

高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材

C 语言程序设计教程

——面向计算思维和问题求解

主 编 陈立潮

副主编 常文萃 曹建芳 郭晓东

高等教育出版社

高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材

C 语言程序设计教程

——面向计算思维和问题求解

C Yuyan Chengxu Sheji Jiaocheng
——Mianxiang Jisuan Siwei he Wenti Qiujie

主 编 陈立潮

副主编 常文萃 曹建芳 郭晓东

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是教育部大学计算机课程改革项目的建设成果之一,是以培养计算思维能力为导向来构建教学内容的。本书全面、系统地介绍了计算思维与问题求解的概念以及基于计算思维的 C 语言程序设计的相关知识,同时,注重问题分析与问题求解过程。全书共分 10 章,内容包括:计算思维与程序设计、C 语言基础知识、简单问题求解、选择问题求解、重复问题求解、多维批量数据处理、问题模块化求解、内存高效管理、复杂结构数据处理、数据文件管理等。书中内容丰富、循序渐进、案例驱动、目标明确,是一本学习和掌握程序设计与问题求解的好教材,同时配有大量案例与习题,便于读者自主学习。

本书可作为高等学校计算机专业和非计算机专业学生学习 C 语言程序设计的教材,同时也适合 C 语言程序设计爱好者、程序设计与开发人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计教程:面向计算思维和问题求解 /
陈立潮主编. — 北京:高等教育出版社,2016.3
ISBN 978-7-04-044907-5

I. ①C… II. ①陈… 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(2016)第 031912 号

策划编辑 陈 哲	责任编辑 陈 哲	特约编辑 薛秋丕	封面设计 王 洋
版式设计 杜微言	插图绘制 杜晓丹	责任校对 张小镬	责任印制 韩 刚

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	850mm×1168mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	19.75		
字 数	500 千字	版 次	2016 年 3 月第 1 版
购书热线	010-58581118	印 次	2016 年 3 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	29.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 44907-00

○ 与本书配套的数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站，请登录网站后开始课程学习。

一、网站登录

1. 访问 <http://abook.hep.com.cn/1871423>，单击“注册”。在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”界面。

2. 课程充值：登录后单击右上方“充值”图标，正确输入教材封底标签上的明码和密码，单击“确定”按钮完成课程充值。

3. 在“我的课程”列表中选择已充值的数字课程，单击“进入课程”即可开始课程学习。

账号自登录之日起一年内有效，过期作废。

使用本账号如有任何问题，请发邮件至：ecourse@pub.hep.cn



C语言程序设计教程——面向计算思维和问题求解

陈立勋

用户名 密码 验证码 4246 进入课程

注册

重要通知

数字课程介绍 纸质教材 版权信息 联系方式

“C语言程序设计教程——面向计算思维和问题求解”数字课程与纸质教材一体化设计，紧密配合。数字课程提供了电子教案、教学微课、案例素材、案例演示、习题答案等内容，可以让读者更直观地学习课程。数字课程充分运用多媒体技术，丰富了知识的呈现形式，拓展了教材内容；在提升教学效果的同时，为学生学习提供了探索的空间。

因系统升级，所有用户都需要先注册（不能用书后的明码密码直接登录）。注册后的用户登录后，请先点击页面右上方“充值”，正确输入教材封底标签上的明码和密码完成课程选择。

注册 > 登录 > 充值

二、资源使用

与本书配套的数字课程资源按照章、节知识树的形式构成，配有电子教案、案例素材、扩展阅读、习题答案等内容，内容标题为：

1. 电子教案：教师上课使用的与课程和教材紧密配套的教学 PPT，可供教师下载使用，也可供学生课前预习或课后复习使用。
2. 案例素材：书中所列出的相关素材在数字课程的“案例素材”栏目中都可以找到并下载，方便学生使用素材完成案例的制作。
3. 习题答案：本书各章后配有习题参考答案，供学生课前预习及课后练习使用，使学生能够巩固学习成果。
4. 扩展阅读：根据书中的重点知识点，提供相应的扩展阅读，作为知识点的补充，有助于学生扩展知识面。

