

国内实践派专家精心撰写，全面深刻揭秘SDN

Broadview®
www.broadview.com.cn



深度解析SDN

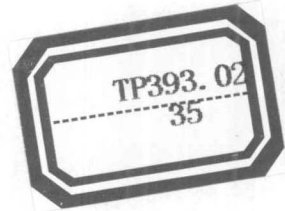
利益、战略、技术、实践

●● 张卫峰 著

SDN

Interest, Strategy, Technology and Practice

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



深度解析SDN

利益、战略、技术、实践

●● 张卫峰 著

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

SDN 是当前的热点技术，但是由于 SDN 技术相对还比较新，而且本身内涵并不清晰，所以极易产生误解，不仅初学者不太容易把握，即便是已经接触过一段时间的人，也仍然会造成混淆。

本书用通俗易懂的语言深入浅出地介绍 SDN 的概念本质，SDN 架构，产生原因，发展历史，各种对 SDN 的误解，SDN 对产业的影响和发展趋势预测，各种标准组织及企业的动机和利益诉求，各个公司的 SDN 战略、SDN 产品、在产业链中的位置，一些热门技术（如网络虚拟化、NFV、云计算等）跟 SDN 的关系，SDN 的热门技术 OpenFlow 的分析以及 OpenFlow 所面临的各种挑战和尝试，SDN Controller（控制器）的介绍，经过实践检验过的多个应用案例分析。由于作者具有很强的芯片公司的从业背景，对 SDN 转发面也有深入的分析。

本书内容涵盖范围较广，从战略、内幕、利益、技术到实践全部覆盖，对设备商、云服务提供商、数据中心、企业 IT 运维人员、科研工作者等多个领域的从业人员了解 SDN 都会大有裨益。希望看过本书之后，读者能够对 SDN 有一个全面而又深刻的理解。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

深度解析 SDN：利益、战略、技术、实践 / 张卫峰著. —北京：电子工业出版社，2014.1
ISBN 978-7-121-21821-7

I. ①深… II. ①张… III. ①计算机网络—网络结构 IV. ①TP393.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 264797 号

责任编辑：董 英

印 刷：北京中新伟业印刷有限公司

装 订：北京中新伟业印刷有限公司

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：14.5 字数：278 千字

印 次：2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数：4000 册 定价：59.00 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。

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。

服务热线：（010）88258888。

推荐序 1

SDN（Software Defined Network）的浪潮在逐渐影响着数据中心、运营商，以及越来越多的企业、互联网公司。

SDN 的来龙去脉是什么？为什么工业界需要 SDN？其背后的技术背景、相关公司、非营利性标准组织、商业利益集团在 SDN 面前的策略是什么？另外，SDN 领域出现了许多分支，其各自布局和未来发展方向如何？

这些问题都是相关领域的国家技术发展政策研究人员、企业 CIO / CTO、高级研发人员、高校研究人员必须了解和能够回答的问题。

卫峰的这本《深度解析 SDN—利益、战略、技术、实践》非常好地深入浅出地解释了上述各种问题，是一本非常难得的好书。

SDN 相关的技术书籍已经存在一些，各有亮点。卫峰的这本 SDN 书能够从细节着手，也能站在宏观和产业界的角度来思考 SDN 的应用场景、技术和政策走向，是非常难能可贵的。

拿到该书的样章后，我一口气读完了所有的章节，深感学到了许多有价值的知识。特别是卫峰对网络虚拟化的各种演变做了许多独到的分析和阐述，体现了他在 SDN 领域非常扎实的技术功底，以及他对产业界风云变幻的精确把握，对此我深感赞许。

强烈推荐计算机网络、系统和相关专业的研发人员阅读此书，也强烈建议国家相关政策研究人员阅读此书。

陈怀临

《弯曲评论》创办人

www.valleytalk.org

2013 年 10 月 25 日于硅谷

推荐序 2

SDN 现在是一个大热的话题，目前看来它有引起一场网络革命的趋势，无论在企业网、互联网数据中心还是运营商网络。所有 IT 相关的研发人员、运维人员、市场销售人员以及公司决策人员都有必要深入了解 SDN 是什么、它能给企业带来什么、应该如何去面对 SDN 所带来的变化。

