

21
世纪

高职高专新概念教材

胡 辉 主 编

戴永成 黄 跃 李国峰 副主编

单片机应用系统设计与训练

21 Shi Ji Gao Zhi Gao Zhuan Xin Gai Nian Jiao Cai



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专新概念教材

单片机应用系统设计与训练

胡 辉 主 编

戴永成 黄 跃 李国峰 副主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书在编写中重点突出单片机的“实训”部分, 尽量摆脱以往单片机类书籍的起点高、实践例子少的缺点, 使读者以最快的速度掌握单片机的原理、开发及应用。本书第1章和第2章为单片机的入门基础, 重点阐述单片机的基本原理, 可使读者学习单片机的内部结构和指令系统。在这两章中我们力求通俗易懂, 结构简单, 适合于起点较低的读者。第3章和第4章介绍单片机的中断系统与串行口应用技术, 并安排了一些实用训练, 可以满足教学中实验课程的需要。本书第5章~第7章属于单元式练习, 介绍单片机应用系统的扩展与设计实例。本书前面部分安排的例子较简单, 后面部分逐渐加大难度, 使读者循序渐进地学习单片机应用系统的设计。本书的每个程序都调试通过, 读者可直接应用。第7章是综合应用, 较全面介绍了单片机在各方面的应用、每一个设计都给出了设计目标、设计方案、原理图及程序, 这些都是作者长期教学实践和科研开发的积累。

本书可以作为高职高专相关专业的单片机实训教程, 也可作为学习单片机的短期培训教材, 对于从事单片机研发的工程技术人员也是一本较好的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用系统设计与训练 / 胡辉主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2004
(21世纪高职高专新概念教材)

ISBN 7-5084-1789-5

I. 单… II. 胡… 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(2004)第076494号

书 名	单片机应用系统设计与训练
作 者	胡辉 主编 戴永成 黄 跃 李国峰 副主编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机) 68331835 (营销中心) 82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 17.75印张 394千字
版 次	2004年9月第1版 2004年9月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	26.00元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

21 世纪高职高专新概念教材 编委会名单

主任委员 刘 晓 柳菊兴

副主任委员 胡国铭 张栾勤 王前新 黄元山 柴 野

张建钢 陈志强 宋 红 汤鑫华 王国仪

委 员 (按姓氏笔画排序)

马洪娟	马新荣	尹朝庆	方 宁	方 鹏
毛芳烈	王 祥	王乃钊	王希辰	王国思
王明晶	王泽生	王绍卜	王春红	王路群
东小峰	台 方	叶永华	宁书林	田 原
田绍槐	申 会	刘 猛	刘尔宁	刘慎熊
孙明魁	安志远	许学东	闫 菲	何 超
宋锦河	张 晞	张 慧	张弘强	张怀中
张晓辉	张浩军	张海春	张曙光	李 琦
李存斌	李作纬	李珍香	李家瑞	李晓桓
杨永生	杨庆德	杨名权	杨均青	汪振国
肖晓丽	闵华清	陈 川	陈 炜	陈语林
陈道义	单永磊	周杨姊	周学毛	武铁敦
郑有想	侯怀昌	胡大鹏	胡国良	费名瑜
赵 敬	赵作斌	赵秀珍	赵海廷	唐伟奇
夏春华	徐 红	徐凯声	徐雅娜	殷均平
袁晓州	袁晓红	钱同惠	钱新恩	高寅生
曹季俊	梁建武	蒋金丹	蒋厚亮	覃晓康
谢兆鸿	韩春光	詹慧尊	雷运发	廖哲智
廖家平	管学理	蔡立军	黎能武	魏 雄

项目总策划 雨 轩

编委会办公室 主 任 周金辉

副主任 孙春亮 杨庆川

参编学校名单

(按第一个字笔划排序)

