

# 第12讲 如何产生与如何运用大规模计算能力 —虚拟化与云计算

---

**战 德 臣**

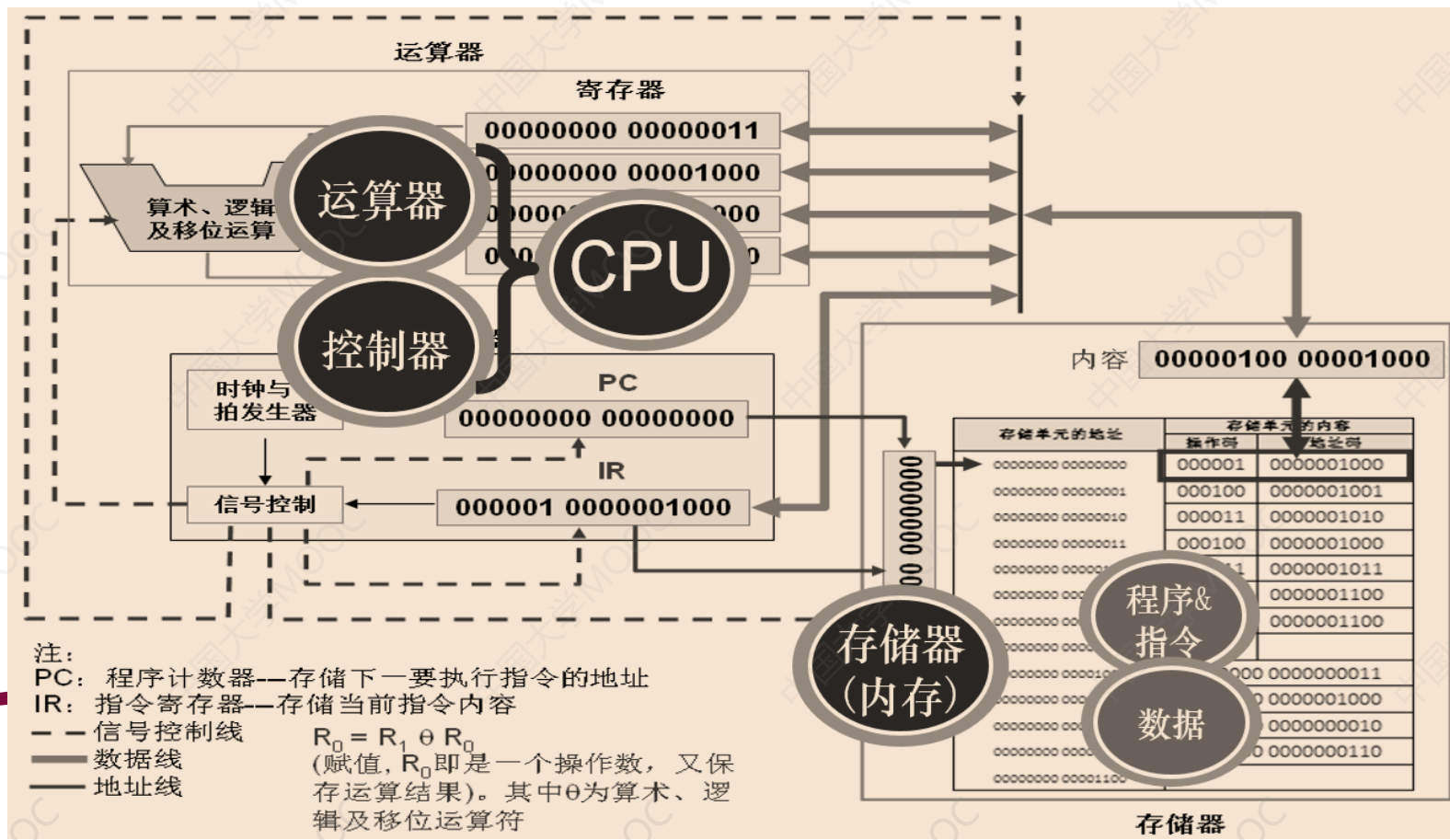
哈尔滨工业大学计算学部教学委员会主任  
国家教学名师

18686783018, [dechen@hit.edu.cn](mailto:dechen@hit.edu.cn)

