

## 第 5 讲 现代计算机-复杂环境下程序执行

### 1、快速浏览---本讲视频都讲了什么？

#### 【视频 5.1 现代计算机系统的构成】

计算机系统仅仅包含硬件吗？还包括什么...？什么是软件？有哪些类别的软件呢？请看本视频。

#### 【视频 5.2 现代计算机的存储体系】

对现代计算机演进过程的理解，需要首先理解存储体系。从最初的冯·诺依曼计算机(第 4 讲讲授)发展到今天的计算机，其最根本的促进因素是“**存储和执行程序环境**”的变化，而最基本的环境就是“**CPU-内存-外存**”存储体系。内存、外存的特点与分工是什么？怎样才能说是存储体系呢？视频中说这也体现了“**不同性能资源的组合优化**”思维，这种思维在现实生活中有用吗？--请看视频 5.2。

#### 【视频 5.3 操作系统对计算机资源的分工-合作与协同管理思想】

**存储体系是需要自动管理的**，只有有效的管理才能使不同类别的存储资源—**速度较低容量较大可永久保存的外存和速度较快容量较小且易失性的内存**，做到协调一致而无需使用者关心。如何做到？这就需要**操作系统**。什么是操作系统呢？

直觉上，操作系统是非常复杂的，也是难于理解和把握的。但如果按照课程视频给出的理解方式“**分工-合作与协同**”来理解“**管理各种资源以便执行应用程序**”的操作系统(其本身也是一组程序)，你是否觉得操作系统也很容易理解呢...

视频中说“分工-合作与协同”是“**化简复杂问题，进行复杂问题求解的重要思维**”，你认同吗？

#### 【视频 5.4 操作系统对几种资源的分工管理】

视频 5.4 是对视频 5.3 的分工-合作与协同思维的深化讲解。既讲授了分工-合作与协同这种一般思维中的“**分工管理**”，又简要讲解了操作系统--对不同类别资源的分工管理的内涵。

本段视频中给大家介绍的磁盘管理—化整为零与还零为整的思维，在计算学科当中有广泛的应用，在计算机中它怎么做的呢？

#### 【视频 5.5 操作系统对资源的合作与协同管理】

视频 5.5 是对视频 5.3 的分工-合作与协同思维的深化讲解。既讲授了分工-合作与协同这种一般思维中的“**合作与协同管理**”，又简要讲解了操作系统--不同类别资源如何合作与协同地完成应用程序的执行这一任务。

本段视频中有一些重要的概念需要区分：如任务与作业、程序与进程、操作系统进程与应用程序进程、作业与进程，在所示场景中能否区分这些概念对计算系统的理解非常关键，这些概念区分清楚了，思维也就清楚了。

### 【视频 5.6 计算机系统的工作过程】

课程视频是从计算机系统的角度来谈工作过程。展示了应用程序如何在操作系统管理下被装入内存、被 CPU 执行的过程... ..

### 【视频 5.7 现代计算机的演进】

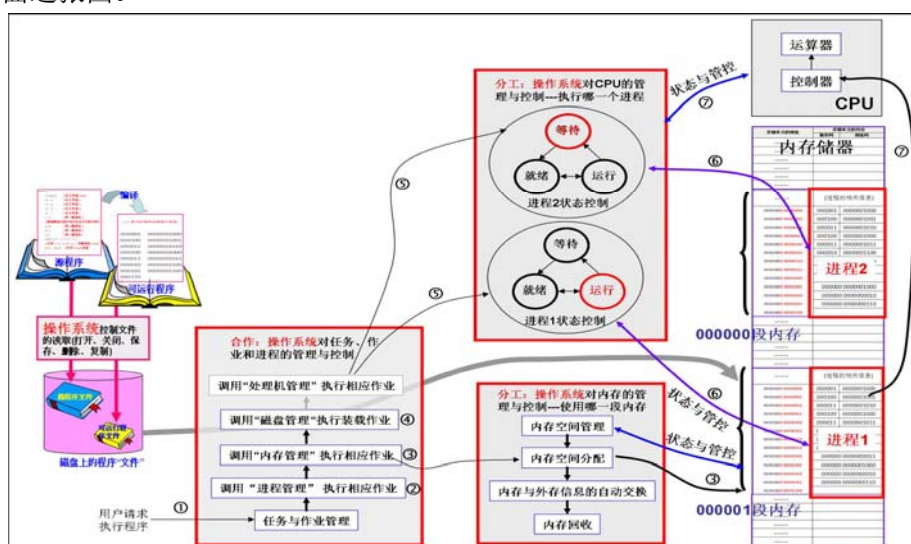
本段课程视频是使你能快步地从冯·诺依曼计算机、个人计算机跨越到并行、分布计算环境，跨越到云计算环境，重点介绍什么是“云”，云是怎样实现的，以及基于云环境所带来的软件思维上的变化... ..

