

课 题	5.1 中断概述		
学 时	4 学时	授课类型	理论讲授
教学目标	<p>1. 知识目标 (1)掌握 51 单片机中断、中断源、中断优先级等的基本概念。 (2)掌握 51 单片机的中断的系统结构及中断处理。 (3)了解中断的分类。</p> <p>2. 能力目标 通过直观教学和教师的具体讲解，培养学生的逻辑思维和抽象思维能力；培养学生归纳总结问题的能力。</p> <p>3. 情感目标 通过对中断概念的相关知识的生动形象的教学，使学生对本节课程的中断知识产生浓厚兴趣，激发学生的学习中断知识的热情。</p>		
教学重点	掌握 51 单片机中断、中断源、中断优先级等的基本概念。		
教学难点	掌握 51 单片机的中断的系统结构及中断处理。		
教 法	采用“媒体演示——分析概括——巩固提高”的教学模式		
教学过程	过程设计		
创设情景	<p>导入：中断时刻发生，在生活中也非常常见，单片机有中断发生吗？中断系统是单片机系统中重要部分，本节就着重研究 51 单片机的中断系统。</p>		
引入单片机与外部设备信息交换的概念。	<p style="text-align: center;">5.1 中断的概述</p> <p>一、输入/输出方式及中断的概念</p> <p>1. 输入/输出方式</p> <p>CPU 与外设的信息交换称为输入/输出。输入/输出有三种形式：无条件传送方式、查询方式和中断方式。其执行过程如图 4.1:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>(a) 无条件传送方式 (b) 查询传送方式 (c) 中断传送方式</p> <p style="text-align: center;">图 4.1 输入/输出方式示意图</p> <p>(1)、无条件传送方式：数据的传送取决于程序执行输入/输出指令，而与外设的状态无关（CPU 不管外设能不能接收数据）。</p> <p>(2)、查询方式：CPU 在传送数据前读取外设状态信息加以判断。外设空闲则传送数据，否则不传送。在查询过程中 CPU 的利用率不高</p>		

理解并掌握
中断的概念

(3)、中断方式外设需要服务,就主动向CPU提出申请,CPU暂停现在的操作去执行对外设的输入输出程序,执行完毕又返回继续执行现在的操作。

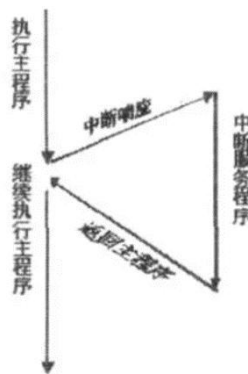
二. 中断相关的基本概念

1. 中断概念

(1) 中断: CPU正在执行程序的过程中,由于CPU之外的某种原因,有必要暂停该程序的执行,转而去执行相应的处理程序,待处理程序结束之后,再返回原程序断点处继续运行的过程。

(2) 中断: 单片机正在执行程序时,发生突发事件,从而打断当前程序执行,转而去处理这一事件,当处理完后,再回到原来被打断处继续执行原来程序的过程。

(3) 中断: CPU执行正常程序时,系统中出现特殊请求,CPU暂时中止当前的程序,转去处理更紧急的事件(中断服务程序),处理完毕(中断服务完成)后,CPU自动返回原程序继续执行的过程



中断原理示意图

举例说明: 你能举现实生活中的中断的例子说明中断吗?

1、假如你正在看书,看的津津有味……突然电话铃声响了,这时候你停止看书,接听电话,电话接听完毕后,你继续看书。

2、假如你正在上课听课,突然肠胃不舒服,拉肚子,必须马上上厕所,这时候不得不停止听课,去上厕所,完了又继续回来听课。

3、如消防员正在吃着午饭,突然警报铃声响起了,有火灾发生了,消防员立即丢掉碗筷,迅速去救援,待救援完毕后回来继续吃午饭。

4、假如你正在家里看电视,正看得高兴时候,突然停电了,不得不停止看电视,去看看是什么原因停电了,等电来了后继续看电视。

5、假如你正骑着电动车,走在上学的路上,突然,轮胎被尖锐的东西划破了,漏气了不能骑行了,不得不打电话叫师傅来修理,好了以后再继续骑行到学校上学。

3. 中断系统: 实现中断过程的软件系统和硬件系统。

4. 中断源:

(1) 提出中断申请的来源。

(2) 引起中断的设备或事件。

(3) 发出中断请求的源头。

中断源一般有外设、定时时钟、故障源等。51单片机有五个中断源：

- 1) INT0 (P3.2)：输入低电平或下降沿引起
- 2) T0 (P3.4)：由T0定时或计数溢出引起
- 3) INT1 (P3.3)：输入低电平或下降沿
- 4) T1 (P3.5)：由T1定时或计数溢出引起
- 5) 串行口：完成一帧字符发送或接收引起

5. 主程序与中断服务程序

主程序：CPU执行的当前程序称为主程序。

中断服务程序：CPU转去对突发事件的处理程序，称为中断服务程序。

51单片机有五个中断源，如果五个中断源同时申请中断，CPU该如何选择响应哪一个呢？每一个中断源有没有高级中级低级之分呢？

举例优先级：

(1)、医院医生抢救病人，同时送来2个病人，一个是感冒发烧昏迷，一个是车祸重伤失血过多，先抢救哪一个？

(2)、公安局同时接到报案，一个是居民区发生偷盗案，一个是持枪挟持人质恐怖袭击，先处理哪一个案情？

(3)、消防队同时接到报案，一处为小区厨房失火，一处为炼油厂储油罐燃起了熊熊大火，先救哪个？

答案肯定是后者，越是紧急的，越是能造成生命和国家财产损失的优先处理。

6. 中断优先级：当多个中断源同时申请中断时，为了使CPU能够按照用户的规定先处理最紧急的，然后再处理其他事件，中断系统设置有中断优先权排队电路，通过用户的设置，排在前面的中断源称为高级中断，排在后面的称为低级中断。

51单片机有高级和低级两个优先级。默认的自然优先级顺序如下：

INT0 > T0 > INT1 > T1 > 串行口

7. 中断嵌套：当CPU响应某一中断源请求而进入中断处理时，若更高级别的中断源发出申请，则CPU暂停现行的中断服务程序，去响应优先级更高的中断，待更高级别的中断处理完毕后，再返回低级中断服务程序，继续原先的处理，这个过程称为中断嵌套。低级中断不能中断优先级高的中断，同级中断不能中断优先级相同的中断。

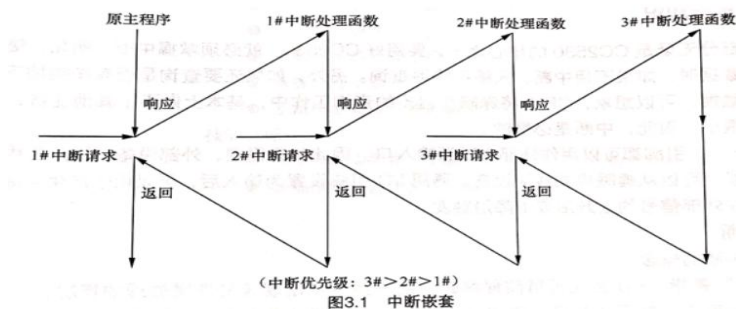
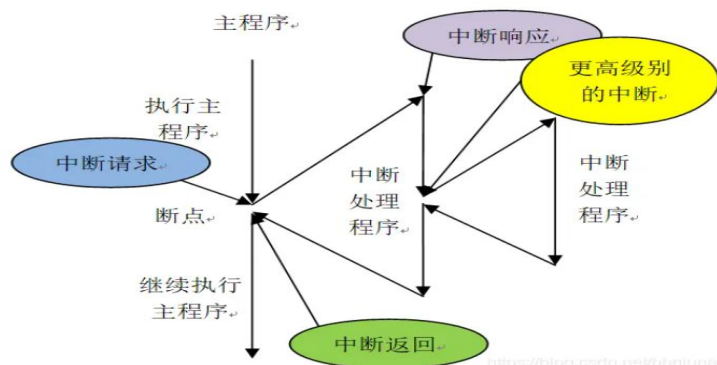


图3.1 中断嵌套
中断嵌套示意图

8. 中断的作用:

- 1) 采用中断技术可以提高cpu效率;
- 2) 解决速度矛盾;
- 3) 实现并行工作;
- 4) 分时操作;
- 5) 实时处理故障;
- 6) 处理应付突发事件;
- 7) 可使多项任务共享一个资源 (cpu)

9. 中断与子程序比较

不同点: 子程序是预先安排好的, 中断是随机发生的。

相同点: 都是暂时停止执行主程序, 转而去执行其他程序, 最后都要返回主程序继续执行。

10. 中断的分类

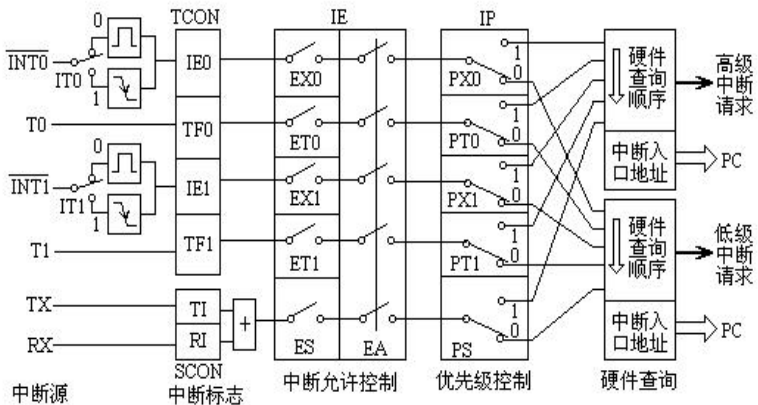
- 1) 可屏蔽中断: CPU可以通过指令来允许或者屏蔽的中断。
- 2) 非屏蔽中断: CPU对中断请求是不可屏蔽的, 一旦出现中断, CPU必须响应。
- 3) 软件中断: 通过相应的中断指令使CPU响应中断。

总 结

中断系统在单片机中极为重要, 通过本节的学习, 我们全面了解了 51 中断的相关概念, 为以后中断系统的硬件学习, 打下坚实的基础。

思 考 题

单片机的中断系统中, 硬件有哪些呢? 中断的控制如何?

