

高等学校教材·计算机应用

可赠送课件

jsjc@tup.tsinghua.edu.cn

中间件技术原理与应用

张云勇 张智江 等编著
刘锦德 刘韵洁
博嘉科技 审



清华大学出版社

高等学校教材·计算机应用

中间件技术原理与应用

张云勇 张智江 等 编著
刘锦德 刘韵洁
博嘉科技 审

清华大学出版社
北京

内 容 提 要

中间件技术由于自身的互操作性、强大的服务功能、快速的开发能力等特性, 目前已经成为诸如金融、电信等大型核心业务系统的支撑平台。围绕中间件的各种相关技术近几年来也成为研究热点。本书是目前该技术领域国内较为系统的专著。结合作者多年研究和实践的经验, 从开放系统发展动力到中间件产生, 从面向过程中间件到面向对象、面向智能代理的中间件, 从普通的网络中间件到无线/移动中间件, 从通用中间件到专用的实时/嵌入式中间件、具有服务质量保证的中间件、反射中间件, 从中间件理论和应用开发到中间件的典型应用以及中间件未来发展方向的展望, 都进行了系统的论述。

本书在编写过程中, 既做到内容全面、叙述清楚, 又注意一些最新的协议、规范及学术界、工业界研究进展, 同时还非常注重实用性。本书既适用于本科高年级和研究生的教材, 也可供工程技术人员自学参考之用。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

中间件技术原理与应用/张云勇等编著. —北京: 清华大学出版社, 2004. 10

(高等学校教材·计算机应用)

ISBN 7-302-09399-7

I. 中… II. 张… III. 系统软件 IV TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 089593 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 冯志强

封面设计: 王 永

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 260 印 张: 22 字 数: 542 千字

版 次: 2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09399-7/TP · 6562

印 数: 1 ~ 3000

定 价: 26.00 元

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

清华大学出版社计算机教材

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱 教授	北京大学	杨冬青 教授
	覃 征 教授		陈 钟 教授
	王建民 教授		陈立军 副教授
	刘 强 副教授	中国人民大学	王 珊 教授
	冯建华 副教授		孟小峰 教授
北京航空航天大学	马殿富 教授		陈 红 教授
	吴超英 副教授	北京信息工程学院	孟庆昌 教授
	姚淑珍 教授	石油大学(北京)	陈 明 教授
北京交通大学	阮秋琦 教授	天津大学	艾德才 教授
北京科技大学	杨炳儒 教授		
南开大学	吴功宜 教授		
复旦大学	吴立德 教授	上海交通大学	傅育熙 教授
	吴百锋 教授		蒋建伟 副教授
	杨卫东 副教授	华东师范大学	杨宗源 教授
华东理工大学	邵志清 教授		应吉康 教授
东华大学	乐嘉锦 教授	上海第二工业大学	蒋川群 教授
浙江大学	吴朝晖 教授	南京大学	骆 斌 教授
	李善平 教授	南京理工大学	张功萱 教授
南京航空航天大学	秦小麟 教授	苏州大学	龚声蓉 教授
南京邮电学院	朱秀昌 教授		
江苏大学	宋余庆 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		朱定华 教授
武汉理工大学	李中年 教授	华中师范大学	魏开平 教授
			王林平 副教授

国防科技大学	赵克佳 教授	中南大学	陈松乔 教授
	肖 侬 副教授		
湖南大学	林亚平 教授		
	邹北骥 教授		
西安交通大学	沈钧毅 教授	西北大学	周明全 教授
	齐 勇 教授	西安石油学院	方 明 教授
长安大学	巨永峰 教授		
西安邮电学院	陈莉君 副教授		
哈尔滨工业大学	郭茂祖 教授	吉林大学	何 桥 教授
长春工程学院	沙胜贤 教授		徐一平 教授
			毕 强 教授
山东大学	孟祥旭 教授	山东科技大学	郑永果 教授
	郝兴伟 教授		
中山大学	潘小轰 教授	厦门大学	冯少荣 副教授
福州大学	林世平 副教授		
云南大学	刘惟一 教授	重庆邮电学院	王国胤 教授
西南交通大学	杨 燕 副教授		

