

探究核心技术 ■ 总结实践方法 ■ 掌舵智慧引擎 ■ 制胜行业转型

云计算宝典

技术与实践

『虚拟化与云计算』小组 著

作者团队再次倾情奉献，全面整合畅销书《虚拟化与云计算》和《云计算实践之道》的精华内容，并增添、重写、更新重要资讯，以满足读者不同层次的期望。

综合展示全球领先IT企业的云计算行业实践和国内一线互联网公司的技术视角。

冀望各位读者都能从中获益，在IT转型的重要时刻，抓住时代机遇，实现人生的飞跃。

寄语



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

云计算宝典

技术与实践

主审：陈 滢

著者：「虚拟化与云计算」小组

王庆波 金 萍 何 乐 赵 阳

邹志乐 吴玉会 杨 林 田瑞雄

谢苏苏 操保华 王 仕

(以加入研究团队的时间先后为序)

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

探究核心技术,总结实践方法。本书四篇十二章,对云计算进行了系统的探讨。战略蓝图篇以概述云计算为起点,纵览其在一系列重要行业中的应用场景和实践方针,继而深入实施步骤,为云计算产业参与者勾画了蓝图。技术基石篇首先描述数据中心的核心功能,管理维护方法,以及新一代数据中心的需求和挑战,随后介绍云计算的技术基础:服务器虚拟化和虚拟器件。系统架构篇从横向和纵向两个维度定义了云架构,在基础设施即服务、平台即服务和软件即服务的层面进行了深入的技术探讨,并给出相关的参考实现。业界动态篇勾勒了生态系统的动态和趋势,从虚拟化和云计算两个维度介绍了业界的基本情况和主流产品。

通过阅读本书,您可以系统地了解云计算的产生背景、发展现状、技术要点和未来趋势,更加准确地把握业界前沿的科技和理念,认清信息技术发展的大脉络,形成适应于产业未来的大局观。本书将为您打开一扇通往未来的窗户,帮助您拓宽视野,完善知识结构,储备适用于下一代信息产业的技能和智慧。

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

云计算宝典:技术与实践/虚拟化与云计算小组著. —北京:电子工业出版社, 2011.9

ISBN 978-7-121-14103-4

I. ①云… II. ①虚… III. ①计算机网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第138980号

策划编辑:刘 皎

责任编辑:高洪霞

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

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:27.75 字数:677千字

印 次:2011年9月第1次印刷

印 数:4000册 定价:75.00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。

作者序

本书作者大多曾供职于IBM中国研究院虚拟化与云计算研究部。自2006年成立以来，该部门一直致力于研究如何使用虚拟化和云计算技术来简化服务部署、提高运行维护效率、降低管理复杂性、提升资源利用率，从而打造节能环保的数据中心。我们开创了应用虚拟器件技术及云平台技术来管理信息服务和数据中心的完整方法，其中部分成果已经成为IBM和产业界的标准。我们研发了一系列与之配套的管理工具，用于虚拟器件的制作、激活、部署、动态资源调度、运行时管理等。利用这些方法和工具，我们将凝聚了IBM多年经验的软件产品和最佳实践解决方案封装成基于虚拟器件的云平台解决方案，并通过快捷部署激活工具简化应用上线的过程，为用户提供更稳定、更可靠的服务，为管理人员提供更简捷、更智慧的管理模式。

作为长期工作在产业前沿的研究团队，让更多的技术人员深刻理解虚拟化以及云计算技术是我们肩负的一份责任。我们到国内各大高校做了多场虚拟化和云计算的主题演讲，也发表了一些中文论文，并有部分英文论文被译成中文，但这些零散的资料很难系统地论述相关知识。于是，我们在2009年10月写作完成了小组的第一本专著《虚拟化与云计算》，让广大同行和读者了解本领域最新的技术成果，共同感受信息产业变革带来的机遇与挑战。该书获得了51CTO 2009年最受读者喜爱的IT原创图书奖，我们也获得了电子工业出版社2009年优秀作者奖。2010年，我们在台湾地区出版了《虚拟化与云计算》的繁体修订版《雲端策略》，之后又创作完成小组的第二本专著《云计算实践之道——战略蓝图与技术架构》，书中我们加深阐述了对于云计算本质及优势的理解，增加了云计算的行业实践以及云计算的实施两大部分内容，从而解答读者对于云计算的收益、实施场景、实施方法以及实施要点等问题。

