



21世纪高职高专信息技术实训教材

单片机应用 实训教程

北京希望电子出版社 总策划
袁启昌 主 编
王宏宇 副主编
曹冬梅 赵永波 编 著



科学出版社

www.sciencep.com

单片机应用 实训教程

北京希望电子出版社 总策划
袁启昌 主 编
王宏宇 副主编
曹冬梅 赵永波 编 著



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书是与作者编著的《单片机原理及应用教程》配套的实训教程,全书共分两篇,第一篇为 MCS-51 型系列的单片机实训;第二篇为现在比较流行的 MSP430 系列 Flash 型单片机功能模块的实训。全书内容丰富,实用性强,便于教学,体现了高职高专的教育特色。本书既可作为高职高专院校应用电子技术、自动化、机电一体化、计算机应用等相关专业的实训教材,也可供从事机电控制和相关专业工作的技术人员学习单片机技术时参考与使用。

需要本书或技术支持的读者,请与北京清河 6 号信箱(邮编:100085)发行部联系,电话:010-82702660, 82702658, 62978181(总机)转 103 或 238 传真:010-82702698 E-mail: tbd@bhp.com.cn。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用实训教程 / 袁启昌主编; 曹冬梅, 赵永波

编著. —北京: 科学出版社, 2006.2

ISBN 7-03-016409-1

I. 单... II. ①袁...②曹...③赵... III. 单片微型计算机—教材

IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 125871 号

责任编辑: 李志云 / 责任校对: 王春桥

责任印刷: 双 青 / 封面设计: 梁运丽

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2006 年 2 月第一次印刷 印张: 9 3/8

印数: 1-3 000 字数: 208 000

定价: 18.00 元

21世纪高职高专信息技术教材编委会名单

(排名不分先后)

主 任 高 林

副主任 谢玉声

袁启昌

胡伏湘

陆卫民

委 员

阮东波

龙 超

杨丽群

王东红

罗映峰

侯晓华

连晋平

冯矢勇

杨章静

唐伟奇

徐 萍

尹 静

慕东周

李 淼

田 更

朱作付

李超燕

吴 军

杨旭东

景朋森

杨金龙

米 昶

陈孟建

崔俊杰

孙 杰

宗小翀

陈翠娥

唐燕青

韦 伟

陈 春

刘 毅

袁海宁

徐建华

邱建国

曹冬梅

郑明红

蒋建强

陈彦许

韩素华

王趾成

崔会军

张光瑞

总 序

高等职业教育目前已成为我国高等教育的重要组成部分,对于推动我国社会主义现代化建设起着不可忽视的作用。计算机教育在整个高职教育中有着举足轻重的地位,因为计算机的普及已经涉及到各个行业。对于传统的学习计算机知识的方法即理论为主、应用为辅的教学模式,相对高职教育来说有些不太适合,针对这种情况,就需要一些符合高职教育特点的教材来满足这种需求。

为解决教材供需不平衡的矛盾,北京希望电子出版社与全国高等学校计算机基础教育研究会高职高专专业委员会联合组织国内十几所高职院校,聘请“双师”型教师共同编写针对高职特点的教材30多种,以及实训类教材10多种,并请专家论证了本套教材的体系、风格、结构、内容等方面的可行性与可操作性。该系列教材体现“重在能力素质培养”的目标,结合教育部的教学大纲要求,在实用性、新颖性、可读性几个方面都有所突破。

高职教材建设是教学改革重要的环节,高等职业技术教育专业设置要与劳动力市场需求相结合,教学内容与国家职业标准相衔接。采取“订单教学”的校企合作培养模式,实行学业文凭和职业资格两种证书制度,使一线技术人才培养实现教学与市场“零距离”、毕业生上岗“零适应期”。这种以市场为导向实行的订单教学,能够直接为用人单位培养实用型人才,是一条富有特色的职教之路,可以保证同学们将来在就业和升学两条渠道上有最大的发展空间。所以,高校就要突出应用技能培养的办学特色,按照人才市场供求信号进行学科、专业和教学内容的调整,以适应社会需要。在培养学生的知识、能力、技能方面都要与其他综合性本科院校有所区别。

本系列教材就是遵循这种订单式教学的需要,一方面是设定系统理论知识的教材,这种教材的内容按照“必需、够用”的原则,构筑坚实的具有高职特色的理论体系基础;另一方面是训练职业动手能力的实训教材,按照“切实、实用”的原则,培养动手能力强的人才。以上两种教材相互配合,既可以单独使用,也可以配套使用。

