

# 存储产业标准化白皮书

(2022)

编写单位

中国电子技术标准化研究院  
存储产业技术创新战略联盟

二〇二二年十二月

存储产业标准化白皮书  
(2022)

### 顾问指导组（按姓氏首字母排序）

范科锋 冯 丹 李新男 陆 达 谢长生 阳小珊 张 晓 朱立谷

### 编写组（按姓氏首字母排序）

白欣璐 陈 海 陈雪菲 陈 峥 程 权 代 莎 丁满库 董卜榕  
董 建 段芳成 方 粮 冯 轶 冯永刚 付印金 傅泉俊 高利娟  
葛建壮 关 锋 郭洪星 郭志伟 胡永刚 黄植勤 李博乐 李继勇  
李 强 李先绪 李雅明 刘 杰 刘 振 刘志勇 鲁江华 鲁 璐  
罗 挺 孟凡辉 孟祥瑞 那 奇 申晓青 孙 斌 田 军 王海霞  
王江涛 王旭东（华为） 王旭东（浪潮） 王 瑜 吴 非 许 斌  
许双星 杨传斌 杨佳东 袁 戎 张 春 张海军 张立强 张 鹏  
赵丽丽 朱 磊 朱智力

### 美工排版（按姓氏首字母排序）

迟庆娜 李 佩 赵金涛

## 推荐语



**王恩东** 中国工程院院士、存储产业技术创新战略联盟理事长

“发展数字经济意义重大，是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择”。算力、算法和数据是数字经济的三大关键，数据正成为关键生产要素，随着数据存储产业的迅速发展，存储联盟将不断发挥产业平台作用，落实国家创新策略，推动产业标准化体系建设，构建技术创新与应用创新的良性循环，为加快产业发展高质量发展贡献力量。



**郑纬民** 中国工程院院士

随着数据爆发式增长，数据对社会发展和产业能级的带动作用日益增强，已经成为全球战略竞争新焦点，作为基础支撑的存储系统等核心技术越发重要。如何发展存储产业，一方面要重视标准体系对产业规模的影响，通过标准引领推动产业发展；另一方面要联合合作，构建开放生态，真正促进数字经济快速发展。《存储产业标准化白皮书》是一次生动的实践，在各方的努力下，为推进存储产业发展贡献合力。



**李新男** 科技部联盟试点工作联络组秘书长、产业技术创新战略联盟协同发展网理事长单位负责人

当今世界正面临着新的科技革命和产业革命。党的二十大报告中强调“深入实施创新驱动发展战略，不断塑造发展新动能新优势”。标准作为经济发展和社会发展的技术支撑，是国家基础性技术制度的重要方面，在推进国家治理体系和产业创新发展规范化中发挥着基础性、引领性作用。存储联盟联合中国电子技术标准化研究院发布《存储产业标准化白皮书》，有效发挥了协同创新平台作用，以产业标准化研究为着力点，对促进存储产业标准化建设和产业与时俱进创新发展具有引领和借鉴重要作用。在行业同仁的努力实践中，存储产业的标准化工作将不断实现新突破。



**孙文龙** 中国电子技术标准化研究院副院长

存储是大数据产业发展的关键环节，是数据赖以存在和发挥效能的基础平台，是数字经济中至关重要的数据基础设施。其标准化水平的高低，反映了一个国家在存储产业核心竞争力乃至综合实力的强弱，先进、科学的下一代存储技术标准体系及标准作为战略性创新资源，白皮书能够为科技创新提供转化推广载体，成为创新成果产业化、市场化应用的桥梁，进而提升产业核心竞争力，增强产业稳定性，保障产业可持续发展，促进产业相互融通，提高产业国际影响力。



**周跃峰** 华为副总裁、数据存储产品线总裁

我们正在迎来YB数据时代，数据应用蓬勃发展，数据存储将以数据为中心，释放数据生产力，最大化数据价值。伴随着存储产业的高速发展，应加强存储标准的顶层设计，建立完备的存储标准体系也势在必行；特别是当前多云已成为企业数据中心部署新常态，为实现存储与多云的连接与融合，构建多云时代可靠存储底座，更需要开放的标准提供支撑。



**李辉** 浪潮存储产品线总经理

数字经济时代，数据作为关键生产要素，其重要性上升到了全新高度。存储作为数据的载体，是数字经济发展和数字化转型的基石。加快推进存储产业标准化体系建设，对提升国家数据安全、突破数字化转型共性技术/关键技术、满足用户应用需求、引领产业生态健康发展具有重要意义。随着存储产业标准化体系的不断完善，如何打造更加安全、可靠、经济、高效的数据存储底座是我们不断追求极致的动力与源泉。



**冯丹** 华中科技大学计算机学院院长、教授、博士生导师

信息存储是数字经济时代的重要基石，大数据、人工智能、元宇宙等对高速大容量高可靠数据存储需求旺盛，促进了信息存储产业大发展。新型存储器件、设备、系统、存储软件产品层出不穷，如何互联、如何应用、如何评测都离不开标准的支撑。《存储产业标准化白皮书》的发布对促进存储技术创新及产业生态建立和完善，引领存储行业发展具有重要意义。



**陶涛** 中国移动信息技术中心副总经理

近年来，业务数据量的爆发式增长，海量高价值数据的长期存储要求，给大数据平台的存储与处理能力带来了新的挑战。面对挑战，存储产业不断涌现出新架构、新技术、新产品，因此存储产业的标准体系建设，将对指导技术应用和牵引产业健康发展具有重大意义。如何从存、算、网一体化整体考量技术发展和标准建设，需要行业各界共同思考和努力。中国移动愿意与中国存储产业标准组织一起，在数据之路上乘风破浪、砥砺前行。



**王峰** 中国电信云计算实验室执行主任

大数据、人工智能的应用方兴未艾，HPDA在高性能计算领域也引起广泛关注，作为数据载体的存储正面临着前所未有的多样化需求，其发展也势必会迎来新的高潮。无论是云计算巨头期望一体化重构计算、网络、存储以打造全新的一体化数据中心基础设施，还是计算、网络、存储及虚拟化等领域的众多厂商以存储融合的名义在彼此的市场攻城略地，完善的存储标准体系都是产业发展的重要基石。存储标准体系的建议将会更加的多元化和开放化，在迎接更多挑战的同时，也期待着更全面深入的产业合作。

存储产业标准化白皮书  
(2022)

**贡献单位（排名不分先后）**

存储产业技术创新战略联盟  
中国电子技术标准化研究院  
中国产业技术创新战略联盟协同发展网  
浪潮集团有限公司  
华为技术有限公司  
华中科技大学  
国防科技大学  
中山大学  
阿里云计算有限公司  
中国电子科技集团公司第五十二研究所  
北京忆恒创源科技股份有限公司  
北京同方光盘股份有限公司  
广东紫晶信息存储技术股份有限公司  
创新科技有限公司  
西安奥卡云数据科技有限公司  
天津中科蓝鲸信息技术有限公司  
得一微电子股份有限公司  
北京易华录信息技术股份有限公司  
中电科（信息）测评认证有限公司  
（国家电子计算机质量检验检测中心）  
中国移动通信集团有限公司  
中国电信集团有限公司

## 存储产业标准化白皮书 (2022) 编写单位简介

### 存储产业技术创新战略联盟

存储产业技术创新战略联盟（以下简称：存储联盟）成立于2009年，是科技部认定的首批国家级试点联盟。存储联盟汇聚了34家国内存储产业产学研单位的优势资源，多年来致力于产业关键技术协同攻关、科技成果转移转化等，深化产学研用融合，形成具有自主知识产权的产业标准、专利技术和专有技术，围绕产业链创新链做好强链补链，促进产业核心竞争力。通过创新的、革命的思路满足数据需求，使我国的存储技术水平取得跨越式发展，有效推动成果应用，促进存储产业可持续发展。2013年，存储联盟被科技部评为国家首批A级联盟，连续9年被科技部评为“高活跃度联盟”。

### 中国电子技术标准化研究院

中国电子技术标准化研究院是工业和信息化部直属事业单位，是国家从事电子信息技术领域标准化的基础性、公益性、综合性研究机构。电子标准院以电子信息技术标准化工作为核心，通过开展标准科研、检测、计量、认证、信息服务等业务，面向政府提供政策研究、行业管理和战略决策的专业支撑，面向社会提供标准化技术服务。电子标准院承担55个IEC、ISO/IEC JTC1的TC/SC国内技术归口和17个全国标准化技术委员会秘书处的工作，与多个国际标准化组织及国外著名机构建立了合作关系，为标准的应用推广、产业推动和国际交流合作发挥了重要的促进作用。

# 目录

|           |    |
|-----------|----|
| <b>引言</b> | 01 |
|-----------|----|

## CHAPTER 1

---

### 存储产业现状及趋势

|               |    |
|---------------|----|
| <b>1 产业政策</b> | 02 |
| <b>2 产品概况</b> | 03 |
| 存储介质（存储器）     | 03 |
| 集中式存储         | 05 |
| 分布式存储         | 05 |
| 超融合存储         | 07 |
| 数据保护存储        | 07 |
| <b>3 发展趋势</b> | 09 |
| 信息存储新介质       | 09 |
| 接口协议对接技术      | 09 |
| 智能化运维技术       | 10 |
| 分布式融合存储技术     | 10 |
| 数据中心节能技术      | 10 |

## CHAPTER 2

---

### 存储产业标准化现状及需求趋势

|                  |    |
|------------------|----|
| <b>1 相关政策</b>    | 11 |
| 国外政策             | 11 |
| 国内政策             | 11 |
| <b>2 标准化组织</b>   | 12 |
| 国际标准化组织          | 12 |
| 国内标准化组织          | 13 |
| <b>3 标准制修订情况</b> | 14 |
| 国际标准制修订情况        | 14 |
| 国内标准制修订情况        | 28 |
| <b>4 需求趋势分析</b>  | 30 |

## 存储产业标准体系建设

|   |                          |    |
|---|--------------------------|----|
| 1 | <b>存储产业标准体系编制原则</b>      | 33 |
|   | 承载信息跨越时间原则               | 33 |
|   | 可用性、易用性原则                | 33 |
|   | 指导性、效果性原则                | 33 |
|   | 公正公平公开原则                 | 33 |
| 2 | <b>存储产业标准体系结构</b>        | 34 |
|   | 体系结构基本组成                 | 34 |
|   | 体系结构定义                   | 34 |
| 3 | <b>存储产业标准体系框架</b>        | 34 |
| 4 | <b>重点标准研制</b>            | 35 |
|   | 支持技术领域：产品兼容管理标准（包括接口和协议） | 35 |
|   | 关键技术领域：智能运维管理标准          | 35 |
|   | 关键技术领域：绿色低碳标准            | 35 |
|   | 产品领域：分布式融合存储标准           | 35 |

## 存储产业标准化体系建设的重点工作建议

36

## 参考资料

37

## 引言

以数字经济为核心，建设新型基础设施是国家战略发展的重要举措，是新一轮国际竞争重点领域。习近平总书记指出：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。加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系，是贯彻落实党中央、国务院决策部署的具体举措。以深化数据要素市场化配置改革为核心，优化数据中心建设布局，推动算力、算法、数据、应用资源集约化和服务化创新，对于深化政企协同、行业协同、区域协同，全面支撑各行业数字化升级和产业数字化转型具有重要意义。

数据是国家基础战略性资源和重要生产要素，而存储作为数据的载体，是新型基础设施的基础、数据中心构建的基座，也是数字经济发展和数字化转型的基石。存储产业的发展在数字经济和新型基础设施建设中具有举足轻重的地位。数字经济的快速发展带来数实融合以及应用需求的多元化，同时带动存储生态百花齐放。存储各产品、接口、功能、协议等层层级互通需求迫切，产业统一的标准化需求强烈，存储产业标准化逐渐成为促进生态快速健康发展，为数字经济发展提供助力的第一要务。

在存储产业蓬勃发展的大背景下，在一切都要标准化运作的大趋势下，存储产业的标准化的发展成为重中之重。《“十四五”数字经济发展规划》[1]“营造繁荣有序的产业创新生态”部分中，提出以园区、行业、区域为整体推进产业创新服务平台建设，强化技术研发、标准制修订、测试评估、应用培训、创业孵化等优势资源汇聚，提升产业创新服务支撑水平。引领存储产业离不开做好标准化工作，其对突破核心技术、创新产品发展、加快应用落地、完善产业生态具有重要意义。

本白皮书由存储产业技术创新战略联盟、中国电子技术标准化研究院联合编写，存储联盟是科技部认定的首批国家级试点联盟，中国电子技术标准化研究院是国家从事电子信息技术领域标准化的研究机构。白皮书结合“十四五”规划重要精神、存储产业发展情况及国内存储产业标准化工作现状等，提出新一代存储产业标准化体系框架，并基于标准化体系框架进一步提出存储产业标准化建议，推动国内存储标准化工作的发展，完善国内存储产业标准，引导国内存储技术方向，解决国外针对国内的“卡脖子”技术问题，最终实现中国存储标准走向世界，进而引领国际存储产业发展。

白皮书主要包括以下内容：一是从产品与技术角度分析存储产业现状和发展趋势；二是介绍当前国际国内的存储产业标准化的现状和需求趋势；三是定义存储产业标准体系框架以及给出存储产业重点标准研制的建议；四是存储产业标准化建设重点工作。



## 存储产业现状及趋势

### 产业政策

数据暴涨使得存储的市场需求和技术发展面临巨大挑战。

在国际方面，以美国企业为代表的一批企业凭借传统计算机与互联网技术优势以及软硬件核心技术基础占据了存储产业链前端，通过并购、整合、吸收，先后推出各种数据存储软硬件服务。2021年美国先后发布《美国就业计划》、《无尽前沿法案》，投入上千亿美元支持和发展包括半导体、先进计算、先进计算机软硬件、数据存储、数据管理等产业在内的关键技术与未来产业。2021年日本批准的预算修正案中“半导体产业基盘紧急强化一揽子方案”获得7740亿日元的预算，涵盖半导体生产、半导体设备、5G通信等，推动日本企业进入存储产业快车道。2021年5月，韩国政府发布了《K-半导体战略报告》[2]，提出政府和企业将在京畿道和忠清道建设半导体产业集群的规划战略，构建集半导体设计、原材料、零部件、尖端设备等生产体系，推动全球半导体供应链加速发展。欧洲以法国电信、施耐德、SAP为代表的企业积极投资数据存储与管理产业，重点发展大数据通讯及其他公共服务、大数据的数据中心绿色节能应用、实时数据计算等方向。

在国内方面，早在2009年国家出台了《电子信息产业调整和振兴规划》，电子信息产业作为国民经济的战略性、基础性和先导性支柱产业，得到国家支持，其中“积极发展大容量存储设备”列入政策。同年，为形成和完善以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系，科技部等六个国家部门联合启动“国家技术创新工程”，提升关键产业竞争力。在国家政策的引导和推动下，科技部支持成立存储产业技术创新战略联盟，以此汇聚优势资源，助力存储产业发展。随着产业的快速发展，近年来，国家高度重视并大力支持包括存储器在内的集成电路产业发展，出台了一系列政策：《国务院关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知》（国发[2020]8号）[3]指出对集成电路线宽小于65纳米（含）的存储器生产企业免征进口关税，并在先进存储领域结合行业特点推动各类创新平台建设；《国家发展改革委等五部门关于做好享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知》（发改高技[2021]413号）[4]明确存储芯片为

享受税收优惠政策的重点集成电路设计领域；2021年12月中央网络安全和信息化委员会印发的《“十四五”国家信息化规划》[5]提出加快集成电路关键技术攻关，推动存储芯片创新。“存储”作为热词也频频出现在北京、上海、天津、广东、江苏、山东、四川、湖北、浙江等地的“十四五”产业政策中。

为推动整个存储产业的发展，国务院及有关政府部门也颁布了一系列支持存储相关基础软件的政策。工业和信息化部发布的《“十四五”大数据产业发展规划》（工信部规[2021]179号）[6]要求存储领域突破关键核心技术，基础设施达到国际先进水平，并重点提升通用技术水平。《工业和信息化部关于印发“十四五”软件和信息技术服务业发展规划的通知》（工信部规[2021]180号）[7]指出要突破全内存高速数据引擎和高可靠数据存储引擎等关键技术，加快超大规模分布式存储技术研发，支持大容量存储和存算一体芯片等关键技术创新，加快发展软件定义存储平台。2021年5月国家发展改革委等四部委联合印发《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》[8]，提出布局全国算力网络国家枢纽节点，启动实施“东数西算”工程，加快建设全国一体化算力枢纽体系；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。

云存储是基于云计算相关技术延伸和发展而来的全新的存储产品形态。近年来，国务院、发改委等多部门都陆续印发了支持、规范云存储行业发展的政策。2020年4月，国家发改委印发《关于推进“上云用数赋智”行动培育新经济发展实施方案》[9]，提出加快数字化转型共性技术、关键技术研发应用，支持在具备条件的行业领域和企业范围探索大数据、人工智能、云计算、数字孪生、5G、物联网和区块链等新一代数字技术应用和集成创新。2021年6月由工信部印发的《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》[10]提出要加速传统数据中心与网络、云计算融合发展，加快向新型数据中心演进，统筹推进新兴数据中心发展，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。2021年12月，国务院印发《“十四五”数字经济发展

