

高等学校计算机基础教育规划教材

C程序设计实训教程

(第2版)

向 艳 主编
周天彤 程起才 副主编

清华大学出版社



高等学校计算机基础教育规划教材

C程序设计实训教程

(第2版)

向 艳 主编
周天彤 程起才 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

学习 C 语言最重要的是学会应用 C 语言编写程序,掌握编程的基本技能。本书从编程实践出发,以培养和提高编程能力为目标,是一本集 C 语言实践训练和课程综合训练为一体的实践教材。

作为与《C 语言程序设计(第 3 版)》(ISBN 978-7-302-50771-0)配套的实训教材,本书共分 11 章,其中前 10 章各章主要由知识点梳理、案例应用与拓展、编程技能和实践训练四部分构成。知识点梳理部分简明扼要地归纳总结本章的基本概念和重要知识点;案例应用与拓展部分将本章知识的应用巧妙融入一个典型案例中,并将前后知识串连起来;编程技能部分按照编程学习的进程,逐步介绍程序错误分析、调试与测试等一些编程技能;实践训练则通过涉及 C 语言全部知识点的 26 组实训,巩固对各章重要知识的掌握和应用。本书最后一章为课程综合实训,通过规模更大的综合训练任务,可以更加系统全面地理解和掌握 C 程序设计的理论和知识,提高编程技能,培养分析和解决实际问题的能力。

本书编程环境全部采用 VC2010,并详细介绍了该环境下程序的运行和调试方法。书中所有例题和练习题均在 VC2010 环境下调试通过。另外,在附录介绍了 VS2012 和 Dev-C++ 5.11 编程环境的使用。

本书可作为高校学生学习 C 程序设计课程的实验教材和课程设计指导书,也适合程序设计爱好者编程训练使用。

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 程序设计实训教程/向艳主编.—2 版.—北京:清华大学出版社,2019(2019.9重印)
(高等学校计算机基础教育规划教材)

ISBN 978-7-302-53375-7

I. ①C… II. ①向… III. ①C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 162096 号

责任编辑:袁勤勇 杨 枫

封面设计:常雪影

责任校对:胡伟民

责任印制:宋 林

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:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.25 字 数:485 千字

版 次:2013 年 9 月第 1 版 2019 年 9 月第 2 版 印 次:2019 年 9 月第 2 次印刷

定 价:49.00 元

产品编号:082540-01

前言

“C 程序设计”是一门实践性很强的课程,学习本课程既要理解 C 语言的基本理论和基本知识,更要掌握应用理论知识编写程序的方法和技能。为此,编者基于长期从事“C 程序设计”课程教学积累的经验和体会,编写了《C 程序设计实训教程》一书,并于 2013 年由清华大学出版社出版发行。

作为与《C 语言程序设计(第 3 版)》一书的配套教材,本书在使用中得到了读者的肯定。由于 C 语言编程环境和编程技术的不断发展,以及作者在教学实践中积累了一些新的经验,故需要对本书在以下几方面做出修订:

(1) 编程环境全部由原来的 VC6.0 改为 VC2010,所有例题和练习题均在 VC2010 环境调试通过;

(2) 考虑到 C 语言的发展和系统兼容性问题,增加了部分 C99 标准的新规定,所有程序风格均采用如下所示的 C99 标准形式:

```
int main()  
{  
  
    return 0;  
}
```

(3) 增加了“课程综合实训”一章,通过了解和掌握开发一个大型实用程序的全过程,可以更全面理解和掌握 C 程序设计的基本理论、知识和技能,能够将 C 程序设计的各个知识点融会贯通,更加牢固掌握所学知识,培养分析和解决实际问题的能力。

修订后,本书共分 11 章,包括 C 程序设计入门、顺序结构程序设计、选择结构程序设计、循环结构程序设计、函数、数组、指针、结构体与共用体、动态数组与链表、文件、课程综合实训。

