



工业和信息化部职业教育指导委员会“十二五”规划教材
新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材



机电一体化技术专业

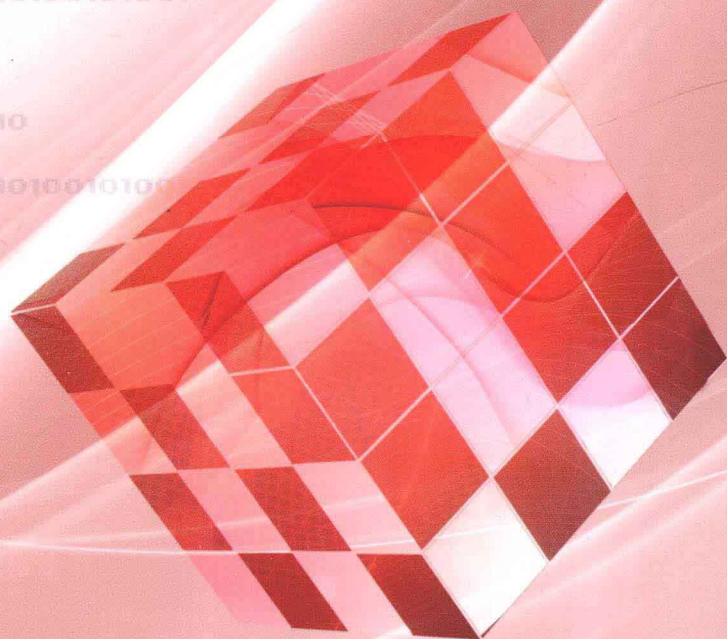
单片机小系统的设计与制作

曾维鹏

何 玲
蔡莉莎
吴恒玉

主 编
副主编
主 审

010101001
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
01010100101001010100101001010100101001
01010100101
010101001010010101010010100
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
0101010010100101010100101001010100101001
01010100101
01010100101001010101010010100
010101001
010101001010010101010010100101010
01010100101001010101
0101010010100101010100101001010100101001
01010100101
01010100101001010101010010100
010101001
01010100101001010101010010100101010
01010100101001010101
0101010010100101010100101001010100101001
010100101
010100101001010101010010100
0101001



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

工业和信息产业职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·机电一体化技术专业

单片机小系统的设计与制作

何 玲 主 编

曾维鹏 副主编

蔡莉莎

吴恒玉 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以任务驱动为主线,以“必需、够用”为原则,注重工程实践,强化学生的实际动手能力的培养。以 Proteus 和 Keil C 软件作为单片机应用系统的设计和仿真平台,强调在应用中学习单片机。

全书共设置了 6 个项目 19 个任务,通过对 19 个制作任务的讲解,实现了从产品概念到设计,完成全过程训练。打破了单片机传统的教学顺序,让读者在每个任务中循序渐进地掌握单片机的基本知识、输入/输出端口应用、键盘接口技术、中断原理及应用、定时/计数器原理及应用、数码管静态显示、数码管动态显示、LED 点阵显示、串行端口通信原理及应用、单片机应用系统设计等相关知识,重点突出了各项技能的训练。教材体现了教、学、做相结合的教学模式,每个项目由相应的任务来完成,通过任务引入相应的知识点和有关的概念及硬件设计和编程技巧。该教材高职特色鲜明,技能训练突出,特别适合做高职高专院校电子信息类相关专业的教材。

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

单片机小系统的设计与制作/何玲主编. —北京:电子工业出版社,2012.1
新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·机电一体化技术专业
ISBN 978-7-121-14922-1

I. ①单… II. ①何… III. ①单片微型计算机-最小控制系统-系统设计-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 218793 号

策划编辑:陈晓明

责任编辑:赵云峰 特约编辑:张晓雪

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订:

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: 14.25 字数: 365 千字

印 次: 2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 26.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书采用“任务驱动、教、学、做一体化的项目式”教学方法，体现高职高专理论“必需、够用”原则，突出“知识”为完成“任务”服务，围绕“任务”所用；整个教学过程以“教师指导”和“学生训练”为主而不是以“灌”和“观”为主；认识过程符合初学者的认知规律，即由简单到复杂、由形象到抽象、由感性到理性。知识由过去的学科系统，按照工作过程系统化重新序化。目的在于巩固基础，注重设计，培养技能，追求创新，走向实用。解决了以往单片机教学中存在的问题：概念抽象，知识枯燥难理解；知识运用能力差；缺乏学习方法，知识不成体系，不知道怎样融会贯通。

