

国家信息化专家咨询委员会 2011 年课题研究报告
信息技术与新兴产业专业委员会

内部资料
注意保存

应用为先,统筹规划

——对政府引领云计算健康发展的建议

国家信息化专家咨询委员会
《云计算技术、产业与应用研究》咨询课题组

二〇一二年二月

【摘要】:

总体上看, 我国的云计算还没有进入良性发展的轨道。目前的形势是政府比企业积极, 企业比用户积极, 大企业比中小企业积极, 建设数据中心比推广应用积极。我们需要理性地认识云计算, 发展云计算的主要目标不是获得由云计算平台本身带来的 GDP (以三种服务为标志的云计算市场不到电子信息产业全部市场的十分之一), 更不是以云计算的名义搞房地产, 而是体现在对其他产业的带动。如同蜜蜂的价值主要不是产生蜂蜜而是传粉一样, 云计算是未来产业生态环境中的“蜜蜂”。

我们要以当促进派的态度制定云计算规划, 做云计算规划要强调统筹兼顾和高瞻远瞩, 制定云计算规划目标一定要实事求是, 不能盲目攀比。发展云计算的“牛鼻子”是应用, 只有紧紧抓住云计算应用, 才能促使云计算健康发展, 应高度重视大数据 (big data) 和业务流程改进方面的应用 (BPaaS)。“云计算”是由多种技术和产品组合而成的端到端的服务解决方案, 特别需要产业链的有序整合。“Intel inside”的时代已经过去, 现在“outside”比“inside”还重要, 政府要下大功夫引领构建云计算的产业生态环境。与十几年前相比, 今天我国信息企业的科技力量已大大增强, 国内科研力量有能力构建自主可控的云计算产业链。发展云计算必须有一个开放的环境, 用户才不会被供应商锁定, 应当彻底改变过去用户和中小企业被大企业绑定的垄断局面。云计算没有使网络安全问题发生本质性的变化, 发展

云计算重点要解决的是“诚信安全”问题。考虑云计算的能耗与成本应当有辩证和全局的观点,其优化的目标不是尽量减少投入,而是在可以承受的投入预算内尽量提高产出。

我们需要制定更合理的云计算产业评价指标,建议在统计云计算产业的市场规模时,只统计 SaaS、PaaS、IaaS 三种信息服务本身的市场收入,不要涵盖服务器和终端设备制造业以及其他嵌入式产品的产值。各地政府应以教育、医疗、社保、公共安全、城市交通等网络惠民服务为发展云计算的“抓手”,支持 IT 企业建立面向社会的电子政务和便民服务云平台。云计算的影响远远大于超级计算机,国家对研制数据中心高端计算机的投入应超过对超级计算机研发的投入。政府对公共财政投资的云计算中心应进行宏观布局 and 合理规划,利用政策来调控云计算中心的选址。国家对西部、农村等地的宽带网络建设要给予适当补贴,降低宽带专线的租赁费用和宽带用户上网的费用。应优先制定云计算应用开发接口/API 和数据安全方面的标准,尽快建立云服务质量标准体系和云服务提供商的资格认定体系,抓紧制定与云计算有关的法规。

【关键词】:

云计算, 统筹规划, 应用牵引, 产业生态环境, 数据中心, 宽带网络, 诚信安全, 节能, 标准、法规。

目 录

序.....	6
一、理性认识云计算.....	7
(一) 究竟什么是云计算?	7
(二) 云计算的本质特点	9
(三) 云计算的发展前景	11
(四) 云计算产业.....	14
二、国外发展云计算给我们的主要启示.....	18
(一) 国外对云计算技术成熟度的估计	18
(二) 云计算对产业转型和产业生态环境的巨大影响	19
(三) 美国云计算市场的主体是 SaaS.....	20
(四) 美国政府对云计算的引领.....	20
(五) 美国 2015 年前撤销近千个政府数据中心.....	21
(六) 美国政府引领建立云技术标准	21
(七) 欧、日、韩对云计算的支持措施	23
三、国内云计算发展现状与战略需求.....	24
(一) 地方政府积极推动云产业.....	24
(二) 骨干大企业重视云计算.....	26
(三) 发展行业云计算的成绩与困惑	28
(四) 城市云是我国发展云计算的重要模式.....	31
四、我国发展云计算的目标和路线图.....	32
五、发展云计算必须重视的几个问题.....	34
(一) 云计算的发展战略与顶层规划问题	34
(二) 应用牵引问题.....	38
(三) 云计算核心技术和产业链问题.....	40
(四) 云安全与可信问题.....	45
(五) 云计算的能耗与成本问题.....	48

(六) 海量数据存储和处理问题.....	52
六、对政府的政策和行动建议.....	54
(一) 统筹制定云计算的发展规划.....	54
(二) 改进云计算的统计和考核标准.....	54
(三) 以政府的惠民网络服务作为引导云计算良性发展的抓手.....	55
(四) 研制云计算平台和大规模数据中心计算机.....	56
(五) 尽快做出全国基础云数据中心建设规划.....	56
(六) 尽快制定可操作的国家宽带发展规划.....	57
(七) 抓紧制定云计算标准.....	57
(八) 抓紧制定与云计算有关的法规.....	59

序

云计算已列入国家重点培育发展的战略性新兴产业项目之中, 全国各地规划和发展云计算的势头很猛。为了理清思路, 正确引导我国云计算技术和产业的发展, 国家信息化专家咨询委员会 2011 年 6 月成立了“云计算技术、产业与应用研究”咨询课题组。本咨询课题组的成员来自中国移动、中国电信、中国联通等大运行商, 华为、联想等骨干企业和 IBM 等跨国公司, 阿里巴巴、腾讯等互联网服务商, 中科院计算所、北大、清华、北航等科研单位和高校, 宽带资本等投资商以及电力、航天、总装备部等行业部门。咨询组进行了多次研讨, 召开了行业和试点城市云计算调研会, 在此基础上研究形成本报告, 供决策参考。

一、理性认识云计算

（一）究竟什么是云计算？

当前国内外对云计算的理解和定义并未统一。在讨论云计算之前，必须先划清云计算的边界，即讲清楚究竟什么是云计算。为了给政府圈定有关云计算政策的实施范围，2011 年 9 月美国国家标准与技术研究院（NIST，原美国国家标准局）正式公布了已修改 16 版的云计算定义（最终版）：云计算是使网络能泛在、方便地按需访问可配置的共享计算资源池（包括网络、服务器、存储、应用和服务等）的业务模式，这些资源能以最小的管理和互动开销被快速提供和释放。云模式包含五个基本特征（按需自服务、宽带网络访问、资源池、快速弹性、可计量的信息服务），三种服务模式（软件即服务 SaaS、平台即服务 PaaS、基础设施即服务 IaaS）和四种部署模式（私有云、社区云、公有云和混合云）¹。

由于云计算不是一种类型的系统，涵盖的技术和应用面很广，部署实施的方法也很多，NIST 别出心裁地采用这种分类的办法给云计算下定义。在 NIST SP800-145 的云计算定义文件中，对云计算的每种特征、服务模式和部署模式都给出了精确的说明²。一个云计算系统可以采用上述三种服务模式和四种部署模式中一种或多种组合，但

¹ 原文为“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. This cloud model is composed of five essential characteristics, three service models, and four deployment models.”。

² The NIST Definition of Cloud Computing, NIST Special Publication 800-145, September 2011

至少应具有上述五种特征。从上述定义来看, 媒体中经常提到的虚拟化技术并不是云计算的必要特征(但快速弹性地调度资源一般需要虚拟化技术)。

云计算涉及信息技术与产业的很多方面, 难以从一个角度阐述清楚。但是, 业界对云计算已经形成一些共识:

(1) 云计算产业是包括硬件、软件、信息服务三个部分的信息产业的一个子集, 是网络计算系统与应用的一个新的发展阶段, 被认为是一种战略性新兴产业。

(2) 云计算是一种新的信息系统架构和运行、使用模式。从用户角度看, 云计算的主要特征是变买产品为租服务, 即用户无需购买硬件和软件产品, 而是按需租用提供商的信息技术设施与应用服务。

(3) 从提供商角度看, 云计算的主要特征是通过互联网为多个用户提供第三方集中式信息技术设施与应用服务。集中式服务带来规模效应和网络效应, 从而提升信息服务的价值和效率。

云计算不是万能药。在推广云计算的过程中, 首先要分清哪些应用适合云计算, 哪些不适合, 不能将各式各样的信息化业务都往“云计算”上靠。适合云计算的应用一般有以下特征:

(1) 业务负载的弹性大, 即对处理能力、存储能力的需求变化较大;

(2) 现有 IT 设施利用率低、处理能力不足、运行成本高;

(3) 有较大容量数据存储的需求;

(4) 对基础架构的技术和设施没有特殊要求;

- (5) 对安全性无特殊要求;
- (6) 应用本身需要共享公共数据。

目前流行的云应用包含以下几类：电子邮件、政府对公众的信息服务、电子商务、数据存储与备份、保密性不高的文档上传与管理、人力资源软件、财会软件等。随着云计算技术的成熟和普及，“入云”的应用会越来越多。

由于受到通信带宽和保密性的限制，至少以下四类应用不适合云计算：

- (1) 实时性要求高的计算，如工业控制等；
- (2) 高速数据采集，如医疗高清影像数据采集，大型物理实验数据采集等；
- (3) 保密性高的关键业务。
- (4) 需要特殊硬件支持的计算等。

业务本身变化很少，资源需求稳定，用户范围及所在地集中而数据又需要随时更新的应用，更适合在当地解决，也不需要虚拟化技术。

(二) 云计算的本质特点

云计算的本质特点是具有计算资源池的网络信息服务，更精确地讲是“**第三方多租户集中式服务**”。“**第三方**”的含义见下表，其中

表 1 云计算模式与传统计算模式的比较

	资源在哪里	谁提供服务	谁运行服务
PC 模式	客户端	第一方（用户）	第一方
内网模式	服务器端	第二方（单位 IT 部门）	第二方
云计算模式	服务器端	第二方或第三方	第三方

第一方是最终使用者，即用户；第二方是直接服务提供者，即用户所在单位的信息部门；第三方是“外部”供应者，即技术、产品和服务的非本单位提供者。以电子政务为例，在传统的内网模式中，第一方是公务员用户、第二方是政府机构本单位的信息中心，公务员的业务服务（如电子邮件）由政府机构本单位的信息部门运行维护。在云计算模式中，公务员的电子邮件服务由第三方提供，政府机构只需租用公司的电子邮件服务，不用购买服务器、电子邮件软件或运行维护电子邮件。对于企业和部门的私有云，所谓第三方也可以是本公司（集团）本部门更高层次的信息服务机构，从课题组自己管理信息系统到研究院（所）统一管理，从研究院（所）到整个集团，从一个集团到建立整个行业的云计算中心，在信息系统逐步集中的过程中，“第三方”不断被更高层的信息中心取代。

“多租户”是指所提供的信息技术设施与应用服务支持多个组织或个人用户按需租赁。严格意义讲，“多租户”还意味着云计算系统应对租户间信息服务实现隔离，包括功能隔离、性能隔离和故障隔离。比如，Coremail 在中国大陆已发展超过 6 亿终端用户，（包含 6 万用户的中国科学院只是一个租户），每个租户的电子邮件服务是相互隔离的。目前绝大多数云计算系统只提供了功能隔离，尚难以做到性能隔离和故障隔离。

“集中式”强调信息系统体系结构的特点，是指将多个用户单位的信息系统集中到一个多租户信息服务。“集中”意味着整合（consolidation, integration）。第三方云服务提供商能集中和整

合该服务所需要的所有信息资源，包括硬件、网络带宽、软件、应用方案、数据等，并集成为高效运维的云服务。这种整合（集中）是云计算技术与网格技术的最大区别，后者的核心是“虚拟组织”，一个虚拟组织含有多个分散管理的资源，将整合工作交给应用开发者做。

