

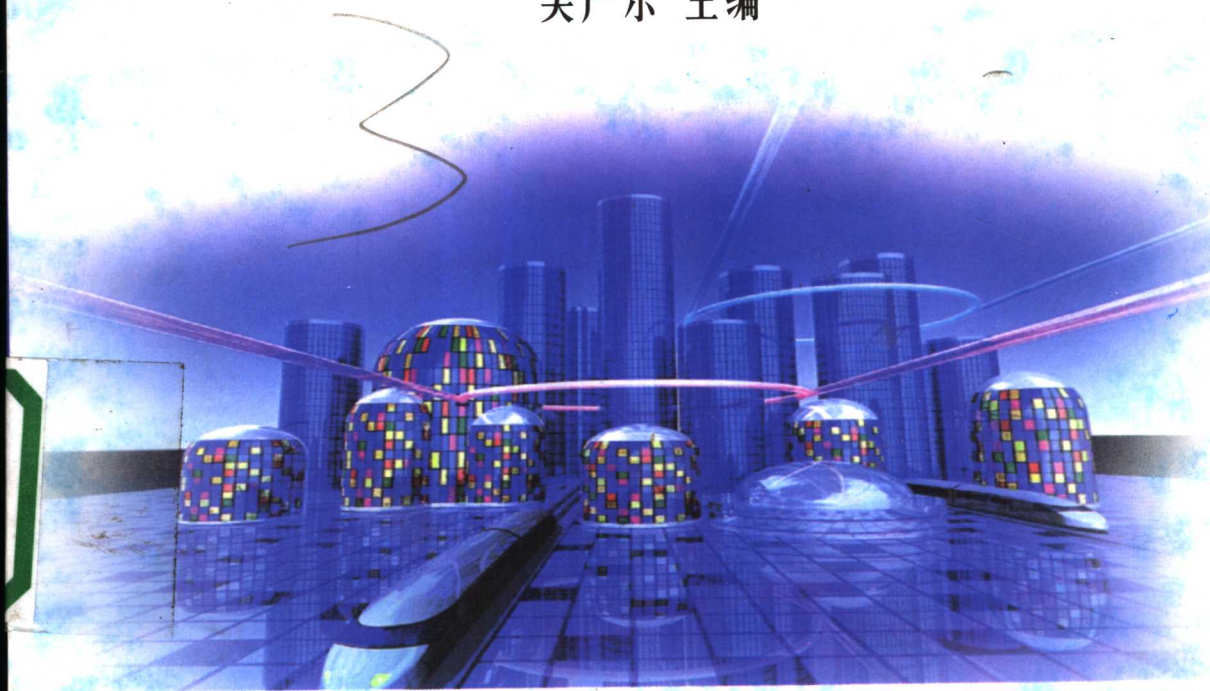
面向 **21** 世纪计算机专业本科系列教材



微机系统与接口技术

学习指导 · 题解 · 实验

吴产乐 主编



华中科技大学出版社

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

面向 21 世纪计算机专业本科系列教材

微机系统与接口技术

学习指导·题解·实验

主编 吴产乐

编者 吕 慧 陶慕柳 彭鸿雁 邱小燕

叶 刚 华 宇 李 薇 徐贵钢

关 钢 杨春贵

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

微计算机系统与接口技术 学习指导·题解·实验/吴产乐 主编
武汉:华中科技大学出版社,2004年8月
ISBN 7-5609-3174-X

I. 微…

II. 吴…

III. 微型计算机-接口-高等学校-教学参考资料

IV. TP36

微计算机系统与接口技术 学习指导·题解·实验

吴产乐 主编

责任编辑:叶见欣

封面设计:刘 卉

责任校对:封春红

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北科学技术出版社黄冈印刷厂

开本:787×960 1/16

印张:22.75

字数:406 000

版次:2004年8月第1版

印次:2004年8月第1次印刷

定价:28.80元

ISBN 7-5609-3174-X/TP·526

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是《微机系统与接口技术》教材的同步辅导、精选题解和实验指导书。本书与教材同步使用,在广度和深度上扩展教学内容、理解知识要点、掌握重点难点、帮助答疑解惑、进行自测自考和指导实验设计。