规划》[1]，提出加快实施“东数西算”工程，推进云网协同发展，提升数据中心跨网络、跨地域数据交互能力，推动数据存储、智能计算等新兴服务能力全球

化发展。近两年在上海、北京、浙江、广东和江苏等地方的“十四五”信息化和数字化相关规划和政策中，云计算和云存储也是重要的关键词。

## 产品概况

参考目前国际基于用途和应用场景作为分类准则，把存储将产品分为主存储（Primary Storage）、分布式文件和对象存储（Distributed file and object storage）、数据保护（Data Protect）等类别，其中主存储面向高并发低时延响应以及高可靠性要求的场景，如数据库、虚拟化、海量小文件共享等，产品多采用集中式存储架构，大多为SAN和NAS存储；分布式文件系统和对象存储主要是面向极大规模下高性价比的非结构化数据场景，对IOPS和时延不敏感，产品采用分布式存储架构；数据保护面向数据备份和恢复场景。综合应用场景、存储架构、产品形态等多个维度，下面对存储介质、集中式存储、分布式存储、超融合、数据保护存储等进行介绍。

### 存储介质（存储器）

存储器主要分为外部存储器和内部存储器，如图1-1所示，其中外部存储器包含半导体存储器、磁存储器和光存储器，内部存储器包含易失性存储器和新型非易失存储器。

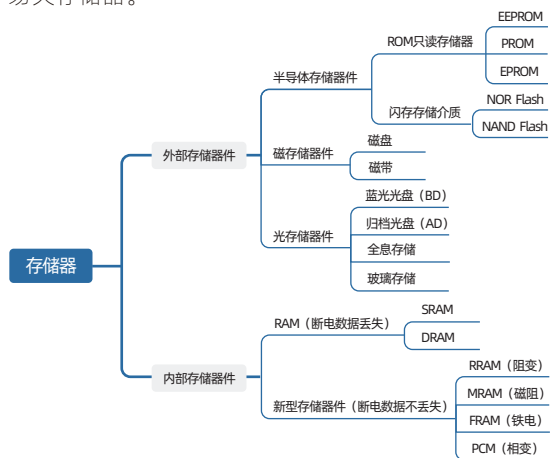


图1-1 存储器分类

按照读写方式，外部存储器中的半导体存储器可分为只读存储器ROM（EEPROM、PROM、EPROM）和闪存存储介质（NOR Flash、NAND Flash）。磁存储器件主要包括磁带、磁盘。光存储主要包括蓝光光盘（BD）、归档光盘（AD）、全息存储、玻璃存储等。

数字化、云计算、智能化所催生的大数据爆炸性增长的态势，加速了市场对于大容量、高性能存储设备的需求。NAND闪存（NAND Flash）具有高性能、低延时的特性，随着Flash颗粒单位成本的不断降低，据IDC预测，固态硬盘（SSD）有望突破成本瓶颈，凭借访问速度和存储密度优势，代替机械硬盘成为市场主流存储设备。

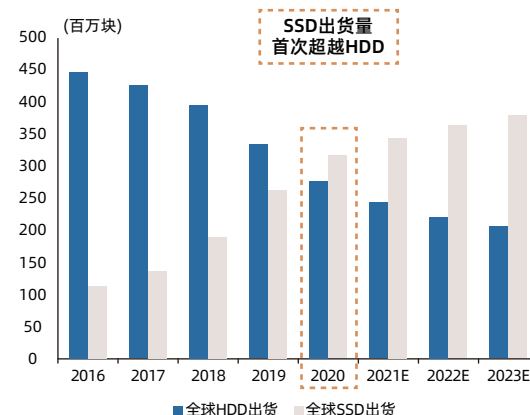


图1-2 全球SSD&HDD出货量分析<sup>1</sup>

<sup>1</sup>资料来源：艾瑞咨询，IDC，Techno Systems Research，TrendFocus，中金公司研究部。

从产品应用市场上来分，固态硬盘可分为消费级、企业级、工业级三种类型；从接口形态上来分，包括EMMC、UFS、SATA、PCIe等；从体系结构上来分，包括传统架构、开放架构、ZNS（Zoned Namespace，分区命名空间）、KV（Key-value）以及可计算存储（CSD）等。

据IDC预测，2025年全球的SSD市场规模将由2020年的300亿美元增长到约为500亿美元。2020年全球企业级SSD市场规模约为169.3亿美元，主要应用于高端存储领域，如互联网、云服务、金融、电信、能源等行业的数据中心和人工智能等场景。2021年工业级SSD的全球市场规模达到20亿美金，其广泛应用于汽车制造、轨道交通、工业自动化控制、安防监控、物联网工程、石油电力等领域，产品接口形态多样，包括2.5寸SATA、M.2 SATA、M.2 PCIe、mSATA、BGA

SSD等。消费级SSD在2022年全球出货量预计3.59亿只，主要应用于个人办公电脑、娱乐产品等方面。

企业级SSD的技术开发壁垒相比消费级SSD要高，代表厂商有得一微、浪潮、Micron、Samsung、忆恒创源等；消费级SSD国内外主流厂商包括长江存储、江波龙、KIOXIA、Samsung[厂商名称按中英文首字母排序，后文同上]等。

大数据时代，80%的数据是访问频率低的冷数据。按照被访问频率从高到低，存储数据可分为热数据、温数据、冷数据。经常被访问的称为热数据，较少被访问的数据称为冷数据，处于中间状态的称为温数据。80%的数据最终都会变为冷数据。冷数据对读取速度要求不高，主要考虑长期存储成本，适合采用光存储方案。

光存储系统是介质技术、硬件设备技术与软件技术的融合。光存储介质是最终数据存储的物理载体，掌握光存储介质技术是实现蓝光数据存储系统自主可控，持续提升系统整体性能的基础。2015年左右，国内外一些代表厂商相继推出蓝光数据存储系统及相关产品，集成了磁盘、SSD多种不同存储介质，可实现批量数据自动刻录、存储、读取，支持分布式存储架构，可按需扩展存储节点，支持磁光电路统一管理，数据分层、横向扩展、条带化、离线管理等功能，提供RAID、多副本、冗余恢复纠错、单盘可读、光盘巡检等多种数据保护模式。光存储凭借其光盘存储介质的长寿命、大容量、物理记录数据不可改写的特点，可实现海量数据长期、安全可靠、低能耗、低成本的存储。

当前流行的光存储介质有DVD，Blu-ray和Archival Disc(AD)，其中AD碟片由索尼和东芝联合启动研发，为三层记录双面光盘制式，其中300GB AD碟片轨道间距减小为225 nm，数据位长度减小为79.5nm。区别于蓝光，AD碟片的平台(Land)和沟槽(Groove)同时刻写。AD碟片已实现300GB和500GB的单碟容量，未来计划实现1TB容量。除传统光存储介质外，还有包括全息存储、玻璃多维存储等技术路线正在研发中。全息存储基于干涉原理进行数据记录，但其主要有两个问题：（1）材料制备困难、材料稳定性差、数据记录后的材料形变问题；（2）信号噪声大，其中包括页内串扰、页间串扰、光电系统噪声、材料散射噪声等。美国的InPhase、日本的Optware都先后推出了原理样机，国内紫晶信息存储技术股份有限公司也正在从事球面波离轴单臂全息系统的研发。玻璃多维存储技术有包括华中科技大学、英国南

安普顿大学、吉林大学等高校，华为、微软等企业正在从事研发工作。该技术有着寿命长、耐极端环境、容量潜力大等特点，但目前仍有写入速度慢、写入系统昂贵等问题需要攻克。

在传统磁电存储中融入了光存储应用，解决冷数据存储问题，光磁电混合存储开始加快业务应用落地推广。随着企业级市场发展，产品服务形式也由单一光存储介质拓展到光存储设备以及解决方案。市场边界不断外延，市场需求规模呈现倍数级增长，行业也迎来了蓬勃发展的机遇期，而具备光存储技术研发实力的国内厂商，也迎来了跨越发展契机。光存储凭借长期、安全、低成本、绿色节能等性能优势，在企业级存储应用领域被重新赋能，迈入新的产业发展周期，应用服务不断创新，市场需求空间出现倍数级增长，成为支持海量数据存储，保障国家信息安全的核心底层存储技术之一。同时，新的产业发展周期也孕育出新的技术发展需求，光存储系统依托的底层介质下一代全息存储介质技术开始由科学研究转入产业化应用研究，迈入新的技术发展周期，可满足数据归档、备份和温、冷数据的存储需求，广泛应用于金融、医疗、气象、遥感、政务、运营商、数据中心等行业等领域。

目前国内外的主流厂商有铼德、清华同方、苏州互盟、SONY、松下、易华录、紫晶存储、中环、中科开迪。

按照数据存储易失性，易失性存储器包括动态存储器DRAM、静态存储器SRAM。非易失存储器NVRAM主要有阻变式存储器(Resistive Random Access Memory, RRAM)、磁性随机存储器(Magnetic Random Access Memory, MRAM)、铁电随机存储器(Ferroelectric Random Access Memory, FeRAM)相变存储器(Phase Change Memory, PCM)等。如表1-1所示，与DRAM相比，非易失性随机存储器具有存储密度高、随机IO性能好、静态功耗低等特征，成为下一代内存最有潜力的候选者。

表1-1 DRAM与不同NVRAM存储设备主要参数对比

| 设备    | DRAM              | PCM              | STT-RAM           | FeRAM             | RRAM              |
|-------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 特征尺寸  | 6~10F2            | 4~8F2            | 6~20F2            | 10~30F2           | 4~14F2            |
| 读操作时间 | <10ns             | 20~50ns          | 1~10ns            | 1~10ns            | 5~50ns            |
| 写操作时间 | <10ns             | ~150ns           | 2~20ns            | 2~20ns            | 5~50ns            |
| 寿命耐久性 | >10 <sup>15</sup> | ~10 <sup>8</sup> | ~10 <sup>15</sup> | ~10 <sup>14</sup> | ~10 <sup>12</sup> |
| 写操作能耗 | ~10fj             | ~10pj            | ~1pj              | ~0.1pj            | ~1pj              |
| 空闲功耗  | 高                 | 低                | 低                 | 低                 | 低                 |
| 非易失性质 | 易失                | 非易失              | 非易失               | 非易失               | 非易失               |

## 集中式存储

集中式存储是指由一台或多台主计算机组成中心节点，数据集中存储于这个中心节点中，并且整个系统的所有业务单元都集中部署在这个中心节点上，系统所有的功能均由其集中处理。主存储产品多采用集中式存储架构。

与单机存储相比，集中式存储通常包含两个或多个控制器。集中式存储作为机头，连接磁盘阵列、交换机以及管理设备，通过FC、iSCSI等方式为一个或多个主机提供存储服务。集中式存储部署方式相对简单，集群中节点数据少，能够提供高效、稳定的数据访问服务和高IOPS、低时延的数据处理能力，并提供快照、镜像、克隆、主备双活容灾、云备份、其他像多DC等数据保障机制，从而使用户的数据安全更有保障，减少故障处理时间，对故障场景可满足高稳定性、高可靠性以及用户服务永远在线、数据永不丢失的要求。同时为降低用户使用成本，在高端存储中提供重删压缩等数据缩减技术。集中式存储包括混闪存架构和全闪存架构。近年来，随着固态硬盘（SSD）等高速介质的应用越来越广泛，集中式存储的架构也在渐渐往全闪存架构的方向演进，并最终会成为主流的方向。其典型的拓扑结构如图1-3所示：

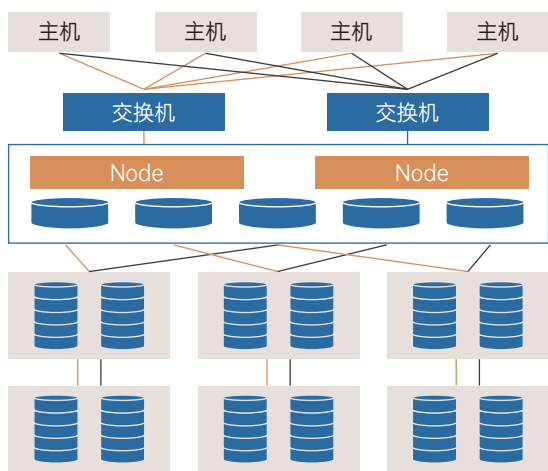


图1-3 集中式存储拓扑结构图

集中式存储作为企业级存储市场用户的主要选择，据IDC统计，2021年集中式存储占中国企业级存储市场的55.6%份额。其中集中式存储中的全闪存存储因其性能及SSD介质成本不断降低等优势，在2021年增速达到15.9%，市场份

额占比高速增长，成为了用户关键应用系统的新选择。总之，从长远看，集中式存储在其高IOPS、低时延、高可靠、高安全等领域会占据主流，如金融、证券等关键市场领域。因此全闪存存储将成为集中式存储未来的主流，成为未来发展的主要方向。

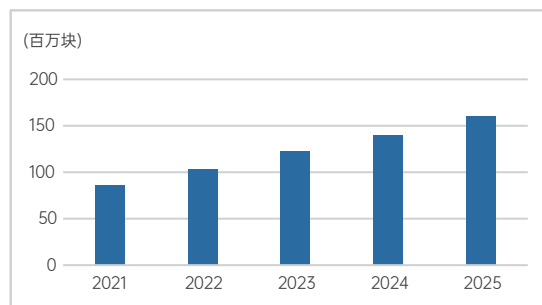


图1-4 中国集中式存储市场全闪存预测

目前集中式存储主流厂商包括Dell EMC、HPE、华为、宏杉、IBM、浪潮、联想、NetAPP、新华三、中电52所、中科蓝鲸等。

## 分布式存储

分布式存储（Distributed Storage System）在计算机领域中特指采用分布式架构的计算机信息存储系统，它通常建立在多个标准化的通用硬件设备之上，通过软件系统的有效管理和整合，一组各自独立的硬件设备节点在逻辑上呈现为一个统一整体，向外界提供信息存储服务，满足各种结构化与非结构化业务需求，应用于高性能计算、AI应用、虚拟化/云资源池、数据库、大数据分析和海量数据备份归档等场景。

通常具有如下典型特征：（1）系统采用分布式架构，具有强大的横向扩展（Scale-out）能力，由地理位置上分散的多台存储节点设备组成，通过计算机网络利用核心软件系统进行统一管理；（2）各节点的存储资源有效整合，资源充分池化，具备良好的扩展能力；（3）具备系统级高可用与高可靠特性，在部分设备节点失效的情况下，仍能正常提供数据保护和存储服务。

分布式存储因其支持块、文件、HDFS、对象多种协议的特性，被广泛应用于内容资源池、备份归档、视频存储、高性能计算、云平台存储等多个场景，具有较好的场景适应性。分布式存储从数据类型上可分为分布式文件系统、分布式块存储和分布式对象存储（也称“对象存储”）三种常见的产品形态和技术路线。分布式存储

在接口、协议上以及对应用支持的发展上带来一些衍生技术和名词，例如，分布式统一存储，能够同时提供块、文件、对象三种数据的访问接口，常见的分布式统一架构包括文件底座+协议网关、对象底座+协议网关；可更好的支持云和容器技术访问和管理的云原生分布式存储；以及更好支持流式视频数据的分布式流存储等。如图1-5所示：

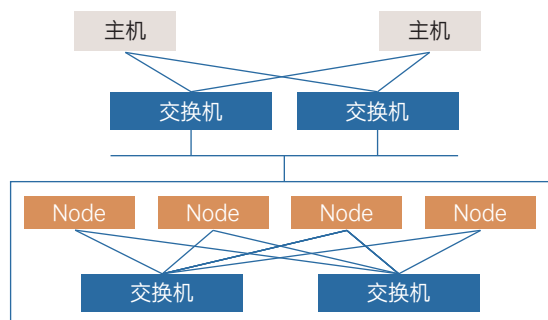


图1-5 分布式存储拓扑架构图

分布式存储作为近几年不断被熟知的存储产品形态，不断被市场认可，凭借良好的扩展性、存储成本等因素，在互联网、人工智能、大数据、云计算等新兴场景中被广泛使用。据IDC统计，如图1-6所示，2021年分布式存储份额为23.9%，未来5年的复合年均增长率达到12.8%，在2026年将接近30%，成为中国企业存储市场的重要部分。相比较而言，未来3-5年，分布式文件存储占比会有所下降，块和对象类型缓慢增加。

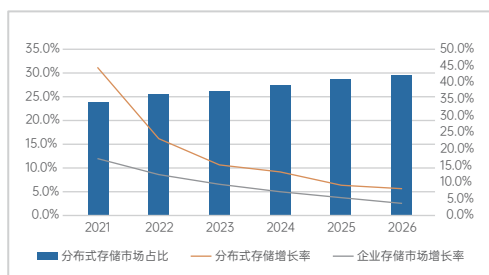


图1-6 中国分布式存储市场份额及增长率分析

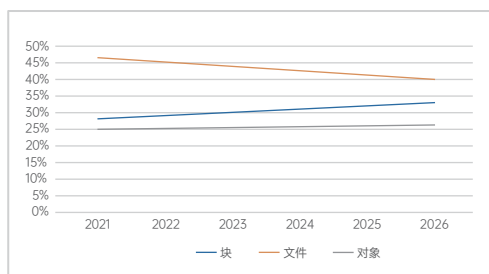


图1-7 中国分布式服务类型市场占比分析

目前分布式存储主流厂商包括阿里云、Dell EMC、DDN、华为、宏杉、H3C、IBM、联想、浪潮、Pure Storage、曙光、杉岩、深信服、西安奥卡云、XSKY、中科蓝鲸、中电52所等众厂商。

