

- 硅谷顶尖IT公司的经验结晶
- 华人科技精英的原创奉献
- 传递知识的快车道
- 跨越鸿沟的桥梁

硅 谷 精 英 科 技 丛 书

Java Web 应用开发： J2EE 和 Tomcat (第2版)



蔡剑
景楠
著



清华大学出版社

硅 谷 精 英 科 技 丛 书

Java Web 应用开发： J2EE 和 Tomcat

(第 2 版)

蔡剑
景楠
著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

SUN 公司的 Java 2 Enterprise Edition (J2EE) 网络技术是目前使用最广泛的 Web 应用开发技术。本书首先介绍 Tomcat 和 J2EE 的基本概念, 然后由浅入深讲解各种编程技术, 包括客户层技术、网络层技术 (Servlet/JSP)、Struts 架构、服务器层技术 (EJB)、数据事务与安全、打包与部署等, 使读者能更快、更清晰地了解和掌握编程方法, 最后运用完整实例进行综合指导。本书由 SUN J2EE 技术专家直接用中文撰写, 几乎所有程序均由作者亲自编程调试。书中涵盖了 J2EE 1.4、Servlet 2.4、JSP2.0 等多种技术, 内容相当于几本同类书, 但更加完整连贯, 讲解更着重概念-技能-方法的相辅相成, 使读者更容易地掌握技术, 更快地融会贯通。

本书读者对象为高等院校计算机及软件专业的教师、学生, 从事软件开发的编程人员等。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Java Web 应用开发: J2EE 和 Tomcat/蔡剑 景楠著. —2 版. —北京: 清华大学出版社, 2005. 1
(硅谷精英科技丛书)
ISBN 7-302-10281-3

I. J… II. ①蔡… ②景… III. JAVA 语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 143578 号

出 版 者: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 薛 慧

印 刷 者: 北京市世界知识印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 38 字数: 870 千字

版 次: 2005 年 1 月第 2 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10281-3/TP·1128

印 数: 1~5000

定 价: 58.00 元(含盘)

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

序

市场经济在过去二十年解放了中国社会的发展潜力，也使中国人的天分得到了充分发挥。中国的现代企业正在以其他国家望尘莫及的速度攀登科技阶梯。例如，计算机行业在中国的迅速发展将使这个国家快速成为世界上最大的 IT 生产者和消费者之一。去年，中国大学培养了约五百万个科学和工程专业的大学生，这个数字已经接近美国。中国政府也正在大力发展几个大软件产业园以提供新的经济增长点。如果所有这些惊人的高速发展持续下去，全球工业格局和领导潮流会产生本质的巨变。

要进一步加速中国 IT 产业的发展，有两个要素需要被重视。首先，我们应该着眼那些新兴的、能对中国企业提供高增值并实现大规模市场成功的技术。其次，我们必须直接地向全球的顶尖资源学习，这些资源不但能够提供世界先进水平的知识而且能够介绍有关主导技术的实践经验。当科技发展一日千里时，我们必须承认在中国 IT 人才试图迅速地了解 and 掌握先进技术的过程中存在着“知识鸿沟”。传统的学习和培训方法依赖翻译和编辑的手段，使用这些传统方法，当快速不断更新的知识流传到中国时往往有些过时。因此，建立知识传递的“快车道”和“跨越鸿沟的桥梁”是很有价值的。“硅谷精英科技丛书”正是这样一条快车道和一座桥梁，它及时地将全球的先进知识和工业界经验带给中国。

作为世界高科技发展的中心，美国硅谷非常成功地研发出很多突破性技术，这些技术成为领先的 IT 产业的基础。许多海外的中国科学家和工程师在硅谷高科技公司的研发和管理中扮演了重要的角色。在事业上取得成功的同时，他们也希望积极参与祖国的经济和技术发展。当我先前的学生蔡剑博士和他来自 CO-YES 学会的同事们邀请了我担当这个丛书的名誉顾问时，我为他们的使命感和奉献精神而感动。我很高兴能以我作为一名高科技企业家和学者的 20 年经验帮助他们。这套丛书是首部由来自硅谷顶尖 IT 公司（如 Sun, Oracle, Cisco）的中国工程师和研究员用中文编写的系列书籍。它包括

了许多重要题目，譬如网络应用设计、数据库系统、存储网络，等等。作者们在西方多年的研发经验，他们所受的中美高等教育，以及他们对祖国的强烈的奉献心将为中国的 IT 专业人才带来独到的价值。我肯定，许多中国的技术精英将会喜欢这套丛书并从中受益，因为中国正在不断努力成为“世界的硅谷”。

