

第三章 数字存储技术

- 一、数字存储技术概述
- 二、硬盘技术
- 三、数据流磁带库
- 四、光盘库

一、数字存储技术概述

- 数据库：
硬盘阵列、光盘库、数据流磁带库
- 存储媒介：
半导体存储器、光盘、磁带、硬盘、固态硬盘等
- 电视中心媒体存储方式：
在线存储、近线存储、离线存储

（一）在线存储

- 在线指设备永久连接在计算机系统中，或网络上保持“在线”状态，并随时可实时快速访问。在线存储通常具有很高的访问速度和良好的反应能力，可随时读取和修改，适合前端应用服务器和数据库对数据访问的频繁和速度要求。
- 一般为磁盘阵列等，价格相对昂贵，但性能较好。
- 硬盘式视频服务器则亦由硬盘阵列组成。

- 北京电视台新址总编室在线存储20天素材
- SATA硬盘卡500G



- 北京电视台总编室在线存储
- 光纤硬盘500G（SCSI）



(二) 近线存储

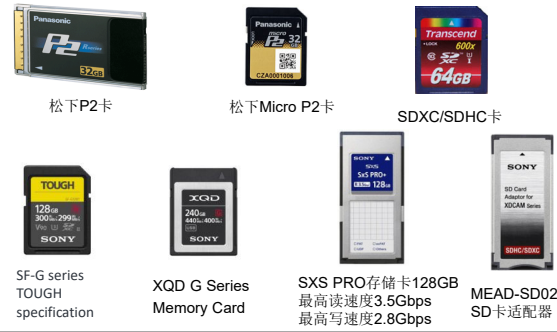
- 介于离线和在线之间，既可做到**较大的存储总容量**，又可获得较快的**存取速度**。近线存储设备一般采用自动化的**数据流磁带库**或者**光盘塔**，有时也会使用**硬盘阵列**做为近线存储。
- 近线设备上存储的是和在线设备发生**频繁读写交换的数据**，也是需要**长期保存的数据**。



(三) 离线存储

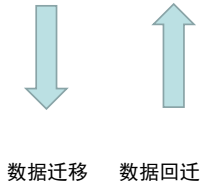
- 在存取数据时需要将设备或介质**临时性地**装载或连接到计算机系统，当数据访问完成时可以脱开连接。断开连接后，可更换介质，如**磁带、光盘、硬盘、半导体存储卡、固态硬盘**等。
- 离线媒体通常价格比较低廉，移动性强，总存储可做得很大。但是由于离线到在线的介质装载过程很长，所以离线媒体一般用来存储**不常使用的冷数据**。

离线存储媒介



(四) 数据迁移与回迁

- 一级存储——在线
- 二级存储——近线
- 三级存储——离线



1. 数据迁移

将上一级存储设备中不常用的数据，按照指定的策略或规则自动迁移到下一级存储设备上。

- **迁移路径：**在线到近线、近线到离线
- **迁移效果：**把大量不经常访问的数据放置在离线或近线设备，提高存储资源利用率。大大降低设备和管理成本。

• 迁移条件：

- 数据已经不符合所在存储级别的数据标准(如在线存储要求的数据访问频率为5次/天)
- 存储设备上存储空间已满或者将满，数据被迫要求迁移(如定义存储设备的预留空间必须为20%，当达到这一条件时，将对本级存储中的数据进行检测，将部分不常用的数据进行迁移。)

• 迁移的实现：

由档案管理软件或由专门的分级存储管理软件实现。

2. 数据回迁

将下一级存储设备中的数据，按照指定的策略或规则(如按照各级存储定义的数据标准)自动调回上一级存储设备中。数据回迁是数据迁移的一个反向操作过程。

- **回迁路径：**从离线到近线，从近线到在线。
- **回迁条件：**
 - 基于用户对该数据的访问请求而激活
 - 一段时间内数据已经超过了所在存储级别的数据标准

*二、硬盘技术

(一) 硬盘的概念

硬盘是硬磁盘的简称。

1、特点：

- 灵活，可靠，响应精确。
- 适合于多通道回放，节目延迟，存储和转播，准视频点播。
- 具有软件支持，使节目素材管理与维护方便快捷。

三、数据流磁带库

(一) 数据流磁带库结构

- 数据流磁带库是指存储介质是磁带的专业备份设备，它主要由库体、磁带驱动器、磁带槽位、磁带交换口、控制面板、机械手和电子控制单元组成。

特点：

- 可实现磁带自动拆卸和装填；
- 容量可超过PB数量级；
- 可以在存储管理软件的控制下实现连续备份、自动搜索、智能恢复、实时监控和统计功能；
- 速度快，效率高，扩展性好。通过SAN可形成网络存储系统。



