

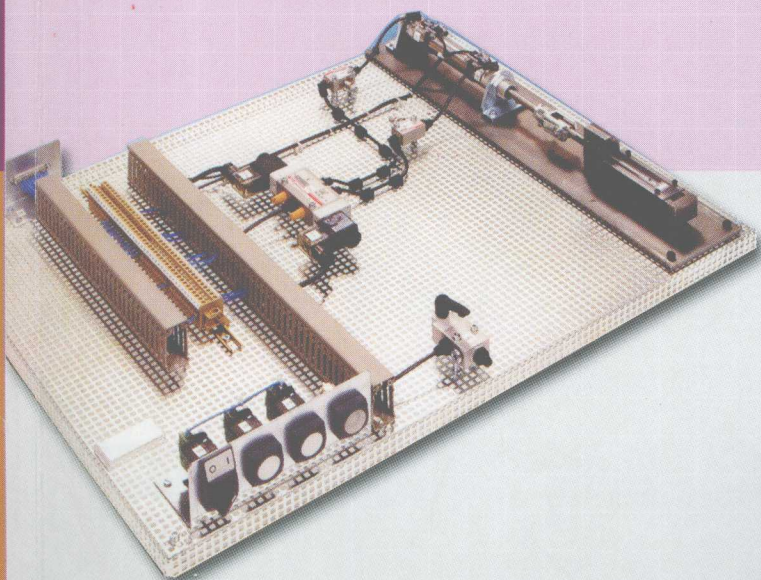
广东省教育厅推荐教材

中等职业学校教学用书

Dan Pian Ji
Ji Qi Ying Yong

单片机 及其应用

广东省中等职业学校教材编写委员会 组编



广东高等教育出版社

广东省教育厅推荐教材

中等职业学校教学用书

单片机及其应用

广东省中等职业学校教材编写委员会 组编

电气专业教材编写组

总主编/杨少光

副总主编/韩亚兰 高小霞 吴德骏

本书主编/高小霞

编者/高小霞 刘春龙 汤 鹰

主审/杨少光

广州  广东高等教育出版社

内 容 简 介

本书以中等职业学校电气运行与控制、机电技术应用等专业的学生和爱好单片机技术的初学者为读者对象,采用“以任务为中心”的讲解方式,对单片机技术的入门知识进行了全面的介绍。

本书共分5章26个任务,以AT89C51单片机为例,对单片机的基本知识、单片机的必备开发软件——Keil软件、单片机的基础应用实例、单片机编程器和实验板的制作以及单片机的指令进行讲解。

作者以读者为本,在语言表达上力求简单明了,在分析和讲解上力求浅显易懂,在内容选择上注重实用,在编排上改变了以学科体系为主线形式。

图书在版编目(CIP)数据

单片机及其应用/广东省中等职业学校教材编写委员会组编. —广州:广东高等教育出版社,2007.9

广东省教育厅推荐教材. 中等职业学校教学用书

ISBN 978-7-5361-3395-2

I. 单… II. 广… III. 单片微型计算机-专业学校-教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第142412号

广东高等教育出版社出版发行

地址:广州市天河区林和西横路

邮政编码:510500 电话:(020) 87551101

广东省茂名广发印刷有限公司印刷

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16 印张:11 字数:268千

2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

印数:1~1 000册

定价:19.90元

前 言

科学技术日新月异,以电子信息技术为特征的知识经济已遍及人们生活的每个角落。知识经济呼唤现代技术和大批职业道德高尚,职业能力、创新能力、创业能力较强,能参与市场竞争的现代人才,这给为经济社会发展提供智力和人才支持的职业教育带来了机遇和挑战。职业教育的观念与制度、教学内容、教学方法、教学手段等方面的改革已迫在眉睫。

在20世纪的最后一年,广东、北京、广西三省(市、区)的职业教育同行,从课程改革和教材建设入手,编写了一套依托三省(市、区)支柱产业、糅合当今世界科技成果、体系比较完善、内容比较先进的中等职业学校教材。这套教材已试用了几年,在推动三省(市、区)职业教育改革与发展中起到了积极的作用。

