

数据中心白皮书

（2020 年）

中国信息通信研究院

开放数据中心委员会

2020年12月

版权声明

本白皮书版权属于中国信息通信研究院和开放数据中心委员会，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院和开放数据中心委员会”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。



前 言

当前，5G、云计算、人工智能等新一代信息技术快速发展，信息技术与传统产业加速融合，数字经济蓬勃发展。数据中心作为各个行业信息系统运行的物理载体，已成为经济社会运行不可或缺的关键基础设施，在数字经济发展中扮演至关重要的角色。国家高度重视数据中心产业发展。2020 年 3 月，中共中央政治局常务委员会明确提出“加快 5G 网络、数据中心等新型基础设施建设进度”，国家发展改革委将数据中心列入“新型基础设施建设”范畴。多个地方政府陆续出台数据中心相关政策，优化产业发展环境。

近年来，我国数据中心产业保持快速增长，产业布局持续优化，边缘数据中心、液冷、预制化、定制化、数网协同、可编程网络等技术创新不断涌现，数据中心大型化、智能化、绿色化发展加快，部分优秀绿色数据中心已达到世界先进水平。从行业应用来看，除了通信、互联网、金融行业，制造业、电力、煤炭等行业也在加快数据中心研究和布局，大量资本不断涌入，加速了数据中心的建设和应用，掀起了新一波数据中心建设热潮。数据中心市场竞争日趋激烈，第三方服务商差异化服务寻求竞争优势，构建产业生态。未来，我国数据中心产业仍将高速增长，多层次产业布局进一步优化，技术创新引领产业高质量发展，推进我国“新基建”建设进度。

中国信息通信研究院联合开放数据中心委员会第二次发布《数据中心白皮书》。本白皮书提出了认识数据中心的新视角，梳理全球数

据中心产业发展状况，总结数据中心基础设施、IT 设备、网络设备等方面的技术发展特点和趋势，分析我国数据中心产业发展政策，结合我国数据中心产业面临的技术和产业环境，提出了我国数据中心发展展望。



开放数据中心委员会
Open Data Center Committee

目 录

一、数据中心新视角.....	1
(一)数据中心新地位.....	1
(二)数据中心新责任.....	2
二、数据中心产业发展状况.....	4
(一)全球数据中心产业发展状况.....	4
(二)全球数据中心热点.....	6
(三)我国数据中心产业发展状况.....	9
(四)我国数据中心产业热点.....	11
三、数据中心技术热点.....	16
(一)数据中心基础设施技术热点.....	16
(二)数据中心 IT 设备技术热点.....	21
(三)数据中心网络技术热点.....	24
四、我国数据中心行业应用.....	27
(一)行业应用总体情况.....	27
(二)通信互联网行业引领数据中心产业技术发展.....	28
(三)金融行业数据中心建设应用较为完善.....	29
(四)制造业数据中心应用正处于快速上升阶段.....	30
(五)电力行业数据中心正加速转型升级.....	31
(六)煤炭行业数据中心尚处于起步阶段.....	32
五、我国数据中心政策.....	33
(一)国家层面政策.....	33
(二)地方层面政策.....	36
六、我国数据中心发展展望.....	38
(一)我国数据中心产业规模仍将呈高速增长态势.....	38
(二)数据中心企业差异化竞争构建优质生态圈.....	39
(三)数据中心作为技术密集型新基建将引领技术创新.....	40
(四)数据中心多层次产业布局将进一步优化.....	40

(五)数网协同将成为数据中心高质量发展的保障.....	41
(六)第三方人才培养将成为缓解人才问题的有效途径.....	42
附录：缩略语.....	44



开放数据中心委员会
Open Data Center Committee

图 目 录

图 1 全球数据中心机架规模.....	4
图 2 全球数据中心区域分布.....	5
图 3 全球 IDC 市场规模.....	6
图 4 数据中心并购投资规模.....	9
图 5 我国数据中心机架规模.....	11
图 6 我国 IDC 市场规模.....	10
图 7 全国数据中心应用发展指引.....	34

表 目 录

表 1 国家新型工业化产业示范基地（数据中心）情况.....	34
--------------------------------	----



一、 数据中心新视角

（一） 数据中心新地位

数据中心作为 5G、人工智能、云计算、区块链等新一代信息通信技术的重要载体，已经成为数字经济时代的底座，具有空前重要的战略地位。2020 年 3 月 4 日，中共中央政治局常务委员会召开会议，明确指出“加快 5G 网络、数据中心等新型基础设施建设进度”，将数据中心纳入“新基建”范畴。4 月 20 日，国家发改委明确新型基础设施的范围，数据中心作为算力基础设施，成为信息基础设施的重要组成部分。今年两会上，政府工作报告明确指出要“加强新型基础设施建设，发展新一代信息网络，拓展 5G 应用，建设数据中心”。

数据中心作为数据的中心、计算的中心、网络的中心，支撑新一代信息技术加速创新，支撑数网协同发展，推动网络强国建设。随着 5G、人工智能、大数据、区块链等技术的发展和应用，对数据处理、计算、存储、传递的需求和要求不断提高，如 5G 技术要求高带宽、低时延、大连接，人工智能需要更高、更快的计算性能，数据中心作为一整套复杂的基础设施，通过边缘节点、新型服务器、新型存储、新型供电制冷等技术，模块化、预制化等建设方式，支撑新技术的发展与应用。同时作为信息网络传播的重要节点，承载网络技术应用，驱动网络技术创新，数据中心像“树根”一样承托滋养各类信息通信技术的创新、发展和落地，支撑数网协同发展，推动网络强国建设。

数据中心作为互联网和各行业数字化的技术实体，应用于生

活的多个环节，支撑数字经济快速发展。数据中心作为信息基础设施的基石，支撑社交软件、在线购物、智慧出行等生活应用以及电子政务、金融、工业等各个行业的生产和运营，为我国经济和社会发展做出了重要贡献。尤其 2020 年初开始的新冠肺炎疫情为生产生活方式带来了重大影响，数据中心的重要性更加凸显，在线办公、在线教育、在线医疗、在线娱乐等成为了抗疫生活的重要部分，各大应用平台的点击量、使用量爆增，数据中心通过快速扩容、增大带宽、动态管理等方式支撑线上业务稳定运行。为了尽早复工复产，制造业、物流业以及劳动力密集、自动化程度低的传统企业加速数字化、智能化改造，数据中心通过稳定、安全、可靠的计算、存储、网络服务，支撑传统企业协同研发、无人生产、远程运营、智慧物流等环节。作为重要的算力数字基础设施，数据中心不断加快技术创新，推动传统产业转型升级，助推我国经济新旧动能转换，数字经济高质量发展。

（二） 数据中心新责任

数据中心虽能耗高，但作为基础设施承载了大量上层业务的运转。数据中心总体耗电量较高。微观层面，一个超大型数据中心每年的耗电量超亿度；宏观层面，根据 2020 年初《Science》刊登的文章¹《重新校准全球数据中心能耗估算》，2018 年全球数据中心的耗电规模为 205TWh，达到全球总用电量的 1%。但实际上，数据中心作为数字经济的底座，承载了云计算、大数据、人工智能、物联网、工业互联网

¹ Eric Masanet 等，Recalibrating global data center energy-use estimates, Science 28 Feb 2020: Vol. 367, Issue 6481, pp. 984-986.

等新一代技术和平台的运转，数据中心为这些运营在上面的业务和应用分担了能耗责任。

数据中心单个计算实例²能耗强度下降，总体能效水平不断优化。

从单个计算实例来看，全球数据中心的能耗强度自 2010 年以来每年下降 20%，能源效率显著提升³。一方面得益于积极的政策管理，在全球各地区政策的引导下，数据中心通过不断整合与改造，逐渐从较小的传统数据中心向超大规模数据中心转变，再加上制冷和供配电等基础设施技术不断改进，有效降低了数据中心 PUE 值；另一方面得益于全球服务器效率以及虚拟化程度的提高，单个计算实例耗电量大幅下降，促进数据中心总体能效水平提高。

绿色成为数据中心发展的关键主题，从政策到应用开展了大量探索与实践。数据中心走向大型化和集约化，有效降低能耗。国际上，以美国公共机构为例，美国政府从 2010 到 2019 十年时间内，通过美国联邦数据中心整合计划（FDCCI）、联邦政府信息技术采购改革法案（FITARA）、数据中心优化倡议（DCOI）等一系列政策措施，实现了数据中心数量减少 7000 个，减少约 50%；数据中心 PUE 从平均 2.0 以上降低到近一半大型数据中心达到 1.5 甚至 1.4 以下；部分服务器利用率从 5% 提升到 65% 以上。在我国，2013 年工信部联合四部委印发《关于数据中心建设布局的指导意见》、2019 年三部门印发《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》等政策引导数据中心合理建设

² 实例（instance）：等同于一台虚拟机，包含 vCPU、内存、操作系统、网络、磁盘等基础计算组件。

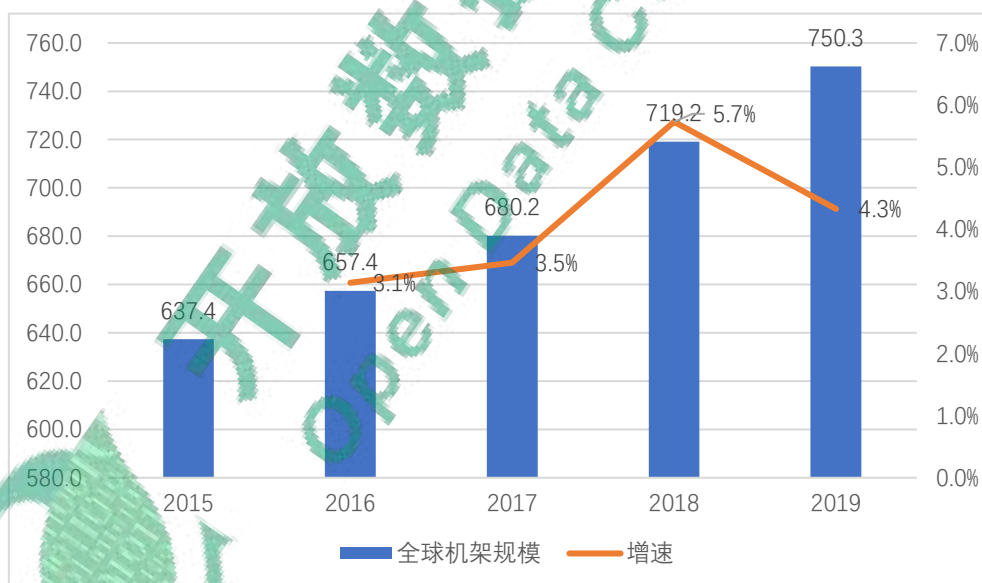
³ Eric Masanet 等，Recalibrating global data center energy-use estimates, Science 28 Feb 2020: Vol. 367, Issue 6481, pp. 984-986：与 2010 年相比，2018 年全球数据中心计算实例增加了 550%，而同期全球数据中心的耗电量仅增加了 6%。

