

中国数据中心产业发展白皮书

(2023 年)

中国通服数字基建产业研究院

2023 年 4 月

前言

经过 20 年的发展演进，国内数据中心产业发展进入了新的转型阶段。数字经济、“东数西算”、“双碳”、算力、AI 等多元要素影响下，数据中心产业发展呈现出“三体三化四样”的时代新特征。在此背景下，面向全国产业供需走势、聚焦产业主体未来发展，中国通服数字基建产业研究院发布《中国数据中心产业发展白皮书（2023 年）》。全文研究主要观点如下：

大势-国内数据中心至少是 10 年基线市场：全球数据中心产业在成熟期下呈现“科技潮涌期”，增速阶段性上扬；国内数据中心产业总体处于平稳增长期，且受数字经济深化、“东数西算”战略、AI 新业态等新驱动力影响，预计未来 10 年仍有空间，“十四五”期间产业营收规模复合增速预计保持在 25%左右。

空间-机架增量规模跃迁，存量运营需求显现：“东数西算”下“十四五”末增量机架约 900 万架（政策规划口潜在空间；保守预计增量约 400-500 万架），投资达 7000 亿；存量节能改造投资未来三年全国预计超 340 亿元体量，DCI（Data Center Inter-connect）、安全、运维等增值服务投资占比逐步增大。

转型-需关注国内数据中心新时代下的产业变革：在“双碳”与“东数西算”政策复合作用下，产业进入高质量转型期，数据中心向新一代智算中心演进，新型数据中心的“三体”（数字设施、数字能源、数字科技的三重载体）产业属性显著，呈现“三化（集群化、低碳化、算力化）”和“四样（客户多样、主体多样、资本多样、模式多样）”发展特征，经营环境日益复杂多变。

需求-互联网需求从头部向腰部延伸，传统行业需求崛起：在整体经济相对平稳、互联网反垄断监管持续、产业互联网日益成熟、头部互联网自建机房开始陆续投产的综合作用下，未来几年头部互联网客户增量预计疲软，腰部及传统行业客户（金融、政务、制造）成为新增长点。

技术-需关注液冷、绿电、储能、智能化运营等新技术影响：液冷将加快产业化，实现风液共存；绿电储能等新设施将常规化嵌入电力系统，成为新要素；运维转向 AI 智能化全周期运营；基于科创的产业链信创化进一步提速。这些均对数据中心建设形式、运营模式和成本结构造成重大影响。

产业链-四类主要角色发展启示：设备供应商-设备定制化、数智化、国产化，工程服务商-软硬一体、工程产品化，IDC 服务商-一体化方案、生态型运营，政府-市场牵引、产业扶植。

目 录

1. 全球数据中心产业发展回溯	1
1.1. 全球数据中心产业发展史	1
1.2. 国内数据中心产业 20 年演进	2
1.3. 国内数据中心产业进入新阶段	4
2. 国内数据中心产业市场供需	14
2.1. 总体供需趋势及特征	14
2.2. 细分客群需求结构及特征	19
3. 中国数据中心产业政策变化	23
3.1. 数据中心整体产业政策变化	23
3.2. 数据中心需求侧产业政策变化	29
3.3. 数据中心配套侧产业政策变化	32
4. 国内数据中心产业技术演进	32
4.1. 建筑技术	33
4.2. 制冷技术	37
4.3. 电力技术	39
4.4. 运维技术	43
5. 数据中心行业发展启示及展望	46
5.1. 设备供应商	46
5.2. 工程服务商	47
5.3. IDC 服务商	48
5.4. 政府监管	49
参考文献	51

图 目 录

图 1.1-1 全球及国内 IDC 市场 20 年增长-“四中心三拐点”（亿美元）	1
图 1.2-1 2008-2025 年国内数据中心产业规模发展情况.....	3
图 1.3-1 数据中心产业三重载体示意图.....	4
图 1.3-2 全球及中国超大型数据中心发展情况.....	5
图 1.3-3 BAT 云承载示意图.....	6
图 1.3-4 行业客户专属云需求演进示意图.....	6
图 1.3-5 2021 年全国各区域 IDC 存量机柜总数占比.....	7
图 1.3-6 2019-2022 全国 IDC 市场活跃度热力图.....	7
图 1.3-7 2020-2025 全国数据中心用电量和碳排放量概况.....	8
图 1.3-8 2021 全国及各区域 IDC 平均 PUE 情况	9
图 1.3-9 算力 1.0 向 2.0 演进示意图.....	10
图 1.3-10 2019-2025 年中国算力规模概况	10
图 1.3-11 2020 年全球算力总规模分布.....	11
图 1.3-12 2016-2020 年中国算力结构变化情况	11
图 1.3-13 2020 年中国部分省份算力规模（EFlops）图.....	12
图 2.1-1 全国数据中心机架需求预测（万架）	14
图 2.1-2 “十四五”末枢纽节点数据中心规模占比	15
图 2.1-3 新兴业态带动算力需求增长.....	15
图 2.1-4 “十四五”末枢纽节点服务商数据中心投资规模（亿元）	16
图 2.1-5 IDC 产品结构及变动情况.....	16
图 2.1-6 全国 2023-2025 年数据中心节能改造市场规模（亿元）	17
图 2.1-7 2023-2025 年运营商数据中心改造场景市场规模（亿元）	18
图 2.1-8 2023-2025 年运营商数据中心改造场景支出占比（%）	18
图 2.2-1 历年国内 IDC 客群结构趋势图.....	19
图 2.2-2 数据中心下游应用不同行业占比结构.....	20
图 4.1-1 中国新开工装配式建筑面积及占比.....	34
图 4.1-2 数据中心标准化/模块化/预制化.....	35

图 4.1-3 上海商汤科技效果图.....	35
图 4.1-4 上海商汤科技效果图.....	36
图 4.2-1 成都简阳超大型数据中心项目效果图.....	39
图 4.3-1 数据中心供配电系统图.....	40
图 4.3-2 电力系统演变.....	40
图 4.3-3 光伏发电技术原理.....	41
图 4.3-4 中国电信（国家）数字青海绿色大数据中心.....	43
图 4.4-1 中国银行总行金融科技云基地和林格尔新区项目效果图.....	46

表 目 录

表 2.1-1 2023-2025 年全国数据中心存量改造主体及规模.....	19
表 3.1-4 “双碳”战略政策顶层要求数据中心绿色化发展.....	27
表 3.1-5 新型数据中心政策促进算力服务能力提升.....	28
表 3.2-1 2020-2022 年互联网监管相关政策梳理.....	30
表 4.3-1 光伏系统 PUE 调节因子值.....	41
表 4.3-2 储能系统 PUE 调节因子值.....	41

1. 全球数据中心产业发展回溯

近 20 年是全球数据中心产业蓬勃发展期，全球数据中心形态从计算中心、信息中心、云中心加快向算力中心演变，以融合新技术推动数据中心整合、升级、云化为主要特征，主要由发达国家引领，在全球各大核心城市集群化发展，并不断向外辐射。全球数据中心产业规模在 2022 年达到 1308 亿美元，总体逐步进入成熟期。产业整体发展周期呈现出“四中心三拐点”特征，在前两次拐点之后正在迎来第三次上升拐点。

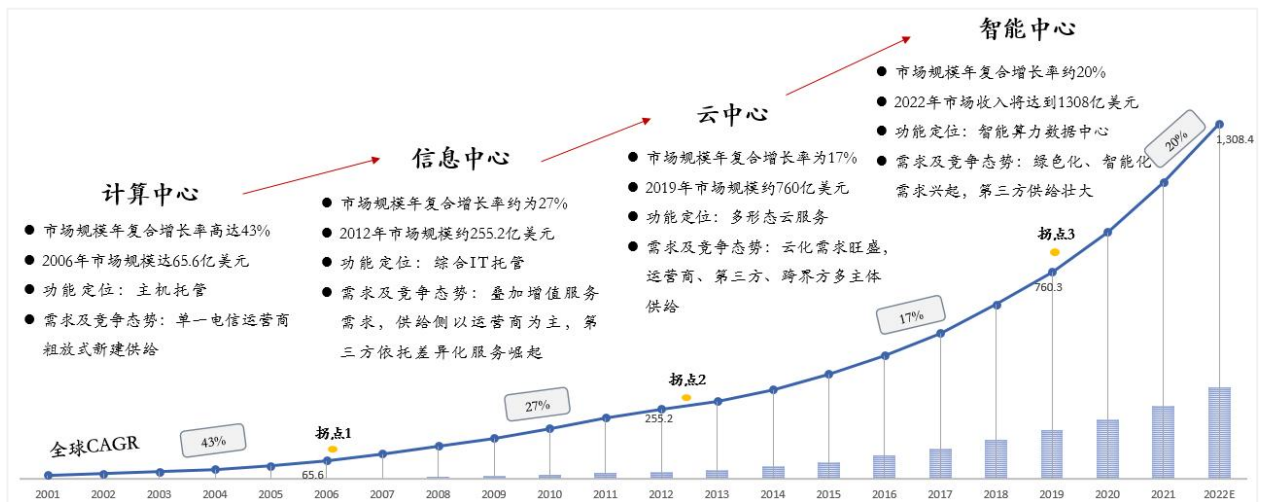


图 1.1-1 全球数据中心市场 20 年增长-“四中心三拐点”（亿美元）

资料来源：IDC、Synergy Research、Technavio、Structure Research、工信部研究院、中国通信数字基建产业研究院

1.1. 全球数据中心产业发展史

1.1.1. 计算中心阶段（2001-2006 年）

全球数据中心产业起步较早，前期多由部分政府和企业自建自用，后续数据中心服务多由基础电信运营商提供，服务内容主要包括场地、电力、网络带宽、通信设备等基础资源和设施托管、维护服务，主要业务类型为主机托管。以美国为例，在 20 世纪 90 年代初期，数据中心的数量较少，其建设和投产均以政府和科研应用为主，商业化使用情况较少。

2001-2006 年全球数据中心产业市场规模年复合增长率达到 43%，2006 年市场规模达 65.6 亿美元。期间，互联网的高速发展带动了网站数量的激增，各种互联网设备如服务器、主机、出口带宽等和资源的集中放置和维护需求高涨，主机托管、网站托管等业务类型需求突出。这个阶段数据中心得到广泛认可，主要面向大型企业的零散化基础资源需求，粗放式提供主机托管服务、数据存储管理、安全管理、网络互联、出口带宽的网络选择等纯资源托管服务，市场由电信运营商主导。

1.1.2. 信息中心阶段（2006-2012 年）

2006-2012 年全球数据中心产业进入信息中心阶段，其市场规模增速放缓，年复合增长率约为 27%，2012 年市场规模约 255.2 亿美元。美国在 2010 年发布了《数据中心整合计划》，要求减少对昂贵和低效的老旧数据中心的整体依赖，因此本阶段数据中心概念被扩展，大型化、虚拟化、综合化数据中心服务是主要特征，尤其是云计算技术引入后，数据中心突破了原有的机柜出租、线路带宽共享、主机托管维护、应用托管等服务，更注重数据存储和计算能力的虚拟化、设备维护管理的综合化、规模化运营。

1.1.3. 云中心阶段（2012-2019 年）

2012 年后全球数据中心产业率先进入云中心阶段，2012-2019 年全球数据中心产业市场规模增长的年复合增长率为 17%，2019 年市场规模约 760.3 亿美元。2015 年美国开始推行国家战略计算计划（NSCI）和《国家战略计算计划战略规划》（2016），逐步形成和完善指导云计算发展的战略部署。同时，2016 年，美国公共与预算管理办公室(OMB)公布“数据中心优化倡议(DCOI)”，要求美国政府机构实现数据中心电能、PUE 目标、虚拟化、服务器利用率以及设备利用率等指标监控和度量。2017 年，新加坡政府鼓励本地和外资企业进入本地信息化基础设施的建设，本地云数据中心容量快速增长。该阶段在云计算技术成熟驱动下，云商的集中云化需求旺盛并向多形态云服务演变，市场供给侧呈现运营商、第三方、跨界方多主体竞争格局。

1.1.4. 算力中心阶段（2019 年至今）

2019 年后全球数据中心产业开始步入算力中心阶段，云计算、大数据、AI、物联网等新数字技术的加速发展，显著驱动了数据云存储及智能算力需求的增长，促使数据中心增速迎来逆势上扬，2019-2022 年复合增长率约 20%。2021 年 1 月新加坡政府出台新的数据中心标准并颁布绿色技术数据中心的路线图，要求存量算力设施陆续开始应用新的节能减排技术。该阶段数据中心产业用户需求开始转向绿色化、智能化的算力解决方案，依托敏捷运营和精细管理，主打“绿色数据中心+智算云”一体化解决方案的第三方 IDC 服务商快速发展。

1.2. 国内数据中心产业 20 年演进

近 20 年是全球及国内数据中心产业蓬勃发展期，国内数据中心产业较全球起步较晚¹，但重大发展阶段特点基本一致。目前，我国数据中心产业处于云中心深化阶段，落后美国 3-5 年，处于增长期，未来 10 年我国 IDC 产业仍有价值空间，预计“十四五”内复合增速保持 25%左右。在这 20 年中，国内数据中心产业整体发展走势从高速成长期进入平稳发展期，经历了两次降速拐点，2021 年开始在数字经济深化发展、“东数西

¹ 中国通服数字基建产业研究院经综合测算认为至少差距 3-5 年

算”等多要素推动下迎来科技潮涌期，呈现短周期性提速拐点；进入 2023 年，伴随着投资泡沫下的低价竞争、东数西算建设中对 PUE、上架率等指标约束趋严以及 AI 新业态利好因素（当前整体业态还处于初始期）交叉作用下，未来短期内可能呈现增速趋缓，但预计十四五末起始会迎来新一轮上扬。目前数据中心产业用户需求特征从零散化、粗放式需求向集中云化、绿色化、智能化需求演化；数据中心产业供给从运营商单一主体转向运营商、第三方 IDC 服务商、跨界方等多主体供给格局。具体如下图所示。细分国内数据中心产业阶段，分为以下四个阶段：



图 1.2-1 2008-2025 年国内数据中心产业规模发展情况

资料来源：中国通服数字基建产业研究院、IDC 圈历年报告等

1.2.1. 网络中心阶段（2000 年以前）

20 世纪 90 年代，互联网公司兴起，PC 端对网络的要求不断增加，数据中心开始逐渐成为网络流量的载体，网络连接和主机托管需求逐步旺盛，数据中心数量和个体规模出现较大增长。三大运营商是机房、网络和主机的主要提供商和托管商，服务形态以零散网络服务器为主。

1.2.2. IT 中心阶段（2000-2010 年）

2000 年以后，企业自建数据中心（EDC）、互联网数据中心（IDC）开始逐渐出现，中国的互联网行业迎来了大发展时代，2010 年我国 IDC 市场规模达到 79.7 亿元。客户需求向信息化演进，机构对数据中心的可用性和服务性的要求更高，IT 服务质量成为关注的重点。三大运营商仍是数据中心的主要建设方，部分第三方 IDC 企业开始进入，服务形态以零散中小型机房为主。

1.2.3. 云中心阶段（2010-2020 年）

2010 年开始，传统服务器托管、机架租赁等 IDC 服务形式逐步被云计算取代，对大规模数据中心承载提出更大需求，IDC 市场持续高速增长。2010-2020 年我国 IDC 产业复合增长率为 36.16%，2020 年市场总规模达 1429.2 亿元，同比增长 32.9%。大量客

户开始要求引入云计算，集群化建设、虚拟化和云计算需求旺盛。市场供给侧呈现运营商、第三方、跨界方多主体竞争格局，服务形态转变为相对集中的大型云数据中心。

1.2.4. 算力中心阶段（2020 年至今）

2020 年以后，云计算、大数据、AI 等新数字技术的加速发展，驱动数据云存储及计算、智能算力、边缘算力等需求持续增长，2022 年 ChatGPT 开启 AIGC 这一全新业态，推动 AI 发展进入以多模态和大模型为特色的 AI2.0 时代，推动智算设施建设进入新阶段。2021 年，我国数据中心市场规模达到近 1800 亿元，同比增长 24.0%；2022 年市场规模超 2200 亿元，仍然保持较高增速。需求向“云计算大型、超大型 IDC+智能计算本地化中型数据中心+边缘计算小微 IDC”三级转变，规模化智算与行业智算并行的需求特征显现。三大运营商占据大量市场份额的同时，专业第三方凭借服务优势快速发展，以钢铁能源为代表的传统央国企也开始跨界经营数据中心产业。

1.3. 国内数据中心产业进入新阶段

1.3.1. 三体产业：数字设施、数字能源、数字科技

数据中心产业是数字科技、数字设施和数字能源的三重载体三体产业，简称“三体”产业。一方面赋予其强政策属性，产业建设发展走势与政策紧密相关；另一方面，载体内容也对其趋势变化产生了相应影响。IDC 基础内涵是数字时代的地产行业，通过数字空间租赁获取资产收益，这一属性强调 IDC 产业注重区位选取与投资。由于机房运转和设备冷却需要耗费大量电力，IDC 属于高能耗产业，国家双碳政策引导 IDC 产业注重节能配套。IDC 是建立在计算、存储、通信三大科技基础上的承载算力的物理实体，国内数字经济发展要求 IDC 产业注重产业支撑服务，国家发改委给出测算：每消耗 1 吨标准煤，直接贡献 1.1 万元数据中心产值，可以带来 88.8 万元数字产业化增加值，间接带来 360.5 万元产业数字化市场。同时，近年来国内数据中心主要政策对数据中心产业发展的区域集约化、用能绿色化、服务算力化均提出了高要求，推动 IDC 产业呈“三化”、“四样”的发展趋势。

