

21 CENTURY

马淑兰 王 菲 李加升 主编

21世纪全国高等职业院校应用电子技术专业通用教材

21SHIJI QUANGUO GAODENG ZHIYEJISHU YUANXIAO

YINGYONG DIANZI JISHU ZHUANYE TONGYONGJIAOCAI

单片机应用技术与实训

DANPIANJI YINGYONGJISHU YU SHIXUN



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

0315630



21 CENTURY

马淑兰 王 菲 李加升 主编

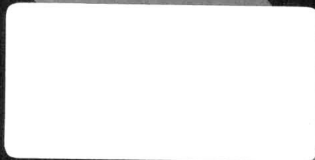
21世纪全国高等职业技术学院 **应用电子技术专业** 通用教材

21SHIJI QUANGUO GAODENG ZHIYEJISHU YUANXIAO

YINGYONG DIANZI JISHU ZHUANYE TONGYONGJIAOCAI

单片机应用技术与实训

DANPIANJI YINGYONGJISHU YU SHIXUN



山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术与实训/马淑兰主编. —济南:山东科学技术出版社,2008

21 世纪全国高等职业院校应用电子技术专业通用教材

ISBN 978-7-5331-4894-2

I. 单... II. 马... III. 电气控制—高等学校:技术学校—教材 IV. TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 130117 号

21 世纪全国高等职业院校应用电子技术专业通用教材

单片机应用技术与实训

主编 马淑兰 王 菲 李加升

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098080

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东新华印刷厂

地址:济南市胜利大街 56 号

邮编:250001 电话:0531-82079112

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:15

版次:2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4894-2

定价:30.00 元

NEI RONG TI YAO

内 容 提 要

全书共分10个模块,分别为单片机概述,主要介绍单片机的历史、现状、主要品牌和单片机的学习方法;80C51单片机的硬件结构和工作原理;80C51单片机指令系统和汇编语言程序设计;80C51中断系统的结构和应用;80C51单片机的定时器/计数器的结构工作原理和应用;80C51串行接口;存储器扩展技术、I/O并行扩展技术、D/A转换和A/D转换技术等内容。目前有许多单片机网站,从初学者入门基础知识到高手应用实例一应俱全,通过网络交流可以学到许多新的应用技术。

》》》 编审委员会

主 任 李常峰 王 涛 燕居怀

副主任 高学民 王 涛 王 菲 王 广

编 委 (按姓氏笔画为序)

王 广 王 涛 王 菲 卢孟常 李加升 李常峰

邵伯进 沈 舷 武玉升 高学民 韩 莉 燕居怀

》》》 本书编审人员

主 编 马淑兰 王 菲 李加升

副主编 王 广 武玉升 朱 祥 罗小妮 滕丽丽

编 者 (按姓氏笔画为序)

王永祥 刘春霞 仲 强 李 敏 李敦顺

张 斌 张 磊 孟风营 康玉柱 栾 红

高雪英 葛广军 董圣英 程 显

前

言

P R E F A C E

单片机的应用已经渗透到我们生活的方方面面,掌握单片机应用技术几乎已是机械、电子行业从业者的一项基本技能。目前,介绍单片机的教材不计其数,但真正适合高职学生入门的教材并不多,大多数此类教材存在用词晦涩,叙述抽象复杂的问题,给学生预习和课后复习带来许多困难,常常听到学生反应单片机教材看不懂。基于这种情况和多年的教学经验,编者以多次使用并反复修改过的教学教案为基础,经过整理编写了这本书。本教材以单片机的主流品牌80C51为例,介绍了51系列单片机的硬件结构、工作原理和指令系统,以及单片机内部的定时/计数器、中断系统、串行通信接口的使用方法,单片机常用的外部设备,接口电路的设计等内容。

在编写过程中注意把握职业技术教育的要求和学生特点,注重“理论够用为度,重在加强实践”的原则,语言叙述时注重通俗易懂,简洁明了,对于某些难懂的内容如单片机的内部结构,采用图解、图表、实例加以说明。单片机的应用能力只能靠循序渐进的实践积累,而不可能先把它全部掌握了再去做产品开发。所以,本教材在内容组织上适当降低理论难度与深度,在抓住主干的基础上最大限度地剔去细枝末梢,简化内容。通过本书的学习,学生可以掌握单片机的基本用法,从简单项目做起,轻松入门,迅速上手。在此基础上,学生可通过以后的实践活动,逐步积累提高,成为单片机应用的高手。

