

Linux 操作系统

(基于 openEuler)

第9章：使用KVM实现虚拟化服务

阮晓龙

13938213680 / ruanxiaolong@hactcm.edu.cn

<https://internet.hactcm.edu.cn>
<http://www.51xueweb.cn>

河南中医药大学信息技术学院智能医疗教研室
河南中医药大学医疗健康信息工程技术研究所

2025.8

提纲

- 理解虚拟化
 - 虚拟化技术
 - KVM
- 通过KVM实现虚拟化应用
 - 安装KVM
 - 创建KVM虚拟机
 - 管理KVM虚拟机
 - 监控KVM
- 案例
 - 认识Zabbix
 - 基于KVM部署Zabbix实现监控服务



1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

- 虚拟化技术（Virtualization）是伴随着计算机技术的产生而出现的，在计算机技术的发展历程中一直扮演着重要的角色。
 - 虚拟化是指通过虚拟化技术将一台物理计算机虚拟为多台逻辑计算机。在一台物理计算机上同时运行多个逻辑计算机，每个逻辑计算机可运行不同的操作系统，并且应用程序都可以在相互独立的空间内运行而互不影响，从而显著提高物理计算机的工作效率。
 - 虚拟化是一种资源管理技术，将物理计算机的各种实体资源，如服务器、网络、内存及存储等，予以抽象、转换后呈现出来，打破实体结构间的不可切割的障碍，使用户可以更好地应用资源。
 - 虚拟化是一个为了**简化管理、优化资源分配**的解决方案。



1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

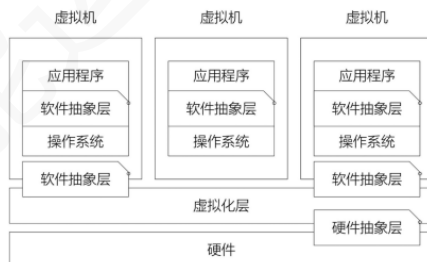
- 虚拟化技术的工作原理
 - 虚拟化技术通过把物理计算机资源抽象转换为逻辑上可以管理的资源，达到整合简化物理基础设施架构、提高资源整体利用率、降低运维管理成本等目标，解决物理基础设施之间耦合性强的弊端，实现基于业务运行实际的弹性自动化资源分配。
 - 虚拟化技术通过透明化底层物理计算机硬件达到最大化利用物理计算机硬件的目标，解决高性能的物理计算机硬件产能过剩和老旧硬件产能过低的重组重用。简单来说，就是将底层资源进行分区，并向上层提供特定的、多样化的运算环境。
 - 虚拟化技术通过有效地管理虚拟资源和物理资源之间的映射关系，达到充分共享物理资源的目标，解决应用系统从资源独占到资源共享的转变，实现业务服务的高可用。



1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

□ 虚拟化技术的工作原理



虚拟化逻辑结构

网络与信息系统智能运维课程体系 <https://intemet.hactcm.edu.cn> 棒棒堂智能运维 <http://www.51xueweb.cn>

1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

□ 根据实现方式的不同，虚拟化技术可以分为全虚拟化、半虚拟化和操作系统级虚拟化等。

■ 全虚拟化

- 在全虚拟化中，虚拟机（guest，客户机）和硬件之间，安装有“Hypervisor（超级管理器）”。Hypervisor是一切硬件资源的管理者，并将其虚拟成各种设备，客户机操作系统无须做任何修改，就能直接对虚拟化的硬件发出请求。客户机操作系统内核执行的任何有特权的指令都需要经过Hypervisor翻译，才能正确地被处理。
- 全虚拟化是最为安全的一种虚拟化技术，因为客户机操作系统和底层硬件之间已被隔离。客户机操作系统的内核不要求做任何修改，可以在不同底层体系结构之间自由移植客户机操作系统。只要有虚拟化软件，客户机就能在任何体系结构的处理器上运行，但是在翻译CPU指令时会有一定的性能损失。

