

云计算： 规划、实施、运维

谢朝阳 著



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：规划、实施、运维

谢朝阳 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

云计算正从概念走向现实。

云计算导致了 IT 环境的范式变化,影响并挑战 IT 行业的多个领域和环节。本书通过作者在国内外的工程实践,针对云计算的提供者和消费者共同关心的成本减低、弹性扩展、安全可靠、快速部署等问题,从基础设施、中间件以及混合 IT 的运维管理对云计算进行了系统的阐述。本书描述了云计算规划、实施、运维三部曲,包括整体规划、技术路线及运维策略,使得云计算的概念能成功实施落地。

本书读者对象为希望了解云计算从概念到运用的发展历程,想进一步了解云计算的规划、实施与运维落地的 IT 相关政策制定者或从业者,包括:政府、企业主管 IT 负责人,IT 运维人员,高校和院所教师、学生。

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

云计算:规划、实施、运维 / 谢朝阳著. —北京:电子工业出版社, 2015.11

ISBN 978-7-121-27576-0

I. ①云… II. ①谢… III. ①计算机网络—研究 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 271344 号

策划编辑:刘宪兰

责任编辑:冉 哲

印 刷:北京京师印务有限公司

装 订:北京京师印务有限公司

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:787×1092 1/16 印张:26.75 字数:684.8 千字

版 次:2015 年 11 月第 1 版

印 次:2015 年 11 月第 1 次印刷

定 价:81.00 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 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。



序言 1

新一代信息技术尤其是云计算，将使信息领域软/硬件和服务形态发生重大变革，这为我国推进可靠、低成本信息化建设提供了机遇——同发达国家相比，我国信息化起步较迟，然而历史包袱轻，过渡到云计算的代价低，因而具有后发优势。

这本《云计算：规划、实施、运维》，对于由传统 IT 过渡到云计算，正确认识云计算，使之实施落地并带来重大经济效益具有指导意义。本书区别于许多云计算书刊的最大特色是一个字：“实”。作者在国内外多年从事云计算工程实践，对云计算具有独到的心得和丰富的经验。本书针对云计算共同关心的成本减低、弹性扩展、快速部署等问题，从基础设施、中间件以及混合 IT 的运维管理等方面进行了系统的阐述，紧紧围绕着业务发展和 IT 需求，将云计算形象地描绘成拼图，提出了规划、实施、运维三部曲的系统技术路线，做到了深入浅出，通俗易懂，既具有理论高度，又贴近实战需求。这在今天，人们渴望将云计算的概念实施落地时，显得格外重要。

云计算是以提高企业的经济效益为前提和宗旨的。书中的 4R×3R 观点强调，云计算的兴起、国际政治经济格局、商业环境、企业架构这 4 个范式变化要求各参与者从多个角度重新审视自己已有的业务，改进（Reshape）自身的战略，以及执行战术（Realize），从而以新的姿态（Reimage）、全新的整体解决方案拉近同客户的距离（Renew），理解并能帮助客户重新设计新业务（Reengineering），以新的技术手段（Retooling），有机地将技术与业务相结合（Realigning）。企业采取上述 4R×3R 观点，有助于应对新的 IT 变革，引领云计算的潮流。

书中将对云计算关心的人群分为两类：提供者和消费者。首先要明确自身在云计算产业链中的位置，找准定位，然后在项目管理中各种制约条件下制定战略规划；确定技术路线、合理选择相应的技术拼图；按照云计算大规模、自动化的特点进行部署；配以相应的手段、流程、能力进行项目交付后的运维、优化、扩容、升级，以保证业务的连续性。

发展云计算不可能不用开源软件，为此，需要对开源软件有正确的认识和对策。开源不等于免费，开源软件必须遵循其相应的许可证（如 GPL）。如果能正确运用开源软件，的确能使产品的开发事半功倍且自主可控。因此，公司无论规模大小，都需要有一个好的开源路线策略，需要与开源社区不断地进行交互，积极参与，做出贡献，形成良性循

