

华晟经世ICT专业群系列教材

云应用 系统开发

邱锦明 成宝芝 韩维良 郭炳宇 姜善永 主编



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目（C I P）数据

云应用系统开发 / 邱锦明等主编. -- 北京 : 人民
邮电出版社, 2019.3
华晟经世ICT专业群系列教材
ISBN 978-7-115-49714-7

I. ①云… II. ①邱… III. ①云计算—教材 IV.
①TP393.027

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第027546号

内 容 提 要

本教材以行业主流的开源云平台OpenStack为依托,结合业务逻辑的分析,对OpenStack暴露出来的API进行封装,进而实现所需的功能。本教材内容采用项目化方式,实践性强,将理论知识融入到项目实践过程中,由浅入深,引导学生学习。项目的设计上采用行业主流技术和平台,强化框架编程思想,项目内容贴合行业应用,具有很强的适应性和实用性。

本教材适用于从事互联网行业的云计算产品开发、Openstack API解读与Openstack二次开发等项目的技术人员和管理工作者以及相关院校学生阅读参考。

◆ 主 编 邱锦明 成宝芝 韩维良 郭炳宇 姜善永

责任编辑

责任印制 彭志环

◆ 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>

印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张:

2019年1月第1版

字数: 千字

2019年1月 第1次印刷

定价: .00 元

读者服务热线: (010) 81055488 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

现今是数据信息时代，以云计算、大数据、物联网为代表的新一代信息技术受到人们空前的关注，教育战略服务国家战略，相关的职业教育急需升级以顺应和助推产业发展。从学校到企业，从企业到学校，华晟经世已经为中国职业教育产教融合这项事业奋斗了15年。从最初的通信技术课程培训到如今以移动互联、物联网、云计算、大数据、人工智能等新兴专业为代表的ICT专业群人才培养的全流程服务，我们深知培训课程是培养人才的依托，而教材则是呈现课程理念的基础，如何将行业最新的技术通过合理的逻辑设计和内容表达，呈现给学习者并达到理想的学习效果，是我们编写教材时一直追求的终极目标。

在这本教材编写中，我们在内容上贯穿以“学习者”为中心的设计理念——教学目标以任务驱动，教材内容以“学”和“导学”交织呈现，项目引入以情景化的职业元素构成，学习足迹借助图谱得以可视化，学习效果通过最终的创新项目得以校验，具体如下。

教材内容的组织强调以学习行为为主线，构建了“学”与“导学”的内容逻辑。“学”是主体内容，包括项目描述、任务解决及项目总结；“导学”是引导学生自主学习、独立实践的部分，包括项目引入、交互窗口、思考练习、拓展训练及双创项目。

本书以情景化、情景剧式的项目引入方式，模拟一个完整的项目团队，采用情景剧作为项目开篇，并融入职业元素，使内容更加接近于行业、企业和生产实际。项目引入更多的是还原工作场景，展示项目进程，嵌入岗位、行业认知，融入工作的方法和技巧，向读者更多地传递一种解决问题的思路 and 理念。

项目篇章以项目为核心载体，强调知识输入，经过任务的分解与训练，再到技能输出；采用“两点（知识点、技能点）”“两图（知识图谱、技能图谱）”的方式梳理知识、技能，项目开篇清晰地描绘出该项目所覆盖的和需要的知识点，项目最后总结出经过任务训练所能获得的技能图谱。

本书强调学生的动手和实操，以解决任务为驱动，遵循“做中学，学中做”的理念。任务驱动式的学习，可以让我们遵循一般的学习规律，由简到难，循环往复，融会贯通；加强实践、动手训练，在实操中学习更加直观和深刻；融入最新技术应用，结合真实应用场景，解决现实性客户需求。

本书具有创新特色的双创项目设计。教材结尾设计双创项目与其他教材形成呼应，

体现了项目的完整性、创新性和挑战性，既能培养学生面对困难、勇于挑战的创业意识，又能培养学生使用新技术解决问题的创新精神。

本教材一共 6 个项目，项目 1 为初识 OpenStack，主要介绍 OpenStack 的发展、与云计算的关系、OpenStack 的概念架构和逻辑架构，以及 OpenStack 的核心组件；项目 2 为走进 OpenStack API，主要介绍 OpenStack 认证服务和计算服务的 API，以及如何使用 postman 工具调用 API；项目 3 为云平台核心服务需求分析与设计，主要介绍云平台的需求分析以及原型图设计；项目 4 为云平台用户服务功能开发，项目 5 为云平台虚拟机服务功能开发，项目 4 与项目 5 重点介绍了云平台用户模块以及虚拟机模块后台开发实现；项目 6 为云平台前后台交互，主要介绍 Ajax 和 AngularJS 的使用。

