

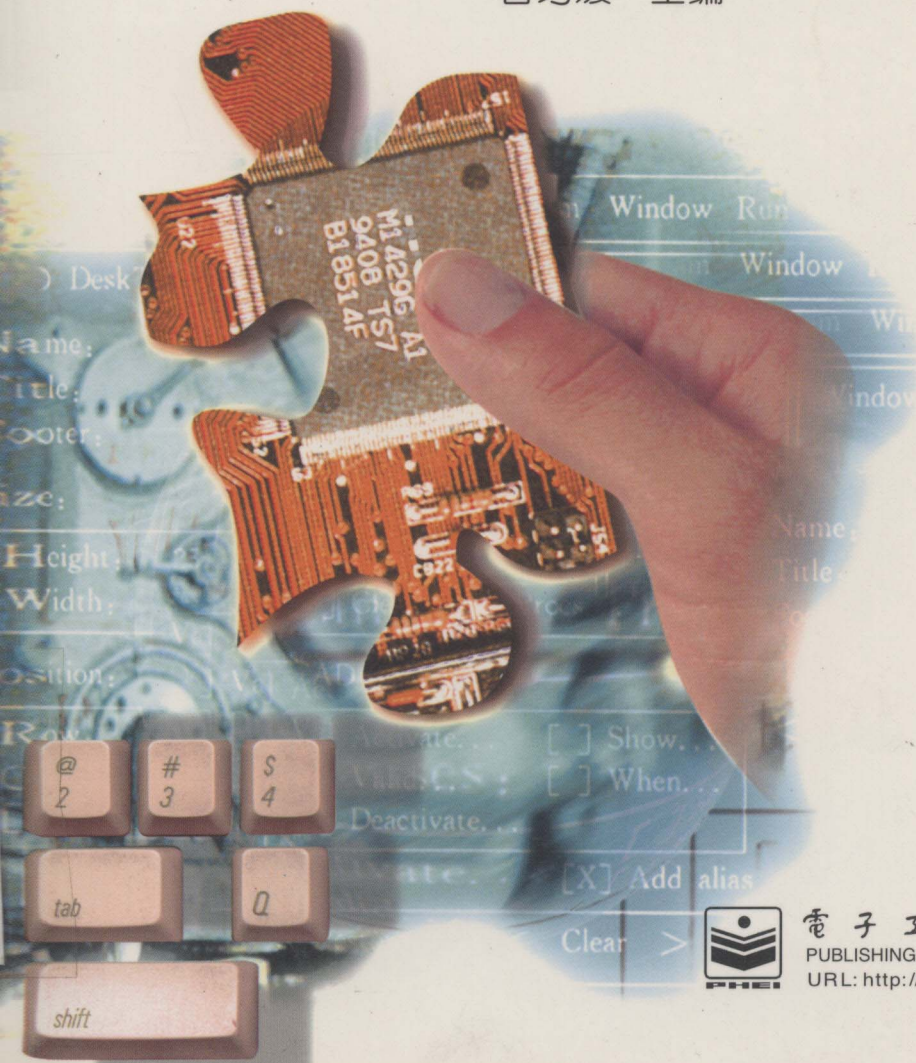
高等专科学校教材

中国计算机学会大专教育学会推荐出版

单片机原理及应用

—— 教学、实践、设计指导

曹巧媛 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

高等专科学校教材

单片机原理及应用

——教学、实践、设计指导

曹巧媛 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书由中国计算机学会大专计算机教育委员会教材编审委员会审定,推荐出版。本书为《单片机原理及应用》教材的辅助指导性教材,它将为单片机的教学和学习起到应有的帮助。全书共分四部分,第一部分为教学大纲,第二部分为各章习题解答,第三部分为实验指导,第四部分为课程设计大纲,内容系统、全面、实用。

本书可供大专院校教学、实验、课程设计等教学及学生学习用书,也可供从事单片机应用开发的科技人员及广大自学读者的技术实用书籍。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用——教学、实践、设计指导/曹巧媛主编. -北京:电子工业出版社,1999.7

高等专科学校教材

ISBN 7-5053-5414-0

I. 单… II. 曹… III. 单片微型计算机-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 12535 号

从 书 名: 高等专科学校教材

书 名: 单片机原理及应用——教学、实践、设计指导

主 编: 曹巧媛

策划编辑: 张 毅

责任编辑: 刘文杰

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京东光印刷厂

装 订 者: 三河市新伟装订厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张:6.5 字数:166 千字

