

云计算

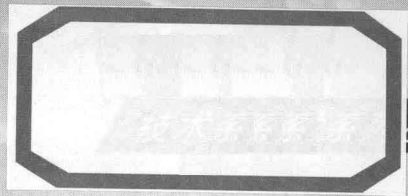
原理与实践

Cloud Computing
Principles and Practice

游小明 罗光春 编著



机械工业出版社
China Machine Press



丛书

云计算

原理与实践

Cloud Computing Principles and Practice

游小明 罗光春 编著



 机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

云计算原理与实践 / 游小明, 罗光春编著. —北京: 机械工业出版社, 2013.8
(云计算技术系列丛书)

ISBN 978-7-111-41962-4

I. 云… II. ①游… ②罗… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 062681 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

本书以生动的语言、简明的形式介绍云计算的核心技术, 图文并茂地讲述虚拟机的安装配置, 结合主流产品讲述云计算的三大服务, 方便读者了解云计算, 熟悉云计算服务。本书给出了一个完整云计算平台配置环境及其安装部署过程, 引导用户了解云计算产品使用方式, 帮助用户深入理解本书所阐述的云计算内容。

本书既适用于希望了解云计算具体方案、快速使用虚拟机部署云服务的云计算用户, 又适用于从事云计算开发工作的研发人员和希望使用云计算进行信息化建设的 IT 管理人员。同时, 本书可以作为高校和科研院所的云计算教学用书。

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: 余 洁

北京市荣盛彩色印刷有限公司印刷

2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

186mm × 240mm • 12.25 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-41962-4

定 价: 39.00 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

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzsj@hzbook.com

前 言

谈起云计算 (Cloud Computing), 很多人都会陷入云里雾里, 不知这朵“云”为何物。有人直接将云计算等同于虚拟化, 也有人认为云计算就是主机托管。很多计算机从业人员不了解云计算, 或者管中窥豹, 或者盲人摸象。然而, 云计算是计算机未来的发展趋势, 普通高校计算机专业学生及 IT 从业人员不能不了解云计算。

广义来说, 云计算是一种服务模式, 它提供的是一种服务, 就像自来水厂提供水、发电厂提供电一样。云计算将所有的资源, 包括基础设施、开发平台和应用程序等, 以服务的形式提供给用户, 就像用电不需要每个用户买一台发电机, 想喝水也不需要每个用户打一口水井, 只需要向水电厂支付一定的费用, 就能获取自己需要的资源一样。以前小的创业型公司买不起服务器, 因为服务器的维护、管理将耗费大量的人力、财力, 这制约了小公司的发展。现在, 企业只需支付一定费用租用云服务提供商的服务器就可展开相应业务, 这样企业就有更多的精力关注自身的运作和发展。随着计算机的普及, PC 进入家家户户, 个人在购买计算机时担心配置太低、磁盘容量太小, 不能满足以后的使用需求, 一般都选择高配置、大容量磁盘, 结果导致资源浪费, 很大一部分磁盘空间处于空闲状态。云计算的终极目标是人人都能低成本地获得无限的信息服务。用户的计算机不需要很高的处理性能及存储空间, 只需要一个显示器提供命令输入和结果回显, 所有的数据处理将在云服务器端完成, 用户的资料也存放在云端, 一切的处理都交给“云计算”。

云计算旨在整合资源, 提高资源利用率, 保护环境。云计算发展的最终目标是所有企业及个人可以方便、低价地获取云计算服务, 让用户能像获取水电那样任意时刻、任意量地索取所需资源, 而不需要购置硬件, 安装管理软件。

云计算在国外发展得如火如荼, Google、雅虎、微软、亚马逊等公司已经先行一步并在云计算市场拥有很高的占有率。国内云计算起步相对较晚, 但各运营商如阿里巴巴、百度、腾讯、奇虎 360、中国移动、中国电信都加大物力财力投入云计算中。与国外的云计算服务提供商相比, 国内缺少创新, 更多的工作是云计算的本地化及包装。云计算是综合了虚拟化技术、分布式计算、网格计算、效用计算等技术提供服务的一种模式。云计算服务提供商要做的是如何提供低价、优质的服务。云计算市场还未完全成熟, 这对中国来说是个机遇。

