

云计算—物联网的基石



李 德 毅

lidy@cae.cn

2011年3月21日

引子:

- 工业革命时期，水、电、交通等实现了**社会化、集约化和专业化**，不需要人人挖井、家家发电、各部门铺设自己专门的航线、铁道和公路，而成为全社会的公共基础设施；
- 后工业革命时期，云计算正在让信息技术和信息服务实现**社会化、集约化和专业化**，不再需要家家买计算机、人人当软件工程师、各部门都建自己专门的信息系统，让信息服务成为全社会的公共基础设施；

引子:

- 我们正进入用信息和信息技术精确调控物质和能量的时代，以提高资源利用率和生产力水平，感知、认知与控制变得尤为重要，物联网的兴起就是最典型的证明，其中尤以智能交通工具代表性。云计算成为物联网的基石。

一、导致云计算的背景

软件工程一改长期以来面向机器、语言、中间件和实现等面向主机的形态，转为面向需求、网络和服务。

交互方式

从人围着计算机转到计算机围着人转，交互、分享、群体智能等，都超出早先图灵机范畴。



键盘



鼠标



触摸



手势



语音

1970s



面向过程

1980s



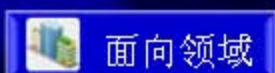
面向对象

1990s



面向构件

2000s



面向领域

2010s



面向服务

SOC

软件工程

大型机



1960s

小型机



1970s

个人电脑和局域网



1980s

桌面互联网 移动互联网



1990s



2000s

从以计算机为中心，到以网络为中心，再到以人为中心

马克·贝尼夫的创新



Marc Russell Benioff
马克·贝尼夫
1964--

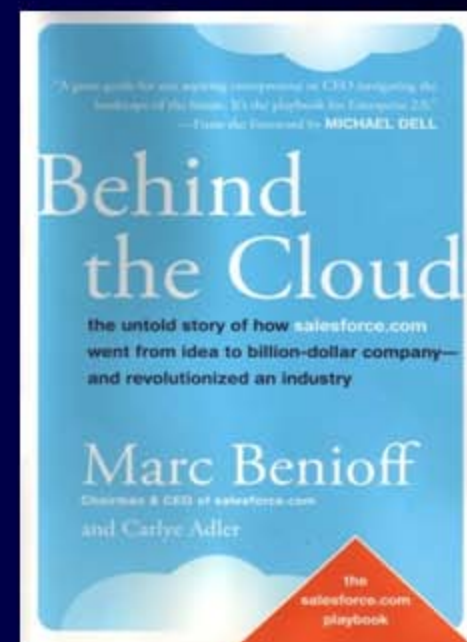
1986年美国南加州大学学士

1999年开办salesforce.com，任董事长

2009年推出云计算平台force.com

2003-05年被任命为美国总统信息技术顾问委员会共同主席

信息技术领域公认的原始创新领头人，获得多项奖励和荣誉



贝尼夫的原始创新: SaaS

- 1999年贝尼夫在旧金山一所小公寓创建了Salesforce.com, 发明“批量生产”CRM软件的模式: 通过在线服务, 用户自定制个性化系统, 无需购买服务器和整套软件。把软件当作服务, 按需租用, 开创了软件社会化大生产的新纪元。10年来, 全球CRM付费企业用户数已达百万, 日交易量过亿次, SaaS供应商激增。
- 贝尼夫进而想成为所有SaaS供应商的基础平台, 组建了共享的应用资源库AppExchange, 相当于一个业务领域的软件在线超市, 超市产品由第三方软件开发商提供, 并帮助第三方的软件开发、交付应用和运营管理。贝尼夫希望成为所有SaaS供应商的上游, 实现了软件集约化和专业化大生产的局面。

云计算是一种基于互联网的大众参与的计算模式，其计算资源（包括计算能力、存储能力、交互能力等）是动态、可伸缩、被虚拟化的，而且以服务的方式提供。

云计算加速从数据共享、信息共享走向服务共享

- 共享计算的服务
- 共享存储的服务
- 共享交互的服务

依托互联网，通过端设备，随时随地获得个性化服务，买计算、买存储、买带宽。

- 同一个端设备享受网络上不同的服务
- 不同端设备享受网络上同一种服务
- 端设备通过联网服务定制，实现个性化服务
- 不同端设备可以享受集群式的互服务

计算资源的虚拟化

用户以更自然的交互方式、呈现出个性化服务的强劲需求：

- 无需关心特定应用软件的服务方式，如：是否被他人同时租用 **SaaS**
- 无需关心计算平台的操作系统以及软件环境等底层资源的物理配置与管理 **PaaS**
- 无需关心计算中心的地理位置 **IaaS**

二、云计算核心技术

2.1 虚拟化技术

虚拟化技术早就存在

- **虚拟内存管理**使得应用程序自认为拥有连续足够的存储空间，无需关心实际使用的磁盘、闪存等物理存储设备的容量、组合、调用和管理细节。虚拟内存是物理内存的抽象。
- **分时操作系统**利用时间片轮转分别处理多个不同的任务，使得一台物理计算机可以虚拟为多台独立的虚拟机，为不同用户服务


虚拟化技术

- 在计算机硬件和操作系统上，通过一个**中间件（虚拟机监视软件）**让支撑其上面的多个不同的操作系统和应用程序同时运行，形成若干表面独立的**虚拟机**。
- **虚拟专网（VPN）**是在公共电信设施（如互联网）上，建立企业或团体内部通信与网络的方法，封装了多个不同网络设备与终端的传输差异性。