本教材由邱锦明、成宝芝、韩维良、郭炳宇、姜善永老师担任主编。主编除参与编写外，还负责拟定大纲和总纂。本教材执笔人依次是：项目 1 为邱锦明编写，项目 2 为成宝芝和韩维良合作编写，项目 3 为张瑞元编写，项目 4 为杨晓蕊编写，项目 5 为赵艳慧编写，项目 6 为刘静编写。本教材初稿完结后，由郭炳宇、姜善永、王田甜、苏尚停、刘静、张瑞元、朱胜、李慧蕾、杨慧东、唐斌、何勇、李文强、范雪梅、冉芬、曹利洁、张静、蒋平新、赵艳慧、杨晓蕊、刘红申、黎正林、李想组成的编审委员会相关成员集中审核和修订内容。

整本教材从总体开发设计到每个细节，我们团队协作，细心打磨，以专业的精神尽量克服知识和经验的不足，终以此书飨慰读者。

本教材提供配套代码和 PPT，如需相关资源，请发送邮件至 renyoujiaocaiwei@huatec.com。

编 者
2018 年 7 月

■ ■ ■ 目 录 |

项目 1 初识 OpenStack	1
1.1 任务一：OpenStack 简介.....	3
1.1.1 云计算.....	3
1.1.2 虚拟化技术.....	6
1.1.3 OpenStack.....	9
1.1.4 任务回顾.....	11
1.2 任务二：OpenStack 架构.....	12
1.2.1 OpenStack 概念架构.....	13
1.2.2 OpenStack 逻辑架构.....	14
1.2.3 OpenStack 核心组件介绍.....	18
1.2.4 任务回顾.....	23
1.3 项目总结.....	24
1.4 拓展训练.....	24
 项目 2 走进 OpenStack API	 27
2.1 任务一：OpenStack RESTful API 的介绍.....	28
2.1.1 RESTful API 介绍.....	28
2.1.2 RPC 介绍.....	30
2.1.3 任务回顾.....	35
2.2 任务二：了解 OpenStack 认证服务 API.....	36
2.2.1 Token API 介绍.....	36
2.2.2 User API 介绍.....	49

2.2.3 任务回顾·····	54
2.3 任务三：了解 OpenStack 计算服务 API·····	55
2.3.1 Servers API 介绍·····	56
2.3.2 Servers-run an action API 介绍·····	61
2.3.3 任务回顾·····	63
2.4 项目总结·····	64
2.5 拓展训练·····	65
项目 3 云平台核心服务需求分析与设计·····	67
3.1 任务一：云平台系统构建规划·····	68
3.1.1 初识云平台·····	68
3.1.2 云平台系统构建规划·····	72
3.1.3 任务回顾·····	73
3.2 任务二：云平台用户服务需求分析与设计·····	74
3.2.1 用户服务模块需求分析·····	74
3.2.2 用户服务模块原型设计·····	77
3.2.3 任务回顾·····	89
3.3 任务三：云平台虚拟机服务需求分析与设计·····	90
3.3.1 虚拟机服务需求分析·····	90
3.3.2 虚拟机服务原型设计·····	94
3.3.3 任务回顾·····	97
3.4 项目总结·····	98
3.5 拓展训练·····	98
项目 4 云平台用户服务功能开发·····	101
4.1 任务一：用户服务需求分析与设计·····	102
4.1.1 用户模块业务逻辑分析·····	102
4.1.2 用户模块数据库分析与设计·····	105
4.1.3 任务回顾·····	112
4.2 任务二：云平台环境搭建·····	112

4.2.1	环境搭建	113
4.2.2	OpenStack 相关数据封装	126
4.2.3	任务回顾	139
4.3	任务三：用户服务功能实现	140
4.3.1	用户注册功能的实现	141
4.3.2	用户登录功能的实现	154
4.3.3	任务回顾	159
4.4	项目总结	160
4.5	拓展训练	160
项目 5	云平台虚拟机服务功能开发	163
5.1	任务一：虚拟机服务需求分析与设计	164
5.1.1	虚拟机模块业务逻辑分析	164
5.1.2	虚拟机模块数据库分析	168
5.1.3	任务回顾	172
5.2	任务二：虚拟机服务功能实现	173
5.2.1	创建虚拟机功能实现	173
5.2.2	删除虚拟机功能	184
5.2.3	绑定浮动 IP 定时任务	189
5.2.4	虚拟机绑定浮动 IP	200
5.2.5	任务回顾	209
5.3	项目总结	210
5.4	拓展训练	211
项目 6	云平台前后台交互	213
6.1	任务一：Ajax 的简介及使用	214
6.1.1	Ajax 概述	215
6.1.2	Ajax 加载网络列表	219
6.1.3	任务回顾	224
6.2	任务二：Ajax 用户模块的交互	225

