“十五”国家重点电子出版物规划项目 计算机知识普及和软件开发系列

Java

分布式应用程序设计

北京希望电子出版社 总策划
苏 洋 编 写

北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书是基于CORBA规范的Java分布式程序设计指导书。

全书由19章组成，主要内容包括：分布式应用模式概览、CORBA体系结构的基本内容、OMG IDL语法结构、OMG IDL与Java语言的映射关系、idl2java映射文件分析、VisiBroker的基本内容、基于VisiBroker开发分布式应用、可移植对象适配器、基于动态调用接口和动态框架接口创建分布式应用、定位服务的应用、命名服务的应用、事件服务的应用、接口仓库的应用、对象激活进程的应用、URL命名服务的应用、基于JBuilder5和VisiBroker开发分布式应用、模拟人力资源管理分布式应用实例、模拟ATM机分布式应用实例、COM与CORBA的对比。

本书提供了**28**个IDL接口定义文件和**376**个独立编写的以及由IDL接口定义文件映射生成的Java源程序。本书结构清晰，内容翔实，实例典型，边讲边练。特别适合具有一定Java语言基础的初、中级用户，同时也能为高级用户提供有力的参考，而且可作为大专院校师生教学与自学的参考书以及社会初、中级培训班教材。

需要本书源代码的读者可在www.b-xr.com免费下载，文件名为3834.zip。

系列书名	："十五"国家重点电子出版物规划项目　计算机知识普及和软件开发系列 Java应用技术丛书（1）
书　　名	Java分布式应用程序设计
总 策 划	北京希望电子出版社
文本著作者	苏洋　编写
责任编辑	杨如林
出版、发行者	北京希望电子出版社
地　　址	北京市海淀区知春路63号卫星大厦三层 100080 网址: www.bhp.com.cn E-mail: lwm@bhp.com.cn 电 话： 010-62520290,62521724,62528991,62630301,62524940,62521921,82610344 （发行） 010-62613322-215（门市） 010-82675588-501,82675588-201（编辑部）
经　　销	各地新华书店、软件连锁店
排　　版	希望图书输出中心　全卫
文本印刷者	北京媛明印刷厂
开本/规格	787毫米×1092毫米　1/16　19.75印张　451千字
版次/印次	2002年7月第1版　2002年7月第1次印刷
印　　数	1-4000册
本 版 号	ISBN 7-900101-39-X
定　　价	32.00元

前　言

互联网技术及电子商务应用技术的跳跃式发展，极大地推动了能够处理商家对商家（B2B）和商家对客户（B2C）之间交互的新一代企业应用程序的开发。Java 作为创建这种应用程序的主要语言而出现，它能够被大量的分布式应用系统所采用的主要原因在于其面向对象的编程思想和跨平台的移植性以及完善的安全性管理，同时它还提供了一个具有丰富的基础类库和开发工具的应用平台。

作为分布式应用对象构建规范的公共对象请求代理体系结构规范（CORBA）是目前最具生命力的跨平台技术，它独立于网络协议、编程语言和软硬件平台，支持异构的分布式计算和不同编程语言的对象重用。基于目前流行的C++和Java等面向对象的程序设计语言，中间件软件开发商开发了相应的CORBA规范实现产品，如VisiBroker、Orbix等。正是基于CORBA产品的编程语言无关性和Java语言的平台无关性，目前众多的分布式应用软件系统采用"Java＋CORBA产品＋WEB"的设计模式。

本书采用Java语言作为程序设计语言，以实现了CORBA2.2规范的VisiBroker4.5.1作为中间件产品，详细讲解了CORBA体系结构规范的主要内容以及VisiBroker的产品实现形式。全书共19章，分五个部分系统地介绍了CORBA的概念和体系结构、IDL语义和映射为Java语言的规则、CORBA基本对象和CORBA服务等内容。