本书还配套有微视频资源，内容覆盖了知识点的讲述和各案例的实际操作讲解，能够让学习者随时随地使用移动通信设备观看比较直观的视频讲解。这些微视频以二维码的形式在书中出现，扫描后即可观看。

高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材

编审委员会

主 任：陈立潮

副主任：（按姓氏笔画排序）

亢临生 孙淑霞 陈俊杰 贾 伟

委 员：（按姓氏笔画排序）

王三虎 王丽芳 王金虹 刘忠慧 刘爽英

安建成 杨泽民 芦彩林 肖 宁 肖阳春

何钰娟 张伟利 相 洁 南志红 郭显娥

高保禄 曹建芳 常文萃 韩晓红 廉侃超

潘理虎 魏建琴

○ 序

近年来,移动通信、普适计算、物联网、云计算、大数据这些新概念和新技术的出现,在社会经济、人文科学、自然科学的许多领域引发了一系列革命性的突破,极大改变了人们对于计算和计算机的认识。随着这一进程的全面深入,无处不在、无事不用的计算思维成为人们认识 and 解决问题的能力之一。

计算思维的深刻知识内涵正在被当今社会的发展进一步揭示。学生在高校中接受计算机课程的培养已经不仅是为了学会应用计算机,而是由此学会一种思维方式。并非每一个学生都要成为计算机科学家,但是我们期望他们能够正确掌握计算思维的基本方式,这种思维方式对于学生从事任何事业都是有益的。

在这样一个重要的发展阶段,教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会(以下简称“教指委”)在高教司的支持下,积极推动了以计算思维为切入点的计算机课程改革,鼓励高校一线教师大胆扬弃现有的教学观念和方法,建设适应时代要求的新的教学体系。

这一改革在过去的几年时间里取得了不少的成果,其中就包括了由山西省多所高校实施的“基于计算思维的地方高校大学计算机课程改革与实践”项目。山西省多所高校在承担教育部高等教育司教学改革项目的基础上,扎实推进课程建设,出版了“高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材”。项目成果获得了山西省高等学校教学成果一等奖(2013年),其中4本教材被评为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材(2014年)。

在系列教材编审委员会的努力下,本套教材进行了全新改版,新版教材做了一些新的尝试与创新,是又一次团队合作和集体智慧的结晶,具有以下几个鲜明的特点。

1. 以计算思维为理念,以求解问题的过程为出发点,采用案例引出所要学习的知识点,并给出了多种分析问题和解决问题的方法,引导学生为了解决实际问题而学习计算机基础知识,进一步强化了学生的创新能力培养。

2. 创新教学理念,激发学习兴趣,引导自主学习。通过适当的教学设计,鼓励学生拓展知识面和针对某些重要问题进行深入探讨,增强其独立获取知识的意识和能力,为满足学生自主学习和教师教学方法的创新提供支撑。

3. 紧扣教指委制定的《大学计算机课程教学基本要求》,从结构上对应着三个层次、六门课程,除了大学计算机基础与程序设计课程外,考虑到大数据时代对数据处理技术的要求,增强了数据库技术及应用课程的内容;同时,考虑到当前大学生IT实训的要求,增加了《Java语言程序设计》。

4. 采用了“纸质教材+数字课程”的出版形式,是一种新形态的立体化教材。纸质教材与丰富的数字教学资源一体化设计,内容适当精炼,并以新颖的版式设计和内容编排,方便学生学习和使用;数字课程对纸质教材内容起到巩固、补充和拓展作用,形成了以纸质教材为核心,数字教学资源配合的综合知识体系新格局。

新版教材的出版也是新的征程的起点,希望编审委员会严格把关,为我国的计算机基础教学贡献一套高质量的优秀教材。也希望教材在得到更大范围采用的同时,能够积极听取反馈意见,不断深入推进课程教学改革工作。

