



普通高校“十三五”规划教材

单片机原理 与应用实例仿真 (第3版)

主编 李泉溪

副主编 倪水平 李 静

本书配套多媒体教学课件



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

单片机原理与应用实例仿真

(第3版)

主 编 李泉溪

副主编 倪水平 李 静

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机为主要对象,以 C 语言为主、汇编语言为辅安排全书内容,详细介绍了 51 系列单片机的结构原理和系统设计,叙述了单片机开发软件 Keil C51 的应用及调试方法,介绍了单片机应用仿真工具 Proteus ISIS,最后一章讲述了单片机系统的实际开发制作过程。本书是再版书,相比第 2 版,本书从单片机的简单应用实例讲起,并对旧版书的结构、内容进行了更新。

书中列举了大量单片机应用实例,所有实例均仿真通过。本书配套资料中既包含全书的应用实例,还包含 30 个课外实例供读者参考选用。本书各章都有小结,并配有习题,多数习题要求仿真结果,读者通过 Proteus 仿真可以直接验证自己的设计。

本书既可作为高等院校电气、电子、计算机、信息及自动化、智能仪器仪表等专业“单片机原理与应用”课程教材,也可作为从事单片机开发应用的技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用实例仿真 / 李泉溪主编. -- 3 版

. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2016.10

ISBN 978-7-5124-2259-9

I. ①单… II. ①李… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 227815 号

版权所有,侵权必究。

单片机原理与应用实例仿真(第 3 版)

主 编 李泉溪

副主编 倪水平 李 静

责任编辑 董立娟

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@buaacm.com.cn 邮购电话:(010)82316936

北京市同江印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:23.5 字数:501 千字

2016 年 10 月第 3 版 2016 年 10 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-2259-9 定价:49.00 元

第3版前言

《单片机原理与应用实例仿真(第3版)》仍保留了第2版的基本内容、基本风格和基本框架,突出应用实例和仿真教学。第3版重点做了如下修改:

① 突出以问题为引导的教学方法。第3版第1章不再从单片机的发展历史讲起,而是从单片机的简单应用实例讲起,先提出问题来激发学生的求知欲。

② 相比第2版,第4章和第5章去掉了涉及后面知识的一些例子,避免前后重复;第9章去掉了CAN总线的设计案例,主要是因为这个案例较为复杂,并占较多教材空间。

③ 相比第2版,去除了10.4.3小节的应用专业编程器的程序下载,因为这部分内容中的离线式专业编程器已过时,很少有人使用。UART在线下载方式很流行,也很实用,所以详写了UART串行接口模式在线编程Flash原理。

④ 相比第2版,第10章的单片机应用实例使用了较新版本开发系统—— μ Vision 5的Keil C51 Vision 9.54,改写了旧版本 μ Vision 3的Keil C51 Vision 9.00所支持的相关内容。

通观本教材,有下列突出特点:

① 将单片机应用电路分析与实物仿真软件Proteus ISIS融入教学环节;

② 应用实例丰富,教材例子和教材附加参考实例合计有70例(配套资料中有源码,能运行);

③ 对目前广泛使用的STC89C52单片机进行了实体开发并有具体实例(见第10章);

④ 单片机高级应用实例:RFID读/写器的设计和无线传输系统的设计。

本书以编者多年从事单片机课程教学和应用系统开发的经验与体会为基础,参阅了大量的同类书籍编写而成。大量的实例简单易懂,并借助Proteus仿真软件,可以给出实例的仿真运行结果,显著地提高了学习兴趣和学习效率。

本书配套资料中提供了可以仿真运行的70个单片机应用实例,读者可以通过北京航空航天大学出版社(<http://www.buaapress.com.cn/>)的“下载专区”免费下载。这些实例不但可以仿真实现,还可以按照本书最后一章介绍的制作方法制成实体电路。

本书由河南理工大学李泉溪教授任主编,倪水平博士和李静副教授任副主编。编写分工为:李泉溪编写第1、8章和附录;刘静编写第2章;李静编写第3章;倪水平

编写第4、9章;苏百顺编写第5、7章;张保定编写第6章;李长有编写第10章。倪水平博士整理了配套资料,李静副教授对各章进行了修改,李泉溪教授对全书进行统稿和审核。在本书的编写过程中得到了河南理工大学的领导、教务处以及计算机学院的大力支持,在此表示衷心的感谢。本书的出版也得到北京航空航天大学出版社的大力支持和鼓励,在此深表敬意。