从技术演化的角度来看，社会上的计算资源经历了从集中到分散再到集中的螺旋上升的发展过程。上世纪 80-90 年代，PC 机和互联网的普及使计算机资源从集中式的大型机分散到个人和各个用户单位，为了提高资源利用率、节约信息化成本，近几年又开始朝计算资源集中化的方向发展，云计算实际上就是计算机软硬件资源的集中和优化配置过程。

人们常常将资源集中化的云计算与由分散的互不相连的小型直流电站向大型交流电网转变的电气化相提并论，把云计算比喻成像供自来水和供电一样地提供信息。从技术演进的宏观规律而言，两者确有相似之处，但信息化比电气化复杂得多。输送能量的电气化只要统一电压和频率两个参数，只管到电源插座。而云计算要把各式各样个性化的信息服务送到每一个用户手中，需用统一和协调的事情多得多。而且，什么资源应该集中，什么不应该集中，资源应集中在哪一个层次，用户密集的地方可能缺电，能源丰富的地方可能通信带宽不够，需要考虑的因素非常多，必须统筹兼顾。发展云计算涉及到全社会信息资源的优化布局，需要在科学发展观的指导下统一规划和实施，顶层设计尤为重要。

（三）云计算的发展前景

云计算为什么会得到广大用户和 ICT 企业的青睐, 除了大家经常提到的提高服务器利用率、降低信息化成本和能耗、实现业务应用的快速部署等好处外, 还有一些特色尚未被社会和产业广泛认知, 包括端到端生态环境、普惠计算、专业化个性化服务、大数据计算和通用计算账户等。这些特点将成为未来云计算技术和产业大发展的重要趋势, 构成云计算的核心竞争力。

端到端生态环境 云计算的集中服务特征意味着第三方云服务提供商是责任人和控制者, 必须整合各种资源满足用户体验需求。我国的互联网服务提供商已经明白这个道理, 将其表述为“用户体验不佳即是功能缺失”、“没有良好用户体验的云服务不是云计算”。

成功的云服务提供商往往把这个责任变成自己的最大的机会, 在整合资源过程中针对该服务特定的用户体验需求做端到端设计

(end-to-end design), 即考虑从服务器端到客户端, 从某个技术层(端)到用户体验层(端)的统一集中的设计。苹果公司实践的“乔布斯法则”是这种趋势的一个特例。这种端到端的生态系统已经影响了信息产业的整体产业分工, 正在形成三十年一次的新一代生态环境(见图 1)。

普惠计算 云计算是推动普惠计算的强大杠杆, 将颠覆计算机发展史中的 trickle down 传统做法, 即新技术从科学计算和企业计算等机构计算开始, 然后再滴漏到消费者。未来的普惠计算将以广大民众为起点, 以民众的计算需求为第一负载, 变 trickle down 为 trickle up。普惠计算首先是 e-People, 而不是 e-Business, e-Science,

e-Government。

云计算与移动互联网、物联网有着密切联系，云网端的有机配合将使计算从赛博空间（cyberspace）进入人机物三元世界（the ternary human - cyber -physical universe）。一个计算过程不再局限于使用计算机与网络硬件、软件

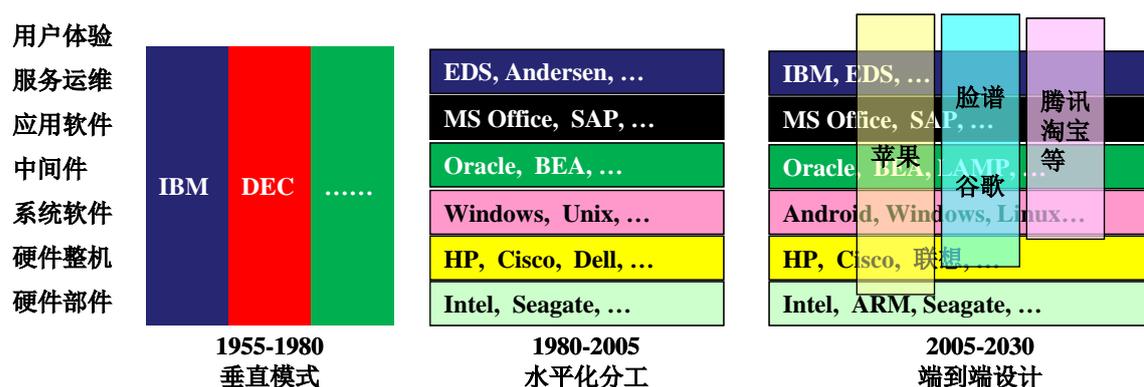


图 1 信息产业生态环境的演变

和服务，而是综合利用物理世界、赛博空间、人类社会的资源，通过人机物融合合作完成计算任务。

专业化个性化服务 信息领域面临一种被称为“昆虫纲悖论”的矛盾：一方面，海量用户和终端应该带来巨大的市场。另一方面，用户的需求是个性化的，物联网领域也缺乏可拷贝的应用，而且人们也想象不出能拷贝上亿份的批量应用，这是一个悖论。东京大学的坂村健教授提出了一个见解：其原因是传统信息系统好像哺乳动物纲（只有 5 万左右物种），而云计算和物联网融合催生的新领域更像昆虫纲（多达 500 万物种）。按传统的技术模式，没有批量就没有低成本，而在云计算和物联网时代，人们会找到破解昆虫纲悖论的模式，实现低成本的专业化个性化服务。

集中服务往往意味着专业化服务, 在专业化分工下形成新的产业生态。目前, 每个云计算系统一般只提供为多个租户的一种或数种专业化云计算服务, 基本没有提供无所不包的传统企业信息系统的云计算产品。这是云计算与印度擅长的传统 IT 外包的主要区别。

大数据计算 目前的云计算产业以互联网服务做得最好, 他们的竞争力就是尽量利用大数据计算 (Big Data), 包括 PB 级数据挖掘、亿维稀疏矩阵机器学习、万亿记录的在线分析等, 提升云服务的含金量和品质。比如, 百度公司需要每天挖掘几十 PB 数据, 以提升搜索质量。反过来, 云计算的集中服务特征也有利于大数据计算。PC 模式中数据分散在上亿台机器上, 大数据计算很难有效。

通用计算账户 Web 技术的成功有一个重要因素, 就是通用统一的资源 (resource) 概念。一个 Web 资源可以通过其独特的 URL 被上亿用户使用。未来的云计算可做到调用网上各种资源为每个公民提供个性化服务, 每个用户都会有一个通用计算账户 (universal compute account, UCA)。通用的含义是该用户使用他独特的 UCA 可获取他有权使用的所有资源, 而不被某个厂商绑定。目前网络上有各种互不兼容的所谓“公有云”, 将来各种云之间一定会实现互操作。

(四) 云计算产业

1. 以三种服务为标志的云计算市场并不大

由于大公司的过分宣传, 目前存在“泛云化”的泡沫, 几乎所有的信息化业务都贴上了“XX 云”或“云 XX”标签。云计算兴起以来, 信息化渐渐少被提起。其实, 云计算是信息化的新发展之一, 不是信

息化的全部。符合 NIST 定义的云计算市场在整个 IT 市场中占的比例并不大。

根据《世界电子信息年鉴》统计，2010 年全世界电子产品市场规模为 16500 亿美元（不含软件和服务）；Gartner 公司预测 2010 年全球企业级信息服务市场超过 2.4 万亿美元；2010 年我国规模以上电子信息产业销售收入规模 7.8 万亿元（包括软件和服务），实现工业增加值 1.9 万亿元。而据赛迪顾问公司预测，2010 年中国云计算市场规模为 167 亿元（计世资讯统计，2010 年中国云计算市场规模达到 559 亿元人民币）。由于对云计算的范围认识还不统一，各家的统计数据差别较大。网络上引用较多的 Forrester 市场研究公司的预测：2020 年全球云计算市场将达到 2410 亿美元³。也就是说，以三种服务为标志的云计算占不到电子信息产业（含服务）市场的十分之一。

从图 2 Forrester 公司的市场预测可以看出，公共云计算绝大部分市场是 SaaS（2020 年约 1600 亿美元）。该公司对私有云市场，特别是对企业流程即服务（BPaaS）的预测比较保守（IBM 预计 BPaaS 的市场超过上述三种服务市场的总和，2012 年就会达到 940 亿美元），可能是因为私有云属于大企业或一个组织部门内部管理，从税务或公司公开的财务年报上很难统计某种业务模式的营业额，私有云的贡献大多会统计在企业主营业务的营业额中。

³ Stefan Ried, Holger Kisker: Sizing The Cloud , Understanding And Quantifying The Future Of Cloud Computing , Forrester research, April 21, 2011 .

2010 年我国软件产业总收入已达 1.33 万亿元，按“十二五”期间每年收入增加 20%、“十三五”期间每年增收 15% 的保守估计（“十一五”期间国内软件行业年平均增速为 28%），2020 年软件业总收入可达到 5 万亿元。若软件总收入的 10-15% 可转移到云计算模式，则 2020 年我国云计算的市场可达 5000-7500 亿元。

Figure 3 Forecast: Global Public Cloud Market Size, 2011 To 2020

The spreadsheet detailing this forecast is available online.



图 1 Forrester 公司 2011-2020 全球公共云市场预测

3. 云计算对信息产业和其他产业的带动作用很大

云计算对信息产业的影响并不只局限于信息服务业，云计算对器件/部件、整机硬件、系统软件、中间件、应用软件以及通信网络都提出了新的需求和创新机会，对整个信息产业会产生革命性的影响。全球云计算市场将以数倍于传统 IT 市场的速度增长，云计算与移动终端相互促进，已成为 IT 市场增长最快的领域。

桌面计算机、智能手机等移动终端、智能电视机等市场巨大的产品为适应云计算都会发生重大变革，如果将这类新的终端产品都纳入云计算产业，再加上云计算对各个行业应用的影响，广义的云计算市

场规模就非常大。在 2011 年 APEC 会议上，许多部长和专家认为云计算会带来世界一半的 GDP。

云计算、移动通信、新型智能终端等技术发展正在改变信息产业的生态环境。一个明显的趋势是，PC 时代的 Wintel 联盟垄断已风光不再。苹果公司、Google、Facebook、Salesforce、Amazon 等公司都推出了自己的产业生态系统，并获得了巨大成功。我国三大电信运营商和腾讯、阿里、百度、新浪等互联网公司重新构建了自己的产业生态，淘宝公司也摆脱了对 Oracle 数据库系统产品的依赖。

云计算对其他产业具有重要的带动作用。云计算是信息服务业务模式的创新演变，在“云计算”这个术语流行之前，SaaS 业务模式已经出现。云计算并不是信息技术的突破性创新，为什么信息领域的各大跨国公司都投巨资发展此项技术？云计算对信息产业和信息化为什么有如此大影响？这是因为云计算将引发企业商业模式、行业生态和运营架构的大变革，形成更加集约、高效运营管理模式和有利于创新中小企业迅速成长的生态环境。发展云计算是战略方向的决策，其影响主要不是本身增加的 GDP，而是体现在对其他产业的带动和社会资源的有效利用。IDC 咨询公司预测，用于云计算服务的支出 2012 年将达到 420 亿美元，而其相关产业总产值可达 4520 亿美元。如同蜜蜂的价值主要不是产生蜂蜜而是传粉一样，云计算是未来产业生态环境中的“蜜蜂”。

4. 发展云计算产业要做好打“持久战”的准备

云计算产业发展是一个长期过程，发展云计算产业要做好打“持

久战”的准备。我们不可能靠一个五年规划或一批示范试点项目就把云计算产业搞起来。所以，对骨干企业扶持、重点市场培育、影响产业生态环境构建的关键技术创新等，不仅要果断开始行动，而且应突出“中长期战略”指导思想，要持续投入、支持十年或更长时间。通过发展云计算，将使信息化更加深入、更加普及。更快实现惠及全民的信息化，这才是我们始终不能忘记的大目标。

