

[PACKT]
PUBLISHING

OpenDaylight Cookbook

Explore how to move from legacy networking to
software-defined networking

/云计算技术实践系列丛书/

OpenDaylight应用宝典 从传统网络迁移到软件定义网络指南

[加] Mathieu Lemay | [法] Alexis de Talhouët | [加] Jamie Goodyear
[印度] Rashmi Pujar | [加] Mohamed El-Serngawy | [巴西] Yrineu Rodrigues 著◎

刘志红 肖 力 黄继敏 译◎



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

云计算技术实践系列丛书

OpenDaylight Cookbook

Explore how to move from legacy networking to
software-defined networking

OpenDaylight应用宝典 从传统网络迁移到软件定义网络指南

[加] Mathieu Lemay | [法] Alexis de Talhouët | [加] Jamie Goodyear 著◎
[印度] Rashmi Pujar | [加] Mohamed El-Serngawy | [巴西] Yrineu Rodrigues

刘志红 肖 力 黄继敏 译◎

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

OpenDaylight 是一个模块化的开放平台,用于定制任意规模的网络。OpenDaylight 重点关注网络可编程性,适用于现有网络环境中的各种使用场景。

本书有几十个基于场景的演示,介绍使用 OpenDaylight 可以解决的基础案例,包括讨论虚拟用户边缘、动态互连、网络虚拟化、虚拟核心和聚合、意图和策略联网、自定义 OpenDaylight 容器、认证和授权。经典场景的介绍,能帮助读者快速学习和掌握 OpenDaylight 相关知识。

Copyright © Packt Publishing 2017. First published in the English language under the title 'OpenDaylight Cookbook'-(9781786462305).

本书简体中文版专有翻译出版权由 Packt Publishing 授予电子工业出版社。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2018-6069

图书在版编目(CIP)数据

OpenDaylight 应用宝典:从传统网络迁移到软件定义网络指南/(加)马蒂厄·勒梅(Mathieu Lemay)等著;刘志红,肖力,黄继敏译. —北京:电子工业出版社,2019.1

(云计算技术实践系列丛书)

书名原文: OpenDaylight Cookbook

ISBN 978-7-121-35624-7

I. ①O… II. ①马… ②刘… ③肖… ④黄… III. ①软件开发—指南 IV. ①TP311.52-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 263114 号

策划编辑: 刘志红

责任编辑: 徐 静

文字编辑: 刘志红

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 18.25 字数: 321.8 千字

版 次: 2019 年 1 月第 1 版

印 次: 2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 98.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010) 88254479, lzhmails@phei.com.cn。

译者序

2006 年，软件定义网络（Software Defined Network，SDN）诞生于美国斯坦福大学，以斯坦福大学 Nick McKeown 教授为首的研究团队提出了 OpenFlow 的概念，后续基于 Openflow 给网络带来可编程的特性，SDN 的概念应运而生。SDN 给网络带来了灵活性及更好的服务质量。

SDN 将控制层面与转发层面分离，网络控制由软件完成。SDN 的网络控制器有多个开源和商业的项目，OpenDaylight（ODL）项目就是其中之一，经过这几年的发展，OpenDaylight 已经是事实上的主流。

OpenDaylight 是由 Linux 基金会管理的开源项目，OpenDaylight 社区由供应商和用户全球协作推动，不断适应业界最广泛的 SDN 和 NFV 使用案例。

根据 OpenDaylight 官网信息，OpenDaylight 拥有超过 1 000 名开发人员、50 个组织成员，并支持全球约 10 亿用户，OpenDaylight 正在快速发展针对用例的集成工具链。OpenDaylight 代码已集成或嵌入 50 多个供应商解决方案和应用程序中，并可用于一系列服务中。OpenDaylight 也是更广泛的开源框架的核心，包括 ONAP、OpenStack 和 OPNFV。

OpenDaylight 是一个模块化的开放平台，用于定制和自动化任意规模的网络。OpenDaylight 重点关注网络可编程性，适用于现有网络环境中的各种使用场景。

OpenDaylight 平台的核心是模型驱动服务抽象层（MD-SAL）。在 OpenDaylight 中，底层网络设备和网络应用程序都表示为对象或模型，其交互在 SAL 内处理。SAL 是代表网络设备和应用的 YANG 模型之间的数据交换和适配机制。YANG 模型提供设备或应用程序功能的一般描述，而不需要知道具体的实现细节。每个组件都被隔离为一个 Karaf 特性，以确保新工作不会被干扰。OpenDaylight 使用 OSGi 和 Maven 构建管理这些 Karaf 功能及其交互的软件包。

