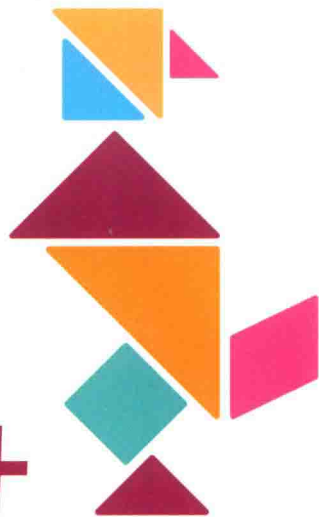




21世纪高等学校计算机
应用技术规划教材

Java EE 程序设计



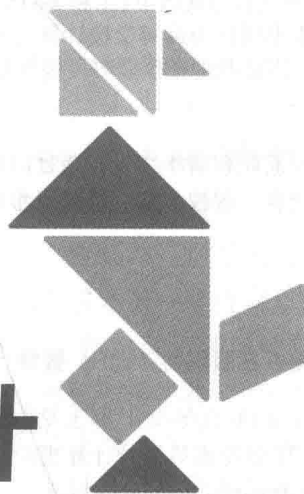
◎ 郝玉龙 编著

清华大学出版社





21世纪高等学校计算机
应用技术规划教材



Java EE 程序设计

◎ 郝玉龙 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书对 Java EE 8 程序设计技术进行了系统讲解。首先对 Java EE 体系结构进行概述,介绍 Java EE 产生的背景、Java EE 的定义、编程思想、技术框架等,然后指导读者基于 NetBeans+GlassFish Server 搭建 Java EE 开发环境,随后以 Java EE 企业应用的表现层、业务逻辑层和数据持久化层的程序设计任务为主线,由浅入深地讲解各个应用层次开发相关的组件技术、服务技术、通信技术和架构技术等,覆盖了对 Java EE 8 规范的最新功能特性,包括 Servlet 4.0、JSF 2.3、EJB 3.2、JPA 2.2、CDI 2.0、WebSocket 1.1、Bean Validation 2.0、JAX-RS 2.1、JSON-P 1.1 和 JSON-B 1.0 等的讲解演示。

本书可作为高等学校计算机专业教材,也可作为相关人员的参考书。本书每一章都是一个完整独立的部分,因此教师在授课时可根据授课重点、课时数量进行灵活调整。

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

Java EE 程序设计/郝玉龙编著. —北京:清华大学出版社, 2019

(21 世纪高等学校计算机应用技术规划教材)

ISBN 978-7-302-50735-2

I. ①J… II. ①郝… III. ①JAVA 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(2018)第 172256 号

责任编辑:黄 芝 李 晔

封面设计:刘 键

责任校对:时翠兰

责任印制:李红英

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:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:24.75

字 数:600 千字

版 次:2019 年 1 月第 1 版

印 次:2019 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~1000

定 价:59.80 元

产品编号:078455-01

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议，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。

本系列教材立足于计算机公共课程领域，以公共基础课为主、专业基础课为辅，横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 面向多层次、多学科专业，强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度，反映各层次对基本理论和原理的需求，同时加强实践和应用环节。

(2) 反映教学需要，促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要，正确把握教学内容和课程体系的改革方向，在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养，为学生的知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略，突出重点，保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上；特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版，逐步形成精品教材；提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本，合理配套。基础课和专业基础课教材配套，同一门课程可以有针对不同层次、面向不同专业的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化，基本教材与辅助教材、教学参考书，文字教材与软件教材的关系，实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家, 择优选用。在制定教材规划时依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时, 要引入竞争机制, 通过申报、评审确定主题。书稿完成后要认真实行审稿程序, 确保出书质量。

繁荣教材出版事业, 提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度, 希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机应用技术规划教材
联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

为什么写作本书

随着社会信息化程度的不断提高，越来越多的软件开发人员需要开发企业级应用程序。目前，企业应用开发主要有两大技术体系：基于 Java EE 的应用开发和基于 .NET 的应用开发。Java EE 技术以其开放性、灵活性、安全性和技术成熟度，赢得了诸多程序设计人员的青睐，熟练掌握 Java EE 程序设计已经成为软件开发人员的重要技能。

