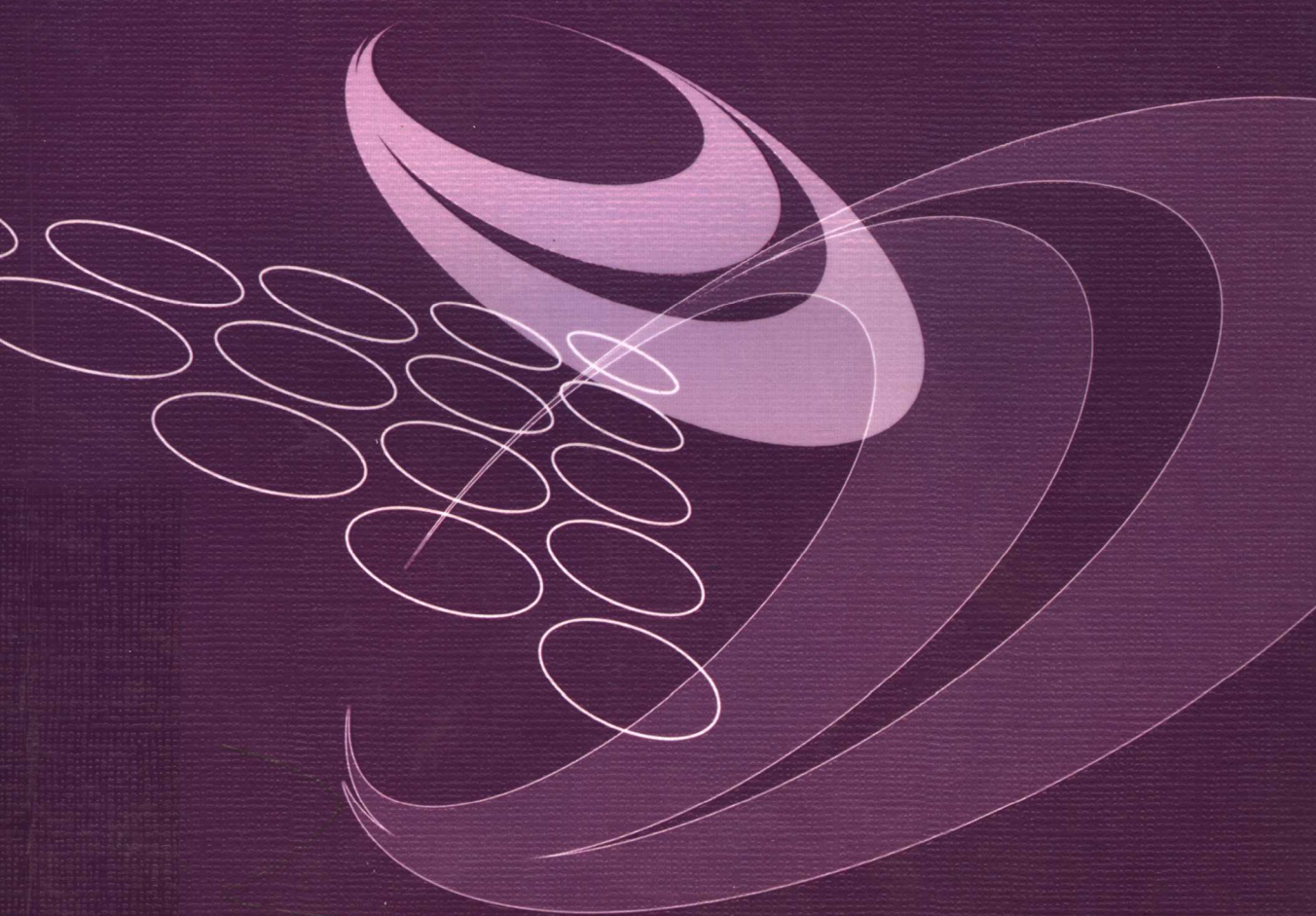


普通高等院校
计算机专业(本科)实用教程系列

面向对象程序设计 实用教程(第二版)

张海藩 牟永敏 编著



学出版社

TP312/582=2

2007

普通高等院校计算机专业（本科）实用教程系列

面向对象程序设计实用教程

（第二版）

张海藩 牟永敏 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

由于面向对象技术存在一系列突出优点,近年来这种技术越来越受到人们的重视,对它的应用和研究遍及计算机的各个领域,绝大多数高校都开设了“面向对象程序设计”之类的课程。本书总结了编者多年来从事面向对象程序设计教学和软件开发的经验体会,在授课讲稿和科研记录基础上经过精心修改、润色并补充了大量新材料而写成。