本书中有几十个基于场景的演示，介绍使用 OpenDaylight 可以解决的基础案例，包括讨论虚拟用户边缘，它可以通过允许一些访问策略规则将网络实体端点连接到网络，

并将它们集成到网络中。动态互连，聚焦在 SDN 环境中建立网络设备之间的动态连接；网络虚拟化，涵盖了 OpenDaylight 提供的网络虚拟化的一些用法；虚拟核心和聚合，重点介绍使用 OpenDaylight SDN 控制器的 BGP 和 PCEP 的基础案例；意图和策略联网，介绍了意图组合网络（NIC）如何提供一些功能，以使控制器能够根据意图管理和引导网络服务和资源；自定义 OpenDaylight 容器，将这些配置分享给网络工程师、系统构建者和集成工程师——这些工程师需要使他们的 OpenDaylight 部署更加紧密地集成到他们的组织中；认证和授权，学习如何使用 OpenDaylight 内置认证和授权功能，以及如何将 OpenDaylight 与现有系统集成。

需要说明的是，OpenDaylight 发展迅速，本书翻译时最新版本是 Oxygen 版，虽然本书中的例子是基于 Beryllium 版的，但是都是经典场景，并不过时，不影响读者对 OpenDaylight 的学习和实践。

最后，感谢本书的作者，分享了极有价值的 OpenDaylight 实践资料，感谢电子工业出版社引进了如此优秀的一本书。在 *OpenDaylight Cookbook* 电子版出版时，出于学习交流的目的，韩卫、邓嘉浩、路君、罗晶、罗莹、孟驰、文杰、陈海、陈建永、黄继敏已翻译了部分章节，在此也感谢他们的付出。本书是纸质版的完整的重新翻译，更有利于全面学习 OpenDaylight。

鉴于译者的知识局限，译文中难免存在某些错误和遗漏，肯请广大读者批评指正。

译 者

2018 年 12 月

关于作者

Mathieu Lemay 是 Inocybe Technologies 公司的首席执行官(该公司成立于 2005 年),是专注基于 OpenDaylight 的部署解决方案、培训和服务的 SDN 先驱者,曾任部署开放式接入网络的 Civimetrix Telecom 公司的首席技术官。他在信息技术领域拥有 20 多年的经验。10 岁时,他编写 C++、ADA 和 x86 ASM 程序,随后涉足网络,从早期的电子公告板系统到最初的商业互联网。

他拥有电子工程硕士学位,专注于无线和光通信。Inocybe Technologies 公司自 2013 年 6 月以来一直是 OpenDaylight 的成员,Mathieu 目前是其文档和项目的提交者。在担任首席执行官 9 年之后,Mathieu 对企业管理有深入的了解。

Alexis de Talhouët 一直对通过网络传输信息的方式感兴趣。他在计算机科学和网络方面的背景及对新技术的兴趣引导他进入 SDN 研究领域。

Jamie Goodyear 是一名开源提倡者、Apache 开发者,是 Savoir Technologies 公司的计算机系统分析师。他为世界各地的大型组织设计、评估架构。

他拥有纽芬兰纪念大学计算机科学学士学位,曾任系统管理工程师、软件质量保证工程师和高级软件开发工程师等角色,从业经历覆盖了从小型初创公司到国际性公司。他在 Apache Karaf, Servicemix 和 Felix 上获得了提名者地位,并且是 Apache Karaf 的项目管理委员会成员。他的第一本出版物是 Packt 出版社出版的 *Instant OSGi Starter*, 随后还有 Packt 出版社出版的 *Learning Apache Karaf* 和 *Apache Karaf Cookbook*。

目前,他将自己的时间用于架构的高级评审,指导开发人员和管理员及 SOA 部署,并帮助发展 OpenDaylight 和 Apache 社区。

致我的未婚妻劳拉,谢谢你一直的支持。

致我的兄弟 Jason,你总是支持我的努力,即使是在电影、游戏之夜。

感谢我的家人和朋友多年来的支持。我还要感谢所有使 OpenDaylight 成为可能的开源社区参与者。

Rashmi Pujar 痴迷于影响当今网络发展的新技术。凭借网络和电信背景,她在

Inocybe Technologies 公司找到了兴趣所在的机会。

Mohamed El-Serngawy 拥有虚拟化平台和安全方面的经验，他对 SDN 和云计算的好奇使他加入了 Inocybe Technologies 公司。他也对软件漏洞和踢英式足球感兴趣。