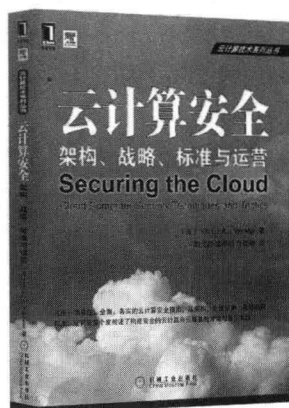
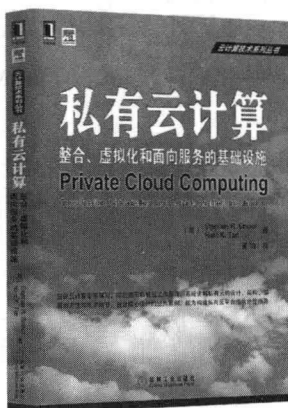
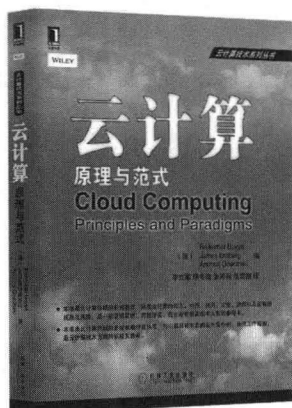
目前市面上关于云计算的书很多, 国外的书写得很深入, 但由于语言原因, 更多的国内学者选择本土云计算方面的书籍作为参考。然而国内的书要么关注云计算理论, 深入分析云计算的核心技术; 要么关注应用, 研究国外的云计算服务提供商的云架构和提供的云服务。

为了既能提纲挈领地把握云计算核心技术，整理出清晰的发展脉络，又能以应用平台为引导，深入浅出地建立技术实例，给读者辅以理论指导下的可操作性，让更多的人了解、使用这一技术领域成果，作者结合中国电子科技集团公司三十二研究所在云计算方面的成果和电子科技大学的科研技术优势，编写了此书。

本书既分析了云计算的核心技术，又结合云计算的三大服务模式对云计算进行了深入研究。本书第1章介绍了云计算的概念、云计算的起源以及云计算的发展历史，让读者初识云计算，了解云计算是什么。第2章研究了云计算中的核心技术，包括虚拟化技术、高速网络技术、数据存储技术、资源管理技术、云监测技术、能耗管理技术及云服务计费技术。研究云计算的核心技术可以掌握云计算的本质是什么、云计算是如何实现的，而不是仅仅停留在云计算的表面。第3章以市场主流的虚拟技术产品 Xen、VMware、KVM 为例介绍虚拟技术产品的架构、实现机制和安装部署。虚拟化是云计算得以实现的最核心技术，虚拟化同样是计算机未来发展的十大趋势之首，研究虚拟化技术产品可以让读者了解虚拟化并快速部署自己的虚拟机。第4、5、6章分别介绍云计算的三大服务模式。第4章以 Eucalyptus 和 OpenStack 为例介绍了 IaaS 模式相关技术；第5章以 WSO2 和 Kirin-PaaS 为例介绍了 PaaS 模式相关技术；第6章介绍了 SaaS 的概念、发展过程、分类，以及 SaaS 的相关技术（包括 Key-Value、多租户、SOA 和 CRM），最后分析了 SaaS 的优势及对未来的展望。第7章描述了一个完整云计算平台的部署过程，以便更好地引导用户了解云计算产品的使用方式，帮助用户深入理解本书所阐述的云计算内容。

本书若用作高校相关专业教学用书，建议课堂教学分为核心知识技能模块（前6章的内容）和技能提高模块（第7章的内容），其中核心知识技能模块建议教学学时为48学时，技能提高模块建议教学学时为8~10学时，不同学校可以根据各自的教学要求和计划学时数对教学内容进行取舍。

