

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



单片机原理与应用 (C语言版)

霍晓丽 刘云朋 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 电



单片机原理与应用

(C语言版)

霍晓丽 刘云朋 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书依据高等院校单片机相关课程教学内容的基木要求和实际需要编写而成。以 51 系列单片机为主要对象,从系统组成和工程实践角度出发,详细介绍了 51 系列单片机的结构、指令系统、C 语言程序设计及汇编语言,并对应用系统设计、开发、调试做了较深入的讨论。本书主要内容包括单片机基础知识、51 单片机的基本结构及工作原理、C51 程序设计、单片机的 I/O 口编程、单片机的中断系统、单片机的定时器/计数器、单片机串行口及应用、单片机与外部设备的总线技术、单片机应用系统设计技术、单片机汇编指令系统及编程等 11 章内容,并结合教学内容给出了相应的实训实例,以便学生自学。

本书可作为高等院校计算机、信息技术、电子、电气及自动化等专业单片机课程的教材,也可作为工程技术人员参考书。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用: C 语言版/霍晓丽,刘云朋编著.--北京:清华大学出版社,2015

21 世纪高等学校规划教材·电子信息

ISBN 978-7-302-38599-8

I. ①单… II. ①霍… ②刘… III. ①单片微型计算机—C 语言—程序设计—高等学校—教材
IV. ①TP368.1 ②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 276808 号

责任编辑:刘 星

封面设计:傅瑞学

责任校对:焦丽丽

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.5

字 数:548 千字

版 次:2015 年 5 月第 1 版

印 次:2015 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00 元

产品编号:061470-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup. tsinghua. edu. cn

前言

随着电子信息科学技术的进步、大规模及超大规模集成电路技术的飞速发展,单片机技术也得到了迅猛发展。由于单片机具有体积小、成本低、性能稳定等优点,单片机的开发应用已在工业控制、机电一体化、智能仪器仪表、家用电器、航空航天及办公自动化等各个领域占据了重要的地位,已成为现代电子系统中最重要的智能化核心部件。掌握单片机的应用技术,更具有重要的意义。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,我们依据高等学校单片机技术课程教学内容的基本要求,特编写此书作为教材和自学参考书。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够用、知识点新、应用性强、利于理解和自学。本书为河南省信息技术教育研究项目(ITE12143)、河南省教育科学“十一五”规划课题(2010-JKGHAG-0351)阶段性研究成果。

本书以 51 系列单片机为机型,介绍了单片机的基础知识、基本原理、结构、C51 程序设计、I/O 编程、中断系统、定时器/计数器、串行接口、系统设计技术等知识。学生通过学习本书可较全面地掌握单片机的应用技术。

本书具有以下特点:

- (1) 反映了单片机技术的新发展,以 51 单片机为主,并适当介绍 52 子系列单片机;
- (2) 以 C 语言为主,适当介绍了汇编指令系统及编程;
- (3) 考虑到单片机产品的资源越来越丰富,删去了存储器及 I/O 口的扩展内容,详细介绍了串行总线技术;
- (4) 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两个方面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 单片机软、硬件使用的技巧、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。
- (5) 理论与实践紧密结合,相辅相成。对某些理论内容则有意让读者通过实践来掌握,以调节教学节律,利于理解深化及实际技能的提高;
- (6) 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。

本书以编者近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,并参阅大量同类书籍编写而成。编写人员及具体工作如下:焦作大学霍晓丽、刘云朋担任主编,负责本书的组织和编写,并对全书进行统稿和定稿;河南大学王程、河南省科学技术信息研究院蒋洪杰、黄河科技学院工学院李慧、河南经贸职业学院张富宇、河南工业和信息化职业学院袁其帅、焦作大学司国斌担任副主编,负责协助主编进行编写;河南理工大学吴志强、中原工学院武超、中南大学赵珂莉、温县电业局郭亚涛参与了编写工作。本书具体编写分工:第 1 章由袁其帅编写,第 2 章和第 3 章由刘云朋编写,第 4 章由郭亚涛编写,第 5 章由张富宇编写,第 6 章由蒋洪杰编写,第 7 章由李慧编写,第 8 章和第 11 章由霍晓丽编写,第 9 章由王程、吴志强、李慧、张富宇编写,第 10 章由司国斌编写,附录由靳孝峰、武超、赵珂莉编

写。王程、武超、吴志强并对全书进行了统稿和部分内容的修订。焦作大学靳孝峰教授、河南理工大学李泉溪教授认真细致地审阅了全部书稿,并提出了宝贵意见。

本书的编写得到了清华大学、中南大学、河南大学、河南理工大学、中原工学院、黄河科技学院、河南经贸职业学院、河南工业和信息化职业学院等兄弟院校的大力支持和帮助。清华大学出版社工作人员为本书的出版付出了艰辛的劳动。编者在此对为本书成功出版做出贡献的所有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。

