



杨泽原
计算机分析师
S1010517080002



张若海
首席计算机分析师
S1010516090001



刘雯
计算机分析师
S1010518020001

核心观点

边缘计算将能力从云端下沉至边缘，有效支撑对时延等指标要求较高的城市、交通、家居、制造等场景应用落地，带来边缘节点、服务商两个核心增量机遇。

■ **What?** 边缘计算通过将计算能力从云端下沉至边缘，满足低时延、大带宽、高可靠的应用需求，成为云计算的重要补充与演进方向。边缘计算（Edge Computing）将计算存储等能力从网络核心下沉到网络边缘，提供低时延、高带宽的传输条件，显著降低运营成本，并创造用户感知、设备互联的应用环境，有效整合信息资源。

■ **Where?** 边缘计算有望在对时延、带宽、成本等指标要求较高的场景得到重点应用，如智慧城市、智慧交通、智能家居和智能制造。产业链由“软硬件提供商—边缘计算服务运营商—应用开发商”构成。当前存量的云计算、物联网技术通过与边缘计算结合，将显著提升对于以上高要求场景需求的支撑能力，例如在自动驾驶中有望依托边缘计算解决其感知与运动数据分析判断的时效性、安全性问题。参照物联网、云计算产业，边缘计算潜在市场规模有望达数百亿以上。

■ **How?** 变革技术架构与产业格局，边缘节点、边缘计算服务商成核心增量机遇：

- 1、在云计算经典架构中引入“边缘节点”，向“云—管—边—端”演进。目前边缘计算的边缘节点实现形式主要包括四种：1）服务器，常见于智能家居、智慧城市等场景；2）通信基站，常见于智慧交通（如自动驾驶）等；3）网关设备，常见于智慧楼宇、零售等；4）终端设备，常见于智慧零售、智慧交通等；
- 2、在产业链格局中边缘计算服务商价值凸显，各类玩家纷纷布局。云计算厂商（参见阿里与中国铁塔合作）、运营商（参见中国移动“Pioneer 300”先锋行动）、CDN 及创业公司（参见网宿科技、Foghorn 业务）掘金各场景服务市场机遇。

■ **Which?** 投资建议上，我们建议沿着三条主线布局边缘计算投资机遇：

- 1、基础设施先行。边缘节点作为架构中核心增量有望率先受益，四类节点形态中重点推荐服务器领域**浪潮信息、中科曙光**、终端领域**新北洋、德赛西威**；
- 2、边缘服务商兵家必争。重点推荐 CDN 领域**网宿科技**、云计算领域**阿里巴巴**；
- 3、下游基于边缘计算服务的应用厚积薄发，关注制造领域**用友网络、东方国信**、交通领域**千方科技、中科创达、四维图新**，城市领域**海康威视、思创医惠**。

■ **风险因素：**技术成熟度与完备度不够、5G 与边缘计算产业化进程低于预期。

重点公司盈利预测、估值及投资评级

简称	收盘价 (元)	EPS (元)			PE			评级
		2017	2018E	2019E	2017	2018E	2019E	
浪潮信息	25.09	0.33	0.53	0.69	76	47	36	增持
中科曙光	52.70	0.48	0.67	0.95	109.7	78.7	55.3	增持
网宿科技	12.99	0.34	0.33	0.44	30	31	23	买入
用友网络	33.22	0.20	0.32	0.43	164	103	77	买入
东方国信	15.48	0.41	0.49	0.69	38	32	23	增持

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2019 年 3 月 5 日收盘价

目录

补齐传统云计算短板，边缘计算优势逐渐显现	1
两大突破创造强劲需求，边缘计算拓展价值空间	3
边缘节点成增量市场，产业生态期待变革	6
架构向“云—管—边—端”演进，边缘节点成核心增量	6
产业中上游积极探索，静待边缘计算应用落地	10
深耕智慧应用领域，边缘计算前景无限	18
立足四大应用场景，拓展边缘计算需求	18
重新定义价值链条，边缘计算走向纵深发展	23
风险因素	26
投资建议	26
重点公司	27

插图目录

图 1: 边缘计算的功能结构	1
图 2: 移动网络架构中的边缘层	2
图 3: 边缘计算和云计算应用特征对比	3
图 4: 2015 年我国智能硬件销量	4
图 5: 典型的网络传输每 TB 数据所需时间	4
图 6: Amazon S3 月存储费用	4
图 7: Amazon S3 月传输费用	4
图 8: ICT 领域的发展趋势	5
图 9: 中国物联网产业市场规模及增速	6
图 11: 边缘计算通过新增边缘节点	7
图 12: 浪潮发布首款 OTII 边缘计算服务器 NE5260M5	8
图 13: 中国移动互联网数据增长情况	9
图 14: 华为敏捷物联网解决方案	10
图 15: 边缘计算参考架构 1.0	11
图 16: 边缘服务器在 C-RAN 中的应用	12
图 17: 对比边缘服务器在 D-RAN 中的应用	12
图 18: 中国服务器市场规模及增长情况	12
图 20: 机智云 4.0 服务架构	15
图 21: 5G 应用路线图	16
图 22: 智能硬件移动应用实例	16
图 23: 中国网络视频市场规模及增速	17
图 24: 中国智能硬件市场规模	17
图 25: 2014-2015 智能硬件投资资金额占比	17
图 26: 中国移动《边缘计算白皮书》中典型场景与特点	18
图 27: 软通动力智慧城市解决方案	19
图 28: 华为梯联网架构	19
图 29: 车联网市场规模预测	20
图 30: 边缘计算在车联网中的应用	21
图 31: 百度车联网布局	21
图 32: 云社区解决方案	22
图 33: ICT 与 OT 的融合	22
图 34: 工业 CPS 系统	22
图 35: “软边缘+硬核心”架构	23
图 36: 中国移动 2019MWC 发布边缘计算“Pioneer 300”先锋行动	24
图 37: 2012-2020 数据量增长	25
图 38: 八支柱的雾计算架构	25
图 39: 边缘计算市场需求理论值估测	26

表格目录

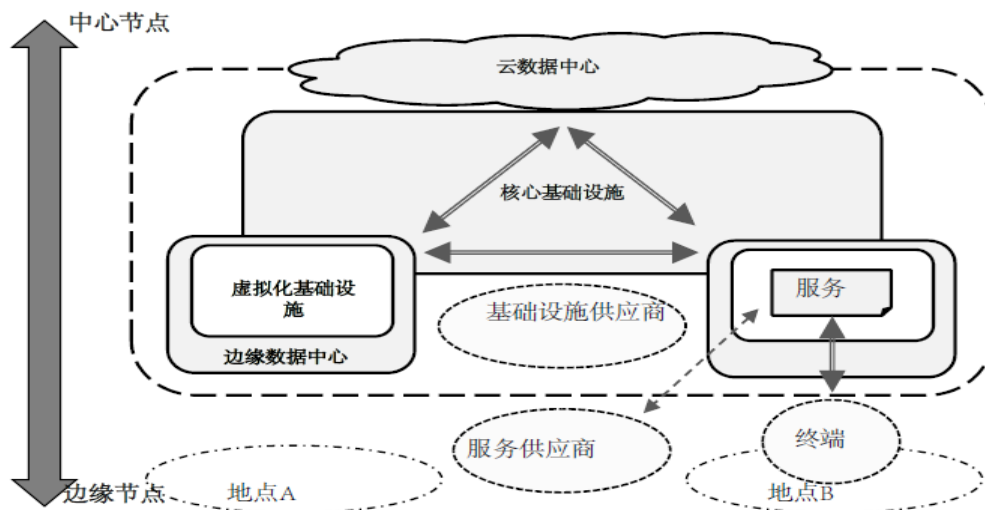
表 1：边缘计算、传统云计算部署架构对比	2
表 2：边缘计算、传统云计算主要性能对比	3
表 3：集中式云计算与移动边缘计算（MEC）对比	8
表 4：边缘计算产业链梳理	11
表 5：2015 年国内公有云服务提供商市场份额	14
表 6：边缘计算服务提供商的布局形式	14
表 7：智能硬件产品实例	18
表 8：浪潮信息盈利预测	27
表 9：中科曙光盈利预测	28
表 10：网宿科技盈利预测	29
表 11：用友网络盈利预测	30
表 12：东方国信盈利预测	31
表 13：德赛西威盈利预测	32
表 14：新北洋盈利预测	33
表 15：中科创达盈利预测	34
表 16：四维图新盈利预测	35
表 17：思创医惠盈利预测	36

■ 补齐传统云计算短板，边缘计算优势逐渐显现

边缘计算相将计算能力从网络核心下沉到网络边缘

边缘计算（Edge Computing）是指将计算能力从网络核心下沉到网络边缘，通过在终端设备附近建设计算节点，使数据、应用和服务的主要分析处理环节都在边缘节点进行。在云计算提出计算能力集中上移之后，边缘计算在云架构的基础上，重新提出了分布式计算的呼声。通过拉近计算节点与用户之间的距离，边缘计算成为对网络形态的又一次新探索，它能够有效提高网络传输效率，并及时获取用户的网络状态和位置信息。边缘计算涵盖的相关概念非常广泛，目前主要包括移动边缘计算（MEC）、雾计算、本地云等技术概念。

图 1：边缘计算的功能结构



资料来源：ECC，中信证券研究部

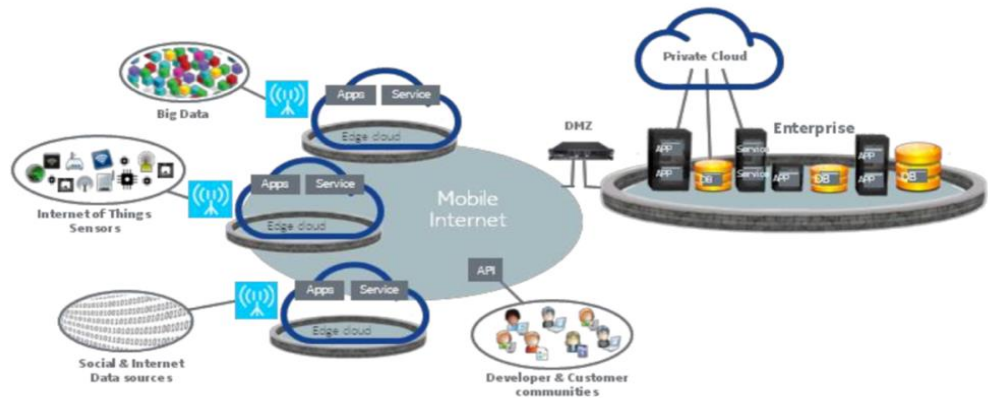
与边缘计算相比，MEC 更强调在移动网络中的应用，是主要应用于移动网络的边缘计算。欧洲电信标准协会（ETSI）于 2014 年对 MEC 概念进行了规范，根据 ETSI 的定义，MEC 是在离移动用户端更近的位置，即在无线接入网中提供 IT 与云计算功能的服务。MEC 的概念由诺基亚西门子通信公司携手 IBM 提出，两家公司于 2013 年推出 MEC 平台，这一全新平台能够支持在移动基站内直接运行应用。

与边缘计算相比，雾计算更强调在物联网环境下的应用，是主要应用于物联网领域的边缘计算。根据 Open Fog 社区的定义，雾计算是一个系统级的水平架构，能在网络的边缘连续提供从云到终端设备的计算能力、存储容量和网络服务。雾计算的概念由思科公司于 2011 年提出，这一概念被思科描述为云计算的一种延伸。雾计算相当于在终端设备和云数据中心之间加入一个网络边缘层，将不需传至云端的数据在这一层进行简单处理和存储。

边缘计算 VS 传统云计算：补齐短板，发挥低时延大带宽高可靠等优势

传统云计算模式在时延、带宽、性能等方面存在明显短板。云计算的特点在于集中管理、按需使用，这一方式在提高计算效率的同时，有效降低了使用者的建设和管理成本。但是，云计算模式将所有计算能力集中在一个核心节点，降低了自身的可移动性，无法识别地理位置和用户信息，并且当数据处理量较大时，具有网络拥塞、时间延迟等问题。

图 2：移动网络架构中的边缘层



资料来源：ETSI，中信证券研究部

相比传统云计算，边缘计算主要具有以下优势：

（1）**降低时延，扩展带宽**：边缘计算利用本地部署的优势，在边缘网络进行数据的处理和储存，分散化布局对网络带宽的要求更低，加之距离用户终端较近，因此时延得到有效缩短；

（2）**位置感知，用户识别**：当终端接入无线网络时，本地计算节点可以确定设备的地理位置，识别用户的网络需求，提供基于位置和分析；

（3）**本地化**：在本地进行部署的边缘计算平台相对独立，可以更加轻松地利用本地资源，发展本地服务和应用；

（4）**支持设备异构性**：边缘计算平台提供新的入口，支持多样化的异构软件设备；

（5）**提高资源利用率**：很多智能终端在非工作状态下处于闲置状态，边缘计算可以在无线网络中对其加以利用，实现物理资源共享。

表 1：边缘计算、传统云计算部署架构对比

	传统云计算	边缘计算
服务器分布	集中式	分布式
服务器节点数	少	多
服务器节点位置	网络中心	网络边缘
终端与服务器距离	单跳	多跳
最终端连接类型	有线	无线
硬件	服务器	异构服务器

	传统云计算	边缘计算
带宽	对带宽要求较高	对带宽无过高要求

资料来源：思科，中信证券研究部

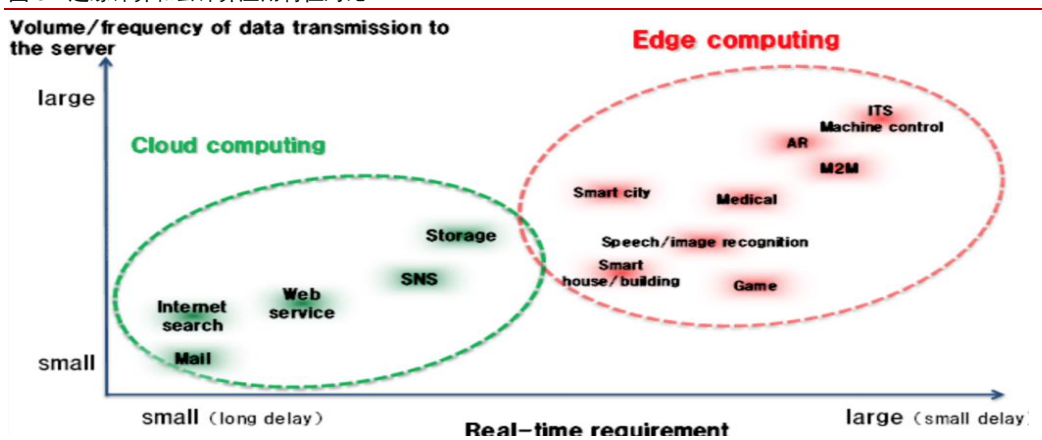
表 2：边缘计算、传统云计算主要性能对比

性能	传统云计算	边缘计算/雾计算
时延	高	低
延迟抖动	高	低
移动性支持	不支持	支持
实时交互	支持（慢）	支持（快）
地理信息感知	不可感知	可感知
安全性	数据路由被攻击可能性高	数据路由被攻击可能性低
可扩展性	依赖较远的服务器，可扩展性不高	无可扩展性问题