云存储是在云计算（Cloud Computing）概念上延伸和发展出来的一个新的概念，是指通过集群应用、网格技术或分布式文件系统等功能，将网络中大量各种不同类型的存储设备通过应用软件集合起来协同工作，共同对外提供数据存储和业务访问功能的一个系统。其访问不需要内部网络连接（也称“网络附加存储”）或与存储硬件的直接连接（也称“直接附加存储”），让云计算能够在云环境中运行工作负载。

目前云存储的应用形式包括公共云存储、私有云存储和混合云存储等3种类型，支持块、文件或对象3种格式，但是在一些软件定义的云存储产品中也可将3种格式整合到一个易于部署的统一解决方案中。一般而言，云存储通常比传统的本地存储系统更加安全可靠且可扩展。

自2003到2006年的阶段，来自谷歌的三架马车：GFS（分布式文件存储）、BigTable（键值存储Key-Value Store）和MapReduce（大数据分析系统），以及Chubby（分布式锁服务）的相继发表，打造了云计算分布式系统的开发蓝本。在此期间，国外谷歌GCP、微软Azure、亚马逊AWS，国内阿里云、百度云、华为云相继打造了各自的云存储系统和产品。Gartner发布的《Gartner Solution Scorecard 2021》显示，阿里云IaaS基础设施能力拿下全球第一，在计算、存储、网络、安全四项核心评比中均斩获最高分，这也是中国云首次超越谷歌、微软和亚马逊等国际厂商。美国联合市场研究公司数据显示，2015年全球云存储市场规模已经达到了211.7亿美元，2019年达到了425亿美元，2020年在全球企业对于经济高效的数据存储和数据保护需求的不断增长的背景下，全球云存储市场规模突破500亿美元。

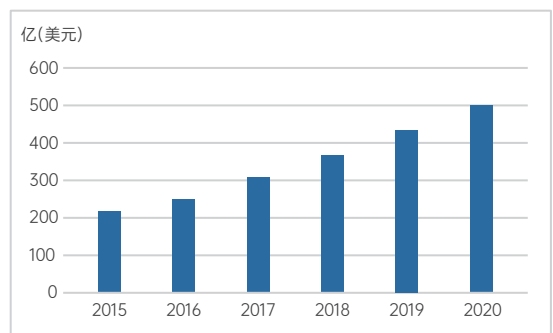


图1-8 2015-2020年全球云存储市场规模情况<sup>2</sup>  
<sup>2</sup>数据来源：Allied Market Research前瞻产业研究院整理。

目前主流云包括阿里云、百度云、谷歌云、华三云、华为云、浪潮云、天翼云、微软Azure、亚马逊AWS等。

### 超融合存储

超融合一体机HCI（Hyper-Converged Infrastructure）是指在由多个通用计算机单元设备（如X86/ARM服务器）组成的一套系统中，同时提供计算、存储和网络的融合资源和服务能力。该架构充分利用虚拟化技术、SDS软件定义存储技术，有效组织和管理多个节点，通过网络聚合形成统一的虚拟资源池和基础架构。其本质仍是一个分布式系统，拥有多个同等的节点（计算机设备），通过核心软件将所有节点统一组织管理起来，并采用增加节点的方式，实现整体系统能力的扩展。其优势主要在于可降低总拥有成本、提高性能和IT团队的效率。

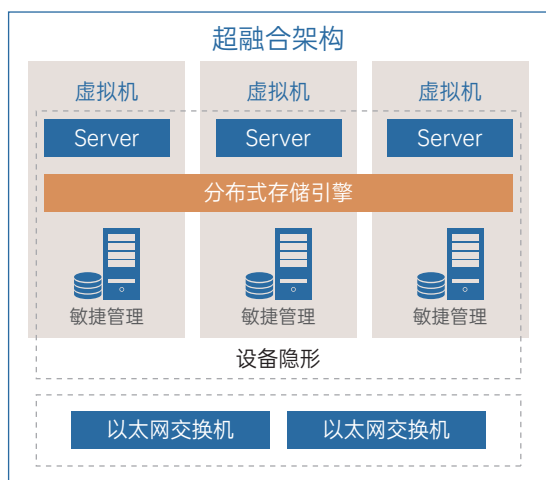


图1-9 超融合存储架构

目前市场上超融合的产品分为两种交付形式，一种是超融合基础架构系统Hyper-Converged Infrastructure System（HCIS），以软硬一体机的形式，将超融合软件和硬件一起交付给用户，是超融合产品的最初形态，也是目前市场上企业采用的主流。HCIS一体机具备敏捷部署、易于管理和产品软硬件统一支持的优点，可以高效的支持数据中心使用场景。

目前市场上的HCIS厂商主要有Dell EMC、HITACHI、H3C、华为、浪潮、联想、NetAPP、青云HCI、UIT创新科、深信服、曙光、SmartX、中电52所、中科蓝鲸等，比较有代表性的产品包括华为的FusionCube系列、H3C UIS超融合一体机系列、浪潮InCloud Rail系列、中科蓝鲸HCS、深信服Sangfor-HCI系列等。

另一种是超融合基础架构软件，以软件形态交付用户。HCI软件支持更灵活更弹性的解决方案，包括“自带硬件（Bring Your Own Hardware）”策略，解决了服务器利旧的问题，有助于降低项目TCO（总拥有成本Total Cost of Ownership）。HCI软件与底层硬件平台松耦合，可支持企业现有的硬件平台，无需锁定供应商，为部署带来更多的灵活性。

国外比较有代表性的HCI软件产品有Nutanix的NDFS、Vmware的vSAN、Maxta的MxSP、新华三的H3C UIS超融合软件、SmartX的SMTX OS、UIT创新科的UScale 2.0等。

超融合基础设施由于其敏捷弹性、资源高效、管理极简等特征，越来越成为企业部署数据中心的重要选择。据IDC统计，如图1-10所示，2021年中国HCI市场保持健康增长，同比增长41.1%，达到18亿美元的规模，未来5年将继续以健康的速度增长，复合年增长率为12.6%，2025年超融合市场规模将达到近33.2亿美元。超融合市场如今已经成为厂商必争之地，大型IT厂商和创业公司纷纷投身其中，不仅Dell、浪潮、华为等服务器大厂积极推出相应的产品，同时还催生了Nutanix、SimpliVity以及国内SmartX等为代表的一大批初创企业。

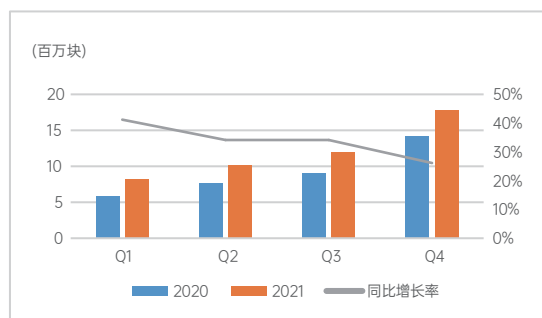


图1-10 中国超融合存储市场份额及同比增长率分析

### 数据保护存储

随着金融在线交易、智能制造、政务信息化、文旅数字化等业务的快速发展，自然灾害、人为破坏、勒索软件攻击对企业核心价值数据的威胁越来越大，如何保障业务不中断、数据不丢失，成为全行业共同关注的焦点，围绕数据生命周期提供“热数据容灾、温数据备份和冷数据归档”的全面保护将变得越来越重要。2020年全球数据保护市场达到613亿美元，预计到2026年可达1134亿美元，年均复合增长率为9.1%。2021年我国颁布《数据安全法》、《个人隐

私保护法》、《数据安全条例》等法律法规以及一系列相关政策，将对未来几年数据复制与保护市场产生积极影响。

主要的 数据保护存储设备制造商有爱数、Commvault、Dell EMC、Druva、HPE、华为、IBM、浪潮、Veritas、英方、中兴等。

从数据保护场景来看，可分为容灾、备份、归档三大类场景；按数据存储方式可以分为在线、近线、离线三种方式。

数据容灾对于需要被高频应用、高密度访问的“热数据”体系来说尤为重要。容灾系统的目的在保证系统数据和服务的“在线性”，即当系统发生故障时，仍然能够正常地向网络系统提供数据和服务，以使系统不致停顿。常见的容灾系统架构包括单中心容灾、同城互备、同城双活、两地三中心等。

备份是用于做数据的保护，防止应用或者核心数据丢失，定期或者实时将数据保存在其他介质或存储设备上，保证在源端数据丢失的情况下做数据的恢复，同时保存的数据可以做其他开发、测试或其他大数据分析使用。

数据归档是将不再经常使用的数据移到一个单独的存储设备来进行长期保存的过程，常用的存档介质包括磁带、光学介质存储、磁盘存储、云存档等。

数据备份是容灾的基础，是指为防止系统出现操作失误或系统故障导致数据丢失，而将全部或部分数据集

合从应用主机的硬盘或阵列复制到其它的存储介质的过程。传统的数据备份主要是采用内置或外置的磁带机进行冷备份，随着技术的不断发展，数据的海量增加，不少的企业开始采用网络备份。网络备份一般通过专业的数据存储管理软件结合相应的硬件和存储设备来实现。

国际上代表性的数据保护一体机有Dell EMC公司的PowerProtect DP系列和DD系列、Veritas公司的NetBackup和Backup Exec、IBM公司的Spectrum Protect、HPE公司的StoreOnce D2D系列和StorageWorks D2D系列、NetApp公司的NearStore VTL系列等产品；国内厂商推出的相关设备有华为DPA系列和OceanProtect X系列、浪潮DP系列和TL系列、腾讯TStor B2000等。此外比较有代表性的数据保护软件有Dell EMC的Avamar、Networker、Data Protection Advisor、RecoverPoint等产品，以及Veritas Storage Foundation、NetApp SnapCenter、浪潮DPS软件、华为OceanStor BCManager等。

随着云计算技术的发展和应用，云数据保护目前应用也较为普遍。云数据保护是采用云应用程序和云存储服务管理数据副本，实现本地数据或云端部分数据损坏、丢失或服务中断时可恢复使用。目前，流行的云数据保护方案有云备份、云归档、多云等技术。

国内外有影响力的产品有Dell EMC DDCloudTier & ECS、HPE Cloud Bank Storage、NetApp Cloud Backup、Veritas NetBackup SaaS Protection、Druva InSync、英方i2Cloud Box、Commvault Metallic等。

## 发展趋势

### 信息存储新介质

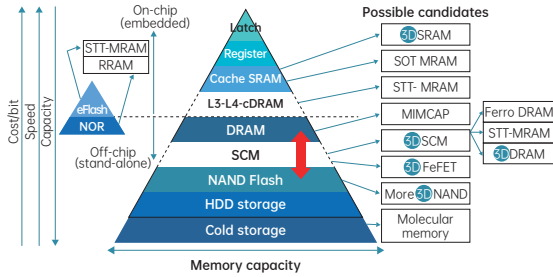


图1-11 计算机信息存储金字塔

从计算机信息存储金字塔来看，一些新介质和新技术的出现增加了存储的层次，也为原本清晰的层级界线带来更多变数。3D芯片技术影响SSD，也影响SRAM和DRAM，并且在DRAM内存和SSD间带来一个新层级SCM存储级内存(Storage-Class Memory)，又称为PMem持久型内存(Persistent Memory)，这类新介质拥有比NAND SSD更好的读写性能和延时指标，同时在产品成熟度和相关技术研究也走得比较靠前。

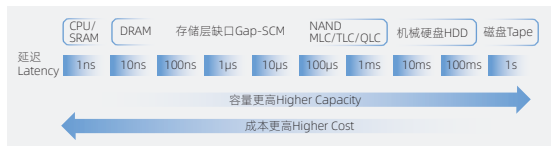


图1-12 硬盘介质多维对比图

从业界的实践来观察，我们注意到SCM在业界有两种用法：一种是用作缓存，而另一种是用作持久存储。例如HPE把SCM用作缓存，实现相对简单，而3PAR和Nimble同样把SCM也当做缓存用，结果延迟大大降低，大部分保持在300μs微秒以下。与之相对，EMC的PowerMAX把SCM用作存储层，同时用低延迟的NVMe-oF连接到主机端，数据访问性能提高了35%。

随着固态硬盘的发展，新的介质也随之出现，如铁电存储，DNA生物存储，以及适合做存内计算的PCRAM相变存储器（IBM）和ReRAM阻变存储器（TSMC/三星）等。

铁电RAM（FeRAM）是另一种值得关注的技术，它使用铁电电容存储非易失数据，性能近似RAM，比闪存更快，

百万倍的擦写次数（百万倍）并且具有近乎无限的耐久性。它以铁电物质为原材料，将微小的铁电晶体集成进电容内，通过施加电场，铁电晶体的电极在两个稳定的状态之间转换，实现数据的写入与读取。在每个方向状态都是稳定的，即使在电场撤除后仍然保持不变，因此能将数据保存在存储扇区而无需持续加电定期更新；同时整个过程中只是施加电场，并未有电流，因此更稳定，不易受外界磁场干扰，能耗也更低。

生物DNA存储自从2012年哈佛大学实现了整本书的信息存储于DNA后，微软在2016年实现了200MB图像文件信息的DNA存储和无损读取，并于2021年研究出新的分子控制器，使DNA存储写入速度提高1000倍。

DNA存储技术可将二进制数据编码到合成DNA链的核酸碱基对中，最终存储在DNA的双螺旋结构中。这项技术听起来很复杂，但实际上已得到了确认和验证。DNA数据存储的基本过程按顺序分别为：编码，将数字信息编码为DNA序列；合成，将序列写入实际的DNA分子；存储，将合成的DNA片段保存在载体或细胞中；访问，检索和选择性读取序列信息；解码，将测定的序列信息转换回数字信息。

Gartner认为技术成熟可能非常快，在报告中给出乐观预测，认为到2024年，30%的数字化企业将要求试用DNA存储。

### 接口协议对接技术

随着存储产业的发展，存储在基础设施信息化建设中的地位日益重要。作为信息化建设的核心，存储需要具备面向各种其他信息化产品互联的能力，因此大家更加关注存储的兼容性和互联互通、互相操作性。为此，存储产品在设计上就要考虑产业下游的兼容性，例如存储设备与管理平台、云平台、容器平台等的互操作性。除此之外，存储产品也要考虑横向兼容性的问题，例如交换机、服务器与各品牌存储的互联互通、互操作性。同时，也要重点考虑上游产业兼容性的问题，例如与不同的处理器、存储介质上的兼容，以保证能够做到整个产业上的互联互通。



互操作离不开连接的基础，既接口和协议。为了改善产业的互联互通，协议接口将是关注的热点，以PCIe为例。PCIe 6.0标准规范于2022年1月11日发布，至此PCIe总线由最初的PCIe 1.0a的每通道速率250MB/s，经历近10年的发展，已跃升到单通道速率16Gb/s。PCIe 6.0采用四级PAM4信号脉冲复读调制技术，在带宽翻倍的情况下延迟相比上一代PCIe 5.0更低。PCIe 6.0的主要应用场景应该是企业级服务器，更高的带宽、更低的延迟能够满足未来存储行业的需求，为数据中心、人工智能、物联网等提供保障。按照目前PCIe SSD的推广速度，PCIe 6.0硬盘大约要到2028年左右才能普及。

与此同时，CXL作为最受人瞩目的连接性标准正飞速发展，它是建立在PCIe物理基础之上，可以用于处理比PCIe更多的功能，当前最新的CXL 3.0协议是PCIe协议的升级版和补充，进一步优化芯片之间的互联，扩展更多和延时更低。

### 智能化运维技术

随着数据量的增加和数据中心规模的扩大以及各种新型存储介质、软件技术和解决方案的发展，存储系统变得越来越复杂，靠人力投入完全管控存储系统变得不可维系。在此背景下，智能化运维（AIOps）应运而生，同时在大数据、云计算、人工智能等新技术的驱动下，智能化运维已成为未来运维发展的趋势。2021年AIOps进入Gartner自动化技术成熟度曲线的顶峰阶段，到2025年AIOps部署率将达到60%。在“新基建”加速推进以及数据作为数字经济新型生产要素的时代背景下，面对海量、多元、实时、多源的数据处理挑战，亟需有AI加持的存储系统以增强系统的可靠性，提升系统的可用性。

一方面，智能化运维能够主动式快速响应，提供智能变更、智能机问答、智能决策(扩缩容/重启/降级/隔离等)、智能预测，有效提升运维效率；另一方面，能够提供多指标因素异常检测，故障诊断，故障预测，并提供切换/调度等自愈功能，做到全方位监控，有效提供质量保证，同时，智能化运维能够提供资源优化(设备资源，机房能耗)、容量规划、性能优化建议，降低人力设备等资源费用，对于优化成本有重要意义。智能化运维管理已在数据中心、云计算领域广

泛落地实践。

### 分布式融合存储技术

近年来随着数字化、云化、智能化的不断深入发展，数据呈现爆炸式增长，数据存储所体现的数据价值作为核心战略资产正在不断提升存储设备在整个网络中的重要性。以支撑海量数据著称的分布式存储发展迅猛，丰富的多协议、多功能的产品类型，灵活的异构硬件融合，应用场景从备份、视频监控、媒资延伸到影像、HPC、AI再到通信、金融等数据存储要求极高的行业，替代传统的阵列存储，成为新的主存储。