# 计算机系统是如何演变的

2

回顾：内存中的程序被CPU执行



冯·诺依曼  
计算机

程序

CPU

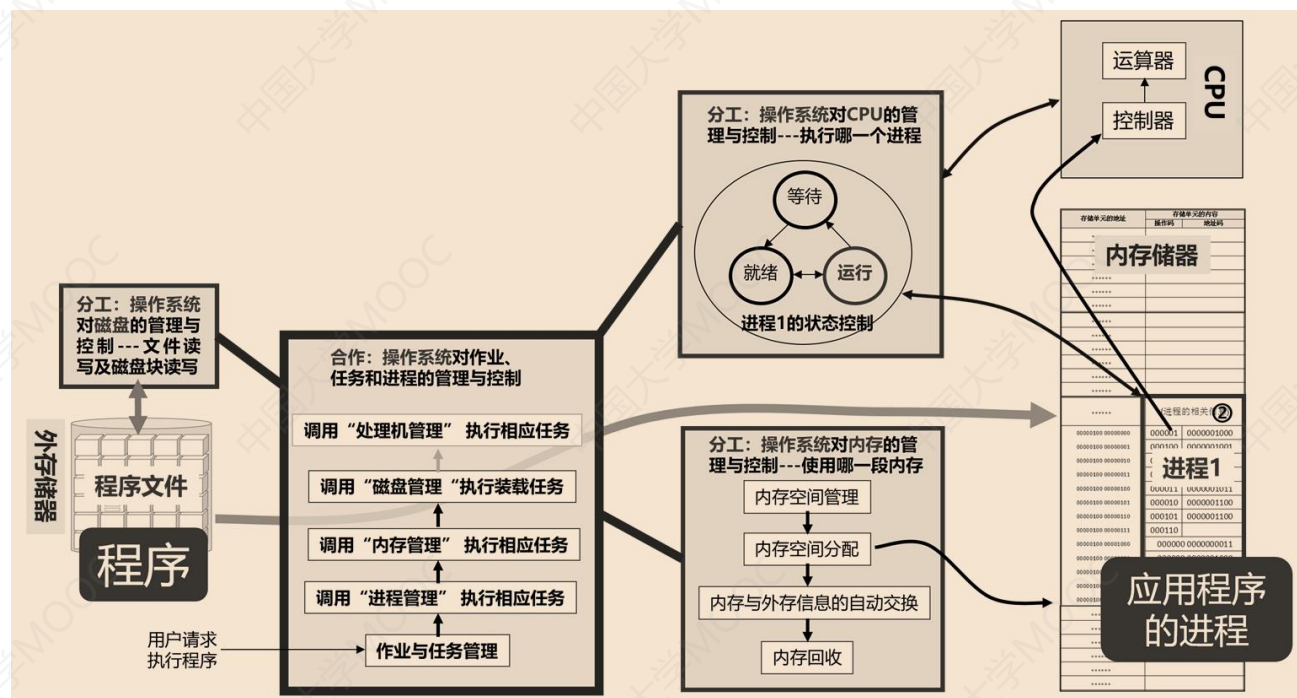
内存

参见视频《机器程序是如何被执行的——一台典型的计算机》

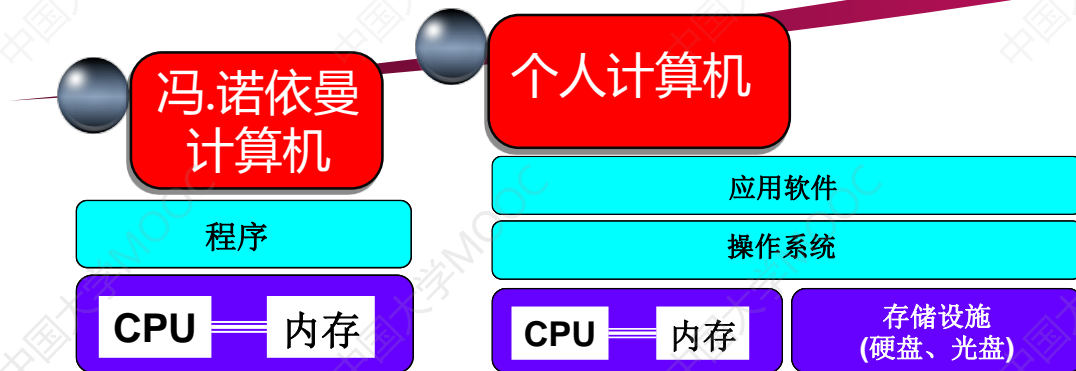
# 计算机系统是如何演变的

3

回顾：应用程序在操作系统的管理下被执行



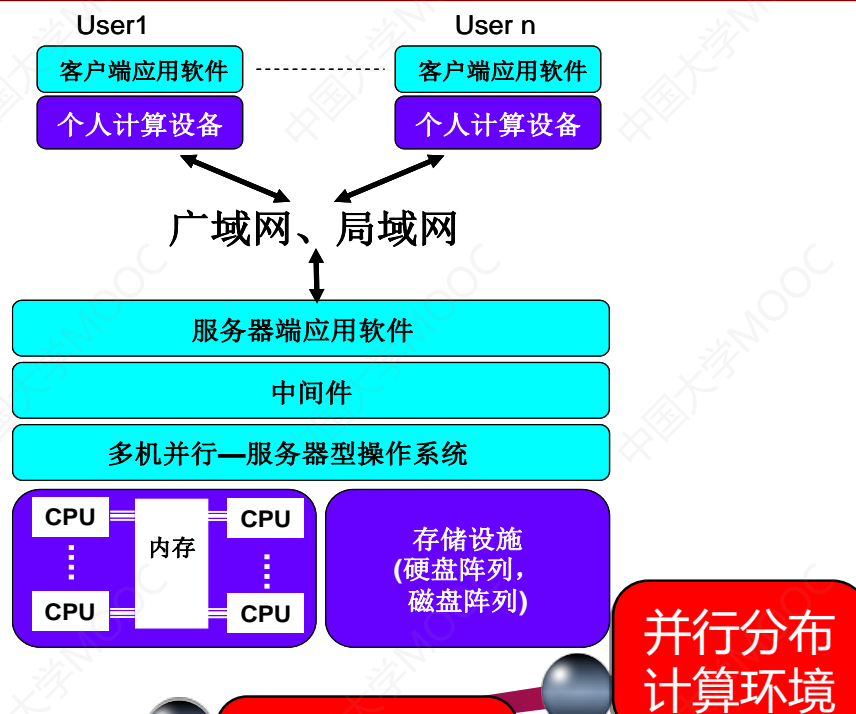
参见视频《分工-合作-协同看操作系统》



# 计算机系统是如何演变的

4

