

使用RHEV构建企业级虚拟化平台

Linux KVM

虚拟化架构实战指南

- 本书内容以实战为主，理论为辅，尽量使用图形化操作，简单易上手
- 通过搭建真实的网络环境和大量实例的介绍，迅速提高读者的动手能力和技术水平
- 配套提供www.bdnetaab.com技术网站以及多个QQ交流群，直接与读者互动

何坤源 编著



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Linux KVM 虚拟化架构

实战指南

何坤源 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

Linux KVM虚拟化架构实战指南 / 何坤源编著. --
北京: 人民邮电出版社, 2015. 7
ISBN 978-7-115-39281-7

I. ①L… II. ①何… III. ①Linux操作系统—虚拟处
理机—指南 IV. ①TP338-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第115235号

内 容 提 要

本书以红帽 RHEV 虚拟化架构为基础, 分为 11 章, 介绍如何使用开源 KVM 系统构建企业虚拟化应用平台。

全书以实战为主, 理论为辅助。通过搭建真实物理环境, 讲解了如何在企业环境中快速部署红帽 RHEV 虚拟化架构, 通过大量实例的介绍, 迅速提高读者的动手能力和技术水平。

本书语言通俗易懂, 可操作性强, 适用于 Linux KVM 虚拟化架构管理人员, 并可作为 RHCVA (红帽认证虚拟化管理员) 考试的参考资料。

-
- ◆ 编 著 何坤源
责任编辑 王峰松
责任印制 张佳莹 焦志炜
 - ◆ 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>
三河市中晟雅豪印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 14.75
字数: 284 千字 2015 年 7 月第 1 版
印数: 1—2 500 册 2015 年 7 月河北第 1 次印刷
-

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

致 谢

非常感谢四川黑数科技有限公司在本书写作过程中提供各种设备的支持。

非常感谢我的妻子以及家人，没有他们的支持，本书不可能与读者见面。

自序

写作本书源于实施的一个虚拟化项目，在此之前，作者已经写过两本 VMware vSphere 虚拟化的书籍，所以作者的特长是使用 VMware vSphere 虚拟化架构来搭建企业级虚拟化平台。

这个项目前期进行评估和测试的是 VMware vSphere 虚拟化架构，最后出于成本考虑，从 VMware vSphere 虚拟化架构转向了开源虚拟化架构。虽然作者对开源的虚拟化架构也有一些研究，但将其应用于生产环境的项目几乎没有，这个项目对于作者来说也是一个挑战。经过近三个月的产品选型和测试，最终选择红帽公司的 RHEV 企业级虚拟化架构。

当然，RHEV 企业级虚拟化架构在部署时也遇到不少问题，经过项目组的努力，解决了大部分问题，目前这套架构已在企业中运行了一段时间，整体状况良好。

不得不说的是，RHEV 虚拟化架构很多的功能还不完善，和成熟的 VMware vSphere 虚拟化架构比起来还有很多不足之处，但作为企业级虚拟化平台基本的功能还是具备的。

作者在项目实施后将心得与技术群中的虚拟化技术爱好者进行了分享，很多人相当感兴趣，强烈要求作者以开源虚拟化平台为基础写一本书，经过近半年时间的调研反馈，确定了写作的基本思路，在调研过程中发生了一件很有意思的事：不少人已经阅读过一些开源虚拟化架构的书籍或文档，这类书籍或文档中使用大量的 Linux 安装包以及命令行，没有 Linux 基础或基础比较差的人，学习起来相当吃力，很难将开源虚拟化架构应用于生产环境，因此建议作者尽量少采用命令行，多采用图形化操作来写，降低阅读和实施难度。所以本书中除了必需的命令行操作外，使用大量的图形界面完成虚拟化架构的搭建，有效降低了对 Linux 系统不熟，但又想使用开源虚拟化技术人员的阅读难度。

写作本书时，Linux 官方已经发布最新的 RHEL 7.0 以及 RHEV 3.4。但根据市场调查统计，RHEV 3.1、3.2 版本还占据很大的市场份额，本书以 RHEV 3.2 版本为基础。

