



Lecture 01: 云计算介绍

SSE316: 云计算技术
Cloud Computing Technologies

陈壮彬

软件工程学院

chenzhb36@mail.sysu.edu.cn

Today's topics

□云计算的定义

□云计算的发展史

□云计算的优缺点

□云计算的基本概念与术语

□课程安排



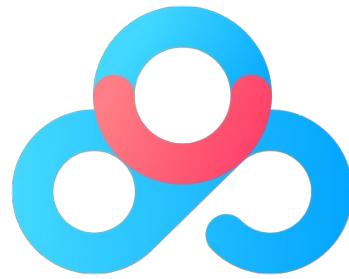
你认为什么是云计算？



OneDrive



iCloud



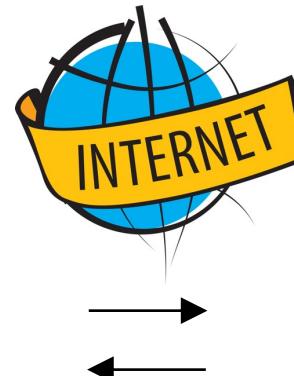
百度云



Google Drive

云盘就是云计算？





中国云计算行业产业图谱

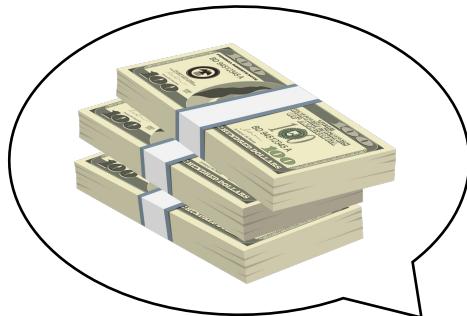


一个例子了解为什么需要 云计算

为什么需要云计算?

□ 海绵宝宝打算创业!

□ 做一个类似淘宝天猫的网站，取名为嘀哩嘀哩 (DiliDili)



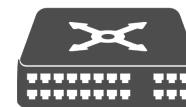
海绵宝宝的创业之旅

□首先，他需要上线自己的网站，供外界访问
□因此，他需要

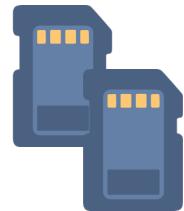
- 购买大量设备（服务器、存储、网络设备）
- 租赁机房
- 招募工程团队搭建集群、配置环境
- 部署网站并接入Internet



服务器



网络设备



存储



工程师
Expensive...



海绵宝宝的创业之旅

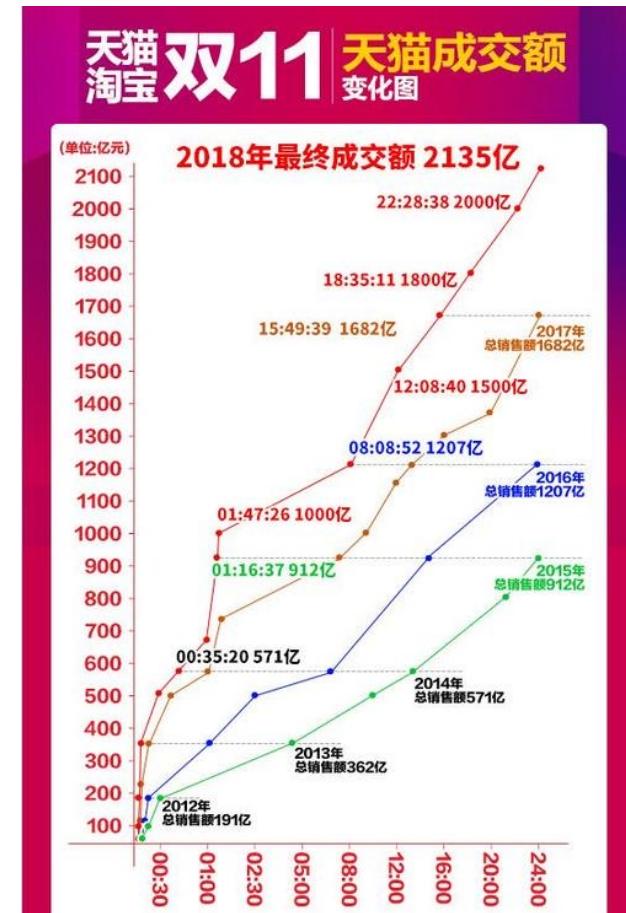
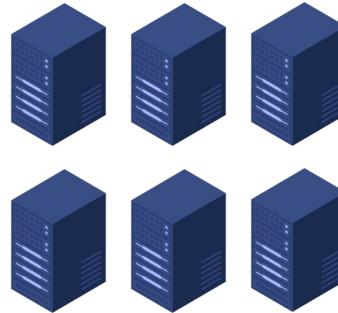
好不容易网站上线了，接下来双十一要来了
海绵宝宝面临服务器无法承载突增的访问量

- **如果购买更多服务器**

- 需要另一大笔资金
- 且双十一过后新买的服务器将被闲置

- **如果不买**

- 少赚双十一的钱
- 用户访问量过大可能导致系统崩溃



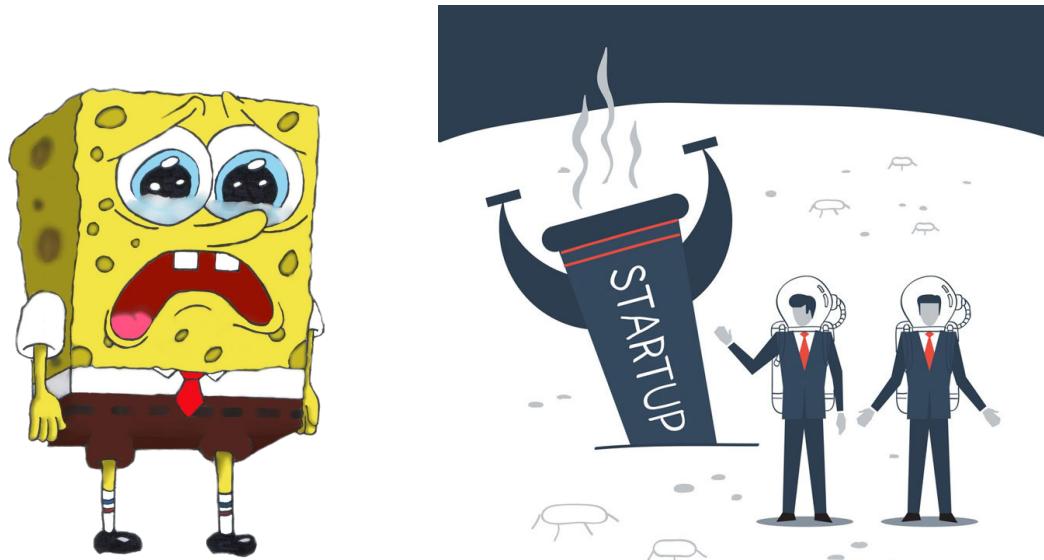
海绵宝宝的创业之旅

口事实是，海绵宝宝没钱了，买不起了

口果不其然，网站由于访问量太大出现故障

- 海绵宝宝突然意识到先前忘记招募运维人员
- 即便临时调派了几个，也用了很长时间才恢复

口创业结果：没钱发工资，交不起水电费，创业失败😭



使用云计算

□ 直接租用**现成的 IT 资源**

- 云厂商提供的 IT 资源可能比自己购买的还便宜
- 无需招募系统工程师团队进行复杂的集群搭建与配置

□ 简单的网站部署

- 团队聚焦在网站业务设计，无需关心底层系统

□ 面对双十一时

- 租用更多 IT 资源应对激增的访问量
- 双十一结束后停止租用

□ 当出现故障时

- 享受甲方权益，直接打电话找云厂商



华为云实例

购买华为云服务器并搭建简单的网站



HUAWEI CLOUD

<https://www.huaweicloud.com/>

我的ECS: 华东-上海一 (1)

开机 关机 重启 重置密码 更多 ▾ 导出 ▾

默认按照名称搜索、过滤

<input checked="" type="checkbox"/> 名称/ID	监控	安全	状态	可用区	规格/镜像
<input checked="" type="checkbox"/> ecs-4286 5e2dc087-a437-445c-...			关机	可用区3	1vCPUs 2GiB s7.medium.2 <small>云市场 Windows Server 201...</small>