资料来源：思科，中信证券研究部

边缘计算保持云计算基本架构，与传统云计算将形成互补协同关系。边缘计算在传统云计算的“核心-终端”架构中插入边缘层，当新一代的网络架构建设完成后，边缘计算和传统云计算将协同发挥各自优势。传统云计算将处于网络核心，聚焦非实时、长周期的数据分析，发挥在周期性维护、业务决策支持等领域的优势；边缘计算则将负责处理短周期的基层数据信息，一方面支撑本地业务的实时智能化处理和运营，另一方面成为云端所需的高价值数据的采集单元。

图 3：边缘计算和云计算应用特征对比



资料来源：ECC，中信证券研究部

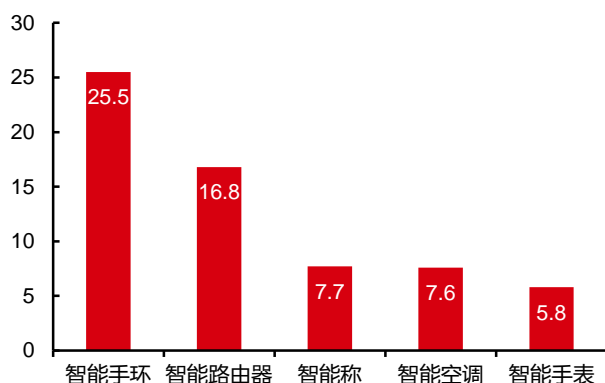
两大突破创造强劲需求，边缘计算拓展价值空间

突破 1：提供低时延、高带宽的传输条件，显著降低运营成本

智能终端增加网络负荷，未来数据处理对传输容量和传输速度提出更高要求。随着物联网、虚拟现实等技术的发展，大量处于边缘位置的终端设备都会连网，监测装置、家用电器、智能传感器甚至可穿戴设备都将进入互联网络，从而产生巨大的数据流量，并对信息的实时性提出更高要求。根据华为的预测，到 2025 年，全球将新增 40 亿互联网用户，网络设备连接数将接近 1000 亿，人均日消费数据量将达到 1.7GB。当未来的数据传输呈现指数级增长，大量数据的发送和接收引致传输渠道堵塞，造成数据中心和终端之间的 I/O

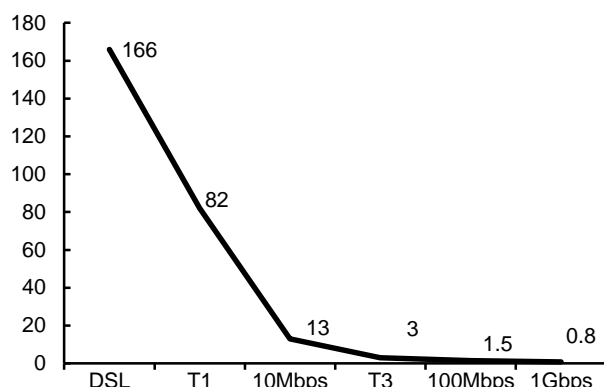
瓶颈，这要求网络带宽不断被迫升级，适应传输容量和速度的增长趋势。

图 4：2015 年我国智能硬件销量（百万台）



资料来源：艾瑞咨询，中信证券研究部

图 5：典型的网络传输每 TB 数据所需时间（天）

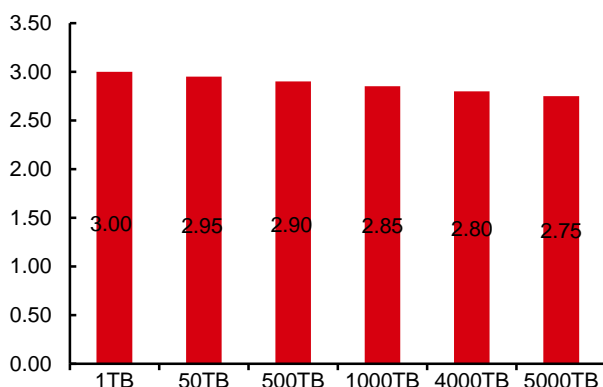


资料来源：《现代通信技术》朱月秀，中信证券研究部

传统云计算模式消耗大量带宽，难以适应未来数据处理的挑战。云计算把服务器和存储器集中放置在一个计算中心，从各个分布式终端涌来的海量数据在中心位置进行统一处理。然而，随着未来数据传输体积和速度超越现有服务设备的运行能力，将所有数据进行集中处理的云计算模式无疑将进一步恶化网络条件，一些强调实时计算能力的云服务将难以为继。

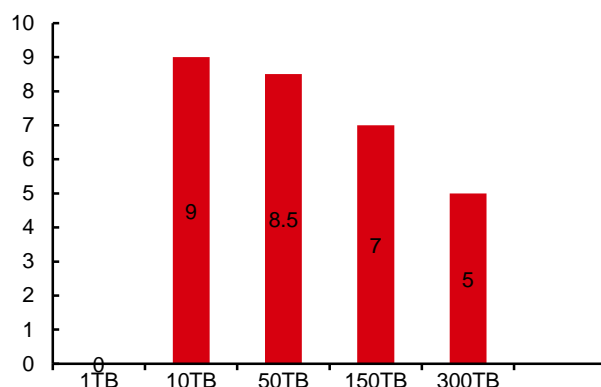
海量数据移动产生巨大的运营费用，高昂成本呼唤新的计算模式出现。伴随数据量的迅速增长，海量数据需要在设备间进行传输。目前，亚马逊等主流云服务商的传输费用显著高于存储费用，例如在 Globus 每传输 300TB 的数据量，客户每月需要缴纳高达 1950 美元的费用。尽管数据移动的单位费用递减，然而运营成本仍然随着数据量的膨胀变得越发严峻，因此迫切需要新的低成本计算模式改善这一问题。

图 6：Amazon S3 月存储费用（美分/GB）



资料来源：Amazon，中信证券研究部

图 7：Amazon S3 月传输费用（美分/GB）



资料来源：Amazon，中信证券研究部

为重度应用创造低时延、高带宽的传输条件，边缘计算应运而生。边缘计算技术将云计算从中心化的集中服务变为分散化的末端服务，使计算节点下沉到分布式基站或设备，有效缓解了未来移动网络对传输带宽和时延的要求。新的边缘计算模式减轻了云网络的流

量负担，为部分重度依赖局域网络的应用和服务创造了低时延、高带宽的环境。

边缘计算显著降低企业运营成本，取得计算服务的新突破。边缘计算技术使得数据可以进行本地处理，只需要把最有价值的数据放在云上，大大减少了远程数据的传输量。由于终端产生的数据在分布式节点就可以得到处理，企业、政府等组织的设备不需要持续连接网络资源，个人的设备也可以得到快速有效的服务，在提升业务效率的同时，显著降低了数据传输的运营成本。

突破 2：创造用户感知、设备互联的应用环境，有效整合信息资源

网络服务对信息资源整合提出更高要求，数据本地化成为发展趋势。随着网络信息承载量急剧增长，信息效度与本地化密切相关，智慧城市管理、移动定位广告以及本地服务应用都强调本地信息的重要性。在物联网时代，将形成人、计算机和感知设备的互联；而在万物互联时代，将在互联基础上展开本地数据分析。能否识别精准的本地设备需求，进行本地信息的互联互通，将深刻影响网络服务商业模式的价值。

图 8：ICT 领域的发展趋势

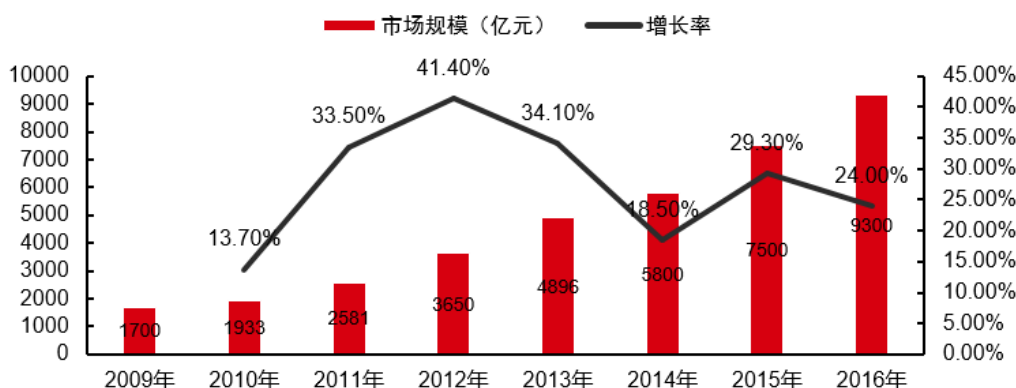


资料来源：ECC，中信证券研究部

立足于本地化部署，边缘计算呼应了数据资源整合需求。通过在设备终端和数据中心之间架设边缘层，边缘计算得以在互联网和现实世界的边界进行数据处理。由于更加靠近用户，边缘计算节点可以获得基于地理位置和用户需求的数据，信息精度变得更高，并为运营商和第三方应用的接入创造了契机。**通过数据资源的发掘与共享，边缘计算对信息资源的有效整合主要体现为两方面：**

1) 边缘计算为设备互联创造条件，能够促进设备信息的协同交流，物联网获得发展契机。边缘计算在众多协同的终端设备附近实现存储、通信、控制、配置、管理和测量等功能。由于设备之间可以直接连接，因此信息不需要通过集中的云后台处理，移动性得到大大加强。IDC 估计，2020 年全球物联网市场规模将达到 1.7 万亿美元。在边缘计算的情景下，各类网络设备的信息协同交流，完成本地计算后再到云服务中心进行集中处理，这将有力支持物联网的数据应用，车联网、无线传感、分散控制、软件定义网络（SDN）等技术的优势都能因此得到充分发挥。

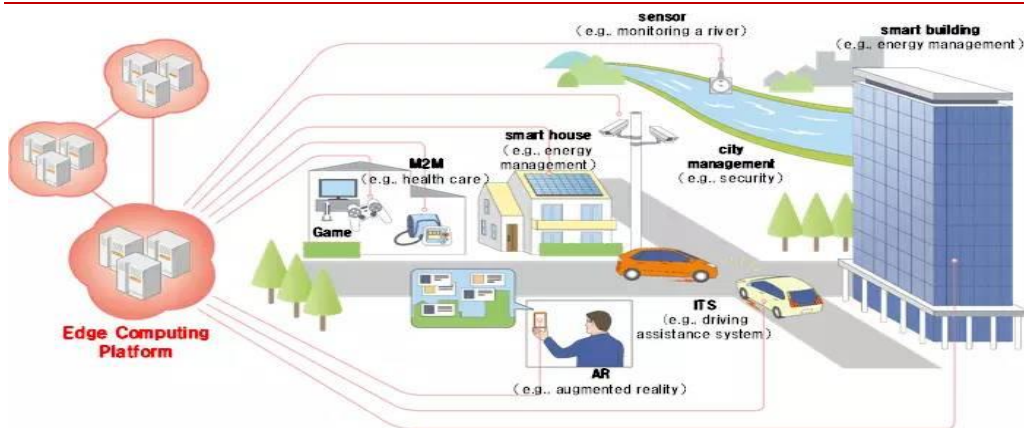
图 9：中国物联网产业市场规模及增速



资料来源：工业和信息化部，中信证券研究部

2) 边缘计算强化了对用户的感知，能够有效识别并处理网络上下文信息，支持服务商优化商业模式。通过在本地图部署计算能力，边缘计算对网络负荷、地理位置和无线资源利用率的感知能力增强，边缘云服务商因而能够更好地识别用户的需求，根据实时数据优化利用本地网络资源。进一步，服务商还可以据此创造差异化的多元商业模式，引入以本地用户感知为基础的第三方应用，从而有针对性地提升用户体验，推出确定用户等级、变更资费模式以及推送广告内容等增值业务内容。

图 10：边缘计算平台的本地化应用场景



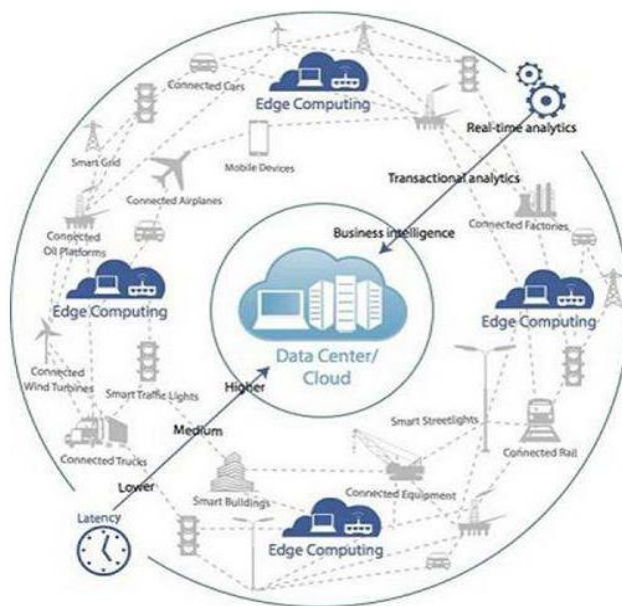
资料来源：Gartner，中信证券研究部

■ 边缘节点成增量市场，产业生态期待变革

架构向“云—管—边—端”演进，边缘节点成核心增量

边缘计算相对于云计算在架构上的核心增量，在于“边缘节点”对应的软硬件体系。原有云计算架构通常可以概括为“云—管—端”，边缘计算以“云—管—边—端”为典型架构，相对于原有体系新增了“边缘节点”，并将对原有云、管、端的软硬件与体系架构针对性地进行调整升级。

图 11：边缘计算通过新增边缘节点



资料来源：华为，中信证券研究部

软硬件并驾齐驱，“边缘节点”提供四种典型实现形式。目前边缘计算的边缘节点实现形式主要包括四种：服务器、通信基站、网络设备以及终端设备：

- 1) 以处于边缘数据中心中的边缘服务器作为核心边缘节点。常见于智能家居（含游戏）、智慧城市（如安防、梯联网）等场景的应用。
- 2) 以移动网基站中的核心设备（或配套服务器板卡）为边缘节点。常见于智慧交通（如自动驾驶、实时交通管控）等场景。
- 3) 以处于网络边缘或交界位置的网关（例如路由器）通过升级增加一定计算和分析功能，常见于智慧楼宇、社区等场景。
- 4) 以“云—管—端”架构中的终端为边缘节点（或配置一定附属盒子作为增强），常见于智慧零售、智慧交通（如自动驾驶）等场景。（注：例如在终端设备的单片机上嵌入轻量级容器，用以执行 Java、Python、Lua 等脚本语言构成的微应用）

服务器：边缘服务节点适应计算能力下沉趋势

传统数据中心走向分散布局，服务器下沉提供边缘计算资源。受到高带宽内容、时延敏感应用和物联网集成等需求的推动，企业和云服务提供商需要在更贴近用户的网络边缘部署传统计算资源。分布式的计算节点适应了计算能力下沉趋势，然而难以像传统数据中心一样进行集中管理和维护，因此普遍要求边缘服务器部署方式灵活、生命周期较长，同时还需具备快速恢复的能力。