进入21世纪,广东全力打造世界制造业重要基地,需要大量的现代人才;广东提出要率先实现现代化,也需要大量的现代人才作为支撑。培养现代人才,必须以现代的教育理念、现代的课程体系和教材、现代的教育教学方法,推进职业教育的现代化。根据广东的实际,有必要编写一套符合广东发展需要、具有广东特色的职业教育教材。为此,广东省中等职业学校教材编写委员会根据教育部新颁发的中等职业学校的课程教学大纲,结合全面实施国家九年义务教育和普通高中教育新课程标准,在认真总结三省(市、区)中等职业学校教材编写、使用经验的基础上,组织有关专家、作者广泛调查研究,认真听取职业教育院校师生和有关行业专家的意见,对原三省(市、区)中等职业学校教材进行了全面修改,并

新编了部分文化课和专业课教材，形成了一套完整的广东中等职业学校教材。各文化课和专业课教材经有关大中专院校教材研究专家以及有关行业专家、技术人员审定，具有系统性和权威性；教材保持了传统职业教育的基础性特色，又注意吸纳当今世界先进科技成果，结合广东省产业结构优化升级和职业教育的实际，因此具有实用性、科学性和先进性。

书中仍有不完善之处，敬请专家和广大读者批评指正。

广东省中等职业学校教材编写委员会

2006年5月

编者说明

《单片机及其应用》是根据教职成厅〔2001〕5号文关于中等职业学校重点建设专业教学指导方案中电气运行与控制专业“微机原理及应用”的教学基本要求和广东省中等职业学校教材编写委员会审定的电气控制与运行专业“单片机及其应用”的教学大纲，结合广东经济建设和中等职业学校学生的实际情况编写的。

单片机的使用非常广泛，渗透到生活、工业、医学、军事等各个领域。在中等职业学校中，电气、机电、电子等相关专业都开设了单片机技术课程。

职业教育是要培养学生的职业能力，而职业能力是在完成工作任务的过程中逐渐形成的。设定任务，帮助学生完成任务，引导学生在完成任务的同时学习专业知识、掌握专业技能，是职业教育的一种教学模式。基于对这种模式的认识和理解，在《单片机及其应用》的编写中，首先将生产、生活中的典型实例，结合教学要求和学生的实际情况，精心设置任务，解决“做什么”的问题。然后按照完成任务的工艺步骤，围绕工作过程，引导学生完成任务，解决“怎样做”的问题。再围绕完成任务所需要的知识和技能，介绍应用的指令，并进行程序的分析 and 编写，解决“学什么”的问题。最后通过“动手试一试”，加深对所学专业知识的理解，巩固专业技能，逐步形成职业能力。

职业教育是面向全体学生的技能教育。要使学生掌握一技之长，教学就应该结合学生的实际情况。因此，我们在学习任务的选择和设计上，充分考虑到学生的认知和接受能力，循序渐进，让学生体验和感受成功，激发学生的学习兴趣，增强学

习信心；引导学生学习知识和技能，并尽量选择浅显的、实用的、学生自己能动手实践的知识点。在阐述这些知识时不求全面、系统、完整，而是围绕工作任务，用到什么讲什么，需要什么讲什么。

本教材由高小霞主编；第一、二、五章由高小霞编写，第三章由刘春龙编写，第四章由汤鹰编写。高小霞对全书进行统稿并作修改，杨少光负责审稿。

在本教材编写过程中，杜从商、杨少光提出了编写和修改的意见，珠海市第一中等职业学校和珠海市第三中等职业学校给予了大力支持，在此表示感谢。

本教材的读者定位是中等职业学校的学生，知识点的定位是单片机基础知识。我们努力尝试编写一本适合中等职业学校大多数学生学习的单片机教材，让他们看得懂、学得懂、愿意学。但限于编者的水平和经验，书中难免存在错误和不妥的地方，请使用本教材的老师和同学们提出批评和修改意见（邮箱：zhgxx2004@163.com）。