三门峡职业技术学院
山东大学
山东交通学院
山东建工学院
山东省电子工业学校
山东农业大学
山东省农业管理干部学院
山东省教育学院
山东商业职业技术学院
山西阳泉煤炭专科学校
山西运城学院
山西经济管理干部学院
广州市职工大学
广州铁路职业技术学院
中华女子学院山东分院
中国人民解放军第二炮兵学院
中国矿业大学
中南大学
天津市一轻局职工大学
天津职业技术师范学院
长沙大学
长沙民政职业技术学院
长沙交通学院
长沙航空职业技术学院
长春汽车工业高等专科学校
北京对外经济贸易大学
北京科技大学职业技术学院
北京科技大学成人教育学院
石油化工管理干部学院
石家庄师范专科学校
辽宁交通高等专科学校
华中电业联合职工大学
华中科技大学

华东交通大学
华北电力大学工商管理学院
华北航天工业学院
江汉大学
江西渝州电子工业学院
江西赣西学院
西安外事学院
西安欧亚学院
西安铁路运输职工大学
西安联合大学
孝感职业技术学院
杨陵职业技术学院
昆明冶金高等专科学校
武汉大学动力与机械学院
武汉大学信息工程学院
武汉工业学院
武汉工程职业技术学院
武汉广播电视大学
武汉化工学院
武汉电力职业技术学院
武汉交通管理干部学院
武汉科技大学工贸学院
武汉商业服务学院
武汉理工大学
武汉铁路职业技术学院
河南济源职业技术学院
郑州工业高等专科学校
陕西师范大学
南昌水利水电高等专科学校
哈尔滨金融专科学校
济南大学
济南交通高等专科学校
济南铁道职业技术学院

荆门职业技术学院
贵州无线电工业学校
贵州电子信息职业技术学院
恩施职业技术学院
黄冈职业技术学院
黄石计算机学院
湖北工学院
湖北丹江口职工大学
湖北交通职业技术学院
湖北汽车工业学院
湖北经济管理大学
湖北药检高等专科学校

湖北经济学院
湖北教育学院
湖北鄂州大学
湖北水利水电职业技术学院
湖南大学
湖南工业职业技术学院
湖南计算机高等专科学校
湖南省轻工业高等专科学校
湖南涉外经济学院
湖南郴州师范专科学校
湖南商学院
湖南税务高等专科学校

序

根据 1999 年 8 月教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》)的精神,由中国水利水电出版社北京万水电子信息有限公司精心策划,聘请我国长期从事高职高专教学、有丰富教学经验的教师执笔,在充分汲取了高职高专和成人高等学校在探索培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果的基础上,撰写了此套《21 世纪高职高专新概念教材》。

为了编写本套教材,出版社进行了广泛的调研,走访了全国百余所具有代表性的高等专科学校、高等职业技术学院、成人教育高等院校以及本科院校举办的二级职业技术学院,在广泛了解情况、探讨课程设置、研究课程体系的基础上,经过学校申报、征求意见、专家评选等方式,确定了本套书的主编,并成立了编委会。每本书的编委会聘请了多所学校主要学术带头人或主要从事该课程教学的骨干,教学大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论。

本套《21 世纪高职高专新概念教材》有如下特点:

(1) 面向 21 世纪人才培养的需求,结合高职高专学生的培养特点,具有鲜明的高职高专特色。本套教材的作者都是长期在第一线从事高职高专教育的骨干教师,对学生的基本情况、特点和认识规律等有深入的了解,在教学实践中积累了丰富的经验。因此可以说,每一本书都是教师们长期教学经验的总结。

(2) 以《基本要求》和《培养规格》为编写依据,内容全面,结构合理,文字简练,实用性强。在编写过程中,作者严格依据教育部提出的高职高专教育“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则,力求从实际应用的需要(实例)出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论概念,加强了应用性和实际操作性的内容。

