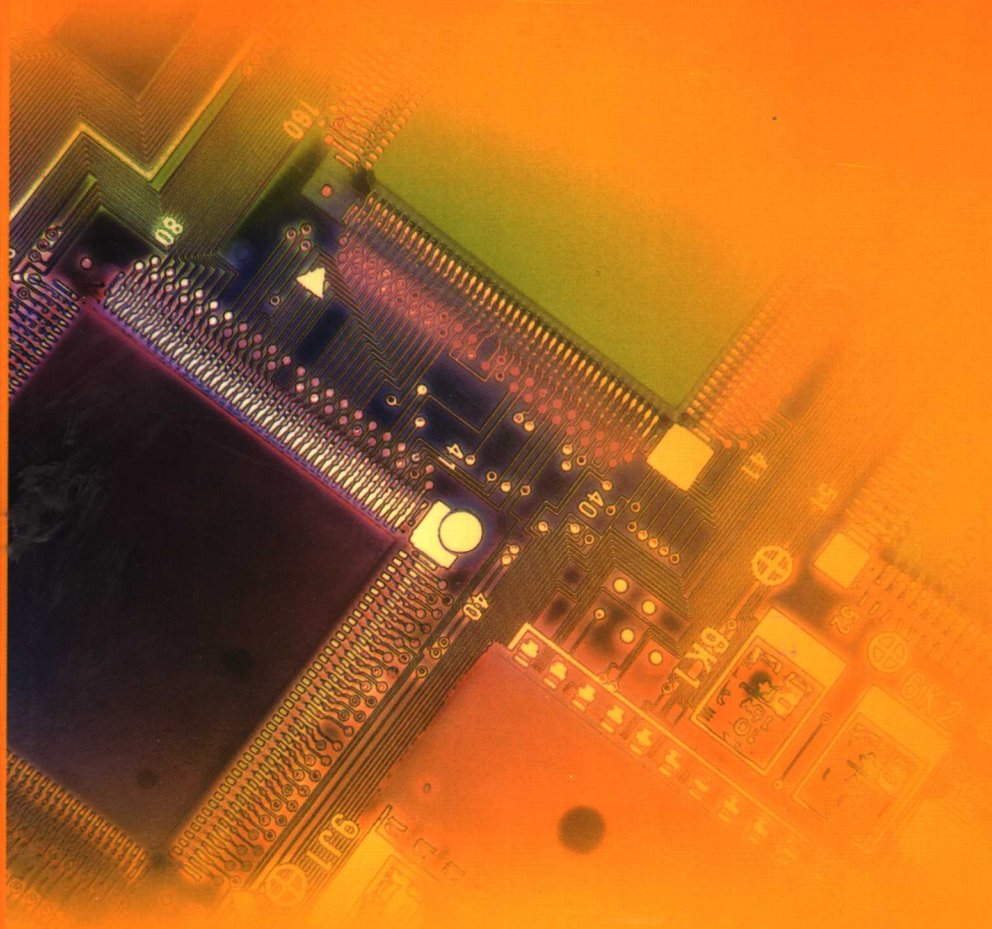
μVision2单片机应用程序开发指南

尹勇 李宇 编著



科学出版社
www.sciencep.com

μVision2 单片机应用程序开发指南

尹勇 李宇 编著

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书重点阐述在 Windows 集成开发环境 μVision2 下，使用 C51 高级语言开发和调试 C 语言程序，帮助读者达到熟练掌握、使用 μVision2。书中所有的例子都经过认真审核，以确保无技术问题。

本书可作为从事嵌入式应用系统和单片机开发的技术人员的参考书，也可供高等学校工科电子类专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

μVision2 单片机应用程序开发指南/尹勇，李宇编著. —北京：科学出版社，2004

ISBN 7-03-014663-8

Ⅰ. μ… Ⅱ. ①尹… ②李… Ⅲ. 单片微型计算机-程序设计-指南

Ⅳ. TP368.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 124024 号

责任编辑：吕建忠 韩 洁／责任校对：耿 耘

责任印制：吕春珉／封面设计：飞天创意

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

世界知识印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 2 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2005 年 2 月第一次印刷 印张：24

