

● 研究生教材 ● 研究生教材

# 面向对象技术

---

## ——原理与设计

朱海滨 编著



73.87221

198

■ 研究生教材 ■

朱海滨 编著 陈火旺 审

---

# 面向对象技术

## ——原理与设计

---

国防科技大学出版社

D036/E1

[湘] 新登字 009 号

## 内 容 简 介

本书由浅入深,循序渐进,从原理、设计到应用逐步展开对面向对象技术的讨论,是一本全面讨论面向对象设计技术和基本原理的文献。

本书分为三大部分:第一部分讨论面向对象技术的原理与方法,介绍面向对象技术的基本概念和基本原理,阐述面向对象设计的一般性概念和原则,并就基础性理论和方法做了一些探索;第二部分为程序设计部分,较为详细地描述了如何使用 Smalltalk 语言和 C++ 语言进行程序设计的技术;第三部分为系统与应用,介绍了作者参与研制的面向对象系统及其实现问题,并就面向对象技术所涉及的各个专题进行了讨论。

本书是大专院校计算机各专业研究生及高年级本科生软件设计课程的教材或参考书,也可供从事计算机科学研究、应用及软件开发的计算机工作者参考。

## 面 向 对 象 技 术

### ——原理与设计

朱海滨 编著

责任编辑 宋焕章 张刚华

责任校对 何 晋

\*

国防科技大学出版社出版发行

新华书店总店科技发行所经销

国防科技大学印刷厂 印装

\*

开本: 850×1168 1/32 印张: 15.125 字数: 379 千

1992 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数: 2500 册

ISBN 7-81024-202-4

TP·39 定价: (平) 7.80 元  
(精) 9.90 元

54 34 12

## 《研究生教材》出版说明

研究生教育是我国高等教育的重要组成部分。研究生必须打下本门学科坚实的理论基础和掌握系统的专门知识，并具有从事科学研究工作以及担任专门技术工作的能力。

为加强研究生课程建设，满足研究生教学的需要，我们组织出版研究生系列教材。教材编著者都是我校多年从事研究生培养工作，有丰富教学和科研经验的教师。

为了保证研究生通过课程学习，在本门学科上掌握坚实的基础理论和系统的专门知识，在组织编写研究生教材的过程中，首先，强调突出重点，注意反映课程的基本内容和基本知识，以保持教材基本内容的相对稳定性和系统性，以及对本课程有一定的覆盖面。同时，要求教材的编写要着眼于研究生未来的工作和现代科学技术发展的需要，注意反映国内外的最新研究成果和发展趋势，具有一定的学术水平，使研究生能迅速接近该学科发展的前沿。当然，在教材的结构和阐

述方法上，要求条理清楚，叙述严谨，论证充分，文字简炼，符合人们的认识规律。这样，使研究生通过课程学习不仅得到足够的科学训练，培养了能力，发展了智力，而且有利于教师传授知识和研究生自学。总之，力求使研究生教材具备系统性、先进性、科学性和可读性。

尽管我们主观上希望研究生教材质量高一些，并在教材的选题、组稿、编审出版各个环节，都力求精益求精，但由于我们对出版研究生教材的经验不足，缺点错误在所难免，敬请同行专家和广大读者指正。我们希望通过研究生教材的出版，能为我国，特别是军队的研究生教育事业奉献微薄之力。

**国防科技大学研究生院**

**一九九一年九月**

# 序

面向对象的程序设计思想被认为是 80 年代的结构程序设计, 现已成为 90 年代的热门课题。它已不仅仅局限于程序设计领域, 而是逐步渗透到了软件开发、系统模拟、CAD、图形处理、数据库及知识库的组织与管理、专家系统和体系结构等计算机软件的各个方向。许多专家学者已开始从认识方法论的角度研究这一方法。面向对象已经出现了系统、技术、语言和方法学的分支。

本书作者自 1987 年以来一直进行面向对象技术的研究, 对于系统的实现有丰富的经验, 同时对该领域的原理和应用也有较深的研究, 并准备为研究生开设面向对象设计与方法课程, 这本书便是以教材的形式编著的。

本书的最大特色在于, 它不是一本讨论某种程序设计语言的书, 而是一本关于面向对象设计方法展开全面讨论的专论性书籍。本书清晰地解释了面向对象设计方法中诸如对象、类、实例、层次结构和继承等关键性的概念; 由浅入深, 循序渐进, 对于每个新概念的引出都是从日常事例入手分析的, 接近实际, 易于理解和接受; 叙述上从原理、设计到应用逐步展开, 便于阅读。