虚拟化技术催生身边的云计算




WebMail通过网页浏览器收发和管理海量用户的电子邮件，邮箱管理的结构和实现细节被虚拟化了




搜索引擎对网民的搜索请求提供服务，搜索和匹配的细节被虚拟化了



网络相册用于存储和分享照片，储存中心的动态管理被虚拟化了



网上开店和淘宝已成为日常生活，商店被虚拟化了



维基百科提供知识交互平台，大众只关注内容，词条的管理和更新机制被虚拟化了



云计算中心：弹性伸缩，资源动态调配，弱化不同层面资源间的依赖，自容错，自管理



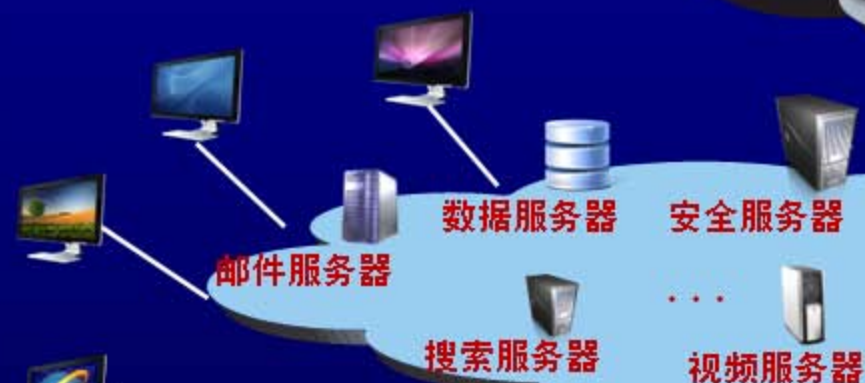
虚拟服务

服务器集群和虚拟化

服务器托管形成市场



服务器托管



服务器井喷

专业服务导致服务器多样化

更多任务由服务器承担

浏览器/服务器

服务器登场

客户机/服务器

■ 计算资源的虚拟化组织、分配和使用模式，有利于资源合理配置并提高利用率，促进节能减排，实现绿色计算

互联网耗电量约占全球总电量：**5.4%**

美国互联网耗电量约占美国总电量：**9.3%**

中国互联网耗电量约占中国总电量：**4.3%**

Cisco路由器	带宽	640Gb/s	功耗	10.8KW
集群路由器	带宽	92Tb/s	功耗	1MW
路由器	带宽	1000Tb/s	功耗	10MW (1/900 三峡水电发电量)

“买得起设备，交不起电费！”

散落在局域网、社区网、城区网、地区网各级信息中心的成千上万台服务器利用率通常在6-15%左右，集中后的虚拟集群服务器利用率可达85%！¹⁸

- 端产品摆脱了传统的胖配置带来的系统升级开销，端产品更加简洁、灵活、多样、个性化

- 手机、游戏机、数码相机、电视机、上网本、笔记本电脑等功能交叉，差别细微，出现更多四不像的智能端机，满足各类“小众”要求
- 通过I/O接口连接网络的端设备必须解决广义的“最后一公里”问题，并方便地进行功能的柔性重组。

■ 智能端机设想：

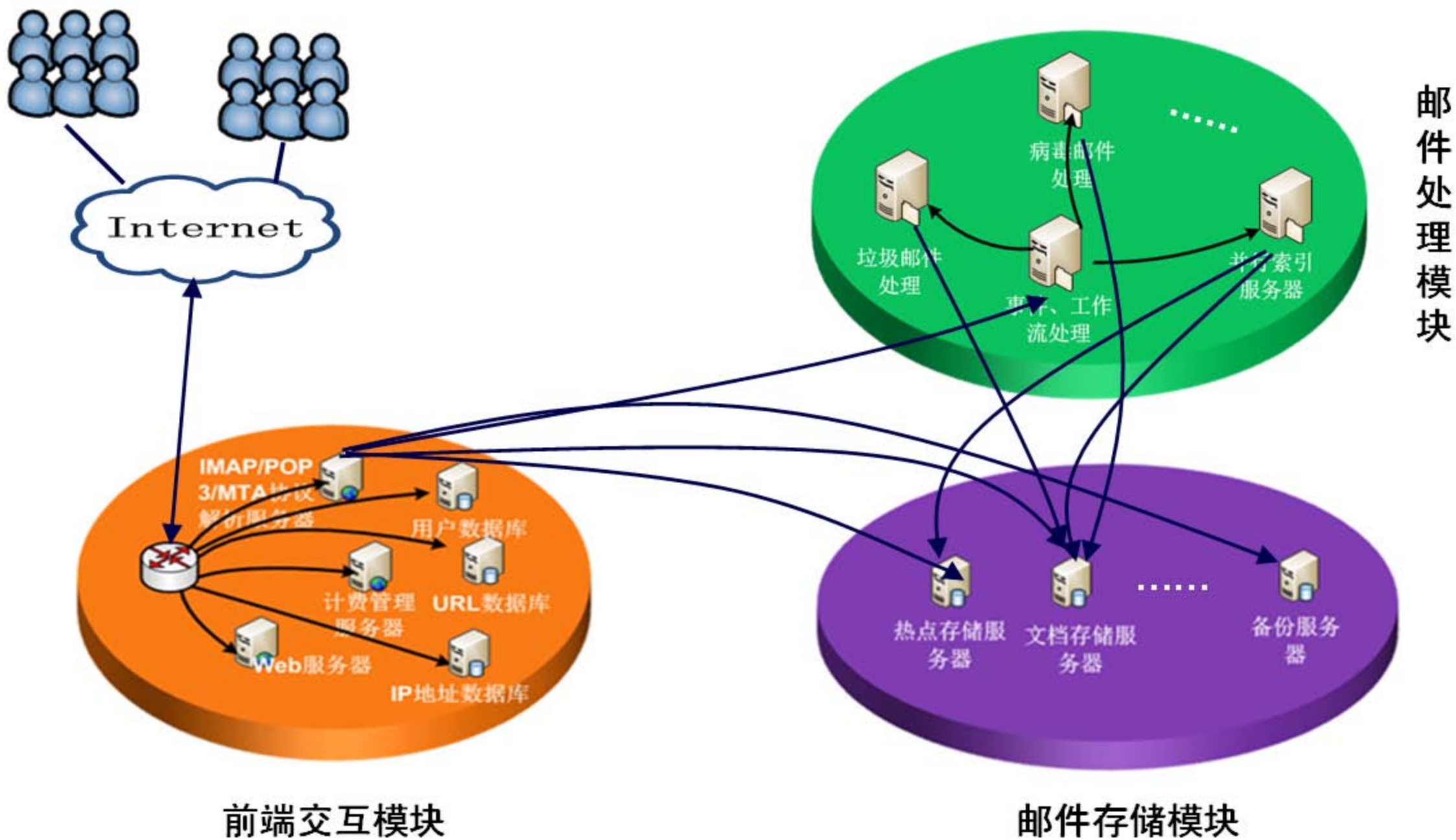
- 启动和关机时间忽略不计，即开即用，即关即关
- 耗电仅几瓦，运动中自充电，无电池困扰
- 减轻重量、厚度，柔性显示屏可按要求增减尺寸
- 界面人性化、个性化，可随时变换成为各种各样的虚拟遥控器或者虚拟卡（身份卡、信用卡、门卡等）
- 不害怕端机丢失，丢失认证如同信用卡和身份证一样
- 不怕更新，经常更新，甚至免费更新

