

计算机组成原理

Principle of Computer Organization

➤ 第七章 外围设备

Peripheral Equipments

北京邮电大学
计算机学院

戴志涛



北京邮电大学

计算机学院

2021/6/15

1

本章内容



- 概述
- 显示设备
- 辅助存储器
 - 硬盘



外部设备概述

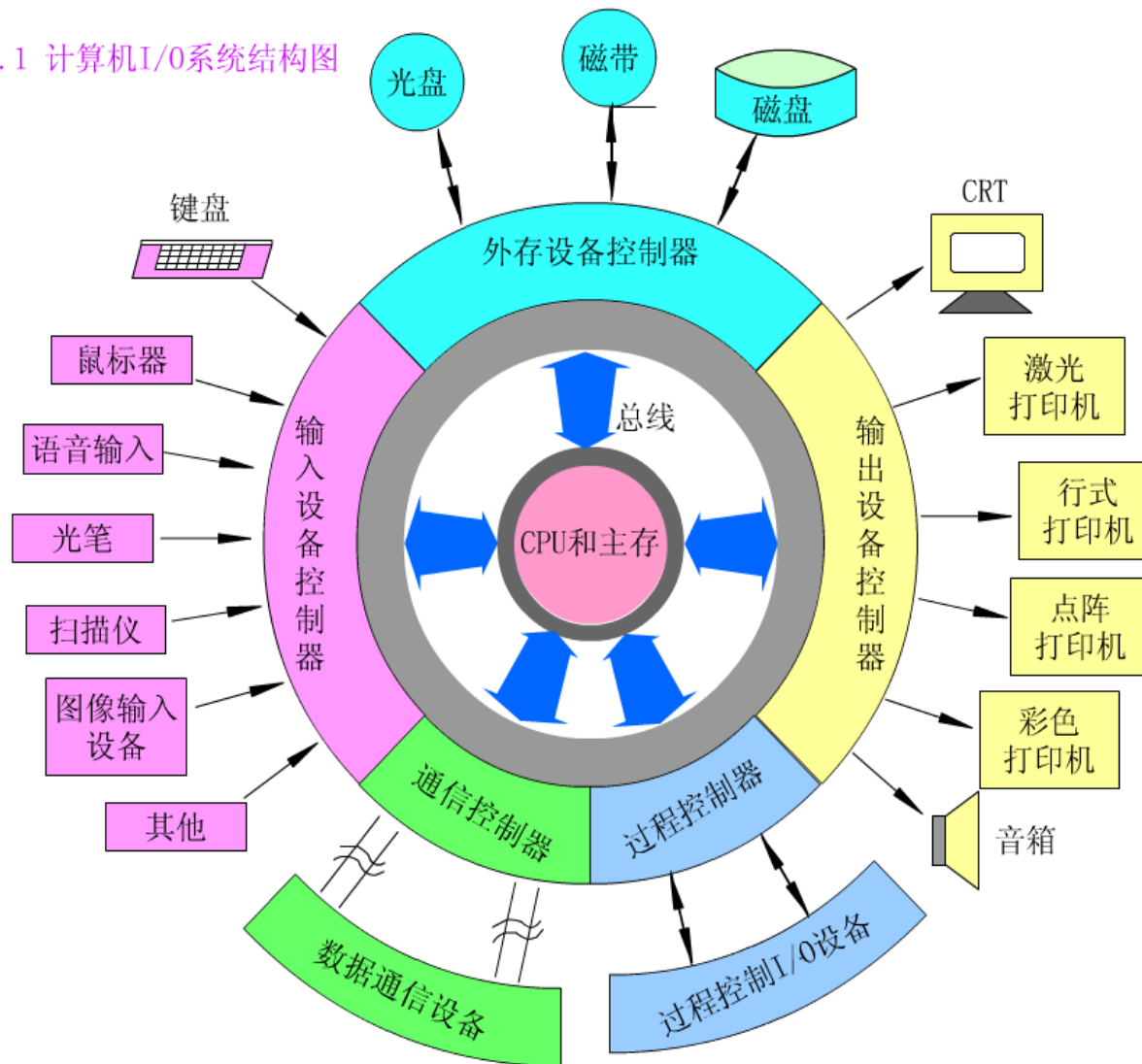


- 主机：CPU+内存
- 外部设备（外围设备，外设）：主机以外的大部分硬设备
- 外围设备的功能：
 - ❑ 在计算机和其他机器之间，以及计算机与用户之间建立联系
- 外围设备的作用：
 - ❑ 利用各种手段（如光、电、磁、机械等方式）将外部信息转换成二进制代码表示形式的电信号，或将二进制代码表示形式的电信号转换成外界可以接受的信息形式



外围设备的分类

图7.1 计算机I/O系统结构图



按照设备功能分类：

- 输入设备
- 输出设备
- 辅助存储设备
- 过程控制设备
- 数据通信设备



显示设备



显示设备的分类



➤按显示设备所用显示器件分类:

- ☐ LED显示器
- ☐ 数码管显示器
- ☐ 阴极射线管（CRT）显示器
- ☐ 液晶显示器（LCD）
- ☐ 等离子显示器



显示设备的分类



➤ 按显示信息的方式分类:

- 字符显示器

- 图形显示器: 显示字符和用计算机生成的图 (主观图像)

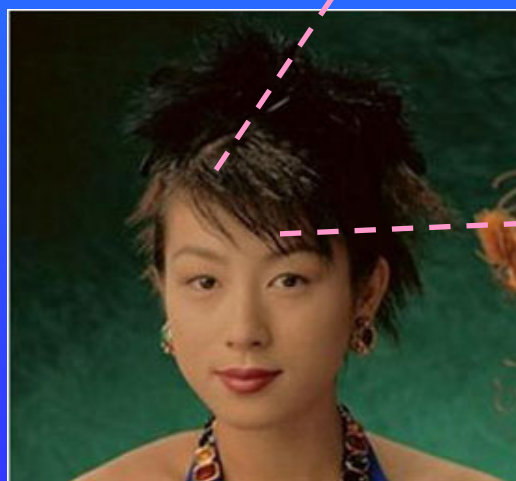
 - ⊗ 图形: 无亮暗层次变换的线条图, 一般由计算机生成

- 图像显示器: 显示由摄像机等外设生成的数字图像 (客观图像)

