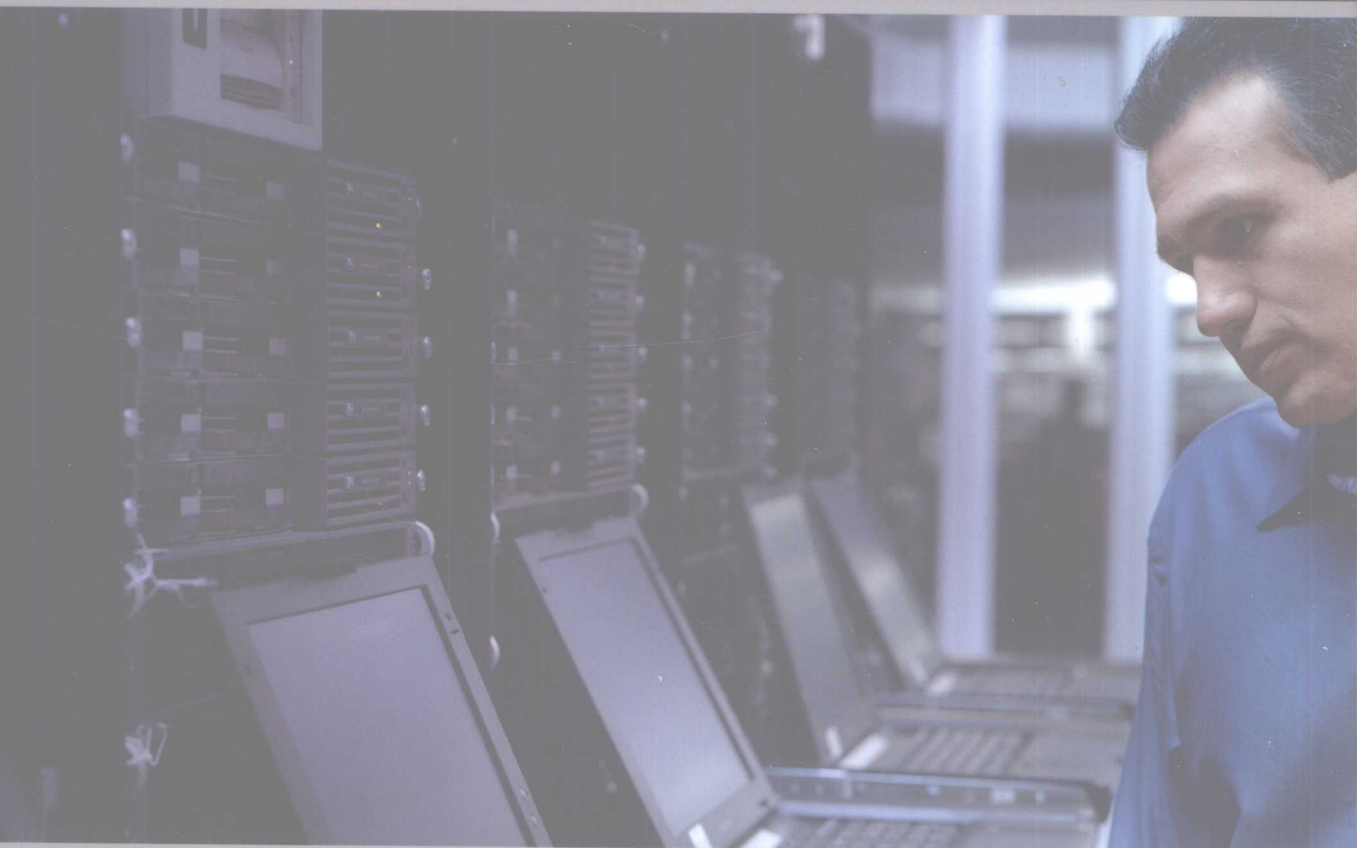


新一代数据中心建设 理论与实践

■ 朱伟雄 王德安 蔡建华 编译



0 9 0 1 2 8



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

新一代数据中心建设 理论与实践

■ 朱伟雄 王德安 蔡建华 编译



人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

新一代数据中心建设理论与实践 / 朱伟雄, 王德安,
蔡建华编译. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 8
ISBN 978-7-115-20979-5

I. 新… II. ①朱…②王…③蔡… III. 数据库系统
IV. TP311.13

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第085808号

内 容 提 要

在瞬息万变的全球化时代, 传统的数据中心正面临许多严峻挑战。现在, 采用创新的技术来建设新一代数据中心、改造现有数据中心已经成为 IT 产业发展的主流。本书以此为背景, 分析数据中心技术现状和未来发展方向; 介绍建设新一代数据中心的设计思想、核心技术和方法论; 阐述设计和构建新一代数据中心过程中必须遵循的一系列原则和要解决的实际问题; 并探讨如何在实践中利用它们来建设多种类型的数据中心, 满足企业和机构最迫切和最核心的需求。

本书面向对建设新一代数据中心感兴趣的 CIO、数据中心经理和系统工程师, 也可以作为大专院校计算机和信息工程学科数据中心课程的教学参考书。

新一代数据中心建设理论与实践

-
- ◆ 编 译 朱伟雄 王德安 蔡建华
责任编辑 李 际
执行编辑 赵 轩
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京画中画印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.75 2009 年 8 月第 1 版
字数: 312 千字 2009 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-20979-5

定价: 180.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

序 言

2009年，中国成为世界第三大经济体，全球经济动力引擎。在这个跨越式的发展过程中，每个企业都充分认识到利用信息科技的力量来促进业务增长的关键作用。建设更加强大、高效、绿色环保的IT基础设施成为当务之急。然而，企业在建设IT基础架构的过程中，也越来越深刻地感受到来自成本控制和业务成效提升的双重压力。

惠普公司同时也认识到客户面临的这些挑战以及他们对新一代数据中心的期望。在过去的30年中，惠普公司与中国客户实现了共同的创新发展，帮助众多客户达成了自己的目标，取得了巨大的成绩。在建设新一代数据中心的过程中，惠普公司根据自身的数据中心建设理念，以及多年积累的最佳实践，努力帮助用户改善数据中心，致力于使其更加节能、高效，能够快速应对需求变化，并且易于管理，真正实现新一代绿色数据中心的目標。

为了帮助广大用户更全面地理解新一代数据中心的理念和实践方法，我们整理了当前全球IT业界在数据中心方面的极具创新性的先进理论，结合自身最佳实践经验，在中国推出了这本关于数据中心的书——《新一代数据中心建设理论与实践》。

我们期望本书能对中国用户在建设新一代数据中心和改造已有数据中心方面提供有益的参考。我们非常愿意与广大用户和IT业界的朋友分享我们的知识与实践，我们更希望本书能够引发大家在数据中心设计建设领域的讨论，从而帮助我们和用户共同成长，共同面对和迎接新时代的挑战。

对于此书，非常感谢我们企业服务器暨存储事业部、EYP关键设施服务部、新一代数据中心解决方案服务部、软件与解决方案部、解决方案体验中心、移动体验中心、教育服务事业部等同事的无私支持与奉献。

惠普全球副总裁
中国惠普有限公司总裁

符标榜

前言

今天，覆盖全球的 Internet 实际上是在无数数据中心支持下运转的，作为 Internet 和电子商务时代的后端支持机构，数据中心提供了 Internet 计算所必需的处理智能和信息存储功能，已经成为交通、能源一样的经济基础设施。但是，在企业和机构不断扩展其数据中心满足迅猛增长的业务需求的过程中，基于传统设计思想和实施技术的数据中心已经发展到了极限。大多数数据中心都不能够以更少的人员和预算满足更高的业务需求。它们在能量消耗、计算密度、自动化和服务连续性等方面面临一系列日益严峻的挑战。人们越来越清楚地看到，当前一代的数据中心不能成功地应对这些挑战。企业和机构必须采用创新的途径改造它们的 IT 基础设施，从静态、孤立和集中的架构过渡到动态、灵活和模块化的架构。数据中心技术正处于革命的前夜。改造现有的数据中心将成为未来 IT 技术发展的主题。虽然围绕数据中心革命和改造的一系列问题尚未解决，不少企业和机构已经启动了大量工程项目来构建新的数据中心或者改造原有的数据中心。其中有些项目也取得了成功，但由于缺乏先进的设计思想、系统的方法学和足够的实践经验，大量的项目都没有取得预期的效果。人们迫切希望找到创新的途径来帮助他们构建新一代数据中心（NGDC）。这已经成为 IT 领域中最大的热点之一。正是在这一背景下，我们编写了“新一代数据中心建设理论和实践”一书。

人们对新一代数据中心的关注可以归结为两个方面：如何认识新一代数据中心，即新一代数据中心的概念模型和设计思想；如何建设新一代数据中心，即建设新一代数据中心的核心理技术和实际步骤。本文将围绕这两方面的要求、分如下 5 章来介绍建设新一代数据中心的理论和实践。



第1章“数据中心现状与发展趋势”介绍数据中心革命和改造的背景。这一章描述数据中心的起源和现状，特别是它们在能量消耗、资源利用、高可用性和容灾、安全性和管理运营等方面面临的一系列严峻挑战。利用IT整合、节能、虚拟化和自动化等技术来改造现有的数据中心将是数据中心技术发展的下一个巨大浪潮。这一章指出SOA和虚拟化将是新一代数据中心的主要设计和实施技术。采用这些技术不仅将使企业和机构的数据中心能够成功地应对今天面临的种种挑战，也将为它们未来采用云计算技术和构建基于云的数据中心奠定坚实的基础。

第2章“新一代数据中心概述”在开始处给出了NGDC的一个定义、回答了“什么是新一代数据中心？”这一人们普遍关心的热点问题，帮助大家理解NGDC的真正含义。该章指出基于SOA和虚拟化的技术是构建NGDC的设计思想和参考架构。它们不仅能够解决今天数据中心面临的严峻挑战，而且也未来向云计算技术过渡提供坚实的基础。该章的结尾还简要地介绍了NGDC的关键实施技术，包括先进的节能技术、端到端的管理、安全和法规遵循、全面虚拟化和动态自动化技术。

第3章“新一代数据中心建设”描述NGDC建设完成的实施流程，包括做出战略决策和规划、基础设施设计、网络、服务器和存储系统部署、工程项目管理、直至最后阶段的验收测试和确认。

第4章“新一代数据中心建设方法论”介绍现代的IT整合方法学、数据中心构建的成熟性模型和生命周期方法，提供一个评估企业和机构数据中心现状的方式，帮助定义一个面向行动、脚踏实地步步推进的路线图、以达到理想的境地，从而系统和有效地建设NGDC。

第5章“新一代数据中心建设实战策略”描述在实践中如何利用本书前几章介绍的理论、方法论、技术、实际经验和最佳实践来构建供电和散热高能效的绿色数据中心、支持高性能



计算应用的高密度数据中心、消除手工干预的自动化数据中心以及提供连续服务和灾难恢复功能的高可用数据中心。在这些至关重要的领域中以综合的方法和创新的技术成功地完成体现新一代数据中心风貌的数据中心改造和建设工程将帮助更多的企业和机构消除它们对 NGDC 建设方方面面的担心，推动更多的企业和机构投入方兴未艾的新一代数据中心建设的浪潮。

在总体构思、素材采集和文字撰写过程中，注意理论和实践相结合是本书的主要特点。我们希望本书将能够为对 NGDC 建设感兴趣的企业和机构的 CIO、数据中心经理和系统工程师们提供参考，我们也希望本书能够帮助各种企业和机构设计、选择和实施构建 NGDC 和改造现有数据中心的核心技术和整套解决方案，从而更加有效地整合、自动化、现代化和保护它们的数据中心。通过在整个 IT 基础设施利用基于 SOA 和虚拟化的现代技术和流程，各种类型企业和机构的数据中心不仅能够为当前业务提供更好的服务、创造巨大的经济效益，而且将有助于它们在未来构建基于云技术、提供公共服务的数据中心。

致 谢

衷心感谢张鹰、陈武胜、康静、Dokania, Aman Neil、Ma, Aaron、Hum, Simon 及中国惠普技术服务部、软件与解决方案事业部等相关同事的热情帮助，他们在指导思想、取材和撰写等方面提供的宝贵的帮助，对于本书的创作和出版是至关重要的。

目 录

序言 1

数据中心现状与发展趋势 1

- 1.1 数据中心的演变 3
- 1.2 数据中心的现状与挑战 12
 - 1.2.1 能耗与空间方面的挑战 14
 - 1.2.2 业务连续性和灾难恢复的挑战 16
 - 1.2.3 降低成本的挑战 17
 - 1.2.4 其他方面的挑战 18
- 1.3 数据中心改造与发展 20
 - 1.3.1 数据中心的业务价值 21
 - 1.3.2 数据中心改造 22
 - 1.3.3 数据中心发展 26

新一代数据中心概述 29

- 2.1 新一代数据中心定义 31
- 2.2 新一代数据中心特征 33
- 2.3 新一代数据中心参考体系结构 36
- 2.4 新一代数据中心组成方式 40
- 2.5 新一代数据中心核心技术 49
 - 2.5.1 基于标准的模块化基础设施 49
 - 2.5.2 先进的节能计算技术 51
 - 2.5.3 统一的端对端管理 54
 - 2.5.4 前瞻性的安全技术 58
 - 2.5.5 全面的虚拟化技术 60



2.5.6 动态的自动化技术 66

新一代数据中心建设 71

- 3.1 数据中心策略与规划 74
 - 3.1.1 数据中心场地选择 75
 - 3.1.2 数据中心可用性等级标准 77
 - 3.1.3 数据中心组成 81
 - 3.1.4 数据中心管理与运营 84
 - 3.1.5 IT 治理 89
 - 3.1.6 IT 组织结构与文化 108
- 3.2 数据中心设计 110
 - 3.2.1 数据中心设计原则 111
 - 3.2.2 数据中心楼宇与机房 116
 - 3.2.3 环境与安保监控系统 127
 - 3.2.4 供配电系统 134
 - 3.2.5 散热系统 140
 - 3.2.6 网络与综合布线 147
 - 3.2.7 服务器与存储基础设施 152
 - 3.2.8 安全系统 156
- 3.3 建设工程管理 162
 - 3.3.1 工程管理 163
 - 3.3.2 数据中心迁移 167
- 3.4 数据中心验收与认证 169
 - 3.4.1 数据中心验收 169
 - 3.4.2 节能与绿色认证 171

新一代数据中心建设方法论 173

- 4.1 数据中心 IT 整合方法论 176
- 4.2 数据中心成熟度评估 188
- 4.3 数据中心生命周期法 195



新一代数据中心建设实战策略 199

- 5.1 绿色数据中心建设 201
 - 5.1.1 数据中心的能源效率：为何至关重要 202
 - 5.1.2 绿色数据中心：发展之道 207
 - 5.1.3 利用技术解决效率问题 212
 - 5.1.4 改进数据中心能效的最佳实践 219
 - 5.1.5 提高数据中心能效的步骤 224
 - 5.1.6 绿色数据中心前景 225
- 5.2 高密度计算数据中心建设 226
 - 5.2.1 高密度计算需求的发展 227
 - 5.2.2 高密度计算数据中心的挑战 228
 - 5.2.3 建设高密度计算数据中心的最佳实践 230
- 5.3 数据中心自动化管理 250
 - 5.3.1 数据中心管理的挑战 251
 - 5.3.2 数据中心自动化管理的优势 253
 - 5.3.3 数据中心自动化管理 254
 - 5.3.4 数据中心自动化管理工具 271
 - 5.3.5 数据中心自动化管理的发展趋势 273
- 5.4 业务连续性数据中心建设 274
 - 5.4.1 实现业务连续性的重要意义 274
 - 5.4.2 业务连续性的实施策略 276
 - 5.4.3 业务连续性规划 277
 - 5.4.4 业务连续性技术与实践 281
 - 5.4.5 业务连续性解决方案的发展 302

附录 305

- 中国惠普移动体验中心 307
- 中国惠普解决方案体验中心 309
- 中国惠普新一代数据中心建设专家团队简介 311



03



04





数据中心现状与发展趋势

当前，几乎所有企业和机构都建立了数据中心，全面管理自己的 IT 系统。当今是信息社会，企业离开了这些数据中心，就像人类社会离开水电等公用服务一样，顷刻之间就会走向崩溃。引人注目的现实是，人类社会在得益于数据中心带来的效益的同时，也对利用传统技术建立的数据中心所引起的种种问题感到困扰。人们必须以更大决心克服面临的一系列深层次的困难和挑战、进一步开发 IT 技术潜力，利用更加先进的技术破旧立新，建设新一代数据中心。这已成为人们普遍关心的热点问题。许多人都在问：“为什么现有的数据中心面临如此多的严峻挑战？为什么要革新现有的数据中心，建设新一代数据中心？什么是新一代数据中心？怎样建设新一代数据中心？”从国内外媒体上，人们可以感受到全社会对这些问题的普遍关注。这些问题融合在一起便成为了一个关乎 IT 产业和应用全局的问题：“推动数据中心革命、建设新一代数据中心”。建设新一代数据中心不仅是 IT 产业发展的潮流，而且反映了各种 IT 用户最迫切的核心需求。作为全书的前奏，概要地回答这些问题也将是本章的要点。

1.1 数据中心的演变

“数据中心”，这一名词对于从事过与正在从事信息技术（IT）的人员、企业或机构的负责人来说并不陌生。作为一个管理 IT 设备和应用的场所，在其所在企业或机构的规模与成本达到一定程度时，它已成为实施与应用 IT 技术、支撑企业或机构运营的核心部门。

20 世纪 70 年代之前，企业或机构并没有设立数据中心这一部门，但如今，无论是企业、研究院校、大型超市、各级政府机构，或是跨国集团与联合国机构，



都要设立数据中心。数据中心几乎已经渗透到全球的每一个角落。称呼可能有所不同,如计算中心、计算机中心、信息中心等;其规模也可大可小,如部门级数据中心(服务器小室)、企业级数据中心,或是全球性的互联网数据中心。但是很难想象任何一个具有一定规模的机构没有相应规模的数据中心会是怎样!为什么?因为IT技术的发展以及IT部门在企业或机构运营中重要性大大地提高了。事实上这两个趋势是相辅相成的:IT技术的发展开创了更多的新应用,提高了IT的地位;IT地位的提高,又促使投资增加以及IT技术和新产品的发展。在这一互相促进的过程中,数据中心这一新部门也就应运而生和逐步普及了。今天,IT技术已经成为企业生存与发展、政府机构管理的生命线。离开了IT技术,金融机构无法营业、政府机构无法办公、企业无法生产与营销。发达国家从20世纪70年代开始,中国从80年代开始普遍建立数据中心。许多企业或机构也逐渐设立了主管数据中心的首席信息官(CIO),接受企业或机构首席运营官(CEO)的直接领导。

可以说,“数据中心”是人类20世纪在IT组织应用推广模式方面的一大发明,标志着IT应用的组织化和规范化,从此各种机构中的IT应用由混乱和分散变成有计划和有组织的活动,如下所述。

统一的网络基础设施建设:各个机构都建立了内部Intranet模式的网络基础设施,统一管理机构的内部网络通信以及对外的通信门户,并确保其安全。这是20世纪的一大成就。

统一的服务器和存储系统建设:数据中心统一管理机构IT设备的计划、购置、安装、管理和维护。

统一的应用开发:提供机构应用软件统一的模式、环境标准化、测试和版本更新。

统一的服务:包括设备维护、人员培训、技术咨询,以及新技术的引进。

没有数据中心,各种IT应用可能还要多走不少弯路。数据中心的建设是企业或机构IT应用与发展的里程碑,功不可没。

数据中心是企业或机构管理IT基础设施与应用,提供基础设施与应用服务的部门;也是企业或机构内部和之间实现信息集中管理与共享,提供信息服务与决策支持的平台。

从计算机的发展史就可以看出数据中心的演变,20世纪60~70年代的数据中心以大型主机为唯一的、主要的计算设备,它使用哑终端与大型主机相连,强调主机的分时/批处理性能,这是被称为“专用”的大型主机计算年代。80~90年代后的数据中心以小型机与PC服务器为通用计算设备,它使用客户机/服务器(C/S)方式相连,强调性价比,这段时期被称为“开放”的



分布式计算年代。当今的数据中心以刀片服务器构建共享公用计算平台（Utility Computing），它使用虚拟化技术连接，强调价格性能瓦特比，这是“共享”的面向服务计算年代。数据中心演变进程如图 1-1 所示。

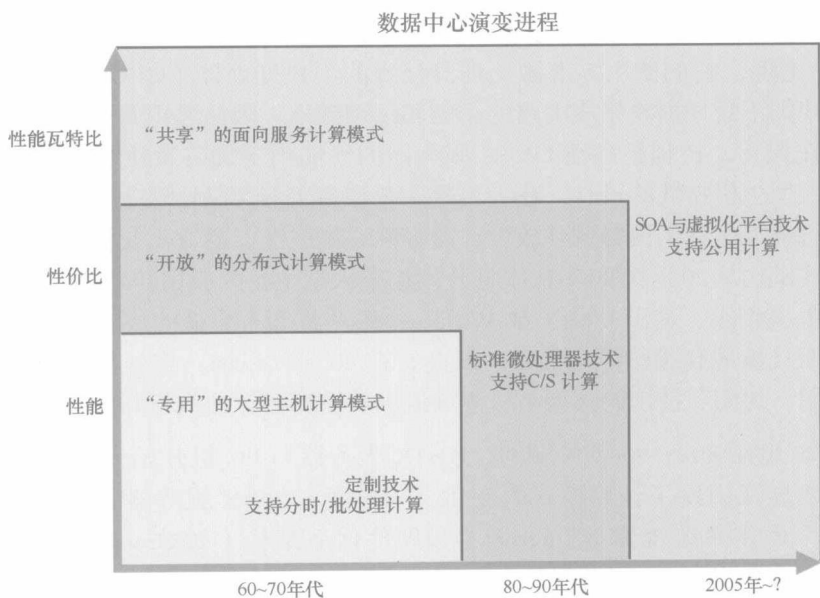


图 1-1 数据中心演变进程

在 20 世纪 60 ~ 70 年代，大型主机在体系结构、系统功能方面拥有高性能、高可用性和高可管理性等技术特性，如：系统分区、即时增容、基于目标的工作负荷管理；前瞻性的高可用监控和唤醒功能；动态中央处理器的错误恢复；以及增强的高 I/O 带宽与可优化处理的大流量批作业处理输出性能（如在交易日结束时一次处理大量交易）等，因此大型主机在那个时代被众多企业或机构采用，并成为大规模计算环境的主流产品。但随着 UNIX 服务器的出现，特别是高端 UNIX 服务器的出现，以及 UNIX 服务器体系结构设计的不断更新与功能完善，大型主机拥有的技术优势光环已逐渐地失去光彩，其地位也被 UNIX 服务器所撼动，并逐渐取代。UNIX 服务器因其开放性、兼容性、遵守工业标准、易管理与易使用性、低投入与高回报等明显优势被业界广泛认可和采纳。

大型主机的市场萎缩是 IT 发展的必然趋势，一方面因为大型主机的缺点慢慢暴露出来，如：体系结构和操作系统专用、封闭、缺乏系统灵活性、无法轻松连接其他平台和与其他应用系统集成，不易采纳与利用新发展的 IT 技术；遵守自己的专用体系结构和标准的风格，技术开发迟缓。此外，难集成、无兼容保



证（特别是无二进制兼容保证），需要额外的低层支持才能实现各代主机间的应用迁移，甚至为了利用一些新功能而必须改变或升级操作系统；采用大型主机的总投资水平（包括硬件、软件和人员）与维护费用很高，按 MIPS 计算，随后每 MIPS 的每年平均硬件和软件开销在 10 000 美元以上；培训与保留熟悉大型主机技术的高级技术人员的投资逐年增加等。另一方面，基于工业标准的 UNIX 和 PC 机的出现，它们使用标准微处理器技术的中央处理器（CPU），并按照摩尔定律的规则不断地提高集成电路的密度和时钟频率，因而通用服务器的计算速度每年都在提高，特别是高端 UNIX 服务器的性能由于拥有企业级的体系结构和类似于大型主机特性的设计，在大容量吞吐和多实例交易处理方面已能与传统的大型主机媲美。它们更强调开放性、兼容性、集成性、遵守工业标准。因此，许多企业或机构从 20 世纪 80 年代中期开始迁移大型主机的应用转向开放系统环境。与大型主机相比，基于 UNIX 或 Windows 的系统拥有更低的成本和更好的投资保护，而且集成和维护非常简便。从此，在 80 年代以前一直处与主导地位，采用“专用、封闭”技术的大型主机逐渐退出历史舞台，让位于开放系统。

在 20 世纪 80 ~ 90 年代期间，UNIX 服务器与 PC 机开始大量使用，IT 技术的新发展又引发了计算模式的变化。一方面，UNIX 服务器的系统设计（如支持多个操作系统镜像与 Internet）和硬件体系结构（如 CrossBar 总线交叉开关）与软件开发方法（如支持 Java、.Net 技术）不断发展，I/O 吞吐与 CPU 芯片运算速度不断提高，因而代表服务器在线交易性能的 TPC-C 值也不断提高，UNIX 服务器为部门级与企业级数据中心的应用与数据库系统开发提供了条件和环境，成为那个时代的主流服务器。部门开始购买自己的计算机或建立自己的数据中心，并将数据储存在部门计算机中。另一方面，无论是从价格或性能看，PC 机与工业标准服务器逐渐表现出优势，PC 机上不但可以安装办公、通信软件，还可以安装小的、简单的数据库，更促进了 PC 机与工业标准服务器的普及。与此同时，网络也有了极大的发展，随着网络速率从 80 年代初的 56kbit/s 发展到 90 年代的 10Mbit/s，高速数据传输使得数据计算第一次从集中处理转向本地处理，大量数据可以在部门中或部门间实现共享并进行部门级的数据处理。从而，进入了客户机 / 服务器计算时代。

在客户机 / 服务器计算模式中，出现过两层结构应用模式，即“肥客户机”与“数据库服务器”模式。一般在“肥客户机”上安装应用软件相应的数据库连接程序，在数据库服务器上安装核心数据库系统和存放数据库数据。它面临的问题是系统扩展性差和维护困难。因此这种两层结构应用模式很快被三层结构应用模式所取代。三层结构系统拥有更好的扩展性、安全性、可管理性、模块重用性和易于开发等优点。在 Internet 或 Intranet 环境中，这些优点显得更加突出，因