

# 云计算发展与展望

吴权夫

## 引言

在“十四五”开局之年,回顾十年前发布的《厦门市“十二五”信息化发展专项规划》,提出要建设“七朵云”应用示范项目(即“电子政务云”、“娱乐休闲云”、“企业云”、“市民健康云”、“教育云”、“海峡通讯云”和“商业云”);《厦门市软件和信息服务业“十二五”专项规划》提出将“发展云计算技术和云计算服务产业”作为重点任务,期望“到‘十二五’期末,在厦门市形成具有一定规模的云计算服务产业链,成为新的经济增长点”。

十年后的今天,我们虽然没有看到“七朵云”的建成,但看到一个“i 厦门”APP 集成了 28 个政府部门、51 个业务系统和 310 项应用,实现的功能远超“七朵云”。我们也没有看到“形成具有一定规

模的云计算服务产业链”,但 2020 年,软件和信息服务业营业收入达到 1972.59 亿元,成为厦门市新的经济增长点。

可以说,对于云计算,十年前的规划目标与十年后获得的实际效果差别很大。为什么会产生这种差别?如何认识云计算发展、展望云计算未来发展趋势?

## 云计算发展回顾

### 1. 云计算诞生和发展

#### (1)网络发展催生云计算

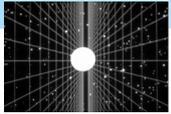
计算资源三要素指 CPU、存储和网络,从单机时代到互联网时代,网络发展催生了云计算(表 1)。

表 1 不同网络发展阶段的计算资源需求和形成的计算架构

网络发展阶段	对计算资源的需求	形成的计算架构
单机(PC)	CPU+存储	Host/Terminal (主机系统)
互联网/移动互联网(Internet)	CPU+存储+网络	C/S、B/S (网络计算→云计算)
物联网(IoT)	网络、存储和计算一体化	M/S、M2M/S (云计算+边缘计算)

单机(PC)阶段,对计算资源的需求是 CPU+存储,用于处理个人事务,如文档输入、打印等;对于算力要求高的应用,如科学计算,采用小型机的主机/终端(Host/Terminal)形式,用户通过显示终端连接主机系统,完成计算任务。

互联网/移动互联网(Internet)阶段,对计算资源的需求包括 CPU+存储+网络,形成 C/S(Client/Server,客户端/服务器)或 B/S(Browser/Server,浏览器/服务器)计算架构,即通过互联网或无线互联网将客户端或浏览器的计算需求提交



到服务器端,由中心或后台的服务器完成计算任务,通过网络将结果返回客户端或浏览器,形成网络计算架构或云计算架构。

IDC (Internet Data Center, 互联网数据中心) 是这一阶段最主要的基础设施。IDC 集中了宽带网络、服务器集群、存储网络,提供服务器托管和租用、虚拟主机、数据管理等服务。

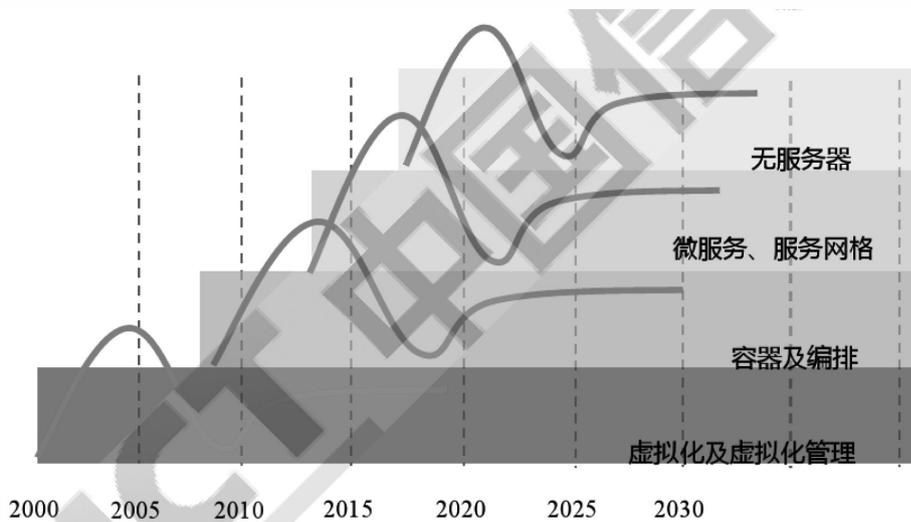
云计算在 IDC 基础上,利用虚拟化技术将物理设备虚拟化,提供不同规模的计算和存储服务,极大提高 IDC 设备的使用效率。在商业模式上,云计算按照用户预订的服务收取已提供服务的费用,与用户自建 IT 系统相比,极大地节省成本、缩短建设周期。