高职教材建设还在探索中,如何能满足企业对人才的需求,跟上时代发展的步伐,这些都是亟需解决的问题。本丛书旨在抛砖引玉,希望更多的优秀教师参与到教材建设中来,真诚希望广大教师、学生与读者朋友在使用本丛书过程中提出宝贵意见和建议,为下一次的修订与改版做准备,使本丛书日臻完美。

若有投稿或建议,请发至本丛书出版者电子邮件: textbook@bhp.com.cn。

21世纪高职高专信息技术教材编委会

前 言

随着电子技术和计算机技术的不断发展，单片机技术已成为电子技术领域中的一个亮点，因此单片机技术已成为计算机应用专业和电子技术专业人员必须掌握的专业技术之一。

本书是与作者编著的《单片机原理及应用教程》配套的实训教程，主要介绍单片机的集成开发环境（IDE）的使用，以及各实训项目软件的编写、编译与调试过程。全书共分两篇，第一篇为 MCS-51 单片机实训，较系统地介绍了 MCS-51 型系列单片机的硬件结构、指令系统、程序设计、中断和定时技术、存储器扩展、输入/输出接口、串行通信及 A/D、D/A 接口实训等；第二篇为现在比较流行的 MSP430 系列 Flash 型单片机功能模块的实训，主要介绍 MSP430 系列 Flash 型单片机的看门狗模块、定时器模块、Flash 存储器模块、ADC12 模块及串行通信模块实训等。

本书注重理论联系实际，体现了高职高专的教育特色。本书既可作为高职高专院校应用电子技术、自动化、机电一体化、计算机应用等相关专业的实训教材，也可供从事机电控制和相关专业工作的技术人员学习单片机技术时参考与使用。

本书由袁启昌教授主编，王宏宇副主编，曹冬梅、赵永波编著。本书第一篇和第二篇中的第 1 章由赵永波编写，其余部分由曹冬梅编写，成书过程中得到张琦教授的大力帮助。另外，在本书的编写过程中，借鉴了许多同行教材的宝贵经验，在此一并表示衷心的感谢！由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 篇 MCS-51 单片机实训

第 1 章 Keil C51 软件使用详解	1
1.1 Keil C51 开发系统基本知识	1
1.2 Keil C51 工具包的安装	2
1.2.1 安装要求	2
1.2.2 安装	2
1.3 Keil C51 软件仿真环境的使用	2
1.3.1 开始	2
1.3.2 编译程序	5
1.3.3 调试、运行程序	6
1.4 Monitor 51 及其使用	7
1.4.1 Monitor 51 硬件结构	7
1.4.2 Monitor 51 与计算机的连接	8
1.4.3 Monitor 51 的使用配置	9
1.5 Keil C51 的 C 语言编程	10
1.6 Keil C51 菜单详述	10
1.6.1 μ Vision2 的窗口	11
1.6.2 μ Vision2 的菜单功能	13
第 2 章 MCS-51 单片机硬件结构实训	23
2.1 实训项目一: 工作寄存器	23
2.2 实训项目二: 位寻址单元	24
2.3 实训项目三: P1 口循环灯控	25
第 3 章 MCS-51 单片机指令系统实训	28
3.1 实训项目一: 数据传送指令	28
3.2 实训项目二: 算术运算指令	29
3.3 实训项目三: 逻辑运算指令	30
3.4 实训项目四: 布尔指令	31
第 4 章 MCS-51 单片机程序设计实训	34
4.1 实训项目一: 顺序结构程序设计	34
4.2 实训项目二: 分支结构程序设计	35
4.3 实训项目三: 循环结构程序设计	36
4.4 实训项目四: 子程序设计	37
4.5 实训项目五: 查表程序设计	39
4.6 实训项目六: 散转程序设计	40