云针对软硬件资源实施了高效集中化



微软云数据中心



华为云数据中心



挪威Kolos绿色数据中心

云：让计算成为如水、电一样的公共服务



使用云计算真实案例

2009

2010

2016



NETFLIX

Neil Hunt

CHIEF PRODUCT OFFICER, NETFLIX

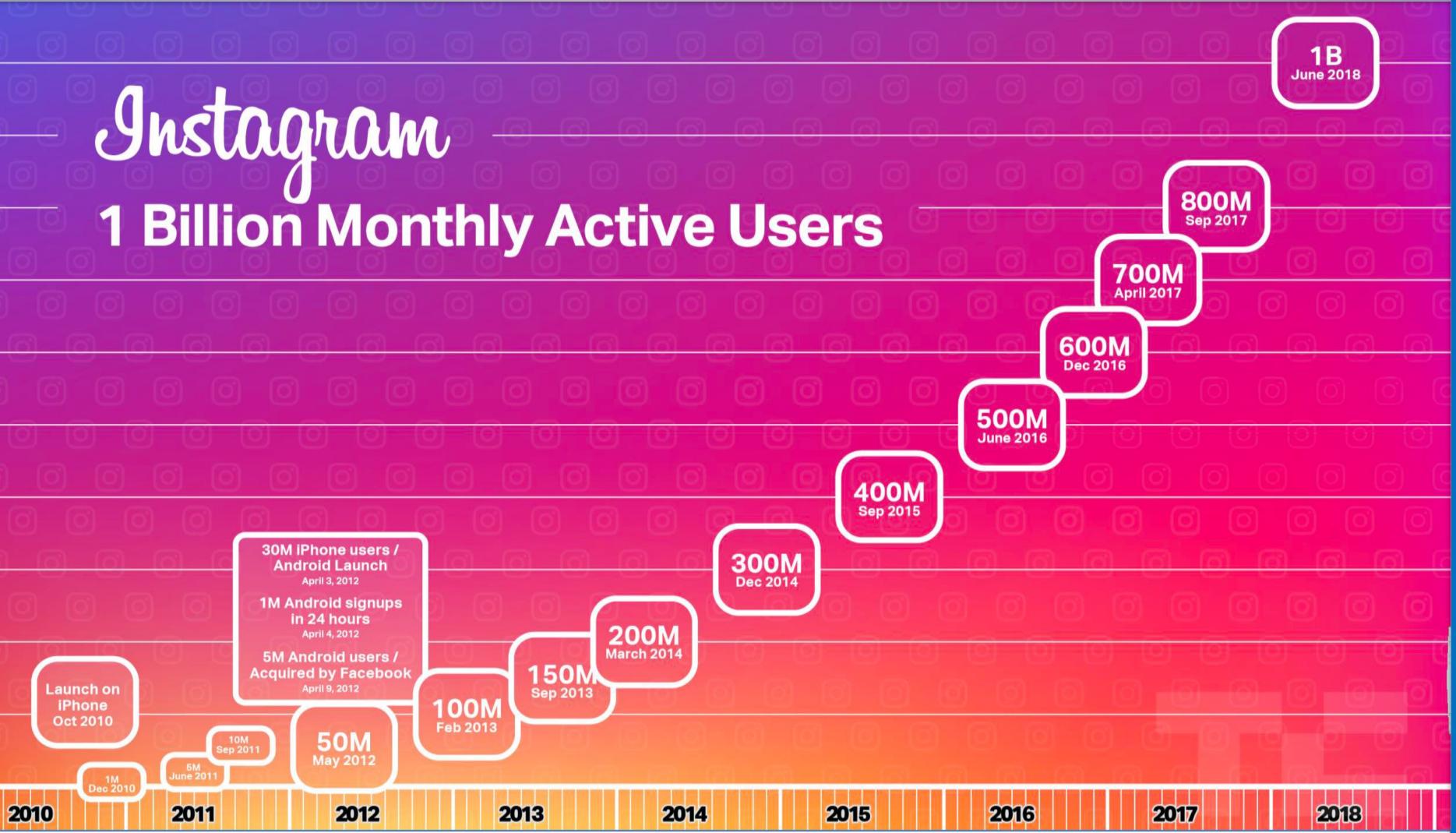
AWS re:Invent

在线影视巨头，依靠公有云，应对全球收视量

使用云计算真实案例

Instagram

1 Billion Monthly Active Users



一笔启动资金，仅靠公有云，两年后十亿收购

使用云计算真实案例



2024年春运将于1月26日启动
12306如何应对春运购票潮？

12306购票网站应对春运

为什么要学习云计算？

为什么要学习云计算技术？

云计算行业仍然在快速增长

当前位置：首页 > 信息化 > 规划产业

我国云计算市场保持较高活力，预计2027年可突破2.1万亿元

来源：人民邮电报

2024-07-30 11:52

A⁻ A⁺

高薪职业机会

- 软件开发工程师
- 云架构师
- DevOps 工程师
- 云安全专家

推荐职位

云计算软件开发工程师 20-40K

杭州滨江区长河 | 经验不限 | 本科

岗位介绍：外企德科“华为CloudBU项目群”诚聘软件开发人员，负责云计算领域相关技术方案的研发工作，包括产品前、后端代码的编写，技术攻关、维护等...



华为

计算机软件 | 不需要融资 | 10000人以上

云计算软件测试工程师 21-30K·15薪

上海青浦区金泽 | 1-3年 | 本科

【工作职责】：1、负责软件需求测试分析、测试设计、测试执行、自动化测试工作；2、负责云计算测试能力构建，研究或引进先进的测试方法、测试工具...



华为
云

西安华为云计算公司

计算机软件 | 不需要融资 | 10000人以上

云计算软件开发工程师 15-30K

杭州滨江区西兴 | 在校/应届 | 本科

华为云后端软件开发，应届校招，有兴趣可联系 语言不限，经验不限



华为

计算机软件 | 不需要融资 | 10000人以上

为什么要学习云计算技术？

口人工智能的发展基石：Grok 3 使用了 20 万块 GPU

- 如何把 20 万块 GPU 同时用起来？
- 如何优化模型训练和推理的资源使用？
- 某一块 GPU 坏了怎么办？（与传统分布式系统不同）

The screenshot shows a dark-themed web page from Imarena.ai. At the top, it says "xAI Grok-3 #1 in Arena" and "First model with >1400 score". Below is a table with the following data:

Rank* (UB)	Model	Arena Score	95% CI	Votes	Organization
1	chocolate_(Early_Grok-3)	1402	+7/-6	7829	xAI
2	Gemini-2.0-Flash-Thinking-Exp-01-21	1385	+5/-5	13336	Google
2	Gemini-2.0-Pro-Exp-02-05	1379	+5/-6	11197	Google
2	ChatGPT-4o-latest_(2025-01-29)	1377	+5/-6	10529	OpenAI
5	DeepSeek-R1	1361	+8/-7	5079	DeepSeek
5	Gemini-2.0-Flash-001	1356	+6/-5	9092	Google
5	o1-2024-12-17	1353	+6/-5	15437	OpenAI

马斯克用20万块英伟达芯片练出Grok 3，印证了DeepSeek真的强

为什么要学习云计算技术？

□ 你至少得会用一些重要的云计算技术

- 像会用水电一样使用云计算
- 利用云计算平台加快项目开发，进行原型验证
- 掌握关键的云计算中间件、工具
 - 容器技术与编排：Docker、Kubernetes
 - 存储：Amazon S3、Google Cloud Storage
 - 云数据库：Amazon RDS、Google Cloud SQL
 - 分布式缓存：Redis、Memcached
 - 消息队列技术：RabbitMQ、Kafka
 - Serverless 计算：AWS Lambda、Azure Functions
 - ...

云计算的定义

云计算的定义

□ Salesforce (云计算领域开拓者和业界领袖)

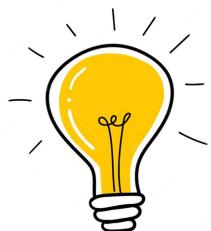
- 云计算是一种将计算资源从远程中心传递给用户的方式

□ Gartner (领先的信息技术研究和分析公司)

-一种计算方式，能通过 Internet 技术将可扩展性和弹性 IT 能力作为服务交付给外部用户

□ Microsoft (领先的云服务提供商)

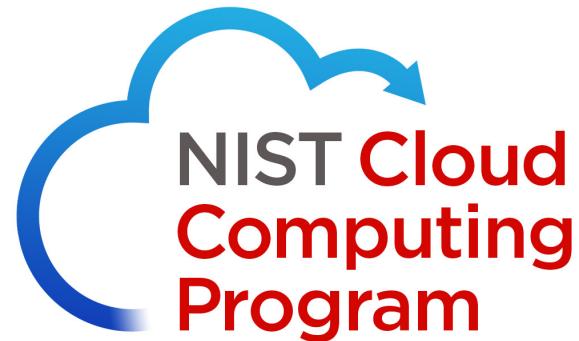
- 云计算是通过 Internet 提供包括服务器、存储、数据库、网络、软件、分析和智能在内的计算服务，以提供更快的创新、灵活的资源和规模经济



云计算目前尚未有统一的定义，同一机构对云计算的定义也一直在更新

云计算的定义

□ 美国国家标准与技术研究院 (NIST)



Cloud computing is a model for enabling **ubiquitous, convenient, on-demand** network access to a **shared pool of configurable computing resources** (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with **minimal management effort or service provider interaction**.