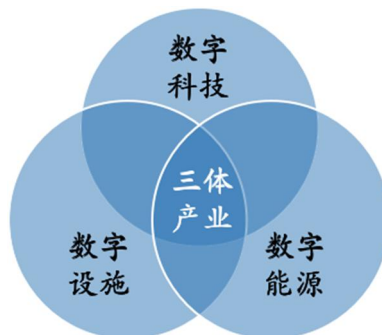


图 1.3-1 数据中心产业三重载体示意图

资料来源：中国通服数字基建产业研究院

1.3.2. 产业新趋势：集群化、低碳化、算力化

经过 20 年的发展，我国数据中心在市场需求与供给驱动下，建设规模不断扩大，集群化趋势明显。随着数据中心规模不断扩大，数据中心的能耗与碳排放持续提升，在国家“双碳”目标下，数据中心绿色低碳化发展大势所趋。同时，在政策利好（“东数西算”加速构建一体化算力服务体系）、需求提振（产业互联网进入新纪元、AI 产业进入新阶段）、技术升级（算力异构化推动算力升级）作用下，算力化成为未来数据中心发展的主流趋势之一。

（1）布局集群化：超大型数据中心增长快速，市场主体推动数据中心向核心区域布局，呈现由“中心向周边”“东部向西部”转移的部署趋势。

当前，全国八大枢纽节点投资占 80%，新建 90% 是大型及以上数据中心。从整体来看，中国超大型数据中心增速快，机架占比超 40%。中国超大型数据中心整体数量从 2018 年的 34 个增长到 2021Q3 的 105 个，三年复合增长率达 45%。超大型数据中心机架占比也从 2018 年的 34% 增长到 2021Q3 的 41%，数据中心集群化趋势明显。

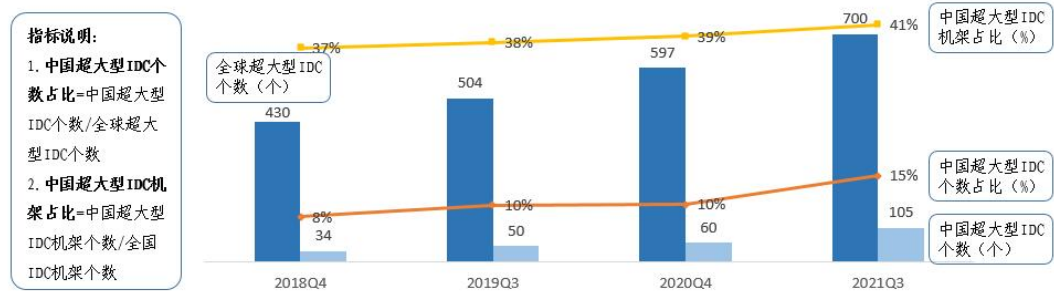


图 1.3-2 全球及中国超大型数据中心发展情况

资料来源：Synergy Group，中国通服数字基建产业研究院

市场主体的需求驱动和供给导向，推动数据中心集群化发展。从需求来看，一方面，OTT（大中型互联网客户）云承载需求趋势明显。以 BAT 为例，头部客户新增需求以云承载为主，体系内及其他中小企业均选择上云。BAT 新增机柜主要用于云承载，占比达 60%-80%，主要集中在核心热点区域。另一方面，大中型行业客户的专属云需求升级，推动数据中心承载从小规模单中心向行业/区域大规模多中心、跨行业/区域中心演进，对数据中心规模化、集群化建设的需求更加强烈。

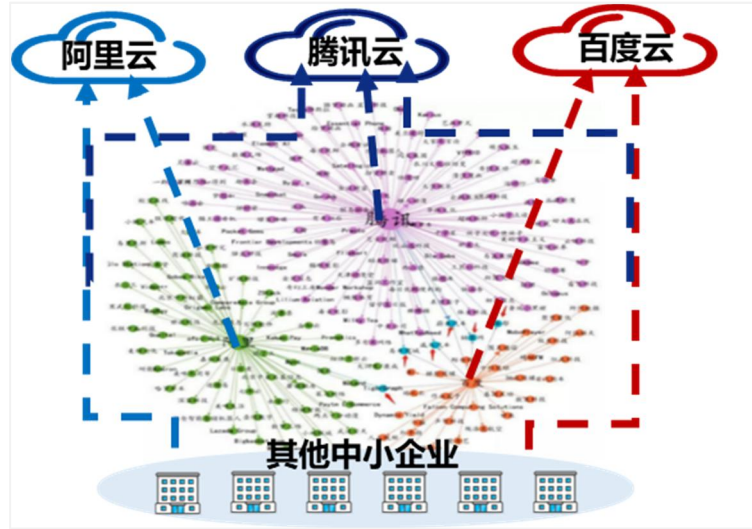


图 1.3-3 BAT 云承载示意图

资料来源：中国通服数字基建产业研究院

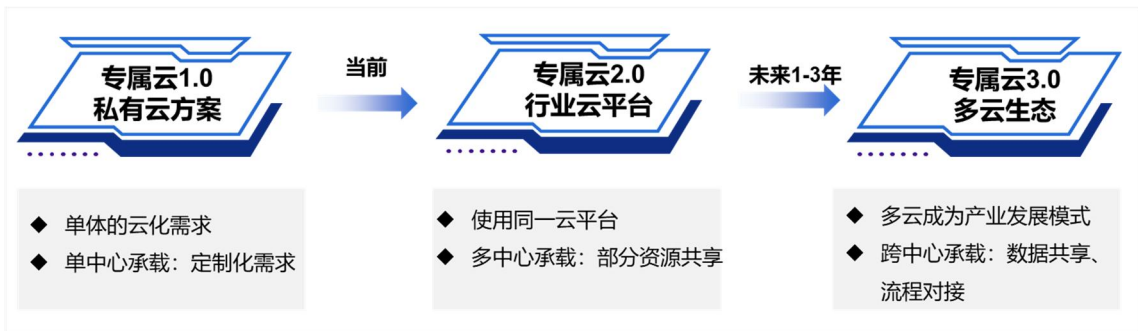


图 1.3-4 行业客户专属云需求演进示意图

资料来源：中国通服数字基建产业研究院

从供给看，整体呈现向核心区域集中部署态势。数据中心服务商主要在京津冀、长三角、粤港澳、成渝、内蒙古等区域布局。根据 CDCC 统计数据，2021 年，四大核心区域存量机柜总数占比超 80%，其中以北京及周边为核心的华北地区占比 26%、长三角为核心的华东地区占比 29%，以粤港澳为核心的华南地区占比 24%，以成渝为核心的西南地区占比 10%。

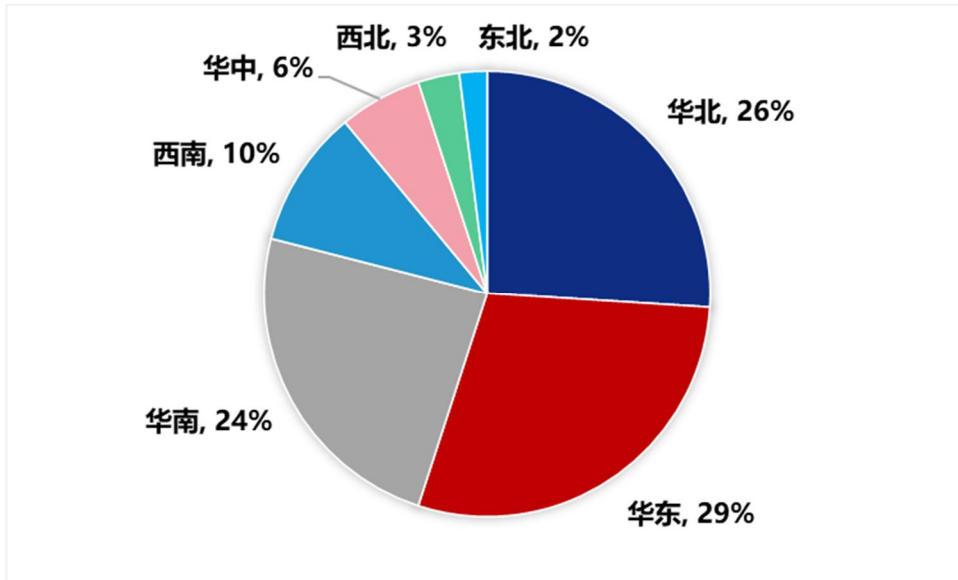


图 1.3-5 2021 年全国各区域 IDC 存量机柜总数占比
资料来源：CDCC《2021 年中国数据中心市场报告》

随着“东数西算”战略推进，以及东部土地、能耗资源紧张情况下，OTT、数据中心服务商等的数据中心布局不仅呈现由“中心向周边”转移趋势，未来也将由东部向西部迁移，数据中心产业布局将呈现“中心向周边”“东部向西部”双向流动趋势。

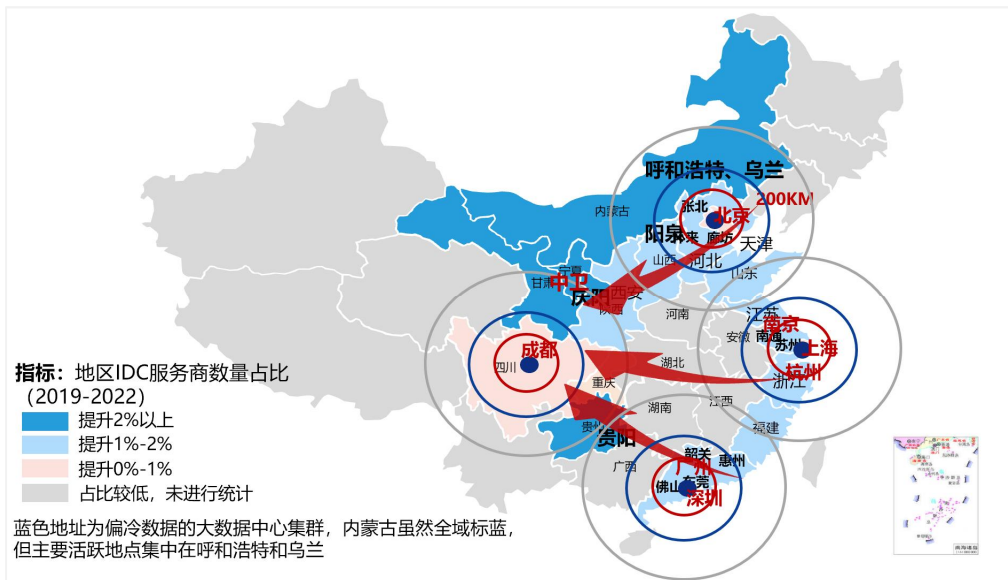


图 1.3-6 2019-2022 全国 IDC 市场活跃度热力图
资料来源：ODCC、IDC 圈，中国通服数字基建产业研究院

(2) 建设低碳化：在数据中心能耗用量加速提升下，PUE 优化和可再生能源替换进程加快，打造“零碳/低碳数据中心”成为产业基本面。

数据中心用电量和二氧化碳排放量处于增长态势。根据 CDCC 数据，2021 年，全国数据中心用电量 937 亿度，占全社会用电量达到 1.13%（国家统计局数据相对更高，接近 CDCC 数据的两倍），二氧化碳排放量约为 7830 万吨，占全国二氧化碳排放量比重为 0.77%。预计到 2025 年，全国数据中心用电量达到 1200 亿度，全国数据中心的二氧化碳排放总量预计将达到 10000 万吨，约占全国排放总量的 1.23%。节能优化和能源替换是两大减排途径，针对当前全国数据中心 PUE 和可再生能源使用水平均较低的现状，“十四五”末提出了明确改进目标。

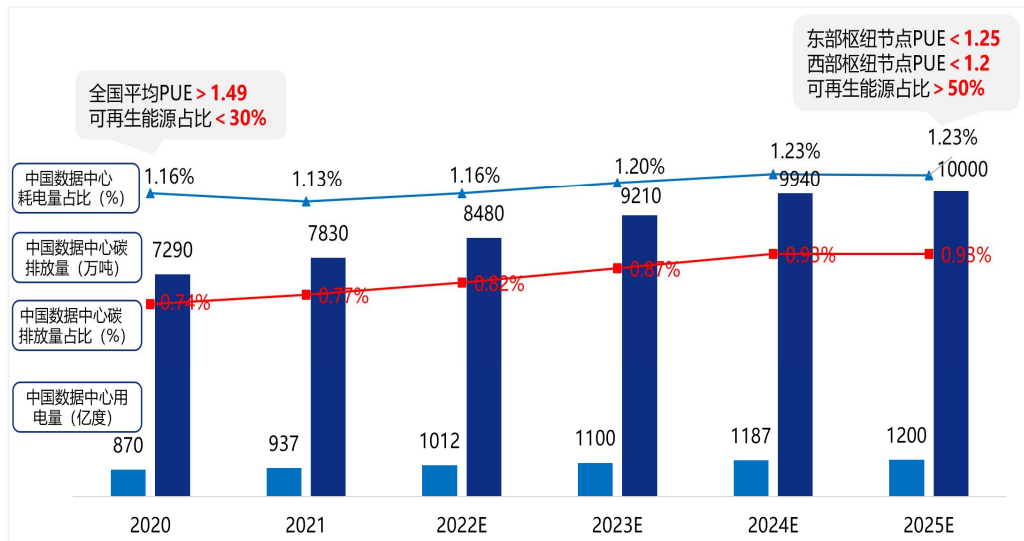


图 1.3-7 2020-2025 全国数据中心用电量和碳排放量概况

资料来源：CDCC，中国通服数字基建产业研究院

全国数据中心能效水平不断提升。根据 CDCC 统计分析，2021 年度全国数据中心平均 PUE 为 1.49，相较于 2019 年全国平均 PUE 近 1.6，全国数据中心 PUE 已有所提升。其中华北、华东的数据中心平均 PUE 接近 1.40，处于相对较优水平。华中、华南地区受地理位置、上架率及其他多种因素的影响，数据中心平均 PUE 值接近 1.6，存在较大的提升空间。

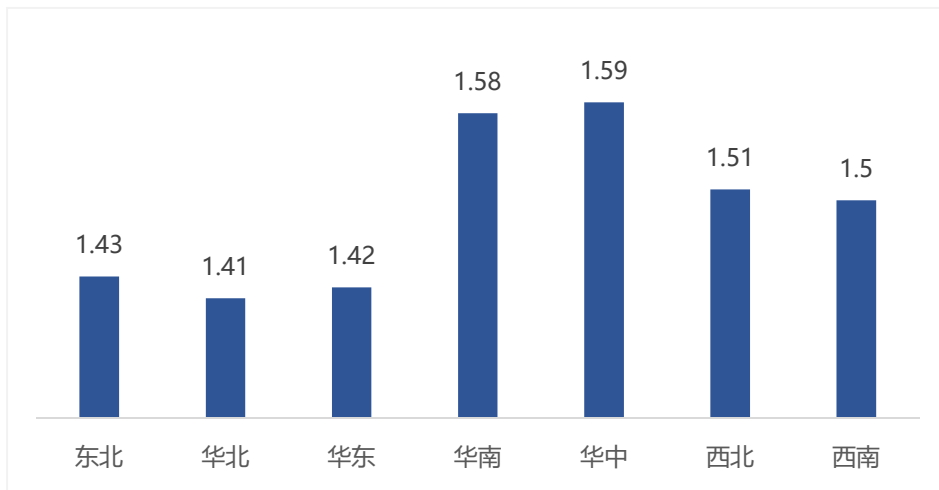


图 1.3-8 2021 全国及各区域 IDC 平均 PUE 情况

资料来源：CDCC，中国通服数字基建产业研究院

随着多个省市实际要求设计 PUE 不高于 1.2，液冷等新技术嵌入加速普及。“东数西算”政策明确要求到 2025 年，东部枢纽节点数据中心 PUE<1.25，西部枢纽节点数据中心 PUE<1.2，实际上目前很多省份数据中心项目可研审批均要求在设计 PUE 在 1.2 以下。同时在各大节点绿色节能示范工程实施推动下，数据中心建设低碳化进程有望进一步加快。按照赛迪顾问相关数据测算，液冷渗透率预计在 2025 年达到 20%。同时，在氟泵变频技术、热管多联技术、间接蒸发却机组（AHU 一体化机组）、智慧机房运维（AI 调优等）等其他新技术也在快速推广开来，数据中心能效优化空间有望进一步扩大。

数据中心可再生能源利用率在未来几年有望快速改善。根据国际环保组织绿色和平研究，2018 年中国数据中心火电用电量占其总用电量的 73%，而中国数据中心可再生能源使用比例仅为 23%，低于我国市电中可再生能源使用比例 26.5%。到 2020 年，我国数据中心可再生能源利用率达到 30%左右，相较于 2018 年已有所提升。未来几年，随着国家及各省市加大对数据中心化石能源使用的约束，新型储能、分布式光伏等技术及应用的规模化发展，数据中心可再生能源利用率将大幅提升，绿电占比或将大于 50%。

打造“零碳数据中心”成为数据中心低碳化发展的终极目标。随着国家对数据中心能耗管控趋严，以及 PUE 优化、源网荷储一体化技术发展，打造 100%可再生能源的“零碳数据中心”或“低碳数据中心”成为主流服务商的重要发展方向。如中国电信创新推动数字经济与青海清洁能源深度融合发展，打造中国电信数字青海绿色大数据中心，成为全国首个 100%清洁能源可溯源绿色大数据中心，也是首个数据中心源网荷储绿电智慧供应系统示范样板，重新定义了绿色大数据中心新标准和绿色能源消费新模式。

（3）服务算力化：算力 2.0 时代到来，算力由基础算力向智能算力发展，异构算力需求崛起。

数字经济高质量发展诉求推动算力由 1.0 向 2.0 演进，单纯数据中心转向数算一体服务，并由基础算力向智算等高阶算力演化。算力 1.0 主要提供数据存储、分发服务，传统数据中心相当于一个算力“仓库”，对数据大规模处理和提供高性能计算（智算/超算）能力有限。算力 2.0 由新型数据中心提供大规模数据处理和高性能计算能力，具有互通性、智能性、融合性、绿色性、安全中立性等五大特征，自 2020 年“新基建”概念提出以后，国家着重开始规划新型算力中心，例如在 2020 年 4 月，国家发改委明确提出要推进新型算力设施规划。



