

## 第3章 习题参考答案

### 1. 内存管理的基本功能是什么？

答案：操作系统的内存管理主要包括以下功能：

1. 内存的分配和回收：操作系统根据用户程序的请求，在内存中按照一定算法把找到一块空闲，将其分配给申请者；并负责把释放的内存空间收回，使之变为空闲区。
2. 提高内存的利用率：通过多道程序共享内存，提高内存资源的利用率。
3. 通过虚拟存储技术“扩充”内存容量：使用户程序在比实际内存容量大的情况下，也能在内存中运行。
4. 内存信息保护：保证各个用户程序或进程在各自规定的存储区域内操作，不破坏操作系统区的信息，并且互不干扰。

### 2. 什么是逻辑地址，什么是物理地址，为什么要实现地址转换？

答案：用户的源程序通常用高级语言编写，源程序通过编译或汇编后得到目标程序。目标程序使用的地址称为逻辑地址，也叫相对地址；程序在物理内存中的实际存储单元称为物理地址，也叫绝对地址。只有把程序和数据的逻辑地址转换为物理地址，程序才能正确运行，该过程称为地址转换或地址重定位。

### 3. 可变分区存储管理中有哪些内存分配方法？比较它们的优缺点。

答案：有最先适应分配算法，循环首次适应分配算法，最优适应分配算法，最坏适应分配算法，快速适应算法。

从搜索空闲区速度及内存利用率来看，最先适应分配算法、循环首次适应分配算法和最优适应算法比最坏适应算法性能好。如果空闲区按从小到大排列，则最先适应分配算法等于最优适应分配算法。反之，如果空闲区按从大到小排列，则最先适用分配算法等于最坏适应分配算法。空闲区按从小到大排列时，最先适应分配算法能尽可能使用低地址区，从而，在高地址空间有较多较大的空闲区来容纳大的作业。下次适应分配算法会使存储器空间得到均衡使用。最优适应分配算法的内存利用率最好，因为，它把刚好或最接近申请要求的空闲区分给作业；但是它可能会导致空闲区分割下来的部分很小。在处理某种作业序列时，最坏适应分配算法可能性能最佳，因为，它选择最大空闲区，使得分配后剩余下来的空闲区不会太小，仍能用于再分配。由于最先适应算法简单、快速，在实际的操作系统中用得较多；其次

是最优适应算法和下次适应算法。

#### 4. 什么是紧凑技术，什么情况下采用？

答案：紧凑技术就是把内存中的作业改变存放区域，使分散的空闲区能够汇聚成一个大的空闲区，从而有利于大作业的装入。

当系统运行一段时间后，内存被多次分配和回收，会产生许多不连续的空闲空间。有可能出现这样的现象：内存中每一块空闲空间都不能满足某一作业的内存请求，而所有空闲空间的总和却能满足该作业，这时可采用紧凑技术。

#### 5. 什么是交换技术？什么情况下采用？（将“移动”更正为“交换”）

答案：为了释放部分内存空间，由操作系统根据需要，将某些暂时不运行的进程或程序段从内存移到外存的交换区中；当内存空间富余时再给被移出的进程或程序段重新分配内存，让其进入内存，这就是交换技术，又称为“对换”或“滚进/滚出(roll-in/roll-out)。

当剩余内存不足，而又有新的进程要进入内存时，可应用交换技术。

#### 6. 叙述页式存储管理系统中的地址转换过程。

答案：当处理器给出某个需要访问的逻辑地址时，地址转换机构自动地从逻辑地址的低地址部分得到页内偏移，从高地址部分得到页号。将页号与页表寄存器中的页表长度进行比较，如果页号大于或等于页表长度，表示该页在页表中没有相应项，本次所访问的地址已经超越进程的地址空间，会产生地址越界中断；否则，从页表寄存器得到页表在内存中的起始地址。将页号和页表项长度的乘积再加上页表的起始地址，得到该页的页表项在页表中的位置，从而可以查到该页在内存中的物理块号。最后，将页内偏移装入物理地址寄存器的低位字段中，将物理块号装入物理地址寄存器的高位字段中，此时物理地址寄存器中的内容就是地址转换机构给出的物理地址。

#### 7. 比较分页与分段存储管理的差异。

答案：段是信息的逻辑单位，由源程序的逻辑结构所决定，用户可见，段长可根据用户需要来规定，段起始地址可以从任何地址开始。在分段方式中，源程序(段号，段内偏移)经连结装配后仍保持二维结构。