本教材推荐60学时,讲解40学时,动手操作20学时,建议组织课外学习小组,通过讨论、制作、上网学习来了解单片机应用技术方面的知识,提高应用单片机的能力。目前,有许多单片机网站,从初学者所需入门知识到高手应用实例一应俱全,通过网络交流可以学到许多新的应用技术。

由于时间仓促、水平有限,书中难免会有不妥之处,希望读者提出批评、给出建议。在多年的教学和本次编写中,编者参考和引用了大量同类教材的资料,在此向各位作者表示真挚的感谢!

编 者

目录

CONTENTS

单片机应用技术与实训

模块1 单片机概述	(1)
知识点	(1)
技能点	(1)
任务 认识单片机	(1)
小结	(5)
思考与练习题	(5)
实训 利用万能实验板制作 89C51 单片机最小系统	(6)
模块2 80C51 单片机的内部结构	(9)
知识点	(9)
能力点	(9)
技能点	(9)
任务一 80C51 单片机内部结构与工作原理	(9)
任务二 80C51 单片机应用的基本常识	(27)
小结	(33)
思考与练习题	(34)
实训 单片机最小系统的应用	(34)
模块3 51 系列单片机指令系统	(46)
知识点	(46)
能力点	(46)
技能点	(46)
任务 指令系统	(46)
小结	(70)
思考及练习题	(71)
模块4 汇编语言程序设计	(73)
知识点	(73)

能力点	(73)
技能点	(73)
任务 汇编语言程序设计的方法与步骤	(73)
小结	(94)
思考及练习题	(95)
模块 5 中断系统	(97)
知识点	(97)
能力点	(97)
任务 80C51 中断系统	(97)
小结	(107)
思考及练习题	(107)
实训 中断系统的应用	(108)
模块 6 80C51 单片机定时器 / 计数器	(113)
知识点	(113)
能力点	(113)
技能点	(113)
任务一 定时器 / 计数器的结构与工作原理分析	(113)
任务二 定时器 / 计数器工作方式	(119)
任务三 定时器 / 计数器应用举例	(126)
小结	(129)
思考与练习题	(129)
实训 定时器 / 计数器的应用	(129)
模块 7 80C51 单片机串行接口	(134)
知识点	(134)
能力点	(134)
技能点	(134)
任务一 通信的基本概念	(134)
任务二 80C51 单片机的串行口结构与工作原理分析	(137)
任务三 串行口工作方式	(143)
任务四 串行口的多机通信	(157)
小结	(164)

思考与练习题	(166)
实训 串行口双机通信演示	(166)
模块 8 80C51 单片机的存储器扩展	(167)
知识点	(167)
能力点	(167)
技能点	(167)
任务一 80C51 单片机的总线技术	(167)
任务二 程序存储器 EPROM 的扩展	(172)
任务三 串联型程序存储器 ROM 的扩展方法	(179)
任务四 数据存储器 RAM 的扩展方法	(187)
小结	(191)
思考与练习题	(191)
模块 9 并行 I/O 接口	(192)
知识点	(192)
能力点	(192)
技能点	(192)
任务 可编程 I/O 接口 8255 的扩展技术	(192)
小结	(208)
思考与练习题	(208)
实训 输入/输出接口实验	(209)
模块 10 D/A、A/D 转换器接口	(210)
知识点	(210)
能力点	(210)
技能点	(210)
任务一 D/A 转换器的扩展技术	(210)
任务二 A/D 转换器的扩展技术	(217)
小结	(224)
思考与练习题	(224)
实训 D/A 和 A/D 转换接口实训	(224)
附 录	(225)
附录 1 80C51 指令表	(225)
附录 2 ASC II 代码	(230)
参考文献	(231)

