

新世纪高等学校电子信息类专业规划教材

# 单片机原理及应用

宋 浩 田 丰 编著

清华大学出版社  
北京交通大学出版社  
.北京.

## 内 容 简 介

本书以 51 单片机为背景,详细讲解了单片机的原理及应用。全书分为 10 章,内容包括单片机概述,51 单片机硬件结构,指令系统与程序设计,中断系统,定时器/计数器,功能扩展,通信接口,人机接口,模拟通道接口,应用系统设计等。本书内容精练,实例丰富,深入浅出,讲解详尽。在内容的选取和结构安排上具有鲜明的时代性。

本书可作为大专院校计算机、通信、电子、自动化和其他相关专业的教材或教学参考书,也可作为单片机技术的培训教材,亦适合初学者自学使用。

版权所有 翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

(本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现,或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。)

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用 张浩,田丰编著. —北京:清华大学出版社,北京交通大学出版社, 2008.12  
(新世纪高等学校电子信息类专业规划教材)

ISBN 978-7-302-17400-0

I. ①张... II. ①张... ②田... III. ①单片机—微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP371.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 174000 号

责任编辑:李莉

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:(010)62770175

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:(010)62222000

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185mm×260mm 印张:16.5 字数:380千字

版 次:2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-302-17400-0

印 数:5000册 定价:39.50元

# 前 言

微型计算机的出现和大量使用将人类社会带入一个新的时代,单片微型计算机(简称单片机)在其中扮演着十分重要的角色。虽然它没有常见的 孕那样大的体积和重量,不会在办公桌或控制台上占据一个显要的位置,但它就像小小的螺丝钉一样,镶嵌在人们工作、生活中需要计算、控制、测量等智能活动的各个角落。自 1971 年问世以来,单片机以其体积小、可靠性高、控制功能强、使用方便、性能价格比高、容易产品化等特点,在智能仪表、机电一体化、实时控制、分布式多机系统、家用电器等各个领域得到了广泛应用,对各个行业的技术改造和产品的更新换代起着重要的推动作用,对人们生活质量的提高产生了深刻的影响。作为 21 世纪的工科大学生,学好单片机,一方面可以加深对计算机原理和结构的认识,另一方面也为自身在专业上的深入发展构筑了一个很好的平台,其重要性怎么强调都不为过。

单片机发展到今天,其品种繁多、性能各异。本书之所以以 8051 系列单片机为主线来讲解单片机的原理及应用,主要是考虑到便于学生实验实习。因为该系列的单片机进入我国较早,各高校的单片机实验室大多数装备的是该系列单片机。但为了避免学生在学习中视野狭窄,本书在第 1 章中不吝笔墨地对其他主流单片机也做了介绍,旨在帮助学生建立对单片机世界的全面认识。事实上,这种面向实践、学以致用思想贯穿在整本书的编写中,相信读者将在每章的学习中体会到编者的良苦用心。

革新内容、与时俱进是本书编写的另一个指导思想。单片机技术是微型计算机中一个发展非常迅速的领域。即便是经典的 8051 系列单片机,经过 30 多年的发展,无论是从内部架构还是从应用模式看,都有着脱胎换骨般的变化,编者力图将这些变化反映到内容中来。以第 2 章为例,对 8051 总线的阐述,对铁电存储器和串行存储器的介绍,对扩展片外程序存储器、扩展多片数据存储器内容省略,对扩展 8051 芯片内容的删减等,无不体现着编者在内容取舍上的煞费苦心。

全面周到、突出重点亦是本书的编写指导思想之一。没有一本教材能够解决一门课程学习和应用中的所有问题,但一本好的教材能够解决一门课程学习和应用中的绝大部分问题。本书在编写过程中尽量向这个目标努力。目前比较主要的单片机应用模式,比较典型的单片机解决方案,比较常用的单片机程序例程,都可在本书中找到。某些比较活跃的单片机应用领域,比如单片机的通信接口应用等,则在篇幅和讲述上给予了加强。编者努力在全面性与特色性之间、先进性与实用性之间寻求平衡,是否能达到预期的效果,尚需读者评判。

