



工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目



21 世纪高职高专机电工程类规划教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JDIANGONGCHENGLI GUIHUA JIAOCAI

单片机应用技术 项目教程

D

anpianji Yingyong Jishu
Xiangmu Jiaocheng

■ 李萍 田红彬 主编
张池 邹琦 副主编

- 基于工作过程编写教材，从职业岗位需求出发，采用 C 语言编程
- proteus 软件仿真教学，编程方法模板化
- 任务循序渐进，易于实现，具有综合性和系统性



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部高职高专“十二五”规划教材立项项目



21世纪高职高专机电工程类规划教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JDIANGONGCHENGLI GUIHUA JIAOCAI

单片机应用技术 项目教程

■ 李萍 田红彬 主编
张池 邹琦 副主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

单片机应用技术项目教程 / 李萍, 田红彬主编. —
北京: 人民邮电出版社, 2012. 3
21世纪高职高专机电工程类规划教材
ISBN 978-7-115-27065-8

I. ①单… II. ①李… ②田… 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260098号

内 容 提 要

本书结合目前最新的职业教育改革要求, 通过十几个典型工作任务, 按照基于工作过程的编写思路, 主要介绍单片机开发工具软件 (KEIL、PROTEUS)、C51 程序设计、单片机内部资源的应用、人-机交互处理、数据通信处理、A/D 与 D/A 转换接口以及单片机综合应用系统设计等内容。本书注重技能训练, 内容贴近电子行业的职业岗位需求, 具有很强的实用性、可读性和可操作性。

本书适用于高职、高专的电子信息类、通信类、自动化类、机电类专业作为单片机技术课程的教材, 也可作为应用型本科院校、中职和培训班的教材以及电子产品设计人员的参考书。

21 世纪高职高专机电工程类规划教材

单片机应用技术项目教程

-
- ◆ 主 编 李 萍 田红彬
副 主 编 张 池 邹 琦
责任编辑 李育民
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10.5 2012 年 3 月第 1 版
字数: 259 千字 2012 年 3 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-27065-8

定价: 24.80 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前言

单片机技术是电子技术领域中应用最广泛的一项技术，如工业控制、智能仪器仪表、机电一体化产品、家用电器等领域，因此，大专院校普遍开设了这门课程，并且各专业的课程设计、毕业设计和科研项目都广泛应用了单片机。

本书是河南省高等教育教学改革研究省级立项项目（2009SJGL×385）的主要成果，作者从事多年单片机课程的教学和实践，对初学者的需求和认知特点比较了解，本书在编写过程中，对职业岗位进行了深入的调查分析，参阅了大量国内外文献资料，并结合多年的教学与实践经验，全方位多角度地体现了高职教育的教学特色。与目前国内大量单片机教材相比，该书的特点有以下几个方面。

1. 基于工作过程编写教材

在结构的编排上，打破多年来沿用的学科体系的并行结构，采用“串行结构”。以培养能力为主线，以工作过程为参照系，将陈述性知识与过程性知识、理论知识与实践知识整合，以实现知识和实践技能的融合。知识总量遵循高职教育“适度、够用”的原则，顺应学生的认知心理顺序，适应高职学生的就业方向。

2. 从职业岗位需求出发，采用 C 语言编程

传统的单片机教学采用汇编语言进行控制程序设计。对于高职学生，汇编语言不易理解，可读性差，很难掌握其编程方法。在实际工作中，单片机应用产品的开发大多采用 C 语言。本书将把相关的 C 语言知识进行有机的、覆盖性的分解，然后融入工作任务的实现过程中，让学生在技能训练中逐渐掌握编程方法。

3. PROTEUS 软件仿真教学，编程方法模板化

本教材所采用的 PROTEUS 软件仿真教学和编程方法模板化是作者多年教学、科研实践经验的积累和总结，可以有效解决高职学生学习单片机中的实践和编程两大难题。

4. 项目任务循序渐进，易于实现，具有综合性和系统性

项目任务紧扣培养目标，易于实现、循序渐进，每个任务既相对独立，又具有扩展性，任务内容避免过大过繁，以实现即学即用，尽快缩短从初学到使用之间的距离。综合应用任务综合大部分单元的训练内容，并引入大量实际设计经验，体现技能训练的综合性和系统性。

5. 叙述直观生动，增强可读性和可操作性

在叙述方式上，元件清单和元件实物图、电路原理图和实物图相对照，增强可读性；操作步骤具体详尽，引导读者动手完成设计，具有较强的可操作性。

本书由漯河职业技术学院的李萍和河南职业技术学院的田红彬担任主编，漯河职业技术学院的张池和邹琦任副主编。全书由李萍、田红彬制定提纲，李萍统稿、定稿。李萍编写了模块二和模块五，田红彬编写了模块三，张池编写了模块一和附录，邹琦编写了模块四和模块六。李文明、王立朋进行了资料搜集和部分绘图工作，韩玉平、刘双洋对各实训任务进行了调试。

