



应用型本科院校规划教材/计算机类

主编 孟祥莲 高洪志

单片机原理及应用

——基于Proteus与Keil C

Principles and Application of Microcontroller
—Based on the Proteus and Keil C

- 适用面广
- 应用性强
- 促进教学
- 面向就业



哈尔滨工业大学出版社



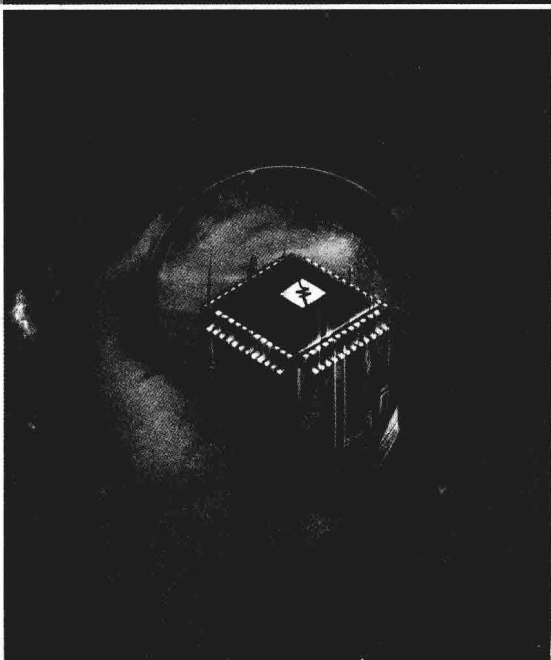
应用型本科院校规划教材/计算机类

主 编 孟祥莲 高洪志
副主编 王妍玮 孙 平 朱国晗

单片机原理及应用

常州大学图书馆
藏书章
基于Proteus与Keil C

Principles and Application of Microcontroller
—Based on the Proteus and Keil C



哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书以 C51 语言编程技术和 Proteus 仿真软件为主线,以实用为主要目的,采用理论与实践相结合的方法,由浅入深地系统地介绍了 51 系列单片机的结构、基本原理、硬件资源及单片机系统的开发过程。本书以 Proteus+C 为主要编程工具,具有基础理论够用、有针对性、实践性强等特点。

全书共分三篇:第一篇(第 1 章、第 2 章)为单片机基础及 C51 的基础知识,着重介绍单片机的硬件结构及 C51 语言的编程基础;第二篇(第 3 章、第 4 章)为开发环境使用部分,着重介绍 C51 集成开发环境、Proteus 硬件仿真环境及 Keil 与 Proteus 联合单片机仿真等;第三篇(第 5 章至第 7 章)为实例部分,着重介绍 8051 单片机内部资源的编程、常用接口技术及综合实例。

本书可作为高等院校计算机、电子、自动化及机电一体化等相关专业的本科教材,也可供从事单片机应用研究与开发的技术人员及普通读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用:基于 Proteus 与 Keil C/孟祥莲,高洪志主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5603-3059-4

I. ①单… II. ①孟… ②高… III. ①单片微型计算机-应用软件,PROTEUS,Keil C IV. ①TP368

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 146814 号

策划编辑 赵文斌 杜 燕

责任编辑 刘 璐

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19.25 字数 448 千字

版 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-3059-4

定 价 34.80 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

《应用型本科院校规划教材》编委会

主 任 修朋月 竺培国

副主任 王玉文 吕其诚 线恒录 李敬来

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁福庆 于长福 王凤岐 王庄严 刘士军

刘宝华 朱建华 刘金祺 刘通学 刘福荣

张大平 杨玉顺 吴知丰 李俊杰 李继凡

林 艳 闻会新 高广军 柴玉华 韩毓洁

藏玉英

序

哈尔滨工业大学出版社策划的“应用型本科院校规划教材”即将付梓，诚可贺也。

该系列教材卷帙浩繁，凡百余种，涉及众多学科门类，定位准确，内容新颖，体系完整，实用性强，突出实践能力培养。不仅便于教师教学和学生学习，而且满足就业市场对应用型人才的迫切需求。

