



北京航空航天大学

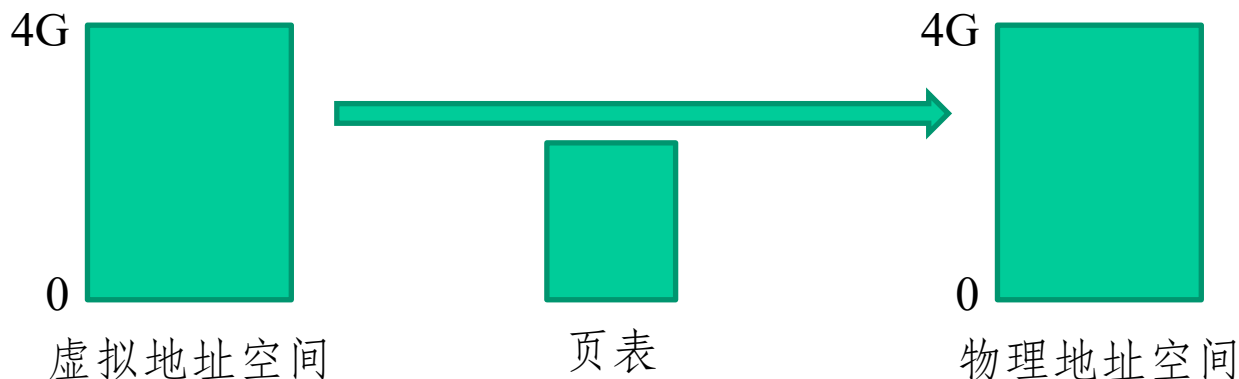
Beijing University of Aeronautics and Astronautics

内存自映射

专题：页目录自映射

■ 基本事实：

- 页表的作用是将虚拟地址空间映射到物理地址空间



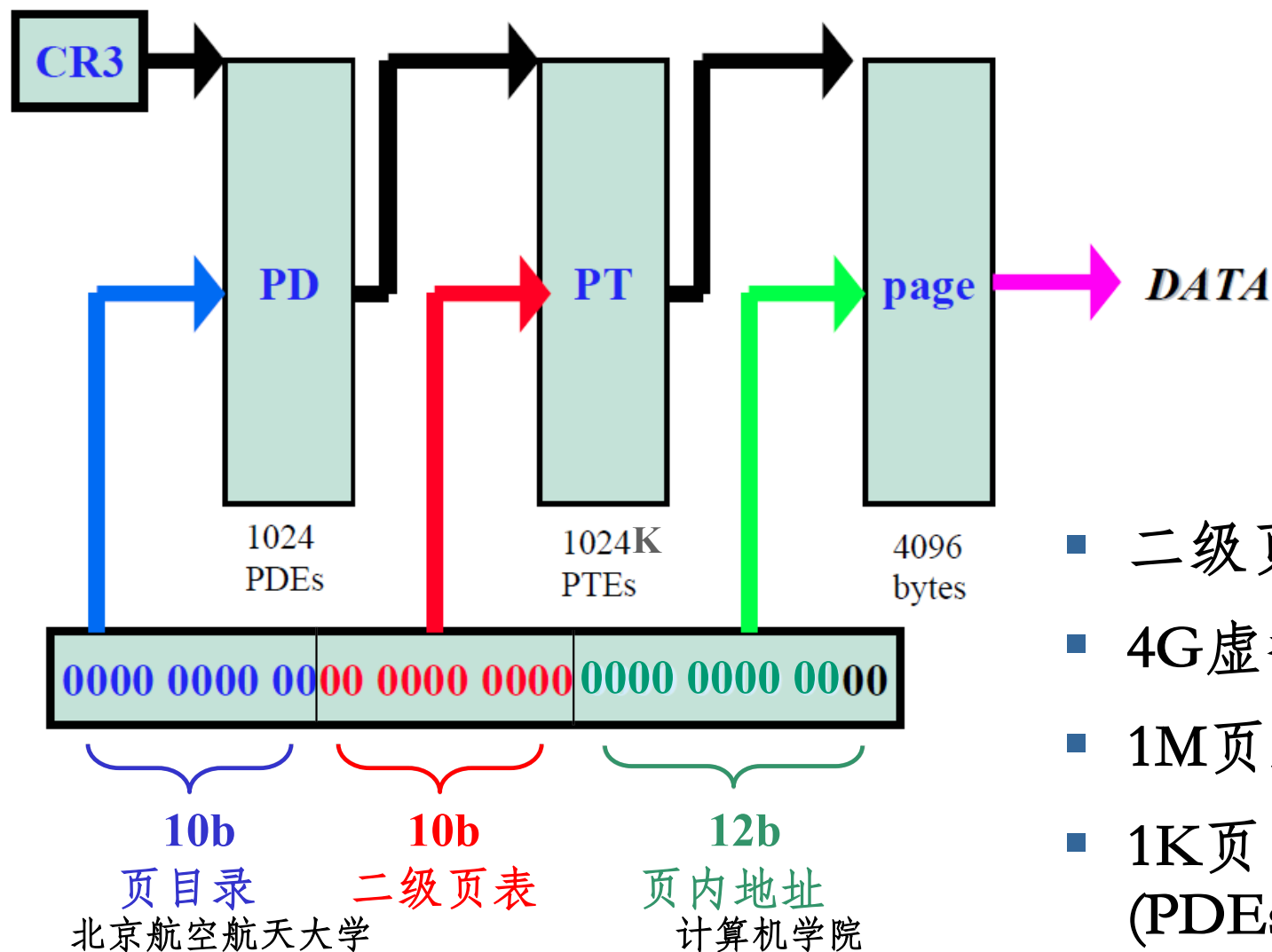
- 对于32位地址长度，可寻址空间为4GB
- 采用12位页内偏移，表明内存页大小为4KB
- 每个页表项负责记录1页（4KB）的地址映射关系
- 整个4GB地址空间被划分为 $4GB/4KB=1M$ 页，所以需要1M个页表项来记录逻辑-物理映射关系