在编写本书过程中，编者参考了许多文献资料，在此向各文献资料的作者表示感谢。

由于编者知识水平和经验有限，加之时间仓促，书中难免存在不妥或错误之处，敬请广大读者批评指正。

编者电子邮箱 LPSHEEP@126.COM。

编 者

2012年1月

目 录

模块一 单片机应用系统入门..... 1	任务二 音乐门铃的制作.....50
任务 流水灯的制作..... 1	一、任务导入.....50
一、任务导入..... 1	二、知识链接.....50
二、知识链接..... 1	(一) C51 函数.....50
(一) 51 单片机简介..... 1	(二) 单片机的中断系统.....52
(二) 单片机的外部引脚..... 3	(三) 定时/计数器.....58
(三) 单片机的时钟、复位电路..... 5	三、任务实施.....64
(四) 单片机开发系统..... 6	(一) 准备器件、工具.....64
(五) KEIL C51 集成开发	(二) 实施步骤.....64
环境的使用..... 10	四、任务小结.....65
(六) PROTEUS 仿真软件的使用..... 19	习题.....65
三、任务实施..... 23	模块三 人-机交互处理.....69
(一) 准备器件、工具..... 23	任务一 LED 广告牌的制作.....69
(二) 实施步骤..... 24	一、任务导入.....69
四、任务小结..... 24	二、知识链接.....70
习题..... 24	(一) 数组.....70
模块二 单片机内部资源的应用	(二) LED 数码显示.....72
实践..... 26	三、任务实施.....77
任务一 模拟交通灯的制作..... 26	(一) 准备器件、工具.....77
一、任务导入..... 26	(二) 实施步骤.....77
二、知识链接..... 26	四、任务小结..... 78
(一) 单片机的内部结构..... 26	任务二 大屏幕广告牌的制作..... 79
(二) 单片机的存储器结构..... 28	一、任务导入.....79
(三) 单片机的并行 I/O 接口..... 34	二、知识链接.....79
(四) C51 的数据类型、	(一) LED 点阵显示器的
常量和变量..... 35	结构与原理.....79
(五) C51 的运算符和表达式..... 38	(二) LED 点阵显示技术.....82
(六) C51 程序的基本语句..... 43	三、任务实施.....84
三、任务实施..... 48	(一) 准备器件、工具.....84
(一) 准备器件、工具..... 48	(二) 实施步骤.....84
(二) 实施步骤..... 48	四、任务小结.....85
四、任务小结..... 49	任务三 LCD 广告牌的制作.....86

一、任务导入	86	二、知识链接	128
二、知识链接	86	(一) 典型 A/D 转换芯片	
(一) LCD 液晶显示器及其种类	86	ADC0809	129
(二) 字符型 LCD 的初始化	88	(二) ADC0809 与单片机的接口应用	131
(三) 字符型 LCD 的基本操作	90	三、任务实施	133
三、任务实施	96	(一) 准备工具	133
(一) 准备器件、工具	96	(二) 实施步骤	133
(二) 实施步骤	96	四、任务小结	134
四、任务小结	98	任务二 锯齿波发生器的设计	135
任务四 数码显示按键值的制作	98	一、任务导入	135
一、任务导入	98	二、知识链接	136
二、知识链接	98	(一) 典型 D/A 转换芯片	
(一) 按键简介	99	DAC0832	136
(二) 独立式按键	100	(二) DAC0832 与单片机的接口应用	137
(三) 矩阵式键盘	101	三、任务实施	140
三、任务实施	104	(一) 准备工具	140
(一) 准备器件、工具	104	(二) 实施步骤	140
(二) 实施步骤	104	四、任务小结	142
四、任务小结	106	习题	142
习题	106	模块六 综合应用	144
模块四 数据通信处理	108	任务 可调式电子钟的制作	144
任务 单片机与 PC 串口通信设计	108	一、任务导入	144
一、任务导入	108	二、知识链接	145
二、知识链接	108	(一) 74LS245 简介	145
(一) 指针	108	(二) 软件设计	145
(二) 串行通信基础	111	三、任务实施	148
(三) 串行接口的结构和工作方式	113	(一) 准备器件、工具	148
(四) 常用串行通信接口标准	117	(二) 实施步骤	148
(五) 串行接口通信编程基础	119	附录 C51 部分库函数	150
三、任务实施	125	一、绝对地址访问 absacc.h	150
(一) 准备工具	125	二、内部函数 intrins.h	150
(二) 实施步骤	125	三、数学函数 math.h	153
四、任务小结	126	四、一般 IO 函数 stdio.h	156
习题	126	参考文献	160
模块五 A/D 与 D/A 转换接口的应用	128		
任务一 简易数字电压表的设计	128		
一、任务导入	128		

模块一

单片机应用系统入门

【能力目标】

- 掌握单片机最小系统——流水灯的程序调试和印制电路板的制作

【知识目标】

- 理解单片机的概念
- 掌握单片机外部引脚、单片机的时钟复位电路
- 学会 KEIL 和 PROTEUS 的联合仿真调试
- 能够独立焊接流水灯印制电路板

任务 流水灯的制作

一、任务导入

本项目从制作单片机控制流水灯入手,让读者对单片机、单片机应用系统有一个感性的认识,对单片机系统的基本开发过程有一个大致的了解,理解单片机外部引脚的一些知识。

电路实物如图 1-1 所示,8 只 LED 从左到右循环流动点亮,产生流水灯(走马灯)效果。

二、知识链接

(一) 51 单片机简介

单片机是微型计算机的一个重要分支。将运算器、控制器、存储器和各种 I/O(输入/输出)接口等计算机的主要部件集成在一块芯片上,就能得到一个单芯片的微型计算机,它虽然只是一个芯片,但在组成和功能上已经具有

