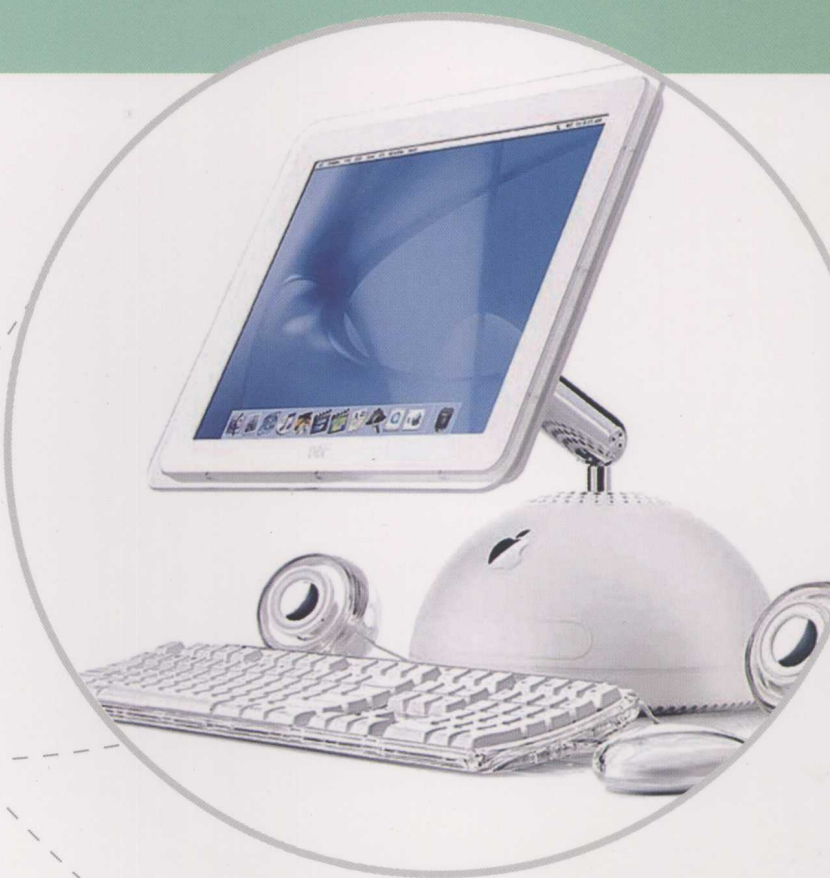




21世纪全国高职高专计算机教育“十一五”规划教材
丛书主编 全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会主任 李大友

单片机原理与应用

主 编 严仲兴 王熔熔
副主编 濮阳槟 闫喜亮
李 鹏 郝 杰



中国计划出版社

21世纪全国高职高专计算机教育“十一五”规划教材

单片机原理与应用

本书编委会 编著

中国计划出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用 / 《单片机原理与应用》编委会编
著. —北京: 中国计划出版社, 2007. 8
21世纪全国高职高专计算机教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-80177-941-0

I. 单… II. 单… III. 单片微型计算机—高等学校: 技
术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第076742号

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机为主线, 全面而翔实地论述了单片机系统的结构、原理和应用。全书结构紧凑、章节编排合理, 具有一定的通用性、系统性和实用性, 文句力求简练、深入浅出和通俗易懂。本书共分 9 章, 第 1 章是微型计算机基础, 第 2~6 章为单片机原理(含半导体存储器与中断)和汇编语言程序设计; 第 7 章为串行通信接口; 第 8 章为单片机接口技术, 包括 I/O 接口、A/D 和 D/A 接口等; 第 9 章为单片机应用系统设计方法。

