


21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



# C#语言程序设计 基础 (第2版)

郑宇军 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

# C#语言程序设计 基础 (第2版)

郑宇军 编著

清华大学出版社  
北京

# 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
北京大学	刘 强	副教授
	杨冬青	教授
	陈 钟	教授
北京航空航天大学	陈立军	副教授
	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
	赵 宏	副教授
北京信息工程学院	孟庆昌	教授
北京科技大学	杨炳儒	教授
石油大学	陈 明	教授
天津大学	艾德才	教授
复旦大学	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
	应吉康	教授
东华大学	乐嘉锦	教授
	孙 莉	副教授
浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授



扬州大学	李 云	教授
南京大学	骆 斌	教授
	黄 强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张 艳	教授
	姜 薇	副教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
仰恩大学	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	讲师
西南交通大学	曾华燊	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、教学内容和教学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设，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·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力，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

## 第2版前言

本书第1版自2008年初出版以来,被众多高校选为计算机程序设计教材。而就在这两年多的时间里,C#语言经过了两次主要升级,其在设计能力和灵活性方面取得了令人振奋的进步,Visual Studio 开发环境也已推出了2010版。许多师生纷纷来信,在提供积极的反馈信息的同时,也希望本书第2版能够及早面世,将更多的C#新特性展现给读者。

作为一本程序设计教材,对程序语言功能特性的取舍是一个不小的难题。我们这次修订的主要原则是以高等学校的程序设计基础教学需求为牵引,全书的重点仍然是基础知识的讲解和分析,同时兼顾一些典型商业应用开发能力的培养。修订的主要方面有:

(1) 将第1版中的8.3节扩展为第9章“Windows窗体和控件”,在其中对Windows界面设计知识进行较为全面的介绍,并在后续章节中增加了Windows应用开发的范例。

(2) 在第8章中增加了DateTime、Queue、Stack、Type等常用类型的介绍。

(3) 在第11章(第1版第10章)中除了讲解可空类型的用法外,还介绍了.NET Framework 4.0中新增的泛型范例——元组。

(4) 将第1版第12章“遍历器”并入到第12章(第1版第11章),在其中对复杂泛型技术进行系统的讲解。

(5) 在第13章“匿名方法”中,重点介绍了C# 3.0中基于Lambda表达式来实现匿名方法的技术。

(6) 新增了第17章“ASP.NET应用开发”,通过该章来培养学生Web应用程序开发的基本技能。

由于在第2版中引入了多个新知识点,案例程序的数量也相应增多,同时又要保持全书的篇幅没有太大的变化,因此我们对原书的部分内容进行了精简。

本书配套的实验指导书、教学课件、案例程序代码也都进行了相应的升级,有关内容也会在清华大学出版社网站上进行更新。

恳请读者对我们提出更多的批评、指正和建议。同时也欢迎读者在CSDN社区(<http://bbs.csdn.net>)的“.NET技术/C#”版块上与我们进行讨论和交流。

编者

2011年8月

于浙江工业大学

写作本书期间，幸值 David Gries 先生来华访问。交流中谈及大学计算机专业的第一门程序设计课程，Gries 非常强调抽象编程思维 and 良好编程风格的培养，并提倡“对象先行 (object first)”的教学方式，以及“深入语言编程 (programming into a language)”的实践方法。

这也引发了我的进一步思考。近年来软件开发方式发生了深刻的变革；软件已不再是个人精雕细琢的艺术品，而是一系列标准化软件过程活动的产品。在引导学生走入编程世界的过程中，应当选取一门简单易学、类型安全且完全面向对象的程序设计语言，同时又要避免课程沦为开发工具和语言的职业培训。而无论学生日后成长为计算机理论研究的学者，还是专业软件开发人员，科学的编程思想始终是他们脑中的“武功秘籍”，流行的语言工具则随时能够成为他们手中的利器。

C#语言脱胎于 C/C++，同时汲取了 Java、Delphi 等语言的精华，是 .NET 平台上的核心开发语言。C# 2.0 更是将泛型编程思想与面向对象技术进行了完美的融合，使其成为符合现代软件工程要求的主流程程序设计语言。为适应 .NET 技术发展的趋势，特别是满足大中专院校开设 C#程序设计课程的要求，我们组织编写了本教材。本书循序渐进、深入细致地讲解了 C#语言的编程技术，并重点介绍了 C# 2.0 的新增特性。全书内容共包括 4 个部分 17 章：

