

118

7P31
8360

中间件

——技术·产品·应用

主 编 张志橦

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

中间件——技术·产品·应用/张志橐主编.
—北京:中国石化出版社,2002
ISBN 7-80164-187-6

I. 中… II. 张… III. 系统软件 IV. TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 003139 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 393.6 千字 印 1—3000

2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

定价:50.00 元

序 言

20世纪80年代，解决软件工程危机提到议事日程。当时，计算机硬件遵循摩尔(Moor)定律正大幅度地提高着性能价格比，加上因特网技术和微软公司的窗口技术的产生和普及，使计算机应用得以空前普及。计算机应用模式也由单机到局域网、广域网、因特网；由主机终端方式到客户端——服务器、浏览器——服务器以及N层结构方式；应用系统由集中到分布，再到大集中方式。但是应用软件的开发依然是瓶颈，软件工程危机依然未能彻底解决。计算机技术应用的目的实现信息处理自动化，但是应用软件的开发和集成一直处于手工作坊式阶段，离工厂化、流程作业化、模块装配化、自动化甚远。

随着计算机技术及其应用的发展，五花八门的软硬件产品面世，由于资金投入和信息系统建设的渐进性以及产品的服役周期性，不可避免地形成了多厂商产品并存的局面。对于用户和软件开发工程师来说，如何屏蔽不同厂商产品的差异？如何减少应用软件系统集成的工作复杂度？则成为软件工程和系统集成的重大技术课题。

尽管“开放性”原则已成为共识，但是，由一个厂商去统一多种产品之间的差异是不现实的，这个问题由用户通过应用软件去弥补也不可能，于是中间件应运而生。中间件是一种屏蔽异构和分布所导致集成和共享的各种复杂技术细节而使技术问题简单化的软件工程和系统集成技术。

如同硬件、软件一样，中间件也是计算机系统中一种特定的组成部分。在中间件产生前，应用软件直接运行在硬件、操作系统、网络操作系统和数据库管理系统之上，该类技术组成应用软件的底层平台，越低层越复杂，但与用户的业务并没有直接关系。因此产生了将应用软件所面临的基于平台的共性问题进行提炼和抽象，在操作系统、网络操作系统及数据库管理系统之上再形成一个可复用的结构或构件群，供成千上万的不同层面、不同类型、不同领域的应用软件复用，这就是中间件。从这里可以看出中间件位于应用软件与计算机操作系统、网络操作系统以及数据库管理系统之间，而且是各种应用软件可复用的。由于其独立于应用软件，并且可复用，因此，有人也把这类早期的、传统的、狭义的中间件划为操作系统的扩展部分。

中间件的定义有多种模式。看问题的角度不同，反映问题的本质不同，定义的形式也不同。早期的中间件是指处于操作系统和应用程序之间的系统软件。一组中间件的集成，则称之为平台，这里的平台一般专指运行平台，有的也指开发平台。

分布式系统一般离不开系统间的通信。因此，通信中间件是基础或核心。有专家定义为“中间件=平台+通信”。从而把中间件与系统软件(包括操作系统、支撑软件)和应用软件区分开来。

中间件软件是在计算机硬件和操作系统之上，支持应用软件开发运行的系统支持软件，是分布式应用的一个标准平台。

在诸多中间件定义中，人们推荐 IDC 的表述：中间件是一类独立的系统软件或服务程序，实现分布式应用在不同技术之间的资源共享。中间件是一类而不是一种软件，是基于分布式处理或应用的软件，最突出的特点是实现应用之间的互操作和资源共享。

随着应用软件的发展，人们从单项的科学计算、业务应用(如工资计算)逐步发展到 MIS、MRP、MRP - II、ERP、CIMS 以及 SCM、CRM、E - Business、E - Commerce。业务信息集成、业务功能集成、业务流程集成、应用软件模块集成、应用系统集成、企业内部与外部集成则成为关键。随之而来的是整合企业集团乃至社会计算机应用软件资源的技术，即广义的中间件。从广义角度讲，中间件又是不同应用之间、不同模块之间的适配器(Adapter)、粘合剂(Glue)、网关(Gateway)、桥梁(Bridge)、交换器(Switch)和接口(Interface)，而且是适用于不同硬件、操作系统、网络协议、数据库、应用软件之间的可复用的构件或平台及其集合。是人们常说的实现“无缝集成”、“即插即用”的基础软件。

中间件是构件化软件的表现形式。中间件抽象了典型的应用，应用软件工程师可以基于标准的中间件进行再开发、定制和部署，而不是原有意义上的编程或设计，是软件构件化、装配化的具体实现。

中间件产品应用的优点如下：提高应用软件开发效率，缩短开发周期，降低开发成本，提高开发质量；保护现有硬件、网络、软件资源，方便系统集成；便于系统升级、维护、扩充和移植，适应业务流程重组，延长应用软件的生命周期，降低运行维护成本。据国外公司估计，开发周期可缩短 25% ~ 50%，应用系统可节省系统资源 75%，运行成本减少 50%，而自行开发中间件则增加成本 100% ~ 400%。