(3) 采用“问题(任务)驱动”的编写方式,引入案例教学和启发式教学方法,便于激发学习兴趣。本套书的编写思路与传统教材的编写思路不同:先提出问题,然后介绍解决问题的方法,最后归纳总结出一般规律或概念。我们把这个新的编写原则比喻成“一棵大树、问题驱动”的原则。即:一方面遵守先见(构建)“树”(每本书就是一棵大树),再见(构建)“枝”(书的每一章就是大树的一个分枝),最后见(构建)“叶”(每章中的若干小节及知识点)的编写原则;另一方面采用问题驱动方式,每一章都尽量用实际中的典型实例开头(提出问题、明确目标),然后逐渐展开(分析解决问题),在讲述实例的过程中将本章的知识点融入。这种精选实例,并将知识点融于实例中的编写方式,可读性、可操作性强,非常适合高职高专的学生阅读和使用。本书读者通过学习构建本书中的“树”,由“树”找“枝”,顺“枝”摸“叶”,最后达到构建自己所需要的“树”的目的。

(4) 部分教材配有实验指导和实训教程,便于学生练习提高。

(5) 部分教材配有动感电子教案。为顺应教育部提出的教材多元化、多媒体化发展的要求,大部分教材都配有电子教案,以满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作,教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。

(6) 提供相关教材中所有程序的源代码,方便教师直接切换到系统环境中教学,提高教学效果。

总之,本套教材凝聚了数百名高职高专一线教师多年的教学经验和智慧,内容新颖,结构完整,概念清晰,深入浅出,通俗易懂,可读性、可操作性和实用性强。

本套教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校。

新世纪吹响了我国高职高专教育蓬勃发展的号角,新世纪对高职教育提出了新的要求,高职教育占据了全面素质教育中所不可缺少的地位,在我国高等教育事业中占有极其重要的位置,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着日趋显著的作用,是培养新世纪人才所不可缺少的力量。相信本套《21 世纪高职高专新概念教材》的出版能为高职高专的教材建设和教学改革略尽绵薄之力,因为我们提供的不仅是一套教材,更是自始至终的教育支持,无论是学校、机构培训还是个人自学,都会从中得到极大的收获。

当然,本套教材肯定会有不足之处,恳请专家和读者批评指正。

21 世纪高职高专新概念教材编委会

2001 年 3 月

前 言

单片机也叫嵌入式微控制器,自20世纪诞生以来,已走过了近30年的发展历程。由于单片机具有体积小、成本低、性能稳定等优点,所以广泛用于仪表、自动控制、通信和家用电器等领域。了解单片机知识、掌握单片机的应用技术具有重要的意义。各大专院校相关专业已将单片机课程作为一门重要课程列入教学计划。

目前,单片机的品种繁多,但由于MCS-51单片机具有结构体系完整、指令系统功能完善和内部寄存器的规范化等特色,在中国的单片机市场上一直是主流芯片。各大专院校相关专业的单片机课程也以讲MCS-51系列单片机为主。

本书主要针对高职高专类学校的学生编写。摆脱以往单片机类书籍的起点高、实践例子少等缺点,由浅入深地使读者尽快掌握单片机的原理、开发及应用。本书结构新颖,从实用的角度,以MCS-51系列单片机为机型,介绍了单片机的基本原理结构、51指令系统、中断、定时器/计数器、串行口、单片机应用系统的扩展、设计实例及抗干扰设计等知识。通过学习可较全面地掌握单片机的基础知识。

本书由胡辉主编,戴永成、黄跃、李国峰任副主编。第1章~第3章、第7章(7.6节)以及第8章和第9章由胡辉编写,第4章由李国峰编写,第6章、第7章(7.1节~7.5节)由戴永成编写,第5章、第7章(7.7节~7.8节)由黄跃编写。全书由胡辉统稿。参加本书大纲讨论的还有李文杰、赵远远等。刘彦顺、杨路、杜春凯等参加了本书绘图、文字校对等工作。