本书既注重系统性和科学性,又特别注重实用性。全书共15章,第1章、第2章讲述程序设计的基础知识和面向对象的基本理论,第3章通过一个面向对象的C++程序实例,讲述用面向对象方法解决实际问题的大体过程,引导读者把理论与实践紧密结合起来,并使读者在刚刚接触C++语言时就对C++程序全貌有基本了解。第4~11章从C++语言如何支持和实现面向对象理论的角度,结合典型实例分别讲述C++语言的内容。第12章从应用的角度讲述有关异常的内容,为读者将来开发更加安全实用的应用程序起到参考作用。第13章通过一个更加实用的例子,全面详细地讲述如何用面向对象的思想方法分析、设计、实现应用系统。第14章和第15章分别介绍了基于Windows的面向对象语言Visual C++(6.0版本)和Java,为读者在最常用的开发环境中用面向对象方法进行实用程序设计奠定基础。

本书力图帮助读者站在软件工程高度,树立起面向对象程序设计的新思维方法,初步掌握用面向对象程序设计技术解决实际问题的方法和步骤。

本书可作为高等院校“面向对象程序设计”课程的教材或教学参考书,也可供软件工作者和需要开发应用软件的广大计算机用户阅读参考。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

面向对象程序设计实用教程/张海藩,牟永敏编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2007.7
(普通高等院校计算机专业(本科)实用教程系列)

ISBN 978-7-302-14643-8

I. 面… II. ①张… ②牟… III. 面向对象语言-程序设计-高等学校-教材
IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第018903号

责任编辑:魏江江

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印刷者:北京国马印刷厂

装订者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22.25 字 数:537千字

版 次:2007年7月第2版 印 次:2007年7月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:29.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系
调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:021386-01

普通高等院校计算机专业（本科）实用教程系列 编 委 会

主 任 孙家广（清华大学教授，中国工程院院士）

成 员 （按姓氏笔画为序）

王玉龙（北方工业大学教授）

艾德才（天津大学教授）

刘 云（北方交通大学教授）

任爱华（北京航空航天大学教授）

杨旭东（北京邮电大学副教授）

张海藩（北京信息工程学院教授）

徐孝凯（中央广播电视大学教授）

徐培忠（清华大学出版社编审）

樊孝忠（北京理工大学教授）

丛书策划 徐培忠 徐孝凯

序 言

时光更迭、历史嬗递。中国经济以她足以令世人惊叹的持续高速发展驶入了一个新的世纪，一个新的千年。世纪之初，以微电子、计算机、软件和通信技术为主导的信息技术革命给我们生存的社会所带来的变化令人目不暇接。软件是优化我国产业结构、加速传统产业改造和用信息化带动工业化的基础产业，是体现国家竞争力的战略性产业，是从事知识的提炼、总结、深化和应用的高智型产业；软件关系到国家的安全，是保证我国政治独立、文化不受侵蚀的重要因素；软件也是促进其他学科发展和提升的基础学科；软件作为20世纪人类文明进步的最伟大成果之一，代表了先进文化的前进方向。美国政府早在1992年“国家关键技术”一文中提出“美国在软件开发和应用上所处的传统领先地位是信息技术及其他重要领域竞争能力的一个关键因素”，“一个成熟的软件制造业的发展是满足商业与国防对复杂程序日益增长的要求所必需的”，“在很多国家关键技术中，软件是关键的、起推动作用（或阻碍作用）的因素”。在1999年1月美国总统信息技术顾问委员会的报告“21世纪的信息技术”中指出“从台式计算机、电话系统到股市，我们的经济与社会越来越依赖于软件”，“软件研究为基础研究方面最优先发展的领域。”而软件人才的缺乏和激烈竞争是当前国际的共性问题。各国、各企业都对培养、引进软件人才采取了特殊政策与措施。

为了满足社会对软件人才的需要，为了让更多的人可以更快地学到实用的软件理论、技术与方法，我们编著了《普通高等院校计算机专业（本科）实用教程系列》。本套丛书面向普通高等院校学生，以培养面向21世纪计算机专业应用人才（以软件工程师为主）为目标，以简明实用、便于自学、反映计算机技术最新发展和应用为特色，具体归纳为以下几点：

