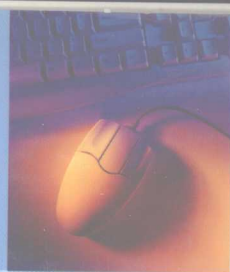




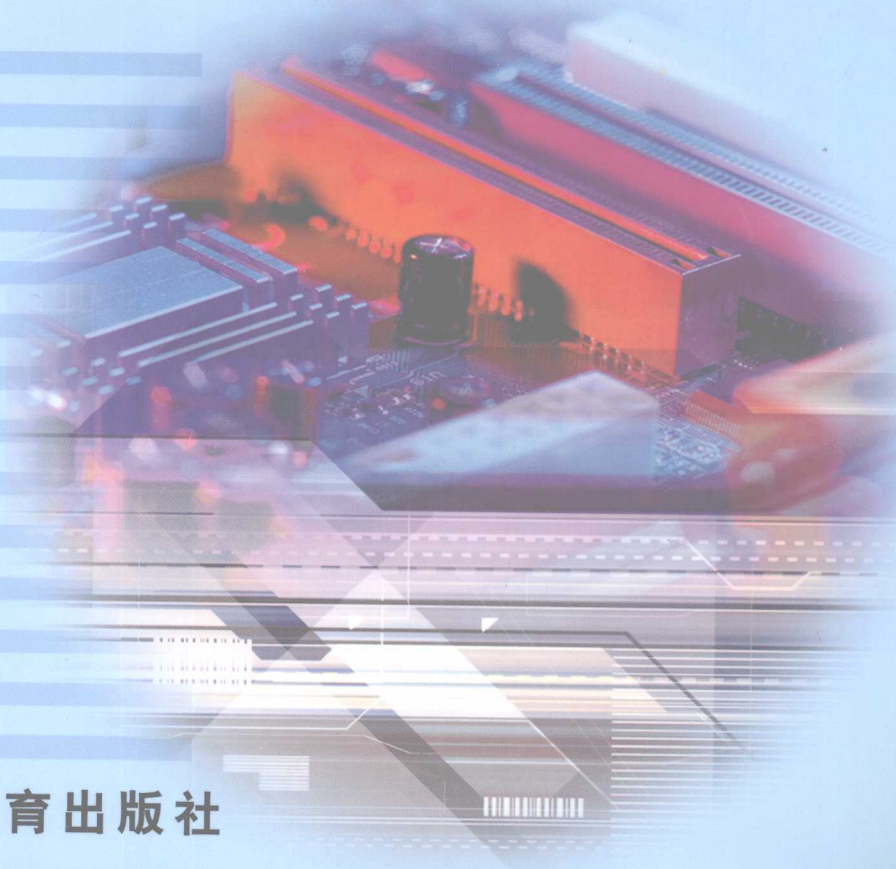
普通高等教育“十五”国家级规划教材



微机接口技术

(第二版)

王成端 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

微机接口技术

(第二版)

王成端 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。

全书以培养学生应用能力为主线,理论与实际相结合,并注意反映计算机技术的最新发展。全书共分 10 章,主要介绍微机接口基本知识、微处理器、总线技术、地址译码技术及存储器接口、中断处理技术及 DMA 技术、并行接口及定时/计数技术、串行通信接口、人机交互设备接口、模拟接口和微机接口分析与设计等内容。

本书适合于高等职业学校、高等专科学校、成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院使用,也可供示范性软件职业技术学院、继续教育学院、民办高校、技能型紧缺人才培养使用,还可供本科院校、计算机专业人员和爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

微机接口技术/王成端主编. —2 版. —北京:高等教育出版社,2004. 11

ISBN 7-04-015739-X

I. 微... II. 王... III. 微型计算机-接口-高等学校-教材 IV. TP364.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103826 号

策划编辑 冯 英 责任编辑 焦建虹 封面设计 王凌波 责任绘图 朱 静
版式设计 胡志萍 责任校对 杨凤玲 责任印制 孔 源

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 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 19.75
字 数 470 000

版 次 2001 年 9 月第 1 版
2004 年 11 月第 2 版
印 次 2004 年 11 月第 1 次印刷
定 价 24.80 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: 15739-00

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化,基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

第二版前言

微型计算机从诞生至今已三十余年,今天其应用已涉及各个领域,微机接口技术同时得到了飞速发展。掌握微机接口技术,是对计算机及自动控制等专业人才的基本要求。然而,现今微机接口技术的教材大多是为计算机专业本科生使用而编写的,而且教材中最新的接口技术内容较少,不适合高职高专学生的教学要求。为配合教育部高职高专教学改革实施,根据教育部高职高专规划教材编写的指导思想与原则要求,我们编写了这本教材。

本书第一版于2001年出版以来,得到了普遍应用。然而,计算机技术的发展是极为迅猛的,为更好地为读者服务,在第一版基础上进行了较大幅度的修订,出版了《微机接口技术》(第二版)教材。