页是信息的物理单位，与源程序的逻辑结构无关，用户不可见，页长由系统确定，页面

只能以页大小的整倍数地址开始。在分页方式中，源程序(页号，页内偏移)经连结装配后变成了一维结构。

#### 8. 页式存储管理中，试分析大页面与小页面各自的优缺点。

答案：如果页面较小，页数就要增加，页表也随之扩大，为了控制页表所占的内存空间，应选择较大的页面尺寸。

内存以块为单位，一般情况下进程的最后一个页面总是装不满一个物理块，会产生内部碎片，为了减少内部碎片，应选择小的页面尺寸。

作业存放在辅助存储器上，从磁盘读入一个页面的时间包括等待时间（移臂时间+旋转时间）和传输时间，通常等待时间远大于传输时间。显然，加大页面的尺寸，有利于提高 I/O 的效率。

综合考虑以上几点，现代操作系统中，页面大小大多选择在 512 B 到 4KB 之间。

#### 9. 段页式存储管理中怎样划分逻辑地址空间？

答案：段页式存储管理的基本原理。

1. 程序根据自身的逻辑结构划分成若干段，这是段页式存储管理的段式特征。
2. 内存的物理地址空间划分成大小相等的物理块，这是段页式存储管理的页式特征。
3. 将每一段的线性地址空间划分成与物理块大小相等的页面，于是形成了段页式存储管理。

段号(s)	段内页号 (p)	页内位移(d)
-------	----------	---------

4. 逻辑地址分 3 个部分：段号、段内页号和页内位移，其形式为：

#### 10. 如果一个分页系统能够向用户提供的逻辑地址最大为 16 页，页面大小为 2K，内存总共有 8 个存储块。请问逻辑地址应该为多少位？内存空间为多大？

答案：因为逻辑地址最大页数量为  $16=2^4$ ，所以逻辑地址中，表示页号需要用 4 位；

又因为页面大小为  $2K=2^{11}$ ，表示业地址需要用 11 位，所以整个逻辑地址应该为  $4+11=15$ （位）

因为页面大小为  $2K$ ，所以内存块大小也是  $2K$ ，又因为共有 8 个物理内存块，所以总共内存空间为  $8*2K = 16K$ 。

11. 什么是虚拟存储技术？叙述实现虚拟存储管理的基本思想。

答案：将作业不执行的部分暂时存放在外存，待到进程需要时，再将其从外存调入内存。将外存作为内存的补充，从逻辑上扩充内存，这就是虚拟存储技术。

虚拟存储技术的思想：将外存作为内存的扩充，作业运行不需要将作业的全部信息放入内存，将暂时将不运行的作业信息放在外存，通过内存与外存之间的对换，使系统逐步将作业信息放入内存，最终达到能够运行整个作业，从逻辑上扩充内存的目的。

12. 请求页式虚拟存储管理中的页面置换算法有哪几种？各有何特点？

答案：**先进先出（FIFO）页面置换算法**：先进先出页面置换算法开销低、容易编程实现，适合于线性顺序特性好的程序。但是该算法没有考虑到页面的访问频率，很可能刚被换出的页面马上又要被访问，使得缺页率偏高。

**最佳（OPT）页面置换算法**：最佳页面置换算法具有最低的缺页率。最佳页面置换算法只是一种理想化的页面调度算法，很难实现。但是，该算法可以作为评判其它的置换算法的准则

**最近最久未使用（LRU）页面置换算法**：LRU 算法能够合理地预测程序运行状态，具有很好的置换性能，被公认为是一种性能好且可以实现的页面置换算法，但是 LRU 算法在实现起来比较复杂。

**时钟（clock）置换算法**：兼顾了效率与公平，是一种性能较好的算法。

13. 请指出缺页中断和一般中断的区别。

答案：1) CPU 检测中断的时间不同。对一般的中断信号，CPU 是在一条指令执行完后检测其是否存在，检测时间以一个指令周期为间隔。而对缺页中断信号，CPU 在一条指令执行期间，只要有中断信息就可检测，不需要等待一个指令周期。因此，CPU 检测缺页中断更及时。

2) CPU 可以多次处理。如果在一个指令周期中多次检测到缺页中断，CPU 都会及时处

理。

14. 一个 32 位地址的计算机系统使用二级页表，虚拟地址为：顶级页表占 9 位，二级页表占 11 位。请问：页面长度为多少？虚拟地址空间有多少个页面？  
答案：页内偏移量所在地址位数为  $32-9-11=12$  位，所以页面长度为  $2^{12}=4K$ ，虚拟地址空间为  $2^{32}$ ，所以页面个数为  $2^{32}/2^{12}=2^{20}=1M$  个。

