

[美] Greg Schulz 著
李洪涛 席峰 顾陈 孙理 译



Cloud and Virtual Data

Storage Networking

云和虚拟数据 存储网络



国防工业出版社
National Defense Industry Press



CRC Press
Taylor & Francis Group

云和虚拟数据 存储网络

Cloud and Virtual Data Storage Networking

[美] Greg Schulz 著

李洪涛 席峰 顾陈 孙理 译

国防工业出版社

·北京·

著作权合同登记 图字：军-2014-044 号

图书在版编目 (CIP) 数据

云和虚拟数据存储网络 / (美) 格雷格·舒尔茨 (Greg Schulz) 著; 李洪涛等译.
—北京: 国防工业出版社, 2017.5

书名原文: Cloud and Virtual Data Storage Networking

ISBN 978-7-118-10833-0

I. ①云… II. ①格… ②李… III. ①计算机网络—信息存贮 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 177112 号

Cloud and Virtual Data Storage Networking, by Greg Schulz.

Authorized translation from English language edition published by CRC.

Press, part of Taylor & Francis Group LLC.

All right Reserved.

本书原版由 Taylor&Francis 出版集团旗下, CRC 出版公司出版, 并经其授权翻译出版。

版权所有, 侵权必究。

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市众誉天成印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 19 1/4 字数 305 千字

2017 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 79.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

译者序

云计算被视为继个人计算机革新、互联网革新之后的第三次 IT 浪潮，是国家战略性新兴产业的重要组成部分。云存储是一个以数据存储和管理为核心的云计算系统，承担着最底层以服务形式收集、存储和处理数据的任务，并在此基础上展开上层的云平台、云服务等业务。云计算和云存储的研究将会给生活、生产以及商业带来根本性的变革，已成为当今社会关注的热点。本书是一部系统介绍云存储和虚拟数据存储的 IT 技术专著，研究内容全面、翔实，注重理论与应用紧密结合，技术手段和实现方式超前。

原作者 Greg Schulz 是公认的 IT 行业专家，具有三十多年丰富的工作经验，致力于数据基础设施研究，对不同区域产业具有敏锐的洞察力，并担任过许多不同职务。Greg Schulz 曾撰写包括 *Resilient Storage Networks - Designing Flexible Scalable Data Infrastructures*、*The Green and Virtual Data Center* 等多部专著，本书是其中的代表作之一。为了推动云计算及云存储在国内的普及，我们组织翻译了本书。本书以一种简明的形式，向读者全面深入地介绍了云、虚拟化以及数据中心等基本概念，信息架构及其所涉及的服务、存储和网络等相关技术。重点探讨了虚拟数据网络架构所涉及的服务评价体系和软硬件实现技术，介绍了一个典型数据存储网络的基本硬件和软件，并分别从数据存储网络的硬件架构、供电系统、操作系统、可靠性、存储系统及数据保护、能耗、成本核算模型等方面详细讲述了如何从设计者和构建者的角度去解构一个数据中心。

全书内容可分为四个部分：第一部分（第 1、2 章）介绍为什么需要云、虚拟化和数据存储网络；第二部分（第 3~6 章）详细介绍数据存储网络所涉及的数据与资源管理任务，并为各种任务定义相应的评价指标以指导网络架构设计；第三部分（第 7~13 章）重点探讨了云和虚拟化技术在数据存储网络应用中所涉及的各种技术；最后，第四部分（第 14、15 章）对前文进行了总结，并展望了云、虚拟化和数据存储网络的未来。

本书第 1~4 章由席峰翻译，第 5~7 章由顾陈翻译，第 8~12 章由李洪涛翻译，第 13~15 章以及附录由孙理翻译。参与翻译工作的还有南京理工大学博士研究生胡恒、王超宇、陈诚、曾文浩、马义耕、袁泽世、赵恒等；硕士研究生胡姗姗、侍宇峰、李康、朱璨、杨宇宸、王骏扬、侯云飞、季文韬、王芳、

金薇等。硕士研究生李隽对本书文字方面做了大量的校对工作。南京理工大学电光学院院长领导以及电子工程系的苏卫民教授、朱晓华教授、顾红教授对本书提出了许多宝贵建议，在此一并表示衷心感谢。

