



总主编 张为群

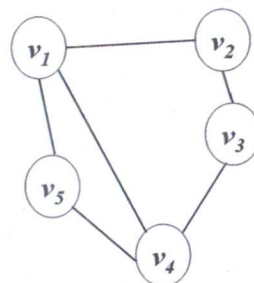
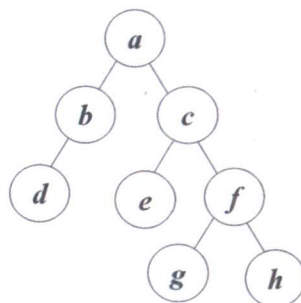
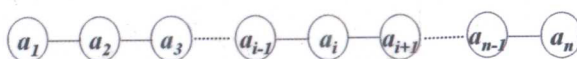


数据结构实验

SHUJU JIEGOU SHIYAN

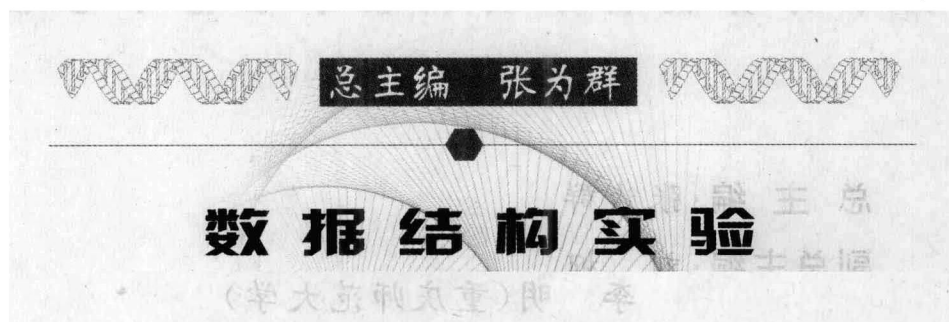
主编 刘芳 揭安全

副主编 胡伟平 梁金明 侯祥勇 秦亮曦



西南师范大学出版社
全国百佳图书出版单位 国家一级出版社

大学计算机实验教学示范中心教材



西南师范大学出版社

内容简介

本书共分九章:第一章是概述,本章首先介绍目前最为流行的两大开发环境 Borland C++ 3.1 和 Visual C++ 6.0 下 C/C++ 程序的编辑、编译及调试的具体方法,以及本书使用的符号和程序的编写规范进行介绍。其次通过一个一些具体的实例分析,让学生复习程序设计的基本技巧,实现从抽象的算法描述到完整的程序实现的转换。第二章~第九章涵盖了数据结构众多知识点,每章设计多个实验项目(至少一个综合性、设计性实验项目),每个实验项目给出了实验目的、实验涉及的主要知识内容、实验内容与要求、实验步骤等。全书采用了 C 语言作为数据结构和算法的描述工具,同时又吸纳 C++ 对 C 的非面向对象的增强功能。为了方便学生系统的学习数据结构知识,每个实验项目还给出了一些与实验内容相关的思考与练习题,便于拓宽知识的深度和广度等。

本书可作为普通高等学校计算机及相关专业的数据结构实验和课程设计教材,也可作为从事计算机应用等工作的科技人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数据结构实验/刘芳,揭安全主编. —重庆:西南师范大学出版社,2010.1
大学计算机科学实验教学示范中心教材
ISBN 978-7-5621-4321-5

I. 数… II. ①刘…②揭… III. 数据结构—高等学校—教材
IV. TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 193893 号

数据结构实验

本册主编:刘 芳 揭安全

副 主 编:胡伟平 梁金明 侯祥勇 秦亮曦

责任编辑:张浩宇

封面设计:陈 杨

出版发行:西南师范大学出版社

(重庆·北碚 邮编:400715

网址:www.xscbs.com)

印 刷:重庆升光电力印务有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:14.75

字 数:380 千字

版 次:2010 年 1 月第 1 版

印 次:2010 年 1 月第 1 次

书 号:ISBN 978-7-5621-4321-5

定 价:24.00 元

编委会

大学计算机科学实验教学示范中心教材

总主编:张为群

副总主编:刘 枫

编 委:(按姓氏笔划排序)

马 燕(重庆师范大学)

