21世纪 高等院校计算机系列教材

C#语言程序设计教程

施燕妹 陈 培 陈发吉 等编著

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21世纪高等院校计算机系列教材

C#语言程序设计教程

施燕妹　陈培　陈发吉　等编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

C#是基于微软下一代平台.NET 的面向对象程序设计语言。它在保持了 C++强大功能的同时，添加了大量的高效的代码，是完全面向对象的开发语言，能够提供更高的可靠性和安全性。不仅能用于开发应用程序，而且也能几乎不加修改地用于开发 Web 服务程序。

全书共 17 章，从内容上分为两部分，第一部分是 C#基础，包括第 1 章～第 11 章，讲述 C#基础语法、数据类型、表达式、面向对象编程以及界面设计元素等基础知识。第二部分是 C#应用篇，包括第 12 章～第 17 章，讲述数据库文件操作、网络应用、多媒体、Web 应用以及程序组织等多个开发话题。

本书基本覆盖 C#程序设计的主要方面，思路清晰，提供很多切合技术主题的练习。不仅可以作为大专院校的 C#教材，也可供 C#程序员开发时参考所用。

图书在版编目（CIP）数据

C#语言程序设计教程 / 施燕妹等编著. —北京：中国水利水电出版社，2004.7

（21 世纪高等院校计算机系列教材）

ISBN 7-5084-2216-3

Ⅰ.C… Ⅱ.施… Ⅲ.C 语言—程序设计—高等学校—教材 Ⅳ.TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 064298 号

书　　名	C#语言程序设计教程
作　　者	施燕妹　陈培　陈发吉　等编著
出版　发行	中国水利水电出版社（北京市三里河路 6 号　100044） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：mchannel@263.net（万水） sales@waterpub.com.cn 电话：（010）63202266（总机）　68331835（营销中心）　82562819（万水）
经　　售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排　　版	北京万水电子信息有限公司
印　　刷	北京北医印刷厂
规　　格	787mm×1092mm　16 开本　21.25 印张　471 千字
版　　次	2004 年 7 月第 1 版　2004 年 7 月第 1 次印刷
印　　数	0001—5000 册
定　　价	30.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前　言

C#是.NET 平台上的一种程序开发语言，是简单的、现代的、功能强大的、安全而灵活的程序设计语言，能够让开发人员在.NET 平台上快速建立大量的应用程序。C#语言解决了存在于许多程序语言中的问题，如：安全问题、垃圾收集问题、与其他语言协调的能力、跨平台的兼容性等。相对于 C++，C#更容意被人们理解和接受。C#与 Web 的紧密结合，使得程序员可以像开发一般应用程序那样开发 Web 程序，而且与以前的 Web 开发语言相比，C#能很方便地实现很强大的功能，这对互联网的发展无疑也是一个很大的推动。