我相信, 本书对于研究生、大学生和软件设计人员都有较高的阅读和参考价值, 也相信读者一定会从中学到许多非常有用的技术和原理。本书的出版, 对于计算机领域的面向对象技术的研究也会起到很大的推动作用。

陈 火 旺

1992 年 4 月于长沙

# 前 言

20 世纪 80 年代以来，随着国际上对面向对象程序设计的研究不断深入，应用也日益广泛，从系统及语言的设计和实现，到技术的应用和理论的探索都进行了深入的研究。我国对于这方面的研究始于 80 年代中期，这时正是国际上对于该前沿领域的研究进入高潮之际。在陈火旺教授的指导下，国防科技大学计算机系的许多教师和研究生最先开展了这一前沿领域的研究。尔后，各大院校也相继展开对于面向对象技术的研究热潮，使我国该领域的研究接近或赶上了国际先进水平。到目前为止，面向对象已经被公认为是一种非常有效的方法和技术，并应用到计算机领域的各个方面。

当前，西方发达国家（如美国和西欧）的各大院校已经将面向对象设计技术列为大学生和研究生的必修课程。我国有的学校也为研究生开设了这门课程，但基本上采用的是外文教材，尚无自编的教材问世。国防科技大学自 1986 年以来广泛开展了关于面向对象系统、面向对象方法等方面的研究，并发表了一系列研究成果和学术论文，具备了编著这方面教材的条件。在陈火旺教授的直接指导和大力支持下，作者做了大胆的尝试，编著了这本书，希望能对我国在这一领域的科研、教学和应用有所帮助。

本书将重点讨论怎样进行面向对象设计、为什么要使用面向对象语言以及如何使用面向对象语言。本书采用的写作方式，是从简单的例子和普遍概念入手，展开对于基本概念和方法的讨论，

每个章节都有小结和概念的定义。但作者建议，读者在阅读小节和定义之前，最好自行给出小结和概念的定义，欢迎读者能有更好、更确切的抽象定义。

按照对于面向对象技术的基本认识

面向对象设计=面向对象设计（战略部分）

+面向对象程序设计（战术部分）

本书分为三部分。第一部分讨论面向对象技术的原理与方法（即战略性方法），介绍面向对象技术的基本概念和基本原理，阐述面向对象设计的一般性概念和原则，并对面向对象技术的理论基础做了一些探索。第二部分为程序设计部分（即战术性方法），较为详细地描述了如何使用具体的面向对象语言（Smalltalk 和 C++）进行程序设计的技术，并讨论与面向对象程序设计直接相关的一些辅助概念和机制。第三部分为系统与应用，介绍面向对象系统的实现和应用，并且就面向对象技术的应用专题研究进行了讨论，目的是为读者提供更广泛的资料，以进一步拓宽思路。

本书的编著，自始至终得到了国防科技大学研究生院副院长陈火旺教授的指导和支持。作者对这一领域研究的起步、进展和深入都凝结着陈火旺教授的心血。在本书完稿之后，陈教授在百忙之中认真审阅了初稿并为本书作序，在此谨向他致以最诚挚的谢意。

感谢深圳赛格银河设计院副院长、副教授王志英博士给予作者的支持和帮助。

作者感谢曾在同一课题组工作过的祁润平、徐锡山、肖计田等同志。

在本书的编著过程中，作者得到了国防科技大学计算机系人工智能与智能机教研室领导和同志们的大力支持和帮助，他们是王朴教授、吴泉源教授、高洪奎副教授、沈清副教授、胡子昂博士等。

特别要感谢国防科技大学出版社的何晋编辑，他为本书的出版作了大量的具体工作。

最后，要感谢我的妻子张晶，她不但在精神上给了我莫大的支持，还对本书的文字和修辞提出了许多修改意见。

虽然作者尽了最大的努力，但由于成书时间较仓促，疵漏之处在所难免，敬请读者不吝指教，多提宝贵意见。

作 者

1992年4月于长沙德雅村

# ● 目 录 ●

## 序 前言

## 第一篇 面向对象技术的原理与方法

### 第一章 导 论

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 1.1 面向对象思想及技术的发展 .....       | (3)  |
| 1.2 面向对象语言及系统 .....          | (6)  |
| 1.3 面向对象方法学 .....            | (8)  |
| 1.4 面向对象设计方法与其它设计方法的比较 ..... | (9)  |
| 1.5 面向对象与大型程序设计 .....        | (12) |
| 1.6 面向对象设计方法入门 .....         | (15) |
| 1.6.1 实体对象 .....             | (19) |
| 1.6.2 泛化和特化 .....            | (21) |
| 1.6.3 功能的推迟实现 .....          | (22) |
| 1.7 小结 .....                 | (22) |
| 习 题 .....                    | (24) |