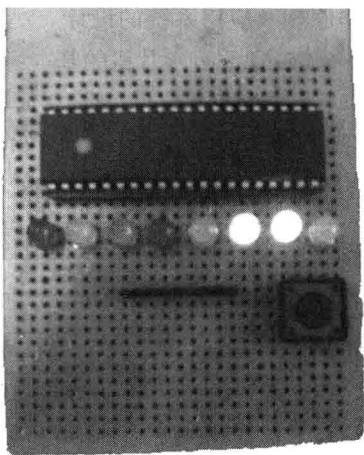


图 1-1 流水灯实物图

了计算机系统的特点，因此称之为单片微型计算机（Single-Chip Microcomputer），简称单片机。由于单片机的设计通常是面向控制、嵌入对象体系中的，有别于通用的微型计算机，因此又称为微控制器（Micro-Controller）、嵌入式微控制器（Embedded-Micro-Controller）。

单片机上是一个芯片。它具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等优点，单片机技术作为计算机技术的一个重要分支，广泛地应用于工业控制、智能化仪器仪表、家用电器、电子玩具等各个领域。

1. 单片机的发展历程

单片机的发展历程通常可划分成4个阶段。

(1) 第一阶段（1976—1978）：单片机的探索阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。MCS-48 的推出是在工控领域的探索，参与这一探索的公司还有 Motorola、Zilog 等，都取得了满意的效果。这就是 SCM 的诞生年代，“单片机”一词即由此而来。

(2) 第二阶段（1978—1982）：单片机的完善阶段。Intel 公司在 MCS-48 基础上推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机体系结构。

- ① 完善的外部总线。
- ② CPU 外围功能单元的集中管理模式。
- ③ 体现工控特性的位地址空间及位操作方式。
- ④ 指令系统趋于丰富和完善，并且增加了许多突出控制功能的指令。

(3) 第三阶段（1982—1990）：8 位（bit）单片机的巩固发展及格 16 位单片机、32 位单片机推出阶段。继 8 位单片机之后，Intel 公司又在 1983 年推出了 16 位单片机 MCS-96 系列。与 MCS-51 相比，MCS-96 不但字长增加一倍，而且在其他性能方面也有很大提高，如在片内增加一个 4 路或 8 路的 10 位 A/D（模拟/数字）转换器，具有 A/D 转换功能等等。

(4) 第四阶段（1990 至今）：微控制器的全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面深入地发展和应用，出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位/16 位/32 位通用型单片机，以及小型廉价的专用型单片机。现在，89S51 目前已经成为了实际应用市场上新的宠儿，作为市场占有率第一的 Atmel 目前公司已经停产 AT89C51，将用 AT89S51 代替。

2. MCS-51 系列单片机

本书以目前使用最为广泛的 MCS-51 系列 8 位单片机为研究对象，介绍单片机的硬件结构、工作原理及应用系统的设计。

MCS-51 系列单片机的基本组成虽然相同，但各厂商所派生出来的产品在内部结构上（如并行接口（简称并口）、串行接口（简称串口）、定时器、中断源数目）却有所不同。典型的单片机产品资源配置见表 1-1，表中列出了 MCS-51 系列典型产品的型号和性能指标，下面对此进行简要说明。

表 1-1 MCS-51 系列产品资源配置

类 型	芯片型号	片内存储器类型及容量		片内其他功能单元配置				
		ROM	RAM	并行接口	中断源	定时/计数器	串行接口	
总线型	基本型	80C31	—	128B	4 个	5 个	2 个	1 个
		80C51	4KB 掩摸	128B	4 个	5 个	2 个	1 个
		87C51	4KB EPROM	128B	4 个	5 个	2 个	1 个
		89C51	4KB Flash	128B	4 个	5 个	2 个	1 个
		89S51	4KB ISP Flash	128B	4 个	5 个	2 个	2 个

续表

类 型	芯片型号	片内存储器类型及容量		片内其他功能单元配置			
		ROM	RAM	并行接口	中断源	定时/计数器	串行接口
总线型 增强型	80C32	—	256B	4 个	6 个	3 个	1 个
	80C52	8KB 掩摸	256B	4 个	6 个	3 个	1 个
	87C52	8KB EPROM	256B	4 个	6 个	3 个	1 个
	89C52	8KB Flash	256B	4 个	6 个	3 个	1 个
	89C2051	2KB Flash	128B	2 个	5 个	2 个	1 个
非总线型	89C4051	4KB Flash	128B	2 个	5 个	2 个	1 个