版 次: 1999 年 7 月第 1 版 2001 年 12 月第 3 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5414-0
G·474

印 数: 5 000 册 定价: 9.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

单片微机具有体积小、集成度高、控制功能强、性能价格比高、可靠性高等独特的优点，在工业控制、智能化仪器代表、数控机床、数据采集、通信以及家用电器等各领域得到了广泛的应用。

《单片机原理及应用》是一门实践性和实用性都很强的课程，对工科及非工科、计算机、自动控制等专业是必不可少的一门课程，而此指导教材正是为了配合教学的各环节，更好地让学生及学习单片机的读者能立足于实践应用，全面、深入掌握单片机的应用而编写的教材。该书系统全面、深入浅出、易读易懂，对学习单片机将能起到较好的指导作用。

全书分四个部分：第一部分为《单片机原理及应用》的教学大纲，第二部分为《单片机原理及应用》各章习题解答，第三部分为《单片机原理及应用》的实验指导，第四部分为《单片机原理及应用》的课程设计大纲，从教学到实践各环节的内容均有，是一本配合教学和学习的较完善的指导性教材。

全书由曹巧媛主编，并编写了第一、三、四部分，潘建军编写了第二部分，郭小燕参加了全书的资料整理及编写工作。在编写此书的过程中得到了全国大专院校各位同仁的支持和帮助，在此向各位表示衷心的感谢。鉴于水平有限，时间仓促，难免存在许多缺点和错误，恳请广大读者批评指正。对书中的不足之处希望能够得到好心读者的宝贵建议，以更加完善此教材，编者将不胜感激。联系电话：0731—8711091

编 者

1999年元月于长沙

目 录

第一部分 《单片机原理及应用》教学大纲	(1)
第一节 课程的目的与任务	(1)
第二节 课程的基本要求	(1)
第三节 课程的教学内容	(1)
第四节 课程内容的重点、深度及广度	(2)
第五节 与各课程的联系	(2)
第六节 实验项目	(2)
第七节 讲课学时及实验学时分配	(3)
第八节 教材与参考书	(3)
第二部分 《单片机原理及应用》习题解答	(4)
习题一	(4)
习题二	(4)
习题三	(7)
习题四	(15)
习题五	(20)
习题六	(23)
习题七	(29)
习题八	(32)
第三部分 《单片机原理及应用》实验指导	(43)
第一节 EICE 51 实验系统结构简介	(43)
一、概述	(43)
二、EICE51 仿真器的组成	(44)
三、EICE51 的功能	(45)
四、EICE 的工作状态、工作方式及其转换	(47)
五、EICE51 仿真 RAM 的用途和使用方法	(48)
第二节 EICE51 实验系统独立使用的操作方法	(49)
一、EICE51 仿真器操作面板功能说明	(49)
二、EICE51 仿真器的操作方法	(51)
第三节 EICE51 实验系统连主机的操作方法	(53)
一、EICE51 实验系统连主机时的启动操作	(53)
二、EICE51 监控状态下的操作命令及使用方法	(53)
三、EICE51 编辑状态下的操作命令及使用方法	(62)
第四节 MCS-51 单片机及接口技术实验指导	(65)
实验一 EICE51 操作使用练习	(65)
一、实验目的	(65)
二、实验设备及器件	(65)

三、实验内容	(65)
四、实验预习要求	(66)
实验二 MCS-51 汇编程序设计和调试	(66)
一、实验目的	(66)
二、实验设备	(66)
三、实验内容	(66)
四、实验预习要求	(66)
五、实验参考程序	(66)
六、实验思考题	(68)
实验三 TTL 输入/输出实验	(68)
一、实验目的与要求	(68)
二、实验器材	(68)
三、实验线路与实验原理	(68)
四、实验步骤	(69)
五、实验参考程序	(69)
实验四 定时器、计数器实验	(70)
一、实验目的	(70)
二、实验内容	(70)
三、调试方法	(70)
四、实验参考程序	(70)
五、实验思考题	(72)
实验五 串行通讯实验	(72)
一、实验目的	(72)
二、实验内容	(72)
三、实验要求	(72)
四、实验步骤	(72)
五、实验参考程序	(72)
六、实验预习及思考题	(74)
实验六 可编程 I/O、RAM 接口 8155 实验	(74)
一、实验目的与要求	(74)
二、实验器材	(74)
三、实验线路与实验原理	(75)
四、实验内容	(76)
五、实验参考程序	(76)
六、实验思考题	(77)
实验七 可编程键盘显示接口 8279 实验	(77)
一、实验目的与要求	(77)
二、实验器材	(77)
三、实验线路与实验原理	(77)
四、实验预备知识	(78)
五、实验内容	(80)
六、实验步骤	(80)
七、实验参考程序	(81)

