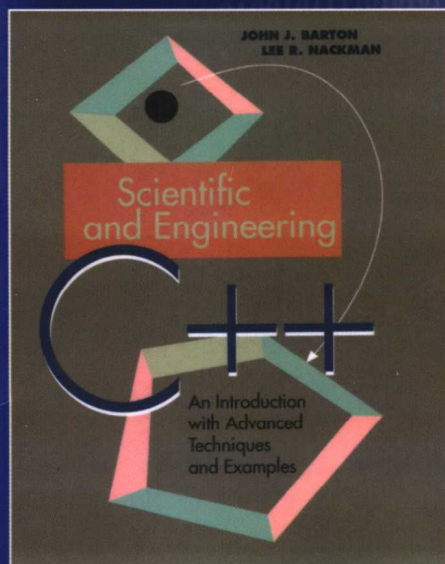


国外计算机科 学教材系列

科学与工程计算 (C++版)

Scientific and Engineering C++:

An Introduction with Advanced Techniques and Examples



[美] John J. Barton 著
Lee R. Nackman

袁超伟 唐晓晟 李亦农 等译



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

<http://www.phei.com.cn>

国外计算机科学教材系列

科学与工程计算 (C++ 版)

Scientific and Engineering C++:
An Introduction with Advanced Techniques and Examples

[美] John J. Barton 著
Lee R. Nackman

袁超伟 唐晓晟 李亦农 等译

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是C++程序设计在科学与工程计算方面最具权威性的技术指南之一,系统地阐述了C++语言中面向对象的程序设计和开发、C++语言的基本特点和语法。全书采用了大量的实例帮助读者学会使用C++语言和面向对象的编程方式去开发更高质量的程序,并且较充分地反映了面向对象程序设计的现状和发展趋势。本书分为三部分,包括基础知识、公共性表述及技术应用。

此书适用于从事科学与工程计算的研究人员、工程师和程序员,同时对在这个领域进行教学、研究、开发的教师和学生也有很高的参考价值。

Authorized translation from the English language edition, entitled Scientific and Engineering C++: An Introduction with Advanced Techniques and Examples, ISBN: 0201533936 by John J. Barton, Lee R. Nackman, published by Pearson Education, Inc, publishing as Addison-Wesley Longman, Inc. Copyright © 1994.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

Simplified Chinese language edition published by Publishing House of Electronics Industry, Copyright © 2003.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China excluding Hong Kong, Macau and Taiwan.

本书中文简体专有翻译出版权由Pearson教育集团所属的Addison-Wesley授予电子工业出版社。其原文版权及中文翻译出版权受法律保护。未经许可,不得以任何形式或手段复制或抄袭本书内容。

此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括香港、澳门特别行政区以及台湾地区)发行与销售。

版权贸易合同登记号:图字:01-2002-5193

图书在版编目(CIP)数据

科学与工程计算(C++版)/(美)巴顿(Barton, J. J.)等著;袁超伟等译.-北京:电子工业出版社, 2003.12
(国外计算机科学教材系列)

书名原文:Scientific and Engineering C++: An Introduction with Advanced Techniques and Examples

ISBN 7-5053-9289-1

I. 科... II. ①巴... ②袁... III. ①数值计算-计算方法-教材 ②C语言-程序设计-教材 IV. ①0241 ②TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第099687号

