



全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

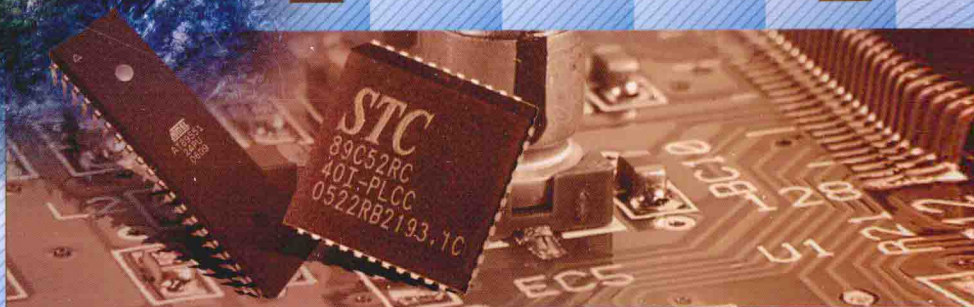
校级精品课
配套教材

项目式51单片机技术 实践教程 (C语言版)

◎冯博 王丽娜 主编

◎程俊红 陈斌 副主编 ◎李辉 主审

- 单片机基础、硬件系统及开发软件
- 单片机C51编程基础
- 单片机与键盘接口的设计实现
- LED数码管与点阵显示的设计实现
- 单片机与通信接口的设计实现
- A/D与D/A转换接口的设计实现
- 单片机与通用型液晶显示器的设计实现
- 模拟电梯运行系统的设计与实现
- 校园IC卡消费系统的设计与实现
- 电子密码锁系统的设计与实现



- ◆ 借鉴西欧国家的CDIO工程教育理念，以项目式教学为出发点构建本课程内容
- ◆ 全书分为基础篇与实践篇，分别通过实验过程、实验现象和典型实战项目进行讲解
- ◆ 提供11个项目、21个任务、37个实例，重点训练单片机系统工程设计与应用技能
- ◆ 配有免费的电子教学课件、练习题参考答案、源程序代码等，详见前言



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

全国高等职业教育“十二·
中国电子教育学会推荐教:
全国高职高专院校规划教:



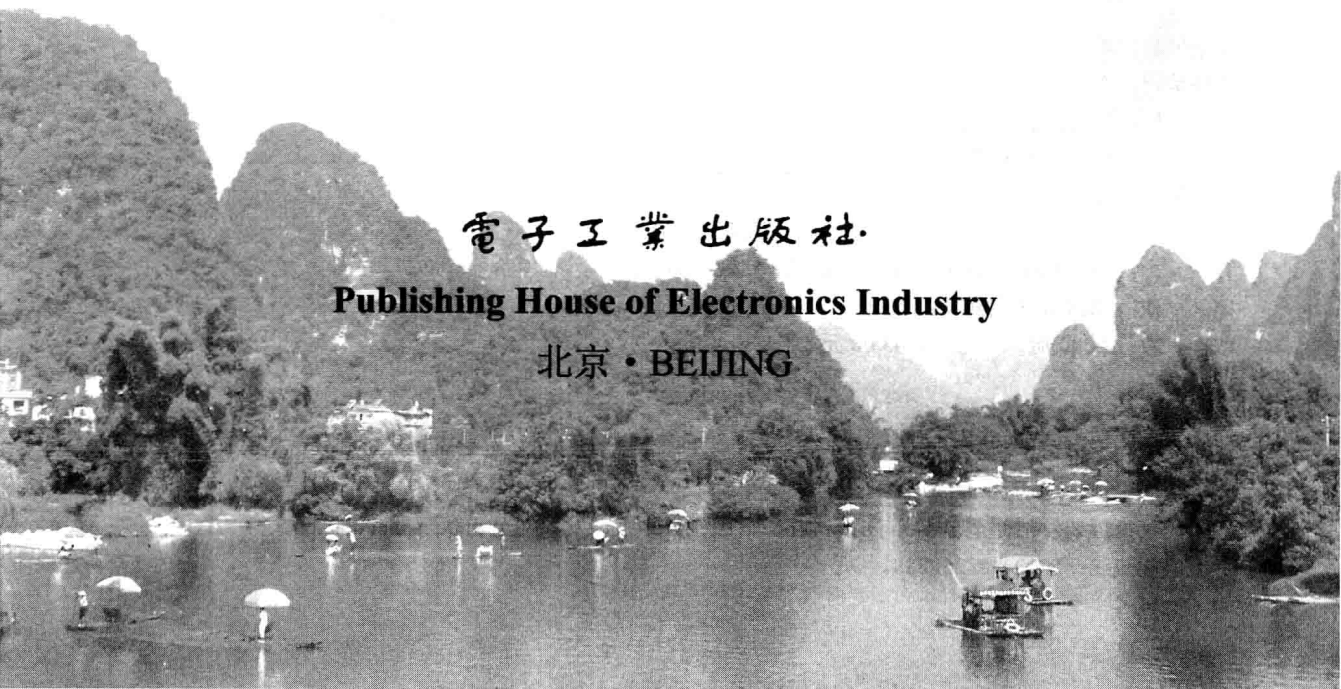
项目式 51 单片机技术 实践教程 (C 语言版)