全书以培养学生应用能力为主线,理论与实际相结合。其主要特色有:

1. 注重实用性。基本理论不追求深刻广泛,第二版中对常用接口芯片加大了应用举例的介绍,使学生学完后能动手设计接口电路和编写接口程序。

2. 跟踪新技术,保持先进性。在第一版的基础上,适当增删内容,部分章节进行了合理的合并。例如:增加了实用的地址译码技术和存储器扩展接口;将中断技术与DMA技术两章合并为一章;并行接口技术与定时/计数技术两章也合并为一章;微处理器单独作为一章,该章增加了80386保护模式和Pentium微处理器的介绍;在总线技术一章中,增加了USB总线和Fire Wire串行总线;减少了DMA的内容,增添应用性较强的新内容,使教材能反映计算机技术的最新发展水平,也适应社会的需求。

3. 全书内容重点突出,层次分明。书中并未对微机接口技术的所有内容泛泛而谈,而是针对教学对象的特点进行内容的合理分配,由浅入深、循序渐进地对应用性较强的内容进行重点描述,而实际使用较少的内容作简单介绍。这样既提高了应用能力,又开拓了知识面。例题注意综合性与设计性相结合。过于分散的知识不利于学生理解和掌握,我们通过综合性的设计举例,先提出问题并加以分析,然后利用所学知识进行综合设计,最终解决问题,使学生做到学以致用。

全书内容共分10章。第1章概述,简要介绍微机接口的基本概念和基本功能。第2章主要介绍微处理器,包括8086/8088微处理器、80386微处理器和Pentium微处理器。第3章总线技术,主要介绍总线的基本概念和分类,对常用的系统总线和外部总线也作了系统的介绍。第4章地址译码技术及存储器接口,包括I/O接口的常用译码方法,GAL器件在地址译码中的应用,SRAM、DRAM、ROM的存储容量扩展以及与CPU的连接。第5章中断处理技术及DMA技术,主要介绍中断的基本概念与中断系统的结构,以8259A中断控制器为例,介绍其内部结构、特性、命令字、中断操作、初始化编程及应用实例等;关于DMA技术,主要介绍DMA的基本概念、8237A芯片结构、初始化编程和8237A的应用实例。第6章并行接口及定时/计数技术,介绍并行接口的基本概念、并行接口组成、数据传送方式和8255A的内部结构,8255A的编程方法及应用实例;介绍了定时/计数器的基本概念和分类,然后以8253-5为例,介绍了其内部结构、各种

工作方式和初始化编程方法,并结合实例应用编程。第7章串行通信接口,主要介绍串行通信的基本概念、接口标准、IBM PC/XT机异步通信接口技术及应用,简单介绍通信接口的BIOS与DOS调用。第8章人机交互设备接口,主要讲述键盘、LED显示器、LCD显示器、CRT显示器及其接口技术,对多媒体的音频、视频等处理技术及鼠标、笔式输入设备、触摸屏、图像扫描仪的工作原理与接口也作了简单介绍。第9章模拟接口,主要介绍D/A转换器工作原理、D/A转换器性能指标、D/A转换芯片及其接口、A/D转换器工作原理、A/D转换器性能指标、A/D转换芯片及其接口、多路模拟开关及采样保持电路等,并举例说明了数据采集系统的设计方法。第10章微机接口分析与设计,主要介绍微机接口分析与设计的基本方法、软硬件系统设计、硬件中断的开发与设计、微机接口的可靠性与抗干扰设计以及综合应用实例等。

本课程建议教学计划安排48学时,实践教学内容单独安排。

本书由王成端担任主编,刘永华、王宇晓、邢维岩、魏先民担任副主编。其中第5章、第7章由王成端编写,第3章、第10章由刘永华编写,第8章、第9章由王宇晓编写,第1章、第6章由邢维岩编写,第2章、第4章由魏先民编写,王丰、陈光军、张风云、刘磊等老师参与部分文稿的录入排版和绘图工作,在此表示感谢。全书由王成端负责统稿。

本书可作为高职高专计算机应用及相关电子类专业的专业课教材使用,也可作为应用性本科院校计算机科学与技术专业的专业课教材或工程技术人员的学习参考书使用。

山东交通学院的沈祥玖教授对全稿进行了审阅,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中谬误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2004年7月

第一版前言

微型计算机诞生已经有二十多年了,其应用遍及各个领域,微机接口技术同样也得到了飞速发展。掌握微机接口技术,是计算机及自动控制等专业人才的基本要求。然而,现有的微机接口技术的教材大多是为计算机专业本科生编写的,而且最新的接口技术内容较少,不适合高职高专的教学需要。为适应高职高专教学改革的需要,我们根据教育部高职高专规划教材编写的指导思想与原则,编写了这本教材。

