

# 第3章 内存管理

## 内存管理概念

- A 46. 【2009 统考真题】分区分配内存管理方式的主要保护措施是 ( )。  
A. 界地址保护 B. 程序代码保护 C. 数据保护 D. 栈保护
- C 47. 【2009 统考真题】一个分段存储管理系统中, 地址长度为 32 位, 其中段号占 8 位, 则最大段长是 ( )。  
A.  $2^8\text{B}$  B.  $2^{16}\text{B}$  C.  $2^{24}\text{B}$  D.  $2^{32}\text{B}$
- B 48. 【2010 统考真题】某基于动态分区存储管理的计算机, 其主存容量为 55MB (初始为空), 采用最佳适配 (Best Fit) 算法, 分配和释放的顺序为: 分配 15MB, 分配 30MB, 释放 15MB, 分配 8MB, 分配 6MB, 此时主存中最大空闲分区的大小是 ( )。  
A. 7MB B. 9MB C. 10MB D. 15MB
- B 49. 【2010 统考真题】某计算机采用二级页表的分页存储管理方式, 按字节编址, 页大小为  $2^{10}\text{B}$ , 页表项大小为 2B, 逻辑地址结构为 29 个。  

页目录号	页号	页内偏移量
------	----	-------

  
逻辑地址空间大小为  $2^{16}$  页, 则表示整个逻辑地址空间的页目录表中包含表项的个数至少是 ( )。  
A. 64 B. 128 C. 256 D. 512
- B 50. 【2011 统考真题】在虚拟内存管理中, 地址变换机构将逻辑地址变换为物理地址, 形成该逻辑地址的阶段是 ( )。  
A. 编辑 B. 编译 C. 链接 D. 装载
- A 51. 【2014 统考真题】现有一个容量为 10GB 的磁盘分区, 磁盘空间以簇为单位进行分配, 簇的大小为 4KB, 若采用位图法管理该分区的空闲空间, 即用一位标识一个簇是否被分配, 则存放该位图所需的簇为 ( ) 个。  
A. 80 B. 320 C. 80K D. 320K
- D 52. 【2014 统考真题】下列选项中, 属于多级页表优点的是 ( )。  
A. 加快地址变换速度 B. 减少缺页中断次数  
C. 减少页表项所占字节数 D. 减少页表所占的连续内存空间
- D 53. 【2016 统考真题】某进程的段表内容如下所示。

段号	段长	内存起始地址	权限	状态
0	100	6000	只读	在内存
1	200	—	读写	不在内存
2	300	4000	读写	在内存

- 访问段号为 2、段内地址为 400 的逻辑地址时, 进行地址转换的结果是 ( )。  
A. 段缺失异常 B. 得到内存地址 4400  
C. 越权异常 D. 越界异常

B

54. 【2017 统考真题】某计算机按字节编址，其动态分区内存管理采用最佳适应算法，每次分配和回收内存后都对空闲分区链重新排序。当前空闲分区信息如下表所示。

分区始址	20K	500K	1000K	200K
分区大小	40KB	80KB	100KB	200KB

回收始址为 60K、大小为 140KB 的分区后，系统中空闲分区的数量、空闲分区链第一个分区的始址和大小分别是（ ）。

- A. 3, 20K, 380KB    B. 3, 500K, 80KB    C. 4, 20K, 180KB    D. 4, 500K, 80KB

B

55. 【2019 统考真题】在分段存储管理系统中，用共享段表描述所有被共享的段。若进程  $P_1$  和  $P_2$  共享段 S，则下列叙述中，错误的是（ ）。

- A. 在物理内存中仅保存一份段 S 的内容  
B. 段 S 在  $P_1$  和  $P_2$  中应该具有相同的段号  
C.  $P_1$  和  $P_2$  共享段 S 在共享段表中的段表项  
D.  $P_1$  和  $P_2$  都不再使用段 S 时才回收段 S 所占的内存空间