SDN 是把“双刃剑”，一方面它能够提升管道价值，降低流量成本，加速网络创新；另一方面，集中控制给整个网络的安全性、可靠性、扩展性也带来了巨大的挑战。如何用好这把“双刃剑”是我们应当认真思考的问题。

作为运营商，我们也在密切关注 SDN 的发展，并投入了很多人力资源去研究、实验 SDN 网络，同时积极推动相关标准的建立。目前看来，SDN 在运营商网络中大有用武之地。SuperPTN 就是这样的一个研究项目，并且有可能在不久的将来落地。

因为 SuperPTN 这个项目，我接触到了该书的作者张卫峰，并有机会阅读了卫峰写的《深度解析 SDN—利益、战略、技术、实践》一书。读下来第一个感觉是通俗易懂，相信稍微了解一点网络的人都可以读懂。第二个感觉就是作者对网络特别是 SDN 的认识非常深刻，非浸淫网络多年不足以写出这样的书。更难得的是，本书有很多作者自己独到的观点，这些观点完全体现了作者作为一个芯片

设计厂商、SDN 技术领先厂商的研发人员多年的技术功底。

本书还有一个很吸引人的地方，就是在第 7 章里面列出来的 SDN 应用案例，都是真实网络中部署的实际案例，很多都是作者亲身经历的，读来感觉真实可信，极有说服力。

希望有更多人能看到本书，及时拥抱变化，迎接 SDN 对网络的改变。

段晓东

中国移动研究院网络研究所所长

2013 年 11 月

前言

这本书的写作是因为一个偶然的的机会。2013年5月，CSDN的编辑在新浪微博上给我发私信，希望我为他们写一篇SDN科普型的文章。我觉得这是个很不错的的事情，就写了一篇6千多字的文章，发表在《程序员》6月刊上。这篇文章系统地介绍了SDN的起源、发展、概念定义、跟一些技术之间的关系、它面临的挑战、对行业的冲击等。7月初，又收到电子工业出版社编辑的私信，希望我在文章的基础上，进一步充实和扩展，写一本系统介绍SDN的书。

写书？说实话，在这之前我还真的从来没想过，尽管我经常在微博上发SDN相关的技术文章，所以我的第一反应就是拒绝，没时间。后来出版社编辑跟我深入分析了现在市场SDN教育书籍的缺位和大家对这方面的强烈需求，我当天就改变了主意，Why not？SDN的很多内容都装在我的脑子里面，与其我每天在微博上东讲一点，西扯一点，一个一个地去纠正一些对SDN的误解，不如系统地把它写出来，让更多的人看到。于是，这本书就诞生了。

在写作的过程中，我越来越觉得这个题材非常有意义，原因如下。

第一，SDN是一种革命性的技术，它对整个网络甚至基于网络的很多应用都有深远的影响，而且它的影响是全方位的，它对设备商、运营商、互联网公司、软件提供商、企业用户甚至个人用户都有影响。而这样一种影响如此广泛的技术，

介绍它的书籍特别是中文书籍基本没有，网上虽然有很多文章，但是都不够系统。

第二，SDN 是一个框架，而不是一个具体的协议，而且跟其他技术相比，SDN 是一种由用户驱动的技术，这就决定了它的需求基础旺盛而技术基础薄弱，还远没达到成熟的地步。所以对它的误解很多，对它的质疑很多，对它的实现方式也很多，对于网络基础薄弱的大众来说，就会有些无所适从，不知道它为什么诞生，不知道它的架构是怎么样的，也不知道它背后的利益关系是怎样的，更不知道它会走向何方。甚至在那些对 SDN 已经有过较多研究的人群中，也仍然会有激烈的争论，更不用说普通大众了。所以，我觉得有必要有一本书系统地介绍一下，就算不能解决所有的疑问，至少让更多的人了解一些真相，为大家进一步深入研究和讨论奠定基础。