二、国外发展云计算给我们的主要启示

（一）国外对云计算技术成熟度的估计

自 2008 年以来，国际 IT 著名咨询公司 Gartner 连续 4 年将“云计算”列为未来 2~5 年必将获得重大突破的 Emerging Technologies（新兴技术）。2011 年 12 月，Gartner 的技术成熟度曲线“Hyper Cycle”预测，“云计算”，尤其是私有云（Private Cloud Computing）仍然处在炒作的风头上，也表现为技术创新的高峰期。但云平台（Cloud platform）已经跌到谷底，快进入良性发展的时期，说明国际上对数据中心基础设施建设已比较理性（见图 3）。但我国的数据中心还处在不太理性的炒作高峰期。通过 Google Insights 检索可以发现，2011 年后“云计算”的全球关注度已开始下降。

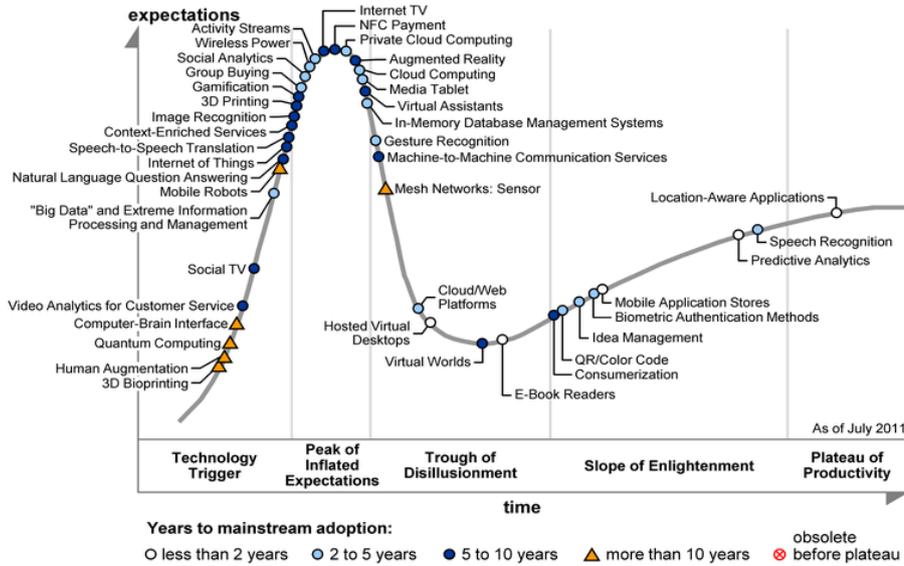


图 3 Gartner 公司 2011 年发布技术成熟度曲线

(二) 云计算对产业转型和产业生态环境的巨大影响

云计算最大的影响是信息产业的转型。过去 20 年，信息领域最大的企业都是软硬件的制造业，四大巨头是 IBM、HP、Microsoft 和 Oracle，当然做芯片的 Intel 和做手机的 Nokia 也很厉害。云计算兴起以后。现在人们谈论的四大巨头变成 Apple、Google、Amazon，和 Facebook。

国外发展云服务产业最受益的是创新性的小企业，依托 Amazon、Google 等公司提供的基础平台，几年之内就可能成长为数十亿美元营业额的明星企业，上市后市值很高。例如提供 CRM(客户关系管理服务)云计算在线平台的 Salesforce 公司年营收已突破 20 亿美元，已成为传统软件行业的颠覆者和 SaaS 业务的引领者。Salesforce 从最初租赁公寓里的小公司成长为市值 150 多亿美元、拥有 9000 多员工的云计算巨头，在福布斯最近公布的“2011 世界创新企业排名”

中, Salesforce 超越亚马逊成为全球最具创新力的公司。Netflix 是基于 Amazon 平台的在线影片租赁商, 美国用户已达 2460 万, 其股价在过去五年里上涨幅度超过 1000%, 曾创下 298.73 美元/股的历史新高, 市值超过 104 亿美元。估值达 100 亿美元的社交游戏开发商 Zynga 是基于 Amazon 云平台的又一经典案例。目前, Zynga 已成为世界上盈利能力最强的 IT 公司, 2010 年利润率接近 50%。

（三）美国云计算市场的主体是 SaaS

国外发展云计算的重点不是新建数据中心而是注重应用与服务。2011 年美国以“软件即服务 (SaaS)”为业务的知名企业已近 200 家, 云计算市场中 SaaS 业务占到 75%左右, 基础设施即服务 (IaaS) 不到 10%。2010 年最著名的云计算公司亚马逊公司 IaaS 收入 5 亿美元, 只占总收入 345 亿美元的 1.5%。而我国的情况刚好相反, 这两年新增的云计算市场主要是各地各部门建数据中心带来的 IaaS 业务。赛迪顾问公司统计结果显示: 2010 年中国云计算市场 167 亿元, IaaS 占 89% SaaS 只占 11%。我们应旗帜鲜明地倡导“应用为先”, 软件即服务 (SaaS) 才是我们的重点发展方向。

（四）美国政府对云计算的引领

政府是引领云计算技术的消费者, 2011 年美国联邦政府云计算调查显示, 29%的机构已使用云服务, 另有 29%的机构 12 个月内将进军云计算领域。拥有 15000 名职工的洛杉矶市政府和地方政府已经采用了 Google App。英国政府云平台 (G-Cloud) 已开始运行, 政府投资 6000 万英镑建立公众云服务网络。2009 年 12 月, 美国联邦首

席信息执行官 Vivek Kundra 发表名为“25 点计划”的官方白皮书⁴，制定了具有硬性指标的行动计划和“云计算优先”政策，要求联邦政府机构执行 3 项必须进行的“转移”，包括开通联邦 apps.gov 官方网站，整合商业、社交媒体、生产力应用与云端 IT 服务；实施联邦云计算示范工程；大规模采购云计算服务，不再倾向大规模采购操作系统和办公套件（软件产品）。

（五）美国 2015 年前撤销近千个政府数据中心

美国联邦政府共有 2094 个数据中心，政府已做出决定：通过云计算，2011 关闭 137 个，2012 年底以前关闭 472 个，到 2015 年政府数据中心将减少到 1132 个，五年之内要关闭 962 个政府数据中心⁵。美国技术与标准研究院（NIST）估计：目前美国政府的信息服务器利用率小于 30%，采用云计算技术以后，美国政府每年可节省 30% 的数据中心开支，约节省 200 亿美元。美国的做法与我国遍地开花的新建政府数据中心（云计算中心）形成鲜明对照。实际上，云计算是资源集中和优化布局的过程，分散的、小的数据中心向全国性的或者综合性的数据中心集中，当然要撤销一些利用率不高的数据中心。

（六）美国政府引领建立云技术标准

政府不是制定标准的旁观者，但对不同的技术与产品政府介入的程度应有区别。在数字电视和模拟电视标准的竞争中，美国政府介入少，放手让企业竞争，结果美国企业提出的数字电视标准战胜了日本

⁴ Vivek Kundra, U.S. Chief Information Officer, 25 POINT IMPLEMENTATION PLAN TO REFORM FEDERAL INFORMATION TECHNOLOGY MANAGEMENT, DECEMBER 9

⁵ Federal Data Center Consolidation: By The Numbers,

<http://www.informationweek.com/news/galleries/government/enterprise-architecture/231903162>

的模拟电视。但在确定涉及信息基础设施的无线通信标准时，欧洲各国政府果断选择 GSM，使得欧洲的无线通信产业的发展超过放任企业竞争政府迟迟不表态的美国。云计算涉及诸多业务联系接口和基础标准，不能放任自流等待企业间通过长期竞争形成事实标准。

2009 年美国总务管理局（DSA）就向云服务提供商们发布了信息请求，了解价格、服务级别协议、操作程序、数据管理、安全和互操作性等方面情况，为制定云计算标准打基础。美国国家标准与技术局（NIST）是制定云计算标准的牵头单位，NIST 认为美国政府应该引导制定统一的云计算产品和服务标准。2011 年 9 月，NIST 发布了《联邦云计算标准路线图》⁶和《云计算参考体系结构》⁷。提供的指南有助于政府部门理解它们在部署云时应当采用的标准，并理解政府部门使用云服务的种类。

奥巴马已在工业界和学术界聘请了 71 名专家，成立了“云委会”，帮助政府普及云知识、制定云政策、推动云部署。利用云计算技术建立的联邦政府网站，美国政府已公开了大量政府数据，部署了医疗卫生平台、税收跟踪系统、创新教育门户等应用服务。美国政府还不断公布通过安全检验的云服务软件，鼓励政府部门和企业采用这些云服务软件。2009 年奥巴马曾宣布了一项计划，要求采用云计算改造现有医疗系统，让每一个美国儿童都可使用互联网连接全美的医院。

⁶ NIST Cloud Computing Standards Roadmap , NIST Special Publication 500-291, July 2011

⁷ Fang Liu et al , Cloud Computing Reference Architecture --Recommendations of the National Institute of Standards and Technology ,NIST Special Publication 500-292, September 2011

（七）欧、日、韩对云计算的支持措施

2011 年 1 月 18 日，欧洲网络和信息安全局（Enisa）发表的报告称，私有云计算环境比公共云计算更适合政府机构的需求，对于敏感的应用程序、私有云计算和社区云计算似乎是目前最适合公共管理部门需求的解决方案，因为这些服务能够提供更高水平的治理、控制和可见性。应用云计算的政府 IT 机构需要建立一个包括关键性能指示器的参数框架，测试业务连续性的计划，保证在服务级协议中有安全、恢复和法律等要求。

2010 年 8 月 16 日，日本经济产业省发布了《云计算与日本竞争力研究》报告。报告称，通过开创基于云计算的新服务开拓全球市场，在 2020 年前培育出累计规模超过 40 万亿日元的新市场。日本三大电信运营商都制定了具体的云计算服务战略。韩国政府 2011 年 5 月 11 日表示，将完善云计算相关法律法规、组建公共部门云计算电算中心，加强韩国云计算国际竞争力，争取使韩国在 2015 年成为世界云计算强国。韩国知识经济部等部门联合发表了《云计算扩散和增强竞争力的战略》。韩国将修改教育、医疗、金融等领域的现行法规，制定防范个人信息外泄和有关云计算服务质量的标准。截至 2015 年，韩国政府综合电算中心信息资源当中的 50%将通过云计算进行运作。韩国政府同时也表示，由于安保和安全方面的问题，政府不会全面运行云计算。

全世界已经有 30 多个标准组织宣布加入云计算标准的制订行列，包括以 DMTF，OGF，SNIA 等为代表的传统 IT 标准组织或产业联

盟，以 CSA，OCC，CCIF、ODCA 等为代表的专门致力于进行云计算标准化的新兴标准组织，以及以 ITU，ISO，IEEE、IETF 为代表的传统电信或互联网领域的标准组织。

在分析和学习国外发展云计算经验的同时，我们必须认识到中国国情与国外的区别。发达国家的信息化程度高，金融危机后经济不景气迫使各企业和机构厉行节约，因此在西方国家，推进云计算的最大动力是节约信息化的成本。而在我国，信息化尚不够深入普及，我们的主要问题是提高信息化的实际效果和信息资源的利用率，就全国而言，在提高效益和效率的前提下，信息化的投入还应加大。实施云计算的前提是社会的诚信度，相比市场经济成熟的国家，我国建立诚信机制的任务更为艰巨。

三、国内云计算发展现状与战略需求

（一）地方政府积极推动云产业

在国家加快发展战略性新兴产业以及云计算服务创新发展试点示范政策的支持和引导下，各地积极布局、抢位发展，地方政府已成为我国云计算基础设施建设的主要推动者。目前我国已有 20 多个地方如北京、上海、深圳、无锡等城市已公布了云计算产业发展规划，制定了土地、税收、资金等方面的优惠政策。

2011 年 12 月 15 日，本课题组在深圳召开了五个云计算试点城市的调研会。从会上交流的情况来看，试点城市还处在做规划阶段，成功的典型案例还不多。

北京市政府启动了“祥云工程”，确立云计算作为“北京战略性新兴产业的突破口”，祥云工程的云后台已落户中金数据公司，宽带资本公司建立的云基地已有 10 家以上企业入住。

