



6.4 并行I/O : RAID盘阵

国防科技大学计算机学院 刘 芳

计算机系统总体性能的提高很不匹配

- 处理器和主存性能改进快
- 辅存性能改进慢

6.4 并行I/O : RAID盘阵



假定某基准程序运行时间为100s，其中90s是CPU时间，剩余的是磁盘I/O时间。若处理器数目每两年增长一倍，但处理器的速度保持不变，I/O性能保持不变，那么6年后运行该程序需要耗费多少时间？

解：程序运行耗费时间=CPU时间+I/O时间，

- $100s = 90s + \text{I/O时间}$ ，I/O时间=10s
- 6年后程序运行耗费时间
= CPU时间 + I/O时间 = 11s + 10s = 21s
- CPU性能的提高： $90s/11s = 8$ (倍)
- 程序运行速度提高： $100/21=4.7$ (倍)

第n年后	CPU时间	I/O 时间
0	90s	10s
+2	45s	10s
+4	23s	10s
+6	11s	10s

6.4 并行I/O : RAID盘阵



假定某基准程序运行时间为100s，其中90s是CPU时间，剩余的是磁盘I/O时间。若处理器数目每两年增长一倍，但处理器的速度保持不变，I/O性能保持不变，那么6年后运行该程序需要耗费多少时间？

解：程序运行耗费

- $100s = 90s + I/O$
- 6年后程序运行时间 = CPU时间 + I/O时间
- CPU性能的提高
- 程序运行速度

第n年后	CPU时间	I/O 时间	耗费时间	I/O时间(%)
0	90s	10s	100s	10%
+2	45s	10s	55s	18%
+4	23s	10s	33s	31%
+6	11s	10s	21s	47%

计算机系统总体性能的提高很不匹配

- 处理器和主存性能改进快
- 辅存性能改进慢



廉价磁盘冗余阵列 (**R**edundant **A**rray of **I**nexpensive **D**isks , **RAID**)

