新型数据基础设施发展研究报告

——推动全闪存数据中心建设，助力数字经济高质量发展

中国电子信息产业发展研究院

二零二二年八月

中国电子信息产业发展研究院

新型数据基础设施发展研究报告

——推动全闪存数据中心建设，助力数字经济高质量发展

中国电子信息产业发展研究院

二零二二年八月

中国电子信息产业发展研究院

【目录】

一、概述 . . . 3
（一）数字经济发展成为全球大国竞争的新赛道 . . . 3
（二）数据基础设施成为经济社会发展的新基座 . . . 3
（三）存力成为新型数据基础设施建设的新标度 . . . 4
二、发展现状及问题 . . . 5
（一）国际新型数据基础设施建设趋向成熟 . . . 5
（二）我国新型数据基础设施建设快速发展 . . . 7
（三）面临的问题和挑战 . . . 9
三、发展思路和路径 . . . 13
（一）发展思路 . . . 13
（二）发展路径 . . . 14
四、全闪存应用典型场景 . . . 17
（一）金融行业场景 . . . 17
（二）运营商行业场景 . . . 17
（三）医疗行业场景 . . . 18
（四）制造行业场景 . . . 18
五、政策建议 . . . 21
（一）优化数据基础设施布局 . . . 21
（二）强化核心技术产业能力 . . . 21
（三）加大政策引导支持力度 . . . 21
（四）强化数据安全保障能力 . . . 21

中国电子信息产业发展研究院

01 概述

（一）数字经济发展成为全球大国竞争的新赛道

一是世界各国积极争取数字经济发展主动权。各国竞相制定数字经济发展战略，如美国发布《联邦数据战略》、欧盟出台《欧盟数据战略》、俄罗斯编制《俄联邦数字经济规划》。**二是数据流通成为国际合作交流的重点内容。**如区域全面经济伙伴关系协定（RCEP）将数字贸易作为亚洲合作重要领域。欧盟通过 GDPR 数据保护“充分性”认定制度构建以其为核心的流通圈。**三是我国高度重视数字经济发展。**2020 年以来，陆续发布《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》《“十四五”数字经济发展规划》《要素市场化配置综合改革试点总体方案》等文件，明确提出要加快培育数据要素市场，建立健全数据流通交易规则，促进数据要素流通交易。

（二）数据基础设施成为经济社会发展的新基座

一是新型数据基础设施建设迫在眉睫。随着数字经济的快速发展，数据成为重要的生产要素，数据资源汇聚、共享、流通、应用的需求快速增加，对存储、计算、网络、安全等的要求也越来越高，传统的基础设施已无法满足要求，新型数据基础设施建设已成为经济社会发展的必然要求。**二是新型数据基础设施以支撑数字化发展为根本目标。**从广义上讲，新型数据基础设施是以支撑数字化发展为目标，以挖掘数据价值和保障数据安全为基本点，以实现数据要素的采集、汇聚、传输、存储、处理、开发、应用等为主要内容的制度体系和系统设施（图 1 所示）。从狭义上讲，新型数据基础设施是指支撑数据要素流通的各类硬件设施和软件平台。**三是新型数据基础设施应具备“五高”特征。**为充分发挥数据生产力的作用，新型数据基础设施应具备**“高存力、高算力、高运力、高安全、高能效”**的特征。**（见图 1）**

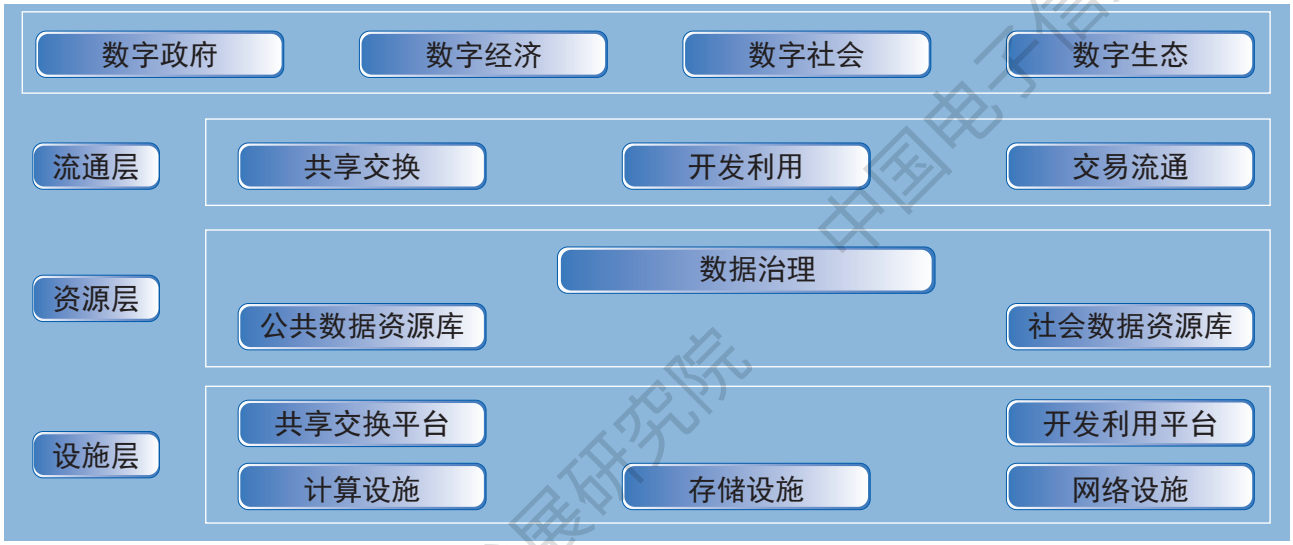


图 1：新型数据基础设施示意图

（三）存力成为新型数据基础设施建设的新标度

一是存力代表了以数据存储为核心的综合表现。存力[①]是指数据的存储能力，是以存储容量为核心，包含性能表现、可靠程度、绿色低碳在内的综合能力。以存力为支撑，协同算力“算得快”、网络“传得稳”，数据基础设施才能充分发挥数据要素红利，赋能数字经济高质量发展。**二是全闪存数据中心成为“高存力”的典型代表。**全闪存数据中心是以先进闪存存储介质、高性能以太存储网络、数据灾备等技术为基础，汇聚高质量存力资源、结合绿色低碳技术、建设高速网络传输、融合多维数据保护，提供多元、高效、安全、绿色存力服务的新型数据基础设施。全闪存数据中心具备**介质闪存化、网络 IP 化、数据保护立体化、存算解耦化、管理智能化**等特征，可承载千行百业的高价值数据，为数据要素市场的建设和发展提供关键动力。**（见图 2）**

