

普通高等教育“十三五”应用型人才培养示范教材  
校企合作协同育人示范教材



+

# Java 程序设计案例教程

Java CHENGXU SHEJI ANLI JIAOCHENG

主 编 邓海生 李月军 左银波  
副主编 李运良 刘宗伟 颜 群 黎芳芳  
主 审 张 亮 单宝军



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

普通高等教育“十三五

培养示范教材

校企合作协同育人示范教材

# Java 程序设计案例教程

主 编 邓海生 李月军 左银波  
副主编 李运良 刘宗伟 颜 群 黎芳芳  
主 审 张 亮 单宝军



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

## 内 容 简 介

本书是一本实用的 Java 程序设计教程,以面向高校进行 Java 语言程序设计教学实践活动和培训机构进行 Java 程序员开发培训为目标。本书强调基本概念、技术和方法的阐述,注重理论联系实际的操作,强化读者有关创新素质的培养。本书内容主要包括 Java 程序设计概述、Java 基本的程序设计结构、类和对象、抽象类和接口、字符串类、集合框架、图形用户界面设计、I/O 流与文件、多线程、网络编程和 Java 访问关系型数据库。每章都列举经典实例,并精心设计创新素质拓展内容,课后配有思考题和练习题,旨在帮助读者夯实基础知识、强化实践能力、拓展创新知识和提高创新意识,以期提升读者发现、分析和解决问题的能力。

本书可以作为高等院校计算机类相关专业及职业培训教材,也可以作为其他专业选学或自学教材,本书配有试题库、电子课件、习题解答、源程序代码、理论学习手册和实验指导手册等相关辅助教学资料,凡使用本书作为教材的教师,可登录网站下载或联系主编索要,主编邮箱:denghaisheng@xijing.edu.cn。

### 图书在版编目(CIP)数据

Java 程序设计案例教程 / 邓海生, 李月军, 左银波主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2018.9  
ISBN 978-7-5635-5618-2

I. ①J… II. ①邓… ②李… ③左… III. ①JAVA 语言—程序设计—教材 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 244423 号

---

书 名: Java 程序设计案例教程  
主 编: 邓海生 李月军 左银波  
责任编辑: 廖 娟  
出版发行: 北京邮电大学出版社  
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 (邮编: 100876)  
发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578  
E-mail: publish@bupt.edu.cn  
经 销: 各地新华书店  
印 刷: 北京玺诚印务有限公司  
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16  
印 张: 19.5  
字 数: 472 千字  
版 次: 2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5635-5618-2

定 价: 49.00 元

· 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

# 序

该书是基于校企合作、培养创新应用型人才的系列教材之一,也是 Java 工程师和编程初学者的必备书。1995 年年底,Java 语言在 Internet 舞台上一亮相便名声大噪。回顾过去二十年的成果,编程语言排行榜上 Java 的占比长期位居第一。Java 虚拟机优化线程的魔力、跨平台兼容性、Java 虚拟机、面向对象的思想以及易学上手等优点一直使 Java 在行业充当霸主。

Java 的创始人之一 James Gosling 说:“Java 不仅仅是 applets,它能做任何事情”,事实也同样证明了,全球有 25 亿 Java 器件运行着 Java 程序,450 多万 Java 开发者活跃在地球的每个角落,数以千万计的 Web 用户每次上网都亲历 Java 的威力。近几年,我国新兴互联网行业发展迅速,各大传统行业也纷纷向互联网转型,软件人才极其不足,其中 Java 人才最为缺乏,社会对 Java 软件工程师的需求达到全部需求量的 60%~70%。

本书提倡实践能力培养与创新素质提升并重,突出实际应用。全书内容结构合理,知识点全面,讲解详细,内容由浅入深,循序渐进,重点难点突出。本书以初学者的角度详细讲解了 Java 开发中重点用到的多种技术,包括 Java 开发环境的搭建及其运行机制、基本语法、面向对象的思想,采用典型翔实的例子、通俗易懂的语言阐述面向对象中的抽象概念。在多线程、常用 API、集合、IO、GUI、网络编程章节中,通过剖析案例、分析代码结构含义、解决常见问题等方式,帮助初学者培养良好的编程习惯,通过扫描二维码来进一步扩充所学知识。相信本书对于 Java 的学习者来说,是个相当不错的选择。

