

# 中国算力网络全景洞察白皮书

©2022.12 iResearch Inc.



# 摘要

## 行业特征



算力网络是以计算为核心，通过网络实现连接，通过感知实现匹配与调度的服务，以“**计算+感知+连接**”为千行百业带来高质量、低成本、低时延的算力。整体上看，算力网络的发展会经历**泛在连接**、**融合感知**和**无感调用**三个阶段，目前尚处在发展初期，在未来的发展过程中，**行业标准有待统一**、**算网融合技术有待突破**、**场景应用有待优化**。

## 评估体系



算力网络的建设周期较长，其建设成熟度也因区域、行业、场景不同而有较大差异。基于研究积累及访谈成果，报告总结了评估算力网络发展成熟度的三个方向：**（1）基础性能**：评价算网资源充裕程度、算网调度能力和运营能力；**（2）稳定性**：评价算网整体安全性及运维保障能力；**（3）发展潜力**：基于算网投入产业实践后的商业表现和市场覆盖情况，评估算网是否出现规模效应。

## 建设方向



|       | 主要需求              | 合作重点                     |
|-------|-------------------|--------------------------|
| 基础资源层 | 算力整合、算网融合、绿色低碳    | 异构算力资源、绿色数据中心解决方案        |
| 算网调度层 | 建立算网资源与终端需求的感知与匹配 | AI算法框架、大数据、行业经验          |
| 算网运营层 | 算力交易平台搭建、保障参与者权益  | 区块链技术、意图引擎与供求撮合机制、上链服务能力 |
| 算网安全层 | 明晰权责、关注数字安全       | 访问控制、数据全周期防护、软硬协同        |
| 算网运维层 | 提升运维可视化、智能化       | 智能运维、全区域监控系统             |
| 产业应用  | 衔接算网与终端用户         | 终端应用开发、场景解决方案渗透          |

## 发展方向



随着算力网络建设推进，**建设重心逐渐从基础资源建设向场景化应用倾斜**。随着AI能力及解决方案精细化，**智能算力将成为未来重点发展方向**。同时，算力网络的应用赋予终端了场景无限算力与确定性网络，会进一步推动业务场景创新与科研探索。

算力网络发展背景

1

算力网络建设全景解析

2

算力网络发展趋势

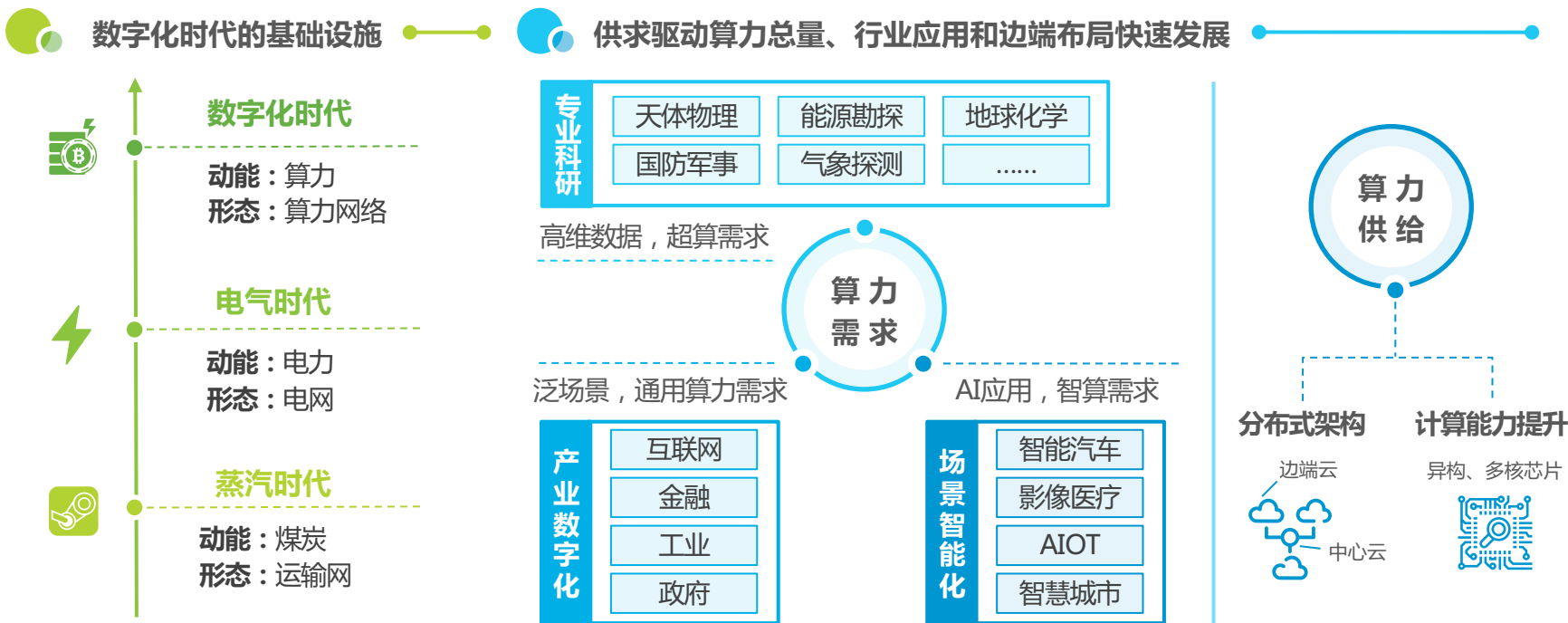
3

# 数字化时代下的算力

## 算力是数字化时代的基础设施和核心动能，需求侧科技进步与产业数字化、供给侧算力技术迭代共同驱动算力发展

对信息和数据进行加工，实现人与物的匹配和连接是当前数字化发展的主要特征，其中**通过计算设备，按需求对数据与信息进行处理的能力**就是算力，也是推动数字经济向前发展的核心动能。随着数字化的推进，算力逐渐蓬勃发展：（1）从需求端看，产业数字化加速对算力的“量”要求不断提升，专业科研和技术进步对算力的“质”提出了更高要求；（2）从供给端看，算力在自发性迭代，一方面算力基础设施逐步向边端渗透，另一方面异构芯片的研发让算力形态越发多元。

### 数字化时代算力蓬勃发展



来源：综合公开资料、企业及专家访谈，根据艾瑞统计预测模型估算。

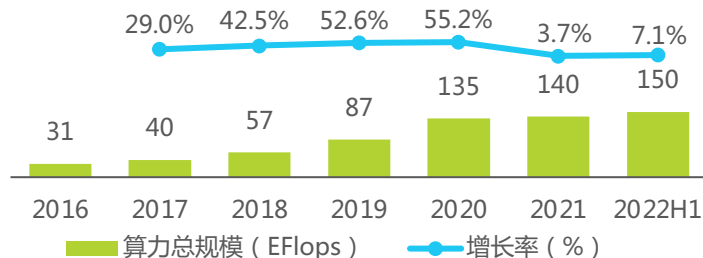
# 算力网络是算力发展的阶段产物

## 算力的发展难以满足全行业计算需求，催生算力网络的建设

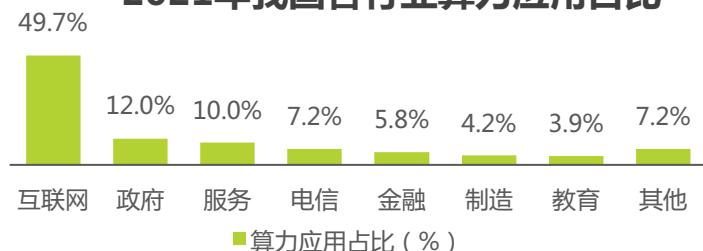
随着数字化进程加速，算力也在自发性迭代，但仍无法完全满足全行业计算需求，出现了以下四种矛盾：（1）海量数据计算需求增加，而算力呈现东多西少、互联网多传统行业少等特点，在区域及行业分布不均，供求失衡；（2）算力自身架构不断迭代，GPU、DPU、FPGA等异构芯片的出现增加了算力度量和统筹管理的难度；（3）算力逐渐渗透各行业和场景，但对偶发性算力需求激增的场景仍缺乏弹性应对措施；（4）IDC厂商、运营商、云厂商等对数据中心的建设让算力布局更加复杂，各行业全级别计算需求对算力各节点的稳定性与安全性提出更高要求。

为解决以上难点，需要通过网络对分散、异构的算力进行感知、连接和统筹调度，以匹配终端计算需求，因此，算力网络应运而生。

### 2016-2022年上半年中国算力总规模



### 2021年我国各行业算力应用占比



### 算力的发展难点及解决思路

- 海量高维数据量增加与算力供求失衡的矛盾  
—— 算力跨区域连接
- 算力多样性与统一管理困难的矛盾  
—— 异构算力连接
- 应用场景泛化与算力弹性不足的矛盾  
—— 算力需求感知与调度
- 全级别计算与算力节点稳定性与安全性的矛盾  
—— 确定性算力供给

来源：工信部、中国信通院《算力发展指数白皮书》，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算力网络内涵及架构

## 以计算为核心，通过网络实现连接，通过感知实现匹配与调度

算力网络是数字化时代的资源网，是以计算为核心，通过网络实现连接，通过感知实现匹配与调度的服务。算力网络有三大组成要素：（1）**计算**：算力网络的核心资源；（2）**感知**：对具体场景算力需求的感知及算力资源的感知；（3）**连接**：将分散、异构、多层级、闲置的算力集合起来。以上三大要素赋予算力网络功能属性和服务属性，让其能高效盘活全社会算力资源，并赋能产业应用。从算力网络的技术架构上看，从下到上可分为基础资源层、算网调度层和算网运营层，同时算网运维和算网安全贯穿全程，形成“三横两纵”的支撑形态。最终，算力网络会以产品或能力的形式，赋能产业应用。