云计算是一种模型，可以实现**随时随地、便捷地、按需地**从**可配置计算资源共享池**中获取所需的资源（例如，网络、服务器、存储、应用程序及服务），资源可以快速供给和释放，**使管理的工作量和服务提供者的介入降低至最少**。

云计算的五个基本属性

Resource Pooling (计算资源汇聚)

Broad Network Access (广域网接入)

On-demand Self-service (按需服务)

Rapid Elasticity (敏捷弹性)

Measured Service (服务可量化)

**更重要的问题不是
“什么是云计算”
而是在于
“你要用它做什么（以及怎么用）”**

**By James Governor, the Principal Analyst
and Founder of RedMonk**

云计算的发展史

云计算的发展史

口麦肯锡在1961年一次演讲中指出，“公用计算” 将是一个新的重要产业的基础



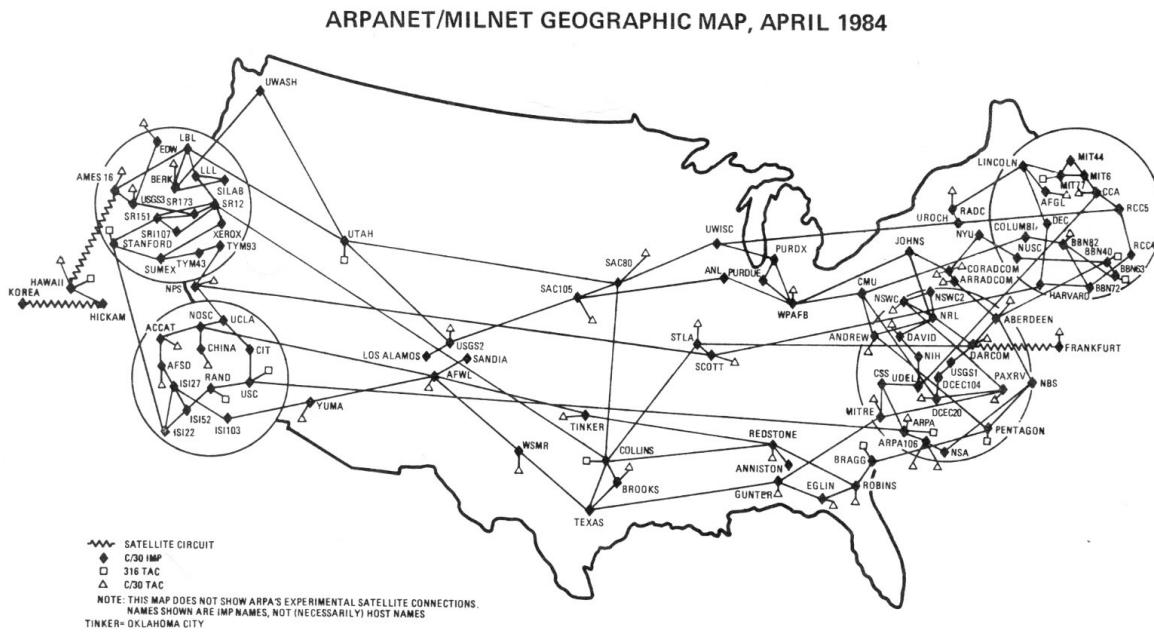
约翰·麦肯锡
John McCarthy
(1927-2011)

“Computation may someday be organized as a public utility”
“计算，某天或将以公共服务的形式出现”

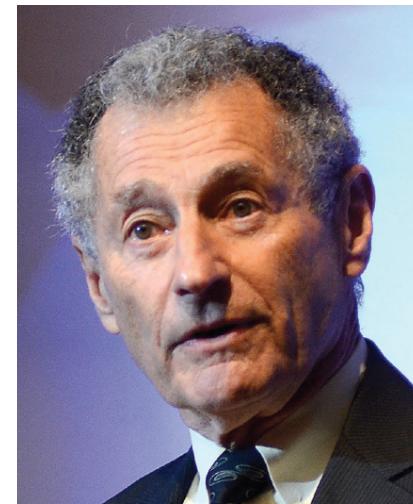
**美国计算机科学家，
1971年图灵奖得主，
人工智能先驱**

云计算的发展史

□1969年12月，克兰罗克等人在加利福尼亚的两个节点间实现了消息传输



随着 ARPANET 在位于不同地理位置的计算节点间的建立。克兰罗克指出，未来会迎来“计算机公共设施”的传播推广。



伦纳德·克兰罗克
Leonard Kleinrock
(1934-)

美国计算机科学家，
是互联网奠基人之一

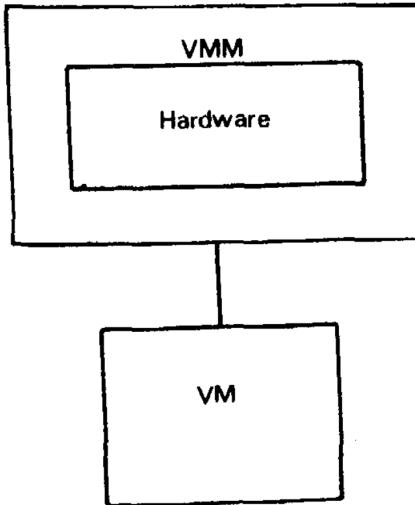
云计算的发展史

□ 1974年，波佩克（Popek）与戈德堡（Goldberg）在虚拟化规范条件方面做出了开创性工作

Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures

Gerald J. Popek
University of California, Los Angeles
and
Robert P. Goldberg
Honeywell Information Systems and
Harvard University

Fig. 1. The virtual machine monitor.



杰拉德·波佩克
Gerald J. Popek
(1946-2008)

形式化方法被用来推导出精确的充分条件来测试这样的架构是否可以支持虚拟机。

美国计算机科学家，在虚拟化领域做出卓越贡献

云计算的发展史

□1997年，Chellappa 博士在一次报告中最早提出了云计算一词 “**Cloud-Computing**”

The first known academic usage and definition of the term Cloud Computing appears to be provided by Prof. Chellappa in a talk titled *Intermediaries in Cloud-Computing*, presented at the INFORMS meeting in Dallas in 1997.

- Chellappa, R.K., *Intermediaries in Cloud-Computing: A New Computing Paradigm*, INFORMS Annual Meeting, Dallas, TX, October 26-29, 1997.

Chellappa 认为一个新的时代在出现：计算服务的边际不仅由技术能力限定，还关乎经济学方面问题。



拉姆纳特·切拉帕
Ramnath Chellappa

**艾默里大学商学院教授，
信息系统专家**

云计算的发展史

IEEE Transactions on Cloud Computing的创刊主编
Buyya 谈到：云代表21世纪的计算视角



水



电



燃气



电信



计算

2008年，Buyya 指出计算服务已经成为继水、电、气、电信之后整个社会第五大不可或缺的公共服务设施。



拉库玛·布雅
Rajkumar Buyya

墨尔本大学计算机教授
IEEE Fellow

云计算的发展史

□2009年，谷歌公司研究人员著书《仓库级计算机》，指出数据中心是云计算的核心基础设施



仓库级计算机(WSL): 支撑云的机器

步入云时代: the computing platform of interest no longer resembles a pizza box or a refrigerator, but a warehouse full of computers



路易斯·巴罗索
Luiz Barroso

**谷歌公司VP,
IEEE/ACM Fellow**

云计算的发展史

2006年，亚马逊正式投产了他的弹性计算云：Elastic Compute Cloud (EC2)，使之成为一个全新的商业服务。



投资指数反映的互联网热度



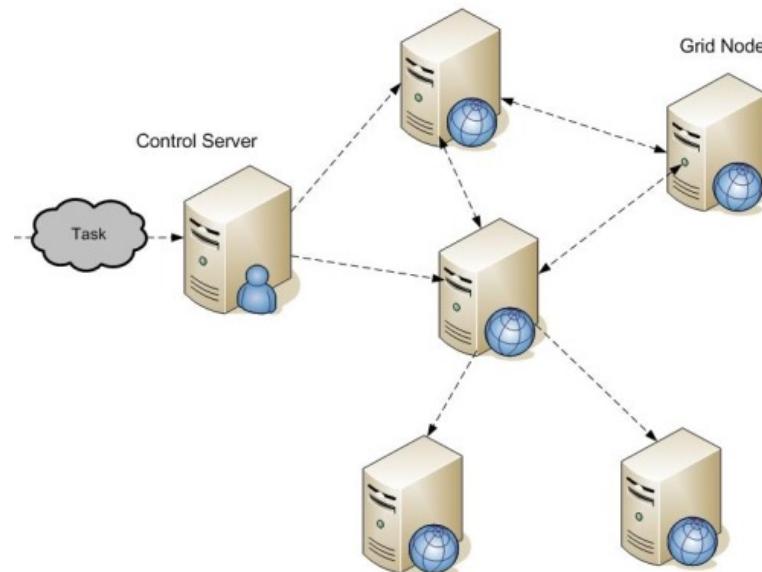
关于云计算概念的网络搜索



云计算发展过程中的两个重要概念

□ 网格计算 (Grid computing)

- 一种分布式计算模型，将不同地理位置的计算机资源结合起来
- 将一个任务拆分成多个小任务分配到远程的计算资源
- 主要应用在**教育和科研机构**中，在企业中应用较少
- 网格计算更加分散，而云计算更加集中

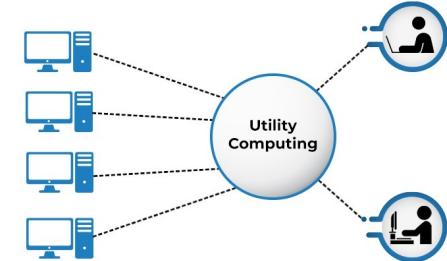


云计算发展过程中的两个重要概念

口效用计算 (Utility computing)

- 服务提供商提供客户计算资源和基础设施管理，并进行计费
- 是云计算的前身，云计算的子集

Why is this a good thing?



