

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用



程序设计基础 (C++)

杨朝霞 主编
李万祥 张黎明 副主编
李玉龙 主审

清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

程序设计基础 (C++)

杨朝霞 主编
李万祥 张黎明 副主编
李玉龙 主审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以 C++ 语言为依托, 重点介绍结构化程序设计方法和解决问题的常用算法, 诸如迭代法、穷举法、递归法等, 同时介绍利用计算机编写程序解决问题时对于大批量数据的典型组织方法。本书第 1、7、8 章也对面向对象程序设计方法做了入门介绍, 可以为读者后续学习面向对象程序设计方法奠定必要的基础知识。

本书对基本概念的讲解透彻、全面、深入, 对于大多数知识点以案例引入, 通过对实际问题的分析展现程序设计的一般思路, 符合初学者的认知规律, 易于入门与提高。

本书针对没有任何高级语言基础的初学者撰写, 适于作为高等学校非计算机专业的程序设计语言公共课教材, 也可以作为普通读者的自学参考书。

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

程序设计基础 (C++) / 杨朝霞主编. —北京: 清华大学出版社, 2011.3

(21 世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-24863-7

I. ①程… II. ①杨… 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 (2011) 第 019598 号

责任编辑: 付弘宇

责任校对: 时翠兰

责任印制: 李红英

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 16.5 字 数: 397 千字

版 次: 2011 年 3 月第 1 版 印 次: 2011 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 29.50 元

产品编号: 041814-01

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

东华大学

应吉康 教授

乐嘉锦 教授

浙江大学

孙 莉 副教授

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

兰州交通大学
长安大学
哈尔滨工业大学
吉林大学

山东大学

中山大学
厦门大学
仰恩大学
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
李玉龙	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
潘小轰	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·财经管理与计算机应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力, 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

前言

程序设计是高等学校计算机基础教育的基础与重点，目的是向学生介绍程序设计的基础知识，使学生掌握高级语言程序设计的基本思想和方法，培养学生掌握用计算机处理问题的思维方法。

C++由C语言发展而来，为了与C兼容，C++保留了C的许多用法，虽然如此，但笔者认为：在目前高校计算机公共课的教学过程中，应提倡以C++新方法来实施程序设计基础的教学。同时，应当引导读者从一开始按照C++标准编写程序，养成C++的编程风格。本书各章都是依据C++标准介绍。

本书以C++语言为依托，主要以结构化程序设计方法为线索，介绍利用计算机编写程序解决问题的常用方法以及基本算法。本书通过案例和问题分析引入学习内容，循序渐进，内容全面，概念清晰，语言简单易懂，实用性强。本书以我国目前的计算机公共课教学现状为背景，针对没有任何高级语言基础的初学者而撰写。

书中所有程序实例都是由授课教师在多年授课过程中精挑细选所得，并采用目前流行的可视化的Microsoft Develop Studio集成开发环境，对于典型案例和重点内容，有详细的思路分析和归纳总结，重点突出，使读者在编程的思维训练和程序设计的严谨风格等方面得到有益训练。

本书可作为高校理工科类学生学习程序设计的教材，也可以作为程序设计的初学者、从事工程计算的工作人员和科研人员的参考书。

本书由杨朝霞主编、李玉龙主审。第1~第3、第7、第8章和第4.3、第6.1节由杨朝霞编写，第4章除4.3节外由张黎明编写，第5、第9章和第6.2、第6.3节由李万祥编写，附录部分由杨朝霞整理。邓小亚、杨艳春等参与了部分编写工作。

“《程序设计基础（系列）》课程教学改革与教材建设”（教改2009-26）为兰州交通大学2009—2011年重点支持的教改项目之一，本书在规划、编写过程中得到了兰州交通大学教务处、数理与软件工程学院的领导和老师们的大力支持与帮助，编者在此表示衷心感谢。

鉴于编者水平所限，书中难免有不当或错误之处，恳请读者不吝赐教。本书的配套课件等资料可以从清华大学出版社网站 www.tup.tsinghua.edu.cn 下载，关于本书及电子课件使用中的问题可以联系 fuhy@tup.tsinghua.edu.cn。