图 12：浪潮发布首款 OTII 边缘计算服务器 NE5260M5



资料来源：浪潮信息官网，中信证券研究部

边缘计算推动基础设施变革，本地计算节点呈现新特征。当计算能力实现边缘部署后，区域数据中心、远程站点、服务器机房和网络柜等基础设施都需要进行相应调整。为支持边缘节点的快速推广和个性化部署，边缘服务器会更加强调模块化扩展能力，要求实现安全、可靠的远程控制，并支持各种类型的一体化应用。

通信基站：移动边缘计算引领通信网络升级

移动边缘计算（MEC）的概念由欧洲电信标准协会（ETSI）提出，其是指在离移动用户端更近的位置，即在移动网边缘进行 IT 服务与云计算的能力。MEC 旨在联合运营商、设备厂商和应用厂商，在无线侧搭建具有计算、存储、处理等功能的平台，以减少中间操作与传输间隙对于用户体验的影响，创造出高性能、低延迟与高带宽的电信级服务环境。

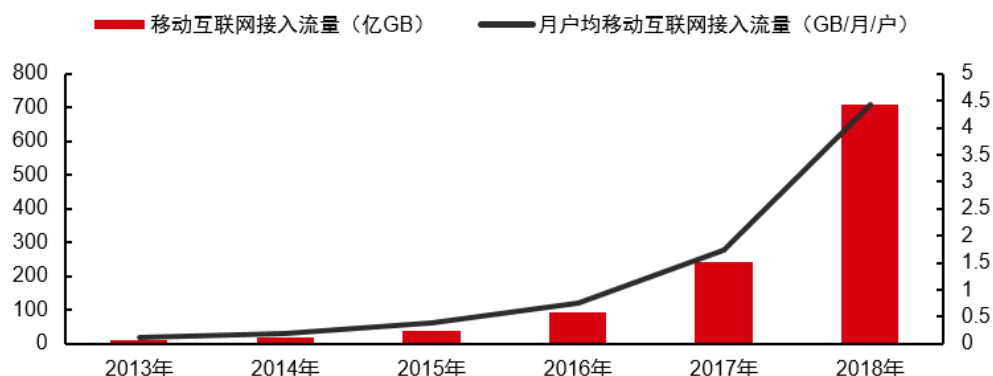
表 3：集中式云计算与移动边缘计算（MEC）对比

	集中式云计算中心	移动边缘计算节点
架构类型	计算中心集中部署在云端	计算节点本地化、近距离部署
服务能力	服务器处理能力强	单个节点处理能力有限
传输速度	时延长，网络负荷较大	低时延、高带宽
运营成本	建设成本低，运营成本高	建设成本高，运营成本低
平台前景	用户感知能力弱，难以实现智能化	实现用户网络状态感知，应用前景广阔

资料来源：中信证券研究部整理

数据流量高速增长，5G 成为移动通信技术革命的重要转折点。根据贝尔实验室的预测，从 2013 年到 2017 年，云和数据中心流量将增长 440%，视频流量的增长率将高达 720%。智能应用的推广会强化对无线传输的容量、速率和密度的要求，因此 5G 并非是移动通信技术的简单迭代，它将在网络架构和平台设计上进行革新，实现通信技术和计算能力的融合。未来的 5G 网络将结合通信技术、存储功能和计算能力，成为“三位一体”的强大平台。

图 13：中国移动互联网数据增长情况



资料来源：工业和信息化部，中信证券研究部

边缘计算接入通信基站，呼应通信网络对计算能力的需求，将成为 5G 重要支柱。无论 5G 采用集中式无线接入网还是分布式无线接入网，都将引入边缘计算思路，把云计算能力下沉到网络边缘的基站。MEC 将为 5G 提供高带宽、低时延的技术支持，但它并不只起到简单的网络连接作用；更重要的是，MEC 能够实现 5G 情境下的本地计算，提供基于地理定位和设备互联的第三方智能应用集成，创造移动边缘入口的商业服务模式。

网关设备：敏捷物联从网络边缘入口开启

物联网数据处理面临诸多挑战，边缘计算从网络入口解决难题。物联网的最终方向是实现万物互联，海量的联接设备要想实现高效的数据接收和回传，除了需要满足多样的接口和协议，还需要解决数据分析处理的问题。物联网网关是连接传感网络和广域网络的桥梁，边缘计算从网关入手，在网络设备内部设置虚拟机和容器，从而实现本地数据预处理。

以网关、路由器、交换机和控制器作为边缘节点，边缘计算推动网络设备更新迭代。目前，边缘计算的概念主要落实在以网关和路由器为代表的边缘网络设备上。为了适应物联网的发展，下一代的边缘计算网络设备需要提供 RF、ZigBee、Bluetooth、RS485、RS232、DI、DO 等多种物联接口，支持丰富的行业标准和协议，并满足不同应用环境的要求。但最重要的一点是，边缘计算下的网络设备具有智能化特征，能够通过 NFV 技术，实现网络边缘节点分布式计算，让极低时延和本地存活成为可能。

图 14：华为敏捷物联网解决方案



资料来源：华为，中信证券研究部

终端系统：实现边缘计算单元的动态管理

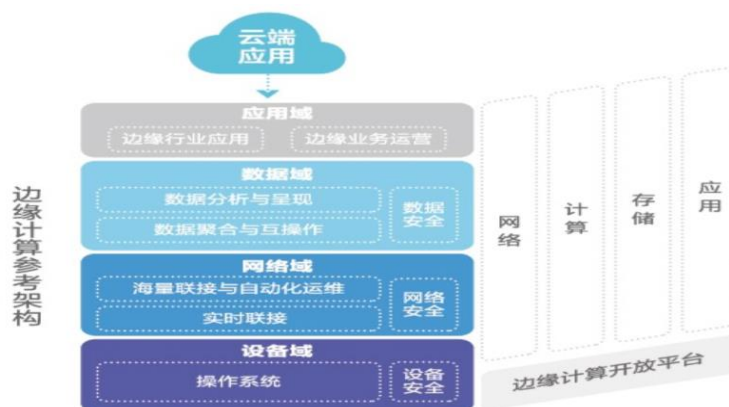
边缘计算单元嵌入微容器，形成云、管、端一体化计算体系。只通过终端设备自带的软件系统也同样可以实现边缘计算，这需要在通信模组、网关甚至普通单片机等设备上嵌入轻量级容器，用以执行 Java、Python、Lua 等脚本语言构成的微应用。嵌入微应用的计算单元具备本地判断能力，可以实现数据处理、协议转换以及设备间的互联互通。通过向边缘设备直接分配计算和存储能力，云端和智能端快速响应的一体化平台得以形成。

通过软件进行设备端动态管理，实现多样化的边缘智能需求。在边缘布置的软件系统将高性能的数据处理、优化分析和异构应用程序托管尽可能地靠近控制系统和物理基础设施，开发者在云端编写脚本，再推送到微应用容器，可以快速灵活地对边缘设备进行动态管理，并进一步实现监控诊断、智能化运营、预测性维护以及资产优化管理等功能。

产业中上游积极探索，静待边缘计算应用落地

边缘计算产业涵盖设备、网络、数据和应用四个主要领域。根据边缘计算产业联盟提出的边缘计算参考架构 1.0，设备域支撑现场设备实现实时的智能交互和智能应用，网络域为系统互联、数据聚合与承载提供联接服务，数据域提供全生命周期数据服务并保障数据的安全与隐私，应用域需要实现边缘行业应用，支撑边缘业务运营。

图 15：边缘计算参考架构 1.0



资料来源：ECC，中信证券研究部

产业链参与群体扩大，边缘计算上下游合作性增强。边缘计算的产业链关系与云计算具有一定相似之处，但是相比云计算，边缘计算的产业链参与方更加广泛。由于电信运营商和智能应用开发商得以深度介入，因此行业更加强调上下游的合作。具体而言，行业上游主要是软硬件基础设施提供商，行业中游主要以从事边缘云运营和管理的服务提供商为代表，智能终端和智能应用开发商则共同构成行业下游。

表 4：边缘计算产业链梳理

产业链位置	服务类型	代表企业	业务内容
上游	硬件基础设施	华为、中兴通讯、浪潮信息、中科曙光、凌华科技	边缘服务器、智能网关、边缘计算网络体系
	软件基础设施	思科、谷歌	边缘操作平台、边缘应用软件
	服务提供商	网宿科技、软通动力	社区云搭建、边缘云托管
中游	电信运营商	中国移动、中国联通	5G 通信网络
	云服务商	阿里云、腾讯云、华为云	云业务延展至边缘
下游	智能应用开发商	腾讯、海康威视、东方国信、千方科技、新北洋、	智慧城市、智能家居、智能制造、智能交通
	智能终端开发商	小米、百度、德赛西威	可穿戴设备、车联网设备

资料来源：中信证券研究部整理

上游：边缘计算推动设备厂商转向智能与开放

在硬件设施方面，设备厂商相继推出边缘计算相关产品。行业上游的硬件供应商主要包括浪潮、华为等国内企业。由于在网络边缘架设的计算节点具有本地化、智能化等特征，因此除了将传统服务器从中心下沉到边缘，主流硬件企业纷纷围绕边缘计算的应用领域进行开发，目前推出的具有边缘概念的硬件产品主要分为两类：

（1）面向物联网的边缘智能网关：面向物联网的智能网关需要在各种恶劣场景下稳定运行，在本地进行实时智能处理，并支持海量数据存储和管理。此外，智能网关把网络边缘和控制器对外开放，能够按需加载软件并构建行业应用。目前，这类产品以华为 AR 系列敏捷网关为代表，AR 系列敏捷网关是华为物联网架构的核心，具备高度的适应性，能够提供 17 种以上的物联接口，并广泛兼容各种行业标准协议，这一网关能够真正实现本地计算，通过 NFV 技术让不同类型的应用在敏捷网关上运行，让物联网时代丰富的智

能设备更方便地接入网络。

图 16：边缘服务器在 C-RAN 中的应用



资料来源：凌华科技，中信证券研究部

图 17：对比边缘服务器在 D-RAN 中的应用

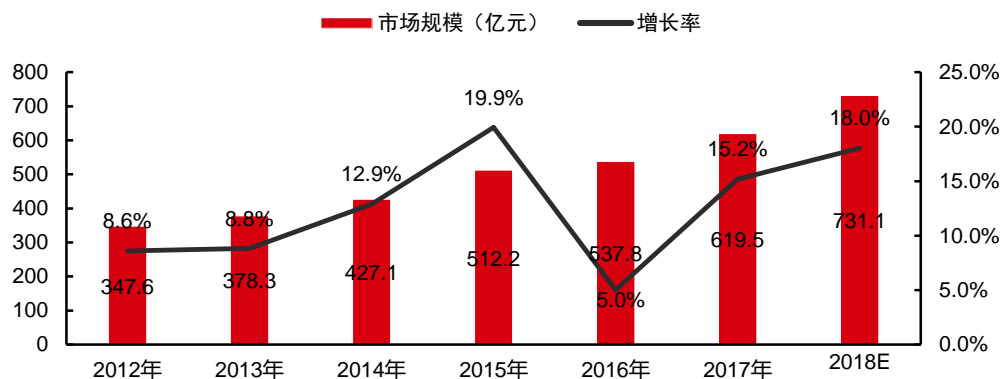


资料来源：凌华科技，中信证券研究部

(2) 面向电信网的边缘服务器：适用于移动边缘计算的服务器需要抵抗户外极端环境，在网络边缘为附近的移动用户提供计算资源、存储容量和连接性，并且随时访问用户流量、实时广播和网络信息。这类产品以凌华科技的模块化工业云计算架构 MICA 和加固级边缘服务器 SETO-1000 为代表，分别对应 5G 建设的集中式无线接入网（C-RAN）和分布式无线接入网（D-RAN），前者具有模块化设计、工业级特性、云计算核心等特征；后者具有防尘防水、抵抗低温等环境耐性，能够适配高带宽环境下的边缘计算需求。

边缘硬件设备除了以上的专业硬件，还包括下沉到边缘的各种传统硬件。目前，高性能服务器和存储器需求强劲增长，国产替代化加速，本土硬件厂商有望主导边缘计算应用普及进程。根据赛迪顾问和 IDC 的预测，我国服务器和存储器的市场规模持续扩张，2018 年将分别达到 731.1 亿元和 253 亿元。与此同时，浪潮、联想等本土企业的服务器出货量已经占据市场前三，国内存储器厂商的市场占有率也不断上升，硬件基础设施的国产替代化加速。在边缘计算的推进普及过程中，本土硬件厂商有望收获更大市场份额。

图 18：中国服务器市场规模及增长情况



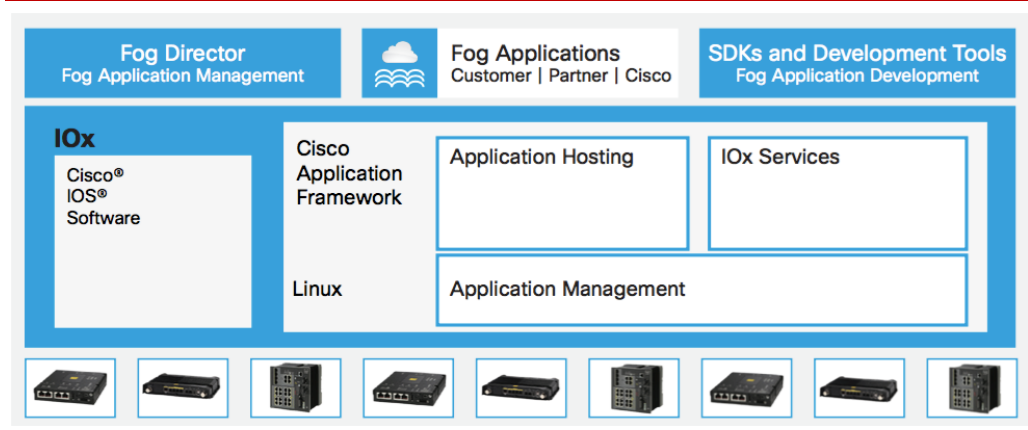
资料来源：赛迪顾问（含预测），中信证券研究部

在软件设施方面，主流厂商纷纷提出边缘计算解决方案。行业上游的软件供应商以国外主流厂商为主，包括英特尔、思科等标杆企业，它们最早提出并完善边缘计算概念。目前，软件厂商推广的边缘计算软件系统强调与 SDN、NFV 等技术结合，突出智能性和开放性，主要包括两个方面的产品：

(1) 边缘操作平台：边缘操作平台为应用管理、网络管理和计算资源管理提供支持，使得企业能够随时监控和管理物联网内的运行终端和网络边缘的应用程序，无需达到物理地址进行补丁修复，可直接在远程的端口上进行可视化操作和统一管理。这类产品主要以思科 IOx 平台、华为 Liteos 平台为代表。

思科 IOx 平台是思科实施和推广雾计算的重要举措。通过物联网雾计算和 IOS 网络操作系统的结合，客户可以通过思科的网络设备进行应用开发，占据思科物联网的边缘地带，直接利用边缘端口进行数据交换和传输。