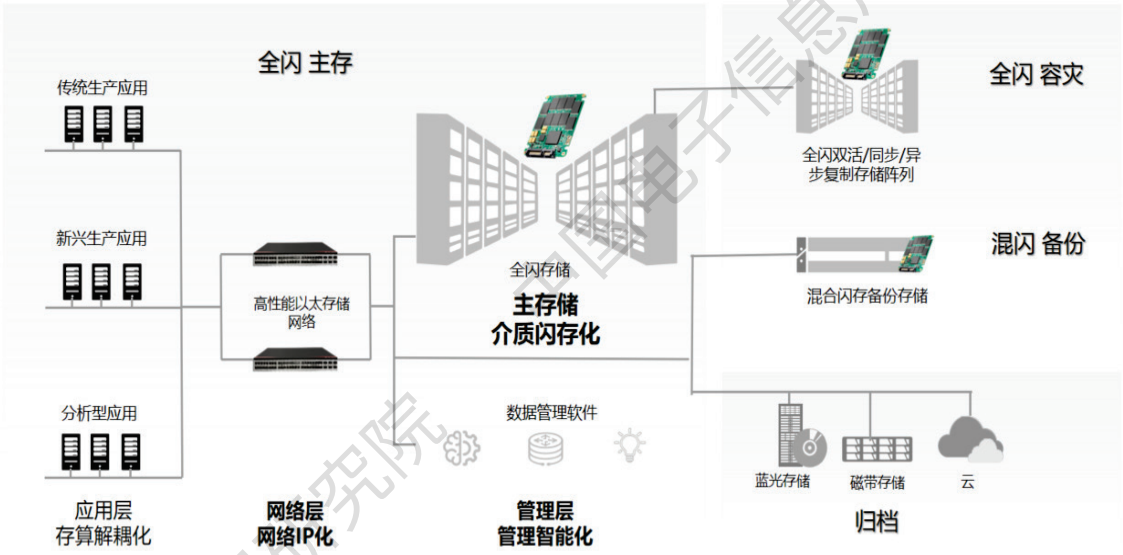
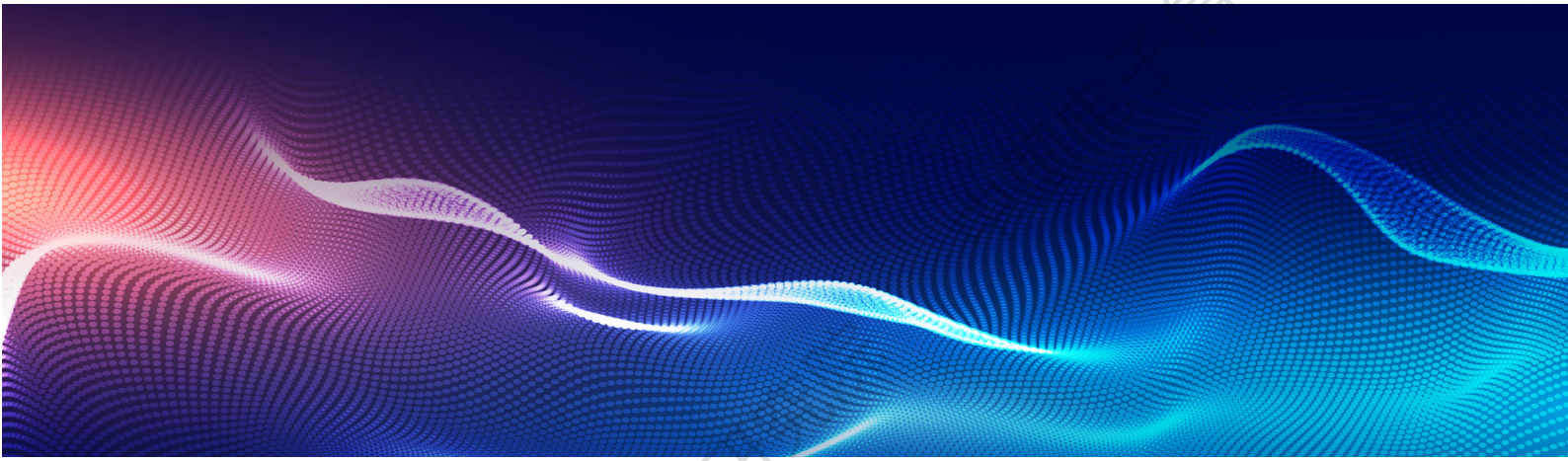


图 2 全闪存数据中心建设参考架构图

[①]华为、罗兰贝格：《数据存力，高质量发展的数字基石》（2022）https://e.huawei.com/topic/data-storage-power-mega/cn/



02 发展现状及问题

（一）国际新型数据基础设施建设趋向成熟

1. 强化政策法规，促进数据基础设施发展

一是注重软硬件基础设施的协调发展。如欧盟制定的《数字欧盟计划》将对超级计算机、人工智能、网络安全与信任、应用软件开发、数字技能培训等领域数据基础设施建设拨款 97 亿欧元。**二是建设大数据平台，促进数据共享开放。**如美国的数据共享开放平台已形成较为完善的“1+N”体系，欧盟在开放数据领域，开发和建设了欧盟开放数据门户和欧洲数据门户。

2. 主导技术产业，引领核心设施技术路线

一是高度重视先进半导体技术。以美国为首的发达国家将半导体产业定位为战略性、基础性、先导性产业，并凭借其在技术和产业方面的先发优势，构建了全球最完善的半导体产业链。**二是抢占数字技术领导权。**近年来，欧美国家纷纷加速战略新兴技术的推广和应用，抢抓人工智能等数字技术主导权。**三是强化网络互联技术应用。**欧美等发达国家加快布局，以 6G 下一代移动通信、星链等为主的网络互联互通技术，为相关信息基础设施建设提供技术路线图。

3. 提升建设质量，确保数据流通可靠供给

一是超大规模数据中心数量持续增加，规模效应明显。据统计，截至 2021 年第二季度，全球超大规模数据中心数量达到 659 个，比 2015 年增加了 1.5 倍之多（如图 3 所示）。**二是算力水平不断提升，满足高计算量计算任务。**研究显示，2021 年美国算力同比增长 5.0%，在全球居首位。同时，通用计算、智能计算、高性能计算等加速发展[②]，能够较好地执行高计算量计算任务。**三是 5G、物联网等信息通信基础设施加速发展，推动网络运力大幅提升。**如韩国、美国、德国等发达国家统筹布局 5G 基站建设，总规模分别达到 12.1 万个、10 万个、4.5 万个，推动高效、协同、可持续的网络运力体系的构建。（见图 3）

[②]国际数据公司 IDC、浪潮信息、清华大学全球产业研究院：《2021-2022 全球计算力指数评估报告》https://www.igi.tsinghua.edu.cn/info/1019/1223.htm