本书的特色

本书最大的特色在于坚持理论与实践相结合的原则，既注重 Java EE 基本原理的讲解，又注重 Java EE 程序设计实践应用的示范，使读者既能够透彻理解 Java EE 的基本原理和概念，又能够切实提高 Java EE 编程能力。在 Java EE 基本原理讲解方面，结合作者自身的理解和体会，以通俗、简练的语言对 Java EE 核心概念和原理进行重点讲解，尽量避免在一些烦琐的技术细节上过多纠缠，不求面面俱到，力争使读者能够在较短的时间内掌握在实际应用开发中必需的基本概念和技术，并对 Java EE 的体系框架有整体认识。书中所有示例都是作者结合多年教学实践和实际工程项目经验严格挑选的，力求简洁明了、切中要害、使读者能够快速理解并运用到实践中。

本书的另一大特色是系统完整、结构合理。Java EE 是一个包含众多开发技术的标准规范，涵盖了企业应用开发的各个层面。本书首先对 Java EE 编程技术进行概述；然后选取 Java EE 编程中最核心的技术进行深入讲解，力求使读者在学习后能够对整个 Java EE 技术体系和编程思想有全面清晰的了解；最后通过一个综合示例对之前所学内容进行总结归纳和升华提高。

开发环境的选择

为方便 Java EE 程序开发技能的示范，本书采用目前流行的免费 Java EE 开发环境 NetBeans IDE 和 GlassFish Server。首先，因为 NetBeans 是目前唯一一个集成了完全兼容 Java EE 8 规范的应用服务器的集成开发环境，减少了在开发环境搭建方面的难度；其次，NetBeans 对硬件配置要求不高，且能够满足学习培训的需求。

适用读者

本书适合已经掌握了 Java 语言，希望学习 Java EE 程序设计的读者。由于 Java EE 8 规范中吸收了当今流行框架的设计思想和理念，在学习完本书的内容后再深入学习 Struts 2、Spring 和 Hibernate 等流行架构技术将会有更好的效果。

致谢

本书的整体设计与内容安排由郝玉龙完成。郝玉龙完成了本书第 1~4 章以及第 11~13 章的编写，季平完成本书第 5~8 章的编写，周旋和沈力斌共同完成了本书第 9 章的编

写,张莉和田丽共同完成了本书第10章的编写。关静和胡志宇对本书的整体内容进行了审阅,并提出了一些宝贵的修改意见。庄薇和张琪两位同学完成了本书所有图表的绘制和文字校对。全书由郝玉龙负责校审定稿。

由于作者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免出现错误和不足。对于书中的任何问题和建议,请发E-mail至:haoyulongsd@163.com。

作者

2018年6月于北京

目 录

第 1 章 Java EE 概述	1
1.1 Java EE 产生的背景	1
1.1.1 企业级应用程序特征	1
1.1.2 企业级应用程序体系结构	2
1.2 Java EE 定义	3
1.3 Java EE 编程思想	5
1.4 Java EE 技术框架	6
1.4.1 组件技术	7
1.4.2 服务技术	8
1.4.3 通信技术	9
1.4.4 架构技术	10
小结	11
习题 1	12
第 2 章 搭建开发环境	13
2.1 概述	13
2.2 安装 JDK+NetBeans IDE	14
2.3 安装 GlassFish Server 5	16
2.4 开发环境测试	17
小结	20
习题 2	20
第 3 章 Servlet	21
3.1 Web 应用模型	21
3.2 Servlet 基础	22
3.2.1 Servlet 定义	22
3.2.2 Servlet 工作流程	22
3.2.3 Servlet 编程接口	25
3.3 第一个 Servlet	26
3.4 处理请求	35
3.4.1 请求参数	35

