

21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

国家示范校重点专业建设成果教材

51单片机 项目教程

张景璐 于京 马泽民 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等职业教育电子信息类规划教材
国家示范校重点专业建设成果教材

51单片机 项目教程

■ 张景璐 于京 马泽民 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

51单片机项目教程 / 张景璐, 于京, 马泽民编著
— 北京: 人民邮电出版社, 2010.3

21世纪高等职业教育电子信息类规划教材
ISBN 978-7-115-21138-5

I. ①5… II. ①张… ②于… ③马… III. ①单片微型计算机—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第162723号

内 容 提 要

本书是一本基于工作过程课程开发设计的单片机案例教程, 书中以单片机硬件设计助理工程师、软件设计师等一些与单片机项目开发相关的岗位工作任务为依据, 通过典型工作任务的分析归纳, 总结了5个典型单片机案例设计, 主要包括彩灯设计, 万年历系统, 基于DS18B20单片机的数字温度系统, 基于AT89C51SND1C单片机的MP3播放器和U盘设计, 以及目前流行的触摸屏应用, 并增加了两个项目实践训练——数字存储示波器、基于DDS的信号发生器。

本书在实用的前提下, 以模块化教学为指导思想, 采用工程任务开发的模式, 对这些案例进行讲解, 结构新颖, 层次清晰。

本书大部分应用程序设计是采用C语言开发的, 读者在学习中可由浅到深、循序渐进, 开发出符合当今趋势且实用的单片机应用系统。

本书实例丰富, 突出技能训练, 适合于高职院校的学生使用。此外, 本书结构合理、实用性强, 涉及的知识面广泛, 也可供单片机应用系统的设计、开发人员以及其他院校电子类专业的师生参考、学习使用。

21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

51 单片机项目教程

-
- ◆ 编 著 张景璐 于 京 马泽民
责任编辑 姚予疆
执行编辑 王朝辉
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.5
字数: 399千字
印数: 1-4 000册

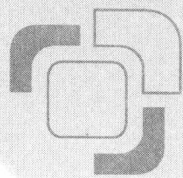
ISBN 978-7-115-21138-5

定价: 30.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

丛书编委会



主 任：么居标

副主任：刘鹏飞 何 兵 周国烛 于 京 胡 亦

委 员：杨洪雪 董义革 王 萍 张景璐 丁 江

王彦侠 黄利明 陈 涵 赵 凯 赵婉芳

韩丽萍 王 梅 郑长亮 龙 漪 李云玮

杜 辉 张燕宁 刘 杨

为贯彻落实 2005 年国务院《关于大力发展职业教育的决定》，以及 2006 年教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》，“十一五”期间，国家启动了示范性高等职业院校建设计划，并在高等职业教育领域开展了质量工程建设，标志着我国高等职业教育进入到了一个追求内涵发展的新阶段。在中国经济社会高速发展的今天，高等职业教育必须把培养学生基本技术技能和综合职业能力放在突出的地位，紧密结合生产实际，并及时跟踪主流技术，只有这样才能与经济社会发展紧密结合，从而成为经济发展与社会进步的最有效的“引擎”。

高等教育可以有两种学习模式：一种以策划和设计为目标，通常先系统学习理论知识，打好基础再实践；另一种侧重于应用的学习，贯彻“做学”的理念，从实际应用入手，随着技术技能的提高，逐步扩充理论知识。高职教育是以培养高素质技能型专门人才为目标，显然适合运用第二种学习模式，但目前高职教材以第一种学习模式居多，这也成为高职教学改革面临的重要任务。本着符合高职教学改革的需要，北京电子科技职业学院组织骨干教师和相关企业专家一起，校企合作共同开发了本套 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材。本套教材是高职课程改革的成果，其编写宗旨是：

1. 以满足企业工作需求为出发点

本套教材以满足企业工作需求为出发点，以掌握工程化和规范化的电子信息技术为基本要求，以实际应用案例为素材，以培养职业能力为目标。在内容选取和组织上注意高职学生的就业创业需求，力图使学生掌握专门技能，解决实际问题。

