



普通高校“十二五”规划教材



单片机原理与应用

(第2版)

靳孝峰 主编



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



配有课件



普通高校“十二五”规划教材



单片机原理与应用 (第2版)

靳孝峰 主编



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

依据高等院校单片机课程教学内容的基本要求和实际需要编写了本书。以 51 系列单片机为主要对象,从系统组成和工程实践的角度出发,以 AT89S51 单片机为例详细介绍了 51 系列单片机的结构、指令系统、汇编语言及 C 语言程序设计、系统扩展以及单片机各功能部件的组成,并对应用系统设计、开发、调试以及开发工具的使用作了较深入的讨论。主要内容包括单片机基础知识、单片机的基本结构及工作原理、单片机指令系统及汇编语言程序设计、定时/计数器原理及应用、中断系统及应用、单片机串行接口及应用、单片机与输入/输出外部设备接口、单片机系统扩展技术、单片机与 ADC 和 DAC 的接口技术、单片机 C 语言程序设计、单片机应用系统设计技术共 11 章内容。另外,书中提供了大量的例题和习题,并在书后给出了附录,便于学生自学。

本书适合普通高等院校本科和专科电子、电气、信息技术及自动化等专业作为“单片机原理与应用”的课程教材使用,也适合高职相关专业作为教材以及工程技术人员作为技术参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用 / 靳孝峰主编. — 2 版. — 北京:
北京航空航天大学出版社, 2012. 9
ISBN 978 - 7 - 5124 - 0815 - 9

I. ①单… II. ①靳… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 094306 号

版权所有,侵权必究。

单片机原理与应用(第 2 版)

靳孝峰 主编

责任编辑 杨 昕 刘 工 刘爱萍

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:30.50 字数:650 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0815 - 9 定价:59.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

第2版前言

本书第1版出版发行后,收到了许多高校教师的邮件或来电,对教材内容和特点给予了充分肯定,同时也提出了一些改进意见。为了使本书的特点更加鲜明,使用更加方便,决定对第1版进行修订。

第2版书中基本保留了第1版的特色和知识框架,增删、调整了部分内容,纠正了第1版中存在的错漏以及个别符号、图形、公式、表格等不规范的问题。

第2版教材在基本保持第1版理论体系的基础上,做了如下变化:

- 仍以51单片机为主进行讲解,但用AT89S51取代原来的AT89C51,并适当介绍52子系列单片机;
- 仍以汇编为主,考虑到实际应用,加强了C语言程序设计的有关内容;
- 考虑到单片机产品的资源越来越丰富,压缩了扩展部分内容;
- 考虑到串行总线的应用日益广泛,增加了串行接口部分内容;
- 调整了一些例题,增加了一些单片机应用实例,并采用两种语言编程;
- 内容及章节顺序进行了较大调整,原12章内容合并为11章。

本书的修订得到了北京航空航天大学、吉林大学、郑州大学、焦作大学、河南城建学院、河南理工大学、中原工学院等兄弟院校的大力支持和热情帮助。此次修订工作由焦作大学靳孝峰教授主持完成,李鸿征、刘晓莉、王春霞、李莹、李卓担任副主编,负责协助主编工作。

第1章由宁蕴绯编写,第2章由张洛花编写,宁蕴绯、张洛花共同编写附录D;第3章由李鸿征编写;第4章、第5章由卢永芳编写;第6章由李卓编写;第7章由李莹编写;第8章由郭艳红编写;第9章、附录A、附录B、附录C由张琦编写;第10章由刘晓莉编写;第11章由王春霞编写。

郑州大学宋家友、张德辉教授不辞辛苦地认真审阅了全部书稿,并提出了宝贵建议,从本书初版的编写到这次的修订,一直得到河南城建学院孙炳海教授、河南理工大学李泉溪教授的热情支持和悉心指导,中原工学院武超、王燕与河南城建学院刘海

昌对书中所有程序和实训内容进行了验证,北京航空航天大学出版社的工作人员为本书的成功出版付出了艰辛的劳动。

编者在此向所有关心、支持和帮助过本书编写、修改、出版、发行工作的同志们致以衷心的感谢。同时对本书所用参考文献的作者表示诚挚的谢意。

修订后的教材中可能还有不完善之处,敬请读者批评指正,以便不断改进。有兴趣的读者可以发送邮件到 jxfeng369@163.com,与作者进一步交流,也可以发送邮件到 bhcbxlx@sina.com,与本书策划编辑进行交流。