本书共有三篇 15 章及 6 个附录。第一篇(第 1~9 章)为课程同步辅导,对应于教材 9 章的内容。每章由知识要点(包括重点、难点)、例题精析(例题精选、详解)、学习自评(自测练习与解答)、教学建议组成。为了让读者更系统深入地了解《微机系统与接口技术》教材中微处理器的内容,第 2 章在知识要点中针对 32 位微处理器进行了适当讲解和扩充;在例题精析与学习自评中引入了大量有关 32 位系统、保护模式、多任务等内容的试题,并给出了详细的解题思路和方法。然后介绍了一个解析 32 位微处理器的综合程序,包括系统初始化、进入保护模式、建立页表及启用分页机制、多任务调度与管理等内容,并对每一部分的程序段都进行了详尽的讲解和说明,以便读者能更好地理解 32 位微处理器的功能、特点以及编程方法。第二篇(第 10~11 章)为综合试题与模拟试题,各自一章,附有解题思路和参考答案。第三篇(第 12~15 章)为实验指导,分为 4 章,设计了定时器/计数器、中断控制器、DMA 控制器、并行接口、串行接口、D/A 和 A/D 变换等实验及操作过程说明。书末的 6 个附录给出教材中每章思考题和练习题的参考答案、Pentium 微处理器指令集、ASCII 码表、中断类型和系统功能调用。

本书可作为计算机及相关专业微机原理、接口技术类课程教材配套使用的教学参考书和实验指导书,也可作为从事微机系统和接口设计的研究开发人员的参考资料。对于想深入理解 32 位微处理器、接口技术和计算机系统的教师、学生和专业人士都将有所帮助。

前 言

本书是《微机系统与接口技术》的同步辅导、精选题解和实验指导书。它包含了上述教材的主要内容，并兼蓄了同类经典教材精华，补充了一些虽然不是教学大纲要求但是非常实用、先进的知识、方法和手段，有助于学生的知识立体化。本书可与课程教材同步使用，在广度和深度上拓展了教学内容，帮助学生理解知识要点、掌握重点难点、进行自测自考，帮助教师辅导答疑解惑和指导实验设计。

全书共分三篇 15 章，以及 6 个附录。同步辅导篇（第 1~9 章）为课程同步学习指导，对应教材《微机系统与接口技术》9 章的内容。每章由知识要点、例题精析、学习自评和教学建议组成。每章知识要点包括该章的重点和难点，对本章重点和难点进行了归纳和综合，深入地阐述以及适当地扩展，以加深对教材知识要点的理解；例题精析从本套计算机系列教材、教育部确定的“面向 21 世纪课程教材”、国外流行教材、名校考研和自考试题库中选题，给出了详细的解题方法、思路、步骤和答案；学习自评包括难度适当的自测练习及其答案，帮助学生了解自己对课程内容的理解程度和解题能力；教学建议根据各校的课时安排提出了教师的讲授重点和学生自学章节的建议。为了让读者更系统深入地了解《微机系统与接口技术》教材中微处理器的内容，第 2 章知识要点中针对 32 位微处理器进行了适当讲解和扩充；在例题精析与学习自评中引入了大量有关 32 位系统、保护模式、多任务等内容的例题和试题，并给出了详细的解题思路和方法。然后介绍了一个解析 32 位微处理器的综合程序，包括系统初始化、进入保护模式、建立页表及启用分页机制、多任务调度与管理等内容，并对每一部分的程序段进行了详尽的说明，以便读者能更好地理解 32 位微处理器的功能、特点以及编程方法。综合训练篇（第 10~11 章）为综合试题与模拟试题，各有一章，都附有解题思路和参考答案。综合试题是从历年课程考试、研究生考试、外版教材、产品手册中提炼出来的。模拟试题是根据教学大纲的要求，参考历年国内外名校课程考试试题精心设计的，都是为了测试学生对知识要点的掌握程度和综合应用知识的能力。实验指导篇（第 12~15 章）为实验指导，分为 4 章，介绍了实验的仪器设备、编程环境和调试方法，设计了定时器/计数器、中断控制器、DMA 控制器、并行接口、串行接口、D/A 和 A/D 变换等接口实验，给出了实验目的要求、接线图、操作说明和编程指导。书末的附录包括每章思考题和练习题的详细参考答案，以及便于查阅的 Pentium 微处理器指令集、ASCII 码表、中断类型、MS-DOS 系统功能调用和系统 ROM BIOS 中的驱动程序功能调用。

