



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 单片微型计算机原理与接口技术 习题、实验与试题解析

高 锋 编著



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 单片微型计算机原理与接口技术 习题、实验与试题解析

高 锋 编著

科 学 出 版 社

北 京

# 前 言

Intel 公司的 MCS-51 单片微型计算机（以下简称单片微机）在我国流行了 20 多年，至今仍在发展。特别是 MCS-51 实施技术开放以后，由于 Philips、ISSI、Atmel、Winbind、ADI、Dallas 和 Siemens 等知名公司的介入，在 MCS-51 基础上形成了新一代的 80C51 系列单片微机，使 80C51 的应用领域更宽广。

目前大多数高校都以 80C51 单片微机为基础介绍单片微机的原理与接口技术，其中不少专业都把这门课程作为必修课，进而作为学院的平台课。在实际教学中，除了课堂上的教学外，课后的“做”习题和“做”实验同样对教学内容的理解具有不可缺少的作用；而历来必不可少的期末考试更是促使学生进行系统复习和进一步掌握教学大纲要求内容所必需的。因此，根据课程教学大纲要求编写思考与练习题、做好每一个实验、出好考卷是教学中的几个重要环节。

编者根据 20 多年来从事本科生“微机原理与接口技术”课程理论教学和实践教学的经验和体会，编写了本书。书中内容分三部分：第 1 部分对主教材《单片微型计算机原理与接口技术(第二版)》(科学出版社，2007)中所涉及和思考与练习题进行了整理、分析和解答；第 2 部分对部分比较典型的实验进行阐述，并给出了详细的硬件原理图和源程序；第 3 部分对近几年浙江大学的考试试卷进行了分析和解答，并说明考题测试内容及答题注意事项。由于是多年来的思考与练习题和考试试题，而教学大纲要求变化不多，因此书中有个别内容会有似曾相识的感觉，但即使是相同的题目，提出问题的角度不同，答案还是有所不同。在书中还增加了一些设计题、应用系统扩展题，并对近几年单片微机系统扩展应用的新技术和新理念(如低功耗设计、可靠性设计和虚拟技术等)进行了适当补充。看似简单的习题或考题，往往包括了多方面教学内容的要求。

本书内容都已经过多年实践。编者多年来给浙江大学本科生、“爱迪生班”本科生和电气工程专业“专升本”学生授课时都应用了本书内容，为最后的成书提供了很好的基础。

在本书编写过程中，实验室韩涛对书中部分实验内容进行了调试书写，浙江大学本科生院和电气工程学院领导和老师都给予支持和鼓励，在此一并表示衷心感谢。本书参考和引用了“参考文献”所列教材中的一些内容，在此向原著者表示感谢。

由于编者学识水平有限，再加上时间较紧，书中难免会有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 2 月于玉泉 浙江大学

# 目 录

## 前言

<b>第 1 部分 思考与练习题解析</b> .....	1
第 1 章 绪论.....	1
第 2 章 单片微机的基本结构.....	8
第 3 章 单片微机的指令系统 .....	20
第 4 章 单片微机的程序设计 .....	32
第 5 章 单片微机的中断系统原理及应用 .....	53
第 6 章 单片微机的定时器/计数器原理及应用.....	60
第 7 章 单片微机的串行口原理及应用 .....	69
第 8 章 单片微机的系统扩展原理及接口技术 .....	78
<b>第 2 部分 实验指导</b> .....	106
实验一 上机操作.....	107
实验二 汇编语言程序设计.....	109
实验三 智能交通灯控制.....	113
实验四 单片微机应用系统存储器扩展和虚拟 I <sup>2</sup> C 总线应用.....	120
实验五 单片微机应用系统键盘、显示器与监控程序设计.....	126
实验六 智能汽车寻迹控制.....	133
<b>第 3 部分 试题解析</b> .....	141
卷 1 2003 年“微机原理与接口技术”试题一解析.....	141
卷 2 2003 年“微机原理与接口技术”试题二解析.....	149
卷 3 2004 年“微机原理与接口技术”试题一解析.....	156
卷 4 2004 年“微机原理与接口技术”试题二解析.....	163
卷 5 2005 年“微机原理与接口技术”试题一解析.....	171
卷 6 2005 年“微机原理与接口技术”试题二解析.....	178
卷 7 2006 年“微机原理与应用”试题解析.....	185
卷 8 2006 年“微机接口”试题解析.....	190
卷 9 2007 年“微机原理与应用”试题解析.....	196
卷 10 2007 年“微机接口”试题解析 .....	201
卷 11 2008 年“微机原理与应用”试题解析 .....	208
卷 12 2008 年“微机原理与接口技术”试题解析 .....	214