责任编辑:陶淑毅

印刷者:北京兴华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

经 销:各地新华书店

开 本:787 × 1092 1/16 印张:27 字数:778千字

版 次:2003年12月第1版 2003年12月第1次印刷

定 价:39.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。

联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

读者意见调查表

感谢您对电子工业出版社的支持！

为帮助我们进步，请将您的宝贵意见填于下表并寄回我们。

您购买的出版物名称	
先进性和实用性	☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不太好 ☐ 差
图书文字可读性 (光盘使用方便性)	☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不太好 ☐ 差 (☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不太好 ☐ 差)
图书篇幅适宜度 (光盘界面设计)	☐ 很合适 ☐ 合适 ☐ 一般 ☐ 不合适 ☐ 差 (☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不太好 ☐ 差)
出版物中差错	☐ 极少 ☐ 较少 ☐ 一般 ☐ 较多 ☐ 太多
图书封面(光盘盘面及包装) 设计水平	☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不太好 ☐ 差
图书(光盘盘面及包装) 印刷装订质量	☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不太好 ☐ 差
纸张质量(光盘材质)	☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不太好 ☐ 差
定价	☐ 很便宜 ☐ 便宜 ☐ 合理 ☐ 贵 ☐ 太贵
对宣传工作的感觉	☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不好 ☐ 差
对服务质量的感覺	☐ 很好 ☐ 好 ☐ 一般 ☐ 不好 ☐ 差
从何处获取出版物信息	☐ 书目报 ☐ 电子社宣传材料 ☐ 书店 ☐ 他人转告 ☐ 网站 ☐ 报刊
您认为电子工业出版社 应改进的方面	☐先进性和实用性 ☐文字可读性(光盘使用方便性) ☐篇幅适宜度(光盘界面设计) ☐出版物中差错 ☐设计水平 ☐印刷装订质量 ☐纸张质量(光盘材质) ☐定价 ☐宣传工作 ☐服务质量
您的具体意见或建议	
读者姓名: _____ 联系方式: _____ 从事工作: ☐技术研发 ☐技术管理 ☐经营管理 ☐行政管理 ☐教育培训 ☐在校学习	

表格寄回: 邮寄地址: 北京市万寿路 173 信箱 邮政编码: 100036 收信人: 窦 昊

传真: (010) 68270516 收件人: 窦 昊

电子信箱: Douhao@phei.com.cn

出版说明

21 世纪初的 5 至 10 年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入 WTO 后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流 IT 人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择和自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如 Pearson Education 培生教育出版集团、麦格劳-希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

电子工业出版社

教材出版委员会

主 任	杨芙清	北京大学教授 中国科学院院士 北京大学信息与工程学部主任 北京大学软件工程研究所所长
委 员	王 珊	中国人民大学信息学院院长、教授
	胡道元	清华大学计算机科学与技术系教授 国际信息处理联合会通信系统中国代表
	钟玉琢	清华大学计算机科学与技术系教授 中国计算机学会多媒体专业委员会主任
	谢希仁	中国人民解放军理工大学教授 全军网络技术研究中心主任、博士生导师
	尤晋元	上海交通大学计算机科学与工程系教授 上海分布计算技术中心主任
	施伯乐	上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授 中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长
	邹 鹏	国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师 教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员
	张昆藏	青岛大学信息工程学院教授

译 者 序

C++语言是近年来在国内外得到迅速推广使用的一种现代语言。这种语言功能丰富,表达能力强,且使用灵活方便,应用面广,目标程序效率高。它的可读性、可扩展性和可移植性都很好。C++是几种较新的面向对象编程语言之一,特别适合于用面向对象的编程方式去开发高质量的大型程序,尤其是科学和工程上涉及许多非数值计算代码的程序,以此来进行深入的科学和工程研究。

要学习 C++ 语言程序设计,将 C++ 应用于科学和工程程序设计实践,本书自然是必读之物。

此书从实用的角度,将 C++ 与大量的科学和工程实例相结合,不仅讲述了 C++ 语言的基本特点和语法,还阐述了 C++ 语言中对面向对象程序设计有深远意义和重要影响的技术和思想。本书既不是侧重于科学计算或数值分析,也不是单纯地介绍编程语言,而是旨在帮助读者学习 C++ 语言和面向对象的编程方式,尤其对从事科学和工程技术研究的读者,更是一本难得的好书。

该书全面而系统地介绍了面向对象的程序设计和开发,能够满足各种层次人员的需要,将 C++ 与大量的科学和工程实例相结合是本书最大的特色。为了帮助读者更好地理解 and 掌握每章的内容,把握重点和难点,各章均附有小结、注释与说明及练习。

本书适用于从事面向对象编程的广大计算机应用人员,同时对在科学和工程领域进行教学、研究、开发的教师和学生也有很高的参考价值。

参与本书翻译工作的有袁超伟、唐晓晟、李亦农、张元雯、漆涛、刘鸣、高丽华、谷勇浩、赵燕群、孙治水、杨震、胡武婕、卢山、章高男、张元馨等。同时,本书的翻译工作还得到了所在部门和相关领导的大力支持,在此一并表示感谢。

受译者水平所限,错误和疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

前 言

与许多科学家和工程师做的工作类似，我们的许多工作都涉及编写计算机程序。近年来，我们一直在使用C++编程，用这种语言编写的程序比以往用其他语言编写的程序更加优秀，而且可以更好地进行科学和工程研究。我们认为读者也应该尝试学习和使用C++，为此编写了本书来帮助读者入门。