本书由蓝桥学院与西京学院合作编写,蓝桥学院主要参与人员有李运良、刘宗伟、颜群、黎芳芳、单宝军;西京学院主要参与人员有邓海生、李月军、左银波。蓝桥学院由工信部的人才培养支撑机构——工信部人才交流中心主办,拥有多年的 IT 人才教育培养经验,由中国工程院院士倪光南担任名誉院长,教学团队拥有几十名资深教师。另外,蓝桥学院主办全国规模最大的 IT 类科技竞赛“蓝桥杯大赛”,大赛组委会的老师根据历年 Java 竞赛参赛选手的知识掌握程度及分析能力向本书编委提供了很多有意义的建议,我们在此表示衷心的感谢。



张亮  
蓝桥学院院长  
蓝桥杯大赛组委会副主任

# 前 言

Java 语言是当前最为流行的程序设计语言之一,其诸多优秀特征使其成为被业界广泛认可和采用的语言开发工具。同时,越来越多的高校也将其作为程序设计教学时主要的编程语言。Java 作为一种跨平台的程序,语言版本涵盖的范围较广——从定位于嵌入式系统应用的 J2ME 到定位于客户端应用的 J2SE,以及定位于企业服务器端程序应用的 J2EE。本书的目的就是通过校企联合、共同编写,以理论知识为基础、经典案例为载体,帮助 Java 初学者快速进入 Java 程序的精彩世界。同时,本书以创新素质拓展相关内容为引导,注重对读者创新素质的培养,帮助读者拓展创新知识、提升创新意识和培养创新思维,适应瞬息万变的时代。

本书编写的初衷是设计一本真正能够适应高校进行 Java 程序设计教学实践活动和培训机构进行 Java 程序员开发培训的基础教程,按照由浅入深、通俗易懂的原则介绍 Java 编程语言,让读者迅速了解、理解和掌握 Java 技术的基本思想与应用开发技术,掌握基础知识和操作技能,编制面向对象和网络化的程序,并且能够根据实际需求编制出一些实用程序。

本书的内容主要包括 Java 程序设计概述、Java 基本的程序设计结构、类和对象、抽象类和接口、字符串类、集合框架、图形用户界面设计、I/O 流与文件、多线程、网络编程和 Java 访问关系型数据库。本书强调基本概念技术和方法的阐述,注重理论联系实际的操作,强化对读者创新素质的培养,每章列举实例和分析、精心设计创新素质拓展内容,章后依据由浅入深的原则附有思考题与练习题,引导读者思考和进行程序设计,以提高读者解决实际问题的能力。教师可根据情况安排课后习题作业及习题分析。另外,本书还配有试题库、电子课件、习题解答、源程序代码、理论学习手册和实验指导手册等相关辅助教学资料可供下载。

本书由西京学院与蓝桥软件学院合作编写,主审为蓝桥软件学院张亮、单宝军,主编为西京学院邓海生、李月军、左银波,副主编为蓝桥软件学院李运良、刘宗伟、颜群和黎芳芳。本书在编写过程中还得到许多老师和同学的支持与帮助,他们参与了资料的收集、实验及程序的调试工作,在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,希望读者批评指正,意见和建议可发至邮箱 360810836@qq.com,编者将不胜感激。

编 者

2018 年 7 月

# 学习目标清单

## 第1章 Java程序设计概述

- 了解Java语言的特点
  - 计算机语言发展历程
  - Java程序的工作原理
  - Java语言的关键特点
- 熟悉Java开发环境
  - 下载、安装JDK
  - 设置环境变量
  - 测试环境变量
- 掌握第一个Java程序
  - Java程序概述
  - 编辑、编译和运行第一个Java程序
  - Java集成开发环境Eclipse

## 第2章 Java基本的程序设计结构

- 掌握标识符命名规范
  - 标识符
  - 关键字
- 掌握Java基本数据类型
  - 布尔型
  - 字符型
  - 整型
  - 浮点型
  - 基本数据类型的转换
- 掌握程序流程控制
  - 顺序结构
  - 分支结构
  - 循环结构
  - break和continue
- 掌握数组定义方法及操作
  - \*数组的概念(与数据结构结合)
  - 一维数组
  - 数组常用操作
  - 二维数组

