



高等技术应用型人才培养规划教材

单片机 开发技术与实训



黄庆华 张永格 主编
杨贤军 兰如波 刘高潮 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等技术应用型人才培养规划教材

单片机开发技术与实训

黄庆华
张永格 主编

杨贤军
兰如波 副主编
刘高潮

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机为背景,从实用角度出发,以丰富的实例为主线,结合 Keil C51、Proteus、Medwin 等单片机开发系统软件的使用,介绍单片机控制系统项目开发的过程和方法。全书共分 3 部分。第 1 部分(包括第 1 章至第 3 章),主要介绍 MCS-51 单片机控制系统的设计基础;单片机开发系统使用方法;MCS-51 单片机基本指令的基础实验。第 2 部分(包括第 4 章至第 11 章),主要介绍流水广告灯、交通信号灯、数字式电子时钟、数字式温度控制器、数字式电压表、LCD 显示器应用电路等单片机控制系统项目的软、硬件设计过程和方法。第 3 部分(包括第 12 章至第 13 章),主要介绍单片机技术在实践应用中的一些应用实例。

本书可作为高职、高专院校单片机课程教学的实训教材,也可供从事电子技术、单片机系统开发的工程技术人员学习参考。

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,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机开发技术与实训 / 黄庆华, 张永格主编. —北京: 电子工业出版社, 2006.7

(高等技术应用型人才培养规划教材)

ISBN 7-121-02780-1

I. 单… II. ①黄…②张… III. 单片微型计算机—高等学校: 技术学校—教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 065229 号

责任编辑: 张荣琴 特约编辑: 孙欣

印 刷: 北京李史山胶印厂

出版发行: 电子工业出版社

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: 17.75 字数: 466 千字

印 次: 2006 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

高等技术应用型人才培养规划教材指导委员会

委员会主任:

广西水利电力职业技术学院

黄伟军 (博士)

委员会副主任:

广西工业职业技术学院院长

金长义

广西工商职业技术学院院长

陆炳坚

广西建设职业技术学院副院长

范柳先

广西机电职业技术学院副院长

邹 宁

桂林航天工业高等专科学校副校长

罗国湘

委员: (排名不分先后)

广西经济管理干部学院

何品荣

广西职业技术学院

王秀林

广西工业职业技术学院

谢文明

广西经贸职业技术学院

彭德山

广西工商职业技术学院

谭惠坤

邕江大学

赵德元

广西建设职业技术学院

游华金

柳州运输职业技术学院

黄 锋

柳州职业技术学院

杨祖宪

柳州职业技术学院

何志忠

广西生态工程职业技术学院

苏付保

广西电力职业技术学院

蒙 忠

广西水利电力职业技术学院

吴汉生

广西国际商务职业技术学院

莫 颖

广西农业职业技术学院

付秀红

南宁师范高等专科学校

罗显克

东方外语职业技术学院

韦龙征

桂林航天工业高等专科学校

李 燕

前 言

单片机的问世和飞速发展掀起了计算机工程应用的一场新革命,使计算机技术冲破了实验室和机房的界限,广泛地应用于工业控制系统、数据采集系统、自动测试系统、智能仪表和接口以及各类功能模块等广阔的领域。单片机应用系统已经成为实现许多控制系统的常规性工具。单片机的发展历史虽然只有短短 20 多年,但是随着计算机科学和微电子集成技术的飞速发展,在不断地向更高层次和更大规模发展,其应用领域也更为广泛,由传统的过程控制,逐步进入数值处理、数字信号处理以及图像处理等高新技术领域。