全书分为 17 章，基本覆盖 C#的主要领域，从简单基础语法到高级应用开发技术。第 1 章“C#概述”讲述了.NET 的主要技术特征、C#在.NET 中地位，以及与其他语言的比较。第 2 章“C#开发环境”，主要介绍 Microsoft Visual Studio .NET 开发环境，读者熟悉开发环境后就可以进行编程、实验所学知识。第 3 章“数据类型”，介绍 C#各种数据类型，以及数据类型转换原则。第 4 章“表达式”，介绍 C#变量和常量、操作符，以及基本流程控制语句，即条件语句、循环语句和跳转语句等。第 5 章“调试和错误处理”，介绍开发环境的基本调试手段、编译预处理指令，以及如何处理溢出和异常。第 6 章“类”，首先介绍面向对象的基本概念，然后详细讲解如何在 C#中声明类和成员，以及构造函数和析构函数。第 7 章“方法”，介绍如何声明方法，以及重载的概念和应用。第 8 章“域和属性”，讲解域和属性的特性，以及在程序设计中的用法。第 9 章“事件和索引器”，介绍 C#中首次引入的事件和索引。第 10 章“继承和接口”，讨论面向对象概念在 C#中的应用。第 11 章“界面设计”，介绍进行界面设计的主要组件。第 12 章“数据库”，介绍如何使用 ADO.NET 创建数据库应用，并对 XML 数据的调用作了介绍。第 13 章“文件操作”，讨论 C#提供的主要文件 I/O 操作方式。第 14 章“网络应用”，主要讨论如何使用 Socket 类和 DNS 类进行应用程序开发。第 15 章“多媒体”，介绍使用 GDI+来绘制图形，以及进行声音和视频处理。接着，本书的第 16 章“组织应用程序”介绍了如何组织应用程序的开发，这是对前面这些知识的一个综合应用，我们可以在全面规划的前提下，对程序的功能实现模块化，然后将这些模块组织起来。作为补充，第 17 章“Web 应用”，对如何使用 C#语言进行 Web 开发做了介绍，并通过例子展示了如何利用 C#语言进行 Web 开发，读者也可以将 Web 开发与应用程序的开发进行比较。可以看出 C#在这两个方面的应用都是十分方便的。

本书有 3 个特点：（1）本书比较全面和详细地介绍了 C#程序设计的主要方面；（2）提供大量实例，不仅包括简单的代码演示，也提供较大应用程序的逐步实现步骤，非常适合于初学者阅读和实现；（3）内容分析清晰透彻，每个例子都有专门的代码分析部分，能让读者非常容易理解所介绍的技术和演示的范例，掌握技术要点和技巧。

不管你是 C#的初学者，还是 C#高手，本书对你都是很有帮助的。如果是 C#初学者，可以通过本书的学习全面掌握 C#知识，以及更多应用技巧；如果是 C#高手，本书提供很

多很不错的C#应用技巧，一些优秀的编程思维以及很多经典的实例供参考。本书可供软件开发人员使用，也可作为大专院校C#语言的教材或者参考资料。

本书由施燕妹、陈培和陈发吉等组织编写，其他参加本书部分编写、录排、校对工作的人员还有：龚志翔、季宁、罗贤锋、刘卫宏、田丽韫、田军、张丽、田野、张文敏、韩存兵、葛丽、罗贤锋、龚建、马丽、刘湛清、张巧莉等。刘晨宏同志对全稿进行了严格细致的复审。

本书在构思和编写过程中得到上海交大计算机系博士李志的大力帮助，提供很多建议和意见。西北工业大学的李学津老师、北京航空航天大学的赵文学老师、装备指挥技术学院的刘文民老师等无偿地把自己的C#教学和开发经验告诉我们，提供很多素材，并对部分章节的编写提出了很好的意见。中科院软件所赵军锁老师审核本书的目录结构和内容组织编排方式。我们对他们的无私帮助表示由衷的感谢。本书的编写过程中，易向东同志花费很多心血，帮助整理资料和组织内容。

由于时间仓促，且经验和水平有限，文中难免有不妥之处，我们殷切地期望读者朋友能给我们提出中肯的意见，以便于提高水平，把更好的图书呈现给大家！

作者

2004年1月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

作者简介

（1）施燕妹，装备指挥技术学院，硕士，副教授，研究领域是计算机安全。承担计算机专业教学工作多年，主要讲授计算机语言，诸如 C、JAVA 和 C#等。

（2）陈培，解放军 306 医院信息科，硕士，参与多项项目的研发。

（3）陈发吉，重庆通信学院通信理论教研室从事教学科研工作，副教授。主攻方向是视频检索、视频编码与通信。承担通讯专业本科和研究生课程。

目　　录

第 1 章　C#概述

计算机技术发展是十分快速的，当我们还沉浸在 Windows 98、Windows 2000 等经典操作系统中时，微软已经宣布.NET 时代的到来。.NET 是微软公司所推出的下一代平台系统，其中包括操作系统、开发语言、开发平台等内容。C#语言是微软公司为了.NET 平台的设计开发而推出的编程语言，是.NET 所支持的一种开发语言，它具有功能强大、使用方便等优点，是.NET 开发语言中应用广泛的语言之一。

