

# 云计算系统

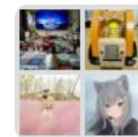
# Cloud Computing Systems

Lecture 1: 漫谈云计算



# 课程教学组

- 张琰彬、王伟、陆雪松
- 助教：林以任
- 理论课：单周3、4
- 实验课：单周5，双周3-5



群聊：2023 秋云计算系统课群



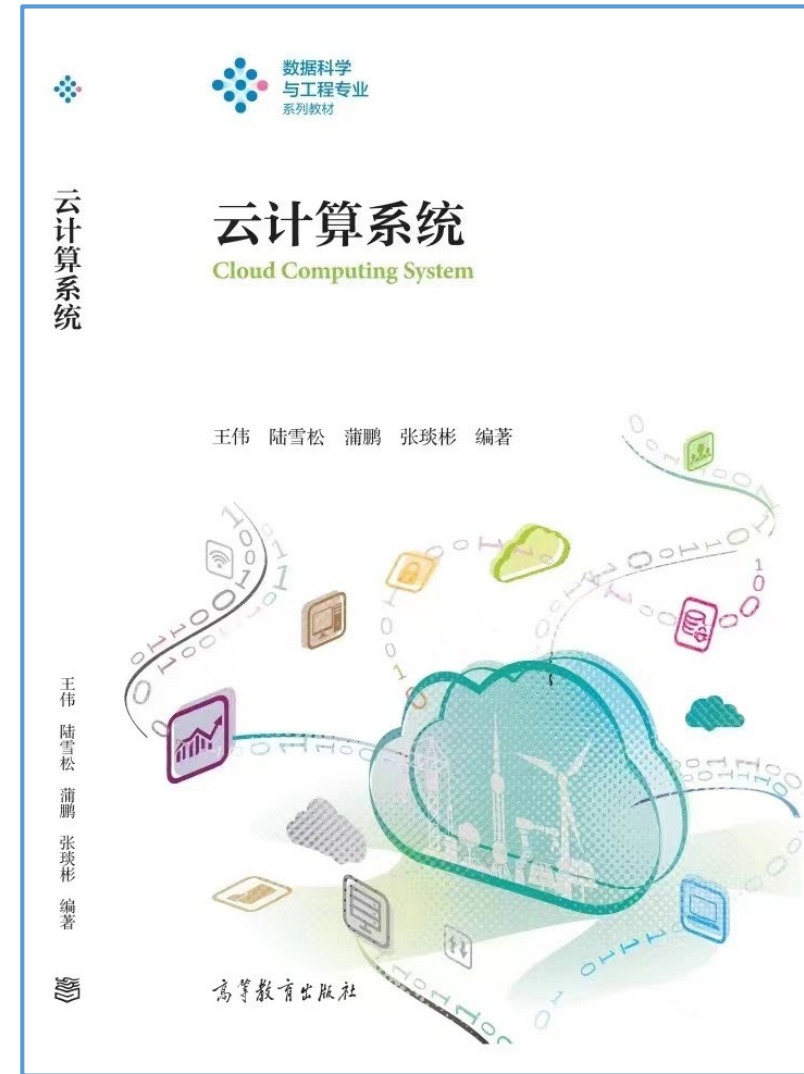
该二维码7天内(9月22日前)有效，重新进入将更新

# 教学内容安排

- 云计算基本概念（陆雪松）
- 云原生基本概念（王伟）
- 云应用与开发（张琰彬）

# 参考书目和资料

1. 王伟，陆雪松，蒲鹏，张琰彬 《云计算系统》，高等教育出版社。
2. AWS文档: <https://docs.aws.amazon.com/>
3. UCloud文档: <https://docs.ucloud.cn/>
4. Coursera课程
  - ✓ Cloud Computing专项课程:  
<https://www.coursera.org/specializations/cloud-computing>
  - ✓ IBM: Developing Cloud Native Applications  
<https://www.coursera.org/learn/developing-cloud-native-applications>



# 考核方式

- 平时成绩 (70%)
  - ✓ 考勤: 5%
  - ✓ 期中考试: 25%, 云计算和云原生概念
  - ✓ 作业: 40%, 完成一系列云应用和云原生实验
- 期末大作业 (30%)
  - ✓ 云系统或应用开发

# 1.初窥云计算

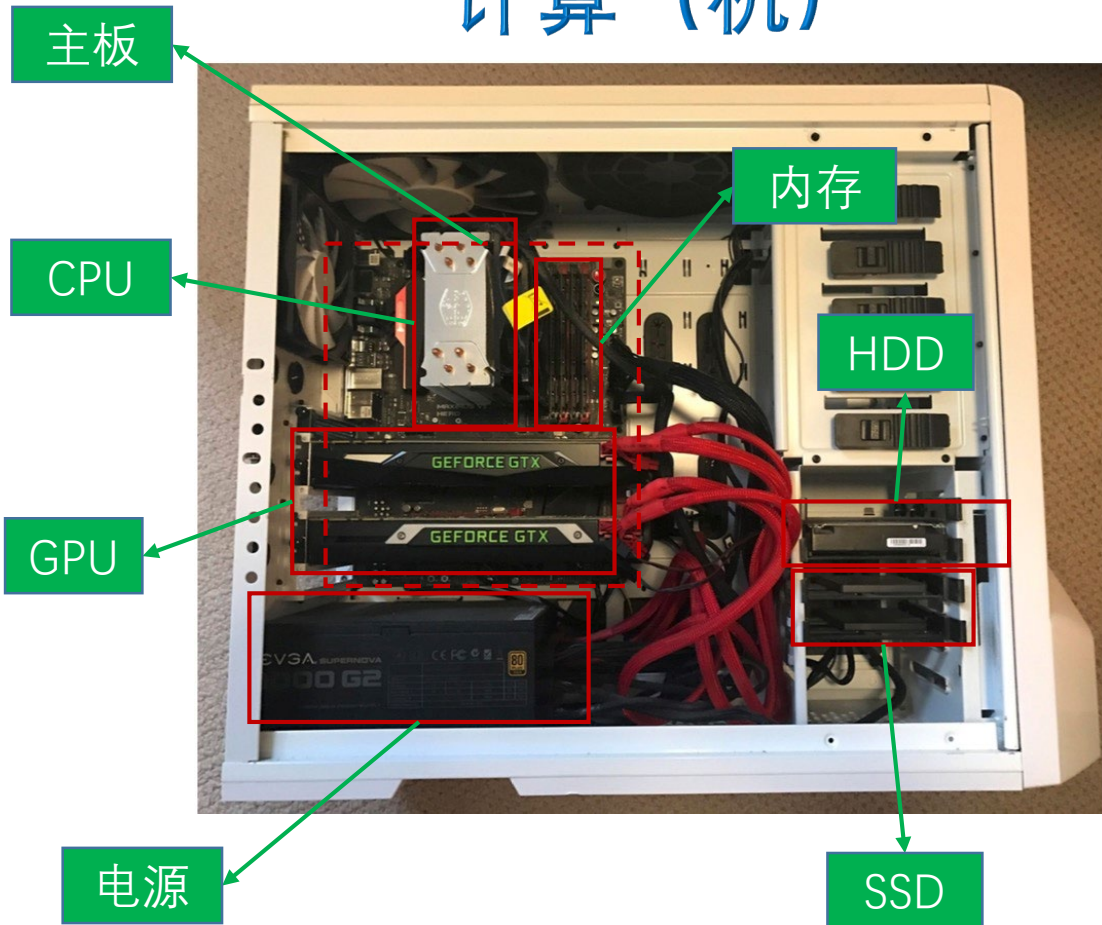
- 你听说过哪些云计算公司？



# 什么是云计算 (Cloud Computing)

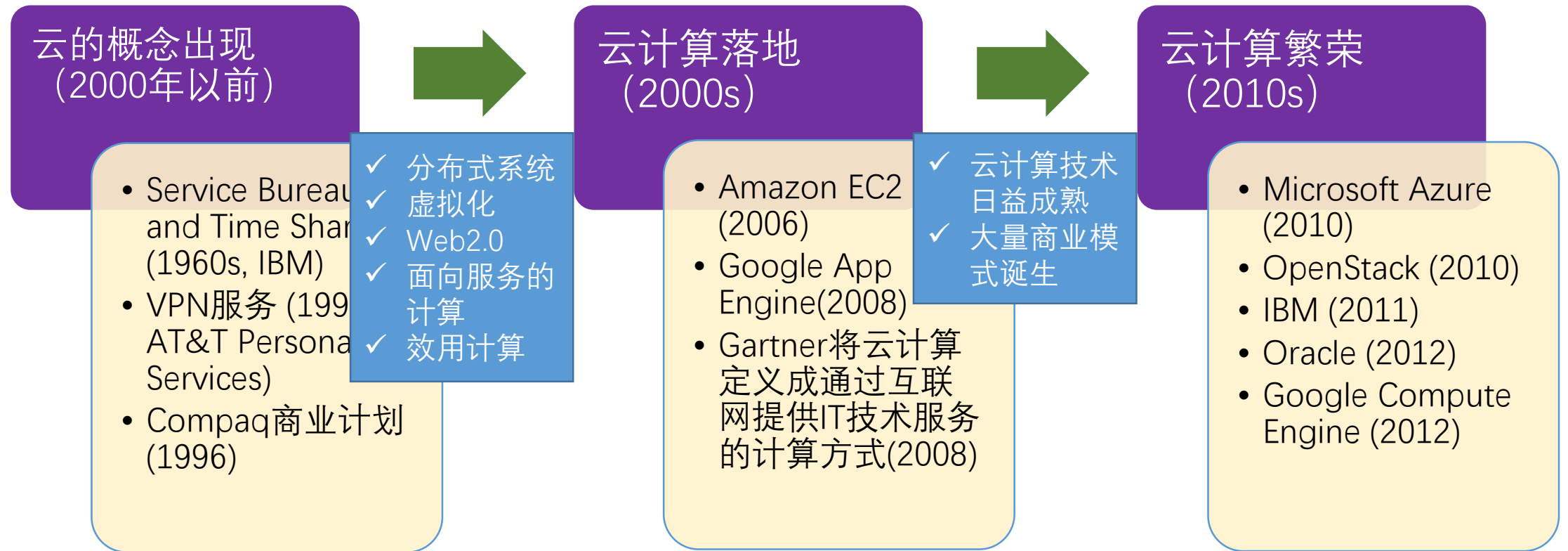
云计算

计算 (机)






# 云计算发展简史



# IBM Service Bureau

- 1960s~1970s
- 大型分时 (Time-sharing) 计算机
  - ✓ 装载大量不同计算机软件
  - ✓ 多租户共享
- 租户 (中小企业) 通过电信网络连接计算机
  - ✓ 按照连接时间、CPU时间、磁盘容量收取费用



**The Service Bureau Corp.**  
(subsidiary of IBM)  
*offers unmatched opportunities in its*  
**New York City Data Processing Center**

*for graduates (Bachelors, Masters, or Ph. D.) in*  
**MATHEMATICS or PHYSICAL SCIENCES**  
*in the area of Applications for the most advanced Electronic Digital Computers:*  
**EXCELLENT POSITIONS AVAILABLE for both experienced and inexperienced in**

- COMPUTER PROGRAMMING
- NUMERICAL ANALYSIS
- TECHNICAL WRITING
- DATA PROCESSING

Would you like to get into one of the most challenging, productive and satisfying professions?  
Would you like to work on some of the most interesting problems of our time?  
Would you like to work in an academic atmosphere for an industrial organization?  
Would you like to join one of the fastest growing computer organizations in the nation?  
Would you like to go through one of the best training courses in the country for computer programming?  
Are you interested in rapid, sound, personal, professional development?  
Are you interested in planning a long-range career?

**IF** your answer to these questions is yes, call PL 3-1900, Ext. 8329, or write to:  
Mr. E. S. Kopley, Data Processing Center,  
**THE SERVICE BUREAU CORPORATION, 590 Madison Avenue, NY 22, NY**

# 云计算真正落地

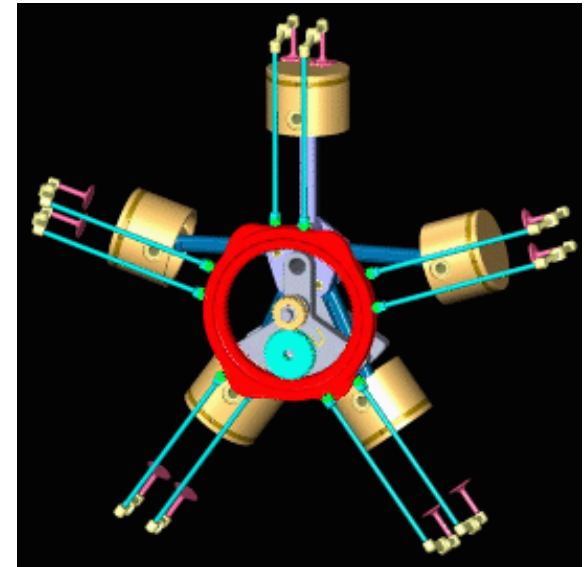
- 2006年8月，亚马逊（Amazon）创建子公司 Amazon Web Services，发布第一代 Elastic Compute Cloud（EC2），提供IaaS服务
- 2008年4月，Google 发布 Google App Engine（GAE）测试版，提供PaaS服务，供企业开发和托管网页应用
- 2008，OpenNebula开源云计算平台
- 2008，研究和咨询公司Gartner认为
  - ✓ 云计算将通过互联网技术提供具有弹性的IT服务
  - ✓ 企业不再自己搭建软硬件基础设施
  - ✓ 某些产品将繁荣，某些产品将消失



Amazon  
EC2

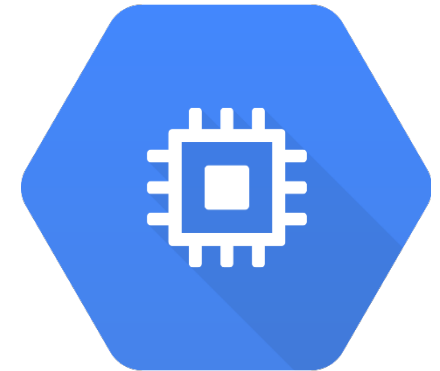


App Engine



# 云计算繁荣

- 2010年2月，微软发布Windows Azure，刚开始以PaaS服务为主，2014年改名Microsoft Azure
- 2010年7月，Rackspace和NASA联合发布开源云计算软件OpenStack
- 2010年前后，Salesforce Service Cloud，专注提供SaaS服务（CRM）
- 2011年3月，IBM公布SmartCloud框架
- 2012年5月，Google发布Google Compute Engine，提供IaaS服务
- 2012年6月，Oracle发布Oracle Cloud



# 云计算 Must Know (截至2019年)

- 全世界90%的公司“上云”，其中89%的公司使用SaaS服务
- 云计算服务三巨头：AWS, Azure, Google Cloud (57%)
- 美国拥有全世界最大的公有云计算市场，规模将达1246亿美元
  - ✓ 第二名中国，105亿美元
- 全世界公有云计算市场利润将达到2580亿美元
  - ✓ 2018年大众汽车全球利润2600亿美元，全球第七
- 企业使用云服务的最主要原因：随时随地访问数据 (42%)
- 企业使用云服务的最大担忧：数据隐私和数据安全 (60%)
- 企业使用云服务的预算占IT预算比：平均33%



# “云上”的著名企业

- AWS
  - ✓Netflix, FLT, ESPN, Baidu, etc.
- Google Cloud
  - ✓Snapchat, eBay, Paypal, 21th Century Fox, etc.
- 阿里云
  - ✓蚂蚁集团, 淘宝/天猫/菜鸟, 亚航, Teamviewer, etc.

