

# 存储系统基础知识

智能计算芯世界

ID: AI\_Architect



微信公众号：智能计算芯世界 出品



添加微信获取更多高清  
PDF材料

# 磁盘阵列专题：存储系统知识

# 目录

1 存储基础知识

2 存储产品系统及软件概述

3 存储基本解决方案介绍

4 存储业界主要厂商介绍

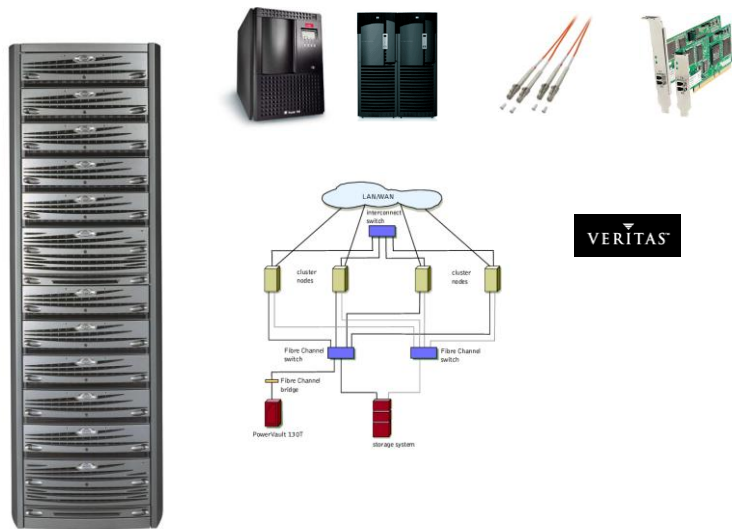
# 存储是什么？

## ▣ 狭义的存储定义



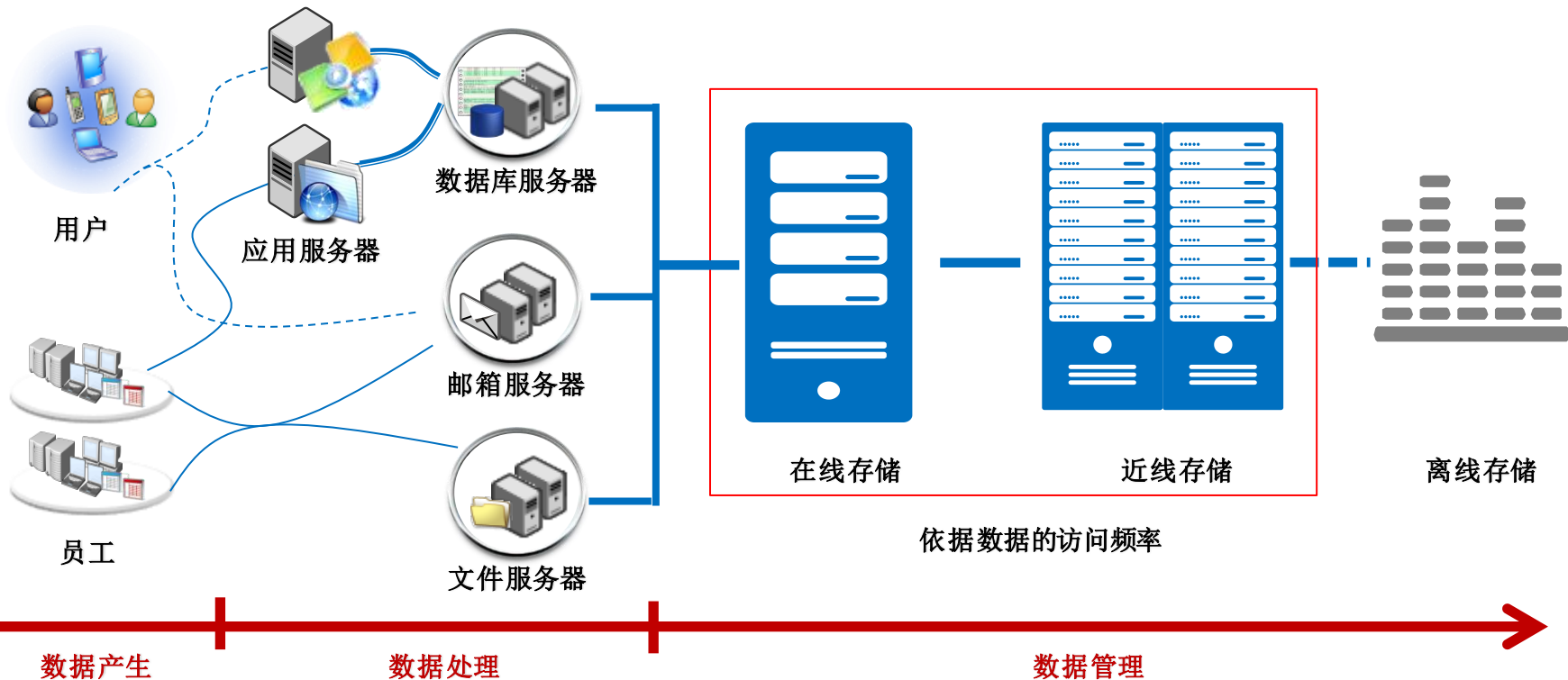
CD、DVD、ZIP，磁带，硬盘等

## ▣ 广义的存储定义

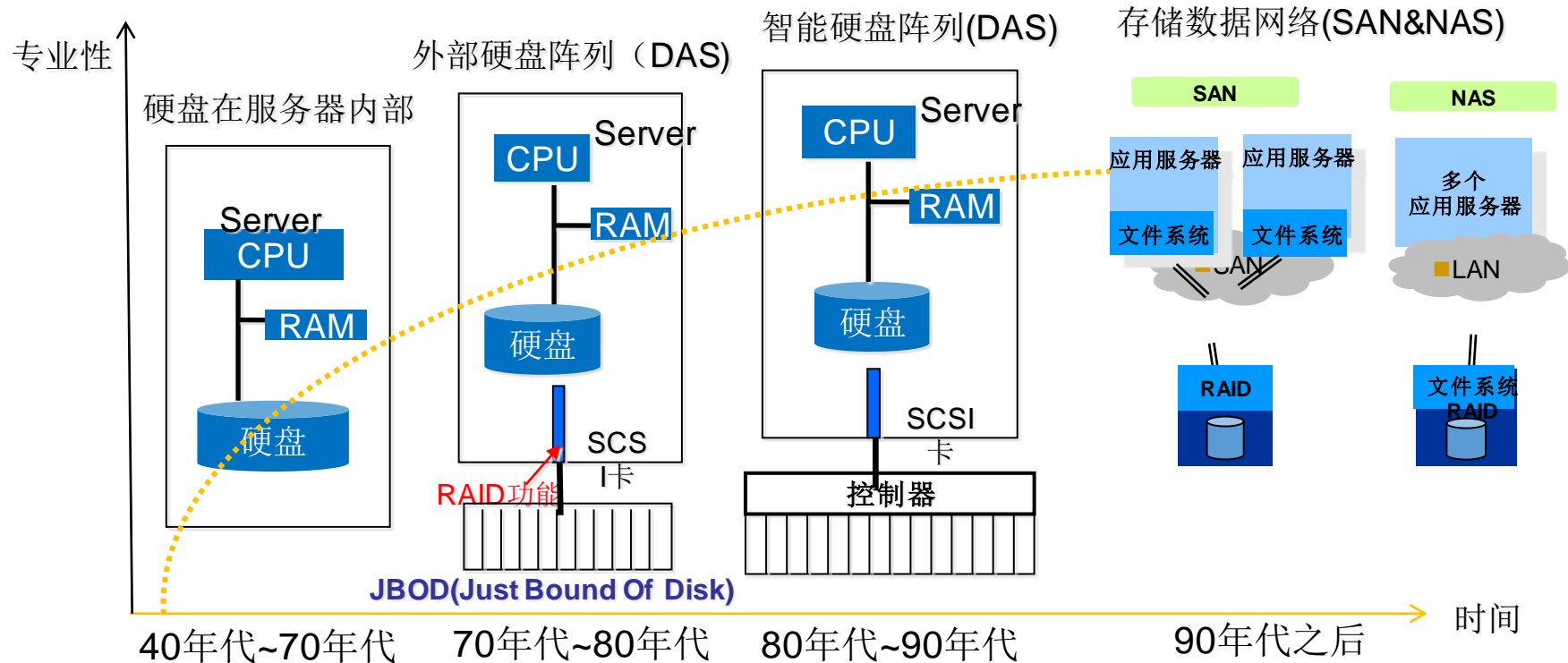


- 1、存储硬件系统（磁盘阵列，控制器，磁盘柜，磁带库等）
- 2、存储软件（备份软件；管理软件，快照，复制等增值软件）
- 3、存储网络（HBA卡，光纤交换机，FC/SAS线缆等）
- 4、存储解决方案（集中存储，归档，备份，容灾等）

# 存储是企业数据的“家”



# 存储发展历程：从附属于服务器，剥离成独立系统



# 存储主要协议

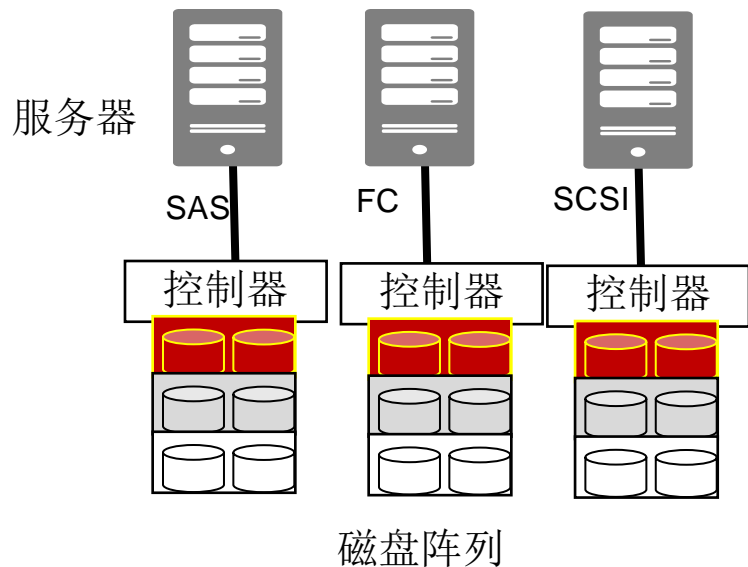
➤ **SCSI协议**：（Small Computer System Interface，小型计算机系统接口）是一种为小型机研制的接口技术，用于主机与外部设备之间的连接。**SCSI-3是所有存储协议的基础，其它存储协议都用到SCSI的指令集**。优点：与主机无关、多设备并行、高带宽。缺点：允许连接设备数量少、连接距离非常有限。

➤ **FC协议**：FC是光纤通道（Fiber Channel）的简称，用于服务器与共享存储设备的连接，存储控制器和驱动器之间的内部连接，是一种高性能的串行连接标准。其接口传输速率目前有**4Gbps、8Gbps**几种标准。传输介质可以选择铜缆或光纤，传输距离远，支持多种互联拓扑结构。光纤通道是构建**FC SAN**的基础，是**FC SAN**系统的硬件接口和通信接口。

➤ **iSCSI协议**：（Internet Small Computer System Interface）互联网小型计算机系统接口，是一种在**TCP/IP**上进行数据块传输的标准，可以理解为**SCSI over IP**。iSCSI可构成基于**IP**的**SAN**，为用户提供高速、低价、长距离的存储解决方案。iSCSI将SCSI命令封装到**TCP/IP**数据包中，使I/O数据块可通过**IP**网络传输，是未来的发展之路。

➤ **SAS协议**：（Serial Attached SCSI）即**SCSI**总线协议的串行标准，即串行连接**SCSI**；**SAS**采用串行技术以获得更高的扩充性，并兼容**SATA**盘。目前**SAS**的最高传输速率高达**3Gpbs、6Gbps**，支持全双工模式。

# DAS起源

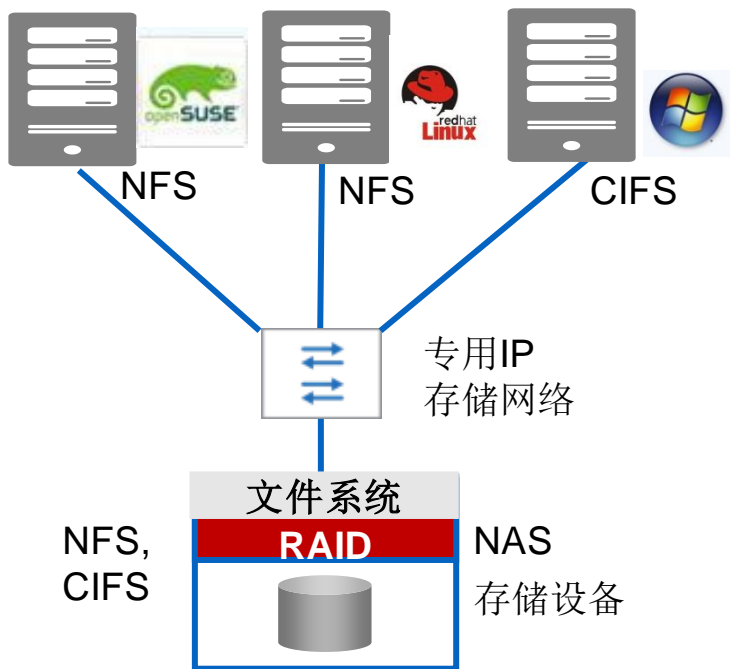


- **DAS (Direct Attached Storage)**
- 时间：70年代
- 背景：用户最早因为数据量的增多而产生存储的需求，从而产生最早最简单的存储架构直连附加存储DAS
- 连接方式：**FC,SCSI,SAS**
- 访问方式：直连式存储与服务器主机之间的连接通道通常采用**SCSI**连接
- 链路速率：20MB/s、40MB/s、80MB/s
- 提供快照、备份等功能