希望本书对大家有所帮助。

黑色数据

2015 年 2 月于成都

前 言

越来越多的用户考虑在 IT 环境中实施多种虚拟化 hypervisor，开源成为不错的选择。基于内核的虚拟机 KVM 技术逐渐流行，它由世界最大的 Linux 提供商红帽支持并推广，还有 IBM 提供管理技术。

多数主流 Linux 版本现在都内置 KVM，如 Red Hat Enterprise Linux，或者将 KVM 作为独立 hypervisor 获取，如 Red Hat Enterprise Virtualization。红帽的这两个方案都提供 KVM 虚拟化，但在管理、功能与实施中有重大区别。

本书一共分为 11 章，全书以如何构建 RHEV 虚拟化架构为主线，介绍如何构建 RHEV 虚拟化架构。

第 1 章对 KVM 虚拟化进行介绍，包括 XEN 虚拟化技术和 KVM 虚拟化技术的特点以及差异等。

第 2 章介绍如何搭建实战环境，包括本书所有实战操作使用的物理拓扑以及相关参数的配置。

第 3 章介绍红帽企业管理器 RHEV-M 的部署，包括 RHEV-M 管理平台的安装配置。

第 4 章介绍红帽企业虚拟化主机 RHEV-H 的部署，包括 RHEV-H 虚拟化主机的安装配置。

第 5 章介绍红帽企业管理器 RHEV-M 的高级配置，包括数据中心、群集、存储的配置。

第 6 章介绍如何创建使用虚拟机，包括如何创建基于 Linux、Windows 的虚拟机，以及快照、模板的使用。

第 7 章介绍 RHEV 虚拟化架构的用户权限管理，包括 RHEV 支持的目录用户以及用户配置。

第 8 章介绍部署使用 RHEV 虚拟化架构的高可用性，包括高可用性的配置以及如何迁移虚拟机。

第 9 章介绍备份恢复 RHEV 虚拟化架构，包括备份恢复 RHEV-M 管理平台。

第 10 章介绍 RHEV 虚拟化架构报表服务，包括报表服务，以及常用报表服务的使用。

2 前言

第 11 章介绍如何在单机部署 KVM 虚拟化，包括 KVM 的安装以及基本操作。

本书在写作过程中参阅了 RedHat 等技术网站的技术资料，在此表示感谢。希望大家能够通过本书的学习，掌握如何使用 KVM 打造基于开源系统的企业虚拟化平台。

由于作者水平有限，本书涉及的知识点很多，书中难免有不妥和错误之处，欢迎大家与我们联系和交流。有关本书的任何问题、意见和建议，可以发邮件到 heky@vip.sina.com 联系作者，也可以与本书编辑 (wangfengsong@ptpress.com.cn) 联系。

以下是作者的技术交流平台。

技术交流网站：www.bdnetaab.com（黑色数据网络实验室）

QQ: 44222798 QQ 交流群: 240222381

目 录

第 1 章 KVM 虚拟化概述	1
1.1 XEN 虚拟化介绍	1
1.1.1 XEN 虚拟化技术简介	1
1.1.2 XEN 虚拟化技术的应用领域	2
1.1.3 XEN 虚拟化技术的优缺点	3
1.2 KVM 虚拟化介绍	3
1.2.1 KVM 虚拟化技术简介	4
1.2.2 KVM 虚拟化技术的应用领域	4
1.2.3 KVM 虚拟化技术的未来	4
1.3 RHEV 虚拟化介绍	5
1.3.1 RHEV 虚拟化系统架构简介	5
1.3.2 RHEV 虚拟化系统资源简介	7
1.3.3 RHEL 与 RHEV 虚拟化技术的差异	8
1.3.4 RHEV 虚拟化技术的优缺点	9
1.4 OpenStack 技术介绍	9
1.4.1 OpenStack 技术简介	9
1.4.2 OpenStack 技术与 KVM 的关系	10
1.5 本章小结	10
第 2 章 实战环境的搭建	11
2.1 实战环境拓扑	11
2.1.1 RHEV 虚拟化环境物理拓扑	11
2.1.2 RHEV 虚拟化环境 IP 地址分配	12
2.2 安装配置 RHEV 虚拟化所需服务器	12
2.2.1 配置 RHEV 虚拟化所需服务器一：活动目录服务器	12
2.2.2 配置 RHEV 虚拟化所需服务器二：RHEL 服务器	25

