

高等职业学校电子信息类、电气控制类专业规划教材

边做边学单片机 —— C语言

陆 雯 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等职业学校电子信息类、电气控制类专业规划教材

边做边学单片机 ——C 语言

BIANZUO BIANXUE DANPIANJI——C YUYAN

陆 雯 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是高等职业学校电子信息类、电气控制类专业规划教材。本书以“基础、实用”为原则,以 MCS-51 系列单片机为主体选用学生在学习生活中能接触到的单片机应用实例作为课程内容;按照从简单到复杂的顺序排列各工作项目,按照递进的原则编排各个项目的任务;把单片机课程传统的学科体系中各章节内容分解成若干细小的知识点分散编排到各项目的学习中。

本书共分为 10 个项目,该教材的学习可以分为两个阶段:第一阶段为入门阶段,由项目一和项目二组成,项目一学习单片机的内部结构、外围最小应用系统以及开发环境;项目二基于硬件电路的执行,学习常用输入输出设备与单片机的连接电路,并通过控制实例学习 C 语言程序的常用表达式和控制语句。第二阶段为提高阶段,由项目三~项目十构成,这一部分的学习基于 PROTEUS 仿真系统,通过完整的控制系统应用实例学习单片机中断系统的控制、单片机数模转换与模数转换和单片机的串行通信等。

本书附学习卡/防伪标,根据书末相关操作说明进行操作,可查询图书真伪,也可登录 <http://sve.hep.com.cn>, 上网学习,下载资源。

本书可作为高等职业学校电子信息类、电气控制类专业的单片机课程教材,也可供电子技术爱好者阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

边做边学单片机:C语言/陆雯主编. —北京:高等教育出版社,2011.11

ISBN 978-7-04-033391-6

I. ①边… II. ①陆… III. ①单片微型计算机—C语言—程序设计—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.1
②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 183921 号

策划编辑 李宇峰 责任编辑 李宇峰 封面设计 于涛 版式设计 王艳红
责任绘图 尹莉 责任校对 杨雪莲 责任印制 韩刚

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印刷	廊坊市文峰档案印务有限公司	网上订购	http://www.landrace.com
开本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landrace.com.cn
印张	15.25	版次	2011年10月第1版
字数	370千字	印次	2011年10月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	27.50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 33391-00

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进行严厉打击。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 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

短信防伪说明

本图书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

反盗版短信举报

编辑短信“JB,图书名称,出版社,购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话

(010)58582300

学习卡账号使用说明：

本书所附防伪标兼有学习卡功能，登录“<http://sve.hep.com.cn>”或“<http://sv.hep.com.cn>”进入高等教育出版社中职网站，可了解中职教学动态、教材信息等；按如下方法注册后，可进行网上学习及教学资源下载：

- (1) 在中职网站首页选择相关专业课程教学资源网，点击进入。
- (2) 在专业课程教学资源网页面上“我的学习中心”中，使用个人邮箱注册账号，并完成注册验证。
- (3) 注册成功后，邮箱地址即为登录账号。

学生：登录后点击“学生充值”，用本书封底上的防伪明码和密码进行充值，可在一定时间内获得相应课程学习权限与积分，学生可上网学习、下载资源和提问等。

中职教师：通过收集5个防伪明码和密码，登录后点击“申请教师”→“升级成为中职课程教师”，填写相关信息，升级成为教师会员，可在一定时间内获得授课教案、教学演示文稿、教学素材等相关教学资源。

使用本学习卡账号如有任何问题，请发邮件至：“4a_admin_zz@pub.hep.cn”。

前 言

随着电子技术和计算机技术的发展,单片机技术作为微型计算机技术的一个独特分支,广泛应用于家用电器和工业控制等领域。单片机课程具有实践性强、软硬件结合度高等特点。单片机课程和电路技术、电子制图等其他电子类课程的知识体系存在一定的交叉,这些课程相辅相成,构成完整的有关电子技术的知识体系。所以对于一个初学单片机的人来说,学习的方法和途径非常重要。