本书可作为高职高专自动控制类及相关专业的教材, 也可供自学者学习参考。

21世纪全国高职高专计算机教育“十一五”规划教材 单片机原理与应用

本书编委会 编著

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

河北省高碑店市鑫宏源印刷厂印刷

787×1092毫米 1/16 16.75印张 407千字

2007年8月第一版 2007年8月第一次印刷

印数1—5000册

☆

ISBN 978-7-80177-941-0

定价: 25.00元

丛书编委会

主 任：李大友

副主任：王行言 郑 莉 傅连仲

委 员：（按音序排列）

蔡 莉	成安霞	邓 凯	东朝晖	范双南	方一新
高永强	韩小祥	韩银锋	黄国雄	黄志刚	蒋星军
李国安	李 红	李金祥	李亚平	李 阳	李寅虎
李玉虹	黎敦云	刘灿勋	刘长生	刘 钢	刘国锋
刘立军	刘文涛	刘晓魁	刘占文	刘志军	罗建斌
罗文华	孟繁增	商信华	邵 杰	舒大松	万雅静
王德奎	王宏基	文其知	吴 博	吴国经	吴 玉
武嘉平	夏国明	谢书玉	阳若宁	杨邦荣	杨学全
袁学松	曾凡文	周承华	周少华	朱元忠	朱志伯

本书编委会

主 编：严仲兴 王熔熔

副主编：濮阳彬 闫喜亮 李 鹏 郝 杰

参 编：王结南 李培江 卢 艳 马长江

顾能华 蒋晓南 尤 婷

丛 书 序

编写背景和目的

高等职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。现在，我国就业和经济发展正面临着两个大的变化，即：社会劳动力就业需要加强技能培训，产业结构优化升级需要培养更多的高级技术人才。温家宝总理在 2005 年 11 月 7 日的全国职业教育工作会议上指出，高等职业教育的发展仍然是薄弱环节，不适应经济社会发展的需要；大力发展高等职业教育，既是当务之急，又是长远大计。《国家教育事业发展“十一五”规划纲要》中提出，要以培养高素质劳动者和技能型人才为重点，提高学生创新精神和实践能力，大力发展职业教育；扩大高等职业教育招生规模，到 2010 年，使高等职业教育招生规模占高等教育招生规模的一半以上。在以上背景下，我国已进入了新一轮高等职业教育改革的高潮，目前高职院校的学校规模、专业设置、办学条件和招生数量，都超过了历史上任何一个时期。

随着信息社会的到来，灵活应用计算机知识、解决各自领域的实际问题成了当代人必须掌握的技能，为此，高职院校面向不同专业的学生开设了相关的计算机课程。然而，作为高职院校改革核心之一的教材建设大大滞后于高等职业教育发展和社会需求的步伐，尤其是多数计算机应用教材，或显得陈旧，或显得过于偏重理论而忽视应用。以致于一些通过 3 年学习的高职院校学生毕业后，所掌握的技能不能胜任用人单位的需求。

鉴于此，中国计划出版社与全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会联合在全国 1105 所高职高专中做了广泛的市场调查，并成立了《21 世纪全国高职高专计算机教育“十一五”规划教材》编委会，由全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会主任委员、北京工业大学李大友教授担任编委会主任。编委会进行了大量调查研究，通过借鉴国内外最新的、适用于高职高专教学的计算机技术经验成果，推出了切合当前高职教育改革需要、面向就业的系列职业技术型计算机教材。

系列教材

本计算机系列教材主要涵盖了当前较为热门的以下就业领域：

- 计算机基础及其应用
- 计算机网络技术
- 计算机图形图像处理 and 多媒体
- 计算机程序设计
- 计算机数据库

- 电子商务
- 计算机硬件技术
- 计算机辅助设计

教材特点

本套教材的目标是全面提高学生的计算机技术实践能力和职业技术素质,为此,中国计划出版社与全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会合作,邀请了来自全国各类高等职业学校的骨干教师(其中很多为主管教学的院长或系主任)作为编委会成员外,还特聘了多位具有丰富实践经验的一线计算机各应用领域工程师参加教材的技术指导和编审工作,以期达到教学理论和实际应用紧密结合的效果。