本章目标

- 了解.NET 框架的相关知识
- 了解 C#语言的相关知识

1.1　.NET 概述

要说 C#，还得从.NET 说起。C#是.NET 平台下一种程序开发语言，.NET 平台是这门语言生存的根本条件。

1.1.1　.NET 平台

微软的新一代平台的名称叫做“Microsoft's Next Generation Windows Services”，即 NGWS，翻译为中文应该是“新一代 Windows 服务”。微软已经给这个平台注册了一个正式商标——Microsoft .NET。Microsoft .NET 将开创程序开发的新局面，特别对网络程序的开发有很大的推动作用，该平台提供一种更有效更强大的 Web 服务；而在应用程序方面，.NET 平台下的开发也变得更简洁，通过其丰富的、功能强大的类库可以很快地开发所需求的程序。

Microsoft.NET 平台包括：

（1）创建和操作新一代服务的.NET 基础结构和工具。

（2）启用大量客户机的.NET User Experience。

（3）建立新一代高度分布式的.NET 组件服务。

（4）启用新一代互联网设备的.NET 设备软件。

Microsoft.NET 的产品和服务包括：

（1）Windows.NET。

（2）建立积木式服务的核心集成套件。

（3）MSNTM.NET。

（4）个人订购服务。

（5）Office.NET。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

（6）Visual Studio.NET。

（7）用于.NET 的 bCentralTM。

在.NET 环境中有突破性改进的方面有：

（1）使用统一的 Internet 标准（如 XML）将不同的系统互连。

（2）Internet 上首个大规模的高度分布式的应用服务架构。

（3）使用一个名为“联盟”的管理程序，这能全面管理平台中运行的服务程序，并提供强大的安全保护后台。

.NET 平台包含的组件有：

（1）用户数据库访问技术。其中包括一个新的基于 XML 的、以浏览器为组件的混合信息构架，叫做“通用画板”。

（2）基于 Windows DNA 2000 的构建和开发工具。

（3）一系列模块化的服务，其中包括认证、信息传递、存储、搜索和软件传递功能。

（4）一系列驱动客户设备的软件。

作为微软的一个重要产品，Microsoft.NET 不管是在平台开发方面还是在服务的提供方面的投入都是十分巨大的。而微软的这一计划也将为公众提供更加丰富、更加有用的网络资源，并推动了 Internet 的飞速发展。

Microsoft.NET 的策略是将互联网本身作为构建新一代系统的基础，对互联网和操作系统的设计思想进行合理延伸。这样，开发人员将能创建摆脱硬件设备束缚的应用程序，用户轻松进行互联网连接，并轻松完成在以前看来十分费时费力的事务。这样，开发人员便可以把精力集中在充分挖掘软件独特的商业价值，而不是构建基本结构上。因此，软件投放市场的时间大大缩短、开发人员的编程效率明显提高，最终把质量上乘的软件呈现给用户。

1.1.2 .NET 的优越性

人类社会总是在不断的进步的。以网络为例，从最开始的信息载体发展到了今天的电子商务。而且在 21 世纪，很多活动对网络的依赖将逐渐加强，很多商务活动将通过网络来完成。

1. .NET 的战略考虑

微软公司也是在这样的思考下提出了.NET 战略，在.NET 的设计中主要的战略考虑有以下几点。

（1）改进商务模型，虽然微软公司在当今来说是一流的公司，但微软公司感觉到只靠销售软件包的商务模型发展空间有些狭窄，于是打算转向通过网络提供某些服务的服务型公司。这样，首先要做的就是开发一个能提供良好服务的平台，而这就是 Microsoft.NET。简称.NET。