课 题	5.2 中断系统结构		
学 时	2 学时	授课类型	理论讲授
教学目标	<p>1. 知识目标</p> <p>(1)、掌握 51 单片机中断系统结构。</p> <p>(2)、掌握 51 单片机的中断寄存器功能。</p> <p>(3)、掌握 51 单片机各中断寄存器每一位的功能。</p> <p>2. 能力目标</p> <p>通过直观教学和教师的具体讲解，培养学生的逻辑思维和抽象思维能力；培养学生归纳总结问题的能力。</p> <p>3. 情感目标</p> <p>通过对专业入门知识的生动形象的教学，使学生对本课程的产生浓厚兴趣，激发学生的学习热情。</p>		
教学重点	掌握 AT89S51 单片机中断系统结构。		
教学难点	掌握 51 单片机的中断寄存器功能。		
教 法	采用“媒体演示——分析概括——巩固提高”的教学模式		
教学过程	过程设计		
创设情景	<p>导入：中断系统是单片机系统中重要部分，上一节课着重讲解了中断的相关概念，那么中断要发生，需要什么样的硬件呢？本节就着重研究51单片机的中断系统。</p>		
理解 51 单片机的中断系统结构	<p style="text-align: center;">5.2 中断系统结构</p> <p style="text-align: center;">一、MCS-51 单片机的中断系统结构</p> <p>51 单片机中断系统有五个中断源，其中内部中断源有 3 个，外部中断源有 2 个，2 级中断优先级，可以实现 2 级中断嵌套。整个中断系统由中断标志控制寄存器，中断优先级寄存器，中断允许控制寄存器，串行口中断控制寄存器及硬件查询组成。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">MCS-51 单片机中断系统结构</p>		

掌握中断控制寄存器和标志寄存器

1. 中断源按位置分

MCS-51的5个中断源分别为：

- a) 2个外部中断(由INT0、INT1引脚输入中断请求信号)。
- b) 2个片内定时器/计数器溢出中断(T0、T1)。
- c) 1个片内串行口中断(TX—发送、RX—接收)。

2. MCS-51单片机中断系统寄存器组成：

- 1) 中断标志控制寄存器TCON
- 2) 中断允许控制寄存器IE
- 3) 中断优先级寄存器IP
- 4) 串行口中断控制寄存器及硬件查询SCON

MCS-51单片机设置4个专用寄存器控制中断,用户通过设置其状态来管理中断系统。

二、中断寄存器

1. 中断请求标志寄存器。它由定时器控制寄存器(TCON)和串行口控制寄存器(SCON)的若干位构成,如图所示：

(1) 中断标志控制寄存器TCON,其RAM地址为88H(SFR区),可位寻址。



TCON寄存器各位名称

(1)、IT0/IT1：外部中断0/1中断请求的触发方式控制位，用户可通过指令设置为1或者0。IT0/IT1=0，外部中断0/1端申请中断方式为低电平有效。

单片机在每个机器周期都检测INT0/1(P3.2/P3.3)引脚电平，如果检测到该引脚为低电平，则将IE0/IE1置一，产生中断请求。IT0/IT1=1，外部中断0/1端申请中断方式为负跳变(下降沿)有效。单片机在每个机器周期都检测INT0/1(P3.2/P3.3)引脚电平，如果检测到该引脚为下降沿，则将IE0/IE1置一，产生中断请求。

(2)、IE0/IE1：外部中断0/1的申请标志位，若外部有中断申请，硬件将IE0/IE1自动置一，CPU查询到IE0/IE1=1后，其他条件满足时，CPU转向中断服务程序的同时，硬件将IE0/IE1自动清零。(不可通过指令来设置)。IE0/IE1=1，表示有外部中断申请IE0/IE1=0，表示没有外部中断申请

★请求标志位理解的举例：

1、比如，你正在上课，突然拉肚子，便向老师(CPU)举手示意要上厕所，这时的举手就是向老师发起中断讲课的标志(标志位置一，举手是1，不举手是0)，老师看到，就会终止讲课，响应你的

要求。但是你去上厕所的时候还一直举着手吗？CPU响应中断后标志位自动清零。如果老师讲课全神贯注，有可能看不到你的举手，也就有可能不会停止讲课，不同意你去上厕所。CPU不响应中断

2. 早上六点半，手机闹钟“嘀嘀嘀”响了，一直不停的响，提醒你（cpu）该起床了，这时的闹钟响“嘀嘀嘀”就是标志（标志位置一，闹钟响就是一，不响就是零），请求你响应中断，停止睡觉，起床跑早操了，你跑操时候闹钟还一直在响吗？你被吵醒起来时候就关掉闹钟，标志位清零了。如果你睡得太死，有可能听不到闹钟响，而继续睡觉。CPU不响应中断

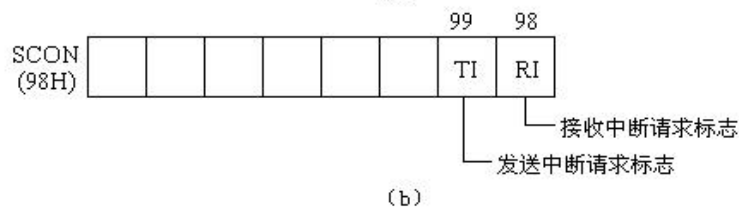
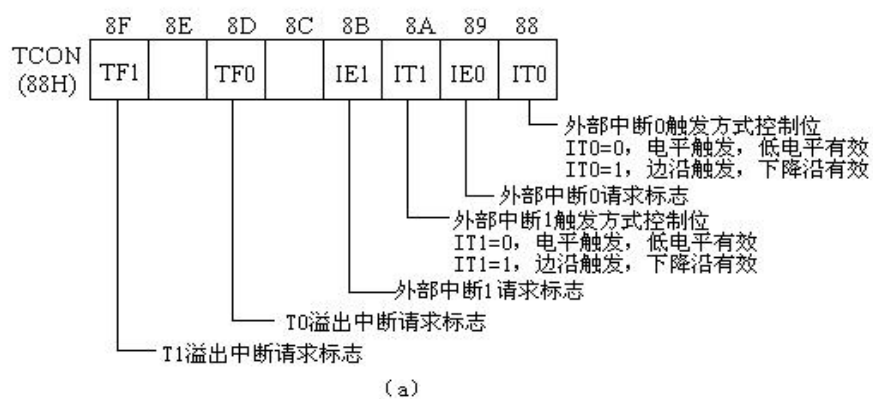
3、假如你正在看书，突然电话铃声响了，电话铃声响起来，标志着有电话打进来（电话铃声响起来，标志位置1，没有响，标志位置0），可能找你有急事，这时候你停止看书，转去接听电话，电话接听完毕后，你继续看书。如果，你看书看得非常认真，全神贯注的，你就有可能没有注意到电话铃声响起来。

(c). 定时器运行启停控制位TR0/TR1: TR0/TR1=0, 定时器T0/T1停止运行。TR0/TR1=1, 定时器T0/T1启动运行。定时器开启由用户通过指令设置

SETB TR0/TR1; 开启定时器T0/T1

CLR TR0/TR1; 关闭定时器T0/T1

(d)、定时器溢出中断申请标志位TF0/TF1: TF0/TF1=0, 定时器未溢出, TF0/TF1=1, 定时器溢出。定时器的16位由全“1”变为全“0”时, 定时器溢出, 硬件自动将TF0/TF1位置一, 申请中断, CPU查询到TF0/TF1=1, 其他条件满足时, CPU响应中断转向中断服务程序的同时, 硬件将TF0/TF1自动清零。(不可通过指令来设置)



(a) TCON中断标志 (b) SCON中断标志

2. 串行口中断控制寄存器

串行口控制寄存器SCON (98H)

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

TI/RI: 串行口发送/接收中断申请标志位:

发送/接收前必须用软件清0,

发送/接收过程中一直保持低电平,

发送/接收完一帧数据后, 硬件自动置一,

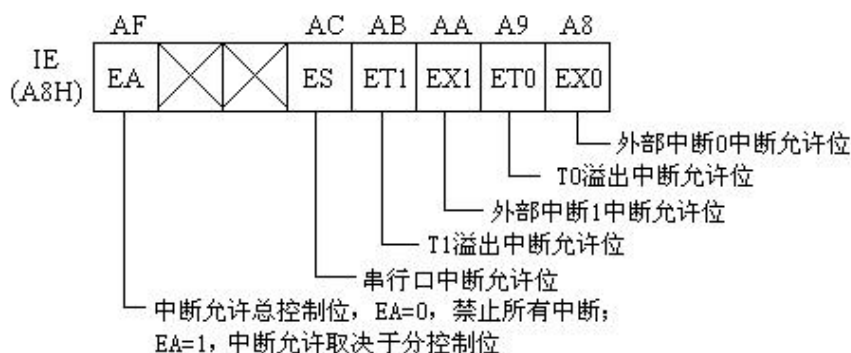
申请中断, CPU响应中断后, 必须人工软件清零。

TI/RI=0, 没有串行口发送/接收中断申请

TI/RI=1, 有串行口发送/接收中断申请

3. 中断允许控制寄存器IE

为了有效地控制中断过程, 中断系统设置有中断允许控制寄存器IE, 它控制着中断的允许与禁止。IE结构如图所示。



(1) EA: 总的中断允许控制位 (总开关)

