

高等学校规划教材

微处理器原理 与接口技术

王 汀 主编



化学工业出版社

教材出版中心

高等学校规划教材

微处理器原理与接口技术

王 汀 主编

沈相国 戴华平 副主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

微处理机原理与接口技术/王汀主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 6
高等学校规划教材
ISBN 7-5025-5014-3

I. 微… II. 王… III. ①微处理机-理论-高等学校-教材②微处理机-接口设备-高等学校-教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 053394 号

高等学校规划教材
微处理机原理与接口技术

王 汀 主编
沈相国 戴华平 副主编
责任编辑: 唐旭华
文字编辑: 吴开亮
责任校对: 王素芹
封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京永鑫印刷有限责任公司印刷
三河市前程装订厂装订
开本 787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 466 千字
2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-5014-3/G·1323
定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

计算机技术横贯信息学科的三大基础理论领域：通信理论、控制理论和系统理论，也是这三大基础理论的技术支撑。从大学本科开始就掌握好计算机技术是信息学科人才培养的迫切要求。

“微处理机原理”课程是非计算机专业大学本科理工科类学生学习计算机硬件知识的一门重要的必修课程。对于信息类专业来说，该课程也是其他专业课程的基础。自从微处理器（micro processor）诞生以来，以微处理器为核心的各种技术发展很快，因此如何做到通用微处理机、单片机、特殊微处理机内容兼顾是微处理机原理教学过程中值得探讨的问题。本书编者主张在有限的课时中，以微处理机嵌入式应用最为广泛的 8 位单片机为主线讲解“微处理机原理”无疑是明智的，然而必须注意兼顾其他微处理机的结构原理以及微处理机领域的新技术、新工艺、新进展。只有坚持教授的是微处理机原理，不仅仅是单片机原理，坚持授之以渔，不是授之以鱼，才能真正将作为大学本科学习的“微处理机原理”课程开成为专业基础课程。

张宏建

2004 年 3 月

前 言

理工科类非计算机专业本科学生学习计算机软硬件结合的知识,通常由“微处理机原理及应用”等课程组成,所涉及的机型也历经了从 8085、Z80、MCS-48、MCS-51 到 MCS-96 的过程,现在大多以 MCS-51 为例。

如今,世界上微处理机的种类繁多,各行各业的应用情况更是错综复杂,作为入门或启蒙教学的大学学习,任何一种复杂或简单的机型选择都不可能解决学生日后研究和就业中面对的直接应用问题。因此,大学教学应当特别重视授之以“渔”,而不仅仅是授之以“鱼”。系统而清晰的基本概念、开阔而新颖的行业眼界、灵活而有效的实现方法是教学之中的重中之重。选择 MCS-51 为例,符合当前微处理机应用的普遍现状,仅以 MCS-51 为例不能全面反映社会对微处理机应用的真实需求。

为了较好地解决这一问题,我们配合浙江大学信息工程学院的微处理机教学平台课程建设,将微处理机知识的理论和实践教学归纳成三本教材:《微处理机原理与接口技术》、《微处理机系统与应用技术》和《微处理机实验教程》。

本书以 MCS-51 为例,讲解计算机基础知识、微处理机硬件原理、硬件结构、指令系统、汇编语言程序设计、I/O 资源及接口方法、系统扩展方法、开发工具与过程等。为了开阔行业眼界,除了讲解硬件原理与各种方法时尽可能研究共性外,又以一章内容介绍了与 MCS-51 兼容而且特色显著的多种单片机,及新颖而有特色的少量其他单片机。

全书共 13 章,各章主要内容分别为:

第 1 章简要介绍计算机、微处理机的发展与应用概况及相关基础知识等;

第 2 章介绍微处理机的硬件结构及 MCS-51 系列微处理器硬件结构;

第 3 章介绍 MCS-51 系列微处理器指令系统;

第 4 章介绍汇编语言程序设计方法与实例;

第 5 章介绍微处理机系统中的存储器和 MCS-51 系统存储器扩展方法;

第 6 章介绍微处理器系统输入/输出与中断的概念及 MCS-51 系列的中断系统;

第 7 章介绍定时器/计数器的结构原理和 MCS-51 中的定时器/计数器;

第 8 章介绍 MCS-51 系列芯片的片内并行口结构、应用和并行 I/O 扩展方法;