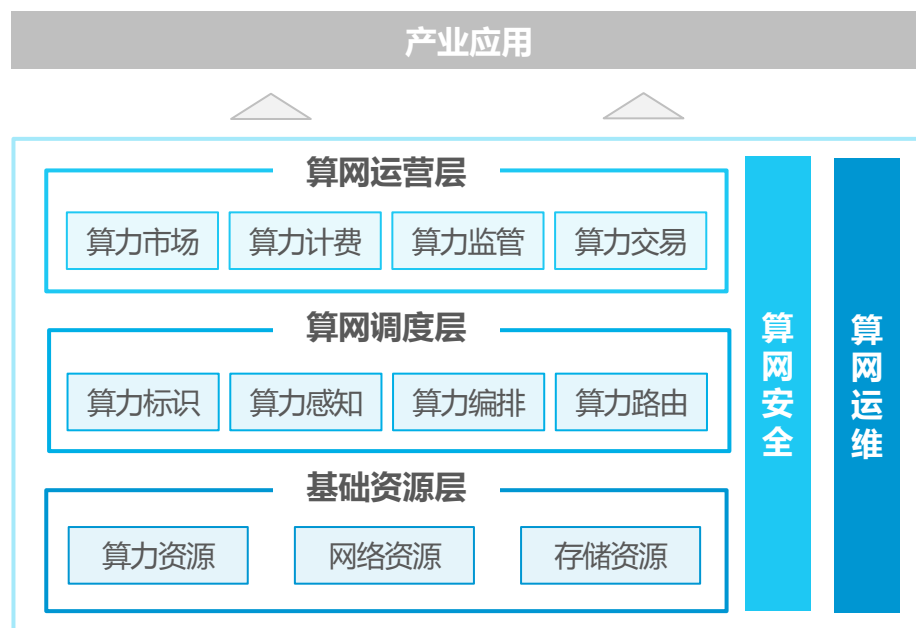
### 算力网络的概念解析

#### 算力网络三要素



- 算力网络是数字化时代的“电网”
- 让计算更加随时随地、即开即用

#### 算力网络的架构：三横两纵



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算力网络的价值

## 为产业创新提供高质量、低时延、低成本的算力

### 算力网络的价值

#### 培育创新业务：

算力网络能支撑对高算力与低时延有较高要求的终端场景，为产业数字化及数字经济建设构建坚实基础设施，推进创新业务的培育。

#### 降低算力使用成本：

①算力网络扭转了西部只能承载冷数据或温数据的认知，在保障算力可靠性和稳定性的前提下，实现低成本运用；  
②算力网络覆盖资源多、范围广，待规模化应用后可以带来网络和算力的边际成本递减。

#### 提升算力质量：

算力网络让网络能智能化调动异构算力，能为终端场景提供低延时、确定性的算力供给，提升算力质量。

#### 跨区域资源有效利用：

①算网资源：算力网络以网络为媒介调动算力，以盘活全国范围内算力资源为目标；  
②能源：为建设绿色、可持续的新型算力中心，一定程度上调动了对西部自然资源和清洁能源的利用率；  
③资金：算力网络产业链条长，且投资周期长、规模大，对产业链上下游经济发展带动效应强。

### 算力网络价值图解

以数强实



以网强算

#### 算力网络发挥倍乘效应

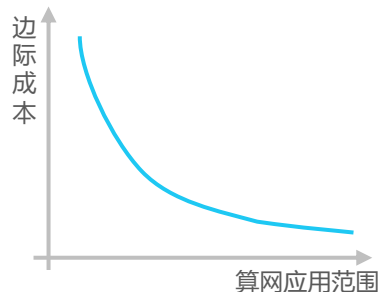
算力

- 西部算力拉低均价
- 算力分配降低损耗

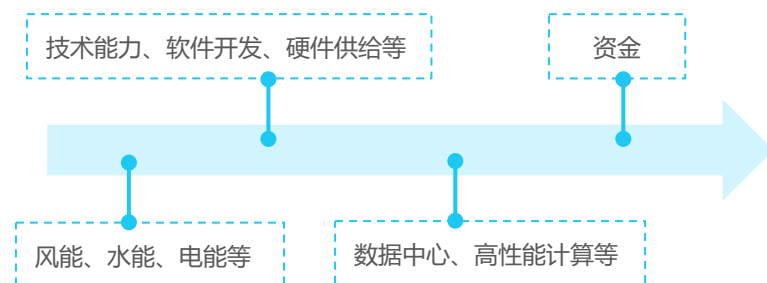
网络

- 智能调度减少浪费
- 低延时提升利用率

#### 规模化应用后边际成本逐渐递减



强基固业



# 政策推进算力网络的建设和发展

## 加快建设新型数据中心与东数西算，驱动算网能力协同进步

### 算力网络建设相关政策梳理

| 发布时间    | 政策文件                                        | 发布机构 | 主要内容                                                                        |
|---------|---------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 2022.02 | 《国家发展改革委等部门关于同意京津冀地区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》 | 发改委等 | 同意启动八大算力枢纽节点建设并规划十大数据中心集群，正式启动“东数西算工程”。                                     |
| 2022.01 | 《“十四五”数字经济发展规划》                             | 国务院  | 布局八大算力枢纽，推进云网协同，统筹算力和智能调度，建设绿色数据中心。                                         |
| 2021.07 | 《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》                | 工信部  | 计划用三年时间形成与数字经济相适应的新型数据中心发展格局，建设全国一体化算力网络，逐步降低电能利用效率。                        |
| 2021.05 | 《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》                  | 发改委等 | 建设全国一体化算力网络枢纽节点，加强绿色数据中心建设，推动老旧基础设施转型升级。                                    |
| 2020.12 | 《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》               | 发改委等 | 到2025年，全国范围内数据中心形成布局合理、绿色集约的一体化格局，围绕京津冀等重点区域建设大数据中心枢纽节点，完善配套基础设施，深化大数据应用创新。 |

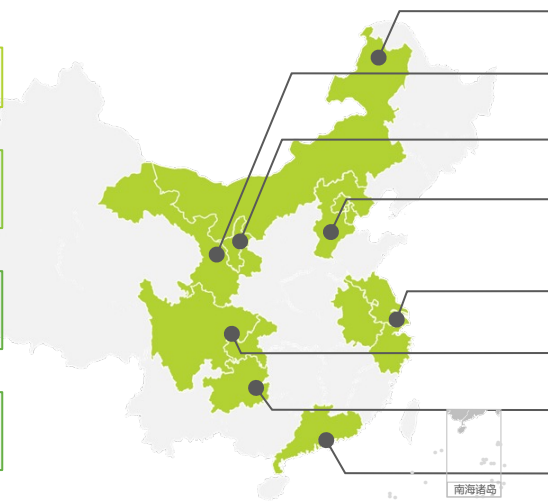
### “东数西算”的价值及建设现状

“东数西算”是算力网络建设的初期探索

“东数西算”夯实算力及网络基础设施和配套设施落地，为算力网络建设奠基

“东数西算”助力建设绿色、低碳、节能、可持续发展的数据中心

“东数西算”推动了算力网络相关行业标准完善与市场体系建立



➢ 截止2022年9月，8大算力枢纽中，新开工数据中心项目60余个，新建数据中心规模超110万标准机架，项目总投资超4000亿元，西部数据中心占比稳步提高。

➢ 2022年10月，“东数西算”八大枢纽节点间的算力网络及调度平台建设战略合作签约仪式在浦东举行。

注释：数据中心布局统计截至2022年6月，仅展示部分布局厂商。  
来源：公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算力网络发展阶段及建设现状

## 处于泛在连接阶段，推进标准与资源共建，向无感调用发展

算力网络的建设和发展过程可以分为三个阶段：（1）**泛在连接**：强化算网连接属性，形成具有包容性、互联互通的算力和网络基础资源池；（2）**融合感知**：基于对业务场景和资源池的感知体系，形成算与网融合调度的新型运营模式；（3）**无感调用**：算力网络突破固有的物理空间限制，在端与端间建立确定性算力连接，让用户无感、无限使用算力。目前算力网络的建设正处于“泛在连接”阶段，由运营商牵头各研究院和相关组织共同立项开展研究，同时推进大型数据中心和异构算力层面的算网资源补齐。放眼未来，算力网络的成熟应用还任重道远。

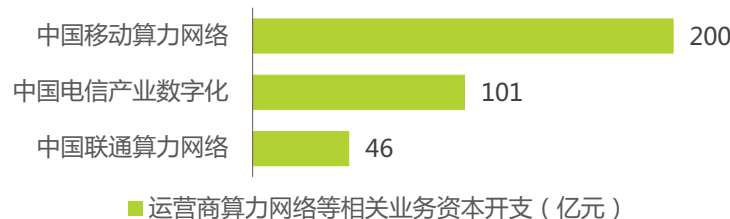
### 从互联到共生的算力网络发展路径

### 理论与实践并进的算力网络建设



| 标准组织            | 时间                | 进展                                                                                        |
|-----------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| ITU             | 2021.7            | 通过了由中国电信牵头的算力网络框架与架构标准(Y.2501)；<br>中国电信立项Y.NGNe-O-CPN-regts标准；<br>中国联通、中国电信立项Y.ASA-CPN标准。 |
| CCSA            | 2022.2            | 通过了行业标准《算力网络总体技术要求》送审稿。                                                                   |
| 网络5.0联盟         | 2019.9<br>2020.12 | ECC联盟与网络5.0联盟联合成立ECNI。<br>第8次网络5.0全会上，信通院联合三大运营商、中兴通讯等，成立了网络5.0创新联盟算力网络特设组。               |
| IMT-2030 ( 6G ) | 2020.9            | IMT-2030(6G)网络工作组成立算力网络研究组。                                                               |