图 19：思科 IOx 平台工作环境



资料来源：思科，中信证券研究部

华为 Liteos 平台与敏捷控制器共同构成了华为敏捷物联 SDN 解决方案的软件基础。Liteos 是一款开源的轻量级物联网操作系统，这一系统具有自组网、自发现等功能，使用它的智能终端可自动接入网络，合作伙伴也可以在这个平台上开发自己的物联网产品；敏捷控制器则是连接网络层和应用层的软件管理平台，具备很好的扩展性和扩容性，能够适配多种虚拟机和服务，可以快速集成各行业应用，支持百万级设备的管理。

(2) 边缘应用和服务套件：基于边缘入口的各种软件应用和服务套件能够极大地丰富使用场景，为边缘计算发展提供更大空间，这类产品的参与方既包括英特尔、诺基亚等巨头厂商，也包括开发工业和商业物联网应用的众多小型软件企业。

英特尔已经宣布启动 MEC App 开发和技术分析，为合作伙伴提供 NEV SDK（边缘计算软件开发套件）；诺基亚计划创建 App Factory 开放 API 接口，将现有企业应用整合进 5G 时代的 MEC 环境，并且已经面向企业发布了多款边缘计算应用，可以实现资产和员工的厘米级标记和跟踪、将视频监控从操作室扩展到移动设备等功能。

中游：边缘计算服务提供商以特定领域作为突破口

公有云市场竞争激烈，服务商需要创造新的发展机遇。自云计算在美国进入大众普及阶段以后，谷歌、微软、亚马逊等服务商相继大幅降低云计算服务价格，展开激烈的价格战。以 AWS 为例，2006 年成立以来的降价次数已经超过 60 次。从 2015 年起，国内公有云市场也已经出现红海迹象，除阿里云一家独大以外，大量的中小企业占据了 1/3 的市场份额，大小厂商的价格竞争已经展开，因此部分云服务提供商开始拓展新的领域，边缘计算服务成为热门概念。

表 5：2017 年国内公有云服务提供商市场份额

云服务供应商	市场份额	营业收入（亿元）
Alicloud 阿里	45.5%	112.0
Tencent 腾讯	10.3%	25.4
China Telecom 中国电信	7.6%	18.7
Kingsoft 金山	6.5%	16.0
Amazon.com 亚马逊	5.4%	13.3
其他	24.7%	60.8

资料来源：IDC, 中信证券研究部

随着边缘计算关注度持续提升，边缘云服务提供商逐渐在细分领域进行布局。目前，已经有多家公司涉足边缘计算平台和相关服务，除了国内外巨头公司如亚马逊、微软、阿里、腾讯、华为纷纷布局边缘计算推出相关产品外，例如网宿科技、太川股份大力推广社区云，尔雅慧联、Relay2 相继架设 Wi-Fi 边缘计算平台，机智云、FogHorn 推出加载边缘计算引擎的云平台，软通动力等 IT 技术服务企业也计划在智慧城市等细分领域提供基于云端+边缘侧的物联网解决方案。在云服务商推动下，边缘云的市场布局逐渐展开。

表 6：边缘计算服务提供商的布局形式

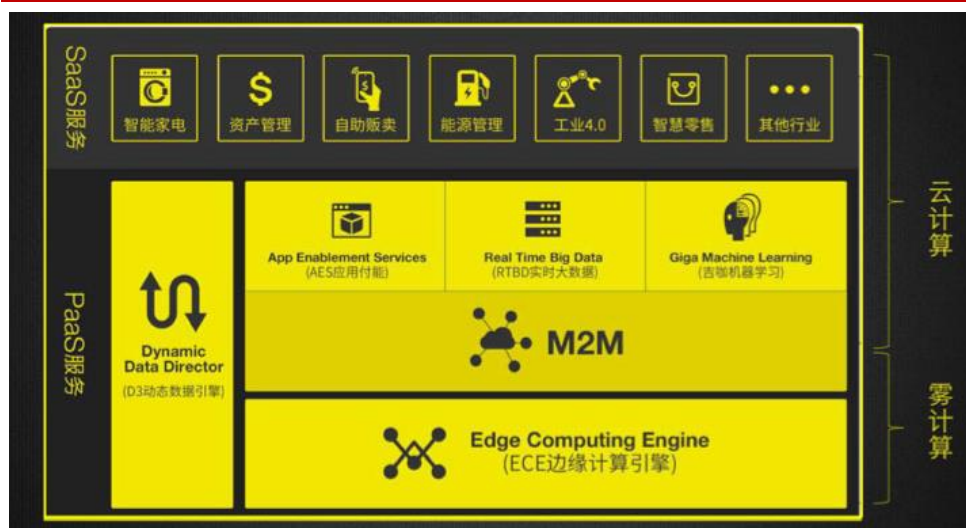
公司	服务形式	主要特点
网宿科技	社区云平台	社区云本质是 CDN+边缘计算，旨在构建一个为重度应用服务的社区云平台，这一平台具备计算、存储、传输和安全的能力，并下沉到离用户更近的城域网甚至社区。
太川股份	TCC 云社区	建设社区云服务平台，在数字可视对讲和智能家居的基础上，通过云社区智能化系统对用户数据进行高效处理。
尔雅慧联	尔雅物云	专注于解决分布式智能 Wi-Fi 终端远程管理问题，管理具有缓存功能的 Amanda Wi-Fi 等终端产品。
Relay2	业务感知智能云 Wi-Fi	建设基于 Wi-Fi 的边缘计算平台，提供丰富的 SDK/API 开发工具，将传统的 Wi-Fi 接入升级为开放的网络边缘增值业务平台。
机智云	4.0 物联网开发平台	增加了全新的 ECE 边缘计算引擎，ECE 作为架设在设备通信模组或近场通信网关上的微应用容器，可以提供雾计算的运行环境，协调程序和底层硬件环境的关系。
FogHorn	边缘智能计算平台	为物联网应用提供边缘管理平台，服务于原始设备制造商、系统集成商及垂直市场的终端客户，支持机器学习和高级分析作用的发挥。
软通动力	物联网云服务平台	支持智能设备/传感器件的便捷接入、统一控制和管理，协助企业加速物联网产品的开发和迭代，为客户和最终消费者提供安全的物联网大数据服务及功能丰富的用户体验。

资料来源：Wind，中信证券研究部

实时计算场景要求服务商建设基础设施边缘节点，高效完成事件响应和任务处理，主要参与企业包括网宿科技、软通动力等公司。作为实时计算场景下的服务商，网宿科技的社区云面向本地业务，强调与宽带、广电等本地网络融合。网宿科技社区云战略于 2015 年提出，旨在将数据存储和传输节点从省、市层级逐渐下沉到社区，每个社区云相当于一个雾节点，通过和网络运营商合作，可将社区云融入宽带业务；此外，网宿 2015 年已经和东方明珠达成协议，计划利用其多媒体资源加快部署智能网关，后续将完成 OTT 与广电网络的深度整合。

轻量级场景要求服务商为各种类型的边缘应用提供运营条件，边缘平台需要具备低功耗、自组网、跨平台等能力，主要参与企业包括机智云、FogHorn 等公司。作为轻量级场景下的服务商，机智云发布的 4.0 物联网开发平台以边缘计算作为引擎，领跑物联网数据应用。机智云作为全栈式的物联网技术平台，其新一代机智云 4.0 物联网开发平台于 2016 年 9 月发布，在原有设备管理和服务能力的基础上，增加了全新的边缘计算引擎、实时大数据平台、吉咖机器学习和动态数据编排引擎，成为国内首个推出物联网雾计算服务能力的云服务平台。

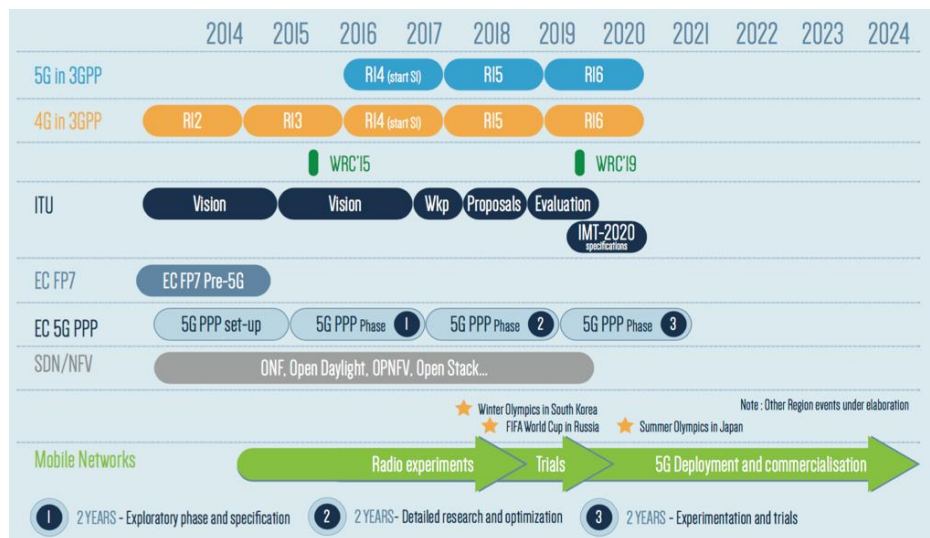
图 20：机智云 4.0 服务架构



资料来源：机智云，中信证券研究部

此外，作为移动边缘计算应用方的电信运营商，也以 5G 网络作为突破口推广边缘计算。国内三大运营商均已制定未来启动 5G 网络商用的计划，并加大对 MEC 相关基础设施的投入。目前，电信运营商已经率先探索 5G 情境下的 MEC 解决方案，积极谋求与相关设备厂商的合作。

图 21：5G 应用路线图



资料来源：ETSI，中信证券研究部

下游：智能应用和智能终端支撑边缘计算成长

边缘计算促进体验优化，智能应用和智能终端开发商成为产业下游。边缘计算解决了时延和带宽问题，并且具备网络感知能力和可扩展性。因此，在边缘计算建设完成后，部分重度消耗流量、强调时延和精确、要求用户感知的应用得以实践，各种各样的终端设备开始具备更高的智能化条件。因此，智能应用和智能终端的用户最终将为边缘计算服务付费。

图 22：智能硬件移动应用实例



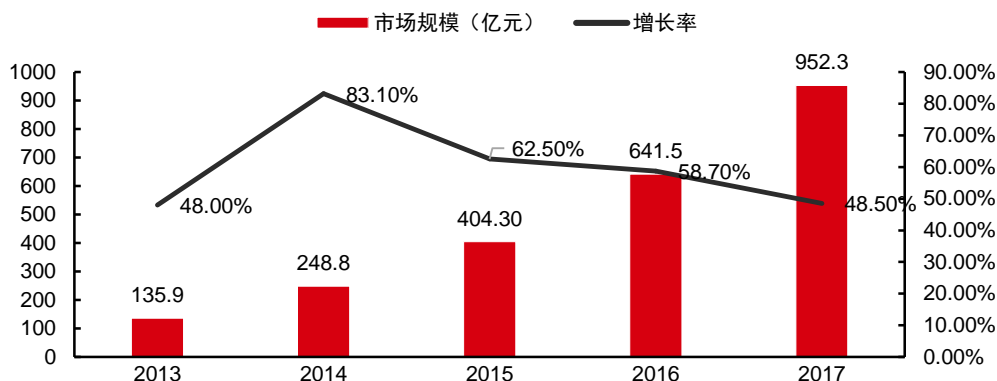
资料来源：TalkingData，中信证券研究部

在智能应用方面，互联网重度应用迅速壮大，智能应用开发商期待边缘计算突破瓶颈。需要边缘计算提供支撑的智能应用可以分为两类：**一是基于互联网的应用**，在线教育、互联网医疗、4K 视频、虚拟现实、云游戏等交互性强、数据量大的互联网重度应用发展迅速，对流量、时延的高要求需要网络架构层面做出变革；**二是基于物联网的应用**，随着传感设备、监测设备等智能硬件的普及，预测性维护、能效管理、智能制造等配套的物联网移动应用需要更强大的网络进行支撑。

以重度依赖流量的网络视频行业为例，中国网络视频市场规模在 2017 年已经增长至 952.3 亿元。从长期来看，YouTube 估计 VR/AR 技术未来需要的视频带宽将是传统视频

的 4-5 倍，高分辨率、高帧率和立体图像将驱动各种应用依赖于更高的带宽。边缘计算从局域网入手，能够改善带宽条件，迎合目前视频加速、网络直播的变革浪潮，为网络视频行业的发展创造更大空间。

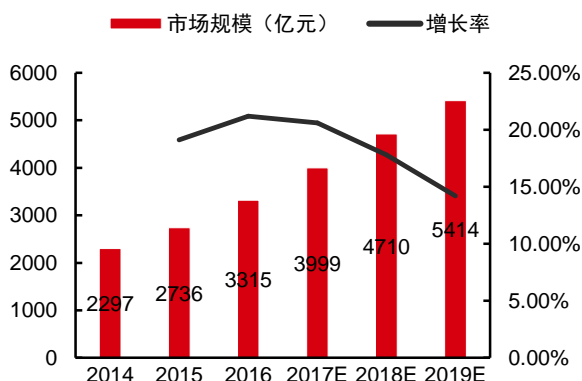
图 23：中国网络视频市场规模及增速



资料来源：赛迪顾问，中信证券研究部

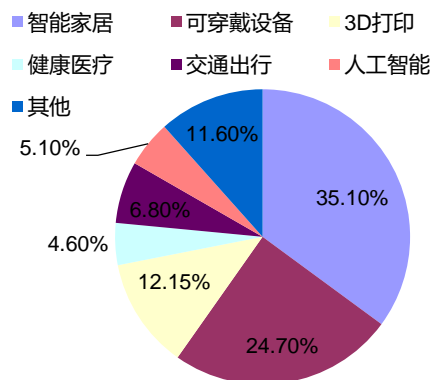
在智能终端方面，智能硬件呈现爆发式发展，驱动边缘计算需求扩张。边缘计算不仅服务于手机、平板电脑等成熟的智能终端，车联网、智能家居等物联网设备为边缘计算创造了更为强劲的需求。随着新一代智能硬件的推广，海量智能终端亟需边缘计算改善目前不堪重负的网络条件。根据易观智库的报告，我国智能硬件的市场规模近年持续增长，2019 年预计达到 5414 亿元。当边缘计算在网络架构层面取得突破后，智能硬件市场规模有望进一步提升，实现两个产业的互相驱动。

图 24：中国智能硬件市场规模（亿元）



资料来源：易观（含预测），中信证券研究部

图 25：2014-2015 智能硬件投资资金额占比



资料来源：iiMedia Research，中信证券研究部

主流互联网企业向智能硬件渗透，智能终端产品以智慧家庭为核心。目前，BAT 等巨头都已经参与智能硬件产品的开发，百度拥有多项智能硬件专利，阿里投资内容厂商，腾讯通过智能硬件开发平台完成布局。此外，360、小米、乐视和京东也以智能家居、智能家电等家庭应用为核心，在电视、路由器等领域纷纷推出智能硬件产品。