第 9 章介绍串行通讯及 MCS-51 芯片串行口结构、工作方式和应用及存储器、I/O 接口的串行方式扩展;

第 10 章介绍微处理器系统中人机接口方法和 MCS-51 中常用人机接口;

第 11 章介绍微处理器系统中模拟通道的构成、A/D、D/A 的实现方法和应用实例;

第 12 章介绍微处理器系统开发过程和开发工具、实验设备的硬件知识;

第 13 章介绍微处理器各种嵌入模块及与 MCS-51 兼容而特色显著的部分单片机和 Motorola 公司很有特色的 MC68HC08 单片机。

本书由王汀、沈相国、戴华平共同策划,王汀为主编,沈相国、戴华平为副主编。第 1、10、13 章由王汀编写;第 2、8、12 章由赵文义编写;第 3、4 章由戴华平编写;第 5 章由王汀和沈相国合写;第 9 章由沈相国编写;第 6、7 章由周绮敏编写;第 11 章由皮道映编

写；齐杭丽为书稿整理了附录。全书由王汀统稿，徐向东教授仔细审阅了书稿，提出修改意见。对于本书的成书，编者特别感谢信息学院常务副院长张宏建教授的关心、支持和督促，感谢信息学院王晓萍副教授、孙斌副教授、章行副教授对本书的支持和帮助。

限于编者的水平及成书的时间匆促，书中不足与错误还望读者及同行不吝赐教。

编 者

2004 年 3 月于浙江大学求是园

目 录

1 微处理机概论	1
1.1 微处理机的产生与发展	1
1.1.1 微处理机的应用范围	1
1.1.2 微处理器及微型计算机的产生与发展	2
1.1.3 微处理器的分类及特点	3
1.1.4 微处理器的发展趋势	4
1.2 微处理机的基本概念	5
1.2.1 冯·诺依曼型计算机的基本组成	5
1.2.2 冯·诺依曼型计算机的特点	6
1.2.3 冯·诺依曼型计算机的工作过程	7
1.2.4 相关概念	8
1.2.5 微处理器知识的学习	9
1.3 微处理机的硬件基础	9
1.3.1 布尔代数	9
1.3.2 基本逻辑部件的外部特性	10
1.3.3 触发器	13
1.4 微处理机的软件基础	14
1.4.1 数制	14
1.4.2 计算机中数的表示	16
1.4.3 数码	17
习题与思考题 1	19
2 MCS-51 微处理器	20
2.1 微处理器概述	20
2.1.1 微处理器和微控制器	20
2.1.2 CISC 和 RISC 体系结构	20
2.1.3 4 位、8 位、16 位和 32 位单片机	21
2.2 微处理器的结构	21
2.2.1 微处理器的基本组成	21
2.2.2 运算器和运算结果	23
2.2.3 控制器和指令执行	23
2.2.4 寄存器组	26
2.2.5 总线和存储组织	27
2.2.6 堆栈存储器	29
2.3 MCS-51 硬件结构	31
2.3.1 硬件资源	31

2.3.2	结构框图	32
2.3.3	封装与引线端功能	33
2.3.4	存储空间配置	35
2.4	时钟、复位和时序	43
2.4.1	时钟与时钟电路	43
2.4.2	复位和复位电路	43
2.4.3	总线组成和时序	45
	习题与思考题 2	50
3	MCS-51 微处理器指令系统	51
3.1	数据与寻址	51
3.1.1	计算机指令格式	51
3.1.2	指令系统支持的数据形式	51
3.1.3	指令系统支持的寻址方式	52
3.1.4	指令系统支持的辅助结果	55
3.2	数据传送类指令	56
3.2.1	内部数据传送指令	56
3.2.2	外部数据传送指令	59
3.2.3	堆栈操作指令	61
3.2.4	数据交换指令	62
3.3	数据运算类指令	63
3.3.1	加法指令	63
3.3.2	减法指令	67
3.3.3	乘法指令	68
3.3.4	除法指令	68
3.4	逻辑操作类指令	68
3.4.1	逻辑与指令	68
3.4.2	逻辑或指令	69
3.4.3	逻辑异或指令	69
3.4.4	累加器清零和取反指令	70
3.4.5	移位指令	70
3.5	程序控制类指令	71
3.5.1	无条件转移指令	71
3.5.2	条件转移指令	74
3.5.3	子程序调用和返回指令	76
3.5.4	空操作指令	78
3.6	布尔操作类指令	79
3.6.1	布尔数据传送指令	79
3.6.2	布尔状态设置指令	79
3.6.3	位运算指令	80
3.6.4	位控制转移指令	80