本书可作为计算机及相关专业微机系统、接口技术类课程教材配套使用的教学参考书和实验指导书，也可作为从事微机系统和接口设计的研究开发人员的参考资料。对于想深入理解 32 位微处理器、接口技术和计算机系统的教师、学生和专业人士都将有所帮助。

本书主编吴产乐教授拟定了编写大纲和章节内容，参与了所有篇章的编写，统阅和审定了全书。李薇编写了第 1 章，陶慕柳编写了第 2 章，叶刚编写了第 3 章、第 9 章，华宇和彭鸿雁编写了第 4 章、第 5 章，邱小燕编写了第 6 章、第 7 章，吕慧和杨春贵编写了第 8 章、第 10 章和第 11 章，徐贵钢和关钢编写了第 12 章、第 13 章、第 14 章、第 15 章和附录 B~F。附录 A 教材各章的思考题与练习题参考答案由第 1~9 章编写人员各自编成。在本书编写过程中，武汉大学计算机学院及计算机工程系的领导和“微机系统与接口技术”课程教学小组的任课老师提出了许多宝贵的意见和具体指导，武汉大学计算机学院张沪寅副教授、博士研究生邢建兵、程伟、吴黎兵、张秀山，硕士研究生吴梦晓等提供了大量可供选择的例题、试题和产品资料，武汉理工大学和华中师范大学计算机学院的老师一直关注本书的内容和进展，华中科技大学出版社的领导和编辑作了许多指导性和服务性工作，编者在此一并表示诚挚的谢意。

由于时间及水平的限制，书中难免有不妥之处，敬请批评指正。

武汉大学 吴产乐

2003 年 11 月于武昌珞珈山

目 录

同步辅导篇

第 1 章 概述	(1)
1.1 知识要点	(1)
1.1.1 微计算机系统组成	(1)
1.1.2 典型微处理器简介	(1)
1.1.3 微机接口技术	(7)
1.2 例题精析	(8)
1.3 学习自评	(10)
1.3.1 自测练习	(10)
1.3.2 自测练习解答	(12)
1.4 教学建议	(13)
第 2 章 微处理器	(15)
2.1 知识要点	(15)
2.1.1 32 位微处理器的内部结构	(15)
2.1.2 寄存器组	(16)
2.1.3 指令系统的发展	(19)
2.1.4 工作模式	(20)
2.1.5 中断与异常	(25)
2.1.6 存储管理	(30)
2.1.7 多任务	(32)
2.1.8 高速缓存 Cache	(33)
2.1.9 Pentium 的引脚及功能	(37)
2.1.10 总线周期	(38)
2.2 例题精析	(41)
2.3 学习自评	(67)
2.3.1 自测练习	(67)
2.3.2 自测练习答案	(72)
2.4 教学建议	(76)

第3章 内存存储器	(78)
3.1 知识要点	(78)
3.1.1 内存存储器	(78)
3.1.2 DRAM 的刷新	(79)
3.1.3 半导体存储器性能	(79)
3.1.4 存储器芯片的组成	(80)
3.1.5 存储器地址空间的硬件组织	(80)
3.1.6 PC/XT 存储器子系统	(81)
3.1.7 奔腾机存储器子系统	(83)
3.2 例题精析	(83)
3.3 学习自评	(88)
3.3.1 自测练习	(88)
3.3.2 自测练习解答	(89)
3.4 教学建议	(91)
第4章 输入/输出 (I/O) 接口	(92)
4.1 知识要点	(92)
4.1.1 I/O 接口	(92)
4.1.2 可编程间隔定时器 (PIT) 82C54	(93)
4.1.3 可编程外围接口 (PPI) 82C55A	(95)
4.1.4 串行通信和通用异步收发器 (UART) 8250	(97)
4.2 例题精析	(100)
4.3 学习自评	(112)
4.3.1 自测练习	(112)
4.3.2 自测练习解答	(116)
4.4 教学建议	(127)
第5章 微机与外设的数据交换	(128)
5.1 知识要点	(128)
5.1.1 微机与外设的数据交换方式	(128)
5.1.2 8259A 可编程中断控制器 (PIC)	(128)
5.1.3 8237/82C37 DMA 控制器 (DMAC)	(131)
5.2 例题精析	(133)
5.3 学习自评	(140)