由于作者水平有限,不当之处在所难免,敬请读者批评、指正。有兴趣的读者可以发送邮件到 xdhydc5@sina.com,与本书策划编辑进一步交流与沟通。

编 者

2016年5月

第 2 版前言

面向老师要说的话

任何专业教材都不可能赶上市场的发展,尤其是单片机这一领域的教材,但专业老师应有市场的洞察力。本教材主要器件单片机未选当前市场很流行的 AT89S52、STC89C52 等,原因之一是所用的仿真软件 Proteus 的器件库中没有 AT89S52、STC89C52 等型号。希望老师在上课时要向学生讲清楚,虽然学的是 AT89C52,但只要学好,一样可以使用 AT89S52、STC89C52 等其他型号单片机,因为它们的内核都一样——都是 51 单片机内核,即它们的硬件结构和软件指令结构都是一样的。

面向读者要说的话

《单片机原理与应用实例仿真(第 2 版)》仍保留了第 1 版的基本内容、基本风格和基本框架,突出应用实例和应用仿真。对第 1 版做了一些调整,合并了第 8 章和第 9 章,对其他各章根据读者意见都做了修正。

为了让大家更快、更好地学会并掌握单片机及其应用技术,特此引进仿真工具——Proteus ISIS 软件。该软件是英国 Labcenter 公司开发的电路分析与实物仿真软件,运行于 Windows 操作系统之上,可以仿真、分析(spice)各种模拟器件和集成电路,支持主流单片机系统。目前支持的单片机类型有:8051 系列、68000 系列、AVR 系列、PIC12 系列、PIC16 系列、PIC18 系列、Z80 系列、HC11 系列以及各种外围芯片。Proteus 提供了丰富的元件库,并有强大的原理图绘制功能,在硬件仿真系统中具有全速、单步、设置断点等调试程序功能,同时可以观察各个变量、寄存器等的当前状态值。

本书以编者多年从事单片机课程教学和应用系统开发的经验与体会为基础,并参阅了大量的同类书籍编写而成。大量的实例简单易懂,并借助 Proteus 仿真软件,均可给出实例的仿真运行结果,可显著提高读者的学习兴趣和学习效率。配套资料中还提供了 30 个可以仿真运行的单片机应用实例,这些实例不但可以仿真实现,还可以按照本书最后一章介绍的制作方法制成实体电路。

本书主要以大学本科、专科学生为主要讲授对象,可作为高等院校电气、电子、计算机、信息及自动化等专业的“单片机原理及应用”课程教材,也可供从事工业测试、智能仪器仪表及各种电子产品开发等工作的工程技术人员参考。本书共分 10 章。第 1 章 单片机基础知识,介绍了单片机的发展历史与应用情况、单片机的分类、AT89 系列单片机的基本特性及内部结构。第 2 章 指令系统及汇编语言程序设计,介绍了 51 系列单片机的基本指令,讨论了汇编语言的基本语法和汇编语言程序设计的基

本规则。第3章 单片机的C语言程序设计,叙述了C51的程序结构、数据结构、函数及程序流程图,介绍了Keil C51工具。第4章 单片机的I/O口与Proteus简介,讨论了P0口、P1口、P2口、P3口的工作原理及应用,介绍了Proteus的应用。第5章 单片机的中断系统与实例仿真,叙述了中断系统的结构和中断的响应过程,并列举了实例仿真。第6章 定时/计数器原理及实例仿真,叙述了定时/计数器的结构与工作原理,定时/计数器的初始化及应用实例仿真。第7章 单片机串行通信与实例仿真,介绍了串行接口的结构与工作原理,串行接口的应用实例和仿真。第8章 单片机扩展技术与实例仿真,介绍了存储器的扩展、I/O口的扩展和数字量与模拟量的转换技术,给出了应用实例仿真。第9章 单片机高级应用实例,介绍了CAN总线节点的设计、无源射频卡读写器的设计和基于nRF905的无线传输节点的设计。第10章 程序烧录与样机开发,讲述单片机系统的实际开发制作过程,包括集成开发环境的建立、电路板的设计与焊接、程序的烧写下载、硬件与软件的综合调试技巧等内容。全书力求概念清楚,通俗易懂,同时也考虑了一定的深度、广度和先进性。