2.2 云计算中心的架构

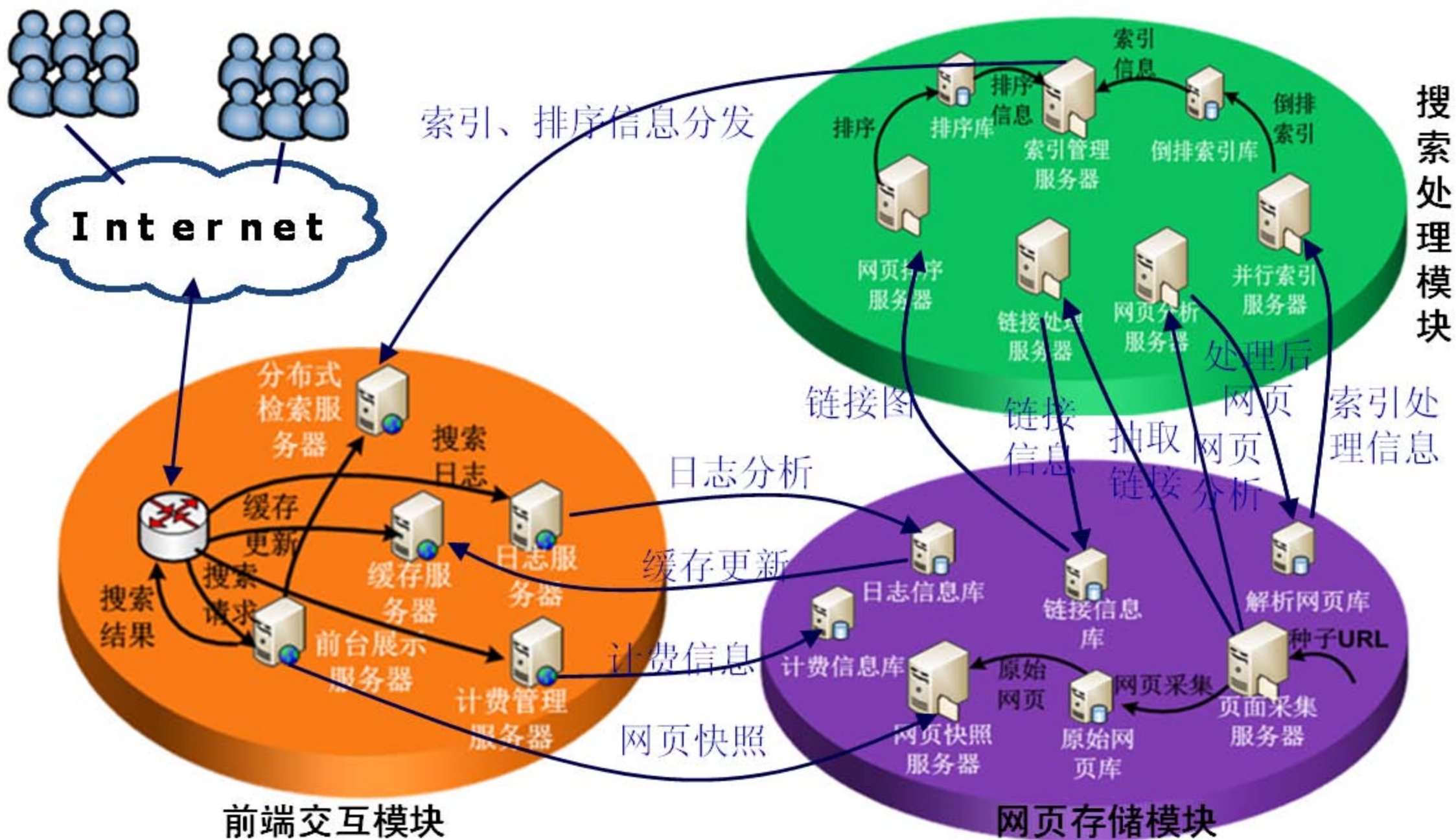
IT厂商和运营商纷纷向云计算中心的典型架构聚焦

- 邮件服务中心
- 客户关系管理中心
- 计算能力多租赁中心
- 搜索服务中心
- 数据管理中心
- 流媒体服务中心
- 基于位置信息的服务中心

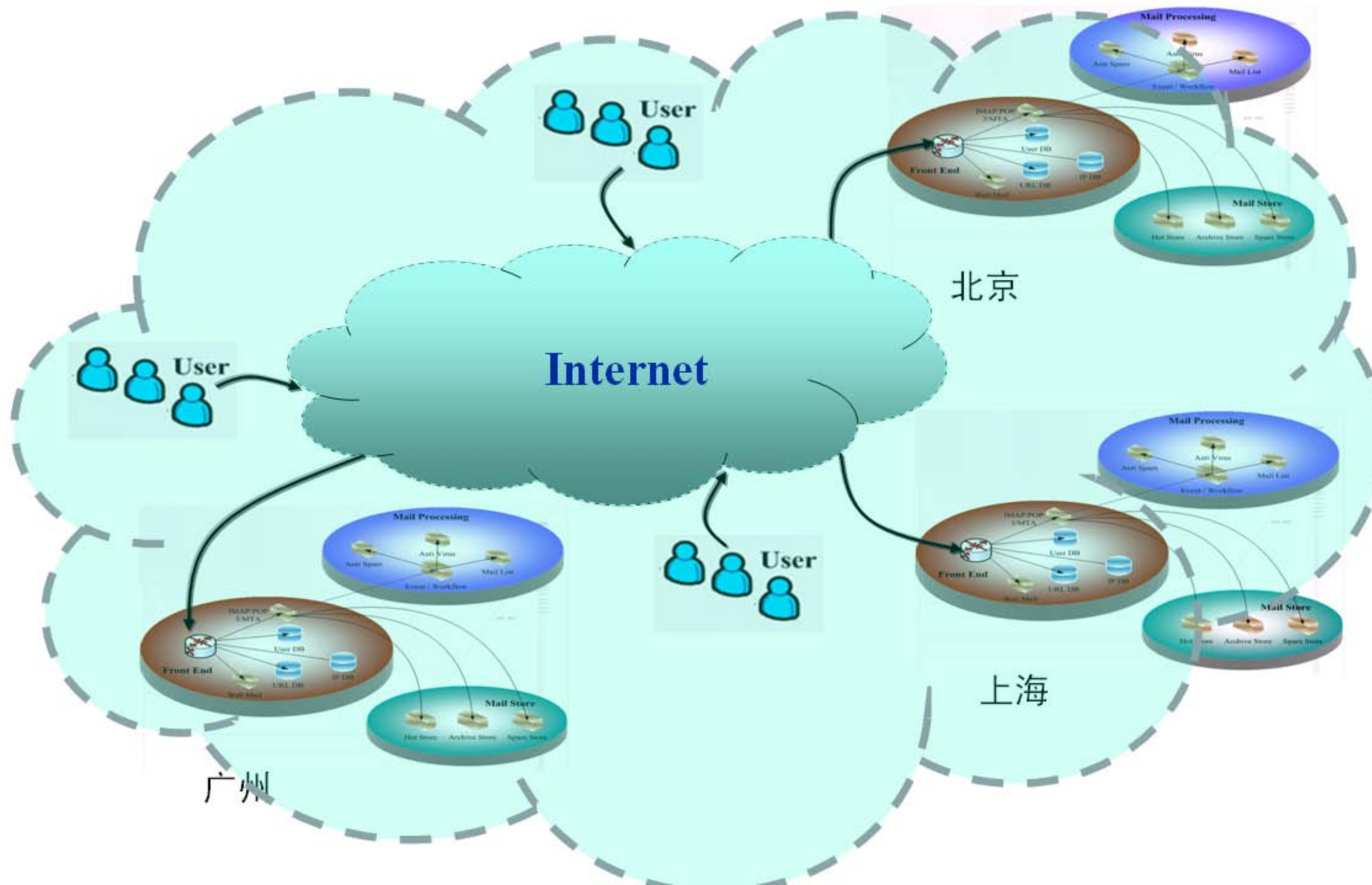
电子邮件服务中心的架构



搜索服务中心的架构



云计算在更大范围部署



云计算中心的通用架构

- 云计算中心的服务器累积形成“服务器农场”只是暂时现象
- 高端服务器研制和虚拟集群将是云计算发展的重要方向, 形成新的高端服务器产业链
- 专业化的计算中心必然导致云计算架构的多样化

云计算中心承载部分关键技术

- **弹性（可伸缩）计算：**通过调整资源配置（如服务器数目、内存和硬盘容量等）和资源调度方式（如并行化程度），满足承载部分的性能随服务任务负载的增加而平滑变化的计算能力。
- **动态重组：**在运行过程中，改变软件的组成模块、结构和配置参数等，由监测、在线故障诊断、重构策略执行、系统回归测试等活动构成。

