

「圭松 藍皮报告

## 软件定义存储发展与应用 研究报告

(2022年)

中国信息通信研究院产业与规划研究所 2023年1月

#### 版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院,并受法律保护。 转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的, 应注明"来源:中国信息通信研究院"。违反上述声明者, 本院将追究其相关法律责任。 数据基础设施成为数字经济时代的新型生产力。发展数字经济是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择。数字经济时代,数据是关键核心生产要素,推动数据基础设施成为提振国家经济发展动能的新型生产力,在产业界的关注热度持续提升。数据基础设施由存储设施、网络设施、计算设施、安全设施和各类管理设施构成,为数据的"汇-存-算-管-用"提供全生命周期基础能力支撑。

软件定义存储崛起为数据基础设施领域关键技术之一。存储设施是数据资源存放的最终物理载体,是国家、行业、企业一切数据资源的"家园"和"保险箱",因此是数据基础设施中的核心部件。当前,存储技术架构在业务需求变迁、硬件能力提升、网络技术升级等多重因素作用下向软件定义架构演进,软件定义存储崛起为数据基础设施领域的关键技术之一。国家《"十四五"软件和信息技术服务业发展规划》深刻研判了"软件定义"在赋能实体经济新变革中的突出价值,提出加快发展软件定义存储的宏观战略部署,为其在企业存储市场深度拓展提供了难得的战略机遇。

在此背景下,本报告致力于厘清软件定义存储的概念内涵、技术特征和比较优势,对软件定义存储的市场态势、生态发展和赋能价值进行了分析研判,并对其发展趋势、发展前景进行了展望。由于软件定义存储的技术、生态等仍在快速发展,我们对其的认识还有待持续深化,报告中存在的不足之处,欢迎多多批评指正。

### 目 录

一、	软件定义存储为构建数据基础设施提供重要支撑1
	(一)数据基础设施发展为数字经济时代新型生产力1
	(二)数据基础设施发展演进呈现五大关键技术特征3
	(三)软件定义存储高度契合数据基础设施演进趋势4
	(四)软件定义存储市场将迎来跨越式发展的新蓝海6
二、	软件定义存储应需而生且迸发突出应用价值7
	(一)存储架构持续演进,催生硬件定义跨向软件定义的代际革命7
	(二)硬件标准化和软件定制化是根本特征,软件蜕变为架构核心13
	(三)作为新兴存储技术,软件定义存储具备五方面突出优势14
	(四)助力构建开放式异构数据存储平台,满足数字化转型现实需求16
	(五)软件定义存储加速与新应用新技术的交叉融合,应用价值凸显18
三、	软件定义存储繁荣发展撬动市场格局转换20
	(一)需求侧:数字化转型为软件定义存储塑造广阔机遇,市场呈现高增
	长性20
	(二)需求侧:软件定义存储崛起为关键赛道,压缩传统存储市场空间.21
	(三)供给侧:全球主流厂商强化软件定义转型,驱动存储产业格局重构22
	(四)供给侧:软件控制层面巨头主导,底层硬件呈现通用化多元化发展24
	(五)供给侧:软件定义存储市场集中度较高,一体机为主流形态25
四、	软件定义存储在典型行业的深层次拓展持续加速
	(一)软件定义存储深度赋能产业数字化转型26
	(二)软件定义存储在金融行业的应用28
	(三)软件定义存储在智能制造领域的应用33
	(四)软件定义存储在医疗行业的应用37
	(五)软件定义存储在教育行业的应用42
五、	
	(一)加强软件定义存储产品能力评价体系建设47
	(二)深化软件定义存储创新应用培育和推广48

### 图目录

图	1	中国数字经济占 GDP 比重	1
图	2	数据基础设施构成框架	3
图	3	数据基础设施演进五大技术特征	4
图	4	中国存储基础设施发展水平在全球的位置	7
图	5	存储架构演进历程	. 11
图	6 5	SDS 发展历程重要节点	.12
图	7	软件定义存储架构构成	.14
图	8 5	SDS 具备五方面突出优势	.16
图	9	基于 SDS 构建开放式异构数据存储平台	.18
图	10	中国数据存储及管理设施市场规模	.21
图	11	2019-2021 年中国企业级存储硬件市场份额情况	.22
图	12	2021 年全球软件定义存储控制软件市场份额	.24
		SDS 为行业应用提供全协议全场景支持	
图	14	SDS 行业赋能应用场景分析	.27
图	15	金融业业务系统分类及数据存储架构选择	.30
图	16	2017-2021 年金融行业 SDS/HCI 存储出货容量及年增长率	.30
图	17	2017-2021 年金融行业 SDS/HCI 存储出货容量复合增长率	.31
图	18	智能制造领域四类数字化平台应用	.34
图	19	2017-2021 年制造业 SDS/HCI 存储出货容量及年增长率	.35
图	20	2017-2021 年制造业 SDS/HCI 存储出货容量复合增长率	.35
图	21	医疗业 SDS 典型应用场景	.39
图	22	2017-2021 年医疗行业 SDS/HCI 存储出货容量及年增长率	.39
图	23	2017-2021 年医疗行业 SDS/HCI 存储出货容量复合增长率	.40
图	24	教育业 SDS 典型应用场景	.43
图	25	2017-2021 年教育行业 SDS/HCI 存储出货容量及年增长率	.44
图	26	2017-2021 年教育行业 SDS/HCI 存储出货容量复合增长率	.44

## 表目录

表 1	金融行业 SDS 典型应用案例	 32
表 2	智能制造领域 SDS 典型应用案例	37
表 3	医疗行业 SDS 典型应用案例	41
表 4	教育行业 SDS 典型应用案例	46

### 一、软件定义存储为构建数据基础设施提供重要支撑 (一)数据基础设施发展为数字经济时代新型生产力

以数字经济为代表的新经济成为发展新引擎。据中国信息通信研究院测算,2015至2021年我国数字经济占GDP比重由27.0%提升至39.8%。若按照数字经济占GDP比重平滑演进估算,到2025年中国将有超过47.8%的GDP由数字经济所驱动。

#### 中国数字经济占GDP比重 100.0% 80.0% 60.0% 40.0% 47.8% 20.0% 39.8% 38.6% 34.0% 32.7% 30.3% 27.0% 0.0% 2017 2018 2019 2015 2016 2020 2021 2025E ■数字经济占GDP比重 ■其他

来源:中国信息通信研究院

图 1 中国数字经济占 GDP 比重

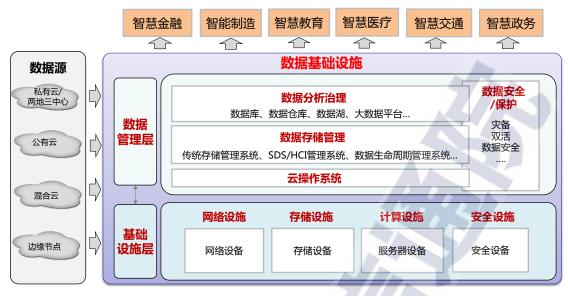
数据成为数字经济发展的关键生产要素。数字经济时代,数据成为国家基础性战略资源和经济发展的第五要素,被誉为新"石油"、新"黄金"。研究表明,国家数据资源规模与国家数字经济发展水平密切相关。据中国信息通信研究院测算,2021年我国数据产量规模为美国的41%,同期我国数字经济规模为美国的46%,双方数据资源规模与数字经济规模之间的体量对比基本吻合。

数据基础设施成为数字经济时代的新型生产力。数据基础设施

是数字基础设施 '的子集,主要指以数据为中心,深度整合计算、存储、网络、安全和软件资源,以最大化数据价值为目标,所建设的数据中心和边缘基础设施。数字经济时代,数据基础设施负责汇聚、承载、处理、应用全社会海量数据资源,是数字经济发展的关键能力底座,在数据赋能经济社会发展的进程中扮演催化剂、助推器作用,强力推动数字经济向前发展,成为数字经济时代的新型生产力和表征经济发展动能的新指标。其中,存储是数据基础设施中的核心部件,以"存力"为代表的数据基础设施能力对经济发展的正向效应突出。华为联合罗兰贝格发布的《数据存力:高质量发展的数字基石》自皮书对数据存力经济价值的测算表明,1元存储投资可支撑5元直接价值、8元间接价值和40元衍生价值。

数据基础设施在内容范畴上是覆盖数据全生命周期的基础设施体系。从构成要素来看,数据基础设施由基础设施层和数据管理层构成,其中基础设施层包括网络设施、存储设施、计算设施、安全设施等硬件设施,数据管理层则涵盖了各类数据存储管理、数据分析治理、数据安全/保护等软件类管理设施,为数据的"汇-存-算-管-用"提供全流程支撑,实现从单一处理向多源数据智能协同、融合处理发展,应对更实时和智能的数据应用需求,促进数据价值最大化。

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> 数字基础设施是指能够体现数字经济特征的新一代信息基础设施。工信部《"十四五"信息通信行业发展规划》中面向数字基础设施的任务部署包括了通信网络基础设施(5G、互联网、IPv6、移动物联网等)、数据与算力设施(数据中心、人工智能、区块链等)、融合基础设施(工业互联网、车联网、新型城市基础设施等)。



来源:中国信息通信研究院

图 2 数据基础设施构成框架

#### (二)数据基础设施发展演进呈现五大关键技术特征

数字化转型浪潮驱动数据基础设施演进呈现五方面特征。数字经济时代,万物互联并数据化,各类社会组织全面数字化,产业数字化应用的类型从传统的数据库、虚拟化走向大数据分析处理、AI、云原生等多样化应用,业务算法复杂度不断提高,数据爆炸式增长、数据类型异构多样。为适应数字化发展浪潮,数据基础设施在技术演进上呈现出云化、平台多样化、绿色化、智能化及融合化五大关键特征。