Yrineu Rodrigues 在软件定义网络方面拥有 3 年的经验，在算法和编程语言方面拥有坚实的背景。他在 SDN 项目上为 Instituto Atlantico 工作，并且是 OpenDaylight 项目（基于意图的网络，Network Intent Composition-NIC）的负责人。

关于审稿者

Pradeeban Kathiravelu 是一位开源的传道者。他是葡萄牙里斯本大学和比利时天主教鲁汶大学的博士研究生。作为 Erasmus Mundus 分布式计算联合学位 (EMJD-DC) 的研究员, 主要研究多租户云服务质量和数据质量的软件定义方法。

他拥有葡萄牙和瑞典皇家理工学院的分布式计算硕士学位 (EMDC), 还拥有斯里兰卡 Moratuwa 大学计算机科学与工程专业一级工程 (荣誉) 学士学位。

他的研究兴趣包括软件定义网络 (SDN)、分布式系统、云计算、Web 服务、生物医学信息学中的大数据及数据挖掘等。他对开源软件开发非常感兴趣, 自 2009 年起, 作为学生和导师, 一直积极参与谷歌夏季编码计划 (Google Summer of Code, GSoC)。

我要感谢我的硕士和博士导师 Luís Veiga 教授, 感谢他在我在 Instituto Superior Técnico 五年学习中的不断指导和鼓励。



OpenDaylight 是一个开源项目，旨在成为网络行业的企业、服务提供商和制造商的通用工具。它提供了一个高度可用的多协议基础架构，适用于构建和管理软件定义网络（SDN）部署，基于模型驱动的服务抽象层，平台具有可扩展性，允许用户创建与各种南向协议和硬件进行通信的应用程序。

换句话说，OpenDaylight 是一个用于解决 SDN 和网络功能虚拟化（NFV）域中的网络相关用例的框架。

本书将会介绍使用 OpenDaylight 可以解决的基本用例。

Mininet 是被广泛使用的网络仿真器，将用于在本书中执行各种各样的配置。在配置之前，需要下载一个可以运行的 Mininet 版本。

本书覆盖了哪些内容

第 1 章，OpenDaylight 基础，讨论 OpenDaylight 平台。该平台的目标是启用 SDN，并为 NFV 创建一个坚实的基础。

第 2 章，虚拟用户边缘，讨论虚拟用户边缘。它可以通过允许一些访问策略规则将网络实体端点连接到网络，并将它们集成到网络中。

第 3 章，动态互连，聚焦在 SDN 环境中建立网络设备之间的动态连接。

第 4 章，网络虚拟化，涵盖了 OpenDaylight 提供的网络虚拟化的一些用法。

第 5 章，虚拟核心和聚合，重点介绍使用 OpenDaylight SDN 控制器的 BGP 和 PCEP 的基本用例。

第 6 章，意图和策略联网，介绍了基于意图的网络（NIC）如何提供一些功能，以使控制器能够根据意图管理和引导网络服务和资源。

第 7 章，自定义 OpenDaylight 容器，将这些配置分享给网络工程师、系统构建者和集成人员——这些人需要使他们的 OpenDaylight 部署更加紧密地集成到组织中。

第 8 章，认证和授权，学习如何使用 OpenDaylight 内置认证和授权功能，以及如何

将 OpenDaylight 与现有联合系统（如免费 IPA）集成。

阅读本书需要做什么准备

你需要访问如下链接下载 OpenDaylight 软件的 Beryllium-SR4 发行版：

<https://www.opendaylight.org/downloads>

下载 zip 或 tar 包，解压后，通过命令行进入该文件夹，然后就可以开始学习和实践了。

哪些人适合阅读这本书

OpenDaylight 是基于标准协议的开源 SDN 控制器。它旨在加速 SDN 的采用，并为 NFV 打下坚实的基础。通过 90 多个实用案例，本书将帮助读者解决 OpenDaylight 的常见问题，以及完成日常维护任务。