云计算中心业务部分的关键技术

- 社区和虚拟社区的发现
- 服务的挖掘和服务聚合
- 语义计算：粒计算和可变粒计算

2.3 云安全

云计算不是解决信息安全问题的新式武器

- 云计算最重要的技术进步是存储方式、计算方式和交互方式的网络化变革以及软件作为服务的思想
- 云计算也不可避免地可能在软件中出现诸如漏洞、病毒、攻击及信息泄露等目前信息系统中普遍存在的共性安全问题。
- 传统的信息安全技术将会继续应用在云计算中心本身以及端设备的安全管理上。

云计算改变了信息安全的根本格局

- 云计算之前，敏感数据大量分散、重复、位于网络的边缘，难于管理，也更容易造成泄漏风险
- 通过服务的规模化、集约化和专业化，数据和信息高度集中存放于各样的数据中心，改变了端设备上安全难以管控的格局

云计算中心更有能力加强对端设备管控的一个案例：

Google远程应用删除功能

- Google称，出于安全理由，首次使用远程应用程序移除功能，移除通过Android Market安装的两项免费应用程序，演示如何控制Android手机的应用
 - 一款是RootStrap，会在手机屏幕上显示一行“Hello World”信息
 - 另一款伪装成《暮光之城：月蚀》的预告片

云计算中心对客户端的安全服务

- 类似于Google的远程卸载应用程序，云计算中心可以通过各种手段保护用户客户端不受恶意程序侵害
- 在紧急情况下，一个危险的应用程序可以被快速的下架并从所有已安装的客户端中清除，避免了恶意应用的扩散，并防止出现信息泄露
- 这比客户端自己判断和解决安全问题要更加容易和准确

云计算中心具有更强的管控能力

- 传输层面
- 交换层面
- 路由层面
- 网络层面
- 内容层面

上的信息识别、分析、阻断等管控能力，以及云计算的计费管理，为用户端的管控打下了基础

云计算提供了新的安全服务模式

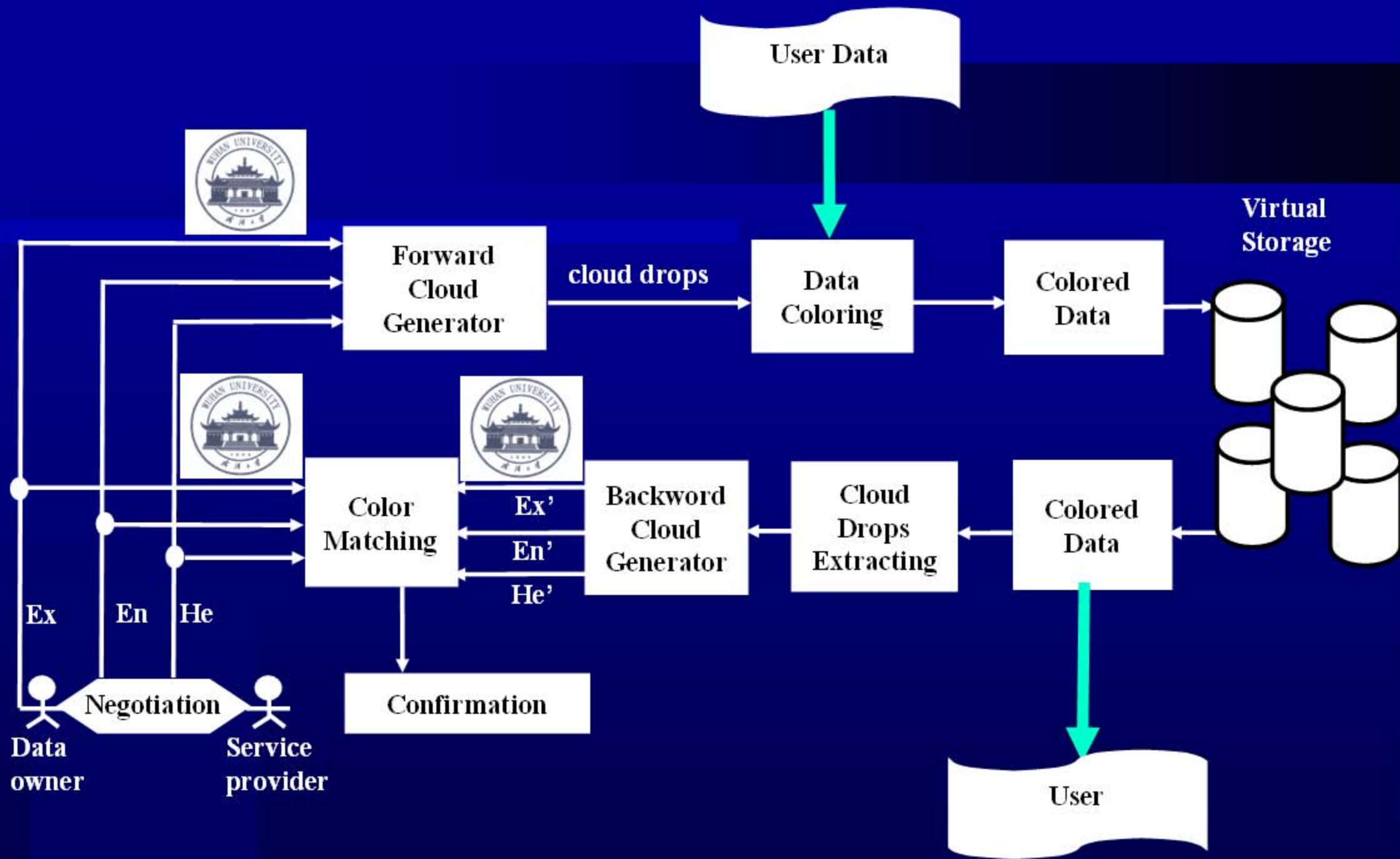
- 软件即服务，安全本身也可以作为一种服务（SECaaS）
- 通过建立云安全中心，专门为端用户和各种各样的数据中心提供安全服务
- 集约化和专业化的安全服务，改变了人人打补丁、个个杀病毒的状况
- 云安全的重心逐步由端设备的安全向云计算中心的安全转移