网络与信息系统智能运维课程体系 <https://intemet.hactcm.edu.cn> 棒棒堂智能运维 <http://www.51xueweb.cn>

1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

- 根据实现方式的不同，虚拟化技术可以分为全虚拟化、半虚拟化和操作系统级虚拟化等。
 - 半虚拟化
 - 半虚拟化技术也叫作准虚拟化技术，是在全虚拟化的基础上，对客户机操作系统进行修改，增加一个专门的API，使用API将客户机操作系统发出的指令进行最优化处理，不需要Hypervisor耗费一定的资源进行翻译操作，因此Hypervisor的工作负担变得非常小，系统整体的性能会有较大提升。
 - 半虚拟化技术的缺点是需要修改操作系统以包含API，不能实现对通用操作系统的支持。



1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

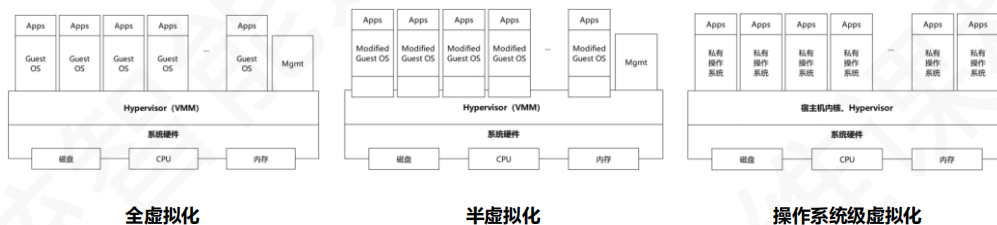
- 根据实现方式的不同，虚拟化技术可以分为全虚拟化、半虚拟化和操作系统级虚拟化等。
 - 操作系统级虚拟化。
 - 操作系统级虚拟化并不是在硬件系统里创建多个虚拟机环境，而是让一个操作系统创建多个彼此相互独立的应用环境，这些应用环境访问同一内核。操作系统级的虚拟化可以想象是内核的一种功能，而不是抽象成一层独立的软件。
 - 因为不存在实际的翻译层或者虚拟化层，所以操作系统级的虚拟机开销很小，大多数都能达到原本的性能。该类型不能使用多种操作系统，所有虚拟机需要共享一个内核。



1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

- 根据实现方式的不同，虚拟化技术可以分为全虚拟化、半虚拟化和操作系统级虚拟化等。



网络与信息系统智能运维课程体系 <https://intemet.hactcm.edu.cn>

棒棒堂智能运维 <http://www.51xueweb.cn>

1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

- 虚拟化的优势
 - 灵活性和可扩展性。
 - 用户可根据需求进行动态资源的分配和回收，满足动态变化的业务需求，同时也可根据不同的产品需求，规划不同的虚拟机规格，并可在不改变物理资源配置的情况下调整规模。
 - 更高的可用性和更好的运维方式。
 - 虚拟化可提供热迁移、快照、热升级、容灾自动恢复等运维手段，可在不影响用户的情况下对物理资源进行删除、升级或变更，可提高业务的连续性，同时实现自动化运维。
 - 提高安全性。
 - 虚拟化提供操作系统级隔离，同时实现基于硬件提供的处理器操作特权级控制，相比简单的共享机制具有更高的安全性，可实现数据和服务的可控和安全访问。
 - 更高的资源利用率。
 - 虚拟化可支持实现物理资源和资源池的动态共享，提高资源利用率。

网络与信息系统智能运维课程体系 <https://intemet.hactcm.edu.cn>

棒棒堂智能运维 <http://www.51xueweb.cn>

1. 理解虚拟化

1.1 虚拟化技术

□ 虚拟化的解决方案。

- 虚拟化产品分为开源虚拟化软件和商业虚拟化软件两大阵营，典型的代表有Xen、KVM、VMware、Hyper-V、Docker容器等，其中Xen、KVM是开源免费的虚拟化软件，VMware、Hyper-V是付费的虚拟化软件。
- 虚拟化的软件产品有很多，无论是开源还是商业的，每款软件产品都有其自身特点及应用场景，需要根据业务场景选择合适的软件。
- 常见虚拟化软件提供商有Citrix、IBM、VMware、Microsoft等。
- 常见国产虚拟化平台有：
 - 华为
 - 新华三
 - 深信服
 - 浪潮
 - SmartX

