

21
世纪

高职高专新概念教材

蔡立军 杜四春 银红霞 编著

C++ 程序设计教程

21 Shi Ji Gao Zhi Gao Zhuan Xin Gai Nian Jiao Cai



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专新概念教材

C++程序设计教程

蔡立军 杜四春 银红霞 编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书全面系统地讲述了 C++ 语言的基本概念、语法和面向对象的编程方法,对 C++ 语言面向对象的基本特征:类和对象、继承性、派生类、多态性和虚函数等内容作了详尽的介绍。本书具有丰富的例题,每章后面备有形式多样的练习题。内容安排上循序渐进、深入浅出,力求通俗易懂、突出重点、侧重应用。

本书从 C 语言着手,由浅入深,逐步进入 C++ 语言世界。本书既适合于具有一定的 C 语言基础的读者学习,也适合于未学习过 C 语言,但有一定的程序设计基础的读者学习。

本书中所有程序都在 Turbo C++ 3.0 和 Visual C++ 6.0 环境下运行通过。与本教材配套的《C++ 程序设计实验指导与实训》中含有实际工程项目开发的完整案例,供读者自学参考。本书为授课教师免费提供用 PowerPoint 制作的电子教案。

本书不仅可作为高职高专、大专院校学生 C++ 程序设计教材,也可作为 C++ 语言培训教材和从事计算机软件开发的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

C++ 程序设计教程 / 蔡立军等编著. — 北京:中国水利水电出版社, 2003
21 世纪高职高专新概念教材
ISBN 7-5084-1411-X

I. C… II. 蔡… III. C 语言—程序设计—高等学校:技术学校—教材
IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 011178 号

书 名	C++ 程序设计教程
作 者	蔡立军 杜四春 银红霞 编著
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@public3.bta.net.cn (万水) sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)、68359168 (万水)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787×1000 毫米 16 开本 23.75 印张 498 千字
版 次	2003 年 3 月第一版 2003 年 6 月北京第二次印刷
印 数	5001—10000 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

21 世纪高职高专新概念教材

编委会名单

主任委员 刘 晓 柳菊兴

副主任委员 胡国铭 张栾勤 王前新 黄元山 柴 野

张建钢 陈志强 宋 红 汤鑫华 王国仪

委 员 (按姓氏笔画排序)

马洪娟	马新荣	尹朝庆	方 宁	方 鹏
毛芳烈	王 祥	王乃钊	王希辰	王国思
王明晶	王泽生	王绍卜	王春红	王路群
东小峰	台 方	叶永华	宁书林	田 原
田绍槐	申 会	刘 猛	刘尔宁	刘慎熊
孙明魁	安志远	许学东	闫 菲	宋锦河
张 晔	张 慧	张弘强	张怀中	张晓辉
张浩军	张海春	张曙光	李 琦	李存斌
李作伟	李珍香	李家瑞	李晓桓	杨永生
杨庆德	杨名权	杨均青	汪振国	肖晓丽
闵华清	陈 川	陈 炜	陈语林	陈道义
单永磊	周杨娣	周学毛	武铁敦	郑有想
侯怀昌	胡大鹏	胡国良	费名瑜	赵 敬
赵作斌	赵秀珍	赵海廷	唐伟奇	夏春华
徐凯声	徐雅娜	殷均平	袁晓州	袁晓红
钱同惠	钱新恩	高寅生	曹季俊	梁建武
蒋金丹	蒋厚亮	覃晓康	谢兆鸿	韩春光
雷运发	廖哲智	廖家平	管学理	蔡立军
黎能武	魏 雄			

项目总策划 雨 轩

编委会办公室 主 任 周金辉

副主任 孙春亮 杨庆川

参编学校名单

(按第一个字笔划排序)

三门峡职业技术学院
山东大学
山东交通学院
山东建工学院
山东省电子工业学校
山东农业大学
山东省农业管理干部学院
山东省教育学院
山西阳泉煤炭专科学校
山西运城学院
山西经济管理干部学院
广州市职工大学
广州铁路职业技术学院
中华女子学院山东分院
中国人民解放军第二炮兵学院
中国矿业大学
中南大学
天津市一轻局职工大学
天津职业技术师范学院
长沙大学
长沙民政职业技术学院
长沙交通学院
长沙航空职业技术学院
长春汽车工业高等专科学校
北京对外经济贸易大学
北京科技大学职业技术学院
北京科技大学成人教育学院
石油化管理干部学院
石家庄师范专科学校
辽宁交通高等专科学校
华中电业联合职工大学
华中科技大学

