

# 云计算

CLOUD COMPUTING

## 大数据时代的系统工程

修订版



姚宏宇 田溯宁 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

CLOUD COMPUTING

## 大数据时代的系统工程

修订版



姚宏宇 田朔宁 著

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

## 内 容 简 介

在互联网带来的“大”问题压力下，我们需要全新的思想，通过“积木化”的改变，来重新定义计算资源的使用方式、服务的提供方式，以及社会化大生产的协作过程。云计算带来了这种思想的落实机制，这种机制使我们可以组织资源以服务，组织技术以实现，组织流程以应变。而且，云计算扩大了我们对服务的定义，并带来了一个全新的计算资源管理思路，一种信息技术的系统工程理念和一次信息社会的工业化革命。与此同时，大数据的发展为云计算提供了重要的应用场景，云计算与大数据之间的关系，以及如何借助云计算平台的优势，更有效地从大数据中发掘出各种价值也正在成为人们关心的焦点。

本书以简单平实的语言，将这些思考一一展现给读者，并结合作者多年的实践经验，对云计算涉及的概念、技术，以及将给我们的生活和社会带来的影响等各方面进行了阐述，从一种全新的视角展现了云计算的魅力。

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：大数据时代的系统工程 / 姚宏宇，田溯宁著. —修订本. —北京：电子工业出版社，2016.5

ISBN 978-7-121-28303-1

I. ①云… II. ①姚… ②田… III. ①互联网络IV. ①TP393.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第047566号

策划编辑：符隆美

责任编辑：徐津平

印 刷：北京季蜂印刷有限公司

装 订：北京季蜂印刷有限公司

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：720×1000 1/16 印张：14.25 字数：250千字

版 次：2013年1月第1版

2016年5月第2版

印 次：2016年5月第1次印刷

印 数：4000册 定价：45.00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 [zlt@phei.com.cn](mailto:zlt@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线：(010) 88258888。

云计算的发展如此之快，既在情理之中，又有些超乎我的意料之外。

作为一种以“系统工程”的思路来解决“大”问题的信息技术，云计算满足了政府和企业等各类组织应对“大用户”、“大数据”和“大系统”所带来的压力问题，并且使组织能最大程度发挥信息系统资源和能力的价值，从而具备更多的创新能力，所以云计算发展在情理之中。

超出意料之外的主要是云计算的发展速度。从目前来看，云计算已经跨过能否落地以及如何落地的市场培育期，成为了IT产业发展的战略重点，并逐渐成为现代信息和通信技术发展的承载基础。

首先，全球IT公司纷纷向云计算转型，并通过各种技术或业务形式，来将云计算的能力具体化或场景化，比如“软件定义”、“融合架构”、“容器”技术等，这些新概念的快速普及，一方面进一步凸显了云计算的“弹性”、“透明”、“结构化”和“动态”等特点，以帮助用户更好地管理资源、调度资源；另一方面使用户对云计算的使用变得自然和简单，有了更具体的应用场景。

其次，应用场景进一步明确。智慧城市建设的快速进行，以及“互联网+”对行业信息化升级的促进，都加快了政府和企业的“入云”步伐；针对于特定行业的解决方案开始丰富化。在这个过程中，云计算产业的规模也保持了高速增长，整个信息和通信产业的格局正在重新洗牌，合并、收购案例层出不穷，如书中所说，“对于芯片、硬件、软件、终端等企业来说，都不失为一次重写市场格局的良机”。

现在，大数据已经成为云计算最重要的应用场景。随着社会经济、技术的高速发展，人与物、物与物、人与人、政府部门及部门等之间的联系也变得越来越密切，这种在“全联接”状态下所产生的大数据的存储、管理和利用问题，都为云计算的能力优势找到了更多样化的出口；而云计算技术的快速发展，也为物联网、移动互联网和大数据的发展，提供了有力的支撑——基于随时可用的云计算资源而进行的创新正在呈现出大爆发的迹象，云计算真的正在带来一场信息社会的工业革命。