15. 在一个请求分页的虚拟存储器管理中，一个程序的运行页面走向为：

1、2、3、4、2、3、5、6、3、1、4、6、7、5、2、4、1、3、2

如果为程序分配的物理块分别为 3 个、4 个，请分别用 FIFO、OPT 和 LRU 算法求出缺页中断次数和缺页率。

答案：(1)页框为 3：

FIFO:

页面走向	1	2	3	4	2	3	5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1	3	2
	1	1	1	2			3	4	5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1
		2	2	3			4	5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1	3
			3	4			5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1	3	2
是否缺页				缺			缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺

FIFO 缺页中断次数为 14；缺页率为 14/19。

OPT:

页面走向	1	2	3	4	2	3	5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1	3	2
	1	1	1	4			4	4		4			4	4	4			3	
		2	2	2			5	6		6			7	5	2			2	
			3	3			3	3		1			1	1	1			1	
是否缺页				缺			缺	缺		缺			缺	缺	缺			缺	

OPT 缺页中断次数为 8；缺页率为 8/19。

LRU:

页 面 走 向	1	2	3	4	2	3	5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1	3	2
	1	1	1	4			5	5		1	1	1	7	7	7	4	4	4	2
		2	2	2			2	6		6	4	4	4	5	5	5	1	1	1
			3	3			3	3		3	3	6	6	6	2	2	2	3	3
是 否 缺 页				缺			缺	缺		缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺

LRU 缺页中断次数为 13；缺页率为 13/19。

(2) 页框为 4:

FIFO:

页 面 走 向	1	2	3	4	2	3	5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1	3	2
	1	1	1	1			2	3		4			5		6	1		7	
		2	2	2			3	4		5			6		1	7		2	
			3	3			4	5		6			1		7	2		4	
				4			5	6		1			7		2	4		3	
是 否 缺 页							缺	缺		缺			缺		缺	缺		缺	

FIFO 缺页中断次数为 7；缺页率为 7/19。

OPT:

页 面 走 向	1	2	3	4	2	3	5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1	3	2
	1	1	1	1			1	1					1	1	1				
		2	2	2			5	6					7	5	2				
			3	3			3	3					3	3	3				
				4			4	4					4	4	4				
是 否 缺 页							缺	缺					缺	缺	缺				

页																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

OPT 缺页中断次数为 5；缺页率为 5/19。

LRU:

页 面	1	2	3	4	2	3	5	6	3	1	4	6	7	5	2	4	1	3	2
走 向																			
	1	1	1	1			5	5		5	4		4	4	2	2	2	2	
		2	2	2			2	2		1	1		1	5	5	5	5	3	
			3	3			3	3		3	3		7	7	7	7	1	1	
				4			4	6		6	6		6	6	6	4	4	4	
是 否 缺 页							缺	缺		缺	缺		缺	缺	缺	缺	缺	缺	

LRU 缺页中断次数为 10；缺页率为 10/19。

补充（一）:

1、某虚拟存储器的用户编程空间共32个页面，每页为1KB，内存为16KB。假定某时刻一用户页表中已调入内存的页面的页号和物理块号的对照表如下：

页号	物理块号
0	5
1	10
2	4
3	7

则逻辑地址 0A5C(H)所对应的物理地址是什么？

参考解答：125C（H） （要求写出计算步骤）

[分析]页式存储管理的逻辑地址分为两部分：页号和页内地址。

由已知条件“用户编程空间共 32 个页面”，可知页号部分占 5 位；由“每页为 1KB”， $1K=2^{10}$ ，可知内页地址占 10 位。由“内存为 16KB”，可知有 16 块，块号为 4 位。

逻辑地址 0A5C（H）所对应的二进制表示形式是：000 1010 0101 1100，根据上面的分析，下划线部分为页内地址，编码“000 10”为页号，表示该逻辑地址对应的页号为 2。查页表，得到物理块号是 4（十进制），即物理块地址为：01 00，拼接块内地址 10 0101 1100，得 01 0010 0101 1100，即 125C（H）。

2、某电脑采用页式存储管理方式，该系统允许作业最大的逻辑地址有 64 页，每页 1024 个字节，主存则被划分为 256 块。请问，逻辑地址需要多少位来表示？表示主存的地址又需多少位？

解：因为逻辑地址=逻辑页号+页内位移，逻辑地址有 64 页，表示 64 需要二进制 6 位（ $64=2^6$ ），每页 1024 个字节，表示页内位移需要 10 位二进制数（ $1024=2^{10}$ ）。所以逻辑地址需 16 位。同理，可知表示主存的物理地址需要 18 位。

