

私有云计算

整合、虚拟化和面向服务的基础设施

Private Cloud Computing

Consolidation, Virtualization, and Service-Oriented Infrastructure

(美) Stephen R. Smoot 著
Nam K. Tan

潘怡 译

资深云计算专家撰写，深刻揭示私有云工作原理，系统讲解私有云的设计、架构、部署的方法和技术细节，包含精心设计的经典案例，能为构建私有云平台提供绝佳指导



机械工业出版社
China Machine Press

云计算技术系列丛书

私有云计算

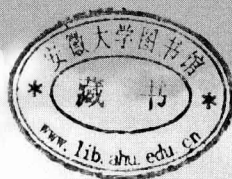
整合、虚拟化和面向服务的基础设施

Private Cloud Computing

Consolidation, Virtualization, and Service-Oriented Infrastructure

(美) Stephen R. Smoot 著
Nam K. Tan

潘怡 译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

私有云计算：整合、虚拟化和面向服务的基础设施 / (美) 斯穆特 (Smoot, S. R.) 等著；潘怡译. —北京：机械工业出版社，2013.1

(云计算技术系列丛书)

书名原文：Private Cloud Computing: Consolidation, Virtualization, and Service-Oriented Infrastructure

ISBN 978-7-111-40481-1

I. 私… II. ① 斯… ② 潘… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 278737 号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号：图字：01-2012-2653

这是一本关于私有云计算的专著，由资深云计算专家撰写，既深刻揭示了私有云的工作原理，又系统讲解了私有云的设计、架构、部署的方法和技术细节，此外还提供了精心设计的经典案例和解决方案，能为构建私有云平台提供绝佳指导。

本书首先从面向服务的基础设施框架方向讨论了未来 IT 的发展趋势，阐述了云计算的概念、特征、分类及功能模块。其次从未来云数据中心的架构和技术着手，着重探讨了如下几方面：私有云解决方案的基石——虚拟化技术，包括服务器、存储以及网络虚拟化；WAN 的优化，借助重复数据删除、压缩、TCP 加速以及应用加速等措施对云平台最脆弱的环节进行有效巩固；实现云数据中心的前提——云存储。然后讨论了诸如数据中心整合等云解决方案的关键技术。最后通过案例分析详细讲解了虚拟接入层设计、ERSPAN 设计、WAN 优化设计、架顶式体系结构设计、基础 vPC 设计、SAN 扩展设计、面向服务的基础设施设计等。

PRIVATE CLOUD COMPUTING : CONSOLIDATION, VIRTUALIZATION, AND SERVICE-ORIENTED INFRASTRUCTURE

Stephen R.Smoot; Nam K.Tan

ISBN: 978-0-12-384919-9

Copyright © 2012 by Elsevier Inc.All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by the Proprietor.

Copyright © 2013 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd.All rights reserved.

Printed in China by China Machine Press under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd.This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan.Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act.Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由机械工业出版社与 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 在中国大陆境内合作出版。本版仅限在中国境内（不包括中国香港特别行政区及中国台湾地区）出版及标价销售。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：秦 健

三河市杨庄长鸣印刷装订厂印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

186mm × 240mm • 22.25 印张

标准书号：ISBN 978-7-111-40481-1

定 价：69.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

客服热线：(010) 88378991 88361066

购书热线：(010) 68326294 88379649 68995259

投稿热线：(010) 88379604

读者信箱：hzsj@hzbook.com

译者序

正如两位作者 Stephen R. Smoot 和 Nam K. Tan 在前言中提出：“5 分钟的 Web 服务仅收费 5 美元”这句话颇具诱惑力，云计算开创了软件即服务、平台即服务、基础设施即服务等全新 IT 服务模式，为企业带来了工作方式和商业模式的根本性改变。尽管云计算也曾因市场炒作而备受误解，但不可否认的是，自诞生之日起，它就在 IT 界兴起了一股势头强劲且愈演愈烈的云旋风。

本书从未来云数据中心的架构及技术着手，探讨了如下几方面内容：虚拟化，包括服务器、存储以及网络虚拟化，它们是私有云解决方案的基石；WAN 优化，借助重复数据删除、压缩、TCP 加速及应用加速等措施，对云平台最脆弱的环节进行了有效巩固；云存储，它是实现云数据中心的前提；以及其他诸如数据中心整合等云解决方案的关键技术。