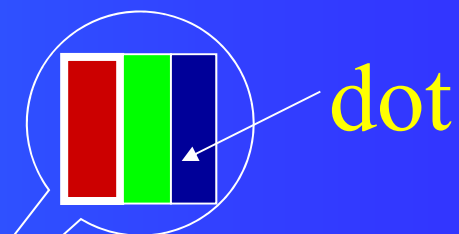
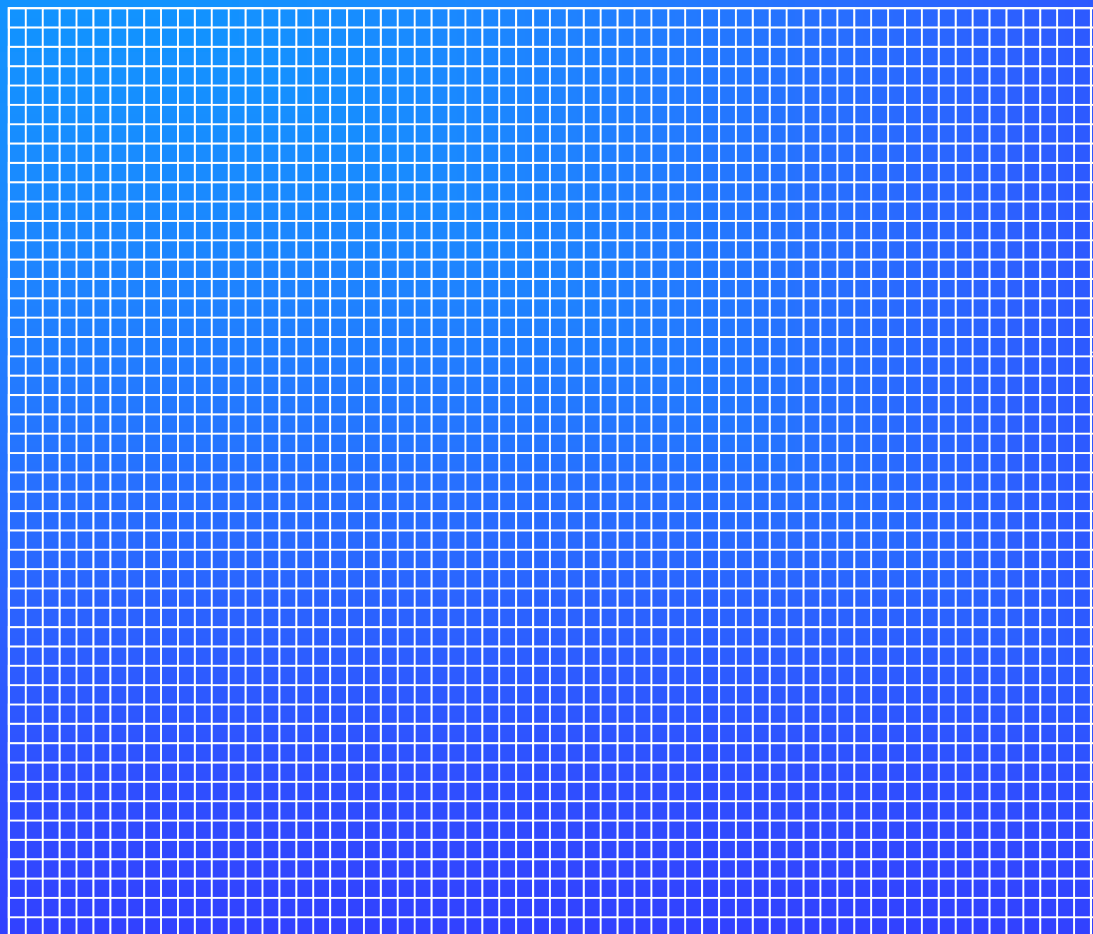
 - ⊗ 图像: 最初就具有亮暗层次的图, 多来自客观世界



像素(pixel)



像素



dot

Pixel

每个像素均由三种颜色
红(R) 绿(G)
蓝(B) 的小
光点(dot)构成



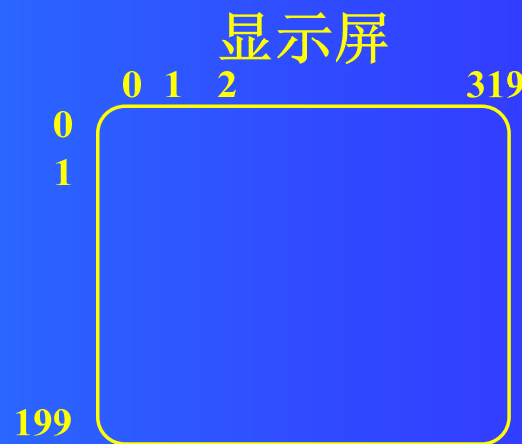
显示器的分类

➤ 按照分辨率不同分类:

- ☐ 高分辨率显示器
- ☐ 低分辨率显示器

☐ 分辨率

- ☐ 显示设备所能显示的像素的数量
- ☐ 象素越密，分辨率越高，图象越清晰
- ☐ **刷新存储器**应具有与显示像素数相对应的存储空间，以便存储每个像素信息



显示设备的分类

➤ 按照显示的颜色数或灰度级数分类：

□ 灰度级：

- ✉ 所显示像素点的亮暗或颜色的差别
- ✉ 灰度级越多，图象层次越清楚逼真
- ✉ 灰度级取决于显示器本身的性能和每个像素对应刷新存储器单元的位数

□ 例：

- » 用4位表示一个像素的灰度，有16级灰度或颜色
- » 用8位表示一个象素的灰度，有256级灰度或颜色



显示设备的分类



➤ 按照显示的颜色数或灰度级数分类:

- 字符显示器的灰度级：两级
- 图像显示器的灰度级为 2^4 级、 2^8 级、 2^{16} 级、 2^{24} 级、 2^{32} 级等
- 单色（黑白）显示器
 - ☒ 只用“0”和“1”两级灰度就能表示字符有无的显示器
- 多灰度级黑白显示器
 - ☒ 具有多种灰度级的黑白显示器
- 彩色显示器
 - ☒ 具有多种颜色的显示器