作 者

2012 年 4 月

本书还配有教学课件。需要用于教学的教师,请与北京航空航天大学出版社联系。

通信地址:北京海淀区学院路 37 号北京航空航天大学出版社教材推广部

邮 编:100191

电 话:010-82339483

传 真:010-82328026

E-mail: bhkejian@126.com

第 1 版前言

单片机应用日益广泛,已成为现代电子系统中最重要的智能化核心部件。为了尽快推广单片机应用技术,为科技人员在单片机软件、硬件的开发与应用方面打下良好的基础,特编写此书作为教材和自学参考书。本书依据高等院校单片机技术课程教学内容的基本要求而编写,编写时充分考虑到单片机技术的飞速发展,加强了单片机技术新理论、新技术和新器件及其应用的介绍。本书既有严密完整的理论体系,又具有较强的实用性。本书的编写原则是知识面宽、知识点新、应用性强,利于理解和自学。

本书是高等院校规划教材之一。本教材参考教学学时为 64~72 学时,可以根据教学要求适当调整教学学时。本教材具有以下特点:

① 反映了单片机技术的新发展,在讲解常用机型时,适当介绍新机型的发展和应用;

② 以汇编语言为主进行讲解,考虑到 C 语言的应用越来越广泛,适当介绍了 C 语言的应用;

③ 内容编排上,顺序合理,逻辑性强,力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂,可读性强,读者更易学习和掌握;

④ 教材正文与例题、习题紧密配合。例题是正文的补充,某些内容则有意让读者通过习题来掌握,以调节教学节律,利于理解深化。

在品种众多的单片机中,51 系列单片机具有独特的优点,仍是单片机中的主流机型,因此,本书以 51 系列单片机作为主线来进行单片机介绍。在详细介绍 51 系列单片机的结构、工作原理、指令系统、接口电路、单片机各功能部件的组成及应用和开发等内容的基础上,伴以大量的典型电路及应用实例,主要侧重于介绍单片机的外部特性和单片机应用与开发的基本方法和技巧。

参加本书编写的人员均为长期从事单片机技术教学的一线教师,具有丰富的教学经验。本书以编者多年来从事单片机课程教学和应用系统开发的经验与体会为基

础,并参阅大量的同类书籍编写而成。大量的实例简单易懂,适应性强,软、硬件齐全,使读者能够在软件和硬件相结合的基础上更加深入地掌握其技术,以达到举一反三的目的,为掌握 51 硬软件使用的技巧、单片机的开发和应用以及学习其他单片机打下坚实的基础。

本书由靳孝峰、张艳担任主编,负责制定编写要求和详细的内容编写目录,并对全书进行统稿和定稿。

本书由郑州大学张德辉副教授负责审阅,张德辉老师在百忙中认真细致地审阅了全部书稿,并提出了宝贵建议。本书的编写得到了北京航空航天大学、郑州大学、河南理工大学、焦作大学、中原工学院、黄淮学院、平顶山工学院、河南城建学院等兄弟院校的大力支持和热情帮助,北京航空航天大学出版社的工作人员为本书的成功出版付出了艰辛的劳动。编者在此对为本书成功出版作出贡献的所有工作人员表示衷心的感谢。同时对本书所用参考文献的作者表示诚挚的谢意。

书中的错漏和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正,以便不断改进。

编 者

2009 年 5 月

目 录

第 1 章 单片机基础知识	1
1.1 单片机和单片机系统	1
1.1.1 微处理器和微型计算机	1
1.1.2 微型计算机系统	2
1.1.3 单片机的基本概念及基本结构	4
1.1.4 单片机的特点	5
1.1.5 单片机应用系统	6
1.2 计算机中的数据表示	7
1.2.1 计算机中数值的表示	7
1.2.2 计算机中非数值数据信息的表示	10
1.3 单片机技术的发展和應用	13
1.3.1 单片机的产生与发展过程	13
1.3.2 单片机技术的发展方向	16
1.3.3 单片机的应用领域	19
1.4 单片机的分类	21
1.4.1 4 位单片机	22
1.4.2 8 位单片机	23
1.4.3 16 位单片机	24
1.4.4 32 位单片机	25
1.4.5 模糊单片机	25
1.5 典型单片机产品的基本特性	26
1.5.1 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机	26
1.5.2 Atmel 公司的 AT89 系列单片机	28
1.6 如何学好单片机	33
1.6.1 学习 51 系列单片机的原因	33
1.6.2 单片机系统的开发过程	33
1.6.3 单片机的编程	34
1.6.4 单片机的学习方法	34
本章小结	35
思考与练习	36

