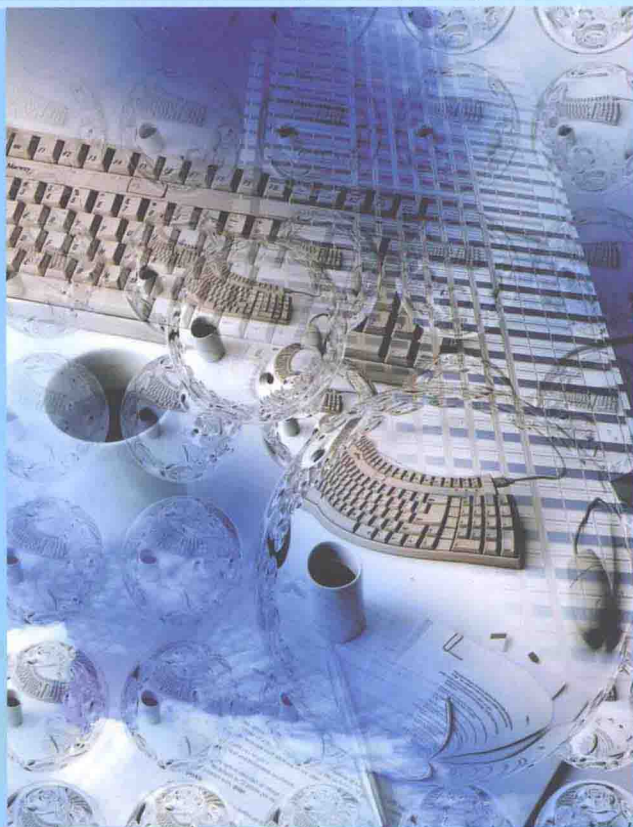




“十二五”江苏省高等学校重点教材
应用型本科计算机类专业“十三五”规划教材

C++程序设计工程化教程

赵建洋 于长辉 金圣华 编著



南京大学出版社



“十二五”江苏省高等学校重点教材（本书编号：2015-2-095）
应用型本科计算机类专业“十三五”规划教材

C++程序设计工程化教程

赵建洋 于长辉 金圣华 编著



【微信扫码】
本书导学，领你入门

南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

C++ 程序设计工程化教程 / 赵建洋, 于长辉, 金圣华
编著. — 南京: 南京大学出版社, 2016.12

应用型本科计算机类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-305-17970-9

I. ①C… II. ①赵… ②于… ③金… III. ①C++ 语言—程序设计—教材 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 298291 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
出 版 人 金鑫荣

丛 书 名 应用型本科计算机类专业“十三五”规划教材
书 名 C++ 程序设计工程化教程
编 著 赵建洋 于长辉 金圣华
责任编辑 苗庆松 吴宜锴 编辑热线 025-83595860

照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 常州市武进第三印刷有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 20.75 字数 518 千
版 次 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-17970-9
定 价 49.80 元

网址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
官方微信号: njupress
销售咨询热线: (025) 83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

C++是一门高效实用的程序设计语言,实现了类的封装、数据隐藏、继承及多态,其代码容易维护及高度可重用。随着C++渐渐成为ANSI标准,这种新的面向对象程序设计语言迅速成为程序员最广泛使用的工具。

目前C++程序设计的教材大都针对C++的各个知识点对学生进行程序的验证或设计,也有一些教材有课程设计,针对一些算法问题进行设计。随着软件行业的大量兴起,特别是软件外包需求的大量增加,软件的工程化思想已逐渐成为软件开发的核心内容。而事实是,一方面,企业需要有更多能够胜任软件编程与项目管理的软件人才;另一方面,高校培养的软件人才又无法满足这些要求,而产生这一矛盾的根源在于学校对于软件人才的培养没有充分考虑企业的工程化需求。而体现在教材上就是只注重知识点的练习,而忽略了工程项目的组织和训练。

本教材先分析C++的知识点,将其分解成若干语法具有的意义、格式和应用,并分散到教材相应部分,与工程案例相互配合介绍,互为补充,相得益彰。通过程序示例的详细注释,帮助知识点的理解,课后习题有相关语法的练习,工程案例中再次应用它,经过一系列的训练,可使知识点学以致用,易于理解。

工程特色贯穿该教程,学生经过一段时间的练习与积累,能够完成一些案例系统,具备前期调研、功能分析、框架设计、代码设计和撰写报告书的能力。还能举一反三,自主独立完成其他信息管理系统,实现工程创新能力突破。

C++程序设计工程化教程的主要内容包括基础知识和工程训练,其中基础知识有17个章节,工程训练有8个单元,这两部分的内容是紧密相联的。其中工程训练穿插在各个知识点之间,学完一部分C++内容,就可以用来解决工程项目中的问题。

在本书的编写过程中,得到很多同行专家、教师的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

编 者

2016年9月

目 录



【微信扫码】

本书知识点梳理

第一单元

第一章 绪 论	1
1.1 从 C 到 C++	1
1.2 第一个 C++ 应用程序	3
1.3 程序的组成	9
1.4 简单调试 C++ 代码	10
习题 1	14
第二章 基本数据类型与输入输出	16
2.1 基本数据类型	16
2.2 变量与常量	18
2.3 输入与输出	21
习题 2	25
第三章 表达式和语句	27
3.1 算术表达式	27
3.2 关系表达式	30
3.3 逻辑表达式	31
3.4 其他运算符	32
习题 3	34
第四章 过程化语句	35
4.1 if 语句	35
4.2 switch 语句	38
4.3 while 语句	40
4.4 for 语句	42
4.5 continue 与 break	43
习题 4	44
工程训练 1 商品信息管理系统(条件选择篇)	46