如今,单片机应用技术已经成为理工院校电类专业的主要专业课程。学生不仅要掌握单片机的原理和应用,还应具有“开发”能力。传统的单片机教学,通常是“黑板”加“实验箱”的教学模式,如在“黑板”上讲授理论,使学生感到枯燥无味;在“实验箱”上验证实验,又束缚了学生动手和创新实践的能力,进而降低了学习的兴趣。本书编者总结了多年的单片机教学经验,探索出一条单片机“一体化”教学之路,即利用 Keil C51 和 Proteus 等软件为平台,在计算机上建立单片机虚拟实验室,进行单片机教学内容的软件调试和硬件电路仿真。这样,只要有计算机的地方,单片机的教学和学习就可以进行。编写本书时,我们力求以任务或项目的形式,对单片机的每个功能模块进行学习,即完成一个任务或项目,就可以掌握单片机相应的功能。同时,学生可以在此任务或项目基础上进一步发挥学习的自主性,从而有利于学生创新能力的提高。另外,利用仿真软件开发项目还可以缩短开发时间,节约开发成本。

本书是为高职类学生编写的单片机实训教材,建议教学时数为 60 学时左右。

全书共分 13 章:第 1 章介绍单片机系统的结构以及 MCS-51 单片机指令系统;第 2 章介绍单片机开发系统 Keil C51、Proteus 等软件的使用;第 3 章介绍单片机指令系统基础实验的软件仿真验证方法;第 4 章介绍流水广告灯的设计;第 5 章介绍交通信号灯的设计;第 6 章介绍数字式电子时钟的设计;第 7 章介绍数字式温度恒温控制器的设计;第 8 章介绍数字式电压表的设计;第 9 章介绍自动门设计;第 10 章介绍 LCD 显示器应用电路的设计;第 11 章介绍点矩阵显示器显示字电路设计;第 12 章介绍单片机在家电产品中的应用;第 13 章介绍单片机在电力系统继电保护装置中的应用。

本书第 1 章、第 2 章由黄庆华编写,第 3 章、第 5 章由张永格编写,第 4 章、第 10 章由何乃味编写,第 7、8、9 章由刘高潮编写,第 6 章、第 11 章由杨贤军编写,第 12 章、第 13 章由兰如波编写。由于编写时间仓促,编著者水平有限,书中误漏在所难免,敬请读者批评指正(请发邮件至 hqhuahqhua@163.com)。

编 者
2006 年 5 月

《单片机开发技术与实训》读者意见反馈表

尊敬的读者：

感谢您购买本书。为了能为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间，将您的意见以下表的方式（可从 <http://www.hxedu.com.cn> 下载本调查表）及时告知我们，以改进我们的服务。对采用您的意见进行修订的教材，我们将在该书的前言中进行说明并赠送您样书。