所谓云化,是指数据基础设施中的关键要素可以部署在云上,同时能够支持混合云部署,在客户侧形成私有云,并连接公有云,按需合规地实现数据的流动和迁移。

**所谓平台多样化,**是指数据基础设施能够兼容多样化算力,支持多样化硬件平台,推动数据基础设施的安全平稳建设。

**所谓绿色化,**是指利用多种软硬件技术,减少能源消耗,提高 资源能源利用效率,推动数据基础设施的低碳化发展。

**所谓智能化,**是指利用 AI、自动化等技术实现数据基础设施的 自治化运维,降低运维成本,提升数据利用效率。

**所谓融合化,**是指在中小企业数字化、边缘计算等轻量化应用场景下,计算和存储融合的 IT 架构日趋流行,这种存算融合架构有助于缩短存储层和计算层之间的数据路径,提升系统整体效率。

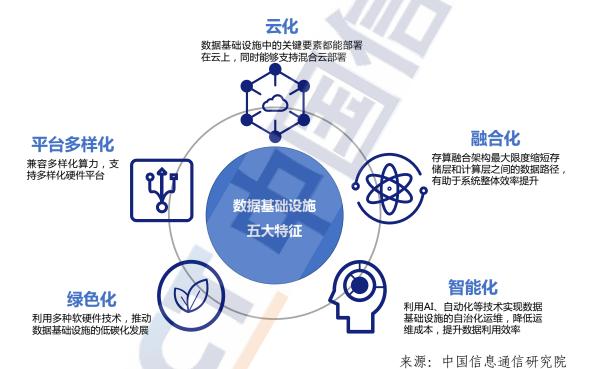


图 3 数据基础设施演进五大技术特征

#### (三)软件定义存储高度契合数据基础设施演进趋势

"软件定义"就是利用软件赋予事物应用功能和使用价值,满足日益复杂的多样化需求,最典型的就是软件定义产品的功能,在数据基础设施领域则体现为用软件来定义存储、网络、计算等。因此,软件定义存储(Software Defined Storage,简称 SDS)即利用分

布式和虚拟化等软件技术,将存储硬件资源按需进行分割和重新组合,达到灵活按需扩展、提高存储利用率等目标。

SDS 以其天然的软件定义属性,与数据基础设施五大关键技术 特征高度契合。在云化方面, SDS 可部署在云化环境中, 以软件定 义的方式敏捷地将存储资源以服务的方式提供给上层业务,上层业 务按需在存储资源池中获取资源,灵活快速适配各类应用场景,可 满足企业在数字化转型中对敏捷、高效、弹性的存储基础设施的需 求,因此 SDS 可以促进数据基础设施的云化。在平台多样化方面, SDS 厂商增强对 x86、鲲鹏、海光、飞腾、龙芯、申威等多元化处 理器,以及对 Windows Server、Linux、麒麟等多元化操作系统的适 配,因此可支持和促进数据基础设施的平台多样性。在绿色化方面, SDS 能够在数据中心端构筑单一存储资源池,在边端可以用超融合 的方式实施存储资源池化,实现存储资源的集约式建设,从而降低 能耗,因此可促进数据基础设施的绿色化。在智能化方面,AI 技术 与 SDS 交叉融合下的智能存储成为重要发展方向, 引入了 AI 技术 的 SDS, 能够实现自动化的任务执行和安全管理, 而无需人工干预, 因此可促进数据基础设施的智能化。在融合化方面,集成软件定义 计算和软件定义存储的超融合系统是 SDS 的一种特殊形态,可以同 时满足客户部署极简化、融合化数据基础设施的需求, 因此 SDS 可 以促进数据基础设施的融合化。综上, SDS 符合数据基础设施发展 演进趋势,为构建数据基础设施提供重要支撑。

#### (四)软件定义存储市场将迎来跨越式发展的新蓝海

国家推进数据基础设施建设为 SDS 发展提供重大战略机遇。数据基础设施日益成为经济社会发展的信息"大动脉"和国家高质量发展数字经济的关键战略支点。近年来,围绕数据基础设施开展的一系列国家顶层战略部署快速推进。国家发改委启动"东数西算"工程,加快布局全国一体化算力网络国家枢纽节点,发展数据中心集群;《"十四五"数字经济发展规划》提出优化升级数字基础设施的重点任务安排,等等。得益于政策强力推动,将激发大量增量建设需求,为存储等数据基础设施建设提供广阔增长空间,推动 SDS发展进入战略机遇期。

"十四五"规划深度布局软件定义存储。2021年11月,工信部印发《"十四五"软件和信息技术服务业发展规划》,特别提出深化软件定义基础设施建设,加快发展软件定义存储、软件定义计算、软件定义网络,重点布局工业互联网、云计算、大数据、人工智能、自动驾驶等新兴软件定义平台。由此可见,以软件定义存储等为代表的数据基础设施建设符合国家科技创新战略布局方向,并已明确成为国家"十四五"时期软件业重点发展领域,发展前景可期。

与先进产业区域相比我国存储设施领域仍具备较大发展潜力。 通过对比中美企业级存储市场及存储设施发展水平,能够侧面观测 到我国存储设施领域的发展潜力。2021年,中国在全球企业级存储 市场中占比 20.6%,仅为美国(37.2%)的 55%<sup>2</sup>,单位 GDP 存储容

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> 数据来源: IDC, 2021年

量为美国 70%3。整体看,中国存储产业未来增长可期,意味着软件 定义存储领域也将具有可观的增长潜力。



来源: IDC、华为&罗兰贝格

图 4 中国存储基础设施发展水平在全球的位置

#### 二、软件定义存储应需而生且迸发突出应用价值

# (一)存储架构持续演进,催生硬件定义跨向软件定义的代际革命

纵观存储系统架构的演进历程,先后经历了"单机存储-集中式存储-分布式存储-软件定义存储"四个发展阶段。

单机存储时代——上世纪 40 年代至 70 年代,计算机处于发展早期,硬盘作为服务器内置部件存在。70 年代至 90 年代,由于主机内空间限制导致硬盘容量扩展受到极大制约,影响系统整体性能的提升,以直接连接存储(DAS)技术为代表的外部存储系统的出现很好地解决了这一问题。DAS 通过由多个磁盘组合而成的磁盘阵列并行

7

<sup>3</sup> 数据来源: 《数据存力: 高质量发展的数字基石》白皮书, 2022 年

存取数据来大幅提高数据吞吐率。在计算机推广普及的早期阶段,由于主机数量少、数据存储量小,DAS可以很好地满足IT业务需求。

集中式存储时代——90 年代之后互联网开始进入公众视野,对存储提出更高的扩展需求,DAS 所提供的单机存储空间逐渐无法满足业务需要,依托高速局域网部署网络存储设备的解决方案走上历史舞台,存储区域网络(SAN)和网络附加存储(NAS)技术开始流行,成为现代存储系统诞生的两大标志。SAN/NAS 基于双/多控制器架构,通过构建专用的外部存储网络来提供大容量存储空间,可同时连接上百台前端小型机服务器,因此也称为集中式存储系统。可同时连接上百台前端小型机服务器,因此也称为集中式存储系统。

分布式存储时代——2010年之后,互联网加速发展,云计算技术诞生,前端业务应用转向 x86 架构,业务数据从单一内部小数据形态向多元动态大数据发展,数据量以每年超过 30%的增长率膨胀,非结构化数据占比达 80%,业务需求的剧烈变迁对存储系统的弹性扩展和异构化存储需求急速增加。集中式存储暴露出扩展性有限、新业务上线慢等问题,推动存储架构从小型机+磁盘阵列的集中式存储过渡到以通用 x86 架构为主的分布式存储(但不排斥专用硬件)。所谓分布式存储,是指通过分布式管理软件,将若干存储节点的存储空间整合到一起,为前端应用服务器提供统一存储空间,有效解决海量数据高扩展需求,迅速成为集中式存储之后新的发展热点。

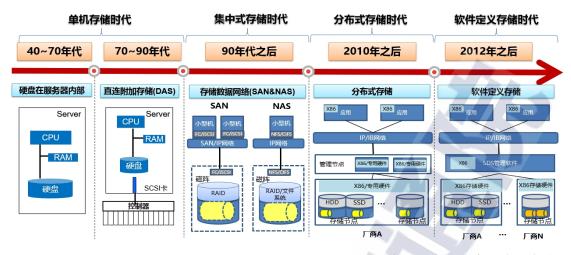
软件定义存储时代——2012年之后,在业务需求进一步变迁、 云计算技术迅速普及、硬件能力快速提升、网络技术持续升级等多 重因素作用下,"软件定义存储"概念在全球范围内首次提出,助 力客户构建软件定义的数据中心。

- (1)存储资源共享和数据融通的业务需求驱动 SDS 应需而生: 大数据、物联网、AI等新一代信息技术在数字化转型中的应用突飞猛进,企业业务应用快速增加,不同业务应用间的关联性日益紧密,跨厂商、跨平台的存储资源共享和数据融通需求空前迫切。《IDC FutuerScapes 2019》分析指出,未来每个企业级应用都将与其他 4-8个应用有频繁交互,这就对数据统一管理和数据迁移的敏捷性提出了更严格要求。而现实中多厂商存储并存的状态造成了"烟囱式"数据孤岛,阻碍关联业务数据流动,严重影响业务效率,且更换存储解决方案或存储厂商非常困难。分布式存储解决方案不能充分解决上述问题,驱动软件定义存储出现在公众视野。软件定义存储凭借硬件解耦的技术特性,将标准服务器内置存储、外置存储或云存储等存储资源整合起来,有效满足客户对跨厂商、跨平台的存储资源共享和数据融通的业务需求。
- (2) 云计算技术迅速普及使 SDS 成为构建软件定义数据中心的组成部分: 随着虚拟化、云计算技术成熟和普及,客户的 IT 构建思维发生了巨大变化,基于云计算快速、敏捷、灵活获取资源的 IT 部署模式深入人心,传统 IT 基础设施向云计算基础设施转型的进程进一步加快,软件定义的数据中心成为客户追求的目标,这种变革使软件定义存储越来越有吸引力。
- (3) 硬件能力快速提升使基于通用服务器的 SDS 加快崛起: 在处理器层面, CPU 多核技术大大提高了处理器利用率, 使存储系