5.3.1 自测练习	(140)
5.3.2 自测练习解答	(142)
5.4 教学建议	(146)
第 6 章 总线技术	(147)
6.1 知识要点	(147)
6.1.1 总线技术概述	(147)
6.1.2 系统总线	(151)
6.1.3 局部总线	(154)
6.1.4 外设总线	(156)
6.1.5 通信总线	(159)
6.2 例题精析	(160)
6.3 学习自评	(161)
6.3.1 自测练习	(161)
6.3.2 自测练习解答	(163)
6.4 教学建议	(165)
第 7 章 用户交互接口	(166)
7.1 知识要点	(166)
7.1.1 键盘接口	(166)
7.1.2 打印机接口	(167)
7.1.3 显示器接口	(167)
7.2 例题精析	(173)
7.3 学习自评	(185)
7.3.1 自测练习	(185)
7.3.2 自测练习解答	(187)
7.4 教学建议	(190)
第 8 章 外存储器	(191)
8.1 知识要点	(191)
8.1.1 数据磁记录方式	(191)
8.1.2 数据磁记录编码技术	(191)
8.1.3 增强 IDE 接口	(191)
8.1.4 SCSI 接口	(193)
8.1.5 软盘存储技术的发展	(193)

8.1.6	硬盘存储技术的发展	(194)
8.1.7	磁带存储技术	(196)
8.1.8	光盘存储技术	(196)
8.2	例题精析	(198)
8.3	学习自评	(201)
8.3.1	自测练习	(201)
8.3.2	自测练习解答	(204)
8.4	教学建议	(206)
第9章	微计算机系统	(207)
9.1	知识要点	(207)
9.1.1	IBM PC/XT 系统基本组成	(207)
9.1.2	IBM PC/AT 系统基本组成	(209)
9.1.3	80386 系统基本组成	(211)
9.1.4	80386/80486 EISA 系统	(212)
9.1.5	Pentium 微机系统	(213)
9.2	例题精析	(214)
9.3	学习自评	(215)
9.3.1	自测练习	(215)
9.3.2	自测练习解答	(216)
9.4	教学建议	(216)

综合训练篇

第10章	模拟试题及解答	(217)
模拟试卷一		(217)
模拟试卷一答案		(219)
模拟试卷二		(221)
模拟试卷二答案		(224)
第11章	综合题及解答	(226)
综合题及解答一		(226)
综合题及解答二		(235)

实验指导篇

第12章 微机接口实验系统结构及使用说明	(250)
12.1 TPC-H 微机接口实验系统基本组成	(250)
12.2 实验台结构及使用说明	(250)
第13章 实验程序的建立与执行	(258)
13.1 编辑和运行汇编源程序所必备的软件	(258)
13.2 建立与执行汇编源程序的步骤	(258)
13.3 调试程序 DEBUG 及其使用	(263)
第14章 微机接口电路实验	(268)
14.1 可编程定时器/计数器 8254(8253)的原理及应用	(268)
14.1.1 实验目的	(268)
14.1.2 实验预备知识及学习要求	(268)
14.1.3 实验内容	(269)
14.1.4 编程提示及参考程序流程图	(270)
14.1.5 实验报告要求	(271)
14.2 中断控制器 8259 的工作原理及应用	(272)
14.2.1 实验目的	(272)
14.2.2 实验预备知识及学习要求	(272)
14.2.3 实验内容	(273)
14.2.4 编程提示及参考程序流程图	(273)
14.2.5 实验报告要求	(275)
14.3 可编程并行接口 8255 的原理及应用	(275)
14.3.1 实验目的	(275)
14.3.2 实验预备知识及学习要求	(276)
14.3.3 实验内容	(276)
14.3.4 编程提示及参考程序流程图	(277)
14.3.5 实验报告要求	(279)
14.4 串行通信	(279)
14.4.1 实验目的	(279)
14.4.2 实验预备知识及学习要求	(279)