- C#语言基础：第 1 章介绍了 .NET 技术和 C#语言的概貌，第 2~5 章则依次讲解了 C#的类型系统、常量和变量、表达式，以及控制结构。
- 面向对象的程序设计：第 6 章和第 7 章详细介绍了 C#面向对象的基本要素，包括类的封装、继承和多态性；第 8 章则通过若干常用类型来加深对相关概念的理解。
- 泛型程序设计：第 9 章是泛型的基础概念，第 10 章的可空类型就是泛型结构的一个典型实例；第 11 章继续深入讲解了泛型接口、方法和委托，第 12 章和第 13 章则分别介绍了有关泛型的两个高级应用——遍历器和匿名方法。
- 商业应用开发：第 14~17 章介绍了 C#商业应用开发的必备知识，包括异常处理、文件操作、多线程处理，以及代码组织。

每一章在结束时都对主要知识点进行了回顾和总结，并通过一定数量的习题来帮助读者温习所学内容。对于面向对象技术的初学者来说，最困难的部分应是类的继承和多态性；对于有一定基础的开发者来说，C#语言中最不易掌握的可能当属委托 (delegate) 这个概念。而 C# 2.0 新增的两个主要特性——泛型和匿名方法，又恰恰增加了这两方面内容的深度。因此第 7 章、第 9 章和第 13 章是本书的难点所在。

全书提供了大量鲜明生动的案例程序，全部源代码及配套课件、测试题等相关资源均可在清华大学出版社网站([www.tup.com.cn](http://www.tup.com.cn))下载。本书另外配有上机实验指导书，可供教学



选用。

针对高校计算机科学与技术专业、计算机应用专业与非计算机专业程序设计课程的不同需求，下表分别给出了建议的课程学时安排（括号中表示上机学时，×表示选修或自学内容）：

章节	计算机科学与技术专业	计算机应用专业	非计算机专业
第1章	2 (1)	2 (1)	2 (1)
第2章	3 (1)	3 (1)	3 (1)
第3章	3 (1)	3 (1)	2 (1)
第4章	4 (2)	4 (2)	4 (2)
第5章	6 (3)	4 (3)	4 (2)
第6章	4 (2)	4 (2)	4 (2)
第7章	6 (3)	5 (2)	4 (2)
第8章	4 (2)	4 (2)	3 (2)
第9章	5 (2)	4 (2)	4 (2)
第10章	2 (1)	2 (1)	×
第11章	4 (2)	4 (2)	3 (1)
第12章	3 (2)	×	×
第13章	4 (2)	4 (2)	1 (1)
第14章	2 (1)	2 (1)	2 (1)
第15章	4 (2)	3 (2)	2 (1)
第16章	3 (2)	2 (1)	×
第17章	1 (1)	×	×
合计	60 (30)	50 (25)	38 (19)

书中第1~13章由郑宇军执笔，第14~17章由王侃执笔。本书在写作和作为实践教材使用的过程中，江西师范大学的薛锦云教授和解放军理工大学的凌海风教授给予了不同程度的指点和帮助，中国科学院软件研究所和装甲兵工程学院的部分师生参与了案例程序和题库的开发，在此我们一并表示衷心的感谢。

因时间、水平和范围的限制，书中的不当和疏漏之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见和建议。

编者  
2007年9月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 Microsoft .NET 技术.....	1
1.2 .NET Framework.....	2
1.2.1 公共语言运行时.....	3
1.2.2 .NET 类库.....	3
1.3 C#语言简介.....	4
1.4 第一个 C#应用程序.....	5
1.5 C#程序的基本结构.....	7
1.5.1 类型和方法.....	7
1.5.2 命名空间.....	7
1.5.3 程序注释.....	8
1.5.4 程序集.....	9
1.6 与用户进行交互.....	11
1.6.1 给程序传递参数.....	11
1.6.2 控制台交互.....	12
1.6.3 Windows 窗体应用程序.....	14
本章小结.....	16
习题 1.....	17
<b>第 2 章 C#数据类型</b> .....	18
2.1 值类型.....	18
2.1.1 整数类型.....	18
2.1.2 字符类型.....	20
2.1.3 实数类型.....	21
2.1.4 布尔类型.....	23
2.1.5 结构.....	23
2.1.6 枚举.....	25
2.2 引用类型.....	26
2.2.1 类.....	26
2.2.2 接口.....	29
2.2.3 委托.....	32



