

单片微型计算机原理 及接口技术



教育部高等学校自动化专业
教学指导分委员会规划
工程应用型自动化专业系列教材

主编 陈桂友

副主编 万 鹏 吴延荣

主审 姚永平 王威廉



教育部高等学校自动化专业
教学指导分委员会规划
工程应用型自动化专业系列教材

单片微型计算机原理 及接口技术

DANPIAN WEIXING JISUANJI YUANLI
JI JIEKOU JISHU

主 编	陈桂友	吴延荣	
副主编	万 鹏	王 平	蒋阅峰
参 编	赵 林	丁 然	隋慧斌
	廖 莉	高振强	向 洮
	李国栋	王威廉	
主 审	姚永平		



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

图书在版编目 (CIP) 数据

单片微型计算机原理及接口技术 / 陈桂友主编. —北京: 高等教育出版社, 2012. 4
ISBN 978-7-04-034179-9

I. ①单… II. ①陈… III. ①单片微型计算机—理论—高等学校—教材②单片微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 011976 号

策划编辑 欧阳舟	责任编辑 欧阳舟	封面设计 张申申	版式设计 范晓红
插图绘制 尹 莉	责任校对 刁丽丽	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 100120
印 刷 北京中科印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 28.25
字 数 630 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
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>
版 次 2012 年 4 月第 1 版
印 次 2012 年 4 月第 1 次印刷
定 价 43.70 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 34179-00

工程应用型自动化专业 课程体系研究与教材建设委员会

主任委员： 吴 澄（清华大学）

副主任委员： 韩九强（西安交通大学）

萧德云（清华大学）

薛安克（杭州电子科技大学）

专 家 委 员（按姓氏笔画）：

王 普（北京工业大学）

刘小河（北京信息科技大学）

吴晓蓓（南京理工大学）

赵光宙（浙江大学）

彭 瑜（上海工业自动化仪表研究院）

韩力群（北京工商大学）

任德祥（上海宝钢集团）

吴重光（北京化工大学）

张德江（长春工业大学）

凌志浩（华东理工大学）

谢克明（太原理工大学）

戴先中（东南大学）

委 员（按姓氏笔画）：

于微波（长春工业大学）

王 俊（合肥学院）

王再英（西安科技大学）

王建华（上海应用技术学院）

艾 红（北京信息科技大学）

张丽香（山西大学工程学院）

李现明（山东大学）

陈在平（天津理工大学）

周亚军（杭州电子科技大学）

胡向东（重庆邮电大学）

聂诗良（西南科技大学）

黄 坚（南京工程学院）

韩 颖（高等教育出版社）

孔亚广（杭州电子科技大学）

王万良（浙江工业大学）

王存旭（沈阳工程学院）

白 晶（北华大学）

许晓峰（沈阳工程学院）

李全利（哈尔滨理工大学）

汪贵平（长安大学）

陈桂友（山东大学）

罗 敏（湖北汽车工业学院）

徐昱琳（上海大学）

崔桂梅（内蒙古科技大学）

黄江平（华东交通大学）

薛为民（北京联合大学）

秘 书： 韩 颖（兼）（高等教育出版社）

出版说明

为了适应高等工程教育改革,满足社会对工程应用型自动化专业人才的需要,在“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”主任委员吴澄院士的领导下,设立了“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设”专项研究课题,从全国高等院校遴选了既有工程研究实践背景、又有教材编写经验的专家教授,以及企业界知名特邀代表共40余人,对工程应用型自动化专业的课程体系、教学内容进行系统深入的调查、分析和研究,提出了工程应用型自动化专业课程体系结构和系列教材的三级目录。采用个人报名、专家推荐、“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设委员会”匿名评审相结合的方式,组织编写出版一套工程应用特点明显、国内一流的工程应用型自动化专业系列教材。

