

推荐（首次）

边缘计算专题报告

风险评级：中风险

云计算体系新助力，拆解边缘计算寻找新机会

2019年11月22日

投资要点：

魏红梅

SAC 执业证书编号：

S0340513040002

电话：0769-22119410

邮箱：whm2@dgzq.com.cn

研究助理：陈伟光

SAC 执业证书编号：

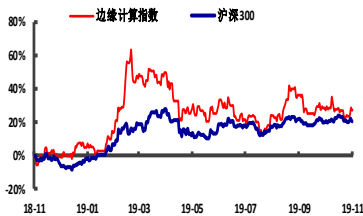
S0340118060023

电话：0769-22110619

邮箱：

chenweiguang@dgzq.com.cn

边缘计算指数走势



资料来源：东莞证券研究所，Wind

相关报告

- **追本溯源，看技术发展与局限性并存。**从整个流程来看，所有数据先通过网络全部传输到中心机房，然后云计算进行处理，待处理完成后再将结果传输到相应位置。对于这样数据处理会有两个较为突出的问题。其一是算力的时效性。其二是算力的有效性。传统CDN存在局限性，不能满足云计算+物联网时代。后期虽然通过CDN技术使情况得到改善，从传统CDN的运作模式来看，终端所产生的数据将需要回溯到中心云进行处理，在海量数据传输的情况下，将会出现使用成本和技术实现这两个较为突出的问题。
- **新技术孕育而生——边缘计算。**边缘计算是网络中最靠近物或数据源头融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台，就近提供边缘智能服务。在更靠近终端的网络边缘上提供服务是边缘计算最大的特点。对于这样的设计，能满足各行业在数字化上敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。其所具备的优势对智能化具有促进作用，串联起物理和数字两个世界。
- **边缘计算成就大格局：云边协同扩大价值。**云计算与边缘计算在技术定义上具有差别，使它们所使用的场景有所差异。虽然使用场景有所差异，但在数字化转型中，两种计算都担负着同样重要的计算任务，两者在网络、业务、应用、智能等方面的协同将有助于支撑行业数字化转型更广泛的场景与更大的价值创造。因而，数字化转型需要云计算与边缘计算的支持。我们以流媒体以及工业互联网两大场景进行阐述。
- **梳理边缘计算的架构与核心要素。**在云计算的布局上，国外厂商较国内早，而在边缘计算的布局和发展也比国内企业快。目前，云边协同是云计算发展的趋势。对于边缘计算，已形成**基础设施、计算机平台和CDN三大要素**。云边协同市场具有较大潜力，随着协同效应的产生，更大的发展空间将会出现。对于国内企业在相关产在追赶国外领先巨头的脚步，未来在云边应用上有望得到收益。
- **透析边缘计算基础资源架构核心技术。**边缘计算将数据或任务放在靠近数据的网络边缘侧进行处理是一种新型的服务模型。在数据源和云计算中心之间的任意功能实体都可以成为网络边缘侧。实体通过搭载具备网络、计算、存储、应用核心能力的边缘计算平台，为终端客户提供实时、动态和智能的服务计算。由于设备以就近分布式原则对数据进行处理，因而提供了更好的结构来支持数据安全和隐私保护。边缘计算模型的主体架构主要包括**核心基础设施、边缘数据中心、边缘网络和边缘设备**。从架构功能角度划分，边缘计算包括**基础资源、边缘管理、边缘安全以及边缘计算业务应用**。其中，边缘计算包括基础资源以**计算、存储、网**

络所包含的技术为主。

- **投资策略：首次覆盖给予推荐评级。**投资建议：建议关注以下两条投资主线：（1）边缘计算架构关键要素为导向的相关供应商，如，浪潮信息（000977）、紫光股份（000938）、用友网络（600588）、宝信软件（600845）、网宿科技（300017）等。（2）以核心技术为为导向的供应商，如：中兴通讯（000063）、中科曙光（603019）、紫光国微（002049）、兆易创新（603986）等。
- **风险提示：产能不及预期，技术研发进展不及预期，下游需求变化等。**

目 录

一、追本溯源，看技术发展与局限性并存	5
1.1 云计算虽然强大，但是存在双重局限	5
1.2 CDN 舒缓症状，但是难除根本	5
二、新技术孕育而生——边缘计算	6
2.1 边缘计算成为云计算的有力补充	6
2.2 边缘计算将有望加速 CDN 进化	7
三、边缘计算实现大效益	9
四、边缘计算成就大格局：云边协同扩大价值	11
4.1 云边协同是数字时代的选择	11
4.2 云边协同造就多场景应用升级	12
4.2.1 流媒体场景	12
4.2.1.1 云游戏	13
4.2.2 工业互联网场景	14
4.2.2.1 云边协同是工业互联网的重要支柱	14
4.2.2.2 经典案例	15
五、梳理边缘计算的架构与核心要素	15
5.1 边缘计算的基本结构	15
5.2 从巨头公司寻找我国边缘计算架构关键元素	16
5.2.1 边缘计算要素之一：基础设备	16
5.2.2 边缘计算要素之二：计算平台	18
5.2.3 边缘计算要素之三：CDN	18
六、透析边缘计算基础资源架构核心技术	19
6.1 网络	19
6.2 计算	20
6.3 存储	21
七、投资策略	22
7.1 投资建议	22
7.2 投资策略	22

插图目录

图 1：通信发展史	5
图 2：边缘计算在数据处理中的功能和位置	6
图 3：分布式云示意图	7
图 4：移动网络 vCDN 部署	8
图 5：企业生成数据在集中式 DC 或云端之外创建和处理的比例	11
图 6：企业对边云计算应用需求	11
图 7：物联网场景下云边协同	12
图 8：工业物联网场景下云边协同	14
图 9：分布式云示意图	15
图 10：新华三产品	17
图 11：边缘计算功能划分模块	19
图 12：AI 芯片目标领域	20

表格目录

表 1: 边缘计算优势	9
表 2: 边缘计算与云计算协同点	11
表 3: 重点公司盈利预测(2019/11/21)	23

一、追本溯源，看技术发展与局限性并存

1.1 云计算虽然强大，但是存在双重局限

数据处理离不开计算机运算。在数据时代，无论是人的活动还是机器的运作都会产生各种各样海量的数据。在数据中，有一次性的数据，也存在有价值的的数据，数据种类杂乱无章。对数据梳理和筛选需要投入大量的资源，而计算机运算是必不可少的资源。在本地计算机算力成本等限制下，越来越多的应用依赖着云计算，因而对于云计算算力的需求也在逐步加大。但云计算提供服务的同时，算力系统的优化也在同步进行中。

云计算虽强大，但存在局限性。一般而言，当对数据进行处理时，若只通过云计算来进行数据处理，则数据处理存在拖沓的情况。从整个流程来看，所有数据先通过网络全部传输到中心机房，然后云计算进行处理，待处理完成后再将结果传输到相应位置。对于这样数据处理会有两个较为突出的问题。其一是算力的时效性。数据反馈会出现延迟，海量数据传输是这个问题形成的主要原因，数据在有限的带宽资源中传输会出现阻塞的情况，进而使得响应时间加长。其二是算力的有效性。所有数据都会传输到中心机房，而其中部分数据是没有使用价值的，但因为缺少预处理的过程，而这些数据会导致云计算算力的浪费。

1.2 CDN 舒缓症状，但是难除根本

从中心到端的模式应用于各个通信时代。“中心-边缘-端”这种运作模式是从电信开始的，中心指的是程控交换中心，边缘是程控交换机，而电话则是终端。这一种运作模式在电信网时代的到了充分的应用，也在一定程度上保证整个网络有序且有效的运作。而到互联网时代，这种模式得以延续，“数据中心-CDN-移动电话/PC”是这种其在互联网时代的应用。其中 CDN（Content Delivery Network，内容分发网络）的设计是为了尽量避免网络拥挤的情况，为客户就近提供所需内容，达到提高用户访问网站的响应速度的目的。这种边缘化的设计能使得在线内容的分发或传输的到优化，进而提高网络效率和用户体验。

