



教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

# 单片机原理与接口技术

陈录漪 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

# 单片机原理与接口技术

陈录漪 主 编

么居标 主 审

高等教育出版社

## 内容简介

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部、交通部、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会颁发的《汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训方案》,并参照相关行业岗位技能鉴定标准编写的。

全书内容包括九个项目,主要讲解和训练单片机的基础知识和基本技能。内容以项目为引导,结合在汽车上的应用实例,认识单片机、应用单片机,并将接口技术融于项目中,每个项目都有一个完整的实例,项目下设置若干个活动,以活动为导向完成每一个项目的学习。项目之间形成了由简单到复杂、由浅至深的知识层次。项目设置有:认识单片机、流水灯控制、定时器、计数器、中断控制、数字电子钟及汽车上单片机的应用等。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业、机电技术应用专业的教材,也可作为汽车行业从业人员岗位培训用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术/陈涿漪主编. —北京:高等教育出版社, 2007.7

ISBN 978-7-04-020475-9

I. 单… II. 陈… III. ①单片微型计算机-基础理论-专业学校-教材②单片微型计算机-接口-专业学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 068613 号

策划编辑 李新宇 责任编辑 李葛平 封面设计 于涛 责任绘图 朱静  
版式设计 张岚 责任校对 朱惠芳 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100011  
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印刷 北京宏伟双华印刷有限公司

开本 787×1092 1/16  
印张 8.25  
字数 190 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2007年7月第1版  
印次 2007年7月第1次印刷  
定价 10.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20475-00

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话:(010) 58581897/58581896/58581879

传 真:(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址:北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编:100011

购书请拨打电话:(010)58581118

# 出版说明

2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出汽车运用与维修专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试。主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。
2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。
3. 教材中各知识单元和技能模块都尽可能围绕与汽车紧密相关的案例来展开讲解,首先激发学生的兴趣,争取让学生每学习一个模块就掌握一项实际的技能。知识点以必需、够用为度。
4. 教材根据学习内容编写技能训练和考核项目,及时帮助学生强化所学知识和技能,缩短了理论与实践教学之间的距离,内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。
5. 有关操作训练和实训,参照国家职业资格认证标准或岗位技能考核标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确,直观、实用,可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息及配套教学资源,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2005年12月

# 前 言

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一，是根据教育部、交通部、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会颁发的《汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训方案》，并参照相关行业岗位技能鉴定标准编写的。

本书以 MCS-8051 系列单片机为例，采用项目方式编排教学内容。项目中体现知识的整合，以完成一个项目为目的，展开知识点的讲解，联系项目在汽车上的应用，以搭建单片机最小系统、流水灯控制、交通灯控制、数字计数器、数字温度计、数字广告牌制作为主线，学习单片机的应用和接口技术。结合汽车上单片机的控制，注重理论实践一体化是本书的一个重要特点，旨在培养学生的实践能力，并把单片机知识与汽车电子控制相联系。

本教材的参考学时数为 60~66 学时，各项目学时分配见下表，仅供参考。

| 项 目 序 号 | 内 容            | 学 时 |
|---------|----------------|-----|
| 项目一     | 认识单片机          | 10  |
| 项目二     | 流水灯控制          | 8   |
| 项目三     | 交通灯控制          | 8   |
| 项目四     | 数字计数器的使用       | 8   |
| 项目五     | 键盘打字           | 8   |
| 项目六     | 数字温度计的制作       | 8   |
| 项目七     | 电子广告牌的制作       | 8   |
| 项目八     | 发动机怠速电磁执行元件的控制 | 4   |
| 项目九     | 自动变速器液压换挡油路的控制 | 4   |
| 总计      |                | 66  |

本书项目一由北京奔驰-戴姆勒·克莱斯勒汽车技术培训中心吕志强编写，项目二由北京市汽车工业总公司职工大学陈渌漪编写，项目三、项目六由北京市汽车工业学校胡晨光编写，项目四、项目五、项目七由北京市汽车工业学校管小清编写，项目八、项目九由陈渌漪编写。陈渌漪担任主编并负责全书统稿。北京市汽车工业学校朱迅对全书涉及的汽车知识提出了宝贵建议，在此表示感谢。

本书由北京电子科技职业学院么居标主审，他在审稿中提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者的水平和经验有限，书中欠妥和错误之处在所难免，恳请读者指正。

