3。

堆栈需求: 2 字节。

程序清单:

```
ORG      1000H
MADD:
PUSH     PSW                ;保护标志寄存器内容
CLR      C                  ;进位标志清零
MOV      R3,#00H           ;和数的字节数先清零
ADD10:
MOV      A,@R0              ;取被加数
ADDC     A,@R1
MOV      @R0,A
INC      R0                 ;地址增 1
INC      R1
INC      R3                 ;字节数增 1
DJNZ     R2,ADD10           ;判断是否完成全部字节相加
JNC      ADD20
MOV      @R0,#01H
INC      R3
ADD20:
POP      PSW
RET                      ;结束返回
```

子程序 3——双字节有符号数加法

程序功能: 双字节有符号数加法子程序。

入口条件: 被加数低位字节存放在 R6 中, 高位字节存放在 R7 中; 加数低位字节存放在 R4 中, 高位字节存放在 R5 中。

出口信息: 和数低位字节存放在 R4 中, 高位字节存放在 R5 中。

影响资源: A、R4、R5、R6、R7 和内部 RAM 的 20H、21H 单元。

堆栈需求: 2 字节。

程序清单:

```
SDADD:
MOV      R4,#00H           ;加数低字节
MOV      R5,#40H           ;加数高字节
MOV      R6,#60H           ;被加数低字节
MOV      R7,#01H           ;被加数高字节
MOV      20H,R4
MOV      21H,R5
ACALL    COMP              ;加数求补
MOV      R4,20H
```