1. 进透基本理论、基本原理、方法和技术，在写法上力求叙述详细，算法具体，通俗易懂，便于自学。

2. 理论结合实际。计算机是一门实践性很强的科学，丛书贯彻从实践中来到实践中去的原则，许多技术理论结合实例讲解，以便于学习理解。

3. 本丛书形成完整的体系，每本教材既有相对独立性，又有相互衔接和呼应，为总的培养目标服务。

4. 每本教材都配以习题和实验，在各教学阶段安排课程设计或大作业，培养学生的实战能力与创新精神。习题和实验可以制作成光盘。

为了适应计算机科学技术的发展，本系列教材将本着与时俱进的精神不断修订更新，及时推出第二版、第三版……

新世纪曙光激人向上，催人奋进。江泽民总书记在十五届五中全会上的讲话：“大力推进国民经济和社会信息化，是覆盖现代化建设全局的战略举措。以信息化带动工业化，发挥后发优势，实现社会生产力的跨越式发展”，指明了我国信息界前进的方向。21 世纪日趋开放的国策与更加迅速发展的科技会托起祖国更加辉煌灿烂的明天。

孙家广

2004 年 1 月

第二版前言

本书第一版自 2001 年出版以来已 10 次印刷，颇受广大读者的欢迎，不少高校将其作为“面向对象程序设计”这门课的教材。第一版的内容主要取材于编者多年的专业积累和实践总结，经过 5 年多的时间，这一学科又有了不少新的发展，为了跟踪学科的发展方向，更好地为广大读者服务，编者结合多年的教学实践和软件开发经验对原书进行了认真系统的修订。

这次修订的指导思想是，保持原书系统性较强、实用性为主的原则，以更丰富的实例来做原理性的论述，做到理论与实践相结合。为了帮助读者较快地掌握好面向对象这门技术，编者对不易理解的原理采用了很多生活中通俗易懂的例子逐步讲解。

此次修订对大部分章节都进行了修改，用统一建模语言（UML）的概念与符号重新改写了讲述面向对象方法学的第 2 章及其他章节中的有关内容，第 4 章和第 5 章从知识点到易懂的小例子都进行了系统的修改，并且新增加了第 12 章和第 13 章。第 12 章从应用的角度讲述有关异常的内容，为读者将来开发更加安全实用的应用程序起到参考作用。第 13 章通过一个更加实用的例子，全面详细地讲述如何用面向对象的思想方法分析、设计、实现应用系统。另外，为了便于教学，此次修改对各章完整的程序进行了汇总，并在书中增加了一定数量的习题，供读者练习。

本书第 1~3、6~11 章由张海藩编写，第 4、5、12~15 章由牟永敏编写。全书最后由张海藩统一修改定稿。

张清对第二版的编写和修改提出了有益的建议，李贝在第 13 章的编写中提出了宝贵意见，梅锐、曹硕等同学对书中的例子和习题进行了多次测试，谨在此向他们表示感谢。

由于编者的水平有限，难免会有不足之处，我们诚恳期待读者的批评指正和建议，供以后再版时参考，使本书日臻完善。

编 者

2007 年 6 月

目 录

第 1 章 计算机与程序设计	1
1.1 计算机的基本结构	1
1.1.1 计算机硬件的基本组成	1
1.1.2 计算机的工作过程	4
1.2 程序设计语言	5
1.3 面向过程程序设计	8
1.3.1 模块化	8
1.3.2 抽象	9
1.3.3 信息隐藏和局部化	10
1.3.4 模块独立	10
1.3.5 结构程序设计技术	11
1.4 小结	12
习题	13
第 2 章 面向对象方法学引论	14
2.1 面向对象方法学概述	14
2.1.1 面向对象方法学导论	14
2.1.2 面向对象方法概述	15
2.1.3 面向对象方法的主要优点	17
2.1.4 喷泉模型	20
2.2 面向对象的概念	21
2.2.1 对象	21
2.2.2 其他概念	24
2.3 面向对象建模	27
2.4 对象模型	29
2.4.1 类图的基本符号	29
2.4.2 表示关系的符号	31
2.5 动态模型	35
2.5.1 状态	35
2.5.2 事件	36
2.5.3 符号	36
2.5.4 例子	37