模块 1 单片机概述

知识点

- ◇ 单片机的产生和发展过程,单片机的特点和主要应用等知识。
- ◇ 单片机主要品牌和目前单片机市场情况。
- ◇ 单片机的学习方法。

技能点

- ◇ 利用万能实验板制作 89C51 单片机最小系统。

任务 认识单片机



任务目标

本模块主要从单片机的特点、单片机的应用、单片机的历史和发展趋势、单片机主要品牌以及单片机的学习方法等方面做简单介绍。



任务分析

在单片机学习起步之际,用演示的方法初步建立单片机控制的基本概念,提高学习本课程的兴趣和目的性。



任务实施

一、什么是单片机

在一块芯片上集成了计算机系统的主要器件:中央处理器 CPU(Center Processing Unit)、程序存储器 ROM(Read-Only Memory)、数据存储器 RAM(Random Access Memory)、输入/输出接口(I/O 接口),构成的单芯片微型计算机,英文表示是 Single-Chip Micro-computer,直译为单片机,它主要是针对工业控制以及与控制有关的数据处理而设计的。

相对于微型计算机,单片机扩展了针对工业控制的多种功能,突破了传统微型计算机的内容,所以更准确地反映其本质的称呼应该是微控制器,英文表示 Micro Controller Unit(MCU)。

由于单片机主要用于嵌入式应用,又称为嵌入式微控制器,即 Embedded Micro Controller。国内目前习惯称之为单片机。

二、单片机的特点

和其他微机机种相比,单片机有以下特点:

- (1) 小巧、灵活、成本低、易于产品化,能方便地嵌入到控制设备和仪器中,做到机电一体化。
- (2) 能针对性地解决从简单到复杂的各类控制任务,能获得最佳的性能价格比。
- (3) 抗干扰能力强,适应温度范围宽,可在各种恶劣的环境下可靠地工作。
- (4) 可方便地实现多机、分布式集散控制,使整个控制系统的效率和可靠性大大提高。

三、单片机的应用

单片机作为嵌入式应用的主流控制芯片,应用十分广泛。今天单片机的应用几乎无所不至,遍布我们生活的方方面面,其中我们比较熟悉的有:工业装备方面的电机调速、过程控制、工业机器人、各种数控设备;民用方面的电子玩具、智能化家用电器;汽车电子方面的动力检测控制系统、自动驾驶系统、通信系统、ABS 系统。

四、单片机的历史和发展趋势

1971 年微处理器研制成功后不久,面对控制领域的需要,在微处理器的基础上将 CPU 和计算机外围电路集成到一个芯片上,发展了单片机产品,使单片机和通用 CPU 分道扬镳,形成了新型的工业微控制器,为单片机的发展开辟了成功之路,单片机的发展历史基本上分 4 个阶段。

1. 初级单片机阶段(1974~1976)

因工艺限制,这个时期的单片机多采用双片组成的形式,如美国仙童公司(Fairchild 半导体公司)的 F-8 单片机是由一片集成了 8 位 CPU、64B RAM、2 个并行口的芯片和 1 片 3851 芯片(由 1 kB ROM、定时器/计数器和 2 个并行口构成)组成的。这是单片机的起步与探索阶段。

2. 低性能单片机阶段(1976~1978)

Intel 公司在 1976 年首先推出 MCS-48 系列单片机,这是单片机发展进程中的一个重要阶段。这一阶段的单片机具有 8 位 CPU、并行 I/O 端口、8 位计数器,寻址范围 4 kB,为后来单片机的高速发展奠定了基础。但不足之处是单片机没有串行口,中断处理比较简单,寻址范围小。

3. 高性能单片机阶段(1978 年之后)

在 48 系列成功的刺激下,许多半导体和计算机公司相继投入力量发展自己的单片机系列产品,Intel 公司在 1978 年以后又推出了 MCS-51 系列的高性能单片机,另外还有 Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z-8 系列, Rockwell 公司的 6501、6502 等同系列产品。此外,日本的 NEC 公司、日立公司以及 EPSON 公司也都相继推出了各具特色、与 MCS-51 兼容的单片机品种。这一时期推出的单片机普遍带有串行口、多级中断系统、16 位定时器、片内 ROM 和 RAM 容量加大,寻址范围可达 64 kB。这是单片机的完善阶段。

4. 8 位单片机改良型及 16 位、32 位单片机推出阶段(1982 年之后)

在 1982 年推出了 16 位单片机产品之后,51 系列 8 位单片机仍因其较高的性价比而受到市场的认同。此阶段的特征是在发展 16 位、32 位单片机及专用型单片机的同时不断完善和提高 8 位单片机技术,以满足不同的用户需要。