由于译者水平有限，加之技术发展日新月异，对原著的翻译难免有不妥，甚至错误之处，希望可以得到各位专家、同行的批评与指正。

译 者

2016 年 12 月

前言

自从我写了《绿色和虚拟数据中心》（CRC 出版社，2009 年）一书后，我有机会通过个人或者各种虚拟渠道与世界各地众多 IT 专业人士认识并交流。在出版上一本书时，关于本书的一些新的想法也一起产生，我提炼了我的思想，也定义了新的行业发展趋势。其中的一个行业趋势是对各种来源材料的炒作和 FUD（恐惧、不确定和怀疑）。然而在炒作和 FUD 之间也有个距离，也就是本书讨论的主题：不要害怕云和虚拟化，但要三思而后行。也就是说，应该好好做功课、做准备、学习，并参与概念验证和培训来提高能力，在 IT 的道路上不断前进，在提高敏捷性、灵活性、规模和生产力的同时降低成本及复杂性。

另一个显著的趋势则是大量数据被生成、移动、处理以及更长时间存储的现象并没有减少的迹象，甚至在最近的全球金融危机和衰退中也很少有数据或信息放缓的迹象。实际上有相反的迹象：尽管金融机构被破纪录的负面经济影响，它们仍在不断地生成、移动、处理、记录相当一部分需要被保护的数据。唯一改变了的事实是，为了支持和维护业务的增长，需要做得更多而不是更少，或者说对目前拥有的做更多的事情。这意味着利用现有的和新兴的技术与方法来延伸可用资源，包括预算、人力、场地、功耗，以及新的应用程序甚至更多的数据和信息以支持业务增长。

为了在维持业务增长的同时应用新的功能和服务，信息服务供应商需要判断各种可提高效率的选择。变得高效不仅仅意味着成本规避，还包括效率提高以及信息服务交付的简化。这意味着进一步拉伸资源（人力、流程、预算、硬件、软件、能源、设施及服务），同时实现更好的业务灵活性和生产力。本书联系了《绿色和虚拟数据中心》（英特尔推荐开发商阅读）一书的结尾，并考虑 IT 和其他信息服务供应商如何能够在可用资源（人力、流程、产品和服务）的基础上做更多的事情，并减少单位成本，保留或者提高服务质量和客户满意度。

关键词，热点和 FUD 背景知识

有人认为云技术就是零基础的建设，或者至少是建立新的协议、接口、管理标准和参考模型。毫不奇怪，这些人往往是工程师、技术营销者、投资者、企业家，或者最新“闪亮新玩具”迷们。也有人相信云和虚拟化技术以及与

之相关的技术可以用来补充或提高现有环境。

本书着眼于澄清“云混乱”，在为灵敏性、灵活性及易于管理性的整合之外扩大虚拟化的讨论。对于一些人，这意味着私有云或者传统意义上的 IT 方法结合若干新技术；而对另一些人，这意味着公共云以完全的或互补的方式被利用。利用共用云的那部分人将使用还在不断出现，或许还在重建、淘汰并更新的技术，其他人则将这种变化视为创造绿色领域或洁净空间的机会。

谁应该读这本书

本书提供一种从各种 IT 数据技术和资源领域中精简出来的单一资源，主要讨论那些需要支持以达到虚拟化、高效率、高功效、敏捷的信息服务交付环境以及其相互依存关系。你需要或者想要云吗？你需要或者想要一个虚拟环境吗？你觉得有必要有一个融合数据和存储网络吗，或者说需要特殊的商业机会或者挑战吗？什么是运用云或动态基础框架，虚拟化技术的商业案例、需求、挑战、机会？本书着眼于这些以及其他一些问题，提供答案、想法和见解，激发人们关于何时、何地、为什么以及如何利用公共、私有或 IT 基础来部署云、虚拟化及数据存储网络资源的思考。本书对关于云、虚拟化以及动态基础结构的技术、工艺及各种最佳实践与传统环境下的信息服务进行了融合。