同时,为配合各学校的精品课程建设工程,本套教材以国家级精品课程指标为指引方向,借鉴其他兄弟出版社的先进经验和成功案例,提出了建设“立体化教学资源平台”的概念,其内容包括教材、教学辅导资料、教学资源包、网络平台等内容,并将在后续培训、论文发表等多方面满足教师与精品课程建设的需求。

本系列教材的特点如下:

(1) 面向就业。本系列教材的编写完全从满足社会对技术人才需求和适应高等职业教育改革的角度出发,教材所涉及的内容是目前高职院校学生最迫切需要掌握的基本就业技能。

(2) 强调实践。高职高专自身教育的特点是强调实践能力,计算机技术本身也是实践性很强的学科,本系列教材紧扣提高学生实践能力这一目标,在讲解基本知识的同时配套了大量相关的上机指导、实训案例和习题。

(3) 资源丰富。本系列教材注重教材的拓展配套,辅助教学资源丰富。除了由本书作为主干教材外,还配有电子课件、实训光盘、习题集和资源网站等辅助教学资源。

读者定位

本计算机应用系列教材完全针对职业教育,主要面向全国的高职高专院校。本系列教材还可作为同等学历的职业教育和继续教育的教学用书或自学参考书。

本系列教材的出版是高职教育在新形势下发展的产物。我们相信,通过精心的组织和编写,这套教材将不仅能得到广大高职院校师生的认可,还会成为一套具有时代鲜明特色、易教易学的高质量计算机系列教材。我们与时俱进,紧密配合高职院校的办学机制和运行体制改革,在后期的组织推广及未来的修订出版中不断汲取最新的教学改革经验和教师学生及用人单位的反馈意见,为国家高等职业教育奉献我们的力量。

丛书编委会

前 言

单片微型计算机（简称单片机，又称微控制器）是微型计算机的一个重要分支。它将 CPU、ROM、RAM、I/O 接口、定时器/计数器等计算机的主要部件集成到一块大规模集成电路芯片中，具有体积小、价格低、性能高、应用开发简捷等优点，在工业控制、生产自动化、机械、电器、智能仪器仪表、信息家电、航空航天、通信导航、汽车电子等领域，都得到了日益广泛的应用。

在国内，由于单片机具有功能强、体积小、可靠性好和价格便宜等独特优点，因而受到人们的高度重视，取得了一系列科研成果，成为传统工业技术改造和新产品更新换代的理想机种，具有广阔的发展前景。

单片机是一门实践性很强的课程，在学习过程中，读者应该将学习的重点放在提高用所学的知识练习开发单片机的应用系统的能力上。

本书内容深入浅出，每章都配有典型的例题，既配合教学也便于自学。读者每学完一章后，通过做练习题，促进对所学知识的理解，巩固已学的知识。本书编写了单片机较新的应用实例，还介绍了与 MCS-51 系列单片机兼容的新型单片机和与单片机相配合的新型功能芯片及其应用实例，使本书变得更加实用。

本书以 MCS-51 系列单片机为主线，全面而翔实地论述了单片机系统的结构、原理和应用。全书结构紧凑、章节编排合理，具有一定的通用性、系统性和实用性，文句力求简练、深入浅出和通俗易懂。本书共分 9 章，第 1 章是微型计算机基础；第 2~6 章为单片机原理（含半导体存储器与中断）和汇编语言程序设计；第 7 章为串行通信接口；第 8 章为单片机接口技术，包括 I/O 接口、A/D 和 D/A 接口等；第 9 章为单片机应用系统设计方法。

