

原创经典，程序员典藏

全面涵盖云计算与虚拟化的入门知识，以及OpenStack的部署、解析与扩展  
深入讲解实用的云计算实现方案、虚拟化技巧及OpenStack的部署方案  
对IT首席技术官、云计算研发和运维等相关人员有很高的参考价值

# OpenStack开源云 王者归来

云计算、虚拟化、Nova、Swift、Quantum与Hadoop

戢友 编著

涵盖OpenStack大部分重要组件的安装方法

对OpenStack用到的关键技术和重要组件提供了具体的源码剖析

所有实例遵循先提出问题，再分析问题，最后用代码实现的写作风格

2种自定义扩展组件可以让读者对OpenStack的使用举一反三

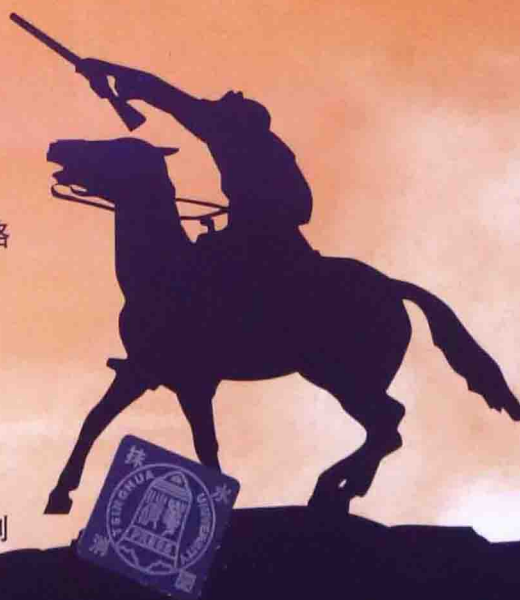
3种经典部署方式可以显著提高部署实战的能力

14个典型案例深入剖析了OpenStack的内在关键技术

◎ 35个常见错误与分析可以避免读者在进行实际操作时走弯路

◎ 231个Linux Shell脚本完美展现了OpenStack的安装和部署流程

◎ 420个Python程序有助于深入理解OpenStack的架构实现及通信机制



清华大学出版社

# OpenStack开源云 王者归来

—— 云计算、虚拟化、Nova、Swift、Quantum与Hadoop

戢友 编著



清华大学出版社

## 内 容 简 介

本书按照入门、剖析、扩展的讲授方式，由浅入深地介绍了开源云计算平台 OpenStack (Grizzly 版本) 的整体框架、安装部署、源码剖析及扩展开发。本书附带的所有源代码和安装脚本均可以在 Github (<https://github.com/JiYou/openstack>) 上获得。

本书共 19 章，分为 4 篇。第 1 篇介绍了云计算常识及虚拟化技术 (KVM、Libvirt) 必备知识；第 2 篇着重讲解了 OpenStack 主要组件的安装部署，以及 OpenStack 整个框架的参考部署；第 3 篇主要从源码剖析的角度讲解了 Keystone、Swift、Quantum 和 Nova 重要组件的设计思想与实现方法；第 4 篇介绍了如何利用 OpenStack 进行扩展开发，包括如何在 OpenStack 平台上搭建 Hadoop，对 Nova 进行扩展，以及如何开发独立的 OpenStack 组件。

本书内容全面，实例众多，实践性强，讲解清晰，适合想要从事开源云 OpenStack 开发的技术人员阅读。对于 IT 首席技术官、云计算研发和运维等相关人员，本书有很高的参考价值。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

### 图书在版编目 (CIP) 数据

OpenStack 开源云王者归来：云计算、虚拟化、Nova、Swift、Quantum 与 Hadoop / 戢友编著.  
—北京：清华大学出版社，2014

ISBN 978-7-302-36700-0

I. ①O… II. ①戢… III. ①计算机网络—研究 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 116931 号

责任编辑：夏兆彦

封面设计：欧振旭

责任校对：徐俊伟

责任印制：王静怡

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175

投稿与读者服务：010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈：010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者：清华大学印刷厂

