

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

# 单片机接口技术项目式教程

龚运新 吴昌应 编著



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

# 单片机接口技术项目式教程

龚运新 吴昌应 编著

常州大学图书馆  
藏书章



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

---

**图书在版编目(CIP) 数据**

单片机接口技术项目式教程 / 龚运新, 吴昌应主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2010.7  
(21 世纪高职高专系列规划教材)  
ISBN 978-7-303-11000-1

I. 单… II. ①龚…②吴… III. 单片微型计算机—接口—教材 IV. ① TP368.147

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 083973 号

---

---

出版发行: 北京师范大学出版社 [www.bnup.com.cn](http://www.bnup.com.cn)

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京京师印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 184mm × 260 mm

印 张: 14.75

字 数: 292 千字

版 次: 2010 年 7 月第 1 版

印 次: 2010 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元

---

策划编辑: 周光明 责任编辑: 周光明

美术编辑: 高 霞 装帧设计: 京鲁印联

责任校对: 李 茵 责任印制: 李 啸

**版权所有 侵权必究**

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

## 出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业院校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等高等职业院校的文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入的研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。2005年~2006年期间,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”先后在昆明、哈尔滨、天津召开高职高专教材研讨会,对当前高职高专教材的改革与发展、高职院校教学、师资培养等进行了深入的探讨,同时推出了一批公共素质教育、商贸、财会、旅游类高职教材。这些教材的特点如下。

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。过渡时期具有新的教学要

求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以3年制为基础,兼顾2年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3. 教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4. 教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5. 反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教材出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材的编写得到了教育部相关部门的大力支持,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司高职推荐教材,并有25种教材列为“十一五”国家级规划教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机、工商管理等专业教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业教育与教师教育分社全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组  
北京师范大学出版社