编者

2010年11月

目 录

第 1 章 程序设计基础导论	1
1.1 算法和程序设计初步	1
1.1.1 利用计算机解题的方法和步骤	1
1.1.2 算法	4
1.1.3 简单算法举例	6
1.1.4 算法的三种基本控制结构	10
1.2 N-S 结构化流程图	11
1.3 程序设计方法概述	12
1.3.1 结构化程序设计	13
1.3.2 面向对象的程序设计	14
1.3.3 面向问题的程序设计	15
1.3.4 程序设计方法的比较	15
习题	16
第 2 章 C++概述	18
2.1 C 与 C++	18
2.1.1 C++的诞生	18
2.1.2 C++的起名	19
2.1.3 C++的特点	19
2.2 C++程序举例	19
2.2.1 面向过程的程序举例	20
2.2.2 C++程序的基本结构和书写风格	22
2.3 C++集成开发环境介绍	25
2.3.1 C++程序的开发过程和上机实践	25
2.3.2 Visual C++ 6.0 简介	26
2.3.3 简单 C++程序的开发步骤案例	27
2.4 程序调试和常见错误	30
2.4.1 常见语法错误	30
2.4.2 修改语法错误说明	31
*2.5 文件包含	31
习题	32

第 3 章 C++语言基础	35
3.1 C++的字符集与词汇	35
3.1.1 字符集	35
3.1.2 词汇	35
3.2 C++的数据类型与存储形式	37
3.2.1 数据的分类	37
3.2.2 数据的存储	38
3.3 常量和变量	38
3.3.1 变量	38
3.3.2 常量	42
3.3.3 逻辑常量与逻辑变量	48
3.4 变量与指针变量	48
3.4.1 指针的概念	49
3.4.2 变量与指针	49
3.5 运算符和表达式	53
3.5.1 算术运算符与算术表达式	55
3.5.2 赋值运算符与赋值表达式	56
3.5.3 类型转换	58
3.5.4 关系运算符与关系表达式	62
3.5.5 逻辑运算符与逻辑表达式	63
3.5.6 逗号运算符与逗号表达式	64
*3.6 位运算	65
3.7 C++的输入与输出	66
3.7.1 键盘输入	66
3.7.2 标准格式输出	68
3.8 小结	72
习题	73
第 4 章 结构化程序设计	78
4.1 C++的基本语句	78
4.2 顺序结构程序设计	80
4.3 选择结构程序设计	81
4.3.1 简单 if 语句	82
4.3.2 if-else 语句 (双分支)	83
4.3.3 嵌套的 if 语句 (多分支)	86
4.3.4 switch 语句	92
4.4 循环结构程序设计	94
4.4.1 while 语句	94

4.4.2 do-while 语句	96
4.4.3 for 语句	97
4.4.4 其他控制语句	99
4.4.5 循环的嵌套	101
4.5 结构化程序设计举例	103
习题	105
第 5 章 函数	110
5.1 函数的定义与调用	110
5.1.1 函数定义	112
5.1.2 函数调用	113
5.1.3 函数原型	115
5.2 函数参数的传递	117
5.2.1 传值参数	117
5.2.2 指针参数	118
5.2.3 引用参数	119
5.2.4 数组名作参数	119
5.2.5 函数的返回类型	120
5.3 函数调用机制	120
5.3.1 嵌套调用	120
5.3.2 递归调用	120
5.4 函数指针和指向函数的指针变量	122
5.4.1 函数的指针	122
5.4.2 用函数指针变量调用函数	122
5.4.3 指向函数的指针变量作为函数的参数	124
5.5 内联函数和重载函数	124
5.5.1 内联函数	124
5.5.2 重载函数	125
5.6 变量的作用域与存储特性	126
5.6.1 变量的作用域	126
5.6.2 变量的存储类型	129
习题	132
第 6 章 数组	137
6.1 一维数组	137
6.1.1 静态一维数组的定义	137
6.1.2 一维数组元素的引用	138
6.1.3 一维数组的存储形式	139
6.1.4 数组和指针	140