## 第3章 类和对象

- 理解面向对象基本概念
  - 对象、类和实体
  - 对象三大属性
  - 面向对象的特点
- 掌握类的定义及使用
  - 类的定义
  - 对象的生成
  - 类的使用
- 理解方法重载、构造函数等基本概念
  - 方法重载
  - 构造函数
- 理解Java类中的限定词
  - 对类的访问控制
  - 对类成员的访问控制
  - 访问控制修饰符总结
- 掌握类的继承与多态的概念
  - 继承
  - 多态

## 第4章 抽象类和接口

- 了解抽象类概念并会使用
  - 抽象类的概念
  - 抽象类的应用
- 了解接口概念并会使用
  - 接口的概念
  - 接口的应用

## 第5章 字符串类

- 掌握String类的定义及其常用方法
- 掌握StringBuffer类及其常用方法

## 第6章 集合框架

- 理解集合框架的应用方法
- 掌握Collection接口、List接口及Set接口常用方法
- 掌握Iterator接口常用方法
- 掌握ArrayList类和LinkedList类及其应用方法
- 掌握HashSet和TreeSet类及其应用方法
- 掌握HashMap和TreeMap类及其使用方法
- 掌握Comparable接口常用方法

## 第7章 图形用户界面设计

- 理解“图形用户界面”的含义
- 掌握常用容器
  - Frame
  - Panel
  - ScrollPane
- 掌握布局管理器
  - FlowLayout
  - BorderLayout
  - GridLayout
  - CardLayout
- 掌握AWT事件处理机制

## 第8章 I/O流与文件

- 了解Java输入/输出的基本概念
- 掌握File类的应用方法
- 掌握字节流、字符流类的应用方法
- 了解对象序列化
- 能应用I/O类实现文件读写操作
- 掌握RandomAccessFile类的应用方法

## 第9章 多线程

- 理解线程的概念、理解线程与进程的区别
- 掌握线程的创建方法
- 掌握线程的状态及改变线程状态的方法
- 线程的调度方法
- 编写多线程程序的方法

## 第10章 网络编程

- 掌握网络编程的相关概念
- 了解Socket网络编程的基本方法
- 了解UDP网络编程的基本方法和步骤
- 能编写基于UDP的网络程序
- 能编写基于Socket的网络程序

## 第11章 Java访问关系型数据库

- 理解什么是JDBC
- 数据库连接步骤
  - 第一步: 加载数据库驱动程序
  - 第二步: 连接数据库: Driver.getConnection(url,username,pwd)
  - 第三步: 数据库操作
  - 第四步: 关闭数据库
- 掌握数据库操作公共类
- 了解JDBC的批处理机制

# 目 录

<b>第 1 章 Java 程序设计概述</b> .....	1
1.1 计算机语言的特点 .....	1
1.1.1 计算机语言发展历程 .....	1
1.1.2 Java 程序的工作原理 .....	2
1.1.3 Java 语言的关键特点 .....	4
1.2 Java 开发环境 .....	5
1.2.1 下载、安装 JDK .....	5
1.2.2 设置环境变量 .....	8
1.2.3 测试环境变量 .....	9
1.3 第一个 Java 程序 .....	9
1.3.1 Java 程序概述 .....	9
1.3.2 编辑、编译和运行第一个 Java 程序 .....	10
1.3.3 Java 集成开发环境 Eclipse .....	11
1.4 创新素质拓展 .....	13
1.4.1 联合编译多个 Java 类 .....	13
1.4.2 编写“蓝桥 Java 工程师管理系统”主界面 .....	14
1.5 本章练习 .....	15
<b>第 2 章 Java 基本的程序设计结构</b> .....	16
2.1 标识符命名规则 .....	16
2.1.1 标识符 .....	16
2.1.2 关键字 .....	16
2.2 Java 基本数据类型 .....	17
2.2.1 整型 .....	18
2.2.2 浮点型 .....	19
2.2.3 字符型 .....	19
2.2.4 布尔型 .....	20
2.2.5 基本数据类型转换 .....	20
2.3 程序流程控制 .....	22