电气专业教材由杨少光任总主编，韩亚兰、高小霞、吴德骏任副总主编。

电气专业教材编写组

2007年5月

目 录

第一章 初识单片机	1
任务一 了解单片机	1
第二章 学会使用 Keil 软件	7
任务一 下载和安装 Keil 软件	7
任务二 使用 Keil 软件	13
第三章 学习单片机的应用	26
任务一 用单片机控制一个发光二极管发光	26
任务二 用单片机控制一个 LED 闪烁	35
任务三 用单片机控制 8 个 LED 闪烁	43
任务四 AT89C51 I/O 口的输入功能	49
任务五 用单片机控制流水灯	55
任务六 用单片机控制一位数码管显示数字	65
任务七 用单片机控制多位数码管动态显示	71
任务八 应用单片机的外部中断功能	75
任务九 应用单片机的定时/计数器功能	85
任务十 用 8255A 作 AT89C51 的输出扩展口	92
任务十一 用单片机控制大功率负载	98
任务十二 用单片机控制三相交流电动机运行	102
第四章 动手制作单片机应用电路	105
任务一 制作 AT89C51 实验板	105
任务二 制作 AT89C51 编程器和交通灯实验电路板	113
任务三 制作 AT89C51 控制的 LED 点阵电路板	121
任务四 制作直流电动机、步进电动机控制电路板	130
第五章 了解 MCS-51 单片机指令系统	137
任务一 了解单片机的寻址方式	138
任务二 了解数据传送指令	140

任务三 了解算术运算指令.....	146
任务四 了解逻辑运算指令.....	152
任务五 了解控制转移指令.....	157
任务六 了解位操作指令.....	161
任务七 了解伪指令.....	164
参考文献.....	167

第一章 初识单片机

单片机是什么？单片机有什么用途？常用单片机有哪些？学习单片机需要哪些必备条件？……本章将以解答问题的形式，对单片机的基础知识进行简明的介绍。

任务一 了解单片机

一台计算机，其硬件包含这样几个部分：中央处理单元（CPU）——进行运算和控制；存储器单元（RAM 和 ROM）——存放程序和数据；输入/输出单元（I/O）——用于输入和输出数据。

我们通常使用的计算机中，中央处理单元、存储器单元和输入/输出单元分别制成几块独立的芯片，相互间通过电路连接。

单片机，即“单一芯片的微型计算机”，是把中央处理单元、存储器单元、输入/输出单元和连接电路全部集成在一片芯片内，这片芯片就被称为单片机，如图 1-1-1 所示。一个单片机就是一个简单的微型计算机。在国际上，单片机的英文名称为 Micro Controller Unit，缩写为 MCU，意为微控制单元。单片机由美国 Intel 公司发明。

做什么

观察如图 1-1-1 所示单片机芯片或老师给大家的单片机芯片，看看芯片有多少管脚，芯片上有什么标记，有什么标注文字和符号。

了解什么

一、单片机有什么用途

单片机应用非常广泛，但不同于我们通常使用的计算机。我们通常使用的计算机应用于“管理”，而单片机则应用于“控制”，最简单的，用单片机控制电灯发光和熄灭，或控制

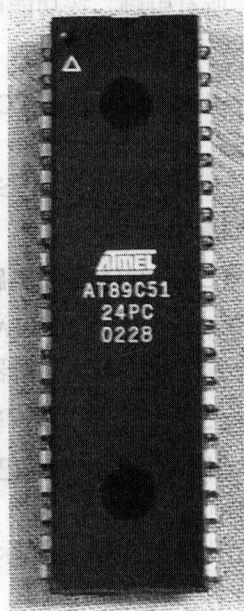


图 1-1-1 单片机芯片

电机启动和停止；电视机、洗衣机、电冰箱等智能化程度高的家用电器，也是由单片机控制的；自动化和智能化的医疗仪器、测试仪表等仪器仪表，还是由单片机控制的；传真机、复印机、电话机等办公自动化设备中，也有单片机在发挥作用。工业自动化领域中，单片机的应用更是广泛。

二、单片机有哪些种类

全球有许多生产公司都推出了自己的单片机系列，有几十种，每个系列又有若干个型号。在我国市场上活跃的单片机系列有：Intel 公司的 MCS-51，Atmel 公司的 AT 和 AVR 系列，Microchip 公司的 PIC 系列，Infineon 公司的 C166 系列，Motorola 公司的 68HC12/16 系列等。