这本书的写作过程很快，三个月不到就写完了，之所以能这么快写完，是因为大多数内容都在我的脑子里，无须到处去查阅，无须费尽心思去编造。除了一些事实性介绍，基本上是一气呵成，而这一切都要归功于我所在的公司——盛科网络。盛科是国内 SDN 领域的领先厂商，有大量 SDN 客户，所以我有幸能够了解很多别人了解不到的各个领域的 SDN 实际部署案例。盛科很早就加入了 SDN 领域最有影响力的 ONF 标准组织，所以我有幸能够了解很多 ONF 的内部资料，还有机会跟 ONF 标准组织的大佬们通过 E-mail 或者面对面交流，了解到 ONF 的一些真实想法和未来动态。同时盛科又是世界上仅有的几家交换芯片厂商，还是 ONF 的芯片顾问委员会（CAB）的成员，并且还做了世界上第一个针对 SDN 进行优化的 ASIC 芯片，而我也参与了历代所有芯片的设计工作，所以我对整个 SDN/OpenFlow 的转发面的现状、存在的问题都了如指掌，也比较清楚芯片界对未来的转发面走向的一些看法。同时，十几年的数据通信生涯使我对整个数据通信行业的认识也比较深入。以上种种，都为我写这本书提供了极大的便利，这也

是我写这本书的最大优势吧！

本书最大的特点是什么？我的责任编辑看完本书之后，在 QQ 上发给我的第一句话就是“你写得太通俗了，连我都看懂了”，那我的目的就达到了。我看书的时候，一向都痛恨过于学术化的论述，己所不欲勿施于人，自然，我会刻意避免学术化表达。这在“SDN 真实应用案例分析”一章体现得特别淋漓尽致，里面的所有案例全部都是实践总结而非理论分析。

除此之外，考虑到 SDN 还远未到成熟阶段，当前对 SDN 的“**What**”、“**Why**”、“**Where**”、“**How**”等问题的研究比具体的技术分析重要得多，所以本书把重点放在下面几个方面，整体组织思路如下：

- 第 1 章澄清 SDN 的概念内涵，列举一些流传较广的误解并纠正，讲述 SDN 的发展历史。
- 第 2 章解释为什么我们需要 SDN，现在网络碰到了什么样的挑战，为什么现有架构解决不了，以及 SDN 能带来什么好处，并用两个案例来分别说明传统网络的问题和 SDN 的好处。
- 第 3 章详细介绍各个标准组织，他们想要达到的目的，分析隐藏在各个标准组织背后的利益纷争，看看屁股是如何决定脑袋的。
- 第 4 章详细分析 OpenFlow 标准，OpenFlow 在转发面和控制面所面临的挑战，芯片转发面的各种尝试和趋向，Controller（控制器）分析和介绍。
- 第 5 章介绍网络虚拟化的概念、历史和现状，分析 SDN 在网络虚拟化和云计算中的地位和作用。
- 第 6 章详细介绍 30 多个公司的 SDN 战略、产品和方案，包括传统厂商、

新型创业厂商和互联网公司，同时分析一些比较有影响力的 SDN 相关的收购，以进一步了解大公司的 SDN 战略和意图。

- 第 7 章分析了多个真实发生在不同领域的 SDN 应用案例，从中了解客户的真实需求及 SDN 在其中的作用。
- 第 8 章深入分析 SDN 对网络产业格局的影响，以及 SDN 未来发展方向的预测。

这本书能顺利写完，首先要感谢我的家人对我的支持，儿子三天两头地对我说的两句话就是：“爸爸你的书写完了吗？”“爸爸你赶紧写书吧！”其次要感谢我的老板@盛科孙剑勇对我的支持，是他鼓励我写这本书，而且在写完之后帮我评审了一遍并给出了很多很好的建议。还要感谢我的同事@盛科_朱坚和@弓长东亚，我从他们那里学到了很多。同时感谢我的编辑董英（@英子 DD），为我的写作提供了很多分析建议，表现出了优秀的专业精神，使这本书得以顺利出版。最后要感谢 SDNAP 的创办者吴总（@SDNAP），感谢他提供了一个很好的 SDN 网站和 SDN 交流平台（QQ 群：279796875），在跟大家的交流中了解到了很多信息。