可能会从本书中获益的读者包括 IT 采购人员、设备管理人员、服务器管理人员、存储管理员、网络维护员、数据库管理员、应用程序分析员、企业主管与结构人员，以及首席信息官、首席技术官、首席营销官与首席财务官。此外，制造商与解决方案合作伙伴（供应商）、增值经销商、咨询师，销售员、市场营销人员，技术支持与工程专家、公共关系专家，投资界人士以及与之相关媒体专业人士的技术与服务人员也都可以找到自己感兴趣的部分。

本书着眼于通过数据和存储网络的角色变化来支持和保持弹性与灵活性，扩展虚拟和云环境，以及在现存的环境中如何利用这些技术来达到更高的效率，提升服务质量，同时降低单位成本。如果你对这个主题有共鸣或者想要了解更多，那么本书就是你从现实世界角度和眼光来探寻服务器、存储、网络以及其他基础资源管理主题的必读书籍，这些管理主题支持当下和下一代依靠灵活的、可扩展和弹性的数据存储及网络的公共或私有虚拟数据中心。本书可以是云和虚拟化之旅的起点，也是可以在传统环境中运用得很好的资源。它对炒作和 FUD 介绍得很少，相反，它着重于介绍你需要确定的，并可以运用的各种技术和技巧。

本书的结构

本书分为四个部分。第一部分“为什么需要云、虚拟化和数据存储网络”，包括第 1 章和第 2 章，涵盖了信息服务交付和云的背景及基础知识。第二部分“管理数据和资源保护、保存、安全和服务”，包括第 3 章~第 6 章，

并着眼于常见的管理任务以及衡量标准以实现高效和有效的数据基础设施环境。第三部分“技术、工具和解决方法”，包括第7章~第13章，探讨各种技术资源（服务器、存储和网络）和技术。最后，第四部分“将IT全部结合起来”，包括第14章和第15章，汇集了以前的内容，并展望未来的云、虚拟化和数据存储网络。

它将引领我们腾飞，还是旅途的落脚点？

本书的一个重要主题是，IT行业在为了探索更多的可用资源，同时保持或者提升服务质量、功能特色，并降低成本的道路上，已经走了几十年。在这个过程中的挑战包括出发太早，在时机到来时未做好适当的准备工作，或者等得太久又错过了时机。另一方面，太快得发展可能会导致达不到预期愉悦体验的惊喜效果。所以，不要害怕云、动态基础结构、虚拟化，但是要三思而后行。学习云的好处的同时也要学习其注意事项，理解其中的差距，这样才可以更好地利用它们，从长远意义来看知道利用什么才能扩大视野。

当阅读本书时，你会发现现有的和新兴的技术融合在一起；对一些人而言可能是旧的技术，对另一些人而言可能是新的技术。本书的主要思想是云和虚拟环境依赖于物理或基本资源、流程以及以一种更高效、灵活方式进行协作的人员。无论是打算全心全意投入云和虚拟化，还是想维持原商业环境不变，只是拓展一下对于云以及虚拟化的了解程度，本书中提到的技术技巧和最佳实践对任何规模的云、虚拟化、物理数据和存储网络环境来说都是相同的。

对某些环境而言，在这场从大型机—分布式—客户端—网络—被整合—虚拟化以及云计算模式的旅行中，已经有数不清的中间停顿，也有多种多样的举措，包括面向服务的体系结构（SOAs）、信息利用及其他模式等。一些组织已经“马不停蹄”地从一个时代跨越到另一个时代，而另一些则是干干净净（从零开始）的。

对一些人而言，这场旅行是追求云（公共云或私有云），而对于其他人而言，云是一个平台，它是几年或者几十年信息连续旅程的过渡。比如，尽管被宣告死亡，大型机在一些组织中还是非常活跃，拥有支持传统和Linux开放式系统，并提供SOAs和私有云或公共云的能力。其中的关键在于找到新旧的平衡点，而不执着于过去或在还不知道走向哪里的时候急于走向未来。

旅途中的重要组成部分包括测量你的进步，确定你在哪里以及你要何时到达你想去的地方，同时需要确保在合理的预算以及时间范围内可以完成。在过渡时期内保持资源安全、企业数据的连续、灾难恢复及一般性数据保护也很重要。