本书以培养学生应用能力为主线,理论与实际相结合。不追求基本理论深刻系统,而关注其实用性,结合实际的应用举例,使学生融会贯通。注重教材的先进性与实用性的结合,适当去除一些陈旧、难度过大及理论过深的内容,增添一些应用性较强的新内容,使教材既能反映计算机技术的最新发展水平,又能适应社会的要求。全书内容重点突出,层次分明。书中并未对微机接口技术的所有内容泛泛而谈,而是针对教学对象的特点进行合理的分配,由浅入深,循循善诱,对应用性较强的内容进行重点描述,而对实际使用较少的内容只作简单介绍,既提高了应用能力,又开拓了知识面。例题注意综合性与设计性相结合。考虑到过于分散的知识不利于学生理解和掌握,我们通过综合性的设计举例,先提出并分析问题,然后通过所学内容的综合设计来解决问题。这样,方法易于掌握,又能使学生做到学以致用。

全书内容共分10章。第1章概述,简要介绍微处理器的体系结构和微机接口应注意的问题。第2章总线技术,主要介绍总线的类别、优点,对常用的系统总线和外部总线也作了系统的介绍。第3章定时/计数器,首先介绍了定时/计数器的基本概念和分类,然后以8253-5为例,介绍其主要特性、引脚与结构、方式控制字、工作方式、初始化编程及应用举例等。第4章中断处理技术,主要介绍中断的基本概念与中断系统的结构,并以8259A中断控制器为例介绍了其内部结构、特性、控制字、中断操作、初始化编程及应用举例等。第5章并行接口,介绍并行接口的基本概念、并行接口组成、数据传送方式和8255A的结构、方式控制字、工作方式、编程方法及应用举例。第6章串行通信接口,主要介绍串行通信的基本概念、接口标准、IBM PC/XT机异步通信接口技术及通信接口的BIOS与DOS调用。第7章DMA技术,主要介绍DMA基本概念、8237A芯片结构与初始化编程。第8章人机交互设备接口,主要讲述键盘、LED显示器、LCD显示器、CRT显示器的工作原理与接口技术,对多媒体的音频、视频等处理技术及鼠标、笔式输入设备、触摸屏、图像扫描仪的工作原理与接口也作了简单介绍。第9章模拟接口,主要介绍D/A转换原理、D/A转换器性能指标、D/A转换芯片及其接口、A/D转换原理、A/D转换器性能指标、A/D转换芯片及其接口和多路模拟开关及采样保持电路等,并举例说明了数据采集系统的设计方法。第10章微机接口分析与设计,主要介绍微机接口分析与设计的基本方法、软硬件系统设计、硬件中断的开发与设计、软件接口概述及应用举例等。其中第1章、第2章由赵景林编写,第4章、第6章由王成端编写,第7章、第10章由刘永华编写,第8章、第9章由王宇晓编写,第3章、第5章由邢维岩编写。全书由赵景林统稿。

济南交通高等专科学校的沈祥玖老师对全稿进行了审阅,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中谬误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2001年3月

目 录

第1章 概述	1
1.1 微机接口基本概念	1
1.1.1 接口的定义	1
1.1.2 专门研究接口的意义	1
1.1.3 接口的分类	2
1.2 接口的功能和特点	3
1.3 CPU与接口之间传送信息的方式	4
1.4 接口技术的现状及发展	5
习题与思考题	5
第2章 微处理器	6
2.1 8086/8088 微处理器	6
2.1.1 8086 CPU的内部结构	6
2.1.2 8086 CPU寄存器组织	9
2.1.3 8086 CPU引脚功能	11
2.1.4 8086/8088 CPU的存储器组织和I/O组织	15
2.1.5 最小模式和最大模式下的基本配置	18
2.1.6 8086 CPU内部时序	20
2.2 80386 微处理器	23
2.2.1 80386 CPU的内部结构	23
2.2.2 80386 CPU的寄存器结构	26
2.2.3 80386 CPU的引脚功能	29
2.2.4 80386的总线周期和内部时序	31
2.2.5 80386系统的存储器结构和I/O结构	32
2.3 80486到Pentium IV微处理器	33
2.3.1 Intel 80486	33
2.3.2 Pentium	36
2.3.3 Pentium Pro	37
2.3.4 Pentium MMX	37
2.3.5 Pentium II	38

2.3.6 Pentium III	39
2.3.7 Pentium IV	39
习题与思考题	39
第3章 总线技术	41
3.1 概述	41
3.1.1 总线的类别	41
3.1.2 总线的优点	42
3.2 系统总线	42
3.2.1 IBM PC总线	42
3.2.2 ISA总线	44
3.2.3 EISA总线	46
3.2.4 PCI总线	47
3.2.5 STD总线	49
3.2.6 AGP总线	51
3.3 外部总线	53
3.3.1 IEEE-488总线	53
3.3.2 SCSI总线	57
3.3.3 IDE总线	59
3.3.4 USB总线	59
3.3.5 Fire Wire串行总线(IEEE-1394)	64
习题与思考题	66
第4章 地址译码技术及存储器接口	68
4.1 I/O端口的寻址方式	68
4.1.1 I/O端口	68
4.1.2 端口地址编址方式	69
4.1.3 端口访问指令	69
4.1.4 I/O端口地址分配和选用	71
4.2 I/O端口地址译码	73
4.2.1 I/O端口地址译码方法	73
4.2.2 固定式端口地址译码	74
4.2.3 开关式可选端口地址译码	76
4.3 GAL器件在I/O地址译码电路中	