14.4.3	实验内容	(280)
14.4.4	编程提示及参考程序流程框图	(281)
14.5	数/模 (D/A) 转换器及应用	(283)
14.5.1	实验目的	(283)
14.5.2	实验预备知识及学习要求	(283)
14.5.3	实验内容	(284)
14.5.4	编程提示及参考程序流程框图	(285)
14.5.5	实验报告要求	(286)
14.6	模/数 (A/D) 转换器及应用	(286)
14.6.1	实验目的	(286)
14.6.2	实验预备知识及学习要求	(287)
14.6.3	实验内容	(288)
14.6.4	编程提示及参考程序流程框图	(288)
14.6.5	实验报告要求	(290)
14.7	DMA 传送	(290)
14.7.1	实验目的	(290)
14.7.2	实验预备知识及学习要求	(291)
14.7.3	实验内容	(292)
14.7.4	编程提示及参考程序流程框图	(293)
14.7.5	实验报告要求	(294)
第 15 章	微机硬件应用综合设计	(295)
15.1	控制七段数码管进行静态与动态显示	(295)
15.1.1	实验目的	(295)
15.1.2	实验内容	(295)
15.1.3	编程提示及参考程序流程框图	(296)
15.1.4	实验报告要求	(297)
15.2	继电器控制	(297)
15.2.1	实验目的	(297)
15.2.2	实验内容	(297)
15.2.3	编程提示及参考程序流程框图	(298)
15.2.4	实验报告要求	(298)
15.3	竞赛抢答器	(299)
15.3.1	实验目的	(299)
15.3.2	实验内容	(299)

15.3.3	编程提示及参考程序流程框图	(299)
15.3.4	实验报告要求	(300)
15.4	交通灯控制	(300)
15.4.1	实验目的	(300)
15.4.2	实验内容	(301)
15.4.3	编程提示及参考程序流程框图	(301)
15.4.4	实验报告要求	(302)
15.5	数字录音机	(302)
15.5.1	实验目的	(302)
15.5.2	实验内容	(302)
15.5.3	编程提示及参考程序流程框图	(302)
15.5.4	实验报告要求	(304)
附录 A	《微机系统与接口技术》思考与练习题参考答案	(305)
附录 B	ASCII 码表及控制符号定义	(327)
附录 C	中断类型分配	(329)
附录 D	MS-DOS 系统功能调用	(331)
附录 E	ROM BIOS 功能调用	(337)
附录 F	Pentium 指令集简表	(342)
参考文献		(350)

1.1 知 识 要 点

1.1.1 微计算机系统组成

微计算机 (Microcomputer, MC) 是指以微处理器为核心, 配上存储器、I/O 接口电路及其他器件, 通过系统总线构成的计算机, 又称微型计算机, 简称微机。

微处理器是微机的核心, 它决定计算机的性能和档次。其位数越多, 处理能力就越强。微机内存储器包括 RAM 和 ROM 两部分, 内存容量的大小与微机的性能有密切的关系。I/O 接口是微机与外设进行数据交换的通道。

微机系统 (Microcomputer system, MCS) 是指以微机为中心, 配以相应的外部设备、电源、辅助电路和机架以及系统软件、支持软件、应用软件所构成的计算机系统。

微机系统组成参见教材^[1]中的图 1.1。

1.1.2 典型微处理器简介

通常所说的 8 位 CPU、16 位 CPU、32 位 CPU 是指数据总线的宽度分别是 8 位、16 位和 32 位。

1. 8 位微处理器

(1) 8 位微处理器比较

3 种典型的 8 位微处理器性能比较如表 1.1 所示。

(2) 8 位微处理器特点

Z80 是 8 位微处理器中功能较齐全的一种, 它具有较多特点。

① 设有两组通用寄存器 (AF、A'F'; BC、B'C'; DE、D'E'; HL、H'L'), 可分别作为 8 位寄存器或成对组成 16 位寄存器使用; 可由指令相互切换工作, 提高了程序转换及数据处理速度。

