

国家示范性高等职业院校核心课程 · 电子电气类
“十一五”规划教材



ianzi Dianqi Lei

单片机应用技术及项目化训练

主 编◎李庭贵



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

责任编辑 张华敏

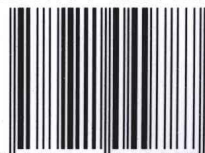
特约编辑 宋清贵 陈长江

封面设计 跨克创意



- ⊙ EDA技术(有课件)
- ⊙ 电力安全(有课件)
- ⊙ 电气运行(有课件)
- ⊙ 电机及拖动(有课件)
- ⊙ 电路分析基础(有课件)
- ⊙ 输电线路设计(有课件)
- ⊙ 电力专业英语
- ⊙ 电工基本实训
- ⊙ 供配电线路工程(有课件)
- ⊙ 电机及电气控制(有课件)
- ⊙ 液压与气动技术(有课件)
- ⊙ 机械与电气CAD制图(有课件)
- ⊙ 电子测量技术(有课件)
- ⊙ 电工技术及其项目训练(有课件)
- ⊙ DSP应用技术及项目训练(有课件)
- ⊙ 电力电子与现代传动技术(有课件)
- ⊙ 电子技术应用及项目训练(有课件)
- ⊙ 自动控制原理及应用(有课件)
- ⊙ 单片机应用技术及项目化训练(有课件)
- ⊙ 可程序控制器应用技术及项目训练(有课件)

ISBN 978-7-81104-978-7



9 787811 049787 >

定价: 32.00元

国家示范性高等职业院校核心课程 · 电子电气类
“十一五”规划教材

Danpianji Yingyong Jishu ji Xiangmuhua Xunlian

单片机应用技术及项目化训练

主编 李庭贵

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内 容 简 介

本教材按项目化课程教材体例编写,在项目化教学中包含了“单片机教学大纲”规定应掌握的所有知识点。本教材总共包含9个项目:信号灯控制、数码管显示系统设计、按键识别技术、报警器设计、马表设计、LCD显示技术、PC机与单片机串行通信设计、数字电压表设计、信号发生器设计。

本书作为高等职业院校电子应用技术、电气工程、机电工程、自动化等专业的教材,也适合中等职业院校和企业职工培训选作教材,同时可供企业相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术及项目化训练 / 李庭贵主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2009.1

国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教材. 电子电气类

ISBN 978-7-81104-978-7

I. 单… II. 李… 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(2009)第006604号

国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教材·电子电气类

单片机应用技术及项目化训练

主 编 李庭贵

*

责任编辑 张华敏

特邀编辑 宋清贵 陈长江

封面设计 跨克创意

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段111号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川锦祝印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 170 mm×230 mm 印张: 19.875

字数: 355千字 印数: 1—3 000册

2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷

ISBN 978-7-81104-978-7

定价: 32.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

《国家示范性高等职业院校核心课程 “十一五”规划教材》编写委员会

顾 问

徐 益 (重庆工业职业技术学院)
王 华 (吉林铁道职业技术学院)
李惕新 (机械工业第三设计研究院)
礼慕尹 (重庆川仪控制仪表分公司)
苏国成 (重庆川仪一厂)

主任委员 易 谷

委 员 (按姓氏笔画)

毛才局	毛臣健	王 睿	王树祥	邓 莉
邓书蕾	冉晟伊	田宜驰	伍小兵	伍家洁
刘 赞	刘慰平	向文斌	朱 斌	朱奎林
严兴喜	何 兵	何 弢	吴晓艳	张 莉
张 辉	张晓琴	张艳红	张渠扬	张慧坤
怀越生	李 华	李 媛	李 明	李 静
李经智	李茂清	李庭贵	杨启军	肖前军
苏 渊	邱富军	陈 亮	陈 挺	周进民
周洪江	罗德雄	侯 涛	赵文钊	赵文宣
赵淑娟	凌泽明	晏剑辉	徐纯新	秦祖铭
索 娜	贾正松	黄 戎	黄礼超	黄俊杰
龚于庆	蒲晓湘	廖建文	樊明哲	潘 锋

出版说明

进入 21 世纪以来,在国家的高度重视与大力支持下,我国高等职业教育得到了迅猛发展,截止 2007 年底,全国独立设置的高职学院已达 1100 多所,高职教育招生人数和在校生人数均占高等教育招生人数的半壁河山。高职教育在优化高等教育体系结构、促进教育大众化、培养高技能人才,促进并加快地方经济的建设和发展等方面起到了重要作用,作出了重大贡献。但由于我国高等职业教育起步较晚,在高速发展的过程中还存在一些亟待解决的问题,特别是在课程体系和教材形式上,“中专延长型”及“本科压缩型”的影子始终挥之不去,真正适合我国国情的高职课程体系及相应的教材正处在探索与改进之中。