应用型本科院校的人才培养目标是面对现代社会生产、建设、管理、服务等一线岗位，培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持工作有效运行的高等应用型人才。应用型本科与研究型本科和高职高专院校在人才培养上有着明显的区别，其培养的人才特征是：①就业导向与社会需求高度吻合；②扎实的理论基础和过硬的实践能力紧密结合；③具备良好的人文素质和科学技术素质；④富于面对职业应用的创新精神。因此，应用型本科院校只有着力培养“进入角色快、业务水平高、动手能力强、综合素质好”的人才，才能在激烈的就业市场竞争中站稳脚跟。

目前国内应用型本科院校所采用的教材往往只是对理论性较强的本科院校教材的简单删减，针对性、应用性不够突出，因材施教的目的难以达到。因此亟须既有一定的理论深度又注重实践能力培养的系列教材，以满足应用型本科院校教学目标、培养方向和办学特色的需要。

哈尔滨工业大学出版社出版的“应用型本科院校规划教材”，在选题设计思路认真贯彻教育部关于培养适应地方、区域经济和社会发展需要的“本科应用型高级专门人才”精神，根据黑龙江省委书记吉炳轩同志提出的关于加强应用型本科院校建设的意见，在应用型本科试点院校成功经验总结的基础上，特邀请黑龙江省9所知名的应用型本科院校的专家、学者联合编写。

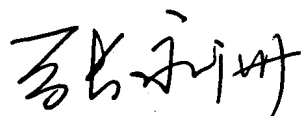
本系列教材突出与办学定位、教学目标的一致性和适应性，既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律，又针对应用型本科人才培养目标及与之相适应的教学特点，精心设计写作体例，科学安排知识内容，围绕应用

讲授理论,做到“基础知识够用、实践技能实用、专业理论管用”。同时注意适当融入新理论、新技术、新工艺、新成果,并且制作了与本书配套的PPT多媒体教学课件,形成立体化教材,供教师参考使用。

“应用型本科院校规划教材”的编辑出版,是适应“科教兴国”战略对复合型、应用型人才的需求,是推动相对滞后的应用型本科院校教材建设的一种有益尝试,在应用型创新人才培养方面是一件具有开创意义的工作,为应用型人才的培养提供了及时、可靠、坚实的保证。

希望本系列教材在使用过程中,通过编者、作者和读者的共同努力,厚积薄发、推陈出新、细上加细、精益求精,不断丰富、不断完善、不断创新,力争成为同类教材中的精品。

黑龙江省教育厅厅长



2010年元月于哈尔滨

前 言

单片机原理及应用是工科类院校一门重要的专业基础课,如何让学生在短时间内掌握单片机原理,并具备应用单片机知识解决实际问题的能力是编者们一直研究的课题。本书编者结合多年教学实践及工程开发的经验,大胆地精炼内容,以 Proteus 仿真软件和 C51 语言编程技术为主线,以实用为主要目的,系统地介绍了 51 系列单片机的结构、基本原理、硬件资源及单片机系统的开发过程。

全书共分三篇:第一篇(第 1 章、第 2 章)为单片机基础及 C51 语言基础知识,着重介绍单片机的硬件结构及 C51 语言的编程基础,重点分析单片机 C 语言语法和语义。第二篇(第 3 章、第 4 章)为开发环境部分。Keil C51 交叉编译器是一个基于 ANSIC 标准的针对 8051 系列单片机的 C 编译器,生成的可执行代码快速、紧凑,在运行效率和速度上可以和汇编程序得到的代码相媲美;Proteus 作为单片机应用系统的设计和仿真平台,强调在应用中学习单片机,实现了一个从产品概念到设计完成的全过程。本书着重介绍 C51 集成开发环境、Proteus 硬件仿真环境及 Keil 与 Proteus 联合单片机仿真等。第三篇(第 5 章至第 7 章)为应用实例部分,着重介绍 8051 单片机内部资源的编程、常用接口技术及单片机课程设计的过程。本书具有以下特点:

1. 上手快,易教学

本书在编写过程中,从基础知识到开发环境的使用及单片机内部资源、外部资源的应用,再到单片机课程设计环节,依由浅入深的原则进行介绍。

2. 软硬结合,仿真实践

本书采用“Proteus+C”的设计方法,列举了大量的实例,克服了传统单片机系统设计中没有物理原型就无法测试、没有硬件就很难对软件进行调试的不足,在节约学习成本的同时,提高了学生的学习积极性。