3.4.2	Header	40
3.4.3	上传文件	42
3.4.4	异步请求处理	44
3.4.5	异步 IO 处理	47
3.5	生成响应	52
3.5.1	编码类型	53
3.5.2	流操作	53
3.5.3	重定向	55
3.5.4	服务器推送	56
3.6	Servlet 配置	58
3.6.1	初始化参数	58
3.6.2	URL 模式	61
3.6.3	默认 Servlet	61
3.7	会话管理	61
3.7.1	Cookie	62
3.7.2	URL 重写	65
3.7.3	HttpSession	67
3.8	Servlet 上下文	70
3.9	Servlet 间协作	73
3.10	Filter	78
3.11	Listener	83
	小结	93
	习题 3	93
第 4 章	JSP	94
4.1	概述	94
4.2	第一个 JSP	95
4.3	脚本	96
4.3.1	输出表达式	96
4.3.2	注释	97
4.3.3	声明变量、方法、类	98
4.4	指令	102
4.4.1	page 指令	102
4.4.2	include 指令	105
4.5	动作组件	107
4.6	内置对象	114
4.6.1	request 对象	114
4.6.2	response 对象	122
4.6.3	session 对象	124

4.6.4	application 对象	127
4.6.5	out 对象	129
4.6.6	exception 对象	129
4.6.7	内置对象的作用范围	131
4.7	表达式语言	131
4.7.1	基本语法	131
4.7.2	隐式对象	133
4.7.3	存取器	134
4.8	使用 JavaBean	135
	小结	140
	习题 4	141
第 5 章	JSF	142
5.1	JSF 概述	142
5.1.1	什么是框架	142
5.1.2	JSF 框架	143
5.1.3	JSF 框架的优势	144
5.2	第一个 JSF 应用	144
5.2.1	创建 JSF 项目	144
5.2.2	模型组件	147
5.2.3	视图组件	148
5.2.4	控制组件	148
5.2.5	运行演示	149
5.3	Managed Bean	150
5.3.1	定义 Managed Bean	150
5.3.2	生命周期	153
5.3.3	Bean 之间的依赖	157
5.4	Facelets	159
5.4.1	组件树	159
5.4.2	标记	160
5.4.3	EL 支持	164
5.4.4	资源管理	165
5.5	页面模板	167
	小结	171
	习题 5	171
第 6 章	WebSocket	172
6.1	引言	172
6.2	WebSocket 的工作机制	172

6.3	Java EE 对 WebSocket 的支持	174
6.4	利用 WebSocket 实现聊天室应用	175
	小结	182
	习题 6	182
第 7 章 JDBC 和数据源		183
7.1	搭建 JDBC 开发环境	183
7.1.1	安装数据库系统	183
7.1.2	安装驱动程序	185
7.2	连接数据库	186
7.3	执行 SQL 语句	188
7.3.1	Statement	190
7.3.2	PreparedStatement	193
7.3.3	CallStatement	197
7.4	ResultSet	199
7.4.1	光标	199
7.4.2	BLOB 字段处理	200
7.5	RowSet	202
7.6	连接池和数据源	205
7.6.1	创建 MySQL 数据库的连接池	207
7.6.2	创建数据源	211
7.6.3	基于数据源访问数据库	212
	小结	213
	习题 7	213
第 8 章 JPA		214
8.1	概述	214
8.2	第一个 JPA 应用	215
8.2.1	持久化单元	215
8.2.2	Entity	217
8.2.3	EntityManager	218
8.2.4	运行演示	220
8.3	ORM	221
8.3.1	Entity	221
8.3.2	主键	222
8.3.3	复合主键	222
8.3.4	属性	226
8.3.5	关联映射	229
8.3.6	加载方式	234