6.2.1	注册模块的实现	225
6.2.2	登录模块的实现	227
6.2.3	个人中心模块的实现	229
6.2.4	任务回顾	231
6.3	任务三：走进 AngularJS 的世界	232
6.3.1	走进 AngularJS 世界	232
6.3.2	AngularJS 初体验	234
6.3.3	应用 AngularJS 实现虚拟机实例列表	250
6.3.4	任务回顾	254
6.4	任务四：AngularJS 虚拟机模块交互	255
6.4.1	Service 服务	255
6.4.2	虚拟机交互之加载和新建	258
6.4.3	虚拟机交互之编辑和删除	266
6.4.4	任务回顾	269
6.5	项目总结	270
6.6	拓展训练	270

项目 1

初识 OpenStack

项目引入

OpenStack 以架构优雅著称，是一个开源的云计算管理平台，由 Horizon（UI 服务）、Keystone（身份管理）、Glance（镜像管理）、Neutron（网络管理）和 Nova（虚拟机管理）5 个主要的组件组合完成具体工作，数据库和消息队列是基础服务；数据库相当于档案室，存放着各个组件的数据；消息队列为各个组件之间提供统一的消息通信服务，如图 1-1 所示。

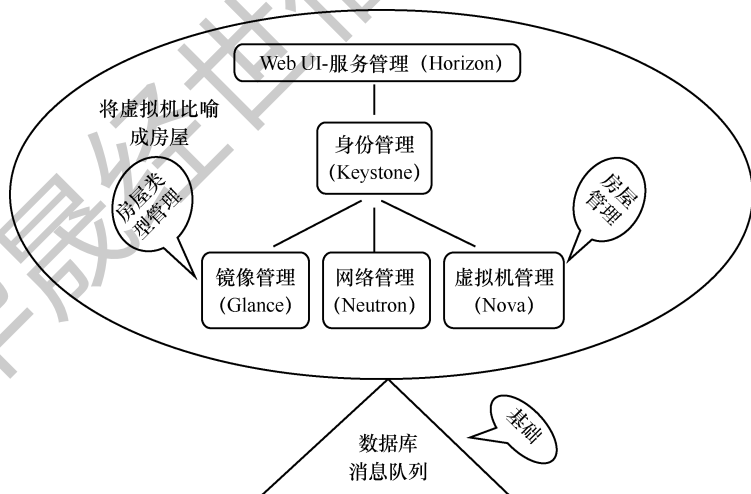


图1-1 OpenStack架构简图

Horizon 提供友好的界面，方便对各个组件进行管理，如图 1-2 所示。OpenStack 的工作流程可以概括为：用户访问 Horizon 的登录界面→单击登录按钮→系统会访问 Keystone 认证组件→“Keystone”保安验证用户的身份→验证通过，顺利进入“大堂”→用户去“Glance”柜台领取镜像→去“Neutron”柜台领取网络→申请虚拟机，开启云服务器之旅。

