海量天文数据长期安全存储方案

北京中领启天信息科技有限公司

汇报人：侯煦

2025年11月27日

目录

一、现状及要求

二、基于光存储的长期安全存储

三、实践与未来发展

天文数据存储现状及挑战



数据量激增

天文观测设备不断升级，产生的数据量呈爆发式增长，传统存储系统面临容量瓶颈，难以满足海量数据长期存储需求。

存储成本高企

天文数据需长期保存，传统磁盘阵列等存储介质寿命有限，频繁更换和维护导致综合成本居高不下。

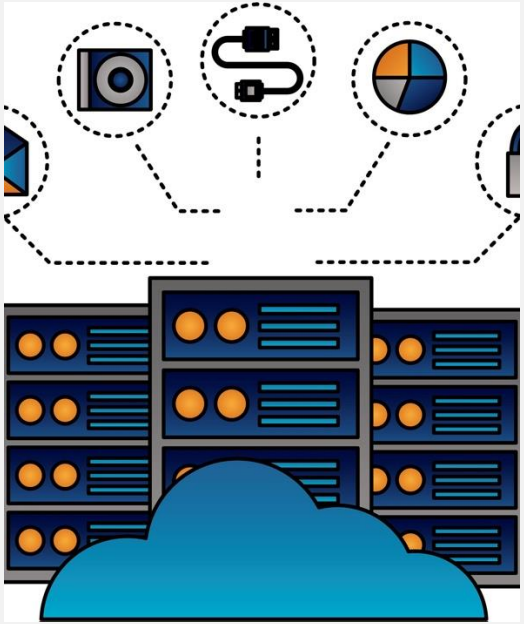
数据安全性不足

现有存储系统多采用单一介质，缺乏长效保护机制，存在介质老化、数据损坏等风险，难以保障数据的长期完整性。

长期安全存储需求

超长保存周期

天文数据需保存数十年以供复现研**究，天文研究需要保存原始**观测数据长达数十年甚至更久，要求存储介质**具有50年以上的**稳定性和可靠性。



数据分级管理

不同热度的天文数据需采用差异化存储策略，热数据需快速存取，冷数据**需低成本**长期归档，要求系统具备智**能分**层能力。

灾备容灾要求

天文数据具有不可再生性，需建立异地容灾机制，确保在自然灾害或人为**事故情况下数据不**丢失。

国产化替代需求

关键天文基础设施需实现存储系统全**国**产化，从硬件介质到管理软件均需**自主可控，避免技**术卡脖子风险。

长期安全存储目标

不可篡改存档

通过WORM（一次写入多次读取）特性确保原始观测数据不被修改，满足科研数据可追溯性要求。





灾难恢复能力

存储介质防水防磁，可承受自然灾害冲击，配合异地容灾备份策略构建完整数据保护体系。

标准化兼容性

采用开放通用格式存储，确保未来50年内仍可通过标准设备读取，避免专用设备淘汰导致的数据孤岛问题。



政策法规要求

1 数据安全法

建立健全全流程数据安全管理制度，组织开展数据安全教育培训，采取相应的技术措施和其他必要措施，保障数据安全。

2 国务院 科学数据管理办法

第十六条规定法人单位应建立科学数据保存制度，配备数据存储、管理、服务和安全等必要设施，保障科学数据完整性和安全性。

第二十九条规定科学数据中心应建立应急管理和容灾备份机制，按照要求建立应急管理系统，对重要的科学数据进行异地备份。

3 科学技术研究项目档案管理规范

科研电子档案存储应实施在线存储和离线存储。存储一式三套,至少一套为离线存储,有条件的单位实行异地保管。离线存储载体应具有较好的耐久性,按优先顺序依次为一次性写光盘、磁带、硬磁盘等。

4 科学数据 数据存储安全管理要求

7.4.3 应研发自主可控的存储系统，采用通用和兼容的存储技术，以规避由于升级、迭代、停产带来\的不可控风险

5 中科院 科学数据管理与开放共享办法

总中心保障全院科学数据资源的长期保存和容灾备份；

学科中心负责汇交、整编、集成本学科领域的科学数据；

所级中心应对单位科研项目数据、论文关联数据等进行汇交、整编与质量控制，定期将数据备份至学科中心或总中心。

6 中国科学院科学数据中心管理暂行办法

总中心建设和统筹协调软硬件基础环境，支撑院 科学数据资源的长期资源的长期保存、保存、容灾备份及运行服务；

所级中心采取符合本单位要求的科学数据全生命周期安全保护措施，实现科学数据的容灾备份与长期保存，服务平台纳入全院网络安全监测系统进行管理。

目录

一、现状及要求

二、基于蓝光存储的长期安全存储

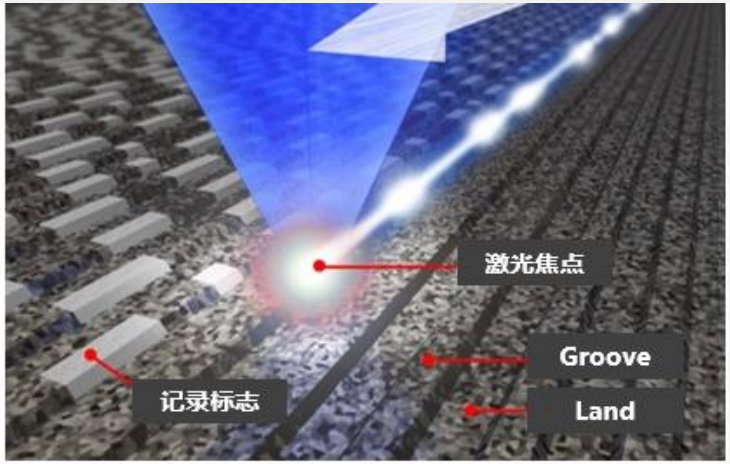
三、实践与未来发展

基于蓝光存储的长期安全存储

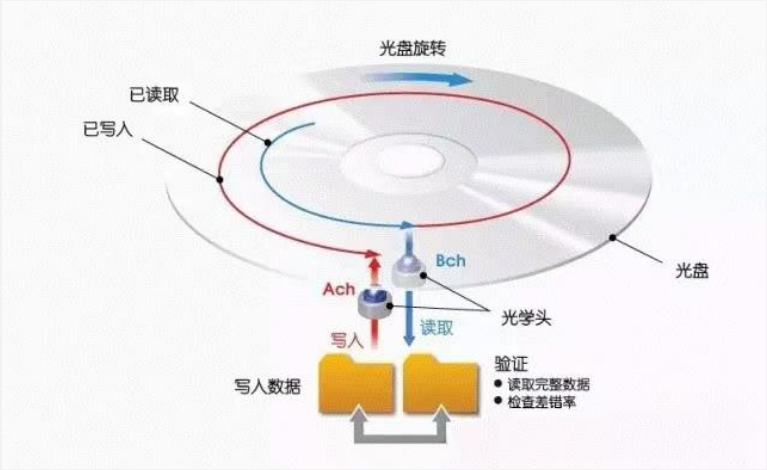
“蓝光存储”是如何保障科学数据长期安全存储

- ☆ 记录准—将数据准确无误的刻录下来
- ☆ 存的住—数据可信存储时间50年以上
- ☆ 读的出—可寻证的开放信息解码技术

记录准：将数据准确的刻录下来



基本物理原理是：存储介质受到激光照射后，介质的某种性质（比如发射率、反射光极化方向等）发生改变，介质性质的不同状态映射为不同的存储数据，存储数据的读出则通过识别存储单元性质的变化来实现。主要有槽内（groove）记录和岸沟（land）记录两种方式。

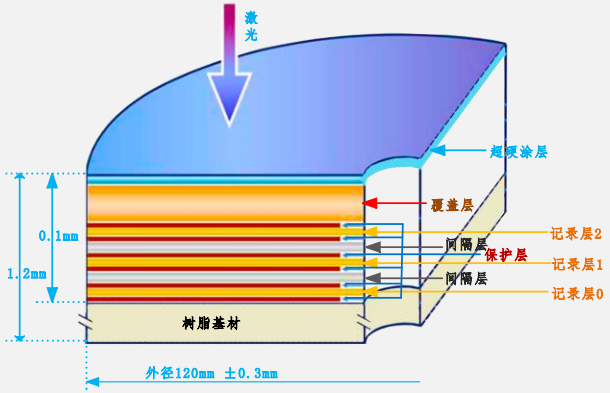


”刻录即校验“方能保障数据准确无误

每一个比特数据在写入时经过验证，确保从存入的那一刻起，数据就是完整无误的。这对于需要保存数十年甚至上百年的数据至关重要，减少了未来读取时因初始错误而引发的连锁性纠错失败。世界先进的蓝光存储厂商，均采用了“刻录即校验”的先进技术，以此保障数据刻录的准确无误。