本书的编写遵循了职业教育“做中学”的教学理念。本书摒弃了学科式教科书串行结构,选取典型的职业工作任务作为教学项目,按照单片机应用系统设计过程的逻辑整合教学内容。

本书是一本适合高等职业学校教学的教材。本书内容根据不同的知识类型和不同的教学要求大致分为“看一看”、“学一学”、“记一记”、“做一做”、“练一练”和“读一读”等模块。本书要求学生能够识别和分析“看一看”中的元器件和电路图;要求学生能够理解“学一学”中的理论知识;要求学生能够记住“记一记”中各种语句和表达式的格式和功能;要求学生能熟练调试、执行“做一做”中的程序并灵活应用;要求学生了解“读一读”中的扩展知识。本书附有大量的练习,每个任务后“练一练”是围绕各个工作(学习)任务的重点内容设计的巩固性练习;每个项目后的(设计)练习综合全面地考核学生的知识和能力,旨在训练学生分析问题、解决问题的能力及合作能力。编者建议授课教师在课堂教学中充分利用电路板和 Keil μ Vision2 和 PROTEUS 仿真软件,讲练结合,学以致用,以此促进学生的理解能力和应用能力的提高。

本书也适合自学者学习。针对五年制高职生的学习特点,教材内容的编排立足于基础知识和各元器件基础程序,教材的内容浅显易懂;编写过程中力求深入浅出,循序渐进,降低学习者入门的难度。编者建议自学者采用先观察实例执行/仿真的现象,再学习理论知识这样全新的方式,将抽象的理论知识嫁接到程序执行现象的载体上,边做实验边学习,轻松进入单片机的学习世界。

本书由南京高等职业技术学校陆雯主编,北京铁路电气化学校梁洁婷主审。

课时分配建议如下:

课时分配建议表

项目一 认识单片机	12 课时
项目二 常用输入输出设备应用	10 课时
项目三 单片机系统 PROTEUS 设计与仿真	4 课时
项目四 模拟交通灯控制	12 课时
项目五 步进电动机驱动设计	6 课时
项目六 简易数字电压表设计	6 课时

续表

项目七 波形发生器设计	6 课时
项目八 液晶 LCD1602 应用	10 课时
项目九 单片机与 PC 串行通信	8 课时
项目十 单片机间串行通信	6 课时

由于编者水平有限,错误不足之处在所难免,敬请广大读者指正批评(E-mail:luwen_jsnj@126.com),需购买实验板的学习者也可以通过电子邮件与编者联系。

本书附学习卡/防伪标,根据书末最后一页“郑重声明”下方操作说明进行操作,可查询图书真伪,也可登录 <http://sve.hep.com.cn>,上网学习,下载资源。

编 者

2011年7月

目 录

项目一 认识单片机	1	和步骤	98
任务一 了解单片机	1	任务二 认识中断系统	104
任务二 认识微型计算机内部结构	6	任务三 利用中断实现模拟交通信号灯 紧急按钮控制	108
任务三 认识单片机最小应用系统	12	任务四 利用定时器/计数器实现模拟 交通信号灯计时控制	113
任务四 认识单片机 C 语言	17	项目五 步进电动机驱动设计	120
任务五 认识单片机常用开发工具	21	任务一 认识步进电动机	120
项目二 常用输入输出设备应用	24	任务二 步进电动机控制电路设计	123
任务一 制作显示灯	24	任务三 步进电动机控制程序设计	126
任务二 制作流水灯	34	任务四 步进电动机 PROTEUS 仿真	129
任务三 制作闪烁灯	39	项目六 简易数字电压表设计	131
任务四 制作按键控制灯	41	任务一 了解模数转换	131
任务五 了解按键去抖动	44	任务二 认识模数转换芯片 ADC0809	133
任务六 认识 LED 数码管	48	任务三 简易数字电压表电路原理图 设计	136
任务七 学习 LED 数码管的显示	50	任务四 简易数字电压表软件程序 设计	138
任务八 利用数组实现数码管动态扫描 控制	52	任务五 简易数字电压表 PROTEUS 仿真	140
任务九 利用 2 位数码管显示 8 位二进 制数	55	项目七 波形发生器设计	142
任务十 行列式键盘应用举例	57	任务一 了解数模转换	142
任务十一 蜂鸣器应用举例	63	任务二 认识数模转换芯片 DAC0832	144
任务十二 C 语言程序设计	64	任务三 波形发生器控制电路设计	149
项目三 单片机系统 PROTEUS 设计 与仿真	70	任务四 波形发生器控制程序设计	151
任务一 了解 PROTEUS	70	任务五 波形发生器 PROTEUS 仿真	154
任务二 认识 PROTEUS ISIS 设计与仿真 平台	71	项目八 液晶 LCD1602 应用	157
任务三 认识 PROTEUS 的基本操作	76	任务一 认识液晶显示器	157
任务四 认识 PROTEUS 库	82	任务二 认识 LCD1602 及其与单片机的 连接电路	158
任务五 单片机系统的 PROTEUS 设计与 仿真	88	任务三 LCD1602 显示电路设计	160
项目四 模拟交通灯控制	98	任务四 认识 LCD1602 显示原理	161
任务一 学习单片机应用系统的设计方法			