# NAS起源（网络数据共享与交换需求）

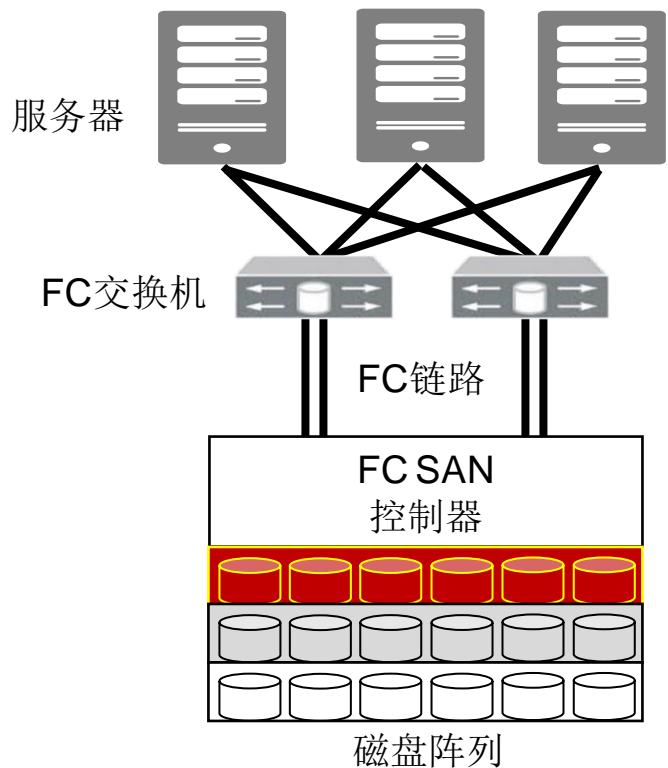
## NAS应用系统架构



## NAS(Network Attached Storage)

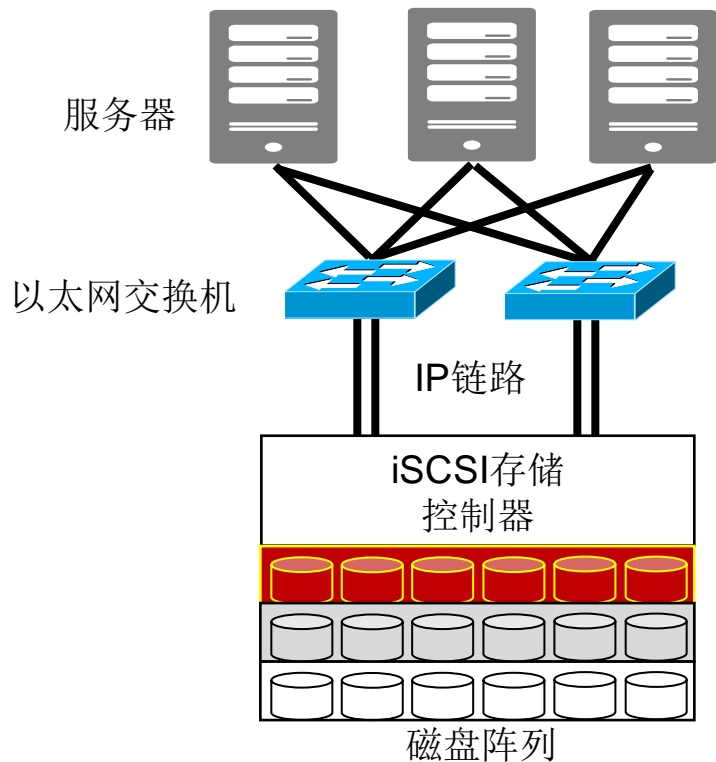
- 时间：90年代初
- 背景：网络飞速发展，大量数据需要共享和交换，出现专用的NAS存储设备，成为数据共享与交换的核心
- 访问方式：多台前端服务器共享后端存储设备，后端NAS设备上的存储空间通过CIFS（window系统）、NFS（Linux系统）协议共享给前端主机，可同时对同一目录或文件进行并发读写
- 文件系统位于后端存储设备
- 链路速率：1Gbps、10Gbps

# FC SAN起源（由DAS到FC SAN）



- **FC SAN**（Fiber Channel Storage Area Network）
- 时间：90年代中后期
- 背景：为解决**DAS**扩展性差的问题，将存储设备网络化，可以同时连接上百台服务器
- 连接方式：**FC光纤**，使用专用的**FC交换机**
- 访问方式：后端一台存储设备的存储空间可以划分为多个**LUN**，每一个**LUN**只能属于一台前端服务器
- 链路速率：2Gbps、4Gbps、8Gbps
- 提供快照、容灾等高级数据保护功能

# IP SAN起源（由FC SAN到IP SAN）



## • IP SAN（IP Storage Area Network）

- 时间：2001年
- 背景：为解决FC-SAN在价格及管理上的诸多门坎而产生
- 连接方式：采用以太网作为连接链路，以太网交换机
- 访问方式：后端一台存储设备的存储空间可以划分为多个LUN，每一个LUN只能属于一台前端服务器
- 链路速率：1Gbps、10Gbps
- 提供快照、容灾等高级数据保护功能
- iSCSI 被看好的原因
  - 可以采用非常成熟的IP网络管理工具和基础建设
  - IP网络使用普遍，可为企业节省大笔建设、管理及人事成本

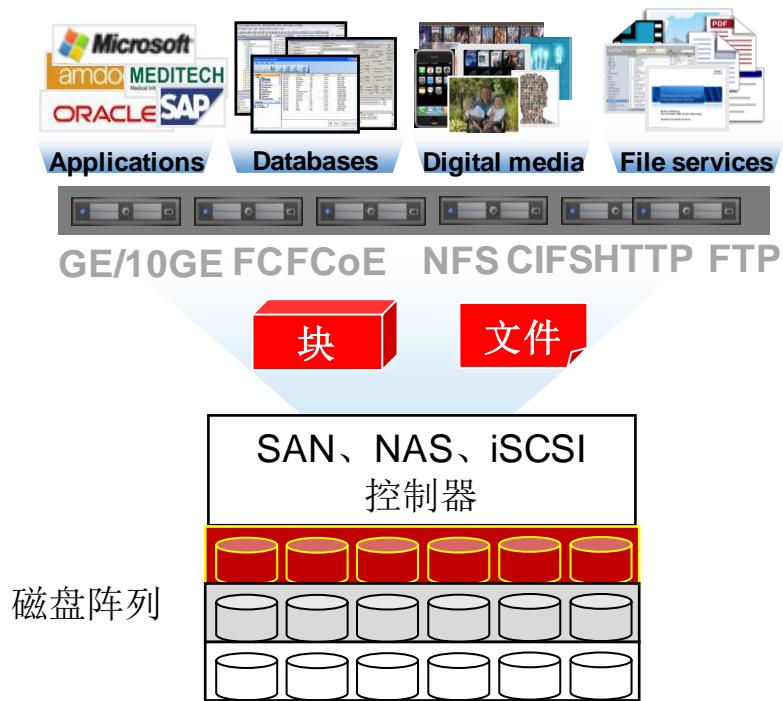
## 三种存储组网，各有优劣

	DAS	NAS	FC-SAN	IP-SAN
传输类型	SCSI、FC、SAS	IP	FC	IP
数据类型	块级	文件级	块级	块级
典型应用	任何	文件服务器	数据库应用	视频监控
优点	易于理解 兼容性好	易于安装 成本低	高扩展性、高性能 高可用性	高扩展性 成本低
缺点	难管理，扩展性有限 存储空间利用率不高	性能较低 对某些应用不适合	较昂贵，配置复杂 互操作性问题	性能较低

SAN与NAS并不是两种互相竞争的技术，二者通常相互补充以提供对不同类型数据的访问。SAN针对**海量的面向数据块的数据传输**，而NAS则提供**文件级的数据访问和共享服务**。越来越多的数据中心采用SAN+NAS的方式实现数据整合、高性能访问以及文件共享服务。

# NAS和SAN的融合——统一存储

统一存储：一种网络存储架构，它既支持基于文件的NAS存储，又支持基于块的SAN存储。



- 时间：21世纪初
- 背景：为解决多种存储架构带来的管理、高TCO问题，支持多种传输协议，同时满足不同需求的统一存储设备应运而生
- 同时支持不同传输协议，以单一系统满足企业各式各样的存储需求
- 统一的管理界面，简化系统管理
- 前后端均为系统内部链接，整体运行效率高
- 模块化的架构，灵活配置，成本可控；轻松扩容，保护用户投资，降低整体TCO

# 存储主要协议对比

	SCSI协议	FC协议	iSCSI协议
接口技术	SCSI	光纤通道	IP
接口类型	并行	串行	串行
适配器	SCSI卡	FC HBA	iSCSI HBA或以网卡
目前最大速率	320MB/s	4/8Gb/s	1/10Gb/s
管理	简单	复杂	简单
兼容性	好	较差	好
优点	与主机无关 多设备并行，高带宽	高带宽、低时延、传输距离长	高可靠、高扩展、易管理、标准化、无距离限制，广域存储
缺点	连接设备少；传输距离短；单I/O控制器，有单点故障	成本高、缺少统一标准，传输距离有限	

其他协议：**SAS**协议、**AOE**协议、**Infiniband**协议等

# 主流硬盘类型

硬盘接口是硬盘与主机系统间的连接部件，作用是在硬盘缓存和主机内存之间传输数据。不同的硬盘接口决定着硬盘与计算机之间的连接速度，影响着程序运行快慢和系统性能好坏。

	SATA	SAS	NL-SAS	SSD
主流转速 (RPM)	7,200	15,000/10,000	7200	NA
串行/并行	串行	串行	串行	串行
主流容量 (TB)	1T/2T/3T	0.3T/0.6T	2T/3T/4T	0.1T/0.2T/0.4T
MTBF(h)	1,200,000	1,600,000	1,200,000	2,000,000
备注	由ATA硬盘发展而来，采用串行方式传输，SATA 2.0支持300MB/s, SATA3.0实现600MB/s最高数据传输率。	SAS专为满足高性能企业需求而设计，并且兼容SATA硬盘。能够提供3.0Gbit/s的传输率，规划到12.0Gbit/s	带有SAS接口的“企业级SATA驱动器”。适用于在一个此盘阵列系统中实现分级存储，简化了磁盘阵列系统的设计	固态硬盘 (Solid State Disk) 用固态电子存储芯片阵列而制成的硬盘，由控制单元和存储单元 (FLASH芯片、DRAM芯片) 组成。

# 硬盘关键指标

## ✓ 硬盘容量 (Volume)

容量的单位为兆字节 (MB) 或千兆字节 (GB)。影响硬盘容量的因素有单碟容量和碟片数量。

## ✓ 转速 (Rotational speed)

硬盘的转速指硬盘盘片每分钟转过的圈数，单位为RPM (Rotation Per Minute)。一般硬盘的转速都达到5400RPM/7200RPM。SCSI接口硬盘转速可达10000—15000RPM。

✓ 平均访问时间\* (Average Access Time) = 平均寻道时间 + 平均等待时间。

## ✓ 数据传输率 (Data Transfer Rate)

硬盘的数据传输率是指硬盘读写数据的速度，单位为兆字节每秒 (MB/s)。硬盘数据传输率包括内部传输率和外部传输率两个指标。

## ✓ IOPS (Input/Output Per Second)

即每秒的输入输出量(或读写次数)，是衡量磁盘性能的主要指标之一。随机读写频繁的应用，如OLTP (Online Transaction Processing)，IOPS是关键衡量指标。另一个重要指标是数据吞吐量(Throughput)，指单位时间内可以成功传输的数据数量。对于大量顺序读写的应用，如电视台的视频编辑，视频点播等则更关注吞吐量指标。



# RAID基本概念——定义

RAID（Redundant Array of Independent Disks）即独立磁盘冗余阵列，RAID技术将多个单独的物理硬盘以不同的方式组合成一个逻辑硬盘，从而提高了硬盘的读写性能和数据安全性。

- 根据不同的组合方式可以分为不同的RAID级别：

<b>RAID 0</b>	数据条带化，无校验
<b>RAID 1</b>	数据镜像，无校验
<b>RAID 3</b>	数据条带化读写，校验信息存放于专用硬盘
<b>RAID 5</b>	数据条带化，校验信息分布式存放
<b>RAID 6</b>	数据条带化，分布式校验并提供两级冗余

