



面向新工科专业建设计算机系列教材

计算机科学与技术

C++

程序设计题解与拓展 (第2版)

翁惠玉 俞勇◎编著

- ◆ 归纳、总结了C++语言的基本内容、过程化程序设计和面向对象程序设计的基本思想。
- ◆ 187个简答题帮助读者进一步理解程序设计的基本概念和方法，了解常见的错误和解决方法。
- ◆ 181个编程题详解有助于读者进一步理解问题求解过程、培养良好的代码风格和计算思维。
- ◆ 讲解深入浅出、语言通俗，使读者不仅知其然，更知其所以然。



清华大学出版社



面向新工科专业建设计算机系列教材

C++

程序设计题解与拓展（第2版）

翁惠玉 俞勇◎编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是与《C++ 程序设计：思想与方法(慕课版 第3版)》(翁惠玉、俞勇编著)配套的辅助教材。

本书与主教材的章安排完全相同。每一章首先总结了主教材中对应章的主要内容以及重点、难点，解答了主教材中的所有习题。作为对主教材的补充，本书在某些章后还增加了进一步拓展部分。通过对本书的学习，可以帮助读者进一步巩固程序设计的知识，提高编程能力。

本书概念清楚，习题丰富，可作为高等院校计算机专业或其他相关专业的“程序设计”课程的配套教辅，也可作为计算机专业研究生入学考试的辅导书，还可作为其他专业人员的参考书。

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++ 程序设计题解与拓展/翁惠玉,俞勇编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2019

(面向新工科专业建设计算机系列教材)

ISBN 978-7-302-53282-8

I. ①C… II. ①翁… ②俞… III. ①C++ 语言—程序设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 138217 号

责任编辑：白立军

封面设计：杨玉兰

责任校对：时翠兰

责任印制：丛怀宇

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 装 者：三河市龙大印装有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm

印 张：24

字 数：548千字

版 次：2013年11月第1版 2019年9月第2版

印 次：2019年9月第1次印刷

定 价：59.00元

产品编号：080916-01

出版说明

一、系列教材背景

人类已经进入智能时代,云计算、大数据、物联网、人工智能、机器人、量子计算等是这个时代最重要的技术热点,为了适应和满足时代发展对人才培养的需要,2017年2月以来,教育部积极推进新工科建设,先后形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”,并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推荐新工科研究与实践项目的通知》,全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验,助力高等教育强国建设。新工科有两个内涵:一是新的工科专业;二是传统工科专业的新需求。新工科建设将促进一批新专业的发展,这批新专业有的是依托于现有计算机类专业派生、扩展而成的,有的是多个专业有机整合而成的。由计算机类专业派生、扩展形成的新工科专业有计算机科学与技术、软件工程、网络工程、物联网工程、信息管理与信息系统、数据科学与大数据技术等。由“计算机类”学科交叉融合形成的新工科专业有网络空间安全、人工智能、机器人工程、数字媒体技术、智能科学与技术等。

在新工科建设的“九个一批”中,明确提出“建设一批体现产业和技术最新发展的新课程”“建设一批产业急需的新兴工科专业”,新课程和新专业的持续建设,都需要以适应新工科教育的教材作为支撑。由于各个专业之间的课程相互交叉,但是又不能相互包含,所以在选题方向上,既考虑由计算机类专业派生、扩展形成的新工科专业的选题,又考虑由计算机类专业交叉融合形成的新工科专业的选题,特别是网络空间安全专业、智能科学与技术专业的选题。基于此,清华大学出版社计划出版“面向新工科专业建设计算机系列教材”。

二、教材定位

教材使用对象为“211工程”高校或同等水平及以上高校计算机类专业及相关专业学生。

三、教材编写原则

(1) 借鉴 *Computer Science Curricula 2013* (以下简称 CS2013)。CS2013 的核心知识领域包括算法与复杂度、体系结构与组织、计算科学、离散结构、图形学与可视化、人机交互、信息保障与安全、信息管理、智能系统、网络与通信、操作系统、基于平台的开发、并行与分布式计算、程序设计语言、软件开发基础、软件工程、系统基础、社会问题与专业实践等内容。

(2) 处理好理论与技能培养的关系,注重理论与实践相结合,加强对学生思维方式的训练和计算思维的培养。计算机专业学生能力的培养特别强调理论学习、计算思维培养和实践训练。本系列教材以“重视理论,加强计算思维培养,突出案例和实际应用”为主要目标。

