

激荡十年：云计算的过去、现在和未来

战略前沿技术 Yesterday



前沿君微信：tech9999 手机：18501361766

来源：InfoQ

作者：何恺铎



云计算从 AWS 初创时的牛刀小试到如今巨大的行业和生态，从新鲜词汇变为流行语，它的十年发展经历了哪些阶段？每个阶段分别创造和发展了什么？未来云计算又将朝着哪些方向继续前行？此文旨在通过回顾技术发展总结最佳实践、为开发者启发技术新思路。



科学技术的革新始终在推动时代巨轮轰鸣向前。



云计算，已经走过十余年的风雨历程，从 AWS 初创立时的牛刀小试，到如今成长为一个巨大的行业和生态，堪称是新世纪以来最伟大的技术进步之一。“云计算”这个术语，也早已从一个新鲜词汇，成为了妇孺皆知的流行语。十年荏苒，风云变幻，我们可以忆昔抚今，一起回顾和感受云计算领域的发展与变革。

任何事物的诞生和发展一定有其前提条件和土壤，云计算亦是如此。记得在世纪初的大学课堂上，教授们颇为推崇网格计算理论，该理论事实上已经充分体现了计算资源分布式协作和统一管理的先进思想。可惜网格计算过于学术化，最终是更接地气也更宏大的云计算横空出世，震动了整个 IT 业界。

那么，云计算诞生及蓬勃发展的原因是什么呢？在笔者看来，主要有三大因素，分别是**相关软硬件技术的成熟、巨大的社会价值和伟大的商业模式。**

01 所谓软硬件技术的成熟

指的是在技术和工程层面，构建云计算平台的条件开始陆续具备，主要包括超大规模数据中心建设、高速互联网络，以及计算资源虚拟化（Hypervisor）和软件定义网络（SDN）技术的不断发展和成熟——这些基础能力构成了云计算发展的技术前提

02 所谓巨大的社会价值

指的是从用户角度出发，云计算的采用使任意组织和个人得以站在巨人的

肩膀上开展业务，避免重复造轮，极大提高了软件与服务构建各环节效率，加速了各类应用的架构和落地，而云端按需启用和随意扩展的资源弹性，也能够为企业节省巨大成本

03 所谓伟大的商业模式

指的是云计算的产品和服务形态非常适合新时代的 B 端需要，订阅制和 Pay-as-you-go 的计费方式大幅降低了客户的进入门槛，而技术基础设施架构方面的稳定性需要又带来了较高的客户粘性，再加上多租户高密度数据中心所能带来的规模效应，这些因素使得云计算能够成为一门好的生意，对应着一个极佳的 B 端商业模式

这三者缺一不可，共同促成了云计算的兴起与繁荣，也吸引了不计其数的业界精英投入其中，是为云计算取之不竭的源动力。

当然，同任何新生事物一样，云计算行业的发展也并非一帆风顺。从早期被指责为“新瓶装旧酒”的概念炒作，到对云上数据隐私问题的担忧，再到对各类公有云线上偶发事故的讥讽和嘲笑，云计算的成长亦伴随着各种挑战和质疑。其中部分负面反馈实质上还是由于使用不当或偏离最佳实践造成，也让云计算背负了不少“冤屈”和骂名。所幸瑕不掩瑜，云计算的先进性终究让发展的主旋律盖过了干扰与杂音，配合其本身持续的改进，越来越多地得到客户的认可，市场规模也不断扩大。

本文会试图从普通开发者及实践者的视角来回顾云计算的伟大历程。因篇幅所限，所讨论的范畴将聚焦于公有云，以 IaaS 和 PaaS 层面的技术演进为主。

萌芽时代 2008—2011

事实上，云计算行业的开端较难精准定义。一般认为，亚马逊 AWS 在 2006 年公开发布 S3 存储服务、SQS 消息队列及 EC2 虚拟机服务，正式宣告了现代云计算的到来。

而如果从行业视角来看，我们也不妨视 2008 年为另一个意义上的云计算元年。因为在这一年，当 AWS 证明了云是可行业务之后，越来越多的行业巨头和玩家注意到这块市场并开始入局：