印数：1—4 000 字数：554 000

定价：35.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换〈世知〉）

前　言

8051 系列微处理器被广泛应用于类产品中，很多制造商都提供 8051 系列单片机，例如 Intel、Philips 和 Siemens 等。这些制造商给 51 系列单片机加入了大量新的性能和外部功能，例如 I2C 总线接口、模拟量和数字量的转换、看门狗、PWM 输出等。这些功能使得 8051 单片机很适合作为厂家产品的基本构架，方便进行各种开发应用。

Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统。与汇编语言相比，C 语言在功能、结构性、可读性、可维护性上有明显的优势，并且易学易用。Keil C51 提供丰富的库函数和功能强大的集成开发调试工具，全 Windows 界面，生成的目标代码效率非常高，多数语句生成的汇编代码很紧凑，且容易理解，在开发大型软件时更能体现高级语言的优势。

单片机系统的开发和应用非常广泛，传统的单片机方面的书籍主要介绍内部结构、工作原理、指令系统和硬、软件开发，而 C 语言的书籍主要介绍语法和程序设计方面的知识。本书不是介绍 Keil C51 语言和单片机硬件方面的知识，而是指导读者如何使用 μVision2 开发和调试单片机的 C 语言程序。本书采用实例方式进行阐述，循序渐进，简洁明了。读者只要按照实例步骤去实践，就能在最短的时间内达到使用 μVision2 开发和调试程序的中、高级能力。

本书的章节安排如下：

第 1 章 Keil C51 的简单回顾，让读者在最短的时间内具备单片机的 C 语言编程能力。

第 2 章 Keil C51 开发工具简介，介绍单片机 C 语言开发工具的发展历程和各种开发工具的特点。

第 3 章 μVision2 的集成开发环境，详细介绍 Keil C51 的 Windows 集成开发环境 μVision2 的菜单命令、工具、窗口及其使用。

第 4 章 用 μVision2 建立项目，介绍项目程序的建立、设置和编译等，是本书的重点章节。

第 5 章 用 μVision2 调试项目，介绍如何用 Keil C51 的 Windows 集成开发环境 μVision2 调试项目程序，包括调试工具的使用、调试命令和函数的建立以及各种调试技巧，是本书的重点章节。

第 6 章 μVision2 的实时操作系统 RTX-51，介绍 8051 单片机系列的多任务处理内核程序，并给出了一个详细的实例。

第 7 章 在 μVision2 中使用片上外设，介绍包括特殊功能寄存器、中断服务寄存器、并行 I/O 端口、串行接口、定时器/计数器和数/模转换器等外设模块的使用。

第 8 章 使用 μVision2 内嵌的 Monitor-51，介绍 μVision2 内嵌的目标系统调试、模块 Monitor-51 的配置、使用以及疑难解答，并给出一个实例。