全书共 15 章。大致可划分为 3 个部分。第 1 部分为第 1 章,是对单片机的总体介绍,内容包括单片机的基本概念和历史沿革,单片机的分类和选型等。第 2 部分为第 2 章到第 4 章,是对 8051 单片机基本功能的讲述,内容包括硬件结构,指令系统与程序设计,中断系统和定时器/计数器。第 3 部分为第 5 章到第 15 章,主要讲解单片机的功能扩展和接口技术,内容包括功能扩展,通信接口,人机对话接口,模拟通道接口等。第 15 章,阐述单片机的应用系统设计,内容包括设计方法,抗干扰设计和设计实例等。本书的参考学时

为 学时(不含实验)。

本书由宋浩和田丰编写,张荣娟、刘大发、白皓威、郭进、王瑞兰、沈宝信等参与了部分章节的编写工作,侯西伦、陈苓、李嘉生、樊尚志、蒋三石、李枫等对例程进行了调试和验证,王从双、马彦武、李森、刘莎、付涛、胡玲翠、罗金科等完成了全书的录入和绘图。

由于编者水平有限,本书的缺点错误在所难免,恳请读者批评指正。读者可将意见或建议发 编者在此预致谢意!

编 者  
年 月

# 目 录

第 1 章 单片机概述 .....	( 1 )
1.1 微型计算机与单片机 .....	( 1 )
1.1.1 微型计算机的结构和原理 .....	( 1 )
1.1.2 单片机与嵌入式系统 .....	( 1 )
1.1.3 常用名词与术语 .....	( 1 )
1.2 单片机的历史与发展 .....	( 1 )
1.2.1 单片机的发展沿革 .....	( 1 )
1.2.2 单片机的发展趋势 .....	( 1 )
1.3 单片机的分类 .....	( 1 )
1.3.1 哈佛结构的单片机 .....	( 1 )
1.3.2 冯·诺依曼结构的单片机 .....	( 1 )
1.3.3 基于 ARM 内核的 32 位单片机 .....	( 1 )
1.3.4 数字信号处理器 .....	( 1 )
1.4 部分单片机系列简介 .....	( 1 )
1.4.1 8051 系列及其兼容单片机 .....	( 1 )
1.4.2 8051 兼容系列单片机 .....	( 1 )
1.4.3 8051 兼容系列单片机 .....	( 1 )
1.4.4 8051 兼容系列单片机 .....	( 1 )
1.4.5 8051 兼容系列单片机 .....	( 1 )
1.4.6 单片机的选型 .....	( 1 )
习题与思考题 .....	( 1 )
第 2 章 8051 系列单片机的硬件结构 .....	( 1 )
2.1 8051 单片机的内部结构 .....	( 1 )
2.2 8051 单片机的中央处理器 .....	( 1 )
2.2.1 运算器 .....	( 1 )
2.2.2 控制器 .....	( 1 )
2.3 8051 引脚功能与时序 .....	( 1 )
2.3.1 8051 系列单片机引脚说明 .....	( 1 )
2.3.2 8051 时序 .....	( 1 )
2.4 8051 单片机的存储器结构 .....	( 1 )
2.4.1 程序存储器 .....	( 1 )
2.4.2 数据存储器 .....	( 1 )
2.5 并行 I/O .....	( 1 )