上海的“云海计划”重点建设“金融云”（支撑金融核心交易、在线支付、银行卡管理等业务）、“中小企业服务云”（为张江园区 IT 企业和中小物流企业提供服务）、“健康云”（为面向临检质控、浦东医院、市北医院等提供服务）以及“文化云”、“社区服务云”、“电子政务云”（选择青浦、闸北等区域开展电子政务云试点）。目前闸北云计算产业基地、杨浦云计算创新基地、浦东云计算应用示范基地的运作已基本步入了正轨，云海产业联盟已有 140 多家成员单位参加。

深圳的特点是骨干信息企业多。国家发改委批复深圳市 3 个云计算示范项目，十二五期间的目标分别是：腾讯公司的云计算数据中心将达到 200P 存储、10 万台服务器、3 亿用户的规模；深圳云计算中心的云计算公共服务平台将达到 20P 存储、近 1 万台服务器、注册用户过 500 万的规模；金蝶软件公司的中小企业云将达到 2 万台服务器，用户总数 240 万的规模。深圳市云计算公共服务平台计划提供的应用服务包含：云存储、云家庭、云教育、云医疗健康、云电子政务、云电子商务、云中小企业管理、云渲染和云工业仿真等。深圳市的一个亮点是，“十二五”期间市公共财政将为深圳市 1300 万居民每人提供 1TB 的虚拟网络存储空间（简称“1 人 1TB 计划”），总容量达 13EPB（全世界 2011 年数据总量约 600EB）。

江苏省经信委列出了政务云、教育云、制造云、安全云等十五朵云的云计算发展规划。无锡已出台《无锡国家软件园云计算规划方案》，主要定位为云计算中心、云计算公共服务平台（云应用孵化器），云中心的主要承建商和服务商是曙光公司。

除了试点城市之外，重庆、河北廊坊、新疆、哈尔滨等地方政府都在计划建设大规模的云数据中心或存储中心。重庆拟建的云计算中心比较特殊，实际上是 HP 等跨国公司准备将结算中心从新加坡搬迁到中国内地（应用已经落实），从网络的结构上看仍属于境外的网络，与国内的互联网物理上是完全隔离的，安全上并不构成特殊的威胁。重庆市考虑从水下 20 米的嘉陵江取水（常年低温）用于数据中心散热，以化解当地气温偏高的不利条件。廊坊市考虑利用河北的地下天然气实现分布式热电联供，解决数据中心供电问题，这些都是可行的综合优化的方案。

但总的来讲，地方政府多数还是用高技术园区建设的思路发展云计算，重视基础建设而忽视对应用的落实，普遍存在目标市场不聚焦、应用（运营）模式不清晰、过渡依赖本地企业和资源等问题，没有很好地整合全国的资源。如不正确引导，有可能形成新一轮房地产泡沫。

（二）骨干大企业重视云计算

国内私有云数据中心的建设有相当基础，特别是一些大企业自己的 IT 后台在相当程度上都已转型为“云计算平台”，如百度、阿里巴巴、腾讯这样的互联网服务企业，他们的服务平台都已经采用了大量先进的云计算技术。联想集团等国际化企业，支持企业业务和内部管

理的 IT 后台也已转型为云计算平台。这些“自己建设、自己使用”的企业领先一步，有较好的人才、技术积累和运营经验。国内一些传统 IDC 巨头（如世纪互联、中金数据）已经开始主动向云计算方向转型，这些领先的 IDC 主要服务高端客户和大客户。

转型中的国内公有云数据中心，大多以 IaaS 为主，缺乏能提供 PaaS 的公有云数据中心。如果仅仅提供 IaaS 服务，需要客户自己开发建设 PaaS+SaaS，技术要求高，一般只有大企业才能做。发展 PaaS 对技术能力要求高，投资大，周期相对长。如果 SaaS 客户数量不上一定规模，经营风险非常大，导致传统 IDC 不敢轻易进入 PaaS 领域。一个典型案例是，世纪互联曾经力推 IaaS/PaaS 模式的转型，专门成立了“云快线”子公司，但由于业务发展（或市场需求）没有达到预期，“云快线”公司已经宣布解散。

发展云计算是我国龙头企业“自救”和发展的必然选择。我国的电信运营商规模已经是世界级水平。中国电信的 IP 骨干网是全世界第一大网，总带宽 20TB，比美国 AT&T 大三倍。中国电信的服务器的数量已有 100 万台，但服务器创造的价值比 Google 低得多。所以，从某种意义上讲，我国龙头企业重视云计算是被逼出来的，首先是一种“自救”行动，希望从云计算中发展新的增长点。中国电信已为百度、人民搜索、台湾第一商业银行等重点客户提供云数据中心与云主机服务，2011 年实现数据中心业务收入 44.5 亿元，云平台与云应用服务收入达 46.4 亿元。中国电信已计划投资超过 100 亿元建设云计算数据中心与资源池，3-5 年内达到百万台虚拟主机的规模。

淘宝网有两万多台服务器，整个平台的年交易额超过 4000 亿元人民币，业务还在以翻番的速度往上增长，未来服务器规模可能达几十万台。淘宝网送图片最大的流量是 318G。一般而言，小公司租别人的信息系统使用合算，发展到淘宝网这么大的规模就必须自己开发信息系统。淘宝网用自己开发的数据库平台，替代了被国际上称为黄金组合的 IOE 方案（IBM 小型机 + Oracle 数据库 + EMC 存储系统），相对于 IOE 方案成本降低了 10 倍，性能增加了 7 倍，单台高配 PC 服务器每秒可处理几万 QPS，每个请求时延降到几百微秒。淘宝网这样的骨干企业建立数据中心也受到带宽费用的限制。他们发现祁连山脚下的河水夏天只有 9 度，又有绿色能源，很适合建数据中心，但租一根光纤到祁连山脚下，能耗节约的钱比不上租通信线路的支出，最终只能放弃，无奈地选择在非常缺电的天津和无锡市建数据中心。

不但骨干的信息服务商重视云计算，目前我国云存贮的客户主要是大企业。联想云存储服务付费客户群实例分析表明：约占 50% 的付费客户是大型企业、知名企业，他们虽然不是在整个企业层面全面购买和使用基于公有云的云存储服务，但往往是企业的某个部门因业务需要，无法快速从企业内部 IT 中获得所需的个性化服务支持（或成本较高），转而购买第三方的公有云服务。但就电子商务而言，淘宝网吸引了大量中小企业客户，超过 80 万人利用淘宝平台开展电子商务业务。

（三）发展行业云计算的成绩与困惑

我国行业的数据集中做得最成功的是银行，尤其是工商银行。中

国工商银行是国内最早提出并实施数据大集中的银行,开创了金融系统数据集中的先河,并一直保持在信息科技方面的领先优势。经过几年的发展,中国工商银行形成了由三大数据中心和软件开发中心组成的运行、测试、灾备和研发一体化的整体科技架构,实现了科技的集约化管理。今年2月中国工商银行与IBM联合发布了《从云计算到基于云的业务模式——国内银行未来创新机会》白皮书,提出了中国银行业的七种云业务模式创新机遇。

我国航空工业长期落后,在大飞机国家重大专项的推动下,近几年中国航空工业集团公司突飞猛进。中航集团虽然没有对外宣传采用云计算技术,但集团内部各企业之间的信息共享和业务协同已做得很好。十五期间中航集团就参加了863计划的“网格”技术应用研究,有业务协同的技术储备。具有部分云计算功能的公司信息系统在提升飞机研制能力缩短飞机研制周期等方面发挥了重要作用。

国家电网公司在推动云计算方面也做了大量工作。随着智能电网和SG-ERP的建设,公司的数据量激增。云计算将计算资源和存储资源进行池化处理,可以随着需求的增加而动态扩张,使电力信息化发展的内容和方式发生战略性转变,把电力信息化的位置前推至电力生产与管理之间,成为电力生产与管理之间的神经传导系统。这种转变使信息化部门更加贴近电网生产和运行,提升了管理效率和电网运行的安全性。

我国军队系统也在密切关注云计算发展动态,节能和成本可能不是军队推进云计算的主要动机,但军队对降低信息系统的运行维护开

销和对管理人员的要求有迫切需求。军队的信息系统分散在全国各地，管理起来很困难，也没有那么多的人力物力。另外军队非常重视信息共享和信息融合，因此也需要充分利用云计算技术。

目前行业推动云计算面临的巨大的挑战是数据中心的重复建设，就中国航天集团而言，集团想建，各个研究院也想建，各个场所也想建。航天集团下属各院申报“十二五”期间高性能计算设备共有十来套，每套至少要百万亿次级，甚至亿亿次级，如果不统筹建设，必然造成资源浪费。不光是航天集团要上云计算，航空集团、兵器电子集团也在上。国防工业口能不能统筹规划云计算和云存储，实现最大的集约化。“十二五”期间国防科技工业技术改造的投资在 1000 亿元以上，其中用于信息化建设的费用占 1/4，至少有 300 个亿。最好的战略是实现面向国防工业的云计算。如果把这笔资源分割到各个集团，各个场所，可能会形成新一轮的重复建设。

我国行业信息化的传统是肥水不流外人田，不管本行业开发力量强不强，基本上都是本行业的信息中心或研究所自己做。铁路预售订票系统的瞬间业务请求量世界罕见，也是交给本部门的研究所开发，引发网上一片批评声。医疗卫生行业在美国是很大的行业，占 GDP 的 17%，而在我国只占 3%。像医疗卫生云这样的大事必须骨干企业介入才能做成。医疗行业本身的信息技术人员太少，像协和这么大的医院，做 IT 的也只有 30 人，不依靠大企业，医疗行业云是做不成的。

“十二五”期间我国还要建设不少新的行业信息系统，比如全国水资源监控系统，财政部拨了几十亿元资金。但是目前的建设方案并

不先进，还是用传统的方式，由各个点自己建数据中心，管自己的数据，然后逐级上报到水利部。可以预见，这种落后方式采集的数据既不及时也不可能准确，甚至会弄虚作假。为什么不考虑采用集中管理的云计算模式？国土资源部采取数据集中管理、用遥感卫星获取信息以后，现在地方政府都很关注地方上报情况与国土资源部的遥感卫星数据的一致性。

（四）城市云是我国发展云计算的重要模式

随着政府职能和管理模式的创新变革，政府将越来越多地采用先进高效的 IT 系统进行城市、社会和民生管理（公共服务），需要更多的数据信息在公共网络和政府网络之间双向流动，云计算模式将为政府 IT 系统与公共 IT 应用搭建最佳的桥梁。比如公共安全、农村信息化、低收入人群保障、社区管理、基层医疗卫生、开发区发展等，都是政府急需用信息化手段进行提升的领域，云计算大有用武之地。

城市管理涉及许多方面，如果按行业建设，需要数十个孤立的信息系统，彼此之间的信息不能共享，造成严重的重复建设。通过建设统一的城市云，可以把几十个不同行业部门的信息系统建立在一个云计算平台上，体现集约化发展的优势。曙光信息产业有限公司投资建设并运营的成都云计算中心，自 2009 年 12 月 28 日开通运营至今已经稳定运行两年，得到成都市政府的高度肯定和广大市民的好评。在这个云平台上已经成功运行政府公务员服务、地理信息公共服务、应急指挥调度、猪肉质量安全溯源监管、社会信用、流动人口服务及综合管理、区域卫生信息、工业和信息化运行监控、中小企业网等 25

个信息系统。成都云计算中心探索的“企业投资、政府扶持、商业运营、产业联动”的建设运营理念，已成为发展城市云的榜样。自 2010 年起，成都市政府已不再拨款给各部门采购信息化设备和软件，每年只花 2000 万元左右租用云计算中心的各种服务，节约了大量公共财政开支。总结“成都模式”的经验，近两年曙光公司已陆续在无锡、南京、哈尔滨、包头、天津、重庆、宜昌、宁波、昆明等近 20 个城市推进城市云建设与服务。