姓名：_____ 电话：_____

职业：_____ E-mail：_____

邮编：_____ 通信地址：_____

1. 您对本书的总体看法是：

☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 尚可 ☐ 不太满意 ☐ 不满意

2. 您对本书的结构（章节）：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

3. 您对本书的例题：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

4. 您对本书的习题：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

5. 您对本书的实训：☐ 满意 ☐ 不满意 改进意见_____

6. 您对本书其他的改进意见：

7. 您感兴趣或希望增加的教材选题是：

请寄：100036 北京万寿路 173 信箱高等职业教育事业部 白羽收

电话：010-88254563 E-mail: baiyu@phei.com.cn

目 录

第 1 部分 MCS-51 单片机基础知识

第 1 章 单片机控制系统设计基础	(2)
1.1 MCS-51 单片机简介	(2)
1.1.1 MCS-51 单片机引脚图和功能图	(2)
1.1.2 MCS-51 系列引脚及功能	(3)
1.1.3 MCS-51 单片机存储器结构及其用途	(4)
1.2 MCS-51 指令系统	(7)
1.2.1 MCS-51 指令系统简介	(7)
1.2.2 数据传送类指令	(8)
1.2.3 算术运算类指令	(11)
1.2.4 逻辑运算类指令	(13)
1.2.5 控制转移类指令	(14)
1.2.6 位操作指令	(16)
1.2.7 伪指令	(17)
第 2 章 单片机开发系统及使用方法	(18)
2.1 源程序编译软件 Keil C51	(18)
2.1.1 Keil C51 的安装	(18)
2.1.2 Keil C51 的界面介绍及使用	(21)
2.2 单片机仿真软件 Proteus	(34)
2.2.1 Proteus 的简介	(34)
2.2.2 Proteus 安装及界面介绍	(35)
2.2.3 Proteus 的使用	(41)
2.2.4 Proteus 的硬件仿真	(47)
2.2.5 Keil C51 与 Proteus 的结合	(49)
2.3 MedWin 单片机集成开发环境	(51)
2.3.1 MedWin 的安装	(51)
2.3.2 MedWin 的开发入门	(54)
第 3 章 单片机指令系统实验	(58)
3.1 寻址方式实验	(58)
3.1.1 实验目的	(58)
3.1.2 实验设备	(58)
3.1.3 实验原理	(58)
3.1.4 实验内容	(59)
思考与练习	(66)

3.2	数据传送类指令实验	(66)
3.2.1	实验目的	(66)
3.2.2	实验设备	(66)
3.2.3	实验原理、内容和步骤	(67)
	思考与练习	(72)
3.3	算术运算类指令实验	(72)
3.3.1	实验目的	(73)
3.3.2	实验设备	(73)
3.3.3	实验原理	(73)
3.3.4	实验内容	(74)
	思考与练习	(75)
3.4	逻辑运算类指令实验	(76)
3.4.1	实验目的	(76)
3.4.2	实验设备	(76)
3.4.3	实验原理	(76)
3.4.4	实验内容及步骤	(76)
3.5	控制转移和子程序调用实验	(78)
3.5.1	实验目的	(78)
3.5.2	实验设备	(78)
3.5.3	实验原理	(78)
3.5.4	实验内容及步骤	(80)
	思考与练习	(81)

第2部分 单片机控制系统项目的软、硬件设计过程和方法

第4章	流水广告灯的设计	(83)
4.1	利用循环方式实现流水广告灯	(83)
4.1.1	设计功能要求	(83)
4.1.2	硬件电路设计	(83)
4.1.3	软件设计思路	(83)
4.1.4	仿真调试	(87)
4.1.5	调试结果分析	(87)
4.2	利用取表方式实现流水广告灯	(88)
4.2.1	设计功能要求	(88)
4.2.2	硬件电路设计	(88)
4.2.3	软件设计思路	(89)
4.2.4	仿真调试	(89)
4.3	利用定时器方式实现流水广告灯	(90)
4.3.1	定时器/计数器应用简介	(91)
4.3.2	设计实例	(93)

4.4	利用中断方法实现流水广告灯	(98)
4.4.1	中断有关概念	(98)
4.4.2	AT89C51 中断标志及控制寄存器	(99)
4.4.3	中断响应的条件及响应过程	(101)
4.4.4	定时中断应用实例	(103)
4.4.5	外部中断 ($\overline{\text{INT0}}/\overline{\text{INT1}}$) 的应用	(107)
4.4.6	两个中断 ($\overline{\text{INT0}}/\overline{\text{INT1}}$) 同时存在	(108)
4.5	用串行口实现的流水广告灯	(111)
4.5.1	AT89C51 的串行口结构	(111)
4.5.2	串行口特殊功能寄存器	(111)
4.5.3	AT89C51 串行口的工作方式	(113)
4.5.4	AT89C51 串行口的波特率	(115)
4.5.5	串行口工作方式 0 的应用实例	(116)
4.5.6	仿真调试	(118)
第 5 章	交通信号灯的设计	(119)
5.1	没有时间显示的定时交通信号灯	(119)
5.1.1	设计功能要求	(119)
5.1.2	设计思路	(120)
5.1.3	硬件电路设计	(120)
5.1.4	软件设计	(120)
5.1.5	用 Keil C51 和 Protues 软件调试仿真	(122)
5.2	有时间显示的定时交通信号灯	(124)
5.2.1	硬件电路设计	(124)
5.2.2	软件设计	(124)
5.2.3	调试与仿真	(126)
	思考与练习	(126)
第 6 章	数字式电子时钟的设计	(127)
6.1	普通时钟设计	(127)
6.1.1	设计功能要求及方案	(127)
6.1.2	硬件电路设计与器件选择	(128)
6.1.3	显示电路的设计与器件选择	(130)
6.1.4	按键电路设计与器件选择	(131)
6.1.5	电路原理图	(132)
6.1.6	软件的设计方案	(133)
6.1.7	资源分配	(134)
6.1.8	程序模块流程图	(135)
6.1.9	电路检测程序	(136)
6.1.10	时钟源程序	(138)
6.1.11	调试方法与步骤	(144)