Virtual Page #(20bit)

Offset(12bit)

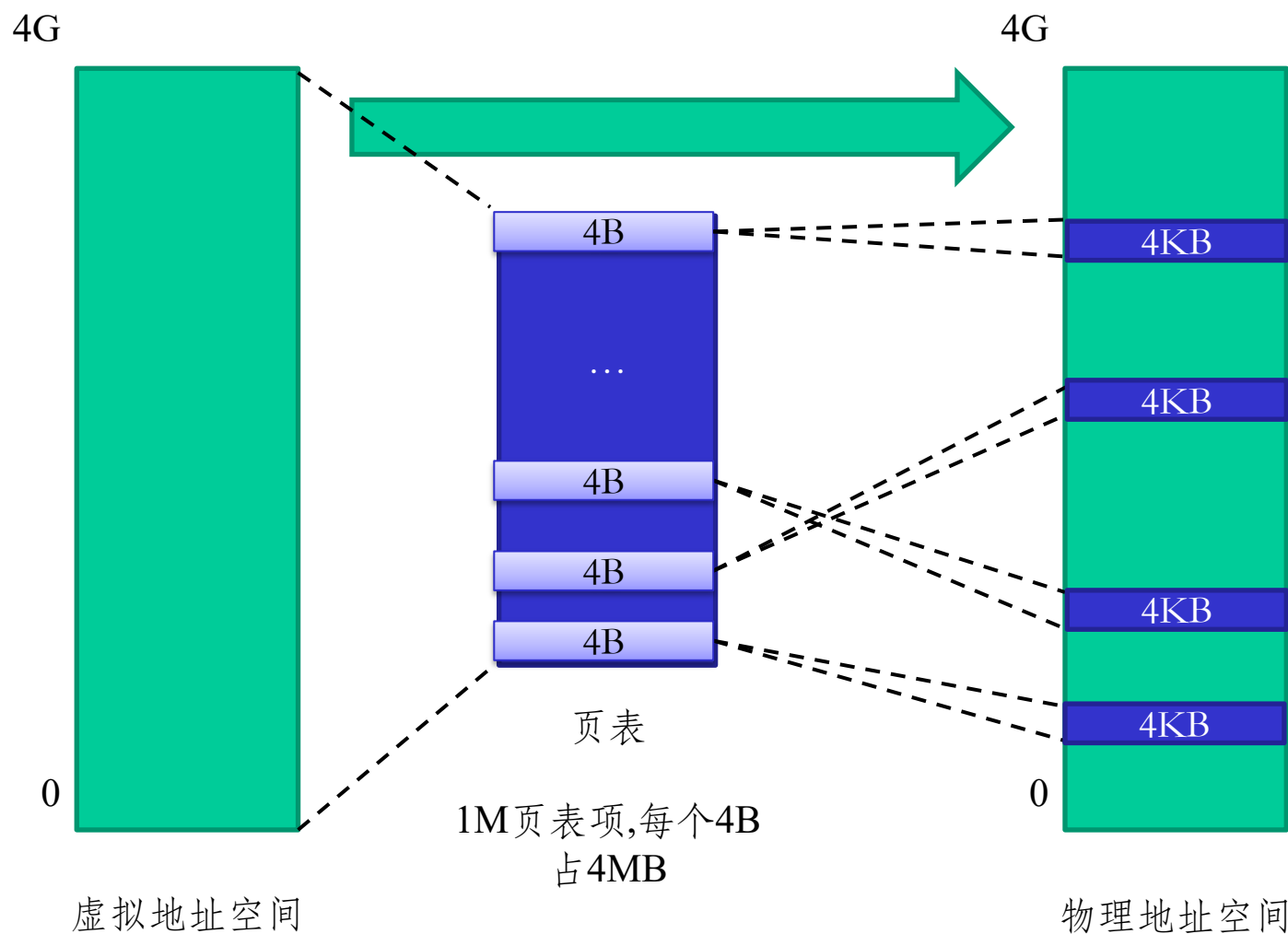
多级页表中，每级页表大小应该正好在一页。一个页表项 4Byte, $4\text{KB}/4\text{B}=1\text{K}=1024$, 所以一级页表10位，剩余二级页表10位，页表合计20位