的应用	77	5.8.2 8237A 的应用实例	137
4.3.1 GAL 器件的特点	77	习题与思考题	139
4.3.2 GAL 器件的开发过程及工具	79	第6章 并行接口及定时/计数技术	140
4.3.3 采用 GAL 的 I/O 地址译码电路设计	81	6.1 并行接口概述	140
4.4 半导体存储器接口	83	6.1.1 并行接口的概念	140
4.4.1 半导体存储器接口的基本技术	83	6.1.2 握手联络信号	141
4.4.2 静态 RAM 与 CPU 的连接	87	6.2 简单并行接口	142
4.4.3 动态 RAM 与 CPU 的连接	89	6.2.1 并行输入	142
4.4.4 ROM 存储器与 CPU 的连接	91	6.2.2 并行输出	144
习题与思考题	93	6.2.3 双向式输入/输出	146
第5章 中断处理技术及 DMA 技术	94	6.2.4 带有联络信号的输入/输出	146
5.1 中断的基本概念	94	6.2.5 中断式输入	147
5.1.1 中断的定义	94	6.2.6 简单并行接口芯片 8212	148
5.1.2 中断的处理过程	95	6.3 8255A 可编程并行接口芯片	152
5.1.3 中断源、中断识别及其优先级	96	6.3.1 8255A 引脚介绍	152
5.1.4 中断向量	97	6.3.2 8255A 的内部结构	153
5.2 8086/8088 的中断系统	98	6.3.3 8255A 的工作方式控制字	154
5.2.1 8086/8088 的中断系统结构	99	6.3.4 8255A 的 3 种工作方式	156
5.2.2 内部中断	101	6.3.5 8255A 的初始化编程	161
5.2.3 外部中断	103	6.3.6 8255A 的应用实例	163
5.3 8259A 中断控制器	106	6.4 定时/计数器概述	168
5.3.1 8259A 的外部特性和内部结构	106	6.4.1 定时/计数器的基本概念	168
5.3.2 8259A 的控制字及中断操作功能	111	6.4.2 定时/计数器的分类	168
5.4 8259A 的应用实例	117	6.5 可编程定时/计数器 8253-5	169
5.4.1 8259A 在 PC/XT 及 PC/AT 系统中的初始化编程	117	6.5.1 8253-5 的主要特性	169
5.4.2 8259A 的应用实例	120	6.5.2 8253-5 的引脚与功能结构	169
5.5 DMA 概述	121	6.5.3 8253-5 的内部结构	170
5.5.1 DMA 基本概念	121	6.5.4 8253-5 的工作方式控制字	171
5.5.2 DMA 控制器	122	6.5.5 8253-5 的 6 种工作方式	173
5.6 DMA 控制器 8237A	124	6.5.6 8253-5 的初始化编程	178
5.6.1 8237A 的主要特性	124	6.5.7 8253-5 的应用实例	179
5.6.2 8237A 引脚及结构	124	习题与思考题	182
5.6.3 8237A 的软件命令	132	第7章 串行通信接口	184
5.6.4 8237A 的工作时序	133	7.1 串行通信的基本概念	184
5.7 8237A 的初始化编程	134	7.1.1 串行通信的特点	184
5.8 8237A 的应用实例	135	7.1.2 数据通信方式	185
5.8.1 8237A 的初始化编程	135	7.1.3 串行通信方式	185
		7.1.4 信息的校验方式	189
		7.1.5 传输速率与传送距离	189
		7.1.6 信号的调制与解调	190