EA=0 禁止全部中断

EA=1 允许中断

(2) ES: 串行口中断允许控制位

ES=0 禁止串行口中断

ES=1 允许串行口中断

(3) ET1: T1中断允许控制位

ET1=0 禁止T1中断

ET1=1 允许T1中断

(4) EX1: INT1中断允许控制位

EX1=0禁止INT1中断,

EX1=1允许INT1中断

(5) ET0: T0中断允许控制位

ET0=0禁止T0中断,

ET0=1允许T0中断

(6) EX0: INTO中断允许控制位

EX0=0禁止INT0非中断,

EX0=1允许INT0非中断

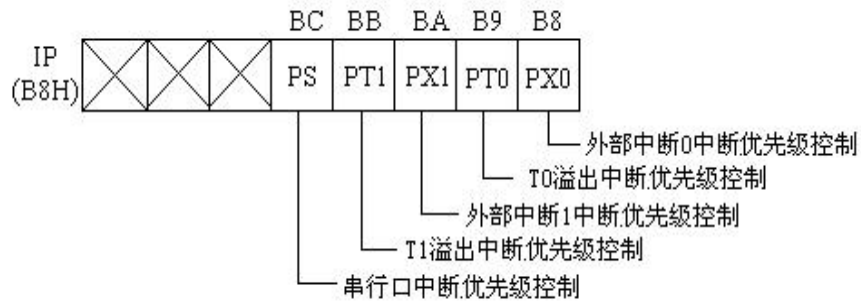
每一位都可以通过指令来设置打开相应中断如:

SETB EX1; 开启外部0中断

SETB EX0; 开启外部1中断
 SETB ET0; 开启定时器T0中断
 SETB ET1 ; 开启定时器T1中断
 SETB ES; 开启串行口中断
 SETB EA; 开启总中断开关

4. 中断优先级控制寄存器IP

51单片机有2级中断优先级, 每一个中断源都可以软件设置为高级中断或低级中断, 由中断优先级控制寄存器IP控制。IP寄存器结构如图所示。



- ①PX0/PX1: 外部中断0/外部中断1优先级控制位。
 PX0/PX1=0, INT0/INT1属于低优先级。
 PX0/PX1=1, INT0/INT1属于高优先级。
- ②PT0/PT1: 定时计数器0/定时计数器1的优先级控制位。
 PT0/PT1=0, T0/T1属于低优先级。
 PT0/PT1=1, T0/T1属于高优先级。
- ③PS: 串行口中断优先级控制位。
 PS=0, 串行口属于低优先级;
 PS=1, 串行口属于高优先级。

三、中断硬件查询电路

若CPU同时接收到两个不同优先级的中断时, 则先处理高级中断。若CPU同时接收的是多个同级中断时, 则通过内部硬件查询逻辑电路, 按查询顺序确定应先响应哪一个中断请求。在同级中断中, 查询顺序(由高到低)是: 外部中断0、定时器T0 中断、外部中断1、定时器T1 中断、串行口中断。注意, 这种同级中断的查询顺序只在同时申请中断时确定先后次序, 但不能引起中断嵌套。

对同时发生多个中断申请时:

不同优先级的中断同时申请: 先高后低

相同优先级的中断同时申请: 按序执行(自然优先级)

正处理低优先级中断又接到高级别中断: 高打断低

正处理高优先级中断又接到低级别中断: 高不理低

对于同级优先级处理: 当单片机复位后IP=00H, 每个中断都处于低

	<p>优先级，都是同一优先级，这时候有多个中断源申请中断时，按照自然优先级确定：高“INT0 > T0 > INT1 > T1 > 串行口”低。</p> <p>注意： 一般的，不设定优先级寄存器，保持自然优先级顺序即可。</p>
<p>总 结</p>	<p>中断硬件系统在单片机中极为重要，通过本节的学习，我们全面的掌握 51 单片机的中断系统的结构，掌握中断寄存器的设置和应用，全面掌握单片机中断的硬件结构。</p>
<p>思 考 题</p>	<p>明白了 51 单片机中断系统的结构后，单片机如何发生中断呢？如何控制中断？如何执行中断服务程序？中断如何返回？中断信号如何撤除呢？</p>

课 题	5.3 中断产生、响应及撤除		
学 时	2 学时	授课类型	理论讲授
教学目标	<p>1. 知识目标</p> <p>(1) 掌握 MCS-51 单片机中断产生原理。</p> <p>(2) 掌握 MCS-51 单片机中断响应过程和响应条件。</p> <p>(3) 掌握 MCS-51 单片机中断处理和返回的过程。</p> <p>2. 能力目标</p> <p>通过直观教学和教师的具体讲解，培养学生的逻辑思维和抽象思维能力；培养学生归纳总结问题的能力。</p> <p>3. 情感目标</p> <p>通过对中断产生，响应，处理，返回过程的专业入门知识的生动形象的教学，使学生对单片机中断发生的全过程产生浓厚兴趣，激发学生对中断的学习热情。</p>		
教学重点	MCS-51 单片机中断产生响应处理返回的全过程理解和掌握。		
教学难点	MCS-51 单片机中断响应条件的掌握。		
教 法	采用“媒体演示——分析概括——巩固提高”的教学模式		
教学过程	过程设计		
创设情景	<p>导入： 中断系统是单片机系统中重要部分，本节就着重研究 MCS-51 单片机的中断系统和中断产生，响应，处理，返回的全过程。</p>		
了解中断的全过程的流程图	<p style="text-align: center;">5.3 中断产生、响应、处理、返回过程</p> <p>一、中断的处理过程（产生，响应，处理，撤除）</p> <p>MCS-51 单片机中断的处理过程如图：</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[执行当前指令当前机器周期] --> B{查询中断源有中断请求吗?} B -- N --> A B -- Y --> C[置中断标志位] C --> D{满足中断响应条件吗?} D -- N --> A D -- Y --> E[响应中断] E --> F[执行中断服务程序] F --> G[中断返回] </pre> </div>		

掌握中断响应的条件。	<p>1. 中断查询</p> <p>CPU在每个指令周期的最后一个机器周期查询中断源是否有中断源请求信号且TCON中的标志位是否置1。</p> <p>若没有,则继续当前任务;</p> <p>若有,则自动设置相应中断请求标志位, 进入中断响应。</p> <p>各中断源的申请信号如下表。</p>		
	中断源	有效的申请信号	设置的标志位
	外部中断 0	IT0 位=0 时, $\overline{INT0}$ 引脚为低电平申请中断; IT0 位=1 时, $\overline{INT0}$ 引脚有 1 到 0 的负跳变信号申请中断	IE0=1
	定时器 T0 中断	当 T0 计满溢出时申请中断	TF0=1
	外部中断 1	IT1 位=0 时, $\overline{INT1}$ 引脚为低电平申请中断; IT1 位=1 时, $\overline{INT1}$ 引脚有 1 到 0 的负跳变信号申请中断	IE1=1
	定时器 T1 中断	当 T1 计满溢出时申请中断	TF1=1
	串行口中断	当发送完一帧数据时申请中断 当接收完一帧数据时申请中断	TI=1 RI=1
	<p>注意:</p> <p>中断信号持续有效的最短时间为一个机器周期, 最长为四个机器周期。</p> <p>2. 中断的响应条件: 只有同时满足以下条件时, 才会响应中断。</p> <p>(1) 中断请求标志为1。</p> <p>(2) CPU中断开放, 即EA = 1且相应中断允许位= 1。</p> <p>(3) 无同级或更高优先级中断正在被服务。</p> <p>(4) 若现行指令为中断返回RETI或访问IE、IP寄存器指令, 必须执行完该指令和紧接着的下一条指令后才能响应中断。</p> <p>3. 响应中断: 中断被CPU响应后由硬件自动生成一条长调用指令LCALL addr16. CPU执行这条指令, 将断点地址入栈保存。将中断入</p>		

掌握
MCS-51 单
片机的中
断入口地
址

口地址装入PC，转到相应的中断服务程序执行。设置相应的优先级状态触发器，以便屏蔽后面的同级或低级中断请求。保护现行程序断点地址，即把当前PC的内容送入堆栈（硬件自动执行LCALL指令）。进入指定的中断服务程序入口地址。

MCS-51单片机规定各中断源有相应的服务程序入口地址，见下表。

中断源	中断服务程序入口地址
外部中断 0	0003H
定时器 T0 中断	000BH
外部中断 1	0013H
定时器 T1 中断	001BH
串行口中断	0023H

各个中断源入口地址之间间隔8个字节单元地址，不足以存放一个中断服务程序，因此在这里放一条跳转指令，跳到中断服务程序执行，中断服务程序可以放在其他地方

。如下程序所示：

```
ORG 0000H
AJMP MAIN
ORG 0003H ;INT0中断入口地址
LJMP ITT0 ; 跳转到ITT0执行
ORG 000BH ; T0中断入口地址
LJMP ITT1 ; 跳转到ITT1执行
ORG 0080H
```

MAIN:.....