# 云计算的应用案例：云渲染

- 电影工业的新趋势：特效占据越来越高的比重
- 以常见的3D动画渲染为例
- 云渲染：同时使用数千台服务器进行渲染，大大缩短后期制作需要的时间



## 2. 云计算基本概念



# 何为云计算？



- ✓ 云计算是通过网络按需分配计算资源

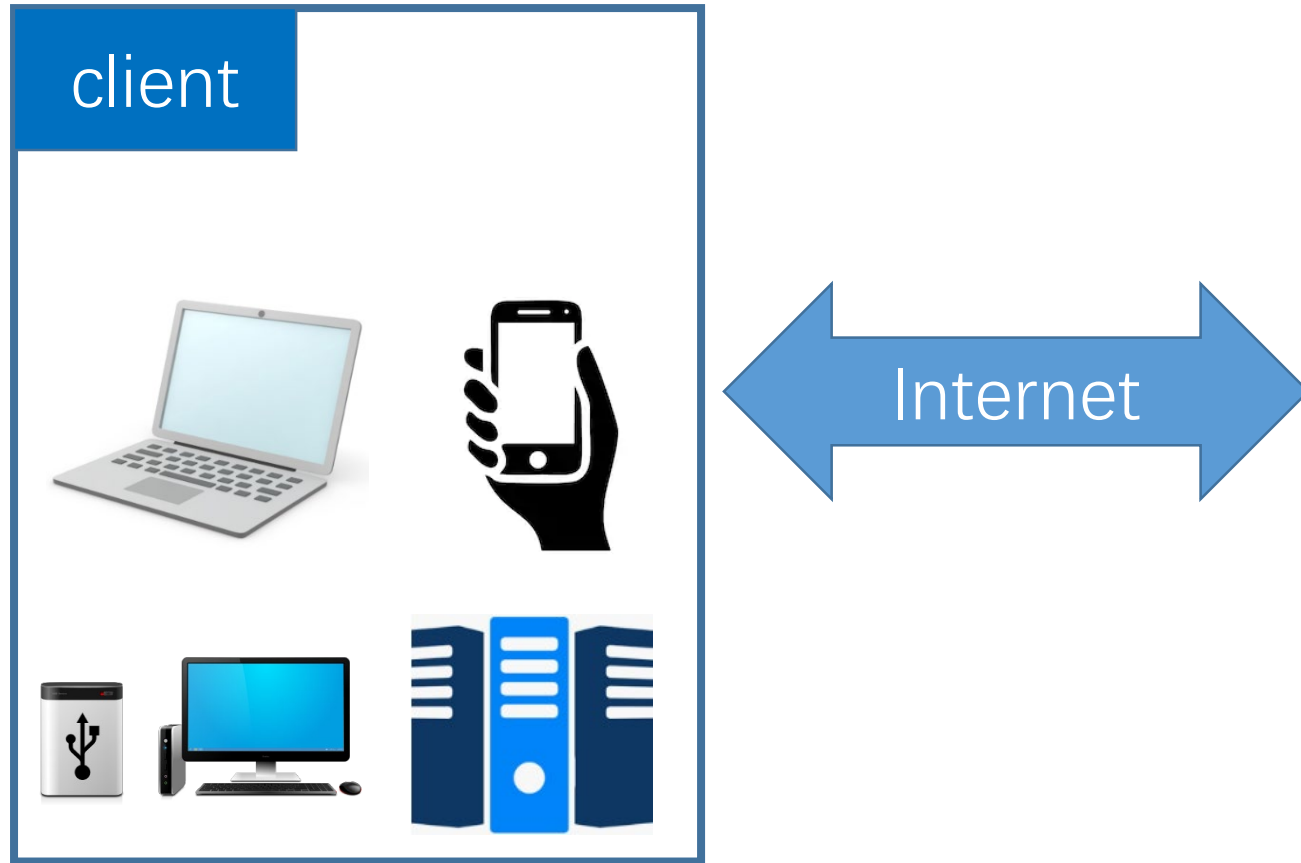


- ✓ 云计算是通过 Internet 按需提供计算能力、数据库存储、应用程序和其他 IT 资源



- ✓ 云计算就是计算服务的提供（包括服务器、存储、数据库、网络、软件、分析和智能），通过 Internet（云）提供快速创新、弹性资源和规模经济

# 何为云计算?



# 为何云计算： 互联网企业（尤其初创公司）



第一年：几十名学生

场地：容纳几十个人的教室

老师：若干名老师

平台：编程环境，课程设置

服务器：几台主机

第二年：几百名学生

场地：容纳几十个人的教室，线上教学

老师：几十名老师

平台：支持几百人同时使用的编程环境，  
课程设置

服务器：几十台主机，租用机房

第N年：几十万学生

场地：线上教学为主

老师：几百名老师

平台：高可扩展的编程环境，复杂多变的  
课程设置

服务器：几百上千台主机，上云

# 为何云计算： 互联网企业 （尤其初创公司）



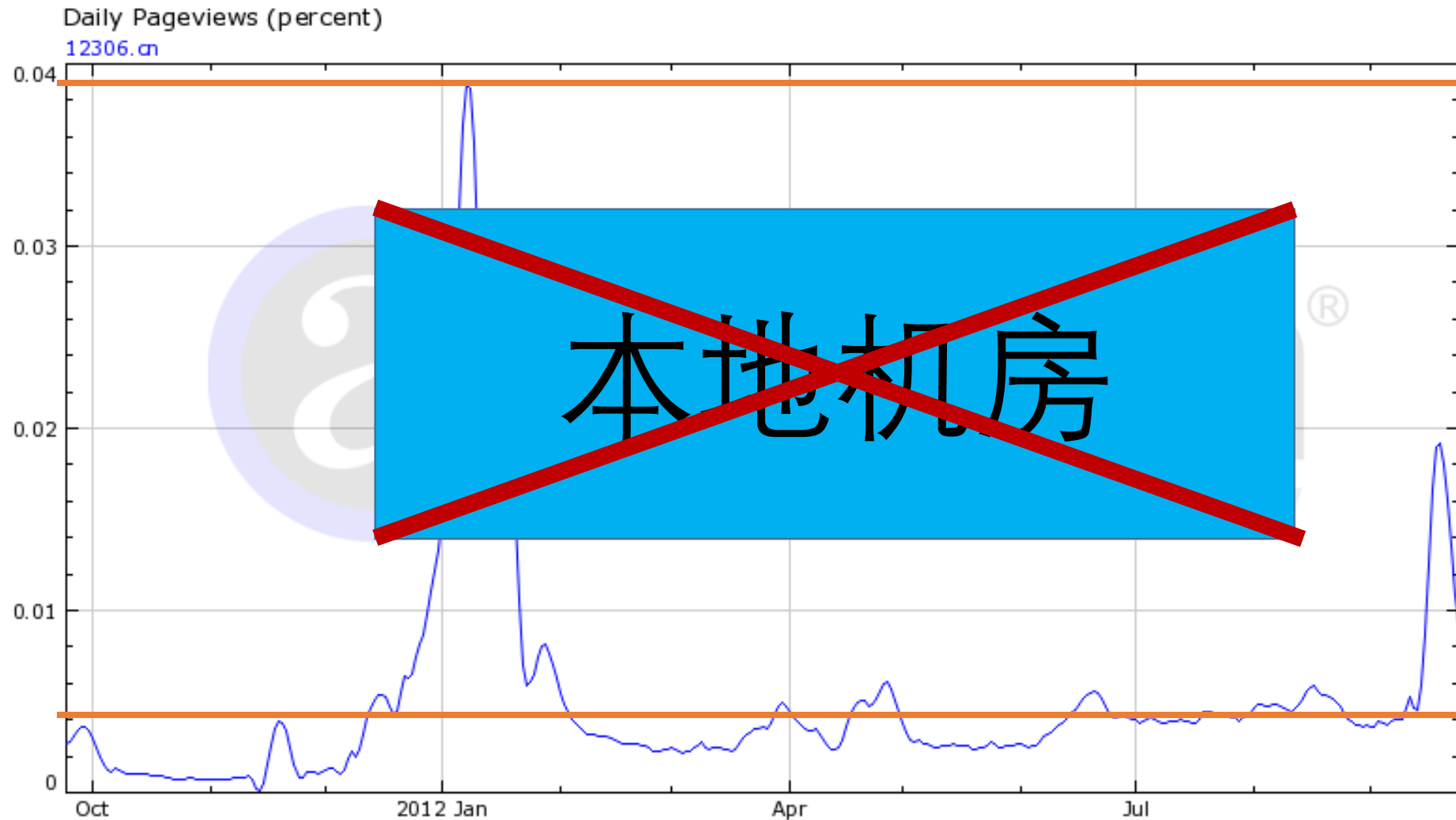
第二年：几百名学生  
 场地：容纳几十个人的教室，线上教学  
 老师：几十名老师  
 平台：支持几百人同时使用的编程环境，课程设置  
 服务器：几十台主机，租用机房