卷 13	2009 年“微机原理与应用”试题解析 .....	221
卷 14	2009 年“微机原理与接口技术”试题一解析 .....	227
卷 15	2009 年“微机原理与接口技术”试题二解析 .....	233
卷 16	2010 年“微机原理与应用”试题解析 .....	240
卷 17	2010 年“微机原理与接口技术”试题一解析 .....	247
卷 18	2010 年“微机原理与接口技术”试题二解析 .....	253
<b>参考文献</b>	.....	259

# 第 1 部分 思考与练习题解析

## 第 1 章 绪 论

【1-1】微控制器 MCU 中常用的数制有哪几种？

【答】MCU 中常用的数制有以下三种：

①十进制：用 0~9 共 10 个数字和 1 个小数点来表示数值，是最常用的一种数制。基数为 10，超过 9 的数需要用多位表示，其中低位数和相邻高位数之间的关系是逢十进一，所以称为“十进制”。十进制数在表达时可以不加后缀，也可加后缀字母 D。

②二进制：二进制的数码为 0 和 1 共两个。其中低位数和相邻高位数之间的关系是逢二进一。二进制数在表达时加后缀字母 B。

③十六进制：十六进制的数码为 0~9 共 10 个数字和 6 个字母 A(10)、B(11)、C(12)、D(13)、E(14)、F(15)。其中低位数和相邻高位数之间的关系是逢十六进一。十六进制数在表达时加后缀字母 H。

十六进制与二进制、十进制对照表如表 1-1 所示。

表 1-1 十六进制与二进制、十进制对照表

十六进制数(H)	二进制数(B)	十进制数(D)
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
A	1010	10
B	1011	11
C	1100	12
D	1101	13
E	1110	14
F	1111	15

**【1-2】** 常用数制之间如何进行转换，并举例说明。

**【答】** 1. 二进制数与十进制数的相互转换

①二进制数转换为十进制数：只要按基数展开，再按展开式计算即可。

②十进制数转换为二进制数：整数部分与小数部分需分别进行转换。整数部分除以 2 取余，第一个余数为最低有效位，最后一个余数为最高有效位，即得到的余数先为低位后为高位。小数部分乘 2 取整，先为高位后为低位。

2. 二进制数与十六进制数的相互转换

①二进制数转换为十六进制数：以小数点为分界，整数部分从最右边开始，向左每 4 位分成一组，若含最高位的一组不足 4 位，则在其左边加 0 补足 4 位，每 4 位二进制数转换为 1 位十六进制数。小数部分从最左边开始，向右每 4 位分成一组，若含最低位的一组不足 4 位，则在其右边加 0 补足 4 位，每 4 位二进制数转换为 1 位十六进制数。

例：把二进制数 1001011011000.1100101 转换为十六进制数。

	0001	0010	1101	1000	.	1100	1010	B
→	1	2	D	8	.	C	A	H

②十六进制数转换为二进制数：只要将每一位十六进制数用 4 位二进制数替代即可。

例：把十六进制数 9ABDFH 转换为二进制数。

9	A	B	D	F	H
1001	1010	1011	1101	1111	B

3. 十六进制数与十进制数的相互转换

①十六进制数转换为十进制数：按基数展开，再按展开式计算即可。

例：把十六进制数 FFH 转换为十进制数。

$$15(F) \times 16^1 + 15(F) \times 16^0 = 255$$

②十进制数转换为十六进制数：整数部分和小数部分分别进行转换。整数部分除以 16 取余数，先为低位后为高位。小数部分乘以 16 取整数，先为高位后为低位。

**【1-3】** 什么叫原码、反码及补码？

**【答】** 计算机中的带符号数有三种表示法，即原码、反码及补码。

①原码：用数的最高位来表示数的符号，正数的符号位用 0 表示，负数的符号位用 1 表示。

②反码：由原码得到。如果是正数，则反码与原码相同。如果是负数，则原码符号位不变，其他数位均变反(1 转换为 0，0 转换为 1)后即反码。

③补码：由原码得到。如果是正数，则补码与原码相同。如果是负数，则原码符号位不变，其他数位均变反(1 转换为 0，0 转换为 1)后再加 1 即为补码，也即反码加 1。