2. 强调企业主流和核心技能培养

每本教材的内容都与相应岗位工作密切相关，着重培养的专业基本技能是企业正在使用的主流和核心技能，要求学生必须掌握，并能应用于解决实际工作问题。

3. 以来自企业的实际工作任务为基础

本套教材基于企业的工作任务，任务的复杂度逐级递进，并适当将多个任务组成一个工程项目，每本教材都以一个实用工程项目为背景组织课程内容。学生通过实践这些工程项目，学习必备理论知识，体验实际工作过程，积累项目开发经验，培养职业能力。

本套教材凝聚了北京电子科技职业学院骨干教师和企业专家的心血，是校企深度合作成果。由于高职教育还在不断发展中，在教材的编写中难免出现问题，恳请使用这套教材的师生提出宝贵意见和建议，共同为我国高职教育事业做出积极贡献。

高林
2009.11.

本书是一本以 80C51 系列单片机为基础的案例教程，总结了作者多年的教学经验，以“基于工作过程”的教学理念和课程改革思路编写而成。在内容编排上，采用了“项目为导向，任务驱动”的教学模式。本书每章设计一个项目案例，每个项目分为一些小的工作任务，任务由各子模块完成，最后，通过对整个案例的回顾和总结，使读者快速掌握单片机应用开发的知识和技能。

本书案例从简到难，首先从一个例子出发学习简单的单片机应用，然后逐渐深入，最后完成一个比较复杂的单片机开发项目。通过这些案例的学习，读者可以从零开始，学习难度逐步增大，逐步进入单片机设计开发领域，大大提高读者对单片机应用项目开发的工作能力，最后完成一些较复杂的单片机应用。

本书每个案例的设计都是基于工作过程的，从项目目标与准备开始，包括工作任务、技能目标、芯片资料、技术指标等，先进行任务需求分析，然后从系统分析设计、软硬件设计，到硬件电路设计、硬件组装与程序调试，将全部过程进行详细说明，读者可以按照相应的步骤和方法，一步步完成自己的单片机应用系统。

两个项目实践训练——数字存储示波器、基于 DDS 的信号发生器是对单片机复杂系统的开发，在教学安排上可以作为选做内容，或作为课程设计。通过这两个项目训练，读者在复杂单片机应用系统方面的设计、开发能力能够得到提高。

本书使用 C 语言开发单片机系统，C 语言开发具有效率高、易学易懂、复用性强的特点。书中用于案例开发的 C 程序经过完善，运行效率已经大大提高，接近汇编程序的执行效率。书中案例的各种芯片、总线的驱动都已全部给出，读者可以应用到自己的设计中。读者还可以结合配套的资料进行学习，本书赠送的程序源代码等配套资料可在 www.ptpress.com.cn 网站下载。

此外，本书还对于单片机开发过程的一些设计规范进行了补充，对设计开发复杂单片机应用系统起到了很好的帮助作用。

本书在编写过程中，得到了多位同志的帮助。在这里感谢王琳娜为本书提供的案例资料，感谢沈冰夏为本书的万年历案例绘制了原理图和 PCB 设计图，以及胡亦、蔡志芳、吴友兰、张斌对本书编写的支持。

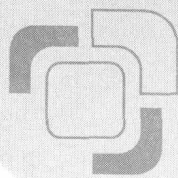
由于时间紧迫，书中难免有疏漏的地方，欢迎读者批评指正。

作者

学时分配表

序 号	内 容 (章、节标题)	课时数 (节)	合 计 (节)
1	第 1 章 制作单片机最小系统	10	30
	第 1 章 单片机控制个性化彩灯功能	8	
	第 1 章 软件 C 设计、仿真与调试	6	
	第 1 章 项目训练	6	
2	第 2 章 万年历系统设计	6	30
	第 2 章 万年历程序设计	12	
	第 2 章 万年历系统组装与焊接	6	
	第 2 章 万年历系统调试与项目扩展训练	6	
3	第 3 章 触摸屏与单片机应用	12	12
4	第 4 章 智能水温控制传感器模块与信息存储模块	6	20
	第 4 章 液晶显示模块	4	
	第 4 章 软件系统设计	6	
	第 4 章 项目改进扩展	4	
5	第 5 章 基于单片机 AT89C51SND1C 的 MP3 播放器主要部件构成	10	28
	第 5 章 MP3 播放器硬件系统方案	8	
	第 5 章 软件设计与调试	10	
6	第 6 章* 项目实践: 实现基于 DDS 的信号发生器	12	24
	第 6 章* 项目实践: 软件设计与调试	12	
7	第 7 章* 项目实践: 数字存储示波器设计	12	24
	第 7 章* 项目实践: 单片机和 FPGA 技术的复杂系统开发	12	
	总计	144 (第 6 章或第 7 章可选做一个)	