习题与思考题 3	81
4 汇编语言程序设计	83
4.1 汇编语言源程序	83
4.1.1 程序设计语言	83
4.1.2 汇编语言源程序的格式	84
4.1.3 汇编语言伪指令	84
4.2 汇编语言程序设计	86
4.2.1 汇编语言程序设计步骤	86
4.2.2 程序流程图	87
4.2.3 结构程序设计模块	88
4.2.4 子程序	89
4.3 汇编语言程序设计实例	92
4.3.1 数据传送程序	92
4.3.2 数值运算程序	93
4.3.3 数码转换程序	98
4.3.4 数据处理程序	100
4.3.5 其他类型程序	105
习题与思考题 4	107
5 MCS-51 的存储器	109
5.1 存储器概述	109
5.1.1 存储器的分类	109
5.1.2 PC 机中的主存储器	111
5.1.3 微处理机系统中存储器的组织	111
5.2 MCS-51 单片机的存储器	112
5.2.1 MCS-51 单片机中存储器的总体结构	112
5.2.2 半导体存储器芯片的基本结构	112
5.2.3 MCS-51 单片机常用程序存储器	113
5.2.4 MCS-51 单片机常用数据存储器	114
5.3 MCS-51 系统存储器扩展	115
5.3.1 系统扩展三总线	115
5.3.2 并行扩展时的地址译码	116
5.3.3 常用译码芯片	117
5.3.4 特殊译码方法	119
5.3.5 程序存储器的扩展	119
5.3.6 数据存储器的扩展	121
习题与思考题 5	123
6 输入输出与中断	124
6.1 输入输出与接口	124
6.1.1 输入输出接口概念	124
6.1.2 I/O 接口的作用与分类	126

6.1.3 CPU 与外设的数据传送方式	127
6.2 中断的基本概念	128
6.2.1 中断的作用和功能	128
6.2.2 中断的相关概念	129
6.2.3 中断的实现方法	130
6.3 MCS-51 的中断系统	131
6.3.1 MCS-51 中断结构	131
6.3.2 MCS-51 的中断应用编程	135
6.3.3 MCS-51 的中断扩展	137
习题与思考题 6	138
7 定时器/计数器	139
7.1 定时器/计数器概述	139
7.1.1 定时器/计数器的作用	139
7.1.2 定时器/计数器的结构方法	139
7.1.3 定时器/计数器的扩展应用	139
7.2 MCS-51 的定时器/计数器	140
7.2.1 MCS-51 的定时器/计数器结构特点	140
7.2.2 MCS-51 定时器/计数器的特殊寄存器	143
7.2.3 MCS-51 定时器/计数器的应用编程	145
习题与思考题 7	155
8 并行 I/O 接口	156
8.1 MCS-51 的片内并行 I/O 接口	156
8.1.1 MCS-51 片内并行口	156
8.1.2 P0 口	156
8.1.3 P1 口	157
8.1.4 P2 口	157
8.1.5 P3 口	158
8.1.6 片内并口操作指令	159
8.1.7 片内并口应用实例	160
8.2 简单并行 I/O 接口扩展	162
8.2.1 简单并行输入口扩展	163
8.2.2 简单并行输出口扩展	163
8.3 可编程并行接口 8255	165
8.3.1 8255 的结构	165
8.3.2 8255 的控制字	167
8.3.3 8255 的工作方式	168
8.3.4 8255 的应用实例	171
8.3.5 可编程并行接口芯片 8155 简介	174
习题与思考题 8	175
9 串行 I/O 接口	176