6.1.5	一维数组的初始化	142
6.1.6	数组作函数参数	143
6.1.7	一维数组程序举例	144
6.1.8	动态内存分配	154
6.2	二维数组	156
6.2.1	二维数组的定义与初始化	156
6.2.2	二维数组的基本操作	159
6.3	字符串	161
6.3.1	字符数组表示字符串	162
6.3.2	字符串变量和 string 类	164
6.3.3	字符串的输入输出	166
6.3.4	字符串的指针和指向字符串的指针变量	168
6.3.5	字符串程序举例	169
	习题	169
第 7 章	结构	173
7.1	结构体类型和结构体变量	173
7.1.1	结构体类型的声明	174
7.1.2	结构体变量的定义	175
7.1.3	结构体变量的引用	176
7.1.4	结构体变量的初始化	179
7.2	共用体类型和共用体变量	180
7.3	类类型和对象	184
7.3.1	类的定义	184
7.3.2	对象的定义	189
7.3.3	对象成员的引用	189
7.4	小结	190
	习题	190
第 8 章	面向对象程序设计基础	194
8.1	面向对象的程序举例	194
8.2	面向对象程序设计概述	196
8.2.1	面向对象的基本思路和方法	196
8.2.2	面向对象的基本概念	198
8.2.3	类和对象的关系及作用	200
8.2.4	类成员的访问控制权限	200
8.3	面向对象简单程序案例	201
8.3.1	带类的解法	202
8.3.2	面向对象的求解方法	202

8.3.3 继承和派生	204
8.3.4 多态	206
8.4 作用域运算符::	210
8.5 对象的初始化和销毁	211
8.5.1 构造函数	211
8.5.2 析构函数	212
8.5.3 派生类对象的初始化和清除	213
8.6 常对象和常成员	217
8.7 静态成员	220
8.8 this 指针	224
8.9 小结	224
习题	225
第9章 输入输出流与文件操作	229
9.1 输入输出流	229
9.1.1 标准输出流	229
9.1.2 标准输入流	231
9.2 文件流	232
9.2.1 文件的打开和关闭	232
9.2.2 文本文件的读写	233
9.2.3 二进制文件的读写	234
习题	235
附录 A C++常用字符与 ASCII 代码对照表	239
附录 B C++常用数学库函数	241
附录 C C++常见编译错误信息释义	243
附录 D C++常见关键字	247

第1章

程序设计基础导论

在当今信息化社会，计算机已经渗透到人们工作和生活的各个领域，成为不可缺少的重要工具。计算机之所以功能强大、能够处理复杂的问题，主要是依靠软件的运行。

当代大学生不但要学会熟练使用相关计算机应用软件来获取信息、解决问题，更重要的是要具有良好的程序设计能力，结合自己的专业编写程序，提高自身的计算机素养和计算机应用能力。

本章主要介绍程序设计的相关知识，使读者能体会程序设计的基本思想和方法，学会编写程序、设计程序的一般思路 and 过程。读者通过对本章内容及实例的学习，可以了解怎样提出问题、思考问题以及怎样表示一个算法的完整过程。关于程序设计的具体训练将在后续章节逐渐展开。

1.1 算法和程序设计初步

基于冯·诺伊曼体系结构的现代计算机区别于以往任何计算工具的本质特征是“存储程序”，这也是计算机之所以能够快速、自动地完成各项工作的根本原因。

所谓“计算机程序”(computer program)，就是计算机能够识别、执行的一组指令。人们正是通过编写程序(programming)来让计算机解决各种各样的问题。

1.1.1 利用计算机解题的方法和步骤

熟练的编程技能是在知识与经验不断积累的基础上发展而来，程序的设计和编写并不是一蹴而就。即使一个很有经验的程序员，也不会在接手问题后直接开始书写程序代码。就像修建一栋房屋从规划设计开始一样，利用计算机程序解决问题必须要经过需求调研、问题分析、模型抽象、统一标准、任务分解、编制代码、链接程序、测试和文档整理等一系列环节。

在学习本书的过程中，需要求解的问题规模都较小，但这并不意味着可以省略编程之前的准备工作。相反，对于初学者，能否正确解决问题，更重要的取决于编码之前的分析和设计规划阶段。在开始学习编程之前，有必要先了解一下利用计算机编写程序、求解问题的一般思路 and 具体过程及步骤，这也是读者在本书的学习过程中应该遵循的基本学习方法，如图 1.1 所示。