Stephen C-Y. Lu(卢志扬)，博士
大尉派克主席教授
美国南加州大学
洛杉矶，加州

2003 年 4 月

前言

(第1版)

J2EE

中国的软件行业在正在实现长足的进步。然而,不可否认国内网络技术开发及教学与世界前沿科技还存在一定的差距。Java 在美国已经成为首屈一指的编程语言和应用平台,Sun 的 Java 企业版(J2EE)技术是目前网络软件领域的最成功的核心技术,也是网络编程人员使用 Java 进行开发时必须掌握的技术。在国内它却还没有得到充分推广,这说明国内 IT 业有时对软件科技的发展及其市场竞争的了解还不够,对研发和应用最先进的软件技术也缺乏紧迫感。计算机技术,尤其是互联网有关技术更新非常快,常常半年更新一次。当美国出版的技术书籍或教材翻译成中文时,更新的技术已经推出。这意味着中国软件技术人员和其他读者从学习到应用来自美国的新技术,最快也比美国晚半年以上。要把握良机,就不能盲目跟风,而应该与国际科技研发前沿更快接轨,应该在行家的指导下迅速掌握精华技术,这就是我们编写本书的目的。

这本书是《硅谷精英科技丛书》的第一本。全书系统而深入地介绍了 Java 的网络编程技术,涵盖了 Servlet 2.4, JSP 2.0, J2EE 1.4 等多种新技术,同时以完整实例介绍了综合应用这些技术的方法和编程思路。在编写中注重内容更完整连贯,讲述方法更着重概念-技能-方法的相辅相成,使读者更容易掌握,更快地融会贯通。在书中也谈到作者在美国 Sun 公司的 Java 网络技术和标准研发部直接从事 J2EE 开发工作的一些心得。另外由于我们对于中国读者的计算机学习习惯和思维方式比较了解,在编写时特别着重基本概念和学习方法,这样可以使读者在使用本书学习时能得心应手。本书第 1~4 章、附录及所附程序范例由蔡剑编写,第 5~9 章由景楠编写,第 10 章由两人共同编写,全书由蔡剑进行修改编排。

在求学中,人们讲究“学而不思则罔,思而不学则怠”。其实使用这本书学习编程技术也是一样,不但要理解技术的细节,更重要的是能够变书面知识为设计开发的能力。所以希望读者在结合实践学习这本书后,不但能够成为网

络程序构件的开发者,还能够成为网络应用的建筑师。

我们最早打算写这本书是在一年以前。当时蔡剑刚刚完成博士答辩,如释重负。此前由于他同时在 Sun 工作,白天忙碌完了,晚上做科研写论文,当时只是想把在科研和工作中学习和使用 Java 的一些心得总结一下。一次偶然的机会,蔡剑在硅谷遇到在斯坦福大学访问的清华大学出版社的领导,他们的敬业精神让人非常佩服。于是在出版社的建议和鼓励下,蔡剑和几位朋友策划了这套丛书,来讲述在全球非常受欢迎而在中国正在被推广的最新硅谷科学技术。丛书都由美国硅谷著名的高科技公司在职的中国开发专家和高级工程师直接用中文编写,所选用的题目都是作者们研究或熟悉的技术。另外我们要求每本书籍的内容组合和讲解方式都要充分照顾中国读者的需要,形式编排力求真正让读者学会和学精。写书的另外一个目的是让我们有机会在海外为自己的国家做些实事。硅谷的工作比较繁忙紧张,我们只能利用业余时间写稿。当最后收笔时,感到又一次如释重负,也真正体会到清华大学的一句校训——“行胜于言”。

诚然,最新的技术总是相当复杂和精深的,我们并非对所有这些硅谷高科技技术都掌握到了炉火纯青的地步。书中可能会有底漏和不足,希望读者能够指正和谅解。在这里,要感谢清华大学出版社的李家强社长和蔡鸿程总编对丛书的指导。本书的策划和编写得到了硅谷 Cisco 公司的赵文辉、Oracle 公司的刘为、BEA 公司的何小潭等同仁的帮助。最后第一作者需要感谢他的父母和妻子,第二作者要感谢他的父母,没有他们的关心和支持,我们不可能完成这本书。

蔡 剑 景 楠

2003 年 3 月 25 日于硅谷

前言

(第2版)

J2EE

在本书第1版出版之后,发生了很多事。2003年8月我回国到北京大学光华管理学院任教。在新的环境下,一方面我直接接触了中国的一些软件公司的开发和管理人员;另一方面,从高科技研发转行到教育和科研领域,使我能更了解学生的学习动机和习惯。同时,Java Web 技术本身在2004年发展很快。J2EE1.4版已经正式发布,Struts也逐渐被广泛接受,Web服务等技术的研发日趋成熟。因此,这本书也“与时俱进”,不断完善,加入了一些新的内容。