### 2022年上半年运营商算力网络等相关业务资本开支



基础资源层 算网调度层

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

来源：信通院，国信证券研究所，公开资料，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算力网络建设成熟度评价体系

根据不同建设阶段，对基础性能、稳定性和发展潜力进行评估

## 算力网络成熟度评估示意图

- 目前算力尚未有足够的技术和资源支撑其基础性能，同时商业模式及行业标准仍在探索，因此整体成熟度较低



## 各阶段成熟度评估侧重点

- 算力成熟度从泛在连接向无感调用递增
- 泛在连接阶段：**重在资源、调度、运营能力建设，同时推进安全、运维体系构建
- 融合感知阶段：**算力网络稳定性愈发重要，与基础性能同为重点发力方向
- 无感调用阶段：**算力网络赋能产业，商业表现与生态能力成为算力网络价值输出点

|      |      |         |         |        |
|------|------|---------|---------|--------|
| 基础性能 | 资源能力 | 算力总量    | 数据中心节点数 | 算力种类   |
|      |      | 网络链路带宽  | 内容读写速率  | .....  |
|      |      | 算力利用率   | 模型运行速率  | 网络往返时延 |
|      |      | 网络丢包率   | 网络吞吐量   | .....  |
|      | 调度能力 | 平台交易吞吐量 | 平台交易并发量 |        |
|      |      | 平台交易延迟数 | .....   |        |
| 稳定性  | 安全可靠 | 应急响应时延  | 风险拦截数   |        |
|      |      | 算网故障数   | .....   |        |
|      | 运维效率 | 数据中心XUE | 平均响应时间  | 平均解决时间 |
|      |      | 运维可视化程度 | 告警事件数量  | .....  |
|      | 发展潜力 | 算力调度成本  | 运维管理费用  | 商业运营费用 |
|      |      | 平台毛利率   | 平台交易额   | 平台客户数  |
|      |      | 终端覆盖率   | 场景覆盖数   | 自研能力   |
|      |      | 场景适配能力  | 生态合作能力  | .....  |

来源：公开资料、专家访谈，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算力网络建设的主要难点

## 行业标准待统一，算网融合技术待突破，场景应用待优化

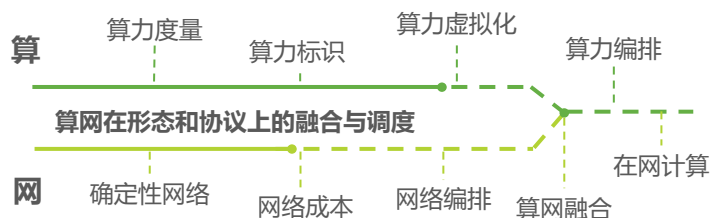
### 算力网络建设主要难点

#### 标准待统一

- ▶ **算力度量**：异构算力标识与度量标准未统一
- ▶ **路由协议**：算力路由的基础协议未统一
- ▶ **体系架构**：算力大脑分层与子脑构建逻辑未统一

#### 技术待突破

- ▶ **核心技术**：异构计算产业布局待完善，算网融合深度不足



- ▶ **绿色算力**：算力中心还需更安全、可信、绿色、节能

#### 应用待优化

- ▶ **多云差异**：不同云资源的能力和业务布局有差异，难统筹
- ▶ **数据安全**：数据跨节点存储流通，增加暴露和被攻击风险
- ▶ **商业模式**：算力交易的产品和服务提供形式有待验证

### 建设难点解决方向及思路

#### 01

**聚合生态能力**：目前运营商的云与网资源根据业务不同在地区、行业分布有所侧重，在相关技术上也尚有提升空间，因此对算网资源的建设和运营还需集成产业链合作伙伴的能力，盘活资金、能源、技术。



#### 02

##### 算网调度体系建设思路：

**阶段①：建立算力供需映射。**形成多方共识的算力度量体系，并将算力需求标准化，建立供需映射。

**阶段②：搭建分布式算网调度体系。**根据运营商云网业务布局、合作伙伴资源分布、算力需求分布等供求情况，搭建区域集中调度、分层连接的算网编排调度体系。

**阶段③：引入算网容灾机制、场景模型等。**为预防数据多节点传输引发的损毁、泄露等风险建立容灾备份体系，并纳入算网调度逻辑中。同时根据不同业务场景对算力需求的缓急程度调整算力调度模型，确保算网整体资源均衡分配。

同步推进，略有侧重

算力网络发展背景

1

算力网络建设全景解析

2

算力网络发展趋势

3

# 算力网络产业链及产业图谱

运营商深度协同算网资源提供方，为需求方提供算力支撑

## 算网资源提供方

## 算网资源需求方



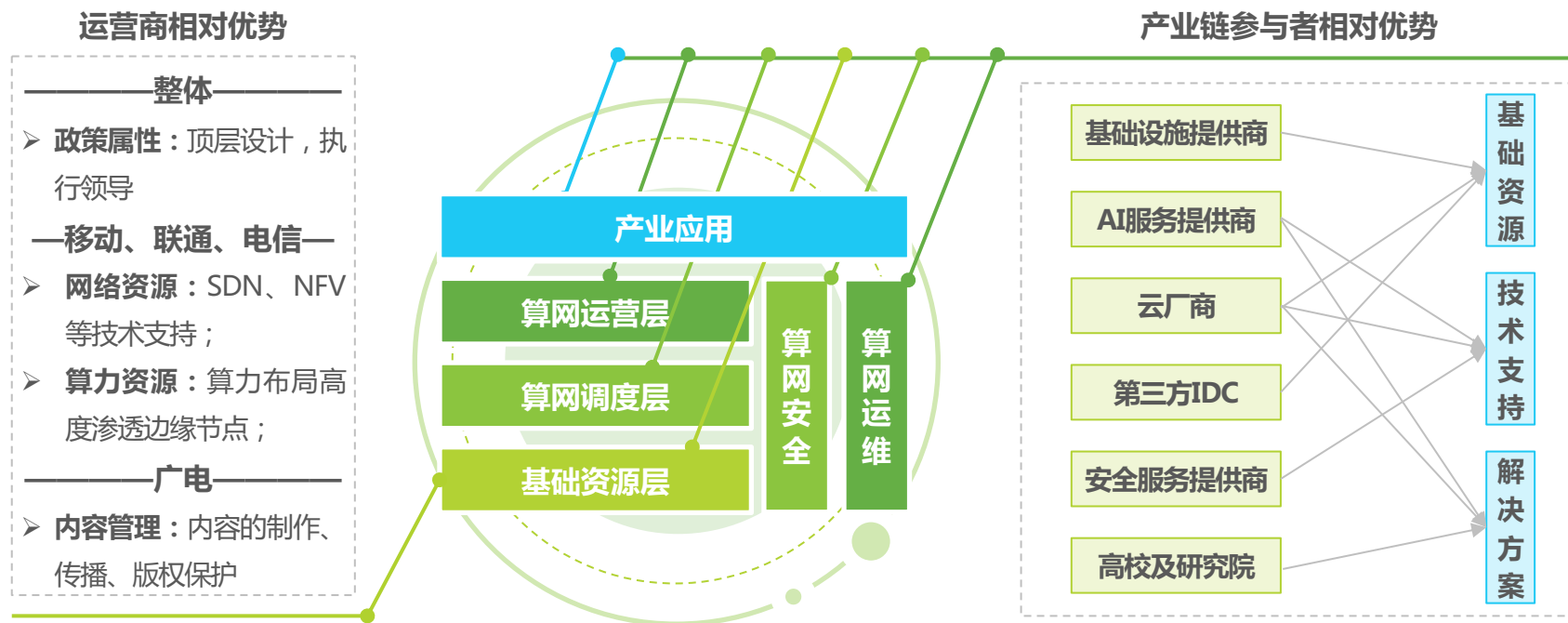
来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算力网络共建方向

## 运营商提供基础资源为主，合作伙伴补齐软件技术和提供场景解决方案支撑，共建“算网生态联体”

算力网络的构建需要产业链各方参与者鼎力合作，在各领域、各环节和各层级优势互补，通过技术与场景的渗透融合，共同推进算力网络建设落地。整体上看，算力网络构建中运营商以提供顶层设计指导和基础资源为主，在资源纳管、调度、安全、运维等软件层面，算力交易商业模式和具体业务场景应用等领域均需要与各方参与者展开深度合作。

### 相辅相成构建算力网络



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 基础资源层：建设关注点

## 围绕异构算力整合算网资源，用智能数据中心构建算网基座

算力网络基础资源层主要围绕**算力资源与网络资源的整合**以及为进一步提升算网资源利用率**构建绿色、可持续发展的数据中心**展开建设。在算力层面，针对基础算力（CPU为主）主要采用硬件加速的措施；针对异构算力（GPU为主）和高性能计算可以更多的利用云原生技术以实现算力资源效用最大化。在网络层面，更强调软硬协同，在不断完善网络基础设施的同时，利用软件技术进一步优化对网络资源的管理和调度。最后，数据中心作为算网底层资源的载体，需要通过智能化来支持算网资源能力的发挥。也需要满足可持续发展的要求。在算力网络体系中，数据中心规模逐步扩大、分布日渐广泛、需要更便利、敏捷的模块化数据中心根据区域业务特征的差异，构建完善的算力网络体系。