本书由尹勇和李宇执笔，参与本书编写的还有关荣锋、李洪杰、范良志、张超勇和朱传军。本书在编写过程中受到连燕波和柯艳青的鼎力帮助，特表感谢。

由于作者水平有限，难免出现错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

作　者

2004年2月23日

于华中科技大学

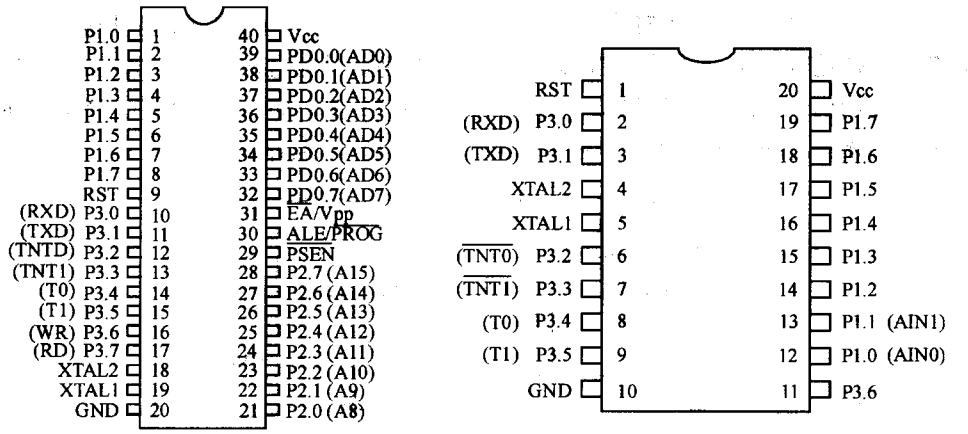
目 录

第 1 章　Keil C51 的简单回顾

1.1　51 单片机的特点

C 语言是一种程序语言，针对不同的单片机处理器，相关的 C 语言都会有一些细节的改变。编写 C 语言程序时，如要对硬件编程，就必须对硬件有一定的认识，对 51 单片机编程更是如此，因为它的开发应用是不可与硬件脱节的。首先初步了解一下 51 芯片的结构和引脚功能。MSC51 架构的芯片种类很多，具体特点和功能不尽相同，在此以 Atmel 公司的 AT89C51 和 AT89C2051 为中心对象来进行讲解，两者是 AT89 系列的典型代表，应用资料很多，价格便宜，是应用 51 的首选芯片。

图 1.1 是 AT89C51 和 AT89C2051 的 DIP 形式的引脚封装图（此外，AT89C51 还具



(a)AT89C51 PDIP/Cerdip封装　　(b)AT89C2051 PDIP/SOIC封装

图 1.1　AT89C51 和 AT89C2051 引脚封装图

表 1.1　AT89C51 和 AT89C2051 主要性能表

AT89C51	AT89C2051
4KB 可编程 Flash 存储器（可擦写 1000 次）	2KB 可编程 Flash 存储器（可擦写 1000 次）
三级程序存储器保密	两级程序存储器保密
静态工作频率：0Hz～24MHz	静态工作频率：0Hz～24MHz
128B 内部 RAM	128B 内部 RAM
2 个 16 位定时器/计数器	2 个 16 位定时器/计数器
一个串行通信口	一个串行通信口
6 个中断源	6 个中断源
32 条 I/O 引线	15 条 I/O 引线
片内时钟振荡器	1 个片内模拟比较器

有 PLCC、PQFP 和 TQFP 的封装形式），表 1.1 是它们的主要性能表。可以看出它们是大体相同的，由于 AT89C2051 的 I/O 线很少，导致它无法外加数据 RAM 和程序 ROM，片内 Flash 存储器也少，但它的体积比 AT89C51 小很多，虽然它们各有其特点，但其核心是一样的，使用者可根据实际需要来选用。下面介绍 AT89C51 和 AT89C2051 的具体功能。

1.1.1 AT89C51 的引脚功能

1. 电源引脚

Vcc　40 脚　电源端
GND　20 脚　接地端
工作电压为 5V，AT89LV51 的工作电压为 2.7～6V，引脚功能一样。

2. 外接晶体引脚

XTAL1　19 脚
XTAL2　18 脚
图 1.2 所示的是 AT89LV51 外接晶体引脚。XTAL1 是片内振荡器的反相放大器输入端，XTAL2 则是输出端，使用外部振荡器时，外部振荡信号应直接加到 XTAL1，而 XTAL2 悬空。在使用内部方式时，时钟发生器对振荡脉冲二分频，如晶振频率为 12MHz，时钟频率就为 6MHz。晶振的频率可以在 1～24MHz 内选择，电容取 30pF 左右。

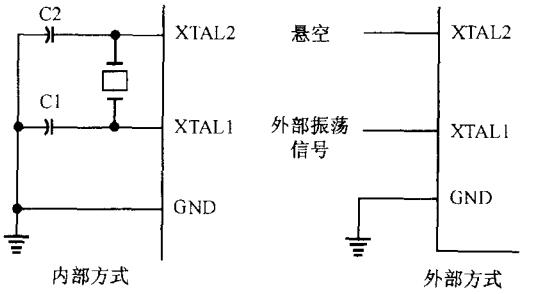


图 1.2　AT89LV51 外接晶体引脚

对于型号同样为 AT89C51 的芯片，在其后面还有频率编号，有 12MHz、16MHz、20MHz 和 24MHz 等可选，在购买和选用时需要注意，如 AT89C51 24PC 就是最高振荡频率为 24MHz 的普通商用芯片。

3. 复位引脚

RST　9 脚
在振荡器运行时，有两个机器周期（24 个振荡周期）以上的高电平出现在此引脚时，将使单片机复位，只要这个脚保持高电平，51 芯片便循环复位。复位后 P0～P3 口均置 1，引脚表现为高电平，程序计数器和特殊功能寄存器 SFR 全部清零。当复位引脚由高电平变为低电平时，芯片从 ROM 的 00H 地址处开始运行程序，复位操作不会对内部的数据 RAM 有所影响。常用的复位电路如图 1.3 所示。