这么多的单片机哪一种好呢？应该说，各具特点，难作比较，符合我们实际需要的就是好的单片机。

相同系列的不同型号的单片机，内部结构是相同的，不同的是 CPU 的工作频率、I/O 接口的数量、存储器容量的大小。

在本书的阐述中，我们以 Atmel 公司 AT 系列的 AT89C51 芯片为例，该芯片与 MCS-51 系列全兼容，近年来，在我国的应用非常广泛。

三、AT89C51 单片机的外部引脚和各引脚的功能

如图 1-1-1 所示，AT89C51 是标准的双列直插式集成电路（IC）芯片，共有 40 只引脚。该芯片引脚的编号和标记如图 1-1-2 所示。

所有引脚，按功能可分为四大部分。

（一）电源部分

引脚 40 标记为 VCC，可连接 5 V 直流电源的正极；

引脚 20 标记为 VSS，可连接 5 V 直流电源的负极或接地。

（二）时钟振荡电路部分

引脚 19 标记为 XTAL1，引脚 18 标记为 XTAL2，用于连接外部石英晶振器或外部时钟脉冲信号。

（三）I/O（输入/输出）部分

引脚 1~8 分别标记为 P1.0~P1.7，为 8 位准双向 P1 口；

引脚 10~17 分别标记为 P3.0~P3.7，为 8 位准双向 P3 口；

引脚 21~28 分别标记为 P2.0~P2.7，为 8 位准双向 P2 口；

引脚 39~32 分别标记为 P0.0~P0.7，为 8 位双向 P0 口。

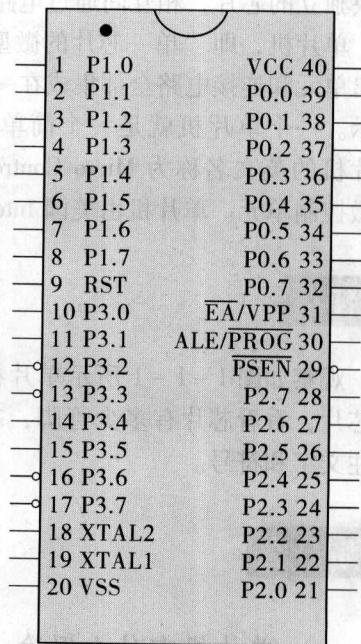


图 1-1-2 AT89C51 引脚图

(四) 控制信号部分

引脚9标记为RST, 引脚29标记为 $\overline{\text{PSEN}}$, 引脚30标记为 $\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$, 引脚31标记为EA/VPP, 这些引脚都具有特殊的用处, 在后续的运用中再作说明。

四、使用单片机应作哪些准备

单片机既包含与单片机芯片相连的相关硬件, 还包含指令及程序等相关软件, 因此学习单片机要作硬件和软件两方面的准备。

(一) 硬件准备

什么是硬件? 所谓硬件, 就是看得见、摸得到的实体。前面已经讲述的单片机的几个主要组成部分, 以及与单片机 I/O 口连接的元件和器件都被称为硬件。

学习单片机的硬件准备见表1-1-1。实验室常见的编程器和实验板分别如图1-1-3和图1-1-4所示, 这些我们在以后的学习中都将会使用。

表 1-1-1 学习单片机的硬件准备

名 称	用 途	说 明
计算机	使用单片机开发软件编写单片机控制程序, 向单片机输入程序并进行编译、仿真等	配置要求: CPU 为 P2 或以上, RAM 为 128 MB 或以上, 硬盘为 30 MB 或以上, 操作系统为 Windows 98、Windows NT 版本 4、Windows 2000 或 Windows XP
编程器 (也叫烧写器)	把我们编写的程序写进单片机芯片	应选择能对我们所选用的单片机芯片进行编程的编程器
实验板 (也叫仿真器)	验证软件的执行结果	应选择或制作能满足我们实验内容需要的实验板