随着人们对中间件的需求以及中间件技术的发展，中间件的产品系列越来越广。中间件的定义尚无标准化，中间件的分类也无标准化。许多生产厂商、许多技术组织、许多专家学者从不同角度予以分类，都有一定道理。

如按中间件产品的作用划分，则包括交易中间件、消息中间件、对象中间件、应用服务器中间件、安全中间件，其中交易中间件、消息中间件产生最早，应用最广。而近几年来，随着互联网、面向对象技术和瘦客户机的 N 层结构的出现和发展，对象中间件、应用服务器中间件和安全中间件的发展势头也很迅猛。同时，随着应用层次和应用规模的扩展，诸如数据访问、数据存储、数据分析、数据发布、数据集成中间件、地理信息、办公自动化、电子商务、供应链管理、客户关系管理等专用系统中间件以及企业信息集成系统、企业信息门户等交叉功能中间件群相继出现。可以预见，中间件产品将覆盖应用软件系统的绝大部分领域和信息处理过程的各个环节。也可以说，没有中间件，将构造不成分布式应用系统；没有中间件，将构造不成三层、四层或 N 层结构系统；没有中间件，将构造不成真正具有生命力的大型应用系统。中间件技术将成为软件领域的又一核心技术，中间件产业将是今后若干年内最有希望的软件产业。

最早具有中间件思想和功能的软件是 IBM 的 CICS, IBM 于 1994 年正式以中间件产品的形式出售, 确定了中间件产品的雏形。该软件用于联机事务处理, 可支持异构的平台。但是 CICS 不是分布式环境, 所以人们把在 1984 年在贝尔实验室完成的 TUXEDO 作为第一个严格意义上的中间件产品。由于分布式处理没有广泛用于商业, 所以 TUXEDO 在很长时间却是实验室产品, 后来被 NOVELL 收购, 经商业推广, 又被 BEA 收购。尽管中间件的概念很早就已产生, 但只在最近 10 年才在国外广泛使用, 国内应用尚差很远。就国内大多数用户, 甚至软件工程师来说, 还是知之甚少, 或者是刚刚接触。因此, 仍需要学习中间件, 宣传中间件, 研究中间件, 大力推广普及中间件。可庆幸的是, 国内中间件的起步正处于世界范围的中间件的初创时期, 并不落后。早在 1992 年东方通科技公司就着手中间件的研发, 1993 年推出第一个国产的中间件产品 TongLINK/Q。之后, 又涌现了一批以中间件为核心业务的公司, 如清华北美、四川拓普等, 以及也已开发出中间件产品的系统集成或软件公司, 如中科软件、中国科学院计算机所、中软集团、中创公司、山东浪潮、金蝶、国防科大、东大阿派、北大青鸟、亿阳信通、东华诚信等。中间件产品已初步形成系列。

编写此书的目的就是帮助软件人员、应用业务人员和信息系统建设方面的领导比较系统地学习中间件、了解中间件、研究中间件, 进而主动地、自觉地、适时地应用、推广、普及中间件, 并通过应用推动中间件产品的标准化、系列化、通用化、商品化, 进而促进中国中间件软件产业的发展。

参加本书编写的有中国石化股份公司信息管理部、北京东方通科技公司以及清华北美科技公司等单位的有关工程技术人员。由于中间件技术还在形成和发展之中, 并不断涌现新的研究成果, 本书中有些观点和提法不一定准确, 敬请专家指正。在本书出版之际, 向为本书提供相关资料的公司以及参加本书策划、编写、审核、讨论、出版的所有工程技术人员表示衷心的感谢!

预祝基于中间件技术的大量高水平的应用系统如雨后春笋, 预祝中国的乃至世界的中间件产业如初升朝阳。如果本书能给中国石化系统的计算机应用人员, 社会上的计算机系统集成商、软件开发商、中间件产品生产商, 以及科研、教育部门的研究人员、研究生带来帮助的话, 本书编著者将不胜欣慰。

中国石油化工股份有限公司
信息管理部副主任 张志樛

2001 年 11 月

主 编：张志橦

副 主 编：吴正宏 罗 莉 李春青 李健兵 李 钢 王毅芳

撰 稿 审 稿：张志橦 吴正宏 罗 莉 刘依群 刘 新 杨 桦
李 钢 王毅芳 李 芳 刘晓伍 贺毅昭 陈 鹏
程海清 方 银 朱丽萍 栗文君 李 萍 范瑞华
李 峰

责 任 编 辑：蒋 琦

撰稿审稿单位：(公司排名不分先后)

东方通科技公司

北京紫光北美软件股份有限公司

BEA 系统(中国)有限公司(BEA 公司)

Brio Technology 公司

中国惠普有限公司(HP 公司)

国际商业机器公司(IBM 公司)

微软(中国)有限公司

美国宝兰软件公司(BORLAND 公司)