- UC, Berkeley : David A. Patterson
- RAID0~RAID6

存储容量

读写速度

可靠性

RAID的基本思想

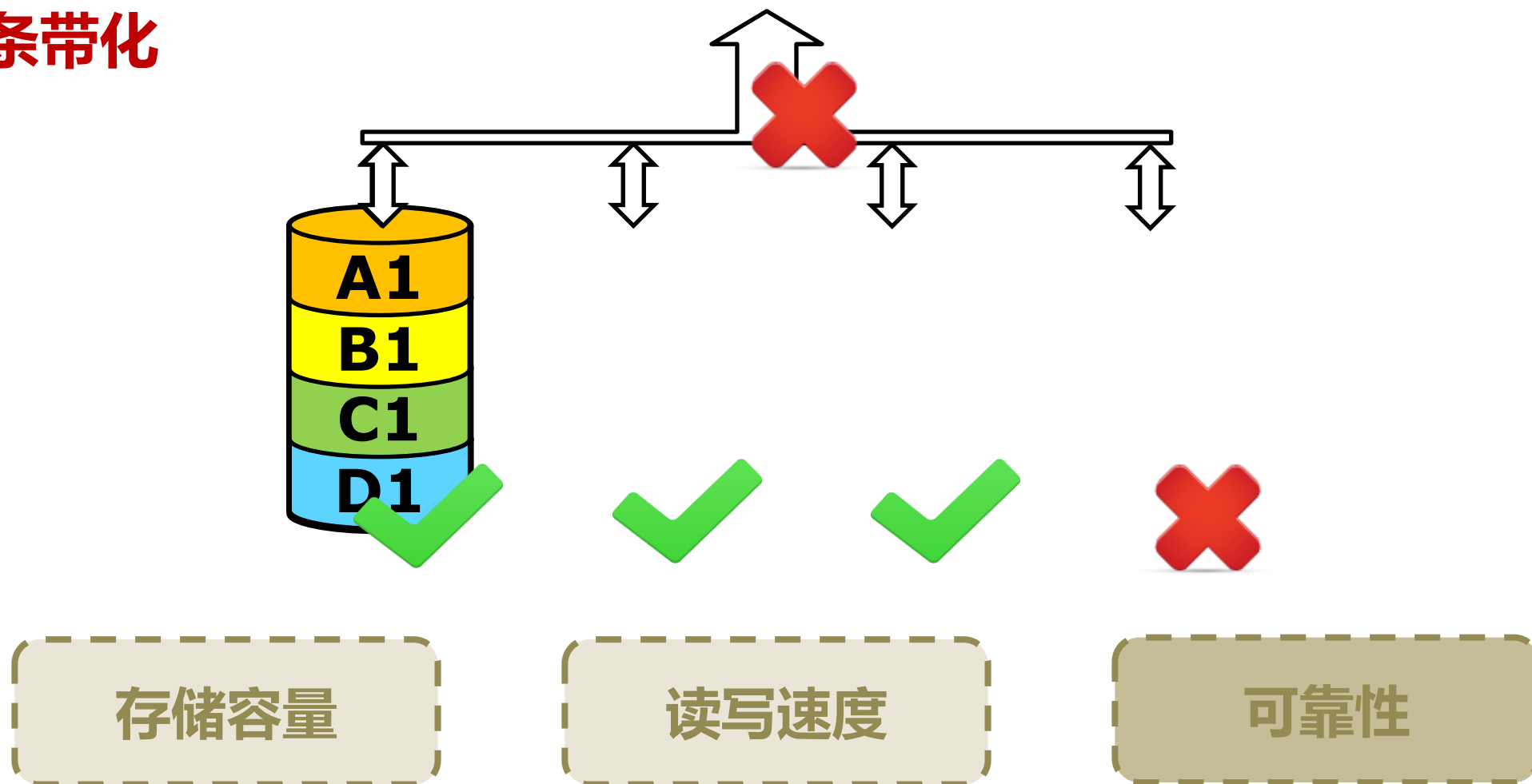
将多个具有独立操作的廉价磁盘按某种方式组织成一个磁盘阵列(Disk Array), 以**增加容量**, 利用类似于主存中的多体交叉技术, 将数据存储在多个盘体上, 让这些盘并行工作来**提高数据传输速度**, 并采用冗余(redundancy)磁盘技术来进行错误恢复(error correction)以**提高系统可靠性**(reliability)

- RAID是一组物理盘, 操作系统将其视为单个逻辑盘
- 独立冗余磁盘阵列RAID: Redundant Arrays of **Independent** Disks, 独立磁盘构成的具有冗余能力的阵列