人们普遍关心的云安全问题，实际上是服务方与被服务方之间的信任与信任管理问题

大众参与所形成的由下而上的
民主力量，是建立服务信誉的最
基本、最重要的保证

案例：数据着色和云水印

- 数据拥有方和存储服务方之间形成一定的数据使用约定，通过双方的信誉和双约束的手段，共同解决数据的合理使用
- 通过云水印对用户数据进行着色，特定的颜色为特定的用户所有，保证用户对数据的所有权，又不影响数据的有效使用



通过云水印进行数据着色流程图

云计算为安全带来了新手段：云备份

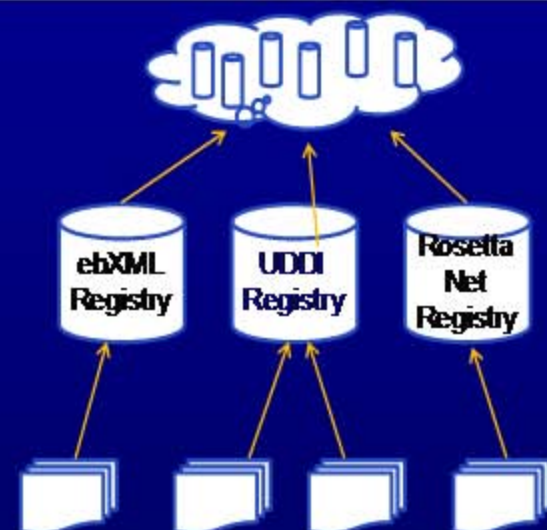
- 银行、航空、保险等许多大型信息系统通过建立一级、二级数据中心等，实现数据的统一维护和集中管理。
- 为了防范各级中心可能发生的系统崩溃、数据丢失等风险，必须有备份机制。
- 在云计算时代，可以设想，由一类信息企业专门承担起备份这项工作，建立起一个可扩展的、动态伸缩的云数据备份中心。

2.4 互操作标准是云计算的主要标准

服务互操作：MFI等

信息互通：HTTP、HTML等

网络互连：TCP/IP



互操作的元模型框架

(MFI, Metamodel Framework for Interoperability)



中国在MFI系列标准的研制中发挥了领导作用

- 标准制定由中国、日本、韩国和英国承担，美国、加拿大、澳大利亚、德国等23国参与讨论，12个国家参与投票
 - 英国&日本：MFI-1（ISO已正式发布）
 - 日本&韩国：MFI-2（未正式发布）
 - 日本&加拿大：MFI-4（未正式发布）
 - 中国 &日本：**MFI-3（ISO/IEC 19763已正式发布）**
 - 中国：MFI-5、MFI-7、MFI-8和MFI-9（正在研制）

ISO/IEC 19763 (MFI)

Reference Model

MFI-1

★ 中国主持研制

Core Model

MFI-2

MFI-3

Metamodel for **Ontology** Registration ★

MFI-4

Metamodel for Model Mapping

MFI-6

Registration Procedure

MFI-8

Metamodel for **R/G** Registration ★

MFI-5

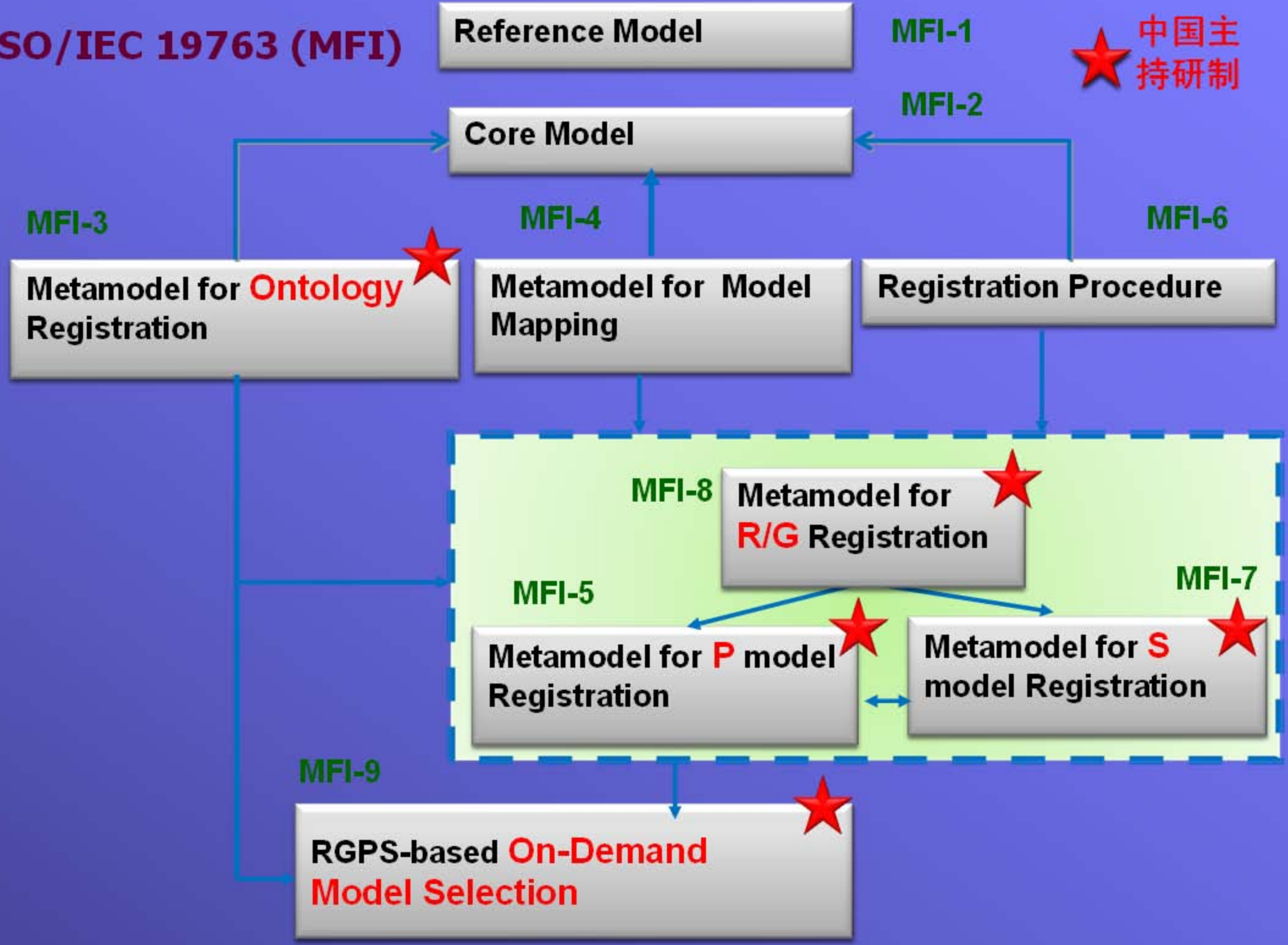
Metamodel for **P** model Registration ★

