

手把手教你学单片机的 C 语言程序设计(二)

单片机的基本知识

及第一个 C51 程序

◆周兴华

虽说用 C 语言编程不必对单片机的硬件结构有详细的掌握,但是了解一些单片机内部硬件的基本结构,有助于我们编写出更高效、更紧凑的代码。

MCS-51 单片机的基本结构

单片机的基本结构组成中包含有中央处理器 CPU,程序存储器、数据存储器、输入/输出接口部件,还有地址总线,数据总线和控制总线等。MCS-51 单片机的典型芯片是 80C51,其特性与我们实验的 AT89S51 完全相同,这里以 80C51 为例介绍一下单片机的基本知识。80C51 的结构框图见图 1。

80C51 是一个 8 位(数据线是 8 位)单片机,片内有 256 字节 RAM 及 4K 字节 ROM。中央处理器单元完成运算和控制功能。内部数据存储器共 256 个单元,访问它们的地址是 00~FFH,其中用户使用前 128 个单元(00~7FH),后 128 个单元被专用寄存器占用。内部两个 16 位计数器/定时器用作定时或计数,并可用定时或计数的结果实现控制功能。80C51 有四个 8 位并行口(P0、P1、P2、P3),用以实现地址输出及数据输入/输出。片内还有一个时钟振荡器,外部只需接入石英晶体即可振荡。

80C51 采用 40 引脚双列直插式封装(DIP)方式,图 2 为引脚排列及逻辑符号。

80C51 的基本特征

- ◆ 8 位 CPU。
- ◆ 片内时钟振荡器。
- ◆ 4KB 程序存储器 ROM。
- ◆ 片内有 128B 数据存储器 RAM。
- ◆ 可寻址外部程序存储器和数据存储器空间各 64KB。
- ◆ 21 个特殊功能寄存器 SFR。
- ◆ 4 个 8 位并行 I/O 口,共 32 根 I/O 线。
- ◆ 1 个全双工串行口。
- ◆ 2 个 16 位定时器/计数器。
- ◆ 5 个中断源,有 2 个优先级。
- ◆ 具有位寻址功能,适用于位(布尔)处理。

80C51 的内部结构

1. 中央处理单元

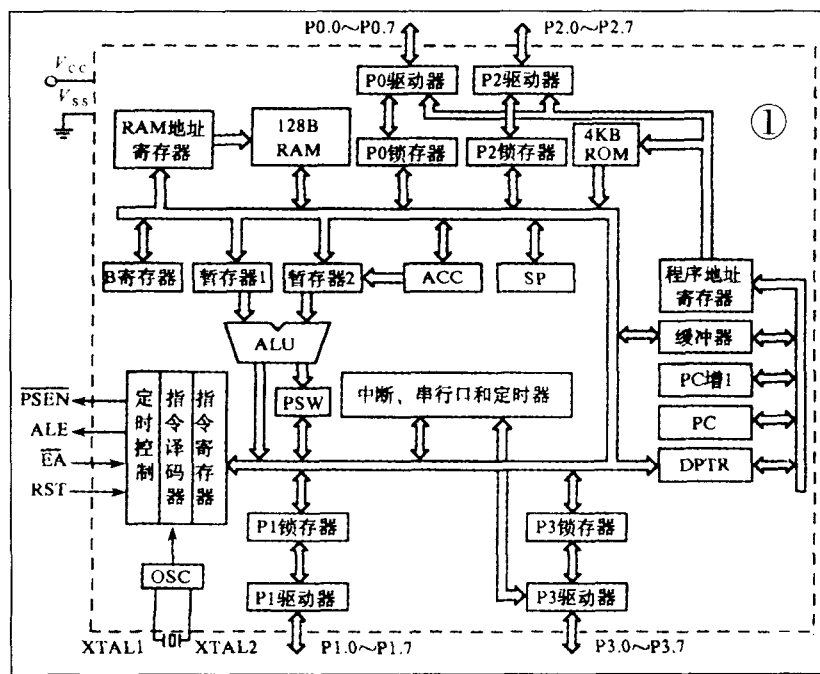
中央处理器 CPU 是单片机中的核心部分,由控制器和运算器组成。运算器包含算术逻辑部件(ALU)、控制器、寄存器 B、累加器 A、程序计数器 PC、程序状态字寄存器 PSW、堆栈指针 SP、数据指针寄存器 DPTR 以及逻辑运算部件等。控制器包括指令寄存器、指令译码器、控制逻辑阵列等。算术逻辑部件(ALU)功能是完成算术运算和逻辑运算,算术运算包

括加法、减法、加 1、减 1 等操作。逻辑运算包括“与”、“或”、“异或”等操作。ALU 还有一些直接按位操作功能,如置位、清零、求补、条件判转、逻辑“与”、“或”等。在需按位运算时,位操作指令提供了把逻辑等式直接变换成软件的简单明了的方法。

