

计算机考研系列书课包

玩转操作系统



主讲人

刘财政

第四讲 内存管理

本讲内容

考点一: 内存管理概述



考点二: 内存连续分配管理方式



考点三: 基本分页内存管理方式



考点四: 虚拟存储器



考点五: 带快表的两级系统的地址翻译过程



考点三：
基本分页内存管理方式

考点框架



基本概念



地址结构



页表



地址变换过程



TLB



TLB的实现



两级页表和多级页表



二级分页存储管理方式的实现



考点三：基本分页内存管理方式

基本概念

考点三: 基本分页内存管理方式

□ 为什么引入基本分页内存管理方式

- 在连续存储管理方式中, **固定分区会产生内部碎片, 动态分区会产生外部碎片。**
这两种技术对内存的利用率都比较低
- 内存中可能**缺少大块的连续空间**

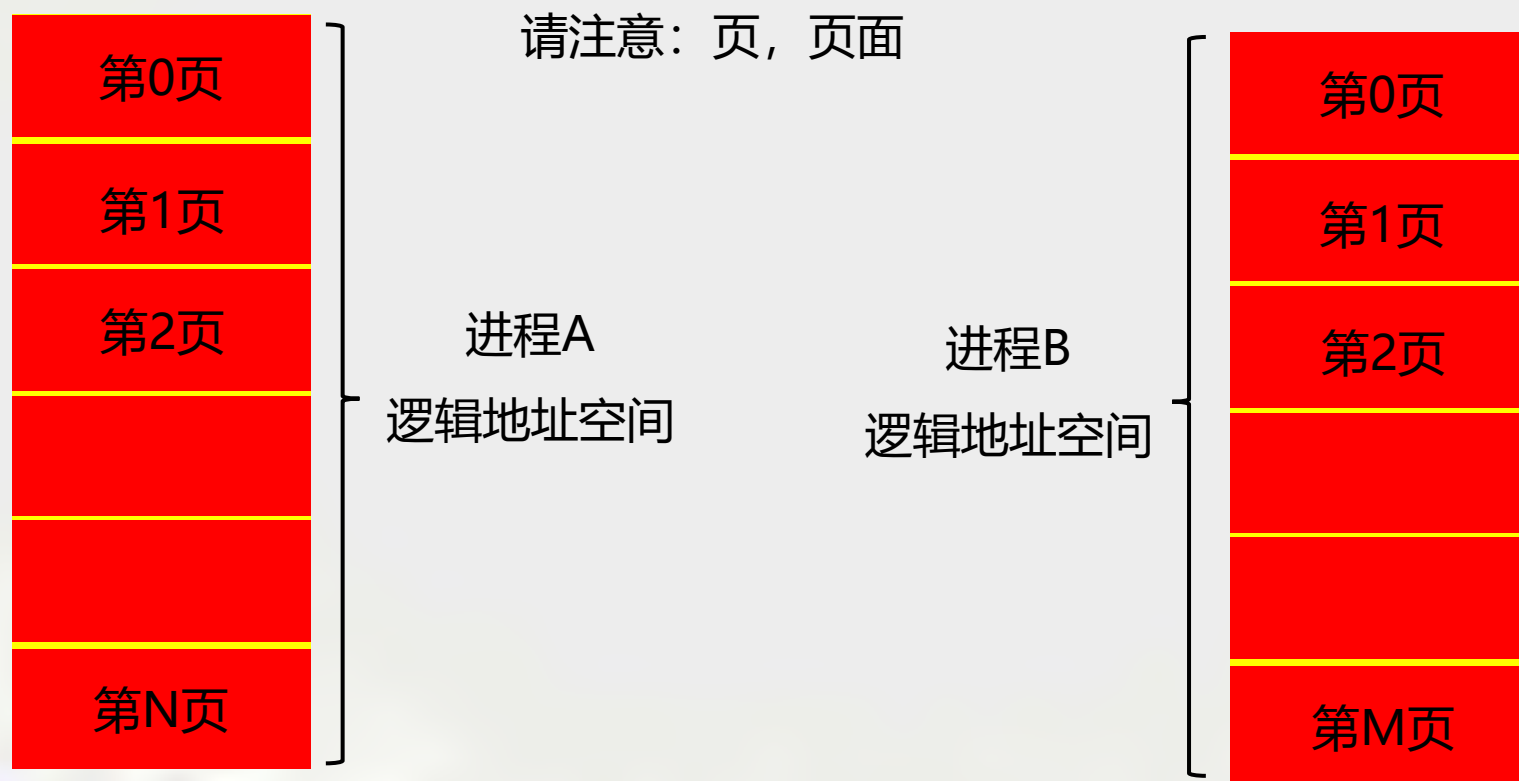
考点三: 基本分页内存管理方式

□ 页 (页面) —— Page

在分页管理中, 由于进程在申请内存空间时, 是逐个按照块来申请空间的, 故进程被分成若干个逻辑块, 这些逻辑块被称为页 (或页面)。

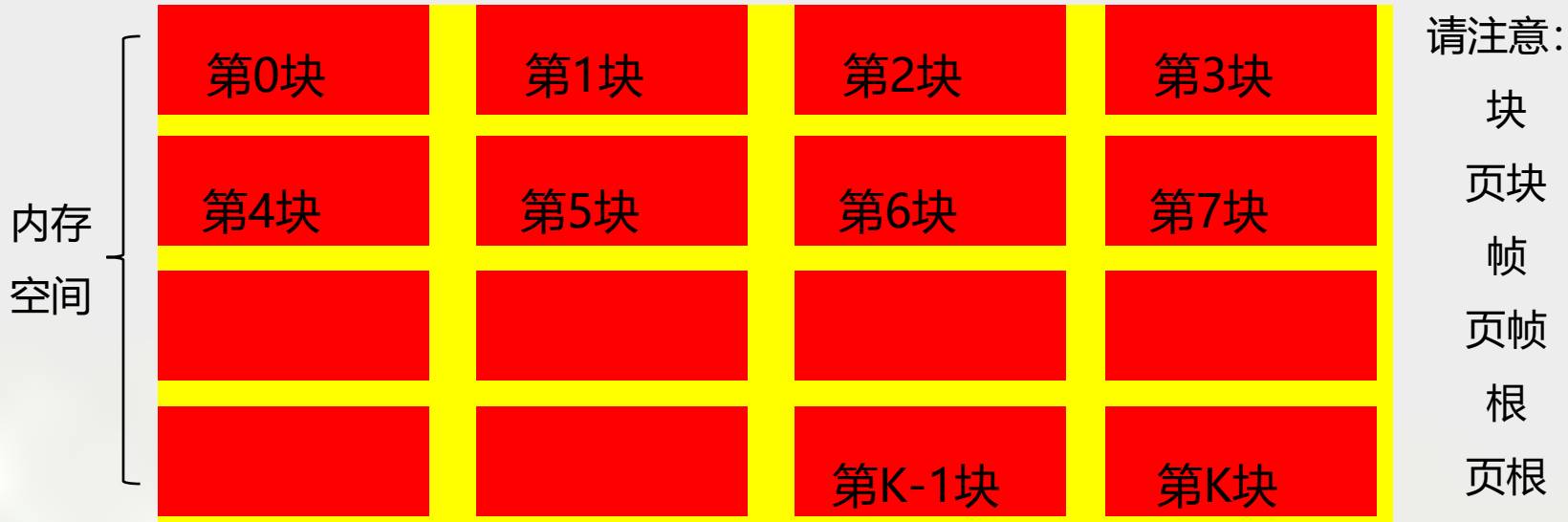
考点三: 基本分页内存管理方式

- 页 (页面) —— Page
- 分页存储管理, 是将一个进程的逻辑地址空间分成若干个大小相等的片, 称为页面或页, 并为各页加以编号, 从0开始, 如第0页、第1页等



考点三: 基本分页内存管理方式

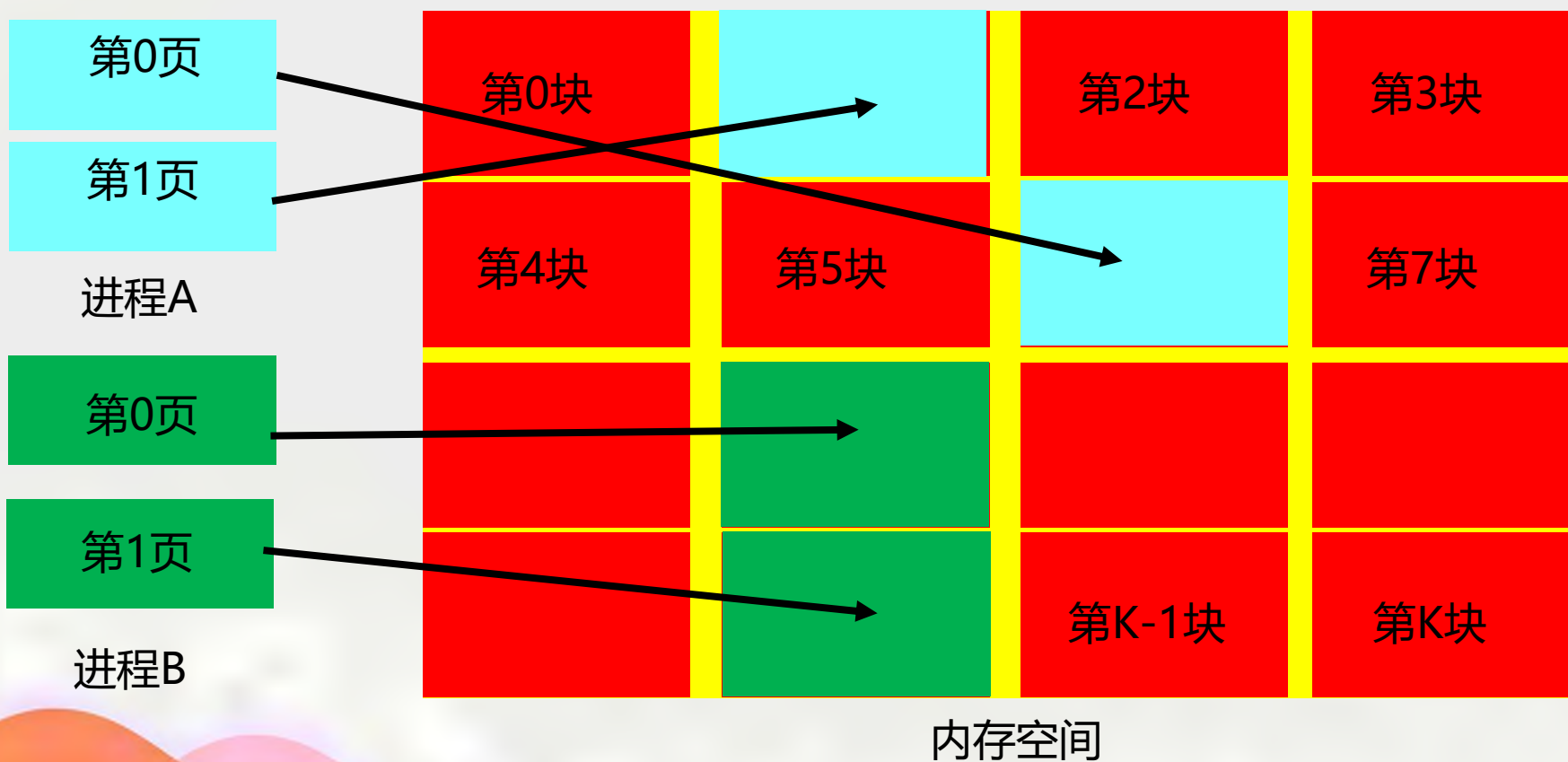
- ❑ 页框 (页帧) —— Page frame
- ❑ 进程中的页必然要映射到内存中的物理块, 即一个页 (页面) 对应唯一的物理块, 这些内存中的块 (物理块) 称为页框 (或页帧)。
- ❑ 内存按页的大小划分为大小相等的区域, 称为物理块 (物理页面, 页框 (frame), 帧), 同样加以编号, 如 0 # 块、1 # 块等等。



考点三: 基本分页内存管理方式

□ 页框（页帧）和页面的对应关系

在为进程分配内存时，以块为单位将进程中的若干个页分别装入到多个可以不相邻接的物理块中。



考点三: 基本分页内存管理方式

□ 页面大小

每个页，也就是进程中的每一块，都有相同的大小，叫做页面大小，为了方便地址转换，一般取2的整数次幂（二进制思想），常见的页面大小是4KB（32位系统）。

考点三: 基本分页内存管理方式

□ 页表项

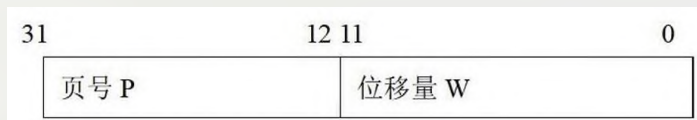
页表项是**页表**的基本构成单元, 一个页表项相当于页表的一条记录。页表项由页号和内存的**物理块号** (就是页框号) 构成。

考点三：基本分页内存管理方式

地址结构

考点三: 基本分页内存管理方式

□ 在分页管理方式中, 逻辑地址结构由页号与页内偏移量 (页内地址) 构成。

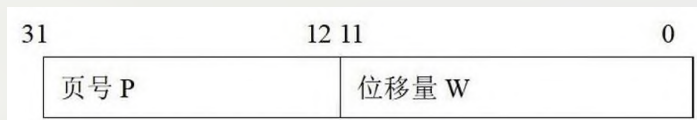


□ 页面大小: $2^W B$ 页面大小: $2^{12} B$

□ 页数: 2^P 个 页面个数: 2^{20} 个页面

考点三: 基本分页内存管理方式

□ 在分页管理方式中, 逻辑地址结构由页号与页内偏移量 (页内地址) 构成。



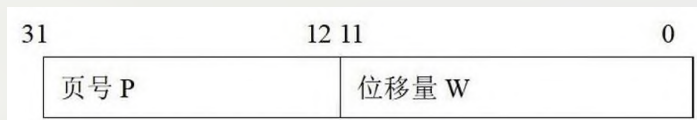
➤ 对某特定机器, 其地址结构是一定的。若给定一个逻辑地址空间中的地址为A, 页面的大小为L, 则页号P和页内地址d可按下列式求得:

① 页内偏移量 = 逻辑地址 % 页面大小 (取余)

② 页号 = 逻辑地址 / 页面大小 (下取整)

考点三: 基本分页内存管理方式

□ 在分页管理方式中, 逻辑地址结构由页号与页内偏移量 (页内地址) 构成。



③ 页面大小 (页的大小) = $2^{\text{页内偏移量所占位数}}$

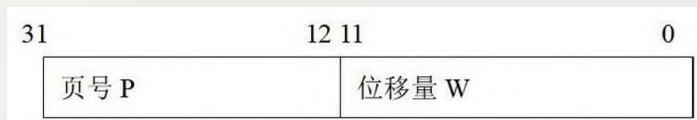
假设页内偏移量占用了12位, 那它能表达的最大值是多少?

最大值是 $2^{12}-1$. 最小值是0.

如果计算机以字节为内存单位, 那就可以表示 2^{12} Bytes = 4KB, 也就是说, 一个页的大小就是4KB。

考点三: 基本分页内存管理方式

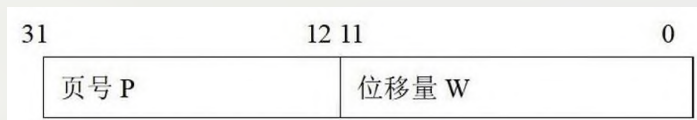
□ 在分页管理方式中, 逻辑地址结构由页号与页内偏移量 (页内地址) 构成。



④ 内存最多页面数 = $2^{\text{页号所占位数}}$

考点三: 基本分页内存管理方式

□ 在分页管理方式中, 逻辑地址结构由页号与页内偏移量 (页内地址) 构成。



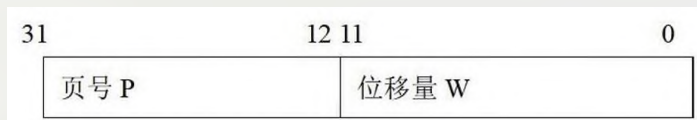
⑤ 系统内存 = 内存最多页面数 × 页面大小

对于32位系统, 系统最多有 2^{20} 个页面, 每个页面4KB, 则内存大小就等于 $2^{20} \times 4\text{KB}$, 合4GB。

换句话说, 一个页表也要必须能够索引到全部页面, 因此页表中的页表项个数就是最多页面数。

考点三: 基本分页内存管理方式

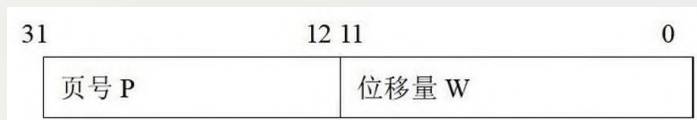
□ 在分页管理方式中, 逻辑地址结构由页号与页内偏移量 (页内地址) 构成。



⑥ 页面中页表项个数 = 内存最多页面数 = $2^{\text{页号所占位数}}$

考点三: 基本分页内存管理方式

□ 在分页管理方式中, 逻辑地址结构由页号与页内偏移量 (页内地址) 构成。



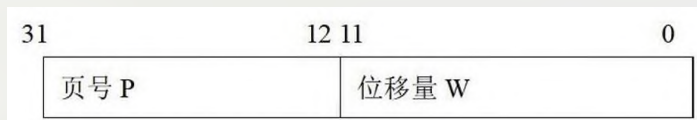
⑦ 页表大小 = 页面中页表项个数 × 页表项大小

用来表示页号占去了20位, 那么一个页表就能表示 2^{20} 页表项, 假设每个页表项占用4Bytes空间, 那么页表大小是多少呢?