A

56. 【2019 统考真题】某计算机主存按字节编址，采用二级分页存储管理，地址结构如下：

页目录号 (10 位)	页号 (10 位)	页内偏移 (12 位)
-------------	-----------	-------------

虚拟地址 2050 1225H 对应的页目录号、页号分别是（ ）。

- A. 081H, 101H    B. 081H, 401H    C. 201H, 101H    D. 201H, 401H

C

57. 【2019 统考真题】在下列动态分区分配算法中，最容易产生内存碎片的是（ ）。

- A. 首次适应算法    B. 最坏适应算法  
C. 最佳适应算法    D. 循环首次适应算法

B

58. 【2021 统考真题】在采用二级页表的分页系统中，CPU 页表基址寄存器中的内容是（ ）。

- A. 当前进程的一级页表的起始虚拟地址    B. 当前进程的一级页表的起始物理地址  
C. 当前进程的二级页表的起始虚拟地址    D. 当前进程的二级页表的起始物理地址

## 虚拟内存管理

- D 30. 【2011 统考真题】在缺页处理过程中，操作系统执行的操作可能是（ ）。  
I. 修改页表      II. 磁盘 I/O      III. 分配页框  
A. 仅 I、II      B. 仅 II      C. 仅 III      D. I、II 和 III
- D 31. 【2011 统考真题】当系统发生抖动时，可以采取的有效措施是（ ）。  
I. 撤销部分进程      II. 增加磁盘交换区的容量  
III. 提高用户进程的优先级  
A. 仅 I      B. 仅 II      C. 仅 III      D. 仅 I、II
- B 32. 【2012 统考真题】下列关于虚拟存储器的叙述中，正确的是（ ）。  
A. 虚拟存储只能基于连续分配技术      B. 虚拟存储只能基于非连续分配技术  
C. 虚拟存储容量只受外存容量的限制      D. 虚拟存储容量只受内存容量的限制
- B 33. 【2013 统考真题】若用户进程访问内存时产生缺页，则下列选项中，操作系统可能执行的操作是（ ）。  
☒ I. 处理越界错      II. 置换页      III. 分配内存  
A. 仅 I、II      B. 仅 II、III      C. 仅 I、III      D. I、II 和 III
- C 34. 【2014 统考真题】下列措施中，能加快虚实地址转换的是（ ）。  
I. 增大快表（TLB）容量      II. 让页表常驻内存  
III. 增大交换区（swap）  
A. 仅 I      B. 仅 II      C. 仅 I、II      D. 仅 II、III
- A 35. 【2014 统考真题】在页式虚拟存储管理系统中，采用某些页面置换算法会出现 Belady 异常现象，即进程的缺页次数会随着分配给该进程的页框个数的增加而增加。下列算法中，可能出现 Belady 异常现象的是（ ）。  
I. LRU 算法      II. FIFO 算法      III. OPT 算法  
A. 仅 II      B. 仅 I、II      C. 仅 I、III      D. 仅 II、III
- A 36. 【2016 统考真题】某系统采用改进型 CLOCK 置换算法，页表项中字段  $A$  为访问位， $M$  为修改位。 $A=0$  表示页最近没有被访问， $A=1$  表示页最近被访问过。 $M=0$  表示页未被修改过， $M=1$  表示页被修改过。按  $(A, M)$  所有可能的取值，将页分为  $(0, 0)$ ,  $(1, 0)$ ,  $(0, 1)$  和  $(1, 1)$  四类，则该算法淘汰页的次序为（ ）。  
A.  $(0, 0)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(1, 0)$ ,  $(1, 1)$       B.  $(0, 0)$ ,  $(1, 0)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(1, 1)$   
C.  $(0, 0)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(1, 1)$ ,  $(1, 0)$       D.  $(0, 0)$ ,  $(1, 1)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(1, 0)$
- C 37. 【2015 统考真题】在请求分页系统中，页面分配策略与页面置换策略不能组合使用的是（ ）。  
A. 可变分配，全局置换      B. 可变分配，局部置换  
C. 固定分配，全局置换      D. 固定分配，局部置换

$$\begin{array}{cccc} 2 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 4 & 4 & 4 \\ 9 & \rightarrow & 9 & \rightarrow & 8 & \rightarrow & 8 \\ 3 & & 3 & & 3 & & 5 \end{array}$$