图像显示器的灰度级



True color



256 color



刷新存储器



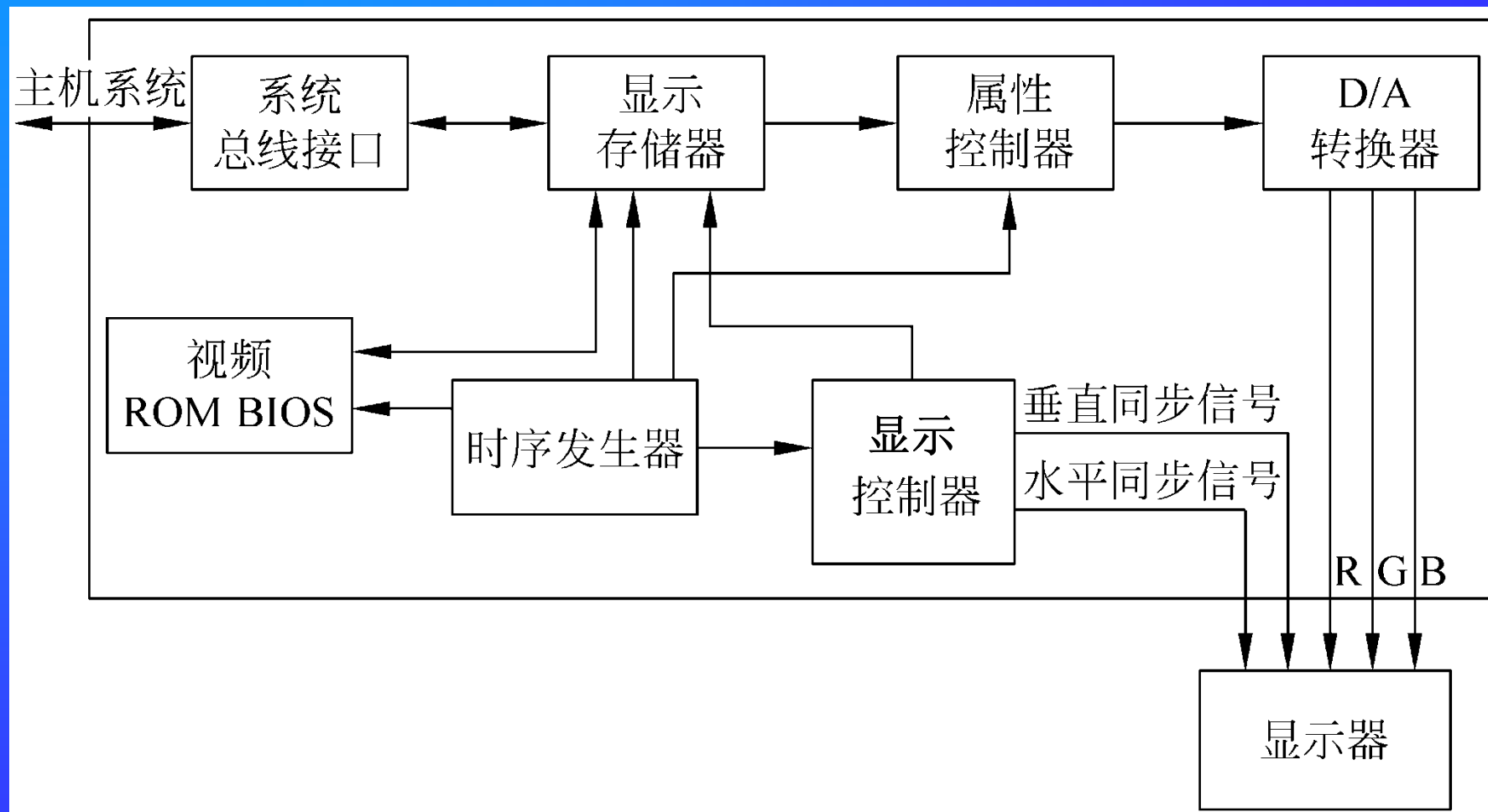
- 专门用于存储显示信息的存储器，也称为“帧存储器”或“视频存储器”、“显存”（VRAM）
- 显存的容量制约图像的分辨率和灰度等级（或色彩数量）
 - ❑ 分辨率越高，灰度级越多，刷新存储器的容量要求也越大
 - ❑ 例：分辨率为512*512，256级灰度的图象，其刷新存储器的容量为：

$$512*512*8\text{bit}=256\text{KByte}$$



显存的存取周期必须满足刷新频率的要求

显示适配器



显存的带宽



【例4】工作时显示适配器的几个功能部分要争用刷存的带宽。假定总带宽的50%用于刷新屏幕，保留50%带宽用于其他非刷新功能。

- ① 若显示器的工作方式：分辨率为 1024×768 ，颜色深度为3B，帧频（刷新速率）为72Hz，计算刷存总带宽应为多少。
- ② 为达到这样高的刷存带宽，应采取何种技术措施？



显存的带宽



【解】

① 刷新所需带宽 = 分辨率 × 每个像素点颜色深度 × 刷新速率 =

$$1024 \times 768 \times 3B \times 72 = 165888KB/s = 162MB/s$$

刷存总带宽应为 $162/50\% = 324MB/s$

② 为达到这样高的刷存带宽，可采用如下技术措施：

- ☐ 使用高速的DRAM芯片组成刷存
- ☐ 刷存采用多体交叉结构
- ☐ 提高刷存至显示控制器的内部总线宽度
- ☐ 刷存采用双端口存储器结构，将刷新端口与更新端口分开