多核(CPU)并行处理：多个CPU、多个内存、多个硬盘



冯·诺依曼  
计算机

个人计算机

程序

应用软件

操作系统

CPU

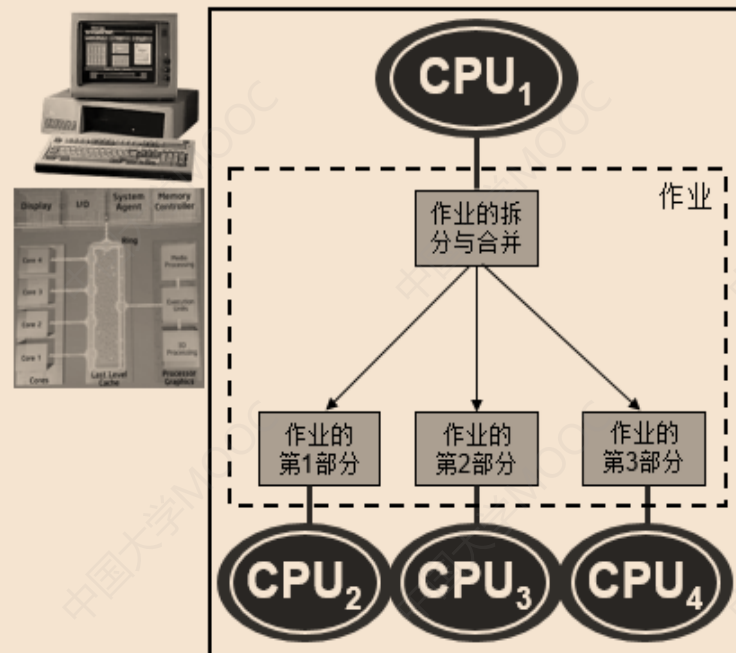
内存

CPU

内存

存储设施  
(硬盘、光盘)

CPU管理---并行  
一台主机多个CPU执行一个程序

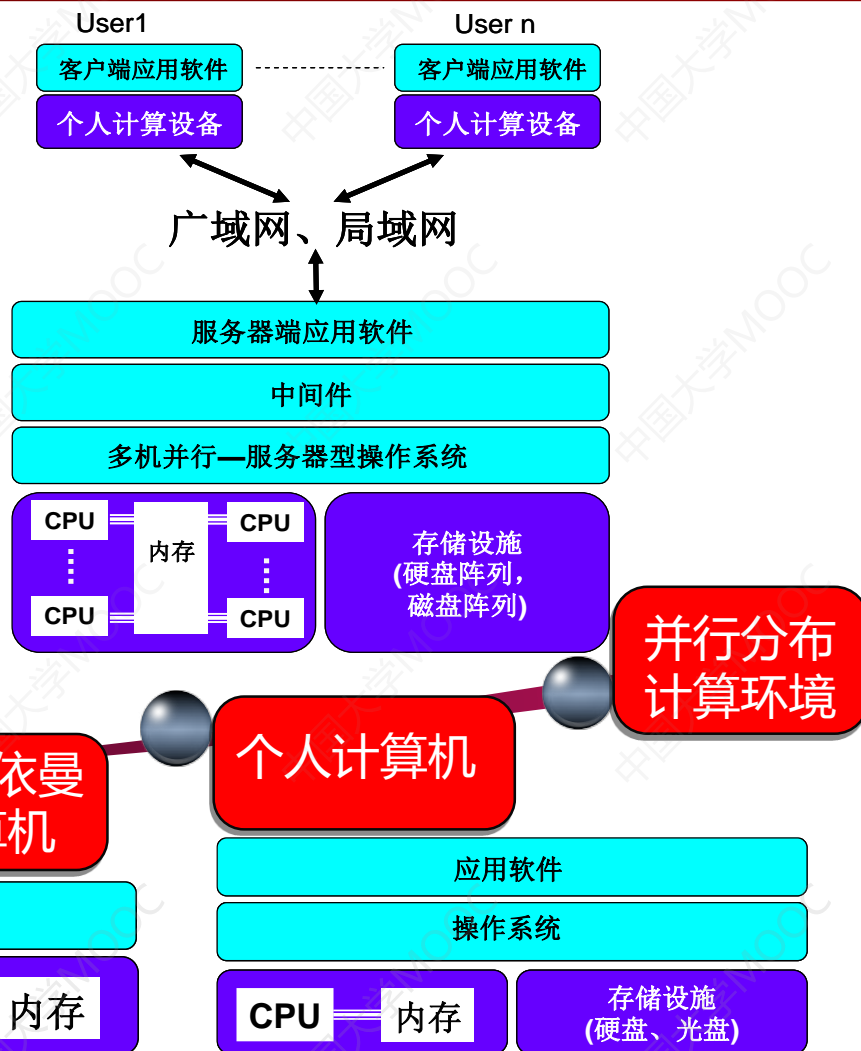


操作系统将一个作业分解成若干个可并行执行的小作业，由不同的CPU予以执行。其中一个CPU负责作业的拆分与合并工作，如CPU<sub>1</sub>，如此多CPU并行完成一个作业