云计算系列丛书



云计算：原理与范式 ✓

作者：（澳）Rajkumar Buyya 等编 ISBN: 978-7-111-41733-0 定价：99.00元

私有云计算：整合、虚拟化和面向服务的基础设施

作者：（美）Stephen R. Smoot 等 ISBN: 978-7-111-40481-1 定价：69.00元

云计算安全：架构、战略、标准与运营 ✓

作者：（美）Vic (J. R.) Winkler ISBN: 978-7-111-40139-1 定价：59.00元

云计算架构：解决方案设计手册 ²⁰¹²

作者：（美）John Rhoton 等 ISBN: 978-7-111-39056-5 定价：69.00元 ✓

云计算揭秘：企业实施云计算的核心问题 ²⁰¹² ✓

作者：（美）Jothy Rosenberg 等 ISBN: 978-7-111-38494-6 定价：59.00元

云计算：企业实施手册 ✓ ²⁰¹¹

作者：John Rhoton ISBN: 978-7-111-35177-1 定价：49.00元

云计算安全与隐私

作者：Tim Mather 等 ISBN: 978-7-111-34525-1 定价：65.00元

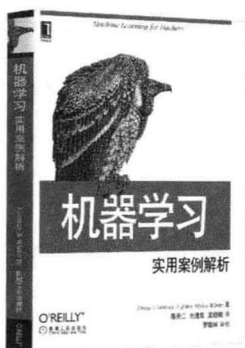
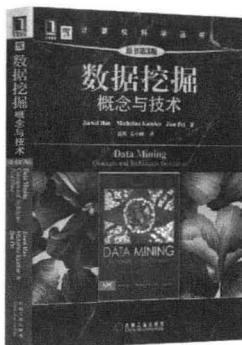
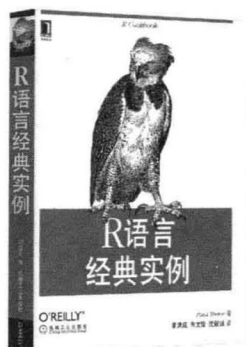
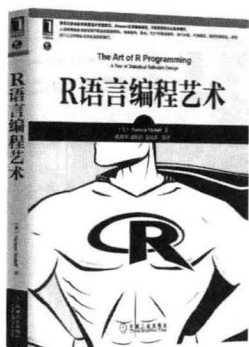
云计算实践指南

作者：Toby Vette 等 ISBN: 978-7-111-30531-6 定价：45.00元

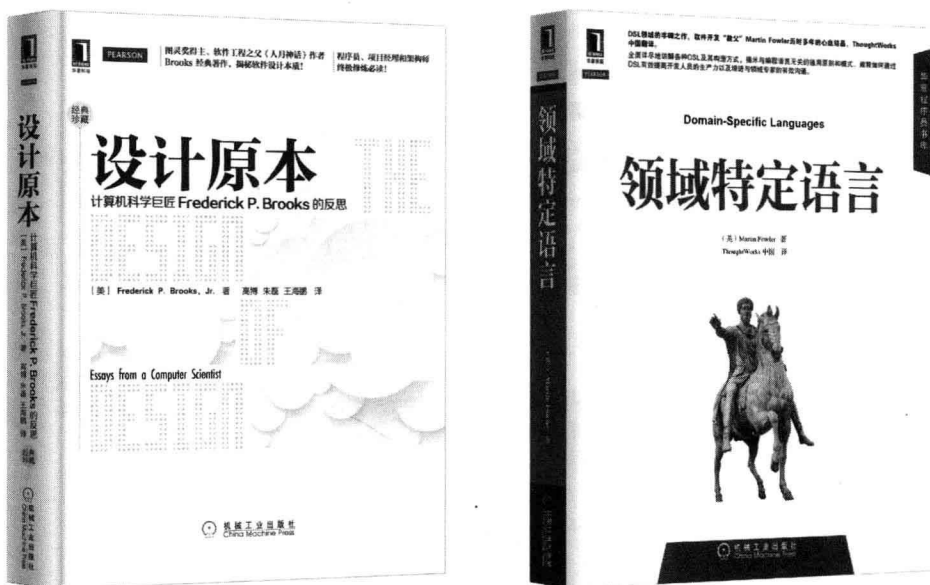
云计算：实现、管理与安全

作者：John Rittinghouse 等 ISBN: 978-7-111-30481-4 定价：39.00元

推荐阅读



推荐阅读



设计原本（精装本）

如果说《人月神话》是近40年来所有软件开发工程师和项目经理们必读的一本书，那么本书将会是未来数十年内从事软件行业的程序员、项目经理和架构师必读的一本书。它是《人月神话》作者、著名计算机科学家、软件工程教父、美国两院院士、图灵奖和IEEE计算机先驱奖得主Brooks在计算机软硬件架构与设计、建筑和组织机构的架构与设计等领域毕生经验的结晶，是计算机图书领域的又一史诗级著作。

领域特定语言

本书是DSL领域的丰碑之作，由世界级软件开发大师和软件开发“教父”Martin Fowler历时多年写作而成。全面详尽地讲解了各种DSL及其构造方式，揭示了与编程语言无关的通用原则和模式，阐释了如何通过DSL有效提高开发人员的生产力以及增进与领域专家的有效沟通，能为开发人员选择和使用DSL提供有效的决策依据和指导方法。