表 7：智能硬件产品实例

产品领域	产品实例
车联网	百度 CarNet 车载智能平台；阿里巴巴互联网汽车
可穿戴设备	小米手环；百度智能手环；谷歌眼镜；苹果 iWatch
智能家居	小米智能电视、智能路由器、智能插座等；腾讯智能家居开放平台；京东 JD+计划
医疗健康	蓝信康血压计，Picooc 体脂仪

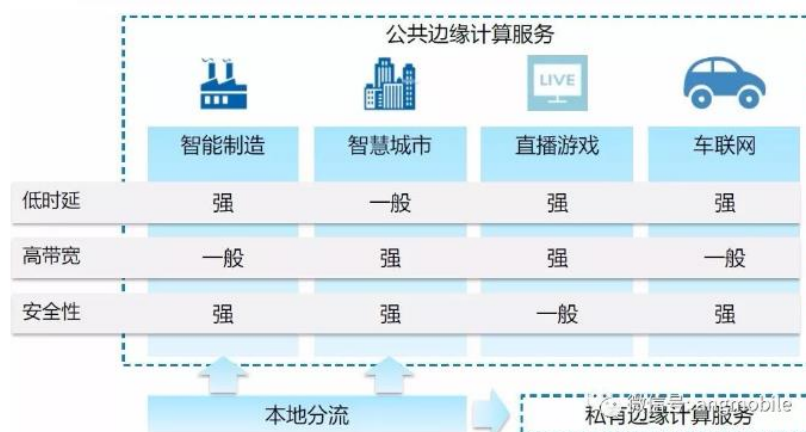
资料来源：中信证券研究部整理

■ 深耕智慧应用领域，边缘计算前景无限

立足四大应用场景，拓展边缘计算需求

边缘计算有望率先在对时延、带宽、成本等指标要求较高的场景得到重点应用，如智慧城市、智慧交通、智能家居和智能制造。当前存量的云计算、物联网技术通过与边缘计算结合，将显著提升对于以上高要求场景需求的支撑能力，例如在自动驾驶中有望依托边缘计算解决其感知与运动数据分析判断的的时效性、安全性问题。

图 26：中国移动《边缘计算白皮书》中典型场景与特点



资料来源：中国移动、Angmobile

智慧城市：梯联网降低运营和维护成本

智慧城市是指通过信息通信技术，对城市生产和生活的数据进行存储、处理和分析，并加以利用，致力于提升公共服务体验和市民生活水平。例如，政府可以通过税务系统信息化，简化纳税人的纳税流程，促进办事效率，即智慧政务；医院医生通过使用电子病历，能够系统地查看病人的就诊历史，分析病人的健康状况，有针对性地进行诊断，即智慧医疗。

解决大数据处理难题，边缘计算成为智慧城市核心技术。从政府的政务管理，到个人的日常生活管理，城市发展涉及到人们的吃喝住行等多个方面，并随时随刻产生着巨大的数据量。由于需要实现大数据的搜集和处理，智慧城市的构想离不开物联网、云计算等技术支持。而随着数据处理量的增大和应用场景对于时效性的要求提高，具有本地化计算功能的边缘计算成为未来智慧城市发展的重要支持性技术。

图 27：软通动力智慧城市解决方案



资料来源：软通动力，ECC，中信证券研究部

城市化进程加快，电梯运营和维护问题亟需解决，梯联网成为智慧城市重要应用领域。截至 2017 年底，全球电梯保有量达到 1450 万，每天有数十亿的人次乘坐电梯。根据华为的数据，未来 30 年城市人口将新增 30 亿，全球近 70% 的人将生活在城市。随着城市化进程的加快，电梯无疑成为城市生活必不可少的一部分。但是，随之而产生的电梯运维问题也不容忽视。过去的人工运维不仅费时费力，还无法在第一时间发现电梯的潜在故障，有可能引起不必要的电梯事故。为了弥补人工巡检的不足、提高电梯安全性能，我们可以将电梯内复杂的传感器设备加以利用并联网，实现电梯的远程监测。

梯联网基于 SDN 和边缘计算架构，实现一站式远程运营。通过物联网关、控制器和 IoT 平台的有机组合，梯联网能够全天候远程监控并预知故障，降低业务中断时间；进行 GIS 化集中运维管理，在大数据分析基础上提升检修效率；如果发生电梯故障，能够远程调度救援，进行人性化安抚；还可以与创新数字媒体结合，实现远程内容分发，开启新的商业机会。

图 28：华为梯联网架构



资料来源：华为，中信证券研究部

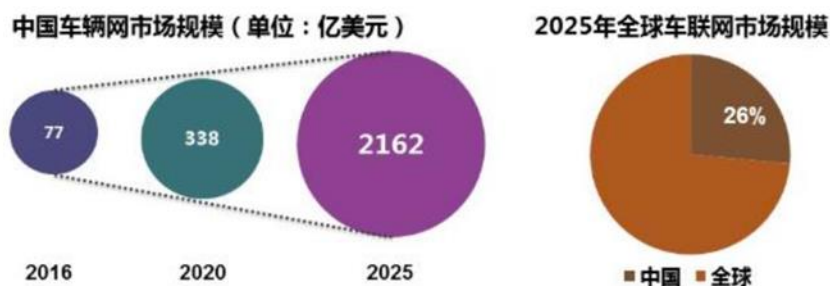
华为与迅达电梯签署合作，梯联网方案已经成功落地。梯联网解决方案是华为的敏捷物联方案在电梯领域应用的典型案例。2016 年 9 月，华为与全球领先的电梯供应商 Schindler 签署合作协议，这一合作将促使 Schindler 在全球范围内的电梯进行数字化转型，以实现远程监测、运维创新和远程救援等，提升电梯安全性能，降低管理成本，增强客户体验。

智能交通：车联网助力出行安全

智能交通是指将信息技术、通信技术、计算机技术应用于整个交通管理系统，典型的应用包括电子收费系统（ETC）、紧急救援系统（EMS）、停车管理系统等。人们可以通过智能交通系统获取实时的交通路况，监测车辆及轨道交通的运行。智能交通作为我国“十三五”规划的重要发展方向，在提高运输效率、缓解交通压力、保证出行安全方面具有重要意义。

车联网是智能交通核心场景，全面车联网时代即将开启。车联网的概念来源于物联网，按照中国车联网产业技术创新联盟的定义，车联网是以车内网、车际网和车载移动互联网为基础，按照约定的通信协议和数据交互标准，在车-X（X：车、路、行人和互联网等）之间，进行无线通讯和信息交换的网络系统。搭建云计算架构的车联网系统除车载娱乐、车载导航外，还可以实现车辆的远程管理，如开锁/关锁、道路救援、远程诊断等。

图 29：车联网市场规模预测

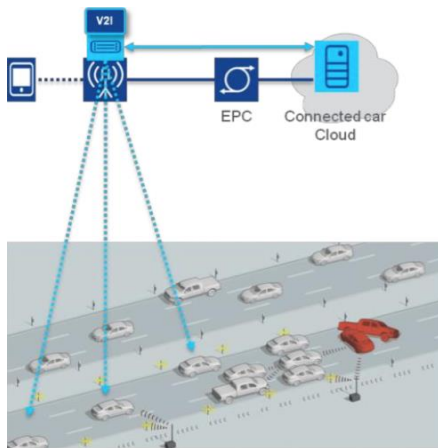


资料来源：埃森哲（含预测），中信证券研究部

车联网在云计算架构下弊端明显，边缘计算可弥补缺陷。智能交通系统可选择使用“云-管-端”的架构，利用云计算技术，在云端数据中心对传感器收集并传输的数据进行存储和分析。但是，在对于实时性和安全性要求高的场景下，比如自动驾驶情况下的紧急停车，如果将数据上传到云端，则会错过最佳的事故处理时间。在这种情况下，采用边缘计算技术，可以在“端”侧对数据进行本地处理，无需发回云端即可进行做出反应。

在车联网应用中，边缘计算专注解决自动驾驶时效性、安全性问题。近几年来各国致力于研发的自动驾驶技术是车联网与人工智能、GPS 等领域的合作成果。谷歌、特斯拉、百度等国内外科技巨头纷纷加大自动驾驶研发投入，大部分公司预计在 2020 年实现自动驾驶技术的商用。但是，时效性和安全性仍是目前自动驾驶技术亟待解决的问题。一方面，汽车在行驶过程中可能会遇到突发状况，时间上不允许数据经由云端的数据中心处理再做出决策；另一方面，车辆处于行驶的状态中，无法保障所有地方都有较好的传输信号，比如某些未覆盖的偏远地区，在这种情况下，车辆无法通过基站或者其他方式与云端保持稳定的连接。在车联网系统中引入边缘计算后，可以使得汽车在面对突发状况或网络条件不稳定时实现本地存活，系统无需将路况数据上传到云端，而是在本地的边缘网关或其他节点设备上即可进行处理与决策，在提高时效性的基础上保证自动驾驶的安全性。

图 30：边缘计算在车联网中的应用



资料来源：ETSI, 中信证券研究部

图 31：百度车联网布局



资料来源：百度, 中信证券研究部

智能家庭：智能电视提供全方位家居体验

智能家居是指以家庭住宅为载体，结合物联网、云计算等通信和计算机技术，实现家具设备的联网和智能化，提高家居安全性、舒适性、娱乐性和环保性。我国智能家居进入行业快速成长期，智能安防、智能电视等应用层出不穷。智能家居中使用的通信技术可分为有线和无线技术。有线技术布线较繁杂，适合于未装修的住宅；无线技术（包括 ZigBee、蓝牙、WiFi 等）安装方便灵活，移动性强，但是功耗大，存在信号不稳定的情况。

充分利用智能家居网络环境，布局边缘计算。据 ITU 数据，70%的数据业务是发生在室内的。随着 VR/AR、4K 视频、云游戏等应用的发展，智能家居的应用场景越来越趋于多元化，网络流量增加导致现有网络的承载能力不足。此时，在原有的有线或无线接入方式下，将路由器、遥控器、手机等设备加以利用并改装为小型的边缘处理器，即可在家庭范围内形成小的数据闭环，在日常数据量不大的场景中，智能设备无需将数据上传到云端，在本地的数据闭环内即可实现处理和决策。

电视作为智能家居核心载体，呈现高清化、网络化、智能化三大趋势。作为智能家居系统的重要组成部分，在互联网浪潮的压力下，智能电视从传统电视成功转型，并朝着高清化、网络化和智能化的方向不断发展。受到 4K 高清视频、电视联网资源以及人工智能发展等因素的推动，智能电视承载着智能家居应用场景的大部分数据流量。通过在家庭网络宽带的边缘侧添加边缘处理节点，可以有效缓解智能电视网络的数据处理压力。

网宿科技“边缘计算”战略以智能电视入口，推动智能家庭等场景总布局。网宿科技于 2015 年提出“社区云”战略，计划投入 22 亿元，用三年时间在全国范围内建设 2000 个社区云节点。通过和网络运营商的合作，可将社区云融入宽带业务，推动边缘计算发展。公司是联通 CDN 和 5G+视频产业链合作伙伴，目前又合资成立了云际智慧，后续有望借助运营商资源获取先发优势，打开边缘计算长期成长空间。

图 32: 云社区解决方案



资料来源：海尔，中信证券研究部

智能制造：边缘计算实现 ICT 与 OT 融合

智能制造被确立为中国制造 2025 的主攻方向。制造智能化是世界主要工业大国未来十年的发展方向，根据中国的制造业发展规划，到 2025 年，制造业重点领域要全面实现智能化，试点示范项目运营成本降低 50%，产品生产周期缩短 50%，不良品率降低 50%。

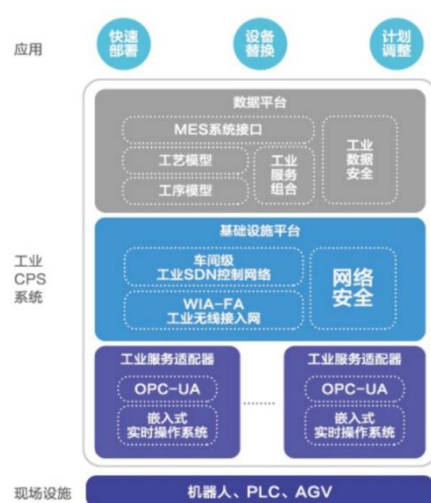
ICT 和 OT 融合是智能制造的关键。针对我国目前制造业资源利用率低、能耗高、核心竞争力低的现状，全制造流程亟待以数字化、网络化和智能化为主线进行优化。一方面，要在 ICT（Information and Communication Technology）领域进行信息管理，通过对企业业态和垂直行业特征进行分析，打造符合企业经营模式的人力资源系统、资产管理系统等；另一方面，要在 OT（Operation Technology）方面利用分布式处理对各系统进行监控。智能制造的关键是实现 ICT 和 OT 的深度融合，对海量的传感数据进行抓取和处理，进而用来预测和分析、进行商业决策，最终实现生产的自感知、自决策、自优化和自执行。

图 33: ICT 与 OT 的融合



资料来源：ECC，中信证券研究部

图 34: 工业 CPS 系统



资料来源：ECC、中信证券研究部

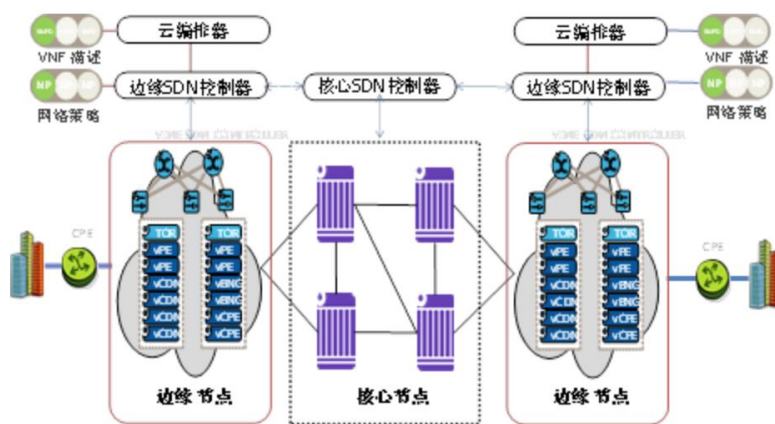
边缘计算助力智能制造实现，打造开放生态。随着 ICT 领域的不断发展，海量异构设备连接入网，实时智能不能仅靠云计算来实现。**边缘计算在工业系统中的具体表现形式是工业 CPS 系统**，其可以利用网络边缘侧各种嵌入式终端的计算、存储、通信能力，构建开放的服务平台，满足业务实时、分布智能、安全与隐私保护等各方面需求，降低测量与控制系统成本。根据边缘计算产业联盟的预测，引入边缘计算的工业 CPS 系统能够在生产设备灵活替换、生产计划灵活调整、新工艺/新型号快速部署等方面带来极大提升，减少 50% 的人力投入和 80% 的部署时间。