控制器的功能是按时间顺序协调各部分的工作,在控制器的控制下,单片机可对指令进行读取、译码,形成各种操作动作,使各个部件之间能协调工作。

程序计数器 PC 是专门用来控制指令执行顺序的一个寄存器,可以放 16 位二进制数码,用来存放指令在内存中的地址。当一个地址码被取出后,PC 会自动加 1,作好取下一个指令地址码的准备工作。

累加器 A 是 8 位寄存器,它和算术逻辑部件 ALU 一起完成各种算术逻辑运算,既可以存放运算前的原始数据,又可以存放运算的结



果,它是使用最为频繁的一个器件。

寄存器 B 是一个 8 位寄存器,用于乘法运算。乘法运算时, B 是一个操作数,积存于 AB 中。除法运算时, A 是被除数, B 是除数,其商存于 A,余数存 B。

程序状态字 PSW 是一个 8 位寄存器,这是一个非常重要的标志寄存器,用来保存指令执行结果的标志,供程序查询和判别。在 PSW 的 8 位中有了 7 个标志位,格式如下:

7	6	5	4	3	2	1	0
CY	AC	FO	RS1	RS0	OV	-	P

P:这是 PSW 的第 0 位,它是累加器 A 的奇偶标志位。P=1 表示累加器 A 中的数为奇数,P=0 为偶数。

OV:这是 PSW 的第 2 位,称 OV 为溢出标志,对于带符号的数,在操作时,OV=1 表示有溢出,OV=0 表示无溢出。

FO:用户定义的标志位。可作为软件标志,可通过软件对其进行置位/复位或测试,以控制程序的转移。

AC:辅助进位(半进位)标志。是低 4 位向高 4 位进位或借位标志,当 D3 向 D4 位进位,AC 被置 1,否则被清零。BCD 码调整时,也用到 AC。

CY:进位标志。在最高位有进位(做加法运算时)或有借位(做减法时),CY=1,否则 CY=0。

RS1,RS0:寄存器组选择位,可由软件设置,这是 PSW 中的第 4 位和第 3 位,用来指示当前使用的工作寄存器区。片内工作寄存器共有 4x8=32 个,这 32 个寄存器的地址编号为 00H 到 1FH,分成四个区,每区 8 个寄存器都用 R0~R7 来标称。当前使用到的工作寄存器区,可由 PSW 中的 RS1、RS0 位指示出来(见表 2)。

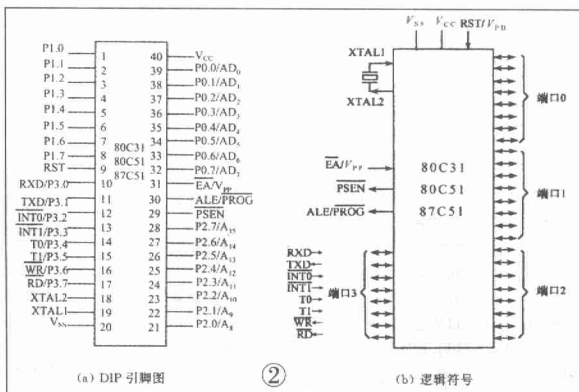
表 2 寄存器组选择

	0 区		1 区		2 区		3 区	
	RS1	RS0	RS1	RS0	RS1	RS0	RS1	RS0
	0	0	0	1	1	0	1	1
R0	00H		03H		00H		03H	
R1	01H		04H		01H		04H	
R2	02H		05H		02H		05H	
R3	03H		06H		03H		06H	
R4	04H		07H		04H		07H	
R5	05H		08H		05H		08H	
R6	06H		09H		06H		09H	
R7	07H		0AH		07H		0AH	

数据指针(DPTR)这是一个 16 位寄存器,可分为 DPH、DPL 高低两个字,在访问外部数据存储器时,用 DPTR 作为地址指针。

2. 并行 I/O 口

80C51 的 32 根 I/O 线分为四个双向并行口 P0~P3,每



一根 I/O 线都能独立地用作输入或输出。每一根 I/O 线均包含锁存器、输出驱动器和输入缓冲器(三态门)。

P0 口受内部控制信号的控制,可分别切换地址/数据总线、I/O 口两种工作状态。

P1 口只有 I/O 口一种工作状态。

P2 口受内部控制信号的控制,可以有地址总线、I/O 口两种工作状态。

P3 口除了用作一般 I/O 口外,每一根线都可执行与口功能无关的第二种输入/输出功能。

3. 串行 I/O 口

80C51 有串行口,通过异步通信方式(UART),与串行传送信息的外部设备相连接,或用于通过标准异步通信协议进行全双工通信。

4. 定时/计数器

80C51 内的可编程定时/计数器,由控制位 C/T 来选择其功能。作为定时器时,每个机器周期加 1(计数频率为时钟频率的 1/12)。作为计数器时,对应外部事件脉冲的负沿加 1(最高计数频率为时钟频率的 1/24)。