注：总线型即总线型单片机，采用总线结构，由于要进行总线控制，因此引脚数量较多。

非总线型即非总线型单片机，无须进行总线扩展，引脚数量较少，如 89C2051，见图 1-2。

注：B 即字节，计算机存储单位。ROM 即只读存储器（Read-Only Memory）。RAM 即随机存取存储器（Random-Access Memory）。

（1）基本型与增强型。

① 基本型。基本型单片机型号的末位数字为“1”，如 80C51。这类单片机能满足基本的控制要求，对于一般的单片机控制系统是够用的。

② 增强型。增强型单片机型号的末位数字为“2”，如 80C52。这类单片机在存储器配置和中断定时控制等方面进行了加强。

（2）片内 ROM 类型。

① 无 ROM（即 ROMless）型。如 80C31，应用时要在片外扩展程序存储器，目前这种型号已被淘汰。

② 掩模 ROM（即 MaskROM）型。如 80C51，用户程序只能由芯片生产厂商写入，不能更改，适合成型后的批量生产。

③ EPROM 型。如 87C51，用户程序由编程器写入，通过紫外线照射擦除，使用起来不方便。

④ FlashROM 型。如 AT89C51、AT89S51，用户程序可以经由电写入或者电擦除，这是当前的主流芯片。本书所有实训均以 AT89C51、AT89S51 实现。

（二）单片机的外部引脚

80C51 系列单片机有双列直插式（Dual In-Line Package, DIP）、方形扁平式（Quad Flat Pack, QFP）等多种封装形式。下面以常用的总线型 DIP40 封装（见图 1-3）和非总线型 DIP20 封装（见图 1-2）为例进行说明。

AT89S51 与 80C51 相比，外形引脚完全相同。

1. 总线型 DIP40 引脚

① 电源引脚（2 个）。

- VCC：接+5V 电源。
- VCC：地端。

② 外接晶体引脚（2 个）。

- XTAL1：外接晶振输入端（采用外部振荡器，此引脚接地）。

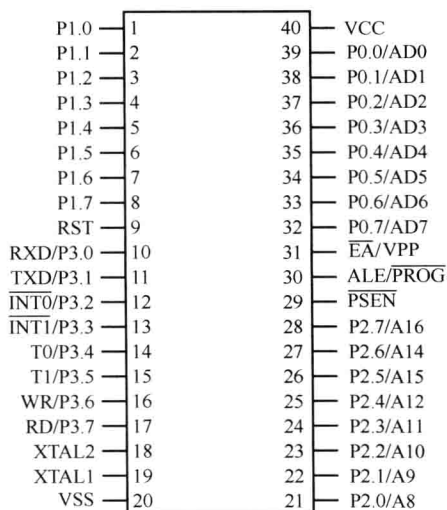


图 1-2 80C51 系列单片机 DIP40 封装引脚排列图

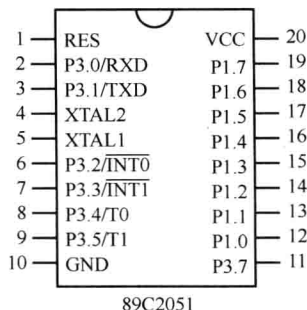


图 1-3 非总线型 DIP20 引脚

- XTAL2: 外接晶振输入端 (采用外部振荡器, 此引脚作为外部振荡信号输入端)。
- ③ 并行输入/输出引脚 (32 个, 分成 4 个 8 位接口)。
- P0.0~P0.7: 通用 I/O 引脚或数据/低 8 位地址总线复用引脚。
 - P1.0~P1.7: 通用 I/O 引脚。
 - P2.0~P2.7: 通用 I/O 引脚或高 8 位地址总线复用引脚。
 - P3.0~P3.7: 通用 I/O 引脚或第二功能引脚 (RXD、TXD、 $\overline{\text{INT0}}$ 、 $\overline{\text{INT1}}$ 、T0、T1、 $\overline{\text{WR}}$ 、 $\overline{\text{RD}}$)
- ④ 控制引脚 (4 个)。
- RST/VPD: 复位信号输入引脚/备用电源输入引脚。
 - ALE/ $\overline{\text{PROG}}$: 地址锁存允许信号输入引脚/编程脉冲输入引脚。
 - $\overline{\text{EA}}$ /VPP: 内外存储器选择引脚/片内 EPROM (或 FLASHROM) 编程电压输入引脚。
 - PSEN: 片外程序存储器读选通信号输出引脚。
- ## 2. 非总线型 DIP20 引脚
- ① 电源引脚 (2 个)。
- VCC: 接+5V 电源。
 - GND: 接地端。
- ② 外接晶体引脚 (2 个)。
- XTAL1: 引脚晶振输入端 (采用外部振荡器时, 此引脚接地)。
 - XTAL2: 外接晶振输入端 (采用外部振荡器时, 此引脚作为外部振荡器信号输入端)。
- ③ 并行输入/输出引脚 (15 个)。
- P1.0~P1.7: 通用 I/O 引脚 (P1.0 和 P1.1 兼作模拟信号输入引脚 AIN0、AIN1)。
 - P3.0~P3.5、P3.7: 通用 I/O 引脚或第二功能引脚 (P3.0~P3.5 兼作引脚 RXD、TXD、 $\overline{\text{INT0}}$ 、 $\overline{\text{INT1}}$ 、T0、T1)。