因此，在修订版中，我们特意加入了“大数据的发动机”这一章，以统一数据支撑平台和统一运行支撑平台双引擎的概念，重新解读企业信息系统架构的问题，看看我们能够如何在云计算的帮助下让大数据落地，发掘出各种价值。

当然，我们也希望这些内容能帮助读者对云计算和大数据的关系有更多的认识：如果说大数据是一座蕴含巨大价值的矿藏，那么云计算就是采矿作业的得力工具，没有云计算的强大能力，大数据的信息沉淀再丰富，我们或许也只能望洋兴叹，入宝山而空手回；但从另外的角度说，云计算也是为了解决大数据等“大”问题所发展而来的技术趋势，没有大数据的信息沉淀，云计算的功用也将得不到完全发挥。从整体上看，大数据与云计算是两个相辅相成的概念。

此外，在第一版中已经说到，虽然大量的数据中心建设为云计算的发展提供了坚实的硬件基础，但如果考虑最终的使用问题，公有云服务还是应该以应用和服务的落实为方向。并且由于初期的信息化建设已经满足了企业的通用需求，所以在升级至云计算服务时，企业往往不会采用一些标准化的解决方案，而会提出更具体的要求，所以一些之前在行业应用市场里有更多积累的传统企业，可能会慢慢进入这个市场。

从现在来看，这些情况都已经出现。

首先，公有云中针对行业的解决方案越来越多，而且越来越多的公有云服务商开始开放接口，通过打造一个开放的生态系统吸引第三方进入，来丰富平台所能提供的服务；其次，传统行业软件提供商也在进入市场，不是慢慢进入，而是被整个行业

趋势推动着奔跑加入这个市场，以尽可能在整个变革过程中保持自己的市场竞争力和地位。

总而言之，云计算以如此迅猛的速度发展，确实有些出乎我的意料，但作为参与到其中的一份子，我又欣喜于整个行业所取得的进步。当然如之前所说，我们还在不断摸索和深化对云计算的理解，希望在不久的将来，云计算所提供的强大能力和便捷的资源使用方式，能更好地改善人们的信息化生活，促进整个社会的创新和变革。

著者

2016年3月

## 序言一

### 走向云的世界

随着云计算的流行，介绍云计算的书刊纷纷出现，但读者看了后可能仍会有云里雾里、不得要领之感。究其原因是有有的论著没有强调云计算既是商业模式又是技术，而往往将这两者混为一谈，这就容易使读者感到困惑。这本书从一开始就将这两者明确分开，使读者有一个清晰的概念，人们感受到的丰富多样的云服务属于商业模式的范畴，而可以按需提供强大计算资源的云计算平台则属于技术的范畴。这两者不一定必须对应，即云服务既可以用传统技术来提供，云平台技术也可以支持传统的应用。当然，两者相结合是最理想的，是未来的发展趋势。这样，我们就能理解现在出现的一些非典型的云计算和云服务，这是云计算发展过程中的现象，不能因此就认为这些都是炒作。我们应当看到，云计算的技术和相应的标准将会不断完善，云服务的应用深度和广度将会不断扩展，这种大趋势是不可阻挡的。

正如作者所说，云计算是当代信息领域的重大创新，它在现阶段出现有其必然性，是解决信息社会“三大”（即“大用户”、“大数据”和“大系统”）挑战的切实可行的方案。为此，我们必须重视它、发展它。国家“十二五”规划要大力发展包括新一代信息技术在内的战略性新兴产业，云计算就是新一代信息技术的主角。

不过云计算确实很复杂，无论是从商业模式的角度还是从技术的角度，要将云计算讲清楚都不大容易，尤其是要使非本领域的专家能对云计算有一个全面的了解更非易事。为了帮助读者建立起对云计算和云服务全面、系统的认识，而不只是知道

一些零散的技术或服务术语，作者站在系统工程的高度对云计算做了高度的概括，指出云计算的特别之处在于创造性地给出了一种组织的思想：组织资源以服务，组织技术以实现，组织流程以应变。这种系统工程的思想贯穿全书，成为本书的一大特色。