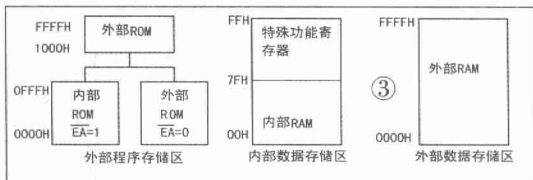
5. 时钟

80C51 内部有晶振荡器。外接石英晶体形成谐振回路,产生时钟信号。若用外部时钟源,XTAL1 接地,XTAL2 接外部时钟。片内时钟发生器将振荡器信号二分频,为芯片提供 2 相时钟信号。一个机器周期由 6 个时钟状态组成,每个时钟状态又是由 2 个振荡脉冲组成,因此一个机器周期包括 12 个振荡脉冲。

80C51 的存储器配置

MCS-51 系列单片机片内集成有一定数量的程序存储器和数据存储器。对 80C51 来说,片内有 256 字节的数据存储器及 4K 字节程序存储器。应用时如内部存储器不够可扩展外部存储器,内外存储器寻址空间的配置如图 3 所示。

1. 程序存储器



程序存储器用于存放编写好的程序或常数,EA引脚接高电平,即可从内部程序存储器中(4KB中)读取指令,超过4KB后,CPU自动转向外部ROM执行程序。EA引脚接低电平,则所有的读取指令操作均在外部ROM中。

程序存储器的寻址空间为64KB,其中有7个单元具有特殊功能(中断入口地址),如表3所示。

80C51被复位后,程序计数器PC的内容为0000H,因此系统必须从0000H单元开始取指令执行程序。一般在该单元中存入一条跳转指令,而用户设计的程序从跳转后的地址开始安放。

表3 中断入口地址

地址	事件名称
0000H	系统复位
0003H	外部中断0
000BH	定时器0溢出中断
0013H	外部中断1
001BH	定时器1溢出中断
0023H	串行口中断

2. 内部数据存储器

数据存储器分外部和内部两大部分。

80C51的内部数据存储器分成两块,00~7FH和80~FFH。后128字节用作特殊功能寄存器(SFR)空间,21个特殊功能寄存器离散地分布在80~FFH地址空间内。在这些特殊功能寄存器中,地址的低位为0H或8H的SFR位寻具有功能,总共有128位(见图4)。数据存储器的地址空间分布如图5所示。

其中,地址00H~1FH区为工作寄存器区,又分四组,每个时间内只能有一组寄存器工作;地址20H~2FH为128个位寻址区,位地址为00H~7FH,内部数据存储器的位寻址空间(128位)与SFR的位寻址空间(128位)一起构成了80C51中的256

的位寻址空间。

80C51的外部数据存储器,它的寻址空间为64KB,根据P2口的情况可将这64KB分成每页为256个字节的256个页。

一个单片机应用系统,它的硬件电路设计完成后,接着便是软件编写及仿真调试。软件开发调试中要使用到Keil C51集成开发平台及TOP851编辑器,尽管以前的《手把手教

你学单片机》讲座曾予以详细介绍,但考虑此次C语言讲座很多读者可能是初学,故再简单介绍一下安装使用。

Keil C51 集成开发平台安装

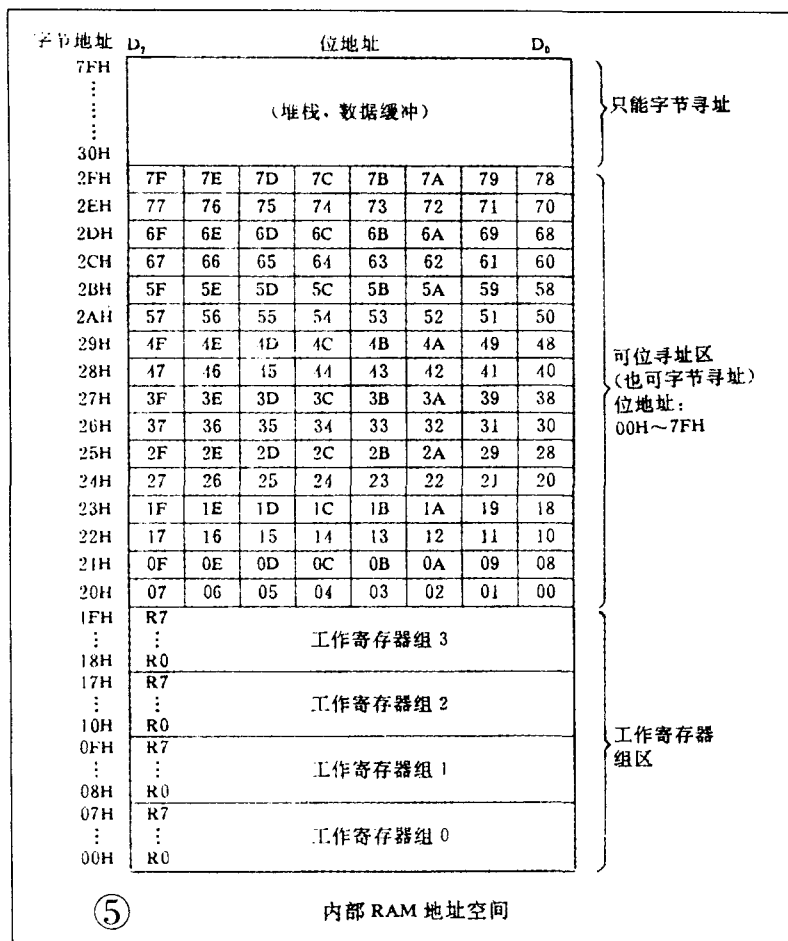
在电脑中放入配套光盘,打开Keil C51文件,然后双击Setup.exe进行安装,在提示选择Eval或Full方式时,选择Eval方式安装,不需注册码,但有2K大小的代码限制。如你购买了完全版的Keil C51软件(或通过其它途径得到),则选