由于编者水平有限,书中难免还有错漏和不妥之处,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 yunpeng2004@126.com,与作者进一步交流。

编 者

2015 年 2 月

目 录

第 1 章 单片机基础知识	1
1.1 微型机概述	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 计算机中的数据表示	3
1.1.4 计算机中非数值数据信息的表示	6
1.2 单片机的基本概念及基本结构	9
1.2.1 什么是单片机	9
1.2.2 单片机的基本结构	10
1.2.3 单片机的标号信息及封装形式	12
1.2.4 单片机的优点	13
1.2.5 单片机应用系统	14
1.3 单片机系统的组成及单片机的发展和应用	15
1.3.1 单片机系统的组成	15
1.3.2 单片机的产生与发展过程	16
1.3.3 单片机技术的发展方向	18
1.3.4 单片机的应用领域	21
1.4 单片机的分类	23
1.4.1 4 位单片机	23
1.4.2 8 位单片机	24
1.4.3 16 位单片机	25
1.4.4 32 位单片机	25
1.4.5 模糊单片机	26
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 学习 51 系列单片机的原因	32
1.7 单片机系统的开发过程	33
1.8 如何学习好单片机	33
思考与练习	34
第 2 章 51 单片机的硬件结构	36
2.1 51 单片机引脚定义及功能	36

2.1.1	输入/输出类引脚(并行 I/O 端口)	37
2.1.2	控制信号类引脚	40
2.1.3	单片机 I/O 端口的负载能力	41
2.2	51 单片机的内部组成	41
2.3	51 单片机的 CPU 结构	42
2.4	单片机最小系统	44
2.4.1	单片机时钟信号电路	44
2.4.2	单片机复位电路	46
2.4.3	单片机最小系统电路	47
2.5	单片机存储结构及寄存器	48
2.5.1	AT89S51 单片机存储器的分类及配置	48
2.5.2	单片机的数据存储器	49
2.5.3	单片机的专用功能寄存器	52
2.5.4	程序存储器	55
2.6	单片机的工作过程	56
2.7	组装与焊接单片机最小系统(实训一)	57
2.8	单片机的编程	60
	思考与练习	61

第 3 章 C51 程序设计 62

3.1	C51 程序结构	63
3.1.1	C51 程序结构概述	63
3.1.2	C51 对标准 ANSI C 的扩展	64
3.2	C51 的数据类型	64
3.3	存储器类型及存储区	65
3.4	C51 对特殊功能寄存器的定义	68
3.5	Keil C51 指针与函数	70
3.6	绝对地址访问	71
3.7	宏定义与 C51 中常用的头文件	71
3.8	C 语言的数制与常用运算符	75
3.9	C51 的流程控制语句	77
3.10	单片机的 I/O 口编程语句介绍	79
3.11	简单控制单片机引脚输出(实训二)	80
3.12	使用 C 语言高级语句控制引脚输出(实训三)	84
3.13	Keil μ Vision2 集成开发编程环境使用	85
3.14	Keil C51 编译器使用及程序下载(实训四)	90
	思考与练习	93

第 4 章 单片机的中断系统	94
4.1 什么是中断	94
4.2 51 单片机的中断源	95
4.3 51 单片机中断相关控制寄存器	95
4.4 C 语言中断程序的写法	98
4.5 有外部中断功能的按键系统(实训五)	101
4.6 单片机中断编程进阶	101
思考与练习	103
第 5 章 单片机的定时器/计数器	104
5.1 定时器/计数器结构及功能	104
5.2 定时器/计数器相关的控制寄存器	106
5.3 定时器/计数器的工作模式	107
5.4 C 语言对定时器/计数器的编程	110
5.5 定时器/计数器 T0 作跑马灯(实训六)	116
5.6 定时器/计数器的计数方式编程	117
5.7 定时器/计数器的应用进阶	119
5.8 使用定时器中断对红外线遥控器解码(实训七)	119
5.9 52 系列单片机的 T2 定时器应用	124
5.9.1 T2 定时器的结构与寄存器	124
5.9.2 T2 定时器的编程	125
思考与练习	128
第 6 章 51 单片机串行接口	129
6.1 串行通信基础知识	129
6.1.1 异步通信	130
6.1.2 同步通信	131
6.1.3 串行通信的传输方向	131
6.1.4 传输速率	131
6.2 串行口及其有关的寄存器	132
6.2.1 串行数据缓冲寄存器	132
6.2.2 串行口控制寄存器	132
6.2.3 电源控制寄存器	133
6.3 串行接口的工作方式	133
6.4 通信波特率的设定	136
6.5 串行通信的编程	137
6.6 串口方式 0 编程实例(实训八)	138
6.7 串口方式 1 编程实例(实训九)	139