作者提出了云计算平台的六大技术特征：弹性、透明、积木化、通用、动态和多租赁，并且详细叙述了实现这六大特征的技术思路。这不仅对一般读者，而且对与云计算有关的管理和技术人员，都有助于他们全面深刻地理解和把握复杂的云计算。

云计算的优越性经得起实践的检验。本书列举出一些实例，强调了云计算催化商业变革的作用，这些实例覆盖不同的行业，具有示范意义。虽然云计算还是一个新事物，人们开始时难免有所怀疑，不敢贸然使用，但越来越多的“吃螃蟹者”已经证明云计算能创造重大的社会效益和经济效益。我们应当创新、大胆地采用云计算。实际上，在剧烈的市场竞争中，不创新的风险往往比创新的风险更大。

本书对云计算的写作高屋建瓴、深入浅出，这与作者的背景是分不开的。田溯宁先生是我国著名的企业家，在电信和国际金融领域具有丰富的知识和成功经验。在任职亚信控股公司联合创始人兼首席执行官以及中国网通集团副总裁期间，田溯宁先生曾经构筑了中国互联网的高楼大厦，推动了中国互联网在初期的快速发展。现在作为宽带资本的董事长，他又以“基地+基金”的创新模式在北京打造了一条涵盖软硬件各环节的“云”产业链，推动中国云计算事业的发展，为中国企业能冲破旧有IT产业格局、成为世界级领导企业而努力。而姚宏宇博士从中国科学技术大学毕业后便赴美深造，有多年在硅谷从事大规模企业软件和互联网技术的研究、开发和管理工作的经历，亲历了云计算逐步成长的过程。2007年回国之后，他又创办了友友系统公司，并把它打造成中国云计算领域自主创新的代表性企业之一。为解决云计算面临的“三大”挑战，姚宏宇博士在总结各方经验的基础上，推出了有自主知识产权、有独创架构的云计算平台，强调以网络协同为基础，在此之上建立资源的高效、可靠调度、存储体系，并针对“通信”、“存储”和“管理”提出了一整套解决方案，具有



良好的“通用”性。本书归纳的云计算六大特征，在很大程度上反映了友友系统云计算平台的特征。

作者在本书最后提出，云计算是中国的机会。这个论断也是北京云基地和友友系统自身实践的经验总结。我们相信，越来越多的中国云计算公司将会用自己的创新实践证明这一论断，中国完全有可能乘云计算的变革之机实现中国信息产业的跨越式发展。

综上所述，本书可以为一切想了解云计算、利用云服务的读者提供一把开启云计算世界的钥匙，即使是对云计算有所研究的人士，本书的很多独到见解也可以使他们开阔思路，具有参考价值。

中国工程院院士



2012年12月于北京

# 上兵伐谋

信息技术正在使当代世界发生重大变化。科技和通信领域如闪电般迅速地进步，全世界的人们可以空前地彼此接近。在中国的管理信息化和实践中，如何让信息系统真正适应企业的发展变化，如何降低信息系统使用、升级、维护、实施和开发的复杂度，如何降低信息系统建设和运营的成本、提升其应用价值，云计算为以上关键问题的突破提供了广阔的创新空间。

友友系统公司总裁姚宏宇博士是云计算领域卓有建树的创业者。他长期以来参与和见证了云计算领域的发展，从雅虎财经频道到友友系统，从互联网的弄潮儿到云计算基础平台的提供商，对于海量数据、大规模分布式系统、云计算平台技术等当前热议的话题，姚博士有十几年技术研发前沿的丰富经验和深刻体会。这些内容通过本书娓娓道来，对读者了解并掌握云计算的关键技术颇有启示。

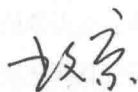
更难得的是，这不是一本关于云计算的泛泛之作。姚博士和田博士通过深入思考和旁征博引，为技术的发展理清了脉络，对云计算及更广泛的IT技术发展之道给出了精彩的论述。书中关于云计算的系统工程、知识经济的发展，以及对国内云计算规划、建设和运营方面的分析和思考，做了严谨精到的论述，对国内相关产业的发展具有参考价值。