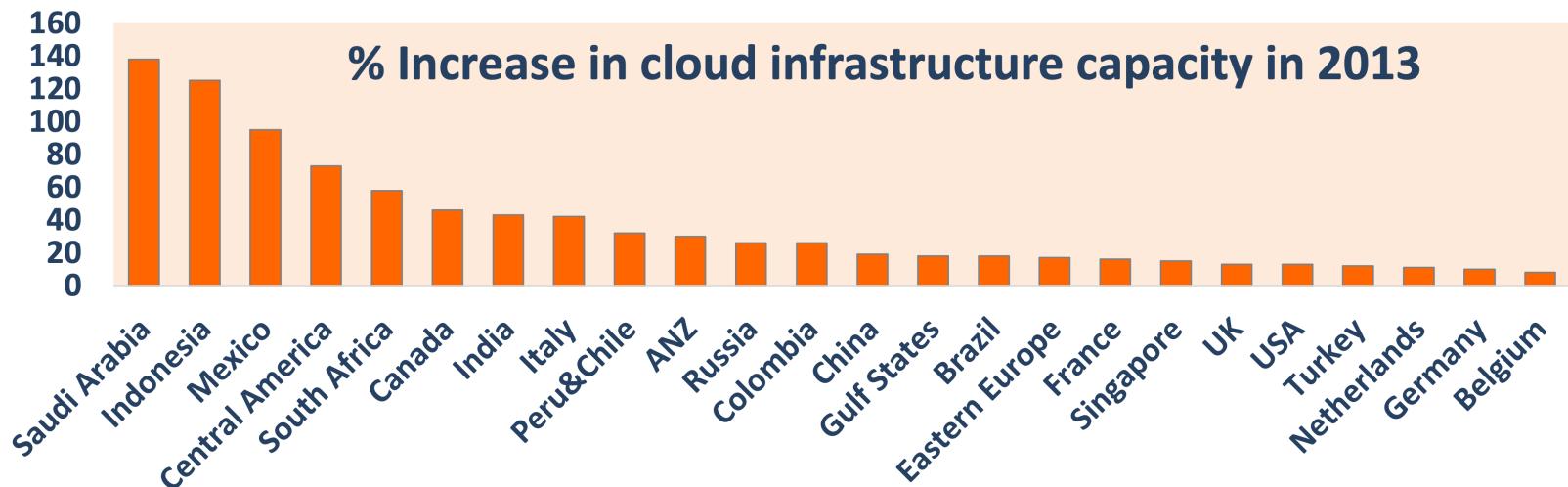
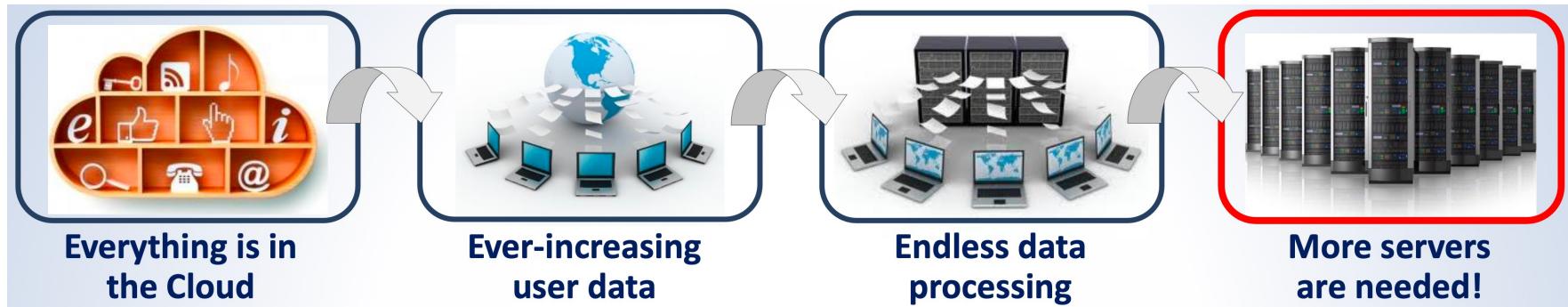
	电 Electricity	算力 Computing
经济规模	运营一个大型发电厂比运营许多小型发电厂更便宜	运行一个大数据中心比运行许多小数据中心更便宜
资源复用	高复用率	高复用率
初始成本	无需投资发电机； 即用即付 (Pay-as-you-Go)	无需投资数据中心； 即用即付 (Pay-as-you-Go)
可扩展性	数千千瓦，秒级扩容	千万级算力，秒级扩容

云计算的发展史

□Wiki 早期列举出的前 20 名世界互联网公司都和云计算紧密联系

Rank by Revenue	Company	Industry	Revenue (\$B)	FY	Employees	Market cap (\$B)	Headquarters
1	Amazon	E-commerce	\$107	2015	268,900	\$329.7	Seattle, WA, USA
2	Google	Search	\$74.98	2015	61,814	\$493.2	Mountain View, California, USA
3	Facebook	Social	\$17.93	2015	12,691	\$332.1	Menlo Park, CA, USA
4	Tencent	Social	\$15.84	2015	25,517	\$194.4	Shenzhen, Guangdong, China
5	Alibaba	E-commerce	\$12.29	2015	26,000	\$204.8	Hangzhou, Zhejiang, China
6	Baidu	Search	\$10.56	2015	41,467	\$62.27	Beijing, China
7	Priceline Group	Travel	\$9.22	2015	9,000	\$63.83	Norwalk, CT, USA
8	eBay	E-commerce	\$8.59	2015	34,600	\$26.98	San Jose, CA, USA
9	Netflix	Web portal	\$6.77	2015	3,500	\$41.89	Los Gatos, CA, USA
10	Expedia, Inc.	Travel	\$6.67	2015	18,000	\$16.61	Bellevue, Washington, USA
11	Rakuten	E-commerce	\$6.3	2015	12,981	\$13.06	Tokyo, Japan
12	Salesforce.com	Cloud computing	\$5.37	2015	16,227	\$47.89	San Francisco, CA, USA
13	Yahoo	Search Engine	\$4.97	2015	12,500	\$36.34	Sunnyvale, CA, USA
14	ODIGEO	Travel	\$4.9	2015	1,700	\$0.22	Barcelona, Spain
15	NetEase	Online Services	\$3.63	2015	12,919	\$22.65	Guangzhou, Guangdong, China
16	Zalando	E-commerce	\$3.28	2015	10,000	\$8.7	Berlin, Germany
17	Groupon	E-commerce	\$3.1	2015	10,000	\$1.96	Chicago, Illinois, USA
18	LinkedIn	Social	\$2.99	2015	8,735	\$17.48	Mountain View, CA, USA
19	Twitter	Social	\$2.22	2015	3,638	\$10.20	San Francisco, CA, USA
20	Naver Corporation	Search engine	\$2.2	2013	2,501	\$16.15	Seoul, South Korea

云计算的发展史



云计算的发展史

云计算早期 3A 竞争格局



云计算的发展史

□ 我国涌现出一批有影响力的云计算公司

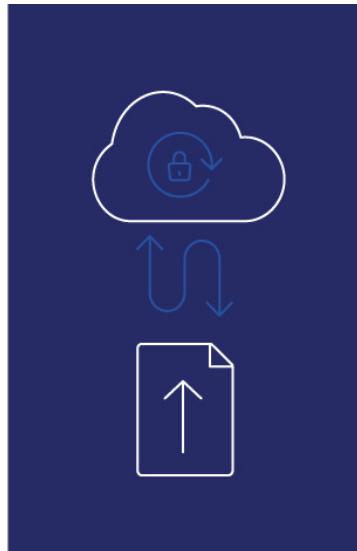


云计算的商业价值

94% of business claimed saw an improvement in security after switching to the cloud. 91% said it the cloud makes it easier to meet government compliance requirements.



While 20% of cloud users claim disaster recovery in four hours or less, only 9% of non-cloud users could claim the same.



Dell reports that companies that invest in big data, cloud, mobility, and security enjoy up to 53% faster revenue growth than their competitors.