装 订 者：北京市密云县京文制本装订厂

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm

印 张：41

字 数：1021 千字

版 次：2014 年 8 月第 1 版

印 次：2014 年 8 月第 1 次印刷

印 数：1~4000

定 价：99.80 元



# 前 言

## 为什么要写这本书

云计算已经从概念走向现实，从讨论走向实践。各种各样的云计算平台也层出不穷，基于云计算的应用也不断推出。相对于天价的商业云计算软件，众多的云计算爱好者和公司开始考虑一种易用的开源云计算软件。开源云 OpenStack 正是在这样的环境下诞生的。在 OpenStack 诞生之前也有很多的开源云软件，但是 OpenStack 却成为了当下最热门的开源云平台。这主要得益于 OpenStack 的优秀特性：灵活的结构、巧妙的模块化设计及极强的扩展性能。但是，OpenStack 的入门却有着不低的门槛。除了技术本身的障碍之外，眼花缭乱的安装部署方式、尚待完善的官方文档、良莠不齐的技术博客、炒作概念的各种讨论会等，让希望了解开源云 OpenStack 的人望而却步。此外，OpenStack 版本升级较快，模块变化较大，也给很多研究人员带了很重的学习负担。本书以实践为宗旨，由浅入深，从入门到精通，一点一滴地介绍了 OpenStack 的核心技术。

本书以 OpenStack Grizzly 版本为基础，详细介绍了 OpenStack 的几个方面：云计算技术的基础、集群搭建、组件剖析及扩展开发。阅读完本书后，读者能够掌握 OpenStack 实现的技术细节与设计思想，并且将这些技术灵活地运用在云计算的开发中。理解了 OpenStack 的精髓，无论 OpenStack 更新到何种版本，学习起来都会游刃有余。

## 本书有何特色

### 1. 讲解了云计算入门所需的虚拟化技术

为了将读者带入云计算的领域，虚拟化技术是一个绕不开的坎。作者专门介绍了 OpenStack 用到的虚拟化技术，并编写了大量的实例、程序及脚本供读者参考。

### 2. 涵盖 OpenStack 大部分组件

本书涵盖了 MySQL、RabbitMQ、Keystone、Swift、Glance、Cinder、Quantum、Nova 和 Dashboard 重要组件的安装。每一种组件的安装都单独成一个模块，并且介绍了这些组件之间安装部署的相互依赖关系。此外，还提供了多种多样的参考部署方式。通过安装篇提供安装脚本，读者只需要简单地配置，便可以快速地部署相应的服务。此外，本书对 OpenStack 用到的关键技术和重要组件都有源代码剖析。



### 3. 案例经典，注重实践

为了讲解 OpenStack 的各种技术细节，书中编写了大量的程序和脚本。为了讲解云计算设计思想与实现细节，本书的每一章都设计了经典案例、脚本及代码实现。

### 4. 循序渐进，由浅入深

本书从云计算最基本的虚拟化技术入手，由虚拟机、虚拟资源的管理引出开源云 OpenStack 的实现，由浅入深，层层解开了开源云 OpenStack 的关键技术与重要组件。

### 5. 提供完善的技术支持

本书所有的程序、脚本和文件资源均可以在 <https://github.com/JiYou/openstack> 上下载，并且会提供后续的更新与支持，让作者与读者可以面对面直接交流。

## 本书内容及知识体系

### 第 1 篇 基础篇（第 1~2 章）

本篇介绍了云计算的基本概念及开源云 OpenStack 的基本知识。主要包括云计算概念的产生与优势、开源云 OpenStack 的框架与特点、KVM 和 Libvirt 虚拟化技术的使用。

### 第 2 篇 安装篇（第 3~10 章）

本篇介绍了 OpenStack 系统的安装与集成，包含了 OpenStack 所需组件的安装部署，涵盖 MySQL、RabbitMQ、Keystone、Swift、Glance、Cinder、Quantum、Nova 及 Dashboard。每个组件的安装部署都单独成章，并且给出了 OpenStack 集群部署的几种常用参考架构。讲解安装的同时，也介绍了 OpenStack 各个组件之间的相互依赖关系。

### 第 3 篇 剖析篇（第 11~16 章）

本篇主要介绍了 OpenStack 重要组件所利用的关键技术。剖析的组件包括 Keystone、Swift、Quantum 和 Nova。此外，还重点介绍了 Nova Compute 虚拟机管理服务。介绍的 OpenStack 关键技术包括 OpenStack RESTful API 的实现、RPC 消息通信服务和 Swift 存储系统设计。介绍这些关键技术时，由浅入深地提供了大量的参考代码与实现细节，逐步剥开了 OpenStack 关键技术细节的面纱。