**需要把主要资源投入平台、课程建设以及教学过程！！**

第一年：几十名学生  
 场地：容纳几十个人的教室  
 老师：若干名老师  
 平台：编程环境，课程设置  
 服务器：几台主机

场地：线上教学为主  
 老师：几百名老师  
 平台：高可扩展的编程环境，复杂多变的课程设置  
 服务器：几百上千台主机，上云

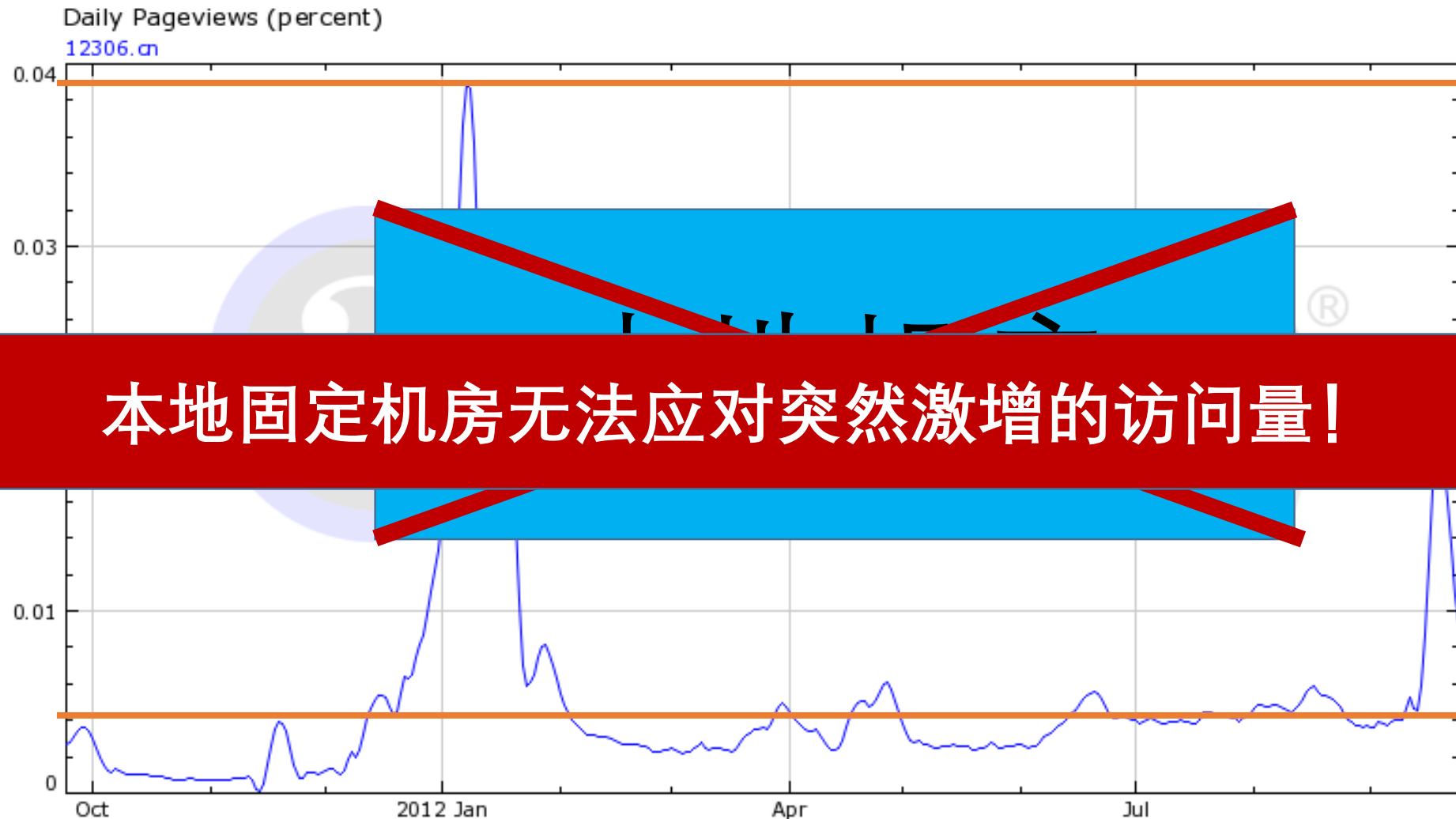
# 为何云计算：12306余票查询



瞬时爆发

平时

# 为何云计算：12306余票查询

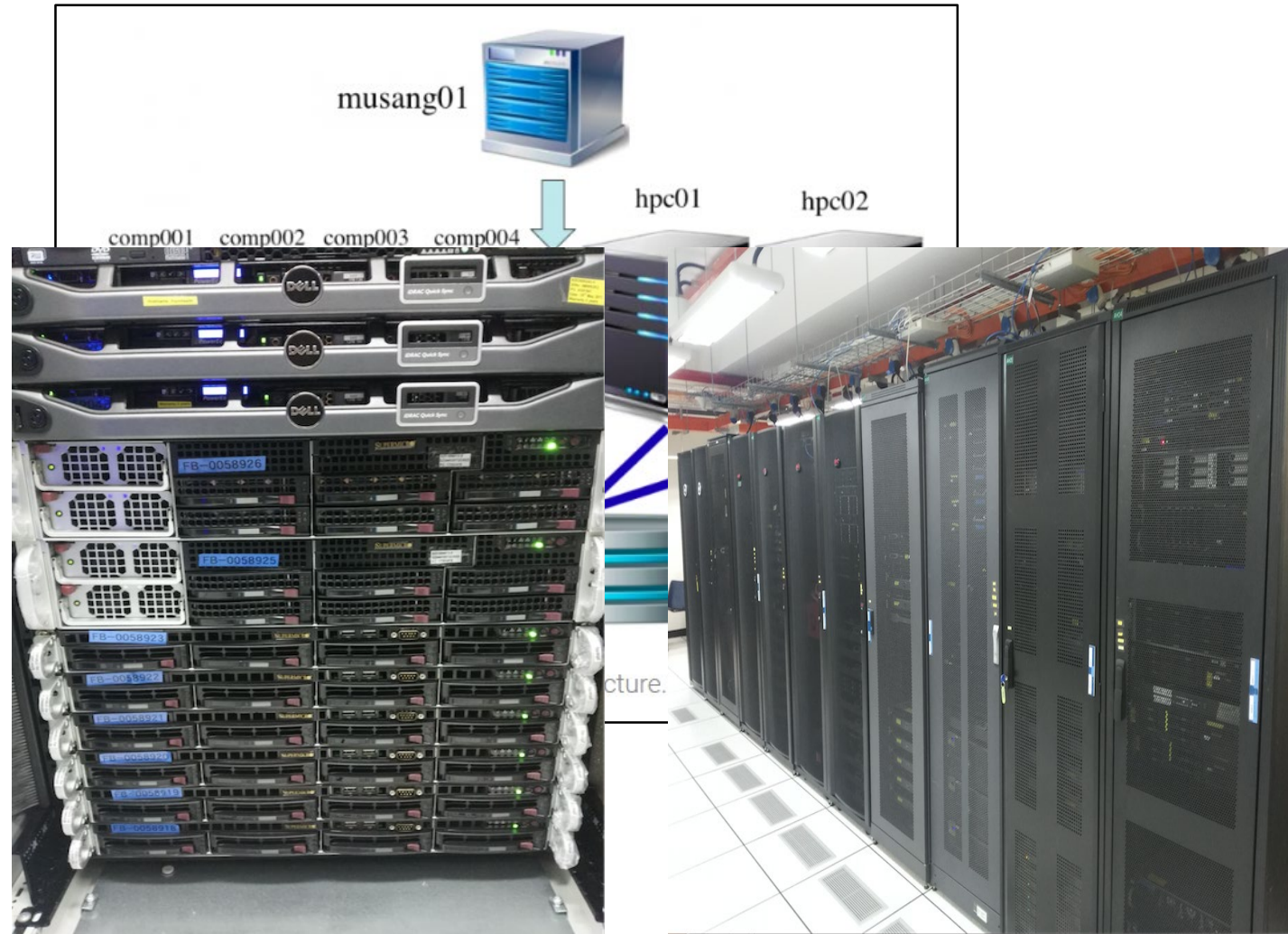


瞬时爆发



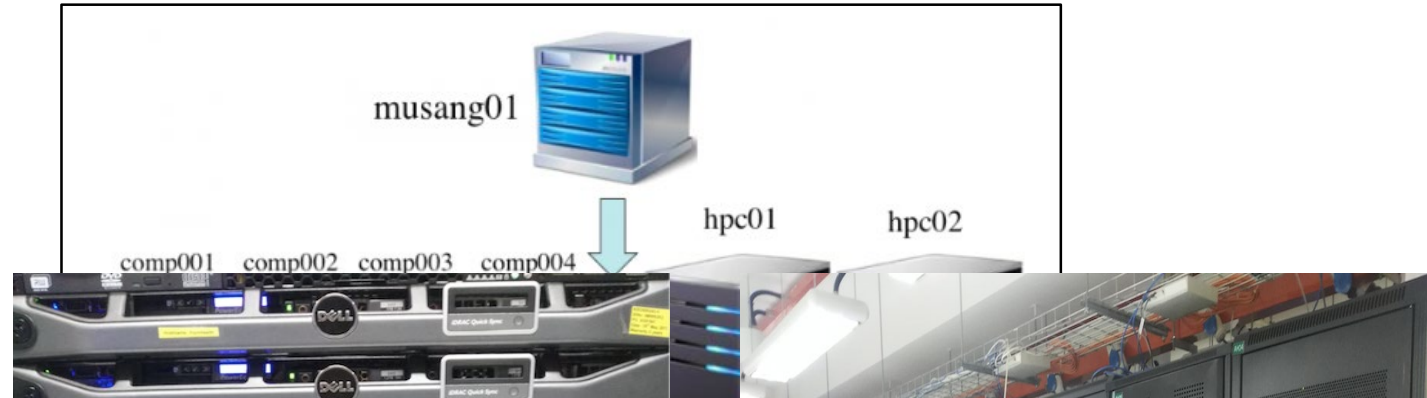
# 为何云计算： 科学研究

- Musang Cluster
  - ✓ Comp节点： 8核 32G
  - ✓ HPC节点： 10核 512G
  - ✓ Storage: 4核 256G 180TB
- 总价： ~50万人民币
- 搭建时间： 两个月
- 活跃用户： 6个/天
- CPU使用量： ~10%
- 磁盘使用量： ~50%



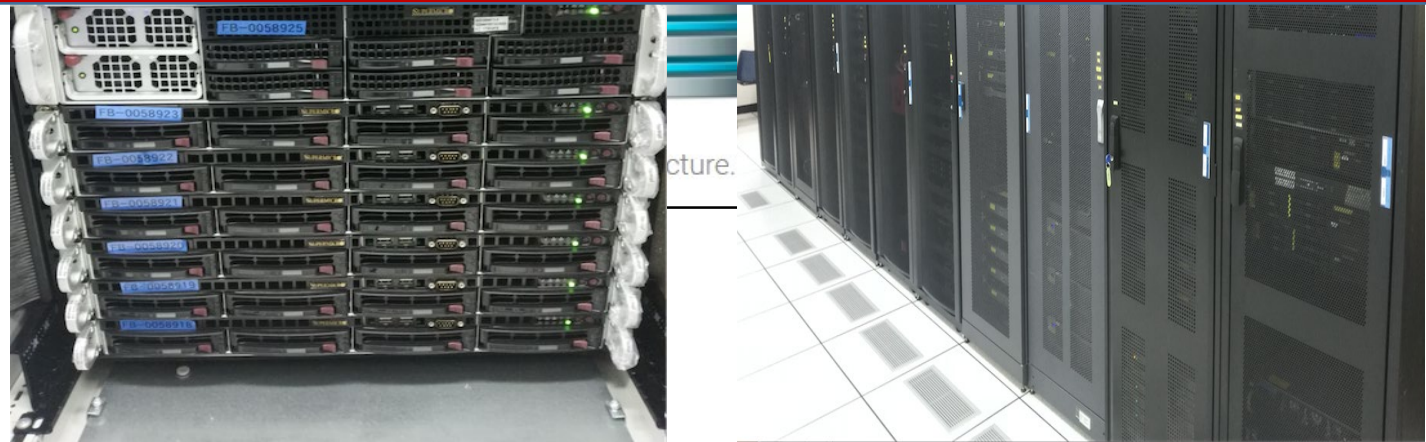
# 为何云计算： 科学研究

- Musang Cluster
  - ✓ Comp节点： 8核 32G
  - ✓ HPC节点： 10核 512G
  - ✓ Storage： 4核 256G 180TB



**需要节省经费和时间用于科研，提高资源易用性和使用率！**

- 搭建时间： 1个月
- 活跃用户： 6个/天
  - CPU使用量： ~10%
  - 磁盘使用量： ~50%





# 为何云计算？

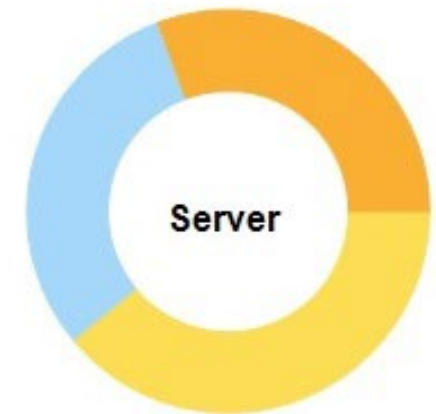
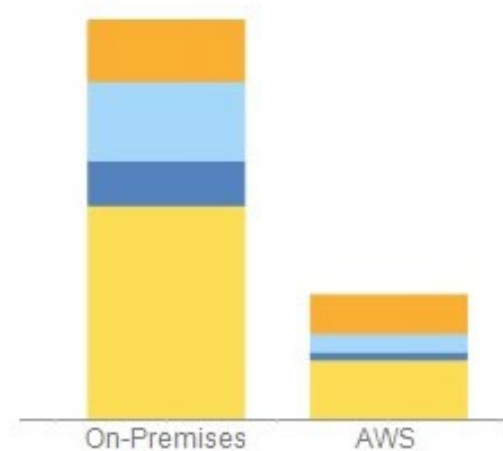
- 节省成本和快速开始核心业务：个人或企业不必再承担IT基础设施和软硬件的搭建、运营和维护（尤其是早期）
- 高可用性和可靠性：多个冗余数据中心保证业务连续性，保障灾备
- 数据安全：保障数据的机密性、完整性和可靠性
- 可扩展性（弹性）：能够根据业务的需要轻松增加或者缩减资源
- 高性能：提供单个计算机集群无法比拟的计算资源
- 快速全球部署：只需要点击鼠标便可实现在全球各地部署硬件和应用程序

# 云计算和本地计算成本比较

- Cloud Vs. On-premises

You could save **69%** a year by moving your infrastructure to AWS.

Your three year total savings would be **\$ 654,904.**



## AWS 总体拥有成本 (TCO) 计算器

AWS 可减少大量资本投资的需要，并提供按需付费的模式，使您能够仅在业务需要时才投资和使用容量，从而帮助您减少总体拥有成本 (TCO)。

利用我们的 TCO 计算器，您可以预估使用 AWS 后节约的成本，并提供一组详细的报告，以供在主管演示中使用。该计算器还提供了供您修改假设的选项，可使其最符合您的需求。

# 高可用（High Availability）

- 可用性（一个服务周期内，比如一年）：
  - ✓ 3个9：99.9%， 4个9：99.99%， 5个9：99.999%
  - ✓ Gmail：99.983%， AWS S3：99.9%， 阿里云：99.95%
  - ✓ 服务中断时间： $(1-99.9\%)*365*24=8.76$ 小时
- 服务宕机（中断）：
  - ✓ Gmail：2011年2月的一个周末，12万名用户无法打开Gmail
  - ✓ Facebook：2010年9月因数据库过载导致宕机2.5小时
  - ✓ 阿里云：2019年3月2日深夜，华北2地域服务器因IO HANG发生故障

# 云数据安全

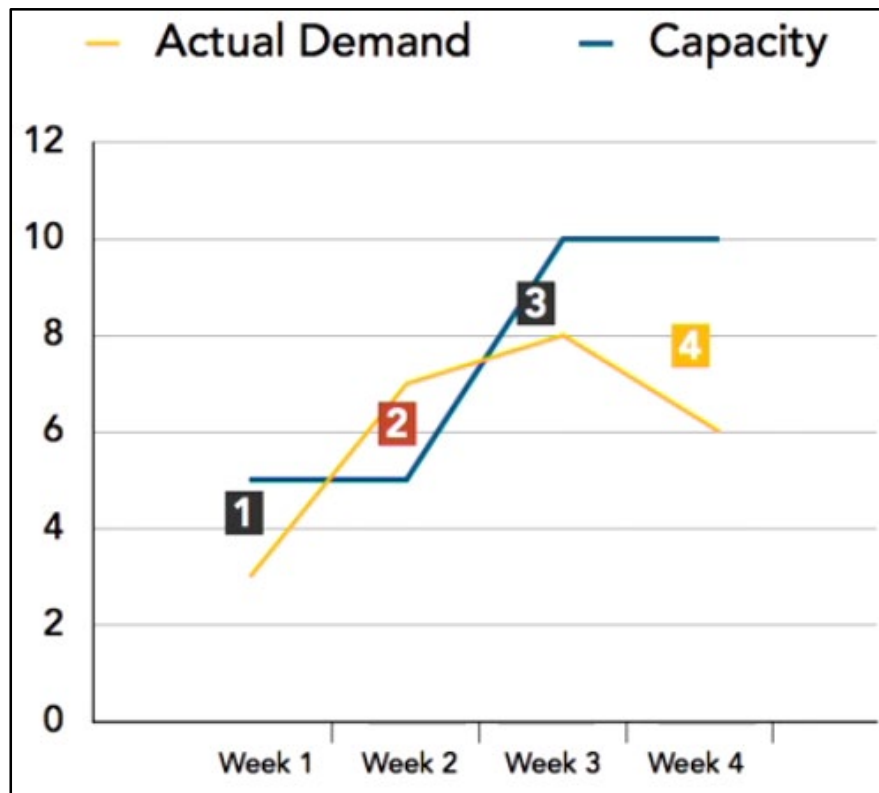
## • AWS云安全技术

- 基础设施安全性
  - DDoS 缓解
  - 数据加密
  - 库存和配置
  - 监控和日志记录
- 身份和访问控制
  - 渗透测试

- AWS 使您能够定义、实施和管理各项 AWS 产品的用户访问政策。这包括：
- **AWS Identity and Access Management (IAM)**，使您可以定义各个用户账户及其对各种 AWS 资源的权限
  - 适用于特权账户的 **AWS Multi-Factor Authentication**，包括基于硬件的身份验证器选项
  - **AWS Directory Service**，让您可以与企业目录集成和联合，以便减少管理开销并提升用户体验
- AWS 在多种 AWS 产品中提供原生身份与权限管理集成，以及与您自己的任何应用程序或服务的 API 集成。