五、单片机主要品牌

单片机一经推出,在其巨大市场利益的推动下,新产品如雨后春笋般大量涌出。据统计,目前市场上的单片机产品有 50 多个系列,数百个产品。主要生产厂家和产品有:

1. MCS 单片机

MCS 是 Intel 公司的注册商标。Intel 公司的 MCS-48、MCS-51、MCS-96 是单片机各个系列的典型产品,Intel 公司主要单片机系列产品的主要配置见表 1-1 所示。其中 MCS-51 以其质优价低、适用面广成为单片机的经典品牌。

表 1-1

Intel 公司主要单片机系列

系列	型号	片内存储器 (字节)		片外存储器 (字节)		I/O 口		中断 源	计数器 个数	石英 振荡 器 MHz	典型 指令 周期	引脚 数	备注
		ROM/ EPROM	RAM	RAM	EPROM	并行	串行						
MCS-51	8051	4 k	128	64 k	64 k	32	UART	5	2-16	12	1	40	
	8751	/4 k	128	64 k	64 K	32	UART	5	2-16	12	1	40	
	8031	×	128	64 k	64 k	32	UART	5	2-16	12	1	40	
	8052AH	8 k	256	64k	64 k	32	UART	6	3-16	12	1	40	
	8752AH	8 k	256	64 k	64 k	32	UART	6	3-16	12	1	40	
	8032AH	×	256	64 k	64 k	32	UART	6	3-16	12	1	40	
	80C51	4k	128	64 k	64 k	32	UART	5	2-16	12	1	40	
	80C31	×	128	64 k	64 k	32	UART	5	2-16	12	1	40	
	87C51	4 k	128	64 k	64 k	32	UART	5	2-16	12	1	40	
	80C252	8 k	256	64 k	64 k	32	UART	7	3-16	12	1	40	
	87C252	8 k	256	64 k	64 k	32	UART	7	3-16	12	1	40	
	83C252	×	256	64 k	64 k	32	UART	7	3-16	12	1	40	
	8052AH	8 k	256	64 k	64 k	32	UART	6	3-16	12	1	40	
RUP1-44	8044	4 k	192	64 k	64 k	32	SIU	5	2-16	12	1	40	
	8744	/4 k	192	64 k	64 k	32	SIU	5	2-16	12	1	40	
	8344	—	192	64 k	64 k	32	SIU	5	2-16	12	1	40	
MCS-96	8094	—	232	64 k	64 k	32	UART	8	4-16	12	1-2	40	
	8095	—	232	64 k	64 k	32	UART	8	4-16	12	1-2	40	
	8096	—	232	64 k	64 k	48	UART	8	4-16	12	1-2	40	
	8097	—	232	64 k	64 k	48	UART	8	4-16	12	1-2	40	
	8394	8 k	232	64 k	64 k	32	UART	8	4-16	12	1-2	40	
	8395	8 k	232	64 k	64 k	32	UART	8	4-16	12	1-2	40	
	8396	8 k	232	64 k	64 k	48	UART	8	4-16	12	1-2	40	
	8397	8 k	232	64 k	64 k	48	UART	8	4-16	12	1-2	40	

尽管目前单片机产品,品种很多,但其中最具代表性的当属 51 系列产品,虽然它是 8 位机型,但是它品种齐全,兼容性强,性价比高,软硬件资源丰富,已为广大工程技术人员所熟

悉,目前仍然是单片机市场的主流产品。Intel 公司主要单片机系列如表 1-1 所示。

近年来,Intel 公司在嵌入式应用方面把重点放在奔腾系列高档芯片的开发上,51 系列单片机主要由 ATMEI、Philips、华邦等公司接产。这些公司都在保持与 51 系列单片机兼容的基础上,以 8051 为内核开发出 CMOS 工艺单片机,这一系列的单片机产品统称为 80C51 系列。

2. Motorola 单片机

美国 Motorola 公司是世界上最大的单片机生产商。主要产品有 68HC05 和 68HC08、68HC11 系列。Motorola 单片机特点之一是,在同样的速度下所用时钟频率比 Intel 的单片机低,因此高频噪音低,抗干扰能力强,更适用于工业控制领域。