6.1.12	分析与总结	(145)
	思考与练习	(146)
6.2	闹铃时钟设计	(146)
6.2.1	设计功能要求及方案	(146)
6.2.2	单片机的选择	(151)
6.2.3	显示电路的设计与器件选择	(151)
6.2.4	电路原理图	(151)
6.2.5	软件的设计方案	(151)
6.2.6	资源分配	(152)
6.2.7	软件流程框图	(153)
6.2.8	时钟源程序	(154)
	思考与练习	(162)
第 7 章	数字式温度恒温控制器的设计	(163)
7.1	设计功能要求及方案论证	(163)
7.1.1	设计功能要求	(163)
7.1.2	设计的思路	(163)
7.2	硬件电路的设计方案及框图	(163)
7.3	硬件电路的设计与器件选择	(164)
7.3.1	测温电路	(164)
7.3.2	A/D 转换电路	(165)
7.3.3	主控制器电路	(165)
7.3.4	设定控制温度按键电路	(166)
7.3.5	驱动电路	(166)
7.3.6	显示电路	(166)
7.4	软件程序设计	(166)
7.4.1	程序设计框图	(166)
7.4.2	主程序的设计	(168)
7.4.3	子程序的设计	(169)
7.5	仿真调试	(172)
7.6	调试性能分析	(173)
	思考与练习	(173)
第 8 章	数字式电压表的设计	(174)
8.1	设计功能要求及方案论证	(174)
8.1.1	数字式电压表设计功能要求	(174)
8.1.2	数字式电压表设计的思路	(174)
8.1.3	数字式电压表硬件电路的设计方案及框图	(174)
8.2	硬件电路的设计与器件选择	(175)
8.2.1	8 路测压 A/D 转换电路	(175)
8.2.2	主控制器电路	(175)

8.2.3	驱动电路	(176)
8.2.4	显示电路	(176)
8.3	软件程序设计	(176)
8.3.1	程序设计框图	(176)
8.3.2	主程序的设计	(177)
8.3.3	子程序的设计	(178)
8.4	仿真调试	(180)
8.5	调试性能分析	(180)
	思考与练习	(181)
第9章	自动门设计	(182)
9.1	设计功能要求及方案论证	(182)
9.1.1	自动门设计功能要求	(182)
9.1.2	自动门设计的思路	(182)
9.1.3	硬件电路的设计方案及框图	(182)
9.2	硬件电路的设计与器件选择	(183)
9.2.1	红外线发射和接收电路	(183)
9.2.2	红外线编译码驱动电路	(183)
9.2.3	手动开、关门和限位开关电路	(184)
9.2.4	单片机主控制器电路	(184)
9.2.5	步进电机驱动电路	(184)
9.2.6	步进电机	(184)
9.3	软件程序设计	(184)
9.3.1	程序设计框图	(185)
9.3.2	主程序的设计	(185)
9.3.3	子程序的设计	(185)
9.4	仿真调试	(188)
9.5	调试性能分析	(189)
	思考与练习	(190)
第10章	LCD 显示器应用电路设计	(191)
10.1	液晶显示器的基本知识	(191)
10.1.1	液晶显示器概述	(191)
10.1.2	1602 字符型液晶显示模块 (LCM) 的基本组成	(191)
10.1.3	HD44780 的驱动器和控制器	(192)
10.1.4	1602 字符型液晶显示器引脚及功能	(194)
10.1.5	1602 字符型液晶显示器工作原理	(194)
10.1.6	LCD 指令码工作说明	(198)
10.1.7	LCD 控制器接口时序说明	(201)
10.1.8	LCD 初始化设置	(202)
10.2	让液晶显示器显示单个字符	(203)

