

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

C++程序设计 简明综合教程

朱从旭 刘卫国 主编
周春艳 严 晖 副主编



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材

C++程序设计 简明综合教程

朱从旭 刘卫国 主 编
周春艳 严 晖 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

C++是目前最为流行的程序设计语言,它不仅支持结构化程序设计,而且支持面向对象程序设计。本书从零编程基础入手,根据语法精炼原则和初学者的认知水平,循序渐进地全面介绍了 C++结构化程序设计和面向对象程序设计方法。全书分为教学篇、实验篇和参考篇三大版块。教学篇共分为 8 章,内容包括 C++的开发环境、数据类型和表达式等基础知识,程序的控制结构,函数与编译预处理,数组与指针,自定义数据类型,类与对象,C++的几种高级特性(重载与模板、继承与派生、多态性与虚函数),输入输出流。实验篇配合教学篇的内容提供了 12 个实验,其中 11 个基本实验分别与第 1~8 章的相应教学内容对应;一个综合实验为大型应用程序设计提供了一个范例,可用于课程设计。每个实验提供了模仿学习和独立编程两方面内容。参考篇提供三个附录:字符 ASCII 表,C++全体运算符优先级和结合性一览表,C++常用库函数的原型、功能和用法简表。

本书渗透了作者省级教学改革项目“基于认知理论和语法子集的程序设计类基础课教学内容和方法研究”的部分成果和教育改革理念,力图精简和优化语法教学内容,遵循认知理论的优化思路讲述 C++编程方法。编者都是长期从事该课程一线教学和教改研究的骨干教师。全书具有如下特点:零起点切入;循序渐进;内容精炼,系统完整;多功能化;便于教学和自学。

本书适合作为高等学校各专业学生的教材,尤其是理工科学生的公共课教材以及全国计算机等级考试教材,也可供广大 C++语言爱好者和软件开发人员学习参考。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

C++程序设计简明综合教程 / 朱从旭等主编. —北京:清华大学出版社, 2013.4

(21 世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-31429-5

I. ①C… II. ①朱… III. ①C 语言-程序设计-高等学校-教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 020181 号

责任编辑:闫红梅 薛 阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

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:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.75 字 数:568 千字

版 次:2013 年 4 月第 1 版 印 次:2013 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00 元

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授

北京信息工程学院

赵 宏 教授

北京科技大学

孟庆昌 教授

石油大学

杨炳儒 教授

天津大学

陈 明 教授

复旦大学

艾德才 教授

吴立德 教授

吴百锋 教授

杨卫东 副教授

同济大学

苗夺谦 教授

徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学

吴朝晖 教授

李善平 教授



扬州大学
南京大学

南京航空航天大学

南京理工大学
南京邮电学院
苏州大学

江苏大学
中国矿业大学

武汉大学
华中科技大学
中南财经政法大学
华中师范大学

江汉大学
国防科技大学

中南大学
湖南大学
西安交通大学

长安大学
哈尔滨工业大学
吉林大学

山东大学

厦门大学
厦门大学嘉庚学院
云南大学
电子科技大学

成都理工大学

西南交通大学

李 云 教授
骆 斌 教授
黄 强 副教授
黄志球 教授
秦小麟 教授
张功萱 教授
朱秀昌 教授
王宜怀 教授
陈建明 副教授
鲍可进 教授
张 艳 副教授
姜 薇 副教授
何炎祥 教授
刘乐善 教授
刘腾红 教授
叶俊民 教授
郑世珏 教授
陈 利 教授
颜 彬 教授
赵克佳 教授
邹北骥 教授
刘卫国 教授
林亚平 教授
沈钧毅 教授
齐 勇 教授
巨永锋 教授
郭茂祖 教授
徐一平 教授
毕 强 教授
孟祥旭 教授
郝兴伟 教授
冯少荣 教授
张思民 教授
刘惟一 教授
刘乃琦 教授
罗 蕾 教授
蔡 淮 教授
于 春 讲师
曾华荣 教授