（2）提高软件的开发效率，以往的开发往往因为程序语言的不同、版本的不同而导致很多兼容性的问题，在现在的.NET 里，只要使用.NET 所支持语言开发出来的组件或程序，在其他模块里也可以很方便地调用。也正因为.NET 对组件的重复利用的良好支持，使

得程序开发变得更加容易、简洁。

（3）改进用户界面，并支持多种用户终端。通过对自然语言与语音识别的支持，使各种终端间的沟通更加方便，从而真正达到“3A”模式，即：任何地点（Anywhere）、任何时间（Anytime）、任何有效终端（Anydevice）。

2. .NET 的重大意义

另一方面，.NET 对使用者来说同样也是一种提高。

对.NET 的最终用户来说，计算机以及其他一些终端的功能会得到大幅的提升，而操作却变得更加简单。用户可以通过任何桌面系统、变携式电脑、移动电话、PDA 等对拥有访问权限的资源进行访问。这种访问是跨越程序、跨越平台的。

对开发人员来说，.NET 提供的跨越语言的编程方式改变了传统的应用程序开发模式。在.NET 平台的开发中，分工更加自由，代码、组件可以很方便地得到重复利用，从而大幅提高了软件的生产效率，使开发人员能以更短的时间完成功能强大的开发任务。

作为补充，微软正在开发一个 Linux 下的.NET 支持平台，目前的版本为 mono (.NET for Linux) 0.25。如果同时有 Windows 和 Linux 环境并且都安装 mono，就会惊喜地发现，用 Windows 或者 Linux 平台上的 mono C# 编译器编译出的 exe 文件不需重新编译就可以在两个操作系统的 mono 执行环境中直接执行。这意味着什么呢？不正是著名的“Compile Once, Run Everywhere”吗？虽然 mono 现在只支持 Windows 和 Linux 的 x86 版本，但相信移植到其他平台困难不大，这也正说明了.NET 的发展趋势。当然就目前来说，未来.NET 的发展，我们只能是拭目以待。

3. .NET 的新特性

.NET 是一种全新的技术，因此，.NET 中包括了很多新特性。

（1）一致的编程模式。在.NET 环境中，所有的应用程序都采用通用的面向对象的编程模式，不再像 Windows 环境中那样，既有 DLL 函数也有 COM 对象。

（2）简化的编程模式。这也许是令开发者最欢欣鼓舞的消息，在.NET 环境下，由于公共语言运行时（CLR）的作用，在进行编程时不再需要掌握 GUIDs，Iunkown 和 AddRef 等令人头疼的 COM 知识了。

（3）运行于多个平台。对于任何操作平台，只要支持.NET 运行时均可以运行.NET 应用程序。现在所有的 Windows 平台均可以实现这一点。在将来甚至在非 Windows 操作系统上也可以实现这一点。

（4）支持多语言的综合。按照 COM 的原理，代码重用是建立在二进制代码的级别上的。在.NET 环境下，代码重用可以建立在源码的级别上，也就是说，别人用 C# 语言写的某个类可以直接在 C++这样的语言中使用。.NET 之所以有这样的巨大威力，其原因在于它为所支持的.NET 编程语言提供了一整套通用的类型系统。

（5）自动资源管理。对于所有开发人员而言，最头疼的就是内存处理问题。在.NET 环境下，这个问题得到彻底解决，自动资源管理功能已经纳入 CLR 之中。同时，由于增加了资源回收功能，在一定程度上安全性也得到了保障，诸如内存溢出三类攻击等将得到有效控制。

（6）一致的出错处理方式。相信所有的 Windows SDK 程序员都对 Windows 环境下混乱的错误处理方式感到厌烦，诸如 Win32 错误代码、异常情况处理和 HRESULT 等。在.NET 环境下所有的程序都采用统一的错误处理方式。