(3) 为便于教学,在纸质教材的基础上,融合多种形式的教学辅助材料。每本教材可以有主教材、教师用书、习题解答、实验指导等。特别是在数字资源建设方面,可以结合当前出版融合的趋势,做好立体化教材建设,可考虑加上微课、微视频、二维码、MOOC 等扩展资源。

四、教材特点

1. 满足新工科专业建设的需要

系列教材涵盖计算机科学与技术、软件工程、物联网工程、数据科学与大数据技术、网络空间安全、人工智能等专业的课程。

2. 案例体现传统工科专业的新需求

编写时,以案例驱动,任务引导,特别是有一些新应用场景的案例。

3. 循序渐进,内容全面

讲解基础知识和实用案例时,由简单到复杂,循序渐进,系统讲解。

4. 资源丰富,立体化建设

除了教学课件外,还可以提供教学大纲、教学计划、微视频等扩展资源,以方便教学。

五、优先出版

1. 精品课程配套教材

主要包括国家级或省级的精品课程和精品资源共享课的配套教材。

2. 传统优秀改版教材

对于已经出版过的优秀教材,经过市场认可,由于新技术的发展,给图书配上新的教学形式、教学资源,计划改版的教材。

3. 前沿技术与热点教材

反映计算机前沿和当前热点的相关教材,例如云计算、大数据、人工智能、物联网、网络空间安全等方面的教材。

六、联系方式

联系人: 白立军

联系电话: 010-62770175 转 4402

联系和投稿邮箱: bailj@tup.tsinghua.edu.cn

“面向新工科专业建设计算机系列教材”编委会

2019年6月

系列教材编委会

主任:

张尧学 清华大学计算机科学与技术系教授 中国工程院院士/教育部高等学校软件工程专业教学指导委员会主任委员

副主任:

陈刚 浙江大学计算机科学与技术学院 院长/教授
卢先和 清华大学出版社 副社长/编审

委员:

毕胜 大连海事大学信息科学技术学院 院长/教授
蔡伯根 北京交通大学计算机与信息技术学院 院长/教授
陈兵 南京航空航天大学计算机科学与技术学院 院长/教授
成秀珍 山东大学计算机科学与技术学院 院长/教授
丁志军 同济大学计算机科学与技术系 系主任/教授
董军宇 中国海洋大学信息科学与工程学院 副院长/教授
冯丹 华中科技大学计算机学院 院长/教授
冯立功 战略支援部队信息工程大学网络空间安全学院 院长/教授
高英 华南理工大学计算机科学与工程学院 副院长/教授
桂小林 西安交通大学计算机科学与技术学院 教授
郭卫斌 华东理工大学计算机科学与工程系 系主任/教授
郭文忠 福州大学数学与计算机科学学院 院长/教授
郭毅可 上海大学计算机工程与科学学院 院长/教授
过敏意 上海交通大学计算机科学与工程系 教授
胡瑞敏 武汉大学计算机学院 教授
黄河燕 北京理工大学计算机学院 院长/教授
雷蕴奇 厦门大学计算机科学系 教授
李凡长 苏州大学计算机科学与技术学院 院长/教授
李克秋 天津大学计算机科学与技术学院 院长/教授
李肯立 湖南大学信息科学与工程学院 院长/教授
李向阳 中国科学技术大学计算机科学与技术学院 执行院长/教授
梁荣华 浙江工业大学计算机科学与技术学院 执行院长/教授
刘延飞 火箭军工程大学基础部 副主任/教授
陆建峰 南京理工大学计算机科学与工程学院 副院长/教授
罗军舟 东南大学计算机科学与工程学院 教授
吕建成 四川大学计算机学院(软件学院) 院长/教授
吕卫锋 北京航空航天大学计算机学院 院长/教授
马志新 兰州大学信息科学与工程学院 副院长/教授
毛晓光 国防科技大学计算机学院 副院长/教授