统在处理业务应用之外,还可以处理大量的 IO 负载和支撑丰富多彩的存储软件功能,为软件定义存储相关软件能力的实现提供算力支撑。在存储介质层面,闪存(SSD)快速普及应用,作为存储系统的底层硬件资源,提供高性能和高可靠的底层数据存储服务,具备远高于传统磁盘存储(HDD)的数据吞吐能力及更低的时延。在存储协议层面,NVMe 和 NVMe-oF 等新型存储协议应运而生,进一步提升了闪存低时延、高并发的特性。硬件能力的提升使基于通用硬件的软件定义存储可以更加专注于存储软件的功能设计。

(4) 网络技术持续升级提升 SDS 访问效率: 高速网络技术的发展为存储系统访问性能提升创造了良好的基础条件。从组网技术角度划分,存储系统可分为 IP 组网存储、FC 组网存储、IB 组网存储, 其中 IP 组网存储的常见速率包括 1Gb、10Gb、25Gb、100Gb等, IB 组网存储的速率甚至可高达 100Gb、200Gb等, 延迟低、速率高, 有助于进一步提升软件定义存储的访问效率。

在上述多重因素的综合作用之下,软件定义存储架构取得了快速发展。整体来看,软件定义存储是分布式存储的一次新的进化,利用通用商用服务器促进了数据中心硬件形态的统一,降低 TCO,同时实现跨供应商、跨型号存储产品互通,支持存储资源统一调度和灵活控制,打破"烟囱式"存储架构和"数据孤岛",为快速实施数字化转型夯实统一数据存储底座,成为海量多元异构数据的存储利器。



来源:中国信息通信研究院

图 5 存储架构演进历程

SDS 实现硬件定义到软件定义的历史跨越。在存储架构演进过程中,硬件定义、软件定义两条技术路线并存。传统集中式存储基于专用服务器硬件,由控制器以硬件方式实现数据读写、备份、共享等一系列功能,是硬件定义存储的代表。分布式存储通过管理节点运行分布式存储软件替代了传统存储的控制器,用软件代替硬件的控制功能,向着软件定义迈出了关键一步。SDS 是一种立足分布式架构并将存储软件与硬件进一步分离的存储体系结构,可以在各种行业标准服务器上运行(包括第三方服务器),是分布式存储的新的发展模式,标志着存储架构从硬件定义全面跨入软件定义时代。

SDS 与分布式存储的根本区别在于"硬件解耦"。分布式存储以分布式存储软件替代控制器,但大多以软硬件一体机的产品形态出现,强调软硬件整体优化,大多不兼容其他厂商的存储硬件,且并不一定要求是通用硬件,也可以基于专用硬件,扩容时需要选择原厂商。SDS 最重要的技术特性是实现了硬件解耦,而并非是以纯

软件取代软硬件一体机这种产品形态上的差异。一方面,SDS 强调采用通用硬件构建,消除了专用硬件,降低存储系统使用门槛。另一方面,SDS 将存储软件与硬件独立开来,实现对底层硬件的解锁,用户可自由选择硬件供应商。当然,这是从技术特性角度对分布式存储和软件定义存储进行区分,但在产业界,二者界限并不十分严格,针对 SDS 的市场统计中往往包含分布式存储。

中国 SDS 起步晚但成长迅速。SDS 前期起源于美国硅谷厂商,如 IBM、VMware、Nutanix、Maxta 等,这些硅谷厂商在 2000 年前后在块、分布式文件、对象存储领域大力推动早期研究,先后推出了 Lustre1.0、AWS S3、Ceph、vSAN 等商业产品或开源系统。2012年 VMware 提出 SDS 概念,正式开启 SDS 时代序幕,并改变了企业存储市场固有格局,在国内外孕育出新生力量。2015年前后,中国涌现出一批基于 Gluster、Ceph、BeeGFS、MinIO 等开源系统的存储初创公司,2017年前后本土服务器巨头也开始快速涌入 SDS 赛道,目前本土厂商已成为中国 SDS 市场的主导力量。

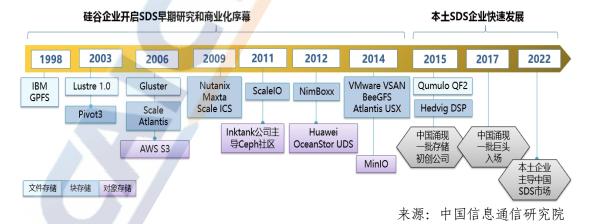


图 6 SDS 发展历程重要节点

## (二)硬件标准化和软件定制化是根本特征,软件蜕变为架构核心

硬件标准化和软件定制化是 SDS 根本特征。SDS 将存储硬件和存储软件高效分离和充分解耦,其技术本质是硬件的标准化和软件的定制化。所谓硬件的标准化是指 SDS 打破封闭的专有存储硬件架构,采用标准化硬件作为载体,同时横跨不同厂商的异构硬件,通过抽象化(虚拟化)、资源池化构建存储资源池,并提供标准化的基本存储功能。所谓软件的定制化是指通过管理软件控制存储硬件提供的基本存储功能并共享底层硬件资源,根据特定工作负载对存储容量、性能和功能等的需要,灵活定制、编排所需的存储资源和服务,实现与上层应用需求高度匹配的、敏捷的存储业务发放。

存储软件是 SDS 架构的价值核心。SDS 在架构上包含存储硬件和存储软件两个子集。在存储硬件层面,SDS 可部署在低成本的标准商用存储服务器上,含存储介质、处理器平台和操作系统等组成部分,一般采用分布式部署架构,3 个节点起步。在存储软件层面,分布式存储软件运行在存储硬件的标准操作系统之上,对存储节点、网络进行配置和管理,对内进行数据管理,对外提供存储服务。从数据类型划分又包括文件存储、对象存储、块存储三种不同的存储软件类型。由于 SDS 的技术本质更多地是由存储软件来驱动并控制标准化的存储硬件资源,因此存储软件是 SDS 架构的核心。



来源:中国信息通信研究院

图 7 软件定义存储架构构成

超融合是 SDS 的一种特殊形态。超融合(HCI)在 SDS 基础上同步配置了软件定义计算(SDC),是一种存算一体化架构,可以理解为 SDS 的一种特殊形态,因此广义上的 SDS 概念可以包括超融合(HCI),目前一些权威机构对企业存储市场的市场统计中就同时包括 SDS 和 HCI。但二者应用场景有所不同。SDS 扩展性强,设备采购灵活,可用于各种不同规模需求的应用,适用场景广泛。HCI在轻业务量的业务场景下部署具有极强的便利性,适合边缘节点、小型数据中心和分支机构部署构建 IT 基础设施。

### (三)作为新兴存储技术,软件定义存储具备五方面 突出优势

弹性扩展——SDS 支持横向扩展,存储性能与容量同步线性增长,可支持数百 PB 甚至 EB 级的容量规模,可满足百万 IOPS 的高性能要求。同时,对比传统存储扩容和资源分配往往需要数个小时以上时间,SDS 可支持敏捷快速的扩容,软件在线升级,节点扩展

后数据在集群内自动重构,自动实现负载均衡,避免由于数据重平衡和木桶效应对业务系统的影响。

敏捷管理——SDS 提供标准的应用编程接口,根据业务需求基于策略创建所需的虚拟存储资源,从而达到更显著的敏捷性、更自动化的管理,实现对市场和业务的快速响应。同时,SDS 软硬解耦的分布式存储架构将不同地理位置的存储系统按需融合、数据就近读取,实现资源池统一运维,多云多数据中心一站式管理,实现海量数据资源的拉通和管理,提升存储系统管理便捷性。以某厂商对其证券客户的支撑案例为例,该案例中以超融合方式部署的 SDS 解决方案协助客户降低 60%的运维工作量。

开放兼容——SDS 运行在标准硬件之上,实现软硬解耦,不需要特殊的硬件或组件,跨越厂商、品牌、型号,兼容多样化云平台和异构存储资源,硬件选型有更多灵活性,可充分利用最新的硬件技术创新,比如最新的处理器芯片、最新存储介质、最新协议等。

更低成本一一SDS 采用低成本标准化硬件,与相对昂贵的专用硬件相比,通过配置不同性能的标准服务器来实现不同的容量和性能目标,设备采购成本低。且能够通过添加节点或升级现有硬件服务器的方式灵活扩容,而不是预先购买整体式设计或者硬件绑定的存储系统。此外,SDS 支持 SSD、HDD、蓝光、磁带等高、低速存储的分层部署,部分厂商的 SDS 产品允许新旧硬件平滑替换,无需迁移数据,用较低的成本实现数据长期留存。SDS 还支持跨厂商、跨型号存储的统一管理和运维,减少存储管理成本,提升存储整体

利用率。从华为、XSKY 星辰天合等厂商在银行、证券等客户中的 SDS 部署实践来看,不少案例均实现了 TCO 降低 40%-50%的发展目标。

安全可靠———是架构天然可靠性。SDS 基于分布式架构,通过硬件抽象和池化,可以屏蔽大多数硬件的不可靠性。二是高效的数据保护机制。SDS 数据保护一般采用多副本或者纠删码(EC)方式,可实现数据中心、机架和服务器三个级别故障域保护,且已有SDS 厂商支持块、文件、对象的全协议双活保护。