### 资源整合与绿色低碳为主题的算网资源层

#### 基础资源层的技术需求

##### 算力整合

**基础算力**：提升基础算力能力，将算力更多聚焦于服务**核心业务**。通过**硬件加速**模式，将占用算力资源的工作负载下放到硬件侧

**异构算力**：构建异构算力资源池，将**异构算力容器化**，并提供更高级别的精细隔离能力，进一步提升GPU利用率

**高性能计算**：结合云能力降低对物理设施的消耗

##### 算网融合

**网络硬件设备**：完善网络基础设施及网络设备包括：路由设备、算力网关、算力控制、算网编排器等

**软件定义网络**：利用**SDN、SD-WAN**等能力，实现更好的网络管理和优化，支持云边端的打通。软硬结合以支持规模数据的流通和调度

##### 绿色低碳

**多维度绿色数据中心建设方案**：（1）**利用技术实现节能减排**（水冷/液冷），（2）**利用布局实现能效优化**（裁撤老旧数据中心），（3）**优化资源利用**（预热回收）

**从中心到边缘，全链路优化数据中心**：做到融合与灵活：简化数据中心复杂度，构建**高密数据中心**，提供**模块化数据中心**

#### 算网当前布局

##### 运营商数据中心

##### 移动布局：“4+3+X”

4大热点区域中心：京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝，3大跨省中心：呼和浩特、哈尔滨、贵阳，X个省级中心和业务节点

##### 联通布局：“5+4+31+X”

5个中心枢纽节点：京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝国家“东数”枢纽节点和鲁豫陕通信云区，4个国家“西算”枢纽（蒙贵甘宁），31个省级核心数据中心和X个地级市区域及边缘数据中心

##### 电信布局：“2+4+31+X+O”

2个融合资源池（内蒙古、贵州），4个区域大规模公有云，31个省会和重点城市建设属地化专有云，X个节点的差异化边缘云，围绕“一带一路”沿线国家的算力体系海外输出

##### 东数西算

**能耗要求**：“东数西算”工程的10个国家数据中心集群起步区要实现数据中心平均上架率不低于65%，东部枢纽电能利用效率指标（PUE）控制在1.25以内、西部为1.2以内

**职能分工**：西部枢纽：后台加工、离线分析、存储备份等对网络要求不高的业务。东部枢纽：工业互联网、金融、灾害预警、远程医疗、视频通话、AI推理等对网络延迟要求较高业务

# 基础资源层：共建模式探讨(1/2)

## 异构算力容器化助力算网资源敏捷化，升级算网资源服务能力

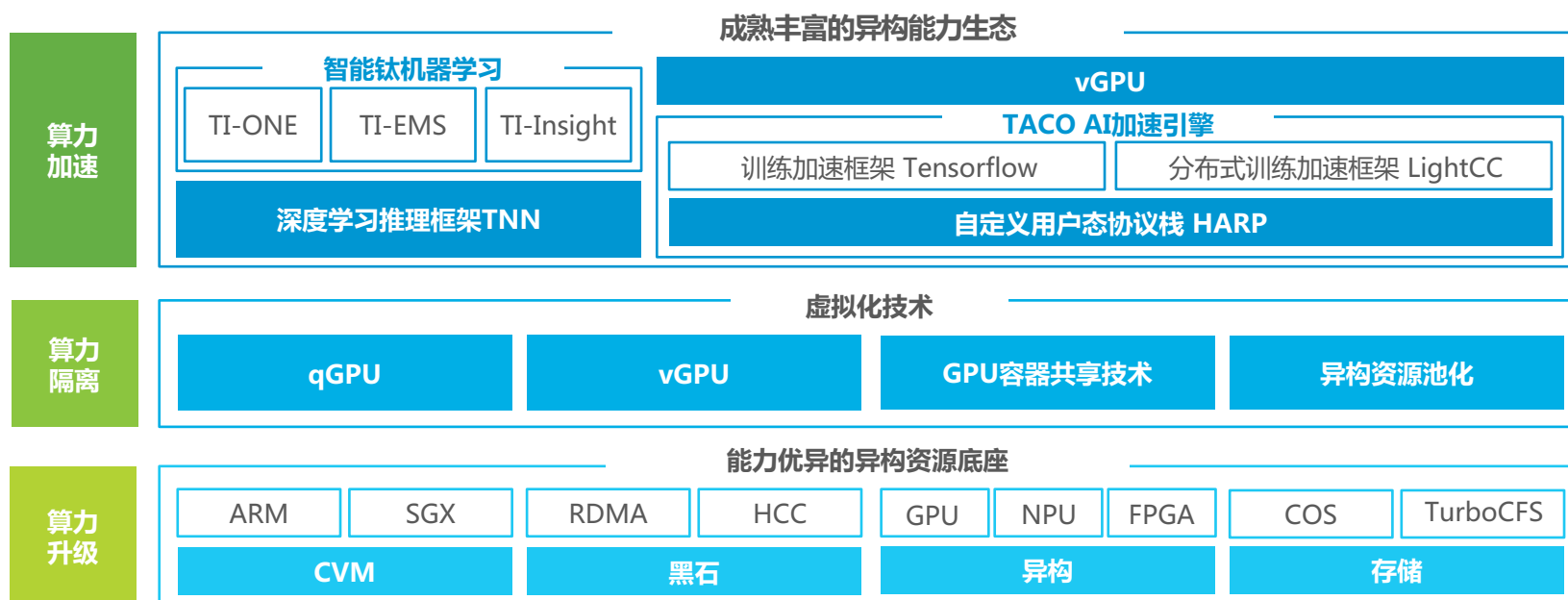
### 合作方向1：基础资源互补

**合作内容：**算力卸载

**合作对象：**芯片研发商、云厂商

**合作形式：**

提供异构算力资源池供运营商调用：升级底层数据中心异构算力资源。在芯片领域，除CPU，GPU外，结合AI推理芯片，视频转码芯片等专用芯片，同时配合智能网卡，将软件能力进一步卸载到硬件，从而提升芯片服务核心业务的能力。在GPU领域，可参考腾讯云GPU容器虚拟化产品qGPU，支持多个容器共享GPU卡，并支持容器间算力和显存精细隔离，且在保证安全的前提下，支持离线混部



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 基础资源层：共建模式探讨(2/2)

依托模块化能力构建从中心到边缘的绿色数据中心，以满足国家PUE能耗要求，并结合智能运维工具提供全链路保障

## 合作方向2：共建新型算力中心

**合作内容：**绿色、低碳算力中心

**合作对象：**IDC服务商、硬件设备提供商、云厂商等

**合作形式：**

- ① 建设规划：根据业务场景特征及对算网需求特性科学规划IDC选址、建设方案、机房管理等整体方案；
- ② 技术能力：采用可以兼顾能力与成本的模块化智能数据中心进一步平衡节能减排与资本投入，如腾讯云T-Block，支持灵活配置，集中管控，保证安全性并实现能耗降低；
- ③ 结合智能运维平台，如腾讯智维，保证数据中心日常稳定高效运营，且在面临突发事件时，可以迅速定位故障，解决问题



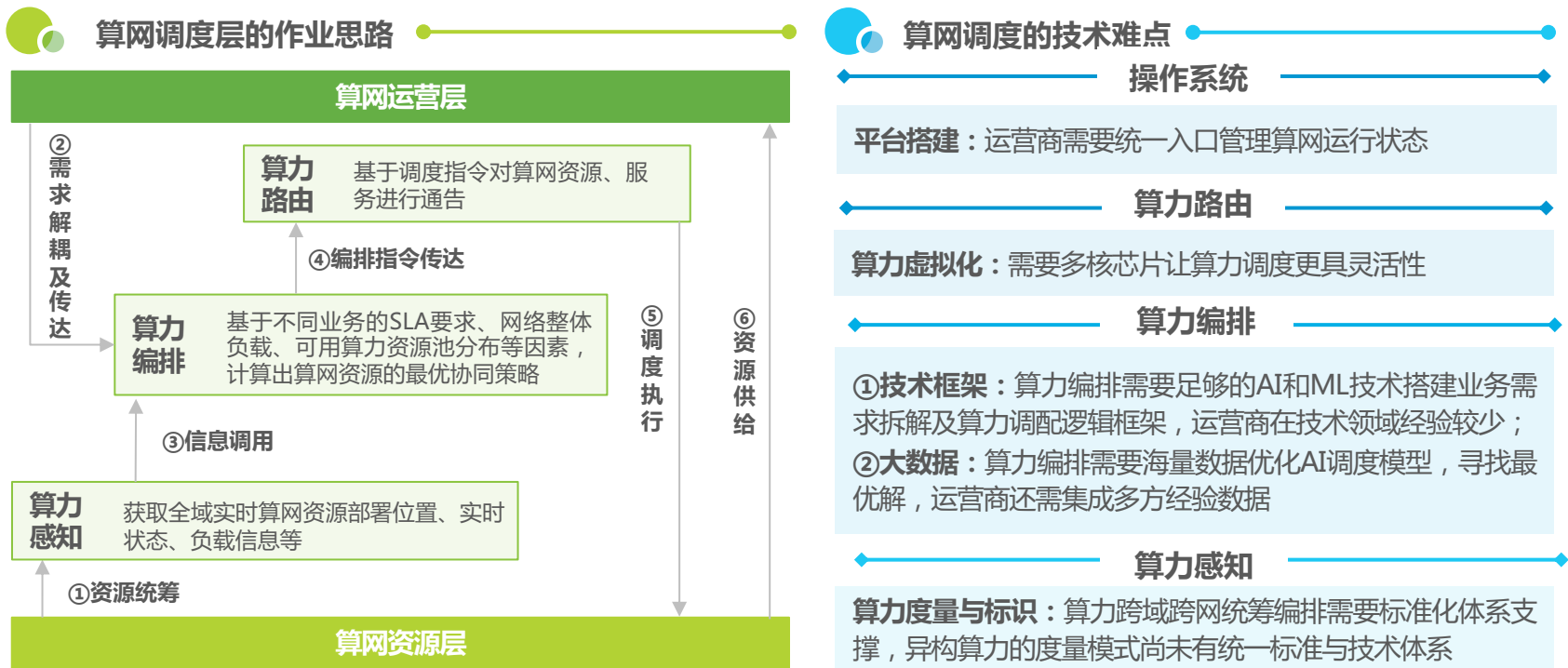
来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算网调度层：建设关注点