本书由严仲兴、王熔熔主编，濮阳彬、闫喜亮、李鹏、郝杰担任副主编，王结南、李培江、卢艳、马长江、顾能华、蒋晓南、尤婷参与编写。

由于时间仓促与编者水平有限，不足与欠妥之处在所难免，恳请广大读者不吝指正。

编者

2007年6月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 单片机发展概况	1
1.1.1 单片机的发展历史	1
1.1.2 单片机的发展趋势	2
1.2 单片机的结构	3
1.2.1 计算机硬件系统组成	3
1.2.2 微型计算机结构特点	4
1.2.3 运算器	5
1.2.4 控制器	6
1.2.5 存储器	6
1.2.6 输入/输出接口电路	8
1.2.7 单片机的内部结构	11
1.3 单片机软件基础	12
1.3.1 微型计算机数制	12
1.3.2 微型计算机数制间数的转换	14
1.4 8位单片机的主要生产厂商和机型	16
1.4.1 单片机主要厂商	16
1.4.2 单片机主要产品	17
1.5 单片机的应用	19
1.6 练习题	20
第2章 单片机的结构和原理	21
2.1 总体概述	21
2.1.1 主要特性	21
2.1.2 内部结构	22
2.1.3 引脚图和逻辑符号图	23
2.2 中央处理器	26
2.2.1 运算器	26
2.2.2 定时控制部件	26
2.2.3 专用寄存器组	27
2.3 存储器	30
2.3.1 程序存储器	31
2.3.2 内部数据存储器	32

2.3.3	位存储器	32
2.3.4	特殊功能寄存器SFR	33
2.3.5	外部RAM	35
2.4	时序及时钟电路	36
2.4.1	时钟电路	36
2.4.2	CPU时序	36
2.5	单片机工作方式	39
2.5.1	复位方式	39
2.5.2	程序执行方式	39
2.5.3	CHMOS型单片机低功耗工作方式	40
2.5.4	编程和校验方式	41
2.6	单片机的输入/输出端口	41
2.6.1	并行输入/输出端口	41
2.6.2	串行输入/输出端口	44
2.7	练习题	46
第3章	MCS-51单片机指令系统	48
3.1	概述	48
3.1.1	基本概念	48
3.1.2	MCS-51系列单片机的指令系统	49
3.1.3	MCS-51系列单片机的指令类型	50
3.1.4	指令中的常用符号	50
3.2	寻址方式	51
3.2.1	寄存器寻址方式	52
3.2.2	寄存器间接寻址	52
3.2.3	立即寻址	53
3.2.4	直接寻址	53
3.2.5	基址寄存器+变址寄存器的间接寻址	54
3.2.6	相对寻址	54
3.2.7	位寻址	55
3.3	指令系统分类介绍	55
3.3.1	数据传送类指令	55
3.3.2	算术操作类指令	61
3.3.3	逻辑操作类指令	66
3.3.4	位操作指令	69
3.3.5	程序转移类指令	72
3.4	上机实验——80C51程序设计实验	77
3.5	练习题	77
第4章	汇编语言程序设计	79
4.1	汇编语言程序概述	79

4.1.1	程序设计语言	79
4.1.2	汇编语言格式	80
4.1.3	汇编语言构成	83
4.1.4	汇编语言程序的汇编	86
4.2	简单程序设计	89
4.3	循环程序设计	91
4.4	分支程序设计	96
4.5	子程序设计	100
4.6	程序设计举例	104
4.6.1	查表程序	104
4.6.2	算术运算程序	107
4.6.3	数字滤波程序	110
4.6.4	定时应用程序	110
4.7	上机实验	111
4.7.1	多分支程序	111
4.7.2	拆字程序	112
4.8	练习题	113
第5章	半导体存储器	115
5.1	半导体存储器基础	115
5.1.1	半导体存储器的分类	115
5.1.2	半导体存储器的基本结构	117
5.2	随机存取存储器	119
5.2.1	RAM的基本结构	119
5.2.2	静态RAM基本存储电路	122
5.2.3	动态RAM基本存储电路	123
5.2.4	RAM存储器举例	124
5.3	只读存储器	128
5.3.1	ROM的基本结构	128
5.3.2	掩膜ROM存储器原理	130
5.3.3	PROM存储器原理	131
5.3.4	EPROM存储器原理	132
5.3.5	ROM存储器举例	134
5.4	MCS-51和外部存储器的连接方法	137
5.4.1	对外部ROM的连接	138
5.4.2	对外部RAM的连接	139
5.4.3	MCS-51对外部存储器的连接	141
5.5	练习题	141
第6章	中断系统	143
6.1	概述	143