- 同时采用两种不同的RAID方式还能组合成新的RAID级别：

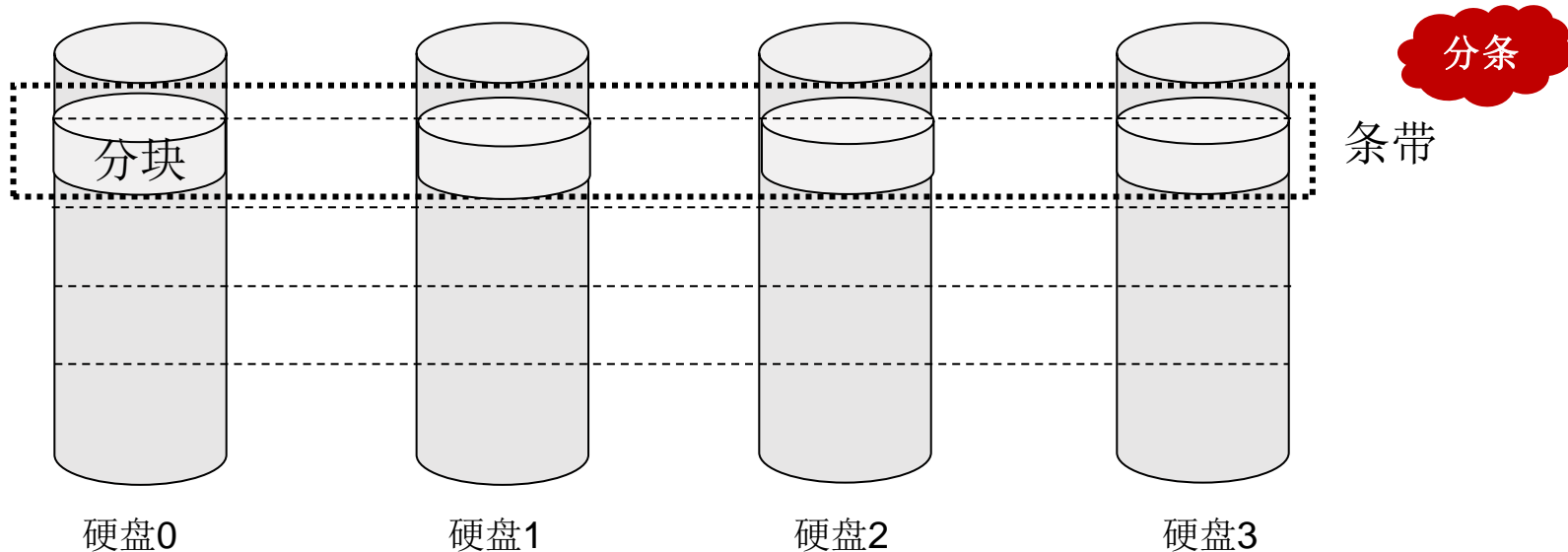
<b>RAID 0+1</b>	先做RAID 0，后做RAID 1，同时提供数据条带化和镜像
<b>RAID 10</b>	类似于RAID 0+1，区别在于先做RAID 1，后做RAID 0
<b>RAID 50</b>	先做RAID 5，后做RAID 0，能有效提高RAID 5的性能

# RAID基本概念——数据组织及存取方式

## 数据组织形式

**分块：** 将一个分区分成多个大小相等的、地址相邻的块，这些块称为分块。它是组成条带的元素。

**条带：** 同一磁盘阵列中的多个磁盘驱动器上的相同“位置”（或者说是相同编号）的分块。



# RAID基本概念——热备、重构

## 热备

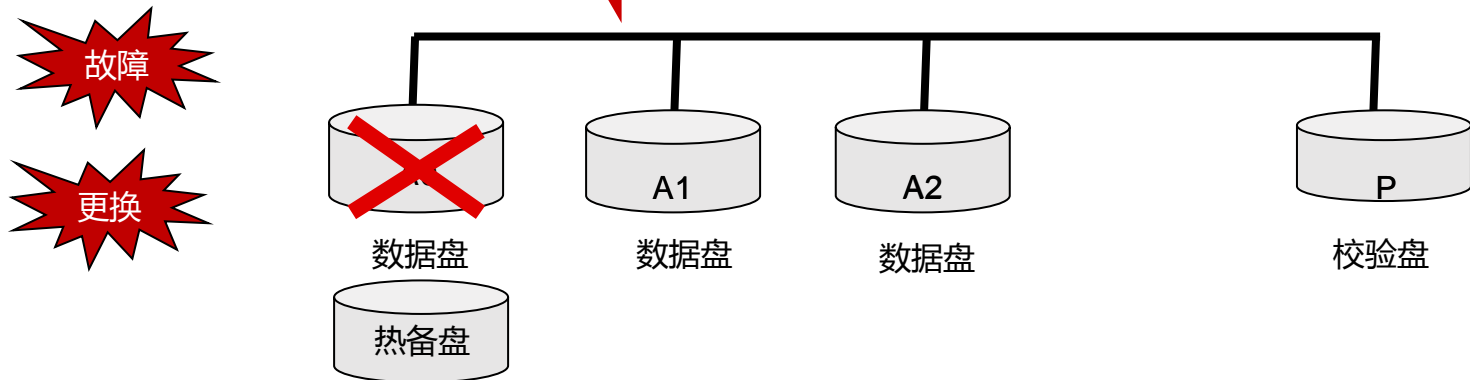
### ■ 热备 ( HotSpare ) 的定义：

当冗余的RAID组中某个硬盘失效时，在不干扰当前RAID系统的正常使用的情况下，用RAID系统中另外一个正常的备用硬盘自动顶替失效硬盘，及时保证RAID系统的冗余性。

### ■ 热备一般分为两种：

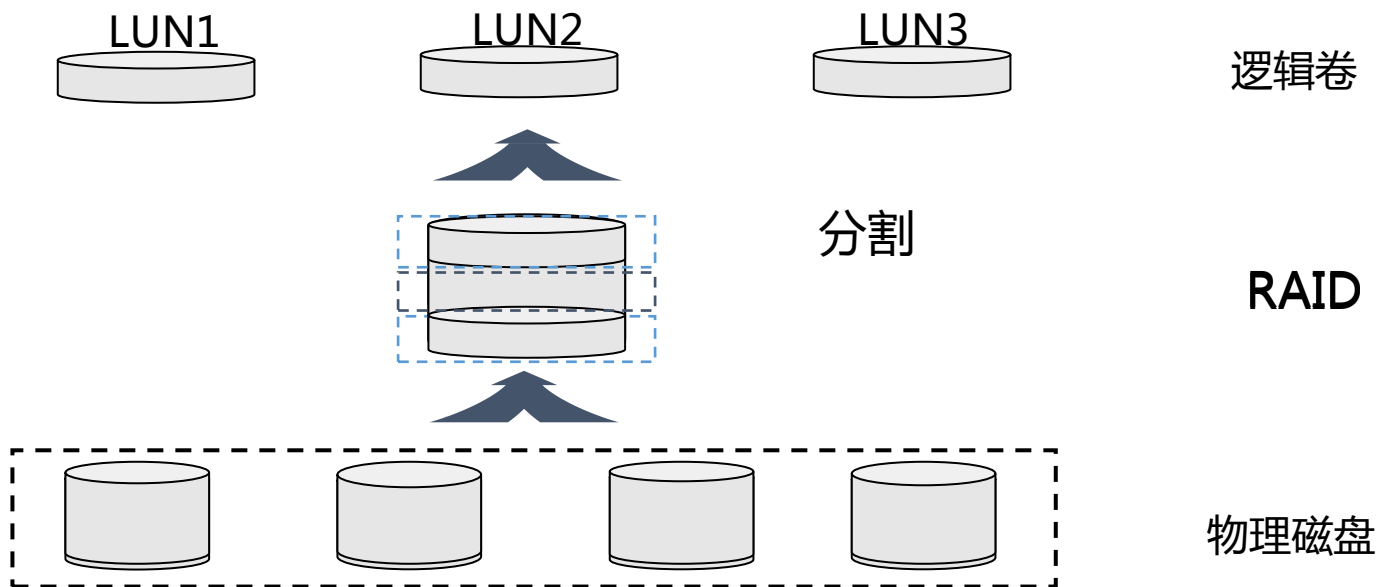
- 全局式：备用硬盘为系统中所有的冗余RAID组共享
- 专用式：备用硬盘为系统中某一组冗余RAID组专用

## 重构



# RAID基本概念——逻辑卷

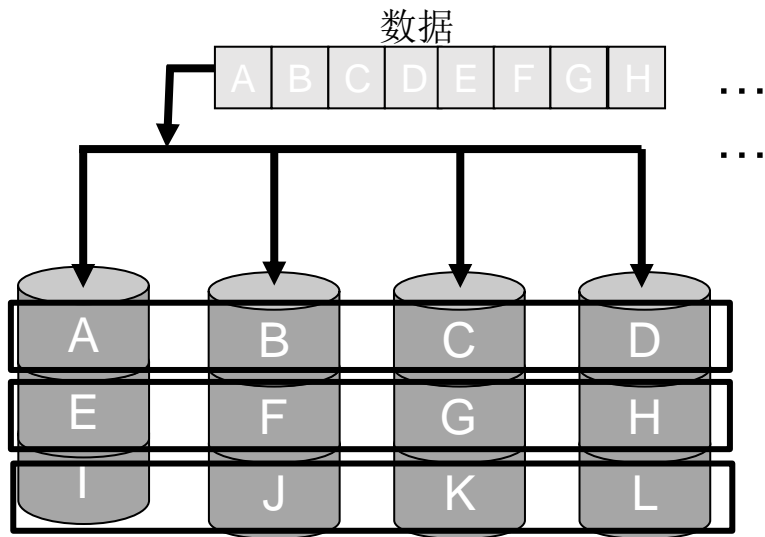
在RAID的基础上可以按照指定容量创建一个或多个逻辑卷，通过LUN ( Logic Unit Number ) 来标识