$2^{20} \times 4\text{Bytes} = 4\text{MB}$, 一个页表大小就占了4MB这么大的内存空间。

考点三: 基本分页内存管理方式

□ 在分页管理方式中, 逻辑地址结构由页号与页内偏移量 (页内地址) 构成。



⑧ 物理地址 = 物理块号 × 页面大小 + 页内偏移量

【政哥点拨】

1. 在某计算机系统中，页面大小为1 KB，设逻辑地址为2170 B，求页号、页内偏移量。

□ 页号： $2170 / 1024 = 2$

□ 位移量： $2170 \% 1024 = 122$

2. 假设某计算机按照字节编址(1 Byte=8 bit, 1KB= 2^{10} Byte), 内存管理采用基本分页方式, 页号从0计算。已知页面大小为1 KB, 页表中页号11对应的物理块号是17号, 页号12对应的物理块号是0号, 页号13对应的物理块号是6号。

求逻辑地址13046对应的物理地址。

- 页号 = $13046 / 1K = 13046 / 2^{10} = 13046 / 1024 = 12$
- 页内地址 = $13046 \% 1K = 13046 \% 2^{10} = 13046 \% 1024 = 758$
- 查页表可知, 12的页号对应的物理块号为0, 那么
- 物理地址 = $0 \times 1K + 758 = 758$

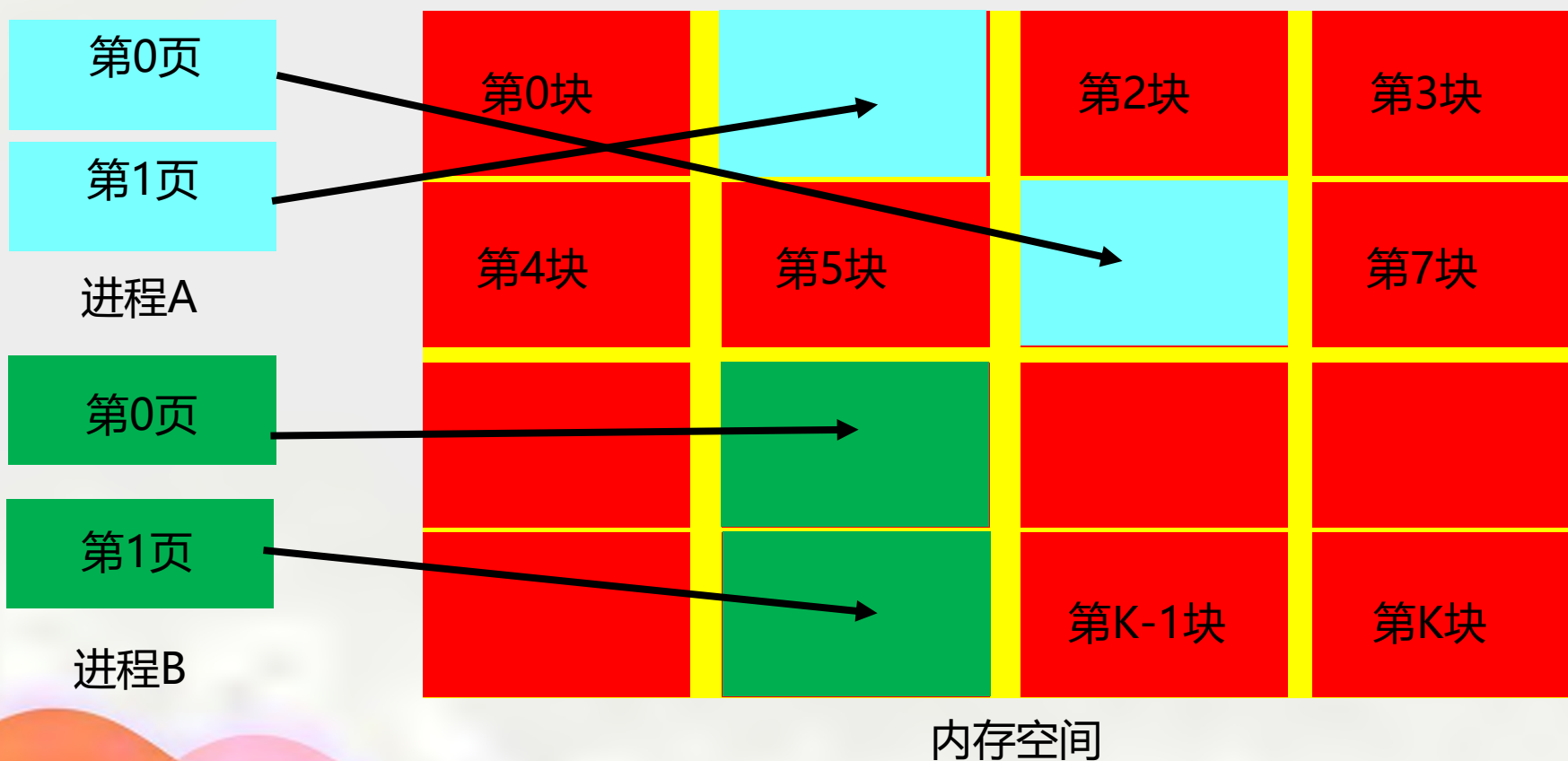
考点三：基本分页内存管理方式

页表

考点三: 基本分页内存管理方式

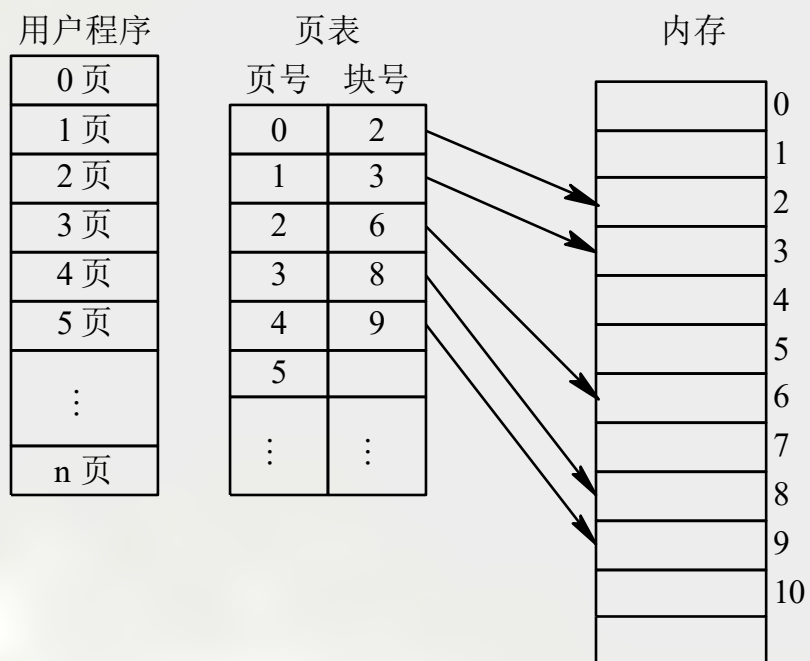
□ 页框（页帧）和页面的对应关系

在为进程分配内存时，以块为单位将进程中的若干个页分别装入到多个可以不相邻接的物理块中。



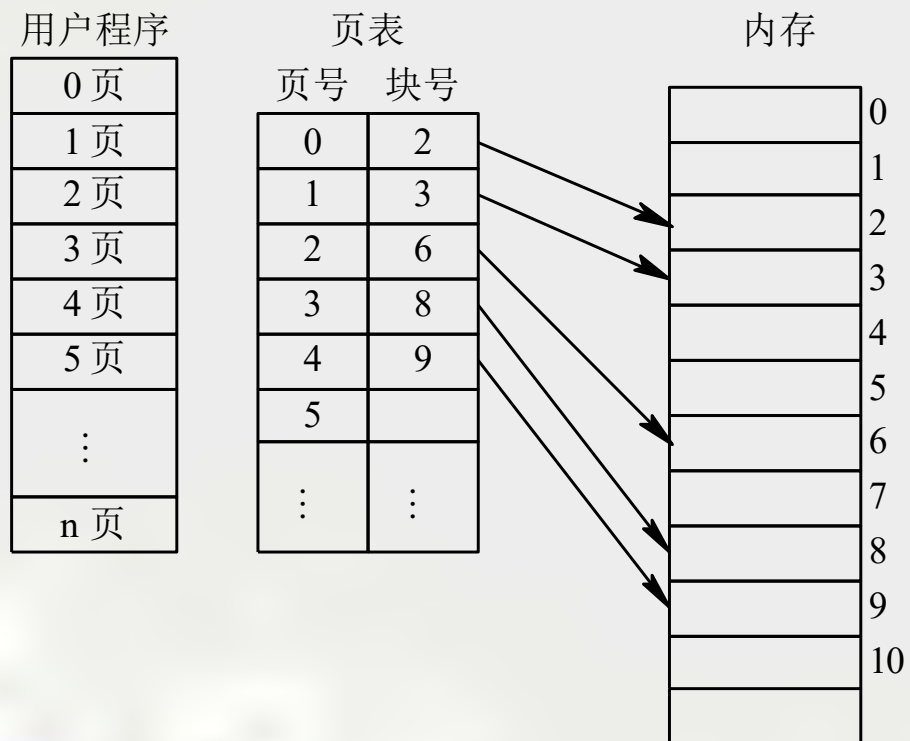
考点三: 基本分页内存管理方式

- ❑ 为了能在内存中找到每个页面所对应的物理块。系统又为每个进程建立了一张页面映像表, 简称页表。
- ❑ 页表的作用是实现从页号到物理块号的地址映射。



考点三: 基本分页内存管理方式

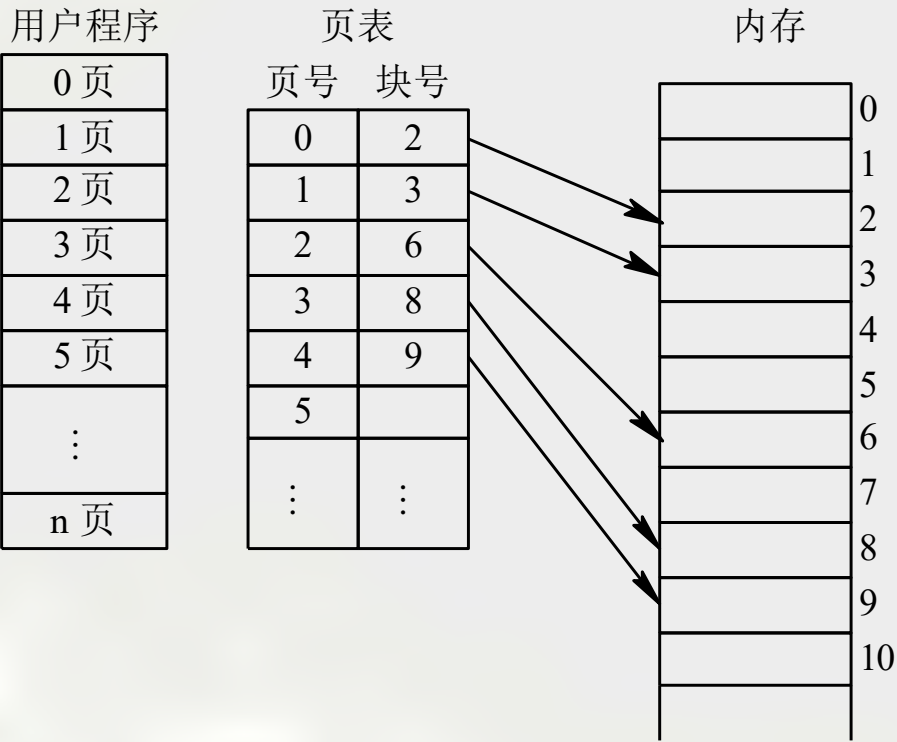
- 在进程地址空间内的所有页(0 ~ n), 依次在页表中有一页表项, 其中记录了相应页在内存中对应的物理块号.
- 页表通常存在PCB (进程控制块) 中, 进程执行时, 页表常驻内存。



考点三: 基本分页内存管理方式

关于页表的几个重要概念

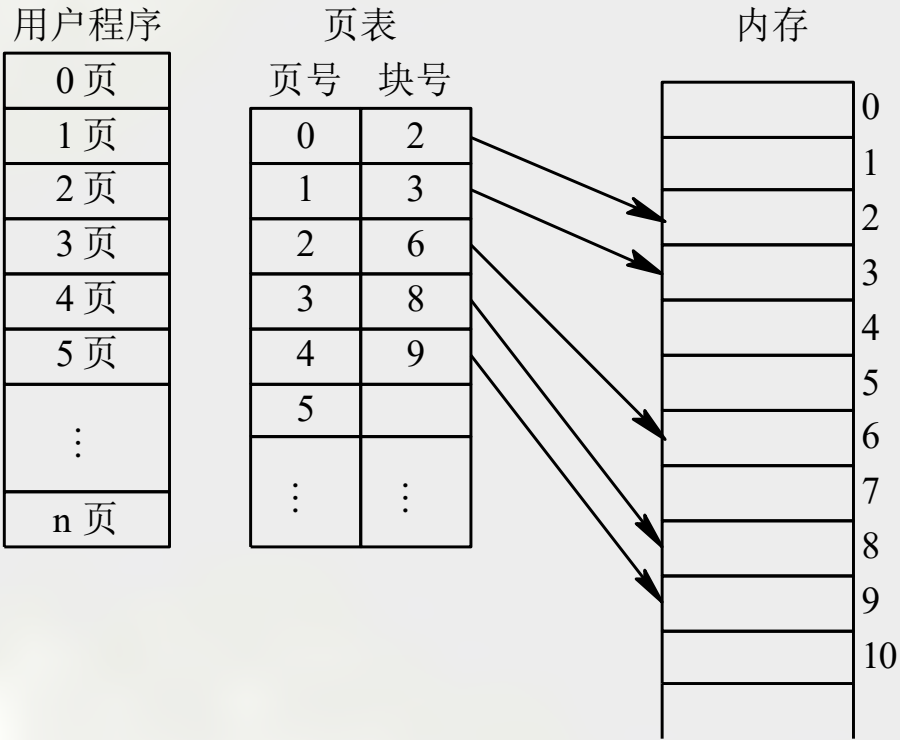
- 一个进程对应一张页表
- 进程的每个页面对应一个页表项; 每个页表项 “块号” 和其他信息组成



考点三: 基本分页内存管理方式

关于页表的几个重要概念

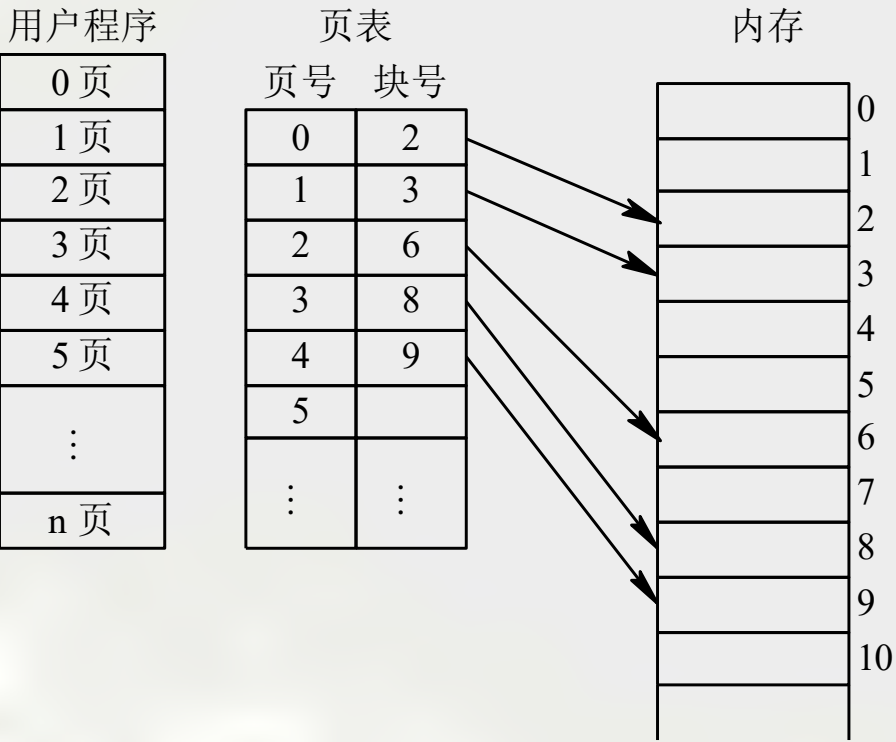
□ 页表记录进程页面和实际存放的内存块之间的映射关系



考点三: 基本分页内存管理方式

关于页表的几个重要概念

- 页表的本质是一个大数组，页号是数组下标，页表项是数组元素，其大小是块号。

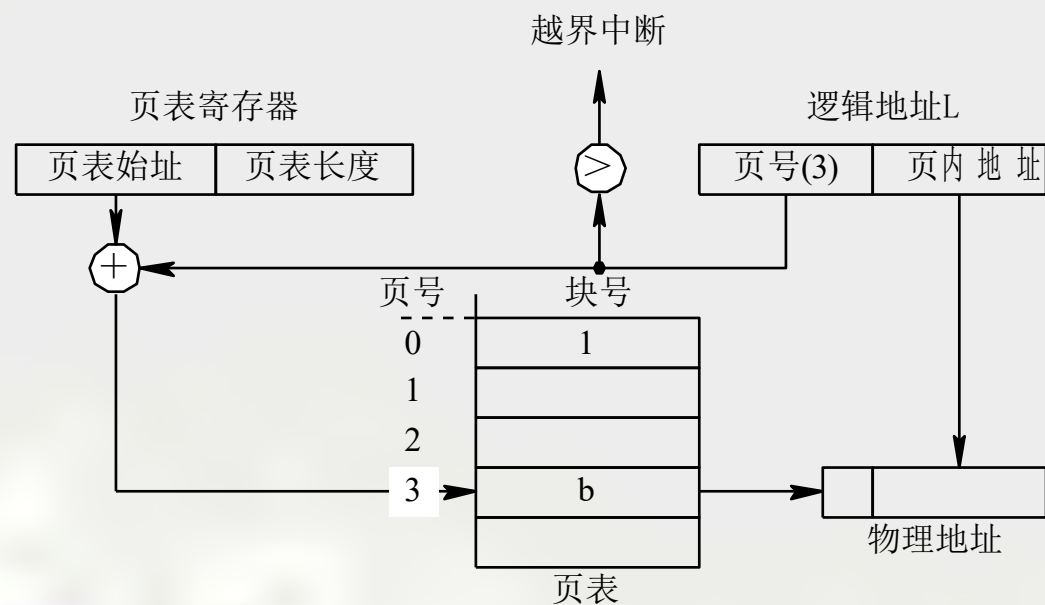


考点三：基本分页内存管理方式

地址变换过程

考点三: 基本分页内存管理方式

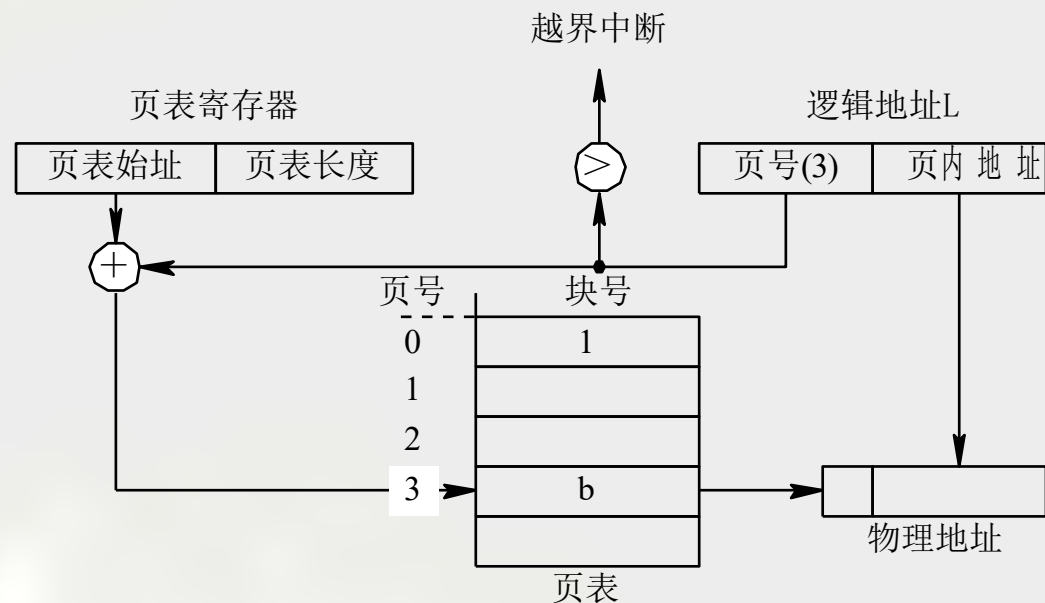
- 页表大多驻留在内存中
- 在系统中只设置一个页表寄存器 PTR(Page-Table Register), 在其中存放页表在内存的始址和页表的长度。
- 进程未执行时, 页表的始址和页表长度存放在本进程的 PCB 中。
- 当调度程序调度到某进程时, 才将这两个数据装入页表寄存器中。