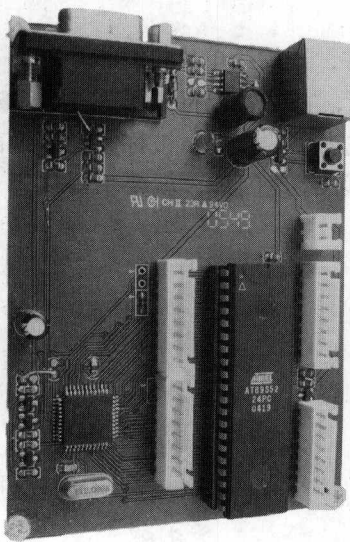


图 1-1-3 AT89C51 编程器之一

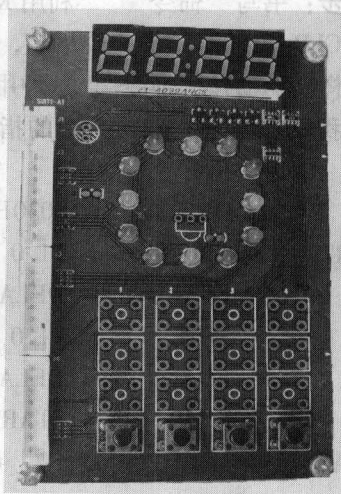


图 1-1-4 AT89C51 实验板之一

(二) 软件准备

什么是软件？所谓软件，主要指的是各种计算机程序。

学习单片机，硬件条件是基础，软件的配合是关键，只有软、硬件齐备，才有可能学好单片机。学习单片机需要的软件见表 1-1-2。

表 1-1-2 学习单片机的软件准备

名 称	用 途	说 明
Keil 软件	把汇编语言编译成机器语言等	目前全球最流行的单片机开发软件，其功能强大，可以从网站 http://www.keil.com 下载其免费测试版
串行下载编程控制软件	把编译好的机器语言写入到单片机中	编程器开发商会同时提供，版本较多

五、单片机是怎样工作的

我们知道了，单片机实际就是一片芯片，那么这片芯片是怎样控制与它相连接的工作设备，使其按照预定的程序工作的呢？下面为大家分步讲解。

第一步：硬件连接 将单片机的工作电源、时钟振荡电路、控制信号及需要控制的设备，按要求与单片机对应的引脚进行连接。

如图 1-1-5 所示，是一个单片机控制的基本电路，可以对发光二极管的发光进行控制。将发光二极管的负极与单片机的引脚 1 连接，正极通过限流电阻 R_2 与电源正极连接；电容 C 和电阻 R_1 组成的复位电路与单片机的引脚 9 连接；石英晶振片 CY 和电容 C_1 、 C_2 组成的振荡电路与单片机的引脚 18、19 连接。这样，硬件连接的工作任务就完成了。

第二步：书写“命令” 利用 Keil 开发软件，开始给单片机写指令。

如“CLR P1.0”这样一个语句，被称为指令，它用助记符的形式给单片机发布做什么和怎样做的动作“命令”。这种用助记符形式表示的指令，被称为汇编语言。

如果我们要让图 1-1-5 中的指示灯 LED1 不停地闪烁，就要书写以下十多条的指令：

```

                ORG      0030H
START:         CLR      P1.0
                LCALL    DELAY
                SETB     P1.0
                LCALL    DELAY
                LJMP     START
DELAY:         MOV      R7, #200
D1:            MOV      R6, #255
D2:            DJNZ     R6, D2
  