7.1.7 串行接口的基本结构和基本功能	191	第9章 模拟接口	252
7.2 串行接口标准	193	9.1 D/A 转换器接口	252
7.2.1 EIA-RS-232C 接口标准	193	9.1.1 D/A 转换器的工作原理	252
7.2.2 RS-422A、RS-423A、RS-485A 接口标准	199	9.1.2 D/A 转换器的主要性能指标	253
7.3 IBM PC/XT 机异步通信接口	201	9.1.3 D/A 转换芯片	254
7.3.1 异步通信适配器的组成	201	9.1.4 D/A 转换器的接口	257
7.3.2 INS 8250 的结构和外部特性	202	9.2 A/D 转换器	261
7.3.3 INS 8250 的内部寄存器及其编程方法	204	9.2.1 A/D 转换器的工作原理	261
7.3.4 INS 8250 的编程	209	9.2.2 A/D 转换器的主要性能指标	263
7.4 通信接口的 BIOS 调用及 DOS 调用	221	9.2.3 A/D 转换芯片	264
7.4.1 通信接口的 BIOS 调用	221	9.2.4 A/D 转换器的接口	267
7.4.2 通信接口的 DOS 调用	223	9.3 多路模拟开关及采样保持电路	270
习题与思考题	223	9.3.1 多路模拟开关	270
第8章 人机交互设备接口	224	9.3.2 采样保持电路	271
8.1 PC 机与键盘的接口	224	9.4 数据采集系统设计	273
8.1.1 键盘的工作原理	224	9.4.1 数据采集系统构成	273
8.1.2 PC 系列键盘及其接口电路	227	9.4.2 应用实例	273
8.2 PC 机与显示器的接口	230	9.4.3 数据采集接口设计应注意的问题	275
8.2.1 LED 显示器及其接口	230	习题与思考题	276
8.2.2 LCD 显示器及其接口	233	第10章 微机接口分析与设计	278
8.2.3 CRT 显示器及其接口	235	10.1 微机接口设计的基本方法	278
8.3 多媒体技术及其接口	240	10.2 硬件系统的设计	279
8.3.1 多媒体计算机概述	240	10.3 软件系统的设计	280
8.3.2 多媒体音频处理技术	242	10.3.1 微机的软件结构	280
8.3.3 多媒体视频处理技术	243	10.3.2 微机的软件接口	280
8.3.4 多媒体的其他技术	244	10.4 微机硬件中断的开发与设计	281
8.4 其他常用人一机输入接口	246	10.4.1 微机硬件中断开发概述	281
8.4.1 鼠标及其接口	246	10.4.2 中断处理程序设计	282
8.4.2 笔式输入设备及其接口	247	10.5 微机接口的可靠性与抗干扰设计	283
8.4.3 触摸屏及其接口	248	10.6 应用实例	285
8.4.4 图像扫描仪及其接口	249	习题与思考题	300
习题与思考题	250	参考文献	301

第1章 概述

【学习目标】

通过本章的学习,应该做到:

◆ 掌握接口的定义及功能,了解接口的类型。

◆ 掌握 CPU 与接口之间传送信息的 3 种方式。

建议本章教学安排 1 学时。

1.1 微机接口基本概念

输入和输出设备指的是 CPU 与外界联系所用的装置。人们是通过外部设备来使用计算机的,而大多数外部设备往往不能直接与 CPU 相连,它们之间的信息交换需要加一个中间环节的电子系统,这就是接口电路。

1.1.1 接口的定义

所谓微机接口就是微处理器(CPU)与外部设备连接的中间部件(电路),是 CPU 与外界进行信息交换的电子系统。例如微机中的源程序要通过微机接口从输入设备送进去,运算结果要通过微机接口送到输出设备输出。微机接口技术是采用软件与硬件相结合的方法。微机接口技术是研究 CPU 如何与外部设备进行最佳耦合与匹配,以实现双方高效、可靠地进行信息交换的一门技术。

1.1.2 专门研究接口的意义

输入/输出(I/O)是计算机与外部世界交换信息所必需的手段。输入/输出设备(以下简称外设)是提供给用户使用的设备。一方面,程序、数据和现场物理量等要通过输入设备进入计算机;另一方面,计算机运行的结果和各种控制信号要通过输出设备进行显示、打印或实现实时控制等。计算机的外设有机电式、电子式和机电式等。这些外设的工作速度相差甚远,信号的形式及传送方式也不相同。例如,键盘为秒数量级,而磁盘则以 0.26 MBps 的速度与主机交换数据。输入/输出信号的形式是数字量或模拟量(电压/电流),信息传送方式是串行或并行等。因此,在 CPU 与外设之间需要设置一种部件装置,使 CPU 和外设协调工作,有效地完成 CPU 与外界的信息交换,这种起界面(Interface)作用的部件装置称为输入/输出接口电路。

在设计一个微机系统时,首先明确系统的功能及性能指标,然后确定硬件系统和软件系统的各自分工,然后再组织进行具体设计实施。在整个设计过程中,要求设计者不仅对微机有较深入的了解,而且,还必须对各种使用部件有较深刻的了解,尤其要非常熟悉部件的外部特性和性能指标等,以便在设计的过程中,通过适当的接口技术把它们结合在一起。从这个意义上讲,接口技术是设计一个微机系统的关键。