2.3 本章小结	41
第 3 章 部署红帽企业管理器 RHEV-M	42
3.1 部署 RHEV-M 管理平台的条件	42
3.1.1 安装 RHEV-M 管理平台的要求	42
3.1.2 获取 RHEV-M 管理平台安装介质	43
3.2 安装 RHEV-M 管理平台	43
3.2.1 使用 YUM 安装 RHEV-M 管理平台	43
3.2.2 使用 YUM 安装 RHEV-M 报表平台	47
3.3 配置 RHEV-M 管理平台	49
3.3.1 配置启用 RHEV-M 管理平台	49
3.3.2 配置启用 RHEV-M 报表平台	52
3.4 访问 RHEV-M 管理平台	54
3.4.1 使用浏览器访问 RHEV-M 管理平台	54
3.4.2 使用浏览器访问 RHEV-M 报表平台	55
3.4.3 添加活动目录账户到 RHEV-M 管理平台	57
3.5 删除 RHEV-M 管理平台	60
3.5.1 删除 RHEV-M 配置文件	60
3.5.2 删除 RHEV-M 安装包	61
3.5.3 删除 RHEV-M 安装目录	63
3.5.4 删除 RHEV-M ISO 域	63
3.6 本章小结	64
第 4 章 部署红帽企业虚拟化主机 RHEV-H	65
4.1 部署 RHEV-H 虚拟化主机	65
4.1.1 安装 RHEV-H 虚拟化主机的基本条件	65
4.1.2 获取 RHEV-H 平台安装介质	66
4.1.3 安装 RHEV-H 虚拟化主机	66
4.2 配置 RHEV-H 虚拟化主机	71
4.2.1 RHEV-H 虚拟化主机基本配置	71
4.2.2 将 RHEV-H 虚拟化主机加入 RHEV-M 管理平台	75
4.3 本章小结	78
第 5 章 红帽企业管理器 RHEV-M 高级配置	79

5.1	使用 RHEV-M 管理平台创建数据中心	79
5.1.1	数据中心的基本概念	79
5.1.2	存储池管理器介绍	80
5.1.3	使用 RHEV-M 管理平台创建新的数据中心	81
5.2	使用 RHEV-M 管理平台创建群集	83
5.2.1	群集的基本概念	83
5.2.2	使用 RHEV-M 管理平台创建新的群集	84
5.2.3	将 RHEV-H 主机添加到新创建群集	87
5.3	使用 RHEV-M 管理平台创建存储	92
5.3.1	RHEV 虚拟化存储的基本概念	92
5.3.2	使用 RHEV-M 管理平台创建数据域	93
5.3.3	使用 RHEV-M 管理平台激活 ISO 域	95
5.3.4	将 ISO 文件上传至 ISO 域	97
5.4	本章小结	102
第 6 章	创建使用虚拟机	103
6.1	RHEV 虚拟化架构虚拟机	103
6.1.1	RHEV 虚拟化架构支持的操作系统	103
6.1.2	RHEV 虚拟化架构支持的虚拟机参数	104
6.1.3	SPICE 协议	105
6.1.4	虚拟机磁盘	105
6.1.5	逻辑网络	107
6.2	创建基于 Linux 的虚拟机	108
6.2.1	创建 Linux 虚拟机的必要条件	108
6.2.2	创建 Linux 虚拟机	108
6.3	创建基于 Windows 的虚拟机	122
6.3.1	创建 Windows 虚拟机的必要条件	122
6.3.2	创建 Windows 虚拟机	122
6.4	创建使用虚拟机快照	132
6.4.1	创建虚拟机快照的问题	133
6.4.2	创建虚拟机快照	133
6.4.3	使用虚拟机快照	135
6.5	创建使用虚拟机模板	137
6.5.1	创建 Windows 虚拟机模板	137