3、下表给出了某系统中的空闲分区表，系统采用可变式分区存储管理策略。现有以下作业序列：96K、20K、200K。若采用首次适应算法和最佳适应算法来处理这些作业序列，试问哪一种算法可以满足该作业序列的请求，为什么？（4分）

分区号	大小	起始地址
1	32K	100K
2	10K	150K
3	5K	200K
4	218K	220K
5	96K	530K

分析：

首次适应算法要求空闲分区按地址递增的次序排列，在进行内存分配时，总是从空闲分区表首开始顺序查找，直到找到第一个能满足其大小要求的空闲分区为止。然后，再按照作业大小，从该分区中划出一块内存空间分配给请求者，余下的空闲分区仍留在空闲分区表中。

最佳适应算法要求空闲分区按大小递增的次序排列，在进行内存分配时，总是从空闲分区表首开始顺序查找，直到找到第一个能满足其大小要求的空闲分区为止。如果该空闲分区大于作业的大小，则与首次适应算法相同，将剩余空闲区仍留在空闲区表中。

解：

若采用首次适应算法，在申请 96K 存储区时，选中的是 4 号分区，进行分配后 4 号分区还剩下 122K；接着申请 20K，选中 1 号分区，分配后剩下 12K；最后申请 200K，现有的五个分区都无法满足要求，该作业等待。显然采用首次适应算法进行内存分配，无法满足该作业序列的需求。这时的空闲分区表如下表所示。

采用首次适应算法分配后的空闲分区表

分区号	大小	起始地址
1	12K	120K
2	10K	150K
3	5K	200K
4	122K	316K
5	96K	530K

若采用最佳适应算法，在申请 96K 存储区时，选中的是 5 号分区，5 号分区大小与申请空间大小一致，应从空闲分区表中删去该表项；接着申请 20K 时，选中 1 号分区，分配后 1 号分区还剩下 12K；最后申请 200K，选中 4 号分区，分配后剩下 18K。显然采用最佳适应算法进行内存分配，可以满足该作业序列的需求。为作业序列分配了内存空间后，空闲分区表如下表所示。

最佳适应算法分配后的空闲分区表

分区号	大小	起始地址
1	12K	120K
2	10K	150K
3	5K	200K
4	18K	420K

4、在采用页式存储管理的系统中，某作业的逻辑地址空间为 4 页（每页 2048 字节），且已知该作业的页面映象表如图。试借用地址变换图求出有效逻辑地址 4865 所对应的物理地址。