本书的编写特色有以下几点。

1. 全书以任务为主线，通过完成任务来带动教学

本教材编写以任务描述、任务分析、任务讨论、任务实施为主线，将知识点融入到 19 个单片机的任务中，让学生在完成任务的技能训练中掌握知识，学生培养分析问题和解决问题的能力。

2. 软硬结合，虚拟仿真

沿用传统单片机学习与开发经验，通过相关编译软件（如 Keil）编写程序并生成 *.Hex 文件，然后在 Proteus 中画好硬件电路图（这一过程相当于硬件电路的焊接），调用 *.Hex 文件进行虚拟仿真（这一过程相当于硬件调试）。可节约学习成本，提高读者的学习积极性。

3. 以“必需，够用”为原则，注重工程实践

全书以任务驱动为主线，以实际需要为目的来组织、安排章节内容，以“必需，够用”为原则，摒弃过时、应用不多且难度较大的内容，力求内容能满足上岗、教学需要，真正做到学习与就业的无缝对接。

4. 强化动手能力培养，适合不同层次读者需求

全书所有任务制作步骤简洁明了，读者可根据书中操作提示完成任务，通过完成任务，培养读者实际操作能力。

本书由海南软件职业技术学院何玲担任主编，海南软件职业技术学院蔡莉莎、曾维鹏担任副主编，海南软件职业技术学院吴恒玉担任主审，参加编写的还有海南软件职业技术学院的黄果、唐民丽老师等。其中何玲编写了项目 1、项目 3，曾维鹏编写了项目 4 的任务 13、任务 14 和项目 5，蔡莉莎编写了项目 6 和项目开发的课题 2、黄果编写了项目 2 和项目 4 的任务 12 和项目开发的课题 1。海南软件职业技术学院雷亚莉参与部分内容整理。全书由何玲统稿，并得到了海南软件职业技术学院的领导和老师的大力帮助，在此表示感谢！

由于作者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请专家和读者批评指正。

编 者
2011 年 3 月

参加“新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

江西信息应用职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院
保定职业技术学院
安徽职业技术学院
黄石高等专科学校
天津职业技术师范学院
湖北汽车工业学院
广州铁路职业技术学院
台州职业技术学院
重庆科技学院
四川工商职业技术学院
吉林交通职业技术学院
天津滨海职业技术学院
杭州职业技术学院
重庆电子工程职业学院
重庆工业职业技术学院
重庆工程职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院
湖北孝感职业技术学院
广东轻工职业技术学院
广东技术师范职业技术学院
西安理工大学
天津职业大学
天津大学机械电子学院
九江职业技术学院

北京轻工职业技术学院
黄冈职业技术学院
南京理工大学高等职业技术学院
南京金陵科技学院
无锡职业技术学院
西安科技学院
西安电子科技大学
河北化工医药职业技术学院
石家庄信息工程职业学院
三峡大学职业技术学院
桂林电子科技大学
桂林工学院
南京化工职业技术学院
江西工业职业技术学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
上海电子信息职业技术学院
上海天华学院
浙江工商职业技术学院
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
江西交通职业技术学院
温州职业技术学院
温州大学
湖南铁道职业技术学院
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院

江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校
江苏工业学院
长春职业技术学院
广东松山职业技术学院
徐州工业职业技术学院
扬州工业职业技术学院
徐州经贸高等职业学校
海南软件职业技术学院

目 录

项目 1 单灯闪烁电路的设计与制作	(1)
1.1 任务 1 走进单片机世界	(1)
1.1.1 单片机及单片机系统	(4)
1.1.2 想一想,做一做:制作花样流水灯电路	(4)
1.2 任务 2 初识单片机——内部结构	(5)
1.2.1 MCS-51 单片机简述	(5)
1.2.2 单片机的工作过程	(6)
1.2.3 8051 单片机的内部结构	(7)
1.2.4 单片机的引脚	(10)
1.3 任务 3 单灯闪烁电路的设计与制作	(12)
1.3.1 单片机的复位状态	(15)
1.3.2 时钟电路	(16)
1.3.3 单片机的时序	(17)
1.3.4 单片机最小系统的设计	(19)
1.3.5 想一想,做一做:制作闪烁的 LED 灯	(19)
项目 1 小结	(20)
习题 1	(20)
项目 2 8 路流水灯的仿真——单片机应用开发工具的使用	(22)
2.1 任务 4 8 路流水灯软件的设计与制作——Keil C	(22)
2.1.1 Keil C 软件的安装	(24)
2.1.2 Keil C 工程文件的建立、设置与目标文件的获得	(24)
2.1.3 Keil C 的调试与断点设置	(34)
2.2 任务 5 8 路流水灯硬件仿真电路的设计——Proteus 仿真平台	(38)
2.2.1 Proteus 电路设计	(38)
2.2.2 源程序文件设计	(43)
2.2.3 仿真	(46)
2.3 任务 6 Kile 软件和 Proteus 软件的联合仿真	(46)
2.3.1 Keil 和 Proteus 的联合仿真方法一	(47)
2.3.2 Keil 和 Proteus 的联合仿真方法二	(49)
项目 2 小结	(52)
项目 3 汽车转向灯的设计与制作	(53)
3.1 任务 7 广告灯的设计与制作	(53)
3.1.1 硬件电路	(53)
3.1.2 程序设计	(54)