来源:中国信息通信研究院

图 8 SDS 具备五方面突出优势

### (四)助力构建开放式异构数据存储平台,满足数字 化转型现实需求

**开放式异构数据存储平台是产业数字化转型的客观需要**。在产业数字化转型过程中,产生了大量新场景、新应用,日益复杂化的应用形态对存储硬件的性能、成本、生态等诸多方面形成多样化需求,驱动产生了存储硬件多元化的需要,以便综合不同厂商及生态

的技术所长,集成不同存储硬件的能力优势,按需采购多元硬件,降低单一厂商依赖,利旧存量存储设施,保护既有投资,实现价值最大化和成本最优化。基于此,打造统一软件平台与多元异构的硬件体系,构建开放式的异构数据存储平台成为客户关注焦点之一。

存储产业生态的开放性日臻完善。处理器平台、操作系统及存储介质是存储硬件多元化创新的主要发力点。在小型机+磁盘阵列的存储架构时代,高端传统存储存在较高技术门槛,少数巨头企业在处理器平台、RAID卡、HDD介质等关键领域竞争中处于强势地位,形成市场壁垒。在存储架构过渡到基于通用 x86 架构的软件定义存储时代后,硬件上摆脱了对高端专用存储硬件的依赖,为新兴存储企业换道超车,与巨头企业同场竞争提供了新的发展机遇。当前,存储硬件相关的生态体系已经更加丰富。处理器领域,在 Intel、AMD等主流处理器平台基础上,又涌现出鲲鹏、飞腾、海光、龙芯等多种新兴处理器平台。操作系统领域,Windows Server、Linux、麒麟、统信、欧拉等操作系统生态百花齐放。存储介质领域,全闪、混闪的存储介质成为数据中心主流趋势,孕育出一批新的创新企业。

SDS 是构筑开放式异构数据存储平台的有效途径。SDS 通过独立于底层硬件的软件来定义存储服务,因此具有支持硬件平台多元化创新的天然优势。在多元硬件平台上叠加 SDS 分布式存储软件,可以便捷地构建开放异构的数据存储平台。SDS 通过对不同硬件技术生态的适配,兼容 Intel、AMD、鲲鹏、海光等不同生态的芯片,以及差异化的操作系统和存储介质,支持一池多"芯",实现一专

多能,是构建开放式异构数据存储平台的优选项。

#### SDS分布式存储软件

统一软件平台

<u>多元处理器平台</u>: Intel、AMD、鲲鹏、飞腾、海光、龙芯....

多元操作系统: Windows Server、Linux、麒麟、欧拉....

多元存储介质:SSD、HDD、蓝光、磁带....

多元异构硬件体系

来源:中国信息通信研究院

图 9 基于 SDS 构建开放式异构数据存储平台

### (五)软件定义存储加速与新应用新技术的交叉融合, 应用价值凸显

SDS 为数据密集型新应用提供重要支撑。物联网、大数据、AI等新一代信息技术在赋能数字化转型过程中催生了大量数据密集型新应用,如智能驾驶、基因测序、远程医疗、工业生产质量监测、AR/VR等等,其中不少应用对互动性、实时性要求较高,推动"云计算+边缘计算"成为万物互联时代新的数据处理模型,云数据中心实现海量物联数据的集中存储和处理,边缘数据中心支撑实时交互类高时效性业务。云数据中心内海量数据的集中存储对存储资源弹性扩展能力、存储与容器平台深度集成能力等提出很高要求,而边缘侧应用的业务规模往往相对轻量级,业务增量相对有限,对极简管理要求较高,因此上述两种场景非常适合 SDS/HCI 产品。未来,随着数字化转型深入推进,新应用、新场景对存储、计算和网络资源需求不断增长,软件定义存储的市场需求将进一步攀升。

SDS 的自动化管理能力促进数据基础设施云化。软件定义存储

实现了存储基础架构的自动化机制,来自应用的数据服务请求直接 传达至自动化软件,并对应请求分配用户所需的存储资源和服务, 大幅降低人工管理运维成本。这种基于软件定义特性的自动化管理 机制,可以有效满足云化数据基础设施对高弹性、高敏捷的需求。 另外,在云化的数据基础设施内,数据广泛分布在云、边、端等不 同站点,以及私有云、公有云、混合云等多种云平台之上,SDS 具 备多云协同、云边协同支持能力,可实现对云边端各类存储资源及 数据的统一管理,支持两地三中心、同城双活等容灾策略,通过数 据自动分层、上下云和灵活备份等方式实现多云互动,全程管控数 据自动分层、上下云和灵活备份等方式实现多云互动,全程管控数 据的汇聚、存储、分发、流转及应用过程,从业务生产、数据聚合 分发到数据价值转化,提供全生命周期的自动化管理支持,助力数 字化转型推进。

异构计算拓宽 SDS 应用场景。在传统的计算机体系结构中,CPU 既要为上层应用负载提供算力支持,又要处理大量网络协议处理、数据转发、数据压缩、加密解密等基础层负载,造成 CPU 计算效率低下。DPU 作为以数据为中心、面向算力卸载的一种新型专用处理器应运而生。DPU 对 CPU 的存储、网络、安全等基础层负载进行卸载,从而成为新的存储入口。借助自身同网络带宽几乎等同的 I/O 吞吐能力和对 iSCSI、NVMe 等存储协议的支持能力,DPU 实现将分布式的存储和远程访问"本地化",实现数据加速、存储加速,促进对存储访问性能的大幅提升,从而将进一步推动软件定义存储的普及和应用场景的拓展。

SDS 为数据湖/湖仓一体等大数据创新方案提供关键承载能力。 在大数据、AI等新一代信息技术驱动的数字化转型浪潮中,数据成 为关键生产要素,利用海量数据赋能业务变革的能力成为数字化转 型成败的核心。企业需要以低成本高效率的方式长期留存、高效管 理和深度挖掘数据,以创造商业价值、释放数据潜能。随着数据量 的急剧增长和数据类型的异构化,对于庞杂的不同类型的数据进行 长期统一存储和挖掘的需求催生了数据湖、湖仓一体等技术,并且 益成为大数据技术架构新的发展方向。数据湖、湖仓一体这类面向 大数据场景的创新解决方案对存储系统的容量、扩展性等有很高要 求, SDS 可以作为企业数据湖、湖仓一体化方案的后端存储载体, 能够实现从单资源池数台到数百台、上千台节点横向扩展、滚动升 级,支持大容量异构数据统一存储,基于SSD、HDD、蓝光、磁带 等高、低速存储实现数据低成本留存和充分流动;支持 Hadoop 存算 分离部署,提供高效元数据处理机制,灵活应对 AI/ML、BI、决策 支持等多样化数据分析需求,助力释放大数据作为关键生产要素的 核心价值。

- 三、软件定义存储繁荣发展撬动市场格局转换
- (一)需求侧:数字化转型为软件定义存储塑造广阔 机遇,市场呈现高增长性

数据存储及管理设施市场规模持续快速扩张, SDS 增长前景可观。实体经济的数字化转型, 关键要依靠数字化的基础设施。随着数据和云化驱动的数字化转型成为大势所趋, 千行百业都在加速推

动数据基础设施升级,为数据基础设施市场增长创造源源不断的动力。数据存储及管理设施市场 '作为数据基础设施的重要子市场,迈入高速增长的快车道。中国信息通信研究院测算,2021年我国数据存储及管理设施市场规模达到831亿元人民币,较上一年增长19.6%。作为数据资源的关键底座,其市场规模未来将继续快速增长,2025年预计可达1700亿元人民币左右,年复合增长率约为20%。随着数据存储及管理设施市场规模持续快速扩张,SDS的增长前景可观。



来源:中国信息通信研究院

图 10 中国数据存储及管理设施市场规模

### (二) 需求侧: 软件定义存储崛起为关键赛道, 压缩 传统存储市场空间

软件定义存储蚕食传统存储市场空间。当前,如同在计算领域 x86 服务器对小型机的替代那样,在数据存储及管理设施领域同样兴 起基于标准硬件的 SDS/HCI 对 SAN、NAS 等传统存储的替代之势,

<sup>4</sup> 数据存储及管理设施市场是对数据进行存储和管理的设施集合。对照数据基础设施的定义,主要包含其中的企业级存储设备,传统存储管理系统、SDS/HCI管理系统(分布式存储纳入 SDS 范畴)等各类数据存储管理软件,以及数据库、大数据平台等数据管理设施。该市场是软件定义存储相关方案最大可达范围

软件定义存储日益成为企业级存储的关键赛道。近年来,中国 SDS/HCI 硬件的市场份额占比持续保持上升态势,反之传统存储硬件市场份额占比持续面临下行压力。根据 IDC 数据,2021 年 SDS/HCI 硬件已经占据中国企业级存储硬件市场接近 48%的市场份额,几乎 追平传统存储,占据企业级存储硬件市场半壁江山,正在酝酿新的市场结构变局。2019-2021 三年来,传统存储硬件市场份额从 65%下降至 52%,市场份额持续萎缩。照此趋势,未来数年内 SDS/HCI 硬件市场份额有可能超过传统存储,成为企业存储主流解决方案。