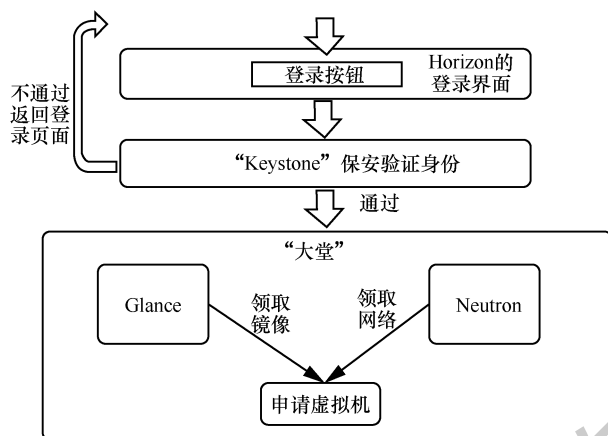


图1-2 OpenStack工作流程简图

知识图谱

项目1知识图谱如图1-3所示。

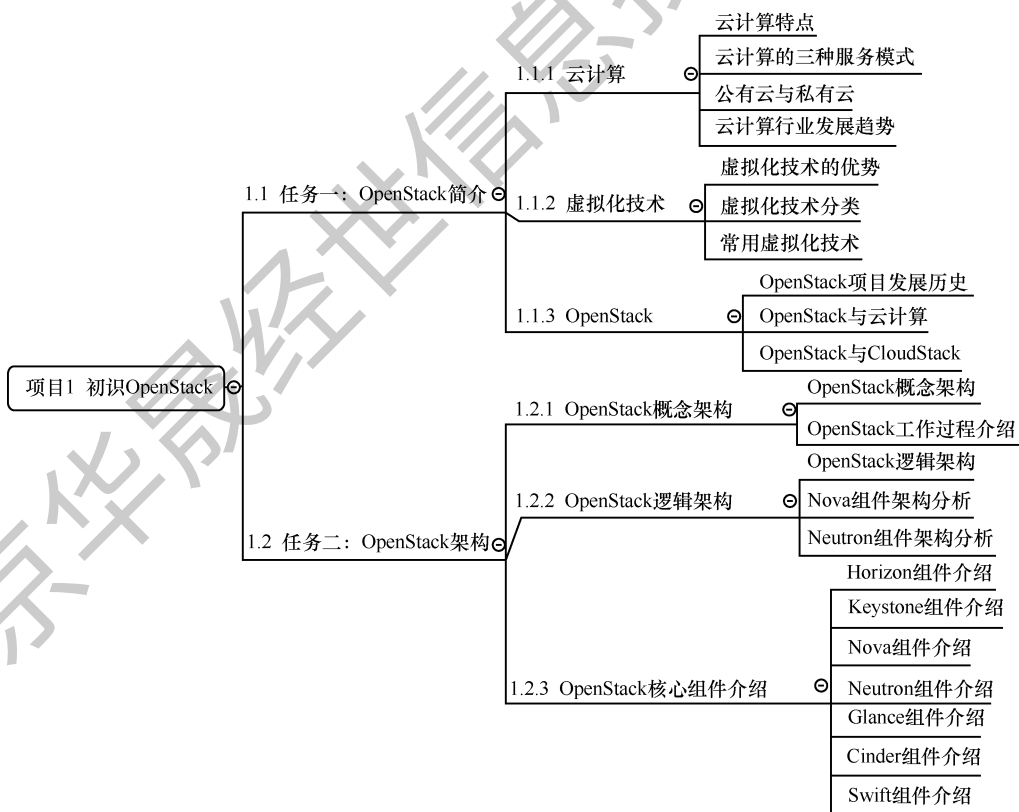


图1-3 项目1知识图谱

1.1 任务一：OpenStack 简介

【任务描述】

OpenStack 是由 Rackspace Cloud 和 NASA（美国国家航空航天局）于 2010 年 7 月共同开发支持的，OpenStack 整合了 Rackspace 的 Cloud Files platform 和 NASA 的 Nebula platform 技术，可以为任何一个组织创建和提供云计算服务。

为了更好地学习 OpenStack，我们首先需要了解云计算以及虚拟化的相关知识。

1.1.1 云计算

云计算技术是指基于互联网，通过虚拟化方式共享 IT 资源的新型计算模式。其核心思想是通过网络统一管理和调度各类资源，实现资源整合与配置优化，它是分布式计算、并行计算、虚拟化、网络存储、负载均衡等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物。

1. 云计算特点

云计算的特点如图 1-4 所示。

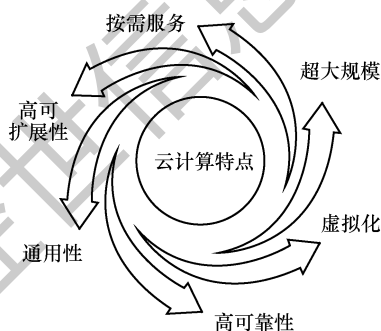


图1-4 云计算的特点

① 按需服务：“云”是一个庞大的资源池，用户按需购买服务，服务像水、电一样按量计费。

② 超大规模：“云”具有相当的规模，能给用户带来非同凡响的计算能力。企业私有云一般拥有成百上千台的服务器，而像 Google、Amazon、微软这些巨头公司更是拥有超大规模的服务器。

③ 虚拟化：云计算打破时空限制，支持用户随时随地使用各种终端获取应用服务，所请求的资源来自“云”，而不是某些硬件实体；应用在“云”中的某处运行，用户无需了解整个过程，即任何一个终端都可通过网络服务来实现需求。