网络与信息系统智能运维课程体系 <https://intemet.hactcm.edu.cn>

棒棒堂智能运维 <http://www.51xueweb.cn>



Table 1: Representative Vendors in Server Virtualization

(Enlarged table in Appendix)

Vendor ↓	Headquarters ↓	Product Name(s) ↓
Alibaba Cloud	Hangzhou, China	Elastic Compute Service (ECS) and Alibaba Cloud Kubernetes
ArcherOS Cloud Software (ArcherOS Software)	Wuxi, Jiangsu, China	ArcherOS Stack
Huawei	Shenzhen, China	Datacenter Virtualization Solution (DCS)
Inspur Electronic Information Industry (Inspur Information)	Jinan, China	InCloud Sphere
Microsoft	Redmond, Washington	Azure Stack HCI, Hyper-V
New H3C Technologies	Beijing and Hangzhou, China	H3C CAS
Nutanix	San Jose, California	AHV
Oracle	Austin, Texas	Oracle Linux KVM, Oracle Linux Virtualization Manager
QingCloud Technologies Corp.	Beijing, China	QingCloud CloudExpress
Red Hat	Raleigh, North Carolina	Red Hat OpenShift
Sangfor Technologies	Shenzhen, China	Sangfor aSV
SmartX	Beijing, China	SMX OS
Sunlight.io Limited	Cambridge, U.K.	Sunlight HyperConverged Edge
SUSE	Nuremberg, Germany	Harvester
Tencent Cloud	Shenzhen, China	Cloud Virtual Machine, CVM
Vates	Grenoble, France	Vates Virtualization Management Stack (KCP-ng, Xen Orchestra, XOST OR)
Virtuozzo	Schaffhausen, Switzerland	Virtuozzo Hybrid Server
VMware	Palo Alto, California	VMware vSphere
Wind River	Alameda, California	Wind River Studio
EasyStack	Beijing, China	EasyStack Cloud Foundation Solution (ECF)

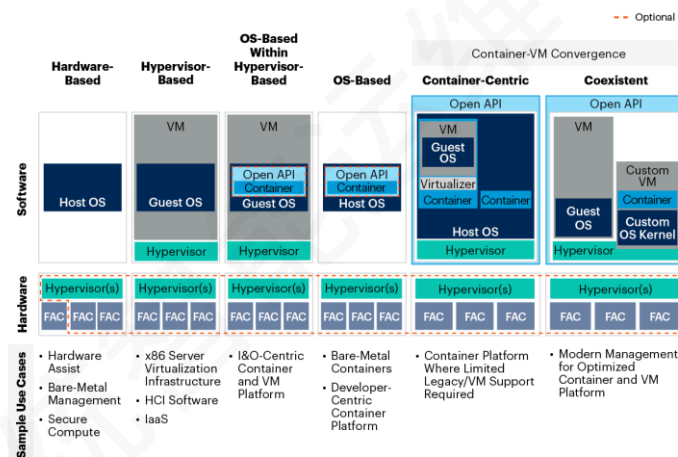
Source: Gartner (May 2023)

- 全球权威IT研究与咨询机构Gartner发布2023年《全球服务器虚拟化市场指南》(Market Guide for Server Virtualization)
- 对服务器虚拟化市场的定义、市场趋势和全球*的代表厂商进行了详细研究，甄选出20家全球的服务器虚拟化代表厂商，包括阿里云、安超云、华为、浪潮、新华三等10家中国厂商，国外厂商则包括微软、路坦力、甲骨文、红帽、VMware等。