## 中国企业级存储硬件市场份额情况(2019-2021) 超融合HCI 20.6% 19.1% 52.1% SDS 27.3%

来源: IDC,中国信息通信研究院整理图 11 2019-2021 年中国企业级存储硬件市场份额情况

# (三)供给侧:全球主流厂商强化软件定义转型,驱动存储产业格局重构

传统硬件厂商致力于以软件化战略延续市场优势。国内外传统 硬件厂商纷纷发力软件定义存储。例如浪潮公司在 SDS 大潮下推出 G6 分布式存储平台,打造一个架构、一套软件、四种节点的 SDS 解决方案。传统硬件厂商的 SDS 产品以软硬件一体机为主,但近年 纯软件形态产品也在增加。如 Dell 发布的对象存储 ObjectScale 采用 纯软件形态销售。

新兴专业 SDS 存储厂商凭借"软硬解耦"塑造独特优势。新兴专业存储厂商瞄准硬件标准化趋势,持续深耕软件定义,凭借支持第三方硬件平台的独特优势,成为软件定义时代的后起之秀。在国内,大批创业型公司进军 SDS 市场,XSKY 星辰天合、深信服等是其中的典型代表。新兴专业 SDS 存储厂商可提供纯软件形态产品,适配市场上的主流服务器,同时也销售 SDS 软硬件一体机产品。

公有云服务商入局 SDS 市场。谷歌、阿里云、腾讯云等大型公有云服务商,几乎都采用自主研发的分布式云存储,将基础设施从专用硬件替代为通用服务器+软件定义存储架构。部分有实力的公有云服务商还入局企业级 SDS 产品,如青云在 2015 年推出了超融合一体机,阿里云等也加入 SDS 企业存储赛道。

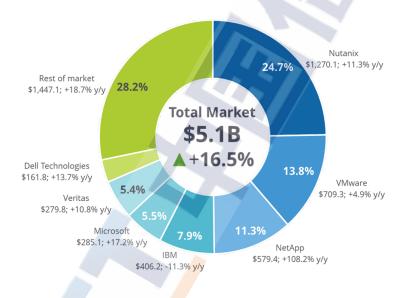
虚拟化厂商顺应趋势积极应对软件定义变革。全球虚拟化巨头 VMware 是其中的典型代表。 VMware 的 SDS 产品 vSAN 是一个软件定义存储解决方案,vSAN 2021 年在全球超融合软件市场处于引领者地位,在全球拥有 3 万家企业客户。

开源软件厂商深度布局开源软件定义存储生态系统。基于通用硬件平台构建开源基础架构设施是开源软件厂商不懈的追求,开源软件厂商一直致力于开源 SDS 生态体系构建。Redhat 早在 2011 年就收购了分布式文件系统 GlusterFS, 并在 2014 年将 Ceph 的企业级

产品提供商Inktank收入囊中。

### (四)供给侧:软件控制层面巨头主导,底层硬件呈 现通用化多元化发展

巨头企业是全球软件定义存储控制软件领域的主导力量。软件控制层面是 SDS 产品的核心。根据 IDC 数据,2021 年,Nutanix、VMware、NetApp、IBM、Microsoft、Veritas、Dell 七家企业占据全球软件定义存储控制软件市场共计 71.8%的市场份额,其余市场份额被华为、DataDirect Networks、Cisco、曙光、联想等企业所瓜分。



来源: IDC

图 12 2021 年全球软件定义存储控制软件市场份额

SDS 底层服务器硬件呈现通用化、多元化发展趋势,兼容性成为衡量纯软件类 SDS 产品能力的重要因素之一。如前文所述,SDS 底层服务器硬件平台以通用服务器为主要载体,为保障 SDS 存储平台的性能、可靠性等提供基础。当前,SDS 服务器硬件生态多元发展,芯片领域出现了众多供应商,如 x86、鲲鹏、飞腾、海光、兆芯、申威等;操作系统领域,Linux、麒麟、统信等操作系统百花齐放。

由于 SDS 软件对服务器硬件的兼容性提升需要大量研发投入,因此 头部 SDS 厂商的硬件兼容性水平一般更有保证。例如 VMware 的 SDS 产品 vSAN,硬件走向标准化,可兼容各种常见的标准 x86 服 务器,让其获得了良好的市场接受度。国内 SDS 厂商如 XSKY 星辰 天合、深信服等也在持续增强对 x86、鲲鹏、海光、飞腾等多元处理 器以及第三方服务器平台的支持,打造一池多"芯"的差异化竞争 能力。

### (五)供给侧:软件定义存储市场集中度较高,一体 机为主流形态

SDS/HCI 市场集中度较高、马太效应突出。IDC 数据显示,在中国 SDS/HCI 市场,华为、新华三、浪潮、深信服、联想、曙光、XSKY 星辰天合和 Dell 是 TOP8 厂商,2021 年 TOP8 厂商共占据 79.4%的市场份额,是当之无愧的市场领头羊。在全球 SDS/HCI 市场,Dell、IBM、Pure Storage、Qumulo、Scality、VAST Data 等是 SDS领域领先企业,在市场中发挥主导、引领作用,而 Nutanix 和 VMware则在 HCI 软件市场占据了 80%以上 5的市场份额。

从产品形态的角度看,软硬件一体机占据市场主流。SDS/HCI 产品交付形态主要包括软硬件一体机和纯软件两类。软硬件一体机 产品同时提供存储软件和存储硬件,部署实施快,运维便捷。纯软 件产品只包含存储软件,部署在用户自行提供的通用 x86 服务器上, 可以兼容市场上的主流服务器,不受单一厂商绑定。在国内及国外

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> 来源: Gartner, 2022H1

市场,软硬件一体机都占据了市场主流,以中国 SDS/HCI 市场为例, 2021 年软硬件一体机形态产品占比达 91%6。国内外主流 SDS/HCI 厂商也大多以销售一体机为主要收入来源。其中,传统硬件厂商主 推一体机的销售模式,没有纯软件产品或者出货占比较低,新兴专 业 SDS/HCI 存储厂商可同时提供纯软件、一体机销售模式,但受客 户购买习惯影响,往往也以一体机出货为主。

# 四、软件定义存储在典型行业的深层次拓展持续加速 (一)软件定义存储深度赋能产业数字化转型

SDS 为多元化行业应用提供全协议全场景支持。在数字化转型过程中,数字化业务纷繁复杂,不同应用场景涉及的数据特征有较大差异,需选用不同类型的 SDS 产品。块存储适用于高性能、时延敏感的数据库、虚拟化场景。文件存储适用于高性能计算、AI/ML、日志等文件方式访问的应用。对象存储适用于云存储、票据/影像、备份/归档、大数据分析、数据湖等大容量场景。整体看,SDS 可以覆盖从非核心应用、准核心应用到核心应用的复杂应用场景,满足海量多源异构数据的存储及管理需求。

<sup>6</sup> 来源:中国信息通信研究院及分布式存储产业方阵的市场调研



来源:中国信息通信研究院

图 13 SDS 为行业应用提供全协议全场景支持

SDS 深入干行百业助力提升各行业数字化发展能级。SDS 在数据基础设施建设中越来越受到信息化部门的青睐,深入应用到千行百业,助力各行业构筑数据存储底座。中国信息通信研究院对国内主流存储厂商的调研数据显示,金融、制造、教育、医疗、政府、电信、媒体、交通等领域是 SDS 应用最为广泛的牧马之地,在上述行业的各类数字化业务场景中重要性日益凸显。



来源:中国信息通信研究院

图 14 SDS 行业赋能应用场景分析

考虑到智能制造是制造强国建设的重点方向,金融、医疗、教育是关系国计民生的重要行业领域,近年来上述行业数字化转型全面加速,为软件定义存储的深度拓展应用持续提供新动能。因此本章重点围绕上述四个行业领域阐述 SDS 在其中的应用情况。

#### (二)软件定义存储在金融行业的应用

1.金融行业 IT 发展趋势

金融数字化转型需要依赖IT架构的重建和技术持续创新来实现。 一是构建数字化服务能力,体现在"移动为主"的数字化渠道建设, 完善全场景化的金融服务能力。其对IT架构带来的挑战是需要更加 敏态的IT系统,应对快速增长的业务和业务浪涌(如双十一和春节 红包)。二是构建数字化运营能力。体现在通过金融数据中台体系 建设,提升数据洞察能力和数据挖掘能力,实现金融数据服务于金 融业务。由于数据中台处理数据的类型多样化、数据巨量化,驱动 存算分离的IT架构加快落地应用。三是构建数字化保障能力。传统 业务流程转向电子化业务流程带来了海量非结构化数据的快速增长, 亟需搭建非结构化数据平台,同时打通大数据平台的数据服务能力, 实现数据的高效共享,存储系统的分布式架构改造势在必行。

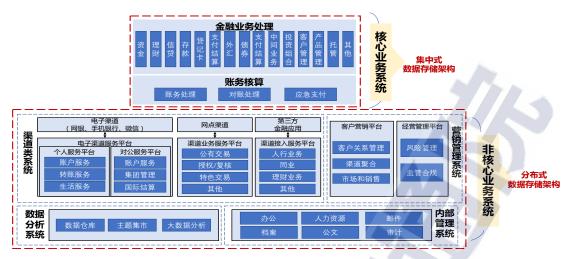
金融 IT 架构从集中式到分布式与集中式双模并转演进。以往,金融机构 IT 系统主要采用集中式架构,为金融业务提供了良好的性能及稳定性。在金融企业全面数字化转型浪潮下,随着业务系统数据量、复杂度不断增加,金融业务系统入云及金融 IT 架构分布式改造成为金融业数字化转型的重要共识。金融机构在金融云建设中应

用虚拟化、容器云、微服务等技术推进的分布式架构改造日趋深入。 以银行和券商为例,中等以上规模的机构大多完成了基于分布式计 算、分布式存储系统和网络虚拟化技术的 IaaS 层资源池建设,正在 推进基于分布式数据库和分布式应用等技术的 PaaS 层和 SaaS 层架 构升级。金融 IT 架构步入集中式与分布式双模并转时代。