在海量数据高速增长过程中，客户多元化业务对存储需求呈现以下主要趋势：云化的块/对象/文件服务、高性能和AI智能化的文件/对象/大数据服务、虚拟化的块/文件服务等，多协议融合以及协议互通已成为分布式存储领域的重要发展趋势。

分布式融合存储作为新一代存储形态，把多协议服务统一为一套架构平台，管理统一、空间共享，同一份数据可多协议实时共享互通，减少不同协议访问产生的数据副本，最大限度的减少数据流动，降低业务持续运行下的能耗，提升业务性能及空间存储数据利用率。

### 数据中心节能技术

“东数西算”工程是积极落实碳达峰碳中和要求，实现绿色发展和区域协调发展战略的抓手工程。通过构建数据中心、云计算、大数据一体化的新型算力网络体系，将东部算力需求有序引导到西部，借助西部地区可再生能源丰富、气候适宜的优势，有效降低数据中心能耗，优化数据中心建设布局，促进东西部协同联动。

同时，在碳达峰碳中和要求下，新型数据中心正在走高效、清洁、集约、循环的绿色发展道路。新型数据中心要求全闪存储占比50%，不仅将助力新型数据中心产业链稳固增强，更将极大促进新型数据中心的绿色低碳发展。随着“绿色、低碳”成为新型数据中心的发展方向，全闪存储成为新型数据中心建设的首选。闪存3D NAND堆叠技术的发展，对提升存储密度（容量）和能效比、成本降低作用显著。目前主流应用采用3D TLC，冷存储有3D QLC切换趋势。

## 存储产业标准化现状及需求趋势

### 相关政策

#### 国外政策

随着全球科技竞争日益加剧，标准化战略已成为国家利益在技术、产业、经济等领域中的体现，以及实施技术和产业政策的重要手段。因此，美国、英国、法国、德国、俄罗斯等发达国家都把国际标准化战略作为其标准化工作的重中之重，力图将本国的利益和要求通过国际标准的形式表现出来，控制和争夺国际标准化制高点。20世纪末21世纪初，世界主要发达国家开始制定标准化战略，近年来，全球经济发展和世界局势出现新的变化，各国纷纷对标准化战略进行了新一轮的修订。

美国ANSI自2000年起开始发布标准化战略，每五年修订一版，最新的2020版《美国标准化战略》[11]于2021年1月6日发布，列出美国标准的九大原则和十二项战略倡议，为美国在全球竞争中的标准发展指明了方向。美国尤其重视新兴技术领域的标准工作，近期通过的《美国创新和竞争法》[12]强调，美国在高新技术标准化方面的状况对美国的经济竞争力至关重要，联邦政府应确保和跨联邦机构之间的协调与合作，支持私营部门利益相关者主导新兴领域的国际讨论；《美国竞争法》[13]更是明确要求政府支持、鼓励在国际标准组织中“采用美国制定的技术标准”，并“支持美国参与国际标准制定”。

欧盟委员会于2022年发布《欧盟标准化战略——制定全球标准以支撑弹性、绿色与数字化的欧盟单一市场》[14]（以下简称《欧盟标准化战略》），这是首次由欧盟委员会这一超国家机构来制定发布的标准化战略。该战略试图推动欧盟标准化在国际层面展现出更加坚定的姿态，同时也能更好地满足欧盟产业生态系统数字化和绿色转型的标准化需求。近年来，欧盟发布的一系列重要政策都明确提出要在欧盟层面实施标准化战略和行动，如：欧洲数字化战略，欧洲新产业战略，欧洲民用、国防与航天工业协同行动计划等。同时，欧盟部分成员国也提出亟需变革欧洲标准化体系的诉求。这些要求共同促

进了《欧盟标准化战略》的出台。

#### 国内政策

2011年《标准化事业发展“十二五”规划》发布，其中重点加强新一代信息技术产业的标准化建设。在政策引导下，存储联盟牵头编制国内首个存储产业标准化体系框架。2015年以来，我国持续推动实施标准化战略，深化标准化工作改革，加快完善标准化体系，建设标准强国。2015年3月，国务院下发《深化标准化工作改革方案》[15]，对标准化体制改革作了全面的部署，确立了“建立政府主导制定的标准与市场自主制定的标准协同发展、协调配套的新型标准体系，健全统一协调、运行高效、政府与市场共治的标准化管理体制，形成政府引导、市场驱动、社会参与、协同推进的标准化工作格局”的改革目标。同年，国务院办公厅印发《国家标准化体系建设发展规划（2016—2020年）》[16]，旨在推动实施标准化战略，加快完善标准化体系，提升我国标准化水平；2018年，新《中华人民共和国标准化法》[17]正式颁布实施，反映了标准化体制改革的要求。新标准化法增设了对有关单位和个人给予表彰和奖励的规定，赋予了团体标准法律地位，将地方标准制定权下放，促进团体、企业等市场主体自主制定标准的积极性充分释放。

2021年，“十四五”规划和2035年远景目标纲要在坚持创新驱动发展、加快发展现代产业体系等多个方面，对标准化工作提出了大量要求。同年，党中央、国务院印发了《国家标准化发展纲要》[18]，描绘了未来5到15年我国标准化发展的宏伟蓝图，具有重大里程碑意义。《纲要》明确了标准化工作的新方位，提出了标准化改革的新路径，确立了标准化开放的新格局，为构建推动高质量发展的标准体系作出了全面部署，提供了行动指南。《纲要》引起普遍持续的关注，各部门、各行业、各地方纷纷推出落实《纲要》的举措（见表2-1）。

表2-1 举措列表

| 序号 | 名称                            | 发布机构                   | 时间   |
|----|-------------------------------|------------------------|------|
| 1  | 关于实施企业标准“领跑者”制度的意见            | 市场监管总局、发改委等八部门         | 2018 |
| 2  | 交通运输标准化“十四五”发展规划              | 交通运输部等五部委              | 2021 |
| 3  | “十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划       | 国家标准化管理委员会、中央网信办等 8 部委 | 2021 |
| 4  | 十四五“铁路标准化发展规划                 | 国家铁路局                  | 2021 |
| 5  | 贯彻落实《国家标准化发展纲要》的实施意见          | 中共青海省委、青海省人民政府         | 2021 |
| 6  | 关于贯彻《国家标准化发展纲要》推进标准化创新发展的实施意见 | 山东省人民政府                | 2022 |
| 7  | “十四五”应急管理标准化发展计划              | 应急管理部                  | 2022 |
| 8  | 关于促进团体标准规范优质发展的意见             | 国家标准化管理委员会等十七部门        | 2022 |
| 9  | 金融标准化“十四五”发展规划                | 中国人民银行、市场监管总局、银保监会、证监会 | 2022 |
| 10 | 十四五“卫生健康标准化工作规划               | 卫健委                    | 2022 |

《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》[19]中多次点名数据存储领域，地方省市纷纷跟进。其中，《湖北省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》[20]中提出集中力量和资源推进国家存储器基地建设，加快实现技术赶超和规模提升，建成全国先进存储“产业航母”。四川省推进数字经济发展领导小组办公室印发了

《四川省“十四五”存储产业发展规划》[21]，即以SSD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，力争到2025年，技术先进、应用繁荣、安全可控、保障有力的存储产业体系基本形成，并明确了四项主要工作任务，其中就包括“聚力存储应用生态、树立存储产业应用新标杆。着力打造存储应用生态圈，加快布局存储技术标准规范体系建设，健全数据安全自主可控保障体系，推进‘存储+’千行百业新应用”。

## 标准化组织

### 国际标准化组织

国际标准化方面，与数据存储标准化工作相关的标准化组织主要是ISO/IEC JTC 1/SC23（Digitally Recorded Media for Information Interchange and Storage）、ISO/IEC JTC 1/SC25（Interconnection of Information Technology Equipment）两个分委员会，其中ISO/IEC JTC 1/SC23的工作范畴是可移动数字存储介质领域标准化，包括数据无损压缩算法卷和文件结构、确定数字存储介质预期寿命的方法、数字存储介质错误监控方法等；ISO/IEC JTC 1/SC25面向信息技术设备和网络的微处理器系统、接口、协议、体系结构和相关互连介质标准化，以支持嵌入式和分布式计算环境、存储系统和其他输入/输出组件。安全技术方面，ISO/IEC JTC 1/SC27（Information Security, Cybersecurity and

Privacy Protection）发布了ISO/IEC 27040 Information technology-Security techniques-Storage security。ISO/IEC 27040是ISO信息安全系列标准中唯一针对存储系统编制的标准，该标准主要为存储系统的使用者提供安全最佳实践并为存储系统的设计者和开发者定义应遵循的设计原则和应关注的安全要素。

另外，国际上一些联盟组织制定的标准和规范也被业界广泛采用，如NVM Express（Non Volatile Memory Host Controller Interface Specification）、SNIA（Storage Networking Industry Association）、SPC（Storage Performance Council）、DMTF（Distributed Management Task Force）等组织。其中NVME系列规范定义了主机软件如何跨PCI Express®（PCIe®）、RDMA、TCP等多个传输与非易失性内存

通信，它已成为所有外形规格（U.2、M.2、AIC、EDSFF）的SSD的工业标准；SNIA开发了广泛的标准，以增强各种存储系统的互操作性，主要的标准方向包括云数据管理接口、功率效率测量规范、数据中心存储的真实存储工作负载（RWSW）性能测试规范、SSD性能测试规范（PTS）、存储管理计划规范（SMI-S）、可扩展存储管理API规范（Swordfish）、存储系统TLS规范等14个方向；SPC制定了侧重于存储子系统的基准测试（SPC-1和SPC-2），这些子系统包括：电子盘、磁盘、磁带、光盘、媒体机器人、媒体机器人软件系统、媒体库软件系统、备份/存档软件系统、分层存储管理系统以及适配器、控制器、以及将存储设备连接到计算机系统的网络；DMTF的虚拟化管理（VMAN）标准是一组规范，用于解决虚拟环境的管理生命周期，DMTF已经研发出了一套标准的管理虚拟网络组件，包括为虚拟网络扩展DMTF的公共信息模型（CIM）、网络端口配置的XML模式、为与网络端口配置合并扩展DMTF的开放虚拟化格式（OVF），包括DSP0243等Open Virtualization Format Specification相关DMTF规范文件。

此外，固态技术协会（JEDEC Solid State Technology Association）是固态及半导体工业界的一个标准化组织，它由约300家公司成员组成。JEDEC发布了若干和记忆体相关的标准。JC-11委员会（机械、封装、外观相关技术）维护的JESD-95标准定义了记忆体插槽的物理和机械规范。JC-42委员会（记忆体相关技术）维护的JESD-21C标准定义了记忆体的电气性能要求。

总体来说，国际存储标准起步较早，很多联盟协会都有了几十年的历史，标准与存储产业发展、市场需求、技术创新等方向结合紧密，标准体系完备，覆盖介质、设备互联、存储网络、数据格式、压缩技术、存储管理等相关技术方向；此外在存储产业头部企业大力投入下，标准组织运作规范、标准版本演进路径清晰、标准可落地性强，以联盟协会为平台，以标准作为牵引手段，形成了成熟的标准生态。

### 国内标准化组织

国内组织方面，主要是SAC/TC28/SC23全国信息技术标准化技术委员会信息交换和存储用数字记录媒体分技术委员会、SAC/TC28/SC25全国信息技术标准化技术委员会信息技术设备互连分技术委员会。

其中SAC/TC28/SC23负责专业范围为负责全国信息技术领域信息处理系统间媒体和信息交换用的盒式光盘的标准化工作，对口国际标准化组织和国际电工委员会第一联合技术委员会用于信息交换和存储的数字记录介质分技术委员会（ISO/IEC JTC1/SC23）；SAC/TC28/SC25主要负责信息技术设备互连领域国家标准制修订工作，对口国际标准化组织和国际电工委员会第一联合技术委员会信息技术设备互连分技术委员会（ISO/IEC JTC1/SC25）。此外，SAC/TC78全国半导体器件标准化技术委员会，负责专业范围为半导体器件（分立器件和集成电路）等专业领域标准研究和制修订工作，先后制定了串行NOR型快闪存储器接口规范、串行NAND型快闪存储器接口规范等存储芯片、存储器相关的接口规范标准。

此外，国内组织方面，中国通信标准化协会互联网与应用标准技术工作委员会（CCSA/TC1）下属的数据中心、云计算、大数据与区块链等工作组也从各自领域出发，制定了一些存储相关的标准，如T/CCSA 325-2021数据中心存储能效测评规范、T/CCSA 304-2021绿色设计产品评价技术规范网络存储设备、T/CCSA 263-2019分布式块存储总体技术要求、YD/T 4029-2022计算存储分离架构的分布式存储技术要求等；其它国内组织方面，包括全国金融标准化技术委员会（SAC/TC180）、全国安全防范报警系统标准化技术委员会（SAC/TC100）、全国通信标准化技术委员会（SAC/TC485）等标准组织也会针对各自领域或行业特点编制存储相关的标准；安全技术方面，全国信息安全标准化技术委员会（TC260）专门从事信息安全标准化的技术工作组织，负责全国信息安全技术、安全机制、安全管理、安全评估等领域的标准化工作，先后发布过GB/T 34977-2017《信息安全技术移动智能终端数据存储安全技术要求与测试评价方法》、GB/T 37939-2019《信息安全技术 网络存储安全技术要求》相关标准。

与国际标准相比较，国内存储标准起步较晚，标准缺乏体系化、系统性不足，标准存在重复制定、落地性不强、生态不健全等问题，更侧重于产品、系统类标准，基础性技术性标准较少。但近几年，随着我国存储产业的快速发展，产业链越来越完善、产品类型不断丰富、新技术、新架构的不断涌现，国内存储企业对标准也越来越重视，投入逐年增强，标准活动也日益活跃。

## 标准制修订情况

### 国际标准制修订情况

ISO制修订的标准信息见表2-2。

表2-2 ISO 标准信息

| 序号 | 标准编号                | 标准名称   | 标准状态 |
|----|---------------------|--|------|
| 1  | ISO/IEC 13961:2000  | Information technology -- Scalable Coherent Interface (SCI)  | 现行   |
| 2  | ISO/IEC 20919:2021  | Information technology -- Linear tape file system (LTFS) Format specification  | 现行   |
| 3  | ISO/IEC 20648:2016  | Information technology -- TLS specification for storage systems  | 现行   |
| 4  | ISO 7665:1983       | Information processing -- File structure and labelling of flexible disk cartridges for information interchange                           | 现行   |
| 5  | ISO/IEC 13244:1998  | Information technology -- Open Distributed Management Architecture   | 现行   |
| 6  | ISO/IEC 13800:1996  | Information technology -- Procedure for the registration of identifiers and attributes for volume and file structure                     | 现行   |
| 7  | ISO 9314-1:1989     | Information processing systems -- Fibre DiC893:C906 Physical Layer Protocol (PHY)  | 现行   |
| 8  | ISO 9314-2:1989     | Information processing systems -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 2: Token Ring Media Access Control (MAC)               | 现行   |
| 9  | ISO/IEC 9314-3:1990 | Information processing systems -- Fibre distributed Data Interface (FDDI) -- Part 3: Physical Layer Medium Dependent (PMD)               | 现行   |
| 10 | ISO/IEC 9314-4:1999 | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 4: Single Mode Fibre Physical Layer Medium Dependent (SMF-PMD) | 现行   |
| 11 | ISO/IEC 9314-5:1995 | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 5: Hybrid Ring Control (HRC)                                   | 现行   |
| 12 | ISO/IEC 9314-6:1998 | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 6: Station Management (SMT)                                    | 现行   |
| 13 | ISO/IEC 9314-7:1998 | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 7: Physical layer Protocol (PHY-2)                             | 现行   |
| 14 | ISO/IEC 9314-8:1998 | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 8: Media Access Control-2 (MAC-2)                              | 现行   |
| 15 | ISO/IEC 9314-9:2000 | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 9: Low-cost fibre physical layer medium dependent (LCF-PMD)    | 现行   |