注: 带*为选做项目。



第 1 章 | 简单的单片机应用示例——彩灯设计

1.1	单片机介绍	1
1.1.1	单片机的概念	1
1.1.2	单片机的品种和系列	1
1.1.3	单片机的应用	3
1.2	项目目标与准备	3
1.3	制作单片机最小系统	4
1.3.1	单片机基本知识	4
1.3.2	单片机最小电路	9
1.3.3	单片机控制 LED 实现彩灯显示	9
1.3.4	单片机控制键盘、数码管实现按键计次	12
1.4	单片机控制个性化彩灯功能	20
1.4.1	单片机控制个性化彩灯	20
1.4.2	80C51 单片机的定时/计数器控制个性化彩灯	25
1.5	单片机软件设计 C 程序	29
1.5.1	概论	29
1.5.2	C 语言程序的基本结构	30
1.6	软件仿真与调试	33
1.6.1	Keil uVision3 集成开发环境介绍	33
1.6.2	单片机仿真软件 Proteus 介绍	37
1.7	项目小结与建议	42
1.7.1	概念复习	42
1.7.2	技能回顾	42
1.8	项目训练	42

第 2 章 | 89S52 单片机应用示例——万年历系统

2.1	项目目标与准备	43
-----	---------	----

2.2	89S51、89S52、89S53 系列单片机介绍	44
2.3	万年历系统设计	45
2.3.1	万年历系统	45
2.3.2	万年历各功能部件	46
2.3.3	万年历电路设计	47
2.3.4	万年历电路	52
2.3.5	万年历 PCB 设计与布线	54
2.4	万年历软件设计与实现	59
2.4.1	万年历日历驱动程序设计	59
2.4.2	万年历显示程序设计	62
2.5	系统组装与焊接	67
2.6	仿真与调试	68
2.6.1	Keil uVision3 调试程序使用	68
2.6.2	仿真器的使用与仿真调试	72
2.6.3	编程器的使用	74
2.6.4	ISP 下载	75
2.7	项目小结与建议	77
2.7.1	概念复习	77
2.7.2	技能回顾	77
2.8	项目训练	77

第 3 章 触摸屏与单片机应用

3.1	项目目标与准备	78
3.2	触摸屏介绍	79
3.3	单片机控制触摸屏输入信息	81
3.4	软件设计	82
3.4.1	如何通过单片机实现触摸屏控制系统	82
3.4.2	程序调试	83
3.5	项目小结与建议	85
3.5.1	概念复习	85
3.5.2	技能回顾	85
3.6	项目训练	86

第 4 章 基于 DS18B20 的数字温度系统设计

4.1	项目目标与准备	87
-----	---------	----

4.2	温度传感器	92
4.3	智能水温控制系统组成	97
4.3.1	单片机系统选择	97
4.3.2	基于 DS18B20 的温度传感器模块	99
4.3.3	智能水温控制系统的信息存储模块	99
4.3.4	液晶显示模块	100
4.3.5	智能水温控制系统硬件系统方案	107
4.4	软件系统设计	111
4.5	选择部件, 控制水温的精度, 对项目进行改进	117
4.6	项目小结与建议	118
4.6.1	概念复习	118
4.6.2	技能回顾	118
4.7	项目训练	118

第5章 | 项目实践——基于单片机 AT89C51SND1C 的 MP3 播放器和 U 盘设计 |

5.1	项目目标与准备	120
5.2	MP3 播放系统	126
5.3	AT89C51SND1C 单片机系统选择	127
5.4	MP3 播放器主要部件构成	128
5.4.1	Nand Flash K9F5608 实现歌曲的存储	128
5.4.2	CS4330 音频 D/A 转换器芯片实现歌曲的播放	130
5.4.3	液晶显示歌曲信息	133
5.4.4	调整歌曲的播放顺序	135
5.5	MP3 播放器硬件系统方案	137
5.6	软件设计与调试	139
5.7	程序下载	156
5.7.1	ISP 下载	156
5.7.2	FLIP 的使用	156
5.8	项目小结与建议	161
5.8.1	概念复习	161
5.8.2	技能回顾	162
5.9	项目训练	162