3. 内容精炼,注重实用

本书根据面向工程开发的实践需要,对于原理以“够用”的原则进行精炼,避免了繁

杂。同时,本书紧随技术的发展,注重知识的新颖、实用性。

全书由孟祥莲、高洪志主编,由哈尔滨工业大学王文仲教授主审,参加编写的人员有王妍玮、孙平、朱国晗、曹荣梅、王嘉鹏、毕津滔、孙洪鹏、赵秋英、韩彦勇、张蔓、王娟、朱国宁、张艳丛。在本书编写过程中参阅借鉴了一些相关教材和文献,在此向其编者表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免出现疏漏或不妥之处,希望读者提出宝贵意见和建议。

编 者

2010年7月

目 录

第一篇 基础知识

第 1 章 单片机基础.....	3
1.1 单片机概述	3
1.2 单片机的硬件结构	4
1.2.1 89C51 单片机的内部结构	4
1.2.2 89C51 单片机的外部引脚.....	12
1.3 单片机的编程语言.....	19
本章小结	20
习题	20
第 2 章 C51 语言编程基础	22
2.1 C51 程序的基本结构.....	22
2.1.1 C51 语言基础	22
2.1.2 C51 程序的基本结构和书写特点.....	22
2.2 C51 数据与运算.....	24
2.2.1 C51 的数据类型.....	24
2.2.2 常量与变量.....	27
2.2.3 C51 的存储模式.....	29
2.2.4 C51 语言对单片机主要资源的控制.....	30
2.2.5 运算符和表达式.....	31
2.3 C51 程序结构.....	37
2.3.1 程序的三种基本结构.....	37
2.3.2 顺序结构.....	37
2.3.3 选择结构.....	38
2.3.4 循环结构.....	41
2.4 C51 的构造数据类型.....	46
2.4.1 数组.....	46
2.4.2 指针.....	48
2.4.3 结构.....	49
2.4.4 联合.....	51
2.4.5 枚举.....	53
2.5 C51 函数.....	55
2.5.1 函数的定义.....	56
2.5.2 函数的调用.....	56

2.5.3 C51 库函数	57
2.5.4 C51 中断函数	58
2.6 C51 与汇编混合编程	60
本章小结	64
习题	64

第二篇 开发环境

第 3 章 Keil μVision3 C51 集成开发环境的使用	69
3.1 Keil C51 概述	69
3.2 Keil μ Vision3 的安装	70
3.2.1 Keil C 软件对系统的要求	70
3.2.2 Keil C 软件的安装	70
3.3 Keil μ Vision3 的使用及调试	73
3.3.1 创建项目及源文件	73
3.3.2 编译项目	74
本章小结	77
习题	78
第 4 章 基于 Proteus ISIS 的单片机仿真	79
4.1 Proteus 概述	79
4.2 初识 Proteus	79
4.2.1 进入 Proteus ISIS	79
4.2.2 工作界面	80
4.2.3 Proteus ISIS 中的主要操作	81
4.2.4 Proteus ISIS 电路原理图输入	82
4.3 在 Proteus 中创建新的元件	88
4.4 Proteus 电路仿真	95
4.4.1 Proteus ISIS 交互式仿真	95
4.4.2 Proteus ISIS 基于图表的仿真	100
4.5 Proteus ISIS 单片机仿真	104
4.5.1 Proteus ISIS 中单片机系统电路设计	104
4.5.2 Proteus ISIS 中单片机程序设计	105
4.5.3 Proteus ISIS 中单片机系统调试	107
4.6 Keil 与 Proteus 联合调试	108
4.6.1 Keil 与 Proteus 接口	109
4.6.2 Keil 与 Proteus 联合调试实例	109
本章小结	111