## 提升智能感知技术，保障算网资源精确匹配终端需求

算网调度层作为算力网络的神经中枢连接着算网资源和应用，向下对接底层算力资源并进行注册和标识，向上解析终端业务场景的算力需求并智能分解至各个使能平台。算网调度层以算力感知、算力编排和算力路由为核心，现已处于探索和初步实施阶段。其中：（1）算力感知需要对底层异构资源进行统一标识和纳管，是算网调度的基础，也是连接资源供需方的关键环节，目前仍缺乏技术标准体系支撑；（2）算力编排需要统筹数据、技术和行业经验进行逻辑编排和架构建设；（3）算力路由正推进通告管理路径的建设和探索，同时基于底层算力虚拟化技术实现更灵活的调度。

### 兼具感知、编排与路由功能的算网调度层



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算网调度层：共建模式及解决方案

## AI+大数据+行业经验，构建与场景应用相呼应的算网编排体系

### 合作方向：AI调度能力+操作系统搭建

**合作内容：**算网大脑AI框架搭建

**合作对象：**AI厂商、云厂商等

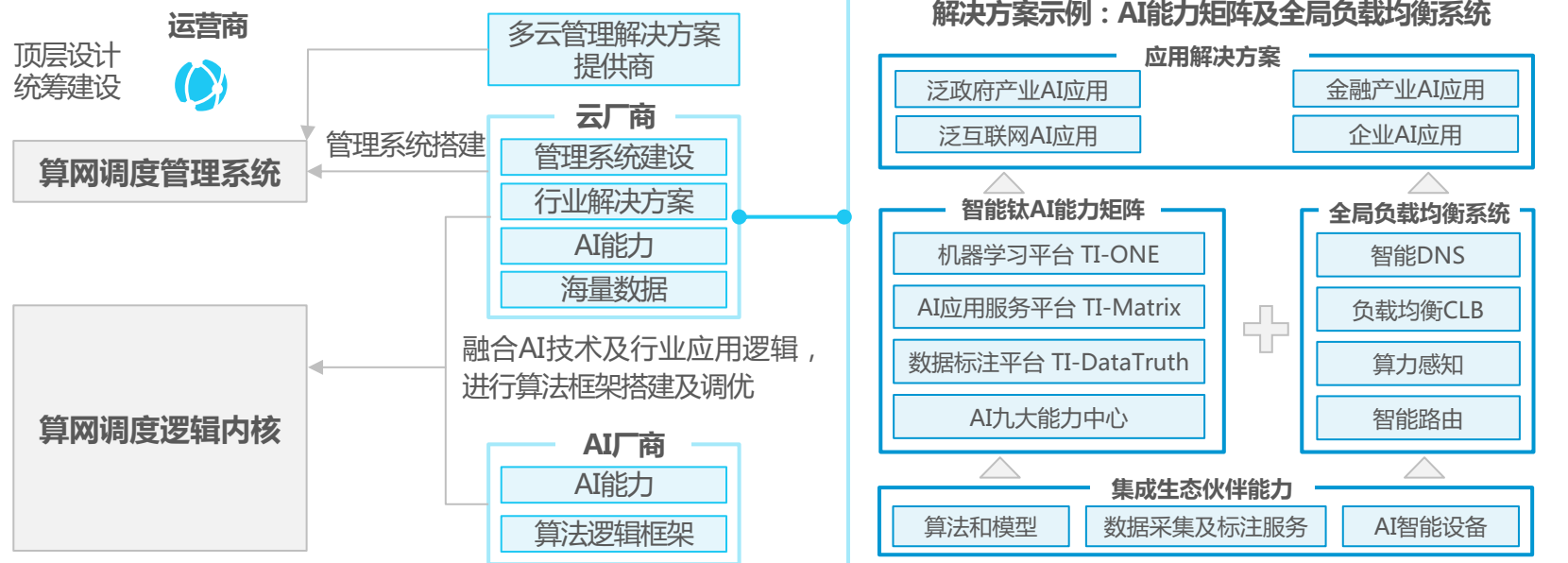
**合作形式：**①AI厂商：提供AI技术支撑及算网大脑算法模型搭建；  
②云厂商：一方面提供底层AI技术及海量经验数据，帮助训练算力感知、算力调度和算力路由相关模型；另一方面基于AI开放能力，结合云厂商的行业服务经验，帮助运营商构建算网调度行业解决方案

**合作内容：**算力调度操作系统搭建

**合作对象：**云厂商、多云管理解决方案提供商等

**合作形式：**①云厂商：基于分布式云统一管理调度平台的搭建和运营经验，可以为搭建场景适应性较高的算力网络的调度层平台构建提供思路；  
②多云管理解决方案提供商：在运营商统筹下完成操作系统搭建

### 合作模式及解决方案示例



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算网运营层：建设关注点

## 建设商业模式完善且安全可信的交易市场，保障参与者权益

算网运营是以成熟的算网编排调度技术为前提，形成的连接算力供给方、算力需求方和合作伙伴的可信算力交易服务体系。算力交易平台向上对接算力需求方，通过意图网络解析终端用户算力需求，并基于多量纲和算力封装为用户提供无感切换的算网使用体验；向下对接算力供应方与算力调度中枢，通过算力并网和算力路由将算力需求与供给连接起来。目前算力网络交易平台处在探索和试点阶段，相比体系化运营管理平台的搭建，算力交易的商业模式和计费标准的统一更为重要。

### 处在技术与商业模式探索中的算力运营层



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算网运营层：共建模式及解决方案

## 以区块链技术完善算网交易溯源体系，助力算网交易透明规范

### 算网运营建设关键点

#### 信任共识交易：

- 算力交易与数据交易类似，对数据保密性、隐私性要求较高，用户使用过程中会更加关心安全性和稳定性；
- 建立去中心、分布式的交易平台让交易公开透明，保障交易数据安全性和交易流程可溯性。

#### 意图引擎与供求撮合机制：

- 大部分算力需求来自系统或软件的间接转译，需进一步分解；
- 通过意图引擎识别并将算力需求标准化；
- 基于算网大脑寻找最优算力，并通过撮合引擎完成交易。

#### 交易成本控制：

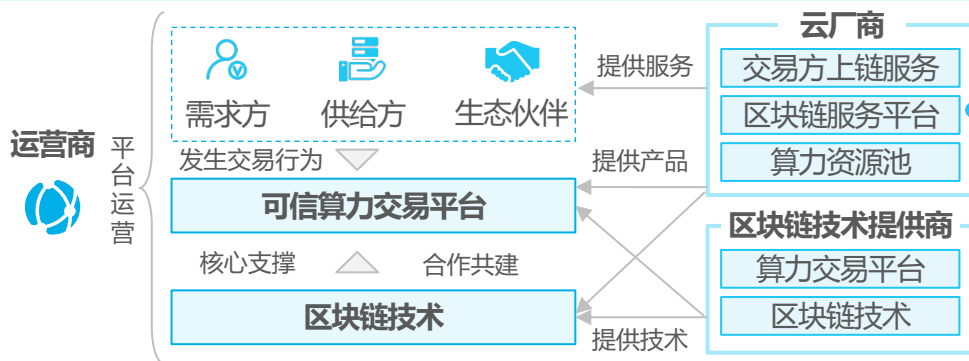
- 随着算力需求的激增，交易复杂度和记录存储量会逐渐提升；
- 通过链式数据结构存储降低运维成本与交易复杂度。

### 算网运营层的合作方向：区块链能力及算力交易平台搭建

**合作内容：**算力交易平台搭建

**合作对象：**区块链技术提供商、云厂商等

**合作形式：**①区块链技术提供商：提供区块链底层技术，或辅助完成算力交易平台搭建；  
②云厂商：帮助运营商搭建基于区块链的算力交易平台，同时面向算网交易参与者提供体系化的上链服务。



### 解决方案示例：区块链技术和服务能力



# 算网安全层：建设关注点

## 明晰权责，软硬结合，建设以数据安全为中心的算网安全体系

算力网络将进一步**模糊传统安全边界**，需要利用云能力以更好地实现资源共享和明确资源权限，确保算力网络中的供需双方可以合理合法地利用算网资源。算力网络加速了数据的流通，提升数据溯源难度，更多样的企业业务和分散的数据对**数据全生命周期各环节管理**均提出更高要求。此外，还需要从底层硬件着手，**提升自研能力与软硬件安全适配性**。此外，将安全与算网融合，突破传统的安全硬件集成，将**安全服务化**，并通过订阅形式对运维等安全产品进行收费，将**安全服务产品化**。