第 1~10 章主要由知识点梳理、案例应用与拓展、编程技能和实践训练四部分构成。知识点梳理部分简明扼要地归纳总结本章主要概念和重要知识点,帮助读者抓住重点;案例应用与拓展部分以学生成绩管理程序作为典型案例,从设计程序菜单开始,随着学习内容的不断深入,逐步实现了从选择结构到循环结构、函数、数组、指针、结构体、链表和文件的有效过渡,突出了前后知识的关联性,有利于读者对新知识的理解;编程技能部分按照程序设计的进程,逐渐引入编程中一些重要技能,使读者学会如何分析和排除程序错误,掌握调试和测试程序的方法;实践训练部分共包含 26 组实训,涵盖了 C 程序设计的全部

知识点,通过将理论和实际有效结合,加强读者对理论知识的理解并学会应用理论知识解决实际问题。

最后一章为课程综合实训,按照项目开发的运行模式,详细介绍了一个规模更大的程序案例的开发过程(任务分析、总体设计、详细设计、编码、调试、测试和编写文档),然后给出 8 个综合训练任务以加强训练。通过课程综合实训,使读者能够更加系统全面地理解和掌握 C 程序设计的理论和知识,提高编程技能,培养分析和解决实际问题的能力。

另外,考虑到 VS 和 Dev-C++ 也是当前学习 C 语言常用的编程环境,在附录部分介绍了 VS2012 和 Dev-C++ 5.11 编程环境的使用。

本书由向艳担任主编并统稿,第 1、2、10 章由程起才编写,第 3、4、5、6、8、11 章及其他章节中案例应用与拓展部分由向艳编写,第 7、9 章和第 4~9 章编程技能部分以及附录部分由周天彤编写。由于作者水平有限,书中存在不足在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2019 年 3 月

目 录

第 1 章 C 程序设计入门	1
1.1 知识点梳理	1
1.2 编程技能	5
1.2.1 VC2010 的安装	5
1.2.2 VC2010 环境程序开发步骤	7
1.3 实践训练	11
实训 1 C 程序的编程环境及使用方法	11
实训 2 数据类型及数据转换	18
实训 3 运算符和表达式	21
练习 1	25
第 2 章 顺序结构程序设计	28
2.1 知识点梳理	28
2.2 编程技能	32
2.2.1 scanf 函数使用	32
2.2.2 C 语言错误分类	33
2.3 实践训练	34
实训 4 顺序结构编程	34
练习 2	39
第 3 章 选择结构程序设计	40
3.1 知识点梳理	40
3.2 案例应用与拓展——菜单的设计	42
3.3 编程技能	45
3.3.1 算法的设计	45
3.3.2 程序测试	47
3.4 实践训练	51
实训 5 if 语句的应用	51

实训 6 多路选择及 switch 语句的应用	55
练习 3	59

第 4 章 循环结构程序设计 60

4.1 知识点梳理	60
4.2 案例应用与拓展——循环使用菜单	62
4.3 编程技能	65
4.3.1 程序的查错和排错	65
4.3.2 程序的单步调试法	66
4.4 实践训练	68
实训 7 循环语句及应用	68
实训 8 循环嵌套及 break 和 continue 语句	72
实训 9 循环结构的综合应用	75
练习 4	78

第 5 章 函数 81

5.1 知识点梳理	81
5.2 案例应用与拓展——模块化编程	84
5.3 编程技能	86
5.3.1 模块化程序设计	86
5.3.2 VC2010 环境中的函数调用栈分析	89
5.4 实践训练	91
实训 10 函数的定义与调用	91
实训 11 函数的嵌套调用和递归调用	95
练习 5	100

第 6 章 数组 103

6.1 知识点梳理	103
6.2 案例应用与拓展——应用数组处理数据	106
6.3 编程技能	110
6.3.1 输入输出的机理	110
6.3.2 数组的调试和结构化调试	115
6.4 实践训练	121
实训 12 一维数组的应用	121
实训 13 二维数组的应用	124
实训 14 字符数组的应用	128
实训 15 数组的综合应用	132
练习 6	134