图 1.3-9 算力 1.0 向 2.0 演进示意图

资料来源：国家信息中心，中国通服数字基建产业研究院

我国算力规模持续扩大，缩小与世界先进国家差距。据 IDC、Gartner、中国通服数字基建产业研究院等多方机构测算，2020 年我国算力总规模达到 135EFlops，全球占比约为 31%，同比增长 55%，进一步缩小与美国等发达国家差距。其中，基础算力规模（FP32）达到 77EFlops，全球同类占比约为 26%，美国占比 43%；智能算力规模（换算为 FP32）达到 20EFlops，全球同类占比约为 19%，美国占比 52%，中美差距较大；超算算力规模（换算为 FP32）约为 2EFlops，全球同类占比约为 20%，美国占比 31%。

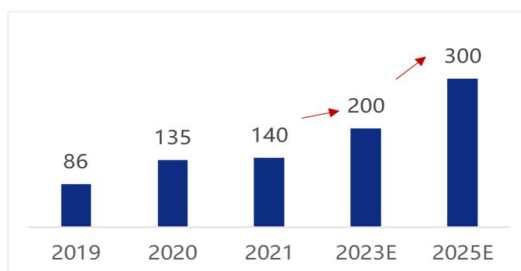


图 1.3-10 2019-2025 年中国算力规模概况

资料来源：工信部，中国通服数字基建产业研究院

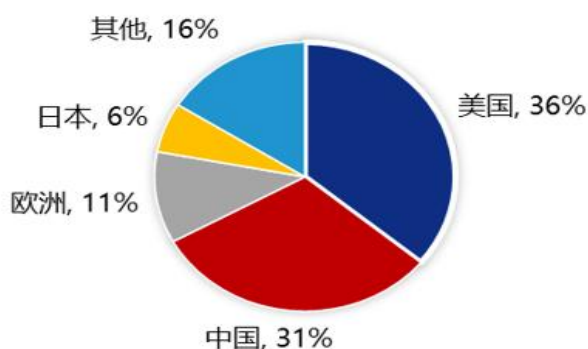


图 1.3-11 2020 年全球算力总规模分布

资料来源：IDC、Gartner，中国通服数字基建产业研究院

我国智能算力占比提升快速，算力区域分布不均将得到改善。中国基础算力占总算力的比重由 2016 年的 96% 下降至 2020 年的 78%，智能算力占总算力的比重则由 2016 年的 3% 提升至 2021 年 21%（此数据比例不同测算机构存在较大差异，测算口径存在较大区别，数字基建研究院认为当前国内总体智算占比在 20% 左右较为合理），超算算力规模的比重增长至 5% 左右。据预测，未来五年智算复合增速超 50%，是基础算力增速的 3 倍，高密高定制智算中心将成为趋势。当前北京、广东、上海、江苏等东部省市算力规模较大，西部省市算力规模较小，算力区域分布不平衡。随着“东数西算”工程推进，未来算力的区域分布不均衡问题将得到改善。

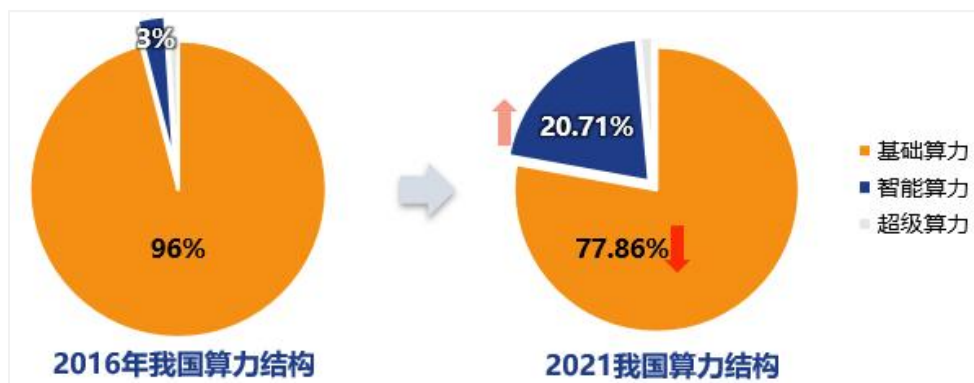


图 1.3-12 2016-2021 年中国算力结构变化情况

资料来源：wind、信通院、中国通服数字基建产业研究院

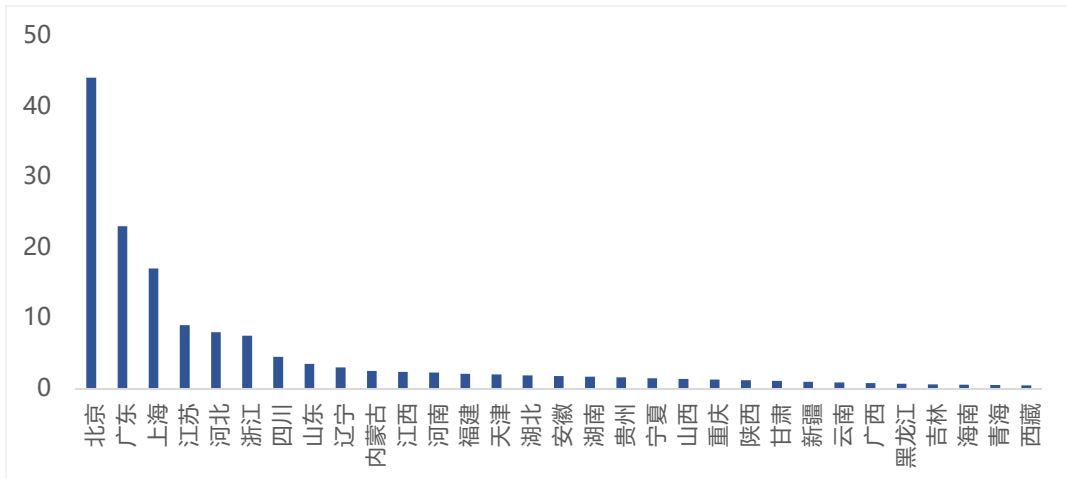


图 1.3-13 2020 年中国部分省份算力规模（EFlops）图

来源：IDC、Gartner、中国通服数字基建产业研究院

摩尔定律失效，新兴技术崛起，算力异构化成为算力发展重要趋势。后摩尔时代，摩尔定律接近物理极限，在上世纪 80/90 年代每 18 个月 CPU 性能就会翻倍，但如今 CPU 性能提升每年只有不到 10%，CPU 遭遇性能瓶颈。同时，5G、边缘计算、AI、物联网等新技术应用落地，对计算性能提出更高要求，以 GPU、FPGA、ASIC 等专用加速芯片为代表的异构加速计算需求正蓬勃兴起，催生高性能异构算力需求。此外，云边端场景化、智能化算力需求也加速推动异构算力融通发展，要求数据中心具有多元化算力供应格局。

1.3.3. 产业新生态：客户、主体、资本、模式多样

随着互联网和通信技术不断发展，IDC 产业分工进一步明确，数据中心产业全链呈现新变化。IDC 产业链主要由上游设备和软件供应商、中游 IDC 建设者及服务商和下游终端应用客户构成。产业链上游设备和软件供应商主要为数据中心建设提供所必须的基础设施或条件，其中设备商提供基础设施和 ICT 设备，分别为底层基础设施（供配电系统、散热制冷系统等）和 IT 及网络设备（交换机、服务器、存储），软件服务商提供数据中心管理系统（动环监控系统、数据中心基础设施管理系统等）。产业链中游 IDC 建设者和服务商主要整合上游资源，建设高效稳定的数据中心并提供 IDC 及云服务产品方案，是数据中心产业生态的核心角色。产业链下游的各行业应用客户是数据中心的主要使用者，包括云商、互联网企业与其他重点行业用户，如金融机构、政务机构、其他企业用户等。其中云商主要通过虚拟化资源为客户提供灵活的资源分配和调度服务而获取收入；而其他企业则主要通过部署托管服务器集群或者租用数据中心的服务器为自有业务提供技术服务等。

国内数据中心产业发展进入新阶段，推动产业客户多样化，互联网客户从头部走向腰部，从互联网向行业客户延伸。我国 IDC 行业与互联网行业发展同频共振，互联网行

业客户仍占据 IDC 需求的绝对主导地位，但头部互联网客户增量疲软，腰部及新兴互联网客户逐步成为增量主体。与此同时，行业客户需求占比持续提升，金融、政务和制造业为主要需求方。

国内数据中心产业发展进入新阶段，推动产业主体多样化，产业上游厂商、传统行业央企国企等跨界经营数据中心，液冷、光伏、储能等新型设备厂商进入供应链。“东数西算”战略下，产业链上游企业借助自身价值卡位，纷纷开始尝试进入中游服务商领域，如科华、佳力图等。2019 年，佳图力和鹏博士大数据合建南京楷德悠云数据中心，是佳力图围绕主业对产业链布局的进一步延伸。2022 ALDC 数据中心液冷产业大会上，科华数据宣布将发布板式液冷微模块数据中心，是科华对液冷数据中心的积极探索，以模块化设计理念实现数据中心对液冷系统的快速部署。

国内数据中心产业发展进入新阶段，推动产业资本多样化，资金来源、资本性质等均呈现新变化。第一，融资途径广，除定增、可转债、ADS 等外，产业基金、REITs 等新型融资开始兴起，传统行业跨界方通过相关多元化投资加大产业资源布局。例如万国数据通过可转债、上市融资、银行授信、股权融资等多措并举，加码 IDC 资源投资；能源行业杭钢使用 9.5 亿募集资金收购杭州杭钢云计算数据中心有限公司（原名为杭州紫金实业有限公司）100% 股权，并对其增资投建杭钢云计算数据中心项目一期，IDC 资源规模约 1 万个机柜。第二，“东数西算”背景下，国产化投资加大，涌现出如光迅、佳力图、华为、科华恒盛等实力强劲厂家，数据中心光网络、暖通设备、电力等关键设备国产份额加大。第三，数据中心低碳政策下，IDC 物业资源配套更为关注绿电要素，绿色金融得到发展。

国内数据中心产业发展进入新阶段，推动产业模式多样化，IDC 建设和运营模式创新发展。一方面，服务更多转向智能云 DC 模式，注重软服务。产业链下游各行业应用客户对云基础设施需求从单一公有云或私有云更多转向多云或混合云等多形态云，多云解决方案成为重要服务形式。另一方面，自建走向合建（运营商与第三方合建，与客户合建），风险效益共担催生 EMC（合同能源管理）模式。生态自建方以阿里云、腾讯云等头部云商为主，在 IDC 资源建设方面普遍采用“333”制²，同时合建需求高涨，如阿里云与万国数据、数据港、宝信软件等第三方 IDC 服务商均建立了长期稳定的合建采购合作。

² 注：“333”制表示头部云商/大中型互联网企业租用运营商 IDC 资源、与第三方服务商合建资源、自建 IDC 资源三种方式各约占 1/3。

2. 国内数据中心产业市场供需

2.1. 总体供需趋势及特征

2.1.1. 总体供需规模

2022 年 2 月，“东数西算”工程正式拉开了构建全国一体化大数据中心体系的大幕。随着 8 大国家算力枢纽节点建设方案均进入深化实施阶段，全国数据中心机架规模逐步增长，已形成一定规模。根据相关统计数据，截止 2021 年底，全国在用数据中心机架规模达 520 万架，其中大型以上数据中心机架规模约为 420 万架（按 2.5Kw 标准机架统计）。

立足全局视角，随着新一代信息技术发展、企业数字化转型以及数字经济发展不断深化，算力应用场景不断涌现，数据中心需求稳步提升，“东数西算”工程将进一步深入，未来国内数据中心建设将继续加大。预计至 2025 年“十四五”规划期末，拟实现数据中心机架规模增长至 1400 万架，规模总量翻两倍，总增量投资约 7000 亿元³。

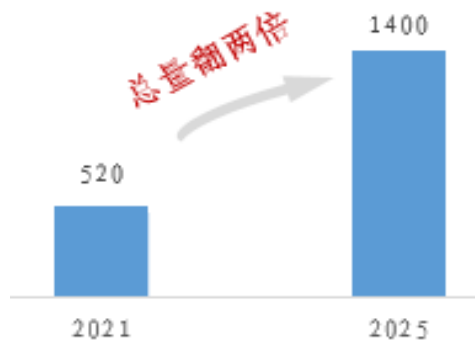


图 2.1-1 全国数据中心机架需求预测（万架）

资料来源：八大枢纽节点建设方案、中国通服数字基建产业研究院

聚焦于各枢纽节点来看，“十四五”末八大枢纽节点数据中心投资规模占比达 75%，其中东部节点占比较大，预计四大东部节点投资规模占八大枢纽节点的 70%以上，但相较于“东数西算”前比例有所下降；起步区投资在节点占比较高，达 50%以上⁴。

³ 按“十四五”政府规划期末机架数测算（2.5kw 标准机架），单机架投资成本 7.5 万（含土建）。

⁴ 数据来源于八大枢纽节点建设方案；各省规划量跟实际投资量会存在较大差异，但可以总体表征趋势。

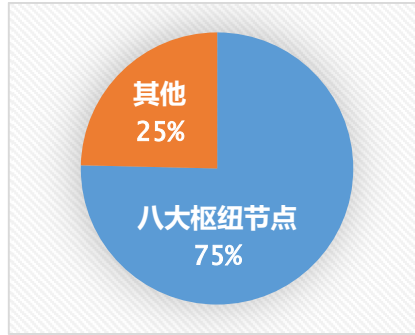


图 2.1-2 “十四五”末枢纽节点数据中心规模占比

资料来源：八大枢纽节点建设方案、中国通服数字基建产业研究院

从投资结构层面来看，过去一年，八大枢纽节点起步区新开工 IDC 项目达到 60 余个，新建 IDC 规模超过 110 万标准机架，总投资超 4000 亿（含服务器等 IT 设施）。其中运营商、第三方投资占比较大，是主要的需求主体，其投资内容主要集中于通信网络、数据中心及服务器等，也包含部分平台型投资。

从整体需求趋势来看，受以 ChatGPT 为代表的生产式 AI 以及元宇宙等新业态带动，智算应用场景在未来 3-5 年预计爆发，千亿级大模型预训练对海量算力提出了要求。据 OpenAI 研究表明，2012-2018 年期间最大的 AI 训练的算力消耗已增长 30 万倍，平均每 3 个多月便翻倍，速度远远超过摩尔定律；据国信证券等多家证券机构预测，全球算力总量需求未来 3 年或将超过 10 倍，中国通服数字基建产业研究院结合国内实际情况，预测在国内 AI 产业按预期发展的情况下，国内算力总量需求未来 5 年或将超 10 倍。根据 IDC 等多方数据显示，仅现阶段 ChatGPT 的总算力消耗就约为 3640PF-days（按照假如每秒计算一千万亿次计，需要计算 3640 天），需要 7~8 个投资规模 30 亿、算力 500P 的数据中心才能支撑运行，也就相当于总计 15 万架标准机柜数据中心所提供的算力。



图 2.1-3 新兴业态带动算力需求增长

资料来源：《COMPUTE TRENDS ACROSS THREE ERAS OF MACHINE LEARNING》

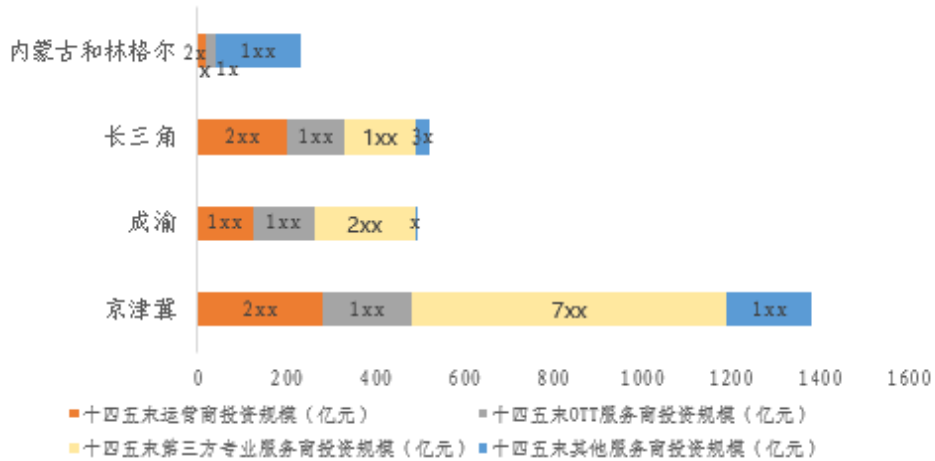


图 2.1-4 “十四五”末部分枢纽节点服务商数据中心投资规模（亿元）

资料来源：八大枢纽节点申报方案、中国通服数字基建产业研究院；部分数据做脱敏处理

由上图可知，各主体投资布局存在差异。运营商优先考虑布局长三角、京津冀地区，两地投资规模超 500 亿；与运营商存在较多合作的第三方在内蒙古等成熟地布局较少，在东部三枢纽节点投资较多；以阿里、华为为代表的云服务商主要在东部区域节点布局；以央企国企等跨界服务商为代表的其他服务商则整体投资相对较少，在内蒙古节点以数据中心扩容为主。