6.1.1	中断的概念	143
6.1.2	引进中断技术的优点	143
6.1.3	中断源	144
6.1.4	中断嵌套	145
6.1.5	中断系统的功能	146
6.2	MCS-51单片机的中断系统及处理过程	147
6.2.1	中断系统的结构	147
6.2.2	中断源及中断入口	147
6.2.3	中断控制	148
6.2.4	中断响应	148
6.2.5	中断处理	149
6.2.6	中断返回	149
6.2.7	中断请求的撤除	150
6.2.8	扩充外中断源	150
6.3	中断程序应用举例	151
6.4	练习题	153
第7章	串行通信接口	154
7.1	串行通信概述	154
7.1.1	基本通信方式	154
7.1.2	串行通信的分类	155
7.1.3	串行通信中串行I/O数据的实现	157
7.1.4	串行通信总线标准	160
7.2	MCS-51的串行接口	161
7.2.1	串行口的结构	161
7.2.2	串行口的工作方式0	164
7.2.3	串行口的工作方式1	165
7.2.4	串行口的工作方式2	166
7.2.5	串行口的工作方式3	167
7.2.6	串行口的通信波特率	167
7.3	多机通信	169
7.4	串口通信的应用	171
7.5	练习题	177
第8章	单片机的输入/输出接口	178
8.1	简单并行I/O端口	178
8.1.1	I/O接口技术概述	178
8.1.2	并行扩展I/O接口	179
8.2	定时器/计数器	181
8.2.1	定时器/计数器的结构	182

8.2.2	定时器/计数器的控制寄存器	182
8.2.3	定时器/计数器的工作模式	184
8.2.4	定时器/计数器常数的计算	187
8.2.5	定时器/计数器的应用	187
8.3	LED显示器及接口	189
8.3.1	LED显示器的结构与原理	189
8.3.2	LED静态显示方式	190
8.3.3	LED动态显示方式	192
8.3.4	液晶显示器 (LCD) 概述	194
8.4	键盘接口技术	195
8.4.1	键盘接口概述	196
8.4.2	键盘的硬件接口	196
8.4.3	独立式按键接口设计	197
8.4.4	行列式键盘接口设计	199
8.5	DAC和ADC接口设计	204
8.5.1	数模转换器 (DAC) 接口技术	204
8.5.2	模数转换器 (ADC) 接口技术	210
8.6	上机实验	219
8.6.1	显示接口实验	219
8.6.2	模/数转换 (A/D) 实验	220
8.6.3	D/A转换器接口实验	221
8.7	练习题	222
第9章	单片机应用系统设计方法简介	224
9.1	单片机应用系统开发流程	224
9.1.1	拟制设计任务书	224
9.1.2	建立数学模型	224
9.1.3	总体设计	225
9.2	硬件设计	229
9.3	软件设计	233
9.4	综合实例	234
9.4.1	自动剪板机顺序控制系统	234
9.4.2	单片机温度控制系统	240
9.5	上机实验——电脑时钟程序实验	252
9.6	练习题	253
	主要参考文献	254

第 1 章

绪论

单片微型计算机是微型计算机的一个重要分支，也是一种非常活跃且颇具生命力的机种。单片微型计算机简称单片机，特别适用于控制领域，故又称为微控制器（Micro-controller Unit 或 MCU）。

单片机由单块集成电路芯片构成，内部包含有计算机的基本功能部件：中央处理器（CPU）、存储器（Memory）、输入/输出接口（I/O）等。因此，单片机只需要有适当的软件和外部设备，便可组成为一个单片机控制系统。

1.1 单片机发展概况

1.1.1 单片机的发展历史

单片机作为微型计算机的一个分支，它的产生与发展和微处理器的产生与发展大体同步，主要分为 4 个阶段。

第一阶段（1974~1978 年）：初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。这个系列的单片机在片内集成了 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器、RAM 等。无串行 I/O，寻址范围不大于 4KB。