王 玲(四川师范大学)

甘利佳(重庆工商大学派斯学院)

甘登文(江西师范大学)

刘 枫(西南大学)

李 明(重庆师范大学)

李明东(西华师范大学)

李 梁(重庆工学院)

应 宏(重庆三峡学院)

张为群(西南大学)

肖定寿(西南大学育才学院)

罗 宪(重庆交通大学)

钟 诚(广西大学)

梁金明(四川理工学院)

序

大学计算机实验教学示范中心教材

近几年我国每年培养的计算机应用、计算机软件等专业的毕业生已经达到数10万人的规模,一方面是学生就业率连年下滑,但另一方面却是相关企业存在严重的人才匮乏。为什么会出现如此矛盾的现象,就是因为很多毕业生只会照抄照搬别人的东西,不善于综合运用自己所学的理论、原理和方法进行新产品、新技术的革新,动手实践能力差,缺乏创新意识。这一矛盾现象提醒我们当前的人才培养模式中存在比较严重的问题,最主要的原因就在于教学的实践环节不能很好地培养学生的创新能力,不能满足社会对人才的新要求。

众所周知,计算机学科是一门实践很强的学科,对这一类学科而言,实验教学可以说是培养学生创新能力的基础。但是,当前计算机实验教学存在许多弊端,例如,实验课时偏少,学生上机实验和动手能力训练的时间不足;在开设的实验中验证型实验偏多,综合型、设计型、创新型实验较少,而后一类实验更能培养起学生的创新能力;实验教学形式的单一,教学方法呆板,缺乏灵活性和弹性,难以适应学生个性化学习的需要,更谈不上因材施教,不能调动学生学习的积极性;实验教学计划、教学大纲陈旧,已不能很好地满足社会的需要等等。因而改革计算机实验教学模式,建设起实验教学完整科学的体系,注重在实验教学中培养学生的创新实践能力有着十分重要的现实意义。

为此,教育部积极推动在全国各地建设一系列的“实验教学示范中心”,并且专门颁布了《实验教学示范中心建设标准》。在这一文件中明确指出,实验课程应该是“适应学科特点及自身系统性和科学性的、完整的课程体系”,其目的是使学生通过实验教学“掌握基本的实验操作方法,能够正确地使用仪器设备,准确地采集实验数据。具有正确记录、处理数据和表达实验结果的能力;认真观察实验现象进行判断、逻辑推理、作出结论的能力;正确设计实验(选择实验方法、实验条件、仪器和试剂等),并通过查阅手册、工具书及其他信息源获得信息以解决实际问题的能力。要注重培养学生实事求是的科学态度,百折不挠的工作作风,相互协作的团队精神、勇于开拓的创新意识。”

该系列教材就是按照教育部相关文件的精神,结合计算机学科的自身特点,并在总结各参编院校实验教学经验的基础上编撰而成。该套教材的编写宗旨是“以能力培养为目标,综合改革实验教学,以期构建起科学的实验教学课程体系”。沿循着从“技术方法”到“思维方法”而至“思想方法”的主线,培养学生的创新实践能力。

当然,综合改革人才培养模式无疑是一项规模浩大、充满挑战的教育工程,本系列教材仅仅是一次探索、一次尝试,疏漏差错在所难免。但我们愿以此抛砖引玉,为这一十分有意义事业尽一份绵薄之力。欢迎广大读者批评指正,不吝赐教。

总主编:张为群 教授

前言

数据结构是计算机科学与技术学科中的一门十分重要的专业基础课程和专业核心课程。在计算机科学与技术学科各个领域中,都要求科技工作者具备良好的算法与数据结构基础。

然而,数据结构课程的学习难度较大。除了课程自身的内容多、介绍的方法技术多、在先修课程中涉及的专业基础知识少之外,数据结构课程有着它自身的一些特点和规律:第一、学生不易理解和接受数据的逻辑结构的抽象数据类型表示;第二、动态存储结构的动态性和递归技术的抽象性,使得学生对相应的知识不易掌握;第三、算法描述的形式化和程序设计语言化使许多学生望而生畏;第四、算法设计的灵活多样性以及算法分析等内容使得许多学生较难掌握。所有这些,都是学生感觉到这门课程难度大的原因。许多学生在课堂上一听就明白,拿起课本认真一看也能基本看懂,但做作业和实验题目时总觉得无从下手。究其原因,主要是听懂数据结构的内容和应用数据结构知识解决实际问题之间存在着相当大的距离;理解掌握算法分析和设计的各种方法、技术与灵活运用这些方法解决各种具体问题之间也存在着较远的距离。逐步缩短进而消除这些距离是解决《数据结构》课程学习难度大的关键所在,其根本途径在于加强实践环节,多学、多用、多做、多练,熟能生巧,以期达到对所学知识和方法技术的融会贯通。