9.1 串行通信的基本概念	176
9.1.1 串行通信的基本方式	176
9.1.2 串行通信的基本类型	177
9.1.3 串行通信的波特率和传输速率	177
9.1.4 串行通信的出错校验	177
9.2 MCS-51 的串行 I/O 接口	178
9.2.1 MCS-51 串行口概述	178
9.2.2 MCS-51 串行口结构	178
9.2.3 串行口的特殊寄存器	179
9.2.4 串行口的工作方式	181
9.2.5 波特率的设定	183
9.2.6 串行口应用示例	183
9.3 串行方式的系统扩展技术	190
9.3.1 系统扩展的串行接口方式	190
9.3.2 串行方式的存储器扩展技术	191
9.3.3 串行方式的 I/O 接口扩展技术	197
习题与思考题 9	200
10 人机 I/O 接口	201
10.1 人机接口概述	201
10.1.1 PC 机中的人机输入接口	201
10.1.2 PC 机中的人机输出接口	203
10.2 单片机常用输入设备接口	206
10.2.1 单片机常用输入设备与特点	206
10.2.2 扳动开关与 MCS-51 接口	207
10.2.3 拨盘开关与 MCS-51 接口	208
10.2.4 按钮开关与 MCS-51 接口	208
10.2.5 非编码键盘与 MCS-51 接口	209
10.2.6 触摸屏与 MCS-51 接口	210
10.3 单片机常用输出设备接口	213
10.3.1 单片机常用输出设备与特点	213
10.3.2 LED 与 MCS-51 接口	213
10.3.3 七段数码管与 MCS-51 接口	214
10.3.4 LED 列阵与 MCS-51 接口	216
10.3.5 LCD 显示器与 MCS-51 接口	216
10.4 可编程键盘、显示接口芯片 8279	219
10.4.1 8279 的结构框图	219
10.4.2 8279 的端口寄存器	221
10.4.3 8279 与 MCS-51 系统的硬件接口	223
10.4.4 8279 的应用编程	224
习题与思考题 10	227

11 模拟通道接口	228
11.1 模拟通道概述.....	228
11.1.1 模拟通道的构成.....	228
11.1.2 模拟量输入通道.....	228
11.1.3 模拟量输出通道.....	229
11.2 数模转换技术.....	230
11.2.1 数模转换原理.....	230
11.2.2 数模转换器的技术指标.....	231
11.2.3 DAC0832 的原理与应用	232
11.2.4 12 位 DAC 与 MCS-51 单片机的接口	237
11.2.5 PWM 技术	238
11.3 模数转换技术.....	239
11.3.1 模数转换原理.....	239
11.3.2 模数转换器的技术指标.....	240
11.3.3 ADC0809 的原理与应用	240
11.3.4 12 位 ADC 与 MCS-51 单片机的接口	244
习题与思考题 11	246
12 微处理机应用系统开发	248
12.1 微处理机应用系统概念.....	248
12.1.1 微处理机应用系统.....	248
12.1.2 应用系统开发.....	248
12.2 源程序及目标程序的获得.....	256
12.2.1 源程序的获得.....	256
12.2.2 源程序汇编.....	257
12.3 仿真调试与程序固化.....	259
12.3.1 仿真调试设备.....	259
12.3.2 程序的仿真调试.....	260
12.3.3 程序的固化.....	260
习题与思考题 12	261
13 嵌入式微控制器	263
13.1 嵌入式微控制器概述.....	263
13.1.1 嵌入式系统.....	263
13.1.2 嵌入式微控制器.....	264
13.1.3 常见的嵌入式功能模块.....	265
13.2 MCS-51 兼容的嵌入式微控制器	269
13.2.1 Philips 公司的嵌入式 MCS-51 兼容单片机	269
13.2.2 Atmel 公司的嵌入式 MCS-51 兼容单片机	272
13.2.3 ADI 公司的嵌入式 MCS-51 兼容单片机	272
13.3 MC68HC08 嵌入式微处理器	276
13.3.1 MC68HC08 的特点	276

13.3.2 MC68HC08 的 CPU 结构	278
13.3.3 MC68HC08 的时钟与复位	278
13.3.4 MC68HC08 的存储空间	280
13.3.5 MC68HC08 的指令系统	281
13.3.6 MC68HC08 的编程举例	284
习题与思考题 13	285
附录一 ASCII (美国标准信息交换码) 表	286
附录二 MCS-51 指令系统表	287
参考文献	291