4.1.1	并行口的内部结构 .....	(猿)
4.1.2	写端口操作 .....	(猿)
4.1.3	读端口操作 .....	(猿)
4.1.4	读原色改原写端口操作 .....	(猿)
4.1.5	并行口的负载能力 .....	(猿)
4.2	时钟电路与复位电路 .....	(猿)
4.2.1	时钟电路 .....	(猿)
4.2.2	复位电路 .....	(猿)
	习题与思考题 .....	(猿)
第 猿章	酝悦酝单片机指令系统与程序设计 .....	(猿)
猿.1	酝悦酝指令系统与指令的执行 .....	(猿)
猿.1.1	酝悦酝指令系统概述 .....	(猿)
猿.1.2	酝悦酝指令的时序 .....	(猿)
猿.1.3	酝悦酝指令的执行过程 .....	(猿)
猿.2	符号指令的寻址方式 .....	(猿)
猿.2.1	寄存器寻址 .....	(猿)
猿.2.2	立即寻址 .....	(猿)
猿.2.3	直接寻址 .....	(猿)
猿.2.4	间接寻址 .....	(猿)
猿.2.5	变址寻址 .....	(猿)
猿.2.6	位寻址 .....	(猿)
猿.3	常用指令 .....	(猿)
猿.3.1	数据传送类指令 .....	(猿)
猿.3.2	加减运算指令 .....	(猿)
猿.3.3	逻辑运算及移位类指令 .....	(猿)
猿.3.4	位操作指令 .....	(猿)
猿.3.5	伪指令 .....	(猿)
猿.4	汇编语言程序设计方法 .....	(猿)
猿.4.1	顺序程序设计 .....	(猿)
猿.4.2	分支程序设计 .....	(猿)
猿.4.3	循环程序设计 .....	(猿)
猿.4.4	多重循环程序设计 .....	(猿)
猿.5	子程序设计 .....	(猿)
猿.5.1	子程序的概念 .....	(猿)
猿.5.2	子程序的调用指令与返回指令 .....	(猿)
猿.5.3	子程序及调用程序设计实例 .....	(猿)
	习题与思考题 .....	(猿)
第 源章	酝悦酝单片机的中断系统 .....	(猿)
源.1	中断系统概述 .....	(猿)

源圆 中断的概念 .....	(源圆)
源圆 配置单片机的中断系统结构 .....	(源圆)
源圆 中断源和中断控制 .....	(源圆)
源圆 中断源 .....	(源圆)
源圆 中断控制 .....	(源圆)
源圆 中断响应 .....	(源圆)
源圆 中断的响应过程 .....	(源圆)
源圆 外部中断的响应时间 .....	(源圆)
源圆 外部中断的方式 .....	(源圆)
源圆 中断请求的撤销 .....	(源圆)
源圆 中断服务程序的设计 .....	(源圆)
源圆 中断服务程序设计的任务 .....	(源圆)
源圆 采用中断时的主程序结构 .....	(源圆)
源圆 中断服务程序的流程 .....	(源圆)
源圆 外部中断源的扩展 .....	(源圆)
习题与思考题 .....	(源圆)
第 缘章 配置单片机的定时器 计数器及其应用 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器的结构与工作方式 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器的结构 .....	(源圆)
缘圆 方式园 .....	(源圆)
缘圆 方式员 .....	(源圆)
缘圆 方式圆 .....	(源圆)
缘圆 方式猿 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器的基本应用 .....	(源圆)
缘圆 方式园的应用 .....	(源圆)
缘圆 方式员的应用 .....	(源圆)
缘圆 方式圆的应用 .....	(源圆)
缘圆 方式猿的应用 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器应用时要注意的问题 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器的扩展应用 .....	(源圆)
缘圆 计时计数器的基本原理 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器用于周期测量 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器用于频率测量 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器用于 粤粤转换 .....	(源圆)
缘圆 定时器 计数器 栽圆 .....	(源圆)
缘圆 栽圆的工作控制 .....	(源圆)
缘圆 栽圆的工作方式 .....	(源圆)
缘圆 栽圆的工作编码 .....	(源圆)
习题与思考题 .....	(源圆)