存的住：数据存储时间50年以上

蓝光光盘的结构主要有基板、记录层、反射层以及由覆盖层、硬质涂层组成的保护层。以100GB容量单面三层蓝光光盘为例。蓝光光盘异常坚固的保护层可以保护光碟里面重要的记录层，经受住频繁的使用及指纹、抓痕和污垢，以此保证蓝光产品的存储质量数据安全。

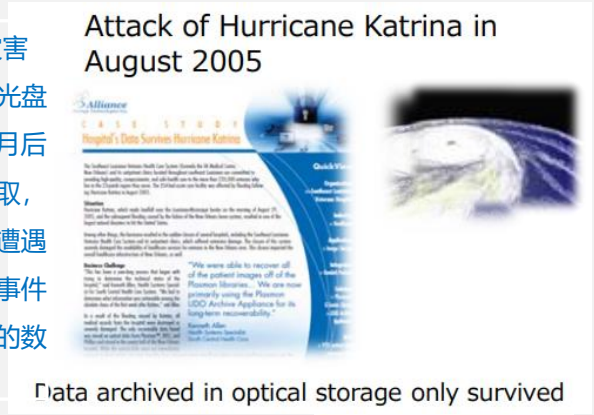


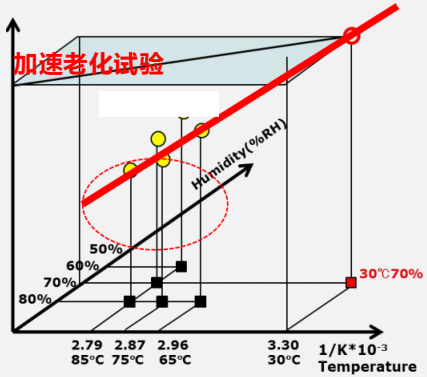
- ✓**记录层为无机材料**
- ✓高可靠的金属烧蚀数据记录技术MABL
- ✓按照ISO/IEC 16963标准进行寿命估算档案级BD光盘理论寿命大于**200年**。



光盘寿命检测标准

经历海啸灾害证明，蓝光光盘浸没海水数月后数据仍可读取，是人类文明遭遇毁灭性灾害事件后仍可幸存的数据载体。







BD-R光盘数据寿命认证：国际光盘认证机构ADTC认证

读的出：采用国际通用兼容技术标准

- **符合ISO/IEC 30191：2021技术标准（**信息技术.信息交换和存储用数字式记录媒介.120 mm三层(单面每盘100GB，**双面每盘200GB**)和四层(每盘128GB)中双面200GB蓝光光盘格式标准，为目前蓝光标准下BD-R格式的最大容量光盘，且为一次性可写光盘；
- **ISO IEC 16963-2017** 信息技术 信息交换和存储用数字记录介质 长期数据存储用光学介质寿命评估试验方法；
- 依据数据文件引自**蓝光光盘™ BD-R白皮**(BD-R的物理格式规范)第7版2015年8月发布；
- 符合**《GBT18894-2002电子文件归档与档案管理规范》**
- **《DAT 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》**
- **《CYT+207可录类蓝光光盘常规检测参数标准》的技术要求。**



长期兼容CD、DVD、BD标准光盘，数据脱离设备仍可读取



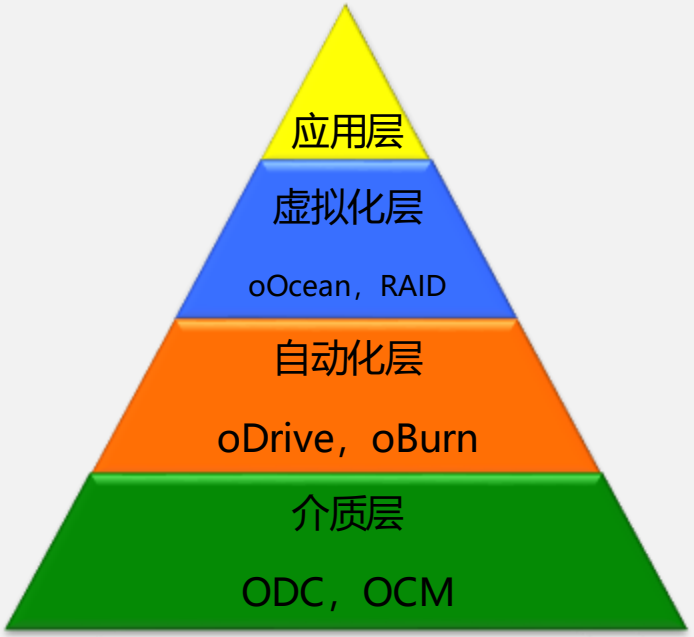
安全可靠、一次性写入不可篡改



规范可用、单盘可读。环境易获取

ORAIN 蓝光存储技术体系保障

1. 对象和文件空间接口，AWS S3，各种应用对接
   基于行业应用的垂直开发
2. oOcean存储管理软件，多维冗错（oRAID）
   虚拟文件与对象（Virtual File & Object System)
   EB级集群（Cluster）
3. 高可靠介质自动交换装置（Media Changer)
   万片级光盘库模块（PB Module）
   高摆放密度：微模块，可堆叠光盘库
   光驱网络化（oDrive），可靠读写（oBURN）
4. 大量光盘的模块化组织，交换，保护
   盘匣（Multi-Disc Cartridge）
   盘仓（Cartridge Magazine）

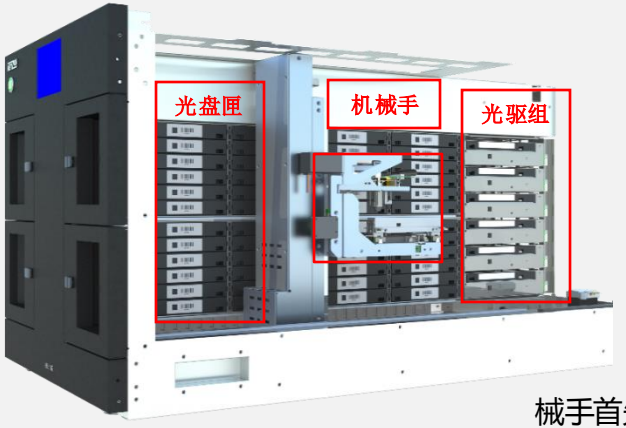


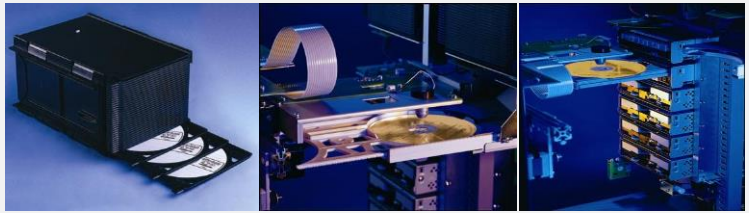
刻不坏：多维容错技术

典型的容错方案：每个盘匣11张数据盘+1张校验盘，每个盘仓35个数据盘匣+1个校验盘匣。 此时容错能力为每个盘匣里可以坏损一张光盘，每个盘仓可以坏损一个盘匣。冗余度为10.88%

光盘库设备定义

光盘库是以光盘作为存储载体的高可靠性的海量、安全机电一体化近线存储网络共享设备，对海量光盘数据进行集中管理，其整体由放置光盘的盘架、自动换盘机构（机械手）和光盘驱动器三部分组成。主要应用于数据归档管理、容灾备份及长期存储和自动刻录。





光盘库与网络服务器相联，用户访问光盘库时，机械手首先将从光盘匣中抓取光盘放入光盘驱动器中的进行数据刻录或读取，完成后机械手将光盘取出并放置到光盘匣的指定位置，自动换盘机构（机械手）的换盘时间通常在秒级。