第二阶段（1978~1983 年）：高性能单片机阶段。此时的单片机品种多，功能强，以 MCS-51 系列为代表。这个阶段的单片机均带有串行 I/O 口，具有多级中断处理系统，定时器/计数器为 16 位，片内 RAM 和 ROM 容量相对增大，且寻址范围可达 64KB。这类单片机应用领域极其广泛，由于其优良的性价比，且特别适合我国的国情，所以在我国得到了广泛应用。与 MCS-51 系列使用同样广泛的还有 Motorola 公司的 68xx 等，这些型号使单片机的应用在我国上了一个新台阶。

第三阶段（1983~1990 年）：16 位单片机和 8 位高性能单片机并行发展阶段。此阶段的单片机的最大特点是实时处理能力强，生产工艺先进，集成度高，内部功能强，而且允许用户采用工业控制的专用语言编程，如 PL/M、C 语言、BASIC 语言等。如 Intel 公司生产的 MCS-96 系列和 Philips 公司生产的 8XC552 系列，特别适用于实时控制。

第四阶段（1990 至今）：1990 年 2 月美国推出的 i80860 超级单片机轰动了整个计算机界，它的运算速度为 1.2 亿次/秒，可进行 32 位整数运算和 64 位浮点运算，同时片内具

有一个三维图形处理器，可构成超级图形工作站。随着半导体技术的发展，巨型计算机单片化将成为现实。

1.1.2 单片机的发展趋势

早期 MCS-51 典型时钟频率为 12MHz，目前与 MCS-51 单片机兼容的一些单片机的时钟频率达到 40 MHz 或更高，现在已有更快的 32 位 400MHz 的单片机产品出现。

单片机将向大容量、高性能化、外围电路内装化等方面发展。为满足不同的用户要求，各公司竞相推出能满足不同需要的产品。

1. CPU 的改进

CPU 功能的增强主要表现在运算速度和精度的提高方面。

(1) 采用双 CPU 结构，以提高处理能力。

(2) 增加数据总线宽度。单片机内部采用 16 位或 32 位数据总线，其数据处理能力明显优于一般的 8 位单片机。

(3) 采用流水线结构，指令以队列形式出现在 CPU 中，具有很快的运算速度。

(4) 采用 RISC 体系结构。

2. 存储器的发展

(1) 加大存储容量。

新型单片机片内 ROM 一般可达 4KB~64KB，RAM 为 2.56B。有的单片机片内 ROM 容量可达 256KB。

(2) 片内 EPROM 开始 E²PROM 或 FLASH 化。

由于片内 EPROM 需要高压编程写入和用紫外线擦除，给用户带来不便。采用电改写的 E²PROM 后，不需紫外线擦除，只需重新写入。特别是能在 +5V 下读/写的 E²PROM，既有静态 RAM 读/写操作简便的优点，又能在掉电时数据不丢失。片内 E²PROM 的使用不仅会对单片机结构产生影响，而且会大大简化应用系统结构。

(3) 程序保密化。

一般 EPROM 中的程序很容易被复制。为防止被复制，有的单片机设有对片内 ROM 中信息的读取保护，这就达到了程序保密的目的。

3. 片内 I/O 口的改进

一般单片机都有较多的并行口，以满足外围设备、芯片扩展的需要，同时配有串行口以满足多机通信功能的要求。

(1) 增加并行口的驱动能力。

这样可以减少外部驱动芯片。有的单片机能直接输出大电流和高电压，以便能直接驱动 LED 和 VFD（荧光显示器）。

(2) 增加 I/O 口的逻辑控制功能。

大部分单片机的 I/O 口都能进行逻辑操作。中、高档单片机的位处理系统能够对 I/O

口进行位寻址及位操作，大大加强了 I/O 口控制的灵活性。

(3) 配置特殊的串行接口。

有些单片机配置了一些特殊的串行接口，如 Philips 公司开发的一种新型总线——I²C 总线（Inter-IC bus）是用两条串行总线代替现行的 8 位并行数据总线，从而大大减少了单片机引线，降低了单片机的成本，为单片机的扩展及通信提供了方便。