第一部分：分布式应用基础

早期的分布式应用系统由商务处理部分和信息存储系统构成。这种应用系统模式昂贵的初始设备投资和后期维护成本有力地推动了在逻辑上构成"瘦客户端"形式的分布式三层或多层体系结构的发展。目前的企业应用级软件系统包括前端用户界面、中间层商务规则处理和后台企业信息存储系统等。

第二部分：CORBA规范的基本内容

CORBA规范定义了分布式应用客户端和服务实现对象端在构成的分布式应用中的责任和义务。为此，CORBA定义的客户端存根、服务对象框架等对象为客户端访问服务对象以及服务对象传递方法运行结果提供了事务代理。为了描述服务实现对象的服务功能，CORBA规范定义了IDL接口定义语言并且规范了该描述语言到程序设计语言的映射关系。

第三部分：CORBA规范的实现

CORBA规范仅仅是定义了为分布式应用对象提供服务的基本框架，具体的服务实现形式依赖于中间件软件产品。VisiBroker完整地实现了CORBA规范中定义的分布式应用服务对象并且提供了丰富的对象维护和管理工具。

第四部分：程序设计中应用的CORBA对象和服务

CORBA规范中定义的客户端存根和服务实现对象端框架等基本对象，为分布式对象之间提供了信息交换的机制。另外，CORBA命名服务、定位服务和事件服务等CORBA服务定义了应用程序实现分布式应用的多样性。

第五部分：完整示例

掌握一门语言或者一项技术，最重要的是以基于该技术开发的完整应用系统作为范例进行讲解。书中提供了分布式人力资源管理和模拟 ATM 机分布式应用的两个完整应用系统，并且在书中对程序设计中的每个关键步骤进行讲解，希望能够达到抛砖引玉的作用。

衷心地希望本书能够对想理解和掌握 CORBA 体系结构以及 Java 分布式应用程序设计方法的读者有所帮助。

在本书的创作和例子程序调试的过程中，得到了许多朋友和老师的帮助，在此表示感谢。另外，我还要深深地感谢我的妻子，是她在我最困难的时候给了我极大的鼓励和支持并承担了全部家庭重担，使得我能够安心地在外学习和创作。

由于作者水平有限，再加之时间比较仓促，有关书中的内容请读者予以批评、指正。

有关书中的问题愿与读者讨论，我的 E-mail 地址：suyang66@sina.com。

编者

于吉林大学

目　录

第 1 章　分布式应用模式概览

本章主要内容

- ◆ 分布式应用的基本特征
- ◆ B/S、C/S 体系结构
- ◆ 分布式多层体系结构
- ◆ 中间件的概念

1.1　客户机-服务器应用模式

在计算机的早期应用中，人们的应用方式主要集中在利用一台独立的计算机完成数据处理、存储、显示等工作。从早期的应用技术水平和需要计算机处理的实际业务角度来看，客户机-服务器应用方式满足了人们对计算机实现功能的基本要求，即利用一台计算机完成所有工作。

例如计算机在最初投入金融领域应用的时候，客户将货币存入银行后，银行的工作人员将客户的账户记录存储在计算机的硬盘或由磁带驱动器记录的磁带等外部设备中。一旦客户再次来到该银行，工作人员就可以从永久存储设备中恢复客户的账户记录，完成客户提出的业务、将账户记录进行更新并将更新后的账户记录在计算机磁盘或者磁带中。

1.1.1　客户机-服务器（C/S）体系结构

从完成客户的基本需求情况看，C/S 应用方式除了数据的安全性和客户的方便程度较差之外，是当时科技水平下最理想的应用方式。但是，随着科学技术水平的提高，运行一个应用程序涉及的对象越来越多、越来越复杂。另外，随着客户需求的变化、计算机技术水平的提高、银行客户的不断增多，这种单机应用的方式逐渐显示出它自身的缺陷。