云计算具有按需预订、高灵活性、高可靠性、高性价比的特点。在 2008—2018 年的十年时间里,云计算经历了萌芽、探索和发展 3 个阶段,获得极大

成功。

当前,网络发展进入物联网(IoT)的万物互联阶段,5G 网络超强通信能力,物联网和智能设备超多数量的传感器联接,以及超大规模的数据处理和存储要求,对资源的需求提出更高要求,体现为对网络、存储和计算一体化分配,以满足更为精细的应用服务需求。形成 M/S(Machine/Server, 机器对服务器)、M2M/S (Machine to Machine/Server, 机器对机器、机器对服务器)的计算架构。同时,为处理数量多、重量轻、实时性要求高的服务请求,采用“云边”(云计算+边缘计算) 协同部署计算资源的解决方案,维持效率与速度平衡。

在此阶段,容器(Container)、微服务(Microservices)、无服务器(Serverless)等云计算技术应运而生(图 1), 重构云计算生态,云计算进入云原生(Cloud-Native)重构的全新发展阶段。



来源:中国信通院《云计算发展白皮书(2020 年)》

图 1 云计算技术成熟度曲线

## (2)应用推进云计算发展

除了前述物联网(IoT)应用推进云计算全面进入云原生发展阶段之外,应用还推进硬件不断升级,例如,图像处理和人工智能应用推进图形处理器(GPU)和 AI 处理器(IPU)的产生。在应用的

推动下,CPU 不断进化,根据不同应用形成各种应用处理器 X-PU(表 2);存储器从硬盘到 DRAM,再到 SSD,速度更快、集成度更高;网络联接从双绞线到光通信/光纤,无线网络从 3G、4G 到 5G,传输速度更快、性能更稳定。

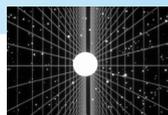


表 2 不同应用研发的专用处理器实例

处理器实例	英文名称	中文名称
APU	Accelerated Processing Unit	加速图像处理器
DPU	Deep learning Processing Unit	深度学习处理器
FPU	Floating Processing Unit	浮点计算单元
GPU	Graphics Processing Unit	图形处理器
HPU	Holographics Processing Unit	全息图像处理器
IPU	Intelligence Processing Unit	AI 处理器
NPU	Neural Network Processing Unit	神经网络处理器
TPU	Tensor Processing Unit	张量处理器
VPU	Vector Processing Unit	矢量处理器
WPU	Wearable Processing Unit	可穿戴处理器

而底层硬件技术升级又为虚拟化、分布式文件系统、分布式数据库、资源管理技术、能耗管理技术及信息安全等云计算关键技术提供支持条件,全面促进云计算发展。

## 2. 云服务改变 IT 系统建设模式

云计算带来商业模式变革,IT 系统建设在经历自建机房、IDC 租赁阶段后,经过十年发展,全面转向云服务模式。

### (1) 自建阶段

自行建机房、租通信线路、购买网络设备和服务器,购买和部署操作系统、数据库管理软件,自行或外包开发、调试和运维应用软件,完成 IT 系统建设。

这个阶段特点是:企业拥有 IT 基础设施到应用系统所有权利,有全面掌控 IT 系统的“安全感”。但投资和运维成本巨大,过程漫长,适应业务系统变化能力差,企业需要设置 IT 部门和技术团队来运维 IT 系统。