光盘库系列产品

设备特点

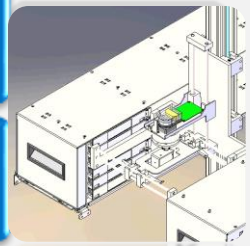
业内密度最高
- 容纳光盘数量最多
- 1000-10000张
- 100TB-1PB

独创运载机械手
- 可运载1-12张
- 全局访问
- 随机病历读写

企业级光驱
- 国际标准
- 寿命可控
- 支持随机损坏切换

高并发
- 6-36个光驱
- 1Gb-9Gb/s读写
- 并发读写36盘匣







HDL 570

- 机械臂、光盘盒的自动校准
- 可配置6个光盘驱动器
- 2个可推拉式光盘匣仓
- 48个可替换的高密光盘盒
- 可容纳576张光盘
- 光盘盒具有唯一的RFID标识
- 支持企业级光驱和归档级光盘



HDL 1150

- 机械臂、光盘盒的自动校准
- 可配置12个光盘驱动器
- 4个可推拉式光盘匣仓
- 96个可替换的高密光盘盒
- 可容纳1152张光盘
- 光盘盒具有唯一的RFID标识
- 支持企业级光驱和归档级光盘



HDL 1700

- 机械臂、光盘盒的自动校准
- 可配置12个光盘驱动器
- 6个可推拉式光盘匣仓
- 144个可替换的高密光盘盒
- 可容纳1728张光盘
- 光盘盒具有唯一的RFID标识
- 支持企业级光驱和归档级光盘



HDL 3600

- 机械臂、光盘盒的自动校准
- 可配置24个光盘驱动器
- 10个可推拉式光盘匣仓
- 300个可替换的高密光盘盒
- 可容纳3600张光盘
- 光盘盒具有唯一的RFID标识
- 支持企业级光驱和归档级光盘



HDL 8640

- 机械臂、光盘匣的自动校准
- 可配置28个光盘驱动器
- 720个可替换的高密度光盘盒
- 可容纳8640张光盘
- 光盘盒具有唯一的RFID标识
- 支持企业级光驱和归档级光盘
- 冗余电源
- 配有安全指纹密码锁
- 支持光盘检测光驱

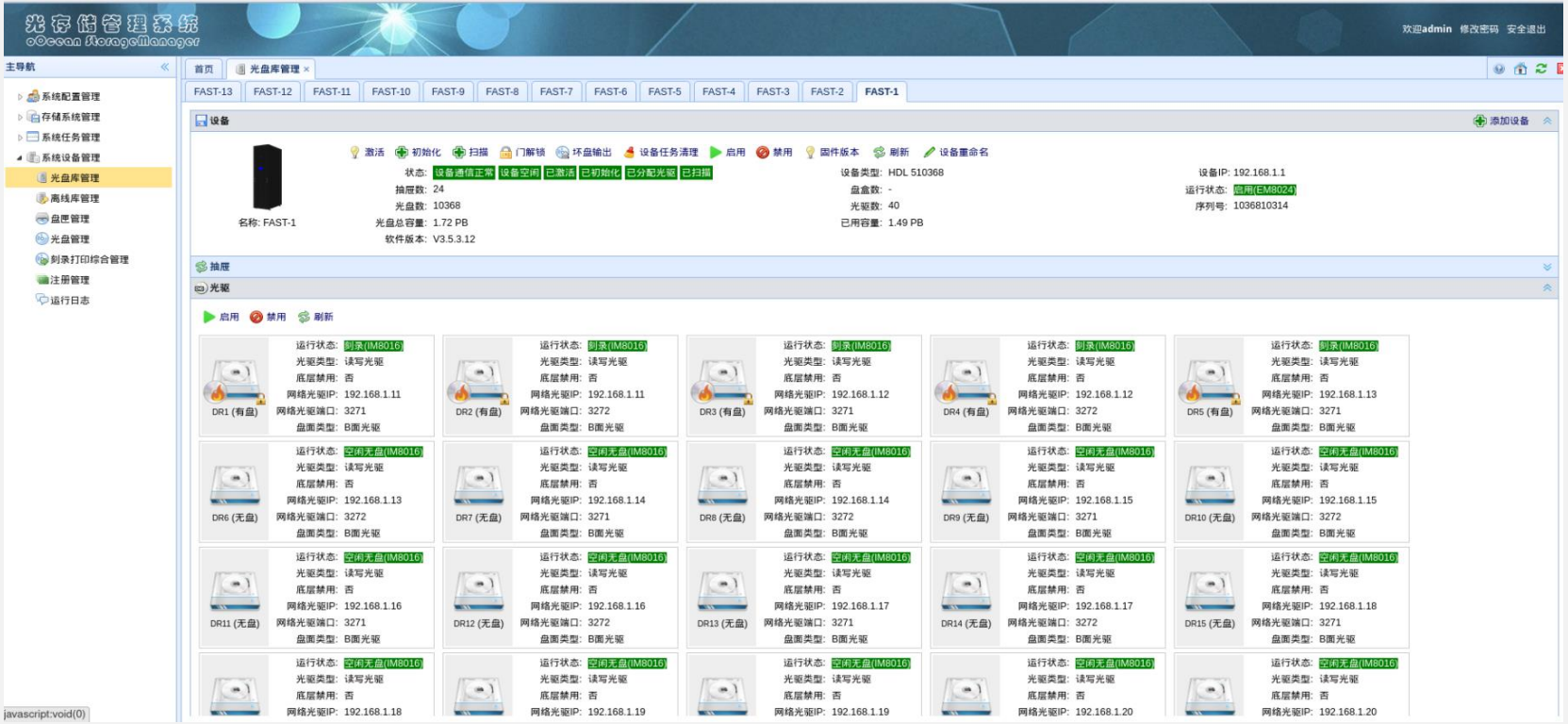


HDL 10368

- 机械臂、光盘匣的自动校准
- 可配置36个光盘驱动器
- 864个可替换的高密度光盘盒
- 可容纳10368张光盘
- 光盘盒具有唯一的RFID标识
- 支持企业级光驱和归档级光盘
- 冗余电源
- 配有安全指纹密码锁
- 支持光盘检测光驱