### 算网安全特征与需求

#### 算网安全主要需求

##### 聚焦边界安全

强化访问控制、IPS、NDR等能力，为用户防护外部入侵

##### 升级数据全生命周期安全防护措施

从数据采集、数传传输、数据存储等全环节保证数据安全

##### 优化应用保护

帮助用户应对出现的漏洞、篡改、黑链、挂马等安全事件，保护核心资产

##### 完善安全运维能力

包含日志审计等数据审计能力，以及实时监测、通报预警、威胁感知

##### 利用软硬结合，完善安全能力

提升自主研发能力，实现自研硬件与软件产品的适配性，保证安全闭环

#### 算网安全主要防护措施

##### 算力安全

计算服务模式、动态虚拟化管理和多层服务模式等方面提供安全防护

算力安全编排

云平台安全

容器安全

边缘安全

##### 网络安全

从网络规划、网络建设、网络攻击防范、专线安全方面做好安全加固

云防火墙

网络入侵防护

DDoS防护

高级威胁检测

##### 数据安全

对不同类型、级别数据统一保护，还需要开展数据应用安全的合作，提升资产价值

数据加密

数据脱敏

数据分级

隐私计算

##### 供应链安全

加大自研服务器、自研操作系统、自研数据库以及各种软件的关键技术投入和产业化水平

芯片

数据库

中间件

元器件

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算网安全层：共建模式及解决方案

## 利用云能力针对算网不同层级安全需求特征构建专业解决方案

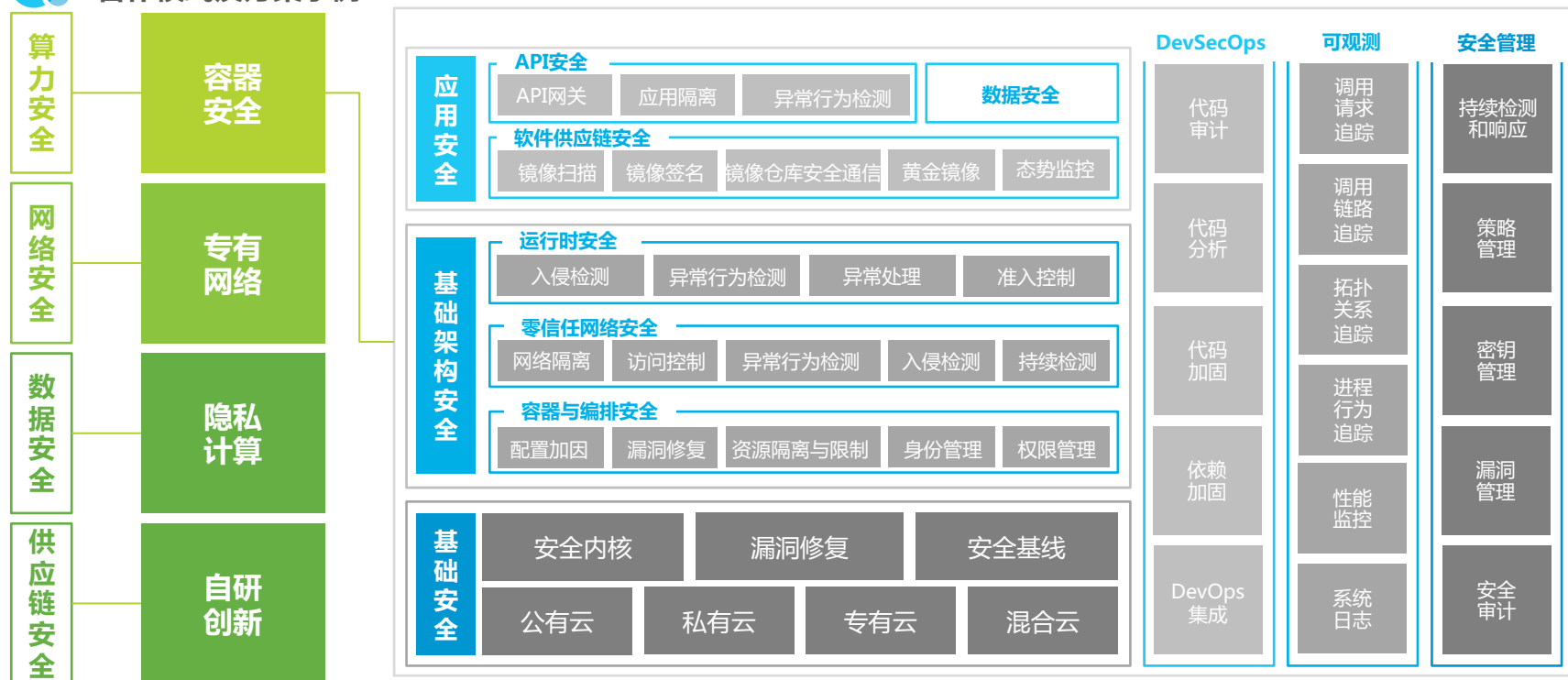
### 合作方向：安全能力

**合作内容：**网络安全解决方案

**合作对象：**传统安全厂商、云厂商

**合作形式：**① 根据算力网络层级，选取各个板块优势厂商进行产品、技术合作，采购硬件产品，并引入配套安全软件；  
② 与运营商和传统安全厂商共同构建完整的安全体系，根据安全体系中不同的责任划分，共建算网安全系统

### 合作模式及方案示例



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算网运维层：建设关注点

## 算网运维需要协同各主体及要素，提升可视化与智能化水平

算力网络对运维的广度与深度均提出了新的要求。首先由于算力网络服务规模广，内容庞杂，因此其运维需要智能化的运维管理平台，以实现资源的集中管理，并将资产和资源更好地可视化，进而兼顾管理的全面性和细粒度。此外，算力网络各环节连接紧密，出现潜在问题需要采用灵活多样的处理方式，及时高效地解决问题，以避免因某一要素变化对全局产生影响。

### 构建智能、全面的算网运维体系

#### 算网运维层重点内容

##### 运维可视化能力需提升

- **监控系统范围需提升：**算力网络覆盖中心、区域、边缘等广泛区域，监控系统需要完整覆盖
- **监控要素需精细：**算力网络运维内容庞杂，但运维质量需要保证精细化，保证监控能力可以兼顾宏观与微观

##### 运维管理协同要求高

- **算力网络运维需要实现智力与人力的协同：**可以通过智能的方式，提升运维效率，也可通过人力提供必要支持
- **算力网络运维需实现不同主体的协同：**算力网络建设和使用主体广泛，需要更好构建完善的运维管理体系，发挥各成员的能力

##### 运维管理智能化水平需完善

- **算力网络运维需要提升管理智能化：**算网运维需要充分利用AI能力，构建智能化管理平台以及可视化平台
- **算力网络需要提升设施智能化：**算网运维需要为智能硬件能力发挥提供更好的配套环境，实现全环节的智能化

#### 算网运维建设方向



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算网运维层：共建模式及解决方案

基于海量连接实践，构建端到端算网运维体系，保障运维效果

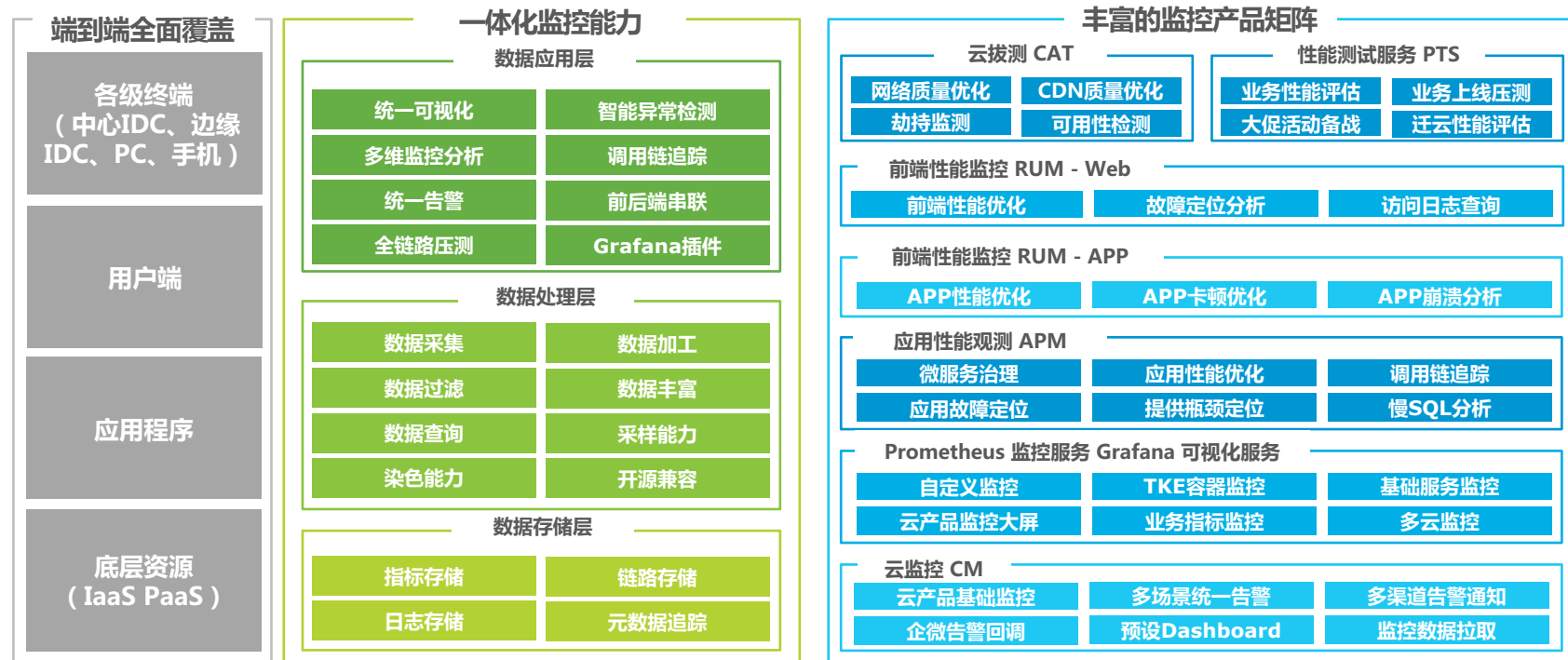
## 合作方向：智能运维设施

**合作内容：**智能运维管理系统/管理平台搭建

**合作对象：**云厂商

**合作形式：**

直接采购云厂商所提供的标准化智能运维软件，并结合自身业务特征进行二次开发，或邀请云厂商及运维厂商共同设计完整定制化解决方案。例如，通过云厂商广泛的基础设施及服务能力共建覆盖端到端的监控解决方案，保证数据全生命周期安全，将算网体系关键要素紧密连接。