冯 博 王丽娜 主 编
程俊红 陈 斌 副主编
李 辉 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



内 容 简 介

本教材是以“项目为载体，任务为驱动”的设计思路编写的，全书从实践工程应用入手，以实验过程和实验现象为主导，共 11 个项目，21 个任务。本书由浅入深、循序渐进地介绍了 51 内核单片机的硬件系统、单片机的开发软件和下载软件、单片机的 C 语言编程等基本内容；通过具体的实验，讲述了单片机与外围设备的设计实现，包括单片机与键盘接口的设计、单片机与 LED 数码管、LED 点阵和 LCD 液晶显示器的设计、单片机与串行通信接口、单片机与 A/D 和 D/A 转换接口的设计等内容；通过 3 个具体的实战项目，介绍了单片机应用系统的综合设计与开发，使读者可以更进一步掌握和吸收所学的知识，做到学以致用。

本书本着快速入门、通俗易懂、学以致用、学以致用的教学理念，以理论与实践相结合、寓学于工为主线，使初学者轻松地掌握 MCS-51 系列单片机的基础知识、产品设计过程及其常用软件工具的使用。

本书是高职高专院校单片机技术课程的教材，也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、开放大学、中职学校和培训班的教材，以及电子工程技术人员的参考书。

本书配有免费的电子教学课件、练习题参考答案，详见前言。

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

项目式 51 单片机技术实践教程：C 语言版 / 冯博，王丽娜主编. —北京：电子工业出版社，2014.3
全国高职高专院校规划教材. 精品与示范系列
ISBN 978-7-121-22376-1

I. ①项… II. ①冯… ②王… III. ①单片微型计算机—C 语言—程序设计—高等职业教育—教材
IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 010988 号

策划编辑：陈健德 (E-mail: chenjd@phei.com.cn)

责任编辑：李蕊

印 刷：北京天宇星印刷厂

装 订：北京天宇星印刷厂

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

开 本：787×1 092 1/16 印张：20.75 字数：544 千字

印 次：2014 年 3 月第 1 次印刷

印 数：3 000 册 定价：43.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

职业教育 继往开来（序）

自我国经济在 21 世纪快速发展以来，各行各业都取得了前所未有的进步。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高，教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说，近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下，高职院校以服务为宗旨、以就业为导向，开展工学结合与校企合作，进行了较大范围的专业建设和课程改革，涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下，逐步加大校内生产性实训比例，引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下，教学以育人为目标，以掌握知识和技能为根本，克服了以学科体系进行教学的缺点和不足，为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

中国电子教育学会立足于电子行业企事业单位，为行业教育事业的改革和发展，为实施“科教兴国”战略做了许多工作。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社，具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验，有义务和能力与广大的高职院校密切合作，参与创新职业教育的新方法，出版反映最新教学改革成果的新教材。中国电子教育学会经常与电子工业出版社开展交流与合作，在职业教育新的教学模式下，将共同为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而提供优质服务。

近期由电子工业出版社组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”，具有以下几个突出特点，特向全国的职业教育院校进行推荐。

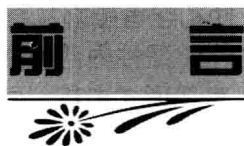
（1）本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市区评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确，并且具有多年的职业教育教学经验及工学结合、校企合作经验，能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计，能够把握创新型教材的出版方向。

（2）本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础，体现重点突出、实用为主、够用为度的原则，采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置，项目实例较多，应用范围较广，图片数量较大，还引入了一些经验性的公式、表格等，文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性，对全国许多职业教育院校具有较大的适用性，同时对企业技术人员具有可参考性。

（3）根据职业教育的特点，本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容，有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程，也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

（4）根据每门课程的内容特点，为方便教学过程对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育要不断进行改革，创新型教材建设是一项长期而艰巨的任务。为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务，殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议和撰写精品教材（联系邮箱：chenjd@phei.com.cn，电话：010-88254585），共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务！



作为微型计算机技术的一个重要分支，单片机在现代社会生产和生活中的应用越来越广泛，功能也越来越完善。我们生活的各个领域，几乎都能找到单片机的踪迹。小到遥控玩具、家电产品，大到导弹装置、飞机仪表等，可以说，单片机正在改变着人类的生活，它的出现给现代工业控制领域带来了一次新的技术革命。单片机不仅应用范围广泛，还从根本上改变了传统的控制系统设计思路和方法，它可以通过软件来实现硬件电路的大部分功能，简化了硬件电路结构，实现了智能化控制。