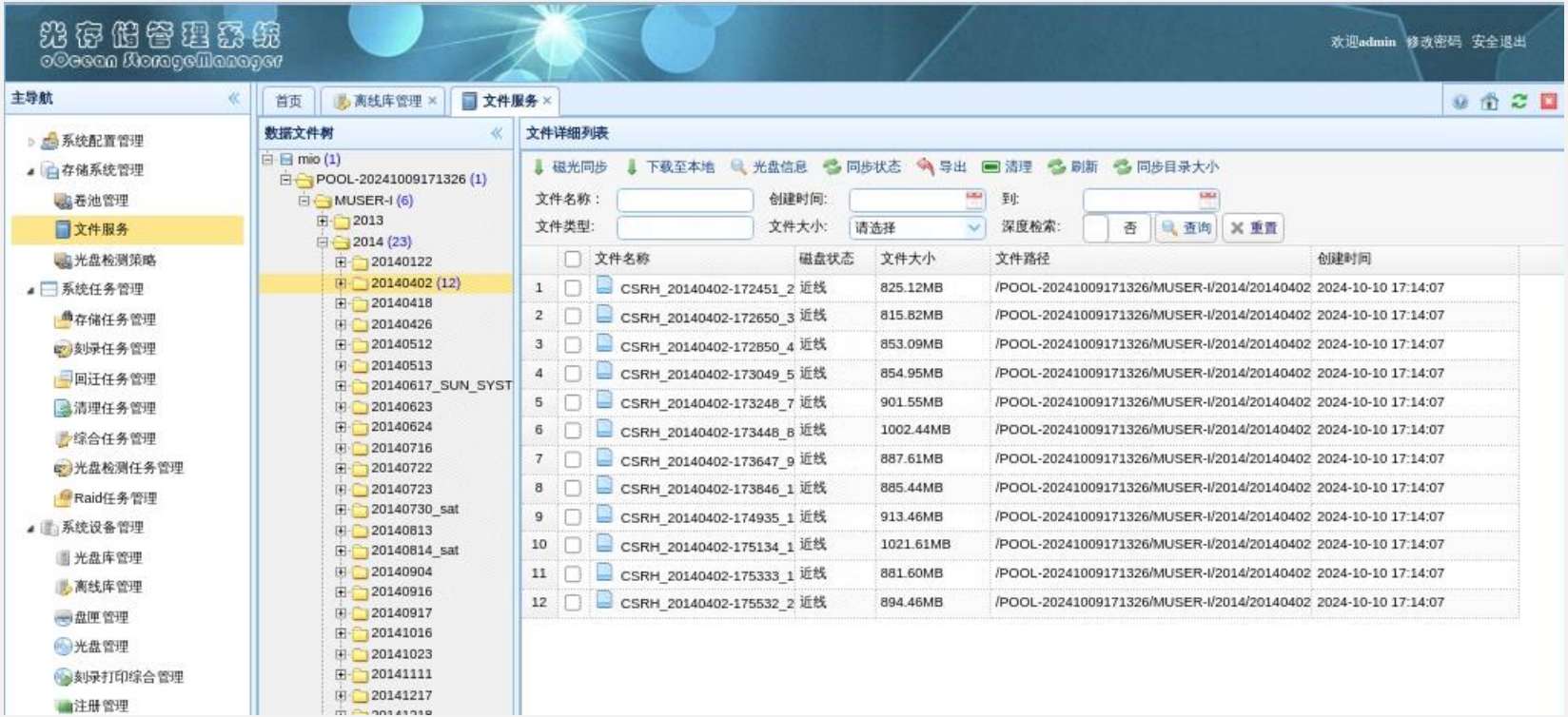
光存储系统

光存储管理系统提供以光存储为核心的备份数据自动化分级及访问服务，提供以光存储为核心的备份数据自动化分级及访问服务，满足备份数据稳定、长期、安全存储的要求，同时满数据快速随机实时访问的要求。



光存储系统

光存储管理系统提供以光存储为核心的备份数据自动化分级及访问服务，提供以光存储为核心的备份数据自动化分级及访问服务，满足备份数据稳定、长期、安全存储的要求，同时满数据快速随机实时访问的要求。

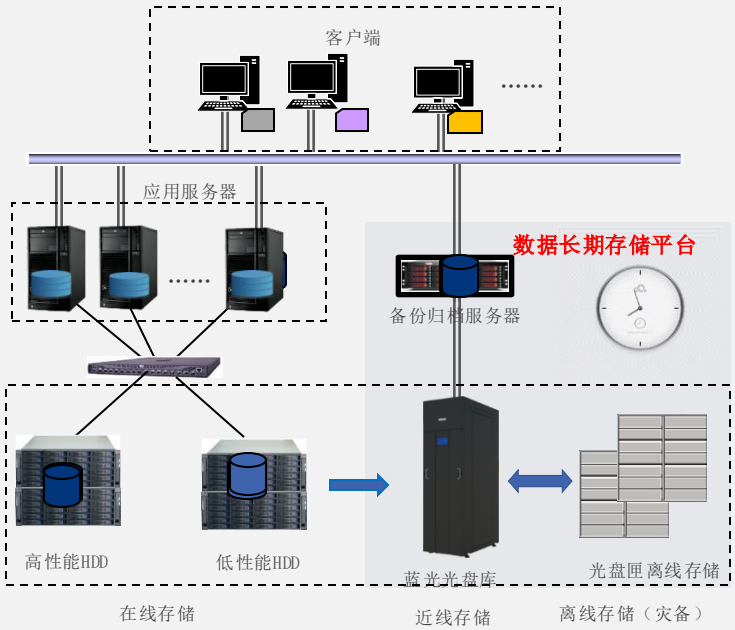


不同存储介质的对比

描述项目	光存储 ODD	磁盘 HDD	带库 Tape	固态盘 SSD
读取原理	光	磁	磁	电
专业级使用寿命	50年以上	5年左右	10年左右	6年左右
安全性	较高	一般（病毒、系统崩溃）	低（频繁使用易损）	一般（病毒、系统崩溃）
数据丢失	长期稳定保存，不可篡改	扇区错、机械和电子部件实效、可消磁	粘粘毒变、可篡改可消磁	漏电、串扰、可篡改
环保指数	低能耗、低排放，少工业垃圾产生	低（高耗能、高排放，较多工业垃圾产生）	高（低碳、较少工业废品产生）	低（高耗能、高排放、较多工业垃圾）
迁移周期及成本	50年，成本低	3-5年，成本高	6-8年，成本高	3-5年，成本高
能耗	低	高（需要持续供电）	一般	高（需要持续供电）
自主可控情况	核心技术实现自主可控	国家大力投，部分领域可自主研发，但存在“卡脖子”问题	强依赖国外技术	高容量盘，依旧依靠国外技术
机动适应性性	适应性强	很低	很低	一般
对工作环境要求	极低	极高（IDC机房）	极高（防磁）	极高