第 5 章 中断系统和定时/计数器实训

5.1 实训项目一: 信号发生器	43
5.2 实训项目二: 脉冲周期测量	44
5.3 实训项目三: 脉冲计数测量	46

第 6 章 存储器扩展与输入/输出接口实训

6.1 实训项目一: 片外 RAM 数据传送	48
6.2 实训项目二: 简单 I/O 口扩展	49
6.3 实训项目三: 8155 键盘及接口 显示程序	51

第 7 章 单片机串行通信实训

7.1 实训项目一: 串行口通信	56
7.2 实训项目二: 串行口扩展 LED	57

第 8 章 A/D、D/A 转换接口实训

8.1 实训项目一: 电压测量	60
8.2 实训项目二: 电压输出	61
8.3 实训项目三: 电压波形输出	62

第 2 篇 MSP430 单片机实训

第 9 章 MSP430 单片机开发调试环境

9.1 概述	65
9.1.1 Workbench 特性	66
9.1.2 Workbench 的内嵌编辑器特性	66
9.1.3 C 编译器特性	66
9.1.4 汇编器特性	67
9.1.5 连接器特性	67
9.1.6 库管理器特性	68
9.1.7 C-SPY 调试器特性	68
9.2 Workbench 概述	69
9.2.1 项目管理模式	69
9.2.2 选项设置	70
9.2.3 建立项目	70
9.2.4 测试代码	70
9.3 嵌入式工作台功能简介	70
9.3.1 开始	71
9.3.2 编译项目	73

9.3.3	连接项目	75
9.3.4	调试项目	76
9.3.5	使用 Make 命令	78
9.4	Workbench 的功能汇总	79
9.4.1	Workbench 的窗口	79
9.4.2	Workbench 的菜单功能	83
9.5	C-SPY 的功能汇总	94
9.5.1	C-SPY 的窗口	95
9.5.2	C-SPY 的菜单命令功能	99

第 10 章 MSP430 系列 Flash 型单片机

模块实训	108
10.1 实训项目一: WDT 控制	108
10.2 实训项目二: 定时器控制	109
10.3 实训项目三: 比较器 A 控制	112
10.4 实训项目四: ADC12 模块控制	113
10.5 实训项目五: 串行通信模块控制	114
附录 MSP430x14x.H 文件	116

第 1 篇 MCS-51 单片机实训

本篇内容为 MCS-51 单片机实训，较系统地介绍了 MCS-51 系列单片机的开发系统、硬件结构、指令系统、程序设计、中断和定时技术、存储器扩展、输入/输出接口、串行通信及 A/D、D/A 接口实训等。

单片机应用系统的开发一般可以分为：总体设计、硬件设计、软件设计、软硬件调试、产品验收交付使用等几个过程。

总体设计是指根据用户要求来选择一款合适的单片机进行产品开发。在选择单片机的过程中要考虑到所选择的单片机性能能否满足产品的功能、性能要求。除此之外，还要考虑到产品的成本、可靠性等一系列问题。总体设计完成后，就可进行具体的硬件、软件设计了。

在硬件设计、软件设计、软硬件调试的过程中所用到的软、硬件工具统称为单片机的开发系统。

在硬件设计中，要用到电子线路计算机辅助设计 (CAD) 软件来完成原理图设计及 PCB 电路板设计；软件设计、软硬件调试，要用到单片机的集成开发环境 (IDE) 和仿真器；此外，在软硬件调试完成后，将程序写入单片机或 EPROM 时，还要用到编程器。

第 1 章 Keil C51 软件使用详解

MCS-51 目前使用较为广泛，所以，MCS-51 单片机的开发系统很多，目前市场上常见的仿真开发系统有：爱思仿真开发系统、万利仿真开发系统等。随着 C 语言在单片机中的推广与使用，市场上又出现了许多 MCS-51 的 C 语言开发环境。其中，最具代表性的为 Keil Software 公司的 Keil C51 集成开发环境。由于 Keil C51 支持 C 语言与汇编混合编译，因此在软件开发时体现出较强的灵活性。本章着重介绍 Keil C51 软件的应用方法。

1.1 Keil C51 开发系统基本知识

Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 MCS-51 系列单片机 C 语言软件开发环境。Keil C51 软件提供了丰富的库函数和功能强大的集成开发调试工具，全 Windows 界面。Keil C51 生成的目标 (汇编) 代码效率非常高，生成的汇编代码很紧凑，也容易理解。另外，Keil C51 支持 C 语言与汇编混合编译，在开发大型软件时，能体现高级语言与汇编语言的各自优势。

Keil C51 目前的最新版本为 7.06 版，但常用的版本仍为 6.23 版，所以，下面以 Keil C51 6.23 版为例介绍 Keil C51 集成开发环境的使用。