# 弹性伸缩 (Elasticity)

无弹性

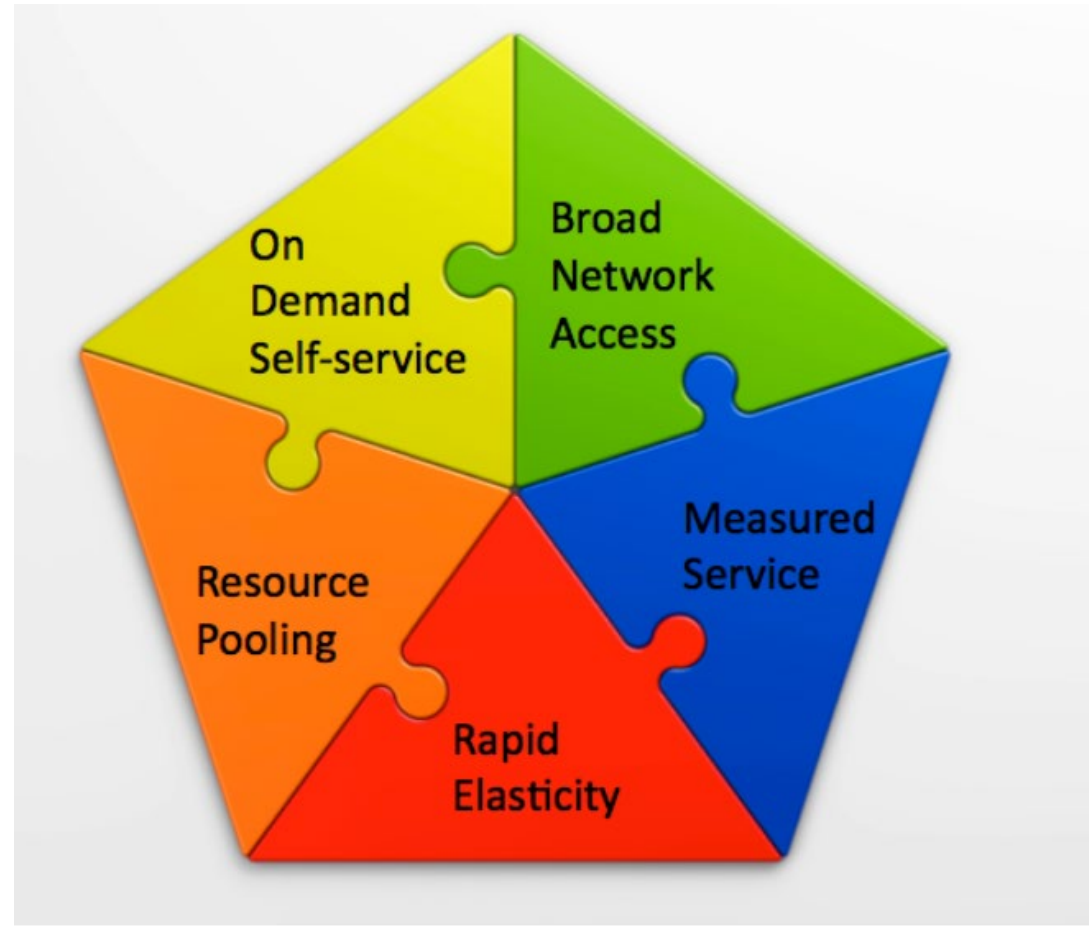


弹性伸缩



# 云计算的五大基本特征 (NIST, 2011)

- 按需自助服务
  - ✓ 自动化资源分配
- 宽带网络访问
  - ✓ Location independent
- 资源池化 (集中)
  - ✓ 多租户模式
- 快速伸缩
  - ✓ 资源快速分配和释放
- 可计量
  - ✓ Pay-as-you-go



# 按需自助服务：Ucloud云主机

<

主机管理 / 创建主机

切换旧版

地域

地域可用区

上海教育云

可用区A

基础配置

自定义配置

标准镜像

推荐配置

CentOS

CentOS 7.6 64位

Ubuntu

Ubuntu 18.04 64位

Windows

Windows 2016 64位 EN

Debian

Debian 9.9 64位

RedHat

RedHat 6.6 64位

1核1G

系统盘 20 GB  
数据盘 无

2核4G

系统盘 20 GB  
数据盘 无

4核8G

系统盘 20 GB  
数据盘 100 GB

基础网络

自定义网络

外网弹性IP

防火墙

1 Mb

非Web推荐

Web推荐

开放22, 3389, 80, 443端口和ICMP

购买数量

1 台

月付

81.82 元

月单价: 220元/月

购至月末

年付

2200 元

折合: 183.33元/月

1年

按时

0.46 元

折合: 331.2元/月

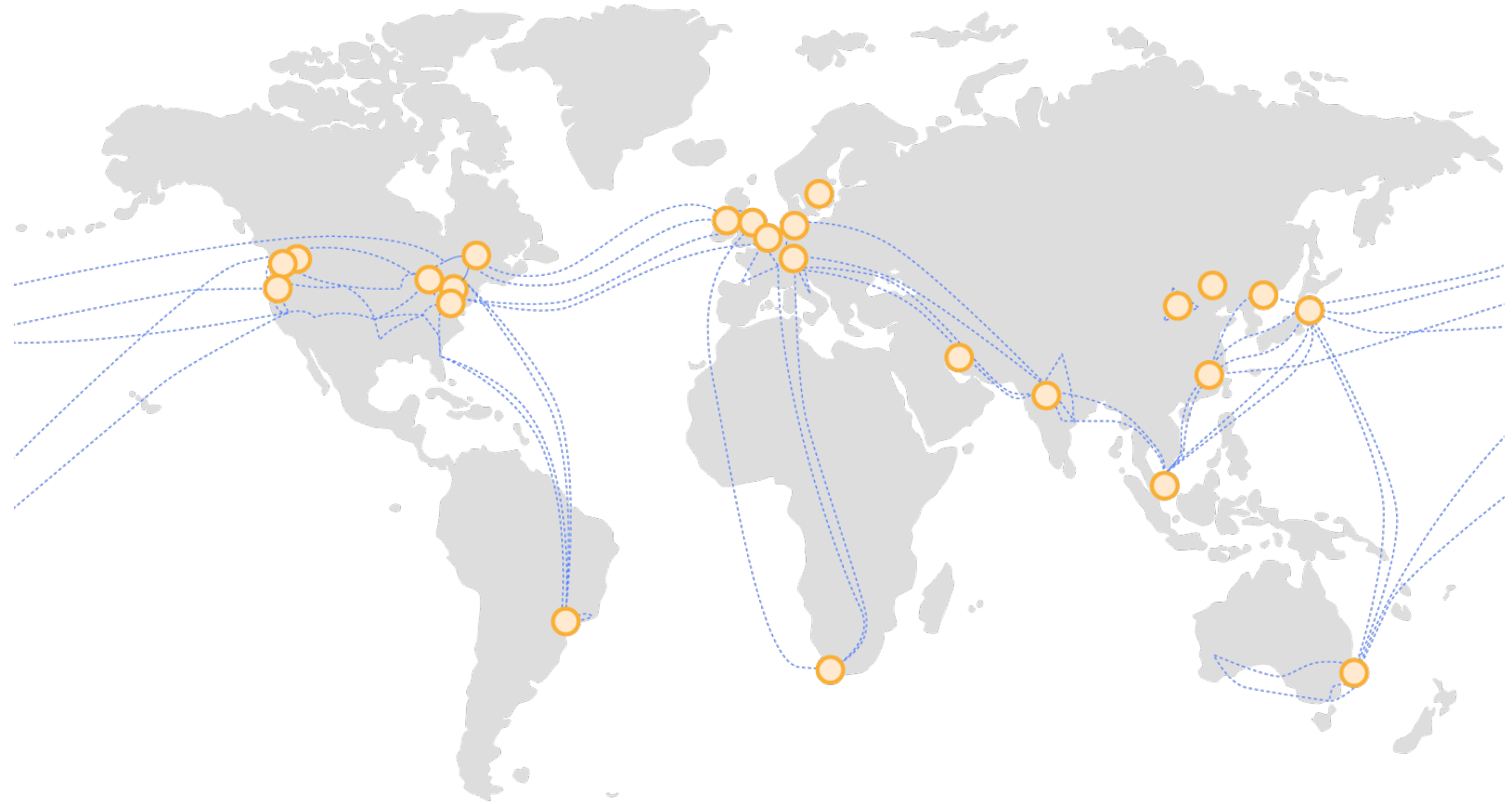
支付费用

2200 元

立即购买

# AWS全球网络基础设施

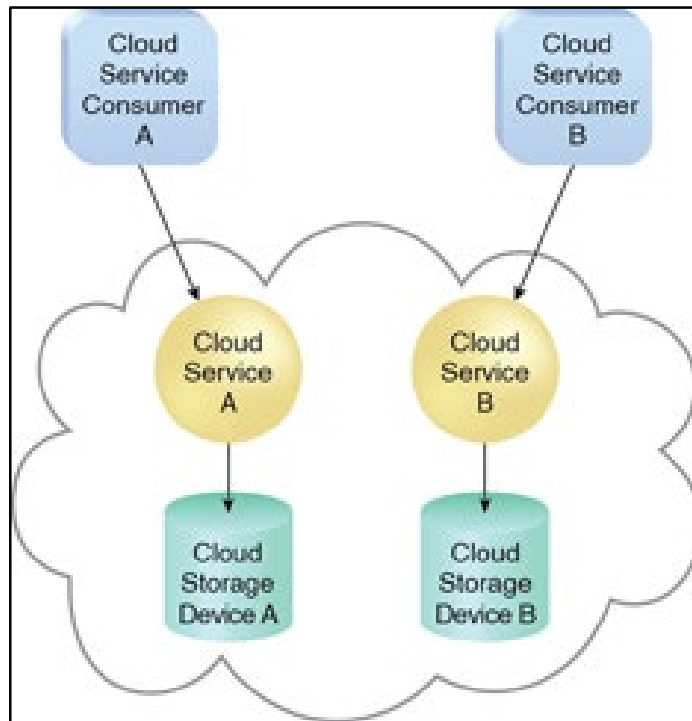
- 建立在全球性的、完全冗余、且并行的 100 GbE 城域光纤网络上，通过横跨大西洋、太平洋和印度洋，以及地中海、红海和南中国海的跨洋电缆连接。