2.1.2. 总体供需结构

从业务结构来看，基础业务需求逐年收缩，以 DCI、安全、运维为代表的增值业务需求旺盛。

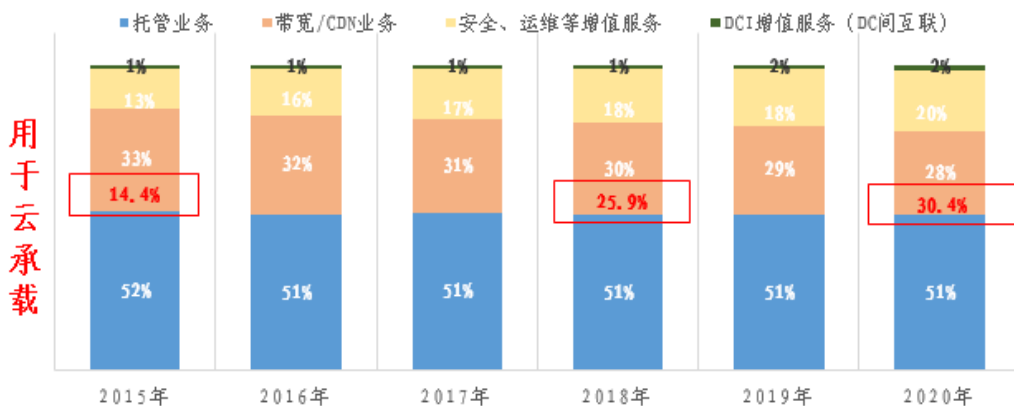


图 2.1-5 IDC 产品结构及变动情况

资料来源：IDC 圈历年报告、运营商及第三方调研数据修正

如上图所示，托管、带宽等基础业务需求逐年收缩，2020 年基础业务需求降至 80.9%。与此相对，云承载占比从 2015 年的 14.4%到 2018 年的 25.9%，2020 年达到 30.4%，成

为 IDC 增量最大驱动。同时，DCI（DC 间互联专线）、安全、运维等增值服务业务占比逐年攀升，增值业务占比超 22%，DCI、安全、运维等需求较旺盛。此外，基于数据中心提供服务器租赁（算力租赁）开始兴起，算力服务也将成为数据中心重要增值服务。

数据中心增量需求成倍增长的同时，存量市场节能改造需求也逐渐兴起，2023-2025 年数据中心节能改造市场空间规模超 340 亿元。节能改造需求主体主要是运营商，依次是第三方 IDC 服务商和金融。

具体说明下改造空间测算逻辑：在 EMC 模式（合同能源管理）改造下，数据中心节能改造的费用大致与经过改造后节省下来的电费相抵消，改造节省的电费即初步估算为改造市场空间。由此根据 CDCC、工信部数据，测算出 2023-2025 年全国数据中心节能改造市场规模超 340 亿元（假设数据中心规模年增速），主要面向华东、华北、华南、西南等区域，节能改造市场规模分别为 99 亿元、89 亿元、82 亿元、34 亿元，市场规模占比分别为 29%、26%、24%、10%。

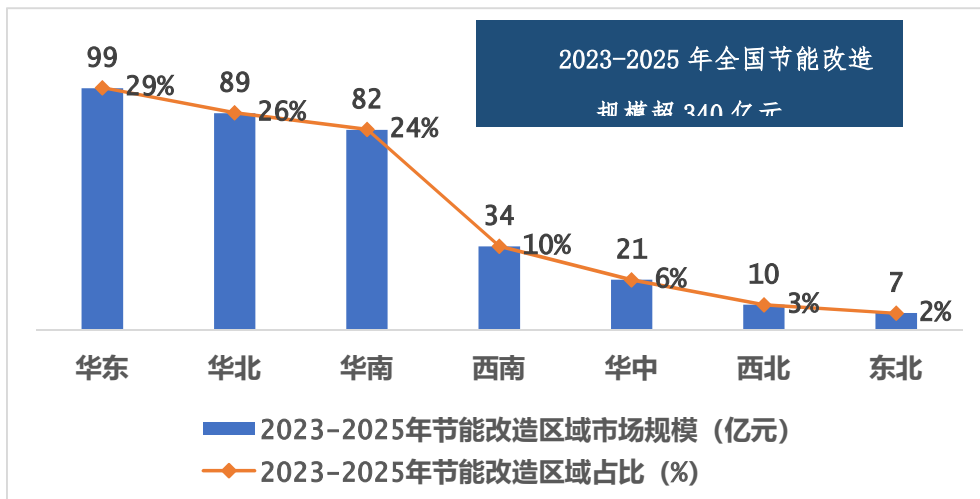


图 2.1-6 全国 2023-2025 年数据中心节能改造市场规模（亿元）

资料来源：CDCC，工信部，浙江发改委，华信预测

节能改造需求主要来自运营商、第三方 IDC 服务商、金融等主体，结合多省市调研和华信数十个典型项目实践，充分考虑不同主体存量数据中心规模、平均 PUE 现状水平以及改造场景广度，测算 2023-2025 年运营商节能改造市场规模约 270 亿元，主要面向大中型数据中心、综合枢纽楼、边缘及接入局所等场景，上述场景市场规模分别约达 56 亿元、70 亿元、17 亿元，改造主要面向空调、电源、机柜搬迁、机房整改等方向，其中空调改造规模占比超 70%。

规模交叉检验：2022 年某运营商发布的改造投资文件显示，未来三年预计支出至少 50 亿，根据某运营商的数据中心份额，预计三家运营商总计投资在 150 亿元内。再以综

合枢纽楼为例验证相关数据，某省级运营商“2+8”模式，2 个省级枢纽楼，8 个市级枢纽楼，经调研显示，未来 3 年预计一半推进改造，单点投资至少在 8000-10000 万元，故该省规模约 4-5 亿元。全国类似需要改造的枢纽楼在 30 座以上，故投资金额不低于 25-30 亿元。三家运营商综合枢纽体量相当，所以总量预计在 70-80 亿元。

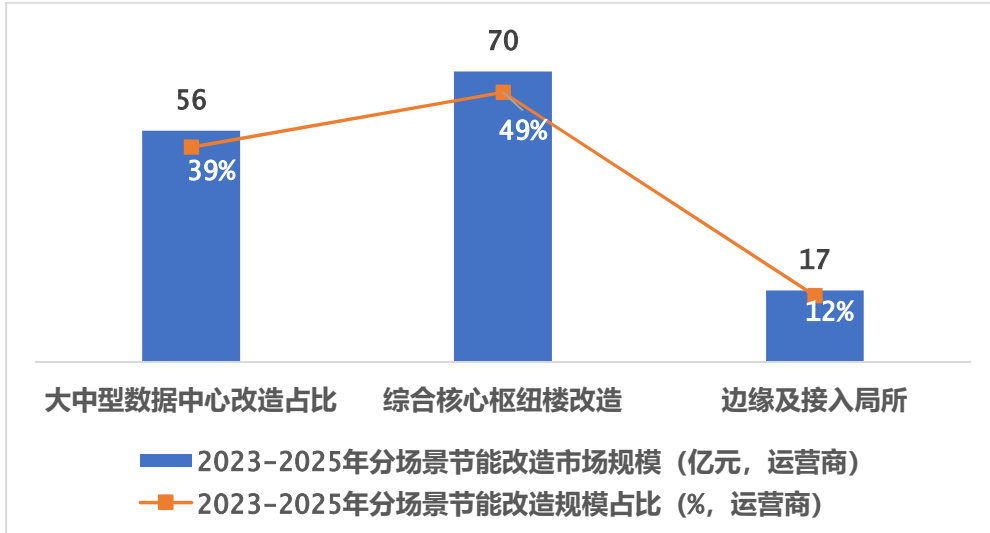


图 2.1-7 2023-2025 年运营商数据中心改造场景市场规模（亿元）

数据来源：中国通服数字基建产业研究院、运营商调研

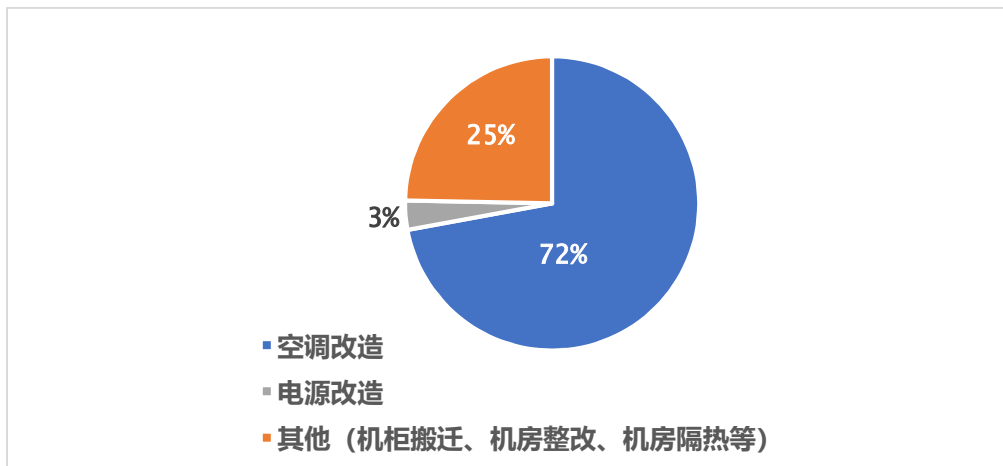


图 2.1-8 2023-2025 年运营商数据中心改造场景支出占比（%）

数据来源：中国通服数字基建产业研究院、运营商调研

表 2.1-1 2023-2025 年全国数据中心存量改造主体及累计规模

	运营商	第三方 IDC 服务商	金融机构
改造占比	80%	15%	5%
改造规模	270 亿	50 亿	20 亿

资料来源：中国通服数字基建产业研究院、运营商调研、CDCC、工信部等

2.2. 细分客群需求结构及特征

从不同行业需求来看，头部互联网仍是需求基本面，腰部互联网、传统行业与外资企业需求成为增长新动力。



图 2.2-1 历年国内 IDC 客群结构趋势图

资料来源：IDC 圈、中国通服数字基建产业研究院

从上图中可以看到，互联网行业需求占比有所下降，整体需求增速放缓，但其仍占据绝对主导地位，在短期内仍是 IDC 产业发展的主要推动力。IDC 行业与互联网行业发展仍然呈现共振效应。

具体来看，互联网行业需求占比持续下降，中长期来看是消费互联网与产业互联网的阶段更替作用，短期来看主要由于受经济大环境及互联网监管、云商收入增速放缓、

国资行业云推出等影响。过去两年，头部大客户增量疲软甚至出现规模裁撤，如某头部厂商预计 2023 年裁撤 3 万个机柜，并撤销多个自建节点。与头部客户需求放缓不同的是，腰部与新兴细分领域新贵正在极大拉动增量需求，如字节跳动、拼多多、B 站等在长三角区域均寻求大规模数据中心采购。

与此同时，传统行业需求占比逐步提升。随着产业互联网崛起，传统行业客户需求逐步被激发，其中金融、政务和制造业为需求主体。据统计，2021 年数据中心下游应用在传统行业占比近 20%，金融、政府机关、制造业居前三，占比超八成（82.5%）。

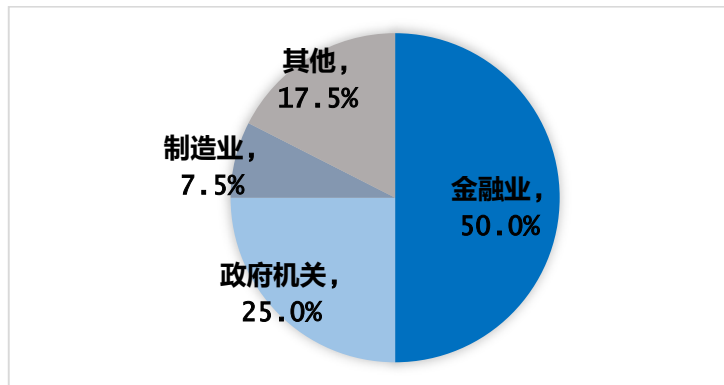


图 2.2-2 数据中心下游应用不同行业占比结构

资料来源：观研报告、中国通服数字基建产业研究院

此外，中美关系影响下国内数据存储及数据安全监管趋严，外资企业对本地 IDC 资源需求旺盛。国内《数据安全法》、《网络安全法》等监管政策要求数据境内存储、数据独立、数据安全等，带动了大量安全合规需求，本地 IDC 资源需求逐渐凸显。

2.2.1. 互联网行业需求特征

在基础资源需求方面，作为海量数据的载体，互联网客户呈现高定制、高弹性、低成本、快交付资源要求。具体而言，在高定制方面，一般需设置白名单、高功率，应用先进技术等；高弹性方面，互联网数据中心需求多以独栋机楼起步，要求空间可持续发展；成本方面，互联网行业客户议价能力较强，利润压降比较苛刻（服务商一般只能包住税点）；交付方面，时间周期比较短，一般交付周期为 1 年以内，少数需在 6-10 个月内交付。

此外，头部互联网厂商与腰部互联网厂商对于数据中心的建设需求也有所不同。在布局方面，头部互联网厂商往往是“前店后厂”的布局，并采用 3AZ 架构，且其自建合建 IDC 的比例不断增大，除与第三方捆绑外，边缘算力合作需求也逐步提升；腰部互联网主要采用核心自建+广泛租用的形式布局数据中心体系，其架构由双 AZ 向 3AZ 逐步演进，并对低时延高可靠的专线有需求，以满足对外 SaaS 服务。

在设施技术方面，互联网头部厂商一般以自有标准（国标 A 级或 T3+）进行建设，

多建设高功高密机架，单机架功率一般在 8kW 左右。电气常以高压直流、市电直供、2N-UPS 组合形式提供，空调方面在系统和末端均布局 N+X 冗余。互联网腰部厂商对 IDC 等级要求则以性能成本导向为主，同样要求高工高密机架，但功率要求较头部厂商较低，单机架功率一般在 6kW 左右，空调要求“N+1”冗余系统设计。此外，不同客户还有一些个性需求，据调研初步反映，如拼多多倾向水冷，字节跳动、美团倾向间接蒸发冷；美团要求变压器负载率单台不高于 50%；三家均有局部设备白名单，其中拼多多仅要求冷机使用约克品牌。

2.2.2. 金融行业需求特征

金融行业需求方主要包括银行、证券、保险、交易所等机构，对本地自建属性要求高，故在布局方面，其一般为总部基本采用自建 IDC 形式，地方分支或中小型机构较多采用租用形式。

在基础资源方面，受政策监管要求约束，金融行业对于 IDC 的安全性要求较高，具体包括安全等保三级及以上，资源具备扩展性、双线路双路由（定期主备切换）、物理隔离专区和门禁、远端监控、7*24h 值守等。其 IDC 地理位置一般要求同城灾备在 20KM-70KM 之间，异地灾备不出省（大型机构全国多点灾备除外）。其中金融团体云机房要求更高，A 级标准外还要求安全等保四级、金融云备案、至少接入 2 家电信运营商、异地灾备至少达 100km 等。

在网络品质方面，低时延高可靠的专线、对外网络互联的多线需求较大。对于 IDC 供应商的选择，金融行业更看重品牌、服务和综合解决方案。此外，金融行业需要频繁审计配合。

在设施技术方面，金融行业一般要求国标 A 级或者 T4 等级机房，电气要求 2N-UPS 系统，偏好交流电，空调要求系统 2N 冗余，末端 N+X 冗余设计，机架功率密度集中在 5-8kW 中高功率机架。

2.2.3. 政务行业需求特征

政务行业需求方主要包括两类，一类是公检法、财税等相对独立的垂直条线，一类是直属厅局委办等政务云相关部门。与金融行业需求类似，政务行业对本地自建属性要求高，总部基本采用自建 IDC 形式，地方分支或中小型机构较多采用租用形式。在租用渠道方面，两类需求方的渠道存在一定差异性，垂直条线直接向运营商租用为主，政务云相关由运营商面向总集成商提供底层机房资源租用。同时，政务行业对于 IDC 的安全性要求也较高，具体包括安全等保三级及以上，VIP 包间和生物门禁、远程监控、7*24h 值守等。其 IDC 地理位置一般要求属地可控（≤50KM），且异地灾备不出省。在网络品质方面，要求安全属地化接入，主要采用政务内部专网及外部便民服务互联网。对于 IDC 供应商的选择政务行业也同样更看重品牌、服务和综合解决方案。此外，由于采取预算审批制，政务行业初期对价格有一定敏感性，后期扩容或运维收费较易。

在设施技术方面，政务行业一般要求国标 A 级机房，政府挂牌认证机房及部分屏蔽机房等；电器要求包括 A 级 UPS 2N(N≥1)、B 级 UPS N+1(N≥1) 等，偏好交流电；空调要求系统和末端均 N+X 冗余设计，机架功率多为 3-5Kw。

2.2.4. 制造行业需求特征

制造行业需求方多为能源、交通物流、电子制造等行业。在基础资源需求方面，其比较关注价格成本，弹性按需扩容；网络品质方面，主要关注高性价比工厂互联，混合云专线需求校对，对宽带需求则较低；安全性方面，部分大央企要求具备物理隔离；此外，制造行业重视 IDC 运维管理，具有较高代维需求。

在设施技术方面，制造行业需求较为简单，其对于机房等级要求总体较低，且差异化较大，在电气方面无明确要求，空调要求 N+1 冗余设计，机架功率多为 3-5kW。

2.2.5. 其他新型需求特征

（1）外资企业需求特征

数据安全及网络安全政策约束下，外资企业 IDC 资源需求也存在一定的特征。除个别大客户外，大部分外资企业机房租用量不大，但其对于 IDC 资源机房等级要求普遍较高，认可 uptime 等级认证要求，外资云商、金融普遍要求 T4 等级。外资企业也注重性价比，如微软因运营商自建机房价格过高，开始转向第三方合作，常采用资源置换的形式，如外资云商租用运营商 IDC 机房，运营商采购部分云商产品、基层服务等。此外，外资企业对于 IDC 的绿色节能要求较为严格，如要求零碳承诺。在设施技术方面，外资企业需求较为简单，如对于电气无明确要求，空调要求 N+1 冗余设计，功率密度多为高功高密，单机架功率在 6kW 左右。