2.软件定义存储在金融行业的应用前景

SDS 是金融数据存储架构向分布式演进的关键支撑技术。金融机构汇聚了海量数据,覆盖客户、账户、产品、交易等结构化数据,以及语音、图像、视频等非结构化数据。金融机构对非结构化数据和海量文件的处理需求大幅增加,驱动集中式存储架构向分布式+集中式的双核异构模式转变。SDS 基于分布式存储架构在性能和容量扩展方面的优势,可以有效应对大规模、高并发场景下对数据存储的挑战,成为金融数据存储架构分布式改造的关键支撑技术。

SDS 成为金融非核心业务应用场景的主流选择。金融业业务系统种类繁多,分为核心业务系统和非核心业务系统两类,其中核心系统指账务处理、业务处理类应用,直接面向客户提供金融服务;非核心业务系统包括外围渠道服务、营销管理、数据分析、银行内部管理等系统。目前金融机构倾向于对核心业务系统坚持集中式的道路(部分中小金融机构面向互联网的核心业务系统也开始走向分布式存储架构),非核心业务采取分布式数据存储架构。SDS 弹性扩展的特性可以很好支撑敏态业务发展,日渐成为金融非核心业务场景和互联网应用场景的主流选择。



来源:中国信息通信研究院

图 15 金融业业务系统分类及数据存储架构选择

SDS/HCI 在金融业的深层次拓展持续加速。金融业数据体量大、重要性高,是 SDS/HCI 应用的关键领域。中国信息通信研究院对国内主流存储厂商的调研数据显示,2017-2021 年五年来中国金融业 SDS/HCI 出货容量在 14 个主要行业 7中占比为 8.6%,排名第 4 位。2017-2021 年五年间金融业 SDS/HCI 出货容量复合增长率高达 71.4%,2021 年出货容量已经达到 2017 年的 8.6 倍。



来源:中国信息通信研究院

图 16 2017-2021 年金融行业 SDS/HCI 存储出货容量及年增长率

 $<sup>^{7}</sup>$  政府、电信、教育、金融、制造、媒体、交通、医疗、资源(能源、采矿业等)、公共事业、互联网、贸易及仓储物流、建筑、专业服务。



来源:中国信息通信研究院

图 17 2017-2021 年金融行业 SDS/HCI 存储出货容量复合增长率

### 3.软件定义存储在金融行业应用的典型案例

(1)案例:某省农信采用 SDS+混合云架构打造省级行业云平台

项目背景:某省农村信用社联合社下属 60 多家农商银行,营业网点 3270 家,负责行使对全省农村商业银行的指导、协调、服务和管理职能。在早期信息化建设中,除全省统一的核心业务系统运行在省联社平台上之外,全省 60 多家农商行都有自己独立的信息化系统和数据中心,数据孤岛问题严重,不能满足互联网时代以分钟为单位时间的精细化管理要求,亟需改造。同时随着金融业务快速发展,监管部门对金融机构云计算工作提出了明确发展要求,但地市农商行研发与运维力量相对薄弱,对 IT 资源的维护要承担较大的压力,如机房环境、各类外设硬件、自建应用系统等,因此分行期望通过将 IT 基础环境迁移至省联社的共享云平台,以降低自身工作的复杂度和压力,从而能更多专注于自身的金融服务。

SDS 解决方案:该省农村信用社联合社先后部署了 XSKY 星辰

天合的 XEDP、XEBS、XEOS 等产品,部署存储节点数量超过 300 个,其混合云平台底层全面对接 XSKY 星辰天合软件定义存储系统, 数据空间超过 20PB。其中块存储对接 OpenStack 云平台,用于承载 各农商行的业务应用系统,同时对接 Kubernetes 容器云平台,用于 承载微服务(容器应用商店、容器云测试平台);对象存储则主要 对接影像平台,用于承载业务产生的海量非结构化数据,同时也对 接了 Hadoop 大数据平台,用于承载分析类业务数据。

案例价值:该省农信社采用 SDS+混合云架构打造省级行业云平台,通过统筹统建、统一容灾规划、统一安全策略、统一运维方式,有效降低了综合建设和运维成本,完成 90%以上业务数据覆盖,支撑 3500 多家营业网点的业务稳定运行, TCO 降低了 50%。

## (2) 其他典型案例

表 1 金融行业 SDS 典型应用案例

案例主体	应用场景	案例描述	厂商
深圳某大型 股份制商业银行	支撑亿级并 发的互联网 金融业务	基于华为 FusionStorage 存储,支撑移动支付、互联网金融等新兴业务,支持亿级用户同时接入,实现存储资源发放效率提升 10倍,达到 TCO 降低 40%的目标。	华为
某全国性股 份制商业保 险公司	计算存储融 合资源池平	采用华为 FusionCube 超融合产品进行计算存储融合资源池平台的建设,为上海和成都的生产环境提供虚拟化资源。	华为
某期货公司	核心数据库 系统后端存 储	采用企业级分布式存储 EDS 替换传统存储,承载核心数据库,满足实时交易、结算分析、客户关系管理等关键业务存储需求。	深信服
深圳某证券公司	构建非结构 化数据服务 中台	采用 XSKY 软件定义存储构建非结构化数据服务中台,为 20+业务提供超过 5 亿文件的数据存储和管理平台,存储系统扩展能力提升数十倍以上,采用通用服务器实现软硬件解耦部署,TCO 降低 40%以上。	XSKY 星 辰 天合

某亿级消费金融企业	容器存储平台	采用 XSKY XEOS 企业级对象存储产品承载现网海量非结构化数据,配合小文件归并机制,提升海量数据的存取效率。同时,采用 XSKY XEBS 企业级块存储产品承载现网金融云容器化解决方案,构建容器化金融云架构的坚实底座。	XSKY 星 辰 天合
北京某国有 大型银行东 京分行	云桌面	以 H3C CAS 虚拟化平台为根基,与 Workspace 数字工作空间、ONEStor存储系 统深度结合,为东京分行提供高可靠的计算 与存储服务,同时满足云桌面使用需求。	新华三

来源: 企业官网官微等公开资料整理

# (三)软件定义存储在智能制造领域的应用

1. 智能制造领域 IT 发展趋势

智能制造成为贯穿"十四五"时期制造业转型发展的主旋律。
2021年12月,工信部等八部门联合印发《"十四五"智能制造发展规划》,提出推进智能制造发展,以数据为基础,构建虚实融合、知识驱动、动态优化、安全高效、绿色低碳的智能制造系统,推动制造业实现数字化转型、网络化协同、智能化变革。

智能制造领域数字化智能化变革呼唤海量数据便捷持久化存储。数据正在成为制造领域重要的生产要素,中国信息通信研究院测算表明,制造业数据产生量在主要行业中占比约为8%,并且保持30%左右的增长率快速增加。智能制造企业的研发设计、生产运营乃至产品运行正在全面走向数字化和智能化,例如一辆汽车上有1.5亿行代码,而对一辆智能网联车的数据处理和动作控制更是要求毫秒级时延,这些都驱动智能制造企业的业务系统处在持续升级和扩展当中。海量数据的存储、分析与实时性响应,对企业存储系统的扩展性、便捷性和可靠性提出了更加苛刻的要求。

### 2.软件定义存储在智能制造领域的应用前景

SDS 在智能制造领域的应用量多面广。智能制造企业数字化平台主要由"运营平台+研发测试平台+决策平台+业务保障平台"四类平台应用构成,因业务特性差异对存储系统要求各有不同。运营平台包含核心制造平台、供应链协同平台和企业管理支撑类系统,其中核心制造平台是核心生产系统,以结构化数据为主,在线数据访问速度要求高,业务需要7x24小时高可靠运行;供应链协同平台和企业管理支撑类系统以非结构化数据为主,要求提供大容量数据存储空间,并需要提供各种环境下的文件共享。研发测试平台要求存储系统支持实时测试仿真、全图形操作维护和便捷监控管理等需求。决策平台指企业制造业大数据平台,涉及结构化、半结构化数据及文件类、对象类应用,高IOPS、高并发,要求存储系统支持PB级容量规模。业务保障平台要求存储系统提供业务双活、业务备份、数据容灾等安全保障能力。SDS 可适配四类数字化平台建设要求,灵活部署定制化解决方案、正在智能制造领域大显身手。



来源:中国信息通信研究院

图 18 智能制造领域四类数字化平台应用

SDS/HCI 在智能制造领域应用步伐持续加快。中国信息通信研究院对国内主流存储厂商的调研显示,2017-2021年五年间中国制造业 SDS/HCI 出货容量在 14 个主要行业中占比为 4.9%, 五年间出货容量复合增长率达 88.8%,2021年出货容量达到 2017年的 12.7 倍。



来源: 中国信息通信研究院 图 19 2017-2021 年制造业 SDS/HCI 存储出货容量及年增长率



来源:中国信息通信研究院

图 20 2017-2021 年制造业 SDS/HCI 存储出货容量复合增长率

- 3.软件定义存储在智能制造领域应用的典型案例
- (1)案例: SDS 助力某全球领先装备制造企业"从制造到智造"

#### 的数字化转型

项目背景:某全球领先装备制造企业作为以工程机械研发和服务为核心业务的大型跨国企业,业务规模庞大、分支机构众多,导致企业管理和运营体系遇到严重挑战:一是公司员工、供应商、合作伙伴等人员办公需要标准化研发环境。各团队间资源难以共享及统一管理,严重影响办公与研发效率。二是IT设备分散在各个业务部门和全国各地的产业园区,资源难以协同共享。部分设备使用年限已达 6-8 年,运维成本高,亟须将研发及办公加速从线下转向线上,从而实现随时随地灵活接入。三是终端安全防护能力差。研发人员办公采用传统图形工作站方式,设计数据分散保存在个人图站中,影响企业信息安全防护。如何打造一个安全性好、集中度高、扩展性出色的办公运营体系成为企业数字化转型的重中之重。