磁盘存储设备



磁表面存储器的特点



➤ 优点

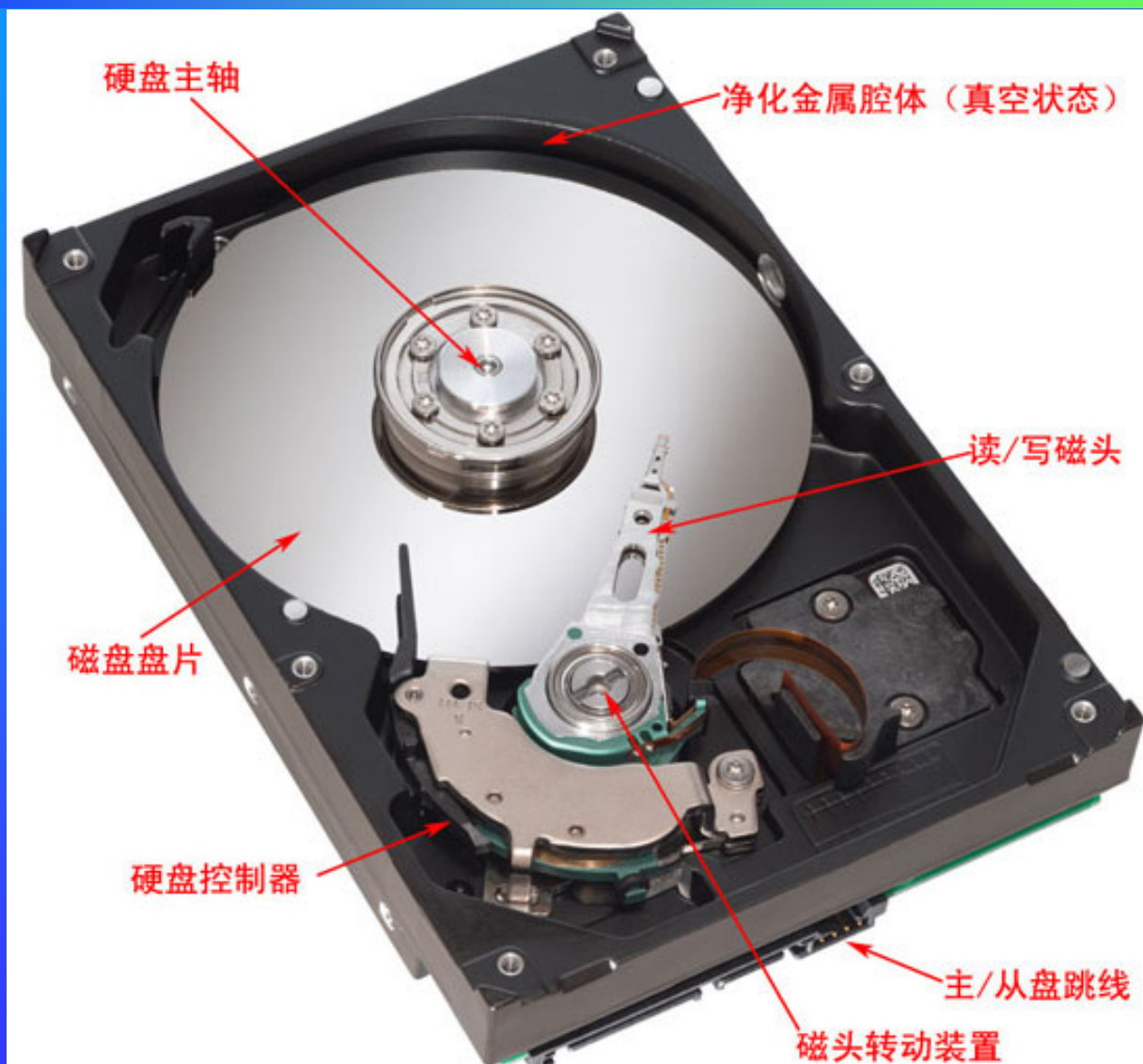
- ❑ 存储容量大，位价格低
- ❑ 记录介质可以重复使用
- ❑ 记录信息可以长期保存而不丢失，甚至可以脱机存档
- ❑ 非破坏性读出，读出后不需要再生