目 录

前言

第1章 绪论 1

- 1.1 云计算的概念 1
- 1.2 云计算的起源 2
- 1.3 云计算的发展历史 3

第2章 云计算核心技术 7

- 2.1 虚拟化技术 7
 - 2.1.1 虚拟化简介 7
 - 2.1.2 虚拟化分类 7
 - 2.1.3 服务器虚拟化 9
 - 2.1.4 虚拟化与云计算 11
 - 2.1.5 虚拟化技术未来发展趋势 12
- 2.2 高速网络技术 13
 - 2.2.1 网络技术发展简介 13
 - 2.2.2 几种网络技术 14
 - 2.2.3 网络技术与云计算 16
 - 2.2.4 高速网络技术未来发展趋势 19
- 2.3 数据存储技术 20
 - 2.3.1 数据存储技术简介 20
 - 2.3.2 数据存储的几种模式 20
 - 2.3.3 云存储与传统存储比较 23
 - 2.3.4 云计算中的数据存储 24
 - 2.3.5 数据存储技术未来发展趋势 29
- 2.4 资源管理技术 30
 - 2.4.1 资源管理简介 30
 - 2.4.2 资源管理中的负载均衡 31

2.4.3 云计算下的资源管理 33

2.4.4 资源管理技术未来发展趋势 34

2.5 其他技术 35

2.5.1 云监测技术 35

2.5.2 能耗管理技术 39

2.5.3 云服务计费技术 40

第3章 虚拟技术产品分析 42

3.1 Xen 42

3.1.1 简介 42

3.1.2 体系架构 43

3.1.3 实现机制 44

3.1.4 部署实例 47

3.2 VMware 50

3.2.1 简介 50

3.2.2 体系架构 52

3.2.3 实现机制 56

3.2.4 部署实例 58

3.3 KVM 69

3.3.1 简介 69

3.3.2 功能与架构 70

3.3.3 实现机制 74

3.3.4 部署实例 76

第4章 IaaS 80

4.1 Eucalyptus 80

4.1.1 简介 80

4.1.2 核心技术 84

4.1.3 实现机制 90

4.1.4 部署实例 95

4.2	OpenStack	103	6.2.1	Key-Value	161
4.2.1	简介	103	6.2.2	多租户	165
4.2.2	核心技术	103	6.2.3	SOA	166
4.2.3	实现机制	108	6.2.4	CRM	167
4.2.4	部署实例	110	6.3	SaaS 的优势	168
第 5 章 PaaS	118		6.3.1	SaaS 的显著特征	168
5.1	WSO2 简介	118	6.3.2	SaaS 有别于传统软件的 特性	169
5.2	WSO2 PaaS 架构	118	6.4	SaaS 展望	170
5.2.1	WSO2 Carbon	118	6.4.1	发展趋势	170
5.2.2	WSO2 Stratos	119	6.4.2	发展的安全问题	171
5.2.3	WSO2 StratosLive	120	6.4.3	云计算的影响	172
5.3	WSO2 核心技术	121	第 7 章 云计算平台部署流程	173	
5.3.1	总体架构	121	7.1	系统描述及部署说明	173
5.3.2	核心服务	122	7.1.1	完整云计算平台结构	173
5.3.3	工作机制	127	7.1.2	系统逻辑结构	174
5.4	Kirin-PaaS	128	7.1.3	业务系统结构	174
5.4.1	简介	129	7.1.4	云计算平台部署	175
5.4.2	核心技术	129	7.2	运行环境	176
5.4.3	部署实例	133	7.2.1	硬件环境	176
第 6 章 SaaS	156		7.2.2	软件环境	178
6.1	SaaS 简介	156	7.3	云计算平台安装	178
6.1.1	SaaS 的概念	156	7.3.1	IaaS 系统安装	178
6.1.2	SaaS 的发展	156	7.3.2	PaaS 系统安装	178
6.1.3	SaaS 的分类	158	7.4	云计算平台使用	180
6.1.4	SaaS 的模型	159	参考文献	187	
6.2	SaaS 的相关技术	161			

第 1 章 绪 论

云计算这个概念比较抽象，人们总是在谈“云”，但却往往不知所云。本章将从云计算的概念、起源及发展历史揭开云计算的神秘面纱，让大家对云计算有初步的了解。

1.1 云计算的概念

云计算（Cloud Computing）是一种利用互联网和中央远程服务器维护数据和应用程序的技术。在云计算中，企业和个人消费者通过网络终端即可获得存储、计算和带宽等资源，且不需要安装应用程序和访问个人文档。

云计算的一个简单的例子是雅虎电子邮件、Gmail 或 Hotmail 等。消费者仅仅需要一个互联网连接的终端，就可以发送电子邮件，而不需要安装软件或服务器。服务器和邮件管理软件都是在云上的，由云服务提供商 Yahoo 或 Google 公司管理，消费者只需要使用软件就可以获得服务。一个形象的比喻是：“如果你需要牛奶，你会去买一头牛吗？”所有用户或消费者需要的只是由计算机软件或硬件提供的服务而已。