布局以及绿色化发展，多个省市陆续出台一系列文件规范数据中心的建设和能效。我国数据中心的能效水平总体提升，2013 年以前，全国超大型数据中心的平均 PUE 超过 1.7，到 2019 年底，全国超大型数据中心平均 PUE 为 1.46，实现大幅度提升。

二、 数据中心产业发展状况

（一） 全球数据中心产业发展状况

全球数据中心规模总体平稳增长。数据中心建设规模一般按照机架来统计测算，折合平均每机架 6kW，2019 年全球数据中心机架数量达到 750 万机架⁴，安装服务器 6300 万台，预计未来几年总体规模仍将平稳增长，平均单机架功率持续提高，具体见图 1。



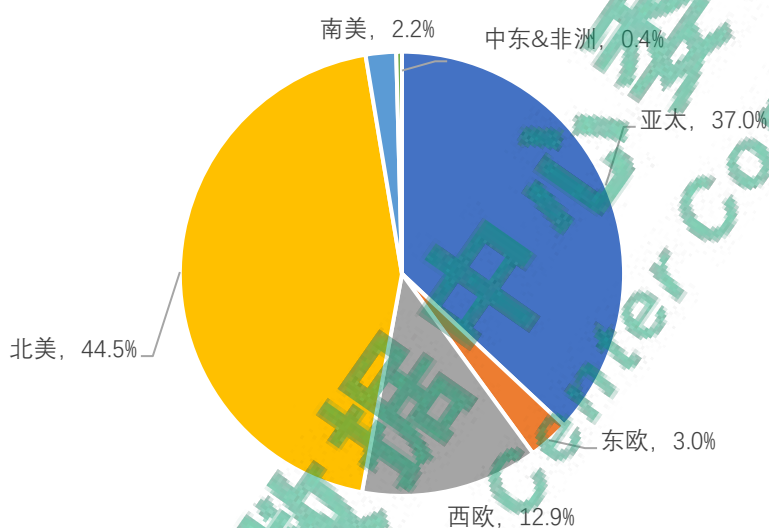
来源：中国信通院

图 1 全球数据中心机架规模

区域分布方面，全球数据中心主要布局在北美、亚太和西欧地区，

⁴ 全球数据中心机架规模包含对外服务的数据中心 IDC 和企业自用数据中心 EDC。

其中北美地区互联网流量集中，机架规模最大，占比超过 40%；亚太地区近年来互联网发展较快，新建数据中心增速较高，2019 年底全球占比超过 30%，其次是西欧地区，占比约 13%，具体见图 2；预计未来几年，随着信息化水平快速提高，中东、南美、非洲等地数据中心规模将快速增长。

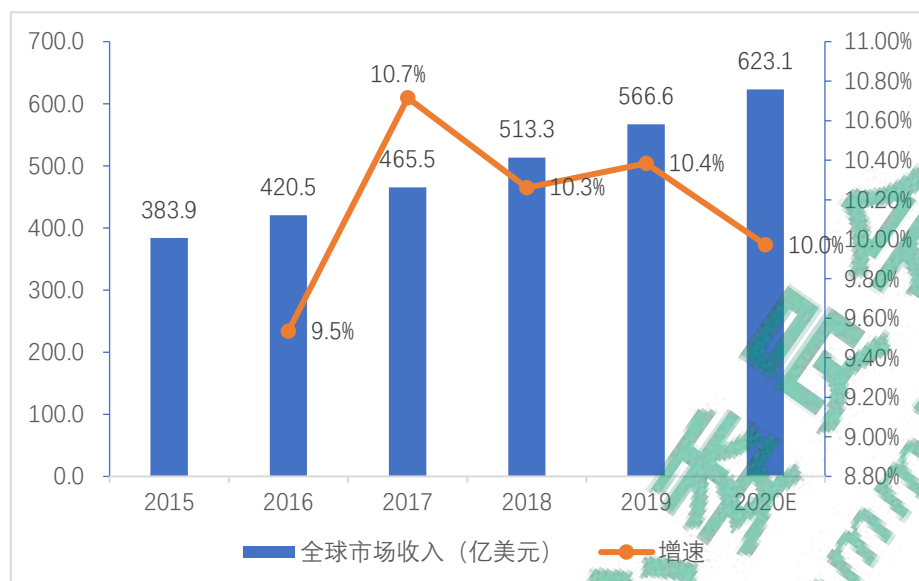


来源：中国信通院

图 2 全球数据中心区域分布

IDC 市场收入方面，2019 年全球 IDC 市场规模超 566 亿美元⁵，比 2018 年增长 10.4%，预计 2020 年将达到 627 亿美元，具体见图 3。从行业应用来看，仍以通信、互联网、金融等行业为主。随着企业数字化转型推进，对数据中心要求越来越高，需求也快速增加，企业自用数据中心业务逐渐向第三方数据中心迁移，未来 IDC 市场规模仍将保持平稳增长。

⁵ 全球 IDC 市场收入来自于数据中心服务商的收入统计，仅包括数据中心基础设施相关收入，不包括云服务收入，主要为 IDC 产生的收入，企业自用数据中心不产生相关收入。



来源：中国信通院

图 3 全球 IDC 市场规模

（二） 全球数据中心热点

1. 全球数据中心聚集区围绕经济发达、人口密集区域布局

全球数据中心主要围绕经济发达、信息化程度高、人口密集地区建设，逐渐形成了数据中心热点聚集区。北美数据中心总体体量大、上架率高，产业发展优势明显，弗吉尼亚北部、加利福尼亚硅谷等地区以及达拉斯、芝加哥、菲尼克斯、纽约等城市数据中心建设密集，占全美总量一半以上，上架率近 90%。欧洲地区，伦敦、巴黎、法兰克福、阿姆斯特丹等城市数据中心数量较多，受云业务驱动增长较快，但随着产业规模扩大，城市电力、土地等资源紧张，新建数据中心受限；同时，部分大型企业也开始探索在气候寒冷的北欧地区建设数据中心，如谷歌增资 6 亿元扩建芬兰数据中心，微软开通挪威数据中心

提供云服务，并计划在瑞典新建两个数据中心。亚太地区，中国数据中心市场总体增长较快，北上广深等一线城市数据中心需求旺盛、规模较大，香港以及新加坡、东京等数据中心网络条件较好，成为跨国企业国际化发展的优先选择，数据中心资源紧缺，价格较高。

2. 全球数据中心市场竞争呈现马太效应，美中日企业占据主要市场份额

数据中心作为重资产、重运营行业，大型服务商资源优势明显，运营管理经验丰富，议价能力强，龙头企业规模快速扩大，市场竞争力不断增强，呈现“马太效应”。据中国信通院统计，截止 2019 年底，TOP10 企业占全球市场总份额超过 45%，以美中日龙头企业为主，其中美国 Equinix 仍占据龙头地位，中国电信高速增长跃居全球第二，日本 NTT、KDDI、中国联通、中国移动、万国数据也排入全球前十名。龙头企业不断加快全球化业务发展步伐，业务覆盖全球多个国家和地区，同时，专业化分工趋势越来越明显，以 Digital Realty 为代表的企业主要服务大客户，如大型云服务商、大型互联网企业，商业模式以批发型为主，业务毛利率较低；以 Equinix 为代表的企业主要面向中小客户，客户种类数量较多，商业模式以零售型为主，业务毛利率相对较高。

3. 全球数据中心 PUE 降低减缓，互联网巨头持续探索新技术

2006 年开始，随着互联网快速发展，全球数据中心规模高速增

长，能效水平成为产业关注热点，封闭冷热通道、提高出风温度、优化供配电设备效率、充分利用自然冷源等绿色节能技术不断推广应用，数据中心能效管理从粗放发展进入精细管理，全球数据中心总体能效水平快速提高，平均 PUE 从 2.7 降低到 2013 年的 1.8 左右，呈现快速下降趋势。2014 年以来，全球数据中心 PUE 呈现小幅波动总体缓慢下降的趋势，一方面数据中心节能改造与建设的边际效益逐步降低，进一步提高能效需要投入更多成本，另一方面，部分传统数据中心负载率不高、绿色管理不到位等造成数据中心能效改善效果不明显，2020 年全球数据中心平均 PUE 约 1.65。