重新定义价值链条，边缘计算走向纵深发展

边缘计算重塑行业生态，相关厂商获得发展契机

本地计算能力回归，“软边缘+硬核心”将成为未来网络基本结构。智能时代强调互联网与实体世界的互动，本地设备作为这种交互模式的前端，需要负责云端内容的呈现和用户需求的录入。因此未来的网络架构将会是由两端驱动的，一方面需要更加强大的本地计算能力，满足网络传输和本地感知的需求；另一方面云端集中的计算和存储任务也不可替代，高性能和低成本将成为主要诉求。因此，未来网络的建设框架将围绕“软边缘+硬核心”展开，一是强调在网络边缘充分利用软件的智能性，灵活解决多样化的业务问题；二是坚持通过高速硬件满足网络转发设备的性能要求，在网络核心实现数据高效转发和传送。

图 35: “软边缘+硬核心”架构



资料来源：诺基亚和上海贝尔，中信证券研究部

边缘计算节点促进网络能力开放，第三方应用和软件开发商将进入产业价值链条。边缘计算在设备终端和计算中心之间创造了一个新的数据处理层，这个本地平台能够感知网络上下文信息，从而吸引第三方应用和软件开发商进入，进行各种创新业务的部署。因此，边缘计算打破了传统无线网络的封闭架构，在把第三方引入产业价值链条后，边缘云服务商的运营收入、用户体验、市场价值都得到有力提升，从流量经营走向价值经营。

对设备商来说，边缘计算推动网络变革起步，重构进程仍需设备厂商主导。云网融合、虚拟开放、智慧运营将成为网络发展的趋势。华为、诺基亚等传统设备厂商已经纷纷提出基于 NFV 和 SDN 的网络重构主张，围绕网络边缘展开布局。网络价值的重塑需要依赖设备厂商的技术方案进行推动，在新一轮网络架构变革中，设备厂商不仅强化了基础设备销

售，而且在变革进程上也仍将处于中心的主导地位。

对服务商来说，边缘计算创造差异化服务模式，推动商业模式的变革。当计算节点延伸至用户终端，边缘计算的服务提供商能够在移动边缘实现内容感知和用户识别，为差异化服务创造条件。通过在本地部署边缘计算平台，服务商可以对不同的第三方业务提供差异化的开放网络资源，对不同的终端用户实施差异化的前向/后向收费模式，进一步还可以创造基于服务位置的各种情景化应用，从而创造多元的用户体验和商业模式。

图 36：中国移动 2019MWC 发布边缘计算“Pioneer 300”先锋行动



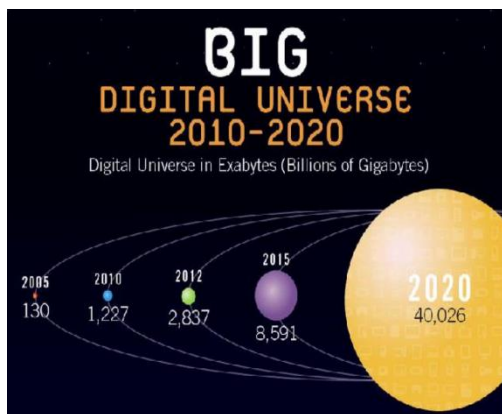
资料来源：中国移动官网

作为移动边缘计算参与方的电信运营商，也能够借力 MEC 实现数字化转型，或成边缘计算的重大受益者。国内三大电信运营商的财报显示，随着语音等传统业务的萎缩，数据流量业务已经成为通信服务收入增长的主要驱动力。然而，传统电信运营商仅作为通信管道，长期以来受困于资费和商业模式单一的难题，在垂直应用领域缺乏话语权，对业务和用户的管控能力薄弱。当 5G 网络引入移动边缘计算后，边缘计算模式能够帮助运营商优化网络的基础架构，为用户提供高效网络，并建设开放的生态链。如果终端控制得以实现，移动边缘计算技术的出现或能破解哑管道难题，推动电信运营商直接参与网络服务和应用，从而实现向数字化的转型。

从联接走向自治，边缘计算市场爆发指日可待

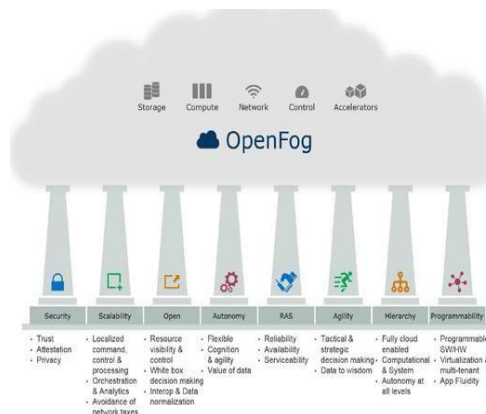
智能时代导致数据处理量爆发式增长，边缘计算成为新一代分布式计算方案。在物联网实现万物互联和智能化的背景下，智能时代的拐点已经来临。机器智能程度和终端形态数量都将迎来高速增长，所产生的数据也将呈现海量、高速、多样、分层四个特征，因此计算能力需要进一步提升。然而，智能时代放大了集中式计算在数据传输和信息感知上的弊端。作为分布式计算的新一代方案，近距离部署的边缘计算更贴合智能时代对高带宽、低时延、本地性和移动性的数据处理诉求。

图 37：2012-2020 数据量增长（Billion GB）



资料来源：IDC，中信证券研究部

图 38：八支柱的雾计算架构



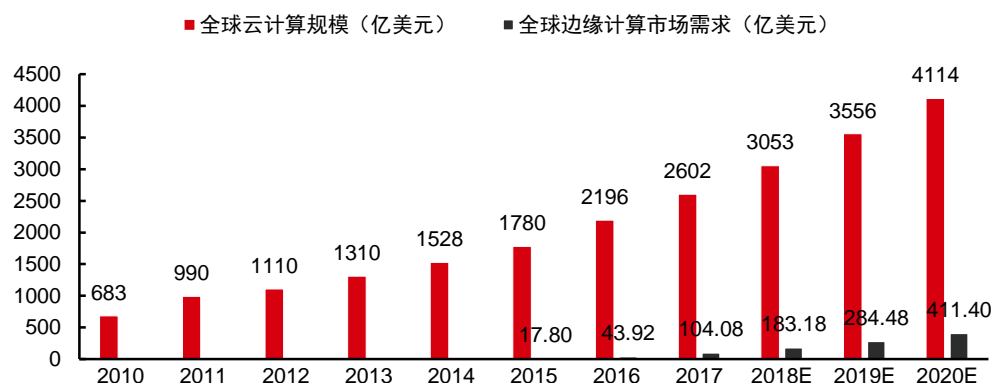
资料来源：Open Fog Consortium，中信证券研究部

随着智能时代新兴技术的推广，边缘计算的应用领域将变得极其广泛。增强现实、虚拟现实、密集计算辅助、监控数据流分析等智能服务迅速兴起，网络传输对大容量、高密度的追求需要分散的计算节点进行数据过滤和处理。对个人用户来说，边缘计算提高移动通信网络的反应速度，支持智能家居管理，并且可应用于车联网，减少交通拥堵和安全事故。对企业用户来说，边缘计算可以为多样化的室内业务提供智能管理，也可应用于工厂的无线传感和控制器，优化反应时间和整合效率。

边缘计算产业正处联接和智能之间的过渡阶段，自治阶段的到来将极大刺激产业发展。边缘计算产业联盟提出，边缘计算产业在总体上可以分为联接、智能和自治三个发展阶段：第一阶段实现终端设备的海量、异构和实时联接，典型应用如远程自动抄表；第二阶段在边缘侧引入数据分析与自动处理能力，智能化执行本地业务逻辑，典型应用如梯联网；第三阶段依赖人工智能等新技术的推动，边缘侧将获得动态自我优化、调整执行策略的能力，典型应用如无人工厂。目前，海量的边缘终端还没有广泛建立起联接，然而个别智能应用已经先行落地，边缘计算产业的现阶段发展缺乏社会协同。然而可以预见的是，随着数字化、智能化转型的不断深入，边缘计算在自治阶段将爆发巨大的市场潜力。

边缘计算前景无限，千亿市场规模等待被发掘。边缘计算正处于产业起步阶段，作为云计算的延伸概念，其市场需求可以进行类比估计。根据 Gartner 的测算，预计 2018 年全球云计算市场规模为 3053 亿美元，2020 年将达到 4114 亿美元。我们预测，物联网将约有 10% 的数据需要在网络边缘进行存储和分析，按这一比例进行推测，2020 年全球边缘计算的市场需求将达到 411 亿美元。如果边缘计算产业发展能够根据市场需求如期推进，预计在未来 3-5 年，边缘计算将成为下一个数百亿以上的蓝海市场。

图 39：边缘计算市场需求理论值估测



资料来源：Gartner, 中信证券研究部

■ 风险因素

1. 边缘计算整体技术成熟度与完备度达不到产业化落地所需要的水平。
2. 运营商 5G 产业化进程与资本开支低于预期；其他边缘计算服务商（如云/CDN 厂商）投入力度低于预期。
3. 边缘计算应用落地进度慢于预期。

■ 投资建议

投资建议上，我们建议沿着**三条主线**布局边缘计算投资机遇：

- 1、基础设施先行。边缘节点作为架构中核心增量有望率先受益，四类节点形态中重点推荐服务器领域**浪潮信息**、**中科曙光**、终端领域**新北洋**、**德赛西威**；
- 2、边缘服务商兵家必争。重点推荐 CDN 领域**网宿科技**、云计算领域**阿里巴巴**；
- 3、下游基于边缘计算服务的应用厚积薄发，关注制造领域**东方国信**、交通领域**千方科技**、**中科创达**、**四维图新**，城市领域**海康威视**、**思创医惠**。

重点公司

浪潮信息：服务器国产龙头，布局边缘计算

公司是中国领先的云计算、大数据服务商。浪潮集团旗下有浪潮信息、浪潮软件、浪潮国际、华光光电四家上市公司，业务涵盖云数据中心、云服务大数据、智慧城市、智慧企业四大产业群组，为全球 100 多个国家和地区提供 IT 产品和服务，全方位满足政府与企业信息化需求。公司产品浪潮云稳居中国公有云 IaaS 市场增速第一位，浪潮云 ERP 集团管理软件市场占有率第一名，尤其是浪潮服务器全球第三，中国第一，增速保持全球第一。

云计算景气向上，AI 服务器领跑市场，发布边缘计算服务器。Gartner 预计 2018 年全球公有云服务市场规模将增长 21.4%，达到 1864 亿美元，2017 年国内公有云服务市场规模达到 264.8 亿元，同比增长 55.7%，云计算行业将保持中期景气，公司作为云计算上游的服务器供应商受益明确。同时浪潮信息是国内最早布局 AI 的计算机服务器，公司已经构建了全栈式 AI 计算系统，包括计算平台、管理套件、框架优化、应用加速四个层次，拥有密度最高的 AI 服务器 AGX-2、单机计算性能高达两千万亿次的 AI 超级服务器 AGX-5 等领先产品。目前公司 AI 计算产品占中国市场份额的 60% 以上，是 BAT 巨头 AI 计算 GPU 服务器的最主要供应商，份额占比超过 90%。近期浪潮发布首款 OTII 边缘计算服务器 NE5260M5，进一步挖掘边缘计算机遇。

JDM 模式绑定核心客户，抢占市场。公司创新的 JDM 模式与 BAT 等大型客户深度绑定，可在最短的时间内、可控的成本约束下将用户需要的产品研制出来，并部署到用户数据中心，成为公司差异化竞争的关键，同时核心客户采购量的提升带动公司业务快速发展，市场份额迅速提升。2019 年 1 月公司创造单数据中心 8 小时交付 10000 节点的全新交付速度。IDC2018 三季度全球服务器市场调查显示，浪潮销售额和销量保持全球最快，销量同比增长 90.1%，达 28.3 万台，市场份额为 9.03%，中国市场份额为 31.8%，蝉联中国市场第一。

风险因素：云计算与 AI 服务器市场增长不及预期、存储业务发展不及预期。

投资建议：公司作为服务器领域国产龙头与全球前三，顺应产业趋势聚焦关键行业核心客户，有望持续受益于云和 AI 带来的增量需求，我们维持公司 2018-20 年归属母公司净利润预测 6.84 亿/8.91 亿/11.24 亿元，对应 EPS 预测 0.53/0.69/0.87 元。维持“增持”评级。

表 8：浪潮信息盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	12,667.75	25,488.18	40,616.05	52,718.36	66,353.63
营业收入增长率	25%	101%	59%	30%	26%
净利润(百万元)	287.02	427.53	684.19	890.94	1,124.34
净利润增长率	-36%	49%	60%	30%	26%
每股收益 EPS(基本)(元)	0.22	0.33	0.53	0.69	0.87
毛利率%	14%	11%	11%	11%	12%
净资产收益率 ROE%	7.28%	5.87%	8.65%	10.22%	11.54%
每股净资产(元)	3.06	5.65	6.14	6.76	7.56
PE	113	76	47	36	29
PB	8	4	4	4	3

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2019 年 3 月 5 日收盘价

中科曙光：超算王者，深化“服务器+芯片+云计算”业务布局

超算王者，“服务器+芯片+云计算”业务布局不断完善。中科曙光是在中国科学院的大力推动下，以国家“863”计划重大科研成果为基础组建的国家高新技术企业。公司扎根高性能计算机，同时打造“芯片”“服务器”“云+大数据”全产业链布局，竞争能力不断增强。

安全可控领域持续发力，预计服务器采购量大涨。公司获批组建国家先进计算产业创新中心，目标在3年内完成服务器处理器、智能计算芯片领域核心技术攻克。受益于保密和安可招标，公司服务器销量有望大幅度增长。

乘自主可控东风，芯片业务成为有望成为业绩新引擎。外部环境不确定性持续增加，自主可控已成为核心议题，公司参股公司海光与AMD在芯片领域自主可控继续稳步推进。海光基于X86结构代号为“禅定”的国产CPU已经正式量产，预计2019年年出货量能达到20万片，芯片业务有望成为业绩增长新引擎。

存储与云计算业务孕育新机会。公司存储业务受益于数据量持续增长与数据分析需求提升，近年来持续增长，未来前景广阔。公司ParaStor产品持续在持HPC、石油地震、视频监控、人工智能等领域深耕细作，推出视频监控领域应用一体化机，之前顺利发行可转债募资11.20亿元，投资统一架构分布式存储等项目，进一步加码存储业务。同时云计算业务继续推进，40多个城市云持续落地，持续完善与VMWare合资的中科瑞光的产品方案。

风险因素：行业领域与外部政策的变化，芯片进展受阻，服务器增长不及预期。

投资建议：公司着力推动CPU芯片等关键领域自主可控取得持续进展，有望与下游云/AI需求一起推动现有服务器业务收入规模与盈利能力不断增长。我们维持公司2018-2020年营收、归母净利润预测分别为89.08/114.65/147.66亿元、4.30/6.13/8.33亿元，对应EPS 0.67/0.95/1.30元。维持“增持”评级。建议持续关注芯片领域自主可控进展与主营服务器等业务增长情况。