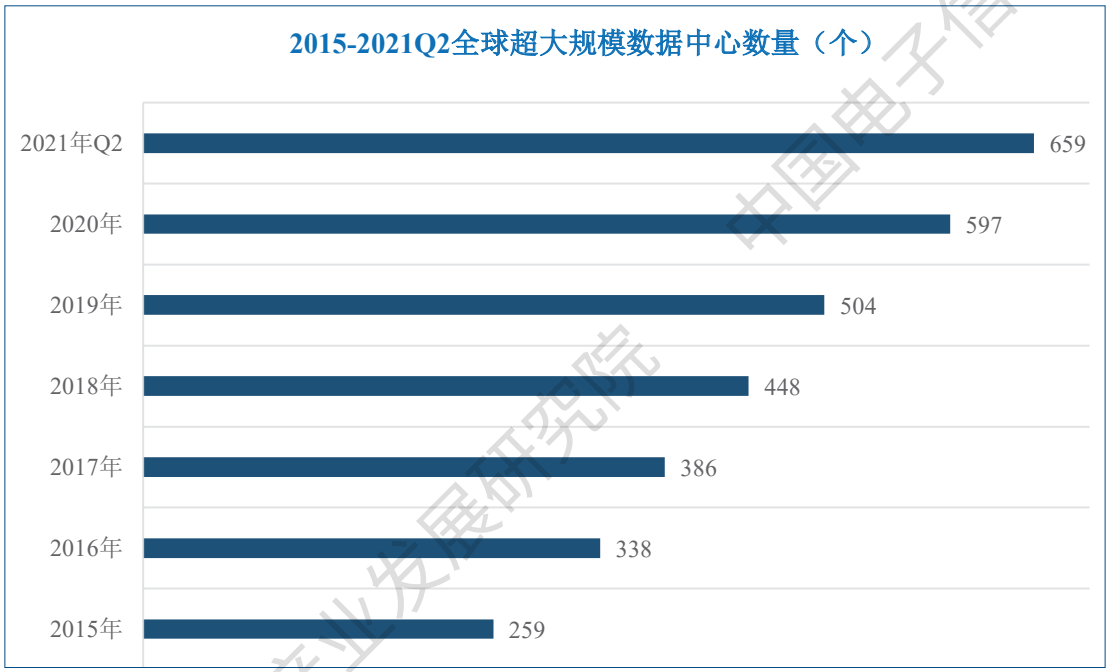


图 3:2015 年 -2021Q2 全球大规模数据中心数量（个）
数据来源：Synergy Research，中国电子信息产业发展研究院整理

4. 存力水平领先，有力支撑数字经济发展

一是领先国家和地区数据存力充足性[③]比较高，约为 20%。据测算，美国数据存力充足性领先全球，高达 19.4%，新加坡、德国存力充足性为 18.8%、18.4%，位列第二和第三。**二是全闪存储对数字经济的支撑作用凸显，成为新型数据基础设施发展的主力军**。全闪存储投资额每增加 1 元，可撬动数字经济规模增加 3452.2 元。且从市场规模上看[④]，截止 2021 年第四季度，全闪存储在全球存储市场占比达到 50.3%，同比增长 13.9%。全闪存储对数字经济的发展发挥着重要的推动作用。**（见图 4、5）**

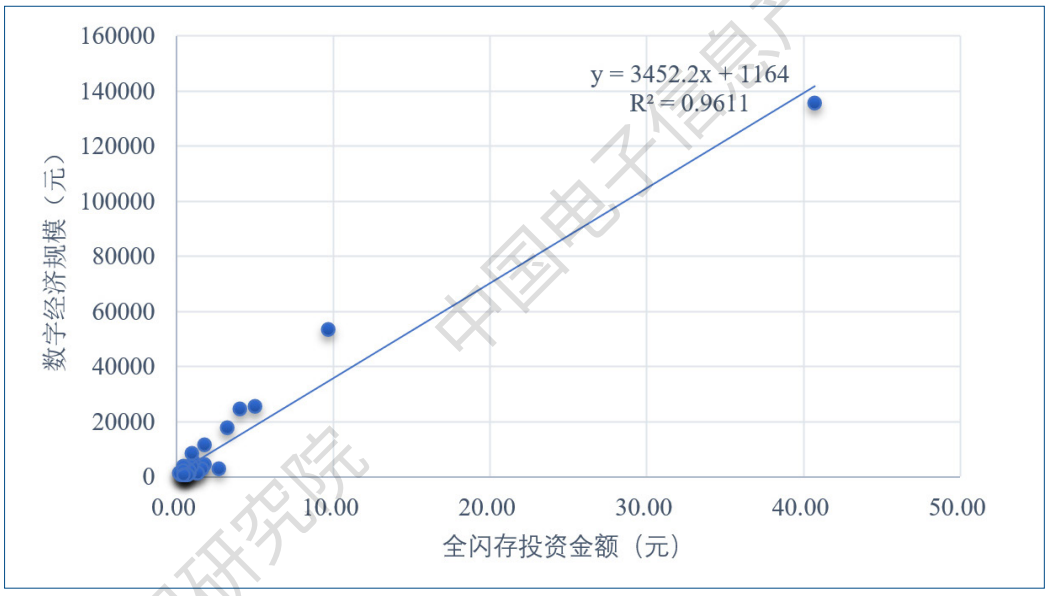


图 4：闪存投资额与数字经济规模关系图
数据来源：华为，中国电子信息产业发展研究院整理计算

[③]《数据存力 高质量发展基石》指出存力充足性衡量的是数据量需求和存储容量供给之间的匹配关系，用数据存储设备容量与当年该区域产生的数据总量的比值表示。
[④] Gartner：《2021 年第四季度全球存储市场报告》https://baijiahao.baidu.com/s?id=1729326492529411068&wfr=spider&for=pc

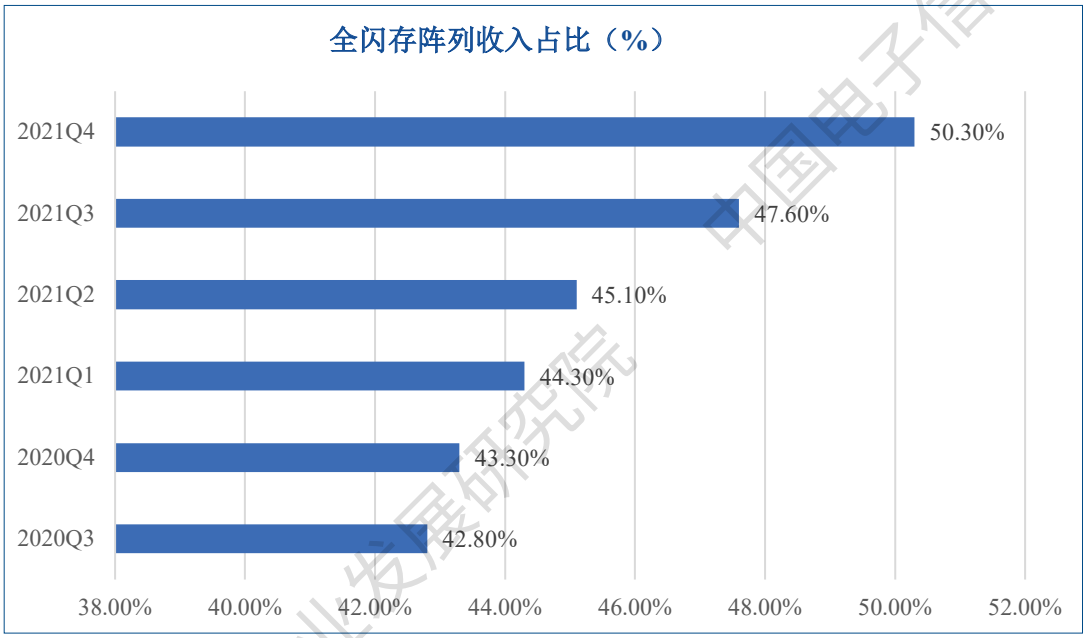


图 5：全闪存阵列收入占比（%）
数据来源：Gartner，中国电子信息产业发展研究院整理

（二）我国新型数据基础设施建设快速发展

1. 战略规划布局，引导数据基础设施建设

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”。《“十四五”大数据产业发展规划》《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》等明确提出要加快构建全国一体化大数据中心体系，建设若干国家枢纽节点和大数据中心集群，并加快新型数据中心建设。（见表 1）

表 1：国家层面新型数据基础设施发展相关政策

发布时间	发布部门	政策名称	重点内容
2016 年	国务院	《“十三五”国家信息化规划》	充分利用现有设施，**统筹规划大型、超大型数据中心**在全国适宜地区布局，**有序推动绿色数据中心建设。**
2019 年	中共中央、国务院	《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》	**协同建设新一代信息基础设施。加快推进 5G 网络建设，支持电信运营、制造、IT 等行业龙头企业协同开展技**术、设备、产品研发、服务创新及综合应用示范。
2019 年	工业和信息化部等	《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》	**打造一批绿色数据中心先进典型，**形成一批具有创新性的绿色技术产品、解决方案，培育一批专业第三方绿色服务机构。