基于蓝光的长期安全存储方案

光存储长期安全存储系统



◆ 数据长期安全存储

光存储一次写入，不可更改，实现安全存储管理，数据保存寿命超过50年；

◆ 自动备份归档管理

不同用户根据设定进行数据备份归档管理、冷热数据按数据生命周期定期自动备份归档；

◆ 多介质融合、分级存储

明确天文数据存储的具体需求，包括数据类型、访问频率、容量规划等，结合磁光电混合存储特性定义冷热数据分层策略，确保方案与天文观测业务场景高度匹配；

◆ 数据副本

一份数据多份副本，更加可靠；

◆ 数据异地异质灾备

光盘匣可以离线异地保存，数据容灾成本更低；



ORAID多维容错技术

光盘 ORAID
- 静态稳定存储
- 物理写入安全
- 长期**单盘可读**
- 静态检测重建

磁盘 RAID 5 6
- 非稳定存储
- 动态读写纠错
- 动态重建（松下无法实现）
- 耦合风险（无法避免）

磁盘阵列（RAID），有“独立磁盘构成的具有冗余能力的阵列”之意。



条带化
碎片存储
特殊格式
单盘不可读

跨盘冗余技术

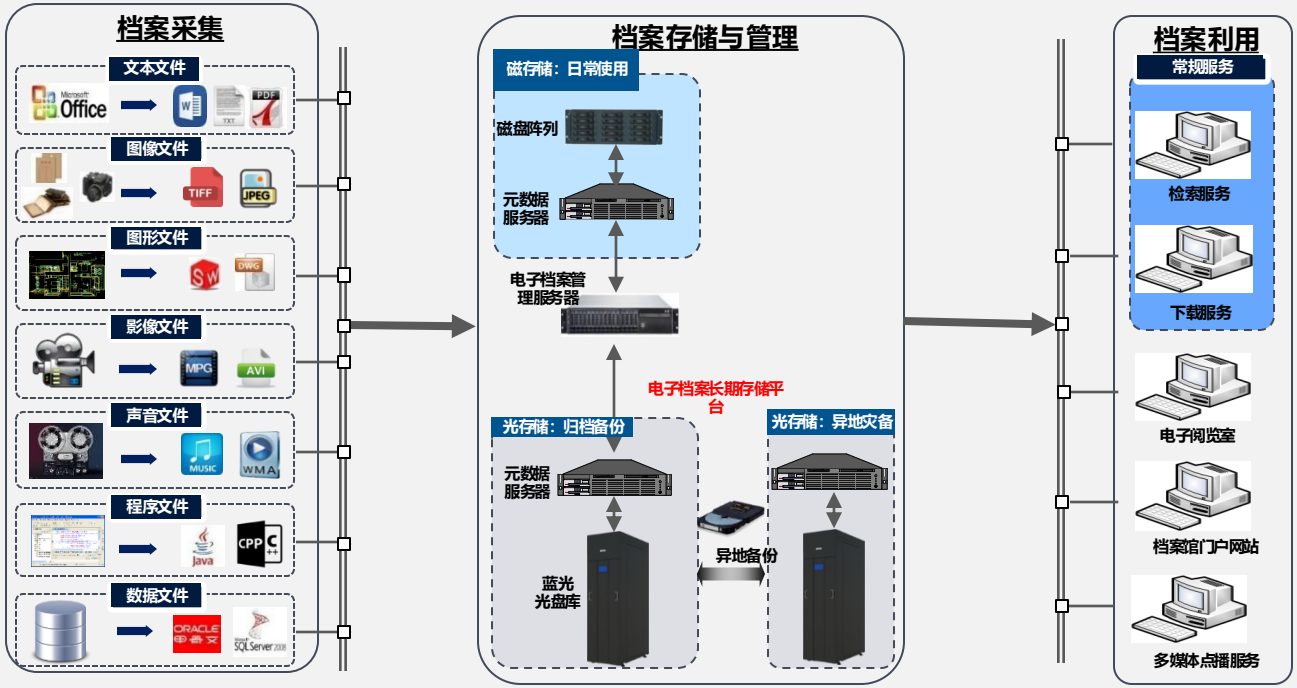


盘内冗余技术

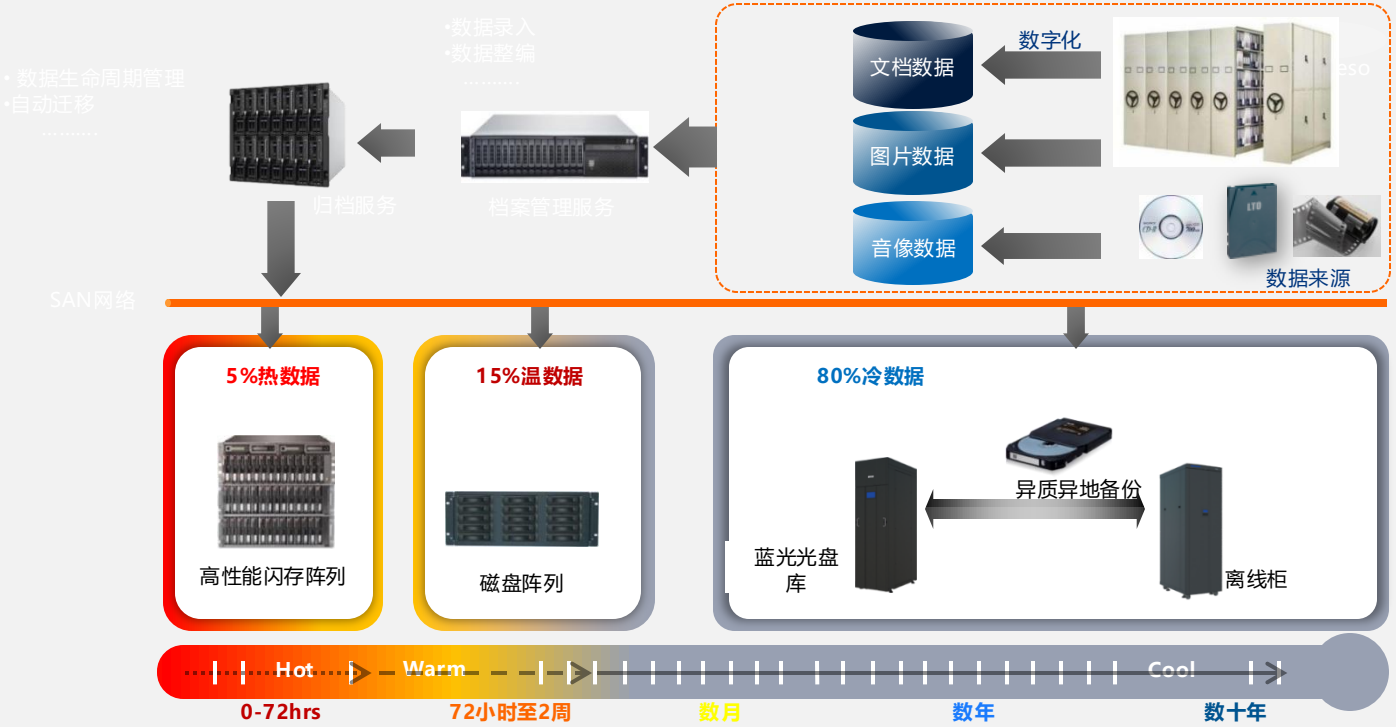




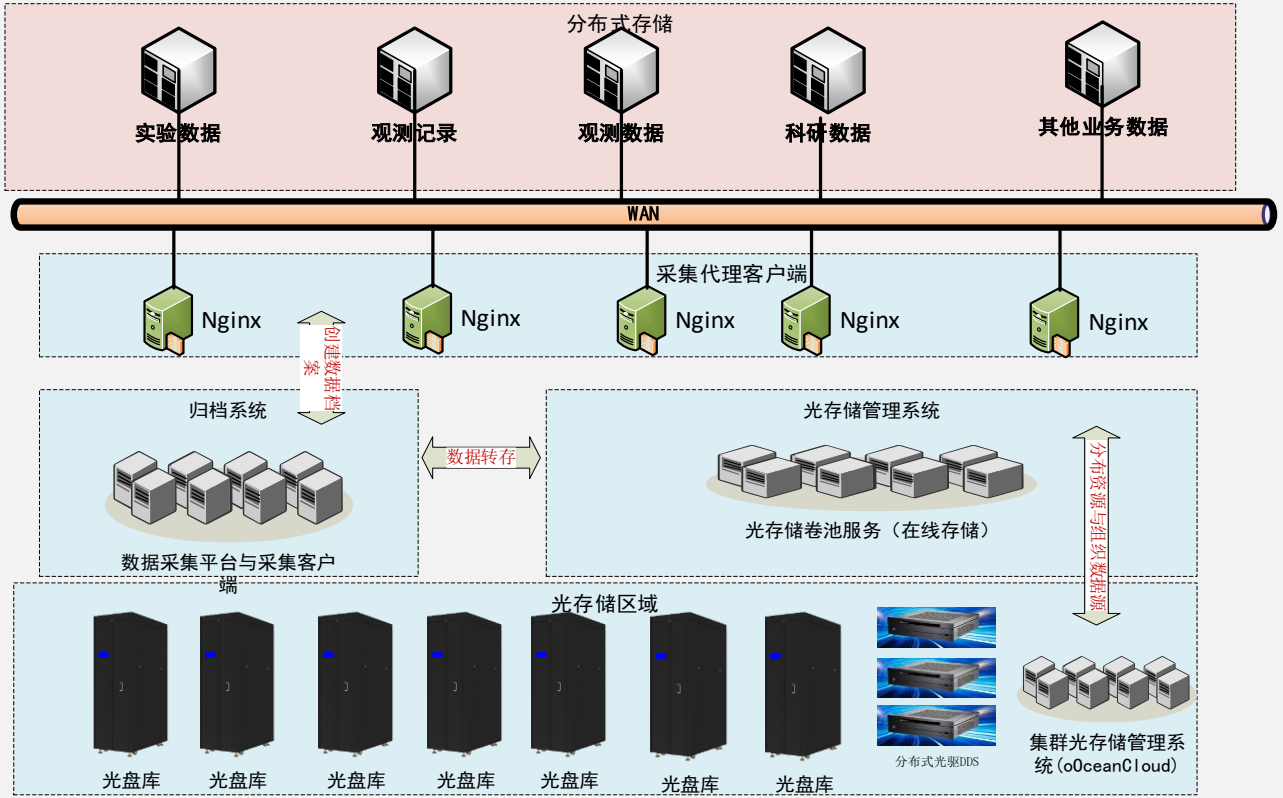
科研电子档案长期安全存储方案



多介质融合数据分级存储方案

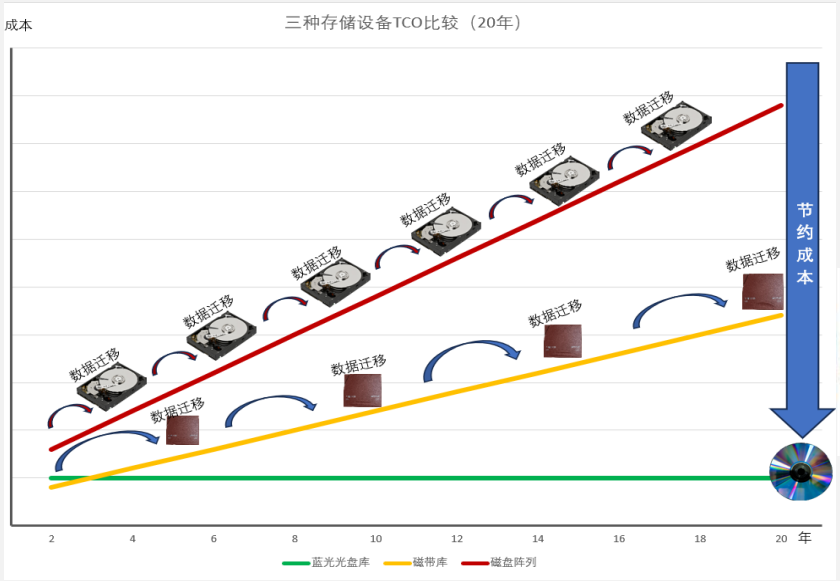


科学冷数据中心


分布式存储
实验数据
观测记录
观测数据
科研数据
其他业务数据
WAN
采集代理客户端
Nginx
Nginx
Nginx
Nginx
Nginx
创建数据档案
归档系统
数据采集平台与采集客户端
数据转存
光存储管理系统
光存储卷池服务（在线存储）
分布资源与组织数据源
光存储区域
光盘库
光盘库
光盘库
光盘库
光盘库
光盘库
光盘库
分布式光驱DDS
集群光存储管理系统（oOceanCloud）

微功耗低成本长期数据存储

- ✓ 大量光盘处于静止状态
- ✓ 光盘的生命周期大于200年，无须重建和迁移
- ✓ 热数据在缓冲存储器中
- ✓ 光盘库大部分时间处于待机状态，发热量小
- ✓ 光盘库在存取数据时的耗电也很少
- ✓ 介质物理隔离，抗网络攻击型强
- ✓ WORM介质不惧勒索病毒和恶性删除





光存储产业给我们带来的好处

01
好用易用
用户数据存入设备/光盘后，可将光盘从设备中取出，在市场上通用标准下的设备即可读取。

02
低持有成本
无需迁移：超长的换代周期、零维护。“一劳永逸”；产品具备通用可替代性，更换维修成本更低。

03
存储长期安全
通过ISO/IEC16963:2011认证,推定寿命200年；线性老化，可预测寿命，存储稳定。



04
开放标准体系
遵从法规规范，符合国际标准要求，读写可控 、耗材可控，光驱和光盘的标准一直统一向下兼容

05
核心技术可控
自主可控产品体系，全流程自主研发，技术闭环。兼容使用国产化硬件层（设备）、软件层（OS/数据库）、生态层（政策标准）全链路。

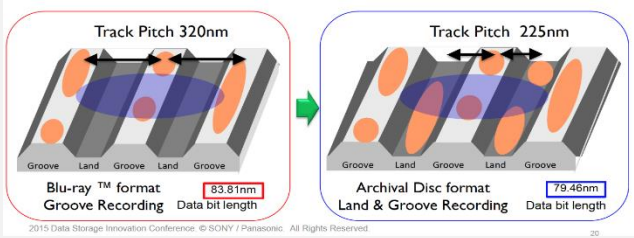
06
研发定制能力强