Virtual Address Translation



- 二级页表
 - 4G虚拟地址空间
 - 1M页表项(PTEs)
 - 1K页目录表项(PDEs)
- 王雷

页目录自映射

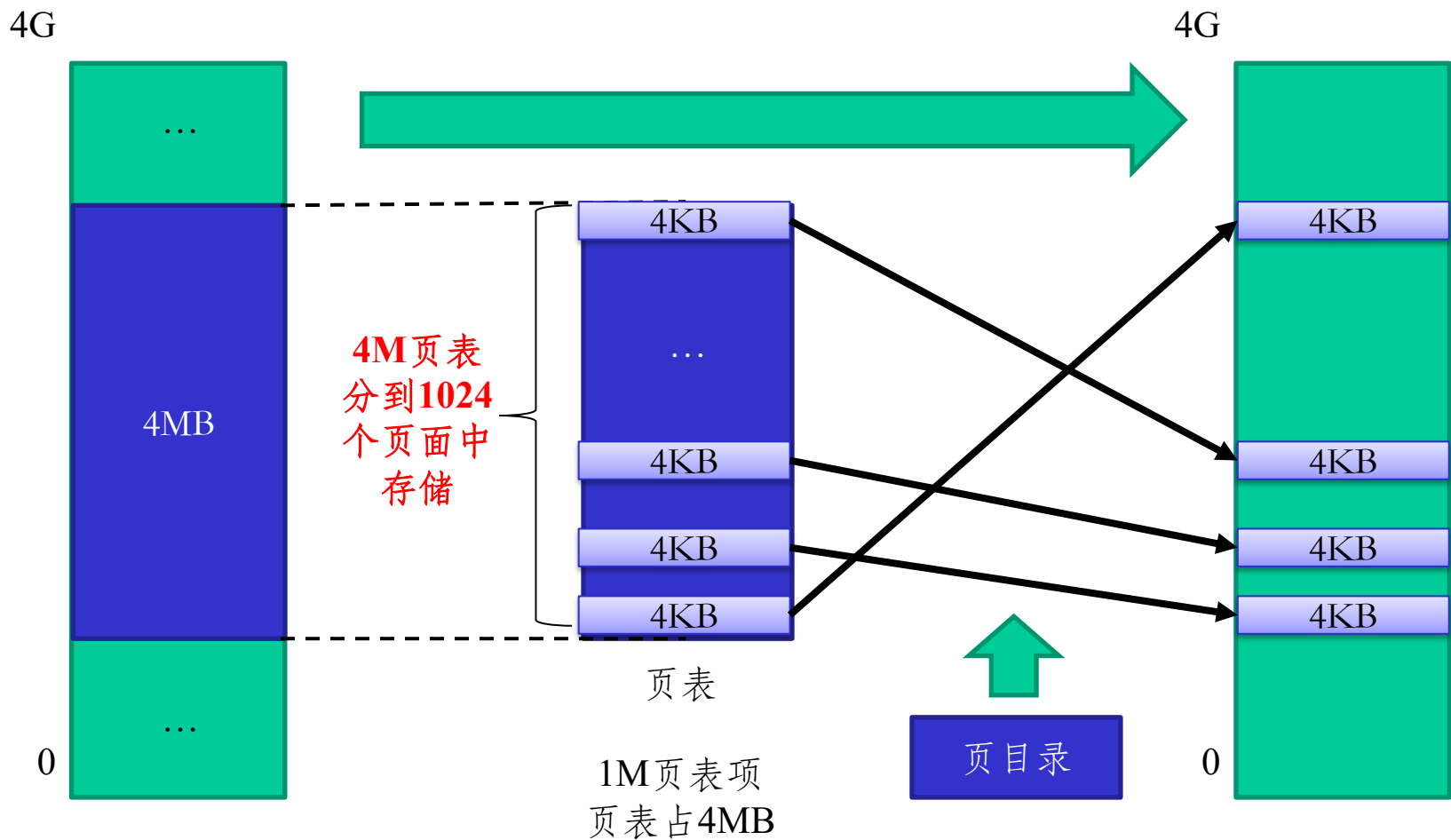


页目录自映射

- 页表也要存储在内存中

- 每个页表项需要4字节，所以1M个页表项需要4MB字节存储，所以整个页表占用的内存大小就是4MB
- 4MB页表也要分页存储，共需要 $4\text{MB}/4\text{KB}=1024$ 个页面存储（我们把存放页表的页称为:页表页）

页目录自映射



页目录自映射

■ 页目录也是页表

- 1024个存放页表的页面逻辑上连续，物理上可以分散，其对应逻辑-物理映射关系记录在页目录中
- 页目录有1024项（页目录项），每一项指向一个页表，页目录占1页（4KB）空间。
- 每一页目录项对应4MB内存，1024个页目录项正好对应4GB内存（整个地址空间）