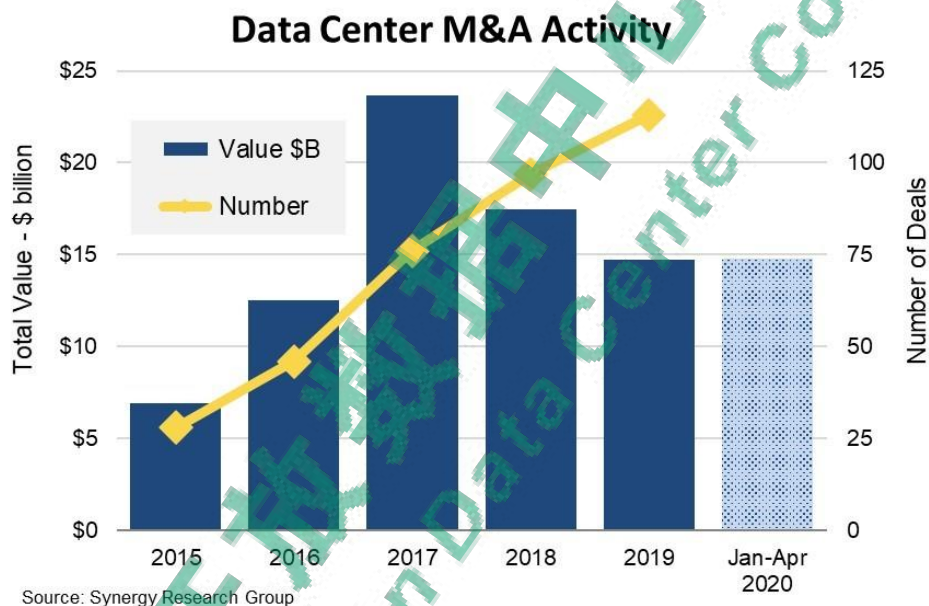
互联网巨头仍坚持探索数据中心绿色节能新技术，新建数据中心 PUE 基本在 1.4 以下，部分超大型数据中心接近极限 PUE，Facebook 美国 Prineville 数据中心 PUE 低于 1.08，谷歌 Berkeley 数据中心年均 PUE 达到 1.11⁶，阿里巴巴杭州仁和液冷数据中心设计年均 PUE 1.12。未来随着中小数据中心整合改造和大型化数据中心建设趋势，全球数据中心平均 PUE 预计将进一步降低。同时，谷歌、苹果等公司已通过购买可再生能源证书（Renewable Energy Certificate）的方式实现所有数据中心采用 100% 可再生能源，进一步降低了数据中心碳排放。

4. 全球数据中心投资并购市场活跃，龙头企业加速收购

全球数据中心投资并购市场持续火热，近 5 年来，交易数量大幅增长，共完成约 350 笔数据中心投资交易，总金额超过 800 亿美元，

⁶ 数据来源：企业官网 <https://www.facebook.com> <https://www.google.com>

具体见图 4。2019 年全球投资并购交易数量再创新高，超过 100 笔，约是 2015 年的 4 倍。其中 Equinix 和 Digital Realty 是全球投资并购最活跃的两大数据中心企业，占同期总交易额的 31%，Digital Realty 以 84 亿美元收购 Interxion，成为有史以来最大的一笔数据中心交易⁷。数据中心作为重资产行业，且现金流稳定，受到资本市场的关注和认可，除龙头上市公司外，2019 年非上市公司参与的并购数量大幅增加，增速超 50%，预计 2020 年并购投资事件仍保持活跃。



来源：Synergy Research Group

图 4 数据中心并购投资规模

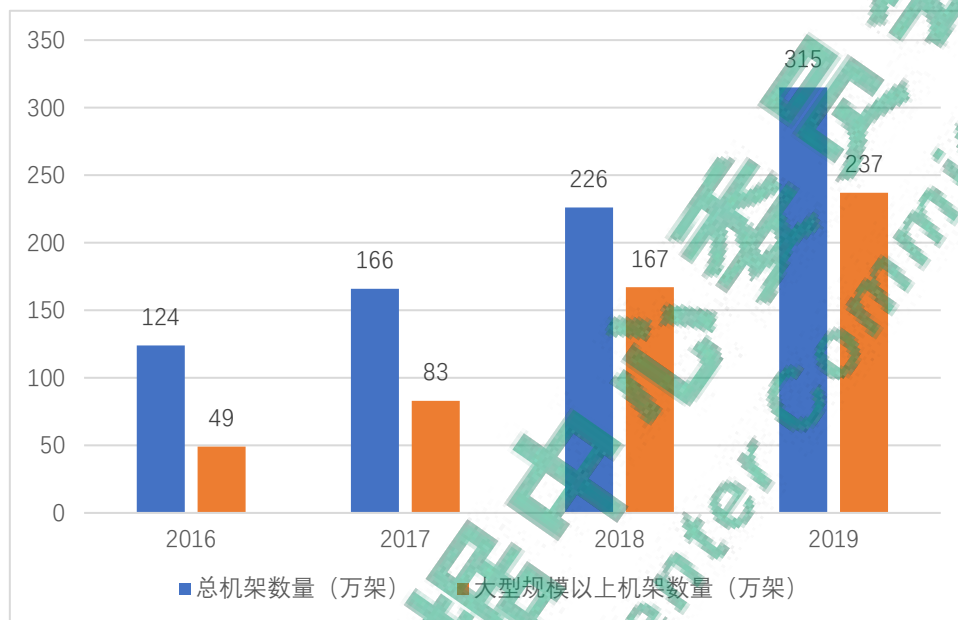
（三）我国数据中心产业发展状况

我国 IDC 市场规模平稳增长，大型以上数据中心成为增长主力。据统计，2013 年以来，我国数据中心总体规模快速增长，截至 2019 年底，我国在用数据中心机架总规模达到 315 万架⁸，近 5 年年均增

⁷ 数据来源：synergy research group 官网。

⁸ 数据来源：《全国数据中心应用发展指引》，以 2.5kW 为一个标准机架。

速超过 30%，大型以上数据中心增长较快，数量超过 250 个，机架规模达到 237 万架，占比超过 70%，具体见图 5；规划在建大型以上数据中心超过 180 个，机架规模超过 300 万架，保持持续增长势头。



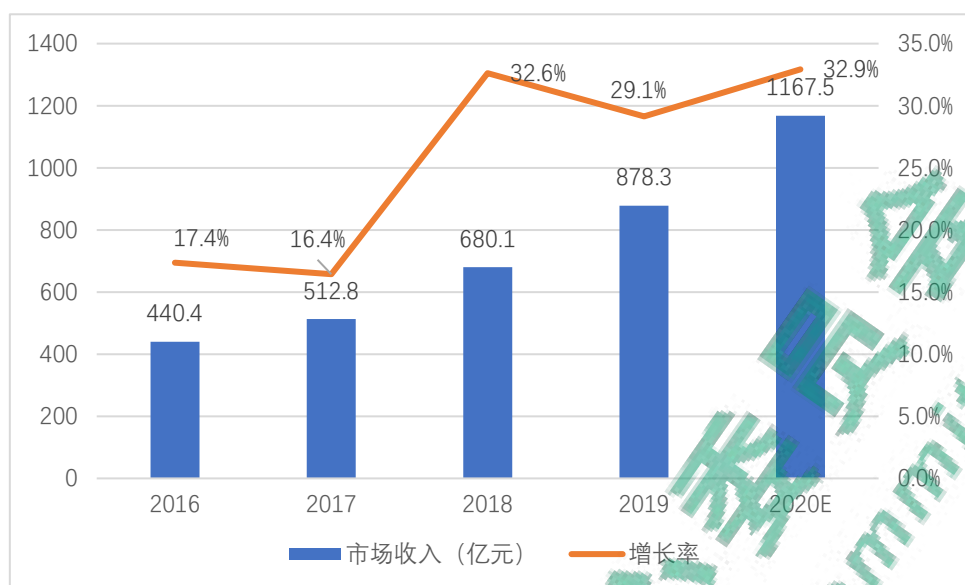
来源：工信部信息通信发展司

数据整理：中国信通院

图 5 我国数据中心机架规模

受新基建、网络强国、数字经济等国家政策影响以及新一代信息技术发展的驱动，我国 IDC 业务收入保持高速增长。根据中国信息通信研究院统计，2019 年我国 IDC 行业市场收入达到 878 亿元左右，近三年复合增长率约 26%，预计未来仍将保持快速增长势头⁹，具体见图 6。

⁹我国 IDC 市场收入指数据中心基础设施相关业务收入，包括机柜租用、带宽租用、服务器代理运维等服务，不包含云计算业务收入，主要依据 IDC 牌照企业的收入数据统计计算。



来源：中国信通院

图 6 我国 IDC 市场规模

（四） 我国数据中心产业热点

1. 新基建助推新一波数据中心建设热潮

2010 年，在电信、金融、互联网等行业需求的引领下，我国数据中心掀起了第一波建设热潮，除三大电信运营商外，银行出于监管要求以及业务智能化转型需求，互联网巨头出于安全性及长期成本考量，开始探索自建数据中心，第一波建设热潮也带动了一批第三方服务商的发展。2020 年，受新基建相关政策影响、企业业务需求增长等驱动，除了大型互联网企业外，具备现金流及盈利能力支持的云计算厂商及新生代互联网公司加入自建大军，加大面向未来的数据中心投资建设力度与技术研发攻坚以响应国家新基建的号召，应对未来市场竞争和业务挑战。如 2020 年 4 月，阿里云宣布 3 年增资 2000 亿元，用于包括数据中心建设、服务器、芯片、网络、云操作系统等云计算

基础设施投资；5 月，腾讯宣布未来五年投入 5000 亿，用于数据中心等新基建项目的建设布局，7 月腾讯清远超大规模数据中心正式开服，数据中心集群规划容纳服务器超过 100 万台；百度陆续启动位于河北保定的百度徐水智能云计算中心项目、百度定兴智能云计算中心项目，宣布未来 10 年云服务器超 500 万台。企业级云计算运营商有孚网络目前在北上深运营五个高等级数据中心，在建项目超 15000 个机柜，UCloud、金山云、快手等也启动了自有数据中心建设。

2. 数据中心建设逐渐形成聚集区协同发展的局面

当前数据中心建设布局由原来的“各自为营”向“协同发展”迈进。在我国云计算兴起之初，数据中心行业存在盲目、重复建设问题，大部分数据中心布局在一线城市以及东南沿海经济发达地区且规模偏小，能效水平低。国家和地方政府陆续出台相关政策，推动重点区域做好区域产业规划、产业对接，逐渐形成了京津冀、长三角、粤港澳等聚集区协同发展的布局。北京、上海、广州、深圳数据中心需求规模较大，供给较少，存在一定缺口，周边地区土地、电力等资源充分，交通便捷，成本相对较低，逐渐承接一线城市的溢出需求。近年来，河北省、天津市、江苏省、浙江省、广东省（除广州、深圳的其他地区）等距离较近地区，紧抓产业快速发展机遇，建设了大量数据中心，且网络质量较好，大部分直连或经一次跳转到达骨干节点，半数以上为多线网络接入，基本按照较高可用等级建设，在规模和能力上具备承接外溢需求的条件，逐渐与一线城市协同发展、联动发展。