10.2.1	硬件电路原理图	(203)
10.2.2	仿真调试	(203)
10.3	让液晶显示器显示字符串	(206)
10.3.1	设计功能要求	(206)
10.3.2	编辑源程序	(206)
10.3.3	源程序编译	(208)
10.3.4	仿真调试	(208)
10.4	字符型液晶显示器常用的子程序	(208)
10.4.1	查询忙碌标志信号子程序	(208)
10.4.2	写指令到指令寄存器子程序	(210)
10.4.3	写数据到数据寄存器的子程序	(210)
10.4.4	清除 LCD 显示器的子程序	(210)
10.4.5	启动 LCD 子程序	(210)
10.4.6	延时子程序	(211)
10.5	让液晶显示器显示键盘输入的字符	(211)
10.5.1	设计功能说明	(211)
10.5.2	硬件电路	(211)
10.5.3	编辑源程序	(211)
10.5.4	源程序编译	(215)
10.5.5	仿真调试	(215)
10.6	电子号码锁	(216)
10.6.1	功能说明	(216)
10.6.2	硬件电路	(217)
10.6.3	编辑源程序	(218)
10.6.4	源程序编译	(223)
10.6.5	仿真调试	(223)
第 11 章	点矩阵显示器显示字电路设计	(225)
11.1	点矩阵显示器相关知识	(225)
11.1.1	点矩阵的结构与种类	(225)
11.1.2	点矩阵显示器基本应用	(226)
11.2	一个 8×8 点矩阵的显示设计 (一)	(228)
11.2.1	功能说明	(228)
11.2.2	电路原理图	(228)
11.2.3	硬件电路连线说明	(228)
11.2.4	程序设计内容	(229)
11.2.5	汇编源程序	(230)
11.3	一个 8×8 点矩阵的显示设计 (二)	(232)
11.3.1	功能说明	(232)
11.3.2	电路原理图	(232)

11.3.3	硬件电路连线说明	(233)
11.3.4	程序设计内容	(233)
11.3.5	汇编源程序	(233)
11.4	一个 5×7 点矩阵的显示	(236)
11.4.1	功能说明	(236)
11.4.2	电路原理图	(237)
11.4.3	硬件电路连线	(237)
11.4.4	程序设计内容	(237)
11.4.5	汇编源程序	(237)
11.5	单个中文字的显示设计——依次显示 4 个字	(239)
11.5.1	功能说明	(239)
11.5.2	电路原理图	(243)
11.5.3	硬件电路连线	(243)
11.5.4	汇编源程序	(244)

第 3 部分 单片机技术在实际中的应用

第 12 章	单片机在家电产品中的应用	(248)
12.1	概述	(248)
12.2	单片机在微电脑控制电饭锅中的应用举例	(248)
12.2.1	设计的功能要求	(249)
12.2.2	硬件电路的设计原理及分析	(250)
12.2.3	软件程序设计原理及框图	(252)
第 13 章	单片机在电力系统继电保护装置中的应用	(254)
13.1	微机型继电保护概述	(254)
13.2	WXB-11 型输电线路继电保护装置举例	(255)
13.2.1	设计的功能要求	(256)
13.2.2	硬件电路设计原理及分析	(256)
13.2.3	软件程序设计原理及框图	(260)
附录 A	MCS-51 单片机指令速查表	(267)

第 1 部分 MCS-51 单片机基础知识

本部分主要介绍 MCS-51 系列单片机的基本知识、硬件结构、指令系统以及基础实验；重点介绍单片机开发系统 Keil C51、Proteus 和 Medwin 等软件的使用方法。