首先，客户要求能够在该银行所属的任何一家办事处办理业务。随着 ATM 机的出现，客户统一要求能够以自助方式来完成货币的存储和提取等业务。为了满足人们的需求，特别是 20 世纪 70 年代专用网络技术的出现，计算机工程技术人员逐渐将在单机内存储的客户信息记录转移到银行中心数据库中，在中心数据库中集中存储和管理在该银行注册的所有客户的账户信息。银行办事处的计算机与银行中心计算机通过计算机专网进行连接。这样由办事处计算机与银行中心计算机构成的网络中，涉及到的客户账户信息的显示和银行业务逻辑的处理在办事处本地的计算机中完成，客户账户更新后的结果则需要通过网络存储在银行中心计算机中。这样，将原来在一台计算机中完成的工作分解到多台通过网络相互连接的计算机中，这就是最初的客户机-服务器（Client/Server，C/S）应用模式。客户机－服务器应用模式下计算机网络系统体系结构如图 1-1 所示。

C/S 体系结构是一种重要的计算机业务处理模式。首先，在具有大容量存储空间的计算机服务器中将数据集中存储，由数据库服务器完成数据备份、恢复机制和安全性管理等工作，增加了数据资源的稳定性和信息存储的安全性，为实现数据资源的远程共享和访问奠定了坚实的数据资源基础。

通常，C/S 体系结构中的服务器需要完成的主要任务包括：

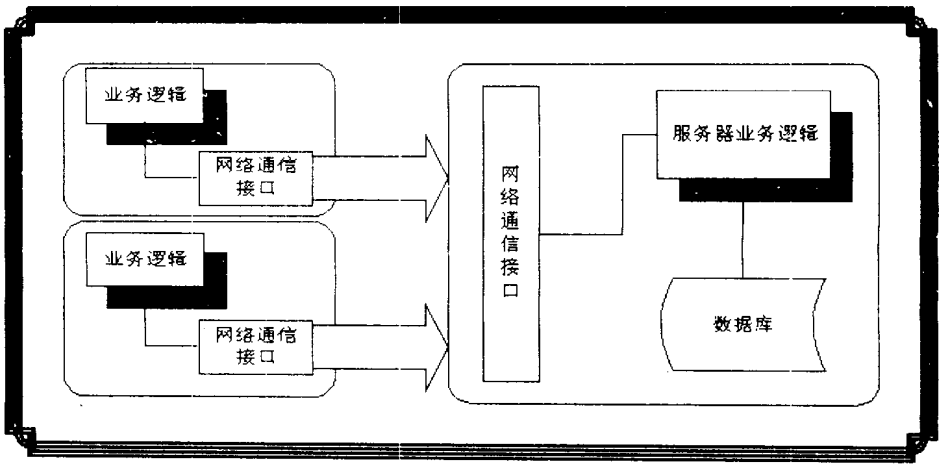

图 1-1　客户机—服务器应用模式系统结构示意图

- 为数据库提供安全服务；
- 数据库访问并发性的控制；
- 数据库的备份与恢复；
- 验证提交数据库的客户数据合法性。

相对而言，客户机需要完成的功能包括：

- 提供用户与服务器交互的用户界面；
- 向服务器提交用户请求并接收来自服务器的计算结果；
- 利用客户应用程序对服务器端的数据执行用户逻辑。

在 C/S 模式的分布式应用系统的客户计算机中有一个负责提交客户请求及解析服务器计算结果的通信代理模块。与服务器相对应，在客户机中也有一个相应的通信代理模块。该模块的主要作用是控制和调整服务器程序程序和客户应用程序之间的数据传输过程以及维持网络中计算机的数据联系。

以 C/S 模式构建的计算机网络系统在金融领域的应用为例：银行可以将所有办事处的计算机利用网络与银行中心的服务器连接起来，使之构成一个局域网。办事处的柜员机作为网络的客户端通过网络与中心服务器相联系，将创建的客户的个人账户记录存储在银行中心服务器中。这样，客户就可以利用该银行的任意一个柜员机来办理业务。因此，客户机—服务器分布式应用模式的引入，极大地促进了银行业务的开展。