第2章 AT89S51 单片机的基本结构及工作原理	37
2.1 AT89S51 单片机的内部结构和信号引脚	37
2.1.1 AT89S51 单片机内部组成	37
2.1.2 AT89S51 单片机的 CPU 结构	39
2.1.3 AT89S51 单片机的引脚及功能	41
2.2 AT89S51 单片机的定时控制部件与时序	43
2.2.1 振荡器和时钟电路	43
2.2.2 CPU 的时序	45
2.2.3 单片机的工作过程	46
2.3 AT89S51 单片机的并行输入/输出端口	48
2.3.1 I/O 端口的结构	48
2.3.2 I/O 端口的功能	49
2.3.3 I/O 端口的负载能力和接口要求	52
2.4 AT89S51 单片机的存储器结构及寄存器	53
2.4.1 AT89S51 单片机存储器的分类及配置	53
2.4.2 程序存储器	54
2.4.3 数据存储器	55
2.4.4 特殊功能寄存器 SFR	57
2.5 AT89S51 单片机的工作方式	62
2.5.1 单片机复位方式	62
2.5.2 CHMOS 低功耗工作方式	64
2.6 单片机的最小应用系统	66
2.6.1 片内带程序存储器的最小应用系统	67
2.6.2 片内无程序存储器的最小应用系统	68
本章小结	68
思考与练习	69
第3章 单片机指令系统及汇编语言程序设计	71
3.1 指令系统概述	71
3.1.1 指令的表达形式及类型	72
3.1.2 指令格式	73
3.1.3 指令中常用的符号	74
3.2 AT89S51 单片机的寻址方式	75
3.2.1 立即寻址	75
3.2.2 直接寻址	76
3.2.3 寄存器寻址	77
3.2.4 寄存器间接寻址	78

3.2.5 变址寻址·····	78
3.2.6 相对寻址·····	79
3.2.7 位寻址·····	80
3.3 常用指令系统及应用举例·····	81
3.3.1 数据传送类指令·····	81
3.3.2 算术运算类指令·····	86
3.3.3 逻辑运算及移位类指令·····	91
3.3.4 控制转移类指令·····	95
3.3.5 位(布尔)操作类指令·····	102
3.4 汇编语言程序设计·····	105
3.4.1 计算机程序设计语言概述·····	105
3.4.2 汇编伪指令·····	106
3.4.3 汇编语言程序设计的方法与步骤·····	109
3.4.4 汇编语言程序设计·····	111
3.4.5 子程序·····	123
本章小结·····	127
思考与练习·····	128
第4章 定时/计数器原理及应用 ·····	132
4.1 定时/计数器的结构和工作原理·····	132
4.1.1 单片机定时/计数器的结构·····	132
4.1.2 定时/计数器的工作原理·····	133
4.2 定时/计数器的控制和工作方式·····	134
4.2.1 定时/计数器的控制·····	134
4.2.2 定时/计数器的初始化·····	136
4.2.3 定时/计数器的工作方式·····	138
4.3 定时/计数器的编程和应用·····	143
本章小结·····	145
思考与练习·····	145
第5章 中断系统及应用 ·····	147
5.1 中断系统概述·····	147
5.1.1 中断和中断源·····	147
5.1.2 中断响应的过程·····	150
5.2 AT89S51 单片机的中断系统·····	151
5.2.1 中断源及中断系统构成·····	152
5.2.2 单片机的中断标志与中断控制·····	153
5.2.3 单片机的中断管理·····	157