38. 【2015 统考真题】系统为某进程分配了 4 个页框，该进程已访问的页号序列为 2, 0, 2, 9, 3, 4, 2, 8, 2, 4, 8, 4, 5。若进程要访问的下一页的页号为 7，依据 LRU 算法，应淘汰页的页号是 ( )。

A. 2                      B. 3                      C. 4                      D. 8

39. 【2016 统考真题】某进程访问页面的序列如下所示。

$$\cdots, 1, 3, 4, 5, 6, 0, 3, 2, 3, 2, \underbrace{\hspace{1cm}}_i, 0, 4, 0, 3, 2, 9, 2, 1, \cdots$$

若工作集的窗口大小为 6，则在  $t$  时刻的工作集为 ( )。

A. {6, 0, 3, 2}                      B. {2, 3, 0, 4}  
C. {0, 4, 3, 2, 9}                      D. {4, 5, 6, 0, 3, 2}

40. 【2019 统考真题】某系统采用 LRU 页置换算法和局部置换策略，若系统为进程 P 预分配了 4 个页框，进程 P 访问页号的序列为 0, 1, 2, 7, 0, 5, 3, 5, 0, 2, 7, 6，则进程访问上述页的过程中，产生页置换的总次数是 ( )。

A. 3                      B. 4                      C. 5                      D. 6

$$\begin{array}{ccccccc} 0 & 1 & 2 & 7 & 0 & 5 & 3 \\ 2 & \rightarrow & 5 & \rightarrow & 0 & \rightarrow & 5 \\ 7 & & 7 & & 3 & & 7 \\ 0 & & 2 & & 7 & & 6 \end{array}$$

41. 【2020 统考真题】下列因素中，影响请求分页系统有效 (平均) 访存时间的是 ( )。

I. 缺页率                      II. 磁盘读写时间                      III. 内存访问时间  
IV. 执行缺页处理程序的 CPU 时间

A. 仅 II、III                      B. 仅 I、IV                      C. 仅 I、III、IV                      D. I、II、III 和 IV

42. 【2021 统考真题】某请求分页存储系统的页大小为 4KB，按字节编址。系统给进程 P 分配 2 个固定的页框，并采用改进型 Clock 置换算法，进程 P 页表的部分内容见下表。

页号	页框号	存在位 1: 存在, 0: 不存在	访问位 1: 访问, 0: 未访问	修改位 1: 修改, 0: 未修改
...	...	...	...	...
2	20 H	0	0	0
3	60 H	1	1	0
4	80 H	1	1	1
...	...	...	...	...

若 P 访问虚拟地址为 02A01H 的存储单元，则经地址变换后得到的物理地址是 ( )。

A. 00A01H                      B. 20A01H                      C. 60A01H                      D. 80A01H

43. 【2021 统考真题】下列选项中，通过系统调用完成的操作是 ( )。

A. 页置换                      B. 进程调度                      C. 创建新进程                      D. 生成随机整数

## 虚拟内存管理大题部分

15. 【2009 统考真题】请求分页管理系统中，假设某进程的页表内容如下表所示。

页面大小为 4KB，一次内存的访问时间是 100ns，一次快表（TLB）的访问时间是 10ns，处理一次缺页的平均时间为  $10^8$ ns（已含更新 TLB 和页表的时间），进程的驻留集大小固定为 2，采用最近最少使用（LRU）