标题

在这本书中，你会发现很多频繁出现的标题（预备条件、操作指南、工作原理、更多信息、参考资料）。

为了方便阅读，本书使用以下栏目标题。

预备条件

本节将告诉你学习当前章节需要提前准备的内容，并介绍如何设置所涉及的软件或选项。

操作指南

本节将介绍学习当前章节所需的操作步骤。

工作原理

本节通常包含对前面“操作指南”里的步骤的详细解释。

更多信息

本节包含学习当前章节的附加信息，以便读者获取更多相关知识。

参考资料

本节提供与当前章节有关的其他有用信息。

文本样式

在本书中，你将看到许多区分不同类型信息的文本样式。以下是这些样式的一些示例，以及其含义的解释。

文本中的代码、数据库表名、文件夹名称、文件名、文件扩展名、路径名、虚拟 URL、用户输入用文本描述，如下所示：“这将列出 MD-SAL 的 opendaylight-inventory 子树下的所有存储 OpenFlow 交换机信息的节点”。

代码块样式如下：

```
<node xmlns="urn:TBD:params:xml:ns:yang:network-topology">
  <node-id>new-netconf-device</node-id>
  <host xmlns="urn:opendaylight:netconf-node-topology">127.0.0.1</host>
  <port xmlns="urn:opendaylight:netconf-node-topology">17830</port>
  <username xmlns="urn:opendaylight:netconf-node-topology">admin
</username>
  <password xmlns="urn:opendaylight:netconf-node-topology">admin
</password>
  <tcp-only xmlns="urn:opendaylight:netconf-node-topology">false
</tcp-only>
```

命令行的输入和输出如下表示：

```
$ ./bin/karaf
```

新术语和重要文字以粗体显示。软件界面中的文字（例如，对话框或菜单中的文字），在文中的表达方式如下所示：

“如果指示，选中 **Insecure connection** 选项”。



表示重要提示，请读者注意。



提示和技巧。

读者反馈

欢迎读者积极反馈，让我们知道你对这本书的看法——喜欢或不喜欢的内容。读者反馈对我们非常重要，因为它可以帮助我们开发你真正能从中获益的更多主题。

如果你想向我们发送反馈内容，只需发送电子邮件至 feedback@packtpub.com（或 lzhmails@phei.com.cn），并在邮件主题中提及本书的书名。

如果你有专业知识，并且有兴趣撰写书籍，请查阅我们的作者指南，网址为 www.packtpub.com/authors。

客户支持

作为 Packt 图书读者，你拥有以下权益。

下载示例代码

你可以用自己的账户在 <http://www.packtpub.com> 下载本书的示例代码文件。如果你在其他地方购买了这本书，你可以访问 <http://www.packtpub.com/support>，注册，文件将直接通过邮件方式发送给你。

按照以下步骤，可以下载代码文件。

1. 使用你的电子邮件地址和密码登录（或注册）Packt 网站。
2. 将鼠标指针悬停在顶部的 SUPPORT 选项卡上。
3. 点击 Code Downloads & Errata。
4. 在搜索框中输入书名。
5. 选择你要下载代码文件的书。
6. 在下拉菜单中选择你购买本书的途径。
7. 点击 Code Download。

你也可以通过点击 Packt 出版社网站上书籍网页上的 Code Files 按钮来下载代码文件。通过在搜索框中输入书名可以访问该页面。请注意，你需要使用 Packt 账户登录。

下载文件后，请确保使用最新版本的解压缩软件解压缩文件：

- Windows 系统使用 WinRAR / 7-Zip
- Mac 系统使用 Zippeg / iZip / UnRarX
- Linux 系统使用 7-Zip / PeaZip

本书的代码包也会在 GitHub 上托管，地址是 <https://github.com/PacktPublishing/OpenDaylight-Cookbook>。我们还可提供其他书籍和视频配套代码，地址是 <https://github.com/PacktPublishing>。

下载本书的彩色图像

本书提供英文原版 PDF 文件，其中包含本书中使用的屏幕截图、图表的彩色图像。

彩色图像将帮助你更好地理解图书内容。

你可以从下面的地址下载这个文件：

https://www.packtpub.com/sites/default/files/downloads/OpenDaylightCookbook_ColorImages.pdf

勘误表

虽然我们已尽全力确保内容的准确性，但不可避免会有一些错误。如果你在这本书中发现了错误，可以向我们报告，不管是文本中的错误，还是代码的错误，我们都会很感激。这样做，你可以节省其他读者勘误的时间，并帮助我们改进本书的后续版本。如果你发现任何错误，请通过访问 <http://www.packtpub.com/submit-errata> 来报告。选择书籍，点击 ErrataSubmissionForm 链接，然后输入勘误详细信息。一旦你的勘误得到验证和提交，勘误将被上传到 Packt 网站，添加到该书的勘误表中。