第6章 | 项目实践——基于 DDS 的信号发生器

6.1	DDS 技术介绍	163
-----	----------	-----

6.2	信号发生器的构成	166
6.2.1	如何用 AD9851 芯片构成信号发生器	166
6.2.2	如何用 AD9854 芯片构成信号发生器	170
6.2.3	如何用 AD9954 芯片构成信号发生器	172
6.3	如何实现基于 DDS 的信号发生器	180
6.4	软件设计	182
6.5	项目小结与建议	203
6.6	项目训练	203

第 7 章 项目实践——数字存储示波器

7.1	FPGA 技术介绍	205
7.2	如何用单片机完成数字存储示波器系统	206
7.3	数字存储示波器组成	207
7.4	如何实现单片机和 FPGA 技术的复杂系统开发	227
7.5	项目小结与建议	228
7.6	项目训练	228

附录 A 单片机产品开发的电路设计技术

附录 B 单片机复杂系统电路布线与工艺

第

1

章

简单的单片机应用示例 ——彩灯设计

1.1 单片机介绍

1.1.1 单片机的概念

单片机是在一块芯片上集成了各种部件的微型计算机，即是将组成微型计算机的各个功能部件，包括中央处理器（CPU）、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、输入/输出（I/O）接口电路、定时/计数器以及串行通信接口电路等集成在一块芯片中构成的一个完整的微型计算机，称为单片微型计算机（Single Chip Microcomputer），简称单片机。本书讲述的 MCS-51 系列单片机是一种应用时间长、应用范围广、影响大的单片机。

随着计算机技术的发展，单片机已经成为作为嵌入式应用的计算机，它有专门为嵌入式应用而设计的体系结构和指令系统，以及不断增强的控制功能与外围接口功能，并有在现场环境下能高速可靠地运行等特点，因此单片机是最典型的嵌入式系统，又称之为嵌入式微控制器（Embedded Microcontroller）。

现在，在单片机的芯片内集成了许多控制接口电路，如 ADC（模/数转换器）、DAC（数/模转换器）、高速 I/O 口、PWM、WDT 等，单片机突出的是控制功能。

1.1.2 单片机的品种和系列

自 1980 年 Intel 公司推出第一片 MCS-51 单片机以来，各厂商推出了许多具有 MCS-51 内核的单片机，这些产品性能各异。下面介绍不同类型单片机的情况。

1. 集中指令集和精简指令集单片机

集中指令集（CISC）和精简指令集（RISC）单片机是以指令结构来分的两种类型的单片机。

采用 CISC 结构的单片机数据线和指令线分时复用，即所谓冯·诺伊曼结构。它的指令丰富，功能较强，但取指令和取数据不能同时进行，速度受限，价格高。

采用 RISC 结构的单片机数据线和指令线分离，即所谓哈佛（Harvard）结构。这使得取指令和取数据可同时进行，但由于一般指令线宽于数据线，其指令较同类 CISC 单片机指令包含更多的处理信息，执行效率更高，速度更快。同时，这种单片机指令多为单字节，程序存储器的空间利用率大

大提高，有利于实现超小型化。

属于 CISC 结构的单片机有 Intel MCS-51 系列、Motorola 和 M68HC 系列、Atmel 的 AT89 系列、Winbond W78 系列、Philips 的 PCF80C51 系列等。

属于 RISC 结构的有 Microchip 公司的 PIC 系列、Zilog 的 Z86 系列、Atmel 的 AT90S 系列、三星公司的 KS57C 系列 4 位单片机、义隆的 EM-78 系列等。一般来说，控制关系较简单的小家电，可以采用 RISC 型单片机；控制关系较复杂的场合，如通信产品、工业控制系统应采用 CISC 单片机。不过，RISC 单片机的迅速完善，使其佼佼者们在控制关系复杂的场合也毫不逊色。