考点三: 基本分页内存管理方式

当进程要访问某个逻辑地址中的数据时, 分页地址变换机构会自动地将有效地址(相对地址)分为页号和页内地址两部分, 再以页号为索引去检索页表。查找操作由硬件执行。

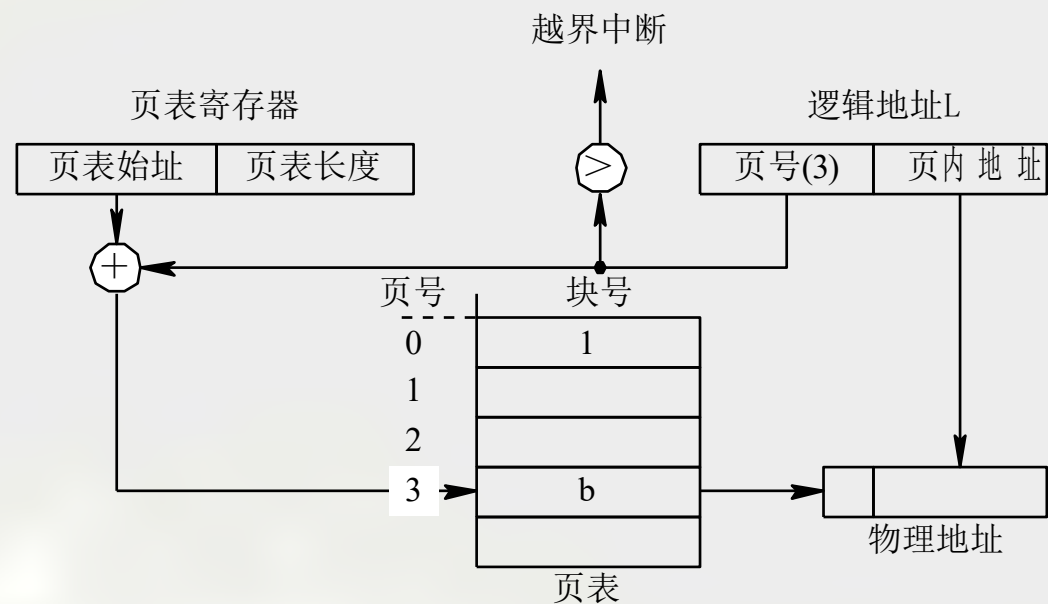
□ 先将页号与页表长度进行比较, 如果页号大于或等于页表长度, 则表示本次所访问的地址已超越进程的地址空间。于是, 这一错误将被系统发现并产生地址越界中断。



考点三: 基本分页内存管理方式

当进程要访问某个逻辑地址中的数据时, 分页地址变换机构会自动地将有效地址(相对地址)分为页号和页内地址两部分, 再以页号为索引去检索页表。查找操作由硬件执行。

□ 若未出现越界错误, 则将页表始址与页号和页表项长度的乘积相加, 便得到该表项在页表中的位置, 于是可从中得到该页的物理块号, 将之装入物理地址寄存器中。

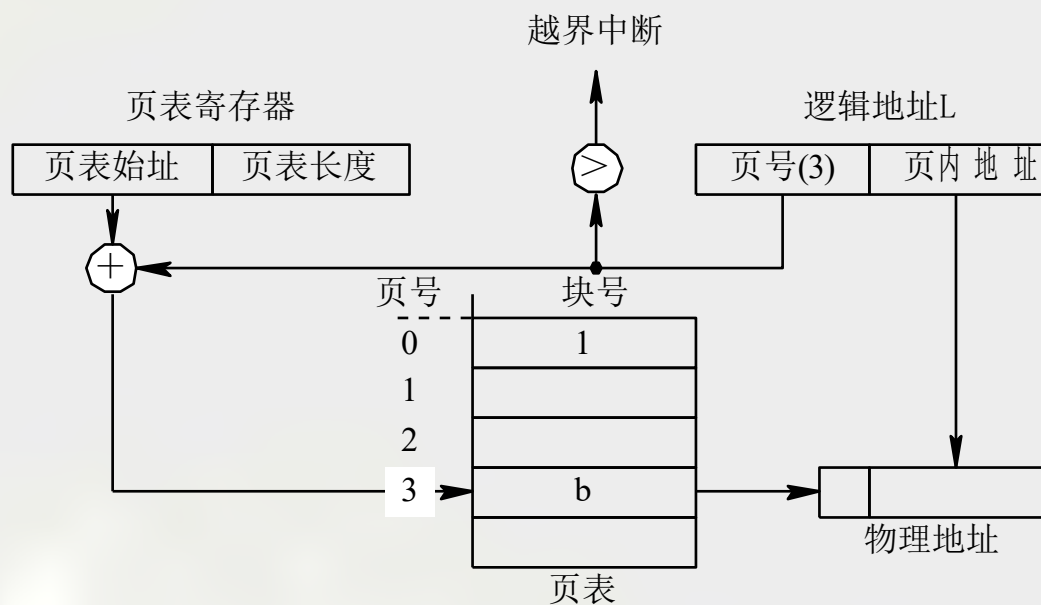


考点三: 基本分页内存管理方式

当进程要访问某个逻辑地址中的数据时, 分页地址变换机构会自动地将有效地址(相对地址)分为页号和页内地址两部分, 再以页号为索引去检索页表。查找操作由硬件执行。

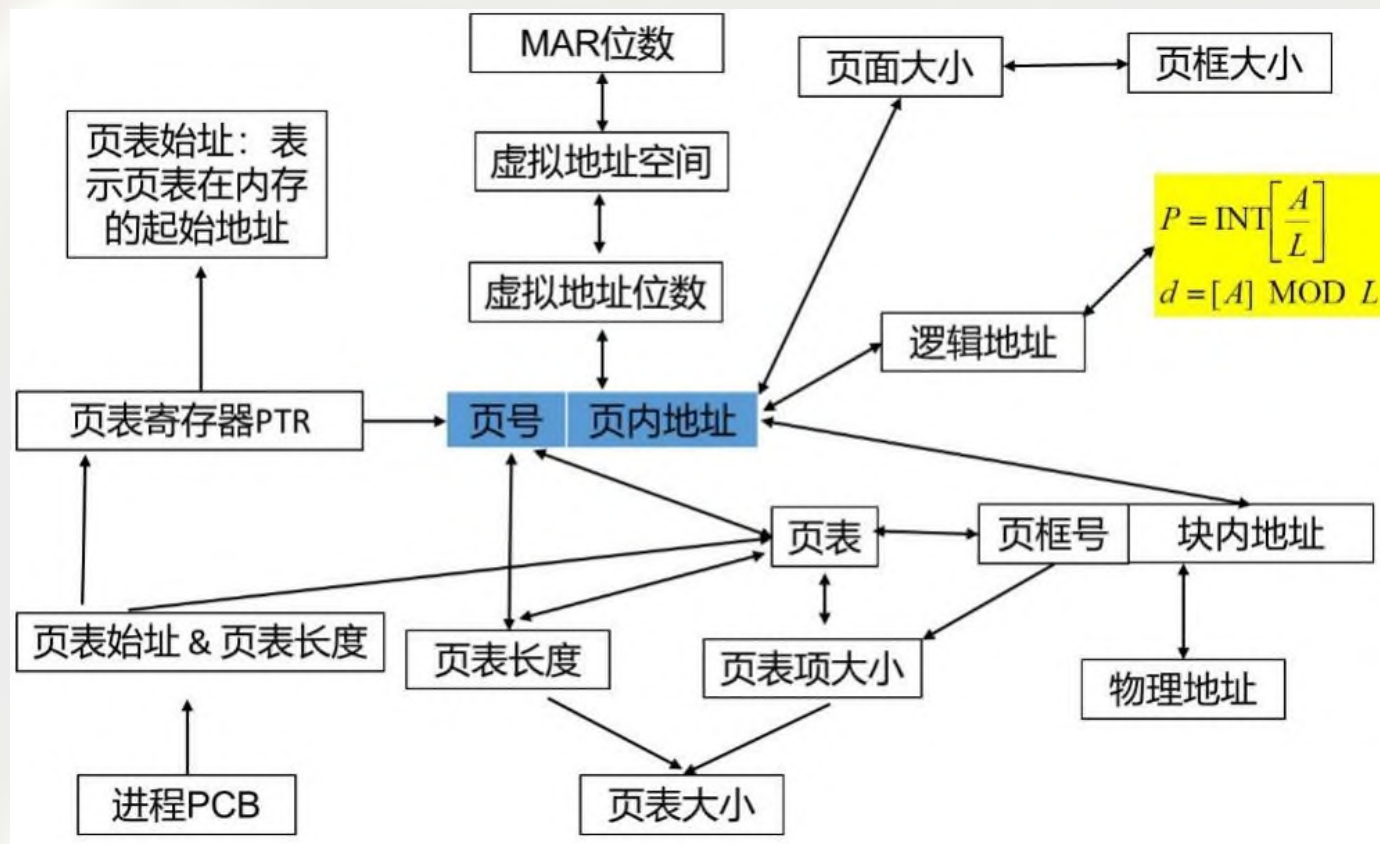
□ 与此同时, 再将有效地址寄存器中的页内地址送入物理地址寄存器的块内地址字段中。

□ 完成从逻辑地址到物理地址的变换。



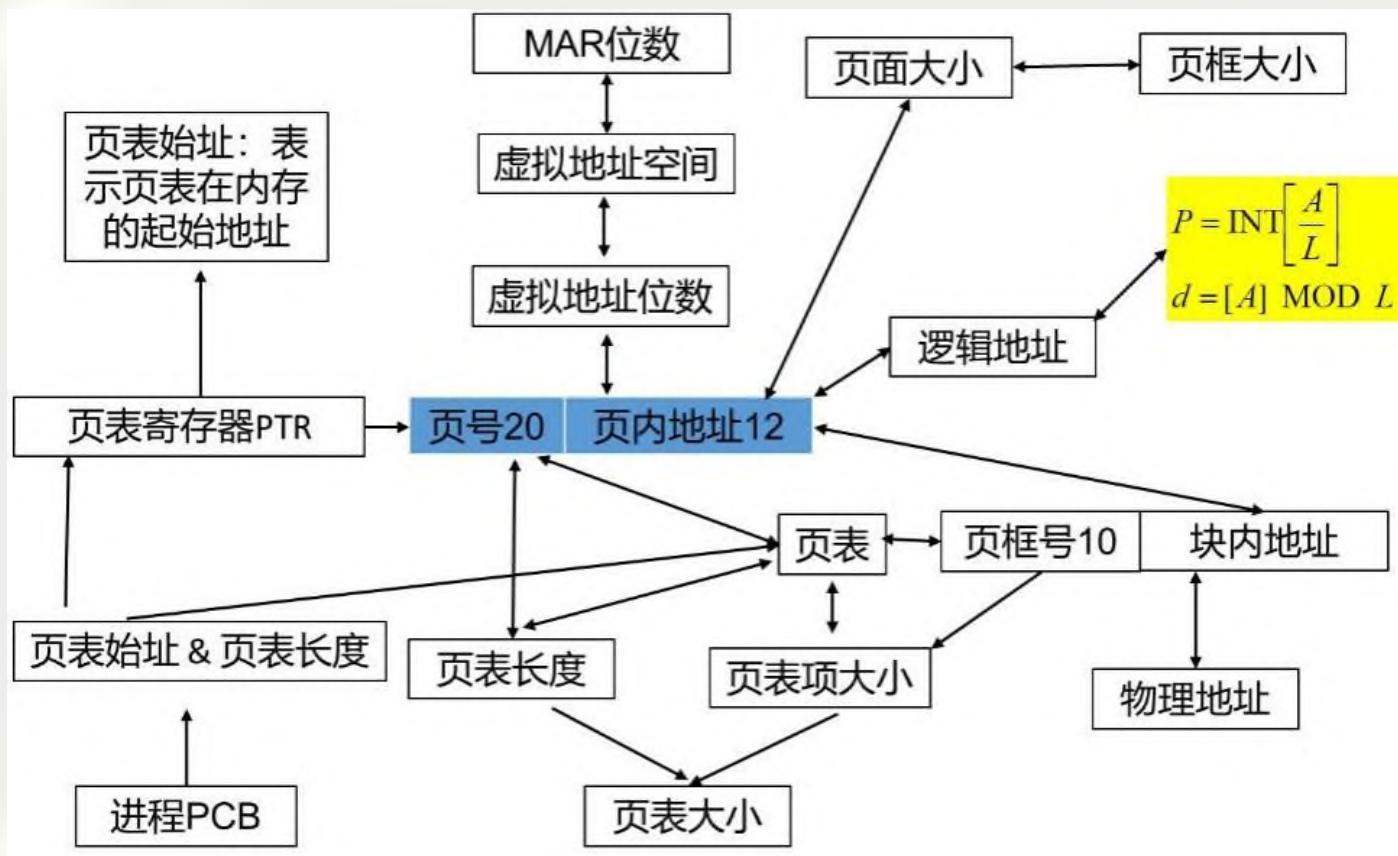
考点三：基本分页内存管理方式

通过例子来讲解其运算过程



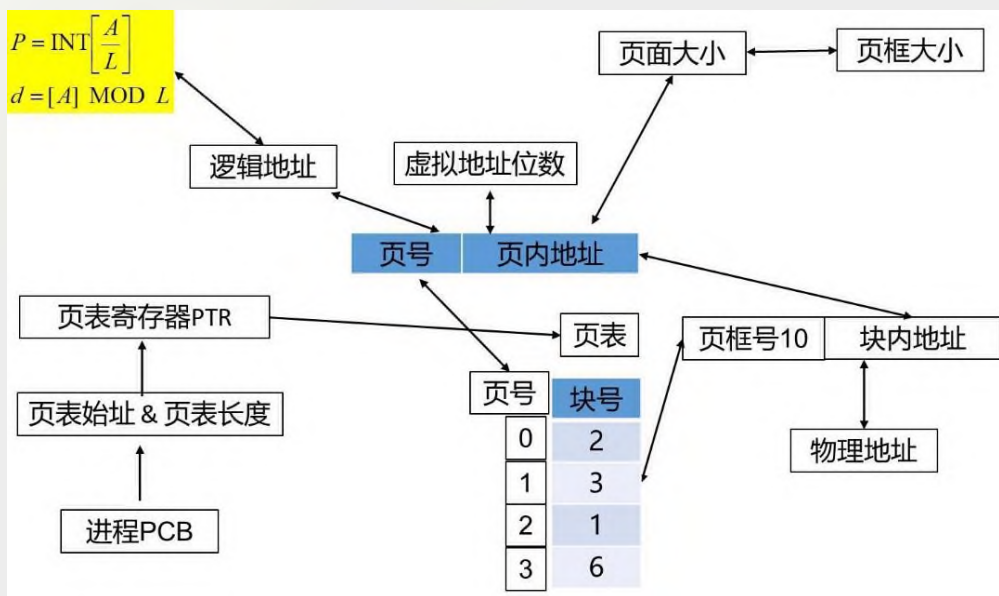
考点三：基本分页内存管理方式

通过例子来讲解其运算过程



考点三: 基本分页内存管理方式

若在一个页式存储管理系统中, 页表内容如图所示。已知页面大小为1024字节, 试将逻辑地址1011、2148、3000、4000、5012转化为相应的物理地址。

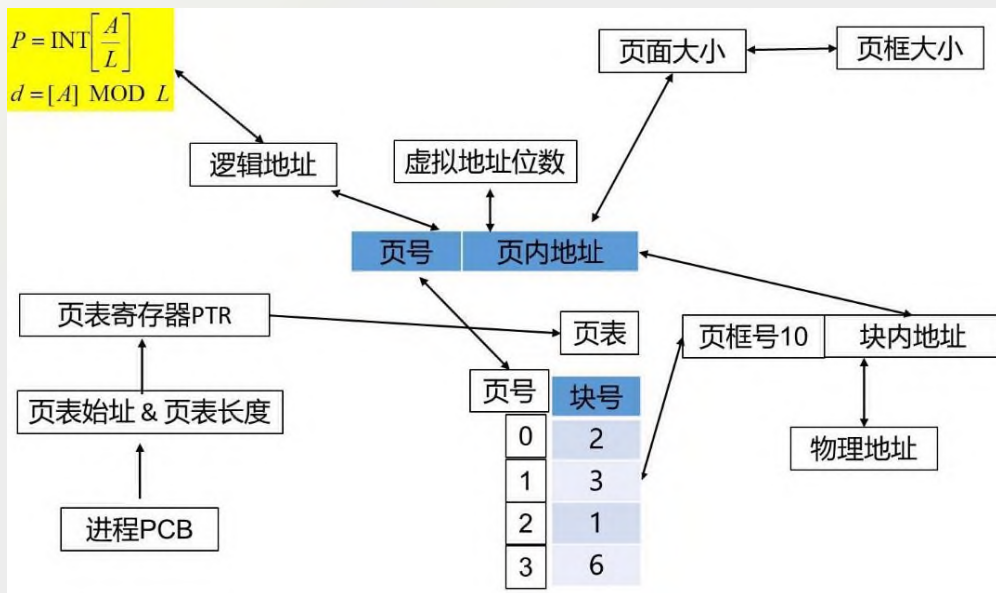


【解析】由于页面大小为1024 B,所示给定地址 LA,页号=LA DIV 1024,页内地址=LA mod 1024。

(1)地址 1011。根据计算,可以知道,页号为1011 DIV 1024=0,页内地址为1011%1024=1011,查找页表,页号0对应的块号为2,所以1011对应的物理地址为1024 * 2+1011=2048+1011=3059。