是为序。

教育部高等学校大学计算机
课程教学指导委员会主任



2015年5月30日

○ 前言

随着计算机技术的发展,计算机在各行各业越来越得到广泛的应用,面向非计算机专业的计算机基础教育日益得到普及。C语言程序设计作为大学计算机基础教育的一门非常重要的课程,成为理工科大学学生的主修课程。这是因为:① C语言语法结构简单明了,可以编写出高效程序,大多数系统采用C语言描述算法;② C语言能深入到系统底层,可以直接调用系统资源来解决问题;③ 许多新型的语言大多衍生于C语言,掌握了C语言,其他计算机语言就容易学习了。正因如此,C语言成为用计算机解决问题的主要编程工具。

然而,传统的C语言程序设计教材大多是以学习C语言的基本语句和语法为出发点,并通过举例验证来强化对C语言语句和语法的掌握。换句话说,传统的C语言程序设计教学只注重学习C程序设计语言本身,忽视了问题求解过程的概括和抽象。如此一来,仅仅学会了C语言的语法,而淡化了如何运用C语言解决实际问题,导致学生知其然不知其所以然。当遇到实际应用问题时,却不知道如何运用C语言去解决。因为,他们只是学习到了一门语言,而没有学会如何运用C语言解决实际问题的方法,忽视了程序设计的关键环节,甚至不知道求解一个实际应用问题的步骤和方法,显然达不到学习C语言程序设计的目的。

过去的几十年中,不论在硬件设备和所用软件方面,还是在计算机的教学方法方面,计算机科学的教育发生了巨大的变化。随着计算资源的丰富和问题的复杂化,C语言程序设计的教学模式与教学方法亟待改革,需要一种新的思维理念来指导C语言程序设计课程的教学工作,这就是基于计算思维的C语言程序设计。

计算思维可以实现程序设计在多个层次上的抽象思维,包含抽象与建模、算法选择、资源选择与调用、优化与评估、模拟与仿真等一系列活动。以计算思维为理念,以问题求解为目标,展开C语言程序设计课程的教学,不仅能帮助学生真正理解和学习C语言程序设计的本质和内涵,同时,有助于学生开展自主学习和创新思维,真正颠覆了传统的C语言程序设计的教学方法。

本书通过引入实际应用问题,首先对问题进行分析,寻求解决问题的方法,给出求解问题的计算步骤或算法;其次,针对求解算法学习相应的解决问题的C语言语句和语法;最后,编写求解问题的C语言程序,并上机运行。如此一来,寻求解决问题的步骤与算法和解决实际问题成为教学中的重点,而C语言只是用计算机来完成问题求解的手段和工具。

本书基于计算思维的理念，借助于实际案例引入一类问题的求解过程，通过设计问题的求解步骤与计划，寻求解决问题的方法与算法，并通过学习相应的 C 语言工具，实现问题求解的落地，真正达到了学习和掌握 C 语言程序设计的目的。本书编写特色可概括为以下几个方面。

1. 以计算思维为理念，以问题求解为目标，展开 C 语言程序设计教学，颠覆了传统 C 语言程序设计的教学模式。

2. 以问题求解为主线，引出所应该掌握的或需要学习的 C 语言语句和语法，并针对实际问题，进一步掌握该语句或语法的作用，为所学语句和语法的进一步运用打下基础。

3. 以问题求解为目标，学习 C 语言程序设计是为了解决实际问题，问题求解的过程是学习 C 语言程序设计的重点，求解算法的设计与语言之间的配合也是学习的内容之一。

4. 以资源建设为保证，收集、整理了大量的学习资源和案例，满足了学习和掌握计算思维与 C 语言程序设计需要，为读者提供了丰富的自主学习资源。

本书由陈立潮任主编，常文萃、曹建芳、郭晓东任副主编，参加编写的还有芦彩林、刘继华、李素清、王园宇、呼克佑等，他们都是来自高等教育一线的、多年从事 C 语言程序设计教学工作、具有丰富经验的学术带头人和骨干教师。