### 第二章 对象、消息和封装

|                      |      |
|----------------------|------|
| 2.1 对象和消息 .....      | (25) |
| 2.1.1 对象 .....       | (25) |
| 2.1.2 消息 .....       | (26) |
| 2.1.3 对象的划分与确定 ..... | (27) |

|       |                 |      |
|-------|-----------------|------|
| 2.1.4 | 对象的状态 .....     | (28) |
| 2.1.5 | 特定于对象的消息 .....  | (28) |
| 2.1.6 | 公有消息与私有消息 ..... | (29) |
| 2.2   | 协议与封装 .....     | (31) |
| 2.3   | 消息序列 .....      | (33) |
| 2.4   | 例题分析 .....      | (34) |
| 2.4.1 | 聚合 .....        | (35) |
| 2.4.2 | 词典 .....        | (39) |
| 2.4.3 | 人员 .....        | (41) |
| 2.4.4 | 工资 .....        | (41) |
| 2.4.5 | 课程 .....        | (42) |
| 2.4.6 | 住址 .....        | (42) |
| 2.4.7 | 课题 .....        | (44) |
| 2.4.8 | 事务 .....        | (47) |
| 2.5   | 小结 .....        | (49) |
| 习 题   | .....           | (50) |

### 第三章 类和实例

|       |                  |      |
|-------|------------------|------|
| 3.1   | 基本概念 .....       | (52) |
| 3.1.1 | 类和实例的关系 .....    | (52) |
| 3.1.2 | 类的确定 .....       | (55) |
| 3.2   | 类的描述 .....       | (56) |
| 3.2.1 | 协议描述 .....       | (57) |
| 3.2.2 | 方法 .....         | (59) |
| 3.2.3 | 实现描述 .....       | (59) |
| 3.3   | 对象创建——实例化 .....  | (60) |
| 3.4   | 实例的访问 .....      | (64) |
| 3.5   | 实例的初始化及其删除 ..... | (66) |
| 3.6   | 例题分析 .....       | (69) |
| 3.7   | 小结 .....         | (71) |
| 习 题   | .....            | (73) |

## 第四章 继承及类之间的层次关系

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 4.1 继承 .....              | (74) |
| 4.1.1 继承的引入 .....         | (75) |
| 4.1.2 继承的分类 .....         | (76) |
| 4.1.3 多重继承 .....          | (76) |
| 4.1.4 继承与封装 .....         | (78) |
| 4.1.5 继承与委托 .....         | (78) |
| 4.2 类的层次 .....            | (80) |
| 4.3 继承机制在面向对象系统中的应用 ..... | (82) |
| 4.3.1 域(或称为结构)的继承 .....   | (82) |
| 4.3.2 方法的继承及抽象类 .....     | (84) |
| 4.4 功能重载和多态性 .....        | (85) |
| 4.5 树与网 .....             | (88) |
| 4.5.1 树 .....             | (89) |
| 4.5.2 网 .....             | (90) |
| 4.6 例题分析 .....            | (90) |
| 4.7 小结 .....              | (91) |
| 习 题 .....                 | (93) |

## 第五章 对象的关系及其图示

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 5.1 对象间的通讯 .....               | (94)  |
| 5.2 图示设计 .....                 | (97)  |
| 5.2.1 类的层次结构 .....             | (99)  |
| 5.2.2 对象间创建关系 .....            | (100) |
| 5.2.3 对象间的聚合关系 .....           | (101) |
| 5.2.4 消息流图——对象通讯(消息关系)的图示描述 .. | (102) |
| 5.2.5 实例化关系 .....              | (104) |
| 5.3 例题的图示 .....                | (104) |
| 5.3.1 类层次 .....                | (105) |
| 5.3.2 对象间的关系 .....             | (105) |

|       |                    |       |
|-------|--------------------|-------|
| 5.4   | 面向对象系统的图示基础 .....  | (107) |
| 5.4.1 | 对象关系的定义 .....      | (107) |
| 5.4.2 | 静态图 .....          | (109) |
| 5.4.3 | 动态图 .....          | (111) |
| 5.4.4 | 对象关系图的性质 .....     | (112) |
| 5.4.5 | 面向对象系统复杂度的分析 ..... | (112) |
| 5.5   | 小结 .....           | (114) |
| 习 题   | .....              | (115) |