3. 我国数据中心市场竞争逐渐呈现多格局态势

电信运营商和第三方 IDC 服务商仍是我国数据中心的主要参与者。

数据中心建设受 IDC 运营资质、网络部署、能耗指标、资源（电力、用水、土地等）等条件限制，对投资运营主体的要求较高。目前我国三大基础电信运营商仍占据主要市场，截至 2019 年三大基础电信运营商共占我国 IDC 市场约 60% 的份额，其中中国电信最高占比约 29%，中国联通、中国移动分别次之。此外，第三方服务商是除基础电信运营商外的重要组成部分。第三方服务商的龙头效应显著，据《中国数据中心第三方运营商分析报告（2020）》¹⁰显示，我国 Top10 第三方服务商包含万国数据、光环新网、世纪互联、中金数据、数据港、宝信软件、鹏博士、科华恒盛、秦淮数据、奥飞数据，占据第三方 IDC 市场份额约 45%。除此之外，还存在大量经营数据中心业务的中小企业，它们的实力同样不可小觑。在新基建带动下，云计算、人工智能、金融科技、智慧医疗等新兴产业规模会持续扩大，对数据中心的需求会越来越高，更多的投资和运营主体涌入进来，如转型的钢铁企业、房地产企业、数据中心设备商等，市场竞争愈发激烈。

基于分担风险、整合资源等考虑，数据中心合建模式越来越多。

云服务、电商、视频等应用市场竞争已进入白热化，为了提高自身服务品质、保障数据安全、控制基础设施成本，同时基于长远的技术、业务发展需要，大型互联网企业逐渐规划自建数据中心，成为一大重要的数据中心持有和运营主体。建设模式上，大型互联网企业除自建

¹⁰ 中国信通院云计算与大数据研究所发布的《中国数据中心第三方运营商分析报告》

自运维数据中心外，还与电信运营商、第三方运营商合作建设，以期充分发挥运营商的网络带宽优势、第三方运营商的运维服务优势、大型互联网企业的技术和应用需求优势，同时整合土地、电力、能耗、带宽等方面资源，减少资金投入压力和销售压力，提高建设和运维效率、降低投资风险、缩短回报期。

4. 资本市场加持为数据中心建设发展注入新动能

政策引导国家与民间资本大量涌入，数据中心投融资市场表现活跃。随着国家新基建政策的快速推进，数据中心投资力度不断加大，多个省份公布数据中心新基建规划，据不完全统计，24 个省份公布的新基建项目约 2 万个，投资超过 48 万亿，其中包含大量数据中心项目。加之社会舆论广泛调动社会及民间投资积极性，如 2020 年 9 月基汇资本完成 IDC 的最新一轮募资，金额高达 90 亿人民币。根据中国信通院测算，2020 年数据中心建设投资会达到 3000 亿元，预计未来 3 年，数据中心产业投资将增加 1.4 万亿元。

资本激活融资市场，上市公司融资压力有所缓解，为数据中心企业发展注入新动能。如世纪互联 9 月完成 4 亿美元 ADS 增发，其中 80% 将用于数据中心建设与战略性并购；秦淮数据 8 月完成了上市前的新一轮融资，于 10 月实现 IPO，成为继万国数据、世纪互联之后，国内第三家赴美上市的 IDC 供应商，IPO 所获募集资金，70% 用于新数据中心项目的开发和建设。

REITs 为数据中心产业增添新的融资渠道。为引导社会资本与产业精准对接，2020 年 4 月，中国证监会、国家发改委联合发布《关

于推进基础设施领域不动产投资信托基金（REITs）试点相关工作的通知》，将数据中心等新型基础设施列为“试点鼓励”条目。随着 REITs 试点如期推进，北京、上海等地发改委已启动试点项目申报工作，REITs 化将有效减轻数据中心经营者的融资压力，推动企业服务模式向轻资产转型，REITs 或将成为数据中心企业又一重要融资手段。但我国数据中心证券化尚处起步试点阶段，暂未出台税收配套政策，加之申请主体须为第三方，企业后续申报及广泛应用仍需进一步探索。

5. 我国优秀绿色数据中心达到世界先进水平

我国数据中心能效水平不断提高，部分优秀绿色数据中心案例已全球领先。截至 2019 年年底，全国超大型数据中心平均 PUE 为 1.46，大型数据中心平均 PUE 为 1.55；规划在建数据中心平均设计 PUE 为 1.41 左右，超大型、大型数据中心平均设计 PUE 分别为 1.36、1.39，预计未来几年仍将进一步降低。

从绿色技术来看，国内数据中心不断创新绿色节能新应用，多个数据中心获得开放数据中心委员会（ODCC）与绿色网格（TGGC）联合开展的“数据中心绿色等级评估”AAAAA 等级。如 2019 年，字节跳动官厅湖大数据产业基地一期大规模应用了间接蒸发冷却技术，年均运行 PUE 达到 1.17，并实现 100%使用可再生能源；2019 年，腾讯光明（中国移动/万国数据）数据中心二期采用一路市电+一路高压直流 HVDC，探索 T-block、新型末段母线等技术，年均运行 PUE 达到 1.28；2020 年，万国数据北京三号数据中心推动大规模数据中心余热回收对外供热，提高能源利用效率。

三、 数据中心技术热点

（一） 数据中心基础设施技术热点

1. 数据中心预制化加快内外纵深扩展

预模块数据中心开启数据中心预制潮。随着信息技术快速发展和迭代,业务竞争日趋激烈,用户对数据中心的交付时间要求越来越高,另一方面,数据中心涉及的设备和系统繁杂,现场安装调试复杂,为了满足数据中心大规模快速高效部署,数据中心产业开始探索预制化模式,预先标准化设计,工厂组装、集成、预测试,现场即插即用,实现快速安装、快速交付,并减少现场施工带来的安全隐患。我国互联网企业研究数据中心预制模块已超过十年,定义数据中心内部电气、空调、机柜等子系统以及外部基础设施的接口要求,发布《数据中心预制模块总体技术要求》等通信行业标准,将数据中心的建设由工地迁移到工厂。

数据中心预制化加快向内外纵深扩展,实现部件预制、设备预制、系统预制及建筑预制。供配电设备预制装配化在数据中心已经成为一种发展趋势,将零散设备集成化,可实现整体设计和交付,减少建设施工成本。近年来,出现了众多更深入的技术创新和探索,如一体化PDU将插接件与PDU二合一设计,去除接线盒,快插连接,可解决高功率配电机柜接入问题、减少故障点、提升可用性。柴发主机预制化较为成熟,如集装箱式的柴发,但配套系统工程属性较强,互联网企业将柴发配套的进排风系统、供油系统、消防降噪等进行整体设计

和预制，实现更为全面、彻底的柴发预制化。巴拿马电源项目，将外电 10kV 输入、中压配电、变压器、低压配电等集成优化，缩短供电链路，可工厂预制并测试，按需扩容，提高供电效率。在制冷系统方面，部分厂商开始探索集成化的冷站。向内，为了满足数据中心 ICT 设备快速部署，互联网公司提出了天蝎整机柜服务器方案，将服务器节点与机柜系统融为一体，按照集中供电、集中散热、集中管理、高密度设计，交付效率提升 20 倍，日交付能力提升至 1 万台。向外，为了加快数据中心建设，缩短数据中心建筑的建设时间，部分数据中心探索建筑预制化，采用钢结构模式，将柱、梁、楼板等构件在工厂预制，现场安装，可大幅缩短施工工期。

2. 液冷产业生态正在形成

高密度大型数据中心不断涌现，液冷技术散热优势明显。随着人工智能、大数据等技术和应用的日益成熟落地，实际业务对数据中心等底层基础设施的性能要求越来越高。性能提高直接导致服务器功耗不断增加，尤其是芯片制程提升变慢导致功耗提升加速，通用 CPU 的 TDP（Thermal Design Power，散热设计功耗）持续增加，已从最初的 100W 左右逐步增加到最高可达 400W，单台通用服务器满载功率已逼近 1 kW，用于 AI 训练的机器单机功率甚至高达 2.6kW，未来 AI 训练 GPU 单机预计最高可达 10kW。另一方面，云计算数据中心的单体规模越来越大，成千甚至上万机架的数据中心屡见不鲜，超大型数据中心不断涌现。无论是对于局部散热还是整个数据中心散热而言，风冷技术均趋于能力极限，且每年会产生大量的电力消耗，增加

了数据中心的运维开支。液冷技术通过液体作为热量传输媒介，达到降低设备温度的目的，液体可以直接导向热源带走热量，不需要像风冷一样间接通过空气制冷，对于密度高、规模大、散热需求高的数据中心优势明显。

液冷产业生态已初步建立，标准体系日趋完善，我国已出现规模化商用案例。液冷相对于数据中心传统风冷方式而言是一项创新和革命性技术，IT 设备及基础设施的改造需大量研究投入，液冷数据中心的运维和监控也需随着液体的引入而改变，亟需相关标准对液冷的发展进行引导和规范。2017 年中国信通院联合液冷上下游企业在 ODCC 成立“冰河”项目组，于 2019 年发布了冷板式、浸没式、喷淋式、冷却液体、验证测试等方面的标准。相关标准研制推进了产业生态的建设和完善，引导了技术的成熟落地，“冰河”项目因突出的技术研究和生态建设贡献，于 2019 年获中国国际大数据产业博览会（数博会）授予的“黑科技”奖。当前，阿里、腾讯、百度、美团等国内大型互联网用户方均开始了数据中心液冷应用，其中，阿里巴巴张北、杭州等多个数据中心已开始大规模的浸没式液冷集群部署。

3. 边缘数据中心开启探索和部署

针对不同应用场景，边缘数据中心部署形态不同，如一体柜、微模块、集装箱等。一体柜的形式，常用的是 24U 或 42U 的规格，可容纳多台服务器，占地面积小，可工厂预制，客户按需采购部署，现场插电即可使用，适合车联网、智慧城市、视频监控等应用场景。微模块产品是由一排或两排机架通过封闭通道形成的小型机架集群，机