页号	页框（Page Frame）号	有效位（存在位）
0	101H	1
1	—	0
2	254H	1

置换算法和局部淘汰策略。假设：①TLB 初始为空；②地址转换时先访问 TLB，若 TLB 未命中，再访问页表（忽略访问页表后的 TLB 更新时间）；③有效位为 0 表示页面不在内存，产生缺页中断，缺页中断处理后，返回到产生缺页中断的指令处重新执行。设有虚地址访问序列 2362H, 1565H, 25A5H，请问：

1) 依次访问上述三个虚拟地址，各需多少时间？给出计算过程。

2) 基于上述访问序列，虚地址 1565H 的物理地址是多少？请说明理由。

页大小为 4KB，虚地址中的低 12 位表示页内地址，剩余高位表示页号

(1)

2362H: 0010 0011 0110 0010B，页号为 2，访问快表未找到，访问页表命中，生成物理地址后访问主存。因此共需：10ns+100ns+100ns=210ns。

1565H: 0001 0101 0110 0101B，页号为 1，访问快表未找到，访问页表未命中，执行缺页异常处理，重新访问快表，得到物理地址后再访问主存。共需：

10ns+100ns+1e8ns+10ns+100ns=100000220ns。

25A5:0010 0011 0101 0101B，页号为 2，命中，得到物理地址访问主存。共需：

10ns+100ns=110ns。

(2)

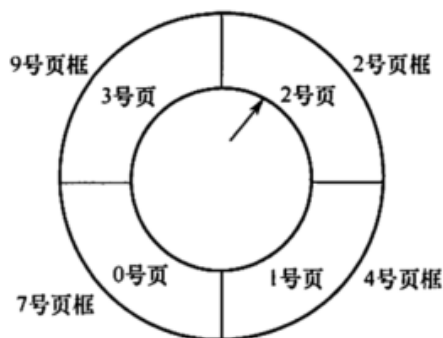
发生缺页异常时，由于驻留集大小为 2，且使用 LRU 算法，因此换出 0 号页，因此物理地址为 101565H

16. 【2010 统考真题】设某计算机的逻辑地址空间和物理地址空间均为 64KB，按字节编址。若某进程最多需要 6 页（Page）数据存储空间，页的大小为 1KB，操作系统采用固定分配局部置换策略为此进程分配 4 个页框（Page Frame），见下表。在装入时刻 260 前，该进程的访问情况也见下表（访问位即使用位）。

页号	页框号	装入时刻	访问位
0	7	130	1
1	4	230	1
2	2	200	1
3	9	160	1

当该进程执行到时刻 260 时，要访问逻辑地址为 17CAH 的数据。回答下列问题：

- 1) 该逻辑地址对应的页号是多少？
- 2) 若采用先进先出（FIFO）置换算法，则该逻辑地址对应的物理地址是多少？要求给出计算过程。若采用时钟（Clock）置换算法，则该逻辑地址对应的物理地址是多少？要求给出计算过程。设搜索下一页的指针沿顺时针方向移动，且当前指向 2 号页框，如下图所示。



页的大小为 1KB，所以页内偏移为 10 位

(1)

地址空间 64K：16 位

17CAH：0001 0111 1100 1010 页号为 000101，即 5

(2)

①根据 FIFO 置换算法，需要替换装入时间最早的页，所以需要置换装入时间最早的 0 号页，即将 5 号页装入 7 号页框中，所以物理地址为 000111 11 1100 1010B=0001 1111 1100 1010B=1FCAH

② 根据 CLOCK 置换算法，如果当前指针所指页框的使用位为 0，则替换该页；否则将访问位清零，并将指针指向下一个页框，继续查找。据题设和示意图，将从 2 号页框开始，前 4 次查找页框号的顺序为 2→4→7→9，并将对应页框的使用位清零。在第 5 次查找中，指针指向 2 号页框，因 2 号页框的使用位为 0，故淘汰 2 号页框对应的 2 号页，把 5 号页装入 2 号页框中，并将对应使用位设置为 1。所以对应的物理地址为 0000 10 11 1100 1010B=0000 1011 1100 1010B=0BCAH。