在北京大学光华管理学院开设“互联网系统开发”课程时,我的学生使用了第1版作为教材。我们发现作为Java Web应用开发的中级内容教材,这本书还是比较清楚和方便的。但是还有一些地方不够清晰和完整,我们进行了修改和补充。另外,网上一些读者也给了很好的建议,比如认为书的题目可以更准确些。回国以后,我发现国内很多技术名词和概念与当初的理解不同,在第2版中我们做了一些修正,使其更符合中国读者的习惯。同时,在第2版推出时,读者可以在酷业网(www.coolyes.com.cn)上进行辅助学习,这将大大提高对Java Web应用开发技术的掌握效果。

中国的IT产业正经历着巨变。有人说中国软件是“扶不起来的阿斗”,我和硅谷高科技精英丛书的编委们不这么认为。在这里,我想请大家分享一些我的研究体会和实践经验。具体技术本身的掌握固然重要,但是对于技术发展规律的理解是中国目前高科技人才和企业所缺乏的。如果仅仅专注于技术细节,只能是一个好的模仿者和学习者。但是高科技领域的发展源泉是创新。能否追赶甚至超过国外的技术决定了我们能否成为高科技的赢家。我们可以暂时落后,但是一定要有胆识。我们要敢于设定远大目标,更要能够扎扎实实地执行。当然这是一个漫长而艰苦的过程。这本书仅仅能够帮助国内的读者理解新的Java技术和概念,能否将知识转化为能力,还要靠大家的才智和毅志。

蔡 剑

2004年12月20日于北大燕园

登录“酷业网”(www.coolyes.com.cn)学习本书课程

- 作者讲述
- 多媒体课件
- 在线讨论
- 相关习题
- 教师 ppt
- 演示程序

目录

J2EE

第 1 章 介绍	1
1.1 Web 编程技术的发展	1
1.2 Web 信息系统的形式	3
1.3 Web 信息系统的应用	6
1.4 系统开发人才的全面素质	7
1.5 Java Web 编程技术的特点	8
1.6 本书纲要和使用方法	9
 第 2 章 J2EE 有关基本概念和技术	10
2.1 J2EE 多层 Web 程序框架	10
2.2 构件技术	12
2.2.1 构件种类	12
2.2.2 J2EE 的客户	12
2.2.3 Web 构件	13
2.2.4 企业 JavaBeans (EJB) 构件	14
2.3 服务技术	15
2.3.1 命名技术(JNDI)	15
2.3.2 部署技术(deployment)	16
2.3.3 数据连接技术(JDBC)	17
2.3.4 数据事务技术	17
2.3.5 安全技术	17
2.3.6 连接框架技术	17
2.3.7 Web 服务技术	18
2.4 通信技术	18
2.4.1 Web 协议	18
2.4.2 远程方法调用	19

2.4.3	对象管理组协议	19
2.4.4	Java 通信服务技术	19
2.4.5	Java 消息技术和邮件技术	19
第 3 章	客户层技术	21
3.1	基本技术	21
3.2	浏览器	22
3.2.1	功能概述	22
3.2.2	HTML 用户信息输入	23
3.2.3	用户数据校验	28
3.2.4	维护用户会话状态	29
3.3	Applet 客户	30
3.4	应用程序客户	31
3.5	无线客户	32
3.6	客户程序设计考虑	33
第 4 章	Web 层技术(以 Tomcat 为例)	35
4.1	概述	35
4.1.1	J2EE Web 层基本结构	35
4.1.2	Servlet 和 JSP 的优点	37
4.1.3	Servlet 和 JSP 运行环境	38
4.2	Servlet 技术	43
4.2.1	简单的 Servlet 例子	43
4.2.2	Servlet 生命周期	46
4.2.3	Servlet 编程 API	48
4.2.4	处理客户请求	53
4.2.5	控制会话(session)	76
4.2.6	与其他 Servlet 合作	91
4.2.7	过滤器	103
4.2.8	事件监听器	136
4.2.9	数据库连接	143
4.2.10	Servlet 2.4 的新功能	162
4.3	JSP 技术	168
4.3.1	JSP 基本概念	168
4.3.2	JSP 语法	178
4.3.3	动态网页生成	191
4.3.4	开发和使用自制 JSP 标记	208
4.3.5	JSP 和 XML	222