第 4 章 51 单片机功能扩展 .....	( 100 )
4.1 I <sup>2</sup> C 总线扩展 .....	( 100 )
4.1.1 I <sup>2</sup> C 总线特点 .....	( 100 )
4.1.2 I <sup>2</sup> C 总线的信号及时序定义 .....	( 101 )
4.1.3 I <sup>2</sup> C 总线上的数据传送格式 .....	( 101 )
4.1.4 I <sup>2</sup> C 总线数据传送模拟 .....	( 102 )
4.2 存储器扩展 .....	( 103 )
4.2.1 存储器的分类 .....	( 103 )
4.2.2 51 单片机存储器扩展基础 .....	( 103 )
4.2.3 数据存储器的扩展 .....	( 103 )
4.2.4 并行 I/O 与 I <sup>2</sup> C .....	( 104 )
4.2.5 串行 I/O 的扩展 .....	( 104 )
4.3 并行 I/O 扩展设计 .....	( 105 )
4.3.1 并行 I/O 概述 .....	( 105 )
4.3.2 用可编程芯片扩展并行 I/O .....	( 105 )
4.3.3 用 I/O 芯片扩展并行 I/O .....	( 106 )
习题与思考题 .....	( 106 )
第 5 章 51 单片机通信接口与应用 .....	( 107 )
5.1 51 单片机的串行通信接口 .....	( 107 )
5.1.1 串行通信的基本概念 .....	( 107 )
5.1.2 51 单片机串行口的结构与控制 .....	( 108 )
5.1.3 串行口的工作方式 .....	( 108 )
5.1.4 串并、并串转换 .....	( 108 )
5.2 51 单片机之间的串行通信 .....	( 109 )
5.2.1 双机直接通信 .....	( 109 )
5.2.2 单片机多机通信 .....	( 109 )
5.3 51 单片机与 PC 的串行通信 .....	( 110 )
5.3.1 串行通信总线标准 .....	( 110 )
5.3.2 单片机与 PC 的串行通信 .....	( 110 )
5.4 数据传输差错控制 .....	( 111 )
5.4.1 差错产生的原因及差错类型 .....	( 111 )
5.4.2 差错控制基本原理 .....	( 111 )
5.4.3 差错控制编码 .....	( 111 )
5.5 51 单片机的并行通信 .....	( 112 )
5.5.1 并口直接通信 .....	( 112 )
5.5.2 基于 I/O 的并行通信 .....	( 112 )
5.5.3 单片机与 PC 的并行通信 .....	( 112 )
习题与思考题 .....	( 112 )
第 6 章 51 单片机的人机对话接口 .....	( 113 )



程序运行中的数据保护 .....	(猿猿)
故障的恢复处理 .....	(猿猿)
应用系统设计实例 .....	(猿猿)
多功能密码锁 .....	(猿猿)
恒定电位仪 .....	(猿猿)
习题与思考题 .....	(猿猿)
附录 粤 单片机指令速查表 .....	(猿猿)
附录 月 密码字符表 .....	(猿猿)
参考文献 .....	(猿猿)

# 第 1 章 单片机概述

单片微型计算机(简称单片机)是微型计算机的一个很重要的分支,自 20 世纪 70 年代问世以来,以其体积小、可靠性高、控制功能强、使用方便、性能价格比高、容易产品化等特点,在智能仪表、机电一体化、实时控制、分布式多机系统、家用电器等各个领域得到了广泛应用,对各个行业的技术改造和产品的更新换代起着重要的推动作用,对人们生活质量的提高产生了深刻的影响。本章首先通过对微型计算机结构和原理的简要阐述,引出单片机的基本概念,进而简述单片机的发展沿革与趋势。为了让读者对单片机领域有一个比较全面的了解,还介绍了单片机的分类与选型及几种常见的单片机系列。