(4) 通信及网络功能增强。

在某些单片机内部还含有局部网络控制模块，因此这类单片机十分容易构成网络。特别是在控制系统较为复杂时，构成一个控制网络十分有用。目前，将单片机系统和 Internet 连接起来已是一种趋势。

4. 集成更多的外围电路

随着集成度的不断提高，有可能把众多的外围功能器件集成在片内，这是单片机发展的重要趋势。除了一般必须具有的 ROM、RAM、定时器/计数器、中断系统外，随着单片机档次的提高，为满足检测、控制功能更高的要求，片内集成的部件还有模/数转换器、数/模转换器、DMA 控制器、锁相环、实时时钟、LCD 控制器、WatchDog 电路等。

由于集成工艺在不断发展，能装入片内的外围电路也可以是大规模的，把所需的外围电路全部装入单片机内，即系统的单片化（SoC）是目前单片机发展的趋势之一。

5. 引脚的多功能

随着芯片内部功能的增强和资源的丰富，单片机所需的引脚数也会相应增加，这是不可避免的。例如，一个能寻址 1MB 存储空间的单片机需 20 条地址线和 8 条数据线。太多的引脚不仅会增加制造时的困难，而且也会使应用单片机更复杂。为了减少引脚数量，提高应用灵活性，单片机中普遍采用一脚多用的设计方案。

6. 低功耗

8 位单片机中多数产品采用 CHMOS 工艺。CMOS 芯片的单片机具有功耗小的优点，而且为了充分发挥低功耗的特点，这类单片机普遍配置有空闲和掉电两种工作方式。例如，采用 CHMOS 工艺的 MCS-51 系列单片机的 80C51BH/80C31/87C51 在正常运行（5V，12MHz）时，工作电流为 20mA；同样条件下空闲方式工作时，工作电流则为 3.7mA；而在掉电（2V）时，工作电流仅为 50μA，以致不少单片机实际可采用电池供电。

7. 专用型单片机发展加快

专用型单片机具有最大程度简化的系统结构，资源利用率最高，大批量使用可获得可观的经济效益。

1.2 单片机的结构

1.2.1 计算机硬件系统组成

从 1946 年第一台以电子管为基本元件的计算机诞生到今天，计算机经过了几次的更新

换代，已经形成了一个庞大的计算机家族。尽管计算机在应用领域、硬件配置和工作速度上有着很大的差别，然而从组成结构上来看，各种计算机的硬件结构基本上是相同的。

任何一台计算机，其硬件都是由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 大功能部件组成的，其硬件结构框图如图 1-1 所示。

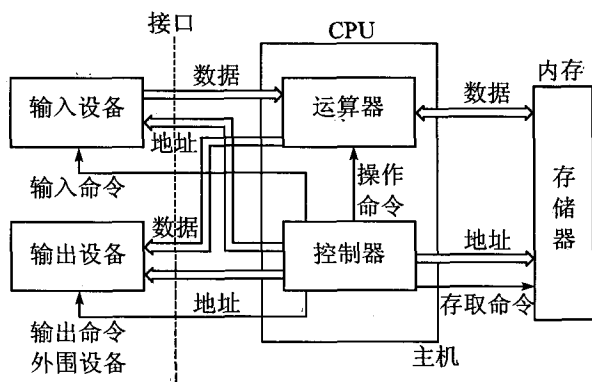


图 1-1 计算机硬件结构框图

在硬件系统中,通常把 CPU、内存以及连接主要输入/输出设备的接口电路统称为主机,其他部分则称为外部设备。现在生产厂家已能将主机制作在一块印制电路板上,这就是通常所说的主机板,简称主板。