2021 年	国家发展改革委等	《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	**加大服务器芯片、操作系统、数据库、中间件、分布式计算与存储、数据流通模型等软硬件产品的规模化应用。促进数据有序流通。**建设数据共享、数据开放、政企数据融合应用等数据流通共性设施平台，建立健全数据流通管理体制机制。
2021 年	工业和信息化部	《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》	开展新型数据中心预制化、液冷等设施层，**专用服务器、存储阵列等 IT 层，总线级超融合网络等网络层的技术研发。**

在国家战略指引下，地方政府纷纷出台一系列相关政策措施推进数据基础设施的统筹规划工作。如上海出台《新型数据中心“算力浦江”行动计划（2022-2024 年）》、北京市发布《北京市数据中心统筹发展实施方（2021-2023 年）》、四川省颁发《四川省“十四五”存储产业发展规划》。（见表 2）

表 2：地方层面新型数据基础设施相关政策

省市	政策名称	重点内容
上海	《新型数据中心“算力浦江”行动计划（2022-2024 年）》	鼓励企业加强光互联、可重构网络、**下一代数据存储等关键技术研究，**推动数据中心性能突破性发展。**鼓励新型数据中心普及全闪存及数据高密存储技术，进一步降低数据存储耗能。**
北京	《北京市数据中心统筹发展实施方案（2021-2023 年）》	新建云数据中心 PUE 不应高于 1.3，单机架功率不应低于 6 千瓦，**用于数据存储功能的机柜功率比例不高于机柜总功率的 20%。**
四川省	《四川省“十四五”存储产业发展规划》	以 SSD **固态硬盘研发制造为核心，**以深化产业赋能、推动融合发展为手段，**加快发展存储产业。**着力夯实存储数据、存储网络、存储算力三大基础设施，**推动数据存储介质全场景闪存化**和数据中心绿色节能。
广东省	《广东省 5G 基站和数据中心总体布局规划（2021-2025 年）》	面向社会各行各业提供网络设施、存储设备、应用软件、研发平台等服务，为广州都市圈、粤港澳大湾区先进制造业、战略性新兴产业发展和智慧城市发展提供强有力支撑。
山东省	《关于加快构建山东省一体化大数据中心协同创新体系的实施意见》	推动数据中心计算、存储、网络、数据、软件、应用等算力资源标准化，推广具备快速部署能力的模块化数据中心，加快新建数据中心算力成型。
福建省	《关于印发福建省贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和 5G 等新型基础设施绿色高质量发展实施方案的通知》	加快闪存等技术应用，提高计算存储综合能力。以绿色算力为切入点，建设算力交易平台。

2. 加强自主创新，确保核心技术供应链安全

一是基础软件自主研发能力大幅提升。如华为欧拉（Open Euler）操作系统、鸿蒙操作系统，阿里云数据库 RDS 等国产基础软件陆续推出，自主研发能力持续增强。**二是核心芯片自主供应能力不断强化。**如芯片设计、制造、封装、测试等全流程技术供给能力不断提升，据统计，我国计算芯片、存储芯片等核心芯片自给率已经接近 5%。

3. 加快建设布局，提升数据资源供给能力

一是数据中心建设规模化、集约化趋势明显。如大型数据中心呈现快速增长趋势，占数据中心比重超过 80%。**二是政府数据开放平台数量激增，数据供给量快速增加。**据统计，政府数据开放平台数量从 2012 年的 3 个增加至 2021 年的 193 个，增长了 63 倍。**三是通信技术不断创新，数据传输能力全球领先。**以 5G、6G 为代表的通信技术迅猛发展，全光网络、IPv6 等的建设和部署加速推进，光纤和移动宽带网络全球领先。

4. 存力快速提升，发展和应用前景广阔

一是存力投资快速增加，并保持高速增长态势。据测算，2017 年 -2019 年间我国存力投资增长率高达 45.4%，远超英国、美国等发达国家存力投资增长率的 18.5% 和 3%。**二是我国存力充足性逐步提升，达到 8.9%**[⑤]，说明我国被创建、采集或者复制的数据集合中能够被存储的数据比重达到了 8.9%，能够较好地支持数字经济的高质量发展。**三是全闪存储快速发展。**从市场规模看，IDC 数据显示，2021 年中国全闪存储市场份额占比为 19%，且维持在 26%的高速增长水平。

（三）面临的问题和挑战

1. 供需不足，建设布局有待优化提升

一是“重计算轻存储”。近年来，国家和地方层面不断的出台一系列战略规划大多聚焦在 5G、云计算等网络资源、计算资源的发展，忽视了新型数据基础设施的存储能力建设。**二是“重硬件轻软件”。**我国新型数据基础设施在建设发展过程中出现重视算力基础设施硬件，软件能力建设关注度低的情况。**三是“重体量轻质量”。**我国数据中心建设规模迅速扩大的同时忽视了建设质量的问题，尤其在数据存储和处理能力等方面还存在效能不高、安全风险高、能耗高等较大缺陷，导致数据中心有效利用率不高。**四是“重建设轻保护”。**我国数据基础设施的灾备覆盖率和灾备投资仅为 34% 和 2%，远低于美国的 87% 和 6%。这使得数据基础设施数据保护能力比较低，数据安全灾备体系建设不健全。**（见图 6、7）**

2. 能力有限，存力水平仍有提升空间

一是我国存力水平不高，满足不了极速增长的存储需求。与发达国家相比，我国存力水平还比较低，单位 GDP 存储容量为 23.52，仅为新加坡的 50% 左右[⑥]。存力水平的不足造成大量数据未被处理和利用即被丢弃，难以形成有效的数据资源池。**二是全闪存储设施与发达国家存在较大差距。**全闪存储作为未来新型数据基础设施的引领者，其占比还比较低，为 20.3%[⑦]，而全球平均水平为 41.3%，美国闪存占比为 56.4%。从行业应用层面看，全闪存储在医疗、电信、金融、教育等数字业务需求比较高的行业占比不足 12%，政府领域应用占比仅为 8.73%。**三是存储网络不畅，影响网络质量提升。**由美国主导的光纤通道协议（FC）最大支持 64G 带宽，技术演进缓慢，无法满足业务快速发展需求。而 TCP/IP 网络协议则由于稳定性不足对存储性能影响大，无法匹配高性能业务对存储的需求。**（见图 8、9）**

⑤⑥华为、罗兰贝格：《数据存力，高质量发展的数字基石》（2022）https://e.huawei.com/topic/data-storage-power-mega/cn/
⑦ Gartner/IDC,https://baijiahao.baidu.com/s?id=1726960339627958354&wfr=spider&for=pc