2.3.1	顺序结构	22
2.3.2	分支结构	23
2.3.3	循环结构	29
2.3.4	转移语句	35
2.4	数组定义方法及操作	37
2.4.1	数组的概念	37
2.4.2	一维数组	37
2.4.3	数组常见操作	39
2.4.4	二维数组	40
2.5	创新素质拓展	42
2.5.1	判断是否回文数	42
2.5.2	数列排序	45
2.6	本章练习	47
<b>第3章</b>	<b>类和对象</b>	<b>49</b>
3.1	面向对象的基本特征	49
3.1.1	对象、类和实体	49
3.1.2	对象的属性	50
3.1.3	面向对象的特点	51
3.2	类的定义及使用	52
3.2.1	定义类的成员属性	53
3.2.2	定义类的一般成员方法	53
3.2.3	类的定义及使用	53
3.3	抽象和封装	56
3.3.1	类抽象	56
3.3.2	类封装	57
3.3.3	方法的实现	62
3.4	构造函数	64
3.4.1	定义类的构造方法	64
3.4.2	构造函数的使用	64
3.5	重载	67
3.5.1	重载的定义	67
3.5.2	重载方法的使用	67
3.6	Java 中常见修饰符	69
3.6.1	访问控制修饰符	69
3.6.2	非访问控制修饰符	70
3.7	创新素质拓展	72
3.8	本章练习	75

<b>第 4 章 抽象类和接口</b> .....	77
4.1 抽象类的概念 .....	77
4.1.1 抽象类的概念 .....	77
4.1.2 抽象类的使用 .....	78
4.1.3 抽象类的特征 .....	80
4.2 抽象类的应用 .....	81
4.3 接口的概念 .....	83
4.3.1 接口的概念 .....	83
4.3.2 接口的使用 .....	86
4.3.3 接口的特征 .....	88
4.4 接口的应用 .....	92
4.5 创新素质拓展 .....	95
4.5.1 评价成绩 .....	95
4.5.2 货车的装载量 .....	97
4.6 本章练习 .....	99
<b>第 5 章 字符串类</b> .....	100
5.1 String 类 .....	100
5.1.1 String 类的概念 .....	100
5.1.2 String 类的常用方法 .....	101
5.2 StringBuffer 类 .....	108
5.2.1 StringBuffer 类的概念 .....	108
5.2.2 StringBuffer 类的常用方法 .....	108
5.3 创新素质拓展 .....	110
5.4 本章练习 .....	113
<b>第 6 章 集合框架</b> .....	115
6.1 集合框架 .....	115
6.1.1 集合引入 .....	115
6.1.2 Collection 接口框架 .....	116
6.1.3 Map 接口框架 .....	117
6.2 Set 接口 .....	117
6.2.1 Set 接口方法 .....	118
6.2.2 HashSet 使用 .....	118
6.2.3 TreeSet 使用 .....	119
6.2.4 Comparable 接口 .....	120
6.3 Iterator 迭代器 .....	122
6.3.1 Iterator 接口方法 .....	122

6.3.2	Iterator 使用	122
6.3.3	增强 for 循环	123
6.4	List 接口	125
6.4.1	List 接口方法	125
6.4.2	ArrayList 使用	125
6.4.3	LinkedList 使用	127
6.5	工具 util 类	127
6.5.1	Collections 工具类常用方法	128
6.5.2	Collections 工具类使用	128
6.5.3	Comparable 与 Comparator	130
6.5.4	Arrays 工具类使用	133
6.6	Map 接口	135
6.6.1	HashMap 使用	135
6.6.2	Map 接口方法	136
6.7	自动拆箱和装箱	137
6.7.1	自动拆箱和装箱	137
6.7.2	拆箱和装箱使用	137
6.8	泛型	138
6.9	创新素质培养	140
6.10	本章练习	141
<b>第 7 章</b>	<b>图形用户界面设计</b>	<b>143</b>
7.1	图形用户界面概述	143
7.2	AWT 图形用户界面	143
7.2.1	java.awt 包	144
7.2.2	构件类和容器类	144
7.3	布局管理器	148
7.3.1	FlowLayout 布局管理器	148
7.3.2	BorderLayout 布局管理器	149
7.3.3	GridLayout 布局管理器	151
7.4	事件处理	152
7.4.1	Java 事件处理机制	152
7.4.2	Java 事件处理模型	153
7.4.3	为组件注册事件	154
7.5	Swing 组件	159
7.5.1	Swing 简介	159
7.5.2	Swing 组件划分	160
7.5.3	常用容器组件	160
7.5.4	标签	162

