



工业和信息化“十三五”
人才培养规划教材



服务器虚拟化 技术与应用

Server Virtualization Technology and Application

王中刚 薛志红 项帅求 ◎ 主编

朱俊 魏林 吴小香 ◎ 副主编



在内容编写方面注意**难点分散**、**循序渐进**

在文字叙述方面注意**言简意赅**、**重点突出**

在实例选取方面注意**实用性**、**针对性**



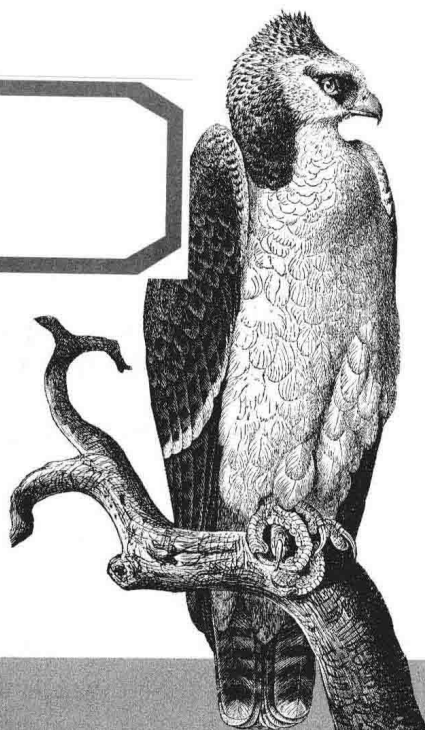
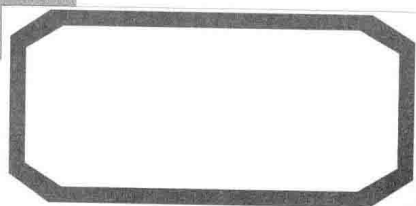
中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化“十三五”
人才培养规划教材



服务器虚拟化 技术与应用

Server Virtualization Technology and Application

王中刚 薛志红 项帅求 ◎ 主编

朱俊 魏林 吴小香 ◎ 副主编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

服务器虚拟化技术与应用 / 王中刚, 薛志红, 项帅求主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2018.6
工业和信息化“十三五”人才培养规划教材
ISBN 978-7-115-47773-6

I. ①服… II. ①王… ②薛… ③项… III. ①服务器—高等学校—教材 IV. ①TP368.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第090562号

内 容 提 要

本书主要以业界领先的 VMware vSphere 为例, 讲解服务器虚拟化平台的部署和运维。全书共 10 章, 内容包括虚拟化基础、虚拟实验环境搭建、ESXi 主机部署、vCenter Server 管理平台部署、虚拟网络配置、存储配置、虚拟机迁移 (vMotion)、分布式资源调度 (DRS)、高可用性 (vSphere HA) 和虚拟容错 (vSphere FT), 以及虚拟化环境监控。本书内容丰富, 注重实践性和可操作性, 对每个知识点都有相应的操作示范, 便于读者快速上手。

本书可作为高校计算机类专业的虚拟化技术教材, 也可作为 vSphere 虚拟化系统管理人员的参考书, 还可作为各类培训班的教材。

-
- ◆ 主 编 王中刚 薛志红 项帅求
副 主 编 朱 俊 魏 林 吴小香
责任编辑 左仲海
责任印制 马振武
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19 2018 年 6 月第 1 版
字数: 439 千字 2018 年 6 月河北第 1 次印刷
-

定价: 49.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号



前言

FOREWORD

虚拟化是一种可以降低 IT 开销，提高效率和敏捷性的有效方式，代表当前 IT 技术的一个重要发展方向，并在多个领域得到广泛应用。服务器、存储、网络、桌面和应用的虚拟化技术发展很快，并与云计算不断融合。服务器虚拟化主要用于组建和改进数据中心，是核心的虚拟化技术，也是云计算的基础，更是数据中心企业级应用的关键。随着大数据、云计算等新兴技术的发展，数据中心的重要性日益突出，越来越多的用户选择服务器虚拟化技术进行数据中心建设和运维。从某种程度上讲，服务器虚拟化解决方案的优劣决定了数据中心的成败。

目前，我国很多高校中与计算机相关的专业，陆续将服务器虚拟化作为一门重要的专业课程。为了帮助教师比较全面、系统地讲授这门课程，使学生能够熟练地掌握服务器虚拟化平台的部署和运维，我们几位长期在高校从事计算机专业教学的教师共同编写了本书。

本书内容系统全面，内容丰富，结构清晰。在内容编写方面注意难点分散、循序渐进；在文字叙述方面注意言简意赅、重点突出；在实例选取方面注意实用性和针对性。作为应用型教材，原理部分尽量使用表格和示意图，部署、配置与管理部分含有大量动手实践内容，直接给学生进行示范。

考虑到 VMware vSphere 产品是服务器虚拟化的首选解决方案，本书以该软件为例讲解服务器虚拟化技术和实现方法。全书共 10 章，按照从基础到应用，从基本功能到高级功能的逻辑进行组织。第 1 章是全书的基础部分，在讲解虚拟化背景知识的同时，对 vSphere 虚拟化做了总体介绍。考虑到服务器虚拟化实际部署对硬件环境的要求非常高，为便于实验，第 2 章介绍基于桌面产品 VMware Workstation 组建虚拟实验环境。第 3、4 章分别介绍 vSphere 的两个核心组件——ESXi 和 vCenter Server。前者是一个基本的虚拟化管理程序，将物理服务器配置为能够运行虚拟机的 vSphere 主机，实现单台主机的虚拟化环境，可以说是计算资源虚拟化；后者是多 ESXi 主机的集中化管理平台，是实现规模应用的完整虚拟化平台。这两章都讲解了虚拟机的部署和管理，

服务器虚拟化技术与应用

除了环境不同，功能也有差别。第 5、6 章介绍网络和存储这两种虚拟化基础设施，涉及网络虚拟化和存储虚拟化。第 7~9 章讲解虚拟化高级功能，包括所有高级功能的基础技术：虚拟机迁移、用于负载平衡和故障切换的分布式资源调度、支持从中断中快速恢复业务运行的高可用性，以及保持业务连续可用性的虚拟机容错。第 10 章讲解虚拟化环境的日常监控。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者
2017 年 10 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 虚拟化基础	1	1.7 VMware vSphere 虚拟化基础	17
1.1 虚拟化概念和应用	1	1.7.1 VMware vSphere 虚拟化架构	17
1.1.1 什么是虚拟化	1	1.7.2 VMware vSphere 的主要功能	18
1.1.2 虚拟化的优势	2	1.7.3 VMware vSphere 的高可用性	20
1.1.3 虚拟化的应用	2	1.7.4 VMware vSphere 数据中心的组成	21
1.2 虚拟化类型	2	1.7.5 VMware vSphere 虚拟化规划要点	22
1.2.1 按虚拟化实现层次分类	2	1.7.6 VMware vSphere 部署流程	24
1.2.2 按实现技术分类	3	1.8 习题	24
1.2.3 按虚拟化对象分类	4	第 2 章 基于 VMware Workstation 部署实验环境	25
1.3 虚拟化与虚拟机	5	2.1 使用 VMware Workstation 部署虚拟机	25
1.3.1 主机与虚拟机	5	2.1.1 VMware Workstation 的安装	25
1.3.2 虚拟机监控器 (Hypervisor)	6	2.1.2 创建虚拟机	28
1.3.3 虚拟机文件	6	2.1.3 在虚拟机上安装操作系统	29
1.3.4 虚拟机的主要特性	7	2.1.4 安装 VMware Tools	30
1.3.5 虚拟机的应用	7	2.1.5 虚拟机 BIOS 设置	30
1.4 虚拟化与数据中心	8	2.1.6 虚拟机硬件设备管理	31
1.4.1 传统数据中心	8	2.1.7 配置和维护虚拟硬盘	32
1.4.2 软件定义数据中心	10	2.1.8 虚拟机选项设置	33
1.4.3 虚拟数据中心	11		
1.5 虚拟化与云计算	11		
1.5.1 云计算的概念	12		
1.5.2 云计算架构	12		
1.5.3 云计算部署模式	13		
1.6 主流的企业级虚拟化解决方案	14		
1.6.1 VMware 虚拟化产品	14		
1.6.2 微软 Hyper-V	15		
1.6.3 Linux KVM	16		
1.6.4 Citrix 虚拟化产品	17		

服务器虚拟化技术与应用

2.2	VMware Workstation 虚拟机的使用	33	3.2.1	准备 ESXi 主机	52
2.2.1	在虚拟机与主机系统之间传输文件和文本	34	3.2.2	在主机上安装 VMware ESXi 软件	55
2.2.2	快照管理	34	3.3	VMware ESXi 的基本配置管理	57
2.2.3	虚拟机克隆	35	3.3.1	进入系统定制界面	57
2.2.4	虚拟机导出与导入	37	3.3.2	配置管理网络	58
2.3	VMware Workstation 虚拟网络	37	3.3.3	启用 ESXi Shell 和 SSH 访问	59
2.3.1	虚拟网络组件	37	3.3.4	重置系统配置	60
2.3.2	虚拟网络结构与组网模式	38	3.3.5	关闭与重启 ESXi 主机	60
2.3.3	VMware Workstation 虚拟网络基本配置	39	3.4	使用 VMware Host Client 管理 ESXi 主机	60
2.3.4	基于桥接模式组建 VMware Workstation 虚拟网络	42	3.4.1	VMware Host Client 登录	60
2.3.5	基于 NAT 模式组建 VMware Workstation 虚拟网络	42	3.4.2	使用 VMware Host Client 进行主机管理	62
2.3.6	基于仅主机模式组建 VMware Workstation 虚拟网络	44	3.5	在 ESXi 主机上部署虚拟机	64
2.3.7	定制自己的 VMware Workstation 虚拟网络	45	3.5.1	vSphere 虚拟机简介	64
2.4	搭建虚拟实验环境	45	3.5.2	创建虚拟机	66
2.4.1	规划网络拓扑	45	3.5.3	配置虚拟机	69
2.4.2	在单机上组建完整的实验环境	46	3.5.4	虚拟机 BIOS 设置	69
2.4.3	在多台物理机上搭建完整的实验环境	47	3.5.5	在虚拟机中安装操作系统	70
2.5	习题	49	3.5.6	在 vSphere 虚拟机中安装 VMware Tools	71
第 3 章	VMware ESXi 部署	50	3.5.7	使用虚拟机控制台	71
3.1	VMware ESXi 基础	50	3.5.8	在虚拟机中使用硬件设备	73
3.1.1	VMware ESXi 简介	50	3.5.9	管理虚拟机	73
3.1.2	ESXi 部署要求	51	3.5.10	使用快照管理虚拟机	74
3.1.3	ESXi 安装方式	51	3.5.11	监控虚拟机	75
3.2	安装 VMware ESXi	52	3.5.12	部署 Linux 虚拟机	75
			3.5.13	将 ESXi 时钟与 NTP 服务器同步	77
			3.6	习题	79
			第 4 章	vCenter Server 部署	80
			4.1	vCenter Server 基础	80
			4.1.1	vCenter Server 的主要功能	80

4.1.2 vCenter Server 组件与服务	80	管理	108
4.1.3 vCenter Server 和 PSC 部署类型	82	4.6.3 vSphere 用户与组管理	109
4.2 安装 vCenter Server	83	4.6.4 为 vSphere 对象分配权限	109
4.2.1 选择 vCenter Server 安装方案	83	4.7 习题	111
4.2.2 vCenter Server for Windows 的安装要求	83	第 5 章 vSphere 网络配置	112
4.2.3 使用嵌入式 PSC 安装 vCenter Server for Windows	85	5.1 vSphere 网络概述	112
4.3 使用 vCenter 管理客户端	88	5.1.1 vSphere 网络类型	112
4.3.1 使用 vSphere Web Client 登录到 vCenter Server	88	5.1.2 vSphere 虚拟交换机及其组成	112
4.3.2 使用 vSphere Web Client 界面	89	5.1.3 vSphere 标准交换机	113
4.3.3 使用基于 HTML 5 的 vSphere Client 登录到 vCenter Server	91	5.1.4 vSphere 分布式交换机	114
4.4 vCenter Server 清单创建与管理	92	5.2 配置和管理标准交换机	117
4.4.1 vCenter Server 清单概述	92	5.2.1 默认的标准交换机	118
4.4.2 创建数据中心	93	5.2.2 创建用于虚拟机流量的标准交换机	118
4.4.3 将 ESXi 主机加入数据中心	94	5.2.3 创建用于 VMkernel 流量的标准交换机	121
4.4.4 创建群集	95	5.2.4 添加和组合物理网络适配器	123
4.4.5 创建文件夹	96	5.2.5 配置和管理虚拟机端口组	124
4.4.6 管理 vCenter Server 中的主机	96	5.2.6 设置 VMkernel 网络	126
4.5 vSphere 虚拟机部署与管理	97	5.2.7 使用 VLAN 隔离网络流量	127
4.5.1 部署虚拟机	97	5.2.8 设置 vSphere 标准交换机属性	128
4.5.2 部署 OVF 和 OVA 模板	101	5.3 配置和管理分布式交换机	128
4.5.3 使用 vApp 管理多层应用程序	102	5.3.1 创建分布式交换机	129
4.5.4 使用内容库	104	5.3.2 将 ESXi 主机添加到 vSphere 分布式交换机	130
4.5.5 配置虚拟机	107	5.3.3 管理主机代理交换机上的网络	134
4.5.6 操作虚拟机	107	5.3.4 配置和管理分布式交换机的端口组	134
4.6 vSphere 权限管理	108	5.3.5 在分布式交换机上配置虚拟机网络	136
4.6.1 vSphere 权限概述	108	5.4 习题	137
4.6.2 vSphere 角色与全局权限			

服务器虚拟化技术与应用

第 6 章 vSphere 存储配置	138		
6.1 vSphere 存储基础	138		
6.1.1 传统存储虚拟化架构	138		
6.1.2 传统存储虚拟化技术	139		
6.1.3 物理存储的类型	142		
6.1.4 软件定义的存储模型	145		
6.1.5 VMFS 数据存储	148		
6.2 配置和管理 vSphere 本地存储	149		
6.2.1 创建本地存储	149		
6.2.2 数据存储的管理操作	153		
6.3 配置和管理 iSCSI 存储	155		
6.3.1 iSCSI 基础	155		
6.3.2 部署 iSCSI 目标服务器	156		
6.3.3 配置用于 iSCSI 存储的虚拟网络	162		
6.3.4 为 ESXi 主机配置 iSCSI 适配器	162		
6.3.5 为 ESXi 主机添加 iSCSI 存储	165		
6.3.6 连接多 LUN 的 iSCSI 目标	167		
6.3.7 增加 iSCSI 存储容量	168		
6.4 习题	170		
第 7 章 虚拟机迁移	171		
7.1 搭建 vSphere 高级功能实验环境	171		
7.1.1 添加一台 ESXi 主机并将其加入数据中心	171		
7.1.2 为新增的 ESXi 主机配置虚拟网络	172		
7.1.3 配置 iSCSI 共享存储	173		
7.2 冷迁移	174		
7.2.1 冷迁移概述	174		
7.2.2 冷迁移操作	175		
7.3 vMotion 实时迁移	178		
7.3.1 vMotion 在虚拟化架构中的地位和应用	178		
7.3.2 vMotion 迁移的基本原理	178		
7.3.3 vMotion 迁移类型	179		
7.3.4 vMotion 的主机配置	179		
7.3.5 vMotion 的虚拟机条件和限制	180		
7.3.6 使用 vMotion 迁移基于共享存储的虚拟机	181		
7.3.7 使用 Storage vMotion 迁移	183		
7.3.8 在无共享存储环境中使用 vMotion 进行迁移	185		
7.3.9 vCenter Server 系统之间的迁移	187		
7.4 习题	188		
第 8 章 分布式资源调度	189		
8.1 vSphere 资源管理	189		
8.1.1 资源管理基础	189		
8.1.2 配置资源分配设置	191		
8.2 DRS 基础	192		
8.2.1 DRS 的主要功能	192		
8.2.2 DRS 自动化级别	194		
8.2.3 DRS 迁移建议	194		
8.2.4 DRS 迁移阈值	194		
8.2.5 EVC 模式	195		
8.2.6 电力资源管理	196		
8.2.7 DRS 规则	196		
8.3 创建和配置 DRS 群集	197		
8.3.1 DRS 群集的要求	197		
8.3.2 创建 DRS 群集	198		
8.3.3 编辑 DRS 群集设置	199		
8.4 使用 DRS 群集管理资源	201		
8.4.1 将主机纳入 DRS 群集管理	201		
8.4.2 将虚拟机纳入 DRS 群集管理	203		

8.4.3	测试 DRS 基本功能	204	9.2.3	vSphere HA 互操作性	232
8.4.4	配置使用 DRS 虚拟机- 虚拟机关联性规则	206	9.3	创建和使用 vSphere HA 群集	234
8.4.5	配置使用 DRS 虚拟机- 主机关联规则	208	9.3.1	vSphere HA 群集的 要求	234
8.4.6	使用虚拟机替代项个别 定义 DRS 自动化级别	210	9.3.2	创建一个 vSphere HA 群集	235
8.4.7	配置 DRS 的 EVC 功能	211	9.3.3	vSphere HA 功能测试	239
8.5	使用 Storage DRS 平衡存储 资源分配	212	9.3.4	配置 vSphere HA 故障 响应	242
8.5.1	Storage DRS 的主要 功能	212	9.3.5	配置主动式 HA	245
8.5.2	Storage DRS 的要求	213	9.3.6	配置准入控制	245
8.5.3	创建和配置数据存储 群集	213	9.3.7	配置检测信号数据 存储	250
8.5.4	将数据存储纳入数据 存储群集管理	216	9.3.8	通过设置替代项来 自定义个别虚拟机的 HA 设置	251
8.5.5	测试 Storage DRS 功能	216	9.4	vSphere FT 基础	252
8.5.6	配置 Storage DRS 规则	218	9.4.1	vSphere FT 的工作 原理	252
8.5.7	设置 Storage DRS 的 非工作时间调度	220	9.4.2	vSphere FT 的应用 场合	253
8.6	习题	221	9.4.3	vSphere FT 互操作性	253
第 9 章	高可用性与容错	222	9.5	配置和使用 vSphere FT	254
9.1	vSphere 可用性概述	222	9.5.1	vSphere FT 的要求	254
9.1.1	避免计划停机与非计划 停机	222	9.5.2	为支持 FT 的 ESXi 主机 配置网络	255
9.1.2	vSphere HA 提供快速 恢复	223	9.5.3	创建 vSphere HA 群集	256
9.1.3	vSphere FT 提供连续 可用性	224	9.5.4	为虚拟机启用 FT 功能	257
9.1.4	保证 vCenter Server 的 可用性	224	9.5.5	测试虚拟机的 FT 功能	261
9.2	vSphere HA 基础	225	9.5.6	虚拟机的容错管理	266
9.2.1	vSphere HA 的工作 原理	225	9.6	习题	267
9.2.2	vSphere HA 的准入 控制	230	第 10 章	配置和使用虚拟化 环境监控	268
			10.1	使用 vSphere 监控工具	268

服务器虚拟化技术与应用

10.1.1	使用性能图表监控 vSphere 清单对象	268	10.2.1	vRealize Operations Manager 基础	278
10.1.2	配置和使用 vSphere 事件监控	272	10.2.2	部署 vRealize Operations Manager	280
10.1.3	配置和使用 vSphere 警报	273	10.2.3	使用 vRealize Operations Manager 执行监控	289
10.2	部署 vRealize Operations Manager 实现自动监控	278	10.3	习题	294



第 1 章 虚拟化基础

虚拟化是一种可以为不同规模的企业降低 IT 开销、提高效率和敏捷性的最有效方式，代表当前 IT 技术的一个重要发展方向，并在多个领域得到广泛应用。服务器、存储、网络、桌面和应用的虚拟化技术发展很快，并与云计算不断融合。服务器虚拟化主要用于组建和改进数据中心，是最核心的虚拟化技术，也是云计算的基础技术，更是数据中心企业级应用的关键。作为全书的基础部分，本章讲解虚拟化的概念、应用和类型，解释与虚拟化密切相关的虚拟机、数据中心和云计算技术，介绍了主流的企业级虚拟化解决方案。本书主要以业界领先的虚拟化平台软件 VMware vSphere 为例讲解服务器虚拟化技术，最后对 vSphere 虚拟化做了总的说明。

1.1 虚拟化概念和应用

虚拟化是一个广义的术语，这里的重点是 IT 领域的虚拟化，目的是快速部署 IT 系统，提升性能和可用性，实现运维自动化，同时降低拥有成本和运维成本。

1.1.1 什么是虚拟化

虚与实是相对的，虚拟化是指计算元件在虚拟的而不是真实的基础上运行，用“虚”的软件来替代或模拟“实”的服务器、CPU、网络等硬件产品。虚拟化也是为一些组件创建基于软件的或虚拟（而不是物理）的表现形式的过程。

虚拟化将物理资源转变为具有可管理性的逻辑资源，以消除物理结构之间的隔离，将物理资源融为一个整体。虚拟化可以有效简化基础设施的管理，增加 IT 资源的利用率和能力，比如服务器、网络或存储。

虚拟化是一种简化管理和优化资源的解决方案。虚拟化将原本在真实环境中运行的计算机系统或组件转移到虚拟环境中运行，使其不受资源实现、地理位置、物理装配等的限制。按逻辑方式管理资源，便于实现资源的自动化调配，方便各种虚拟化系统有效地共享硬件和软件资源。

虚拟机是指通过软件模拟的具有完整硬件系统的计算机，从理论上讲完全等同于实体的物理计算机，可以安装运行自己的操作系统和应用程序。虚拟机完全由软件组成，本身不含任何硬件组件。服务器的虚拟化是指将服务器的物理资源抽象成逻辑资源，让一台服务器变成若干台相互隔离的虚拟服务器。

虚拟化的所有资源都透明地运行在各种各样的物理平台上。操作系统、应用程序和网络中的其他计算机无法分辨虚拟机与物理计算机。虚拟化通过逻辑资源对用户隐藏不必要的细节，用户使用虚拟化系统不用关心物理设备的配置和部署。例如，在一台计算机上运行多台虚拟出来的虚拟机，每台虚拟机都有各自的 CPU、内存和磁盘等系统资源，用户感

服务器虚拟化技术与应用

觉不到这是由一台计算机实现的。

虚拟化可以在虚拟环境中实现真实环境中的全部或部分功能。通过对硬件和软件的划分和整合，虚拟化技术可以完全或部分模拟物理系统，将资源整合或划分成一个或多个运行环境。

1.1.2 虚拟化的优势

虚拟化具有物理系统所没有的独特优势，具体表现在以下几个方面。

- 提高利用效率。将一台物理机的资源分配给多台虚拟机，有效利用闲置资源。通过将基础架构进行资源池化，打破一个应用一台物理机的藩篱，大幅提升资源利用率。

- 便于隔离应用。为隔离应用，数据中心经常使用一台服务器一个应用的模式。而通过服务器虚拟化提供的应用隔离功能，只需要很少几台物理服务器就可以建立足够多的虚拟服务器来解决这个问题。

- 节约总体成本。使用虚拟化技术将物理机变成虚拟机，减少物理机的数量，大大削减了采购计算机的数量，同时相应的使用的空间和能耗都变小了，从而降低 IT 总成本。

- 灵活性和适应性。通过动态资源配置提高 IT 对业务的灵活适应力，支持异构操作系统的整合，支持老旧应用的持续运行，减少迁移成本。

- 高可用性。大多数服务器虚拟化平台都能够提供一系列物理服务器无法提供的高级功能，比如实时迁移、存储迁移、容错、高可用性，还有分布式资源管理，用来保持业务延续和增加正常运行时间，最大限度地减少或避免停机。

- 灾难恢复能力。硬件抽象功能使得对硬件的需求不再锁定在某一厂商，在灾难恢复时就不需要寻找同样的硬件配置环境；物理服务器数量减少，在灾难恢复时需要的工作会少得多；多数企业级的服务器虚拟化平台会提供发生灾难时帮助自动恢复的软件。

- 提高管理效率。基于虚拟化平台的高效管理工具，一个管理员可以轻松管理大量服务器的系统运行环境。管理员可以实现整个系统的单点控制，一次性完成系统的安装、配置、调度、扩容和升级工作，剩下的日常监控管理和维护还可以依赖自动化运维工具。

- 简化数据中心管理，构建软件定义数据中心。

1.1.3 虚拟化的应用

虚拟化一方面用于计算领域，包括虚拟化数据中心、分布式计算、服务器整合、高性能应用、定制化服务、私有云部署、云托管提供商等。另一方面的应用主要是测试、实验和教学培训，例如软件测试和软件培训。

1.2 虚拟化类型

虚拟化涉及的面很广，技术门类多，可以按不同标准进行分类。

1.2.1 按虚拟化实现层次分类

1. 硬件虚拟化

硬件虚拟化就是通过软件来实现一台标准计算机的硬件配置，如 CPU、内存、硬盘、声卡、显卡和光驱等，使其成为一台虚拟的裸机。在该虚拟机上可以像在物理计算机上一

样安装和运行多种操作系统。

具体的实现方法是，先在操作系统中安装一个硬件虚拟化软件，通过该软件虚拟出虚拟机，再在虚拟机上安装操作系统。这种虚拟化技术为虚拟机分配的硬件资源要占用实际硬件的资源，对性能影响较大。

2. 基于操作系统的虚拟化

这种虚拟化技术以一个操作系统为母体复制出多个系统。复制出的虚拟系统与原系统相比，除了标识符不同外，其他完全相同。

操作系统虚拟化虚拟出来的系统只能与原系统相同，它们之间的关联性强，更改原系统也会更改虚拟出来的系统；原系统损坏，则虚拟出来的系统也会波及。

与硬件虚拟化相比，操作系统虚拟化更灵活、更方便，性能损耗也更低。

3. 基于应用程序的虚拟化

上述两种虚拟化旨在虚拟一个完整的、真实的操作系统，而应用程序虚拟化虚拟出来的操作系统更为小巧，只包含为保证应用程序正常运行而虚拟出的系统的关键部分，如注册表和系统盘环境。

具体的实现方法通常是，先安装虚拟化软件以建立一个虚拟化环境，然后通过网络将应用软件接收到虚拟化环境中，这样就可使用该应用软件了。

典型的应用场景是企业将软件打包后通过网络分发到若干计算机上，不用安装即可使用，从而降低企业 IT 总成本。

1.2.2 按实现技术分类

根据虚拟化实现技术分为以下两种类型，其中全虚拟化是未来虚拟化技术的主流。

1. 全虚拟化 (Full Virtualization)

全虚拟化模拟出来的虚拟机的操作系统是与底层的硬件完全隔离的，虚拟机中所有的硬件资源都是通过虚拟化软件基于硬件来模拟的。代表产品有 VMware ESXi 和 KVM。

这样就为虚拟机提供了完整的虚拟硬件平台，包括 CPU、内存和外设，支持运行任何理论上可在真实物理平台上运行的操作系统，为虚拟机的配置提供了最大程度的灵活性。每台虚拟机都有一个完全独立和安全的运行环境，虚拟机中的操作系统也不需要做任何修改，并且易于迁移。在操作全虚拟化的虚拟机的时候，用户感觉不到它是一台虚拟机。

由于虚拟机的资源全部都需要通过虚拟化软件来模拟，因此会损失一部分的性能。

2. 半虚拟化 (Para Virtualization)

半虚拟化的架构与全虚拟化基本相同，需要修改虚拟机中的操作系统来集成一些虚拟化方面的代码，以减小虚拟化软件的负载。代表产品有 Microsoft Hyper-V 和 Xen。

这种方案整体性能会更好，因为修改后的虚拟机操作系统承载了部分虚拟化软件的工作。不足就是，由于要修改虚拟机的操作系统，所以用户可感知使用的环境是虚拟化环境，而且兼容性比较差，用户体验也比较差，因为要获得集成虚拟化代码的操作系统。

Xen 是一个典型的例子。操作系统作为虚拟服务器在 Xen Hypervisor 上运行之前，必

服务器虚拟化技术与应用

须在内核层面进行某些改变。因此，Xen 适用于 BSD、Linux、Solaris 及其他开源操作系统，但不适合 Windows 这些专有的操作系统进行虚拟化处理，因为它们不公开源代码，所以无法修改其内核。

1.2.3 按虚拟化对象分类

根据虚拟化对象，可以分为以下几种类型。

1. 服务器虚拟化

服务器虚拟化是指将服务器的物理资源抽象成逻辑资源，让一台服务器变成若干台相互隔离的虚拟服务器，如图 1-1 所示。这样就不再受限于物理上的界限，CPU、内存、磁盘、I/O 等硬件变成可以动态管理的“资源池”，从而提高资源的利用率，简化系统管理，实现服务器整合，改善 IT 对业务变化的适应性。

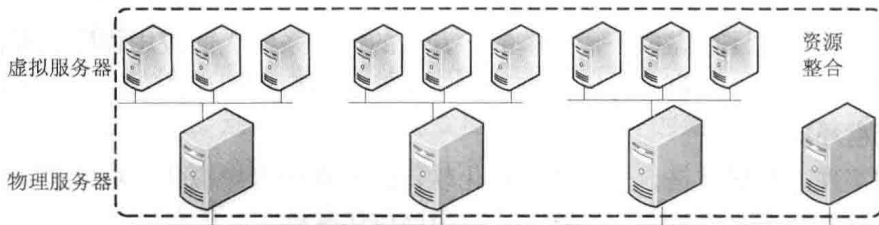


图 1-1 服务器虚拟化

目前 x86 体系服务器的设计存在局限性，每次只能运行一个操作系统和应用，即使是小型数据中心，也必须部署大量服务器，而且服务器的容量利用率通常不到 15%，多数实际利用率只有 7%~12%，这不仅导致了服务器数量剧增，还增加了复杂性，无论以哪种标准衡量，都十分低效。服务器虚拟化则是提高服务器利用率最有效的方法。实现服务器虚拟化后，多个操作系统可以作为虚拟机在单台物理服务器上运行，并且每个操作系统都可以访问底层服务器的计算资源，从而解决效率低下问题。接下来将服务器群集聚合为一项集成资源，可以提高整体效率，并可降低成本。服务器虚拟化还可以加快系统部署速度，提高应用性能，改善可用性。

2. 桌面虚拟化

桌面虚拟化是指在服务器上虚拟出多个用户桌面环境，提供给不同用户使用，从而方便管理和维护。桌面虚拟化是对现有桌面管理系统的改进，专注于桌面应用及其运行环境的模拟和分发。每个用户的桌面应用集中部署在服务器上，用户使用不同的终端设备通过网络访问桌面环境，无须在自己的计算机上安装部署。

桌面虚拟化适合企业向分支机构、外包员工、海外员工、使用平板电脑的移动工作人员交付虚拟化桌面和应用，从而降低成本并改进服务。

3. 应用虚拟化

应用虚拟化是指在一台服务器上部署应用虚拟化平台，然后发布不同的应用以提供给不同用户使用，相当于桌面虚拟化的一个子集，而桌面虚拟化相当于发布整个桌面。

4. 存储虚拟化

存储虚拟化就是对存储硬件资源进行抽象，将资源的逻辑映像与物理存储分开，从而为系统和管理员提供简化的、无缝的、一致的资源存取接口。存储虚拟化可以将许多零散的存储资源整合起来，从而提高整体利用率，同时降低系统管理成本。

对于用户来说，虚拟化的存储资源就像是一个存储池，用户不会看到具体的磁盘设备带，也不必关心具体的存储设备。从管理的角度来看，虚拟存储池采取集中化的管理，并根据具体的需求把存储资源动态地分配给各个应用。

5. 网络虚拟化

网络虚拟化以软件的形式完整再现物理网络。应用在虚拟网络上的运行与在物理网络上完全相同。网络虚拟化向已连接的工作负载提供逻辑网络连接设备和服务（逻辑端口、交换机、路由器、防火墙、负载均衡器、VPN 等）。虚拟网络不仅可以提供与物理网络相同的功能特性和保证，而且还具备虚拟化所具有的运维优势和硬件独立性。

1.3 虚拟化与虚拟机

虚拟化使用软件来模拟硬件并创建虚拟计算机系统。虚拟计算机系统被称为虚拟机 (Virtual Machine, VM)，是一种严密隔离的软件容器，内含操作系统和应用。每个功能完备的虚拟机都是完全独立的，通过将多台虚拟机放置在一台计算机上，可在一台物理服务器或主机上运行多个操作系统和应用，从而实现规模经济并提高效率。

1.3.1 主机与虚拟机

在虚拟化系统中，物理机被称为主机 (Host)，虚拟机被称为客户机 (Guest)。这里解释两个基本概念。

- 主机。它是指物理存在的计算机，又称宿主计算机。主机操作系统是指宿主计算机上的操作系统，在主机操作系统上安装的虚拟机软件可以在计算机上模拟一台或多台虚拟机。

- 虚拟机。它是指在物理计算机上运行的操作系统中模拟出来的计算机，又称虚拟客户机。从理论上讲完全等同于实体的物理计算机。每个虚拟机都可安装自己的操作系统或应用程序，并连接网络。运行在虚拟机上的操作系统称为客户操作系统。

虚拟机通常都有操作系统、虚拟资源和硬件，其管理方式基本与物理机相同。每个虚拟机都具有一些虚拟设备，这些设备可提供与物理硬件相同的功能，并且可移植性更强，更安全，更易于管理。

虚拟机与多启动系统不同。多启动系统在同一时刻只能运行一个系统，在系统切换时需要重新启动计算机。而虚拟机实现了多操作系统的同时运行，可在物理主机上切换到不同的虚拟机，每个虚拟机都有自己的分区和配置，多个虚拟机可以联网。同时运行的虚拟机数量取决于物理主机的硬件配置，主要是 CPU 和内存。多个虚拟机还可以组成虚拟机群集来实现系统高可用性。

1.3.2 虚拟机监控器 (Hypervisor)

虚拟化主要是指通过软件实现的方案，常见的体系结构如图 1-2 所示。这是一个直接在物理主机上运行虚拟机管理程序的虚拟化系统。在 x86 平台的虚拟化技术中，这个虚拟机管理程序通常称为虚拟机监控器 (Virtual Machine Monitor, VMM)，又称为 Hypervisor。它是运行在物理机和虚拟机之间的一个软件层，中间即是 Hypervisor。Hypervisor 可将虚拟机与主机分离开来，根据需要对每个虚拟机动态分配计算资源。

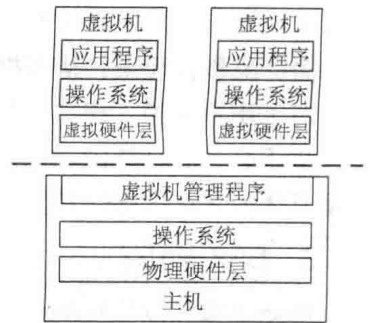


图 1-2 虚拟化体系结构

Hypervisor 基于主机的硬件资源给虚拟机提供了一个虚拟的操作平台并管理每个虚拟机的执行，所有虚拟机独立运行并共享主机的所有硬件资源。Hypervisor 就是提供虚拟机硬件模拟的专门软件。Hypervisor 又可分为两类：原生型和宿主型。

(1) 原生型 (Native)

原生型又称裸机型 (Bare-metal)，Hypervisor 作为一个很精简的操作系统 (操作系统也是软件，只不过它是一个比较特殊的软件) 直接运行在硬件上来控制硬件资源并管理虚拟机。比较常见的有 VMware ESXi 和 Microsoft Hyper-V 等。

(2) 宿主型 (Hosted)

宿主型又称托管型，Hypervisor 运行在传统的操作系统上，同样可模拟出一整套虚拟硬件平台。比较熟知的为 VMware Workstation 和 Oracle Virtual Box 等。

从性能角度来看，不论是原生型还是宿主型都会有性能损耗，但宿主型比原生型的损耗更大，所以企业生产环境中使用的基本是原生型 Hypervisor，宿主型的 Hypervisor 一般用在实验或测试环境中。

1.3.3 虚拟机文件

与物理机一样，虚拟机是运行操作系统和应用程序的软件计算机。虚拟机包含一组规范和配置文件，这些文件存储在物理机可访问的存储设备上。因为所有的虚拟机都是由一系列文件组成的，所以复制和重复使用虚拟机就变得很容易。通常虚拟机包含以下文件。

1. 虚拟机配置文件

虚拟机配置文件包含虚拟机配置信息，如 CPU、内存、网卡，以及虚拟磁盘的配置信息。创建虚拟机时会同时创建相应的配置文件。更改虚拟机配置后，该文件也会相应地变更。虚拟化软件根据该文件提供的配置信息从物理主机上为该虚拟机分配物理资源。虚拟机配置文件仅包含配置信息，通常使用文本格式或 XML 格式，文件很小。

2. 虚拟磁盘文件

虚拟机所使用的虚拟磁盘，实际上是物理硬盘上的一种特殊格式的文件，模拟了一个典型的基于扇区的硬盘。虚拟磁盘为虚拟机提供存储空间。在虚拟机中，虚拟磁盘被虚拟机当作物理硬盘使用，功能相当于物理机的物理硬盘。虚拟机的操作系统安装在一个虚拟磁盘 (文件) 中。