Stephen R. Smoot 和 Nam K. Tan 均为多年来工作在企业网络平台架构及实施领域的专家，在本书的翻译过程中，他们深厚的理论基础和丰富的实践经验给我留下了深刻印象。在本书中，两位作者向读者清晰阐述了云计算基础设施架构的理论知识，并对每章难以理解的部分重点标注，更令人兴奋的是，他们将自己数十年来所积累的宝贵的实际经验，通过大量且详尽的案例分析和包括配置过程的样例说明，向读者一一进行了展示，哪怕是菜鸟级的新人，也能够快速理解并掌握企业构建面向服务的基础设施所必需的各项技术，具备设计及部署私有云解决方案的基础能力。

本书适合网络工程师、云计算方案架构师、互联网专业人士、IT 经理、CIO、服务提供商，以及任何希望了解掌握私有云构建与管理最新解决方案的朋友们。

感谢机械工业出版社引进了这本优秀的图书。感谢策划编辑吴怡老师，没有她的信

任与鼓励，仅凭我一己之力，难以完成这样艰巨的翻译工作。感谢编辑秦健，他的仔细审查和及时沟通，是本书翻译能够顺利完成的保证。感谢我的朋友张波，是他的推荐才让我有幸与本书结缘。

感谢我的家人，他们的爱，让我所有的努力充满了意义。

最后，鉴于译者本人的知识局限，译稿中一定存在错误和遗漏之处，谨向原书作者表示歉意，并敬请广大读者批评指正。

潘 怡

前言

建筑空中城堡没有原则可循。

——G. K. 切斯特顿 (Chesterton)

“5 分钟的 Web 服务仅收费 5 美元”是云计算最诱人之处吗？

IT 企业的领导者很快就发现，服务平台领域最新的游戏规则是使用云，有了云，你不但可以像个外行一样毫无顾虑地削减 IT 成本，还可以提高企业创新速度。企业的架构师也正是被这其中利益所驱动转而思考该如何为企业搭建一个私有云平台。

我们正处在这样一个时代的开端，网络设计师通过整合物理及虚拟设备来创造下一代云服务。网络虚拟化是这一解决方案的基石，通过虚拟网络技术，我们可以将千差万别的网络整合成一个虚拟整体，形成构建所有面向服务架构的基础设施。而利用虚拟服务器，企业可以按客户需求弹性调度 IT 资源（也即私有云服务）而无须额外增加新的设备或设施。从商业角度看，云不仅节约了企业运营成本，同时也提高了企业快速应对各种商务需求变化的敏捷性，从而更灵活地协调成本控制和业务发展行为间的矛盾。

目前虚拟技术关注的焦点在数据中心，因为它们占用了绝大多数服务器的资源。为了充分实现云的美好愿景，架构师必须放眼区域内及下属分支机构以找到更多可被合法利用的服务资源，并确保服务性能令企业满意。在构建云平台时，WAN（广域网）可能是其中最脆弱的一环，它固有的缺陷，例如用户失去服务连接、传输延时、丢包、网络拥堵或带宽限制等，都将对云的性能产生挑战。在大公司云计算的部署方案中，用户的

计算和存储单元距离遥远，由此而产生的传输延时和带宽不足都会对系统性能及效率产生影响。WAN 优化可以解决该问题，优化后的网络能够消除性能瓶颈，使得网络效率和局域网相差无几。

WAN 优化方面的技术文献非常多，《Next-generation data centers, and virtualization》（未来数据中心及虚拟化）这本书最先从云计算发展趋势角度出发，将三者结合在一起进行讨论。作者沿着建设基于面向服务基础设施 SOI 云计算平台的思路，探讨了如何利用数据中心融合技术、网络优化技术以及包括服务器虚拟、存储虚拟和网络虚拟等各类虚拟化技术来得到优化效率的新结构。数据中心融合的另一关键因素是冗余，为了确保商业可靠性目标而必需的冗余，本书讨论了通过数据复制进行灾难恢复所面临的挑战以及相应解决方案。

云计算安全对任何企业都非同小可，我们将研究在云框架下如何保证数据安全，同时以 Cisco Unified Computing System（Cisco 统一计算系统）为例探讨具体方案。总而言之，本书将结合案例分析和样例来说明企业如何构建面向服务的基础设施。