MFI-7

Metamodel for **S** model Registration ★

MFI-9

RGPS-based **On-Demand** Model Selection ★



三、云计算支撑物联网

- 软件作为独立产品，针对用户需求，采用自顶向下、逐步求精的方法，进行面向系统的软件设计与面向底层技术实现的代码开发与测试，让用户安装并拥有软件系统，这样的时代已经成为历史。



云计算时代的软件开发

- 基于服务的软件开发，更加强调标准接口和具有自治能力的粒计算组件的重用和绑定，
- 从以编码为主转化为侧重建模及模型转换的开发过程；从相对封闭的、面向固定系统的软件开发与产品买卖方式，转化为依托网络开放资源、面向服务的聚合及租赁方式
- 软件开发、软件注册和检索、以及软件租赁，形成三分离的格局

普遍参与的开发形成群体智慧

- 出现各种各样开源、开放的软件合作开发社区。
- 淡化软件产品的生命周期，软件在线更新，贴近用户新需求，强调软件的演化。
- 软件频繁地被重用和重组，在第一时间满足客户需求。
- 大众既是软件使用者，也是开发者；既是服务消费者，也是提供者，形成群体智能。

软件服务业实现社会化、集约化、专业化的大转型

社会化

- 互联网计算成为社会基础设施
- 建立集中的、各种各样的云计算中心
- 实现规模化的社会服务

集约化

- 归并分散、粗放的软件开发与应用，软件模块构件化，提高平台利用率
- 计算资源以虚拟化组织和配置、弹性伸缩
- 通过软件的重用和柔性重组，进行服务流程的优化与重构

专业化

- 面向多租户
- 更为精细的、规范的服务
- 透明使用，按需租用

- 社会化、集约化和专业化的云计算中心通过软件的重用和柔性重组，进行服务流程的优化与重构，提高利用率。
- 云计算促进了软件开发商之间的资源聚合、信息共享和协同工作，形成面向服务的计算，为网络时代的软件工程开辟了新的道路。

“三化”加速物联网的构建

- 初期的互联网支持尽力而为的服务，“核心简单，边缘丰富”。
- 云计算要求云计算中心支持社会化、集约化和专业化的信息服务，“网络丰富，边缘简单，交互智能”。

移动互联网上云计算会来得更快

- 移动互联网的带宽迅速增长, 2009年我国新建3G基站32.5万个, 网络覆盖全国342个城市、2055个县(市)和6000多个乡镇, 创全球电信发展史上建设规模最大、速度最快的新记录
- 移动互联网的实时性、交互性、低成本、个性化和位置感知能力, 形成移动用户迅速增长的服务需求, 尤其是基于位置的服务。