自这三本书出版以来，业界对云计算的认识和实践已经出现了很大变化。一方面，

用户已经很少再询问诸如：“云计算的基本特点是什么？”“我们能从云计算当中得到什么样的好处？”之类的问题。取而代之的是用户更加希望了解云计算的各种技术细节，从而帮助他们更深刻地认识自身IT设施和应用，在迁移到云平台的过程中做出更加有效的决策。另外一方面，最近一两年云计算技术领域出现了大量创新性技术和应用，进一步深化了云计算的内涵，同时与传统计算技术结合在一起，在商业上也获得了巨大的成功。这两方面的变化是我们写这本《云计算宝典——技术与实践》的主要驱动力。本书应大量读者的要求，用更多的篇幅来展示云计算技术层面的内容，期望将各种令人眼花缭乱的相关技术组织起来，向读者展示一个统一的云计算视图，并阐释其中各种技术、应用和服务背后的本质推动力。

在这两年中，又有几位新同事加入了IBM中国研究院虚拟化与云计算研究团队，使我们的研究范围同云计算的发展一起壮大。我们研发了新的大规模、高可靠的云平台技术及原型系统，参与了全球技术团队的虚拟化与云计算产品策划、立项、开发，与销售部门、服务部门配合参与了多个云计算客户项目，并在几所高校设立了云计算的合作科研课题。我们分别获得了IBM全球研究贡献奖和IBM全球研究杰出贡献奖。在这些工作中，我们不断积累经验并整理思路，最终形成了现在您所看到的这本书。本书与之前出版的三本书之间的内容关系如下图所示，可以看出新书是在前三本书基础上的全面修订和集中整合。

	第1章	第2章	第3章	第4章	第5章	第6章	第7章	第8章	第9章	第10章	第11章	第12章
《虚拟化与云计算》	X			X	X	X	X				X	X
《雲端策略》	X	X		X	X	X	X				X	X
《云计算实践之道》	X	X	X				X					X
《云计算宝典》	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

在写作过程中，我们力求用严谨而又通俗的语言来阐述云计算中涉及的各种技术上和商业上的概念、定义和方法。希望读者能够从本书中获得对于云计算的清晰、实用、有指导性的认识。此外，我们力求反映业界当前对云计算的最新认识和实践。当然，由于篇幅、时间以及作者水平所限，本书中我们只对（我们认为）比较重要的内容进行了阐述，文笔也略显笨拙，如有遗漏和讹误，请各位读者不吝指教。

我们的联系方式如下：

陈 滢 新浪微博 <http://weibo.com/deepblue>

王庆波 新浪微博 <http://weibo.com/wangqibo>

金 滢 新浪微博 <http://weibo.com/jinxing9>

何 乐 新浪微博 <http://weibo.com/helebest>

赵 阳 新浪微博 <http://weibo.com/zhaohuli>

邹志乐 新浪微博 <http://weibo.com/zhilezou>

吴玉会 新浪微博 <http://weibo.com/ssse7en>

杨 林 电子邮箱 cameling_yang@hotmail.com

田瑞雄 电子邮箱 tianruix@gmail.com

谢苏苏 新浪微博 <http://weibo.com/drxiesusu>

操保华 电子邮箱 caobaohua@gmail.com

王 仕 电子邮箱 thyme_se@hotmail.com

前言

在过去的半个多世纪，信息技术的发展，尤其是计算机和互联网技术的进步极大地改变了人们的工作和生活方式。大量企业开始采用以数据中心为业务运营平台的信息服务模式。进入新世纪后，数据中心变得空前重要和复杂，这对管理工作提出了全新的挑战，一系列问题接踵而来：企业如何通过数据中心快速地创建服务并高效地管理业务？怎样根据需求动态调整资源以降低运营成本？如何更加灵活、高效、安全地使用和管理各种资源？如何共享已有的计算平台而不是重复创建自己的数据中心？业内人士普遍认为，信息产业本身需要更加彻底的技术变革和商业模式转型，云计算正是在这样的背景下应运而生的。