Keil C51 6.23 版的 Windows 开发平台为 μ Vision2，比以前的 DOS 版和 dScope 要强大。

μ Vision2 集成开发环境 (IDE), 可以完成编辑、编译、连接、调试、仿真等整个开发流程。开发人员可用 IDE 本身或其他编辑器编辑 C 或汇编源文件。然后分别由 C51 及 A51 编译器编译生成目标文件 (.OBJ) 或标准的 Hex 文件, 以供进行源代码调试或由仿真器使用直接对目标板进行调试, 也可以直接写入程序存储器, 如 EPROM 中。

μ Vision2 支持 Monitor 51 及系统模拟两种方式, 调试功能强大。

Monitor 51 中主要存放一段监控程序, 通过 PC 机的串口与目标板进行通信。Monitor 监控操作需要用到 Monitor 51, 后面部分将对 Monitor 51 做较为详细的介绍。

1.2 Keil C51 工具包的安装

1.2.1 安装要求

Keil C51 可在 Windows NT、9X、2000 及 XP 操作系统下安装。Keil C51 对计算机的要求不高, 500MHz 的 CPU 和 64MB 的内存就足够运行 Keil C51。Keil C51 安装大约需要 25MB 左右的硬盘空间。

1.2.2 安装

安装步骤如下:

(1) 进入 setup 目录, 点击 setup.exe 进行安装。

(2) 选择 Install Support... 全新安装, 以前没有安装过或者放弃以前的序列号安装。选择 Update Current Installation 升级安装, 将可以保持原来的序列号, 不必再次输入。

(3) 选择 Full 安装, Next|Yes (接受版权信息) |选择安装目录|Next|输入序列号、姓名、公司等|next|...直到安装完成。

1.3 Keil C51 软件仿真环境的使用

μ Vision2 是一个标准的 windows 应用程序, 其编译功能、文件处理功能、Project 处理功能、窗口功能以及工具引用功能都比以前的版本强得多。本节将介绍如何使用 μ Vision2 for windows 集成开发环境。

1.3.1 开始

μ Vision2 中使用工程来管理用户文件。因此, 使用 μ Vision2 的第一件事是创建新的工程。然后, 选择用户准备运行软件的目标系统 CPU, 并建立项目所包含的文件。

1. 运行 μ Vision2

双击 Keil μ Vision2 图标。 μ Vision2 运行后将显示 IDE for Microcontroller 主窗口, 如图 1-1 所示。

2. 创建新工程

选择 Project 菜单中的 New Project... 命令, 建立新工程。

这时, 将弹出“创建新工程”对话框, 如图 1-2 所示。按程序要求输入工程名, 如 Test1.uv2, 默认后缀是 uv2。



图 1-1 IDE for Microcontroller 主窗口



图 1-2 创建新工程对话框

创建新工程后会自动弹出“选择单片机”对话框，如图 1-3 所示，选择标准的 8031。也可选择 Project 菜单中的 Select Device for Target 命令，打开单片机选择对话框。



图 1-3 选择单片机对话框

接下来选择 View 菜单中的 Project Window，打开工程管理窗口（Project Window）。在工程管理窗口显示一个 target1 的文件夹，如图 1-4 所示。

3. 创建并编辑文件

选择 File 菜单中的 New...，或单击编辑栏按钮中 New file 按钮来创建新文件，打开一个源文件编辑窗口，如图 1-5 所示。



图 1-4 工程管理窗口



图 1-5 源文件编辑窗口

保存文件，选择保存路径及文件名，如图 1-6 所示。如保存在 Keil 目录中，文件名为 text1.asm (asm 为汇编文件，若用 C 语言，则可保存为*.C)。

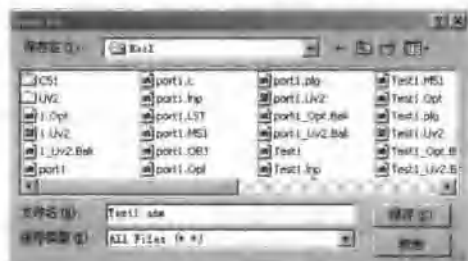


图 1-6 保存新文件

编辑新文件如图 1-7 所示。

将文件添加到工程。单击 Target1 前面的折叠按钮“+”打开该文件夹，选中 Source Group1 子文件夹，单击鼠标右键，在弹出的菜单里选择 Add File To Group ‘Source Group1’，如图 1-8 所示。