环；否则，一旦跟不上开源的潮流，失去了开源社区的支持，就可能使自己陷于困境。

在明天的云的讨论中，书中总结到，云计算的弹性、自服务、Web Service 标准接口、按需付费等诸多好处，最终体现在应用上。云应用的架构应该充分利用并行与分布式计算的算法、构架和系统部署。云计算底层基础设施的部署、管理、与运维相关的技术趋于成熟，不会有太多的差异化。说到底，明天的云一定是赢在应用上。

本书附录也提供了极其丰富的内容，特别是附录 A，以假设的通信运营商 Acme Telecom 借助云计算的热潮进入云服务业务为例，将规划、实施、运维三篇融为一体，作为实例篇，以务实的方式将 Cloud Ace 展现给读者，是大企业进军云计算领域的很好的案例。

作者作为早期在 x86 架构上推出云计算服务的主要参与者，在美国从事 IT 行业期间经历和参与了几次 IT 行业重要的发展和变迁，其中包括开放系统、因特网和云计算。经中组部“千人计划”引进回国后，作者通过各种途径，包括撰写本书在内，毫无保留地将其在云计算方面的造诣和经验介绍给广大读者和有关方面，为推进我国云计算的发展做出了很多贡献。在此，我谨将本书推荐给政府负责官员，企业 IT 主管，相关高校和研究院/所的教师、学生，以及 IT 产业的从业人员。



中国工程院院士



序言 2

云计算在中国成为一个 IT 界的热门话题已经有好几年了，业界也出版了不少著作，然而多数主要讲述概念、理论、体系架构和一般性应用，这在一项新技术的启动和知识普及阶段是十分必要的。随着云计算进入实质性开发、部署和应用阶段，业界急需一本理论能够密切联系实际、接地气的著作，本书的出版可以说非常及时地适应了这一发展阶段的要求。

本书不仅仅只是阐述概念，而是要能够针对不同行业的共性诉求，从实用的角度出发，针对云计算共同关心的问题从多个维度：降低成本、安全可靠、弹性扩展、快速部署及后续运维管理，从基础设施、中间件及重点应用对云计算进行系统、通俗的阐述。对规划、实施到运维落地三部曲中所遇到的困惑、问题，以及特别需要注意的事项给出实质性的指导。

对于云计算的提供者而言，本书有助于他们正确地认识云计算业态，从产业链入手，明确自身的定位和价值点，以规范的流程，快速推出价格合适、满足需求、可靠、安全、易管理的产品与服务。

对于云计算的使用者而言，本书也有助于他们成为“聪明”的消费者，建立理性的预期和规划，使云计算成为其业务运作必不可少的一部分，并最终产生可量化的经济效益。

为了打破云计算的神秘性，本书采用通俗易懂的拼图比喻方式进行讲解，并由浅入深地总结了云计算从传统的 IT 环境到云计算的范式变化，这一范式变化影响并挑战 IT 行业的多个领域和环节：从购买 IT 资产到按需获取服务；从前期资本投入到向运营维护要效率；从投入大量人力物力建设 IT 系统到集中精力在自己擅长的核心业务上；如此等等。这一范式变化也改变了客户与技术提供者的关系，孕育了新的商业模式，催生了新的 IT 产业。本书还对云计算技术变革、国际政治经济格局、商业环境、企业架构这四大范式变化对经济社会所产生的深刻影响，以及由此对企业转型升级的推动进行了讨论。

最后，一部能够做到理论密切联系实际、接地气的著作也必然需要一位具备足够理论基础和丰富实践经验的作者。本书作者是由中国电信最先引进的中组部“千人计划”专家，在国外具有丰富的云计算大型工程实践经验，曾在世界上最大、要求最严格的数据中心第