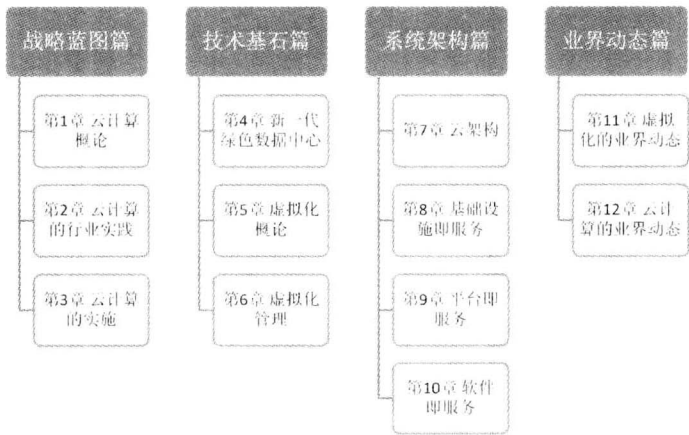
早在大型机盛行的20世纪五六十年代，计算资源就是采用“租借”的方式对外提供服务的。IBM公司当时的首席执行官Thomas Watson曾预言道：“全世界只需要五台计算机”，过去三十年的PC大繁荣似乎正在推翻这个论断，人们也常常引用这个例子，来说明信息产业的不可预测性。然而，信息技术变革并不总是直线前进，而是螺旋式上升的。半导体、互联网和虚拟化技术的飞速发展使得业界不得不重新思考这一构想，这些支撑技术的成熟让我们有可能把全世界的数据中心进行适度的集中，从而实现规模化经济效应。人们只需远程租用这些共享资源，从而消除企业为了使用信息技术而进行的数据中心构建、硬件采购、软件安装、系统维护等环节。

云计算是这种构想的代名词，它创新的计算模式使用户通过互联网随时获得近乎无限的计算能力和丰富多样的信息服务，它创新的商业模式使用户对计算和服务可以取用自由、按量付费。目前的云计算融合了以虚拟化、服务管理自动化和标准化为代表的大量革新技术。云计算借助虚拟化技术的伸缩性和灵活性，提高了资源利用率，简化了资

源和服务的管理和维护；利用信息服务自动化技术，将资源封装为服务交付给用户，减少了数据中心的运营成本；利用标准化，方便了服务的开发和交付，缩短了客户服务的上线时间。

云计算技术正在快速地发展，业界各大厂商纷纷制定相应的战略，新的概念、观点和产品不断涌现。云计算的技术热点也呈现百花齐放的局面，比如以互联网为平台的虚拟化解决方案的运行平台，基于多租户技术的业务系统在线开发、运行时和运营平台，大规模云存储服务，大规模云通信服务等。云计算的出现为信息技术领域带来了新的挑战，也为信息技术产业带来了新的机遇。然而，真正系统、全面地阐述云计算概念和技术及实施方法和步骤的书却是寥寥无几。本书作为第一本同时兼顾云计算技术与实践的图书，正好弥补了这一空白，为对云计算感兴趣的读者讲述相关的知识、理论和案例。

本书分为四篇十二章，第1至3章为战略蓝图篇；第4至6章为技术基石篇；第7至10章为系统架构篇，第11章和第12章为业界动态篇。为方便读者阅读，下面给出本书的导读简图：



下面对各章内容分别进行简单介绍：

第1章对云计算进行了概述。本章首先从四个典型案例出发，介绍了云计算的概念，

对云进行分类，针对云计算与其他相关概念进行了辨析以加深读者的理解；接着介绍了云计算的本质以及带来的好处；随后讨论了云计算产生的原动力；最后论述了云计算对相关产业带来的变革。