2006 年,我国财政部、教育部启动了国家示范性高等职业院校建设项目,财政部拨出数十亿专项资金在之后三年中重点支持 100 所高等职业院校的建设。示范性高等职业院校建设主要围绕重点专业及专业群的实验/实训条件建设、课程体系及教学内容改革、师资培养三方面开展,其中课程体系及教学内容改革是示范建设的主要内容。为了配合高等职业院校核心专业课程的示范建设,我们在全中国范围内组织了一批高职高专院校,由国家级示范性高职院校牵头,组织编写这套电子电气类专业核心课程教材。

重庆工业职业技术学院是 2006 年全国首批 28 所示范高职院校之一,其电气自动化技术专业是国家重点建设专业。2007 年初,由重庆工业职业技术学院电气自动化技术专业牵头,组织重庆工程职业技术学院、重庆电力高等专科学校、四川信息职业技术学院、黑龙江交通职业技术学院、郑州铁路职业技术学院、宜宾职业技术学院、泸州职业技术学院、吉林铁道职业技术学院等十多所高职院校的相关专业教师成立了《国家示范性高等职业院校核心课程“十一五”规划教材》编写委员会,共同编写本套系列教材,从 2008 年开始陆续出版,计划用 1~2 年时间出版 20 本左右教材。为了满足多层面、多类型的教学需求,同类教材可能出版多种版本。

在编写本套教材的过程中,结合示范建设工作的推进,我们反复学习了教育部有关高等职业教育改革的文件精神,多次聆听了教育部领导及国内高职教育专家的讲话,基本明确了高职教育改革的方向。同时,我们也组织教师到澳大利亚、新加坡、德国、中国香港地区的职业院校进行了学习和交流,

广泛学习和吸收了国际先进的职业教育理念、课程体系、教学内容、教学方法等。通过学习和思考，我们将本套教材编写的指导思想确定为：学习国际职业教育先进经验，结合我国实际情况，针对电气电子类专业特点，突出职业教育与工程实际应用紧密结合，坚持工作过程系统化的课程开发理念和行动导向的教学理念。

本套专业课程教材的突出特点是：以典型的工作任务为载体，按照资讯、决策、计划、实施、检查、评估六个步骤，培养学生方法能力、专业能力、社会能力。由于电气电子类专业具有就业岗位涉及行业范围广、工作任务技术性强、对学生创新能力要求高等特点，本套教材没有像某些以技能为主的专业一样将专业基础课程的内容解构后与专业课程进行重构，而是基本保持了专业基础课程的构架。在专业基础课程教材的编写中，大量采用了项目导向的教学方法，突出了与工程实际和应用相结合，强化了与后续课程的联系与衔接。我们相信，通过使用本套教材进行教学，既能明显提高学生解决工程实际问题的能力，实现学生毕业与就业的“零距离”，又能为学生可持续发展和创新能力的提高打下坚实的基础。

本系列教材的主要读者群是高职电子电气类专业及相关专业的学生和教师，以及企业相关技术人员。我们希望，本套教材在符合专业培养目标、反映专业教育改革方向、满足专业教学需要的同时，努力创造使之成为具有先进性、创新性、适用性和系统性的特色品牌教材，为高职电气电子类专业的教学质量提高贡献一份力量，为教学改革探索出一条新路。

感谢使用本系列教材的广大教师、学生和科技工作者的热情支持，并欢迎提出批评和意见。

《国家示范性高等职业院校核心课程
“十一五”规划教材》编写委员会
2008年1月

前 言

单片机技术是当前社会较为流行和热门的技术之一。“单片机应用技术”是高职院校自动化、机电、应用电子技术专业的一门技术性、工程性、实践性很强的专业基础课。但是，在传统的单片机教学中，按照单片机的结构体系来授课，存在很多问题，比如，单片机系统结构抽象，指令功能多，程序编写困难等，使学生入门困难、对单片机学习望而生畏，严重挫伤了学生的学习兴趣和热情。为了解决这些问题，需要在教学方法上进行改革，打破传统的单一教学模式，引入项目教学法、任务驱动教学法、案例讨论教学法、开放式教学法、实物演示法等教学方法，激发学生的学习兴趣，以期收到良好的教学效果。