这部分更不能拘泥于细节，注意思维的理解即可，理解什么是云计算环境，重要的是现在的很多的互联网的创新都是基于云环境的创新，因此对这部分有些认识，为后续的学习和工作生活都将奠定坚实的基础。

## 2、学习要点指南

### 2.1 要点一：理解“存储在外存中的程序如何在操作系统的管理下被 CPU 执行”

学习本讲课程视频，重点在理解“存储在外存中的程序如何在操作系统的管理下被 CPU 执行”，即下面这张图。



为解析这张图的内涵引出了本讲的各段视频，本讲的各段视频前后是有关联的，因此注意连贯着学习，通过深入理解这张图，我们也可以理解在现实生活中非常有用的一些计算思维，也可

以看到计算机系统和现实生活中的实践是可以相互借鉴的！下面我们与大家一起通过解析这张图来理解本讲各个视频及其

首先看图的最右侧：CPU + 内存，即是典型的冯·诺依曼计算机，在第4讲讲了其原理，在本图中仅以标记为⑦的线联结，表明程序需要被CPU执行---这也是“抽象”着来看计算机。

接着看图的最左侧：磁盘。程序是被存储在磁盘上的。最左和最右联起来，最右侧内存中有个进程和其对应。此一部份表明计算机有一个存储体系，而要使得其被有效的联结，就需要夹在中间的部分予以管理，这就是操作系统要完成的事情。理解存储体系，重点在于不同性能资源的组合优化思维的理解。

再看最左侧的上部，体现了对磁盘的独立管理---即操作系统的分工管理部分，体现的是化整为零和还零为整的重要思维。再看贴近最右侧的上下两个方框体现了对内存的管理、对CPU的管理---也是操作系统的分工管理部分。要理解为什么要对CPU进行管理，是因为内存中可能有多个需要被执行的进程，通过⑥⑦两条联结线体现为实现管理，需要了解CPU的状态和进程的状态，才能对CPU执行哪个进程进行调度，方框内反映的是每个进程的状态情况。要理解为什么要对内存进行管理，也是因为内存中可能有多个需要被执行的程序，需要了解内存的使用状况，才能对内存的使用进行协调和分配，方框内反映的是内存管理要做的几项工作。

最后看贴近最左侧的那个方框，它体现了操作系统如何合作与协同地完成“**存储在外存中的程序如何被CPU执行**”这一任务的。大家可以体会：“合作与协同”是按照任务的执行需求，将大的工作任务分解为一项项小的作业，体现了面向任务与作业的思路。每项作业如何完成是通过调度“分工管理”的各项功能来实现对具体资源的调度进而完成指定的作业。简单来讲，对具体资源的实际调度和管理是由“分工管理”来完成的，而合作与协同完成一个任务，是将各项“分工管理”的功能进行协调，这种思维很重要。理解这一部分的关键是：在理解了存储体系的基础上，需要清晰化完成任务所需要的各项作业及其次序。

这就是“**资源组合利用体系化→管理分工合作协同化→外存程序内存进程化→硬件不足功能软件化**”的思维模式。第一句话指的是存储体系，第二句话指的是操作系统，第三句话是解释内外存程序的差别，第四句话是概括：即硬件实现的功能总是有限的，其功能的扩展可通过各式各样的软件来进行。这些是可实现的思维模式，但并未更多涉及实现的细节。