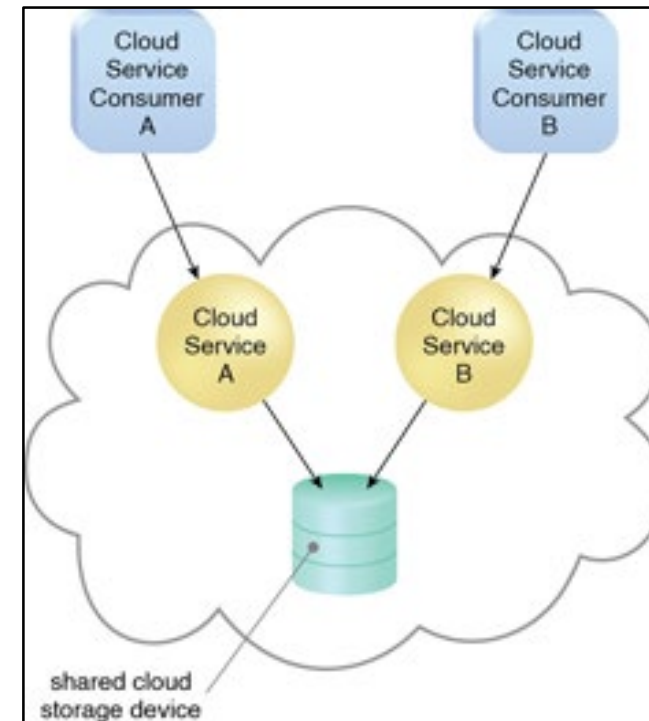


# 资源池化: Storage

单租户



多租户

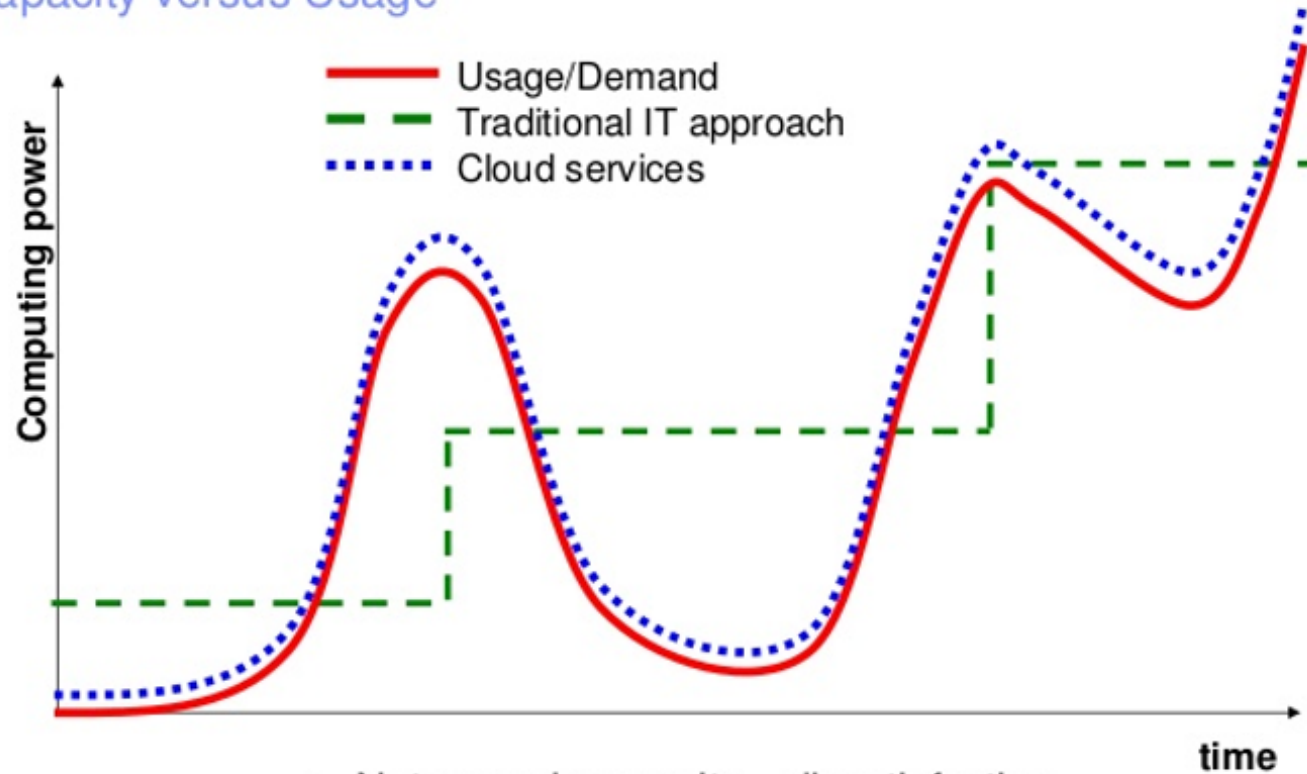


# 快速 (弹性) 伸缩

Introduction to Cloud Computing

IBM

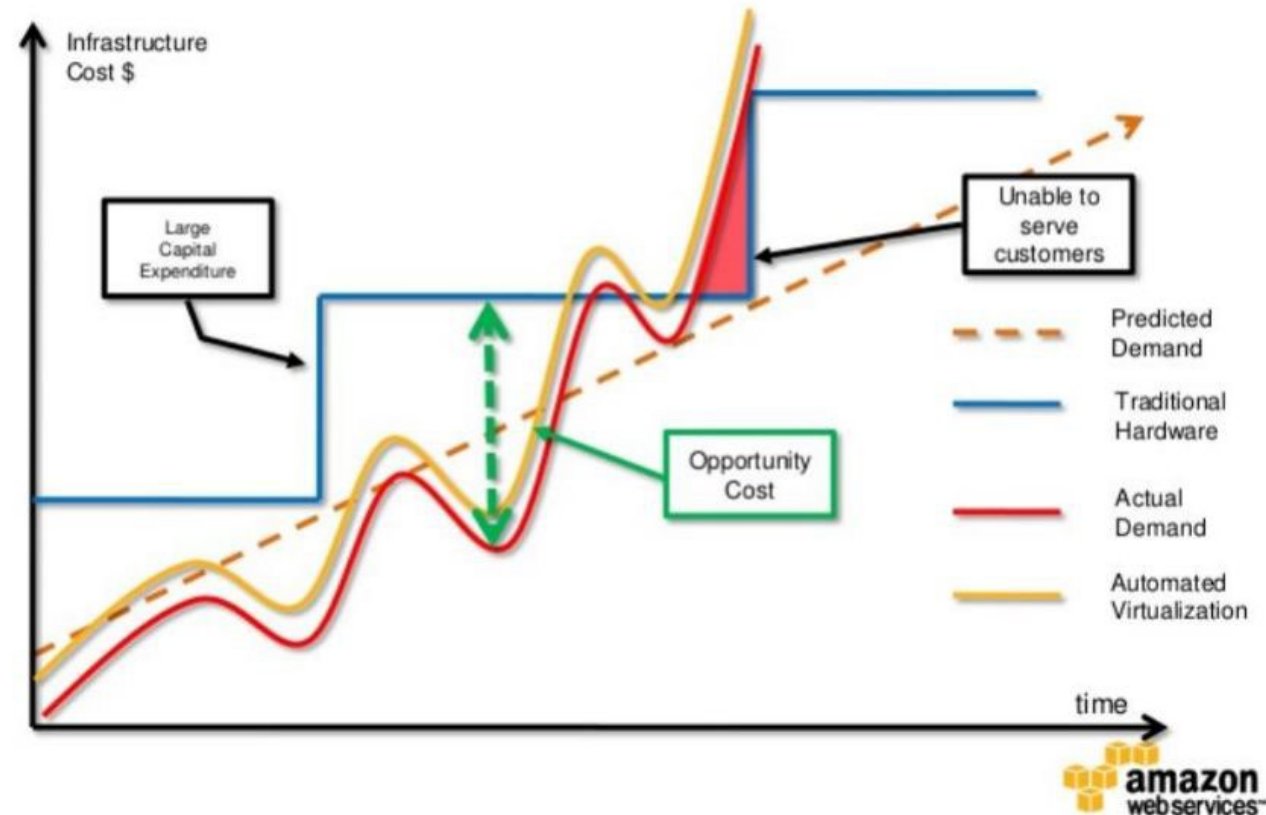
## Capacity versus Usage



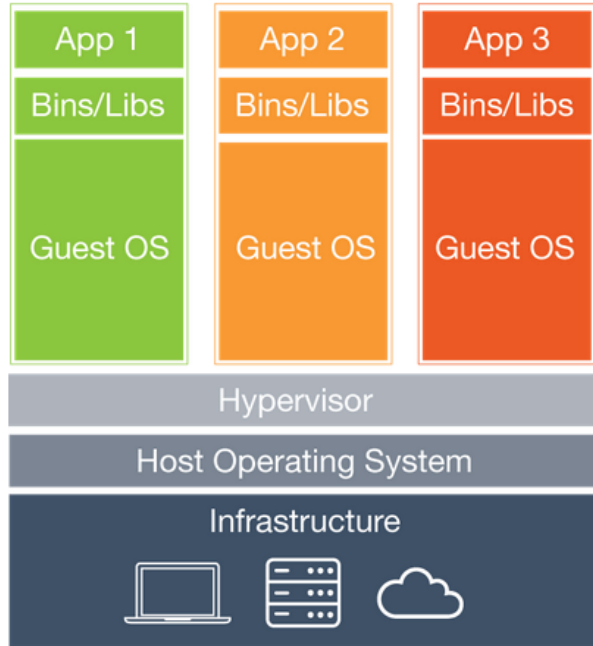
- Not enough capacity – dissatisfaction
- More capacity than needed – waste
- Capacity matches need – just right

可计量： 只为使用的资源付费

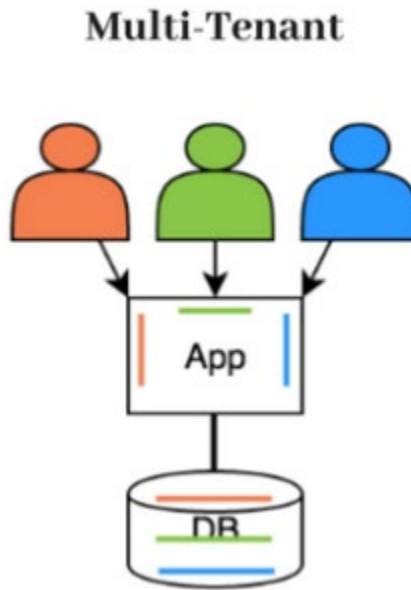
## Elastic and Pay-Per-Use Infrastructure



# 云计算的三个核心理念



虚拟化  
提供池化资源和  
按需服务



多租户  
节省开发和维护  
成本



数据中心  
提供基础设施和  
安全保障

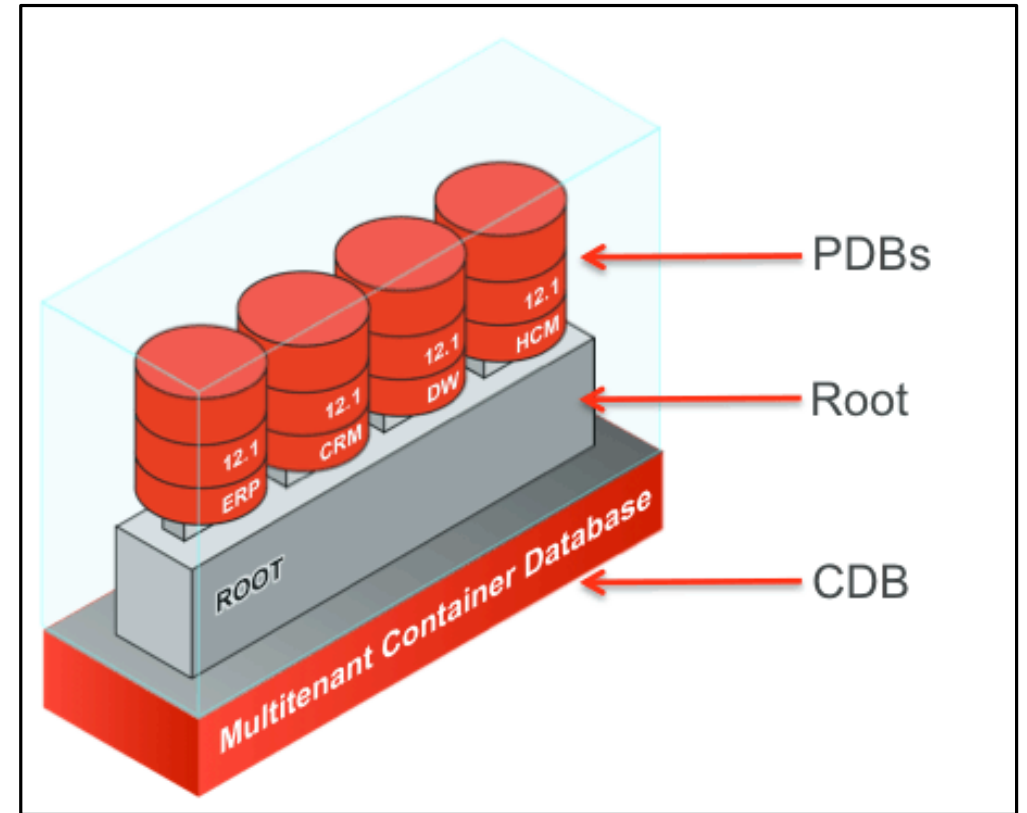
# 虚拟化

- 云虚拟机
  - ✓ virtual CPU
  - ✓ virtual memory
  - ✓ virtual temporary storage
  - ✓ Virtual networking
- 硬件虚拟化
- 操作系统虚拟化
- 桌面虚拟化



# 多租户：Oracle多租户数据库

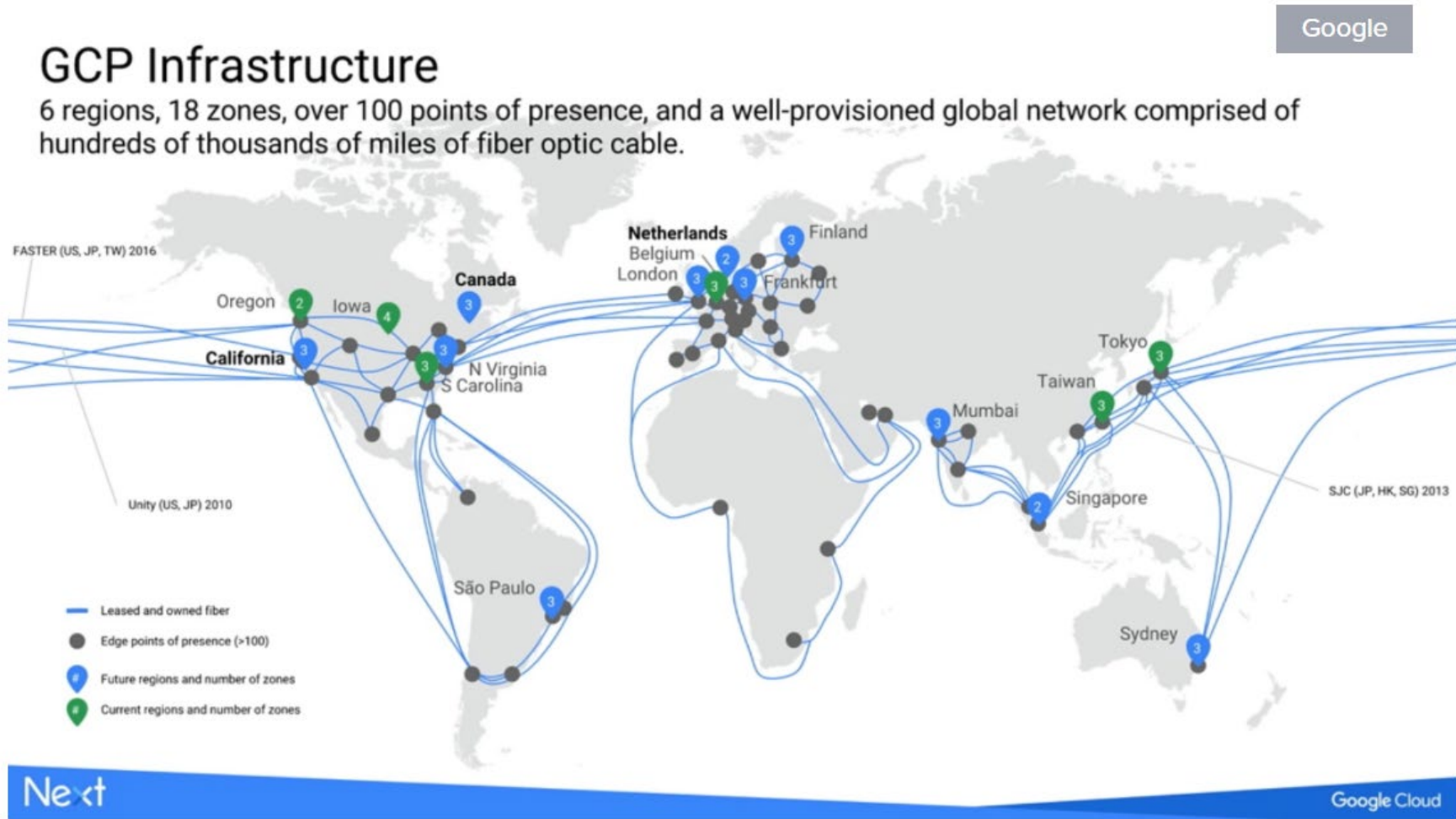
- 下一代的数据库云
  - ✓ 多租户容器数据库 (CDB)
  - ✓ 容器数据库之上搭载多个可插拔数据库 (PDB)
- 多租户特性
  - ✓ PDBs共享内存和后台
  - ✓ 可针对CDB做统一补丁升级
  - ✓ 备份和灾难恢复可在CDB层一次性完成