（2）智算中心需求特征

随着智算应用场景的不断延伸发展，数据中心需求逐渐向更高算力、更高算效演进，呈现“高密化、高定制化”、“服务高价值化”趋势。在基础资源方面，智算中心开始尝试采用预生产、标准化、模块化的硬件实现“装配式”建设，快速投产、弹性扩容；以大带宽（不同场景下延迟要求不同）的通信系统和数据平台为基础，通过 GPU+CPU 的异构混合并行计算实现效率提升并改善系统性能，其中 CPU、GPU 等多为信创底座。在技术方面，智算中心功率需求比较高，建设高密（单机柜功率负载一般在 20kW 或以上，甚者达到百 KW）数据中心能进一步增加数据中心“每平方米”的计算能力。同时，在制冷技术方面较多采用冷板式液冷+蒸发冷却复合模式，而超算中心偏向于浸没式液冷技术。

3. 中国数据中心产业政策变化

3.1. 数据中心整体产业政策变化

数据中心作为 5G、人工智能、云计算等新一代信息通信技术的重要载体，拥有重要的战略地位。经过二十余年的发展，数据中心已经成为数字经济时代的数字底座。数据中心产业建设发展走势与政策紧密相关，回顾数据中心发展历程，不同阶段关联政策不尽相同，大体可以分为三个阶段：宽松活跃期、监管引导期以及高质量转型期。

3.1.1. 宽松活跃期（2012-2018 年）

随着以互联网、云计算和大数据为代表的信息经济迅速发展，数据中心成为信息社会重要的基础设施，国内外纷纷布局发展数据中心。我国积极推动数据中心的布局建设，国家、各级政府从标准、规划以及鼓励扶持措施等方面提出相关政策，开启数据中心快速发展期。

2012 年工信部印发《关于进一步规范因特网数据中心业务和因特网接入服务业务市场准入工作的通告》，明确 IDC 业务经营许可证申请条件和审查流程，完善了 IDC 业务准入要求。同时，监管政策降低了 IDC 市场准入门槛，促进市场健康快速发展。随着我国社会信息化水平不断提高，数据中心需求（特别是大型数据中心）不断提升，促进数据中心合理布局和健康发展。2013 年工信部印发《关于数据中心建设布局的指导意见》，引导市场主体合理选址、长远规划、按需设计、按标建设，逐渐形成技术先进、结构合理、协调发展的数据中心新格局。此外，2017 年国家将数据中心产业纳入国家新型工业化示范基地创建范畴，大力支持数据中心产业领域示范基地培育和创建，通过示范带动数据中心产业的高质量发展。

表格 3.1-1 2012-2018 年数据中心相关政策梳理

时间	发布部门	政策	重点内容
2012 年	工信部	《关于进一步规范因特网数据中心业务和因特网接入服务业务市场准入工作的通知》	进一步完善 IDC 业务准入要求，监管政策降低 IDC 市场准入门槛，促进 IDC 市场健康快速发展。
2013 年	工信部	《关于数据数据中心建设布局的指导意见》	引导市场主体合理选址、长远规划、按需设计、按标建设，逐渐形成技术先进、结构合理、协调发展的数据中心新格局。

时间	发布部门	政策	重点内容
2015 年	国务院	《促进大数据发展行动纲要》	整合规模小、效率低、能耗高的分散数据中心，构建形成布局合理、规模适度、保障有力、绿色集约的政务数据中心体系。
2016 年	上海市人民政府	《上海市大数据发展实施意见》	做好空间、规模、用能的统筹，重点打造若干保障城市基础功能及战略定位的数据中心集群。
2016 年	江苏省工信厅	《江苏省“十三五”信息基础设施建设发展规划》	打造超级数据中心，建成以万级计算的标准机架存储规模。
2017 年	住房和城乡建设部	《数据中心设计规范》	提供数据中心建设标准，为数据中心的先进技术、节能环保、安全可靠的保驾护航。
2017 年	工信部	《关于组织申报 2017 年度国家新型工业化产业示范基地的通知》	将数据中心、云计算、大数据、工业互联网等新兴产业纳入国家新型工业化产业示范基地创建的范畴。

资料来源：政府官网、中国通服数字基建产业研究院

3.1.2. 监管引导期（2018-2020 年）

数据中心作为高能耗产业，快速增长需要大量能源供应的同时，也产生了大量的污染排放物。在此背景下，北京、上海、深圳等一线热点城市纷纷出台相应的控制政策，监管数据中心能耗（PUE）排放，实施数据中心限建，引导数据中心高能效、低能耗发展，推动数据中心规模化、绿色化。

北京 2018 年印发《北京市新增产业的禁止和限制目录》，要求全市层面禁止新建和扩建互联网数据服务的数据中心、信息处理和存储支持服务中的数据中心（PUE 值在 1.4 以下的云计算数据中心除外）。上海为有效控制互联网数据中心建设规模和用能总量，在 2019 年印发的《关于加强上海互联网数据中心统筹建设的指导意见》中提出，坚持用能限额，新建互联网数据中心单项目不低于 3000 个机架，平均单机架功率不低于 6 千瓦，数据中心 PUE 值严格控制在 1.3 以下。深圳则提出“减量替代”，新建数据中心采用“以高能效代替低能效”、“以大规模代替小规模”、“以新技术代替陈旧技术数据中心”等减量替代方式，强化技术引导，鼓励数据中心采用绿色先进技术提升数据中心能效。

表格 3.1-2 2018-2020 年数据中心相关政策梳理

时间	发布部门	政策	重点内容
2018 年	北京市人民政府办公厅	《北京市新增产业禁止和限制目录（2018 年版）》	全市禁止数据中心限建（PUE 值在 1.4 以下的云计算数据中心除外）；中心城区全面禁止新建和扩建数据中心。
2018 年	贵州省大数据发展领导小组办公室	《贵州省数据中心绿色化专项行动方案》	严格把关数据中心项目建设，加强产业政策引导，新建数据中心能效值（PUE/EEUE）低于 1.4。
2018 年	河南省人民政府办公厅	《河南省促进大数据产业发展若干政策通知》	促进数据中心集中集约布局，原则上每个企业享受电价优惠政策的数据中心不超过 1 个。
2019 年	上海市经济和信息化委员会	《关于加强上海互联网数据中心统筹建设的指导意见》	全市互联网数据中心新增机架数严格控制在 6 万架以内；坚持用能限额，新建互联网数据中心 PUE 值严格控制在 1.3 以下。
2019 年	深圳市发展和改革委员会	《关于数据中心节能审查有关事项通知》	新建数据中心需按照“以高代低、以大代小、以新代旧”，严格控制数据中心年综合能源消费新增量，推进全市绿色数据中心建设。

资料来源：政府官网、中国通服数字基建产业研究院

3.1.3. 高质量转型期（2020-2025 年）

2020 年以来，数据中心产业进入高质量转型期，国家主要政策对数据中心“集约化”、“绿色化”、“服务算力化”提出了高要求。数据中心产业呈现布局向西部迁移加快、存量改造需求涌现、节能低碳要求更高、算力服务兴起等趋势。

(1) “东数西算”政策统筹引导数据中心建设集约化。在发展前期，我国数据中心建设小而分散，与发达国家相比，大型以上数据中心占比较少，难以形成规模效应。高质量转型期，国家从政策顶层入手，着力于引导数据中心的集约化、规模化发展，力争以全国统筹下的新集群化建设模式加快追赶美国等领先国家。2020 年，我国将数据中心作为新型基础设施列入国家未来重要发展领域，随后，《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》等一系列的政策颁布，引导在全国重点区域建设大数据中心国

家枢纽节点,推动打造国家级枢纽节点“4+4”集群(包括京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝四大东部区域集群和内蒙古、贵州、甘肃、宁夏四大西部集群),数据中心布局将更加合理集约,资源利用更加高效。

表格 3.1-3 “东数西算”政策统筹引导数据中心建设集约化

时间	发布部门	政策	重点内容
2020年	国家发改委等四部门	《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》	引导在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝等重点区域布局大数据中心国家枢纽节点。到2025年,形成布局合理、绿色集约的基础设施一体化格局。
2021年	工信部	《数据中心高质量发展行动计划(2021-2023年)》(征求意见稿)	到2023年底,国家级枢纽节点规模占比超过70%。
2021年	国家发改委	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	加快构建全国一体化大数据中心体系,强化算力统筹智能调度,建设若干国家枢纽节点和大数据中心集群。
2021年	国家发改委等四部门	《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	国家级枢纽节点“4+4”集群建设,围绕集群打造互联互通算力高地。
2021年	国家发改委等四部门	《关于同意宁夏回族自治区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》等4文件	同意批复宁夏、贵州、内蒙古、甘肃西部四个节点启动建设。
2022年	国家发改委等四部门	《关于同意长三角地区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》等4文件	同意批复粤港澳、长三角、京津冀、成渝东部四个节点启动建设。

资料来源：政府官网、中国通服数字基建产业研究院

(2) “双碳”战略政策顶层要求数据中心绿色化发展。“十四五”以来,从国家到重点省市节能减排政策频出,数据中心成为重要议题,建设低碳、绿色数据中心可谓势在必行。2020年习近平总书记提出“双碳”战略目标后,国家发改委等五部门发布《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》,首次在国家层面将数据中心与传

统八大“两高”行业并列纳入重点推进节能降碳领域，对数据中心节能减排要求进一步升级。伴随“双碳”战略实施、能耗双控趋严，数据中心产业结构和能源结构升级（如数据中心 PUE 极致化、加快存量改造、提升绿电综合供给能力）、重点满足能耗强度要求成为发展关键，数据中心低碳转型成为未来长期刚需。未来，推广更加先进的电力、制冷等节能技术，加快推动数据中心嵌入绿色能源系统，借助绿电交易、直供等方式高效优化能源结构呈现更大潜力空间。

表 3.1-1 “双碳”战略政策顶层要求数据中心绿色化发展

时间	发布部门	政策	重点内容
2020 年	习近平总书记	第七十五届联合国大会	二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。
2021 年	国家发改委	《完善能源消费强度和总量双控制度方案》	提高电价、限制用电时段等方式促进数据中心减排，推行绿电交易和直供，超额不纳入控制。
2021 年	国家发改委等五部门	《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》	将数据中心与传统八大“两高”行业并列纳入重点推进节能降碳领域，鼓励重点行业利用绿色数据中心等新型基础设施实现节能降耗。
2021 年	北京市发改委	《关于进一步加强数据中心项目节能审查的若干规定》	要求年能源消费量大于等于 1 万吨标准煤且小于 2 万吨标准煤的项目，PUE 值不应高于 1.25；同时根据数据中心实际运行 PUE 值执行差别电价。
2021 年	北京市发改委等十一部门	《北京市进一步强化节能实施方案》	提出了北京市进一步强化节能工作的十条措施：包括加强重点数据中心的电耗监测，对能效水平较低和违规数据中心的整改。
2021 年	北京市经信局	《北京市数据中心统筹发展实施方案(2021-2023 年)》	加快存量数据中心改造升级，积极推进绿色数据中心建设，鼓励采用氢能源、液冷等绿色技术。
2021 年	广东省能源局	《关于明确广东省数据中心能耗保障相关要求的通知》	推动绿色低碳发展：鼓励各地市借助市场手段和采取行政措施，合理控制和优化数据中心布局；加大节能技术改造力度。
2021 年	上海市经信委与上海市发改委	《关于做好 2021 年本市数据中心统筹建设有关事项的通知》	要求上海市存量数据中心 1 年内全部接入至市级能耗监测平台，并探索对数据中心实际使用效率进行监测。

时间	发布部门	政策	重点内容
2021年	江苏省工信厅	《江苏省新型数据中心统筹发展实施意见》	鼓励使用绿色能源、可再生能源，积极采用先进节能技术和设备，促进资源循环利用，降低数据中心能耗，推广余热回收利用、高压直流供电、智能无损网络、液冷、AI服务器等应用。
2022年	内蒙古自治区政府	《内蒙古自治区“十四五”节能规划》	新建数据中心须达到绿色数据中心建设标准，PUE值（电能利用效率）不超过1.3；探索多元化能源供应模式，因地制宜采用自然冷源、直流供电、“光伏+储能”、分布式储能等技术模式，提高非化石能源消费比重。

资料来源：政府官网、中国通服数字基建产业研究院

（3）新型数据中心、数字中国等政策要求数据中心提升算力服务能力、系统优化算力设施布局。数据中心服务形态不断升级，跟随全球数据中心市场向算力服务方向演进的步伐，国内数据中心在政策支持及技术驱动下也向智能化的算力中心演变。国家相继出台《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》、《数字中国建设整体布局规划》等一系列围绕算力基础设施建设的政策文件，并提出加快实施“新基建”“东数西算”等工程，驱动传统数据中心加速与网络、云计算融合发展，加快向以“云计算+大数据+人工智能”为核心特征的“算力中心”演变；引导通用数据中心、超算中心、智能计算中心、边缘数据中心等合理梯次布局，系统优化算力基础设施布局；促进“东数西算”算力高效互补和协同联动，引导算力梯次布局，并组建国家数据局，推进数据基础制度建设，统筹数据资源整合共享和开发利用，打通数据壁垒，促进数据要素市场发展带动数据中心需求。

表 3.1-2 新型数据中心政策促进算力服务能力提升

时间	发布部门	政策	重点内容
2021年	工信部	《“十四五”大数据产业发展规划》	加快构建全国一体化大数据中心体系，推进国家工业互联网大数据中心建设，强化算力统筹智能调度，建设若干国家枢纽节点和大数据中心集群。
2021年	工信部	《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》	构建以新型数据中心为核心的智能算力生态体系，发挥对数字经济的赋能和驱动作用。

时间	发布部门	政策	重点内容
2020年	国家发改委等四部门	《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》	加快实现数据中心集约化、规模化、绿色化发展，形成“数网”“数纽”“数链”“数脑”“数盾”五大体系。构建一体化算力服务体系。
2021年	国家发改委	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	加快构建全国一体化大数据中心体系，强化算力统筹智能调度，建设若干国家枢纽节点和大数据中心集群。
2021年	国家发改委等四部门	《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	提升算力服务水平。支持在公有云、行业云等领域开展多云管理服务，加强多云之间、云和数据中心之间、云和网络之间的一体化资源调度。
2021年	国家发改委等四部门	《关于同意宁夏回族自治区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》等4文件	批复同意8地启动建设全国一体化算力网枢纽节点，并规划了10个国家数据中心集群，国家“东数西算”工程和全国一体化算力网络建设正式拉开帷幕。
2022年	国家发改委等四部门	《关于同意长三角地区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》等4文件	
2023年	国务院	《数字中国建设整体布局规划》	系统优化算力基础设施布局，促进东西部算力高效互补和协同联动，引导通用数据中心、超算中心、智能计算中心、边缘数据中心等合理梯次布局。
2023年	十四届全国人大一次会议	《国务院机构改革方案》	提出组建国家数据局，协调推进数据基础制度建设，统筹数据资源整合共享和开发利用，统筹推进数字中国、数字经济、数字社会规划和建设等。

资料来源：政府官网、中国通服数字基建产业研究院

3.2. 数据中心需求侧产业政策变化

3.2.1. 互联网行业：严监管转向弹性监管

（1）2021年互联网严监管元年

2021年是中国互联网行业反垄断监管的标志年份，二选一、大数据杀熟、搭售行为等反垄断细则相继出台，阿里巴巴、美团等高速发展的大型互联网企业成为国家反垄断的重点“整治对象”。国家加强规制，提升监管能力，坚决反对垄断和不正当竞争行为。2021年8月30日，中央深化改革委员会会议再次指出，针对一些平台企业存在野蛮生长、无序扩张等突出问题，加大反垄断监管力度，依法查处有关平台企业垄断和不正当

竞争行为。坚持监管规范和促进发展两手并重、两手都要硬，明确规则，划出底线，设置好“红绿灯”，加大监管执法力度，加强平台经济、科技创新、信息安全、民生保障等重点领域执法司法。新冠疫情和严厉监管的双重冲击下，2021年中国互联网正经历着一个新时代开启的阵痛。监管趋严的背后是告别资本野蛮生长、资本通吃的时代，开启高质量发展。

（2）2022年上半年互联网监管常态化

2022年4月29日，中央政治局会议提出，要促进平台经济健康发展，完成平台经济专项整改，实施常态化监管，出台支持平台经济规范健康发展的具体措施。常态化监管意味监管态度将更加平稳，对互联网的专项整改正式完成，平台经济监管思路迎来重要转折点。短期利好下，国家的长期政策导向仍是推动平台经济市场结构逐渐转型，由模式创新转向技术创新，更好服务于实体经济。政策可预期性和稳定性增强背景下，平台经济有望加速走出阵痛期，迎来市场、技术等革新、机遇。

（3）二十大互联网监管基调趋向柔和弹性

目前，我国已经形成全球最大、最活跃、最具潜力的数字服务市场，数字经济正处于快速发展阶段，是推动我国经济增长的主要引擎之一。互联网行业的经济体量和影响之大决定了加强电信和互联网市场监管、保障中小企业公平参与竞争、营造良好市场环境是中国互联网的必由之路。21年的严监管增加了中国互联网的短期不确定性，却为22年的常态化监管打下基础，推动行业未来长期转型发展。

站在二十大开启的新历史节点，一方面，互联网监管方向不变，但基调将更为柔和弹性；另一方面，网络强国、数字中国、科技强国战略的加快实施将进一步推动互联网行业在实体经济赋能、数字生态建设、数字技术创新等方面的新局面。

表 3.2-1 2020-2022年互联网监管相关政策梳理

日期	中央会议	关键词	相关描述
2022.4.29	政治局会议	常态化	促进平台经济健康发展，完成平台经济专项整改，实施常态化监管，出台支持平台经济规范健康发展的具体措施。
2022.4.27	国务院常务会议	带动就业	促进平台经济健康发展，带动更多就业；打通物流微循环，推动因疫情关停的快递等网点恢复运营。
2022.3.16	国务院金融委会议	尽快整改、红灯设置	按照市场化、法治化、国际化的方针完善既定方案，坚持稳中求进，通过规范、透明、可预期的监管，稳妥推进并尽快完成大型平台公司整改工作，红灯、绿灯都设置好，促进平台经济平稳健康发展，提高国际竞争力。

