



高职高专精品课程教材

DANPIANJIYUANLISHIXUN
YU XUEXIZHIDAO

单片机原理实训 与学习指导(下册)

● 李移伦 张敏三 主编
姚和芳 主审



中南大学出版社

单片机原理实训与学习指导

(下册)

主 编 李移伦 张敏三
副主编 陈新喜
主 审 姚和芳

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理实训与学习指导/李移伦,张敏三主编. —长沙:
中南大学出版社,2006.7
ISBN 7-81105-361-6

I. 单... II. ①李...②张... 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(2006)第 082776 号

**单片机原理实训与学习指导
(下 册)**

主 编 李移伦 张敏三

☐责任编辑 陈应征

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 湖南大学印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 4.75 ☐字数 115 千字

☐版 次 2006 年 7 月第 1 版 ☐2006 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81105-361-6/TP·014

☐全套定价 25.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

单片机原理及应用课程是高等职业技术学院电类专业的一门重要的专业技术基础课程。教师在课堂上讲授单片机基本理论知识后,学生要复习这些内容,进一步深刻理解学过的理论知识,培养和提高灵活运用这些基本理论去分析和解决问题的能力。

本书是该课程的配套教材,全书共分三个模块,包括核心模块(单片机概述、MCS-51 单片机内部结构、MCS-51 单片机指令系统、汇编语言程序设计、MCS-51 单片机的内部资源)、综合模块、提高模块。

本书每单元由下述七部分组成:

1. 学习目标与要求——对学生学习各单元主要内容所提出的要求:哪些要理解或掌握,哪些会正确应用,哪些只须一般了解,让学生在学时能有放矢。
2. 本单元重点内容——概括本单元的基本概念、典型电路、基本分析方法、注意事项,突出重点,便于学生清晰地了解和掌握本单元主要内容。
3. 本单元内容的前后联系——有助于对本单元基本概念进行深刻理解,进一步明确学习目标,澄清一些似是而非且容易错误的问题。
4. 学习方法指导——是编者对教材各单元进行扼要说明并提出学习意见,指出学生在学习中的疑难之处,易混淆的概念和应注意的问题,从而帮助学生澄清疑点、解释难点。
5. 典型例题分析——通过对本单元典型例题的分析和实现,给学生以解题的启示,引导和扩展解题的思路,培养和提高学生分析和解决问题的能力。
6. 自我检测题——巩固重点内容,突破疑难问题,加深对基本概念、基本内容的理解,有利于学生从中归纳总结解决问题的方法以及规律。
7. 自我检测题答案——给出答案,有利于学生自学、自练和自查,提高对课程基本内容的掌握程度。

参加本书编写工作的有湖南铁道职业技术学院的李移伦、张敏三、陈新喜等。该书由湖南铁道职业技术学院姚和芳教授审阅,她提出了宝贵意见和修改建议,在此特致衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在缺点、疏漏及其他不足之处,恳请广大读者批评指正。

2005 年 3 月 15 日

目 录

核心模块	(1)
单元一 单片机概述	(3)
单元二 MCS-51 单片机内部结构	(10)
单元三 MCS-51 单片机指令系统	(16)
单元四 汇编语言程序设计	(23)
单元五 MCS-51 单片机的内部资源	(31)
综合模块	(45)
提高模块	(57)

核心模块

单元一 单片机概述

一、学习目标与要求

- (1) 了解单片机基本定义以及单片机的发展史。
- (2) 了解单片机的应用领域和发展趋势。
- (3) 了解 MCS-51 单片机的内部组成和工作原理。
- (4) 掌握单片机的学习方法。

二、本单元重点内容

1. MCS-51 单片机的定义

单片机是一种集成电路芯片,一片单片机芯片就具有组成计算机的全部功能。它采用超大规模技术将具有数据处理能力的微处理器(CPU)、存储器(含程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM)、输入输出接口电路(I/O 接口)集成在同一块芯片上,构成一个既小巧又很完善的计算机硬件系统。

2. MCS-51 单片机的内部组成

MCS-51 单片机(以目前流行的 89S51 为例)的引脚和内部组成如图 1-1 所示。通常采用 DIP 或 PLD 封装。MCS-51 单片机的片内资源有:

(1) 中央处理器

中央处理器(CPU)是整个单片机的核心部件,是 8 位数据宽度的处理器,能处理 8 位二进制数据或代码,CPU 负责控制、指挥和调度整个单元系统协调的工作,完成运算和控制输入输出功能等操作。

(2) 数据存储器

89S51 内部有 128 字节数据存储器(RAM)和 26 个专用寄存器单元,它们是统一编址的,专用寄存器有 16 个,用于控制整个单片机,不能用作用户数据的有效地址,用户能

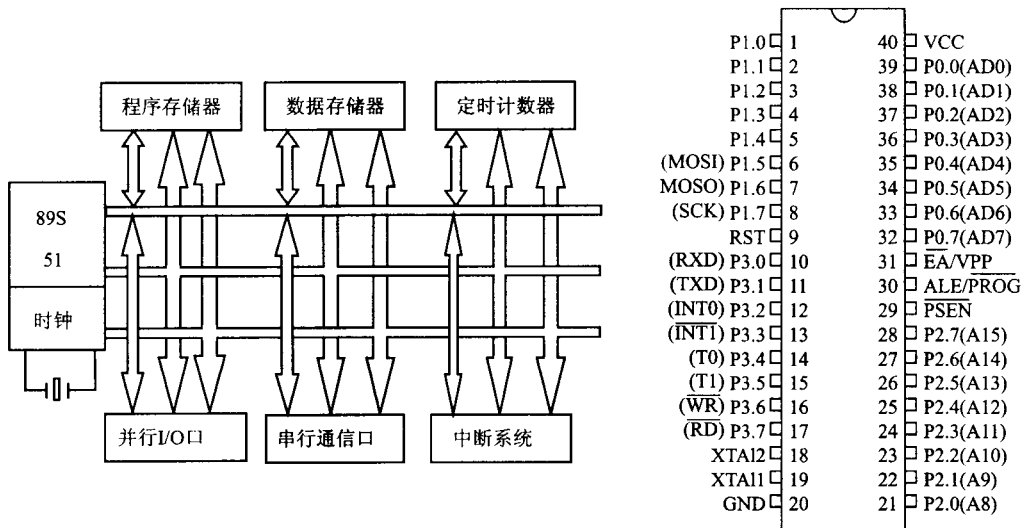


图 1-1 89S51 单片的内部组成及引脚图

89S51 共有 4 个 8 位的并行 I/O 口(P0、P1、P2、P3)，用于对外部数据的传输。

(6) 全双工串行口

89S51 内置一个全双工异步串行通信口，用于与其他设备间的串行数据传送，该串行口既可以用作异步通信收发器，也可以当同步移位器使用。

(7) 中断系统

89S51 具备较完善的中断功能，有五个中断源(两个外中断、两个定时/计数器中断和一个串行中断)，可基本满足不同的控制要求，并具有 2 级的优先级别选择。

(8) 时钟电路

89S51 内置最高频率达 33MHz 的时钟电路，用于产生整个单片机运行的时序脉冲，但需外接晶体振荡器和振荡电容。

3. 单片机学习方法

(1) 学习条件和环境

选择一本好的单片机学习教材是学习单片机的基础，由于单片机原理及应用是一门专业性和实践性很强的课程，需要学习者动手做大量的实验，通过实验掌握单片机应用技术，因此，单片机学习者还应具有较好的硬件环境和软件环境。

硬件环境:个人计算机(PC)1 台，常用工具 1 套(含万用表)，仿真器或开发实验板 1 台。

软件环境:用于编辑、编译、调试源程序的工具软件 1 套(如“伟福”模拟调试软件或者 Kile c 软件)，用于下载目标代码的 ISP 下载软件 1 套。

(2) 学习方法

① 熟悉和了解单片机的内部资源。单片机使用者必须对所用型号的单片机的内部资源详细了解，这对单片机编程和应用极有帮助。

② 熟悉和了解单片机的指令系统。单片机程序是采用单片机指令系统中的指令编写的，单片机学习者必须掌握单片机指令系统。

③ 单片机学习者在学习过程当中,必须坚持手、脑并用的原则,多动脑筋去思考,多动手去做实验。

④ 单片机学习者还应具有相关的硬件电路知识,在实际的应用开发中,软件设计是与硬件电路紧密相关的,设计硬件电路也是单片机应用的不可或缺的部分,一个单片机应用技术人员必须同时掌握软、硬件的设计。

