



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

省级精品课
配套教材

C51单片机应用设计与技能训练

◎ 李法春 主编 ◎ 李靖 周贤峰 副主编

- MCS-51单片机基本结构
- C51语法结构与应用
- 单片机时钟电路及CPU时序
- 单片机中断系统
- 定时器/计数器
- 单片机串行通信
- 单片机最小系统
- 单片机应用系统设计方法
- 单片机的接口与存储器扩展
- LED与LCD显示器
- A/D与D/A接口技术等
- ◆ 单片机控制流水灯
- ◆ 蒸汽锅炉参数超限报警控制
- ◆ 啤酒生产线自动装箱控制
- ◆ 双单片机控制霓虹灯
- ◆ 单片机控制交通灯
- ◆ 单片机控制简单智能设备
- ◆ 单片机控制空调制冷系统设计
- ◆ 温度报警器的设计与制作等

- ◆ 以掌握职业岗位技能为目标，通过项目任务介绍单片机应用系统的硬件设计与程序设计方法
- ◆ 提供8个任务、27个案例与多个实例等，所有示例均通过仿真调试或制作实物后调试运行
- ◆ 设置职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结，有助于高效率教学
- ◆ 配有免费的电子教学课件、案例电路图与源程序、习题参考答案及精品课链接网址



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



全国高职高专院校规划教材·精品与



教材名称	适合专业	教材名称	适合专业
模拟电子技术与应用	应用电子	电子产品维修	应用电子
数字电子技术与应用		电子产品维修技术	
电子电路分析制作与调试	电子信息工程	电力电子技术及应用	电子信息工程
高频电子线路	电子测量仪器	印刷电路板原理与设计	电子测量仪器
低频电子线路		传感器与信号检测	
电子产品工艺实训	电子工艺管理	电气控制与 PLC 技术应用	电子工艺管理
电子技术仿真与实训	微电子技术	可编程控制技术应用	微电子技术
电子技术及技能训练 (第 2 版)	通信技术	组态软件应用技术	通信技术
电工技术及技能训练 (第 2 版)		电子线路 CAD 设计	
单片机应用技术(C 语言版)	信息安全	电子测量技术	信息安全
C51 单片机应用设计与技能训练	计算机控制	电子专业实用英语	计算机控制
单片机技术	机电一体化	工程制图与 AutoCAD	机电一体化
微控制器的选择与应用	电气自动化	AutoCAD 2009 典型实例设计	电气自动化
嵌入式系统应用		UG 典型案例造型设计	
FPGA/CPLD 应用技术	建筑电气工程	综合布线系统施工 (第 2 版)	建筑电气工程
FPGA/CPLD 应用技术(Verilog 语言版)	楼宇智能化等	电子商务网站开发实务	楼宇智能化等
LED 应用技术		电气制图技能训练	
电工电子技术			



责任编辑：陈健德
责任美编：徐海燕



本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

ISBN 978-7-121-13522-4



9 787121 135224 >

定价：34.00 元

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

省级精品课
配套教材

C51 单片机应用设计与技能训练

李法春 主 编

李 靖 周贤峰 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书按照最新的职业教育教学改革精神,结合本课程组十多年的工学结合与教学改革实践经验,以任务为导向,围绕单片机控制系统的设计实现来组织教学内容,主要包括单片机硬件组成、中断系统、定时器/计数器、串行接口、并行 I/O 接口及其扩展技术、存储器扩展技术、显示器与键盘接口、A/D 和 D/A 转换接口、C51 基本语法、Keil μ Vision 集成开发系统、Proteus 仿真软件、硬件仿真器、程序固化及单片机应用系统设计方法与技巧等。本书每个任务由任务单、任务准备、实例、案例、任务实施等部分构成,深入浅出,通俗易懂,注重应用技能培养。

本书为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、电视大学、中职学校、培训班的教材,以及工程技术人员的自学参考书。

本书提供免费的电子教学课件、习题参考答案、案例电路图及源程序、精品课链接网址,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