本书由河南理工大学李泉溪教授任主编、倪水平博士和李静副教授任副主编。编写分工为:李泉溪编写第1、第8章和附录;刘静编写第2章;李静编写第3章;倪水平编写第4和第9章;苏百顺编写第5和第7章;张保定编写第6章;李长有编写第10章;倪水平博士整理了配套资料,李静副教授对各章进行了修改,李泉溪教授对全书进行统稿和审核。在本书的编写过程中,得到了河南理工大学的领导、教务处以及计算机学院的大力支持,在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了北京航空航天大学出版社的大力支持和鼓励,在此深表敬意。由于作者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,敬请读者批评、指正。

编 者

2011年9月

目 录

第 1 章 单片机基础知识	1
1.1 单片机的应用与发展	1
1.1.1 单片机的简单应用	1
1.1.2 单片机的发展历史	3
1.2 单片机的分类	6
1.3 AT89C52 单片机简介	7
1.3.1 AT89C52 单片机的引脚功能	8
1.3.2 AT89C52 单片机的内部结构	9
1.3.3 AT89C52 单片机的 I/O 接口部分和特殊功能部分	16
1.4 AT89C52 单片机的时钟与复位电路	17
1.4.1 复位操作和复位电路	17
1.4.2 振荡电路和时钟	19
1.4.3 AT89C52 单片机的机器周期	20
1.5 AT89C52 单片机的低功耗工作方式	21
1.6 常用的名词术语和二进制编码	23
1.7 指令程序和指令执行	27
本章小结	27
思考题与习题	28
第 2 章 指令系统及汇编语言程序设计	29
2.1 寻址方式	29
2.2 指令系统	34
2.2.1 数据传送指令	34
2.2.2 算术运算指令	37
2.2.3 逻辑运算指令	39
2.2.4 位(布尔)操作类指令	41
2.2.5 控制转移类指令	42
2.3 汇编语言指令格式及汇编语言程序设计基础	46
2.3.1 汇编语言执行指令格式	46
2.3.2 汇编伪指令	47

2.3.3 汇编语言的特点	49
2.3.4 汇编语言程序设计的步骤	49
本章小结	49
思考题与习题	49
第3章 单片机的C语言程序设计	51
3.1 C51的程序结构	51
3.2 数据类型、存储类型及存储模式	53
3.2.1 数据类型	53
3.2.2 常量和变量	54
3.2.3 C51的存储类型及存储模式	55
3.2.4 特殊功能寄存器、并行接口及位变量的定义	58
3.3 运算符、函数及程序流程控制	61
3.3.1 C51的运算符	61
3.3.2 C51的函数	62
3.3.3 C51的流程控制语句	65
3.4 C51的构造数据类型	68
3.4.1 数组	68
3.4.2 结构	69
3.4.3 联合	70
3.4.4 枚举	71
3.4.5 指针	71
3.5 C51实例分析及混合编程	74
3.5.1 C51实例分析	74
3.5.2 混合编程	75
3.6 Keil C51简介	78
3.6.1 项目文件的建立、设置与目标文件的获得	78
3.6.2 程序的调试	81
本章小结	85
思考题与习题	85
第4章 单片机的I/O口及Proteus简介	87
4.1 P0~P3端口的结构与功能	87
4.1.1 P0端口的结构与功能	87
4.1.2 P1端口的结构与功能	88
4.1.3 P2端口的结构与功能	89

4.1.4	P3 端口的结构与功能	90
4.2	Proteus 简介	91
4.2.1	Proteus ISIS 的工作界面	92
4.2.2	Proteus ISIS 的基本操作	92
4.2.3	Proteus ISIS 的原理图绘制和仿真	96
4.2.4	Proteus 与 Keil C 相结合的设计和仿真	98
4.3	I/O 口应用实例与仿真	105
4.3.1	LED 与数码管简介	105
4.3.2	LED 点阵显示屏	107
4.3.3	简易键盘的设计	109
4.3.4	I/O 口的实例仿真	111
	本章小结	125
	思考题与习题	125
第 5 章	单片机的中断系统与实例仿真	126
5.1	中断系统结构	126
5.1.1	中断概述	126
5.1.2	中断系统结构与中断控制	127
5.2	中断的实现过程	132
5.2.1	中断采样	133
5.2.2	中断查询	133
5.2.3	中断响应	133
5.2.4	中断服务	135
5.2.5	中断返回	136
5.2.6	中断请求的撤销	137
5.3	中断系统实例与仿真	138
	本章小结	148
	思考题与习题	149
第 6 章	定时/计数器原理及实例仿真	150
6.1	定时/计数器 0 和 1 结构和工作原理	150
6.1.1	定时/计数器 0 和 1	150
6.1.2	与定时/计数器 0 和定时/计数器 1 相关的特殊功能寄存器	151
6.1.3	定时/计数器 0 和定时/计数器 1 的工作模式	153
6.2	定时/计数器 2(T/C2)的结构和工作原理	155