工程应用型自动化专业系列教材力求达到理论与应用相统一、教学与实际相结合、工程应用特点明显、国内一流。通过对人才市场需求、专业培养定位、自动化技术发展动态的分析研究,提出从实际工程应用自动化系统出发,结合系统中涉及的单元技术与理论方法,聚类归纳工程应用型自动化专业的课程体系结构,凝练解决自动化应用系统问题的每门课程的内容与知识点,使学生能够学以致用,能够解决工程实际应用问题。经过40多位专家教授的辛勤劳作,第一批19本工程应用型自动化专业系列教材于2010年陆续出版。为了满足不同应用背景、不同应用层次的工程需要,部分应用面广的同类教材有两种版本可供选用。

本系列教材主要内容覆盖自动化应用系统涉及的实用技术、理论与方法、器件与工具等内容。第一批教材包括针对自动化系统数据获取部分的机器视觉技术及应用、现代检测技术及应用等;系统驱动部分的电机与拖动、电力电子技术、电力拖动自动控制系统等;系统控制方法部分的自动控制原理、过程控制、运动控制等;控制器硬件设计部分的单片机原理、嵌入式系统、DSP原理、可编程控制器等;自动化系统部分的计算机控制、自动化系统集成、自动控制工程设计、自动化专业实践初步等;数据处理部分的控制工程数据库技术等。

本系列教材的主要特色在于注重课程体系的应用系统性和技术先进性,注重培养学生的自动化系统的集成组态设计能力和前瞻意识。课程体系按系统单元划分,教材章节按解决问题所需的知识安排,培养学生解决工程实际应用问题的针对性和有效性。在教材章节上尽可能引入相关新技术、新理论、新方法和新器件,培养学生利用新知识解决问题的思维方式和实际应用创新能力。

如何培养适应信息时代要求的工程师是我国高等工程教育改革的核心,也是本系列教材编写的主导思想。通过本系列教材的学习,使学生能够具备一个工程师进行自动化系统或相应系统设计开发以及选型集成的基本创新能力。本系列教材主要面向工程应用型自动化及相关专业

的大学生和研究生。我们希望本套工程应用型系列教材的出版，能够有力促进我国高等院校工程应用型自动化专业人才培养质量的提高，也能为广大科技工作者和工程技术人员提供参考和帮助。

感谢使用本系列教材的广大教师、学生和科技工作者的热情支持。欢迎提出宝贵批评意见和建议，请将您的建议反馈至 hanying@hep.com.cn。

工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设委员会

2009年12月

序 一

自动化技术在我国现代化建设进程中具有重要地位。五十多年来，自动化技术对我国社会主义现代化建设的众多领域发挥了重要作用，产生了深远影响。最具代表性的两弹一星的成功发射、载人飞船的顺利返回、嫦娥探月的环绕飞行等充分体现了自动化技术在国家重大工程应用中的示范作用。自动化技术也有力地推动着我国整体工业的发展和改变着人们的生活方式，如集成制造系统的普及推广使机械加工制造自动化程度达到了更高的水平，服务机器人代替家政进入了家庭，改善了人们的生活环境，如此等等。

我国正在全面建设小康社会，走新型工业化道路，促进信息化与工业化的“两化”融合，实现工业、农业、国防和科学技术现代化。在此进程中，自动化技术起着不可替代的桥梁作用。这就迫切需要高等学校自动化专业办学机构和广大教师进行深入研究和探索，如何能够为各行各业输送大量具有工程实践能力和应用创新能力的工程应用型自动化专业高级技术人才。在“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”主任委员吴澄院士领导下，针对我国高等教育发展快、规模大、社会各行各业对工程应用型自动化专业人才需求量大特点，按照大众化高等教育阶段分类指导的思想和原则，抓住有利时机，成立了“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设委员会”，对工程应用型自动化专业的知识体系、课程体系、能力培养等进行了有益的探索，为工程应用型自动化专业人才培养、教材建设奠定了基础。