7.5.5	按钮 .....	163
7.5.6	文本组件 .....	164
7.5.7	单选按钮和复选框 .....	170
7.5.8	列表框 .....	172
7.5.9	菜单 .....	174
7.5.10	对话框 .....	178
7.6	创新素质拓展 .....	181
7.6.1	算术测试 .....	181
7.6.2	布局与日历 .....	184
7.7	本章练习 .....	188
<b>第 8 章</b>	<b>I/O 流与文件 .....</b>	<b>189</b>
8.1	File 类 .....	189
8.1.1	File 类构造方法 .....	189
8.1.2	File 类使用 .....	190
8.1.3	静态导入 .....	192
8.1.4	获取目录和文件 .....	193
8.2	字节流和字符流 .....	195
8.2.1	I/O 流 .....	195
8.2.2	字节流 .....	196
8.2.3	字符流 .....	198
8.3	对象序列化 .....	200
8.4	其他流 .....	202
8.4.1	缓冲流 .....	202
8.4.2	字节流转换为字符流 .....	203
8.4.3	数据流 .....	204
8.5	RandomAccessFile 类 .....	206
8.6	创新素质拓展 .....	208
8.6.1	学读汉字 .....	208
8.6.2	统计英文单词 .....	213
8.7	本章练习 .....	217
<b>第 9 章</b>	<b>多线程 .....</b>	<b>219</b>
9.1	线程与进程的概念 .....	219
9.1.1	线程与进程 .....	219
9.1.2	多线程优势 .....	220
9.1.3	线程状态 .....	221
9.2	线程创建方法 .....	222
9.2.1	创建线程类 .....	223

9.2.2	多线程使用	224
9.3	线程状态管理	225
9.3.1	线程状态控制方法	225
9.3.2	终止线程	226
9.3.3	线程等待和中断等待	228
9.3.4	等待其他线程完成	229
9.3.5	设置线程优先级	231
9.3.6	守护线程	233
9.4	线程的通信与同步	233
9.4.1	数据不一致	234
9.4.2	控制共享数据	235
9.4.3	多线程同步	236
9.4.4	线程死锁	240
9.5	创新素质拓展	243
9.5.1	使用 wait()与 notify()方法保护共享数据	244
9.5.2	编写生产者和消费者程序	244
9.6	本章练习	247
<b>第 10 章</b>	<b>网络编程</b>	<b>251</b>
10.1	计算机网络回顾	251
10.1.1	计算机网络定义	251
10.1.2	网络协议	252
10.1.3	网络分层模型	253
10.1.4	TCP/IP 协议简介	254
10.1.5	数据封装和解封	256
10.2	IP 地址	257
10.2.1	IP 地址	257
10.2.2	IP 地址类型	257
10.2.3	子网掩码	258
10.2.4	域名	259
10.3	URL 处理	259
10.3.1	IP 地址类	260
10.3.2	URL 类	261
10.3.3	URLConnection 类	263
10.4	Socket 套接字编程	265
10.4.1	基于 TCP 的 Socket 编程	265
10.4.2	基于 UDP 的 Socket 编程	269
10.5	创新素质拓展	271
10.5.1	使用 Socket 进行网络通信	271

10.5.2 编写聊天室程序.....	271
10.6 本章练习.....	274
<b>第 11 章 Java 访问关系型数据库</b> .....	<b>276</b>
11.1 关系型数据库.....	276
11.2 JDBC .....	278
11.2.1 JDBC 的概念 .....	278
11.2.2 JDBC 架构 .....	278
11.2.3 常见的 JDBC 组件 .....	279
11.3 JDBC 编程步骤 .....	279
11.4 数据库访问公共类.....	282
11.5 数据库连接池.....	286
11.6 创新素质拓展.....	287
11.7 本章练习.....	291
<b>参考文献</b> .....	<b>292</b>

# 第 1 章 Java 程序设计概述



## 本章简介

Java 是一门优秀的面向对象的编程语言,它的优点是与平台无关,可以实现“一次编写,到处运行”。Java 虚拟机(JVM)使得经过编译的 Java 代码能在任何系统上运行。本章主要介绍 Java 语言的特点、Java 开发环境的搭建和编写第一个 Java 程序等。在创新素质拓展部分,安排了“联合编译多个 Java 类”“编写‘蓝桥 Java 工程师管理系统’主界面”等开放型、设计型实验,培养学生创新素质。

## 1.1 计算机语言的特点

### 1.1.1 计算机语言发展历程

计算机语言是指用于人与计算机之间通信的语言。为了使电子计算机完成各项工作,就需要有一套用于编写计算机程序的数字、字符和语法规则,由这些字符和语法规则组成的计算机的各种指令(或各种语句),就是计算机能接受的语言。计算机语言分为机器语言、汇编语言和高级语言。