17. 【2012 统考真题】某请求分页系统的页面置换策略如下：从 0 时刻开始扫描，每隔 5 个时间单位扫描一轮驻留集（扫描时间忽略不计）且本轮未被访问过的页框将被系统回收，并放入空闲页框链尾，其中内容在下次分配之前不清空。当发生缺页时，若该页曾被使用过且还在空闲页链表中，则重新放回进程的驻留集中；否则，从空闲页框链表头部取出一个页框。

忽略其他进程的影响和系统开销。初始时进程驻留集为空。目前系统空闲页的页框号依次为 32, 15, 21, 41。进程 P 依次访问的<虚拟页号, 访问时刻>为<1, 1>, <3, 2>, <0, 4>, <0, 6>, <1, 11>, <0, 13>, <2, 14>。请回答下列问题：

- 1) 当虚拟页为<0, 4>时，对应的页框号是什么？
- 2) 当虚拟页为<1, 11>时，对应的页框号是什么？说明理由。
- 3) 当虚拟页为<2, 14>时，对应的页框号是什么？说明理由。
- 4) 这种方法是否适合于时间局部性好的程序？说明理由。

- (1) <0,4>是第三个，对应页框号为 21
- (2) 时刻为 11 时，已经是第三轮。在第二轮中，页框号为 32 和 15 的页框被放入了空闲页框链尾，而页框号为 32 的页框曾经被访问过，此时<1,11>对应页框号为 32
- (3) 还没有虚拟页号为 2 的虚拟地址访问过，因此取出空闲链表的头部页框，此时为页框号为 41 页框
- (4) 合适。程序的时间局部性越好，从空间框链表中重新取回的机会越大，该策略的优势越明显。

18. 【2015 统考真题】某计算机系统按字节编址，采用二级页表的分页存储管理方式，虚拟地址格式如下所示：

10 位	10 位	12 位
页目录号	页表索引	页内偏移量

请回答下列问题：

- 1) 页和页框的大小各为多少字节？进程的虚拟地址空间大小为多少页？
- 2) 若页目录项和页表项均占 4B，则进程的页目录和页表共占多少页？写出计算过程。
- 3) 若某指令周期内访问的虚拟地址为 0100 0000H 和 0111 2048H，则进行地址转换时共访问多少个二级页表？说明理由。

- (1)  
 页大小为 4KB  
 页框大小为 4KB  
 进程虚拟地址空间大小为： $2^{32-12} = 2^{20}$  页
- (2)  
 页目录： $(4 \cdot 2^{10}) / 2^{12} = 1$   
 页表项： $(4 \cdot 2^{20}) / 2^{12} = 1024$   
 共  $1 + 1024 = 1025$  页
- (3) 访问一个二级页表。因为虚拟地址 0100 0000H=0000 0001 0000 0000 0000 0000 0000 0000B

和 0111 2048H=0000 0001 0001 0001 0010 0000 0100 1000B 的最高 10 位的值都是 4，访问的是同一个二级页表。

19. 【2017 统考真题】假定 2017 年题 44<sup>④</sup>给出的计算机 M 采用二级分页虚拟存储管理方式，虚拟地址格式如下：

页目录号（10 位）	页表索引（10 位）	页内偏移量（12 位）
------------	------------	-------------

请针对 2017 年题 43 的函数 f1 和题 44 中的机器指令代码，回答下列问题。

- 1) 函数 f1 的机器指令代码占多少页？
- 2) 取第一条指令（push ebp）时，若在进行地址变换的过程中需要访问内存中的页目录和页表，则会分别访问它们各自的第几个表项（编号从 0 开始）？
- 3) M 的 I/O 采用中断控制方式。若进程 P 在调用 f1 前通过 scanf() 获取 n 的值，则在执行 scanf() 的过程中，进程 P 的状态会如何变化？CPU 是否会进入内核态？

```

int f1 ( unsigned n)
1  00401020    55      push ebp
    .....
    for(unsigned i=0; i<= n-1; i++)
    .....
20  0040105E    39 4D F4  cmp dword ptr [ ebp-0Ch] ,ecx
    .....
    {      power *= 2;
    .....
    .....