1 微处理机概论

本章从微处理器广泛应用中引申出微处理器的产生、发展、分类、相关概念及软硬件基础，学习过数字电路的读者可跳过基础部分或以完成练习的形式简单地回顾这部分知识。

1.1 微处理机的产生与发展

微处理机的产生源自于数字式电子计算机的理论和材料、工艺等一系列社会生产力的发展，微处理机的发展又反过来进一步推动着电子计算机理论和社会生产力的飞速发展。

1.1.1 微处理机的应用范围

自从 20 世纪 70 年代微处理器问世以来，极大地推进了数字式电子计算机的发展。如今，微处理机的应用已涉及各行各业，渗透到人们生活的每一个角落，改变着人们的生活习惯。可以毫不夸张地说现代人的生活已经离不开微处理机。

具体地说，微处理机的应用主要可以归纳为以下三个方面。

(1) 构成巨型计算机

巨型计算机，是指运算能力特别强大的计算机，例如每秒钟能够执行成千上万亿条指令的计算机。自从计算机的中央处理单元使用微处理器以来，构成计算功能特别强大的计算机的方法产生了很大的变化。原先采用强大功能的专用单处理器实现的功能，被改成使用多个高性价比的通用微处理器并行处理来实现。设计一个高性能单处理器的方法与采用多个已经成熟生产的高性价比的微处理器的 MIMD 技术实现的方法相比，其成本和难度都要大得多。如今世界上已经有了使用几千个 Intel 公司的 P4 微处理器，实现每秒运行亿亿条指令的巨型计算机。

巨型计算机在科学计算（国防军事、气象预报、科学研究等）和人工智能（智能模拟、仿生研究等）方面功用极大。因此，巨型计算机的研究和开发能力在某种意义上来说是衡量一个国家科技水平和综合国力强弱的标志之一。

(2) 构成微型计算机

如今，微型计算机已经十分普及，无论是作为军用、工业、商用、民用等领域的 PC 台式计算机，还是便携式的笔记本计算机，以至更为小巧玲珑的商务通、PDA 等掌上计算机，其核心部件都为一个或若干个微处理器。

作为微型计算机外围部件如键盘、打印机等核心控制部件，也已经离不开选择合适的微处理器。因此，微型计算机也是由众多的微处理器为主控器部件构成的。

(3) 构成专用控制器

现在，微处理器产品在巨型计算机、微型计算机中的应用虽然十分普及，但在使用数量上仅占总量的很小一部分。微处理器在控制领域的应用更为广泛和深入。微处理器几乎成了各行业部件设施的主宰和灵魂。如家电类的控制（空调器、电冰箱、电饭煲、洗衣机、录像机、电视机等）、交通设施（汽车、交通控制等）、通讯设施（手机、传呼机、电话机、交换机等）、工业控制（现场监测、温度控制、顺序控制、过程控制等各种自动控制设施）、仪器仪表（传感器件、测试仪器、计算机外设、各种附加仪表等）、医疗设施（保健设备、检查

设备、治疗设备等)、娱乐设施(音响设备、声像设备、游戏设备等)、智能玩具(遥控玩具、教育玩具、情感玩具等)。

1.1.2 微处理器及微型计算机的产生与发展

计算机技术产生于 20 世纪,微处理器是计算机技术发展的产物,也是人类 20 世纪中最为自豪、发展最快的科学技术。

(1) 计算机的产生与发展

人类的进步与发展加剧了对计算速度和计算能力的需求,计算能力的提高又不断促进社会的前进和飞跃。从手工计算到利用简单工具的计算,再到用纸笔进行的书面计算,然后是机械式计算机、机电式计算机、模拟电子计算机,到现今应用的数字式电子计算机。数字式电子计算机与其他计算机及一切其他计算工具相比具有无可比拟的优越性,本书所述的计算机通常是指数字式电子计算机。

数字式电子计算机出现于 1946 年,这就是在第二次世界大战期间研制成功的世界上第一台数字电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)。ENIAC 共由 18000 个电子管、70000 个电阻、1000 个电容、1500 个继电器构成,占地 167m^2 ,其具有的性能如下。

指令数:不足 10 条,实现加法,数据传输与转移;

运算速度:0.005MIPS (百万条指令/秒),即每秒运行 5 千条加法指令。

尽管现在看来,ENIAC 的功能简直是微不足道,但由于 ENIAC 是现代数字式电子计算机理论的第一次实践,其意义和影响却是十分巨大的。此后,电子计算机进入了从起步到飞速发展的时代。通常把电子计算机的发展划分为四个时代。