### 第 4 篇 扩展篇（第 17~19 章）

本篇介绍了如何利用 OpenStack 做二次开发。涵盖的内容有：如何在 OpenStack 上搭建 Hadoop 大数据分析系统；Nova 扩展开发；添加自定义组件。添加自定义组件时，介绍了如何从基础代码构建一个兼容 OpenStack 的独立模块。详细介绍了数据库的设计与实现、API 接口的添加、模块之间 RPC 调用。还介绍了将 OpenStack 的关键技术运用在一个独立开发的模块中。

## 如何获得本书资源

为了方便读者阅读本书,笔者将本书所涉及的所有代码上传于 <https://github.com/JiYou/openstack>。包括的内容如下:

- ❑ 本书引用的 OpenStack Grizzly 版本的源代码、image 资源、脚本和 python 包;
- ❑ 剖析 OpenStack 关键技术细节时所编写的示例;
- ❑ 添加自定义组件时,创建的兼容于 OpenStack 的组件 Monitor 的整个项目源码和安装脚本;
- ❑ 后续勘误与安装脚本的更新。

## 适合阅读本书的读者

- ❑ 需要入门并且全面学习云计算的人员;
- ❑ 希望使用 OpenStack 开源云的研究人员;
- ❑ 需要了解云计算实现技术细节和内部运作机制的程序员;
- ❑ 需要利用 OpenStack 做快速二次开的程序员;
- ❑ 开源云 OpenStack 数据中心的管理人员;
- ❑ 对云计算感兴趣的公司或个人。

## 阅读本书的建议

- ❑ 云计算初学者,请务必从一章开始阅读,并且熟练掌握第 2 章虚拟化技术。熟练的虚拟机管理操作,会给后续的研究与 OpenStack 系统安装带来极大的方便。此外,还需要基本的 Python 知识,以及熟练掌握 Linux 系统,特别是 Ubuntu-12.10 Service Edition 的使用。
- ❑ 云计算入门者,有一定云计算概念,并且知道如何操作 KVM/Libvirt 的读者,可以直接阅读安装篇,了解安装 OpenStack 各个组件的基本流程。
- ❑ 阅读本书时,请务必对照 <https://github.com/JiYou/openstack/tree/master/packages/source> 上提供的 OpenStack 的代码,以保持 OpenStack 版本一致。此外,操作系统最好选用 Ubuntu-12.10,因为本书所提供的安装脚本和安装包均基于 Ubuntu-12.10。
- ❑ 注意关键技术。由于 OpenStack 系统过于庞大,本书也只是挑选了 OpenStack 重要组件中的关键技术细节进行介绍。理解了这些关键技术细节,读通整个 OpenStack 项目的代码便绝非难事。
- ❑ 一切秘密尽在 OpenStack 的源码中,正所谓“师傅领进门,修行靠自身”。本书的目的在于将欲入门而不得其要领的人带入 OpenStack 开发的大门。就如同告诉“挖宝人”宝藏的所在地和挖掘方法一样,本书将读者带入门后,真正的挖掘还需要读者多看源码,多动手实践。

## 勘误和支持

由于笔者水平所限，加之本书的篇幅和编写时间的限制，使得本书写作比较仓促。因此书中可能会出现一些疏漏或者不准确的表述，恳请读者批评与指正。本书后续更新与勘误将会发布在 <https://github.com/JiYou/openstack> 相应的章节中。如果读者在阅读本时有疑问，或者对本书有什么宝贵的意见与建议，欢迎将邮件发送至 [jumail@qq.com](mailto:jumail@qq.com) 或 [bookservice2008@163.com](mailto:bookservice2008@163.com)。

## 本书作者

本书由英特尔亚太研发中心的戢友主笔编写。其他参与编写的人员有梁胜斌、林阳、林珍珍、刘爱军、刘海峰、罗明英、马奎林、乔建军、施迎、石小勇、宋晓薇、苏亚光、谭东平、王守信、王向军、王晓东、王晓倩、王晓艳、魏来科、吴俊、闫芳、杨丹、杨艳、宜亮、余柏山、张春杰、张春晓、张娜、赵东、钟晓鸣、朱翠红、朱萍玉、龚力、黄茂发、邢岩、符滔滔。