架集群由 UPS（或配电柜）、近端制冷设备、监控、IT 设备等组成，可具有独立的供配电、制冷、监控、布线、安防等系统。微模块产品的规模灵活、预制化以及快速上线等特性，适用于对时延要求高的计算类边缘数据中心的部署以及使用。目前，国内外企业开始了边缘数据中心的探索和部署，大都采用模块化方式，如 Vapor IO 的边缘数据中心采取集装箱的形式，内部部署高密度 IT 机架，可以支持高达 150kW 的电力容量；EdgeMicro 公司计划在蜂窝塔等地点部署数百个模块化数据中心，灵活提供边缘算力所需的机架规模；腾讯在 2020 年 10 月开放了第一个边缘计算中心，通过自研 Mini T-block 技术搭建，将若干 IT 机柜、配电设备、冷却设备以及网络、布线、消防等设备和模块集成于同一单位体积内。

4. AI 等技术逐步提升数据中心管理水平

随着数据量的高速增长，新建数据中心以大规模、超大规模为主，大量的设备和复杂的系统为高效管理带来了挑战。随着，IoT、AI 等新技术的广泛应用，数据中心正在加速实现自动化、无人化、智能化。在基础设施管理方面，可实现基础设施和多个子系统的集中管理，通过数字化 3D 和数字孪生技术，实现全局可视，包括部件级、设备级、链路级、数据中心级的运行状态、关键参数、故障告警等信息，帮助管理者更直观的掌控数据中心运行状态。在节能优化方面，基于历史数据，通过神经网络算法，指导数据中心根据当前负载工况，按预期进行对应的优化控制，实现最佳能效。如数据中心冷冻水空调系统有成百上千的传感器，设备运行工况复杂，百度、华为等公司探索使用

AI 技术深度理解数据中心制冷控制需求，预测湿球温度，结合业务负荷情况，预测数据中心的制冷负荷和设备最佳运行工况，自动下发并执行系统最佳精细控制策略，大幅提升数据中心能源效率，部分场景下可降低制冷系统能耗 15%以上。除 PUE 优化外，管理平台还可与 IT 设备联动，通过 IT 业务变化动态调节制冷输出，实现整体最优能效。在智能运维方面，AI 预测性维护可以提前识别关键故障（如螺钉松动引起的高温起火风险），取代季度性的人工测温，减少大量人工运维，降低运维成本。

5. 规模化热回收成为数据中心能源再利用的有效途径

数据中心通过水回收、热回收等资源再利用方式，不断推进数据中心绿色发展的进程。当前，越来越多的数据中心使用水冷却系统，水资源消耗快速增长，WUE（Water Usage Effectiveness，水资源利用效率）逐渐得到数据中心管理者的重视，并作为关键指标进行统计、优化。数据中心水回收主要包括排污水再回收、雨水回收等形式。排污水水质具有高盐分、高硬度、高碱度特点，需通过改变浓缩倍数，降低排污水的无机盐含量，一般采用膜法处理后再次回到循环水或其他用水点。对数据中心来说，将雨水作为一种资源去回收利用，回收后的雨水经过净化、消毒等技术处理后，可以作为市政供水的一种有效补充。

当前数据中心的废热能源普遍存在热能品质低、无法直接利用的情况，往往需要借助热泵技术对能质进行提升，再通过区域供热管网输出至用户侧使用。同时，利用设置在能源站内的储热罐为供热及分

配提供灵活性，除基本热力需求外还可与公共供热网络连接协助冬季用热调峰。万国数据北京三号数据中心成功推动数据中心余热回收对外供热，项目使用螺杆式水源热泵对外实现供热，对内实现了降低数据中心能耗。

（二） 数据中心 IT 设备技术热点

1. 数据中心服务器定制化加深以应对不同业务场景

数据中心业务多样性催生适用于特定场景的定制化服务器。随着数据中心上层业务的丰富化、各类应用场景的特定需求越来越多，为适用某一类具体应用的定制化服务器逐渐涌现，ODCC 平台发起成立了电信开放 IT 基础设施 OTII（Open Telecom IT Infrastructure）、天蝎整机柜、方升 COCI（China Open Cloud Infrastructure）等多个定制化服务器的开源项目研究。如中国移动等运营商为适应电信网络向 NFV 场景转型和布局边缘计算新兴领域，发起成立了 OTII 项目，联合产业力量探索统一规范的定制化边缘服务器，OTII 服务器为适应狭小的边缘环境，深度不到普通机柜深度的一半，同时还进行了耐高温、耐腐蚀、抗潮湿等技术升级。阿里、腾讯、百度等互联网企业面向云计算场景的全新一代基础架构及硬件，自主研发了“天蝎”整机柜服务器，目前已升级到 3.0 版本，可兼容 21 英寸/19 英寸服务器规格，支持 12V/48V 集中供电。为推动我国云数据中心硬件标准化，阿里巴巴发起 COCI 服务器项目，相对通用服务器，COCI 云服务器定义为前出线架构，提升了架构演进能力，改善了维护环境，使维护效率

提高。

2. 人工智能推理和训练的高计算要求使 AI 服务器需求旺盛

随着深度学习算法的持续迭代，AI 算力要求越来越高，AI 服务器市场火热。中央处理器 CPU 采用串行逻辑，可以执行许多复杂的数学运算，对于解析或解释代码中的复杂逻辑效果明显，可以有效管理服务组件的所有输入和输出。但 CPU 并非训练复杂机器学习模型的理想选择，为了训练和推理数据量庞大、迭代层次众多的机器学习模型，服务器必须辅以 GPU 等人工智能芯片。随着人工智能技术的快速发展，从前仅用于高端游戏和 HPC 领域的人工智能芯片，逐渐扩大到通用服务器中。据 IDC¹¹统计，2019 年中国人工智能基础架构市场规模达到 20.9 亿美元，同比增长 58.7%。其中 GPU 服务器占据 96.1% 的市场份额，预测到 2024 年中国 GPU 服务器市场规模将达到 64 亿美元，AI 服务器市场持续火热。

AI 服务器的发展日新月异，逐步衍生出云端和边缘端两类典型应用场景。不同场景下对训练和推理的需求并不相同，云端由于数据容量大导致训练和推理需求都很高，而边缘端主要以推理业务为主，云端和边缘端是 AI 服务器的两类典型应用场景。全球大型的云服务商依靠 AI 服务器研发基于云的 AI 平台对外提供服务，如 IBM Cloud 平台、Google 开发的 Google Compute Engine 云平台、阿里巴巴的飞天 AI 平台、腾讯的腾讯云人工智能应用服务、华为的 Atlas 智能计

¹¹ 《人工智能基础架构市场（2019 下半年）跟踪》[R]. IDC,2020.

算平台等，均为云计算与 AI 服务器结合支撑人工智能业务。而边缘端受功耗、存储、体积、环境、供电等条件制约，AI 服务器无法应对大规模的计算密集型和存储密集型的训练任务，因此边缘端部署的主要是推理型 AI 服务器，更多地支撑智能电话、无人机、工业机器人、智能相机以及各种 IoT 设备的应用。

3. 存算分离技术将大幅提高设备利用率

存算分离实现计算与存储解耦，设备利用率显著提高。传统的存算一体化架构中，存储与计算紧密结合，造成面对海量存储，所需设备数量多；存储与计算利用不均，却需同步扩展；数据应用相互隔离，资源共享困难等诸多问题。不同于传统的存算一体化架构，存算分离将计算与存储解耦，其功能分别由单独的集群负责，并通过网络进行数据交互。同时，计算和存储可根据业务需求，独立进行扩展。存算分离可显著提升存储与计算设备的利用率，并有效促进数据中心总体成本最优，在支撑大数据、人工智能等业务发展等方面取得较好的效果。部分金融、电信运营商等企业应用采用存算分离技术后，设备相关成本大幅降低。

4. 数据中心 IT 设备国产化速度加快

我国数据中心 IT 技术与设备呈现技术实力逐步增强，国产化设备市场占有率不断提升的发展趋势。近年来，国家大力推进信息技术应用创新产业的发展，芯片、操作系统、数据库等技术与设备的研发不断深入，以国产芯片为例，包括服务器芯片、交换机芯片、光通信

芯片等技术的研发正在不断加速推进并取得了一定进展，如华为率先成功研发 800G 光通信芯片，技术大幅领先国内外厂商。在新技术应用方面，根据 IDC 数据显示，2019 年我国 AI 服务器市场中，浪潮、华为、曙光名列前三位，三家公司的市场份额超过 73%；2019 年我国企业级存储市场中，华为、新华三、联想、海康威视四家市场份额占比超过 50%，且市场占比仍在不断提升。

（三） 数据中心网络技术热点

1. 数据中心间互联技术创新推动数网协同发展

业务需求不断推动数据中心网络技术快速发展，数据中心成为网络创新制高点。作为云计算、大数据、人工智能、物联网等信息技术与产业的基础支撑，数据中心面临着数据中心单体规模不断扩大、计算和存储等技术加速演进、上层业务应用快速发展的现状和问题，其网络也遇到了大规模网络建设成本高、运维难，计算、存储、上层业务应用对网络需求多变的挑战。为了更好的解决上述问题，迎合数据中心发展对网络的需求，当前数据中心网络在大规模网络可管可控、降低建设成本、提高传输效率、简化运维工作等方面不断进行技术突破与创新，并不断加快产业化进程。数据中心网络在业务需求驱动之下，已经成为网络创新的重要场景。

数据中心规模大型化、业务应用云化的趋势使得数据中心间互联的需求不断涌现，如本地数据中心与互联网数据中心、同一服务商的多个数据中心、以及不同服务商间的数据中心等均有互联需求，对数据中心间互联网络技术发展与创新产生了重要影响。DCI相关的新技术研究不断深入，通过技术创新，提供更加平滑、扩展性更强的链路，

尽可能减少跨地域带来的传输效率与成本问题。依靠业务需求和技术创新并行驱动网络架构创新，数据中心间互联互通，将促进数据中心与网络高度协同、相互融合，以满足各种上层业务对网络的需求。