注意：正常情况下，从中断请求信号有效到中断得到相应通常需要3—8个机器周期。

4. 执行中断服务程序

在中断服务程序中不仅要完成相应的服务任务，而且要考虑现场保护与现场恢复，以便保护主程序中不应破坏的数据。CPU响应中断后，即转到服务入口，从中断服务程序第一条指令开始执行，直到遇到RETI返回。

编写中断服务程序注意：

- (1) 若要在执行当前中断服务程序过程中禁止更高一级中断，则要软件关闭高一级中断源请求
- (2) 首先要用软件保护现场。处理完中断服务程序后，再恢复现场，以便预防中断返回后丢失原寄存器中的内容。
- (3) 现场保护的方法。切换寄存器组，使用堆栈。

例题讲解

若使用T0中断，不希望在执行T0中断服务程序时候被INT0中断打

<p>例题讲解，掌握外部中断服务程序的编程注意事项</p> <p>掌握中断信号的撤除方式。</p>	<p>断，如何设置？ 该这样设置程序： SETB EA ;开总中断 SETB TR0;开启定时器 SETB ET0;开启T0中断允许 CLR EX0;关闭INT0非中断允许</p> <p>5. 中断返回 在中断服务程序的结尾必须有一条中断返回指令RETI。 作用： (1) 清除响应时设置的优先级状态触发器 (2) 恢复主程序断点地址,即把堆栈的内容送给PC (3) 结束中断服务程序，返回到断点处。</p> <p>6. 中断信号的撤除 CPU响应某中断后，在返回之前必须撤除上一次中断信号，否则会错误地引起另一次中断的发生。 (1) 定时器/计数器T0、T1中断信号的撤除。 CPU响应T0/T1中断后，由硬件自动完成，硬件自动清零TF0/TF1。 (2) 外部中断INT0/INT1中断信号的撤除。 A、当外部中断请求采用边沿触发方式(IT0/IT1=1)，由硬件自动清除引脚上外部请求标志； B、当外部中断请求采用低电平触发方式(IT0/IT1=0)，撤除中断请求由软硬件电路共同完成（外部去掉低电平） (3) 串行口中断信号的撤除 CPU响应串行口中断后，不自动清除相应的中断标志位，用户需要在串行中断服务程序中用软件清除。 指令如下： CLR RI CLR TI</p>
<p>总 结</p>	<p>通过本节对中断的产生，响应，中断服务，中断返回及中断信号的撤除知识讲解，进一步理解和掌握MCS-51单片机中断系统，为后面的中断初始化知识打下坚实的基础。</p>
<p>思 考 题</p>	<p>掌握了MCS-51单片机中断的产生，响应，中断服务，中断返回及中断信号的撤除知识后，那么，要应用外部中断INT0/INT1编写程序，该如何去初始化呢？</p>

课 题	5.4 中断初始化		
学 时	4 (理论) +2 (实践) 学时	授课类型	理论讲授与操作实验
教学目标	<p>1. 知识目标</p> <p>(1) 掌握 MCS-51 单片机外部中断编程原理。</p> <p>(2) 掌握 MCS-51 单片机外部中断编程步骤。</p> <p>(3) 掌握 MCS-51 单片机外部中断编程的应用。</p> <p>2. 能力目标</p> <p>通过直观教学和教师的具体讲解,培养学生的逻辑思维和抽象思维能力;培养学生归纳总结问题的能力,培养学生动手能力。</p> <p>3. 情感目标</p> <p>通过对外部中断编程原理的知识的生动形象的教学,使学生对单片机中断编程步骤和编程应用产生浓厚兴趣,激发学生对中断编程的应用的学习热情。</p>		
教学重点	MCS-51 单片机外部中断编程理论知识的理解和掌握。		
教学难点	MCS-51 单片机外部中断编程的应用实例的掌握。		
教 法	采用“媒体演示——分析概括——巩固提高——实验验证”的教学模式		
教学过程	过程设计		
创设情景	<p>导入: 中断系统是单片机系统中重要部分,其中断的应用也十分广泛,本节就着重研究AT89S51单片机的外部中断系统编程步骤和理论的学习。</p>		
	<p>5.4 中断初始化</p> <p>复习:</p> <p>中断请求的撤除</p> <p>CPU响应某中断后,在返回之前必须撤除上一次中断信号,否则会错误地引起另一次中断的发生。</p> <p>1、定时器/计数器T0、T1中断信号的撤除,CPU响应T0/T1中断后,由硬件自动完成,清零TF0/TF1。</p> <p>2、当外部中断请求采用边沿触发方式(IT0/IT1=1),由硬件自动清除引脚上外部请求标志;当外部中断请求采用低电平触发方式(IT0/IT1=0),撤除中断请求由软硬件电路共同完成(外部去掉低电平)</p> <p>3. CPU响应串行口中断后,不自动清除相应的中断标志位,用户需要在串行中断服务程序中用软件清除。</p> <p>一、外部中断编程应用步骤(INT0 / INT1)</p> <p>单片机复位后,与中断有关的寄存器(TCON, IE, IP, SCON)清0,在使用中断之前,必须用软件编程对与中断相关的寄存器初始化。</p>		

中断初始化主要有以下四个方面。

1、中断入口地址初始化

```
ORG 0000H;    单片机复位地址
LJMP MAIN ;    跳转到主程序
```

需要 INT0 中断写这两步

```
ORG 0003H ;    INT0入口地址
LJMP PINT0; 中断服务程序
```

需要 INT1 中断写这两步

```
ORG 0013H ;    INT1入口地址
LJMP PINT1 ;    中断服务程序
```

```
ORG 0080H ;    主程序地址
```

二、设置外部中断的相关寄存器

设定中断源的优先级，确定中断源是内部中断还是外部中断，内部中断考虑赋初值，外部中断考虑触发方式。开总中断允许标志位。

```
MAIN:MOV SP , #40H; 设置栈顶位置（片内RAM30-7FH之间）
      SETB EA; 开总中断开关
      SETB EX0; 开外部中断0分开关
      SETB EX1; 开外部中断1分开关
      SETB IT0/IT1; 设置外部中断触发方式（下降沿有效）
      SETB PX0/PX1; 设置外部中断的优先级（可不要）
```

三、主程序功能

根据需要，编写主程序要实现功能的指令。例如要给A赋值之类的，如

```
MOV A, #0FEH
```

也可不写任何功能，原地踏步等待。但是一定要让主程序构成死循环。

```
SJMP $
```

四、中断服务程序

```
PINT0/PINT1: PUSH ACC ;现场保护A的值
```

```
            PUSH PSW ;现场保护psw的值
```

```
            SETB RS0 ;切换工作寄存器组
```

```
            CLR RS1
```

```
            CPL P0.0; 假定中断服务程序的功能是把p0.0取反。
```

根据需要编写

```
            POP PSW ;现场恢复PSW的值
```

```
            POP ACC ; 现场恢复A的值
```

```
            RETI ; 中断返回
```


END

例题讲解

例 5-1 升级外部中断INT0非中断优先级为高，触发方式为边沿触发，禁止外部中断INT1非，试编写中断初始化程序。

分析：

1、确定开放哪些中断源。

EA=1，开总中断， SETB EA

EX0=1，开外部0中断， SETB EX0

EX1=0，关外部1中断， CLR EX1

也可以：MOV IE, #1000 0001B

2、确定中断优先级。

PX0=1，外部中断0为高级， SETB PX0

也可以MOV IP ,#0000 0001B

3、确定中断触发方式。

IT0=1，下降沿有效， SETB IT0

4、中断初始化程序如下：

ORG 0000H ;单片机复位地址

LJMP MAIN ;跳转到主程序

ORG 0003H ; INT0入口地址

LJMP PINT0 ; 中断服务程序

ORG 0080H ;主程序地址

MAIN: SETB EX0 ; 打开INT0中断分开关

CLR EX1 ; 关闭INT1中断分开关

SETB IT0 ; 设置INT0为边沿触发方式

SETB PX0 ;设置INT0为高优先级

SETB EA ; 打开总中断开关

..... ; 主程序功能根据需要写，此处省略

SJMP \$

//-----中断服务程序编写-----

PINT0: PUSH ACC ;现场保护A的值

PUSH PSW ;现场保护psw的值

SETB RSO ;切换工作寄存器组

CLR RS1

..... ; 中断服务程序功能省略

通过课外例题的讲解，掌握外部中断编程的应用

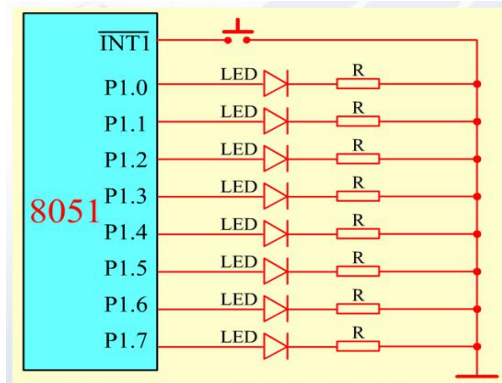
```

POP     PSW ;现场恢复PSW的值
POP     ACC ;现场恢复A的值
RETI    ; 中断返回
END

```

上机实战练一练1

如下图所示，用一支按键控制一支LED状态。P1.0接发光二极管，P3.3接按键，每按键按下一次，就改变P1.0的状态一次，使LED交替点亮。主程序中设置好开放中断，等待中断申请。如：第一次按下，灯亮；第二次按下，灯灭；第三次按下，灯亮；第四次按下，灯灭……