高职教育强调“以能力为本位，以职业实践为主线，努力做到把理论知识嵌入实践教学”。基于这一指导思想，我们编写了本教材。本教材是“国家示范性高等职业院校核心课程‘十一五’规划系列教材”之一，书中充分体现了项目化教学、基于工作过程的工学结合课程开发、任务引领与实践导向课程设计的思想，编者着眼于“快速入门”、“通俗易懂”、“学以致用”的教学理念，以理论与实践相结合为主线，使读者学习之后能够轻松地掌握单片机的基础知识，并具有初步开发、设计单片机产品的能力。

本教材按项目化课程教材体例编写，总共包含 9 个项目，每个项目均包括教学目标、工作任务、项目实践、相关知识、能力拓展、项目考核等部分，在项目化教学中包含了“单片机教学大纲”规定应掌握的所有知识点。

本书可作为高职高专自动化、机电、应用电子技术等专业的教材，也可作为中等专业相关专业及职业培训的教材，同时欢迎单片机技术爱好者学习阅读。

本书由泸州职业技术学院李庭贵主编。参加本书编写的有：泸州职业技术学院何兵编写了项目 4“报警器设计”，黑龙江交通职业技术学院李经智编写了项目 5“马表设计”，四川信息职业技术学院潘峰编写了项目 7“PC 机与单片机串行通信设计”，其余章节由李庭贵编写。全书由李庭贵统稿。成都庆丰电子工作室的李国庆工程师为本书的编写提供了大力的帮助，谨此表示衷心感谢。在编写本书的过程中，编者参考了许多文献资料（列在书后的参考文献中），在此向各文献资料的作者表示感谢。

由于编者水平有限，难免会有错误与不妥之处，恳请广大读者批评指正。

本书配有电子课件，如有教学需要，可与西南交通大学出版社联系，免费赠送，联系电话：13689090266（张华敏）、（028）87600627（王蕾）。邮箱：cbsxx@swjtu.edu.cn。

编 者

2008 年 11 月

目 录

项目 1 信号灯控制	1
【教学目标】	1
【工作任务】	2
【项目实践】	2
➤ 活动一 总体设计	2
➤ 活动二 硬件设计	4
➤ 活动三 软件设计	8
➤ 活动四 系统仿真调试	14
【相关知识】	21
一、单片机简介	21
二、单片机的内部结构	24
三、单片机的外部结构	48
四、单片机执行指令过程	51
五、单片机的指令	52
七、程序结构设计知识	67
八、单片机与网络	87
【能力拓展】	87
【项目考核】	87
项目 2 数码管显示系统设计	89
【教学目标】	89
【工作任务】	89
【项目实践】	89
➤ 活动一 总体设计	89
➤ 活动二 硬件设计	91
➤ 活动三 软件设计	92
➤ 活动四 系统仿真调试	98
【相关知识】	98
一、数码管简介	98
二、与本项目相关的指令	101
【能力拓展】	105

【项目考核】	105
项目 3 按键识别技术	107
【教学目标】	107
【工作任务】	107
【项目实践】	108
➤ 活动一 总体设计	108
➤ 活动二 硬件设计	110
➤ 活动三 软件设计	111
➤ 活动四 系统仿真调试	119
【相关知识】	119
一、独立式键盘	120
二、矩阵式键盘	122
三、与本项目相关的指令	126
【能力拓展】	127
【项目考核】	127
项目 4 报警器设计	129
【教学目标】	129
【工作任务】	129
【项目实践】	129
➤ 活动一 总体设计	129
➤ 活动二 硬件设计	130
➤ 活动三 软件设计	133
➤ 活动四 系统仿真调试	138
【相关知识】	139
一、中断系统	139
二、与本项目相关的指令	148
【能力扩展】	148
【项目考核】	148
项目 5 马表设计	150
【教学目标】	150
【工作任务】	150
【项目实践】	150
➤ 活动一 总体设计	150
➤ 活动二 硬件设计	151

➤ 活动三 软件设计	152
➤ 活动四 系统仿真调试	161
【相关知识】	161
一、定时器 / 计数器的结构	162
二、定时器 / 计数器的工作方式	165
三、与本项目相关的指令	170
【能力扩展】	173
【项目考核】	174
项目 6 LCD 显示技术	175
【教学目标】	175
【工作任务】	175
【项目实践】	175
➤ 活动一 总体设计	175
➤ 活动二 硬件设计	176
➤ 活动三 软件设计	183
➤ 活动四 系统仿真调试	194
【相关知识】	194
一、液晶显示器的特点及其分类	194
二、液晶显示器的工作原理	196
三、液晶显示器的技术参数	199
四、与本项目相关的指令	200
【能力扩展】	201
【项目考核】	201
项目 7 PC 机与单片机串行通信设计	202
【教学目标】	202
【工作任务】	202
【项目实践】	202
➤ 活动一 总体设计	202
➤ 活动二 硬件设计	204
➤ 活动三 软件设计	207
➤ 活动四 系统仿真调试	218
【相关知识】	219
一、串行通信概述	219
二、串行通信总线标准	222