3. Microchip 单片机

美国 Microchip 公司的单片机是市场份额增长最快的单片机,它的主要产品是 16C 系列 18 位单片机。CPU 采用 RISC 结构,仅 33 条指令,运行速度快,以低价位著称。Microchip 强调节约成本的优化设计,适用于用量大、档次低的产品。

4. Zilog 单片机

美国 Zilog 公司的 Z8 系列采用多累加器结构,有较强的中断处理能力。

5. NEC 单片机

日本 NEC(电力)公司的单片机产品自成体系,以 8 位机 78 K 系列产量最高,也有 16 位机、32 位机。16 位以上的单片机采用内部倍频技术,以降低外部时钟频率。

6. ATMEI 公司的单片机

美国 ATMEI 公司的 AT89C51、89C2051、AT89S51 系列单片机是目前市场占有率第一的品牌,该公司的 AT89C51 是一种带 4 k 字节闪烁可编程可擦除只读存储器(FPEROM, Flash Programmable and Erasable Read-Only Memory)的低电压、高性能 CMOS 8 位微处理器。89C51 单片机的突出优点是把快擦写存储器应用于单片机中,这使得在系统开发过程中修改程序十分容易,大大缩短了系统的开发周期。以后我们主要使用 89C51 来完成实验。

7. Winbond(华邦)公司

中国台湾 Winbond(华邦)公司生产的单片机有 W78C51、W77C51 等系列。

8. Philips 公司

Philips 公司的单片机有 80C51、80C552 系列。

生产厂家不同,产品有一定的差异,但基本结构是相同的。可查阅相关网站获得更多的相关信息。

六、单片机的学习方法

当今智能控制与自动控制的核心就是单片机。传统的分立元件或数字逻辑电路构成的控制系统正在被单片机智能控制系统逐渐取代。为适应目前单片机人才紧缺的状态,各大中专院校、高职、技校等均在广开思路,以提高单片机的教学水平,着眼于培养单片机人才、单片机工程师。

但是,许多学习者(包括在校学生),从一开始学习时的热情高涨,到最后的沮丧放弃,使

得大家对单片机产生了既爱又怕的感觉。学习单片机并不像学习传统模拟电路或数字电路那样以分析电路工作原理为主线,而是以功能块为单元展开学习。

单片机是在相对固定的“硬件”之上附加“软件”实现控制的。正是这个“软件”因素的存在,使得单片机的电路稍做调整就可以完成各种各样的控制任务。初学者首先要弄懂单片机的工作过程,了解数据送来送去的意义。动手制作简单的单片机系统,通过控制一盏灯亮或控制一个电机来了解单片机对输出设备的基本控制方法,在见到效果的基础上培养学习单片机的热情与兴趣。编者根据多年教学经验总结:学习单片机的方法就一条:动手做,通过亲自动手编程、调试、最终见到结果。这个过程可以使学生对抽象的0和1有一个具体的认识。根据这一条给学生如下学习建议。

1. 学习要领就是多实践

对一个初学单片机的人来说,如果按教科书式的学法,单片机的模块结构图加上生涩的名词和指令,使从模拟、数字电路上学过来而习惯用电路原理分析的学生无从下手,学了半天见不到实际效果,可能就会觉得枯燥乏味而半途而废。单片机的学习一定要打破传统的学习方法,做中学、学中做。

实践可以产生实际效果,会极大地提高学习者进一步学习的兴趣。这种学习与实践的結合,使你能感受到指令产生的控制效果,眼睛看得见数码管显示的数字、耳朵听得到喇叭发出的声音节奏,能深刻理解指令是怎样转化成信号并实现控制的。不夸张地说,单片机的学习不是读书读出来的,是在实验板上练出来的。

2. 适当投资购买实验器材及书籍资料

单片机技术是一门含金量高的技术,一旦学会后,它给你带来的效益回报当然也高,无论是应聘求职还是自己创业,其前景是光明无限的。因此,在学习时要舍得适当投资购买必要的学习器材。有疑问时要勤查资料(推荐周立功网站)或请教老师,按书上推荐的电路动手焊接几块电路板,尽快用最简单的程序使其接口电路工作起来。通过这么几个回合,对这门技术的开发应用有一个初步的认识,在这个基础上可以从中总结出适合自己的学习方法。