目 录

第一章 中间件技术的产生基础	(1)
1.1 软件技术的发展方向	(1)
1.2 中间件要解决的问题	(3)
1.3 中间件产生的技术原因	(4)
1.4 中间件是实现电子商务的基础软件	(8)
1.5 中间件符合软件发展的潮流	(8)
第二章 中间件概述	(10)
2.1 中间件的概念	(10)
2.2 中间件的应用领域与分类	(11)
2.3 中间件的技术规范	(17)
2.4 中间件在应用系统的位置	(20)
第三章 消息中间件	(26)
3.1 消息的概念	(26)
3.2 消息中间件的结构	(31)
3.3 主要功能	(36)
3.4 应用举例	(48)
3.5 典型产品	(52)
第四章 交易中间件	(62)
4.1 交易中间件的概念	(62)
4.2 交易中间件的体系结构	(66)
4.3 交易中间件的主要功能	(73)
4.4 交易中间件系统运行管理	(93)
4.5 应用举例	(97)
4.6 典型产品	(101)
第五章 对象中间件	(112)
5.1 分布对象技术	(112)
5.2 CORBA 技术	(117)
5.3 COM/DCOM/COM +	(127)
5.4 典型产品	(141)
第六章 应用服务器	(144)
6.1 应用服务器原理	(144)
6.2 J2EE 体系	(145)
6.3 应用服务器的结构	(151)
6.4 应用举例:网上书店	(161)

6.5 典型产品	(162)
第七章 安全中间件	(180)
7.1 安全中间件的任务	(180)
7.2 加密技术原理	(181)
7.3 安全中间件的结构	(188)
7.4 安全中间件的应用	(194)
7.5 典型产品	(196)
第八章 其他类型的中间件	(200)
8.1 数据访问类中间件	(200)
8.2 远程过程调用模式(DCE RPC)	(205)
8.3 专用中间件	(216)
第九章 中间件的应用	(225)
9.1 中间件的选择策略	(225)
9.2 中间件应用系统的实现	(227)
第十章 最新技术的发展	(232)
10.1 Web 服务	(232)
10.2 门户服务器	(237)
10.3 企业应用集成	(243)
10.4 工作流	(247)
10.5 商业智能的应用	(250)
附录一 名词术语	(255)
附录二 国际国内主要中间件厂商	(275)
东方通科技	(275)
北京紫光北美软件股份有限公司	(276)
BEA 系统有限公司	(277)
Brio Technology 公司	(278)
中国惠普有限公司	(280)
微软(中国)有限公司	(281)
IBM 公司	(283)

第一章 中间件技术的产生基础

1.1 软件技术的发展方向

信息技术的不断发展，成了推动当今社会前进的主要动力之一，它正在日益深刻地影响着我们的一切。机械的发明解放了人们的双手和双脚，它使人们可以完成通过双手和双脚难以完成的任务，而计算机技术的发展使人们的大脑得以解放，它可以帮助人们完成几方面的任务：按照人们给她设定的格式对信息进行记忆；按照人们的要求对信息进行传输；按照人们提供的信息和已经保存的资料，提供选择性意见。这一切都使人们的思维空间得以扩展。更重要的是计算机使人们的脑力劳动不再是建立在个人的基础上的，而是使人们可以在全世界的范围内进行脑力劳动的分工与协作。所有创造性的脑力劳动都必须建立在通过信息交换得到的他人的脑力劳动成果之上，而现在的成果又成了他人继续发展新的成果的基础。

计算机技术以及建立在计算机技术之上的信息技术的发展主要体现在两个方面：计算机制造技术和计算机的应用技术。计算机制造技术的发展主要体现在三个方面，即处理速度的提高、信息存储容量的加大和信息交换能力的增强。这一切通过表示信息的单位就可以说明，信息的处理速度和信息保存容量已经基本上从 K(1000)和 M(1000000)的时代进入了 G(1000000000)的时代；信息交换能力也在由 K 向 M 变革的道路上前进，而且已经能够看见 G 的曙光。当然，这不是说 Byte、K、M 这些单位就不存在了，因为，前者是后者的基础和前进的台阶，比如，当你有 100 元钱的时候，实际上你拥有 1000 角或者 10000 分。计算机技术的另一方面的发展，既计算机的应用技术的发展，也就是软件技术的发展。当然，软件技术的发展基础是计算机硬件本身的发展。同时，更为重要的方面是对软件不断进行抽象和提炼。将抽象出的部分变成编写应用软件的基础，随着抽象和提炼的不断进行，应用软件开发的基础越来越雄厚，而应用软件开发则越来越简单。

最初的计算机只有软件和硬件，软件开发的基础是机器语言。现在这种开发方式依然存在，如：PC 机的 BIOS，单片机等。这种软件的开发方式有着非常突出的缺点：工作量极大，一个非常小的动作需要非常大量的描述才能实现；与人的自然语言的差距太大，造成了理解、记忆和思考等多方面的问题。结果是软件不能编写得很大。因此，这种计算机的应用范围非常有限。