表9：中科曙光盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	4,360	6,294	8,908	11,465	14,766
营业收入增长率	19.1	44.4	41.5	28.7	28.8
净利润(百万元)	224	309	430	613	833
净利润增长率	26.8	37.7	39.4	42.5	35.8
每股收益 EPS(基本)(元)	0.35	0.48	0.67	0.95	1.30
毛利率%	20.9	17.4	17.5	17.8	18.0
净资产收益率 ROE%	10.5	10.0	12.5	15.8	18.5
每股净资产(元)	-0.37	0.07	0.42	0.43	1.53
PE	151.1	109.7	78.7	55.3	40.7
PB	11.7	10.8	9.6	8.4	7.1

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为2019年3月5日收盘价

网宿科技：CDN 龙头厂商，加大研发布局边缘计算

公司致力于大数据和云计算基础设施等方面的关键技术研究。网宿科技提供 CDN、定制化 IDC、云安全、云计算和边缘计算等丰富的产品及服务，在全球构建了广泛高效的内容分发(CDN)、边缘计算网络及数据中心 (IDC)，满足用户随时随地的数据计算及交互需求，其智能平台日均处理万亿级的服务请求，服务全球数十亿网民。公司目前已经申请包括国内和国际发明专利 800 多件，内容涉及到协议加速、流媒体直播点播加速、流量管理、云安全、云存储等 CDN 及云计算行业领先技术，连续 6 年占 CDN 市场份额第一。

立足 CDN，积极开拓云安全、云计算、边缘计算等领域。公司立足于 CDN 并积极向云计算、云安全等领域扩展。CDN 方面，公司在行业经营多年。具有深厚技术积累，长期占据龙头地位，与一大批优质客户形成稳定合作关系。云计算方面，2016 年公司正式启动从 CDN 到云服务的战略升级，私有云和混合云是公司的重点布局方向。2018 年 9 月 28 日公司公告调整募投资金用途，未来拟投入边缘计算支撑平台项目 13.2 亿元、云安全项目 2.2 亿元、海外 CDN5.3 亿元、计算能力共享平台 17.4 亿元。

积极布局边缘计算。未来庞大的流量需求将使传统云计算面临高并发下的源站/带宽/存储/延迟等多方面挑战，预计边缘计算与其有机结合成为下一代网络架构发展趋势。去年 6 月联通宣布四阶段部署 MEC 边缘云，计划于 2025 年实现网络全云化部署，2018H2 启动边缘 DC 机房资源准备工作，2019 年启动规模边缘 DC 云资源建设。公司是联通 CDN 和 5G+视频产业链合作伙伴，目前又合资成立了云际智慧，后续有望借助运营商资源获取先发优势，打开长期成长空间。

风险因素：CDN 行业价格战恶化，边缘计算推进不及预期。

投资建议：短期流量持续高增 CDN 行业企稳，公司盈利能力回升；长期看好公司聚焦主业布局边缘计算，有望持续打开成长空间。维持 2018/2019/2020 年 EPS 预测为 0.33/0.44/0.53 元，给予 2019 年目标 PE 30 倍，对应目标价 13.2 元，维持“买入”评级。

表 10：网宿科技盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	4,446.53	5,372.67	6,337.46	7,159.57	8,717.30
营业收入增长率	52%	21%	18%	13%	22%
净利润(百万元)	1,250.40	830.40	802.70	1,079.89	1,282.58
净利润增长率	50%	-34%	-3%	35%	19%
每股收益 EPS(基本)(元)	0.51	0.34	0.33	0.44	0.53
毛利率%	42%	35%	30%	34%	33%
净资产收益率 ROE%	17.08%	10.44%	9.26%	11.20%	11.89%
每股净资产 (元)	3.01	3.27	3.56	3.96	4.43
PE	25	38	39	30	24
PB	4	4	4	3	3

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2019 年 3 月 5 日收盘价

用友网络：国内企业级应用软件领军者，积极推进 3.0 战略

国内企业级应用软件领域领军者。公司起步于财务软件，之后进军以 ERP 为代表的企业管理软件，到 2016 年发布聚焦与“软件、云服务和金融服务”三大方向的 3.0 战略，公司业务覆盖领域多次延伸，收入规模稳定增长。经过 30 多年在企业服务领域的经营，拥有完整的企业级应用软件产品线、丰富的业务经验和成熟的营销渠道，对大中小型企业提供不同的软件产品，在企业应用软件市场位居第一，且在 ERP 软件、财务管理软件、CRM 软件、资产管理软件等多个细分市场也均位居第一。

紧随我国云计算发展趋势，积极布局云服务业务。中央和地方出台多项政策推动云技术的发展，企业本身降低成本的需求也推动了云技术的发展。公司把握这一趋势，提出了以用友为核心的 3.0 战略，包括领域云、行业云、云平台、企业金融云、小微企业云和云市场等产品。公司已经与贵州、重庆、宁波、上海、天津、湖南、淄博等省市签署战略合作协议，全面推动地方政府企业上云政策的落地，在 2017 年国内公有云 SaaS 市场中位居第一，成为国内公有云 SaaS 领域领军企业。截至 2018 年三季度末，公司的云服务业务累计注册企业客户数 446 万家，付费企业客户数达到 32 万家，预计随着云服务业务付费率的提高，公司云服务业务将会持续高增长。

云业务有望保持高增长，核心云产品更新助力 2019 年增长。我们预期公司整体云业务 2018 年有望保持三位数以上的高速增长，2019 年整体增速应在 60% 以上，下游云化渗透若能加速，则 2019 年增速乐观情况下有望再次达到三位数；未来核心 U8C 3.0、NC Cloud 新版本的发布将助力公司 2019 年云业务拓展。

风险因素：云业务增长不及预期，软件增速下滑、金融服务发展低于预期。

投资建议：公司云转型趋势已成，以云为代表的各块业务收入高增长预计开启驱动公司市值持续成长的同时盈利变现逐步提升。同时，市场对公司云化转型期的利润成长认知将渐趋客观。我们维持公司 2018-20 年归属母公司股东净利润预测 6.17/8.23/9.94 亿元，对应 EPS 预测 0.32/0.43/0.52 元。维持“买入”评级。

表 11：用友网络盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	5,113	6,344	7,657	9,190	10,860
营业收入增长率	14.9	24.1	20.7	20.0	18.2
净利润(百万元)	197	389	617	823	994
净利润增长率	-39.0	97.1	58.6	33.3	20.8
每股收益 EPS(基本)(元)	0.10	0.20	0.32	0.43	0.52
毛利率%	68.6	71.4	70.5	69.9	69.0
净资产收益率 ROE%	3.9	2.6	9.3	11.6	13.0
每股经营性净现金流（元）	0.61	0.98	0.44	0.75	0.90
PE	323	164	103	77	64
PB	8.6	8.3	10.2	9.5	8.7

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2019 年 3 月 5 日收盘价

东方国信：国内大数据龙头，Cloudiip 工业互联网平台促进边缘计算应用

大数据龙头企业，业绩持续高增长。公司以通信 BI 业务起家。2013 年起，公司立足电信市场，在业内率先实现大数据+行业战略布局，是国内首个推出大数据整体解决方案的企业，目前已经成为国内拥有大数据全产业链的大数据龙头企业。2017 年公司营收及净利润分别达到 15.06/4.39 亿元，同比增长 17.84%/31.61%。

大数据行业前景广阔，Xcloud 数据库国内领先。2015 年全球数据总量为 8.6 亿 ZB，并每年增速保持 40%左右的增长，预计到 2020 年可达到 40ZB，翻 4 倍左右。公司自主研发的分布式并行数据库 Xcloud DB 在海量数据处理与分析领域处于国内领先地位，目前 Xcloud 已广泛运用于金融、电信、政府等多个行业，部署有千余节点，并应用于国内最大的运营商大数据平台，在海量数据的分析与加工上较同类产品性能上有绝对的优势。

下游渗透叠加政策发力，公司迎来工业互联网、政府等领域新机遇。工业互联网顶层设计基本建立，各地政策发力推进“企业上云”，工业互联网将迎来重要的时代机遇。公司通过并购进军工业，目前已覆盖 35 个国家 10 大行业云。基于多年大数据发展，公司工业互联网平台 Cloudiip 已形成完成规范的平台体系，并已有大量落地项目实现可观收入。此外，Cloudiip 工业互联网平台入选国家级平台实验测试，中标国家级重点项目，有望进一步收益政策支持。

风险因素：工业政策落实不及预期；政府大数据需求释放不及预期；移动金融终端需求增长不及预期；并购整合不及预期带来商誉减值风险。

投资建议：公司作为大数据领域领先企业，有望受益于大数据在包括工业、政府新市场在内的各领域持续渗透与多项政策利好。预计公司 2018-2020 年 EPS 分别为 0.49/0.69/0.85 元，对应净利润分别为 5.16 亿/7.23 亿/8.91 亿元，对应 PE 分别为 32/23/18x。维持“增持”评级。建议持续关注工业、政府领域业务落地、后续政策支持方式、并购标的整合进展。

表 12：东方国信盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	1,278	1,506	1,984	2,548	3,204
营业收入增长率	37.2	17.9	31.8	28.4	25.7
净利润(百万元)	328	431	516	723	891
净利润增长率	43.5	31.4	19.8	40.1	23.2
每股收益 EPS(基本)(元)	0.31	0.41	0.49	0.69	0.85
毛利率%	46.3	49.8	49.8	49.8	49.9
净资产收益率 ROE%	11.3	9.7	11.0	13.6	14.6
每股经营性净现金流（元）	0.14	0.21	0.26	0.36	0.42
PE	50	38	32	23	18
PB	2.6	3.7	3.3	2.9	2.5

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2019 年 3 月 5 日收盘价

德赛西威：紧握座舱电子龙头，布局智能网联

市场下行与研发扩张共同影响，公司业绩短期下滑。根据公司业绩快报，2018 年公司实现营业收入 54.1 亿元，同比下降 10.1%，主要是由于部分配套车型销量下降。数据显示，2018 年我国广义乘用车产量和销量比上年同期分别下降 4.2%和 2.8%，狭义乘用车产量和销量同比下降 5%和 5.8%。公司 2018 年实现归母净利润 4.2 亿元，同比下降 32.7%，主要是由于公司加大研发投入，2018 年公司上研发费用同比增长约 25%，占比销售额达到 9%以上。

研发投入取得成效，战略布局取得阶段性成果。研发方面，公司在智能驾驶、智能驾驶舱以及车联网方面均取得阶段性成果，2018 年公司与英伟达和小鹏汽车联合开发 L3 级别智能驾驶系统并计划于 2020 年量产；公司自主研发的全自动泊车系统、24G 雷达已获得项目订单并将于 2019 年量产；77G 雷达预计在 2019 年达到可量产状态；智能驾驶舱和车联网 V2X 产品已获得项目订单。同时，为了布局智能驾驶、智能驾驶舱和车联网三大业务群，公司协议收购德国先进天线公司 ATBB 公司。

发布车联网方案，边缘计算有望成为核心技术关键。公司在 CES Asia 2018 上发布了新一代车联网产品整体解决方案，能实时感知车辆的状态，也能通过云、管、端，基于“一机一密”，双向身份认证，通道加密等技术时刻守护联网安全。车联网在云计算架构下弊端明显，利用云计算技术，在云端数据中心对传感器收集并传输的数据进行存储和分析容易存在实时性和安全性问题，比如自动驾驶情况下的紧急停车，如果将数据上传到云端，则会错过最佳的事故处理时间。在这种情况下，采用边缘计算技术，可以在“端”侧对数据进行本地处理，无需发回云端即可进行做出反应。

风险因素：下游乘用车市场销量下降，智能驾驶产品量产不及预期，车联网方案不达预期。

投资建议：德赛西威作为国内车机龙头，短期受制于行业销量下滑，但公司持续高研发布局转型，开发新客户（吉利和比亚迪）、合作新产品（小鹏等新势力），预计 2018/19/20 年利润分别 4.16/4.95/5.93 亿，对应 EPS0.76/0.90/1.08 元，对应 PE 分别 36/31/26 倍。

表 13：德赛西威盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	5,678	6,010	5,407	6,034	6,807
营业收入增长率	54.8	5.9	-10.0	11.6	12.8
净利润(百万元)	590	616	416	495	593
净利润增长率	64.5	4.4	-32.5	19.0	19.8
每股收益 EPS(基本)(元)	1.07	1.12	0.76	0.90	1.08
毛利率%	26.9	25.8	25.1	25.1	25.1
净资产收益率 ROE%	55.1	24.7	10.8	11.9	12.9
每股经营性净现金流（元）	1.24	1.17	1.84	0.55	0.65
PE	26	25	36	31	26
PB	9.7	4.1	3.8	3.5	3.1

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2019 年 3 月 5 日收盘价

新北洋：三大战略齐头并进，致力发展无人时代

公司是智能设备及装备解决方案提供商，结合三大战略领域构筑公司综合壁垒。公司以自主掌握的专用打印扫描核心技术为基础，致力发展金融、物流和新零售三大战略领域的信息化、自动化产品及解决方案的创新。

在金融领域：公司紧抓银行营业网点智能化转型趋势，围绕银行网点转型系列产品及关键模块开展研发工作，主要进行了多功能存取款一体机、现金柜员机及智慧柜员机标准品的产品开发及验证工作。同时，公司加快银行软件平台、核心算法等关键技术的研发，发掘智慧柜员机、硬币兑换机和清分机广阔的市场空间。

在新零售领域：公司加快布局新零售产品线，先发优势和规模化优势明显。目前，公司已布局智能微超、零售自提柜、智能货柜等产品线，且部分已实现批量销售。同时公司围绕目标客户加大市场开拓，深挖重点项目的落地。作为新零售龙头，可转债资金募集有助于进一步扩大产能，夯实公司行业领先地位。基于未来新零售应用，公司进行了识别、软件算法等关键技术的研究，规模化生产和交付能力也显著提升。

在物流领域：公司作为设备生产制造商位处智能物流柜产业链中游，下游客户为丰巢科技和中国邮政。受益于丰巢科技的融资扩张和两巨头的“军备竞赛”，智能物流柜业绩可期。目前，公司稳步提升末端配送环节的市场份额，加大物流信息化和自动化产品及解决方案的市场开拓，完成了环型交叉带分拣产品的开发工作。

风险因素：新零售行业发展不达预期、金融物流业务拓展不及预期。

投资建议：公司基于热打印头和接触式传感等核心模块优势，持续向金融、物流、新零售等下游应用拓展，三大市场仅自动柜员机、智能快递柜、自动售货机三类目前公司主打自助产品都对应超百亿甚至千亿潜在市场。预计公司 2018-2020 年归属于上市公司净利润分别为 3.81/5.29/6.45 亿元，对应 EPS 分别为 0.57/0.79/0.97 元/股。维持“买入”评级

表 14：新北洋盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	1,635	1,860	2,635	3,540	4,417
营业收入增长率	35.0	13.8	41.7	34.3	24.8
净利润(百万元)	227	286	381	529	645
净利润增长率	54.2	26.1	33.2	38.7	21.8
每股收益 EPS(基本)(元)	0.36	0.45	0.57	0.79	0.97
毛利率%	47.8	44.1	45.8	45.9	45.9
净资产收益率 ROE%	12.2	10.1	14.8	16.9	17.6
每股经营性净现金流（元）	0.29	0.67	0.26	0.64	0.93
PE	54	43	32	23	19
PB	4.6	4.2	3.4	2.9	2.5