特殊功能寄存器地址映射

SFR名称	符号	D ₇ 位地址/位定义								D ₀	字节地址
B寄存器	B	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0		(F0H)
累加器A	ACC	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0		(E0H)
程序状态字	PSW	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀		(D0H)
中断优先级控制	IP	Cy	AC	F0	RS1	RS0	OV	P			
		BF	BE	BD	BC	BB	BA	B9	B8		(B8H)
I/O端口3	P3	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0		(B0H)
		PS.7	PS.6	PS.5	PS.4	PS.3	PS.2	PS.1	PS.0		
中断允许控制	IE	AF	AE	AD	AC	AB	AA	A9	A8		(A8H)
		EA			ES	ET1	EX1	ET0	EX0		
I/O端口2	P2	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		(A0H)
		P2.7	P2.6	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0		
串行数据缓冲	SBUF										99H
串行控制	SCON	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98		(98H)
		SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI		
I/O端口1	P1	97	96	95	94	93	92	91	90		(90H)
		P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0		
定时/计数器1(高字节)	TH1										8DH
定时/计数器0(高字节)	TH0										8CH
定时/计数器1(低字节)	TL1										8BH
定时/计数器0(低字节)	TL0										8AH
定时/计数器方式选择	TMOD	GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0		89H
		8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88		(88H)
定时/计数器控制	TCON	TF1	TR1	IT0	TR0	1E1	IT1	1E0	IT0		
电源控制及波特率选择	PCON	SMOD				GF1	GF0	PD	IDL		87H
数据指针高字节	DPH										83H
数据指针低字节	DPL										82H
堆栈指针	SP										81H
I/O端口0	P0	87	86	85	84	83	82	81	80		(80H)
		P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0		

注:带括号的字节地址表示具有位地址。

④



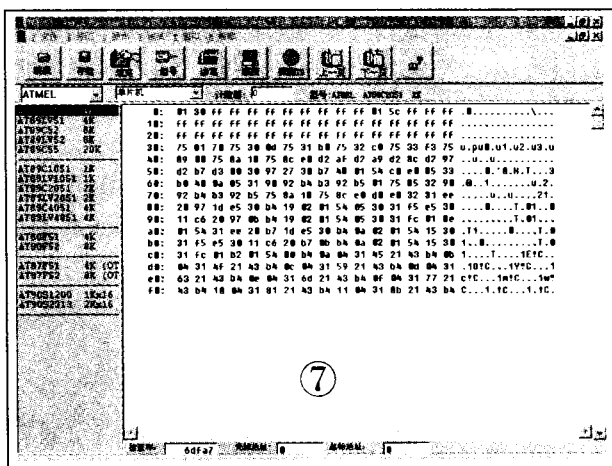
目标文件编译连接、目标选项和一个目标选择窗口。除错(DEBUG/调试)工具栏位于最后,主要包括一些仿真调试源程序的基本操作,如单步、复位、全速运行等。在工具栏下面,默认有三个窗口。左边的工程窗口包含一个工程的目标(target)、组(group)和项目文件。右边为源文件编辑窗口,编辑窗口实质上就是一个文件编辑器,我们可以在这里对源文件进行编辑、修改、粘贴等。下边的为输出窗口,源文件编译之后的结果显示在输出窗口中,会出现通过或错误(包括错误类型及行号)的提示。如果通过则会生成“HEX”格式的目标文件,用于仿真或烧录芯片。

MCS-51 单片机软件 Keil C51 开发过程为:

1. 建立一个工程项目,选择芯片,确定选项。
2. 建立汇编源文件或 C 源文件。
3. 用项目管理器生成各种应用文件。
4. 检查并修改源文件中的错误。
5. 编译连接通过后进行软件模拟仿真。
6. 编译连接通过后进行硬件模拟仿真。
7. 编程操作。
8. 应用。

TOP851 烧录软件安装

运行编程器所配光盘中的 top851, 双击 Setup.exe 可安装 TOP851 烧录软件, 安装完毕后在桌面上自动生成 TOP851 快捷图标。双击该图标, 即可进入 TOP851 主窗口(图 7)。