任务五 LCD1602 液晶显示字符程序 设计	164	任务一 了解多机通信	192
任务六 液晶显示器 PROTEUS 仿真	169	任务二 单片机间串行通信电路原理图 设计	194
任务七 学习使用指针	170	任务三 单片机间串行通信软件程序 设计	197
任务八 LCD1602 液晶显示字符串程序 设计	172	任务四 单片机间串行通信 PROTEUS 仿真	200
项目九 单片机与 PC 串行通信	176	附录	202
任务一 了解串行通信	176	附录 A 特殊功能寄存器地址表	202
任务二 单片机串行通信接口控制	178	附录 B reg51.h 头文件	203
任务三 了解 RS232C 串行通信接口 标准	182	附录 C C 语言关键字	206
任务四 单片机与 PC 串行通信电路 原理图设计	183	附录 D C 运算符分类表	208
任务五 单片机与 PC 串行通信软件 程序设计	187	附录 E Keil C51 集成开发环境软件的 调试	209
任务六 单片机与 PC 通信 PROTEUS 仿真	189	附录 F C51 库函数	223
项目十 单片机间串行通信	192	附录 G 实验板电路原理图	234
		参考文献	235

项目一

认识单片机

单片机课程具有软硬件结合的特点,学生在学习单片机C语言程序之前必须熟悉单片机的内部构造及基本的工作原理。本项目主要讲授单片机最基础的硬件和软件知识。硬件部分介绍了单片机的基本概念、单片机的内部结构以及各组成部分的功能、单片机的外部引脚及其定义、单片机最小应用系统等。软件部分介绍了单片机C语言程序的模块化结构、C语言的特点和单片机常用的开发工具。

任务一 了解单片机

❖ 看一看:单片机芯片及单片机产品(见图1-1和图1-2)

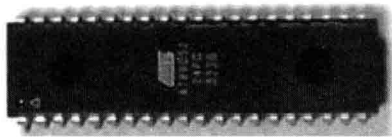


图1-1 单片机芯片实物图

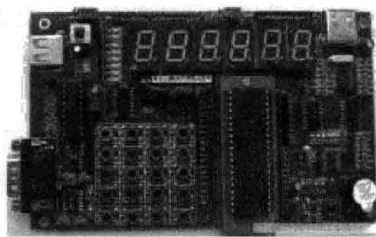


图1-2 单片机开发板

❖ 学一学:单片机的基础知识

一、单片机的概念

单片微型计算机简称单片机,指集成在一个芯片上的微型计算机。它是把组成微型计算机的各种功能部件,包括CPU、随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、基本输入/输出(Input/Output, I/O)接口电路、定时器/计数器等部件都制作在一块集成芯片上,构成一个完整的微型计

算机,从而实现微型计算机的基本功能。

二、单片机的特点

单片机具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等优点,在许多行业都得到了广泛的应用。其主要特点如下:

(1) 集成度高,体积小:单片机将各功能部件集成在一块晶体芯片上,集成度很高,体积小。

(2) 可靠性高:因为芯片是按工业测控环境要求设计的,故抗干扰的能力优于 PC。系统软件,如程序代码及表格常数,固化在 ROM 中,不易受病毒破坏。许多信号的通道均在一个芯片内,故系统工作稳定可靠。

(3) 便于扩展:片内具有计算机正常运行所必需的部件,片外有很多供扩展用的(总线、并行和串行的输入/输出)引脚,很容易组成一定规模的计算机应用系统。

(4) 控制功能强:为了满足对对象的控制要求,单片机的指令系统均有极丰富的条件:分支转移能力,I/O 口的逻辑操作及位处理能力,非常适用于专门的控制功能。

(5) 实用性好:体积小,功耗低,性价比好,易于产品化。

三、单片机的应用领域

单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域,大致可分如下几个范畴:

1. 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化,且功能比起采用电子或数字电路更加强大大,如精密测量的设备功率计、示波器和各种分析仪等。