八、实验思考题	(83)
实验八 综合实验 (电子钟、定时器、串行口、中断)	(83)
一、实验目的	(83)
二、实验内容	(84)
三、实验程序参考	(84)
四、调试方法	(84)
五、实验思考题	(85)
第四部分 《单片机原理及应用》课程设计大纲	(86)
第一节 任务与目的	(86)
第二节 基本要求	(86)
第三节 设计的课题	(86)
一、程序存储器和数据存储器的扩充设计	(86)
二、多功能 I/O 接口扩充设计	(87)
三、看门狗电路控制设计	(87)
四、电子跑表	(88)
五、电子表	(89)
六、数据采集系统设计	(90)
七、外部脉冲量测试系统设计	(90)
八、步进电机控制系统设计	(91)
九、音乐发生器	(91)
十、电脑数字密码锁	(92)
第四节 设计报告要求	(92)
第五节 课程设计评分标准和方法	(93)

第一部分 《单片机原理及应用》教学大纲

第一节 课程的目的与任务

本课程是计算机应用与维护、应用电子技术、自动控制等专业的一门必修课程。它以 MCS-51 系列机为例,详细介绍了 MCS-51 系列机的结构及工作原理和单片机在各领域中的应用,使学生掌握单片机应用系统设计和开发的基本技能。

第二节 课程的基本要求

- (1) 了解单片机的特点及发展概况,常用单片机系列及单片机在各领域中的应用。
- (2) 掌握 MCS-51 单片机内部结构、引脚功能以及单片机执行指令的时序;熟悉单片机的存储器结构和输入/输出端口结构特点。
- (3) 了解 MCS-51 系列机的寻址方式及指令系统,掌握单片机的程序设计方法。
- (4) 掌握单片机定时/计数器的结构、使用方法和应用。
- (5) 掌握单片机串行口的结构及应用。
- (6) 掌握单片机中断源的建立、撤消、外部中断的扩充,并能灵活运用中断系统。
- (7) 掌握单片机程序存储器、数据存储器及 I/O 接口的扩充方法。
- (8) 了解单片机键盘、显示器、A/D、D/A 的接口技术和 8155、8279 的使用方法及编程。
- (9) 了解单片机应用系统设计的基本方法和开发过程。

第三节 课程的教学内容

- (1) 概述:单片机特点及发展概况、常用单片机系列介绍。
- (2) MCS-51 单片机结构及原理: MCS-51 单片机结构、存储器结构、输入/输出端口结构、CPU 时序和其它电路、单片机的工作过程。
- (3) MCS-51 单片机指令系统及编程举例:指令系统简介、寻址方式、指令系统及应用举例、各类型程序的设计举例,如算术运算类程序、逻辑运算类程序、代码转换类程序、查表程序、综合编程举例。
- (4) 单片机定时功能及应用:定时/计数器的结构与工作原理、定时/计数器的操作模式及应用、定时器综合应用举例。
- (5) 单片机的中断系统: MCS-51 的中断系统、中断处理过程、外部中断的扩充方法、中断系统的应用举例。
- (6) 单片机串行接口及应用:串行口结构与工作原理、工作方式与波特率设置、串行口应用举例。

(7) 单片机系统扩展：扩展总线的产生、程序存储器的扩展、数据存储器扩展、I/O 端口的扩展。

(8) 输入及输出接口：键盘输入及接口、显示器及接口、可编程键盘显示器——INTEL8279、打印机接口及应用、D/A 转换接口及应用、A/D 转换接口及应用。

(9) 单片机应用系统实例：单片机智能转速表、单片机智能数字 RLC 测量仪、单片机温度检测系统（选讲）。

(10) 单片机应用系统的开发与开发工具：单片机的开发系统、开发工具和开发方法、单片机应用系统的设计（选讲）。

第四节 课程内容的重点、深度及广度

本课程的深度和广度可根据单片机在结构形式上具有的特点，特别是根据它的控制功能强、灵活、方便，容易构成各种规模的应用系统的特点来介绍单片机在各领域中的应用。重点突出以下几方面的内容：