4.3.6	JSTL	238
4.3.7	JSP 2.0 的新功能	250
4.4	Web 安全机制	257
4.4.1	基本 Web 安全机制概念	258
4.4.2	定义 realm	259
4.4.3	Web 程序的验证和登录方式	262
4.4.4	使用 SSL 连接	269
4.5	Web 程序部署	272
4.5.1	web.xml 文件的格式	272
4.5.2	Web 程序编译和打包	277
4.6	Web 层设计思路及实例	283
4.6.1	Web 程序的设计考虑	283
4.6.2	Web 程序实例 ICWork	286
4.7	Struts: 灵活的 Web 应用开发框架	327
4.7.1	Struts 介绍	327
4.7.2	Struts 使用方法	328
4.7.3	总结	345
第 5 章	EJB 层技术	346
5.1	基本概念	346
5.1.1	EJB 定义	346
5.1.2	为什么选择 EJB	347
5.1.3	EJB 种类	348
5.1.4	EJB 的组成	350
5.1.5	EJB 的命名规则	353
5.1.6	何时使用 EJB	353
5.2	EJB 入门: 一个简单 EJB 实例的开发	354
5.2.1	如何开发一个 EJB 应用	355
5.2.2	远程接口(remote interface)	355
5.2.3	本地接口(local interface)	356
5.2.4	home 接口	356
5.2.5	本地 home 接口	357
5.2.6	bean 类	357
5.2.7	部署描述符(deployment descriptor)	358
5.2.8	EJB 服务器配置文件	359
5.2.9	EJB-jar 文件	359
5.2.10	部署 bean	360
5.2.11	EJB 客户 Jar 文件	360
5.2.12	调用 EJB	361

5.2.13	总结	365
5.3	会话 bean	365
5.3.1	会话 bean 的定义	365
5.3.2	会话 bean 的种类	365
5.3.3	会话 bean 的生命周期	366
5.3.4	何时使用会话 bean	367
5.3.5	会话 bean 使用方法及实例	367
5.4	实体 bean	375
5.4.1	持久性的基本概念	375
5.4.2	实体 bean 定义	377
5.4.3	实体 bean 特性	377
5.4.4	实体 bean 持久性的种类	377
5.4.5	实体 bean 的生命周期	382
5.4.6	何时使用实体 bean	383
5.4.7	一个实体 bean 例子	383
5.5	BMP 与 CMP 详解	390
5.5.1	EJB 2.0 的特性	391
5.5.2	容器管理的持久性	391
5.5.3	EJB 查询语言	400
5.5.4	CMP 技术讨论	402
5.5.5	BMP 技术讨论	410
5.5.6	总结	422
5.6	消息驱动 bean	422
5.6.1	Java 消息服务	422
5.6.2	Java 消息服务的编写-应用编程接口函数(API)	423
5.6.3	JMS 与 EJB 的集成	425
5.6.4	消息驱动 bean	426
5.6.5	如何开发消息驱动 bean	426
5.6.6	总结	429
5.7	EJB 2.1 新特性简介	430
5.7.1	对于 Web 服务的支持	430
5.7.2	扩展消息驱动 bean	433
5.7.3	EJBQL 的提高	435
第 6 章	事务与安全	437
6.1	事务	437
6.1.1	什么是事务管理	437
6.1.2	事务管理的必要性	438

6.1.3	事务模型	438
6.1.4	事务种类	440
6.1.5	事务特性	448
6.1.6	总结	450
6.2	EJB 安全技术	450
6.2.1	为什么需要安全技术	450
6.2.2	安全技术的层次	451
6.2.3	EIS 层的安全机制	453
6.2.4	安全身份的建立及传播	455
第 7 章	J2EE 应用程序的打包和部署	457
7.1	打包组件	457
7.2	打包 J2EE 应用程序	458
7.2.1	EJB 模块	459
7.2.2	EJB 模块打包准则	460
7.2.3	Web 模块	462
7.2.4	应用客户模块	462
7.2.5	资源适配器模块	462
7.3	部署描述文件	463
7.3.1	通用元素	463
7.3.2	EJB 元素	469
7.4	使用 Ant 进行打包部署	470
7.5	总结	472
第 8 章	J2EE 应用程序国际化与本地化	473
8.1	程序国际化需求	473
8.2	J2EE 应用程序使用 J2SE 国际化应用程序接口	476
8.2.1	应用资源	476
8.2.2	消息格式化	478
8.2.3	日期格式化	479
8.2.4	文字整理	480
8.3	Web 层的国际化	480
8.3.1	管理局域元素和编码机制	480
8.3.2	显示组件的设计	483
8.3.3	国际化和本地化 JSP 页面	483
8.4	EIS 层的国际化	486
8.4.1	持久性的本地化数据	486
8.4.2	数据库模式的国际化	487