## 1.1 微型计算机与单片机

单片机是特殊形式的微型计算机,要了解单片机的基本概念,首先要了解微型计算机的结构和原理。

### 1.1.1 微型计算机的结构和原理

#### 1.1.1.1 微型计算机的结构

微型计算机主要由中央处理单元(CPU)、存储器(RAM 和 ROM)、I/O 接口、I/O 设备及总线组成,如图 1-1 所示。

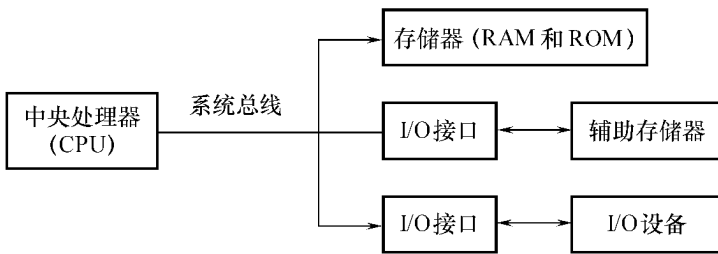


图 1-1 微型计算机的基本结构

#### 1.1.1.2 中央处理器 (CPU)

中央处理器 (CPU) 也称微处理器,具有算术运算、逻辑运算和控制操作的功能,是微型计算机的核心部分。它主要由以下几个基本部分组成。

##### (1) 算术逻辑单元 (ALU)

算术逻辑单元用来执行基本的算术运算和逻辑运算。

##### (2) 寄存器 (寄存器组)

CPU 中有多个寄存器,用来存放操作数、中间结果及反映运算结果的状态标志位等。



### (四) 数据总线

负责传输数据的一组信号线称为数据总线。数据在 CPU 与存储器和 CPU 与 I/O 接口之间的传送是双向的,故数据总线为双向总线。对于单片机对外部扩展的数据总线为 8 位,用  $\overline{AD}$  表示,即字长为 8 位。 $\overline{A}$  和  $\overline{D}$  的数据总线为 16 位,用  $\overline{A}$  和  $\overline{D}$  表示。 $\overline{A}$  和  $\overline{D}$  的数据总线为 16 位,  $\overline{A}$  和  $\overline{D}$  的数据总线为 16 位。

### (五) 控制总线

在传输与交换数据时起管理控制作用的一组信号线称为控制总线。它传送各种信息,有的是 CPU 到存储器或 I/O 接口的控制信号,如读信号  $\overline{RD}$ 、写信号  $\overline{WR}$ 、地址锁存允许信号  $\overline{CE}$ 、 $\overline{OE}$ 、 $\overline{WE}$ 、 $\overline{OE}$ 、 $\overline{WE}$  等;有的是 I/O 接口到 CPU 的信号,如中断请求信号  $\overline{INT}$  等。控制信号线有的是高电平有效,如  $\overline{RD}$  等;有的是低电平有效,如  $\overline{RD}$ 、 $\overline{WR}$  等。

### 源 I/O 接口

外部设备与计算机之间通过接口连接。设置接口主要有以下几个方面的原因,一是外部设备,大多数都是机电设备,传送数据的速度远远低于计算机,因而需要接口做数据缓存。二是外部设备表示信息的格式与计算机不同,例如,由键盘输入的数字、字母,先由键盘接口转换成 8 位二进制码(ASCII 码),然后再送入计算机,因此需用接口进行信息格式的转换。三是接口还可以向计算机报告设备运行的状态,传达计算机的命令等。

### 源 I/O 设备

I/O 设备又称为外部设备,通过 I/O 接口与微型计算机连接。输入设备是变换计算机输入信息形式的部件。它将人们熟悉的信息形式变换成计算机能接收并识别的信息形式。输入的信息形式有数字、字母、文字、图形、图像等多种形式,送入计算机的只有一种形式,就是二进制数据。一般的输入设备只用于原始数据和程序的输入。常用的输入设备有键盘、模数转换器、扫描仪等。输出设备是变换计算机输出信息形式的部件。它将计算机处理结果的二进制信息转换成人们或其他设备能接收和识别的形式,如字符、文字、图形等。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图机等。

磁盘和光盘等大容量存储器也是计算机重要的外部设备,它们既可以做输入设备,也可以做输出设备。此外,它们还有存储信息的功能,因此常常作为辅助存储器使用。而一般所指的存储器为内存储器或主存储器。

### 源微型计算机的工作原理

中央处理器、存储器、I/O 接口、外部设备构成计算机的硬件(裸机),仅有这些硬件还只是具有了计算的可能,计算机真正进行计算还必须有多种程序的配合。那么什么是程序呢?当需要用计算机完成某项任务时,例如,要解算一道数学题,就要先把题目的解算方法变成计算机能够识别并能执行的基本操作命令,这些基本操作命令按一定顺序排列起来,组成了程序,而其中每一条基本操作命令就是一条指令。指令是对计算机发出的一条条工作命令,命令计算机执行规定的操作。因此,程序是实现既定任务的指令序列,其中的每条指令都规定计算机执行的一种基本操作,计算机按程序安排的顺序执行指令,就可以完成既定任务。

指令必须满足两个条件,一是指令的形式是计算机能够理解的,因此指令也采用与数据一样的二进制数字编码形式表示;二是指令规定的操作必须是计算机能够执行的,即每条指令的操作均有相应的电子线路实现。各种类型的计算机指令都有自己的格式和具体的含