2. EPROM、OTP（一次可编程）、QTP（掩膜）单片机

根据程序存储方式的不同，单片机又可分为 EPROM、OTP（一次可编程）、QTP（掩膜）3 种。目前单片机大都将程序存储体置于其内，给应用带来了极大的方便。值得一提的是，美国 Atmel 公司用自己擅长的 Flash 存储技术与单片机技术结合，在 MCS-51 内核中加入了该公司的 Flash 存储器技术，推出了 ISP 单片机，大大方便了单片机的设计和开发。

3. PIC 8 位单片机

美国 Microchip 公司推出的 PIC 单片机系列产品，首先采用了 RISC 结构的嵌入式微控制器，其高速度、低电压、低功耗、大电流 LCD 驱动能力和低价位 OTP 技术等都体现出单片机产业的新趋势。

Microchip 公司的 PIC 单片机最大的特点是以多种型号来满足不同层次的应用要求。PIC 系列从低到高有几十个型号，可以满足各种需要。比如说对类似汽车点火器、电子钟之类的应用来说需要一个 I/O 较少、RAM 及程序存储空间不大、可靠性较高的小型单片机，若采用 40 脚且功能强大的单片机，不仅成本提高，40 脚的芯片体积也太大。PIC 就提供 PIC12C508 单片机来满足此类需求，PIC12C508 仅有 8 个引脚，是世界上最小的 51 单片机。

PIC 系列单片机采用精简指令，使其执行效率大为提高。PIC 系列 8 位 CMOS 单片机具有独特的 RISC 结构，数据总线和指令总线分离的哈佛总线结构，使指令具有单字长的特性，且允许指令码的位数多于 8 位的数据位数，这与传统的采用 CISC 结构的 8 位单片机相比，可以达到 2:1 的代码压缩，速度提高 4 倍。

PIC 系列单片机的引脚具有防瞬态能力，通过限流电阻可以接至 220V 交流电源，可直接与继电器控制电路相连，无需光电耦合器隔离，给应用带来极大方便。

PIC 系列单片机以保密熔丝来保护代码，保密性好。用户在烧入代码后熔断熔丝，别人再也无法读出，除非恢复熔丝。目前，PIC 系列采用熔丝深埋工艺，恢复熔丝的可能性极小。同时它自带看门狗定时器，可以用来提高程序运行的可靠性。

4. Atmel 的 89S5X 系列单片机

Atmel 的 89S51 即 Atmel 公司的 AT89S51 单片机使用很广泛，在第 2 章将详细介绍。

5. AVR 高速 8 位单片机

1997 年，由 Atmel 公司挪威设计中心的 A 先生与 V 先生利用 Atmel 公司的 Flash 新技术，共同研发出 RISC 的高速 8 位单片机，简称 AVR。其突出的型号有：atmega48、atmega8、atmega16、atmega169P 等。

6. Winbond 系列单片机

Winbond 公司的 W77、W78 系列 8 位单片机的脚位和指令集与 MCS-51 兼容，但每个指令周期只需要 4 个时钟周期，速度提高了 3 倍，工作频率最高可达 40MHz，同时增加了看门狗定时器、6 组外部中断源、2 组 UART、2 组数据指针及等待状态控制引脚。

在这里我们特别介绍 W77E58 单片机。W77E58 单片机是与标准 MCS-51 相兼容的全新核心的微处理器。由于去掉了多余的存储器周期和运算周期，它在相同周期里执行 MCS-51 的指令比最初的 MCS-51 单片机快得多。典型的指令周期，W77E58 比 MCS-51 快 1.5~3 倍。W77E58 在电源消耗方面也做了改进，可以工作于较低的时钟频率下。32KB 的 EEPROM 程序段和 1KB 的外部 SRAM 可以省去外部的扩展存储器，并可以为使用者保留更多的引脚。

1.1.3 单片机的应用

目前，我们生活的各个领域都离不开单片机，如航空航天，各种仪器仪表的控制，计算机的网络通信，ATM 机，移动电话与数据传输，工业自动化过程的实时控制和数据处理，医用设备（如呼吸机、心脏监视仪、透析机、起搏器），广泛使用的各种智能 IC 卡、条码机、家用电器（如控制水流旋转功能的洗衣机）、程控玩具、电子宠物等。