Deployment Scenarios for Server Virtualization

13



服务器虚拟化可提供六种部署场景：

1. 基于硬件
2. 基于管理程序
3. 在基于管理程序内基于操作系统
4. 基于操作系统
5. 容器与虚拟机融合
6. 微型虚拟机

Gartner

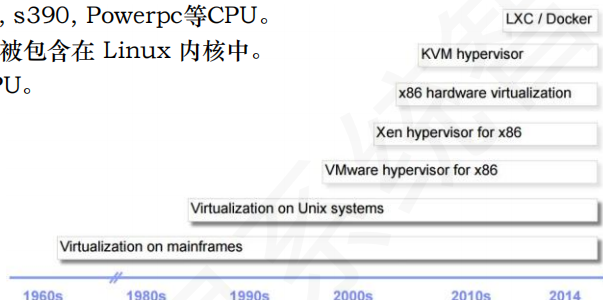
1. 理解虚拟化

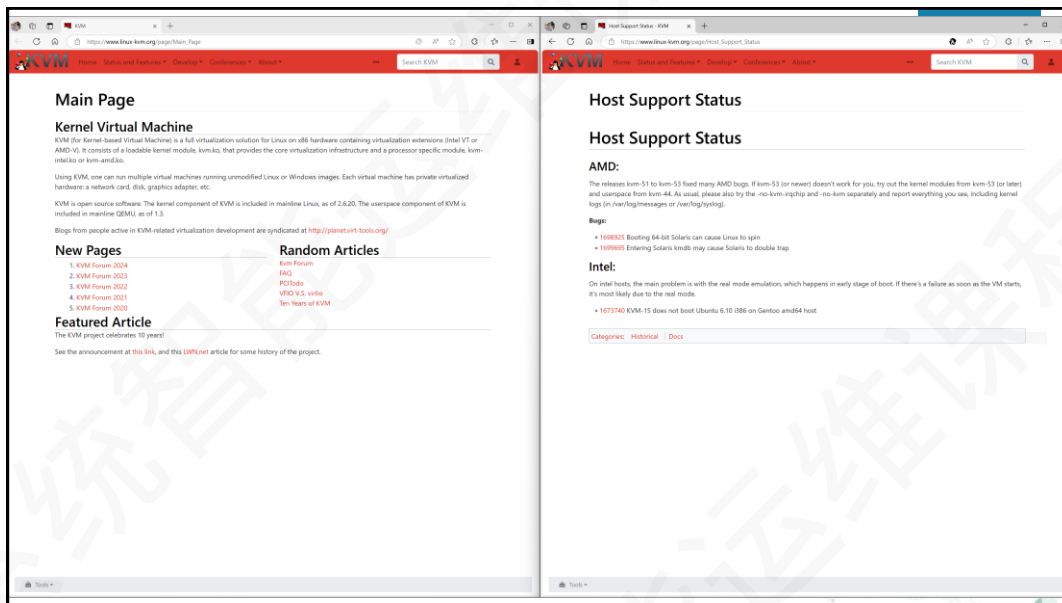
14

1.2 KVM

□ KVM 是基于Linux内核的虚拟机软件（全称为Kernel-based Virtual Machine），是第一个整合到Linux内核的虚拟化软件。

- 由Quramnet开发，该公司于2008年被Red Hat收购。
- 支持X86 (32 and 64 位), s390, Powerpc等CPU。
- 从Linux 2.6.20作为模块被包含在 Linux 内核中。
- 需要支持虚拟化扩展的CPU。
- 是完全开源的。