科研机构、高校开展合作实现产学研融合，加速长期安全存储领域的基础科研成果向应用技术的转化。

蓝光存储方案

蓝光光碟（Blu-ray Disc，简称BD）是波长为405nm（纳米）的蓝紫色激光来进行读写操作，轨道间距为 0.32μm(微米)，数据位长度为83.8nm(纳米)的光盘，目前25GB、50GB、100GB、200GB等多种容量。2006年首次推出的公开格式与标准通用格式光盘， 蓝光光碟联盟由包含中国企业在内的250余家企业组成，蓝光光盘经历20年的发展，从配套标准到光盘制成工艺配套设备已经成熟稳定，标准在介质的兼容性、寿命以及质量等方面给出了明确标准，已经相关国家部门认可。

AD光盘（Archival Disc，简称 AD）同样指采用波长为405nm（纳米）的蓝紫色激光来进行读写操作，目前有300GB，500GB两种容量为三层记录双面光盘制式，其中300GB AD光盘轨道间距 0.224μm(微米)，数据位长度79.5nm(纳米)，并对平台（Land）和沟槽（Groove）同时刻写。**AD光盘正反面同时读写，因此记录方向相反。**300GB带来的轨间串扰错误通过Reed-Solomon（RS）纠错码算法纠正。500GB带来的符号间干扰错误则通过偏最大似然率（Partial Maximum Likelihood ）算法来矫正。 AD光盘于2014年3月由日本索尼公司（“Sony”）和松下公司（“Panasonic”）开始联合研发，于2015至2016年首次实验性推出300GB光盘用于各自公司的光盘库产品。

维度	开放通用兼容（BD）	企业封闭非标（AD）
单盘容量	标准蓝光光盘，100GB/200GB	AD光盘，300GB/500GB
读写速度	刻432MB/s；读648MB/s	刻375MB/s；读540MB/s
技术主权	全球250+企业共建，含中国	日企垄断（索尼、松下）
数据安全	单盘可读，损坏可重建	条带化RAID，损失两张以上光盘数据丢失
寿命认证	国际标准，可被第三方检测	封闭技术导致无法实现第三方验证
供应链风险	多厂商兼容，风险趋零	单一来源，停产即瘫痪
长期成本	设备平替，维护成本低	专属配件、隐性成本难估



AD对平台（Land）和沟槽（Groove）同时刻写，密度增大但轨间串扰错误增加



蓝光BD遵循的相关标准：

①国际蓝光联盟BD-R标准（ISO/IEC 30191:2021）

②DA/T 74-2019《电子档案存储用可录类蓝光光盘BDR技术要求和应用规范》

③ISO/IEC16963国际标准认证，支持BD寿命第三方检测

④CY/T 207-2019《可录类蓝光光盘（BD-R）常规检测参数》

目录

一、现状及要求

二、基于光存储的长期安全存储

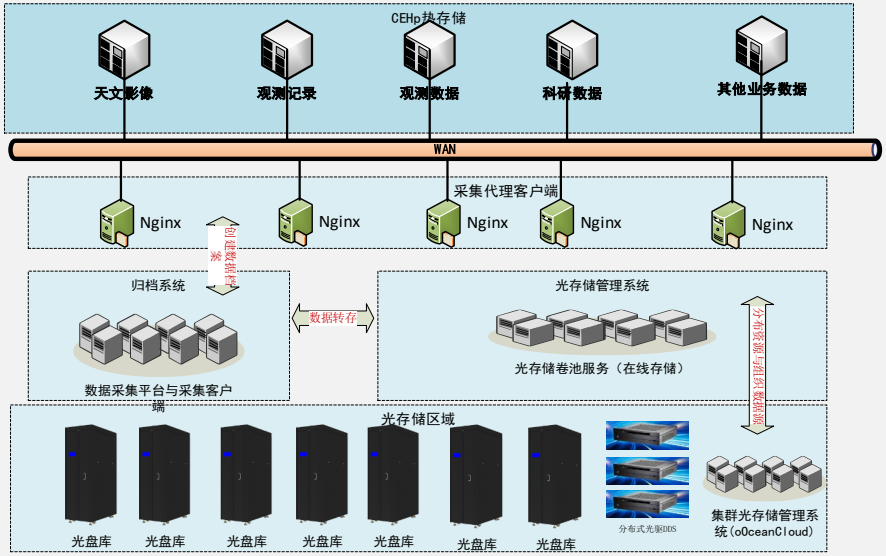
三、实践与未来发展

国家级重大项目成功应用



我司连续四年参与中国天眼冷数据中心建设，存储容量超过60PB，国内首次大容量蓝光库在科学数据领域的实际应用，也是目前世界最大单体光存储应用。FAST观测数据分级存储系统包含FAST数据归档平台，光存储管理系统，光盘库集群系统三部分，系统具备海量存储与访问服务能力，能够为天文观测数据提供长期、安全、低成本、高扩展能力的存储服务。目前累计实现数据长期安全存储近50PB。