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

计算机程序设计是许多专业开设的基础类课程；C++作为“一种更好的C语言”，全面支持面向过程与面向对象，深受广大编程爱好者的喜爱。随着软件工程思想的流行，面向对象程序设计的方法在现代软件开发技术中占据越来越重要的地位。因此，许多高校也逐步用C++程序设计课程取代原来的C语言程序设计课程。然而，C++语言语法体系庞大，又具有灵活多样的表达形式；因此，如何在有限的学时内掌握C++语言的核心语法，培养程序设计基本技能，是值得从事程序设计课程教学的教师们研究的课题。从国内教学现状来看，许多学生对程序设计技能训练不够，“程序设计思维”未能很好地建立起来。虽然多数学生能够应对常见的四选一简单选择题型的考试，但难以独立编写解决实际问题的正确程序。究其原因，主要有二：一是在有限的课时内灌输大量繁杂语法知识，导致程序设计技能培养和训练不足；二是限于初学者的认知水平难以建立程序设计的逻辑思维方式。编者认为，死的语法知识好比是“鱼”，而程序设计能力好比是“渔”；“授人以鱼”不如“授人以渔”。鉴于此，编者提出精简和优化语法教学内容，以核心语法子集进行教学的思想；同时，以认知理论为指导，探讨优化的教学方法。双管齐下，方能提高程序设计基础类课程的教学实效。基于此思路，借鉴作者省级教改项目“基于认知理论和语法子集的程序设计类基础课教学内容和研究方法研究”的部分成果和教改理念，编写了这本《C++程序设计简明综合教程》。

本书精选了C++的核心语法子集、典型和精炼的算法实例作为教学内容。叙述简洁、图文并茂；体现了简明的特点。同时，将教学、实验和必要的参考手册功能集于一体，体现了综合性。从读者角度来说，体现经济实用原则；从师生角度来说，体现了方便使用原则。书中还对一些难点内容引入了一些独特新概念，如：“二维指针”以区别于“二级指针”；“内部函数”与“外部函数”，“内部全局变量”和“外部全局变量”，以突出作用域的不同。

全书分为教学篇、实验篇和参考篇三个部分。

教学篇共分为8章，内容包括C++的开发环境、数据类型和表达式等基础知识，程序的控制结构，函数与编译预处理，数组与指针，自定义数据类型，类与对象，C++的几种高级特性（重载与模板、继承与派生、多态性与虚函数），输入输出流。这部分是本书的主体，循序渐进地全面介绍了C++结构化程序设计和面向对象程序设计的方法。

实验篇提供了12个实验，其中11个基本实验分别与教学篇第1~8章的相应教学内容对应；一个综合实验为大型应用程序设计提供了一个范例，可用于课程设计。每个实验提供了模仿学习和独立编程两方面内容。

参考篇提供了三个附录：字符ASCII表，C++全体运算符优先级和结合性一览表，C++常用库函数的原型、功能和用法简表。

本书由朱从旭、刘卫国两位教授任主编，负责全书的总体策划、统稿和定稿工作。周

春艳、严晖任副主编，协助主编完成统稿、定稿工作。具体编写工作分工如下：朱从旭编写第1、3、4章，实验1、4、5、6、12和附录；刘卫国编写第6章和实验8、实验9；周春艳编写第2章和实验2、实验3；严晖编写第8章和实验11；曹岳辉编写第5章和实验7；吕格莉编写第7.1节、7.2节和实验10相应部分；李力编写第7.3节和实验10相应部分。

本书的编写得到了中南大学信息科学与工程学院施荣华教学副院长的大力支持与帮助，以及诸多同行的关心与支持，在此一并表示感谢。此外，在本书的编写过程中，编者参考了大量的文献资料，在此也向这些文献资料的作者表示感谢。

由于编者水平有限，成稿时间仓促，书中如有疏漏及不妥之处，敬请读者不吝赐教。

编 者

2013年1月于中南大学

教 学 篇

第 1 章 C++基础知识	2
1.1 C++语言与 C++程序	2
1.1.1 程序设计语言的语法要素	2
1.1.2 C++的字符集组成	3
1.1.3 C++的单词及其构词规则	3
1.1.4 C++程序的基本结构	5
1.1.5 C++程序的书写格式	6
1.2 应用程序的开发过程	7
1.2.1 开发过程概述	7
1.2.2 开发过程示例	7
1.3 C++基本数据类型	13
1.4 常量与变量	14
1.4.1 常量	14
1.4.2 变量	16
1.5 运算符与表达式	18
1.5.1 运算符的优先级和结合性	18
1.5.2 算术运算符与算术表达式	19
1.5.3 赋值运算符与赋值表达式	21
1.5.4 类型转换	22
1.5.5 关系运算符与关系表达式	23
1.5.6 逻辑运算符与逻辑表达式	25
1.5.7 位运算符与位运算表达式	26
1.5.8 复合赋值运算符与复合赋值表达式	29
1.5.9 条件运算符与条件表达式	29
1.5.10 逗号运算符与逗号表达式	31
1.5.11 其他运算符	31
1.5.12 运算符的规律与表达式的副作用	32
习题 1	32