（7）安全性。如前所述，.NET 的出现是为了迎合下一代因特网环境下的企业级计算，一般的访问控制已经不能满足要求，所以在安全性方面.NET 相对于 Windows 等其他系统而言，有了更深入的改进。如从装载一个类开始，就进行确认检查；在访问代码和相应资源时，实施代码访问安全措施。.NET 还提供了一整套机制来判断角色和确认身份信息，并且能做到跨进程和跨机器，从而确保所需的代码在远端不会受到破坏。.NET 的安全性也深深地嵌入到 CLR 结构中，以确保应用程序本身的安全。这些安全机制是对现有操作系统安全机制的一种本质上的扩展，从而使.NET 安全性得到进一步加强。

（8）XML 和 SOAP 的引入。回忆一下过去的分布式应用程序的设计，通常设计两层应用程序，在此基础上出现了诸如 CORBA，IIOP，RMI 和 DCOM 这样的协议。人们已经熟悉了这样的分布式系统，但是这种系统的弊端就是灵活性差，因为这种设计方式使得应用程序固定在服务器端。而因特网是松散连接和分布非常广的世界，原有的 Client/Server 结构已经过时，这样就需要全新的编程模式，而 XML 和 SOAP 能使这种模式很好地工作。在.NET 中，XML 和 SOAP 已经深深地融入其中，并成为非常重要的组成部分。

总之，.NET 带来的不仅是程序开发的一场革命，同时也是网络应用与网络服务的一场革命。

1.1.3 .NET 框架概述

框架是.NET 的核心部分，这个部分提供对所有.NET 下 Windows 应用程序的支持，同时也是 NGWS（Microsoft's Next Generation Windows Services）的关键部分。当安装了这一部分，就获得了.NET 支持。

微软对框架的评语是："易用、可扩展、可靠并可管理的系统"。框架提供了全面的技术指南，以帮助用户获得 Microsoft 产品的关键技术。该指南适合于开发人员在当今复杂的 IT 环境中更有效地管理系统。该框架可以使任何规模公司的员工体会.NET 框架带来的切实利益。

图 1-1 很简洁地说明了框架是如何支持 ASP.NET 和 Windows 应用程序的。

1.1.4 什么是命名空间

对象一直是 Windows 开发环境中程序开发的中心，不论使用什么语言，不同的开发环境都有不同的对象，这些对象均是各个语法所提供的"资源"，而.NET 的资源就是命名空间。程序开发人员可以利用这些资源来编写所需要的程序。这就像我们建房子一样，建材基本都是一样的，但每个人建出来的房子都有自己的特色。