正数的原码、反码和补码是相同的。

**【1-4】**当单片微机把下列数看成是无符号数时，它们相应的十进制数为多少？若把下列数看成为补码(最高位为符号位)时，它们相应的十进制数为多少？

①7FH；②DBH；③FEH。

**【答】**①当7FH为无符号数时，值为 $7 \times 16 + 15 = 127$ ；正数的补码同原码，相应的十进制数也为127。

②当DBH为无符号数时，值为 $13 \times 16 + 11 = 219$ ；为补码时，值为 $\underline{10100101}$ ，相应的十进制数为-37。

③当FEH为无符号数时，值为 $15 \times 16 + 14 = 254$ ；为补码时，值为 $\underline{10000010}$ ，相应的十进制数为-2。

**【1-5】**什么叫ASCII码？它与十六进制数如何相互转换？

**【答】**ASCII码即美国标准信息交换码，低7位有效。十六进制数的ASCII码在ASCII码中分列在两段，即十六进制数0~9的ASCII码为30H~39H；十六进制数A~F的ASCII码为41H~46H。

ASCII码与十六进制数的相互转换同样分为两段，即十六进制数0~9与ASCII码30H~39H之间差为30H；十六进制数AH~FH与ASCII码41H~46H之间差为37H。这就是两者相互转换的依据。例如，十六进制数9加上30H后即为9的ASCII码39H；ASCII码46H减去37H后即为十六进制数F。

**【1-6】**什么叫BCD码？什么叫压缩BCD码？

**【答】**BCD码采用4位二进制数编码，并且只采用了其中的10个编码，即0000~1001，分别代表BCD码0~9，而1010~1111为无效码。

在一个字节(8位)中存放2位BCD码，即称为“压缩BCD码”。例如，BCD码9和6存放在同一个字节中时，即为压缩BCD码96H，即10010110BCD。

**【1-7】**TTL电路和CMOS电路各有什么特点？

**【答】**两者特点如下：

①TTL电路是“晶体管-晶体管逻辑电路”的简称，这种数字集成电路的输入端和输出端的电路结构都采用了晶体管。

TTL电路的主要特点是信号传输延时短、开关速度快、工作频率高，是电流控制器件。

TTL电路以美国TEXAS公司生产的SN54/74系列电路为代表，世界上各大集成电路生产厂都以SN54/74系列为标准，产品的功能、引脚和参数都与SN54/74系列兼容。

②CMOS电路是在MOS(金属-氧化物-半导体)电路基础上发展起来的一种互补对称场效应管集成电路。



MOS 电路具有功耗低、工作电压范围宽和抗干扰性能强等优点，是电压控制器件。

CMOS 电路大致有两大类型：一类是普通型，以美国无线电公司 RCA 和 Motorola 公司的 4000/4500 系列为典型；另一类是高速型，可与 TTL 的 74LS 系列电路兼容，是 54HG/74HC 系列。

**【1-8】数字电路中的高电平和低电平是什么概念？**

**【答】**电平即电位，数字电路中习惯用高、低电平一词来描述电位的高低。高电平是一种状态，低电平是另外一种不同的状态，它们表示的不是一个固定不变的值，而是一定的电压范围。

CMOS 芯片的供电范围为 3~15V，如 4000 系列当 5V 供电时，输出在 4.6V 以上为高电平，输出在 0.05V 以下为低电平。输入在 3.5V 以上为高电平，输入在 1.5V 以下为低电平。

TTL 芯片的供电范围为 0~5V，常见都是 5V，如 74 系列 5V 供电，输出在 2.7V 以上为高电平，输出在 0.5V 以下为低电平，输入在 2V 以上为高电平，在 0.8V 以下为低电平。

因此，CMOS 电路与 TTL 电路就有一个电平转换的问题，使两者电平域值能匹配。

**【1-9】数字电路中的正逻辑和负逻辑是什么概念？**

**【答】**在数字电路中，如果用数字 1 表示高电平、用数字 0 表示低电平，则称为正逻辑。如果用数字 0 表示高电平、用数字 1 表示低电平，则称为负逻辑。

一般情况下都采用正逻辑。而在串行通信中，RS-232 采用负逻辑。

**【1-10】分别举例说明“与”、“或”、“非”三种逻辑关系。**

**【答】**①“与”逻辑关系：当决定一个事情的各个条件全部具备时，这个事情才会发生，这种因果关系称为“与”逻辑关系。比如，当两个控制开关串联安装于控制电路时，两个控制开关同时闭合是“与”逻辑关系，即只有当两个控制开关同时闭合时，才能进行控制。