明 仲	深圳大学计算机与软件学院	院长/教授
彭进业	西北大学信息科学与技术学院	院长/教授
钱德沛	中山大学数据科学与计算机学院	院长/教授
申恒涛	电子科技大学计算机科学与工程学院	院长/教授
苏 森	北京邮电大学计算机学院	执行院长/教授
汪 萌	合肥工业大学计算机与信息学院	院长/教授
王长波	华东师范大学计算机科学与软件工程学院	常务副院长/教授
王劲松	天津理工大学计算机科学与工程学院	院长/教授
王良民	江苏大学计算机科学与通信工程学院	院长/教授
王 泉	西安电子科技大学	校长助理/教授
王晓阳	复旦大学计算机科学技术学院	院长/教授
王 义	东北大学计算机科学与工程学院	院长/教授
魏晓辉	吉林大学计算机科学与技术学院	院长/教授
文继荣	中国人民大学信息学院	院长/教授
翁 健	暨南大学信息科学技术学院	执行院长/教授
吴 卿	杭州电子科技大学计算机学院	院长/教授
武永卫	清华大学计算机科学与技术系	副主任/教授
肖国强	西南大学计算机与信息科学学院	院长/教授
熊盛武	武汉理工大学计算机科学与技术学院	院长/教授
徐 伟	陆军工程大学指挥控制工程学院	院长/副教授
杨 鉴	云南大学信息学院	院长/教授
杨 燕	西南交通大学信息科学与技术学院	副院长/教授
杨 震	北京工业大学信息学部	副主任/教授
姚 力	北京师范大学人工智能学院	执行院长/教授
叶保留	河海大学计算机与信息学院	院长/教授
印桂生	哈尔滨工程大学计算机科学与技术学院	院长/教授
袁晓洁	南开大学计算机学院	院长/教授
张春元	国防科技大学教务处	处长/教授
张 强	大连理工大学计算机科学与技术学院	院长/教授
张清华	重庆邮电大学计算机科学与技术学院	执行院长/教授
张艳宁	西北工业大学	校长助理/教授
赵建平	长春理工大学计算机科学技术学院	院长/教授
郑新奇	中国地质大学(北京)信息工程学院	院长/教授
仲 红	安徽大学计算机科学与技术学院	院长/教授
周 勇	中国矿业大学计算机科学与技术学院	院长/教授
周志华	南京大学计算机科学与技术系	系主任/教授
邹北骥	中南大学计算机学院	教授
秘 书:		
白立军	清华大学出版社	副编审

计算机科学与技术专业核心教材体系建设——建议使用时间

四年级下									
四年级上			软件工程综合实践	计算机体系结构	计算机图形学	机器学习 物联网导论 大数据分析技术 数字图像处理			
三年级下			软件工程 编译原理		人工智能导论 数据库原理与技术 嵌入式系统				
三年级上			算法设计与分析	计算机网络					
二年级下			数据结构	计算机系统综合实践					
二年级上	离散数学(下)	数字逻辑设计 数字逻辑设计实验	面向对象程序设计 程序设计实践	操作系统					
一年级下	离散数学(上) 信息安全导论	电子技术基础	计算机程序设计	计算机原理					
一年级上	大学计算机基础								
课程系列	基础系列	电类系列	程序系列	系统系列	应用系列	选修系列			

“程序设计”是计算机专业十分重要的一门课程,是实践性非常强的一门课程,也是一门非常有趣、让学生很有成就感的课程。学好程序设计,不仅需要理解教材中的每个知识点,还需要做一定数量的习题,编写一定量的代码。

本书是编者编写的《C++ 程序设计:思想与方法(慕课版 第3版)》的配套教辅。在教学过程中,很多学生反映:课程听懂了,但不会做题,希望有人指导他们如何完成书后的习题。为此,编写了这本配套教辅。希望通过本书的学习,可以进一步帮助读者解决学习中的疑点和难点,更好地掌握程序设计的知识和技能。

本书在章安排上与《C++ 程序设计:思想与方法(慕课版 第3版)》完全相同。每一章基本上都包括3个方面:知识点回顾、习题解答和进一步拓展。知识点回顾是对主教材对应章的内容概括。习题解答给出了主教材中习题的答案。本书的习题有两类:一类是简答题,帮助读者理解相关的基本概念;另一类是编程题,帮助读者进一步熟悉程序设计的过程。进一步拓展是对主教材的补充,介绍了一些主教材没有提到、但也会被经常用到的知识。

尽管本书几乎给出了所有习题的答案,但切莫盲目依赖答案。希望读者先通过知识点回顾检查自己对本章知识的掌握程度,再完成每一道习题。对其中的每道习题,先尝试自己解决,无法解决时再看解题思路,学习书中解题的思维过程。