1.2 | 项目目标与准备

工作任务

本章主要是以 51 系列单片机为基础，利用单片机控制原理，设计一个能实现彩灯显示的彩灯控制器，彩灯个数为 1~8 个，使用 LED 模拟彩灯。

- ① 利用单片机口线实现各种控制功能。
- ② 每个案例中彩灯都可以按多种不同的方式显示，组成不同的视觉效果。
- ③ 增加按键，通过按键可以随机控制方向等效果，可使彩灯按正反两个方向移动显示。
- ④ 预置初始状态，彩灯按任意花形变换显示。
- ⑤ 自定义彩灯变化频率。

技能目标

通过本章的学习，掌握 51 系列单片机的结构和功能。在彩灯案例设计中要求掌握各种与单片机岗位相关的技能。

- ① 通过循环彩灯项目的设计，使学生具备分析设计需求的能力。
- ② 认识单片机最小系统，并能让单片动起来。
- ③ 选择 LED、数码管与按键等设备，提高应用能力。
- ④ 通过程序编写及软件仿真与调试的体验，了解单片机软件设计过程中的调试方法，提高单片机编程能力。

1.3 制作单片机最小系统

单片机最小系统是各种单片机应用系统的基础。本节从单片机基础知识入手，介绍单片机结构和 I/O 口，并结合简单 I/O 口电路和电源、时钟电路等构成单片机最小系统，实现最基本的运行条件。

1.3.1 单片机基本知识

1. MCS-51 单片机的结构

MCS-51 单片机研制于 1980 年，它是一款 8 位单片机。标准的 MCS-51 单片机有 32 个双向 I/O 口，拥有全双工 UART，两组 16 位定时器，片内时钟电路，RAM 和 ROM 都可扩展至 64KB。MCS-51 单片机的引脚图如图 1-1 所示。

从图 1-1 中可以看出，标准的 MCS-51 单片机是 40 引脚双列直插式集成电路芯片，下面我们分类介绍它的引脚。

(1) I/O 端口

MCS-51 单片机包括 4 组 I/O 端口。

- P0 口包括 P0.0~P0.7，是 8 位双向口线（第 39~32 引脚）。
- P1 口包括 P1.0~P1.7，是 8 位双向口线（第 1~8 引脚）。
- P2 口包括 P2.0~P2.7，是 8 位双向口线（第 21~28 引脚）。
- P3 口包括 P3.0~P3.7，是 8 位双向口线（第 10~17 引脚）。

P0 口的功能有 3 种。

- 为外部扩展存储器时，作为数据总线。
- 为外部扩展存储器时，作为地址总线。
- 做一般的 I/O 口使用，使用时应在外部接上拉电阻。

P1 口只做 I/O 口使用，并且使用时外部不需要接上拉电阻。

P2 口的功能有 2 种。

- 为外部扩展存储器时，作为地址总线。
- 做一般的 I/O 口使用，使用时外部不需要接上拉电阻。

P3 口的引脚多是功能复用的引脚，一种功能是作为普通 I/O 端口使用，这时它的情况与 P1 口相同，另外 P3 口的引脚都有其他特殊功能，见表 1-1。

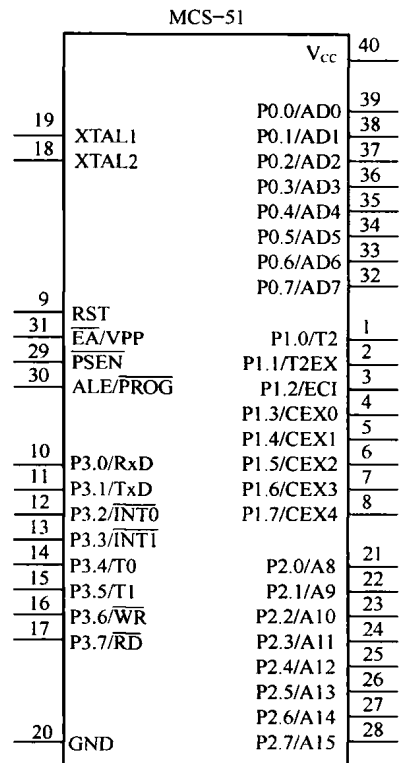


图 1-1 MCS-51 单片机的引脚图

表 1-1

P3 口引脚的特殊功能

口 线	第二功能(名称)	含 义
P3.0	RxD	串行数据接收
P3.1	TxD	串行数据发送
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$	外部中断 0 申请