页目录自映射

■ 关键点

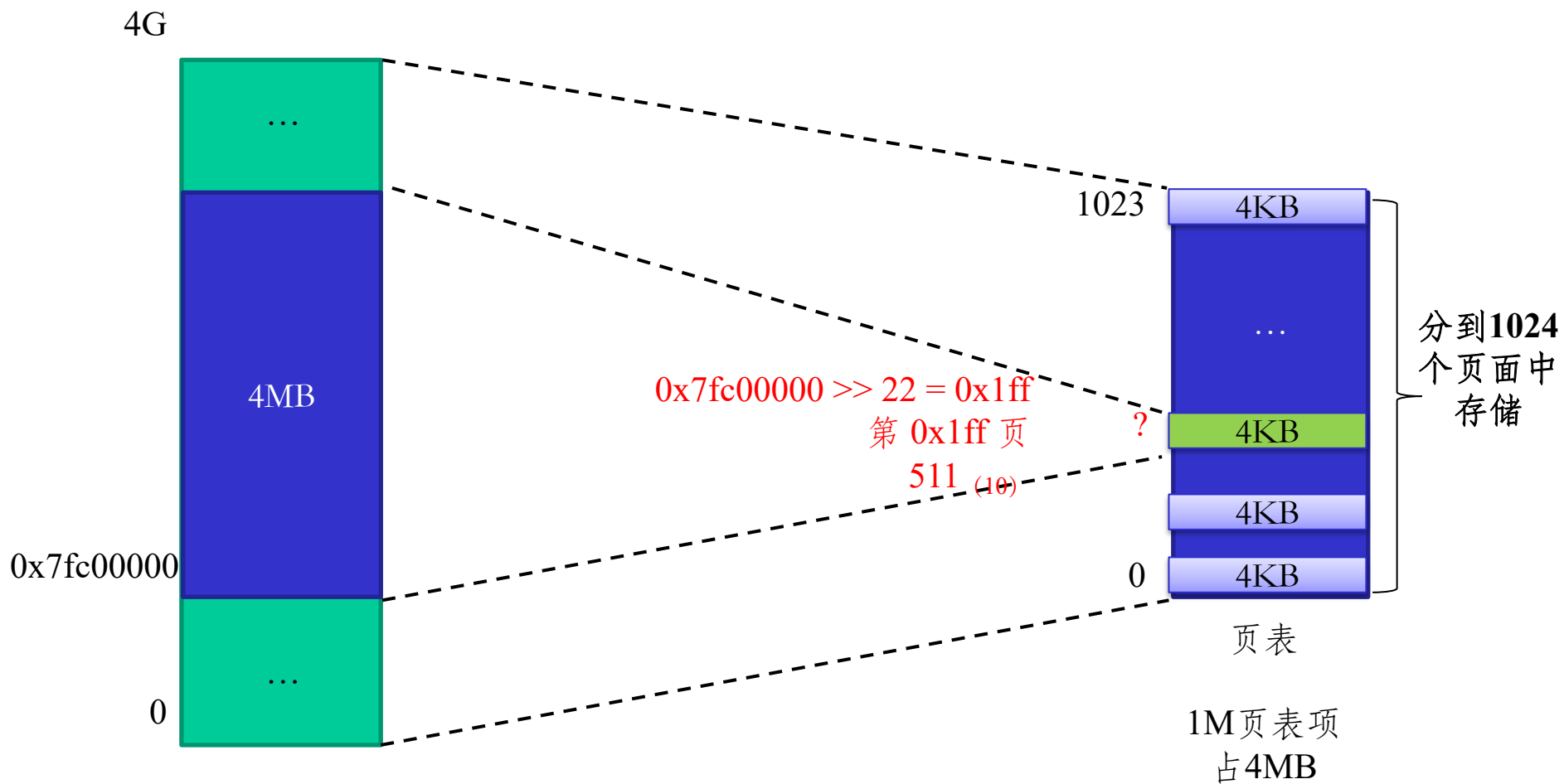
- 页表也被映射到4G逻辑地址空间内。存储页表的4MB地址空间中是整个4GB虚拟地址空间的一部分，OS设计者可以规定其所在位置（4MB对齐），例如0x7fc00000
- 一方面根据页目录的定义：记录这4MB（连续）地址空间到物理地址空间映射关系的，是一个4KB的页目录
- 另一方面根据页表的定义：记录这4MB（连续）地址空间到物理地址空间映射关系的，需要1K页表项，即一个大小4KB的页表，它一定是1K个页表其中的一个。
- 所以，页目录和上述页表内容相同，页目录无需额外分配单独的存储空间