```

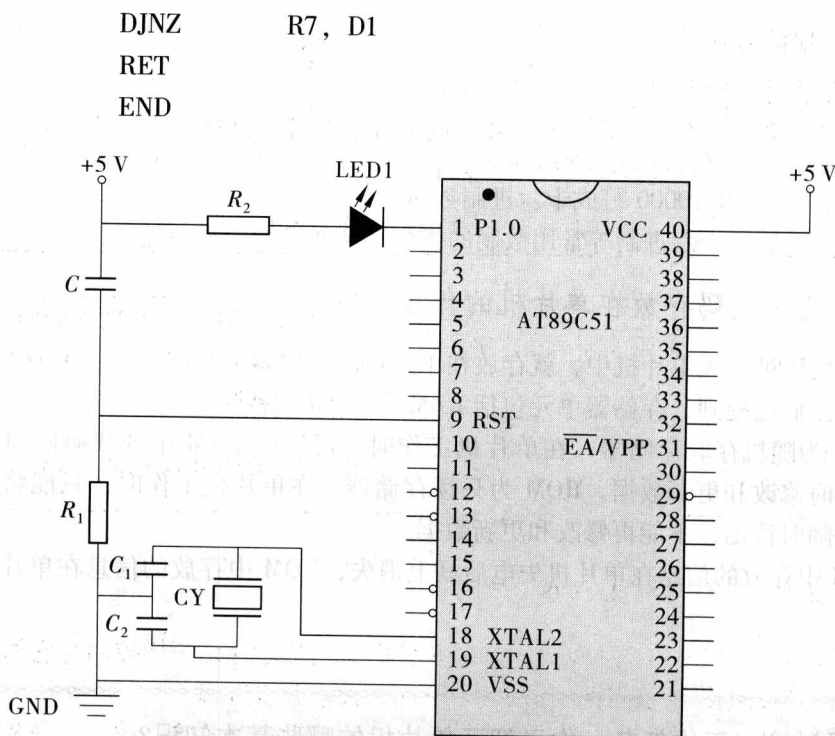


图 1-1-5 单片机控制一个发光二极管的接线图

这样由多条指令组成，实现一项控制任务的指令序列被称为单片机程序。程序中的每条指令都有其具体的意义，程序的结构也有其固定形式，我们将在后续课程中逐渐学习。

第三步：翻译“命令” 利用 Keil 开发软件，将指令翻译成单片机能读懂的代码。

如指令“CLR P1.0”被翻译为 1100001010010000 这样的代码，如果将这些代码传送给单片机，单片机可以读懂。这种代码，实际上就是“一串”二进制形式的数据。

用二进制代码形式表示的指令被称为机器语言。

将指令“翻译”成代码的过程，也就是将汇编语言“翻译”为机器语言的过程，在计算机中被称为编译。

那么，为什么指令“CLR P1.0”被翻译为 1100001010010000 这些代码，而不是由 0 和 1 组成的其他的数据串呢？这个问题就不必去考究了，这是在设计 AT89C51 单片机时就已经由芯片的设计者规定好的，是不能由我们使用者随意改变的。

第四步：传递“命令” 利用单片机编程器和实验板，将代码写入单片机中。于是，单片机就可以按照我们下达的“命令”去执行控制任务了。

对于单片机详细的工作过程，还得在我们不断深入学习的过程中慢慢体会。

六、在单片机内部，指令的表现形式

在单片机内部，指令以及各种信息，最终都是以二进制代码形式表示的。

正如上面所讲到的指令“CLR P1.0”，被翻译为代码 1100001010010000。实际上，在单片机内部，指令以及各种信息，就是由 1 和 0 组成“一串”二进制形式的代码。这“一串”二进制形式代码的特点是，以 8 个二进制数为一组，有若干组。为了方便起见，在各种场合这种代码通常被写为十六进制数，如将代码 11000010 写成十六进制数 C2H，将代码 10010000 写成十六进制数 90H。

有关二进制、十六进制等常用数制的概念，会在后续课程中进行介绍。

七、指令代码存放在单片机的什么地方

这些代码被写入单片机中，就存放在单片机的存储器单元中。

前面我们已提到，存储器单元包括 RAM 和 ROM 两种。

RAM 为随机存取存储器，在单片机工作时，可以将 RAM 中的代码随时读出和存入，以随时修改和更新数据。ROM 为只读存储器，在单片机工作时，只能将写入单片机的代码随时读出，不能再修改和更新数据。

RAM 中存放的信息在单片机失电后马上消失，ROM 中存放的信息在单片机失电后不会消失。

通过这一工作任务，你了解了单片机的哪些基本知识？

1. 什么是单片机？我们学习了哪种单片机？单片机和普通计算机有什么不同？
2. AT89C51 单片机有多少引脚？单片机的电源接在哪些引脚上？
3. 什么是硬件？什么是软件？学习单片机需要作哪些准备？
4. 什么是汇编语言？什么是机器语言？什么是指令？什么是程序？单片机内部的各种信息用什么形式表示？
5. RAM 和 ROM 各是什么？它们各有什么用途？各有什么特点？
6. 你知道单片机是怎样工作的吗？

第二章 学会使用 Keil 软件

Keil 软件是学习单片机首选的开发软件，易学易用，功能强大，编程环境良好，深受普通单片机爱好者或开发应用单片机的工程师喜欢。

在第一章中，我们已经了解到，Keil 软件的功能很多，其中最普通的一个功能就是输入我们编写的单片机指令，并把它们“翻译”为单片机认识的机器语言，使单片机实现控制任务。那么怎样得到 Keil 软件？如何使用这个软件？……带着这些问题，我们以一段单片机控制程序为例，来学习使用 Keil 软件，为学习单片机作好必要的准备。

任务一 下载和安装 Keil 软件

做什么

在计算机上安装 Keil 软件。

Keil 软件可以购买其商业软件，也可以从网站 <http://www.keil.com> 下载，合法地得到其免费测试版，以用于学习单片机和进行单片机技术开发工作。

与商业版的 Keil 软件相比，免费测试版的 Keil 软件对使用者所编写的程序有 2 KB 机器码的限制。但这一点，对初学者来说不会有影响，2 KB 机器码已足够使用。