### (2) 托管阶段

租 IDC 机柜托管服务器,或租用服务器、通信网络,租用或自购操作系统和数据库管理软件,自行或外包开发、调试和运维应用软件,完成 IT 系统建设。

这个阶段通过租用 IDC 设备,可以省略机房建设、通信线路租用过程,还可以选择租赁服务器、操作系统。这样,企业 IT 系统建设的成本降低,过

程加快,敏捷性提升,IT 团队缩小,具有服务化特点。但相对于自建完全把控 IT 系统的“安全感”降低,依然存在成本高、效率低的问题。

### (3) 云服务阶段

由于 IT 系统依然存在成本高、效率低的问题,早期的 IDC 运营商,如中国电信等,以及早期 IDC 大用户,如阿里、腾讯等,开始向亚马逊、谷歌、微软学习,采用云计算技术,中国电信等 IDC 运营商成为云服务提供商,阿里、腾讯除了满足自己云计算需求外,逐步成为国内主要云服务提供商。

一方面,云服务提供商将 CPU、存储器和网络等物理设备虚拟化,提升使用效率;同时,将 IT 系统构建逻辑分为基础设施层、平台软件层和应用软件层,以灵活地满足 IT 系统服务化后不同层次的 IT 系统建设需求。

另一方面,采用订阅制和 Pay-as-you-go(费用发生才付费)的计费方式,较大地压缩了用户 IT 系统建设为系统峰值或备份设计带来的冗余成本,服务提供商和用户都获得明显利益,云服务被快速接受并广泛推广。

云服务提供商提供的云服务主要有以下 3 种模式:

- ① SaaS (Software as a Service)——软件即服务;
- ② PaaS (Platform as a Service)——平台即服务;
- ③ IaaS (Infrastructure as a Service)——基础设施即服务。

# 热点话题

按照 IT 环境的逻辑层次,3 种模式提供的服务内容如图 2 所示。IaaS 模式提供机房基础设施、计算机网络、存储系统、服务器(虚拟机)等基础设

施服务。PaaS 模式提供 IaaS + 操作系统、数据库、中间件 & 运行库等平台服务。SaaS 模式提供 PaaS + 应用软件的软件服务。

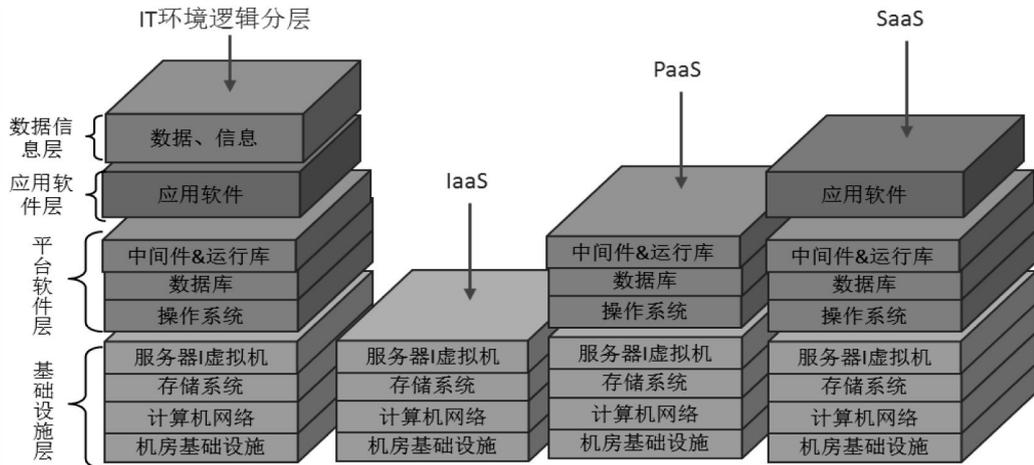


图 2 云服务 IT 环境逻辑分层

阿里云智能总裁张建锋在 2019 阿里云峰会指出,2019 年是传统 IT 向云计算全面转移的拐点。云计算作为一项新兴技术,经历近 10 年发展,已经在关键技术和应用规模上实现对传统 IT 的全面超越,成为市场主导者。云计算在成本、稳定性、安全和效率层面已经远超传统 IT。根据阿里云智能测算,上云后综合成本下降一半,稳定性提升 10 倍以上,安全性更是提升 50 倍。

