

信息科学与技术丛书 计算机控制与仿真系列

# 计算机

## 虚拟化技术及应用

鲁松 主编



- ▶ x86 平台所有主流虚拟化技术及产品
- ▶ 技术关键点操作的案例解析
- ▶ 同类产品的对比评估
- ▶ 深奥技术介绍通俗化
- ▶ 理论与实践紧密结合



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

本书深入浅出地介绍了 x86 平台的计算机虚拟化技术及其应用实例。全书分 2 篇共 7 章,从虚拟化技术的定义、历史、发展和分类开始,详细介绍了各类虚拟化技术的技术特点和评估准则,其中,着重描述了 VMware、Virtuozzo、Xen、Microsoft Virtual 共 4 类典型产品的优劣势、部署关键点、可能出现的问题、应用实验及横向性能测试等内容。本书内容丰富、构思严谨、举例充分,帮助读者在全面了解虚拟机技术的同时,逐步掌握这一技术的内在规律,对理解这一技术、产品选型、把握产品关键点具有很强的指导作用。

本书不仅可作为计算机系统部署和维护人员的学习教程,也可作为计算机专业的本科生和研究生教材,还可作为具有一定计算机基础的计算机爱好者的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机虚拟化技术及应用/鲁松主编. —北京:机械工业出版社, 2008.1

(信息科学与技术丛书·计算机控制与仿真系列)

ISBN 978-7-111-22545-4

I. 计… II. 鲁… III. 虚拟技术 IV. TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 158682 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 李利健

责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷 (北京双新装订有限公司装订)

2008 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16.25 印张·398 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22545-4

定价: 28.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

# 出版说明

随着信息科学与技术的迅速发展，人类每时每刻都会面对层出不穷的新技术、新概念。毫无疑问，在节奏越来越快的工作和生活中，人们需要通过阅读和学习大量信息丰富、具备实践指导意义的图书，来获取新知识和新技能，从而不断提高自身素质，紧跟信息化时代发展的步伐。

众所周知，在计算机硬件方面，高性价比的解决方案和新型技术的应用一直备受青睐；在软件技术方面，随着计算机软件的规模和复杂性与日俱增，软件技术受到不断挑战，人们一直在为寻求更先进的软件技术而奋斗不止。目前，计算机在社会生活中日益普及，随着因特网延伸到人类世界的层层面面，掌握计算机网络技术和理论已成为大众的文化需求。由于信息科学与技术在电工、电子、通信、工业控制、智能建筑、工业产品设计与制造等专业领域中已经得到充分、广泛的应用，所以这些专业领域中的研究人员和工程技术人员越来越迫切需要汲取自身领域信息化所带来的新理念和新方法。

针对人们对了解和掌握新知识、新技能的热切期待，以及由此促成的人们对语言简洁、内容充实、融合实践经验的图书迫切需要的现状，机械工业出版社适时推出了“信息科学与技术丛书”。这套丛书涉及计算机软件、硬件、网络、工程应用等内容，注重理论与实践相结合，内容实用，层次分明，语言流畅，是信息科学与技术领域专业人员不可或缺的图书。

现今，信息科学与技术的发展可谓一日千里，机械工业出版社欢迎从事信息技术方面工作的科研人员、工程技术人员积极参与我们的工作，为推进我国的信息化建设作出贡献。

机械工业出版社

# 前 言

“少花钱多办事”通常只是人们的一种美好愿望，但计算机虚拟化技术却能满足这类奢求。通过虚拟化技术，人们不仅可以提高计算机利用率，实现系统总成本的成倍下降，而且可以享受到如零宕机迁移、快速灾难恢复、提高系统安全性和资源自动调度，以及动态分配等诸多好处。本书的作者在切实感受到虚拟化技术优势和魅力的同时，试图对 x86 平台的虚拟化技术进行较为全面的介绍，以帮助读者由浅入深地了解此技术，并在实施这一技术中得到实实在在的好处。

全书共分 2 篇 7 章，从虚拟化技术的定义、历史、发展和分类开始，详细介绍各类虚拟化技术的技术特点和评估准则，其中着重描述 VMware、Virtuozzo、Xen 和 Microsoft Virtual 共 4 类典型产品的优劣势、部署关键点、可能出现的问题、应用实验及横向性能测试等内容。本书希望通过丰富的内容和众多实例，在帮助读者全面了解虚拟机技术的同时，逐步掌握这一技术的内在规律和使用方法。

本书介绍的是一种前瞻性实用技术，全书具有以下特点：

1) 素材均来自第一手材料。书中提及的技术都是作者亲自动手经过大量实验、工程应用和技术交流获取来的，因此，具有非常强的实践指导作用。

2) 内容丰富。书中对 x86 平台的所有虚拟化技术进行了细分，不仅对当今主流产品进行了详细的介绍和分析，而且涉及到了其他新兴项目或产品。

3) 实用性强。书中针对几个主要产品给出了详细的实例操作方法。按照这些方法，读者可以一步步实现虚拟化的各种操作。

4) 由浅入深。本书采用理论和实践相结合的写法，力争将深刻技术通俗化，帮助读者逐渐掌握虚拟化技术的精髓。

本书主要由鲁松、周海兵、刘阳、赵君、李刚、王繁编写，其中，第 1、2 章由鲁松编写，第 3 章由周海兵编写，第 4 章由刘阳编写，第 5 章由鲁松、李刚、周海兵、王繁共同编写，第 6 章由赵君编写，第 7 章由李刚编写。提出修改意见的人员有周江涛和邹昕。

最后，感谢国家计算机网络与信息安全实验室的同志们在出版此书的过程中给予的支持和肯定。

由于作者的水平有限，书中难免有一些错误和不足之处，敬请读者批评指正。

书中遗漏或错误之处，敬请读者批评指正。读者若对本书有什么疑问或建议，可以发送 E-mail 到：jsjfw@mail.machineinfo.gov.cn，我们会尽快给予答复。

编 者

# 目 录

出版说明

前言

## 第 1 篇 基础篇

<b>第 1 章 计算机虚拟化技术基础</b> .....	3
1.1 矛盾与需求 .....	3
1.2 计算机虚拟化 .....	3
1.3 虚拟化的价值和意义 .....	5
1.4 焦点 .....	8
1.5 虚拟化的种类 .....	9
1.5.1 全硬件仿真虚拟化技术 .....	9
1.5.2 半虚拟化技术 .....	10
1.5.3 操作系统级虚拟化技术 .....	11
1.6 技术与产品 .....	12
1.6.1 全硬件仿真虚拟化产品 .....	12
1.6.2 半虚拟化的软件产品 .....	13
1.6.3 操作系统级虚拟化软件产品 .....	14
1.7 虚拟化技术应用风险及其控制 .....	15
<b>第 2 章 评估准则与产品比较</b> .....	17
2.1 评估准则 .....	17
2.2 产品比较 .....	19
2.3 厂商虚拟化技术竞争力评估 .....	21
2.3.1 VMware 评估 .....	21
2.3.2 Virtuozzo 评估 .....	21
2.3.3 XenSource 和 Virtual Iron 评估 .....	21
2.3.4 Microsoft 评估 .....	22
2.3.5 综合比较 .....	22

## 第 2 篇 虚拟化技术应用篇

<b>第 3 章 VMware 基础及实例</b> .....	27
3.1 VMware 概述 .....	27
3.1.1 VMware 的历史与现状 .....	27
3.1.2 VMware 的产品线 .....	27
3.1.3 VMware 主流产品 .....	29

V

3.1.4	VMware 产品设计理念	34
3.1.5	成功案例	44
3.1.6	评论与观点	46
3.2	VI3 基础、操作与管理	47
3.2.1	VI3 基础	47
3.2.2	VI3 的操作指南	50
3.2.3	VI3 的管理	57
3.2.4	VI3 部署中的性能优化建议	67
3.3	实例:基于 VI3 部署 IDS 实验平台	69
3.3.1	概述	69
3.3.2	目的	71
3.3.3	实施环境和工具	71
3.3.4	实施步骤	72
3.3.5	具体过程	72
3.4	相关工具的介绍	80
3.5	本章小结	81
<b>第 4 章</b>	<b>Virtuozzo 基础及实例</b>	<b>83</b>
4.1	Virtuozzo 概述	83
4.1.1	Virtuozzo 的历史	83
4.1.2	Virtuozzo 的产品线	83
4.1.3	Virtuozzo 的技术特点	84
4.1.4	成功案例	89
4.2	Virtuozzo 的操作	91
4.2.1	硬件与网络配置	92
4.2.2	Virtuozzo 的安装	92
4.2.3	管理界面 VZMC	94
4.2.4	VPS 的相关操作	94
4.2.5	模板管理	104
4.2.6	资源管理	110
4.2.7	硬件节点管理	112
4.2.8	服务和进程管理	115
4.3	实例:基于 Virtuozzo 的 Web 应用集成	116
4.3.1	虚拟环境的规划	116
4.3.2	虚拟环境的搭建	117
4.3.3	实例小结	125
4.4	本章小结	125
<b>第 5 章</b>	<b>Xen 基础及实例</b>	<b>127</b>
5.1	Xen 概述	127
5.1.1	Xen 的历史与现状	127

5.1.2	Xen 的技术特点 .....	127
5.1.3	Xen 的产品线 .....	128
5.2	XenEnterprise Server 的操作 .....	132
5.2.1	XenServer 的安装 .....	132
5.2.2	XenVM 的安装 .....	134
5.2.3	克隆 .....	138
5.2.4	P2V 迁移 .....	139
5.2.5	导出虚拟机 .....	139
5.2.6	导入虚拟机 .....	140
5.3	实例 1: 基于 XenSource 的安全解决方案 .....	141
5.3.1	基于 XenSource 部署蜜网系统和病毒研究环境 .....	141
5.3.2	基于 XenSource 的病毒试验隔离环境 .....	155
5.3.3	实例小结 .....	159
5.4	实例 2: 基于 Virtual Iron 的虚拟化部署 .....	159
5.5	本章小结 .....	166
<b>第 6 章</b>	<b>Microsoft Virtual 基础及实例 .....</b>	<b>167</b>
6.1	Microsoft Virtual 概述 .....	167
6.1.1	Microsoft Virtual 的历史 .....	167
6.1.2	Microsoft Virtual 的现状 .....	167
6.1.3	特点 .....	168
6.1.4	设计理念 .....	169
6.1.5	应用实例 .....	170
6.1.6	评价与观点 .....	171
6.2	数据与参数 .....	171
6.3	虚拟机的安装 .....	176
6.3.1	Virtual PC 的安装 .....	176
6.3.2	Virtual Server 2005 R2 服务器的安装 .....	177
6.3.3	Virtual Server 管理网站和远程控制端的安装 .....	177
6.4	虚拟机的创建和管理 .....	178
6.4.1	基于 Virtual PC 虚拟机的创建和管理 .....	178
6.4.2	基于 Virtual Server 虚拟机的创建和管理 .....	182
6.5	数据传输 .....	204
6.6	实例: 基于 MS Virtual 2005 R2 整合服务器群的设计 .....	204
6.6.1	企业内部应用需求 .....	204
6.6.2	基于 Microsoft Virtual Server 2005 R2 整合服务器群 .....	205
6.6.3	使用 DHCP+ ADS+ VSMT 实现物理机到虚拟机的迁移(P2V) .....	207
6.6.4	使用 Microsoft Virtual Server 2005 R2 整合服务器的优势 .....	217
6.6.5	Microsoft Virtual Server 2005 R2 的局限性 .....	217
6.7	本章小结 .....	218

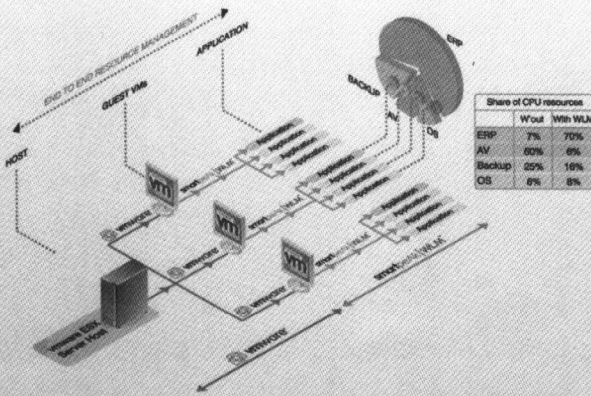
<b>第 7 章 产品性能测试与比较</b>	219
7.1 产品性能测评	219
7.1.1 测评指标	219
7.1.2 测评方法	220
7.2 评测工具	221
7.3 产品性能比较	222
7.3.1 Windows 2003 作为虚拟机操作系统	222
7.3.2 RedHat Linux 作为虚拟机操作系统	231
7.4 本章小结	236
<b>附录</b>	238
附录 A 名词解释	238
附录 B 性能测试	239
B.1 测评标准	239
B.2 测评工具	242
附录 C 其他 x86 平台虚拟化产品/项目	247
<b>索引</b>	251



# 第 1 篇

## 基础篇

- \* 计算机虚拟化技术基础
- \* 评估准则与产品比较





# 第 1 章 计算机虚拟化技术基础

## 1.1 矛盾与需求

自计算机诞生以来,计算机硬件系统性能的发展速度要远远快于计算机软件的发展速度。硬件,特别是集成电路的集成度越来越高,体积越来越小,性能却成倍增长。摩尔定律<sup>①</sup>(Moore Law)中预测的系统性能快速增长模式,验证了它近 50 年的正确性,到现在仍不过时。

硬件的高速发展带来了计算资源过剩的问题,从 20 世纪 60 年代末的大型机(mainframe computing environment)时代就已经出现。x86 体系产品<sup>②</sup>近几年的强劲发展和大范围应用,也使这一问题更加凸现出来。

到今天,计算机硬件系统性能似乎已经强劲到可以被浪费和闲置的程度。据统计,用户对 UNIX 服务器的 CPU 平均利用率不足 29%,而基于 Microsoft Windows 的服务器的 CPU 利用率仅为 13%。一方面,是计算机硬件系统性能过剩;另一方面,是大量使用者渴望得到,却无法拥有一个完整、独立和互不干扰的计算环境来分享剩余的硬件资源。这是一个矛盾。为了解决这个矛盾,便产生了计算机虚拟化技术(computer virtualization)。

## 1.2 计算机虚拟化

对于上述问题,也许有人认为,只要建立一个足够强劲和稳定的操作系统(Operation System, OS),将所有的应用程序(application)都放进去就可以了,何必要虚拟化。这种简单的方案会面临以下两个无法回避的关键性问题:

- 应用程序之间的影响,更准确地说,是应用程序间的干扰或冲突,在这一方案中无法解决。
- 尽管操作系统可以做到用户隔离,但仍满足不了用户独立拥有系统环境(system environment)的需求。

所以,计算机虚拟化技术得以出现的根本原因,是计算机硬件系统性能的快速增长带来的资源过剩与渴望隔离环境并能共享计算资源的大量需求之间的矛盾。为了解决这一矛盾,在同一独立的计算机硬件平台上,同时安装多种操作系统,并同时运行这些操作系统的系统结构被设计出来,这一技术被称为计算机虚拟化技术。如图 1-1 所示。

计算机虚拟化技术已不是一个新概念,早在 20 世纪 60 年代的大型主机出现后不久,就有

---

① 摩尔定律不是科学公式,而是一个用于推测的经验性公式。其定义是,在价格不变的情况下,计算机芯片(集成电路,即 IC)的运算能力每 18 个月提高 1 倍;或是,芯片上的晶体管数量每 18 个月提高 1 倍。

② Intel® 和 AMD® 的处理器(CPU)系列。



图 1-1 冲突、隔离和虚拟化

分区技术(partition)出现,用以解决由于计算资源过剩而被限制的问题。至今,IBM、HP 等老牌的计算机厂商仍然是大型机分区虚拟化技术的领导者。这些技术的具体信息如表 1-1 所示。

表 1-1 UNIX 环境下主要的虚拟化厂商

厂 商	技 术	产 品
IBM	- Dynamic LPARs - p5 Micro-Partitions	IBM' sx440
HP	- nPars - vPars	HP-UX 11i on HP 9000
Sun	Dynamic System Domains	Sun Enterprise 10000

1995 年后,x86 平台上各种各样的虚拟化技术开始出现。与上述大型机分区虚拟化技术需要厂商的专有硬件配合不同,x86 的开放体系使虚拟化技术可以作为一种纯软件得到更广泛的应用。其中主要的产品如表 1-2 所示。

表 1-2 x86 体系下主要的虚拟化厂商

厂 商	技 术	产 品
VMware <sup>⊖</sup>	全硬件仿真 (virtual machine)	VMware Server VMware ESX
Microsoft <sup>⊖</sup>		Virtual PC Virtual Server
Xen <sup>⊖</sup>	半虚拟化 (paravirtual machine)	XenEnterprise XenServer XenExpress Virtual Iron
KVM		Linux KVM

⊖ 网址为:www. vmware. com

⊖ 网址为:www. microsoft. com/Microsoft Windowsserversystem/virtualserver/default. mspx

⊖ 网址为:www. xen. source. com/或 www. cl. cam. ac. uk/research/srg/netos/xen/

(续)

厂商	技术	产品
SWsoft <sup>Ⓒ</sup>	操作系统级虚拟环境 (virtual envirtument)	Virtuozzo Linux Virtuozzo Windows OpenVZ (开源项目)
Sun		Solaris Container <sup>Ⓒ</sup> in Solaris 10
开源项目		Linux-VServer <sup>Ⓒ</sup>

尽管这些产品的实现方法、命名规则,甚至各自的特点都不同,但它们的共性恰恰是虚拟化的特点。

### 1.3 虚拟化的价值和意义

计算机虚拟化技术是应需而生的,满足需求会带来以下几个益处。

#### (1) 提高计算机资源利用率

前面提到了用户使用 UNIX 和 MS Windows 系统的平均 CPU 利用率仅为 29% 和 13%, 使用虚拟化技术合并物理机器后,平均利用率均可提高到 90%, 如图 1-2 所示。这已经达到单个计算机最优的饱满工作量。

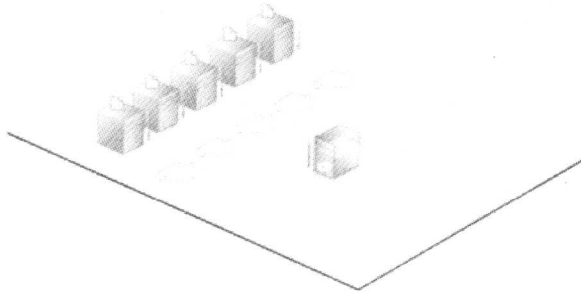


图 1-2 服务器合并示意图

#### (2) 降低整体系统总成本

系统硬件成本包括硬件采购成本、运营电力成本、运营机柜空间成本、网络端口占用成本和运营维护成本 5 部分。按照平均值计算,虚拟化技术可使系统利用率提高 3 倍,即可推算,计算机单机采购数可减少至原来的 1/3,由此带来的是电力成本、机柜空间成本、网络端口占用成本和运营维护成本也均减少至原来的 1/3;将虚拟化部署成本考虑进去,粗略估计,总投资会下降 50%~60%。这可使性价比和总投资回报率成倍提高。

如图 1-3 所示,原来的刀片服务器(blade server)中为避免业务相互干扰,每个刀片(blade)

Ⓒ 网址为: [www.swsoft.com/products/virtuozzo/](http://www.swsoft.com/products/virtuozzo/)或  
[www.swsoft.com.cn/CN/products/virtuozzo/virtuozzo.html](http://www.swsoft.com.cn/CN/products/virtuozzo/virtuozzo.html)  
Ⓒ 网址为: [www.sun.com/software/solaris/ds/utilization.jsp#1](http://www.sun.com/software/solaris/ds/utilization.jsp#1)  
Ⓒ 网址为: [www.Linux-vserver.org](http://www.Linux-vserver.org)

仅运行一个业务应用,每个刀片系统资源利用率仅为 10%~30%,但在使用虚拟化技术后,在避免各业务应用相互干扰的前提下,每个刀片上可运行 5 种或 6 种业务应用,可使系统资源利用率提高到 50%~80%,而总装机量将减少到原来的 1/6~1/5。

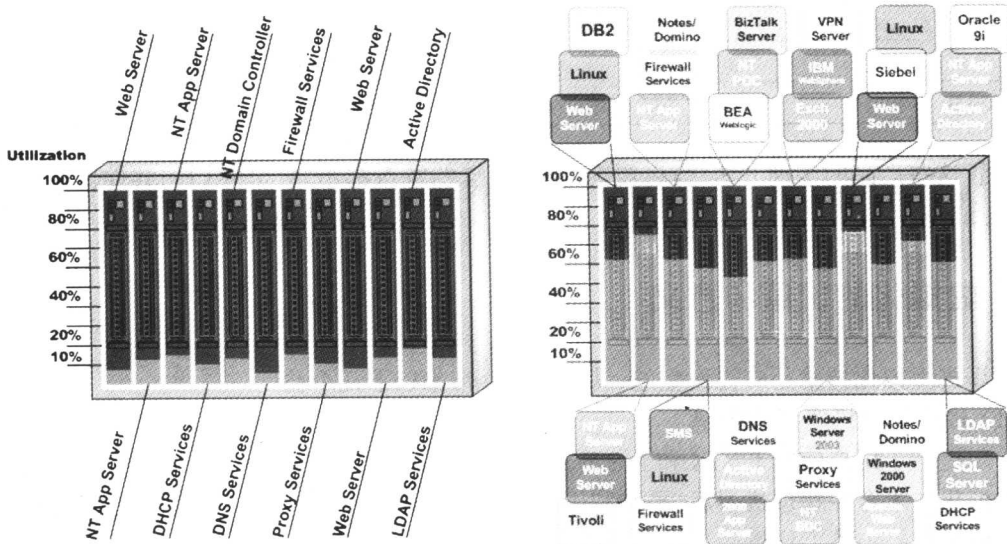


图 1-3 刀片式服务器虚拟化示意图

### (3) 系统环境隔离

虚拟化技术可以使应用程序从系统角度得到彻底隔离(isolation),这一隔离有效地避免了应用程序间的干扰和冲突,对系统的稳定、维护与升级意义重大。最典型的应用就是基于虚拟机的计算机病毒研究等破坏型应用,虚拟机上危险的应用可造成虚拟机异常乃至崩溃,但不会危及同一硬件体上的其他虚拟机操作系统或宿主机操作系统(Host OS)。

### (4) 服务器合并

根据历史记录预计,尽管服务器性能不断提高,但在今后几年中机器数量仍会持续 30% 的高速增长,无论是中小企业的小规模应用,还是数据中心的大规模应用,都会使 IT 成本不断攀升,随之而来的是设备管理员数量的严重不足。服务器的虚拟化,再配合有效的管理工具,恰恰可以通过虚拟化产品将使用率不高的服务器进行合并(consolidation),以消除服务器散乱现象的发生。

### (5) 快速、动态的业务调度

无论采用哪种虚拟化实现方法,虚拟系统(Virtual System)都是以独立的逻辑形式<sup>⊖</sup>存储的。因此,在相同的虚拟化框架下,业务的调度和迁移过程就是这种独立的逻辑存储形式复制的过程。例如,Email 服务器和 FTP 服务器被虚拟化到一台硬件服务器上,随着业务的发展,发现 Email 服务器负载过重,这时就可以在虚拟化框架下,将 FTP 虚拟服务器复制到另一台硬件服务器上,实现业务的动态调整,如图 1-4 所示。这恰恰适合于弹性 IT 基础架构的需求。

⊖ 独立的逻辑存储形式是一个文件对应一个虚拟系统,或是一组文件构成的目录对应一个虚拟系统。

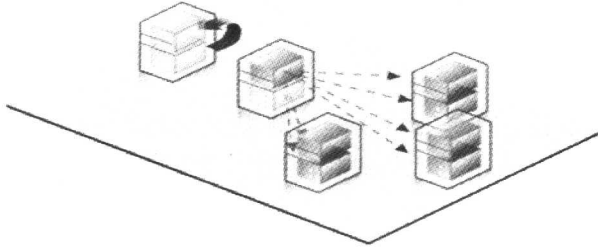


图 1-4 服务器业务调度

(6) 资源动态分配

实现虚拟化技术最主要的目的之一,就是使硬件资源的利用最大化。因此,经过虚拟化技术在单一硬件上安装的多个操作系统,以及上面分别运行的应用程序,可以在更高的层面上实现资源的动态分配(dynamic resource allocation)。

(7) 零宕机迁移、灾备和快速恢复——业务连续性

正是由于虚拟系统(Virtual System)的独立逻辑存储形式,使虚拟系统的零宕机迁移(zero down time migration)<sup>⊖</sup>、备份和快速灾难恢复,在相同虚拟框架下,可以像复制文件一样简单。针对迁移而言,所需时间仅是启动虚拟系统及其运行业务所需时间,因为在停止原先虚拟系统业务前,可先完成复制工作,如图 1-5 所示。

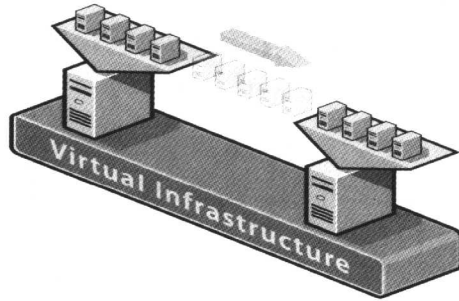


图 1-5 零宕机迁移

(8) 维持老系统业务持续运行

业务应用程序所在的操作系统已经过时,在升级硬件,而应用程序无法与新操作系统兼容时,虚拟化技术可以使应用程序与老的操作系统一并以虚拟机的形式迁移到新硬件中,可最大限度地延续老系统业务的运行时间。

(9) 多操作系统需求(测试/研发)

有些业务需求是在有限的硬件服务器上架设足够多的各种各样的操作系统,用于项目的兼容性研发和兼容性测试。显然,针对这一需求,虚拟化是最合适不过的选择。

(10) 主机空间的托管服务

IDC 机房需要提供大量的主机空间服务,方便为数众多的中小企业和个人开展 Internet

⊖ 零宕机迁移:在不宕机中断业务的情况下完成系统迁移。

小型业务。可以想象,如何分配资源、如何安全隔离、如何管理恰恰是服务器虚拟化的工作内容。

(11) 增强系统安全

虽然虚拟化实现技术的不同,会对安全隔离的程度带来差异。但由于虚拟系统的完全隔离设计,使得整体系统安全性得到极大的提高,即任一虚拟系统崩溃或异常,不会造成其他虚拟系统的异常或崩溃。

(12) 大幅度地降低能耗

计算机已经成为现代和将来各领域的必备工具,当成千上万台计算机 7×24 日夜运行的同时,如何降低惊人的能耗已经成为计算机大规模应用中一个最棘手的问题。其中,电力成本是数据中心最大的成本开销<sup>①</sup>之一。如果采用虚拟化技术在保证业务正常运行的情况下可以大幅度减少设备数量,由此估算,能耗问题能够得到最大限度的缓解,降幅与上面提到的“降低整体系统总成本”的比例相当。

(13) 分布式资源调度

面向关键任务(Mission-Critical)的虚拟化技术可以做到分布式资源的调度,即多台物理计算机、存储器构成一个或多个庞大的计算资源池(resource pool),虚拟化基础架构软件(Virtual Infrastructure)负责管理、调度和根据资源紧张情况自动迁移虚拟系统,达到资源均衡应用。如图 1-6 所示。

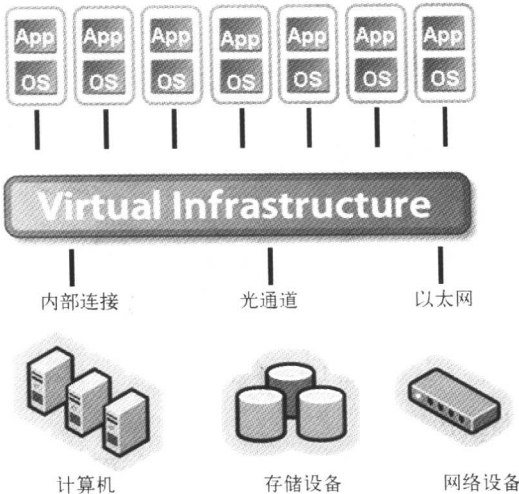


图 1-6 虚拟化基础架构体系

### 1.4 焦点

作为大规模普及的 x86 平台,已经开始迅速向高端计算环境渗透,为适应大多数读者的需

① 世界上最著名的不间断电源(UPS)供应商 APC 曾经表示,一个稳定的数据中心所需的电力在 3000~50000 kW 之间,这基本上等同于一个中型城镇的电力需求。



求,本书仅针对 x86 平台的虚拟化技术、虚拟化产品、虚拟化应用进行讨论。

## 1.5 虚拟化的种类

为更好地解释虚拟化技术,这里先给出虚拟化技术中 3 个最基本的概念。

### 1. 宿主操作系统(Host OS)

该操作系统是与硬件直接进行数据通信的最底层的操作系统,虚拟化管理器作为一个应用程序运行在其中。

### 2. 虚拟化管理器 (Virtual Monitor, hypervisor)

它位于宿主操作系统之上,是负责配置、管理虚拟系统和调度、管理资源的一个系统级应用程序。

### 3. 客户系统(Guest System)

它们位于虚拟化管理器之上,是由虚拟化管理器配置、管理的如 Microsoft Windows 或 Linux 的标准操作系统或虚拟环境(virtual environment)。

各概念之间的关系如图 1-7 所示。

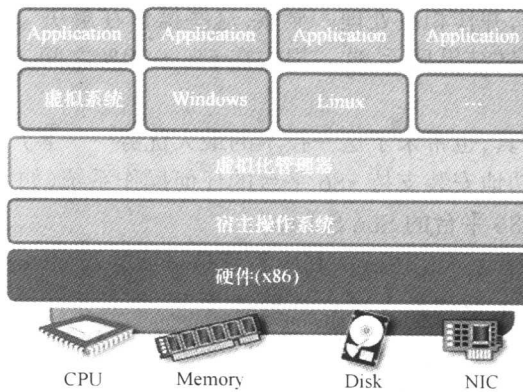


图 1-7 虚拟化概念图

x86 平台的虚拟化技术可分为 3 类,全硬件仿真虚拟化技术(hardware emulation)、半虚拟化技术(para-virtualization)和操作系统级虚拟化技术(OS-level)。下面将详细介绍它们。

### 1.5.1 全硬件仿真虚拟化技术

“全硬件仿真”虚拟化技术最本质的特点是,虚拟化管理器将所有的真实硬件设备以软件形式仿真出来,在客户操作系统看来,仿真出来的硬件无异于真实硬件,即虚拟化管理器采用仿真的手段,骗过了作为客户操作系统的标准操作系统,使其以为安装在真实的硬件设备之上,全硬件仿真技术架构如图 1-8 所示。

在这一技术中,虚拟化管理器是虚拟机监视器(Virtual Machine Monitor, VMM)的泛称<sup>⊖</sup>。

⊖ 与 hypervisor 实现机制不同,但扮演角色相同。