页目录自映射

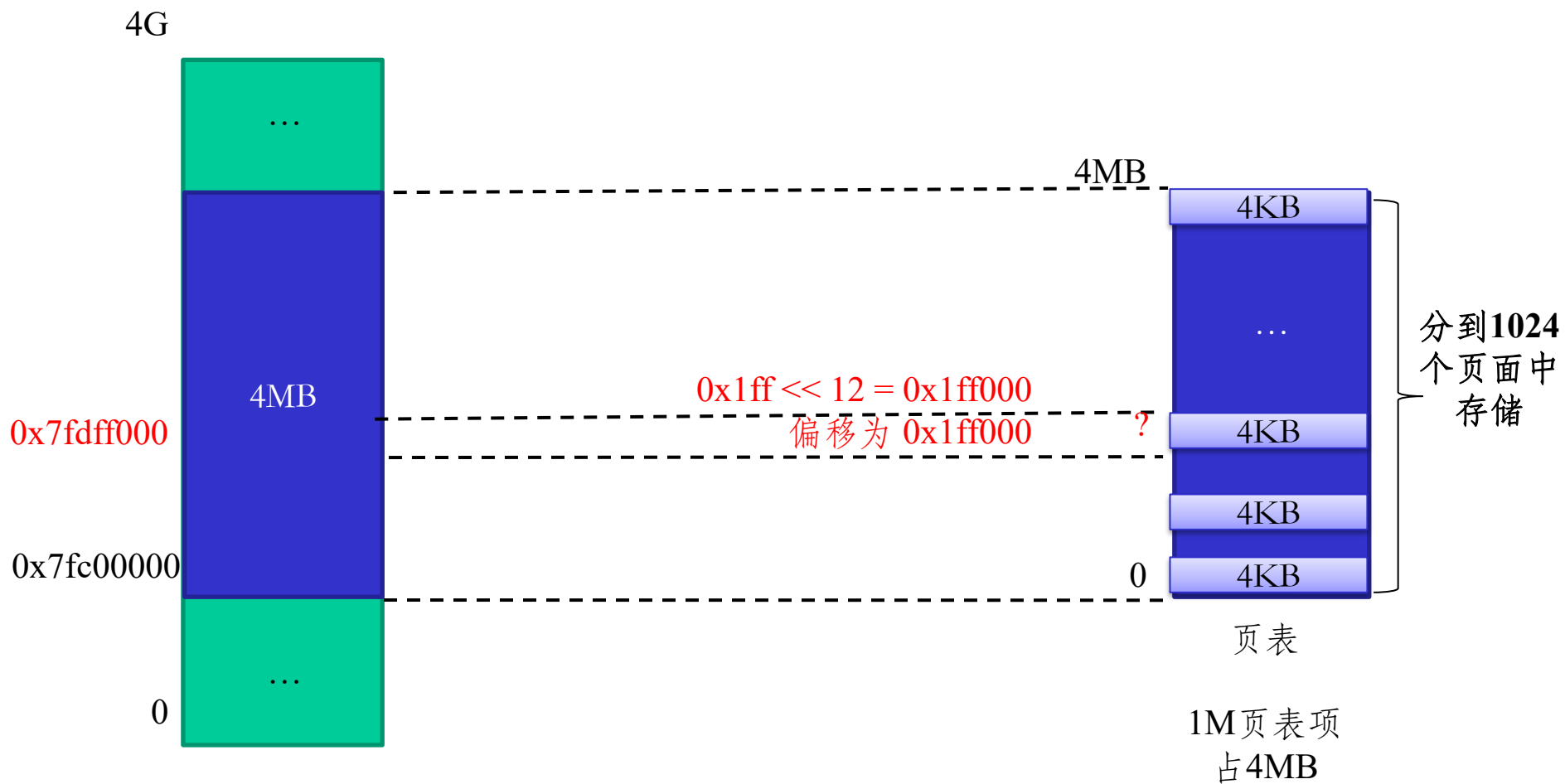
■ 页目录在哪？

- 第一种计算方式：页目录对应1K个页表的那一个
- 给定页表虚拟地址起始位置，例如0x7fc00000
- 可知，从这个地址开始的4MB是存储页表的空间
- 这4MB地址空间是整个4GB地址空间中第 $(0x7fc00000 \gg 22)$ 个4MB地址空间，因此其逻辑-物理映射关系应该记录在第 $(0x7fc00000 \gg 22 = 0x1ff)$ 个页表中
- 每个页表大小4KB，所以页目录对于页表虚拟地址起始位置的地址偏移为 $0x1ff \ll 12 = 0x1ff000$