1.2.2 微型计算机结构特点

计算机通常分成大、中、小和微型计算机。

微型计算机（简称微型机、微机）与一般大、中、小型计算机并无本质区别，但微型机有自己的特点，主要表现在两个方面。

1. 采用微处理器作为 CPU

微处理器采用大规模或超大规模集成电路技术将运算器和控制器集成在一块芯片上，各种类型的微型机均采用微处理器作为 CPU。此外，内存储器、接口电路也采用大规模集成电路器件，从而使微型机的主机可由几块芯片组装而成，使微型机体积小、重量轻、成本低、工作可靠。

2. 采用总线实现系统连接

所谓总线 (bus) 是指信号线的集合, 通过总线可以实现相互的信息或数据交换。在微型机中, 各个有联系的部件不是单独地使用导线连接, 而是连到总线上, 这就使部件间的通信关系变成面向总线的单一关系, 所以总线是各部件共用的。采用总线结构, 简化了连线, 增加了可靠性, 便于部件和设备的扩充, 尤其是制定了统一的总线标准后, 不同设备之间容易实现互连。

根据总线上传送信息的不同，微型机中的总线分为数据总线（Data Bus，DB）、地址

总线（Address Bus, AB）和控制总线（Control Bus, CB）。

（1）数据总线。

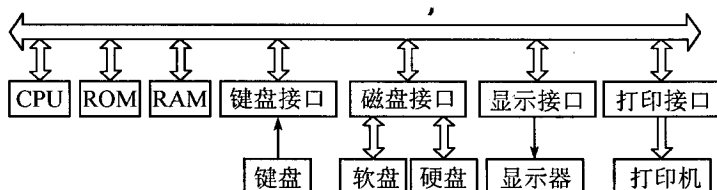
一般是双向三态控制，用来实现 CPU、存储器和 I/O 设备之间的数据交换。数据总线的宽度一般与 CPU 的字长相同。

（2）地址总线。

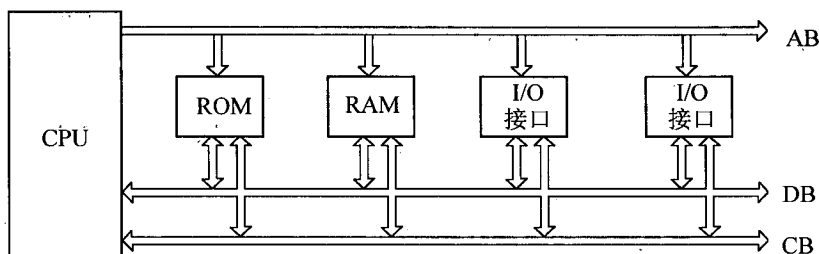
一般是单向三态控制，地址信息由 CPU 发出，通过地址总线传送到存储器或 I/O 接口，指出相应的存储单元或 I/O 设备。

（3）控制总线。

控制总线主要用于传送由 CPU 发出的对存储器和 I/O 接口进行控制的信号，以及这些接口芯片对 CPU 的应答、请求等信号。图 1-2 所示的是以总线形式表示的微型机结构图。



（a）总线结构示意图



（b）3 种总线传送方向示意图

图 1-2 微型机总线结构图

图 1-2（a）体现了各部件通过总线相连的情况，图 1-2（b）则以 3 种总线明确指出不同信息及其传送方向。

1.2.3 运算器

运算器是对数据进行运算的部件，它能够快速地对数据进行加、减、乘、除等基本算术运算以及“与”、“或”、“非”等逻辑运算。在运算过程中，运算器不断得到由存储器提供的数据，运算后把结果（包括中间结果）送回存储器保存起来。整个运算过程是在控制器统一指挥下，按程序中编排的操作次序进行的。

运算器主要由算术逻辑单元（Arithmetic Logic Unit, ALU）、寄存器（包括通用寄存器、暂存寄存器、标志寄存器等）以及一些控制数据传送的电路组成。算术逻辑单元是运算器中实现算术和逻辑运算的电路；寄存器是运算器中的数据暂存器，在运算器中往往设置多个寄存器，每个寄存器能够保存一个数据。寄存器可以直接为算术逻辑单元提供参加运算的数据，运算的中间结果也可以保存在寄存器中。这样，一个简单的运算过程就可以