编者

2007 年 1 月

# 目 录

|                          |    |                         |    |
|--------------------------|----|-------------------------|----|
| 项目一 认识单片机 .....          | 1  | 五、实验程序 .....            | 28 |
| 学习目标 .....               | 1  | 思考题 .....               | 30 |
| 项目知识点 .....              | 1  | 小知识：汽车上的逻辑控制 .....      | 30 |
| 活动1 搭建单片机最小系统 .....      | 1  | 项目三 交通灯控制 .....         | 33 |
| 一、活动目的 .....             | 1  | 学习目标 .....              | 33 |
| 二、功能设计 .....             | 1  | 项目知识点 .....             | 33 |
| 三、知识点 .....              | 1  | 活动1 学习指令 .....          | 33 |
| 活动2 了解单片机基本结构 .....      | 3  | 一、活动目的 .....            | 33 |
| 一、活动目的 .....             | 3  | 二、知识点 .....             | 33 |
| 二、知识点 .....              | 3  | 活动2 闪烁 LED .....        | 38 |
| 思考题 .....                | 16 | 一、活动目的 .....            | 38 |
| 小知识：汽车上的单片机系统 .....      | 16 | 二、功能设计 .....            | 38 |
| 项目二 流水灯控制 .....          | 20 | 三、知识点 .....             | 38 |
| 学习目标 .....               | 20 | 四、实验电路 .....            | 42 |
| 项目知识点 .....              | 20 | 五、实验程序 .....            | 42 |
| 活动1 点亮 LED .....         | 20 | 活动3 交通灯控制器 .....        | 43 |
| 一、活动目的 .....             | 20 | 一、活动目的 .....            | 43 |
| 二、功能设计 .....             | 20 | 二、功能设计 .....            | 43 |
| 三、知识点 .....              | 20 | 三、实验电路 .....            | 43 |
| 四、实验解读 .....             | 23 | 四、实验程序 .....            | 43 |
| 活动2 了解 MCS-51 指令系统 ..... | 23 | 思考题 .....               | 46 |
| 一、活动目的 .....             | 23 | 小知识：汽车上的定时/计数功能应用 ..... | 46 |
| 二、知识点 .....              | 23 | 项目四 数字计数器的使用 .....      | 47 |
| 活动3 控制 LED 闪烁 .....      | 26 | 学习目标 .....              | 47 |
| 一、实验电路 .....             | 26 | 项目知识点 .....             | 47 |
| 二、实验程序 .....             | 26 | 活动1 观察指示灯的中断读写过程 .....  | 47 |
| 活动4 控制流水灯 .....          | 27 | 一、活动目的 .....            | 47 |
| 一、活动目的 .....             | 27 | 二、功能设计 .....            | 47 |
| 二、功能设计 .....             | 27 | 三、知识点 .....             | 47 |
| 三、知识点 .....              | 28 | 四、实验程序 .....            | 51 |
| 四、实验电路 .....             | 28 | 活动2 数字计数器 .....         | 52 |

|                           |    |                      |     |
|---------------------------|----|----------------------|-----|
| 一、活动目的 .....              | 52 | 项目知识点 .....          | 87  |
| 二、功能设计 .....              | 52 | 活动1 用LCD与单片机显示       |     |
| 三、知识点 .....               | 52 | 单个字符 .....           | 87  |
| 四、实验程序 .....              | 54 | 一、活动目的 .....         | 87  |
| 思考题 .....                 | 57 | 二、功能设计 .....         | 87  |
| 小知识: 汽车上的中断应用 .....       | 57 | 三、知识点 .....          | 87  |
| <b>项目五 键盘打字</b> .....     | 60 | 四、实验电路 .....         | 92  |
| 学习目标 .....                | 60 | 五、实验程序 .....         | 92  |
| 项目知识点 .....               | 60 | 活动2 用LCD显示广告词 .....  | 93  |
| 活动1 用数码管显示字母 .....        | 60 | 一、活动目的 .....         | 93  |
| 一、活动目的 .....              | 60 | 二、功能设计 .....         | 93  |
| 二、功能设计 .....              | 60 | 三、知识点 .....          | 94  |
| 三、知识点 .....               | 60 | 四、实验电路 .....         | 96  |
| 四、实验程序 .....              | 62 | 五、实验程序 .....         | 96  |
| 活动2 用键盘打字 .....           | 64 | 思考题 .....            | 100 |
| 一、活动目的 .....              | 64 | 小知识: 汽车上的数据显示与       |     |
| 二、功能设计 .....              | 65 | 信息浏览 .....           | 100 |
| 三、知识点 .....               | 65 | <b>项目八 发动机怠速电磁执行</b> |     |
| 四、实验程序 .....              | 68 | 元件的控制 .....          | 101 |
| 思考题 .....                 | 71 | 学习目标 .....           | 101 |
| 小知识: 键盘接口和键盘输入在           |    | 项目知识点 .....          | 101 |
| 汽车上的应用 .....              | 71 | 活动1 测量和控制温度 .....    | 101 |
| <b>项目六 数字温度计的制作</b> ..... | 73 | 一、功能设计 .....         | 101 |
| 学习目标 .....                | 73 | 二、知识点 .....          | 101 |
| 项目知识点 .....               | 73 | 三、操作步骤 .....         | 104 |
| 活动1 认识A/D、D/A转换器 .....    | 73 | 四、实验电路 .....         | 104 |
| 一、活动目的 .....              | 73 | 五、实验程序 .....         | 105 |
| 二、知识点 .....               | 73 | 活动2 产生PWM信号 .....    | 111 |
| 活动2 制作数字温度计 .....         | 80 | 一、活动目的 .....         | 111 |
| 一、活动目的 .....              | 80 | 二、功能设计 .....         | 111 |
| 二、功能设计 .....              | 81 | 三、知识点 .....          | 111 |
| 三、知识点 .....               | 81 | 四、操作步骤 .....         | 111 |
| 四、实验电路 .....              | 84 | 五、实验电路 .....         | 113 |
| 五、实验程序 .....              | 84 | 六、实验程序 .....         | 113 |
| 思考题 .....                 | 84 | 活动3 控制怠速电磁执行元件 ..... | 113 |
| 小知识: 汽车上A/D转换器的应用 .....   | 85 | 一、活动目的 .....         | 113 |
| <b>项目七 电子广告牌的制作</b> ..... | 87 | 二、功能设计 .....         | 113 |
| 学习目标 .....                | 87 | 三、实验电路 .....         | 114 |