计算机系统外的外部设备品种很多,有机械式、电子式和机电式等,这些外设的速度相差甚远。即便是一些常见的外部设备,例如键盘、显示器、打印机和磁记录设备等,它们的特性就有极大的差异,如果都用一种方法处理,难以达到理想的接口要求。例如,键盘是一种输入设备,人击键的速度每秒不会超过 10 个字节。计算机如果是从外部通信线路获得数据,那么它的输入速度可能就达每秒几十个字节到几千个字节,例如硬盘的速度几乎可达每秒几兆字节。很显然,速度差异如此巨大,用同一种方法处理信息交换是不合适的。除了速度问题,输入/输出信息的形式和传输方式给接口技术增加了多样性和复杂性。因此,在 CPU 与外设之间需要设置一个电子系统,使 CPU 和外设协调工作,有效地完成 CPU 与外设之间的信息交换,这个电子系统就是所谓的“输入/输出接口电路”。

对接口技术的研究不仅在于它的重要性,还在于具体接口技术的多样性和复杂性。

1.1.3 接口的分类

所谓计算机中各部件的性能不同,主要是指这些部件内的信息类型和形式,或者是对它们的处理方法及速度的不同。而各部件之所以要通过接口实现互连,仅仅因为各种接口总是以解决不同信息之间的交换为目的,所以可以用不同的信息形式来对接口进行分类,即以外设输入/输出的信息特性作为基准。

1. 数字接口与模拟接口

自然界中很多信息都是以模拟量表示的,即在任何两个值之间总可以找出其中间值的量。例如模拟的电压或电流,甚至非电量(如温度、压力、流量等)都是这类例子。在数字计算机的环境下,模拟量无法直接进入计算机,也无法直接被计算机识别和处理,需经传感器转换成连续变化的电信号,再经 A/D 转换器变成数字量形式传输。

所谓数字接口是指以二进制形式表示的信息所用的接口技术,目前绝大部分外设都可以输出或输入二进制数据或控制信息。

2. 串行接口与并行接口

此划分是根据信息传输方式的不同而区分的接口类型。从 8086 CPU 引脚看,它的数据信息是以并行方式传送的。外设的数字信息若以同样方式传送,这种接口处理起来要方便一些,称为并行接口。但是有一些外部设备适合以串行方式传输数据,例如主机与终端之间的信息传输就是这种方式,尤其在远距离传输数据时,更是必须以串行方式工作。这样,在信息进入系统总线之前必须进行形式上的变换,即将串行信息变换为并行信息,这种接口称为串行接口。

3. 高速接口与低速接口

这是根据传输速度而分类的。所谓的高速和低速是相对于 CPU 读写速度而言的,如果传输速度比 CPU 读写速度快,称为高速,反之则称为中速或低速传输。在作接口处理时,这两种情况显然是不同的。对于 I/O 指令,可以实现此种交换中的一部分功能。例如若要将外设的数据读入到内存时,先执行 I/O 指令把数据读入到 CPU 的 AL 或 AX 寄存器中,然后再执行 MOV 指令把数据送入内存,即每传输一个字节(或字)就需要执行两条指令才能完成。以一个在 5 MHz 时钟下工作的 8086 CPU 为例,查指令表可以知道,执行一次 IN 操作大约是 10 个时钟周期,一条 MOV 指令也要大约 10 个时钟周期。这就是说,输入一个字节(或字)的过程可能要花费 4 μ s,按这种方式输入/输出的速率极限大约是 250 KBps。如果高于此速率,仍用这种接口处理方式,就

一定会出现传输错误。所以对高速传输的数据常常采用 DMA 方式,即不要 CPU 介入,让外设与存储器间直接传输数据。

1.2 接口的功能和特点

接口部件作为 CPU 与外设之间的一个界面,使得双方有条不紊地协调动作,从而完成 CPU 与外界的信息交换。按 CPU 与外界交换信息的要求,从解决 CPU 与外设连接时存在的矛盾来看,接口部件应具有如下功能特点:

1. 数据锁存、缓冲与驱动功能

在实施外设与 CPU 之间数据传送时,往往要采用数据锁存技术,接口中一般都设置数据寄存器或锁存器来解决高速 CPU 和低速外设之间的矛盾,以适应双方的读写时间需要,避免丢失数据。例如从 CPU 向外设写一个字节数据时,按照总线周期的规律,数据在总线上存在的时间只有 3 个 T 周期(对 5 MHz 时钟而言,只有 $0.6\ \mu\text{s}$),一般来说外设难以在这样短的时间内完成应做的工作。当然,如果采用增加 WAIT 周期的办法可以解决这个问题,但这是以降低 CPU 的效率为代价的。如果在接口电路中加上一个 D 触发器,利用 I/O 接口的译码及 I/O 写控制信号作触发脉冲,就可以将数据总线上的状态及时地暂存在锁存器中。此后,锁存器中的信息可以让外设随意取得,不必担心速度快慢,而 CPU 在写完此数据后,就可以继续进行别的操作。有些接口电路中对从外设来的数据也进行锁存。

接口电路中除了要对数据锁存外,还必须进行缓冲,即在输入与输出之间进行一定的隔离,以减小或消除互相的影响。输出到数据总线去的缓冲器一般采用三态门,以防止输入信息影响公用数据线所进行的其他操作。考虑到负载的情况以及总线本身的负载能力,缓冲器一般都具有适当的驱动能力。特殊情况下可以采用专门的驱动器。