本书可作为高等院校计算机专业或其他相关专业的“程序设计”课程的配套教辅,也非常适合读者自学。

由于编者水平有限,本书可能存在很多不足,敬请读者批评指正。

编者

2019年4月14日

第1章 绪论	1
1.1 知识点回顾	1
1.1.1 计算机组成	1
1.1.2 程序设计语言	2
1.1.3 程序设计过程	3
1.2 习题解答	5
1.2.1 简答题	5
1.2.2 编程题	12
1.3 进一步拓展	12
1.3.1 计算机为什么采用二进制	12
1.3.2 算法的评价	13
第2章 程序的基本组成	14
2.1 知识点回顾	14
2.1.1 C++ 程序的基本结构	14
2.1.2 常量与变量	14
2.1.3 数据的输入输出	18
2.1.4 算术运算	18
2.1.5 赋值运算	19
2.2 习题解答	21
2.2.1 简答题	21
2.2.2 程序设计题	27
2.3 进一步拓展	34
2.3.1 “按位与”运算	35
2.3.2 “按位或”运算	37
2.3.3 “按位异或”运算	38
2.3.4 “取反”运算	39
2.3.5 “左移”运算	40

2.3.6	“右移”运算	40
第3章	分支程序设计	43
3.1	知识点回顾	43
3.1.1	关系表达式和逻辑表达式	43
3.1.2	分支语句	44
3.2	习题解答	45
3.2.1	简答题	45
3.2.2	程序设计题	48
第4章	循环程序设计	63
4.1	知识点回顾	63
4.1.1	计数循环	63
4.1.2	while 循环	64
4.1.3	do-while 循环	64
4.1.4	break 和 continue 语句	65
4.2	习题解答	65
4.2.1	简答题	65
4.2.2	程序设计题	67
4.3	进一步拓展	81
4.3.1	goto 语句	81
4.3.2	结构化程序设计	82
4.3.3	位运算的进一步讨论	83
第5章	批量数据处理——数组	84
5.1	知识点回顾	84
5.1.1	一维数组	84
5.1.2	二维数组	85
5.1.3	字符串	86
5.2	习题解答	88
5.2.1	简答题	88
5.2.2	程序设计题	90
5.3	进一步拓展	104
5.3.1	特殊矩阵	104
5.3.2	对称矩阵	105
5.3.3	三角矩阵	105
5.3.4	稀疏矩阵	106

第 6 章 过程封装——函数	107
6.1 知识点回顾	107
6.1.1 函数的概念	107
6.1.2 函数的定义	107
6.1.3 函数的参数和返回值	108
6.1.4 数组作为函数的参数	108
6.1.5 重载函数	109
6.1.6 函数模板	109
6.1.7 变量的作用域与存储类别	110
6.1.8 递归程序设计	111
6.1.9 C++ 11 的扩展	112
6.2 习题解答	113
6.2.1 简答题	113
6.2.2 程序设计题	117
6.3 进一步拓展	138
6.3.1 模拟计算机程序的运行	138
6.3.2 模拟器的设计	139
第 7 章 间接访问——指针	144
7.1 知识点回顾	144
7.1.1 指针的概念	144
7.1.2 指针运算与数组	144
7.1.3 指针与动态内存分配	145
7.1.4 字符串的指针表示	146
7.1.5 指针、数组和字符串传递	146
7.1.6 引用与引用传递	147
7.1.7 多级指针与指向函数的指针	148
7.1.8 main 函数的参数	149
7.1.9 lambda 表达式	149
7.2 习题解答	150
7.2.1 简答题	150
7.2.2 程序设计题	151
第 8 章 数据封装——结构体	161
8.1 知识点回顾	161
8.1.1 记录的概念	161
8.1.2 结构体变量的使用	162