在本书编写过程中，先后得到了陈国良院士、李廉教授、何钦铭教授等人的指导和帮助。编写团队召开了多次学术交流与教学研讨会，对书稿进行了多次修改和完善，它的完成凝聚了所有作者的心血和智慧，是一个团队合作的教学成果。

由于作者的学识水平有限，书中疏漏之处敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 10 月

。 目录

第 1 章 计算思维与程序设计

1.1 计算思维	002	1.3.3 算法设计	012
1.1.1 计算科学	002	1.3.4 编写程序	013
1.1.2 思维基础	003	1.4 C 语言求解问题初步	013
1.1.3 计算思维概念	005	1.4.1 程序设计语言发展	
1.2 计算原理与模型	007	过程	013
1.2.1 计算原理	007	1.4.2 C 语言简介	016
1.2.2 计算模型	008	1.4.3 C 语言程序求解问题的	
1.2.3 数值计算方法	009	过程	018
1.3 计算思维与问题求解	010	本章小结	020
1.3.1 问题抽象	010	习题	021
1.3.2 问题映射	011		

第 2 章 C 语言基础知识

2.1 引例	023	2.6 运算符与表达式	029
2.1.1 问题描述	023	2.6.1 算术运算	029
2.1.2 问题分析	023	2.6.2 赋值运算	031
2.2 数据类型	024	2.6.3 逗号运算	033
2.3 标识符与关键字	025	2.6.4 强制类型转换	033
2.4 常量	025	2.6.5 求字节数运算	034
2.4.1 数值常量	025	2.6.6 取地址运算	034
2.4.2 字符型常量	026	2.7 引例的实现	034
2.4.3 字符串常量	027	本章小结	035
2.4.4 符号常量	027	习题	035
2.5 变量	028		

第 3 章 简单问题求解

3.1 引例	039	3.2.1 简单的 C 程序结构	040
3.1.1 问题描述	039	3.2.2 C 语言程序的一般格式	041
3.1.2 问题分析	039	3.2.3 C 语言语句概述	043
3.1.2 算法设计	039	3.2.4 C 语言程序的书写规范	043
3.2 C 语言程序的结构	040	3.3 输入输出操作	043

3.3.1 格式化输入/输出函数	043	3.5.2 三种基本程序结构	054
3.3.2 字符输入/输出函数	049	3.5.3 算法	054
3.4 简单 C 程序设计	051	3.5.4 流程图	055
3.5 结构化程序设计与 算法	053	3.6 C 语言程序的执行	057
3.5.1 结构化程序设计的基本 思想	054	3.7 引例的实现	058
		本章小结	059
		习题	059

第 4 章 选择问题求解

4.1 引例	062	4.3.4 if 条件语句的嵌套	070
4.1.1 问题描述	062	4.3.5 引例的 if 条件语句 实现	076
4.1.2 问题分析	062	4.4 switch 语句	078
4.1.3 算法设计	063	4.4.1 switch 语句的格式	079
4.2 关系运算与逻辑运算	063	4.4.2 switch 中的 break 语句	080
4.2.1 关系运算及其表达式	063	4.4.3 引例的 switch 语句 实现	084
4.2.2 逻辑运算及其表达式	064	本章小结	086
4.3 if 条件语句	065	习题	086
4.3.1 if 语句	066		
4.3.2 if-else 语句	067		
4.3.3 条件表达式	069		

第 5 章 重复问题求解

5.1 引例	090	5.4.2 三种循环语句的比较	103
5.1.1 问题描述	090	5.5 循环嵌套	104
5.1.2 问题分析	090	5.5.1 引例扩展	104
5.1.3 算法设计	091	5.5.2 循环的嵌套结构	104
5.2 for 语句	091	5.5.3 扩展引例的循环嵌套 实现	107
5.2.1 for 语句的一般格式	091	5.6 break 语句和 continue 语句	109
5.2.2 引例的 for 语句实现	095	5.6.1 break 语句	109
5.3 while 语句	097	5.6.2 continue 语句	110
5.3.1 while 语句的一般格式	097	5.7 引例的实现	111
5.3.2 引例的 while 语句实现	100	本章小结	113
5.4 do-while 语句	101	习题	113
5.4.1 do-while 语句的一般 格式	101		