第 7 章 指针	138
7.1 知识点梳理	138
7.2 案例应用与拓展——应用指针处理数据	142
7.3 编程技能	145
7.3.1 指针的算法设计与调试	145
7.3.2 指针常见错误	152
7.4 实践训练	154
实训 16 指向变量的指针	154
实训 17 指针与一维数组	158
实训 18 指向字符串的指针	164
实训 19 指针与多维数组	169
实训 20 复杂指针	176
练习 7	181
第 8 章 结构体与共用体	186
8.1 知识点梳理	186
8.2 案例应用与拓展——应用结构体处理数据	189
8.3 编程技能	193
8.4 实践训练	202
实训 21 结构体的定义与引用	202
实训 22 结构体的综合应用	207
练习 8	208
第 9 章 动态数组与链表	212
9.1 知识点梳理	212
9.2 案例应用与拓展——应用链表处理数据	213
9.3 编程技能	218
9.3.1 动态内存分配	218
9.3.2 链表相关操作与调试	222
9.4 实践训练	227
实训 23 动态数组及链表的创建	227
实训 24 链表的主要操作	232
练习 9	236
第 10 章 文件	238
10.1 知识点梳理	238
10.2 案例应用与拓展——应用文件保存数据	241

10.3	编程技能	246
10.3.1	文件包含	246
10.3.2	VC2010 环境下的多文件管理	247
10.4	实践训练	249
实训 25	文件的基本操作	249
实训 26	文件的综合应用	254
练习 10		255
第 11 章	课程综合实训	256
11.1	课程综合实训目的和准备	256
11.1.1	实训目的	256
11.1.2	实训准备	256
11.2	课程综合实训案例及开发过程	257
11.2.1	案例任务要求	257
11.2.2	任务分析	258
11.2.3	总体设计	258
11.2.4	详细设计	259
11.2.5	程序编码	265
11.2.6	调试程序	275
11.2.7	程序测试	276
11.2.8	撰写实训报告	280
11.3	课程综合实训任务	281
任务 1	万年历	281
任务 2	文件加密、解密	281
任务 3	字符串处理	282
任务 4	进制转换	283
任务 5	速算 24 点	283
任务 6	龟兔赛跑	284
任务 7	电子英汉词典	284
任务 8	校运会比赛计分系统	285
附录 A	VS2012 的安装与使用	287
附录 B	Dev-C++ 5.11 的安装与使用	295
	参考文献	300

C 程序设计入门

1.1 知识点梳理

1. 有且仅有 main 函数的简单程序框架

```
#include <stdio.h>          /* 包含必要的头文件 */
int main()
{
    /* 变量定义及赋值 */
    /* 对变量进行操作 */
    /* 结果输出 */

    return 0;
}
```

2. 基本数据类型

(1) 整型数据。

① 整型常量：有八进制、十进制和十六进制 3 种表示方法。八进制整常量必须以数字 0 开头，其数码为 0~7；十进制整常量的首位数字不能是数字 0，其数码为 0~9；十六进制整常量必须以 0X 或 0x 开头，其数码为 0~9，A~F 或 a~f。

② 整型变量：整型变量的类型如表 1-1 所示。

表 1-1 整型变量的类型

类 别	数据类型名	数 的 范 围	字节数
[有符号]短整型	short [int]	-32 768~32 767 即 $-2^{15} \sim (2^{15} - 1)$	2
无符号短整型	unsigned short [int]	0~65 535 即 $0 \sim (2^{16} - 1)$	2
[有符号]普通整型	int	-2 147 483 648~2 147 483 647 即 $-2^{31} \sim (2^{31} - 1)$	4

续表

类 别	数据类型名	数 的 范 围	字节数
无符号普通整型	unsigned [int]	0~4 294 967 295 即 $0 \sim (2^{32} - 1)$	4
[有符号]长整型	long [int]	-2 147 483 648~2 147 483 647 即 $-2^{31} \sim (2^{31} - 1)$	4
无符号长整型	unsigned long[int]	0~4 294 967 295 即 $0 \sim (2^{32} - 1)$	4
[有符号]双长整型	[signed]long long [int]	-9 223 372 036 854 775 808~ 9 223 372 036 854 775 807 即 $-2^{63} \sim (2^{63} - 1)$	8
无符号双长整型	Unsigned long long [int]	0~18 446 744 073 709 551 615 即 $0 \sim (2^{64} - 1)$	8