6.2.1	与定时/计数器 2 相关的特殊功能寄存器	155
6.2.2	定时/计数器 2 的工作模式	156
6.3	仿真实例	160
6.3.1	定时器工作方式实例	160
6.3.2	计数器工作方式实例	166
6.3.3	捕捉模式实例	168
6.3.4	定时/计数器复杂应用实例	174
6.4	看门狗定时器	178
6.4.1	看门狗简介	178
6.4.2	看门狗的工作原理	179
6.4.3	看门狗的使用	179
6.4.4	高级看门狗	180
	本章小结	180
	思考题与习题	181
第 7 章	单片机的串行通信与实例仿真	182
7.1	串行通信概述	182
7.2	串行接口结构与工作原理	184
7.2.1	AT89C52 单片机的串行接口结构	184
7.2.2	AT89C52 单片机的串行通信过程	185
7.3	串行接口的控制寄存器与工作方式	185
7.3.1	串行接口的控制寄存器	185
7.3.2	串行口的工作方式	188
7.3.3	波特率的确定	191
7.3.4	定时/计数器 T2 产生波特率	192
7.4	串行接口的实例与仿真	193
7.5	单片机多机通信	200
7.6	单片机与 PC 机串行口通信	207
7.6.1	RS232C 接口	207
7.6.2	RS485 接口	212
7.6.3	Proteus 实现的 PC 机与单片机的串行通信仿真	216
7.6.4	单片机与计算机的串行通信技术	221
	本章小结	232
	思考题与习题	232

第 8 章 单片机扩展技术与实例仿真	234
8.1 存储器的扩展实例与仿真	234
8.1.1 数据存储器的扩展	234
8.1.2 程序存储器的扩展	239
8.2 I/O 接口的扩展实例与仿真	243
8.2.1 可编程接口芯片 8255A	243
8.2.2 8255A 的应用及仿真	249
8.3 D/A、A/D 接口应用实例与仿真	252
8.3.1 D/A 转换器	252
8.3.2 A/D 转换器	260
本章小结	267
习题与思考题	267
第 9 章 单片机高级应用实例	269
9.1 Mifare 射频卡读/写器的设计	269
9.1.1 Mifare 卡的内部结构	270
9.1.2 Mifare 卡读/写器主要模块的设计	272
9.1.3 Mifare 卡操作流程	277
9.1.4 FM1702SL 密钥的设计与冲突检测措施	278
9.1.5 Mifare 卡读/写软件设计	280
9.2 基于 nRF905 的无线传输系统设计	287
9.2.1 nRF905 简介	288
9.2.2 nRF905 电路原理图	292
9.2.3 nRF905 固件程序设计	294
本章小结	301
思考题与习题	301
第 10 章 程序烧录与样机开发	302
10.1 项目开发流程	302
10.1.1 项目开发概述	302
10.1.2 需求分析	302
10.1.3 系统总体设计	305
10.2 硬件电路设计与焊接	306
10.2.1 准备工作	306
10.2.2 最小系统硬件电路焊接	308

10.2.3 电路板焊接效果检查	309
10.3 软件开发	310
10.3.1 软件开发过程	311
10.3.2 构建软件项目	312
10.3.3 μ Vision5 软件调试	316
10.4 程序存储器编程	321
10.4.1 程序存储器编程方法	321
10.4.2 在线编程原理	322
10.4.3 STC 系列单片机的程序下载	324
10.5 综合调试	326
10.6 综合实例——掉电不丢失日历时钟	327
10.6.1 系统功能要求	327
10.6.2 功能分析及主要元器件确定	327
10.6.3 主要元器件性能介绍	328
10.6.4 硬件设计	334
10.6.5 软件设计	335
本章小结	337
思考题与习题	337
附录 A 主要单片机生产商网址及相关信息网址	338
附录 B 常用数码对应关系表	339
附录 C Proteus VSM 元件库和常用元器件说明	340
附录 D C 语言的关键字	343
附录 E C51 的库函数	345
附录 F MCS-51 指令表	356
参考文献	360