出版说明

改革开放以来，特别是党的十五大以来，我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就，高等教育实现了历史性的跨越，已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上，高等教育规模取得如此快速的发展，创造了世界教育发展史上的奇迹。当前，教育工作既面临着千载难逢的良好机遇，同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾，是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月，教育部下发了《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》，提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月，教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件，指出“高等学校教学质量和教学改革工程”，是教育部正在制订的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分，精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一，教育部计划用五年时间（2003—2007年）建设1500门国家级精品课程，利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放，以实现优质教学资源共享，提高高等学校教学质量和人才培养质量。

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，顺应并符合新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”。首批推出的特色精品教材包括以下三个系列：

（1）高等学校教材·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) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

清华大学出版社经过近二十年的努力，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。清华版教材经过二十多年的精雕细刻，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。

总策划 李家强

策 划 卢先和 丁 岭

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

luxh@tup.tsinghua.edu.cn

序

随着网络技术的发展，未来网络将是以 IP 协议为基础，以数据为中心的综合网。为了有效地利用这种网络，更迅速地进行业务开发和部署已迫在眉睫。依靠中间件作为解决这一局面的有效方案，正得到广泛的认同，并将得到进一步的推动。

由于国防建设的需要，电子科技大学微机所中间件技术及其应用研究室，自 20 世纪 90 年代早期就开始从事中间件技术的研究，通过近 10 年的研究和实践，在中间件方面有了许多技术积累。

该研究室中以刘锦德教授为首的梯队，“九五”期间为军方成功地开发了实用的互操作中间件。同时，还为民营企业研发了以下中间件产品：(1) 基于 CORBA2.3 的事务处理中间件，现已成功地用于电信产品的开发中；(2) 基于 Minimum CORBA 规范的嵌入式中间件，现已开始被用于军品和民品的开发中；(3) 基于无线 CORBA 规范的无线中间件；(4) 用于即插即用的中间件；(5) 实时中间件。此外，还以移动代理技术为基础开发出了一种新型的协作信息系统中间件及用于移动环境的移动中间件。

在此基础上，梯队编写了《中间件技术原理与应用》一书，梯队以极大的热忱、倾注了大量的精力，完成了本书的写作。本书系统总结了与中间件相关的研究与发展现状，从基本机理和理论基础对各种协议、接口技术进行了翔实的阐述。本书涵盖了中间件技术基础知识、基本协议、若干核心技术、业务开发及一些高级议题，内容既有广度又有深度。

梯队老中青结合，教授、博士众多，作者们既具有实际经验，又紧跟中间件相关标准与规范的最新前沿发展，因而对该项技术把握得比较准确，论述比较流畅，使得本书不仅技术性强，而且具有易读性和实用性。

前 言

中间件是 20 世纪 80 年代末 90 年代初发展起来的基础软件，近几年来逐渐成为构建网络分布式应用系统的重要支撑工具。它能够解决网络分布计算环境中多种异构数据资源的互联共享问题，实现多种应用软件的协同工作。如今，中间件已与操作系统、数据库、前端应用软件一起，跻身于软件业发展的重点之列，在互联网带来的日新月异的变革中，中间件技术所扮演的角色会更加无可替代。

利用中间件，可大幅度提高应用软件系统的开发效率，增强系统稳定性，使系统便于维护管理，同时具有良好的伸缩性与可扩展性，充分保护用户投资、降低系统投资风险。因此，中间件已成为分布式应用的关键性软件，可广泛适用于政府部门、银行、证券、保险、电力、电信、交通与军事等关键性的网络分布应用。

中间件的意义不仅仅在于它自身解决的关键技术问题，而且它对于软件的产业化有着极其重要的作用。因为，中间件产品往往并不仅仅是一种软件产品，它更多倡导的是一种计算模型与标准，在中间件提供的一个良好的网络分布应用开发平台上，会有大量第三方开发的适于各种领域应用的软件产生，从而带动软件产业的发展，形成产业规模效应。