(2) 实型数据。

① 实型常量：有小数和指数两种表示形式。小数形式由十进制数字加小数点组成，**注意必须有小数点**；指数形式由十进制数，后加阶码标志 e 或 E 以及阶码组成。

② 实型变量：实型变量的类型如表 1-2 所示。

表 1-2 实型变量的类型

类别	数据类型名	有效数字	数的范围	字节数
单精度	float	6~7	$10^{-38} \sim 10^{38}$	4
双精度	double	15~16	$10^{-308} \sim 10^{308}$	8

(3) 字符型数据。

字符型常量：有普通字符型常量和转义字符型常量两种表示方式。普通字符型常量是用单引号括起来的单个字符；转义字符型常量用单引号括起来，以反斜线\打头，并且后面跟一个或多个特定字符。

字符型变量：字符型变量的类型如表 1-3 所示。

表 1-3 字符型变量的类型

类 别	数据类型名	数的范围	字节数
[有符号]字符型	char	-128~127	1
无符号字符型	unsignedchar	0~255	1

(4) 字符串常量。

在 C 语言中，没有字符串型变量，只有字符串常量。它是以一对双引号" "括起来的字符序列。任何字符串末尾都有一个字符'\0'，它是字符串结束的标志。

3. 变量定义及初始化

数据类型名 变量名 1 [=值 1] [, 变量名 2 [=值 2], ...];

4. 运算符和表达式

(1) 运算符的两个特征：优先级和结合性。

(2) 数据类型的两类转换：隐式转换和显式转换。其中隐式转换又分 3 种情况：运算转换、赋值转换和函数调用转换。

(3) 算术运算符和算术表达式

算术运算符有 +, -, *, /, % 5 种。其中, % 运算符的操作数必须均为整型数据; / 运算符如果操作数都是整型, 则结果一定是整型, 若有小数出现, 结果仅取其整数部分, 舍弃小数部分。

(4) 赋值运算符和赋值表达式。

赋值运算符分为简单赋值运算符、复合赋值运算符两大类。

简单赋值运算符为 =, 构成的赋值表达式形式为

变量名 = 表达式

复合赋值运算符 +=, -=, *=, /=, %=, <<=, >>=, &=, ^=, |= 10 种, 构成的赋值表达式形式为

变量名 op = 表达式

等价于:

变量名 = 变量名 op 表达式

其中 op 代表 +, -, *, /, %, <<, >>, &, ^, |。

无论是“变量名 = 表达式”的形式, 还是“变量名 op = 表达式”的形式, 实质上它们的通式都可以看成是“变量名 = 表达式”(注: 将“变量名 op 表达式”看成一个新表达式), 它具有两层含义:

- ① 该变量的值现在已经被更改成表达式的值, 该变量以前的值被覆盖了;
- ② 此赋值表达式的值为该变量的值。

(5) 逗号运算符和逗号表达式。

在 C 语言中, 逗号起两个作用:

- ① 分隔符作用, 用于间隔多个变量定义或者函数定义中的参数等;
- ② 运算符作用, 其对应的逗号表达式一般形式如下。

表达式 1, 表达式 2, ..., 表达式 n

逗号表达式的计算顺序是先计算表达式 1, 然后计算表达式 2, ..., 最后计算表达式 n, 并以表达式 n 的值作为该逗号表达式的值, 以该值的类型作为该逗号表达式的类型。

(6) 自增与自减运算符及表达式。

自增与自减运算符具有两种功能:

- ① 使变量的值增加 1 或减少 1;
- ② 取变量的值作为由运算符 ++ 或 -- 构成的表达式的值。

自增与自减运算符分别有前置和后置两种格式。它们的区别在于,前置是先执行功能①,后执行功能②;后置是先执行功能②,再执行功能①。总而言之,无论是前置还是后置,都执行两个功能,只不过执行顺序不同罢了。

(7) sizeof 运算符。

sizeof 运算符构成的表达式一般形式为

sizeof (类型名或变量名)