三、本单元内容的前后联系

通过本单元学习了解单片机组成的基本知识,其中,单片机的内部结构与单元二紧密相关,是学习单元二的前奏。掌握单片机的内容,为后续内容的学习建立基础。

四、学习方法指导

(1) 第一次接触单片机,必须搞清楚单片机的基本概念,尤其应该和我们常见的微机(PC)机进行比较,看看他们的区别和联系,便于我们理解单片机。

(2) 对单片机的内部结构,我们必须留下初步印象。它看起来比较抽象,最好采用类比的方法来理解单片机的组成。例如,人除了有大脑(CPU),还要有手、脚(I/O)来完成大脑的指令等等。

自我检查题

1.1 MCS-51 单片机由哪些部分组成? 每一部件各起何种作用?

1.2 单片机的特点与发展前景。

1.4 单片机的学习方法。

1.5 AT89S51 与 AT89C51 的区别有哪些？

自我检查题答案

1.1 MCS-51 单片机的组成及其各部件的作用。

① 中央处理器

CPU 负责控制、指挥和调度整个单元系统协调的工作，完成运算和控制输入输出功能等操作。

② 数据存储器

可存放读写的数据、运算的中间结果或用户定义的字型表。

③ 程序存储器

用于存放用户程序和数据表格、常数。

④ 定时/计数器

实现定时或计数。

⑤ 并行输入输出(I/O)口

是单片机和外部设备联系的桥梁。

⑥ 全双工串行口

用于与其他设备间的串行数据传送，该串行口既可以用作异步通信收发器，也可以当同步移位器使用。

⑦ 中断系统

主要用作实时处理、故障处理等。

⑧ 时钟电路

用于产生整个单片机运行的时序脉冲。

1.2 单片机的特点与发展前景。

从硬件角度看：单片机具有小型化的特点，它采用超大规模技术将具有数据处理能力的微处理器(CPU)、存储器(含程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM)、输入输出接口电路(I/O 接口)集成在同一块芯片上，一片单片机芯片就具有组成计算机的全部功能。

从软件角度看：单片机指令系统有精单指令的特点，容易学习。利用单片机指令编写的源程序短小精悍，使单片机应用产品既体积小又具有智能化。

发展前景:综观单片机的发展过程,可以预见单片机的发展有着广泛的前景。尤其在工业控制、智能仪器仪表、计算机网络和通信领域、家用电器、医用设备等领域中将有着广泛的发展前景。

1.3 单片机的各种主要用途。

(1)在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化,且功能比起采用电子或数字电路更加强大。例如精密的测量设备(功率计、示波器、各种分析仪)。

(2)在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统和数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理,电梯智能化控制、各种报警系统,与计算机联网构成二级控制系统等。

(3)在家用电器中的应用

可以这样说,现在的家用电器基本上都采用了单片机控制,从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、其他音响视频器材、再到电子秤量设备,五花八门,无所不在。

(4)在计算机网络和通信领域中的应用

现代的单片机普遍具备通信接口,可以很方便地与计算机进行数据通信,为在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物质条件,现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制,从手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信、再到日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线电对讲机等。

(5)单片机在医用设备领域中的应用

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛,例如医用呼吸机,各种分析仪,监护仪,超声诊断设备及病床呼叫系统等等。

此外,单片机在工商、金融、科研、教育及国防航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

1.4 单片机的学习方法。

(1)学习条件和环境

选择一本好的单片机学习教材是学习单片机的基础,由于单片机原理及应用是一门专业性和实践性很强的课程,需要学习者动手做大量的实验,通过实验掌握单片机应用技术,因此,单片机学习者还应具有较好的硬件环境和软件环境。

硬件环境:个人计算机(PC)1台,常用工具1套(含万用表),仿真器或开发实验板1台。

去做实验。

④ 单片机学习者还应具有相关的硬件电路知识,在实际的应用开发中,软件设计是与硬件电路紧密相关的,设计硬件电路也是单片机应用的不可或缺的部分,一个单片机应用技术人员,必须同时掌握软、硬件的设计。

1.5 AT89S51 的由来及与 89C51 的区别。

很多初学 51 单片机的同学会有这样的问题:AT89S51 是什么?书上和网络教程上可都是 8051, 89C51 等!没听说过有 89S51!