②“或”逻辑关系：在决定一个事情的各个条件中，只要具备一个或者一个以上条件，这个事情就会发生，这种因果关系称为“或”逻辑关系。比如，当两个控制开关并联安装于控制电路时，两个控制开关闭合是“或”逻辑关系。当控制开关中任意一个或两个闭合时，都能进行控制。

③“非”逻辑关系：非就是相反。例如，开关合上，电源接通，电灯就亮；开关打开，电源断开，电灯就灭。因此，开关的闭合与电灯亮就是“非”逻辑关系。

**【1-11】** 触发器、寄存器和存储器分别指的是什么单元？它们之间有什么关系？

**【答】** 触发器是计算机记忆装置的基本单元，一个触发器能储存 1 位二进制代码，即是一个 1 位的寄存器。存储器由大量寄存器组成，其中每一个寄存器就称为一个存储单元，8 位存储器的每一个存储单元由 8 位寄存器组成。

**【1-12】** 什么是单片微型计算机？为什么说它是典型的嵌入式系统？

**【答】** 单片微型计算机(Single Chip Micro Computer, SCMC)，在国内也常简称为“单片微机”或“单片机”。它包括中央处理器(CPU)、随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、中断系统、定时器/计数器、串行口和 I/O 等。现在，单片机已不仅指单片计算机，还包括微计算机、微处理器、微控制器和嵌入式控制器，单片机是它们的俗称。国际上常把单片微机称为微控制器(Micro Controller Unit, MCU)。

单片微机完全作嵌入式应用，故又称为嵌入式微控制器。单片微机从体系结构到指令系统都是按照嵌入式应用特点设计的，它能最好地满足面向控制对象及应用系统的嵌入、现场运行的可靠等要求。因此，单片微机是发展最快、品种最多、应用最广的嵌入式系统。

**【1-13】** 简述单片微机的的发展史。

**【答】** 1970 年微型计算机研制成功之后，随着大规模集成电路的发展又出现了单片微机，并且按照不同的发展要求，形成了两个独立发展的分支。美国 Intel 公司 1971 年生产的 4 位单片微机 4004 和 1972 年生产的雏形 8 位单片微机 8008，特别是 1976 年 MCS-48 单片微机问世以来，在短短的二十几年间，单片微机经历了多次更新换代。

从 MCS-48 单片机发展到如今的新一代单片微机，大致经历了三代。下面以 Intel 8 位单片微机为例进行详细阐述。

1. 第一代以 MCS-48 系列单片微机为代表，属于低性能单片微机阶段

1976 年 9 月，Intel 公司推出 MCS-48 系列 8 位单片微机，含 8 位 CPU、1KB ROM、64B RAM、2 个中断源等。这是第一台完全的 8 位单片微机，在与通用 CPU 分道扬镳、构成新型工业微控制器方面取得了成功。

2. 第二代以 MCS-51 系列的 8051、8052 单片微机为代表

1980 年 Intel 公司推出了 MCS-51 系列 8 位高档单片机，其主要的技术特征是：

① 扩大了片内存储容量和外部寻址空间。片内程序存储器增大为 4KB。程序存储器和片外数据存储器的寻址都增加为 64KB。在片内数据存储器方面，采用 8 位地址，寻址范围为 256B。

② 增强了并行口、增设了全双工串行口 I/O。4 个 8 位并行 I/O 接口，可用于地址和数据的传送，也可进行外部 I/O 接口的扩展；一个全双工串行通信口，可用于数据的串行接收和发送，为构成串行通信网络提供了方便。

③增加了定时器/计数器的个数并扩展了长度。定时器/计数器由一个增为两个，计数长度由 8 位增为 16 位，且有四种工作方式。

④增强了中断系统。设置了两级中断优先级，可接受 5 个中断源的中断请求，中断优先级别可由用户定义。这样就使 MCS-51 单片机很适合用于数据采集与处理、智能仪器仪表和工业过程控制中。

⑤具备较强的指令寻址和运算等功能。这样，大大地提高了 CPU 的运算与数据处理能力。

⑥增设了颇具特色的布尔处理机。在指令系统中设置了位操作指令，可用于位寻址空间，这些位操作指令与位寻址空间一起构成布尔处理机。布尔处理机对于实时逻辑控制处理具有突出的优点。