- ◆微软在 PDC2008 上宣布 Windows Azure 的技术社区预览版，正式开始微软众多技术与服务托管化和线上化的尝试；
- ◆Google 恰好也在 2008 年推出了 Google App Engine 预览版本，通过专有 Web 框架允许开发者开发 Web 应用并部署在 Google 的基础设施之上，这是一种更偏向 PaaS 层面的云计算进入方式；
- ◆而众所周知，国内的云计算标杆阿里云也是从 2008 年开始筹办和起步——可见是从 2008 年起，云计算的时代大幕逐步拉开，开始形成一个真正的多元化市场，并随着众多巨头的加入开始良性竞争。

在云计算兴起之前，对于大多数企业而言，硬件的自行采购和 IDC 机房租用是主流的 IT 基础设施构建方式。除了服务器本身，机柜、带宽、交换机、网络配置、软件安装、虚

拟化等底层诸多事项总体上需要相当专业的人士来负责，作调整时的反应周期也比较长——相信许多研发负责人都有过等待服务器到位的经历。

云的到来，突然给出了另一种高效许多的方式：只需轻点指尖或通过脚本即可让需求方自助搭建应用所需的软硬件环境，并且根据业务变化可随时按需扩展和按量计费，再加上云上许多开箱即用的组件级服务，这对许多企业来说有着莫大的吸引力。Netflix 就是早期云计算的拥抱者和受益者，该公司在 2010 年成功地全面迁移到 AWS，堪称是云计算史上最著名的案例之一。

技术产品上看，早期的云上产品组合虽然还比较单薄，也存在一些限制，但计算和存储分离的核心理念已经得到初步确立，并深刻影响了基于云上应用程序的架构模式。具体来说，该理念一方面体现在云厂商纷纷将存储服务开辟为独立的产品类别，通过如 AWS S3、Azure Storage、阿里云 OSS 等服务清晰剥离了二进制对象与文件的负载与管理，并且提供了丰富的接口和 API 以供应用程序进行集成；另一方面，在虚拟机层面基于网络存储的托管磁盘服务也得到了大力发展和推广，如AWS的EBS、Azure的Page Blob（后封装为 Managed Disk）以及阿里云的块存储（云盘），此类托管磁盘既很好地保障了数据可靠性，又提供了丰富的容量和性能级别选择，使得云上虚拟机的计算和存储充分解耦，在这两方面都能够独立扩展和调节。

在云计算的萌芽时期，另一个有趣现象是当时“云计算”和“大数据”纠缠不清的关系。可能是由于发展历程上几乎同期兴起，以及在大规模数据存储与计算上的确存在能力交集，两者的概念和定义一度容易互相混淆。早年笔者曾购买过一本很不错的 Hadoop 技术书籍，其副标题却是“开启通向云计算的捷径”，可见早期云计算的定义曾有较为模糊的阶段。

当然，随着后续的时代发展，这样的歧义越来越少见了，云计算已多特指提供各类云端服务与组件的软硬一体化技术资源平台，是一个带有明确商业模式的综合性载体，而大数据则是技术上处理大体量数据的方法论和实现，主要是一种技术体系——所以两者各自独立又可互相依存，比如各云计算厂商都陆续推出了云上大数据分析服务，如 AWS 的 EMR、Azure 的 HDInsight、阿里云的 E-MapReduce，本质上正是开源大数据技术在云上的实现和适配。

探索时代 2011—2014

当云计算玩家们纷纷入场并确认大举投入的战略后，行业进入了精彩的探索时代。这一时期的各朵云在产品技术层面进行了许多有益尝试，虽然免不了在个别方向上走些弯路甚至经受挫折，但总体而言云端服务的能力与质量取得了相当大的进步和提升，也为云计算赢得了越来越多的关注和喝彩。

首先，IaaS 层面继续围绕虚拟机为核心得到稳扎稳打的推进和增强。更强更新的 CPU 带来了云上虚拟机计算能力的提升和换代自不必说，早期机型内存相对偏小的问题也随着新机型的推出逐步得到解决，新上云端的 SSD 磁盘更是让机器性能如虎添翼。厂商们不约而同地形成了通用型、计算型、内存型等多个虚拟机系列，通过将不同 CPU/ 内存比例搭配的机型摆上货架，给予不同应用程序负载以更多选择。当笔者浏览这些琳琅满目的机型列表和参数时，恍惚间犹如来到了当年热闹的中关村 IT 卖场，颇有在云端“攒机”的奇妙感觉。

同属基础设施的存储类服务在初期得到了市场欢迎和认可之后，也同样迎来了大发展。原有功能得以细化，通过引入冷、热乃至存档的各级分层，进一步凸显成本优势。为了弥补托管磁盘在跨机器文件共享方面的不足，类似 NFS 的文件存储类服务也逐步成为了