传统 CDN 技术注重于缓存。在互联网时代，由于网络流量较少，互联网上的任何内容都可以通过 CDN 提供，数据流里包含图像、文件下载、直播等。当我们从实际应用的层面来看，大部分互联网内容都是通过 CDN 传送。传统 CDN 除为计算机提供内容外，也为移动设备提供服务，大部分互联网设备的交互都需要基于 CDN 进行运作。传统 CDN 技术更注重的是缓存，服务器可理解为缓存服务器，它的运行需要中心平台的操作。

图 1：通信发展史



资料来源：云计算开源产业联盟，东莞证券研究所

传统 CDN 存在局限性，不能满足云计算+物联网时代。在云计算+物联网时代，由于数据大量爆发，所需要传输的数据将会以几何形式增加，对于整个网络的承载将会是一个极大的考验。从传统 CDN 的运作模式来看，终端所产生的数据将需要回溯到中心云进行处理，在海量数据传输的情况下，将会出现使用成本和技术实现这两个较为突出的问题。首先在传统 CDN 使用费率上一直居高不下，其中最主要的原因是资费收取不够灵活，无法实现按需收取。而技术问题则表现在带宽上。以移动网为例，传统 CDN 系统一般部署在省级 IDC 机房，而非移动网络内部。因而，数据需要通过较长的传输路径才能到达数据中心。在流媒体、AR、VR 等应用爆发的情形下，大流量数据将会对传输网造成较大的冲击，数据传输等问题将会日益突出。从客观因素上来看，传统 CDN 已不能满足云计算+物联网时代日益增加海量数据的存储、计算及交互需求的需求。

二、新技术孕育而生——边缘计算

2.1 边缘计算成为云计算的有力补充

为提升数据处理的时效性与有效性，在此情况下，边缘计算孕育而生——这将使得数据处理更为有效。边缘计算是网络中最靠近物或数据源头融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台，就近提供边缘智能服务。在更靠近终端的网络边缘上提供服务是边缘计算最大的特点。对于这样的设计，能满足各行业在数字化上敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。其所具备的优势对智能化具有促进作用，串联起物理和数字两个世界。

图 2：边缘计算在数据处理中的功能和位置

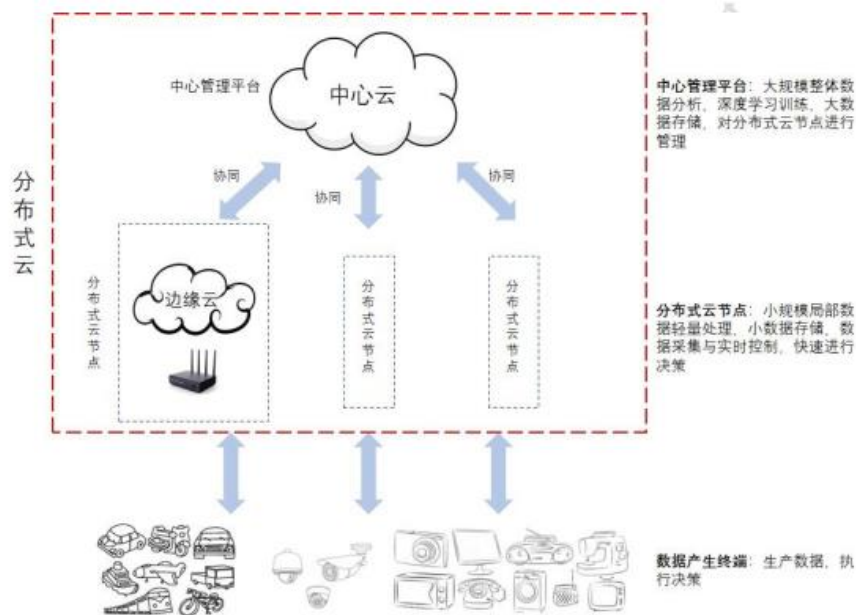


资料来源：工业互联网产业联盟，东莞证券研究所

边缘计算解决时效性与有效性问题。边缘计算可以将数据先进行处理，对于需要更深度分析的数据即传输到中心机房，进而进行云计算。边缘计算能使数据下沉，促使数据在最短的距离和时间里被处理，从而实现更高效的网络运行。云计算和边缘计算在算力网络中侧重点不尽相同。若以数据源为起点，边缘计算与云计算相比较，更接近数据源，因而对于数据的相应也会更及时。但从算力来看，边缘计算并不如云计算强。基于云计算和边缘计算的不同特点，两者所适用的场景有所不同。因而，云计算与边缘计算的组合应用将会是未来计算机算力发展的趋势。

边缘计算将成为云计算的新触角。在 CDN 云边协同的应用上，无论是本地化+热点内容频繁请求，还是面向物联网、大流量的应用，边缘计算分布式的节点组合形式能更好的满足广链接、低时延、好控制的用户需求。基于边缘计算都是一个成本较低且效率较高的选择，边缘计算将成为云计算的新触角。

图 3：分布式云示意图



资料来源：云计算开源产业联盟，东莞证券研究所

2.2 边缘计算将有望加速 CDN 进化

算力需求促使传统 CDN 迭代。与传统 CDN 技术相比，边缘计算更着重于计算力。海量数据是物联网时代最大的特点，数据的运算时必不可少的环节，传统 CDN 的架构使得其在运算上成本巨大，在边缘侧进行运算是最有效的方法。因而，传统 CDN 已无法适应新时代的需求，向边缘计算过渡是势在必行的趋势。

应用理念是边缘计算与传统 CDN 最大的区别。传统 CDN 技术核心是借助缓存数据来实现节点传输数据能力的提升，而边缘计算则是利用靠近数据源的边缘来进行数据的计算分类，虽然在功能上有少量重叠的地方，但两者应用理念是不尽相同。也正是这样的理念差异，使得数据的处理上，两者也有所差别。对于传统 CDN 是将数据都回溯到数据中心

进行处理，而边缘计算则不需要。边缘计算可利用自身资源对数据进行处理，实现为云计算中心减负的目的，也能有效的减少两者之间的数据流量，减少对传输网络的冲击。边缘计算能使整个计算网络和数据传输网络资源得到优化，也能使终端使用者体验到较低的响应时间和延迟。

边缘计算与传统 CDN 功能部分相同，资源可复用。传统 CDN 与边缘计算都是为了给用户创造更快的相应速度和更好的用户体验而构建的体系，尽可能的靠近数据源能实现传输能力的有效提升。边缘计算的计算节点以及应用在靠近终端的数据中心以分布式的方式部署，此方式使其在服务响应和可控性等性能上较传统中心化的云计算概念都优越。无论是传统 CDN 还是边缘计算，都可以提供储存服务，为实现快速响应的目标两者的部署方式具有相似的地方，都需要靠近网络边缘，因而带宽资源可实现服用。

数据和应用爆发，CDN 以“边缘云+AI”新形式发展。数据和应用爆发是当前大数据时代的标签，为了实现快速响应需求并实现服务能力、状态和质量更透明，CDN 将以“边缘云+AI”的新形式进行迭代。以移动网络为例，目前 CDN 部署不在移动网络内部，因而会产生一系列的问题。若通过将 CDN 部署到移动网络内部，将有效缓解传统网络的压力，并且提升用户体验，而这一目标的实现则需要运用边缘云平台将 vCDN（virtual Content Delivery Network，虚拟内容分发网络）下沉到运营商的边缘数据中心。以云边协同的方式来构建 CDN，通过在中心 IDC 上扩大 CDN 资源池和利用边缘云能实现资源弹性伸缩的能力，能更好的满足节点的需求。

图 4：移动网络 vCDN 部署



资料来源：云计算开源产业联盟，东莞证券研究所

总结：在通信结构上随着时代的更迭没有发生改变，但在技术的应用上进行了革新。大数据时代，在传统 CDN 无法满足当代通信需求时，边缘计算所具备的计算能力是其优势，也是传统 CDN 所不具备的能力。因而，“边缘云+AI”的新模式成为 CDN 发展的新趋势。向边缘计算过渡将会成为新趋势下的新发展。

三、边缘计算实现大效益

边缘计算优势明显。边缘计算作为云计算的补充，分布式的部署将有效的解决网络资源和信息安全等方面的问题，对于终端的响应也会更及时。这样的部署方式决定了其具有云计算所不具备的优势，对于云边协同效应的产生具有重要的促进作用。