中国的经济总量已经位列全球第二、企业数量和体量全球第一、手机与互联网用户数全球第一，这些都是信息技术发展得天独厚的基础。在中国云计算的产业发展

建设中，需要采购先进的产品，需要采纳最新的技术，但是我们更需要站在一个更高的层面，如本书作者一样，从技术、产业和社会的多个维度进行分析和思考，这样才能更好地发挥后发优势，从追随产业变成引领产业，产生新时代的世界级创新。

《孙子兵法·谋攻篇》中说“上兵伐谋”，这本书对于云计算领域的总结与发展，是一本可贵的智谋之作。读者将从本书中得到有益的收获，我们更期待籍由业界的共同努力，在云计算领域产生更多的中国创造，使中国成为世界信息技术创新的中心。

用友软件董事长



2012年12月

“云计算”一词出现之后，市场上出现不少有关云计算的著作和说辞，许多都给人以启示，但也有一些说法中存在值得商榷之处。在本书中，笔者希望能将自己对云计算的理解分享出来，抛砖引玉，使大家能对云计算有一个较为全面的认知。

本书的初衷在于向对云计算感兴趣的读者介绍完整的云计算概念和云计算的发展现状，并与业内人士探讨有关云计算发展可能性的思考，所以本书在写作过程中更多着力观点阐述而非技术说明，力争以通俗的语言展现云计算的全貌，而且在介绍一些方法和技术时并未对其理论基础做进一步说明，读者如有兴趣可通过本书所附参考书目信息或其他途径进行深入了解。

全书共分九章。

第一章从需求的角度讲述了云计算出现和发展的背景，表明云计算的出现和普及，是互联网快速发展之下人们对信息生产工具不断变革的要求。

第二章和第三章着眼于对现有云计算概念和观点的梳理。其中，第二章对现在常见的三种云计算服务模式（SaaS、PaaS和IaaS）进行了解读，并说明云计算服务有别于早期的互联网服务，形成了自己特有的商业模式，“一切皆可为服务”。第三章对现在一些常见的有关云计算的概念和观点进行了解读和分析，指出云计算包含“服务”和“平台”两种概念，并帮助读者厘清常见技术与云计算之间的关系。

第四章提供了一种新的从底层平台来了解云计算的视角，通过对云计算平台的“弹性、透明、积木化、动态、通用和多租赁”这六大核心技术思想进行说明，阐述了云计算平台如何以“系统工程”的思路来解决“大”问题。

第五章在分析现有的企业信息系统所面临的问题的基础上，给出了一种基于云计算平台的新型企业信息系统架构，并对信息系统架构的应用环境进行了举例说明。

第六章以统一数据支撑平台和统一运行支撑平台双引擎的概念，重新解读了企业信息系统架构的问题。并以智慧城市的建设举例，指出大数据不是某种东西，而是一种数据生产力，而借助云计算平台的优势，我们可以更有效地从大数据中发掘出各种价值。

第七章和第八章分别从商业、生活和社会的角度，论述云计算已经和将会带来的影响和改变。

第九章则对中国和美国的云计算发展现状进行了比较，并尝试探讨云计算对于中国企业的机遇和意义。

本书期望能通过这些内容的讨论，阐明以下观点。

首先，云计算并不神秘，但也并非只是市场宣传噱头。无论是国内还是国外，云计算均早已落地使用，影响也在不断扩大，其可能产生的意义更是为人们勾勒出一个美好的“云”时代的远景。从实用主义的创始人、美国哲学家皮尔士的观点来看，科学的方法要求我们不仅说出我们所相信的真理，还要说出我们是如何达到它的。云计算不仅为我们描绘了技术发展可能给社会带来的改变，还给出了实现这种变革的科学方法，即根据上层应用需求的不同，以一种灵活可靠的组织机制，通过对底层资源和业务模块进行调度和重组来实现系统平台结构的转变，从而重新定义资源的使用方式和服务的提供方式。因此，无论是在应用层面还是技术层面，云计算都绝非“忽悠”。