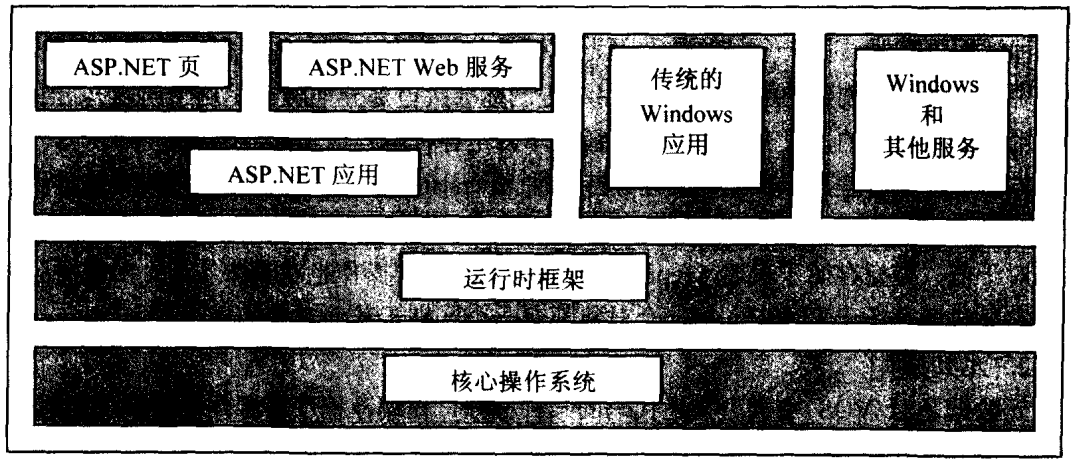

图 1-1　.NET 模型

.NET 资源中丰富的对象都有对应的名称定义，例如要调用 SQL 数据库就必须使用“System.Data.SqlClient”，要使用文本文件必须使用“System.IO”，要使用 XML 必须使用“System.Xml”，这就是命名空间，中文叫做“命名空间”。在命名空间里面还有 Class，中文叫“类”，每个类都可看作一个对象，每个对象都有自己的属性、方法、时间等。因此每个命名空间都可以看作是同类型对象的一个集合。而当在程序中需要用到某个对象的时候，就要引入对应的命名空间。.NET 类库、命名空间、类之间的关系如图 1-2 所示。

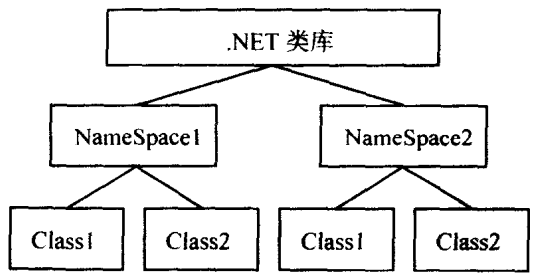

图 1-2　.NET 的类结构模型

1.1.5　.NET 体系结构

.NET 结构包括 4 个主要部分：VOS 类型系统、元数据、公共语言规范、虚拟执行系统。下面对它们进行简要介绍。

1. VOS 类型系统

.NET 跨语言集成的特性来自于虚拟对象系统（VOS）。VOS 类型系统提供丰富的类型系统，打算支持多种编程语言的完全实施。所以，VOS 必须支持面向对象的语言和过程编程语言。

现在，存在着很多种近似但有点不兼容的类型。就拿整型当来说，在 Visual Basic 中，它是 16 位长，而在 C++中，它是 32 位。还有更多的例子，特别是日期、时间以及数据库

方面的数据类型。这种不兼容使应用程序的创建和维护不必要地复杂化，尤其当程序使用了多种编程语言时。另一个问题是，因为编程语言之间存在着一些差别，不能在一种语言中重用另一种语言创建的类型（COM 用二进制标准接口部分地解决了这个问题）。当今代码重用肯定是有限的。发布应用程序的最大障碍是各种编程语言的对象模型不统一。几乎每一方面都存在着差异：事件、属性、持久性（persistence）等等。VOS 将改变这种现象。VOS 定义了描述值的类型，并规定类型的所有值所必须支持的合约。

对于值，类型存储于表述（representation）中，同样操作也在其中实现。对象更强大，因为它显式地存在于表述中。每一个对象都有一个区别于其他对象的标识号。

2. 元数据

元数据是对 VOS 中类型描述代码的一种称呼，在编译程序将源代码转换成中间代码时自动生成，并与编译后的源代码共同包含在二进制代码文件中。

元数据携带了源代码中类型信息的描述。从元数据和可执行代码并存这一现象所获得的主要优势为：有关类型的信息与类型自身固定在一起，不会遍布很多地方；有助于解决存在于 COM 中的版本问题；进一步的，可以在相同的上下文中使用不同的版本库，因为库不仅被注册表引用，也被包含在可执行代码中的元数据引用。