6.7.1	实训题目 1	139
6.7.2	实训题目 2	140
6.8	工程中串行通信的几种接口标准	141
6.8.1	RS-232C 接口	142
6.8.2	RS-422A 接口	143
6.8.3	RS-485 接口	144
6.8.4	传输距离与传输率的关系	144
6.9	单片机与计算机的 RS-232C 口通信(实训十)	145
6.9.1	计算机的串行通信接口 RS-232C	145
6.9.2	单片机与计算机通信的电路	145
6.9.3	VB 对计算机串口的编程	146
	思考与练习	147
第 7 章	单片机接口技术	148
7.1	键盘接口技术	148
7.1.1	键盘工作原理	148
7.1.2	独立式按键	151
7.1.3	矩阵式键盘	153
7.2	单片机引脚信号的读出(实训十一)	157
7.3	显示接口技术	163
7.3.1	LED 数码管接口技术	163
7.3.2	LED 大屏幕显示器	167
7.4	LED 数码管显示技术(实训十二)	171
7.5	液晶显示器接口技术	178
7.5.1	LCD 显示器的分类	178
7.5.2	典型液晶显示模块介绍	178
7.5.3	AT89S51 单片机与 LCD 的接口及软件编程	183
7.6	键盘与显示器的综合使用	185
7.6.1	利用串行口实现的键盘/显示器接口	185
7.6.2	利用 8255 和 8155 扩展实现的键盘/显示器接口	186
7.7	根据液晶的时序图进行编程(实训十三)	188
7.8	根据说明书对 12864 汉字液晶进行编程	196
7.8.1	12864 汉字液晶的说明书	196
7.8.2	根据说明书对 12864 汉字液晶进行编程	201
	思考与练习	204
第 8 章	A/D、D/A 转换器的接口技术	205
8.1	A/D 转换器的接口技术	205
8.1.1	A/D 转换器接口技术概述	205

10.5.1	单片机系统与传感器	269
10.5.2	光电隔离技术	270
10.5.3	单片机驱动低压电器	271
10.5.4	单片机的看门狗电路	273
10.5.5	单片机的低功耗工作方式	274
10.5.6	单片机控制系统设计实例	276
10.6	单片机应用系统的抗干扰技术	282
10.6.1	干扰及其危害	282
10.6.2	硬件抗干扰措施	283
10.6.3	软件抗干扰措施	287
	思考与练习	289

第 11 章 单片机汇编指令系统及编程

291

11.1	单片机汇编指令系统概述	291
11.2	汇编语言的伪指令	292
11.3	51 单片机的寻址方式	295
11.4	常用指令系统及应用举例	299
11.4.1	指令的符号说明	300
11.4.2	数据传送类指令	300
11.4.3	算术运算类指令	308
11.4.4	逻辑运算类指令	314
11.4.5	位操作类指令	318
11.4.6	控制转移类指令	321
11.5	汇编语言程序设计举例	327
11.5.1	计算机程序设计语言概述	327
11.5.2	汇编语言程序设计的步骤	328
11.5.3	汇编语言程序设计	329
11.6	在 C 语言代码中加入汇编指令	336
11.6.1	在 C 语言代码中加入汇编指令的方法	336
11.6.2	C 语言函数的参数与汇编寄存器的对应关系	336
11.6.3	编译时提示 asm/endasm 出错的解决方法	337
11.6.4	编译时出现“? C_START”等相关警告的处理	337
	思考与练习	338

附录 A 单片机的软件模拟仿真调试

341

参考文献

346

第1章

单片机基础知识

本章要点:

- 了解单片机;
- 熟悉 51 单片机的功能;
- 了解单片机系统的开发过程。

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 微型机概述

电子数字计算机俗称电脑,是近代最重大科学成就之一,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(Micro Processing Unit, MPU)就是微型计算机的中央处理器(Central Processing Unit, CPU),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。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应用,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刷电路板上,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。微型计算机具有其他计算机运算速度快、计算精度高、程序控制、具有“记忆”能力、逻辑判断能力、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、重量轻、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),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 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

微型机是计算机的一个重要分支。微型机系统(MicroComputer System, MCS)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。人们通过软件系统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

微型机硬件系统组成示意图如图 1-1 所示。微型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 5 大部分。其中,中央处理器 CPU 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(Input/Output, I/O)接口电路以及外部设备即构成微机的硬件系统。