第 6 章 多维批量数据处理

6.1 引例	117	6.1.2 问题分析	118
6.1.1 问题描述	117	6.2 一维数组	118

6.2.1 一维数组的定义	118	6.4 字符数组	136
6.2.2 一维数组的初始化	119	6.4.1 字符数组的定义	136
6.2.3 数组元素的引用	120	6.4.2 字符数组的初始化	137
6.2.4 数组元素的输入与 输出	121	6.4.3 字符数组的输入与 输出	138
6.3 二维数组	130	6.4.4 字符串处理函数	140
6.3.1 二维数组的定义	130	6.5 引例的实现	143
6.3.2 二维数组的初始化	130	本章小结	145
6.3.3 二维数组元素的引用	132	习题	146

第7章 问题模块化求解

7.1 引例	152	7.8 变量的作用域与存储 类型	171
7.1.1 问题描述	152	7.8.1 变量的作用域	171
7.1.2 问题分析	153	7.8.2 变量的存储类型	172
7.1.3 算法设计	154	7.9 C语言的编译预处理	175
7.2 函数的定义	154	7.9.1 宏定义	175
7.3 函数的调用和声明	157	7.9.2 文件包含	176
7.3.1 函数的调用	157	7.9.3 条件编译	176
7.3.2 函数的声明	160	7.10 引例的实现	177
7.4 函数间的参数传递	161	本章小结	182
7.5 数组作函数参数	162	习题	183
7.6 函数的递归调用	168		
7.7 exit() 函数	170		

第8章 内存高效管理

8.1 引例	191	8.4 指针与数组	201
8.1.1 问题描述	191	8.4.1 指针与一维数组	201
8.1.2 问题分析	191	8.4.2 指针与二维数组	205
8.1.3 算法设计	191	8.4.3 指针数组	208
8.2 指针	192	8.5 动态存储分配	209
8.2.1 变量的内存地址	192	8.5.1 malloc() 函数	210
8.2.2 指针与指针变量	193	8.5.2 free() 函数	211
8.2.3 指针运算	195	8.6 引例的实现	212
8.3 指针与函数	197	本章小结	213
8.3.1 指针作函数参数	197	习题	213
8.3.2 返回指针的函数	199		

第9章 复杂结构数据处理

9.1 引例	217	9.1.1 问题描述	217
--------------	-----	------------------	-----

9.1.2 问题分析	217	9.6 结构体与函数	233
9.2 结构体类型的定义	218	9.6.1 结构体变量作函数的 形参	234
9.2.1 定义结构体类型的一般 格式	218	9.6.2 结构体指针作函数的 形参	235
9.2.2 嵌套结构体的定义	219	9.6.3 结构体数组作函数的 形参	236
9.3 结构体类型变量的定义 和引用	220	9.7 结构体与链表	237
9.3.1 定义结构体类型变量的 方法	220	9.7.1 链表的相关概念	237
9.3.2 结构体变量的初始化	222	9.7.2 链表的建立及其操作	238
9.3.3 结构体变量的引用	222	9.8 用 typedef 声明新类型	242
9.4 结构体类型数组的定义 和引用	225	9.8.1 声明新类型名	242
9.4.1 结构体数组的定义	225	9.8.2 用 typedef 定义结构体 类型	242
9.4.2 结构体数组的初始化和 引用	226	9.9 枚举	243
9.5 结构体指针变量的定义 和引用	229	9.9.1 枚举类型的定义	243
9.5.1 结构体指针的定义	229	9.9.2 枚举变量的定义和 引用	244
9.5.2 结构体指针的赋值和 引用	230	9.10 引例的实现	245
		本章小结	247
		习题	247