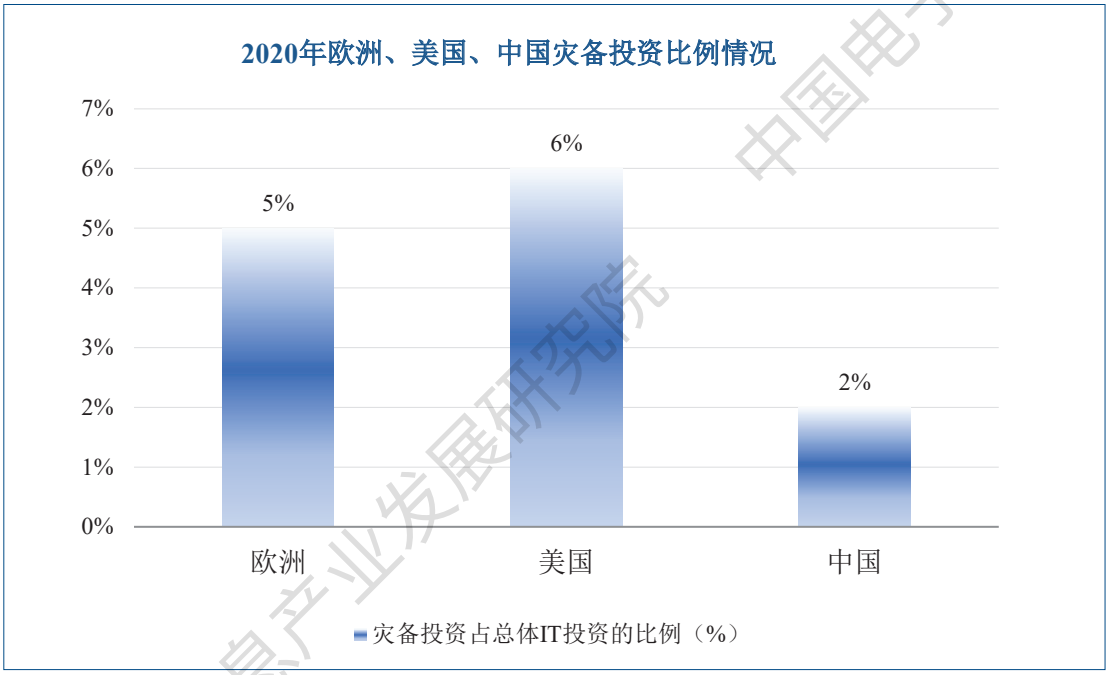


图 6：欧洲、美国、中国灾备投资占总体 IT 投资的比例
数据来源：根据公开资料中国电子信息产业发展研究院整理

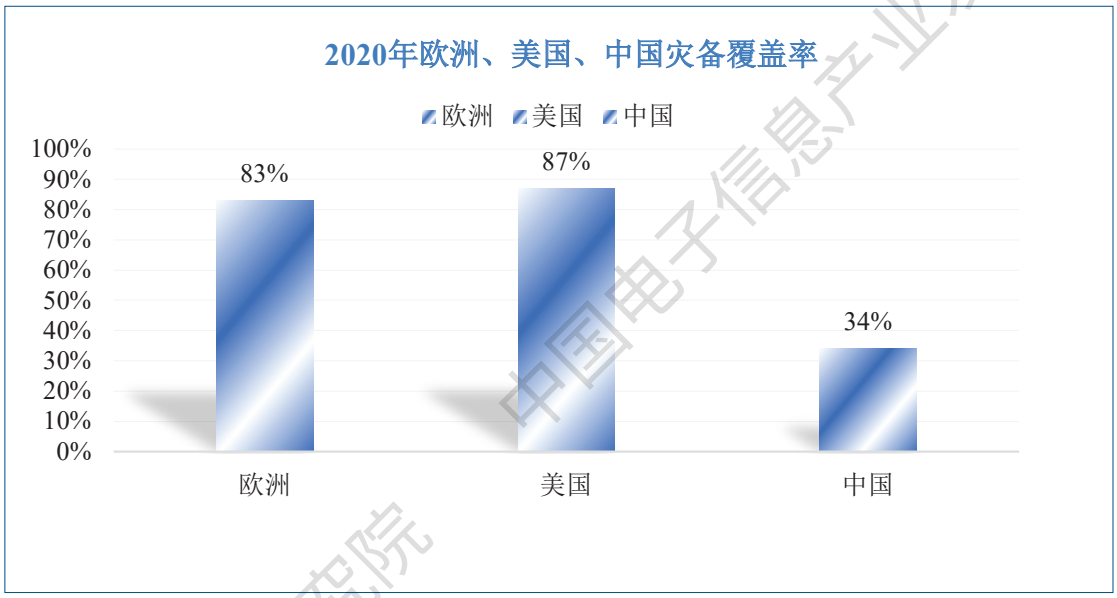


图 7：欧洲、美国、中国灾备覆盖率（%）
数据来源：根据公开资料中国电子信息产业发展研究院整理

中国电子信息产业发展研究院

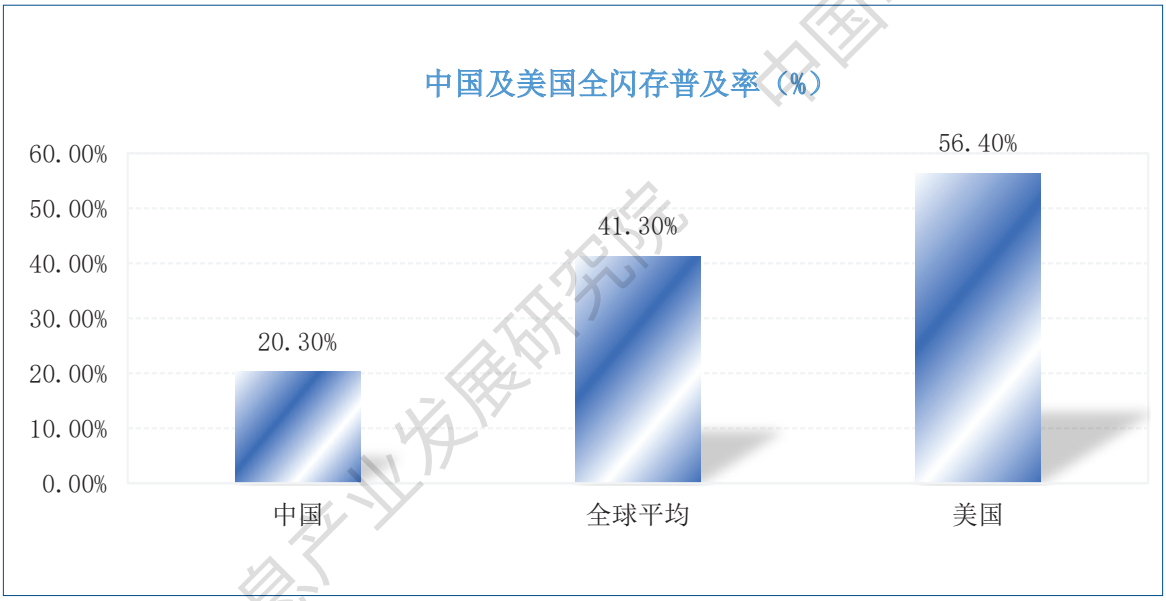


图 8：中国和美国全闪存普及率（%）
数据来源：Gartner/IDC，中国电子信息产业发展研究院整理

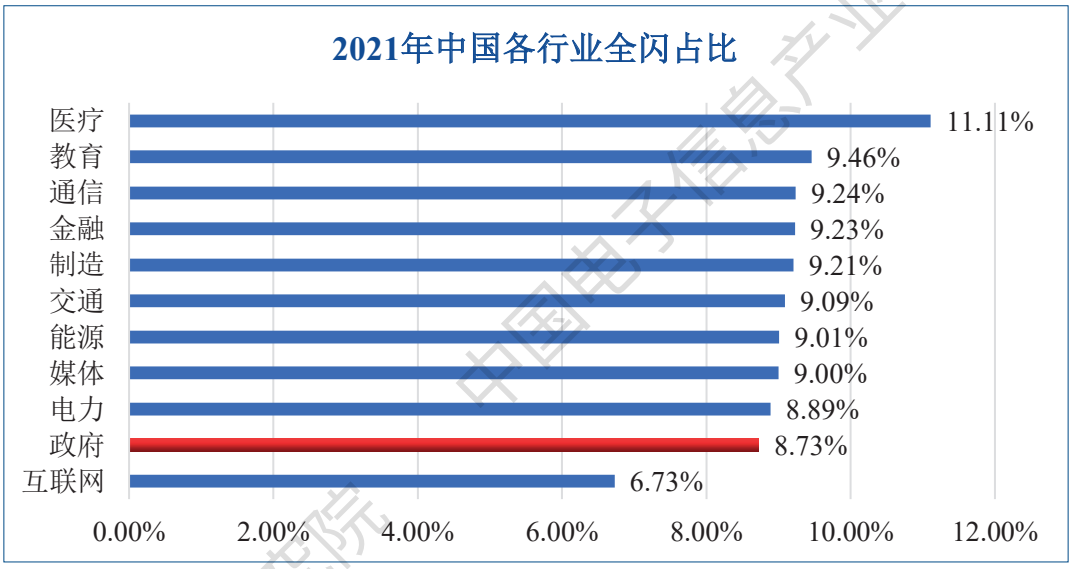


图 9：2021 年各行业全闪存占比情况（%）
数据来源：IDC，中国电子信息产业发展研究院整理

中国电子信息产业发展研究院

3. 风险高企，数据安全仍存较大隐患

一是数据交易流通风险高，数据交易流通过程中将产生更多的数字资产暴露面和更高的连接频次，进而使得数据资产遭受攻击的概率也将大幅增加，数据加密保护面临较大压力。**二是产业链集中度高，供应链断供风险大**。如占据中国市场占 80% 以上的传统机械硬盘（HDD），产业链完全掌握在美国希捷、美国西部数据、日本东芝三家企业手中，且我国尚没有发展机械硬盘的产业基础。而作为未来发展主流的新一代半导体存储的固态硬盘（SSD），90%以上的全球市场份额也长期被美、日、韩企业垄断，面临比较高的供应链断供风险。

4. 能耗过高，绿色发展面临较大阻力

一是能耗水平高。虽然我国数据中心 PUE 水平整体上呈现出下降的趋势，平均值为 1.6-1.7，但与亚太地区较好 PUE 仍有差距，且 PUE 每降低 0.1 都要付出很大的成本，绿色低碳转型压力巨大。**二是耗电量高**。2021 年，我国数据中心耗电量高达 2166 亿千瓦时，约占全国总用电量 2.6%，且从能耗结构看，IT 设备中约 35% 的耗电来自存储系统[⑧]。**（见图 10）**

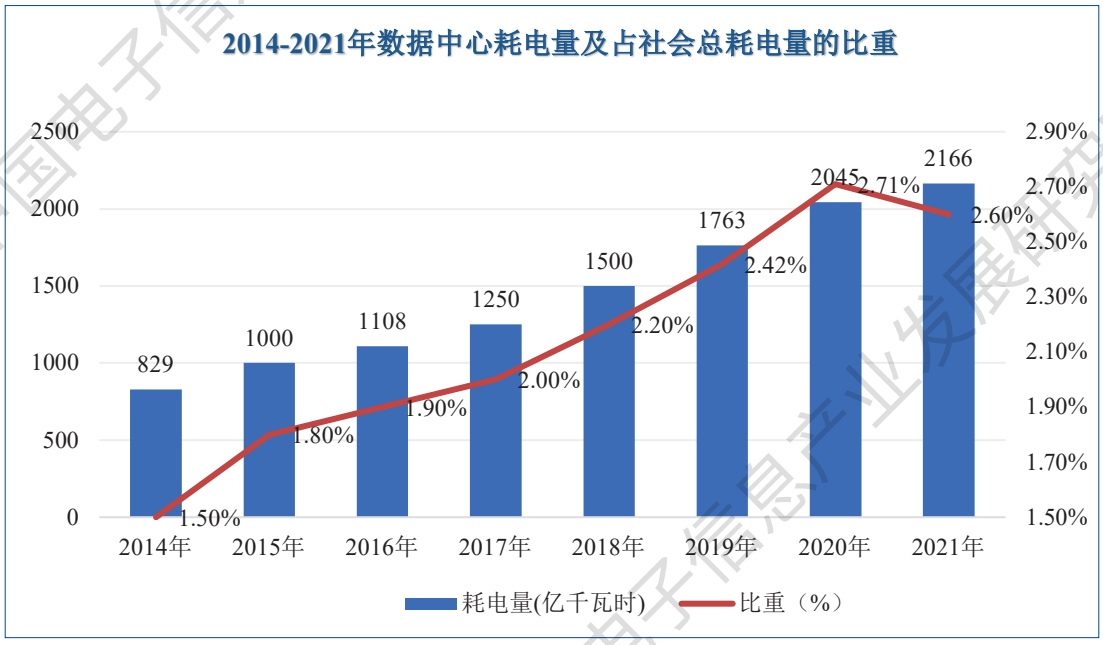


图 10：2014-2021 年数据中心耗电量及占全社会总耗电量的比重（亿千瓦时，%）