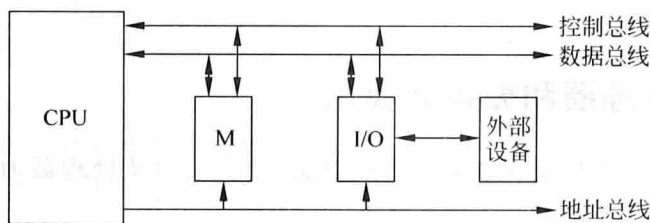


图 1-1 微型计算机的基本组成

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(Arithmetic Logic Unit, ALU)、累加器(Accumulator, ACC)、状态寄存器(Flag Register, FR)和寄存器组(Register Set, RS),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(Program Counter, PC)、指令寄存器(Instructional Register, IR)、指令译码器(Instruction Decoder, 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。存储器可分为两类:内部存储器和外部存储器。内存储器(简称内存)和 CPU 直接相连,存放当前要运行的程序和数据,故也称主存储器(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运行。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

输入/输出(I/O)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 3 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。

2. 软件系统

软件可分为系统软件和应用软件两大类。系统软件包括操作系统、实用程序和语言处理程序,用来对构成微型计算机的各部分硬件,如对 CPU、内存、各种外设进行管理和协调,使它们有条不紊、高效率地工作。系统软件支持应用软件的开发与运行。

应用软件是针对不同应用,实现用户要求的功能软件及有关的文件和资料。例如,Internet 网点上的 Web 页、各部门的 MIS 程序、CIMS 中的应用软件以及生产过程中的监测控制程序等。

1.1.3 计算机中的数据表示

通常意义下的数字、文字、图画、声音和活动图像都可以认为是数据。计算机中的数据

是以二进制编码形式出现的,在计算机内部把数据分为数值型数据和非数值型数据。

1. 数值的定点表示和浮点表示

数值型数据是指日常生活中接触到的数字类数据,主要用来表示数量的多少,可以比较大小。计算机中的数都是以二进制形式表示的,计算机中运算的数有整数也有小数,常用的表示方法有定点表示和浮点表示两种。

1) 机器数和真值

计算机中运算的数有正数也有负数,数学中用正负号表示数的正负,而计算机不能识别正负号,因此应将正、负符号数字化,以便运算时识别。通常,在数的前面加一位,用作符号位,符号位为 0 表示正数,为 1 表示负数。对于整数,最高位为符号位;对于纯小数,小数点前为符号位。连同符号位一起表示的数称为机器数,机器数的数值称为真值。可见,在机器中数的符号被数字化了,符号和数值都是二进制数码。

例如:用 8 位二进制数(一个字节)来表示 +1001 和 -1001。+1001 和 -1001 的机器数分别为 00001001 和 10001001,其中,最高位为符号位,后 7 位为数值位;+0.1001 和 -0.1001 的机器数分别为 0.1001000 和 1.1001000,其中,小数点前为符号位,后 7 位为数值位。

2) 数的定点表示法

规定小数点的位置固定不变,这时的机器数称为定点数。在定点数中,通常把小数点设置在最高位前面。当小数点固定在最高有效位的前面时,定点数为纯小数,定点运算在一般的数控装置和微型计算机中较常使用。

3) 数的浮点表示法

浮点表示法就是小数点在数中的位置是浮动的,这时的机器数称为浮点数。很明显,浮点数的表示不是唯一的,可以用多种形式来表示同一数。在同样字长的情况下,浮点数能够表示的数的范围远比定点数大。当计算机中的数值范围很大时,就要采用浮点表示法。

一个二进制浮点数的表示形式为: $2^E \times F$, 其中 E 称为阶码, F 叫作尾数。阶码 E 的位数取决于数值的表示范围,一般取一个字节,阶码通常为带符号的整数,而尾数 F 则根据计算所需要的精度,取 2~4 个字节,尾数为带符号的纯小数。阶码和尾数中,有一位专门用来表示数的符号,称为阶符和数符。浮点数就是用阶码和尾数表示的数,这种表示数的方法称为浮点表示法。机器中的定点数和浮点数常用原码和补码表示。

2. 机器数的原码、反码和补码

一个带符号的数在计算机中可以有原码、反码和补码 3 种表示方法。

1) 机器中数的原码

当正数的符号位用 0 表示,负数的符号位用 1 表示,数值部分用真值的绝对值来表示的二进制机器数称为原码。例如 +105 和 -105 在计算机中(设机器数的位数是 8)其原码可分别表示为:

$$[(+105)_{10}]_{\text{原}} = 01101001\text{B}$$

$$[(-105)_{10}]_{\text{原}} = 11101001\text{B}$$

0 的原码有两种形式,即 $[+0]_{\text{原}} = 00000000\text{B}$, $[-0]_{\text{原}} = 10000000\text{B}$, 所以数 0 的原码