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 产业应用层：关注点及共建方案

## 通过软硬件终端传递算力网络的能力与价值

### 算网产业应用合作方向：能力传导媒介

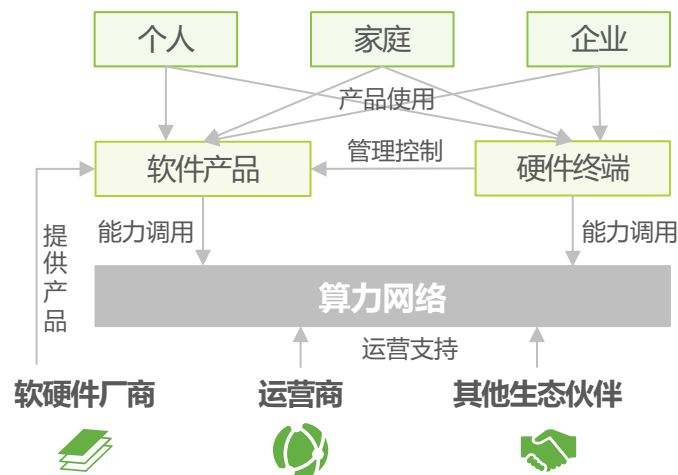
- 算力网络的服务形态、交付形式和运营模式需要生态伙伴共同探讨，通常以软件或硬件为媒介，应用于具体场景并发挥普惠价值。
- 数据产量大、处理速率要求高的场景对算力网络需求更高，如车联网、金融资产交易、智能制造、云游戏等场景。

**合作内容：**面向终端用户的软硬件开发，以及算网行业场景应用

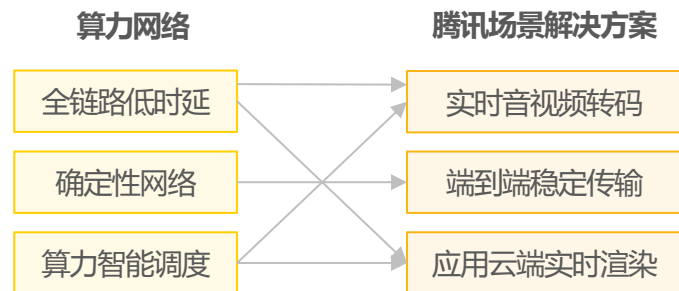
**合作对象：**云厂商、AIOT厂商、软件开发商、互联网厂商等

**合作形式：**

- ① AIOT厂商：提供与算力网络衔接的智能硬件设备；
- ② 软件开发商、互联网厂商等：将算力网络作为软件应用的技术底座，面向终端用户提供具象化产品和服务；
- ③ 云厂商：云厂商拥有成熟的软件产品，同时也有相对成熟的场景解决方案，可以让算力网络更好地融入具体场景



### 算网产业应用场景示例：腾讯基于算力网络构建全真互联新时代



### 全真互联新时代

- **全真感知：**基于腾讯RTC及云渲染技术打造全真互动体验；
- **无感协同：**基于算力网络的确定性和低延迟，强化人机操作协同性；
- **以数强实：**通过全真互联为实体经济创新发展注入新动能



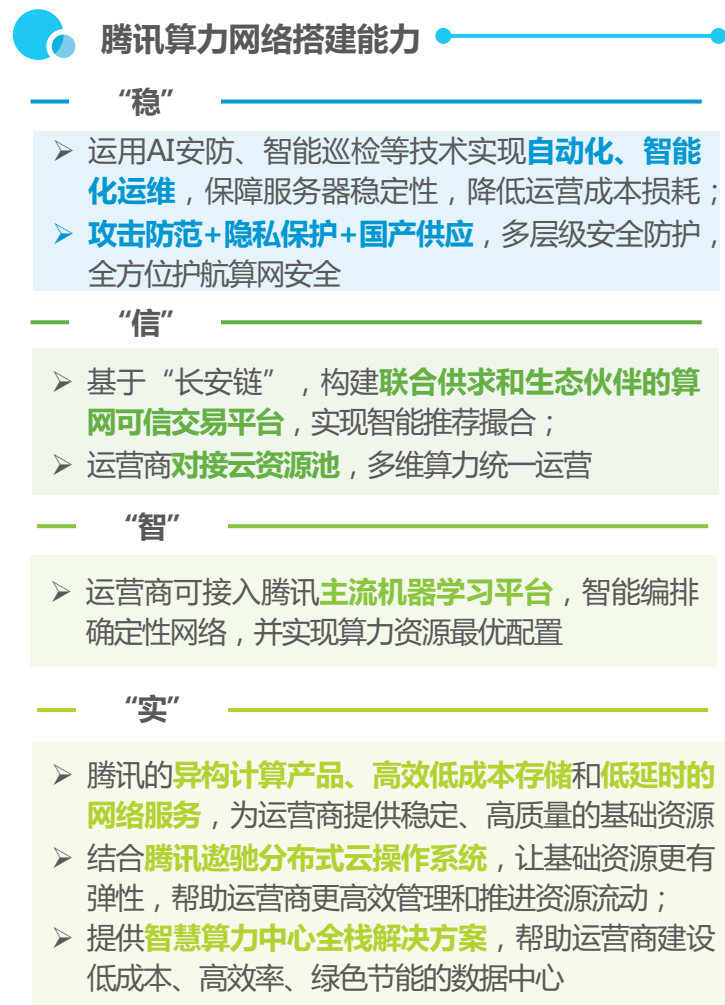
来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 腾讯产品矩阵赋能算力网络构建

智慧赋能泛在协同，辅助构建绿色、智能、安全的“新型计算”



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。



算力网络发展背景

1

算力网络建设全景解析

2

算力网络发展趋势

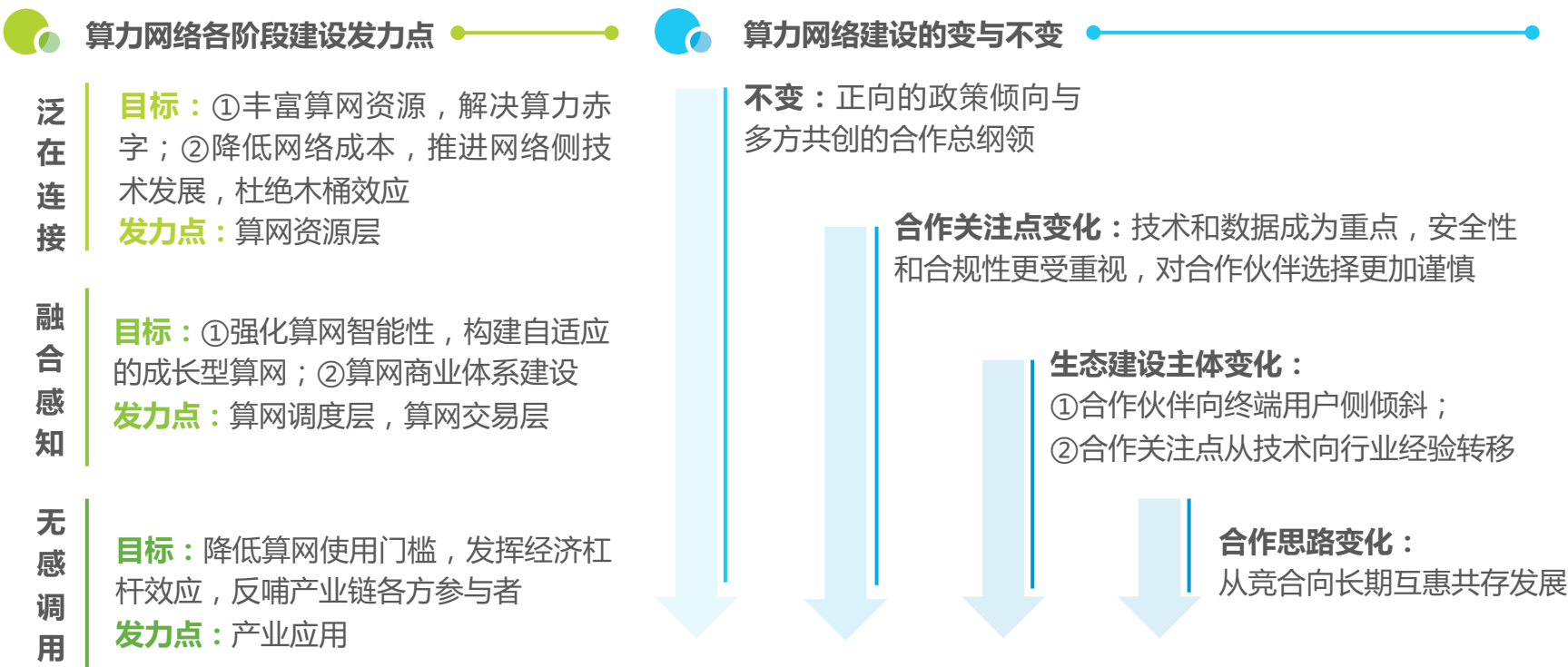
3

# 归处亦同的算网生态建设

## 合作重心随建设进度有所倾斜，整体朝着全员普惠方向发展

在算力网络建设过程中，运营商建设算网生态汲取行业领先技术与管理模式是必要途径。在国家战略牵引下，运营商一方面要与产学研各界通力合作，推进产业政策和标准规范制定，另一方面与终端用户服务商紧密合作，突破传统业务场景局限，并创新商业模式，共同推进全行业的算网业态新变革。运营商的生态建设重心会随着算力网络建设推进发生一定倾斜，但整体上看，算力网络的社会属性和战略意义不会变，未来运营商会转化竞合思路，更加求同存异，通过生态布局降低算网使用门槛，让算网价值惠及千行百业。