(1) 介绍 MCS-51 存储器结构特点及扩充使用技巧。

(2) MCS-51 I/O 端口的结构及扩充使用技巧。

(3) MCS-51 内部定时/计数器的使用方法和应用。

(4) MCS-51 中断系统的应用及外部中断源扩充的方法。

(5) MCS-51 串行接口工作方式和作通讯时的使用方法以及利用串行口进行 I/O 端口扩展的基本方法。

(6) 单片机的系统扩展方法和单片机的应用开发系统组成方法。

第五节 与各课程的联系

(1) 《汇编程序设计》课程应为本课程的先行课程。

(2) 《数字逻辑》课程应为本课程的先行课程。

(3) 《计算机组成原理》课程应为本课程的先行课程。

(4) 《微机应用》课程可为本课程的先行课程或同时开设也可以。

第六节 实验项目

本课程是一门应用范围广、实践性很强的计算机应用课程。实验设备可采用 MCS-51 单片机仿真器来进行实验，可安排 4~8 个实验项目。

(1) 实验仿真器的操作使用练习；

(2) MCS-51 汇编程序设计和调试；

(3) TTL 输入/输出实验；

(4) 定时器/计数器应用实验；

(5) 串行通讯实验；

(6) 可编程 I/O、RAM 接口 8155 实验；

(7) 可编程键盘显示器接口 8279 实验；

(8) 综合实验 (电子钟、定时器、串行口、中断)。

第七节 讲课学时及实验学时分配

表 1-1 讲课学时分配表

序 号	内 容	讲课时数 (含习题课时数)	
一	概述	2	
二	MCS-51 单片机结构及原理	6	
三	MCS-51 的指令系统及编程举例	8	
四	单片机定时功能及应用	6 (2)	
五	单片机的中断系统	6 (2)	
六*	单片机串行口及应用	6 (2)	
七	单片机系统扩展	4	
八	输入及输出接口	8 (2)	
九*	单片机应用系统实例	2	
十*	单片机应用系统的开发与开发工具	2	
总 计		40 ~ 50	

* 可以选讲

表 1-2 实验学时分配表

序 号	内 容	学时数	
一	实验仿真器的操作使用练习	3	
二*	MCS-51 汇编程序设计和调试	3	
三*	TTL 输入/输出实验	3	
四	定时器/计数器实验	3	
五*	串行通讯实验	3	
六	可编程 I/O RAM 接口 8155 实验	3	
七*	可编程键盘显示器接口 8279 实验	3	
八	综合实验 (电子钟定时器、串行口、中断)	3	
合 计		24	

说明: 打“*”的实验根据条件可选开。

第八节 教材与参考书

教材:《单片机原理及应用》电子工业出版社 曹巧媛编著

参考书:

- (1)《单片机接口技术实验指导》沈德金编著 北京航空航天大学出版社
- (2)《单片微型计算机实用系统设计》潘新民等编著 人民邮电出版社
- (3)《单片机与家用电器智能化技术》余永权编著 电子工业出版社
- (4)《MCS-51 单片机实验指导》张友德等编著 复旦大学出版社
- (5)《MCS-51 96 系列 8098 单片机》李勋等编著 北京航空航天大学出版社

第二部分 《单片机原理及应用》习题解答

习 题 一

题 1.1

答：单片微型计算机简称单片机。它在一块芯片上集成了中央处理器 CPU、存储器 RAM 和 ROM、定时器/计数器和各种输入/输出接口。它具有优异的性能价格比、集成度高、体积小、控制功能强以及低电压、低功耗等特点。

题 1.2

答：单片机主要应用于智能仪器仪表、机电一体化、实时过程控制以及测控系统、家用电器、汽车等领域。

题 1.3

答：单片机主要由 CPU、程序存储器 ROM、数据存储器 RAM、I/O 接口、定时/计数器以及中断控制等部件组成。

题 1.4

答：MCS-51 系列单片机品种很多，按存储器配置可分为三种：片内掩膜 ROM 型、片内 EPROM 型以及外接 EPROM 型；按功能可分为基本型、增大内部存储器的基本型、低功耗型、高级语言型、可编程计数阵列型、A/D 型、DMA 型以及多并行口型。片内掩膜 ROM 型适合于定型的大批量应用产品；片内 EPROM 型适合于研制产品样机；外接 EPROM 型适合于研制新产品。