2. 在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统,如工厂流水线的智能化管理、电梯智能化控制、各种报警系统以及与计算机联网构成二级控制系统等。

3. 在家用电器中的应用

可以这样说,现在的家用电器基本上都采用了单片机控制,从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩色电视机、音响视频器材,再到电子称量设备等,可以说无所不在。

4. 在计算机网络和通信领域中的应用

现代的单片机普遍具备通信接口,可以很方便地与计算机进行数据通信,为在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物理条件。现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制,如电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信,再到日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线电对讲机等。

5. 单片机在医用设备领域中的应用

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛,如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

6. 在各种大型电器中的模块化应用

某些专用单片机设计用于实现特定功能,从而在各种电路中进行模块化应用,而不要求使用人员了解其内部结构。例如,音乐集成单片机,看似简单的功能,微缩在纯电子芯片中(有别于磁带机的原理),就需要复杂的类似于计算机的原理。音乐信号以数字的形式存于存储器中(类似于 ROM),由微控制器读出,转化为模拟音乐电信号(类似于声卡)。

在大型电路中,这种模块化应用极大地缩小了体积,简化了电路,降低了故障率,也便于更换。此外,单片机在工商、金融、科研、教育、国防、航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

四、MCS-51 系列单片机

尽管各类单片机很多,但无论是从世界范围或是从全国范围来看,使用最为广泛的应属 Atmel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机共有十几种芯片。

1. 51 子系列和 52 子系列

MCS-51 系列又分为 51 和 52 两个子系列,并以芯片型号的最末位数字作为标志。其中,51 子系列是基本型,而 52 子系列则属(性能)增强型。

2. 单片机芯片半导体工艺

MCS-51 系列单片机采用两种半导体工艺生产。一种是 HMOS 工艺,即高速度、高密度、短沟道 MOS 工艺。另外一种为 CHMOS 工艺,即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。芯片型号中带有字母“C”的,为 CHMOS 芯片,其余均为一般的 HMOS 芯片。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,除保持了 HMOS 高速度和高密度的特点之外,还具有 CMOS 低功耗的特点。

3. 片内 ROM 存储器配置形式

MCS-51 系列单片机片内程序存储器有三种配置形式,即掩模 ROM、EPROM 和无 ROM。这三种配置形式对应三种不同的单片机芯片,它们各有特点,也各有其适用场合,在使用时应根据需要进行选择。一般情况下,片内带掩模型 ROM 适用于定型大批量应用产品的生产;片内带 EPROM 适用于研制产品样机;外接 EPROM 的方式适用于研制新产品。Intel 公司又推出片内带 E²PROM 型的单片机,可以在线写入程序。

❖ 算一算:数制及数制之间的转换

计算机最基本功能是对数据进行计算和处理加工。计算机中的数据包括数字、字符、图形、图像和声音等。数据在计算机中是以器件的物理状态来表示的,为了表示更为方便可靠,在计算机中通过电位高低来表示两种不同的稳定状态,而 1 位二进制数有两种状态 0 和 1,所以在计算机中所有的数据都必须转化为二进制数再进行处理。

一、C 语言中常用的数制

数制即进位计数制。C 语言中的整数只有 3 种表示形式:八进制、十进制和十六进制。二进制是计算机内部表示,不是直接给程序员用的。十进制数、二进制数、十六进制数对照表见表 1-1。

表 1-1 十进制数、二进制数、十六进制数对照表

十进制数	二进制数	十六进制数	十进制数	二进制数	十六进制数
0	0000	0	8	1000	8
1	0001	1	9	1001	9
2	0010	2	10	1010	A
3	0011	3	11	1011	B
4	0100	4	12	1100	C
5	0101	5	13	1101	D
6	0110	6	14	1110	E
7	0111	7	15	1111	F

C 语言中十进制数没有前缀。其数码为 0~9。如 237、1627。C 语言中十六进制整常数的前缀为 0X 或 0x。其数码取值为 0~9、A~F 或 a~f,如 0X2A(十进制为 42)、0XA0(十进制为 160)。

二、数制之间的相互转换

1. 二进制数、十六进制数转换成为十进制数

二进制数、十六进制数转换十进制数方法是将二进制数、十六进制数的基数与相应位置的权相乘然后相加即可。

例 1-1 把二进制数 10101.1011B 转换成相应的十进制数。

解: $10101.1011 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = 21.6875$

例 1-2 把十六进制数 0F3DH 转换成为相应的十进制数。

解: $0XF3D = F \times 16^2 + 3 \times 16^1 + D \times 16^0 = 15 \times 256 + 3 \times 16 + 13 \times 1 = 3901$