中国天眼“FAST“系统物理架构图





现场实施效果



户外存储试验



试验吊装现场



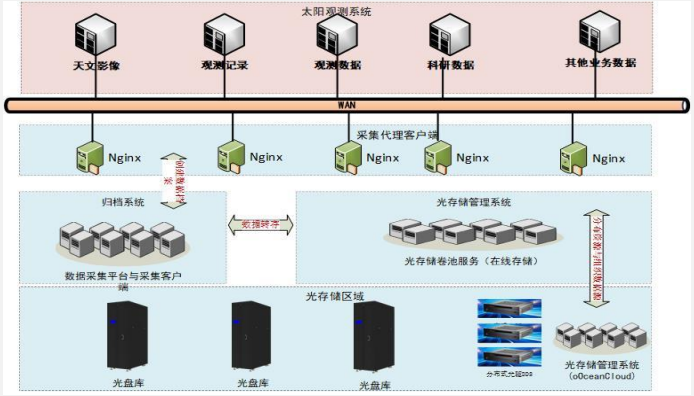
户外概念设计效果



现场实施效果

明安图太阳观测野外台站

明安图射电频谱日像仪位于内蒙古自治区锡林郭勒盟正镶白旗明安图镇附近的草原上的国家天文台明安图观测基地。基地内安装的射电频谱日像仪，由100面白色的抛物面天线组成。这些天线中心对准太阳，接收太阳射电辐射，而后经仪器分析解读，呈现出直观影像。

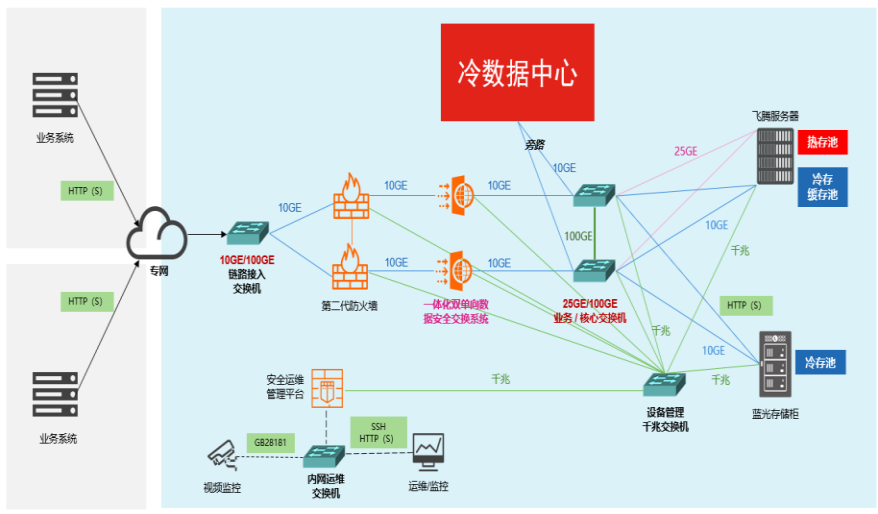


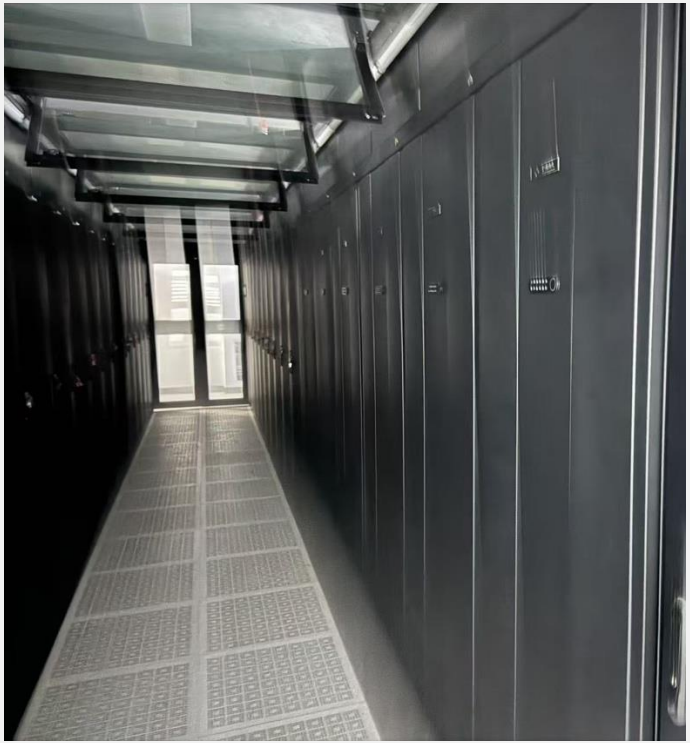


我们客服草原风沙和暴雪封路等恶劣的自然环境，为提供数据的高效查询与文件读取服务，存储累计约2PB，为珍贵的太阳观测数据提供安全、稳定的长期存储保障，实现可靠的数据保护。

某部战略灾备中心

某部建立一个国家级灾备中心，规划总存储容量500PB，前期建设10PB的蓝光冷数据中心，为部队的关键敏感数据提供长期安全存储。





中国移动冷数据容灾备份中心

2024年年初，在中国移动IT云呼和浩特数据中心，中国移动首套自主可控蓝光存储产品正式投入使用，标志着中国移动在推动先进存力建设方面向全产业链自主可控迈出坚实一步。

近年来，数据的爆发式增长使数据中心的存储压力倍增。鉴于冷、温、热三类数据中冷数据占比最高、存储需求最大，蓝光存储介质凭借其存储期限长、容量高、成本低、安全稳定等优势成为冷数据存储的理想选择，是破解海量数据存储挑战的有效对策。

蓝光存储系统对机房环境要求低，对电磁波及磁场具有较高的耐受性，数据保存寿命可超过50年；且设备功耗小，数据不可篡改，在保证更低成本的同时也更加安全可靠。相比其他传统的文件存储模式，蓝光存储系统借助大文件切片及小文件归集功能，以及对平台和沟槽同步光刻的高密存储技术，使读写并发能力更强、性能更稳定，在数据备份及恢复过程中的客户体验更为良好。

首套蓝光存储系统投入使用后，提供的有效存储容量达到12PB。当前已为山东、江苏、北京、内蒙古4个试点省公司提供冷数据跨域存储服务，成功接入营业、计费、档案等11个业务系统。**经验证，蓝光存储介质相对同存储规模的传统磁盘可节省近90%的电力消耗。与传统的分布式文件存储相比，预计30年可节省总体成本约71%。**

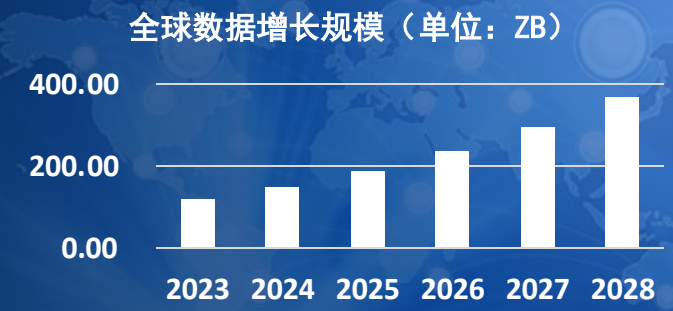
未来，中国移动IT云将持续攻坚关键部件自主研发，进一步完善蓝光存储服务能力，扩展蓝光存储使用范围，在降本增效的同时更好地应对超大规模数据所带来的风险与挑战。