题 1.5

答：MCS-96 系列按发展年代及功能特点可分为三个系列：8X9X、8X98、8X9XBH。

其特点是：8X9X 是早期产品，片内又分带 ROM 或 EPROM 以及外接 EPROM 的芯片，片内存储器空间达 8K，外接时面向 16 位数据总线，A/D 转换不带采样保持器，转换速度约 $42\mu\text{s}$ 。8X9XBH 是 8X9X 的新機種，A/D 转换增加了采样保持器，转换速度为 $21\mu\text{s}$ ，数据总线可面向 16 位或 8 位，更加方便灵活。

习 题 二

题 2.1

略

题 2.2

答：MCS-51 单片机主要由下列部件组成：一个 8 位 CPU、一个片内振荡器及时钟电路、4K 字节 ROM 程序存储器、256 字节的 RAM、两个 16 位的定时/计数器、可寻址 64K 外部数据存储器和 64K 外部程序存储器空间的控制电路、四个 8 位并行 I/O 端口及一个可编程全双工串行口。

题 2.3

答：当 MCS-51 单片机外接晶振时，对 CMOS 型则 XTAL1 接外部振荡信号，XTAL2 悬空；而对 HMOS 型则 XTAL1 应接地，XTAL2 接外部振荡信号。

题 2.4

答：MCS-51 系列单片机的存储器配置从物理结构上可分为：片内程序存储器、片外程序存储器、片内数据存储器、片外数据存储器。从逻辑上可分为：片内外统一编址的 64K 字节的程序存储器、片内 256 字节的数据存储器以及片外 64K 字节的数据存储器。

题 2.5

答：MCS-51 系列单片机的存储器中有 6 个特殊功能单元，其中 0000H 为复位入口、0003H 为外部中断 0 矢量入口、000BH 为 T0 溢出中断入口、0013H 为外部中断 1 矢量入口、001BH 为 T1 溢出中断入口、0023H 为串行口中断入口。

题 2.6

答：MCS-51 单片机片内数据存储器可分为二个区：00~7FH 单元组成的低 128 字节的片内 RAM 区、80~FFH 单元组成的高 128 字节的专用寄存器区。其中低 128 字节的 RAM 区又分为：00~1FH 单元为工作寄存器区、20~2FH 单元为位寻址区以及 30~7FH 单元为用户 RAM 区。工作寄存器区可作通用寄存器用，用户 RAM 区可作堆栈和数据缓冲用。专用寄存器区又称特殊功能寄存器。

题 2.7

答：系统复位后，CPU 使用第 0 组工作寄存器即地址分别为 00~07H。如需改变当前工作寄存器，可设置 PSW 状态字中的 RS1、RS0。如 RS1、RS0 为 00 则指向第 0 组；为 01 则指向第 1 组；为 10 则指向第 2 组，为 11 则指向第 3 组。

题 2.8

答：访问不同存储器，使用不同的指令。如访问程序存储器则用 MOV_C，访问数据存储器则用 MOV 或 MOV_X。不同的指令控制信号有所不同，故可避免总线冲突。

题 2.9

答：程序状态字寄存器 PSW 主要用于保存程序运行中的各种状态信息。各位功能如

下：

Cy (PSW·7) 为进位标志。在进行加或减运算中，表示有无进位或借位。位操作时，又可认为是位累加器。

Ac (PSW·6) 为辅助进位标志。加或减操作中，表示低 4 位数向高 4 位有无进位或借位，以用作 BCD 码调整的判断位。

F0 (PSW·5) 为用户标志位。用户可自行定义的一个状态标记。

RS1、RS0 (PSW·4 PSW·3) 为工作寄存器组指针。用以选择 CPU 当前工作寄存器组。

OV (PSW·2) 为溢出标志。算术运算时，表示是否溢出。

F1 (PSW·1) 为用户标志位。同 F0。

P (PSW·0) 为奇偶标志位。表示累加器 A 中“1”的位数的奇偶数。该位多用作串行通信中的奇偶检验。

题 2.10

答：MCS-51 单片机的四个端口在结构上相同之处：P0 ~ P3 都是准双向 I/O 口，作输入时，必须先向相应端口的锁存器写入“1”。不同之处：P0 口的输出级与 P1 ~ P3 口不相同，它无内部上拉电阻，不能提供拉电流输出，而 P1 ~ P3 则带内部上拉电阻，可以提供拉电流输出。