在认真总结了“数据结构”课程教学实践的基础上,结合大学生的特点和学习需求,我们编写了这本《数据结构实验教程》,以期通过该书中具体的实验项目和思考题等给学生一些示范和启发,帮助学生更好地学习和掌握课程内容,理解和掌握数据结构和算法设计所需的方法和技术,为整个专业学习打下坚实的基础。

本书共分九章:

第一章是概述。本章首先介绍目前最为流行的两大开发环境 Borland C++ 3.1 和 Visual C++ 6.0 下 C/C++ 程序的编辑、编译及调试的具体方法,以及本书使用的符号和程序的编写规范进行介绍。其次通过一些具体的实例分析,让学生复习程序设计的基本技巧,实现从抽象的算法描述到完整的程序实现的转换。

第二章至第九章涵盖了数据结构众多知识点,每章设计多个实验项目(至少一个综合性、设计性实验项目),每个实验项目给出了实验目的、实验涉及的主要知识内容、实验内容与要求、实验步骤等。在设计时,每个实验项目的选取都注重知识性、实用性和趣味性,利于学生触类旁通。在写作方式上注意有利于学生自学,便于发挥学生的学习主动性和培养学生自主参与实践的积极性和创新能力。

对于每个实验项目给出了参考程序,还就题目的内容提出改进的思考和建议,并设计一些实验题目,供读者从中选取题目编程实现,教师也可以从中选出几道实验题目作为学生的上机作业。通过不断地实践训练,提高学生分析问题和解决问题的能力。为了方便教师对学生的实验进行测评,我们给出了实验的测评标准,为教师的实验教学提供一些指导。

为了方便学生系统地学习数据结构知识,在每个实验项目后还给出了一些与实验内容相关的思考与练习题,便于拓宽知识的深度和广度。

全书采用了 C 语言作为数据结构和算法的描述工具,同时又吸纳 C++ 对 C 的非面向对象的增强功能。例如:动态分配和释放顺序存储结构的内存空间,利用 C++ 的引用参数传递函数运算的结果描述等,从而使数据类型的定义和数据结构相关操作算法的描述更加简明清晰、可读性更好,转变成 C/C++ 程序也极为方便;考虑到读者的理解层次的差异性,对每个实验项目都做了细致的分析,部分题目还通过画流程图和分解图示来说明。

本书可作为普通高等学校计算机及相关专业的数据结构实验和课程设计教材,也可作为从事计算机应用等工作的科技人员参考用书。本书第一章由四川师范大学的刘芳老师编写,第二章由绵阳师范学院的吴文铁老师编写,第四章由四川理工学院的梁金明老师编写,第五章由西南大学育才学院的胡伟平老师编写,第三、六章由江西师范大学的揭安全老师编写,第七章由广西大学的秦亮曦老师编写,第八章由重庆师范大学的侯祥勇老师编写,第九章由重庆大学的邹东升老师编写。本书的统稿和校订工作由刘芳老师完成。西南师范大学出版社对本书的出版自始至终给予了极大的支持和鼓励,作者在此表示真诚的感谢。