第 1 章 单片机控制系统设计基础

1.1 MCS-51 单片机简介

单片机实际上是微型计算机的一种，自从它问世以来，人们对它不断地改进，以应用于现代化社会的各个方面。单片机体积小，价格低廉，开发较为容易，可根据需要制作成各种智能控制器以代替人工操作，实现自动化。单片机已广泛应用在智能仪器仪表、工业设备过程控制、家用电器中。

单片机有许多型号，掌握一种单片机的硬件结构与指令系统就可以说是掌握这种单片机了。常见的单片机有 INTEL 公司的 MCS-51、151、251 系列；ZILOG 的 Z8 系列 OTP（一次编程）；PHILIPS 公司的 80C51 和 51XA 系列；MOTOROLA 的 68HC05/08 系列；MICROCHIP 公司的 PIC16CXX 系列单片机；ATMEL 的 89C51 系列；WINBOND 的 78E51 系列等。较早进入我国的是 INTEL 的 MCS-51 型单片机，以前它在国内的应用是最普遍的，但后来 INTEL 致力于 x86，被其他公司赶了上来，现在很多单片机都兼容 51 单片机的指令。

单片机也称为微控制器 MCU，但实际上并不是每种单片机都是真正的“单片”，而是需要外接扩展的程序存储器等才能工作，程序存储器一般用 EPROM（紫外线可擦除只读存储器），也有用 EEPROM 的（电可擦除只读存储器——586 以上电脑的 BIOS 芯片也用它）。通常见到的 8031 单片机（MCS-51 中的一种）需要外接 EPROM 和 RAM，它的特点是系统设计灵活，扩展性好，但总体成本较高，印制电路板设计也较复杂。此外还有 8096/98 系列，速度更快，功能更强。