本教材的编写人员都是长期从事单片机教学与科研的教师和工程科技人员,具有丰富的教学和科研经验。

由于时间仓促及编者水平有限,书中难免出现一些错误和不妥之处,恳请广大读者和同仁批评指正。

编者

2004年6月

目 录

序

前言

第 1 章 MCS-51 单片机系统结构.....	1
本章学习目标	1
1.1 单片机概述	1
1.1.1 单片机的概念	1
1.1.2 单片机的发展	2
1.1.3 单片机的系列产品介绍	3
1.2 MCS-51 单片机结构简介	4
1.2.1 MCS-51 单片机的内部结构	5
1.2.2 80C51/80C52 单片机引脚定义及功能	6
1.3 MCS-51 单片机的存储器结构	8
1.3.1 内部数据存储器及专用寄存器	8
1.3.2 外部数据存储器	12
1.3.3 程序存储器	14
1.4 单片机并行 I/O 口	15
1.4.1 P0 口	15
1.4.2 P1 口	17
1.4.3 P2 口	17
1.4.4 P3 口	18
1.5 单片机的复位电路与工作方式	19
1.5.1 单片机的复位电路	19
1.5.2 单片机的工作方式	20
1.6 单片机的时钟与 CPU 时序	22
1.6.1 单片机的时钟	22
1.6.2 单片机的 CPU 时序	23
本章小结	25
习题一	25
第 2 章 单片机的指令系统与程序设计	27
本章学习目标	27
2.1 概述	27
2.1.1 指令格式	27

2.1.2	指令分类	28
2.1.3	指令符号的意义	30
2.1.4	伪指令	30
2.2	寻址方式	32
2.2.1	立即寻址	33
2.2.2	直接寻址	33
2.2.3	寄存器寻址	33
2.2.4	寄存器间接寻址	33
2.2.5	相对寻址	34
2.2.6	变址寻址	35
2.2.7	位寻址	36
2.3	指令系统	36
2.3.1	数据传送类指令	36
2.3.2	算术运算类指令	40
2.3.3	逻辑运算指令	44
2.3.4	移位指令	46
2.3.5	控制转移类指令	47
2.3.6	位操作指令	50
2.4	程序设计	52
2.4.1	延时程序	53
2.4.2	循环程序	54
2.4.3	分支程序	56
2.4.4	地址表法散转程序	56
2.4.5	转移表法散转程序	57
2.4.6	查表程序设计	58
2.4.7	代码转换类程序设计	60
2.4.8	定点数运算程序设计	63
2.4.9	浮点数运算程序	69
	本章小结	79
	习题二	80
第3章	单片机的中断系统与定时器/计数器	83
	本章学习目标	83
3.1	中断系统	83
3.1.1	中断的定义	84
3.1.2	中断源	85
3.1.3	中断的优先级	85
3.1.4	中断控制	86

3.1.5 中断响应	88
3.1.6 中断响应的撤除	89
3.2 外部中断的使用	90
3.2.1 使用查询法扩展外部中断源	90
3.2.2 利用定时器扩展外部中断源	91
3.2.3 利用优先权编码器扩展外部中断源	92
3.3 定时器/计数器	95
3.3.1 定时器/计数器的结构	95
3.3.2 定时器/计数器的控制寄存器及工作方式	95
3.4 单片机外部中断与定时器/计数器的应用训练	98
3.4.1 外部中断 INT0 的应用训练	98
3.4.2 多级外部中断的应用训练	99
3.4.3 定时器方式 0 的应用训练	101
3.4.4 定时器方式 1 的应用训练	103
3.4.5 外部脉冲宽度的测量训练	104
3.4.6 单片机内部软件看门狗的应用训练	105
本章小结	106
习题三	107
第 4 章 单片机的串行通信	109
本章学习目标	109
4.1 串行通信概念	109
4.1.1 串行通信的基本方式	109
4.1.2 串行通信的波特率	111
4.2 串行通信的结构及工作方式	111
4.2.1 串行通信口的结构	111
4.2.2 串行通信的工作方式	113
4.2.3 双机通信	116
4.2.4 多机通信	118
4.3 串行口的扩展应用	120
4.3.1 串行口扩展显示器训练	121
4.3.2 串行口扩展的键盘训练	122
4.4 串行通信的应用	124
4.4.1 双机通信训练	124
4.4.2 用电流环实现远距离通信训练	127
4.4.3 计算机与单片机的通信训练	128
4.4.4 多机通信训练	133
本章小结	138