## 参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院

山东劳动职业技术学院

济宁职业技术学院

辽宁省交通高等专科学校

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

西安科技大学电子信息学院

西安科技大学通信学院

西安科技大学机械学院

天津渤海职业技术学院

天津渤海集团公司教育中心

连云港职业技术学院

景德镇高等专科学校

徐州工业职业技术学院

广州科技贸易职业学院

江西信息应用职业技术学院

浙江商业职业技术学院

内蒙古电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

河南科技学院

苏州经贸职业技术学院

苏州技师学院

苏州工业园区职业技术学院

苏州江南赛特数控设备有限公司

苏州机械技工学院

浙江工商职业技术学院

温州大学

四川工商职业技术学院

常州轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

陕西纺织服装职业技术学院

唐山学院

江西现代职业技术学院

江西生物科技职业学院

黄冈高级技工学校

深圳高级技工学校

徐州技师学院

天津理工大学中环信息学院

天津机械职工技术学院

西安工程大学

青岛船舶学院

河北中信联信息技术有限公司

张家港职教中心

太原理工大学轻纺学院

浙江交通职业技术学院

保定职业技术学院

绵阳职业技术学院

北岳职业技术学院

天津职业大学

石家庄信息工程职业学院

襄樊职业技术学院

九江职业技术学院

青岛远洋船员学院

无锡科技职业学院

广东白云职业技术学院

三峡大学职业技术学院

西安欧亚学院实验中心

天津机电职业技术学院

中华女子学院山东分院

漯河职业技术学院

济南市高级技工学校

沈阳职业技术学院

江西新余高等专科学校

赣南师范学院

江西交通职业技术学院

河北农业大学城建学院

华北电力大学

北京工业职业技术学院

湖北职业技术学院

河北化工医药职业技术学院

天津电子信息职业技术学院

广东松山职业技术学院

北京师范大学

山西大学工程学院

平顶山工学院

黄石理工学院

广东岭南职业技术学院

青岛港湾职业技术学院

郑州铁路职业技术学院

北京电子科技职业学院

北京农业职业技术学院

宁波职业技术学院

宁波工程学院

北京化工大学成教学院

天津交通职业技术学院

济南电子机械工程学院

山东职业技术学院

济南职业技术学院

山东省经济管理干部学院

鲁东大学

山东财政学院

山东省农业管理干部学院

浙江工贸职业技术学院

天津中德职业技术学院

天津现代职业技术学院

天津青年职业技术学院

无锡南洋学院

北京城市学院

北京经济技术职业学院

北京联合大学

北京信息职业技术学院

北京财贸职业学院

华北科技学院

青岛科技大学技术专修学院

山东大王职业学院

大红鹰职业技术学院

广东华立学院

广西工贸职业技术学院

贵州商业高等专科学校

桂林旅游职业技术学院

河北司法警官职业学院

黑龙江省教科院

湖北财经高等专科学校

华东师范大学职成教所

淮南职业技术学院

淮阴工学院

黄河水利职业技术学院

南京工业职业技术学院

南京铁道职业技术学院

黔南民族职业技术学院

|              |              |
|--------------|--------------|
| 青岛职业技术学院     | 云南科技信息职业学院   |
| 陕西财经职业技术学院   | 昆明艺术职业学院     |
| 陕西职业技术学院     | 云南经济管理职业学院   |
| 深圳信息职业技术学院   | 云南爱因森软件职业学院  |
| 深圳职业技术学院     | 云南农业大学       |
| 石家庄职业技术学院    | 云南师范大学       |
| 四川建筑职业技术学院   | 昆明大学         |
| 四川职业技术学院     | 陕西安康师范学院     |
| 太原旅游职业技术学院   | 云南水利水电学校     |
| 泰山职业技术学院     | 昆明工业职业技术学院   |
| 温州职业技术学院     | 云南财税学院       |
| 无锡商业职业技术学院   | 云南大学高职学院     |
| 武汉商业服务学院     | 山西综合职业技术学院   |
| 杨凌职业技术学院     | 温州科技职业技术学院   |
| 浙江工贸职业技术学院   | 昆明广播电视大学     |
| 郑州旅游职业技术学院   | 天津职教中心       |
| 淄博职业技术学院     | 天津工程职业技术学院   |
| 云南机电职业技术学院   | 天狮职业技术学院     |
| 山东省贸易职工大学    | 天津师范大学       |
| 聊城职业技术学院     | 天津管理干部学院     |
| 山东司法警官职业学院   | 天津滨海职业技术学院   |
| 河南质量工程职业学院   | 天津铁道职业技术学院   |
| 山东科技大学职业技术学院 | 天津音乐学院       |
| 云南林业职业技术学院   | 天津石油职业技术学院   |
| 云南国防工业职业技术学院 | 渤海石油职业技术学院   |
| 云南文化艺术职业学院   | 天津冶金职业技术学院   |
| 云南农业职业技术学院   | 天津城市职业学院     |
| 云南能源职业技术学院   | 常州机电职业技术学院   |
| 云南交通职业技术学院   | 天津公安警官职业技术学院 |
| 云南司法警官职业学院   | 武警昆明指挥学院     |
| 云南热带作物职业技术学院 | 天津工业大学       |
| 西双版纳职业技术学院   | 天津开发区职业技术学院  |
| 玉溪农业职业技术学院   | 黑龙江大兴安岭职业学院  |

黑龙江农业经济职业技术学院  
黑龙江农业工程职业技术学院  
黑龙江农业职业技术学院  
黑龙江生物科技职业技术学院  
黑龙江旅游职业技术学院  
中国民航飞行学院  
四川信息职业技术学院  
四川航天职业技术学院  
四川成都纺织高等专科学校  
四川科技职业学院  
四川乐山职业技术学院  
四川泸州职业技术学院  
成都农业科技职业技术学院  
四川宜宾职业技术学院  
江西省委党校  
齐齐哈尔职业学院  
深圳安泰信电子有限公司  
潍坊教育学院  
德州科技职业技术学院  
天一学院  
成都烹饪高等专科学校  
河南质量工程职业技术学院  
河南商业高等专科学校  
天津大学  
北京政法干部管理学院  
北京理工大学珠海学院  
中山火炬职业技术学院  
周口职业技术学院  
永城职业技术学院

河北工程技术高等专科学校  
武汉铁路职业技术学院  
四川教育学院  
四川师范大学  
四川工程职业技术学院  
河南教育学院  
华豫学院  
苏州职业大学  
淮海工学院  
郑州华信学院  
许昌职业技术学院  
商丘科技职业学院  
郑州航院信息统计职业学院  
郑州轻工业学院民族职业学院  
铁岭师范高等专科学校  
四川电力职业技术学院  
广东女子职业技术学院  
广东农工商职业技术学院  
广东省职业技术鉴定指导中心  
肇庆工商职业技术学院  
广东培正学院  
惠州经济职业技术学院  
广东科学技术职业学院  
郑州旅游职业学院  
商丘职业技术学院  
铜仁职业技术学院  
定西师范高等专科学校  
陇南师范高等专科学校  
扬州工业职业技术学院