当出差或者旅游时，可能是步行，也可能乘坐交通工具（自行车、汽车、飞机、火车或者各种组合）。做决定的时候可能是基于性能、速度、容量、舒适度、空间、可靠性、时间合适度、效益、个人喜好及经济状况。通常情况下，决定都是根据经济状况做出的，而不考虑时间、效率或者享受度。而有的时候，从美国西海岸乘飞机到中西部是因为节省时间，尽管这个价格比开车要贵得多。

谈到这里，是时候收起你的物品，请将你的座椅靠背直立，并将小桌板置于锁定位置，固定好安全带，我们就要起飞了。希望你可以通过下列章节享受一次全新的旅程。

格雷格·舒尔茨（Greg Schulz）

目 录

第 1 章 行业发展的趋势和展望：从问题和挑战中探索机遇	1
1.1 入门	1
1.2 数据和存储的重要性	2
1.2.1 信息技术数据存储对商业的影响	2
1.2.2 解决业务和信息技术问题	4
1.2.3 是什么推动了数据增长和信息信任度	4
1.3 业务问题和信息技术挑战	5
1.4 业务和信息技术的机会	6
1.4.1 传统的信息服务交付/型号	6
1.4.2 信息工厂	7
1.5 云、虚拟化和数据存储网络的机会	9
1.5.1 IT 云和虚拟化：不是如果，而是何时、何地、为何以及如 何去做	10
1.5.2 私有云：共存与传统 IT 的竞争	13
1.6 常见云计算、虚拟化和存储网络的问题	14
1.7 云计算、虚拟化和存储网络：整合（至少是现在）	15
1.8 本章总结	16
第 2 章 云计算、虚拟化和数据存储网络基础	18
2.1 入门	18
2.2 服务器和存储 I/O 的基本原理	19
2.2.1 服务器和 I/O 架构	20
2.2.2 存储层次结构	22
2.2.3 从位到字节	23
2.2.4 磁盘存储基础	25
2.2.5 启动器和目标	25
2.2.6 如何将数据写入存储设备以及如何从存储设备中 读取数据	26
2.2.7 存储共享与数据共享	27

2.2.8 不同类型的存储：不是所有的数据存储都是相同的	28
2.3 I/O 连接和网络基础	32
2.4 IT 云	35
2.5 虚拟化：服务器、存储和网络	36
2.6 虚拟化和存储服务	37
2.7 数据和存储访问	37
2.7.1 直接附加存储（DAS）	38
2.7.2 网络存储：网络附加存储（NAS）	39
2.7.3 网络存储：存储区域网络	39
2.7.4 网络存储：公共云与私有云	40
2.8 常见问题	41
2.9 本章总结	41
第3章 基础设施资源管理	42
3.1 云与虚拟环境的管理数据基础设施	42
3.2 基础设施资源管理简介	43
3.3 理解 IT 资源	46
3.4 管理 IT 资源	50
3.5 服务产品、类别和技术对齐方式	50
3.6 获得态势感知力和控制力	55
3.7 从 SRM 到 E2E 的 SRA	57
3.8 搜索和网络发现	57
3.9 性能和容量规划	58
3.10 数据移动和迁移	60
3.11 本章总结	61
第4章 数据和存储网络安全	62
4.1 被保护，不害怕	62
4.2 消除盲点，覆盖范围上的断层和“黑暗领域”	63
4.3 安全威胁风险与挑战	64
4.4 采取行动以保护资源	66
4.4.1 物理安全	67
4.4.2 逻辑安全	68
4.4.3 多租户	68
4.4.4 破译加密	69
4.5 保护网络	70