本书力图给读者介绍全面、系统而深入的中间件技术相关知识。综观全书，本书有如下特点：

入门要求低 本书介绍了中间件技术最基本的知识，读者只需基本的网络知识即可。

完整性 从开放系统发展动力到中间件产生，从面向过程的中间件到面向对象、面向智能代理的中间件，从普通的网络中间件到无线/移动中间件，从通用中间件到专用的实时/嵌入式中间件、具有服务质量保证的中间件、反射中间件，从中间件理论和应用开发到中间件的典型应用以及中间件未来的展望，都进行了论述。在附录中列出了常见网址和一些中间件平台，这对读者的学习将有很大的帮助。

概括性 本书每章的标题就是对该章内容的高度概括，在接下来的内容中对其进行的解释尽可能做到准确、翔实。

实用性 本书紧密结合应用，对若干典型的应用以及利用中间件的开发步骤都做了较详细的介绍。

新颖性 本书对中间件相关的最新的技术、规范和国内外研究进展都进行了介绍，并对中间件技术的未来发展进行了展望。

本书在编写过程中，得到博嘉科技资讯有限公司王松先生的热情帮助，在此表示感谢。感谢刘锦德教授的学术指导，博士期间的研究工作奠定了我们未来人生道路上学习、工作、研究的基础。感谢电子科技大学中间件研究室，能够在国内较早研究中间件的专门学术机构从事了 5 年多的研究，是我们不可多得的一笔财富。感谢中国科学院计算技术研究所所长李国杰院士提出的若干宝贵意见，感谢中国科学院计算技术研究所信息网络研究室主任李忠诚研究员和谢高岗副研究员的大力支持。感谢中国联合通信有限公司技术部齐力焕女士、技术开发处处长王明会博士、裴小燕博士、杨征先生以及中国联通博士后科研工作站

所有博士与作者的技术交流与讨论。

感谢郭维娜在编写过程中所给予的启发和鼓舞。

在本书编写过程中，引用了部分材料，在此一并表示感谢。

本书由张云勇、张智江、刘锦德和刘韵洁担任主要编写工作。

具体章节编写工作的人员如下表所示。

章节	作者
第1章 中间件产生背景及分布式计算环境	刘锦德 张云勇
第2章 面向对象中间件 ODP	刘锦德 张云勇 骆志刚 谭浩 徐波 苏森 唐雪飞
第3章 COM 相关技术	曹晓阳 张云勇 刘锦德
第4章 J2EE 技术	张云勇 刘锦德 曹晓阳
第5章 CORBA 初步	张云勇 刘锦德 骆志刚 胡磊
第6章 CORBA 服务	张云勇 骆志刚 刘锦德 董鹏 周世杰 何洪伟 俞岭 刘崇威
第7章 中间件中的事务处理	杨涛 曹晓阳 张云勇 刘锦德 郭乐深
第8章 CORBA 高级技术	彭舰 张云勇 骆志刚 郭乐深 杨思忠 刘锦德 廖军
第9章 无线、移动中间件	张云勇 刘锦德 胡健 彭春林
第10章 反射中间件	杨思忠 张云勇 刘锦德 骆志刚
第11章 网络即插即用中间件	李廷元 刘锦德 杨思忠 张云勇
第12章 Web 服务	张智江 张云勇 刘韵洁 刘锦德
第13章 其他中间件技术	刘韵洁 张智江 张云勇 张向刚 秦志光 彭舰 张险峰 张峰
第14章 中间件的典型应用	张智江 刘韵洁 张云勇 刘锦德 谭浩 廖军
附录1 常见中间件平台比较	韩真真 韦雅
附录2 名词术语	张云勇 刘锦德
附录3 常用资源链接	张云勇 刘锦德

参与本书编排的人员还有：王安贵、陈郭宜、程小英、谭小丽、卢丽娟、刘育志、吴淬砺、赵明星、贺洪俊、李小平、史利、张燕秋、刘青松、周林英、黄茂英、李力、李小琼、李修华、田茂敏、苏萍、巫文斌、邹勤、粟德容、童芳、李中全、蒋敏、刘华菊、袁媛、李建康等，在此一并感谢。