华东交通大学
华北电力大学工商管理学院
华北航天工业学院
江汉大学
江西渝州电子工业学院
西安外事学院
西安欧亚学院
西安铁路运输职工大学
西安联合大学
孝感职业技术学院
杨陵职业技术学院
昆明冶金高等专科学校
武汉大学动力与机械学院
武汉大学信息工程学院
武汉工业学院
武汉工程职业技术学院
武汉广播电视大学
武汉化工学院
武汉电力职业技术学院
武汉交通管理干部学院
武汉科技大学工贸学院
武汉商业服务学院
武汉理工大学
武汉铁路职业技术学院
河南济源职业技术学院
郑州工业高等专科学校
陕西师范大学
南昌水利水电高等专科学校
哈尔滨金融专科学校
济南大学
济南交通高等专科学校
济南职业技术学院

荆门职业技术学院
贵州无线电工业学校
贵州电子信息职业技术学院
恩施职业技术学院
黄冈职业技术学院
黄石计算机学院
湖北工学院
湖北丹江口职工大学
湖北交通职业技术学院
湖北汽车工业学院
湖北经济管理大学
湖北药检高等专科学校
湖北经济学院

湖北教育学院
湖北鄂州大学
湖北水利水电职业技术学院
湖南大学
湖南工业职业技术学院
湖南计算机高等专科学校
湖南省轻工业高等专科学校
湖南涉外经济学院
湖南郴州师范专科学校
湖南商学院
湖南税务高等专科学校

序

根据 1999 年 8 月教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》（以下简称《基本要求》）和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》（以下简称《培养规格》）的精神，由中国水利水电出版社北京万水电子信息有限公司精心策划，聘请我国长期从事高职高专教学、有丰富教学经验的教师执笔，在充分汲取了高职高专和成人高等学校在探索培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果的基础上，撰写了这套《21 世纪高职高专新概念教材》。

为了编写本套教材，出版社进行了广泛的调研，走访了全国百余所具有代表性的高等专科学校、高等职业技术学院、成人教育高等院校以及本科院校举办的二级职业技术学院，在广泛了解情况、探讨课程设置、研究课程体系的基础上，经过学校申报、征求意见、专家评选等方式，确定了本套书的主编，并成立了编委会。每本书的编委会聘请了多所学校主要学术带头人或主要从事该课程教学的骨干，教学大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论。

本套《21 世纪高职高专新概念教材》有如下特点：

（1）面向 21 世纪人才培养的需求，结合高职高专学生的培养特点，具有鲜明的高职高专特色。本套教材的作者都是长期在第一线从事高职高专教育的骨干教师，对学生的基本情况、特点和认识规律等有深入的了解，在教学实践中积累了丰富的经验。因此可以说，每一本书都是教师们长期教学经验的总结。

（2）以《基本要求》和《培养规格》为编写依据，内容全面，结构合理，文字简练，实用性强。在编写过程中，作者严格依据教育部提出的高职高专教育“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则，力求从实际应用的需要（实例）出发，尽量减少枯燥、实用性不强的理论概念，加强了应用性和实际操作性强的内容。

（3）采用“问题（任务）驱动”的编写方式，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。本套书的编写思路与传统教材的编写思路不同：先提出问题，然后介绍解决问题的方法，最后归纳总结出一般规律或概念。我们把这个新的编写原则比喻成“一棵大树、问题驱动”的原则。即：一方面遵守先见（构建）“树”（每本书就是一棵大树），再见（构建）“枝”（书的每一章就是大树的一个分枝），最后见（构建）“叶”（每章中的若干小节及知识点）的编写原则；另一方面采用问题驱动方式，每一章都尽量用实际中的典型实例开头（提出问题、明确目标），然后逐渐展开（分析解决问题），在讲述实例的过程中将本章的知识点融入。这种精选实例，并将知识点融于实例中的编写方式，可读性、可操作性强，非常适合高职高专的学生阅读和使用。本书读者通过学习构建本书中的“树”，由“树”找“枝”，

顺“枝”摸“叶”，最后达到构建自己所需要的“树”的目的。

(4) 部分教材配有实验指导和实训教程，便于学生练习提高。

(5) 部分教材配有动感电子教案。为顺应教育部提出的教材多元化、多媒体化发展的要求，大部分教材都配有电子教案，以满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。

(6) 提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套教材凝聚了数百名高职高专一线教师多年的教学经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。