随着计算机硬件的发展，为了解决最初的计算机存在的问题，形成了计算机新的结构体系：计算机硬件、系统软件和应用软件。计算机的制造厂商将计算机的硬件和系统软件提供给客户，客户自行开发应用软件。系统软件以接近自然语言的方式提供给客户，而另一面仍然使用机器指令在计算机上运行，在这二者之间包含了相当复杂的软件技术内容，逐步超出了一个人能完成的范围。因此，必须对开发软件的方法进行改进，这就是软件工程技术。在这种情况下计算机的应用得到了非常大的发展，开始由主要从事科学计算发展到了商业管理领域。

计算机技术本身的发展，特别是个人电脑的出现，为计算机的应用提供了更雄厚的基础。但是又产生了新的问题：计算机的系统软件虽然希望尽可能地方便应用软件的开发者，但是，由于其所包含的内容太多，加上技术更新速度太快，使应用开发人员很难完全掌握；另一方面，虽然大力推行计算机的标准化技术，但是由于具体的实现方法的差异和对标准的理解的差异，使各厂家的产品千差万别，这又给应用软件的开发者增加了难度。同时，随着计算机处理能力的不断提高以及计算机使用人员的不断增加，使应用软件中的微小问题放大，一个计算机系统规模非常小的时候没显示出来的问题，当成千上万的人每年 365 天、一天 24 小时不停地使用的时候就会出现，并且造成严重的后果，而计算机制造厂商由于应用的范围太广，无法全面地照顾所有的用户，这就产生了一个新的技术——中间件技术。它介于系统软件和应用软件之间，对应用软件进行了抽象，将大量的应用系统的技术细节包含其中。中间件的出现大大降低了应用系统的开发周期和开发成本，提高了系统的稳定性和可移植性，已经成为大型应用系统的一个组成部分。

计算机技术还在不断发展，新的发展趋势的第一个特征是数据传送速度的不断提高，这就对计算机在一个非常广泛的范围内的连接和信息交换提供了可能，表现的形式是计算机大量进入家庭；第二个特征是应用者使用的计算机的标准化程度的不断提高。由于计算机应用已经有相当长的时间，产生了不同时代、不同方式的应用系统间的连接的问题，这就为计算机技术，特别是中间件技术的发展提出了新的要求：要进一步简化应用程序的开发难度和内容。在应用系统中仅需要简单地描述清楚使用者的业务逻辑，其他由中间件帮助完成。如图 1-1 应用系统基础设施(应用开发人员眼里的“计算机”)所示。

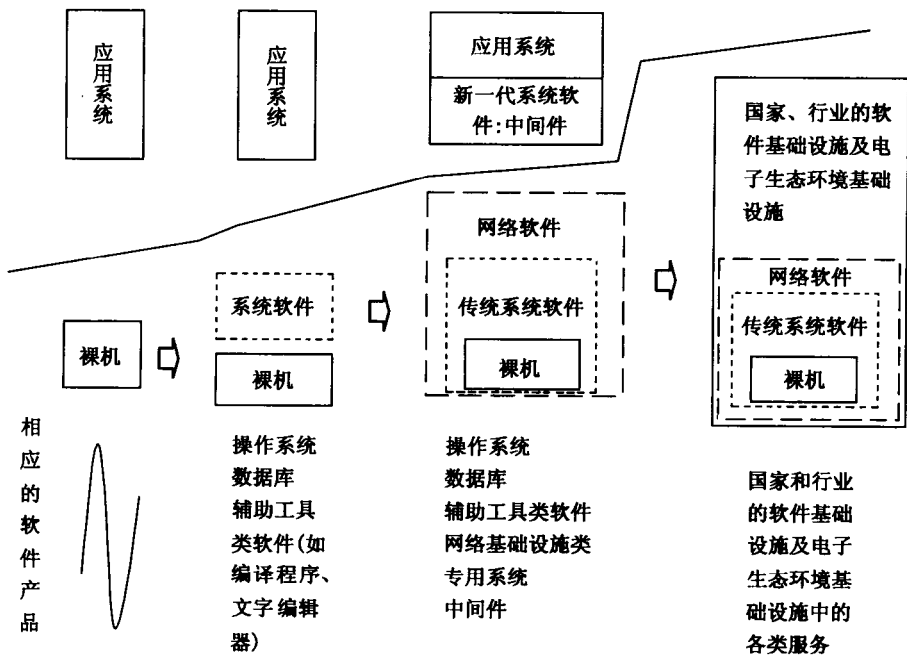


图 1-1 应用系统基础设施(应用开发人员眼里的“计算机”)

1.2 中间件要解决的问题

世界著名的咨询机构 The Standish Group 在一份研究报告中归纳了中间件的十大优越性：

(1) 应用开发：The Standish Group 分析了 100 个关键应用系统中的业务逻辑程序、应用逻辑程序及基础程序所占的比例，发现了一个有趣的平均百分比：业务逻辑程序和应用逻辑程序仅占总程序量的 30%，而基础程序占了 70%！在这里面，单单就使用传统意义上的中间件一项就可以节省 25% ~ 60% 的应用开发费用。若是以新一代的中间件系列产品来组合应用，同时配合以可复用的商务对象构件，则应用开发费用可节省至 80%。

(2) 系统运行：没有使用中间件的应用系统，其初期的资金及运行费用的投入要比同规模的使用中间件的应用系统多一倍。也就是说，200 万美元的应用系统，若使用商业中间件，则仅需 100 万美元。