要查看以前提交的勘误表，请转至 <https://www.packtpub.com/books/content/support>。你可以在搜索字段中输入书名，查询相应的勘误表信息。

反盗版声明

互联网上受版权保护的作品的盗版问题是所有媒体持续关注的问题。在 Packt，我们非常重视版权保护。如果你在互联网上发现任何非法复制的作品，请立即向我们提供地址或网站名称，以便我们进行处理。

请通过 copyright@packtpub.com 与我们联系，并提供可疑盗版材料的链接。

感谢你的帮助，版权保护将能帮助我们持续为读者奉献更多、更有价值的内容。

问题

如果你对本书的任何方面有疑问，可以通过 questions@packtpub.com 与我们联系，我们将尽最大努力解决问题。



1	OpenDaylight 基础	001
	内容概要	001
	连接 OpenFlow 交换机	002
	预备条件	002
	操作指南	003
	工作原理	004
	挂载 NETCONF 设备	004
	预备条件	005
	操作指南	005
	工作原理	009
	更多信息	009
	查看数据存储中的数据	010
	调用 RPC	010
	删除 netconf-connector	011
	浏览 YANGUI 数据模型	011
	预备条件	012
	操作指南	012
	工作原理	013
	更多信息	013
	参考资料	013
	基本分布式交换	013
	预备条件	014
	操作指南	014
	工作原理	020
	更多信息	020
	配置 L2Switch	020
	使用 LACP 协议绑定链路	021
	预备条件	021
	操作指南	022

工作原理.....	024
改变用户认证.....	025
预备条件.....	025
操作指南.....	025
工作原理.....	027
OpenDaylight 集群.....	027
预备条件.....	028
操作指南.....	028
工作原理.....	033
参考资料.....	034
2 虚拟用户边缘.....	035
内容概要.....	035
利用 UNI 管理端到端的 WAN 链路.....	035
预备条件.....	036
操作指南.....	036
工作原理.....	040
通过 MPLS VPN 连接多个网络.....	040
预备条件.....	041
操作指南.....	041
工作原理.....	048
使用 USC 处理设备.....	048
预备条件.....	048
操作指南.....	049
工作原理.....	054
更多信息.....	054
使用物联网的机器到机器协议.....	055
预备条件.....	056
操作指南.....	056
工作原理.....	062
控制电缆调制解调器终端系统.....	062
预备条件.....	062
操作指南.....	063
工作原理.....	068
3 动态互连.....	069
内容概要.....	069
在 OpenDaylight 中使用 SNMP 插件.....	069

预备条件.....	070
操作指南.....	070
在 SDN 环境中管理以太网交换机.....	073
预备条件.....	073
操作指南.....	073
更多信息.....	075
使用 REST API 配置以太网交换机.....	075
多供应商支持.....	076
使传统设备自动化.....	076
预备条件.....	077
操作指南.....	077
参考资料.....	079
远程配置 OpenFlow 交换机.....	079
预备条件.....	079
操作指南.....	080
工作原理.....	082
更多信息.....	083
动态更新网络设备 YANG 模型.....	083
预备条件.....	083
操作指南.....	084
工作原理.....	086
网络引导基础设施安全防护.....	086
预备条件.....	087
操作指南.....	087
工作原理.....	091
为企业提供虚拟私有云服务.....	092
预备条件.....	092
操作指南.....	093
工作原理.....	095
使用 OpenDaylight 管理支持 SXP 的设备.....	096
预备条件.....	097
操作指南.....	097
更多信息.....	099
使用 OpenDaylight 作为 SDN 控制器服务器.....	100
预备条件.....	100
操作指南.....	101

工作原理	103
参考资料	104
4 网络虚拟化	105
内容概要	105
基于 OpenFlow 实现网络虚拟化	106
预备条件	106
操作指南	107
工作原理	111
更多信息	111
与 OpenStack Neutron 集成配置	112
预备条件	113
操作指南	113
工作原理	117
OpenStack 与 OpenDaylight 集成	117
预备条件	117
操作指南	118
工作原理	124
边缘虚拟网络	124
预备条件	124
操作原理	125
工作原理	129
服务功能链	130
预备条件	130
操作指南	131
工作原理	143
5 虚拟核心和聚合	145
内容概要	145
配置和检索 BGP 信息	146
预备条件	146
操作指南	146
工作原理	150
更多信息	151
使用 BGP-LS 管理和可视化拓扑	151
预备条件	151
操作指南	151