## 项目九 自动变速器液压换挡

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 油路的控制 .....          | 115 |
| 学习目标 .....           | 115 |
| 项目知识点 .....          | 115 |
| 活动1 测量和显示发动机转速 ..... | 115 |
| 一、活动目的 .....         | 115 |
| 二、功能设计 .....         | 115 |
| 三、检测方法 .....         | 116 |
| 四、编程要点 .....         | 116 |
| 五、实验电路 .....         | 116 |
| 活动2 控制电磁阀 .....      | 116 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 一、活动目的 .....        | 116 |
| 二、功能设计 .....        | 116 |
| 三、知识点 .....         | 118 |
| 四、实验电路 .....        | 118 |
| 活动3 控制升降挡 .....     | 118 |
| 一、活动目的 .....        | 118 |
| 二、功能设计 .....        | 118 |
| 三、知识点 .....         | 118 |
| 四、实验电路 .....        | 118 |
| 小知识：换挡控制油路的特点 ..... | 118 |
| 参考文献 .....          | 120 |



# 项目一

## 认识单片机



### 学习目标

1. 搭建一个最简单、可运行的单片机系统。
2. 了解单片机的基本结构。
3. 了解单片机的工作原理。



### 项目知识点

- ◆ 单片机的管脚设置以及内部时钟电路和复位电路
- ◆ MCS-51 系列单片机的逻辑结构
- ◆ 单片机的内部寄存器和程序计数器
- ◆ 单片机的 CPU 工作原理
- ◆ 外部引脚及功能
- ◆ MCS-51 系列单片机的片内存储器和片外存储器

## 活动 1 搭建单片机最小系统

### 一、活动目的

搭建一个单片机最小系统。

### 二、功能设计

单片机最小系统电路图如图 1-1 所示。

### 三、知识点

单片机最小系统是指单片机工作所需要的最基本的环境，任何一个单片机都具有最小系统，它是单片机系统正常工作的前提。最小系统对于单片机系统来说是非常重要的，任何系统开发都是在最小系统的基础之上进行的。