(3) 开发周期：时间限制是所有应用系统开发项目的天敌。而基础软件的开发又是一件极耗时的的工作。若使用标准商业中间件则可缩短开发周期 50% ~ 75%。如果一个关键应用系统每运行一个月可以挣来或节省 100 万资金，那么应用系统开发缩短一个月，就意味着 100 万美元费用的节省。

(4) 减少项目开发风险：The Standish Group 对项目失败的定义是项目中途夭折，费用远远超过预算，无法按时完成项目和偏离既定的目标。研究表明，没有使用标准商业中间件的关键应用系统开发项目的失败率高于 90%。而且，企业自己开发内置的基础(中间件)软件是得不偿失的，项目总的开支至少要翻一倍，甚至会十几倍。

(5) 合理运用资金：借助标准的商业中间件，企业可以很容易地在现有或遗留系统之上或之外增加新的功能模块，并将它们与原有系统无缝集合。另外，许多企业都认识到一点，两层结构的应用系统不能有效地适应 Internet 环境，而原有的一些退役的系统反而更适合 Internet。因此，依靠标准的中间件，可以将退役的系统改头换面成新潮的 Internet/Intranet 应用系统。考虑到建造新系统的花费，将它与改造旧系统开支相比较，投入到后者的资金可节省出几百万甚至上千万美元。

(6) 应用集合：依靠标准的中间件可以将现有的应用、新的应用和购买的商务构件融合在一起进行应用集合。整个集合的过程——应用系统的开发和应用系统的正式启动，可节省几百万美元的开支。

(7) 系统维护：需要一提的是，基础(中间件)软件的自我开发是要付出很高代价的，此外，每年维护自我开发的基础(中间件)软件的开支则需要当初开发费用的 15% ~ 25%，每年应用程序的维护开支也还需要当初项目总费用的 10% ~ 20% 左右。拿一个上百万美元的开发项目来计算，其每年维护自我开发的基础(中间件)软件的开支大约在 18 万 ~ 28 万美元。而在一般情况下，购买标准商业中间件每年只需付产品价格的 15% ~ 20% 的维护费，当然，中间件产品的具体价格要依据产品购买数量及哪一家厂商而定。

(8) 质量：基于企业自我建造的基础(中间件)软件平台上的应用系统，每增加一个新的模块，就要相应地在基础(中间件)软件之上进行改动。The Standish Group 在调研过程中，曾在某个企业中的一个应用系统里，发现了有多达 1.7 万多个模块接口。而标准的中间件在接口方面都是清晰和规范的。标准中间件的规范化模式可以有效地保证应用系统质量及减少新

旧系统维护开支。

(9) 技术革新：企业对自我建造的基础(中间件)软件平台的频繁革新是极不容易实现的(不实际的)。而购买标准的商业中间件，则对技术的发展与变化可以放宽心，中间件厂商会责无旁贷地把握技术方向和进行技术革新。

(10) 增加产品吸引力：不同的商业中间件提供不同的功能模型，合理使用，可以让你的应用更容易增添新的表现形式与新的服务项目。从另一个角度看，可靠的商业中间件也使得企业的应用系统更完善，更出众。

具体地说，中间件屏蔽了底层操作系统的复杂性，使程序开发人员面对一个简单而统一的开发环境，减少程序设计的复杂性，将注意力集中在自己的业务上，不必再为程序在不同系统软件上的移植而重复工作，从而大大减少了技术上的负担。

中间件带给应用系统的不只是开发的简便、开发周期的缩短，也减少了系统的维护、运行和管理的工作量，还减少了计算机总体费用的投入。The Standish Group 的调查报告显示，由于采用了中间件技术，应用系统的总建设费用可以减少 50% 左右。在网络经济大发展、电子商务大发展的今天，从中间件获得利益的不只是 IT 厂商，IT 用户同样是赢家，并且是更有把握的赢家。

中间件作为新层次的基础软件，其重要作用是将不同时期、在不同操作系统上开发应用软件集成起来，彼此像一个天衣无缝的整体协调工作，这是操作系统、数据库管理系统本身做不了的。中间件的这一作用，在技术不断发展之后，使以往在应用软件上的劳动成果仍然物有所用，节约了大量的人力、财力投入。

1.3 中间件产生的技术原因

中间件系统是因为应用软件系统的不断扩大而产生的，现在已经是大型应用系统中的不可缺少的组成部分。中间件具有多种模式、多种体系结构，应用系统的开发方式也不相同。在中间件系统中包含了多种软件技术。

1.3.1 从单一程序结构到模块化处理

熟悉编程的人都知道，在最初的编程时，程序都是“一题一解”，即“输入/输出”、“矩阵生成”、“求解”浑成一体。我们将其称之为单一程序结构。

但是，由于内存和速度的限制，对大型矩阵的存储要进行复杂的编码处理，为了施加不同的约束条件，也要进行类似的处理。这时，“模块化”的概念就被逐步引进。为了节约内存，具有类似处理功能的程序段被相对集中起来组成所谓“模块”(Module)，可以允许其它程序段调用。