## 致谢

感谢提供了大量帮助的贺丹，他为本书提供了大篇幅的修改意见。在介绍 OpenStack 关键技术时，他设计并参与了大量经典案例的编写与检测。本书素材的选取、内容章节的编排、OpenStack 重要组件的剖析，他都给予了非常多而且极具参考价值的建议与意见。

感谢这本书的编辑们，正是由于他们积极而又耐心的帮助，才使得本书的出版成为可能。

感谢为本书部分章节提出修改意见的刘丹，他对本书安装篇的内容和脚本更正了不少错误。

感谢我的父母！他们对我的写书工作表示了极大的理解和支持，并给了我无处不在的关怀与照顾。

感谢我亲爱的老婆杨丹凤！她对于我写书给了极大的鼓励与支持。

此外，感谢在 Intel IT Flex 部门一起工作的各位 Manager 和同事们！

谨以此书献给我最亲爱的家人及众多热爱开源云 OpenStack 的朋友们！

最后希望各位读者通过阅读本书，能很好地掌握 OpenStack 开源云技术，成为这个领域中的“王者”。我将倍感欣慰！所学授之于人，不亦乐乎？最后祝读书快乐！

戢友  
于上海

# 目 录

## 第 1 篇 基 础 篇

第 1 章	OpenStack 概述	2
1.1	云计算简介	2
1.1.1	什么是云计算	2
1.1.2	什么是云存储	3
1.1.3	私有云与公有云	4
1.2	为什么使用云计算	5
1.2.1	方案 1: 简单的服务部署	5
1.2.2	方案 2: 分布式服务部署	6
1.2.3	方案 3: 基于虚拟化的服务部署	8
1.2.4	方案 4: 云计算的解决方案	11
1.3	OpenStack 架构	13
1.3.1	OpenStack 与云计算	13
1.3.2	OpenStack 发展与现状	13
1.3.3	OpenStack 优势	14
1.3.4	OpenStack 学习建议	15
1.4	OpenStack 各个组件及功能	16
1.4.1	虚拟机管理系统 Nova	16
1.4.2	磁盘存储系统 Glance 与 Swift	17
1.4.3	虚拟网络管理 Quantum	18
1.4.4	OpenStack 三大组件	18
1.5	小结	19
第 2 章	虚拟化技术	20
2.1	虚拟化技术简介	20
2.1.1	KVM	20
2.1.2	Xen	21
2.1.3	Libvirt	22
2.2	安装 Libvirt 虚拟化工具	22
2.2.1	安装 KVM	22



2.2.2	安装 Libvirt	24
2.3	虚拟机配置文件详解	25
2.3.1	xml 描述 hypervisor	26
2.3.2	虚拟机整体信息	28
2.3.3	系统信息	29
2.3.4	硬件资源特性	29
2.3.5	突发事件处理	30
2.3.6	raw 格式 image	30
2.3.7	qcow2 格式 image	31
2.3.8	格式的选择	34
2.3.9	多个 image	35
2.3.10	虚拟光盘	36
2.3.11	虚拟网络	36
2.3.12	vnc 配置	39
2.4	制作 image	39
2.4.1	virt-manager 创建 image	40
2.4.2	virsh 命令创建 image	44
2.5	快速启动虚拟机	47
2.5.1	手动安装	47
2.5.2	直接复制	47
2.5.3	qcow2 快速创建	48
2.5.4	修改 qcow2 image	49
2.5.5	大批量创建虚拟机	52
2.6	虚拟机桌面显示	57
2.6.1	准备工作	58
2.6.2	创建 Windows 7 Image	58
2.6.3	创建 Windows 7 虚拟机	60
2.6.4	spice 桌面显示	61
2.7	常见错误与分析	62
2.8	小结	63
2.8.1	常用的 virsh 命令	63
2.8.2	磁盘快照管理	66

## 第 2 篇 安 装 篇

第 3 章	安装 Keystone 安全认证服务	70
3.1	Keystone 简介	70
3.2	搭建局域网源	71
3.2.1	局域网 apt-get 源搭建方法	71