云上标配，如 AWS 的 EFS、Azure 的 Azure Files 及阿里云 NAS 等，进一步把计算存储分离架构发挥到极致，大大方便了某些场景下的架构与实现。

与 IaaS 的高歌猛进相比，PaaS 的发展在这一时期则显得多少有些落寞，尤其是从希望从顶层应用框架入手来推广云的方式一直不温不火，没有得到太多的关注。例如前面我们提到的 Google App Engine，经过几年发展后技术上其实颇为扎实，除 Python 外也添加了 Java/Go 等更多语言的支持，亦可与 Google 其他基础设施无缝集成，但就市场而言总是处于叫好不叫座的状态；国内率先实践此模式的厂商是新浪 SAE，上线之初颇受关注，亮点在于支持 PHP 语言及集成 MySQL，可惜多年运营亦未达到火爆状态；阿里云也曾推出相似的 ACE 服务对此类产品形态进行尝试，后也于 2016 年下线——究其原因，恐怕还是因为 App Engine 类服务本质上是相对受限的环境，平台的技术约束和绑定较强，出问题时也较难进行深入排查所致。

这揭示了云的用户固然喜欢技术实现上的便利和平台抽象，但也同样渴求技术灵活性、可移植性和自我掌控。在后来的 Web 类 PaaS 服务中，我们看到业界调整了策略：更多地定位为通用运行平台并着力于自动扩容和负载监控等专业增值服务，尽可能解除技术、语言和框架层面的限制，如 AWS 的 Elastic Beanstalk、Azure 的 App Service

等；另一种发展思路则彻底轻量化，主要面向中小客户推广较为经济的建站服务，以满足入门级托管需求。

所幸，PaaS 中的另一重要分支——泛数据库类服务（亦称 DBaaS）则得到了快速的发展。由于数据库服务较为标准化，又是应用程序中不可或缺的重要组成，因此很快得到了广泛支持和采用。这里的典型代表有 Amazon RDS、阿里云 **RDS**、**Azure SQL Databases** 和 **Azure Database for MySQL/PostgreSQL** 等。

与自行使用虚拟机搭建相比，云上数据库一键式的创建过程，自带的高可用性和自动备份，可谓省心省力；丰富的性能等级选项更是可根据实际负载选择和调节，实现了成本的最优化控制。除此之外，由于云上数据库按时间及容量计费的轻量特点，也给予了一些优质企业级数据库以重要的展示和售卖渠道，降低了企业的评估和尝试成本：例如，原本只能以昂贵的一体机方式售卖的 MPP 数据库 **SQL Server Parallel Data Warehouse (PDW)**，微软将其彻底云化之后以 **Azure SQL Data Warehouse** 的产品形态发布，改变了其养在深闺人未识的状态，使得相关技术让普通开发人员触手可及，也无疑大大增加了在整体数据架构中的采用可能。

让我们回到宏观视角。在这一百家争鸣的探索时期，令人可喜的是中国云计算真正如火如荼地发展了起来。除了早期入场的阿里云和盛大云，腾讯、百度及三大运营商等各路巨头也都先后布局试水，并纷纷把“云”的品牌从一度红火的个人网盘服务让位于企业级云计算；微软 Azure 也于 2014 年在中国正式商用，标志着外资厂商开始参与国内市场竞争。值得一提的是，这段时期独立云计算企业 UCloud、七牛云、青云等都相继创立，分别以极具特色的产品服务和强大的自主研发能力，为中国云计算发展书写了浓墨重彩的篇章，使得国内云计算市场更加精彩纷呈。

发展时代 2014—2018

当整个云计算行业一定程度走过蹒跚探索时期之后，开创者们积累了越来越多的经验，对市场反馈和客户需求有了更清晰的了解与洞察，业务模式与商业运营也驾轻就熟起来——云计算行业终于进入高速发展时代。在这一时期，不论是总体市场规模，还是云计算的产品与服务，都得到了极大的增长和丰富。

首先，IaaS 方面的继续进步体现在服务的特异性和多样性上，不断推出细分领域和特定场景下适用的虚拟机实例：如基于物理隔离的专属实例、可运行 SAP HANA 等大型负