第2章 程序控制结构	35
2.1 顺序结构	35
2.1.1 定义语句	35
2.1.2 表达式语句	36
2.1.3 复合语句	36
2.1.4 空语句	36
2.1.5 基本输入/输出	37
2.2 选择结构	39
2.2.1 if 语句	39
2.2.2 switch 语句	45
2.3 循环结构	47
2.3.1 while 语句	47
2.3.2 do...while 语句	49
2.3.3 for 语句	51
2.3.4 多重循环	54
2.4 控制转向语句	56
2.4.1 break 语句	56
2.4.2 continue 语句	57
2.5 常用算法 I	59
习题 2	63
第3章 函数与编译预处理	67
3.1 函数的概念	67
3.2 函数的定义与调用	69
3.2.1 函数的定义	69
3.2.2 函数的声明	70
3.2.3 函数的返回值	72
3.2.4 函数的调用	73
3.3 函数的参数传递	75
3.3.1 参数的值传递	76
3.3.2 参数的地址传递	77
3.3.3 带默认形参值的函数	77
3.4 函数的嵌套调用与递归调用	78
3.4.1 函数的嵌套调用	78
3.4.2 函数的递归调用	80
3.5 内置函数	86
3.6 变量和函数的属性	87
3.6.1 变量的作用域	87
3.6.2 变量的生存期	93
3.6.3 内部函数和外部函数	96

3.7 编译预处理	98
3.7.1 宏定义	98
3.7.2 文件包含	101
3.7.3 条件编译	102
习题 3	103
第 4 章 数组与指针	107
4.1 数组及其应用	107
4.1.1 数组的概念	107
4.1.2 一维数组的定义与使用	108
4.1.3 二维数组的定义与使用	110
4.1.4 数组与函数	112
4.1.5 常用算法 II	113
4.2 指针的定义与使用	119
4.2.1 指针的概念	119
4.2.2 指针变量的定义及赋值	119
4.2.3 指针的运算	121
4.3 指针与函数	122
4.3.1 指针作函数参数	123
4.3.2 返回指针值的函数	123
4.3.3 指向函数的指针	124
4.4 指针与数组	125
4.4.1 指针与一维数组	125
4.4.2 指针与二维数组	127
4.5 指针数组与多级指针	129
4.5.1 指针数组	129
4.5.2 多级指针	130
4.6 指针与字符串	131
4.6.1 字符串的概念	131
4.6.2 字符串的存储表示法	131
4.6.3 字符串的输入与输出	132
4.6.4 字符串处理函数	134
4.6.5 字符串的简单应用举例	136
4.7 引用	137
4.7.1 变量的引用	137
4.7.2 引用作函数参数	137
4.7.3 引用作为函数的返回值	138
习题 4	140
第 5 章 自定义数据类型	144
5.1 结构体类型	144



5.1.1	结构体类型的定义	145
5.1.2	结构体变量的定义	146
5.1.3	结构体变量的引用和初始化	148
5.1.4	结构体数组	152
5.1.5	结构体指针	155
5.1.6	结构体与函数	157
5.2	共用体类型	160
5.2.1	共用体类型与变量的定义	160
5.2.2	共用体变量的引用	161
5.2.3	共用体与结构体的联合使用	162
5.3	枚举类型	163
5.4	类型定义	165
	习题 5	167
第 6 章	类与对象	172
6.1	面向对象程序设计的基本概念	172
6.2	类与对象的定义	175
6.2.1	C++面向对象程序的结构	175
6.2.2	类的定义	176
6.2.3	对象的定义与使用	179
6.2.4	类与结构体的区别	180
6.3	对象的初始化	181
6.3.1	构造函数	182
6.3.2	析构函数	185
6.3.3	复制构造函数	187
6.4	对象数组与对象指针	190
6.4.1	对象数组	190
6.4.2	对象指针	192
6.4.3	指向类成员的指针	193
6.4.4	this 指针	195
6.5	友元	196
6.5.1	友元函数	197
6.5.2	友元类	198
6.6	类成员的共享与保护	199
6.6.1	静态成员	199
6.6.2	常对象和常成员	202
6.7	程序实例	205
	习题 6	212
第 7 章	C++的几种高级特性	216
7.1	重载与模板	216