6.4 并行I/O : RAID盘阵

RAID 0

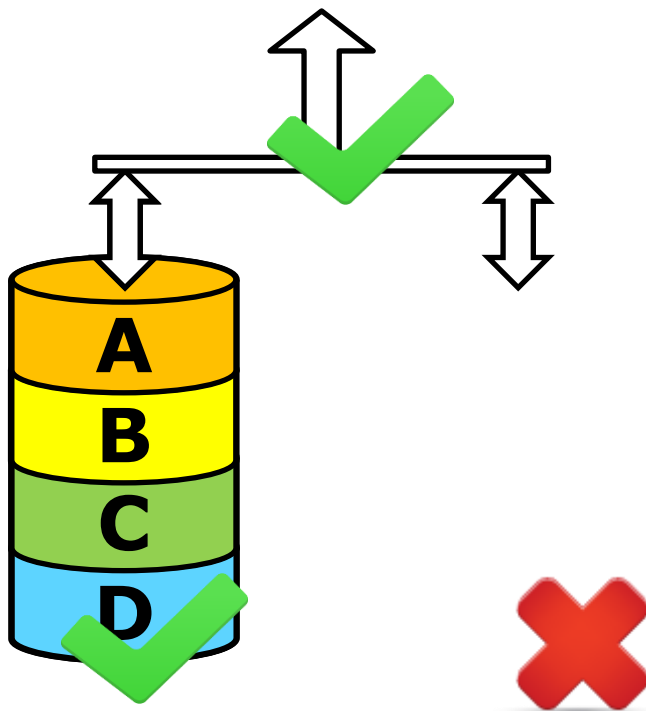
■ 条带化



6.4 并行I/O : RAID盘阵

RAID 1

■ 镜像盘实现1+1冗余



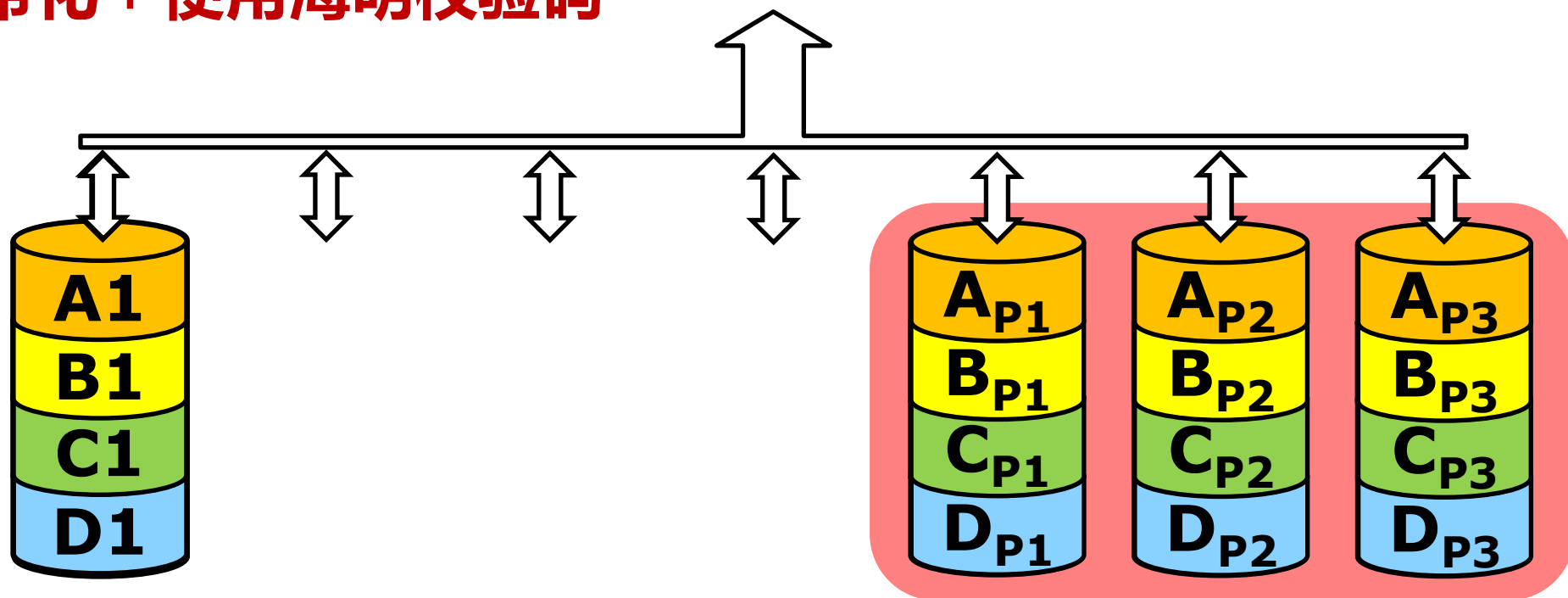
存储容量

读写速度

可靠性

RAID 2

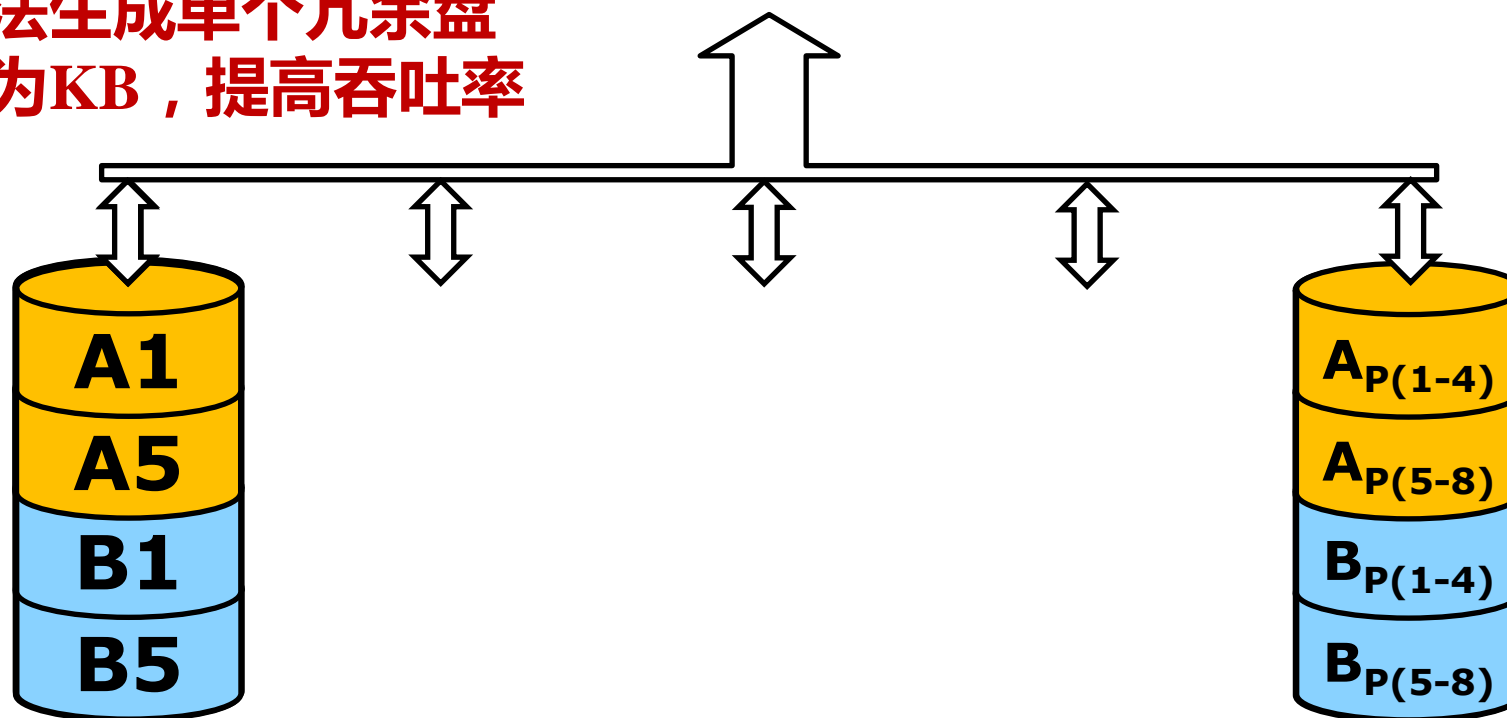