4.6	保护存储	71
4.6.1	移动存储介质安全	72
4.7	虚拟服务器、物理服务器和台式机	73
4.8	保护云	73
4.9	数字资产和技术的处置	74
4.10	安全检查表	75
4.11	常见的与安全相关的问题	75
4.12	本章总结	76
第5章	数据保护：备份/恢复和业务持续/灾难恢复	77
5.1	前言	77
5.2	数据保护的挑战与机遇	78
5.3	保护、保存和进行信息服务	79
5.3.1	基本信息的可靠性、可用性及可维修性	81
5.3.2	高可用性和业务持续性	82
5.3.3	灾难恢复	83
5.3.4	数据保护与数据保存（备份与存档）	84
5.4	SLO 和 SLA：需要多少可用性和期望多少可用性	85
5.4.1	RTO 和 RPO：平衡数据可用性与时间和预算	85
5.4.2	协调及评估 RTO 及 RPO 需求	86
5.4.3	分层数据保护	87
5.5	常识数据保护	88
5.6	虚拟、物理和云数据保护	89
5.6.1	工具和技术	90
5.6.2	虚拟和物理机械移动	94
5.6.3	启用高可用性	94
5.6.4	快照和连续数据保护	96
5.6.5	备份和恢复	98
5.6.6	数据复制（本地、远程和云）	104
5.6.7	数据保护管理	105
5.7	现代化的数据保护和备份	106
5.7.1	从灾难恢复策略扩大到业务持续性，从成本开销转变为 利润中心	107
5.7.2	使用虚拟化和云来增强数据保护	108
5.8	数据保护清单	110
5.9	高适用性、业务可持续性和灾难恢复常见的相关问题	111

5.10 本章总结	111
第6章 态势感知的指标与测量方法	113
6.1 开始	113
6.2 理解指标与测量	115
6.3 不同读者使用不同指标	116
6.4 关键性能指标	117
6.4.1 均值、速率和比率	118
6.4.2 复合指标	119
6.5 测量 IT 资源和服务交付	120
6.5.1 性能、可用性、容量、能源和经济	121
6.6 去哪里获得指标	127
6.7 记账和退款	128
6.8 基准测试和仿真比较	129
6.9 常见的与指标相关的问题	131
6.10 本章总结	131
第7章 数据足迹减小：能够实现成本效益的	133
数据需求增长	133
7.1 概述	133
7.1.1 是什么推动了数据足迹的扩大	135
7.1.2 改变数据访问和生命周期	136
7.1.3 数据足迹的影响是什么？	136
7.1.4 减小数据足迹带来的业务好处	138
7.2 数据足迹减小的扩张范围和重点	139
7.2.1 减小数据足迹	140
7.2.2 数据或应用程序并非都相同	140
7.3 DFR 技术	141
7.4 指标与测量	142
7.5 寻找 DFR 技术的解决方案	142
7.6 最佳实例	143
7.7 常见的 DFR 问题	144
7.8 章节总结	145
第8章 启用数据足迹减量：存储容量优化	146
8.1 DFR 技术	146
8.2 归档	148

8.2.1	工具和目标	149
8.3	压缩和紧缩	151
8.3.1	压缩的实现	151
8.3.2	实时与动态压缩	151
8.3.3	后处理和递延压缩	153
8.4	整合和存储分层	154
8.5	重复数据删除	154
8.5.1	重复数据删除技术基础	156
8.5.2	重复数据删除如何以及在何处被实现	158
8.5.3	重复数据删除位置（硬件、软件、应用、资源 和目标）	159
8.5.4	全局与本地重复数据删除	161
8.6	DFR 和 RAID 配置	163
8.7	节省空间的快照	164
8.8	自动精简配置	165
8.9	普遍的 DFR 问题	165
8.10	章节总结	166
第 9 章	存储服务和系统	167
9.1	入门	167
9.2	分层存储	168
9.3	存储可靠性、实用性、可维护性	169
9.4	校准存储技术与媒体应用需求	171
9.4.1	硬盘驱动器	172
9.4.2	混合硬盘驱动器	173
9.4.3	可移动硬盘驱动器	174
9.4.4	固态器件	174
9.4.5	磁带	177
9.4.6	不同的存储媒介混合使用效果更好	179
9.5	存储服务和功能	180
9.5.1	冗余组件	180
9.5.2	RAID 和实用性数据	182
9.5.3	提高数据可用性和保护	186
9.5.4	自动存储层和数据移动	187
9.5.5	性能优化	188
9.5.6	统一的，多协议和存储功能	190