SDS 解决方案:该企业选择与华为合作,基于华为 FusionCube 超融合平台的虚拟化能力,以桌面云为切入点,对计算、存储等硬件资源进行整合并资源池化,搭建了协同研发办公平台。研发人员可通过终端随时随地访问构建在虚拟机上的研发、办公桌面,实现在线协同和远程办公,构建起现代办公运营体系,为自身数字化转型夯实基础。研发人员可以在单个逻辑独立的虚拟桌面上调用整个数据中心的硬件计算资源来为其图形设计提供算力支撑,读写性能超过普通图形工作站十倍以上,大幅提升了研发效率。同时通过平台统一运维,有效解决了信息安全管控难、设备分散管理、资源利用率低等难题。

案例价值:制造业正在经历从制造到智造的数字化转型,需要强大、安全、易管理的 SDS 存储基础设施做底层支撑。本项目基于华为超融合解决方案构建了一个安全性好、集中度高、扩展性出色的办公运营体系,实现了运营成本下降 30%的目标。

#### (2) 其他典型案例

表 2 智能制造领域 SDS 典型应用案例

案例主体	应用场景	案例描述	厂商
某燃料电 池制造企 业	云桌面	通过 SDS 提供云存储资源池,对重要的研发人员桌面进行定期备份,防止误删除、勒索病毒造成的数据丢失,并按需扩容。	深信服
厦门某电子信息制造企业	构建统一存储平台	基于深信服 SDS,为客户构建统一存储平台,满足公司业务云化与数据体量不断增长对多类型数据存储及高性能、灵活扩展、管理简化的需求。	深信服
北京某汽车企业	混合云场景下的敏捷数据存储平台	随着大量车机系统和车联网系统运行,企业数据以几何倍数增长。为打造极致用户体验,通过 SDS 构建敏捷的数据存储平台,满足块/文件/对象统一存储需求,实现数据在本地和公有云之间无缝移动和云端备份。	XSKY 星 辰 天合
某芯片设计创新中心	EDA 文件存储	依托量身定制的高性能文件存储系统,提供计算、调度、存储端到端整体解决方案,可根据 EDA 不同阶段流程的具体应用场景,针对性匹配计算和存储资源。	XSKY 星 辰 天合

来源: 企业官网官微等公开资料整理

# (四)软件定义存储在医疗行业的应用

## 1.医疗行业 IT 发展趋势

智慧医院建设为存储产业增长提供关键动力。智慧医院建设是 医院迈向数字化时代的必由之路,在建设范畴上包括面向医务人员 的"智慧医疗"、面向患者的"智慧服务"以及面向管理者的"智 慧管理"三个组成部分。国家卫健委先后下发《医院智慧管理分级评估标准体系(试行)》《医院智慧服务分级评估标准体系(试行)》等文件,对医院智慧服务、智慧管理及智慧医疗信息系统建设提出了具体要求和评估标准,这对医疗数据中心的数据存储及各类信息化系统的数据冗余保护提出了极大的挑战。

互联网诊疗、医联体等服务模式创新使弹性灵活的医疗数据中心成为必然内在需求。数字化时代,集团化医院和大型区域医疗机构不仅需要考虑院内系统的集成,还需要考虑医院和医院之间以及医联体/紧密型医共体之间的数据集成和交换,为患者提供全生命周期、精准化的智慧医疗健康服务。此外,掌上医院、互联网诊疗走进千家万户,截至 2021 年底在线医疗用户规模达到 2.98 亿,成为用户规模增长最快的应用之一。新的医疗服务模式要求医疗数据存储能力及对跨域海量数据资源的全生命周期管理能力必须快速提升。

# 2.软件定义存储在医疗行业的应用前景

SDS 有效化解医疗信息化多重痛点问题。传统医疗数据中心存储设施面对日益复杂的医疗信息系统和互联网诊疗等新业务,以及多区域、多院区、跨区域医疗联盟等新模式发展时弊端凸显。硬件资源割裂、管理策略分散、扩容困难、业务部署慢等问题影响了上层业务系统部署和运行,特别是面对各种云原生和微服务架构的新型系统,灵活性不足,迫切需求新的解决方案。SDS 由于自带容灾手段,支持多院区、多区域部署,以及敏捷、弹性、解耦等价值优势,越来越受到医疗机构青睐,成为智慧医院的关键技术底座。



来源:中国信息通信研究院

图 21 医疗业 SDS 典型应用场景

医疗行业 SDS/HCI 存储出货容量快速扩张。中国信息通信研究院对国内主流存储厂商的调研数据显示,2017-2021 年五年间中国医疗行业 SDS/HCI 出货容量在 14 个主要行业中占比 4.2%,五年间的出货容量复合增长率高达 83.7%,2021 年出货容量达到 2017 年的11.4 倍。



来源:中国信息通信研究院

图 22 2017-2021 年医疗行业 SDS/HCI 存储出货容量及年增长率



来源:中国信息通信研究院

图 23 2017-2021 年医疗行业 SDS/HCI 存储出货容量复合增长率

# 3.软件定义存储在医疗行业应用的典型案例

(1)案例:某知名肿瘤防治中心使用 SDS 归档海量医疗数据

项目背景:数字化技术的快速演进,为人类抗击癌症、战胜病魔提供了强大武器。在全国知名的某肿瘤防治中心,每年有 118 万人次的门、急诊患者,以及 13 万人次的住院患者享受到基于数字化技术的医疗服务。为充分发挥医疗数据的科研价值,需要搭建一套高性能、高可靠、易扩展的存储资源池,实现医疗数据统一存储与归档,但实践中面临三大挑战:一是数据量大。基因与数字病理研究需求持续增长,每年新增数据量在 300-1000TB,一个中型病理科每天产生的数据至少几 TB,每年数据达到 PB 级。二是文件类型多。包括病理、基因和 AI 三部分数据,具有不同的数据存储特征,因此存储系统需要满足不同的数据类型和文件大小,提供相匹配的性能服务。三是需要强扩展性。考虑到数据量的增长情况,且病理数据通常需要 15 年长期保存,存储系统需要实现性能无中断的扩展。

SDS 解决方案:该肿瘤防治中心牵手新华三集团,基于 H3C UniStor X10000 G3 存储建立了针对海量数据的易管理、高可靠以及高可用性的存储资源池,解决了数据归档的三大挑战,同时实现科研数据的历史归档。本次 X10000 存储部署超过 16 个节点,为该肿瘤防治中心提供超过 6.7PB 的总体裸容量,大幅提升数据存储和扩展能力;同时通过文件 WORM 一次写入多次读取、文件回收站等功能防止数据丢失,保证数据安全。未来性能和容量可以随节点线性增加,同时可以跨代升级和扩展。

案例价值: SDS 通过提供性能稳定、安全可靠的数据归档系统,帮助院方实现海量数据的归档保存,为后续充分发掘医疗数据价值提供坚实基础,推动肿瘤防治科研工作顺利开展。

### (2) 其他典型案例

表 3 医疗行业 SDS 典型应用案例

案例主体	应用场景	案例描述	厂商
四川某医院	支撑建设多 组学数据加速分析平台	建设多组学数据加速分析平台,将 30X 人类 WGS 胚系变异分析时间从 24 小时缩短至 7 分钟,首次将全基因组分析推进至分钟级。	华为
武汉某医院	PB 级影像数据存储	采用浪潮 AS13000 存储解决方案,共提供 1.4PB 存储容量,满足医院 PB 级影像数据存储需求。	浪潮
北京昌平区某医院	医疗数据容 灾备份	采用浪潮 AS2200G2 超融合系统打造共享存储解决方案,满足医院数据容灾、备份需求。	浪潮
北京丰台区某医院	支撑基因组 学系统建设	基于曙光 ParaStor 存储系统,进行基因组学系统建设,解决生物基因应用中对海量大文件存储场景高聚合带宽、小文件存储场景高IOPS 的存储需求。	曙光
北京市某三甲医院	医疗核心 PACS系统存储平台扩容 升级	采用 XSKY XEUS 统一存储方案,将 XEUS 作为近线存储挂载给 PACS 系统以替代现有的 FC-SAN 存储,使得存储扩容和迁移对业务正常运行几乎无影响。	XSKY 星 辰 天合

天津某医 院

通

医院采用 XSKY 的下一代医院基础设施, 承 医疗互联互 载医院全业务,将不同存储厂商的产品和数 据进行充分集成和共享, 实现医院各个科室 之间、医院之间的信息互联互通。

**XSKY** 星辰 天合

来源: 企业官网官微等公开资料整理

# (五)软件定义存储在教育行业的应用

1.教育行业 IT 发展趋势

我国进入信息技术与教育事业融合创新发展的新阶段。多年来, 国家持续推动教育事业数字化变革,以教育信息化支撑和引领教育 现代化,信息技术实现对校园的深度覆盖,数字校园建设取得突破 性进展。信息化引领教学模式发生了重大改变,线上线下混合教学、 城乡教育集团化办学等数字教育新模式持续涌现。

云端平台成为教育信息化的重要载体。《关于推进教育新型基 础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》指出,支持学校 根据业务需要推动业务上云,支持学校开展云上教育教学、行政管 理和公共服务。在数字校园、教育新基建的建设过程中,越来越多 的教育机构致力于打造基于云计算的数字教育新平台。远程教育云、 高等教育云、区域教育云、智慧教育云、人才培养云等多样化教育 云平台层出不穷,成为新时期教育行业数字化转型的关键基础设施。