这里,初学者要弄清单片机实际使用方面的一个产品概念, MCS-51 单片机是美国 INTEL 公司于 1980 年推出的产品,典型产品有 8031(内部没有程序存储器,实际使用方面已经被市场淘汰)、8051(芯片采用 HMOS,功耗是 630mW,是 89C51 的 5 倍,实际使用方面已经被市场淘汰)和 8751 等通用产品,一直到现在, MCS-51 内核系列兼容的单片机仍是应用的主流产品(比如目前流行的 89S51、已经停产的 89C51 等),各高校及专业学校的培训教材仍以 MCS-51 单片机作为代表进行理论基础学习。

有些文献甚至也将 8051 泛指 MCS-51 系列单片机, 8051 是早期的最典型的代表作,由于 MCS-51 单片机影响深远,许多公司都推出了兼容系列单片机,就是说 MCS-51 内核实际上已经成为一个 8 位单片机的标准。

其他公司的 51 单片机产品都是和 MCS-51 内核兼容的产品。同样的一段程序,在各个单片机厂家的硬件上运行的结果都是一样的,如 ATMEL 的 89C51(已经停产)、89S51, PHILIPS(飞利浦)和 WINBOND(华邦)等,我们常说的已经停产的 89C51 指的是 Atmel 公司的 AT89C51 单片机,同样是在原基础上增强了许多特性,如时钟,更优秀的是由 Flash(程序存储器的内容至少可以改写 1000 次)存储器取代了原来的 ROM(一次性写入), AT89C51 的性能相对于 8051 已经算是非常优越的了。

不过在市场化方面, 89C51 受到了 PIC 单片机阵营的挑战, 89C51 最致命的缺陷在于不支持 ISP(在线更新程序)功能,必须加上 ISP 功能等新功能才能更好延续 MCS-51 的传奇。89S51 就是在这样的背景下取代 89C51 的,现在, 89S51 目前已经成为了实际应用市场上新的宠儿,作为市场占有率第一的 Atmel 目前公司已经停产 AT89C51,将用 AT89S51 代替。89S51 在工艺上进行了改进, 89S51 采用 0.35 新工艺,成本降低,而且将功能提升,增加了竞争力。89SXX 可以向下兼容 89CXX 等 51 系列芯片。同时, Atmel 不再接受 89CXX 的定单,大家在市场上见到的 89C51 实际都是 Atmel 前期生产的巨量库存而已。如果市场需要, Atmel 当然也可以再恢复生产 AT89C51。

89S51 相对于 89C51 增加的新功能包括:

——新增加很多功能,性能有了较大提升。

——ISP 在线编程功能,这个功能的优势在于改写单片机存储器内的程序不需要把芯片从工作环境中剥离,是一个强大易用的功能。

——最高工作频率为 33MHz,大家都知道 89C51 的极限工作频率是 24M,就是说 S51 具有更高的工作频率,从而具有了更快的计算速度。

——具有双工 UART 串行通道。

——内部集成看门狗计时器,不再需要像 89C51 那样外接看门狗计时器单元电路。

——双数据指示器。

——电源关闭标识。

——全新的加密算法,这使得对于 89S51 的解密变为不可能,程序的保密性大大加强,这样就可以有效的保护知识产权不被侵犯。

——兼容性方面:向下完全兼容 51 全部产品。比如 8051、89C51 等等早期 MCS - 51 兼容产品。也就是说所有教科书、网络教程上的程序(不论教科书上采用的单片机是 8051、89C51 还是 MCS - 51 等等),在 89S51 上一样可以照常运行,这就是所谓的向下兼容。