2021.8.30	中央深化改革委员会会议	加大监管、依法查处	针对一些平台企业存在野蛮生长、无序扩张等突出问题，加大反垄断监管力度，依法查处有关平台企业垄断和不正当竞争行为。 坚持监管规范和促进发展两手并重、两手都要硬，明确规则，划出底线，设置好“红绿灯”，加大监管执法力度，加强平台经济、科技创新、信息安全、民生保障等重点领域执法司法。要完善反垄断体制机制，充实反垄断监管力量。
2021.4.30	政治局会议	公平竞争	加强和改进平台经济监管，促进公平竞争。
2020.12.16	中央经济工作会议	坚决反对垄断和不正当竞争	强化反垄断和防止资本无序扩张，完善平台企业垄断认定、数据收集使用管理、消费者权益保护等方面的法律规范。加强规制，提升监管能力，坚决反对垄断和不正当竞争行为。金融创新必须在审慎监管的前提下进行。

资料来源：政府官网、中国通服数字基建产业研究院

3.2.2. 政务行业：强调政务集约、互联互通

伴随数字化改革进程的推进，构建协同高效的政府数字化履职能力，加快一体化政务大数据建设成为数字政府行业政策的主流基调。《“十四五”推进国家政务信息化规划》提出，推进各行业各领域政务应用系统集约建设、互联互通，以数据赋能、智慧决策为主要特征，形成新型数字政府治理模式。《国务院办公厅关于印发全国一体化政务大数据体系建设指南的通知》，明确全国一体化政务大数据体系建设要求算力设施一体化，即整合建设全国一体化政务大数据体系主节点与灾备设施，优化全国政务云建设布局。政务大数据体系建设，将拉升政务云及底层基础设施（如数据中心、算网）需求。

3.2.3. 金融行业：发展数字金融、夯实数字底座

金融业经历了从“电子金融”、“互联网金融”向“数字金融”转变。国家政策的大力支持促使金融业数字化转型，鼓励金融企业不断探索数字化转型中的新机遇。产业数字金融发展成为重点，2020年央行印发的《金融科技发展规划（2022—2025年）》提出，发展产业数字金融，打造数字化的产业金融服务平台，推进金融业务数字化、集中化，加强场景聚合、生态对接，实现“一站式”金融服务。同时，为实现金融科技服务能力全面加强要求，国家鼓励金融行业建设绿色高可用数据中心，架设安全泛在的金融网络，布局先进高效的算力体系，夯实金融创新发展的“数字底座”，构建高质量数字底座，推动行业云发展，促进绿色高可用数据中心、网络等需求提升。

3.2.4. 制造行业：高端化、智能化、绿色化发展

信息通信技术、人工智能技术等高新技术的不断发展与制造业节能降碳、数字化转型需求不断增大的多重因素影响下，国家印发《加快推进制造业数字化转型》、《关于加快培育发展制造业优质企业的指导意见》等多项政策文件，推动新一代信息技术与制造业深度融合，引导制造业向高端化、智能化、绿色化发展，例如利用人工智能、大数据和云计算等技术，实时采集运行数据，强化数据分析和价值挖掘，实现精准预测需求、设备远程监测和能耗管理降低能耗和碳排放，实现节能减排和绿色生产。制造行业的转型与发展，对新型基础设施建设提出高要求的同时，也激发了数据中心市场潜力。

3.3. 数据中心配套侧产业政策变化

电力作为数据中心发展的关键配套，其政策变化将对数据中心产业的发展产生重大影响。在双控、限电等事件的不断发酵下，发改委陆续发布《关于进一步完善分时电价机制的通知》《进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》等文件，推动发电企业从电力供应链上游向下游传导成本，建立“能涨能跌”的市场化电价机制。电力行业改革要点主要包含：有序开放全部煤电发电量、推动工商业用户进入电力市场、完善分时电价机制。一是拉大峰谷电价价差，峰谷差率超过 40%的地方，峰谷电价价差原则上不低于 4 比 1，其他地方原则上不低于 3 比 1；二是建立尖峰电价机制，尖峰时段合理确定，尖峰电价在峰段电价基础上上浮比例原则上不低于 20%。三是扩大市场交易电价上下浮动范围，用电价格不受上浮 20%的限制。

电力市场改革，在保障数据中心稳定运行的同时，促进数据中心产业节能、储能技术发展及布局优化。一是保障数据中心产业稳定运行，政策明确开放全部燃煤发电电量进入市场，有效稳定电力供应，为数据中心提供持续、稳定的电力输入。二是促进 IDC 储能技术发展，电峰谷价差拉大（以广东省珠三角五市为例，2022 年 4 月峰谷价差高达 1.36 元/KWh，为全国代理购电峰谷价差历史之最），为引导电力用户削峰填谷、促进储能加快发展释放了清晰强烈的价格信号，推动 IDC 服务商借助技术手段降低能耗，推动储能技术与应用发展。三是促进数据中心产业布局优化，电价市场化改革后，各地电价均有不同程度上升，北上广等数据中心需求聚集地区的电费涨幅显著（以 2022 年 4 月为例，相比去年底，广东省粤北地区电费涨幅达 24%），推动未来 IDC 选址向电价更有性价比的地区集中。

4. 国内数据中心产业技术演进

数据中心从技术组成来看，它是为信息设备服务的建筑，不仅涉及建筑、装饰、结构、水暖电、智能化等专业，同时还有通信相关的电源、工艺、传输、数据、交换等多

专业，是一个多专业多系统的复杂性工艺建筑。同时，数据中心 IT 设备发热量巨大，为保证 IT 设备的可靠运行，要求数据中心全年不间断供冷，对供电制冷的可靠性和运营的有效性要求极高。因此，下面主要从技术演进及实践视角的角度，针对建筑、制冷、电力、运维等技术给出发展现状及未来趋势分析。

4.1. 建筑技术

4.1.1. 民用建筑阶段

早期数据中心，即通信机房、传输机房、交换机房、数据机房等，通常与办公室放置在同一栋大楼内，如运营商的枢纽大楼、综合楼等（以高层建筑居多），后期生产楼、机房楼逐步独立（以四层建筑居多），按机房标准工艺进行建设，但仍以民用建筑设计居多。

4.1.2. 工业建筑阶段

根据新规以及数据中心的特点，目前数据中心主要建在工业地块并按丙类厂房建设。在土地资源丰富的地区，数据中心已有一层或二层的钢结构大厂房。但在土地资源稀缺的地区，还是以多层建筑居多，同时也会有高层建筑。例如，华信设计的京津冀大数据基地和杭州大数据项目，均按工业建筑进行建设。

4.1.3. 装配式建筑阶段

钢结构数据中心逐步推广。随着国家绿色建筑等政策要求的不断更新，总体建筑将趋向于模块化、标准化方向发展，装配式数据中心建筑将成为主流。例如，上海地区鼓励数据中心装配式建设，华信设计的商汤科技数据中心，整个大楼通过华信自研的 BIM+ 平台，通过精细化设计、钢结构装配、轻量化应用、可视化管理，实现数据中心的绿色建筑、快速部署，达到高效运营的目的（详见案例）。

装配式数据中心发展存在标准化率低、成本高，设计难度大等问题。由于我国早期数据中心布局较分散且为满足 IT、制冷、电力需求，存在荷载大（10~16kN/m²）、楼层高且不确定（不同制冷设备要求层高不同，4.2~6.9m）、管线多、分期扩容、功率密度变化等特点，很难像住宅、办公建筑那样标准化率那么高，而且装配式数据中心造价会更高，对精细化设计能力提出了更高的要求，所以装配式数据中心建筑较少。目前主要是互联网公司在西北、华北地区大规模采用一层或二层钢结构数据中心居多。但是，随着政策引领和技术发展，装配式数据中心仍然有望大规模推广应用。

国家鼓励发展，装配式建筑规模快速增长。装配式建筑符合建筑业产业现代化、智能化、绿色化的发展方向。近几年，一系列政策的颁布加快了我国装配式建筑行业的发展。2016 年是中国装配式建筑开局之年，国务院办公厅《关于大力发展装配式建筑的指

导意见》（国办发〔2016〕71号）明确：“推动建造方式创新，大力发展装配式混凝土建筑和钢结构建筑”。2022年4月，《关于进一步释放消费潜力促进消费持续恢复的意见》指出，“推动绿色建筑规模化发展，大力发展装配式建筑”。

此外，多个地区对于数据中心采用装配式建筑出台了相应的政策要求，其中东部地区应用较为突出。北京要求数据中心建筑面积大于5000m²需按照装配式建筑实施；上海要求数据中心项目各幢建筑面积总和大于10000m²，需按照装配式建筑实施；海南要求数据中心需按照装配式建筑实施；浙江虽未对新建（数据中心）项目强制性采用装配式建筑，但处于逐步推广期。

受国家政策鼓励发展装配式建筑影响，我国装配式建筑规模持续快速增长，2020年我国新开工装配式建筑面积达到6.3亿平方米，占比达20.5%。

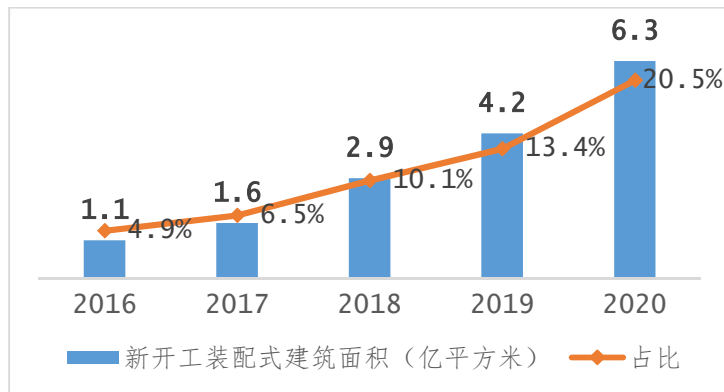


图 4.1-1 中国新开工装配式建筑面积及占比

资料来源：住房和城乡建设部

“东数西算”进一步加快推动装配式建筑发展。随着全国“东数西算”工程实施推进，绿色数据中心提出更明确要求，数据中心建设区域更加集中，使得装配式工厂能够面向集中化的数据中心集群提供标准化设计制造，能够极大降低生产和物流成本，进一步优化了装配式数据中心的应用环境。

4.1.4. 装配式建筑典型实践

在“双碳”政策和技术发展引领下，为进一步践行绿色低碳，未来数据中心建筑还将朝着超低能耗、近零能耗等极致低碳化方向发展。同时随着数据中心建筑标准化、模块化、预制化率提升，加之信息技术的快速迭代及用户对数据中心交付工期要求的缩短，传统建筑技术难以满足现实需求，标准化、预制化、模块化建筑技术将与模块化数据中心深度融合。其中，标准化是指结合数据中心特点，可制订几套数据中心标准化建筑模型，最大限度提升数据中心标准化率，加快规模应用；模块化是指机楼、机房、机柜均模块化，实现资源复用、灵活配置、快速部署；预制化是指制冷、电力等基础设施采用预制化现场组装，实现工程产品化、产品智能化。

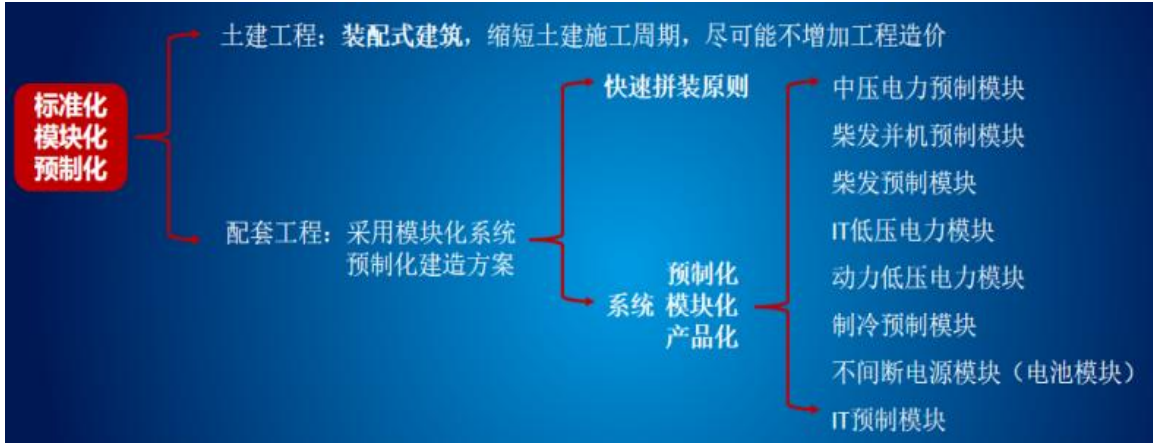


图 4.1-2 数据中心标准化/模块化/预制化

装配式典型案例：商汤科技装配式数据中心

1、项目概况

该项目位于上海临港重装备制造区，项目总规划建筑面积约 13 万平方米，园区由运维中心、超算中心以及 220 变电站等功能组成，建成后可容纳 1 万个 8 千瓦机架。项目于 2020 年初启动设计，同年 8 月初开始施工，一期工程为运维中心和其左右两侧的两栋超算中心，已于 2022 年初竣工投入使用。

2、客户需求

项目需按国标 A 级标准设计，建成后超算中心全年平均 PUE 值需低于 1.276，达到长三角地区先进水平。结合上海市装配式建筑要求，在本项目中需采用纯钢结构设计，机电方面需采用同层供电、以及冷冻水系统和间接蒸发冷却系统相结合的技术，提高设计精确度并缩短施工工期。要将其打造成为一座开放、大规模、低碳绿色的先进计算基础设施，从而成为亚洲最大的人工智能计算中心之一。



图 4.1-3 上海商汤科技效果图

3、项目方案

(1)超算中心，共 5 层，为高层建筑，结构体系采用了钢框架-中心支撑结构。其中框架柱采用了钢管混凝土柱，柱截面尺寸不大于 600mm，在满足规范要求的基础上，为数据中心提供了更大的使用面积，更多的机柜数量，也为业主创造了更高的经济价值。

(2)超算中心与运维中心之间的两座连廊均为大跨度结构。为配合建筑效果，连廊两侧不设柱子，采用成品抗震支座与两侧主体建筑相连。为减弱各单体建筑之间的相互影响，连廊与主体建筑的连接均采用弱连接。在结构设计时，还补充了大跨度连廊的竖向振动计算，以满足使用时的舒适度要求。

(3)每栋超算中心分为 2 个模块，每个模块引入 2 路市电。设置 2 套 10kV 柴发机组，每套 7 台（6+1）DCP 功率 1800kW 柴发。超算中心机房采用同层供电，每个模块二至五层每层设置两间配电室，设置 1 套干式变压器和高频 UPS 系统，互为主备，物理隔离，灵活便捷，安全可靠。



图 4.1-4 上海商汤科技效果图

4、项目亮点

(1) 本项目各单体均采用钢结构。相比传统的混凝土结构，钢结构重量较轻，抗震性能较好，更可以适应上海市关于装配式建筑的高标准要求。同时，钢材作为一种可回收材料，更能彰显本项目绿色数据中心的特点，使项目在其全生命周期中具有良好的经济效益。

(2) 结合项目地特点、项目节能、节水需求等因素，本次空调系统采用中温水水冷冷冻水系统，采用冷却塔+板式换热器自然供冷冷源，高密机房区采用行间精密空调近端供冷、中密机房采用架空地板下送风的末端形式，同时屋面层采用间接蒸发 AHU 技术、部分机房采用冷板式液冷技术，最大限度的

进行自然供冷。

(3)本项目综合采用自然供冷、行间精密空调近端供冷、间接蒸发 AHU、冷板式液冷、冷热通道隔离、中温水系统、提高回风温度等多重节能技术，确保数据中心高效节能运行，降低能耗，降低数据中心 PUE 值。

4.2. 制冷技术

4.2.1. 功率及 PUE 变化

数据中心 IT 设备的功率密度越来越大，主机房从早期的 300W/m² 到现在的 1500~3000W/m²，单机柜功率密度从 3kW 发展到现在的 30kW，甚至更高，这给数据中心制冷带来了更大的挑战。近几年在各方的共同努力下，数据中心制冷技术得到了全新的发展，PUE 从 2.0 降至 1.2，甚至更低。

4.2.2. 三阶段演进

第一阶段（12 年以前）：早期运营商、金融、互联网等机房规模较小，以风冷直膨式精密空调为主，先冷环境，再冷设备，气流组织较差，各自控制互相干扰，整体能效非常低，PUE 在 1.8~2.5 之间。

第二阶段（12~18 年）：运营商、互联网、金融、第三方运营公司开建大型及超大型数据中心，冷源采用集中式水冷冷水空调系统为主，通过冷却塔、板换进行自然冷却运行；缺水地区采用集中式风冷冷水空调系统，配套自然冷却功能；结合多种末端使用，如房间级空调、列间空调、冷板空调、背板空调等，整体能效得到较大提升，PUE 在 1.25~1.5 之间。

第三阶段（19 年至今）：国家和地方密集出台相关政策，新建大型、超大型数据中心 PUE 要求先从 1.4 到 1.3 再到 1.25、1.2，示范型绿色数据中心 PUE 要求 1.15，出现蒸发冷、液冷等多种新制冷系统。

4.2.3. 技术发展趋势

(1) 传统的集中式水冷空调系统全面优化。通过逐步提升冷冻水供回温度（从原来的 10/16℃，提升至 18/24℃），同时选用高效率冷却塔或加大冷却塔换热面积（如间接蒸发冷却塔等），选用变频技术、磁悬浮技术、风墙技术、背板技术来进一步提升空调系统整体能效，最大限度增加自然冷却时间，减少机械制冷能耗，PUE 值可控制在 1.3 以下，严寒或寒冷地区可达到 PUE1.2 左右。