C/S 体系结构模型曾经被大部分分布式应用系统采用，如银行储蓄系统、电子邮件系统（非 web 邮件）等。在 C/S 体系结构构建的分布式应用系统中，通过将处理业务合理地分配到客户计算机和服务器两端，在客户计算机中完成部分业务数据的计算、整理和终端内容的显示，在服务器中进行复杂的数据计算、数据格式合法性验证和生成业务数据的存储、备份等。这样，通过将同一个业务请求的处理过程分解，合理降低了各个计算机系统间的通讯开销，可以充分利用了客户机和服务器在硬件系统性能方面的优势。

1.1.2　浏览器-服务器（B/S）体系结构

随着近年来网络技术的发展，浏览器-服务器系统结构在分布式计算领域中逐渐得到推广应用。从系统实现原理角度来看，B/S 结构实际上是 C/S 结构的一种变形。B/S 模式下的客户端为浏览器(如 HTTP 客户端)、服务器被称为 Web 服务器（如 HTTP 服务器）。在以 B/S 模式构建的分布式计算体系结构中，客户端以浏览器的形式提供基本的图形用户界面（GUI）。用户通过浏览器创建用户逻辑并且将生成的客户请求发给 WEB 服务器。WEB 服务器在对用户请求进行处理后，将结果返回客户端并由客户端在判断服务器处理结果到来后对浏览器页面进行刷新。这种应用结构目前被绝大部分企业信息系统所采用，其重要性日益突出而被独立称之为浏览器/服务器（Browser/Server,B/S）应用结构。

综合 C/S、B/S 体系结构的特点可以看出，在两层结构的分布式应用体系结构中，以具有大容量存储空间、高效数据处理性能的计算机为服务器，以具有用户界面和简单的数据处理能力的计算机为客户端，通过网络将客户机和服务器联系起来。图 1-2 为典型的客户机－服务器模式下 C/S 和 B/S 体系结构模型图。

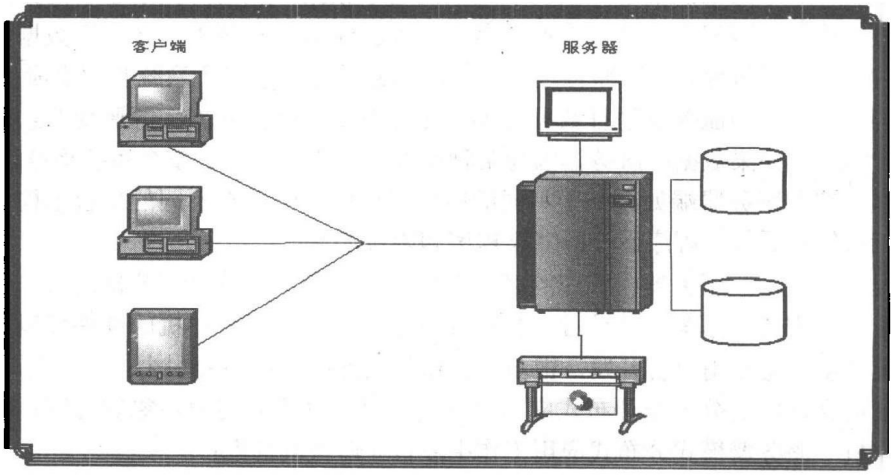

图 1-2　客户机－服务器模式体系结构图

Internet/Intranet 技术的普及和发展，推动了基于网络的分布式应用技术的发展。为了降低分布式应用系统客户端维护的复杂程度，网络系统应用中客户端“零”管理成了众多企业级应用系统的追求目标。在 B/S 结构中，客户端并没有与特定应用相关的应用程序，所有的用户界面的显示数据均通过 WWW 浏览器解析服务器端传来的数据实现。这种应用技术的发展成为推动分布式应用的重要里程碑。