一线工作，对云计算的整体架构以及细枝末节有着难得的实践经验。回国后，他在中国电信云计算的实践中充分发挥了“亲历者”的特点，为中国电信的云计算发展奠定了很好的基础。本书的写作是作者长期以来在云计算领域的探索和实践的系统总结，相信本书的出版一定能对我国云计算的发展和广泛应用起到应有的作用，也有助于更加深入地普及和推广云计算知识。



中国电信科学技术委员会主任



前言

现代企业需要更多的信息来快速应对市场、竞争对手、商业环境的变化。企业组织结构正在变得扁平化，管理手段不再等于控制，而是依托强烈的集体责任感。以前不被足够重视的生产过程信息，对企业的重要性越来越高。企业逐渐变得开放，生态系统一环扣一环。企业之间需要加强上下游的协作，而竞争对手在一定程度上也可以成为合作伙伴。为了将企业的运作变得更快（Faster）、更好（Better）、更经济（Cheaper），企业需要云计算。

云计算是一场技术运动，这一运动的初衷是提高计算和存储效率，从而便捷、高效地完成计算任务。中国的智能手机用户数量居全球第一，企业的数量居全球第一，这是云计算在中国发展的坚实基础。云计算下的 IT 系统是开放的、互联的、模块化的。云计算有助于打破信息孤岛，有效地融合各方面的信息，从而为合作伙伴的选择、供应链的管理、目标市场的锁定提供定量的决策依据。

软件定义一切，数据决定未来。IT 进入了云计算、大数据、移动互联网、社交网络（Cloud, Analytics, Mobile, Social Network, CAMS）时代，云（C）为 AMS 提供了必要的基础。科学、工程应用、数据挖掘、游戏和社交网络，以及其他诸多依赖于计算能力与数据分析的活动，可以从云计算的发展中受益。

云计算的技术可行性已得到了充分论证。借助云计算技术，将信息存储到“云端”具有现实的商业价值。早在 2011 年，苹果公司宣布 iCloud 网络服务，允许用户存储音乐、视频、电影、个人信息等分散的内容。这些内容曾经受制于载体，只能在“本地”的服务器、笔记本电脑、平板电脑或者智能手机上使用。iCloud 使信息能被多个个人设备共享，以实现多屏同步，而只需要网络接入 iCloud 即可。今天，我们已经习惯了苹果的 iCloud 服务。这说明云计算正在为人们接受，人们在不知不觉中受益于云计算。云计算已经成为一个蓬勃发展的新产业。

云计算的吸引力在于，它提供了可伸缩、有弹性的计算和存储服务。服务使用的资源可以被精准测算，而用户只为他们真正使用过的资源付费。随着云计算被越来越多的机构采用，云计算已经成为有实际意义的商业模式。为了更好地适应各种企业复杂的 IT 环境，人们在努力推进云计算模式的架构演进，花精力把更多的应用移植到云上，甚至专门编写云环境下的新应用。由于用户产生的个人数据存储于他们“不能控制”的远程

云端，因此安全性和由此衍生出的社会学、伦理和法律方面的讨论，显得特别重要。

云计算帮助企业实现数据中心计算到按需计算的转型。由于资源的高效复用，因此云计算可以有效节省开支。从另一个角度来看，IT 能力的获取由原来的购买、自建，发展到租赁、购买服务。从现金流来看，减少了资本性开支（**Capital Expenditure**，简称为 **CAPEX**）转换成或加大了运营成本（**Operating Expense**，简称为 **OPEX**）。在云计算环境下，系统维护和安全策略由服务提供商提供。由于服务提供商的规模效应和专业化，因此 IT 服务的质量可以得到有效保障。最理想的结果是通过采纳云计算，企业少花了钱，同时还提升了计算性能和整体安全性。

两个方面的人群关心云计算——云计算的提供者和消费者。这两者的角色是可以互换的。例如，作为提供者，如果将其用于自身业务，那么他又成了云计算的消费者。作为消费者，一方面，他采用各家的技术、产品形成解决方案；另一方面，他用这些方案或方案的组合服务于内部或外部客户，他又成了云计算的提供者。