8.3.7	顺序	234
8.3.8	继承映射	235
8.4	Entity 管理	236
8.4.1	获取 EntityManager	236
8.4.2	持久化上下文	236
8.4.3	Entity 操作	237
8.4.4	级联操作	245
8.5	JPQL	247
8.5.1	动态查询	247
8.5.2	参数设置	249
8.5.3	命名查询	249
8.5.4	属性查询	250
8.5.5	使用构造器	251
8.6	本地查询	251
8.7	基于 Criteria API 的安全查询	252
8.8	生命周期回调方法	255
8.9	缓存	257
	小结	259
	习题 8	259
第 9 章	EJB	260
9.1	EJB 基础	260
9.1.1	为什么需要 EJB	260
9.1.2	EJB 容器	261
9.1.3	EJB 组件	263
9.1.4	EJB 接口	264
9.1.5	EJB 分类	264
9.1.6	部署 EJB	264
9.1.7	EJB 的优点	265
9.2	无状态会话 Bean	265
9.2.1	什么是无状态会话 Bean	265
9.2.2	开发一个无状态会话 EJB	266
9.2.3	利用 Servlet 测试无状态会话 EJB	273
9.2.4	利用远程客户端测试无状态会话 Bean	276
9.3	有状态会话 Bean	278
9.3.1	基本原理	278
9.3.2	实现有状态会话 Bean	279
9.4	单例会话 Bean	284
9.4.1	基本原理	284

9.4.2	利用 JSF 访问单例会话 Bean	284
9.4.3	并发控制	286
9.4.4	依赖管理	288
9.5	消息驱动 Bean	289
9.5.1	基本原理	289
9.5.2	实现消息驱动 Bean	289
9.6	Time 服务	295
9.7	拦截器	297
9.8	异步方法	300
9.9	事务支持	306
	小结	307
	习题 9	307
第 10 章	CDI	308
10.1	引言	308
10.2	CDI 概述	308
10.3	CDI 下的受控 Bean	308
10.4	Bean 的生命周期范围	313
10.5	使用限定符注入动态类型	314
10.6	使用替代符实现部署时注入类型	317
10.7	使用生产方法注入动态内容	320
10.8	使用拦截器绑定注入功能服务	323
10.9	利用构造型封装注入操作	326
	小结	328
	习题 10	328
第 11 章	Bean Validation	329
11.1	引言	329
11.2	Bean 校验概述	329
11.3	使用默认约束器	330
11.4	Entity 校验	334
11.5	实现自定义约束器	335
11.6	约束的传递	338
11.6.1	继承	338
11.6.2	级联	340
	小结	341
	习题 11	341

第 12 章 Web 服务	342
12.1 引言.....	342
12.2 Web 服务的定义.....	342
12.3 JAX-WS Web 服务.....	343
12.3.1 JAX-WS Web 服务协议体系.....	344
12.3.2 JAX-WS Web 服务工作模型.....	345
12.4 开发 JAX-WS Web 服务实例.....	346
12.4.1 创建 Web 服务组件.....	346
12.4.2 为 Web 服务组件添加业务逻辑.....	347
12.4.3 部署 Web 服务.....	348
12.4.4 测试 Web 服务.....	348
12.5 调用 JAX-WS Web 服务.....	351
12.5.1 添加 Web 服务客户端.....	351
12.5.2 调用 Web 服务.....	352
12.6 将会话 Bean 发布为 Web 服务.....	354
12.7 RESTful Web 服务.....	355
12.7.1 什么是 REST.....	356
12.7.2 利用 JAX-RS 开发 RESTful Web 服务.....	356
12.8 利用 JSON 交换数据.....	361
12.9 JAX-RS 与 JAX-WS 对比.....	364
小结.....	365
习题 12.....	366
第 13 章 综合练习	367
13.1 基础知识.....	367
13.1.1 概述.....	367
13.1.2 架构类型.....	367
13.2 功能需求.....	369
13.3 数据库设计.....	369
13.4 系统整体架构.....	370
13.5 系统实现.....	370
13.5.1 表示逻辑层.....	370
13.5.2 业务逻辑层.....	374
13.5.3 数据表示层.....	375
13.6 运行界面.....	377
小结.....	378

本章要点:

- 企业应用的特征
- Java EE 的定义
- Java EE 的编程思想
- Java EE 的技术框架
- Java EE 的优点

本章首先介绍 Java EE 产生的背景, 随后对 Java EE 的基本概念、编程思想、技术框架等内容进行详细讲解, 最后对 Java EE 编程技术进行评析。

1.1 Java EE 产生的背景

随着社会信息化程度不断提高, 越来越多的程序设计人员需要开发企业级的应用程序。为了满足开发企业级应用的需求, 1998 年, Sun 公司在 J2SE (Java 2 Platform Standard Edition) 基础上, 提出了 J2EE (Java 2 Platform Enterprise Edition)。