工程应用型自动化专业涉及面广、行业多，其人才培养模式与课程体系涉及的因素众多复杂，包括如何结合通识教育，拓宽应用口径、突出专业重心、强化实践教育、理论联系实际、提高应用创新能力等，其中构建既不照搬研究型、也不雷同技能训练型的工程应用型自动化专业课程体系，编写一套有利于促进面向不同行业、应对不同层次问题的工程应用型学生个性发展的一流教材尤为重要，着力培养学生由解决工程实际问题到提出新问题的探索思维方式，即运用知识的创新能力。“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”在对工程应用型自动化专业课程体系研究的基础上，从全国遴选有工程应用背景、有教材编写经验的教授与专家，组织编写了这套工程应用型自动化专业系列教材，这对工程应用型自动化专业人才的创新能力培养具有重要意义。作为长期从事自动化专业高等教育和研究队伍中的一员，在本系列教材即将

付印之际，我谨向参与本系列教材规划、组织、编写工作的各位老师致以崇高的敬意！

希望广大教师、学生和科技人员积极使用这套教材，并提出宝贵意见。

A handwritten signature in black ink, reading '吴启迪' (Wu Qindi).

2009年12月于北京

吴启迪：教育部原副部长，同济大学教授、博士生导师。

序 二

工程应用型自动化专业系列教材是“教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会”在组织实施全国高等学校自动化专业系列教材之后，按照《自动化学科专业发展战略研究报告》分层次、多模式、多规格培养的指导思想 and 原则，结合《高等学校本科自动化指导性专业规范》实施的又一套工程应用特点明显、国内一流的自动化专业系列教材。该系列教材力求达到教学与实际相结合、理论与应用相统一、案例教学与知识传授并举，培养学生解决实际问题的能力和运用新知识的集成创新能力，使工程应用型自动化专业的学生能够真正成为解决实际工程应用问题的工程师。

我国工程应用型自动化专业以往的课程体系与知识体系基本照搬研究型自动化专业课程体系，带有浓厚的“理论的应用、应用的理论”内容，工程应用特点不明显。这也正是规划工程应用型自动化专业系列教材所面临的主要问题。为此，设立了“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设”的专项研究课题，成立了以西安交通大学韩九强教授、杭州电子科技大学薛安克教授、清华大学萧德云教授负责的联合研究小组，介入的高校达 40 多所，从全国遴选出 40 多名有工程实际背景和教材编写经历的教授和企业界知名代表。通过对工程应用型自动化专业的课程体系的深入研究，提出从实际工程应用自动化系统涉及的技术与理论方法出发，按自动化系统的组成，归纳分类工程应用型自动化专业的课程体系结构；分应用层次和对象功能凝练解决自动化应用系统中工程问题的知识内容与教材体系，建立知识传授与创新能力培养相结合的课程体系结构。以此为基础，组织规划了涵盖自动化应用系统涉及的数据获取、系统驱动、控制方法、数据处理、控制器设计、系统集成等 20 多门课程内容的系列教材。从数据获取到数据处理，从控制方法到控制器设计，从系统集成到组态工具，从课程体系到三级目录起草，先后经过了 6 次全国会议的认真研讨，凝聚着 40 多位专家教授的辛劳。教材主编采取个人申请，“工程应用型自动化专业课程体系研究与教材建设委员会”匿名评审确定，至此，第一批审定通过的 19 本工程应用型自动化专业系列教材于 2010 年陆续出版问世。

工程应用型自动化专业系列教材的出版，对工程应用型自动化专业知识体系的更新、教学方式的改变、工程实践的强化将起到积极的推动作用。但本系列教材从体系结构到每本教材的

三级目录组成，以至每本教材的具体内容都可能存在许多不当之处，恳请使用本系列教材的老师、学生及各界人士不吝批评指正。

教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会主任委员



2009年12月于清华大学

吴澄：中国工程院院士，清华大学教授，博士生导师，教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会主任委员。