# 前 言

目前,在大专院校的应用电子专业、数控专业、自动化专业、计算机控制专业、机电一体化专业、智能仪表专业,开设了单片机接口课程。这是一门理论性、实践性和综合性都很强的学科,它需要模拟电子技术、数字电子技术、电气控制、电力电子技术等作为知识背景,同时本课程也是一门计算机软硬件有机结合的实用技术。本书是作者多年理论教学、实验教学及产品研发经验的结晶。在教材编写过程中,始终将理论、实验、产品开发三者有机结合,每个项目都讲明原理、使用方法、编程控制方法,给学习者一种系统的完整的清晰的学习思路。

本教材最突出之处是项目式编写,立足动手能力培养,每个项目是一个产品,注重器件介绍与选型,每个项目都介绍器件、电路仿真、电路板制造及调试,程序编写。并从应用角度出发加强了设计性环节的指导。本书所有程序在 Keil 7.0 和 proteus 仿真软件中调试成功,增加了知识的真实性和可读性,便于自学。

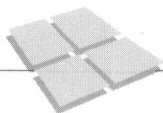
本书在项目一按钮开关及数码管电路设计中详细讲解了键盘和数码管的基本知识及设计方法;项目二测控数据显示之二液晶模块中主要讲解了液晶显示块的基本知识,电路设计方法和编程方法;项目三测控数据显示之三 LED 点阵模块中讲解了 LED 点阵模块的基本知识,电路设计方法和编程方法;在项目四模拟信号传感器测控技术中主要讲解了温度控制器的设计方法;项目五数字信号传感器测控技术,重点讲解了使用容栅传感器设计长度测量仪的设计方法;项目六交流电机控制系统,详细讲解了设计单片机控制器外加变频器控制交流电机的方法;项目七步进电机控制系统,主要讲解了设计单片机控制器控制步进电机的方法。

编者

2010 年 5 月

## 目 录

|                               |      |                                          |      |
|-------------------------------|------|------------------------------------------|------|
| 绪论 .....                      | (1)  | 1.5 知识扩展：接口芯片设计 .....                    | (45) |
| 0.1 单片微型计算机 .....             | (1)  | 1.5.1 按键并口显示芯片及显示电路 .....                | (45) |
| 0.1.1 单片机的基本知识 .....          | (1)  | 1.5.2 ZLG7289A 串行接口 LED 数码管及键盘管理器件 ..... | (55) |
| 0.1.2 单片机的发展概况 .....          | (1)  | 项目二 测控数据显示之二液晶模块 .....                   | (74) |
| 0.2 单片机的应用 .....              | (5)  | 2.1 知识准备：液晶模块 ...                        | (74) |
| 项目一 按键开关及数码管电路设计 .....        | (6)  | 2.1.1 液晶模块型号 .....                       | (74) |
| 1.1 知识准备：按键开关及数码管 .....       | (6)  | 2.1.2 液晶显示器的技术参数 .....                   | (76) |
| 1.1.1 键盘开关的分类及其工作原理 .....     | (6)  | 2.1.3 液晶显示器引脚排布 ...                      | (77) |
| 1.1.2 按键技术参数 .....            | (18) | 2.2 电路 Proteus 软件仿真 .....                | (77) |
| 1.1.3 键盘工作原理 .....            | (19) | 2.2.1 仿真要求 .....                         | (78) |
| 1.1.4 键盘接口设计 .....            | (20) | 2.2.2 仿真过程 .....                         | (78) |
| 1.2 数码管 .....                 | (21) | 2.3 电路制作 .....                           | (80) |
| 1.2.1 数码管原理 .....             | (21) | 2.3.1 电路图制作 .....                        | (81) |
| 1.2.2 数码管技术参数 .....           | (22) | 2.3.2 PCB 板图制作 .....                     | (81) |
| 1.2.3 数码管的型号及识别 ...           | (23) | 2.3.3 印制电路板(PCB)制作和焊接电路 .....            | (81) |
| 1.3 电路仿真 Proteus 软件使用 .....   | (27) | 2.3.4 电路调试 .....                         | (81) |
| 1.3.1 键盘与显示仿真 .....           | (28) | 2.3.5 程序烧写及测试 .....                      | (81) |
| 1.3.2 程序编写 .....              | (34) | 2.4 液晶模块原理 .....                         | (81) |
| 1.4 电路制作 .....                | (36) | 2.4.1 液晶物质 .....                         | (81) |
| 1.4.1 电路图制作 .....             | (36) | 2.4.2 液晶(LC, Liquid Crystal)的分类 .....    | (85) |
| 1.4.2 PCB 板图制作 .....          | (37) | 2.4.3 液晶的光电特性 .....                      | (88) |
| 1.4.3 印制电路板(PCB)制作和焊接电路 ..... | (40) | 2.5 知识扩展：电路设计 ...                        | (98) |
| 1.4.4 电路调试 .....              | (41) |                                          |      |
| 1.4.5 程序烧写及测试 .....           | (42) |                                          |      |