载的超高配实例、采用 CPU 积分制的性能突增实例、适用于机器学习与 AI 的 GPU 实例等。此类细分服务在云端出现的背后，是不少厂商针对性地研发和定制了适用于云的专属配套硬件。这些新一代的服务器不仅是简单的配置升级，而且在设计之初就是为云端负载而生，与云计算产品理念及底层软件技术栈高度融合匹配。另外在虚拟机计费规则方面，除了经典的按使用时长计费方式，各厂商也相继推出更为灵活的计费模式：包年包月、预留实例、竞价实例等，可有效帮助降低使用成本。这些 IaaS 方面的诸多进展，进一步满足了各场景的细分需求，减少了许多客户的上云阻碍。

在存储服务方面，云计算的步伐也在加快，除立足于核心对象存储服务的增强外，开始以一体化方式进攻部分垂直市场，挤占传统厂商的市场空间。最典型的例子莫过于 CDN：阿里云自 2015 年起在 CDN 领域大举扩张，多次主动大幅降价抢占市场，其他云计算厂商也纷纷跟进，这是原本波澜不惊的 CDN 领域的标志性事件。面对云计算厂商的竞争，网宿、蓝汛等老牌 CDN 厂商顿时立感压力，市场份额也开始发生相应变化。在国外，AWS CloudFront 和 Azure CDN 等云服务同样与 Akamai 这样的传统巨头进行着激烈角逐。当然，得益于 CDN 的架构融合特性，传统厂商也可选择与云厂商合作，从上游的基础设施方面作为云的供应商存在，不失为合作共赢之道。但无论如何，事实说明云的参与和挤压是相关市场发展的必然趋势。而且从技术层面来看，服务之间的一体化协同效应是云计算厂商进入 CDN 这样的单一领域的独到优势。例如，云

厂商的 CDN 可以与自家的对象存储服务联动，用户只需要轻点鼠标，即可将对象存储中的文件映射至云 CDN 的边缘节点网络来对外服务，免去了搭建传统回源站点的麻烦。

PaaS 方面在这个大发展时代也找到了崛起之道，不再寻求大一统的应用程序框架，而是更多提供标准的可复用中间件，并与其他 IaaS/PaaS 设施进行组合与联动——这一思路迅速得到开发者和架构师们的欢迎，随着特性完善其采用率开始稳步上升。典型的例子包括 API 网关、负载均衡器、消息队列等。

更进一步地，这一阶段的 PaaS 服务在与 IaaS 虚拟网络集成方面有了较大进步——这是以往 PaaS 服务常为人诟病的短板，即只提供面向互联网的公开端口，游离于 IaaS 的虚拟网络和架构体系之外——这一现状也通过两种方式得到了相当程度的解决：一种可称之为 **PaaS-in-VNet**，即允许 PaaS 服务直接部署到现成的虚拟网络之上，例如 Azure 上的 **App Service Environment (ASE)**，就是将 App Service 部署到私有虚拟网络的服务形式；另一种方式则是所谓 PaaS-to-VNet，为 PaaS 与虚拟网络之间提供私有通道，在不开放公开访问的情况下允许双向网络互通，同样以 **Azure App Service** 为例，用户可通过开启服务内置的 **VNet Integration** 特性来配置与私有网络

的安全通信。可以看到，无论是 **PaaS-in-VNet** 还是 **PaaS-to-VNet**，其本质都是试图解决 PaaS 和 IaaS 的融合问题，这无疑增加了 PaaS 在整体架构中被采纳的可能。

势头颇佳的 DBaaS 方面的进展，主要体现为从经典关系型数据库拓展到新兴的各类 NoSQL 数据库及大数据领域的云服务。**MongoDB、Redis、Kafka、ElasticSearch**——这些耳熟能详的开源数据库，我们几乎能在每一个云上找到其对应的托管服务，轻松地一键搭建所需集群。云上数据库的开箱即用是如此的便捷与诱人，不断获得市场，甚至引起了开源厂商的不满：MongoDB 近期将开源协议从 AGPL 调整为新推出的 SSPL，是一时关注度颇高的社区新闻，其矛头正是直指开源软件被直接包装为云服务牟利的状况（部分网友戏称此为“插管吸血”）。