本套教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校。

新世纪吹响了我国高职高专教育蓬勃发展的号角，新世纪对高职教育提出了新的要求，高职教育占据了全面素质教育中所不可缺少的地位，在我国高等教育事业中占有极其重要的位置，在我国社会主义现代化建设事业中发挥着日趋显著的作用，是培养新世纪人才所不可缺少的力量。相信本套《21 世纪高职高专新概念教材》的出版能为高职高专的教材建设和教学改革略尽绵薄之力，因为我们提供的不仅是一套教材，更是自始至终的教育支持，无论是学校、机构培训还是个人自学，都会从中得到极大的收获。

当然，本套教材肯定会有不足之处，恳请专家和读者批评指正。

21 世纪高职高专新概念教材编委会

2001 年 3 月

前 言

C++语言是目前使用最为广泛的一种高效程序设计语言，它既可以进行过程化程序设计，也可以用于面向对象的程序设计。C++是从 C 语言发展演变而来的，是 C 语言的超集。它实现了类的封装、数据隐藏、继承及多态，使得其代码容易维护并具有高度可重用。

本书作为一本 C++语言的入门教材，不仅详细介绍了 C++语言本身，而且深入讲述了面向对象程序设计的方法。本书的主要特点是语言流畅、简洁易懂、例题丰富、实用性强。这使得读者不仅可以学会一门程序设计语言，还能初步掌握面向对象的程序设计方法。其中丰富的例题使得初学者可以在学习的同时就开始积累初步的编程经验，以尽快达到学以致用目的。

本书内容包括：

第 1 章绪论，主要介绍 C++的发展历史，面向对象程序设计的概念，C++的词法与规则，C++程序的结构与实现。

第 2 章数据类型和表达式，主要介绍数据类型，常量、变量，运算符与表达式，流控制，数据的输入输出等内容。

第 3 章控制语句，主要介绍 C++语句，顺序、分支和循环程序设计。

第 4 章函数，主要介绍函数的定义与声明，函数调用，函数重载和内联函数等内容。

第 5 章数组，主要介绍一维数组、二维数组与多维数组以及数组与函数等内容。

第 6 章指针，主要介绍指针的概念，指针运算，指针与数组，指针与函数，指针与字符串，动态内存分配等。

第 7 章结构体与共用体，主要介绍结构体类型变量的定义方法，结构体变量的初始化，结构体数组，结构体与数组，结构体与函数、共用体等。

第 8 章类和对象，主要介绍类、对象，对象的初始化，构造函数与析构函数，堆与拷贝构造函数，this 指针，常对象，引用等。

第 9 章运算符重载，主要介绍单目和双目运算符重载，new 和 delete 重载以及逗号运算符及类型转换运算符重载。

第 10 章静态成员与友元，主要介绍静态成员和静态成员函数，友元函数和友元类。

第 11 章继承和派生类，主要介绍基类和派生类，单继承、多继承和虚基类。

第 12 章模板，主要介绍模板的概念，函数模板和类模板。

第 13 章多态性与虚函数，主要介绍普通成员函数重载，派生类指针，虚函数，纯虚函数和抽象类等。

第 14 章 I/O 流，主要介绍 I/O 标准流类，键盘输入、屏幕输出，磁盘文件的输入和输出，字符串流等内容。

第 15 章异常处理，主要介绍异常的概念，基本原理，异常处理机制，异常处理方法和多路捕获。

第 16 章 C++程序设计实例，介绍院校管理系统和图书管理系统两个实例。

本书中的所有例题都在 Visual C++ 6.0 环境下运行通过，在其他版本的编译系统下一般都可以运行。为了方便教学，本书为授课教师免费提供用 PowerPoint 制作的电子教案，教师在使用时可以根据需要进行必要的修改。与本教材配套的《C++程序设计实验指导与实训》中含有实际工程项目开发的完整案例，供学生进行课程设计时参考。

本书对于学过或没有学过 C 语言的读者都是适用的。如果学过 C 语言，则可以对第 1 章至第 7 章快速阅读，重点掌握 C++与 C 语言概念、语法、表达形式上的区别。在学习第 8 章至第 16 章时，重点放在把握 C++程序设计的灵魂，掌握面向对象程序设计的方法，遇到概念不清之处，也可以根据章节目录查阅第 1 章至第 7 章的内容。

本书为高职高专的 C++程序设计教材，建议授课学时为 48 课时，上机实践学时为 24 课时，课程设计学时为 16 课时。各院校可根据教学实际情况适当增删。

本书也可作为大中专院校的程序设计课程教材和各类培训机构培训教材，还可供从事计算机应用的工程和技术人员参考。

本书编写过程中，编者参阅了许多 C++的参考书和有关资料，并阅读了一些翻译的书籍，现谨向这些书的作者和译者表示衷心的感谢。

本书由蔡立军策划并担任主编和全书的统稿工作。湖南大学计算机与通信学院银红霞编写第 1 章至第 7 章，杜四春编写第 8 章至第 16 章。参加了本书编写大纲讨论与部分编写工作的有：梁志武、李向军、杜焱、张帆等。杜碧秋、廖名幼、王梅仙、杜佳惠等作了本书的文字录入和图表制作等工作。