数据来源：根据公开资料中国电子信息产业发展研究院整理

[⑧]张明，王旭东，翟爽．“双碳”背景下新型数据中心数据存储绿色节能技术 [J]. 信息通信技术与政策 ,2022(03):69-73.

03 发展思路和路径

（一）发展思路

贯彻落实国家“十四五”发展规划纲要关于“加快数字化发展建设数字中国”的总体要求，以培育数据要素市场、驱动数字经济发展为牵引，以全国一体化大数据中心建设为契机，加大自主研发力度，培育存储产业生态。一要以全闪存数据中心建设为抓手，分步推进新型数据基础设施建设；二要保障技术供给，加大对新型数据基础设施关键核心技术的政策引导；三要面向数据要素流通过程中的安全和监管需求，严守底线，确保数据安全；四要科学布局绿色智能的数据基础设施，坚持低碳发展。

1. 以存促用，分步推进新型数据基础设施建设

按照**“着力抓点，以点带线，以线促面”**的建设路径，分三个阶段推进各行业、各领域的数据基础设施建设，整体上形成从单一节点的升级改造，逐渐推动**“高存力、高算力、高运力、高安全、高效能”**的全国一体化数据基础设施建设布局，逐步形成互联互通、相互支撑、可持续发展、全国一盘棋的良好格局，有效支撑数据高效流通，促进数字经济高质量发展。

2. 重点突破，保障技术供给

加大对新型数据基础设施关键核心技术的政策引导，鼓励企业聚焦先进存储、半导体芯片、人工智能、高性能计算等关键核心技术，加大研发投入，提升技术创新能力和产品制造能力，加快核心技术创新步伐。加快相关操作系统、基础软件等新型数据基础设施基础系统平台研发进度，加强数据治理、数据运营和交易流通相关技术标准、核心算法的研发力度，推进云网边融合等关键技术

和产品的创新。

3. 严守底线，确保数据安全

面向数据要素流通过程中的安全和监管需求，利用多种技术手段，构建全国性数据基础服务平台和数据流通服务体系，搭建可信共享的数据基础设施，在提供有效监管和控制数据流通的同时，促进数据价值可信流通、分类治理、安全共享。强化网络安全设施规划、建设和运维，提高数据基础设施网络安全防御能力。加强数据基础设施安全风险评估评测和可靠性系统设计，综合采用优化网络架构、路由组织、节点备份等措施，保证数据基础设施平稳运行。