C51 单片机应用设计与技能训练/李法春主编. —北京:电子工业出版社,2011.6

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

ISBN 978-7-121-13522-4

I. ①C… II. ①李… III. ①单片微型计算机—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 084508 号

策划编辑:陈健德(E-mail:chenjd@phei.com.cn)

责任编辑:陈健德 特约编辑:吴浩源

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

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:787×1092 1/16 印张:20.25 字数:518 千字

印 次:2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:34.00 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)

自我国经济在新的世纪快速发展以来,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,为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,我们殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议,共同努力,为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

中国电子教育学会

前言



随着我国经济的快速发展,各行各业对人才的需求出现新的变化,对就业人员的基本知识技能与发展能力提出较高的要求,近年来各院校按照教育部最新的教学改革要求,不断开展多种方式的课程改革与专业建设,使高等职业教育有了较快的发展,使企业对职业教育的认可度和支持度逐年提高,企业用人将会走上良性发展的道路。本书在企业技术人员的积极参与下进行编写,以单片机控制系统的设计实现为目标,通过项目任务来培养单片机基础知识与操作技能。

本教材以理论知识“必需、够用”为原则,注重职业岗位技能训练,以真实项目为导向,通过8个任务及多个实例和实训,来介绍单片机应用技术。内容包括任务1单片机控制单灯亮灭,任务2单片机控制流水灯,任务3以定时方式控制流水灯,任务4双单片机控制霓虹灯,任务5单片机控制简单交通灯,任务6带时间显示的交通灯控制,任务7用单片机和可编程并行接口控制交通灯,综合任务为温度报警器的设计与制作。每个任务由“任务单、任务准备、实例、案例、任务实施”等构成,其中任务单提供本任务的内容描述、具体要求和实现方法;任务实施给出完成本任务的主要操作过程,并要求读者在工作单中填写完成任务的相关内容,以便及时总结与评价;任务准备讲解完成任务所需要的理论知识;实例与案例给读者一定的指导与示范,帮助读者完成任务的设计。

本书为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、电视大学、中职学校、培训班的教材,以及工程技术人员的自学参考书。

本教材由李法春副教授和周贤峰总工程师共同策划与编写,参加编写的还有李靖、董晓倩、庞军钦等,全书由李法春负责统稿与定稿。周贤峰从事技术研发工作多年,能够将职业岗位技能要求与课程教学结合起来,保证了本书核心内容的构建。另外,书中所有实例、案例都已进行仿真调试或在开发板上运行,部分项目任务已制作实物并调试运行正常。本书的编写参考了国内外许多有关 MCS-51 单片机的书刊和资料,在此向有关作者表示感谢!

由于时间仓促和编者水平有限,书中错误或不妥之处在所难免,恳请各位专家、读者批

评指正。

为方便教师教学与学生学习,本书配有免费的电子教学课件、习题参考答案、案例电路图及源程序,请有此需要的师生登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后进行下载,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)。读者也可通过该精品课程链接网址(<http://211.66.88.185/2007/solver/classView.do?class-Key=683931>)浏览和参考更多的教学资源。

编者

2011年5月



职业导航

前期
必备
知识

1. 电路基础知识：常用元器件、串联并联电路、直流电路等；
2. 模拟电子知识：半导体器件、放大电路、直流稳压电源等；
3. 数字电子知识：数制与编码、组合电路、时序电路等；
4. 程序设计知识：C 语言程序、运算符与表达式、C 语句、数组、函数等；

前期
必备
技能

1. 计算机基本操作：软件的安装与使用、学习资源搜索技能；
2. 常用仪器仪表的使用：万用表、示波器等；
3. 基本元器件的识别与使用：电阻、电容、按键、LED、二极管、三极管等；
4. 基本电子电路操作：电路识图与绘制、电路实现、电路功能分析、电路板焊接等；
5. 程序设计技能：基本结构程序编写、解答常见问题的程序设计、指针等构造类型的应用等。