表 1.1 典型 8 位微处理器性能比较

名 称	8080	M6800	Z80
生产公司	Intel	Motorola	Zilog
组成芯片	8088、8228、8224	M6800	Z80
采用工艺	NMOS	NMOS	NMOS
工作频率	2MHz	1 MHz	2.5~4 MHz
电源种类	+5 V、-5 V、+12 V	+5 V	+5 V
数据线数	8	8	8
地址线数	16	16	16
I/O 端口	独立编址	存储器映像	独立编址
引脚封装	40DIP	40DIP	40DIP
寄存器组	9×8 位/2×16 位	3×8 位/3×16 位	18×8 位/4×16 位

② 增加了一些专用寄存器。设置 IX、IY 两个 16 位的变址寄存器，增加了寻址灵活性；设置了中断页面寄存器（I），可以在 RAM 的任何区域指定向量中断的入口地址；设置刷新计数器（R），指定刷新行地址，在每个取指令机器周期后的两个状态，输出刷新地址和刷新控制信号。刷新由 CPU 自动管理，一行刷新后 R 自动加 1。

③ 有较强的中断处理能力。设有非屏蔽中断和可屏蔽中断两种功能，可屏蔽中断可由程序设置为 3 种工作方式：IM₀、IM₁、IM₂。Z80 内部还设有链式中断优先权结构。

④ 时钟、电源种类单一。使用单相时钟 ϕ 和 +5 V 电源，使用方便。

⑤ 指令功能比较齐全。Z80 有 158 条指令，寻址方式较多，兼容了 Intel 8080 的指令系统；它还设立了位操作和一些高效指令（如数据块传送、检索功能指令等），大大方便了程序设计。

2. 16 位微处理器

(1) Intel 8086/8088

Intel 8086（以下省略 Intel），有 16 根数据线和 20 根地址线，可寻址的空间达 1 MB。Intel 公司推出准 16 位微处理器 8088 是为了与当时已有的一整套 Intel 外围设备接口芯片直接兼容使用，同时也降低了成本。8088 的内部寄存器、运算部件以及内部操作都是按 16 位设计的，但对外的数据总线只有 8 根。

8086/8088 由两个逻辑部件组成：总线接口部件 BIU 和执行部件 EU。

BIU 由下列部分组成：4 个 16 位的段寄存器 CS、DS、SS 和 ES，1 个 16 位的指令指针寄存器 IP，1 个 16 位的内部通信寄存器，1 个 20 位的地址加法器；1 个 6 B（8086）或 4 B（8088）的 FIFO 指令队列；以及总线控制逻辑。BIU 负责

与存储器及 I/O 芯片接口, 执行所有外部总线周期, 提供总线控制信号, 根据执行部件请求, 完成取指和进行数据交换。

EU 由下列部分组成: 4 个通用寄存器 AX、BX、CX、DX, 4 个专用寄存器 BP、SP、SI、DI, 一个标志寄存器 FR, 算术逻辑单元 ALU。EU 负责指令的执行, 进行数据处理和有效地址计算并管理寄存器。16 位标志寄存器 (FR) 设置了 9 位标志: OF、DF、IF、TF、SF、ZF、AF、PF 和 CF。

8086/8088 EU 操作过程如下: 从 BIU 的指令队列中取出指令操作码, 通过译码电路分析要进行的操作, 发出相应的控制命令, 控制数据进出 ALU 和相应的操作。如果是运算操作, 操作数经暂存寄存器送入 ALU, 运算结果经 ALU 数据总线送到相应寄存器, 同时标志寄存器 FR 根据运算结果改变标志位。如果执行指令时需要从外界存取数据, 则 EU 向 BIU 发出请求, 由 BIU 通过 8086/8088 外部数据总线访问存储器或外部设备, 通过 BIU 的内部通信寄存器向 ALU 数据总线传送数据。

(2) Intel 80286

Intel 80286 是一种高性能 16 位微处理器, 其芯片上共集成了 13.4 万只晶体管, 具有 68 个引脚, 采用四列直插式封装, 分开设 16 条数据线和 24 条地址线, 时钟频率初始为 6 MHz, 后来逐渐提高到 8 MHz、10 MHz、12 MHz、16 MHz、20 MHz、25 MHz。