#### 1. 机器语言

机器语言是通常所说的第一代计算机语言。机器语言是由“0”和“1”组成的二进制数,是一串串由“0”和“1”组成的指令序列,可将这些指令序列交给计算机执行。相对于汇编语言和高级语言,机器语言运行效率最高。

机器语言的缺点:机器语言很晦涩。程序员需要知道每个指令对应的“0”“1”序列,靠记忆是一件不可能完成的工作。在程序运行过程中,如果出错需要修改,那更是难上加难。

#### 2. 汇编语言

汇编语言是通常所说的第二代计算机语言。为了让程序员从机器语言大量的记忆工作中解脱出来,人们进行了一种有益的改进,用一些简洁的、有一定含义的英文字符串来替代特定指令的“0”“1”序列,例如,用“MOV”代表数据传递、“DEC”代表数据减法运算。这种变革对程序员而言,犹如人们从在绳子上打结计数发展到使用数字符号计数,极大地提高了工作效率。

汇编语言的缺点:汇编语言中,每一个指令只能对应实际操作过程中的一个很细微

的动作,例如移动、自增等,要实现一个相对复杂的功能就需要非常多的步骤,工作量仍然很大。

### 3. 高级语言

高级语言就是通常所说的第三代计算机语言。和汇编语言相比,高级语言将许多硬件相关的机器指令合并成完成具体任务的单条高级语言,与具体操作相关的细节(如寄存器、堆栈等)被透明化,不需要程序员了解。程序员只要会操作单条高级语句,不需要深入掌握操作系统级别的细节,就可以开发出程序。

目前,影响最大、使用最广泛的高级语言有 Java、C、C++、C#。另外还有一些特殊类型的语言,包括智能化语言(LISP、Prolog、CLIPS……)、动态语言(Python、PHP、Ruby……)等。这里着重介绍一下 C 语言、C++ 语言和 C# 语言。

#### • C 语言

C 语言是一种计算机程序设计语言,它既具有高级语言的特点,又具有汇编语言的特点。C 语言于 1972 年由美国贝尔实验室推出。C 语言的一些重要特点如下:

(1) C 语言(习惯上称为中级语言)把高级语言的基本结构和语句与低级语言的实用性结合起来,它可以像汇编语言一样对位、字节和地址进行操作。

(2) C 语言使用指针直接进行靠近硬件的操作,对于程序员而言显得更加灵活,但同时也给程序带来了安全隐患。因此在构建 Java 语言时,参考了 C 语言的诸多优势,但为了安全性考虑,取消了指针操作。

#### • C++ 语言

C++ 语言是具有面向对象特性的 C 语言。

面向对象是一种对现实世界理解和抽象的方法,是计算机编程技术发展到现在一定阶段的产物。当今,程序开发思想已经全面从面向过程(C 语言)分析、设计和编程发展到面向对象的模式。

通过面向对象的方式,将现实世界的事务抽象成类和对象,帮助程序员实现对现实世界的抽象与建模。通过面向对象的方法,采用更利于人理解的方式对复杂系统进行分析、设计与编程。

#### • C# 语言

C# 语言是一种面向对象的、运行于 .NET Framework 之上的高级程序设计语言。C# 与 Java 惊人地相似(单一继承、接口、编译成中间代码再运行),就如同 Java 和 C 在基本语法上类似一样。在语言层面,C# 语言是微软公司 .NET Windows 网络框架的主角。

### 1.1.2 Java 程序的工作原理

Java 虚拟机(Java Virtual Machine)简称 JVM,它不是一台真实的机器,而是想象中的机器,通过模拟真实机器来运行 Java 程序。

既然是模拟出来的机器,Java 虚拟机看起来同样有硬件,如处理器、堆栈、寄存器等,还具有相应的指令系统。

Java 程序运行在这个抽象的 Java 虚拟机上,它是 Java 程序的运行环境,也是 Java 最具吸引力的特性之一。

前面提到过,Java 语言的一个重要特点就是目标代码级的平台无关性,接下来将从原

理上进一步说明为什么 Java 语言具有这样的平台无关性。实现 Java“一次编译,到处运行”的关键就是使用了 Java 虚拟机。

例如,使用 C 语言开发的一个类似计算器的软件,如果想要这个软件在 Windows 平台上运行,则需要在 Windows 平台下编译成目标代码,这个计算器的目标代码只能在 Windows 平台上运行。而如果想让这个计算器软件在 Linux 平台上运行,则必须在对应的平台下编译,产生针对该平台的目标代码,才可以运行。