任务1：单片机控制单只发光二极管亮灭

技能训练：C51 集成开发环境的使用，简单 C51 程序的编辑与调试运行，利用 Proteus 仿真软件对给定电路进行仿真。

相关知识：单片机内部组成，存储器基本配置，并行 I/O 口，单片机引脚功能等。

任务 2~4：单片机控制流水灯及霓虹灯

技能训练：C51 程序的编写，中断系统与定时器的应用，串行口的应用及双机通信的实现。

相关知识：C51 数据类型，运算符，语句，函数；中断的概念及中断系统；定时器/计数器结构与工作方式；串行口结构与工作方式；发光二极管的控制。

任务 5~7：单片机控制交通灯

技能训练：Keil μ Vision 与 Proteus 的使用与联调，硬件仿真器与程序固化器的使用，LED 数码管的显示电路设计，8255A 的应用，会进行存储器扩展。

相关知识：Keil μ Vision 与 Proteus 软件界面；硬件仿真器与程序固化器；单片机最小系统与并行 I/O 口扩展；存储器扩展；LED 数码管的显示方式；8255A 结构及工作方式。

综合任务：温度报警器的设计与制作

技能训练：键盘，LED，LCD 显示器与单片机的接口及其应用；A/D 与 D/A 转换器与单片机的接口及其应用；数字温度传感器的应用。

相关知识：键盘、按键工作原理及与单片机的连接；LCD 显示器工作原理及与单片机的连接；A/D、D/A 基本知识，A/D 和 D/A 转换器的结构、引脚与工作原理；数字温度传感器 DS18B20 内部结构、读写操作及其时序。

综合实训：校园电子铃的设计与制作

技能训练：由学生分组自主完成，以训练学生独立完成单片机应用系统的设计、电路板制作、元器件焊接、软硬件仿真调试及运行等。

知识技能训练从简单到复杂，由浅入深，体现项目导向、任务驱动、循序渐进，教学做合一。

职业岗位

电子产品维护
及技术支持

电子产品
设计与开发

嵌入式系统的
维护、设计与开发

电子产品
营销

电子产品
生产管理

电子企业
组织与管理

逐步提升

目 录



任务1 单片机控制单灯亮灭	1
教学导航	1
任务单	2
任务准备	2
1.1 数制与编码	2
1.1.1 进位计数制	3
1.1.2 计算机中的常用编码	4
1.2 MCS-51 单片机基本结构	5
1.2.1 单片机的内部结构	5
1.2.2 单片机 CPU 的结构	6
1.3 存储器的结构	8
1.3.1 程序存储器	8
1.3.2 内部数据存储器	9
1.3.3 外部数据存储器	10
1.4 并行输入/输出接口	10
1.4.1 并行 I/O 口的结构与功能	10
1.4.2 并行 I/O 口的使用特性	13
1.5 单片机芯片的引脚功能	14
案例1 单片机控制右侧发光二极管亮灭	16
案例2 仿真调试简单的 C 语言程序	21
任务实施	23
知识梳理与总结	23
练习题1	24
任务2 单片机控制流水灯	25
教学导航	25
任务单	26
任务准备	26
2.1 C51 基础	27
2.1.1 C51 的标识符和关键字	27
2.1.2 C51 的数据类型	28

2.1.3 C51 的运算量	34
2.1.4 C51 运算符和表达式	38
2.2 C51 语句	44
2.2.1 简单语句与复合语句	44
2.2.2 分支控制语句	45
2.2.3 循环控制语句	51
2.2.4 转移语句	57
2.3 C51 函数与预编译处理	58
2.3.1 函数的定义	59
2.3.2 函数参数和返回值	61
2.3.3 函数的原型声明	63
2.3.4 函数的调用	64
2.3.5 内部函数与外部函数	65
2.3.6 预处理命令	66
2.4 单片机时钟电路及 CPU 时序	70
2.4.1 单片机时钟电路	70
2.4.2 CPU 时序	71
案例3 单片机控制模拟广告流水灯	72
任务实施	74
知识梳理与总结	74
练习题2	75
任务3 以定时方式控制流水灯	76
教学导航	76
任务单	77
任务准备	77
3.1 中断系统	77
3.1.1 中断的概念与作用	78
3.1.2 MCS-51 单片机中断系统	78
3.1.3 中断服务函数	83
案例4 蒸汽锅炉参数超限报警控制	86
3.2 定时器/计数器	87
3.2.1 定时器/计数器的结构	88
3.2.2 定时器/计数器工作方式	90
案例5 啤酒生产线自动装箱控制	94
案例6 以定时方式控制简单流水灯	97
任务实施	98
知识梳理与总结	98
练习题3	99