2. 高性能智能无损网络实现数据中心网络与计算、存储协同

智能无损网络通过 AI Ready 的硬件架构及 AI 智能无损算法，保证数据中心网络在零丢包的基础上，实现高吞吐、低时延，加速计算和存储的效率，帮助数据中心构建统一融合的网络。在计算协同方面，智能无损网络针对 HPC 场景，进行技术改进创新，使集合通信开销大幅降低。在存储协同方面，通过访问控制、故障倒换、长距双活等技术，使网络与存储一体化融合优化加速，实现存储系统性能的大幅提升。当前，智能无损网络技术已广泛应用于互联网、金融、政府、超算、工业等行业，助力企业大幅提升了生产等业务性能。同时，智能无损网络的标准化进程不断加速。2020 年，中国信通院、百度、腾讯、美团、京东、华为等单位联合在 IEEE 成功进行“智能无损网络”项目的立项，其中基于优先级的流量控制（PFC）、动态虚通道（DVL）、死锁预防（Deadlock-Free）等部分关键技术也已经在 IEEE802.1 开展标准化工作。

3. 数据中心“三网合一”或将统一内部网络降低建设成本

数据中心网络技术选型与应用需求高度相关，以太网、FC 网络、

IB 网络分别被应用于数据中心互连网络、存储网络、计算网络的建设，以适应不同业务场景对网络在带宽、时延、可扩展性等方面的需求。然而，FC 网络、IB 网络建设成本相对较高；并且多种网络建设方案，使得数据中心网络运维工作量较大。业界积极开展“三网合一”相关技术的研究，努力将互连网络、存储网络、计算网络合并成一种网络。RDMA（远程直接内存访问）技术具有高吞吐、低时延、低 CPU 开销的特点。近年来，研究人员将 RDMA 技术与以太网相结合，并进行改进和创新，使得网络可同时承载互连、存储、计算等业务，逐步推进数据中心“三网合一”的发展。预期基于 RDMA 的“三网合一”技术成熟后，将在数据中心网络建设、运维等方面发挥成效，有效降低数据中心网络的 TCO（Total Cost of Ownership，总拥有成本）。

4. 可编程网络加快发展助推数据中心网络可管可控

传统交换机存在迭代发展冗余设计较多、业务逻辑与转发硬件绑定程度高、报文处理逻辑不可更改、不同交换机运维监控互不相通、研发周期较长等问题，无法适应当前数据中心对网络设备低功耗、低时延的性能要求，以及业务优化、故障诊断、需求快速响应、协议灵活应用的功能要求。可编程网络技术是解决上述问题的有效方式，近年来，包括 SDN、可编程交换芯片等在内的可编程网络技术发展不断加快。其中，可编程交换芯片支持用户深入研究和控制网络的底层，在增强网络灵活性、验证与部署新协议、将分布式计算部分迁移到交换机等方面表现优异，备受业界关注。目前，Barefoot、Broadcom 等公司已经发布了可编程交换芯片。

5. 智能网卡有望进一步提升数据中心网络性能

数据中心内部网络大带宽、低时延的高性能要求和服务器 CPU 处理网络传输数据负载高、效率低的矛盾，促使网络传输数据由 CPU 转向网卡；而网络虚拟化等技术的发展，又使得数据处理协议和方式处于不断变化之中，需要对网卡功能进行更为灵活的调整。智能网卡既能处理高速的网络数据流，又能对网卡进行编程，以实现定制化的处理逻辑，成为网卡技术的演进方向。近年来，各大企业不断加大智能网卡硬件设计、软件设计、开放式拥塞控制技术等方面的研究，未来随着智能网卡的发展和应用，数据中心网络性能有望进一步提升。

四、 我国数据中心行业应用

（一） 行业应用总体情况

从应用模式看，数据中心从企业自用数据中心（EDC）向互联网数据中心（IDC）转移。当前 EDC 数量远多于 IDC，EDC 呈现个数多、规模小、技术差的特点，企业自用数据中心规模一般在 500 平米内，服务器不超过 500 台，不少中小企业的数据中心尚没有机架，仅存放几台服务器、交换机，缺乏完备的供配电、制冷系统。而 IDC 整体规模较大，且新建数据中心朝着超大规模发展，单体数据中心部署服务器超过百万台，技术较为先进。随着企业数字化转型快速发展，对数据中心的要求也不断提高，企业自用数据中心逐渐减少，应用需求逐步转移至更为专业的 IDC 内，更好地支撑业务发展。预计未来

5-10 年，IDC 总体规模将超过 EDC。

从应用行业来看，数据中心应用逐渐多元化，加速向第二产业渗透。应用领域方面，各大产业信息化发展过程中，数据中心都是必不可少的基础设施，数据中心应用遍布三大产业，涵盖农业、采矿业、制造业、金融业、交通、信息传输、软件与服务业、教育、医疗卫生等。其中互联网、通信行业发展最早，占据主要市场份额；其次金融、政府行业信息化数字化相对较早，伴随金融科技、数字政府的推动，政府和金融行业数据中心应用逐渐深入，规模快速增长，市场份额达到 20%以上；随着“互联网+”、工业互联网、5G 等国家战略的推进，制造、能源等行业数据中心需求不断增长；当前，车联网、远程医疗、远程教育等应用发展迅速，交通、医疗、教育等行业的数据中心逐步加速。未来，随着“新基建”的推进，数据中心将加速向各行业扩展和渗透，数据中心在通信互联网行业积累的经验和技術也逐渐向其他行业输出。

（二）通信互联网行业引领数据中心产业技术发展

通信互联网行业数据中心应用比较成熟，技术水平总体较高。通信行业从 90 年代起就开始了数据中心的建设，起初是为了支撑电信业务的发展，后期逐渐为其他行业提供服务；2000 年我国互联网兴起，其数据中心开始起步，最初以租用第三方服务商的数据中心为主，随着业务发展需求不断提高和需求量的快速提升，互联网企业开始自建数据中心，自研适合自身业务的关键设备和系统，积累了众多技术创新成果，如整机柜服务器、多节点服务器、微模块数据中心、预模

块、高压直流 HVDC、间接蒸发冷却、液冷等，大幅提高了数据中心运行效率，有效降低成本和 PUE。国家新基建政策推出后，互联网巨头纷纷宣布进一步加大数据中心领域的投资和技术研发，预计未来几年互联网行业仍将带动数据中心技术创新。

（三）金融行业数据中心建设应用较为完善

金融行业数据中心的发展目前处于较为完备的阶段，基于安全性和行业监管需求，大型金融企业数据中心已基本形成两地三中心的布局。金融业数据中心的建设部署与金融业需求和发达程度高度相关，一线城市、东部沿海省份等地金融数据中心占比较高，超过 40%。从具体应用来看，规模普遍不大，超九成的数据中心机柜数量小于 200，而大于 1500 个机柜的数据中心占比不足 2%；上架率总体较高，大多超过 50%；实际运行 PUE，大多数金融数据中心在 1.5 以上，这与金融数据中心规模较小、冗余度较高有一定关系，也说明了金融数据中心在能效方面有待提升。

专栏 1：【金融数据中心应用案例】

某大型银行 2000 年左右将分布在全国的 30 多个数据处理中心集中到位于北京、上海的两个大型数据中心，2004 年又实施了数据中心整合工程，将全行主要生产系统集中到上海数据中心，北京数据中心作为异地灾备中心。2014 年，上海同城备份中心投产，可达到同城数据中心之间数据零流失、系统并行运行，真正实现“两地三中心同城双活”。

（四） 制造业数据中心应用正处于快速上升阶段

制造业信息化发展逐步加快，日益增长的数据应用对数据中心需求提高。随着信息通信技术的发展及其与传统产业的融合加深，越来越多制造业企业面临数字化转型，由此带来的数据分析、数据管理、数据存储等业务需求逐渐提高。此外，随着工业互联网在制造业的广泛应用，制造企业需操控管理庞大的联网设备群，所面临的数据不仅数量快速增长，形式也复杂多样。除了传统的结构化文本数据，还包括越来越多的图像、视频、声音等非结构性数据，快速高效地存储、管理、应用数据的诉求，使得制造业企业对数据中心的需求越来越高。

专栏 2：【制造业数据中心应用案例】

青岛威奥轨道股份有限公司是一家为高速列车及城轨、地铁车辆提供内装模块化产品与零部件的专业化公司，公司自建“智能制造数据中心”，采用私有云模式，通过虚拟化技术，构建了计算资源池、存储资源池、网络资源池，面向本公司工业物联网生产线的数据应用、供应链分析优化、潮汐制造和生产计划排产等场景。

制造业的信息化发展和工业互联网建设，较依赖边缘数据中心提供计算支撑。随着制造生产业务对于低时延、高可靠的要求不断提高，只有将计算能力下沉，匹配物联网中海量终端节点对于处理能力的要求，才能更好地在万物互联中实现智能化。边缘数据中心靠近应用侧且拥有远高于设备级的计算能力，负责本地业务及时处理执行，可更好地满足制造业对数据的实时计算要求。当前，与 5G 结合的低时延工业互联网场景还未完全明朗化，边缘数据中心的规模还并不高。未来，

随着制造业的信息化发展以及工业互联网建设推进，边缘数据中心将掀起建设热潮。

（五） 电力行业数据中心正加速转型升级

我国电力行业信息化程度不断提高，能源互联网建设进程不断加快。电力行业先后提出了“云大物移”、“三型两网”¹²、智慧能源等建设目标，深入应用大数据、人工智能、区块链等技术，推动电力企业数字化转型，加速推进能源革命与数字革命融合发展。电力数据中心作为电力数据的有效载体，其发展直接关系到数据价值的挖掘和应用，对电力企业经营管理、电力生产、社会能源节约都具有重要的现实意义，电力行业的数据中心建设速度正在加快。当前，电力行业大型数据中心以支撑自身业务为主，并不断以绿色化、智能化、定制化为方式，推动数据中心建设。同时，国家电网等公司，结合供配电资源优势，提出了多站融合的建设目标，将变电站、储能站、数据中心