由于编写时间仓促，书中疏漏之处在所难免，欢迎广大读者和同行批评指正。

延伸服务：如果读者愿意参加“中间件技术原理与应用”的学习培训，或是在学习过程中发现问题，或有更好的建议，欢迎致函。同时，我们也非常愿意随时同中间件技术原理与应用高手保持经常的联系，我们的 E-mail: bojiakeji@163.net, 网址: <http://www.bojia.net>, 我们将认真、负责地对待每位读者的来信。

主要作者简介

张云勇 博士后，中国人工智能学会智能控制与智能管理专业委员会委员，中国人工智能学会可拓工程专业委员会委员。曾作为主研参与了总装备部项目、教育部博士点基金、国家 863 项目、国家科技部项目的研究。另外还主研了证券监管系统，并获国家级鉴定。目前在中国联合通信有限公司(总部)技术部从事下一代电信网络与下一代互联网的研究。在核心刊物以上级别的刊物上发表了近 40 篇学术论文，出版两部论著，还向国际组织递交了 10 篇国际文稿。

张智江 博士后，教授级高级工程师，国家 863 信息安全委员会专家组成员，长期从事我国电信网络的规划、建设、运营管理工作。现任中国联合通信有限公司(总部)技术部总经理。对国内外互联网技术发展现状、趋势以及主要核心技术有着深厚的研究。

刘锦德 教授、博导，享受国务院特殊津贴专家、U.C.Berkeley EECS 客座研究员。1952 年毕业于上海交通大学电机系电信专业，1957 年至今一直从事计算机领域的教学和科研工作，曾为中国电子工业的发展，特别是在微处理器、UNIX 系统和工程工作站的开发方面做出过杰出的贡献。20 世纪 90 年代至今，一直为军方从事开放系统技术的中间件技术的研究和开发。历任国务院学位委员会计算机科学与技术评议组成员、四川省政府科技顾问团成员、四川省首批学术带头人。现任中国计算机学会常务理事和四川省计算机学会副理事长、四川省软件行业协会理事长，且是国际 UNIX 用户协会(UNIFORM)高级会员。曾被授予全国电子工业劳动模范(1987 年)，四川省优秀博士生导师(2001 年)，全国优秀科技工作者(2001 年)等称号。主持过多项“六五”、“七五”、“八五”和“九五”国家、国防重点科技攻关项目，先后 3 次获国家科技进步奖，并且还荣获电子工业部和四川省科技进步奖 5 次，国防科技进步奖 1 次；出版著作 7 本，其中《计算机网络》获电子工业部优秀教材一等奖，1985 年以来在国内外学术刊物和学术会议上发表论文 200 余篇。

刘韵洁 教授级高级工程师，中国互联网应用与信息服务委员会主任，长期从事电信网络的规划、建设与运营管理工作。曾担任数据所所长、中国电信总局数据局局长、中国联合通信有限公司副总裁等职务，为中国电信行业，尤其是对互联网等数据网络技术的发展做出杰出的贡献。在任中国电信总局副局长兼数据通信局局长期间，领导组织了我国公用数据网、计算机互联网、高速宽带网的网络建设、经营与管理的工作，被业界称为“中国互联网之父”。

目 录

第 1 章 中间件产生背景及分布式计算环境	1
1.1 开放系统与互操作性概述	1
1.1.1 开放系统概述	1
1.1.2 开放系统轮廓及互操作性概述	3
1.2 中间件概述	5
1.2.1 中间件的定义	5
1.2.2 中间件的分类	6
1.2.3 中间件的优点	7
1.3 远程过程调用及其增强	8
1.3.1 RPC 基本功能	8
1.3.2 RPC 的通信	8
1.3.3 RPC 的语义	9
1.3.4 RMI 环境	9
1.3.5 排队 RPC	12
1.4 分布式计算环境 DCE	12
1.4.1 DCE 的体系结构	12
1.4.2 DCE 的应用	13
1.4.3 DCE 服务	13
1.4.4 DCE 问题	15
1.5 SUN 的 ONC	16
1.6 小结	17
1.7 习题	18
第 2 章 面向对象中间件 ODP	19
2.1 面向对象技术的优势	19
2.2 面向对象技术中的概念	20
2.3 面向对象的方法论	20
2.4 面向对象的 ODP 中间件	22
2.4.1 ODP 标准组成	22
2.4.2 ODP 功能	24
2.5 RM-ODP 的绑定模型	24
2.5.1 计算绑定模型	24
2.5.2 工程绑定模型	26
2.6 小结	28