表 1：边缘计算优势

边缘计算的优势	描述
带宽可用性与使用	互联网上长距离通信的带宽正在改善，但生成的数据量也在呈指数级增长，可能很快就会超过可用带宽。边缘计算使处理更接近于数据的来源可以帮助有效和高效地利用可用带宽
网络连接性	将功能放在边缘可以帮助确保在发生网络连接问题时应用程序不会中断。例如，在海上钻井平台上使用的关键应用程序(网络连接中断的风险很高)可能受益于边缘处理。
网络安全性	使用一种中心辐射式的云/边缘架构可以帮助将设备机密(令牌、密钥、证书等)定位或划分到多个节点中，而不是将它们全部存储在一个地方，从而有助于提高安全性。
自治性	许多 IoT 解决方案需要自治，其中，端点单独操作，或者使用网关和边缘服务器提供足够的处理和存储能力来监视、管理和响应本地级别。常见的例子包括自动驾驶汽车、心脏监测器和类似的医疗设备，以及发电厂，在这些地方，即使失去了连接，系统也必须继续自动工作。
数据隐私性	每个数据点都有重要的隐私、安全和法规要求，许多数据点需要包含在它们生成的地方附近。这是通过边缘计算实现的。在隐私至上(卫生保健)和/或数据移动监管严格的某些垂直领域，它尤其相关。
数据标准化	在创建数据时，必须对其进行解释。通常必须支持大量协议和大量设备。为了有效地管理这种规模的变化，需要对传感器数据进行规范化，将其转换为消息传递标准。这种均质化可以在边缘(通常是在网关中)更有效地完成，而不是在云中，云中的处理资源更适合用于从数据中获取价值的功能。这种数据边缘的标准化或均质化常常与滤波和其他数据压缩功能相结合，因此也有助于更有效地利用可用带宽。
数据过滤与优先级	IoT 设备产生的海量数据中只有一部分是相关的，因此过滤掉冗余或无用的数据不仅可以节省数据传输成本和带宽，还可以节省云计算和存储成本。在许多情况下，过滤和优先级也意味着转换原始传感器数据。边缘计算可以为公司节省住房和/或传输不必要的数据。
更简单、更具性价比的设备	网关和边缘服务器将数据存储和处理转移到网关或边缘服务器，而不是将它们嵌入到传感器或设备中，从而使设备更简单、更便宜。
潜在因素	通常，组织将数据转化为洞察能力，然后转化为行动的速

度是至关重要的一一特别是在涉及安全的情况下。当大量数据必须经过长距离传输时，网络跃点和网络设备所能施加的实际效率限制远远超过光速所施加的理论限制。边缘计算可以通过将处理移动到离数据源更近的地方来帮助解决这个问题。

资料来源：德勤、东莞证券研究所

边缘计算体现 CROSS 价值。联接的海量与异构 (Connection)、业务的实时性 (Real-time)、数据的优化 (Optimization)、应用的智能性 (Smart) 和安全与隐私保护 (Security) 是边缘计算优势的价值体现。

终端数激增和网络异构是挑战也是机遇。系统互联与数据采集传输依赖于网络系统，系统的承载和兼容能力是衡量网络系统的一个重要指标。从互联网时代开始爆发的互联网终端数将会保持增长势头，除日常所熟悉的电脑、手机外，随着 VR/AR 技术的成熟，更多的设备需要连接互联网，终端种类和数量将会有进一步的提升。与此同时，工业场景下的互联网应用存在着多种制式的系统，对各系统的兼容将会是一个较大的挑战。对于海量的终端和数据，边缘计算提供的服务能有效的缓解传输网络的压力，为用户提供更好的使用体验。而工业互联网里，边缘计算对各系统的兼容问题的解决将会为企业节省开支，也能使边缘计算在工业应用中加速。终端数激增和网络异构是挑战也是机遇，解决这些问题是边缘计算联接的海量与异构价值的体现。

为客户提供实时服务。业务的实时性代表着只要终端端发出需求，边缘计算就能以最快的速度完成响应。工业系统检测、控制、执行，新兴的 VR/AR 等应用的实时性高，对于响应时间都有较为明确的要求。若所有数据都在云端来完成，延迟将会是一个难以控制的变量，因而许多应用场景无法落实。而边缘计算将有效的解决延迟的问题，为实时响应提供技术支持。

海量数据有效处理。互联网终端种类和数量激增所带来的数据种类和数量爆发是无法避免的情况，边缘计算能对海量数据进行预处理，这是边缘计算计算能力的体现，也是实现低时延的技术基础。通过对数据的优化，以灵活高效地服务于边缘应用的智能。

智能是转型的目标。智能是科技进步的一大目标，智能制造、智能家居等领域智能化将会成为趋势。业务流程优化、运维自动化与业务创新驱动应用走向智能，边缘侧智能能够带来显著的效率与成本优势。智能化应用场景将推动行业向新的服务模式与商业模式转型。

边缘侧能提供更高等级的安全防护。边缘计算靠近于数据源头，因而需要实施端对端的防护。由于分布式的布局，对于设备的维护而言，由于设备数量增加所导致的威胁防护广度也有所加大。在边缘侧的安全防护主要包含设备、网络、数据与应用安全，对于数据的完整性和保密性也是需要重点关注的内容。与此同时，对于侵入者控制访问的难度在加大，在某种程度上，边缘侧安全与隐私保护程度更高。

总结：边缘计算所具备的优势能为云计算补短板，在云边协作中为终端提供更好的服务。边缘计算是适应现代通信需求所发展的解决方案，其优势都体现在 CROSS 价值，对边缘计算的推广具有促进作用。

四、边缘计算成就大格局：云边协同扩大价值

4.1 云边协同是数字时代的选择

云计算与边缘计算是数字化转型的两大重要支持。云计算与边缘计算在技术定义上具有差别，使他们所使用的场景有所差异。云计算适用于非实时、长周期数据、业务决策场景，边缘计算在实时性、短周期数据、本地决策等场景方面表现更为优异。虽然使用场景有所差异，但在数字化转型中，两种计算都担负着同样重要的计算任务，两者在网络、业务、应用、智能等方面的协同将有助于支撑行业数字化转型更广泛的场景与更大的价值创造。因而，数字化转型需要云计算与边缘计算的支持。

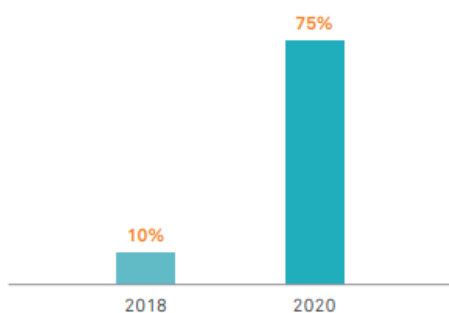
表 2：边缘计算与云计算协同点

协同点	边缘计算	云计算
网络	数据聚合 (TSN+OPC UA)	数据分析
业务	Agent	业务编排
应用	微应用	应用生命周期管理
智能	分布式推理	集中式训练

资料来源：工业互联网产业联盟、东莞证券研究所

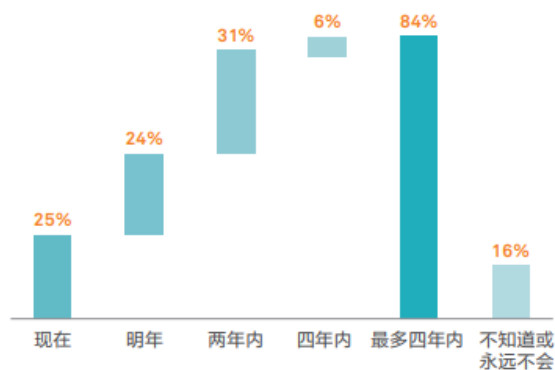
市场作证集中式云计算演变。边缘计算 CROSS 价值日渐突出，促使计算模型从集中式的云计算向分布式的边缘计算发展，使边缘计算成为一股热潮。Gartner《Top 10 Strategic Technology Trends for 2018: Cloud to the Edge》认为到 2022 年，随着数字业务的不断发展，75%的企业生成数据将会在传统的集中式数据中心或云端之外的位置创建并得到处理。此外，Gartner IT 基础架构、运营管理与数据中心大会（2017 年 12 月）发布的调研数据显示，84%的企业将在四年内将边缘计算纳入企业规划。从两组数据上可以看出，边缘计算的市场需求已经形成，这将推动集中式云计算的演变，促进云边协同发展。