|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| 2.5.1 数码管并口显示芯片及显示电路 .....         | (98)         |
| 2.5.2 接口信号说明 .....                 | (99)         |
| 2.5.3 控制器说明(KS108B 及兼容芯片) .....    | (100)        |
| 2.5.4 编程方法 .....                   | (101)        |
| <b>项目三 测控数据显示之三 LED 点阵模块</b> ..... | <b>(111)</b> |
| 3.1 知识准备: LED 点阵 .....             | (111)        |
| 3.1.1 LED 点阵模块型号 ..                | (111)        |
| 3.1.2 LED 点阵技术参数 ..                | (112)        |
| 3.1.3 LED 点阵引脚排布 ..                | (114)        |
| 3.2 LED 点阵原理与控制 .....              | (115)        |
| 3.2.1 点阵原理 .....                   | (115)        |
| 3.2.2 点阵控制 .....                   | (116)        |
| 3.3 电路 Proteus 软件仿真 .....          | (118)        |
| 3.3.1 仿真要求 .....                   | (118)        |
| 3.3.2 仿真过程 .....                   | (118)        |
| 3.4 电路制作 .....                     | (124)        |
| 3.4.1 电路图制作 .....                  | (124)        |
| 3.4.2 PCB 板图制作 .....               | (124)        |
| 3.4.3 电路板(PCB)制作和焊接电路 .....        | (125)        |
| 3.4.4 电路调试 .....                   | (125)        |
| 3.4.5 程序烧写及测试 .....                | (125)        |
| 3.5 知识扩展: 液晶模块设计 .....             | (125)        |
| 3.5.1 16X16LED 汉字显示模块接口设计 .....    | (125)        |
| 3.5.2 程序编写 .....                   | (125)        |
| <b>项目四 模拟信号传感器测控技术</b> .....       | <b>(130)</b> |
| 4.1 知识准备: 模拟传感器 .....              | (130)        |
| 4.1.1 模拟传感器分类 .....                | (130)        |
| 4.1.2 模拟传感器技术参数 .....              | (133)        |
| 4.2 模拟传感器 .....                    | (135)        |
| 4.2.1 温度测量方法 .....                 | (135)        |
| 4.2.2 热电偶法 .....                   | (136)        |
| 4.3 电路 Proteus 软件仿真 .....          | (139)        |
| 4.3.1 仿真要求 .....                   | (139)        |
| 4.3.2 仿真过程 .....                   | (139)        |
| 4.4 电路制作 .....                     | (145)        |
| 4.4.1 电路图制作 .....                  | (145)        |
| 4.4.2 PCB 板图制作 .....               | (145)        |
| 4.4.3 电路板(PCB)制作和焊接电路 .....        | (145)        |
| 4.4.4 电路调试 .....                   | (145)        |
| 4.4.5 程序烧写及测试 .....                | (145)        |
| 4.5 知识扩展: ADC 芯片 .....             | (146)        |
| 4.5.1 并口 ADC0809 芯片 ..             | (146)        |
| 4.5.2 10 位串行模数转换芯片 AD7810 .....    | (149)        |
| 4.5.3 传感器前级信号处理 .....              | (152)        |
| <b>项目五 数字信号传感器测控技术</b> .....       | <b>(157)</b> |
| 5.1 知识准备: 数字传感器 .....              | (157)        |
| 5.1.1 数字信号传感器类型 .....              | (157)        |
| 5.1.2 数字传感器技术参数 .....              | (158)        |
| 5.2 电路 Proteus 软件仿真 .....          | (160)        |
| 5.2.1 仿真要求 .....                   | (160)        |
| 5.2.2 仿真过程 .....                   | (160)        |
| 5.3 电路制作 .....                     | (161)        |
| 5.3.1 电路图制作 .....                  | (161)        |
| 5.3.2 PCB 板图制作 .....               | (161)        |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 5.3.3 电路板(PCB)制作和焊接电路 .....   | (161)        |
| 5.3.4 电路调试 .....              | (161)        |
| 5.3.5 程序烧写及测试 .....           | (162)        |
| 5.4 知识扩展:容栅数字传感器原理 .....      | (162)        |
| 5.5 知识扩展:单片机串行接口 .....        | (166)        |
| 5.5.1 串行口控制寄存器 .....          | (167)        |
| 5.5.2 串行接口工作方式 .....          | (168)        |
| 5.5.3 串行接口应用举例 .....          | (170)        |
| 5.6 知识扩展:应用实例 .....           | (172)        |
| 5.6.1 容栅量具应用 .....            | (172)        |
| 5.6.2 测控编程技术 .....            | (174)        |
| <b>项目六 交流电机控制系统 .....</b>     | <b>(177)</b> |
| 6.1 知识准备:变频器 .....            | (177)        |
| 6.1.1 变频器类型 .....             | (177)        |
| 6.1.2 中高压变频器的类型及区别 .....      | (177)        |
| 6.1.3 变频器技术参数 .....           | (179)        |
| 6.2 变频器原理 .....               | (181)        |
| 6.2.1 变频器基本原理 .....           | (181)        |
| 6.2.2 变频器的内部结构及外围接线 .....     | (182)        |
| 6.3 电路 Proteus 软件仿真 .....     | (185)        |
| 6.3.1 仿真要求 .....              | (185)        |
| 6.3.2 仿真过程 .....              | (185)        |
| 6.4 电路制作 .....                | (188)        |
| 6.4.1 电路图制作 .....             | (188)        |
| 6.4.2 PCB 板图制作 .....          | (188)        |
| 6.4.3 电路板(PCB)制作和焊接电路 .....   | (188)        |
| 6.4.4 电路调试 .....              | (188)        |
| 6.4.5 程序烧写及测试 .....           | (188)        |
| 6.5 知识扩展:交流电机控制 .....         | (188)        |
| 6.5.1 交流电机测控电路 .....          | (188)        |
| 6.5.2 数/模(D/A)转换器电路接口设计 ..... | (193)        |
| <b>项目七 步进电机控制系统 .....</b>     | <b>(198)</b> |
| 7.1 知识准备:步进电机 .....           | (198)        |
| 7.1.1 步进电机类型 .....            | (198)        |
| 7.1.2 步进电机及驱动器技术参数 .....      | (198)        |
| 7.2 电路 Proteus 软件仿真 .....     | (199)        |
| 7.2.1 仿真要求 .....              | (200)        |
| 7.2.2 仿真过程 .....              | (200)        |
| 7.3 控制器电路制作 .....             | (201)        |
| 7.3.1 电路图制作 .....             | (201)        |
| 7.3.2 PCB 板图制作 .....          | (201)        |
| 7.3.3 电路板(PCB)制作和焊接电路 .....   | (202)        |
| 7.3.4 电路调试 .....              | (202)        |
| 7.3.5 程序烧写及测试 .....           | (202)        |
| 7.4 D306 三相混合式步进电机驱动器使用 ..... | (202)        |
| 7.5 测控系统总成 .....              | (205)        |
| 7.5.1 线路连接 .....              | (205)        |
| 7.5.2 程序编写 .....              | (206)        |
| 7.6 知识扩展:步进电机原理 .....         | (208)        |
| 7.6.1 步进电动机结构 .....           | (208)        |
| 7.6.2 工作方式 .....              | (208)        |
| 7.7 步进电机驱动器 .....             | (211)        |
| 7.8 知识扩展:步进电机控制器设计 .....      | (214)        |
| 7.8.1 硬件设计 .....              | (217)        |
| 7.8.2 软件设计 .....              | (220)        |