本书介绍云计算产业相关企业的背景与发展状况，以及这些企业发展所需的政策环境和上下游支持。另外，本书介绍对云计算新产业的评估方法，为政府、企业、云计算领域内的投资公司和创业公司，提供新的、务实的考量角度和评估方法。本书作者希望不仅仅是阐述云的相关概念，更需要面向不同行业的共性诉求，从实用的角度出发，分析云计算落地的种种疑难。

本书的宗旨之一是，帮助云计算技术的提供者从云计算产业链入手，正确地认识云计算产业态，明确自身的定位和价值点。希望通过本书的介绍，云计算提供者可以以规范化的流程，在较短时间内推出价格合适且满足客户需求的可靠、可用、安全、易管（**Reliability, Availability, Security, Manageability, RASM**）的产品与服务。

本书的宗旨之二是，解惑云计算的消费者共同关心的问题。本书从降低成本、弹性扩展、快速部署以及后续运维管理等多个维度，包括基础设施、中间件以及重点应用等多个层次，对云计算进行系统的阐述。通过深入剖析云计算落地的三部曲（规划、实施、运维），针对用户可能遇到的困惑、问题，本书给出了特别需要注意的事项，以及指导性的原则。本书作者希望帮助云计算的使用者，成为“聪明”的消费者（**Smart Consumer**），建立理性预期与合理的容量规划。最终，促使云计算成为云消费者业务运作不可或缺的一部分，并产生可量化的经济效益。

本书读者对象是政府和企业主管 IT 的负责人，包括首席战略官（**Chief Strategy Officer, CSO**），首席信息官（**Chief Information Officer, CIO**），IT 架构师，网络、系统管理人员，数据库和应用开发者，高校和研究院/所教师、研究人员，高校学生，云计算产业从业者和分析师等。

本书内容围绕云计算目标定位、规划、实现路径和后续的运营维护，分为 4 篇。

第1篇（第1~3章）云计算与企业转型升级，作为导论。对云计算与企业的转型升级，云计算经济学，云计算的基本概念，以及云计算产业链相关的企业进行初步的介绍。云计算的兴起，伴随着国际政治经济格局的变化，商业环境、体制机制及组织形式的范式变化。外部环境的变化，要求无论是云计算技术的提供者还是消费者，都需要从多个角度重新审视自己已有的业务，改进自身的战略。企业只有以新的姿态、全新的整体解决方案拉近同客户的距离，辅以卓越的执行力，才能在激烈的竞争环境中胜出。企业应围绕着提高经济效益的宗旨来提升IT，而不是为了实施云计算而实施云计算。

第2篇（第4~6章）为规划篇。为满足业务的发展需求，企业需要借助云计算建立良好的可扩展的架构。在做云计算规划时，企业应该结合自身的信息化现状，分析现有业务系统和IT服务的类型与特征，正确判断在当前情况下自己的应用和企业是否需要云计算，进而确定企业中的哪些业务系统或IT服务适合云计算的实施。当企业需要云计算去扩展业务提升运营效率的时候，需要确认云能够给企业带来多大的价值和成本优势，以及如何能够将价值发挥到最大化。与此同时，对于伴随而来的安全、成本以及法规方面的风险，企业采取各种方式进行规避和解决。

第3篇（第7~15章）为实施篇。在传统IT领域，“实施”一般被认为是一个工程，包括组网、存储方法、防火墙设计等。这些内容在实施云计算时，同样需要考虑。本篇就实施中的关键点依次展开分析，从企业角度来看实施云计算所应关注的重要方面。由于云计算的多技术深耦合特征，因此更偏重于云计算相关技术的介绍和选择。首先，以提高企业运作经济效益为目标，进行良好的云计算规划。然后，将云计算规划落地，需要配套相应的资源，注意平衡规模、时间和投入这三个要素。最后，进一步选择具体的技术路径，可能受到功能、性能和成本的制约。云计算实施具有相当的复杂性，本篇尝试分析在云计算实施过程中，所应遵循的一般方法和特别之处。