云计算是一种新兴的商业计算模型。云计算将集中所有的计算、存储、网络等资源，不需要人为操作，全部由软件实现自动管理。云服务应用者就可以更加专注于自己的业务，而不用担心这些烦琐的细节，有利于应用创新和成本降低。

当前，几乎所有的知名互联网技术（Internet Technology, IT）提供商及服务提供商都在参与云计算研究，甚至提供相关的云服务。总的来说，当前云计算服务可以分为三大类，即基础设施即服务（Infrastructure as a Service, IaaS）、平台即服务（Platform as a Service, PaaS）和软件即服务（Software as a Service, SaaS），如图 1-1 所示。

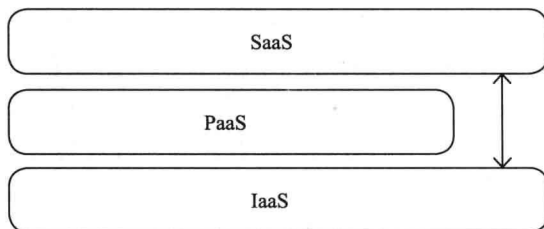


图 1-1 云服务类型

(1) IaaS

IaaS 是指用户可以通过 Internet 从完善的计算机基础设施获得服务，包括计算、存储和虚拟化技术提供的相关服务。云基础设施可以给用户、SaaS 提供商和 PaaS 提供商提供其所需的计算能力，并且不用他们承担该计算能力的资源成本。

目前，有关公司可以提供基于硬件的 IaaS 服务，包括微软、亚马逊和其他一些可提供存储服务 and 虚拟服务器的公司，他们把内存、存储、输入/输出（Input/Output, I/O）设备

和计算能力通过云计算的相关技术，统一集中成一个虚拟资源池，提供服务给用户和 SaaS、PaaS 提供商。

(2) PaaS

PaaS 为用户提供一个包括应用设计、应用开发、应用测试以及应用托管的完整的计算机平台。在该服务模式中，用户不需要购买硬件和软件设施，只需要支付一定的租赁费用，就可以使用 PaaS 平台。在 PaaS 平台上，用户可以创建、测试和部署应用及服务，与云计算之前的基于数据中心平台的软件开发相比，大大减少了开发成本，这也是 PaaS 服务的价值所在。目前已经有几款比较典型的 PaaS 应用平台，包括 Facebook 的开发平台、微软的 Windows Azure 平台以及 WSO2 的开发平台等，本书第 5 章以 WSO2 为例详细描述了 PaaS 平台的配置。

(3) SaaS

云计算除了 IaaS 和 PaaS 以外，还有 SaaS，SaaS 即云计算直接为用户提供软件服务，用户可以按照某种服务水平协议（Service-Level Agreement, SLA）通过网络从相关的提供商处获取所需要的、有相应软件功能的服务，而不需要用户安装软件产品在自己的计算机或者服务器上。从本质上说，SaaS 就是软件服务提供商为了满足用户的特定需求所提供的消费软件的计算能力。目前，SaaS 已有网络会议、在线邮件系统、在线杀毒和网络传真等各种典型的应用，还有在线人力资源管理、在线项目管理、在线客户关系管理（Customer Relationship Management, CRM）、在线进销存等各种管理型服务。

1.2 云计算的起源

云计算是一种基于互联网的计算方式，通过这种方式，共享的软硬件资源和信息可以按需提供给计算机和其他设备，整个运行方式很像电网。

云计算的起源很难描述清楚，但它似乎源于使用程序化图纸的实践，即用于表示在计算和通信系统中的网络图。云是网络、互联网的一种比喻说法，过去在图中往往用云来表示电信网，后来也用来表示互联网和底层基础设施的抽象。在 20 世纪 90 年代，电信公司开始提供虚拟专用网（Virtual Private Network, VPN）服务，在此之前主要提供专用的点对点数据电路，两者服务质量不相上下，但 VPN 成本要低得多，VPN 通过交换流量平衡使用，使用户能够更有效地使用整体网络带宽。“云”这一符号用来表示一个分界点，划分提供方和用户之间的责任。云计算则包含了服务器和网络基础设施等。

云计算的根源可以追溯到 20 世纪 50 年代，科学家 Herb Grosch（《Grosch's law》的作者）推测整个世界将在约 15 个大型数据中心供电的哑终端上运行。20 世纪 60 年代，John McCarthy 提出“计算也许有一天会成为一项公用事业”。1966 年在 Douglas Parkhill 的《The Challenge of the Computer Utility》中，对几乎所有现代云计算的特征（弹性条款、提供实用程序、在线、无限供应的设想）和电力行业在公有、私有、政府以及社区等各方面应用上的比较都进行了深入探讨。