习题.....	112
---------	-----

第三篇 应用实例篇

第 5 章 8051 单片机内部资源	115
5.1 并行 I/O 接口	115
5.1.1 并行 I/O 接口的基础知识	115
5.1.2 并行 I/O 接口的编程实例	118
5.2 中断系统编程	125
5.2.1 中断系统的基础知识	125
5.2.2 中断系统的编程实例	129
5.3 定时/计数器编程	131
5.3.1 定时/计数器的基础知识	131
5.3.2 定时/计数器的编程实例	135
5.4 串行口编程	145
5.4.1 串行口的基础知识	145
5.4.2 51 系列单片机的串行口	149
5.4.3 串行口的编程实例	155
本章小结	166
习题	166
第 6 章 8051 单片机常用接口	168
6.1 并行 I/O 接口的扩展	168
6.1.1 简单 I/O 接口扩展	168
6.1.2 可编程 8255 扩展 I/O 接口	172
6.2 键盘与 LED 点阵显示接口	178
6.2.1 键盘接口	178
6.2.2 键盘与 LED 控制芯片 HD7279A	181
6.3 模拟转换器接口	190
6.3.1 A/D 转换器接口	190
6.3.2 D/A 转换器接口	203
6.4 LCD 液晶显示驱动编程	209
6.4.1 液晶显示模块概述	209
6.4.2 T6963C 液晶显示控制器	209
6.5 模拟 I ² C 接口	227
6.5.1 I ² C 总线概述	227
6.5.2 串行 I ² C 总线 EEPROM AT24C××	229
本章小结	237
习题	237

第7章 单片机课程设计	238
7.1 课程设计指导规范	238
7.1.1 单片机系统课程设计的目的与要求	238
7.1.2 单片机系统课程设计时间安排	238
7.1.3 硬件设计的一般步骤	238
7.1.4 单片机系统课程设计报告要求及撰写规范	239
7.1.5 单片机系统课程设计答辩	240
7.1.6 单片机系统课程设计成绩评定办法	240
7.2 基于 MCS-51 单片机的 16×32 点阵设计	240
7.2.1 实例功能	240
7.2.2 器件和原理	241
7.2.3 电路原理图及器件选择	242
7.2.4 程序设计	243
7.3 基于 MCS-51 单片机的电子万年历设计	256
7.3.1 实例功能	256
7.3.2 器件和原理	257
7.3.3 电路原理及器件选择	259
7.3.4 程序设计	260
7.4 单片机课程设计实例	267
7.4.1 红外收发器	267
7.4.2 电子计算器	274
7.4.3 超声波测距	276
7.4.4 乒乓球游戏机	279
本章小结	280
附录 A C51 库函数	281
附录 B Proteus 的常用元器件	290
附录 C Proteus 的常用快捷键	292
参考文献	293

第一篇

基础知识

第 1 章

单片机基础

近几十年,随着计算机的飞速发展,单片机也迅速发展起来,并广泛应用于各种智能产品中,逐渐成为 21 世纪的一项重要技术。学习用单片机进行设计之前,要先了解单片机的一些基本知识,因此,本章主要介绍单片机的基本概念、发展过程、应用领域及展望,并以 89C51 为代表,介绍单片机的硬件资源和常用的编程方法。

1.1 单片机概述

随着信息技术的飞速发展,计算机越来越朝着微型化、智能化的方向发展,单片机就是在这种情况下应运而生的。它将组成计算机的基本部件,包括 CPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)、定时器 / 计数器以及 I/O(Input/Output) 接口等集成在一个芯片上,形成芯片级的微型计算机,称做“单片机(Single Chip Microcomputer)”。

组成单片机的各功能部件与计算机大体相同,但单片机集成在一个芯片上,而计算机中各部件独立封装。与通用的计算机相比,单片机具有许多优越性,主要体现在以下 4 个方面。

(1) 体积小、结构简单、集成度高。单片机体积小,对于强磁场环境易于采取屏蔽措施,适合在恶劣环境下工作。

(2) 性价比高。高性能、低价格是单片机最显著的特点。

(3) 可靠性高,功耗小(单片机独立封装,故可靠性高)。与计算机不同,单片机最主要的特点就是把各个功能部件集成在一个芯片上,内部采用总线结构,减少了各芯片之间的连线,提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。