(2) 热管、蒸发冷、液冷等新型技术不断涌现。数据中心行业也在与时俱进，各大企业制冷技术也在更新迭代，比如氟泵变频技术、热管多联技术、间接蒸发却机组（AHU

一体化机组）以及液冷技术（市场上冷板式、浸没式为主）等，通过新技术应用，数据中心 PUE 降至 1.2 以下。其中，液冷技术近两年行业推广和宣传力度非常之大，因其全年无需压缩机制冷，适用于全国各地，整体 PUE 将逼近 1.15 甚至更低。且液冷尤其适用于高密度机柜，业界认为一般机柜高于 15KW，传统风冷效果就会大打折扣。若国家政策进一步加码或者液冷服务器和液冷散热系统成本进一步降低，那么未来液冷技术将被认为是北上广深等热点区域的必然选择。

4.2.4. 液冷技术典型实践

液冷技术仅从液冷技术节能看，效果最佳的。但近 5 年，国内大型数据中心制冷方案趋向于多技术融合。一方面，依据东、西部地区各自的气候条件和政策要求，采用集中式水冷、热管多联、间接蒸发冷、液冷技术等多种技术性价比能够最大化，另一个方面是，我国目前液冷技术上下游产业链不够成熟，因为未来相当长的一段时间，这些技术和方案将会长期共存，融合应用。

从成本来看，一方面液冷制冷系统综合成本较高，浸没式液冷是传统制冷系统的 2~4 倍；另一方面液冷服务器成本也会相应增加（浸没式液冷服务器成本将是传统服务器的 1.5 倍左右），同时液冷并不适合所有的 IT 设备的散热。因而，液冷技术近期会在特定场景和客户中的应用，但要实现规模化应用还需长期规划。例如，成都简阳超大型数据中心项目，试点规模部署应用单相浸没液冷技术，打造极致 PUE 数据中心。

液冷技术典型案例：成都简阳超大型数据中心

1、项目概况

该云计算中心及数据服务基地项目位于成都东部新区方家林大道，占地面积约 300 亩，总投资不低于 500 亿元。一期拟于 2022 年 3 月开建，拟定于 2025 年 12 月建成。项目由 10 栋数据中心楼、220KV 变电站、ECC 楼运营管理中心等组成，将建设超过 20 万台服务器机柜规模的超大型数据中心基地。项目将覆盖成渝两地数据业务，打造世界先进的新一代高性能绿色数据中心，建设后项目服务范围将辐射整个西南。

2、项目需求

按照“低碳、绿色、安全、高效”原则，建设 IDC 中心、数据研发中心、云计算、大数据等产业生态基地，运营中心设在未来科技城，两园区物理上互为备份，保障业务运行可靠性，建成后可能成为全国第一个全园区使用“浸没式液冷”技术的超大型数据中心。

3、项目方案

目前全国看，已有部分机房使用了浸没式液冷技术，但大规模、全园区地使用，成都简阳数据中心是第一个。与一般园区不同，整个项目的所有服务器，都将使用“单相浸没式液冷”这项技术。与其他空调降温方式不一样，这项技术是将所有服务器都浸泡在液体之中，通过液体带走服务器运行中产生的热量，以达到服务器稳定提供算力的目的。浸没式液冷技术方案实施的关键之一，就是看似清亮、透明似水的——电子氟化液。氟化液具有绝缘且不燃的惰性特点，是最适合做冷却液的材质，在国外应用较成熟，因此之前市场主要供应商为国外厂商，成本高居不下。目前正在加快和相关企业的合作，尝试将冷却液国产化。在此基础上，浸没式液冷数据中心的成本将大幅降低。

4、项目亮点

该项目的单相浸没式液冷技术运用了最适合做冷却液的材质-电子氟化液。在规模部署应用单相浸没液冷技术的基础上，该数据中心的 PUE 值（数据中心电力使用效率）最低可至 1.15。



图 4.2-1 成都简阳超大型数据中心项目效果图

4.3. 电力技术

电力是数据中心生命线。一方面，数据中心是能耗大户，其电力消耗是巨大的；另一方面，数据中心对电力可靠性的要求非常高，如数据中心的供电系统从变电站、高低压配电系统均是 2N 架构，同时根据机房等级会配置 2N 或 N+1 的不间断电源系统、柴油发电系统等进行安全保障，以确保任何情况下，数据中心均能安全可靠运行。

为实现绿色高效，数据中心在电力系统上也有许多低碳化措施，主要有以下四点。

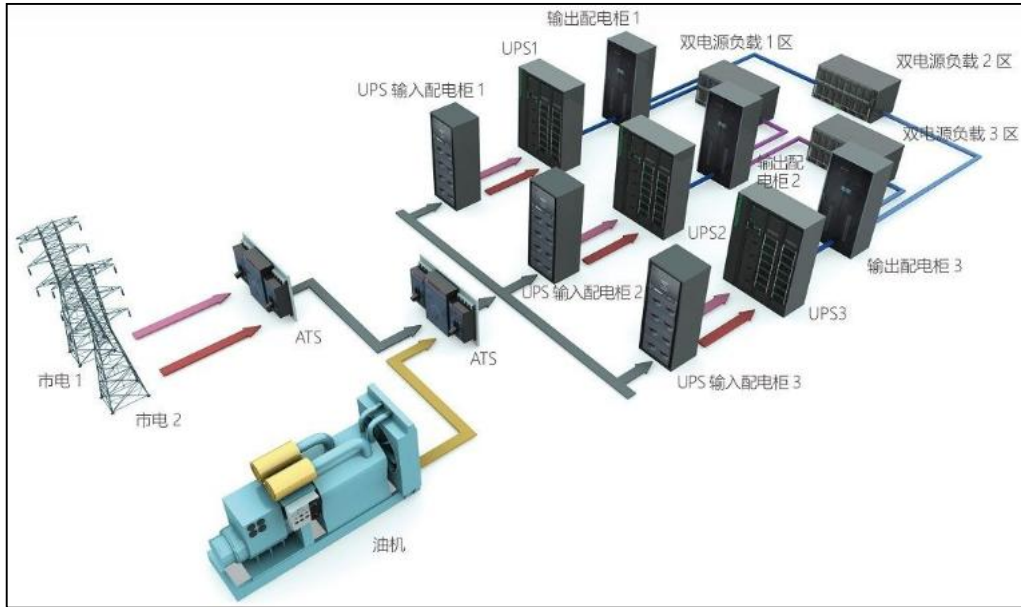


图 4.3-1 数据中心供配电系统图

4.3.1. 电力系统演变

电力系统逐渐由设备级向系统级融合演进，集成度越来越高。新型电力系统具备四大优势：1) 工程预制化，解决方案产品化，易快速部署；2) 部件融合，高密模块化设计，模块即插即用；3) 系统融合，提升机房利用率，供配电成本减少；4) 供电链路高效、节能，机房效率提升，运营成本下降。

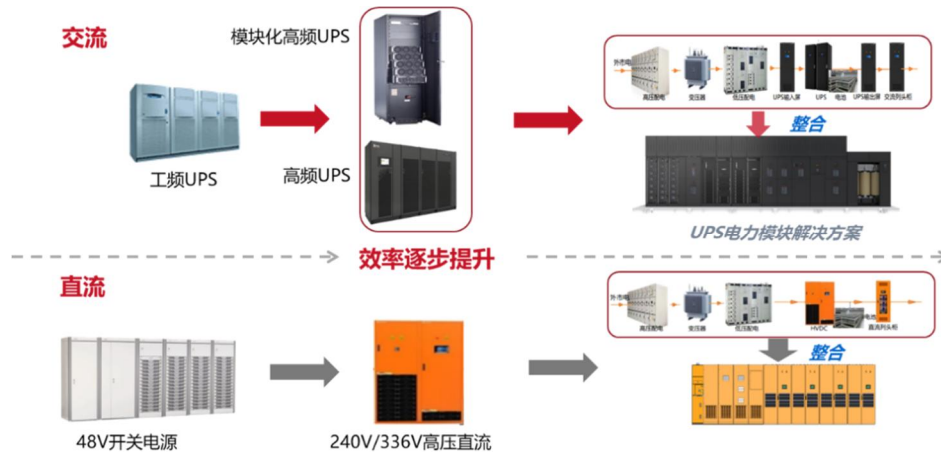


图 4.3-2 电力系统演变

4.3.2. 供电架构演进

供电架构从 GB 50174 -2008 A 级向 GB 50174 -2017 A 级演进，新架构主要以下技术特点：（1）宜 2N 或 M (N+1) (M=2, 3, 4,)；（2）用一路 (N+1) UPS 和一路市电供电方式（市电质量满足、柴发能承受容性负载影响）；（3）也可 (N+1) 冗余（2 个及以上地处不同区域的数据中心同时建设，互为备份，且数据实时传输、业务满足连

续性要求时）。

4.3.3. 光伏发电系统引入

在太阳能辐射的条件下，太阳能电池组件阵列将太阳能转换为直流电能，再经过逆变器、汇流箱/柜、并网柜变成交流电供给建筑自身负载使用，进而降低电力消耗。



图 4.3-3 光伏发电技术原理

在上海，按照《上海市互联网数据中心建设导则》，综合 PUE 的 = P 基准 - $\Sigma\gamma_i$ ；其中 γ_i 为调节因子。

表 4.3-1 光伏系统 PUE 调节因子值

再生能源利用（光伏系统）	全年可再生能源年发电量达到总用电量的比例（X）	PUE 调节因子值
	$0.005\% \leq X < 0.0075\%$	0.005
	$0.0075\% \leq X < 0.01\%$	0.01
	$X \geq 0.01\%$	0.02

4.3.4. 储能系统引入

通过削峰填谷减少用户购电成本，同时优化用户用电负荷，平滑用电曲线，提高供电可靠性、改善电能质量。实现需求侧管理，减小峰谷负荷差，改善城市整体能效。

表 4.3-2 储能系统 PUE 调节因子值

峰谷蓄电	全年蓄能发电量达到总用电量的比例（X）	PUE 调节因子值
	$0.5\% \leq X < 0.75\%$	0.005
	$0.75\% \leq X < 1\%$	0.01

	$X \geq 1\%$	0.015
--	--------------	-------

此外，数据中心也可通过采用的节能设备来降低能耗，如围绕数据中心供配电全环节，采用低损耗型变压器，优先使用能效等级较高变压器以及节能高效高频式 UPS、高压油机等。

国家“双碳”、“东数西算”政策加快绿电应用进程。数据中心电费成本占其运行总成本的 80% 以上。为降低数据中心用电成本，国家鼓励数据中心探索建立电力网和数据网联动建设、协同运行机制；引导清洁能源开发使用，提高清洁能源（绿电）应用比例。目前，我国主要在大力推广光伏发电和风力发电，随着国家“双碳”和“东数西算”政策出台，未来化石能源使用将会受到严格限制，风、光电加储能模式应用将会得到大力发展，绿色储能将成为数据中心低碳化的重要技术路径，多能互补、源网荷储将成为数据中心与绿色可在生能源结合的关键。此外，绿色数据中心将会靠近绿电地区建设，实现就地消纳绿电，最直接、高效的减少数据中心碳排放，真正意义上做到电力源头绿色，实现零碳数据中心。如华信总包的青海零碳大数据采取是绿电溯源跟踪，保证 100% 绿电供给。

4.3.5. 绿电应用典型实践

绿电技术典型案例：中国电信（国家）数字青海绿色大数据中心

1、项目概况

中国电信（国家）数字青海绿色大数据中心园区，规划占地 100 亩，总建筑面积 7.2 万平方米，总投资概算 10 亿元，规划建设数据中心机楼 5 栋，动力中心 1 栋，运维中心 1 栋，总装机容量约 1 万架。数据中心对布局选址、PUE 设计、节能技术应用和绿色能源利用等方面充分考虑，积极引入绿色元素，竭力打造中国电信首个新建“零碳”数据中心。数据中心具备绿色、低碳、可溯源及 100% 清洁能源等优势，受到了业界广泛关注。

2、项目方案及技术亮点

（1）数据中心的所有用电都是绿色电能。园区自建的光伏车棚发电，能够实时追溯发电量及光伏电在机房通信机架上使用情况、光伏发电储能情况。同时，联合国家电网开发的大数据平台，实时展现 100% 全绿电可溯源供应数据——风电、光电的占比等。

（2）数据中心结合青海气候条件优势降低能耗。空调系统充分利用自然冷源，采用了蒸发冷却冷水机组复合水冷冷冻水系统的空调系统形式。利用过渡季节或冬季较

低的室外气温及干空气能供冷源，减少制冷机组开启时间、降低能源消耗。即当室外湿球温度 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 时，由间接蒸发冷水主机（塔）供冷；当 $12^{\circ}\text{C} < \text{室外湿球温度} \leq 16^{\circ}\text{C}$ 时，联合供冷；当室外湿球温度 $> 16^{\circ}\text{C}$ ，由冷水机组单独供冷。全年实现超过 314 天无需开启制冷机组，PUE 值达到 1.2 以下，属于全国先进水平。

(3) 数据中心广泛应用低碳节能技术。利用智慧网管平台实现智慧运营，数据中心空调群控系统、动环监控系统、安防监控系统、智慧网管系统等集成后在 ECC 监控大屏上显示，运维值班人员能够实时监控机房状态。同时，采用高压直流、智能小母线等新型节能技术；机房内设有全时全方位智能巡检机器人，防范设备及机房合规性风险。低碳、节能技术被应用在数据机房的方方面面。



图 4.3-4 中国电信（国家）数字青海绿色大数据中心

数据中心节能减排技术创新和迭代是一项长期、持续性的工作。俗话说“三分建设，七分管理”，数据中心一旦投入运行后，数据中心运营管理维护就显得非常的重要。面对内部复杂的数据中心制冷系统、供电系统及多变的外部环境，面对海量的运行数据和统计报表，实现数据中心的智能运维管理和能耗优化是一个难题。

4.4. 运维技术

从传统运维到智能运维再到全周期智能运营。数据中心的运营是至关重要的。我国数据中心早期规模较小，且是通过人工运维。随着数据中心规模越来越大，系统越来越复杂，单纯靠人来维护管理难度逐步加大。针对大型或超大型数据中心或园区，智能化运维、运营管理逐步被纳入考虑，通过 5G+AI 人工智能技术结合，打造智慧园区统一管理平台，并实现智慧安防、智慧人脸、智慧运营、智慧展现等功能，从智能运维向全周期智能运营需求演进。

4.4.1. 智慧安防技术

智慧安防是数据中心智能运营的重要一环，主要包括智能化巡更路径、访客管理、车牌识别等功能。智能化巡更路径通过采用智能电子巡更系统，使巡更线路更明确合理，摒除巡逻死角，极大提升巡更智能化水平及管理效率。访客管理与车牌识别则通过访客门禁、车牌识别等技术明确人员进出信息、人员轨迹信息、人数统计信息等。

随着数字化视频监控技术成熟，数字化视频监控技术给视频监控的多样化应用打开了窗口，为智能化安全防护系统的建设提供了可能性。除了满足日常安防的视频监控轮巡，更以“事后录像查询”成为日后审计和取证的主要手段。

4.4.2. 智慧人脸技术

智慧人脸主要配合 AI 算法、5G 机器人巡检、5G 自动驾驶等新兴技术，实现园区一脸通。例如针对即将进入数据中心的人员，通过 AI 算法，可以依靠人脸识别及早辨识出人员信息，并通过大数据分析来预测人员的安全等级做出及时报警或提示，有效做到“事前及早预防”，实现从“事中实时掌控”向“事前及早预防”转变。

另外，依托 5G 及机器人巡检可以实现在多种复杂环境下稳定视频监控画面，实时收集数据中心现场声音，为运营后台提供准确的现场实时情况。

4.4.3. 智慧运营技术

智慧运营主要利用空调群控系统通过 AI 算法主动调优，保障空调系统持续稳定运行，同时将数据上传 DICM 平台，实施监控机房运营情况，为系统优化提供服务保障。基于物联网传感器、边缘智控设备等，可将空调主机、水泵、冷却塔和阀门等接入系统平台，云端构建空调系统数字孪生，可视化实时监测设施设备运行状态及能耗，集“数据采集、能耗监测、AI 分析、云端智控、故障告警”为一体，实现系统全要素全状态的动态感知和全面洞察，能够全面提升运维管理质量。

4.4.4. 智慧展现技术

智慧展现主要通过采用基于 BIM 技术的可视化运维平台，实现数据节点与空间场景的结合，并在监控中心大屏上集中展示。可视化运维平台通过对事件、智能统计信息、设备状况等海量数据进行深度加工，进行多维度的数据挖掘，比如分析 CPU 利用率与耗电量关系，蓄电池 BI 数据挖掘实现故障预警、冷机冷凝器/板换清晰预判等，并通过丰富的数据可视化形式展现，使管理人员及时掌握整个系统运营的各项数据。

4.4.5. 智慧运维典型实践

智能运维典型案例：中国银行总行金融科技云基地和林格尔新区

1、项目概况

中国银行总行金融科技云基地和林格尔新区项目位于内蒙古自治区呼和浩特市和林格尔新区云谷片区西南端，属于“东数西算”枢纽节点，在气候条件、电力资源、网络资源方面有得天独厚的优势，非常适合建设大型绿色数据中心。

项目规划基础设施总投资约 113 亿元，总建筑面积 41.42 万平方米。园区按功能分为运维研发区、总控中心区、机房区，各分区建筑采用中轴围合式布局，共容纳 16 幢数据中心，可布置机柜数 31160 个，设计规模超 30 万台服务器以上的云计算能力。项目规划分三期建设，其中一期总投资约 18.8 亿元，总建筑面积 13.3 万平方米，位于园区北侧，包括四栋数据中心、两栋动力中心、一栋备品备件、五栋运维研发配套、一栋 ECC 中心等。计划于 2022 年 7 月 30 号工程主体封顶，2023 年 7 月 30 号具备 2.7 万台服务器的装机条件。

2、项目需求

该项目是中国银行构建“四地五中心”分布式架构、实现“均衡分布、两翼齐飞、点多多活、绿色智能”的 IT 基础设施战略布局，也是中国银行响应“东数西算”政策、支持内蒙古自治区重大项目建设、助力金融改革创新的重要举措。