第一代,时间约从 1946 年到 1957 年,其特征是构成核心部件运算器的器件是电子管,构成二进制数据存储器件的主要材料是磁芯、磁鼓,编程的语言通常采用机器语言。我们称之为电子管时代。

第二代,时间约从 1958 年到 1964 年,其特征是构成核心部件运算器的器件是晶体管,编程的语言通常采用汇编语言,所以也可以称为晶体管时代。

第三代,时间约从 1965 年到 1971 年,其特征是构成核心部件运算器的器件是中小规模的集成电路,构成二进制数据存储器件的主要材料也向半导体转变,编程的语言通常采用汇编或高级语言。微处理器的雏型产生于第三代的末期,我们称之为集成电路时代。

第四代,时间约从 1972 年至今,其特征是构成核心部件运算器的器件是大规模或超大规模集成电路。由于大规模或超大规模集成电路工艺的成熟,不仅使得微处理器技术不断加快发展,而且存储器、I/O 接口部件以及许多外围电路都能够与微处理器一起集成到一块硅片上,从而产生了所谓的单片机(SCMC)乃至片上系统(SOC)。其中微处理器应用的普及、渗透最为引人注目,微处理器技术的飞速发展也在这一代表表现得特别显著。

(2) 微处理器的产生与发展

1968 年 3 名学者离开首开集成电路生产先例的著名的美国仙童公司,成立了 Intel 公司。1969 年日本一公司要求 Intel 公司为其设计一组用于高性能可编程计算器的芯片,Intel 公司的 Hoff 工程师为日本客户设计了四块芯片:4001、4002、4003、4004,借以代替原始设计的至少需要 12 块专用芯片的方案。

按现在的计算机结构观点来看:4001 芯片是一片随机存取存储器即 RAM,4002 芯片是一片只读存储器即 ROM,4003 芯片是一组通用寄存器即 REG,4004 芯片是一个 4 位的

中央处理单元即 CPU。该四块芯片的组合即可达到简单通用计算机的主机功能。

世界上第一只微处理器 Intel 4004 芯片包含 2000 只晶体管, 具有 45 条指令, 运算速度为 0.06MIPS, 即每秒运行 6 万条加法指令。运算速度方面相当于第一台数字式电子计算机 ENIAC 的 12 倍。虽然现在谁也不会满意这种运算速度, 然而这仅仅是婴儿的学步, 其成长速度却让谁都会大感吃惊。1971 年至今, 30 余年间历经若干的发展, 如今单片微处理器的集成度已经超过 4200 万只晶体管, 运算速度已经达到 2000MIPS, 即每秒能够运行 20 亿条加法指令。按摩尔定律来描述, 微处理器的集成度每隔 18 个月就会翻一番, 芯片的性能也随之提高一倍。

(3) Intel 架构 PC 机的产生与发展

微处理器的应用普及从个人计算机 PC (Personal Computer) 开始, 个人计算机的出现使电子计算机走入千家万户, 走入寻常百姓之家。

1975 年美国 MITS 公司用 8080CPU 芯片制造了世界上第一台所谓个人计算机。

1981 年 8 月, 美国 IBM 公司用 8088CPU 芯片制造了世界上第一台 16 位微型计算机 IBM5 150 Personal Computer, 即著名的 IBMPC。这也是第一台 Intel 架构的 PC 机。现在的个人计算机大多属于这种形式的延续, Intel 架构 PC 机也就成了个人计算机的代称。

Intel 架构 PC 机以 16 位机开始, 10 余年后发展成 64 位机。如今, 在 64 位基础上不断开拓其他方面的性能。

1.1.3 微处理器的分类及特点

微处理器的分类方法有很多, 最常用的分类方法为以下三种。

(1) 按微处理器的字长特征分类

微处理器一次能够并行处理的二进制数的位数称作该微处理器的字长。微处理器按字长特征分类可以有位片式 (1 位)、4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位这六种。

(2) 按微处理器的结构特征分类

微处理器按结构特征分类可以分成复杂指令集 CISC 结构、精简指令集 RISC 结构以及 CISC、RISC 两种结构相兼容的三种形式。

早期生产的微处理器大多是 CISC 结构体系, 如通用微处理器 Intel8086、MC6800 等, MCS-51 系列单片机的内核也属该结构体系; 这种体系结构的微处理器, 指令系统复杂、指令代码位数及指令周期不一、指令运行难以实现流水线操作。这些缺陷阻碍着微处理器向高速运行方向的发展。