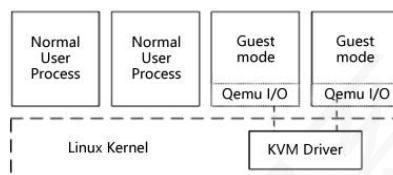


1. 理解虚拟化

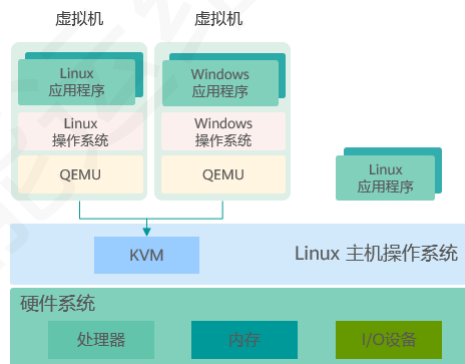
16

1.2 KVM

- KVM 是基于 Linux 内核的虚拟机软件（全称为 Kernel-based Virtual Machine），是第一个整合到 Linux 内核的虚拟化软件。
 - KVM 嵌入 Linux 系统内核，使 Linux 变成了一个 Hypervisor，通过优化内核来使用虚拟技术，使用 Linux 自身的调度器进行虚拟机管理。
 - KVM 是内核的一个模块，用户空间通过 QEMU 模拟硬件提供虚拟机使用，一台虚拟机就是一个普通的 Linux 进程，通过对这个进程的管理，完成对虚拟机的管理。



KVM结构



KVM架构图

1. 理解虚拟化

1.2 KVM

- KVM优势
 - 开源免费。
 - KVM是一个开源项目，一直以开放的态度接收各种新技术，许多虚拟化的新技术都首先在KVM上应用，再到其他虚拟化引擎上推广。
 - 因为开源，绝大部分KVM的解决方案都是免费方案。随着KVM的发展，KVM虚拟机越来越稳定，兼容性越来越好，因而得到了广泛的应用。
 - 紧密结合Linux。
 - KVM是第一个整合进Linux内核的虚拟化技术，和Linux系统紧密结合，因此形成了从底层Linux操作系统，中间层Libvirt管理工具，到云管平台OpenStack的KVM生态链。
 - 性能优越。
 - KVM性能优越，在同样的硬件环境下，能提供更好的虚拟机性能。

1. 理解虚拟化

□ openEuler软件包中提供的虚拟化相关组件

■ KVM:

- 提供核心的虚拟化基础设施，使Linux系统成为一个hypervisor，支持多个虚拟机同时在该主机上运行。

■ QEMU:

- 模拟处理器并提供一组设备模型，配合KVM实现基于硬件的虚拟化模拟加速。

■ Libvirt:

- 为管理虚拟机提供工具集，主要包含统一、稳定、开放的应用程序接口（API）、守护进程（Libvirtd）和一个默认命令行管理工具（virsh）。

■ Open vSwitch:

- 为虚拟机提供虚拟网络的工具集，支持编程扩展，以及标准的管理接口和协议（如NetFlow, sFlow, IPFIX, RSPAN, CLI, LACP, 802.1ag）。



2. 通过KVM实现虚拟化应用



安装KVM

任务目标:

- 通过KVM软件实现虚拟化服务，并进行虚拟化服务的测试与管理。

操作步骤:

- 配置宿主机支持虚拟化
- 配置宿主机网络混杂模式
- 安装虚拟化组件
- 验证KVM安装

操作演示:

Code



2. 通过KVM实现虚拟化应用

2.2 创建KVM虚拟机



创建KVM虚拟机

任务目标:

- 使用KVM软件创建KVM虚拟机，并为KVM虚拟机安装操作系统。

操作步骤:

- 查看宿主机的网络情况
- 创建Linux Bridge
- 安装virt-install工具
- 为虚拟机安装宿主Guest OS

操作演示:

Code



2. 通过KVM实现虚拟化应用

2.3 管理KVM虚拟机



管理KVM虚拟机

任务目标:

- 通过KVM软件实现虚拟机的管理，包括KVM虚拟机的启动、关闭、开机自启动与网络配置。

操作步骤:

- 查看KVM虚拟机的状态
- 更改KVM虚拟机的状态
- 查看KVM虚拟机的基本信息
- 更改KVM虚拟机的基本信息
- 查看KVM虚拟机的配置信息
- 更改KVM虚拟机的配置信息
- 登录KVM虚拟机
- 维护KVM虚拟机
- 克隆KVM虚拟机
- 创建KVM虚拟机快照

操作演示:



2. 通过KVM实现虚拟化应用

2.3 管理KVM虚拟机

- KVM虚拟机生命周期
 - 未定义 (undefined) :
 - 虚拟机未定义或未创建, 即虚拟机不存在。
 - 关闭状态 (shut off) :
 - 虚拟机已经被定义但未运行, 或者虚拟机被终止。
 - 运行中 (running) :
 - 虚拟机处于运行状态。
 - 暂停 (paused) :
 - 虚拟机运行被挂起, 其运行状态被临时保存在内存中, 可以恢复到运行状态。
 - 保存 (saved) :
 - 与暂停 (paused) 状态类似, 其运行状态被保存在持久性存储介质中。
 - 崩溃 (crashed) :
 - 通常是由于内部错误导致虚拟机崩溃, 不可恢复到运行状态。

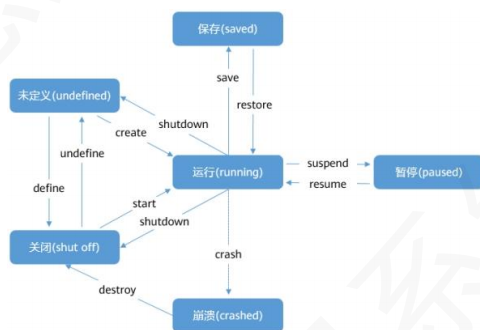
网络与信息系统智能运维课程体系 <https://intemet.hactcm.edu.cn>

棒棒堂智能运维 <http://www.51xueweb.cn>

2. 通过KVM实现虚拟化应用

2.3 管理KVM虚拟机

- KVM虚拟机不同状态之间可以相互转化, 但必须满足一定规则。



KVM虚拟机状态转化图

网络与信息系统智能运维课程体系 <https://intemet.hactcm.edu.cn>

棒棒堂智能运维 <http://www.51xueweb.cn>

2. 通过KVM实现虚拟化应用

2.3 管理KVM虚拟机

□ KVM虚拟机的配置

- libvirt工具使用XML格式的文件描述一个虚拟机特征，包括虚拟机名称、CPU、内存、磁盘、网卡、鼠标、键盘等信息。
 - 一个KVM虚拟机的XML配置文件以domain为根元素，其中包含多个其他元素。
 - XML配置文件中的部分元素可以包含对应属性和属性值，用以详细地描述虚拟机信息，同一元素的不同属性使用空格分开。

□ 举例：

```
<domain type='kvm'>
  <name>VM-CentOS-Temp</name>
  <memory attribute='value'>8</memory>
  <vcpu>4</vcpu>
  <os>
    <label attribute='value' attribute='value'>
      ...
    </label>
  </os>
</domain>
```

2. 通过KVM实现虚拟化应用

2.4 监控KVM



监控KVM

任务目标：

- 实现对KVM虚拟机的监控。

操作步骤：

- 使用virsh监控KVM虚拟机
- 使用vmtop监控KVM虚拟机

操作演示：

Code

2. 通过KVM实现虚拟化应用

2.4 监控KVM



vmtop

功能:

- 可实时查看虚拟机资源的使用情况。

参数/命令:

- -d: 设置显示刷新的时间间隔, 单位: s
- -H: 显示虚拟机的线程信息
- -h: 设置显示刷新的次数, 刷新完成后退出
- -b:
 - Batch模式显示, 可以用于重定向到文件Batch模式显示, 可以用于重定向到文件
- -p: 监控指定id的虚拟机

主要选项:

- vmtop在运行状态下可使用快捷键
 - H: 显示或关闭虚拟机线程信息, 默认显示该信息
 - up/down:
 - 向上/向下移动显示的虚拟机列表
 - left/right:
 - 向左/向右移动显示的信息, 从而显示因屏幕宽度被隐藏的列
 - f: 进入监控项编辑模式, 选择要开启的监控项
 - q: 退出vmtop进程