可见，单片机的应用能力已经成为高职高专院校多个专业的学生必须要掌握的专业技能之一，全国许多高等工科院校已普遍开设了单片机及相关课程。然而，传统的单片机教学先理论后实践，按照单片机的结构体系来授课，使初学者很难入门，对单片机学习失去了兴趣。本教材针对高职高专院校培养高技能应用型人才的教育目标，在教学方法上进行改革，打破传统的单一教学模式，在内容的选取上以够用为原则，简化了单片机理论的难度和深度，加强了实践教学的内容，强调了单片机技术的应用能力，引入项目教学法、任务驱动教学法、实物演示教学法等，通过对具体任务的学习串联起单片机教学的主要内容，在实现工作任务的同时完成了理论教学与实践技能的培养，体现了高职教材的特色。

综上，本教材的特点包含以下几个方面。

1. 以项目为载体，采用任务驱动方式

通过 11 个项目，21 个任务，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，就可以掌握单片机的相应功能。同时，学习者可以在此任务或项目的基础上进一步发挥，增加学习的深度，从而提高自己的思维 and 创新能力。

2. 理实结合，以实验过程和实验现象为主导

本书分为基础篇与实践篇。其中，基础篇多以实验过程和实验现象为主导，基本上把所有的知识点都融入到具体的实验任务中，使学生在具体的实验过程中学习相关的基础理论知识，并结合大量的实际图片进行演示。课堂效果活泼、生动。另外，实践篇通过具体的实战项目，使读者对单片机应用系统的综合设计与开发有更深刻的认识，对所学的知识有更进一步的掌握和吸收，做到学以致用。

3. 按照职业岗位工作需求，采用 C 语言编程

针对高职学生今后在单片机应用方面的就业需求，采用 C 语言对单片机进行编程，由 C 语言程序来分析单片机的工作原理，使读者不但知其然，又能知其所以然，从而帮助读者从实际应用中彻底理解和掌握单片机。教材中的许多 C 语言代码可以直接应用到工程项目中，拉近了单片机教学与职业岗位需求的距离。

4. 取材适中，学习内容资源丰富，方便教学

作者以目前最适合初学者学习的入门级 MCS-51 单片机为典型机型来组织教材，以保持授课内容与应用市场的一致性。为反映新产品和新技术，本教材采用目前单片机学习领域

中最广泛的、具有 51 单片机内核的 STC 系列单片机为核心芯片，通过实验现象的视频、图片等形式，使初学者能够从直观上对学习的内容产生兴趣，对教师的教学起到了推动作用。

此外，在原理性内容的叙述中，以“简约、够用”为原则，并适时穿插小提示、小技巧等内容，表现形式丰富，可读性强。而且，在项目中的每个任务完成之后，还增加了在此任务中用到的理论知识的知识链接，读者在任务的实现过程中如果遇到与此任务相关的理论性问题，则可以直接从知识链接中查找，提高任务的学习效率。最后，在基础篇每个项目的结尾有项目知识脉络分布，便于学生对本项目中学习的内容进行提炼与归纳。

参加本书编写的所有人员都是在教学一线从事单片机 C 语言及应用技术课程教学的教师，不仅教学经验丰富，而且对高职教育有深入的研究和独特的见解。本书由冯博、王丽娜担任主编，程俊红、陈斌担任副主编，李伟、杨要恩、张淑敏参编，全书由李辉主审。其中，冯博对本书的编写思路与大纲进行了总体策划，指导全书的编写，对全书进行了统稿，并编写了项目 1~5。王丽娜协同完成统稿工作并协助程俊红编写了项目 9~11。陈斌编写项目 6~8。此外，在本书的编写过程中参考了许多文献资料，在此向各位文献资料的作者表示感谢。

由于时间仓促、作者的水平有限，错误和疏漏之处在所难免，恳请广大技术专家和读者指正。

为了方便教师教学，本书还配有免费的电子教学课件、练习题参考答案等资料，请有此需要的教师登录华信教育资源网 (<http://www.hxedu.com.cn>) 免费注册后再进行下载，有问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系 (E-mail: hxedu@phei.com.cn)。

作者还可提供与本书配套的单片机实验板，帮助读者边学边练，达到学以致用目的。读者在学习的过程中可以将教材与实验板配合使用，并用单片机实验板进行实践，从而可以更快、更好地掌握单片机应用知识和技能。

编者





基础篇

项目 1 单片机基础及硬件系统	(1)
教学导航	(1)
知识分布网络	(1)
任务 1.1 初识单片机	(2)
1.1.1 任务要求	(2)
1.1.2 任务实现	(2)
任务 1.2 单片机必备基础知识	(5)
1.2.1 任务要求	(5)
1.2.2 任务实现	(5)
任务 1.3 单片机最小系统电路组成	(15)
1.3.1 任务要求	(15)
1.3.2 任务实现	(15)
任务 1.4 单片机应用系统的设计	(22)
1.4.1 任务要求	(22)
1.4.2 任务实现	(22)
习题 1	(24)
项目 2 单片机系统开发软件和下载软件	(25)
教学导航	(25)
知识分布网络	(25)
任务 2.1 Keil C51 软件的使用	(26)
2.1.1 任务要求	(26)
2.1.2 任务实现	(26)
2.1.3 Keil 工程建立及程序编译调试	(27)
任务 2.2 STC-ISP 下载软件的使用	(33)
2.2.1 任务要求	(33)
2.2.2 任务实现	(33)
2.2.3 任务演示效果	(36)
习题 2	(36)
项目 3 单片机 C51 编程基础	(37)
教学导航	(37)
知识分布网络	(37)
任务 3.1 C51 基本程序的组成	(38)
3.1.1 任务要求	(38)
3.1.2 任务实现	(38)