云计算是整个行业的发展趋势



云计算的重要社会意义



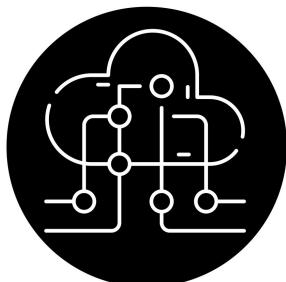
国计民生角度看云计算

将计算和存储简化为像公共的水和电一样**易用**能用的资源，只要连上网络即可按量付费使用。



商业经济角度看云计算

云计算旨在优化计算资源和数据服务在的**供需**关系，是一种基于互联网的新型IT资源供给模式。



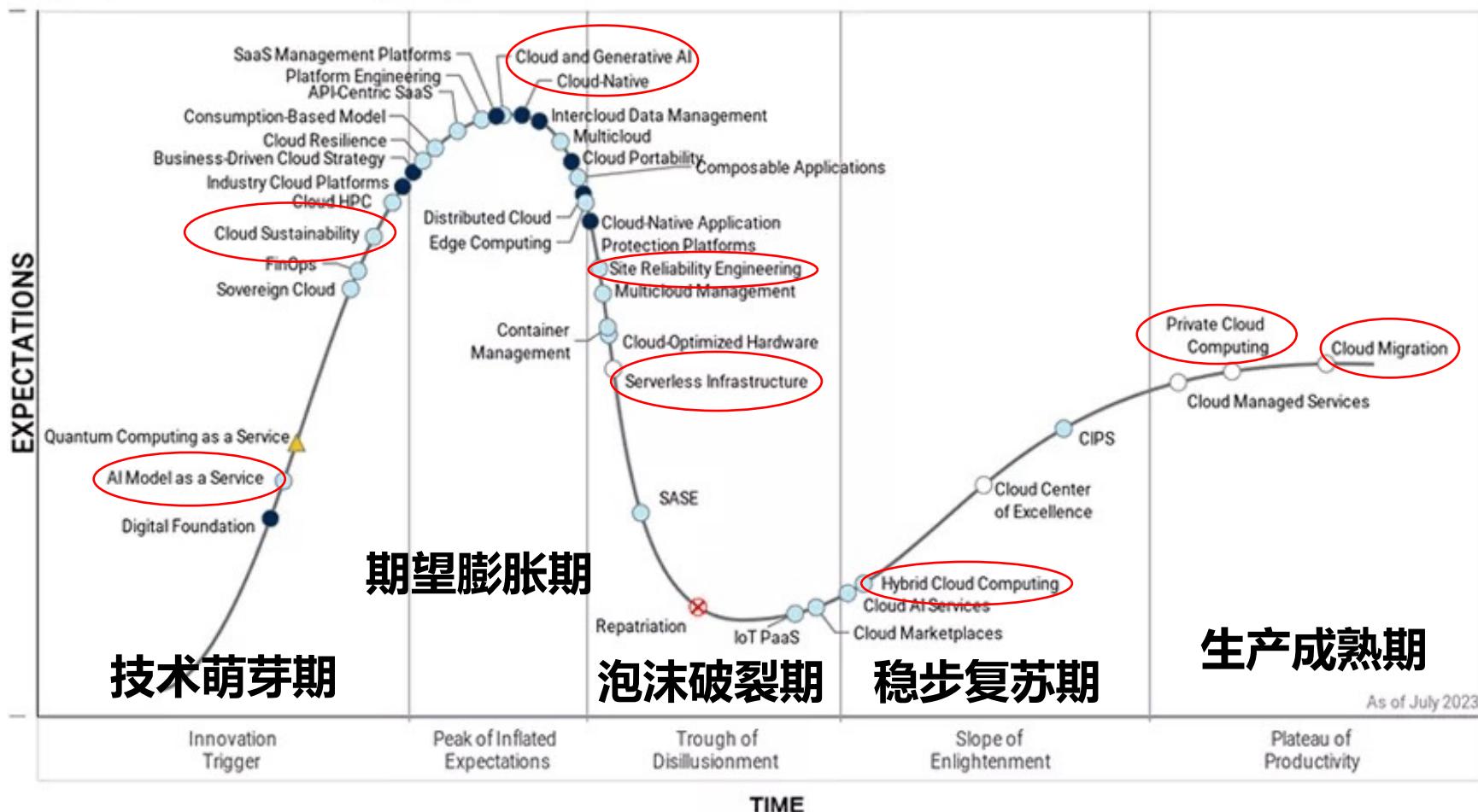
信息技术角度看云计算

使用户专注于核心业务，降低计算技术的**门槛**，而不是让IT成为他们发展的困扰。

云计算的技术成熟度

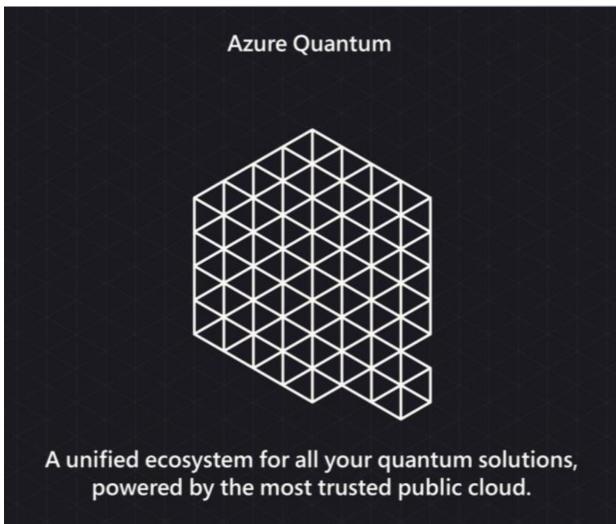
口美国Gartner公司发布的云计算技术成熟度预测图（2023）

Hype Cycle for Cloud Computing, 2023



云计算的前沿应用

口量子云计算：云可以多大程度上降低量子计算的门槛？



使用云计算的优缺点

使用云计算的优势

□更低的投资与开销

- 企业无需建设大规模计算基础设施而产生过高的初始投资
- 价格更具吸引力



□更低的复杂性

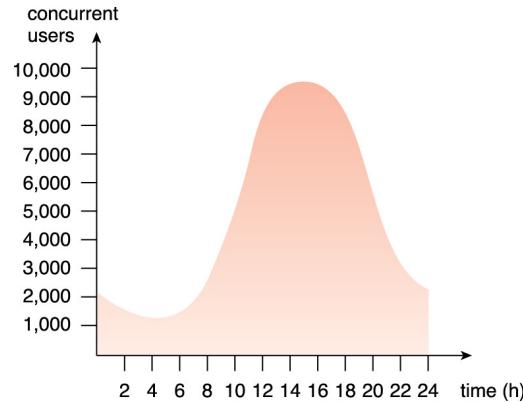
- 云提供者抽象IT资源，提供“就绪可用（ready-to-use）”或“现成（off-the-shelf）”的解决方案
- 简化和加快IT资源的开发、部署和管理
- 减少运维负担