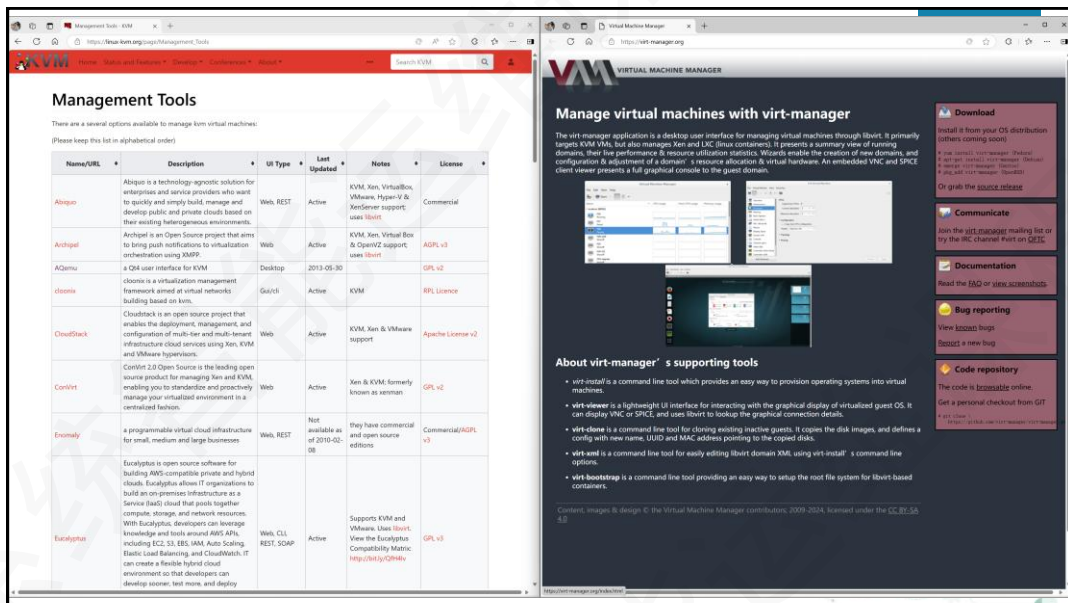
2. 通过KVM实现虚拟化应用

2.5 KVM的管理工具

KVM Management Tools UI Type



KVM Management Tools: https://www.linux-kvm.org/page/Management_Tools

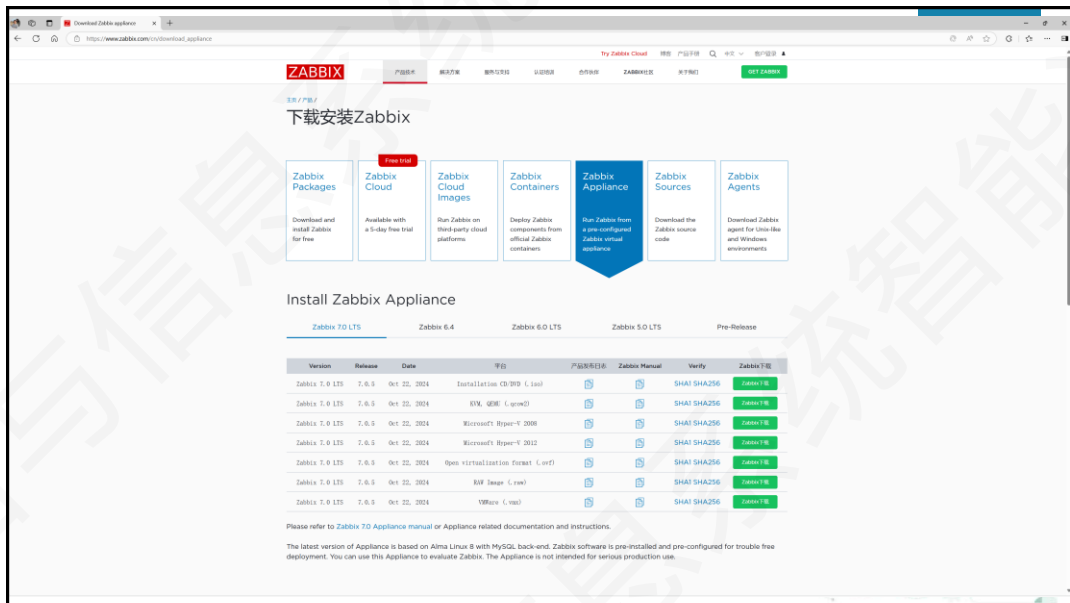
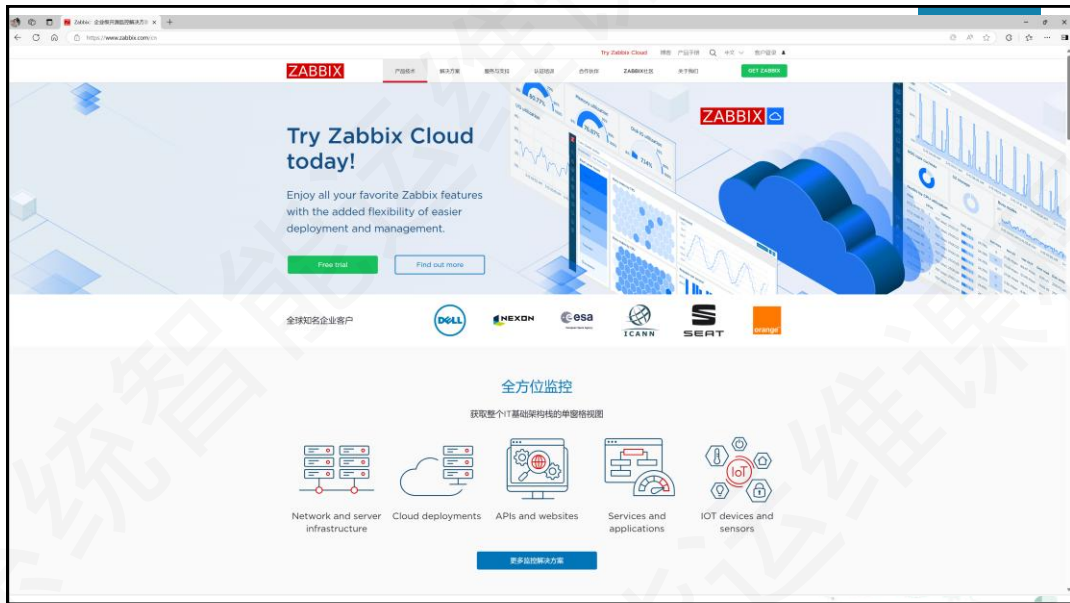


3. KVM案例

30

3.1 认识Zabbix

- Zabbix是一个企业级的分布式开源监控系统，基于GPLv2协议编写并发布，其支持通过源码编译、镜像、容器等多种方式安装。
 - Zabbix支持基于SNMP、Telnet、SSH、IPMI、JMX等多种协议的运行数据采集，并提供可视化界面，可实现基于邮件、短信、微信等各种方式告警。
 - Zabbix的用途如下：
 - 实现主机基础信息的监控，主要用于监控主机的操作系统版本、运行时间等。
 - 实现主机状态信息的监控，主要监控CPU负载、CPU温度、内存、磁盘、丢包率、流入流量、流出流量、磁盘IO等情况。也可用于监控路由器、交换机等网络设备。
 - 实现中间件状态监控，主要监控Nginx、MySQL、Java、Zookeeper、Kafka等服务的存活情况、服务性能。
 - 实现网页状态监控，主要监控网页的端口连通性、Web网页返回值、网页响应时间等。



3. KVM案例

3.2 基于KVM部署Zabbix实现监控服务



使用KVM虚拟机部署Zabbix

任务目标:

- 基于KVM软件实现Zabbix的部署与应用。

操作步骤:

- 获取Zabbix
- 安装Zabbix
- 初始化Zabbix

操作演示:



网络与信息系统智能运维课程体系 <https://intemet.hactcm.edu.cn>

棒棒堂智能运维 <http://www.51xueweb.cn>



网络与信息系统智能运维 课程体系学习平台

本课程体系由
河南中医药大学信息技术学院建设
课程体系学习平台由河南中医药大学医疗健康信息
工程技术研究所开发与技术保障
网络与信息系统智能运维课程体系学习平台
<https://intemet.hactcm.edu.cn>
互联网运维管理工程应用丛书
<http://www.51xueweb.cn>



扫码学习
并获取课程资源