功能是求出该类型所定义的变量或该变量在内存中所开辟的字节数。

(8) 位运算符。

位运算符分为简单位运算符及其各自对应的位复合运算符。简单位运算符如表 1-4 所示。

表 1-4 简单位运算符

位运算符	含义	举 例
&	按位与	a&b, a 和 b 中各位按位进行“与”运算
	按位或	a b, a 和 b 中各位按位进行“或”运算
^	按位异或	a^b, a 和 b 中各位按位进行“异或”运算
~	取反	~a, 对 a 中各位取反
<<	左移	a<<2, a 中各位全部左移 2 位
>>	右移	a>>2, a 中各位全部右移 2 位

注意: 参加运算的数只能是整型或字符型的数据,不能为实型数据。

① 按位与运算符(&)。

功能: 参与运算的两数各对应的二进制位相与。只有对应的两个二进制位均为 1 时,结果位才为 1,否则为 0。

② 按位或运算符(|)。

功能: 将参与运算的两数各对应的二进制位相或。只要对应的两个二进制位有一个为 1 时,结果位就为 1。

③ 异或运算符(^)。

功能: 参与运算的两数各对应的二进制位相异或。当对应的两个二进制位相异时,结果为 1,否则为 0。

④ 取反运算符(~)。

功能: 对参与运算的数的各二进制位取反。

⑤ 左移运算符(<<)。

功能: 把<<左边的运算量的各二进制位全部左移若干位,<<右边的数指定移动的位数,移位时高位丢弃,低位补 0。

⑥ 右移运算符(>>)。

功能: 把>>左边的运算数的各二进制位全部右移若干位,>>右边的数指定移动的位数。

右移运算的运算规则是将一个数的各二进制位全部右移若干位,移出的位丢失,左边

空出的位的补位情况分为以下两种。

- 对无符号的 int 或 char 类型数据来说,右移时左端补零。
- 对有符号的 int 或 char 类型数据来说,如果符号位为 0(即正数),则左端也补入 0;如果符号位为 1(即负数),则左端补入的全是 1,这就是所谓的算术右移。VC2010 编译系统采用的就是算术右移。

⑦ 不同长度的数据进行位运算。

如果两个数据长度不同,进行位运算时,系统会将二者按右端对齐,然后将数据长度短的进行位扩展,使得它们的长度相等之后再行运算。对于数据长度短的数据,在扩展的区域填充数据有如下两种情况:

- 如果数据长度短的数据是无符号数,则均填充 0;
- 如果数据长度短的数据是有符号数,又分为两种情况,为正数则填充 0,为负数则填充 1。实质上这两种填充规则都是为了保证原有数据的值不变。