单片机最小系统的构成：电源电路、时钟电路和复位电路。

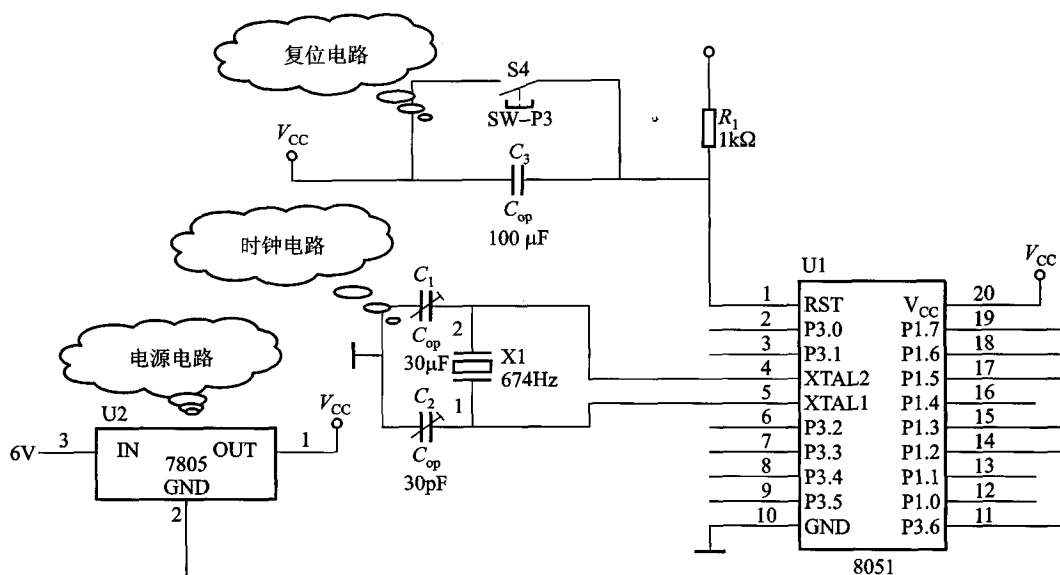


图 1-1 单片机最小系统电路图

## 1. 系统电源

稳定的电源是系统正常工作的前提。单片机的电源范围是 4.5 ~ 5.2 V，由于本系统采用干电池作为电源，为了使电源更加稳定，系统中选用了 7805 芯片作为稳压电源。如图 1-1 中(电源电路)所示，6 V 正极(四节 5 号电池)接到 7805 的输入端，负极接到接地端，此时在接地端和输出端之间的输出电压为 5 V，可以给单片机系统提供稳定电压。

## 2. 时钟电路

MCS-51 片内有一个高增益反相放大器，其输入端(XTAL1)和输出端(XTAL2)用于外接石英晶体和微调电容，构成振荡器，如图 1-1 中(时钟电路)所示。石英晶体振荡频率的选择范围是 1.2 ~ 24 MHz，会影响到单片机系统的处理速度，可根据需要选取。在电子时钟系统中，选取石英晶体振荡频率为 6 MHz，其中电容  $C_1$  和  $C_2$  对频率有微调作用，电容的选择范围为 5 ~ 30 pF，要根据所选取的晶体振荡频率来选取微调电容的大小，通常可以向晶体振荡器供应商索取微调电容的电容值，在本系统中电容值为 30 pF。

图 1-2 所示为内部时钟方式和外部时钟方式。

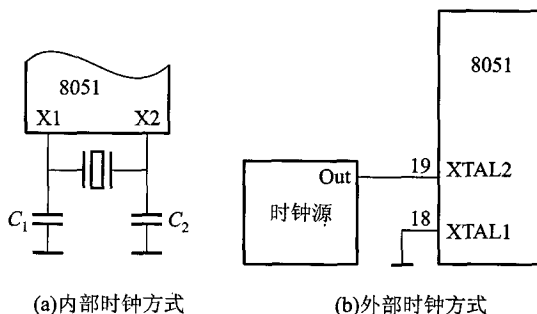


图 1-2 内部时钟方式和外部时钟方式

### 3. 复位电路

单片机系统开始通电时，首先要完成复位动作，如果没有复位动作，系统就无法正常运行。另外，当系统发生死机情况时，也需要复位来重新启动系统。因此，复位电路对于单片机系统是非常重要的。下面介绍图 1-3 所示的复位电路。

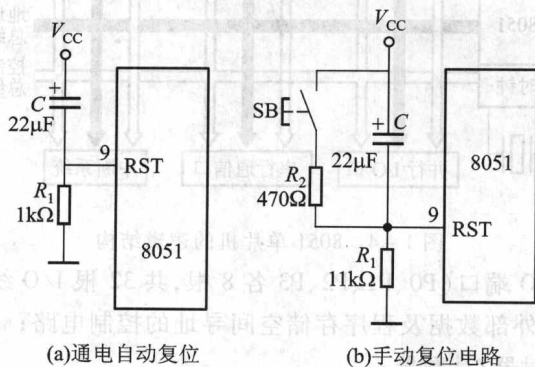


图 1-3 复位电路

复位电路由一个电阻、一个电容和一个按键开关构成。开机通电时，由于电容两端电压不能突变，此时电容两端电压为 0 V，RST 引脚为高电平，电容  $C$  通过电阻  $R_1$  充电，经过一段时间后， $C$  充电过程完成，电容两端电压变为 5 V，此时 RST 引脚变为低电平，完成通电复位。当系统运行过程中出现死机现象，按下 SB 按键，此时 RST 引脚得到高电平，系统完成复位动作，重新开始运行。

## 活动 2 了解单片机基本结构

### 一、活动目的

掌握单片机的基本结构和工作原理。

### 二、知识点

#### 1. MCS-51 单片机的内部结构

MCS-51 单片机包含中央处理器、程序存储器 (ROM)、数据存储器 (RAM)、定时器/计数器、并行 I/O 口、串行通信口和中断系统等几大单元及数据总线、地址总线和控制总线三大总线，逻辑结构如图 1-4 所示。

8051 内部包括：

- (1) 8 位 CPU；
- (2) 片内振荡器和时钟电路；
- (3) 128B RAM；
- (4) 4KB ROM；
- (5) 21 个特殊功能寄存器；