➤ 缺点

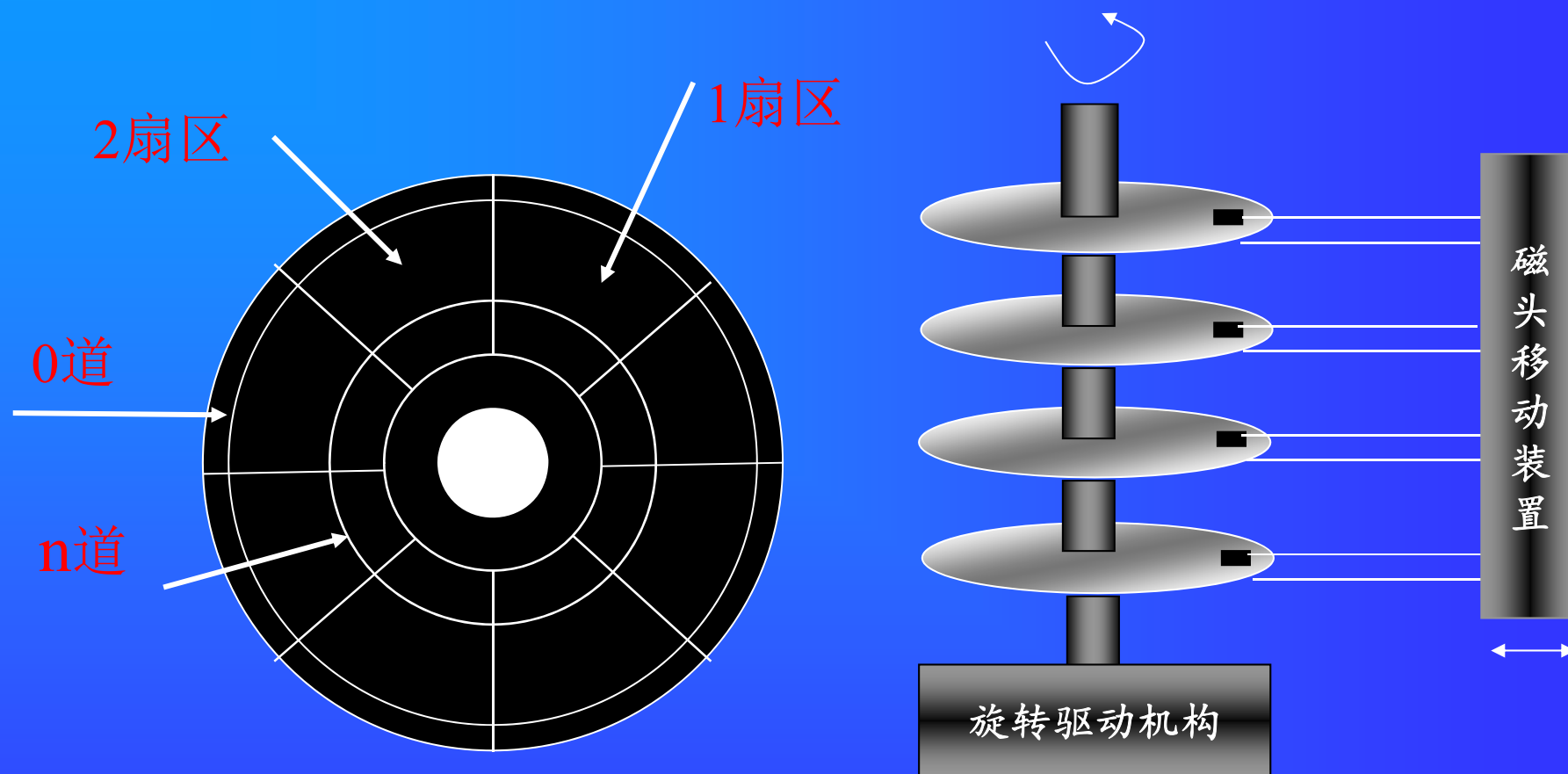
- ❑ 存取速度较慢
- ❑ 机械结构复杂，对工作环境要求较高



硬盘的物理结构



磁盘上信息的分布



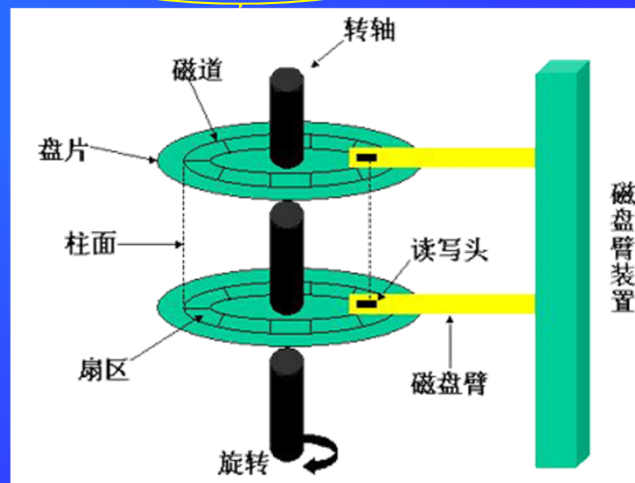
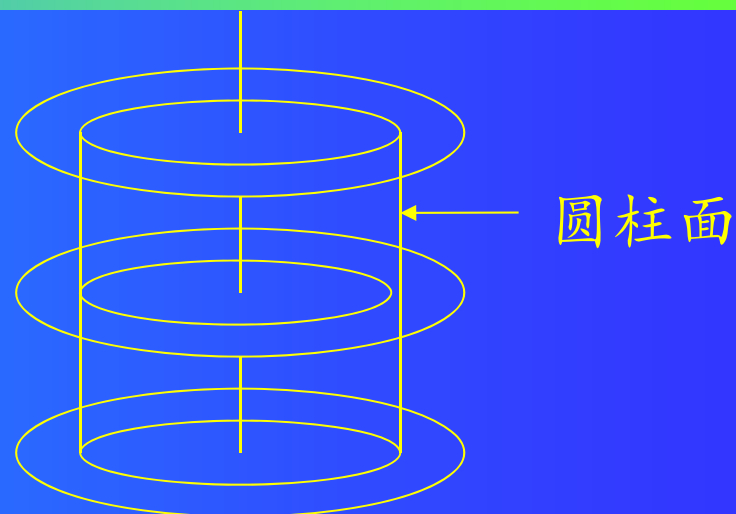
- 磁道：记录面上一系列同心圆
- 扇区：每个磁道或柱面按等弧度分成的若干段



磁盘上信息的分布

➤ 柱面:

- ❑ 各记录面上相同编号的诸磁道构成一个圆柱面
- ❑ 由若干个盘片组成的同心盘组中，距轴心相同距离的一组磁道构成的圆柱
- ❑ 柱面数等于一个记录面上的磁道数
- ❑ 存文件时，尽可能将一个文件存放在同一圆柱面内



➤ 磁盘地址格式

驱动器号

磁道号(柱面号)

记录面号(磁头号)