第4篇（第16~20章）为运维篇。云计算项目实施的终点是运维的起点，包括交付后的升级、优化、扩容……这是一个持续的过程。企业需要保证业务运营的持续性，需要采取必要的技术手段和人力资源来保证运维。云运维包括三大方面：第一，网络要通，速度要足够快，这个“通”是指围绕OSI 7层结构的不同层次都能够畅通；第二，要保证数据安全；第三，故障在所难免，出了问题要能够迅速解决，这需要快速的数据备份和恢复。“罗马不是一天建成的”，企业IT的发展是渐进的。在相当长的一段时间里，企业的IT环境仍以传统的IT环境为主导。在有扩展或新建需求时，可以适当采纳云计算（私有云）。当应用中有部分内容需要通过互联网接入访问时，可以考虑公有云。对于传统企业，传统IT和云的分配比例大约为80%和20%。所以传统IT和云（私有、公有），会共存相当长的时间，也就是混合IT。在混合IT环境下，监控、维护和管理具有很大的挑战性，谓之“三分实施，七分运维”也不算为过。混合IT的运维更需要全面统筹、深

入设计，才能使得企业 IT 系统满足 RASM，实现 SLA（服务等级协议）的承诺。

第 5 篇（第 21~23 章）介绍明天的云。借一句哲学上的话：“每样旧的事情都会又变成新的”（Everything Old Is New Again），任何事物的发展，都遵循螺旋式上升、波浪式前进的规律，云计算也不例外。云计算从某种意义上讲就是一系列因素的拼图（Puzzle），任何一片拼图的进步都会影响明天的云。进步的因素包括多个方面，从散热制冷到数据中心，从网络技术到计算存储，从操作系统到中间件，从编程语言到算法……最重要的，也是用户最关心的，是云的应用。云的应用既要发展丰富的内容，也要发展最终的体验。云计算的弹性、自服务、标准接口、按需付费等诸多好处，最终也体现在具体应用上。云应用的架构应该充分参考并行和分布式计算的算法、构架及部署方式。相比趋于成熟的云计算底层技术，云应用具有巨大的发展空间，明天的云一定会赢在应用上。

本书最后是三个附录。附录 A 描绘了一个假想的通信运营商 Acme 电信公司，借助云计算的热潮，如何进入云服务业务。作为汇总的实例，附录 A 将前面的内容穿针引线放在了一起。附录 A 从发展思路（The Roadmap）、产品与服务（Product Portfolio）到赢利模式（Business Model），以务实的方式将 Cloud Ace 展现给读者。附录 A 也可以用于单独阅读，希望对大企业进军云计算领域有所帮助。附录 B 从可信的角度对云计算服务质量进行相对系统的评估。附录 C 列举了实际运维中可能遇到的细节问题，以及相应的处理办法。

作者是早期 x86 架构上云计算服务设计的主要参与者。在美国从事 IT 行业期间，作者亲身经历和参与了几次 IT 行业重要的发展与变迁，其中包括开放系统（Open System）、互联网、云计算等。作者所任职的美国政府部门和企业，对 IT 系统的要求无论在功能和性能上都非常苛刻，所采用的技术是相对领先的，同时经济上又是划算的。作者将这些经历，结合国内外云计算相关技术、工程实践进行全面比较来与读者分享。希望通过本书为政府和企业既合理又经济地发展云计算，避免低水平或过度建设，提供参考意见。