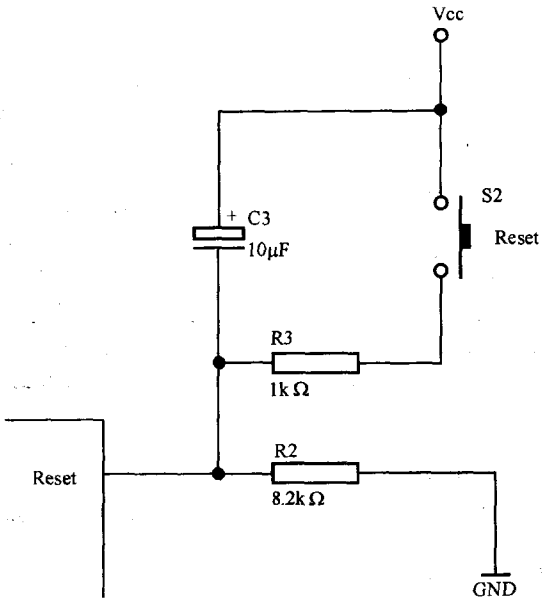


图 1.3　常用复位电路

4. 输入/输出引脚

（1）P0 端口（P0.0～P0.7）

P0 是一个 8 位漏极开路型双向 I/O 端口，端口置 1（对端口写 1）时作高阻抗输入端。作为输出端口时能驱动 8 个 TTL 负载。对内部 Flash 程序存储器编程时，接收指令字节；校验程序时输出指令字节，要求外接上拉电阻。

在访问外部程序和外部数据存储器时，P0 口是分时转换的地址(低 8 位)/数据总线，访问期间内部的上拉电阻起作用。

（2）P1 端口（P1.0～P1.7）

P1 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口。输出时可驱动 4 个 TTL 负载。端口置 1 时，内部上拉电阻将端口拉到高电平，作输入用。对内部 Flash 程序存储器编程时，接收低 8 位地址信息。

（3）P2 端口（P2.0～P2.7）

P2 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口。输出时可驱动 4 个 TTL 负载。端口置 1 时，内部上拉电阻将端口拉到高电平，作输入用。对内部 Flash 程序存储器编程时，接收高 8 位地址和控制信息。

在访问外部程序和 16 位外部数据存储器时，P2 口送出高 8 位地址。而在访问 8 位地址的外部数据存储器时其引脚上的内容在此期间不会改变。

（4）P3 端口（P3.0～P3.7）

P3 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口。输出时可驱动 4 个 TTL 负载。端口置 1 时，内部上拉电阻将端口拉到高电平，作输入用。对内部 Flash 程序存储器编程时，接控制信息。除此之外 P3 端口还用于一些专门功能，具体功能如表 1.2 所示。

值得注意的是，P1～P3 端口在作为输入使用时，因内部有上接电阻，被外部拉低的

引脚会输出一定的电流。

表 1.2 P3 端口引脚兼用功能表

P3 引脚	兼用功能
P3.0	串行通信输入（RXD）
P3.1	串行通信输出（TXD）
P3.2	外部中断 0（TNT0）
P3.3	外部中断 1（TNT1）
P3.4	定时器 0 输入（T0）
P3.5	定时器 1 输入（T1）
P3.6	外部数据存储器写选通 WR
P3.7	外部数据存储器写选通 RD

什么叫上拉电阻？简单地说，上拉电阻就是把电平拉高，通常用 4.7～10.0kΩ 的电阻接到 Vcc 电源，下拉电阻则是把电平拉低，电阻接到 GND 地线上。

5. 其他的控制或复用引脚

（1）ALE/PROG 30 脚

访问外部存储器时，ALE（地址锁存允许）的输出用于锁存地址的低位字节。即使不访问外部存储器，ALE 端仍以不变的频率输出脉冲信号（此频率是振荡器频率的 1/6，故该引脚通常作为硬件调试时的输出观察）。在访问外部数据存储器时，出现一个 ALE 脉冲。对 Flash 存储器编程时，这个引脚用于输入编程脉冲 PROG。

（2）PSEN 29 脚

该引脚是外部程序存储器的选通信号输出端。当 AT89C51 由外部程序存储器取指令或常数时，每个机器周期输出 2 个脉冲即两次有效。但访问外部数据存储器时，将不会有脉冲输出。