续表

口 线	第二功能 (名称)	含 义
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$	外部中断 1 申请
P3.4	T0	定时/计数器 0 计数输入
P3.5	T1	定时/计数器 1 计数输入
P3.6	$\overline{\text{WR}}$	外部 RAM 写选通
P3.7	$\overline{\text{RD}}$	外部 RAM 读选通

上面提到的“上拉电阻”起什么作用呢？当端口作为输入端时，上拉电阻将其电位拉高，若输入为低电平则可提供电流源。例如当 P0 口作为输入端时，处在高阻抗状态，只有外接一个上拉电阻才能有效。上拉电阻在电路中的接法如图 1-2 所示。

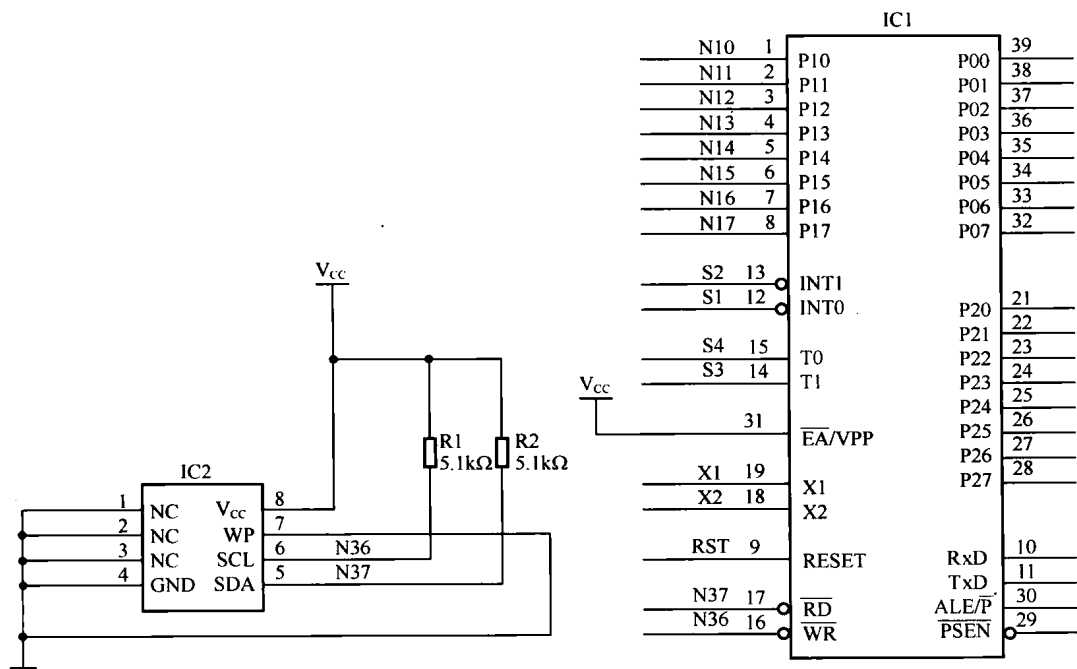


图 1-2 上拉电阻在电路中的接法

(2) MCS-51 单片机的其他引脚 (8 个)

ALE，地址锁存控制信号。在系统扩展时，ALE 用于把 P0 口的输出低 8 位地址送锁存器锁存起来，以实现低位地址和数据的隔离。由于 ALE 是以晶振频率 1/6 的固定频率输出的正脉冲，当系统中未使用外部存储器时，ALE 脚也会有 1/6 的固定频率输出，因此可作为外部时钟或外部定时脉冲使用（但仅限于没有外接存储器的情况）。