```

```

23  00401066    D1 E2      shl  ecx,1
    .....
    return sum ;
    .....
35  0040107F    C3      ret

```

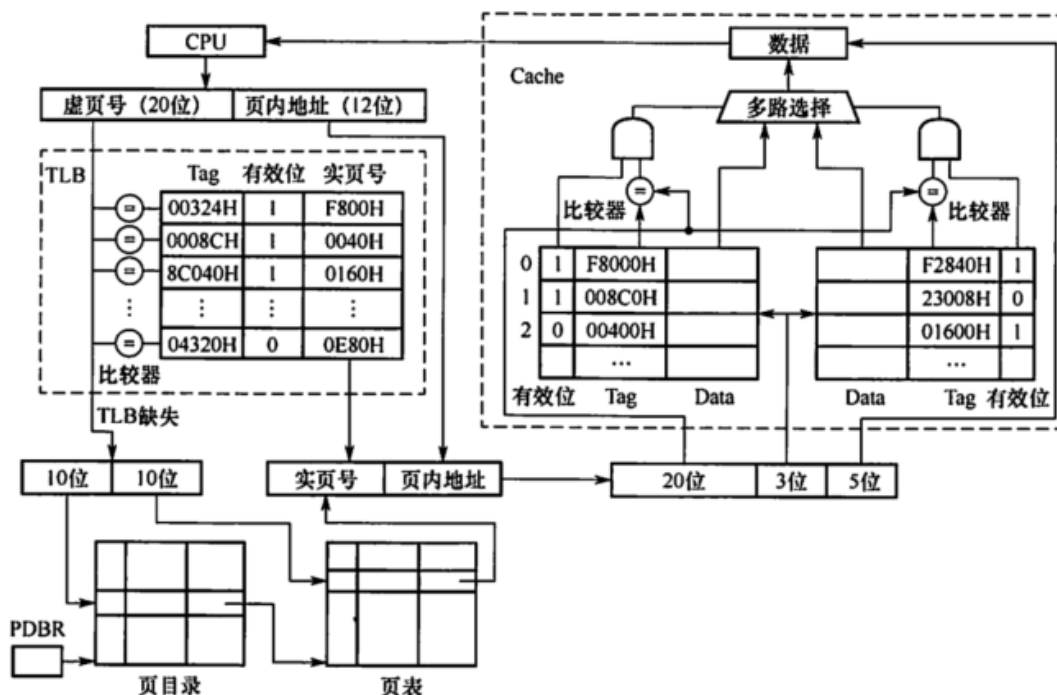
其中，机器级代码行包括行号、虚拟地址、机器指令和汇编指令。

- (1) 函数 f1 的代码段中的所有指令的虚拟地址的高 20 位相同（0000 0000 0100 0000 0001），因此 f1 的机器指令代码在同一页中，仅占用 1 页
- (2) push ebp 指令的虚拟地址的最高 10 位（页目录号）为 00 0000 0001，中间 10 位（页表索引）为 00 0000 0001，所以取该指令时访问了页目录的第 1 个表项，在对应的页表中访问了第 1 个表项
- (3) 在执行 scanf() 的过程中，进程 P 因等待输入而从执行态变为阻塞态。输入结束时，被中断处理程序唤醒，变成就绪态。P 被调度程序调度，变为运行态。CPU 状态会从用户态变为内核态。