(4) 功能强,应用广泛,使用方便、灵活。

目前,单片机的应用已涉及日常生活的各个方面,每一个电子产品里面几乎都包含单片机,无论是在民用的生活用品中,还是在机电一体化、工业控制、智能仪器仪表、实时控制及军用方面,单片机为产品的更新作出了积极的贡献。因此,单片机已经成为学生求职必不可少的一门专业知识,学生有必要学好这门课程。

自 20 世纪 80 年代中期 MCS-51 系列单片机出现以来,单片机得到了广泛的发展。

目前, Intel 公司推出的 MCS-51 系列的 8 位单片机, 数量约占 8 位单片机的 38.3%, 广泛应用于实时控制、自动化仪表等方面, 已成为我国 8 位单片机的主流机型。随着其功能的不断完善, 该系列单片机已同步前进, 在各个领域的科研、技术改造和产品开发中起到了越来越重要的作用。因此, 在今后的时间里, 其主流系列的地位会得到不断巩固。

MCS-51/52 系列单片机主要包括 51 和 52 子系列。它们的区别在于片内 RAM 的容量, 其中 51 子系列为 128 B 的片内 RAM, 而 52 子系列为 256 B 的片内 RAM。89C51 是 MCS-51 系列单片机中比较有代表性的芯片。本书主要以 89C51 为例对单片机的基础知识进行阐述。

1.2 单片机的硬件结构

MCS-51 系列单片机品种繁多, 应用广泛, 但不管其复杂程度如何, 它们都具有相似的硬件结构。89C51 单片机的总体框图如图 1.1 所示。

从图 1.1 中可以看出, 单片机的硬件资源包括单片机的内部结构和外部引脚两个部分, 因此, 通过学习单片机的内部结构和外部引脚的特点, 就可以完成单片机与外围电路的正确连接, 并通过编程让单片机能够实现某种特定功能。

1.2.1 89C51 单片机的内部结构

通常 89C51 单片机的内部是由一个 8 位的微处理器(CPU)、128 B 的片内数据存储器(RAM)、4 KB 的片内程序存储器(ROM)、4 个并行 I/O 接口(P0 ~ P3)、21 个特殊寄存器、2 个定时 / 计数器、5 个中断源的中断管理控制系统、1 个全双工的串口及片内振荡器与时钟产生电路组成, 其内部结构框图如图 1.2 所示。

那么, 单片机的这些内部资源怎样使用, 如何工作呢? 下面通过一个引例来进行讲解。

引例: 假设一批学生去帽儿山度假, 早上起来大家要吃饭怎么办呢?

首先班长要对每个有特长的同学有所了解, 知道谁会做饭、谁会烧火、谁切菜好, 然后班长要按步骤到各个房间里找到每个有特长的学生。当需要烧火时, 班长首先想到会烧火的学生, 叫他开始工作。在这个例子中, 班长就相当于单片机的 CPU, 各个房间就相当于单片机的存储器。

正如引例中所述, 单片机执行指令就是先从指令寄存器中读指令, 再由 CPU 执行指令的过程, 那么读指令的过程就要了解指令寄存器(存储器)的基本知识。

1. 存储器

单片机的存储空间按存储类型的不同可分为程序存储器和数据存储器两个部分, 但根据存储的位置不同, 又可以分为片内(程序 / 数据)存储区和片外(程序 / 数据)存储区。

89C51 单片机片内存储器采用的是哈佛结构, 即程序存储器和数据存储器分开存储。因此, 89C51 的片内存储器分为 4 KB(即 2^{12}) 程序存储器和 256 B 数据存储器, 其中数据存储器的高 128 B 单元为 SFR 区, 被专用寄存器占用, 低 128 B 单元可供用户使用。