编者

2010 年 1 月

目录

第一章 概述	1
第一节 C语言上机开发环境介绍	1
第二节 本书结构及程序书写规范	8
实验一 实现抽象数据类型(基础与验证型实验)	15
第二章 线性表及其应用	25
知识提要	25
实验一 狐狸逮兔子实验(综合与设计型实验)	27
实验二 约瑟夫问题的实现(综合与设计型实验)	33
第三章 栈和队列的应用	39
知识提要	39
实验一 数制转换(基础与验证型实验)	41
实验二 后缀表达式求值问题(综合与设计型实验)	46
实验三 先来先服务作业调度算法(基础与验证型实验)	51
实验四 舞伴问题(综合与设计型实验)	56
第四章 串	63
知识提要	63
实验一 串的基本操作实现(验证型实验)	65
实验二 串的模式匹配实验(验证与设计型实验)	74
第五章 稀疏矩阵与广义表	82
知识提要	82
实验一 稀疏矩阵的三元组顺序表的表示及其运算(基础与验证型实验)	86
实验二 稀疏矩阵的十字链表的表示及其运算(设计与开发型实验)	92

实验三 广义表的运算(研究型实验)	100
第六章 树结构及其应用	105
知识提要	105
实验一 二叉树的基本操作实验(基础与验证型实验)	111
实验二 赫夫曼编/译码系统(综合与设计型实验)	120
第七章 图结构及其应用	130
知识提要	130
实验一 邻接矩阵与邻接表存储结构(基础与验证型实验)	133
实验二 图的深度优先遍历与广度优先遍历(验证型实验)	142
实验三 图的最小生成树实验(综合与设计型实验)	148
实验四 拓扑排序实验(综合与设计型实验)	154
第八章 查找、排序及其应用	162
知识提要	162
实验一 静态查找表(基础与验证型实验)	165
实验二 动态查找表(基础与验证型实验)	172
实验三 哈希表设计(设计与开发型实验)	180
实验四 内部排序方法实现(设计与开发型实验)	187
第九章 文件及其应用	199
知识提要	199
实验一 学生基本信息管理(设计与开发型实验)	201
实验二 图书管理系统的设计与实现(设计与开发型实验)	206
参考文献	227

第一章 概述

第一节 C 语言上机开发环境介绍

一、Visual C++ 6.0 开发环境

美国 MicroSoft 公司出品的 Visual C++ (简称 VC) 是 Windows 平台上最流行的 C/C++ 集成开发环境 (IDE)。在这里将介绍 Visual C++ 6.0 下编辑、编译、运行、调试程序的基本方法。

(一) 启动 Visual C++ 6.0 环境

在 Windows 9x/2000/XP 上安装了 Visual C++ 6.0 后, 执行“开始”→“程序”→“Microsoft Visual C++ 6.0”命令, 即可运行 Visual C++ 6.0。第一次运行将出现如图 1-1 所示的对话框, 单击“下一提示”按钮, 可看到有关操作的提示。如果不选中“再启动时显示提示”复选框, 那么在以后运行时将不会出现此对话框。

单击“结束”按钮, 关闭此对话框, 进入 Visual C++ 6.0 开发环境。开发环境界面由标题栏、菜单栏、工具栏、项目工作区窗口、文档窗口、输出窗口以及状态栏组成, 如图 1-2 所示。