该项目作为金融行业携手内蒙古自治区政府打造中国金融云谷的首个项目，作为绿色金融数据中心的标杆项目，建成后数据中心全年平均 PUE 1.18，达到国际领先水平，可满足 Uptime Tier IV 等级要求和园区 LEED 金级标准。

3、项目方案

本项目结合当地特点，充分考虑节能节水需求，本次采用 AHU 间接蒸发冷却机组与风冷冷水机组组合，形成两套独立空调系统，适应多种空调末端形式，节能节水、相互备份、安全可靠。供电方式采用同层居中供电系统，灵活便捷。

数据机房管线很多，本次采用 BIM 技术进行模型搭建，通过设计可视化、施工协同化、监理规范化、运维精准化等多种手段，提高数据中心生产效率、缩短建设工期、节约建设和运营成本，实现数据中心基础设施全生命周期数字化、可视化、信息化的功能，力求打造金融行业内标杆性的智慧创新绿色园区。

4、项目亮点

本项目中，多种关键核心技术灵活适用于各等级机房，如“各类资源池化”、“双向地下管廊”、“无柱模块化机房”、“同层居中供电系统”、“间接蒸发冷却”、“BIM 技术”、“DCIM 智能运维+5G 人工智能”、“全楼层大荷载”等，可满足不同功率密度的需求。



图 4.4-1 中国银行总行金融科技云基地和林格尔新区项目效果图

5. 数据中心行业发展启示及展望

数据中心行业未来发展启示主要围绕四大主体展开论述：设备供应商未来建议以客户需求为导向，推动设备定制化、数智化、国产化；工程服务商建议从围绕硬件为主转向软硬一体服务，通过打造或整合标准化组件，实现工程产品化、一体化交付；IDC 服务商建议持续增强自身能力建设，从单一产品转向一体化服务方案，从供应链视角转向生态型运营视角；政府建议强化市场牵引，加强宏观指导以实现资源、产业结构调整，鼓励地方能力培育以扶植产业发展。

5.1. 设备供应商

（1）发展定位

设备定制化：支持定制生产，满足客户按需定制的设备生产需求。

设备数智化：融合 AI、大数据等技术加速数据智能融合，提供数智化设备。

设备国产化：针对数据中心核心配套、服务器网络设备等组件，打造国产化产品。

（2）发展方向

高密度：数据中心的集中化、规模化发展推动算力需求提升，高密度服务器迎合发展需要，目前华为、阿里等云商纷纷推出为大规模并行任务而设计的专用服务器。

绿色化：随着“双碳”战略的不断深化，政策对新建数据中心 PUE 等指标趋严，并且随着功率密度的不断增加，散热问题急需解决，绿色能源将在数据中心得到更广泛

的使用，光伏、液冷等技术将不断推广，余热回收等节能解决方案将不断得到应用。

国产化：大国博弈时代背景下，5G、芯片、软件等关键领域的国产化成为竞争焦点，国家自上而下的产业政策将加速数据中心关键产业链环节内生，自主可控国产替代成未来风口。

定制化：为满足客户对安全、可扩展的需求，围绕客户定制化需求提供设备成为趋势。

（3）存在挑战

技术壁垒：通信设备制造业是技术密集型产业，涉及多个技术领域，是多学科相互渗透、相互交叉形成的高新技术领域，具有较高的技术壁垒。

产品认可：产品创新以客户为终，技术推动客户需求不断变化，生产客户满意的产品较难。

资金需求：为加速提升自主创新能力，推动技术创新，需要大量资金投入研发。

人才储备：高端研发技术人才相对匮乏，人才培养跟不上数据中心产业的发展需要。

5.2. 工程服务商

（1）发展定位

软硬一体化：提供咨询、设计、施工、监理及运维等一体化建设服务。

工程产品化：围绕液冷、绿电、储能等相关刚性需求领域做标准化组件。

（2）发展方向

预制模块化：将 IT、供电及制冷等设施模块化，实现产品化、大规模敏捷交付，如腾讯推出 T-Block，电信推出 C-Trunk。

建设标准化：建立统一的设备参数体系，按照标准化的流程、规模化的运作提供高可靠的机房工程，为用户提供一站式工程。

绿色智能化：融合 5G、AI 等技术融合，推动液冷、间接蒸发冷却等技术实践，实现数据中心绿色节能，智慧运维。

（3）存在挑战

材料成本增加：受全球货币政策、供需改善和国际原油价格上升等因素的影响，大宗原材料市场整体价格上涨明显，水泥、混凝土、砂石、沥青等原材料价格持续走高，造成建筑工程项目的施工成本可能会超过投标时期的预算，导致企业毛利率减少，经营风险增大。

项目管理粗放：目前大部分工程服务商对于项目管理的手段仍然较为落后，项目管理过程中各阶段、各部门、甚至各任务之间相对独立，项目数据信息难以及时传递，导致了项目进度更新不及时、项目预算与成本数据不准确、项目协作能力低、质

量安全整改难监控难等诸多问题。

项目竞争激烈：项目资源有限，同质化竞争过度，传统设备、工程企业及第三方数据中心服务商（华为、中铁、中建、世纪互联、数据港等）大量进入数据中心建设领域，加剧项目竞争。

5.3. IDC 服务商

（1）发展定位

一体化方案：从提供机柜、带宽等单一产品转向“IDC+算云网安”的一体化服务方案。

生态型运营：产业进入整合阶段，与资本、产业链供应链、下游客户等建立全面合作、实现相互嵌入成为必然。

（2）发展方向

客群布局：互联网头部客户需求增量疲软、转向自建，并且大幅挤压利润，价值客群向腰尾部客户转移；随着数字化改革的深入推进，政务、金融、制造等行业客户需求兴起。将客户作为生态共同体，加强与终端客户及其上下游产业链各环节对象的合作运营。

区域布局：从热点城市向低成本区域转移，边缘定制化需求攀升，要求形成与数字经济增长相适应的新型数据中心发展格局，形成“国家枢纽节点+省数据中心+边缘数据中心”的梯层布局。

服务布局：加大对智算中心、超算中心等新业态数据中心建设运营，加快算网一体服务能力建设，深入应用如光伏、储能等新能源技术，持续实践绿色节能相关技术；融合 AI、大数据等技术实现数据中心智能化覆盖全生命周期管理；

（3）存在挑战

服务产品单一，同质化严重：传统 IDC 中，提供主机托管、宽带出租、IP 地址出租、服务器出租和虚拟机出租的传统业务占据国内 IDC 业务的 70%以上，而虚拟计算资源出租、虚拟安全服务和动态负载均衡等增值业务不到 30%。

高能源耗，低资源利用率：IDC 业务主要来自于行业需求，随着服务器从普通机架式向小型机、刀片式的转变，机柜能耗从 2-4KW 猛增至 6-15KW，这导致数据中心的能耗居高不下，数据中心所支付的电费已经超过购买服务器设备的费用，用于制冷的能耗占整个数据中能耗的比例超过 45%，超过了 IT 设备的能耗。另外，传统数据中的服务器采用专用方式分配，资源的利用率一般在 30%下，相当一部分处于空闲状态的服务器每时每刻都在浪费电能、侵蚀 IDC 利润空间。

缺乏全网规划，运维效率低，维护成本高：传统 IDC 数据中心，缺乏统一的标准和规划，无法实现硬件资源的统一管理和共享；越来越复杂的 IT 和网络系统需要专业

的运维人员维护，人力成本高；部署、维护和更新消耗了大量的资源，70%以上的 IT 预算被用于现有系统的维护而不是建设新的 IT 系统。

平台支撑能力差，业务上线周期长：传统 IDC 数据中心，缺乏统一开放的平台，无法实现资源的统一调度，支撑多样化应用；业务部署需要从底层做起，基础配置复杂，新业务上线周期长，增值服务成本过高。

5.4. 政府监管

（1）发展定位

角色一：市场牵引。国家层面已经出台了数据中心产业相关实施方案、指导意见，深化实施“东数西算”战略，从强监管到强引导，有序指引市场向集约、绿色、安全高质量发展，打造新型数据中心。

角色二：产业扶植。对于集群划定区域，从土电、税收、人才等给予区域扶持；鼓励数据中心开展如液冷、安全等新兴技术及业务试点，加快推动数据中心新型领域的创新能力提升和规模经营能力建设；鼓励开展数据中心增值业务试点和能力培育，加快形成本地化相配套的数据中心服务产业链。

（2）发展方向

算力资源绿色集约发展：我国原有数据中心大多处于比较粗放的状态，其特点集中体现为“小、废、粗、慢”，既不利于数据中心的专业化管理，也不利于数据中心的节能降耗。“十四五”期间数据中心需求增长显著，全社会用电量占比将提升到 3% 以上。“东数西算”战略可以有效缓解我国电力供需不均衡的矛盾，推动数据中心集约化绿色化发展

扩大投资优化产业结构：疫情之下全国经济面临需求收缩、供给冲击、预期转弱三种压力，“东数西算”战略有效提升了国内数据中心领域的投资热度和力度，成为地方政府稳经济、稳增长的主要抓手之一，据权威数据预测，数字基建投资拉动投资乘数效应可以达到 6 倍以上。数据中心建设将有效激发“数据”作为新型生产要素的巨大潜力，催生新技术新产业新业务新模式，为我国数字经济高质量发展孕育新的经济发展动能。

促进西部经济转型升级：“东数西算”战略将推动西部节点城市数据中心的集群化发展。据权威机构初步估算，“十四五”规划期末，西部四个节点数据中心标准机架能力将超过 200 万架。随着西部城市业转型升级将带来就业人口结构的变化，让更多的年轻人、数字化人才能够留在西部或愿意来到西部，进而增加整个西部节点城市的人文活力和竞争力，改善城市文化氛围变化。

促进东部资源发展平衡：“东数西算”战略将持续优化东部算力布局，如长三角枢纽节点建设打破原有数据中心布局设想，所有新建数据中心将往一体化示范区集群集

中，起步区仅在嘉善，未来集群可能会扩展到杭州、嘉兴、湖州、宁波等地；全面提升东部节点所在省的算力服务水平，有效保障数字化改革背景下党政整体智治、数字政府、数字经济、数字社会、数字文明、数字法治建设；将进一步加速东部节点所在省内未来算力建设及配套网络条件改善，进而提升东部节点城市对外省资本及企业入驻的吸引力，对整体数字经济营商环境优化具有较大助力。

（3）存在挑战

治理协同性：目前政府部门的职能存在交叉和重叠，各部门根据自己所掌握的信息和数据，各自为政，犹如一个个“信息孤岛”，难以进行跨区域、跨部门的协同治理，导致社会治理成本高、效率差，造成公共信息管理机制碎片化。

治理科学性：政府部门在决策时，仍存在过度依赖固有经验、特别是“惯例”的情况，缺乏在掌握数据乃至大数据基础上的缜密分析。这种主观化的“拍脑门”决策方式很容易导致决策缺乏科学性、系统性和全局性。

治理多向度：公民权利意识的崛起，意味着不再满足于被动充当社会治理的“客体”，其通过网络参政议政的意愿更加强烈。然而长期以来，政府治理体系中自上而下的单向度、指令化方式往往导致“好事办不好、实事办不实”。所以，政府应及时转变思维，促进公民广泛参与，协调各方利益，从单向度的管理转为多向度的共治。

参考文献

- [1] 美国联邦政府. 联邦数据中心整合计划 (FDCCI) .[S]. 2010
- [2] 美国 NSCI 执行委员会. 国家战略计算计划战略规划.[S].2016
- [3] 新加坡. 《绿色数据中心技术路线图》 [S]. 2014
- [4] 美国联邦政府. 数据中心优化倡议(DCOI)[S]. 2016
- [5] 海南省人民政府. 《关于大力发展装配式建筑的实施意见》 [S]. 2017-12-29
- [6] 上海市住建委. 《关于进一步明确装配式建筑实施范围和相关工作要求的通知》 [S]. 2019-02-20
- [7] 北京市城乡与建设委. 《北京市发展装配式建筑 2020 年工作要点》 [S]. 2020-08-18
- [8] 国家发展改革委, 网信办, 工业和信息化部, 国家能源局. 《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》 [S]. 2020-12-29
- [9] 中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议. 《中华人民共和国数据安全法》 [S]. 2021-06-10
- [10] 中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议. 《中华人民共和国网络安全法》 [S]. 2016-11-07
- [11] 宁夏回族自治区人民政府. 《全国一体化算力网络国家枢纽节点宁夏枢纽建设方案》 [S]. 2021-08-15
- [12] 长三角执委会. 《全国一体化算力网络长三角国家枢纽节点建设方案》 [S]. 2021-10
- [13] 2022 天府数字经济峰会在成都天府国际会议中心. 《全国一体化算力网络国家枢纽节点成渝枢纽建设方案》 [S]. 2022-11-24
- [14] 广东省发展和改革委员会. 《全国一体化算力网络粤港澳大湾区国家枢纽节点建设方案》 [S]. 2021-10
- [15] 内蒙古自治区发展和改革委员会. 《全国一体化算力网络国家枢纽节点内蒙古枢纽建设方案》 [S]. 2021-09
- [16] 甘肃省人民政府. 《全国一体化算力网络国家枢纽节点（甘肃）建设方案》 [S]. 2021-07
- [17] 贵州省大数据发展管理局, 国家信息中心. 《全国一体化算力网络国家（贵州）枢纽节点建设方案》 [S]. 2021-08
- [18] 国务院. 《关于大力发展装配式建筑的指导意见》 [S]. 2016-09-30
- [19] 工业和信息化部. 《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》 [S]. 2021-07-04
- [20] CDCC. 《2021 年中国数据中心市场报告》 [R]. 2021-11-24

- [21]ODCC. 《数据中心功率密度演进白皮书》 [R]. 2021-09-15
- [22]国际环保组织绿色和平, 华北电力大学. 《点亮绿色云端:中国数据中心能耗与可再生能源使用潜力研究》 [R]. 2019-09-09
- [23]国际环保机构绿色和平与中华环保联合会. 《绿色云端 2022》 [R]. 2022-07-12
- [24] 国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局. 《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》 [S]. 2021-05-24
- [25] J Sevilla, L Heim, A Ho, T Besiroglu, M Hobbhahn, P Villalobos. 《COMPUTE TRENDS ACROSS THREE ERAS OF MACHINE LEARNING》 [J].2022-03-09
- [26] 住房和城乡建设部. 《对十三届全国人大四次会议第 2589 号建议的答复》 [Z]. 2021-12-08
- [27] 上海市住房和城乡建设管理委员会. 《上海市装配式建筑 2016-2020 年发展规划》 [S]. 2016-09
- [28] 工业和信息化部. 《关于进一步规范因特网数据中心业务和因特网接入服务业务市场准入工作的通知》 [S]. 2012-11-30
- [29] 工业和信息化部. 《关于数据数据中心建设布局的指导意见》 [S]. 2013-01-14
- [30] 中华人民共和国国务院. 《促进大数据发展行动纲要》 [S]. 2015-09-05
- [31] 上海市人民政府. 《上海市大数据发展实施意见》 [S]. 2016-09-15
- [32] 江苏省工信厅. 《江苏省“十三五”信息基础设施建设发展规划》 [S]. 2016-10-14
- [33] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 《数据中心设计规范》 [S]. 2017-05-04
- [34] 工业和信息化部. 《关于组织申报 2017 年度国家新型工业化产业示范基地的通知》 [S]. 2017-08-08
- [35] 北京市人民政府办公厅. 《北京市新增产业禁止和限制目录（2018 年版）》 [S]. 2018-09-06
- [36] 贵州省大数据发展领导小组办公室. 《贵州省数据中心绿色化专项行动方案》 [S]. 2018-06-27
- [37] 河南省人民政府办公厅. 《河南省促进大数据产业发展若干政策通知》 [S]. 2018-11-15
- [38] 上海市经济和信息化委员会. 《关于加强上海互联网数据中心统筹建设的指导意见》 [S]. 2019-01-04
- [39] 深圳市发展和改革委员会. 《关于数据中心节能审查有关事项通知》 [S]. 2019-04-15
- [40] 国家发展改革委, 中央网信办, 工业和信息化部, 国家能源局. 《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》[S]. 2020-12-23

[41] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》[S]. 2021-03-23

[42] 国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局. 《关于同意宁夏回族自治区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》等 4 文件[S].

2021-2022

[43] 国家发展改革委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局. 《关于同意长三角地区启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点的复函》等 4 文件[S]. 2021-

2022

[44] 国家发改委. 《完善能源消费强度和总量双控制度方案》[S]. 2021-09-11

[45] 北京市发展改革委. 《关于进一步加强数据中心项目节能审查的若干规定》[S]. 2021-07-26

[46] 北京市发展改革委, 北京市机关事务管理局, 北京市经济和信息化局等 11 部门. 《北京市进一步强化节能实施方案》[S]. 2021-11-02

[47] 北京市经济和信息化局. 《北京市数据中心统筹发展实施方案(2021-2023 年)》[S]. 2021-04-27

[48] 广东省能源局. 《关于明确广东省数据中心能耗保障相关要求的通知》[S]. 2021-04-27

[49] 上海市经济和信息化委, 上海市发改委. 《关于做好 2021 年本市数据中心统筹建设有关事项的通知》[S]. 2021-04-28

[50] 江苏省工业和信息化部. 《江苏省新型数据中心统筹发展实施意见》[S]. 2021-12-31

[51] 内蒙古自治区政府. 《内蒙古自治区“十四五”节能规划》[S]. 2022-02-08

[52] 国务院. 《关于进一步释放消费潜力促进消费持续恢复的意见》[S]. 2022-04-25

[53] 工业和信息化部. 《“十四五”大数据产业发展规划》[S]. 2021-11-15

[54] 工业和信息化部. 《《工业和信息化部关于开展 2022 年工业节能监察工作的通知》》[S]. 2022-12-21

[55] 中华人民共和国国务院. 《数字中国建设整体布局规划》[S]. 2023-02-27

[56] 十四届全国人大一次会议. 《国务院机构改革方案》. 2023-03-11