### 算力网络各阶段生态建设倾向



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 需求导向的算网行业解决方案

## 结合业务算力与网络需求特征，构建行业场景解决方案

根据业务对网络时延的要求可将业务分成：热业务、温业务、温冷业务、冷业务。为更好地服务相关业务体系，结合数据中心部署特征和业务场景平均算力需求，热业务、温业务、温冷业务场景有望成为算力网络行业建设的重点。伴随算力网络的完善。热业务在保证网络稳定性与低时延的同时，将进一步优化算力结构，智能算力能力将进一步被释放，以支持更多偏向“C端”的业务场景落地，优化使用体验，提升服务能力。温业务对算力资源需求最高，算力网络将进一步提升网络的“运力”水平，使其可以更好地服务复杂的大规模业务场景。温冷业务伴随算网建设的日渐完善，**算网能力的整体提升将让更多目前偏“后台”的业务的服务效率，推动业务场景的创新，进一步推动前中后业务场景的协同性。**

### 不同场景对算网功能需求对比

| 业务类型                    | 平均网络时延  | 部署建议           | 平均算力需求 | 典型业务场景       |             |             |
|-------------------------|---------|----------------|--------|--------------|-------------|-------------|
| 热业务<br>(低延时业务)          | < 10ms  | 城区部署           | 5-10%  | 金融交易<br>车联网  | 直播<br>物联网   | 游戏<br>AI推理  |
| 温业务<br>(时延相对敏感业务)       | < 30ms  | 区域部署           | 55-60% | 智慧城市         | 智慧政务        | 工业互联网       |
| 温冷业务<br>(时延不敏感业务)       | < 100ms | 算力枢纽<br>(东数西算) | 20-30% | 灾备<br>基因测序   | 视频转播<br>大数据 | 医疗影响<br>云会议 |
| 冷业务<br>(时延不敏感数据读写频率低业务) | > 100ms | 算力枢纽<br>(东数西算) | 10%    | 数据备份<br>AI训练 | 归档          | 邮件          |

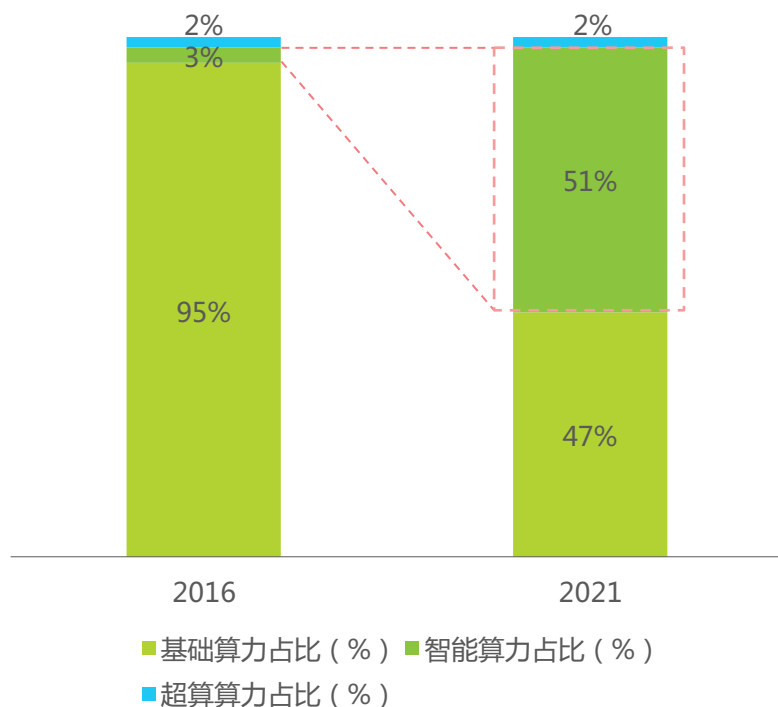
来源：《东数西算专题研究报告》，艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 基于AI的算网产业协同

## 智能算力将成为算网重点，AI能力及解决方案逐步精细化

相较于2016年，智能算力在中国整体算力结构中只占据3%，在2021年，智能算力占比已超过50%，成为中国整体算力体系中的主要构成。一方面，算力网络的建设对智能化需求的提升将进一步推动智能算力的增长；另一方面，终端场景的智能化要求也逐步提升。因此，算力网络建设中，既需要进一步提升智能算力（GPU为主）的资源利用率，同时，为了更好地实现算力网络的经济社会价值，以AI为代表的、可满足更细致业务场景需求的能力建设和解决方案建设也愈加重要。

### 2016-2021年中国算力结构变化



### 算力网络的场景应用及建设方向

#### 赋能垂直行业解决方案



#### 拆解AI能力



来源：中国信通院、艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 算力网络让科技更有吸引力

## 建设无感互联的生产生活新形态，同时推进对未知世界的探索

算力网络的低时延算力和确定性网络将在未来生产生活中大放异彩：（1）**强化感知**：人机交互数据触点实时感知，渗透家庭、娱乐、办公场景；（2）**强化连接**：本地自动化、智能化作业，异地穿透时空壁垒，实时远程协同；（3）**强化计算**：建立数字孪生世界，赋能工业制造模型训练与产品测试，监测城市运行体征。此外，算力网络还能推进全人类探索未知的脚步，通过高性能计算，触及星辰大海与生命科学。

### 算力网络应用场景展望

#### 全真互联：场景示例

##### 数智人



您好~我是腾讯云小微虚拟客服  
有什么可以帮到您的?

##### 云旅游



#### XR



#### 穿透未知



- 航天器制造
- 行星轨迹模拟
- 星系图谱
- 暗物质暗能量测算
- .....



- 生物制药
- 细胞和基因疗法
- 基因测序
- 克隆技术
- .....



- 板块漂移
- 地核探测
- 磁暴感知
- 气象监测
- .....

#### 场景

智能客服、理财顾问、虚拟导游、IP营销等

景区游览、文化传播、实景互动、云游戏等

教育培训、影视娱乐、活动展览、场景建模等

#### 应用

算力网络提供海量算力支撑3D引擎、实时渲染等运行，让数智人与用户无感交互

算力网络为场景实时渲染、数字孪生、音视频、多模态融合感知等提供支持，完整复刻景区天气、环境、建筑细节，更加身临其境

在现有XR基础上，算力网络降低了人机交互的时延，并通过云渲染技术增强视觉效果，可应用在娱乐、工业等多种场景

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 艾瑞新经济产业研究解决方案



## 行业咨询

- 市 场 进 入 为企业提供市场进入机会扫描，可行性分析及路径规划
- 竞 争 策 略 为企业提供竞争策略制定，帮助企业构建长期竞争壁垒



## 投资研究

- IPO行业顾问 为企业提供上市招股书编撰及相关工作流程中的行业顾问服务
- 募 投 为企业提供融资、上市中的募投报告撰写及咨询服务
- 商业尽职调查 为投资机构提供拟投标的所在行业的基本面研究、标的项目的机会收益风险等方面的深度调查
- 投后战略咨询 为投资机构提供投后项目的跟踪评估，包括盈利能力、风险情况、行业竞对表现、未来战略等方向。协助投资机构为投后项目公司的长期经营增长提供咨询服务

# 关于艾瑞



艾瑞咨询是中国新经济与产业数字化洞察研究咨询服务领域的领导品牌，为客户提供专业的行业分析、数据洞察、市场研究、战略咨询及数字化解决方案，助力客户提升认知水平、盈利能力和综合竞争力。

自2002年成立至今，累计发布超过3000份行业研究报告，在互联网、新经济领域的研究覆盖能力处于行业领先水平。

如今，艾瑞咨询一直致力于通过科技与数据手段，并结合外部数据、客户反馈数据、内部运营数据等全域数据的收集与分析，提升客户的商业决策效率。并通过系统的数字产业、产业数据化研究及全面的供应商选择，帮助客户制定数字化战略以及落地数字化解决方案，提升客户运营效率。

未来，艾瑞咨询将持续深耕商业决策服务领域，致力于成为解决商业决策问题的顶级服务机构。

## 联系我们 Contact Us

 400 - 026 - 2099

 [ask@iresearch.com.cn](mailto:ask@iresearch.com.cn)



企 业 微 信



微 信 公 众 号

# 法律声明

## 版权声明

本报告为艾瑞咨询制作，其版权归属艾瑞咨询，没有经过艾瑞咨询的书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制、传播或输出中华人民共和国境外。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

## 免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，部分文字和数据采集于公开信息，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，艾瑞咨询对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力的追求，但不作任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何建议。

本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

## 合作说明

该报告由深圳市腾讯计算机系统有限公司和艾瑞共同发起，旨在体现行业发展状况，供各界参考。