说明: 自 2005 年 J2EE 5.0 版本推出以后, Sun 正式将 J2EE 的官方名称改为 Java EE。因此在本书以后的描述中, 统一使用 Java EE 这一名称。2009 年 Sun 公司被 Oracle 公司收购, 因此 Java EE 也转归 Oracle 公司所有。

1.1.1 企业级应用程序特征

所谓企业级应用程序, 并不是特指为企业开发的应用软件, 而是泛指那些为大型组织部门创建的应用程序。与常见的应用程序相比较, 企业级应用程序一般具有以下特征。

(1) 多用户。企业级应用通常需要服务大量用户群体, 少则是一个单位或组织内的几十名员工, 多则是数以亿计的社会人群。

(2) 分布式。企业级应用程序通常不是运行在某个单独的 PC 上, 而是通过局域网运行在某个组织内部, 或通过 Internet 连接分布在世界各地的部门或用户。

(3) 连续性。企业级应用通常需要 24×7 连续不停地运转, 即使是短暂的服务中断也可能是无法接受的, 例如, 铁路调度系统、电子商务网站等。

(4) 多变性。社会环境瞬息万变, 企业组织必须不断地改变业务规则来适应社会信息的高速变化, 相应地, 对应用程序也不断提出新的需求。企业级应用程序必须具备弹性来及时适应需求的改变, 同时又尽可能地减少资金的投入。

(5) 可扩展性。在网络环境内, 应用的潜在用户可能成百上千, 企业级应用除了要考

虑能够更加有效地利用企业不断增长的信息资源，还要充分考虑用户群体的膨胀给应用带来的性能上的扩展需求。

(6) 安全性。维护应用系统的正常操作和运转，对于企业的成功来说至关重要。但仅仅做到这一点还不够，企业应用还必须保证企业信息的安全和系统运行的可靠性。

(7) 集成化。企业应用除了满足自身的需求外，还经常需要与其他信息系统进行交互对接。例如，一个电子商务网站通常需要与物流信息系统和电子支付系统进行交互。

注：Java EE 是专为解决企业级应用开发提出的，牢记企业应用的上述特征是深入理解和灵活运用 Java EE 开发技术的前提和基础。

1.1.2 企业级应用程序体系结构

应用程序体系结构是指应用程序内部各组件间的组织方式。企业级应用程序的体系结构的设计经历了从两层结构到三层结构再到多层结构的演变过程。

1. 两层体系结构应用程序

如图 1-1 所示，两层体系结构应用程序分为客户层 (Client) 和服务器层 (Server)，因此又称为 C/S 模式。在两层体系结构中，客户层的客户端程序负责实现人机交互、应用逻辑、数据访问等职能；服务器层由数据库服务器来实现，主要职能是提供数据库服务。这种体系结构的应用程序有以下的缺点：