“模块”概念的出现是与规模化联系在一起的，而规模化是现代工业给我们的重要启示之一，生产一次，重复使用，最小的投入，最大的产出。模块犹如一座大厦的地基，而且它还具有通用性，可以为其他程序段所共用。规模化同时也意味着效率，因此，模块的出现也大大地降低了开发成本，提高了工作效率。

中间件作为基础软件的一种，它的基础程序在整个应用系统中的作用就相当于模块，而且还是作为经常被调用的模块。The Standish Group 分析了 100 个关键应用系统中的业务逻辑程序和应用逻辑程序及基础程序所占的比例，结果发现，业务逻辑程序和应用逻辑程序仅占

总程序量的 30%，而基础程序却占了 70%。如果以新一代的中间件系列产品进行组合应用，同时配合可复用的商务对象构件，则应用开发费用则可望节省 80%。

同时，基础软件的开发还是一件耗时费力的工作，如果使用标准商业中间件的话，大部分的编程工作将得以节省，用户可以将注意力集中于个性化的增值应用方面，并缩短开发周期 50%~75%，从而更快地将产品投放市场。在系统中采用中间件技术产品，比如清华北美的产品 TH-MT，只有数十个 API，那么用户在开发的时候通常只需调用其中几个，比起直接在系统上进行开发会快很多。而且它也屏蔽掉了很多和应用程序无关的东西，例如平台之间的兼容问题。

1.3.2 面向对象的处理方式

面向对象(Object-oriented)的处理方式给出了软件系统的体系结构，引入了软件复用的思维方法，近年来引起了越来越多的人关注。人们提出了多种对象模型、语言，设计了各种基类型库，使得面向对象的处理方式逐渐成为热点。

所谓面向对象的处理方式，就是将系统看成由多个对象组成，通过对象之间的通信形成系统，为客观世界过渡到软件系统提供途径和编程的思维方法。其主要特征是：①类的概念和封装性，实现数据抽象和信息隐蔽，给出了对象类型和参数化，通过生成实例后组装成系统，提供了实现复用的手段。②继承性，提高了代码复用性。③多态性。

那么，什么叫做“对象”呢？在我们对面向对象的处理方式进行说明之前，有必要对“对象”这一概念进行说明。“对象”就是变量和相关的方法的集合，其中变量表明对象的状态，方法表明对象所具有的行为。一个对象的变量构成这个对象的核心，包在它外面的方法使这个对象和其他对象分离开来。例如：我们可以把汽车抽象为一个对象，用变量来表示它当前的状态，如速度、油量、型号、所处的位置等，它的行为则可以有加速、刹车、换挡等。我们操纵汽车时，不用去考虑汽车内部各个零件如何运作的细节，只需根据汽车可能的行为使用相应的方法即可。

实际上，面向对象的处理方式实现了对象的封装，使用户不必关心对象的行为是如何实现的这样一些细节。通过对对象的封装，实现了模块化和信息隐藏，这就有利于程序的可移植性和安全性，同时也有利于对复杂对象的处理。

从方法学的角度进行讨论，面向对象技术具有接近人认识问题时的那种归纳、演绎的功能；从工程实现上，面向对象技术中的“对象”具有类似“预构件”的品质；从发展前景上，面向对象技术具有适应网络计算、分布处理、资源共享、并发工程、先期技术验证等需求的潜能。

面向对象的中间件是对象技术和分布式计算发展的产物，业界普遍认为面向对象是今后中间件发展的主流方向，它提供一种通讯机制，透明地在异构的分布计算环境中传递对象请求，而这些对象可以位于本地或者远程机器。

1.3.3 从集中处理到分布式计算

整个 20 世纪 70 年代中期，流行的思想是利用大型设备采用集中信息服务的方式来争取公司信息服务的全面性和综合性，我们将其称之为集中处理的方式。

随着规模的扩大，集中处理方式的灵活性就降低了，这就削弱了信息服务部门的响应能力。而这种响应能力的减弱是取消集中处理方式的主要原因。

分布式计算(Distributed Computing)的出现以及广泛采用是计算机发展历史上的一次革命，

它不仅是一种技术上的概念，也是一种结构上的概念。

我们不妨先来对分布式计算的结构作一下简要描述。一般来说，分布式计算网络会按照地理位置或功能来考虑设计(即物理上的分布和逻辑上的分布)，而大多数网络是这两方面的结合。在分布式计算系统中，计算机组成网络，每台计算机可以与一台或多台其他计算机相联结。而分布式计算系统的中心则通过集中的信息服务部门(由业务领域所分派的)或决策组织(其中用户和信息服务分担管理责任)来控制。

正是由于分布式计算系统具有这样的一种结构形式，因此，与集中处理方式比较起来它具有明显的优点。

分布式计算很好地解决了集中/分散的问题，因为它的概念本身就是建立在集中和分散这两种信息服务都能实现的原则基础上的。集中/分散的问题归结起来就是建立综合的信息系统(集中)和对用户服务(分散)这两者结合的问题，规模的大小已不再是争论点。从理论上来说，分布式计算能将这两个领域最好地结合在一起。计算机系统不仅能连接到所有的业务领域，而且能致力于各业务领域的应用。由于所有的分布式系统都用一个网络联在一起，所以信息系统的综合也就很容易实现了。