图 5：企业生成数据在集中式 DC 或云端之外创建和处理的比率



数据来源：Gartner，东莞证券研究所

图 6：企业对边云计算应用需求



数据来源：Gartner，东莞证券研究所

云边协同放大边缘计算与云计算价值。从算力架构和功能上来说，边缘计算和云计算之

间不是替代关系，也不存在竞争关系。基于靠近执行单元而构建的边缘计算，为云计算提供高价值数据的采集和初步处理服务，为其提供一个更好的服务支撑。而云计算通过对大数据的分析得出结果或模型会通过下发的方式，对边缘侧进行更新，使边缘侧能更好的运行。两者使相辅相成的作用，边缘计算服务于云计算，云计算通过为边缘侧提供更新来实现反哺，形成一个闭环。

以物联网为例，云计算与边缘计算相互协同效益大。数据是物联网中最为重要的资料之一，数据处理水平对物联网的发展具有限制作用。云边协同模式的应用将有助于物联网能大规模的应用。从数据产生的角度来看，物联网中设备众多，所采集的数据无论是种类还是数量都是繁多，数据传输和处理对于传输网络和算力网络都是一种挑战。在缺少边缘计算的情况下，数据需要全部上传到云端进行处理，在这种情况下，云端所面临的压力将会十分巨大。在云边协同的情况下，边缘计算节点能自己范围内的数据计算和存储工作，这对分担云计算压力起到积极的作用。在数据应用上，大部分数据并非一次性数据，在边缘计算节点经过处理后仍要汇聚到中心云，在中心云进行进一步的处理。云计算在进行大数据分析挖掘、数据共享的同时会进行算法模型的训练和升级，并将结果传输到前端，是前端设备得以升级和更新，完成自主学习闭环。在数据传输到中心云后，会进行备份以防边缘计算节点出现意外而造成数据丢失的情况。在云边协同下，物联网实现自主学习闭环，达到最佳的效益。

图 7：物联网场景下云边协同



资料来源：云计算开源产业联盟，东莞证券研究所

总结：边缘计算与云计算使一个相互协同的关系，从而形成一个闭环，更好的服务于整个网络。云边协同下，两者的优势都将得到展现，价值将会有所放大。随着实践应用场景逐步落地，云边协同能力将会提升。

4.2 云边协同造就多场景应用升级 4.2.1 流媒体场景

eMBB 传统模式无法满足带宽需求。eMBB 场景如 AR、VR、4K/8K 视频以及云游戏业务对于带宽的需求较高，若按照传统传输方式，由于无边缘侧参与，数据流需流至汇聚层和核心网。由于数据流较大，在带宽有限的情况下必定会产生延时，无法达到预定效果从

而导致体验较差。通过引入边缘侧，将有效解决流媒体时延问题。在本地部署 MEC 边缘业务平台，使得相关数据处理能在本地尽可能的完成而不需要上传至汇聚层与核心网，在减少时延和提高客户使用感受的同时，将会大幅度降低数据流对传输网络的冲击。与此同时，MEC 边缘服务平台具有良好的兼容性，各类流媒体业务 APP 无需进行定制开发即可接入服务，这将有助于平台的快速部署和迭代。此外，对于 MEC 平台管理的部署也具备灵活性，可本地或区域 DC 部署，这一部署方式能对更大范围内的业务平台进行资源和业务有效的管理和调用。

4.2.1.1 云游戏

游戏市场火爆，市场规模日渐加大。根据 Newzoo 2018 全球游戏市场报告显示，2018 年全球游戏市场达到 1379 亿美元的市场规模，其中中国达到 379 亿美元，占全球游戏收入的 28%，从 2017 年至 2021 年，全球游戏市场将以 10.3% 的复合年增长率增长，到 2021 年将达到 1801 亿美元。同时，Newzoo 还指出到 2021 年，移动游戏将占据全球游戏市场 59% 的份额，并将本身成为一个价值千亿美元的市场。

设备将成为游戏产业需要面临的重大问题之一。在火爆的游戏市场背后，存在一个游戏厂商无法逃避的问题，即游戏对设备的要求越来越高。产生这个问题的根部原因是游戏画面越来越丰富和逼真，对于内存和处理器的性能有了更高的要求。以游戏《最终幻想 15》为例，若玩家想要达到最佳的游戏感受，需要配备一张价格近万的显卡。面对这样的硬件需求，许多玩家是无法达到的。因而，在玩家侧实现全面硬件的自主更新以达到游戏效果是难以实现的。而对于游戏厂商而言，他们所需要面对的是流量的问题。由于游戏开发具备快速开发、用户爆发、生命周期短等行业特点，若按照传统方式，对服务器进行预部署，到实际应用阶段所面临的变数是厂商无法接受的。无论是玩家还是游戏厂商，设备都是他们所迫切解决的问题，这也是游戏行业发展的一个瓶颈。

“云游戏”将有望成为打破发张瓶颈的利器。通信网络的升级和换代，带来了更快的传输速度，为游戏“云化”打开了想象空间。“云游戏”即把所有的程序都放在云端服务器中运行，而玩家只通过相关设备接收经过压缩处理且在云端已经渲染完毕的游戏画面。这一改变使得玩家只需要一个具备基本的视频解压和指令转发功能的设备即可，不需要配置高端处理器和显卡。AT&T、Verizon 等电信巨头以及微软、亚马逊等 IT 巨头于 2018 年进入行业，对云游戏进行测试和布局。而国内手机厂商 OPPO 和一加在 2019 年 MWC 上也展示了相关服务。根据第三方机构的预测，全球云游戏市场将从 2018 年的 0.66 亿美元增加到 2023 年的 4.5 亿美元，复合年均增长率为 47%。

云边协同助力云游戏实现升级。以 AR 为例，用户在使用过程中设备需要对于其所处方位及面向的方向作出判断，这是应用程序通过结合相机的视图和定位技术得以实现。而当相对位置确定后，更多的数据将会提供到玩家的终端中。玩家每一个动作都意味着数据的改变，数据的发送和接收频率都会处于高位。若引入边缘计算的构建，将大部分的计算任务都放在边缘服务和移动端进行，将会减低响应时间，使得平均时延降低。前景的交互放在云上，背景则交给移动端，最终实现完整的 AR 体验。对于多人游戏而言，带宽和延迟的要求更高，云边协同将能更有效的解决问题，同一区域玩家通过连接同一边缘节点实现延迟降低。游戏云端运行也能使得游戏在本地数据变少，游戏的接入速度

将会有所提升。4.2.2 工业互联网场景

工业互联网助力工业企业智能化转型。在供给侧改革巨轮初见成果的背景下，工业领域的需求在持续复苏。然而，无论是人力成本，还是原材料成本在持续上升，都使得公司的利润在逐步下降。企业的生存环境面临进一步的恶化，而智能化工厂模式将有助于企业打破困局。凭借其新一代信息技术与工业系统全方位深度融合的特点，工业互联网成为工业企业向智能化转型的关键综合信息基础设施。

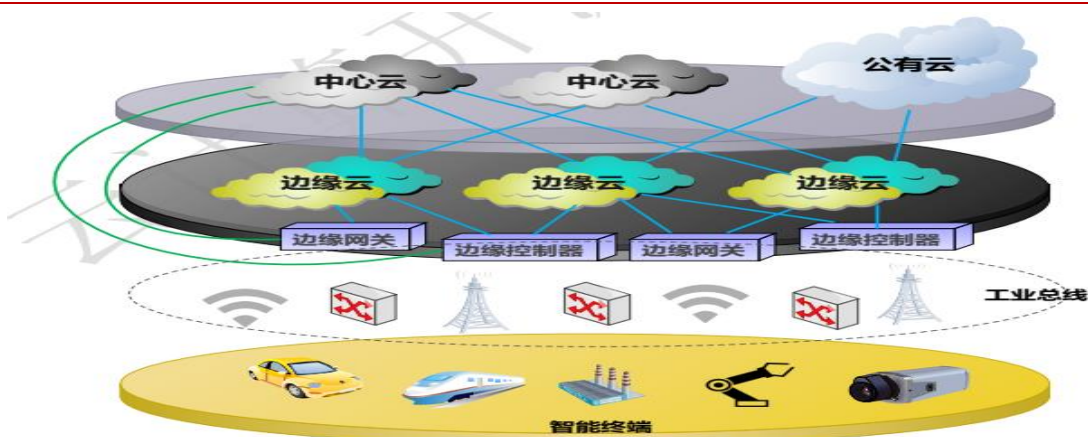
4.2.2.1 云边协同是工业互联网的重要支柱

云边协同正逐渐成为支撑工业互联网发展的重要支柱。在我国相关政策支持以及生态建设不断完善的背景下，中国工业物联网产业在迅速发展。据 IDC 预测，到 2020 年全球将有超过 50% 的物联网数据将在边缘处理。作为物联网在工业制造领域的延伸，工业物联网也需要面对海量异构的问题，各异的海量数据将在边缘端进行处理。从控制的角度看，边缘端只处理其覆盖范围内的数据计算任务，对区域内具有一定的控制能力。然而，若需要控制全局还需要借助云计算平台来实现全部信息的匹配和交融。因而，云边协同正逐渐成为支撑工业互联网发展的重要支柱。