可以看出，这一代单片微机主要的技术特征是为单片微机配置了完善的外部并行总线(AB、DB、CB)和具有多机识别功能的串行通信接口(UART)，规范了功能单元的特殊功能寄存器(SFR)控制模式及适应控制器特点的布尔处理系统和指令系统，为发展具有良好兼容性的新一代单片微机奠定了良好的基础。

但是，无论是第一代还是第二代单片微机都还未突破单片微机的内涵。

### 3. 第三代以 80C51 系列单片微机为代表

它包括了 Intel 公司发展 MCS-51 系列的新一代产品，如 8XC152、80C51FA/FB、80C51GA/GB8XC451、8XC452，还包括了 Philips、Siemens、ADM、Fujitsu、OKI、ATMEL 等公司以 80C51 为核心推出的大量各具特色的、与 MCS-51 兼容的单片微机。

这阶段技术发展主要有：外围功能模块内装；出现了为满足串行外围扩展的串行扩展总线和接口，如 Philips 公司的 I<sup>2</sup>C 总线；出现了为满足分布式系统的现场总线接口，如 CAN BUS 等；程序存储器方面，引进 OTP，推广 Flash ROM，为取消外扩程序存储器创造了条件。

当前单片微机的新技术、新产品层出不穷，体现了单片微机发展的强大生命力。

**【1-14】**简述单片微机的主要技术发展方向。

**【答】**单片微机正朝多功能、多选择、高速度、低功耗、高电磁兼容性、低价格、扩大存储容量和加强 I/O 功能及结构兼容方向发展。

①多功能：在单片微机中尽可能多地把应用系统所需要的存储器、各种功能的 I/O 口都集成在一块芯片内，即外围器件内装化。片上系统 SOC 得到迅速发展。

②高性能：在单片微机中使用 RISC 体系结构、并行流水线操作和 DSP 等的设计技术，使单片微机的指令运行速度得到大大提高，其电磁兼容等性能明显地优于同类型的微处理器。

③全盘 CMOS 化：从第三代单片微机起开始淘汰非 CMOS 工艺。目前，数字逻辑电路和外围器件等都已普遍 CMOS 化。单片微机 CMOS 化带来本质低功耗和低功耗管理技术的快速发展。

④推行串行扩展总线：可以显著减少引脚数量，简化系统结构。

⑤推广闪存 Flash ROM。

**【1-15】** 举例说明单片微机的应用范围。

**【答】** 单片微机的应用首先应是它的控制功能，即实现计算机控制。由于单片微机不断推出适合各种应用场合的新品种，所以它具有很强的生命力。

①家用电器领域。国内各种家用电器已普遍采用单片微机控制取代传统的控制电路，如洗衣机、电冰箱、空调机、微波炉、电饭煲、手机、电视机、录像机及其他视频音像设备的控制器。

②办公自动化领域。现代办公室中所使用的大量通信、信息产品，如个人计算机、绘图仪、复印机、电话、传真机及考勤机等，多数都采用了单片微机。

③工业自动化领域的在线应用。工业过程控制、过程监测、工业控制器及机电一体化控制等系统，许多都是以单片微机为核心的单机或多机网络系统。例如，工业机器人的控制系统是由中央控制器、感觉系统、行走系统和擒拿系统等节点构成的多机网络系统。而其中每一个小系统都是由单片微机来控制的，如数据采集系统、远程监控系统等。

④智能仪器仪表与集成智能传感器领域。单片微机的应用为传统仪器仪表行业的产品更新换代提供了非常理想的条件。目前，各种变送器、电气测量仪表普遍采用单片微机应用系统替代传统的测量系统，使测量系统具有各种智能化功能，如存储、数据处理、查找、判断、联网和语音功能等。

⑤汽车电子与航空航天电子系统。通常在这些电子系统中的集中显示系统、动力监测控制系统、自动驾驭系统、通信系统以及运行监视器(黑匣子)等，都要构成冗余的网络系统。

单片微机的应用从根本上改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。从前必须由模拟电路或数字电路实现的大部分控制功能，现在已能使用单片微机通过软件方法实现了。这种以软件取代硬件，并能提高系统性能的控制技术，称为微控制技术。这标志着一种全新概念的建立。随着单片微机应用技术的推广普及，微控制技术必将不断发展、日益完善和更加充实。