## 绪 论

单片微型计算机是 20 世纪 70 年代初期发展起来的, 它的产生、发展和壮大以及对国民经济的巨大贡献引起了人们的高度重视。下面对单片微型计算机进行全面、概括的叙述。

### 0.1 单片微型计算机

单片微型计算机简称为单片机。它是微型计算机发展中的一个重要分支, 它以其独特的结构和性能, 越来越广泛的应用到工业、农业、国防、网络、通信以及人们日常工作、生活领域中。

单片机是在一块芯片上集成了中央处理部件(CPU)、存储器(RAM、ROM)、定时器/计数器和各种输入/输出(I/O)接口(如并行 I/O 口、串行 I/O 口和 A/D 转换器)等。由于单片机通常是实时控制应用而设计制造的, 因此, 又称为微控制器(MCU)。

#### 0.1.1 单片机的基本知识

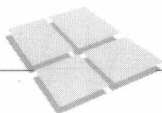
每一种单片机的设计都包括以下几个方面: 指令及与指令对应的电路(芯片)和代码; 固化程序的编程器; 硬件仿真器; 软件仿真开发系统。这些设计完成后, 由有关生产厂家生产出产品(芯片、编程器、仿真器), 再由开发人员开发出市场所需要的应用产品。在这些开发的芯片中, 有些芯片是公开使用的, 在市场上能买到的芯片就属这种类型, 这种芯片分为两类, 一类不能加密; 一类可加密; 有些芯片是不公开的, 如军工产品和各大公司开发的专用产品。