任务4 双单片机控制霓虹灯	101
教学导航	101
任务单	102
任务准备	103
4.1 串行通信基础	103
4.1.1 串行通信的分类	104
4.1.2 串行通信的传输方向	105
4.2 MCS-51 单片机的串行接口	106
4.2.1 串行口的结构	106
4.2.2 串行口的工作方式	108
4.2.3 串行口的波特率	111
案例7 用单片机的扩展口控制流水灯	113
案例8 双单片机控制流水灯	115
任务实施	117
知识梳理与总结	118
练习题4	118
任务5 单片机控制简单交通灯	119
教学导航	119
任务单	120
任务准备	120
5.1 Keil μ Vision 集成开发环境	120
5.1.1 Keil μ Vision 的安装与软件开发流程	120
5.1.2 Keil μ Vision 的使用方法	123
5.1.3 Keil μ Vision 调试技巧	132
5.2 Proteus 的使用	138
5.2.1 Proteus 软件介绍	138
5.2.2 ISIS 软件界面	139
5.2.3 绘制电路原理图的方法	144
5.2.4 Proteus 和 Keil 的联调	149
5.3 单片机最小系统	154
5.3.1 单片机复位电路	155
5.3.2 单片机最小系统的组成	156
案例9 用单片机最小系统实现简单交通灯控制	157
任务实施	164
知识梳理与总结	164
练习题5	164

任务6 带时间显示的交通灯控制	165
教学导航	165
任务单	166
任务准备	166
6.1 单片机控制数码管显示	166
6.1.1 LED显示器的结构	166
6.1.2 显示字形与字段码关系	167
6.1.3 LED数码显示方式	168
6.2 数组	169
6.2.1 一维数组	170
6.2.2 二维数组	173
6.2.3 字符数组	179
案例10 设计计时器	179
6.3 指针	181
6.3.1 变量的地址	181
6.3.2 指针变量的概念	182
6.3.3 指针与一维数组	184
6.3.4 指针与二维数组	185
案例11 有时间显示的简单交通灯控制	185
任务实施	188
知识梳理与总结	189
练习题6	189
任务7 用单片机和可编程并行接口控制交通灯	190
教学导航	190
任务单	191
任务准备	191
7.1 MCS-51单片机的简单扩展	191
7.1.1 外部总线结构	191
7.1.2 地址锁存器和总线驱动器	192
7.1.3 并行I/O口简单扩展	194
案例12 用单片机扩展口控制秒表	194
案例13 用单片机扩展口控制流水灯	196
案例14 用单片机扩展输入口进行开关控制	197
7.2 存储器的扩展	198
7.2.1 程序存储器的扩展	198
7.2.2 数据存储器的扩展	203
7.2.3 存储器的综合扩展	206

7.3 8255A 可编程并行 I/O 接口	207
7.3.1 8255A 的结构及引脚	207
7.3.2 8255A 的工作方式	209
7.3.3 8255A 的控制字	211
7.3.4 8255A 与单片机的典型连接电路	212
7.3.5 单片机应用系统设计方法	215
案例 15 单片机控制简单智能设备	218
实例 16 用单片机和 8255A 控制交通灯	220
任务实施	223
知识梳理与总结	224
练习题 7	224
综合任务 温度报警器的设计与制作	226
教学导航	226
任务单	227
任务准备	227
8.1 液晶显示器显示	227
8.1.1 字符型 LCM 的特性及引脚功能	227
8.1.2 字符型 LCM 与单片机的连接	228
8.1.3 字符型 LCM 的指令集	229
案例 17 英文字符的液晶显示控制	231
案例 18 空调预置温度的显示控制	234
8.2 键盘与单片机的连接	236
8.2.1 按键及其抖动问题	236
8.2.2 独立式按键接口技术	237
8.2.3 矩阵式键盘接口技术	241
案例 19 空调制冷系统预置温度控制	244
8.3 A/D 接口技术	246
8.3.1 A/D 转换基本知识	246
8.3.2 ADG 的工作原理及应用	248
8.3.3 高精度 ADC 与单片机接口	251
案例 20 单片机控制模拟电压的显示 1	253
案例 21 单片机控制模拟电压的显示 2	255
案例 22 单片机控制模拟电压的显示 3	256
案例 23 高精度 ADC 与单片机的接口	257
8.4 D/A 接口技术	259
8.4.1 D/A 转换基本知识	260
8.4.2 8 位通用 D/A 转换器	260
案例 24 单片机控制锯齿波输出	261