无处不在的可用的高容量网络、低成本的计算机和存储设备，以及广泛采用的硬件虚拟

化、面向服务的体系结构、自动化和效用计算已经使云计算有了巨大增长。新的云计算架构凭着其小和“双比萨团队”^①快速移动的特点，可以更快和更简单地加入新的功能，使得其内部效率大大提高。其后，亚马逊开发了一个可以提供云服务给外部客户的新产品，并于2006年在效用计算^②的基础上推出了亚马逊网络服务（Amazon Web Service, AWS）。

在2008年年初，Eucalyptus成为第一个云计算开源软件——AWS的可兼容应用程序编程接口（Application Programming Interface, API）私有云部署平台。同时，OpenNebula推出的RESERVOIR European Commission-funded项目，对云联盟而言，是第一个开源的可同时部署私有云和混合云的软件^③。同年，学者们在基于云基础设施的架构上，致力于研究如何提供高质量的服务保障（这是由实时交互产生的需求），最后在IRMOS European Commission-funded project的框架下，研究出了一个实时的云环境。2008年中期，Gartner^④公司看到云计算的机会，即可以塑造消费者之间关系的IT服务，包括使用和销售IT服务的人，并发现公司类型正从拥有硬件和软件资产转变为提供硬件或软件服务，因此，预计云计算方面的转变会导致某些领域IT产品的急剧增长，而另一些领域则会显著减少。2012年，Biju John博士和Souheil Khaddaj博士在定义云的语义术语方面进行合作，得出的结论是：云计算是一种通用的数据收集技术，可以搜集互联网上各种各样的资源（例如硬件信息、各种平台和服务等），并在虚拟化环境中形成独立的单位。其由基础设施提供商、服务提供商和消费者组成，并从语义上讲可以被很多不同的用户访问。

1.3 云计算的发展历史

1959年6月，Christopher Strachey发表了虚拟化的论文，虚拟化是指计算机元件在虚拟的基础上运行，是现在云计算基础架构的基石。

1961年，John McCarthy提出计算力的概念，以及通过公用事业销售计算机应用的思想。

1965年，西联汇款（Western Union）的一位高管提出了将信息建立成公用事业的设想。

1984年，Sun公司的联合创始人John Gage将分布式计算技术带来的改变描述为“网络就是计算机”，而现在云计算正在将该理念变成现实。2006年，该公司推出了基于云计算理论的“BlackBox”计划，旨在以极创新的系统，改变整个数据中心环境。2008年5月，Sun公司又宣布推出“Hydrazine”计划。

1998年，威睿（VMware）公司成立并首次引入x86虚拟化技术。x86虚拟化技术是指在x86的系统中，一个或几个客户操作系统在一个主操作系统下运行的一种技术。2009年4月，该公司推出的VMware vSphere 4是业界首款云操作系统。VMware又于2009年9月推

① two-pizza team，亚马逊的CEO贝佐斯提出了“双比萨团队”概念，意思是说：任何团队都应足够小，两个比萨就能吃饱。

② utility computing，效用计算是一种提供服务的模型，该模型的服务提供商提供客户需要的计算资源和基础设施管理，并且将根据某个应用进行收费，而不是按照速率。

③ 私有云是单独为客户定制的，可以有效控制数据、安全性和服务质量。公有云是第三方云提供商提供的，用户可通过网络获得云服务，且其费用较低或者可免费使用。而混合云是私有云和公有云的结合体。

④ 高德纳咨询公司，全球最具权威的IT研究与顾问咨询公司。

出 vCloud 计划，以构建全新云服务。

1999 年，Marc Andreessen 创建了第一个商业化的 IaaS 平台——LoudCloud。同年 Salesforce.com 公司成立，它提出云计算和 SaaS 的理念，开创了新的里程碑，宣布“软件终结”革命的开始。2008 年 1 月，Salesforce.com 推出 DevForce 平台，旨在帮助开发人员创建各种商业应用，例如根据需要创建数据库应用、管理用户之间的协作等，Force.com 平台是世界上第一个 PaaS 的应用。

2000 年，SaaS 兴起，SaaS 即云计算直接为用户提供软件服务。

2004 年，Google 发布 MapReduce 论文，MapReduce 是 Hadoop 的主要组成部分。2006 年 8 月，“云计算”的概念由 Google 行政总裁 Eric Schmidt 在搜索引擎大会（SES San Jose 2006）上首次提出。Google 公司在 2008 年 9 月推出了 Google Chrome 浏览器，将云计算运用到浏览器中，使其融入云计算时代。同年，Doug Cutting 和 Mike Cafarella 实现了 MapReduce 和 HDFS，在此基础上，Hadoop 成为非常优秀的分布式系统的基础架构。