C++是几种较新的采用面向对象程序设计方式的编程语言之一。与其他科学和工程研究一样，为了编写具有正确性、可读性、可修改性、可重用性和有效性的大型程序，我们也需要具有创造力和坚持不懈的努力。包括FORTRAN语言和C语言在内的传统编程语言使我们与计算机交流的方式过于简单。C++语言和面向对象的编程方式则将这种交流方式提升到了一个较为抽象的水平：它们能根据已有的编程方案提供智能化的模块去开发更高质量的程序，从而进行高质量的科学和工程研究。

学习C++将会是一件令人兴奋的事。尽管在FORTRAN，PASCAL和C语言中使用的大部分编程概念仍继续适用于面向对象的编程，但新出现的概念改变了整个工作。像所有的新领域一样，对我们来说面向对象编程似乎很陌生。C++语言将多年来从实际经验中得到的计算机新思想具体化了，而这些新思想会激发读者去重新思考编程及它在工作中所承担的角色。希望读者能像我们一样，发现程序设计不再是一件虽十分吸引人但却很枯燥的工作，而是一项能够跟其他科学研究和工程技术工作相媲美的智力活动。

目的

我们希望读者能通过本书的学习，学会使用C++语言和面向对象的编程方式去开发更高质量的程序，尤其是科学和工程上的程序。FORTRAN或C语言可能适合于编写纯数字计算的小规模程序，但是对于大型程序和涉及许多非数字代码的程序来说，用FORTRAN语言编写的程序是很难理解、校正和改进的。正是基于以上原因我们提出了面向对象的程序设计，而C++语言正是能有效使用面向对象方式的编程语言。如果读者仍使用FORTRAN语言或C语言编写程序，希望这本书能够引领你进入C++面向对象程序设计的新世界。

适用读者

本书通过介绍C++语言教授读者学习面向对象编程，并列举了大量的科学和工程实例。它既不是一本关于科学计算或数值分析的书，也不是一本单纯介绍编程的书。书中简单地介绍了C++的基本特点和语法，因为这些对于有编程经验的科学工作者或工程师及任何有实际经验的程序员都是熟知的。这里的目的不仅仅是介绍语法和规则，而是详细地阐述C++语言中对面向对象编程有深远意义和重要影响的思想和技术。本书的后面介绍了已经应用于实际的一些思想和技术，这些例子主要来自于科学和工程中，但却是可以广泛应用的。

我们希望本书能给以下三类读者提供帮助：

- 熟练掌握 FORTRAN 语言或 C 语言的工程师和科学工作者。
- 熟练掌握 C 或 C++ 的专职程序员。
- 致力于将有用的高级实例变成科学和工程编程基础的 C++ 程序员。

除了有经验的编程人员外，本书也适用于有较好数学功底的技术专业的本科生。

不管读者的知识背景如何，学习 C++ 和面向对象编程都将是一种挑战。但希望读者能获得这种挑战所带来的成就感和回报。我们相信一旦读者理解了 C++ 和面向对象编程，就会拓展出一个更广阔的发展空间。

目 录

第一部分 基础知识

第 1 章 引言	2
1.1 面向对象编程	2
1.2 为什么选择 C++	3
1.3 关于 C++	3
1.4 程序设计	4
1.5 组织结构	5
1.6 源代码	5
1.7 联系作者	6
1.8 注释与说明	6
1.9 练习	7
第 2 章 FORTRAN 基础	8
2.1 第一个程序	8
2.2 变量、对象和数据类型	11
2.3 C++ 的基本类型和运算	13
2.4 输入和输出	17
2.5 运算符的优先级和结合规则	19
2.6 if 语句	20
2.7 循环	22
2.8 声明	24
2.9 数组	26
2.10 指针	27
2.11 指针和数组	28
2.12 常量指针和指向常量的指针	30
2.13 运行时数组的大小	30
2.14 字符串	32
2.15 引用	33
2.16 函数	34
2.17 注释与说明	40
2.18 练习	41
第 3 章 C 语言基础	44
3.1 第一个程序	44