6.5.2	使用 Windows 虚拟机模板创建虚拟机	141
6.5.3	创建 Linux 虚拟机模板	147
6.5.4	使用 Linux 虚拟机模板创建虚拟机	152
6.6	创建使用虚拟机池	155
6.6.1	创建虚拟机池	156
6.6.2	增加虚拟机池中虚拟机的数量	159
6.6.3	分离虚拟机池中的虚拟机	161
6.6.4	删除虚拟机池	163
6.7	虚拟机其他操作	165
6.7.1	RHEL 环境无法打开虚拟机控制台	165
6.7.2	RHEV 虚拟化环境删除虚拟机	168
6.8	本章小结	170
第 7 章	RHEV 虚拟化架构用户权限管理	171
7.1	RHEV 虚拟化架构目录用户	171
7.1.1	RHEV 虚拟化支持的目录用户	171
7.1.2	RHEV 虚拟化目录服务注意事项	172
7.2	RHEV 虚拟化架构用户角色	173
7.2.1	基本用户角色	173
7.2.2	高级用户角色	174
7.2.3	管理员角色	174
7.2.4	高级用户角色	175
7.3	配置用户权限	175
7.3.1	赋予活动目录用户 UserRole 角色	176
7.3.2	赋予活动目录用户 TemplateAdmin 角色	183
7.4	本章小结	185
第 8 章	部署使用 RHEV 虚拟化架构高可用性	186
8.1	配置使用虚拟机高可用性	186
8.1.1	使用高可用性需要考虑的问题	186
8.1.2	配置虚拟机的高可用性	187
8.2	在主机间迁移虚拟机	188
8.2.1	虚拟机实时迁移的条件	188
8.2.2	虚拟机迁移注意事项	189

8.2.3 虚拟机自动迁移	189
8.2.4 虚拟机手动迁移	191
8.3 本章小结	192
第 9 章 备份恢复 RHEV 虚拟化架构	193
9.1 备份 RHEV-M 管理平台	193
9.1.1 备份 RHEV-M 管理平台数据库	193
9.1.2 备份 RHEV-M 管理平台配置文件	196
9.2 恢复 RHEV-M 管理平台	198
9.2.1 恢复 RHEV-M 管理平台数据库	198
9.2.2 恢复 RHEV-M 管理平台配置文件	200
9.3 本章小结	201
第 10 章 RHEV 虚拟化架构报表服务	202
10.1 报表服务	202
10.1.1 RHEV 报表服务中的用户	202
10.1.2 JasperReports 和 JasperServer	203
10.2 常用报表	203
10.2.1 报表服务基本操作	203
10.2.2 常用报表介绍	207
10.3 本章小结	209
第 11 章 单机部署使用 KVM 虚拟化	210
11.1 KVM 的安装	210
11.1.1 RHEL 系统 KVM 的安装	210
11.1.2 其他版本 KVM 的安装	212
11.2 KVM 上虚拟机的安装配置	212
11.2.1 安装基于 RHEL 的虚拟机	213
11.2.2 基于 KVM 虚拟机的基本操作	216
11.3 本章小结	220
附录 A RHCVA 认证体系	221
A.1 红帽认证虚拟化管理员课程	221
A.2 红帽认证虚拟化管理员考试	222

附录 B 社区版 oVirt	223
B.1 oVirt 的组成	223
B.2 oVirt 的功能特性	223

第 1 章 KVM 虚拟化概述

Kernel-based Virtual Machine（基于内核的虚拟机）是开源的系统虚拟化模块，从 Linux 2.6.20 内核之后集成在 Linux 的各个主要发行版本中。它使用 Linux 自身的调度器进行管理，所以相对于 XEN，其核心源码很少，KVM 目前在开源系统中大规模使用。本书以 Red Hat Enterprise Virtualization（红帽企业虚拟化）为主要平台，配合其他版本的 KVM 进行介绍。

本章将对 KVM 虚拟化技术的原理以及一些基础概念进行介绍。

本章要点

- XEN 虚拟化
- KVM 虚拟化
- RHEV 虚拟化
- OpenStack

1.1 XEN 虚拟化介绍

XEN 虚拟化技术是英国剑桥大学计算机实验室开发的一个虚拟化开源项目，XEN 可以在一套物理硬件上安全地执行多个虚拟机，它和操作平台结合得极为密切，占用的资源最少。编写本书时，稳定版本为 XEN 4.0。

