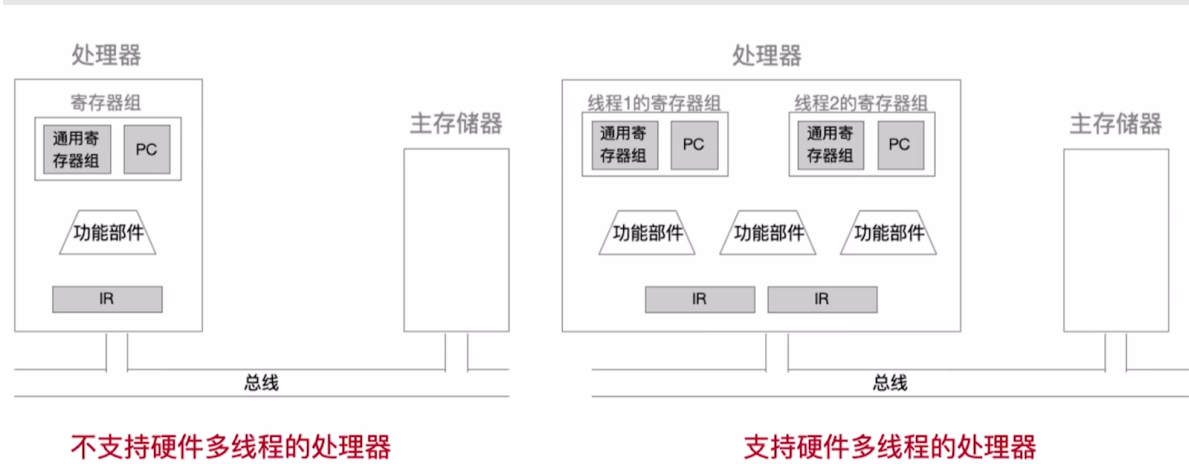


硬件多线程的基本概念



三种硬件多线程

硬件多线程			
	细粒度多线程	粗粒度多线程	同时多线程（SMT）
指令发射	各个时钟周期，轮流发射多个线程的指令	连续几个时钟周期，都发射同一线程的指令序列，流水线阻塞时，切换另一个线程	一个时钟周期内，同时发射多个线程的指令
线程切换频率	每个时钟周期切换一次线程	只有流水线阻塞时才切换一次线程	NULL
线程切换代价	低	高，需要重载流水线	NULL
并行性	指令级并行，线程间不并行	指令级并行，线程间不并行	指令级并行，线程级并行

时钟	CPU
i	发射线程 A 的指令j、 j+1
i+1	发射线程 B 的指令k、 k+1
i+2	发射线程 A 的指令j+2、 j+3
i+3	发射线程 B 的指令k+2、 k+3

(a) 细粒度多线程示例

时钟	CPU
i	发射线程 A 的指令j、 j+1
i+1	发射线程 A 的指令j+2、 j+3, 发现Cache miss
i+2	线程调度, 从 A 切换到B
i+3	发射线程 B 的指令k、 k+1
i+4	发射线程 B 的指令k+2、 k+3

(b) 粗粒度多线程示例

时钟	CPU
i	发射线程 A 的指令j、 j+1, 线程 B 的指令k、 k+1
i+1	发射线程 A 的指令j+2, 线程 B 的指令k+2, 线程 C 的指令m
i+2	发射线程 A 的指令j+3, 线程 C 的指令m+1、 m+2

(c) 同时多线程示例