④ 控制引脚（1个），RST 复位信号输入引脚。

（三）单片机的时钟、复位电路

1. 时钟信号的产生

单片机可以利用图 1-4（a）和（b）所示的两种形式产生片内的时钟信号，为单片机内部的各种操作提供时间基准。

由图 1-4 所示可见，单片机内部有一个振荡器，其 XTAL1 端和 XTAL2 端必须外接石英晶体和微调电容，其中电容 C_1 、 C_2 对振荡频率选择范围为 1.2~12MHz。单片机也可以使用外部时钟，此时，XTAL2 端用来输入外部时钟信号，而 XTAL1 端则接地。

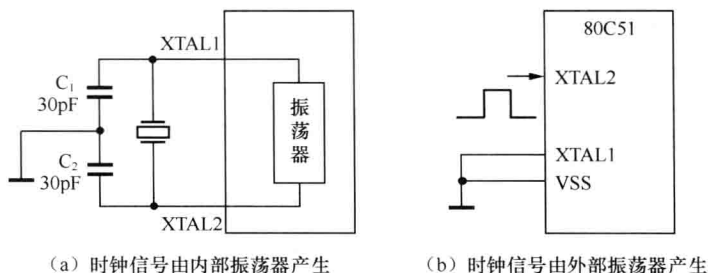


图 1-4 80C51 单片机时钟电路

2. 时序

描述单片机时序的基本单位有节拍、状态、回去、机器周期和指令周期。

① 振荡周期 P 。由石英晶体振荡器产生的时钟信号的周期称为振荡周期，用 P 表示，它是 80C51 单片机中最小的时序单位。

② 状态周期 S 。对时钟信号二分频后所形成的脉冲信号周期称为状态周期，用 S 表示。每个状态周期 S 包含 2 个振荡周期，分别记做 P_1 、 P_2 ，所以 $1S=2P$ 。

③ 机器周期。单片机完成一个基本操作所需的时间称为机器周期。一个周期包含 12 个振荡周期，即 6 个状态周期，依次表示为 $S_1 \sim S_6$ 。如果采用 6MHz 晶体振荡器，则每个机器周期为 $2\mu s$ 。

④ 指令周期。CPU 执行一条指令所需要的时间是一个指令周期，它是时序中最大的时间单位。一个指令周期通常含有 1~4 个机器周期。80C51 单片机只有乘法和除法 2 条指令占用 4 个机器周期；其余指令只需 1~2 个机器周期就能完成。

3. 复位电路

无论是在乘机刚开始接上电源时，还是断电后或者发生故障后都要复位。单片机复位是使 CPU 和系统中的其他功能部件都恢复到一个确定的初始状态，并从这个状态开始工作，如复位后 $PC=0000H$ ，使单片机从程序存储器的第一个单元取指令执行。单片机复位时间在 5ms 以内。

单片机复位的条件是，复位信号引脚 RST/VPD，保持 2 个机器周期以上的高电平。复位后，单片机从程序存储器 0000H 单元开始执行程序。当单片机运行出错或进入死循环后，也可以利用复位操作进行重新启动。单片机复位后不改变片内 RAM 中的内容，复位后各专用寄存器的状态见表 1-2。

表 1-2 SFR 复位后的初始状态

SFR	初始状态	SFR	初始状态
ACC	00H	TMOD	00H
B	00H	TCON	00H
PSW	00H	TH0	00H
SP	07H	TL0	00H
DPL	00H	TH1	00H
DPH	00H	TL1	00H
P0~3	0FFH	SBUF	不定
IP	×××00000B	SCON	00
IE	0××00000B	PCON	0×××0000B

常用的 51 单片机的复位方法有以下 2 种。

① 上电复位。打开电源后，利用 R、C 充电自动完成上电复位。当晶体振荡器采用 6MHz 时，复位电路如图 1-5 (a) 所示。

② 上电复位兼手动复位。既可以在上电复位，有可以利用按键闭合，使单片机复位引脚保持 2 个机器周期以上的高电平，完成手动复位功能。电路如图 1-5 (b) 所示。

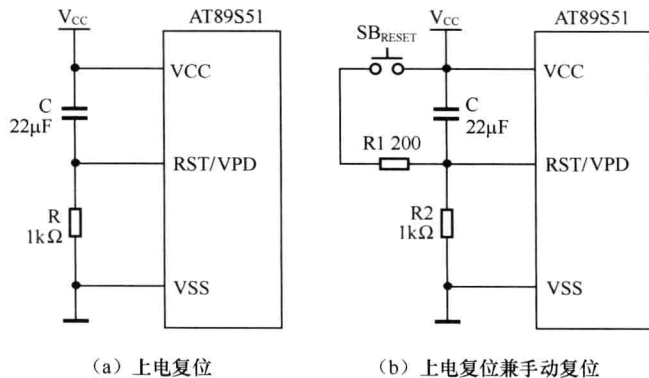


图 1-5 复位电路

(四) 单片机开发系统

1. 单片机系统

单片机只集成了计算机的一些基本组成部件，无法将计算机的全部电路都集成到其中，如组成时钟和复位电路的石英晶体、电阻、电容等。此外，在实际的控制应用中，还经常需要扩展外围电路和外围芯片，如存储器、定时器/计数器、中断源等。因此，单片机系统是指在单片机芯片的基础上辅以必要的外围设备构成的具有一定应用能力的计算机系统。它包括硬件和软件 2 部分。图 1-6 所示为单片机系统的组成框图。