在此，我们对各方抱有商业目的的行为不做倾向性评价，但从产品技术层面来讲，实力雄厚的云厂商并不乏应对之道：一是基于开源版本作分叉并开始自行维护和迭代，二是完全自行实现数据内核和引擎，仅在客户端协议方面与主流数据库进行兼容。目前，后者这类自研云数据库越来越成为一种新趋势：厂商可以放开手脚，充分利用云的特点进行重新设计，同时又兼容流行协议，这一方式迅速取得了市场和开发者认同，此类数据库的杰出代表是 **AWS Aurora** 和 **Azure CosmosDB**。其中 **AWS Aurora** 完全兼容最流行的 MySQL，同时实现了计算存储的高度分离和近乎无限的扩展，而 **Azure**

CosmosDB 则是一款多模式数据库服务，提供 **SQL**、**MongoDB**、**Cassandra**、**Gremlin** 等多种开放协议或查询语言的兼容，同时实现了全球分布、按需扩容、一致性保障等特性。

所以，无论是 Aurora 还是 CosmosDB，一经推出都迅速攻城略地，取得了不俗的战果。在国内，以阿里、腾讯为代表的大厂商也同样在自研数据库方面不断加码，陆续推出了阿里云 PolarDB、腾讯云 CynosDB 等重磅服务。

在这样的局面下，也许开源软件厂商可以参考同为创业公司的 DataBricks 的做法。DataBricks 作为大数据处理领域事实标准 Spark 框架的实际掌舵者，一方面主导把控 Spark 开源版本不断进步，另一方面也开始推出性能更佳、交付节奏更快的商业版本 **Databricks Runtime**。更重要的是，Databricks 积极地同云厂商合作，将自身的解决方案融入到公有云平台之中，成为了平台上原生的 PaaS 服务，例如与微软深度合作推出的 **Azure Databricks**。尽管云上已有基于纯开源方案的大数据服务如 **AWS EMR** 和 **Azure HDInsight**，但基于 Databricks 商业级解决方案的 PaaS 服务有自己独到的优势和特点，已初步获得了不错的发展势头。

我们由衷希望，出色的开源软件公司能够像 DataBricks 这样寻找到一种与云合作共赢的商业模式，毕竟业界既需要一站式的整合平台，又应当保护开源与创新的良性环境。

容器与微服务，可以说是近年最重要的技术趋势之一。作为新技术的拥抱者和试验田，公有云自然不会袖手旁观。事实上各大云在容器服务方面的尝试由来已久，在早期厂商们就各自推出了如 AWS ECS、Azure ACS、阿里云容器服务等基础设施，提供基于底层 IaaS 的容器运行环境，同时包含开源或自研的编排引擎。而当 Kubernetes 在编排大战中逐步胜出并成为事实标准后，各大厂商又不约而同地对 Kubernetes 提供更加定向和深度的支持，纷纷推出 **AWS Elastic Kubernetes Service (EKS)**、**Azure Kubernetes Service (AKS)** 等新一代容器服务。另一类容器托管服务则进一步屏蔽了底层细节和调度麻烦，让容器作为独立计算单元直接在共享基础设施上运行，如 AWS Fargate、Azure Container Instance、阿里云 ECI 等，颇得无服务器计算思想之精髓。当然，经典的无服务器计算一般指 FaaS，例如也在同步发展的 AWS Lambda 和 Azure Functions，它们虽在编程框架和范式方面有所限制，但得益于更高层抽象，可让开发者聚焦业务逻辑，在合适的场景中使用得当可大幅提高研发效率。

让我们的视角再从技术回到商业。随着云计算行业体量越来越巨大，市场竞争也愈发激烈，价格战屡见不鲜。虽然说云计算有着相当不错的商业模式，但这毕竟是一个重投入

长周期的行业，因此陆续有中小玩家力不从心、陷入困境。例如国外的 Rackspace，原本入场颇早也有相当积累，一度曾在市场中占先，但当巨头纷纷入场后就显得后劲不足，现已跌出市场占有率前五名。也许当云计算进入巨头角力时代后，中小玩家还是需要着力发展自己特色，深耕细分市场，或是寻求联姻以共享能力与资源。

客户方面，云计算在这一时期开始明显地从互联网企业向传统行业进行渗透。为了拿下更多传统行业客户，组织架构和流程的匹配也是必做的功课。走在前面的云厂商相应地完善了云上的多账号管理、组织架构映射、资源分组、细粒度权限管控等企业级功能。例如阿里云就在不断地更新升级其企业控制台，帮助用户更好地管理人员、资源、权限及互相之间的关系。