由于作者水平有限并且 SDN 本身争议很大，本书难免会有错误和疏漏，肯定也会有读者对其中的观点不赞成，您可以通过新浪微博（@盛科张卫峰）或者 QQ（67278439）跟我进一步交流探讨。

希望这本书能对读者有所帮助，这是我的最大心愿。

张卫峰

2013 年 12 月



目 录

第 1 章 认识 SDN	1
1.1 什么是 SDN	1
1.2 SDN 不是什么	6
1.3 SDN 架构	7
1.4 SDN 发展历史	10
1.5 对 SDN 的误解	16
1.6 不该被遗忘的 SDN 先烈	19
第 2 章 我们为什么需要 SDN	21
2.1 网络业务发展趋势	21
2.2 传统网络碰到了瓶颈	24
2.3 SDN 如何来解决这些问题	25
2.4 SDN 适用的网络	27
2.5 让我们来看两个案例	28
2.5.1 案例一：使用传统交换机的案例	29
2.5.2 案例二：使用 OpenFlow 交换机的案例	31
第 3 章 SDN 相关组织及利益纷争	35
3.1 ONF (Open Networking Foundation)	35
3.1.1 ONF 性质和职责	35
3.1.2 ONF 组织结构	37

3.1.3	ONF Plugfest	38
3.1.4	ONS (Open Networking Summit)	41
3.2	ODL (OpenDayLight)	42
3.2.1	ODL 诞生的原因分析	42
3.2.2	ODL 主要目标介绍和分析	45
3.2.3	ONF 和 ODL 的比较	46
3.2.4	ODL 和 ONF 的利益冲突	47
3.2.5	ODL 内部利益之争及 Big Switch 的退出事件	48
3.2.6	OpenDayLight 系统架构	51
3.3	OCP (Open Computer Project)	53
3.4	NFV (Network Function Virtualization)	55
3.4.1	NFV 性质	55
3.4.2	NFV 主要的工作目标	56
3.4.3	NFV 所带来的好处	58
3.4.4	NFV 跟 SDN 的关系	58
3.4.5	NFV 目前进展	60
3.5	ONRC	61
3.6	IETF	62
3.6.1	Software Driven Network	62
3.6.2	I2RS	63
第 4 章	详解 OpenFlow	65
4.1	OpenFlow 标准分析	67
4.1.1	交换机转发面详解	67
4.1.2	Controller 和交换机之间消息	75
4.1.3	OpenFlow Channel	78
4.1.4	Controller 角色和选举	78
4.1.5	OpenFlow 系统性能指标	79
4.1.6	OpenFlow Controller 和交换机工作流程	80

4.1.7	对 OpenFlow 标准的总结	81
4.2	OF-Config 介绍	81
4.3	Controller (控制器)	84
4.3.1	Controller 架构介绍	84
4.3.2	Onix 分布式 Controller 模型	86
4.3.3	FloodLight	87
4.3.4	Ryu	88
4.3.5	NOX/POX	88
4.3.6	Trema	89
4.4	OpenFlow 所面临的挑战	89
4.4.1	OpenFlow 控制面的挑战	89
4.4.2	OpenFlow 转发面的挑战	91
4.4.3	芯片厂商的犹豫	94
4.5	OpenFlow 转发面的各种尝试和创新	99
4.5.1	NPU 和 FPGA 方案	99
4.5.2	TTP/NDM 方案	101
4.5.3	ONF 心目中的理想方案	104
4.5.4	芯片厂商的折中方案	109
4.6	OpenFlow 非技术面的阻力	111
4.7	Hybrid 交换机	113
第 5 章	网络虚拟化和 SDN	115
5.1	什么是虚拟化	115
5.2	服务器虚拟化	116
5.3	网络虚拟化	118
5.3.1	什么是网络虚拟化	118
5.3.2	网络虚拟化的价值	121
5.3.3	网络虚拟化的战争	122
5.3.4	网络虚拟化中的三种 Tunnel 技术比较	123