任务 3.2 C51 基本语句与函数的识读	(53)
3.2.1 任务要求	(53)
3.2.2 任务实现	(53)
任务 3.3 单片机广告流水灯程序的实现	(70)
3.3.1 任务要求	(70)
3.3.2 任务实现	(70)
习题 3	(79)
项目 4 单片机与键盘接口的设计实现	(80)
教学导航	(80)
知识分布网络	(80)
任务 4.1 独立式键盘控制 LED 和蜂鸣器的设计	(81)
4.1.1 任务要求	(81)
4.1.2 任务实现	(81)
任务 4.2 矩阵式键盘控制数码管的设计实现	(94)
4.2.1 任务要求	(94)
4.2.2 任务实现	(94)
习题 4	(101)
项目 5 LED 数码管与点阵显示设计实现	(102)
教学导航	(102)
知识分布网络	(102)
任务 5.1 数码管静态显示的设计	(103)
5.1.1 任务要求	(103)
5.1.2 任务实现	(103)
任务 5.2 数码管动态显示的设计	(110)
5.2.1 任务要求	(110)
5.2.2 任务实现	(110)
任务 5.3 LED 数码管显示的简易秒表设计	(113)
5.3.1 任务要求	(113)
5.3.2 任务实现	(114)
任务 5.4 点阵式 LED 电子广告牌设计	(129)
5.4.1 任务要求	(129)
5.4.2 任务实现	(129)
习题 5	(134)
项目 6 单片机与通信接口的设计实现	(135)
教学导航	(135)
知识分布网络	(135)
任务 6.1 PC 与单片机的通信设计	(136)
6.1.1 任务要求	(136)
6.1.2 任务实现	(136)
任务 6.2 单片机之间双机通信的设计	(158)

6.2.1 任务要求	(158)
6.2.2 任务实现	(159)
习题 6	(164)
项目 7 A/D 与 D/A 转换接口设计实现	(166)
教学导航	(166)
知识分布网络	(166)
任务 7.1 简易数字电压表的设计	(167)
7.1.1 任务要求	(167)
7.1.2 任务实现	(167)
任务 7.2 简易波形发生器的设计	(175)
7.2.1 任务要求	(175)
7.2.2 任务实现	(175)
习题 7	(185)
项目 8 单片机与通用型液晶显示器的设计实现	(186)
教学导航	(186)
知识分布网络	(186)
任务 8.1 LCD1602 的操作实例设计	(187)
8.1.1 任务要求	(187)
8.1.2 任务实现	(187)
任务 8.2 LCD12864 的操作实例设计	(205)
8.2.1 任务要求	(205)
8.2.2 任务实现	(205)
习题 8	(222)

实 践 篇

项目 9 模拟电梯运行系统的设计与实现	(223)
项目目标	(223)
项目要求	(223)
项目实施	(224)
项目评价	(246)
项目总结	(249)
项目 10 校园 IC 卡消费系统的设计与实现	(250)
项目目标	(250)
项目要求	(250)
项目实施	(251)
项目评价	(273)
项目总结	(274)
项目 11 电子密码锁系统的设计与实现	(275)
项目目标	(275)

项目要求	(275)
项目实施	(276)
项目评价	(300)
项目总结	(300)
附录 A ZXDP-1 型开发实验板简介	(301)
附录 B ZXSX-102 型开发实验板简介	(304)
附录 C STC 系列 51 单片机常用功能	(309)
附录 D C51 的库函数	(317)
参考文献	(322)