■ 条带化 + 使用海明校验码



- 采用海明码，冗余信息开销大
- 读操作性能高(多盘并行)、写操作时要同时写数据盘和校验盘

RAID 3

- 奇偶校验法生成单个冗余盘
- 条区增大为KB，提高吞吐率

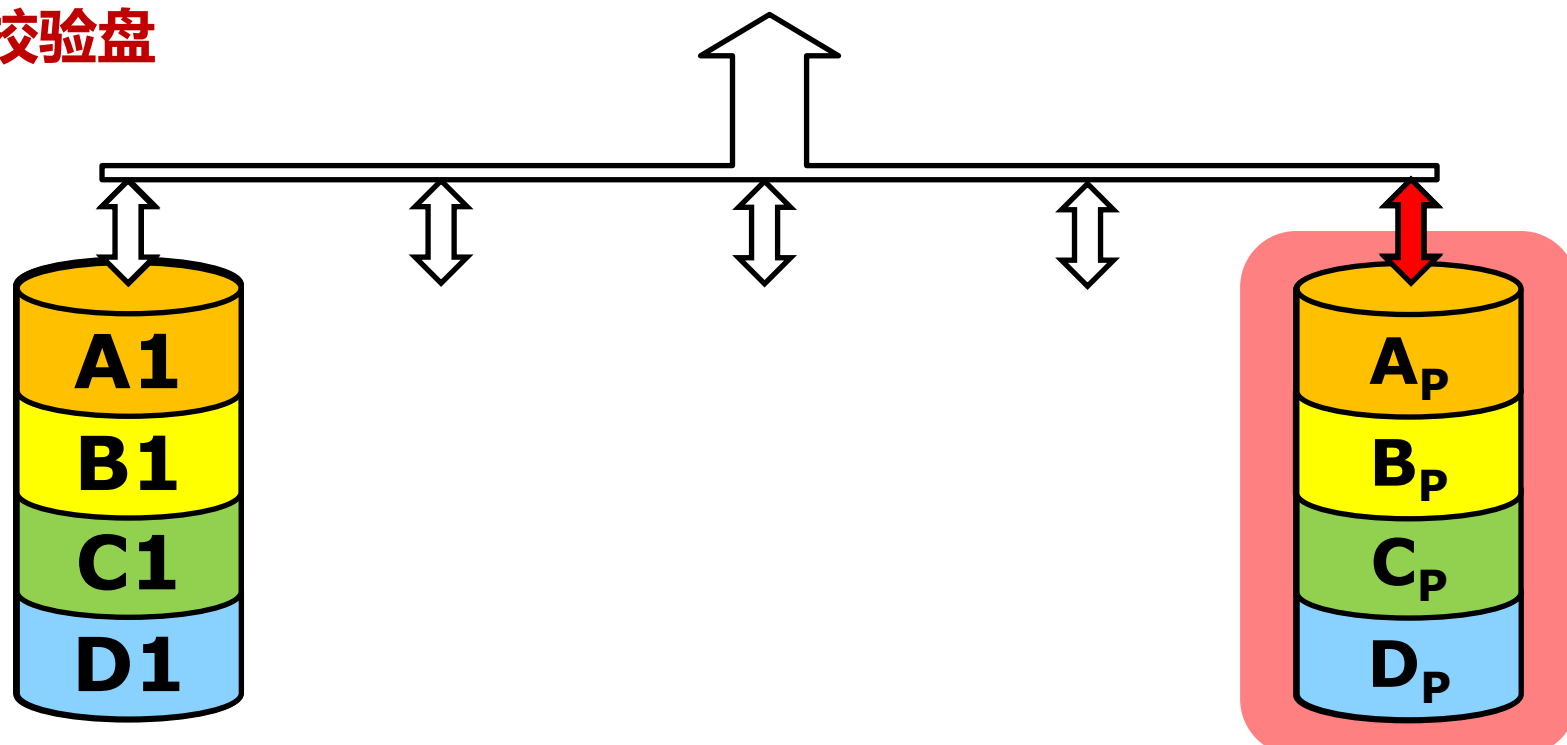


- 适用于大量顺序数据访问的应用场合，如：医学、图像处理等
- 某个磁盘损坏时，可以通过其它磁盘重新生成