四、我国发展云计算的目标和路线图

云计算是信息化的一部分，从战略上讲，发展云计算的长远目标和实现信息化的目标完全一致。发展云计算产业与服务的主要目标不是获得由云计算平台本身带来的 GDP, 更不是以云计算的名义搞房地产，而是要在以下几方面取得进步：

- (1) 让国民大众得到更丰富、更方便灵活、更廉价的信息服务；
- (2) 改变经济发展方式，改进业务流程，提高企业的效益和竞争力，特别是降低中小企业信息化的门槛；
- (3) 利用信息产业重新洗牌的机会，创造新的业务模式，营造良好的产业生态创新环境，提高我国信息技术和产业的自主可控能力，降低对外技术依存度；
- (4) 提高信息服务的性能功耗比，降低成本，走节约型信息化道路。

不同的部门和企业推进云计算的主要目标和侧重点不一样。对互

联网服务企业而言，发展云计算的侧重点是更好地服务网民，改善用户体验；对几大电信运行商而言，推动云计算的主要目标是提高投入产出比，创造新的业务模式，提高信息系统的效率和公司的竞争力。

（中国电信公司过去十年开发新业务花了 300 多亿元，开发了几十种新业务，只有视频监控系统有较大效益，一年收入 20 亿元左右，未来 10 年至少要投入 1000 亿元，必须见到效益）。对整个信息产业而言，发展云计算的主要目标是改变经济发展方式，从低端加工制造为主转向增值更高的现代服务业和现代制造业。

尽管已有很多应用，云计算目前仍处于发展的早期，市场和技术都还在蓬勃地发散式的发展。对发达国家而言，云计算被主流采用还需要 2-5 年（Gartner 公司 2011 年发布的技术成熟度曲线做出的估计）。我国的宽带网络等基础设施比较落后，预计云计算的大规模采用要到“十三五”中后期。至 2020 年我国发展云计算技术和产业可参考以下的路线图：

2011-2015 年：完成云计算的顶层设计和战略规划，数据中心建设形成合理布局；实施宽带战略见到实效，上网费用明显降低；基本掌握云计算的核心技术，在云服务器、云存储器、云客户端、云操作系统、云软件平台、云安全和隐私保障、云应用超市、高能效等关键技术方面取得突破，自有技术贡献率超过 30%；形成云计算的标准框架和主要标准；初步建立我国的云服务认证和监管体系，形成良性网络计算生态系统；完成面向公众的云服务平台和面向行业的专业云服务平台示范，几个重点城市的云计算试点取得成功，特别是政府的网

络惠民服务见到成效；在先进制造业、现代服务业、现代农业等行业实现云计算的示范应用。

2016-2020 年：深化云计算技术的研发和产业化，形成云计算的开放标准体系；云计算基础设施建设全面展开，云计算扩展到多云中心协同互操作模式，实现云计算与三网融合、物联网的互补结合，面向公众的云服务和面向行业的专业云服务的类型与渗透率明显增加，云计算的大规模应用取得明显成效；40%的中国网站实现“云化”，自有技术贡献率超过45%。形成自主和协同创新的产业生态，大企业的效益和国际竞争力明显增强，中小企业的成长环境明显改善。海量数据分析形成大的产业，公共信息公开得到明显改善。

五、发展云计算必须重视的几个问题

总体上看，我国的云计算还没有进入良性发展的轨道。目前的形势是政府比企业积极，企业比用户积极，大企业比中小企业积极，建设数据中心比推广应用积极。下面谈到的6个问题是发展云计算必须重视的关键问题，需要认真解决。

（一）云计算的发展战略与顶层规划问题

1. 以当促进派的态度制定云计算规划

发展云计算是影响国家经济和社会长远走向的战略选择，必须有国家发展战略和顶层设计。工信部已经在做云计算的发展战略和规划，但还未见到像美国的“25点计划”一样有约束力的云计算发展规划。进入市场经济以后，政府部门对规划不像计划经济年代那么重

视，但像云计算这样涉及社会基础设施的大事，规划十分重要，不可掉以轻心。完全靠企业竞争自然形成的局面不一定合理，而且中国企业可能再一次失去话语权。

制定云计算的发展战略和顶层规划有一个基本态度问题，即是当促进派还是促退派。一种新技术出来，总有一段炒作期，这是高技术产业化的经济规律，不以人们的意志而转移，只要看看 Gartner 公司每年公布的技术成熟度曲线（Hype Cycle）就明白。就全世界而言，云计算平台已经从炒作高峰跌倒谷底，开始进入理智的相对成熟技术的发展阶段。中国的 Hype Cycle 往往比国外延迟一两年，目前云平台、云计算中心等还处于炒作高峰期。我们不能看到有炒作、有泡沫就当促退派，拼命泼冷水，完全否定云计算。规划的制定者要坚定当促进派的立场，但必须冷静看到发展云计算的阶段性和目前存在的问题，找到引导云计算健康发展的正确途径。尤其要高瞻远瞩地预见云计算长远发展的前景，描绘出未来的壮丽蓝图和发展路线图。我们过去往往等技术完全成熟了才开始做发展规划，而对将来可能成大气候的战略技术关注不够，失去过很多机会，这次不能再犯历史性的错误。

2. 做云计算规划要强调统筹兼顾和高瞻远瞩

做云计算规划与推广某一类新产品或新技术的规划不同，其难点在于它涉及的技术与应用面很广，涉及的制约条件（如能源、通信带宽等）颇多，涉及的行业之间的协作太难，还涉及管理方式和生产关系的改变等等。从经济学上看，云计算实际上是信息资源的优化配置问题，而这种优化是多维度的，效益和成本体现在很多方面，不是单

一目标函数。云端的服务器的开销节省了,可能通信的成本又增加了;数据中心的电费增加了,但产生的经济和社会效益可能大大高于本地区相同能耗的传统产业。特别是局部优化不等于全局优化,在小的单位、地区看起来是优化的配置放大到全国看可能是不合算的。所以云计算的规划要特别强调统筹兼顾,要提倡顾全大局和高瞻远瞩。

中国幅员辽阔,不同地区条件不同、产业结构不同、发展产业的着眼点应该有差异性。目前各地区发展云计算产业的基本思路比较接近,不管本地区是否具备条件,都希望全面发展,都希望承接大型数据中心项目。国家应从全局的高度,应对不同地区给予政策指导,鼓励与限制并举,给予差异化的政策空间。

多年来各级政府在信息化建设中投入巨大,但大多数的投入都是以行业部门为主体,构建了很多垂直的行业信息化系统,各系统基本是独立、准封闭运行,跨行业信息很难共享,业务很难协同。而政府的决策分析、应急处理、社会管理、公共服务等都需要广泛、深入的信息共享与业务协同,迫切需要构建城市级、省级甚至国家级的综合信息服务体系,云计算为信息共享和业务协同提供了技术可行性,不能因政府各个部门片面强调建各自的“私有云”又一次失去良性发展的机遇。

3. 制定云计算规划目标一定要实事求是

在制定云计算发展规划时,目标一定要实事求是。目前各省的云计算规划目标很高,许多地方要添置上百万台服务器,上百 Exa_byte 数据。2011年8月 Google 公司向斯坦福大学提供的数据显示,Google

公司目前拥有约 90 万台服务器⁶。IDC 公司预测：到 2015 年，全球用于公共云部署的服务器将超过 120 万台，用于私有云的服务器将达到 57 万台⁷。与此预测对比，有些省市的“规划”相当离谱。云计算的发展不要力图一步到位，最好根据应用需求和可行的条件分阶段建设。

4. 做好数据中心和宽带网络规划

根据 2011 年底的工信部统计数据，我国的数据中心超过 450 个，机房面积约 80 万平方米，目前主要用于中小客户的主机托管。目前需求较集中、具有人才技术优势、网络带宽资源较好的地区几乎都是中心城市，特别是沿海大城市；但电能供给较充足的地区往往在经济不太发达的西北和内蒙；而气温较低有利于机房节能的地区又在东北地区；三者基本上不重叠，这给我国的数据中心规划带来较大的困扰，需要统筹兼顾、精心做好顶层规划。

我国目前的宽带网络普及率低，接入速率不高，通信费用高，还存在运营商之间的网络互联质量差，各地区网络发展水平不均衡等诸多问题，在很大程度上制约了云计算的普及和发展。通信费用高也是带宽不够引起的，带宽起来了，价格马上就会降下来。云计算依赖的基础条件是宽带网络，没有骨干宽带网络的优化布局，云计算只是空中楼阁。国家宽带网络基础设施布局急需优化。

“先试点后推广”是行之有效的技术路线。发改委与工信部已确定推进云计算产业的 5 个试点城市，由各城市自己上报试点项目。今后也可以探索一些新的模式，例如先设定“电子政务云服务”等有明

确方向的专项试点任务, 再选择有一定基础的试点城市对指定的方向做深入研究 (如成都的政府集中采购云服务模式), 这样可能更容易产生可推广的经验, 也可以考虑支持一批试点企业, 由企业选定试点地区。

(二) 应用牵引问题

1. 发展云计算的“牛鼻子”是应用

云计算是新的信息服务模式, 衡量云计算是否成功必须看服务了多少民众, 多少企业, 服务的效果怎么样, 服务的成本是否降低了, 而不是看采用了多少服务器, 占用了多少土地, 盖了多少机房。在达到预期效果的前提下, 机房和设备是我们争取节约的对象, 绝不是投入越多越好。发展云计算的头绪很多, “牛鼻子”是应用, 只有紧紧抓住云计算应用, 才能促使云计算健康发展。

云计算的发展必须从实际需求出发, 根据实际需求确定建设规模和发展步骤, 切忌单纯追求数量和规模。云计算项目不宜采取以往经济开发区建设的思路, 即先大规模基本建设, 然后招商引资, 建机房, 买设备, 设备安装好了再找应用。那样很可能造成巨大浪费。因为信息设备更新很快, 一般三年左右就要升级。如果应用不落实, 服务器还没有发挥作用就会面临淘汰。云计算技术本身还处于不断发展变化的过程之中, 云计算的发展不要力图一步到位, 最好根据应用需求和可行的条件分阶段建设。

用户体验是云服务的“命根子”, 发展云计算一定要强调“用户体验”。云平台和宽带网的各种技术开发最终都要落实在用户感受到

的“可用性”和“好用性”上。根据 Bitcurrent 公司 2011 年的测试结果，目前中国云服务的可用性只有 90.4%，在全球排名倒数第 9，远低于哥伦比亚（98.6%）等发展中国家。

2. 行业应用是云计算的主要用武之地

相对于“诚信壁垒”较高的“公有云”，大企业内部和行业内的“私有云”更容易被用户接受。“私有云”的目标和我们过去讲的“企业信息化”和“行业信息化”的目标是一致的，不同的是采用了更先进的第三方集中服务的云模式。未来几年内大企业和行业的“私有云”可能是我国发展较快的云模式。国家要鼓励更多的企业利用云计算技术，整合企业内部的信息资源，改造或重建企业的信息系统。

行业应用是云计算的主要用武之地，政府对广大民众的服务与云计算在医疗、教育、社保、安全、交通等领域的应用密不可分。各地正在开展的智能交通，智能电网、智能医疗、智能环保等都可以采用云计算技术。国家应以政策和法规等措施推动云计算的行业应用，特别是要推动各行业服务模式和管理模式的变革，形成适应新生产力的新生产关系。对云计算而言，突破关键技术、发展新的生产力固然重要，但更需要关注的是改革生产关系。

按照国务院医改工作要求，“十二五”末居民健康卡持有率与居民电子健康档案建档率要达到 80%，实现网上预约挂号、支付费用、即时结报，以及进行个人健康管理，改善居民就医体验，让人民群众享受看得见、摸得着的实惠。这项工作就是典型的云服务，政府可提供的类似惠民服务还很多，大都可以采用云服务模式，这是政府引导