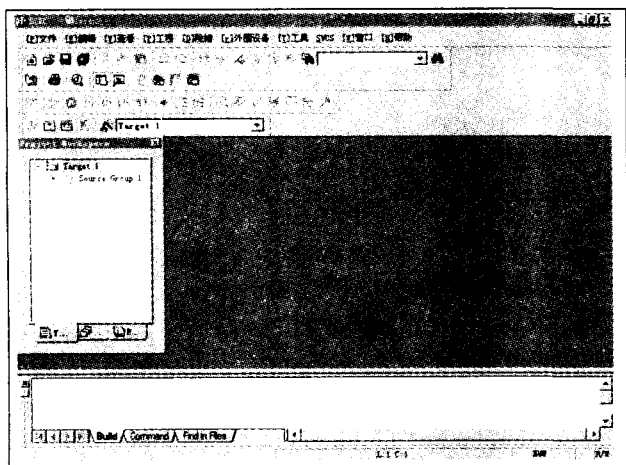
第一个 C51 演示程序及效果

1. 建立一个工程项目,选择芯片并确定选项

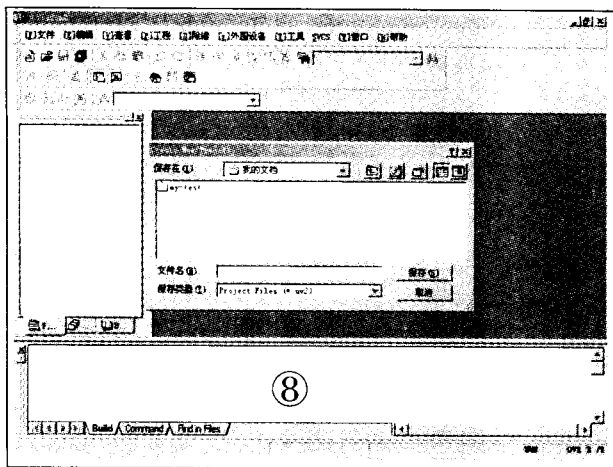
双击 Keil uVision2 快捷图标后进入 Keil C51 开发环境,单击“工程”菜单,在弹出的下拉菜单选中“新工程”选项,屏幕显示为图 8。

在文件名中输入一个项目名“my-test”,选择保存路径(可在“我的文档”中先建立一个同名的文件夹),单击保存。

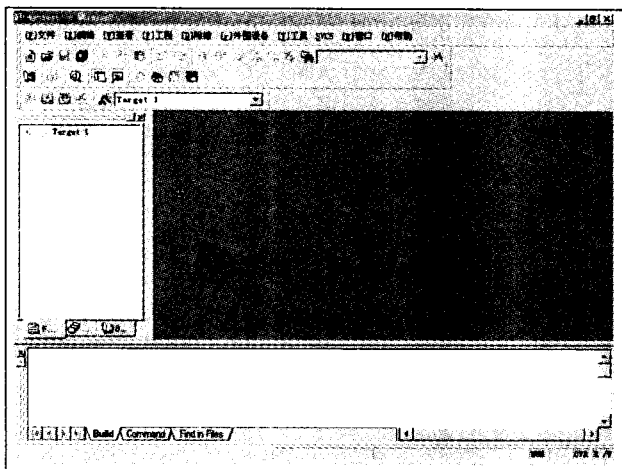
择 Full 方式安装,代码量无限制。安装结束后,如果您想在中文环境使用,可安装 Keil C51 汉化软件,将汉化软件中的 uv2.exe 复制并粘贴到 C:\Keiluv2 目录下并替换原先的文件即可。程序安装完成后在桌面上会出现 Keil uVision2 图标,双击该图标便可启动程序,启动后的界面如图 6 所示。



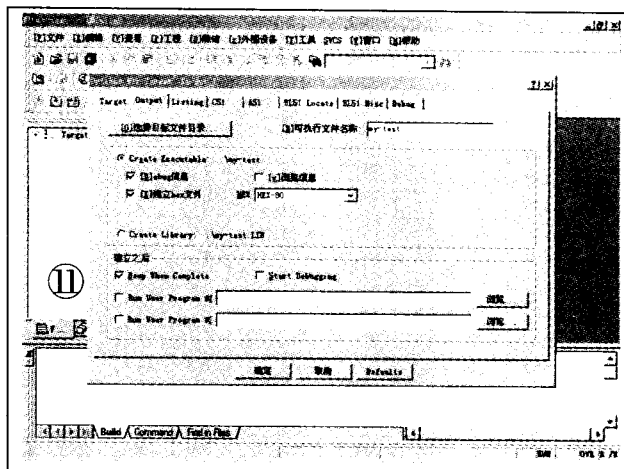
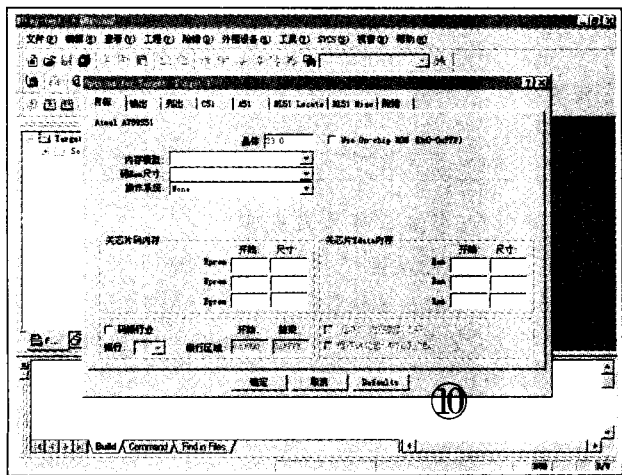
主要由菜单栏、工具栏、源文件编辑窗口、工程窗口和输出窗口五部分组成。工具栏为一组快捷工具图标,主要包括基本文件工具栏、建造工具栏和除错(DEBUG/调试)工具栏,基本文件工具栏包括新建、打开、拷贝、粘贴等基本操作。建造工具栏主要包括文件编译、目标文件编译连接、所有目