5.2.4 单片机的中断处理过程	158
5.3 单片机中断系统的应用	161
5.3.1 外部中断的扩充方法	161
5.3.2 中断系统的应用举例	165
本章小结	169
思考与练习	169
第6章 单片机串行接口及应用	171
6.1 串行通信概述	171
6.1.1 通信的概念	171
6.1.2 串行通信的分类	172
6.1.3 串行通信的制式	175
6.1.4 信号的调制和解调	175
6.1.5 串行通信的接口电路	176
6.2 单片机的串行接口	181
6.2.1 串行接口的结构	182
6.2.2 串行接口的工作方式	185
6.2.3 各种方式波特率的设置	191
6.2.4 串行通信的编程	192
6.3 单片机串行接口的应用	193
6.3.1 方式0的I/O口扩展应用	193
6.3.2 串行接口在双机通信中的应用	194
6.3.3 串行接口在多机通信中的应用	199
6.3.4 单片机和PC机之间的通信	201
6.4 单片机串行总线技术	204
6.4.1 I ² C总线接口	205
6.4.2 SPI总线接口	211
6.4.3 1-Wire接口	214
6.4.4 Microwire总线接口	215
本章小结	216
思考与练习	216
第7章 AT89S51单片机与输入/输出外部设备接口	218
7.1 AT89S51单片机与键盘接口	218
7.1.1 键盘工作原理	218
7.1.2 键盘扫描控制方式	222
7.1.3 独立式键盘的结构及工作原理	224
7.1.4 行列式键盘的结构及工作原理	226

7.2 AT89S51 单片机与 LED 显示器接口	233
7.2.1 LED 数码管接口技术	233
7.2.2 LED 大屏幕显示器	240
7.3 AT89S51 单片机与 LCD 显示器接口	247
7.3.1 LCD 显示器的分类	247
7.3.2 典型液晶显示模块介绍	247
7.3.3 AT89S51 单片机与 LCD 的接口及软件编程	253
7.4 键盘与显示器综合使用	256
7.4.1 利用串行接口实现的键盘/显示器接口	256
7.4.2 利用 8255A 和 8155 扩展实现的键盘/显示器接口	258
本章小结	262
思考与练习	264
第 8 章 51 单片机系统扩展技术	265
8.1 51 单片机系统扩展概述	265
8.1.1 51 系列单片机的扩展规则及扩展方法	265
8.1.2 51 系列单片机的系统总线及其结构	267
8.1.3 常用的扩展器件及半导体存储器	269
8.2 51 单片机存储器的扩展技术	274
8.2.1 程序存储器的扩展	275
8.2.2 数据存储器的扩展	281
8.2.3 存储器综合扩展	285
8.3 51 单片机 I/O 端口的扩展技术	287
8.3.1 I/O 端口的扩展概述	287
8.3.2 简单的 I/O 口扩展	288
8.3.3 并行 I/O 口 8255A 的扩展	290
8.3.4 并行 I/O 口 RAM 8155 的扩展	298
本章小结	310
思考与练习	311
第 9 章 单片机与 ADC、DAC 的接口技术	312
9.1 A/D 转换器的接口技术	312
9.1.1 A/D 转换器接口技术概述	312
9.1.2 ADC0809 与 AT89S51 的接口及应用	316
9.1.3 AD574 与 AT89S51 单片机的接口	320
9.1.4 MC14433 接口及应用	323
9.1.5 串行 A/D 转换器 MAX187 与 AT89S51 单片机的接口	328
9.2 D/A 转换器的接口技术	330

9.2.1 D/A 转换器接口技术概述	330
9.2.2 DAC0832 的接口及应用	332
本章小结	340
思考与练习	341
第10章 单片机的C语言程序设计	342
10.1 C51 的基础知识	342
10.1.1 C51 的特点	342
10.1.2 C51 的标识符	343
10.1.3 C51 的关键字	343
10.2 C51 的数据	345
10.2.1 C51 的数据类型	345
10.2.2 常量和变量	347
10.2.3 C51 的存储器类型及存储模式	350
10.2.4 特殊功能寄存器、并行接口及位变量的定义	352
10.3 运算符、函数及程序流程控制	354
10.3.1 C51 的运算符	354
10.3.2 C51 的函数	361
10.3.3 C51 的流程控制语句	366
10.4 C51 的构造数据类型	373
10.4.1 数 组	373
10.4.2 指 针	374
10.5 C51 实例分析及混合编程	377
10.5.1 C51 实例分析	377
10.5.2 混合编程	380
10.6 Keil C51 简介	383
10.6.1 项目文件的建立和设置	384
10.6.2 程序的调试和目标文件的获得	391
本章小结	393
思考与练习	393
第11章 单片机应用系统设计技术	394
11.1 单片机应用系统设计的基本原则	394
11.2 单片机应用系统设计的一般过程	395
11.2.1 确定任务	396
11.2.2 总体设计	396
11.2.3 硬件设计	397
11.2.4 软件设计	401