3.1.3	深入认识单片机——并行 I/O 口	(58)
3.1.4	LED 驱动电路	(65)
3.1.5	MCS-51 指令系统、寻址方式	(65)
3.1.6	常用伪指令	(70)
3.1.7	想一想, 做一做: 让广告灯实现一次点亮和熄灭 2 个 LED 的效果	(72)
3.2	任务 8 数据传送指令	(72)
3.2.1	内部传送指令	(74)
3.2.2	外部传送指令	(76)
3.2.3	访问程序存储器指令(或称查表指令)	(77)
3.2.4	交换指令	(78)
3.2.5	堆栈操作指令	(78)
3.2.6	想一想, 做一做: 秘密存放数据——数据的交换	(79)
3.3	任务 9 简易加法器的设计与制作——运算指令	(80)
3.3.1	算术运算指令	(82)
3.3.2	逻辑运算指令	(88)
3.3.3	想一想, 做一做: 实现 $Z = X \wedge Y$	(90)
3.4	任务 10 LED 闪烁电路的设计与制作——控制转移与位操作指令	(91)
3.4.1	控制转移类指令	(92)
3.4.2	位操作指令	(95)
3.4.3	想一想, 做一做: 实现 $F = X \bar{Y} + \bar{X}Y$	(97)
3.5	任务 11 汽车转向灯的设计与制作——汇编语言程序设计	(97)
3.5.1	设计过程	(99)
3.5.2	程序设计方法	(101)
	阶段性实训 1 自制单片机最小系统实现双键控制 8 只 LED 跑马灯效果	(108)
	项目 3 小结	(111)
	习题 3	(111)
项目 4	单片机基本显示系统的设计与制作	(113)
4.1	任务 12 带精确时间延时的广告灯设计与制作	(113)
4.1.1	中断的概念	(115)
4.1.2	MCS-51 单片机的中断系统	(116)
4.1.3	MCS-51 单片机的中断响应过程	(116)
4.1.4	MCS-51 单片机的中断请求的撤销	(118)
4.1.5	MCS-51 单片机的特殊用途寄存器	(119)
4.1.6	定时器 Timer0 溢出中断控制	(123)
4.1.7	想一想, 做一做: 低频方波信号发生器	(125)
4.2	任务 13 按键控制的数字显示	(125)
4.2.1	外部中断触发方式	(127)
4.2.2	外部中断 INTO 设置的步骤	(128)
4.2.3	多个外部中断源系统设计	(129)
4.2.4	想一想, 做一做: 两个外部中断同时使用的数码管控制	(130)
4.3	任务 14 数字时钟的设计与制作	(130)

阶段性实训 2 急救车优先交通灯的设计与制作	(135)
项目 4 小结	(138)
习题 4	(138)
项目 5 字符型显示器应用	(141)
5.1 任务 15 字符型 1602LCD 液晶屏显示	(141)
5.1.1 字符型 1602LCD 液晶屏简介	(142)
5.1.2 字符型 1602LCD 引脚说明	(143)
5.1.3 1602LCD 的指令说明及时序	(144)
5.1.4 想一想,做一做:1602 液晶屏显示的多功能数字时钟	(146)
5.2 任务 16 点阵 LED 显示设计	(147)
5.2.1 点阵 LED 的工作原理	(152)
5.2.2 点阵 LED 的静态与动态扫描	(152)
阶段性实训 3 电子密码锁的设计	(153)
项目 5 小结	(164)
习题 5	(165)
项目 6 单片机通信系统的设计与制作	(166)
6.1 任务 17 单片机双机通信	(166)
6.1.1 串行通信基础	(169)
6.1.2 单片机的串行通信接口	(171)
6.1.3 想一想,做一做:利用工作方式 2 完成双机通信测试系统的设计	(177)
6.2 任务 18 多机通信	(177)
6.2.1 多机通信概述	(180)
6.2.2 多机通信的基本原理	(181)
6.3 任务 19 单片机与 PC 的串行通信	(182)
6.3.1 RS-232C 串行通信总线标准及其接口	(188)
6.3.2 想一想,做一做:PC 与单片机通信测试系统	(190)
阶段性实训 4 倒计时显示远程控制器的设计与制作	(190)
项目 6 小结	(197)
习题 6	(197)
项目 7 项目开发	(199)
7.1 课题 1 简易数字电压表的设计与制作	(199)
7.1.1 A/D 转换器	(199)
7.1.2 硬件设计	(201)
7.1.3 软件设计	(201)
7.2 课题 2 定时闹铃的设计与制作	(204)
7.2.1 硬件设计	(204)
7.2.2 软件设计	(205)
附录 A 51 单片机指令表	(213)
附录 B 伪指令表	(216)
附录 C 指令中的符号标识说明表	(216)
参考文献	(217)