实例目录

例 2.1	寄存器寻址方式	31
例 2.2	直接寻址方式	31
例 2.3	直接寻址和立即寻址对比	32
例 2.4	寄存器间接寻址方式	32
例 2.5	变址寻址方式	33
例 2.6	相对寻址方式	33
例 2.7	位寻址方式	34
例 2.8	共阴极数码管对应的显示代码程序	36
例 2.9	标号和字节伪指令 DB 的使用	47
例 2.10	伪指令 DS、DB、DW 的使用	48
例 3.1	将外部数据存储器 2000H~20FFH 的内容清零	52
例 3.2	求两个数的和	63
例 3.3	设计一个程序来实现以下功能:使用拨动开关模拟从 P3.0 口输入一个脉冲,控制 P1 口按十六进制加一方式变化。这里选用 AT89C52 单片机	74
例 3.4	编写一个流水灯程序,其中延时程序用汇编语言编写	77
例 4.1	闪烁灯的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	111
例 4.2	模拟开关灯的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	113
例 4.3	广告灯(利用查表方式)的 Proteus 仿真及程序设计	115
例 4.4	I/O 并行口直接驱动数码管显示的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	119
例 4.5	动态数码管显示的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	121
例 5.1	外部中断 0 的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	138
例 5.2	外部中断在不同触发方式下的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	140
例 5.3	流水灯 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	142
例 5.4	两位计数数码管的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	144
例 5.5	74LS148 外部中断扩展的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	147
例 6.1	将例 4.1 中的软件延时方式改为使用定时器来延时,其他内容不变	161
例 6.2	利用定时器产生脉冲的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	163
例 6.3	简易车辆里程表的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	166

例 6.4	利用定时器 2 测量脉冲宽度的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	168
例 6.5	音乐播放的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	175
例 7.1	串入并出芯片 74164 的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	193
例 7.2	串行口自检的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	195
例 7.3	单片机与单片机之间的串行通信 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	196
例 7.4	多机通信的 Proteus 仿真与 C 语言程序设计	201
例 7.5	单片机与 PC 机串行通信的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	209
例 7.6	RS485 串行通信的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	214
例 7.7	串行通信的 Proteus 仿真及 C 语言程序设计	218
例 7.8	Visual Basic 6.0 上位机程序控制 DS1302 时钟的 Proteus 仿真	223
例 8.1	AT89C52 用一片 6264 芯片扩展 8 KB 数据存储器并在 Proteus 中仿真	236
例 8.2	AT89C52 用一片 2764 芯片扩展 8 KB 程序存储器	241
例 8.3	AT89C52 通过 8255A 并行扩展,模拟交通灯控制并在 Proteus 中仿真	249
例 8.4	利用 DAC0832 转换器输出三角波的 Proteus 仿真电路和 C 语言程序设计	257
例 8.5	ADC0808 电压模数转换 Proteus 仿真电路和 C 语言程序设计	264

第 1 章

单片机基础知识

1.1 单片机的应用与发展

1.1.1 单片机的简单应用

单片机已经应用得非常普遍,智能家电,如豆浆机、全自动洗衣机、电视机遥控器等里面都有单片机在工作;智能手机的“智”靠的就是单片机;计算机里面也有很多单片机,如硬盘、光驱、键盘、鼠标等里面都有单片机。单片机就像传统的三极管、集成运算放大器芯片一样被广泛应用,但是,单片机又与二者不同。单片机是一个能运行程序的集成电路芯片,准确地说,单片机是嵌入式微型计算机。为了让读者对单片机先有一个感性认识,这里先看一个简单的例子:用一个发光二极管 L1 来跟踪显示一个开关 K1 的操作状态,电路如图 1.1 所示。

图 1.1 是用 Proteus 工具(第 4 章将详细介绍)画出的电路原理图。单片机采用 AT89C52 型,开关 K1 连接在单片机的第 10 号引脚上(P3.0/RXD),发光二极管 L1 连接在单片机的第 1 号引脚上(P1.0/T2)。当开关 K1 关闭和打开时,单片机通过第 10 引脚(P3.0/RXD)就能检测出它的状态变化并分析,通过改变单片机第 1 号引脚的信息来控制发光二极管 L1 的亮和灭。所谓程序就是一系列的二进制数“0”和“1”,二进制数“0”和“1”在单片机芯片的电路里对应着电压 0 V 和 5 V。给第 1 号引脚发“0”信息(即低电压 0 V),二极管 L1 就亮(V_{CC} 提供 +5 V,二极管单向导通);给第 1 号引脚发“1”信息(即高电压 5 V),二极管 L1 就熄灭(二极管截止)。