微处理器采用了 RISC 结构后, 精简指令的结果使得指令系统中绝大部分指令成为单周期指令, 再配合将程序存储器单元的宽度从 8 位增加到 10 位、12 位、14 位、16 位乃至 32 位, 即可实现固定的一个地址单元存放一条指令。这样的结构体系下, 控制器很容易实现并行流水线操作, 从而大大提高指令的运行速度。这种体系结构的微处理器如 Microchip 公司的 PIC16 系列单片机、Atmel 公司的 AVR 单片机等。

由 8086 微处理器发展过来的通用微处理器如 PⅢ、P4 等, 考虑到与早期生产的微处理器指令系统向上兼容的要求, 采用的是 CISC、RISC 两种结构相兼容的形式。

(3) 按微处理器的应用特征分类

微处理器按应用特征分类可分成通用微处理器、专用微处理器和特殊微处理器三类。

通用微处理器指的是以 Intel 为代表的从 8086 微处理器发展过来的系列产品, 包括目前主流的 P4 型微处理器。主要用于构成并行运算的巨型计算机以及作为 PC 机的核心部件使

用。其特点是通用性强，能够并行处理的字长长（通常为 64 位），运算能力强（通常支持浮点运算），运算速度快（目前单片已经达到每秒 20 亿次以上）。

专用微处理器指的是以嵌入其他电路中构成微控制器或其他嵌入式应用为主的微处理器，例如著名的 32 位微处理器的 ARM 系列、8 位微处理器的 MCS-51 系列等。其特点是同一系列微处理器的不同结构产品多，硬件可选择性、可裁剪性大，便于结构紧凑产品的嵌入式应用。

特殊微处理器指的是以数字信息处理器 DSP（Digital Signal Processing）和模糊逻辑微控制器 FMC（Fuzzy Micro Controller）为代表的微处理器。说他们是微处理器，因为他们也是以运算器和控制器的形式构成，说他们特殊，由于从结构上来说他们与上述两类微处理器存在着很大的差别。其特点是该类微处理器的专用性更强，在某一方面的应用更能体现他们的特长，输入输出及某些控制功能相对较弱，而运算功能（例如多字节连乘连加及特殊函数运算）等功能却很强。

另外，现在往往还将特殊微处理器与通用微处理器或专用微处理器一起集成在一块硅片上，构成所谓的片上系统 SOC（System On Chip）来使用。

1.1.4 微处理器的发展趋势

表 1-1 中用于衡量运算速度的 MIPS（Millions of Instruction Per Second）即为微处理器每秒钟能够执行百万条指令数，常用于表征微处理器的性能。

表 1-1 Intel 公司通用微处理器的发展情况

年 份	型 号	位 数	集 成 度	运 算 速 度
1970 年	4004	4 位	2000 个晶体管	0.06MIPS
1971 年	4040	4 位	2250 个晶体管	
1972 年	8008	8 位	3300 个晶体管	0.03MIPS
1974 年	8080	8 位	4500 个晶体管	0.2MIPS
1976 年	8085A	8 位	6200 个晶体管	0.3MIPS
1978 年	8086	16 位	25000 个晶体管	1MIPS
1979 年	8088	准 16 位	29000 个晶体管	1MIPS
	80186	以 8086 为核的单片机		
	80188	以 8088 为核的单片机		
1982 年	80286	16 位	13.4 万个晶体管	≥1.5MIPS
1985 年	80386	32 位	27.5 万个晶体管	≥5MIPS
1989 年	80486	32 位	160 万个晶体管	≥7MIPS
1993 年	80586	64 位	330 万个晶体管	≥90MIPS
1995 年	PⅡ	64 位	550 万个晶体管	≥300MIPS
1999 年	PⅢ	64 位	750 万个晶体管	≥800MIPS
2001 年	PⅣ	64 位	4200 万个晶体管	≥2000MIPS

(1) 微处理器的发展特点

微处理器自 20 世纪 70 年代产生以来，极大地推动了计算机技术的飞速发展。从表 1-1 Intel 公司通用微处理器的发展情况可以看出，微处理器本身一直在向着高速度和高集成度