页目录自映射



页目录自映射

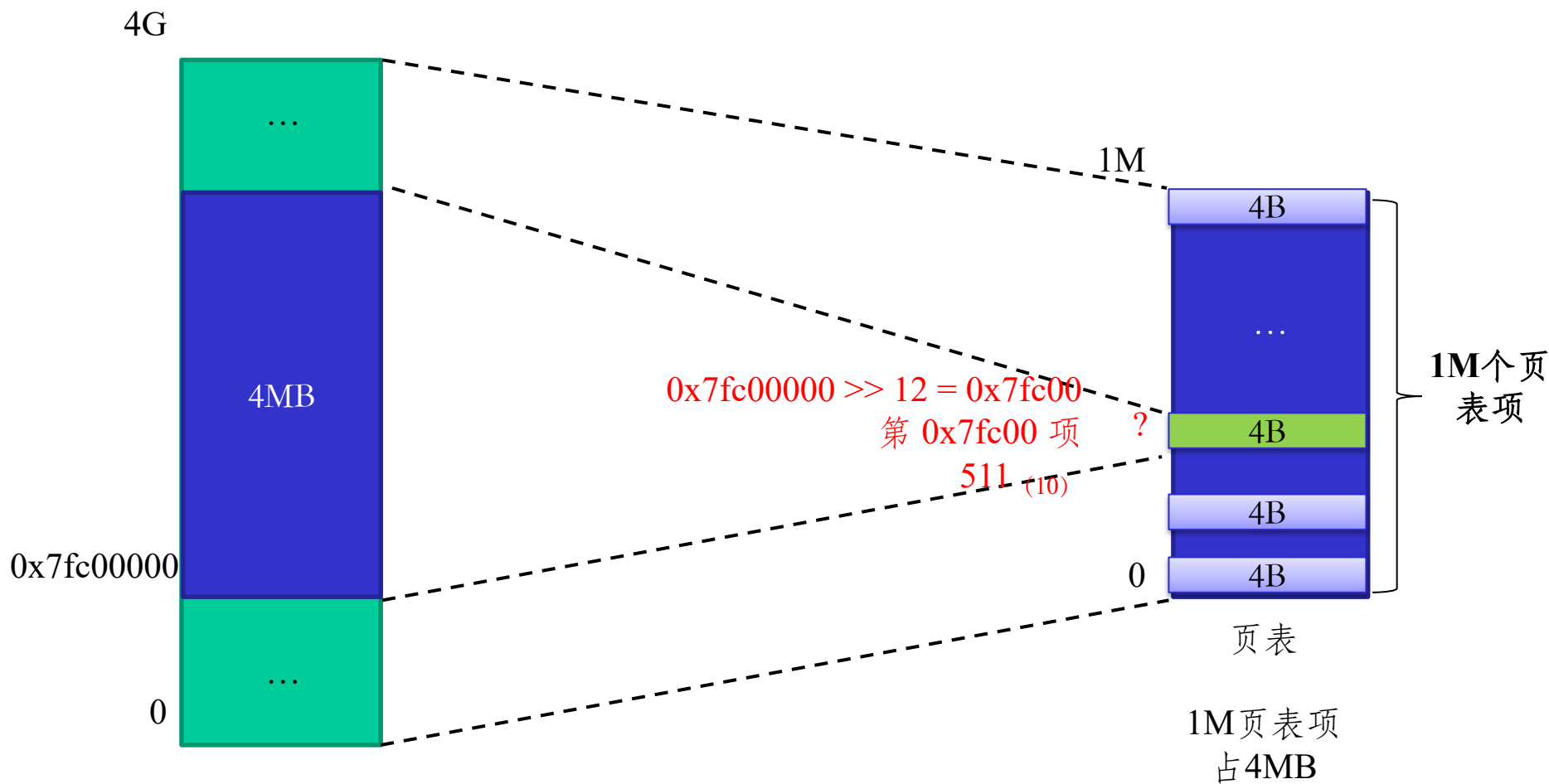


页目录自映射

■ 页目录在哪？

- 第二种计算方式：页目录对应1M个页表项的那一个？
- 给定页表虚拟地址起始位置，例如0x7fc00000
- 将整个4GB地址空间划分为1M个4KB页
- 上述地址对应于第 $(0x7fc00000 \gg 12)$ 个4KB页，因此其逻辑-物理映射关系应该记录在第 $(0x7fc00000 \gg 12)$ 个页表项中
- 每个页表项4个字节，所以页目录对于页表虚拟地址起始位置的地址偏移为 $(0x7fc00000 \gg 12) * 4 = 0x1ff000$