图 1-7 编辑文件

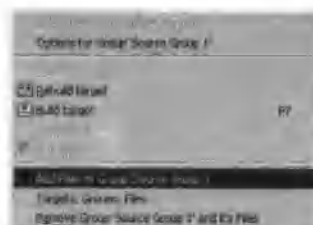


图 1-8 为工程添加文件

在弹出的对话框里选中刚才建立的*.asm 文件（如 text1.asm），单击 Add 按钮，将它们添加到工程中，如图 1-9 所示，然后关闭该对话框。

这时可以看到 Source Group1 子文件夹里有刚才添加进去的 Text1.asm 文件，如图 1-10 所示。



图 1-9 选择添加到工程中的文件



图 1-10 文件已添加到工程中

1.3.2 编译程序

至此, Project 菜单中的 Translate 菜单或编译工具按钮栏中的 Translate 按钮就可以使用了。在编译前先配置编译选项, 选择 Project 菜单下的 Options for Target, 打开“配置”对话框, 如图 1-11 所示。

1. Target 页

选择晶振。如选用 12MHz 晶振, 如图 1-12 所示。若用 C51 编程, 请根据自己的程序配置 Off-chip Code memory 和 Off-chip Xdata memory, 如 Start 分别为 0x8100 和 0x8200, Size 均为 0x007F。

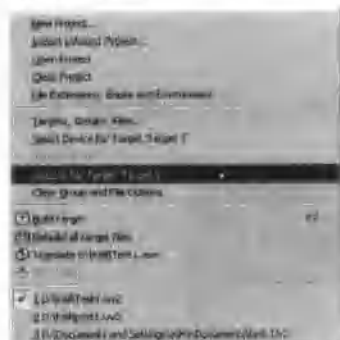


图 1-11 配置编译、调试选项



图 1-12 选择晶振

2. Output 页

选择编译时创建 HEX 文件, 如图 1-13 所示。此文件在使用 Monitor 51 或在完成系统调试, 将程序写入目标系统时用到。

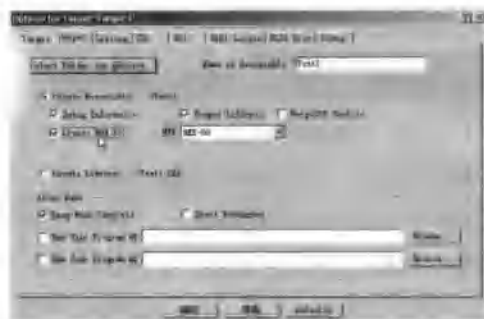


图 1-13 编译时创建 HEX 文件

3. Debug 页

选择 Use Simulator 使用软件仿真,若选择 Use Keil Monitor 51 Driver,则使用 Monitor 51 仿真头进行仿真。这里选择软件仿真,如图 1-14 所示。



图 1-14 选择软件模拟调试

接着选择 Build Target (或按 F7) 进行程序编译。若无编译错误,选择 Debug 菜单中的 start/stop debug session 菜单或单击文件工具栏中的 start/stop debug session 按钮进入调试界面。

1.3.3 调试、运行程序

选择 Debug 菜单中的 start/stop debug session 菜单或单击文件工具栏中的 start/stop debug session 按钮,进入调试界面,如图 1-15 所示。



图 1-15 调试界面

调试界面的左边为工程管理窗口,可观察寄存器、累加器、程序指针等内容,右边为调试程序窗口;工程管理窗口上面为调试控制按钮,下面为观察窗口和输出窗口。

程序中数据由 P1 口输出,我们可以打开 P1 口的状态窗口,来观察 P1 口的输出变化。选择 Peripherals 菜单,然后选择 I/O-Ports 中的 Port1,如图 1-16 所示。