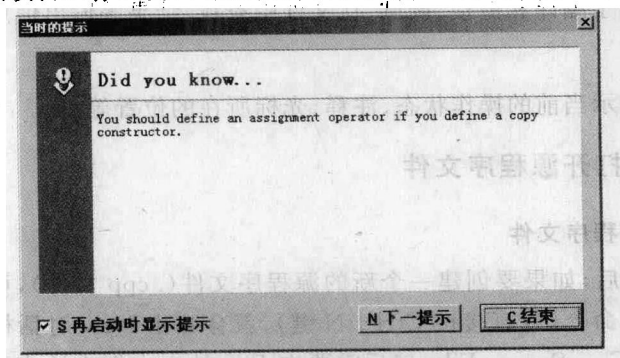


图 1-1 启动提示框

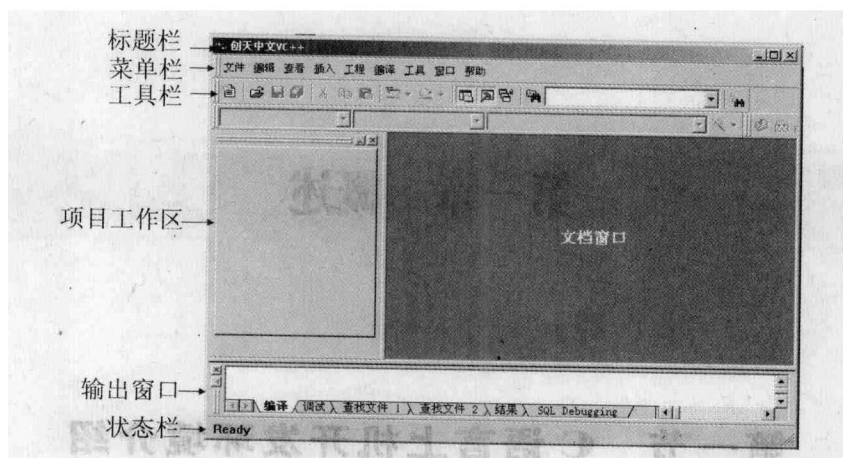


图 1-2 VC 主界面

1. 标题栏

标题栏一般包括:项目名称、 (最小化)、 (最大化)或 (还原)和 (关闭)按钮。

2. 菜单栏

菜单栏几乎包含了开发环境中的所有命令。

3. 工具栏

工具栏中包括菜单栏中的一些命令,使用起来更快捷方便。

4. 项目工作区

项目工作区窗口包含用户项目的一些信息:类、资源以及文档资料等。

5. 文档窗口

文档窗口显示源文件、资源文件、文档文件的程序代码。

6. 输出窗口

输出窗口包括了编译和链接、调试、在文件中查找、结果等输出信息。

7. 状态栏

状态栏用来显示当前的操作状态、注释、光标所在的位置等。

(二) 建立或打开源程序文件

1. 建立新的源程序文件

进入 VC 环境后,如果要创建一个新的源程序文件(.cpp 文件),可以单击 File 菜单项,然后选择 New 命令(或直接按 **Ctrl+N** 键),就会弹出 New 对话框,打开 Files 选项卡,选择文件类型 C++ Source File,然后需要在 File 的文本框中输入要创建的源程序文件名(这里假定为 ex1),再在 Location 文本框中输入或选择文件保存的路径(假定为 C:\

MYPROG),如图 1-3 所示。

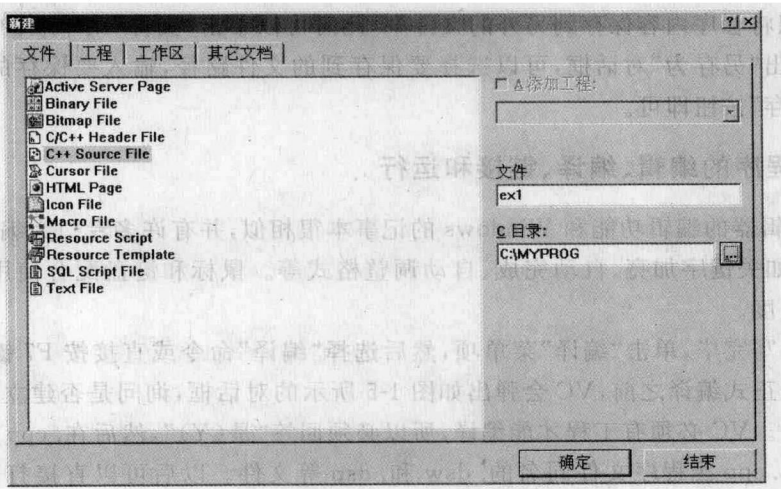


图 1-3 新建文件

最后单击“确定”按钮,这样就成功地创建了一个名为 ex1.cpp 的源程序文件,如图 1-4 所示。标题栏上显示的是新建的源程序文件名,窗口中右边的大片空白区域就是程序的编辑区,程序员可以在此区域编写程序,编写好的程序可以单击“文件”菜单项的“保存”命令或直接按“Ctrl+S”或单击工具栏上的存盘图标来保存文件。