比较结果:就如同 INTEL 的 P3 向 P4 升级一样,虽然都可以跑 Windows,不过速度是不同的。

从 AT89C51 升级到 AT89S51,也是同理。和 S51 比起来,C51 就要逊色一些,实际应用市场方面,技术的进步是永远向前的。

单元二 MCS-51 单片机内部结构

一、学习目标与要求

- (1) 掌握 MCS-51 单片机基本组成及各组成部分(CPU、存储器、时钟电路、复位电路、I/O端口等)的作用。
- (2) 了解 I/O 端口的结构,掌握 I/O 端口的驱动能力及其输入输出的初始化方法。
- (3) 了解 CPU 的结构,掌握 CPU 各部分的功能,熟悉 ACC、PSW、B、DPTR、PC 等在单片机中的应用。
- (4) 掌握复位电路、时钟电路在单片机中的作用及其电路的设计方法。

二、本单元重点内容

(1) MCS-51 单片机的基本组成部分:中央处理器 CPU、数据存储器 RAM、程序存储器 ROM、定时器/计数器和各种 I/O 接口电路等。如图 2-2 所示。

(2) MCS-51 的存储器组织结构,采用典型的哈佛结构,即程序存储器、数据存储器完全独立,并且拥有各自的寻址系统。片内 RAM 又按功能分为几个区,如图 2-1 所示。每个区都有自己独特的功能。

(3) MCS-51 单片机的四个并行 I/O 口,其中 P0 口可作 I/O 口,也可以分时实现地址数据总线功能。P3 口除了可作 I/O 口外,还具有第二功能,P2 口除了可作 I/O 口外,还能作高位地址总线。必须注意:由于 P0 口没有内部上拉电阻,为了能够输出高电平,P0 口在作普通 I/O 口时必须外接上拉电阻。另外,P0~P3 都有口锁存器,而口锁存器具有保持功能,为了防止口锁存器的内容对引脚信号造成影响,在 P0~P3 作 I/O 输入时,必须先往口锁存器写 1,使输出管子 VT2 截止。

(4) MCS-51 单片机的复位电路有上电复位、手动复位电路两种。如图 2-3 所示。

FFH	特殊功能寄存器区 (SFR)
80H	数据缓冲区 堆栈区 工作单元
7FH	
30H	位寻址区 00H—7FH
2FH	
20H	3区
1FH	
	2区
	1区
00H	0区