云计算在物联网中的地位



云打印、云显示

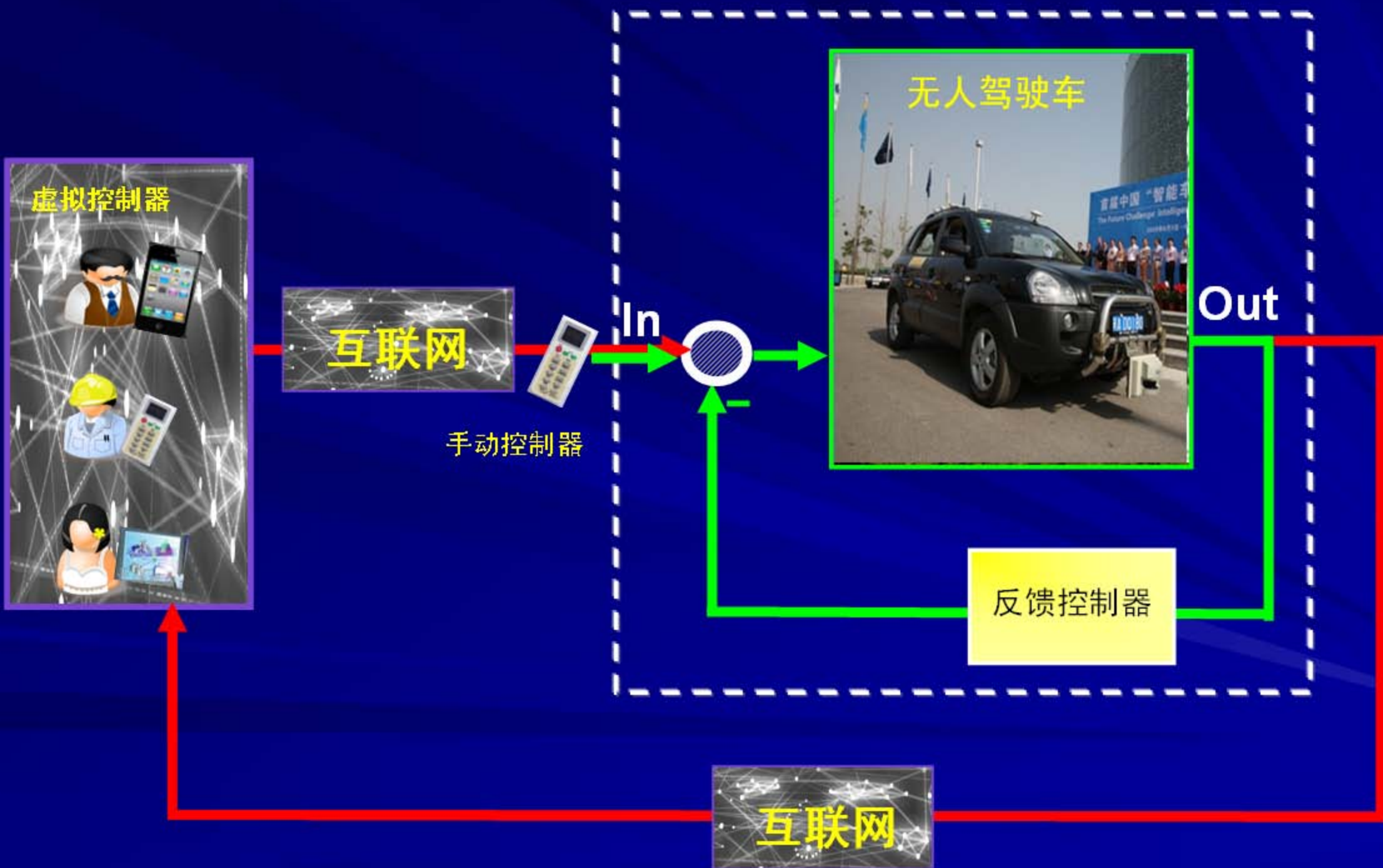
云导航、云旅游

车联网、飞行器联网

- 用信息和信息技术精确调控物质和能量，感知、认知和控制变得尤为重要。

谷歌公司研发的50辆智能车，采用智能软件和感应设备，包括摄像机、激光雷达、超声雷达以及GPS设备等，使用谷歌网络导航操控系统，无人驾驶，在公共道路上成功行进22万多公里。

云计算：依靠信息和信息技术精细调控物质和能量

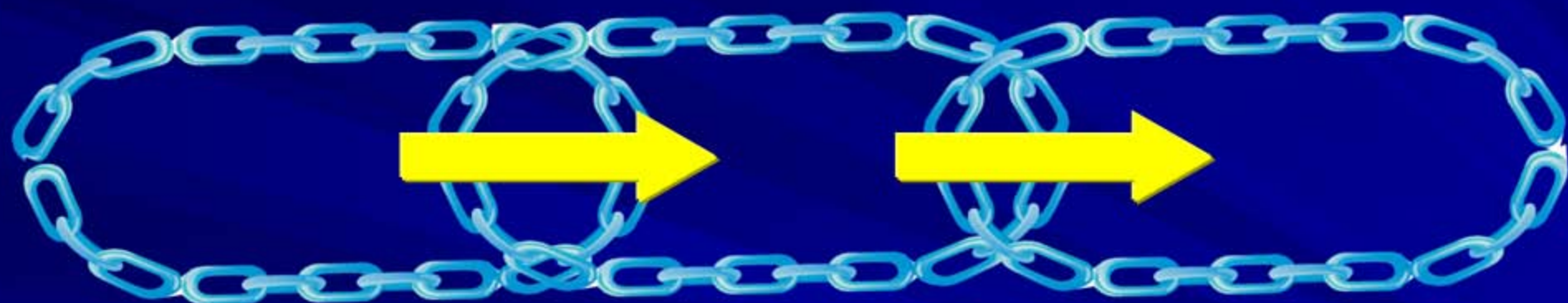


云计算在中国：

理念清晰，操作模糊

八仙过海，云里雾里

例子：传统的电信产业链



设备制造商

电信运营商

增值服务商

云计算时代的信息产业链



互联网、云计算、物联网、知识服务、智能服务的快速发展为个性化制造和服务创新提供了有力工具和环境，人依靠机器生产产品变成机器围绕人生产产品成为可能，个性化制造和规模化协同创新有机结合将成为重要的生产方式。

—— 2010年6月7日胡主席在今年两院士大会的讲话

Thanks

Email:

lidy@cae.cn

Homepage:

<http://www.lidy.csai.tsinghua.edu.cn>