（3）EA/Vpp 31 脚

外部访问允许端。当该引脚访问外部程序存储器时，应输入低电平。要使 AT89C51 只访问外部程序存储器（地址为 0000H～FFFFH），这时该引脚必须保持低电平。对 Flash 存储器编程时，用于施加 Vpp 编程电压。Vpp 电压有两种，类似芯片的最大频率值要根据附加的编号或芯片内的特征字决定。

1.1.2 AT89C2051 简介

AT89C2051 是由 Atmel 公司推出的一种小型单片机，1995 年出现在中国市场。其主要特点为采用 Flash 存储器技术，降低了制造成本。其软件、硬件与 MCS-51 完全兼容，很快被中国广大用户接受，其程序可被多次擦写，使得开发与试验比较容易。

1. 引脚

AT89C2051 共有 20 条引脚，从图 1.1（b）中可见，AT89C2051 继承了 AT89C51 最重要引脚，由于 1.1.1 节对 AT89C51 的引脚功能进行了详细的介绍，而 AT89C2051 和 AT89C51 的相应引脚在功能上完全一致，这里只简单介绍 AT89C2051 的特有功能。

P1 口共 8 脚，准双向端口。P3.0～P3.6 共 7 脚，准双向端口，并且保留了全部的 P3 的第二功能，如 P3.0、P3.1 的串行通信功能，P3.2、P3.3 的中断输入功能， P3.4、P3.5 的定时器输入功能。

在引脚的驱动能力上面，AT89C2051 具有很强的下拉能力，P1、P3 口的下拉能力均可达到 20mA。相比之下，AT89C51/AT87C51 的端口下拉能力每脚最大为 15mA。但是限定 9 脚电流之和小于 71mA。这样，引脚的平均电流只有 9mA。AT89C2051 驱动能力的增强，使得它可以直接驱动 LED 数码管。

为了增加对模拟量的输入功能，AT89C2051 在内部构造了一个模拟信号比较器，其输入端连到 P1.0 和 P1.1 口，比较结果存入 P3.6 对应寄存器（P3.6 在 AT89C2051 外部无引脚）。对于一些不大复杂的控制电路，可以增加少量元件来实现，例如，对温度的控制，过压的控制等。

2. 存储器

AT89C2051 片内含有 2KB 的 Flash 程序存储器，128B 的片内 RAM 与 AT89C51 内部完全类似。由于 AT89C2051 内部设计全静态工作，所以允许工作的时钟为 0～20MHz，也就是说，允许在低速工作时，不破坏 RAM 内容。相比之下，一般 AT89C51 对最低工作时钟限制为 3.5MHz，因为其内部的 RAM 是动态刷新的。AT89C2051 不允许构造外部总线来扩充程序/数据存储器，所以它也不需要 ALE、PSEN、RD 和 WR 一类的引脚。

3. 程序保密

AT89C2051 设计有 2 个程序保密位，保密位 1 被编程之后，程序存储器不能再被编程，除非做一次擦除，保密位 2 被编程之后，程序不能被读出。

4. 软硬件的开发

AT89C2051 可以采用下面 2 种方法开发应用系统。

1）由于 AT89C2051 内部程序存储器为 Flash，所以修改它内部的程序十分方便快捷，只要配备一个可以编程 AT89C2051 的编程器即可。调试人员可以采用程序编辑－编译－固化－插到电路板中试验，这样反复循环的方法，对于熟练的 MCS-51 程序员来说，这种调试方法并不十分困难。

2）将普通 AT89C51 仿真器的仿真插头中 P1.0～P1.7 和 P3.0～P3.6 引出来仿真 AT89C2051，这种方法可以运用单步、断点的调试方法，但是仿真不够真实，比如 AT89C2051 的内部模拟比较器功能，P1 口、P3 口的增强下拉能力等。

1.2 C51 程序的基本结构

C51 源程序结构与一般 C 语言没有什么差别。C51 源程序文件的扩展名为“.c”，如 Add.c、Max.c 等，一个 C51 源程序大体上是一个函数定义的集合。在这个集合中有且仅有一个名为 main()的函数，也称为该程序的主函数，主函数是程序的入口，它是一个特殊的函数，程序的执行都是从 main()函数开始的。主函数中的所有语句执行完毕，则程