对于 Java 语言而言,则完全不是这样。用 Java 编写的计算器程序(.java 后缀)经过编译器编译成字节码文件,这个字节码文件不是针对具体平台的,而是针对抽象的 Java 虚拟机的,在 Java 虚拟机上运行。而在不同的平台上,会安装不同的 Java 虚拟机,这些不同的 Java 虚拟机屏蔽了各个不同平台的差异,从而使 Java 程序(字节码文件)具有平台无关性。也就是说,Java 虚拟机在执行字节码时,把字节码解释成具体平台上的机器指令执行,具体原理如图 1.1 所示。

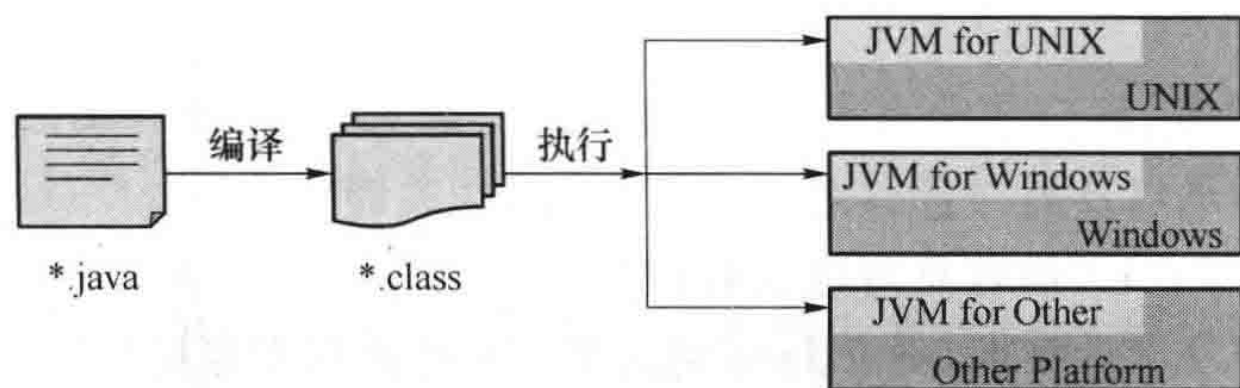


图 1.1 Java 虚拟机

理解了 Java 虚拟机之后,接下来介绍 Java 程序工作原理。如图 1.2 所示,Java 字节码文件先后经过 JVM 的类装载器、字节码校验器和解释器,最终在操作系统平台上运行。具体各部分的主要功能描述如下。

- 类装载器。其主要功能是为执行程序寻找和装载所需要的类,就是把字节码文件装到 Java 虚拟机中。
- 字节码校验器。其功能是对字节码文件进行校验,保证代码的安全性。字节码校验器负责测试代码段格式并进行规则检查,检查伪造指针、违反对象访问权限或试图改变对象类型的非法代码。
- 解释器。具体的平台并不认识字节码文件,最终起作用的还是这个最重要的解释器,它将字节码文件翻译成所在平台能识别的内容。