2. 十进制数转换成为二进制数

十进制数转换成为二进制数时,其整数部分转换方法如下:十进制整数部分采用除 2 取余法;第一次除以 2 所得的余数,是对应二进制数的最低位,其他各位依此类推。

十六进制数转换成为二进制数的方法类似,只是将基数 2 换成 16 即可。

3. 二进制数和十六进制数间的相互转换

二进制数转换为十六进制数,方法是以小数点为基准,整数部分向左,小数部分向右,每 4 位二进制数对应 1 位十六进制数,不足 4 位添 0 凑成 4 位。

例 1-3 将二进制数 1111000111 转换成为十六进制数。

解: $1111000111 = \underline{0011} \underline{1100} \underline{0111} = 0X3C7$

例 1-4 将十六进制数 2FB5H 转换成为二进制数。

解: $0X2FB5 = \underline{0010} \underline{1111} \underline{1011} \underline{0101}$

三、计算机中数的表示

计算机只能识别 0 和 1 两种信息,所以数的正负也采用 0 或 1 表示,这称为符号的数值化。

用 0 表示正数,用 1 表示负数,通常在数的最前面加 1 位,用作符号位。在微型计算机中将数最高位作为符号位,用 0 表示正数,1 表示负数,称符号的数值化。一个带符号的数在计算机中可以有原码、反码和补码 3 种表示方法。对于带符号数来说,用最高位表示带符号数的正负,其余各位表示该数的绝对值,这种表示法称为原码表示法。在计算机中,带符号数并不用原码表示而是用补码表示的。补码仍规定最高位为符号位,正数的补码与原码相同;负数的补码即符号位不变,其余各位求反后再加 1。对于 8 位二进制数来说,补码表示的范围为 $-128 \sim +127$ 。

❖ 读一读:单片机的历史和发展趋势

一、单片机的发展历史

单片机诞生于 20 世纪 70 年代末,经历了 SCM、MCU、SoC 三大阶段。

(1) 单片微型计算机(Single Chip Microcomputer, SCM)阶段,主要是寻求单片形态嵌入式系统的最佳体系结构。“创新模式”获得成功,奠定了 SCM 与通用计算机完全不同的发展道路。在开创嵌入式系统独立发展道路上,Intel 公司功不可没。

(2) 微控制器(Micro Controller Unit, MCU)阶段,主要的技术发展方向是:不断扩展满足嵌入式应用时,对象系统要求的各种外围电路与接口电路,凸显其对象的智能化控制能力。它所涉及的领域都与对象系统相关,因此,发展 MCU 的重任不可避免地由电气、电子技术厂家承担。从这一角度来看,Intel 逐渐淡出 MCU 的发展也有其客观因素。在发展 MCU 方面,最著名的厂家当数 Philips 公司。Philips 公司以其在嵌入式应用方面的巨大优势,将 MCS-51 从单片微型计算机迅速发展至微控制器。因此,在回顾嵌入式系统发展道路时,不要忘记 Intel 和 Philips 的历史功绩。

(3) 单片机是嵌入式系统的独立发展向 MCU 阶段发展的重要因素,就是寻求应用系统在芯片上的最大化解——系统级芯片(System on a Chip, SoC)。因此,专用单片机的发展自然形成了 SoC 化趋势。随着微电子技术、IC 设计、EDA 工具的发展,基于 SoC 的单片机应用系统设计会有较大的发展。因此,对单片机的理解可以从单片微型计算机、单片微控制器延伸到单片应用系统。

二、单片机的发展趋势

单片机制造商很多,主要有美国的 Intel、Motorola、Zilog 等公司。目前,单片机正朝着高性能、多品种方向发展。近年来,单片机将向大容量、高性能、低电压、低功耗、低价格以及外围接口电路内装化等方向发展。32 位单片机已进入了实用阶段,但是由于 8 位单片机在性能价格比上占有优势,而且 8 位增强型单片机在速度和功能上向现在的 16 位单片机挑战,因此在未来相当长的时期内,8 位单片机仍是单片机的主流机型。单片机从 8 位、16 位到 32 位,数不胜数,应有尽有,有与主流 C51 系列兼容的,也有不兼容的,但它们各具特色,为单片机的应用提供广阔的天地。纵观单片机的发展过程,可以预示单片机的发展趋势,大致有:

1. 低功耗 CMOS 化

MCS-51 系列的 8031 推出时的功耗达 630 mW,而现在的单片机普遍都在 100 mW 左右,随

着对单片机功耗要求越来越低,现在的各个单片机制造商基本都采用了 CMOS(互补金属氧化物半导体工艺)。如 80C51 就采用了 HMOS(即高密度金属氧化物半导体工艺)和 CHMOS(互补高密度金属氧化物半导体工艺)。CMOS 虽然功耗较低,但由于其物理特征决定其工作速度不够高,而 CHMOS 则具备了高速和低功耗的特点,这些特征更适合于在要求低功耗如电池供电的应用场合。所以这种工艺将是今后一段时期单片机发展的主要途径。

2. 微型单片化

现在常规的单片机普遍都是将中央处理器(CPU)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、并行和串行通信接口,中断系统、定时电路、时钟电路集成在一块单一的芯片上,增强型的单片机集成了如 A/D 转换器、PMW(脉宽调制电路)、WDT(看门狗)、有些单片机将 LCD(液晶)驱动电路都集成在单一的芯片上,这样单片机包含的单元电路就更多,功能就越强大。甚至单片机厂商还可以根据用户的要求量身定做,制造出具有自己特色的单片机芯片。

此外,现在的产品普遍要求体积小、重量轻,这就要求单片机除了功能强和功耗低外,还要求其体积要小。现在的许多单片机都具有多种封装形式,其中 SMD(表面封装)越来越受欢迎,使得由单片机构成的系统正朝微型化方向发展。

3. 主流与多品种共存

现在虽然单片机的品种繁多,各具特色,但仍以 80C51 为核心的单片机占主流,兼容其结构和指令系统的有 Philips 公司的产品,Atmel 公司的产品和中国台湾的 Winbond 系列单片机。所以 80C51 为核心的单片机占据了半壁江山。而 Microchip 公司的 PIC 精简指令集(RISC)也有着强劲的发展势头,中国台湾的 Holtek 公司近年的单片机产量与日俱增,与其价低质优的优势,占据一定的市场份额。

任务二 认识微型计算机内部结构

❖ 学一学 1:微型计算机中常用的术语

(1) 位(bit):位是计算机所能表示的最基本、最小的数据单位。它有两种状态:0 和 1。若干个位的二进制数的组合能表示各种数据和字符。

(2) 字节(Byte):相邻的 8 位二进制数称为 1 个字节,即 $1 \text{ B[yte]} = 8 \text{ bit}$,也就是说 1 个字节的长度是 8 位,16 位二进制数便是 2 个字节。在微型计算机中,通常以字节为单位来存放数据。

(3) 字(Word):字是计算机内部进行数据处理的基本单位,由若干位二进制数组成,通常与计算机内部的寄存器、算术逻辑单元和数据总线的宽度一致。

(4) 字长:字长是 CPU 在单位时间内(同一时间)能一次处理的二进制数的位数。所以能处理字长为 8 位数据的 CPU 通常就称为 8 位 CPU。同理,32 位 CPU 就能在单位时间内处理字长为 32 位的二进制数据。

由于常用的英文字符用 8 位二进制数就可以表示,所以通常就将 8 位称为 1 个字节。字长的长度是不固定的,对于不同的 CPU、字长的长度也不一样。8 位的 CPU 一次只能处理一个字

节,而 32 位的 CPU 一次就能处理 4 个字节。目前为了表示方便,常把一个字节定义为 16 位,一个双字节定义为 32 位即 4 个字节。随计算机计数的发展,计算机处理的信息容量越来越大,于是人们采用了更大的单位,如:1 KB=1 024 B= 2^{10} B;1 MB=1 024 KB= 2^{20} B;1 GB=1 024 MB= 2^{30} B。

❖ 看一看 1:微型计算机的总线结构图(见图 1-3)