项目 1 单灯闪烁电路的设计与制作

项目导航

本项目要达到的目标：

能力目标：

了解单片机在现代电子产品和日常生活中的作用，掌握 8051 单片机的内部结构、引脚功能和复位工作方式以及组成单片机最小系统的基本方法。

情感目标：

通过趣味案例激发学生的学习兴趣 and 好奇心；通过学习情境挖掘学生求知欲和创造欲，树立学生自信心；通过项目制作训练学生思考问题、解决问题的能力。

本项目共有 1 个案例 3 项任务，所完成的主要内容是：

- (1) 走进单片机世界。
- (2) 初识单片机 - 内部结构。
- (3) 单灯闪烁电路即单片机最小系统的设计与制作。

本项目的重点和难点：

重点：单片机引脚功能，单片机晶体振荡电路、复位电路。

难点：单片机最小系统硬件电路的设计。

推荐教学方法：任务驱动，讲练结合。通过单片机仿真图和单片机图片，讲解单片机的基本概念，使学生形象完整地了解单片机。通过演示在 P1.0 端口上接一个发光二极管 D₁，使 D₁ 不停地亮灭，讲解电路图的控制过程以及单片机的最小硬件结构，并通过管脚功能分析，讲解单片机的晶振电路、复位电路等。让学生形象完整地了解单片机的最小系统，并能举一反三，可以对此项目进行简单修改。

1.1 任务 1 走进单片机世界

任务描述

通过花样流水灯的仿真演示，了解单片机在自动化、智能化等各类电子产品中的应用，理解单片机的重要性，建立单片机与单片机系统的概念。

任务分析

仿真演示：花样流水灯。

- (1) 硬件电路如图 1.1 所示。
- (2) 源程序：led_con.asm

```
ORG 0000H
ST:  MOV R2,#8      ;闪亮 8 次设置
      MOV A,#0AAH   ;闪亮初值
```

```

LPP: MOV  P1,A           ;状态输出
      LCALL DL           ;延时
      CPL  A             ;状态取反实现闪亮
      DJNZ R2,LPP        ;闪亮 8 次控制
      LCALL DL           ;延时
      ----- ;两灯并行左移后右移(每次仅移 1 位)3 个循环
      MOV  R3,#3         ;左、右移 3 个循环设定
LRS: MOV  R2,#7         ;两灯左移次数
      MOV  A,#0FCH       ;两灯左移初值
      LCALL LLS          ;调用两灯左移子程序
      MOV  P1,#0FFH      ;全灭
      LCALL DL;         ;调用延时子程序
      MOV  R2,#7         ;两灯右移次数
      MOV  A,#03FH       ;两灯右移初值
      LCALL RRS          ;调用两灯右移子程序
      MOV  P1,#0FFH      ;全灭
      LCALL DL           ;调用延时子程序
      DJNZ R3,LRS        ;两灯左、右移 3 个循环控制
      ----- ;从 D0 ~ D7 灯逐个递亮
      MOV  R2,#8         ;递亮次数
      MOV  A,#0FEH       ;递亮初值
      LCALL LLSS         ;调用递亮变换程序
      MOV  P1,#0FFH      ;递亮完后全灭
      LCALL DL
      ----- ;从 D7 ~ D0 灯逐个递亮
      MOV  R2,#8         ;递亮次数
      MOV  A,#07FH       ;递亮初值
      LCALL RRSS         ;调用递亮变换程序
      MOV  P1,#0FFH      ;递亮完后全灭
      LCALL DL
      SJMP ST
LLS: MOV  P1,A
      RL  A
      LCALL DL
      DJNZ R2,LLS
      RET
RRS: MOV  P1,A
      RR  A
      LCALL DL
      DJNZ R2,RRS
      RET
LLSS: MOV  P1,A
      RL  A              ;状态位左移
      DEC  A             ;左移后减 1