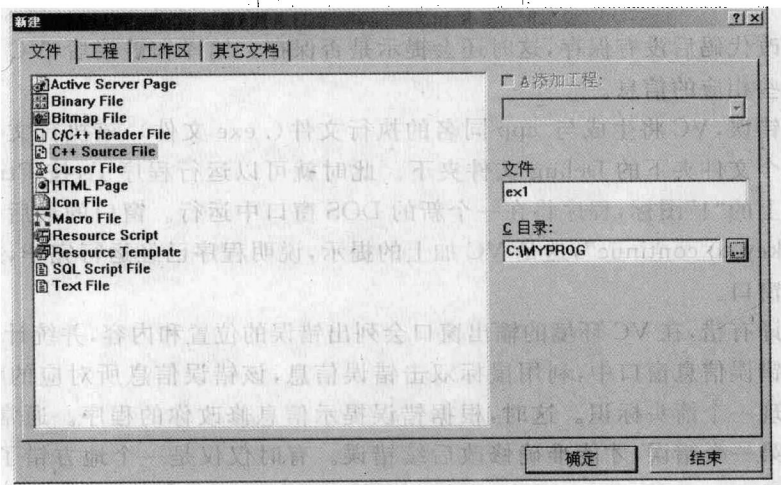


图 1-4 编辑界面

2. 打开已保存的源程序文件

进入 VC 环境后,如果想打开以前保存了的源程序文件,可以单击“文件”菜单项的“打开”命令或单击工具栏上的  图标,就会弹出一个对话框,在此可以打开已保存过的

源程序文件。

如果想将程序内容保存到另外的文件中,此时可以单击“文件”菜单项的“另存为”命令,就会弹出“另存为”对话框,可以选择要保存到的文件路径,输入要保存的文件名,然后单击“保存”按钮即可。

(三)程序的编辑、编译、链接和运行

VC 编辑器的编辑功能和 Windows 的记事本很相似,并有许多专门为编写代码而开发的功能,如关键字加亮、自动完成、自动调整格式等。鼠标和键盘配合使用,可以大大加快编写速度。

程序编写完毕,单击“编译”菜单项,然后选择“编译”命令或直接按 F7 键,开始编译和链接。在正式编译之前,VC 会弹出如图 1-5 所示的对话框,询问是否建立一个默认的工程工作区。VC 必须有工程才能编译,所以必须回答“是(Y)”,然后在 .cpp 文件的目录里会生成与 .cpp 源程序文件同名的 .dsw 和 .dsp 等文件。以后可以直接打开这些文件继续编写文件,不必再重复上面的过程。

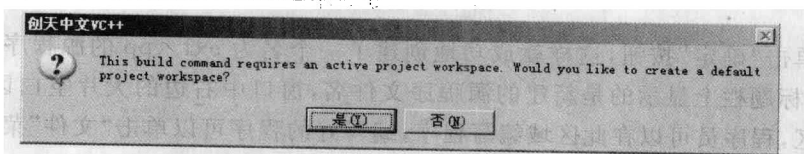


图 1-5 要求建立工程的界面

如果修改代码后没有保存,这时还会提示是否保存。编译和链接后,VC 下方的消息框会显示一些相应的信息。

若没有错误,VC 将生成与 .cpp 同名的执行文件(.exe 文件),该执行文件存放在与源程序同一个文件夹下的 Debug 文件夹下。此时就可以运行程序了,按 Ctrl+F5 键或单击工具栏上的“!”图标,程序将在一个新的 DOS 窗口中运行。窗口的最后一行会显示“Press any key to continue”,这是 VC 加上的提示,说明程序已经运行完毕,按照提示按任意键关闭窗口。

如果编译有错,在 VC 环境的输出窗口会列出错误的位置和内容,并统计错误和警告的个数。在错误信息窗口中,利用鼠标双击错误信息,该错误信息所对应的程序语句所在行将会出现一个箭头标识。这时,根据错误提示信息修改你的程序。通常情况下,必须先修改掉第一个错误,才能准确修改后续错误。有时仅仅是一个地方错了,就会引起多条错误信息。

(四)程序的调试方法

VC 的调试功能极其强大,熟练使用后将如虎添翼。要进入程序调试,可首先将程序进行编译、链接,当没有错误后,单击 Build 菜单项,然后选择“开始调试”中的 Step Into,或直接按 F11 键就进入调试状态,此时会弹出一个调试的窗口,如图 1-6 所示。窗口中有