扇区号



北京邮电大学

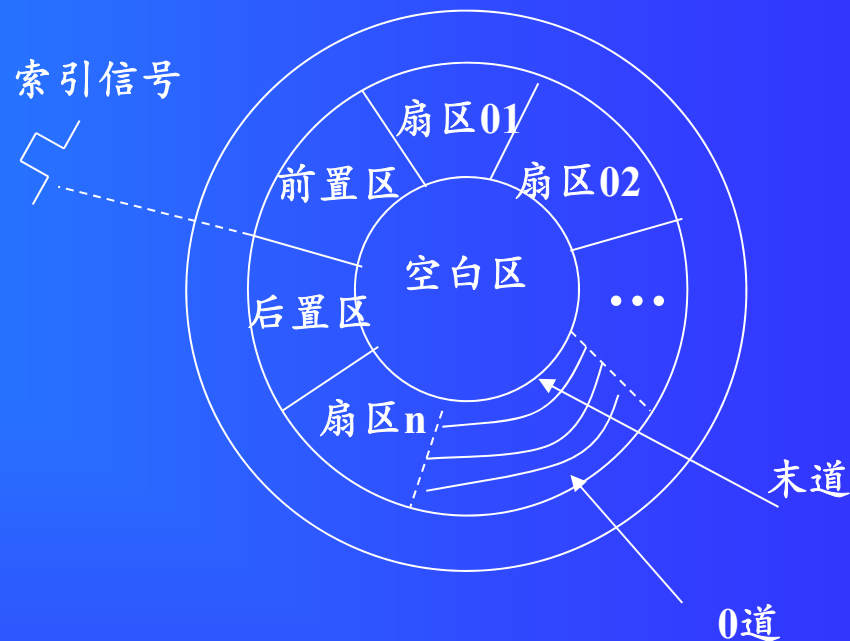
计算机学院

2021/6/15

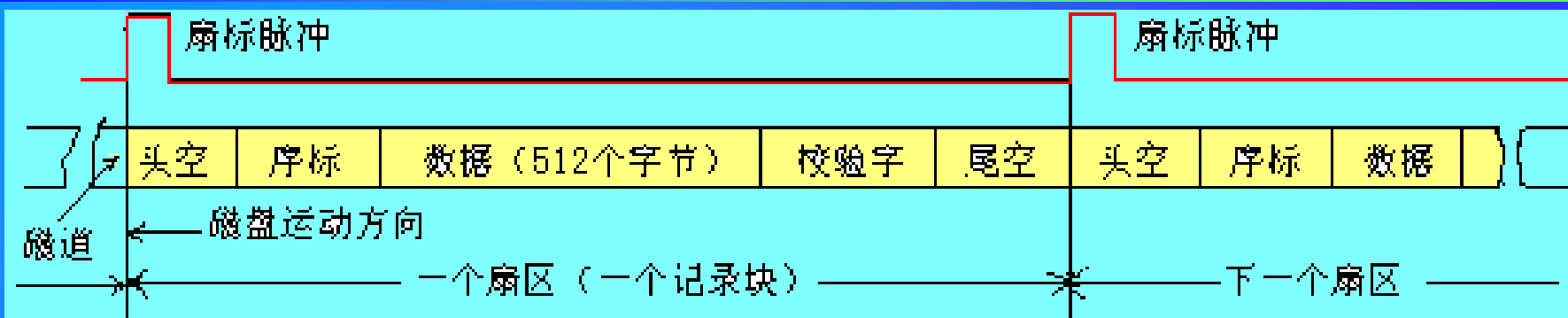
118

数据在磁盘上的记录格式

- 索引：为确定磁道的起始位置引入的标记
- 每个扇区记录一个记录块
 - ❑ 每个扇区记录定长的数据
 - ❑ 扇标脉冲标志一个扇区的开始



数据在磁盘上的记录格式

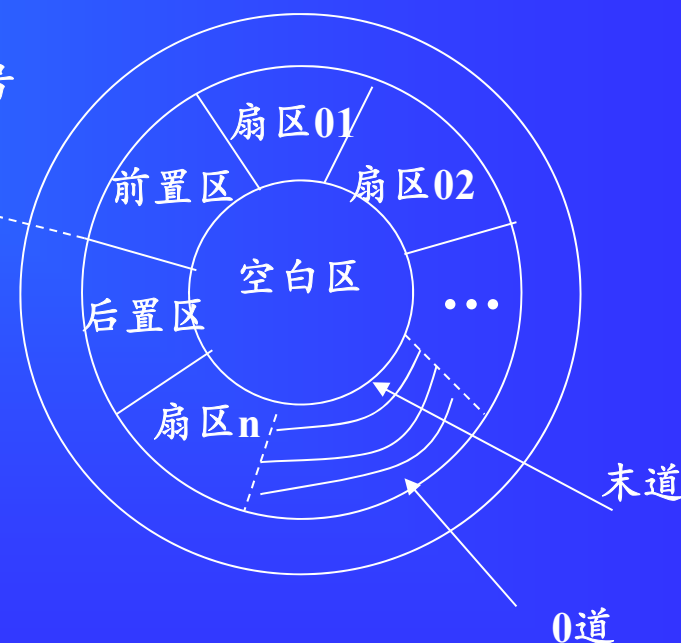


➤ **头部空白段、尾部空白段：**
用来留出一定的时间作为磁
盘控制器的读写准备时间

➤ **序标：**作为磁盘控制器的同
步定时信号

➤ **校验字：**校验磁盘读写的数
据是否正确

索引信号



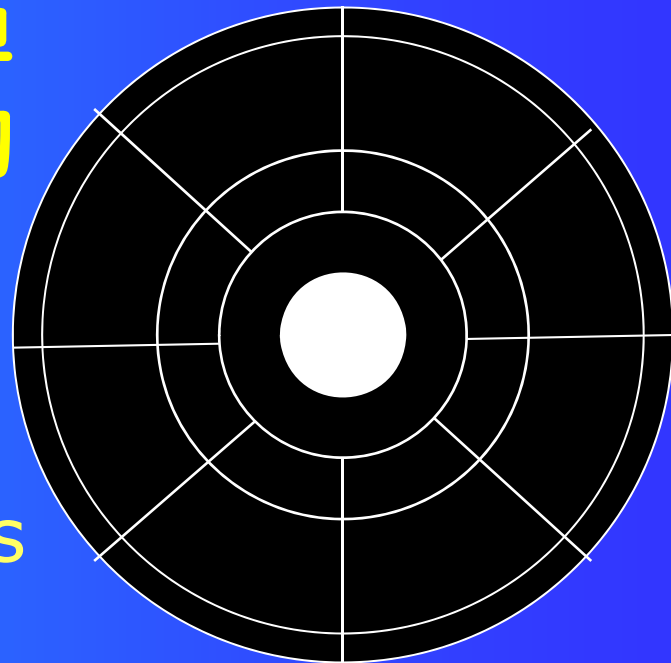
磁盘存储器的主要技术指标

➤ 存储密度（记录密度）：单位长度或单位面积可记录的二进制信息量

❑ 道密度：垂直于磁道的方向上，单位长度所容纳的磁道数（道/英寸，TPI: Tracks per inch；道/厘米）

❑ 位密度：沿磁道方向上，单位长度内所记录的二进制位数（位/英寸，BPI: bit per inch；位/厘米）

❑ 面密度：位密度和道密度的乘积（位/平方英寸；位/平方厘米）



磁盘存储器的主要技术指标



➤ 存储容量：磁盘能够存储信息的总量

□ 非格式化容量：

☒ 磁记录表面可以利用的磁化单元总数

□ 格式化容量

☒ 在某种特定的记录格式下所能存储信息的总量

☒ 写入格式化信息后用户实际可用的存储容量

☒ 格式化容量 = 记录面数 × 每面的磁道数
× 每磁道的扇区数 × 每扇区的字节数



磁盘存储器的主要技术指标

➤ 平均寻址时间：从读写命令发出，磁头从某一起始位置移动到新的记录位置，到开始读出或写入信息所需的时间

□ 寻道时间（定位时间、找道时间）：磁盘接到读/写指令后到磁头移到指定的磁道上方所需要的平均时间

⊗ 平均找道时间 T_{st} ：厂家给定

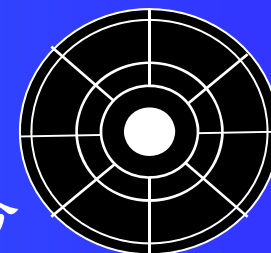
□ 等待时间（寻区时间，潜伏期 Latency）：找道完成（磁头移动到指定磁道）后至指定的读/写扇区移动到磁头下方所需要的时间：

⊗ 平均等待时间 T_{wa} ：磁盘旋转半周的时间

□ 平均寻址时间 T_{sa} ： $T_{sa} = T_{st} + T_{wa}$

⊗ 例：寻道时间 10ms，磁盘转速 7200 转/分

⊗ 寻址时间 $T_{sa} = T_{st} + T_{wa}$
 $= 10 + 1/2 \times 60/7200 \times 10^3 = 10 + 4 = 14 \text{ (ms)}$



磁盘存储器的主要技术指标

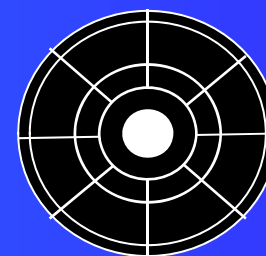


➤ **平均寻址时间**：从读写命令发出，磁头从某一起始位置移动到新的记录位置，到开始读出或写入信息所需的时间

❑ 寻道时间（定位时间、找道时间）

❑ 等待时间（寻区时间，潜伏期Latency）

❑ 平均寻址时间Tsa： $Tsa = Tst + Twa$



➤ **平均存取（访问）时间（Average Access Time）**：从读/写指令发出到开始第一笔数据读/写时所用的平均时间，包括平均寻道时间、平均潜伏期与相关的内务操作时间