三、MCS-51 单片机的串行接口	227
四、与本项目相关的指令	232
【能力扩展】	234
【项目考核】	234
项目 8 数字电压表设计	235
【教学目标】	235
【工作任务】	235
【项目实践】	235
> 活动一 总体设计	235
> 活动二 硬件设计	236
> 活动三 软件设计	239
【相关知识】	253
一、A/D 转换器简介	253
二、与本项目相关的指令	258
【能力扩展】	263
【项目考核】	263
项目 9 信号发生器设计	265
【教学目标】	265
【工作任务】	265
【项目实践】	265
> 活动一 总体设计	265
> 活动二 硬件设计	267
> 活动三 软件设计	268
> 活动四 系统仿真调试	282
【相关知识】	282
一、D/A 转换器简介	282
二、与本项目相关的指令	287
【能力扩展】	288
【项目考核】	288
附录 A MCS-51 单片机指令系统	290
附录 B 单片机的伪指令	298
附录 C 特殊功能寄存器	300
附录 D ASCII 码	301
附录 E Easy 51pro V2.0 的使用	302
参考文献	305

项目 1 信号灯控制

在日常生活中，我们经常看到有些电器上带有 LED 指示灯有节奏地闪动，通过这个 LED 指示灯可以了解系统的工作状态。

【教学目标】

1. 终极目标

制作一个单片机控制的信号灯系统。

2. 促成目标

① 了解单片机的基本概念及 MCS 系列单片机的结构特点；了解典型单片机系列的基本情况；了解 MCS 系列单片机的发展及应用领域。

② 了解 MCS-51 单片机的内部结构和功能。

③ 掌握 MCS-51 单片机的引脚功能以及工作方式和内部存储器结构的特点、性能。

④ 掌握单片机的寻址方式与指令系统的特点。

⑤ 理解单片机应用系统开发的基本方法和设计流程；掌握 MCS 系列单片机的开发工具；掌握编程软件、编程器、虚拟设备和仿真器的基本操作方法；了解单片机开发过程中的操作技巧和注意事项。

⑥ 掌握简单的顺序、分支、循环程序结构和子程序的编写和调用方法。

⑦ 掌握延时子程序等典型程序的设计方法。

⑧ 初步掌握单片机应用系统分析和软硬件设计的基本方法，建立单片机系统设计的基本概念。

知识点——单片机产品的开发流程

1. 确定任务

① 确定待开发产品的功能，所实现的指标、成本，进行可行性分析。

② 确定完成时间。

2. 总体设计

① 机型选择：8 位、16 位还是 32 位。

② 外形设计、功耗、使用环境等。

③ 软、硬件任务划分，方案确定。

3. 硬件设计

① 根据功能确定显示（液晶还是数码管）、存储（空间大小）、定时器、中断、通信（RS-232C、RS-485、USB）、打印、A/D、D/A 及其他 I/O 操作。

② 绘制原理图及布线图。

③ 选购元器件、焊接线路板、组装、调试。

4. 软件设计

① 建立数学模型，确定算法及数据结构。

② 进行资源分配及结构设计。

③ 绘制流程图。

④ 设计、编制各子程序模块。

⑤ 仿真、调试，固化。

5. 样机联调

① 软硬件结合起来调试。

② 找错，修改软硬件。

③ 进行软硬件测试，进行老化实验和高、低温试验以及振动试验。

6. 产品定型

① 编制使用说明书和技术文件。

② 制定生产工艺流程，形成工艺，进入小批量生产。

【工作任务】

设计一个单片机控制的信号灯系统。

在单片机的 P0.0 端口上接一个发光二极管 L1，使 L1 不停地一亮一灭，一亮一灭的时间间隔为 0.2 s（秒），循环往复。

【项目实践】

➤ 活动一 总体设计

1. 系统组成

本系统功能由硬件和软件两大部分协调完成。

本系统的硬件采用模块化设计,以单片机控制器为核心,与LED信号灯电路等组成单片机控制的信号灯系统。本系统硬件主要包括:单片机主控模块、LED信号灯电路模块等。其中单片机主控模块主要完成外围硬件的控制以及一些运算功能,LED信号灯电路完成信号灯闪烁功能。单片机控制的信号灯系统硬件组成方框图如图1-1所示。