1.1.1 MCS-51 单片机引脚图和功能图

MCS-51 单片机的引脚图如图 1.1 所示，其功能分类图如图 1.2 所示。

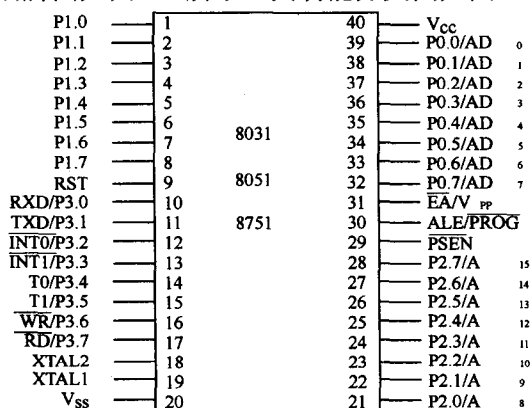


图 1.1 MCS-51 单片机的引脚图

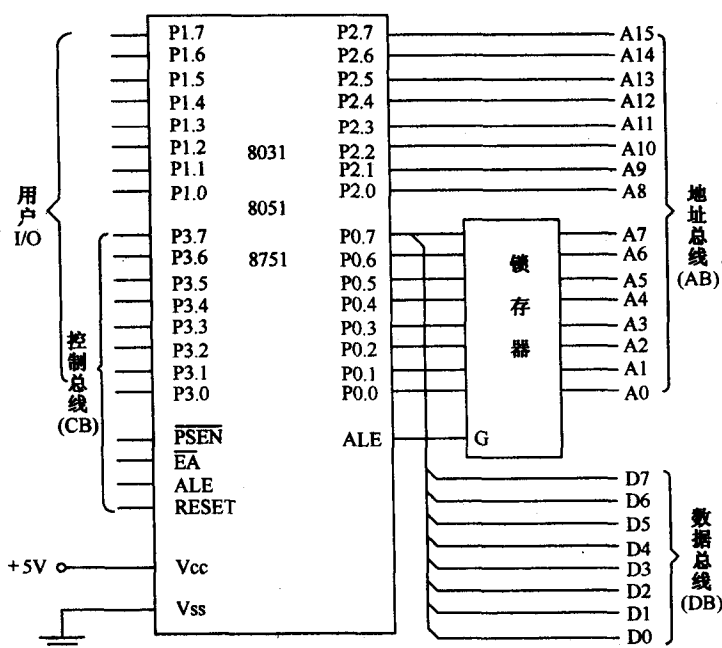


图 1.2 MCS-51 单片机的功能分类图

1.1.2 MCS-51 系列引脚及功能

MCS-51 系列的引脚及功能介绍如下。

1. 电源引脚 Vcc 和 Vss

电源引脚 Vcc 和 Vss 的功能如下。

Vcc: 电源端，接+5V；

Vss: 接地端。

2. 时钟电路引脚 XTAL1 和 XTAL2

时钟电路引脚 XTAL1 和 XTAL2 的功能如下。

XTAL1: 接外部晶振和微调电容器的一端，在片内它是振荡器倒相放大器的输入，若使用外部 TTL 时钟时，该引脚必须接地。

XTAL2: 接外部晶振和微调电容器的另一端，在片内它是振荡器倒相放大器的输出，若使用外部 TTL 时钟时，该引脚为外部时钟的输入端。

3. 地址锁存允许 ALE

系统扩展时，ALE 用于控制地址锁存器锁存 P0 口输出的低 8 位地址，从而实现数据与低位地址的复用。

4. 外部程序存储器读选通信号 $\overline{\text{PSEN}}$

外部程序存储器的读选通信号 $\overline{\text{PSEN}}$ 为低电平有效。

5. 外部程序存储器地址允许输入端 $\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$

外部程序存储器地址允许输入端 $\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$ 为高电平时, CPU 执行片内程序存储器指令, 但当 PC 中的值超过 0FFFH 时, 将自动转向执行片外程序存储器指令; 为低电平时, CPU 只执行片外程序存储器指令。

6. 复位信号 RST

复位信号 RST 为高电平有效, 在输入端保持两个机器周期的高电平后, 就可以完成复位操作。

7. 输入/输出引脚 P0、P1、P2 和 P3

输入/输出引脚 P0、P1、P2 和 P3 等端口的功能如下。

P0(P0.0~P0.7)。P0 端口为漏极开路的 8 位准双向口, 负载能力每位能驱动 8 个 LSTTL 负载, 它为 8 位地址线和 8 位数据线的复用端口。

P1(P1.0~P1.7)。P1 端口是一个内部带上拉电阻的 8 位准双向 I/O 端口。P1 端口的驱动能力为 4 个 LSTTL 负载。

P2(P2.0~P2.7)。P2 端口为一个内部带上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口。P2 端口的驱动能力为 4 个 LSTTL 负载。在访问外部程序存储器时, 它作为存储器的高 8 位地址线。

P3(P3.0~P3.7)。P3 端口同样是内部带上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口, P3 端口除了作为一般的 I/O 口使用之外, 其还具有特殊功能。

P3.0/RXD: 串行口输入端。

P3.1/TXD: 串行口输出端。

P3.2/ $\overline{\text{INT0}}$: 外部中断 0 请求输入端。

P3.3/ $\overline{\text{INT1}}$: 外部中断 1 请求输入端。

P3.4/T0: 定时器/计数器 0 外部输入端。

P3.5/T1: 定时器/计数器 1 外部输入端。

P3.6/ $\overline{\text{WR}}$: 外部数据存储器写选通信号输出。

P3.7/ $\overline{\text{RD}}$: 外部数据存储器读选通信号输出。

1.1.3 MCS-51 单片机存储器结构及其用途

MCS-51 单片机存储器结构采用哈佛结构, 即程序存储器与数据存储器在物理上分开, 如图 1.3 所示。

1. 内部数据存储器

内部数据存储器结构如图 1.3 (a) 所示。