2.2.4 数组	34
2.3 类型转换	37
2.3.1 数值转换	38
2.3.2 枚举转换	40
2.3.3 引用转换	41
2.3.4 装箱和拆箱转换	43
本章小结	45
习题 2	45
<b>第 3 章 值和方法</b>	<b>47</b>
3.1 常量和变量	47
3.1.1 常量	47
3.1.2 变量	47
3.2 字段	50
3.2.1 实例字段	50
3.2.2 静态字段	52
3.2.3 常数和只读字段	55
3.3 方法	57
3.3.1 方法的定义和调用	57
3.3.2 参数类型	60
3.3.3 方法的标识与重载	65
3.3.4 可选参数和命名参数	66
3.3.5 实例方法和静态方法	69
3.4 成员访问限制	70
本章小结	73
习题 3	73
<b>第 4 章 操作符和表达式</b>	<b>76</b>
4.1 操作符	76
4.2 算术表达式	77
4.2.1 基本算术运算	78
4.2.2 字符串相加	80
4.2.3 委托加减	80
4.3 自增和自减表达式	82
4.4 位运算表达式	82
4.4.1 取补运算	83
4.4.2 与、或、异或运算	84
4.4.3 移位运算	85
4.5 赋值表达式	86

4.6	关系表达式	86
4.6.1	比较运算	87
4.6.2	类型判断	89
4.7	条件逻辑表达式	90
4.8	其他特殊表达式	91
4.8.1	一元加减表达式	91
4.8.2	条件表达式	92
4.8.3	类型转换表达式	93
4.8.4	创建表达式	93
4.8.5	溢出检查表达式	95
	本章小结	96
	习题 4	96
<b>第 5 章</b>	<b>流程控制</b>	<b>98</b>
5.1	选择结构	98
5.1.1	if 语句	98
5.1.2	switch 语句	101
5.2	循环结构	103
5.2.1	while 循环语句	103
5.2.2	do-while 循环语句	104
5.2.3	for 循环语句	106
5.2.4	foreach 循环语句	109
5.3	跳转结构	112
5.3.1	break 语句	112
5.3.2	continue 语句	113
5.3.3	return 语句	114
5.3.4	goto 语句	115
	本章小结	116
	习题 5	117
<b>第 6 章</b>	<b>深入理解类</b>	<b>119</b>
6.1	面向对象的方法学	119
6.2	构造函数和析构函数	120
6.2.1	构造函数	120
6.2.2	析构函数	123
6.2.3	静态构造函数	123
6.3	属性	124
6.4	索引函数	129
6.5	事件	132

6.5.1	事件发布与订阅	132
6.5.2	使用 EventHandler 类型	137
6.5.3	Windows 控件事件	137
6.6	操作符重载	139
6.7	this 关键字	143
	本章小结	145
	习题 6	146
<b>第 7 章</b>	<b>继承和多态性</b>	<b>148</b>
7.1	继承	148
7.1.1	基类和派生类	148
7.1.2	隐藏基类成员	151
7.1.3	base 关键字	152
7.1.4	对象生命周期	153
7.2	多态性	154
7.2.1	成员的虚拟和重载	155
7.2.2	抽象类和抽象方法	160
7.2.3	密封类和密封方法	163
7.3	接口与继承	167
7.3.1	接口和抽象类	167
7.3.2	接口方法的实现	167
7.3.3	基于接口的多继承	172
7.4	扩展方法	176
	本章小结	179
	习题 7	179
<b>第 8 章</b>	<b>常用类型</b>	<b>181</b>
8.1	Math 类	181
8.2	字符串类型	182
8.2.1	构造和比较	182
8.2.2	字符操作	184
8.2.3	子串操作	186
8.2.4	格式化与解析	188
8.2.5	使用 StringBuilder 类	191
8.3	DateTime 结构	193
8.4	集合类型	194
8.4.1	列表类 ArrayList	194
8.4.2	队列类 Queue	195
8.4.3	堆栈类 Stack	196

8.5 Type 类型 .....	197
本章小结 .....	200
习题 8 .....	200
<b>第 9 章 Windows 窗体和控件 .....</b>	<b>201</b>
9.1 基础类型 .....	201
9.1.1 坐标和尺寸 .....	201
9.1.2 颜色 .....	202
9.1.3 字体 .....	202
9.2 窗体和消息框 .....	202
9.2.1 窗体类 Form .....	202
9.2.2 消息框 MessageBox .....	205
9.3 常用控件 .....	206
9.3.1 控件基类 Control .....	206
9.3.2 容器控件 .....	207
9.3.3 文本标签和文本框 .....	207
9.3.4 按钮、单选按钮和复选框 .....	208
9.3.5 组合框和列表框 .....	210
9.4 窗体和控件应用示例 .....	211
9.4.1 用户登录窗体 .....	211
9.4.2 用户注册窗体 .....	212
本章小结 .....	214
习题 9 .....	214
<b>第 10 章 泛型基础 .....</b>	<b>215</b>
10.1 为何使用泛型 .....	215
10.2 泛型的定义 .....	217
10.2.1 泛型二叉树示例 .....	217
10.2.2 成员与类型参数 .....	220
10.2.3 泛型的静态成员 .....	222
10.3 多参数泛型 .....	223
10.3.1 使用多个类型参数 .....	223
10.3.2 类型参数与标识 .....	225
10.4 类型限制 .....	226
10.4.1 主要限制 .....	227
10.4.2 次要限制 .....	227
10.4.3 构造函数限制 .....	228
10.5 泛型与继承 .....	230
10.5.1 泛型继承规则 .....	230