使用云计算的优势

□更高的可扩展性

- 短时按需细粒度地使用 IT 资源，并在不需要时释放资源
- 无需在前期进行大量的容量规划工作（通常难以准确预测）



一个组织一天的
IT资源需求变化

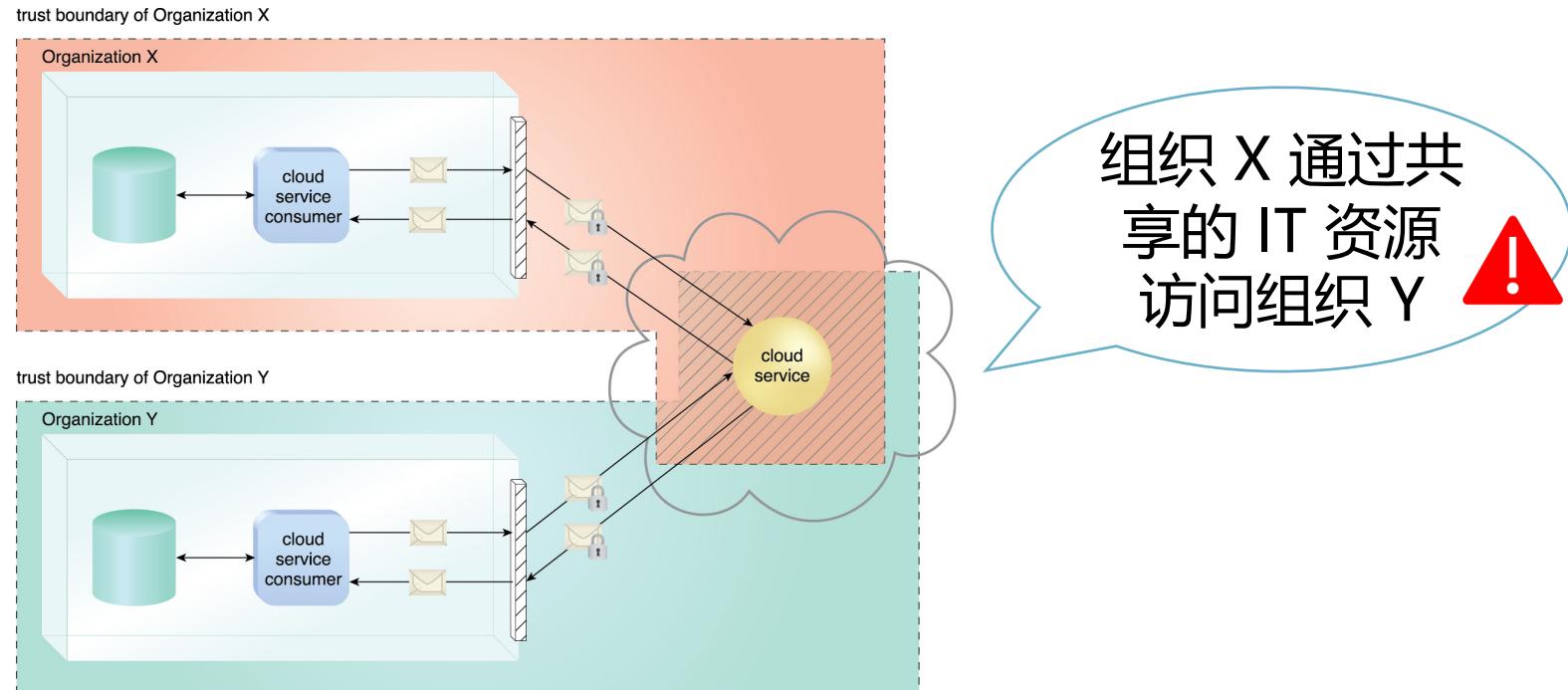
□更好的可靠性和可用性

- 云提供者提供“可靠的”IT资源，降低意外情况的概率
- 云提供者提供“可恢复的”IT资源，缩短意外情况持续的时间（广泛支持故障转移）

风险与挑战

口更多的安全漏洞

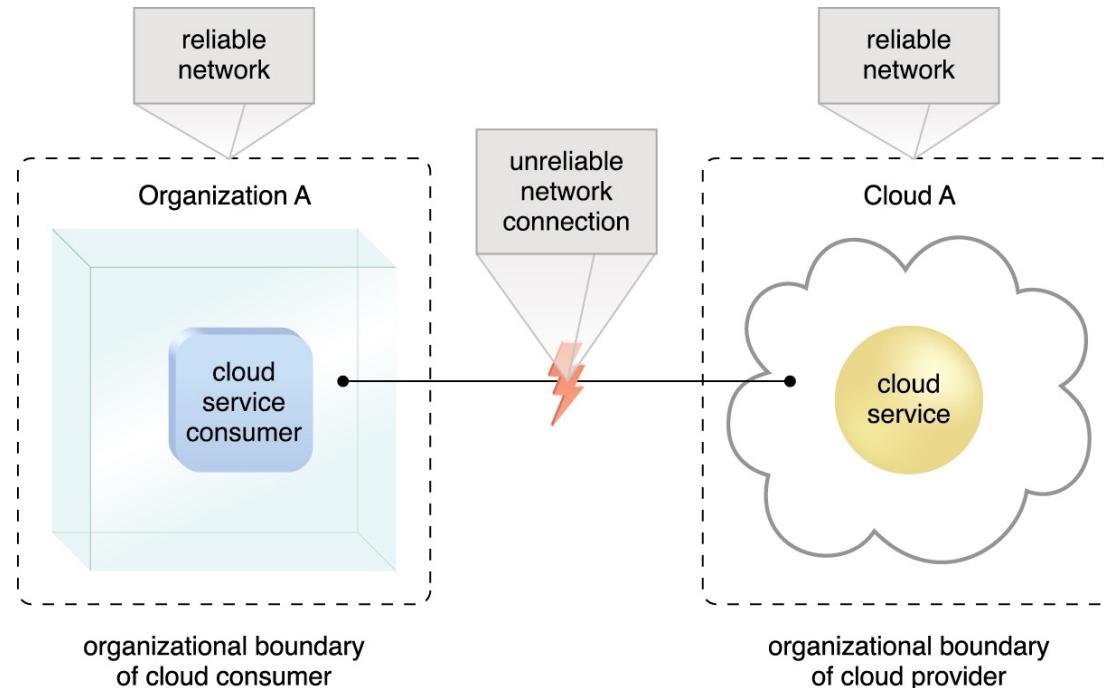
- 远程使用 IT 资源需要用户将信任边界拓展到外部云，云提供者要分担数据安全的责任
- 云提供者拥有访问用户数据的特权
- 不同云用户共享云IT资源，存在重叠的信任边界



风险与挑战

降低的运营管理控制

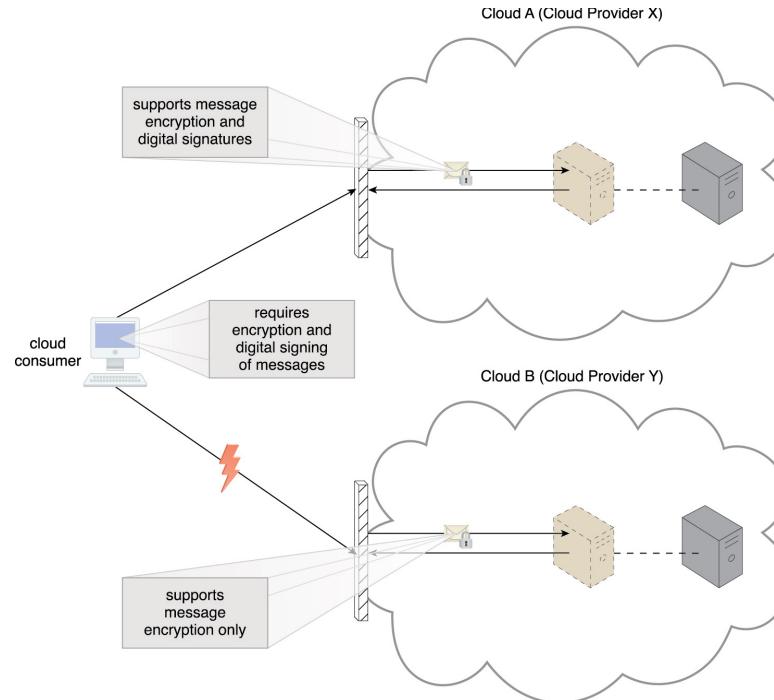
- 云用户丧失对 IT 资源管理的部分权限和灵活性
- 不可靠的云提供者可能不会遵守其 SLA 保证
- 云用户与提供者之间的地理距离使服务质量受限于网络质量（如延迟波动和带宽）



风险与挑战

口云提供者之间有限的可移植性

- 云计算行业尚未建立工业标准，不同云提供者存在一定程度的定制化
- 当云用户依赖云提供者的某些私有特性时，在不同云提供者之间进行用户资源和数据的迁移就成为了问题



风险与挑战

地区的法规法律问题

- 数据隐私和存储的行业或政府法规：如英国法律规定英国公民的数据只能留在境内
- 数据的获得和公开：有些国家规定某些类型的数据必须向政府或数据主体公开

TikTok 回应安全质疑：美国用户数据存于美国



雷锋网

2019/10/28 18:18 优质科技领域创作者 来自广东

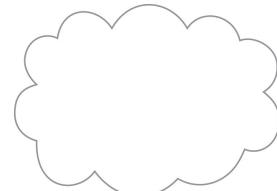
- ◆ 雷锋网消息，近日，TikTok（抖音海外版）在其官网上发布文章，对美国议员的质疑的内容审查和数据安全



云计算基本概念与术语

基本概念与术语

1 云 (Cloud)



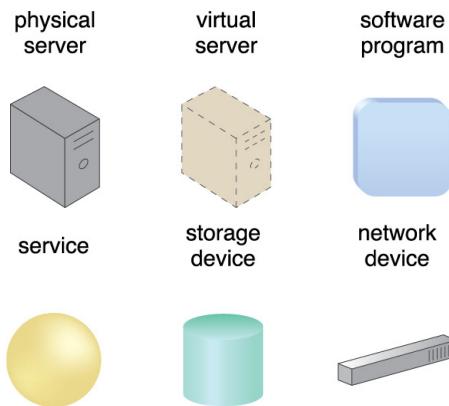
分布式计算的一种特殊形式，远程提供可扩展和可测量的IT资源。

2 企业内部的 (On-premise)

与“云”对等，处于一个组织边界中的传统IT企业内部承载的IT资源。

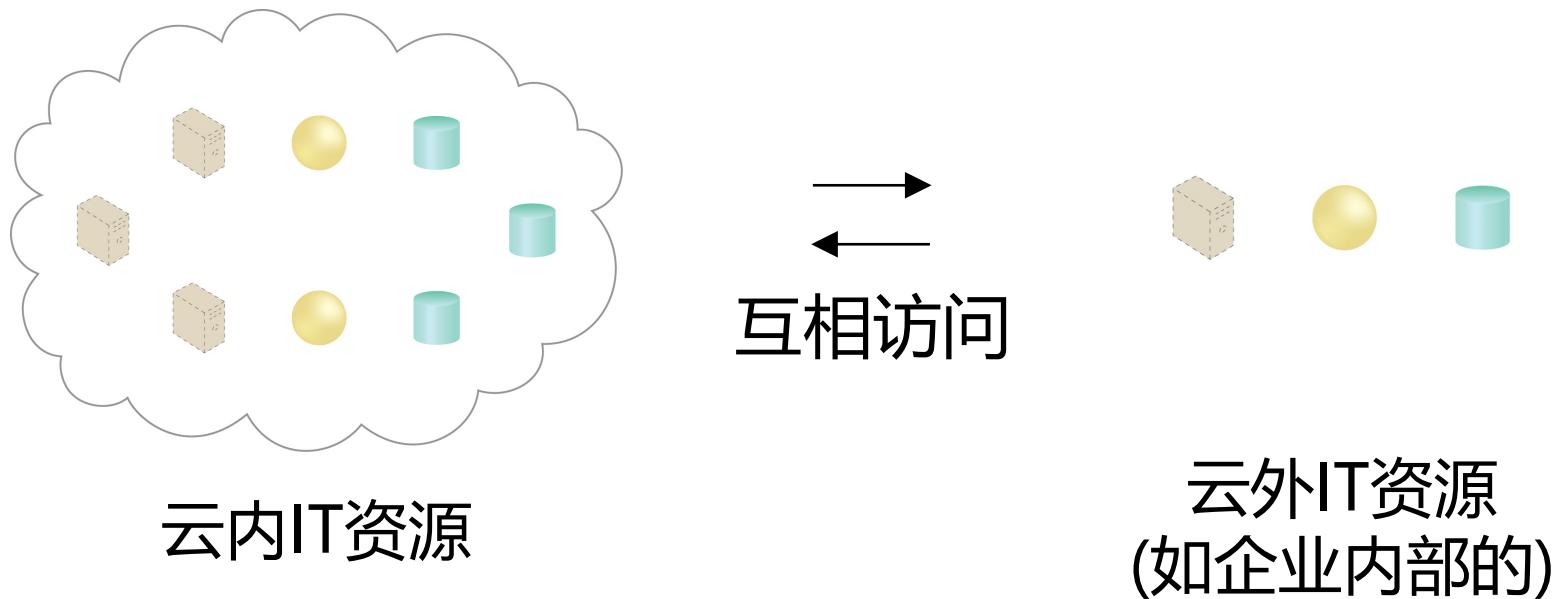
3 IT资源 (IT Resource)