至此，经历了大发展的云计算已然成长为几乎承载一切、包容一切的巨大平台，是一艘提供企业信息化和数字化整体解决方案的航空母舰。云计算无疑已经全面走向成熟，成为了参与和推动 IT 业界向前发展的重要力量。

繁荣时代 2019—？

时间终于进入 2019 年。基于过去十年发展的良好态势，我们没有理由不相信云计算将进入繁荣热潮。来自 Gartner 的分析报告显示，2019 年的全球公有云市场规模将超越 2 千亿美元，并将继续保持稳定增速。而国内由于起步相对较晚，市场渗透率还不高，将拥有更高的增速。“上云”将成为各类企业加快数字化转型、鼓励技术创新和促进业务增长的第一选择甚至前提条件。对于企业而言，更多的不会是上不上云的问题，而是要考虑上哪家云、怎么上云的问题，是如何迁移重构以适配云端的问题，是如何让云更好地服务生产的问题。因此，我们对云的未来理应充满信心，同时也抱有更高的期待。接下来，我们不妨结合企业的需求和云厂商的投入方向，大胆预测未来云计算发展的若干趋势。



01 趋势之一：

云计算将进一步成为创新技术和最佳工程实践的重要载体和试验场，走在时代进步的前沿。这是得益于云产品本身的 SaaS 属性，非常适合快速交付与迭代，能够较快地把新产品、新技术推向业界。可以看到，当下的热点技术，从 AI 与机器学习、IoT 与边缘计算、区块链到工程实践领域的 DevOps、云原生和 Service

Mesh，甚至未来感十足的量子计算，都有云计算厂商积极参与、投入和推广的身影。以人工智能为例，不论是前面提到的 IaaS 中 GPU 计算资源的提供，还是面向特定领域成熟模型能力开放（如各类自然语言处理、图像识别、语音合成的 API），再到帮助打造定制化 AI 模型的机器学习平台（如 AWS SageMaker、Azure Machine Learning Service、阿里云 PAI 等），云事实上从各个层面都有力地支持和参与了 AI 相关技术的发展。就最终效果而言，云上的资源和产品让人工智能等新兴技术变得触手可及，大大降低了客户的探索成本，也加快了新技术的验证和实际交付，具有极高的社会价值。

另外值得一提的是，云在新技术的发展过程中还保持了某种程度的中立性，对于技术趋势持有普遍包容和适应的态度——最典型的例子莫过于容器化和开源框架（如 Spring Cloud）支持下的云原生架构，它们事实上同部分云端 PaaS 服务存在竞争关系，甚至有助于用户解除厂商锁定，但云厂商并不会厚此薄彼，而是进行不遗余力的支持与适配，更多地把选择权留给客户。

02 趋势之二：

云计算将顺应产业互联网大潮，下沉行业场景，向垂直化产业化纵深发展。随着通用类架构与功能的不断完善和对行业客户的不断深耕，云计算自然地渗透进入更多垂直领域，提供更贴近行业业务与典型场景的基础能力。典型的垂直云代表有视频云、金融云、游戏云、政务云、工业云等。以视频云为例，它是将视频采集、存储、编码转换、推流、视频识别等一系列以视频为核心的技术能力整合为一站式垂直云服务，不仅适用于消费互联网视频类应用的构建，更重要的是配合摄像头硬件和边缘计算节点进军广阔的线下安防监控市场。再如金融云，可针对金融保险机构特殊的合规和安全需要，提供物理隔离的基础设施，还可提供支付、结算、风控、审计等业务组件。可以预计，随着消费互联网红利耗尽，产业互联网将逐步受到重视并兴起，其规模之大、场景之多，将给予云计算厂商极大的发展空间；而云计算作为赋能业务的技术平台和引擎，也非常适合承载产业

互联网的愿景，加快其落地与实现。

03 趋势之三：

多云与混合云将成为大中企业刚需，得到更多重视与发展。当企业大量的工作负载部署在云端、对于云的应用进入深水区之后，新的问题则会显现：虽然云端已经能提供相当高的可用性，但为了避免单一供应商出现故障时的风险，关键应用仍须架设必要的技术冗余；另一方面，当业务规模较大时，从商业策略上说也需要避免过于紧密的厂商绑定，以寻求某种层面的商业制衡和主动权。因此，越来越多的企业会考虑同时采购多个云厂商的服务并将它们结合起来使用——这将催生多云架构和解决方案的兴起，以帮助企业集中管理协调多个异构环境，实现跨云容灾和统一监控运维等需要。