3.2.2	局域网 python 源搭建方法	72
3.2.3	Ubuntu-12.10 局域网源	74
3.3	搭建 MySQL 数据库	74
3.3.1	apt-get 安装 MySQL	74
3.3.2	源码安装 MySQL	78
3.4	安装 RabbitMQ 消息通信服务	80
3.5	安装 Keystone	81
3.5.1	python 源码包的安装	81
3.5.2	Keystone 自动化安装	83
3.5.3	Keystone 客户端使用及测试	91
3.5.4	Keystone 的管理	92
3.6	常见错误与分析	94
3.6.1	无法下载 python 依赖包	95
3.6.2	Keystone 命令运行失败	95
3.7	小结	96
第 4 章	安装 Swift 存储服务	97
4.1	Swift 基本概念	97
4.1.1	Swift 的特性	97
4.1.2	Swift 的架构	98
4.1.3	Swift 的故障处理	99
4.1.4	Swift 的集群部署	100
4.2	搭建环境	101
4.2.1	准备工作	101
4.2.2	创建 Proxy Node	102
4.2.3	创建 Storage Node	102
4.3	安装 Proxy 服务	102
4.3.1	解决依赖关系	103
4.3.2	注册 Swift 服务	104
4.3.3	配置 Proxy 服务	105
4.3.4	启动 Proxy 服务	108
4.4	安装存储服务	109
4.4.1	磁盘格式化	110
4.4.2	同步服务	112
4.4.3	子服务	113
4.4.4	启动存储服务	115
4.5	管理存储服务	116
4.5.1	使用存储服务	116
4.5.2	删除存储节点	117
4.5.3	添加存储节点	117

4.5.4	添加 Proxy 节点	118
4.6	常见错误及分析	118
4.6.1	Keystone 注册用户失败	118
4.6.2	Proxy 服务无法正常启动	119
4.6.3	存储服务无法使用	119
4.7	小结	121
4.7.1	安装 Proxy Node	121
4.7.2	安装 Storage Node	122
第 5 章	安装 Glance 镜像服务	123
5.1	Glance 简介	123
5.2	Glance 服务的安装	123
5.2.1	解决依赖关系	124
5.2.2	注册 Glance 服务至 Keystone	124
5.2.3	Glance 源码包的安装	126
5.3	Glance 服务的配置	127
5.3.1	Glance 服务的基本配置	127
5.3.2	使用文件系统存储镜像	128
5.3.3	使用 Swift 对象存储服务存储镜像	130
5.3.4	上传复杂的磁盘镜像	131
5.3.5	上传磁盘镜像参考脚本	133
5.4	Glance 自动化安装	133
5.5	常见错误分析	134
5.5.1	上传磁盘镜像中断的解决方案	134
5.5.2	openssl 出错	135
5.5.3	上传大磁盘镜像的方法	135
5.6	小结	136
第 6 章	安装 Quantum 虚拟网络服务	137
6.1	Open vSwitch 虚拟交换机	137
6.1.1	Open vSwitch 简介	137
6.1.2	GRE 隧道模式	138
6.1.3	VLAN 模式	142
6.2	解决依赖关系	145
6.3	注册 Quantum 服务至 Keystone	146
6.4	安装 Quantum 服务	147
6.4.1	源码安装 Quantum	148
6.4.2	Quantum Server 的配置	149
6.4.3	配置 OVS agent	151
6.4.4	配置 dhcp agent	152
6.4.5	配置 l3 agent	152

6.5	Quantum 自动化安装	153
6.6	Quantum 服务使用及测试	154
6.6.1	创建内部网络	154
6.6.2	创建外部网络	155
6.7	常见错误与分析	156
6.7.1	虚拟机之间无法通信	156
6.7.2	dhcp 和 agent 服务启动警告	156
6.8	小结	157
6.8.1	Open vSwitch 的使用	157
6.8.2	Quantum 的安装	157
第 7 章	安装 Cinder 块存储服务	159
7.1	Cinder 基本概念	159
7.1.1	Cinder 的特性	159
7.1.2	Cinder 的架构	160
7.1.3	Cinder 架构的优缺点	162
7.2	搭建环境	163
7.2.1	准备工作	163
7.2.2	创建 API Node	163
7.2.3	创建 Volume 存储节点	164
7.3	安装 Cinder API 服务	164
7.3.1	解决依赖关系	164
7.3.2	注册 Cinder 服务至 Keystone	165
7.3.3	配置 MySQL 服务	167
7.3.4	修改配置文件	168
7.3.5	运行 Cinder API 服务	169
7.4	安装 Cinder Volume 服务	170
7.4.1	准备工作	170
7.4.2	启动 Volume 服务	171
7.5	参考部署	171
7.5.1	单节点部署	171
7.5.2	多节点部署	177
7.6	常见错误及分析	180
7.6.1	虚拟机之间无法通信	180
7.6.2	cinder 客户端命令执行失败	182
7.6.3	没有额外分区	182
7.7	小结	183
7.7.1	安装 Cinder API Node	183
7.7.2	安装 Cinder Volume Node	183