与IT相关的物理的或虚拟的事物，既可以是基于软件的(如虚拟机)，也可以是基于硬件的(如物理服务器)。



基本概念与术语

口云、企业内部的和IT资源三者间的关系



基本概念与术语

4

云提供者 (Cloud provider)

提供基于云的 IT 资源的一方，
具有管理和行政职责，确保
云基础设施的持续运行。

5

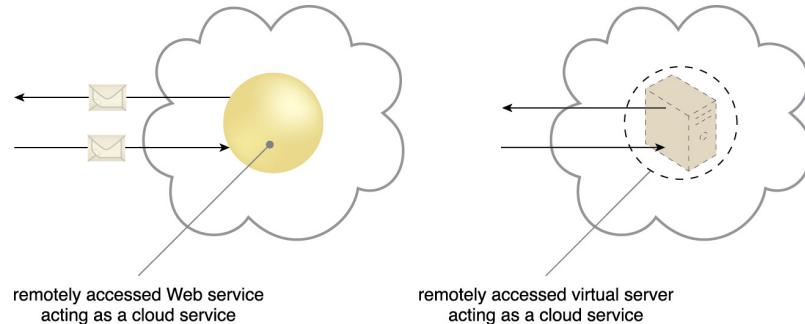
云用户 (Cloud consumer)

使用基于云的 IT 资源的组
织机构或个体，与云提供者
签订或约定来使用其IT资源。

基本概念与术语

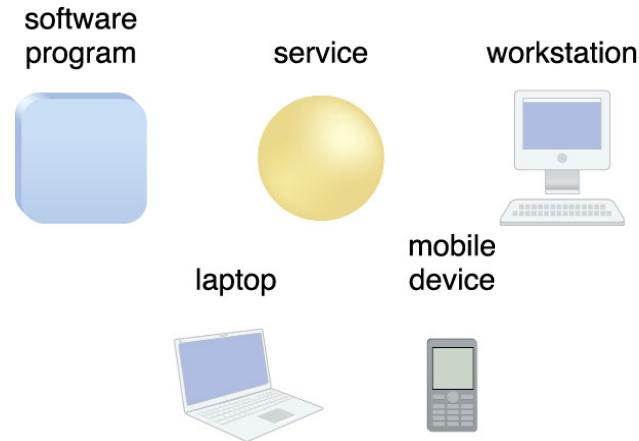
6 云服务 (Cloud service)

任何可通过远程访问的 IT 资源（并非所有 IT 资源都可远程访问），如 Web 软件程序。



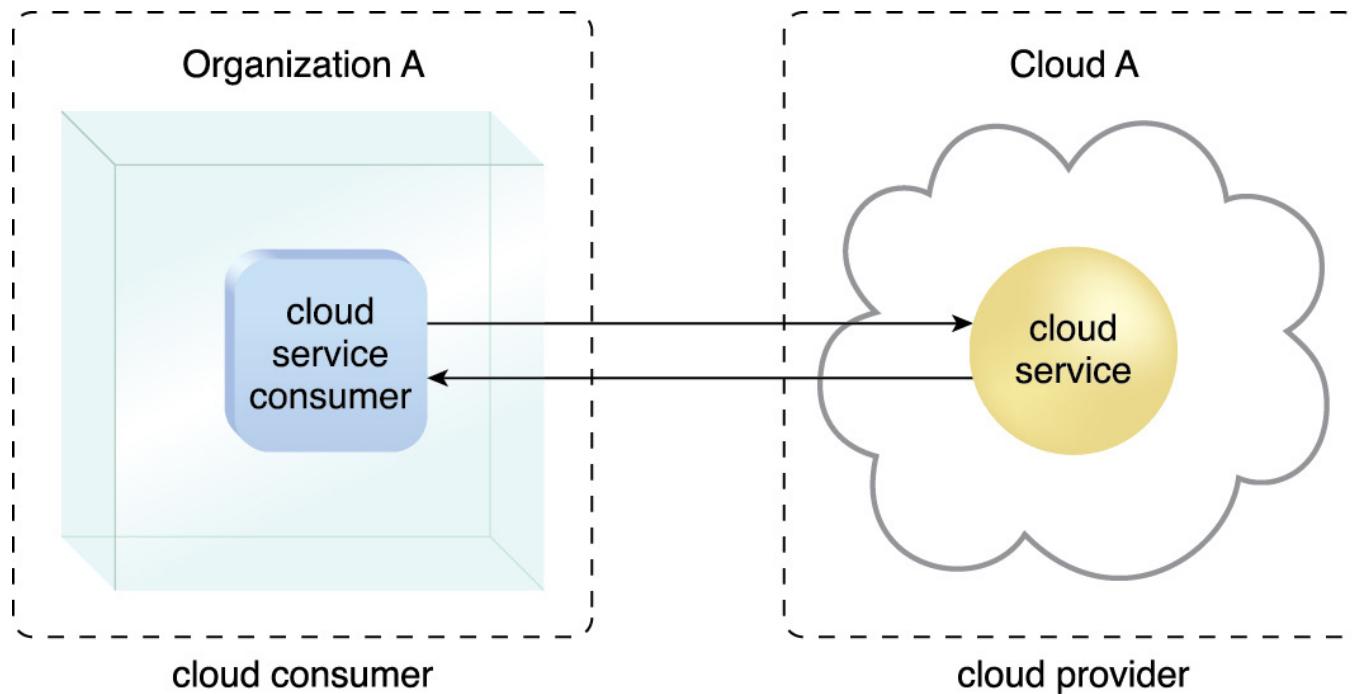
7 云服务用户 (Cloud service consumer)

一个临时的运行时角色，由访问云服务的软件程序担当，可以远程访问被定义为云服务的 IT 资源。



基本概念与术语

口云提供者、云用户、云服务与云服务用户四者间的关系



基本概念与术语

以华为云为例



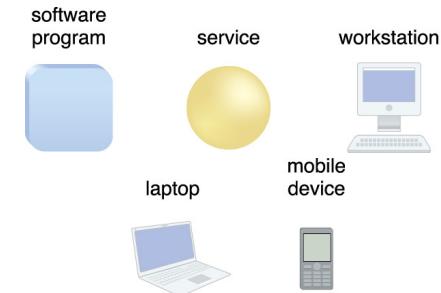
华为云

云提供者

云服务

云用户

云服务用户



基本概念与术语

8 服务水平协议 (Service level agreement, SLA)

云提供者与云用户之间签订的服务条款，主要规定了 QoS 特点、行为、云服务限制及其他条款。违约可能导致赔偿。

- 响应时间 = 0.5ms
 - 可用性 = 99.99%
 - 可靠性
 - 性能
 - 安全特性
 - ...
- $$(1 - 99.99\%) \times 365 \times 24 = 0.876 \text{ 小时}$$
- 一年宕机时间不超过 1 小时

2021年7月13日哔哩哔哩宕机事故



Question: 哔哩哔哩赔偿的 1 天会员是因为违反了 SLA 对我们的赔偿吗？

基本概念与术语

9 可扩展性 (Scalability)

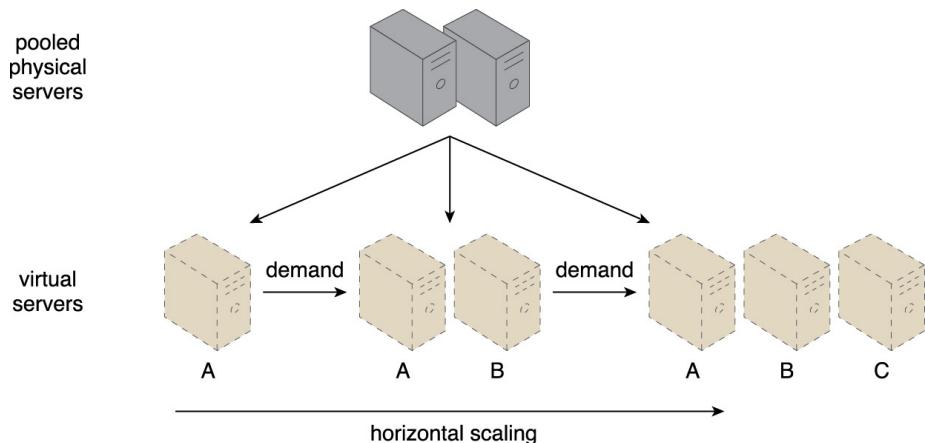
从 IT 资源的角度来看，可扩展性是指 IT 资源可以**处理增加或减少的使用需求的能力**。

水平扩展
Horizontal
Scaling

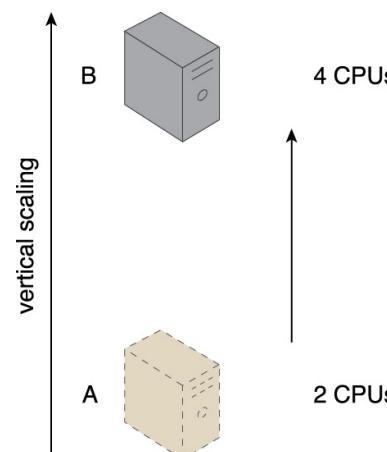
分配新的 IT 资源或释放旧的 IT 资源

垂直扩展
Vertical
Scaling

现有 IT 资源被容量更大或更小的资源替代



水平扩展，增加了更多相同的 IT 资源



垂直扩展，一个 IT 资源被替换为一个更强的资源

课程安排

将 IT 资源作为服务的技术要求

+ 连通性 Connectivity

- * For moving data around

+ 互动性 Interactivity

- * Seamless interfaces

+ 可靠性 Reliability

- * Failure will affect many people, not just one

+ 性能 Performance

- * It should not be slower or less efficient than what people already have

+ 即付即用 Pay-as-you-Go

- * Should not pay an upfront fee for the service

+ 易于编程 Ease of Programmability

- * Ease of development of complex services to users

+ 管理大量数据 Manage Large Data

- * Big Data

+ 效率 Efficiency

- * Cost
- * Power

+ 可扩展性和弹性 Scalability & Elasticity

- * Flexible and rapid response to changing user needs

.....