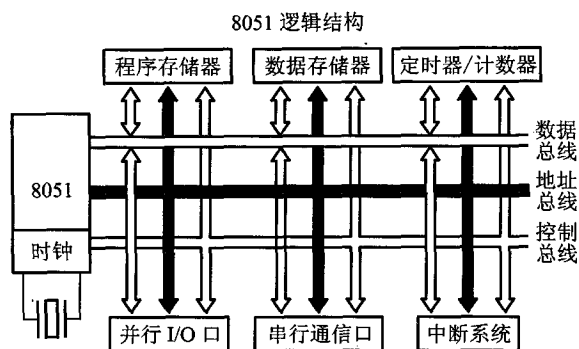


图 1-4 8051 单片机的逻辑结构

- (6) 4 个 8 位并行 I/O 端口 (P0、P1、P2、P3 各 8 根, 共 32 根 I/O 线);
- (7) 可对各 64KB 的外部数据及程序存储空间寻址的控制电路;
- (8) 两个 16 位的定时器/计数器;
- (9) 5 个中断源、两个中断优先级、两级中断嵌套。

【小知识】 8031 和 8751、8051 的结构基本相同, 主要区别是程序存储器配置方式的不同。8051 内设 4KB 的掩模 ROM 作为程序存储器, 8751 则使用 4KB 的 EPROM 作为程序存储器, 而 8031 内部没有程序存储器。

图 1-5 所示为 MCS-51 系列单片机结构框图。

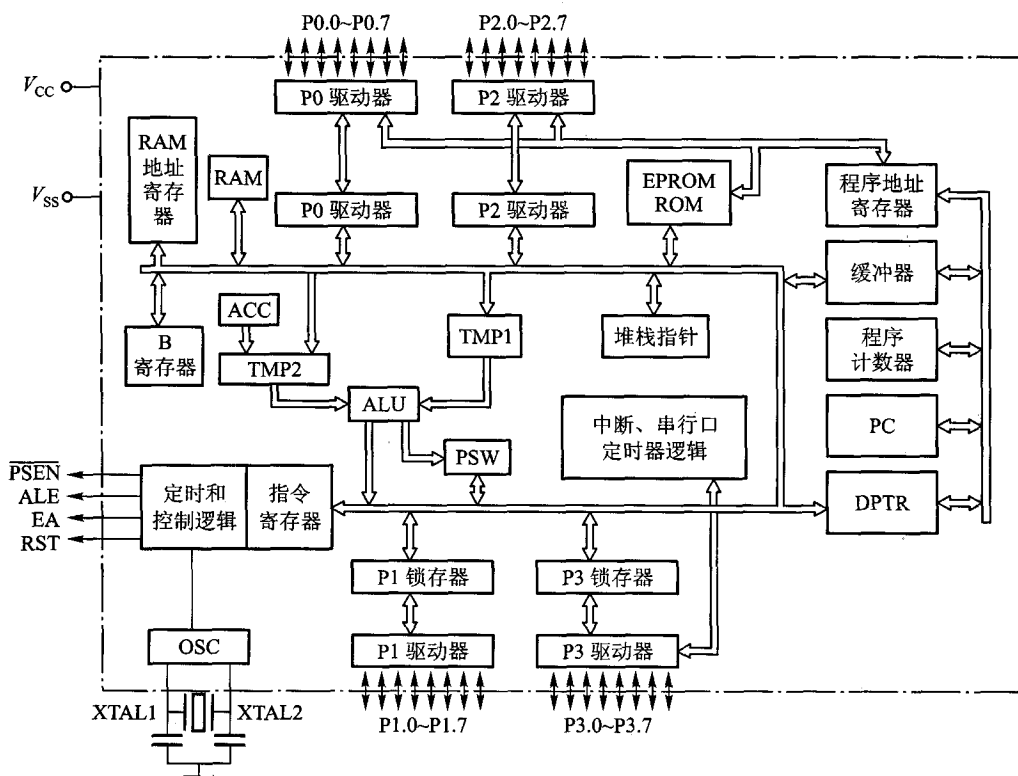


图 1-5 MCS-51 系列单片机结构框图

## 2. CPU(中央处理器)的结构

CPU 是单片机的核心部分,它读取用户程序并执行。在 MCS-51 系列单片机的内部有 1 个 8 位的 CPU,由运算器、各种专用寄存器及定时逻辑控制部件(控制器)等组成。

### (1) 运算器

运算器是在控制器的控制下,对二进制数进行算术运算或逻辑运算及信息传送的部件。运算器由算术逻辑单元 ALU、累加器 A、通用寄存器组、暂存寄存器 TMP、程序状态字寄存器 PSW 和其他的辅助逻辑电路组成。

- 累加器 A 或 AC(Accumulator)