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2019 年 3 月 5 日收盘价

中科创达：领先的智能终端平台技术提供商，推出边缘计算解决方案

中科创达是全球领先的智能终端平台技术提供商，主营业务为移动智能终端操作系统产品的研发、销售及提供相关技术服务。公司核心业务是智能手机，是公司长期收入主要来源。中科创达是中国最早从事 Android 系统软件开发的公司之一，智能终端软件业务，尤其是智能手机业务，长期是公司大部分营业收入来源。公司近年来以操作系统为切入点，布局智能制造与智能硬件市场。公司还在智能视觉、智能语音、人工智能算法等技术领域加大投资，进军 AI 领域。

智能终端业务发力海外，有望迎来换机红利。公司多年来深耕智能终端业务，积攒了丰富的客户资源与技术优势，实力强劲。公司还在终端业务上积极挖掘优质的海外客户，推动业绩增长。手机系统快速迭代，也给智能终端业务的发展带来红利。未来 5G 逐步落地将迎来换机潮，预计 2-3 年后迎来下一轮成长高峰。另外，公司携手高通和 AWS，推出边缘计算解决方案，助力加速物联网设备产品化和应用的落地。

车载、物联网潜力巨大，驱动新成长。公司与车载芯片企业有着深度合作，并且在操作系统和平台技术具有丰富经验，为智能车载业务发展持续赋能。预计随着 2019 年下半年更多海外车企巨头推出新一代智能驾驶车型，公司智能车载业务有望在 2020 年成长为公司核心业务，占比突破 60%，并复制手机业务优质客户方式，进一步提升净利。在物联网方面，公司大力发展 TurboX 智能大脑平台，推动智能硬件产品销量，创造新的盈利点。

投资建议：我们维持公司 2018-2020 年净利润预测 1.65 亿/2.55 亿/3.52 亿，对应 EPS 0.40/0.63/0.87 元，对应 PE74/47/34x。在公司 2018 年实现新品类布局并获得大客户背书后，2019-2020 年公司盈利释放有望提高提速，维持“增持”评级。

风险因素：海外并购发展不及预期、国内手机产商合作发展不及预期、车厂合作发展不及预期、人才流失严重。

表 15：中科创达盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	848	1,162	1,399	1,728	2,135
营业收入增长率	37.8	37.1	20.4	23.5	23.6
净利润(百万元)	120	78	160	255	352
净利润增长率	3.1	-35.1	104.5	59.7	38.0
每股收益 EPS(基本)(元)	0.30	0.19	0.40	0.63	0.87
毛利率%	46.4	36.4	44.8	44.8	45.0
净资产收益率 ROE%	10.2	3.2	10.3	15.0	18.2
每股净资产(元)	0.18	0.45	0.50	0.78	0.89
PE	99	152	74	47	34
PB	8.6	8.0	7.4	6.6	5.8

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2019 年 3 月 5 日收盘价

四维图新：迈向高精智驾，深耕车联服务

迈向高精智能驾驶未来，三大优势助力公司开启百亿业务新空间。2019 年车企巨头明确 2021 年将全面开启 L3 智驾车辆量产，高精地图作为智能驾驶核心应用，正在成为互联网科技巨头、芯片算力巨头和传统车企巨头的重点技术与资本布局方向。公司身为传统导航地图的行业领跑者（近 40%市占率）拥有研发积累，产业集群积累与大车厂背书三大优势。自 2014 年起公司全面布局高精地图业务，总累计研发超 36 亿元，占总收入比达 46%，2019 年有望实现省级 L3 级别的高精地图采集与制作全面业务覆盖；在产业集群端，公司同时拥有央企四维测绘（第一大股东）与腾讯（第二大股东）背书，产业端拥有险资、物流、互联网巨头等战略合作伙伴；进入 2019 年，公司在高精地图业务上成为未来宝马独家服务商，在大厂背书下公司新业务有望进一步推广。对比传统导航地图，高精地图业务市场空间有望提升百倍，长期看预计公司业务天花板将获指数性提升。

智驾迎全球政策红利，“汽车电子”资本开支上行与公司聚焦 MCU 国产替代。2018 年 10 月美国颁布第 3 版自动驾驶指导政策：《准备迎接未来交通：自动驾驶汽车 3.0》，推动智能驾驶商业化全国落地。在中国、欧洲、日本等车辆制造大国或经济体，产业政策在 2019 年有望全面深化，为商业化进程进一步提速。伴随汽车智能化提速，汽车半导体将持续影响景气需求，2017 年全球市场规模 288 亿美元（+26%），功能芯片 MCU（66 亿美元，增速 3%）。对于 MCU 领域，公司在 2019 年实现自主芯片量产，面对全球 Top 10 中国空白的经营现状，公司有望实现破局。

优化公司资源布局，轻装上阵聚焦核心业务。公司在 2018 年第四季度完成增资及交割手续，图吧 BVI 不再纳入公司合并范围，实现较大额度投资收益；同时计提子公司杰发科技部分商誉减值。经过整合优化，公司将集中优质资源全面聚焦 To B 端智能驾驶业务、车联网业务和芯片业务的开发与投入，并进一步调整芯片业务中期的布局方向，保证公司的成长稳定。

风险因素：公司研发投入不及预期；芯片业务推广与车厂合作不及预期；高精度地图测绘与应用管制大幅放宽。

投资建议：中期看，我们预计公司在 2018-2019 年将迎来导航业务增速的调整，车联网+芯片+智能驾驶业务将支撑企业新的成长空间，高精地图业务在 2020 年有望进一步明确新商业模式。我们维持公司 2018-2020 年 EPS 预测 0.37/0.32/0.38 元，对应 PE 64/75/63 倍，维持“增持”评级。

表 16：四维图新盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	1,585.31	2,156.49	2,357.96	2,732.62	3,200.92
营业收入增长率 YoY	5%	36%	9%	16%	17%
净利润(百万元)	156.57	265.20	488.69	422.03	499.82
净利润增长率 YoY	20%	69%	84%	-14%	18%
每股收益 EPS(基本)(元)	0.12	0.20	0.37	0.32	0.38
毛利率	77%	75%	72%	71%	70%
净资产收益率 ROE	5.60%	4.00%	6.91%	5.69%	6.36%
每股净资产（元）	4.15	7.86	5.41	5.67	6.01
PE	201	119	64	75	63
PB	6	3	4	4	4

资料来源：Wind，中信证券研究部预测，股价为 2019 年 3 月 5 号收盘价

思创医惠：聚焦医疗 IoT 精细化服务，期待再融方案给与增量业务支持

智慧医疗业务稳步提升，持续投入定位 IoT 综合服务商。公司已累计为全国 1000 多家医院提供医疗信息化建设服务，其中包括 12 家全国 20 强医院、38 家全国百强医院和 6 家港澳医院。从公司 IoT 解决方案看，公司已经完成了针对医院消毒场景、护理场景、监护等垂直场景的信息管理方案开发；在平台化方案方向，公司完成了电子病历、预约分诊、辅助诊断等多项平台级产品开发。随着 5G 通信基础设施在重点城市实现安装，公司 2019 年的物联网服务有望加速获得商业推广。

智能商业初步完成结构调整，商业模式有望升级。公司在新零售领域加速一体化解决方案研发，力争将零售新技术应用于产业链上下游各个环节，实现全供应链的数字化管理。从场景看，公司继续提升服装、商超、3C 卖场、珠宝、市政等行业的服务深度，并在重点线下增量客户的拓展中，实现了与“华为”、“笔尚”、“太平鸟”等线下门店合作，为其多个门店实施供应链到智慧门店的整体智能化解决方案。从经营效果看，2018 年，公司智慧商业解决方案与 RFID 业务实现同比增长。

加速再融资方案落地，聚焦医疗 IoT 长线发展。公司在 2018 年 11 月发布再融资预案，拟融资 8.5 亿元，计划以 5.8 亿投向物联网智慧医疗溯源管理项目推广，1 亿投向医疗大数据应用研发中心建设。基于公司的传统医疗信息化服务和标签业务基础，公司有望在 2019 年进一步巩固医疗物联网服务领军企业位置，进一步明确长线发展空间。

风险因素：智慧医疗政策实施不及预期、公司标签业务毛利持续下滑、再融资计划执行不及预期。

投资建议：中期看，我们看好公司双主业业务在医院场景的协同发展，医疗 IoT 业务继续保持稳定增长，标签业务的毛利有望在 2019 年逐步终止下滑趋势，收入增速逐步抬头。考虑到公司智能商业业务中期仍面对一定盈利下滑压力，结合 2018 年的业绩快报数据，我们下调公司 2018-2020 年 EPS 预测至 0.19/0.26/0.34 元（原预测：0.26/0.32/0.37 元），对应 PE 为 59/43/33X。维持“增持”评级。

表 17：思创医惠盈利预测

项目/年度	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入(百万元)	1,089.97	1,112.25	1,283.45	1,482.15	1,759.09
营业收入增长率 YoY	28%	2%	15%	15%	19%
净利润(百万元)	187.98	130.26	151.20	210.18	272.35
净利润增长率 YoY	33%	-31%	16%	39%	30%
每股收益 EPS(基本)(元)	0.23	0.16	0.19	0.26	0.34
毛利率	47%	43%	39%	40%	41%
净资产收益率 ROE	9.22%	6.32%	6.88%	8.81%	10.37%
每股净资产（元）	4.15	7.86	2.72	2.95	3.25
PE	48	69	59	43	33
PB	3	1	4	4	3

资料来源：Wind，中信证券研究部预测，股价为 2019 年 3 月 5 号收盘价

分析师声明

主要负责撰写本研究报告全部或部分内容的分析师在此声明：(i) 本研究报告所表述的任何观点均精准地反映了上述每位分析师个人对标的证券和发行人的看法；(ii) 该分析师所得报酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来均不会直接或间接地与研究报告所表述的具体建议或观点相联系。

评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 20%以上；
		增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于 5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于 -10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上；
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 10%以上；
		中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于 -10%~10%之间；
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上

其他声明

本研究报告由中信证券股份有限公司或其附属机构制作。中信证券股份有限公司及其全球的附属机构、分支机构及联营机构（仅就本研究报告免责条款而言，不含 CLSA group of companies），统称为“中信证券”。

法律主体声明

本研究报告在中华人民共和国（香港、澳门、台湾除外）由中信证券股份有限公司（受中国证券监督管理委员会监管，经营证券业务许可证编号：Z20374000）分发。本研究报告由下列机构代表中信证券在相应地区分发：在中国香港由 CLSA Limited 分发；在中国台湾由 CL Securities Taiwan Co., Ltd. 分发；在澳大利亚由 CLSA Australia Pty Ltd. 分发；在美国由 CLSA group of companies（CLSA Americas, LLC（下称“CLSA Americas”）除外）分发；在新加坡由 CLSA Singapore Pte Ltd.（公司注册编号：198703750W）分发；在欧盟由 CLSA（UK）分发；在印度由 CLSA India Private Limited 分发（地址：孟买（400021）Nariman Point 的 Dalalal House 8 层；电话号码：+91-22-66505050；传真号码：+91-22-22840271；公司识别号：U67120MH1994PLC083118；印度证券交易委员会注册编号：作为证券经纪商的 INZ000001735，作为商人银行的 INM000010619，作为研究分析商的 INH000001113）；在印度尼西亚由 PT CLSA Sekuritas Indonesia 分发；在日本由 CLSA Securities Japan Co., Ltd. 分发；在韩国由 CLSA Securities Korea Ltd. 分发；在马来西亚由 CLSA Securities Malaysia Sdn Bhd 分发；在菲律宾由 CLSA Philippines Inc.（菲律宾证券交易所及证券投资者保护基金会员）分发；在泰国由 CLSA Securities (Thailand) Limited 分发。

针对不同司法管辖区的声明

中国：根据中国证券监督管理委员会核发的经营证券业务许可，中信证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

美国：本研究报告由中信证券制作。本研究报告在美国由 CLSA group of companies（CLSA Americas 除外）仅向符合美国《1934 年证券交易法》下 15a-6 规则定义且 CLSA Americas 提供服务的“主要美国机构投资者”分发。对身在美国的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。任何从中信证券与 CLSA group of companies 获得本研究报告的接收者如果希望在美国交易本报告中提及的任何证券应当联系 CLSA Americas。

新加坡：本研究报告在新加坡由 CLSA Singapore Pte Ltd.（资本市场经营许可持有人及受豁免的财务顾问），仅向新加坡《证券及期货法》s.4A（1）定义下的“机构投资者、认可投资者及专业投资者”分发。根据新加坡《财务顾问法》下《财务顾问（修正）规例（2005）》中关于机构投资者、认可投资者、专业投资者及海外投资者的第 33、34、35 及 36 条的规定，《财务顾问法》第 25、27 及 36 条不适用于 CLSA Singapore Pte Ltd.。如对本报告存有疑问，还请联系 CLSA Singapore Pte Ltd.（电话：+65 6416 7888）。MCI (P) 071/10/2018。

加拿大：本研究报告由中信证券制作。对身在加拿大的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。

英国：本段“英国”声明受英国法律监管并依据英国法律解释。本研究报告在英国须被归为营销文件，它不按《英国金融行为管理手册》所界定、旨在提升投资研究报告独立性的法律要件而撰写，亦不受任何禁止在投资研究报告发布前进行交易的限制。本研究报告在欧盟由 CLSA（UK）发布，该公司由金融行为管理局授权并接受其管理。本研究报告针对《2000 年金融服务和市场法 2005 年（金融推介）令》第 19 条所界定的在投资方面具有专业经验的人士，且涉及到的任何投资活动仅针对此类人士。若您不具备投资的专业经验，请勿依赖本研究报告的内容。

一般性声明

本研究报告对于收件人而言属高度机密，只有收件人才能使用。本研究报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。本研究报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。中信证券并不因收件人收到本报告而视其为中信证券的客户。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但中信证券不保证其准确性或完整性。中信证券并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他损失承担任何责任。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

本报告所载的资料、观点及预测均反映了中信证券在最初发布该报告日期当日分析师的判断，可以在不发出通知的情况下做出更改，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中信证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。中信证券并不承担提示本报告的收件人注意该等材料的责任。中信证券通过信息隔离墙控制中信证券内部一个或多个领域的信息向中信证券其他领域、单位、集团及其他附属机构的流动。负责撰写本报告的分析师的薪酬由研究部门管理层和中信证券高级管理层全权决定。分析师的薪酬不是基于中信证券投资银行收入而定，但是，分析师的薪酬可能与投行整体收入有关，其中包括投资银行、销售与交易业务。

若中信证券以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构为此发送行为承担全部责任。该机构的客户应联系该机构以交易本报告中提及的证券或要求获悉更详细信息。本报告不构成中信证券向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议，中信证券以及中信证券的各个高级职员、董事和员工亦不为（前述金融机构之客户）因使用本报告或报告载明的内容产生的直接或间接损失承担任何责任。

未经中信证券事先书面授权，任何人不得以任何目的复制、发送或销售本报告。

中信证券 2019 版权所有。保留一切权利。