第二单元

第五章 函 数	52
5.1 函数的定义	52

5.2 函数的声明与调用	54
5.3 函数的参数传递	55
5.4 递归函数	56
5.5 几种特殊的函数	59
习题 5	63

工程训练 2 商品信息管理系统(函数与头文件篇)	65
--------------------------------	----

第六章 数 组	74
6.1 一维数组	74
6.2 二维数组	89
6.3 字符数组	96
习题 6	101

工程训练 3 商品信息管理系统(数组与循环篇)	103
-------------------------------	-----

第三单元

第七章 指 针	109
7.1 指针概念	109
7.2 指针常量	111
7.3 指针数组	113
7.4 指针与函数	115
7.5 动态数组	118
习题 7	120

第八章 引 用	122
8.1 引用的概念	122
8.2 引用的应用	122
习题 8	124

第九章 结 构	126
9.1 结构的定义	126
9.2 结构变量	126
9.3 结构应用	128
习题 9	132

工程训练 4 商品信息管理系统(结构篇)

..... 134

第十章 模块化程序设计 143

10.1 存储类型 143

10.2 多文件结构 145

10.3 编译预处理 146

习题 10 148

第四单元

第十一章 类 150

11.1 类的特征 150

11.2 类的定义 150

11.3 构造函数 152

11.4 析构函数 154

11.5 拷贝构造函数 157

11.6 静态成员 159

11.7 常类型 160

习题 11 163

工程训练 5 商品信息管理系统(类和对象篇) 165

第十二章 继承与派生 176

12.1 类的继承 176

12.2 多重继承 182

12.3 组合类 190

习题 12 192

工程训练 6 商品信息管理系统(继承与派生篇) 193

第十三章 多态性 208

13.1 虚函数 209

13.2 纯虚函数 212

13.3 友元类和友元函数 214

习题 13 216

第五单元

第十四章 模 板 219

14.1 模板的概念 219

14.2 函数模板 221

14.3 类模板 227

习题 14 235

工程训练 7 商品信息管理系统(类模板篇) 236

第十五章 运算符重载 247

15.1 运算符重载的需要性 247

15.2 运算符重载作为类的成员函数 248

15.3 运算符重载作为类的友元函数 264

习题 15 267

第十六章 异常处理 271

16.1 异常的概念 271

16.2 异常的实现 273

16.3 异常的规则 275

16.4 异常派生族系 284

习题 16 286

第十七章 C++ 标准库 289

17.1 标准 I/O 流类 289

17.2 文件 I/O 流类 297

17.3 vector 容器类 306

17.4 string 字符串类 312

习题 17 317

工程训练 8 商品信息管理系统(文件流篇) 317



【微信扫码】

本书配套参考答案及其它资源

第一单元

第一章 绪 论

C++是在C语言的基础上开发的一种通用编程语言,应用广泛。C++支持多种编程方式,过程化编程、面向对象编程和泛型编程。最新正式标准C++ 14于2014年8月18日公布。其编程领域广泛,常用于系统开发,引擎开发等应用领域,是至今为止最受广大程序员欢迎的编程语言之一。

1.1 从C到C++

计算机诞生初期,人们要使用计算机必须用机器语言或汇编语言编写程序。世界上第一种计算机高级语言是诞生于1954年的FORTRAN语言。之后出现了多种计算机高级语言,其中使用最广泛、影响最大的当数BASIC语言和C语言。BASIC语言是1964年由Dartmouth学院John G. Kemeny与Thomas E. Kurtz两位教授在FORTRAN语言的基础上简化而成的,适用于初学者设计小型高级语言;C语言是1972年由美国贝尔实验室的D.M.Ritchie所开发,采用结构化编程方法,遵从自顶向下的原则。在操作系统和系统使用程序以及需要对硬件进行操作的场合,用C语言明显优于其他高级语言,但在编写大型程序时,C语言仍面临着挑战。1983年,贝尔实验室的Bjarne Stroustrup在C语言基础上推出了C++语言。C++语言进一步扩充和完善了C语言,是一种面向对象的程序设计语言。

1.1.1 发展历史

C++ 1.0版:1985年公布,在原有C语言的基础上添加了一些重要特征:虚函数的概念、函数和运算符的重载、引用、常量(Constant)等。

C++ 2.0版:1989年推出,形成了更加完善的支持面向对象程序设计的C++语言,新增加的内容包括:类的保护成员、多重继承、对象的初始化与赋值的递归机制、抽象类、静态成员函数、const成员函数等。

C++ 3.0版:1993年公布,是C++语言的进一步完善,其中最重要的新特征是模板(Template),此外解决了多重继承产生的二义性问题和相应的构造函数与析构函数的处理等。

C++ 98标准:C++标准第一版,1998年发布,正式名称为ISO/IEC 14882:1998。

绝大多数编译器都支持C++ 98标准,不过当时错误地引入了export关键字。由于技术上的实现难度,除了Comeau C++编译器支持export关键字以外,没有任何编译器支持export关键字。并且这个标准对现代的一些编译理念有相当大的差距,有很多在高级语言都应当有的

功能,它都没有。这也正是后来需要制定C++ 11 标准的原因所在。

C++ 03 标准:C++ 标准第二版,2003 年发布,正式名称为 ISO/IEC 14882:2003。这个标准仅仅是C++ 98 修订版,与C++ 98 几乎一样,没做什么修改。仅仅是对C++ 98 做了一些“勘误”,就连主流编译器(受 C99 标准影响)都已支持的 long long 都没有被加入C++ 03 标准。