源程序如下：

```

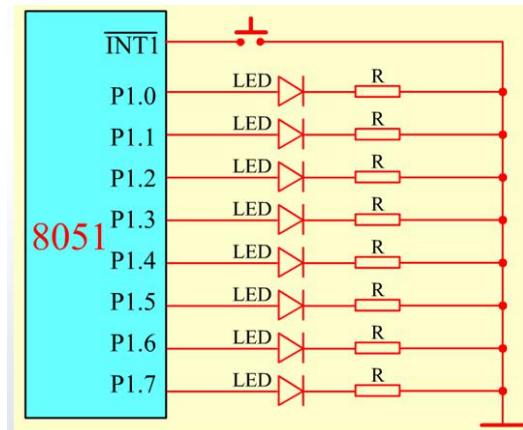
ORG 0000H
AJMP MAIN
ORG 0013H
AJMP PINT1
ORG 0080H
MAIN: MOV SP, #30H
      SETB EA
      SETB EX1
      SETB IT1
      SETB P1.0;
      SJMP $
PINT1: CPL P1.0
      RETI
      END

```

上机实战练一练2

利用外部中断控制8盏灯依次移位。如下图所示，在INT1非端

接一个按键到地，每按下一次，LED顺延左移或者右移点亮。按下按键一次中断，点亮一盏灯，再按下，点亮下一盏灯……。



源程序如下：

```

ORG 0000H
AJMP MAIN
ORG 0013H
AJMP PINT1
ORG 0080H
MAIN: MOV SP, #40H
      SETB EA
      SETB EX1
      SETB IT1
      MOV A, #01H
      SJMP $; 踏步等待中断申请，主程序等待申请
PINT1: MOV P1, A
       RL A
       RETI
       END
    
```

总 结

中断系统在单片机中极为重要，通过本节的学习，我们全面的掌握 MCS-51 单片机外部中断编程的方法和应用。

思 考 题

在现实中，如何应用 MCS-51 单片机的外部中断？设计一个具体应用实例说明。

学时	4 学时	授课类型	理论讲授与上机实验
教学目标	<p>1. 知识目标</p> <p>(1) 掌握 MCS-51 单片机中断系统结构及中断处理过程；</p> <p>(2) 学会编写利用中断编写实用程序（报警器设计）；</p> <p>(3) 掌握 keil4 软件和 ISP 软件。</p> <p>(4) 掌握堆栈的概念和设置堆栈的意义。</p> <p>2. 能力目标</p> <p>通过直观教学和教师的具体讲解以及实验的操作，培养学生的观察能力、逻辑思维和抽象思维能力；培养学生归纳总结问题的能力。</p> <p>3. 情感目标</p> <p>通过对单片机堆栈和中断编程应用实例的设计的知识的生动形象的教学，使学生对本课程的单片机设计中中断程序产生浓厚兴趣，激发学生的学习单片机技术应用编程的热情。</p>		
教学重点	MCS-51 单片机中断系统结构及中断处理过程。		
教学难点	MCS-51 单片机中断程序设计和应用(报警器设计)。		
教法	采用“媒体演示——分析概括——巩固提高——实验验证”的教学模式		
教学过程	过程设计		
创设情景	<p>导入： 中断系统是单片机系统中重要部分，最关键的是要将中断的知识应用到生活中，本节就着重研究MCS-51的中断系统的应用和编程设计。</p>		
了解堆栈的概念	<p style="text-align: center;">5.5 堆栈和报警器设计</p> <p>一、堆栈的基本概念</p> <p>1、堆栈：是设置在内部RAM区中的一块存储区域。</p> <p>2、堆栈作用：是在子程序调用和中断处理过程中保护现场数据，以便程序返回后恢复运行环境。</p> <p>3、堆栈存取方法：先进后出，后进先出。</p> <p>4、堆栈指针SP：用来指示栈顶位置的指针寄存器。</p> <p>注意：单片机复位时，SP指向内部RAM的 07H单元，使得单片机从08H设置堆栈。但是08H--1FH属于工作寄存器区，因此用户必须重新设定SP指针，避免与工作寄存器冲突。一般设置在片内RAM的30H--7FH单元之间。</p> <p>5、堆栈操作：进栈和出栈。</p> <p>进栈操作后，SP的值自动加一，表明栈顶部的位置向上移动；</p> <p>出栈操作后，SP的值自动减一，表明栈顶部的位置向下移动。</p> <p>6、进栈操作指令</p> <p>格式：</p> <div style="text-align: center; background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"> PUSH direct ; SP← (SP) +1, ((SP))← (direct) </div> <p>执行PUSH指令后，sp先自动加一，出现一个新的sp的值，然后再把direct的</p>		

内容送到新的sp的内容作为地址的RAM单元里。

7、出栈指令

格式：

POP direct ; (direct) ←((SP)), SP ← (SP) -1

执行POP指令后, sp的内容的内容先从内部RAM送到direct里面, sp再自动减一, 指向一个新的栈顶。

注意：一般的PUSH和POP是成对出现, 不能只有进栈而没有出栈或者只有出栈而没有进栈。

PUSH ACC (不能写成PUSH A)

POP 00H (不能写成POP R0)

例5-2 已知(A)=0FH, (PSW)=80H, 下列指令执行后的结果。

```
MOV SP,#30H
PUSH ACC
PUSH PSW
```

解：

```
MOV SP,#30H; (SP) =30H
PUSH ACC; (SP)=(SP) +1=31H; 堆栈指针加一, (31H)=0FH ; A的值送入31H中
PUSH PSW(SP)=(SP) +1=32H; 堆栈指针加一, (32H)=80H ; A的值送入32H中
```

例5-3 已知(A)=0FH, (PSW)=80H, 下列指令执行后的结果。

```
MOV SP,#30H
PUSH ACC
PUSH PSW
POP ACC
POP PSW
```

解：

```
MOV SP,#30H ; (SP) =30H
PUSH ACC; (SP)=(SP) +1=31H; 堆栈指针加一, (31H)=0FH ; A的值送入31H中
PUSH PSW; (SP)=(SP) +1=32H; 堆栈指针加一, (32H)=80H ; A的值送入32H中
POP ACC; (A) = ((SP))=(32H)=80H; (SP) =(SP)-1=31H
POP PSW; (PSW)= ((SP))=(31H)=0FH; (SP) =(SP)-1=30H
```

8、现场保护与恢复服务程序结构

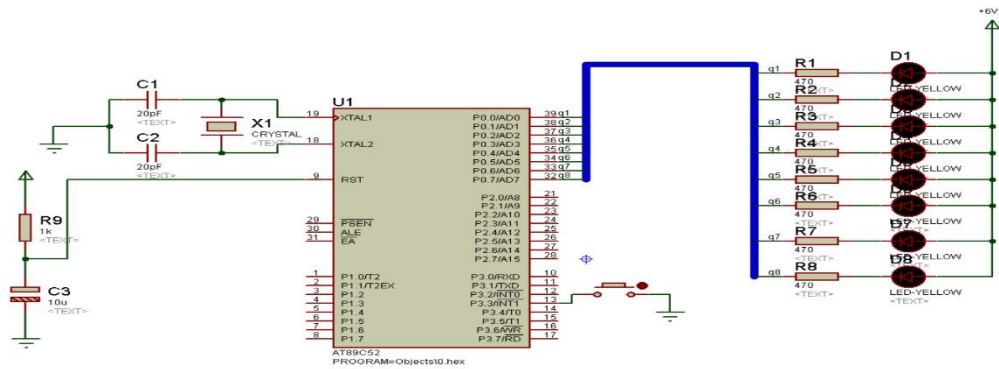
```
PUSH ACC; 保护A中内容
PUSH PSW; 保护PSW中内容
SETB RS0; 切换工作寄存器组
CLR RS1;
.....
```

POP PSW;恢复PSW中内容
 POP ACC;恢复A中内容

六. 中断控制实验—报警器设计

1. 报警器硬件电路设计

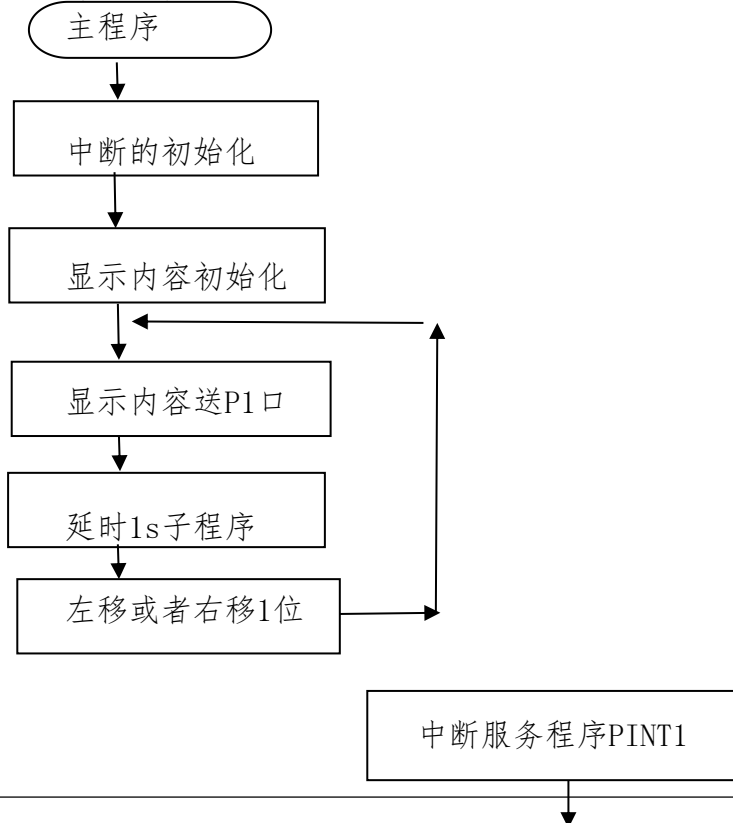
下面以简单的报警器设计为例说明中断控制过程。利用单片机P0口接8只LED (采用共阳方式连接), 如图所示。报警按钮接外部中断INT1 (P3.3), 由图可以知道, 当按下报警按钮时INT1 (P3.3)引脚与地接通。INT1 (P3.3)引脚上的电平将由高电平变为低电平, 产生下降沿。若设置了边沿触发方式, 且允许INT1中断并且使EA=1, 单片机将响应中断请求。