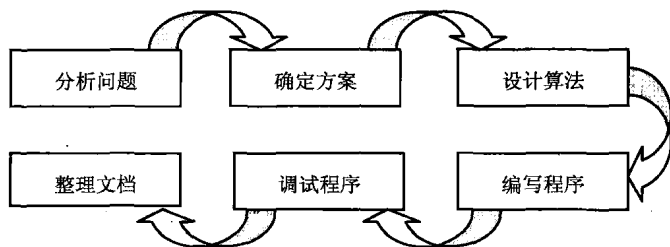


图 1.1 利用计算机解题的方法和步骤

1. 分析问题，明确输入和输出

在开始解决问题之初，首先要弄清所求解问题相关领域的基本知识，明确要解决问题的目标是什么、要求解的结果是什么，以及已知条件和已知数据是什么、数据使用什么格式，或者说，在计算机中如何存储和表示这些数据。

同时，应该将这些已知的数据和要求解的结果数据用抽象的形式定义或表示出来，即用计算机可以理解的形式来表示这些数据。

引例 输入三角形三边长，求三角形的面积。

在这个简单的问题当中，已知的数据是三角形三边长度，要求解的是三角形面积。那么，可以借助数学中的方法，用符号 a 、 b 、 c 代表已知数据的三边长，用 $area$ 表示要求解的结果，并且，很重要的一点是要确定这四个数据都是实数类型。用符合计算机语言规范的符号将已知数据和未知数据表示出来并明确它们的类型，这个过程就是一次数据抽象。

2. 寻求解决方案，抽象出数学模型

在明确了问题的已知条件和求解的目标后，要建立计算机可实现的数学模型。建模是计算机解题中的难点，也是计算机解题成败的关键。一般来说，同一问题的求解方案往往有很多种，可以选择其中一种较好的方案来解决问题。当然，具体选择何种解题方案要综合考虑许多因素，这不是本书需要研究的内容。

在寻找解题方案的过程中，很重要的一个研究方法和手段是在第一步分析问题，将已知（输入）和未知（输出）数据用符合计算机语言规范的符号表示之后，再次进行抽象，抓住主要因素，忽略一些次要因素，找出规律，这个过程就称为建立数学模型。按照被求解问题所属领域，数学模型主要分为两大种类：数值计算类的数学模型和非数值计算类的数学模型。

例如，求解引例问题的数学模型就是根据三角形三边求面积的数学公式，如下：

$$p = \frac{a+b+c}{2}, \quad area = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \quad (1)$$

再如，求解一元二次方程 $ax^2 + bx + c = 0$ 的根，求根公式为

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2)$$

就是解题的数学模型。另如，对高次方程，没有直接的“数学模型”，需要通过数值模拟的方法求得方程的近似解。

可以看出，数值计算类的数学模型往往是一些数学公式、方程组或约束条件等，而非数值计算类的数学模型则和数学公式关系不大。比如，某年级学生综合考评成绩的排序问

题，待处理的数据量很大，但是不涉及复杂的数学公式，主要是数据间的大小比较、元素的移动等相对简单的运算。

3. 确定解题步骤，设计合适算法

对所求解的问题建立起数学模型后，就要设计出从给定的输入到期望的输出的处理步骤。简单说，人们按照问题的功能要求编排的、利用已知（输入）求未知（输出）的过程和步骤就叫做“算法”。如引例问题的算法可以用自然语言简单描述如下。

- 第一步 输入三角形三边长 a、b 和 c；
- 第二步 根据数学模型(1)求解面积 area；
- 第三步 输出计算结果 area；
- 第四步 算法结束。

显然，算法中侧重的是求解问题的过程和步骤的设计。如果方法和数学模型正确而步骤不对，同样不能得到正确的结果。

4. 编写程序代码

当正确地设计出算法后，编写程序代码将相对简单。首先，选择熟悉或合适的编程语言，将算法的每一个步骤用该语言描述出来，这一过程称为“编写程序”（编程）或“程序设计”。如可以将引例分别用两种计算机语言描述，如表 1.1 所示。