80286 具有存储管理和保护机构。它采用分段的方法管理存储器, 每段最大为 64 KB, 且支持虚拟存储器。80286 有两种工作模式: 实模式和保护模式。运行实模式时, 相当于一个快速的 8086, 20 位物理地址的形成与 8086 相同, 物理地址空间为 1 MB。运行保护模式时, 可寻址 16 MB 物理地址, 提供 1 GB 的虚地址空间, 并能实现段寄存器、存储器访问及特权级和任务之间的保护, 因而, 80286 能可靠地支持多用户多任务系统。

80286 内部分为 4 个独立的处理部件: 执行部件 EU、地址部件 AU、指令部件 IU 和总线部件 BU。每个部件都可与其他部件异步并行操作, 因而, 80286 的运行速度较 8086 快。

BU 包括总线接口电路、预取器和 6 B 的预取队列。BU 负责处理 CPU 和系统总线之间的所有通信和数据传送。

IU 包括指令译码器和已译码指令队列。指令部件将指令字节从预取队列中取出, 送入指令译码器。指令译码器将每个指令字节译码变成 69 位的内部码形式, 存入可容纳 3 条指令的已译码指令队列中。

EU 包括 ALU 及标志寄存器、通用寄存器阵列和控制电路等。控制电路接收已译码指令的 69 位内部码并产生控制电位序列送入 EU 及其他部件, 以完成指令执行并影响标志位。ALU 及标志寄存器分别用来进行算术与逻辑运算和保存控制

与状态标志。通用寄存器暂存操作数和运算结果。

AU 实现段式存储管理和虚拟存储管理,用于实模式下 20 位物理地址的形成,用于保护模式下对存储器的保护和形成 24 位物理地址。

3. 32 位微处理器

(1) Intel 80386 系列

1985 年 10 月 Intel 公司推出了第一片全 32 位体系结构微处理器 80386。80386 能直接寻址 4 GB 物理地址空间,64 TB 的虚拟存储空间;支持段式管理和页式管理;支持多任务多用户系统,提供 4 级特权级,对任务之间、任务和操作系统及应用程序进行严密保护隔离。此外,80386 增加了一个 16 位的高速缓冲器 Cache,使得运行速度加快。

80386 共有 6 个功能部件,它们是总线接口部件、指令预取部件、指令译码部件、执行部件、分段部件和分页部件。其中执行部件包括 3 个子部件:控制部件、数据处理部件、保护检测部件。总线接口部件、指令预取部件和指令译码部件构成 80386 指令流。执行部件、分段部件和分页部件形成 80386 的地址流水线,如图 1.1 所示。

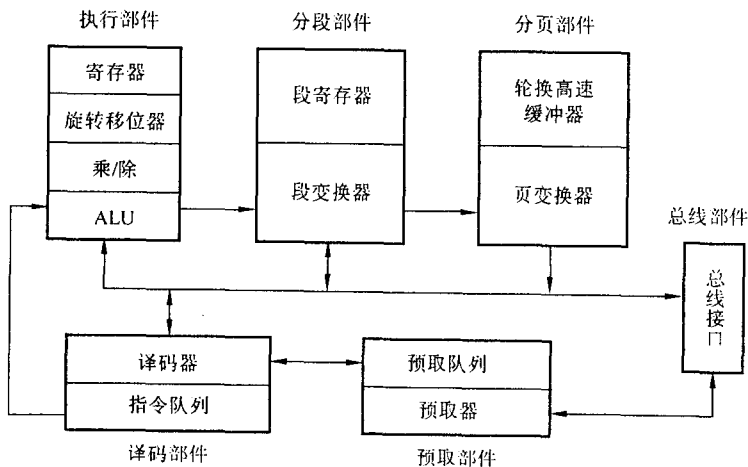


图 1.1 80386 部件的组成

各部件的功能如下。

① 总线接口部件:提供 80386 与其外部环境的接口。它接收预取部件取指和执行部件数据传送的请求,并做请求优先权处理;同时,产生或处理执行现行总线周期信号。另外,它还控制同外部总线主控设备和协处理器的接口。

② 指令预取部件:执行 80386 程序的提前查看功能。指令预取比数据传送优