XEN 以高性能、占用资源少著称，赢得了 IBM、AMD、HP、Red Hat 和 Novell 等众多世界级软硬件厂商的高度认可和大力支持，已被国内外众多企事业用户用来搭建高性能的虚拟化平台。

1.1.1 XEN 虚拟化技术简介

XEN 采用 ICA 协议，通过一种叫作准虚拟化的技术获得高性能，甚至在某些与传统虚拟技术极度不友好的架构上（X86），XEN 也有上佳的表现。与传统通过软件模拟实现硬件的虚拟机不同，在 Intel VT-X 支持下，3.0 版本之前的 XEN 需要系统的来宾

权限，用来和 Xen API 连接。到目前为止，这种技术已经可以运用在 NetBSD、GNU/Linux、FreeBSD 和 Plan 9 系统上。Sun 微系统公司也正在积极地将 Solaris 移植到 XEN 平台之上。

XEN 虚拟机可以在不停止的情况下，在多个物理主机之间实时迁移。在操作过程中，虚拟机在没有停止工作的情况下，内存被反复地复制到目标机器。虚拟机在最终目的地开始执行之前，会有一次 60~300 毫秒的非常短暂的暂停，以执行最终的同步化，给人无缝迁移的感觉。类似的技术被用来暂停一台正在运行的虚拟机到磁盘，并切换到另外一台，第一台虚拟机在以后可以恢复。

XEN 已经可以运行在 X86 系统上，并正在向 X86_64、IA64、PPC 移植。移植到其他平台从技术上是可行的，未来有可能会实现。

XEN 是一个基于 X86 架构、发展最快、性能最稳定、占用资源最少的开源虚拟化技术。XEN 可以在一套物理硬件上安全地执行多个虚拟机，与 Linux 是一个完美的开源组合，Novell SUSE Linux Enterprise Server 最先采用了 XEN 虚拟技术。它特别适用于整合服务器应用，可有效节省运营成本，提高设备利用率，最大化利用数据中心的 IT 基础架构。

1.1.2 XEN 虚拟化技术的应用领域

XEN 凭着独特的虚拟化性能优势赢得了以下一些应用。

1. 服务器应用整合

在一台物理主机上虚拟出多台服务器，以安装多个不同的应用，充分利用服务器的物理性能，灵活进行服务器的应用迁移。

2. 软件开发测试

用户可利用 Linux 的低成本优势非常灵活地搭建多个应用系统开发平台，由此节省了大量的开发成本，加快了开发进程。

3. 群集运算

和单独管理每个物理主机相比较，虚拟机管理更加灵活，同时在负载均衡方面，更易于控制和隔离。

4. 多操作系统配置

以开发和测试为目的，同时运行多个操作系统。

5. 内核开发

进行内核的测试和调试，无需为了测试而单独架设一台独立的机器。

6. 为客户操作系统提供硬件技术支持

可以开发新的操作系统，以得益于现存操作系统的广泛硬件支持，如 Linux。

1.1.3 XEN 虚拟化技术的优缺点

XEN 作为一个企业级虚拟化技术，其功能相对完善，了解其基本原理后，下面了解它的优缺点。

1. XEN 虚拟化技术的优点

XEN 构建于开源的虚拟机管理程序之上，结合使用半虚拟化和硬件协助的虚拟化。操作系统与虚拟化平台之间的这种协作支持开发一个较简单的虚拟机管理程序来提供高度优化的性能。

XEN 提供了复杂的工作负载平衡功能，可捕获 CPU、内存、磁盘 I/O 和网络 I/O 数据，它提供了两种优化模式：一种针对性能，另一种针对密度。

XEN 利用一种名为 Citrix Storage Link 的独特的存储集成功能。使用 Citrix Storage Link，系统管理员可直接利用来自 HP、Dell Equal Logic、NetApp、EMC 等公司的存储产品。

XEN 包含多核处理器支持、实时迁移、物理服务器到虚拟机转换（P2V）和虚拟到虚拟转换（V2V）工具，集中化的多服务器管理、实时性能监控，以及 Windows 和 Linux 的快速性能。