C++ 11 标准:C++ 标准第三版,2011 年 8 月 12 日发布,正式名称为 ISO/IEC 14882:2011。由C++ 标准委员会于 2011 年 8 月 12 日公布,并于 2011 年 9 月出版。2012 年 2 月 28 日的国际标准草案(N3376)是最接近于现行标准的草案(编辑上的修正)。C++ 11 包含了核心语言的新机能,并且拓展C++ 标准程序库,并且加入了大部分的C++ Technical Report 1 程序库(数学上的特殊函数除外)。此次标准为C++ 98 标准发布后 13 年以来第一次重大修正。

注意:C++ 11 标准(ISO/IEC 14882:2011)与 C11 标准(ISO/IEC 9899:2011)是两个完全不同的标准,后者是 C 语言的标准。

C++ 14 标准:C++ 标准第四版,2014 年 8 月 18 日发布,正式名称为 ISO/IEC 14882:2014。2014 年 8 月 18 日,ISO 组织在其网站上发布。C++ 作者 Bjarne Stroustrup 称,主要的编译器开发商已经实现了C++ 14 规格。C++ 14 是C++ 11 的增量更新,主要是支持普通函数的返回类型推演,泛型 lambda,扩展的 lambda 捕获,对 constexpr 函数限制的修订,constexpr 变量模板化等等。C++ 14 是C++ 语言的最新标准,正式名称为“International Standard ISO/IEC 14882:2014 (E) Programming Language C++”。

1.1.2 语言特点

优点:

(1) C++ 设计成静态类型、和 C 同样高效且可移植的多用途程序设计语言。

(2) C++ 设计直接的和广泛的支持多种程序设计风格(程序化程序设计、资料抽象化、面向对象程序设计、泛型程序设计)。

(3) C++ 设计无需复杂的程序设计环境。

C++ 语言灵活,运算符的数据结构丰富、具有结构化控制语句、程序执行效率高,而且同时具有高级语言与汇编语言的优点,与其他语言相比,可以直接访问物理地址,与汇编语言相比又具有良好的可读性和可移植性。总的来说,C++ 语言的主要特点表现在两个方面,一是尽量兼容 C,二是支持面向对象的方法。它拥有 3C 语言的简洁、高效的接近汇编语言等特点,又对 C 的类型系统进行了改革的扩充,因此C++ 比 C 更安全,C++ 的编译系统能检查出更多的类型错误。另外,由于 C 语言的广泛使用,因而极大地促进了C++ 的普及和推广。

C++ 语言最有意义的方面是支持面向对象的特征。虽然与 C 的兼容使得C++ 具有双重特点,但它在概念上完全与 C 不同,更具备面向对象的特征。出于保证语言的简洁和运行高效等方面的考虑,C++ 的很多特性都是以库(如 STL)或其他的形式提供的,而没有直接添加到语言本身里。C++ 引入了面向对象的概念,使得开发人机交互类型的应用程序更为简单、快捷。

缺点

C++ 的编译系统受到C++ 的复杂性的影响,非常难于编写,即使能够使用编译器进行编译,但如果存在问题,可能很难被发现。由于本身的复杂性,复杂的C++ 程序的正确性相当难于保证。

1.1.3 Microsoft Visual C++

Microsoft Visual C++ (简称 Visual C++、MSVC、VC++ 或 VC), 是 Microsoft 公司推出的开发基于 Win32 环境, 并面向对象的可视化集成编程的系统。它不但具有程序框架自动生成、灵活方便的类管理、代码编写和界面设计集成交互操作、可开发多种程序等优点, 而且通过简单的设置就可使其生成的程序框架支持数据库接口、OLE2、WinSock 网络、3D 控制界面。

它以拥有“语法高亮”, IntelliSense(自动完成功能)以及高级除错功能而著称。比如, 它允许用户进行远程调试, 单步执行等, 还允许用户在调试期间重新编译被修改的代码, 而不必重新启动正在调试的程序。其编译及建立系统以预编译头文件、最小重建功能及累加而著称。这些特征明显缩短程序编辑、编译及连接花费的时间, 在大型软件计划上尤其显著。

VC++ 的版本较多, 主要的版本有 Microsoft Visual C++ 6.0, 它集成了 MFC6.0, 于 1998 发行。发行至今一直被广泛地用于大大小小的项目开发。但是, 这个版本在 Windows XP 下运行会出现问题, 尤其是在调试模式的情况下(例如: 静态变量的值并不会显示)。这个调试问题可以通过打一个叫“Visual C++ 6.0 Processor Pack”的补丁来解决。

最近几年出现的版本有: Microsoft Visual C++ 2010, 2009 年发布, 新添加了对 C++ 11 标准引入的几个新特性的支持。Microsoft Visual C++ 2012, 2012 年 5 月 26 日发布, 支持 .NET4.5 beta, 并实现 go live, 只能安装于 Windows 7 或者更高的 Windows 操作系统。可以开发 Windows 8 专用的 Modern UI 风格的应用程序。相比 Microsoft Visual C++ 2010 又少量添加了对 C++ 11 标准引入的新特性的支持。