第2章包含了一系列云计算的行业实践，即云计算在各个行业中的应用场景。我们重点介绍云计算在政府、银行、电信、物流、医疗、制造、互联网、教育等八个行业中的运用，分别讨论了每个行业对于信息服务需求的特点，以及云计算在该行业的典型使用场景。希望能够帮助读者认识到云计算如何在一个行业中发挥出其力量。

第3章介绍了云计算的实施。本章首先将需要实施云计算的角色类型分为云计算的使用者和云计算的运营者两类，随后介绍了相应的关键步骤：规划、实施、运维。希望读者通过这一章的阅读，能够根据自己的需求进行云计算实施的可行性评估和执行方案。

第4章为读者揭开了数据中心的神秘面纱，介绍数据中心的基本概念、核心功能、管理和维护工作，以及新一代数据中心的需求和挑战。

第5章介绍了虚拟化技术的定义，重点剖析当前最重要的服务器虚拟化技术，对它的概念、支撑技术、优势特点及性能进行分析和阐述，并讨论在数据中心中被广泛采纳的其他虚拟化技术。

第6章以虚拟器件生命周期的三个阶段为主线，介绍了实施服务器虚拟化的关键技术，重点讨论了构成服务器虚拟化的虚拟镜像和虚拟器件概念，以及在虚拟器件的创建、部署和运行流程中的关键技术。

第7章从横向和纵向两个维度定义了云架构。根据功能的依赖关系，云架构在横向上可以分为基础设施即服务、平台即服务层和软件即服务；根据企业IT系统对云计算的采用层次，云计算在纵向上可以分为传统的IT系统、基于IaaS的IT系统、基于PaaS的IT系统和基于SaaS的IT系统。

第8章首先介绍了提供基础设施即服务的服务模型与接口，然后深入介绍计算即服务、存储即服务和网络即服务。对于每一类具体的服务形式，本章各用一节介绍了对应的服务模型和访问接口，实现服务的关键技术。

第9章首先阐述了平台即服务产生的驱动力，然后介绍了实现PaaS系统的核心系统和扩展系统，最后针对平台层的两种主要运用形式，Web服务和数据分析服务，通过实例来剖析面向这两类服务的PaaS实现要点，帮助读者对平台即服务获得更深刻的理解。

第10章首先介绍了软件即服务层的架构，然后分析了SaaS平台的设计要点和关键技术，分别从大规模多租户、认证和安全、定价和计费、服务整合、开发和定制五个方面深入展开，并给出了一个SaaS平台系统的参考实现。

第11章对虚拟化业界四家主要厂商的基本情况和主要产品进行了介绍，他们是IBM, VMware, Xen和Microsoft，并向读者介绍了他们各自的发展历程和技术特点。

第12章介绍了云计算的业界动态，主要涉及几个领先的云计算厂商，包括IBM、Amazon、Google、Salesforce.com、Microsoft等，以及较成功的开源云计算产品。本章概要地介绍了每个厂商的云计算产品线，并分析其产品的功能和特点，使读者能够对主要的云计算厂商和产品有一个总体的认识，对业界的最新动态有较为全面的了解。

在附录中我们列出了本书的参考文献和索引。有兴趣的读者可以通过它们获取更多的云计算知识和资料。

在编写本书时，我们力图使不同职业和背景的读者都能从本书中获益。

如果您是企业的技术负责人或数据中心运行维护人员，您将更深刻体会到云计算技术为企业IT部门、信息系统规划和数据中心运行维修带来的深刻变革。我们提供的技术讨论、产品比较和案例分析，将有助于您在脑海中勾画下一步的战略。

如果您是从业的技术研发人员，您能系统地了解云计算的产生背景、发展现状、技术要

点和未来趋势。通过本书的梳理，能够更加准确地把握业界前沿的科技和理念，认清信息技术发展的大脉络，形成适用于产业未来的大局观。

如果您是大专院校计算机及相关专业的学生，您将获得无法从现有课本中得到的技术知识。本书将为您打开一扇通往未来的窗户，帮助您拓宽视野，完善知识结构，储备适用于未来信息产业的知识和技能。