2.6 功能模型	38
2.6.1 用例图	38
2.6.2 用例建模	40
2.7 3种模型之间的关系	41
2.8 小结	42
习题	43
第3章 一个面向对象的C++程序实例	44
3.1 面向对象分析与设计	44
3.1.1 需求陈述	44
3.1.2 面向对象分析	44
3.1.3 面向对象设计	45
3.2 用C++实现	47
3.2.1 定义类	48
3.2.2 声明数据成员	49
3.2.3 声明和定义成员函数	50
3.2.4 完整的C++程序	51
3.2.5 运行C++程序	55
3.3 小结	56
习题	57
第4章 数据成员	58
4.1 数据类型	58
4.1.1 基本数据类型	58
4.1.2 复合数据类型	61
4.1.3 指针和引用	65
4.2 const 数据成员	72
4.3 静态数据成员	73
4.4 动态数据成员与对象生存期	75
4.4.1 动态数据成员	75
4.4.2 对象生存期与数据成员作用域	77
4.5 小结	78
习题	79
第5章 成员函数	81
5.1 成员函数的概念	81
5.2 算法描述	81
5.2.1 算法的概念	81
5.2.2 算法的表示	82

5.3 成员函数的定义与调用	83
5.3.1 成员函数的定义	83
5.3.2 成员函数的调用	84
5.3.3 函数指针与回调函数	85
5.3.4 内联函数	88
5.4 运算符和表达式	89
5.4.1 运算符及运算符优先级	89
5.4.2 表达式	91
5.4.3 数据类型的转换	94
5.5 控制结构	96
5.5.1 顺序结构	96
5.5.2 选择结构（又称分支结构）	96
5.5.3 循环结构	101
5.5.4 递归	106
5.6 函数参数的传递机制	107
5.6.1 值调用	107
5.6.2 引用调用	109
5.7 函数的参数	110
5.7.1 函数参数的求值顺序	110
5.7.2 数组作为函数参数	111
5.7.3 带默认值的函数	113
5.8 静态成员函数	114
5.9 函数的重载	115
5.10 两种特殊函数	117
5.10.1 构造函数	117
5.10.2 析构函数	118
5.11 用计算机求解智力游戏	118
5.12 小结	119
习题	120
第6章 封装性	123
6.1 C++中的类与对象	123
6.1.1 定义类的语法	123
6.1.2 定义类的例子	125
6.1.3 声明和使用对象	127
6.2 封装的好处	129
6.3 对象成员	132
6.4 const 对象和 const 成员	134
6.4.1 const 对象和只读成员函数	134

6.4.2	const 对象成员	135
6.5	对象数组	136
6.6	自引用指针 (this)	138
6.7	友元	141
6.8	小结	144
	习题	145
第 7 章	继承性	147
7.1	继承的好处	147
7.2	C++定义派生类的语法	150
7.2.1	定义派生类的语法	150
7.2.2	访问权修饰符	150
7.3	基类成员的访问属性	152
7.3.1	同名成员	152
7.3.2	静态成员	154
7.3.3	访问声明	156
7.4	派生类对象的初始化	159
7.5	多重继承	161
7.5.1	语法	161
7.5.2	同名引出的二义性	162
7.5.3	公共基类带来的二义性	163
7.5.4	虚基类	165
7.6	基类与派生类之间的转换	167
7.6.1	赋值兼容规则	168
7.6.2	赋值兼容规则应用举例	169
7.7	小结	171
	习题	172
第 8 章	重载	175
8.1	重载的好处	175
8.2	对运算符重载的限制	178
8.3	运算符重载的语法	180
8.3.1	用成员函数重载运算符	180
8.3.2	用成员函数重载运算符之例	181
8.3.3	用友元函数重载运算符	184
8.3.4	用友元函数重载运算符之例	184
8.4	重载赋值运算符	187
8.4.1	指针悬挂问题	187
8.4.2	重载赋值运算符解决指针悬挂问题	189

8.5	重载++和--运算符	190
8.6	重载运算符的规则	191
8.7	类类型转换	193
8.7.1	用构造函数完成类类型转换	193
8.7.2	类类型转换函数	195
8.8	小结	197
	习题	198
第9章	多态性	202
9.1	静态联编与动态联编	202
9.1.1	静态联编	202
9.1.2	动态联编	205
9.2	虚函数的声明与使用	206
9.2.1	声明虚函数	206
9.2.2	使用虚函数	207
9.2.3	动态联编的实现	209
9.3	虚函数应用实例之一	210
9.4	纯虚函数	212
9.5	虚函数应用实例之二	213
9.6	多态性带来的好处	218
9.7	小结	220
	习题	221
第10章	I/O 流	224
10.1	C++流库概述	224
10.2	预定义类型的输入/输出	226
10.2.1	istream 流类	226
10.2.2	ostream 流类	227
10.2.3	输入运算符	227
10.2.4	输出运算符	229
10.3	格式控制	230
10.3.1	用 ios 类成员函数控制格式	230
10.3.2	用控制符控制格式	233
10.4	自定义类型的输入/输出	236
10.4.1	重载输入运算符	236
10.4.2	重载输出运算符	237
10.5	文件的输入/输出	238
10.5.1	面向文件的流类	239
10.5.2	文件的读写	240