# 计算机系统是如何演变的

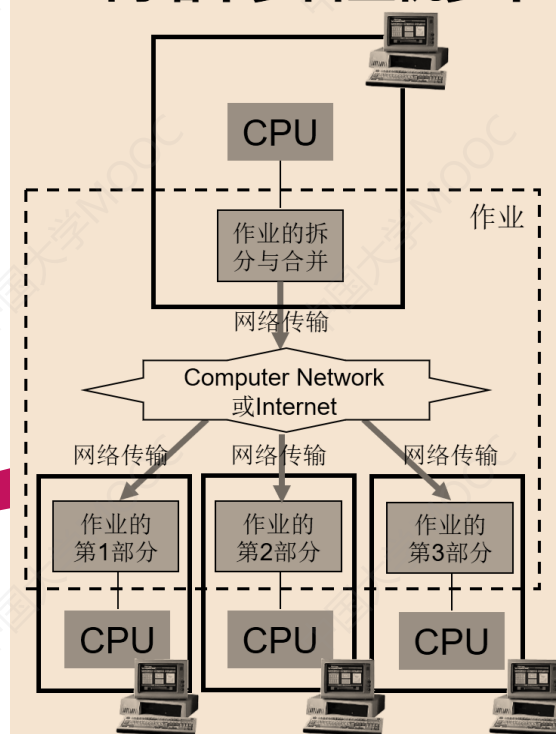
5

## 多机分布处理



## CPU管理---分布

## 网络中多台主机多个CPU执行一个任务

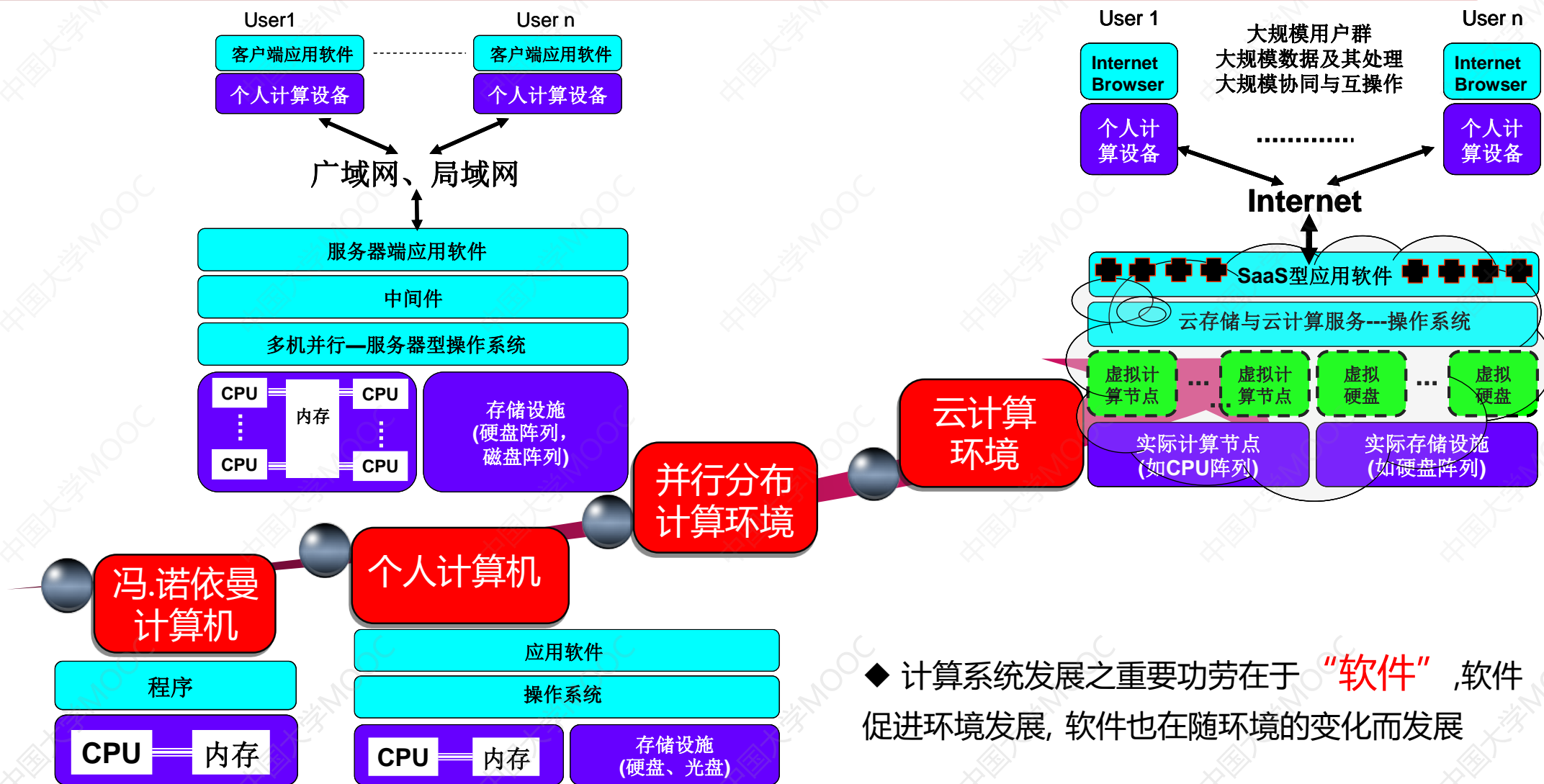


一个作业被一台机器的操作系统拆分成若干个可分布与并行执行的小作业，通过局域网络或互联网传送到不同的机器，由不同机器的操作系统控制其CPU予以执行。如此网络上，多台计算机可并行完成一个作业。