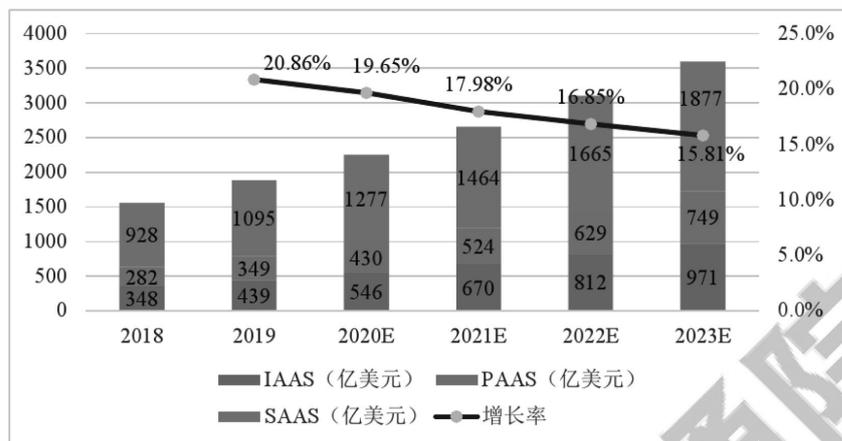
回顾云计算发展过程,我们看到,网络发展催

生了云计算,应用需求进一步推进云计算发展;IT 系统建设服务化形成云服务,带来商业模式变革,为服务提供商和用户带来巨大利益。

## 云计算发展现状

### 1. 云计算市场

根据专业机构发布的数据,2020 年全球云计算市场规模达到 2253 亿美元左右,预计 2023 年市场规模将超过 3500 亿美元(图 3)。

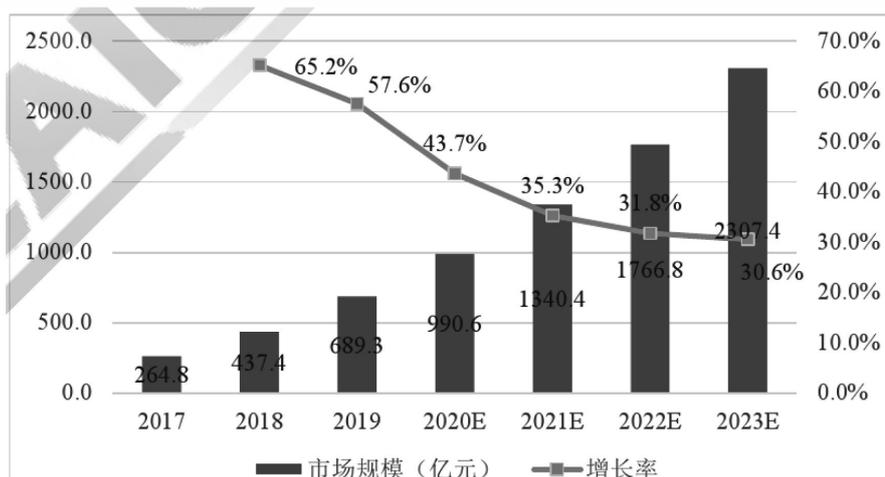


来源:Gartner 2020 年 1 月

图 3 全球云计算市场规模及增速

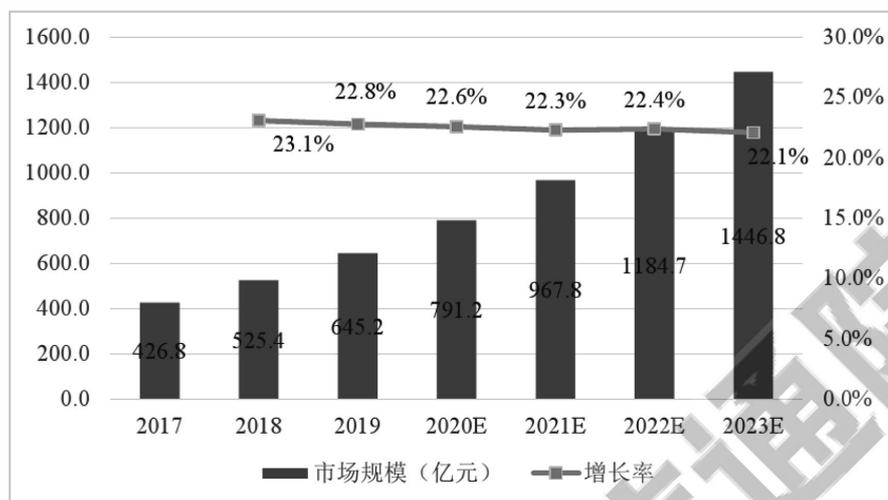
在中国,2020年云计算市场规模达1781.8亿元,增速33.6%,其中,公有云市场规模达到990.6亿元,同比增长43.7%;私有云市场规模达791.2亿

元,同比增长22.6%。预计2023年市场规模将接近4000亿元。其中,公有云市场规模达到2307.4亿元(图4);私有云市场规模达到1446.8亿元(图5)。



来源:中国信息通信研究院 2020年5月

图4 中国公有云市场规模及增速



来源:中国信息通信研究院 2020年5月

图5 中国私有云市场规模及增速

## 2. 云服务企业和产品

2020年1月,eNet硅谷动力发布“2020云计算企业百强榜”,公有云前十名云服务企业和产品分别为阿里巴巴(阿里云)、中国电信(天翼云)、腾讯