Oracle Multitenant



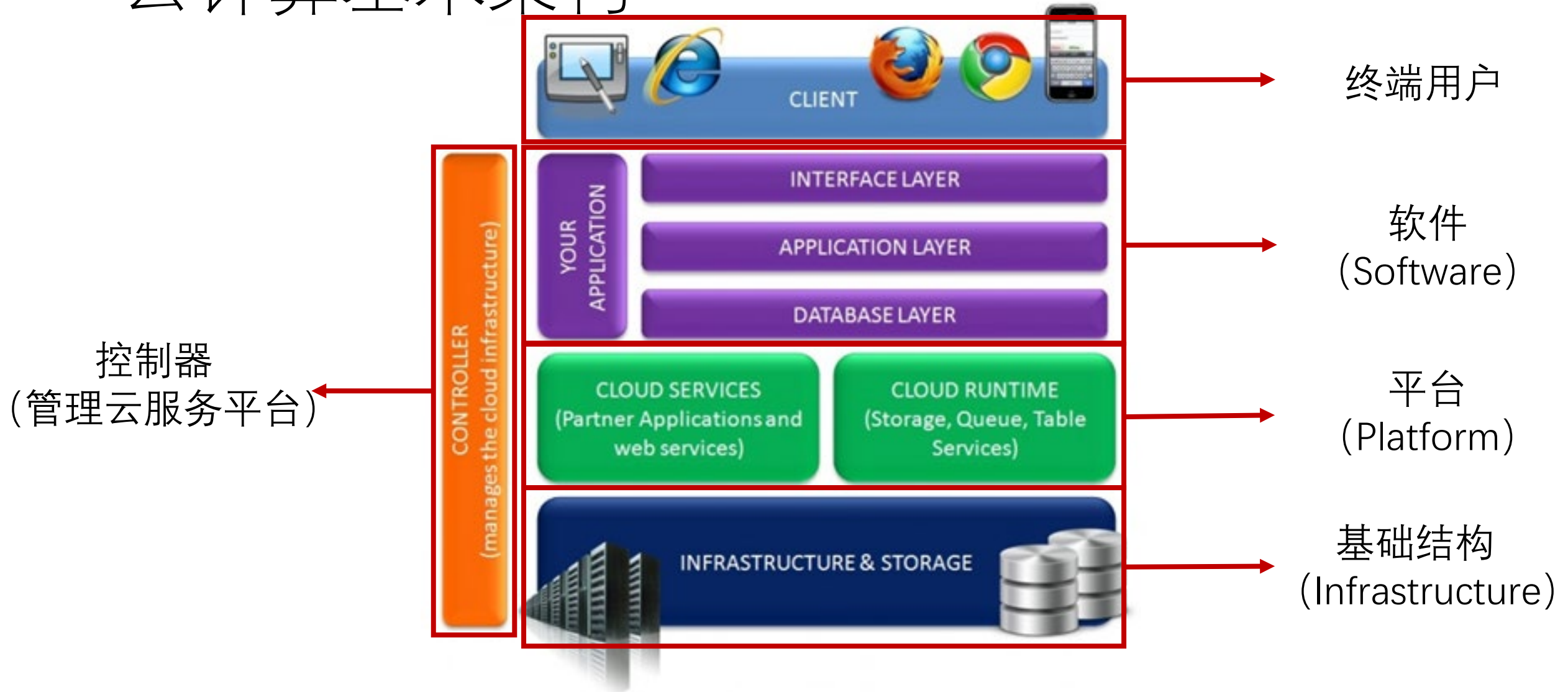
# Google Cloud 全球数据中心



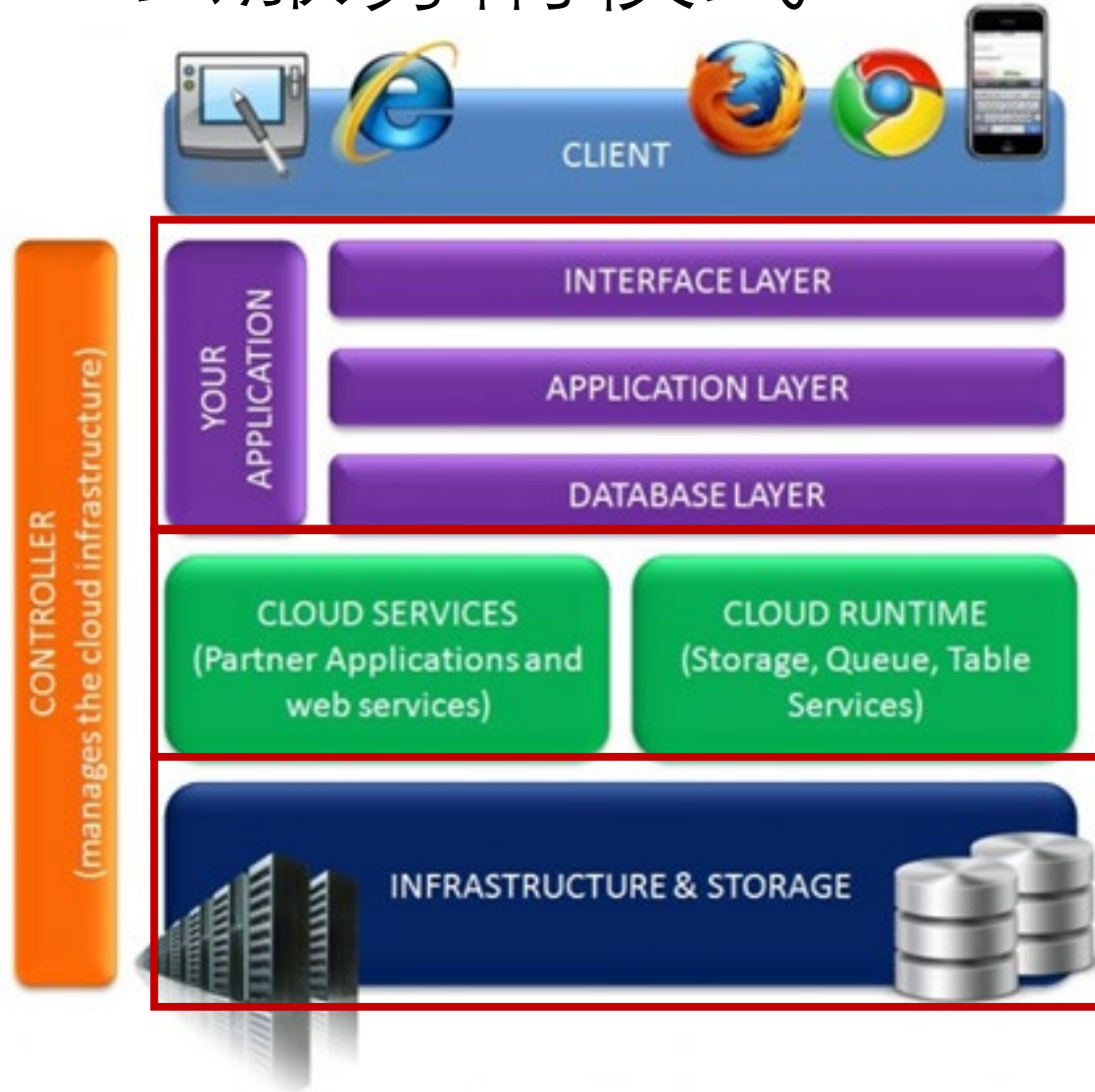
# 3. 计算基本架构和服务模式



# 云计算基本架构



# 云服务的模式：三个经典模式



软件即服务 (Software as a Service, SaaS)

- ✓ 直接提供应用程序服务，用户无需考虑IT基础设施和应用程序的运维

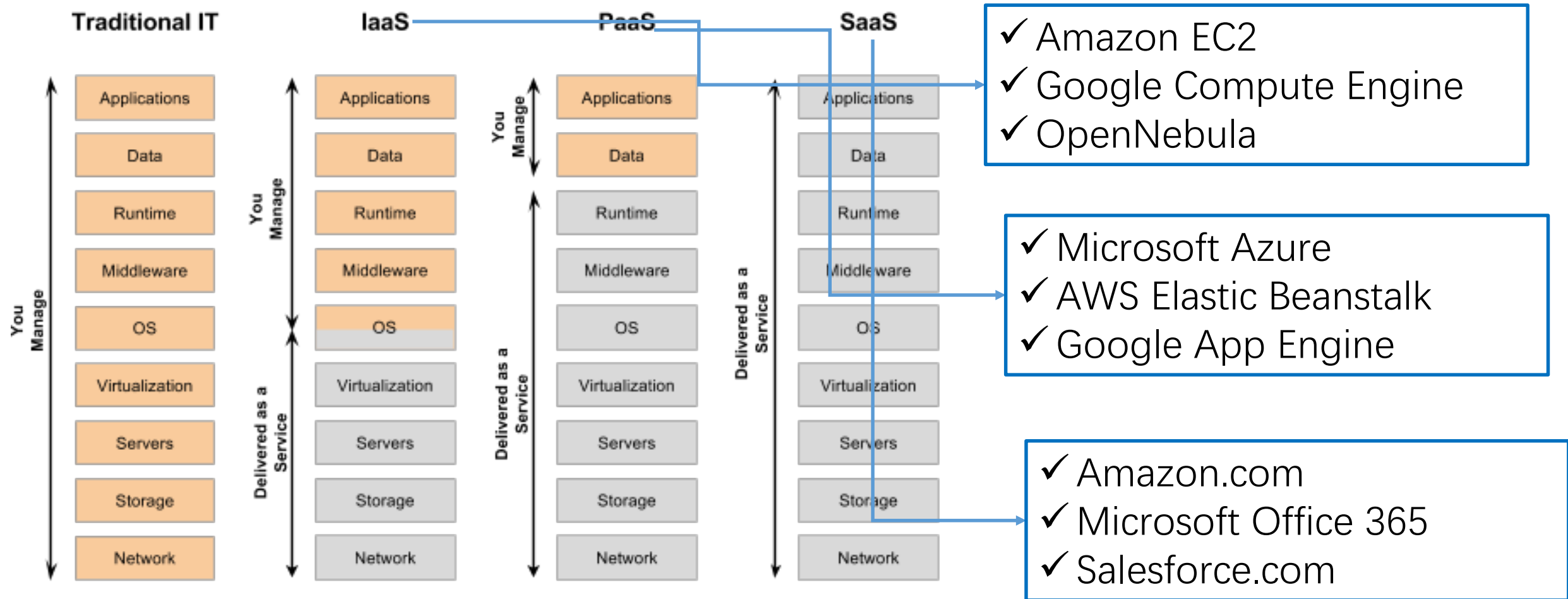
平台即服务 (Platform as a Service, PaaS)

- ✓ 为应用程序的开发、部署和管理提供环境，用户无需考虑基础设施的运维

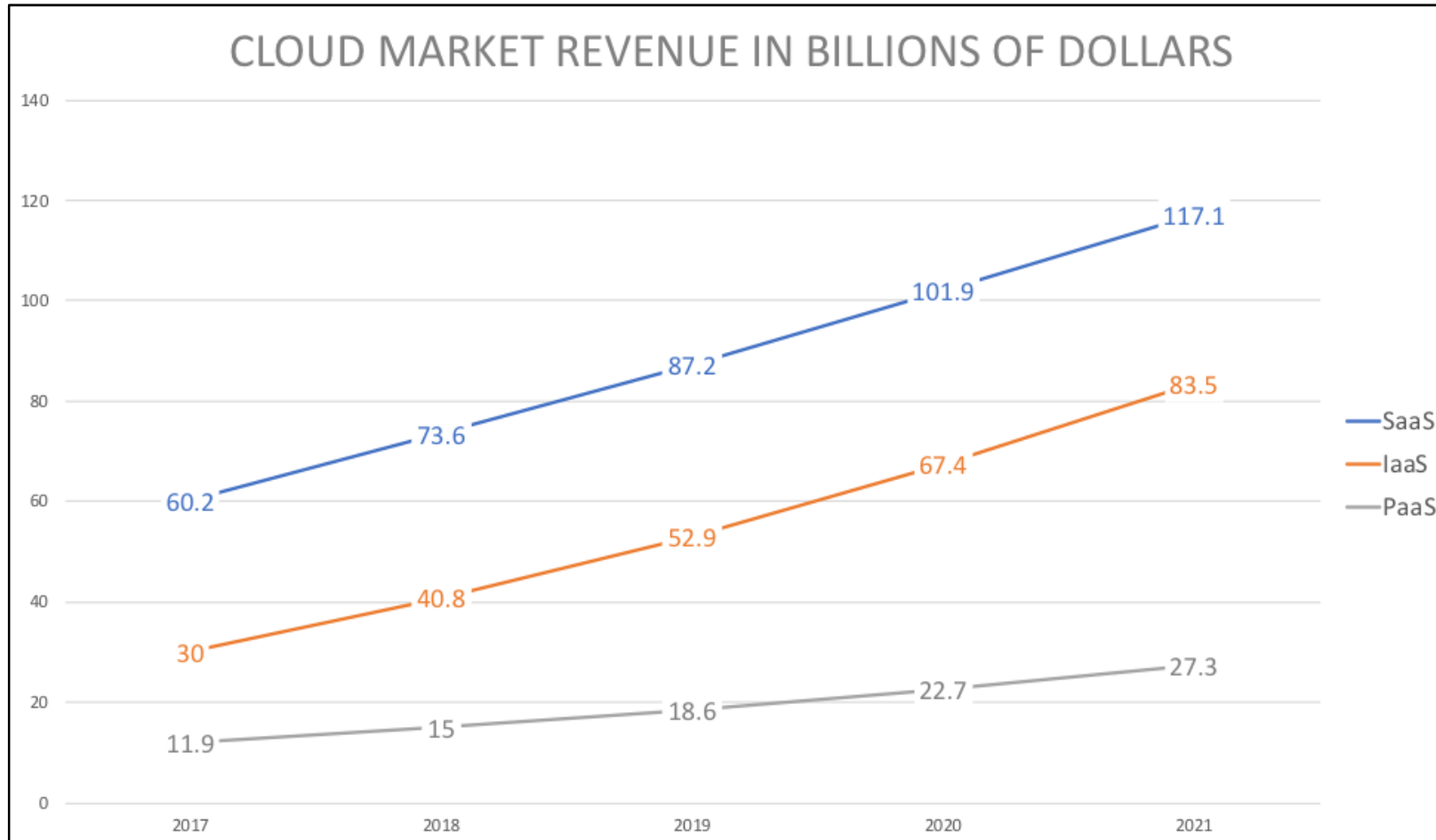
基础结构即服务 (Infrastructure as a Service, IaaS)