## 第 2 章 单片微机的基本结构

**【2-1】** 80C51 单片机在片内集成了哪些主要逻辑功能部件？各个逻辑部件的最主要功能是什么？

**【答】** 80C51 单片机在片内主要包含中央处理器(算术逻辑部件 ALU 和控制器等)、内部程序存储器、内部数据存储器、定时器/计数器、并行 I/O 口 P0~P3、串行口、中断系统以及定时控制逻辑电路等，各个部分通过内部总线相连。

①中央处理器(CPU)。单片机中的中央处理器和通用微处理器基本相同，是单片机最核心的部分，主要完成运算和控制功能，又增设了面向控制的处理功能，增强了实时性。80C51 单片微机的 CPU 是一个字长为 8 位的中央处理单元。

②内部程序存储器。根据内部是否带有程序存储器而形成三种型号：内部没有程序存储器的称 80C31，内部带 ROM 的称 80C51，内部以 EPROM 代替 ROM 的称 87C51。80C51 共有 4KB 掩膜 ROM。程序存储器用于存放程序和表格、原始数据等。

③内部数据存储器。在单片机中，用读写存储器 RAM 来存储程序在运行期间的工作变量和数据。80C51 单片机中共有 256 个数据存储器单元。

④并行 I/O 口。单片机提供了功能强、使用灵活的并行 I/O 引脚，用于检测与控制。有些 I/O 引脚还具有多种功能，如可以作为数据总线的数据线、地址总线的地址线或控制总线的控制线等。有的单片机 I/O 引脚的驱动能力增大。

⑤串行 I/O 口。目前高档 8 位单片机均设置了全双工串行 I/O 口，用以实现与某些终端设备进行串行通信，或者和一些特殊功能的器件相连的能力，甚至用多个单片机相连构成多机系统。有些型号的单片机内部还包含多个串行 I/O 口。

⑥定时器/计数器。80C51 单片机内部共有两个 16 位的定时器/计数器，80C52 单片机则有三个 16 位的定时器/计数器。定时器/计数器可以编程实现定时和计数功能。

⑦中断系统。80C51 单片微机的中断功能较强，内、外具有共五个中断源，具有两个中断优先级。

⑧定时电路及元件。单片机内部设有定时电路，只需外接振荡元件。近年来有些单片机将振荡元件也集成到芯片内部。单片机整个工作是在时钟信号的驱动下，按照严格的时序有规律地一个节拍一个节拍地执行各种操作。

**【2-2】** 80C51 单片机引脚有哪些第二功能？

**【答】** 80C51 单片微机的 P0、P2 和 P3 引脚都具有第二功能。

第一功能	第二变异功能
P0 口	地址总线 A0~A7/数据总线 D0~D7
P2 口	地址总线 A8~A15
P3.0	RXD(串行输入口)
P3.1	TXD(串行输出口)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (外部中断 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (外部中断 1)
P3.4	T0(定时器/计数器 0 的外部输入)
P3.5	T1(定时器/计数器 0 的外部输出)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (片外数据存储器或 I/O 的写选通)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (片外数据存储器或 I/O 的读选通)

**【2-3】** 程序计数器 PC 和数据指针 DPTR 有哪些异同?

**【答】** 程序计数器 PC 中存放的是下一条将从程序存储器中取出的指令的地址。DPTR 则是数据指针, 在访问片外数据存储器或 I/O 时作为地址使用, 访问程序存储器时作为基址寄存器。

①PC 和 DPTR 都是与地址有关的 16 位寄存器。其中 PC 与程序存储器的地址有关, 而 DPTR 与片外数据存储器或 I/O 的端口地址有关。作为地址寄存器使用时, PC 与 DPTR 都是通过 P0 和 P2 口输出的。PC 的输出与 ALE 及  $\overline{\text{PSEN}}$  信号有关; DPTR 的输出则与 ALE、 $\overline{\text{WR}}$  和  $\overline{\text{RD}}$  信号有关。

②PC 只能作为 16 位寄存器, 是不可以访问的。它不属于特殊功能寄存器, 有自己独特的变化方式。DPTR 可以作为 16 位寄存器, 也可以作为两个 8 位寄存器 DPL 和 DPH, DPTR 是可以访问的, DPL 和 DPH 都位于特殊功能寄存器区中。