8.1.3	结构体作为函数的参数	163
8.1.4	链表	163
8.2	习题解答	164
8.2.1	简答题	164
8.2.2	程序设计题	165
8.3	进一步拓展	174
第9章	模块化开发	177
9.1	知识点回顾	177
9.1.1	自顶向下分解	177
9.1.2	模块划分	177
9.1.3	设计自己的库	177
9.2	习题解答	178
9.2.1	简答题	178
9.2.2	程序设计题	179
9.3	进一步拓展	195
9.3.1	软件危机	195
9.3.2	软件工程	196
第10章	创建新的类型	199
10.1	知识点回顾	199
10.1.1	面向对象的思想	199
10.1.2	面向对象程序设计的特点	199
10.1.3	类的定义	200
10.1.4	对象的使用	201
10.1.5	对象的构造与析构	201
10.1.6	C++ 11 对构造的扩展	202
10.1.7	常量对象和常量成员函数	204
10.1.8	常量数据成员	205
10.1.9	静态数据成员与静态成员函数	205
10.1.10	友元	206
10.2	习题解答	206
10.2.1	简答题	206
10.2.2	程序设计题	209
10.3	进一步拓展	244
10.3.1	不要随便改变复制构造的意义	244
10.3.2	计算机模拟程序	245

第 11 章 运算符重载	249
11.1 知识点回顾	249
11.1.1 什么是运算符重载	249
11.1.2 运算符重载的方法	249
11.1.3 自定义类型转换函数	250
11.2 习题解答	251
11.2.1 简答题	251
11.2.2 程序设计题	255
11.3 进一步拓展	277
第 12 章 组合与继承	278
12.1 知识点回顾	278
12.1.1 组合	278
12.1.2 继承	278
12.1.3 虚函数与运行时的多态性	280
12.1.4 虚析构函数	280
12.1.5 纯虚函数和抽象类	281
12.2 习题解答	281
12.2.1 简答题	281
12.2.2 程序设计题	284
12.3 进一步拓展	308
12.3.1 避免随意地继承	308
12.3.2 多态性与 switch 语句	308
第 13 章 泛型机制——模板	310
13.1 知识点回顾	310
13.1.1 类模板的定义	310
13.1.2 类模板的实例化	310
13.1.3 类模板的友元	311
13.2 习题解答	312
13.2.1 简答题	312
13.2.2 程序设计题	313
第 14 章 输入输出与文件	320
14.1 知识点回顾	320
14.1.1 基于控制台的输入输出	321
14.1.2 基于文件的输入输出	323

14.2	习题解答	326
14.2.1	简答题	326
14.2.2	程序设计题	327
第15章	异常处理	351
15.1	知识点回顾	351
15.1.1	异常抛出	351
15.1.2	异常检测和处理	351
15.1.3	异常规格声明	352
15.2	习题解答	352
15.2.1	简答题	352
15.2.2	程序设计题	354
第16章	容器和迭代器	358
16.1	知识点回顾	358
16.1.1	容器	358
16.1.2	迭代器	358
16.2	习题解答	359
16.2.1	简答题	359
16.2.2	程序设计题	359
参考文献		362

1.1 知识点回顾

1.1.1 计算机组成

计算机由硬件和软件两部分组成。硬件是计算机的躯体,软件是计算机的灵魂。

1. 计算机硬件

经典的计算机硬件结构由冯·诺依曼提出。冯·诺依曼建议计算机硬件系统由 5 大部分组成,如图 1-1 所示。

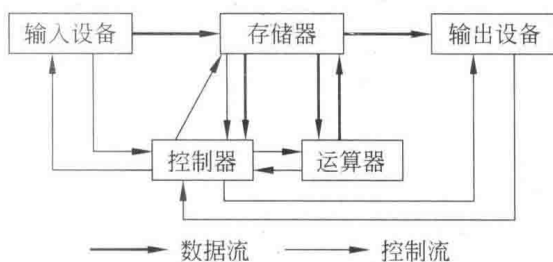


图 1-1 计算机硬件系统的组成

运算器是真正执行计算的组件。它在控制器的控制下执行程序中的指令,完成算术运算、逻辑运算和移位运算等。不同厂商生产的计算机,由于运算器的设计不同,能够完成的任务也不同,所能执行的指令也不完全一样。每台计算机能完成的指令集合称为这台计算机的**指令系统或机器语言**。运算器由算术逻辑单元(ALU)和寄存器组成。ALU 完成相应的运算,寄存器用来暂存参加运算的数据和中间结果。

控制器用于协调计算机其余部分的工作,它依次读入程序的每条指令,分析指令,指挥其他各部分共同完成指令要求的任务。控制器由程序计数器(PC)、指令寄存器(IR)、指令译码器(ID)、时序控制电路及微操作控制电路等组成。程序计数器用来对程序中的指令进行计数,使控制器能依次读取指令;指令寄存器暂存正在执行的指令;指令译码器用来识别指令的功能,分析指令的