2005 年，Amazon 公司宣布推出 Amazon Web Service 云计算平台。Amazon Web Service 是一组允许通过程序访问 Amazon 的计算基础设施的服务。次年又推出了在线存储服务 S3 和弹性计算云 EC2 等云服务。2007 年 7 月，该公司推出简单队列服务（Simple Queue Service, SQS），SQS 是所有基于 Amazon 网格计算的基础。2008 年 9 月，Amazon 公司与甲骨文公司合作，使得用户可以在云中部署甲骨文软件和备份甲骨文数据库。

2007 年 3 月，戴尔公司成立数据中心解决方案部门，为 Windows Azure、Facebook 和 Ask.com 三家公司提供了云基础架构。2008 年 8 月，戴尔公司在美国专利商标局申请“云计算”商标，旨在加强对该术语的控制权。2010 年 4 月，戴尔又推出 PowerEdgeC 系列云计算服务器和相关服务。

2007 年 10 月，IBM/Google 云计算学术倡议会（the Academic Cloud Computing Initiative, ACCI）建立，它帮助计算机专业学生获得构建云基础架构和应用程序的能力，解决云计算带来的挑战。

2007 年 11 月，IBM 公司推出“蓝云”（Blue Cloud）计划，旨在为客户带来即刻使用的云计算。2008 年 2 月，IBM 公司宣布在中国无锡产业园建立第一个云计算中心，该中心将为中国新兴软件公司提供接入一个虚拟计算环境的能力，从而鼎力支持其开发活动。同年 6 月，IBM 公司又宣布成立 IBM 大中华区云计算中心。2010 年 1 月，又与松下公司合作达成了当时全球最大的云计算交易。

2008 年 2 月，EMC 中国研发集团正式成立云架构和服务部，该部门联合云基础架构部和 Mozy、Pi 两家公司，共同形成 EMC 云战略体系。同年 6 月，EMC 中国研发中心启动“道里”可信基础架构联合研究项目，该项目主要研究云计算环境下信任和可靠度保证的全球研究协作。

2008 年年中，Gartner 公司报告中指出云计算的发展可代表计算的方向。12 月，Gartner 公司总结的十大数据中心突破性技术中又包括了虚拟化和云计算。

2008 年 7 月，云计算试验台 Open Cirrus 推出，它由 HP、Intel 和 Yahoo 三家公司联合

创建。

2008年9月，思杰公司公布云计算战略并发布新的思杰云中心产品系列（Citrix Cloud Center, C3），它整合了经云验证的虚拟化产品和网络产品，可支持当时大多数大型互联网和Web服务提供商的业务运作。

2008年10月，微软公司的Windows Azure Platform公共云计算平台发布，开始了微软公司的云计算之路。2010年1月，与HP公司合作一起发布了完整的云计算解决方案。同月，微软公司又发布Microsoft Azure云平台服务，用户通过该平台，可以在微软公司管理的数据中心的全球网络中快速生成、部署和管理应用程序。

2008年，亚马逊、Google和Flexiscale等公司的云服务相继发生宕机故障，引发业界对云计算安全的讨论。

2009年1月，阿里巴巴集团旗下子公司阿里软件在江苏南京建立首个“电子商务云计算中心”，与杭州总部的数据中心一起协同工作，形成规模能够与Google匹敌的服务器集群“商业云”体系。

2009年3月，思科公司发布集存储、网络 and 计算功能于一体的统一计算系统（Unified Computing System, UCS），又在5月推出了云计算服务平台，正式迈入云计算领域。同年11月，思科与EMC、VMware建立虚拟计算环境联盟，旨在让用户能够快速提高业务敏捷性。2011年2月，思科系统正式加入OpenStack，该平台由美国航空航天局（National Aeronautics and Space Administration, NASA）和托管服务提供商Rackspace Hosting共同研发，使用该平台的公司还有微软、Ubuntu、戴尔和超微半导体公司（Advanced Micro Devices, AMD）等。

2009年4月，加州大学圣巴巴拉分校发布第一个开源平台服务AppScale，它可以在多基础设施的规模上运行Google App Engine应用。

2009年4月，圣安德鲁斯大学云计算联合实验室决定，将重点研究新的云计算领域。这在英国是独一无二的，学校联合组织的目标是成为卓越的云计算研究和教学国际中心，并为对云服务感兴趣的企业提供咨询和信息。