许多基本的调试命令和各个调试窗口开关。

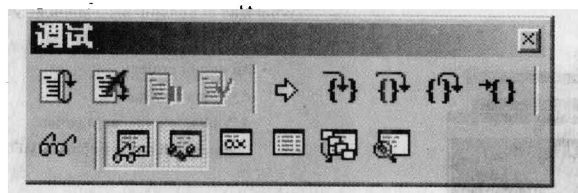


图 1-6 调试窗口

(五) 建立工程

建立一个 VC 工程(Project)的步骤如下:

1. 进入 VC 环境后,如果要创建一个新的工程,可以单击 File 菜单项,然后选择“新建”命令(或直接按 Ctrl+N 键),就会弹出“新建”对话框,出现“工程”选项卡,如图 1-7 所示。
2. 在工程类别列表中选择合适的工程类别,由于本课程实验中主要涉及到的是 C 语言的语法规则及数据类型,所以一般选择“Win32 Console Application”类型的工程就可以了。

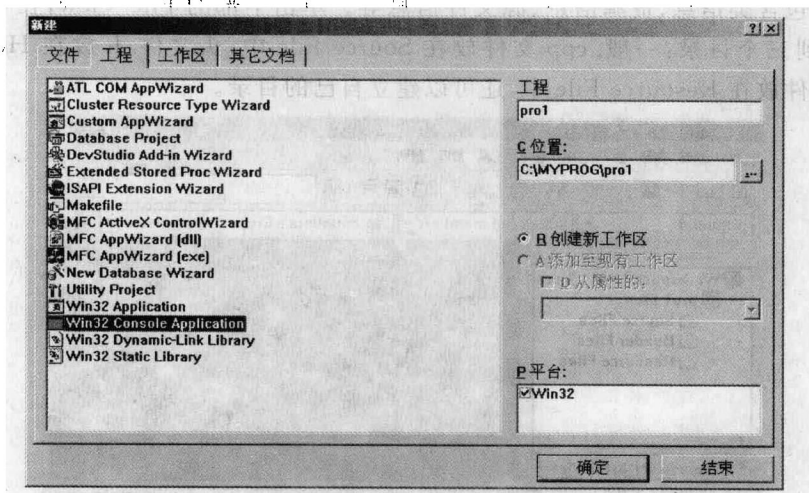


图 1-7 工程设定界面

3. 在选择了合适的工程类型后,输入工程名称(假定为 pro1),再在位置编辑框中选择工程保存的目录(假定为 C:\MYPROG\pro1),并单击“确定”按钮,就会弹出如图 1-8 所示的对话框,选择第 1 项“An empty project”,然后单击“F 完成”按钮,弹出“确定”按钮,这样就成功新建了一个 VC 工程。

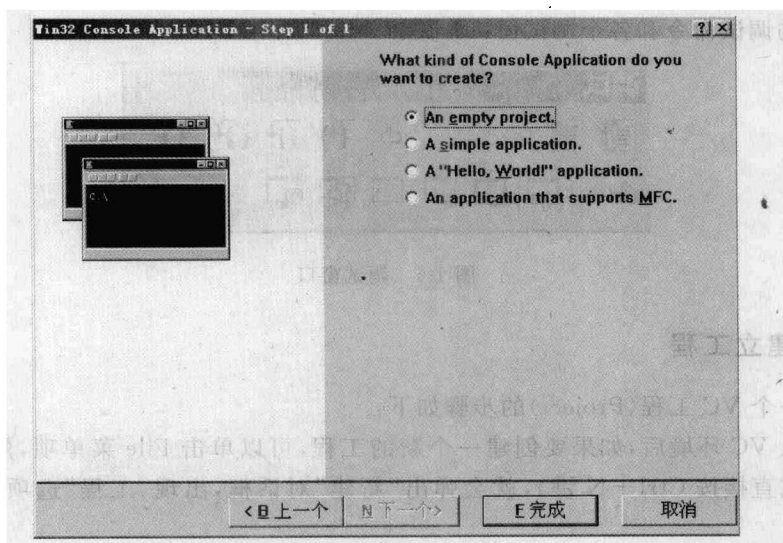


图 1-8 工程选项界面

4. 图 1-9 显示了刚建立的 pro1 工程在 VC 环境的情况。工作区窗口显示了有关工程的信息,包含类信息、资源信息、源文件信息等。单击下部的 File View,在 Workspace 中可以看到三个目录:一般, .cpp 文件放在 Source File 中,头文件 .h 放在 Header Files 中;资源文件放在 Resource File 中,还可以建立自己的目录。