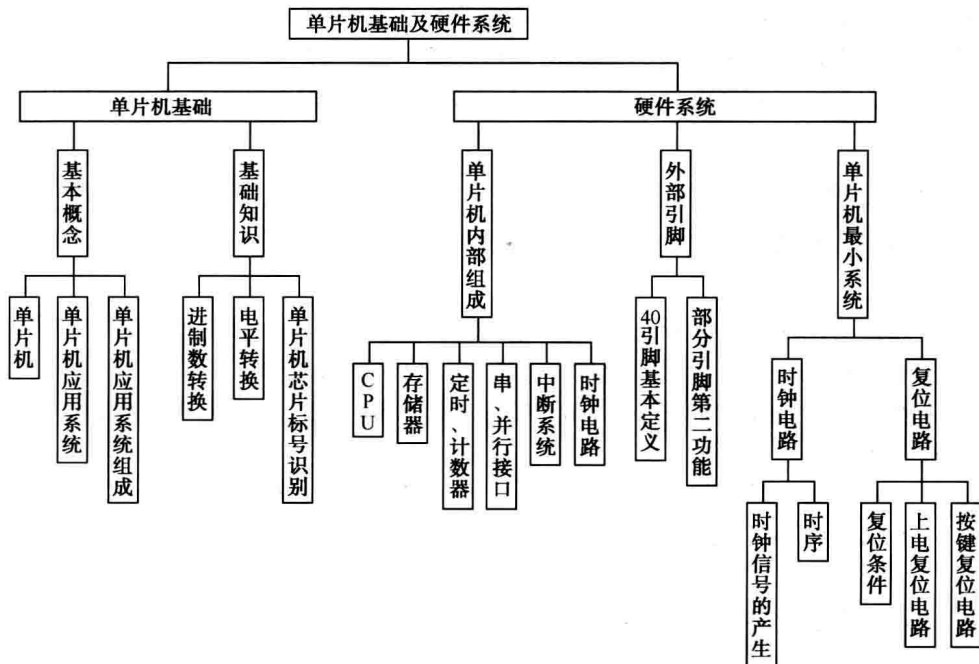
基础篇

项目1 单片机基础及硬件系统

教学导航

教学内容	1. 单片机概念及其内部结构; 2. MCS-51 系列单片机外部引脚及功能; 3. 电平特性及其进制数之间的转换; 4. 单片机最小系统和存储器结构; 5. 单片机应用系统
知识目标	1. 了解单片机的概念、类型及其应用领域; 2. 掌握单片机标号信息及其封装类型; 3. 掌握 51 单片机外部引脚及最小系统; 4. 熟练掌握进制数之间的相互转换
能力目标	1. 认识 STC89C52 型号单片机的标号识别; 2. 学会搭建单片机最小系统电路; 3. 了解单片机应用系统的开发过程

知识分布网络





任务 1.1 初识单片机

当今社会, 单片机的发展可谓是日新月异, 其性能不断提高, 功能不断完善, 技术逐渐成熟, 应用领域也越来越广。从飞机上的仪器仪表控制、导弹的导航装置、自动控制领域的机器人, 到各类家电、玩具、医疗器械等, 都离不开单片机, 单片机已经渗透到人们生活的各个领域。因此, 认识、学习和掌握单片机的开发与应用是电子、自动控制等工程技术人员必须掌握的技术之一。

1.1.1 任务要求

本任务从单片机的概念出发, 介绍了什么是单片机、单片机能做什么、单片机的种类及怎样学习单片机等内容, 使大家对单片机有一个整体的认识, 为今后的学习打下一个坚实的基础。

1.1.2 任务实现

1. 什么是单片机

这是困扰了很多初学者很久的问题。其实, 用专业术语来讲, 单片机即单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer), 是指集成在一个芯片上的微型计算机。换句话讲, 这样一块芯片具有了计算机的属性, 因而被称为单片微型计算机, 简称单片机。它的各种功能部件, 包括 CPU (Central Processing Unit)、存储器 (memory)、基本输入/输出 (Input/Output, 简称 I/O) 接口电路、定时/计数器和中断系统等, 都制作在一块集成芯片上, 构成一个完整的微型计算机。由于它的结构与指令功能都是按照工业控制要求设计的, 故又称为微控制器 (Micro-Controller Unit, 简称 MCU)。

小提示: 通俗地讲, 单片机就是一块集成芯片, 但这块芯片具有一些特殊的功能, 这些功能要靠使用者自己编程来实现。因此, 编程的目的就是控制这块芯片的各个引脚在不同时间输出不同的电平 (高电平或低电平), 进而控制与单片机各个引脚相连接的外围电路的电气特性。

2. 单片机能做什么

单片机属于控制类智能芯片, 已经应用到人们生活的各个领域, 大致可以分为以下几个范畴:

- (1) 工业自动化控制中的应用。如工厂流水线自动化管理、电梯智能化控制等。
- (2) 智能仪器仪表中的应用。如数字万用表、数字示波器等。
- (3) 消费类电子产品中的应用。如洗衣机、电冰箱、空调、电视机、微波炉、IC 卡、汽车类电子设备等。
- (4) 计算机网络及通信领域中的应用。如手机、对讲机、程控交换机、调制解调器等。
- (5) 医疗设备领域中的应用。如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声波诊断设备等。
- (6) 国防武器装备等领域中的应用。如导弹、军用雷达、军舰、鱼雷制导等。