在随后弹出的“为目标 target 选择设备”(Select Device for Target “Target1”)对话框中用鼠标单击 Atmel 前的“+”号, 选择“89S51”单片机后按确定, 如图 9 所示。

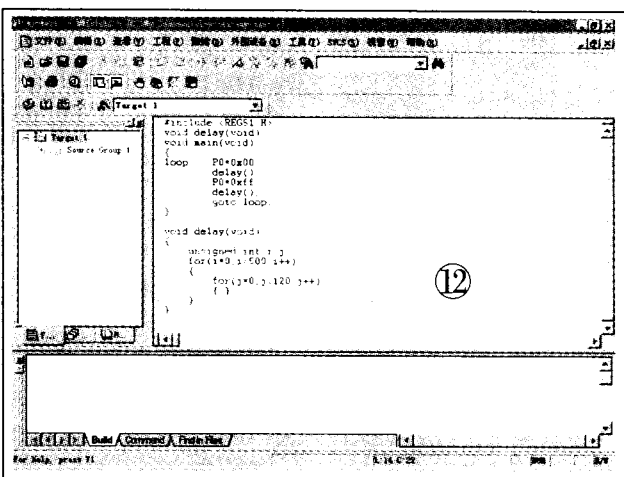


选择主菜单栏中的“工程”, 选中下拉菜单中“Options for Target 'Target1'”, 出现图 10 所示的界面。单击“target”页面, 在晶体 Xtal (MHz) 栏中选择试验板的晶振频率, 默认为 33MHz, 我们讲座试验板的晶振频率为 11.0592MHz, 因此要将 33.0 改为 11.0592。然后单击输出“Output”页面, 在“建立 hex 格式文件”前打勾选中, 如图 11。其它采用默认设置, 然后点确定。



2. 建立源程序文件

单击“文件”菜单, 在下拉菜单中选择“新建”, 随后在编辑窗口中输入以下的源程序(如图 12)。



```

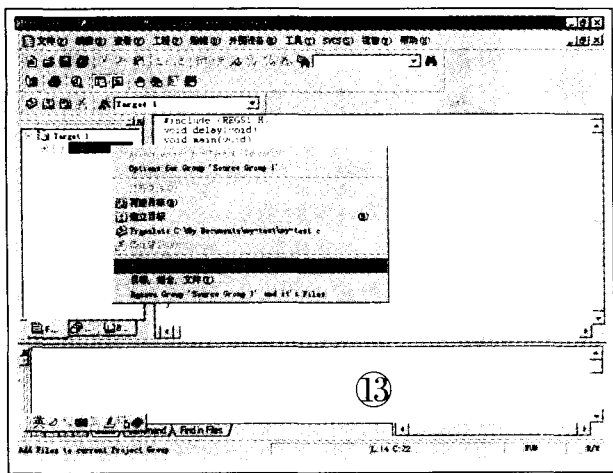
#include <REG51.H>
void delay(void);
void main(void)
{
loop:   P0=0x00;
        delay();
        P0=0xff;
        delay();
        goto loop;
}

void delay(void)
{
unsigned int i,j;
for(i=0;i<500;i++)
{
for(j=0;j<120;j++)
{
}
}
}
    
```

程序输入完成后,选择“文件”,在下拉菜单中选“另存为”,将该文件以扩展名为.c 格式(如 my-test.c)保存在刚才所建立的一个文件夹中(my-test)。

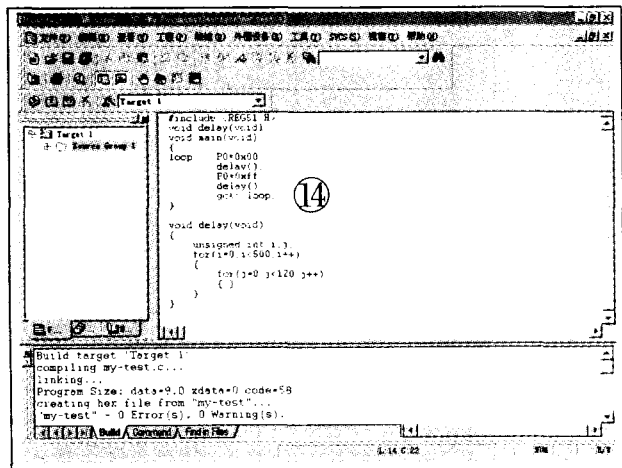
3. 添加文件到当前项目组中

单击工程管理器中“Target 1”前的“+”号,出现“Source Group1”后再单击,加亮后右击。在出现的下拉窗口中选择“Add Files to Group'Source Group1”,如图 13 所示。在增加文件窗口中选择刚才以 c 格式编辑的文件 my-test.c,鼠标单击“ADD”按钮,这时 my-test.c 文件便加入到 Source Group1 这个组里了,随后关闭此对话框。