1.2 第一个 C++ 应用程序

创建 C++ 程序, 使用 Visual C++ 6.0 开发环境, 或者使用 Visual Studio.NET 集成开发环境。以 Visual Studio 2010 为例, 启动开发环境, 通过菜单命令“文件”|“新建”|“项目”可打开如图 1.1 所示的对话框, 在模板中选择 Visual C++ 下的“控制台应用程序”选项, 指明项目名称和位置, 单击“确定”按钮, 进入下一个对话框, 如图 1.2 所示。单击“下一步”进入下一个对话框, 如图 1.3 所示, 在应用程序设计对话框中, 选择“空项目”, 再单击“完成”进入开发环境中, 如图 1.4 所示; 右击“源文件”, 选择“添加”|“新建项”, 如图 1.5 所示; 选择“C++ 文件”, 输入名称如 P1_1, 如图 1.6 所示; 单击“添加”, 进入代码的编辑状态, 如图 1.7 所示。

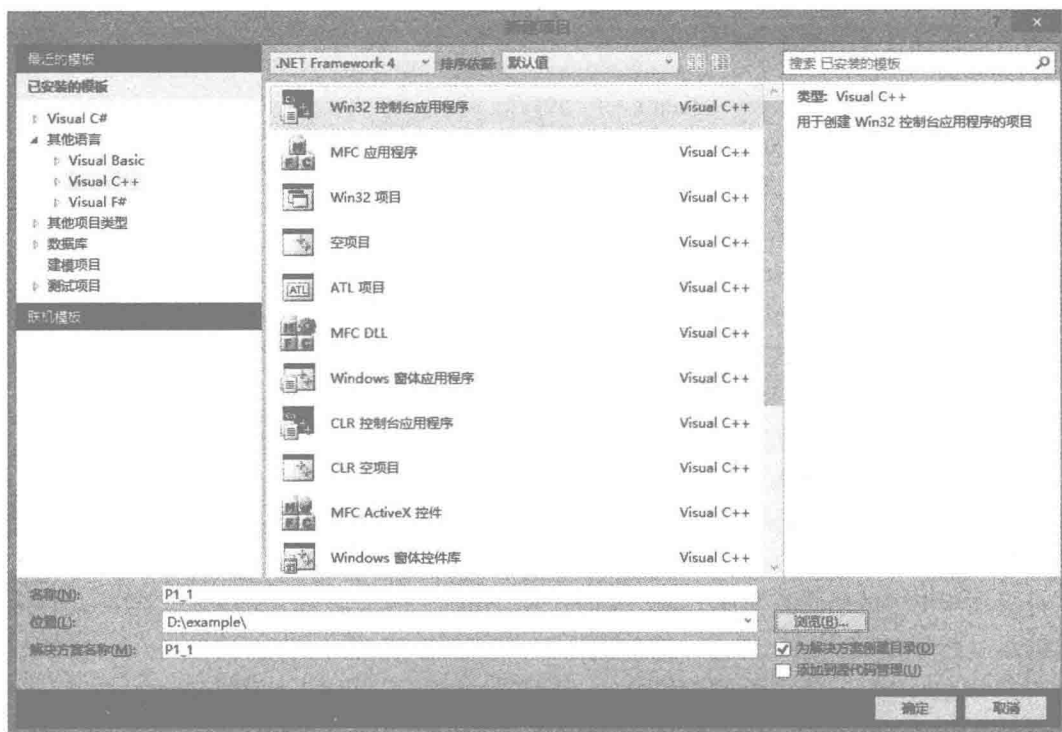


图 1.1 使用 Visual Studio 2010 创建 C++ 控制台应用程序——步骤一

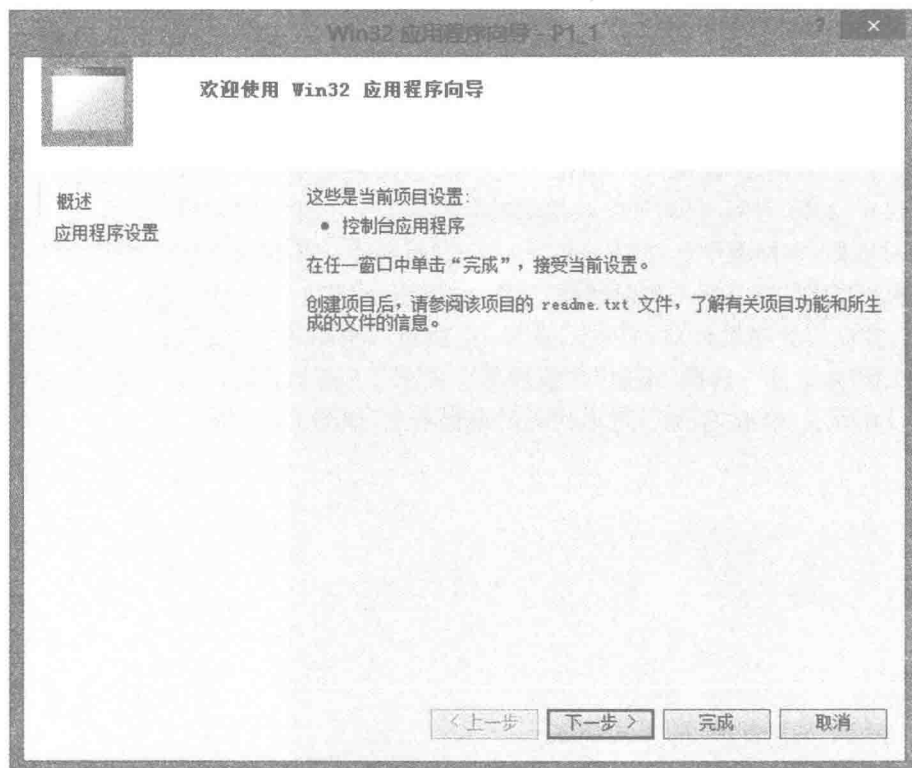


图 1.2 使用 Visual Studio 2010 创建 C++ 控制台应用程序——步骤二



图 1.3 使用 Visual Studio 2010 创建 C++ 控制台应用程序——步骤三

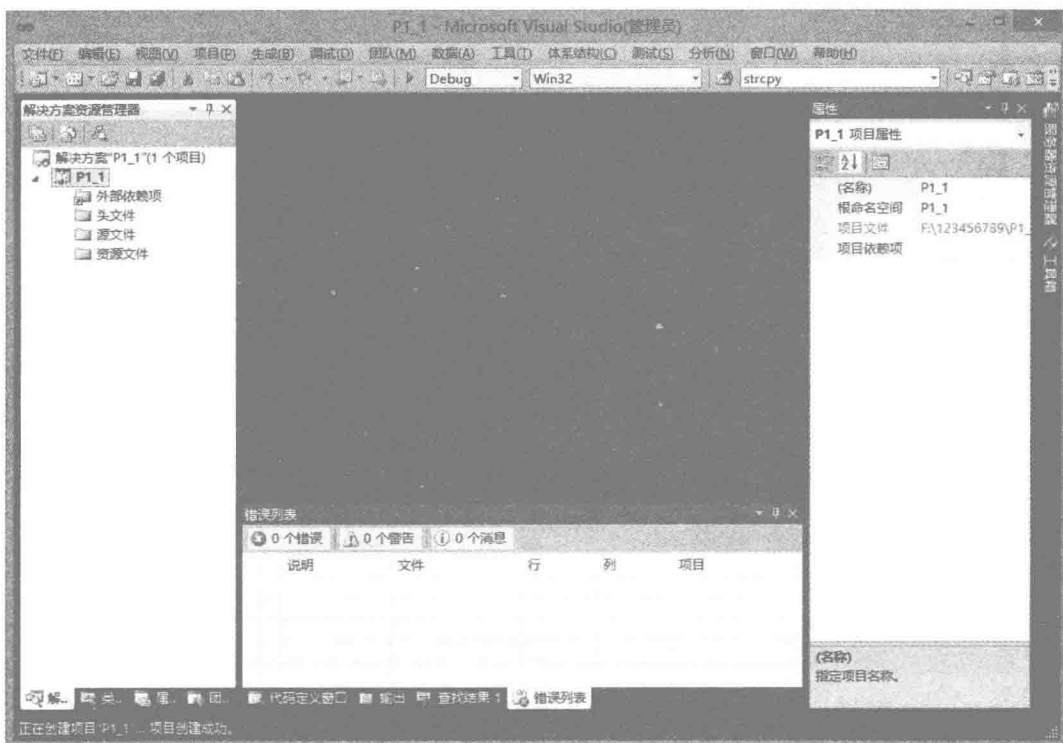


图 1.4 使用 Visual Studio 2010 创建 C++ 控制台应用程序——步骤四