5. 宏常量与常变量

宏常量是通过预处理命令 #define 将一个字符串代替某个字面常量,达到见面知意,一改全改。

常变量是通过在变量定义前加上 const,使得该变量的值不能修改。

1.2 编程技能

1.2.1 VC2010 的安装

Microsoft Visual C++ 2010 Express 是微软推出的一款免费的学习软件(亦称学习版),以下简称 VC 2010。具体操作步骤如下。

(1) 打开解压后的文件夹,找到  setup 文件双击开始安装,如图 1-1 所示。

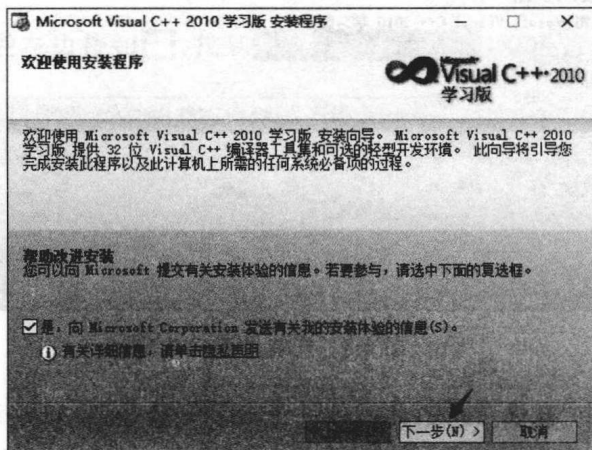


图 1-1 安装界面一

(2) 单击图 1-1 中“下一步”按钮,结果如图 1-2 所示。

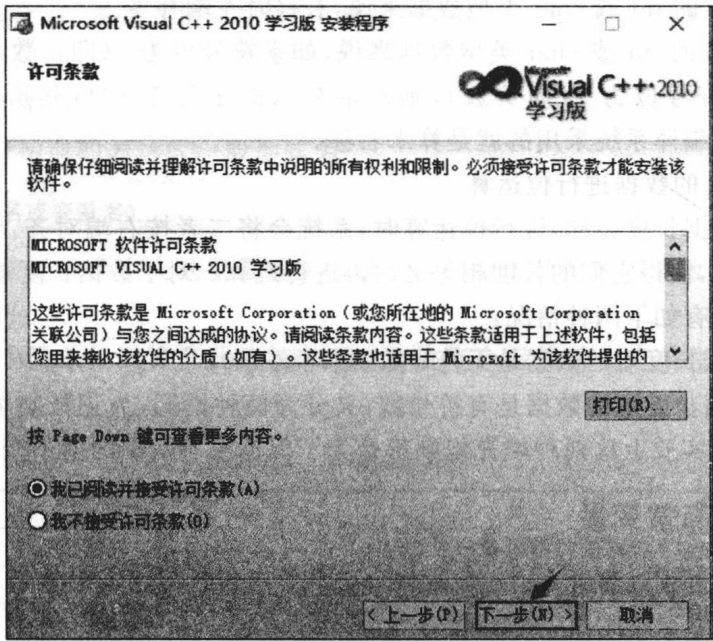


图 1-2 安装界面二

(3) 单击图 1-2 中“下一步”按钮,结果如图 1-3 所示

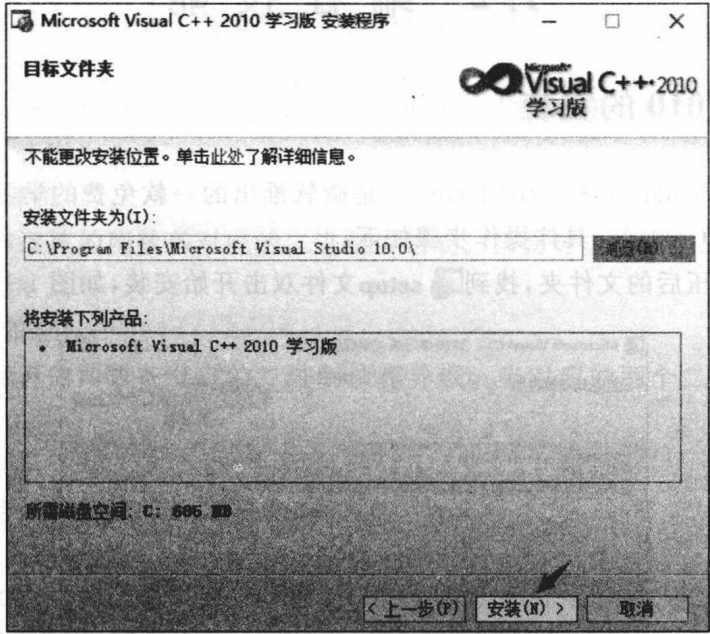


图 1-3 安装界面三

(4) 单击图 1-3 中“安装”按钮,此时软件正处于安装状态,如图 1-4 所示。

(5) 几分钟之后,会显示安装成功界面,如图 1-5 所示,单击“退出”按钮即完成安装。