2.软件定义存储在教育行业的应用前景

SDS 为教育云数据中心建设提供强大能力支撑。随着教育信息 化发展,校园数据中心存储系统面临新挑战:一是资源异构分散。 存在大量不同采购年代、不同品牌型号的存储硬件设备,相互之间 资源无法整合和共享,数据无法自由流动。二是资源不够灵活弹性。 存储资源的封闭性导致容量无法弹性扩展,造成校园业务应用的性 能瓶颈。三是运维压力日趋增大。数字化校园建设驱动大量应用系 统上线,维护工作量快速增加。在此背景下,在教育云建设中引入 SDS 存储,有效整合校园各类异构存储资源,为学校业务应用和教 学科研提供有力支撑,是推动数字校园建设纵深发展的有效途径。

SDS广泛覆盖数字教育应用场景。各级教育主管部门及各类教育机构结合监管和办学需要,打造数字校园、智慧校园,构建了丰富的教育应用,可归纳为教学科研类、科研资源备份归档类、校园运行类、事务管理类、决策支持类、教育监管类六类应用场景。不同业务应用的数据类型、规模、访问频次等差异较大,对 SDS 存储要求各有不同,如电子图书馆对存储容量要求高,但对存储性能和可用性要求一般;在线教学平台则需要高并发、高可靠、低时延的存储服务,有效应对突发流量、多人在线实时互动等要求。

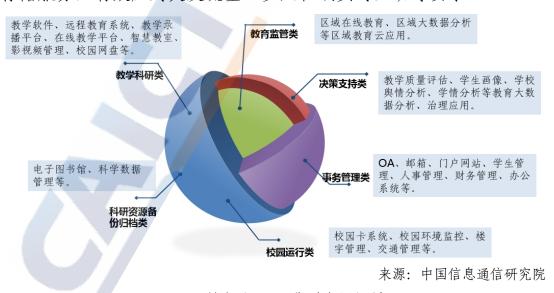


图 24 教育业 SDS 典型应用场景

教育行业 SDS/HCI 存储出货容量遥遥领先。中国信息通信研究院对国内主流存储厂商的调研数据显示,2017-2021 年五年间中国教育行业 SDS/HCI 出货容量在 14 个主要行业中占比为 9.6%,在 14 个行业中排名第 3 位,五年间复合增长率达 83.4%,2021 年出货容量是 2017 年的 11.3 倍。特别是 2020 年新冠疫情造成在线教育业务量爆发性增长,推动 SDS/HCI 出货容量增长率从 2019 年的 34.7%一跃增长至 102.0%。



来源:中国信息通信研究院

图 25 2017-2021 年教育行业 SDS/HCI 存储出货容量及年增长率



来源:中国信息通信研究院

图 26 2017-2021 年教育行业 SDS/HCI 存储出货容量复合增长率

# 3.软件定义存储在教育行业应用的典型案例

(1)案例: PB 级 SDS 存储加速顶尖大学脑科学前沿研究

项目背景: 脑科学是人类认知的终极疆域,中国脑计划 2016 年启动。脑科学的中心目标是建立大脑神经元的动态连接图,揭示神经环路图谱。然而,大脑皮层有上百亿个神经元,每个神经元又包含千余个信息收发分支,由于现有显微技术受数据通量制约,无法获得观测对象的活体全脑高分辨率动态成像数据,因此精确刻画神经环路图谱成为公认的难题。2018 年某大学科研团队研制出新型超宽视场高分辨率实时显微成像仪器(RUSH),实现重大突破,可将活体动物脑神经观测数据通量由 1000 万像素/秒提升至 50 亿像素/秒,实现了兼顾"全局形态"和"细节特征"的多尺度观测。RUSH的数据通量是全球第二大高通量显微仪器 2p-RAM 显微镜的 500 多倍,存储系统的并发性能、容量可扩展性将是支撑 RUSH 的关键能力之一。

SDS 解决方案: 该大学选择浪潮 AS13000 存储平台作为 RUSH 的存储系统,为该项目提供 40 个节点的存储服务,应用于控制 28 台高灵敏度相机进行高通量数据的并发采集和存储,满足每台相机 每秒 30 张,每张 1200 万像素的连续拍摄需求,最长拍摄时间 48 小时,存储空间约为 5PB。针对 RUSH 摄像仪器高通量并发采集和存储的具体应用特征,以及对存储系统性能、带宽、扩展性的需求指标,对 AS13000 建设方案进行了业务模拟运行,对承载的数据量和运行时间进行了实际测算,并根据用户未来业务扩展的需求加大了

数据量,以验证系统和平台的承载能力及性能变化,最终验证 AS13000 建设方案具备稳定读带宽 45GB/s,稳定写带宽 35GB/s,完全满足 RUSH 系统的存储需求。

案例价值:本项目中,SDS 高效支撑了 RUSH 系统大视场、长时程、动态实时、超高分辨的特殊数据存储需求,为开展大脑疾病发病机制研究、阻断性药物研发及疫苗研究等前沿科研任务提供强大的存储基石,为我国实施尖端生命科学研究计划全面保驾护航。

#### (2) 其他典型案例

表 4 教育行业 SDS 典型应用案例

案例主体	应用场景	案例描述	厂商
武汉某大学	存储系统扩容 整合	利用 SDS 构建存储资源整合系统,新增一套存储系统满足扩容需要,并实现新旧存储系统融合和统一调用。	曙光
广州某大学	支撑构建 GPU 高性能计算存储系统	学校选择了曙光 ParaStor 存储系统,满足 GPU 计算对存储系统的并发处理和聚合 读写带宽的强烈性能需求。	曙光
上海某大学	智慧校园云平台建设	建造百节点 SDS 存储集群,为学校智慧校园云平台建设提供存储资源支撑。	XSKY 星辰天 合
某市教育局	市级教育资源公共服务平台建设	规划同城多机房数据平台,支撑教育资源 公共服务平台建设,存放普教视频教学、 教学提纲、课件内容等教育教学资源。	XSKY 星辰天 合

来源:企业官网官微等公开资料整理

## 五、发展建议

当前,软件定义存储产业、市场快速发展,但也面临一些制约因素。一是 SDS 产品能力参差不齐。不同厂商技术实力差异明显,产品能力参差不齐。当前业内已经形成了一些 SDS 产品的综合评测认证体系,但推广应用中覆盖范围还不是非常广泛。导致客户选择

SDS产品时难以评估、筛选,延缓了 SDS 普及应用。二是客户购买习惯不利于 SDS 推广。不少客户特别是一二线城市以外的客户,由于存量存储设施基于传统集中式存储构建,对 SDS 的应用价值、适用场景缺乏了解,对采购 SDS 存在疑虑。同时重硬轻软的消费惯性导致更倾向于采购 SDS 软硬件一体机,纯软件产品发展空间小。三是 SDS 产业创新发展能力不足。SDS 产品研发投入大、周期长、风险高,鲜有企业有足够资金实力支撑自主研发,导致国内自主研发的产品不多。同时,在存储协议等领域以遵循 S3、Swift 等国际主流标准为主,缺乏产业话语权,制约 SDS 技术发展和生态繁荣。四是核心关键业务场景中 SDS 竞争力偏弱。传统存储历史悠久、生态完善,单机可靠性高。在追求极致性能,以及数据价值比较高、要求良好数据一致性的核心关键应用场景中,将继续占有重要地位。为促进软件定义存储持续高质量发展,提出如下建议:

# (一)加强软件定义存储产品能力评价体系建设

加强软件定义存储产品能力评判标准、技术评测标准等标准化体系建设,对 SDS 软硬件一体机及 SDS 软件产品的产品功能、管理能力、兼容性及可靠性、安全性等各方面能力建立行业统一的规范性指引,并推动相关评测认证体系的宣传推广和评测结果发布。为客户建立对不同厂商、不同产品能力的明确认知提供直观依据,从而为客户存储技术产品采购提供参考借鉴,推动 SDS 市场健康良性发展。鼓励有关科研院所、行业协会,通过开展行业统一的 SDS 技术应用创新产品测试,促进 SDS 技术创新和产品迭代。

# (二)深化软件定义存储创新应用培育和推广

鼓励企业面向行业特色化需求,完善面向高端装备、智能网联汽车、智慧城市、智慧医疗、智慧金融、数字教育等不同行业领域的软件定义存储解决方案。鼓励存储产业联盟等行业组织,推动政产学研用对接,面向不同行业开展 SDS 软硬件一体机、纯软件解决方案优秀实践案例的宣传和推广,提升客户对 SDS 技术产品的认知,推动客户使用体验闭环反馈,助力企业完善产品设计。鼓励企业提高 SDS 产品自动化智能化运维水平,强化售后服务支撑,培育客户对包括纯软件类产品在内的 SDS 解决方案的信心。

# (三)提升软件定义存储产业创新发展能力

落实国家《"十四五"软件和信息技术服务业发展规划》有关 "加快发展软件定义计算、软件定义存储、软件定义网络"的战略 部署,鼓励企业围绕 SDS 控制软件、存储介质、存储协议、智能存储、低碳化等热点领域加快自主技术创新,逐步完善 SDS 技术和产 品体系。深入开展软件、硬件、应用和服务的一体化适配,提升 SDS 与云平台、云应用、服务器硬件的生态兼容性,构筑开放协同的产业生态。开展存储协议等 SDS 技术标准规划、布局和研究,提高产业话语权。充分发挥创业投资支持创新创业作用,鼓励社会资本面向具有高成长性的 SDS 企业和关键 SDS 技术领域提供融资服务。

# 中国信息通信研究院 产业与规划研究所

地址: 北京市海淀区花园北路 52 号

邮编: 100191

电话: 010-68033518

传真: 010-68033234

网址: www.caict.ac.cn