边缘侧设备本身就像一个迷你数据中心。云边协同在工业物联网中的应用是在边缘计算环境中安装和连接智能设备，这些设备能处理关键任务数据并实时响应，而不需要将数据上传到云端处理。由于边缘侧设备本身就像一个迷你数据中心，数据近乎为本地处理，因而延迟几乎为零。基于边缘侧设备的布局，数据运算会被分散，数据流量将会下降。云计算将对二次加工的数据信息进行评估，并进行更深入的处理和分析。

计算能力解决工业物联网中单点故障困局。单点故障对于工业物联网来说是无法接受的，因而极端情况是系统设计中必须考虑的因素。工业现场的边缘计算节点具备一定的计算能力会使得其具备一定的自主判断及解决问题的能力。另一方面，边缘侧设备对于异常情况识别及实现预测性的监控将有助于预防设备故障，这一功能的实现也需要设备具备一定的计算能力。在边缘侧的运算力能尽量保持工厂运行的平稳。对于后期数据的进一步处理则需要边缘侧设备上传相关数据至云端进行存储、管理、态势感知。同时，云端也负责对数据传输监控和边缘设备使用进行管理。

图 8：工业物联网场景下云边协同



资料来源：云计算开源产业联盟，东莞证券研究所

4.2.2.2 经典案例

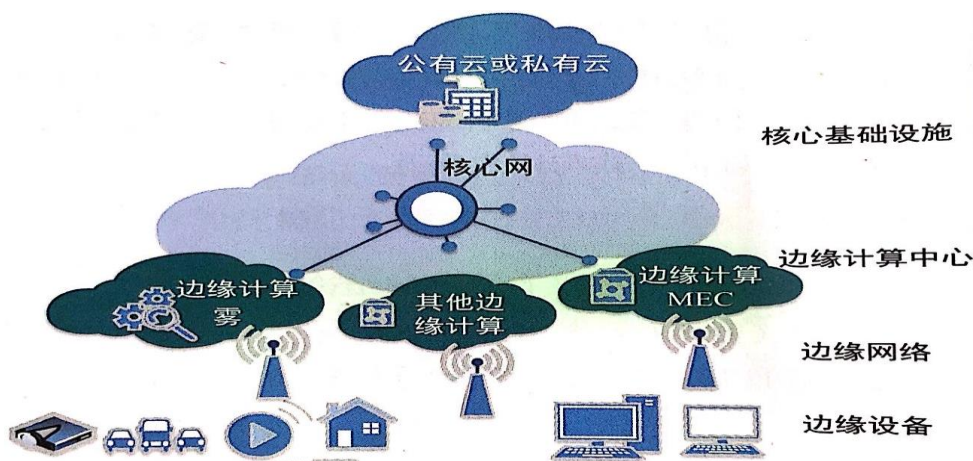
云端-边缘协同化生产管理体系是工业智能化的一大应用。对于工业物联网的应用，四川爱联科技有限公司所搭建的云端-边缘协同化生产管理体系是一个较完善的系统模型。通过在工厂的网络边缘层部署边缘计算设备及配套设备，边缘计算设备通过数据采集模块从所有 PLC 设备采集实时数据，存储于实时数据库内，供 MES、ERP 等其他功能模块、系统调用处理，建立起工单、物料、设备、人员、工具、质量、产品之间的关联关系，保证信息的继承性与可追溯性，在边缘层快速建立一体化和实时化的信息体系，满足工业现场对实时性要求，实现工业现场的传感器、自动化设备、机器人的数据接入，提供数据采集、数据分析、人工智能（推理阶段）等服务。云端协同使得大量、异地分布的数据得以接入到同一平台中，对于决策数据的应用提供了一个较为便利的方式。生产管理部门可以通过系统了解车间作业和设备的实际情况，也可以为业务部门提供订单生产情况信息。对于成本控制，能提供直接物料的成本、产量、设备故障、消耗等一系列与成本相关的数据，为决策提供相应的支持。云端-边缘协同化生产管理体系将会是工业物联网中较为重要的应用，也是推动工业转型的强大推手。

五、梳理边缘计算的架构与核心要素

5.1 边缘计算的基本结构

边缘计算允许存储和计算任务迁移。在边缘计算中，终端设备可在边缘节点完成储存和计算任务。这一改变会产生两个较大的优势。其一，由于计算任务可在边缘端进行，借助外部算力能有效延伸终端设备的计算能力。其二，节约由于计算任务在网络中传递的带宽资源。核心设施层、边缘计算中心、边缘网络和边缘设备是边缘计算基本构架的四层功能结构，此构架能实现“云-边-端”协同效应。

图 9：分布式云示意图



资料来源：《边缘计算方法与工程实践》，东莞证券研究所

核心基础设施为边缘计算提供保障。核心基础设施提供核心网络接入（例如互联网、移动核心网络）和用于移动边缘设备的集中式云计算服务和管理功能。通信网络的畅通无

阻是确保各项任务能顺利完成的基础。对于核心网络而言，其所包含的互联网络、移动核心网络、集中式云服务和数据中心等设施承载着各个子系统所产生的数据流。基础设施即服务（IaaS）、平台即服务（PaaS）和软件即服务（SaaS）三种服务模式是云计算所提供的核心服务。通过边云计算架构能实现多个云计算提供商同时为用户提供集中式的存储和计算服务，达成多层次异构服务器部署目标，缓解由集中式云业务大规模计算迁移带来的压力。此外，通过核心网络，云计算提供商能为不同位置的用户提供实时服务和移动代理。

边缘计算中心是边缘侧功能实现的核心设备。边缘计算中心提供计算、存储、网络转发资源服务，也被称为边缘云，是云边协同中核心组件之一。通过在边缘计算所搭建的多租户虚拟化基础设备，无论是第三方服务商或基础设施提供商，还是终端用户，各边缘中心既能实现自主运行，又能相互协同，也能连接云端进行必要的交互。边缘计算中心是边缘侧功能实现的有利保障，也是整个边缘侧沟通的桥梁。

边缘网络追求系统兼容。数据来源于各种物联网设备和传感器，每种设备所使用的通信网络制式不尽相同。边缘网络通过串联无线网络，数据中心网络和互联网实现边缘设备、边缘服务器和核心设施之间的连接，进而实现系统兼容的目标。

边缘设备是数据生产者也是数据消费者。边缘设备所包含的类型较多，自身在运行中会产生数据流，而这些数据通过边缘网络传输至边缘云进行处理，这时边缘设备作为数据生产者。当边缘云对边缘设备传输数据时，边缘设备就转换为数据消费者。生产者和消费者两者可能同时存在于同一边缘设备中，这也是网络交互的一种体现。

总结：核心基础设备、边缘计算中心、边缘网络和边缘设备是边缘计算的四层功能结构。对于边缘侧功能的实现，四者之间相会协同，从而实现“云-边-端”的协同。

5.2 从巨头公司寻找我国边缘计算架构关键元素

各巨头依托自身资源布局边缘计算市场。主宰云计算市场的巨头公司依托云计算技术先发优势，将云计算技术下沉到边缘侧，以强化边缘侧人工智能为契机，大力发展边缘计算。工业企业依托丰富的工业场景，开展边缘计算实践强化现场级控制力。电信运营商正迎接 5G 市场机遇，全面部署边缘节点，为布局下一代基础设施打下牢牢的根基。从各巨头的策略来看，基础设备、计算机平台和 CDN 将会成为边缘计算发展的三大要素。