11.2.5 单片机应用系统的调试	403
11.2.6 程序固化	405
11.3 模块化软件设计	405
11.3.1 模块化结构的基本组成	405
11.3.2 各模块数据缓冲区的建立	406
11.3.3 模块化程序设计方法	408
11.3.4 系统监控程序设计	408
11.4 单片机开发系统	410
11.4.1 单片机开发系统的类型和组成	410
11.4.2 单片机开发系统的功能	411
11.4.3 开发软件简介	415
11.5 单片机应用系统设计举例	415
11.5.1 电子琴的设计	416
11.5.2 数据采集与显示电路的设计	429
11.6 单片机应用系统的抗干扰技术	439
11.6.1 干扰及其危害	439
11.6.2 硬件抗干扰措施	440
11.6.3 软件抗干扰措施	444
本章小结	447
思考与练习	448
附录 A 微型计算机中的常用数制和码制	449
附录 B 常用集成芯片型号	454
附录 C MCS-51 指令表	458
附录 D 常用实验程序	462
参考文献	474

第 1 章

单片机基础知识

单片机伴随着微电子技术的发展而产生,它是一个将计算机各主要功能部件集成在一块半导体芯片上的完整的数字处理系统,习惯上称为单片微型计算机,简称单片机。随着单片机技术的发展,单片机早已突破了计算机的一般结构体系,但人们仍习惯称作单片机。单片机类型繁多,具有优良的特性,用途极为广泛。

1.1 单片机和单片机系统

电子数字计算机俗称电脑,是近代最重大的科学成就之一,是人类制造的用于信息处理的机器,它能按人的意志将信息进行存储、分类、整理、判断、计算、决策和处理等操作。自从 1946 年第一台电子计算机问世以来,电子数字计算机经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模、超大规模集成电路等几个发展阶段,出现了各种档次、各种类型及各种用途的计算机。人们通常按照计算机的体积、性能和应用范围等条件,将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。

1.1.1 微处理器和微型计算机

微电子技术和超大规模集成电路技术的发展,诞生了以微处理器为核心的微型计算机 MC(Micro Computer)。

微处理器 MPU(Micro Processing Unit)就是微型计算机的中央处理器 CPU(Central Processing Unit),它采用了超大规模集成电路技术,将中央处理器中的各功能部件集成在同一块芯片上,这也是它和其他计算机的主要区别。它的微处理器包含计算机体系结构中的运算器和控制器,是构成微型计算机的核心部件。随着超大规模集成电路技术的发展和應用,微处理器中所集成的部件越来越多,除运算器、控制器外,还有协处理器、高速缓冲存储器、接口和控制部件等。

以微处理器为核心,再配上存储器、I/O 接口和中断系统等构成的整体,称为微型计算机。微型计算机简称微机,它们可集中装在同一块或数块印制电路板上,一般不包括外设和软件。

微型计算机的发展是以微处理器的发展为特征的。微处理器自 1970 年问世以来,在短短几十年的时间里以极快的速度发展,初期每隔 2~3 年就要更新一代,现在则不到一年更新一次。但无论怎样更新,从工作原理和基本功能上看,微型计算机与大型、中型和小型计算机没有本质的区别。微型计算机具有运算速度快、计算精度高、程序控制、“记忆”能力、逻辑判断能力及可自动连续工作等基本特点。此外,微型计算机还具有体积小、质量轻、功耗低、结构灵活、可靠性高和价格便宜等突出特点。

个人计算机,简称 PC(Personal Computer)机,是微型计算机中应用最为广泛的一种,也是近年来计算机领域中发展最快的一个分支。由于 PC 机在性能和价格方面适合个人用户购买和使用,目前,它已经深入到家庭和社会的各个领域。

1.1.2 微型计算机系统

微型计算机是计算机的一个重要分支。微型计算机系统 MCS(Micro Computer System)是指以微型计算机为核心,配上外围设备、电源和软件等,构成能独立工作的完整计算机系统。微型计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。硬件系统由构成微机系统的实体和装置组成。软件系统是微机系统所使用的各种程序的总称。人们通过它对整机进行控制并与微机系统进行信息交换,使微机按照人的意图完成预定的任务。硬件系统和软件系统共同构成完整的微机系统,两者相辅相成,缺一不可。