小结

单片机是把中央处理器 CPU(Center Processing Unit)、程序存储器 ROM(Read-Only Memory)、数据存储器 RAM(Random Access Memory)、各种输入/输出接口集成在一起的集成电路芯片。单片机是针对工业控制而设计的,相比于微型计算机,单片机扩展了针对工业控制的多种功能,具有小巧、灵活、抗干扰能力强、性价比高的特点。今天单片机的应用几乎无所不至。

当今智能控制与自动控制的核心就是单片机。传统的分立元件或数字逻辑电路构成的控制系统正在被单片机智能控制系统所取代。单片机在电子领域的重要性不言而喻,学好单片机的关键就是动手实践。

思考与练习题

1. 什么是单片机?

2. 单片机主要模块的结构和作用。

3. 51 系列单片机中 80C31、80C51、87C51、89C51 的区别。

实训 利用万能实验板制作 89C51 单片机最小系统

(一) 实训目的

用万能实验板制作 51 单片机最小化系统应该是单片机学习的必要经历,通过以下最小化系统的设计和制作,可以获得以下收益:

- (1) 建立起单片机工作的基本概念,初步了解单片机开发的基本方法;
- (2) 了解单片机对外设的控制方法;
- (3) 掌握若干条指令的简单使用方法。

(二) 实训设备与器材

实验器件如图 1-1 所示。

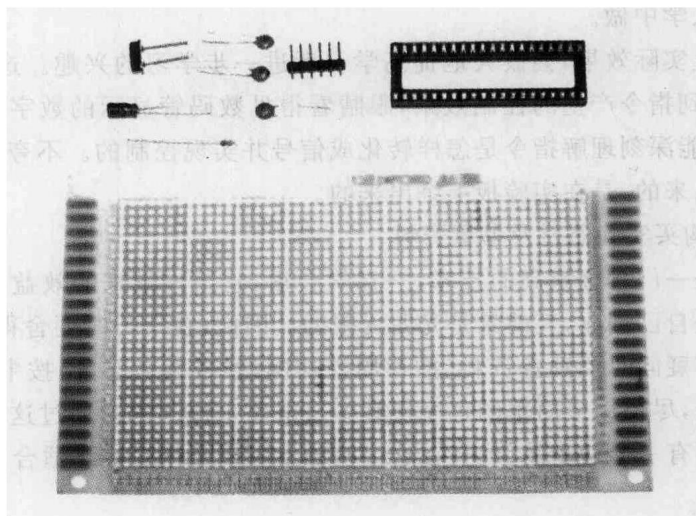
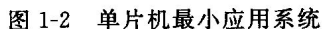


图 1-1 实验器件

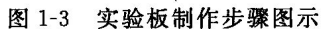
- (1) 万用实验板 1 块;
- (2) 89C51 单片机 1 片;
- (3) 双排直插式插座 1 个;
- (4) 30 pF 电容器 2 个;
- (5) 6 MHz 晶体振荡器 1 个;
- (6) 22 μ F 电解电容 1 个;
- (7) 470 Ω 电阻 9 个;
- (8) 10 k Ω 电阻 1 个;
- (9) LED 发光二极管 8 个;
- (10) 按钮 1 个。

(三) 实训内容

80C51 单片机的最小应用系统制作电路原理图如图 1-2 所示。



用万用电表检查连接是否正确,不得有虚焊现象。



利用 80C51 单片机的最小系统扩展 LED 显示器,实现以下控制:

(1) 控制 LED 闪烁的程序

```

                ORG      0000H
                LJMP     MAIN
                ORG      0100H
                MOV      A, #0
LOOP:  MOV      P1, A
                MOV      R7, #0FFH
LOOP:  MOV      R6, #0FFH
                DJNZ     R6, $
                DJNZ     R7, LOOP
                CPL      A
                SJMP     LOOP
                RED

```

(2) 控制 LED 流水灯的程序

```

                ORG      0000H
                LJMP     MAIN
                ORG      0100H
MAIN:  MOV      A, #0FEH
LOOP1: MOV      P1, A
                MOV      R7, #0FFH
LOOP:  MOV      R6, #0FFH
                DJNZ     R6, $
                DJNZ     R7, LOOP
                RR      A
                SJMP     LOOP1
                RED

```

改变 R7 和 R6 的值可以改变闪烁时间。