分布式处理系统还具有较高的运行效率，因为其中某个计算机系统的失效并不会危及整个公司的工作。事实上，在一个设计周到的分布式数据处理系统中，任何一个计算机子系统都能用来使整个系统正常工作。这就很好地克服了以前利用大型设备采用集中信息服务方式的缺陷。

由此想到 Netscape 在其《网络白皮书》中对分布式计算作出的恰当而准确的描述，它认为网络发展经历了三次浪潮，分别是：第一次浪潮：公用 Internet 节点的蜂拥出现；第二次浪潮：Intranet 的崛起；第三次浪潮：基于网络的分布式计算和应用。

应该说，分布式计算是网络发展的必然趋势。而中间件在分布式计算的实现中则起着相当重要的作用。这是因为伴随着分布式应用的发展，不同硬件平台、不同网络环境以及异构数据库之间的差距也随之出现，如何屏蔽它们之间的这种差距呢？中间件可以很好地解决这个问题。它对各种硬件平台、操作系统、网络数据库产品以及客户端实现了兼容和开放。同时，它还能整合多种企业应用模式，提高系统效率，保障传输可靠，安全加密，缩短开发周期等等。

1.3.4 从 C/S 模式到三层体系

传统的客户机/服务器结构是指服务器层和客户层两层，包括远程数据访问和存储过程调用。在两层结构系统中，客户端提供用户界面、运行逻辑处理应用，而典型服务器端接受客户端 SQL 语句并对数据库进行查询，然后返回查询结果。

在两层结构给系统带来灵活性的同时，也逐渐暴露出其客户端和服务端负担过重的现象。一方面，所有的业务全放在客户端处理，网络的交通很容易堵塞，而且业务逻辑也不容易扩充。另一方面，所有的处理过程都在数据库层进行，只是将最终结果返回到客户端。这种结构的业务逻辑需采用专用语言开发，很难再移植到其他的数据库上去。也缺少相应的调试工具，具有明显的局限性。

此外，随着企业应用的不断扩充和新应用的不断增加，不同硬件平台、不同网络环境、不同数据库之间的互操作，多种应用模式并存，系统效率过低，传输不可靠，数据加密、开发周期过长等等问题也令人头痛。

随着 Internet/Intranet 的兴起, 二层客户机/服务器结构的局限性越来越大, 成为现代软件应用的一道不可逾越的障碍, 越来越多的世界知名软件公司改用三层结构开发软件。据世界权威媒体披露, 每年全球约有超过 50% 的软件开发项目最终以失败告终, 仅 1996 年全球范围内就为此付出了逾 1400 亿美元的损失。该媒体明确指出: 三层结构是解决上述问题的关键。

三层结构模式是当今先进的协同应用程序开发模型, 这种方案将客户机/服务器系统中各种部件划分为三层服务(即客户端服务、中间层服务和数据库服务)。它其实是 OLTP 在线事务处理的一种应用。它的特点是联机的用户数比较多, 每次交易的时间都比较短, 交易量比较大, 而且每次都是采用通用的大型数据库。

三层结构到底有什么好处呢?

首先, 当客户数大量增加时, 我们采用一个中间层, 把客户和数据库隔开来, 客户只需要联接在中间层上, 业务逻辑与客户的业务界面也是分离的, 软件的开发和维护相对来说都比较独立, 就像餐厅里设了训练有素的服务员一样, 极大地减轻了网络的压力。

其次, 中间层的业务逻辑采用标准的语言开发(如 C 语言), 跟平台无关, 程序可以很容易地从 NT 或 UNIX 或 AS400 移植到别的大型机器上。同时, 我们使用的是标准的数据访问接口, 跟数据库也无关。当业务逻辑和要处理的数据不断增加时, 以前的做法可能是通过硬件升级, 加一些 CPU 或内存。若采用三层结构, 业务逻辑是在多个服务器上实现的, 两台不够用, 可以再加, 可以使很少的机器达到很好的性能, 甚至一个大型机的性能, 采用三层结构可以极大地减少硬件投资。

最后, 三层结构的中间件还提供全程交易保护功能, 即要么全部提交, 要么全部放弃, 数据具有高度的完整性。因为采用了三层结构, 使得访问可以隔离在不同的层次之间, 安全性的维护与管理都比较容易实现。

另外三层结构是一个基于组件的开发模式, 中间件一般采用一些组件或对象, 每一个业务逻辑都对应一些组件, 就像车体和构成车体的若干部件一样, 不仅使开发团队化, 而且使功能重组非常容易, 大大地提高了生产率。

我们不妨用一个图表来对三层体系结构与两层结构做一下对比:

表 1-1 两层结构与三层结构的比较

指 标	两 层 结 构	三层体系结构
客户端的负载	所有的业务逻辑都必须安装在客户端, 客户端必须有足够的能力对这些工作进行处理, 使客户端过于庞大, 负载重效率低	可以将部分或全部的业务逻辑控制安装在应用服务器上, 以减少客户端的负载
对数据库服务器性能的影响	每个客户端都必须和数据库直接相连, 而每一个连接, 都会占用数据库的资源, 加重数据库的负载, 如果连接数目太多, 就有可能使数据库的性能急剧下降, 甚至会导致数据库的崩溃	只有应用服务器和数据库直接相连, 由应用服务器处理客户端对数据库的连接请求, 降低了对数据库资源的占用
网络流量和负载	客户端直接使用 SQL 语句访问后台数据库, 网络流量较大	数据以交易包的形式传输, 网络流量小, 同时客户端可以共享应用服务器中的公共数据(如数据字典等), 节省带宽, 提高了反应速度
系统结构及工作量	客户端直接连接后台数据库, 结构简单, 编程简单, 工作量较小	结构较复杂, 编程的工作量和难度较大

1.4 中间件是实现电子商务的基础软件

在越来越热的电子商务领域，中间件将发挥重大作用。基于 Web 技术的中间件——应用服务器，就是应用于电子商务的典型代表。

近年来，经济全球化、普遍的门户开放带来了更激烈的市场竞争，Internet 的飞速发展，极大地推动了国有企业、私人机构、政府或其他的公共服务部门改进原有的产品和服务，业务电子化、电子商务、电子服务递送成为重要的服务手段。

从技术角度看，电子商务将由 Internet/Intranet 技术、传统 IT 技术以及具体的业务处理所构成。但是，电子商务系统的建立将会面临许多新的问题，包括应用系统能不能快速建立，能不能适应大用户数、高处理量的要求，能不能提供高效率、高可靠性、高可用性等关键任务的要求，能不能满足安全需要等等。

以上这些问题，只是依靠简单的 Web 技术是不够的。目前常用的 Web 技术由于早期更多的是面向信息发布，因此存在并发访问瓶颈、难扩展、效率低、不安全等诸多问题，不能满足电子商务的需要。为了很好地解决这些问题，需要以 Web 的低层技术为基础，规划一个整体的应用框架，并提供一个支撑平台，用于 Internet 应用的开发、部署和管理，并能借此解决上述各种问题。这已经发展成为一个能广泛适应的标准的支撑层，成为 Internet 应用的基础设施(Infrastructure)，这一支撑层实际上是基于 Internet 的中间件，也就是应用服务器。

同时，由于企业并不能把业务一步跨到 Internet 上，而必须同传统的应用系统结合，因此也必须通过中间件来集成 Web 应用和传统应用，实现完整的电子商务。

在这种情况下，电子商务应用应包含以下层次：

(1) 浏览器：这是实现电子商务的入口。

(2) Internet/Intranet：实现电子商务的通道。

(3) 电子商务应用：提供不同应用类型的电子商务的应用逻辑，如网上商店、网络支付、虚拟社区等等。

(4) 电子商务基础平台：这里就是中间件在电子商务中的位置。中间件对电子商务应用提供支撑，用于开发、部署和管理应用系统，保证系统的高效、可靠、安全和易扩充，同时实现与传统业务系统的互连。

中间件已经成为电子商务领域不可缺少的重要基础设施。可以说，没有中间件就不能支撑今天的网络应用。

1.5 中间件符合软件发展的潮流

依靠知识的不断积累，社会生产力才会获得发展，软件也需要利用已有的成果。众所周知，人类社会的生产方式从 19 世纪的手工式单件生产进化到 20 世纪的大工业生产，一个决定性的飞跃就是出现了标准化的零部件。产品可由现成的零部件装配而成，从而使生产走向了规模化。那么，我们的软件生产是否也能脱离传统手工业生产模式，转向以标准化零部件为基础的高效率、高质量的新型生产方式呢？

软件构件化(Software Component)技术是在大工业生产启发下应运而生的，是软件技术跨

世纪的一个发展趋势，其目的是彻底改变软件生产方式，从根本上提高软件生产的效率和质量，提高开发大型软件系统尤其是商用系统的成功率。有了软件构件之后，应用开发人员就可以利用现成的软件构件装配成适用于不同领域、功能各异的应用软件。

软件复用一直是整个世界软件业所追求的梦想，软件构件化为实现这一梦想指出了一条切实可行的道路，而中间件正是构件化软件的一种形式。中间件抽象了典型的应用模式，应用软件制造者可以基于标准的形式进行开发，使软件构件化成为可能，加速了软件复用的现实化进程。因此，中间件是符合软件发展的内在规律的。

国家科学技术部在有关科技发展的指导性文件中，已经将软件复用和软件构件技术列入国家重点支持的关键技术范畴。

攒台计算机很容易，那么自己动手攒套应用软件又如何呢？有没有想过会有这样一天，您提着篮子在超市中选购一些软件零部件，然后回家像搭积木一样组装成满足自己需求的应用软件？中间件正在把人类追求技术进步的这一美好想像，一步一步地变得清晰，触手可及。