考点三: 基本分页内存管理方式

若在一个页式存储管理系统中, 页表内容如图所示。已知页面大小为1024字节, 试将逻辑地址1011、2148、3000、4000、5012转化为相应的物理地址。

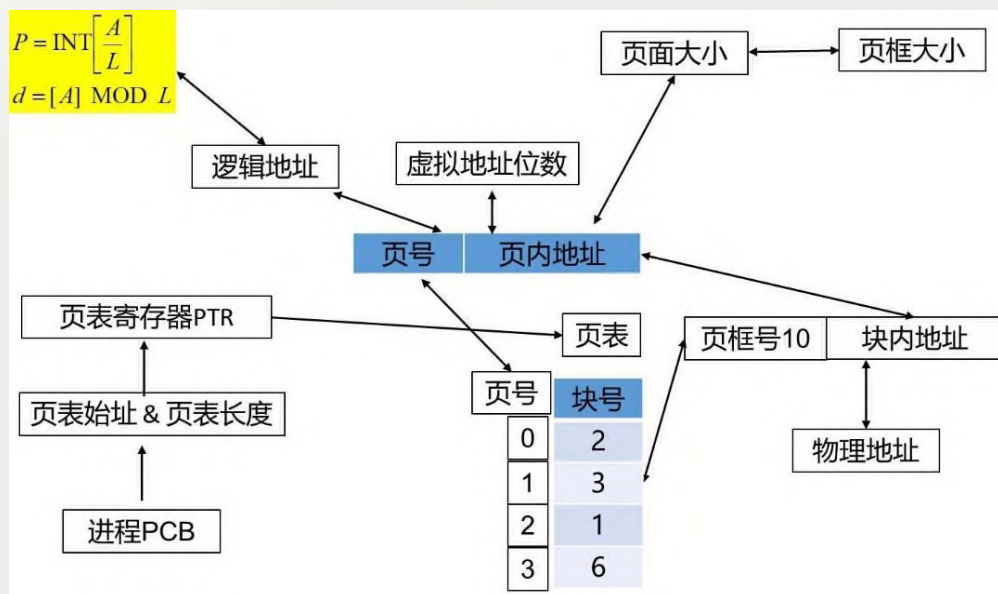


【解析】由于页面大小为1024 B,所示给定地址 LA,页号=LA DIV 1024,页内地址=LA mod 1024。

(2)地址2148。根据计算,可以知道,页号为2148 DIV 1024 = 2,页内地址为2148 % 1024 = 100,查找页表,页号2对应的块号为1,所以 2148 对应的物理地址为1*1024+100=1124。

考点三: 基本分页内存管理方式

若在一个页式存储管理系统中, 页表内容如图所示。已知页面大小为1024字节, 试将逻辑地址1011、2148、3000、4000、5012转化为相应的物理地址。

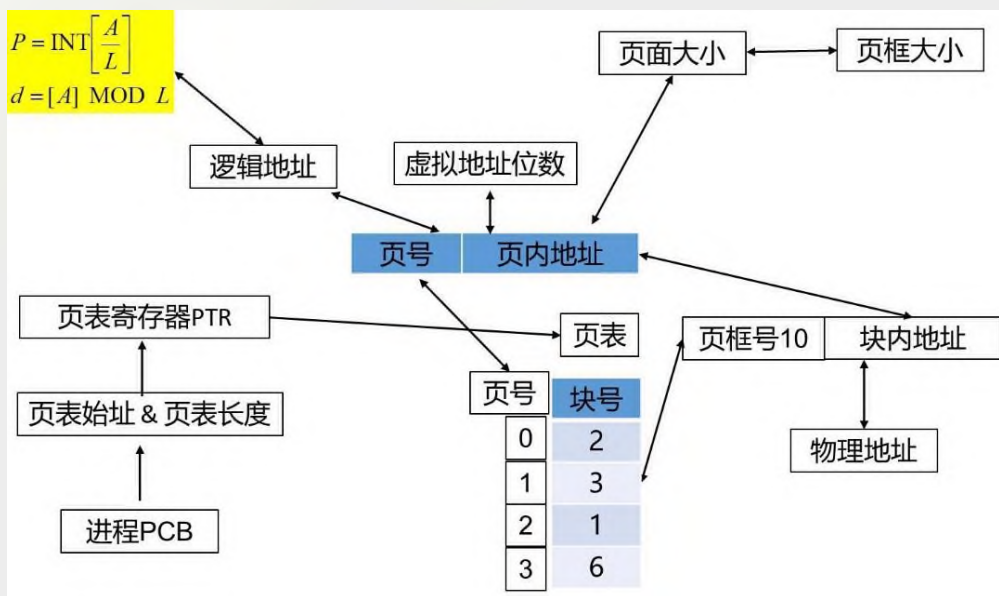


【解析】由于页面大小为1024 B,所示给定地址 LA,页号=LA DIV 1024,页内地址=LA mod 1024。

(3)地址 3000。根据计算,可以知道, 页号为 $3000 \text{ DIV } 1024 = 2$, 页内地址为 $3000 \% 1024 = 952$,查找页表, 页号2对应的块号为1,所以3000对应的物理地址为 $1 \times 1024 + 952 = 1976$ 。

考点三: 基本分页内存管理方式

若在一个页式存储管理系统中, 页表内容如图所示。已知页面大小为1024字节, 试将逻辑地址1011、2148、3000、4000、5012转化为相应的物理地址。

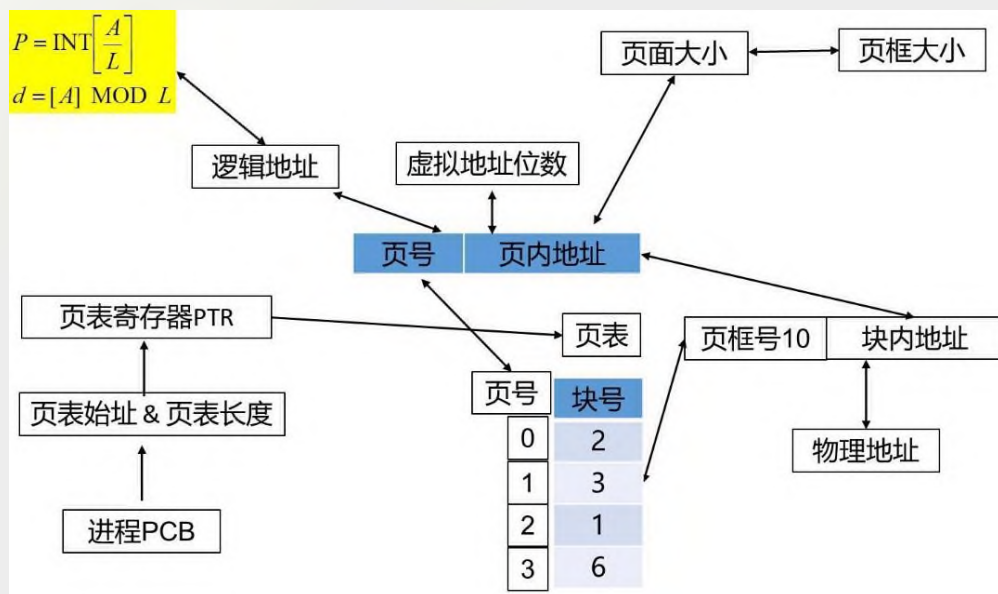


【解析】由于页面大小为1024 B,所示给定地址 LA,页号=LA DIV 1024,页内地址=LA mod 1024。

(4)地址4000。根据计算,可以知道,页号为 $4000 \text{ DIV } 1024 = 3$,页内地址为 $4000 \% 1024 = 928$,查找页表, 页号3对应的块号为6,所以4000对应的物理地址为 $6 * 1024 + 928 = 7072$

考点三: 基本分页内存管理方式

若在一个页式存储管理系统中, 页表内容如图所示。已知页面大小为1024字节, 试将逻辑地址1011、2148、3000、4000、5012转化为相应的物理地址。



【解析】由于页面大小为1024 B,所示给定地址 LA,页号=LA DIV 1024,页内地址=LA mod 1024。

(5)地址5012。根据计算,可以知道, 页号为5012 DIV 1024 = 4, 页内地址为5012 % 1024 = 916,查找页表,页号为4等于页表长度,产生越界中断。

考点三：基本分页内存管理方式

要访问两次内存

页表大都驻留在内存中

基本的地址变换机构

为了实现地址变换功能，在系统中设置页表寄存器（PTR），用来存放页表的始址和页表的长度。

在进程未执行时，每个进程对应的页表的始址和长度存放在进程的PCB中，当该进程被调度时，就将它们装入页表寄存器。

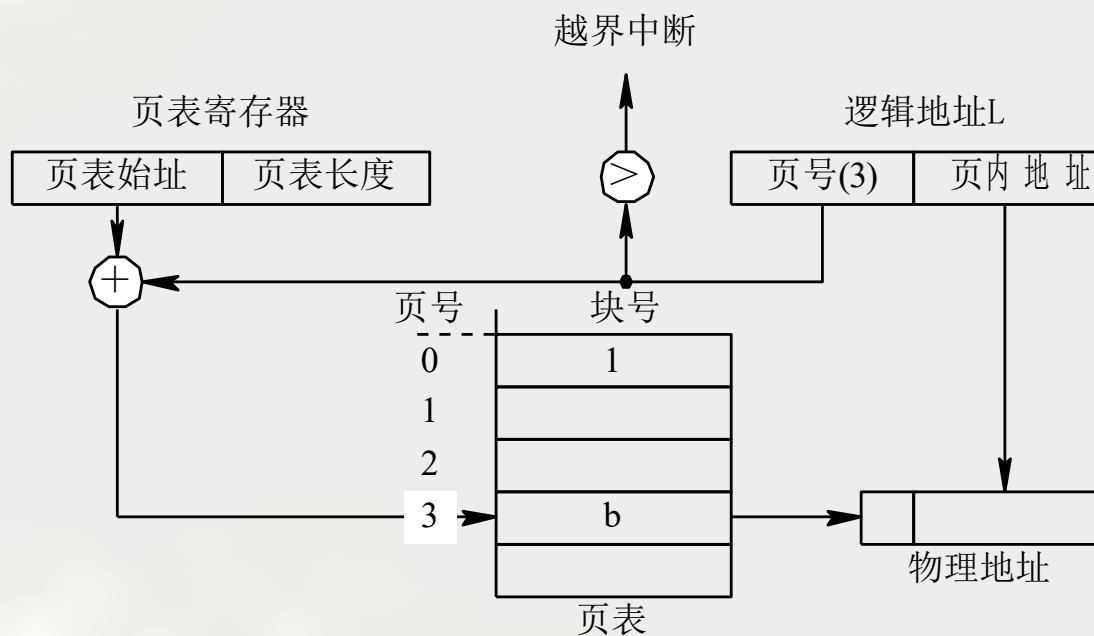
考点三：基本分页内存管理方式

TLB（快表）

考点三: 基本分页内存管理方式

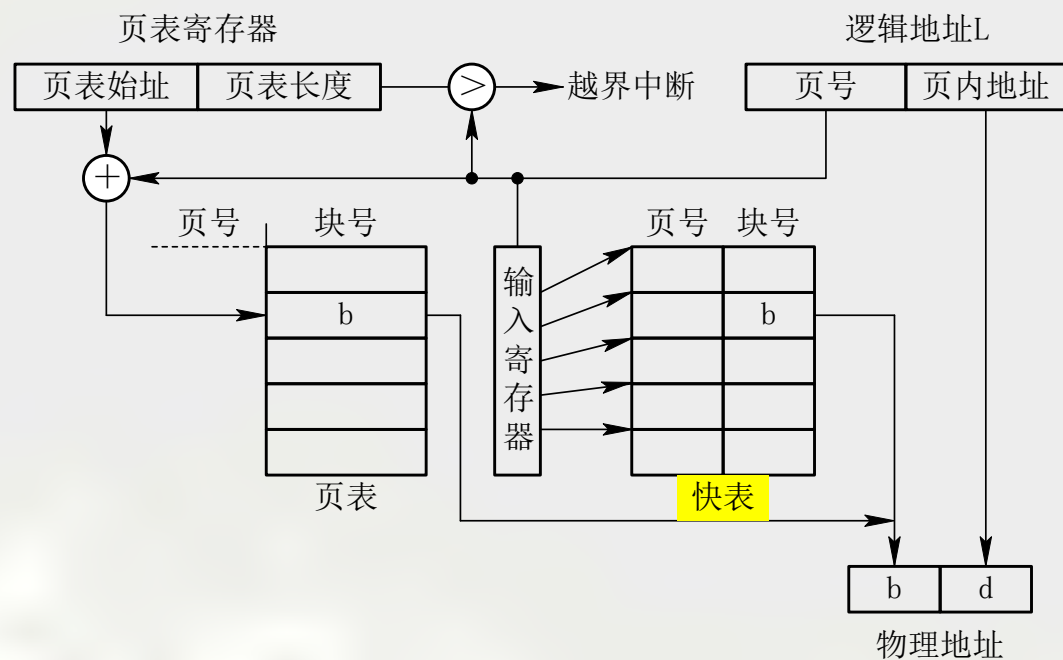
从这个过程中, 处理器每访问一个在内存中的操作数, 就要访问两次内存:

- 第一次用来[查找页表](#)将操作数的 逻辑地址变换为物理地址;
- 第二次完成真正的[内存读写操作](#)。



考点三: 基本分页内存管理方式

- 根据访存的**局部性**, 可在地址变换机构中增设一个具有并行查寻能力的特殊高速缓冲寄存器, 又称为“**联想寄存器**” (Associative Memory), 或称为“**快表**”
- 在 IBM 系统中又取名为 **TLB**(Translation Lookaside Buffer), 用以存放当前访问的那些**页表项**



考点三：基本分页内存管理方式

1、CPU给出有效地址

2、地址变换机构自动地将页号送入高速缓存，确定所需要的页是否在快表中。

3、若是，则直接读出该页所对应的物理块号，送入物理地址寄存器；

4、若快表中未找到对应的页表项，则需再访问内存中的页表

5、找到后，把从页表中读出的页表项存入快表中的一个寄存器单元中，以取代一个旧的页表项。

地址变换过程为：

【政哥点拨】

设有8页的逻辑空间，每页有1024 B，它们被映射到32块的物理存储区中。那么逻辑地址的有效位是()位，物理地址至少是()位。

A. 10,11 B. 12,14 C. 13,15 D. 14,16

C【解析】本题需要弄清页大小、页号位数、物理块数、页内偏移地址、逻辑地址位数、物理地址位数之间的联系。

因为8页= 2^3 页，所以表示页号的地址有3位，

又因为每页有1024 B= 2^{10} B，所以页内偏移地址有10位，逻辑地址总共有13位；

因为页面的大小和物理块的大小是一样的，所以每个物理块也是1024B，而内存至少有32个物理块，所以内存大小至少是 $32 \times 1024 \text{ B} = 2^{15} \text{ B}$ ，

所以物理地址至少要15位，不然无法访问内存的所有区域。故选C。

考点三：基本分页内存管理方式

TLB的实现

考点三: 基本分页内存管理方式

- 根据访存的局部性, 可在地址变换机构中增设一个具有并行查寻能力的特殊高速缓冲寄存器, 又称为“联想寄存器” (Associative Memory), 或称为“快表”
- 在 IBM 系统中又取名为 TLB(Translation Lookaside Buffer), 用以存放当前访问的那些页表项

考点三: 基本分页内存管理方式



TLB的实现方式 (使用cache来实现)

TLB是一种高速缓存, 内存管理硬件使用它来改善虚拟地址到物理地址的转换速度。

使用TLB可以快速的找到**虚拟地址指向物理地址**, 而不需要请求RAM内存获取虚拟地址到物理地址的映射关系。

考点三：基本分页内存管理方式

TLB的实现方式（使用cache来实现）

TLB中的项由两部分组成：**标识和数据**。

- **标识**中存放的是虚地址的一部分，而数据部分中存放物理页号、存储保护信息以及其它一些辅助信息。
- 虚地址与TLB中项的映射方式有三种：**全相联映射方式、直接映射方式、组相联映射方式**。

考点三: 基本分页内存管理方式

TLB的实现方式 (使用cache来实现)

□ 直接相联映射方式

标记	TLB编号 (C位)	页内地址
----	------------	------

逻辑地址

每一个线性地址块都可通过模运算对应到**唯一**的一个TLB表项

这样只需进行一次比较

TLB编号 = 页号 mod 2^C

考点三: 基本分页内存管理方式

TLB的实现方式 (使用cache来实现)

□ 全相联映射方式

标记	页内地址
----	------

逻辑地址

每一个线性地址块都可通过模运算对应到**任意**的TLB表项

考点三: 基本分页内存管理方式

TLB的实现方式 (使用cache来实现)