9.5.7	智能电源管理,“绿色”存储	191
9.5.8	管理工具	192
9.6	存储系统结构	193
9.6.1	服务器作为存储,存储作为服务器	194
9.6.2	集群和网格存储	195
9.6.3	云存储	197
9.7	存储虚拟化和虚拟存储	198
9.7.1	容量管理与全局命名空间	198
9.7.2	可视化和存储服务	199
9.7.3	存储虚拟化的位置	201
9.8	常见的存储问题	202
9.9	章节总结	203
第 10 章	服务器虚拟化	204
10.1	开始	204
10.2	虚拟服务器	205
10.3	内部虚拟服务器和虚拟机	205
10.4	虚拟桌面基础架构	211
10.5	云和虚拟化服务器	213
10.6	所有的服务器或桌面是否可以进行虚拟化	213
10.7	超越虚拟化整合:实现 IT 灵活性	214
10.8	常见的虚拟化问题	216
10.9	章节总结	217
第 11 章	连接:与服务器和存储设备互联	218
11.1	入门指南	218
11.2	网络挑战	220
11.3	I/O 和网络的位与字节、编解码	221
11.4	I/O 和网络基础	222
11.5	服务器(物理,虚拟和云)主题	223
11.5.1	外围组件互连(PCI)	224
11.5.2	适配器、网卡和 CNA	225
11.6	I/O 与网络设备	227
11.7	融合和统一网络	228
11.7.1	PCI-SIG I/O 虚拟化	229
11.7.2	融合网络	231

11.8	本地网络 (DAS、SAN 和 LAN)	233
11.8.1	网络存储的作用	233
11.8.2	以太网 (802.1)	234
11.8.3	光纤通道 (FC)	235
11.8.4	光纤以太网 (FCoE)	236
11.8.5	InfiniBand (IBA)	238
11.8.6	iSCSI (互联网 SCSI)	239
11.8.7	串行连接 SCSI (SAS)	239
11.8.8	块存储的最佳协议	241
11.9	远程访问 (城域网和广域网)	241
11.9.1	带宽和协议优化	244
11.10	有关云计算、虚拟化和管理的议题	244
11.10.1	访问云存储和服务	246
11.10.2	虚拟 I/O 和 I/O 虚拟化 (IOV)	247
11.10.3	N 端口 ID 虚拟化 (NPIV)	247
11.11	基于可靠性、可用性和可维护性 (RAS) 的配置	248
11.11.1	扁平网络	249
11.11.2	配置和拓扑	250
11.11.3	布线: 工具与管理	251
11.12	普遍的网络问题	252
11.13	章节总结	253
第 12 章	云和解决方案包	254
12.1	引言	254
12.2	澄清有关云的困惑: 云需要做什么	255
12.3	IaaS、PaaS、SaaS 和 AaaS	256
12.4	访问云	258
12.5	公共云服务器	260
12.6	私有云	261
12.7	堆栈和解决方案	262
12.8	POD 和模块化数据中心组件	264
12.9	厂商锁定: 好处、坏处和阴暗之处	264
12.10	评估云服务和解决方案	266
12.11	云常见的问题	267
12.12	本章小结	269

第 13 章 管理和工具	270
13.1 引言	270
13.2 软件和管理工具	271
13.3 管理工具接口	273
13.4 端对端管理	274
13.5 有关许可证的话题	276
13.6 管理工具的角色进化	278
13.7 硬性和软性产品	279
13.8 其他 IT 资源:人,过程和政策	280
13.9 常见的管理相关的问题	281
13.10 本章小结	282
第 14 章 运用所学	283
14.1 引言	283
14.2 别害怕,但请三思而后行	283
14.3 机遇与挑战并存	284
14.4 视野、策略和计划是什么	285
14.5 在评估科技、技术和服务时需要考虑什么	288
14.6 常见的云、虚拟化和数据存储网络的问题	289
14.7 本章小结	290
第 15 章 综述下一步的工作和本书摘要	291
15.1 圆满结束这段行程	291
15.2 到哪里了,将要去哪里:从效率到效果	291
15.3 下一步要做什么	294
15.4 未来、趋势、前景和预测	296
15.5 章节和本书总结	298