前 言

单片机（国际上惯称：MCU，微控制器），无疑是当今电子信息技术中最活跃的一个领域。STC15F2K60S2 单片机是宏晶科技有限公司的典型单片机产品，采用了增强型 8051 内核，片内集成了 60KB Flash 程序存储器、1KB 数据 Flash（EEPROM）、2 048B RAM、3 个 16 位可自动重载的定时/计数器（T0、T1 和 T2）、可编程时钟输出功能、至多 42 根 I/O 口线、2 个全双工异步串行口（UART）、1 个高速同步通信端口（SPI）、8 通道 10 位 ADC、3 通道 PWM/可编程计数器阵列/捕获/比较单元（PWM/PCA/CCU）、MAX810 专用复位电路和硬件看门狗等资源。另外，STC15F2K60S2 单片机内部还集成了高精度 R/C 时钟，常温工作时，可以省去外部晶振电路。STC15F2K60S2 单片机具有在系统可编程（ISP）功能和在线调试功能，可以省去价格较高的专门编程器，开发环境的搭建非常容易。

STC15F2K60S2 单片机的所有指令和标准的 8051 内核完全兼容，具有良好的兼容性和很强的数据处理能力，所以，对于讲解 8051 单片机的广大教师，可以充分发挥以前讲解单片机原理及应用课程的经验；对于具有 8051 单片机知识的读者，不存在转型困难的问题。

根据高等工程教育对动手能力培养的要求，本书注重实验实践内容的编写，实验数量多、涉及内容广泛，内容设计精巧，循序渐进，由浅入深，从最简单的课后练习到较复杂的大学生电子设计竞赛试题和实际工程项目均有涉及。介绍单片机编程语言时，汇编语言和 C 语言并重，汇编语言有助于理解单片机的工作机制，而 C 语言易于应用和掌握。

本书注重知识的延续性，将大学低年级学习的布尔代数、逻辑电路、微型计算机常用术语及技术等内容和单片机的知识融会贯通。如果读者已学习相关知识，可以跳过相应章节。介绍本书所有内容时，建议使用 90~120 学时。

教材的每一章都给出了相应的习题，便于教学。与教材配套的电子教案和书中的所有实例以及最后一章的应用系统设计相关内容都可以从<http://www.mcu001.com>网站上下载。

本书深入浅出，层次分明，实例丰富，突出实用，可操作性强，特别适合作为普通高校计算机类、电子类、电气自动化及机械专业的教学用书，还可作为高职高专以及培训班的教材使用，同时，也可作为从事单片机应用领域的工程技术人员参考书。

参加本书编写和程序调试工作的同志还有赵林、王平、蒋阅峰、廖莉、丁然、隋慧斌、李国栋、高振强、向洮等。云南大学王威廉教授和宏晶科技有限公司姚永平总经理对全书进行了认真审阅，提出了许多宝贵意见。在本书的编写过程中，孙同景教授提出了很多很好的建议。

本书在山东大学自动化 08 级进行了试用，在试用过程中，许多同学从学生学习的角度出发，提出了很多修正建议。感谢我的妻子和女儿对我编写本书的大力支持。在此，对所有提供帮助的人深表感谢！

由于时间仓促，并且作者水平有限，书中定有不妥或错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 10 月