Keil 软件安装运行的条件为：

- Windows 98、Windows NT 版本 4、Windows 2000 或 Windows XP；
- 鼠标；
- 30 MB 或更大的硬盘空间；
- 128 MB 或以上的 RAM。

怎样做

在这里，我们选择从网站下载免费测试版的 Keil 软件供我们学习使用。

具体的下载和安装方法是：

第一步：进入 <http://www.keil.com> 网站，出现如图 2-1-1 所示的下载界面，在其 Software Downloads 区，点击“Evaluation Software”后进入图 2-1-2 所示的下载界

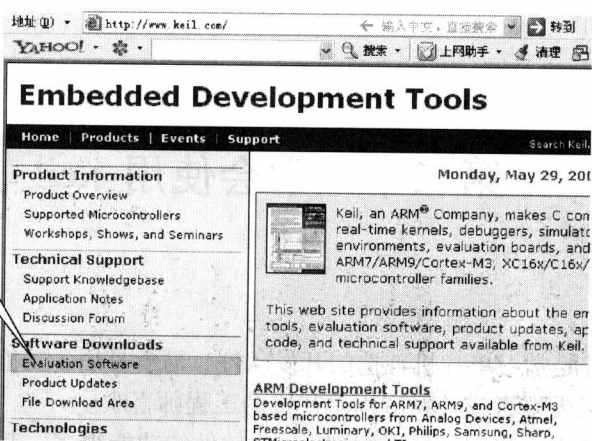


图 2-1-1 下载界面 1

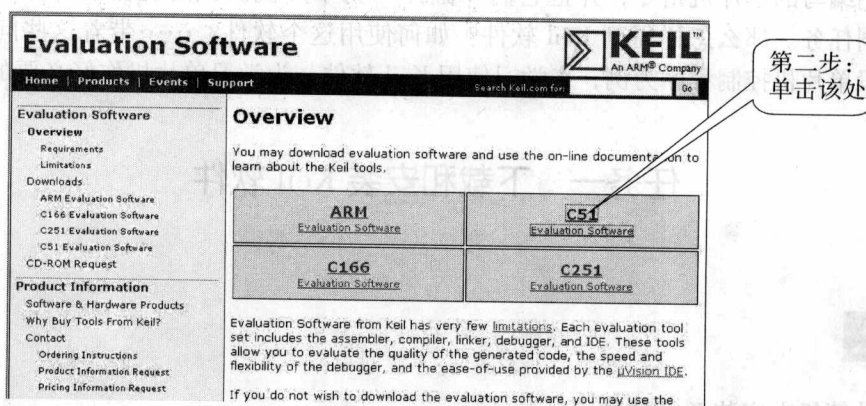


图 2-1-2 下载界面 2

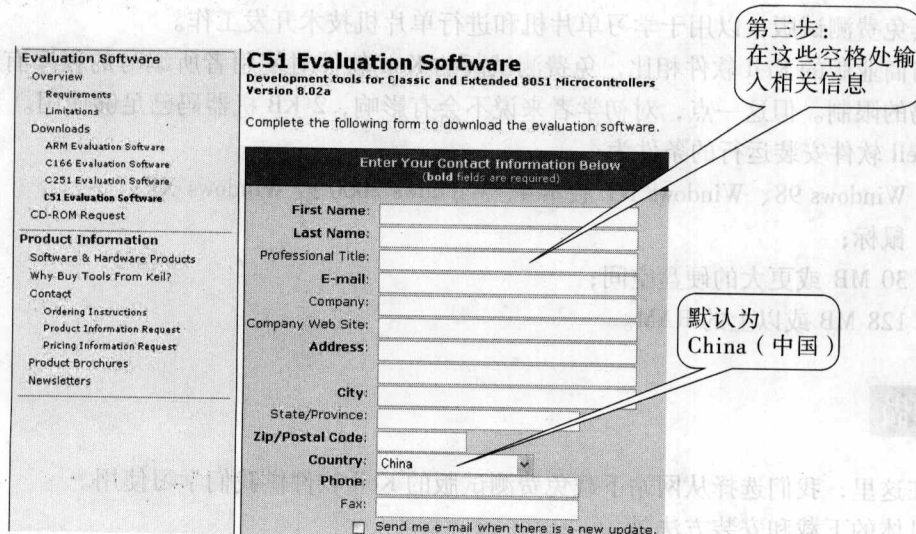


图 2-1-3 下载界面 3