数据流磁带库

- 北京电视台数据流磁带库





(二) 数据流磁带库需求分析

1. 电视台资料容量分析：

- 新生成节目容量（1年左右）
- 历史资料库容量
- 新闻节目资料（1年左右）
- 平时素材保存
- 冗余备份

(二) 数据流磁带库需求分析

2. 磁带库特点：

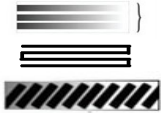
- 在国内广电业内具有较为广泛的成功应用案例；
- 带库运行稳定性高，故障率低；
- 带机读写速度快，支持快速回迁；
- 具有容量上的线性平滑扩展能力；
- 磁带单盘容量大，节省空间；
- 近线带库的磁带驱动器规模应充分满足模拟磁带上载和新闻资料快速回迁的需要。

(三) 数据流磁带扫描工作原理

磁带的线性扫描技术来源于模拟的音频记录技术，采用线性方式读取磁带上的数据。

分类：

- 1、多磁头平行读写方式
- 2、蛇形方式
- 3、螺旋扫描



LTO技术

	LTO-1	LTO-2	LTO-3	LTO-4	LTO-5	LTO-6	LTO-7	LTO-8	Type M-8
Release date	2000	2003	2005	2007	2010	Dec. 2012	Dec. 2015	Dec. 2017	
Native/raw data capacity	100 GB	200 GB	400 GB	800 GB	1.5 TB	2.5 TB	6.0 TB	12 TB	9 TB
compressed capacity	200 GB	400 GB	800 GB	1.6 TB	3.0 TB	6.25 TB	15 TB	30 TB	22.5 TB
Max uncompressed speed (MB/s)	20	40	80	120	140	160	300	360	300
Max compressed speed (MB/s)	40	80	160	240	280	400	750	900	750
Time to write a full tape at max uncompressed speed (h:m:mm)	1:25	1:25	1:25	1:50	3:10	4:35	5:55	9:15	8:20

LTO (Linear Tape Open) 技术，即线性磁带开放协议。是由HP、IBM、Seagate这三家厂商在1997年11月联合制定的



Generations	LTO-1	LTO-2	LTO-3	LTO-4	LTO-5	LTO-6	LTO-7	LTO-7 Type M	LTO-8
Native data capacity	100 GB	200 GB	400 GB	800 GB	1.5 TB	2.5 TB	6.0 TB	9.0 TB	12 TB
Tape length	809 m		880 m	820 m	846 m		860 m		
Tape width	12.650 mm ± 0.006 mm								
Tape thickness	8.9 µm	8 µm	8.6 µm	8.4 µm	8.1 µm	5.6 µm			
Data bands per tape	4								
Wraps per band	12	16	11	14	20	34	28	42	52
Tracks per wrap (read/write elements)	8	16					32	32	32
Total tracks	384	512	704	896	1280	2176	3584	5376	6656
Linear density (bits/mm)	4880	7398	9638	13,250	15,142	15,143	19,094	19,104	20,668

一个LTO Ultrium数据流磁带有4个宽数据band，它们处于5个狭窄的伺服band之间，磁头组件横跨一个数据band和两个伺服band，每个磁头组件有8、16或32个数据读/写磁头及2个伺服读磁头。从头到尾一次读/写8、16或32条磁迹——1个Wrap

DLT技术

数字线性磁带（Digital Linear Tape）技术源于1/2英寸磁带机。主要用于数据的实时采集。DLT磁带由DEC和Quantum（昆腾）公司联合开发。由于磁带体积庞大，DLT磁带机全部是5.25英寸全高格式。



SAIT技术

Super Advanced Intelligent Tape

- Sony开发的磁带存储技术——AIT，SAIT是其升级技术。
- 螺旋扫描、金属蒸镀带（AME）、记忆芯片（MIC）、远程MIC等先进技术。
- AIT采用的8毫米宽230米长的磁带；
- SAIT采用通用的1/2英寸宽、600米长的磁带。



写后读技术：

- 每当安装着磁头的磁鼓旋转一周之后，磁鼓上的一个磁头进行数据写入，而另外一个磁头则进行读取校验，检测写入数据的准确性。只要检测到错误，系统会自动对数据进行重写，直至读取的数据没有错误为止。