义,但必须指明操作性质(如加、减、乘、除、比较大小等)和参加操作的有关信息(如数据或数据的存放地址等)。指令的不同组合方式可以构成完成不同任务的程序,一台机器的指令种类是有限的,但在人们的精心设计下,实现信息处理任务的程序可以无限多,计算机严格忠实地按照程序安排的指令顺序,有条不紊地执行规定的操作,完成预定任务。为实现自动连续地执行程序,必须先把程序和数据送到具有记忆功能的存储器中保存起来,然后由控制器和译码器依据程序中指令的顺序周而复始地取出指令,分析指令,执行指令,直到完成全部指令操作为止。存储程序和程序控制体现了现代计算机的基本特征,是计算机的基本工作原理。

## 1.1.1 单片机与嵌入式系统

近代电子计算机是应数值计算要求诞生的。在很长的时间内,电子计算机都是以发展海量数值计算为己任。但是电子计算机表现出的逻辑运算、处理、控制能力,吸引了电子控制领域的专家,要求发展能满足控制对象要求,实现嵌入式应用的计算机系统。如果将满足海量数据处理的计算机系统称为通用计算机系统,那么则可把嵌入到对象体系(如舰船、飞机、机床等)中的计算机系统称为嵌入式计算机。显而易见,两者的技术发展方向是不同的。前者要求海量数据存储、吞吐,高速数据处理分析及传输;而后者要求在对象环境中可靠运行,对外部物理参数的高速采集、逻辑分析处理和对外部对象的快速控制等。早期人们将通用计算机加上数据采集单元、输出驱动电路,勉为其难地构成一个热处理炉的温控系统。这样的通用计算机系统不可能为大多数电子系统采用,而且要使通用计算机系统满足嵌入式应用要求,必然影响高速数值处理技术的发展。为了解决计算机技术发展的矛盾,在20世纪70年代,半导体专家完全按照电子系统的计算机嵌入式应用要求,将一个微型计算机的基本系统——中央处理器(运算、控制、总线)和存储器(运算、控制、总线)和各种输入/输出接口(定时器、计数器、并行接口、串行口、数模转换器、脉冲调制器等)集成在一个芯片上,形成了早期的单片机(单片微型计算机)。单片机问世后,在计算机领域中开始出现了通用计算机系统和嵌入式系统的两大分支。此后,无论是嵌入式系统,还是通用计算机系统都得到了飞速的发展。

嵌入式系统源于计算机的嵌入式应用,早期嵌入式系统为通用计算机经改装后嵌入到对象体系中的各种电子系统,如舰船的自动驾驶仪、轮机监测系统等。嵌入式系统首先是一个计算机系统,其次它被嵌入到对象体系中,在对象体系中实现对象要求的数据采集、处理、状态显示、输出控制等功能。由于嵌入在对象体系中,嵌入式系统的计算机没有计算机的独立形式及功能。单片机完全是按照嵌入式系统要求设计的,因此单片机是最典型的嵌入式系统。单片微机一词是早期单片微型计算机的直译,随后,为了面向对象、突出控制功能,在片内集成了许多外部电路及外设接口,突破了传统意义的计算机结构,发展成微控制器的体系结构,目前国外已普遍称之为微控制器(单片微型计算机)。鉴于其完全作嵌入式应用,故又称为嵌入式微控制器(单片微型计算机)。国内单片微机(简称单片机)一词已约定俗成,但应将单片微机的“机”理解成微控制器而不是微计算机。