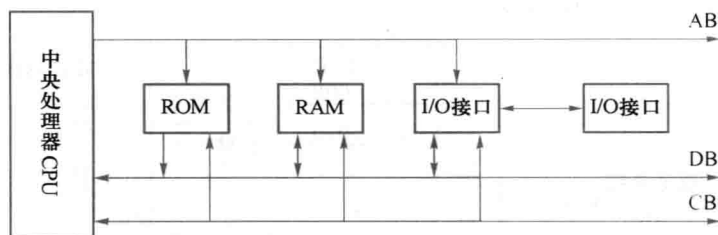


图 1-3 微型计算机的总线结构图

❖ 学一学 2:微型计算机的总线结构

微型计算机,简称微机,是由中央处理单元(亦称微处理器,CPU)、存储器、并行 I/O 接口及 I/O 设备等组成的,这些系统部件在一起工作才能形成一个完整的计算机工作系统,如图 1-3 所示。总线是连接计算机硬件的纽带,也是各功能模块之间传递信息的公共通路。从微机总线的功能看,可以将总线分为地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB)。计算机借助三总线实现各个部件之间的地址、数据和控制信号的传送。

一、中央处理单元(CPU)

CPU 由运算器和控制器组成完成运算和控制功能,是计算机的核心部件。运算器能够完成各种算术运算和逻辑运算。控制器是分析和执行指令的部件,是统一指挥微机按照一定时序协调工作的核心。它包括定时控制逻辑电路、指令寄存器、译码器、地址指针 DPTR 及程序计数器 PC、堆栈指针 SP 等。

要单片机执行一个程序,就必须把该程序按顺序预先装入存储器 ROM 的某个区域。单片机动作时应按顺序一条条取出指令来加以执行。当单片机开始执行程序时,给程序计数器 PC 装入第一条指令所在地址,它每取出一条指令(如为多字节指令,则每取出一个指令字节),PC 的内容就自动加 1,以指向下一条指令的地址,使指令能顺序执行。只有当程序遇到选择控制语句或循环控制语句,或遇到中断时(后面将介绍),PC 才转到所需要的地方去。

CPU 按照 PC 指定的地址,从 ROM 相应单元中取出指令字节放在指令寄存器中寄存,然后,指令寄存器中的指令代码被译码器译成各种形式的控制信号,这些微操作控制信号之间存在着严格的时序关系。因此,在它们输出之前必须对它们进行时间控制,即给予定时,按规定的时刻送到计算机各个部件。这个功能是由 CPU 中的时序发生器完成的。

二、存储器

存储器是计算机系统中的“记忆”装置,其功能是存放程序和数据的装置。不管是程序还是数据,在存储器中都是用二进制的“1”或“0”来表示的,称为信息。存储器中存放二进制数的单元称为存储单元。存储器中包含许多存储单元。为了便于信息的存入和取出。每个存储器单元必须有一个固定的编号来标识,这个编号称为单元地址。单元地址用二进制编码来表示,存储器的结构示意图如图 1-4 所示。向存储器单元存放(写入)或取出(读出)信息称为访问存储器,计算机是通过地址来访问存储器单元的。

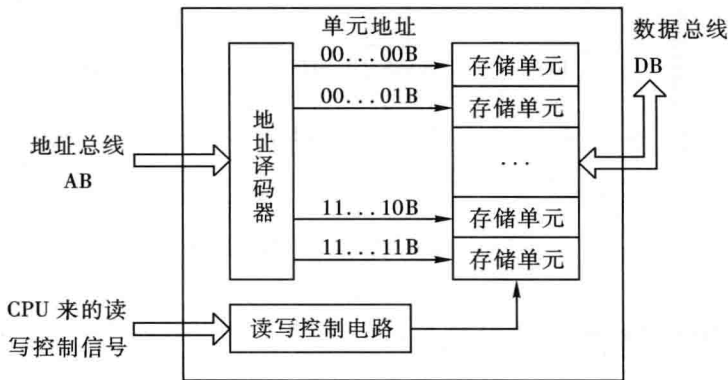


图 1-4 存储器结构示意图

1. 存储器的性能指标

存储器的存储容量是存储器的主要性能指标,指的是存储器存储字节的数量,存储容量越大,所能存储的数据越多。一个存储器芯片的容量常用存储单元个数以及每个存储单元可存放多少位二进制数码来表示。微机中通常以字节(Byte)单位来表示存储容量。例如,某存储器芯片有 4 096 个单元,每个存储单元可存放 8 位二进制数码,则该存储器芯片的存储容量表示为 $4\ 096 \times 8 = 2^{12} \times 8$ 即 4 KB。存储器另一个重要指标是存储周期。存储周期是指内部存储器从接收到由 CPU 送来寻找存储单元的地址开始,到取出或存入一个字节数据所需要的时间。