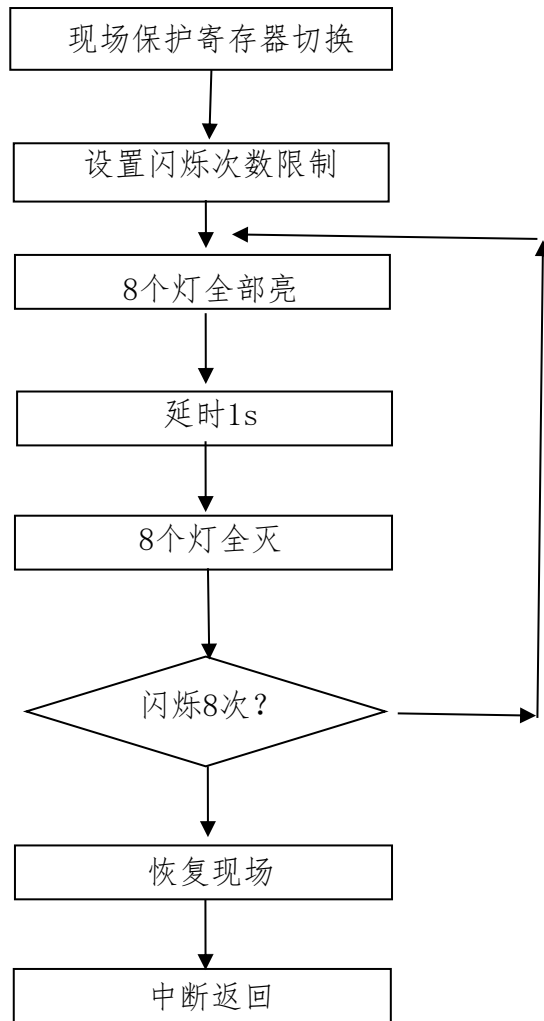


2. 设计思路

为实现报警功能, 可以利用中断响应的方式来提高紧急处理速度, 也就是说, 一旦按下报警器按钮, 就立即产生中断, 在中断服务程序中实现报警功能: 8只LED闪烁8次, 闪烁结束后, 返回继续等待中断(报警); 没有中断(未按下报警按钮)时, 8只LED做跑马灯运行。

4. 程序流程图





5. 程序如下:

```

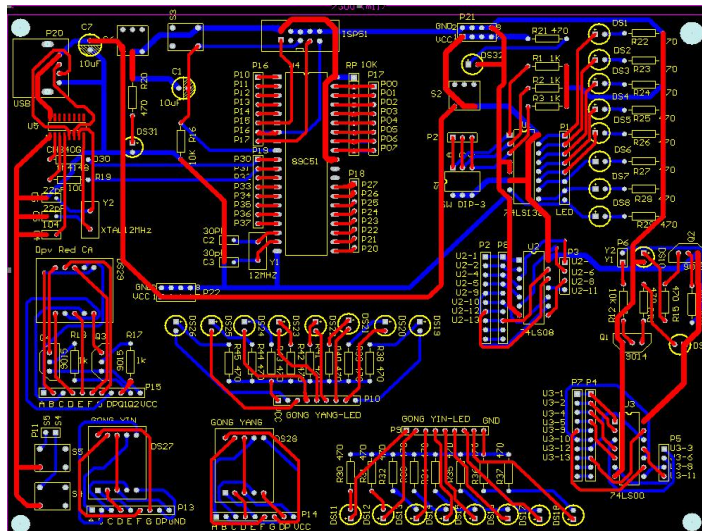
ORG 0000H
LJMP START
ORG 0013H
LJMP PINT1
ORG 0080H
//-----主程序-----
START: MOV SP,#60H
      SETB EX1      ; 开外部中断1的中断
      SETB IT1      ; 设置外部中断1位边沿触发方式
      SETB EA       ; 开总中断
      MOV A,#7FH    ; 跑马灯初值
LOOP: MOV P0,A      ; 送并行口显示
      LCALL DELAY1S ; 调用延时1s
      RR A          ; 右移
      LJMP LOOP     ; 循环显示灯做跑马灯运行
//-----中断服务程序-----
PINT1: PUSH ACC; 现场保护A
      PUSH PSW; 现场保护PSW

```

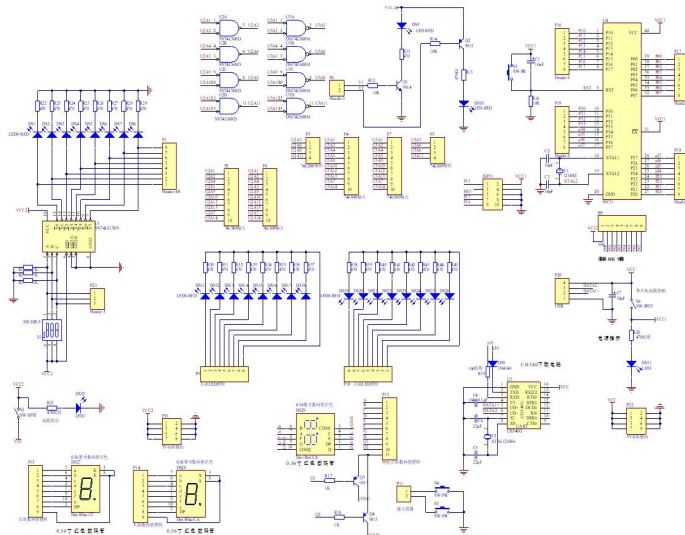
	<pre> SETB RS0; 切换寄存器组 CLR RS1 MOV R6,#10 ; 设置灯的闪烁次数 NEXT: MOV P0,#0 ; 灯点亮 LCALL DELAY1S ; 延时1s MOV P0,#255 ; 灯熄灭 LCALL DELAY1S ; 延时1s DJNZ R6,NEXT ; 判断灯的闪烁次数是否到8次 POP PSW ; 现场恢复PSW POP ACC ; 现场恢复A RETI ; 中断返回, 返回主程序 //-----延时子程序----- DELAY1S: MOV R0,#10; 一秒钟延时子程序 D0: MOV R1,#200 D1: MOV R2,#248 D2: DJNZ R2,D2 DJNZ R1,D1 DJNZ R0,D0 RET END </pre> <p>6. 运用KEIL4编译软件，编译源程序。</p> <p>7. 运用实验室下载软件，将编译后的源程序下载到单片机。</p> <p>8. 按照原理图，接线，然后观察实验效果，按下按键，产生中断，彩灯是否作8次闪烁，修改和调试程序。</p>
总 结	<p>中断系统在单片机中极为重要，通过本节的学习，我们全面了解了 8051 中断系统的结构、处理过程及其应用。</p>
思 考 题	<p>如何利用外部中断的特性，编写有关按键的控制程序</p>

课 题	5.6 MCS-51 单片机的应用系统电路板的焊接		
学 时	4 学时	授课类型	实训实操

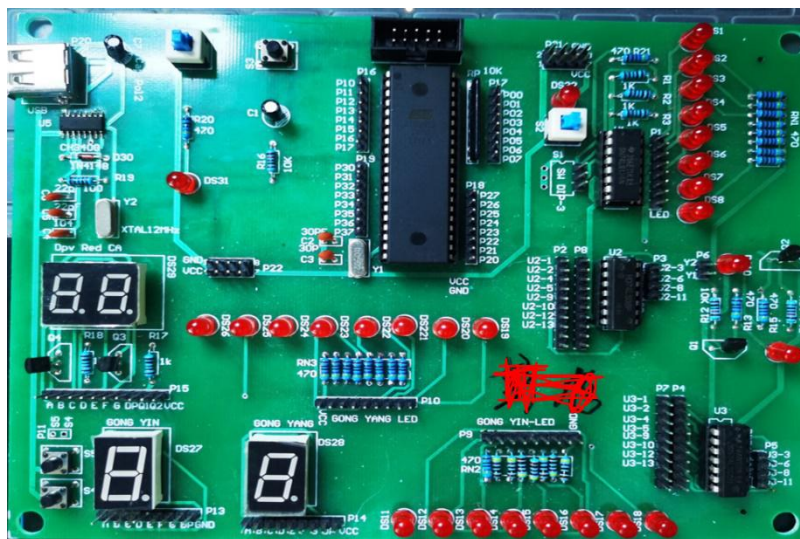
<p>教学目标</p>	<p>1. 知识目标 (1) 掌握 MCS-51 单片机的最小系统构成。 (2) 掌握 LED 发光二极管 8 位流水灯共阳接法。 (3) 掌握电子产品焊接工艺和安装工艺。</p> <p>2. 技能目标 (1) 掌握手工焊接操作要领。 (2) 掌握手工焊接操作的工艺。 (3) 掌握电子产品安装工艺。</p> <p>3. 能力目标 通过直观教学和教师的具体实验焊接操作示范，培养学生动手能力；培养学生归纳总结问题和分析解决问题的能力。</p> <p>4. 情感目标 通过对 MCS-51 单片机的应用系统电路板的焊接的实验实训，教师亲手示范和指导焊接的生动形象的实操，使学生对电路板的焊接产生浓厚兴趣，激发学生的学习理论知识和动手能力培养的热情。</p>
<p>教学重点</p>	<p>掌握 MCS-51 单片机的最小系统构成。</p>
<p>教学难点</p>	<p>电子产品焊接工艺和安装工艺。</p>
<p>教 法</p>	<p>采用“教师讲解—分析概括—操作演示—学生实操—教师指导—巩固提高”的教学模式</p>
<p>教学设备及材料</p>	<p>多媒体智慧黑板，电烙铁，助焊剂，焊料，</p>
<p>教学过程</p>	<p style="text-align: center;">过程设计</p>
<p>创设情景</p>	<p>导入： 51 单片机的程序要运行，必须要有硬件的支持，只有硬件完善了，才能在硬件的基础上编写相应的程序，所以焊接 MCS-51 单片机应用系统就是一项基本的，关键的技能。</p>
	<p style="text-align: center;">5.6 MCS-51 单片机的应用系统电路板的焊接</p> <p>一、手工电烙铁焊接准备</p> <p>1. 电烙铁准备。25w 电烙铁或者焊台内热式。 2. 焊料准备。锡铅焊锡丝（0.8mm 活性）或者焊膏。 3. 斜口钳（用于剪掉引脚）。 4. 烙铁架、海绵。 5. 助焊剂准备。选用树脂助焊剂，如松香。 6. 焊件准备。焊接电路板和元器件</p> <p style="text-align: center;">电路板 pcb 图</p>