本书适合于从头至尾阅读，也可以按照喜好和关注点挑选独立的章节阅读。我们希望本书的介绍能加深您对云计算的理解，获得您所期待的信息。

致 谢

《云计算宝典》一书不仅仅凝结了各位作者辛勤的汗水，从构思、写作、修订到出版，作者们得到了业界许多同仁的无私帮助，在此要对他们致以最衷心的感谢。

首先感谢IBM中国研究院给我们提供了良好而宽松的研究氛围，能让我们在科研工作之余，抽出时间完成本书，这种以创新为本的研究氛围也激发了我们很多灵感。同事们的鼓励和鞭策激励着我们迎接更大的挑战。

本书的作者团队在多年的工作中一直与IBM大中华区的其他部门有着深入的合作，这些合作让我们加深了对行业领域的认识。感谢多年来和我们一起工作的IBM全球研发团队。通过和他们在虚拟化和云计算领域的合作，我们积累了大量的实践经验和行业认知，否则本书只能是纸上谈兵。

感谢一直以来身处政府、电信、教育、互联网等行业的合作伙伴，与他们的紧密合作使我们一直走在时代的前沿。还有很多朋友无私地与我们分享了对云计算的理解，阅读了本书的审阅稿，并提出了宝贵的意见，在此特别感谢。

我们要向电子工业出版社博文视点团队表示感谢。感谢他们在创作、编辑、出版过程中对我们一如既往的热情支持。感谢与我们合作的编辑人员，他们细致耐心的工作使本书能够顺利出版。

最后，感谢家人对我们一如既往的支持，正是他们在生活上心甘情愿地主动承担了大多数家庭的责任才使得我们有充足的时间完成本书的编写，他们永远是我们努力工作和快乐生活的动力源泉。

免责声明

读者在阅读本书内容之前，请仔细阅读本声明。凡以任何方式阅读或直接、间接使用本书内容者，均视为对本声明全部内容的认可和接受。

1. 本书所有内容仅代表本书作者的个人观点，与IBM公司的立场无关。IBM公司不对本书内容的准确性、可靠性或完整性提供任何明示或暗示的保证。对于任何因直接或间接采用、转载本书内容而造成的损失，本书作者和IBM公司均不承担责任。

2. 本书作者或IBM公司对本书所引用资料的版权归属和权力的瑕疵情况不承担核实责任。如任何单位或个人认为本书涉嫌侵犯其合法权益，应及时向本书作者提出书面意见并提供相关证明材料和理由，本书作者在收到上述文件后将采取相应措施。

3. 本书所引用的资料涉及的非IBM公司产品，这些资料是从相应产品供应商所提供的说明或其他公开获得的资料中获取的。本书作者或IBM公司没有对这些产品进行测试，无法确认其功能、性能、兼容性，也无法确保该产品完全具备声明的其他特性。

4. 本书所引用资料的作者不因本书的引用行为而与本书作者或IBM公司之间产生任何关系或关联。

5. 本免责声明以及其修改权、更新权及最终解释权均属本书作者所有。

目 录

CONTENTS

第一篇 战略蓝图篇

第1章 云计算概论..... 003

1.1 云计算的概念.....	003
1.1.1 走近云计算.....	004
1.1.2 云计算的定义.....	007
1.1.3 云计算的特征.....	010
1.1.4 云计算的分类.....	012
1.1.5 相关概念辨析.....	017
1.2 云计算的优势.....	020
1.2.1 优化产业布局.....	020
1.2.2 推进专业分工.....	021
1.2.3 提升资源利用率.....	022
1.2.4 减少初期投资.....	024
1.2.5 降低运营成本.....	026
1.2.6 产生新创价值.....	026
1.3 云计算产生的原动力.....	027
1.3.1 芯片与硬件技术.....	029
1.3.2 资源虚拟化.....	029
1.3.3 面向服务架构.....	030
1.3.4 软件即服务.....	031
1.3.5 互联网技术.....	031
1.3.6 Web 2.0技术.....	032
1.4 云计算带来的变革.....	033
1.4.1 大势所趋的转型.....	033
1.4.2 新兴的产业链.....	034
1.5 小结.....	039