云计算最好的抓手。

过去两年地方政府提供惠民的云服务, 已有一些成功的案例。成都市政府为保障老百姓食用猪肉的质量安全, 从 2009 年底开始, 通过成都云计算中心运行“猪肉质量安全溯源监管系统, 实现了生猪产品质量安全的追溯, 该系统运行以来, 成都市猪肉私屠滥宰的数量降低了 35%。

3. 需要重视大数据和业务流程改进方面的应用

应该强调通过云计算解决过去的技术无法解决的问题, 包括由于大数据带来的存储问题、移动应用和虚拟化带来的问题、异构系统带来的复杂性问题, 非结构数据的分析、共享和聚合问题等。从长远来讲, 云计算特别适合解决海量异构信息处理和多样化复杂应用的整合问题, 具有这两个特征的应用也是未来增长最快的客户需求。

还要指出, 利用云计算来解决业务流程改进、业务模式创新问题, 将是云计算持续发展的重要驱动力, 这对于中国这样的处于信息化和工业化融合阶段的新兴经济体尤为重要。国外把这一类应用称为“业务流程即服务(BPaaS)”, 也有人称为“云计算 Non-IT 服务”, 因为这些客户需要直接解决业务发展问题而不是常见的 IT 需求。BPaaS 的应用规模今后还会逐步扩大。

(三) 云计算核心技术和产业链问题

1. 政府要引领构建云计算的产业生态环境

图 4 是关于云计算的产业生态图, 从这张图上可以看出, 云计算几乎涉及 IT 行业的所有环节。“云计算”是由多种技术和产品组合

而成的端到端的服务解决方案，特别需要产业链的有序整合。云计算的趋势是融合，首先是基础设施，硬件（包括计算，网络和存储）的横向融合，然后是应用软件，中间件，云平台 and 基础设施的纵向融合。

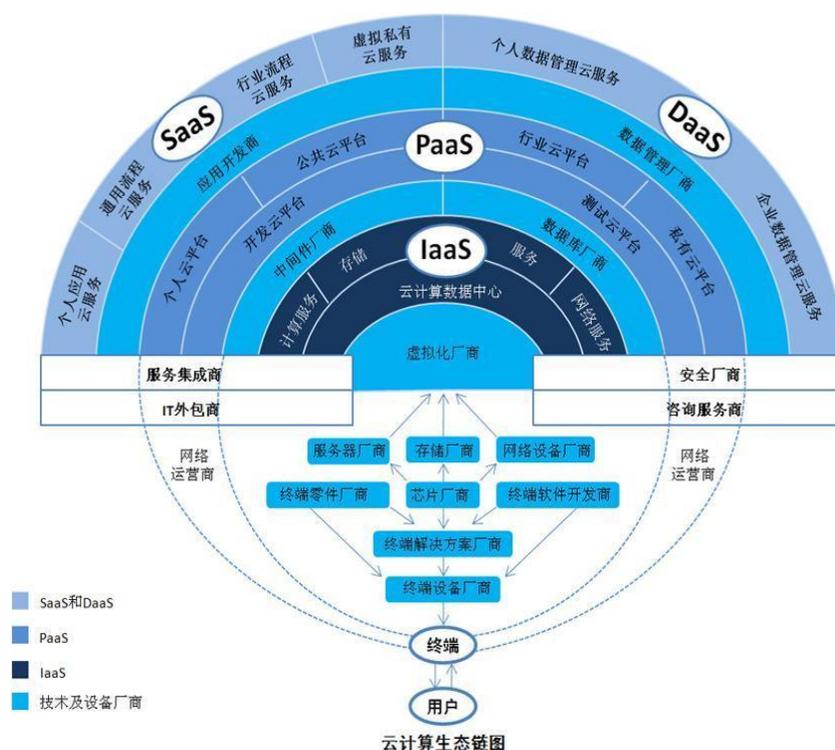


图4 云计算的生态链

在云计算及其相关产业的发展过程中，有一件事情政府必须做，这就是构建产业生态环境。在过去PC产业的发展历程中，我们得到的教训之一就是只重视单一环节的技术创新，忽视了PC产业生态环境构建，没有把微处理器、配套部件、操作系统、整机、应用作为一个整体的生态环境来统筹布局。近两年Apple公司的崛起更令信息界同行感受到：“Intel inside”的时代已经过去，现在“outside”比“inside”还重要。云计算产业发展速度快，如果在未来几年内，

我们没有构建好“中国企业有主动权、话语权”的生态环境，再次受制于外国企业，以后 20 年内我们就难以翻身。

2. 构建自主可控信息技术基础平台的挑战与机遇

云计算应用软件对云开发环境和云操作系统有相当的依赖性，尽管与过去的 Windows 环境相比，目前国际上流行的云平台具有一定的开放性，但开放程度有限而且今后的前途难以预料。2011 年国产基础软硬件在军口推广取得明显进展，尤其是基础软硬件的磨合已有许多成功的经验。但国产基础软硬件在民口市场的推广还有很长的路要走。云计算和移动计算时代的来临可能使我国信息产业的主体完全沦为代工产业，其地位还不如 PC 时代，也可能拼死一搏使中国信息产业完成向高附加值产业的升级。是生是死，这是一次机遇，关键看我们如何抓自主可控的基础平台和产业环境建设。

云计算打破了传统产业链，产业环境中很多角色需要重新定位，目前由于国内缺乏像亚马逊公司一样的骨干 IaaS 服务商，云计算增值服务缺乏一个良好的载体和渠道，各类公司不得不自己打造基础设施，造成大量重复建设，无序竞争。国内应尽快培植类似亚马逊公司的云计算基础设施服务提供商，依托其服务平台建立开放的开发环境，让独立软件开发商、系统集成商、IT 服务外包商、云计算应用开发商在其上都能够找到自己的位置，逐步形成良性竞争和合作的产业环境。

3. 国内科研力量有能力构建自主可控的云计算产业链

与十几年前相比，今天我国信息企业的科技力量已大大增强。华

为公司 2011 年通信设备的营业额已超过爱立信公司，在通信设备领域进入了国际第一梯队。华为公司有好几万开发人员（其中美国研究院就有 800 多人，吸引了不少国际上的技术高手），PCT 的申请数量也名列大公司前茅。近年来，国内互联网服务产业表现出强劲的发展势头，催生出百度、腾讯与阿里巴巴等一批具有国际竞争力的互联网企业。“十五”和“十一五”时期国家对网格技术的支持为云计算打下一定的基础。我国的高等教育云不论是规模还是技术水平都不落后于国外。中科院计算所等单位在面向云计算的高通量计算机等方面开展了前瞻研究。在 Hadoop 开源软件等方面做出了国际同行认可的贡献。在发展云计算过程中，对我国的企业和大学、科研单位应有足够的信心。依靠国内科研力量应有能力构建自主可控的云计算产业链。

企业要真正成为云计算技术创新的主体，还得发挥骨干企业的龙头作用。中国企业在电信设备研发与制造领域已经处于世界的领先水平，在软件规模化和集成化方面也有雄厚的实力，在云计算以及未来 IT 领域应让全球听到中国的声音。国家应加强扶持中国企业在云计算领域的成长，不仅仅是对国有企业，也要对那些已经在世界范围内有一定影响力，真正具有核心技术竞争力的民营企业进行大力扶持，为国家的战略布局打好基础。国家对信息通信领域的骨干央企要改变考核标准，应把是否着力发展云计算等新业务模式作为考核内容。

对市场和用户需求最敏感的是中小企业，Google 和 Apple 公司周围有数以十万级的中小企业开发云计算应用软件。只有数以万计的中小企业的生存环境得到改善，我国的云计算产业才能健康发展。技

技术创新的动力在中小企业, 但我国中小企业的生存环境较差, 历来得到政府的支持也较少, 这是我国经济难以改变发展方式的症结。2011年工信部的调查结果表明: 我国中小企业利用信息网络做营销、采购、电子商务的比例只有 10%。就云计算而言, 我国中小型企业支付不起私有云昂贵的费用, 而国内具有良好公信度的大企业又很少愿意为中小企业做公有云服务, 致使我国中小企业的云计算应用发展缓慢。

4. 打造产业链要强调开放协作

美国的互联网企业实力强, 因此形成了以谷歌、亚马逊为代表的互联网企业主导云计算产业的局面。中国的电信设备商实力强, 因此在构建产业链时需要电信、IT 和互联网企业协作配合, 共同推动云计算的普及和发展。虚拟化技术的成熟是云计算得以大规模普及的主要驱动力, 目前主要由 VMware, 微软和思杰控制。我们需要对虚拟化技术进行长期和持续的投入, 以虚拟化核心技术为基础来推动和发展国际化的中国企业。

长期以来我国没有解决好市场经济条件下的竞争前合作问题, 同行之间多半是拆台而不是相互配合, 每个单位都只能突破一些单点技术, 形不成有竞争力的产业链。今后国家重大科研任务的承担者要淡化单位利益, 一流科研人员要真正团结起来做成几件大事。IBM、微软、英特尔等公司已经在我国展开云计算技术专利的战略性布局, 我国应及早考虑云计算的专利战略布局, 按照专利目标开展攻关研究。

发展云计算必须有一个开放的环境, 用户才不会被供应商锁定。应当彻底改变过去用户和中小企业被大企业绑定的垄断局面。IT 产

业的发展不是靠某个概念推动的，而是靠用户需求推动的。政府必须制定支持开源社区的激励政策，因为绝大部分云计算的系统软件和应用软件都是建立在开源软件基础上，估计到 2020 年云系统软件（操作系统、虚拟化软件等）的全球市场可达数十亿美元。支持开放源码软件的呼吁已经有很多年，但政府的支持措施尚不够有力。

发展核心技术也要有一种开放的心态，区分清楚哪些技术必须自己做，哪些可以和人家合作。所谓良性发展的产业生态环境，就是在这样环境里，每个环节都有赚钱的机会。Apple 公司创建的 App store 应用程序网站有 50 万款以上的 iPhone 应用软件供用户下载，全球几十万程序员不断上载自己开发的应用软件，形成有旺盛生命力的应用软件开发生态环境，这是乔布斯下的一着妙棋。别人开发软件，Apple 公司坐收平台费用。但我们想步 Apple 公司的后尘也不是一件容易的事，中国联通等公司也建立的类似的应用软件网站，但真正愿意付费下载软件的客户很少，这说明建立真正对用户有吸引力的应用网站有一段艰苦的培育过程。

（四）云安全与可信问题

1. 云计算没有使网络安全问题发生本质性的变化

对云计算的安全性存在两种对立的看法。持乐观看法的人认为，采用云计算会增强安全性，集中的云计算中心可以组织专业化安全服务队伍实现整个系统的安全管理，比分散的 PC 机使用更安全；另一种观点是，集中管理的云计算中心将成为黑客攻击的重点目标，系统的巨大规模以及前所未有的开放性使安全性面临更严峻的考验，安全

风险增大。实际上, 人类从原始时代开始, 就是从种种不安全的环境中走过来的, 可以说, 安全永远是发展的伴生物, 与影相随。云计算肯定会引起一些新的安全挑战, 但从防黑客攻击, 防病毒等典型的网络安全而言, 云计算的安全风险与过去讲的网络安全基本上在同一等级上, 云计算并没有使网络安全问题发生本质性的变化。

2. 重点解决云计算“诚信安全”问题

云计算带来的安全问题更多体现在“诚信安全”和由于集中带来的抗毁性和灾难性风险。我国社会的诚信度较低, 相比发达国家, 我国用户对云服务提供商的信任度更低, 这可能是我国发展公共云最大的障碍。灾备问题, 尤其是重要战略数据的灾备问题当然也是云计算必须重点考虑的安全问题。云计算服务涉及信息、数据的存储与保管, 要求有极高的可靠性、可用性和持续性。不能因服务提供者投入能力不足、运营能力不足和经营不善, 导致服务无法保障或终止。