单片机以其卓越的性能,得到了广泛的应用,已深入到各个领域。单片机应用在检测、控制领域中具有如下特点。

(1) 小巧灵活、成本低、易于产品化,能组装成各种智能式测控设备及智能仪器仪表。

(2) 可靠性好,应用范围广。单片机芯片本身是按工业测控环境要求设计的,抗干扰性

强,能适应各种恶劣的环境,这是其他机种无法比拟的。

(猿) 易扩展,很容易构成各种规模的应用系统,控制功能强。单片机的逻辑控制功能很强,指令系统有各种控制功能指令,可以对逻辑功能比较复杂的系统进行控制。

(源) 具有通信功能,可以很方便地实现多机和分布式控制,形成控制网络和远程控制。单片机的应用范围很广,在下述各个领域中得到广泛应用。

(员) 工业方面:各种测控系统、数据采集系统、工业机器人、智能化仪器、机、电一体化产品。

(圆) 智能仪器仪表方面:单片机应用在智能仪器、仪表方面,不仅使传统的仪器仪表发生根本的变革,也给传统的仪器、仪表行业改造带来了曙光。

(猿) 通信方面:调制解调器、程控交换技术。

(源) 消费产品方面:电动玩具、录像机、激光唱机。

(缘) 军用设备方面:导弹控制、鱼雷制导控制、智能武器装备、飞机导航系统。

(远) 计算机外部设备及电器方面:打印机、硬盘驱动器、彩色与黑白复印机、磁带机等。

(苑) 多机分布式系统:可用单片机构成分布式测控系统,它使单片机应用进入了一个全新的阶段。

综上所述,从家用电器、智能仪器仪表、工业控制直到火箭导航等尖端技术领域,单片机都发挥着十分重要的作用。

## 4.1 常用名词与术语

### 4.1.1 位

位(猿)是计算机所能表示的最基本、最小的数据单元。因为计算机采用二进制数,所以位就是员个二进制位,它有两种状态 园和 员。若干个二进制位的组合就可以表示各种数据、字符等。

### 4.1.2 字节和字长

字(猿)是计算机内部进行数据处理的基本单位,通常它与计算机内部的寄存器、算术逻辑单元、数据总线宽度相一致。计算机的每一个字所包含的二进制位数称为字长。

### 4.1.3 字节

把相邻的 愿位二进制数称为字节(猿)。字节长度是固定的,但不同计算机的字长是不同的。愿位微机的字长等于 员个字节,而 员位微机的字长等于 圆个字节,猿位微机的字长等于 源个字节。为了表示方便,常把一个字节定为 愿位,把一个字定为 员位,把一个双字定为 猿位。

### 4.1.4 指令

指令(猿)是规定计算机进行某种操作的命令,它是计算机自动控制的依据。计算机只能直接识别 园和 员数字组合的编码,这就是指令的机器码。微型计算机的机器码指令有 员字节、圆字节,也有多字节,如 猿字节、源字节、远字节等。

### 4.1.5 程序

程序(猿)是指令的有序集合,是一组为完成某种任务而编制的指令序列。

### 4.1.6 指令系统

指令系统(猿)是指一台计算机所能执行的全部指令。

## 1.1 单片机的历史与发展

20世纪70年代中期,微型电子计算机在数字逻辑运算、推理、实际控制方面显示出强大的能力。为进一步满足广泛应用的需要,其发展形成了两个分支。一是充分利用大规模集成电路技术的发展,不断扩大微处理器的功能,在性能指标上赶超小型机;二是发展了单片机,以满足价格低廉、功能完善、面向工业控制领域的迫切需要。单片机的出现,是计算机技术发展史上的一个里程碑。

### 1.1.1 单片机的发展沿革

从1971年1位单片微机诞生以来,至今已发展有8位单片微机、16位单片微机,但一直是以1位机为主流机型,预计这种情况还将继续下去。而与之相对应的通用计算机的销量却迅速从1位过渡到8位、16位,并向32位迈进。这是由单片机应用需求所决定的独特现象。

以Intel公司的1位单片机为主线来认识单片微机的发展史,其发展阶段大致分为单片机探索阶段、单片机完善阶段、形成阶段和成熟完善阶段。

#### 1.1.1.1 第一代:单片机探索阶段

单片机探索阶段的任务是探索计算机的单芯片集成(1971~1975年)。1971年美国Intel公司发表了Intel 8001型四位单片微机,这是世界上第一台完全单片化的微机。1971年12月Intel公司推出Intel 8080系列单片微机,这是第一台完整的8位单片微机。

在计算机单芯片的集成体系结构的探索中有两种模式,即通用微机和专用微机模式。

##### (1) 通用微机模式

采用通用微机和通用外围单元电路的集成方式,这种模式以Intel公司的Intel 8080为代表,它将通用微增强型的总线(数据和地址总线)、总线时钟、总线驱动器、总线接收器、并行接口、并行定时器/计数器、并行串行接口集成在一片芯片上,使用微机的指令系统。

##### (2) 专用微机模式

采用专门为嵌入式系统要求设计的微与外围电路集成的方式。这种专用方式以Intel公司的Intel 8085为代表,其微存储器、定时器/计数器、中断系统、接口、时钟以及指令系统都是按嵌入式系统要求专门设计的。