第2章 云计算的行业实践..... 040

2.1 概述.....	041
-------------	-----

2.2 云计算在公共服务行业的应用	043
2.3 云计算在银行业的应用	047
2.3.1 中间业务创新	047
2.3.2 核心业务创新	049
2.3.3 开发测试业务创新	051
2.4 云计算在电信行业的应用	052
2.5 云计算在物流行业的应用	055
2.6 云计算在医疗行业的应用	057
2.7 云计算在制造行业的应用	059
2.8 云计算在教育科研领域的应用	063
2.8.1 云计算在课堂教学领域的应用	063
2.8.2 云计算在教学实验中的应用	064
2.8.3 云计算在教辅领域的应用	065
2.8.4 云计算在促进科研合作中的应用	065
2.9 小结	067

第3章 云计算的实施 070

3.1 云计算的实施要点	071
3.2 企业实施云计算的战略规划	072
3.2.1 战略规划概述	073
3.2.2 价值分析	074
3.2.3 风险评估	075
3.2.4 战略定位分析	077
3.2.5 业务适应性分析	078
3.3 企业云计算业务的实施	084
3.3.1 实施基础设施层云计算业务	085
3.3.2 实施平台层云计算业务	086
3.3.3 实施应用层云计算业务	090
3.4 云计算提供商的业务模型	090
3.4.1 业务模型设计	091
3.4.2 业务模型示例	094

3.5 云计算提供商的平台构建	096
3.6 云计算平台的运维管理	098
3.6.1 运维管理的目标	099
3.6.2 运维管理的核心	100
3.6.3 运维管理的平台	102
3.6.4 平台信息安全管理	105
3.7 小结	111

第二篇 技术基石篇

第4章 新一代绿色数据中心 113

4.1 数据中心概述	114
4.1.1 数据中心的概念	114
4.1.2 数据中心的发展过程	115
4.1.3 数据中心的分类与分级	116
4.2 数据中心的设计和构建	117
4.2.1 总体设计	117
4.2.2 建筑的设计与构建	118
4.2.3 基础设施的设计与构建	120
4.2.4 数据中心上线	122
4.3 数据中心的管理和维护	125
4.3.1 硬件的管理和维护	126
4.3.2 软件的管理和维护	126
4.3.3 数据的管理和维护	127
4.3.4 资源管理	128
4.3.5 安全管理	129
4.4 新一代数据中心的需求	130
4.4.1 合理规划	130
4.4.2 流程化	131
4.4.3 可管理性	133
4.4.4 可伸缩性	134
4.4.5 可靠性	135

4.5 绿色数据中心.....	136
4.5.1 经济型数据中心	136
4.5.2 数据中心能效分析	137
4.6 小结	140
第 5 章 虚拟化概论	142
5.1 虚拟化的定义	143
5.1.1 走近虚拟化	143
5.1.2 虚拟化的定义	144
5.1.3 虚拟化的常见类型	146
5.2 服务器虚拟化.....	149
5.2.1 基本概念	149
5.2.2 典型实现	151
5.2.3 关键特性	152
5.2.4 核心技术	153
5.2.5 性能分析	161
5.2.6 技术优势	164
5.3 其他虚拟化技术	167
5.3.1 网络虚拟化	167
5.3.2 存储虚拟化	168
5.3.3 桌面虚拟化	169
5.3.4 应用虚拟化	170
5.4 小结	172
第 6 章 虚拟化管理	173
6.1 创建虚拟化解决方案	174
6.1.1 创建基本虚拟镜像	174
6.1.2 创建虚拟器件镜像	176
6.1.3 发布虚拟器件镜像	180
6.1.4 管理虚拟器件镜像	182