第 8 章	安装 Nova 虚拟机管理系统	184
8.1	Nova 基本概念	184
8.1.1	Nova 的特性	184
8.1.2	Nova 的架构	186
8.1.3	Nova 架构的优缺点	189
8.2	搭建环境	189
8.2.1	准备工作	189
8.2.2	创建节点	191
8.3	安装 Nova API 服务	191
8.3.1	准备工作	192
8.3.2	解决依赖关系	194
8.3.3	注册 Nova 服务	195
8.3.4	配置 MySQL 服务	196
8.3.5	修改 Nova 配置文件	197
8.4	安装 Nova Compute 服务	199
8.4.1	准备工作	199
8.4.2	解决依赖关系	200
8.4.3	配置文件	201
8.4.4	启动服务	201
8.4.5	检查服务	202
8.5	参考部署	202
8.5.1	单节点部署	203
8.5.2	多节点部署	205
8.6	客户端使用	207
8.6.1	环境变量	208
8.6.2	创建虚拟机	208
8.7	小结	209
8.7.1	安装 Nova API Node	209
8.7.2	安装 Nova Compute Node	210
第 9 章	安装 Dashboard Web 界面	211
9.1	Dashboard 简介	211
9.2	Dashboard 的安装	211
9.2.1	解决依赖关系	212
9.2.2	源码安装 Horizon	213
9.3	Dashboard 的配置	214
9.3.1	local_settings.py 文件的配置	214
9.3.2	secret_key.py 文件的修改	215
9.3.3	Apache2 的配置	216
9.3.4	vncproxy 的配置	217



9.4	Dashboard 自动化安装	218
9.5	Web 界面使用及测试	219
9.5.1	登录 Dashboard	219
9.5.2	使用 Dashboard 上传镜像	221
9.5.3	使用 Dashboard 创建网络	222
9.5.4	使用 Dashboard 创建虚拟机	223
9.6	常见错误分析	224
9.7	小结	225
第 10 章	OpenStack 部署示例	226
10.1	OpenStack 单节点部署	226
10.1.1	单节点部署的特点	226
10.1.2	准备工作	227
10.1.3	系统初始化配置	229
10.1.4	安装 OpenStack 各组件	229
10.2	OpenStack 多节点部署	237
10.2.1	多点部署特点	237
10.2.2	部署流程	239
10.3	OpenStack 实用部署	249
10.3.1	实用部署特点	249
10.3.2	部署流程	251
10.4	常见错误及分析	255
10.4.1	eth1 网卡无法使用	256
10.4.2	自建源无法使用	256
10.4.3	客户端命令执行失败	256
10.5	小结	257
10.5.1	单节点安装	257
10.5.2	多节点安装	257
10.5.3	实用安装	257

## 第 3 篇 剖 析 篇

第 11 章	OpenStack 服务分析	260
11.1	RESTful API 简介	260
11.2	搭建 RESTful API	261
11.2.1	一个简单的 WSGI 服务	262
11.2.2	使用 PasteDeploy 定制 WSGI 服务	262
11.2.3	带过滤器的 WSGI 服务	264
11.2.4	利用类来实现过滤器和应用	266
11.2.5	实现 WSGI 服务的 URL 映射	268