例如华为云不久前发布了商用级的多云容器平台 MCP，可对跨云跨区域的多个容

器集群进行统一资源与应用管理，提供一站式的接入、管控和调度能力；在网络基础设施层面，也有如犀思云这样专注于云交换服务的企业，提供云与云、网与网之间的快速互联，帮助多云互联在稳定性延迟等方面达到生产要求。除同时使用多个公有云之外，合规和隔离性要求更高时的另一选择是私有部署云基础设施，并与相应公有云专线连接形成混合云架构。从目前市场态势看，主要有公有云厂商主导的混合云方案和私有云厂商主导的方案两类。笔者个人更看好前者的发展，是因为公有云厂商方案让混合云的私有部分成为了公有云在自有数据中心的自然延伸，提供了与公有云端高度一致的能力和使用体验。此类服务的代表有微软的 Azure Stack，以及阿里云 Apsara Stack，包括之前只专注公有云的 AWS 终于在 re:Invent 2018 大会上推出了 AWS Outposts，也加入了混合架构的行列。

04 趋势之四：

云的生态建设重要性不断凸显，成为影响云间竞争的关键因素。当某个云

发展到了一定规模和阶段后，恐怕不能仅仅考虑技术和产品，同样重要的是建立和培育具有生命力的繁荣生态和社区，此为长久发展之道。因为一朵云再大再丰富，也必有覆盖不了的场景和完成不了的事情。这就需要大量的第三方服务提供商，以合作伙伴的身份基于云平台提供各类解决方案。此举既方便了用户，又增加了云的粘性，也可保证应用提供商的市场空间，可谓三方共赢。所以在当下各大云平台上，我们都能够找到应用市场和合作伙伴计划，这正是厂商们着力建设的第三方解决方案平台。例如，国内大数据领域的明星创业公司 Kyligence 拥有以 Apache Kylin 为核心的企业级大数据 OLAP 解决方案，通过其 Kyligence Cloud 套件深度适配了多个云端，先后登陆了包括 Azure、AWS 和阿里云在内的多个云市场与平台。

云生态的另一个重要方面是面向广大开发者、架构师和运维工程师的持续输出、培养和影响。只有赢得广大技术人员的关注和喜爱，才能赢得未来的云计算之

议。我们之所以取下这个判断，是因为以下几点原因：

- 其一**，云的采购具有弹性特征，不论是 Pay-as-you-go 还是年单方式，都可随实际项目效果和生产运行情况进行调整，此时一线研发人员和架构师会颇具发言权，可将使用端的实际情况反推至商务决策层面并影响续约；

- 其二**，从历史上来看，部分较为失败的云上功能，往往是失之于理想化和简单化，或是过多地从管理或宣传视角考虑而忽略了落地细节，最终导致了实操效果受限、口碑下滑甚至无人问津，因此从开发者的角度思考产品设计对于云而言至关重要；

- 其三**，如若能培养庞大的技术爱好者和粉丝群体，形成传播效应，相信对应的云服务自然不愁业务的增长，还能进一步收集到更多产品反馈，形成良性循环。

由上种种，所以当下各大厂商，都开始空前重视开发者关系，并视之为核心竞争

力。云厂商们不但努力地建设丰富的文档体系和在专业媒体频繁发声，还会积极举办各类论坛和参与业界开发者会议，并新增如 Developer Advocate 这样的布道师职位，专注于在开发者群体中扩大影响力。这里我们不妨简单分析一个例子：IBM Cloud(原 BlueMix)。总体上 IBM 云历来相当注重和依赖企业端的庞大销售体系和客户资源，但在赢得开发者和社区方面投入相对不足，所以在大多数人的印象中，IBM 云总显得有些遥远和陌生。一旦“脱离了人民群众”，久而久之就难免在市场竞争中处于颓势。恐怕这也能够解释为什么 IBM 去年斥 340 亿美元巨资收购红帽：IBM 不仅仅是看重 Red Hat 深厚的开源技术积累及其 OpenShift 云平台，也一定包含了对于其开发者人气和社区基因的考量，可以很好地弥补自身短板。

综上所述，“创新、垂直、混合、生态”这四大趋势，将伴随云计算走向繁荣。对于云计算的美好未来，我们已迫不及待。最后再作一个小小的预判：随着云的高度复杂化和差异化，企业会愈发需要面向云端各个层面的解读、判断与帮助，除了第一方厂商支持团