8.5	使用 XML 相关的国际化方法	489
8.5.1	使用 XSLT 生成动态的本地化内容	489
8.5.2	应用系统的局部元素通信	489
8.5.3	在不同的应用系统之间进行局部元素的通信	490
8.6	错误信息和日志消息的本地化	492
8.6.1	客户消息和应用系统的异常	492
8.6.2	系统级别的异常和消息记录	494
8.7	总结	494
第 9 章	J2EE 程序体系结构设计	495
9.1	模型-视图-控制体系结构	495
9.2	J2EE 设计模式	496
9.2.1	截取过滤器	496
9.2.2	视图帮助	498
9.2.3	前控制器	500
9.2.4	控制器	502
9.2.5	视图	502
9.2.6	值对象或传输对象	505
9.2.7	会话面	509
9.2.8	数据访问对象	512
第 10 章	J2EE 应用程序实例：STARS 合作支持系统	518
10.1	STARS 系统概述	518
10.2	STARS 系统的设计思想	519
10.3	如何决定应用系统的层次	520
10.4	选择本地的或分布式的体系结构	521
10.4.1	本地结构和远程结构的比较	522
10.4.2	J2EE 平台的分布式和本地式结构	522
10.4.3	STARS 系统结构	523
10.5	体系结构方面的综合考虑	524
10.5.1	视图层	530
10.5.2	模型层	532
10.5.3	控制层	534
10.5.4	将 MVC 结构应用于 Web 应用	537
10.6	在 STARS 系统中使用到的设计模式	537
10.6.1	截取过滤器	537
10.6.2	前控制器	539
10.6.3	传输对象	540
10.6.4	会话面	542

10.6.5 数据访问对象.....	543
10.6.6 访问控制器.....	543
10.7 总结.....	547
附录 A HTTP 协议.....	548
A.1 HTTP 协议简介.....	548
A.2 HTTP 协议的几个重要概念.....	549
A.3 HTTP 协议的运作方式.....	549
附录 B UML 图解概要.....	555
附录 C 主要相关网址.....	556
附录 D Tomcat 安装、设置和运行.....	557
附录 E Servlet 编程主要 API.....	560
附录 F EJB 编程主要 API.....	572
附录 G TCP Tunnel Tool.....	580
附录 H Ant 工具安装使用简述.....	581
H.1 Ant 概况.....	581
H.2 Ant 安装.....	581
H.3 Ant 基本用法.....	582
参考文献.....	586

第 1 章

介 绍

Sun 的 Java 2 Enterprise Edition(J2EE)平台已经成为使用最广泛的 Web 程序设计技术。该技术主要支持两类软件的开发和应用。一类是做高级信息系统框架的 Web 应用服务器(Web application server),另一类是在 Web 应用服务器上运行的 Web 应用程序(Web application)。根据美国 Giga 公司的市场预测,基于 J2EE 平台的 Web 应用服务器软件的市场将由 1999 年的 5.8 亿美元上升到 2003 年的 90 亿美元。全球主要的商业网站和管理信息系统大多采用 J2EE 平台作为首选的 Web 开发技术,每一个 Web 应用服务器都将需要企业开发和运行多种 Web 服务软件。最近几年,J2EE Web 程序的开发已经成为信息系统的关键,熟悉并能熟练运用 J2EE 技术的软件工程师已经成为炙手可热的人才。然而,J2EE 技术比较复杂难懂,它牵扯到的 Web 和 JAVA 技术五花八门。学习者需要对各种技术有全面理解,但又要有侧重。只有这样才能做到融会贯通,得心应手。

1.1 Web 编程技术的发展

随着互联网技术突飞猛进地发展,开发 Web 软件越来越复杂。程序开发人员应该对 Web 技术有系统的理解。首先,让我们回顾互联网技术的发展,从而深入分析 Web 编程的基本概念。典型的 Web 模型将计算机网络分为若干个相关层。早在 20 世纪 80 年代,国际标准化组织(ISO)提出了 OSI 网络抽象模型,将互联网系统分为七层(见图 1.1)。最底层是物理层(physical)和数据链路层(data link)。其上依次是网络层(network)、传送层(transport)、会话层(session)、表示层(presentation)和应用层(application)。每一层都代表特定的功能组合。底层功能通过提供服务接口支持上层功能。物理层主要描述网络中通信机制的信号和连接特性。数据链路层定义在物理层之上的数据传送状态。网络层定义了由数据链路组成的互联网中怎样查找和分发数据。传送层用于保证数据在网络中正确传递。会话层定义数据包在传递时相互组织关系。表示层描述数据类型在网络传递