# 计算机系统是如何演变的

云：超多CPU、超多内存、超多硬盘—弹性可配置



◆ 计算系统发展之重要功劳在于“软件”，软件促进环境发展，软件也在随环境的变化而发展

# 从理解虚拟内存与物理内存开始，理解虚拟化

7

## 虚拟内存与物理内存

虚拟内存空间

物理内存空间



CPU地址线位数	最大可访问内存	实配(物理)内存
20位	1M	128K, 256K, 512K, 1M
32位	4G	512M, 1G, 2G, 4G
39位	512G	64G, 128G, 256G, 512G
40位	1T	128G, 256G, 512G, 1T

**问题：**如果应用程序运行，需求内存超过了实配内存怎么办？  
--充分利用CPU地址空间，利用内存-外存交换，使内存看起来扩大

# 从理解虚拟内存与物理内存开始，理解虚拟化

8

## 虚拟内存与物理内存的映射

- 【虚拟内存】CPU能访问的地址空间
- 【物理内存】实际配置的内存

假设：1页=4K

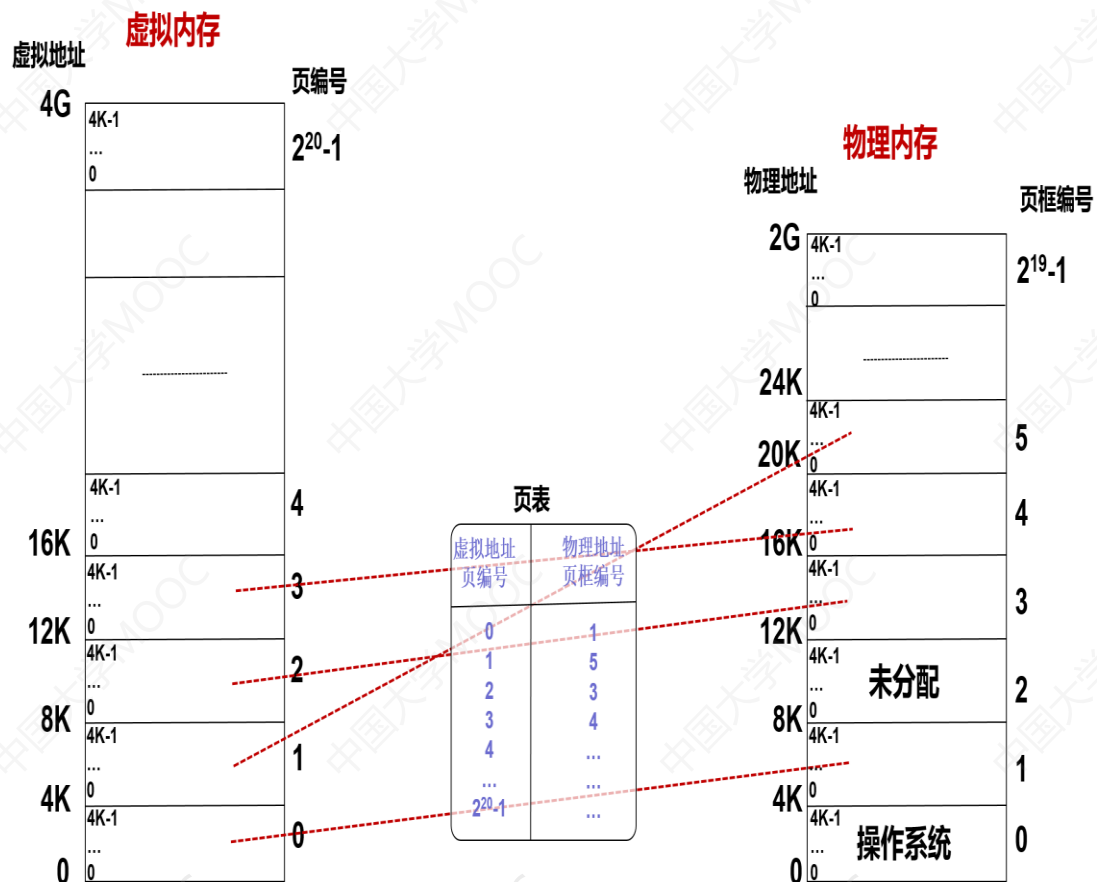
(1) 虚拟内存：【页/Page】；物理内存：【页框/PageFrame】

(2) 虚拟地址 = 页地址 + 页内地址

(3) 通过【页表】建立虚拟内存与物理内存的映射关系：  
哪一虚拟内存页由哪一物理内存页框存储。

(4) 虚拟内存是连续的地址空间。而物理内存页框内是连续的地址空间，页框之间不一定连续。

(5) 程序运行期间，不同的虚拟内存页可指向相同的页框，通过内存-外存置换，使同一页框装载不同的内容



思考题：2GB的物理内存怎样支持需求3GB空间的程序运行？



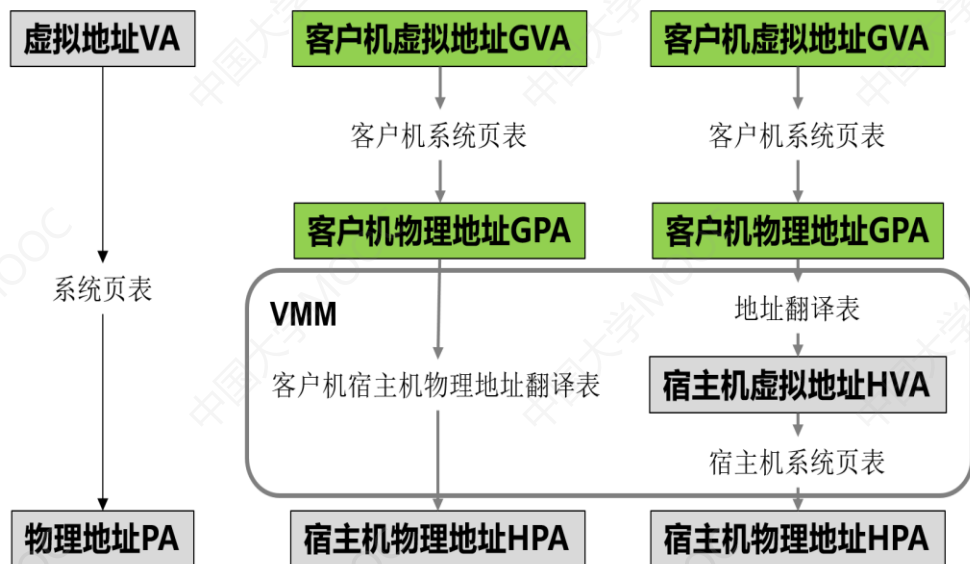
# 什么是虚拟化

9

虚拟化 是在实际系统基础上 配置出虚拟系统提供给客户使用

**虚拟化**是一种技术，它是在**实际物理系统**基础上配置出**虚拟系统**提供给客户使用。而客户使用的虚拟系统在运行时又通过**映射**最终在实际物理系统中运行。

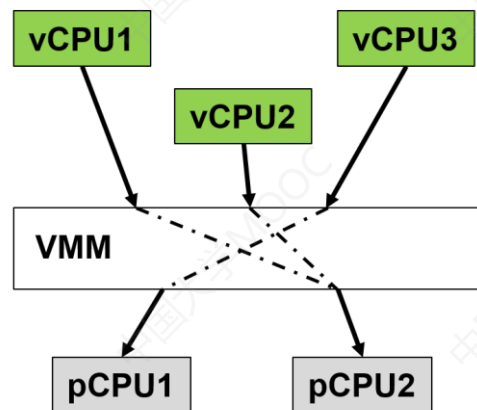