1.1.3　C/S 和 B/S 体系结构的优势与不足

基于网络的 C/S 体系结构分布式计算系统与独立的计算应用相比具有如下优势：

- 增强了计算机间的连通性和协作性：所有客户端计算机对于记录在服务器中的信息都能够迅速地、无障碍地访问，从而增强了计算机间的通信能力并将计算提交到具有强大计算能力的服务器中完成；
- 系统性能、可扩展性和容错性显著提高：根据当前和未来系统的要求合理分配计

算机硬件资源。在新的硬件被添加到系统中或相关硬件被更新后（比如替换故障系统）不会涉及到分布式系统中其他的应用单元；

- 降低了系统构建成本：多个用户或应用程序共享那些文件服务器、高容量数据服务器、彩色打印机等昂贵的外围设备，显著降低系统的构成成本。另外，分立的服务功能单元有利于二进制级的代码重用，减小系统后续开发代价。

也许读者会认为这种应用系统模式就是最理想的应用方式。确实，在相当长的一段时间里，这种分布式应用方式曾经成为构建分布式应用系统的首选，直到计算机应用逐渐普及、计算机系统技术、软件技术、网络技术的发展以及已有分布式软件系统的待处理数据量激增等问题出现时，人们才逐渐认识到这种应用模式的缺陷和不足：

- 随着服务器访问次数和系统待处理数据量的激增，网络传输速度和数据服务器的处理能力成为决定系统效率的主要因素。由于客户端和服务器端直接连接，服务器将消耗大部分系统资源用于处理与客户端的连接工作。那么，如果服务器在某一时间段内接受到大量的客户端数据请求，服务器有限的系统资源将被用于频繁应付客户端的连接请求、接收客户端的请求数据，从而降低了系统的数据处理能力，使得从客户端角度来看服务器不能及时响应客户请求。客户端数据请求堆积的直接后果将导致系统整体运行效率的大幅降低甚至整个系统全面崩溃；
- 客户端直接与服务器进行数据交换，服务器中存储的数据资源遭受恶意攻击的机会增大。如果数据库服务器因为某种原因停止工作，那么整个系统将停止运行；
- 客户端和服务器端如果处于不同的应用平台中，则要在不同的平台上构筑分布式应用软件系统，程序设计的复杂程度和困难增大；
- 由于客户机－服务器模式中的客户端具有一定的数据计算和分析能力，使得整个系统的构建成本增大。这种结构的业务逻辑需要针对客户机的硬件环境和操作系统环境采用专用语言开发，很难再移植到其他的应用系统中去；
- 如何合理的划分一个分布式应用中的服务对象功能和客户对象的功能，是构建客户机－服务器模式分布式应用工作中要首先解决的问题；
- 客户端应用程序分发工作的烦琐程度令人难以接受。系统开发过程完毕，随之而来的程序分发工作中除了要为每台客户机安装客户端应用程序的可执行文件外，还要安装客户端程序运行所必须的系统支持文件、通信环境配置以及相关的软件配置。如果以后系统服务功能升级，则针对客户端应用程序的修改又不得不重复上述过程；
- 在网络环境下如何划分服务器功能和客户机功能并在服务器中为客户机提出的服务请求提供负载均衡成为又一个新课题。