谁应读本书

人生目的地绝非一个地点，而是一种看事物的新方式。

——亨利·米勒（Henry Miller）

本书适合网络工程师、方案架构师、互联网专业人士、IT 经理、CIO、服务提供商，以及任何希望了解掌握私有云构建与管理最新解决方案的朋友们。本书将会指导读者如何将数据中心和遥远的分支机构办公室整合在一起，要阅读本书，读者需要了解基本的 TCP/IP 网络协议知识，我们将由易到难安排学习内容，并对每章难以理解的部分重点标注，同时会提供案例分析以及配置样例以帮助读者更好地理解 and 掌握。如果读者希望了解私有云的工作原理，本书将是你的正确选择。

谁不应读此书

博克农（Bokonon）告诉我们，“要警惕一种人：他们努力学习一样东西，学到手后，

却发现自己并没有变得比以前更聪明。这种人对那些天生的蠢人充满了诛之而后快的憎恶。”

——库尔特·冯内古特（Kurt Vonnegut）

本书适合想深入探索私有云构建理论的读者，而非那些只想掌握 EC2 使用方法的人们。要提醒大家，我们将大量时间专注于这一行业技术和商业带头人——Cisco 公司的路由和交换技术、VMware 公司的虚拟化技术，以及 Riverbed 公司的 WAN 优化技术，尽管其他公司也有类似产品，但因篇幅有限而无法详细讨论，只能一笔带过。最后想说，云平台自动化构建也是必学之课，但不在本书讨论范围之内。

致谢

曾经很多次，我们对“给那些开始接触云的人一些建议会是个好主意吗”犹豫，纠结了足够久后，我们终于觉得应该这样做。在本书编写过程中，很多人给予我们帮助，我们希望能向他们一一表示谢意。本书中所介绍的某些内容可能跟不上厂家技术更新的步伐，因此本书中任何错误或纰漏都是作者自己的原因。

首先要感谢 Mark Day 博士、Alan Saldich 和 Steve McCanne 博士，他们为本书第 1~4 章的某些观点提供了很好的论述材料，他们的观点和启示对我们试图阐述的一些问题具有强大的说服力。编辑 Karyn Goldstein 不知疲倦地帮助我们组织语言、润色稿件，她的努力给本书增色不少。

还要感谢我们的同事和朋友，他们从技术等各方面对本书提出了宝贵的修改意见。谢谢 Larry Rowe、Lance Berc 和 Kand Ly 博士，是他们提议我们开始这一写作，Ricky Lin、Joshua Tseng 和 Nick Amato 反复阅读本书并提出了修改意见，最后要感谢 Michel Demmer、Bill Quigley、Bruno Raimondo、Chiping Hwang、Paul Griffiths、Tandra De、Kand Ly 和 Phil Rzewski 全面把关本书涉及的技术。特别感谢 Emilio Casco 帮助我们完成了第 4 章中的插图，感谢 Claire Mosher 的编辑和指导。感谢所有曾经给予我们指导和支持的人们，是他们帮助我们完成了这一工作。

目 录

译者序 前言

第 1 章 未来 IT 发展趋势	1
1.1 面向服务的基础设施框架 层次展现	2
1.2 功能模块：云模块	3
1.2.1 服务器模块	4
1.2.2 存储模块	5
1.2.3 光纤模块	5
1.2.4 WAN 模块	6
1.2.5 I 型终端用户（分支 机构）	6
1.2.6 II 型终端用户（移动 客户端）	7
1.3 云计算的特征	8
1.4 云计算分类	8
1.4.1 部署模式	8
1.4.2 服务模型	9
1.4.3 尝试所有组合	10
1.5 小结	10
第 2 章 未来数据中心的架构及技术	11
2.1 数据中心整合及虚拟化的 主要方法	13
2.2 服务器整合驱动	13
2.2.1 经典服务器散乱综合症	14
2.2.2 应用烟囱和数据孤立	14
2.3 服务器虚拟化	14
2.3.1 虚拟机和监视器	15
2.3.2 VMware 网络定时器	16
2.3.3 Cisco Nexus 1000V 交换机	19
2.3.4 ESX 服务器存储网络 概略	27
2.4 存储虚拟化	32
2.4.1 块汇聚	32
2.4.2 同步及异步存储虚拟化	33
2.5 Layer-2 演化	36
2.5.1 虚拟端口通道：STP 的 改造者	38
2.5.2 vPC 设计概要	40
2.5.3 vPC 和 Nexus 1000V	43
2.6 统一数据中心光纤	46
2.6.1 10 千兆以太网	47
2.6.2 以太网重装上阵	47
2.6.3 FCoE 解决方案	52
2.6.4 FCoE 数据平面	52
2.6.5 FCoE 控制平面	56