□ 组相联映射方式

标记	TLB组号 (C位)	页内地址
----	------------	------

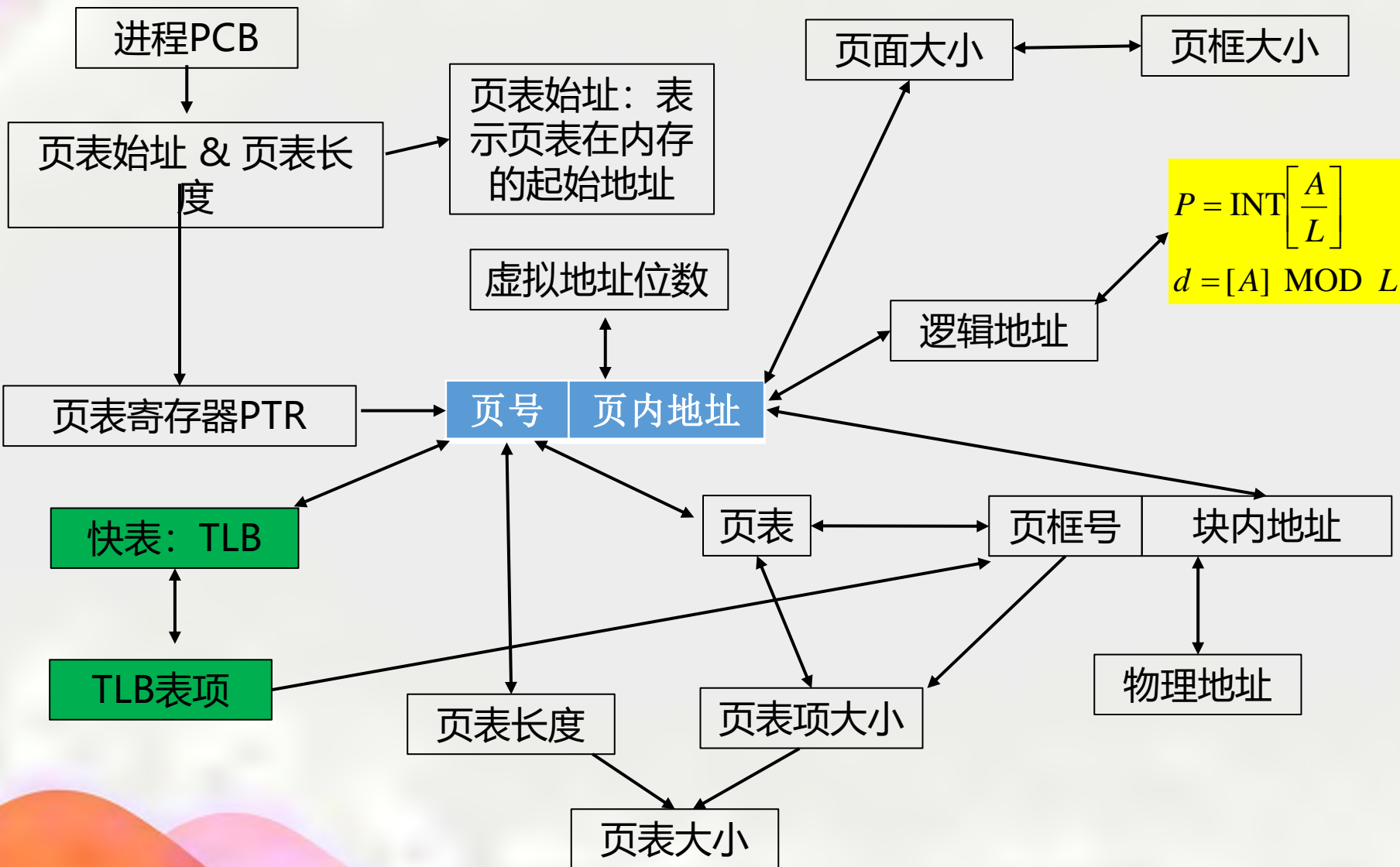
逻辑地址

每一个线性地址块都可通过模运算对应到**唯一的一组**TLB表项

这样只需进行一次比较

$$\text{TLB组号} = \text{页号} \bmod 2^C$$

考点三：基本分页内存管理方式

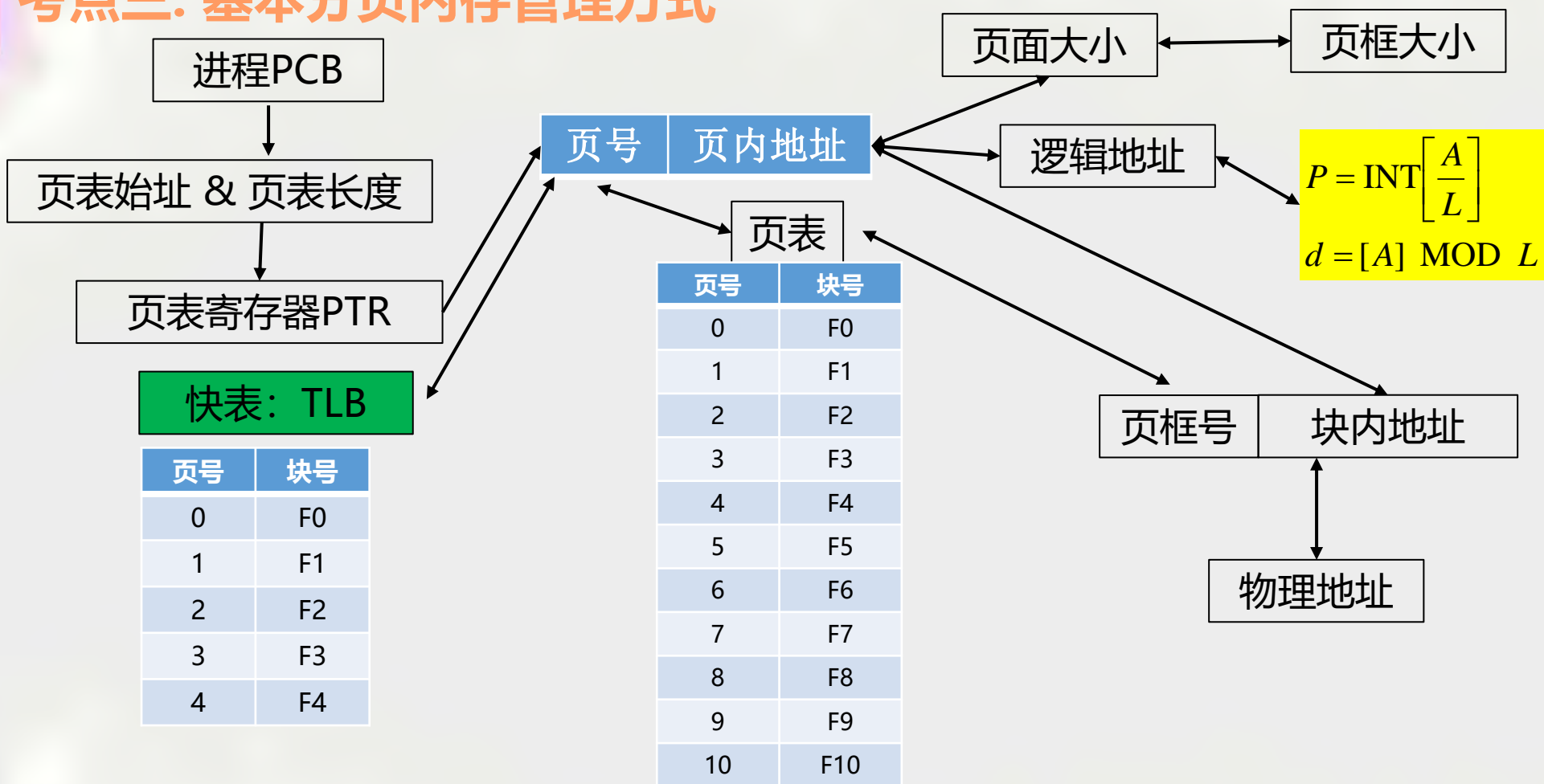


考点三: 基本分页内存管理方式

假设某操作系统存储器采用页式存储管理, 页的大小为64B, 假定一进程的代码段长度为704B, 页表见下表, 该进程在联想存储器中的页表见下表。现进程有如下的访问序列:其逻辑地址为八进制的105, 217, 567, 1120, 2500。试问给定的这些地址能否转换?若能, 请说明地址转换过程及相应的物理地址。若不能, 则说明理由

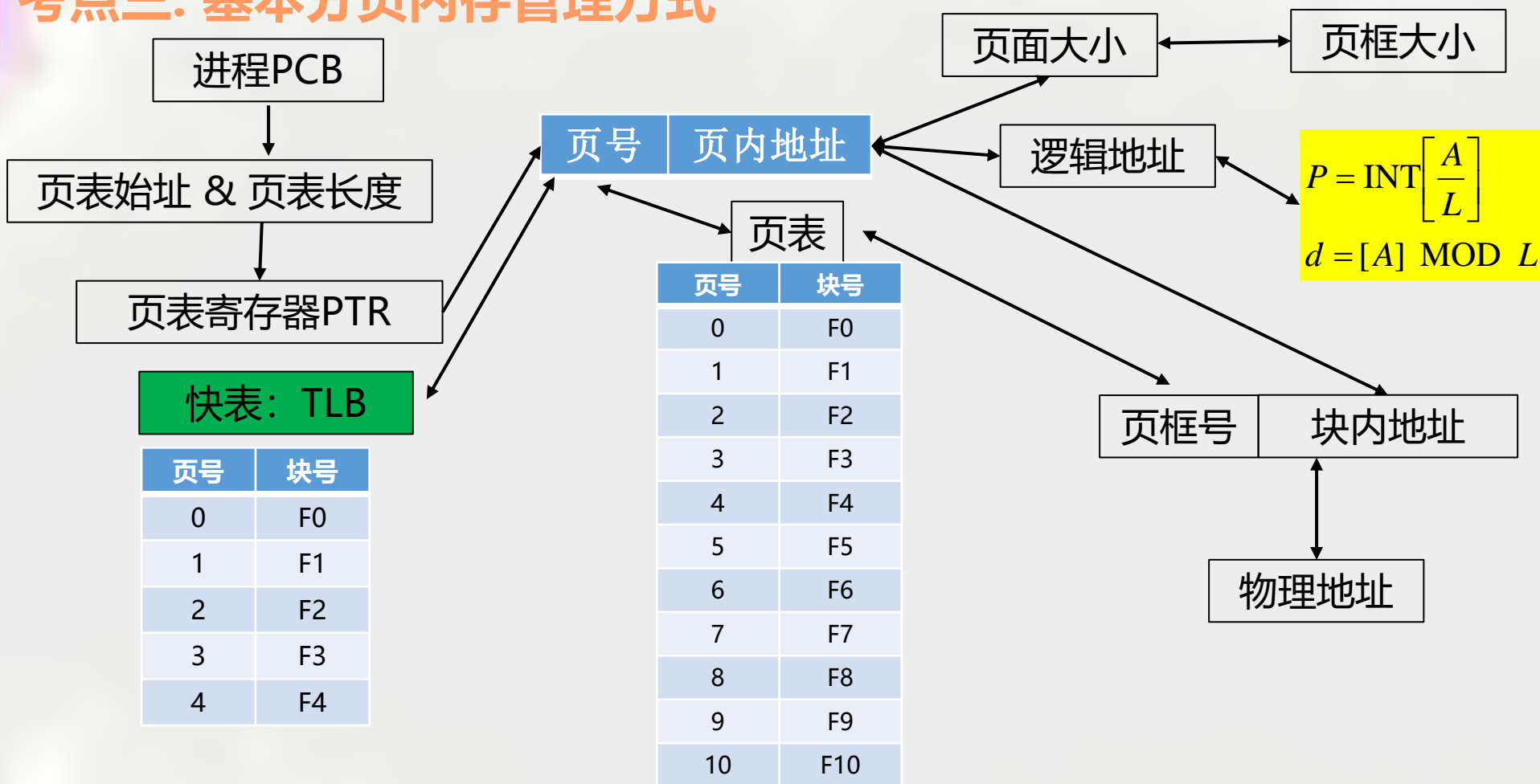
【解析】由于页面大小为64B,则页内地址为6位; 又代码长度为704B,则页面的数量为 $704/64=11$ (页)。且每个八进制数字可以转化为三个二进制数字。

考点三: 基本分页内存管理方式



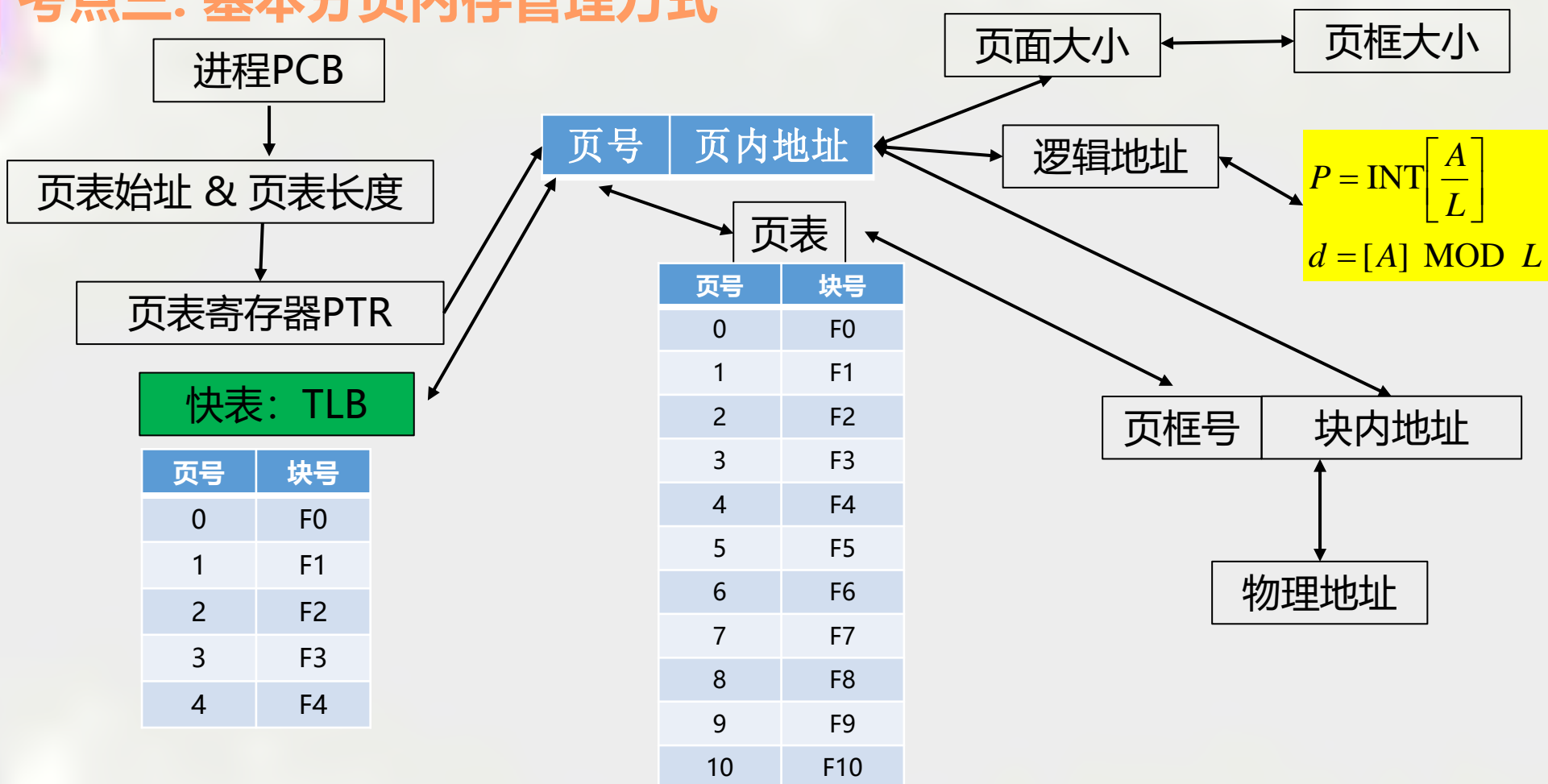
(1)地址105的页号为001,页内地址为 000101,首先查找快表,页号1在快表中对应的块号为F1(十六进制),所以物理地址为 1111 0001 000 101。

考点三: 基本分页内存管理方式



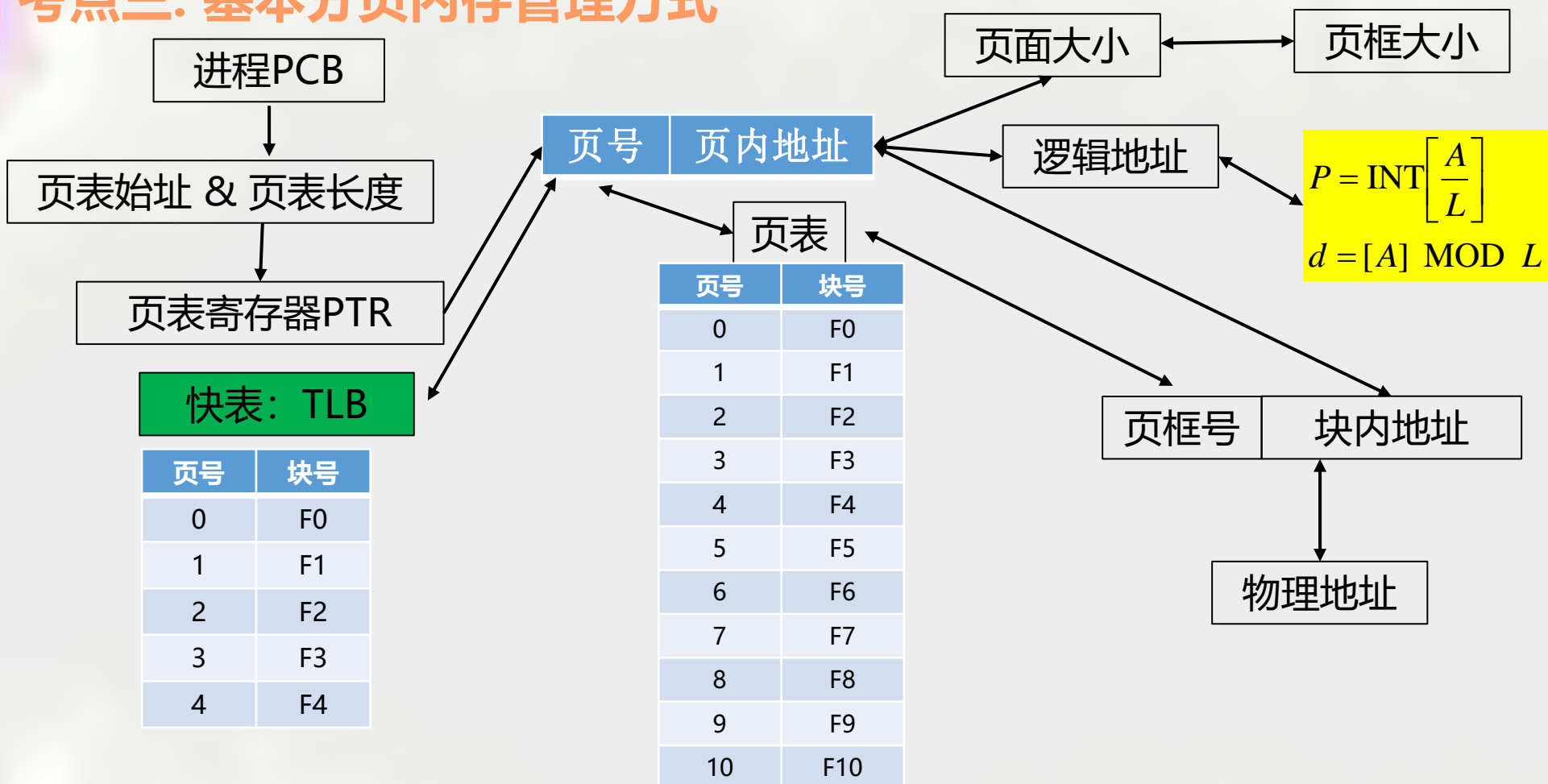
(2)地址217的页号为 010,页内地址为001111,首先查找快表,页号2在快表中对应的块号为F2(十六进制),所以物理地址为1111 0010 001 111。