队的助力之外，独立的云计算咨询与托管服务会成为新的需求热点——这将催生一个不小的云增值业务市场，即 Cloud MSP (Managed Service Provider)。在国外，Cloud MSP 已有一定的关注度，Gartner 也开始为此领域发布观察报告及绘制魔力象限，目前埃森哲处于行业领先地位；在国内，我们也欣喜地看到如云角信息（已被神州数码收购）、云宿科技、新钛云服等厂商中立的云 MSP 不断出现，且发展势头颇为良好。能否为客户持续创造价值，并形成合理的商业模式，将是决定 Cloud MSP 这一云衍生行业未来的关键。

写在最后

云计算走过了激荡十年，可谓势不可挡，风雨兼程。它如此巨大和丰富，虽万字不足以道其一二。限于篇幅，本文无法覆盖云计算的更多角度与话题，还请读者见谅。另外，本文对于云计算发展的分代方式仅供参考，事实上技术的发展更迭总是互相交织和持续进行的。

云计算历史性地对 IT 硬件资源与软件组件进行了标准化、抽象化和规模化，某种意义上颠覆和重构了 IT 业界的供应链，这是一个巨大的革新与进步。如今，云计算正迎来最好的时代，在中国这片广阔热土更是如此。我们由衷希望，云计算行业不仅取得商业上的成功，更能扎实服务各行各业，为社会经济发展提供数字化引擎和强大动力。让我们继续与云计算同行，与伟大的数字时代同行。

远望智库 >><< 预见未来

一网打尽系列文章，请回复以下关键词查看：

创新发展：习近平 | 创新中国 | 创新创业 | 科技体制改革 | 科技创新政策 | 协同创新 | 科研管理 | 成果转化 | 新科技革命 | 基础研究 | 产学研 | 供给侧

热点专题：军民融合 | 民参军 | 工业4.0 | 商业航天 | 智库 | 国家重点研发计划 | 基金 | 装备采办 | 博士 | 摩尔定律 | 诺贝尔奖 | 国家实验室 | 国防工业 | 十三五 | 创新教育 | 军工百强 | 试验鉴定 | 影响因子 | 双一流 | 净评估 | 大学排名

预见未来：预见2016 | 预见2020 | 预见2025 | 预见2030 | 预见2035 | 预见2045 | 预见2050

前沿科技：颠覆性技术 | 生物 | 仿生 | 脑科学 | 精准医学 | 基因 | 基因编辑 | 虚拟现实 | 增强现实 | 纳米 | 人工智能 | 机器人 | 3D打印 | 4D打印 | 太赫兹 | 云计算 | 物联网 | 互联网+ | 大数据 | 石墨烯 | 能源 | 电池 | 量子 | 超材料 | 超级计算机 | 卫星 | 北斗 | 智能制造 | 不依赖GPS导航 | 通信 | 5G | MIT技术评论 | 航空发动机 | 可穿戴 | 氮化镓 | 隐身 | 半导体 | 脑机接口 | 传感器

先进武器：中国武器 | 无人机 | 轰炸机 | 预警机 | 运输机 | 直升机 | 战斗机 | 六代机 | 网络武器 | 激光武器 | 电磁炮 | 高超声速武器 | 反无人机 | 防空反导 | 潜航器

未来战争：未来战争 | 抵消战略 | 水下战 | 网络空间战 | 分布式杀伤 | 无人机蜂群 | 太空战 | 反卫星

领先国家：美国 | 俄罗斯 | 英国 | 德国 | 法国 | 日本 | 以色列 | 印度

前沿机构：战略能力办公室 | DARPA | 快响小组 | Gartner | 硅谷 | 谷歌 | 华为 | 阿里 | 俄先期研究基金会 | 军工百强

前沿人物：钱学森 | 马斯克 | 凯文凯利 | 任正非 | 马云 | 奥巴马 | 特朗普

专家专栏：黄志澄 | 许得君 | 施一公 | 王喜文 | 贺飞 | 李萍 | 刘锋 | 王煜全 | 易本胜 | 李德毅 | 游光荣 | 刘亚威 | 赵文银 | 廖孟豪 | 谭铁牛 | 于川信 | 邬贺铨

全文收录：2018文章全收录 | 2017文章全收录 | 2016文章全收录 | 2015文章全收录 | 2014文章全收录

其他主题系列陆续整理中，敬请期待.....



与智者同行 为创新加速