方位角技术：

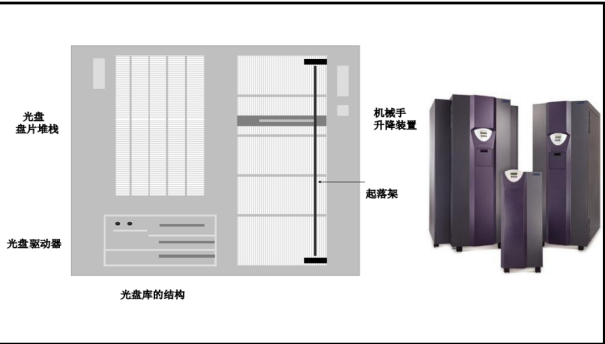
- 利用安装在扫描器不同角度的磁头，能够在磁带上形成正V或倒V型轨迹，提高磁轨的容错性能。

四、光盘库

- **光盘库**是一种带有自动换盘机构（机械手）的光盘网络共享设备。光盘库一般由放置光盘的**光盘架**、**自动换盘机构**（机械手）和**驱动器**三部分组成。

工作流程：

光盘库使用精确伺服控制的机电机械手自动升降机构在盘片堆栈上的槽和驱动器之间来回移动光盘。在播放完毕后（驱动器请求另一张盘片时），机械手机构从驱动器上将盘卸下并放回堆栈上的槽内。在程序控制下，机械手设备可操作和管理多个驱动器。



光盘存储特点

- **更长的保存时间，减少数据迁移成本**
有些光盘寿命可达50-100年（恒温30°，恒湿70%），HDD寿命3-5年，LTO寿命5-10年。
- **适应更复杂的环境，适合容灾**
防水、防电磁波的性能都优于HDD和数据流磁带。
- **数据不可覆盖**
防止恶意/无意篡改数据，防止人为误操作。
- **非接触式刻写**
无部件损坏风险，维护费低，可用性高。
- **功耗低**



SONY

型号	容量	类型	记录时间(MPEG HD422 50Mbps)	保存年限
ODC300R	300 GB	只读	8.5 小时	50年
ODC300RE		可擦写		
ODC600R	600 GB	只读	18.5 小时	
ODC600RE		可擦写		
ODC1200RE	1.2 TB	可擦写	38 小时	100年
ODC1500R	1.5 TB	只读	48 小时	
ODC3300R	3.3 TB	只读	104 小时	

Optical Disc Archive

海量光盘数据存储系统

- 3.3TB 容量 (11张专业光盘)
双面光盘, 每面三层, 最大容量3.3TB, 与第一代光盘尺寸相同。
- 高数据传输速率
借助双面光盘和全新拾取系统, 可实现最大传输速率 (1Gbps/写入, 2Gbps/读取)。
- 可靠的存储媒介
Archival Disc 包括一个特殊录制层, 抗腐蚀和抗氧化性高, 它的存储寿命长, 非常适合用来存储。

内容管理 (MAM)

阶段性存储管理

内容服务器

输出使用

光盘输出

档案式管理

客户端

光纤交换机

Optical Disc Archive
PetaSite 光盘库

驱动器:

- 安装在基本单元或驱动器扩展单元中
- 光纤通道

数据流光盘库扩展库:

- 最大容量可扩展到535个光盘, 存储量为1765.5TB
- 可以装多个驱动器, 同时读写多个数据流光盘
- 更换光盘不需中断光盘库工作
- 电源和驱动器备份

ODS-130M 基本单元	ODS-160E 驱动器扩展单元	ODS-100E 可擦写的驱动器扩展单元	ODS-077E 可擦写的驱动器扩展单元	可安装光盘数量	最大容量 (ODC3300R/3.3TB 时)
0	5	2	535		1765.5TB
1	4	6	495		1633.5TB
2	3	10	455		1501.5TB
3	2	14	415		1369.5TB
4	1	18	375		1237.5TB

光盘构造

3层双磁构造

300GB

3.6TB

2016

2018

2020

BD 100GB

AD1 300GB

AD2 500GB

AD3 1TB

轨道密度

320nm/Track

225nm (1.42Tims)