考点三: 基本分页内存管理方式



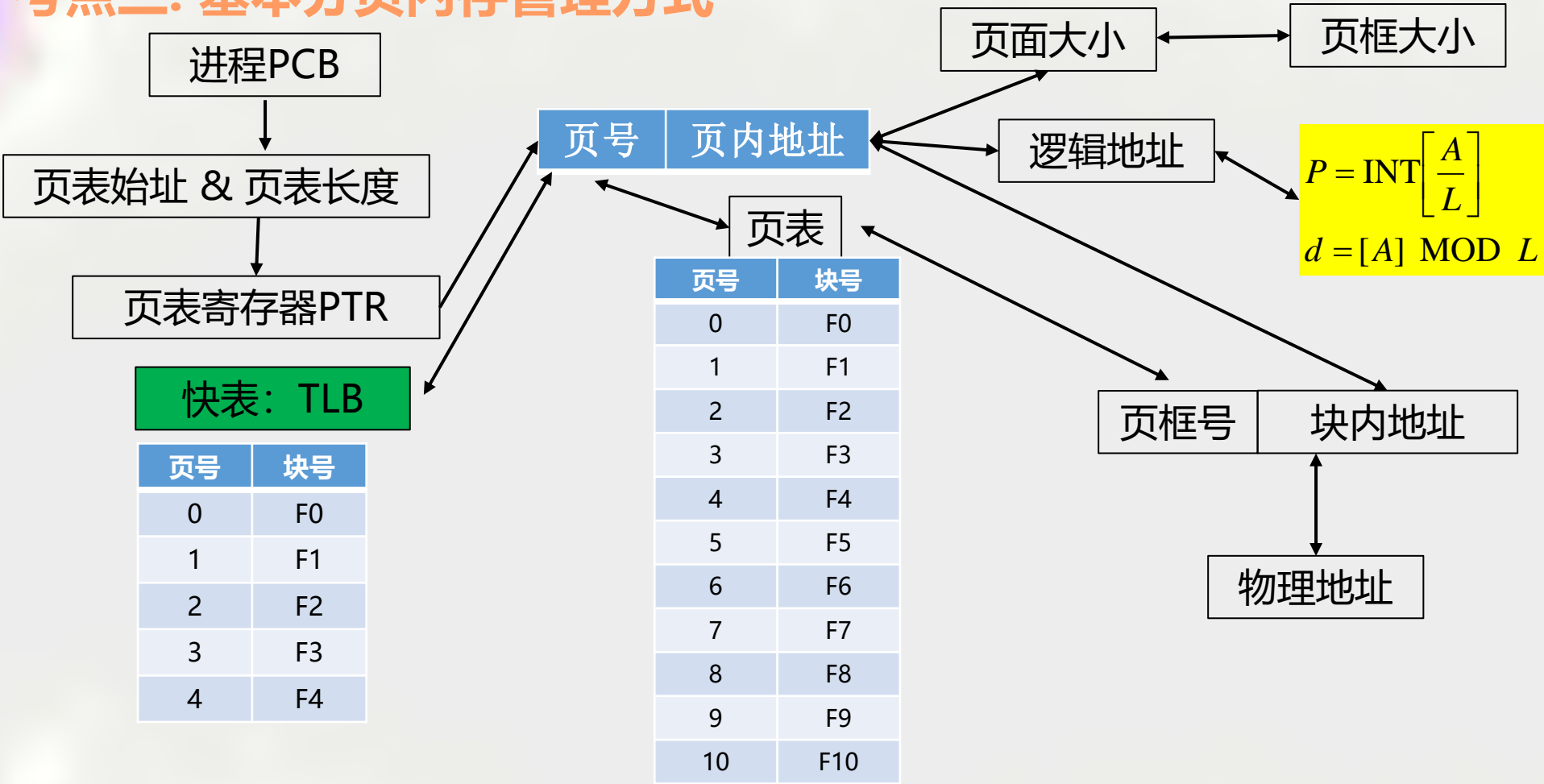
(3)地址567的页号为101,页内地址为110111,首先查找快表,发现页号5不在快表中,接着查找页表,对应的块号为 F5(十六进制),所以物理地址为 1111 0101 110 111。

考点三: 基本分页内存管理方式



(4)地址1120的页号为 001001,页内地址为010000,首先查找快表,发现页号9不在快表中,接着查找页表,对应的块号为F9,所以物理地址为 1111 1001010 000。

考点三: 基本分页内存管理方式



(5)地址2500的页号为010101,页内地址为000000,首先查找快表,发现页号 21不在快表中,接着查找页表,页号21大于页表长度11,产生越界中断。

考点三: 基本分页内存管理方式

两级页表和多级页表

考点三: 基本分页内存管理方式



两级页表的引入

- 对于一个具有32位逻辑地址空间的分页系统, 规定页面大小为4 KB即 2^{12} B, 则在每个进程页表中的页表项可达1兆 (2^{20}) 个之多。又因为每个页表项占用一个字节, 故每个进程仅仅其页表就要占用1M的内存空间, 而且还要求是连续的。

考点三：基本分页内存管理方式



两级页表的引入

可以采用这样两个方法来解决这一问题：

- ① 采用离散分配方式来解决难以找到一块连续的大内存空间的问题：
- ② 只将当前需要的部分页表项调入内存，其余的页表项仍驻留在磁盘上，需要时再调入。

考点三：基本分页内存管理方式



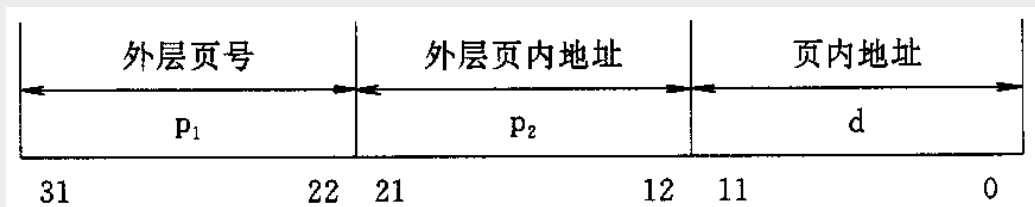
两级页表

- 对于要求连续的内存空间来存放页表的问题，可利用将页表进行分页，并离散地将各个页面分别存放在不同的物理块中的办法来加以解决，同样也要为离散分配的页表再建立一张页表，称为外层页表，在每个页表项中记录了页表页面的物理块号。

考点三: 基本分页内存管理方式

🕒 两级页表地址结构

- 以32位逻辑地址空间为例来说明, 如图所示。当页面大小为 4 KB 时(12 位), 若采用一级页表结构, 应具有 20 位的页号, 即页表项应有 1 兆个;
- 在采用两级页表结构时, 再对页表进行分页, 使每页中包含 2^{10} (即 1024) 个页表项, 最多允许有 2^{10} 个页表分页; 或者说, 外层页表中的外层页内地址 P_2 为 10 位, 外层页号 P_1 也为 10 位。



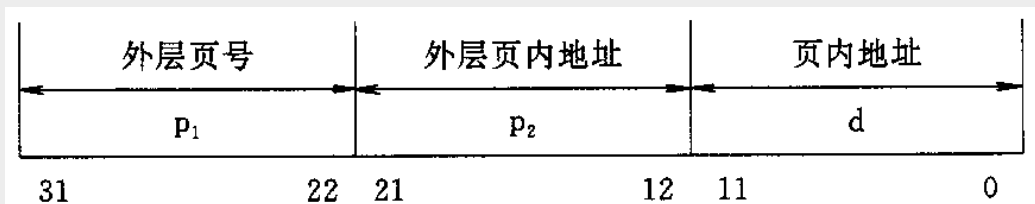
考点三：基本分页内存管理方式

二级分页存储管理方式的实现

考点三：基本分页内存管理方式

□ 两级页表地址结构

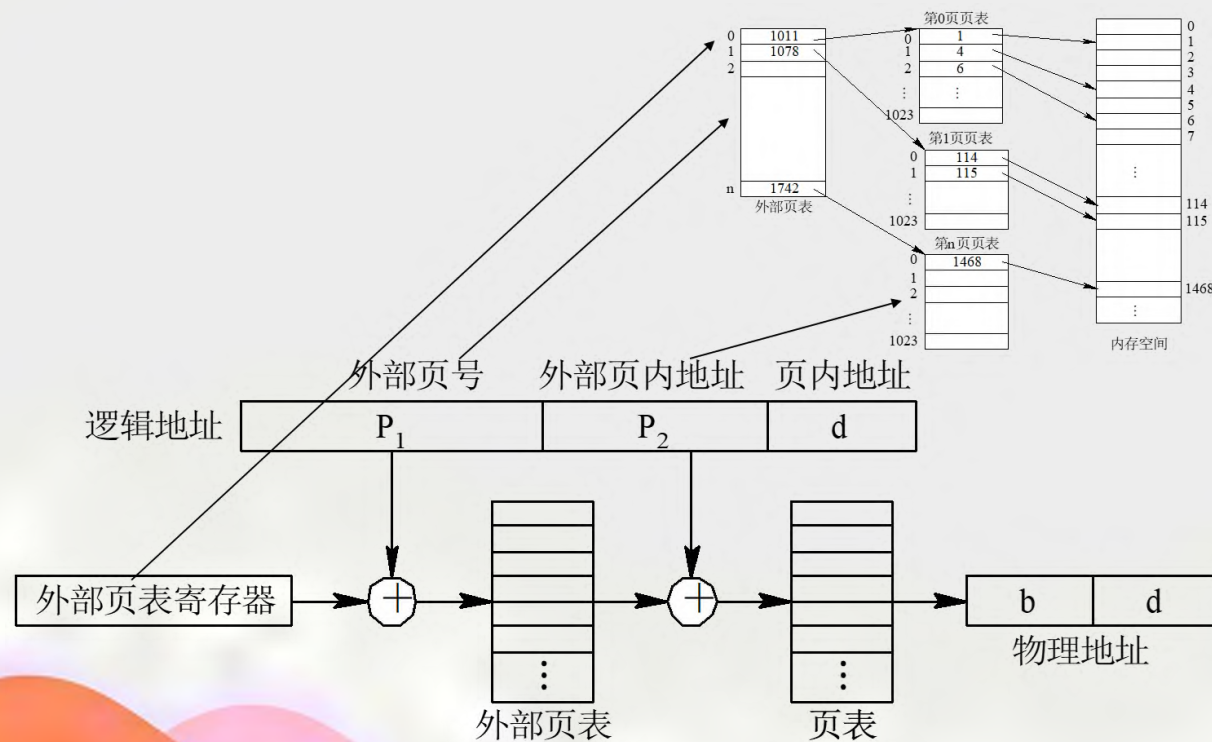
- ❑ 以32 位逻辑地址空间为例来说明，如图所示。当页面大小为 4 KB 时(12 位)，若采用一级页表结构，应具有 20 位的页号，即页表项应有 1 兆个；
- ❑ 在采用两级页表结构时，再对页表进行分页，使每页中包含 2^{10} (即 1024)个页表项，最多允许有 2^{10} 个页表分页；或者说，外层页表中的外层页内地址 P2为 10 位，外层页号 P1也为 10 位。



考点三: 基本分页内存管理方式

❑ 地址变换过程

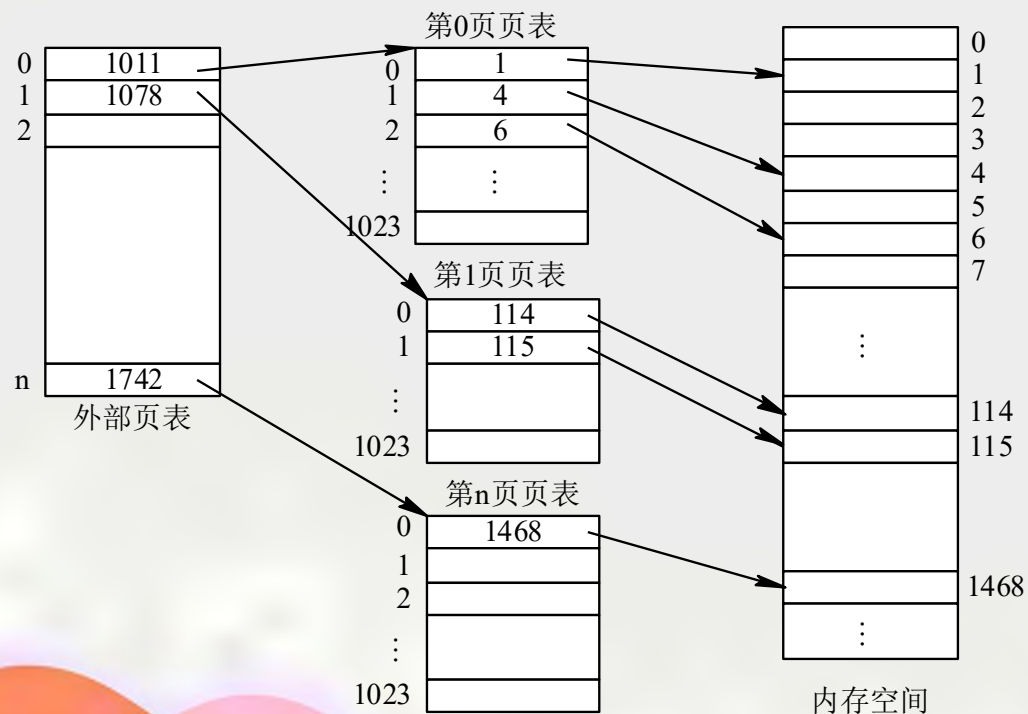
- ❑ 在地址变换机构中, 需要增设一个**外层页表寄存器**, 用于存放**外层页表的始址**
- ❑ 利用逻辑地址中的**外层页号P₁**作为**外层页表的索引**, 从中找到指定**页表分页的始址**, 利用 **P₂** 作为指定**页表分页的索引**, 找到指定的**页表项**, 其中即含有该页在内存的物理块号 **P**, 该块号 **P** 和**页内地址 d** 即可构成访问的内存物理地址。

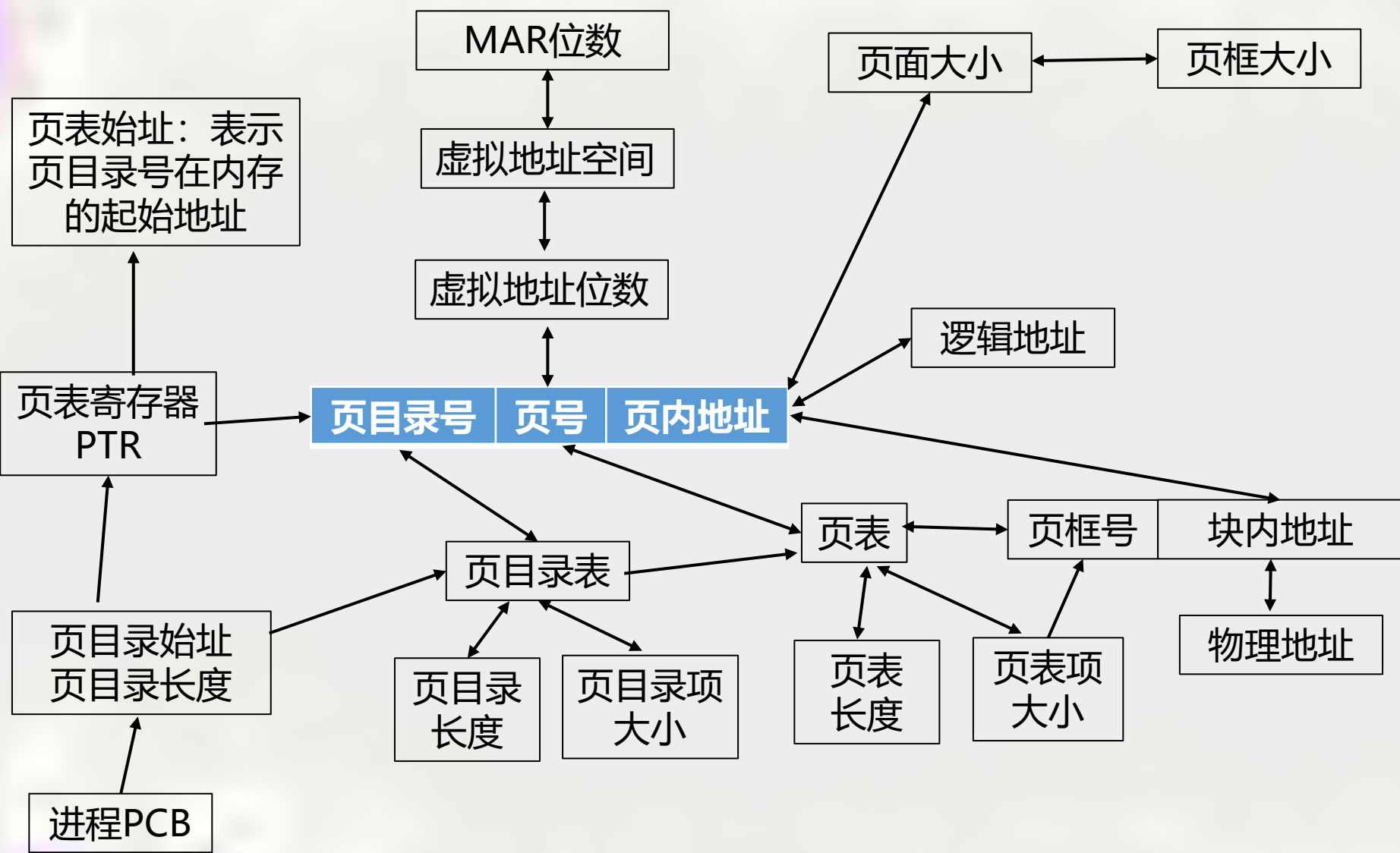


考点三: 基本分页内存管理方式

❑ 地址变换过程

- ❑ 在地址变换机构中, 需要增设一个**外层页表寄存器**, 用于存放**外层页表的始址**
- ❑ 利用逻辑地址中的**外层页号P1**作为**外层页表的索引**, 从中找到指定**页表分页的始址**, 利用 **P2** 作为指定**页表分页的索引**, 找到指定的**页表项**, 其中即含有该页在内存的物理块号 **P**, 该块号 **P** 和**页内地址 d** 即可构成访问的内存物理地址。