当 P0 口作通用 I/O 口输出使用时，需外接上拉电阻才可输出高电平。但作地址/数据总线时，不需要外接上拉电阻。P1 ~ P3 口作 I/O 输出时，均不需外接上拉电阻。

题 2.11

答：字节地址是片内 RAM 的单元地址，而位地址是片内 RAM 单元中的某一位。7CH 为 RAM 的 7CH 单元，而 7CH 位地址是 RAM 2FH 单元中的 D4 位。

题 2.12

答：时钟周期为最基本的时间单位。机器周期则是完成某一个规定操作所需的时间。一个机器周期为 6 个时钟周期，共 12 个振荡周期，依次可表示为 S1P1、S1P2、……、S6P1、S6P2。即一个时钟周期包含有二个振荡周期。

题 2.13

答：单片机的复位有上电自动复位和按钮手动复位两种。使用时应注意：上电复位的最短时间应保证为振荡周期建立时间加上两个机器周期的时间。当单片机运行程序出错或进入死循环时，可用按钮复位来重新启动。

题 2.14

答：MCS-51 单片机有两种低功耗方式，分别为：待机方式和掉电方式。

置 PCON 中的 D0 位即 IDL 为“1”，单片机即进入待机方式；置 D1 位即 PD 为“1”，则进入掉电方式。

习 题 三

题 3.1

答：MCS-51 系列单片机采用了 7 种寻址方式，分别如下：

- 立即寻址：操作数包含在指令字节中。
- 直接寻址：指令中含有操作数的直接地址，该地址指出了参与操作的数据所在的字节地址或位地址。
- 寄存器寻址：操作数即为指令中指定的寄存器中的内容。
- 寄存器间接寻址：指令中指定的寄存器内容为操作数的地址，即存放在寄存器中的内容不是操作数，而是操作数所在存储器单元的地址。
- 基址加变址寻址：以基址寄存器 DPTR 或 PC 和变址寄存器 A，两者的内容之和作为操作数的地址。
- 相对寻址：以 PC 的内容作为基地址，加上指令中给定的偏移量所得结果作为转移地址。
- 位寻址：指令中直接给出该位的地址。

题 3.2

答：访问专用寄存器时用直接寻址或位寻址，而访问片外数据存储器时只能采用 Ri 和 DPTR 寄存器间接寻址。

题 3.3

答：外部数据传送指令有以下四条：MOVX A, @Ri、MOVX A, @DPTR、MOVX @Ri, A、MOVX @DPTR, A。前二条是将片外数据存储器内容传送至片内 A 中，而后二条传送方向相反。以 @Ri 间址的指令访问片外 RAM 的范围在 00 ~ FFH 之间，而以 @DPTR 间址的指令访问片外 RAM 的范围在 0000 ~ FFFFH 之间。

题 3.4

答：DA A 为十进制调整指令。用于进行 BCD 码加法运算时，对运算结果进行十进制调整。该指令使用时，一般跟在 ADD 或 ADDC 指令之后，用来进行十进制调整。

题 3.5

解：片内 RAM 之间可直接传送数据。

```
MOV 54H, 60H
```

题 3.6

解：方法一：以 PC 作为基址寄存器

```
MOV A, #0F0H ;偏移量送 A
```

MOVC A, @A+PC ;(20F0H)→A

方法二：以 DPTR 作为基址寄存器

MOV DPTR, #20F0H

MOV A, #00H

MOVC A, @A+DPTR

题 3.7

解：方法一：利用交换指令

XCH A, B

方法二：利用堆栈交换指令

PUSH A

PUSH B

POP A

POP B

题 3.8

解：乘法指令 MUL AB 执行后积为 16 位，其低字节积在 A 中，高字节积在 B 中。

MOV R0, #30H ;片外 RAM 地址→R0

MOVX A, @R0 ;取乘数→B

MOV B, A

INC R0

MOVX A, @R0 ;取被乘数→A

MUL AB

INC R0

MOVX @R0, A ;存积的低字节

INC R0

MOV A, B

MOVX @R0, A ;存积的变字节

题 3.9

解：方法一：利用 MUL AB 指令

MOV B, #02H

MUL AB

方法二：利用 ADD 指令

MOV R0, A

ADD A, R0

方法三：利用 RL 指令左移一位

RL A

题 3.10

解: LJMP addr16 指令称长转移指令, 允许转移的目标地址在 64KB 空间的范围内; 而 AJMP addr11 指令称绝对转移指令, 允许转移的目标地址在下一条指令地址开始的 2KB 字节范围内。