```

```

LCALL DL
DJNZ R2,LLSS
RET
RRSS: MOV P1,A
RR A           ;状态位右移
CLR C         ;清借位标志
SUBB A,#80H   ;清除 D7 位的“1”
LCALL DL
DJNZ R2,RRSS
RET
DL:  MOV R7,#0
DL1: MOV R6,#0
DL2: MOV R5,#2
DJNZ R5,$
DJNZ R6,DL2
DJNZ R7,DL1
RET
END

```

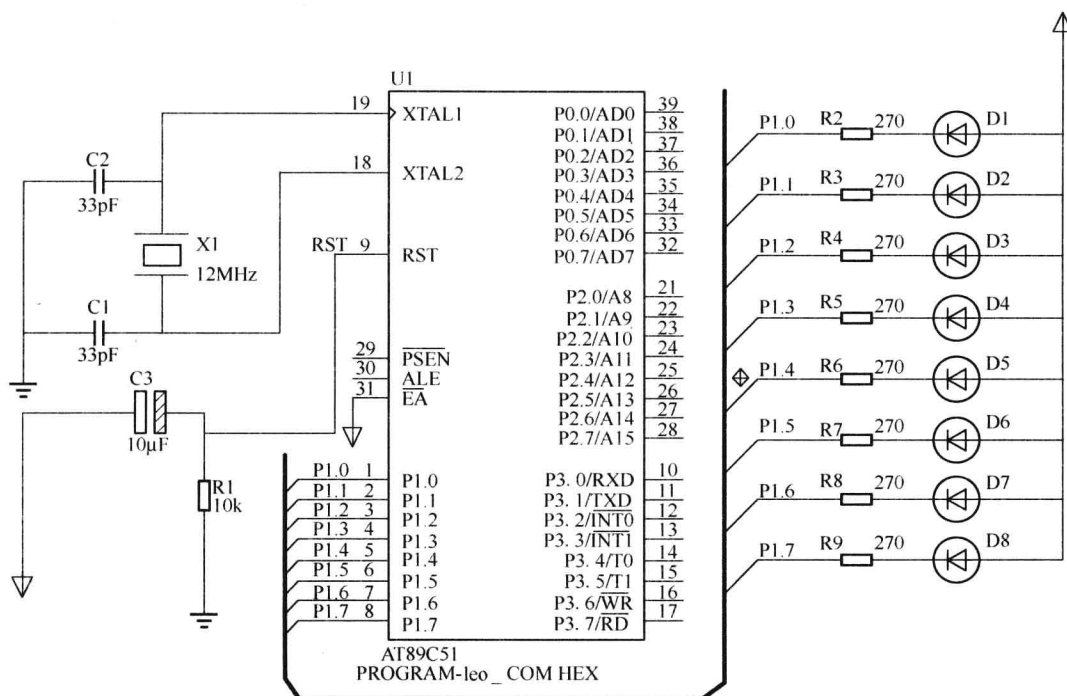


图 1.1 花样流水灯电路图

任务讨论

请同学们看演示信息解决以下问题：

(1) 什么是单片机？

- (2) 单片机的特点是什么?
- (3) 单片机的应用领域有哪些?
- (4) 单片机的发展趋势如何?

任务实施

- (1) 在 Proteus 中绘制花样流水灯的硬件电路图, 如图 1.1 所示。
- (2) 在 Keil 中编写花样流水灯的源程序 led_con.asm, 并编译、链接, 生成 led_con.hex 文件。
- (3) 所得的 led_con.hex 格式文件在 Proteus 中指定到 MCU 芯片中。
- (4) 运行仿真, 观察仿真结果。
- (4) Proteus 中结果正常后, 用实际硬件搭接并调试电路, 通过编程器将 led_con.hex 格式文件下载到 AT89C51 中, 通电验证实验结果 (有系统板的同学用按照硬件电路图连线, 无系统板的同学可以采用万用板按照硬件电路图搭接即可)。

1.1.1 单片机及单片机系统

将微型计算机的基本组成部分 (CPU 存储器、I/O 接口以及连接它们的总线) 集成在一块芯片中而构成的计算机, 称为单片机。Intel 公司推出了 MCS-51 系列单片机, 它集成 8 位 CPU、4K 字节 ROM、128 字节 RAM、4 个 8 位并口、1 个全双工串行口、2 个 16 位定时/计数器。寻址范围 64K, 并有控制功能较强的布尔处理器。