## 第六章 面向对象技术基础

|       |                     |       |
|-------|---------------------|-------|
| 6.1   | 程序设计方法学 .....       | (116) |
| 6.2   | 面向对象语言与系统规范描述 ..... | (118) |
| 6.3   | 数据抽象与抽象数据类型 .....   | (120) |
| 6.3.1 | 数据抽象 .....          | (120) |
| 6.3.2 | 抽象数据类型 .....        | (122) |
| 6.4   | 面向对象设计与抽象数据类型 ..... | (127) |
| 6.4.1 | 表示抽象 .....          | (128) |
| 6.4.2 | 基于状态的数据类型 .....     | (131) |
| 6.4.3 | 抽象数据类型与类 .....      | (132) |
| 6.5   | 抽象数据类型的形式规范描述 ..... | (136) |
| 6.5.1 | 类型定义与形式规范描述 .....   | (136) |
| 6.5.2 | 代数公理方法 .....        | (137) |
| 6.6   | 面向对象设计与代数规范描述 ..... | (141) |
| 6.7   | 小结 .....            | (143) |
| 习 题   | .....               | (144) |

## 第二篇 面向对象程序设计

### 第七章 Smalltalk 语言(一)

|     |           |       |
|-----|-----------|-------|
| 7.1 | 概述 .....  | (147) |
| 7.2 | 表达式 ..... | (149) |

|       |              |       |
|-------|--------------|-------|
| 7.2.1 | 文字表达式 .....  | (150) |
| 7.2.2 | 变量名表达式 ..... | (152) |
| 7.2.3 | 消息表达式 .....  | (154) |
| 7.2.4 | 块表达式 .....   | (160) |
| 7.3   | 类 .....      | (164) |
| 7.3.1 | 类的描述 .....   | (165) |
| 7.3.2 | 变量说明 .....   | (165) |
| 7.3.3 | 方法 .....     | (169) |
| 7.4   | 小结 .....     | (173) |
|       | 习 题 .....    | (173) |

## 第八章 Smalltalk 语言(二)

|       |               |       |
|-------|---------------|-------|
| 8.1   | 子类及其描述 .....  | (175) |
| 8.2   | 子类的举例 .....   | (177) |
| 8.3   | 方法的匹配 .....   | (178) |
| 8.4   | 抽象超类 .....    | (182) |
| 8.5   | 子类的框架消息 ..... | (187) |
| 8.6   | 元类 .....      | (188) |
| 8.6.1 | 实例的初始化 .....  | (189) |
| 8.6.2 | 元类的举例 .....   | (190) |
| 8.6.3 | 元类的继承性 .....  | (193) |
| 8.6.4 | 类变量的初始化 ..... | (194) |
| 8.7   | 小结 .....      | (197) |
|       | 习 题 .....     | (198) |

## 第九章 C++语言

|       |                   |       |
|-------|-------------------|-------|
| 9.1   | 类与封装 .....        | (200) |
| 9.1.1 | 类的定义机制——封装 .....  | (200) |
| 9.1.2 | 成员函数及其定义 .....    | (204) |
| 9.1.3 | 成员的调用和消息表达式 ..... | (205) |

|       |                       |       |
|-------|-----------------------|-------|
| 9.2   | 对象的创建与删除 .....        | (207) |
| 9.3   | 继承 .....              | (211) |
| 9.3.1 | 继承的定义及继承成员的可访问性 ..... | (211) |
| 9.3.2 | 多重继承 .....            | (215) |
| 9.4   | 虚拟函数 .....            | (219) |
| 9.5   | 友元 .....              | (223) |
| 9.6   | 评述与小结 .....           | (224) |
|       | 习 题 .....             | (225) |

## 第十章 面向对象程序设计中的相关问题

|        |                |       |
|--------|----------------|-------|
| 10.1   | 作用域和语境 .....   | (227) |
| 10.1.1 | 作用域 .....      | (227) |
| 10.1.2 | 语境 .....       | (231) |
| 10.2   | 强类型与弱类型 .....  | (234) |
| 10.3   | 元对象 .....      | (239) |
| 10.4   | 复合对象 .....     | (241) |
| 10.5   | 端对象与非端对象 ..... | (245) |
| 10.6   | 可扩充性 .....     | (248) |
| 10.7   | 深拷贝与浅拷贝 .....  | (251) |
| 10.8   | 小结 .....       | (253) |
|        | 习 题 .....      | (253) |