其次，云计算市场前景广阔，但发展仍需各方努力推进。现在企业所需面对的用户和数据与日俱增，即便是一个小企业，它所面临的业务系统的并发访问量、数据存储和管理压力或者系统架构的复杂度，都可能远超过去的大型企业，这些“大用

户、大数据和大系统”问题的日益凸显，为云计算的发展提供了广袤的土壤。物联网、移动互联网等技术的快速发展，也在不断催生新的云计算应用市场，由此可以预期云计算发展的光明前景。但我们也应意识到云计算市场的成熟是一个循序渐进的过程，除技术的发展之外，人们思维方式的转变速度很大程度上决定了这个过程快慢。因此，产业链上的各方应着眼于未来，努力做好现在，一方面推出具有吸引力的服务和产品，另一方面，需要人们思维的转变和社会诚信体系的快速完善。面对问题，我们应该多些耐心。

再次，云计算不一定能解决所有问题。云计算的发展始终以市场需求为导向，这决定了云计算与其他技术一样，有其合理的适用领域。因此在某些情况下，采用其他技术对于用户而言或许是更好的选择。本书在第三章简单列举了几种不适合使用云计算的情况，以供探讨。

非常感谢倪光南院士和王文京先生于百忙之中通读全稿，提出宝贵意见，并为本书作序。感谢陈志伟先生为本书成稿提供的大力支持，他在内容组织和编辑上所提供的帮助使本书以更好的形式呈现给大家。另外，还要感谢姚剑先生和张矩先生在本书成稿过程中提供的宝贵意见和行文素材，也非常感谢苏晰女士，杨力先生和杨苓女士的专业坦率的建议，他们的指导为本书的创作提供了很大的帮助。最后，邱文娴女士等人为本书做了很多资料整理和文字校对工作，在此不一一列举，但同样致以我的谢意！

本书在写作过程中参阅了国内外诸多文献和研究专著，并引用了一些公司和相关人士的观点，在此向他们表示感谢。

本书观点主要源自我们长期以来的业务实践和思考，一家之言难免有失偏颇，书中如有错误和不当之处，欢迎读者批评指正。

著者

2016年1月

XVII

## 前 言

# 什么是云计算

很多人觉得云计算应该是个具体的事物，所以初听到云计算时，总会先问一句：“什么是云计算？”

什么是云计算？问的人轻松，回答的人却很费力，仿佛描绘一种味觉，感觉强烈，却不知如何抓住要领呈给面前的人看个仔细。倘若尽心给出一种解释，或画出一张架构图，听众可能还是一脸茫然，回答的人多半会急得皱眉跳脚，也有人会撂下一句：“你记得是IaaS、PaaS和SaaS即可”。

话虽好说，理却难明。即使听懂了解释，还是有许多人会不知道“云计算”缘何而来，用于何处。

### 1.

“云计算”一词最早被大范围的传播应该是在2006年。2006年8月，在圣何塞举办的SES（搜索引擎战略）大会上，谷歌的CEO施密特（Eric Schmidt）在回答主持人提出的一个有关互联网的问题时说：“……现在出现了一种新的商业模式……人们还没有意识到这个机遇有多大。这种模式的前提是，数据服务的架构应该在他们称为‘云计算’的服务器上，即在某处的云里，如果你有合适的浏览器或接入方式，那么不论你有什么设备，你都可以访问这些数据。”

很多人认为云计算自此出现，因为从此之后各种有关云计算的概念层出不穷，

“云计算”开始流行。

但2006年出现的只是“云计算”这个词，仿佛一个幕后工作人员忽然被主持人介绍到台前拿了奖，在媒体长篇累牍的报道下，一夜成名。而实际上，云计算本身无论是商业模式还是技术都已经发展了很长时间，并在实践的过程中逐步演进。在2006年时，云计算本身未必发生质变，但既然人们对云计算的认知发生了质变，所以将其理论化、体系化势在必行。德国政治学家伊丽莎白·诺艾尔-诺依曼（Elisabeth Noelle-Neumann）提出过一种“沉默的螺旋”（Spiral of Silence）的理论，认为人们在表达想法和观点的时候，如果觉得自己的观点是公众中的少数派，就不愿意传播自己的看法，但如果看到自己赞同的观点受到广泛欢迎，就会乐于公开表达自己的观点或态度。这样，多数派的声音会越来越大，形成一种螺旋式上升的模式。云计算概念的忽然兴起或许就与此相仿。