④ 高可靠性：“云”采用了数据多副本容错、计算节点同构可互换等措施来保障服务的高可靠性，使用云计算比使用本地计算机更加稳定和可靠。

⑤ 通用性：云计算不针对特定的应用，在“云”的支撑下其可以构造出千变万化的应用，同一个“云”可以同时支撑不同的应用运行。

⑥ 高可扩展性：“云”的规模可以动态伸缩，以满足应用的变化和用户规模增长的需要。

2. 云计算的三种服务模式

云计算有三种服务模式，如图 1-5 所示。

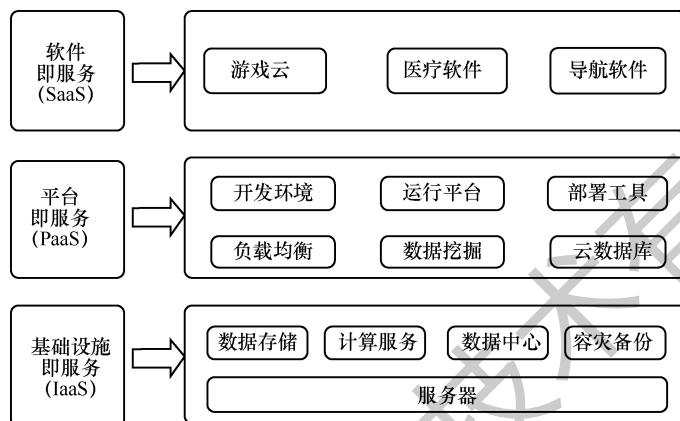


图1-5 云计算服务模式

（1）IaaS

IaaS（Infrastructure-as-a-Service，基础设施即服务）提供给用户的服务是对基础设施的利用，比如计算、存储、网络等基本资源的利用。用户能够部署和运行任意一种软件，包括操作系统和应用程序，而且不用耗费精力去关注任何云计算基础设施，便能控制操作系统的选择、储存空间、部署的应用等。

（2）PaaS

PaaS（Platform-as-a-Service，平台即服务）是把服务器平台作为服务并将其提供给用户的一种商业模式。用户不需要关注网络、服务器、操作系统、存储这一类型的云基础设施，但能控制部署的应用程序，也可以控制运行应用程序的托管环境配置。

（3）SaaS

SaaS（Software-as-a-Service，软件即服务）是一种通过网络提供软件的模式，用户直接向提供商租用基于 Web 的软件而无需购买相关服务。提供商提供给用户的服务源自运营商运行在云计算基础设施上的应用程序，用户可以在设备上通过客户端访问界面。

3. 公有云与私有云

公有云通常是指第三方提供商为用户提供的云服务，“公有”意指面向大众提供计算资源的服务而非用户所有。公有云一般是由数据中心服务商或第三方提供资源，用户通过网络获取这些资源并使用。Amazon、Google 和微软都提供公有云服务，国内的阿里云、腾讯云也属于公有云。

私有云是为用户单独使用而构建的云服务，本质是对企业传统数据中心的延伸和优化。“私有”意指此类平台属于非共享资源，因此平台上的数据、安全性和服务质量可得

到有效控制。私有云的核心属性是专有资源，用户拥有构建云的基础设置的权利，并可以控制部署应用程序。私有云可部署在企业数据中心的防火墙内，也可以部署在安全的主机托管场所中。

公有云和私有云的区别如图 1-6 所示。

分类	用户	适合行业	业务场景	成本	运维
公有云	创业公司、个人	游戏、视频、教育等	对外互联网业务	初期成本低，后期随着业务量增大、成本增高	用户无法自主运维，公有云服务商统一运维
私有云	政府、大型企业	金融、医疗、政务等	政府内部业务	初期成本高，后期随着业务量增大、成本降低	用户自主运维，也可托管给第三方运维

图1-6 公有云和私有云的区别

私有云的安全性超越公有云，而公有云的计算资源又是私有云无法企及的，在这种矛盾的情况下，混合云应运而生。混合云是将公有云和私有云混合匹配的一种技术，其既利用了私有云的安全，将内部重要数据保存在本地数据中心；又利用了公有云的计算资源，可以更高效、快捷地完成工作，相比私有云和公有云，混合云更能适应用户的个性化需求，也是近几年云计算发展的主要模式。

4. 云计算行业发展趋势

(1) 国内云服务商从内向型向外向型转变

随着中国企业国际化发展的不断加快，尤其是在互联网领域，国内云计算厂商纷纷提供海外服务，实现云计算业务全球化，并积极拓展海外企业客户，加速国际化发展。

UCloud 于 2014 年在北美部署数据中心，2015 年开始在全球 37 个数据节点提供加速方案，逐步拓展海外市场；阿里云于 2015 年集中启用了三个海外数据中心，两个位于美国，一个位于新加坡，海外业务量随之增长了 4 倍以上，阿里云未来还计划在日本、欧洲、中东等地设立新的数据中心，完善阿里云的全球化布局；腾讯公司继 2014 年在中国香港部署云数据中心之后，2015 年启用了位于加拿大多伦多的北美数据中心，并提供超过 10 项的云服务。

(2) 云计算应用逐渐从互联网行业向传统行业渗透

当前，云计算的应用正在从游戏、电商、移动、社交等互联网行业向制造、政府、金融、交通、医疗等传统行业转变，其中，政府、金融行业成为云计算应用的主要突破口。

截至 2015 年，济南市 52 个政府部门、300 多项业务应用均采用购买云服务的方式，非涉密电子政务系统在政务云中心建设和运行的比例达 80% 以上。“数字福建政务外网云计算平台”建设一期按 5 年使用规模预算，拟承载 50 个省直部门、7321 项业务事项、1804 个业务线、616 个系统应用。中国金融电子化公司的“金电云”平台可提供基于异构 IaaS 平台的灾备数据中心服务，为中小型金融机构提供灾备、演练、接管、恢复、切换和回切等云服务，目前，已经为中国人民银行总行和 20 多家中小型金融机构提供了灾备服务。此外，蚂蚁金服、天弘基金、宜信、众筹网等众多互联网金融机构均已将业务迁移至云端。