页号	块号
0	2
1	4
2	6
3	8

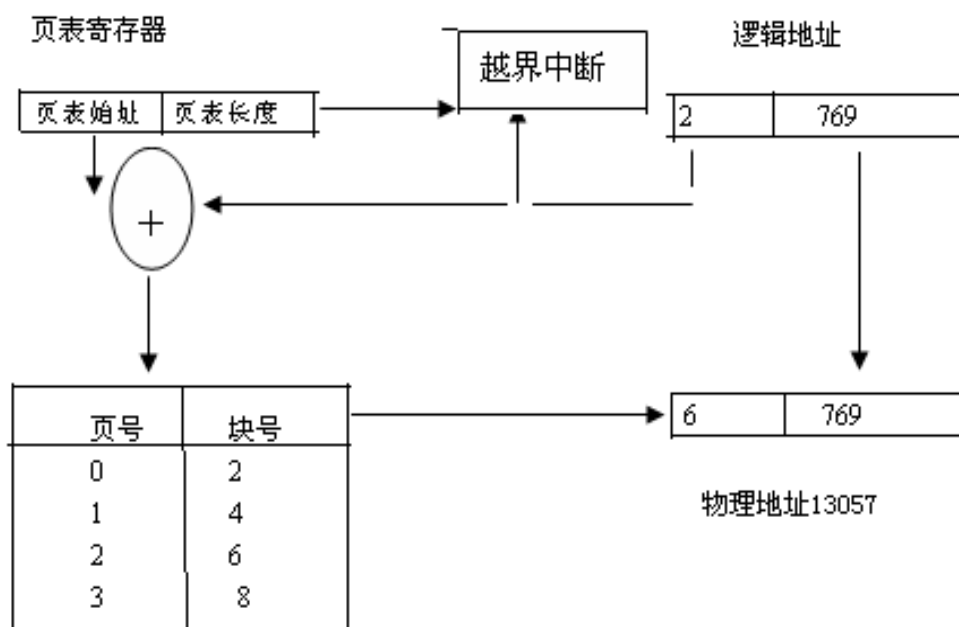
一页大小为 2048 字节，则逻辑地址 4865 的页号及页内位移为：

页号：4865/2048=2

页内位移：4865%2048=769

通过页表得知页面 2 存放在物理块 6 中，将物理块号与逻辑地址中的页内位移拼接，形成物理地址，即：6\*2048+769=13057

其地址变换过程如图：



5、在一个分段存储管理系统中，其段表如图，求逻辑地址对应的物理地址是什么？

段号	内存起始地址	段长
0	210	500
1	2350	20
2	100	90
3	1350	590
4	1938	95

段号	段内位移
0	430
1	10
2	500
3	400
4	112
5	32

在分段存储管理系统中，为了实现从逻辑地址到物理地址的转换，系统将逻辑地址中的段号与段表长度进行比较，若段号超过了段表，则表示段号太大，于是产生越界中断信号，若未越界，则根据段表始址和段号计算出该段对应段表项的位置，从中读取该段在内存的起始地址，然后，再检查段内地址是否超过该段的段长，若超过则同样发出越界中断信号。若未越界，则将该段的起始地址与段内位移相加，从而得到了要访问的物理地址。

(1) 由于第 0 段的内存始址为 210，段长为 500，故逻辑地址 (0.430) 是合法地址。逻辑地址 (0.430) 对应的物理地址为：210+430=640

(2) 由于第 1 段的内存始址为 2350，段长为 20，故逻辑地址 (1.10) 是合法地址，逻辑地址 (1.10) 对应的物理地址为 2350+10=2360

(3) 由于第 2 段起始地址为 100，段长为 90，逻辑地址 (2.500) 的段内位移超过了段长，故该地址为非法地址。

(4) 由于第 3 段的内存始址为 1350，段长为 590，故逻辑地址 (3.400) 是合法地址。逻辑地址 (3.4000) 对应的物理地址为：1350+400=1750

(5) 由于第 4 段的内存始址为 1938，段长为 95，逻辑地址 (4.112) 的段内位移超过了段长，故该地址为非法地址。

(6) 由于系统中不存在第 5 段，故逻辑地址 (5.32) 是非法地址。

补充 (二)

一、设有 8 页的逻辑空间，每页有 1024 字，它们被映射到 32 块的物理主存区中。那么逻辑地址的有效位是 (13) 位，物理地址至少为 (15) 位。

二、如果一个分页系统能够向用户提供的逻辑地址最大为 16 页，页面大小为 2K，内存总共有 8 个存储块。请问逻辑地址应该为多少位？内存空间为多大？

三、某请求页式管理系统，用户编程空间有 40 个页面，每个页面为 200H 字节，假定某时刻用户页表中虚页号和物理块号对照表如下：

虚页号：	0	2	5	17	20
物理块号：	5	20	8	14	36

求：虚地址 0A3CH、223CH 分别对应的物理地址。(提示：可以都转换成二进制做，也可

以转换成十进制做)

(一) 转换成十进制计算过程:

页的大小 200H, 即 512 字节

(1) 虚地址 0A3CH 转换成十进制为 2620,  $2620/512$  得到页号为 5, 页内地址为 60, 查页面得对应块号为 8. 因此该地址对应的物理地址为:  $8*512+60=4156$  即 103CH。

(2) 虚地址 223CH 转换成十进制为 8764,  $8764/512$  得到页号为 17, 页内地址为 60, 查页面得对应块号为 14. 因此该地址对应的物理地址为:  $14*512+60=7228$ , 即 1C3CH。

(二) 二进制计算过程:

页的大小 200H, 即 512 字节  $=2^9$ , 页内偏移量需要 9 个位。逻辑页 40 个, 需要 6 个位来表示。

(1) 虚地址 0A3CH 转换成二进制为 0000 1010 0011 1100, 低 9 位 (0 0011 1100) 页内偏移量, 剩余高位 (0000101) 为页号, 即 5 号页, 查页面得对应块号为 8, 即 0001000, 所以, 对应物理地址为: 0001 0000 0011 1100, 即 103CH。

(2) 虚地址 223CH 转换成二进制为 0010 0010 0011 1100, 低 9 位 (0 0011 1100) 页内偏移量, 剩余高位 (0010001) 为页号, 即 17 号页, 查页面得对应块号为 14, 即 0001110, 所以, 对应物理地址为: 0001 1100 0011 1100, 即 1C3CH。