虽然谷歌为云计算命名，但真正明确云计算商业模式的是亚马逊。在施密特态度鲜明地提出“云计算”这个词的几个星期之后，亚马逊推出了EC2（动态计算云）服务，将“云”这个名词包含在内。

亚马逊是个神奇的公司，销售包括图书、DVD、电脑、软件、电视游戏、电子产品、衣服、家具、计算资源等一切适合电子商务的“商品”。在推出EC2的时候，亚马逊也面临不少“这个零售商为什么想做这些”的质疑，但CEO贝索斯对商业的概念理解明显要宽泛很多。贝索斯无疑认为不管是“PC+软件”，还是这种从“云”里取得服务的方式，不仅关乎技术的问题，还都是一种“商业模式”。

最早时，为了让网站能支持大规模的业务，亚马逊在基础设施建设上花了很大功夫，自然也积累了很多经验。为了将平时闲置的大量的计算资源也作为商品出售，贝索斯的亚马逊公司先后推出了S3（简单存储服务）和EC2等存储、计算租用服务。贝索斯表示，“我们认为在某一天这也会是一项非常有意思的业务，所以我们这么做的目的很简单：我们认为这是个好业务。”<sup>[1]</sup>虽然媒体认为这是贝索斯安全度过互联网泡沫之后的一笔冒险赌注，“亚马逊的CEO想要用他网站背后的技术来运行你的业务，但华尔街只想他看好自己的店面。”<sup>[2]</sup>但EC2确实影响了整个行业，也影



响了很多人的时候，当时业界明显受到了震动。

在亚马逊之前，虽然有不少服务按现在来看都有云计算服务的特征，但即使是谷歌所提供的服务，仍然可以看做是互联网服务意义内的一种商业模式。而亚马逊推出IaaS（基础设施即服务）之后，仿佛给互联网世界开了一扇窗，告诉人们，还可以这样来运营计算资源，还有一种新的商业模式，叫云计算。而那些与传统互联网服务形似神离的服务模式，也终于可以独立出来，找到自己归属的阵地——云计算服务。

## 2.

云计算起源于互联网公司。虽然互联网公司给人的印象大多是钱多烧不完，但其实多数互联网公司都很注重成本控制。

尤其是早期不少互联网公司都起源于学生宿舍，费用的掣肘使这些公司尽可能地合理地利用每一个硬件，最大程度地发挥机器的性能。所以早期的互联网公司都会自己选主板、硬盘等配件，然后进行组装，完成服务器硬件的设计。这种传统沿袭下来，就是现在硬件定制化日趋流行的原因。如今谷歌、Facebook都会自己动手设计和生产服务器，以最少的配件最大可能地支持特定功能需求，并降低服务器的能耗。

对于硅谷工程师而言，超级家电连锁店Fry's或许是最值得逛的“购物天堂”。硅谷有不少Fry's的连锁店，由于Fry's占地面积很大，东西齐全且便宜，理论上一个技术人员可以在这里买到所有的零配件，然后组装一个主板，所以这里很受工程师的欢迎。雅虎的工程师们也曾是Fry's的常客。

2000年，互联网经济处于第一波热潮中。这时全球互联网用户人数已经从1995年的几千万增至数亿，并仍在不断快速增长。快速增长的用户数量，使许多网站感受到了系统支撑的压力。雅虎也一样。当时雅虎经常面临的一个问题是，一个频道设计完成之后，在上线之前测试可支撑一定数量的用户（比如10万人），但第二天一上线就出现达到指标的情况。怎么办？只有增加设备，尽可能提高系统对服务的支撑能力，因此即刻购买设备然后连夜组装机器的事情并不少见。到Fry's选买配件是不少工程师的工作内容之一，当然也是乐趣之一。雅虎的共同创始人之一大卫·菲洛