单片机种类很多, 但不管哪种单片机, 厂家都要配套提供编程器(固化程序用)、硬件仿真器(调试程序用)、指令系统, 芯片使用说明书, 软件仿真开发系统。没有这些很难进行二次开发, 除非你能破解芯片。因而, 对产品开发人员来说, 所要做的工作就是: 按厂家提供的方法使用芯片; 按产品功能要求设计电路、编写程序、做成产品。对产品维修使用人员来说, 知道芯片使用的方法, 产品电路的工作原理, 会维修使用。

#### 0.1.2 单片机的发展概况

单片机自问世以来, 性能不断提高和完善, 其资源不仅能满足很多应用场合的需要, 而且具有集成度高、功能强、速度快、体积小、功耗低、使用方便、性能可靠、价格低廉等特点, 因此, 在工业控制、智能仪器仪表、数据采集和处理、通信系统、网络系统、汽车工业、国防工业、高级计算器具、家用电器等领域的应用日益广泛, 并且正在逐步取代现有的多片微机应用系统, 单片机的潜力越来越被人们所重视。特别是当前用 CMOS 工艺制成的各种单片机, 由于功耗低, 使用的温度范围大、抗干扰能力强、能满足一些特殊要求的应用场合, 更扩大了单片机的应用范围, 也进一步促进了单片机技术的发展。

自 1976 年 9 月 Intel 公司推出 MCS-48 单片机以来, 单片机就受到了广大用户的欢



迎。因此,有关公司都争相推出各自的单片机。如 GI 公司推出 PIC1650 系列单片机, Rockwell 公司推出了与 6502 微处理器兼容的 R6500 系列单片机。它们都是 8 位机,片内有 8 位中央处理器(CPU)、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器和容量有限的存储器(RAM、ROM)以及简单的中断功能。

1978 年下半年 Motorola 公司推出 M6800 系列单片机。1980 年 Intel 公司在 MCS-48 系列基础上又推出了高性能的 MCS-51 系列单片机。这类单片机均带有串行 I/O 口,定时器/计数器为 16 位,片内存储容量(RAM, ROM)都相应增大,并有优先级中断处理功能,单片机的功能、寻址范围都比早期的扩大了,它们是当时单片机应用的主流产品。

1982 年 Mostek 公司和 Intel 公司先后又推出了性能更高的 16 位单片机 MK68200 和 MCS-96 系列, NS 公司和 NEC 公司也分别在原有 8 位单片机的基础上推出了 16 位单片机 HPC16040 和  $\mu$ PD783 $\times\times$  系列。1987 年 Intel 公司又宣布了性能比 8096 高两倍的 CMOS 型 80C196, 1988 年推出带 EPROM 的 87C196 单片机。由于 16 位单片机推出的时间较迟、价格昂贵、开发设备有限等多种原因,至今还未得到广泛应用。而 8 位单片机已能满足大部分应用的需要,因此,在推出 16 位单片机的同时,高性能的新型 8 位单片机也不断问世。如 Motorola 公司推出了带 A/D 和多功能 I/O 的 68MC11 系列, Zilog 公司推出了带有 DMA 功能的 Suqer8, Intel 公司在 1987 年也推出了带 DMA 和 FIFO 的 UPI-452 等。若要更详细的了解请上相关的单片机网站。

目前国际市场上 8 位、16 位单片机系列已有很多,但是,在国内使用较多的系列是 Intel 公司的产品,其中又以 MCS-51 系列单片机应用尤为广泛,二十几年经久不衰,而且还在更进一步发展完善,价格越来越低,性能越来越好。单片机技术正以惊人的速度向前发展,就市场上已出现的单片机而言,其技术革新与进步主要表现在以下几个方面。