❑ 内务操作时间一般很短（一般在0.2ms左右），可忽略不计

❑ 平均访问时间近似等于：平均寻道时间+平均潜伏期=平均寻址时间



磁盘存储器的主要技术指标

➤ 数据传输率（Data Transfer Rate, DTR）

❑ 外部数据传输率：单位时间内从硬盘缓存向主机传送的数据信息量

✉ 与磁盘的接口类型和磁盘缓存大小有关

❑ 内部数据传输率：在磁盘存储器盘片上读写数据的速率

✉ 磁头找到要访问的地址后，每秒钟读/写的字节数

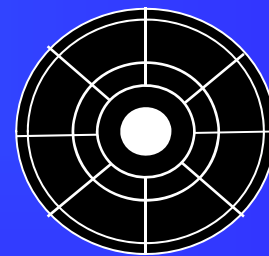
✉ 数据传输率 = 每个磁道上的字节数 / 磁盘旋转一周的时间

✉ 设磁盘旋转速度为 n 转/秒，每条磁道容量为 N 字节，则数据传输率

$$\text{❑ } Dr = nN \text{ (字节/秒)} = D \cdot v \text{ (位/秒)}$$

» D ：位密度（位/英寸）

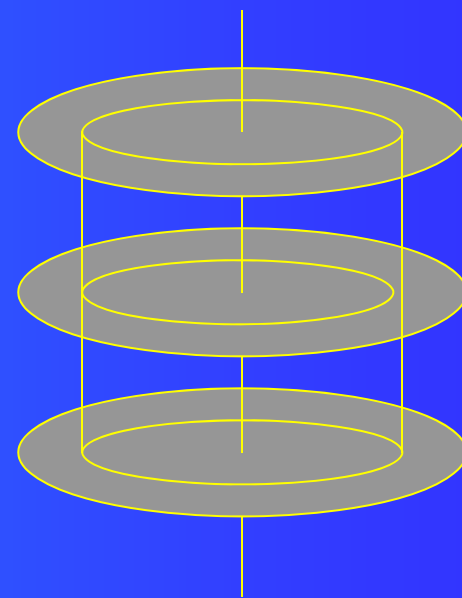
» V ：磁盘旋转的线速度（英寸/秒）



磁盘存储器的主要技术指标

【例1】磁盘组有6片磁盘，每片有两个记录面，最上、最下两个面不用。存储区域内径22cm，外径33cm，道密度为40道/cm，内层位密度400位/cm，转速6000转/分。问：

- (1) 共有多少柱面？
- (2) 盘组总存储容量是多少？
- (3) 数据传输率是多少？
- (4) 采用定长数据块记录格式，直接寻址的最小单位是什么？寻址命令中如何表示磁盘地址？
- (5) 若某文件长度超过一个磁道容量，应将它记录在同一个存储面上，还是记录在同一个柱面上？



磁盘存储器的主要技术指标

【例1】磁盘组有6片磁盘，每片有两个记录面，最上、最下两个面不用。存储区域内径22cm，外径33cm，道密度为40道/cm，内层位密度400位/cm，转速6000转/分。问：

(1)共有多少柱面？

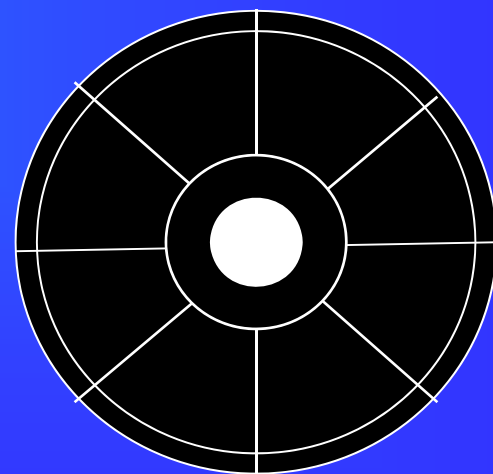
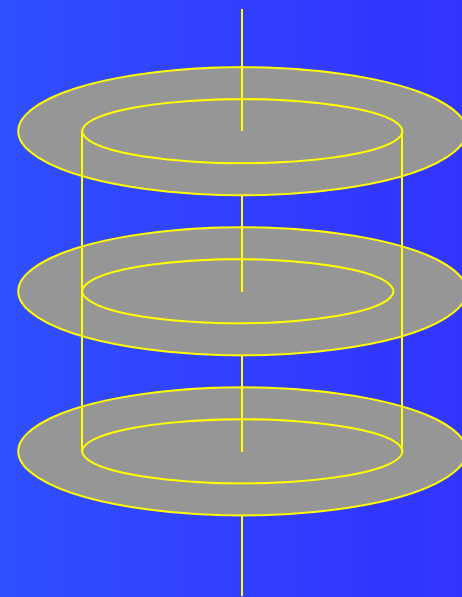
解：

有效存储区域宽度

$$= 33/2 - 22/2 = 5.5(\text{cm})$$

柱面数 = 道密度 × 存储区域宽度

$$= 40 \times 5.5 = 220 \text{道}$$



磁盘存储器的主要技术指标

【例1】磁盘组有6片磁盘，每片有两个记录面，最上、最下两个面不用。存储区域内径22cm，外径33cm，道密度为40道/cm，内层位密度400位/cm，转速6000转/分。问：

(2) 盘组总存储容量是多少？

解：

内层磁道周长 = $\pi D = 3.14 \times 22 = 69.08(\text{cm})$

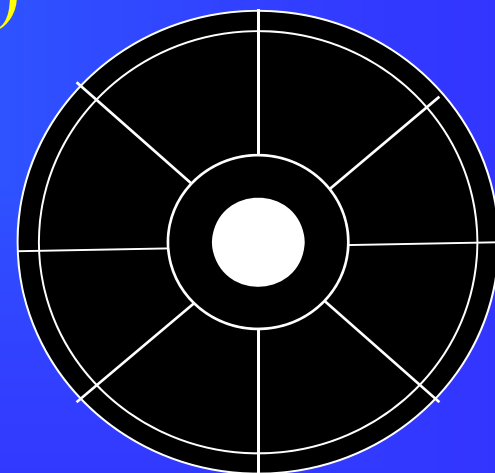
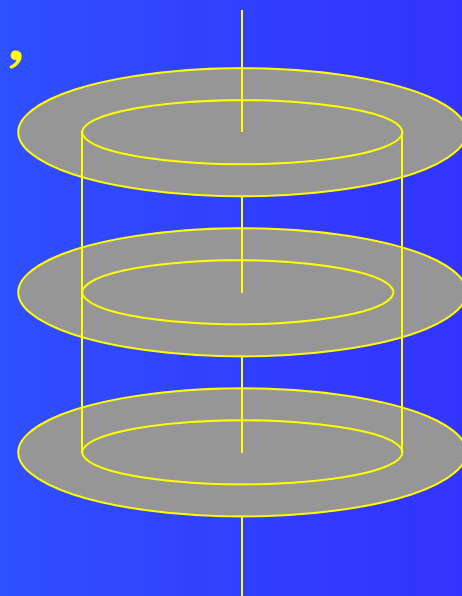
每道信息量 = 位密度 \times 周长

$= 400 \text{ 位/cm} \times 69.08 \text{ cm} = 27632 \text{ 位} = 3454 \text{ B}$

每面信息量 $= 3454 \text{ B} \times 220 = 759880 \text{ B}$

盘组总容量 =

$759880 \text{ B} \times 10 = 7598800 \text{ B}$



磁盘存储器的主要技术指标

【例1】磁盘组有6片磁盘，每片有两个记录面，最上、最下两个面不用。存储区域内径22cm，外径33cm，道密度为40道/cm，内层位密度400位/cm，转速6000转/分。问：