4. 绿色节能，坚持低碳发展

科学布局绿色智能的数据基础设施，加快节能低碳技术研发和先进绿色技术产品应用，鼓励应用高密度集成等高效 IT 设备，提升能源利用效率，引导各类数据基础设施向新能源发电侧建设。全面推进以全闪存数据中心为代表的低碳节能型数据基础设施建设，推动做好超大型、大型数据中心新建和存量“老旧小散”数据中心改造升级，建立绿色低碳综合评价体系，创新节能减碳管理机制，推动社会加速迈向“碳中和”。

（二）发展路径

按照“着力抓点，以点带线，以线促面”的新型数据基础设施建设思路，分阶段推进各行业、各领域、各地区的数据基础设施建设。

1. 第一阶段：强存力，推动关键节点全闪存数据中心改造升级

结合具体应用场景，**从单个数据中心建设入手，按照全闪存数据中心的建设要求进行改造升级，提升新建数据基础设施全闪存比例**，切实提高我国数据基础设备整体存力水平。

一是对标全闪存数据中心五大特征，推进传统数据中心升级改造。介质闪存化（又称“硅进磁退”），利用闪存硬盘（SSD）逐步取代机械硬盘（HDD），“十四五”期间应实现闪存比超过 50%；**网络 IP 化，**推广全闪存数据中心高性能以太存储网络，逐步实现网络全 IP 化，增大带宽，提高协议转换效率，提升综合性能 35% 以上，节省运维成本；**数据保护立体化，**针对核心数据、重要数据在数据灾备速度、恢复速度、副本使用频度、灾备数据范围、灾备等级、留存时间等方面提高数据灾备能力；**存算解耦化，**即采用存算解耦架构，通过应用改造，实现多个算力设施数据资源共享和存力设施高效利用，避免大规模数据冗余占用存储空间，提升数据综合管理能力；**管理智能化，**利用 AI、自动化等技术实现数据中心设备的自治化运维，降低运维成本。通过存力资源统一编排、高效发放和回收，减少数据中心能耗。

按照上述五项标准，推动各级政务部门、金融行业、健康医疗、制造业、通信行业等重点行业率先实现全闪存储技术的超前部署，同时加快传统机械硬盘闪存化进程，分类分批推动存量“散小、老旧”数据中心改造升级，打造全闪存数据中心样板工程。

二是以国家数据基础设施枢纽节点建设为契机，提升全闪存数据中心的覆盖率。优化数据基础设施建设布局，以全国一体化大数据中心、“东数西算”工程建设为契机，提高以全闪数据中心为节点的数据基础设施建设比例，新建数据中心闪存比应超过 70%；**提高存力水平，**推动关键节点数据基础设施存力水平达到单集群 PB 级，存储性能达到 μs 级时延；**推动存储网络全 IP 化，**积极推广高性能以太存储网

络，精简操作系统协议堆栈，实现更快的吞吐带宽和更低时延、智能运维管理；**建立健全灾备体系，**扩大灾备覆盖率，提升数据灾备等级，实现本地双活 / 主备容灾、异地 3DC、灾备上云全方位数据保护；**推进绿色“零碳”发展，**利用闪存存储介质、存算解耦数据共享和智能化管理等技术和手段，以存力资源的高质量和高利用率优势逐步促进数据中心绿色节能发展；**建立健全数据基础设施标准规范体系，**加快数据基础设施共性和关键技术标准的制定和推广，完善数据基础设施相关数据共享、网络安全、测试评价等标准。

2. 第二阶段：助流通，促进重点行业、重点地区数据基础设施线性互联互通

针对**重点行业、重点地区公共数据开发利用、**数据交易流通等新兴业务需求，推进开发利用环境、数据交易流通平台等数据基础设施建设，不断提升数据基础设施整体存力水平，有力支撑数据要素市场发展。

一是推动数据基础设施由分散节点向集中整合有效汇聚。以数据要素市场建设需求为牵引，推动千行百业数据基础设施建设由“单一节点”向重点行业、重点地区汇聚，打破数据基础设施“各自为战”的局面。一方面，可以在全国统一数据平台建设基础上，建立覆盖各级政府部门的数据共享交换机制，畅通跨区域、跨部门数据交换通道；另一方面，可以充分利用数据要素交易流通市场建设契机，建立一体化、智能化公共数据空间。

二是加快推动数据要素市场各类数据基础设施产业链与创新链融合。以“围绕产业链部署创新链，围绕创新链布局产业链”为突破口，加快推进以“全闪存数据中心”为代表的新型数据基础设施产业布局，推动我国新型数据基础设施产业迈上全球价值链中高端。

三是强化关键数据基础设施安全。建立和完善国家数据基础设施枢纽节点、相关行业和领域公共数据空间等新型数据基础设施监督管理体制和机制；健全安全技术能力体系，组织落实行业关键数据基础设施网络安全防护、数据安全保护、监测预警和应急处置等技术措施，提升数据基础设施安全监测和事件处置能力；强化数据基础设施安全产业支撑。

3. 第三阶段：大融合，构建“点线面”立体网格化数据基础设施体系

以深化数据要素市场化配置改革为核心，优化数据基础设施建设布局，**推动数据基础设施向全国范围集约化、一体化发展，构建“点线面”立体网格化发展格局，**对于深化政企协同、行业协同、区域协同，全面支撑数据要素市场和数字经济发展具有重要意义。

一是打造面向全国统一数据要素大市场的国家数据要素流通数据基础设施。全面部署新一代通信网络基础设施，夯实万物互联网络基础；统筹推进以全闪存数据中心、人工智能基础设施等互联互通为核心的一体化网格化数据基础设施工程，夯实数字经济发展基础底座；积极发展以工业互联网、车联网、新型城市基础设施等为重点，高效协同的融合数据基础设施，打造经济社会数字化发展新引擎。

二是要建立全国统一、高质量的数据基础设施。深化节能减排和绿色发展，加快老旧设施退网，鼓励开展低能耗高能效设备节能改造，助力落实“碳达峰、碳中和”远景目标；强化核心技术研发和创新突破，努力解决核心元器件和操作系统等领域仍存在“卡脖子”问题；加强跨地域跨行业统筹协调，健全区域战略统筹、市场一体化发展和区域合作互助机制，促进全国一体化数据基础设施共建共用。

三是要以需求为导向，提高数据基础设施市场化利用。数据基础设施在许多行业中发挥了重要作用，尤其在智能生产交易、智能数据湖、智能边缘等应用场景，已被广泛应用。未来，随着全国一体化数据基础设施的建设和发展，数据基础设施的应用场景和范围将继续扩大，也会不断渗透到我们的生产生活方方面面，真正成为数字经济时代虚拟网络中的“高速公路”。

中国电子信息产业发展研究院

04 全闪存应用典型场景

（一）金融行业场景

1. 场景概述

由于现代金融行业高度依赖数字化辅助线上线下交易、金融产品销售、智能获客、风险控制以及企业内部流程优化等，数据基础设施对金融行业尤为重要。金融行业数据中心内系统架构总体可区分为前端渠道系统、核心产品系统和后端分析系统。前端渠道系统负责处理客户交互工作，将客户需求传递到核心系统；核心系统负责处理金融产品交易；后端分析系统则从多个系统获取数据进行分析，实现客户画像、交易风险分析等。