6.4 并行I/O : RAID盘阵

RAID 4

- 独立存取技术，使用更大条区，各个盘相互独立访问，并发I/O
- 共享的校验盘

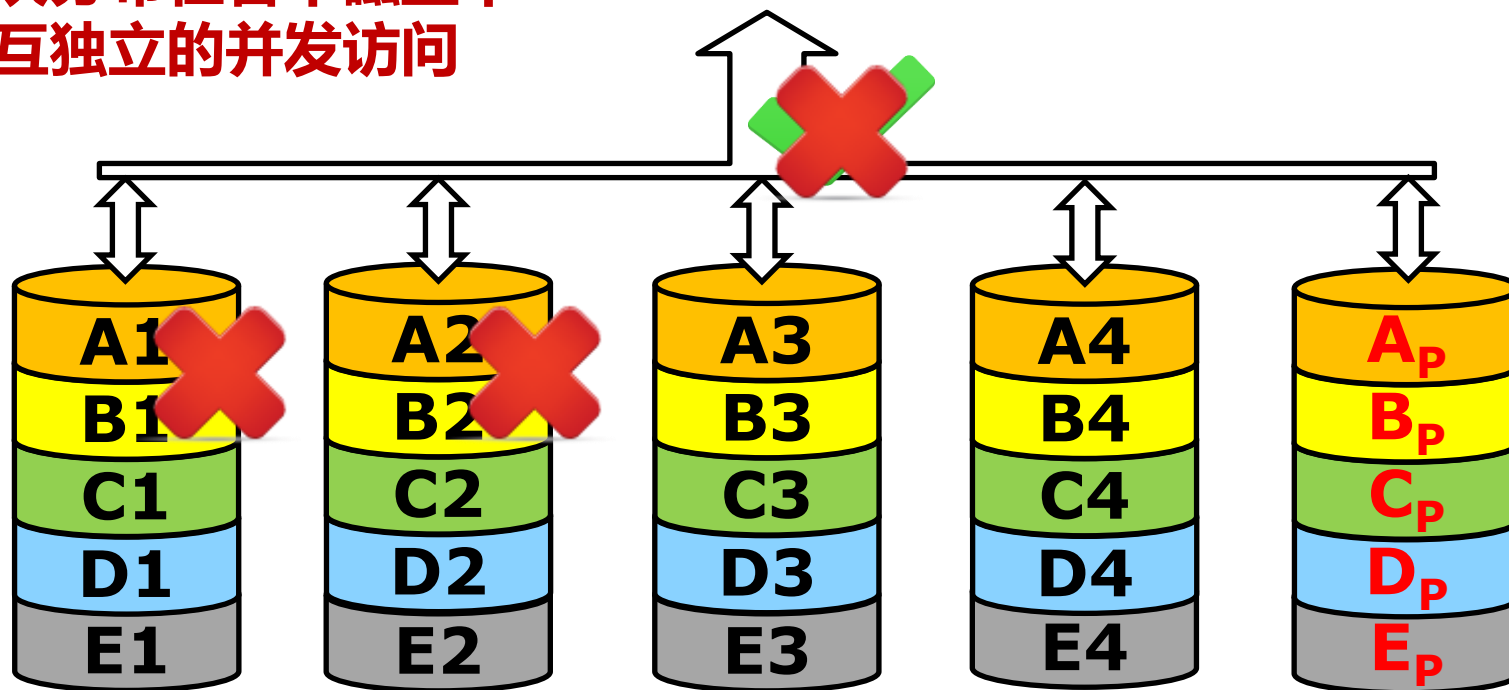


- 适合于较小的数据访问，允许并发地发生多个独立访问
- 多个并发写时，唯一的共享校验盘成为性能瓶颈，应用不广泛

6.4 并行I/O : RAID盘阵

RAID 5

- 奇偶校验块分布在各个磁盘