2. 信号转换功能

由于外设能提供或接收的各种信号常常与微机的总线信号不兼容,因此信号变换就不可避免,它是接口设计中的一个重要方面。通常遇到的信号变换包括:信号电平转换、模/数和数/模转换、串/并和并/串转换、数据宽度变换及信号的逻辑关系和时序上的配合所要求的变换等。

3. 接收和执行 CPU 命令的功能

CPU 发往外设的各种命令都是以代码的形式先到接口电路,再由接口电路对命令代码进行识别解释后,形成一系列控制信号送往外设(被控对象),产生相应的具体操作。为了实现 CPU 与外设之间的联络,接口电路还必须提供有关的外设“忙”或“闲”等状态信号。

4. 设备选择功能

微机系统中通常都有多个外设,而 CPU 在同一时间里只能与一个外设交换信息,这就要借助于接口的地址译码电路对外设进行寻址。高位地址用于芯片(电路)的选择,低位地址用于接口芯片(电路)内部寄存器或锁存器的选择,只有被选中的设备才能与 CPU 交换数据。

5. 中断管理功能

当外设需要及时得到 CPU 的服务时,例如,在出现故障而要求 CPU 进行刻不容缓的处理时,就应在接口中设置中断控制逻辑,由它完成向 CPU 提出中断请求,进行中断优先级排队,接

收中断响应信号以及向 CPU 提供中断向量等有关中断事务的工作。这样,除了能使 CPU 实时处理紧急情况外,还能使快速 CPU 与慢速外设并行工作,从而大大提高 CPU 的效率。

6. 可编程功能

现在的接口芯片多数都是可编程的,这样在不改变硬件的条件下,只改变驱动程序就可改变接口的工作方式和功能,大大增强了接口的通用性、灵活性和可扩充性,以适应不同的用途。

需要说明的是,上述功能并非每个接口都要求具备,对不同配置和不同用途的微机系统,其接口功能及接口电路的复杂程度都不一样。

1.3 CPU 与接口之间传送信息的方式

CPU 与外设之间的数据传送实际上是 CPU 与接口电路间的信息传送。CPU 对外设采用的控制方式不同,从而接口电路的结构及功能也不同,至于采用何种传送方式,取决于应用场合和外设的特性等。传送方式可归纳为以下 3 种:

1. 程序控制方式

① 无条件传送方式(又称为同步传送方式)。其具体方法是:在程序中需要执行输入或输出操作时,只需执行相应的 I/O 指令,便可完成数据的传输,例如控制 LED 显示电路等。在这种方式中,外设必须是时刻准备好的。这种传送方式的优点是软硬件十分简单,而实际中较少使用这种传送方式。

② 条件传送方式(又称为查询传送方式)。其实现方法是:在每次执行 I/O 操作之前,CPU 先查询外设的状态,若外设没有准备好,则 CPU 处于等待状态,当外设准备好时才执行 I/O 指令实现数据传送。这种传送方式有效地解决了无条件传送方式难以保证 CPU 与外设同步动作的问题,但其缺点是传输速度慢,CPU 工作效率低,因为 CPU 将花费绝大部分时间去查询外设的状态。在 CPU 不太忙且传送速度要求不高的场合下可以采用。

2. 中断传送方式

为了提高 CPU 的效率,使系统具有实时处理能力,可采用中断传送方式进行 CPU 与外设间的数据传送。具体过程为:当外设准备好进行数据传输时,通过接口向 CPU 提出中断请求,CPU 在满足响应中断的条件下,向接口发出中断响应(回答)信号,然后执行中断服务程序,完成一次数据传送。这种方式可使 CPU 与外设并行工作,从而大大提高了 CPU 的工作效率。中断方式用于 CPU 的任务比较忙以及传送速度不太高的场合,尤其是适合实时控制及紧急事件的处理。

3. DMA 传送方式

在中断传送方式中,每传送一次数据,CPU 就要执行一些附加的保护断点和现场、恢复现场和断点的指令。虽然在一定程度上实现 CPU 与外设并行工作,但不能从根本上做到大幅度提高 CPU 的效率,且不能成块传送数据,因此,在内存与高速外设传送数据时,常采用 DMA 传送方式(存储器直接存取方式)。在这种方式中,整个传送过程均由专用接口芯片 DMA 控制器(以下简称 DMAC)来管理。当外设需传送数据时,先通过 DMAC 向 CPU 提出总线请求,CPU 收到请求并发出总线响应(回答)信号,然后 CPU 释放总线,由 DMAC 接管总线并控制数据的传送过程,传送完毕将总线控制权交还给 CPU。DMA 传送方式对高速大批量数据传送特别有用,但电路结构复杂,硬件开销较大。