2.7 习题	28
第3章 COM 相关技术	29
3.1 COM 技术的发展	29
3.2 COM 技术的体系结构	30
3.3 COM 技术中接口	31
3.4 COM 类工厂机制	33
3.5 DCOM 技术	34
3.6 COM+技术	35
3.7 .NET 框架	37
3.8 COM 技术中的企业功能服务	39
3.9 小结	39
3.10 习题	40
第4章 J2EE 技术	41
4.1 J2EE 概述	41
4.2 EJB 模型	42
4.2.1 客户	42
4.2.2 EJB 构件	43
4.2.3 EJB 容器	46
4.2.4 遗留系统	48
4.3 EJB 角色	48
4.4 EJB 和其他技术的关系	49
4.4.1 EJB 和 JavaBeans 的关系	50
4.4.2 EJB 和 CORBA 的关系	50
4.5 常见 EJB 系统	50
4.5.1 WebSphere	50
4.5.2 WebLogic	51
4.5.3 IAS	51
4.6 开发实例	51
4.6.1 创建 Remote Interface	52
4.6.2 实现 Bean 类	52
4.6.3 Home Interface	52
4.6.4 Client 的实现	53
4.7 J2EE 技术中企业功能服务	53
4.8 小结	54
4.9 习题	55

第 5 章 CORBA 初步.....	56
5.1 OMA.....	56
5.1.1 对象服务.....	57
5.1.2 公共设施.....	58
5.1.3 域界面.....	58
5.1.4 应用界面.....	59
5.2 公共对象请求代理体系结构 (CORBA).....	59
5.3 ORB 核心.....	59
5.4 IDL 语言和语言映射.....	60
5.5 存根和框架.....	61
5.6 动态调用.....	61
5.7 对象适配器.....	61
5.8 界面仓库和实现仓库.....	62
5.9 ORB 之间的互操作.....	62
5.10 CORBA 的最新进展.....	63
5.10.1 服务质量控制技术.....	63
5.10.2 通过值传递对象.....	63
5.10.3 CORBA 构件技术.....	64
5.10.4 其他.....	65
5.11 一个最小的 CORBA 应用.....	65
5.11.1 CORBA 应用程序的一般开发过程.....	65
5.11.2 示例.....	66
5.12 小结.....	68
5.13 习题.....	68
第 6 章 CORBA 服务.....	69
6.1 CORBA 服务概述.....	69
6.1.1 核心服务.....	69
6.1.2 数据库与事务处理.....	72
6.1.3 其他服务.....	73
6.2 命名服务.....	75
6.3 事件服务.....	75
6.3.1 CORBA 事件服务概述.....	75
6.3.2 CORBA 事件服务体系结构.....	76
6.3.3 分布式实时事件服务概述.....	78
6.4 交易器服务.....	79
6.4.1 对象交易概述.....	79
6.4.2 基本概念与数据类型.....	81