# RAID级别—RAID0,RAID1

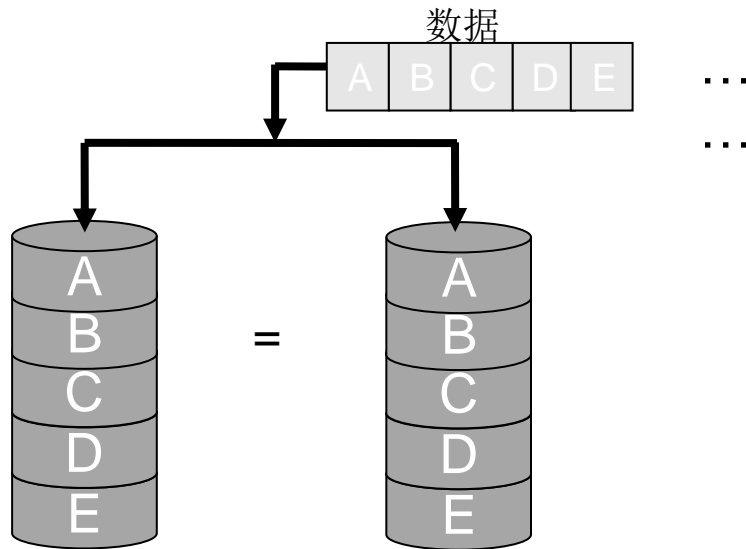
## RAID0

没有容错设计的条带硬盘阵列，以**条带形式**将RAID组的数据均匀分布在各个硬盘中



## RAID1

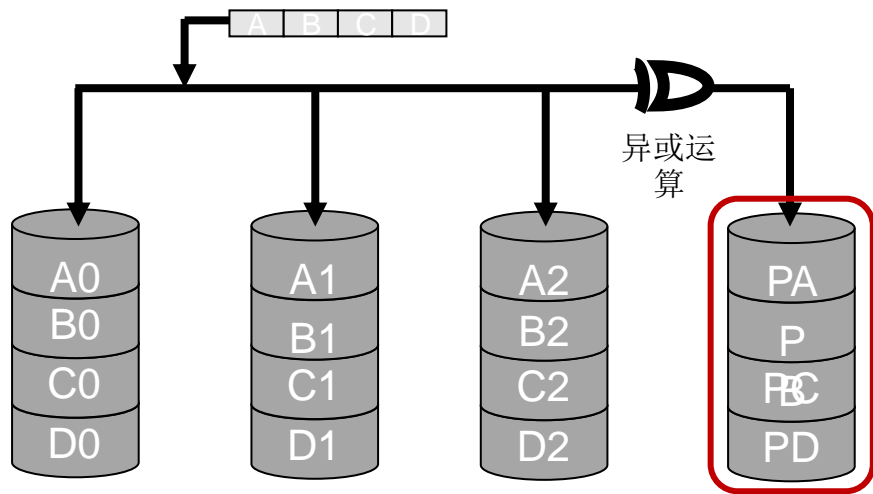
又称**镜像**（Mirror），数据同时一致写到主硬盘和镜像硬盘



# RAID级别 —— RAID3, RAID5

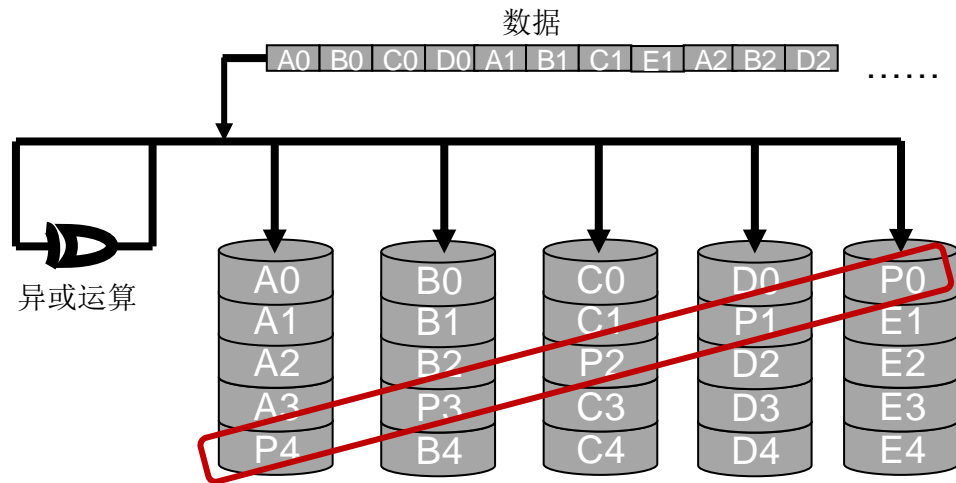
## RAID3

带有校验的并行数据传输阵列，数据条带化分布在数据盘中，同时使用**专用校验硬盘**存放校验数据

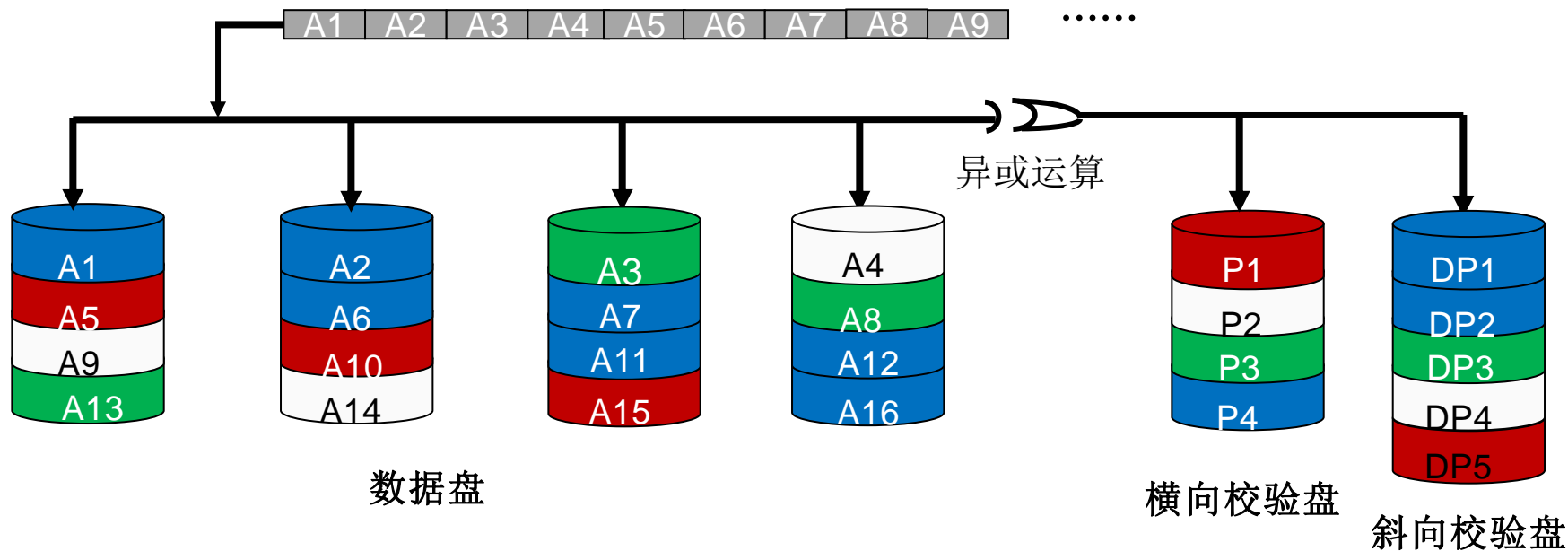


## RAID5

与RAID 3机制类似，但校验数据均匀分布在各数据硬盘上，RAID成员硬盘上同时保存数据和校验信息，数据块和对应的校验信息保存在**不同硬盘上**。RAID 5是最常用的RAID方式之一



# RAID级别 —— RAID 6原理示例



横向校验盘：P1—P4为各个数据盘中**横向数据**的校验信息

例： **$P1=A1 \text{ XOR } A2 \text{ XOR } A3 \text{ XOR } A4$**

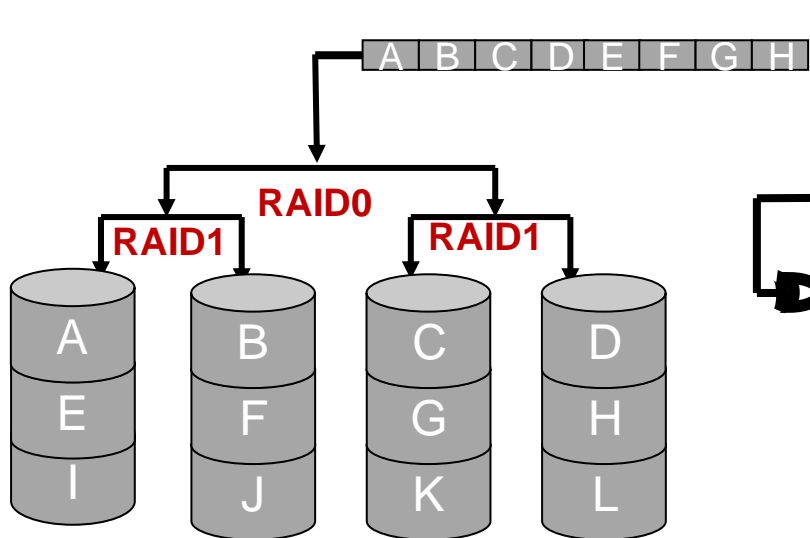
斜向校验盘：DP1—DP4为各个数据盘及横向校验盘的**斜向数据**的校验信息

例： **$DP1=A1 \text{ XOR } A6 \text{ XOR } A11 \text{ XOR } A16$**

# RAID组合级别 —— RAID 10, RAID50

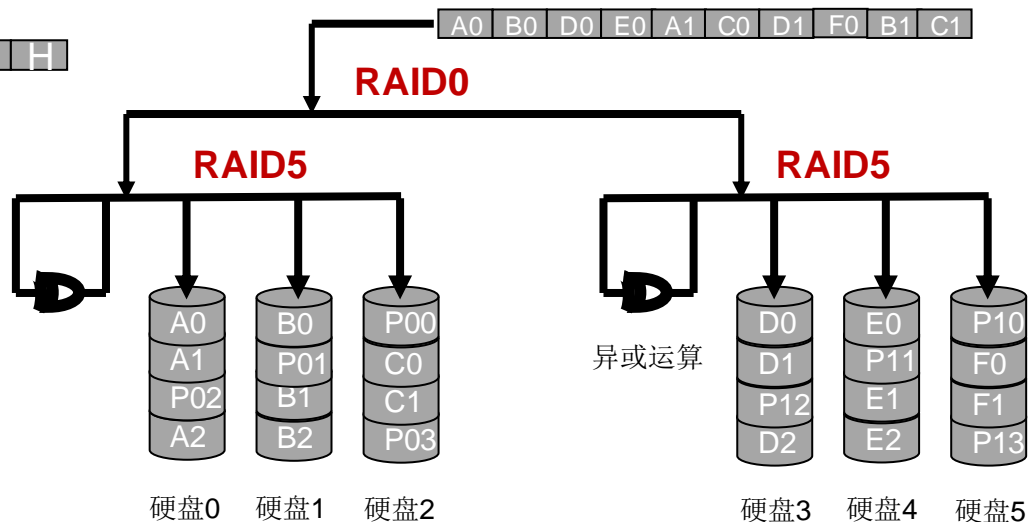
## RAID10

将镜像和条带进行两级组合的RAID级别，第一级是**RAID1**镜像对，第二级为**RAID0**。RAID10也是一种应用比较广泛的RAID级别



## RAID50

将RAID5和RAID0进行两级组合的RAID级别，最低一级是**RAID5**，第二级为**RAID0**

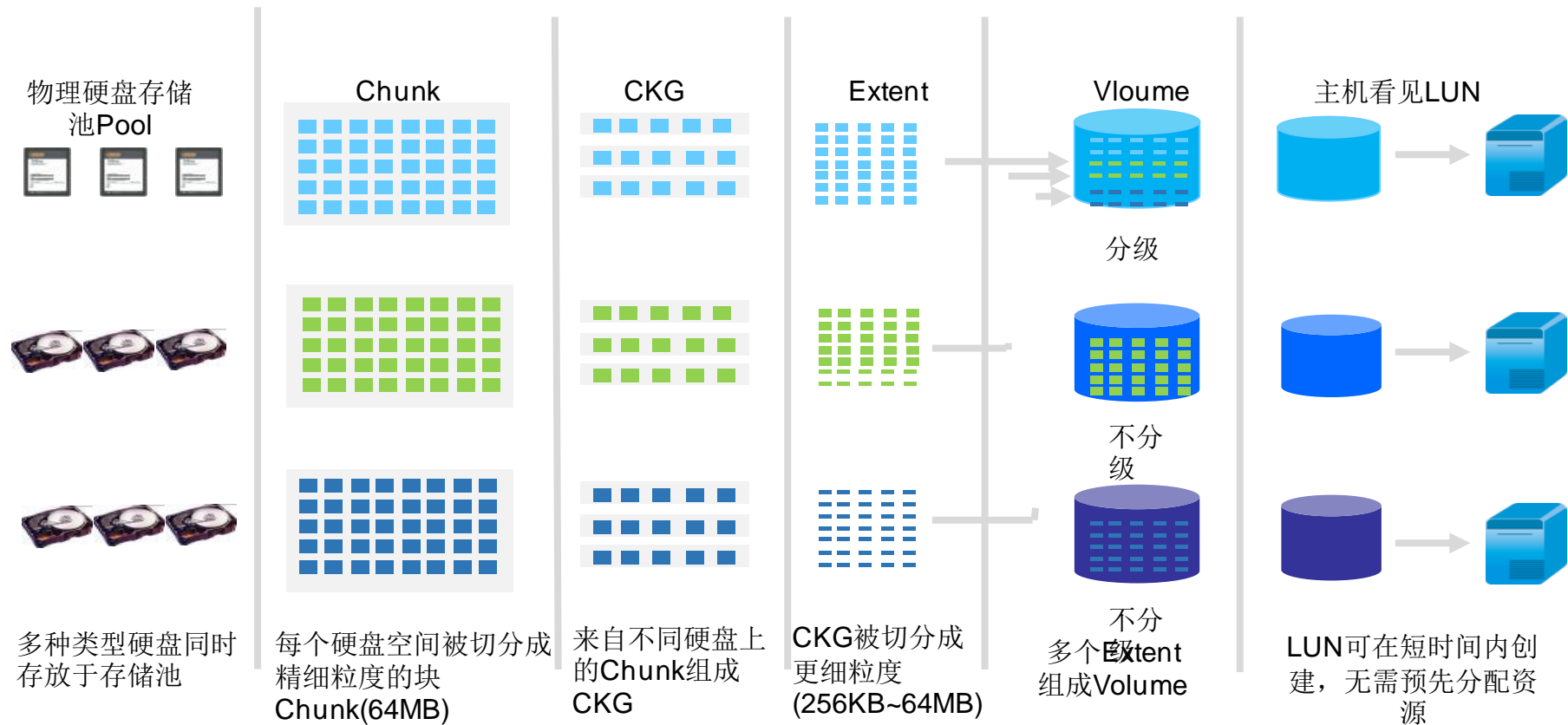




# 常见RAID级别的比较

RAID级别	RAID0	RAID1	RAID5	RAID6	RAID10
可靠性	最低	高	较高	最高	高
冗余类型	无	镜像冗余	校验冗余	校验冗余	镜像冗余
可用空间	100%	50%	$(N-1)/N$	$(N-2)/N$	50%
性能	最高	最低	较高	较高	高

# RAID2.0+: 两层虚拟化技术



# 目录

1 存储基础知识

**2 存储产品系统及软件概述**

3 存储基本解决方案介绍

4 存储业界主要厂商介绍

# 存储阵列与硬件概况

- 概述：存储阵列是把多个硬盘组成一个阵列，当作单一硬盘使用，它将数据以分段（**striping**）的方式储存在不同硬盘中，存取数据时，阵列中的相关磁盘一起动作，大幅减低数据存取时间，同时有更佳的空间利用率。常见阵列形式（以华为为例），主要有如下两种：