2.6.6 FCoE 与 I/O 整合	59	4.4 虚拟远程办公方案	110
2.7 小结	64	4.5 小结	112
第 3 章 下一代 WAN 及服务集成	65	第 5 章 会话拦截设计及部署	113
3.1 数据中心的服务集成	65	5.1 拦截机制选择	113
3.1.1 防火墙虚拟化	66	5.1.1 选址决议	113
3.1.2 服务器负载均衡及 虚拟化	68	5.1.2 操作影响	113
3.2 基础设施分段	71	5.1.3 可控性	114
3.3 未来的企业 WAN	75	5.2 深入探索 WCCP	114
3.3.1 MPLS VPN 序曲	76	5.2.1 WCCP 定义	114
3.3.2 服务提供商的 MPLS VPN 服务	78	5.2.2 WCCP 控制平面消息	115
3.3.3 L2 层上的 MPLS	79	5.2.3 WCCP 服务组	119
3.3.4 DMVPN 概述	80	5.2.4 WCCP 拦截操作	120
3.3.5 DMVPN per VRF	83	5.2.5 WCCP 重定向机制	120
3.3.6 DMVPN 之上的 MPLS VPN (仅用于集中星型网络)	84	5.2.6 WCCP 分配算法	122
3.4 小结	86	5.2.7 WCCP 返回方法	125
第 4 章 分支整合及 WAN 优化	88	5.2.8 WAN 优化器的 egress 方法	125
4.1 何为 WAN 性能挑战	88	5.2.9 WCCP 服务平台选择	126
4.1.1 头号挑战: 有限带宽	89	5.2.10 WCCP 方案样例	129
4.1.2 问题 2: WAN 连接中的 巨大延迟	89	5.2.11 WCCP 配置样例	135
4.1.3 WAN 优化解决方案	92	5.3 In-path 部署简介	142
4.2 WAN 优化的好处	92	5.4 PBR 部署概述	143
4.2.1 借助压缩和重复数据 删除节约带宽	92	5.5 小结	146
4.2.2 应用层加速	95	第 6 章 私有云上的 WAN 优化	147
4.2.3 TCP 加速	100	6.1 云对 WAN 优化的要求	147
4.3 WAN 优化实施的要求	102	6.2 VM 层拦截	148
4.3.1 流量拦截	103	6.3 使用 VRF 感知的 WCCP 实现 云拦截	149
4.3.2 确定优化的合作者	104	6.4 使用非 VRF 感知 WCCP 实现 云拦截	155
4.3.3 优化好的数据流像 什么	105	6.4.1 VRF 选择	155
4.3.4 监测和优先级别的传输 优化实现	109	6.4.2 WCCPv2 双向连接的 挑战	156
		6.4.3 Not-So-VRF 方案	157
		6.4.4 Not-So-VRF 说明	158
		6.5 在服务汇聚层实施拦截	167

6.5.1 对服务器机箱的要求	168	8.1.3 虚拟 VMZ	244
6.5.2 Admin 上下文	168	8.2 统一计算系统	244
6.5.3 User 上下文访问管理	174	8.2.1 UCS 使能技术	245
6.5.4 ACESM 拦截: 桥接模式	176	8.2.2 UCS 组件	247
6.5.5 ACESM 拦截: 路由模式	184	8.3 云管理	251
6.5.6 WAN 优化器集群冗余	188	8.3.1 分级管理	251
6.6 小结	191	8.3.2 基于策略的管理	252
第 7 章 SAN 扩展及 IP 存储	192	8.3.3 管理调整	253
7.1 SAN 扩展概述	193	8.3.4 自动化	253
7.1.1 数据恢复机制	194	8.3.5 用户自助服务	254
7.1.2 关键的设计原则	194	8.3.6 XML-ization	254
7.2 光纤网络方案	200	8.4 云 IaaS: 巨幅画卷	255
7.2.1 暗光纤	201	8.4.1 应用软件子模块	257
7.2.2 DWDM	202	8.4.2 虚拟机器子模块	257
7.2.3 CWDM	205	8.4.3 虚拟接入层子模块	257
7.3 SONET/SDH 服务	207	8.4.4 计算子模块	257
7.4 FCIP	209	8.4.5 存储阵列子模块	258
7.4.1 FCIP 入门	209	8.4.6 SAN 子模块	258
7.4.2 FCIP 拓扑	212	8.4.7 SAN 扩展子模块	258
7.4.3 FCIP HA	213	8.4.8 接入层子模块	259
7.4.4 FCIP 性能调整	215	8.4.9 汇聚层子模块	259
7.4.5 FCIP 安全	222	8.4.10 核心层子模块	259
7.5 iSCSI	223	8.4.11 对等子模块	259
7.5.1 iSCSI 协议概述	223	8.4.12 未来的 WAN 子模块	260
7.5.2 iSCSI 部署	229	8.4.13 WAN 优化	260
7.5.3 iSCSI HA	231	8.4.14 云基础设施管理	
7.5.4 iSCSI 安全	231	平台	260
7.6 所有方法汇总	233	8.4.15 终端用户负载及	
7.7 小结	234	应用	261
第 8 章 云基础设施即服务	235	8.4.16 云 IaaS 覆盖	261
8.1 云安全	235	8.5 小结	262
8.1.1 虚拟交换机安全	237	第 9 章 案例分析	263
8.1.2 端点安全	243	9.1 虚拟接入层设计学习	263
		9.1.1 Nexus 1000V 组件	263
		9.1.2 设计样例	264
		9.2 ERSPAN 案例学习	269