3.2	变量、对象和类型	45
3.3	C++ 的内置类型和操作	46
3.4	运算符的优先级和结合规则	47
3.5	输入和输出	47
3.6	声明	49
3.7	指针	50
3.8	内存管理	51
3.9	引用	51
3.10	函数	52
3.11	注释与说明	55
3.12	练习	55
第 4 章	类	56
4.1	两个简单的类	56
4.2	数组类	62
4.3	类模板	66
4.4	函数模板	69
4.5	异常	70
4.6	嵌套类	73
4.7	C++ 程序概述	75
4.8	注释与说明	76
4.9	练习	77
第 5 章	函数	79
5.1	声明和定义	79
5.2	函数声明	80
5.3	函数参数	82
5.4	函数返回值类型	87
5.5	重载函数	88
5.6	函数模板	90
5.7	注释与说明	92
5.8	练习	93
第 6 章	函数和类	95
6.1	成员函数和重载	95
6.2	初始化	96
6.3	复制	98
6.4	转换	100
6.5	运算符函数	106
6.6	赋值	108
6.7	特殊运算符	109
6.8	析构	110

6.9 静态成员函数	110
6.10 友元函数	111
6.11 类的输入/输出运算符	114
6.12 注释与说明	115
6.13 练习	115
第7章 对象生存期与内存管理	117
7.1 对象的生存周期	117
7.2 对象生存期	118
7.3 静态对象	119
7.4 自动对象	123
7.5 动态对象	125
7.6 避免悬空引用和垃圾	127
7.7 注释与说明	130
7.8 练习	131
第8章 示例程序	133
8.1 问题：表示网状结构	133
8.2 方案一：数组	135
8.3 抽象和封装	137
8.4 方案二：引进类	138
8.5 方案三：信息隐藏	141
8.6 注释与说明	145
8.7 练习	146

第二部分 共性的描述

第9章 公共行为表述	150
9.1 示例：仪表控制	150
9.2 类和对象	151
9.3 接口与接口类型	154
9.4 对象和类的图形描述	158
9.5 对象的创建以及接口的使用	160
9.6 接口基类	161
9.7 复合接口	162
9.8 作为组件的接口	164
9.9 创建并利用接口数组	167
9.10 异常和接口	171
9.11 小结	173
9.12 注释与说明	173
9.13 练习	175

第 10 章	公共数据实现表述	177
10.1	利用公用继承扩展	177
10.2	利用公用继承的接口类扩展	180
10.3	公用继承存在的问题	183
10.4	成员函数前推	185
10.5	用于实现的私有继承	187
10.6	继承机制	190
10.7	基类合成	196
10.8	类声明的作用	198
10.9	小结	199
10.10	注释与说明	200
10.11	练习	201
第 11 章	通用结构描述	202
11.1	由模板表述的公共性	202
11.2	模板与继承	204
11.3	示例：数组类	207
11.4	接口数组类	208
11.5	全局函数模板	216
11.6	小结	217
11.7	注释与说明	217
11.8	练习	218
第 12 章	类型	219
12.1	类型的基本概念	219
12.2	类型和接口	222
12.3	类型转换	225
12.4	类型信息的丢失	226
12.5	类型和类模板	230
12.6	受限的模板扩展	233
12.7	函数结构种类	235
12.8	小结	236
12.9	注释与说明	237
12.10	练习	238

第三部分 技术应用

第 13 章	数组	242
13.1	使用具体数组	242
13.2	具体数组	245
13.3	具体数组引用	253
13.4	具体数组投影	259

13.5	接口数组	264
13.6	接口数组的投影	269
13.7	迭代器	271
13.8	小结	276
13.9	注释与说明	276
13.10	练习	277
第 14 章	指针类	279
14.1	指针的使用	279
14.2	引用聚集	280
14.3	程序员定义的指针类	282
14.4	对象复制指针	283
14.5	对象计数指针	286
14.6	使用对象计数指针	290
14.7	接口指针类	293
14.8	小结	296
14.9	注释与说明	296
14.10	练习	297
第 15 章	类的代码结构	299
15.1	LAPACK 的结构	299
15.2	数据和函数的封装	301
15.3	运行时失败的不确定类型	304
15.4	公共结构的表示	307
15.5	小结	310
15.6	注释与说明	311
15.7	练习	311
第 16 章	代数结构类别	313
16.1	代数结构	313
16.2	示例: 复数浮点型	315
16.3	一个集合、单目运算的结构类别	318
16.4	两个集合的结构类别	326
16.5	示例: 量纲分析	327
16.6	示例: 数组的运算	331
16.7	小结	334
16.8	注释与说明	335
16.9	练习	335
第 17 章	函数对象	339
17.1	函数指针	339
17.2	成员函数指针	340