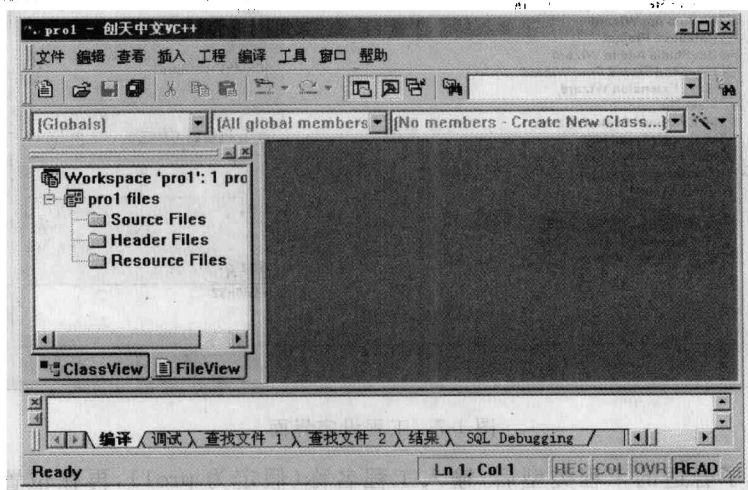


图 1-9 工程的内容

(六) 向已有工程加入新文件

1. 如果希望在已经建好的工程中新建一个文件,可以单击“文件”菜单项下的“新建”命令,出现一个新建的对话框。

2. 在对话框中选择文件类型,例如:要建立一个 .cpp 文件,则选择 C++ Source File 项目;如果要建立一个 .h 文件,那么可以选择 C/C++ Header File 项目。

3. 输入新建文件的名称,再选择文件保存的路径,最后确认选中“A 添加工程”复选框,并单击“确定”按钮。这样就成功建立了一个新的文件,并已加入到工程中了。

二、Borland C++ 3.1 开发环境

Borland C++ 3.1(简称 BC)是 Borland 公司开发的 C/C++ 语言集成开发环境 (IDE),它集程序编辑、编译、链接、调试与运行于一体,是当今许多 C 语言爱好者学习 C 语言上机编程的开发工具。我们主要介绍 Borland C++ 3.1 环境下程序的建立、编辑、链接、调试与运行的有关方法。

(一) Borland C++ 的启动及准备工作

1. 若 Borland C++ 3.1 没有安装,则运行 Borland C++ 3.1 的安装程序“install.exe”,根据安装向导,将 Borland C++ 3.1 安装在硬盘上,不妨设安装在 D:\BorlandC 下。

2. 启动 Borland C++ 3.1 的几种方法

(1)若桌面上有“Borland C++ for DOS”或“Borland C++ 3.1 for Windows”图标存在,双击鼠标图标,即可打开 BC(for DOS 或 for Windows)环境。

(2)执行 D:\BorlandC\BIN 下的 BC.exe 或 BCW.exe 命令文件,即可打开 BC(for DOS 或 for Windows)环境。

(3)“开始”→“运行(R)...”,打开“运行”对话框,输入 D:\BorlandC\BIN\BC.exe 或 D:\BorlandC\BIN\BCW.exe,即可打开 BC(for DOS 或 for Windows)环境。

3. 设定工作目录

进入 BC 的 IDE 环境后,需要进行工作目录的设定。具体的方法是 Alt+O 键激活 Options 菜单,选择 Directories..., 打开 Directories 对话框。

(1)Include Directories:用于设定 BC 中的包含文件(如:stdio.h 文件等)所在的目录,它位于 BorlandC 的 include 目录下,可根据需要进行设置。

(2)Library Directories:用于 BC 中库文件所在的目录,它位于 BorlandC 下的 LIB 子目录下,可根据需要进行设置。

(3)Output Directories:用于设定源程序经编译和链接以后生成的文件(如目标文件.obj,执行文件.exe)所存放的目录。

(4)Source Directories:用于设定源程序文件的目录。

以上目录设置好以后,单击 OK 按钮保存即可。一旦设定完毕,如果以后不需要更改,就不必每次都进行设置。