4. 编译文件

选择主菜单栏中的“工程”,在下拉菜单中选“重建所有目标文件”,这时输出窗口出现源程序的编译结果,如图 14 所示。如果编译出错,将提示错误 ERROR(S)的类型和行号。



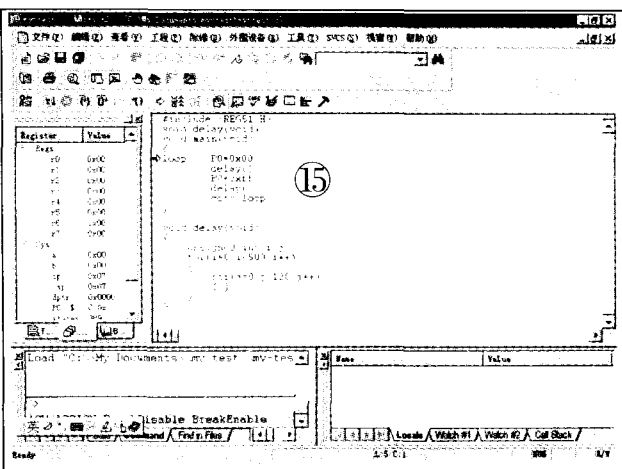
5. 检查并修改源程序文件中的错误

我们可以根据输出窗口的提示重新修改源程序,直至编译通过为止,编译通过后将输出一个以 HEX 为后缀名的目标文件,如 my-test.HEX。

6. 软件模拟仿真调试

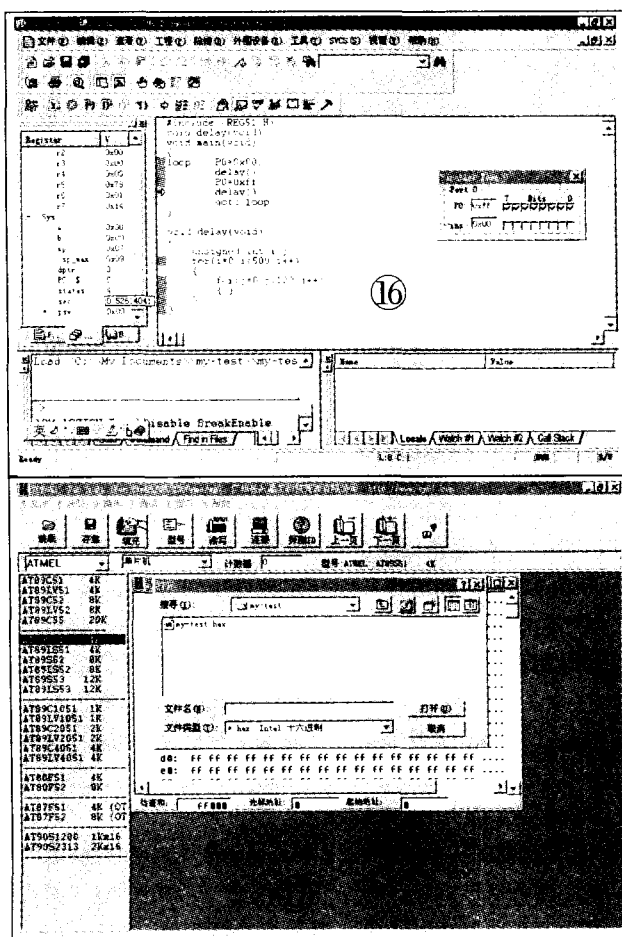
在主菜单中打开“除错”界面,点击“开/关 DEBUG”,出现 2K 代码限制的提示窗口后点确定,这时进入软件模拟仿真调试

界面(图 15)。点击“除错”栏,可看到下拉菜单中的“单步到之外”快捷键为 F10,按一下 F10,程序的光标箭头往下移一行。打



开“外围设备”栏,在其下拉菜单中选“I/O-Ports>Port0”,将 P0 输出窗口打开(图 16)。鼠标在程序的光标箭头上点一下,随后继续按动 F10,可发现 Port0 变为低电平(打勾消失),再按动 F10,同时注意观察左边寄存器窗口中的 Sec(时间)数值,可发现,Port0 输出低电平到高电平的时间间隔约为 0.5 秒,反复循环。仿真调试通过后,关闭 Keil C51 开发环境。

烧录程序(编程操作)