正是由于上面列举的有关传统的客户机－服务器应用系统体系结构的缺陷和不足，推动了新型分布式应用模型的创建和发展，这就是三层及多层分布式应用模式。

1.2　分布式多层应用体系结构

读者可以想像：在一个拥有众多的“客户机”的分布式应用环境中，如果采用两层体系结构，客户机中除了提供软件系统所必须的图形用户界面外，还需要具有一部分数据计

算能力。这样，对于每个客户机中的数据计算单元，无论是硬件部分还是软件部分在整个应用系统中是重复配置的，系统中拥有的客户机数量越多，对资源的浪费越大。

另外，客户机和服务器需要对每一个应用分别开发相应的软件模块，使得构建的软件系统缺乏灵活性，系统升级和可移植难度增大。随着系统应用向 Internet 扩展，系统处理信息量迅速增加，使得专用的客户端形式已经无法满足多种功能的要求。因此，人们在原有的客户机－服务器分布式计算模式基础上，将客户机中进行用户业务处理和计算的模块分离出来，并且在原来的两层结构之间增加一个被称为“业务逻辑层”的软件单元，用于处理用户的业务逻辑、提供数据库服务器的负载均衡。这样，构成了分布式软件系统的三层或多层应用模式。

1.2.1　分布式多层体系结构

在新型的分布式应用系统体系结构中，软件系统的构建一般分为“用户层”、“业务逻辑层”和“数据层”，分别部署在客户机、中间层计算机和数据库服务器中。典型的三层应用体系结构如图 1-3 所示。

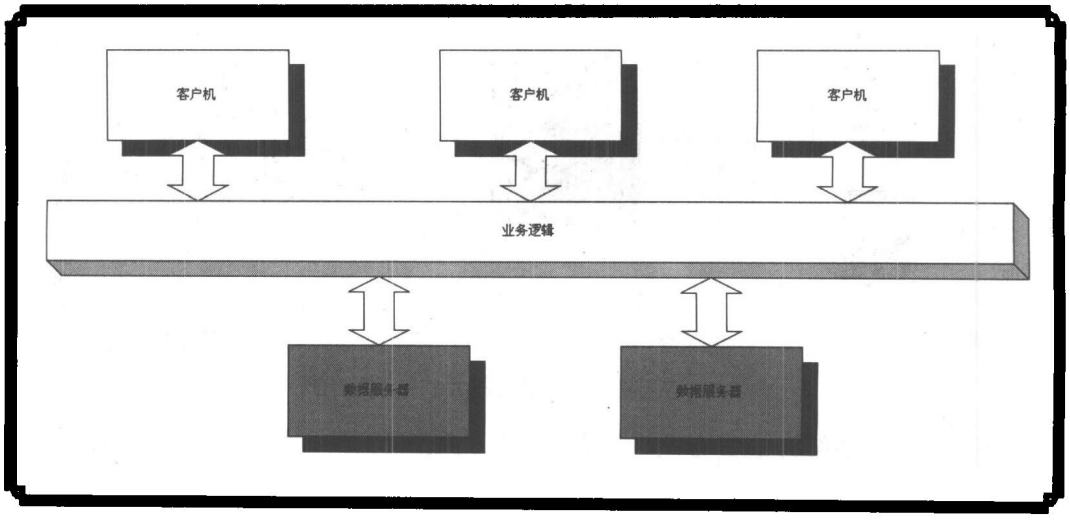

图 1-3　多层分布式应用体系结构示意图

在图 1-3 所示分布式应用模型中，用于显示客户信息的图形用户界面（GUI）驻留在客户端计算机中，原来的数据服务器端成为数据库服务器，专门负责系统应用数据的存储和维护，在原有两层体系结构的客户机和服务器之间增加了称为“业务逻辑层”的软件结构。

在分布式多层应用软件系统中，业务数据的计算和处理程序驻留在称为“业务逻辑层”的中间层，用于对客户端的请求进行响应、处理用户通过客户端提出的业务逻辑、调度多客户的请求、向数据库服务器提交计算结果、提出数据查询请求、处理输出结果直至将处理结果发送回客户端。

在多层分布式应用系统模型中，客户端程序既可以是一个浏览器，又可以是一个独立的应用程序，其主要功能是处理用户逻辑、表现系统处理结果，而不再进行较复杂的业务数据处理。因此，这种模式下客户端程序结构相对简单，进而被称之为“瘦客户机”形式。