- ✓ 对IT基础结构的直接访问和租用，如服务器、存储空间、网络等等

# 云服务的模式：三个经典模式



# 三种云服务模式市场利润比较



# 云服务擂台

- 基础结构即服务 (IaaS)
- 平台即服务 (PaaS)
- 软件即服务 (SaaS)

Figure 1. Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide



Source: Gartner (July 2019)

# 云服务擂台

- 基础结构即服务 (IaaS)
- 平台即服务 (PaaS)
- 软件即服务 (SaaS)

Figure 1. Magic Quadrant for Enterprise Integration Platform as a Service



Source: Gartner (April 2019)

# 云服务擂台

- 基础结构即服务 (IaaS)
- 平台即服务 (PaaS)
- 软件即服务 (SaaS)
  - ✓ CRM (客户关系管理)

Figure 1. Magic Quadrant for the CRM Customer Engagement Center



Source: Gartner (June 2019)

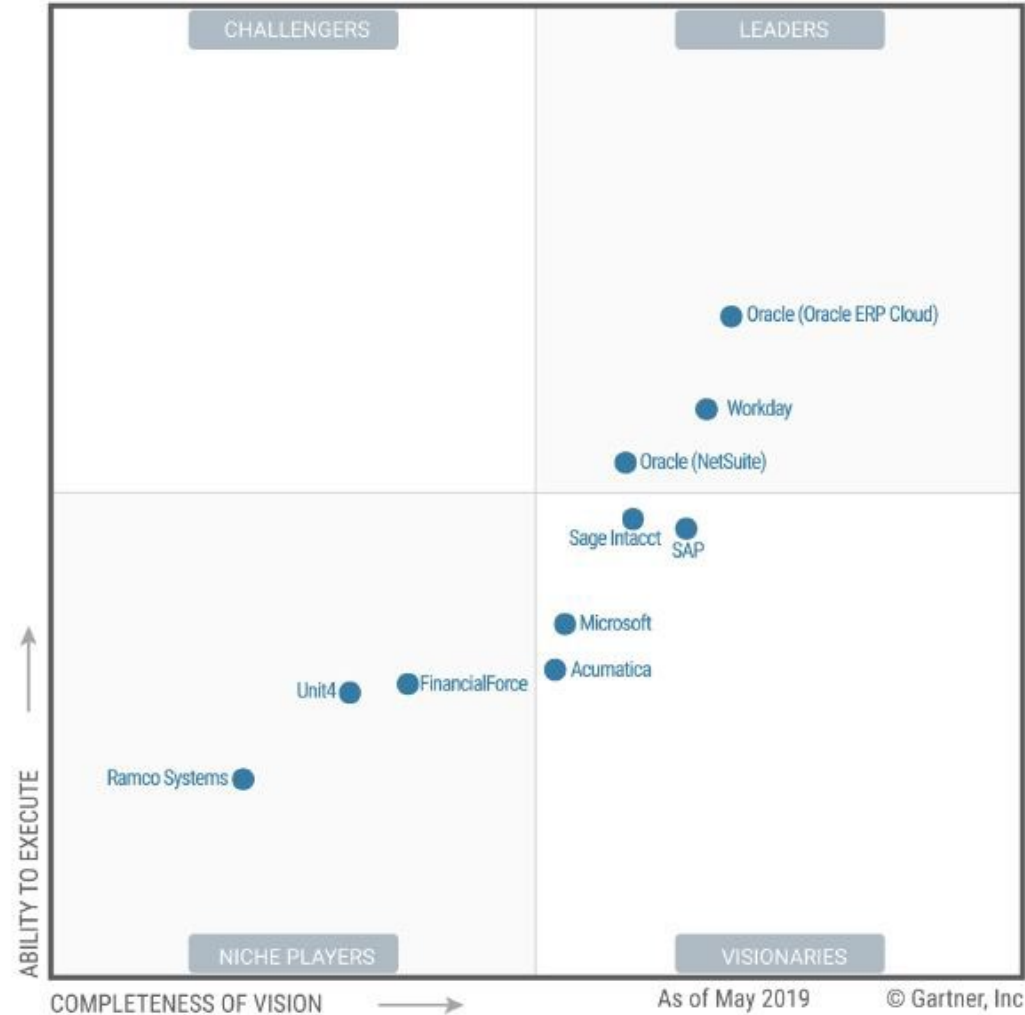


# 云服务擂台

- 基础结构即服务 (IaaS)
- 平台即服务 (PaaS)
- 软件即服务 (SaaS)  
✓ 财务管理

## Magic Quadrant

Figure 1. Magic Quadrant for Cloud Core Financial Management Suites for Midsize, Large and Global Enterprises



# 云服务擂台

- 基础结构即服务 (IaaS)
- 平台即服务 (PaaS)
- 软件即服务 (SaaS)  
✓ 分析与商业智能

Figure 1. Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms

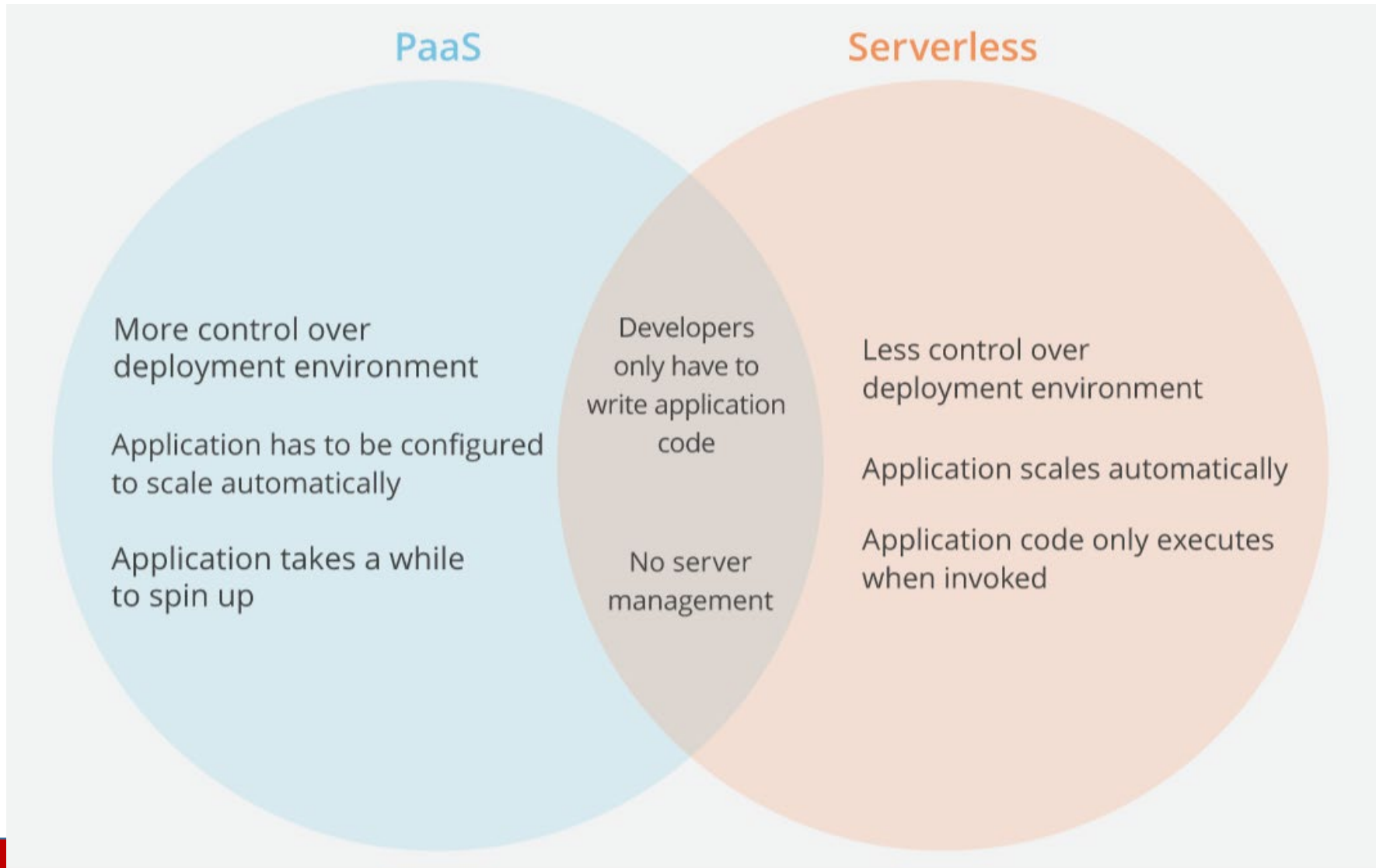


Source: Gartner (February 2019)

# 云服务的模式：无服务器计算

- 从PaaS到serverless computing（无服务器计算）
  - ✓ PaaS：云服务商按需提供开发、测试、交付和管理软件应用程序所需的环境，客户无需考虑对开发所必需的基础结构进行设置或管理。
  - ✓ Serverless computing：云服务商提供侧重于构建应用功能的环境，客户无需花费时间管理服务器和基础结构，具有高度可缩放和事件驱动特点。
  - ✓ 客户可以完全聚焦应用的开发和维护，而无需关注运行环境的管理。
  - ✓ 例如AWS Lambda

# 云服务的模式：无服务器计算

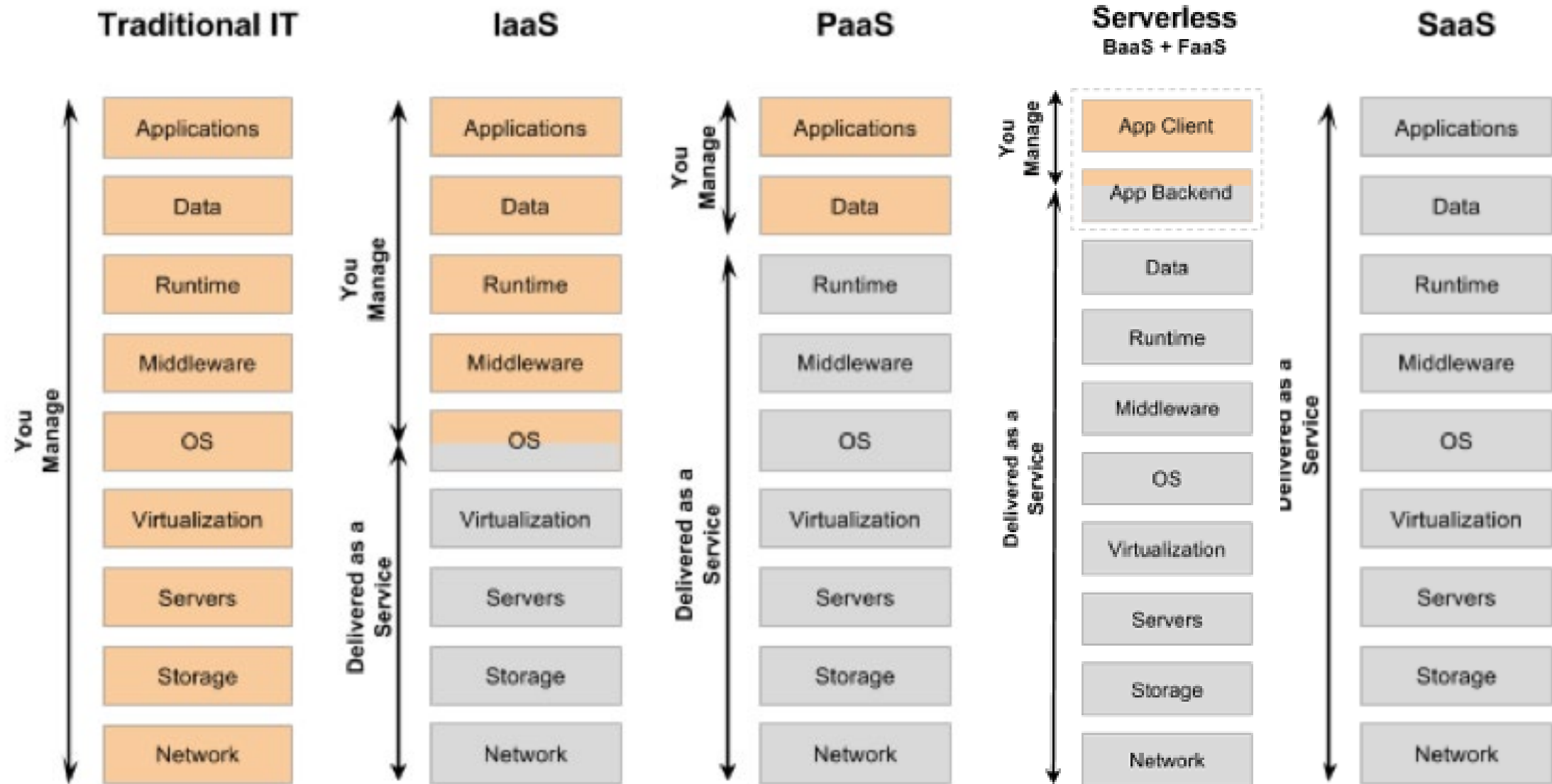


- PaaS
  - ✓ 客户需要自己搭建并维护应用环境, e.g., 数据库 + http服务器
- Serverless
  - ✓ 客户使用 Serverless 服务实现应用环境的快速和弹性部署