(3) 国内云服务商积极构建生态系统

近年来，云计算应用逐渐从互联网、游戏行业向传统行业延伸，国内云服务商开始联合设备商、系统集成商、独立软件开发商构建生态系统，为企业、政府提供一站式服务。阿里云继 2014 年发布“云计划”（三年内招募 1 万家云服务商）之后，又于 2015 年 7 月携手 200 余家大型企业推出了 50 多个行业解决方案。2015 年 10 月召开的云栖大会吸引了全球超过 20000 个开发者参加，200 多家云上企业在会上展示了量子计算、人工智能等前沿技术，阿里云生态系统正在加速形成。2015 年，国内创业型公司 UCloud 获得近一亿美元的 C 轮融资，启动 UEP 企业成长计划(UCloud Enterprise Program)持续扶持创业者，以上海市为试点布局 UCloud 孵化器，并在全国开展与投资及创业服务机构的深入合作，这标志着 UCloud 已由单纯的第三方服务商向完善的游戏行业生态平台拓展。国内电信运营商也逐步构建合作伙伴生态系统，2015 年 6 月，中国电信天翼云发起亿元资金扶持创业的计划，首站定位医疗移动行业，创业者通过认证后，均能获得天翼云提供的资金和技术支持。联通沃云联合华为公司制订 SDN 联合创新战略，与 CDN 服务商 Akamai 建立战略合作关系，利用其 CDN 技术开发高度可扩展、完全可靠的内容分发网络产品。

1.1.2 虚拟化技术

云计算的实现离不开虚拟化技术。广义的虚拟化技术是将物理资源抽象成逻辑资源的过程，比如，为一些组件创建基于软件的表达形式，而狭义的虚拟化技术是指在计算机上模拟运行多个系统操作平台。虚拟化使用软件的方法重新定义、划分 IT 资源，可以实现 IT 资源的动态分配、灵活调度、跨域共享，使 IT 资源的利用率得以有效提高。

1. 虚拟化技术的优势

虚拟化技术的优势如图 1-7 所示。

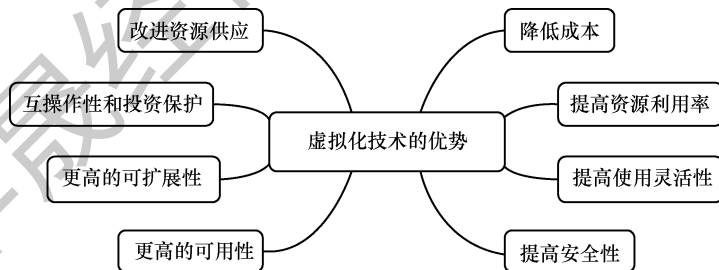


图1-7 虚拟化技术的优势

虚拟化技术的优势有以下 8 点。

- ① 降低成本：减少物理资源的数量，降低能耗，节约空间，节约成本。
- ② 提高资源利用率：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。
- ③ 提高使用灵活性：可实现动态的资源部署，满足不断变化的业务需求。

④ 提高安全性：可实现较简单的共享机制无法实现的隔离和划分，这些特性可实现对数据和服务的安全访问。

⑤ 更高的可用性：可在不影响用户使用的情况下，删除、升级和改变物理资源。

⑥ 更高的可扩展性：根据产品的差异性，可支持实现比个体物理资源小得多或大得多的虚拟资源，这意味着用户可以在不改变物理资源配置的情况下进行规模调整。

⑦ 互操作性和投资保护：虚拟资源可与各种接口和协议兼容，这是底层物理资源无法提供的。

⑧ 改进资源供应：与物理资源相比，虚拟化技术以更小的单位进行资源分配，因为不存在硬件和操作系统方面的问题，虚拟资源还能够在出现崩溃后更快地恢复。

2. 虚拟化技术分类

虚拟化技术分类如图 1-8 所示。

虚拟化 技术分类	按应用	按应用模式	按硬件资源调用模式
	操作系统虚拟化	一对多	全虚拟化
	应用程序虚拟化	多对一	半虚拟化
	桌面虚拟化	多对多	硬件辅助虚拟化

图1-8 虚拟化技术分类

(1) 按应用分类

① 操作系统虚拟化：VMware 的 vSphere、Workstation，IBM 公司的 Power VM、zVM，Citrix 的 Xen，微软公司的 Virtual PC 等。