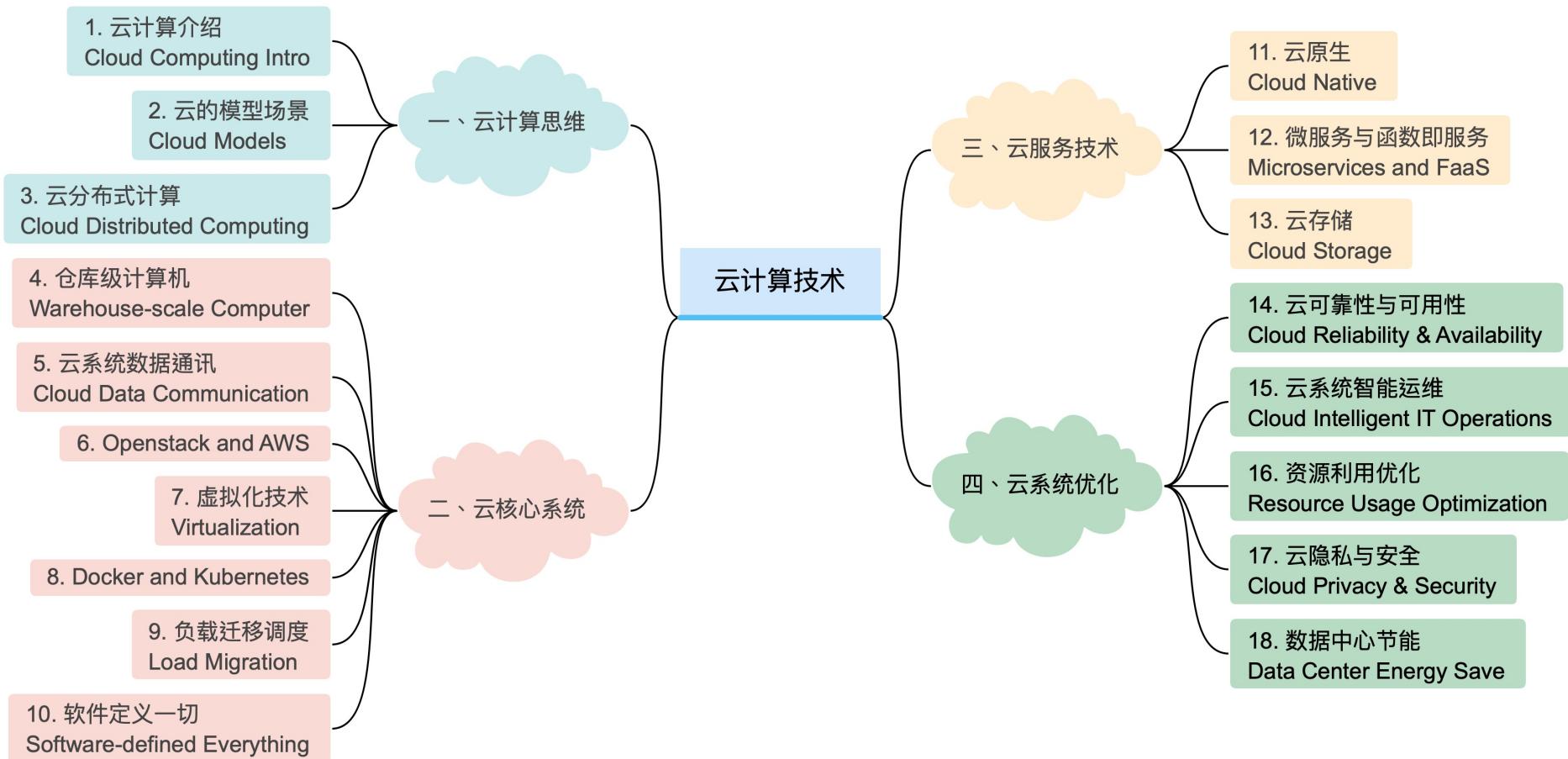
将 IT 资源作为服务的技术要求

- + 连通性 Connectivity
Internet
 - * For moving data around
- + 互动性 Interactivity
Web 2.0
 - * Seamless interfaces
- + 可靠性 Reliability
Fault-tolerance
 - * Reliable, available to many people, not just one
- + 性能 Performance
Parallel / Distributed Programming
 - * It should not be slower or less efficient than what people expect
- + 即付即用 Pay-as-you-Go
Utility Computing
 - * Should not pay an upfront fee for the service

- + 易于编程 Ease of Programmability
Programming model
 - * Ease of programming complex services to users
- + 管理大量数据 Manage Large Data
Storage Technologies
 - * Big Data
- + 效率 Efficiency
Virtualization
 - * Cost
 - * Power
- + 可扩展性和弹性 Scalability & Elasticity
Technologies
 - * Flexible and rapid response to changing user needs

.....

课程总览

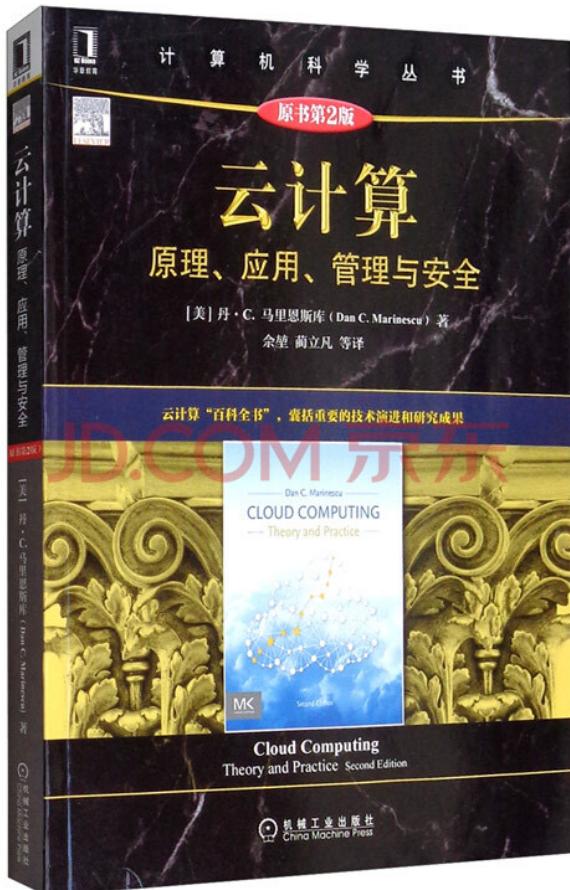


课程教材

云计算：概念、技术与架构



课程教材



云计算：原理、应用、管理与安全

课程特点

□以概念理解为主

- 云系统是个非常庞大的系统，包含众多的技术
- 每个技术只是做概念性的介绍，不涉及过多细节

□需要动手实践

- 实验课程几乎都是流程性的代码作业
- 但涉及的很多工具、框架需要自己动手深入学习

□重视产业需求

- 从工业界实际问题出发介绍云计算技术
- 云系统的技术变革又需求推动

课程作业

□ 1~2 次课后作业

- 理论作业

□ 阅读材料

- 每周提供云计算技术相关的阅读材料
- 不考核内容但鼓励阅读

□ 课程论文

- 针对云计算相关的课题做系统性的学界/业界调研
- 将调研结果形成综述性论文
- 独立完成，严禁抄袭

课程网站

- 包含课程信息与教学材料
- 持续保持更新

Cloud Computing Technology (SSE316云计算技术)

中山大学软件工程学院本科三年级专业选修课

课程信息

- 任课教师：陈壮彬
- 办公室：综合实验楼310-9
- 时间：1-17周，周二7、8节
- 地点：珠海校区-教学大楼-珠海C207

课表

周次	主题	内容	阅读材料	下载
1	云计算思维	云计算介绍	Above the Clouds How to Read a Paper	课件

<https://zbchern.github.io/sse316.html>

课程评分

成绩项	内容	占比	总成绩占比
平时成绩	考勤	10%	40%
	课后作业	90%	
期末成绩	文献调研论文	100%	60%

班级群





中山大學 软件工程学院
SUN YAT-SEN UNIVERSITY SCHOOL OF SOFTWARE ENGINEERING

谢谢

陈壮彬
软件工程学院
chenzhb36@mail.sysu.edu.cn