11.3	基于消息通信的 RPC 调用	274
11.3.1	AMQP 简介	275
11.3.2	RabbitMQ 分析	276
11.3.3	RPC 调用的实现	278
11.4	小结	290
11.4.1	RESTful API	290
11.4.2	RPC 调用	291
<b>第 12 章</b>	<b>Keystone 的安全认证</b>	<b>292</b>
12.1	Keystone 框架结构	293
12.1.1	Keystone 服务端架构	293
12.1.2	Keystone 客户端架构	300
12.2	用户管理	303
12.2.1	用户认证	303
12.2.2	本地认证	310
12.2.3	用户信息的维护	313
12.3	多租户机制	315
12.3.1	租户管理	316
12.3.2	角色管理	317
12.3.3	权限管理	318
12.4	Token 管理	322
12.4.1	Token 认证方式	322
12.4.2	Token 的存储	325
12.5	服务的安全认证	326
12.6	OpenStack 各个模块与 Keystone 的交互	329
12.7	小结	335
12.7.1	Keystone 服务器端架构	335
12.7.2	客户端发送 HTTP 请求流程	335
12.7.3	用户认证	335
12.7.4	访问 OpenStack 服务的流程	336
<b>第 13 章</b>	<b>Swift 存储服务</b>	<b>337</b>
13.1	Swift 框架概述	337
13.2	问题描述	338
13.3	炮灰方法	339
13.4	快拳方法	339
13.4.1	算法原理	339
13.4.2	算法实现	340
13.4.3	算法分析	341
13.4.4	算法破绽	342
13.5	太极拳	344

13.5.1	算法原理	344
13.5.2	算法实现	347
13.5.3	算法分析	348
13.5.4	算法升级	349
13.5.5	算法破绽	351
13.6	虚实相生	352
13.6.1	算法原理	352
13.6.2	算法实现	354
13.6.3	算法分析	355
13.6.4	算法升级	357
13.6.5	算法分析	361
13.7	扩展	364
13.7.1	映射中的动与不动	365
13.7.2	虚节点数目	366
13.7.3	剩余话题	368
13.8	小结	369
第 14 章	Quantum 虚拟网络	370
14.1	Quantum 框架概述	370
14.2	Quantum Server 服务	371
14.2.1	Quantum Server 启动流程	371
14.2.2	启动 ovs plugin RPC 服务	375
14.2.3	创建网络	377
14.2.4	创建子网	379
14.2.5	创建端点	380
14.3	Quantum OpenVSwitch Agent 服务	384
14.3.1	Quantum OVS Agent 启动流程	385
14.3.2	Quantum OVS Agent 定时任务	390
14.3.3	虚拟网络的实现	397
14.4	Nova 与 Quantum 的交互	398
14.4.1	分配逻辑网络资源	398
14.4.2	创建 OpenVSwitch 端点	400
14.5	Quantum DHCP Agent 服务	402
14.5.1	服务的启动	403
14.5.2	Manager 类	407
14.5.3	Dnsmasq DHCP 的维护	410
14.6	小结	416
14.6.1	Quantum 主要数据库表单	416
14.6.2	Quantum OpenVSwitch Agent 的启动	416
14.6.3	虚拟机通信流程	417

14.6.4	创建端点的流程	418
14.6.5	创建 Dnsmasq DHCP 服务	418
<b>第 15 章</b>	<b>Nova 框架</b>	<b>420</b>
15.1	Nova 框架介绍	420
15.2	Nova API 服务	421
15.2.1	Nova API 服务的启动	421
15.2.2	处理 HTTP 请求的流程	423
15.2.3	创建虚拟机流程	427
15.3	Nova RPC 服务	432
15.3.1	Nova Scheduler 的启动流程	433
15.3.2	Nova RPC 服务的创建	434
15.4	Nova Scheduler 服务分析	438
15.4.1	创建虚拟机请求的处理流程	439
15.4.2	调度算法	441
15.4.3	资源信息的更新	443
15.4.4	过滤和权值计算	444
15.5	Nova Conductor 服务	453
15.6	小结	456
15.6.1	创建虚拟机请求的处理流程	456
15.6.2	调度算法	456
<b>第 16 章</b>	<b>Nova Compute 服务</b>	<b>458</b>
16.1	定时任务	458
16.1.1	定时任务的启动	458
16.1.2	update_available_resource	464
16.1.3	report_driver_status	469
16.1.4	publish_service_capabilities	470
16.2	创建虚拟机	471
16.2.1	创建虚拟机的流程	471
16.2.2	创建虚拟机镜像文件	474
16.2.3	创建虚拟机 XML 定义文件	481
16.2.4	创建虚拟机和虚拟网络	487
16.3	虚拟机的在线迁移	488
16.3.1	virsh 命令实现在线迁移	489
16.3.2	虚拟机迁移的整体流程	491
16.3.3	虚拟机迁移的前期检查	494
16.3.4	Nova Compute 服务中的迁移流程	502
16.4	虚拟机快照管理	510
16.4.1	Nova API 创建快照流程	511
16.4.2	Nova Compute 创建快照流程	513