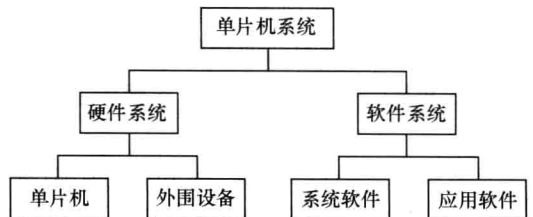


图 1-6 单片机系统的组成

2. 单片机应用系统及开发

单片机应用系统是能满足控制对象全部要求的电路系统和应用软件的总称。它在单片机系统的基础上配置了面向对象的电路,如面向监测对象的前向通道接口电路、面向控制对象的后向通道接口电路、键盘、显示器、打印机等人机交互通道接口、满足远程数据通信要求的串行通信接口等。

单片机应用系统的开发设计包括硬件和软件 2 部分,开发设计流程如图 1-7 所示。

- ① 对单片机应用系统进行系统分析,确定系统设计的思路。
- ② 根据设计思路画出硬件设计原理图,并利用电路仿真软件 PROTEUS 进行电路仿真,仿真通过后,制作硬件电路。
- ③ 根据输入/输出应用系统的要求,进行软件设计,编制源程序,进行编译并生成可执行目标文件.HEX 和.BIN 文件。
- ④ 利用 KEIL 及 PROTEUS 等工具软件进行仿真调试、修改直至达到预期效果;也可以将仿真器与设计好的硬件相连接,仿真运行直至达到预期效果。
- ⑤ 将程序下载至单片机芯片。
- ⑥ 将单片机芯片插入电路中的单片机插座,脱机运行。

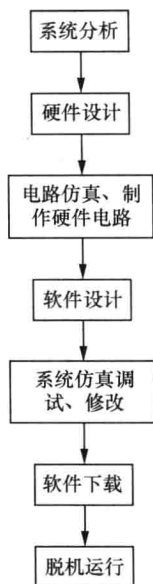


图 1-7 开发流程

3. 仿真器、编程器与实验板

(1) 仿真器。仿真是单片机开发过程中非常重要的一个环节,除了一些极简单的任务,一般产品开发过程都要进行仿真。仿真就是利用仿真器来代替应用系统(称目标机)的单片机部分,对应用电路进行检测和调试,它的主要功能就是仿真各种型号的单片机的功能。

仿真通常分为 2 类:软件仿真和硬件仿真。前者成本低、使用方便,可以模拟硬件进行实时调试。后者可以对实际的系统硬件进行实时调试和故障差别,但需购买仿真器和实验板(或



图 1-8 SP-51 单片机仿真器

者自行研发的系统印制电路板),目前国内有多种品牌的仿真器,如万利、伟福等,价格从几百到上千不等,价格越贵的可以仿真的单片机种类越多,一般带有专用仿真软件和使用说明书。

一个最简单、价格最低、使用通用仿真软件 KEIL 的仿真器如图 1-8 所示。它可以仿真的单片机芯片见表 1-3。它一般主要由以下几个部分构成。

表 1-3

SP-51 仿真器支持以下 51 系列单片机芯片仿真

Atmel 公司	AT89C51、AT89C52、AT89S51、AT89S52、AT89C1051(需使用 AT205*仿真头)、AT89C2051(需使用 AT205*仿真头)、AT89C4051(需使用 AT205*仿真头)、AT89LV52、AT89S53、AT89LS53、AT89C55、AT89LV55 等
Philips 公司	P80C54、P80C58、P87C54、P87C58、P87C524、P87C528 等
Winbond 公司	W78C54、W78C58、W78E54、W78E54 等
Inter 公司	i87C54、i87C58、i87L54、i87L58、i87C51FB、i87C51FC 等
Siemens 公司	C501-1R、C501-1E、C513A-H、C503-1R、C504-2R 等
Temic 公司	80C51、80C52、83C154、83C154D、89C51、87C52 等

Dallas 公司	DS83C520、DS87C520 等
ISSI 公司	IS80C52、IS89C51、IS89C52 等
SST 公司	SST89C54、SST89C58 等

① 仿真器主机：完成最主要的仿真功能，即单片机功能仿真。

② 仿真器电源：为仿真器主机提供工作电源。

③ 仿真头：根据单片机的封装形式，有针状或其他形状插座，可以插入用户目标板的插座中。另一端通过仿真电缆连接到仿真主机，把仿真主机和用户目标开发板连接起来。

④ 电缆：连接仿真器主机和开发人员的计算机。根据仿真器型号的不同，通信电缆可能是 RS232 串口电缆、并口电缆或 USB 电缆。电脑的串口和并口不支持热插拔，在联机后，如果带电插拔仿真器就可能导致接口电路 MAX232 损坏，因此插拔时保证仿真器或者电脑至少有一方的电源是断开的。

(2) 编程器（烧录器）。编程器的种类很多，这里介绍一款最简单的编程器——SP-51Pro 编程器，如图 1-9 所示。SP-51Pro 编程器可以烧录 Atmel 公司系列单片机芯片，性能稳定，烧录速度快，性价比高。支持的芯片型号有 AT89C51、C52、C55 等。