Gartner 公司 2009 年的调查结果显示, 70%以上受访企业的 CTO 认为近期不采用云计算的首要原因在于存在数据安全性与隐私性的忧虑。数据安全是用户在使用云计算系统时最大的担心。云安全的一个重要任务是防止云服务商恶意泄露或出卖用户隐私信息, 或者对用户数据进行搜集和分析, 挖掘出用户隐私数据。由政府授权机构对云计算服务商进行统一的风险评估和授权认定, 可加速云安全的评估, 降低风险评估的费用。

近 20 年来, 由于对诚信教育重视不够, 整个社会的诚信水平下降, 这是需要我们高度重视的社会文化问题。诚信是市场经济的基础,

缺乏诚信，不只是云计算发展不起来，整个国家的经济都不会牢靠，社会也不会稳定。因此要把建设诚信国家放在治国国策的高度，从教育、法制、文化等各个方面发力。就云安全而言，国家要制定有关诚信的法规和政策，对不诚信的服务商构成严厉的威胁。比如，限令每个信息服务商都应有严格的系统操作权限控制和不可篡改的日志系统，防止恶意操作，出现问题时能追踪源头；要求云计算提供商必须令人信服地向用户说明：他们采用了什么安全措施，通过了何种安全认证，以提高用户对系统安全性的信心。

网上购物是诚信的检验场所，目前网上购物的质量保证已成为大众关心的热点问题。如果扩大到网上生产资料交易，质量保证更成为买方最关心的问题。浙江义乌市计划通过质检、工商等行政部门介入，构建比淘宝网更大的生产资料网上交易平台，其基本思路就是以诚信吸引企业网上购物，这是值得大力支持的发展方向。

总的来讲，国家的诚信还是高于企业。在云计算发展初期，应鼓励国有企业，尤其骨干央企做公共云服务商，政府部门可以适当形式参与对云服务商的监控。尽快形成安全可信、具有较高运营能力的服务商，并不断完善云服务质量、安全保障与监管机制。

3. 建立云安全的技术、标准和监管体系

形成诚信的环境不光是靠个人自律，还需要一系列的安全制度，包括围绕云服务的“安全服务品质协议”、交付验证、第三方检验等。要逐渐发展形成关于云服务的新型技术体系与管理体系，包括：建立以数据安全和隐私保护为主要目标的云安全技术框架，解决云服务模

式、动态虚拟化管理、多层服务模式所引发的安全问题；建立以安全目标验证、安全服务等级测评为核心的云计算安全标准及其测评体系，解决用户与云计算服务商之间的责任与权限界定和管理范围方面可能存在的冲突；建立可控的云计算安全监管体系，实现基于云计算的安全攻击的快速识别、预警与防护，实现云计算内容监控和防止基于云计算的密码类犯罪活动等等。

4. 建设自主可控的云计算基础设施

云计算应用模式下，云计算提供商拥有对信息的绝对控制权。目前主要的云计算提供商都是美国公司，很容易形成其对全球信息和应用的控制。因此，开发和建设我国自主的云计算系统与基础设施，具有十分重要的意义。在云计算时代，数据就是资源，资源就不能随意跨界、跨境流动，政府必须对“数据资源”进行宏观监控管理。我们应重视对“不同数据资源的类型分类”研究，相当于搞明白哪些是战略性资源，哪些是普通资源，然后有针对性地制定管理办法。

（五）云计算的能耗与成本问题

1. 以辩证和全局的观点分析云计算的成本和能耗

考虑云计算的能耗与成本，应当有辩证和全局的观点。能耗和建设运行开支是投入，对社会和经济的贡献是产出，我们优化的目标不是尽量减少投入，而是在可以承受的投入预算内尽量提高产出。简单地说，既要控制预算，又要争取最高的投入产出比。我们讲的投入产出不是只看现在，应该有发展眼光，要看到若干年后的产出，还要兼顾地区发展的平衡，对中西部和落后地区应有适当的优惠政策。数据

中心如何布局也应根据这个原则。

云计算是规模经济的产物，其出发点是希望通过规模经济降低信息化的成本。但是采用云计算不一定就省钱。成本核算要全面、客观，应该包括应用的不同侧面和阶段。对于云计算系统的应用成本要有定量分析，不同应用会有不同的结果，应该根据成本计算的结果，选择适宜的应用进入云计算系统。不同国家有不同的国情，发达国家人力成本太高，国外的云计算成本中，人力成本占很大比例，他们发展云计算的主要动力是减少人力成本。中国人力成本相对便宜，我国应该有不同于国外的云计算成本的构成比例。

2. 我国带宽专线租用费用过高

目前，阻碍我国发展绿色数据中心，影响大企业在能源富余的西北、内蒙建立数据中心的原因，一是，二是政府对使用清洁能源的服务商的直接补助远远不够。偏远地区的数据中心需要跟东部的数据中心有点到点的长途线路，目前国内的每 Gbps 每月单价大概在是 14 万人民币左右（不同的运营商价格不同，从 6 万到 30 万元）。而美国一条跨越东西两岸的线路只要一万美元，带宽不限（现行速度为 40Gbps，未来三年以内 100Gbps 会成为主流），比国内价格便宜 100 倍。运营商数据中心的带宽收费在国内一般每 Gbps 每月平均要在 4 万人民币，北美 Tier-1 运营商的收费约为 1,000 -2,000 美元，国内的费用也是数倍于北美的费用。

3. 全面评估云计算的能耗和选址

云计算的能耗评估是值得重视的问题。一方面，云计算通过提高

资源利用率可以降低应用系统的整体能耗, 另一方面, 云计算的规模效应又对所在地的能源供应造成压力。云计算改变了能耗的模式。在传统应用模式下, 能耗分散, 而在云计算模式下, 能耗很集中。此外应用的能耗模式也发生变化, 传统模式下, 本地计算的能耗高, 但是数据仅在本地传输, 数据传输的能耗低。而在云计算模式下, 通过共享使用云中的计算资源, 可能降低计算涉及的能耗, 但数据需要远程传输到云中处理, 数据传输的能耗较高, 有可能抵消计算能耗的降低。因此, 需要全面评估应用模式的变化所带来的能耗模式变化, 为云计算应用的选择和决策提供科学依据。

云计算中心的选址必须引起高度重视。美国倾向于在能源充足、气候适宜、不需要大量空调的地点建设大规模的云计算中心, 从降低能耗角度而言这是有道理的。而目前国内有些云计算中心建设在经济发达地区, 能源缺口本来就很大, 而且气候较为炎热, 云计算中心环境空调的能耗较高, 从节省能源等角度看是不利的。政府应该对公共财政投资的云计算中心进行规划布局, 利用政策来调控云计算中心的选址。

云计算中心的选址和节能技术, 全世界还没有统一的模式, 各个公司都在探索。谷歌公司 2011 年 12 月宣布, 将投资 1.2 亿美元在新加坡建设数据中心。Google 十分重视节能, 其数据中心的平均能耗效率 (PUE) 只有 1.16, 处于世界领先水平。该公司决定在地处热带、平均气温较高的新加坡建立新数据中心, 是因为新加坡是亚洲地区宽带网络的枢纽节点, 对减少搜索服务的网络延迟有利, 可改善用户体

验。节省机房空调用电的途径很多，Google 和微软公司将机房温度提高到 27-35 度，也是一条可选途径。

4. 发展云计算要高度重视节能技术

由于信息应用的规模扩张很快，今后用于信息消费的能耗肯定会不断增加。我们必须未雨绸缪，早做准备，要在突破性的节能技术上狠下功夫，特别是要致力于发明革命性的低功耗器件。根据信息处理的能量极限理论，信息系统节能的空间很大，能量效率可以有几个数量级的提高。

2007 年美国环保局曾预测 2005 年-2010 年全球数据中心的能耗将翻一番。但 2011 年应纽约时报邀请，斯坦福大学土木和环境工程学院的顾问教授 Jonathan G. Koomey 先生进行了名为“2005 至 2010 计算机数据中心用电量增长”的研究⁸，其报告指出：全球计算机数据中心耗电 2005 到 2010 年增长 56%。美国数据中心耗电量增长 36%。这一方面是由于世界经济不景气，美国数据中心发展较慢，但计算机节能技术的进步也是重要原因。由于采取低功耗器件和虚拟化等技术，数据中心能耗增加的速度放缓。全球数据中心的耗电约占全球总耗电量的 1.3%，在美国约占 2.0%，数据中心耗电约占 ICT 总耗电的 1/4，我国 ICT 耗电量占全国耗电量 3.2%~4%。我国数据中心用电的比例应小于世界平均值，估计目前我国数据中心耗电占总全国耗电量的比例可能不超过 1%。但我国数据中心的耗电量的增长速度远高于美国，不能掉以轻心。美国的经验表明，虚拟化技术可以减缓数据中

⁸ <http://www.analyticspress.com/datacenters.html>

心耗电量的增长, 我们在发展云计算时必须大力研究和推广各种节能技术。

(六) 海量数据存储和处理问题

1. 大数据是信息技术未来的战略走向

医疗卫生、地理信息、电子商务、影视娱乐等行业, 每天也都在创造着大量的数据, 近几年全球数据总量每两年就翻一番。2010 年全球数据总量达 600EB (1EB=10¹⁸ Byte), 根据 McKinsey Global Institute 的预测, 到 2020 年, 全球数据使用量预计将暴增 44 倍, 达到 35.2ZB (1ZB = 10²¹ Byte); 全球个人使用地理信息数据获取的商业价值高达 6000 亿美金; 美国医疗行业的大数据经济每年可达 3000 亿美金, 美国与大数据技术相关的经理工作岗位有 1, 500, 000 个。

大数据 (big data) 正在成为工业经济向知识经济转变的重要特征, 成为新时代最关键的生产要素和产品形态。数据中心正在成为新时代的“信息电厂”, 成为知识经济的基础设施。数据分析从海量数据中提取有价值的信息, 使数据变得更有意义。海量数据分析将影响政府、金融、零售、娱乐、媒体等各个领域, 带来革命性的变化。Gartner 公司预测: 到 2015 年, 超过 85% 的财富 500 强企业将在大数据竞争中失去优势。新的创业公司像 MapR、Zettaset 等与 Hadoop 相关的大数据公司, 在资本市场倍受青睐。以投资 Facebook 而著名的风险投资机构 Accel Partners 表示: “大数据是信息技术未来发展的战略

走向，将催生下一代价值数万亿美元的软件企业。”

中国有着庞大的人群和应用市场，如此庞大的用户群体，将使中国成为世界上数据量最大的国家之一。十三亿人口面临的问题都是大数据问题。政府可以通过海量数据的存储、分享、分析和应用提升办公智能和决策效率，解决城市交通、人口管理、公共安全、医疗卫生等诸多难题。解决由大规模数据引起的问题，探索以大数据为基础的解决方案，是中国产业升级，效率提高的重要方向。国家要出台政策大力支持基于大数据的新兴产业。

2. 坚持公共数据的开放和再利用原则

国家公共数据一定要开放。涉及到国民生活、健康、安全的数据，例如人口统计、食品溯源和环境监测、不涉密的地理信息数据、公共交通数据、文献资料数据等，都应公正准确地对大众开放。气象、交通、灾难预警等基础信息应实时开放。但对于关系国家安全和核心利益的数据应注意保密。信息公开和透明不可能是绝对的，交易双方永远存在信息不对称，如果对称了，信息全透明就没有交易市场了。

美国先后颁布的《公共信息准则》和《A-130 通告》已成为公共信息再利用的基本准则。我国的《政府信息公开条例》已于 2008 年 5 月 1 日起施行，但我国还没有颁布公共信息再利用的有关法律，难以改变各部门各单位将公共数据据为己有的局面。信息公开只是信息再利用的前提，只有允许企业进行经营性开发才能充分利用大数据的价值。如果政府部门和企业在市场上对基础信息同样地进行“再利用”开发，容易导致不公平竞争。美国禁止大部分政府部门进行经营