5.2.1 边缘计算要素之一：基础设备

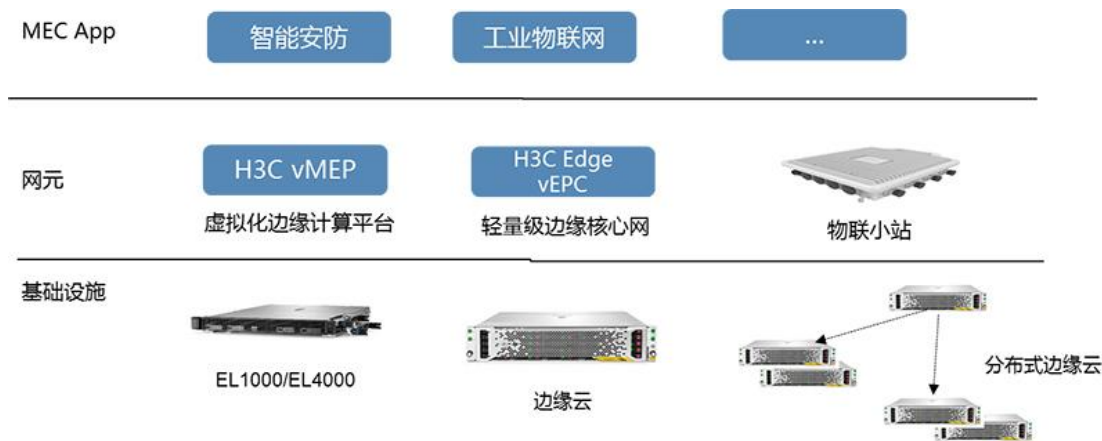
研发是边缘基础设施经典案例。研华 2017 年推出新一代 IoT 边缘智能服务器（EIS），它能把不同工业协议收集起来的数据转换成 MQTT 协议并传输到云端，然后做一些数据分析或应用处理。EIS 目前正是研华主打的产品，EIS=物联网网关+小型数据库+轻量计算与分析。内建 WISE-PaaS 设置管理，集中央管理，交互式多媒体内容编辑、监控及数据此埃及，人机界面等软件，在满足不同应用之余，为传感器及其他设备提供全面的开发工具及服务标准协议。

中兴通讯已拥有完整边缘计算解决方案。中兴通讯在边缘计算的设备层领域进行了布

局，中兴通讯已拥有完整的 MEC 解决方案，以及包括虚拟化技术，容器技术，高精度定位技术，分流技术，CDN 下城等核心技术和专利。相关解决方案覆盖业务本地化，本地缓存，车联网，物联网等各大场景，且满足 ETSI 标准定义的 MEC HOST 架构，并根据实际应用落地需求，综合考虑 MEC 管理系统，MEC 集中控制系统等方案的制定。2019 年 2 月，中兴通讯发布业界首个《OLT 内置刀片技术白皮书》。中兴通讯首创在其旗舰 OLT 平台 TITAN 内设置 300mm 申请量级刀片服务器，并采用基于英特尔突破性的数据中心处理器架构 Xeon D 服务器，无须改造接入机房即可打造低成本，低功耗，业务灵活组合的轻量级边缘计算基础设施，为固移融合场景下大流量、底誓言业务提供存储。计算等能力，极大提升体验敏感性业务的用户体验。

新华三产品与方案覆盖 MEC 主要场景。新华三（紫光股份）作为业类领先的 IT+CT 融合的数字化转型领导者，新华三开发了一系列面向云化的 MEC 端对端的产品与方案，完整的覆盖 MEC 主要应用场景。在基础设施方面，新华三能够提供业内最为齐全的 x86 架构的服务器、存储及交换路由设备。此外新华三首屈一指的 Edgeline “边缘 IT 系统” EL1000/EL4000 服务器，专为关键性行业及物联网场景需求打造，能够有机融合运营商网络综合接入站点机房的环境，实现 IT+CT 的融合需求。

图 10：新华三产品



资料来源：公司官网，东莞证券研究所

日海智能 AI 设备布局完备。日海智能是一家从综合通信服务业务积极、快速向智能物联网转型的新兴 AI 物联网（AIoT）企业。公司先后通过并购国内领先的通信模组厂商芯讯通、龙尚科技，具备了深厚的模组研发经验积累和优势模组市场份额，同时通过投资全球领先的物联网云平台企业美国艾拉并与其在国内成立合资公司，快速拥有了领先的物联网云平台技术和运营能力。公司在“云+端”的优势布局基础上，同时引进大量 AIoT 软件及销售人才，率先推出智能套件、5G 模组、云模组、移动边缘计算终端等 AIoT 产品，并实现智慧城市、智慧物流等多项物联网综合解决方案的落地，进一步完善了 AIoT 业务链。智能设备是 AIOT 的实现载体，IoT 赋予物生命，AI 技术则给予物会思考的大脑，在万物互联的基础上，公司聚焦智慧赋能，将人工智能与物联网技术相结合，推出一系列自主研发终端设备产品。公司在 2019 世界移动大会上海站（MWCS）展会上正式发布了 AI 智盒、AI 视频边缘计算终端和 AI 车载边缘计算终端等设备，同时，公司致力于将 AI 边缘计算的技术应用到物联网解决方案中，以 AI 智盒为核心基础，收集处理大

量数据信息，上传至云平台数据库结合 AI 机器学习，完善行为特征库，提供更好的服务。

5.2.2 边缘计算要素之二：计算平台

海外云计算巨头纷纷推动平台向边缘侧发展。亚马逊推出 AWS Greengrass 功能软件，将 AWS 扩展到设备上，在本地处理终端生成的数据，同时仍然可以使用云来进行管理、数据分析和持久的存储；微软发布 Azure IoT Edge 边缘侧产品，将云分析扩展到边缘设备，支持离线使用，同时聚焦边缘的人工智能应用；谷歌也在 2018 年推出了硬件芯片 Edge TPU 和软件堆栈 Cloud IoT Edge，可将数据处理和机器学习功能扩展到边缘设备，使设备能够对来自其传感器的数据进行实时操作，并在本地进行结果预测。

国内云服务提供商紧随步伐推出平台以适应发展。阿里推出 Link IoT Edge 平台。通过部署在不同量级的智能设备和端侧计算节点中。通过定义物模型连接不同协议、不同数据格式的设备，提供安全可靠、低延时、低成本、易扩展的本地计算服务；百度推出智能边缘 BIE，将云计算能力拓展至用户现场，提供临时离线、低延时的计算服务，同时配合智能边缘云端管理套件，形成“云管理，端计算”的端云一体解决方案；华为在 2018 年推出了 IEF 平台，通过纳管用户的边缘节点，提供将云上应用延伸到边缘的能力，联动边缘和云端的数据，为企业提供完整的边缘和云协同的一体化服务的边缘计算解决方案。

5.2.3 边缘计算要素之三：CDN

CDN 节点优化是实现延迟下降的有效途径。思科和 Reliance Jio 现在正在共同利用多接入边缘计算的强大功能，从一个用例开始，通过开发移动内容分发网络（CDN）进一步优化和增强网络视频体验。在该概念中，CDN 被集成到移动 LTE 网络中，借助移动 CDN，移动运营商可以通过边缘 cloudlet 提供内容，从而以更低的延迟和更高的性能提供更好的用户体验。爱立信表示在边缘计算兴起之前，CDN 一直都是边缘网络的代表，但是 CDN 的主要目的是本地化存储，而不是进行本地化计算。现在，爱立信希望将两者结合起来。在世界移动大会上，爱立信的 CDN 业务开发总监 Richard Dawson 展示了该公司的统一分发网络解决方案。腾讯针对边缘计算推出了 CDN Edge，将数据中心的服务下沉至 CDN 边缘节点，以最低的延迟相应终端用户，同时降低用户数据中心的计算压力和网络负载。

网宿科技升级 CDN 节点为边缘计算节点以满足互联需求。作为国内 CDN 的龙头企业，网宿科技甚至网络拥塞概率最大的是大带宽的视频内容，例如视频点播，4K 电视和视频流，为减轻显示和未来的网络拥塞，改善大带宽内容传输能力，CDN 服务提供商要将缓存内容在更接近用户的边缘计算网络系统中进行交互，从而实现在多个服务器上复制内容别情基于靠近程度将内容快速部署给多个用户。网速科技正在构建一张庞大的智能计算网路，将现有 CDN 节点升级为具备存储、计算、传输、安全功能的边缘计算节点，以满足万物互联时代的需求。