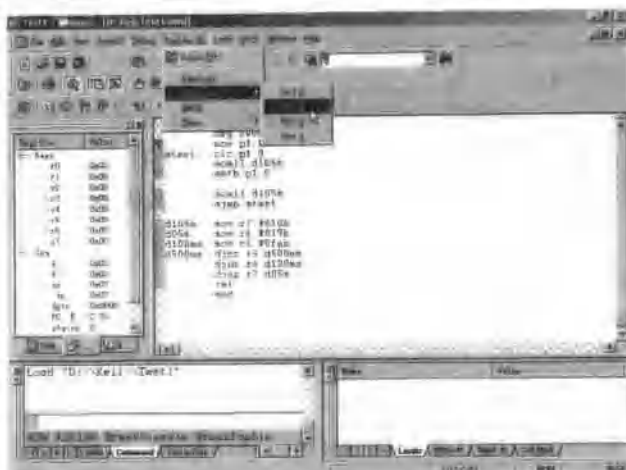


图 1-16 打开 P1 口状态窗口

Peripherals Port 1 状态窗口如图 1-17 所示。

选择调试工具栏中的 Step into 或 Step over 单步执行程序，或选择 Run 全速执行程序。选择 View 菜单中的 Periodic Window Update 来周期性的更新窗口，如图 1-18 所示。

可以发现，随着程序的运行，P1.0 口周期性的变化，如图 1-19 所示。

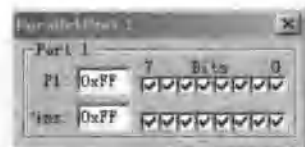


图 1-17 P1 口状态窗口



图 1-18 打开及时更新



图 1-19 观察 P1 口状态

1.4 Monitor 51 及其使用

1.4.1 Monitor 51 硬件结构

Monitor 51 实际上是一个监控程序，通过 PC 机的串口与目标板进行通信来监控用户程序在目标板上的运行，Monitor 51 对硬件的要求如下：

(1) 硬件系统为 51 系列 CPU；

(2) 带 5K 外部程序存储器（从 00H 地址开始），存放 Monitor 51 程序；

(3) 256B 的外部数据存储器以及 5KB 的跟踪缓冲区。此外，外部数据存储器必须足够容纳所有应用程序代码及数据，并且所有外部数据存储器必须为冯—诺伊曼存储器，即 XDATA 与 Code 空间统一编址；

(4) 一个定时器作为波特率发生器供串口使用;

(5) 6B 的空余堆栈。

本章介绍的 Monitor 51 的硬件结构如图 1-20 所示。Monitor 51 的监控存放在 89S52 中, 外部扩展一片 HY62256, 地址空间 8000H~0FFFFH, 存放用户程序。89S52 的 $\overline{RD}$ 和 $\overline{PSEN}$ 信号相与后接到 HY62256 的 $\overline{OE}$ 引脚, 使 HY62256 既可作数据存储器也可作程序存储器(冯一诺伊曼结构)。

硬件说明如下:

(1) J1 为晶振选择跳线。

连接 1: 选择目标板晶振; 连接 2: 选择 Monitor 51 板上的晶振。

(2) J2 为电源选择跳线。

本系统可使用 USB 接口+5V 电源为 Monitor 51 供电, 当目标系统较小时, 还可使用 Monitor 51 为目标系统供电(连接 J2, 使 Monitor 51 的电源和目标系统电源相连); 当 J2 接通时, 也可用目标系统的电源为 Monitor 51 供电(此时请断开与计算机连接的 USB 接口)。

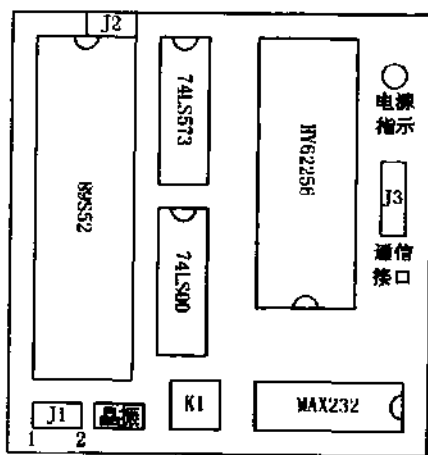


图 1-20 Monitor 51 硬件结构

注意:

USB 接口输出最大电流为 500mA, 当目标系统较大时, 请不要使用 USB 接口为目标系统供电。

(3) J3 为通信接口。

Monitor 51 通过此接口与计算机进行通信。

(4) K1 为复位按钮。

当程序中关闭了串口中断或仿真程序跑飞, 上位机无法连接 Monitor 51 或无法停止 Monitor 51 中运行的程序时, 请使用此按钮复位 Monitor 51。

1.4.2 Monitor 51 与计算机的连接

Monitor 51 与计算机的连接如图 1-21 所示。其中, Monitor 51 的发送端连接到计算机的接收端, Monitor 51 的接收端连接到计算机的发送端。