这一阶段的目的在于探索单片机的体系结构。事实证明,这两种方式都是可行的。专用微机方式能充分满足嵌入式应用的要求,成为今后单片机发展的主要体系结构模式,通用微机方式则与通用微机构成的通用计算机兼容,应用系统开发方便,成为后来嵌入式微处理器的发展模式。

#### 1.1.1.2 第二代:单片微机完善阶段

1975年Intel公司推出Intel 8086系列。Intel 8086是完全按照嵌入式应用而设计的单片机,在以下几个重要技术方面完善了单片微机的体系结构。

(1) 面向对象、突出控制功能、满足嵌入式应用的专用微及微外围电路体系结构。

(圆) 寻址范围规范为 16 位和 20 位的寻址空间。

(猿) 规范的总线结构。有 16 位数据总线、16 位地址总线及多功能的异步串行接口通用异步收发器 (UART) 移位寄存器方式、串行通信方式及多机通信方式。

(源) 特殊功能寄存器 (SFR) 的集中管理模式。

(缘) 设置位地址空间, 提供位寻址及位操作功能。

(远) 指令系统突出控制功能, 有位操作指令、跳转管理指令及大量的转移指令。

单片机的完善, 特别是 8051 系列对单片机体系结构的完善, 奠定了它在单片机领域的地位, 形成了事实上的单片机标准结构。时至今日, 许多半导体厂家以 8051 系列中的 8051 为核, 发展出许多新型的 8051 系列单片机系列, 一直有旺盛的生命力。

### 3. 第三代: 微控制器形成阶段

在实际面对测控对象的操作中, 不仅要求有完善的计算机体系结构, 还要有许多面对测控对象的接口电路和外围电路, 如 模数转换器、数模转换器、高速 I/O 口、计数器的捕捉与比较、程序监视定时器 (PDT), 保证高速数据传输的直接存储器访问 (DMA) 等。这些满足测控要求的外围电路, 大多数已超出了一般计算机的体系结构。为了满足测控系统的嵌入式应用要求, 这一阶段单片机的主要技术发展方向是外围电路的增强。微控制器 (Microcontroller) 一词就诞生在这一阶段, 成为国际上对单片机的标准称谓。

该阶段的代表系列为 8051 系列, 包括许多半导体厂家以 8051 系列中 8051 为基核发展起来的、旨在满足各种嵌入式应用的各种型号单片机。此外, 还有许多知名的其他单片机系列。

这一阶段微控制器技术发展的主要特征如下。

(员) 外围功能集成。满足模拟量输入的 12 位满足伺服驱动的脉宽调制 (PWM), 满足高速 I/O 控制的高速 I/O 口, 及保证程序可靠运行的程序监视定时器 (PDT) 等。

(圆) 出现了为满足串行外围扩展要求的串行扩展总线及接口, 如 16C45 串行 I/O 扩展器等。

(猿) 出现了满足分布式系统、突出控制功能的现场总线接口, 如 I<sup>2</sup>C 总线等。

(源) 单片机云存储的推广, 为最终取消外部程序存储器扩展奠定了基础。

### 4. 第四代: 微控制器发展阶段

现阶段的单片机领域技术不断创新、产品日益丰富, 以满足日益增长的广泛需求。其特点如下。

(员) 电气商、半导体商普遍介入单片机领域。

(圆) 面对不同对象, 推出适合不同领域要求的单片机系列。单片机面对最底层的电子技术应用, 从玩具、小家电、工程控制单元到机器人、智能仪器仪表、过程控制、个人信息终端等。

(猿) 大力发展专用型单片机。专用型单片机具有低成本, 资源有效利用, 系统外围电路少, 可靠性高的优点, 是未来单片机发展的一个重要方向。

(源) 致力于提高单片机的综合品质, 如提高总线速度, 降低功耗等。

(缘) 高档 16 位单片机已经发展到以 8051 系列单片机为标志的、能独立工作的片上系统 (SoC) 时代。

20 世纪 80 年代以来, 单片机的发展非常迅速, 单片机产品已占整个微机 (包括一般的微处理器) 产品的 80% 以上, 其中 16 位单片机的产量又占整个单片机产量的 30% 以上, 因此

此为试读, 需要完整 PDF 请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)