10.6 小结	244
习题	245
第 11 章 模板	247
11.1 从类属到模板	247
11.1.1 无约束类属	247
11.1.2 约束类属	248
11.2 函数模板与模板函数	249
11.2.1 概念	249
11.2.2 重载	250
11.3 类模板与模板类	252
11.3.1 定义类模板	252
11.3.2 使用类模板	253
11.3.3 类模板的派生	254
11.4 模板应用实例	255
11.4.1 用类模板实现类属链表	255
11.4.2 派生出集合类模板和集合类	258
11.5 小结	259
习题	260
第 12 章 异常处理	262
12.1 异常的概念	262
12.2 异常处理的基本思想	262
12.3 C++异常处理的实现	263
12.3.1 异常处理的语法	263
12.3.2 异常的实现步骤与简单实例	264
12.3.3 使用异常处理机制的规则	266
12.4 异常抛出与捕获的对应关系	266
12.5 标准程序库异常处理	271
12.6 小结	273
习题	273
第 13 章 面向对象程序设计方法的应用实例	274
13.1 需求	274
13.2 分析	274
13.2.1 定义问题域	274
13.2.2 分析并抽象出与监测有关的类	275
13.2.3 描述与监测有关的类之间的关系	276
13.2.4 分析与抽象出与显示有关的类	277

13.2.5	分析与抽象出与运行机制有关的类	277
13.2.6	综合出系统的初步对象模型	279
13.3	设计	280
13.3.1	系统构架	280
13.3.2	系统的详细对象模型	281
13.3.3	确定机制	282
13.3.4	定义与计时器相关类	282
13.3.5	定义管理监测类的容器类	283
13.3.6	综合出系统的运行机制	285
13.3.7	制定完善细化功能模块的顺序	285
13.3.8	定义与监测有关的类	286
13.4	小结	288
习题		289
第 14 章	基于 Windows 的面向对象语言——VC++	290
14.1	Windows 的编程模式	290
14.2	Microsoft 基础类库 (MFC) 及应用程序框架	293
14.3	Microsoft 基础类库的消息映射	301
14.4	VC++ 的文档-视图模型	301
14.5	VC++ 程序设计实例	303
14.5.1	面向对象分析	304
14.5.2	面向对象设计	306
14.6	小结	311
习题		311
第 15 章	基于 Windows 的面向对象语言——Java	312
15.1	Java 的特点	312
15.2	Java 简介	315
15.2.1	Java 中类的定义	315
15.2.2	Java 类中的数据与方法	315
15.2.3	Java 中的继承性	317
15.2.4	Java 中的多态性	317
15.3	Java 与 C++ 的区别	318
15.4	JVM 的概念与规范	320
15.4.1	JVM 的概念	320
15.4.2	JVM 的规范	320
15.5	Java 的应用	321
15.6	小结	327
习题		327

附录 A 常用库函数一览表	328
附录 B ASCII 码表注解	330
附录 C 键盘常用键对应 ASCII 码	331
附录 D ASCII 基表	333
附录 E ASCII 扩展表	334
参考文献	335

第 1 章 计算机与程序设计

本章介绍计算机和程序设计的基本知识，主要内容包括计算机的基本结构、程序设计语言和面向过程程序设计等。通过对这些内容的学习，可使读者对计算机和程序设计有一个初步的了解，为后面各章的学习奠定必要的基础。

1.1 计算机的基本结构

1.1.1 计算机硬件的基本组成

计算机是程序式电子数字计算机的简称。1946 年世界上第一台计算机问世。最初，计算机只被当作一种现代化的计算工具，但随着技术的进步，现在，计算机已经远不只是一种计算工具，它的应用已经遍及国民经济和人类生活的各个领域，并带动着各行各业向现代化迈进。

计算机是作为一种计算工具出现的，它的工作过程和人使用算盘或计算器等简单计算工具解题的过程很相似。为了了解计算机的组成和工作过程，下面先讲述使用算盘解题的步骤和所需要的设备。