### 1. CPU 的发展

增加 CPU 的字长或提高时钟频率均可提高 CPU 的数据处理能力和运算速度。CPU 的字长目前有 8 位、16 位和 32 位。时钟频率高达 20MHz 的单片机也已出现。还有的 8 位单片机其算术逻辑运算部件(ALU)却是 16 位,内部采用 16 位数据总线。如 NEC 公司的  $\mu$ PD7800 系列的 8 位单片机, Mitsubishi 公司的 M37700 系列单片机,它们的数据处理能力和速度比一般 8 位单片机强,如  $\mu$ PD7800 系列单片机作一次 16 位乘以 16 位的乘法用  $3.2\mu\text{s}$ 。16 位除以 8 位的除法用  $3.0\mu\text{s}$ 。32 位除以 16 位的除法用  $8.3\mu\text{s}$ 。另外,单片机内部采用双 CPU 结构能大大提高处理能力,如 Rockwell 公司的 R6500/21 和 R65C29 单片机。由于片内有两个 CPU 能同时工作,可以更好地处理外围设备的中断请求,克服了单 CPU 在多重高速中断响应时的失效问题。同时,由于双 CPU 可以共享存储器和 I/O 接口的资源,因此,还可更好地解决信息通信问题。如 Intel 公司的 8044,它的内部实际上是 8051 和 SIU 通信处理机组成,由 SIU 来管理 SDLC 的通信,这样既加快了通信处理的速度,同时,还减轻了 8051 的处理负担。

### 2. 片内存储器的发展

#### (1) 扩大存储容量

早期单片机的片内存储器,一般 RAM 为 64~128 字节,ROM 为 1~2K 字节,寻

址范围为 4K 字节。新型单片机片内 RAM 为 256 字节, ROM 多达 16K 字节。如 Intel 公司的 8052, 片内 ROM 为 8K 字节。通用仪器公司的 70120 片内 ROM 容量为 12K 字节。片内 ROM 容量最大的是日立公司的 MC6301Y 为 16K 字节。新型单片机的寻址范围可扩大到 64K 字节, 甚至 128K 字节(其中随机存储器 RAM 容量为 64K 字节, 只读存储器 ROM 容量 64K 字节)。这类单片机有 Intel 公司的 MCS-51 系列和 Zilog 公司的 Z8601、Z8603、Z8611、Z8681 等。内部 ROM 分可擦除和一次性可编程(OTP)两种, 前者价高, 技术开发时使用, 后者价低, 开发成功后, 一次性固化在产品上使用, 需注意的是, 一次性固化在产品上使用的必须是成熟产品, 否则会造成经济损失, 如 PIC 系列。

#### (2) 片内 EPROM 开始 E<sup>2</sup>PROM 化

早期单片机内 ROM 有的采用可擦式的只读存储器 EPROM, 然而 EPROM 必须要高压编程, 紫外线擦除, 给使用带来不便。近年来, 推出的电擦除可编程只读存储器 E<sup>2</sup>PROM 可在正常工作电压下进行读写, 并能在断电的情况下, 保持信息不丢失。因此, 有些厂家已开始用 E<sup>2</sup>PROM 替代原来的片内 EPROM。如 TI 公司和 Seeq 公司的 72710(1K 字节 E<sup>2</sup>PROM), 72720(2K 字节 E<sup>2</sup>PROM), Motorola 公司的 68HC11A2(2K 字节 E<sup>2</sup>PROM), 68HC805C4(4K 字节的 E<sup>2</sup>PROM), TEXAS 仪器公司的 77C82(8K 字节 E<sup>2</sup>PROM)。

由于写入 E<sup>2</sup>ROM 的数据能永久保存, 因此, 有些厂家已开始将 E<sup>2</sup>PROM 用作片内 ROM, 甚至用作片内通用寄存器。这样就可省去备用电池了。

#### (3) 闪速存储器

随着 CMOS 工艺的改进和提高, 闪速存储器在不断发展和完善, 应用越来越广, 容量越来越大, 价格越来越低, 闪存技术在各个领域得到应用。如 ATMEL 公司将闪存技术应用到单片机中, 生产出了带闪速存储器的 AT89 系列。对小系统, 外部可以不用扩展存储芯片, 从而使得只用单片机就能构成一个完整的控制系统。PIC 系列也有带闪存的存储芯片。

#### (4) 串行存储器

I<sup>2</sup>C 总线的快速发展, 使得串行数据存储器在容量和存储速度上有了很大的提高, 由于它体积小, 引脚少, 价格低, 从而也得到了广泛的应用。

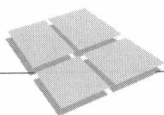
#### (5) 片内程序的保密措施

为了使片内 EPROM(或 E<sup>2</sup>PROM)内容不被复制, 一些厂家对片内 EPROM(或 E<sup>2</sup>PROM)采用加锁技术。例如, Intel 公司 8X252, 加锁后的 EPROM(或 E<sup>2</sup>PROM)中的程序只能供片内 CPU 读取, 不能从片外读取, 否则必须先开锁, 开锁时, CPU 先自动擦除 EPROM(或 E<sup>2</sup>PROM)中的信息, 从而达到程序保密的目的。