在单片机芯片的基础上扩展其他电路或芯片构成的具有一定应用功能的计算机系统称为单片机系统。如数字频率计等。

单片机应用系统是以单片机为核心, 配以输入、输出、显示等外围接口电路和软件, 能实现一种或多种功能的实用系统, 如洗衣机等。

单片微机应用系统结构通常分三个层次, 即单片机、单片机系统、单片机应用系统。

根据单片机数据总线的宽度不同, 单片机可以分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机。在中低端应用中, 8 位单片机是主流机种, 而 32 位机主要应用于高端应用中 (如图形图像处理与通信)。

单片机具有体积小、集成度高、存储容量大、外部扩展能力强、控制功能强、低电压、低功耗、性能价格比高等特点。

单片机广泛应用于智能仪器仪表、工业控制、家用电器、计算机网络和通信、医用设备及工商、金融、交通、教育、国防航空航天等领域, 如自动售货机、电子收款机、银行统计机; 交通指示灯、加油机、汽车内部的自动装置; 传真机、复印机、打印机、绘图仪、磁盘驱动器、显示器、图形终端机、智能终端机; 导弹制导、雷达、目标识别、跟踪等。

单片机的发展趋势主要是低功耗 CMOS 化、微型单片化、主流与多品种共存。

1.1.2 想一想, 做一做: 制作花样流水灯电路

能否用万用板自制出任务 1 的实际电路。

1.2 任务2 初识单片机——内部结构

任务描述

本任务的目标是要掌握单片机的基本组成部分和单片机的工作过程，以及 MCS-51 系列单片机有哪些内部资源，外部引脚有什么样的功能。

任务分析

在本任务中我们应从以下几个方面去认识单片机：

- (1) 单片机的基本组成和工作过程。
- (2) 单片机的主要组成部分及作用。
- (3) 单片机的外部引脚及其功能。

任务讨论

请同学们根据任务1的演示信息解决以下问题：

- (1) 单片机工作起来的硬件基础是什么？
- (2) 单片机的工作过程是什么？

1.2.1 MCS-51 单片机简述

MCS-51 是指由美国 INTEL 公司生产的一系列单片机的总称，这一系列单片机包括了許多品种，如 8031，8051，8751，8032，8052，8752 等，其中 8051 是最早最典型的产品，该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减、改变而来的，所以人们习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机，而 8031 是前些年在我国最流行的单片机，所以很多场合会看到 8031 的名称。INTEL 公司将 MCS-51 的核心技术授权给了很多其他公司，所以有很多公司在生产 8051 为核心的单片机。当然，其功能或多或少有些改变，以满足不同的需求，其中 89C51 就是这几年来在我国非常流行的单片机，它是由美国 ATMEL 公司开发生产的。以后我们将用 89C51、89S51 来完成一系列的实验。

1. MCS-51 系列单片机分类

MCS-51 系列单片机分为两大系列，即 51 子系列与 52 子系列。这两大系列单片机的主要硬件特性如表 1.1 所示。

51 子系列：基本型，根据片内 ROM 的配置，对应的芯片为 8031、8051、8751、8951。

52 子系列：增强型，根据片内 ROM 的配置，对应的芯片为 8032、8052、8752、8952。

表 1.1 51 系列单片机的主要硬件特性

片内 ROM 型式			ROM 大小	RAM 大小	寻址范围	I/O 特性		中断源数量
无	ROM	EPROM				计数器	并行口	
8031	8051	8751	4KB	128B	64KB	2×16	4×8	5
80C31	80C51	87C51	4KB	128B	64KB	2×16	4×8	5

续表

片内 ROM 型式			ROM 大小	RAM 大小	寻址范围	I/O 特性		中断源数量
无	ROM	EPROM				计数器	并行口	
8032	8052	8752	8KB	256B	64KB	3 × 16	4 × 8	6
80C32	80C52	87C52	8KB	256B	64KB	3 × 16	4 × 8	6

从上表中可以看到，8031、8031、8032、80C32 片内是没有 ROM 的。对应着上表看，我们可以发现，51 系列的单片机的 RAM 大小为 128B，52 系列的 RAM 大小为 256B，51 系列的计数器为两个 16 位计数器，52 系列的计数器为三个 16 位计数器。51 系列的中断源为 5 个，52 系列的中断源为 6 个。