2. 存储器的分类

存储器根据所在的位置可分为内存(又称主存)和外存(又称辅存)。内存在主机内部通过总线直接与 CPU 连接,具有体积小、存取速度快等优点;外存在主机外部如光盘、磁盘等,具有存储容量大,但存取速度慢等特点,通常用来存放暂时不用的数据和程序,它只是在需要的时候与内存进行批量数据交换。根据存储介质可分为半导体存储器(主要用于内存)和磁表面存储器(主要用于外存)。

存储器根据功能可分为程序存储器和数据存储器。程序存储器用来存放程序和表格常数;数据存储器用来存放程序运行所需要的给定参数和运行结果。存储器也可根据存储器读写工作方式分为随机存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。随机存储器(RAM)可进行读/写操作,但 RAM 是易失性存储器,断电后所存信息立即消失,一般用来存放一些中间结果或不需长期保留的数据及程序,断电后所存信息立即消失。RAM 在单片机系统中用于存放可随时修改的数据,

因此在单片机领域也称之为数据存储器。只读存储器(ROM)的特点是只能读出信息。信息一经写入,存储单元里的内容就不能改变,即使在断电后也不会丢失。在单片机系统中 ROM 只存放程序、常数及数据表,因此又称为程序存储器。程序是控制计算机动作的一系列命令,单片机只认识由“0”和“1”代码构成的机器指令。在单片机处理问题之前必须事先将编好的程序、表格、常数汇编成机器代码后存入单片机的存程序存储器中。

三、并行 I/O 接口

I/O 接口是 CPU 与外部设备进行信息交换的部件。它的主要功能是:完成外设与 CPU 的连接,转换数据传送速度,转换电平,转换数据格式及将 I/O 设备的状态信息反馈给 CPU 等。例如 A/D 和 D/A 转换接口其作用是转换信号种类。MCS-51 系列单片机含有 4 个 8 位并行 I/O 接口(P0,P1,P2 和 P3)。每个并行 I/O 接口都能用作输入或输出。目前大多数接口电路已标准化、系列化,并制成集成电路芯片,且一般是可编程的。

四、总线

总线是一组传输线的集合,它是 CPU、内存、输入/输出设备传递信息的公用通道。根据传递信息种类总线分为数据总线 DB(Data Bus)、地址总线 AB(Address Bus)和控制总线 CB(Control Bus)。

1. 数据总线(DB)

数据总线(DB)用于实现 CPU、存储器及 I/O 接口之间数据信息交换。数据总线是双向并行传递信息的总线,它既可以把 CPU 的数据传送到存储器或 I/O 接口等其他部件,也可以将其他部件的数据传送到 CPU。数据总线的位数是微型计算机的一个重要指标,通常与微处理的字长相一致。例如,一个 8 位(字长为 8)的 CPU 一次只能传输或运算 8 位二进制数据,它的寄存器也多为 8 位的,因此需要用 8 条线来传输数据信息,记为 DB0~DB7。例如,Intel 8086 微处理器字长 16 位,其数据总线宽度也是 16 位,记为 DB0~DB15。需要指出的是,数据的含义是广义的,它可以是真正的数据,也可以是指令代码或状态信息,有时甚至是一个控制信息,因此,在实际工作中,数据总线上传送的并不一定仅仅是真正意义上的数据。

2. 地址总线(AB)

地址总线(AB)是专门用来传送地址的。由于地址只能从 CPU 传向外部存储器或 I/O 端口,所以地址总线是一种由 CPU 向外发出的单向通信总线,用于给存储器或 I/O 接口提供地址码以选择相应的存储单元或寄存器。地址总线的位数决定了 CPU 可直接寻址的内存空间大小,如 8 位微机的地址总线为 16 位,记为 A0~A15,则其最大可寻址空间为 $2^{16} = 64 \text{ KB}$;16 位微型机的地址总线为 20 位,记为 A0~A19,其可寻址空间为 $2^{20} = 1 \text{ MB}$ 。一般来说,若地址总线为 n 位,则可寻址空间为 2^n 字节。

3. 控制总线(CB)

控制总线(CB)用来传送控制信号和时序信号。控制信号中有的是微处理器送往存储器和 I/O 接口电路的,如读/写信号,片选信号、中断响应信号等;也有是其他部件反馈给 CPU 的,如中断申请信号、复位信号、总线请求信号、设备就绪信号等。因此,控制总线的传送方向由具体控制信号而定,一般是双向的,控制总线的位数要根据系统的实际控制需要而定。