| 序号 | 标准编号                  | 标准名称   | 标准状态 |
|----|-----------------------|--|------|
| 16 | ISO/IEC 9314-13:1998  | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 13: Conformance Test Protocol Implementation Conformance Statement (CT-PICS) Proforma  | 现行   |
| 17 | ISO/IEC 9314-20:2001  | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 20: Abstract test suite for FDDI physical medium dependent conformance testing (FDDI PMD ATS)                                  | 现行   |
| 18 | ISO/IEC 9314-21:2000  | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 21: Abstract test suite for FDDI physical layer protocol conformance testing (FDDI PHY ATS)                                    | 现行   |
| 19 | ISO/IEC 9314-25:1998  | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 25: Abstract test suite for FDDI -- Station Management Conformance Testing (SMT-ATS)   | 现行   |
| 20 | ISO/IEC 9314-26:2001  | Information technology -- Fibre Distributed Data Interface (FDDI) -- Part 26: Media Access Control Conformance Testing (MAC-ATS)   | 现行   |
| 21 | ISO/IEC 9318-2:1990   | Information technology -- Intelligent Peripheral Interface -- Part 2: Device specific command set for magnetic disk drives   | 现行   |
| 22 | ISO/IEC 9318-3:1990   | Information technology -- Intelligent Peripheral Interface -- Part 3: Device generic command set for magnetic and optical disk drives  | 现行   |
| 23 | ISO/IEC 9318-4:2002   | Information technology -- Intelligent Peripheral Interface -- Part 4: Device generic command set for magnetic tape drives (IPI-3 tape)   | 现行   |
| 24 | ISO/IEC 11518-1:1995  | Information technology -- High-Performance Parallel Interface -- Part 1: Mechanical, electrical and signalling protocol specification (HIPPI-PH)   | 现行   |
| 25 | ISO/IEC 11518-2:2000  | Information technology -- High-Performance Parallel Interface -- Part 2: Framing Protocol (HIPPI-FP)   | 现行   |
| 26 | ISO/IEC 11518-3:1996  | Information technology -- High-Performance Parallel Interface -- Part 3: Encapsulation of ISO/IEC 8802-2 (IEEE Std 802.2) Logical Link Control Protocol Data Units (HIPPI-LE)                            | 现行   |
| 27 | ISO/IEC 11518-6:2000  | Information technology -- High-Performance Parallel Interface -- Part 6: Physical Switch Control (HIPPI-SC)  | 现行   |
| 28 | ISO/IEC 11518-9:1999  | Information technology -- High-Performance Parallel Interface -- Part 9: Serial specification (HIPPI-Serial)   | 现行   |
| 29 | ISO/IEC 11518-10:2001 | Information technology -- High-Performance Parallel Interface -- Part 10: 6400 Mbit/s Physical Layer (HIPPI-6400-PH)   | 现行   |
| 30 | ISO/IEC 1864:1992     | Information technology -- Unrecorded 12,7 mm (0,5 in) wide magnetic tape for information interchange -- 32 ftpmm (800 ftpi), NRZ1, 126 ftpmm (3 200 ftpi) phase encoded and 356 ftpmm (9 042 ftpi), NRZ1 | 现行   |

| 序号 | 标准编号                     | 标准名称  | 标准状态 |
|----|--------------------------|---|------|
| 31 | ISO/IEC 29341-30-10:2017 | Information technology -- UPnP Device Architecture -- Part 30-10: IoT management and control device control protocol -- Data store service                                  | 现行   |
| 32 | ISO 4341:1978            | Information processing -- Magnetic tape cassette and cartridge labelling and file structure for information interchange   | 现行   |
| 33 | ISO 7297:1985            | Information processing -- Magnetic disk for data storage devices -- 96 000 flux transitions per track, 200 mm (7.9 in) outer diameter, 63,5 mm (2.5 in) inner diameter      | 现行   |
| 34 | ISO 7298:1985            | Information processing -- Magnetic disk for data storage devices -- 158 000 flux transitions per track, 210 mm (8.3 in) outer diameter, 100 mm (3.9 in) inner diameter      | 现行   |
| 35 | ISO 3802:1976            | Information processing -- General purpose reels with 8 mm (5/16 in) centre hole for magnetic tape for interchange instrumentation applications                              | 现行   |
| 36 | ISO/IEC 1863:1990        | Information processing -- 9-track, 12,7 mm (0,5 in) wide magnetic tape for information interchange using NRZ1 at 32 ftpmm (800 ftpi) -- 32 cpmm (800 cpi)                   | 现行   |
| 37 | ISO/IEC 3788:1990        | Information processing -- 9-track, 12,7 mm (0,5 in) wide magnetic tape for information interchange using phase encoding at 126 ftpmm (3 200 ftpi), 63 cpmm (1 600 cpi)      | 现行   |
| 38 | ISO/IEC 11321:1992       | Information technology -- 3,81 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- DATA/DAT format                                     | 现行   |
| 39 | ISO/IEC 11557:1992       | Information technology -- 3,81 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- DDS-DC format using 60 m and 90 m length tapes      | 现行   |
| 40 | ISO/IEC 12247:1993       | Information technology -- 3,81 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- DDS format using 60 m and 90 m length tapes         | 现行   |
| 41 | ISO/IEC 12248:1993       | Information technology -- 3,81 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- DATA/DAT-DC format using 60 m and 90 m length tapes | 现行   |
| 42 | ISO/IEC 13923:1996       | Information technology -- 3,81 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- DDS-2 format using 120 m length tape                | 现行   |
| 43 | ISO/IEC 15521:1998       | Information technology -- 3,81 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- DDS-3 format using 125 m length tapes               | 现行   |
| 44 | ISO/IEC 17462:2000       | Information technology -- 3,81 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- DDS-4 format  | 现行   |

| 序号 | 标准编号               | 标准名称   | 标准状态 |
|----|--------------------|--|------|
| 45 | ISO/IEC 15780:1998 | Information technology -- 8 mm wide magnetic tape cartridge -- Helical scan recording -- AIT-1 format  | 现行   |
| 46 | ISO/IEC 12246:1993 | Information technology -- 8 mm wide magnetic tape cartridge dual azimuth format for information interchange -- Helical scan recording          | 现行   |
| 47 | ISO/IEC 11319:1993 | Information technology -- 8 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording                              | 现行   |
| 48 | ISO/IEC 18809:2000 | Information technology -- 8 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording AIT-1 with MIC format        | 现行   |
| 49 | ISO/IEC 18810:2001 | Information technology -- 8 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording AIT-2 with MIC format        | 现行   |
| 50 | ISO/IEC 18836:2001 | Information technology -- 8 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- MammothTape-2 format      | 现行   |
| 51 | ISO/IEC 20062:2001 | Information technology -- 8 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- VXA-1 format              | 现行   |
| 52 | ISO/IEC 23651:2003 | Information technology -- 8 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- AIT-3 format              | 现行   |
| 53 | ISO/IEC 20061:2001 | Information technology -- 12,65 mm wide magnetic tape cassette for information interchange -- Helical scan recording -- DTF-2                  | 现行   |
| 54 | ISO/IEC 14840:1996 | Information technology -- 12,65 mm wide magnetic tape cartridge for information interchange -- Helical scan recording -- Data-D3-1 format      | 现行   |
| 55 | ISO/IEC 15731:1998 | Information technology -- 12,65 mm wide magnetic tape cassette for information interchange -- Helical scan recording -- DTF-1 format           | 现行   |
| 56 | ISO/IEC 12862:2011 | Information technology -- 120 mm (8,54 Gbytes per side) and 80 mm (2,66 Gbytes per side) DVD recordable disk for dual layer (DVD-R for DL)     | 现行   |
| 57 | ISO/IEC 13170:2009 | Information technology -- 120 mm (8,54 Gbytes per side) and 80 mm (2,66 Gbytes per side) DVD re-recordable disk for dual layer (DVD-RW for DL) | 现行   |
| 58 | ISO/IEC 10090:1992 | Information technology -- 90 mm optical disk cartridges, rewritable and read only, for data interchange  | 现行   |
| 59 | ISO/IEC 13842:1995 | Information technology -- 130 mm optical disk cartridges for information interchange -- Capacity: 2 Gbytes per cartridge                       | 现行   |



| 序号 | 标准编号               | 标准名称   | 标准状态 |
|----|--------------------|--|------|
| 60 | ISO/IEC 14517:1996 | Information technology -- 130 mm optical disk cartridges for information interchange -- Capacity: 2,6 Gbytes per cartridge   | 现行   |
| 61 | ISO/IEC 15286:1999 | Information technology -- 130 mm optical disk cartridges for information interchange -- Capacity: 5,2 Gbytes per cartridge   | 现行   |
| 62 | ISO/IEC 10089:1991 | Information technology -- 130 mm rewritable optical disk cartridge for information interchange   | 现行   |
| 63 | ISO/IEC 10885:1993 | Information technology -- 356 mm optical disk cartridge for information interchange -- Write once  | 现行   |
| 64 | ISO/IEC 17341:2009 | Information technology -- Data interchange on 120 mm and 80 mm optical disk using +RW format -- Capacity: 4,7 Gbytes and 1,46 Gbytes per side (recording speed up to 4X) | 现行   |
| 65 | ISO/IEC 26925:2009 | Information technology -- Data interchange on 120 mm and 80 mm optical disk using +RW HS format -- Capacity: 4,7 Gbytes and 1,46 Gbytes per side (recording speed 8X)    | 现行   |
| 66 | ISO/IEC 17344:2009 | Information technology -- Data interchange on 120 mm and 80 mm optical disk using +R format -- Capacity: 4,7 Gbytes and 1,46 Gbytes per side (recording speed up to 16X) | 现行   |
| 67 | ISO/IEC 29642:2009 | Information technology -- Data interchange on 120 mm and 80 mm optical disk using +RW DL format -- Capacity: 8,55 Gbytes and 2,66 Gbytes per side (recording speed 2,4X) | 现行   |
| 68 | ISO/IEC 11559:1993 | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm wide 18-track magnetic tape cartridges -- Extended format  | 现行   |
| 69 | ISO/IEC 13421:1993 | Information technology -- Data Interchange on 12,7 mm, 48-track magnetic tape cartridges -- DLT 1 format   | 现行   |
| 70 | ISO/IEC 13481:1993 | Information technology -- Data interchange on 130 mm optical disk cartridges -- Capacity: 1 gigabyte per cartridge   | 现行   |
| 71 | ISO/IEC 13549:1993 | Information technology -- Data interchange on 130 mm optical disk cartridges -- Capacity: 1,3 gigabytes per cartridge  | 现行   |
| 72 | ISO/IEC 13962:1995 | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm, 112-track magnetic tape cartridges -- DLT 2 format  | 现行   |
| 73 | ISO/IEC 13963:1995 | Information technology -- Data interchange on 90 mm optical disk cartridges -- Capacity: 230 megabytes per cartridge   | 现行   |
| 74 | ISO/IEC 14251:1995 | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm 36-track magnetic tape cartridges  | 现行   |
| 75 | ISO/IEC 14833:1996 | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm 128-Track magnetic tape cartridges -- DLT 3 format   | 现行   |
| 76 | ISO/IEC 15041:1997 | Information technology -- Data interchange on 90 mm optical disk cartridges -- Capacity: 640 Mbytes per cartridge  | 现行   |
| 77 | ISO/IEC 15307:1997 | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm 128-track magnetic tape cartridges -- DLT 4 format   | 现行   |

| 序号 | 标准编号                | 标准名称  | 标准状态 |
|----|---------------------|---|------|
| 78 | IISO/IEC 15718:1998 | Information technology -- Data interchange on 8 mm wide magnetic tape cartridge -- Helical scan recording -- HH-1 format  | 现行   |
| 79 | ISO/IEC 15757:1998  | Information technology -- Data interchange on 8 mm wide magnetic tape cartridge -- Helical scan recording -- DA-2 format  | 现行   |
| 80 | ISO/IEC 15895:1999  | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm 128-track magnetic tape cartridges -- DLT 3-XT format   | 现行   |
| 81 | ISO/IEC 15896:1999  | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm 208-track magnetic tape cartridges -- DLT 5 format  | 现行   |
| 82 | ISO/IEC 16382:2000  | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm 208-track magnetic tape cartridges -- DLT 6 format  | 现行   |
| 83 | ISO/IEC 16969:1999  | Information technology -- Data interchange on 120 mm optical disk cartridges using +RW format -- Capacity: 3,0 Gbytes and 6,0 Gbytes  | 现行   |
| 84 | ISO/IEC 17345:2006  | Information technology -- Data Interchange on 130 mm Rewritable and Write Once Read Many Ultra Density Optical (UDO) Disk Cartridges -- Capacity: 30 Gbytes per Cartridge -- First Generation | 现行   |
| 85 | ISO/IEC 17346:2005  | Information technology -- Data interchange on 90 mm optical disk cartridges -- Capacity: 1,3 Gbytes per cartridge   | 现行   |
| 86 | ISO/IEC 22050:2002  | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm, 384-track magnetic tape cartridges -- Ultrium-1 format   | 现行   |
| 87 | ISO/IEC 22051:2002  | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm, 448-track magnetic tape cartridges -- SDLT1 format   | 现行   |
| 88 | ISO/IEC 22092:2002  | Information technology -- Data interchange on 130 mm magneto-optical disk cartridges -- Capacity: 9,1 Gbytes per cartridge  | 现行   |
| 89 | ISO/IEC 22533:2005  | Information technology -- Data interchange on 90 mm optical disk cartridges -- Capacity: 2,3 Gbytes per cartridge   | 现行   |
| 90 | ISO/IEC 25434:2008  | Information technology -- Data interchange on 120 mm and 80 mm optical disk using +R DL format -- Capacity: 8,55 Gbytes and 2,66 Gbytes per side (recording speed up to 16X)                  | 现行   |
| 91 | ISO/IEC 9661:1994   | Information technology -- Data interchange on 12,7 mm wide magnetic tape cartridges -- 18 tracks, 1 491 data bytes per millimetre   | 现行   |
| 92 | ISO/IEC 10149:1995  | Information technology -- Data interchange on read-only 120 mm optical data disks (CD-ROM)  | 现行   |
| 93 | ISO/IEC 14417:1999  | Information technology -- Data recording format DD-1 for magnetic tape cassette conforming to IEC 1016  | 现行   |
| 94 | ISO/IEC 9293:1994   | Information technology -- Volume and file structure of disk cartridges for information interchange  | 现行   |

| 序号  | 标准编号                     | 标准名称   | 标准状态 |
|-----|--------------------------|--|------|
| 95  | ISO 9660:1988            | Information processing -- Volume and file structure of CD-ROM for information interchange  | 现行   |
| 96  | ISO 9660:1988/Amd 1:2013 | Information processing -- Volume and file structure of CD-ROM for information interchange  |      |
| 97  | ISO 9660:1988/Amd 2:2020 | Information processing — Volume and file structure of CD-ROM for information interchange — Amendment 2   |      |
| 98  | ISO/IEC 13346-1:1995     | Information technology -- Volume and file structure of write-once and rewritable media using non-sequential recording for information interchange -- Part 1: General   | 现行   |
| 99  | ISO/IEC 13346-2:1999     | Information technology -- Volume and file structure of write-once and rewritable media using non-sequential recording for information interchange -- Part 2: Volume and boot block recognition<br>Information technology -- Volume and file structure of | 现行   |
| 100 | ISO/IEC 13346-3:1999     | write-once and rewritable media using non-sequential recording for information interchange -- Part 3: Volume structure   | 现行   |
| 101 | ISO/IEC 13346-4:1999     | Information technology -- Volume and file structure of write-once and rewritable media using non-sequential recording for information interchange -- Part 4: File structure  | 现行   |
| 102 | ISO/IEC 13346-5:1995     | Information technology -- Volume and file structure of write-once and rewritable media using non-sequential recording for information interchange -- Part 5: Record structure  | 现行   |
| 103 | ISO/IEC 13490-1:1995     | Information technology -- Volume and file structure of read-only and write-once compact disk media for information interchange -- Part 1: General  | 现行   |
| 104 | ISO/IEC 13490-2:1995     | Information technology -- Volume and file structure of read-only and write-once compact disk media for information interchange -- Part 2: Volume and file structure  | 现行   |
| 105 | ISO/IEC 16449:2002       | Information technology -- 80 mm DVD -- Read-only disk  | 现行   |
| 106 | ISO/IEC 17342:2004       | Information technology -- 80 mm (1,46 Gbytes per side) and 120 mm (4,70 Gbytes per side) DVD re-recordable disk (DVD-RW)   | 现行   |
| 107 | ISO/IEC 16448:2002       | Information technology -- 120 mm DVD -- Read-only disk   | 现行   |
| 108 | ISO/IEC 16824:1999       | Information technology -- 120 mm DVD rewritable disk (DVD-RAM)   | 现行   |
| 109 | ISO/IEC 16825:1999       | Information technology -- Case for 120 mm DVD-RAM disks  | 现行   |
| 110 | ISO/IEC 17594:2004       | Information technology -- Cases for 120 mm and 80 mm DVD-RAM disks   | 现行   |
| 111 | ISO/IEC TR 13841:1995    | Information technology -- Guidance on measurement techniques for 90 mm optical disk cartridges   | 现行   |
| 112 | ISO/IEC 20563:2001       | Information technology -- 80 mm (1,23 Gbytes per side) and 120 mm (3,95 Gbytes per side) DVD-recordable disk (DVD-R)   | 现行   |

| 序号  | 标准编号                 | 标准名称  | 标准状态 |
|-----|----------------------|---|------|
| 113 | ISO/IEC 23912:2005   | Information technology -- 80 mm (1,46 Gbytes per side) and 120 mm (4,70 Gbytes per side) DVD Recordable Disk (DVD-R)  | 现行   |
| 114 | ISO/IEC 17592:2004   | Information technology -- 120 mm (4,7 Gbytes per side) and 80 mm (1,46 Gbytes per side) DVD rewritable disk (DVD-RAM)   | 现行   |
| 115 | ISO/IEC 17913:2000   | Information technology -- 12,7mm 128-track magnetic tape cartridge for information interchange -- Parallel serpentine format  | 现行   |
| 116 | ISO/IEC 29171:2009   | Information technology -- Digitally recorded media for information interchange and storage -- Information Versatile Disk for Removable usage (iVDR) cartridge   | 现行   |
| 117 | ISO/IEC 30193:2021   | Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — 120 mm triple layer (100,0 Gbytes per disk) BD rewritable disk  | 现行   |
| 118 | ISO/IEC 30190:2021   | Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — 120 mm Single Layer (25,0 Gbytes per disk) and Dual Layer (50,0 Gbytes per disk) BD Recordable disk   | 现行   |
| 119 | ISO/IEC 30191:2021   | Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — 120 mm Triple Layer (100,0 Gbytes single sided disk and 200,0 Gbytes double sided disk) and Quadruple Layer (128,0 Gbytes single sided disk) BD Recordable disk | 现行   |
| 120 | ISO/IEC 30192:2021   | Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — 120 mm Single Layer (25,0 Gbytes per disk) and Dual Layer (50,0 Gbytes per disk) BD Rewritable disk   | 现行   |
| 121 | ISO/IEC 16963:2017   | Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — Test method for the estimation of lifetime of optical disks for long-term data storage  | 现行   |
| 122 | ISO/IEC 29121:2021   | Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — Data migration method for optical disks for long-term data storage  | 现行   |
| 123 | ISO/IEC 10995:2011   | Information technology -- Digitally recorded media for information interchange and storage -- Test method for the estimation of the archival lifetime of optical media  | 现行   |
| 124 | ISO/IEC 30115-1:2022 | Information technology — Redfish scalable platforms management API specification — Part 1: Redfish Specification v1.13.0  | 现行   |
| 125 | ISO/IEC 30115-2:2022 | Information technology — Redfish scalable platforms management API specification — Part 2: Redfish Schema Supplement v2021.1  |      |