2. 8051 与 80C51 的区别

80C51 单片机是在 8051 的基础上发展起来的，即在单片机的发展过程中是先有 8051，然后才有 80C51。

8051 单片机与 80C51 单片机从外形看是完全一样的，其指令系统、引脚信号、总线等完全一致（完全兼容），即在 8051 下开发的软件完全可以在 80C51 上应用，反过来，在 80C51 下开发的软件也可以在 8051 上应用。这两种单片机是完全兼容的。

既然这两种单片机外形及内部结构都一样，那它们之间的主要差别在哪里呢？

8051 与 80C51 单片机的主要差别就在于芯片的制造工艺上。80C51 的制造工艺是在 8051 基础上进行了改进。8051 系列单片机采用的是 HMOS 工艺：高速度、高密度；80C51 系列单片机采用的是 CHMOS 工艺：高速度、高密度、低功耗。80C51 单片机是一种低功耗单片机。

1.2.2 单片机的工作过程

一个完整的计算机是由硬件和软件两部分组成的，缺一不可。上面所述为计算机的硬件部分，是看得到、摸得着的实体部分，但计算机硬件只有在软件的指挥下，才能发挥其效能。计算机采取“存储程序”的工作方式，即事先把程序加载到计算机的存储器中，当启动运行后，计算机便自动进行工作。

计算机执行程序是一条指令一条指令执行的。执行一条指令的过程分为三个阶段：取指令、指令译码与执行指令。每执行完一条指令，自动转向下一条指令的执行。

1. 取指令

根据程序计数器中的地址，到程序存储器中取出指令代码，并送到指令寄存器中。

2. 指令译码

指令译码器对指令寄存器中的指令代码进行译码，判断出当前指令代码的工作任务。

3. 执行指令

判断出当前指令代码任务后，控制器自动发出一系列微指令，指挥计算机协调地动作，

完成当前指令指定的工作任务。

1.2.3 8051 单片机的内部结构

如图 1.2 所示, 8051 单片机由中央处理器 CPU (运算器和控制器)、存储器 (RAM 和 ROM)、I/O 口 (P0、P1、P2、P3) 以及特殊功能寄存器 SFR、定时器/计数器、中断系统、时钟电路、串行口以及总线等构成。那么这些功能单元的作用是什么呢? 其实我们可以把单片机和人对比一下, 就可以明白了!