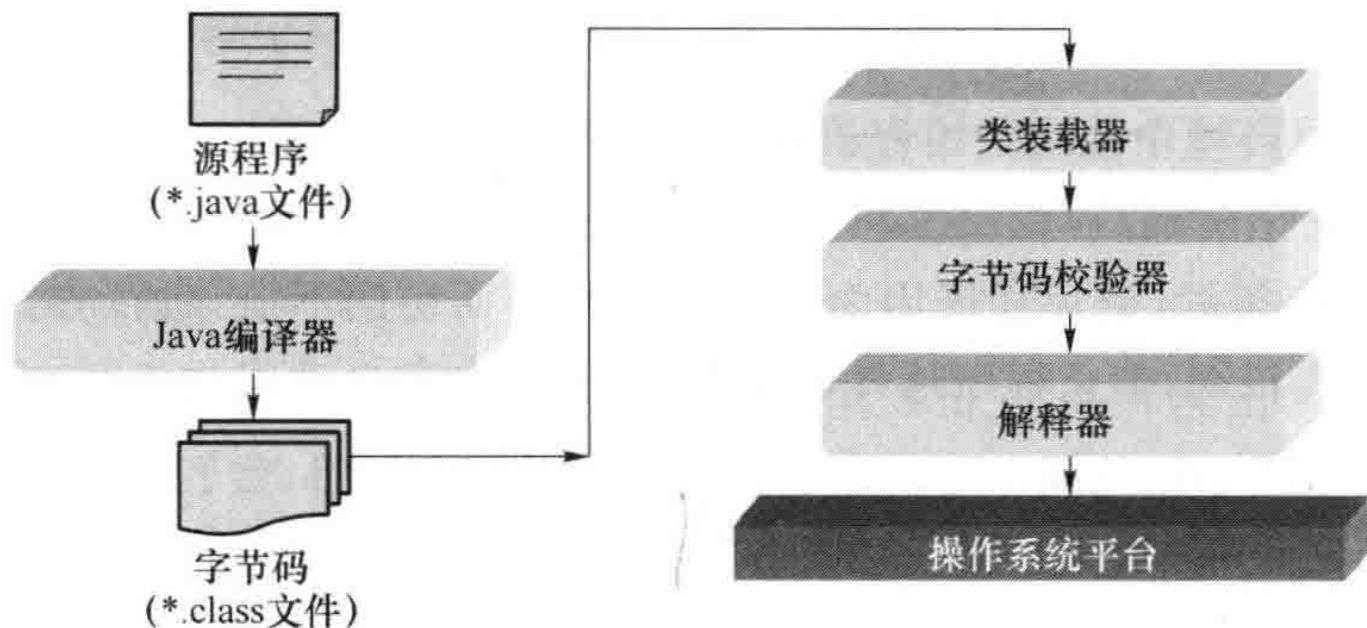


图 1.2 Java 程序工作原理

### 1.1.3 Java 语言的关键特点

Sun 公司在《Java 白皮书》中对 Java 语言的定义是“Java: A simple, object-oriented, distribute, interprete, robust, secur, architecture-neutral, portabl, high-performance, multi-threaded, and dynamic language”。按照这个定义,Java 是一种具有“简单、面向对象、分布式、解释型、稳健、安全、与体系结构无关、可移植、高性能、多线程和动态执行”等特性的语言。下面简要介绍 Java 的这些特性。

#### 1. 简单性

Java 语言的语法与 C 和 C++ 语言很接近,便于大多数程序员学习和使用。另外,Java 丢弃了 C++ 中那些很少使用的、很难理解的、令人迷惑的特性,如操作符重载、多继承、自动的强制类型转换。特别是 Java 语言不使用指针并提供了自动的废料收集,使得程序员不必为内存管理而担忧。

#### 2. 面向对象

Java 语言提供类、接口和继承等原语,为了简单起见,它只支持类之间的单继承,但支持接口之间的多继承以及类与接口之间的实现机制(关键字为 implements)。Java 语言全面支持动态绑定,而 C++ 语言只对虚函数使用动态绑定。Java 语言不支持类似 C 语言那样的面向过程的程序设计技术,所以 Java 语言是一种纯面向对象的程序设计语言。

#### 3. 分布式

Java 语言支持 Internet 应用的开发,在基本的 Java 应用编程接口中有一个网络应用编程接口 Java.net,它提供了用于网络应用编程的类库,包括 URL、URLConnection、Socket、ServerSocket 等。Java 的 RMI(远程方法激活)机制也是开发分布式应用的重要手段。

#### 4. 解释型

Java 解释器直接对 Java 字节码进行解释执行。字节码本身携带了许多编译时的信息,使得连接过程更加简单。Java 程序可以在提供 Java 语言解释器和实时运行系统的任意环境中运行。

#### 5. 稳健性(鲁棒性)

Java 语言在编译和运行程序时,都要对可能出现的问题进行检查,以避免产生错误。Java 采用面向对象的异常(例外)处理机制、强类型机制、自动垃圾回收机制等,使 Java 更具稳健性。

#### 6. 安全性

Java 是在网络环境中使用的编程语言,必须考虑安全性问题,主要有以下两个方面。

##### (1) 设计的安全防范

Java 语言没有指针,避免程序因为指针使用不当而访问不应该访问的内存空间;提供数组元素上标检测机制,禁止程序越界访问内存;提供内存自动回收机制,避免程序遗漏或重复释放内存。

##### (2) 运行安全检查

为了防止字节码程序被非法改动,解释执行前,Java 先对字节码程序做检查,防止网络“黑客”对字节码程序恶意改动造成系统破坏。