机器人用直流减速电机的选用

◆周海

目前机器人活动、机器人制作正在中小学校和青少年中迅速开展。一般来说机器人是会作一些动作的,机器人的不同动作大多是由各种各样的电动机来完成的。同样在机电一体化的电子制作中也要使用各种各样的电动机。电动机的种类很多,本文介绍的直流减速电机使用简单,价格便宜,动力较大,在机器人的行走得到广泛应用。

直流减速电机是由直流电机和齿轮减速器构成的,由于齿轮减速器有不同的减速比,所以直流减速电机可以有許多不同的转速供使用者进行选择,这

给应用带来了很大的方便。在使用直流减速电机时应根据实际需要选择电机的参数。

电机的主要参数

1. 电机的额定工作电压:电机的参数都是电机工作于额定工作电压时的数值。电机的工作电压也可以低于额定工作电压,此时各项参数数值都会下降。电机的工作电压也可以高于额定工作电压,但不要长时间运行,电压也不可过高。

2. 电机的额定电流:电机在额定工

作点运行时所消耗的电流。

3. 电机的额定转速:电机在额定工作点运转时的转速。

4. 减速器的减速比:减速器输出轴与电动机输出轴的转速之比。

5. 额定负载转矩:电机在额定电压、额定转速时输出的转矩。使用时应留有一定的余量。

6. 堵转转矩:电机在额定电压下,加在输出轴上的,最终使电机停转的转矩。

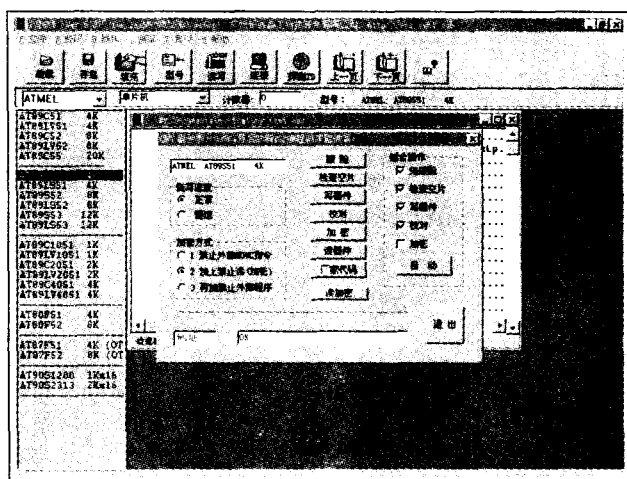
7. 电机的功率:电动机的功率由转速和转矩决定。

连接好 TOP851, 将随机所配的 9V 直流电源插头插到右侧电源插座上,电源指示灯亮。运行 TOP851,在主菜单中点击“型号”,在弹出的对话框里选择“单片机”,制造厂家栏中选择“ATMEL”,器件型号选择“AT89S51”,点击确定。在主菜单中选择“文件”,装载数据到文件缓冲区,“选择我的文档>my-test>my-testhex”,文件类型应选择“hex Intel 十六进制”,并按确认(图 17)。把 89S51 芯片插在插座上(注意芯片的缺口位置与编程器外壳的指示位置保持同一方向)并锁紧。在组合操作栏目中的“先擦除”、“写器件”、“校对”前打勾,按“自动”后进入读写操作(图 18)。烧写完毕后,关闭 TOP851,松开插座取下 AT89S51。

观察程序运行的结果

将 AT89S51 芯片插到 S3 试验板上,加上 5V 专用电源。P0 口 8 个发光二极管同时点亮,延时 0.5 秒后又同时灭,反复循环,自动工作。你一定惊奇了吧,从指令数据转化为灯光信号输出,也只是那么一会儿功夫。可以想像出,如果程序设计的丰富复杂些,那么单片机的控制会更加神奇,令人叹为观止。现在你对学习单片机 C 语言设计有信心了吧,那么赶快行动,随着《手把手教你学单片机的 C 语言程序设计》内容的深入一起来学习、试验,直至掌握这门无比重要的技术。

配文优惠邮购:Keil C51 Windows 集成开发环境(已汉化光盘,邮购代号:K1):46 元。TOP851 多功能编程器(邮购代号:B1):330 元。LED/128*64 图形液晶试验板(邮购代号:



S3):160 元。LED/16*2 字符液晶试验板(邮购代号:S2):140 元。16*2 字符型液晶显示模组(邮购代号:L1):80 元。128*64 点阵图形液晶显示模组(邮购代号:L2):160 元。5V 高稳定专用稳压电源(邮购代号:D1):35 元。每次邮费保价费 12 元。开发票另加货款 7%(汇款时注明)。邮购时只需在附言栏中写明邮购代号及数量并附上联系电话即可。邮局汇款邮购:上海市闵行区莲花路 2151 弄 57 号 201 室,邮编:201103,联系人:吕超亚 银行汇款购买(汇款后电话告知):户名:上海红棱电子有限公司开户行:上海浦东发展银行吴中支行帐号:076499-98530154740000965 电话(传真):021-64654216 13044152947 技术支持 E-mail:zxh2151@sohu.com