### 3. 片内输入/输出接口功能

最初的单片机, 片内只有并行输入/输出接口、定时器/计数器, 它们的功能较弱, 实际应用中往往需要通过特殊的接口扩展功能, 从而也增加了应用系统结构的复杂性。

近年来, 新型单片机内的接口, 无论从类型和数量上都有很大的发展。这不仅大大提高了单片机的功能, 而且使系统的总体结构也大大简化了。例如, 有些单片机的并行 I/O 口, 能直接输出大电流和高电压, 可直接用于驱动荧光显示管(VFD)、液晶显示器(LCD)和数码显示管(LED)等, 应用系统中就不再需要外部驱动电路。再如有



些单片机，片内含有 A/D 转换器，在一些实时控制系统中可省掉外部 A/D 转换器。

目前，在单片机中已出现的各类型新型接口有数十种：如 A/D 转换器、D/A 转换器、DMA 控制器、CRT 控制器、LCD 驱动器、LED 驱动器、VFD 驱动器、正弦波发生器、声音发生器、字符发生器、波特率发生器、锁相环、频率合成器、脉宽调制器等。虽然一个单片机内只含若干种接口，但其功能却比初期的单片机强得多。因此，用它可作为高速主机(80286/80386)的通用外设接口。例如以 UPI-452 中的 128 字节 FIFO 作为高速主机与慢速外设传送数据的缓冲器，然后通过 UPI-452 的 DMA 控制器进行快速数据传送。

目前，单片机种类繁多，功能多样，将外围电路尽量集中在芯片内，使其成为名符其实的单片机，这也成为一种发展趋势。

#### 4. 单片机在工艺上的提高

单片机的制造工艺直接影响其性能。早期的单片机采用 PMOS 工艺，随后逐渐采用 NMOS、HMOST 和 CMOS 工艺，目前，8 位单片机中有二分之一产品已 CMOS 化，16 位单片机也已开始推出 CMOS 型产品。如 68HC200、80C196 等。为了进一步降低功耗，日立公司的 HD63705 和 RCA 公司的 CDP6805E<sub>2</sub> 还设有等待(Wait)和停止(Stop)两种工作方式。等待方式时，振荡器工作，CPU 停止工作，存储器和寄存器的内容则不变，单片机的总功耗大为下降；停止方式时，振荡器和 CPU 都停止工作，存储器和寄存器内容也保持不变，单片机的功耗为最小，例如 RCA 公司的 CDPS8605E<sub>2</sub>，在 5V 工作电压下，正常功耗为 35mW，等待方式和停止方式时的功耗分别仅为 5mW 和 5 $\mu$ W。

此外，采用 CMOS 工艺的单片机，其工作电源范围较宽，如用 NMOS 工艺的单片机，工作电源一般为 4.5~5.5V。采用 CMOS 工艺的单片机，如 RCA 公司的 CDP1804AC 为 4~6.5V。功耗大小与电源电压成正比，所以降低电源电压即可降低功耗，但是降低电压会减慢指令执行速度，即降低单片机的运算速度。故一般希望在一定速度的前提下，尽量降低工作电压，减小功耗。

随着新型单片机片内接口电路的增多，外引脚也增多，为减少外引脚线，目前主要采用两种方式，一是采用新颖的通信总线以减少外引线；二是改进外封装。如采用扁平引脚封装 FP (Flat Package)、方形引脚封装 QIP (Quad In line Package)和叠背式封装 PBP (Piggy back Package)等。它的引脚都比双列直插式 DIP(Dual In line Package)封装要多得多。若要了解更多请看有关集成块的封装资料或相关的网站。

#### 5. 片内固化应用软件和系统软件

将一些应用软件和系统软件固化于片内 ROM 中，以便简化用户应用程序的编制工作，为用户开发和应用提供方便。如 RUPI-44 系列单片机，把通信控制软件固化在片内，使用户的通信程序大大简化，又如 Intel 公司，在有的 MCS-51 单片机内固化了 PL/M-51 语言，在 8052BH 中固化了 BASIC 解释程序，用户不仅可用汇编语言，还可使用 BASIC 语言编程，其 BASIC 语言系统比基本 BASIC 有所扩充，增加了很多适合控制用的语句、命令、运算符等，而且还允许 BASIC 语言和汇编语言互相调用。需要快速控制时，可用汇编语言，如采样、A/D 转换等，在作复杂的数据运算时，可用汇编语言来调用 BASIC 中现成的运算子程序。可见它既能满足速度方面的要求，又能简化