作者要感谢的人很多。作者首先感谢倪光南院士在百忙之中，拨冗为本书作序。作者特别感谢中国电信科学技术委员会主任韦乐平先生。没有韦先生最先和作者的接触，作者不会被以中组部“千人计划”特聘专家引进回国，也就不大可能有机会用中文来写关于云计算的书。作者还感谢以下三位：高原按照作者的思路和录音整理出了最初文稿；阮戈帮助准备了附录 C，总结了在实际运维中所遇到的问题和相应的处理办法；叶己泉进行了最后的文字整理。当然，书中的任何瑕疵完全是作者的责任。最后，也是最重要的，感谢作者家人们的支持与付出。

谢朝阳

2015 年



目 录

第 1 篇 云计算与企业转型升级	1
第 1 章 云计算经济学	5
1.1 部署方式	6
1.2 成本比较	10
1.3 业务扩展	11
1.4 小结	12
第 2 章 初识云计算	13
2.1 云计算发展过程	14
2.2 云计算的概念	18
2.2.1 基本概念	18
2.2.2 相关概念比较	24
2.3 云计算的特点	27
2.3.1 超大规模	28
2.3.2 虚拟化	28
2.3.3 弹性伸缩	30
2.3.4 按需服务	31
2.3.5 高可靠性	31
2.3.6 低成本	32
2.4 云计算实践三部曲	33
2.5 小结	35
第 3 章 云计算产业链初探	37
3.1 国外传统 IT 企业	39
3.2 国内电信运营商	40
3.3 国内 IT 企业	41
3.4 小微企业	44
3.5 政策制定者	45
3.6 小结	47

第 2 篇 规划篇	49
第 4 章 战略定位	53
4.1 云计算提供者	54
4.1.1 云计算基础设施提供商	55
4.1.2 云计算应用服务提供商	57
4.1.3 云计算增值服务提供商	58
4.2 云计算消费者	59
4.3 提供者视角——云计算产业链	62
4.3.1 IT 产业链的演进	62
4.3.2 云产业链特点	64
4.3.3 提供者的核心竞争力	65
4.4 消费者视角——云计算应用场景	67
4.4.1 企业规模	69
4.4.2 业务定位	72
4.4.3 规避场景	74
4.4.4 行业云发展现状	76
4.5 服务等级协议 SLA	79
4.6 小结	80
第 5 章 价值分析	81
5.1 整合资源	83
5.2 改进业务	85
5.3 提高效益	86
5.3.1 开销	87
5.3.2 收益	88
5.4 节能减排	90
5.5 小结	91
第 6 章 风险评估	93
6.1 关键成功因素	94
6.2 责任划分	96
6.3 业务迁移	98
6.4 数据安全	99
6.5 成本控制	101
6.6 政策法规	102
6.7 小结	103

第 3 篇 实施篇	105
第 7 章 云计算类型选择	111
7.1 企业云构建	112
7.2 公有云	113
7.3 私有云	115
7.4 混合云	117
7.5 企业云实施要点	119
7.6 小结	121
第 8 章 云计算模式选择	123
8.1 云计算三种模式	124
8.2 基础设施即服务 (IaaS)	125
8.3 平台即服务 (PaaS)	128
8.4 软件即服务 (SaaS)	131
8.5 云安全架构	134
8.6 实施策略	135
8.7 实施要点	137
8.8 小结	139
第 9 章 硬件技术选择	141
9.1 资源池	142
9.2 服务器	143
9.3 存储设备	144
9.4 数据中心	145
9.4.1 布局选址	148
9.4.2 电力系统	149
9.4.3 网络规划	149
9.4.4 环境控制	149
9.4.5 能耗控制	150
9.4.6 标准化和模块化	150
9.5 小结	151
第 10 章 云服务管理平台	153
10.1 云服务管理平台能力	154
10.2 云服务管理平台选择	155
10.2.1 平台选择要素	155
10.2.2 主流管理平台	157