题 3.11

解: CJNE @R1, #7AH, 10H 指令是进行以 R1 间址单元的内容与一个立即数进行比较。

当 (R1) = 7AH 时: $PC \leftarrow PC + 3$, $C \leftarrow 0$

当 (R1) > 7AH 时: $PC \leftarrow PC + 3 + 10H$, $C \leftarrow 0$

当 (R1) < 7AH 时: $PC \leftarrow PC + 3 + 10H$, $C \leftarrow 1$ 。

若本指令地址为 8100H, 其转移地址为: 目的地址 = $8100H + 3 + 10H = 8113H$ 。

题 3.12

解: 按题意, 使 P1 口的 8 个 LED 高、低四位交叉点亮, 即只要使 P1 口每隔 1 秒钟高、低四位分别输出“FOH”和“0FH”。间隔 1 秒的延时采用软件延时实现。每一个机器周期时间为 $12/fosc = 2\mu s$ 。

程序如下:

指 令	机器周期数
STAR: MOV R1, #0FH ; 使 LED3 ~ LED0 点亮	1 个
LCALL DL ; 延时 1 秒	2 个
MOV P1, #0FOH ; 使 LED7 ~ LED4 点亮	1 个
LCALL DL ; 延时 1 秒	2 个
STMP STAR	
DL 延时子程序:	
DL: MOV R5, #10	1 个
DL0: MOV R6, #125	1 个
DL1: MOV R7, #200	1 个
DL2: DJNZ R7, DL2	2 个
DJNZ R6, DL1	2 个
DJNZ R5, DL0	2 个
RET	1 个

延时时间的计算:

第一重循环的执行时间

$$t_1 = 200 \times (2 \times 2\mu s) + 1 \times 2\mu s = 802\mu s$$

第二重循环的执行时间:

$$t_2 = (t_1 + 2 \times 2) \times 125 + 1 \times 2 = 100752\mu s$$

第三重循环的执行时间:

$$t_3 = (t_2 + 2 \times 2) \times 10 + 2 \times 2 = 1007564\mu s \approx 1s$$

附：

$$\text{程序循环次数 } n = \frac{\text{程序执行的时间 } t}{\text{一个机器周期的时间 } T}$$

即 $t = nT$ (其中的 t 为指令的机器周期数 \times 一个机器周期的时间)。

题 3.13

解：在位操作中，与操作即乘，或操作即加。

(1) $P1.7 = ACC.0 \times (B.0 + P2.1) + P3.2$

```
MOV C, B.0
ORL C, P2.1
ANL C, ACC.0
ORL C, P3.2
MOV P1.7, C
```

(2) $PSW.5 = P1.3 \times ACC.2 + B.5 \times P1.1$

```
MOV C, P1.3
ANL C, ACC.2
MOV 01H, C
MOV C, B.5
ANL C, P1.1
ORL C, 01H
MOV PSW.5, C
```

(3) $P2.3 = P1.5 \times B.4 + ACC.7 \times P1.0$

```
MOV C, P1.5
ANL B.4, C
MOV C, ACC.7
ANL C, P1.0
ORL C, B.4
MOV P2.3, C
```

题 3.14

解：将片内数据传送到片外 RAM 可用 `MOVX @DPTR, A` 或 `MOVX @Ri, A` 指令

```
MOV R7, #30 ; R7←—传送字节数
MOV R0, #20H ; R0 指向片内 20H 单元
MOV DPTR, #3000H ; DPTR 指向片外 3000H 单元
LOOP: MOV A, @R0 ; 取数
MOVX @DPTR, A ; 将数据转存入片外 RAM
INC R0 ; R0 指向片内下一单元
INC DPTR ; DPTR 指向片外下一单元
DJNZ R7, LOOP ; 数据传送完否？
```