9.2.1	ERSPAN 源接口	270
9.2.2	ERSPAN 设计样例	270
9.2.3	ERSPAN 基本配置	271
9.2.4	部署指南及限制	272
9.3	WAN 优化案例学习	272
9.4	统一光纤案例学习	273
9.5	架顶式体系结构案例学习	281
9.5.1	使用 Nexus 5000 和 2000 进行 ToR 设计	281
9.5.2	ToR 设计样例：附加 1GE 服务器	282
9.5.3	FEX 基本配置	284
9.6	基础 vPC 设计学习	290
9.7	SAN 扩展设计案例学习	299

9.8	面向服务的基础设施设计 学习	312
9.8.1	虚拟接入层高级设计	312
9.8.2	计算子模块高级设计	314
9.8.3	存储子模块高级设计	317
9.8.4	光纤模块高级设计	317
9.8.5	服务汇聚层高级设计	322
9.8.6	WAN 模块高级设计	324
9.8.7	设计评价	326
9.9	小结	327

附录	术语及缩略语	328
----	--------------	-----

参考文献	337
------------	-----

第 1 章 未来 IT 发展趋势

建筑是通向真理的桥梁。

——路易斯·卡恩

简介

本书探讨了未来 IT 基础设施的建设。要弄明白这一问题，首先要了解当前 IT 基础设施的架构方式，不过，该怎样做才能达成目的呢？回顾历史，追溯计算的本源，有助于我们找到正确的答案。

计算技术发展早期，用户、计算机和应用程序之间的结合非常紧密，虽然用户和硬件设备不一定在一个房间内，但往往都在同一栋大楼里，每个应用程序具体在哪台机器上运行也是非常明确的。通常，人们会将“早期年代”的定义与 ENIAC、IBM.360 或 Apple II 这类大型机系统正当其道的时代等同起来。

自那时起，企业和 IT 组织就不断地运用网络技术来支持各种形式的分离。网络存储便是其中之一，借助网络存储技术能够实现计算机和支持应用的存储彼此分离，提高了操作效率及操作灵活性。另一种技术名为局域网技术，它支持用户能够连接到一定范围内（如校园）的计算资源。而最后还有一种 WAN（广域网）技术，支持用户和计算资源间的距离能够延长至好几百英里，甚至相隔半个地球也没问题。在实际工作中，人们更习惯使用它们的缩写：SAN（Storage Networking，网络存储）、LAN（Local Area Network，局域网）以及 WAN（Wide Area Network，广域网）。Internet 是大家最熟悉的 WAN 例子，尽管与某些 WAN 群组或骨干传输网这些人们所熟知的 WAN 分支相比，Internet 由于个性十足会让人觉得它更像是另外一种新技术。

有必要再更详细了解一点这些不同分离的意义。毫无疑问，网络的价值在于能够将原本不可能实现的通信变为现实，例如，用户身处 A 地，设备却在 B 地，无论是将用户运送到 B 地，还是将设备运到 A 地，都不如采用网络更实际。但显然，远距离传输并非网络存储的目标，因为一般情况使用网络存储的对象通常位于同一个数据中心范围内，如何将服务器/存储系统进行分割并重新部署成服务器汇聚及存储汇聚，然后实现彼此连接才是网络存储所考虑的问题。