17.3	函数对象	341
17.4	函数接口类别	342
17.5	延迟求值的函数对象	344
17.6	示例：一个简单的函数求值器	349
17.7	集合函数	354
17.8	小结	355
17.9	注释与说明	355
17.10	练习	356
第 18 章	重用已有库	358
18.1	C 程序的运行	358
18.2	示例：String 类	360
18.3	FORTTRAN 程序的运行	367
18.4	开发在 FORTRAN 包装程序中的命名共性	369
18.5	压缩数组的表示	371
18.6	用 BLAS 实现矩阵	373
18.7	LAPACK 奇异值分解	378
18.8	小结	383
18.9	注释与说明	384
18.10	练习	385
第 19 章	C++ 数据建模	387
19.1	介绍	387
19.2	用于试验数据的类	387
19.3	线性化的非线性方程类	389
19.4	自动派生类	391
19.5	示例：非线性方程的迭代解决方案	394
19.6	用于阻尼 SDV 方程的类	400
19.7	main() 程序	405
19.8	小结	407
19.9	注释与说明	407
19.10	练习	408
参考文献		410

第一部分 基础知识

- 第1章 引言
- 第2章 FORTRAN 基础
- 第3章 C 语言基础
- 第4章 类
- 第5章 函数
- 第6章 函数和类
- 第7章 对象生存期与内存管理
- 第8章 示例程序

第1章 引言

计算机可以通过执行简单的指令来完成复杂的任务。这些指令可以通过用计算机语言编写程序来生成。计算机语言可以将单个机器指令组合成为更强大的复杂指令，并且还允许生成并命名新的复杂指令，将新的复杂指令作为一个整体单元来使用。这些单元用更抽象的方式编写程序，而忽略机器指令的细节，突出了使用计算机解决问题的基本思想。

对人类语言的研究证明，在交流过程中抽象是十分重要的，就像 Damasio 在他的文章“Brain and Language”（人脑和语言）中所描述的那样[31]：

语言之所以能产生并使用至今，是因为它是一种十分有效的交流方式，尤其是它可以用于表达抽象的思想。语言帮助我们区分这个复杂的世界，使复杂的思想变得有条理。

例如，“螺丝刀”这个词就表明了这种工具的许多特点，包括了其操作和用途的形象描述，尤其是工具使用的场合、给人的感觉和操作方式。语言的价值就在于它能用一个简单的符号将许多思想组织在一起，使人们有可能产生更复杂的思想，从而在一个更高的层次上思维。如果没有语言，这一切都是不可能的。

C++程序设计语言提供了许多机制来表达抽象概念以及它们之间的联系。其中一些，诸如子例程和数据结构，已被广泛应用于科学和工程的程序设计中；又如在这本书中介绍的虚函数和模板，在一般编程语言中通常是没有的。可以说，从来没有一种语言能像这种语言那样如此接近自然语言。与 FORTRAN 和 C 两种语言相比，C++ 的描述能力要强大得多。

1.1 面向对象编程

在 C++ 中，能够直接表达抽象概念的新的关键性机制是它支持面向对象编程。以下三个基本概念描述了面向对象编程的特征：对象、类分级结构和多态。

一个对象有属性（数据）和行为（函数）。对象是数据和函数（子例程）的封装，其中数据表述状态，而函数可访问和修改数据。对象可以对通用的子程序加载不同数据，数据反过来也可以影响调用对象函数后的输出结果。每一个对象都是某个类的实例化。属于同一个类的所有对象都拥有相同的操作，但是每个对象的数据各不相同。

类分级结构用于将类组织起来以便重用，位于下层的类继承上层类的操作：对于具有类似特性的类不需要重新编写操作代码。这种机制叫做继承；它将公共函数的子例程包扩展成为公共数据结构和函数包。

多态特性允许编程代码中不同的对象共享通用的行为。继承支持使用二维数组构建矩阵、张量或图像。多态允许编写函数实现两矩阵相乘，无论矩阵采用的是行邻接存储、列邻接存储还是封装的形式都可以。

用对象和类的观点描述计算有如下优点：

直接描述 对象是物理对象和抽象实体的自然描述。用对象的观点描述计算减少了思想和程序之间的障碍。