性的基础信息开发, 对建构公平的公共信息再利用市场、繁荣美国的数据经济起了很大的作用, 这一经验值得学习。

六、对政府的政策和行动建议

(一) 统筹制定云计算的发展规划

鉴于云计算的复杂性和广泛渗透性, 建议由国家发改委牵头, 组织企业界、科技界、大学的有关专家和政府官员成立一个规划小组, 提出全国的有约束性的任务明确的云计算规划草案, 经有关部门领导审议后形成正式的 2012-2020 年国家云计算发展规划。中央政府应带头建设政府云, 应参考美国政府关于云计算的“25 点计划”, 制定了具有硬性指标的行动计划和“云计算优先”政策, 要求中央政府机构的信息系统逐步向云计算平台转移。已列入国家“十二五”规划的五大基础信息库原则上应按照云计算的要求构建, 为各种云应用提供基础数据。

(二) 改进云计算的统计和考核标准

云计算产业的界线模糊, 各地统计的口径不一致, 目前各地各部门规划中讲的云计算产业市场规模实际上没有比较意义。建议统计云计算产业的市场规模时, 只统计 SaaS、PaaS、IaaS 三种信息服务本身的市场收入, 不要涵盖服务器和终端设备制造业以及其他嵌入式产品的产值, 因为这些产值巨大的制造业过去已经统计在传统的电子信息产业或其他产业中。

在评价发展云计算的业绩时不要考核安装了多少服务器，也不要将云计算本身的产值或增加值作为主要考核指标，而要考核有多少应用采用了云计算模式，对相关产业（如机械制造、银行、物流、电力、航空航天、汽车、石油等）的发展方式转变和提高竞争力有多大贡献，应用的规模有多大，发展云计算后受益的民众有多少，企业的效益提高多少（成本节约多少），效益功耗比提高了多少（效益增加是否大大高于能耗增加）等等。云计算的“可用性”和“易用性”要作为主要考核指标。

（三）以政府的惠民网络服务作为引导云计算良性发展的抓手

各级政府应转换思路，颁布有关法规和政策，引导政府部门由自己采购设备和软件向租用云计算服务转变，从关注政府内部的办公流程信息化转向关注向广大民众提供安民惠民的云计算服务。各地政府应以教育、医疗、社保、公共安全、城市交通等网络惠民服务为抓手，支持 IT 企业建立面向社会的电子政务和便民服务云平台。每个地区不必所有云服务都从头做起，不同地区应有不同的重点，力争在几种云服务上真正做出成效，然后推广到全国。

各地政府可把为中小企业服务作为发展云计算的应用重点之一，大力支持服务商建立为中小企业服务的云计算公共平台。通过云计算推广计算机仿真软件、行业检测软件、产业链协同软件等信息服务，提高设计开发能力。国家应出台相关优惠政策，鼓励有实力又有良好信誉的 IT 企业为中小企业提供产品设计、企业管理和市场开拓的云计算服务。

（四）研制云计算平台和大规模数据中心计算机

一个国家的关键云计算平台控制在外国企业手里是不可接受的安全隐患。我国必须研究开发自主可控的云操作系统和相关的云平台软件，打造自主可控的 PaaS 平台。国家重大科技专项和 863 等科技计划要加大对攻克云计算核心和关键技术的支持力度，下定决心以云平台软件和移动互联网平台软件为突破口，组织骨干科研团队协同配合、奋力拼搏，争取十二五期间有所突破，十三五期间占有可观的一席之地。

云计算的影响远远大于超级计算机。目前“核高基”重大专项和 863 计划对争取性能世界第一的超级计算机有明确部署，但对研制自主可控的数据中心计算机系统没有明确任务，十二五 863 计划中，研制具有世界先进水平的支持云计算的数据中心计算机的投入应该超过对超级计算机研发投入。

（五）尽快做出全国基础云数据中心建设规划

政府对公共财政投资的云计算中心应进行宏观布局 and 合理规划，利用政策来调控云计算中心的选址。数据中心布局要统筹兼顾、既要考虑响应时间等用户体验，又要考虑节能环保等要求。做数据中心规划时要与骨干通信企业和电力部门加强沟通。原则上实时性要求高的在线数据中心应靠近宽带网络的核心枢纽，战略灾备数据中心应尽量考虑建在三北地区。云计算数据中心、存储中心和战略数据灾备中心在建设选址时应该考虑用户需求、基础设施条件（特别是通信带宽）、技术储备、电力供应、气候条件、战备安全条件、地质条件（避免在地震带、洪水多发地区等）等，对多方面因素做科学合理的权衡。对

具备相对综合优势的地区要给予政策鼓励和财政支持。

我国数据中心准入门槛较低，对云计算企业缺乏准入和经营范围的监管，也没有退出和分级制度，数据中心的分级管理势在必行。数据中心牌照目前实行属地化管理，给运营全国性业务的运营主体带来不便，也容易形成很多孤岛型数据中心，应该做适当政策调整。建云平台是一个聚合的过程，不是分散割据。全国已建立了很多数据中心，应进行适当的整合，应通过云计算平台的建设撤除一些效益差的信息“烟囱”，有些平台可交给企业做。

为鼓励发展绿色数据中心，要对数据中心从业者使用清洁能源进行直接的补贴。

（六）尽快制定可操作的国家宽带发展规划

必须尽快制定包括支持云计算在内的宽带建设规划，设定目标和时间表。国家要出台配套政策，对西部、农村等地的宽带网络建设给予适当补贴，减轻电信运营商的负担。必须大幅度降低宽带专线的租赁费用，进一步降低宽带用户上网的费用。

国家宽带网络建设规划的内容应包括：宽带网络的总体布局 and 合理的网络拓扑结构，宽带网络容量和服务内容的规划，各种网络接入方式的规划，宽带服务质量的保障与监督（动态带宽管理应满足突发流量的需求），行业资源的合理配置和利用等等。还要考虑光纤到户的建设和推动 LTE 等下一代无线通信的商用。是否支持独立的企业专门提供光纤租赁服务也需要认真考虑。

（七）抓紧制定云计算标准

云计算是涉及信息基础设施的业务模式，政府必须在制定云计算标准中发挥引导作用。目前急需要制定的是云计算应用开发接口/API和数据安全方面的标准，以保证应用和服务程序的平台无关性和可迁移性，使用户开发的应用能够在不同云计算系统之间进行迁移，保护用户权益，最大限度地实现应用开发资源的共享。同时还要根据标准，给出私有云和公共云的参考实现，以便厂商在实现自己系统时参考借鉴。

目前云计算相关技术（特别是平台技术）还处于高速发展阶段，在百家争鸣的阶段对实现技术应充分鼓励创新，在技术架构上不要草率地增加过多的约束。云计算标准架构和体系需要深入研究，不要一开始就提建立“完整的云计算标准”。多数云计算技术要先实践后总结，再以标准化方式推广。

不能关起门来做标准，要积极参加国际标准组织的工作。可考虑与欧洲、日本在云计算的标准的制定上达成战略联盟，为未来的知识产权保护和云计算国际标准的制定争取更多的话语权。云计算相关开源项目比较活跃，如 Hadoop、Xen、KVM、Stack 等，部分项目已经被广泛商业使用。我国在制定云计算标准时，应充分参考开源项目的成功经验。

云计算的标准主要针对软件，与面向硬件的标准不同。硬件的标准化会降低大规模制造的成本，因此整机厂商采用标准的积极性较高。应用软件的标准多数是市场竞争中打出来的，标准的形成过程与硬件不一样，不能简单地模仿硬件标准化的做法。

（八）抓紧制定与云计算有关的法规

工信部已经编制了一批与云计算有关的规划和标准，包括《云计算发展规划》、《云计算及数据中心产业规划》、《互联网数据中心（IDC）安全生产管理要求》、《新一代数据中心统筹规划与布局准则》、《互联网数据中心（IDC）设计和技术规范》等，为云计算的健康发展打下了良好的基础。鉴于云计算的重要性和复杂性，需要加大制定法规和管理条例的力度。

（1）在产业发展的培育期，尽快建立云服务质量标准体系和云服务提供商的资格认定体系是当前政府监管工作的重中之重。政府应该加强对云服务提供商市场准入的监管。云服务提供商的市场准入体系应该包括：服务质量协议（SLA）、云服务提供商的规模、实力、经验、资质认可、安全资质及等级、业务范围等。

（2）对服务商的监管不能一刀切，2009 年工信部通知各省市暂停办理发放新的 ISP 经营许可证，至今还没有通知恢复，对推动云计算发展极为不利。应根据实际情况，向参与云计算试点的优秀企业发放 ISP 经营许可证。

（3）对服务提供方的安全资质审查至关重要。要慎重对待外资企业进入云计算和云存储领域，对数据的跨境迁移要制定法规进行限制，原则上属于国家的数据不能存放在国外。最好由有国有背景的企业承担政府的平台服务，同时出台政策法规进行认证与管理。

（4）制定与虚拟资产相关的法律，如虚拟资产托管后，用虚拟资产获得的利益归属，利用数据挖掘统计结果获利归属等。

(5) 需要制定新的基于云服务采购的政府采购政策, 提出政府采购中扶植云计算应用的政策。在政府信息化建设中鼓励将服务的采购纳入政府采购。明确从某一时间点开始, 正式实施“云优先”战

(6) 为了促进大数据产业的发展, 需要制定相应法规, 规定政府部门豁免公共基础信息的版权, 减少政府部门对于公共基础信息的信息费用收取, 削弱和限制政府部门自己开发基础信息的权利和能力。

(7) 分散在政府、企业/事业单位的数据库中的部分数据涉及用户隐私, 国家应尽快出台隐私保护法, 对如何合法利用个人和企业的数据要有明确规定, 以保证公共数据开发有法可依。

(8) 目前大多数地方主管信息化的领导级别偏低, 导致部门之间协调存在问题, 工作推进不顺利。建议提升云计算主管部门的地位, 高配政府信息化主管领导 (如由政府秘书长兼管), 更好地推进新形势下的政府信息化工作。

(执笔人: 李国杰)

课题负责人

李国杰 中国科学院计算技术研究所，国家信息化专家咨询委员会委员

咨询课题组成员

郑敏政 中芯国际北京公司，国家信息化专家咨询委员会委员

曹淑敏 工信部电信研究院，国家信息化专家咨询委员会委员

毛 伟 中科院网络中心，国家信息化专家咨询委员会委员

董友梅 京东方科技公司，国家信息化专家咨询委员会委员

宁家骏 国家信息中心，国家信息化专家咨询委员会委员

杜百川 国际广播电影电视总局，国家信息化专家咨询委员会委员

杨海成 中国航天科技集团公司，国家信息化专家咨询委员会委员

郑京平 国家统计局，国家信息化专家咨询委员会委员

沈昌祥 海军计算技术研究所，国家信息化专家咨询委员会委员

李德毅 总参通信部，国家信息化专家咨询委员会委员

刘韵洁 中国联通，国家信息化专家咨询委员会委员

何宝宏 互联网中心，国家信息化专家咨询委员会委员

蒋林涛 电信研究院，国家信息化专家咨询委员会委员

韦乐平 中国电信集团科技委主任

杨 景 中国移动研究院首席科学家

童晓渝 中国联通研究院副院长

白晓民 中国电力科学研究院副总工

李三琦 华为公司副总裁

杜晓黎 联想集团研究院副院长

田溯宁 宽带资本董事长

王恩东 浪潮集团副总裁

沈晓卫 IBM 中国研究院副院长

王 坚 阿里巴巴 CTO

郑全战 腾讯研究院院长

章文嵩 淘宝网 副总裁

李晓明 北京大学校长助理

钱德沛 北京航空航天大学教授

郑纬民 清华大学教授

赵 刚 总装装备论证研究中心室主任

孙少陵 中国移动研究院业务支撑所所长

徐志伟 中科院计算所研究员

赵晓芳 中科院计算所研究员

洪学海 中科院计算所研究员