**内存虚拟化**—可用n个内存系统（宿主机）支撑m个内存系统（客户机）



传统机器内存管理示意

内存虚拟化示意  
客户机:虚拟化机器; 宿主机: 实际机器

**CPU虚拟化**—可用n个实际CPU支撑m个虚拟CPU的运行



CPU虚拟化示意  
pCPU:实际的CPU, vCPU虚拟的CPU

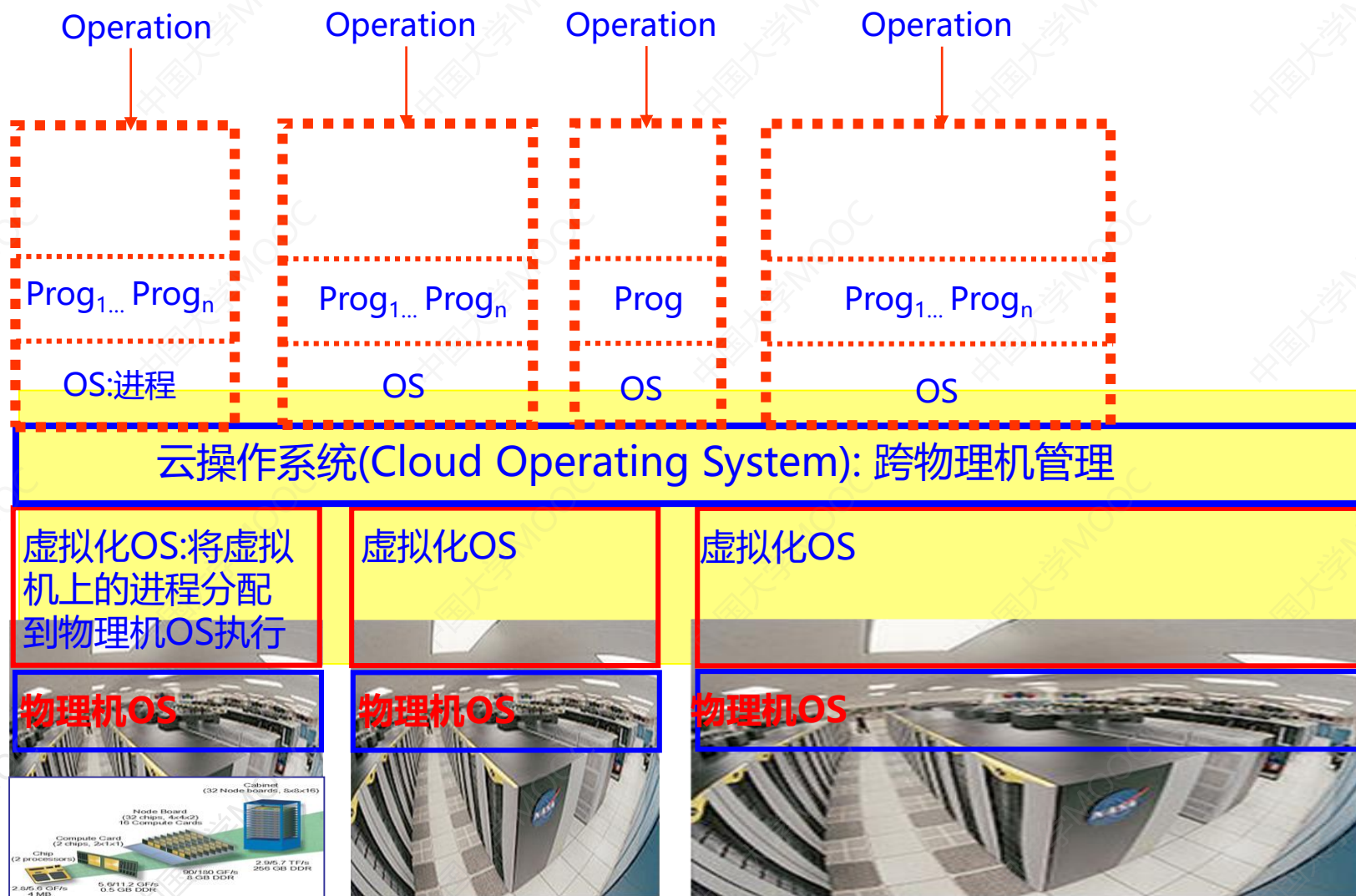
**操作系统虚拟化**—可用n个宿主硬件支撑m个操作系统的运行（客户机）



# 什么是云

10

云 (Cloud): 基础设施作为服务 (IAAS: Infrastructure As A Service)



不同性能的虚拟机(需求):

- (1)CPU数目
- (2)内存容量
- (3)外存容量
- (4)网络带宽

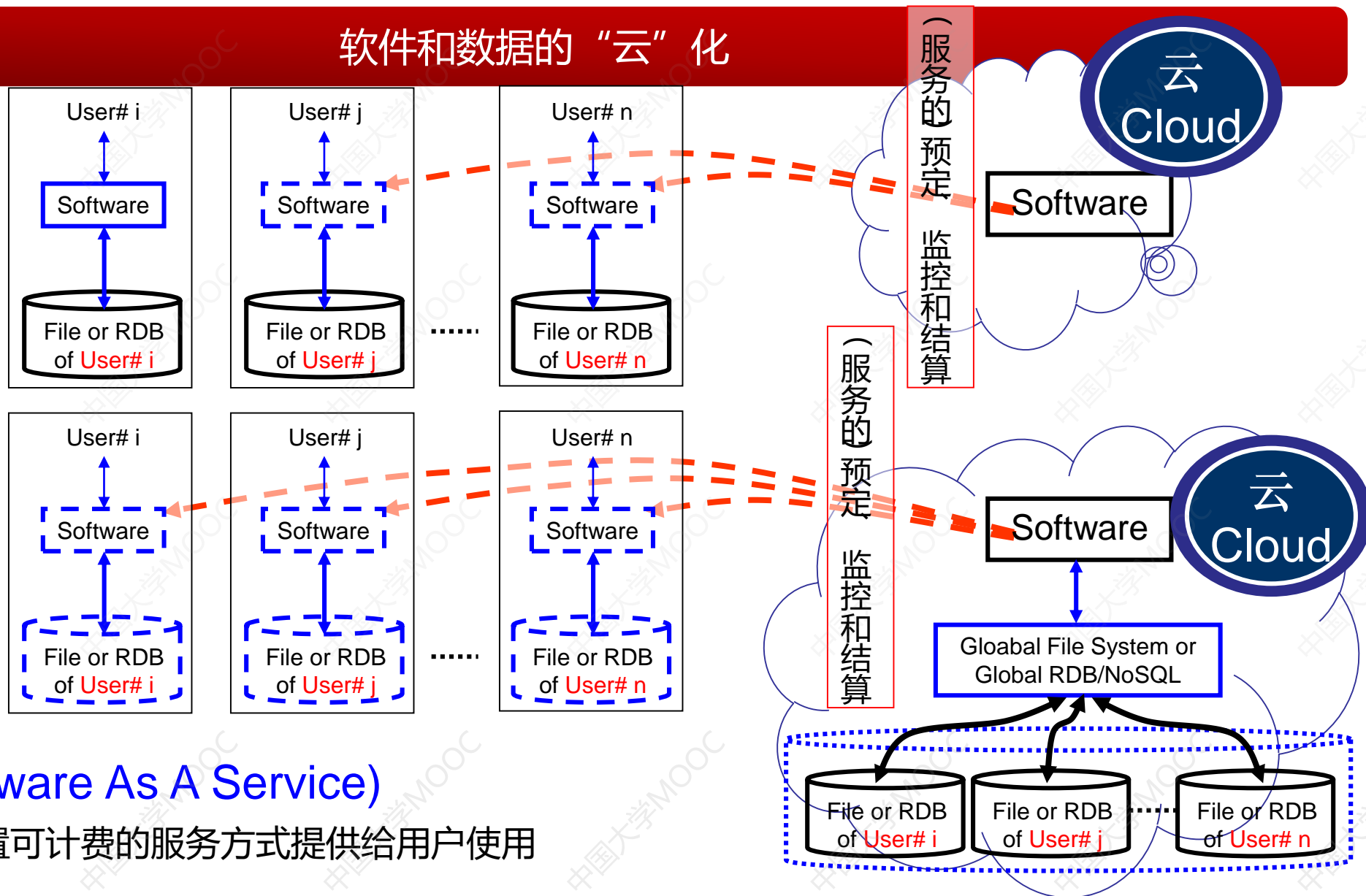
物理机:

CPU 数百数千数万个;  
内存 数百数千数万个64GB  
外存 数百数千数万个1TB

# 什么是云

11

## 软件和数据“云”化



## SAAS(Software As A Service)

将软件以可配置可计费的服务方式提供给用户使用

# 什么是云

## 基于云的“软件服务”与“万般皆服务”



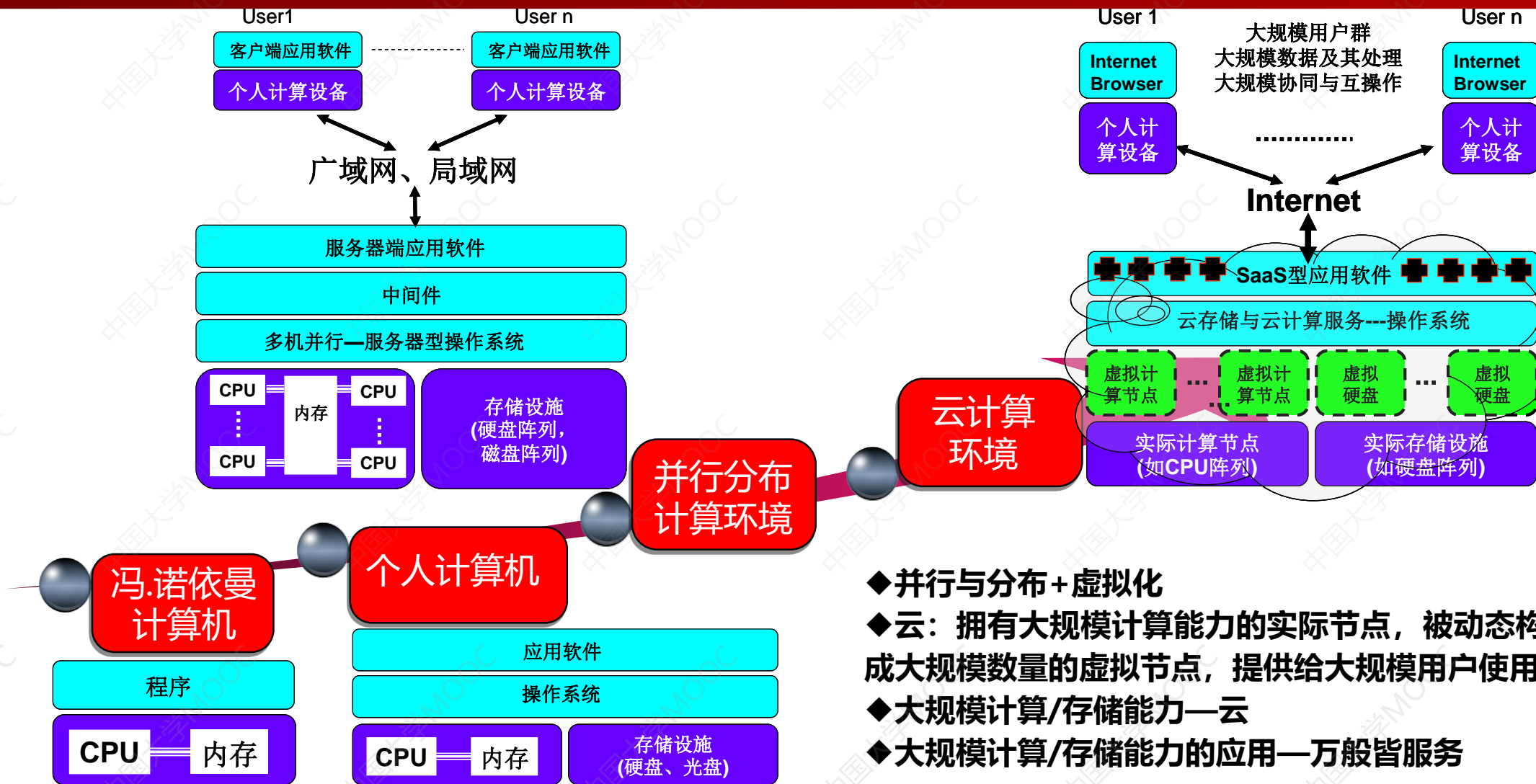
The tools we use have a profound influence on our thinking habits, and therefore, on our thinking abilities.

---from Edsger Dijkstra, 1972 Turing Awards receiver.



# 如何产生与如何运用大规模计算能力

## 小结



- ◆ 并行与分布+虚拟化
- ◆ 云：拥有大规模计算能力的实际节点，被动态构造成为大规模数量的虚拟节点，提供给大规模用户使用
- ◆ 大规模计算/存储能力—云
- ◆ 大规模计算/存储能力的应用—万般皆服务