(腾讯云)、华为(华为云)、百度(百度智能云)、金山(金山云)、中国移动(移动云)、京东(京东智联云)、中国联通(沃云)、中科曙光(曙光云),如表3所示。

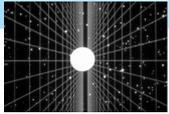


表 3 2020 年云服务排名前十企业和产品名单

排行	企业	企业	产品	产品
1	 阿里巴巴 Alibaba.com.cn	阿里巴巴	 阿里云	阿里云
2	 中国电信 CHINA TELECOM 世界触手可及	中国电信	 天翼云 eCloud	天翼云
3	 Tencent 腾讯	腾讯 Tencent	 腾讯云	腾讯云
4	 HUAWEI	华为 HUAWEI	 华为云 HUAWEI	华为云
5	 Bai 百度	百度 Baidu	 百度智能云	百度智能云
6	 金山 KINGSOFT	金山 KINGSOFT	 金山云	金山云
7	 中国移动 China Mobile	中国移动	 5G 移动云	移动云
8	 京东	京东	 京东智联云	京东智联云
9	 China unicom 中国联通	中国联通	 沃云 Wo Cloud	沃云
10	 中科曙光 Sugon	中科曙光 Sugon	 曙光云计算 Sugon Cloud Computing	曙光云

数据来源:eNet 硅谷动力“2020 云计算企业百强榜”, 2021 年 1 月

在 eNet 硅谷动力“2020 云计算企业百强榜”中,厦门的网宿科技(网宿云,第 36 名)、华云数据(华云,第 56 名)、三五互联(35 云办公,第 72 名)榜上有名,展现了厦门市包含云计算在内的软件和信息技术服务业的发展水平。