电路板原理图



电路板效果图

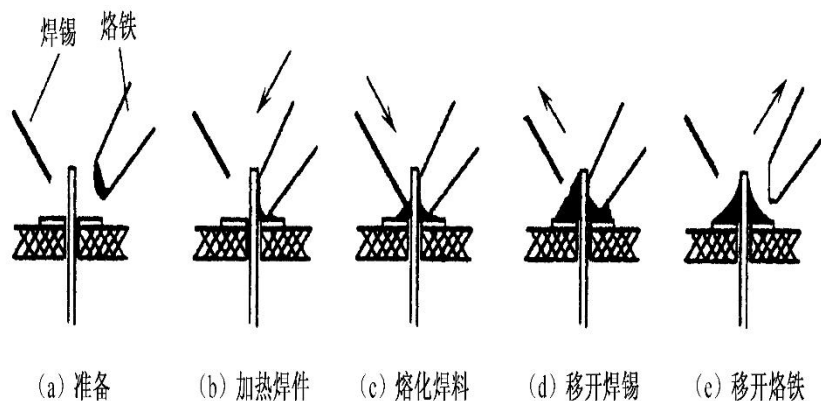


掌握手工焊接操作的方法和技能。

二、手工焊接的操作方法

1. 准备。将焊接所需材料、工具准备好。对被焊物的表面要清除氧化层及其污物，或进行预上焊锡。
2. 加热被焊件。将预上锡的电烙铁放在被焊点上，使被焊件的温度上升。
3. 熔化焊料。将焊锡丝放到被焊件上，使焊锡丝熔化并浸湿焊点。
4. 移开焊锡。当焊点上的焊锡已将焊点浸湿，要及时撤离焊锡丝。
5. 移开电烙铁

手工焊接的操作方法示意图



三. 清点 and 检测元器件

1. 根据元器件清单和原理图，清点元器件有没有缺失。
2. 同一类元器件分类摆放。
3. 用万用表检测元器件好坏和品质。

实际操作一：

学生：实际操作开始。整理元器件和电路板，检查元器件好坏与品质，检查有无漏掉。学生开始实施手工焊接元器件。

老师：巡视，发现问题及时指正，指导，提醒注意操作安全。经过巡视后发学生焊接问题，存在问题。

四. 焊接的操作要领（焊接注意事项）

1. 焊前要做好工具与材料的准备
2. 焊剂的用量要合适
3. 焊接的温度和时间要掌握好
4. 焊料的施加应视焊点的大小而定
5. 焊接时被焊物要扶稳
6. 焊点重焊时必须注意本次加入的焊料要与上次的焊料相同,熔化后才能移开焊点。
7. 烙铁头要保持清洁
8. 焊接时烙铁头与引线、印制板的铜箔之间的接触位置要合适。
9. 撤离电烙铁时要掌握好撤离方向，并带走多余的焊料，从

而能控制焊点的形成。

10. 焊接结束后应将焊点周围的焊剂清洗干净，并检查电路中
有无漏焊、错焊、虚焊等现象。

实际操作二：

学生：实际操作开始。学生在实施手工焊接元器件过程中，
元器件的安装工艺不规范，不标准，立式安装还是卧式安装没有选
择合适，元器件的焊接顺序有问题，应该焊接体积最小元器件，最
后焊接体积较大元器件。

老师：巡视，发现问题及时指正，指导，提醒注意元器件的
组装工艺。经过巡视后发学生焊接问题解决了，但是又存在安装工
艺的问题。

五、手工焊接工艺要求

1. 焊点的机械强度要足够
2. 焊点可靠，保证导电性能
3. 焊点表面要光滑、清洁

六. 引脚处理

经过 4 个学时的焊接，终于将 51 单片机应用系统焊接完成。
最后要做的事情是：

1. 焊接完毕后，用斜口钳剪掉多余的引脚。
2. 查看是否有虚焊。
3. 收拾好焊接工位的卫生，整理好工具归位。

七. 实验总结与考核

51单片机应用系统的焊接实训报告

实验名称	实验内容		班级	
实验地点	实验日期		姓名	
序号	项目	评分标准	分数	得分
1	安全文明生产	1.按照6S管理要求完成电子产品装配和调试工作。	20分	
		2.会正确使用电子仪器仪表与装配工具。		
		3.电子产品装配过程规范,注重安全操作。		
2	电子元件装配	1.正确识别、识读与检测元器件并分类整理。	60分	
		2.元器件安装前引脚加工(如去氧化层、引脚成型标准化)。		
		3.元器件装配位置按照印制电路板所示位置代号进行正确装配。		
		4.元器件平整、竖装、安装高度、元器件标记读数应符合印制电路板安装工艺文件要求。		
		5.元器件装配后不能出现歪、斜现象。		
3	手工焊接	1.焊点应具有良好导电性、焊料要适当、具有一定机械强度、焊点表面具有良好光泽。	50分	
		2.焊点无毛刺、虚假焊、漏焊、碰焊、焊盘脱落、焊点表面应清洁。		
		3.印制板焊接面或涂复层无损伤。		
		4.元器件引脚修剪与焊点顶点高度应满足1mm左右。		
4	整机装配	1.根据考试提供装配产品的要求,进行电路调试与功能验证。	10分	
		2.排除电路故障,满足电路功能要求。		
		3.按照考试要求进行整机装配,构成一个完整电子产品,并实现功能要求。		
5	调试与排故	1.根据考试提供装配产品的要求,进行电路调试与功能验证。	10分	
		2.排除电路故障,满足电路功能要求。		
6	测试、知识点考核	1.根据产品功能及测试结果,记录相关数据及结果。	50分	
		2.考核必要的电工、电子、单片机的相关知识。		

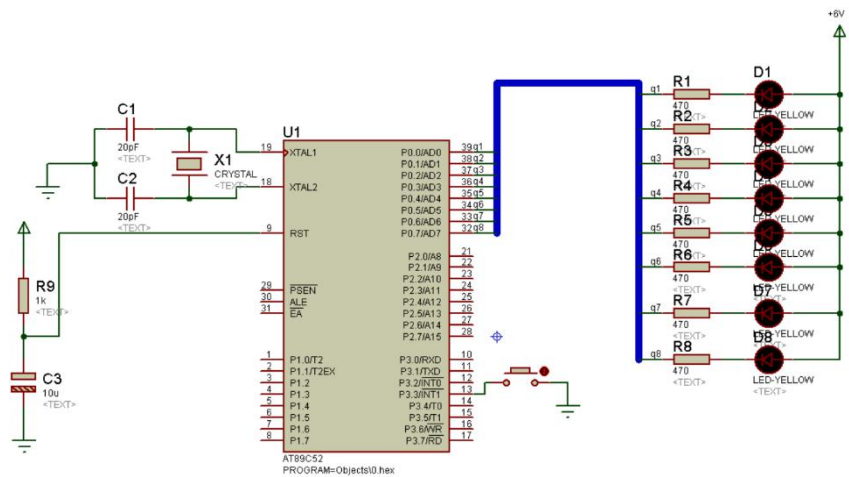
实训
总结

在焊接中积累手工焊接经验,领悟焊接工艺,掌握焊接方法。

思考题

如何改进实训设计,提高效率?