② 应用程序虚拟化：Citrix 的 Xen App，微软的 App-V 等。

③ 桌面虚拟化：VMware 的 VMware View，IBM 公司的 Virtual Infrastructure Access，微软公司的 MED-V、VDI 等。

(2) 按应用模式分类

① 一对多：将一个物理服务器划分为多个虚拟服务器，是典型的服务器整合模式。

② 多对一：整合多个虚拟服务器并将它们作为一个资源池，是典型的网络计算模式。

③ 多对多：将“一对多”和“多对一”两种模式整合在一起。

(3) 按硬件资源调用模式分类

① 全虚拟化：虚拟操作系统与底层硬件完全隔离，Hypervisor 在虚拟服务器和底层硬件之间建立一个抽象层，从而实现虚拟客户操作系统对底层硬件的调用。VMware Workstation 是全虚拟化的典型代表。

② 半虚拟化：在虚拟操作系统中加入特定的虚拟化指令，通过指令可以直接通过 Hypervisor 层调用硬件资源，免除由 Hypervisor 层转换指令的性能开销。VMware vSphere 是半虚拟化的典型代表。

③ 硬件辅助虚拟化：在 CPU 中加入新的指令集和处理器运行模式，完成虚拟操作系统对硬件资源的直接调用。Intel VT 是硬件辅助虚拟化的典型代表。

3. 常用虚拟化技术

常用虚拟化技术如图 1-9 所示。

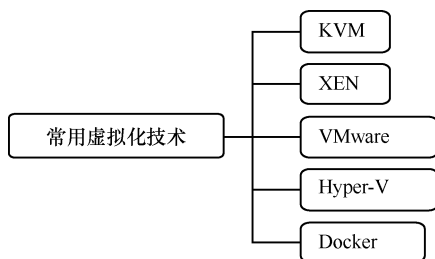


图1-9 常用虚拟化技术

(1) KVM

KVM 是基于 Linux 内核的开源虚拟化技术，是嵌入 Linux 系统的一个虚拟化模块，所以应用 KVM 的操作系统必须是 Linux。由于这种内核集成的特点，KVM 最大的好处是速度很快，而且 KVM 使用 Linux 自身的调度器进行管理，所以相对于下面要介绍的 XEN，其核心源码较少，因此，已成为学术界采用的主流技术之一。

(2) XEN

XEN 是 2003 年由剑桥大学研发的开源 Hypervisor 程序。XEN 与 KVM 不同的是，当硬件不具备虚拟化能力的时候，XEN 可以采用半虚拟化的方式来运行虚拟机。XEN 基于 X86 架构，是发展最快、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 构成一个完美的开源组合。但是，因为 XEN 的虚拟化实现直接与宿主机的内核绑定，所以其安全性会有所下降。

(3) VMware

VMware (Virtual Machine ware) 是一个“虚拟 PC”软件公司，公司的产品可以使用用户在一台机器上同时运行两个或两个以上的 Windows、DOS、Linux 系统。在 VMware 虚拟化技术中，每个虚拟机都包含一套完整的系统，因而不会有潜在冲突。而其作用原理是：直接在计算机硬件或主机操作系统中插入一个精简的软件层。

(4) Hyper-V

Hyper-V 是微软公司推出的一款虚拟化产品，与 XEN 一样，同样是基于 Hypervisor 的技术。设计 Hyper-V 的目的是为用户提供其更为熟悉以及成本效益更高的虚拟化基础设施软件，以降低运作成本、提高硬件利用率、优化基础设施并提高服务器的可用性。

(5) Docker

Docker 是一个开源的应用容器引擎技术，属于虚拟化技术的一种，是为应用程序提供隔离的运行空间。Docker 具有启动快、资源占用小、资源利用高等优点，但 Docker 是基于 Linux 64bit 的，无法在 Windows、Unix 或 32bit 的 Linux 环境下使用。



【想一想】

我们已经了解了虚拟化技术，你们认为虚拟化技术在 OpenStack 中扮演什么样的角色呢？

1.1.3 OpenStack

OpenStack 覆盖了网络、虚拟化、操作系统、服务器等各个方面，其既是一个项目，也是一个社区和一个开源软件。

1. OpenStack 项目发展历史

OpenStack 有许多版本，但不同于其他软件，OpenStack 采用从 A 到 Z 开头的不同单词来表示不同的版本，如图 1-10 所示。

日期	版本	模块
2010.10	Austin	Swift, Nova
2011.2	Bexar	Swift, Nova, Glance
2011.4	Cactus	Swift, Nova, Glance
2011.9	Diablo	Swift, Nova, Glance
2012.4	Essex	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon
2012.9	Folsom	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Quantum
2013.4	Grizzly	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Quantum
2013.10	Havana	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Quantum更名为Neutron, Ceilometer, Heat
2014.4	IceHouse	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Neutron, Ceilometer, Heat, Trove
2014.10	Juno	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Neutron, Ceilometer, Heat, Trove, Sahara
2015.4	Kilo	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Neutron, Ceilometer, Heat, Trove, Sahara, Ironic
2015.10	Liberty	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Neutron, Ceilometer, Heat, Trove, Sahara, Ironic
2016.4	Mitaka	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Neutron, Ceilometer, Heat, Trove, Sahara, Ironic
2016.10	Newton	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Neutron, Ceilometer, Heat, Trove, Sahara, Ironic
2017.2	Ocata	Swift, Nova, Glance, Keystone, Horizon, Cinder, Neutron, Ceilometer, Heat, Trove, Sahara, Ironic