此外, 单片机在金融、工商、科研、教育、航空航天等领域都发挥着十分重要的作用。



可以说，凡是与控制或简单计算有关的电子设备都可以用单片机来实现。

3. 单片机的种类

由于单片机应用领域广泛，需求量巨大，因此单片机的生产厂商也众多，世界上各大芯片制造公司都推出了自己的单片机，种类也十分丰富。从最早期的 51 系列单片机，到 PIC 单片机、AVR 单片机，再到现在较为流行的 ARM、DSP 等。这些单片机中，从 8 位、16 位到 32 位，数不胜数，应有尽有，各具特色，但仍是以 80C51 为核心的单片机占主流。鉴于此，本书中讲解的便是目前国内外广泛使用的 51 内核扩展出的单片机，即通常所说的 51 单片机（包括 80C51、89C51 等）。下面列举几种国内外芯片生产厂商生产的 51 系列单片机型号，如表 1.1 所示。

表 1.1 常用 51 系列单片机芯片列表

生产厂商	芯片型号
Intel (英特尔)	i87C54、i87C58、i87L54、i87L58、i87C51FB、i87C51FC 等
Atmel 公司 (AT)	AT89C51、AT89C52、AT89C53、AT89C55、AT89LV52、AT89S51、AT89C52、AT89LS53 等
Philips (飞利浦)	P80C54、P80C58、P87C54、P87C58、P87C524、P87C528 等
Siemens (西门子)	C501-1R、C501-1E、C503-1R、C504-2R、C513A-H 等
Winbond (华邦)	W78C54、W78C58、W78E54、W78E58 等
美国 SST 公司	SST89E/V52RD2、SST89E/V54RD2、SST89E/V58RD2、SST89E/V554RC、SST89E/V564RD 等
STC 公司	STC89C51RC、STC89C52RC、STC89C53RC、STC89LE51RC、STC89LE52RC、STC12C5412AD 等

因为生产厂商及芯片型号过多，这里不一一列举，以上提到的都是 51 内核扩展出来的单片机，因此，只要学会了 51 单片机，这些单片机便都会操作了。

4. 如何开始学习单片机

(1) 选择结构简单、易于初学者学习的单片机型号。虽然市场上单片机种类繁多，但是目前使用比较多的是 8051 单片机。它的资料比较全，使用者也比较多，市场很大。由于 51 单片机内部结构简单，非常适合初学者学习，所以建议初学者将 51 单片机作为入门级芯片。

(2) 熟悉和了解单片机的内部资源和指令系统。单片机属于硬件资源，因此必须对其内部结构有清楚的认识。例如，51 系列单片机的引脚数、各个引脚的名称及功能等。简单地说，其实使用单片机，就是用自己编写的软件程序去控制单片机的各个功能寄存器。换句话说，就是控制单片机的哪些引脚什么时候输出高电平、什么时候输出低电平，由这些高、低电平的变化来控制外围电路，实现人们需要的各种功能。所以，只有掌握了单片机的内部资源，才能更好地操作它。

(3) 熟练掌握常用软件的使用方法。目前，使用最多的单片机编程软件就是 Keil C51。因此，熟练掌握该软件的使用方法，对于初学者来说是十分必要的。另外，还需要掌握单片机下载软件的使用方法。具体内容在项目 2 中详细介绍。

(4) 多动手实践，采用手、脑并用的方法。初学者在学习单片机的过程中，应该把重点放到实践中，在实践过程中如有不懂之处再去查阅相关理论，做到勤动手。要多做、多看、多想，先看懂别人写的程序，然后再学习修改别人的程序，最后自己设计、编写程序。



项目式 51 单片机技术实践教程 (C 语言版)

(5) 学好相关硬件电路知识,将软件与硬件设计结合,理论与实践结合。学会利用网上资源,通过单片机学习网站查阅相关资料。

(6) 亲自动手设计一个完整的课题并总结经验,在实践中掌握单片机应用技术。

小提示:对于初学者来说学习单片机只要具备以下条件,便可轻松上手。

① 单片机学习实验板一块:无特殊要求,只要单片机基本的外围设备(如 LED、数码管、按键、蜂鸣器等)具备即可。

② PC 一台:主要用于单片机程序的编写、调试,以及与单片机实验板的连接下载程序等。经济型计算机即可,最好能上网。

③ ISP 下载线一条:一般学习实验板上都会自带,主要用于单片机下载程序。

④ 相关软件:主要指单片机开发软件、ISP 下载软件等。学习单片机之前应该在计算机上安装。

⑤ 工具书:1~2 本教材。

⑥ 其他资料:器件(如 U 盘,用于保存资料)、程序开发实例等,主要从网络收集。具备了以上条件,只要有信心,对初学者来说,学习单片机一定会非常容易。

5. 学习单片机应该掌握的主要内容

对于单片机的初学者而言,在单片机的学习中只要掌握以下几点内容,便可轻松入门。

(1) 掌握单片机最小系统能够运行的必要条件,包括以下三点:

- ① 电源;
- ② 时钟电路(晶振的选择);
- ③ 复位电路。

(2) 掌握对单片机任意 I/O 接口(P0~P3 口)的操作,包括以下两点:

- ① 输出控制电平高低;
- ② 输入检测电平高低。

(3) 定时器:重点掌握最常用工作方式 2。

(4) 中断系统:掌握定时器中断、外部中断和串行接口中断。

(5) 串行接口通信:重点掌握单片机与单片机之间、单片机与计算机之间的串行接口通信。

只要掌握了以上几点知识,可以说大家对单片机已经基本掌握了,而其他的知识大都是在此基础之上扩展出来的,只要大家积极尝试,能够举一反三,很快便可将其他相关知识轻松掌握。

知识链接:常用单片机类型介绍

1) 51 系列单片机

51 系列单片机最早由 Intel 公司推出,主要有 8031 系列、8051 系列。后来 Atmel 公司以 8051 的内核为基础推出了 AT89 系列单片机,其中 AT89C51、AT89C52、AT89S51、AT89S52、AT89S8252 等单片机完全兼容 8051 系列单片机,所有的指令功能也是一样的,只是功能上做了一系列的扩展,如 AT89S 系列都支持 ISP 功能,AT89S52 增加了内部 WDT(看门狗)功能,增加了一个定时器功能等。为了学习简单,Atmel 公司还推出了与 8051 指令完全一样的 AT89C2051、AT89C4051 等单片机,这些单片机可以看成精简型的 8051 单片机,比较适合初学者。



2) AVR 单片机

AVR 单片机也是 Atmel 公司的产品, 最早的就是 AT90 系列单片机, 现在很多 AT90 单片机都转型为 Atmega 系列和 Attiny 系列。AVR 单片机最大的特点是精简指令型单片机, 据说其执行速度是 8 位 MCU 中 fastest 的一种 (在相同的振荡频率下)。读者可以直接学习 AVR 单片机, 但还是建议从 51 系列单片机学起。

3) PIC 单片机

PIC 单片机是 Microchip 公司的产品, 它也是一种精简指令型单片机, 指令数量比较少, 中档的 PIC 系列仅有 35 条指令, 低档的仅有 33 条指令。但是, 如果使用汇编语言编写 PIC 单片机的程序会有一个致命的弱点, 就是 PIC 中、低档单片机里有一个翻页的概念, 编写程序比较麻烦。但是, 个人认为 PIC 是一个不错的 8 位 MCU。

4) 其他常见的单片机如下

Freescal 公司的 MC 系列、Motorola 公司的 6800 系列、义隆公司的 EM 系列、麦肯公司的 MDT 系列、合泰公司的 HT 系列、现代公司的 ABOV 系列、意法半导体公司的 ST 系列单片机, 以及 ARM 系列 32 位的单片机。另外, NEC、LG、三星、Philips 等公司也都生产单片机。

任务小结

通过本次任务的学习, 使大家对单片机有一个宏观的认识, 对单片机学习的要求、方法有了进一步了解, 为今后的学习打下坚实的基础。

本任务重点内容如下:

- (1) 单片机的概念及应用;
- (2) 如何学习单片机;
- (3) 学习单片机应具备的条件。

任务 1.2 单片机必备基础知识

学习单片机其实就是对单片机的内部硬件结构有清楚地认识, 然后通过编程软件编写源代码来操作单片机, 使其控制外围电路进行工作。因此, 对于初学者来说, 要想学好单片机, 必须掌握扎实的电子技术、汇编语言、C 语言等方面的知识。本任务就是对学习单片机过程中必须掌握的基础知识及单片机硬件方面的知识进行讲解。

1.2.1 任务要求

通过本任务的学习, 使大家熟练掌握数字电路中的进制数转换、电平转换等内容, 熟悉 51 系列单片机的基本组成、信号引脚的功能及单片机标号信息和封装类型等知识, 为今后单片机硬件资源的学习打下良好的基础。

1.2.2 任务实现

1. 进制数转换

单片机中常用的数制有 3 种: 二进制、十进制和十六进制。其中只有二进制数是计算机能够直接处理的, 但是二进制数表达过于烦琐, 所以引入十六进制数。十进制数是人们最熟悉的。这 3 种数制在单片机中都是经常使用的。



1) 十进制 (Hexadecimal, 用 D 表示)

十进制数用 0~9 这 10 个数字来表示。十进制数的基数是 10, 当计数时, 从 1 计到 10 后就往上计一位, 也就是“逢十进一”; 或者说上一位的数是下一位的 10 倍。十进制是人们习惯的数制, 这里不再过多介绍。但是, 十进制并不是唯一的数制, 还有二进制、八进制、十二进制和十六进制等。

2) 二进制 (Binary, 用 B 表示)

数字电路中的信息是以二进制“0”和“1”来传递的, 即只有两种电平特性——高电平和低电平。和大家熟悉的十进制数中的“逢十进一, 借一当十”相似, 二进制数具有“逢二进一, 借一当二”的特点。

例如, 十进制数 1 转换为二进制数是 1B; 十进制数 2 转换为二进制数为 10B (即“逢二进一”); 十进制数 3 转换为二进制数即为 10B+1B=11B; 十进制数 4 即为 11B+1B=100B。以此类推, 当十进制数为 255 时, 对应的二进制数即为 11111111B。