课 题	5.7 MCS-51 单片机的中断报警器设计		
学 时	2 学时	授课类型	实训实操
教学目标	<p>1. 知识目标</p> <p>(1) 掌握单片机独立按键的编程。</p> <p>(2) 掌握 MCS-51 单片机的中断编程步骤。</p> <p>(3) 掌握 MCS-51 单片机的中断技术的应用。</p> <p>2. 技能目标</p> <p>(1) 掌握编程方法和识图连线的经验。</p> <p>(2) 掌握下载软件 STC-ISP 的使用。</p> <p>(3) 掌握编程软件 keil4 的使用。</p> <p>3. 能力目标</p> <p>通过直观教学和教师的具体实验编程的操作示范，培养学生动手能力；培养学生归纳总结问题和分析解决问题的能力。</p> <p>4. 情感目标</p> <p>通过对 MCS-51 单片机的中断报警器设计实验实训，教师亲手示范和指导编程的生动形象的实操，使学生对单片机编程产生浓厚兴趣，激发学生的学习中断理论知识和动手编程能力培养的热情。</p>		
教学重点	掌握 MCS-51 单片机的中断系统结构相关知识。		
教学难点	掌握 51 单片机中断编程步骤和中断应用程序设计。		
教 法	采用“教师讲解—分析概括—操作演示—学生实操—教师指导—巩固提高”的教学模式		
教学设备及材料	多媒体智慧黑板，电脑，自制的单片机应用系统板助焊剂，导线		
教学过程	过程设计		
创设情景	<p>导入： 51 单片机的中断部分是课程的核心部分，知识点多，难以理解，只有加强编程的实验，才能领会中断知识的奥妙。学习单片机，编写程序也是一项关键的技能。</p>		
	<p>5.7 MCS-51 单片机的中断报警器设计</p> <p>一、硬件电路设计</p> <p>1. 利用单片机 P0 口接 8 只 LED (采用共阳方式连接)，如图所示。</p> <p>2. 报警按钮接外部中断 INTO (P3.2 引脚)。</p> <p>3. 由设计图可以知道，当按下报警按钮时 INTO (P3.2) 引脚与地接通。INTO (P3.2) 引脚上的电平将由高电平变为低电平，产生下降沿。若设置了边沿触发方式，且允许 INTO 中断并且使 EA=1，单片机将响应中断请求。</p>		



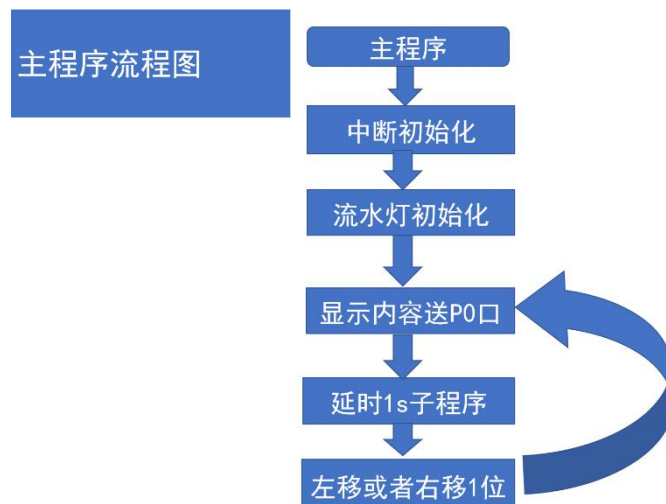
报警器设计电路原理图

电路板效果图

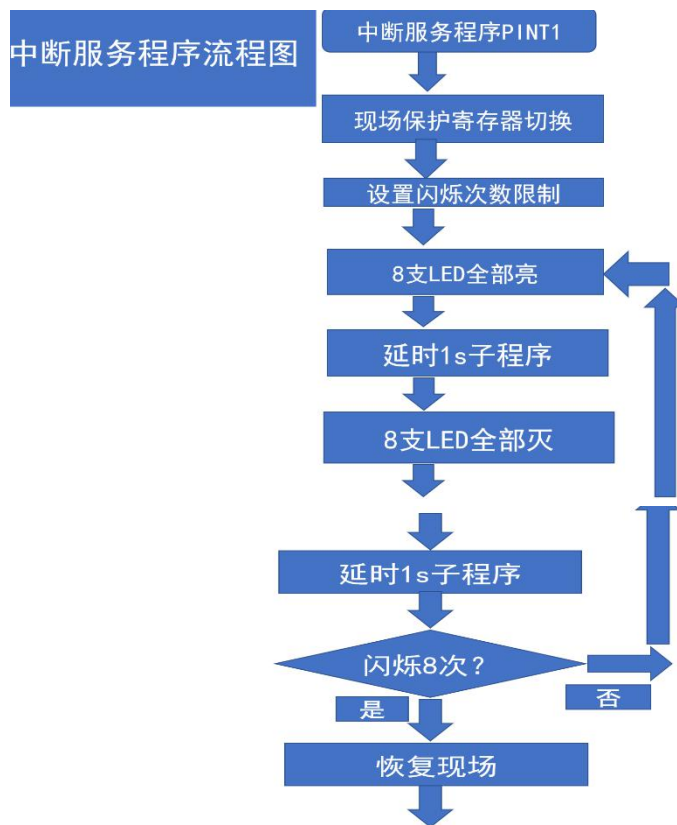
二、实验效果设计

1. P3.3 接一支按键导地。
2. 按键不按下时，单片机从 P0 口输出数据，点亮 8 支 LED 作流水灯运行。
3. 按键按下时，单片机产生中断，LED 停止作流水灯运行，转而变为全部闪烁 8 次报警。
4. 8 次闪烁完毕后，继续作 LED 流水灯运行。

三. 主程序流程图设计



四、中断服务程序流程图设计



五、实验步骤

- 1、打开电脑，打开 keil 软件，输入程序，编译生成 HEX 文件。
- 2、STC-ISP 软件，下载 HEX 文件到单片机里面。
- 3、根据电路原理图，正确连接导线。
- 4、不按下按键，观察 LED 灯的显示情况
- 5、按下按键，观察 LED 灯的显示情况
- 6、思考改进电路，修改或者改进程序。

实际操作一：

学生：实际操作开始。打开电脑，打开 keil4 软件，新建工程，选择单片机型号，新建源程序文档，保存源程序文档，添加源程序，设置编译参数。

老师：巡视，发现问题及时指正，指导，提醒注意 keil4 软件的操作。经过巡视后发学生对 keil4 软件的操作还存在问题。

四. 程序编写步骤。

1. 中断地址初始化编写

```
ORG    0000H    ; 复位地址
LJMP   STAR    ;
ORG    0013H    ; 外部中断 1 入口地址
LJMP   PINT1    ;
ORG    0030H    ; 主程序地址
```

2. 主程序编写，中断的初始化

```
STAR: MOV  SP ,#50H
      SETB EA ;开总中断
```



```

        SETB  EX1; 开 int1 中断
        SETB  IT1; 设置为边沿触发
3. 主程序功能, LED 作流水灯运行
        MOV  A, #7FH      ; 显示初值
LOOP: MOV  P0 , A        ; 点亮一支 LED
        LCALL DELAY1S   ; 延时 1s
        RR   A           ; 循环右移
        LJMP LOOP; 循环显示
4. 中断服务程序编写
PINT1: PUSH  ACC ; 现场保护 ACC
        PUSH  PSW; 现场保护 PSW
        SETB  RS0 ; 切换工作寄存器组
        CLR   RS1
        MOV  R4, #8      ; 设置报警闪烁的次数
LOP: MOV  A, #00H        ; 闪烁的初值全亮
        MOV  P0, A       ; 初值全亮送 P0
        LCALL DELAY1S   ; 延时 1s
        MOV  A , #255    ; 闪烁初值全灭
        MOV  P0 , A      ; 初值全灭送 P0
        LCALL DELAY1S
        DJNZ R4 , LOP ; 不到 8 次继续闪烁
        RETI            ; 8 次报警闪烁完毕中断返回
5. 延时 1s 子程序编写 (f=12MHz)
DELAY1S: MOV  R7, #10
        DEL1: MOV  R6, #200
        DEL2: MOV  R5, #248
        DEL3: DJNZ R5, DEL3
                DJNZ R6, DEL2
                DJNZ R7, DEL1
                RET

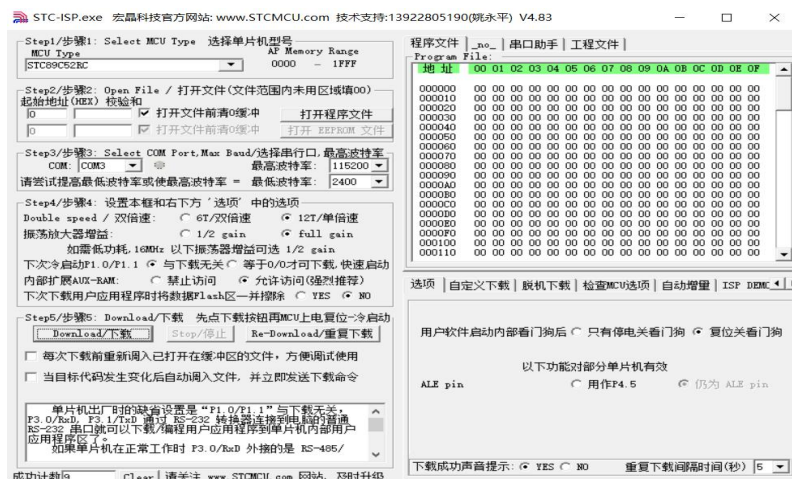
```

实际操作二:

学生: 编写程序, 输入汇编指令, 编译后不能生成 HEX 文件。

老师: 巡视, 发现学生对编译出错问题及时指正, 指导, 提醒学生注意 keil4 软件编译时出错的排查, 经过指导, 学生能快速的排查错误。

程序编译无误后, 利用 STC-isp 软件下载, 界面如下



五. 连接导线，操作实验板，观察效果

1. 按下按键，观察程序是否运行正常？
2. 按下按键，观察程序是否符合实验要求？
3. 关闭计算机，断电，收拾桌面。

六. 实验总结和归纳

1. 关闭计算机，断电，收拾桌面。
2. Keil 会用了吗？
3. STC-ISP 软件会用了吗？
4. MCS-51 单片机中断应用程序会编写了吗？

实 训 总 结	通过此次实训，巩固了学生对 keil4 软件的使用，验证了单片机中断理论知识，加强了单片机中断知识的应用。
思 考 题	如何改进实训设计，提高效率？