图 1.1 是单片机的最简化电路连法,称为单片机最小系统。在此电路中,电容 C_1 、 C_2 和 12 MHz 晶振 X1 构成单片机的运行时钟,此时钟频率即为单片机的工作主时钟,决定了单片机程序运行的速度。电阻 R_1 和电容 C_3 构成了单片机的上电复位电路,使单片机通电后可以运行程序。 V_{CC} 是电源正极,GND 是电源负极。电阻 R_2 构成了发光二极管的限流电阻,其阻值大小可以改变发光二极管的发光亮度;单片机第 20、40 引脚连接 5 V 电源(此电路图把此两引脚隐蔽了)。

下面对此电路提出设计要求:发光二极管 L1 的“亮”与“灭”必须跟踪反映开关 K1 的“合上”与“打开”,即,K1 合上则 L1 点亮,K1 打开则 L1 熄灭。

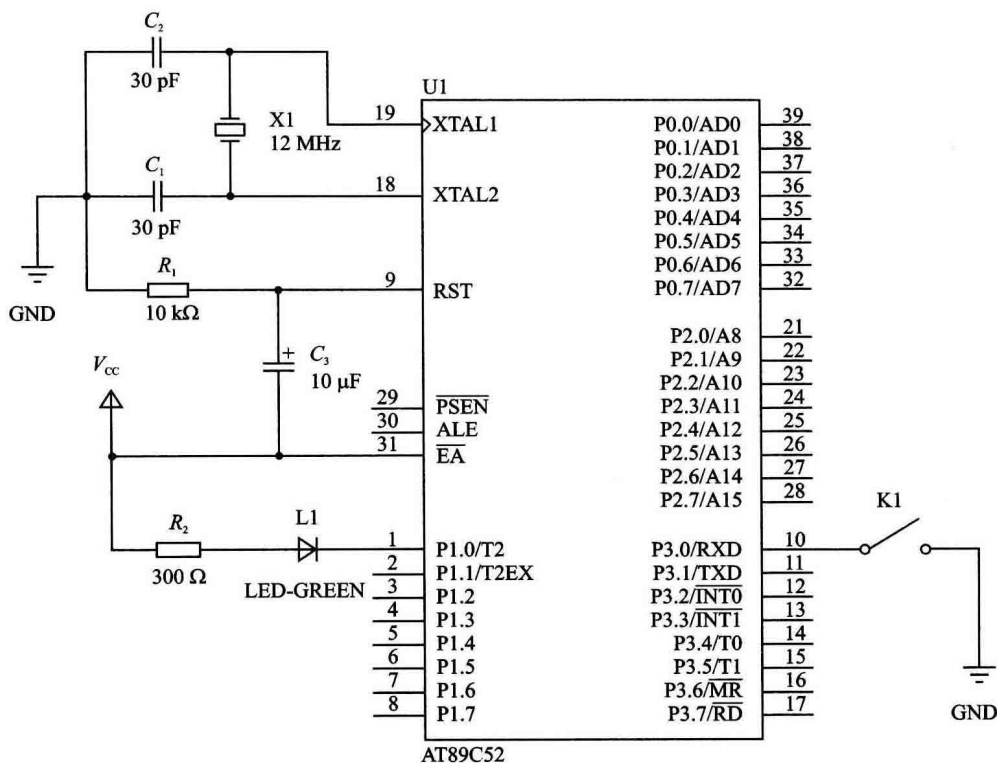


图 1.1 模拟开关灯的电路原理图

1. 程序设计内容

(1) 开关状态的检测过程

单片机通过 P3.0 端口(第 10 号引脚)的输入信号来检测开关状态,输入的信号只有高电平和低电平两种,当 K1 打开时,即输入高电平(引脚内部有上拉+5 V 高电压);当 K1 合上时,即输入低电平(被强制拉到 GND)。单片机程序可以采用 if(K1==1)或者 if(K1==0)指令(C 语言指令见第 3 章)来完成对开关状态的检测。

(2) 指示灯(发光二极管)的控制

单片机通过指令使某个引脚变成高电平或低电平从而控制指示灯的亮或灭,在本例中,L1 的阴极连接单片机的 P1.0(第 1 号引脚)。根据发光二极管的单向导电性可知,当 P1.0 引脚输出高电平时(即 P1.0=1),发光二极管 L1 熄灭;当 P1.0 引脚输出低电平时(即 P1.0=0),发光二极管 L1 被点亮。

2. 程序流程图

根据前面对电路提出的设计要求,结合单片机程序设计的特点,可以画出如图 1.2 所示的程序流程图。