图 1.5 使用 Visual Studio 2010 创建 C++ 控制台应用程序——步骤五

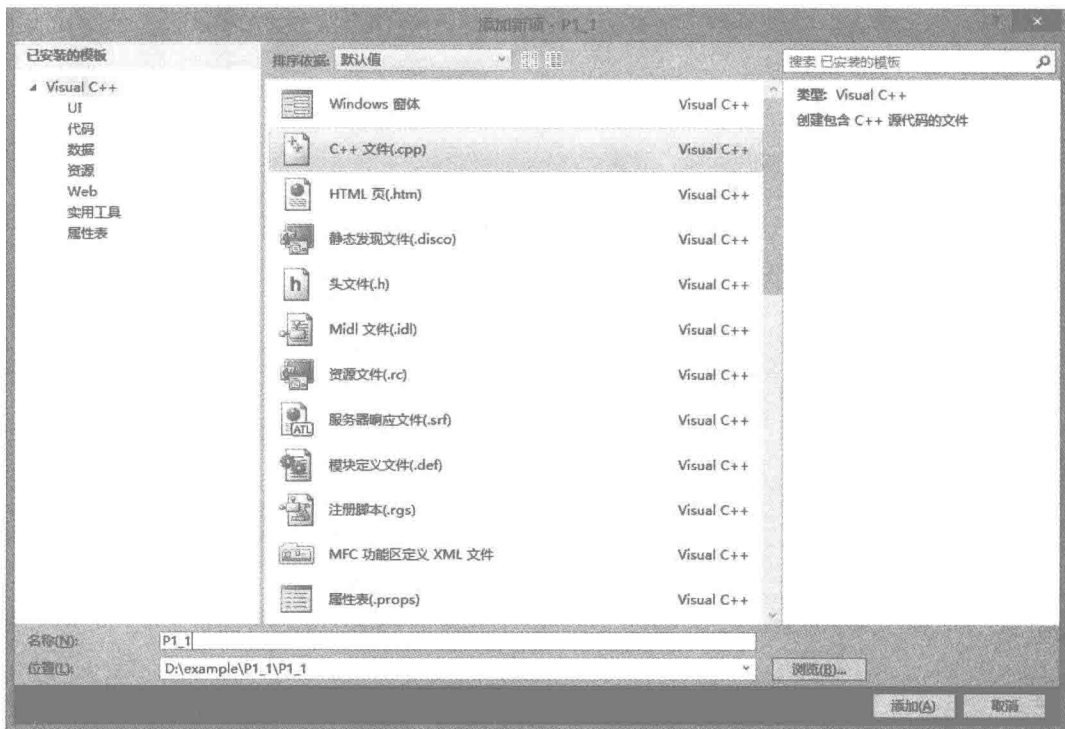


图 1.6 使用 Visual Studio 2010 创建 C++ 控制台应用程序——步骤六

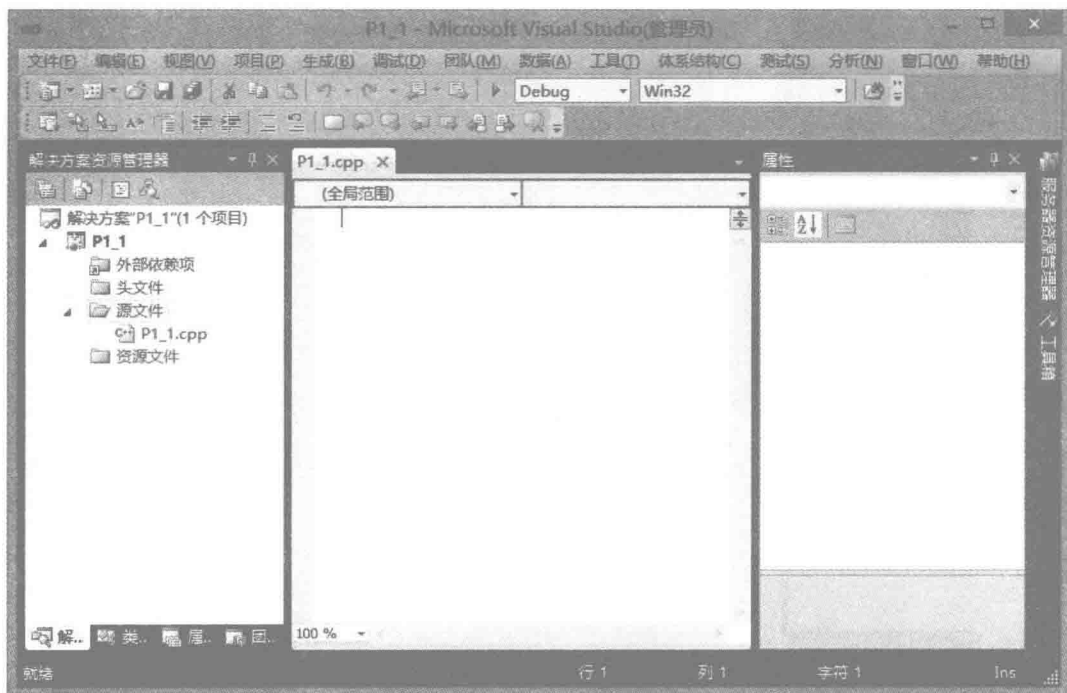


图 1.7 使用 Visual Studio 2010 创建 C++ 控制台应用程序——步骤七

我们以 Hello World 为例,编写代码如图 1.8 所示,先选择“生成”|“生成解决方案”,当看到生成成功,如图 1.9、图 1.10 所示。再执行“调试”|“开始执行(不调试)”,运行成功,看到运行结果如图 1.11 所示。