累加器是运算器的关键部件之一,它有两种功能:一是作为参加运算的一个操作数的输入端(一般用来存放被加数);二是用来存放运算的结果。所以它既是操作数寄存器,又是结果寄存器。在 MCS-51 系列单片机中有 1 个长度为 8 位的累加器。

假设累加器 A 中的初始内容为 01H,寄存器 B 中的内容为 05H,在 B 和 A 中的内容相加后,所得结果为 06H,仍存入 A 中。这时,A 中的数由原来的 01H 变为 06H。假如把数 03H 送入 B,再执行一次加法,则累加器中的内容变为  $06H + 03H = 09H$ 。由此可见,累加器中所存放的数是各次累加的总和。

除了算术运算外,在进行逻辑运算时也常用到累加器。

- 通用寄存器(General-Purpose Register)组

通用寄存器用来暂时存放参加运算的操作数、中间结果或地址。它是为高速处理数据而设置的,MCS-51 系列单片机中有 4 组每组 8 个的通用寄存器组。

- 暂存寄存器 TMP(Temporary Register)

暂存寄存器用来存放从数据总线或通用寄存器组送来的操作数,并将该操作数送入 ALU 进行运算,同时,也能将数据送到内部数据总线。

- 程序状态字寄存器 PSW(Program Status Word)

标志寄存器用来保存由于 ALU 操作产生的特殊状态,PSW 中的每一位都可以表示一种状态,如进位、溢出、结果为零、结果为奇数等。

- 算术逻辑单元 ALU

ALU 由加法器和其他的逻辑电路如移位、控制门等组成。在指令译码器产生的控制信号的控制下,完成各种算术运算和逻辑运算。它将累加器 A 的内容作为一个操作数,TMP 的内容为另一个操作数。有时参加运算的还包括 PSW 送来的进位等。运算结果送 A 或内部数据总线。同时,将运算结果的状态送 PSW 保存。

### (2) 程序计数器 PC

用来存放即将执行的指令的地址。它是一个 16 位寄存器,可对 64KB 的程序存储器空间直接寻址。PC 是一个独立的特殊功能寄存器,不属于单片机内部的数据存储器,它有自动加 1 的功能,可以随时指向将要执行的指令的地址。

如图 1-6 所示,(PC)=2000H,它表示当前将要执行的指令的机器码是 00H,存放在程序存储器 2000H 单元中,在 CPU 取出该指令后,PC 自动加 1,变为 2001H,存放在 2001H 单元中的是下一条指令的机器码 2CH。

一般情况下,程序是按先后顺序执行的,所以 PC 可以用来控制程序的执行顺序。当执行

转移指令的时候, PC 的内容被特定的地址值所取代, 以改变程序的执行顺序, 实现了程序的跳转。

### 3. 指令寄存器 IR

指令寄存器用来存放指令代码。CPU 在执行程序的时候, 从程序存储器中读取的指令就放在指令寄存器中, 经过指令译码器翻译后变成特定的控制信号来完成指令的功能。

### 4. 定时控制器

定时控制部分在运行时, 单片机从程序存储器中读取的指令放在指令寄存器 IR 中, 此后的操作就在该指令的控制下完成。IR 中的指令操作码经过指令译码器的分析后译码成为电平信号, 这些信号与外部时钟脉冲在 CPU 的定时与控制电路中进行组合, 形成各种按一定时间节拍变化的电平或脉冲, 这些信号就是控制信息, 在 CPU 内部协调各寄存器之间的数据传送, 指导 ALU 进行各种算术逻辑操作。对外部发出地址锁存信号 ALE、外部程序存储器片选信号  $\overline{\text{PSEN}}$  以及读、写控制信号。

### 5. 外部引脚及功能

MCS-51 系列单片机是一片具有 40 个引脚的双列直插式元件, 4 个并口共有 32 个引脚, 可分别作为地址线、数据线和 I/O 线, 其中 P3 口还具有第二功能(主要用于中断和定时)。另外还有 6 个控制引脚、2 个电源引脚, 如图 1-7 所示。

#### (1) 端口引脚 P0.0 ~ P0.7、P1.0 ~ P1.7、

#### P2.0 ~ P2.7、P3.0 ~ P3.7

- P0 口: 8 位漏极开路的双向端口

在对外部存储器进行存取操作的时候作为低 8 位地址及数据总线(此时内部上拉电阻有效), 在程序检验时也作为输出指令字节(需外接上拉电阻), P0 口能驱动 8 个 TTL 负载。