$\overline{\text{PSEN}}$ ，外部 ROM 读选通信号。在读外部 ROM 时， $\overline{\text{PSEN}}$ 低电平有效，以实现外部 ROM 单元的读操作。当进行内部 ROM 读取时， $\overline{\text{PSEN}}$ 不动作。外接 ROM 时，该引脚应与 ROM 的 OE 脚相接。

$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$ ，访问外部存储器允许控制信号。该引脚接高电平时，CPU 读取内部 ROM。当读取内部 ROM 超过 0FFFH (MCS-51 单片机片内程序容量为 4KB) 或 1FFFH (8052 单片机片内容量为 8KB) 时，自动读取外部 ROM，该引脚接低电平时，CPU 读取外部 ROM。

RST，复位信号。当输入的信号为高电平并持续 2 个机器周期以上时，即为有效信号，用以完成单片机的复位操作。

XTAL1 和 XTAL2，外接晶振引脚。当使用芯片内部时钟时，这 2 个引脚用于外接石英晶体和微调电容；当使用外部时钟时，用于接外部时钟脉冲信号。

V_{CC} 和 GND，电源和接地引脚。V_{CC} 接+5V 输入电源；GND，接地。

2. MCS-51 单片机的时钟和时序

单片机的时钟信号用来提供单片机片内各种操作的时间基准，复位操作则使单片机的片内电路初始化，使单片机从一种确定的初态开始运行。

MCS-51 单片机的时钟信号可以用两种方式得到，即内部振荡方式和外部振荡方式。

内部振荡方式的特点是在引脚 XTAL1 和 XTAL2 外接晶体振荡器（简称晶振）或陶瓷谐振器，内部振荡方式的电路如图 1-3 所示。

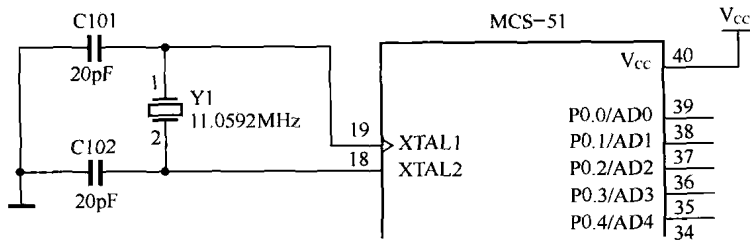


图 1-3 MCS-51 内部振荡电路

图 1-3 中，电容器 C101、C102 起稳定振荡频率、快速起振的作用，其电容值一般在 10~40pF。现在的 MCS-51 单片机晶振频率甚至可以高达 40MHz。内部振荡方式所得的时钟信号比较稳定，实用系统中使用较多。

外部振荡方式是把外部已有的时钟信号引入单片机内。这种方式适宜用来使单片机的时钟与外部信号保持同步。外部振荡方式的时钟接法如图 1-4 所示。

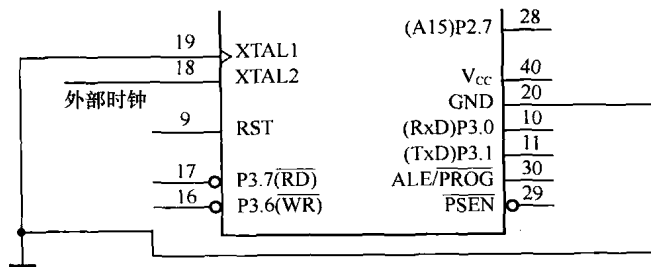


图 1-4 外部振荡方式的时钟接法

单片机以晶体振荡器的振荡周期（或外部引入的时钟周期）为最小的时序单位，片内的各种微操作都以此周期为时序基准。振荡频率 2 分频后形成状态周期或称 s 周期，所以，1 个状态周期包含有 2 个振荡周期。振荡频率 f_{osc} 12 分频后形成机器周期（MC），所以，1 个机器周期包含有 6 个状态周期或 12 个振荡周期。1~4 个机器周期确定一条指令的执行时间，这个时间就是指令周期。MCS-51 单片机指令系统中，各条指令都在 1~4 个机器周期之内完成。

例：MCS-51 单片机外接晶振频率 12MHz，则振荡周期 = $1/f_{osc} = 1/12\text{MHz} = 0.0833\mu\text{s}$ ，1 个机器周期为 $1\mu\text{s}$ 。