| 序号  | 标准编号                                   | 标准名称   | 标准状态 |
|-----|--|--|------|
| 126 | ISO/IEC 24775-1:2021                   | Information technology — Storage management — Part 1: Overview   | 现行   |
| 127 | ISO/IEC 24775-2:2021                   | Information technology — Storage management — Part 2: Common Architecture  | 现行   |
| 128 | ISO/IEC 24775-3:2021                   | Information technology — Storage management — Part 3: Common profiles  | 现行   |
| 129 | ISO/IEC 24775-4:2021                   | Information technology — Storage management — Part 4: Block devices  | 现行   |
| 130 | ISO/IEC 24775-5:2021                   | Information technology — Storage management — Part 5: File systems   | 现行   |
| 131 | ISO/IEC 24775-6:2021                   | Information technology — Storage management — Part 6: Fabric   | 现行   |
| 132 | ISO/IEC 24775-7:2021                   | Information technology — Storage management — Part 7: Host elements  | 现行   |
| 133 | ISO/IEC 24775-8:2021                   | Information technology — Storage management — Part 8: Media libraries  | 现行   |
| 134 | ISO/IEC 14776-454:2018                 | Information technology — Small computer system interface (SCSI) — Part 454: SCSI Primary Commands - 4 (SPC-4)                            | 现行   |
| 135 | ISO/IEC 11002:2008                     | Information technology -- Multipath management API   | 现行   |
| 136 | ISO/IEC 14776-112:2002                 | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 112: Parallel Interface-2 (SPI-2)                               | 现行   |
| 137 | ISO/IEC 14776-113:2002                 | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 113: Parallel Interface-3 (SPI-3)                               | 现行   |
| 138 | ISO/IEC 14776-115:2004                 | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 115: Parallel Interface-5 (SPI-5)                               | 现行   |
| 139 | ISO/IEC 14776-150:2004                 | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 150: Serial Attached SCSI (SAS)                                 | 现行   |
| 140 | ISO/IEC 14776-232:2001                 | Information technology -- Small computer system interface (SCSI) -- Part 232: Serial Bus Protocol 2 (SBP-2)                              | 现行   |
| 141 | ISO/IEC 14776-331:2002                 | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 331: Stream Commands (SSC)                                      | 现行   |
| 142 | ISO/IEC 17826:2022                     | Information technology — Cloud Data Management Interface (CDMI)  | 现行   |
| 143 | ISO/IEC 19831:2015                     | Cloud Infrastructure Management Interface (CIMI) Model and RESTful HTTP-based Protocol -- An Interface for Managing Cloud Infrastructure | 现行   |
| 144 | ISO/IEC 20802-1:2016                   | Information technology -- Open data protocol (OData) v4.0 -- Part 1: Core  | 现行   |
| 145 | ISO/IEC 20802-2:2016                   | Information technology -- Open data protocol (OData) v4.0 -- Part 2: OData JSON Format   | 现行   |
| 146 | ISO/IEC 14165-122:2005 +AMD 1:2008 CSV | Information technology - Fibre channel - Part 122: Arbitrated loop-2 (FC-AL-2)   | 现行   |

| 序号  | 标准编号                               | 标准名称   | 标准状态 |
|-----|------------------------------------|--|------|
| 147 | ISO/IEC 9316:1995                  | Information technology -- Small Computer System Interface-2  | 现行   |
| 148 | ISO/IEC 9316-2:2000                | Information technology -- Small computer system interface-2 (SCSI-2) -- Part 2: Common Access Method (CAM) Transport and SCSI interface module | 现行   |
| 149 | ISO/IEC 11989:2010                 | Information technology -- iSCSI Management API   | 现行   |
| 150 | ISO/IEC 14165-114:2005             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 114: 100 MB/s Balanced copper physical interface (FC-100-DF-EL-S)                              | 现行   |
| 151 | ISO/IEC 14165-115:2006             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 115: Physical Interfaces (FC-PI)   | 现行   |
| 152 | ISO/IEC 14165-116:2005             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 116: 10 Gigabit (10GFC)  | 现行   |
| 153 | ISO/IEC 14165-116:2005 /Amd 1:2009 | Information technology -- Fibre Channel -- Part 116: 10 Gigabit (10GFC)  |      |
| 154 | ISO/IEC TR 14165-117:2007          | Information technology -- Fibre Channel -- Part 117: Methodologies for jitter and signal quality (MJSQ)  | 现行   |
| 155 | ISO/IEC 14165-131:2000             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 131: Switch Fabric Requirements (FC-SW)  | 现行   |
| 156 | ISO/IEC 14165-133:2010             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 133: Switch Fabric-3 (FC-SW-3)   | 现行   |
| 157 | ISO/IEC 14165-141:2001             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 141: Fabric Generic Requirements (FC-FG)   | 现行   |
| 158 | ISO/IEC 14165-151:2017             | Information technology -- Fibre channel -- Part 151: Fibre Channel BaseT (FC-BaseT)  | 现行   |
| 159 | ISO/IEC 14165-211:1999             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 211: Mapping to HIPPI-FP (FC-FP)   | 现行   |
| 160 | ISO/IEC 14165-222:2005             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 222: Single-byte command code 2 mapping protocol (FC-SB-2)                                     | 现行   |
| 161 | ISO/IEC 14165-241:2005             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 241: Backbone 2 (FC-BB-2)  | 现行   |
| 162 | ISO/IEC 14165-243:2012             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 243: Backbone 3 (FC-BB-3)  | 现行   |
| 163 | ISO/IEC 14165-251:2008             | Information technology -- Fibre Channel -- Part 251: Framing and Signaling (FC-FS)   | 现行   |
| 164 | ISO/IEC TR 14165-312:2009          | Information technology -- Fibre Channel -- Part 312: Avionics environment upper layer protocol MIL-STD-1553B Notice 2 (FC-AE-1553)             | 现行   |
| 165 | ISO/IEC TR 14165-313:2013          | Information technology -- Fibre Channel -- Part 313: Avionics Environment -- Anonymous Synchronous Messaging (FC-AE-ASM)                       | 现行   |
| 166 | ISO/IEC TR 14165-314:2013          | Information technology -- Fibre Channel -- Part 314: Avionics Environment -- Remote Direct Memory Access (FC-AE-RDMA)                          | 现行   |

| 序号  | 标准编号                      | 标准名称  | 标准状态 |
|-----|---------------------------|---|------|
| 167 | ISO/IEC 14165-321:2009    | Information technology -- Fibre Channel -- Part 321: Audio-Video (FC-AV)  | 现行   |
| 168 | ISO/IEC 14165-331:2007    | Information technology -- Fibre Channel -- Part 331: Virtual Interface (FC-VI)  | 现行   |
| 169 | ISO/IEC TR 14165-372:2011 | Information technology -- Fibre Channel -- Part 372: Methodologies of interconnects-2 (FC-MI-2)                                       | 现行   |
| 170 | ISO/IEC 14165-414:2007    | Information technology -- Fibre Channel -- Part 414: Generic Services -- 4 (FC-GS-4)  | 现行   |
| 171 | ISO/IEC 14165-521:2009    | Information technology -- Fibre Channel -- Part 521: Fabric application interface standard (FAIS)                                     | 现行   |
| 172 | ISO/IEC 14776-121:2010    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 121: Passive Interconnect Performance (PIP)                  | 现行   |
| 173 | ISO/IEC 14776-151:2010    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 151: Serial Attached SCSI - 1.1 (SAS-1.1)                    | 现行   |
| 174 | ISO/IEC 14776-153:2015    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 153: Serial Attached SCSI - 2.1 (SAS-2.1)                    | 现行   |
| 175 | ISO/IEC 14776-154:2017    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 154: Serial Attached SCSI -- 3 (SAS-3)                       | 现行   |
| 176 | ISO/IEC 14776-222:2005    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 222: Fibre Channel Protocol for SCSI, Second Version (FCP-2) | 现行   |
| 177 | ISO/IEC 14776-223:2008    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 223: Fibre Channel Protocol for SCSI, Third Version (FCP-3)  | 现行   |
| 178 | ISO/IEC 14776-251:2014    | Information technology -- Small computer system interface (SCSI) -- Part 251: USB attached SCSI (UAS)                                 | 现行   |
| 179 | ISO/IEC 14776-261:2012    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 261: SAS Protocol Layer (SPL)                                | 现行   |
| 180 | ISO/IEC 14776-262:2017    | Information technology -- Small computer system interface (SCSI) -- Part 262: SAS protocol layer - 2 (SPL-2)                          | 现行   |
| 181 | ISO/IEC 14776-321:2002    | Information technology -- Small Computer System Interface-3 (SCSI-3) -- Part 321: SCSI-3 Block Commands (SBC)                         | 现行   |
| 182 | ISO/IEC 14776-322:2007    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 322: SCSI Block Commands - 2 (SBC-2)                         | 现行   |
| 183 | ISO/IEC 14776-323:2017    | Information technology -- Small computer system interface (SCSI) -- Part 323: SCSI Block commands -- 3 (SBC-3)                        | 现行   |
| 184 | ISO/IEC 14776-326:2015    | Information technology -- Small computer system interface (SCSI) -- Part 326: Reduced block commands (RBC)                            | 现行   |
| 185 | ISO/IEC 14776-333:2013    | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 333: SCSI Stream Commands - 3 (SSC-3)                        | 现行   |
| 186 | ISO/IEC 14776-341:2000    | Information technology -- Small Computer System Interface-3 (SCSI-3) -- Part 341: Controller Commands (SCC)                           | 现行   |

| 序号  | 标准编号                                | 标准名称   | 标准状态 |
|-----|-------------------------------------|--|------|
| 187 | ISO/IEC 14776-342:2000              | Information technology -- Small Computer System Interface -- Part 342: Controller Commands - 2 (SCC-2)   | 现行   |
| 188 | ISO/IEC 14776-351:2007              | Information technology -- Small Computer System Interface-3 (SCSI-3) -- Part 351: Medium Changer Commands (SCSI-3 SMC)   | 现行   |
| 189 | ISO/IEC 14776-362:2006              | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 362: Multimedia commands-2 (MMC-2)  | 现行   |
| 190 | ISO/IEC 14776-372:2011              | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 372: SCSI Enclosure Services - 2 (SES-2)  | 现行   |
| 191 | ISO/IEC 14776-381:2000              | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 381: Optical Memory Card Device Commands (OMC)  | 现行   |
| 192 | ISO/IEC 14776-411:1999              | Information technology -- Small Computer System Interface-3 -- Part 411: SCSI-3 Architecture Model (SCSI-3 SAM)  | 现行   |
| 193 | ISO/IEC 14776-412:2006              | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 412: Architecture Model -2 (SAM-2)  | 现行   |
| 194 | ISO/IEC 14776-413:2007              | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 413: SCSI Architecture Model -3 (SAM-3)   | 现行   |
| 195 | ISO/IEC 14776-414:2009              | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 414: SCSI Architecture Model-4 (SAM-4)  | 现行   |
| 196 | ISO/IEC 14776-452:2005              | Information technology -- Small Computer System Interface (SCSI) -- Part 452: SCSI Primary Commands - 2 (SPC-2)  | 现行   |
| 197 | ISO/IEC 14776-453:2009              | Information technology -- Small computer system interface (SCSI) -- Part 453: Primary commands-3 (SPC-3)   | 现行   |
| 198 | ISO/IEC 17760-101:2015              | Information technology -- AT Attachment 8 -- Part 101: ATA/ATAPI Command Set (ATA8-ACS)  | 现行   |
| 199 | ISO/IEC 17760-102:2016              | Information technology -- AT Attachment -- Part 102: ATA/ATAPI Command set - 2 (ACS-2)   | 现行   |
| 200 | ISO/IEC 17760-103:2021              | Information technology -- AT Attachment -- Part 103: ATA/ATAPI Command Set - 3 (ACS-3)   |      |
| 201 | ISO/IEC 24739-1:2009                | Information technology -- AT Attachment with Packet Interface - 7 -- Part 1: Register Delivered Command Set, Logical Register Set (ATA/ATAPI-7 V1)             | 现行   |
| 202 | ISO/IEC 24739-1:2009/<br>COR 1:2013 | Corrigendum 1 - Information technology - AT attachment with packet interface-7 - Part 1: Register delivered command set, logical register set (ATA/ATAPI-7 V1) |      |
| 203 | ISO/IEC 24739-2:2009                | Information technology -- AT Attachment with Packet Interface - 7 -- Part 2: Parallel transport protocols and physical interconnect (ATA/ATAPI-7)              | 现行   |
| 204 | ISO/IEC 24739-3:2010                | Information technology -- AT Attachment with Packet Interface - 7 -- Part 3: Serial transport protocols and physical interconnect (ATA/ATAPI-7 V3)             | 现行   |



| 序号  | 标准编号                                | 标准名称   | 标准状态 |
|-----|-------------------------------------|--|------|
| 205 | ISO/IEC 24739-3:2010<br>/Cor 1:2013 | Information technology -- AT Attachment with Packet Interface - 7 -- Part 3: Serial transport protocols and physical interconnect (ATA/ATAPI-7 V3) |      |
| 206 | ISO/IEC 24775-1:2014                | Information technology -- Storage management -- Part 1: Overview   | 现行   |
| 207 | ISO/IEC 24775-2:2014                | Information technology -- Storage management -- Part 2: Common Architecture  | 现行   |
| 208 | ISO/IEC 24775-3:2014                | Information technology -- Storage management -- Part 3: Common Profiles  | 现行   |
| 209 | ISO/IEC 24775-4:2014                | Information technology -- Storage management -- Part 4: Block Devices  | 现行   |
| 210 | ISO/IEC 24775-5:2014                | Information technology -- Storage management -- Part 5: File systems   | 现行   |
| 211 | ISO/IEC 24775-6:2014                | Information technology -- Storage management -- Part 6: Fabric   | 现行   |
| 212 | ISO/IEC 24775-7:2014                | Information technology -- Storage management -- Part 7: Host Elements  | 现行   |
| 213 | ISO/IEC 24775-8:2014                | Information technology -- Storage management -- Part 8: Media Libraries  | 现行   |
| 214 | ISO/IEC 27040:2015                  | Information technology -- Security techniques -- Storage security  | 现行   |
| 215 | ISO/IEC 14776-263:2018              | Information technology - Small Computer System Interface (SCSI) - Part 263: SAS Protocol Layer - 3 (SPL-3)   | 现行   |
| 216 | ISO/IEC 14776-224:2019              | Information technology - Small computer system interface (SCSI) — Part 224: Fibre Channel Protocol for SCSI, fourth version (FCP-4)                | 现行   |
| 217 | ISO/IEC 14165-246:2019              | Information technology — Fibre channel — Part 246: Backbone — 6 (FC-BB-6)  | 现行   |
| 218 | ISO/IEC 14776-415:2019              | Information technology — Small computer system interface (SCSI) — Part 415: SCSI architecture model - 5 (SAM-5)                                    | 现行   |
| 219 | ISO/IEC 14776-481:2019              | Information technology — Small computer system interface (SCSI) — Part 481: Part 481:Security Features for SCSI Commands (SFSC)                    | 现行   |
| 220 | ISO/IEC 14165-226:2020              | Information technology — Fibre channel — Part 226: Single-byte command code sets mapping protocol - 6 (FC-SB-6)                                    | 现行   |
| 221 | ISO/IEC 14165-147:2021              | Information technology – Fibre channel — Part 147: Physical interfaces - 7 (FC-PI-7)   | 现行   |
| 222 | ISO/IEC 17760-103:2021              | Information technology — AT Attachment — Part 103: Title missing   | 现行   |