## 控制框和硬盘框分离



控制框

+



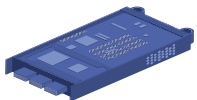
硬盘扩展框

=



存储阵列系统

## 控制器和硬盘框一体



控制器模块

+



硬盘框

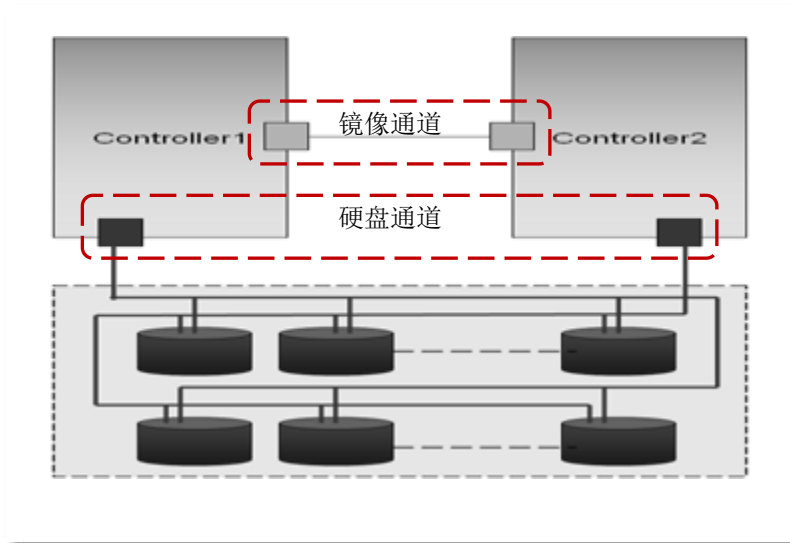
=



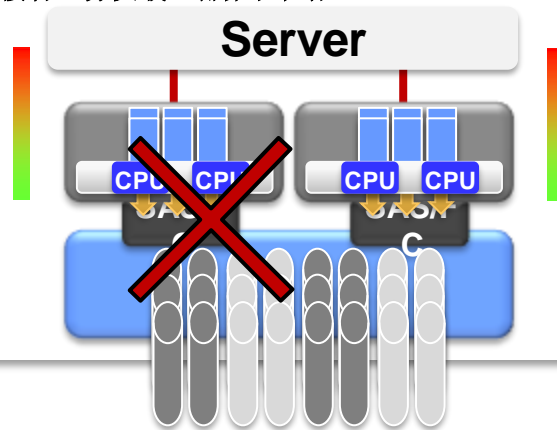
存储阵列系统

# 双控制器——主流阵列架构

- 1) 写入数据在双控CACHE中各保存两份，避免单控故障导致数据丢失。
- 2) 每个控制板的后端分别接入物理磁盘的环路——业务负载均衡，提升整体系统性能



- 将多个LUN的负载或者同一个LUN的负载均衡在两个控制器上，避免性能瓶颈
- 一控制器故障时，另一控制器在主机多路径软件配合下接管业务负载，确保不中断



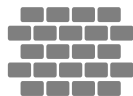
# 常见存储软件概览

存储软件，从底层的驱动、设备管理到上层的系统管理、增值软件等，种类繁多，根据功能可大致分为以下几类：



管理类

IT基础设施管理，磁盘管理



数据保护类

快照，LUN 拷贝，  
分裂镜像，远程复制，



可靠性提升类

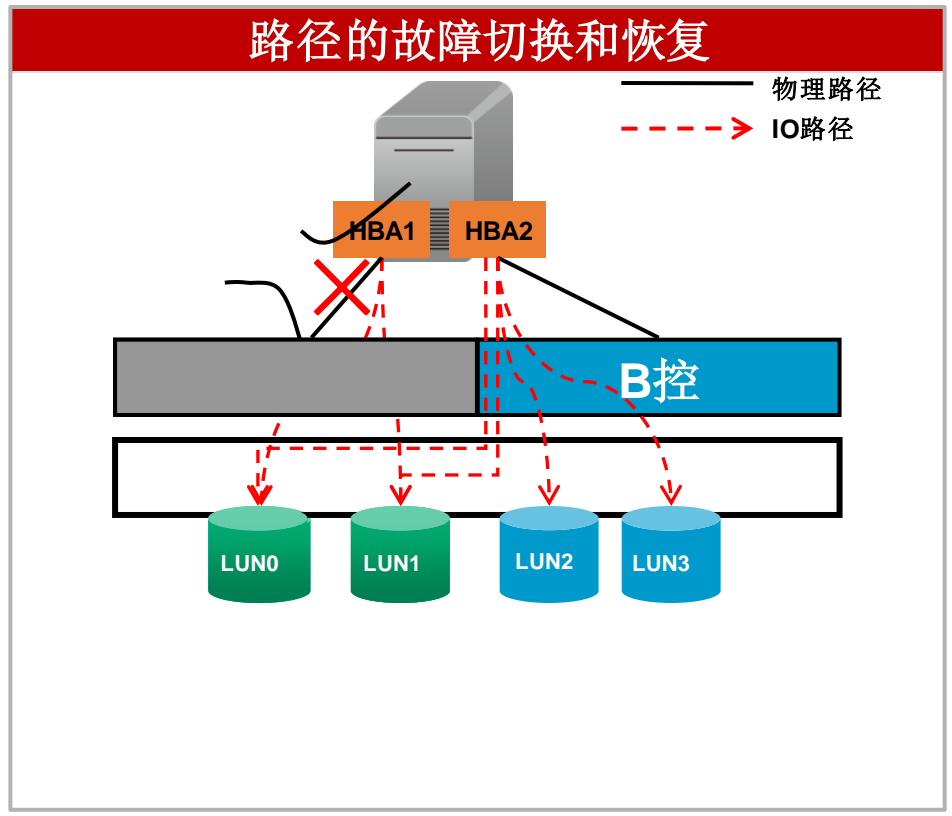
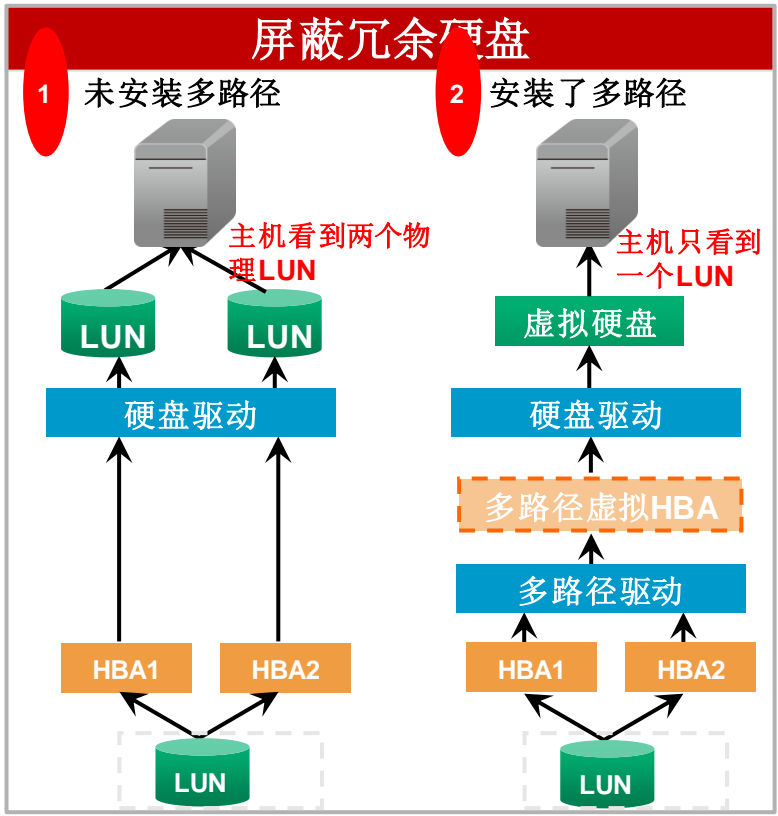
多路径软件...



效率提升类

自动精简配置，自动数据分级  
重复数据删除，服务质量控制  
缓存预取、分区，智能数据迅移

# 多路径软件保护



# 自动精简配置技术

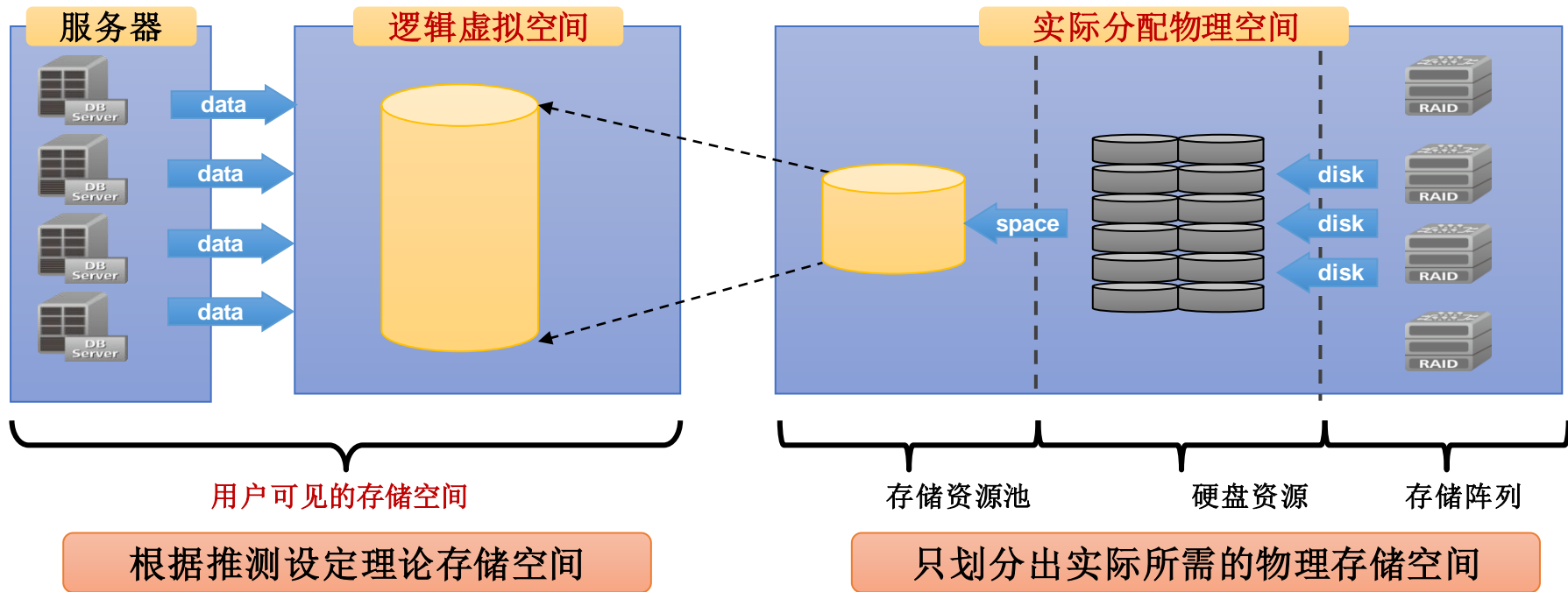
可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护

## 存储容量虚拟化





# 自动分级存储

可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护

数据访问频繁、对存取速度敏感

冷数据流动方向

数据访问频率低，无较高性能要求

热数据流动方向



- SSD硬盘，存取速度快、性能好、价格相对昂贵；
- 适合用于作为在线存储；



- FC/SAS硬盘，存取速度相对较快、价格相对适中
- 适合用于作为近线存储



- SATA/NL-SAS硬盘，存取速度相对较慢、容量较大，价格相对便宜
- 适合用于作为离线存储

# 重复数据删除技术

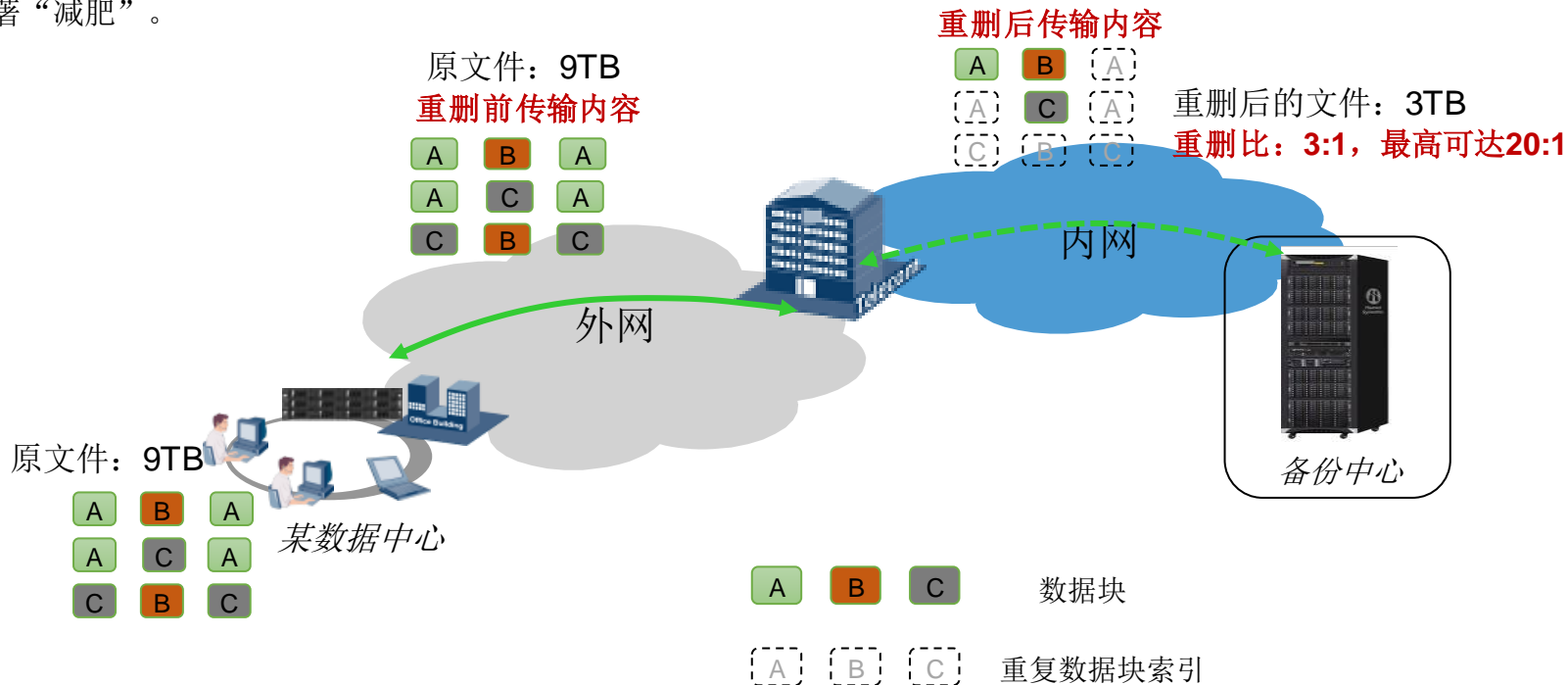
可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护