在客户端以浏览器形式构建的分布式软件系统中，无论客户端运行的是 HTML 页面还是 Java Applet，均在运行时刻从“业务逻辑层”动态下载，使得客户端需要维护的程序代码量大大减少。如果系统功能发生变化或者需要对软件功能进行扩充，只需在业务层中增加相应的业务逻辑代码而无需对每个客户端进行更改就能够适应新扩充系统的要求。

在构建的分布式多层软件系统中，由于实现系统不同功能的软件模块运行在不同的硬件设备上，所以系统构建的灵活性很高，能够适应客户机数量的增加和业务处理负荷的变化。例如，在银行开展新业务时，只需要在业务层增加处理新业务的代码而无需对客户端通用的图形用户界面进行更改。因此，与两层应用模式相比分布式应用系统规模越大在系统维护方面的优势越明显。典型的三层结构模型计算机系统体系结构如图 1-4 所示。

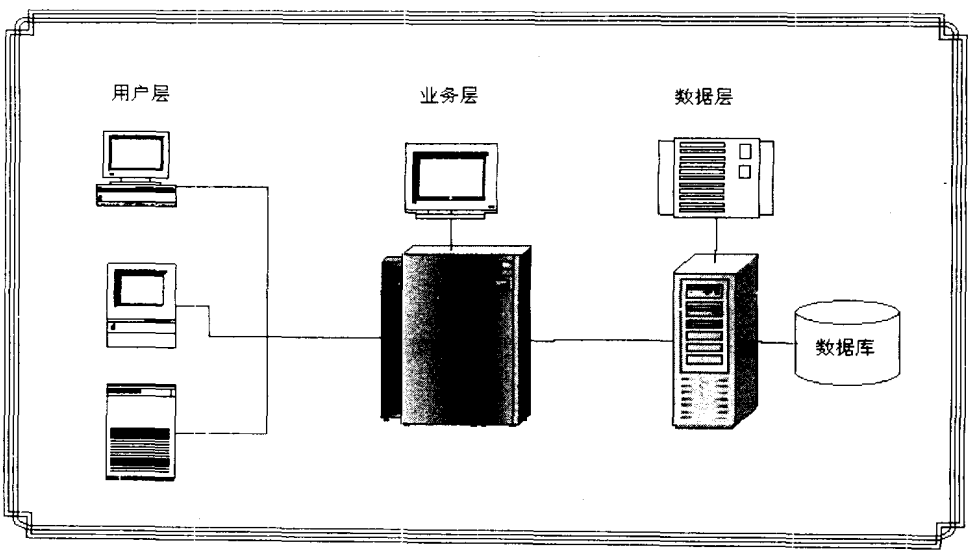

图 1-4　三层结构模型计算机系统体系结构图

在多层应用体系结构中系统的硬件设备构成方面，不同的逻辑单元对于构成计算机的计算能力、图形能力和数据存储能力的要求不同。例如：与用户直接交互的客户端只需具有较强的图形能力和简单的数据处理能力、承载业务层的计算机则要求能够进行大数据量、复杂的数据处理并且能够支持客户端多线程连接、数据库服务器则要求具备大容量的数据存储空间并能够进行数据“灾难”恢复等。因此，在硬件系统集成过程中可以有针对性地选择性能不同的计算机来承载相应的逻辑功能单元。

根据对分布式软件系统不同的逻辑功能单元层功能的划分，在实施系统集成过程中可以根据不同的逻辑功能来选择不同的计算机硬件设备，用较少的资源建立起具有很强伸缩性的分布式应用系统。

在多层分布式应用体系结构中，各逻辑部分之间的通信效率是影响整个系统效率的关键因素。如果各个逻辑层之间的通信效率低，即使分配给各层的硬件能力很强、各层之间的逻辑功能配置得很理想，整个应用系统的效率仍然不会很高。这就是在系统设计过程中必须慎重考虑逻辑层之间的通信方法、通信频度及数据量的重要原因。这和提高各层的独立性一样是多层分布式应用体系结构设计中需要解决的关键问题。