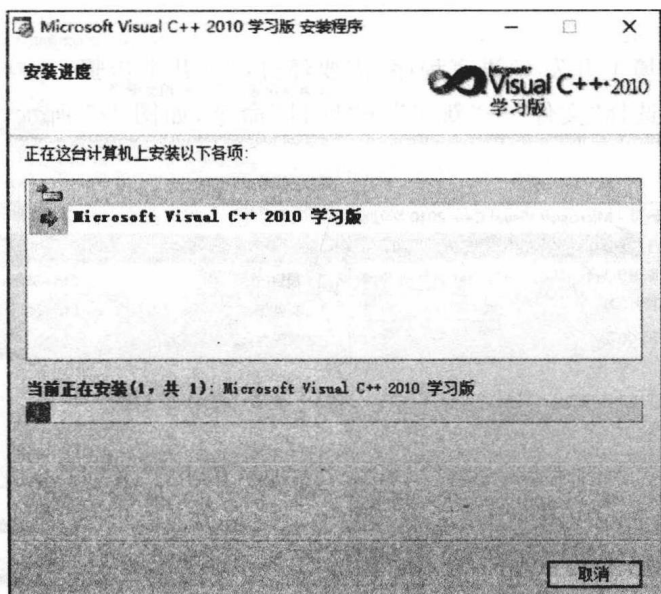


图 1-4 安装界面四

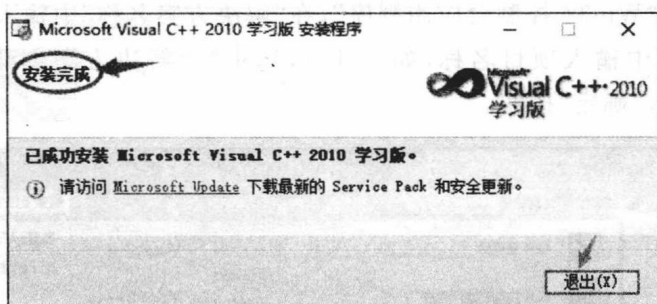


图 1-5 安装界面五

1.2.2 VC2010 环境程序开发步骤

单击桌面任务栏左边按钮, 找到 , 双击打开, 出现如图 1-6 所示

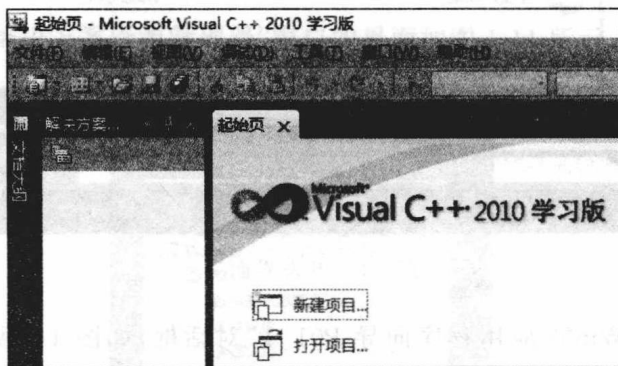


图 1-6 开发界面一

的窗口界面。

在 VC2010 环境上开发 C 语言程序,需要经过以下几个步骤。

第一步:依次选择“文件”→“新建”→“项目”命令,如图 1-7 所示。打开“新建项目”对话框。

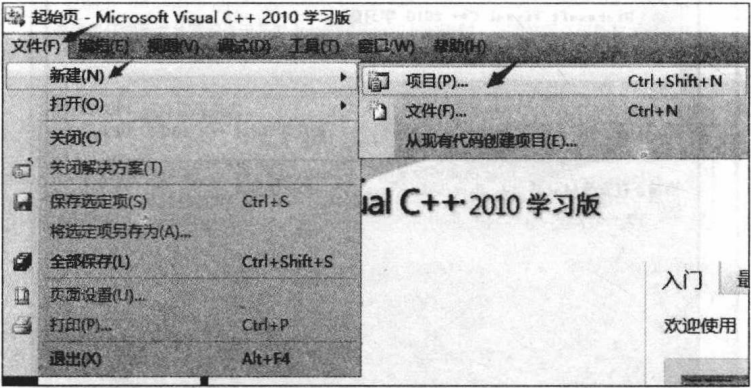


图 1-7 开发界面二

第二步:选中“Win32 控制台应用程序”,在“解决方案名称”中输入解决方案名称,如 C_study,在“名称”中输入项目名称,如 P01_1,选中“为解决方案创建目录”复选框,如图 1-8 所示,再单击“确定”按钮。



图 1-8 开发界面三

第三步:弹出“Win32 应用程序向导-P01_1”对话框,如图 1-9 所示,单击“下一步”按钮。