重复数据删除，顾名思义，就是删除重复数据来给系统瘦身，它是一种数据缩减技术，通常用于基于磁盘的备份系统。系统不能判断哪些信息是垃圾，却可以判断哪些信息是冗余的。通过识别这些冗余信息并作删除处理，实现了系统的显著“减肥”。



# 硬盘休眠技术

可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护

## 硬盘休眠

存储数据在生命周期内并非一直处于被访问状态，硬盘休眠技术就是让某些特定的硬盘进入“休眠状态”，来达到降低存储设备能耗，延长硬盘使用寿命、节省电力资源、减少维护成本、高效利用硬盘资源的目的。

Standby即我们所说的“休眠状态”，当有新I/O请求时，可以“唤醒”硬盘，其从Standby进入到Active状态。

### Active状态

硬盘有正常的I/O读写访问，硬盘电机与磁头均正常工作

### Idle状态

硬盘无读写操作，磁头不动，但是电机正常运转

### Standby状态

电机停转，磁头不动，硬盘正常供电系统正常工作，保证对硬盘的供电

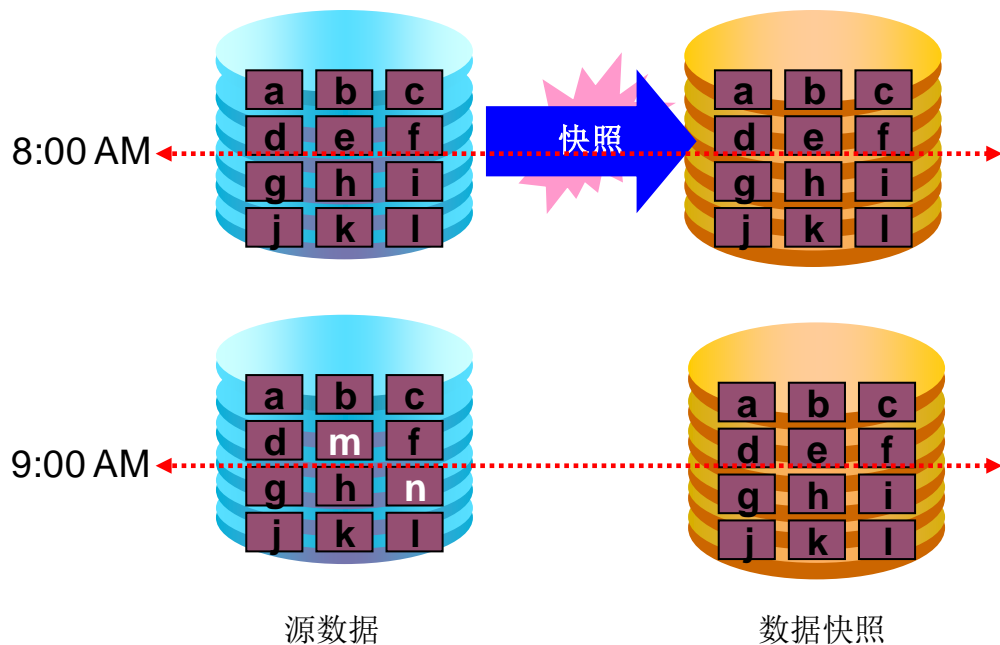
# 快照技术

可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护



快照是对指定数据集合的一个**完全可用拷贝**，该拷贝包含源数据在拷贝时间点的**静态映像**。快照可以是数据再现的一个副本或者复制。

作用：进行在线数据备份与恢复。当存储设备发生应用故障或者文件损坏时可以进行快速的**数据恢复**，将数据恢复某个可用的时间点。

价值：在不中断正常业务的前提下，快速得到一份与源文件系统或源LUN一致的数据副本。副本生成之后立即可用，并且对副本的读写操作不再影响源数据。因此通过快照技术就可以解决如**在线的备份、数据分析、应用测试**等难题。

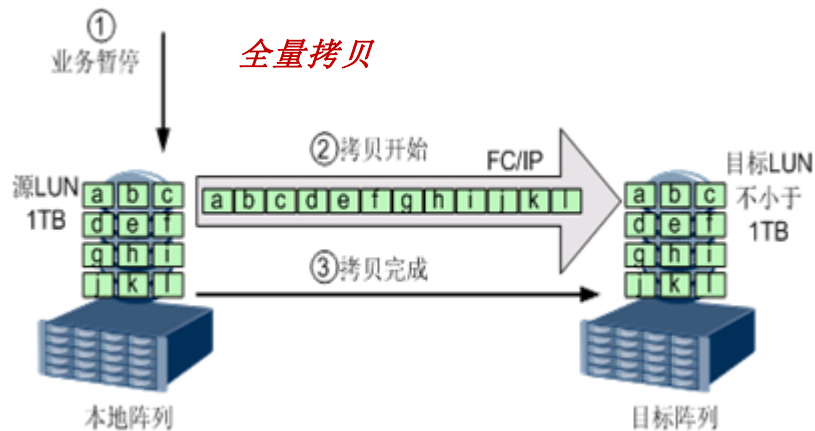
# LUN拷贝技术

可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护



**定义：**将磁盘阵列中的源LUN数据Copy到目标LUN中，主要有全量拷贝和增量拷贝两种。全量拷贝即把源LUN数据从头到尾进行一次完整的至目标LUN的拷贝。增量拷贝即在第一次启动数据初始全量拷贝后，以后每次拷贝只需将上次时间点至本次拷贝时间点之间更新的数据同步即可。

**特点：**异构存储之间拷贝

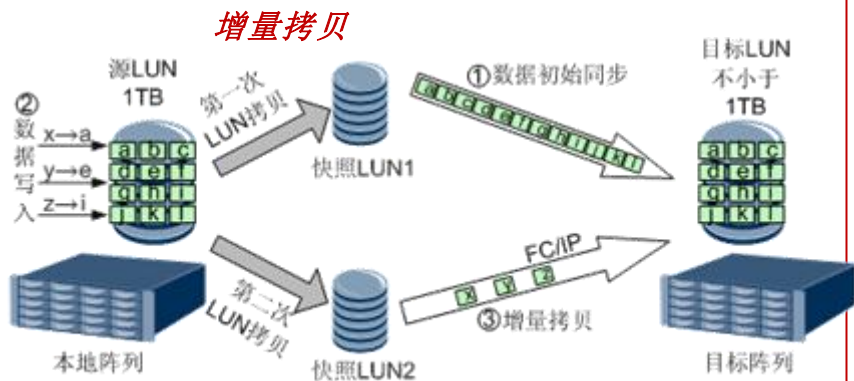
一对多拷贝

在线改变拷贝速率

FC/IP网络支持

业务无关性（增量LUN拷贝），不需中断业务

**场景：**数据迁移，数据备份



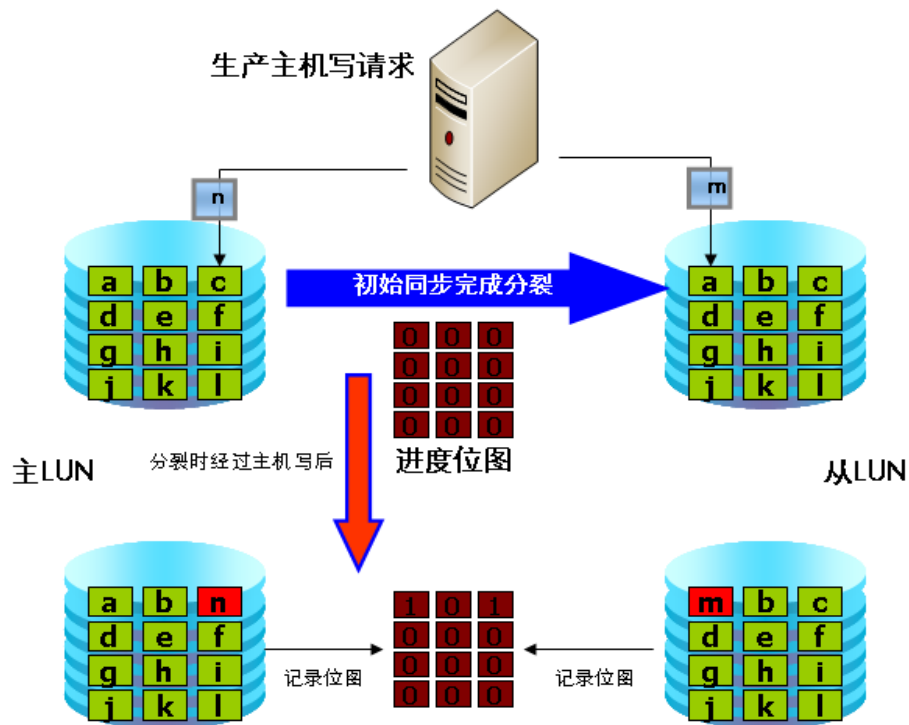
# 分裂镜像技术

可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护



**定义：**在不中断业务的前提下，为存储系统的LUN建立一份某时刻的完整物理拷贝，并且在分裂后对物理拷贝的读写操作不会影响原LUN上的数据，等同于数据克隆。

# 远程复制技术

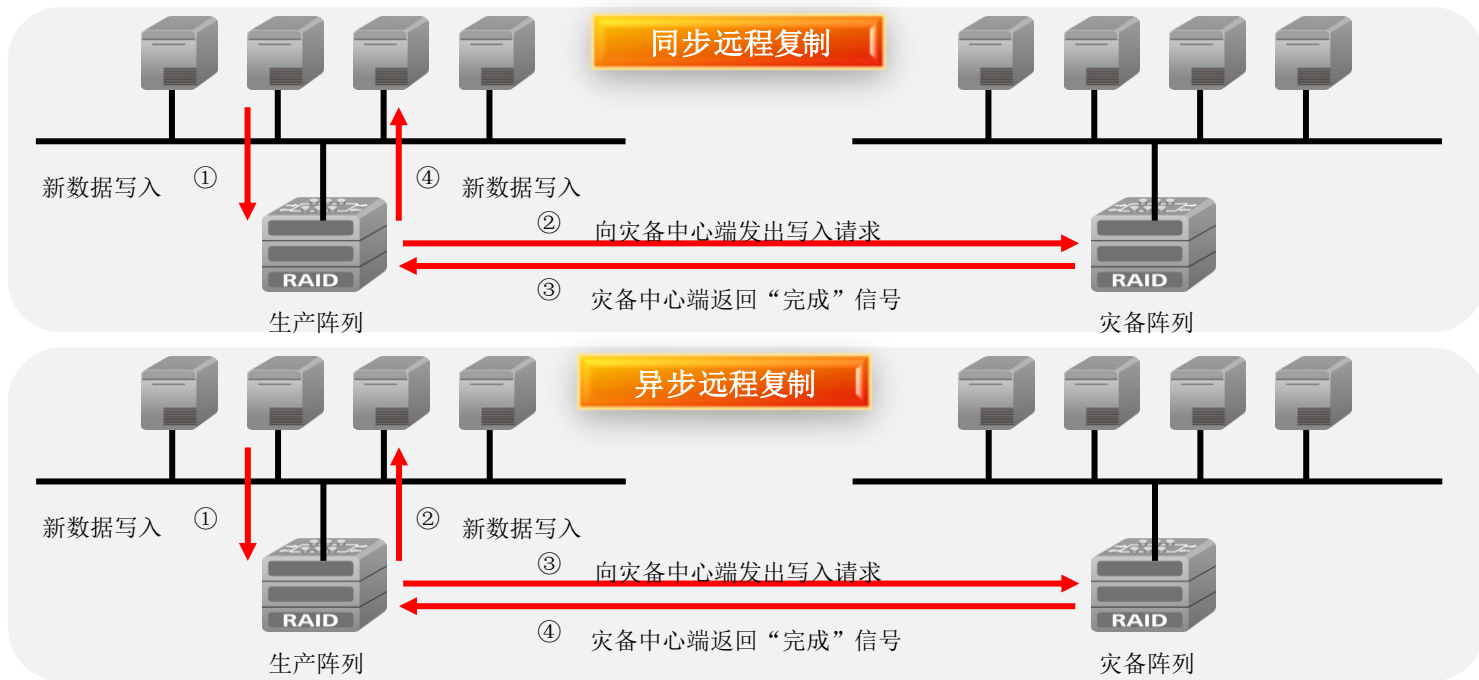
可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护

远程复制又称远程镜像，是数据镜像技术的一种，它能够在两个或多个站点维护若干个数据副本，利用长距离来避免灾难发生时的数据丢失。主要有同步远程复制和异步远程复制两种主流技术。