# 云服务的模式：两种无服务器计算模式

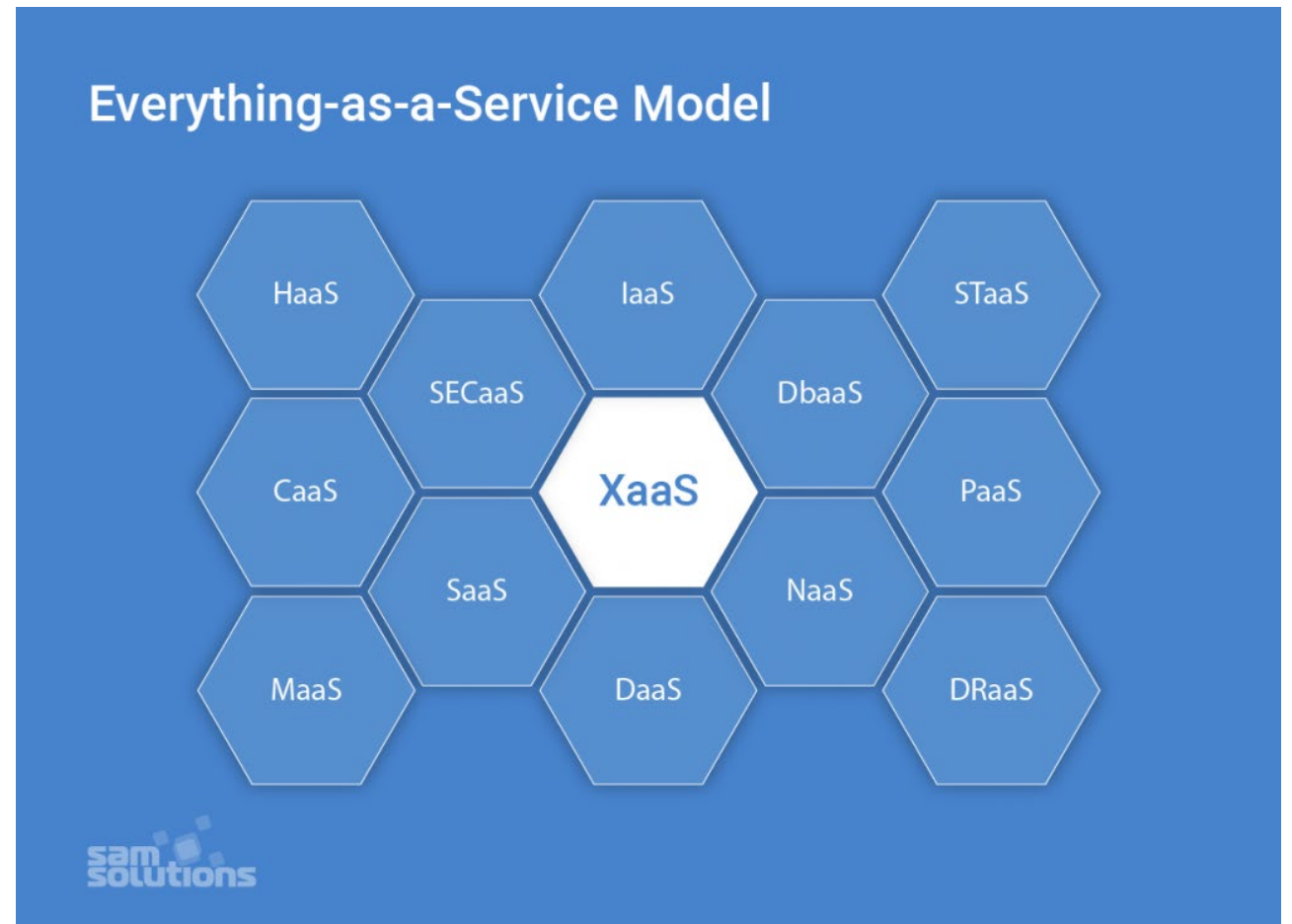
- Backend as a Service (BaaS)
  - ✓云服务商提供应用后端的管理和维护，客户只需要聚焦前端应用的开发
  - ✓数据库管理、权限管理、消息推送等等
- Function as a Service (FaaS)
  - ✓云服务商提供执行模块化代码片段的环境，客户可以即时编写和更新由事件触发的代码片段
  - ✓按钮点击

# 云服务的模式



# 云服务的模式： 更多已经出现的模式

- Storage as a Service
- Database as a Service
- Security as a Service
- Communication as a Service
- Process as a Service
- ...
- Everything as a Service

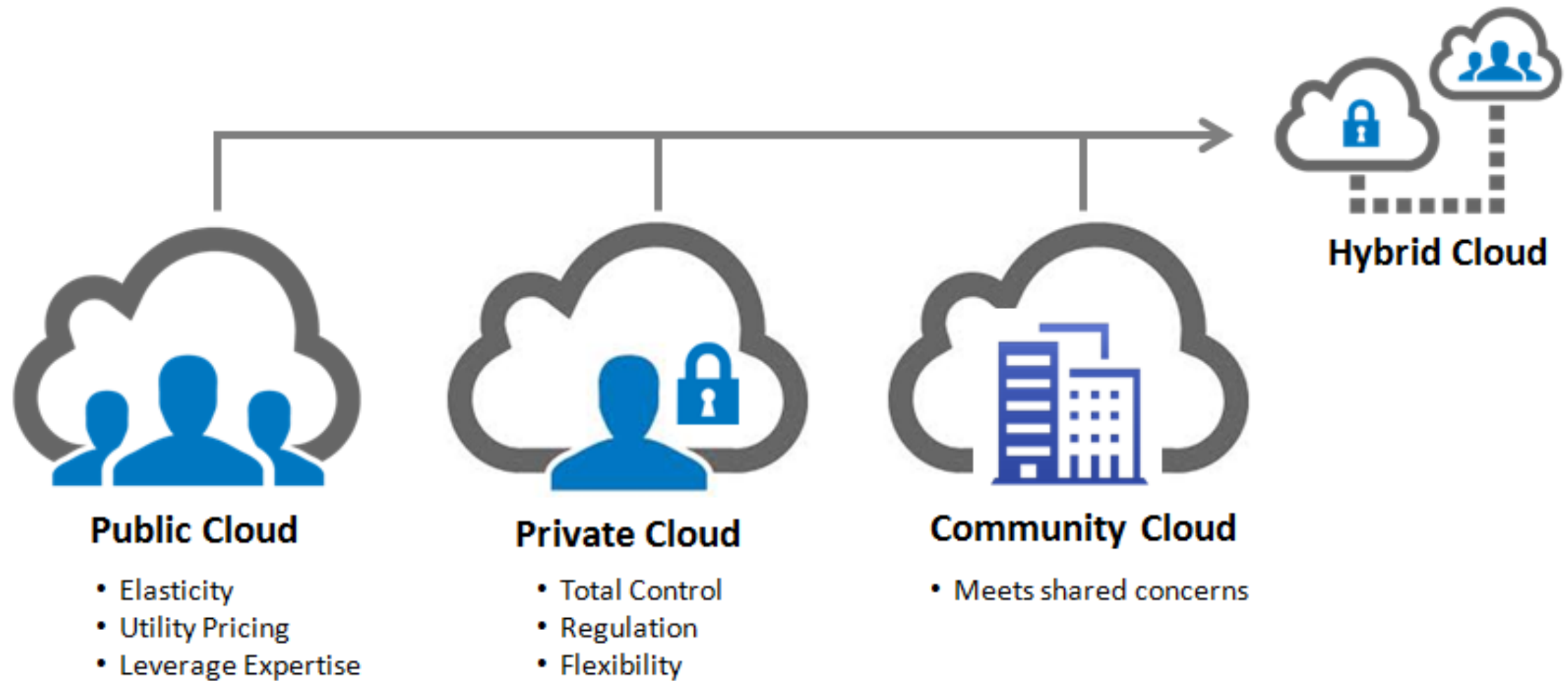




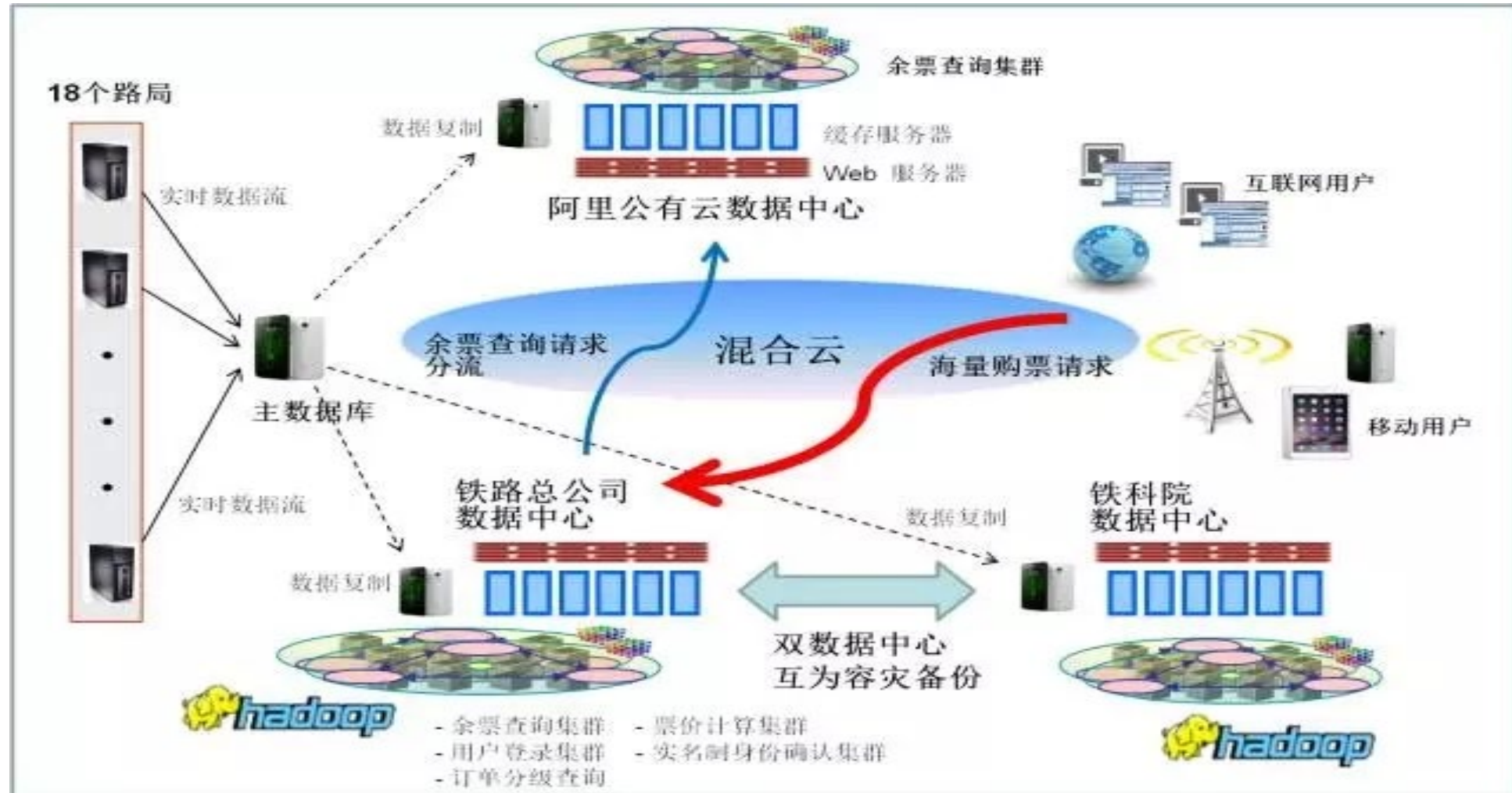
# 云部署的模式

- 公有云
  - ✓云基础架构可供一般公众或大型行业机构使用，部署在销售云服务的机构，并为其所拥有。
- 社区云
  - ✓云基础架构由多个机构共享，支持一个有共同利益的特定社区。它可能由相关机构或是第三方来管理，可以部署在本地或其他地方。
- 私有云
  - ✓云基础架构仅为一个机构运营，可以由这个机构或第三方管理，可以部署在本地或其他地方。
- 混合云
  - ✓云基础架构由上述两个或多个云部署方式组成，通过标准化或专有技术绑定，从而实现数据和应用程序的可移植性。

# 云部署的模式



# 案例：12306+阿里混合云架构



# 云计算面临的挑战

## 技术挑战

- 数据传输：远距离传输  
代价依然昂贵
- 数据安全和隐私
  - ✓ 数据的所有权
  - ✓ 不安全的接口、数据丢失
  - ✓ 黑客攻击
- 数据中心能耗

## 非技术挑战

- 越来越多的安全漏洞
  - ✓ 数据共享的安全风险
  - ✓ 资源共享的安全风险
- 不同云平台之间缺乏可移植性
  - ✓ Vendor lock-in (供应商锁定)
- 多区域合规和法律问题
  - ✓ 不同地区的数据中心受不同数据政策的约束

# On-premise Vs. Cloud

	本地	云端
部署	企业承担设施部署和维护	企业在本地访问，云服务商负责云端部署
开销	企业承担软硬件、能耗和房屋开销	Pay as you go
控制	企业有完整的控制权	企业有少量控制权
安全	企业可以完整控制数据安全和隐私	云服务商提供数据安全和隐私保护
合规	企业承担行业规范和责任	确保云服务商提供行业规范服务

# 小结：漫谈云计算