① 硬件连接。

- 通信电缆与编程器连接好。
- 将串口插头插入电脑串口。
- USB 插头插入电脑任一个 USB 口，此时编程器上 LED 点亮，表明电源接通。

② 软件使用。软件 Easy 51Pro 支持 Win9x/me/2000/NT，标准 Windows 操作界面。不需要安装，直接把相关的软件拷贝到硬盘中，运行其中的 Easy 51Pro 程序即可。

程序启动后，会自动检测硬件及连接，状态框中显示“就绪”字样，表示编程器连接和设置均正常。否则请检查硬件连接和接口设置，如图 1-10~图 1-12 所示。

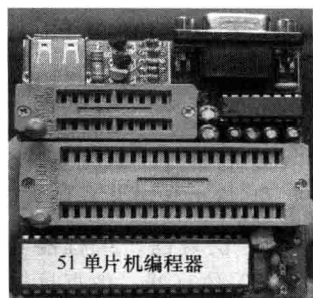


图 1-9 编程器

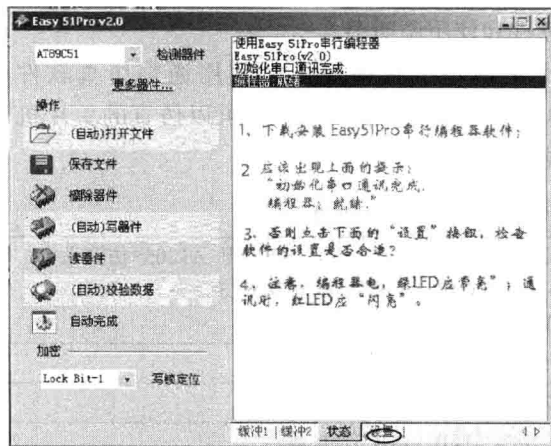


图 1-10 连接编程器

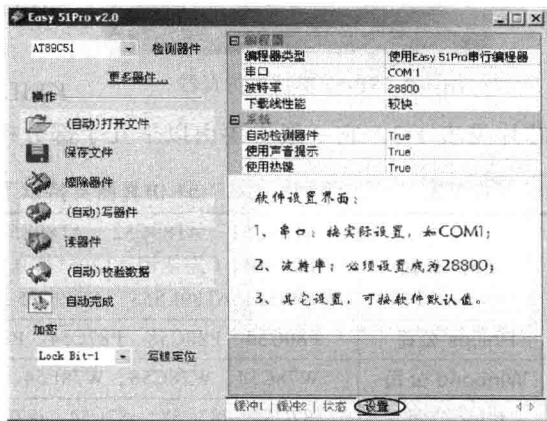


图 1-11 软件设置

把单片机芯片正确地放到编程器的相应插座上，注意，芯片的缺口要朝向插座的把手方向。芯片

放好后,就可以对芯片进行读(R)、写(W)操作,如图 1-13 所示。读写操作按下面的步骤进行。

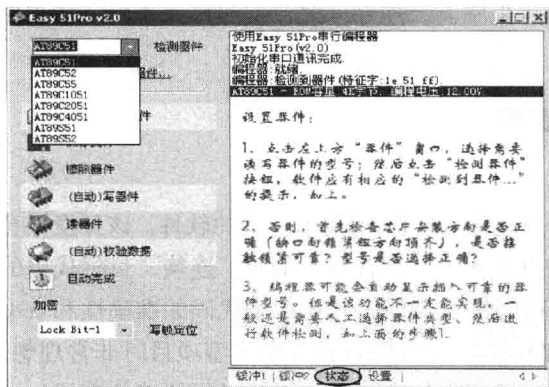


图 1-12 设置器件类型

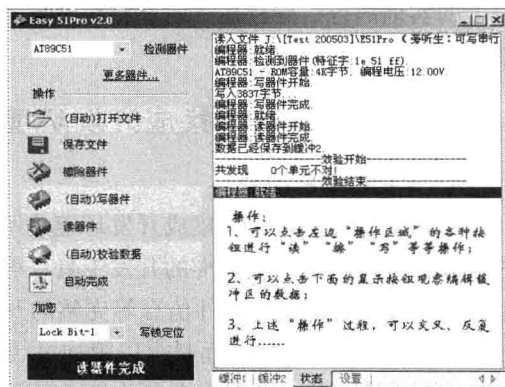


图 1-13 读、写操作

- 程序运行,请先选择器件(点下选框)。
- 用“打开文件”选择打开要编写的.HEX 和.BIN 文件。
- 用“保存文件”可以保存读出来的文件。
- 用“擦除器件”擦除芯片。
- 用“写器件”编程。
- 用“读器件”读取芯片中的程序,加密的读不出来。
- 用“校验数据”检查编程的正确与否。
- 用“自动完成”自动执行以上各步骤。
- “加密”选择加密的级数。

(3) 实验板。使用硬件仿真还需用到实验板(或者自行研发的系统印制电路板),图 1-14 所示为一个键盘、LED、LCD 显示实验板,比较简单,市面价格在百元左右,很适合初学者使用,板上