7.1.1 重载	216
7.1.2 模板	222
7.2 继承与派生	225
7.2.1 继承和派生的概念	225
7.2.2 派生类成员的访问控制	227
7.2.3 派生类的构造函数和析构函数	231
7.3 多态性和虚函数	234
7.3.1 多态性的概念	234
7.3.2 虚函数	236
习题 7	246
第 8 章 输入输出流	248
8.1 C++的输入输出	248
8.1.1 C++流的概念	248
8.1.2 C++流类库	249
8.1.3 与 iostream 类库有关的头文件	251
8.1.4 插入与提取运算符的重载	252
8.2 格式化输入输出	253
8.2.1 用 ios 类的成员函数实现格式控制	253
8.2.2 用 I/O 操纵符实现格式化输入输出	258
8.2.3 数据输入输出其他成员函数	261
8.3 文件操作与文件流	263
8.3.1 文件的操作	263
8.3.2 文本文件的读写	265
8.3.3 二进制文件的读写	268
8.3.4 文件的随机读写	272
8.4 字符串流	275
8.4.1 字符串流的概念	276
8.4.2 字符串流的输出操作	276
8.4.3 字符串流的输入操作	278
习题 8	279

实 验 篇

实验 1 开发环境与基础训练	284
实验 2 选择结构程序设计	288
实验 3 循环结构程序设计	291
实验 4 函数的使用	294
实验 5 数组的使用	298
实验 6 指针的使用	302
实验 7 自定义数据类型的使用	306

实验 8	类与对象（一）	310
实验 9	类与对象（二）	313
实验 10	C++高级特性的使用	317
实验 11	输入输出流	324
实验 12	综合程序设计	328

参 考 篇

附录 A	字符 ASCII 码表	340
附录 B	运算符的优先级和结合性一览表	342
附录 C	C++常用库函数	344
参考文献		348

教 学 篇

学习目标

- 了解 C++ 程序的结构，理解工程文件、源文件、可执行程序文件的概念。
- 熟悉 C++ 程序开发环境，能够编写一个简单程序，实现数据输入、输出。
- 掌握各种基本数据类型的定义关键字及其所占存储空间长度。
- 掌握常量的两种表示方式，掌握变量的定义和赋值方法。
- 掌握常用运算符的作用、优先级、结合性和使用方法。
- 理解表达式的构成规则和求值规则。
- 理解自动类型转换和强制类型转换的概念，掌握强制类型转换的方法。

C++是在 C 语言基础上发展起来的一种新型的、面向对象的程序设计语言。本章首先介绍 C++ 的特点、C++ 程序的结构与开发过程，让学习者步入 C++ 程序设计的大门。然后介绍数据及数据处理的基本知识，这是 C++ 编程的基础，包括：数据的类型、数据的存储、数据类型的转换、运算符和表达式。重点是各类运算符的特性和表达式的求值规则。

1.1 C++语言与 C++程序

C++是一种应用广泛的程序设计语言，它是在 C 语言基础上扩展起来的。最主要的扩展是增加了类功能，使它成为面向对象的程序设计语言，从而提高了开发软件的效率。C 语言是一种面向过程的语言，把程序看成是处理数据的一系列过程，数据与程序分开存储。C++是支持面向对象程序设计的语言，面向对象程序设计的本质是把数据和处理数据的过程当成一个整体即对象，能提高软件代码重用程度，提高程序设计效率。

1.1.1 程序设计语言的语法要素

程序设计语言是计算机可以识别的语言，具有特定的语法规则，用来描述计算机解决问题的步骤，供计算机理解和执行。

人与人之间交流所用的语言称为人类自然语言，尽管人类不同民族的语言千差万别，但都有一些共同的语法要素：由基本符号构成单词（字），由单词（字）构成句子，由句子构成文章。基本符号是一种语言的最小组成元素，比如，中文汉字的基本符号就是“横”、