由于编者水平有限，书中不妥或错误之处在所难免，恳请专家和广大读者批评指正。欢迎广大读者通过电子邮件与作者联系，作者的电子邮件地址为：ljcaihn@sina.com；d_sc@sina.com。

编 者

2002 年 11 月于岳麓山

目 录

序	
前言	
第 1 章 绪论	1
1.1 C++的发展历史	1
1.2 C++程序的开发过程	1
1.3 C++的词法与规则	2
1.3.1 C++的字符集	2
1.3.2 词与词法规则	2
1.3.3 书写格式	3
1.4 面向对象程序设计	4
1.5 C++程序的构成	5
习题	6
第 2 章 数据类型和表达式	7
2.1 数据类型	7
2.1.1 基本类型	7
2.1.2 空类型	8
2.1.3 构造类型	8
2.1.4 指针类型	8
2.1.5 类类型	8
2.2 常量	8
2.2.1 整型常量	8
2.2.2 浮点数常量	9
2.2.3 字符常量与字符串常量	9
2.2.4 布尔常量	10
2.2.5 枚举常量	10
2.3 变量	10
2.3.1 变量名命名	11
2.3.2 变量定义和说明	11
2.3.3 变量初始化	11
2.4 运算符与表达式	12

2.4.1	算术运算符	12
2.4.2	赋值运算符	13
2.4.3	关系运算符	14
2.4.4	逻辑运算符	14
2.4.5	自增、自减运算符	15
2.4.6	条件运算符	15
2.4.7	位运算符	16
2.4.8	sizeof 运算符（求字节运算符）	16
2.4.9	逗号运算符	16
2.4.10	运算符优先级	16
2.4.11	表达式	18
2.4.12	数据类型转换	19
	习题	20
第 3 章	控制语句	21
3.1	顺序控制语句	21
3.1.1	表达式语句	21
3.1.2	输入/输出（I/O）	22
3.1.3	复合语句	27
3.2	选择控制语句	27
3.2.1	if...else 语句	27
3.2.2	switch 语句	30
3.3	循环控制语句	33
3.3.1	while 语句	33
3.3.2	do...while 语句	34
3.3.3	for 语句	35
3.4	跳转语句	37
3.4.1	break 语句	37
3.4.2	continue 语句	37
3.4.3	goto 语句	38
3.5	几个应用程序	38
	习题	41
第 4 章	函数	42
4.1	函数概述	42
4.2	函数的定义与声明	43
4.2.1	函数的定义	44

4.2.2	函数的声明	46
4.3	函数的调用	47
4.3.1	函数调用的格式	47
4.3.2	函数调用的过程	49
4.3.3	函数调用时的参数传递	49
4.3.4	内联函数	51
4.3.5	重载函数	53
4.3.6	带默认形参值的函数	54
4.3.7	函数的嵌套调用	56
4.3.8	函数的递归调用	57
	习题	61
第 5 章	数组	62
5.1	一维数组	62
5.1.1	一维数组的定义	62
5.1.2	一维数组的初始化	63
5.1.3	数组的赋值	65
5.1.4	数组元素的引用	66
5.1.5	数组越界	67
5.2	二维数组	67
5.2.1	二维数组的定义	67
5.2.2	二维数组初始化	69
5.2.3	省略第一维大小	70
5.3	多维数组	70
5.3.1	多维数组的定义	70
5.3.2	多维数组初始化	71
5.3.3	省略第一维大小	71
5.4	数组与函数	71
5.5	数组的应用	73
	习题	80
第 6 章	指针	81
6.1	指针的概念	81
6.2	指针的定义和使用	83
6.2.1	指针的定义	84
6.2.2	指针的使用	85
6.2.3	指针的灵活性	88