6.4.3	互连机制	84
6.5	负载均衡	86
6.5.1	应用程序分区	86
6.5.2	复制	87
6.6	容错	89
6.6.1	容错性概述	89
6.6.2	CORBA 对容错的支持	90
6.7	消息中间件及 CORBA 消息服务	91
6.7.1	消息中间件概述	91
6.7.2	MQSeries 结构	93
6.7.3	MQSeries 主要特性	96
6.7.4	基于 CORBA 的消息中间件	98
6.8	小结	99
6.9	习题	99
第 7 章	中间件中的事务处理	100
7.1	分布式事务处理	100
7.1.1	X/Open DTP 模型	101
7.1.2	事务的类型	102
7.1.3	两阶段提交协议	102
7.1.4	事务中间件的发展概述	103
7.2	COM+ 技术中的事务服务	104
7.3	J2EE 中的事务体系结构	106
7.3.1	JTA 事务管理接口	106
7.3.2	JTA 应用程序接口	107
7.3.3	X/Open XA 资源管理接口	107
7.3.4	Java 事务服务 (JTS)	108
7.4	CORBA 的 OTS	108
7.4.1	OTS 组成	108
7.4.2	OTS 中的接口	109
7.4.3	对象事务服务流程	114
7.5	小结	115
7.6	习题	116
第 8 章	CORBA 高级技术	117
8.1	CORBA 组件模型	117
8.1.1	CCM 概述	117
8.1.2	组件抽象模型及组件关系	118

8.1.3	组件实现框架(CIF)	119
8.1.4	容器	120
8.1.5	组件的封装、组合和配置	121
8.1.6	CCM 与 EJB 技术	121
8.2	嵌入式中间件	122
8.2.1	嵌入式环境对 CORBA 的需求	122
8.2.1	MinimumCORBA	123
8.2.3	现有的嵌入式 CORBA	124
8.3	实时 CORBA	124
8.3.1	处理器资源的管理	126
8.3.2	内存资源的管理	128
8.3.3	通信资源的管理	129
8.3.4	QoS 框架	129
8.3.5	实时 CORBA 的研究和发展	130
8.3.6	实时 CORBA 的评价	133
8.3.7	端到端调度的相关问题	134
8.3.8	CORBA 调度服务	135
8.4	CORBA 安全	137
8.4.1	分布式对象的安全问题	137
8.4.2	CORBA 安全服务参考模型	138
8.4.3	安全体系结构	139
8.4.4	CORBA 安全的不足	140
8.4.5	CORBA 穿透防火墙	141
8.5	支持 QoS 的 CORBA	142
8.5.1	引言	142
8.5.2	QoS 驱动的 CORBA 系统的优点	143
8.5.3	QoS 驱动的 CORBA 的要求	144
8.5.4	QoS 驱动的 CORBA 的设计	145
8.5.5	问题的讨论和相应的解决方法	148
8.6	多协议框架	149
8.6.1	CORBA 多协议框架概述	149
8.6.2	OCI 规范	149
8.6.3	OCI 的互操作性	151
8.6.4	优化 IIOP 引擎	152
8.7	POA 及其优化	155
8.7.1	设计 POA 的目的	156
8.7.2	POA 的体系结构	157
8.7.3	MicroPOA	159
8.8	独立于平台的多线程(任务)体系	160

8.8.1	多线程概况	161
8.8.2	PDL 的实现	163
8.9	小结	163
8.10	习题	163
第 9 章	无线、移动中间件	164
9.1	无线 CORBA	164
9.1.1	概述	164
9.1.2	传统中间件在移动网络中所面临的挑战	165
9.1.3	无线 CORBA 核心技术	165
9.1.4	实验	170
9.2	移动代理技术概述	187
9.2.1	移动代理简介	187
9.2.2	移动代理系统结构	187
9.2.3	移动代理关键技术	188
9.2.4	移动代理中的安全	190
9.2.5	移动代理系统组织及其规范	191
9.2.6	典型系统评价	192
9.2.7	移动代理的应用及开发	193
9.3	代理方法学	194
9.3.1	引言	195
9.3.2	面向对象方法的扩展	195
9.3.3	基于知识工程方法的扩展	196
9.4	小结	197
9.5	习题	197
第 10 章	反射中间件	198
10.1	反射	198
10.1.1	含义	199
10.1.2	动因	200
10.1.3	特性	200
10.1.4	典型例子	201
10.1.5	反射的分类	202
10.2	面向对象的反射	203
10.2.1	面向对象系统中的反射技术	203
10.2.2	反射模型	204
10.2.3	反射的应用	206
10.3	反射中间件	207