目 录

第 1 章 微型计算机概述	1	3.2.2 单片机的引脚及功能	53
1.1 微型计算机发展概况	1	3.3 单片机 I/O 口的使用	62
1.1.1 微处理器和微型计算机	1	3.4 单片机应用系统的典型构成	65
1.1.2 微型计算机的基本构成	2	习题	70
1.1.3 单片微型计算机简介	4	第 4 章 指令系统及汇编语言程序设计	71
1.1.4 微型计算机的软件系统	6	4.1 编程语言	71
1.2 微型计算机的应用	7	4.1.1 助记符语言	72
习题	9	4.1.2 操作码	72
第 2 章 微型计算机的基础知识	10	4.1.3 操作数	72
2.1 微型计算机中的数制及其编码	10	4.2 指令格式及其分类	73
2.1.1 数与数制	10	4.2.1 汇编语言的一般格式	73
2.1.2 不同数制之间的转换	10	4.2.2 指令代码的存储格式	74
2.1.3 数值数据的编码及其运算	12	4.2.3 指令中的符号约定	75
2.1.4 非数值数据的编码	19	4.3 寻址方式	76
2.2 布尔代数和常见逻辑电路	22	4.4 数据传送类指令	80
2.2.1 布尔代数	22	4.4.1 数据传送指令	81
2.2.2 基本逻辑运算和逻辑门电路	23	4.4.2 数据交换指令	84
2.2.3 常用组合逻辑电路	24	4.4.3 栈操作指令	84
2.3 微型计算机的常用技术术语和 技术	28	4.5 逻辑操作类指令	86
2.3.1 常用单位及术语	28	4.5.1 对累加器 A 进行的逻辑操作	87
2.3.2 常见技术	30	4.5.2 双操作数逻辑操作指令	88
习题	33	4.6 算术运算类指令	90
第 3 章 计算机系统的组成与工作原理	35	4.6.1 加减运算指令	90
3.1 模型机的结构及工作过程	35	4.6.2 乘除运算指令	92
3.1.1 模型机的结构简介	35	4.6.3 增量、减量指令	94
3.1.2 模型机的工作过程	37	4.6.4 二-十进制调整指令	94
3.2 单片机的结构	40	4.7 位操作指令	96
3.2.1 单片机的内部结构	40	4.7.1 位传送指令	96
		4.7.2 位状态控制指令	96

4.7.3 位逻辑操作指令	97	习题	164
4.7.4 位条件转移指令	98	第 6 章 中断	165
4.8 控制转移类指令	100	6.1 中断的概念	165
4.9 汇编语言程序设计	107	6.2 单片机的中断系统及其管理	166
4.9.1 伪指令	107	6.2.1 中断源及其优先级管理	167
4.9.2 汇编语言程序设计的一般 步骤和基本框架	111	6.2.2 单片机中断处理过程	175
4.9.3 典型汇编语言程序设计 举例	115	6.2.3 中断请求的撤除	177
4.10 汇编语言程序调试	127	6.2.4 中断程序编程举例	178
4.10.1 Keil μ Vision 集成开发环境 简介	127	6.2.5 中断使用过程中需要注意的 问题	182
4.10.2 Keil μ Vision 集成开发环境中 调试汇编语言程序的方法	128	习题	185
4.11 利用 ISP 工具将程序下载到 单片机中验证程序	139	第 7 章 定时/计数器与可编程计数器 阵列	186
4.11.1 ISP 下载程序的运行过程	139	7.1 定时/计数器及其应用	186
4.11.2 使用 ISP 工具下载程序的 步骤	139	7.1.1 定时/计数器的结构及 工作原理	186
习题	142	7.1.2 定时/计数器的相关寄存器	187
第 5 章 单片机的 C 语言程序设计及 仿真调试	145	7.1.3 定时/计数器的工作方式	190
5.1 单片机 C 语言程序中的常用 功能	145	7.1.4 定时/计数器量程的扩展	192
5.1.1 逻辑运算和位运算	145	7.1.5 定时/计数器编程举例	193
5.1.2 预处理	147	7.2 可编程时钟输出模块及其应用	197
5.2 Keil C 和 ANSI C	149	7.2.1 可编程时钟输出的相关 寄存器	197
5.2.1 Keil C51 扩展关键字	149	7.2.2 可编程时钟输出的编程 实例	199
5.2.2 扩展 I/O 口的使用	153	*7.3 可编程计数器阵列模块及其 应用	201
5.2.3 Keil C51 函数	154	7.3.1 PCA 模块的结构	202
5.2.4 STC15F2K60S2 单片机 C51 程序框架	156	7.3.2 PCA 模块的特殊功能 寄存器	203
5.3 STC15F2K60S2 单片机 C 语言 程序调试	159	7.3.3 PCA 模块的工作模式	206
		7.3.4 PCA 模块的应用	211
		习题	224
		第 8 章 数据通信	225
		8.1 通信的有关概念	225
		8.1.1 串行通信的相关概念	225