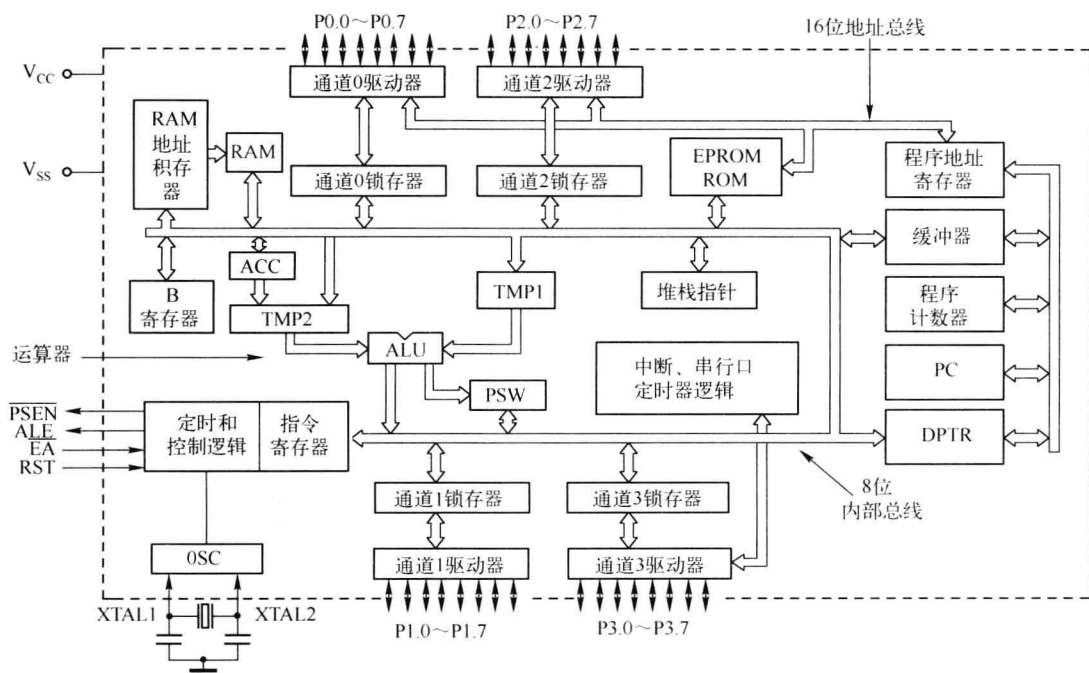


图 1.2 8051 单片机的内部结构

单片机像人一样，有它最重要的部分——大脑，即 CPU，由它完成计算、控制等操作。单片机的四个 I/O 口就像人的大脑获取外界信息的渠道一样，由它来完成信息的传送，即单片机通过 P0、P1、P2、P3 口和 CPU 之间进行数据的传送。单片机的 RAM 就像人计算时的稿纸一样用来存放中间结果，而 ROM 就像人做记录的笔记本一样，用来存放程序。而时钟电路就像人确定时间的手表一样，单片机通过时钟电路产生一定周期的矩形波来确定时间。定时器就像我们的闹钟一样用来实现定时，计数器就像我们的计算器一样用来实现计数功能。而串行口就像我们的手机一样用来实现单片机与单片机之间的通信。而中断就像我们的报警装置可以对一些紧急情况进行监控。

1. CPU

单片机的核心部分是 CPU，由运算器、控制器和布尔（位）处理器组成。8051 单片机的 CPU 是 8 位数据宽度的微处理器。

(1) 运算器。运算器主要由 8 位算术逻辑运算单元 ALU、8 位累加器 ACC、8 位寄存器 B、程序状态字寄存器 PSW 和暂存寄存器等组成。运算器主要负责算术运算、逻辑运算和位操作运算，包括：累加器 (ACC)、程序状态字 (PSW)、暂存器、B 寄存器等部件。

① 累加器 ACC。累加器为 8 位寄存器，是程序中最常用的专用寄存器，在指令系统中累加器的助记符为 A。大部分单操作数指令的操作取自累加器，很多双操作数指令的一个操作数也取自累加器。加、减乘和除等算术运算指令的运算结果都存放在累加器 A 或 AB 寄存器中，在变址寻址方式中累加器被作为变址寄存器使用。在 MCS-51 中由于只有一个累加器，而单片机中的大部分数据操作都是通过累加器进行的，故累加器的使用是十分频繁的。

② B 寄存器。B 寄存器为 8 位寄存器，主要用于乘除指令中。乘法指令的两个操作数分别取自累加器 A 和寄存器 B，其中 B 为乘数，乘法结果的高 8 位存放于寄存器 B 中。除法指令中，被除数取自 A，除数取自 B，除法的结果商数存放于 A，余数存放于 B 中。在其他指令中，B 寄存器也可作为一般的数据单元来使用。

③ 算术/逻辑部件。算术/逻辑部件 ALU 是用于对数据进行算术运算和逻辑操作的执行部件，由加法器和其他逻辑电路（移位电路和判断电路等）组成。在控制信号的作用下，完成算术加、减、乘、除和逻辑与、或、异或等运算，以及循环移位操作、位操作等功能。

④ 程序状态字 PSW。程序状态字是一个 8 位寄存器，它包含程序的状态信息。在状态字中，有些位状态是根据指令执行结果，由硬件自动完成设置的，而有些状态位则必须通过软件方法设定。PSW 中的每个状态位都可由软件读出，PSW 的各位定义如表 1.2 所示。

表 1.2 PSW 的各状态位定义

位序	PSW. 7	PSW. 6	PSW. 5	PSW. 4	PSW. 3	PSW. 2	PSW. 1	PSW. 0
位标志	CY	AC	FO	RS1	RS0	OV	/	P

a. CY：进位标志位。在执行某些算术和逻辑指令时，可以被硬件或软件置位或清零。在算术运算中它可作为进位标志，在位运算中，它作为累加器使用，在位传送、位与和位或等位操作中，都要使用进位标志位。

b. AC：辅助进位标志。进行加法或减法操作时，当发生低四位向高四位进位或借位时，AC 由硬件置位，否则 AC 位被置“0”。在进行十进制调整指令时，将借助 AC 状态进行判断。

c. 用户标志位。该位为用户定义的状态标记，用户根据需要用软件对其置位或清零，也可以用软件测试 FO 来控制程序的跳转。

d. RS1 和 RS0：寄存器区选择控制位。该两位通过软件置“0”或“1”来选择当前工作寄存器区，如表 1.3 所示。

e. OV：溢出标志位。当执行算术指令时，由硬件置位或清零来指示溢出状态。在带符号的加减运算中，OV = 1 表示加减运算结果超出了累加器 A 所能表示的符号数有效范围（-128 ~ +127），即运算结果是错误的，反之，OV = 0 表示运算正确，即无溢出产生。