图1-10 OpenStack版本发展

2010 年 7 月 19 日，在美国波特兰举办的 OSCON 大会上，OpenStack 开源项目诞生，当时只有 25 家机构宣布加入这一项目。2010 年 10 月 1 日，OpenStack 发布第一个版本 Austin，Austin 版本只包含对象存储模块 Swift 和计算模块 Nova 两个模块。OpenStack 每年固定发布两个新版本，并且在每一个新版本发布时，开发者与项目技术领导者已经开始着手规划下一个版本的细节。截止到 2018 年，OpenStack 共发布了 18 个版本，是全球发展最快的开源项目。

2. OpenStack 与云计算

IaaS 是云计算系统中最复杂、最难实现的部分，但 OpenStack 是 IaaS 层的云计算解决方案。在开源云计算软件中，OpenStack 出现得并不早，但是却以优美的代码、优雅的架构、灵活的模块从开源云计算软件中“脱颖而出”，受到各界的支持，并在国内业界引起广泛关注。

作为云计算管理平台项目，OpenStack 的项目目标是提供实施简单、可大规模扩展、丰富、标准统一的开源云计算管理平台。OpenStack 几乎支持所有类型的云环境，并覆盖了网络、虚拟化、操作系统、服务器等各个方面，能够帮助服务提供商和企业内部实现

类似于 Amazon EC2（亚马逊弹性计算云，是一个让使用者可以租用云端电脑运行所需应用的系统）的云计算 IaaS。

国际上已经有许多使用 OpenStack 搭建公有云、私有云和混合云的案例，例如，RackspaceCloud、惠普云、AT&T 的 CloudArchitec 等。国内 OpenStack 的热度也不减，阿里巴巴、百度、腾讯、京东、中兴、华为等公司都对 OpenStack 怀有浓厚的兴趣，并参与其中。

OpenStack 根据成熟度及重要性被分解为核心项目、孵化项目、支持项目和相关项目，每个项目都有自己的委员会和项目技术主管。每个项目不是一成不变的，孵化项目可以根据发展的成熟度和重要性转变为核心项目。

3. OpenStack 与 CloudStack

常见的 IaaS 开源云平台有 OpenStack、CloudStack、Eucalyptus 和 OpenNebula，而 OpenStack 和 CloudStack 的发展情况和使用率已远超另两个平台。CloudStack 最初由 Cloud.com 公司开发，分为商业和开源两个版本，2011 年 7 月，Citrix 收购 Cloud.com，并将 CloudStack 完全开源。

下面，我们从架构、版本、用户界面等多方面对当下最为流行的开源云平台 OpenStack 和 CloudStack 进行对比，如图 1-11 所示。

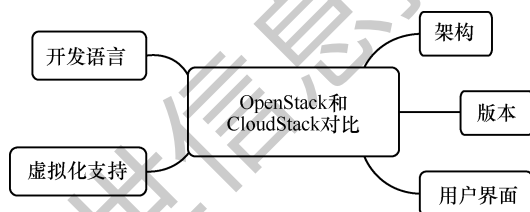


图 1-11 OpenStack 与 CloudStack 对比

（1）架构

OpenStack 采用分布式架构，平台按照功能分为多个模块项目，项目之间通过消息队列中间件和 RESTful 形式的 API 交互通信，每个项目都可以单独部署在不同的主机上。这种架构的灵活性好、耦合变低、扩展性好，非常方便用户二次开发。

CloudStack 采用集中式的单体架构，整个平台由一个项目构成，不同模块之间通过本地调用交互。其优点是方便部署，学习成本和运维成本较低，缺点是模块间的耦合度高、扩展性一般、二次开发的成本较高。

（2）版本

OpenStack 每年都会固定发布两个版本，截止到 2018 年，已经有 18 个版本，鉴于其版本众多，不同版本之间的项目可能会有较大变动，因此，版本之间可能会存在兼容性问题。而 CloudStack 的版本更新相对较慢，所以版本之间存在的兼容性问题比较少。

（3）用户界面

OpenStack 和 CloudStack 的用户界面功能都非常完善，界面既简单又美观，如图 1-12 所示。