20. 【2018 统考真题】某计算机采用页式虚拟存储管理方式，按字节编址，CPU 进行存储访问的过程如下图所示，回答下列问题。

- 1) 某虚拟地址对应的页目录号为 6，在相应的页表中对应的页号为 6，页内偏移量为 8，该虚拟地址的十六进制表示是什么？
- 2) 寄存器 PDBR 用于保存当前进程的页目录起始地址，该地址是物理地址还是虚拟地址？进程切换时，PDBR 的内容是否会变化？说明理由。同一进程的线程切换时，PDBR 的内容是否会变化？说明理由。
- 3) 为了支持改进型 CLOCK 置换算法，需要在页表项中设置哪些字段？



(1)

由图可知，地址总长度为 32 位，高 20 位为虚页号，低 12 位为页内地址，且虚页号高 10 位为页目录号，低 10 位为页号。展开成二进制表示为：页目录号为 6，所以页目录号二进制为 00 0000 0110；页号为 6，所以页号二进制为 00 0000 0110；页内偏移量为 8，所以页号二进制为 0000 0000 1000

整合：0000 0001 1000 0000 0110 0000 0000 1000

转化为十六进制：0180 6008H

(2) ① PDBR 为页目录基址地址寄存器，其存储页目录表物理内存基地址。

② 进程切换时，PDBR 的内容会变化，因为每个进程的地址空间、页目录和 PDBR 的内容存在一一对应的关系。进程切换时，地址空间发生了变化，对应的页目录及其起始地址也相应变化，因此需要用进程切换后当前进程的页目录起始地址刷新 PDBR。

③ 同一进程中的线程共享该进程的地址空间，其线程发生切换时，地址空间不变，线程使用的页目录不变，因此 PDBR 的内容也不变。

(3) 改进型 CLOCK 置换算法需要用到使用位和修改位，故需要设置访问字段（使用位）和修改字段（脏位）。

21. 【2020 统考真题】某 32 位系统采用基于二级页表的请求分页存储管理方式，按字节编址，页目录项和页表项长度均为 4 字节，虚拟地址结构如下所示。

页目录号（10 位）	页号（10 位）	页内偏移量（12 位）
------------	----------	-------------

某 C 程序中数组  $a[1024][1024]$  的起始虚拟地址为 1080 0000H，数组元素占 4 字节，该程序运行时，其进程的页目录起始物理地址为 0020 1000H，请回答下列问题。

- 1) 数组元素  $a[1][2]$  的虚拟地址是什么？对应的页目录号和页号分别是什么？对应的页目录项的物理地址是什么？若该目录项中存放的页框号为 00301H，则  $a[1][2]$  所在页对应的页表项的物理地址是什么？
- 2) 数组  $a$  在虚拟地址空间中所占的区域是否必须连续？在物理地址空间中所占的区域是否必须连续？
- 3) 已知数组  $a$  按行优先方式存放，若对数组  $a$  分别按行遍历和按列遍历，则哪种遍历方式的局部性更好？

(1)

一个页可以存储： $4 \times 2^{10} = 2^{12}$  B，而每个数组元素占 4 字节，因此一页可以存储 1024 个数组元素。 $a$  的起始地址为 1080 0000H，所以  $a[1]$  起始地址为：1080 1000H， $a[1][2]$  的虚拟地址：1080 1008H

页目录号：00 0100 0010B=042H

页号：00 0000 0001B=001H

页目录项物理地址：00201000H+4×042H=0020 1108H

二级页表的起始地址为 0030 1000H， $a[1][2]$  对应的页号为 001H，页表项物理地址为：  
0030 1000H + 4×001H=00301004H

(2)

虚拟：数组随机存取， $a$  在虚拟地址空间必须连续

物理：数组  $a$  占用不止一页，不同页不一定相邻，因此在物理空间中所占区域不一定连续

(3)

按行更好。因为每个页面刚好可以存放一行的元素，按行存放时，一行元素都在一个页面中，局部性更好。