8.1.2 并行通信中的相关概念	231	10.2.2 液晶显示技术	351
8.2 串行接口	232	10.3 数码管显示驱动和键盘扫描 控制专用芯片	361
8.2.1 单片机的串行接口	232	习题	377
8.2.2 RS232 串行通信接口	271	第 11 章 复位、时钟和省电方式控制	378
8.2.3 RS485 串行通信接口	275	11.1 复位	378
8.2.4 SPI 通信接口	277	11.2 单片机的时钟	383
8.2.5 I ² C 通信接口	299	11.2.1 时钟源选择	383
8.3 并行接口的扩展方法	306	11.2.2 内部时钟分频和分频 寄存器	383
8.3.1 8255A 接口及其应用	306	11.3 单片机的电源检测与控制	384
8.3.2 74HC595 接口及其应用	312	11.3.1 单片机的低电压检测	384
习题	317	11.3.2 省电方式	387
第 9 章 模数转换器与数模转换器	318	习题	394
9.1 模数转换器的工作原理及 性能指标	319	第 12 章 单片机应用系统设计举例	395
9.1.1 模数转换器的工作原理	319	12.1 系统要求	395
9.1.2 模数转换器的性能指标	320	12.2 需求分析	395
9.2 模数转换器的应用	322	12.3 系统硬件设计	396
9.2.1 12 位并行 A/D 转换器 ADS7852 及其应用	322	12.4 系统软件设计	400
9.2.2 STC15F2K60S2 集成的 A/D 模块的结构及其使用	326	习题	413
9.3 数模转换器及其应用	334	附录 A ASCII 码表	414
9.3.1 数模转换器的工作原理及 性能指标	335	附录 B STC15F2K60S2 单片机寄存器 定义文件 STC15.INC 内容	415
9.3.2 12 位 D/A 转换器 TLV5616 及其接口技术	337	附录 C STC15F2K60S2 单片机寄存器 头文件 stc15.h 内容	420
习题	342	附录 D STC15F828EACS 和 STC15F204EA 引脚图	425
第 10 章 人机交互接口	343	D.1 STC15F828EACS 引脚图	425
10.1 键盘接口技术	343	D.2 STC15F204EA 引脚图	427
10.1.1 简易键盘接口的实现	343	附录 E STC15F2K60S2 单片机指令表	428
10.1.2 矩阵键盘接口的实现	345	参考文献	432
10.2 显示技术	348		
10.2.1 数码 LED 显示技术	348		

第1章 微型计算机概述

1.1 微型计算机发展概况

世界上第一台计算机是 1946 年问世的。电子计算机的问世,开创了科学技术高速发展的时代。经过半个多世纪的不断发展和提高,计算机获得了突飞猛进的发展,经历了由电子管、晶体管、集成电路以及超大规模集成电路的发展历程。计算机在科学技术、文化、经济等领域的发展中,发挥了巨大的推动作用。

1.1.1 微处理器和微型计算机

1946 年 2 月 15 日,世界上第一台通用数字电子计算机 ENIAC 研制成功,该计算机长 30.48m,如图 1-1 所示,整个计算机占地面积 170m^2 ,约相当于 10 间普通房间的大小,重达 30t,耗电量 150kW,造价 48 万美元。它使用 18 000 多个电子管,70 000 多个电阻,10 000 多个电容,1 500 多个继电器,6 000 多个开关,每秒执行 5 000 次加法或 400 次乘法,是继电器计算机运算速度的 1 000 多倍、手工计算的 20 万倍。还能进行平方和立方运算,计算正弦和余弦等三角函数的值及其他一些更复杂的运算。这样的速度在当时已经是人类智慧的最高水平。