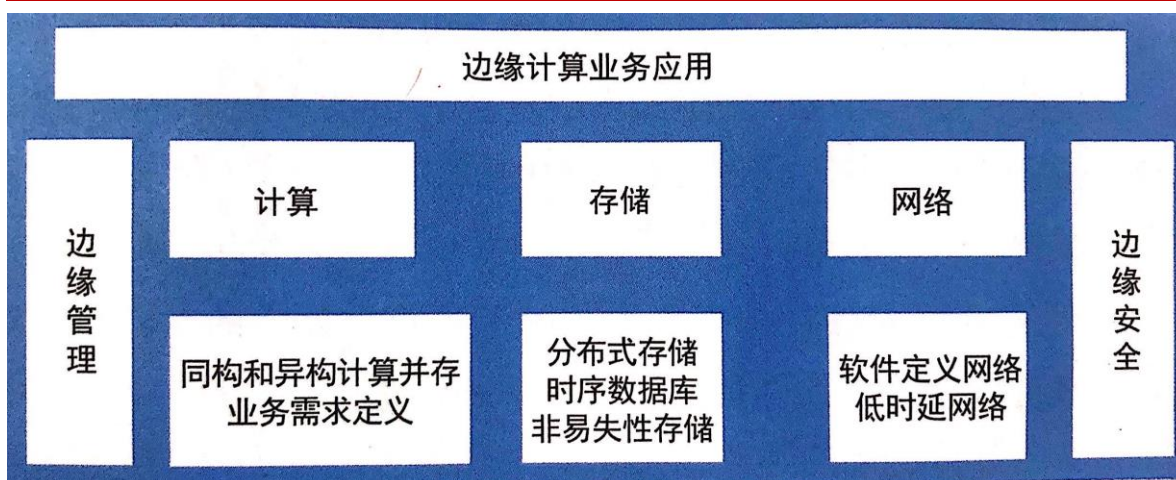
总结：在云计算的布局上，国外厂商较国内早，而在边缘计算的布局和发展也比国内企业快。目前，云边协同是云计算发展的趋势。对于边缘计算，已形成基础设施、计算机

平台和 CDN 三大要素。云边协同市场具有较大潜力，随着协同效应的产生，更大的发展空间将会出现。对于国内企业在相关产在追赶国外领先巨头的脚步，未来在云边应用上有望得到收益。

六、透析边缘计算基础资源架构核心技术

边缘计算将数据或任务放在靠近数据的网络边缘侧进行处理是一种新型的服务模型。在数据源和云计算中心之间的任意功能实体都可以成为网络边缘侧。实体通过搭载具备网络、计算、存储、应用核心能力的边缘计算平台，为终端客户提供实时、动态和智能的服务计算。由于设备以就近分布式原则对数据进行处理，因而提供了更好的结构来支持数据安全和隐私保护。边缘计算模型的主体架构主要包括核心基础设施、边缘数据中心、边缘网络和边缘设备。从架构功能角度划分，边缘计算包括基础资源、边缘管理、边缘安全以及边缘计算业务应用。其中边缘计算包括基础资源以计算、存储、网络所包含的技术为主。

图 11：边缘计算功能划分模块



资料来源：《边缘计算方法与工程实践》，东莞证券研究所

6.1 网络

通信网络是边缘计算的**业务基础**。通信网络作为基础设施存在于边缘计算体系中，网络需要在满足与控制相关业务传输实践的确定性与数据的完整性的同时，也要能够支持业务的灵活部署和实时传输。时间敏感网络（TSN）和软件定义网络（SDN）技术是边缘计算网络部分的重要基础资源。

分离是 SDN 最大的特点。网络的控制平面和数据转发平面的分离是 SDN 的设计理念，而如今这样的技术也逐渐成为网络技术发展的主流。这项技术是为应对传统网络构架在实际应用中所造成的不便而产生。在传统网络构架中，传统的网络设备是通过硬件来实现功能，如交换机和路由器。这些硬件使得数据交换面和控制管里面集成在一起，在控制上通过命令行来实现。因为功能集成在一起，所以配置部署较为繁琐且对维护人员要求较高。此外，就设备本身而言，部署完成后系统改装难度高，且发生问题时排查难度大，

在维护上造成不便。SDN 就是在这一背景下出现的革新网络技术，其核心思想是将网络的控制面板和数据面分离，形成三层结构：网络基础设施层、控制层和应用层。在网络基础设施层数据面的转发交由专用硬件的交换机运作，在降低硬件交换机设计难度和提高数据带宽的同时，促使网络成本减低。得益于硬件交换机的功能一致，网络可拓展性达到较高水平。对于控制策略的转发则在控制层完成，策略可集中运行在通用的服务器上，通过改变控制面板即可实现对网络部署的改变，操作上具有简便性。对于不同业务和应用的支持，则是应用层提供支援，其通过提供开放 API 接口，实现资源的灵活调配。

SDN 助力边缘计算。SDN 技术的理念与边缘计算的设计有相似之处，将 SDN 技术导入到边缘计算，可实现百万级别海量设备的接入与灵活扩张。从而实现自动化运维管理进入高效低成本的模式，实现网络与安全的策略协同与融合。

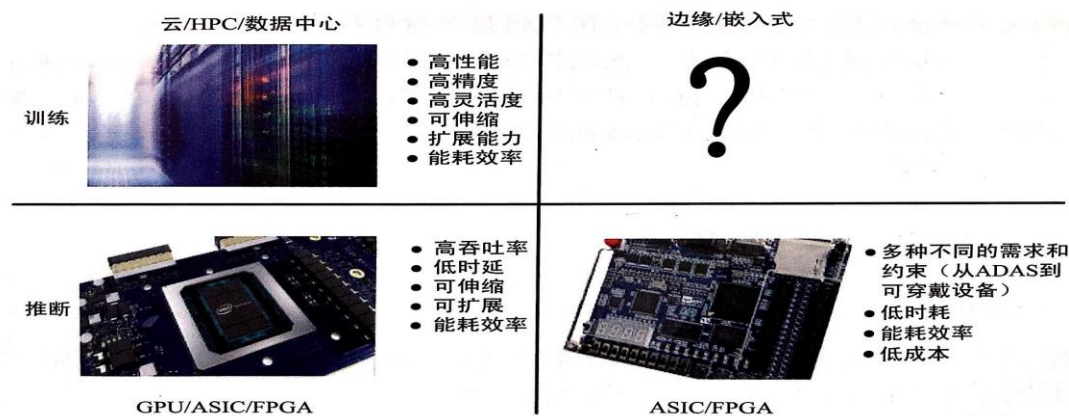
6.2 计算

边缘计算催生内存解决方案。存储是计算运行的基础。出于成本和体积的考量，在物联网节点端不能使用 DRAM，而采用 FLASH 作为系统存储器，并使其可同时用于存储操作系统等。基于客观条件的限制，FLASH 存储模型权重信息是可选择的方案之一。由于 FLASH 的写入速度较慢，因而缓存需要在处理芯片上完成。模型的大小由缓存的大小而决定，而目前缓存从数百 KB 到 1MB 不等，因而算法必须将模型做到很小，这就是“模型压缩”的方法。除用“模型压缩”这一方案解决目前 IoT 节点终端内存不够的问题外，还可使用新存储技术来解决内存问题。基于实现高密度片上内存或加速片外非易失性存储器的读写速度，并降低读写功耗的理论，实现存储器技术的突破。目前，边缘计算催生的 MRAM、ReRAM 等新存储器件即是在这一领域的新尝试。

具备可重构能力的 AI 芯片是发展方向。目前，云服务提供商已实现部署云上 AI 模型训练和推理预测的功能服务，并被业界引用为经典案例。从推理预测放置的位置来看，将其放于边缘计算工程应用的热点，在满足实时需求的同时，大幅度减少占用云端资源的无效数据。对于芯片的处理，低精准度是 AI 芯片发展的方向，在推断芯片的应用上这一趋势更为突出。此外，针对特定领域，具有可重构能力的 AI 芯片在应用中具有便捷性，对于非特定应用的 AI 芯片将是未来设计的一个知道原则。