SNIA和NVMe制修订的标准信息见表2-3。

表2-3 SNIA 和 NVMe标准信息

| 序号 | 标准组织 | 最新版本    | 标准名称   | 标准状态 |
|----|------|---------|--|------|
| 1  | SNIA | v2.0.0  | Cloud Data Management Interface (CDMI)   | 现行   |
| 2  |      | v1.0    | Computational Storage Architecture and Programming Model                           | 现行   |
| 3  |      | v2.5.1  | Linear Tape File System (LTFS) Format Specification                                | 现行   |
| 4  |      | v2.5.1  | LTFS Bulk Transfer Standard  | 现行   |
| 5  |      | v2.0    | TLS Specification for Storage Systems  | 现行   |
| 6  |      | v1.2    | NVM Programming Model (NPM)  | 现行   |
| 7  |      | v1.0    | Persistent Memory Hardware Threat Model  | 现行   |
| 8  |      | v1.1    | Native NVMe-oF™ Drive Specification  | 现行   |
| 9  |      | v1.0    | IP-Based Drive Management Specification  | 现行   |
| 10 |      | v1.1    | Object Drive Key Value API Specification   | 现行   |
| 11 |      | v2.0.2  | Solid State Storage Performance Test Specification                                 | 现行   |
| 12 |      | v1.0.7  | Real World Storage Workload IO Capture & Test Specification for Datacenter Storage | 现行   |
| 13 |      | v4.0.0  | SNIA Emerald™ Power Efficiency Measurement Specification                           | 现行   |
| 14 |      | v1.8.0  | Storage Management Initiative Specification (SMI-S)                                | 现行   |
| 15 |      | v1.2.4a | Swordfish Scalable Storage Management API  | 现行   |
| 16 |      | v2.0    | Common RAID Disk Data Format (DDF)   | 现行   |
| 17 |      | v2.0    | iSCSI Management API (IMA)   | 现行   |
| 18 |      | v1.1    | Multipath Management API (MMA)   | 现行   |
| 19 |      | v1.0    | Self-contained Information Retention Format (SIRF)                                 | 现行   |
| 20 |      | v1.0.1  | eXtensible Access Method (XAM)   | 现行   |
| 21 |      | v3.0.1  | IP Disclosures for SNIA Emerald  | 现行   |
| 22 | NVMe | R2.0b   | Base Specification   | 现行   |
| 23 |      | R1.2a   | Management Interface   | 现行   |
| 24 |      | R1.0b   | NVM Command Set Specification  | 现行   |
| 25 |      | R1.1b   | Zoned Namespace Command Set Specification  | 现行   |
| 26 |      | R1.0b   | Key Value Command Set Specification  | 现行   |
| 27 |      | R1.0b   | NVMe® over PCIe® Transport Specification   | 现行   |
| 28 |      | R1.0a   | RDMA Transport Specification   | 现行   |
| 29 |      | R1.0b   | TCP Transport Specification  | 现行   |
| 30 |      | R1.1a   | NVM Express™ over Fabrics  | 现行   |

## 国内标准制修订情况

2015年以来我国存储相关的标准情况见表2-4、表2-5。

表2-4 存储相关国家标准情况（2015后）

| 序号 | 标准组织 | 标准编号              | 标准名称   | 标准状态 |
|----|------|-------------------|--|------|
| 1  | TC28 | GB/T 36450.6-2021 | 信息技术 存储管理 第6部分：交换结构                          | 现行   |
| 2  |      | GB/T 36450.5-2021 | 信息技术 存储管理 第5部分：文件系统                          | 现行   |
| 3  |      | GB/T 36450.7-2021 | 信息技术 存储管理 第7部分：主机元素                          | 现行   |
| 4  |      | GB/T 36450.8-2021 | 信息技术 存储管理 第8部分：媒体库                           | 现行   |
| 5  |      | GB/T 36450.2-2021 | 信息技术 存储管理 第2部分：通用架构                          | 现行   |
| 6  |      | GB/T 38676-2020   | 信息技术 大数据 存储与处理系统功能测试要求                       | 现行   |
| 7  |      | GB/T 37982-2019   | 信息技术 多路径管理（API）                              | 现行   |
| 8  |      | GB/T 37978-2019   | 信息技术 存储管理应用 盘阵列存储管理接口                        | 现行   |
| 9  |      | GB/T 37737-2019   | 信息技术 云计算 分布式块存储系统总体技术要求                      | 现行   |
| 10 |      | GB/T 37732-2019   | 信息技术 云计算 云存储系统服务接口功能                         | 现行   |
| 11 |      | GB/T 37722-2019   | 信息技术 大数据存储与处理系统功能要求                          | 现行   |
| 12 |      | GB/T 36341.4-2018 | 信息技术 形状建模信息表示 第4部分：存储格式                      | 现行   |
| 13 |      | GB/T 31916.3-2018 | 信息技术 云数据存储和管理 第3部分：分布式文件存储应用接口               | 现行   |
| 14 |      | GB/T 36450.1-2018 | 信息技术 存储管理 第1部分：概述                            | 现行   |
| 15 |      | GB/T 36092-2018   | 信息技术 备份存储 备份技术应用要求                           | 现行   |
| 16 |      | GB/T 36093-2018   | 信息技术 网际互联协议的存储区域网络（IP-SAN）应用规范               | 现行   |
| 17 |      | GB/T 36355-2018   | 信息技术 固态硬盘测试方法                                | 现行   |
| 18 |      | GB/T 35313-2017   | 模块化存储系统通用规范                                  | 现行   |
| 19 |      | GB/T 33777-2017   | 附网存储设备通用规范                                   | 现行   |
| 20 |      | GB/T 35297-2017   | 信息技术 盘阵列通用规范                                 | 现行   |
| 21 |      | GB/T 33190-2016   | 电子文件存储与交换格式 版式文档                             | 现行   |
| 22 |      | GB/T 31916.5-2015 | 信息技术 云数据存储和管理 第5部分：基于键值（Key-Value）的云数据管理应用接口 | 现行   |
| 23 |      | GB/T 31916.2-2015 | 信息技术 云数据存储和管理 第2部分：基于对象的云存储应用接口              | 现行   |
| 24 |      | GB/T 31916.1-2015 | 信息技术 云数据存储和管理 第1部分：总则                        | 现行   |
| 25 | TC78 | GB/T 36614-2018   | 集成电路 存储器引出端排列                                | 现行   |
| 26 |      | GB/T 36474-2018   | 半导体集成电路 第三代双倍数据速率同步动态随机存储器（DDR3 SDRAM）测试方法   | 现行   |
| 27 |      | GB/T 36477-2018   | 半导体集成电路 快闪存储器测试方法                            | 现行   |
| 28 |      | GB/T 35009-2018   | 串行 NAND 型快闪存储器接口规范                           | 现行   |
| 29 |      | GB/T 35003-2018   | 非易失性存储器耐久和数据保持试验方法                           | 现行   |
| 30 |      | GB/T 35008-2018   | 串行 NOR 型快闪存储器接口规范                            | 现行   |

| 序号 | 标准组织      | 标准编号            | 标准名称                            | 标准状态 |
|----|-----------|-----------------|---------------------------------|------|
| 31 | TC78      | GB/T 36477-2018 | 半导体集成电路 快闪存储器测试方法               | 现行   |
| 32 |           | GB/T 35009-2018 | 串行 NAND 型快闪存储器接口规范              | 现行   |
| 33 |           | GB/T 35008-2018 | 串行 NOR 型快闪存储器接口规范               | 现行   |
| 34 | TC26<br>0 | GB/T 37939-2019 | 信息安全技术 网络存储安全技术要求               | 现行   |
| 35 |           | GB/T 34977-2017 | 信息安全技术 移动智能终端数据存储安全技术要求与测试评价方法  | 现行   |
| 36 |           | GB/T 33131-2016 | 信息安全技术 基于 IPSec 的 IP 存储网络安全技术要求 | 现行   |
| 37 |           | GB/T 31500-2015 | 信息安全技术 存储介质数据恢复服务要求             | 现行   |
| 38 |           | GB/T 37091-2018 | 信息安全技术 安全办公 U 盘安全技术要求           | 现行   |

表2-5 存储相关行业标准情况（2015后）

| 序号 | 行业   | 标准编号            | 标准名称                               | 标准状态 | 备注 |
|----|------|-----------------|------------------------------------|------|----|
| 1  | 公安   | GB/T 1966-2021  | 法庭科学 电子设备存储芯片数据检验技术规范              | 现行   | 介质 |
| 2  | 公安   | GA/T 1665-2019  | 法庭科学 人类血液采集存储卡通用技术要求               | 现行   | 介质 |
| 3  | 公安   | GA/T 1552-2019  | 信息安全技术 盘阵安全存储产品安全技术要求              | 现行   | 安全 |
| 4  | 公安   | GA/T 1547-2019  | 信息安全技术 移动智能终端用户数据存储安全技术要求和测试评价方法   | 现行   | 安全 |
| 5  | 公安   | GA/T 1347-2017  | 信息安全技术 云存储系统安全技术要求                 | 现行   | 安全 |
| 6  | 公安   | GA/T 1357-2018  | 公共安全视频监控硬盘分类及试验方法                  | 现行   | 介质 |
| 7  | 档案   | DA/T 83—2019    | 档案数据存储用 LTO 磁带应用规范                 | 现行   | 介质 |
| 9  | 档案   | DA/T 75-2019    | 档案数据硬磁盘离线存储管理规范                    | 现行   | 存储 |
| 10 | 档案   | DA/T 38-2021    | 档案级可录类光盘 CD-R、DVD-R、DVD+R 技术要求和应用规 | 现行   | 介质 |
| 11 | 档案   | DA/T 74-2019    | 电子档案存储用可录类蓝光光盘（BD-R）技术要求和应用规范      | 现行   | 介质 |
| 12 | 档案   | DA/T 75-2019    | 档案数据存储用 LTO 磁带应用规范                 | 现行   | 介质 |
| 13 | 电力   | DL/T 1597-2016  | 电力行业数据灾备系统存储监控技术规范                 | 现行   | 容灾 |
| 14 | 司法   | SF/T 0105-2021  | 存储介质数据镜像技术规程                       | 现行   | 存储 |
| 15 | 气象   | QX/T 382-2017   | 设施蔬菜小气候数据应用存储规范                    | 现行   | 数据 |
| 16 | 海洋   | HY/T 219-2017   | 声学多普勒流速剖面仪数据存储格式                   | 现行   | 数据 |
| 17 | 新闻出版 | CY/T 207—2019   | 可录类蓝光光盘（BD-R）常规检测参数                | 现行   | 介质 |
| 18 | 新闻出版 | CY/T 86-2019    | 只读类光盘模版常规检测参数                      | 现行   | 介质 |
| 19 | 新闻出版 | CY/Z 23-2019    | 光盘复制标准体系表                          | 现行   | 介质 |
| 20 | 新闻出版 | CY/T 85-2019    | 光盘复制术语                             | 现行   | 介质 |
| 21 | 新闻出版 | CY/T 102.6-2020 | 新闻出版数字内容对象存储、复用与交换规范 第 6 部分：论文     | 现行   | 数据 |
| 22 | 新闻出版 | CY/T 102.5-2020 | 新闻出版数字内容对象存储、复用与交换规范 第 5 部分：条目     | 现行   | 数据 |

| 序号 | 行业   | 标准编号              | 标准名称                                 | 标准状态 | 备注 |
|----|------|-------------------|--------------------------------------|------|----|
| 23 | 新闻出版 | CY/T 102.4-2020   | 新闻出版数字内容对象存储、复用与交换规范 第4部分：篇章         | 现行   | 数据 |
| 24 | 新闻出版 | CY/T 102.3-2020   | 新闻出版数字内容对象存储、复用与交换规范 第3部分：对象一致性检查方法  | 现行   | 数据 |
| 25 | 新闻出版 | CY/T 102.2-2020   | 新闻出版数字内容对象存储、复用与交换规范 第2部分：对象封装、存储与交换 | 现行   | 数据 |
| 26 | 广电   | GY/T 319-2018     | 电视节目制作网络系统磁盘阵列技术要求和测试方法              | 现行   | 介质 |
| 27 | 通信   | YD/T 4030-2022    | 计算存储分离架构的分布式存储测试方法                   | 现行   | 存储 |
| 28 | 通信   | YD/T 4029-2022    | 计算存储分离架构的分布式存储技术要求                   | 现行   | 存储 |
| 29 | 通信   | YD/T 3764.5-2020  | 云计算服务客户信任体系能力要求 第5部分：块存储服务           | 现行   | 存储 |
| 30 | 通信   | YD/T 3493-2019    | 基于存储复制技术的数据灾备测试方法                    | 现行   | 存储 |
| 31 | 通信   | YD/T 3429-2018    | IPTV 媒体交付系统技术要求 媒体分发存储子系统            | 现行   | 存储 |
| 32 | 通信   | YD/T 2807.5-2015  | 计算存储分离架构的分布式存储测试方法                   | 现行   | 存储 |
| 33 | 通信   | YD/T 3307-2017    | 计算存储分离架构的分布式存储技术要求                   | 现行   | 存储 |
| 34 | 通信   | YD/T 3238-2017    | 域名注册数据存储技术要求                         | 现行   | 存储 |
| 35 | 通信   | YD/T 3211-2016    | 网络虚拟资产数据存储与交换技术要求                    | 现行   | 存储 |
| 36 | 通信   | YD/T 3209-2016    | 网络虚拟身份数据存储与交换技术要求                    | 现行   | 存储 |
| 37 | 通信   | YD/T 2908-2015    | 基于域名系统（DNS）的IP安全协议（IPSec）认证密钥存储技术要求  | 现行   | 存储 |
| 38 | 通信   | YD/T 2916-2015    | 基于存储复制技术的数据灾备技术要求                    | 现行   | 容灾 |
| 39 | 通信   | YD/T 2844.3-2015  | 移动终端可信环境技术要求 第3部分：安全存储               | 现行   | 安全 |
| 40 | 通信   | YD/T 3825-2021    | 面向互联网应用的机械硬盘测试规范                     | 现行   | 介质 |
| 41 | 通信   | YD/T 3824-2021    | 面向互联网应用的固态硬盘测试规范                     | 现行   | 介质 |
| 42 | 电子   | SJ/T 11701-2018   | 通用 NAND 型快闪存储器接口                     | 现行   | 介质 |
| 43 | 电子   | SJ/T 11655-2016   | 信息技术 移动存储 移动硬盘通用规范                   | 现行   | 介质 |
| 44 | 电子   | SJ/T 11585-2016   | 串行存储器接口要求                            | 现行   | 接口 |
| 45 | 电子   | SJ/T 11526-2015   | 信息技术 SCSI 基于对象的存储设备命令                | 现行   | 接口 |
| 46 | 电子   | SJ/T 11528-2015   | 信息技术 移动存储 存储卡通用规范                    | 现行   | 介质 |
| 47 | 电子   | SJ/T 11527-2015   | 磁盘阵列通用规范                             | 现行   | 介质 |
| 48 | 电子   | SJ/T 11649.1-2016 | 高清光盘播放系统 第1部分：只读光盘技术要求               | 现行   | 介质 |
| 49 | 电子   | SJ/T 11647-2016   | 信息技术 盘阵列接口要求                         | 现行   | 存储 |

## 需求趋势分析

数据存储是大数据产业发展的关键环节，是数据赖以存在和发挥效能的基础平台，是数字经济中至关重要的数据基础设施，不仅关乎企业数据的安全存放，也关乎数字经济产业安全、国家安全。当前正处在全球存储介质升级、存储架构跨代演进窗口期，然而目前国内存储产业标准尚有缺口或空白，

不利于我国数据存储产业的健康有序的发展，为助力创新信息存储产业升级，筑牢数字中国基石，迫切需要加速和完善数据存储产业标准建设，具体需求趋势如下：

(1) 建设和完善数据存储产业标准体系，规范和牵

引存储产业健康蓬勃发展。

随着数据存储产业的快速发展，现有存储标准覆盖不全面、不系统、技术滞后、评测和认证缺失等问题越发严重，对整个存储产业的可持续性发展带来潜在风险。一方面，过去，传统存储面对的应用主要是数据库、文件和流媒体等传统应用；今天，在新兴技术驱动下，存储主要面对的是云计算、大数据和人工智能等大规模数据应用场景，其服务的对象也逐渐涵盖了金融、医疗、交通、运营商、制造等千行百业，而面向新行业、新应用场景类标准缺失。另一方面，存储新介质、新产品、新框架、新技术、新协议层出不穷，缺少相关的标准进行规范和引导。因此加速存储产业标准体系的进程，提升存储在整个ICT产业中的地位，迫在眉睫。

本着“满足用户需求，推动产业发展”的要求，结合存储产业技术市场发展趋势，细划重点技术领域，确定各领域的标准化需求，利用国内已有的技术成果，按照谋划在先、稳步推进、协同创新的原则，围绕数据存储技术和产品的功能性能、行业应用、节能环保等需求，不断完善信息存储的标准体系的建设，包括基础标准、技术标准（硬件标准、软件标准）、产品标准、行业应用标准等国家标准、行业标准和团体标准，强化标准引领产业发展的作用。

（2）积极开展存储产业领域热点产品技术要求和测试规范标准制定工作，规范市场。

根据存储产业市场情况，积极开展存储产业领域热点产品质量标准制定工作，坚持标准制定与检测认证工作同步推进，确保标准出台后对存储产品市场秩序的实质影响力。积极推进具有检测技术和检测能力的存储认证机构的建设，为推动存储产业的健康发展提供保障。

（3）积极开展存储技术领域的技术标准的研究和制定工作，提高自主创新能力，打破国外厂商垄断。

由于中国市场和产业缺少自主标准，特别是互联互通的基础协议和接口、介质、物理规格、存储管理、能耗评估等热点领域、基础技术领域国标空缺，一直处于跟随状态，中国用户被迫“削足适履”，中国存储产品的研发、生产和使用都将遵从现有的集成标准，而进入国外专利“陷阱”。作为