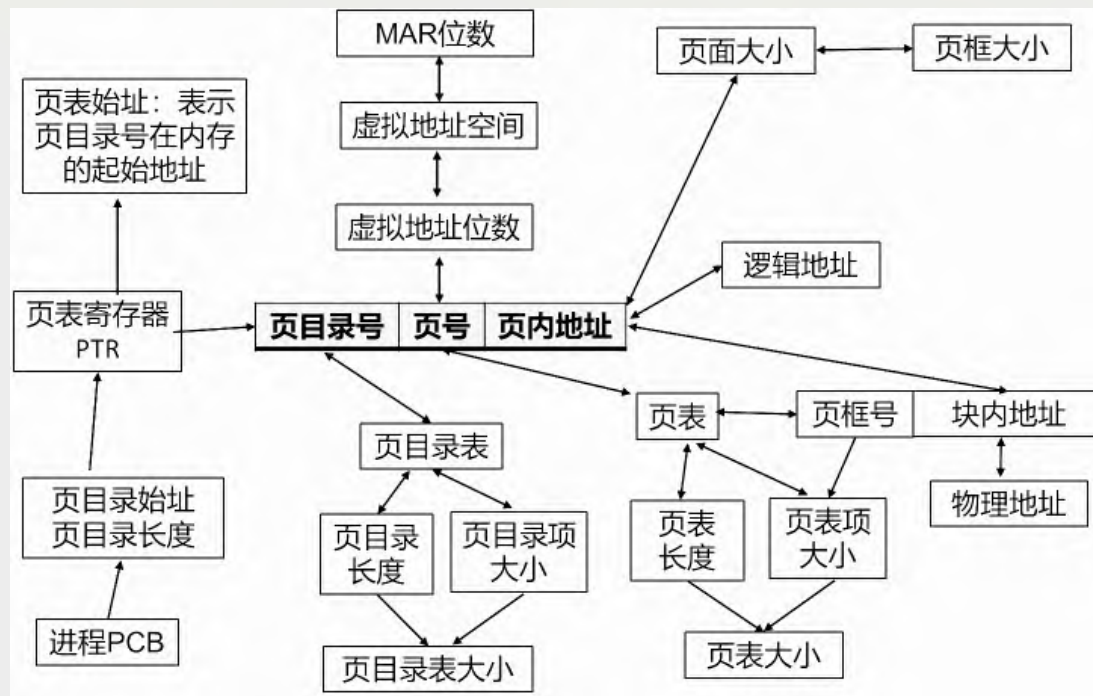




考点三: 基本分页内存管理方式

❑ 地址变换过程

- ❑ 逻辑地址最高10位（二进制编码，如果不是先转换）得到一级页号，
- ❑ 中间10位得到二级页号，
- ❑ 最低12位得到页内偏移。
- ❑ 根据一级页号对应的物理块找到对应的二级页表在物理内存中的位置，
- ❑ 在二级页表中查找二级页号对应的物理块在内存中的位置
- ❑ 之后步骤与“基本分页管理方式”一致



【政哥点拨】

1. 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

A【解析】题中给出的是十六进制地址，首先将它转换为二进制地址，然后用二进制地址去匹配题中对应的地址结构。

转换为二进制地址和地址结构的对应关系如下所示。

$$2050\ 1225H = \underbrace{0010\ 0000\ 0101}_{\text{页目录号}} \underbrace{0000\ 0001}_{\text{页号}} \underbrace{0010\ 0010\ 0101}_{\text{页内偏移}}$$

前10位、11~20位、21~32位分别对应页目录号、页号和页内偏移。把页目录号、页号单独拿出，转换为十六进制时缺少的位数在高位补零，0000 1000 0001，0001 0000 0001分别对应081H，101H，选项A正确。

2、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：

页目录号 (10位)	页号 (10位)	页内偏移 (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区域是否必须连续？在物理地址空间中所占区域是否必须连续？

(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，则哪一种遍历方式的局部性更好？

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：

页目录号 (10位)	页号 (10位)	页内偏移 (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？

【解析】(1) ①根据题意a[0][0]的地址是1080 0000H，根据数组的随机存取的特征，于是 $a[1][2] = a[0][0] + 1 * 1024 * 4 + 2 * 4$ 。将8和4096均转换为十六进制， $8 = 0000 0008H$ ， $4096 = 0000 1000H$ 。所以数组元素a[1][2]的虚拟地址是 $= 1080 0000H + 0000 0008H + 0000 1000H = 1080 1008H$ 。

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：

页目录号 (10位)	页号 (10位)	页内偏移 (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) 对应的页目录号和页号分别是什么？

②将a[1][2]的虚拟地址转换为二进制0001 0000 1000 0000 0001 0000 0000 1000，结合题目中给定的地址结构，可知，对应的页内地址是0000 0000 1000=008H，页号为00 0000 0001=001H，页目录号为0001 0000 10=042H，

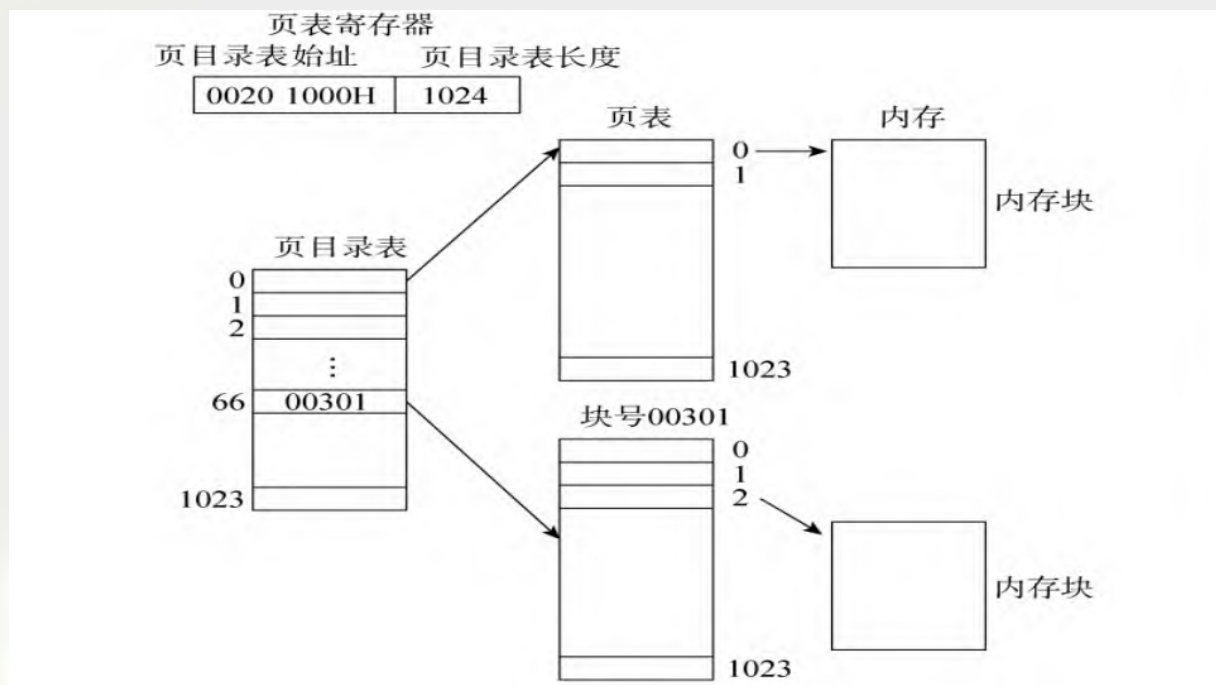
某 32 位系统采用基于二级页表的请求分页存储管理方式，按字节编址，页目录项和页表项长度均为 4 字节，虚拟地址结构如下：

页目录号 (10位)	页号 (10位)	页内偏移 (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：

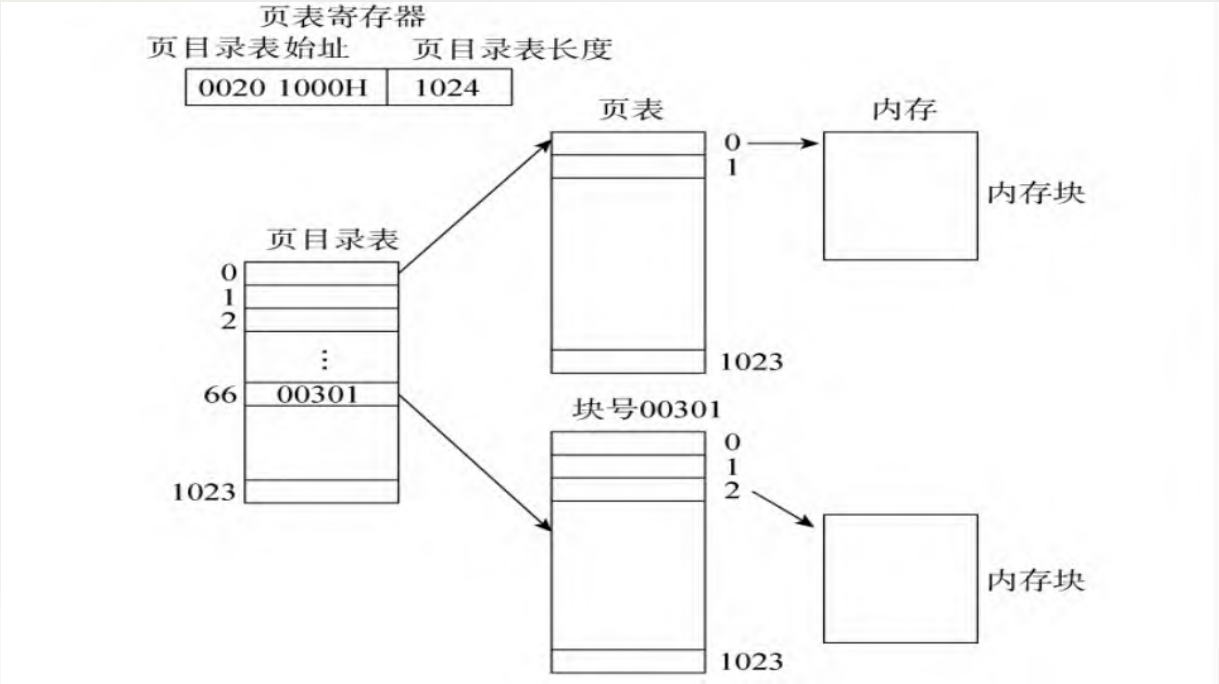
(1) 对应的页目录项的物理地址是什么？若该目录项中存放的页框号为 00301H，则 $a[1][2]$ 所在页对应的页表项的物理地址是什么？

③根据题意，二级页表的地址映射过程如图所示，页表寄存器中存放页目录表起始地址0020 1000H和页目录表长度1024。其查找过程是首先根据目录表起始地址 + 页目录号 * 页目录项大小，得出页表的页框号（通过页框号 * 块打大小计算得到起始地址）；再根据表的起始地址+页号 * 页表项大小，计算出物理地址的页框号。最后根据页框号 * 块大小 + 页内地址得出物理地址。



根据上述分析，进程的页目录表起始地址为0020 1000H，每个页目录项长4B,因此042H号页目录项的物理地址是0020 1000H + 4×42H =0020 1108H。

页目录项存放的页框号为00301H，所以二级页表的起始地址为00301 * 4KB = 0030 1000H，又a[1][2]所在页的页号为001H,每个页表项4B,因此对应的页表项物理地址是00301 000H + 001H×4=00301 004H。



(2) 数组 a 在虚拟地址空间中所占区域是否必须连续？在物理地址空间中所占区域是否必须连续？

(2)根据数组的随机存取特点，数组a在虚拟地址空间中所占的区域必须连续。由于数组a不止占用一页，映射到物理块后，物理块在物理上不一定相邻，因此数组a在物理地址空间中所占的区域可以不连续。

(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，则哪一种遍历方式的局部性更好？

(3) 页面大小 = $2^{12}\text{B} = 4096\text{B} = 4\text{KB}$ 。每个数组元素 4B，每个页面可以存放 $4\text{KB}/4\text{B} = 1024$ 个数组元素，可知每个页面正好可以存放一整行的数组元素，“按行优先方式存放”意味着数组的同一行的所有元素都存放在同一个页面中，同一列的各个元素都存放在不同的页面中，因此数组 a 按行遍历的局部性较好。事实上，当存储方式和访问方式一致时，局部性表现较好，也就是数组按行存储，按行访问；数组按列存储，按列访问；此时的局部性表现较好。

【牛刀小试】

1. 【广东工业大学 2014, 汕头大学 2016, 南京工业大学 2017】分页式存储管理中, **地址转换工作**是由()完成的。

A. 硬件 B. 地址转换程序 C. 用户程序 D. 装入程序

A【解析】分页式存储管理系统中, 逻辑地址到物理地址的转换是在进程执行过程中, 由硬件地址变换机构借助于页表自动进行的。因此选择A。

2. 已知一个虚拟页式存储系统，内存实地址有32位，采用48位虚拟地址，页面大小为4 KB，页表项大小为8B，则要采用()级页表，页内偏移为()位。

- A. 3,12 B. 3,14 C. 4,12 D. 4,14

C【解析】页面大小为4KB，因此页内偏移为12位。系统采用48位虚拟地址，因此虚页号为 $48 - 12 = 36$ (位)。

采用多级页表时，最高级页表项不能超出一页大小，每页能容纳的页表项数为 $4 \text{ KB} / 8 \text{ B} = 512 = 2^9$ ， $36 / 9 = 4$ ，因此应采用4级页表，最高级页表项正好占据一页空间。因此选择C。

3. 在页式存储管理中选择页面的大小, 需要考虑的因素有()。

I. 页表的大小 II. 内部碎片引起的内存浪费 III. 磁盘访问时间

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

B【解析】在确定地址结构时, 若选择的页面较小, 一方面可使内存碎片减小, 从而减少了内存碎片的总空间、有利于提高内存利用率。但另一方面, 也会使每个进程要求较多的页面, 从而导致页表过长, 占用大量内存。此外, 还会降低页面换进换出的效率。若选择的页面较大, 虽然可以减少页表长度, 提高换进换出效率, 但又会使内存碎片增大。因此, 页面的大小应选取适中, 通常页面的大小是2的整数次幂, 即在512 B ~ 4096 B之间。页面大小与磁盘调度的关系不大, 磁盘调度与扇区有关。因此选择B。

4. 操作系统采用**分页存储管理方式**, 要求()。

- A. 每个进程拥有一张页表, 且进程的页表驻留在内存中
- B. 每个进程拥有一张页表, 但只有执行进程的页表驻留在内存中
- C. 所有进程共享一张页表, 以节约有限的内存空间, 但页表必须驻留在内存中
- D. 所有进程共享一张页表, 只有页表中当前使用的页面必须驻留在内存中, 以最大限度地节省有限的内存空间

A【解析】在多个进程并发执行时, 所有进程的页表大多数驻留在内存中, 在系统中只设置一个页表寄存器(PTR), 在其中存放页表在内存的起始地址和页表的长度。

当进程未执行时, 页表的起始地址和页表长度存放在本进程的PCB中

当调度到某进程时, 才将这两个数据装入页表寄存器

每个进程都有一个单独的逻辑地址, 有一张属于自己的页表。因此选择A。

5. 在一分页存储管理系统中，逻辑地址长度为16位，页面大小为4096B，现有一逻辑地址为2F6AH，且第0,1,2页依次存放在物理块5,10,11中，该逻辑地址对应的物理地址为()。

A. 2F6AH B. 5F6AH C. 5A6AH D. BF6AH

D 【解析】4096 B = 2^{12} B，16位寻址一共 2^{16} B，分页存储。共分的页：

$2^{16}/2^{12} = 2^4 = 16$ ，共分16页，

2F6AH = 10 1111 0110 1010 在第2页的范围对应物理块11，所以物理地址为

$BH \times 2^{12} + F6AH = BF6AH$ 。因此选择D。

6. 下列关于页式存储的说法中，正确的是（）。

I. 在页式存储管理中，若关闭TLB，则每访问一条数据都要访问两次内存

II. 页式存储管理不会产生内部碎片

III. 页式存储管理中的页面用户是可以感知的

IV. 页式存储方式可以采用静态重定位

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

C【解析】 I 正确：关闭了TLB之后，每当访问一条指令或存取一个操作数时都要先访问页表（内存中），得到物理地址后，再访问一次内存进行相应操作。

II 错误：凡是分区固定都会产生内部碎片，而无外部碎片。

III 错误：页式存储管理对于用户是透明的。

IV 错误：静态重定位是在程序运行之前中装配程序完成的，而页式存储管理方式在运行过程中可能改变程序的位置，静态重定位不能满足其要求。因此选择C。

7. 在一个操作系统中对内存采用页式存储管理方法, 则所划分的页面大小()。

- A. 要依据内存大小而定
- B. 必须相同
- C. 要依据CPU的地址结构而定
- D. 要依据内存和外存而定

B 【解析】在一个系统中, 分页管理中页面大小和内存页框大小一样, 与计算机硬件有关, 出厂之后它的大小就不会变了。因此选择B。

8. 在计算机系统中，快表用于()。

- A. 存储文件信息
- B. 与主存交换信息
- C. 地址变换
- D. 存储通道程序

C【解析】快表是一个高速且具有并行查询能力的联想存储器，用于存放正在运行的进程的当前页号和块号，或者段号和段起始地址。因此选择C。

9. 分页系统中的页面是为()。

- A. 用户所感知的
- B. 操作系统所感知的
- C. 编译系统所感知的
- D. 连接装配程序所感知的

B【解析】页面只能由操作系统感知，对用户、编译系统等而言都是透明的，通常它们并不关心存储管理的具体方式。因此选择B。

10. 在分页式存储管理中, 页表的起始地址存放在()中。

- A. 内存 B. 存储页表 C. 快表 D. 寄存器

D【解析】页表一般是存放在内存中的, 即划分某些内存区域存放页表, 而它的起始地址是存放在专门的寄存器中, 以便地址转换机构能快速找到页表, 这个寄存器称为页表始址寄存器。因此选择D。