### 3. 2020 年云计算 6 大特点

中国信通院在《云计算发展白皮书(2020 年)》总结了 2020 云计算 6 大特点,即规模化、分布式

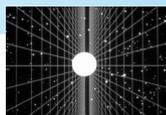
化、数字化、智能化、敏捷化和多元化。

#### (1) 规模化

业务和数据增长迅速,云计算作为 IT 基础设施规模化发展趋势明显,边缘云、混合云和多云管理受到企业青睐。

#### (2) 分布式

分布式云成为云计算新形态,云边协同是其核心。



### (3)数字化

数字化转型成为生产力和效率提高的关键,而云计算成为推动数字化转型的重要平台。

### (4)智能化

人工智能发展迅猛,云基础设施向智能基础设施迅速转变。

### (5)敏捷化

数字化转型加速,业务敏捷成为云服务基础能力。

### (6)多元化

开源、开放、业务形态多元推动云基础设施算力多元,混合异构成为必然。

## 云计算未来展望

中国信通院在《云计算发展白皮书(2020年)》指出,未来十年,云计算将进入全新发展阶段,具体表现为以下6大趋势。

#### 1. 云技术体系日臻成熟

随着云原生的容器、微服务、无服务器等技术越来越靠近应用层,资源调度的颗粒性、业务耦合性、管理效率和效能利用率都得到了极大提高,云技术从粗放向精细转型,技术体系日臻成熟。

#### 2. SaaS 市场需求旺盛

国内 SaaS 服务较国外相比存在 3~5 年差距,再加上 2020 年疫情影响,越来越多的企业养成了使用线上应用的习惯,如疫情防控、在线教育、视频会议等都是 SaaS 服务,国内细分行业 SaaS 市场需求旺盛。

#### 3. 计算资源部署从中心向边缘延伸

5G、物联网(IoT)和人工智能(AI)应用带来的高并发、实时性的计算要求,推动计算资源由云计算中心向网络边缘部署,被称之为边缘计算。这种根据应用需求合理部署计算资源的云边计算协同架构将成为云计算主要架构。

#### 4. 云安全从外部向原生转变

原生云安全推动安全与云深度融合,原生云安全平台将安全能力逐步从生产向开发和测试等环节延伸,融入从设计到运营的整个过程中,向用户交付更安全的云服务,而原生云安全产品,则是

由原来的外挂逐渐转为内嵌,更多地发挥云平台的数据价值。

#### 5. 云应用从互联网向行业生产渗透

传统行业数字化转型推动云应用从互联网向行业生产渗透,将传统信息基础设施升级为数字基础设施,实现传统行业 IT 技术架构迭代升级,带来云计算广泛应用和云化管理水平快速提升,促进云计算全面发展。

#### 6. 云计算既是基础资源也是操作系统

云计算作为信息基础设施一部分,不仅提供虚拟化资源,还以云原生为技术体系,构建面向全域数据高速互联与算力的全覆盖的整体架构,全面提升网络和算力水平。在新基建框架中,云计算越来越多扮演基建管理调度的角色,其发展定位将从基础资源向基建操作系统扩展。

云计算在经历了诞生、探索到蓬勃发展的十年后,将在重构云生态、回归云原生的基础上,向更高水平、更高质量和更有效益的方向发展。

## 结语

回顾云计算发展过程,展望云计算未来发展趋势,可以得到以下启示。

1. 云计算本质是 IT 技术,正处于探索、完善和成熟的循环过程,故其发展路径难以预测、规划,这是导致前面引言中提到的云计算在信息化和产业发展规划目标与实际发展情况存在差别的主要原因。

2. 云服务是一次商业模式创新,获得成功的主要原因是所有参与者都在云服务实现的过程中获得利益,从基础的服务器和网络设备制造商,到平台运营商和服务提供商,以及云服务的获得者,每个环节的参与者都能够在提供产品或获得服务的过程中获得利益。

3. 洞察云计算技术发展方向,发现或创造最大公共价值的商业机会,创建云计算产业发展的优良环境,是云计算应用和产业发展规划的重点。

(作者单位:厦门市老科学技术工作者协会)