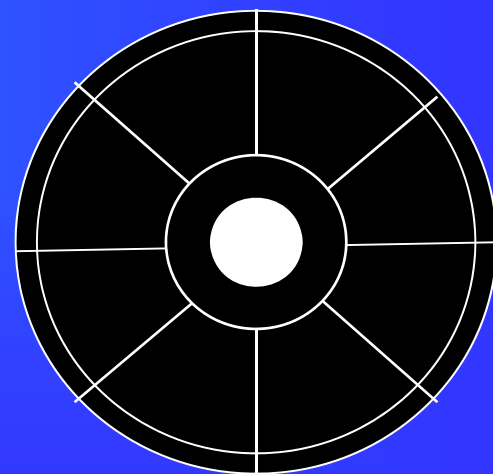
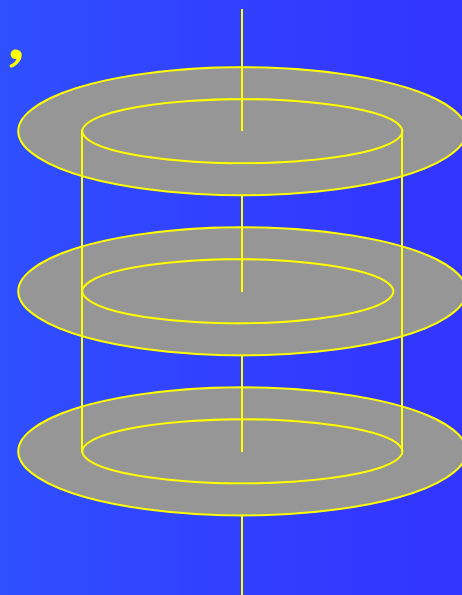
(3)数据传输率是多少？

解：

r: 磁盘转速， $r=6000\text{转}/60\text{秒}=100\text{转}/\text{秒}$

N: 每条磁道容量， $N=3454\text{B}$

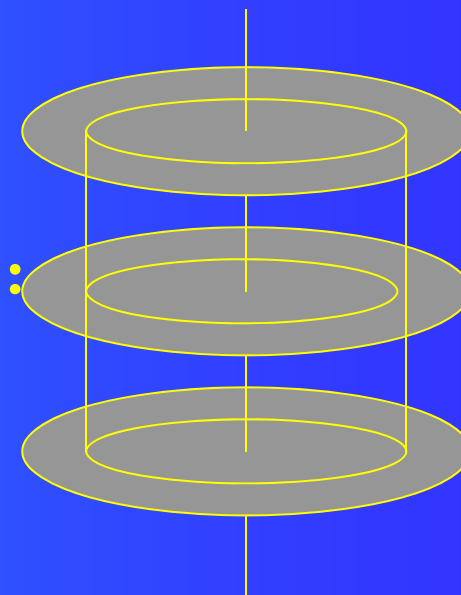
$Dr=rN=100\times 3454\text{B}=345400\text{B}/\text{s}$



磁盘存储器的主要技术指标



【例1】磁盘组有6片磁盘，每片有两个记录面，最上、最下两个面不用。存储区域内径22cm，外径33cm，道密度为40道/cm，内层位密度400位/cm，转速6000转/分。问：
(4)采用定长数据块记录格式，直接寻址的最小单位是什么？寻址命令中如何表示磁盘地址？



解：

直接寻址的最小单位：一个记录块（一个扇区）

活动头磁盘组的编址方式：

17	16	15	8	7	4	3	0
台号		磁道号(柱面号)		记录面号(磁头号)		扇区号	



磁盘存储器的主要技术指标

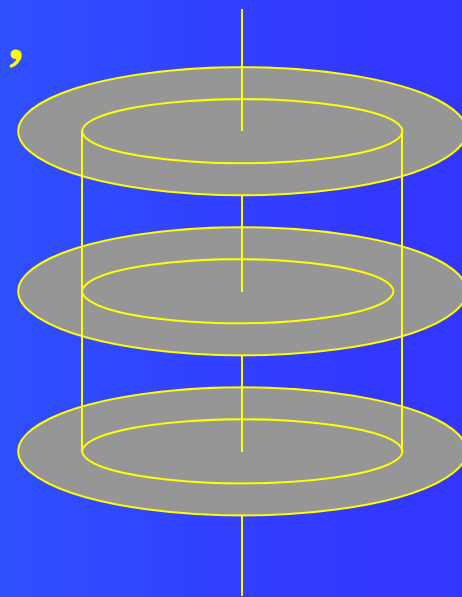
【例1】磁盘组有6片磁盘，每片有两个记录面，最上、最下两个面不用。存储区域内径22cm，外径33cm，道密度为40道/cm，内层位密度400位/cm，转速6000转/分。问：

(5)若某文件长度超过一个磁道容量，应将它记录在同一个存储面上，还是记录在同一个柱面上？

解：

如果某文件长度超过一个磁道的容量，应将它记录在同一个柱面上

因为不需要找道，数据读/写速度快



磁盘阵列 (Disk Array)



- 由一个硬盘控制器控制多个硬盘的相互连接、使多个硬盘的读写同步、并减少错误、提高效率 and 可靠度的技术
- RAID
 - ❑ Redundant Array of Inexpensive Disk
 - ✉ 廉价冗余磁盘阵列
 - ❑ Redundant Array of Independence Disk
 - ✉ 独立冗余磁盘阵列
 - ❑ 磁盘阵列在技术上实现的理论标准



磁盘阵列 (Disk Array)



➤ RAID原理

- ❑ 由很多廉价、容量较小、稳定性较高、速度较慢的磁盘组合成一个大型的磁盘阵列
- ❑ 通过在多个磁盘上同时存储和读取数据，大幅提高存储系统的数据吞吐量



磁盘阵列 (Disk Array)



➤ RAID实例: RAID Level 0

- ❑ 数据分割技术的实现

- ❑ 将所有硬盘构成一个磁盘阵列，数据被交叉存储在多个硬盘中

 - ☒ 条带化技术：将一块连续的数据分成很多小部分并分别存储到不同磁盘上

- ❑ 可以同时多个硬盘做读写操作

- ❑ 价格便宜，硬盘使用效率最佳，但不具备备份及容错能力



本章内容



- 概述
- 显示设备
- 辅助存储器
 - 硬盘
 - RAID



习题

➤ P.239 7, 10, 14



计算机组成原理

Principle of Computer Organization

➤第七章 外围设备

本章结束