案例 25 空调制冷系统环境温度检测控制	264
8.5 数字温度传感器	266
8.5.1 DS18B20 的引脚及内部结构	266
8.5.2 DS18B20 的读写操作	269
8.5.3 DS18B20 的复位及读写时序	269
案例 26 单片机与 DS18B20 传感器连接	270
案例 27 单片机控制空调制冷系统设计	275
任务实施	280
知识梳理与总结	281
练习题 8	281
综合实训 校园电子铃的设计与制作	282
附录 A Protues 元件库的中英文对照	284
附录 B C51 的库函数	285
附录 C MCS-51 单片机汇编语言指令系统	287
参考文献	308

任务 1

单片机控制单灯亮灭

教学导航

教	知识重点	(1) 单片机存储器结构； (3) 单片机引脚功能	(2) 并行输入/输出接口；
	知识难点	并行输入/输出接口	
	推荐教学方式	以任务入手，通过案例讲解单片机控制单只发光二极管的亮灭知识，使学生初步了解单片机的基本结构、并行输入/输出接口的控制方法、程序的仿真调试方法等，最后引导学生独立完成本任务	
	建议学时	8 学时	
学	推荐学习方法	通过对教师提供的电路图和给定的程序调试，初步学会使用 Keil C 开发环境和 Proteus 完成程序编辑、编译、调试与仿真运行方法，理解相关理论知识，学会应用方法，学生分组完成本任务单要求的各个子任务	
	必须掌握的理论知识	(1) 数制与编码； (3) 存储器配置； (5) 单片机引脚功能	(2) 单片机内部结构与 CPU 结构； (4) 并行输入/输出接口；
	必须掌握的技能	利用 Keil C 开发环境和 Proteus 编辑、编译、调试与仿真运行 C51 程序的初步过程	



任 务 单

任务描述	学习单片机基础知识，学会用 MCS-51 单片机连接 8 只发光二极管，控制任意一只发光二极管发光和不发光。
任务要求	由 P0 口连接 8 只发光二极管（如图 1-1 所示，P0 口各脚分别连接红、绿、黄、蓝四种颜色的发光二极管），实现如下功能： (1) 让左边 4 只发光二极管亮、右边 4 只发光二极管不亮； (2) 让 8 只发光二极管间隔亮，即从左边开始让第 1、3、5、7 只亮，另外 4 只不亮，或反过来。
实现方法	1. 利用 Proteus 仿真运行，采用不同的方法实现单灯（或几个灯）的发光。 2. 在开发板等实训设备上按任务要求连线，完成程序设计并运行。