习题四	139
第 5 章 外部 I/O 口的扩展训练	140
本章学习目标	140
5.1 MCS-51 外部 I/O 扩展原理概述	140
5.1.1 MCS-51 外部 I/O 扩展概述	140
5.1.2 MCS-51 外部 I/O 扩展常用芯片	140
5.2 TTL 芯片扩展 I/O 并行接口的应用训练	141
5.2.1 用 74LS377 扩展 8 位并行输出接口的使用训练	141
5.2.2 用 74LS373 扩展 8 位并行输入接口的使用训练	142
5.2.3 用三态门扩展 8 位并行输入接口的使用训练	142
5.3 8255A 可编程外围并行接口的应用训练	143
5.3.1 8255A 可编程外围并行接口结构及性能介绍	143
5.3.2 训练内容	146
5.3.3 电路图	146
5.3.4 参考程序	147
5.4 8155/8156 可编程 I/O 接口的结构及性能	148
5.4.1 8155/8156 可编程外围 I/O 接口的结构及性能介绍	148
5.4.2 训练内容	151
5.4.3 电路图	151
5.4.4 参考程序	151
5.5 8253/8254 可编程定时/计数器的应用训练	152
5.5.1 8253/8254 可编程定时/计数器结构及性能简介	152
5.5.2 训练内容	153
5.5.3 电路图	154
5.5.4 参考程序	154
本章小结	155
习题五	155
第 6 章 A/D、D/A 转换器的应用训练	157
本章学习目标	157
6.1 8 位逐次比较式 A/D 转换器的训练	157
6.1.1 ADC0809 的逻辑结构与引脚功能	157
6.1.2 单片机与 ADC0809 接口的训练	159
6.2 12 位串行接口 A/D 转换器的训练	161
6.2.1 MAX187 的主要特性与引脚功能	161
6.2.2 MAX187 的工作原理	162
6.2.3 单片机与 MAX187 接口的训练	162
6.3 12 位并行 A/D 转换器的使用训练	164

6.3.1	AD574A 的引脚功能及真值表	164
6.3.2	AD574A 的单极性和双极性输入	165
6.3.3	单片机与 AD574A 接口的训练	166
6.4	8 位 D/A 转换器的训练	168
6.4.1	DAC0832 的内部结构和引脚功能	168
6.4.2	DAC0832 工作方式与输出极性	169
6.4.3	单片机与 DAC0832 接口的训练	170
6.5	I ² C 总线接口芯片 PCF8591 的使用训练	172
6.5.1	PCF8591 的主要特性与引脚功能	172
6.5.2	结构与应用原理	173
6.5.3	PCF8591 的数据操作格式	174
6.5.4	I ² C 总线操作时序及数据操作模拟	175
6.5.5	I ² C 总线接口芯片 PCF8591 的使用训练	180
6.6	V/F 转换器的使用训练	182
6.6.1	V/F 转换原理	182
6.6.2	LM331 的引脚功能与特性	183
6.6.3	LM331 的外部接线	184
6.6.4	LM331 的使用训练	185
	本章小结	186
	习题六	187
第 7 章	单片机的综合应用	188
	本章学习目标	188
7.1	三相步进电机的控制	188
7.1.1	步进电机的工作原理	188
7.1.2	步进电机的控制	188
7.1.3	步进电机的单片机控制	190
7.2	单片机与功率驱动接口电路的连接	192
7.2.1	扩大驱动电流的方法	192
7.2.2	单片机控制强电电路的开关器件	194
7.3	数字频率计的设计	198
7.3.1	系统组成与设计方案	198
7.3.2	频率计程序框图	199
7.3.3	频率计程序设计	199
7.4	大型数字显示时钟的设计	204
7.4.1	系统组成与工作原理	204
7.4.2	数字电子钟程序框图	206
7.4.3	数字电子钟程序	207