序执行结束。一个C51源程序必须有且只能有一个名为main()的函数。

C51源程序的编程要点如下：

1）C语言是由函数构成的。一个C51源程序至少包含一个main()函数，也可以包含一个main()函数和若干其他函数。因此，函数是C51源程序的基本单位。被调用的函数可以是编译器提供的库函数，也可以是用户根据需要自己编制设计的函数。

2）一个C51源程序总是从main()函数开始执行的，不论main()函数在整个程序中的位置如何。

3）C51源程序书写格式自由，一行内可以写几个语句，一个语句也可以分写在多行上，C51源程序无行号。

4）每个语句和数据定义的最后必须有一个分号，分号是C51源程序语句的必要组成部分。分号不可少，即使是程序中最后一个语句也应包含分号。

5）C语言本身没有输入输出语句。输入和输出的操作是由库函数Scanf()和Printf()等函数来完成的。C51源程序对输入输出实行“函数化”。

6）可以用/*…*/对C51源程序中的任何部分作注释。一个好的、有使用价值的程序都应当加上必要的注释，以增加程序的可读性。

下面是一个简单的C51源程序例子（test.c）：

```
# include <reg52.h>          /*C编译器内部自带的H文件，使用<>*/
void Test1(void);            /*C函数声明 */

void main(void)
{
    Test1( );              /*调用函数Test1( )*/
    unsigned char i;     /*C变量声明*/
    while(1){
        i++;
    }
}

void Test1(void)
{
 unsigned char Work;
 Work++;
}
```

在C51源程序中，常用项目来管理各个文件。项目一般分为两大块：C文件块和头部文件块。常把不同功能写在不同的C文件中，依靠项目的管理，最后把所有文件连接起来，这样就可以得到可以烧录的HEX文件或BIN文件。这些C文件中，有且只有唯一的一个包括main()函数。可以用头部文件把各个不同的C文件互相连接起来。一个C文件基本上要对应有一个H头部文件，这个H文件就包含本C文件中可以提供给外面使用的变量和函数，没有在H文件中列出的文件，可以算是该C文件的内部函数和变量，外部C文件不能使用。

从以上的例子可以看出，C51 源程序一般只有如下的结构：

```
# include< >                          /*预处理命令*/
int function_1();                     /*函数 1 定义*/
char function_2();                    /*函数 2 定义*/
……
float function_n();                   /*函数 n 定义*/
main() {                              /*主函数*/
……
}

function_1(){                         /*功能函数 1*/
……                                    /*功能函数 1 函数体*/
}

char function_2(){                    /*功能函数 2*/
……                                    /*功能函数 2 函数体*/
}
……
float function_n(){                   /*功能函数 n*/
……                                    /*功能函数 n 函数体*/
}
```

一个 C 语言程序至少应包含一个 main()函数，也可以有一个 main()函数和其他的许多功能函数。函数之间可以相互调用，但 main()函数只能调用其他的功能函数，而不能被其他函数所调用。功能函数可以是 C 语言编译器提供的库函数，也可以由用户按实际需要自行编写。再次说明，不管 main()函数处于程序中的什么位置，程序总是从 main()函数开始执行。

1.3 C51 的标识符与关键字

标识符是用来标识源程序中某个对象的名字的，这些对象可以是语句、数据类型、函数、变量、数组等。C 语言是大小写字敏感的一种高级语言，如果我们要定义一个定时器 1，可以写为“Timer1”，如果程序中有“TIMER1”，那么这两个是完全不同定义的标识符。标识符由字符串，数字和下划线等组成，注意的是第一个字符必须是字母或下划线，如"1Timer"是错误的，编译时便会有错误提示。有些编译系统专用的标识符是以下划线开头，所以一般不要以下划线开头命名标识符。标识符在命名时应当简单，含义清晰，这样有助于阅读和理解程序。在 C51 编译器中，只支持标识符的前 32 位为有效标识，一般情况下也足够用了，基本上不会出现超过 32 位的标识符。

关键字则是编程语言保留的特殊标识符，它们具有固定名称和含义，在程序编写中不允许标识符与关键字相同。在 Keil μVision2 中的关键字除了有 ANSI C 标准的 32 个关键字外，还根据 51 单片机的特点扩展了相关的关键字，如表 1.3 和表 1.4 所示。在 Keil μVision2 的文本编辑器中编写 C51 源程序，系统可以把保留字以不同颜色显示，缺省颜