密度分布

线密度

83.8 nm/bit

1.05Tims

79.8nm/bit

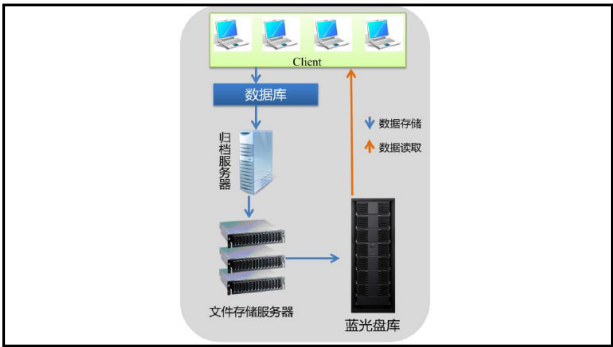
1.75Tims

47.9nm/bit

2.0Tims

23.9nm/bit

一个光盘盒装12张光盘



模块化设计

盘匣装载模块

盘匣内装载12张工业级蓝光光盘

可装载容量为3.6TB盘匣

机械手臂单元

插拔式模块化设计易于快速更换

Magazine Carrier unit

光盘模块

3光驱组成一个光驱模块, 2个光驱模块构成1组光驱, 读/写速度360MB/s

Drive unit

单光驱多光驱模式 VS 多光驱单光驱模式

单光驱多光驱

同盘匣内数据读取无需换盘, 访问时间可忽略不计

可存储单个文件最大容量为1.8TB (@300GB disc)

安全级别高可对应RAID

多光驱单光驱

同盘匣内数据读取时需更换盘片, 访问时间慢

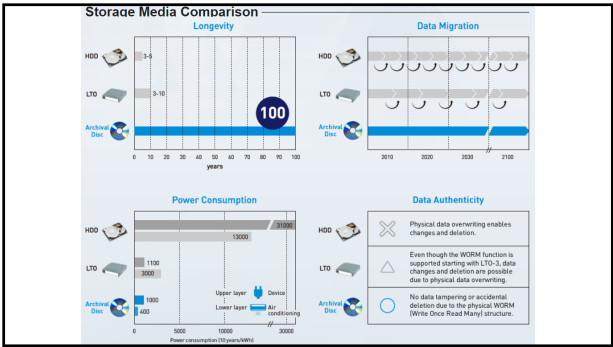
可存储单个文件最大容量为300GB (@300GB disc)

安全级别低无法对应RAID

多光驱光头同时工作, 利用率高, 读写速度快

存在散热问题, 多光驱无法同时工作, 利用率低

近线存储介质对比			
	HDDs	Tapes	Optical Discs
可读性	为确保数据的可读性需对介质进行频繁访问 更换及定期的点检，长期的运维管理耗费大量人力资源及成本	向下兼容 2 代，长期保存需定期进行数据迁移	不挥发性存储介质，可确保数据的长期保存
完整性 真实性	通过磁性记录数据，可被篡改或删除，需通过软件进行应对	通过磁性记录数据，可被篡改或删除，需通过软件进行应对，可使用 WORM 功能	通过物理变化记录数据，不可篡改及删除，保证数据的真实，完整
稳定性	与设备一体，使用寿命一般为 4 年	标注 30 年使用寿命，达到使用寿命前需进行多次数据迁移	采用非磁性无机膜记录数据可对应 50-100 年长期保存



	松下归档级蓝光	磁带	硬盘
最小单位容量	3.6TB (300GB 12disc)	1.5TB (LTO5)	6-8TB
装载时间	较快(1分钟)	慢(2-3分钟)	快(即时在线)
单盘读写速度	360MB/s	150MB/s	150-300MB/s
访问速度	200ms	70s	5.5ms
媒介寿命	50年	10年	3-5年
介质安全性	高	低	低
可靠性	RAID 0/5/6	需要多份拷贝	RAID, 多副本纠删码
抗磁性	无干扰	差	较差
故障率	低	高	高
技术兼容性	好	差	—
数据迁移必要性	50 years	5-10年内	5年内
保存环境要求	低	高	高
功耗	低(可离线)	低(可离线)	高(不间断电源)
运维成本	低	高	高

**硬盘适合在线数据
蓝光适合长期保存**

HDD
✓ 速度快
✗ 寿命短
✗ 功耗高
✗ 故障率高

LTO (TAPE)
✓ 初期成本低
✗ 寿命短
✗ 故障率高
✗ 装载慢
✗ 兼容性差

BD
✓ 持有成本低
✓ 低功耗
✓ 安全性高
✓ 故障率低

作业

1. 电视台有哪三类分级存储方式？简述其特点。各采用何种记录技术？每种技术的特点。