第 10 章 数据文件管理

10.1 引例	251	10.5.1 fwrite() 函数	265
10.1.1 问题描述	251	10.5.2 fread() 函数	267
10.1.2 问题分析	251	10.6 文件的定位	269
10.1.3 算法设计	251	10.6.1 fseek() 函数	269
10.2 文件概述	252	10.6.2 ftell() 函数	269
10.3 文件的打开与关闭	252	10.6.3 rewind() 函数	269
10.3.1 文件的打开	253	10.7 文件的更新	272
10.3.2 文件的关闭	254	10.8 引例的实现	275
10.4 文本文件的读写	254	10.8.1 需要明确的几个问题	275
10.4.1 按字符读写文件	255	10.8.2 算法实现	276
10.4.2 按字符串读写文件	257	本章小结	281
10.4.3 格式化读写文件	260	习题	282
10.5 二进制文件的读写	265		

附录 1 C 语言关键字	284
附录 2 ASCII 码对照表	285
附录 3 常用的 ANSI C 标准库函数	287
参考文献	296

第 1 章

计算思维与程序设计



基于计算思维的大学计算机教育是当代大学生学习和掌握计算机工具的新理念。以问题求解为目标、计算思维为理念,成为学习和掌握程序设计的新思路。本章主要从计算思维、计算原理、问题求解到程序设计,介绍基于计算思维的程序设计相关概念与基本知识。本章知识体系结构如图 1-1 所示。

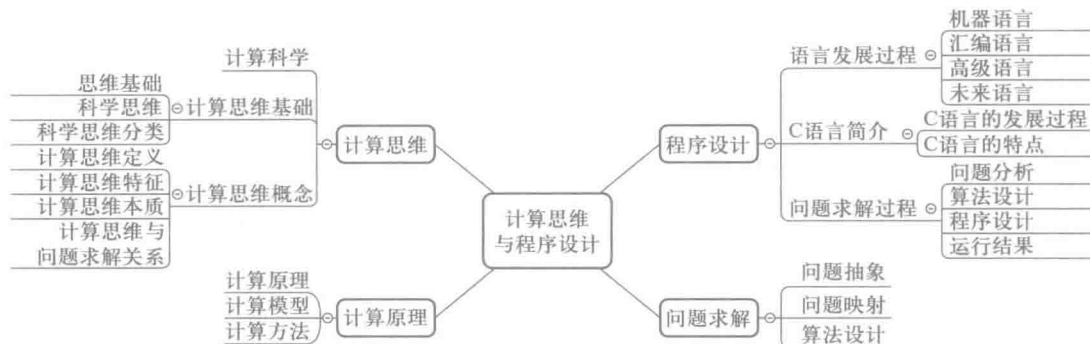


图 1-1 本章知识体系结构

1.1 计算思维

1.1.1 计算科学

要谈计算思维,首先谈谈计算科学。

科学(Science)是反映现实世界中各种现象及其客观规律的知识体系。科学作为人类知识的最高形式,它是人类文化中一个特殊的组成部分,已成为人类社会普遍的文化理念。

科学的发展日新月异、种类繁多,已经形成了不同的体系。按照研究对象的不同,科学分为自然科学、社会科学和思维科学以及贯穿于三者之间的哲学和数学;按照与实践的联系程度,科学可分为理论科学、技术科学和应用科学;按照人类对自然规律的利用程度,科学又可分为自然科学与实验科学。

传统的科学研究手段有理论研究和实验研究,计算则是两种研究中的一个辅助手段。随着计算技术和计算机技术的迅速发展,计算已上升为科学研究的一种手段,它直接并有效地为科学研究服务,计算已经与理论研究和实验手段一起成为科学研究的三大支柱,并形成了理论科学、实验科学和计算科学,推动着人类文明的进步和科技的发展。

计算科学(Computational Science)又称为科学计算,是一种与数学建模、定量分析方法以及利用计算机来分析和解决科学问题的研究领域,是运用高性能计算机来预测和了解客观世界物质运动或复杂现象演化规律的科学,