信息化建设的基础设施，存储产业的国产化水平关系到社会安定、国家安全，因此尽快制定自主的行业标准，摆脱依赖国外技术的局面，制定中国的存储标准势在必行。

根据存储产业未来发展需求，积极开展存储技术领域的技术标准的研究和制定工作，本着“有所为，有所不为”的原则，按照切实推动产业发展的要求，确定若干重点突破技术领域：智能移动存储、SSD、IP-SAN、基于对象的存储系统（OBS）等，在一定时间取得具有我国自主知识产权的存储技术标准工作成果，促进本领域的自主创新和产业发展，同时也要积极推动中国标准出海，从跟随到引领国际标准。

（4）通过标准制定，全面提升我国存储产业总体数据保护和数据信息安全整体水平。

存储系统是数据保存的重要载体，而数据信息是国家、社会和企业赖以生存和发展的基础之一。国外高端存储产品系统都具备远程维护功能，通过远程操作即可以进行正常的系统维护，但也带来了数据不安全因素，如：关键数据的恶意窃取、删除和篡改，系统的远程关机等。军事信息、重要工程信息和金融体系信息等重要数据的丢失和毁坏都将造成无法估量的损失。因此，应围绕数据的全生命周期，加速制定数据保护、数据安全相关的标准，提升我国存储产业总体数据保护和数据信息安全整体水平，从而保障国家安全、提高国家综合竞争力以及创造数字信息财富。

（5）国标层面开展存储能耗评测方法和评测工具的研究工作，进一步规范存储能耗评测国家标准。

在“双碳”战略背景下，数据中心正在寻求一条新兴的清洁能源转型之路，以更绿色的方式实现稳步发展。2016，由工业和信息化部、国家机关事务管理局、国家能源局联合召开“国家绿色数据中心试点工作推进会暨京津冀绿色数据中心协同发展论坛”。在这次会议上，强调了开展绿色数据中心试点地区的重要性。未来降低能耗将成为数据中心建设的首要目标。新一代绿色数据中心需要新型绿色节能技术的支持。同样存储设备作为数据中心所有IT设备当中最耗能源的设备，也必须与这个整体目标相符发展。从存储产品的硬件层面来实现节能无非需要从架构设计、芯片使用以及硬盘介质等几个方

面来推进。随着企业将更多的注意力放在数据中心能源使用问题上，存储厂商也开始重点宣传他们获得的“绿色认证”，并宣称自己的系统产品要比竞争对手的产品具有更高的能源效率。但是存储系统采购者很难做出自己的判断，因为目前几乎没有成文的标准来测量和对比像存储这样复杂技术的能源利用率。因此应在国标层面开展存储能耗评测方法

和评测工具的研究工作，进一步规范存储能耗评测国家标准，把标准作为数据中心优化能源使用的产品和工具的一个标尺。厂商可以通过标准来优化系统，更好地了解新添加的功能对能源利用率的影响。而且，法律机构在制定能源利用率目标和指导原则的时候也有标准可参考。

## 存储产业标准体系建设

### 存储产业标准体系原则

#### 承载信息跨越时间原则

承载信息跨越时间是“存储”的本质与最核心功能要求，是存储产业相对于进行信息转换的“计算”和承载信息跨越时空的“网络”而言的独立重大贡献和基本价值所在，作为存储产业的标准体系，同样应围绕本原则展开。

#### 可用性、易用性原则

本标准体系编制之目的是为通过在存储产业中建立清楚、准确和无歧义且可用易用的条款文件体系，为未来发展提供框架、建立最佳秩序，从而促进存储系统兼容性、存储贸易与交流、以及存储产业链技术分工合作，实现提升存储产、教、学、研、用的共同效益。这就要求体系下各标准编制应遵循本原则，使得标准易于被存储产业内外的专业人员所理解和使用。

#### 指导性、效果性原则

存储产业标准编制应充分考虑最新相关存储技术现状和当前市场情况，认真分析存储产业标准化需求，在准确把握存储产业标准化对象、存储标准使用者和具体标准编制目的（例如：规范存储接口、存储部件互换性、软硬件兼容性或存储管理交互性等等）基础上确保标准具备指导具体工作的实际价值。同时指导应是效果导向的，只要有可能，规范应该用目标效果而不是设计或具体实现特征来表达。效果性原则将为技术开发提供最大限度的自由，并减少了影响存储产业

的不良风险（例如：限制相同实现效果的创新解决方案的开发）。

#### 公正公平公开原则

存储产业标准体系需按照公正公平公开的编制原则，由产、学、研、用等各界单位充分参与进行，每项标准的编制由厂商、用户、标准管理机构+教科研组织3大类单位保持1:1:1的大致比率。

（1）厂商：定义：参与存储产业的生产供应企业；参编作用：企业是存储产业的市场供给侧主体和标准的最终实施者和落地者；应遵循原则：每项标准参与的厂商不少于3家。

（2）用户：定义：使用存储产品的用户；参编作用：用户是存储产业的应用主体和最终使用者；应遵循原则：每项标准参与的用户不少于3家。

（3）标准管理机构：定义：国家标准管理的相关机构；参编作用：标准管理机构是协调、指导和监督标准的专业机构；应遵循原则：每项标准参与的标准管理机构不少于1家。

（4）教科研组织：定义：进行存储学术科研的相关高校，研究所，设计院等单位；参编作用：教科研组织为存储产业提供新技术新成果的输入；应遵循原则：每项标准参与的教科研组织不少于2家。



## 存储产业标准体系结构

### 体系结构基本组成

存储标准体系结构由七大模块组成，包括基础共性、产品、支撑技术、通用技术、行业、应用场景、安全，如图3-1所示。



图3-1 存储产业标准体系结构图

### 体系结构定义

(1) 基础共性：基础共性的标准需要覆盖存储标准化体系的各个部分，明确最基础、最具通用性的问题，起到基座的作用。该模块的核心标准包括存储产业的标准术语、系统架构、通用性测评等。

(2) 产品：存储产品有多种形态和产品种类，包括设备、软件、介质、服务等，这些是存储类产品最直面向客户的呈现形式。该模块应以提升存储产品的标准定义和质量水平为目标，重点从产品维度制定相关产品的通用规范和分级等标准。

(3) 支撑技术：组网方式、接口和协议等是支撑存

储系统内外部、上下游构建和链接的基础，是整个存储系统运行的桥梁。支撑技术部分研究应达成规范存储互联相关标准，优化和改良协议和接口的目的。

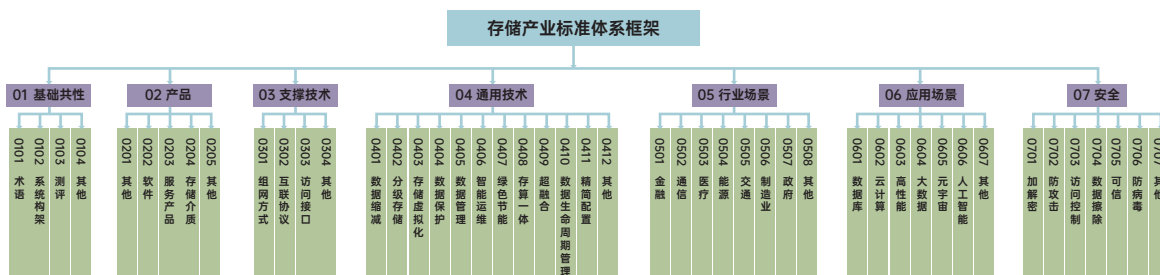
(4) 通用技术：数据管理和系统管理等通用技术是存储领域的基础，是整个存储产业发展的基石，包括数据保护、数据缩减、存储虚拟化、存储管理等。快照、克隆，甚至是方案级的多数据中心容灾（多DC）方案，已经成为存储产业内成熟的技术。智能运维、绿色节能、存算一体、超融合等，是存储产业发展方向的指向标，是落实国家战略和企业发展的核心。开展存储的功能模型、应用架构、执行标准等标准化工作是该模块的主要方向。

(5) 行业场景：行业场景重在研究各行业对于存储的使用方向，结合银行体系、通信运营商、轨道交通等行业与存储产业强相关的应用及对存储的差异化需求，开展具有行业应用特色的标准研究工作，支持存储产业在各行业的应用和发展。

(6) 应用场景：应用场景是存储产业的顶层，是标准体系中最直接展现存储应用的模块，是《“十四五”数字经济发展规划》[1]中关于数字化转型最直接的体现。该模块主要应面向存储的应用和场景开展标准化规范工作，以支持存储应用的发展。

(7) 安全：安全独立于所有模块，贯穿整个存储标准体系，独成一层。存储安全覆盖数据安全、信息安全、管理安全，包括加解密、防攻击、可信、访问控制等。该模块主要开展安全相关算法、技术、模型等标准的研究，应遵循法律法规及伦理道德，支撑整个存储产业安全健康地发展。

## 存储产业标准体系框架



## 重点标准研制

### 支撑技术领域：产品兼容管理标准（包括接口和协议）

产品兼容管理标准（互操作性、互联互通、管理性）应针对存储产业上下游应保证存储硬件产品与软件产品的适配，与云产品、交换机、服务器以及其他集成产品的对接。该部分标准研究应定义存储产品间的接口和协议等对接规范能力做限定和评估，存储与其他产品的接口统一标准、协议统一规范、管理方式集成，做到存储产业内及上下游产品的兼容性良好，互操作性成熟，可对不同产品进行统一管理，以及各协议、接口相关标准，如接口基本规范、协议性能等标准。

### 关键技术领域：智能运维管理标准

基于AI的智能化运维在存储系统上应用场景众多，国外主流存储厂商智能化运维呈现百花齐放、百家争鸣的局面，但同时产品设计和功能实现差异化严重，而国内各个存储厂商的智能化运维能力建设尚处在起步阶段，与国外同行业相比还有一定的差距。因此国内存储厂商需要一个广泛达成共识的智能化运维能力框架，以明确能力现状及未来持续优化的方向。存储系统智能化运维技术要求，提出存储厂商建设智能化运维能力的功能框架和技术要求，可以规范并促进国内存储厂商智能化运维实践落地、健康发展。

存储系统智能化运维技术要求，应提出存储厂商智能化运维能力的分级方法，存储厂商、用户及第三方可依据该标准评估、衡量智能化运维能力等级。

智能化运维标准应该考虑规定存储系统智能化运维分级评估方法以及应具备的能力框架和技术要求，适用于企业级存储系统，包括盘阵、软件定义、超融合、带库/蓝光类冷存储等，服务于存储产业链部件级、系统级、方案级类型企业与企业存储客户，为采用智能化方法对存储系统开展运维相关工作提供参考及指导。建议从度量、学习、预测、推荐、处置五个维度，将存储系统智能化运维整体能力划分为五个级别，建议设定运维

数据互操作性、容量、性能、健康监控、生命周期管理等的存储系统智能化运维主要技术。

### 关键技术领域：绿色低碳标准

绿色低碳相关标准是当前的热点研究方向，如冷温数据应用的近线、离线存储相关标准研究，和同为热数据存储的功耗、性能等的比较。定义不同层级产品的标准规范，研究产品等级的分级，空间利用率，数据利用率，并要研究存储硬件产品的设计、材料、电气安全、电磁兼容等方向，建议引用现有标准。如GB 4943.1-2011《信息技术设备 安全 第1部分：通用要求》中对电气安全的规定、GB/T 9254-2008《信息技术 设备的无线电骚扰限值和测量方式》中对电磁兼容内容的测试方法和技术规定等。

### 产品领域：分布式融合存储标准

分布式融合存储是分布式存储未来新型的趋势和发展方向，其有以下优点：

架构融合是未来趋势，统一的数据块存储管理平台，对外提供多种协议服务；资源共享，一套系统支持块/文件/对象/大数据多协议业务，充分利用存储资源（硬盘/网络等），客户成本低；统一管理，互联互通，统一的元数据管理/用户管理，支持非结构化多协议互通访问，全语义无损互通；数据共享，空间利用率高，业务性能体验好；应用多元，价值提升，既适用传统的单一业务场景，也支持多元综合业务场景；释放算力，对多元业务尤其云化/智能化提供高效的数据互通访问能力，对数据析取、算力提升起到关键作用；易于维护，一套系统集群，支撑客户多元化业务，无缝线性扩展，方便客户维护，提升生命周期。

标准建议定义分布式融合存储的通用技术要求，包括不同级别的融合架构，以及功能、接口、性能、可靠性、等技术要求，并且要适用于融合存储产品的设计和实现。

## 存储产业标准化体系建设的重点工作建议

（1）领域覆盖全面。存储涉及IT产业核心领域，作为数据中心数据存储的基座，在大数据、人工智能、云计算等领域，在智能制造、行政政务、实时交易、视频影像处理等应用均有涉及。存储标准体系建设应当全面考虑存储涉及的领域和方向。

（2）更新机制。存储产业标准体系建设应随着存储产业的发展而定时更新。当存储产业在技术、场景、应用等领域涉猎新的方面时，标准体系框架应当更新该区域，并且引领该领域标准化的研究。更新机制应包括更新间隔、更新人员。更新间隔：标准化体系框架更新应按照季度更新，白皮书刷新应按照年度更新；参与更新人员：应超过编制人员或其所属单位和机构的二分之一，可增加新编制人员。

（3）专家资源池。存储的标准研究离不开相关领域专家的指导，为保障标准研究的顺利进行，存储标准体系应当构建标准专家资源池，将标准体系框架涉及的领域与专家所精通的领域结合，当对该领域标准进行研究时，可以邀请相关领域专家进行指导和评审。

（4）标准研究共研机制。标准是在一定的领域和范围内的最佳秩序，经多方协商一致，制定并由公认机构批准，共同使用的和重复使用的一种规范性文件。所以说标准不是一家之言，而是具有公平、高认可度的一种制度。所以标准的研制需要领域内的权威机构和专家共同完成，存储标准体系要建立标准共研机制，当有一个领域内的标准提案被提出时，可提供一定的指导和拉通，协助有志愿研究该领域标准的机构和专家共同参与，避免标准受众面小、提案无人响应的问题发生。

（5）信息共享机制。存储标准体系重在引导存储标准化的发展和壮大，故信息共享至关重要，如标准方向信息共享、已完成标准共享、在研标准信息共享等，保证参与标准化工作的单位和专家能时刻了解存储标准体系内容，识别标准覆盖缺乏方向等。要建立存储标准信息共享平台，基于标准化体系框架完善整个存储产业标准体系内的信息统计和共享，促进存储产业标准化的进步和发展。

## 参考资料

- [1] 国务院. “十四五” 数字经济发展规划[EB/OL].2022.  
[http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content\\_5667817.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content_5667817.htm).
- [2] 韩国. K-半导体战略报告[EB/OL].2021.
- [3] 国务院.新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策[EB/OL].2020.  
[http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content\\_5532370.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content_5532370.htm).
- [4] 国家发展改革委.关于做好享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知[EB/OL].2021.  
[http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/30/content\\_5596739.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-03/30/content_5596739.htm).
- [5] 中央网络安全和信息化委员会. “十四五” 国家信息化规划[EB/OL].2021.  
[http://www.gov.cn/xinwen/2021-12/28/content\\_5664872.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-12/28/content_5664872.htm).
- [6] 工业和信息化部. “十四五” 大数据产业发展规划[EB/OL].2021.  
[http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-11/30/content\\_5655089.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-11/30/content_5655089.htm).
- [7] 工业和信息化部. “十四五” 软件和信息技术服务业发展规划[EB/OL].2021.  
[http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/01/content\\_5655205.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/01/content_5655205.htm).
- [8] 国家发展改革委.全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案[EB/OL].2021.  
[http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-05/26/content\\_5612405.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-05/26/content_5612405.htm).
- [9] 国家发展改革委.关于推进“上云用数赋智”行动 培育新经济发展实施方案[EB/OL].2020.  
[http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-04/10/content\\_5501163.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-04/10/content_5501163.htm).
- [10] 工业和信息化部.新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）[EB/OL].2021.  
[http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-07/14/content\\_5624964.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-07/14/content_5624964.htm).
- [11] 美国.美国标准化战略[EB/OL].2020.
- [12] 美国.美国创新与竞争法案[EB/OL].2021.
- [13] 美国.美国竞争法[EB/OL].2022.
- [14] 欧盟委员会.欧盟标准化战略——制定全球标准以支撑韧性、绿色与数字化的欧盟单一市场[EB/OL].2022.

- [15] 国务院.深化标准化工作改革方案[EB/OL].2015.  
[http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-03/26/content\\_9557.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-03/26/content_9557.htm).
- [16] 国务院办公厅.国家标准化体系建设发展规划（2016—2020年）[EB/OL].2015.  
[http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-12/30/content\\_10523.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-12/30/content_10523.htm).
- [17] 中国人大网.中华人民共和国标准化法[EB/OL].2017.  
<http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/201711/04d8afd2637d4f68bea84391e46d986f.shtml>.
- [18] 中共中央,国务院.国家标准化发展纲要[EB/OL].2021.  
[http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/10/content\\_5641727.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/10/content_5641727.htm).
- [19] 新华社.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[EB/OL].2021.  
[http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm).
- [20] 湖北省人大.湖北省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要[EB/OL].2021.  
[http://fgw.hubei.gov.cn/fbjd/xxgkml/ghjh/145/202104/t20210413\\_3467299.shtml](http://fgw.hubei.gov.cn/fbjd/xxgkml/ghjh/145/202104/t20210413_3467299.shtml).
- [21] 四川省推进数字经济发展领导小组办公室.四川省“十四五”存储产业发展规划[EB/OL].2021.  
<https://www.sc.gov.cn/10462/10464/10797/2021/11/28/71b00ae9b3d842469b0faa6b5cbb36f6.shtml>.