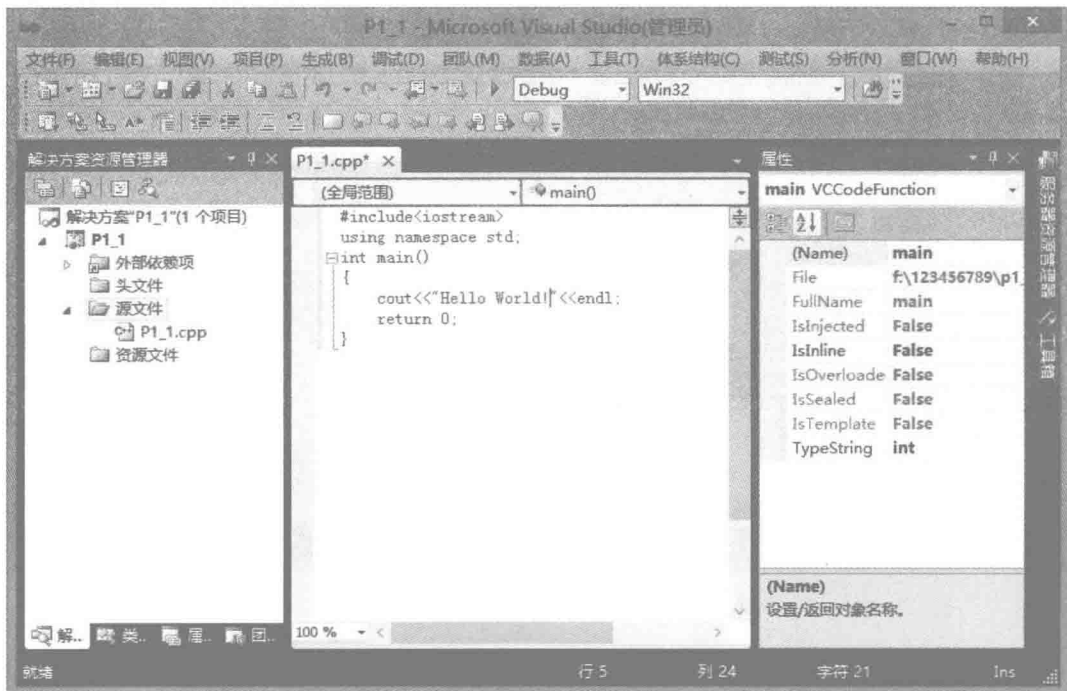


图 1.8 在编辑窗口写代码

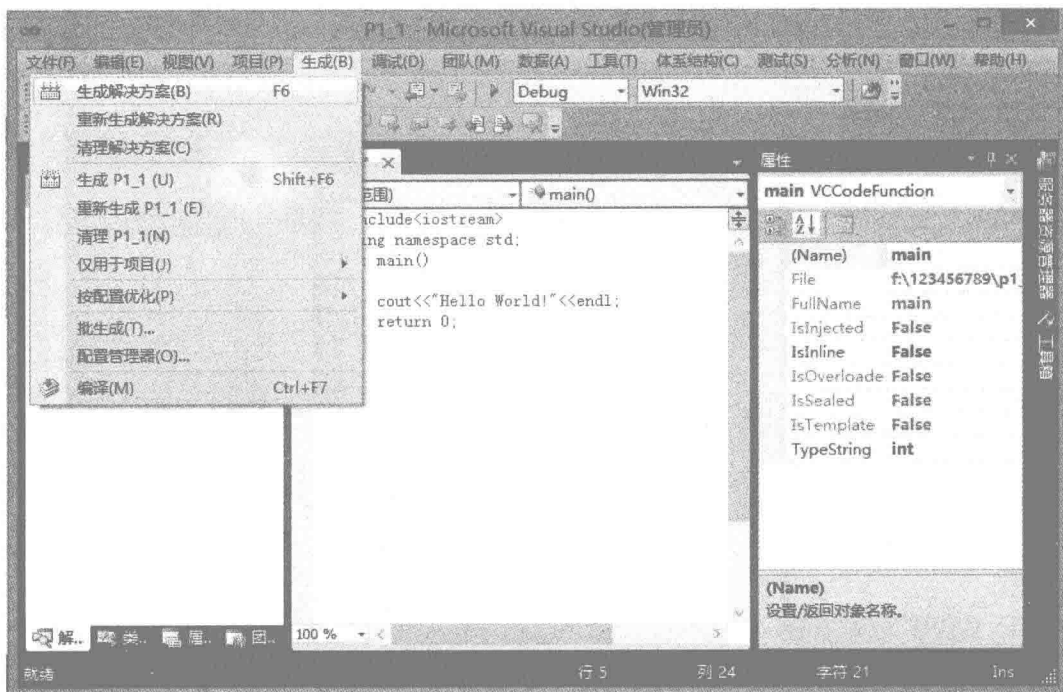


图 1.9 生成解决方案

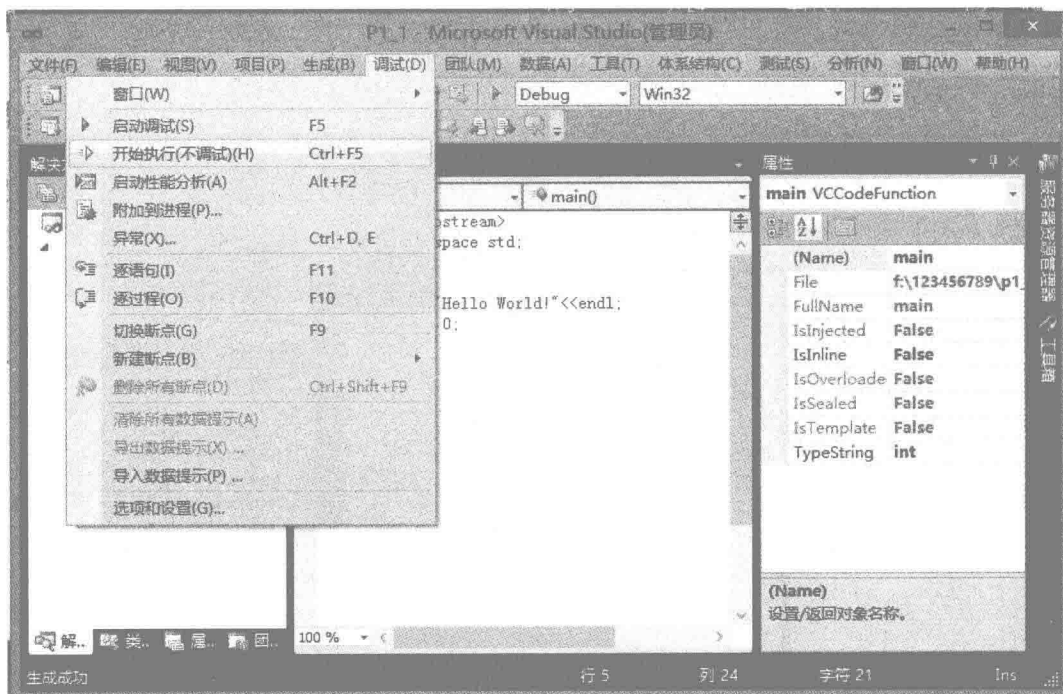


图 1.10 调试菜单选择“开始执行(不调试)”