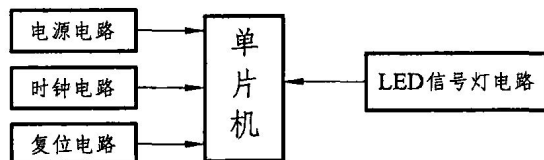


图 1-1 单片机控制的信号灯系统硬件组成方框图

模块化程序设计 (Modular design) 具有明显优点: 把一个多功能的复杂程序划分为若干个简单的、功能单一的程序模块, 有利于程序的设计与调试以及程序的优化与分工, 提高了程序的可读性和可靠性, 使程序结构层次一目了然。所以, 进行程序设计的学习, 首先要树立起模块化的程序设计思想。

单片机应用系统的程序一般由包含多个模块的主程序和各种子程序组成, 应用软件采用模块化设计方法。该系统应用程序主要由主程序、延时子程序模块等组成。该系统软件结构框图如图1-2所示。

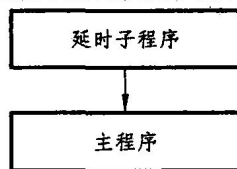


图 1-2 系统软件结构框图

2. 系统的工作原理

发光二极管简称为LED, 它由镓 (Ga) 与砷 (AS)、磷 (P) 的化合物制成, 当电子与空穴复合时能辐射出可见光。二极管在电路及仪器中可作为指示灯, 或者组成文字或数字显示。磷砷化镓二极管发红光, 磷化镓二极管发绿光, 碳化硅二极管发黄光。

发光二极管是一种把电能转换成光能的半导体器件, 其内部是一个PN结, 在正向偏置的条件下导通时会发射出一定波长的光。发光二极管的发光功率近似地与导通电流成正比, 如图1-3所示。

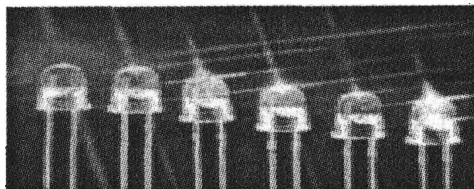


图 1-3 发光二极管的发光效果图

与小白炽灯泡和氖灯相比,发光二极管的特点是:工作电压很低(有的仅一点几伏),工作电流很小(有的仅零点几毫安即可发光),抗冲击和抗震性能好,可靠性高,寿命长;通过调制流过电流的强弱可以方便地调制发光的强弱。由于有这些特点,发光二极管在一些光电控制设备中用作光源,在许多电子设备中用作信号显示器。例如,把它的管心做成条状,用7条条状的发光管组成7段式半导体数码管,每个数码管可显示0~9十个数字。

发光二极管有很多种类,如图1-4所示,其电气符号如图1-5所示,当在它的A和K两个电极上加以合适的电压,它就会亮起来。这里说“合适的电压”,是因为不同的发光二极管其工作电压并不相同,一般在1.6~2.8V之间,而工作电流一般在2~30mA之间,但在实际工作中其选择范围一般是4~10mA之间。

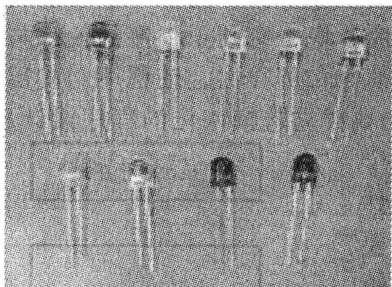


图 1-4 发光二极管的实物图

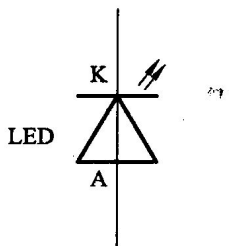


图 1-5 发光二极管的电气符号

➤ 活动二 硬件设计

1. 单片机选型

我国目前最常用的单片机有如下几类:

- ① Intel 公司的 MCS-51 系列、MCS-96 系列。
- ② Atmel 公司的 AT89 系列 (MCS-51 内核)。
- ③ Microchip 公司的 PIC 系列。
- ④ Motorola 公司的 68HCXX 系列。
- ⑤ Zilog 公司的 Z86 系列。
- ⑥ Philips 公司的 87、80 系列 (MCS-51 内核)。
- ⑦ Siemens 公司的 SAB80 系列 (MCS-51 内核)。
- ⑧ NEC 公司的 78 系列。

在大部分的工控或测控设备中,8 位的 MCS-51 系列单片机能够满足大