图 2-1 片内 RAM 分区图

AT80S51方框图

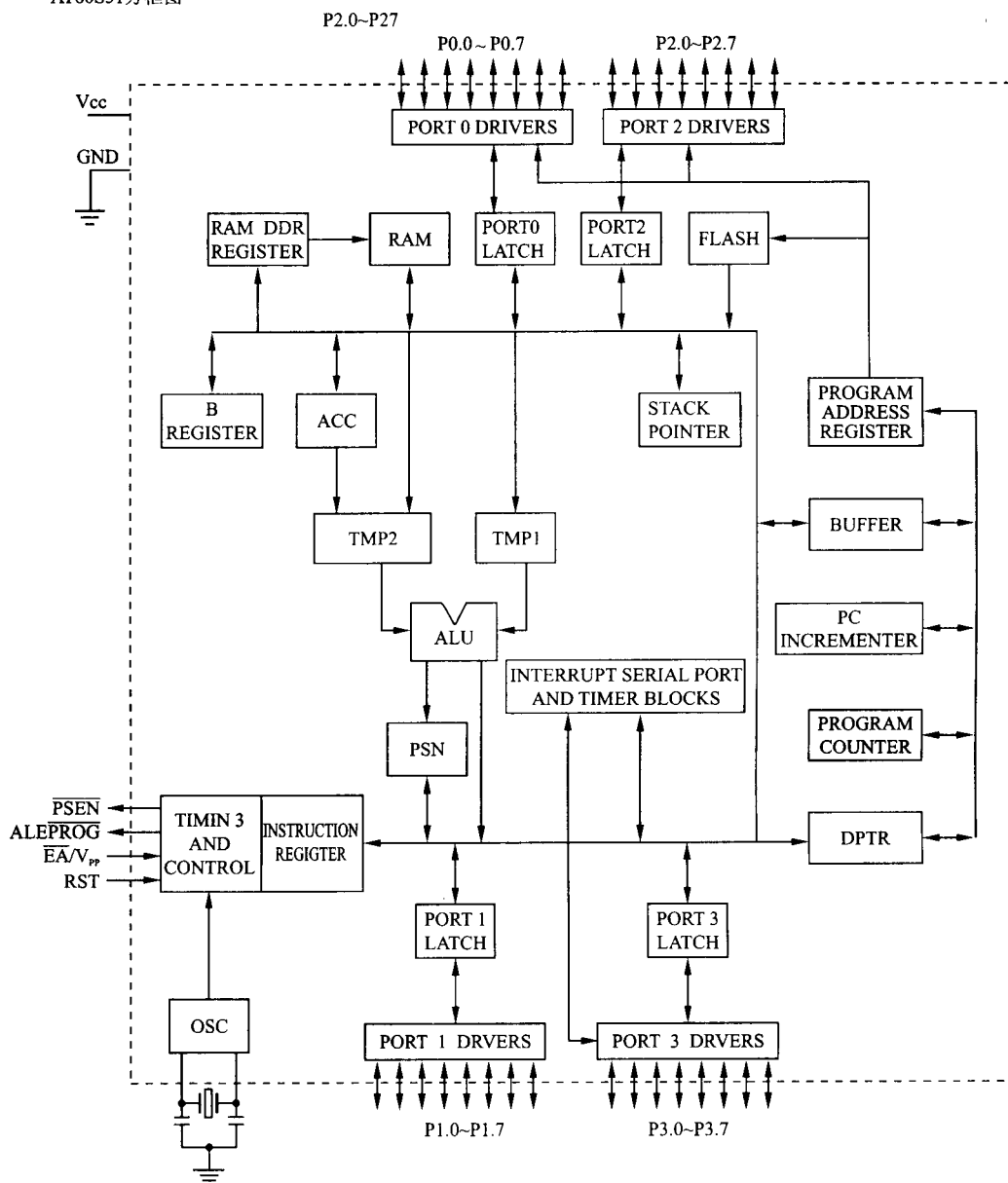


图 2-2 89551 的基本组成

复位后，一些特殊功能寄存器的内容会恢复为初始值。

特殊功能寄存器	初始态	特殊功能寄存器	初始态
ACC	00H	B	00H
PSW	00H	SP	07H
DPH	00H	TH0	00H
DPL	00H	TL0	00H
IP	xxx00000B	TH1	00H
IE	0xx00000B	TL1	00H
TMOD	00H	TCON	00H
SCON	00H	SBUF	xxxxxxxB
AUXR1	xxxxxxx0B	AUXR	xxxxxxxB
WDTRST	xxx00xx0B	PCON	0xxx0000B
P0 - P3	1111111B		

三、本单元内容的前后联系

(1) 本单元内容讲述 MCS-51 单片机的内部结构，它是我们了解单片机全貌最基本的部分。

(2) 本单元内容讲述的存储器组织结构，与后面的指令部分联系紧密，对于我们理解指令的执行过程很有帮助。

(3) 本单元讲述的单片机内部硬件资源如定时、计数器，中断等等，在模块五中又做了比较详细的阐述，所以在学习本单元时应该留下较深的印象。

四、学习方法指导

(1) 单片机的内部结构比较抽象，讲的很多东西看不见摸不着，所以在理解上可能比较难。在学习本单元前，最好先接触一些微机的相关知识，使自己对微机有些初步的了解。

(2) 单片机工作时，其实和我们人做事一样，都是按部就班在时钟的控制下，一步一步进行的，所以，我们在理解单片机的各个资源时，应多和日常生活中的一些东西进行类比。

五、典型例题分析

例题 2.1 引脚的作用是什么？在下列四种情况下，引脚各应接何种电平？

(1) 只有片内 ROM。

(2) 有片内 ROM 和片外 ROM。