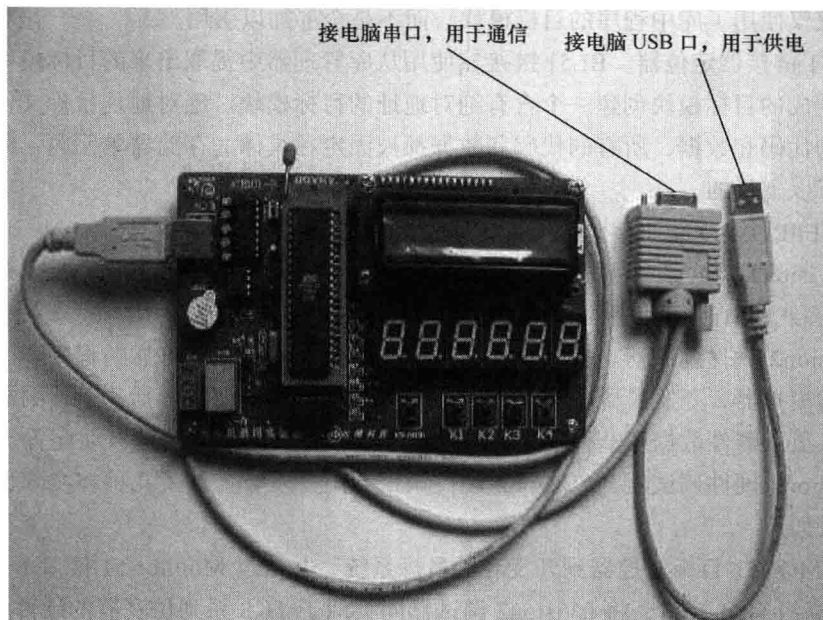


图 1-14 实验板

有 4 个按键、8 个发光二极管、6 个数码管 (LED) 和 1 个 LCD 显示屏, 可以进行本教材 70% 以上的实训内容。硬件仿真时, 将仿真器插入单片机座上, 连好电缆, 按照操作步骤一步步做就可以了。

(五) KEIL C51 集成开发环境的使用

1. KEIL IDE 简介

Keil IDE (μ Vision2) 集成开发环境是用于开发基于 80C51 内核单片机的软件。该开发平台内嵌多种符合当前工业标准的开发工具, 可以完成工程建立和管理、编译、连接、目标代码的生成、软件仿真、硬件仿真等完整的开发流程。其 C 编译工具在产生代码的准确性和效率方面达到了较高的水平, 而且可以附加灵活的控制选项, 这些特点在开发大型项目时非常理想。由于 KEIL 本身是一个纯软件的东西, 不能直接完成硬件仿真功能, 因此必须挂接仿真器的硬件才可以进行仿真。

KEIL IDE 包含以下基本功能模块。

(1) μ Vision2 IDE。 μ Vision2 IDE 包括一个工程管理器, 一个功能丰富并有交互式错误提示的编辑器, 选项设置生成工具, 以及在线帮助。可以使用 μ Vision2 创建源文件, 并将多个文件组成应用工程加以管理。 μ Vision2 可以自动完成编译、汇编、链接程序的操作, 使开发人员可以只专注开发工作的效果。

(2) C51 编译器和 A51 汇编器。由 μ Vision2 IDE 创建的源文件可以被 C51 编译器或 A51 汇编器处理生成可重定位的 Object 文件。KEIL C51 编译器遵照 ANSI C 语言标准支持 C 语言的所有标准特性, 另外还增加了几个可以直接支持 80C51 结构的特性。KEIL A51 宏汇编器支持 80C51 及其派生系列的所有指令集。

(3) LIB51 库管理器。LIB51 库管理器可以从由汇编器和编译器创建的目标文件建立相对应的目标库。这些库是按规定格式排列的目标模块, 可在以后被链接器所使用。当链接器处理一个库时, 仅仅使用了库中程序的目标模块, 而不是全部加以引用。

(4) BL51 链接器定位器。BL51 链接器使用从库管理器中提取出来的目标模块, 以及由编译器汇编器生成的目标模块创建一个含有绝对地址的目标模块。绝对地址目标文件或模块包括不可重定位的代码和数据, 所有的代码和数据都被固定在具体的存储器单元内。绝对地址目标文件可以用于以下目的。

- ① 编程 EPROM 或其他存储器设备。
- ② 由 μ Vision2 调试器对目标进行调试和模拟。
- ③ 使用在线仿真进行程序测试。

(5) μ Vision2 软件调试器。 μ Vision2 软件调试器可以进行快速可靠的程序调试。该调试器包括一个调整模拟器, 开发人员可以使用它模拟整个 80C51 系统, 包括片上外围器件和外部硬件。当开发人员从器件数据库选择单片机器件时, 这个器件的属性会被自动配置。

(6) μ Vision2 硬件调试器。 μ Vision2 硬件调试器向开发者提供了几种在实际目标硬件上测试程序的方法如下。

- ① 安装 MON51 目标监控器到开发者的目标系统, 并通过 Monitor-51 接口下载源程序。
- ② 使用高级 GDI 接口, 将 μ Vision2 调试器同类似于 TKS 系列仿真器的硬件系统相连接。通过 μ Vision2 的人-机交互环境指挥连接的硬件完成仿真操作。