6.2.4	二级指针	91
6.3	指针运算	92
6.3.1	指针的算术运算	92
6.3.2	指针的关系运算	95
6.3.3	指针的赋值运算	95
6.4	void 指针和 const 指针	96
6.4.1	void 指针	96
6.4.2	const 指针	97
6.5	指针与数组	97
6.5.1	指针访问数组元素	97
6.5.2	数组指针与指针数组	103
6.6	动态内存分配	107
6.6.1	new 运算符	107
6.6.2	delete 运算符	108
6.7	指针与字符串	110
6.7.1	通过指针访问字符	110
6.7.2	常用的字符串处理函数	111
6.8	指针与函数	112
6.8.1	指针作为函数参数	112
6.8.2	指针型函数	115
6.8.3	函数指针	117
	习题	120
第 7 章	结构体与共用体	121
7.1	结构体的概念	121
7.2	结构体类型变量的定义方法	123
7.2.1	先定义结构体类型再定义变量名	123
7.2.2	在定义类型的同时定义变量	125
7.2.3	直接定义结构类型变量	125
7.3	结构体变量的使用形式和初始化	126
7.3.1	结构体变量的使用形式	126
7.3.2	结构体变量的初始化	130
7.4	结构体数组	132
7.4.1	结构体数组的定义	132
7.4.2	结构体数组的初始化	134
7.4.3	结构体数组的使用	135

7.5 结构体与指针	137
7.5.1 结构体指针	137
7.5.2 结构体数组指针	139
7.5.3 结构体指针数组	140
7.6 结构体与函数	141
7.6.1 传递结构值	141
7.6.2 传递结构体的引用	142
7.6.3 传递结构体的指针	143
7.7 共用体	144
7.7.1 共用体的概念	144
7.7.2 共用体变量的使用形式	146
习题	148
第8章 类和对象	149
8.1 类和对象	149
8.1.1 类的定义	149
8.1.2 类的成员函数	150
8.1.3 类和结构	151
8.2 类对象	153
8.2.1 对象的定义格式	153
8.2.2 对象成员的表示方法	153
8.3 构造函数和析构函数	155
8.3.1 构造函数	156
8.3.2 析构函数	156
8.3.3 带参数的构造函数	157
8.3.4 重载构造函数	159
8.4 类的初始化	160
8.5 复杂的对象表示	163
8.6 堆与拷贝构造函数	167
8.6.1 堆对象	167
8.6.2 new 和 delete	167
8.6.3 拷贝构造函数	168
8.7 this 指针	171
8.8 引用	173
8.8.1 引用标识符&	173
8.8.2 const 和 volatile	173

8.9 常类型	174
8.9.1 常引用	174
8.9.2 常对象	175
8.9.3 常对象成员	176
习题	178
第 9 章 运算符重载	179
9.1 运算符重载概述	179
9.2 运算符重载的实现	180
9.3 单目运算符重载	183
9.4 双目运算符重载	185
9.5 ->运算符重载	189
9.6 赋值运算符重载	190
9.6.1 运算符“+=”和“-=”的重载	190
9.6.2 运算符“=”的重载	191
9.7 下标运算符重载	193
9.8 运算符 new 与 delete 重载	194
9.9 逗号运算符重载	195
9.10 类型转换运算符重载	196
9.11 运算符重载应用实例	197
习题	201
第 10 章 静态成员与友元	202
10.1 静态成员	202
10.1.1 静态数据成员	202
10.1.2 静态成员函数	203
10.2 友元	204
10.2.1 友元函数	205
10.2.2 友元类	209
10.3 友元应用实例	211
习题	216
第 11 章 继承和派生类	218
11.1 基类和派生类	218
11.1.1 派生类的定义格式	218
11.1.2 派生类的 3 种继承方式	220
11.1.3 访问控制	224
11.1.4 基类与派生类的关系	230

11.2 单继承	230
11.2.1 构造函数	230
11.2.2 析构造函数	232
11.2.3 继承中构造函数的调用顺序	233
11.2.4 应注意的问题	235
11.3 多继承	237
11.3.1 多继承的概念	237
11.3.2 多继承的构造函数	238
11.3.3 二义性和支配原则	241
11.3.4 赋值兼容规则	246
11.4 虚基类	246
11.4.1 虚基类的引入	247
11.4.2 虚基类的构造函数	252
11.5 应用实例	253
习题	258
第 12 章 模板	260
12.1 模板的概念	260
12.2 函数模板	260
12.2.1 函数模板说明	261
12.2.2 使用函数模板	261
12.2.3 重载模板函数	263
12.3 类模板	264
12.3.1 类模板说明	264
12.3.2 使用类模板	266
12.4 模板应用实例	271
习题	275
第 13 章 多态性与虚函数	276
13.1 普通成员函数重载	276
13.1.1 函数重载的方法	276
13.1.2 函数重载的表示形式	277
13.1.3 函数重载的注意事项	278
13.1.4 函数重载的二义性	279
13.2 派生类指针	280
13.3 虚函数	281
13.3.1 虚函数的概念	281