- P1 口: 带上拉电阻的 8 位准双向端口

可以驱动 4 个 TTL 负载, 不用外接上拉电阻即可驱动 MOS 输入。

- P2 口: 带上拉电阻的 8 位准双向端口

在访问外部存储器时, 作为高 8 位地址的输出端口。可以驱动 4 个 TTL 负载, 不用外接上拉电阻即可驱动 MOS 输入。

- P3 口: 带上拉电阻的 8 位准双向端口

可以驱动 4 个 TTL 负载, 不用外接上拉电阻即可驱动 MOS 输入。同时 P3 口还负责 MCS-51 的各种特殊功能。

#### (2) 控制引脚和电源引脚 RST/ $\overline{\text{V}}_{\text{PD}}$ 、ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ 、 $\overline{\text{PSEN}}$ 和EA/ $\overline{\text{V}}_{\text{PP}}$ 。

##### ① RST/ $\overline{\text{V}}_{\text{PD}}$

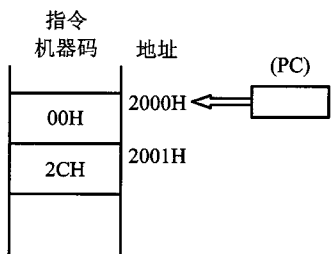


图 1-6 程序计数器 PC 的工作情况

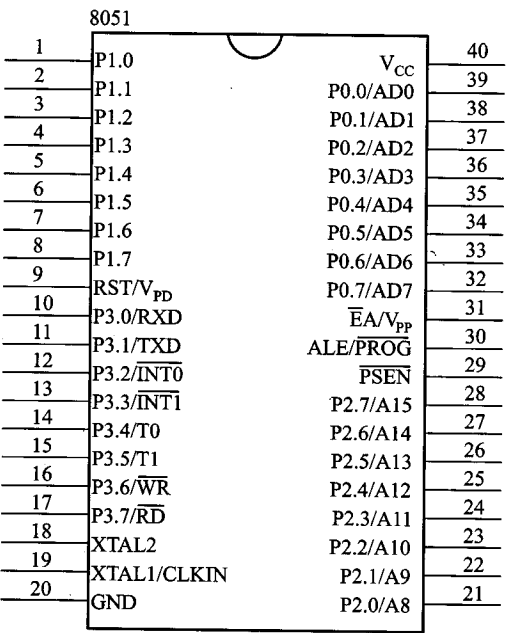


图 1-7 MCS-51 的引脚图

- 当振荡器工作时, 在该引脚上出现两个机器周期的高电平(由低到高跳变), 使单片机复位。
- 在  $V_{CC}$  断电期间, 该引脚可接上备用电源, 由  $V_{PD}$  向内部 RAM 提供备用电源, 以保持内部 RAM 中的数据。

## ② $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ : 地址锁存允许输出

- 在片外数据存储器工作时,  $\overline{ALE}$  为低 8 位地址锁存允许输出信号;
- 在片外数据存储器没有工作的时候,  $\overline{ALE}$  输出频率为振荡频率 1/6 的固定频率, 可以用于外部时钟或外接定时器;
- 当执行片外数据存取指令的时候, 将少一个  $\overline{ALE}$  脉冲;
- 对于内置了 EPROM 的单片机, 在写 EPROM 的时候, 通过  $\overline{ALE}$  接收编程脉冲( $\overline{PROG}$  功能)。

## ③ $\overline{PSEN}$ : 片外程序存储器读选通信号输出端

- 在读取片外数据存储器中的指令时,  $\overline{PSEN}$  在每个机器周期内 2 次有效, 但每次访问片外数据存储器时, 要少 2 个  $\overline{PSEN}$  脉冲;
- 在执行片内程序存储器指令的时候,  $\overline{PSEN}$  无效。

## ④ $\overline{EA}/V_{PP}$ :

- 当  $\overline{EA}$  为高电平且 PC 值小于 0FFFH(4K) 时, CPU 执行片内程序存储器中的程序;
- 当  $\overline{EA}$  为低电平时, CPU 执行片外程序存储器中的程序。

因为 8031 没有片内数据存储器, 所以对于 8031 来说,  $\overline{EA}$  必须接低电平。对于内置了 EPROM 的单片机, 在对 EPROM 进行编程时, 本引脚为 12 V 电源( $V_{PP}$ )的输入端。

## (3) 外接振荡器引脚 XTAL1 和 XTAL2。

① XTAL1: 内部振荡器反相放大器的输入端, 当采用外接振荡源时, 此引脚接地。

② XTAL2: 内部振荡器反相放大器的输入端和内部时钟发生器的输入端。当采用外接振荡源时, 此引脚接外部振荡信号。

## (4) 主电源引脚 $V_{SS}$ 和 $V_{CC}$ 。

①  $V_{SS}$ : 接地端。

②  $V_{CC}$ : 正常使用时接 +5 V 电源。

## 6. 存储器配置

MCS-51 系列单片机将数据与程序分别存放在两个不同的存储器内, 一个称为程序存储器, 另一个称为数据存储器。这是由单片机的应用特点所决定的, 因为单片机往往是为某个特定的控制对象服务的, 这是与通用计算机不同的一个显著特征。它的程序设计调试成功后, 一般固定不变, 因此程序(包括常数表)可以并且也应该一次性永久地放到单片机内, 这样不仅可以省去每次开机后重新装入程序, 还可以有效地防止因断电和其他干扰引起的程序丢失和错误。