页目录自映射



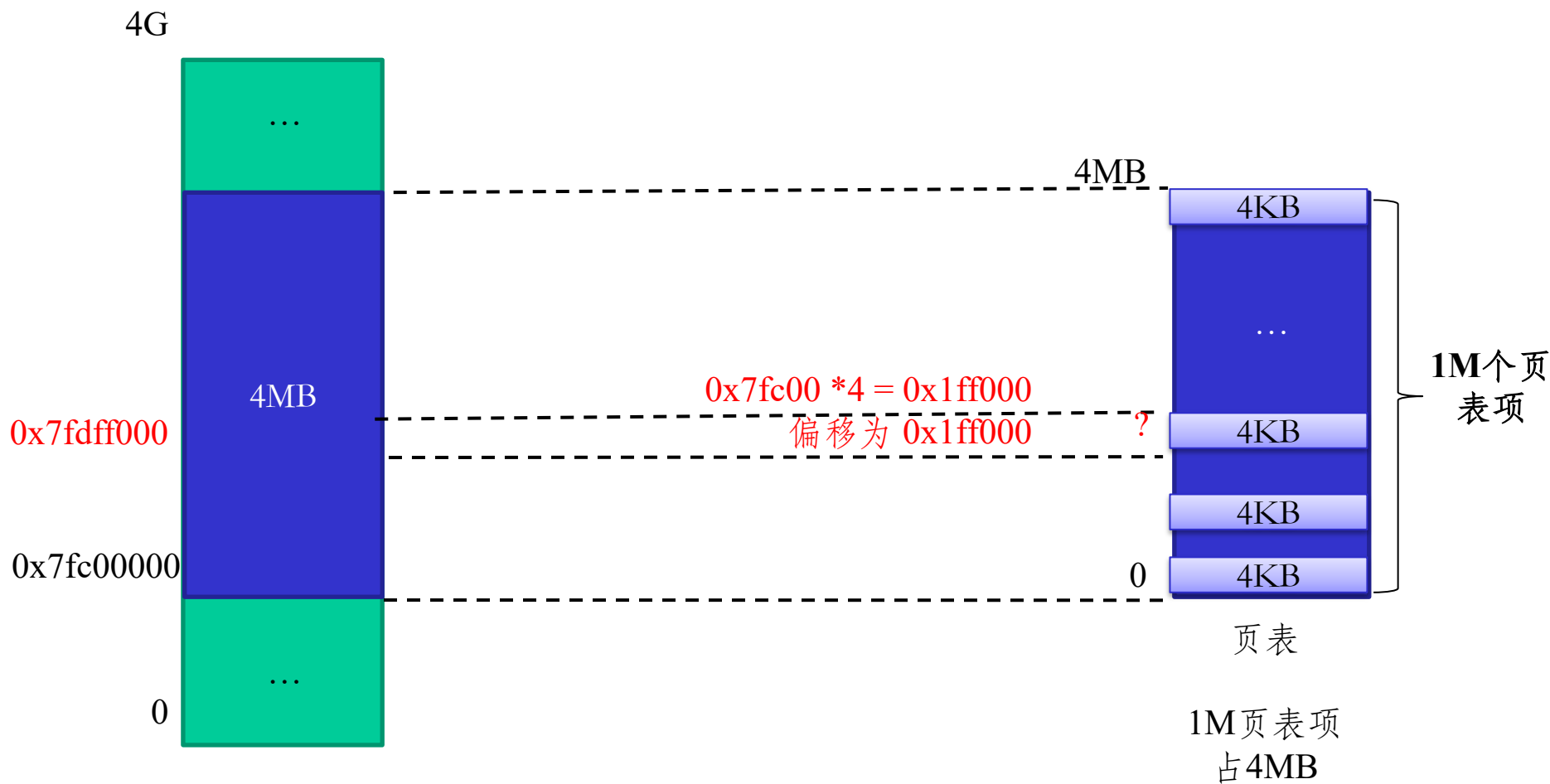
虚拟地址空间

北京航空航天大学

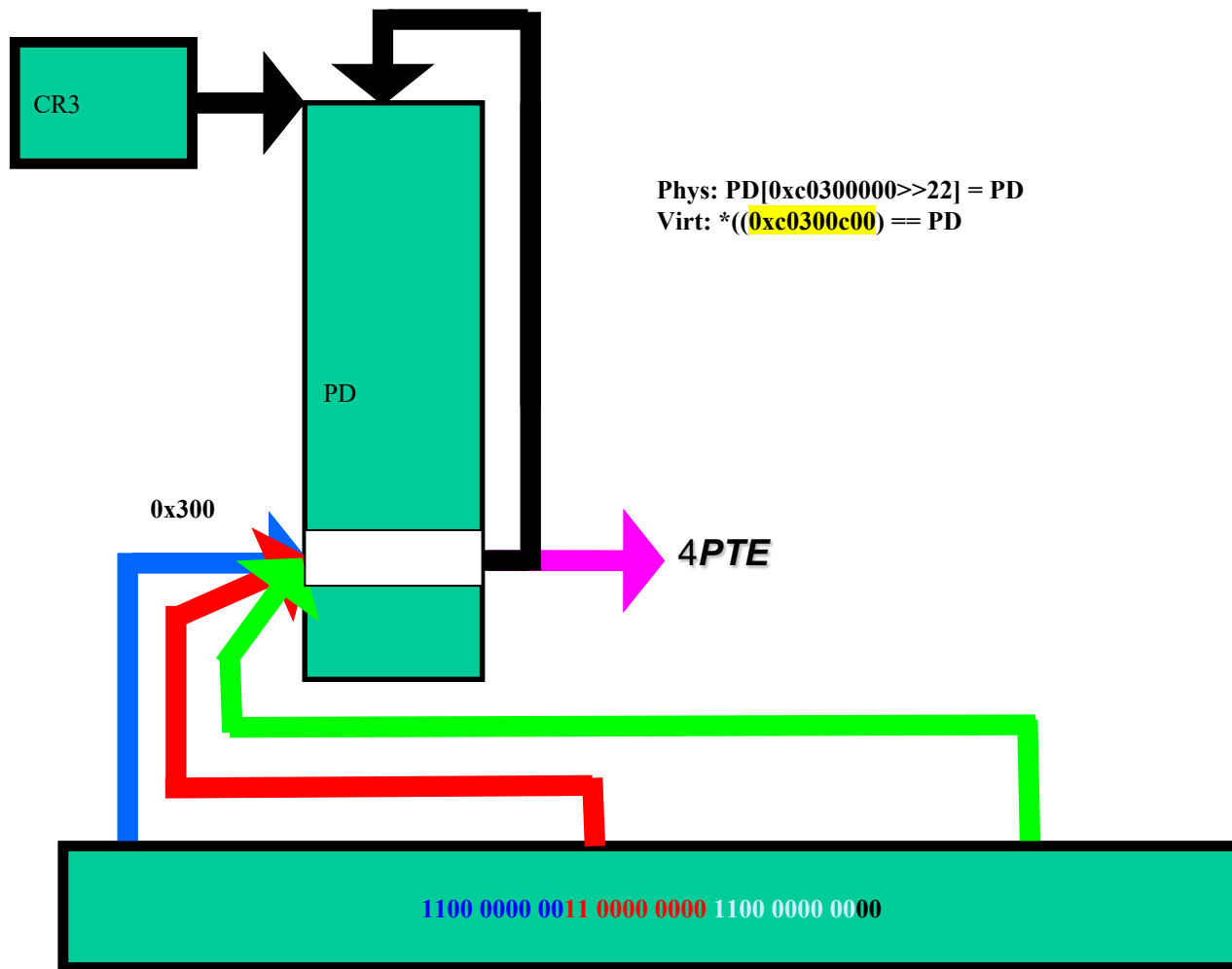
计算机学院

王雷

页目录自映射

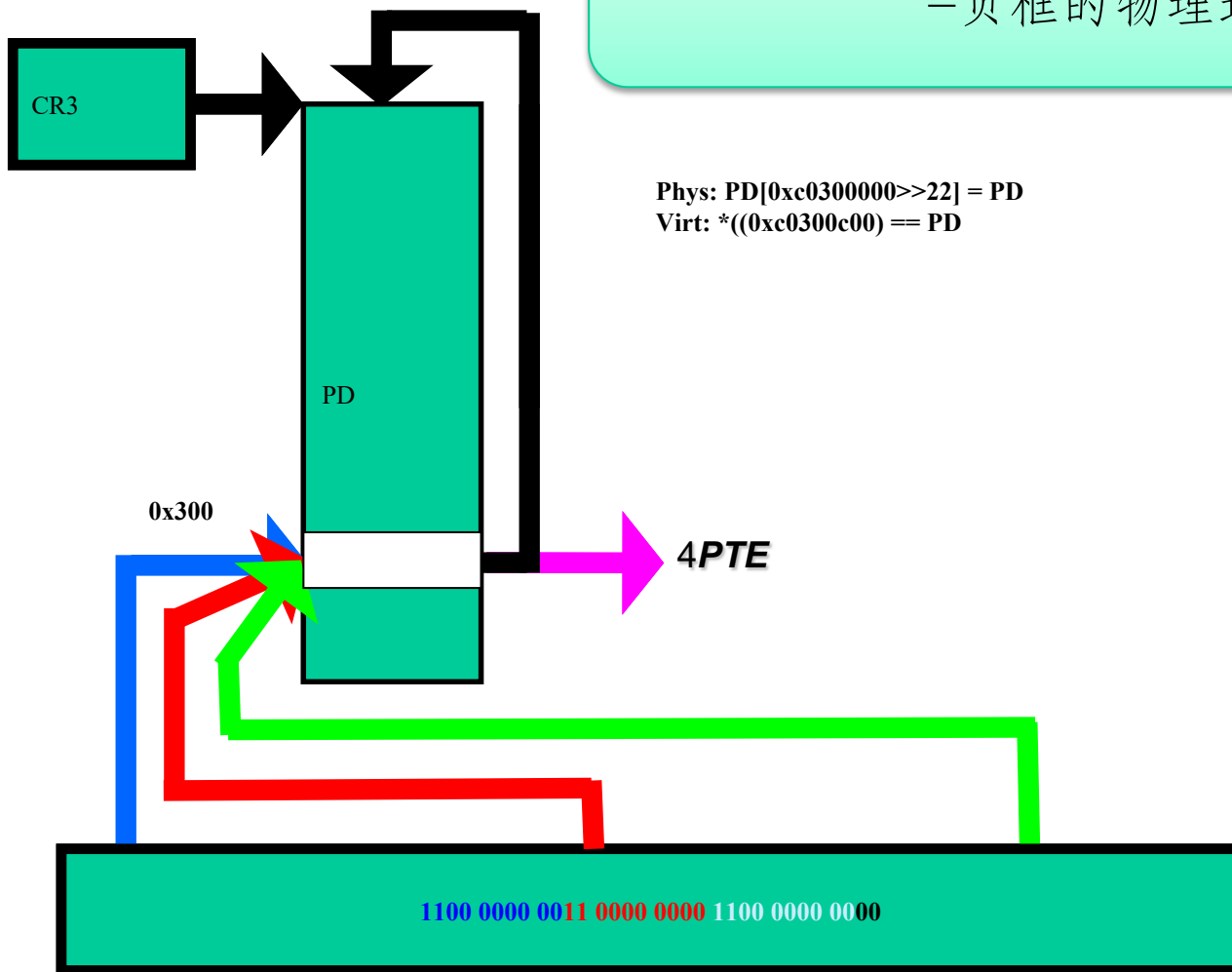


自映射机制



自映射机制

页目录物理基址=二级页表物理地址
=页框的物理地址



页目录自映射

■ 简化计算

- 对于32位地址字长，2级页表，4KB页面大小
- 某个虚拟地址 va 所对应的页目录虚拟地址？
- $((PMMPTE)((((ULONG)(va)) >> 12) << 2) + PTE_BASE))$
- 某个虚拟地址 va 所对应的页表项地址？
- $((PMMPTE)((((ULONG)(va)) >> 22) << 2) + PDE_BASE))$

■ 练习：

- 页表起始地址 $0x80000000$ ，页目录起始地址=?
 - $va = PTE, 0x80000000 >> 10 + 0x80000000 = 0x80200000$
- 如果给定页目录起始地址，求页表起始地址？
 - E.g. 页目录起始地址 $0xC0300000$ ，页表起始？

2023第8次课堂小测试



长按识别二维码