通过分割和整合将有可能提高工作效率，下面通过一个例子来对该问题进行说明。假设，一个企业拥有 5 台服务器，而每台服务器都只使用了 20% 的存储资源，根据经验，买小硬盘显然是不划算的，比较经济的做法是只买 2~3 个磁盘让 5 台服务器共享，而不是买 5 个硬盘。实际上还可以将这些硬盘组织成一个独立磁盘冗余阵列（Redundant Array of Independent Disk, RAID）^[1]，这样共享磁盘就能够在不影响数据可获得性前提下处理好单

个磁盘故障，从而保证了 5 台服务器都不会因某个磁盘发生故障而停止工作，那种为每台服务器单独配置一个磁盘的方案是无法获得这样的可靠性的。尽管实现细节千差万别，但当已连接好的设备需要并能够被分割再整合时，往往会采用这类工作模式，在降低成本的同时也提高了性能。

尽管这几类网络技术（SAN、LAN、WAN）彼此之间或多或少都是独立发展及演变，但任何一种网络大致相同，都是将二进制数据从起点传送到终点，所以将来如果有一天它们在中发展相互借鉴或有些重叠甚至融合并不会让人感到奇怪。现在，LAN 和 SAN 之间的界限已经因为厂商们提出的“融合”或者是“统一”数据中心网络的概念变得模糊。受“WAN 优化”或“虚拟私有 LAN 服务”这类技术的鼓舞，人们也正在重新审视 LAN 和 WAN 之间的差异。

独立于网络技术的演化发展，IT 企业已经越来越多地使用虚拟化技术来建立另一类分散。虚拟化能够让用户产生一种错觉，即当前程序看起来占用了整个企业的硬件平台，而实际上却由多个程序共享企业的物理硬件资源。虚拟化支持将逻辑服务器（负责程序执行）与物理服务器（计算机硬件）完全分离，借助虚拟化可以使多个逻辑服务器——原本操作系统可能根本无法兼容——共享同一物理服务器，甚至当它们的负载发生变化时还可以彼此相互转移任务，由此显著提高 IT 组织的灵活性。

一部分是受 Internet 技术兴起的影响，一部分是虚拟化技术发展的结果，还有第三种技术与我们的分析相关。云计算通过 IP 协议提供对计算和存储资源的访问，使得计算和存储资源不仅与云终端用户同时也与企业数据中心实现了分离。

云应该能够提供弹性并自动的服务，即无需人工介入就能自动实时地增加服务实例，自然也支持服务计费和服务退出自动化，否则这些环节就会成为云服务的业务瓶颈。为了实现自动服务、计费及服务退出自动化，基础设施必须具备最大限度的敏捷性和灵活性。

如果我们希望构建一个云服务——无论是公有云还是私有云，也无论它是面向应用还是面向基础设施——我们都必须尽可能地结合目前最好的技术理念，诸如扩展、关注点分离、整合共享功能等，本书针对这些技术展开探讨，并研究如何将它们组织在一起搭建可行的工作云。

本书接下来的内容分成两种组织形式，一种是从层次化角度出发，而另外一种则可以采用模块化方法组织，分别如下两小节所示。

1.1 面向服务的基础设施框架层次展现

构建未来基础设施涉及了太多方面的难题，按层次结构来划分将更有益于对这些解决方案的理解。系统顶层向终端用户提供了各种各样令人惊叹的、强大的、难以置信的、灵活的服务，底层则由各式各样现成的硬件构成的集合，包括服务器、存储设备、网络路由和交换机及远距离电信服务。中间层对底层相对原始的设备进行组合，以构建一组新的更高级的设备。

这种独特的层次模型就是如图 1-1 所示的面向服务的基础设施 SOI (Service-Oriented Infrastructure, SOI), 紧挨着物理硬件之上的这一层主要负责虚拟化——因使用特定型号的计算机、特殊尺寸的磁盘以及其他类似特殊硬件设备而产生的局限性在这一层将尽可能地减少或消除。其上一层主要关注管理和服务开通——连接下层优化好的虚拟资源以及上层用户需求。在管理及维护层之上一层负责输出, 通过各类网络接口将这些自动功能优化组合, 使得无论是更高一级的云软件及服务 (Software as a Service, SaaS), 还是更低一级的云基础设施 (Infrastructure as a Service, IaaS) 都能同等地使用这些资源。