11. 【中国计量大学 2017】在页式存储管理系统中，页表内容如表所示。

页号	块号
0	2
1	1
2	6
3	3
4	7

若页的大小为4 KB，这地址转换机构将逻辑地址0转换为物理地址()。

A. 8192 B. 4096 C. 2048 D. 1024

A【解析】逻辑地址0的页号为0，页内偏移位置为0，页号0对应物理块号2，则对应的物理地址为 $2 \times 4 \text{ KB} + 0 = 8192$ 。因此选择A。

12. 【中国计量大学 2018】考虑页表结构(见表):

页号	块号
0	2
1	1
2	6
3	3

假设页的大小为512字节 (即页内地址长度为9位) , 则把以下以十六进制表示的逻辑地址0x965, 通过页表转换为物理地址 (也用十六进制表示) 是()。

- A. 0xA65 B. 地址转换错误 C. 0x965 D. 0x765

B【解析】 $0x965 = 1001\ 0110\ 0101b$, 页内地址长度为9位, 则页号为 $100b = 4$, 表中没有页号为4。因此选择B。

13. 【北京交通大学 2018】对于32位计算机分页存储管理系统，假设其采用了4KB大小的物理块，且某进程0#、1#、2#、3#、4#、5#页面对应的物理块号（十六进制数表示）分别为0x2012、0x2015、0x2016、0x2017、0x2018、0x2021，那么逻辑地址（十六进制数表示）0x00002E80对应的物理地址为()。

- A. 0x02016E80 B. 0x20162E80
C. 0x02015E80 D. 0x00022015

A【解析】物理块大小为4 KB，占12位，则0x00002E80的前20位页号2对应物理块号0x2016,则物理地址为 $0x2016 \times 4 \text{ KB} + 0xE80 = 0x02016E80$ 。因此选择A。

14. 已知某系统页面长为4 KB，页表项为4B，采用多层分页策略映射64位虚拟地址空间。若限定最高层页表占1页，则它可以采用分页策略的层数为()。

- A. 5 B. 6 C. 7 D. 8

B【解析】64位虚拟地址的虚拟空间大小为 2^{64} 。页面长为4 KB即 2^{12} 字节，页表项4字节，所以一个页面可以存放 2^{10} 个页表项。

由于最高层页表占一页，也就是说其页表项个数最多为 2^{10} ，每一项对应一页，每页又可以存放 2^{10} 个页表项，所以采用的分层数最多为 $\text{int}[64/10]=6(\text{层})$ 。因此选择B。

15. 【燕山大学 2015】在页存储管理系统中, 同一进程中的线程, ()。

- A. 在同一逻辑地址空间
- B. 线程间的切换时间较少
- C. 在不同的逻辑地址空间
- D. 共用一个页表

D【解析】页存储管理系统为每个进程建立一张页表, 这张页表记录了页面在内存中对应的物理块号, 同一进程中的线程共用一个页表。因此选择D。

16. 【南京工业大学 2012】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^{11} 字节，页表项大小为4字节，逻辑地址结构如下图，逻辑地址空间大小为 2^{17} 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()。

页目录号	页号	页内偏移量
------	----	-------

A. 64 B. 128 C. 256 D. 512

C【解析】页面大小为 2^{11} B，页表项大小为4B，所以一页可以写 $2^{11} \text{ B} / 4 \text{ B} = 2^9$ (个) 页表项。

逻辑地址空间大小为 2^{17} 页，就是说需要 2^{17} 个与之对应的页表项，因此需要 $2^{17} / 2^9 = 2^8 = 256$ (个)页面存放页表项。因此选择C。

17. 【南京工业大学 2013】某系统采用页式存储管理，页的大小为4KB，设内存容量为512M字节，内存的分配使用情况采用“位示图”表示，则位示图需要()字节。

- A. 4K B. 8 K C. 16 K D. 32 K

C【解析】内存容量 $512\text{MB}=2^{29}\text{B}$ ，页大小 $4\text{KB}=2^{12}\text{B}$ ，则页号所占位数是 $29-12=17$ ，那么内存中一共有 2^{17} 块，位示图中，一个比特代表一个内存块的使用情况，因此 $2^{17}\text{ b}/1\text{ B}=16\text{ K}$ 。因此选择C。

18. 【南京工业大学 2015】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 【解析】多级页表避免了把所有的页表一直保存在内存中。因此选择D。

19. 【华东师范大学 2015】考虑一个分页式存储管理系统，其页表常驻内存，试回答以下两个问题：

(1)如果内存访问耗时200 ns，那么访问内存中的数据需要多长时间？

(2)如果引入快表(TLB)机制，而且假如75%的页面表项可以从快表中找到，那么此时的有效访问时间为多少？（ ）（假如访问快表的时间可以忽略不计）

A. 200 ns,150 ns B. 400 ns,150 ns

C. 400 ns,250 ns D. 600 ns,250 ns

C【解析】(1)在访问页表时需要访问一次内存，从页表中读取完帧号又需要访问一次内存，每次访问内存的时间都是一样的，所以如果访问一次内存的时间为200 ns，那么访问页表中的一个数据需要200 ns，且完成一次从逻辑地址到物理地址的映射需要 $200\text{ ns}+200\text{ ns}=400(\text{ns})$ 。

19. 【华东师范大学 2015】考虑一个分页式存储管理系统，其页表常驻内存，试回答以下两个问题：

(1)如果内存访问耗时200 ns，那么访问内存中的数据需要多长时间？

(2)如果引入快表(TLB)机制，而且假如75%的页面表项可以从快表中找到，那么此时的有效访问时间为多少？（ ）（假如访问快表的时间可以忽略不计）

A. 200 ns,150 ns B. 400 ns,150 ns

C. 400 ns,250 ns D. 600 ns,250 ns

C【解析】(2)同时访问页表和TLB的话，如果TLB命中，就停止查找页表，访问内存的时间为200 ns；如果TLB没有命中，那么继续查找页表，访问内存的时间为400 ns，所以有效内存访问时间为 $0.75 \times 200 \text{ ns} + 0.25 \times 400 \text{ ns} = 250(\text{ns})$ 。因此选择C。

【大显身手】

1. 【浙江工商大学 2018】一个采用请求式页面存储的系统，其物理内存为512M字节，虚拟地址空间大小为4G字节，页面大小为4K字节，试问：

- (1)物理地址应设为多少位？
- (2)主存中有多少物理页？
- (3)虚拟地址应设为多少位？
- (4)虚拟地址空间最多可以有多少页？
- (5)页内最大和最小偏移量是多少？

1. 【浙江工商大学 2018】一个采用请求式页面存储的系统，其物理内存为512 M字节，虚拟地址空间大小为4G字节，页面大小为4K字节，试问：

(1)物理地址应设为多少位？

(1)物理内存为512 M字节， $512 \text{ MB} = 2^{29}$ 字节，则物理地址应设为29位。

1. 【浙江工商大学 2018】一个采用请求式页面存储的系统，其物理内存为512 M字节，虚拟地址空间大小为4G字节，页面大小为4K字节，试问：

(2)主存中有多少物理页？

(2)页面大小为4K字节， $4KB=2^{12}$ 字节，则块号占 $29-12=17$ （位），主存中物理页数为 2^{17} 。

1. 【浙江工商大学 2018】一个采用请求式页面存储的系统，其物理内存为512 M字节，虚拟地址空间大小为4G字节，页面大小为4K字节，试问：

(3)虚拟地址应设为多少位？

(3)虚拟地址空间大小为4G字节， $4\text{ GB}=2^{32}$ 字节，则虚拟地址应设为32位。

1. 【浙江工商大学 2018】一个采用请求式页面存储的系统，其物理内存为512M字节，虚拟地址空间大小为4G字节，页面大小为4K字节，试问：

(4)虚拟地址空间最多可以有多少页？

(4)页面大小为4K字节， $4KB=2^{12}$ 字节，则块号占 $32-12=20$ （位），虚拟地址空间最多有 2^{20} 页。

1. 【浙江工商大学 2018】一个采用请求式页面存储的系统，其物理内存为512M字节，虚拟地址空间大小为4G字节，页面大小为4K字节，试问：

(5)页内最大和最小偏移量是多少？

(5)页内最大偏移量为 $4 \times 1024 - 1 = 4095$ ，最小偏移量为0。

2. 【西南大学 2014】在某页式管理系统中，假定主存为64 KB，分成16块，块号为0,1,2,...,15。设某进程有4页，其页号为0,1,2,3，被分别装入主存的第9,0,1,14块。

(1)试问该进程的总长度是多大？

(2)写出该进程每一页在主存中的起始地址。

(3)若给出逻辑地址[0,0]、[1,72]、[2,1023]、[3,99]，请计算出相应的内存地址。

(方括号内的第一个数为页号，第二个数为页内地址，题目中的数字均为十进制。)

2. 【西南大学 2014】在某页式管理系统中，假定主存为64 KB，分成16块，块号为0,1,2,...,15。设某进程有4页，其页号为0,1,2,3，被分别装入主存的第9,0,1,14块。

(1)试问该进程的总长度是多大？

(1)主存为64 KB，共分为16块，则页大小为 $64 \text{ KB} / 16 = 4 \text{ KB}$ ，进程有4页，则进程的总长度为 $4 \times 4 \text{ KB} = 16 \text{ KB}$ 。

2. 【西南大学 2014】在某页式管理系统中，假定主存为64 KB，分成16块，块号为0,1,2,...,15。设某进程有4页，其页号为0,1,2,3，被分别装入主存的第9,0,1,14块。

(2)写出该进程每一页在主存中的起始地址。

(2)页号0对应块号9，则主存中的起始地址为 $9 \times 4 \text{ KB} = 36 \text{ KB}$ ；

页号1对应块号0，则主存中的起始地址为0；

页号2对应块号1，则主存中的起始地址为 $1 \times 4 \text{ KB} = 4 \text{ KB}$ ；

页号3对应块号14，则主存中的起始地址为 $14 \times 4 \text{ KB} = 56 \text{ KB}$ 。

2. 【西南大学 2014】在某页式管理系统中，假定主存为64 KB，分成16块，块号为0,1,2,...,15。设某进程有4页，其页号为0,1,2,3，被分别装入主存的第9,0,1,14块。

(3)若给出逻辑地址[0,0]、[1,72]、[2,1023]、[3,99]，请计算出相应的内存地址。

(方括号内的第一个数为页号，第二个数为页内地址，题目中的数字均为十进制。)

(3)逻辑地址[0, 0]的内存地址为 $9 \times 4 \text{ KB} + 0 = 36864$;

逻辑地址[1, 72]的内存地址为 $0 \times 4 \text{ KB} + 72 = 72$;

逻辑地址[2, 1023]的内存地址为 $1 \times 4 \text{ KB} + 1023 = 5119$;

逻辑地址[3, 99]的内存地址为 $14 \times 4 \text{ KB} + 99 = 57443$ 。

3. 【苏州大学 2017】一个进程p的空间为64 K字节，运行在一个请求式分页系统中，每个页面大小为8K字节，该进程的页表如表所示，其中有效位：1表示页面在内存，0表示页面不在内存。请将逻辑地址0x050C，0x1302，0x1F71，0x2C57，0x4400转换为对应物理地址并写出计算过程。

页框号	有效位
12	1
3	1
0	1
6	0
2	1
15	0
5	1
8	0

【解析】 由于页面大小为8 KB，因此页内地址为13位($2^{13}=8\text{ K}$)。

(1)地址0x050C=0000 0101 0000 1100，得到页号为0，页内地址为0 0101 0000 1100，查找页表，页号0所对应的页框号为12，且有效位为1，所以地址0x050C对应的物理地址为1100 0 0101 0000 1100。

页框号	有效位
12	1
3	1
0	1
6	0
2	1
15	0
5	1
8	0

【解析】 由于页面大小为8 KB，因此页内地址为13位($2^{13}=8\text{ K}$)。

(2)地址0x1302=0001 0011 0000 0010，得到页号为0，页内地址为1 0011 0000 0010，查找页表，页号0所对应的页框号为12，且有效位为1，所以其对应的物理地址为1100 1 0011 0000 0010。

页框号	有效位
12	1
3	1
0	1
6	0
2	1
15	0
5	1
8	0

【解析】 由于页面大小为8 KB，因此页内地址为13位($2^{13}=8\text{ K}$)。

(3)地址0x1F71=00011111 0111 0001，得到页号为0，页内地址为1 1111 0111 0001，查找页表，页号0所对应的页框号为12，且有效位为1，所以其对应的物理地址为1100 11111 0111 0001。

页框号	有效位
12	1
3	1
0	1
6	0
2	1
15	0
5	1
8	0

【解析】 由于页面大小为8 KB，因此页内地址为13位($2^{13}=8\text{ K}$)。

(4)地址0x2C57=0010 1100 0101 0111，得到页号为1，页内地址为0 1100 0101 0111，查找页表，页号1所对应的页框号为3，且有效位为1，所以其对应的物理地址为0110 1100 0101 0111。

页框号	有效位
12	1
3	1
0	1
6	0
2	1
15	0
5	1
8	0

【解析】 由于页面大小为8 KB，因此页内地址为13位($2^{13}=8\text{ K}$)。

(5)地址0x4400=0100 0100 0000 0000，得到页号为2，页内地址为0 0100 0000 0000，查找页表，页号2所对应的页框号为0，且有效位为1，所以其对应的物理地址为0000 0100 0000 0000。

页框号	有效位
12	1
3	1
0	1
6	0
2	1
15	0
5	1
8	0

4. 考虑一个使用32位的地址和1KB大小的页的分页虚拟内存系统。每个页表项需要32位，需要限制页表的大小为一个页。

(1) 页表一共需要使用几级？

(2) 每一级页表的页表项数目分别是多少？（列出所有可能）

(3) 对于(2)中的所有策略，哪一种最好？请说明理由。

4. 考虑一个使用32位的地址和1KB大小的页的分页虚拟内存系统。每个页表项需要32位，需要限制页表的大小为一个页。

(1)页表一共需要使用几级？

【解析】 (1)由于页面大小占用10位，还剩22位即有 2^{22} 个页表项。一个页表项32位，即占用4个字节，一页最多含 $2^{10}/4=2^8$ （个）页表项，所以需要三级页表。

4. 考虑一个使用32位的地址和1KB大小的页的分页虚拟内存系统。每个页表项需要32位，需要限制页表的大小为一个页。

(2)每一级页表的页表项数目分别是多少？（列出所有可能）

(2)若一级页表长度为6位，二级和三级页表长度各为8位，则需要的总页数为
 $1 + 2^6 + 2^{14} = 16449$;

若一级页表长度为8位，二级页表长度为8位，三级页表长度为6位，则总共需要
 $1 + 2^8 + 2^{16} = 65793$ (页)。

4. 考虑一个使用32位的地址和1KB大小的页的分页虚拟内存系统。每个页表项需要32位，需要限制页表的大小为一个页。

(3)对于(2)中的所有策略，哪一种最好？请说明理由。

(3)当三级页表的长度分别为6，8，8时，总页数和最小。

5. 考虑一个简单分页系统，其物理存储器大小为 2^{32}B ，页大小为 2^{10}B ，逻辑地址空间分为 2^{16} 个页。

(1) 逻辑地址空间包含多少位？

(2) 一个页帧中包含多少字节？

(3) 在物理地址中指定页帧需用多少位？

(4) 在页表中包含多少个页表项？（页表大小不局限于页大小）

(5) 在每个页表项中包含多少位？（假设每个页表项中包含一个有效/无效位）

5. 考虑一个简单分页系统，其物理存储器大小为 2^{32}B ，页大小为 2^{10}B ，逻辑地址空间分为 2^{16} 个页。

(1) 逻辑地址空间包含多少位？

(1) 页大小为 2^{10}B ，占10位，逻辑地址空间分为 2^{16} 个页，占16位，则逻辑地址空间包含 $16+10=26$ (位)。

5. 考虑一个简单分页系统，其物理存储器大小为 2^{32}B ，页大小为 2^{10}B ，逻辑地址空间分为 2^{16} 个页。

(2) 一个页帧中包含多少字节？

(2) 帧与页大小一样，一个页帧包含 2^{10} 字节。

5. 考虑一个简单分页系统，其物理存储器大小为 2^{32}B ，页大小为 2^{10}B ，逻辑地址空间分为 2^{16} 个页。

(3)在物理地址中指定页帧需用多少位？

(3)主存中帧的数量是 $2^{32}/2^{10}=2^{22}$ ，所以物理地址中指定页帧需用22位。

5. 考虑一个简单分页系统，其物理存储器大小为 2^{32}B ，页大小为 2^{10}B ，逻辑地址空间分为 2^{16} 个页。

(4)在页表中包含多少个页表项？（页表大小不局限于页大小）

(4)在物理地址空间中，每个页都有一个页表项，所以有 2^{16} 个页表项。

5. 考虑一个简单分页系统，其物理存储器大小为 2^{32}B ，页大小为 2^{10}B ，逻辑地址空间分为 2^{16} 个页。

(5) 在每个页表项中包含多少位？（假设每个页表项中包含一个有效/无效位）

(5) 指定帧用22位，加上有效/无效位，每个页表项包含23位。

谢谢大家

考点四： 虚拟存储器

考点五:

带快表的两级系统的地址翻译过程

考点框架



死锁的原因



死锁的必要条件



死锁预防方法



死锁避免算法



死锁检测与接触

考点四: 死锁

死锁的原因

谢谢大家