2. 需求分析

数字化浪潮使得电子交易成为潮流，促使金融行业数据中心对于全闪存的需求日益迫切。金融行业基本面临高强度线上交易和智能数据分析难题。从系统瓶颈上分析，虽然通过计算节点扩展可局部提升算力，但大规模数据的读写依赖于高性能的存储基础设施，不可通过简单扩展容量来实现。因此，全闪存数据中心引领的存储介质升级是当前破解金融行业数字化系统性能瓶颈的解决方案。

3. 成效介绍

通过建设全闪存数据中心，金融行业可大幅提升数字化系统运行效率，大幅提升金融服务能力。以银行交易系统为例，全闪存数据中心可大幅提升核心数据库读写性能，支撑每秒交易量（TPS）提升 7 倍，并为业务提供高达 99.99999% 的连续性保障，在保障日常稳定运行的同时，有效应对由于购物狂欢节等带来的业务浪涌。

（二）运营商行业场景

1. 场景概述

运营商数据中心包括传统的三大数据域：B 域（计费相关）、O 域（运营数据相关）、M 域（管理相关）。B 域包含用户数据和业务数据，主要是建设一些业务支撑系统，保障运营商正常开展业务。O 域主要包含网络数据，如信令、告警、故障、网络资源等，主要用于运营商优化网络运行和资源调配。M 域则包含了支撑企业运行的非核心业务流程，如财务、审计、人力、采购等系统。

2. 需求分析

5G 带来的数据量爆炸，和 AI 技术带来数据汇聚后的价值再挖掘，使得运营商数据大集中成为必然。BOM 三域内非时延敏感型业务聚集，为运营商降低了数据管理成本，但带来了数据中心处理能力的挑战。随着线上业务的开展，电信业务办理平均时延需求已降低至 ms 级。但存储性能的不足使实际业务处理时间超过 3s，业务拒绝率高，导致大量客户投诉。为了应对数据集中化带来的数据访问性能挑战，运营商需要建设全闪存数据中心。

3. 成效介绍

全闪存数据中心可以帮助运营商大幅提升运营效率，有效应对 5G 和集中化带来的性能挑战。尤其是对于运营商 B 域这类对时延和性能要求极高的场景，通过全闪存数据中心加速，计费系统出账时间由 10 小时缩短至 3.7 小时以内，出账效率提升 160%。全闪存数据中心还可以帮助运营商实现资源的有效整合，大幅节省机柜数量，降低整体能耗成本。

（三）医疗行业场景

1. 场景概述

医疗行业数字化主要包括三大系统，分别是HIS（医院信息系统）、EMR（电子病历系统）和PACS（医疗影像存储与通讯系统），此外，还包括支撑医生、护士日常工作的临床信息系统，支撑全院数据汇集的集成平台，以及现代医疗中负责病种分析、诊断辅助以及疾病预测的大数据平台。

2. 需求分析

如今，医院信息化建设正向智能化迈进，医疗科研大数据、AI 辅助治疗、基因测序等高科技医疗能力将成为可能。这都对医院信息化基础设施提出严峻考验。以 HIS 系统为例，电子挂号让医院 HIS 系统全天处于高频访问状态，这不仅要求 HIS 系统性能表现稳定，更需要 7×24 小时稳定在线。PACS 系统同样面临挑战，如今一次核磁成像检查需要实时加载上百张甚至上千张图片，对存储文件读写能力要求极高。

3. 成效介绍

全闪存数据中心显著提升了医院数据中心应对高强度、全天候数据访问的能力。通过将 HIS 和 PACS 等核心业务数据迁移到高端闪存存储中，系统吞吐量提升 3 倍以上，响应时延缩短至 μs 级，解决了线上线下业务的流畅体验不佳问题。同时，全闪存数据中心有力保障了医院应用 7×24 小时稳定运营，为急诊、住院病人看护提供了有效业务保障。此外，全闪存数据中心将日数据备份周期由 1 天缩短至 8 小时内完成，进一步提升医院数字化系统的抗风险能力。

（四）制造行业场景

1. 场景概述

对于大部分制造行业来说，有两大系统是必备的。一个是负责企业资源调度的 ERP（企业资源管理系统），一个是负责企业信息化管理的 MES（生产信息化管理系统）。ERP 系统承载整个企业各条业务线的资源集中整合与调度，对于企业优化管理效率、资源合理配置都非常重要。MES 系统为企业提供包括制造数据管理、计划排程管理、生产调度管理、库存管理、质量管理、人力资源管理在内的众多管理模块，影响着制造行业的方方面面，因此效率和稳定性至关重要。

2. 需求分析

以制造业无人化趋势为例，负责生产调度的 MES 系统需要根据生产情况实时响应，对时延极其敏感。IoT 设备时刻采集大量数据，这些数据需要反馈到后端进行处理，对生产情况进行判断，并对数据做进一步分析。此外，无人化工厂需要 7×24 小时连续工作，最大化生产能力，这还需要相关系统可以连续稳定运行。仅从制造业无人化这一趋势就可看到数据中心面临性能、可靠性的双重挑战。

3. 成效介绍

全闪存数据中心可以有效加速 ERP 系统数据抽取时间和查询时间，抽取时间最快可缩短 65%，有效辅助企业做出快速的经营分析与决策。对于 MES 系统，全闪存数据中心可以将系统响应时延降低至 1ms 以下，实时对生产情况做出反应；并保障系统 7×24 小时稳定运行，昼夜生产不中断。

中国电子信息产业发展研究院

中国电子信息产业发展研究院

05 政策建议

（一）优化数据基础设施布局

一是制定数据基础设施的国家战略和重点规划，重点优化布局大数据中心、云计算、人工智能平台、先进网络等基础设施。**二是**在全国一体化大数据中心、“东数西算”工程等基础设施建设中，加大对存力的考虑，确保存储容量与算力的均衡协同，提高全闪存储占比，达到发达国家水平。**三是**构建科学合理的数据基础设施的评估体系，并充分发挥第三方专业评估机构的作用。**四是**建议标准机构牵头整合国内研究机构和企业技术力量，建立产业核心标准与安全体系。

（二）强化核心技术产业能力

一是贯彻落实创新驱动发展战略，鼓励和支持高校、研究机构和企业在先进存储、半导体芯片、云操作系统等方面创新突破。**二是**推动制定数据存储产业发展规划，完善我国先进存储产业战略布局，夯实数字经济发展新基座。**三是**打造生态，以存储芯片与介质产业、存储硬件与软件产业、存储应用与服务产业为基础，构建存储上、中、下游产业相互促进、协同发展的产业创新发展生态体系。**四是**培育数据人才，形成从理论到实践、从技术到操作、从低端到高端的复合型人才队伍。

（三）加大政策引导支持力度

一是制定促进新型数据基础设施建设的配套政策，统筹谋划数据基础设施建设用地规划、财税优惠、用电优惠、创投基金等政策组合拳。**二是**在政府、金融等关系国计民生的重点行业和重点单位，明确存储设备采购要求，优先采购和使用全闪存存储产品。

（四）强化数据安全保障能力

一是完善数据基础设施建设功能，构建数据要素交易流通的安全可信环境，实现数据要素交易流通的全流程安全保护。**二是**强化网络安全和数据安全保护能力，加强对关键行业核心数据和重要数据的容灾备份建设，明确数据资产保存周期和数据保护措施，严格落实网络安全法律法规和政策标准，推动制定数据灾备建设指引、安全评测等关键标准，构建贯穿基础网络、数据中心、云平台等一体化网络安全综合保障体系。