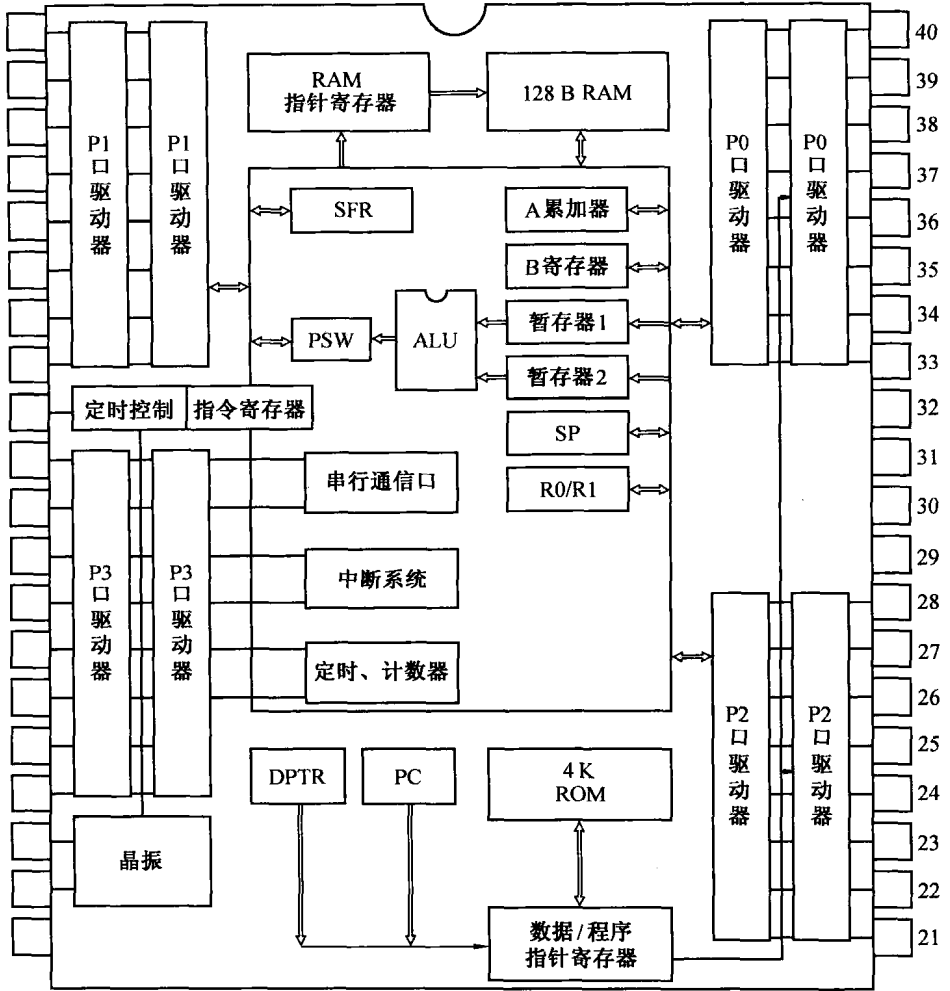


图 1.1 89C51 单片机总体框图

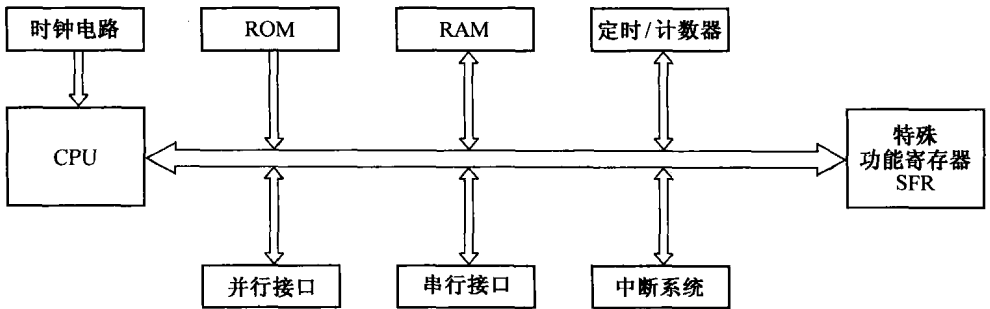


图 1.2 MCS-51 单片机内部结构图

在用 C51 编程中，存储区分为 CODE 区（程序代码区）、DATA 区（普通内存区）、BDATA 区（位寻址区）、IDATA 区（间接寻址区）、SFR 区（特殊功能寄存器区）和 XDATA 区（片外存储区）、PDATA 区（片外低 256 B 分页寻址区）。51 系列单片机实际的硬件存储区称为物理存储区；编程用到的存储区称为逻辑分区。两者的关系如图 1.3 所