表 1.1 不同计算机语言实现算法的比较

C++语言	Visual Basic 语言
<pre>#include <iostream> #include <cmath> using namespace std; int main() { double a,b,c, p, area; cout<<"Please enter a,b,c: "; cin>>a>>b>>c; p=(a+b+c)/2; area=sqrt(p*(p-a)*(p-b)* (p-c)); cout<<"Area="<<area<<endl; return 0; }</pre>	<pre>Private Sub Command1_Click() Dim a, b, c, p, area As Double a = CDBl(InputBox("a=")) b = CDBl(InputBox("b=")) c = CDBl(InputBox("c=")) p = (a + b + c) / 2 area = Sqr(p * (p - a) * (p - b) * (p - c)) Print "Area="; area End Sub</pre>

可以看到，同一个问题用不同的计算机语言编程求解时，所表达的方法和步骤（语义）都是一样的，只是语言中使用的符号有所不同，就像“Hello”和“你好”都表达相同的含义。因此，在学习程序设计时，关键在于学习和掌握计算机解决问题的方法，习惯算法的思维。

通过表 1.1，可以初步了解到：程序由一条条的语句组成，是用计算机语言中的语句将算法的每个步骤表示出来的结果。不同的是，算法是给人看的，书写往往可以不那么精确，比较自由；而编写的程序是给死板的机器“看”的，必须符合一套严格的语法规范，

一个字母或标点符号的错误或增删都会导致计算机无法识别或理解错误。

所以,在今后的学习中,必须在实践中充分重视,努力练习,直到熟练为止。

5. 运行和调试程序

显然,编写好程序后,问题并没有得到求解,此时需要将程序录入到计算机中运行以得到计算结果。在这个过程中,有可能会发现程序中包含的一些错误或问题,如果出现这种情况,需要回到前几步,不断修改算法或程序,直到得到正确结果为止。这个不断修改程序中的错误以得到正确运行结果的过程就叫做“调试程序”,调试程序有可能是一个不断往复的过程。

一般来说,程序中的错误有两种:语法错误和逻辑错误。能够被语言处理程序发现的错误属于语法错误。对于语法错误,只需要修改源程序即可。如果程序可以被正常编译和链接,但运行结果和预期不符,这说明算法或数学模型中出现了问题,这种由于算法步骤和模型设计不当而出现的错误叫做逻辑错误,此时必须要回到前几步,仔细推敲模型和算法,改写程序,再重新运行,直到得到正确结果为止。

6. 整理文档

得到计算机的正确运行结果并不意味着所有工作已经结束,为便于以后学习或参阅,需要将有关结果和内容记录下来,这个工作称为“文档整理”。要整理的文档主要包括三部分:程序的运行结果、正确的源程序清单、正确的算法和数学模型。编程者应当从学习之初就养成良好的习惯和严谨的作风,对于练习过的每一个程序,都应该及时整理出相应的文档。

1.1.2 算法

当数学模型确定之后,算法正确与否直接影响到编程的成败。所以,算法设计在整个编程的过程中是非常关键的一步。

1. 算法的概念和分类

为解决某一问题,把对解题过程的具体步骤、规则和方法准确而完整的描述称做求解该题的算法。或者说,设计算法主要是解决“怎样做”的问题。

广义地说,做任何事情都有一定的方法和步骤,比如厨师做菜肴需要有菜谱。菜谱上一般应包括:① 配料,指出应使用哪些原料以及各原料的用量;② 操作步骤,指出如何使用这些原料按规定的先后步骤加工成所需的菜肴。菜谱可以看做是厨师做菜的算法。

再如,高考之后高校的录取工作、开会的会议议程、去医院排队就医等都有一定的规则和秩序,均可以看做是为完成某项工作而制定的算法。在这些算法中,既包含了进行工作所需的原料(数据),又包含了具体的工作过程和步骤。

计算机算法分为两大类:数值计算类算法和非数值计算类算法。数值计算类算法的目的是求数值解,其特点是少量的输入和输出、复杂的运算,如求高次方程的根、求函数的定积分等。非数值计算类算法主要完成对数据的处理,其特点是大量的输入、输出和简单的运算,其涉及面十分广泛,最常见的是用于事务管理领域,例如图书检索、人事管理、城市公交查询、学生成绩信息的统计和分析等。

目前,计算机在非数值计算方面的应用远远超过了在数值计算方面的应用。但是由于