1.4 接口技术的现状及发展

在最初的计算机系统中并没有设置独立的接口部件,对外设控制与管理均由 CPU 直接承担。这在当时 CPU 任务较单一,操作简单,外设品种较少的条件下是可行的。然而,随着计算机技术的迅猛发展和日益广泛的应用,CPU 需要执行的任务愈来愈多,外设的种类也大大增加且性能各异,对外设的管理也变得愈来愈复杂。如果再使 CPU 承担全部管理任务,那么势必会使主机完全陷入与外设打交道的沉重负担之中,因而必须设置专门的接口电路,把对外设的控制管理任务交给接口去完成,而主机只在适当时刻向接口发出命令,从接口读入外设状态或与外设传送数据。这就大大减轻了主机的负担,降低了对 CPU 的要求,同时也极大地提高了 CPU 的利用率。

早期的接口其实就是在 CPU 和外设之间设置简单的逻辑电路,后来逐步发展成为独立的接口电路,甚至是设备控制器。它们的功能越来越强,而电路也越来越复杂。同时,有了接口之后,研制外设时无须考虑它是同哪种 CPU 连接。当然,为便于通用也制定了各种接口标准。

随着现代化集成技术及计算机技术的发展,目前的接口几乎都是中、大规模集成芯片,并且是可编程的,还具有较好的通用性,即通过编程设置不同的工作方式,管理不同外设或管理多台外设。因此可以实现实时、多任务和并行操作。

接口技术的发展趋势是大规模和超大规模芯片,并向智能化、技术化、系列化和一体化方向发展。另外,随着多媒体技术的出现,相应的接口器件也会不断涌现。

由于微机越来越丰富的功能,它已成为生活、生产、科研等各个领域的重要工具,然而在微机系统中,微处理器的强大功能必须通过外设才能实现,而外设与微处理器之间的信息交换及通信是靠接口完成的。所以,接口技术是直接影响微机系统的处理能力和微机推广应用的关键。那么,掌握微机接口技术就成为当代科技工作者和工程技术人员应用微机所必不可少的基本技能。

习题与思考题

1. 简述接口的概念及接口的功能。
2. 简述为什么要在 CPU 与外设之间设置接口。
3. CPU 与接口之间传送数据的方式有几种? 比较它们各自的优缺点及适用场合。

第2章 微处理器

【学习目标】

通过本章的学习,应该做到:

- ◆ 对微处理器的学习既要掌握微处理器的一般原理,又应该了解 Intel 系列 CPU 的典型产品的特点。
- ◆ 重点掌握 8086/8088、80386 微处理器的两个方面:内部结构(微处理器的功能)和外部引脚(微处理器功能的具体体现)。
- ◆ 掌握 80386 CPU 的寄存器结构。
- ◆ 了解 80486、Pentium、Pentium Pro、Pentium MMX、Pentium II、Pentium III、Pentium IV CPU 的特点。

建议本章教学安排 4 学时。

2.1 8086/8088 微处理器

8086 微处理器是美国 Intel 公司 1987 年推出的一种高性能的 16 位微处理器。它采用硅栅 HMOS 工艺制造,在 1.45 cm^2 单个硅片上集成了 29 000 个晶体管。它一问世就显示出了强大的生命力,以它为核心部件组成的微机系统,其性能已达到中、高档小型计算机的水平。它具有丰富的指令系统,采用多级中断技术、多重寻址方式、多重数据处理形式、段寄存器结构和硬件乘法运算电路,增加了预取指令的队列寄存器等,使其性能大为增强。与其他几种 16 位微处理器相比,8086 的内部结构规模较小,仍采用 40 引脚的双列直插式封装。8086 的一个突出特点是有多重处理能力,用 8086 CPU 与 8087 协处理器以及 8089 I/O 处理器组成的多处理器系统,可大大提高其数据处理和输入/输出能力。另外,与 8086 配套的各种外围接口芯片非常丰富,方便用户开发各种系统。

2.1.1 8086 CPU 的内部结构

8086 CPU 的内部结构如图 2-1 所示。按功能可分为两大部分:总线接口单元 BIU(Bus Interface Unit)和执行单元 EU(Execution Unit)。

1. 总线接口单元 BIU

总线接口单元 BIU 是 8086 CPU 同存储器和 I/O 设备之间的接口部件,负责对全部引脚的操作,即 8086 所有对存储器和 I/O 设备的操作都是由 BIU 完成的,所有对外部总线的操作都必须有正确的地址和适当的控制信号,BIU 中的各部件主要是围绕这个目标设计的。它提供了 16 位双向数据总线、20 位地址总线和若干条控制总线。其具体任务是:负责从内存单元中预取指令,并将它们送到指令队列缓冲器暂存。CPU 执行指令时,总线接口单元要配合执行单元,从指定的内存单元或者 I/O 端口中取数据传送给执行单元,或者把执行单元的处理结果传送到指定