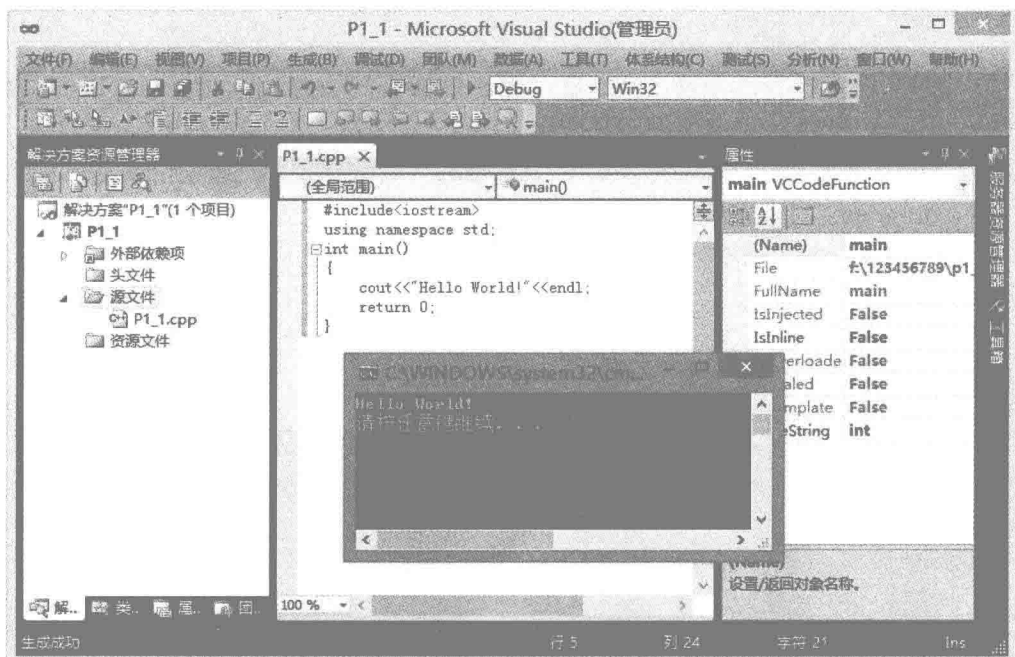


图 1.11 输出程序运行结果

1.3 程序的组成

//程序 P1_1

#include<iostream> //文件包含预处理命令

using namespace std; //标准的域名空间

int main() //主函数,是计算机进入程序的入口

{

cout<<"Hello,World!"<<endl; //输出语句,输出字符串中的内容

return 0;

}

程序由编译预处理和程序主体组成。编译预处理命令包含了输入和输出语句,及其C++相关的环境设置。

int main()是主函数,是所有程序的入口函数,整个程序中只能有一个主函数,没有不行,多了也不行。一对花括号,是函数体,cout 是输出语句,用于输出结果。这是一个简单的程序,只有输出没有输入。

程序 P1_2:从键盘输入两个整数,计算两个整数相加,输出结果。

//程序 P1_2

#include<iostream>

using namespace std;

```

int main()
{
    int a,b,sum;           //定义三个变量,a 和 b 分别用于存放两个整数,sum 用于存放两数
                           //之和
    cin>>a>>b;           //标准输入设备,从键盘输入两个整数,两个数之间用空格分开
    sum=a+b;              //计算求和
    cout<<a<<"+"<<b<<"="<<sum<<endl; //输出结果
    return 0;
}

```

程序运行结果如图 1.12 所示。

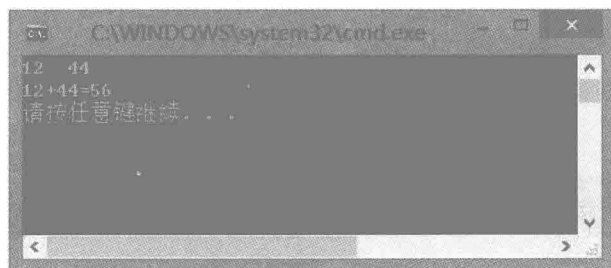


图 1.12 程序运行结果

从主函数 `int main()` 开始,是三个 `int` 型(整型)变量的定义语句,为三个变量分配内存空间。输入两个整数分别赋值给变量 `a` 和 `b`,从而被保存在变量定义的内存空间中。语句“`sum=a+b;`”是将 `a+b` 的和赋值 `sum`,最后输出计算结果。输出语句后面,如果是字符串就原样输出,如果是变量则输出变量的值。

注意:在运行时,输入数据,保证英文输入法状态。

由上面的例题可以看出,程序的主体大致分为 4 个步骤:

- (1) 定义变量;
- (2) 输入;
- (3) 计算;
- (4) 输出。

1.4 简单调试C++ 代码

在学习 C++ 编程的过程中,掌握好调试技术是查找并修复程序错误、优化程序性能的关键手段之一。下面我们以一个 C++ 程序为例,来向大家介绍调试找错的方法。

程序 P1_3:输入一个大于 1 的整数,计算 1 到该整数之间所有整数之和,并输出结果。如输入 10,则计算 $1+2+\cdots+10$ 的结果。

步骤 1:写好代码,编译,编译时没有出现错误,但运行的结果和我们的设想不同。

```
#include<iostream>
```

```
using namespace std;
int main()
{
    int number,sum=0;
    cin>>number;
    while(number>=1)
    {
        sum=sum+number;
        number-- ;
    }
    cout<<"1 到"<<number<<"之间的整数和是"<<sum<<endl;
    system ("pause");      //暂停命令
}
```



图 1.13

步骤 2: 期待输出“1 到 10 之间的整数和是 55”，但实际输出结果是“1 到 0 之间的整数和是 55”，如图 1.13 所示。到底是哪儿出了问题？在可能出错的地方设置断点，设置断点的方法是双击相应行最前面的空白处，如图 1.14 所示。