10.3	CloudStack	158
10.3.1	CloudStack 资源管理和分级	161
10.3.2	CloudStack 的软件架构	163
10.3.3	CloudStack 系统虚拟机	166
10.3.4	CloudStack 网络	167
10.3.5	CloudStack 案例	171
10.4	OpenStack	172
10.4.1	OpenStack 计算模块 (Nova)	172
10.4.2	OpenStack 网络管理 (Neutron/Quantum)	174
10.4.3	OpenStack 认证管理 (Keystone)	174
10.4.4	OpenStack 对象存储 (Swift)	175
10.4.5	OpenStack 块存储 (Cinder)	176
10.4.6	OpenStack 镜像服务 (Glance)	176
10.4.7	OpenStack 计量服务 (Ceilometer)	177
10.4.8	OpenStack 部署服务 (Heat)	177
10.4.9	OpenStack 架构特点	177
10.4.10	OpenStack 与 CloudStack 比较	179
10.4.11	OpenStack 案例	180
10.5	小结	181
第 11 章	虚拟化	183
11.1	计算虚拟化	184
11.1.1	VMware	185
11.1.2	Xen	188
11.1.3	Hyper-V	190
11.1.4	KVM	191
11.1.5	虚拟化技术的选择	192
11.1.6	轻量虚拟化 Docker	193
11.2	网络虚拟化和 SDN	196
11.2.1	SDN	197
11.2.2	OpenFlow	199
11.2.3	大二层	203
11.3	海量数据存储	208
11.3.1	分布式文件系统	209
11.3.2	GoogleFS 简介	213
11.3.3	Ceph 简介	214
11.4	MapReduce 数据处理	219
11.5	小结	222

第 12 章	内容分发网络	223
12.1	关键技术	224
12.2	工作原理	225
12.3	页面加速	226
12.4	CDN 的云服务	228
12.5	小结	229
第 13 章	云桌面	231
13.1	云桌面的价值	232
13.2	云桌面应用场景	233
13.3	云桌面的逻辑架构	233
13.4	云桌面的关键技术	235
13.5	小结	236
第 14 章	IaaS 关键技术	237
14.1	存储和性能问题	238
14.2	网络问题	239
14.3	小概率故障	240
14.4	调度问题	240
14.5	自动化部署和标准问题	240
14.5.1	操作系统自动化部署	241
14.5.2	服务自动化部署	242
14.5.3	本地库	243
14.6	小结	245
第 15 章	云服务提供商的选择	247
15.1	云服务提供商的能力考量	248
15.1.1	技术能力	248
15.1.2	运营能力	252
15.2	云服务提供商阵营	253
15.2.1	电信运营阵营	254
15.2.2	IT 阵营	256
15.2.3	互联网阵营	257
15.3	Amazon 公司	258
15.4	Google 公司	259
15.5	微软公司	260
15.6	阿里云公司	263
15.7	中国电信	266

15.8	云计算服务提供商的选择	268
15.9	云计算解决方案提供商的选择	269
15.10	可信云	269
15.11	小结	271
第 4 篇	运维篇	273
第 16 章	网络架构	277
16.1	大型应用网络架构	278
16.2	云数据中心网络架构	280
16.3	小结	283
第 17 章	云环境的监管	285
17.1	背景	286
17.2	监控策略	287
17.3	监控体系建立途径	288
17.4	开源监控软件	289
17.4.1	Nagios	289
17.4.2	Zabbix	290
17.5	小结	291
第 18 章	系统安全及维护	293
18.1	云安全概述	294
18.1.1	市场分析	295
18.1.2	核心问题	296
18.2	基础设施安全	298
18.2.1	数据中心安全事件	298
18.2.2	安全挑战	298
18.2.3	安全技术	300
18.3	数据安全	300
18.3.1	核心机制	301
18.3.2	加密系统	302
18.3.3	加密方法	303
18.4	应用安全	304
18.4.1	数字签名	304
18.4.2	身份认证	305
18.4.3	PKI	307
18.4.4	沙箱	307
18.5	人为安全措施	308