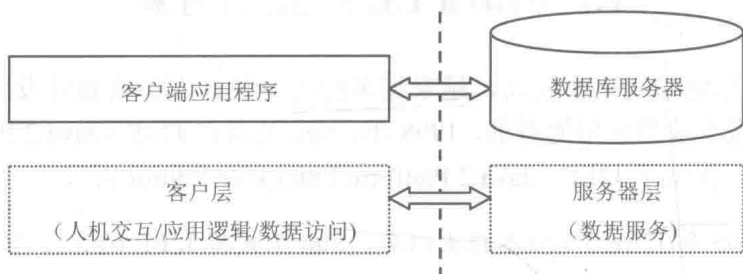


图 1-1 两层体系结构应用程序

(1) 安全性低。客户端程序与数据库服务器直接连接，非法用户容易通过客户端程序侵入数据库，造成数据损失。

(2) 部署困难。集中在客户端的应用逻辑导致客户端程序肥大，而且随着业务规则的不断变化，需要不断更新客户端程序，大大增加了程序部署工作量。

(3) 耗费系统资源。每个客户端程序都要直接连到数据库服务器，使服务器为每个客户端建立连接而消耗大量宝贵的服务器资源，导致系统性能下降。

2. 三层体系结构应用程序

为解决两层体系结构应用程序带来的问题，软件开发领域又提出三层体系结构应用程序，在两层体系结构应用程序的客户层与服务器层之间又添加了一个第三层——应用服务器层。这样应用程序共分为客户层、应用服务器层、数据服务器层三个层次，如图 1-2 所示。与两层体系结构的应用相比，三层体系结构应用程序的客户层功能大大减弱，只用来实现人机交互，原来由客户层实现的应用逻辑、数据访问职能都迁移到应用服务器层上来实现，因此客户层通常被称作“瘦客户层”。数据服务层仍旧仅提供数据信息服务。由于客户层应用程序通常由一个通用的浏览器 (Browser) 程序实现，因此这种体系结构又被称作

B/S 模式或“瘦客户端”模式。应用服务器层是位于客户层与数据服务器层中间的一层，因此应用服务器被称作“中间件服务器”或“中间件”，应用服务器层又被称作“中间件服务器层”。

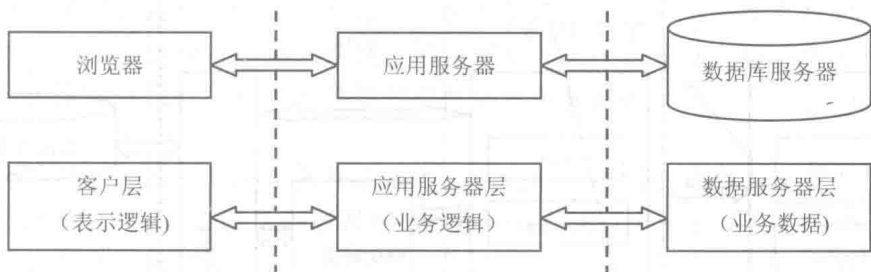


图 1-2 三层体系结构应用程序

相对于两层体系结构的应用程序，三层体系结构的应用程序具有以下优点：

(1) 安全性高。中间件服务器层隔离了客户端程序对数据服务器的直接访问，保护了数据信息的安全。

(2) 易维护。由于业务逻辑在中间件服务器上，当业务规则变化后，客户端程序基本不做改动，只需要升级应用服务器层的程序即可。

(3) 快速响应。通过中间件服务器层的负载均衡以及缓存数据能力，可以大大提高对客户端的响应速度。

(4) 系统扩展灵活。基于三层分布体系的应用系统，可以通过在应用服务器部署新的程序组件来扩展系统规模；当系统性能降低时，可以在中间件服务器层部署更多的应用服务器来提升系统性能，缩短客户端的响应时间。

3. 多层体系结构应用程序

可以将中间件服务器层按照应用逻辑进一步划分为若干个子层，这样就形成了多层体系结构的应用程序。关于多层体系结构应用程序，类似于三层体系结构，此处不再赘述。在有些文献中也将三层以及三层以上体系结构应用程序统称为多层体系结构应用程序。

为了满足开发多层体系结构的企业级应用的需求，Sun 公司在早期的 J2SE 基础上，针对企业级应用的各种需求提出了 Java EE。

1.2 Java EE 定义

在深入学习 Java EE 之前，首先要明确什么是 Java EE。

1. Java EE 是一个标准中间件体系结构

不要被名称 Java Platform Enterprise Edition 误导，与 Java 不同，Java EE 是一种体系结构，而不是一门编程语言。Java 是一门编程语言，可以用来编写各种应用程序。Java EE 是一个标准中间件体系结构，旨在简化和规范分布式多层企业应用系统的开发和部署。

在 Java EE 出现之前，分布式多层企业应用系统的开发和部署没有一个被普遍认可的行业标准，几家主要的中间件开发商的产品各自为政，彼此之间缺乏兼容性，可移植性差，难以实现互操作。Java EE 的出现，规范了分布式多层体系的应用开发。Java EE 将企业应用程序划分为多个不同的层，并在每一层上定义对应的组件来实现它。典型的 Java EE 结构的应用程序包括四层：客户层、表示逻辑层（Web 层）、业务逻辑层和企业信息系统层，