**【2-4】** 80C51 单片微机的存储器在结构上有何特点? 在物理上和逻辑上各有哪几种地址空间? 访问片内 RAM 和片外 RAM 的指令格式有何区别?

**【答】** 80C51 单片微机采用哈佛(Har-yard)结构, 将程序存储器和数据存储器截然分开, 分别进行寻址。不仅在片内驻留一定容量的程序存储器和数据存储器, 以及众多的特殊功能寄存器, 而且还具有很强的外部存储器扩展能力, 扩展的程序存储器和数据存储器寻址范围分别可达 64KB。

1. 在物理上设有 4 个存储器空间
  - ①片内程序存储器;
  - ②片外程序存储器;
  - ③片内数据存储器;
  - ④片外数据存储器。

2. 在逻辑上设有 3 个存储器地址空间

①片内、片外统一的 64KB 程序存储器地址空间。

②片内 256B(80C52 为 384B)数据存储器地址空间。

片内数据存储器空间，在物理上又包含两部分：

- 对于 80C51 型单片微机，0~127 字节为片内数据存储器空间；128~255 字节为特殊功能寄存器(SFR)空间(实际仅占用了 20 多个字节)。
- 对于 80C52 型单片微机，0~127 字节为片内数据存储器空间；128~255 字节共 128 个字节是数据存储器 and 特殊功能寄存器地址重叠空间。

③片外 64KB 的数据存储器地址空间。

在访问三个不同的逻辑空间时，应采用不同形式的指令，以产生不同存储空间的选通信号。访问片内数据存储器采用 MOV 指令，访问片外数据存储器或 I/O 时则一定要采用 MOVX 指令，因为 MOVX 指令会产生控制信号  $\overline{RD}$  或  $\overline{WR}$ ，用来控制对片外数据存储器或 I/O 的读或写。访问程序存储器地址空间，则应采用 MOVC 指令。

**【2-5】** 80C51 单片微机的  $\overline{EA}$  信号有什么功能？在使用 80C51 时， $\overline{EA}$  信号引脚应如何处理？在使用 80C31 时， $\overline{EA}$  信号引脚应如何处理？

**【答】** 80C51 单片微机的  $\overline{EA}$  信号被称为片外程序存储器访问允许信号。

CPU 访问片内还是片外的程序存储器，可由  $\overline{EA}$  引脚所接的电平来确定：

①  $\overline{EA}$  引脚接高电平时，程序从片内程序存储器地址为 0000H 开始执行，即访问片内程序存储器；当 PC 值超出片内程序存储器容量时，程序会自动转向片外程序存储器空间执行。片内和片外的程序存储器地址空间是连续的。

②  $\overline{EA}$  引脚接低电平时，迫使系统全部执行片外程序存储器 0000H 开始存放的程序。

对于有片内程序存储器的 80C51/87C51 单片微机，应将  $\overline{EA}$  引脚接高电平。

在使用 80C31 单片微机时， $\overline{EA}$  信号引脚应接低电平，这时程序存储器全部为外部扩展的。

**【2-6】** 80C51 单片微机片内数据存储器低 128 个存储单元划分为哪四个主要部分？各部分的主要功能是什么？

**【答】** 80C51 片内数据存储器的低 128 个存储单元划分为四个主要部分：

①寄存器区：共 4 组寄存器，每组 8 个存储单元，各组以 R0~R7 作为单元编号。常用于保存操作数及中间结果等。R0~R7 也称为通用寄存器，占用 00H~1FH 共 32 个单元地址。

②位寻址区：20H~2FH，既可作为一般数据存储器单元使用，按字节进行操作，也可以对单元中的每一位进行位操作，因此称为位寻址区。寻址区共有 16 个数据存储器单元，共计 128 位，位地址为 00H~7FH。