2. XEN 虚拟化技术的缺点

XEN 会占用相对较大的空间，且依赖于 0 号虚拟机中的 Linux。

XEN 依靠第三方解决方案来管理硬件设备驱动程序、存储、备份和恢复，以及容错。

任何具有高 I/O 速率的操作或任何会吞噬资源的操作都会使 XEN 陷入困境，使其他虚拟机缺乏资源。

XEN 缺少 802.1Q 虚拟局域网（VLAN）中继，出于安全考虑，它没有提供目录服务集成、基于角色的访问控制、安全日志记录和审计或管理操作。

XEN 目前最大的困难在于 Linux 内核社区的抵制，导致 XEN 相关的内核改动一直不能顺利进入内核源代码，从而无法及时得到内核最新开发成果的支持。

1.2 KVM 虚拟化介绍

Kernel-based Virtual Machine（基于内核的虚拟机）最初是由以色列的一个创业公司 Qumranet 开发的，作为他们的 VDI 产品的虚拟机。

1.2.1 KVM 虚拟化技术简介

为简化开发, KVM 的开发人员并没有选择从底层开始新写一个 Hypervisor, 而是选择了基于 Linux kernel, 通过加载新的模块使 Linux Kernel 本身变成一个 Hypervisor。

2006 年 10 月, 在先后完成了基本功能、动态迁移以及主要的性能优化之后, Qumranet 公司正式对外宣布 KVM 诞生。同年 10 月, KVM 模块的源代码被正式接纳进入 Linux Kernel, 成为内核源代码的一部分。作为一个功能和成熟度都逊于 XEN 的项目, 在这么快的时间内被内核社区接纳, 主要原因在于: 在虚拟化方兴未艾的当时, 内核社区急于将虚拟化的支持包含在内, 但是 XEN 取代内核由自身管理系统资源的架构引起了内核开发人员的不满和抵触。

2008 年 9 月 4 日, 著名的 Linux 发行版提供商 RedHat 公司出人意料地出资 1.07 亿美金, 收购了 Qumranet 公司, 从而成为了 KVM 开源项目的新东家。由于此次收购, RedHat 公司有了自己的虚拟机解决方案, 于是开始在自己的产品中用 KVM 替换 XEN。

2010 年 11 月, RedHat 公司推出了新的企业版 Red Hat Enterprise Linux 6, 在这个发行版中集成了最新的 KVM 虚拟机, 而去掉了在 RHEL 5.X 系列中集成的 XEN。

1.2.2 KVM 虚拟化技术的应用领域

KVM 目前已经在业界内赢得了广泛支持, RedHat 公司与 IBM 公司已经建立合作伙伴关系, 欲将 KVM 正式推向企业级应用领域。展望未来, 这两家公司还为企业级虚拟项目管理器、IBM Tivoli 以及 IBM Director 开发新的应用接口, 以解决云技术引入、数据中心自动化、虚拟存储及网络、虚拟化项目安全保障与设备管理方面的各种问题。

KVM 项目建立的开源虚拟化联盟也有着相当大的推动作用, 该联盟的成员包括 Eucalyptus、RedHat、SUSE、IBM、HP、Intel 和 BMC, 旨在促进类似 KVM 这样的开源虚拟化技术的推广及应用。

根据官方的资料, 该共同体致力于开源虚拟化的推广, 但其推广对象只限于 KVM。有趣的是, 我们注意到 SUSE 是其中的成员之一, 而 XEN 的主要赞助商 Citrix 公司却并未参与进来。

1.2.3 KVM 虚拟化技术的未来

KVM 技术一出现, 就受到厂商的大力推广。一直将 KVM 作为虚拟化战略的一部分, 2009 年年底发布了 Red Hat Enterprise Linux 5.4, 继续大力推行这种转型, 鼓励用户使用 KVM 为其首选的虚拟化平台。2011 年, 随着新版操作系统 Red Hat Enterprise Linux 6 的发布, RedHat 公司完全放弃了以开源 XEN 为虚拟化平台的思路, 开始支持