数据快速增长与技术挑战

2024: 159ZB

71亿块24TB磁盘



2028: 360ZB

160亿块24TB 磁盘



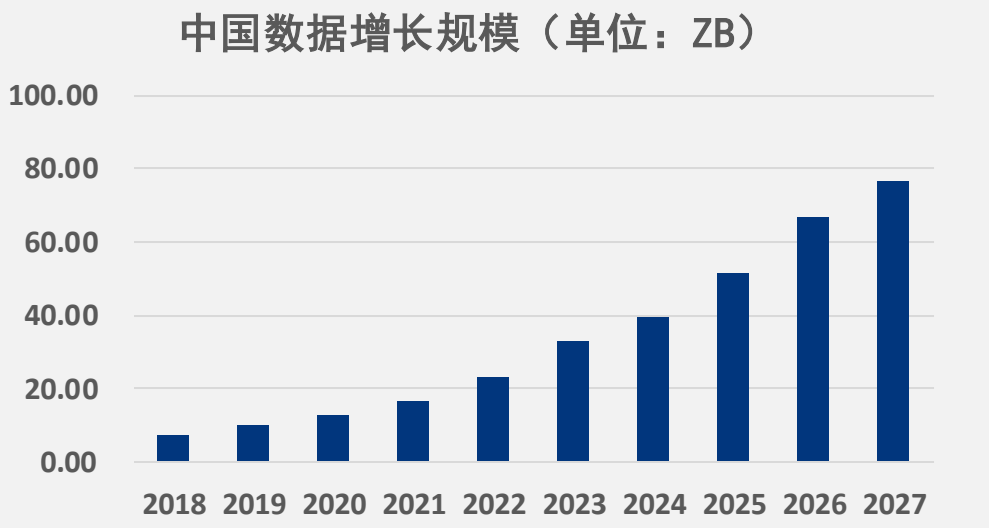
根据调研机构IDC最新发布的报告，全球数据圈在未来五年将迎来稳步增长。2024年，全球数据量约为159.2ZB，复合增长率为24.4%。这一增长主要受多个因素驱动，包括物联网设备安装的不断增加、边缘和端侧的扩展、云计算和多云环境的广泛应用以及企业对人工智能和机器学习技术的日益采用等。

中国数据增长规模

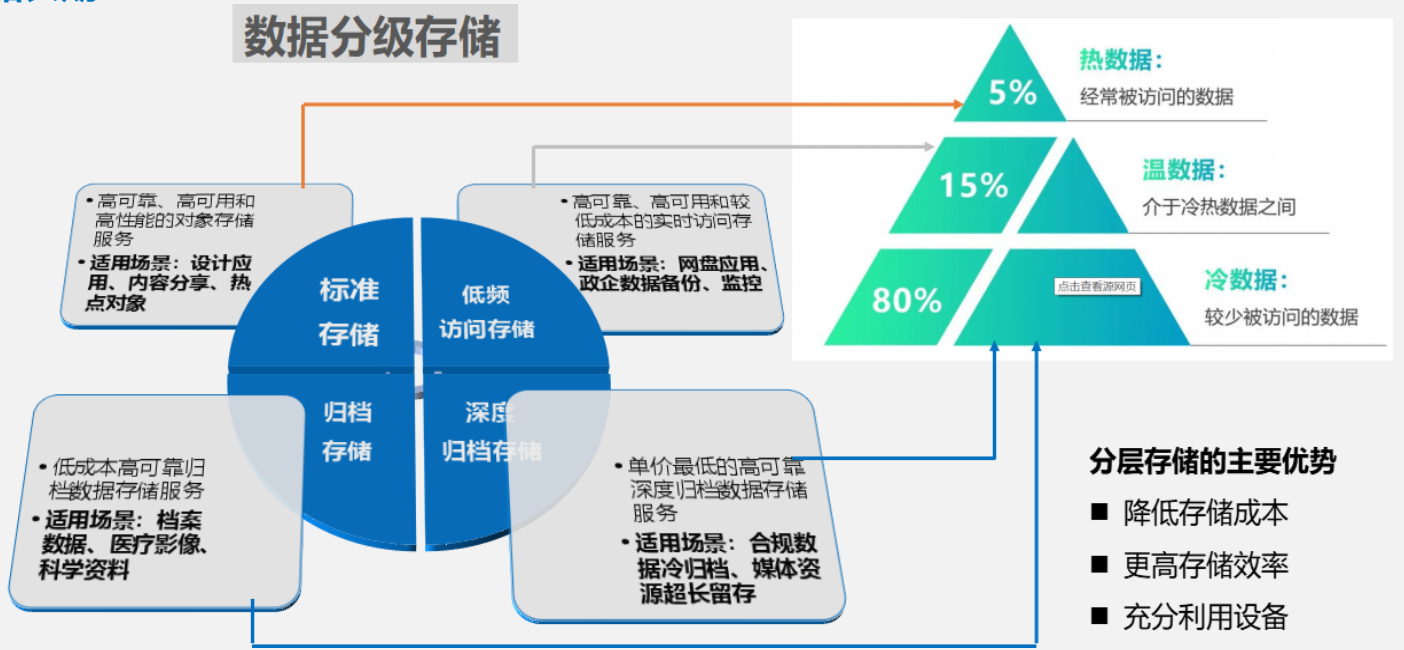
IDC最新发布的报告显示，中国数据量规模将从2022年的23.88ZB增长至2027年的76.6ZB，年均增长速度CAGR达到26.3%，其中政府、媒体、专业服务、零售、医疗、金融为主要分布领域。

2023年，全国数据生产总量达32.85ZB，相当于1000多万个中国国家图书馆的数字资源总量。同比增长22.44%。2023年，全国数据存储总量为1.73泽字节（ZB），生产总量中2.9%的数据被保存。存储数据中，一年未使用的数据占比达到约四成。

2022: 23.88ZB → **2027: 76.6ZB**



数据分级存储是科学数据长期安全存储的关键一步



分层存储的主要优势

- 降低存储成本
- 更高存储效率
- 充分利用设备



信息时代下磁光电多介质存储不同介质发挥各自作用



实践与未来思考

2023年10月8日，工业和信息化部、中央网信办、教育部、国家卫生健康委、中国人民银行、国务院国资委等六部门联合印发**《算力基础设施高质量发展行动计划》**（以下简称《行动计划》）。

1 计算力方面

算力规模超过300 EFLOPS，智能算力占比达到35%，东西部算力平衡协调发展。

2 运载力方面

国家枢纽节点数据中心集群间基本实现不高于理论时延1.5倍的直连网络传输，重点应用场所光传送网（OTN）覆盖率达到80%，骨干网、城域网全面支持IPv6，SRv6等创新技术使用占比达到40%。

3 存储力方面

存储总量超过1800EB，先进存储容量占比达到30%以上，重点行业核心数据、重要数据灾备覆盖率达到100%。强化存力高效灵活保障，加速存力技术研发应用。**围绕全闪存、蓝光存储、**硬件高密、数据缩减、编码算法、芯片卸载、多协议数据互通等技术，**推动先进存储创新发展**。

4 应用赋能方面

打造一批算力新业务、新模式、新业态，工业、金融等领域算力渗透率显著提升，医疗、交通等领域应用实现规模化复制推广，能源、教育等领域应用范围进一步扩大。每个重点领域打造30个以上应用标杆。

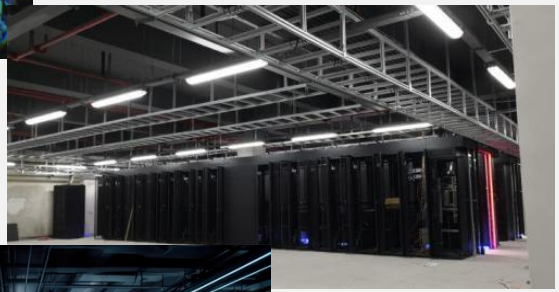
中国“超级光存储”项目产业推广

全球首个Pb级超大容量光盘存储器诞生，单张容量突破1Pb

中国工程院外籍院士、上海理工大学光子芯片研究院院长顾敏与中国科学院上海光学精密机械研究所研究员阮昊、上海理工大学光电信息与计算机工程学院教授文静等合作，在存储领域突破光学衍射极限，研发出超大容量纳米级三维光盘存储器，实现颠覆性的划时代光存储。相关研究成果近日发表于《自然》。



未来，光存储企业将与中国科学院合作，实现单张10TB容量以上光盘产品技术的产业化。民族存储：超级光盘+领先盘库技术，实现产业化升级，解决世界难题



中国科技

自主可控



民族产业

走向世界



历史与未来的思考





科学数据的长期安全存储，其意义早已超越了存储技术本身。它：

是科学的“记忆”，确保知识的延续和科学的自纠错能力。

是未来的“种子”，在新技术下焕发新生，催生意想不到的发现。

是国家的“资产”，支撑重大决策、保障国家安全、驱动经济发展。

是文明的“责任”，为我们这一代人向历史和未来递交的一份完整、可信的记录。

因此，投建可持续的科学数据可信存储空间和治理体系，不是一项可有可无的后勤工作，而是一项至关重要的人类文明知识延续的战略工程。





感谢您的观看，

欢迎您提出宝贵交流建议！