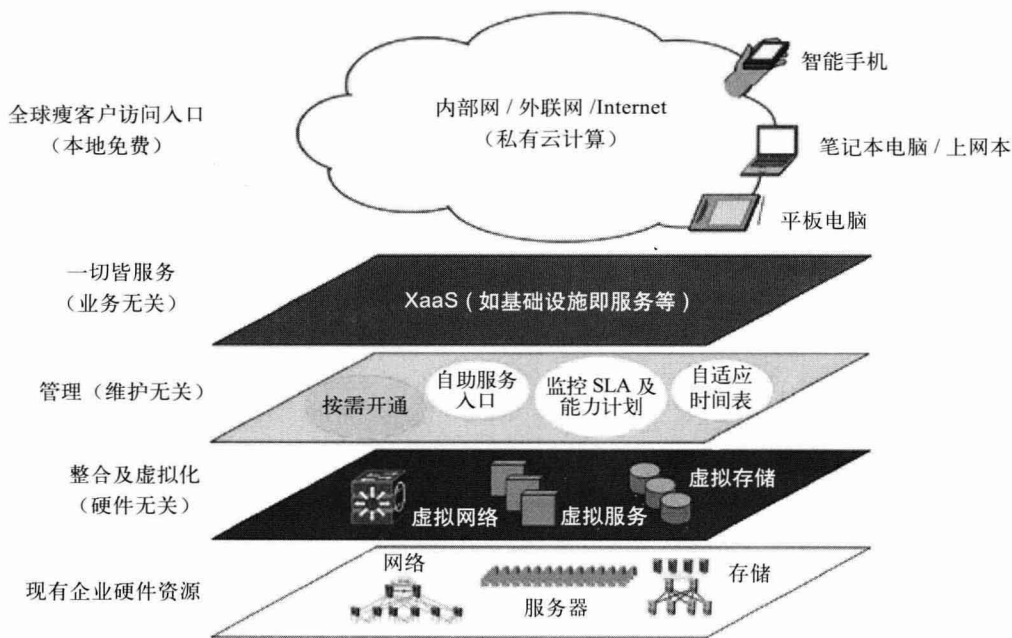


图 1-1 SOI 框架

在后面讨论不同的选择以及对方案的权衡折衷时, 将更详细地解释这些层的概念。

1.2 功能模块：云模块

虽然整本书都在讨论 SOI 框架, 但我们并没按这个模式安排章节内容。假使我们以类似传统计算机那样的模块化形式来对比分析云计算的结构, 那么我们所熟悉的 CPU、RAM、总线、磁盘等功能模块在云计算中将转换成如图 1-2 所示的几个部分:

- 服务器模块
- 存储模块
- 光纤模块

- WAN 模块
- I 型终端用户（分支机构）
- II 型终端用户（移动客户端）

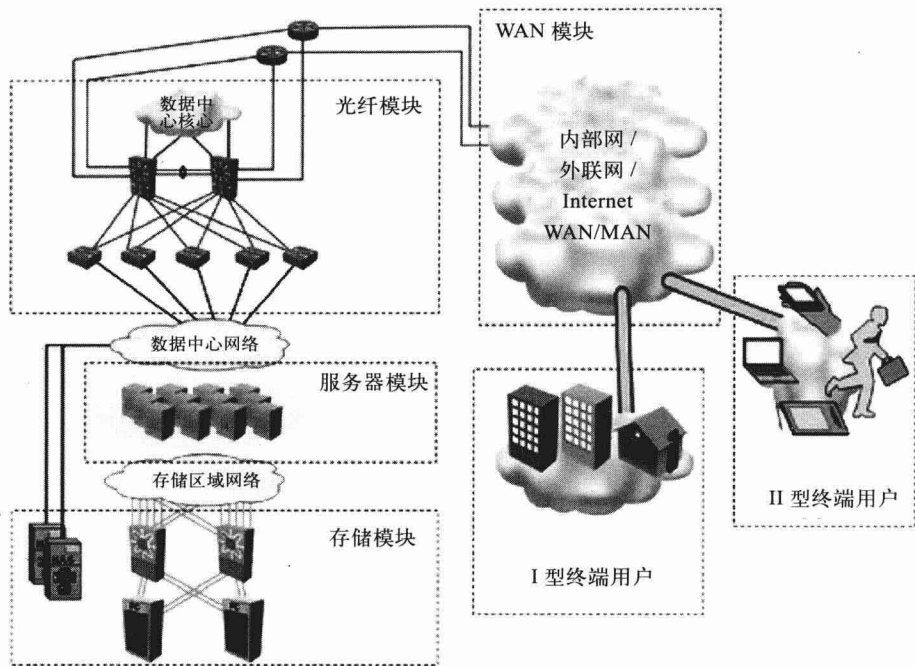


图 1-2 云计算机构件

1.2.1 服务器模块

服务器模块就好比云计算中的 CPU，物理的服务器或服务器组组成了云计算的核心处理器，就像一块“三明治”，被“夹在”数据中心网络和存储网络中间。

如前所述，服务器虚拟化支持多台逻辑服务器或虚拟机器（Virtual Machine, VM）运行在同一台物理服务器上。每个虚拟机都像一台独立的服务器，但是不同虚拟机在监控设备管理下，可以共享彼此的硬件资源（例如处理器、磁盘、网卡以及内存），通常我们把管理这些虚拟机的监控设备（Virtual Machine Monitor, VMM）称为虚拟机管理器。虚拟机管理器将来自用户操作系统的访问发送至虚拟机上，并且负责监控这些任务的执行情况，这样不同的操作系统包括统一操作系统的不同实例，也能共享物理服务器的硬件资源。一个简单的虚拟机结构如图 1-3 所示。

服务器虚拟化实现了数据中心物理服务单元的压缩和整合，同时也提高了这些服务器的平均使用效率。如果希望了解更多有关服务器整合和虚拟化细节，请参考第 2 章相关内容。

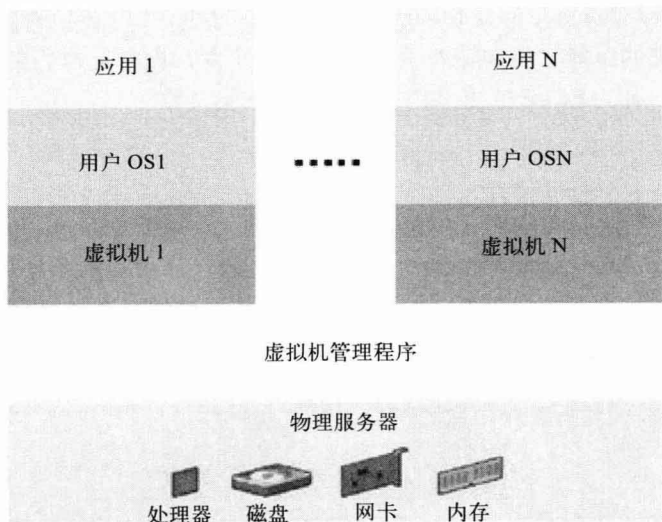


图 1-3 简化的虚拟机架构

1.2.2 存储模块

存储模块负责为云计算提供数据存储功能。它由 SAN 及存储子系统构成，包括 JBOD 磁盘簇、磁盘阵列以及 RAID 等。更多基于 SAN 的虚拟化技术，请参见本书第 2 章相关内容。

SAN 扩展

如图 1-2 所示，当系统中包括 1 个或 1 个以上的存储单元时，需要考虑借助 SAN 扩展技术以穿过 WAN 上的“云”，实现远程数据复制、备份及镜像等需求。SAN 扩展方案包括密集波分复用网络（Wave-Division Multiplexing, WDM）、时分复用网络（Time-Division Multiplexing, TDM）以及基于 IP 的光纤通道（Fibre Channel over IP, FCIP）。更多关于 SAN 扩展方案的资料请参见本书第 7 章。

1.2.3 光纤模块

光纤模块好比云计算的总线系统，负责在不同的云计算模块间数据的传输。如图 1-2 所示，服务器群就像一块三明治，被夹在数据中心网络（通常以太网）和 SAN 中间，SAN 实际上是一种光纤通道（Fibre Channel, FC）。SAN 也是一种孤立的光纤拓扑，常称为 SAN 孤岛，因为光纤通道所使用的协议栈与 TCP/IP 所使用的协议栈完全不同。

研究光纤模块的主要动机源自希望能够将这种孤立的光纤拓扑（Isolated Fabric Topology, IFT）转换成统一的光纤拓扑（Unified Fabric Topology, UFT）。那么该如何实现这种统一性呢？简单说就是扩展，或者具体来说就是将光纤通道封装在以太网之上，得到光