1. 用算盘解题的设备和步骤

假设需要计算半径为 15 的圆面积与边长为 12 的正方形面积之差，即计算下式的值：

$$3.1416 \times 15 \times 15 - 12 \times 12$$

首先，需要有一个算盘作为计算工具，其次需要一张纸，以便记录原始数据、运算的中间结果和最后结果。把这些原始数据和运算结果记录到纸上是由人用笔来完成的，整个运算过程也是在人的控制下进行的。运算步骤概括如下：

(1) 人把要计算的表达式（其中包含了原始数据）用笔记录在纸上。

(2) 人用算盘计算 $3.1416 \times 15 \times 15$ ，然后把中间结果 706.86 用笔记录在纸上。

(3) 人用算盘计算 12×12 得到中间结果 144，把这个中间结果也用笔记录在纸上。

(4) 最后，人用算盘从第一个中间结果 706.86 中减去第二个中间结果 144，得到最后结果 562.86，再用笔把它记录在纸上。

2. 用计算机解题需要的设备

用计算机来完成上述解题过程，首先需要一个能够代替算盘完成各种运算的部件，这个部件称为运算器。其次，需要一个能存放原始数据和运算结果的部件，这个部件称为存储器，有内存储器与外存储器之分。

虽然计算机的工作过程和人用算盘解题的过程很相似，但是它们之间却有一个本质区

别：计算机工作过程是脱离人的干预的，人只要事先把解题步骤按先后顺序排列起来，输入到计算机的内存存储器中，然后启动计算机运转，计算机就会自动按预先安排好的解题步骤完成计算。这种事先编写好的解题步骤称为程序。通常，把程序及其相关文档资料称为软件。可见，存储器也是存放程序的部件。

用来把原始数据和程序输入到计算机中的设备，称为输入设备。输出计算结果所用的设备称为输出设备。

人在使用计算机时应完成的任务只是编写程序和操作计算机，计算机解题的全过程是在程序控制下依次发出各种控制命令，操纵计算过程一步一步地进行，完全取代了人在用算盘计算过程中所起的控制作用。把能够依次发出各种控制信息、代替人起控制作用的部件称为控制器。

综上所述，计算机主要由内存存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备等 5 个部件组成。此外，为了扩大存储容量和长期保存数据，通常还设有外存储器。各部件的关系如图 1.1 所示。

3. 计算机的内部组成

(1) 中央处理器 (CPU)

CPU 即中央处理器，如图 1.2 所示。它是计算机的大脑，计算机的运算、控制都是由它来处理的。它的发展非常迅速，就像不断在加速的列车一样。个人计算机从 8088(XT) 时代发展到现在的 Pentium D 时代，只经过了不到 20 年的时间。从生产技术来说，最初的 8088 集成了 29 000 个晶体管，而高能奔腾的集成度超过了 750 万个晶体管。从而，CPU 的运行速度也有了本质上的提高。

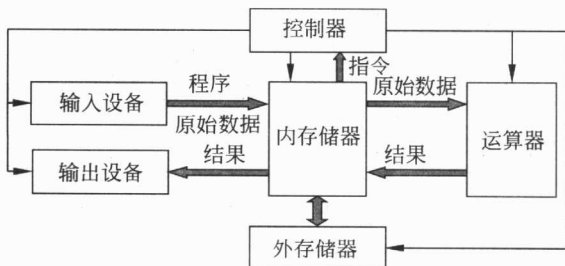


图 1.1 计算机的基本结构

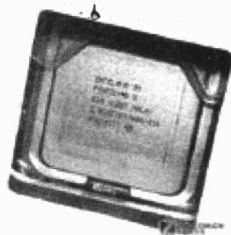


图 1.2 中央处理器 (CPU)

(2) 主板

主板是计算机中最重要的部件之一，是整个计算机工作的基础，如图 1.3 所示。

计算机技术已非常成熟，几乎都是模块化的设计。对 10 种或 20 种主板进行研究发现，它们差不多是相同的，它分为许多个功能块，每个功能块由一些芯片或元件组成。万变不离其宗，大致说来，主板由以下几个部分组成：CPU 插槽（插座），内存插槽，高速缓存，局域总线和扩展总线，硬盘、软驱、串口、并口等外设接口，时钟和 CMOS 芯片，BIOS 控制芯片。

(3) 内存

内存一般指的是随机存取存储器，简称随机存储器 (RAM)，如图 1.4 所示。静态内