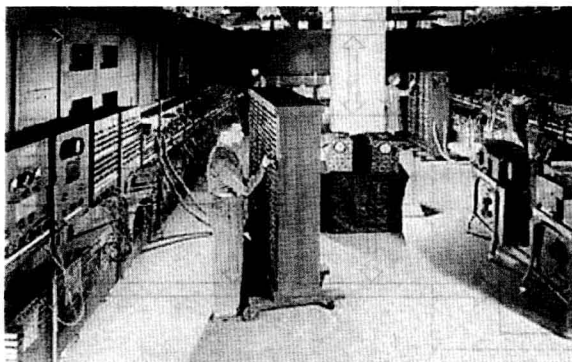


图 1-1 第一台电子计算机

微型计算机的发展取决于微处理器的发展。1971 年,美国 Intel 公司生产出了世界上第一片 4 位集成微处理器 4004;1975 年,中档 8 位微处理器的产品问世;1976 年,各公司又相继推出了高档微处理器,如 Intel 公司的 8085、Zilog 公司的 Z80 等;1978 年,各公司推出了性能与中档 16 位小型机相当的微处理器,比较有代表性的产品是 Intel 8086。Intel 8086 的地址线

为 20 位，可寻址 1M 字节的存储单元，时钟频率为 4~8 MHz。随着新技术的应用和大规模集成电路制造技术水平的不断提高，微处理器的集成度越来越高，一只芯片中包含的晶体管多达几千万只。同时，微处理器的性能价格比也在不断提高。与 CPU 配套的各种器件和设备，如存储器、显示器、打印机、数模、模数转换设备等也在迅速发展，总的发展趋势是功能加强、性能提高、体积减小和价格下降。

进入 21 世纪以来，各计算机公司不断推出新型的计算机，使得计算机无论从硬件还是软件方面，以及速度、性能、价格等诸方面不断适应各种人群的使用。截至 2009 年，市面上的奔腾双核机的主频已经达到 2.6 GHz 以上。新一代计算机采用人工智能技术及新型软件，硬件将采用新的体系结构和超导集成电路，分为问题解决与推理机、知识数据库管理机、智能接口计算机等。具有以下特点：

- ① 在 CPU 上集成存储管理部件；
- ② 采用指令和数据高速缓存；
- ③ 采用流水线结构以提高系统的并行性；
- ④ 采用大量的寄存器组成寄存器堆以提高处理速度；
- ⑤ 具有完善的协处理器接口，提高数据处理能力；
- ⑥ 在系统设计上引入兼容性，实现高、低档微机间的兼容。

1.1.2 微型计算机的基本构成

典型的微型计算机的基本结构由微处理器（CPU）、存储器、输入/输出接口（I/O 接口）及外部设备等组成，各个部件之间通过系统总线连接到一起，如图 1-2 所示。

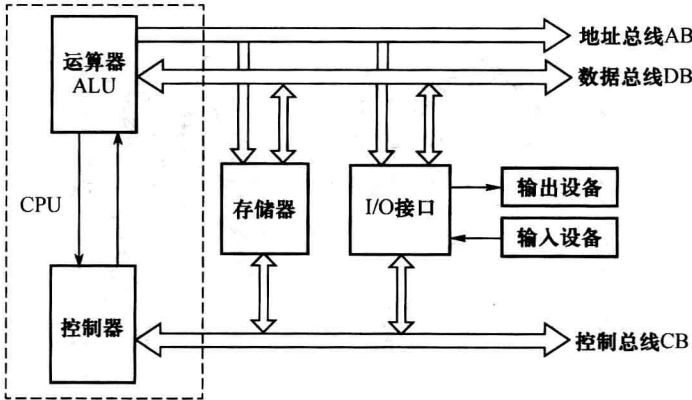


图 1-2 微型计算机的基本结构

系统总线就是连接多个功能部件的一组公共信号线，各功能部件之间的信息是通过总线传输的。系统总线分为地址总线 AB(Address Bus)、数据总线 DB(Data Bus)和控制总线 CB(Control Bus)，即典型的三总线结构。

地址总线 AB 是单向的，输出地址信号，即输出将要访问的存储器单元或 I/O 端口的地址，