7.5	汉字液晶显示器的设计	214
7.5.1	液晶显示控制器 HD61830	214
7.5.2	HD61830 液晶模块的应用	216
7.6	多路温度巡检系统的设计	221
7.6.1	设计目标与预备知识	221
7.6.2	设计方案	222
7.6.3	软件设计	223
7.8	大容量数据存储器的应用设计	229
7.8.1	设计目标	229
7.8.2	功能和硬件原理	229
7.9	高速 AD 在 MCS-51 单片机中的应用设计	230
7.9.1	设计思路	230
7.9.2	功能和硬件原理	230
	本章小结	232
第 8 章	单片机的可靠性设计与抗干扰设计	233
	本章学习目标	233
8.1	单片机应用系统的可靠性设计	233
8.1.1	可靠度	233
8.1.2	提高可靠性的措施	234
8.2	抗干扰的设计原则	234
8.2.1	干扰的来源	234
8.2.2	抗干扰的设计原则	235
8.3	软件抗干扰的设计	235
8.3.1	数字滤波的设计	235
8.3.2	软件冗余	238
8.3.3	软件陷阱	239
8.3.4	软件看门狗技术	239
8.4	硬件抗干扰的设计	240
8.4.1	滤波技术	240
8.4.2	隔离技术	241
8.4.3	接地技术	242
8.4.4	单片机的自动复位与电源的监测技术	243
	本章小结	244
	习题八	245
第 9 章	单片机应用系统的设计方法	246
	本章学习目标	246
9.1	单片机应用系统的开发流程	246

9.1.1	设计流程	246
9.1.2	总体设计	247
9.1.3	硬件设计	248
9.1.4	软件设计	248
9.1.5	系统的调试与维护	250
9.2	51 单片机应用系统的开发工具	250
9.2.1	51 仿真系统简介	251
9.2.2	调试工具简介	253
9.3	编程器的使用方法	255
9.3.1	系统的安装	255
9.3.2	编程操作	255
	本章小结	257
	习题九	258

第 1 章 MCS-51 单片机系统结构

本章学习目标

本章主要讲解单片机的基本概念与 MCS-51 单片机的系统结构。重点讨论其应用特性和外部特性,介绍了 MCS-51 型单片机提供的资源,并指导如何去应用这些资源。使读者较为详细地了解 MCS-51 型单片机的内部结构和工作原理。

通过本章学习,读者应该掌握以下内容:

- 掌握单片机的基本概念
- 了解单片机的各种类型及未来的发展趋势
- 掌握单片机的内部结构和基本工作原理
- 掌握单片机最小系统的设计方法
- 掌握单片机存储器的扩展方法

1.1 单片机概述

1.1.1 单片机的概念

单片机是单片微型计算机的简称,也就是把微处理器(CPU)、一定容量的程序存储器(ROM)和数据存储器(RAM)、输入/输出接口(I/O)、时钟及其他一些计算机外围电路,通过总线连接在一起并集成在一个芯片上,构成的微型计算机系统。

单片机的另外一个名称是嵌入式微控制器,原因在于它可以嵌入到任何微型或小型仪器或设备中。Intel 公司在单片机出现时,就给它取名为嵌入式微控制器(embedded microcontroller)。单片机最明显的优势就是可以嵌入到各种仪器、设备中,这一点是其他机器和网络所不能做到的。了解单片机知识、掌握单片机的应用技术具有重要的意义。单片机具有以下特点:

(1) 体积小、成本低。所以可广泛用于仪表、自动控制、通信和家用电器等领域。

(2) 稳定可靠。芯片在设计时,均按照工业控制要求设计,因此抗工业噪声干扰优于一般的 CPU,由于程序存储器集成在芯片内部,许多信号通道也集成在芯片内部,因此可靠性高。

(3) 高性能、高速度。为了满足工业发展的要求,单片机增强了控制功能、接口功能,丰富了指令系统,可用多种语言开发单片机系统。单片机的总线速度已达到了 32MHz。

(4) 寿命长、适应性强。一方面指用单片机开发的产品可以稳定可靠地工作十年、二