5.3.5	网络虚拟化的三种组网方案	126
5.4	云计算跟网络虚拟化的结合	128
5.5	SDN 在网络虚拟化和云计算中的作用	129
第 6 章	各公司的 SDN 战略及解决方案	130
6.1	元老派厂商	130
6.1.1	Arista	130
6.1.2	Brocade	131
6.1.3	Citrix	132
6.1.4	Cisco	133
6.1.5	Dell	134
6.1.6	Ericsson	136
6.1.7	Extreme	136
6.1.8	HP (H3C)	137
6.1.9	HuaWei	138
6.1.10	IBM	140
6.1.11	Juniper	141
6.1.12	NEC	143
6.1.13	Radware	144
6.1.14	RedHat	145
6.1.15	VMware	145
6.2	新生代厂商	146
6.2.1	Big Switch	146
6.2.2	Centec	148
6.2.3	ConteXtream	150
6.2.4	Cumulus	151
6.2.5	Embrane	153
6.2.6	Midokura	154
6.2.7	Nicira	155

6.2.8	NoviFlow	156
6.2.9	Nuage	157
6.2.10	Pica8	158
6.2.11	Plexxi	160
6.2.12	PlumGrid	161
6.2.13	Vello Systems	162
6.3	互联网/云服务公司	164
6.3.1	Google	164
6.3.2	Facebook	164
6.3.3	Amazon	165
6.3.4	MicroSoft	165
6.3.5	百度/阿里/腾讯	166
6.4	跟 SDN 相关的收购	167
6.4.1	Intel 收购 Fulcrum Microsystems	167
6.4.2	VMware 收购 Nicira	168
6.4.3	Oracle 收购 Xsigo System	168
6.4.4	Cisco 收购 vCider	169
6.4.5	Brocade 收购 Vyatta	170
6.4.6	Juniper 收购 Contrail	170
6.4.7	F5 收购 LineRate	171
6.4.8	Cisco 收购 Insieme	172
第 7 章	SDN 真实应用案例分析	173
7.1	用 SDN 改造 Google WAN 网络	173
7.1.1	背景介绍	174
7.1.2	具体实现	176
7.1.3	B4 网络改造项目总结	179
7.2	ADVA 基于 SDN 的虚拟光传输网络	181
7.3	SDN 跟网络虚拟化的完美结合	184

7.4	用 SDN 设备做安全分析和负载均衡	187
7.5	运营商基于 SDN 的 SuperPTN	189
7.6	Hybrid 交换机促进传统网络跟 SDN 的融合	194
7.7	SDN 在无线接入领域的应用	195
第 8 章	SDN 对行业的影响和发展趋势	198
8.1	SDN 对网络产业的影响	198
8.2	产业链利益分析	201
8.2.1	大型设备商	202
8.2.2	中小设备商和创业型设备商	202
8.2.3	软件提供商（包括个人）	203
8.2.4	大中型芯片厂商	203
8.2.5	小芯片商和新兴芯片厂商	203
8.2.6	设备用户	204
8.3	SDN 未来发展方向分析	205
8.3.1	SDN 必将兴起，但不会一统江湖	205
8.3.2	南向接口会开放化，但不会标准化	206
8.3.3	北向接口将百花齐放，特定场景可能标准化	206
8.3.4	OpenFlow 不会消亡，但仅是 SDN 的一部分	207
8.3.5	大型设备商仍会有优势，但是影响力弱化	207
8.3.6	没有一个 Controller 可以一统天下	208
8.3.7	转发面会有 OpenFlow 优化，但是不会有纯 OpenFlow ASIC 芯片	209
8.3.8	白牌设备将大发展	209
8.3.9	厂商锁定问题只会缓解，无法根除	210
8.3.10	开源趋势势不可挡	210
8.4	总结	211
8.5	SDN is dead, Long live SDN!	212
附录 A	跟 SDN 相关的网站	213