2009年7月，中国诞生首个企业云计算平台——中华企业云计算平台。

2009年11月，中国移动启动云计算平台“大云”（Big Cloud）计划，并于第二年5月发布了“大云平台”1.0版本。“大云”产品包括五部分：分布式海量数据仓库、弹性计算系统、云存储系统、并行数据挖掘工具和MapReduce并行计算执行环境。

2010年3月，Novell公司与云安全联盟（Cloud Security Alliance, CSA）推出一项厂商中立协议，旨在为云供应商提供业界首个云安全认证、教育和推广计划，名为“可信任云计算计划”（Trusted Cloud Initiative）。

2010年4月，Intel公司在Intel信息技术峰会（Intel Developer Forum, IDF）上提出互联计算，目的是让用户从PC（客户端）、服务器（云计算）到移动、车载、便携等所有个性化互联设备，获得熟悉且连贯一致的个性化应用体验，Intel公司此举目的是试图用x86架构统一嵌入式、物联网和云计算领域。

2010年10月，由欧洲委员会第七框架计划资助的TClouds（可信赖的云）项目开始。

该项目的目的是建立弹性和可信赖云的基础设施的建筑设计，该项目已开发出一个原型以展示其成果。

2010年12月，新加坡惠普实验室的TrustCloud研究项目通过把可检测的数据中心封装在一个5层的TrustCloud框架中，用以解决云计算的透明度和问责制。

2011年6月，美国电信工业协会制定了云计算白皮书，分析了一体化的挑战和云服务与传统的美国电信标准之间的机会。

2011年，FEMhub推出NCLab，该应用涵盖的领域包括SaaS科学、技术、工程和数学（Science、Technology、Engineering and Mathematic，STEM）。截至2012年7月，NCLab已有超过10 000个用户。

第 2 章 云计算核心技术

虚拟化技术和高速网络技术是云计算得以实现的核心技术，没有这些技术作为支撑，云计算将成为“空中楼阁”。云计算是将资源以服务的方式提供给用户，资源都存放在“云端”，这需要用到数据存储技术和资源管理技术。本章将对云计算核心技术进行剖析。

2.1 虚拟化技术

虚拟化技术（Virtualization）伴随着计算机技术的产生而出现，并一直在计算机技术的发展过程中占据着重要的地位。虚拟化也是目前信息产业研究的重点。在 Gartner 公司举办的 2011 年度 IT 研讨会 (Symposium IT/Expo) 上，Gartner 公司选出的 2012 年 IT 十大技术趋势中虚拟化技术高居榜首。由此可见虚拟化技术的重要性。

2.1.1 虚拟化简介

“虚拟化”是一个广泛而不断变化的概念，目前并没有统一的定义。它是一个表现逻辑群组或计算机资源的子集的进程，通过对资源进行抽象，用户可以用比原本的组态更好的方式来存取这些进程。这些资源的新虚拟的部分是不受现有资源的实现方式、地理位置或底层的物理配置所限制的。一般所指的虚拟化资源包括计算能力和资料存储等。

虚拟化的特点包括：虚拟的对象是各种资源；虚拟后的逻辑资源对用户隐藏了不必要的细节；用户在虚拟化的环境中可以实现真实环境下的全部或部分功能。

虚拟化的资源包括硬件资源和软件资源。硬件资源如 CPU、内存、硬盘、网络等；软件资源如操作系统、数据库系统、文件系统、应用程序等。虚拟化后的资源对用户隐藏了不必要的细节是指用户在访问虚拟化后的资源时，不用考虑资源所在的位置、具体的访问过程等，用户只需要把虚拟资源当作原来的真实资源访问即可。

虚拟是相对真实而言，虚拟化的目标是通过虚拟手段简化资源的访问和管理，并为这些资源提供统一、标准的接口进行输入和输出。虚拟后的资源对用户隐藏了不必要的细节，用户访问虚拟资源与访问真实资源是无差别的。模糊掉虚拟与物理之间的差距，让虚拟变得更真实是虚拟化的终极目标。

2.1.2 虚拟化分类

虚拟化的分类方式有很多。从虚拟化的目的来看，虚拟化主要分为三类：平台虚拟化、资源虚拟化和应用程序虚拟化。

平台虚拟化（Platform Virtualization），它是整个计算环境和运行平台的虚拟化，是计算机和操作系统级别的虚拟化，包括了服务器虚拟化和桌面虚拟化。服务器虚拟化可以将一台物理服务器虚拟成若干服务器使用。桌面虚拟化将桌面环境与其使用的终端设备解耦合，服