10.5.2 泛型二叉树排序示例	233
本章小结	235
习题 10	235
<b>第 11 章 元组和可空类型</b>	<b>237</b>
11.1 元组	237
11.1.1 二元组	237
11.1.2 多元组	238
11.1.3 元组应用	239
11.2 可空类型	243
11.2.1 引入可空类型	243
11.2.2 泛型结构 Nullable	245
11.2.3 可空类型转换	247
11.2.4 空值结合与操作提升	249
11.2.5 可空布尔类型	250
本章小结	251
习题 11	251
<b>第 12 章 深入泛型技术</b>	<b>253</b>
12.1 泛型方法	253
12.1.1 泛型方法的定义和调用	253
12.1.2 泛型方法标识	255
12.1.3 泛型方法重载	257
12.1.4 泛型扩展方法	261
12.2 泛型接口	263
12.2.1 泛型接口的定义与实现	263
12.2.2 继承中的唯一性	267
12.3 泛型集合与循环遍历	270
12.3.1 泛型集合	270
12.3.2 可遍历类型	275
12.3.3 遍历器	279
12.3.4 自我遍历	284
本章小结	288
习题 12	288
<b>第 13 章 匿名方法和 Lambda 表达式</b>	<b>291</b>
13.1 命名方法和匿名方法	291
13.2 使用 Lambda 表达式	293
13.3 泛型委托与匿名方法	296

13.3.1 使用泛型委托对象	296
13.3.2 .NET 类库中的泛型委托	297
13.4 外部变量	299
13.5 深入了解 Delegate 类	302
13.6 匿名方法应用示例——计算器程序	306
本章小结	309
习题 13	309
<b>第 14 章 异常处理</b>	<b>312</b>
14.1 异常和异常处理	312
14.2 C#中的异常处理结构	314
14.2.1 try-catch 结构	314
14.2.2 try-catch-finally 结构	315
14.2.3 try-finally 结构	318
14.3 异常的传播与处理	318
14.3.1 异常传播	318
14.3.2 Exception 类	320
14.3.3 常见异常类型	322
14.4 主动引发异常	324
14.4.1 throw 语句	324
14.4.2 自定义异常	327
14.5 使用异常的原则和技巧	331
本章小结	332
习题 14	332
<b>第 15 章 文件 IO 操作</b>	<b>334</b>
15.1 文件系统概述	334
15.2 驱动器、目录和文件	335
15.2.1 与 IO 操作相关的枚举	335
15.2.2 驱动器	335
15.2.3 目录	338
15.2.4 文件	341
15.3 文件流和数据流	343
15.3.1 抽象类 Stream	343
15.3.2 文件流 FileStream	345
15.3.3 流的文本读写器	346
15.3.4 流的二进制读写器	349
15.3.5 常用的其他流对象	350
15.4 文件对话框	352



15.5 对象数据存取	354
本章小结	358
习题 15	359
<b>第 16 章 进程和线程</b>	<b>360</b>
16.1 进程	360
16.2 线程	365
16.2.1 使用多线程	365
16.2.2 线程对象及其状态	369
16.2.3 线程同步	371
16.2.4 异步回调	377
本章小结	380
习题 16	380
<b>第 17 章 ASP.NET 应用开发</b>	<b>383</b>
17.1 在 Visual Studio 中创建 ASP.NET 应用程序	383
17.2 Web 程序基本对象	385
17.2.1 HTTP 请求和响应对象	385
17.2.2 HTTP 服务器对象	391
17.2.3 HTTP 应用程序及状态	392
17.2.4 会话、视图、缓存和 Cookies	393
17.3 Web 服务器控件	396
17.3.1 WebControl 和 Control 类	397
17.3.2 文本、文本框和按钮	397
17.3.3 单选按钮和复选框	398
17.3.4 下拉框、列表框和列表项	399
17.3.5 表格控件	400
17.3.6 文件上传控件	402
17.4 Web 应用程序示例——列车时刻表查询	404
习题 17	409
<b>第 18 章 代码组织与管理</b>	<b>410</b>
18.1 分部类型	410
18.2 代码中的预处理器指令	412
18.2.1 条件编译	412
18.2.2 编译警告和错误	416
18.2.3 其他预处理器指令	416
18.3 XML 代码注释	417
本章小结	420
习题 18	421
<b>参考文献</b>	<b>422</b>