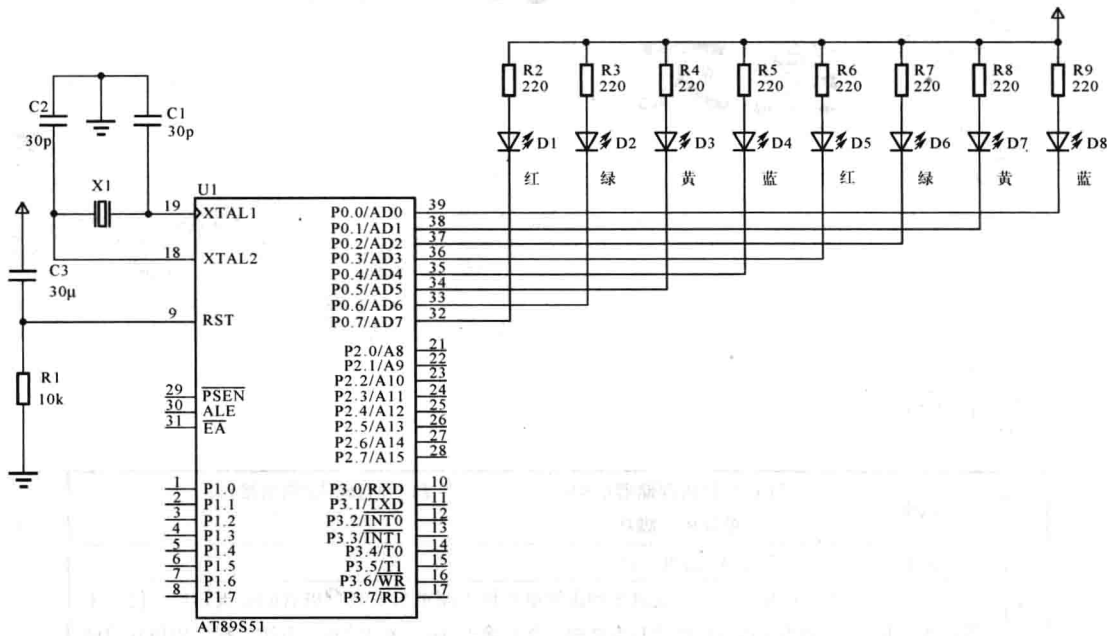
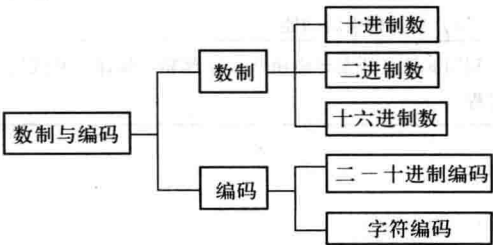


图 1-1 单片机控制单灯亮灭连接电路

任务准备

1.1 数制与编码

知识分布网络





计算机最基本的功能是进行数据的计算和处理加工,为了方便和可靠,计算机内部采用二进制数字系统。因此,所有数值数据都必须采用二进制数表示;所有非数值数据,例如字母、符号等也都必须采用二进制代码表示。

1.1.1 进位计数制

数制是进位计数制的简称。为区别不同的进位计数制,通常用字母来表示数制,D (Decimal) 代表十进制数(也可省略),B (Binary) 代表二进制数,O (Octal) 代表八进制数,H (Hexadecimal) 代表十六进制数。

1. 十进制数

在日常生活中,人们最熟悉的是十进制数。十进制数有两个基本特点:

- (1) 每一位数是0~9十个数码中的一个数码,即基数为10;
- (2) 逢十进一,借一当十。

任意一个十进制数可以用多项式表示为:

$$N = K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 + K_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + K_{-m} \times 10^{-m} \\ = \sum_{i=-m}^n K_i \times 10^i$$

式中, K_i 称为系数, 10^i 称为第*i*位的权, $K_i \times 10^i$ 即为加权系数,上式称为按权展开式。

例如,十进制数687.25按权展开为:

$$687.25 = 6 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

2. 二进制数

二进制数是计算机唯一能识别的机器语言。二进制数有两个基本特点:

- (1) 每一位数只能是0或1两个数码中的一个数码,即基数为2;
- (2) 逢二进一,借一当二。

同十进制数,任意一个二进制数的按权展开式为:

$$N = K_n \times 2^n + K_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 + K_{-1} \times 2^{-1} + \cdots + K_{-m} \times 2^{-m} \\ = \sum_{i=-m}^n K_i \times 2^i$$

例如:二进制数1011.01B = $1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

3. 十六进制数

二进制数书写冗长,为简化书写和阅读,常用十六进制数(有时用八进制数)代替二进制数表示数据。十六进制数有两个基本特点:

- (1) 每一位数是0~9、A~F十六个数码中的一个数码,即基数为16;
- (2) 逢十六进一,借一当十六。

其中,A代表10,B代表11,C代表12,依次类推。

同十进制数,任意一个十六进制数的按权展开式为: