

TURING

图灵程序设计丛书

PRENTICE
HALL

Practical Virtualization Solutions

Virtualization from the Trenches

虚拟化技术实战

[美] Kenneth Hess 著
Amy Newman
徐炯 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵程序设计丛书

Practical Virtualization Solutions

Virtualization from the Trenches

虚拟化技术实战

[美] Kenneth Hess 著
Amy Newman
徐炯 译



人民邮电出版社
北京

TP338
17

图书在版编目(CIP)数据

虚拟化技术实战 / (美) 赫斯 (Hess, K.), (美) 纽曼 (Newman, A.) 著; 徐炯译. — 北京: 人民邮电出版社, 2012. 3

(图灵程序设计丛书)

ISBN 978-7-115-27408-3

I. ①虚… II. ①赫… ②纽… ③徐… III. ①虚拟处理机 IV. ①TP338

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第014084号

内 容 提 要

本书是在企业环境下实现虚拟化的实用指南, 全面讲述了虚拟化的规划、部署和管理, 包含大量示例、案例以及已经证实的解决方案, 内容涉及系统化控制虚拟化成本、简化虚拟化管理、选择正确的虚拟化硬件和供应商伙伴、排除故障、保护虚拟环境, 以及 IT 从业者实现和管理虚拟化过程中的关键问题。

本书适合对虚拟化感兴趣的读者和有经验的虚拟化开发人员学习参考。

图灵程序设计丛书 虚拟化技术实战

◆ 著 [美] Kenneth Hess Amy Newman

译 徐 炯

责任编辑 明永玲

执行编辑 毛倩倩

◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 15

字数: 363千字

2012年3月第1版

印数: 1-3 000册

2012年3月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2010-4020号

ISBN 978-7-115-27408-3

定价: 49.00元

读者服务热线: (010)51095186转604 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

手捧此书的你，或许正在考虑如何虚拟化IT基础设施，至少是将其部分虚拟化。或许你正巧受命于实现虚拟化，而其实现方式最终会为公司省钱，又或许你只是对这项备受瞩目的技术有些好奇，想先在家或公司试试水，但又不想花费太多时间和精力。

如果正巧符合上述某一情况的话，本书中恰有你所要寻找的答案。本书首要讲述的就是如何将虚拟化融入组织的实战技巧。

为什么要用虚拟化？不同公司有不同的理由。在第1章，我们会一一列举一些常见理由并逐个加以解释，给出虚拟化的一般性说明并回顾其由来。我们还探讨了哪些工作负荷是值得虚拟化的候选对象。

在第2章，我们逐步介绍了各种不同的虚拟化技术及其支持环境，包括客户机操作系统和宿主操作系统虚拟化，以及基于hypervisor（管理程序）的、基于仿真的、内核级别的和基于共享内核的各种虚拟化技术。

接下来讲述虚拟化技术的核心。第3章~第8章深入介绍了6种实现方法各异的免费x86虚拟化环境。它们是VMware Server、VMware ESXi、Citrix XenServer、Microsoft Virtual PC、Microsoft Hyper-V以及VirtualBox。针对每种虚拟化环境，我们还分别介绍了客户端控制台的用法，介绍了如何创建虚拟机（VM）以及如何确保虚拟机文件和文件夹的安全性。在这几章中我们没有探讨如何在虚拟机中安装操作系统，因为在这些不同系统中的操作系统安装方法都是一样的。若需要了解相关信息，请参考附录“虚拟机的安装”。

为了保持本书强调的“实战”特点，这几章大多后附一个案例分析，演示了这些技术在实际生产环境中的应用方式。

本书的第二部分着眼于虚拟化的应用方法。首先，我们在第9章逐步讲解了从虚拟机准备到服务器专属化等有关配置虚拟服务器的过程。我们还介绍了虚拟用具（virtual appliance）、虚拟服务器的调整和调优、虚拟服务器的安全和备份等内容。本章还涉及虚拟机迁移，涵盖了从物理机到虚拟机的迁移以及从虚拟机迁移到新服务器等内容。

在第10章，我们介绍了终端服务（terminal service），包括哑终端、智能终端以及寄居型桌面终端。我们剖析了市场上两种基于Web的解决方案——Web应用托管和基于Web托管的伪桌面系统。最后，我们探索了3种本地桌面虚拟化方法，即使用Live CD、基于U盘的实时操作系统分发以及运行虚拟机的桌面虚拟化软件。

作为第二部分的结尾，第11章解释了虚拟专用网（VPN），介绍了硬件VPN和软件VPN的区

别，以及如何一步步地在服务器端和客户端设置软件VPN。接着，我们介绍了VLAN，包括标准型VLAN和混合型VLAN，并在结尾处讨论了SAN、VSAN和NAS。

第三部分的关注点由虚拟化本身转向了虚拟化基础架构，尤其是硬件在虚拟化中扮演的角色。第12章讨论了硬件如何影响虚拟环境的性能和可靠性。我们首先介绍机架式、塔式和刀片式服务器，然后介绍满足空间要求的各种可能选项。最后，这一章以介绍如何缓解I/O和内存问题（两个令人头痛的关键问题）结束。

在第13章，我们运用了上一章中讨论过的一般原理来分析主要OEM厂商（例如IBM、HP、SUN和DELL）所提供的产品。本章也评估了不同虚拟化软件和各厂商硬件之间的兼容性，并以白盒子^①和云计算结尾。

第14章深入研究了虚拟基础架构，从全局的角度重新介绍了网络和存储的虚拟化，探讨组建虚拟基础架构的各种可能方案。

第四部分深入讲述了虚拟基础架构的部署过程。第15章，我们从一直很重要的规划阶段开始讲起，内容包括如何说服公司高级管理人员采纳虚拟化、如何选择自发现工具，以及测试等前期工作。

第16章把重点放在了实际部署的细节上，并简单介绍了虚拟交换机。此外，本章还介绍了如何选择应虚拟化的应用，如何引入自动化和自动发现功能，以及如何保证虚拟机的安全。

在第四部分的结尾第17章，我们介绍了一个完全虚拟化的基础架构，讨论了监控工具（这是保证系统高效运行的必要部分），还介绍了如何规划灾难恢复，以及如何编制预算。

^① 白盒子（white box）是相对黑盒子（black box）而言的，通常都是指一个封闭框架，外人无法探知其中的奥秘，而相对应的，白盒子就是一种透明公开的架构。（本书脚注，若无特殊说明，均为译者注。）

序

几年前，在同一台计算机上同时运行多个操作系统的想法为计算行业打开了一扇梦想之窗。虚拟化成为了热门话题，人们为了实现这一梦想，就此展开了一些项目。

虚拟化使你在需要新服务器的时候，可以不再购买额外的硬件。简单地开启新的客户机操作系统就可以满足你对基础架构的额外需求。整台客户机可以专用于单一应用，而且其操作系统还可不同于宿主机。利用了诸如存储虚拟化等特性，客户机便可以不停机地动态迁移，从而能够充分利用计算硬件。

挑选一套适合公司业务的虚拟化解决方案所要面对的艰巨任务在于，如何对这些相互竞争的技术进行排序比较，从而找到最适合的方案并使之在IT基础设施上顺利运行。你需要一本指南来了解如何选择虚拟化技术，而本书恰能满足你的需要。

或许此刻你正满腹疑云。计算机硬件应该满足怎样的新要求？宿主机操作系统应该用Windows还是Linux？如何维护并保持客户机操作系统的安全？应该使用本地存储还是网络存储？服务器虚拟化和桌面虚拟化有什么不同？

除了帮助回答以上问题，本书还回答了一些你可能根本没想过的问题。例如，在哪里能找到预封装好的专用服务器从而可以快速配置起特定的Web服务器、文件服务器或者CMS服务器？如何将现有的物理系统迁移到虚拟系统？

我们很幸运地邀请到了技术卓越的肯尼思·赫斯（Kenneth Hess）和艾米·纽曼（Amy Newman）来编写本书。除了带来多年的专业知识以外，他们还花了很多时间，撰写了详尽的操作步骤，帮助你使用多种技术配置虚拟系统。我想当你着手建立自己的虚拟化基础设施时，他们辛勤劳动的成果必将为你节省大量时间。

——克里斯托弗·内格斯
丛书编辑

致 谢

首先要感谢Jason Perlow让我使用他的地下室数据中心。他花费了很多时间来搭建这个基础架构，而我因此得以使用VMware ESXi和微软的Hyper-V。若没有Jason的帮助，本书根本无法面世。

感谢Amy Newman，她大方地答应与我共同撰写此书。她在虚拟化领域拥有多年的经验和独特视角，本书因此增益不少。她是本书得以成型并最终完稿的主要力量。

献给我十年前逝去的母亲，希望此时献上我的成果还不算太晚。

同样感谢我的孩子们，在我因埋头编写本书和另外一本书而倍感压力时，他们对我无比宽容。我把几乎所有时间都投入了这个项目，为此我感到非常抱歉。不过一切总算都结束了，你们的老爸回来了！

感谢我的妻子，在我烦躁的时候耐心陪伴，在我需要的时候诚恳以对，在我缺乏斗志的时候不断给我鼓励。嗨，亲爱的，我终于回家了。

——Kenneth Hess

我要衷心感谢下面这些人。

Kenneth Hess非常信任我并将我带入了这个项目。这段经历相当不错，我很高兴能有这个机会与他同舟共济。拉斯维加斯的经历会永远留在我的记忆中。

Dan Muse在5年前把我推上了这个舞台并在我开始喜欢上这一切时让我留了下来。

Wesley Baker、Ryan Makamson、Buddy Newton、Jameel Syeed以及他们的公司同意为本书提供素材并无私地分享了他们在虚拟化领域的经验。

Cirba、Emulex和VMware公司允许我们使用它们的图片，本书因此增色不少。

Michael Hall和Paul Shread同意我引用他们在网络和存储方面的研究成果，这既涉及虚拟领域，也涉及其他一些方面。

Richard Panchyk和Diane Merians是我的良师益友，他们总是能在必要时给我睿智的建议并聆听我的唠叨。

我的父亲这些年来总是在饭桌上谈论电信，试图激发起我对路由器和局域网的兴趣。我听进去了（至少一半），真的。

我的母亲坚持让我参加计算机科学兴趣小组，虽然我是争取Commodore PET座席的唯一一位女孩并一直声称对此完全不感兴趣。

感谢Jakob和Rebecca。这一年太长了。我爱你们。无论这段时间来你们是否保持了耐心，是

版权声明

Authorized translation from the English language edition, entitled *Practical Virtualization Solutions: Virtualization from the Trenches*, 978-0-13-714297-2 by Kenneth Hess, Amy Newman, published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, Copyright © 2010 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD. and POSTS & TELECOM PRESS Copyright © 2012.

本书中文简体字版由Pearson Education Asia Ltd.授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

本书封面贴有Pearson Education（培生教育出版集团）激光防伪标签，无标签者不得销售。
版权所有，侵权必究。

谨以此书献给Melissa、Connor、Walker、Maria、Eric、Jakob和Rebecca。

目 录

第一部分 虚拟化基础及技术选择

第 1 章 虚拟化，用还是不用	2
1.1 虚拟的历史	2
1.2 解释虚拟化	2
1.3 可虚拟化的对象	3
1.4 通过虚拟机整合 Web 服务	3
1.4.1 平均恢复时间	3
1.4.2 老化的基础架构	3
1.4.3 硬件容量不足	4
1.4.4 利用率不足	4
1.4.5 虚拟化的经济性	4
1.5 虚拟化的实际情况	4
1.5.1 最小化硬件成本	4
1.5.2 提供容灾	6
1.5.3 整合空闲负荷	6
1.5.4 负荷均衡	7
1.5.5 软件测试	9
1.5.6 集中式的服务器管理	9
1.5.7 节能	10
1.5.8 服务器快速部署	10
1.5.9 服务商品化	11
1.6 小结	11
第 2 章 虚拟化技术对比	12
2.1 客户机操作系统/宿主机操作系统	12
2.1.1 VMware Server	12
2.1.2 Sun xVM (VirtualBox)	13

2.2 hypervisor	13
2.2.1 Citrix Xen	13
2.2.2 VMware ESX/VMware ESXi	13
2.2.3 Microsoft Hyper-V	14
2.3 仿真	14
2.3.1 Bochs	14
2.3.2 QEMU	14
2.3.3 Microsoft Virtual PC 和 Virtual Server	14
2.4 内核级虚拟化	15
2.4.1 KVM	15
2.4.2 用户模式 Linux	15
2.5 共享内核	15
2.5.1 Solaris Containers (Zones)	16
2.5.2 OpenVZ	16
2.6 在虚拟的战壕中	16
2.7 小结	17
第 3 章 VMware Server	18
3.1 VMware Server 控制台	18
3.1.1 创建虚拟机	20
3.1.2 定制虚拟机	30
3.2 虚拟机文件和文件夹	34
3.2.1 文件和文件夹安全性	34
3.2.2 文件名和角色	34
3.3 现实世界中的 VMware Server	36
3.4 小结	37

9.5.3 虚拟化供应商的备份解决方案	122	11.3 SAN 和 VSAN	154
9.6 将虚拟机迁移到新服务器	122	11.4 NAS	155
9.6.1 文件复制迁移	122	11.5 小结	155
9.6.2 虚拟化软件迁移	122		
9.7 将物理机迁移到虚拟机 (P2V)	123	第三部分 构建虚拟化基础架构之硬件的作用	
9.7.1 基于 CD 的 P2V 迁移 (冷克隆)	123	第 12 章 形态选择及其影响	158
9.7.2 在线 P2V 迁移 (热克隆)	124	12.1 塔式、机架式和刀片式服务器	158
9.7.3 手工克隆	130	12.2 形态以外的因素	160
9.8 小结	131	12.3 理解内核和插槽	161
第 10 章 桌面虚拟化实战	132	12.4 减缓 I/O 和内存问题	163
10.1 终端服务	132	12.5 小结	164
10.1.1 智能终端	133	第 13 章 选择供应商	165
10.1.2 哑终端	133	13.1 匹配硬件和软件	165
10.2 托管桌面	133	13.2 主要供应商	168
10.3 基于 Web 的解决方案	134	13.2.1 IBM	168
10.3.1 托管 Web 应用	134	13.2.2 HP	169
10.3.2 托管的基于 Web 的伪桌面系统	135	13.2.3 Dell	170
10.4 本地虚拟桌面	137	13.2.4 Sun	171
10.4.1 Live CD	137	13.2.5 产品比较	173
10.4.2 Live USB	139	13.3 白牌服务器	174
10.4.3 虚拟化软件	140	13.4 云计算	174
10.5 小结	142	13.5 小结	176
第 11 章 网络和存储虚拟化实战	143	第 14 章 服务器之外	177
11.1 虚拟专用网络 (VPN)	143	14.1 存储虚拟化	178
11.1.1 硬件 VPN	143	14.2 网络虚拟化	180
11.1.2 软件 VPN	144	14.2.1 交换机	181
11.2 虚拟局域网 (VLAN)	152	14.2.2 HBA 和其他网络连接	182
11.2.1 标准 VLAN	152	14.2.3 何时考虑基础架构业务流程	183
11.2.2 VMware VLAN	153	14.3 I/O 虚拟化	183
11.2.3 混合 VLAN	154	14.4 小结	186

第四部分 从研发到部署之 管理虚拟基础架构	
第 15 章 打好基础之规划阶段	188
15.1 向高管推销虚拟化	188
15.2 虚拟化除了节省开支之外的优点	190
15.3 跨职能的团队	191
15.4 选对工具做对事	192
15.5 规划工具的种类	193
15.6 部署测试	195
15.7 展望未来, 关注长期	195
15.8 小结	196
第 16 章 部署	197
16.1 对哪些应用进行虚拟化	197
16.2 了解现状: 自动发现工具	198
16.3 引入自动化 (在虚拟机上线前后) ...	200
16.3.1 选择一款自动化工具	201
16.3.2 自动化软件供应商及其 产品	202
16.4 加强虚拟机安全性	203
16.5 小结	204
第 17 章 后期工作与总结	205
17.1 开机运行, 保持稳定	205
17.1.1 动态迁移	206
17.1.2 监控工具	206
17.2 灾难恢复	207
17.3 预算	209
17.4 最后的考虑	210
附录 A 虚拟机的安装	211

Part 1

第一部分

虚拟化基础及技术选择

本部分内容

- 第1章 虚拟化，用还是不用
- 第2章 虚拟化技术对比
- 第3章 VMware Server
- 第4章 VMware ESXi
- 第5章 Citrix XenServer
- 第6章 Microsoft Virtual PC
- 第7章 Microsoft Hyper-V
- 第8章 VirtualBox

虚拟化，用还是不用？在投入大量人力物力开始一个虚拟化项目之前，这是你必须回答的第一个问题。踏入虚拟化世界的第一步应该是亲自试用一些虚拟化产品，因为演示和视频教程与亲自体验是不同的。

本章写给那些尚未完全决定采用虚拟化的读者。本章分别探讨了采用或不采用虚拟化产品的理由。读完本章以后，你将能就虚拟化是否适合于自身情况这一问题做出更为成熟的判断。

1.1 虚拟的历史

和很多人所信以为真的不同，虚拟化不是诞生于1999年VMware发布其第一个产品之时，而是早在约40年前就出现在IBM的大型机平台上了。那时，VM（Virtual Machine，虚拟机）称为伪机器（pseudo machine）。早先大型机用控制程序在不同伪机器之间分配资源，并使之相互隔离。

现代版本的控制程序称为hypervisor，是直接安装在裸机（bare metal）上的虚拟机监控器（VM monitor）。裸机是一个计算机新名词，通常是指没有安装操作系统的服务器系统，且只有硬件。hypervisor并不能直接被访问，而是要通过一个叫Domain0的虚拟机来间接访问，这个叫Domain0的虚拟机看上去好像是安装在裸机上的主操作系统（primary operating system）。用户通过这个主虚拟机来间接地与hypervisor交互。

hypervisor技术是虚拟主机技术中的一种，而虚拟主机技术将会在第9章进一步论述。

1.2 解释虚拟化

就“正式”的定义来讲，虚拟化指的是计算资源的物理抽象。换言之，就是把分配给一台虚拟机的物理资源从其物理实体上抽象出来。虚拟磁盘、虚拟网卡、虚拟局域网、虚拟交换机、虚拟CPU以及虚拟内存，都是映射到一台物理计算机系统的对应物理资源上的。主机将其上运行的客户虚拟机（guest VM）视为应用程序，并给它们分配一定的专属资源或者共享资源。

虚拟化分很多种：应用程序虚拟化、平台虚拟化、网络虚拟化以及存储虚拟化。一般而言，通常提到的虚拟化都是指平台虚拟化。平台虚拟化就是利用服务器硬件作为主机，运行多个虚拟机并将其视为客户机。每一台虚拟机都是一个安装了某一操作系统的稳定的虚拟硬件环境，并独立于其他客户机。

主机配备有足够的硬件资源，可以将其计算能力和磁盘空间分配给其上的客户机使用。一个典型的主机系统包括多个多核处理器、很多GB的内存和很多TB的磁盘空间，并往往配有NAS（Network Attached Storage，网络附加存储）或SAN（Storage Area Network，存储区域网络）。

1.3 可虚拟化的对象

考虑虚拟化时的一个常见问题是：“什么可以被虚拟化，而什么又不能被虚拟化？”硬件上任何未充分利用的负荷都可以被虚拟化。主要的可虚拟化对象有Web服务器、邮件服务器和其他网络服务器（DNS、DHCP、NTP）、应用服务器（WebShpere、Weblogic、Tomcat）以及数据库服务器。而且并不受限于所用操作系统的类型。Windows系统和Linux、Solaris或其他操作系统一样，都是很好的虚拟化对象。

负荷均衡类的服务也很适合运行在虚拟环境下，因为其负荷可以分散到多台服务器系统中。

1.4 通过虚拟机整合 Web 服务

Web服务特别适合在虚拟机上进行整合。各类Web服务，诸如Web数据库、静态Web网站、动态网站（包括使用Java、.NET、PHP、Python以及其他各种动态语言编写的网站），都可以轻松地融入虚拟化基础架构。

下面是整合Web服务的5个主要理由：

- 平均恢复时间太长；
- 基础架构硬件老化；
- 基础架构容量不足；
- 系统利用率很低；
- 虚拟化的经济性。

1.4.1 平均恢复时间

平均恢复时间（MTTR）是指在服务下线以后重新恢复所花费的平均时间。虚拟化能通过快照或者对整台虚拟机进行备份来缩短失效服务的恢复时间。直接进行文件复制的恢复操作要比安装一套新系统并从增量备份中一点点恢复出当前系统并重新上线要快得多。

1.4.2 老化的基础架构

硬件寿命是短暂的。硬件基础架构的平均寿命大概是3~4年，这是因为硬件故障率在硬件使用时长超过4年后会显著增加。一个很好的惯常做法是以生产厂家提供的产品保修期估算硬件的真实生命周期。

在硬件老化的困境中，虚拟化显然轻松获胜。当然，虚拟机的主机系统仍然会老去、消亡或被淘汰，但是虚拟机不会。不管物理主机硬件如何变化，你都可以为虚拟机不断增加内存、CPU、

磁盘空间、虚拟网卡以及其他外围设备，甚至可以在升级虚拟硬件后升级其操作系统（来满足不断增长的应用需要）。

1.4.3 硬件容量不足

硬件系统总有无法改变的容量限制。单CPU系统总是只有一颗CPU。如果系统所支持的最大内存是4 GB，你就没法添加更多内存，但虚拟机没有类似的限制。只要主机有足够的支持能力，而且虚拟化软件也支持扩容，你就可以给虚拟机扩容。

1.4.4 利用率不足

如前所述，利用率不足的系统是最适合虚拟化和整合的，这并不是因为虚拟机会比物理机用得更多，而是因为无需让物理机消耗过多的电力、冷却能力和物理空间。

1.4.5 虚拟化的经济性

虚拟化不仅仅能省钱，还能带来规模效应。你可以轻易地把两台或更多的配置了HA（High Availability，高可用性）的物理服务器转换成虚拟机，还可以在这些虚拟系统上增加高可用性解决方案，并同时保持物理服务器完好无损，而增加的高可用性的能力并不需要额外的硬件开销。

1.5 虚拟化的实际情况

围绕虚拟化有各种各样的声音，你可能会自问：“我为什么需要虚拟化？”问题合理答案也简单，首先，这是项省钱的技术。通过使用虚拟计算资源，你将在硬件、电力、冷却和IT人力上节省大量资金。

除了以上超酷的和令人兴奋的特点外，虚拟化还有很多现实的好处。下面让我们一一列举：

- 最小化硬件成本；
- 提供容灾特性；
- 整合空闲负荷；
- 负荷均衡；
- 软件测试；
- 集中了服务器管理；
- 省电；
- 部署新服务器更快速。

1.5.1 最小化硬件成本

显而易见，当一个新系统上线时，虚拟化能减轻采购更多硬件带来的经济负担。问题是，到底能省多少钱？请考虑以下情况。