可以找出一般规律, 当二进制数转换成十进制数时, 从二进制数的最后一位往前数, 每一位代表的数是 2 的 n 次幂。例如, 一个二进制数 101101 可表示十进制数为 $101101B=1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 32 + 8 + 4 + 1 = 45$ 。其中, 2^n 称为第 n 位的“权”数。

3) 十六进制 (Hexadecimal, 用 H 表示)

除了二进制数、十进制数之外, 在单片机的学习中, 十六进制数也是经常使用的。与二进制数相似, 十六进制数是“逢十六进一, 借一当十六”。十进制数中的 0~15 表示成十六进制数为 0~9、A、B、C、D、E、F, 即十进制数的 10~15 对应的十六进制数是 A~F。此外, 十六进制数是以 H 为后缀的, 如 FH、8EH 等, 都表示十六进制数。需要特别注意的是, C 语言编程时, 在书写十六进制数之前应加上“0x”, 表示该数是十六进制数。十进制数与二进制数、十六进制数的转换如表 1.2 所示。

表 1.2 十进制数与二进制数、十六进制数的转换

十进制	二进制	十六进制	十进制	二进制	十六进制
0	0	0	8	1000	8
1	1	1	9	1001	9
2	10	2	10	1010	A
3	11	3	11	1011	B
4	100	4	12	1100	C
5	101	5	13	1101	D
6	110	6	14	1110	E
7	111	7	15	1111	F

小提示: 在单片机的 C 语言编程当中, 进制数之间一般的转换规律是: 先将二进制数转换为十进制数, 然后再将十进制数转换为十六进制数。其实, 在进行单片机编程时常常会用到其他较大的数, 这时可以利用 Windows 系统自带的计算器来进行二进制数、八进制数、十进制数和十六进制数之间的任意转换, 可以明显提高工作效率。



2. 电平转换特性

如前面所述，单片机是一种数字集成芯片，只有高、低两种电平，而且其输出与输入为 TTL 电平，采用如下的正逻辑。

逻辑“1”：表示高电平为+5 V。

逻辑“0”：表示低电平为 0 V。

但是，计算机中的串行接口采用的是 RS-232C 标准接口，它的电气标准采用如下的负逻辑。

逻辑“1”：-15~-5 V。

逻辑“0”：+5~+15 V。

因此，RS-232C 不能和 TTL 电平直接相连，否则将使 TTL 电路烧坏，在实际使用时必须注意。所以，在计算机与单片机之间通信时，必须进行电平转换。可以采用德州仪器公司（TI）推出的电平转换集成电路 MAX232，如 ZXDP-1 实验板上采用的电平转换芯片就是该芯片（实验板的左下角），如图 1-1 所示。单片机与 MAX232 的连接电路将在后面的章节中讲解。

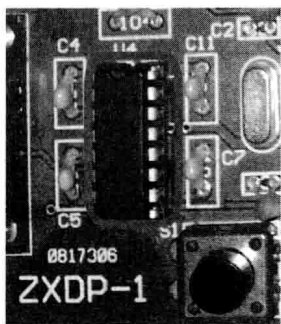


图 1-1 ZXDP-1 实验板上的 MAX232 实物

知识链接：常用逻辑电平介绍

在单片机硬件电路设计中，常用到的逻辑电平有 TTL、CMOS、LVTTTL、LVCMOS、ECL、PECL、GTL、RS-232、RS-422、RS-485 等。

TTL: Transistor-Transistor Logic（晶体管-晶体管逻辑电平）。

CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor（互补金属氧化物半导体）。

LVTTTL: Low Voltage TTL（低压 TTL）。

LVCMOS: Low Voltage CMOS（低压 CMOS）。

ECL: Emitter Coupled Logic（发射极耦合逻辑）。

PECL: Pseudo/Positive Emitter Coupled Logic（正射极耦合逻辑）。

GTL: Gunning Transceiver Logic（射极收发器逻辑）。

其中，TTL 和 CMOS 的逻辑电平按典型电压可分为四类：5 V 系列（5 V TTL 和 5 V CMOS）、3.3 V 系列、2.5 V 系列和 1.8 V 系列。5 V TTL 和 5 V CMOS 逻辑电平是通用的逻辑电平。3.3 V 及以下的逻辑电平被称为低电压逻辑电平，常用的为 LVTTTL 电平。低电压的逻辑电平还有 2.5 V 和 1.8 V 两种。ECL/PECL 是差分输入/输出。RS-422、RS-485 和 RS-232 是串行接口的接口标准，RS-422 与 RS-485 是差分输入/输出，RS-232 是单端输入/输出。

要了解逻辑电平的内容，首先要知道以下几个概念的含义。

(1) VOH: 逻辑电平“1”的输出电压。

(2) VOL: 逻辑电平“0”的输出电压。

(3) VIH: 逻辑电平“1”的输入电压。

(4) VIL: 逻辑电平“0”的输入电压。

下面对单片机中使用较多的 TTL 和 CMOS 逻辑电平进行简要说明。