元数据以非特定语言的方式描述在代码中定义的每一类型和成员。元数据存储 3 个方面的信息：程序集的说明、类型的说明、属性。

（1）程序集的说明：

①标识（名称、版本、区域、公钥）；

②导出的类型；

③该程序集所依赖的其他程序集；

④运行所需的安全权限。

（2）类型的说明：

①名称、可见性、基类和实现的接口；

②成员（方法、字段、属性、事件、嵌套的类型）。

（3）属性：修饰类型和成员的其他说明性元素。

对于更简单的编程模型来说，元数据是关键，该模型不再需要接口定义语言（IDL）文件、头文件或任何外部组件引用方法。元数据允许 .NET 语言自动以非特定语言的方式对其自身进行描述，而这是开发人员和用户都无法看见的。另外，通过使用属性，可以对元数据进行扩展。元数据具有以下主要优点：

①描述文件。公共语言运行时模块和程序集是自描述的。模块的元数据包含与另一个模块进行交互所需的全部信息。元数据自动提供 COM 中 IDL 的功能，允许将一个文件同时用于定义和实现。运行库模块和程序集甚至不需要向操作系统注册。结果，运行库使用的说明始终反映编译文件中的实际代码，从而提高应用程序的可靠性。

②语言互用性和更简单的基于组件的设计。须元数据提供所有必须的有关已编译代码的信息，以供你从用不同语言编写的文件中继承类。可以创建用任何托管语言（任何面向公共语言运行时的语言）编写的任何类的实例，而不用担心显式处理或使用自定义的互用

代码。

③属性。.NET 框架允许在编译文件中声明特定种类的元数据（称为属性）。在整个.NET 框架中到处都可以发现属性的存在，属性用于更精确地控制程序该如何工作。另外，可以通过用户自定义的属性向 .NET 框架文件发出自己的自定义元数据。

3. 公共语言规范

要使不同的语言编译器的对象间能够相互通信的惟一方法是在所有互操作过程中对涉及数据类型、语言特征等内容的时候使用公共的语言规范。在公共语言运行时中的这一规范被称为公共语言规范（CLS）。也就是说：当在组件的应用程序接口中使用 CLS 的特征语言的时候，那么该组件能被所有支持 CLS 的语言编译组件所访问。因此，所有支持 CLS 并仅使用 CLS 中语言特征的组件被称为符合 CLS 的组件。

公共语言规范（CLS）并不是虚拟对象系统（VOS）真正的一部分，它是特殊的。CLS 定义了 VOS 中的一个类型子集，也定义了必须符合 CLS 的常规用法。如果类库遵守 CLS 规则，其他编程语言同样也遵守 CLS 规则，那么其他编程语言的客户也可以使用类库。CLS 体现的是关于语言的互操作性（interoperability），它可以让你实现以下工作：用 C# 写一个组件，在 Visual Basic 中派生它，然后再让 C#程序从 Visual Basic 类派生它。只要所有的外部可访问项遵守 CLS 规则，这样就是可行的。

CLS 在设计上足够大，可以包括开发人员经常需要的语言构造；同时也足够小，大多数语言都可以支持它。此外，任何不可能快速验证代码类型安全性的语言构造都被排除在 CLS 之外，以便所有符合 CLS 的语言都可以生成可验证的代码。

我们提供了表 1-1，用以给类型和外部可访问项定义协定规则。这个清单不完整，仅包含一些很重要的项。

表 1-1　公共语言规范中的类型

类型	类型
bool	char
byte	short
int	long
float	double
string	object（所有对象之母）

4. 虚拟执行系统（VES）

虚拟执行系统（VES）实现了虚拟对象系统（VOS），用来驱动运行环境。这个执行引擎执行用 C#编写和编译的应用程序。具体来说 VES 主要完成以下功能。

（1）中间语言（IL）。被设计为很容易被各种各样的编译器所兼容。在该框架之外，C++、Visual Basic 和 C#编译器都能够生成 IL。

（2）装入托管代码。这包括解决内存中的名字、表层类（laying out classes），并且创建 JIT 编译所必需的存根。通过执行经常性校验，包括加强一些访问规则，类装载器同样

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com