# 持续数据保护技术

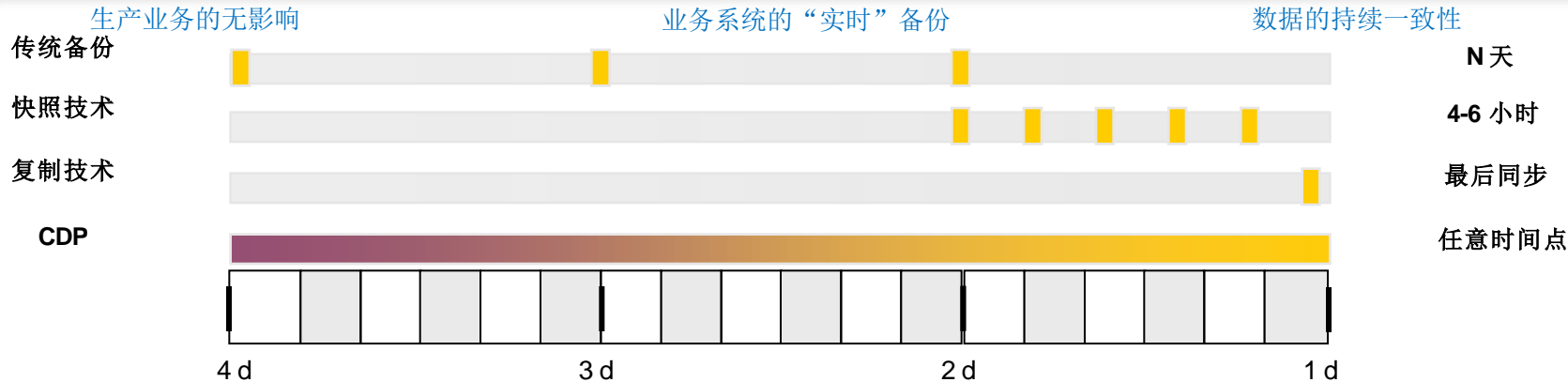
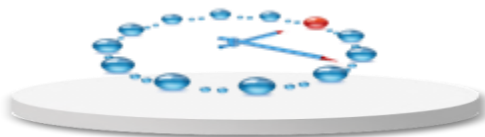
可靠性提升

效率提升

绿色节能

数据保护

**持续数据保护 (CDP)** 是一套方法，它可以捕获或跟踪数据的变化，并将其在生产数据之外独立存放，以确保数据可以恢复到过去的任意时间点。持续数据保护系统可以基于块、文件或应用实现，可以为恢复对象提供足够细的恢复粒度，实现几乎无限多的恢复时间点。





# 管理软件

1. **设备管理**，如多设备的集中管理，简单的配置向导
2. **集中监控**，如拓扑展示，实时监控系统的健康状态，多种告警上报机制等
3. **业务保障**：多维度性能统计展示，性能报表导出及查询等下图“红框”中的内容为华为**Infracontrol** 软件管理内容

面向业务和流程

云服务/运营管理

云运营门户  
运营门户

云运营BSS

用户管理

产品管理

订单管理

计费管理

云服务管理  
企业服务Portal

用户管理

服务目录

服务SLA

计量管理

运维管理

IT服务管理

服务目录

事件管理

配置管理

业务发放

服务需求

故障处理

变更管理

服务级别 (SLA)

业务保障

故障诊断/定位

业务影响分析

容量管理

业务KPI监控

面向资源

资源管理&自动控制

资源管理

资源调度

资源控制

自动部署

资产&配置管理

CMDB

资产管理

集中监控

性能

拓扑

告警

监控

自动化运维

系统配置

软件部署

机房监控 NetEco

视频监控

环境监控



Modularized equipment room



Container shelter



Server



Storage

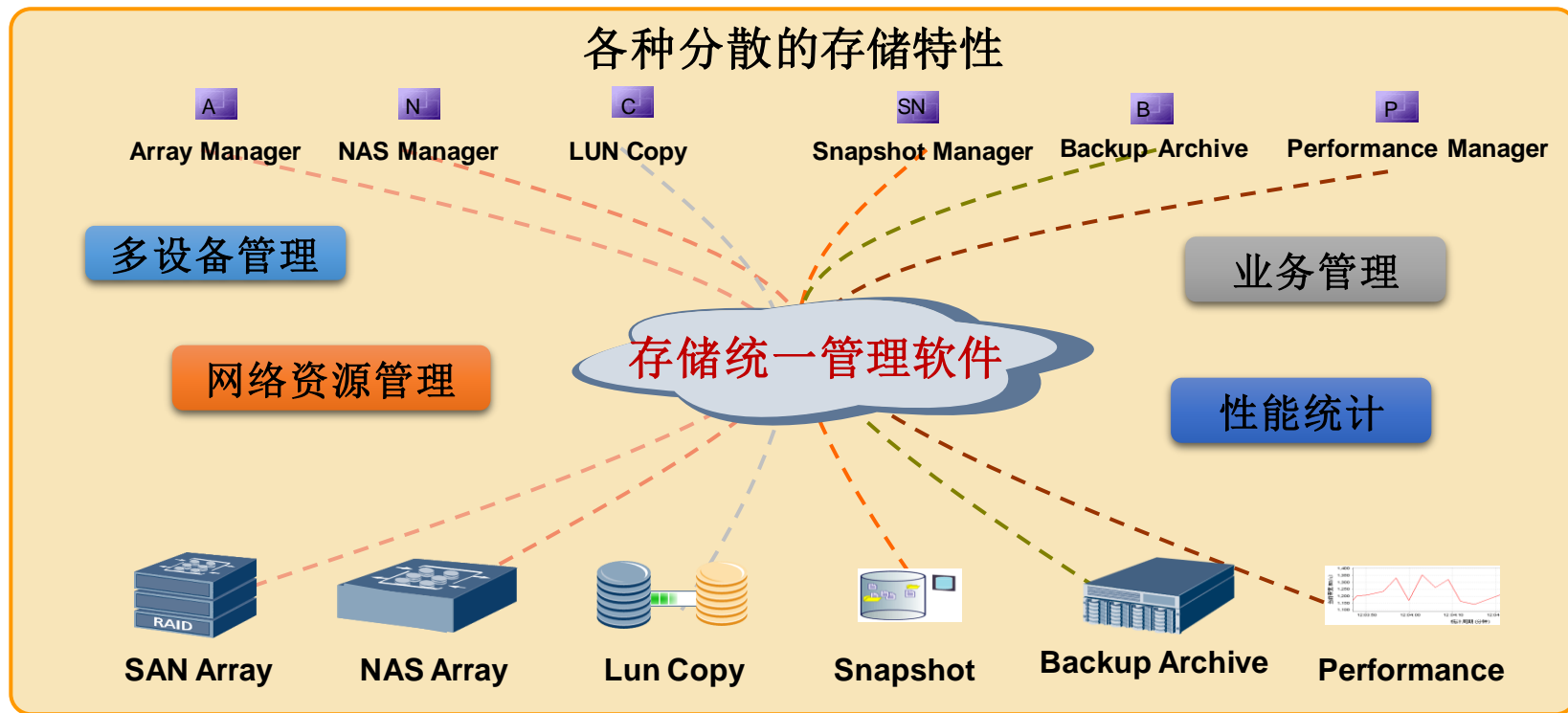


Network



Security

# 存储统一管理软件



# 目录

1 存储基础知识

2 存储产品系统及软件概述

**3 存储基本解决方案介绍**

4 存储业界主要厂商介绍

# 集中存储解决方案

基础方案

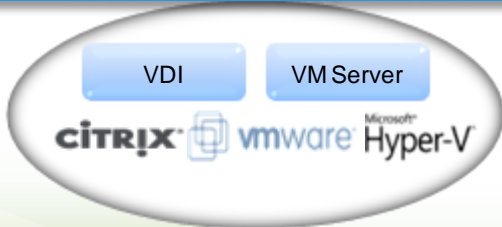
数据灾备

Unstructured data applications



NFS/CIFS/FTP/HTTP

Virtual machine applications



CIFS/NFS/iSCSI/FC/FCoE

Structured data applications



iSCSI/FC/FCoE



NAS



Unified Storage



SAN

# 灾备概述

基础方案

数据灾备

**灾难备援**，是指利用科学的技术手段和方法，提前建立系统化的数据应急方式，以应对灾难的发生。其内容包括数据备份和系统备份，业务连续规划、人员架构、通信保障、危机公关，灾难恢复规划、灾难恢复预案、业务恢复预案、紧急事件响应、第三方合作机构和供应链危机管理等等。

## BW(Backup Window)

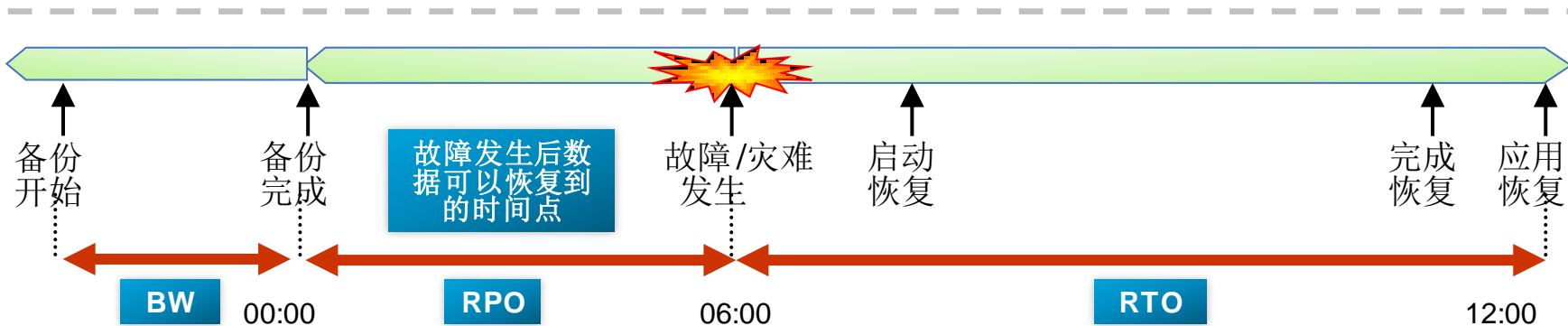
一个工作周期内留给备份系统进行备份的时间长度

## RPO (Recovery Point Objective)

客户可以承受的最大数据丢失量

## RTO (Recovery Time Objective)

客户可以承受的最长停机时间



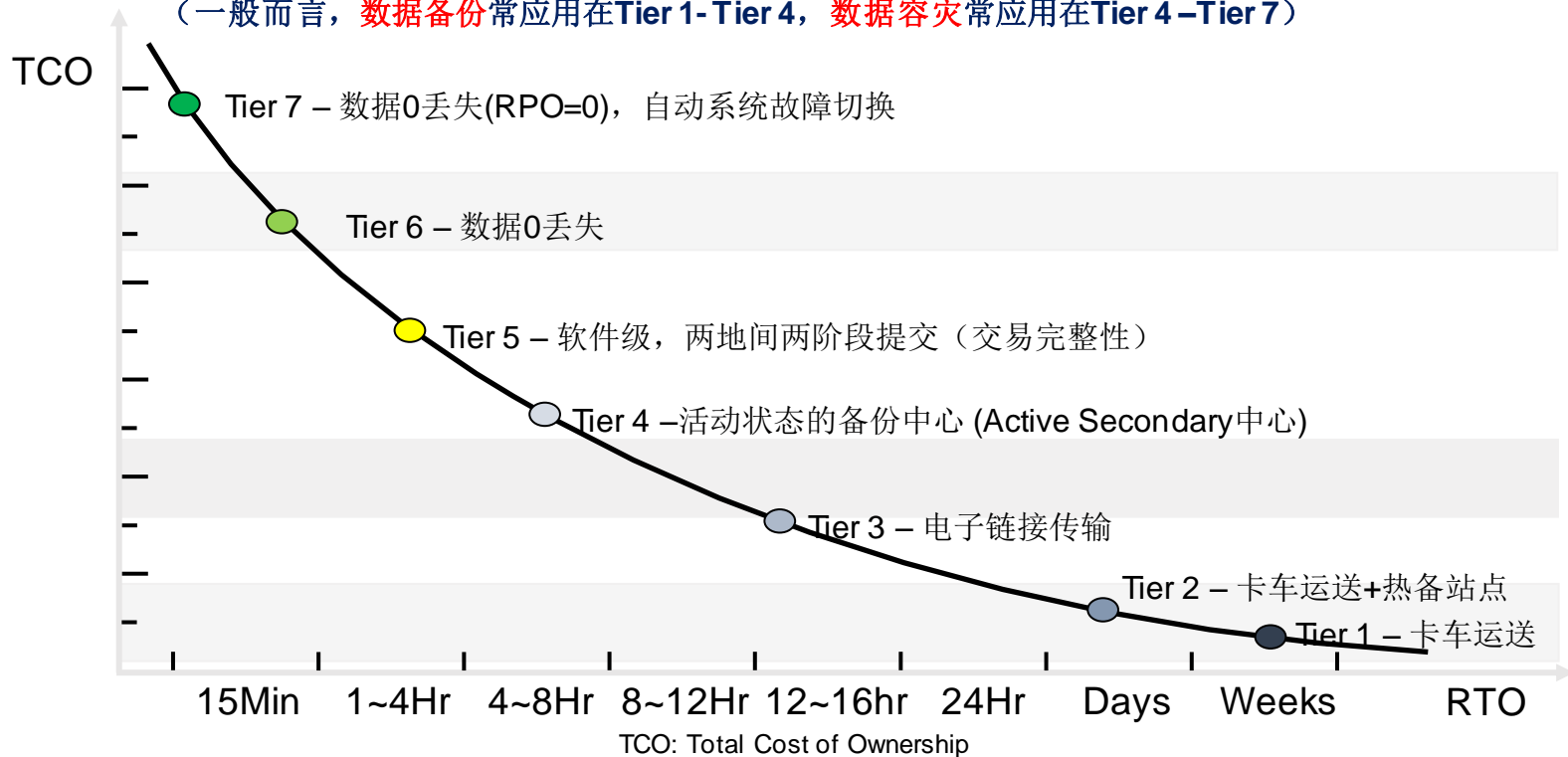
# 灾备系统建设的国际标准

基础方案

数据灾备

SHARE 78国际标准将系统容灾级别划分为如下7级:

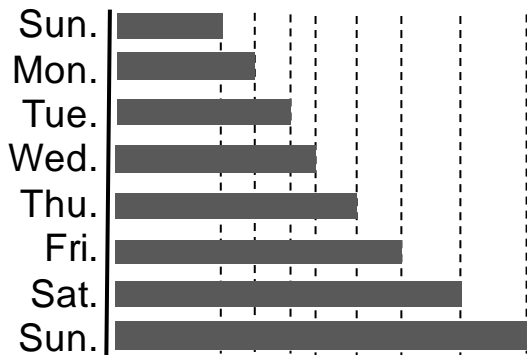
(一般而言, **数据备份**常应用在Tier 1-Tier 4, **数据容灾**常应用在Tier 4-Tier 7)



# 典型的备份类型

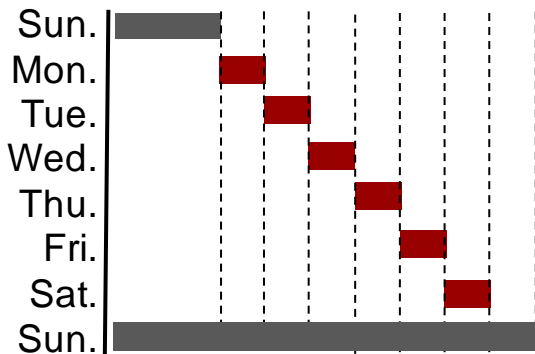
备份举例说明：完全备份时每天都做全备份；而增量备份和差异备份策略是：周日做一次全备份，一周7天为1个备份周期

## 完全备份



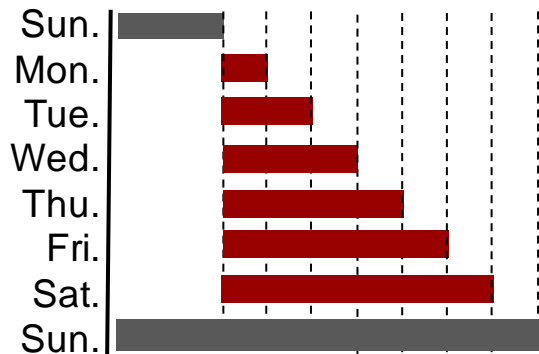
✓每天全备份

## 增量备份



✓每周一次全备份  
✓本周其余每天备份与上次备份的差异部分

## 差异备份



✓每周一次全备份  
✓本周其余每天备份与全备份的差异部分

# 典型备份组网拓扑:LAN-Base

基础方案

数据灾备

## 描述

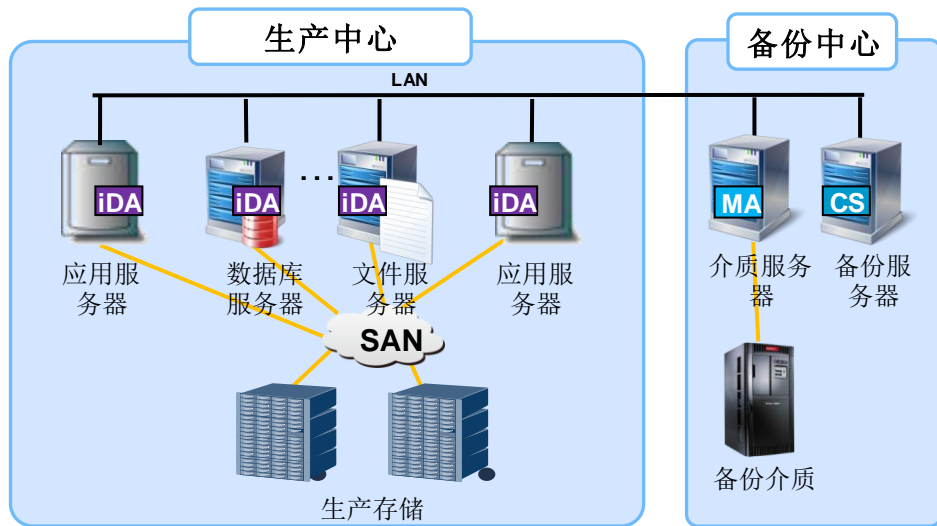
- 备份数据流通过已有的LAN网络进行传输

## 优点

- 充分利用已有网络，节省投资
- 对设备的要求较低

## 缺点

- 占用较大的现有网络带宽
- 备份性能受限
- 对主机应用有一定影响



LAN-Base Network Structure



# 典型备份组网拓扑:LAN-Free

基础方案

数据灾备

## 描述

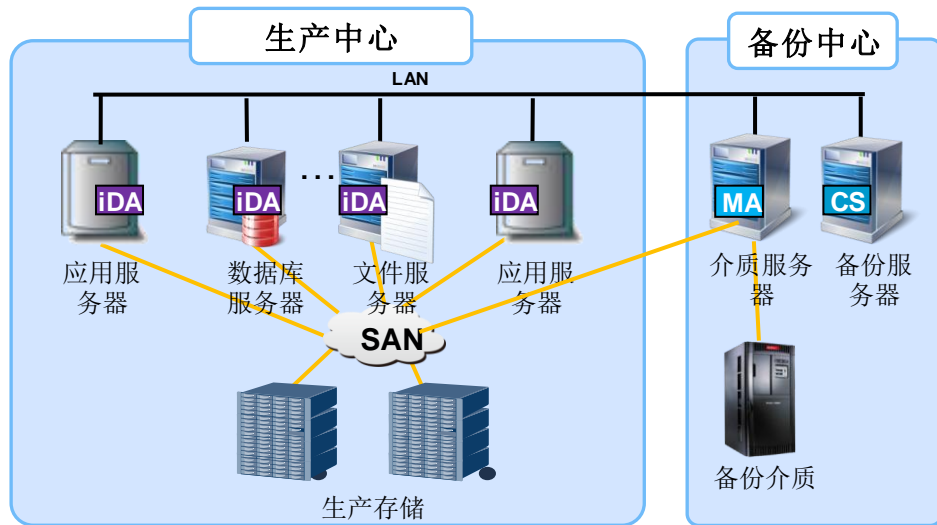
- 备份数据流通过SAN网络进行传输

## 优点

- 对业务主机影响小
- 对现有业务网络影响小
- 备份性能好

## 缺点

- 增加了对网络的投资
- 对设备要求较高



LAN-Free Network Structure

- CS 备份服务器
- MA 介质服务器
- iDA 备份客户端代理
- IP
- FC

# 典型备份组网拓扑:Server-Free

基础方案

数据灾备

## 描述

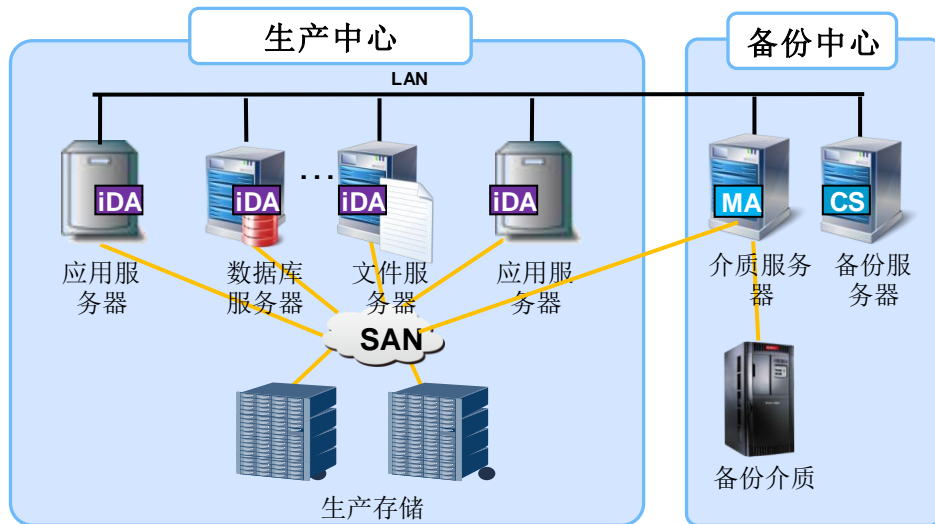
- 备份数据流直接通过介质服务器经由独立SAN网络进行传输

## 优点

- 对业务主机几乎无影响
- 对现有业务网络几乎无影响
- 备份性能好，依赖于SAN网络

## 缺点

- 对网络的投资较大
- 对设备要求高



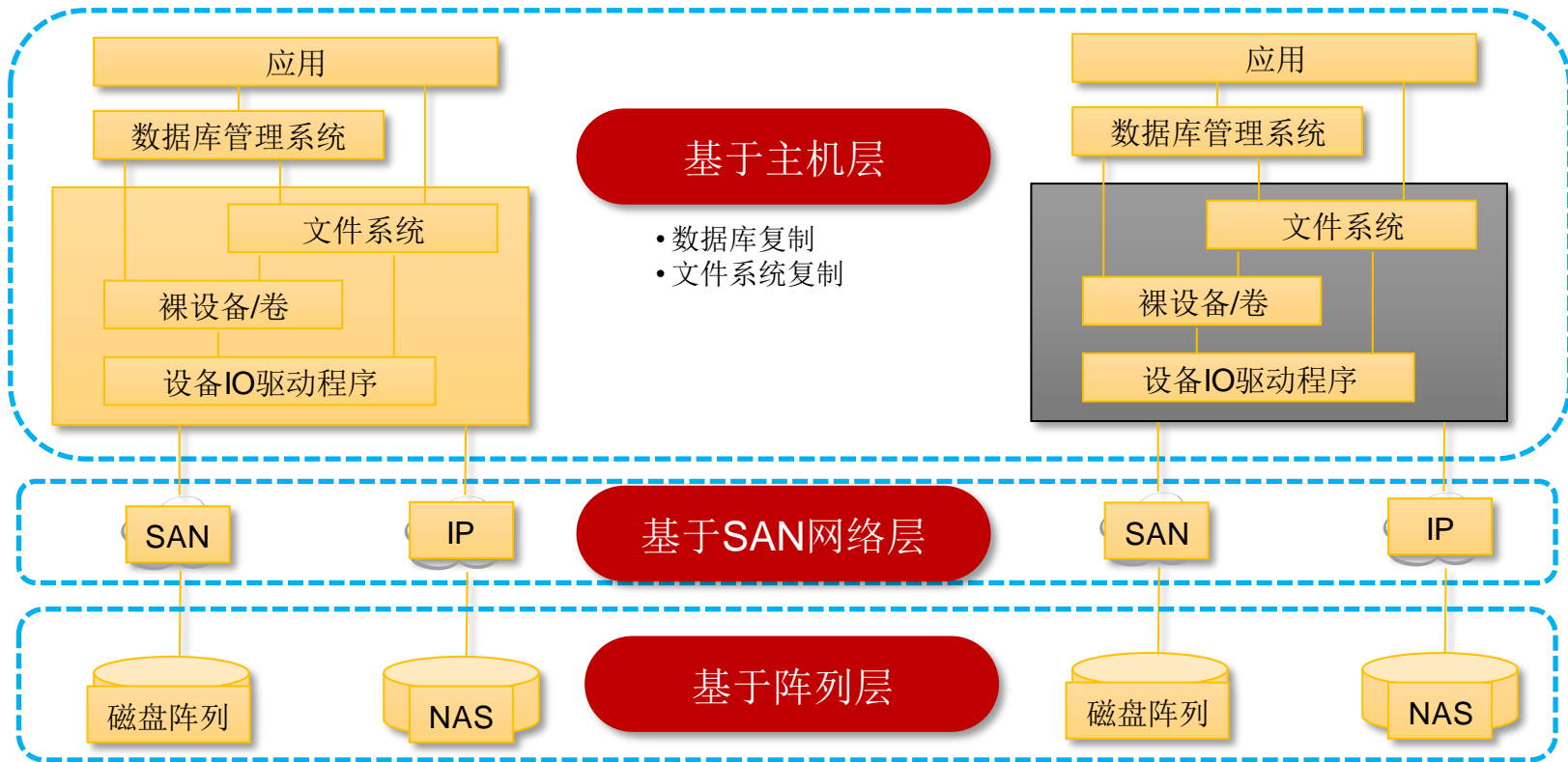
Server-Free Network Structure



# 容灾技术方案的选择

基础方案

数据灾备



# 业界存储厂商总体情况

市场方面，EMC、NetApp长期占据市场主要份额，接下来的依次是IBM, NetApp, HDS, HP等厂商  
各个厂商基本特点：

- EMC通过精确收购，构建了完整的存储解决方案，其高端存储阵列品牌和市场占有率很高，DELL收购EMC，完成产品整合和重组，2020年，发布PowerStore产品，发力超融合VxRail和混合云解决方案。
- IBM的存储结合其小型机，业务咨询能力，在行业垂直解决方案有充分的优势；
- NetApp抓住非结构化数据存储的发展机会，基于统一的Data ONTAP平台，提供了丰富的软件功能及灵活性，有很多的差异化亮点，NetApp收购SolidFire，但一直不温不火；
- HDS存储的最大特点是高性能、高稳定性，在高端存储领域一直领先。
- HP的主要特点是渠道优势、商务较好，现状主推3PAR系列。

国内华为在存储领域有十年投入，华赛回归华为后加大了投入力度。华为吸取了业界的经验，突出的特点是硬件平台统一，软件平台统一，便于持续发展和存储方案整合。浪潮、H3C、曙光都建立完备的存储产品线。