1. 硬件系统

微型计算机硬件系统组成示意图如图 1-1 所示。微型计算机硬件系统通常包括中央处理器、存储器、输入/输出接口电路、总线以及外部设备等五大部分。其中,中央处理器 CPU(Central Processing Unit)是微机的核心部件,它主要由运算器和控制器组成,完成计算机的运算和控制功能。CPU 配上存放程序和数据的存储器、输入/输出 I/O(Input/Output)接口电路以及外部设备即构成微机的硬件系统。

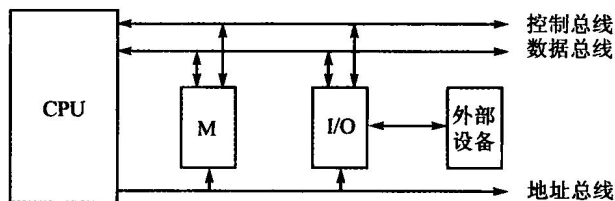


图 1-1 微型计算机的基本组成

下面把组成微型计算机的 5 个基本部件作简单说明。

(1) 中央处理器 CPU

CPU 是计算机的核心部件,它主要由运算器和控制器组成,完成计算机的运算和控制功能。运算部分包括算术逻辑单元 ALU(Arithmetic Logic Unit)、累加器

Acc(Accumulator)、状态寄存器 FR(Flag Register)和寄存器组 RS(Register Set)。主要完成对数据的算术运算和逻辑运算。

控制器(Controller)是整个计算机的指挥中心,它负责从内部存储器中取出指令并对指令进行分析、判断,并根据指令发出控制信号,使计算机的有关部件及设备有条不紊地协调工作,保证计算机能自动、连续地运行。控制部分应包括程序计数器 PC(Program Counter)、指令寄存器 IR(Instructional Register)、指令译码器 ID 以及控制信号发生电路等。微型计算机的 CPU 做在一个集成芯片上,被称为微处理器。

(2) 存储器

存储器(Memory)是具有记忆功能的部件,用来存储数据和程序。存储器根据其位置不同可分为两类:内存储器和外存储器。内存储器(简称内存)和 CPU 直接相连,用于存放当前要运行的程序和数据,也称主存储器(简称主存)。它的特点是存取速度快,基本上可与 CPU 处理速度相匹配,能存储的信息量较小。外存储器(简称外存)又称辅助存储器,主要用于保存暂时不用但又需长期保留的程序和数据。存放在外存的程序必须调入内存才能进行。外存的存取速度相对较慢,可保存的信息量大。

(3) 输入/输出接口(I/O 接口)

输入/输出(Input/Output)接口由大规模集成电路组成的 I/O 器件构成,用来连接主机和相应的 I/O 设备(如键盘、鼠标、显示器、打印机等),使得这些设备和主机之间传送的数据、信息在形式上和速度上都能匹配。不同的 I/O 设备必须配置与其相适应的 I/O 接口。

(4) 外部设备

通常把外存储器、输入设备和输出设备合在一起称之为计算机的外部设备,简称外设。输入设备用于将程序和数据输入到计算机中,如键盘、鼠标等,输出设备用于把计算机计算或处理的结果,以用户需要的形式显示或打印出来,如显示器、打印机等。

(5) 总线

总线(BUS)实际上是一组导线,是各种信息线的集合,是计算机各部件之间传送信息的公共通道。图 1-1 中的有向线为微型机总线。微机中有内部总线和外部总线两类。内部总线是 CPU 内部之间的连线。外部总线是指 CPU 与其他部件之间的连线。外部总线有三种:数据总线 DB(Data Bus)、地址总线 AB(Address Bus)和控制总线 CB(Control Bus)。

数据总线用来传输数据,通常包括 CPU 与内存储器或输入/输出设备之间,内存储器与输入/输出设备或外存储器之间交换数据的双向传输线路。地址总线用来传送地址,它一般是从 CPU 送地址至内存储器、输入/输出设备,或从外存储器传送地址至内存储器等。控制总线用来传送控制信号、时序信号和状态信息等。