专栏 3:【电力行业数据中心应用案例】

2011 年，国家电网公司在北京、上海、西安三个城市建成数据灾备中心实现公司各类数据本端到灾备端的数据复制，灾难发生后，灾备端数据回传本端恢复使用。在数据级灾备基础上，国家电网利用应用同步技术与应用切换技术实现本端与灾备端的应用系统同步即应用级灾备中心。在数据级灾备中心及应用级灾备中心的基础上，国家电网公司提出集中式数据中心计划，并于 2015 年底初步建成集中式数据中心，将三地灾备中心升级为主要生产数据中心，本地主要保留网络汇集功能，用户远程集中访问，三地互备，实现本端与灾备端的应用系统同步。

¹² “三型”指：枢纽型、平台型、共享型；“两网”指：坚强智能电网、泛在电力物联网。

站等结合到一起，更加充分地利用现有资源。多站融合数据中心站具有规模小、数量多、分布广的特点，预期将是边缘数据中心的重要组成部分，可面向社会提供服务。总体上，我国电力行业能源数据中心基础设施建设与行业应用需求相适应，呈现“集中+分布式”的发展趋势，并在边缘数据中心方面积极探索。

（六） 煤炭行业数据中心尚处于起步阶段

煤炭是我国能源的重要组成部分，根据国家统计局的数据，2019 年，我国煤炭消费量占能源消费总量的 57.7%。煤矿作为我国主要能源生产单位，提高煤矿的数字化、信息化、智能化水平，对我国具有重要意义。当前，大型煤矿集团正在加快智能化建设，其中数据中心建设与集团组织架构高度相关，部分煤矿集团形成了集团总部、分公司及子公司、煤矿的三级数据中心建设方案。集团总部、分公司及子公司的数据中心分别承载相应的办公应用，煤矿数据中心则主要应用于对现场生产系统进行支撑。近年来，煤矿企业通过与电信运营商、互联网企业合作，持续推动包括数据中心、5G、工业互联网等技术在煤炭行业的应用，加快我国智慧矿山的建设进程。

专栏 4:【煤炭行业数据中心应用案例】

某煤矿企业从系统架构、服务平台、集成平台、大数据平台等方面进行数据中心的建设，系统架构采用 X86 和 ARM 芯片的服务器进行构建，提供异构资源池，满足传统应用与国产化应用的资源需求；服务平台采用分布式架构，弹性伸缩服务解决煤矿部分业务系统的潮汐现象；集成平台针对已建烟囱应用系统对接打通，提供统一的数据库组件解决传统应用技术规范不统一的数据库形态，为后续数据的标准化提供基础支撑；大数据平台针对矿上的办公、生产等数据进行统一汇聚形成企业数据资产库，结合实际业务场景采用人工智能技术进行深度挖掘，为企业提效降本。

五、 我国数据中心政策

（一） 国家层面政策

1. 国家数据中心示范基地树立数据中心产业园区标杆

国家层面持续开展新型工业化产业示范基地（数据中心）评选。

2017 年，工信部印发《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》，首次将数据中心、云计算、大数据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，并提出优先支持，旨在评选出在节能环保、安全可靠、服务能力、应用水平等方面具有示范作用、走在全国前列的大型、超大型数据中心集聚区，以及达到较高标准的中小型数据中心，发挥产业引领作用。经过材料审核、专家评审、征求意见等环节，2017 年河北张北云计算产业基地等三个数据

中心园区通过评审，2019 年上海外高桥自贸区等五个数据中心园区通过评审，具体如表 1。通过示范基地评选，带动了河北、贵州、上海、江苏等地数据中心聚集区的产业发展和技术进步，进一步促进了当地数字经济发展。

表 1 国家新型工业化产业示范基地（数据中心）情况

上报单位	基地名称	申报系列
河北省通管局	河北张北云计算产业基地	特色
江苏省通管局	江苏南通国际数据中心产业园	特色
贵州省通管局	贵州贵安综合保税区 (贵安电子信息产业园)	特色
河北省通管局	河北怀来	特色
上海市通管局	上海外高桥自贸区	特色
江苏省通管局	江苏昆山花桥经济开发区	特色
江西省通管局	江西抚州高新技术产业开发区	特色
山东省通管局	山东枣庄高新技术产业开发区	特色

来源：工信部网站

2. 《全国数据中心应用发展指引》引导产业供需对接

为引导各区域数据中心供需对接、提升应用水平，方便用户从全国数据中心资源中合理选择，工信部信息通信发展司从 2018 到 2020 年三次印发《全国数据中心应用发展指引》(以下简称“《发展指引》”), 并且将这些工作作为一项持续性工作推动开展，以期各区域根据《发展指引》提供的供需情况，主动做好相关应用需求的转移和承接，参见图 7。用户可根据业务需求，结合指引提供的重点考虑因素及相关

选择方法和参考数据，科学合理选择数据中心资源。在《发展指引》的引导下，北京、上海、广州、深圳等一线城市的部分应用需求逐步向周边地区和中西部地区转移，“一紧难求”的局面逐渐得到缓解，同时一线城市周边及中西部通过发展数据中心产业，推动了当地数字经济以及信息化产业的发展。



来源：工信部信息通信发展司

图 7 全国数据中心应用发展指引

3. 国家绿色数据中心政策推动产业绿色化进程

国家发布一系列政策引导数据中心绿色发展。2013 年，工信部联合四部委发布《关于数据中心建设布局的指导意见》，引导大型、超大型数据中心优先在中西部等一类、二类地区建设。2017 年，《关于加强“十三五”信息通信业节能减排工作的指导意见》提出到十三五末期，新建大型、超大型数据中心的 PUE 值达到 1.4 以下；新能源和可再生能源应用比例大幅提升；2019 年，工信部联合国家机关事务管理局、国家能源局发布《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》，再次提出到 2022 年，数据中心平均能耗基本达到国际先进水平，新

建大型、超大型数据中心的 PUE 达到 1.4 以下；2020 年 7 月，工信部等六部门联合组织开展国家绿色数据中心推荐，选择一批能效水平高、技术先进、管理完善、代表性强的数据中心进行推荐，引导数据中心完善 PUE、WUE 的监测与管理，加大绿色技术、绿色产品、清洁能源的使用，进一步提高能源资源利用效率。

（二） 地方层面政策

1. 热点地区筑高建设门槛控新增，强化技术引导提能效

我国一线城市业务需求旺盛且网络条件、运维保障等方面优势突出，但电力资源紧张，数据中心建设受能耗指标、用地、用电审批限制，存在批复难、建设难、扩容难等问题，数据中心供给不足、供不应求。各地相继出台政策以缓解供给侧的结构性矛盾，规避旺盛需求刺激下，数据中心“粗制滥造”建设的风险。2018 年，北京市更新《北京市新增产业的禁止和限制目录》，城六区禁止所有新建和扩建数据中心项目，其他区域禁止建设，PUE 在 1.4 以下的云计算数据中心除外，通过禁限目录规范数据中心有序建设规划。2020 年 6 月，北京市发布《关于加快培育壮大新业态新模式促进北京经济高质量发展的若干意见》及《北京市加快新型基础设施建设行动方案（2020-2022 年）》，提出推进数据中心从存储型到计算型升级，加强存量数据中心绿色化改造，加快数据中心从“云+端”集中式架构向“云+边+端”分布式架构演变；上海市接连发布《上海市推进新一代

信息基础设施建设助力提升城市能级和核心竞争力三年行动计划（2018—2020 年）》、《关于加强上海互联网数据中心统筹建设的指导意见》及《上海市互联网数据中心建设导则（2019 版）》，指出要严格控制新建数据中心，确有必要建设的必须确保绿色节能，并制定了 PUE 指标、建设功能、规模体量、选址区域多方面的门槛要求；深圳市发布《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的通知》，指出建立完善能源管理体系，实施减量替代，强化技术引导，对于 PUE 值低于 1.25 的数据中心优先支持；广东省发布《广东省 5G 基站和数据中心总体布局规划（2021-2025 年）》，指出优先规划布局绿色数据中心，各地市有序推进数据中心建设，先提高上架率，后扩容与新增。

2. 热点周边地区谋划提升引需求，提高服务能力接外溢

为缓解热点地区数据中心供不应求的结构性问题，河北、天津、内蒙古、江苏等热点周边地区纷纷出台政策激励数据中心快速发展，着力培育、提升承接热点地区外溢需求的能力。河北省 2020 年 3 月发布《关于加强重大项目谋划储备的指导意见》，指出将加速谋划一批数据中心项目，为新技术、新产业发展提供保障；天津市 2019 年 10 月发布《促进数字经济发展行动方案（2019—2023 年）》，指出将优化数据中心布局，打造区域数据信息枢纽；内蒙古自治区 2020 年 1 月发布《内蒙古自治区人民政府关于推进数字经济发展的意见》，指出继续支持大型企业数据中心建设，鼓励开展云计算、边缘计算应

用，建设绿色数据中心，降低能耗；江苏省 2020 年 5 月出台《关于加快新型信息基础设施建设扩大信息消费若干政策措施的通知》，提出优化全省互联网数据中心布局，保障项目用地、能耗指标配额。除了发布政策文件外，部分地方政府，围绕数据中心核心区域提出一系列重点项目加速落地的方案和规划。

3. 中西部地区鼓励找准定位促发展

西部地区能源充足、气候适宜，但距离热点地区用户较远，部分省份数据中心供大于求。青海、甘肃纷纷出台政策明确产业定位，引导数据中心产业绿色发展，青海省 2018 年 3 月出台《关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的实施意见》，指出要培育和打造立足本省、面向全国的云计算数据中心与灾备中心；甘肃省 2019 年 11 月出台《关于支持丝绸之路信息港建设的意见》，提出建设物理分散、逻辑统一的信息港绿色云数据中心集群。

随着新基建政策的推动，湖北、江西也陆续出台了地方版新基建政策引导数据中心规模投产，促进新业务和经济发展。湖北省 2020 年 4 月出台《关于加快推进重大项目建设着力扩大有效投资的若干意见》，鼓励投资谋划一批大数据中心；江西省 2020 年 4 月出台《数字经济发展三年行动计划（2020-2022 年）》，强调加快推进大数据中心项目建设，打造国内领先的公共云计算平台。