- 各个盘相互独立的并发访问



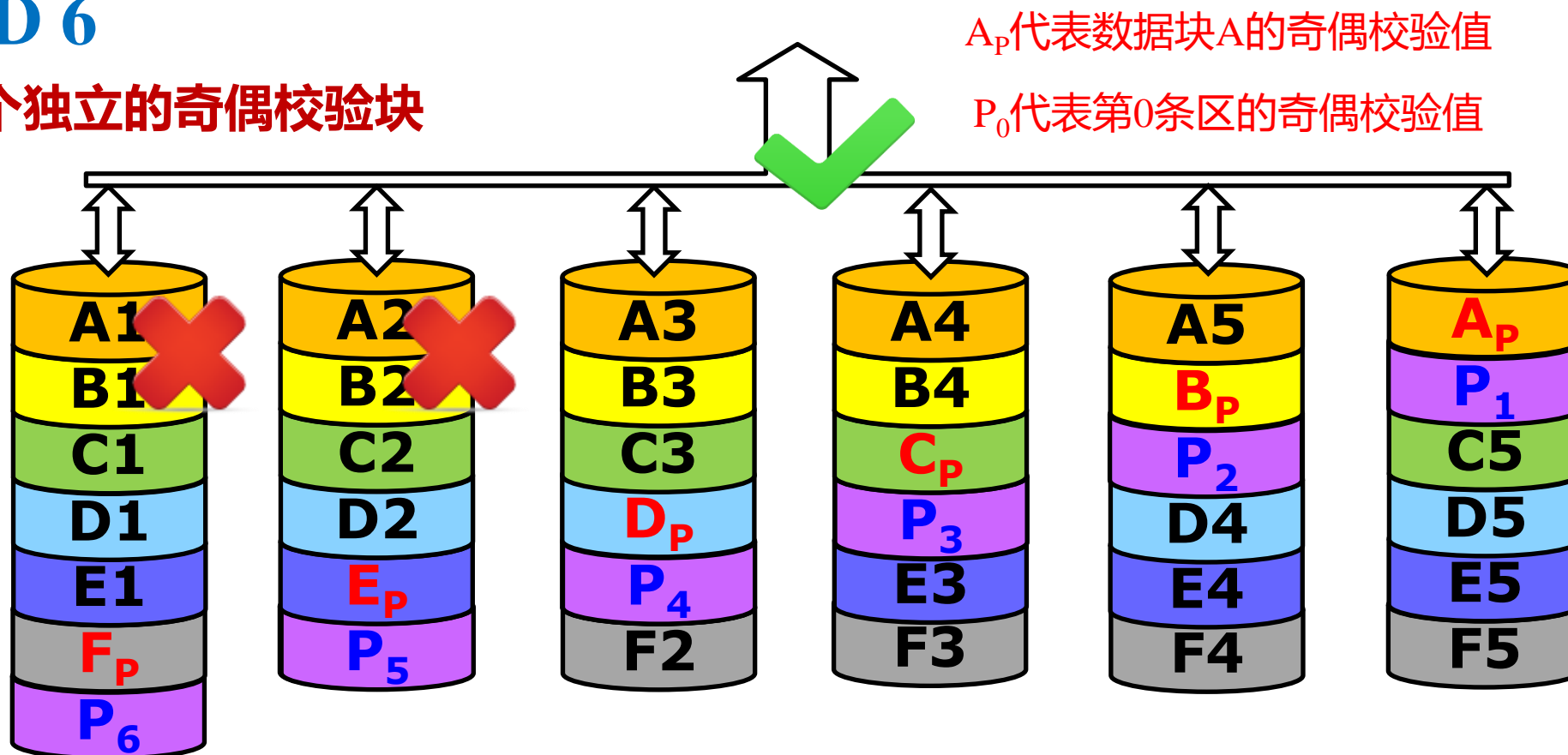
- RAID5兼顾存储性能、数据可靠性和存储成本，广泛应用于文件和应用服务器、数据库服务器、万维网、邮件服务器等
- RAID5可以对单盘失效进行恢复



6.4 并行I/O : RAID盘阵

RAID 6

■ 两个独立的奇偶校验块



- 两个独立的奇偶校验系统，数据可靠性非常高，可以容两块磁盘同时出错
- 校验开销更大、写性能较差、复杂的控制方式，限制了RAID6的广泛应用

RAID盘阵：用来改进I/O性能

- RAID 1 and RAID 5 广泛用于服务器，约80% 服务器磁盘采用RAID
- RAID 0+1 (镜像) –同时拥有RAID0的超凡速度和RAID1的数据高可靠性，用于银行、金融、商业超市等
- RAID 3 适用于大量顺序数据访问的应用
- RAID 4 校验盘成为瓶颈，应用少