③堆栈区：设置在内部数据存储器区内。

④用户数据存储器区。在内部数据存储器 00H~7FH 低 128 单元中，除去前面 3 个区中可能会使用的单元外，剩下的单元都作为用户数据存储器区。

**【2-7】** 80C51 程序存储器的哪些单元被保留用于特定场合？

**【答】** 80C51 单片微机复位后，程序计数器 PC 的地址为 0000H，所以系统从 0000H 单元开始取指，执行程序。0000H 是系统的启动地址，一般在该单元设置一条绝对转移指令，使之转向用户主程序处执行。

0003H~0025H 单元被保留用于 5 个中断源的中断服务程序的入口地址，故有以下 6 个特定地址被保留：

复位	0000H
外部中断 0	0003H
定时器 T0 溢出	000BH
外部中断 1	0013H
定时器 T1 溢出	001BH
串行口中断	0023H

由于每个中断入口之间的间隔仅 8 个地址单元，所以在程序设计时通常在这些中断入口处设置一条无条件转移指令，使之转向对应的中断服务子程序处执行。

**【2-8】** 80C51 单片微机设有 4 个通用工作寄存器组，有什么特点？如何选用？如何实现工作寄存器现场保护？

**【答】** 片内数据存储器区的 0~31(00H~1FH)，共 32 个单元，是 4 个通用工作寄存器组，每个组包含 8 个 8 位寄存器，编号为 R0~R7，工作寄存器组如表 2-1 所示。

表 2-1 工作寄存器组

RS1	RS0	组号	寄存器 R0~R7 地址
0	0	0 组	00H~07H
0	1	1 组	08H~0FH
1	0	2 组	10H~17H
1	1	3 组	18H~1FH

在某一时刻，只能选用一个寄存器组使用。可以通过软件对程序状态字 PSW 中的 RS0、RS1 两位的设置来实现。设置 RS0、RS1 时，可以对 PSW 字节寻址，也可以通过位寻址方式，间接或直接修改 RS0、RS1 的内容。

例如，若 RS0、RS1 均为 1，则选用工作寄存器 3 组为当前工作寄存器。若需要选用工作寄存器组 2，则只需将 RS0 改成 0，可用位寻址方式(CLR PSW. 3；PSW. 3



为 RS0 位的符号地址)来实现。

特别是在中断嵌套时, 只要通过软件对程序状态字 PSW 中的 RS0、RS1 两位进行设置, 就可以极其方便地实现对工作寄存器的现场保护和现场恢复。

**【2-9】**什么是堆栈? 堆栈有哪些功能? 堆栈指示器 SP 的作用是什么? 在程序设计时, 为什么还要对 SP 重新赋值?

**【答】**堆栈是在片内数据存储器区中, 数据按照“先进后出”或“后进先出”原则进行管理的区域。

堆栈可以保护断点和保护数据, 在子程序调用和中断操作时特别有用。在 80C51 单片机中, 堆栈在子程序调用和中断时会把断点地址自动进栈和出栈。执行堆栈的进栈和出栈的指令(PUSH、POP)可用于保护现场和恢复现场。由于子程序调用和中断都允许嵌套, 并可以多级嵌套, 而现场的保护也往往使用堆栈, 所以一定要注意给堆栈以一定的深度, 以免造成堆栈内容的破坏而引起程序执行的“跑飞”。

堆栈指示器 SP 在 80C51 单片机中存放当前的堆栈栈顶所指存储单元地址的一个 8 位寄存器。

80C51 单片微机的堆栈是向上生成的, 即进栈时, SP 的内容是增加的; 出栈时, SP 的内容是减少的。

系统复位后, 80C51 单片微机的 SP 内容为 07H。如不重新定义, 则以 07H 为栈底, 压栈的内容从 08H 单元开始存放。但工作寄存器 R0~R7 有 4 组, 占有内部数据存储器地址为 00H~1FH, 位寻址区占有内部数据存储器地址为 20H~2FH。若程序中使用了工作寄存器 1~3 组或位寻址区, 则必须通过软件对 SP 的内容重新定义, 使堆栈区设定在片内数据存储器区中的某一区域内(如 30H), 堆栈深度不能超过片内数据存储器空间。

**【2-10】**80C51 单片微机的特殊功能寄存器 SFR 区有哪些特点?

**【答】**特殊功能寄存器 SFR 区是 80C51 单片机中各功能部件所对应的寄存器区, 用来存放相应功能部件的控制命令寄存器、状态寄存器或数据寄存器的区域。这是 80C51 系列单片机中最有特色的部分。

80C51 系列单片机设有 128B 片内数据存储器结构的特殊功能寄存器区。除程序计数器 PC 和 4 个通用工作寄存器组外, 其余所有的寄存器都在这个地址空间之内。特殊功能寄存器在 128B 空间中只分布了很小一部分, 这为 80C51 系列单片机功能的增加提供了极大的可能性。所有 80C51 单片机系列功能部件的增加和扩展几乎都是通过增加特殊功能寄存器来达到的。

在 80C51 单片微机的 21 个特殊功能寄存器中, 字节地址中低位地址为 0H 或 8H 的特殊功能寄存器, 除有字节寻址能力外, 还有位寻址能力。其中对于 P0~P1 口 4 个特殊功能寄存器的位寻址使 I/O 的控制功能得到了增强。