图 1-8 所示为 MCS-51 系列单片机的存储器配置方式。

如图 1-8 所示, 可用 ROM 作为程序存储器, 如 8051 芯片, 这时用户一般不能修改程序; 也可以用 EPROM 作为程序存储器, 如 8751 芯片, 用户可根据自己的需要写入或修改程序; 也有片内没有程序存储器的, 如 8031 芯片, 这就需要外部扩展存储器芯片。

片内数据存储器的容量为 256B, 片外数据存储器的可扩展容量一般为 64KB。这对于

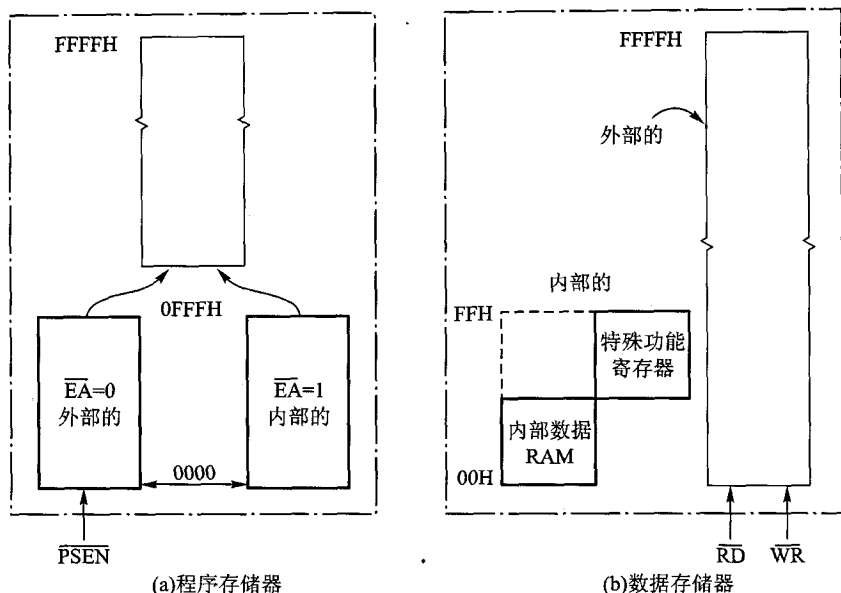


图 1-8 MCS-51 系列单片机的存储器配置

MCS-51 系列中的 8031、8051、8751 都是一致的。

MCS-51 系列单片机的存储器从物理结构上分为 4 个相互独立的空间，即片内数据存储器、片外数据存储器、片内程序存储器(8031 没有)和片外程序存储器；按逻辑关系又可分为程序存储器、片内 RAM 和片外数据存储器三类。

### 7. 程序存储器

大家知道，计算机之所以能够自动进行计算，是由于人们把实现运算的一步一步操作命令(指令)预先编写成程序。计算机能够直接执行的命令(指令)是一串由 0 和 1 组成的二进制机器码。在计算机工作之前，必须把事先已经编写好的程序和表格存入机器，而用来存放程序的物理元件就是程序存储器。

程序存储器用来存放相对固定的程序和表格，程序计数器 PC 作为地址指针，通过 16 位地址总线进行寻址，可寻址的空间范围为  $2^{16}B = 64\text{ KB}$ 。

MCS-51 系列单片机内部和外部程序存储器是统一进行编址的，片内的存储器为低地址，如果有 4KB 的片内程序存储器(如 8051 或 8751)，则其地址为 0000H ~ 0FFFH。开机通电自动复位或手动复位时，都从 0000H 单元开始执行程序，当 PC 值超出片内程序存储器容量时，会自动转向片外程序存储器。

另外， $\overline{\text{EA}}$  引脚的状态控制通电后 CPU 取指令的地点，当  $\overline{\text{EA}}$  为高电平时，通电后，CPU 从片内程序存储器的 0000H 单元开始取指令，即从片内程序存储器开始执行程序；当  $\overline{\text{EA}}$  为低电平时，通电后，CPU 从片外程序存储器的 0000H 单元开始取指令，即从片外程序存储器开始执行程序，因此这种状态下的片外程序存储器应从 0000H 开始编址。因为 8031 单片机没有片内程序存储器，所以  $\overline{\text{EA}}$  的状态必须为低电平(即将其直接接地)。

MCS-51 系列单片机规定程序存储器的 0002H ~ 002FH 单元留作其他用途(给各中断源的