芯片是计算的关键技术。芯片的性能决定着计算能力。NVIDIA 系列 GPU 在深度神经网络训练和推理被广泛应用，这是通用 GPU 在云端应用的一个经典案例。Tesla V100 是其最新的产品，能够提供 120 TFLOPS（每秒 120 万亿次浮点指令）的处理能力。此外，也有不少公司加入专用芯片的研发队伍，其中 Google TPU 是这方面的代表。谷歌公司通过云服务把 TPU 开放商用，使性能得到提升，处理能力达到 180TFLOPS，提供 64GB 的高带宽内存（HBM）、2400GB/s 的存储带宽。云端芯片的竞争日渐激烈，除芯片巨头争先布局外，许多初创公司也在此行业开展业务，如 Graphcore、Cerebers、WaveComputing、寒武纪及比特大陆等公司。

图 12：AI 芯片目标领域



资料来源：《边缘计算方法与工程实践》，东莞证券研究所

AI 应用对 FPGA 具有多种选择。FPGA 在 AI 应用上具有两种模式，一种是 FPGA 硬件，而另一种是云端 FPGA。Xilinx、英特尔是 FPGA 硬件方案的代表公司，他们为 AI 应用推出过具有针对性的产品。而科技类公司如亚马逊、微软及阿里云等公司则偏向于云端 FPGA，他们通过云端技术来实现 FPGA 在 AI 应用上的功能。除巨头在此行业争夺外，一些初创企业如深鉴科技等也在开发专门支持 FPGA 的 AI 工具。

6.3 存储

非结构化数据量剧增。随着边缘端在智能工厂、智能物流、安防等领域应用成熟，基于视觉的 AI 应用越来越多，对于图片和视频等非结构化数据进行分析 and 存储的需求也越来越强。在智能工厂的应用情景中，摄像头所采集的图像数据需要通过边缘计算节点进行实时分析并反馈结果；而物流仓储中心中，边缘计算节点则需要判别包裹信息是否准确；在安防上的应用则更为复杂，NVR 通过实时深度学习和算法推理将摄像头所采集的视频信息进行分析，而后将原视频内容(包含元数据)和分析结果进行储存。根据 Gartner 预测，到 2020 年，全球非结构化数据量将达到 35ZB，等于 80 亿块 4TB 硬盘，非结构化数据在存储系统中所占据的比例已接近 80%，数据结构变化给存储系统带来新的挑战。

时序数据是边缘计算节点中保存和处理最多的数据类型。智能制造、交通、能源、智慧城市、自动驾驶、人工智能等行业都产生巨量的时序数据。以自动驾驶汽车为例，在汽车运行期间，会有多个监控器和监控系统在同时运行记录着各种数据。这些数据会包含主标、速度、方向、温度等，一些列数据会随时间改变而变动。在一天的运行中，每辆汽车都会产生约 8TB 的时序数据。对于这些数据边缘计算节点需要提供快速储存的服务，同时对于数据缝隙和多维度的查询也需要能够即时响应。从运作模式上可以体现出边缘计算节点的趋势性、规律性、异常性等，甚至需要通过大数据分析、机器学习等实现预测和预警。边缘存储以时序数据库（包含数据的时间戳等信息）等分布式存储技术为支撑，按照时间序列存储完整的历史数据，需要支持记录物联网时序数据的快速写入、持久化、多维度的聚合等查询功能。

机械硬盘和固态硬盘是边缘存储的两种介质。刺头寻址是机械硬盘的一大特色，但这也是这个特色，使得机械硬盘性能一般，SATA 硬盘和 SAS 硬盘是机械硬盘的两种类型。在

性能上随机 IOPS 一般在 200 左右，顺序带宽在 150Mb/s 左右。另外一种介质固态硬盘是指采用“Flash/DRAM 芯片+控制器”组成的设备，根据协议的不同，又分为 SATA SSD、SAS SSD、PCIe SSD 和 NVMe SSD。介质的区别将会在数据存储和读取上存在一定的差异

存储性质决定存储方式。对于数据应用需求可将边缘计算节点数据储存分为非持久性和持久性数据存储。对于非持久性数据存储，在存储设备上具有一定要求。因为使用 32GB 以上 DRAM 能确保在高级分析功能的需求下，内存页面不会在分析过程中被调度到持久性存储介质中，因而较为合适。而对于持久性数据存储，需要加入对不同应用环境需求的考虑。以边缘服务器或部署在中心机房的计价服务器为例，为确保 IOPS、吞吐量等读写性能，并增加存储密度，一般会选用基于 PCIe NVMe 协议的 U.2 SSD 或 EDSFF SSD。对于数据保存时限是基于对数据处理的需求而产生的结果，对于存储上也会有不同的处理。

七、投资策略

7.1 投资建议

首次覆盖给予推荐评级。2019 年 6 月，工信部发布 5G 牌照。在政策、运营商、设备商的大力推动之下，我国 5G 进程不断加速。5G 商用在即，基于 5G 三大特性：高速率、低时延、海量连接等要素，5G 将在多场景获得应用。在新技术的引领下，我们社会将向信息化迈进，数据量将呈现指数式爆发的情况。面对如此的海量的数据，以云计算为代表的数据处理技术，在时效性与有效性的问题上将会面临一定的局限性。为解决数据处理与传输的本质问题，引入 CDN 技术后，情况虽有所缓解，但未能根治。边缘计算作为新兴的技术，是网络中最靠近物或数据源头融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台，就近提供边缘智能服务。因此边缘计算将实现低时延数据传输，以及有效数据传输，减轻云计算作为指挥中心的负担，成为云计算技术的有力补充，推动工业互联网、物联网、车联网、以及多种新型终端的应用，边缘计算将有望得到广泛的使用。因此，对边缘计算产业首次覆盖给予推荐评级。

7.2 投资策略

建议关注以下两条投资主线：

（1）边缘计算架构关键要素为导向的供应商

- 1) 基础设备供应商：浪潮信息（000977）、紫光股份（000938）
- 2) 算法平台供应商：用友网络（600588）、浪潮信息（000977）、宝信软件（600845）
- 3) CDN 节点供应商：网宿科技（300017）

（2）以核心技术为为导向的供应商

- 1) 掌握网络 SDN 技术的标的：中兴通讯（000063）

- 2) 掌握芯片技术的标的：中科曙光（603019）、紫光国微（002049）
- 3) 掌握存储芯片技术标的：兆易创新（603986）

表 3：重点公司盈利预测(2019/11/21)

代码	名称	股价(元)	EPS (元)			PE (倍)			评级	评级变动
			2018A	2019E	2020E	2018A	2019E	2020E		
000977	浪潮信息	31.20	0.51	0.67	0.97	61	46	32	推荐	维持
000938	紫光股份	28.63	1.17	0.97	1.21	25	30	24	推荐	维持
600588	用友网络	29.72	0.32	0.35	0.45	93	85	66	推荐	维持
600845	宝信软件	35.10	0.80	0.76	0.97	44	46	36	推荐	维持
300017	网宿科技	8.96	0.33	0.36	0.36	27	25	25	推荐	首次
000063	中兴通讯	31.09	-1.67	1.20	1.53	-	26	20	推荐	维持
603019	中科曙光	34.04	0.67	0.64	0.88	51	53	39	推荐	维持
002049	紫光国微	45.10	0.57	0.73	0.99	79	62	46	谨慎推荐	维持
603986	兆易创新	169.30	1.44	1.90	2.77	118	89	61	推荐	维持

资料来源：wind、东莞证券研究所

风险提示：产能不及预期，技术研发进展不及预期，下游需求变化等。

东莞证券研究报告评级体系：

公司投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15% 以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15% 之间
中性	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5% 之间
回避	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5% 以上
行业投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10% 以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 5%-10% 之间
中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±5% 之间
回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 5% 以上
风险等级评级	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	可转债、股票、股票型基金等方面的研究报告
中高风险	科创板股票、新三板股票、权证、退市整理期股票、港股通股票等方面的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

本评级体系“市场指数”参照标的为沪深 300 指数。

分析师承诺：

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

声明：

东莞证券为全国性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

东莞证券研究所

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：（0769）22119430

传真：（0769）22119430

网址：www.dgzq.com.cn