## 第十一章 基本系统类

|        |                   |       |
|--------|-------------------|-------|
| 11.1   | 对象类 .....         | (256) |
| 11.1.1 | 对象类的协议 .....      | (256) |
| 11.1.2 | 对象类的功能描述 .....    | (258) |
| 11.2   | 对象类的 C++ 实现 ..... | (262) |
| 11.2.1 | 对象类的功能选择 .....    | (263) |
| 11.2.2 | 对象类的功能实现 .....    | (265) |
| 11.3   | 辅助的系统类 .....      | (269) |

|        |          |       |
|--------|----------|-------|
| 11.3.1 | 支持数学运算的类 | (269) |
| 11.3.2 | 支持事务管理的类 | (270) |
| 11.3.3 | 图形类      | (273) |
| 11.3.4 | 其它系统类    | (275) |
| 11.4   | 小结       | (278) |
|        | 习 题      | (279) |

## 第十二章 实用系统类

|        |                |       |
|--------|----------------|-------|
| 12.1   | 聚合类的层次结构       | (280) |
| 12.2   | 聚合类及其子类的功能协议描述 | (282) |
| 12.3   | 聚合类的 C++ 实现    | (287) |
| 12.3.1 | 聚合的创建与删除       | (287) |
| 12.3.2 | 聚合元素的访问与修改     | (291) |
| 12.3.3 | 聚合元素的添加        | (293) |
| 12.3.4 | 聚合元素的删除        | (295) |
| 12.3.5 | 聚合类的说明与定义      | (295) |
| 12.4   | 词典类的 C++ 实现    | (299) |
| 12.4.1 | 词典的创建与删除       | (300) |
| 12.4.2 | 词典元素的访问        | (303) |
| 12.4.3 | 词典元素的添加        | (305) |
| 12.4.4 | 词典元素的删除        | (306) |
| 12.5   | 小结             | (307) |
|        | 习 题            | (308) |

## 第三篇 面向对象系统及应用

### 第十三章 面向对象系统的实现之一——核心机制的实现

|      |          |       |
|------|----------|-------|
| 13.1 | 概述       | (313) |
| 13.2 | 对象存储器的实现 | (318) |
| 13.3 | 原语的实现    | (326) |
| 13.4 | 解释器的实现   | (329) |

|        |                   |       |
|--------|-------------------|-------|
| 13.4.1 | 与解释器相关的数据结构 ..... | (329) |
| 13.4.2 | 解释器的工作过程 .....    | (332) |
| 13.4.3 | 解释器的工作过程举例 .....  | (335) |
| 13.5   | 虚拟机的调试 .....      | (338) |
| 13.6   | 小结 .....          | (339) |
| 习 题    | .....             | (339) |

## 第十四章 面向对象系统实现之二——语言的实现

|        |                           |       |
|--------|---------------------------|-------|
| 14.1   | 虚拟象的实现 .....              | (340) |
| 14.1.1 | Smalltalk 语言的功能 .....     | (340) |
| 14.1.2 | Smalltalk 语言的功能组织结构 ..... | (341) |
| 14.1.3 | 类管理的功能协议 .....            | (343) |
| 14.2   | Smalltalk 语言的编译 .....     | (351) |
| 14.2.1 | Smalltalk 语言的语法 .....     | (351) |
| 14.2.2 | Smalltalk 语言的编译目标形式 ..... | (353) |
| 14.2.3 | 编译器 .....                 | (356) |
| 14.3   | Smalltalk 语言的反编译 .....    | (358) |
| 14.4   | Smalltalk 语言的调试工具 .....   | (362) |
| 14.5   | 小结 .....                  | (365) |
| 习 题    | .....                     | (365) |

## 第十五章 面向对象与人工智能语言

|        |                                      |       |
|--------|--------------------------------------|-------|
| 15.1   | 概述 .....                             | (366) |
| 15.2   | 逻辑程序设计(Logic Programing —— LP) ..... | (368) |
| 15.3   | Prolog 作为 LP 语言的特点 .....             | (372) |
| 15.4   | 面向对象与逻辑程序设计的结合 .....                 | (374) |
| 15.5   | 以面向对象为基础的结合方法 .....                  | (377) |
| 15.5.1 | 基本原则 .....                           | (377) |
| 15.5.2 | 合成系统的建立 .....                        | (378) |
| 15.5.3 | 对合成系统的基本评价 .....                     | (381) |