六、我国数据中心发展展望

（一）我国数据中心产业规模仍将呈高速增长态势

数据中心作为关键信息基础设施，近年来我国市场规模总体快速增长，远高于全球市场平均增速。随着新基建等相关政策的推进，多个地方政府先后出台推动数据中心建设的政策文件，数据中心产业政策环境将持续完善。从产业需求来看，5G、工业互联网、物联网、人工智能等信息技术与应用正加速发展和布局，数据量爆增，对数据中心的需求不断增长，预计未来几年，我国数据中心产业仍继续保持高速增长趋势，加之摩尔定律的减速会进一步推升数据中心的增长速度，预测 2021 年，我国 IDC 市场业务收入将达到约 1500 亿元，到十四五末有望超过 4000 亿元。

（二） 数据中心企业差异化竞争构建优质生态圈

电信运营商及第三方服务商固有的存量市场叠加新服务商进入产生的增量市场，多方势力角逐日趋激烈。白热化的竞争加速数据中心优质化、透明化生态圈构建。各方出于自身优势及特点等多重因素考量，以差异化策略应对激烈竞争。运营商凭借网络核心优势加速数据中心、网络融合发展，布局边缘节点，如中国电信发布“2+4+31+X”的数据中心布局模式，充分利用各省靠近用户的数据中心资源建设边缘数据中心，满足低时延业务需求；中国联通发布 MEC 规模商用网络，未来将在全国完成上千个边缘节点建设，加速边缘数据中心的建设与落地，支撑 5G 等关键技术与应用。为巩固服务优势，第三方服务商持续强化提升运营管理能力及客户响应能力，2020 年万国数据 3 个数据中心获得“数据中心绿色等级评估”最高等级 5A 级，未来将启动更多数据中心绿色升级计划，探索可再生能源应用，以进一步优

化数据中心能效，降低运营成本；世纪互联除传统数据中心业务外，在云平台建设和运营、网络互联互通等方面的业务和产品日趋多样化，以满足客户各类业务需求。

（三） 数据中心作为技术密集型新基建将引领技术创新

随着新一代信息技术的高速发展，数据中心作为计算、存储、传输海量数据的实体，逐渐转变为复杂性的聚集地，变成资源密集型、资本密集型、技术密集型产业。数据中心挣脱了传统机房模式的桎梏，技术创新潮正在加速到来，转变为技术输出方。从科技的角度看，云计算等上层技术对数据中心的 IT 设备、网络等提出了更高要求，天蝎整机柜服务器、OTII 边缘服务器、无损网络、智能网卡、可编程网络等应运而生，成为技术新热点、研发新方向；从基建的角度看，数据中心是“风火水电”的设施配套，ICT 设备的演进与创新，倒逼基础设施加速变革，液冷、巴拿马电源、预制化等新技术新产品已部分应用于大型互联网企业数据中心。数据中心正在从拿来主义的技术输入方，发展新技术、新生态，未来必将成为下一波技术创新的制高点，全面体现新基建的科技内涵，更好地支撑上层应用发展，夯实数字经济之基。

（四） 数据中心多层次产业布局将进一步优化

地域分布方面，我国数据中心总体布局将渐趋合理。在国家及地方政策引导下，未来我国数据中心整体布局将逐步合理化。目前国内 31 个省、自治区、直辖市均有各类数据中心部署，内蒙古、河北、

贵州等能源充足、气候条件适宜地区的大型、超大型数据中心全国占比逐年上升，东部一线城市数据中心全国占比逐年降低，全国数据中心算力东密西疏的问题将进一步缓解。鼓励新建大型以上数据中心，特别是以灾备、冷存储等实时性要求不高的应用为主的超大型数据中心，优先在气候寒冷、可再生能源富集的西部地区建设，也可在气候适宜、可再生能源富集的中部地区建设；以游戏、金融等时延要求较高的应用为主的数据中心可在用户需求密集的东部地区建设。

形态发展方面，大型数据中心与边缘数据中心协同发展，边缘数据中心将规模部署。随着数据中心“新基建”持续助推全产业链转型升级，产业需求将进一步扩大，特别是随着 5G、工业互联网的发展，对数据中心网络时延等要求更加严苛，大型数据中心已无法满足处理海量数据及隐私数据对实时性、隐私保护等要求，未来将呈现大型数据中心与边缘数据中心协同发展的局面。集中化的大型数据中心负责处理对时延要求不高、计算量或存储量较大的业务。边缘数据中心致力于为实时性强、短周期数据分析类业务提供本地解决方案。大型数据中心与边缘数据中心在资源、数据、业务管理等层面协同，共同为上层应用提供服务。

（五）数网协同将成为数据中心高质量发展的保障

根据中国信通院云大所发布的《我国典型地区数据中心网络性能分析报告（2020 年）》，当前我国数据中心服务商不同城市间网络端到端时延大都高于 60ms，数据中心网络性能在支撑新基建、服务新动能方面仍有差距。从数据中心布局与应用情况看，在现有网络条件

下，数据中心与网络的协同还未产生“1+1>2”的效应，亟需网络优化支撑数据中心产业高质量发展。今年3月，数据中心与5G共同被列入新基建，意味着数据中心与网络的协同发展已上升至国家战略高度，数网协同势必将成为数据中心发展的下一站。数网协同不仅要求数据中心到用户之间的网络高效、可靠，还需要保障数据中心之间的网络互联质量。如Google、鹏博士等云服务商均已开始布局DCI网络的建设。Google采用软件定义网络建成B4网络，用以连接其遍布全球不同地区的数据中心，在流量调度、链路带宽利用率等方面已显现出重要作用。鹏博士基于SDN网络架构及资源，构建出DCI高速数据通道，以满足数据中心之间高速访问、协同运转、海量信息及时交互等业务需求。随着新一代信息技术的蓬勃发展，网络基础设施需要不断优化网络结构确保网络灵活性、智能性与可运维性，提供差异化网络服务以适应上层应用对数据中心提出的新要求。数网协同是数据中心与网络发展到一定阶段的必然结果，也将成为未来一段时期的重点发展方向。

（六） 第三方人才培养将成为缓解人才问题的有效途径

随着数据中心产业需求高速增长，大量新建数据中心投产，对数据中心运维人员的数量需求激增，另一方面，数据中心单体规模扩大，新技术层出不穷，对数据中心运维人员的知识水平、技术能力要求也不断提高，数据中心运维人才短缺成为突出问题，西部地区数据中心初级运维工程师供应不足，东部地区高水平运维人员招聘难。数据中心作为新兴产业，涉及学科、领域较多，尚无高校专业化的培养，第

三方机构和平台，探索数据中心运维人才培养新模式。如中国信通院联合企业、政府、高校等部门，采用理论+实操模式，通过定制化培训、专向培训向数据中心企业输送优质人才，在中卫等地已取得明显成效，支撑当地数据中心运维服务水平不断提高。未来第三方的人才培养培训，将成为缓解数据中心运维人才的有效途径。



附录：缩略语

ODCC (Open Data Center Committee)	开放数据中心委员会
COCI (China Open Cloud Infrastructure)	方升服务器
DCI (Data Center Interconnect)	数据中心间互联
FC (Fibre Channel)	光纤通道
HVDC (High Voltage Direct Current)	高压直流
IB (InfiniBand)	无限带宽
OTII (Open Telecom IT Infrastructure)	电信开放 IT 基础设施
PDU (Power Distribution Unit)	电流分配单元
PUE (Power usage Effectiveness)	电能利用效率
RDMA (Remote Direct Memory Access)	远程直接内存访问
TDP (Thermal Design Power)	散热设计功耗
TCO (Total Cost of Ownership)	总拥有成本
WUE (Water Usage Effectiveness)	水资源利用效率

在数据中心方面，面向互联网、通信、金融、工业等行业，聚焦数据中心的可研、规划、设计、建设、运维、布局、改造等相关咨询和评测领域，以及数据中心 IT、存储、网络、动环等关键设备领域，开展政府支撑、技术研究、标准制定、评估测试、咨询服务、培训交流、平台运作等工作。



支撑工信部、国家发改委、人民银行、国家科技部等数据中心相关政策、制度、专项的研究工作，以及京沪粤蒙苏甘冀琼渝黔青滇等地方数据中心相关政策的研究制定和落实执行工作。

支撑工信部、人民银行和国家电网等完成数据中心分级标准、绿色数据中心、整机柜服务器、微模块数据中心、液冷、智能无损网络、全闪阵列等数十项系列行业标准、团体标准、国家标准和企业强制标准的编制工作。

搭建全国首个数据中心大平台 (dcp.odcc.org.cn)，架起政、企、用、研的桥梁，全面支撑国家数据中心新基建的建设部署，促进数网协同、推动全国数据中心高质量发展。在工信部指导下，开展数据中心运维人才等培训工作。

提供数据中心可研、规划、设计、建设、运维、布局、改造全生命周期的咨询服务；搭建了数据中心全体系测试平台，拥有数据中心全套测试能力。

联系方式：dceco@caict.ac.cn

开放数据中心委员会 (ODCC)

开放数据中心委员会 (ODCC) 致力于数据中心领域的研究, 决策组成员包括腾讯、阿里巴巴、百度、中国电信、中国移动、中国信通院 (云大所)、京东和美团, 围绕服务器、数据中心设施、网络、边缘计算、新技术与测试、智能监控与管理等内容, 已发布 150 多项成果, 引领技术创新, 搭建活跃高效的生态圈和开放平台。



在产业界企业和专家们的共同努力下, 开放数据中心委员会(ODCC)成果日益丰富、影响力稳步提升, 已成为数据中心界知名开放平台。未来, 开放数据中心委员会(ODCC)将继续秉承“开放、创新、合作、共赢”的理念, 引领我国数据中心产业乘着“新基建”的东风踏上新征程, 相信 ODCC 的未来将如星辰大海般璀璨辽阔, 欢迎加入我们!

联系方式: ODCC@odcc.org.cn

网 址: www.odcc.org.cn

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62302842

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn



开放数据中心委员会

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62300095

传真：010-62302074

网址：www.odcc.org.cn