本讲内容是对第一讲“计算之树”中的“个人计算环境”思维的深化讲授。

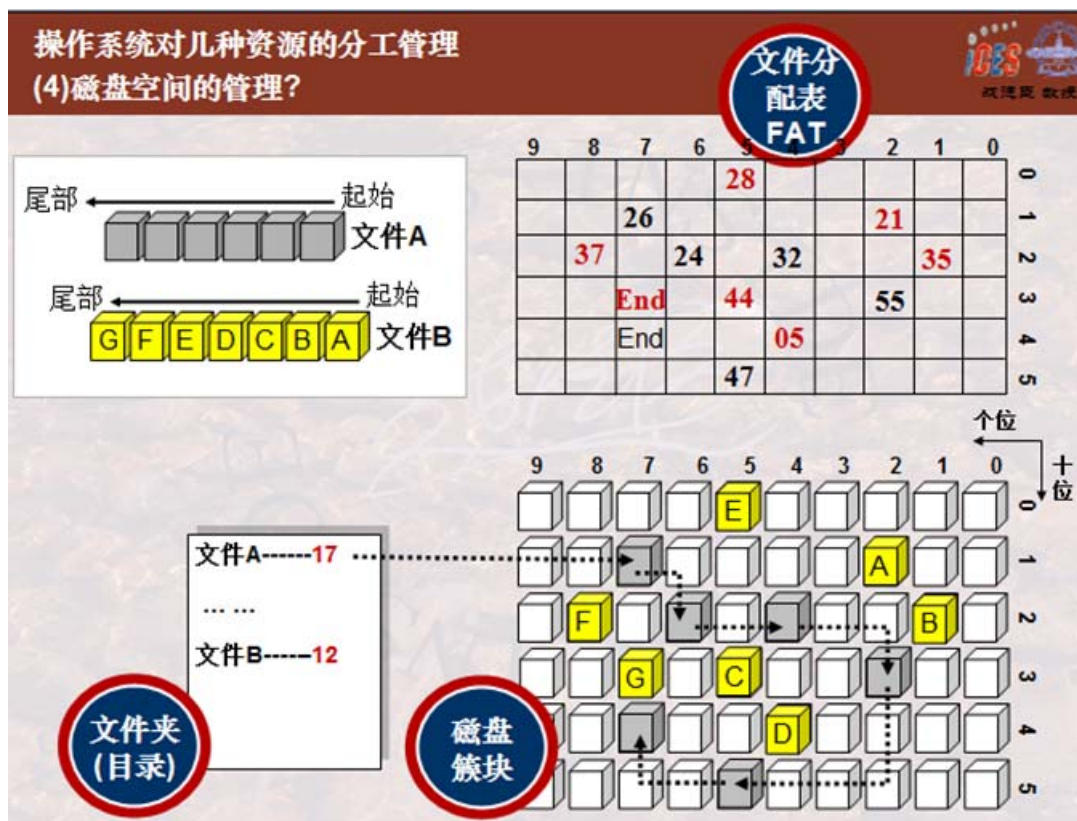
## 2.2 要点二：要注意区分一些概念

概念的区分并不是要背下它的定义，而是在类似于上图的场景中，能够区分这个概念指的是这件事而不是那件事。我们前面讲抽象要“理解-区分-命名-表达”，理解概念就是要理解用此概念来区分什么，为什么引出这个概念，这是很重要的。

比如下面这些概念：任务 vs. 作业，程序 vs. 进程，作业 vs. 进程，操作系统进程 vs. 应用程序进程，分工 vs. 合作 vs. 协同，内存 vs. 外存等，这些概念非常重要。

### 2.3 要点三：化整为零和还零为整思维及其实现方法

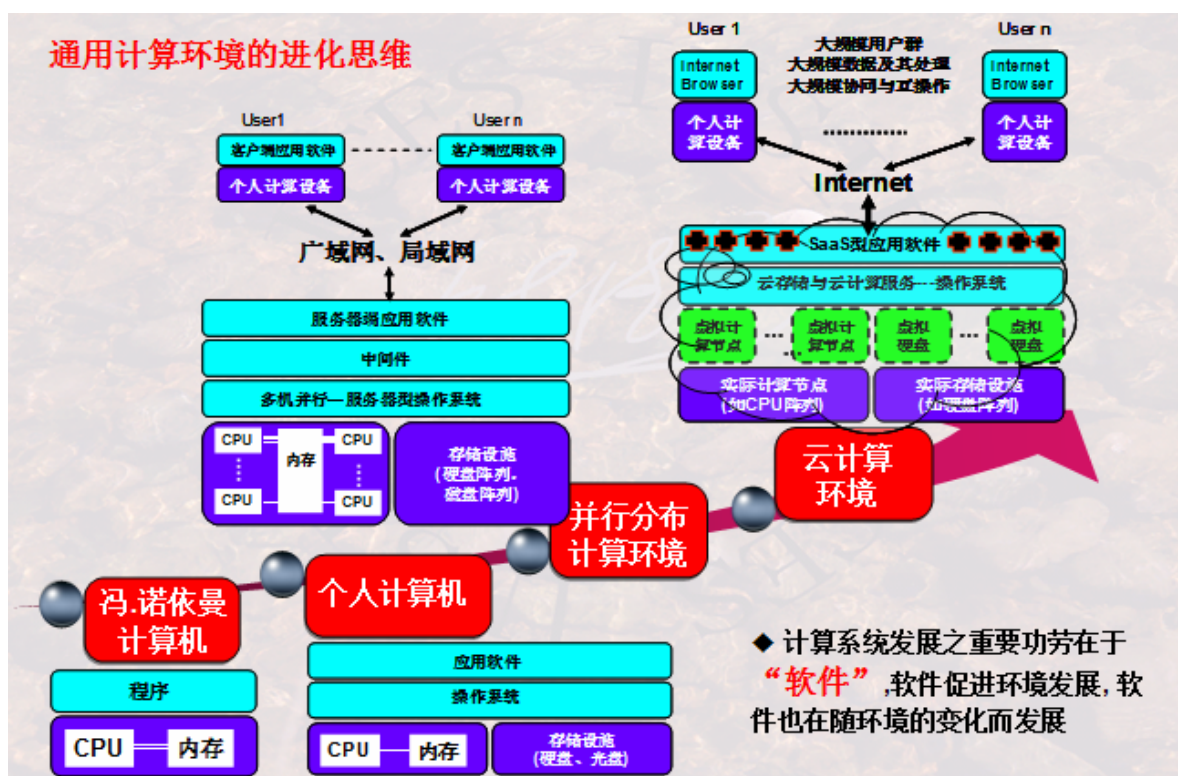
化整为零和还零为整思维是计算学科很重要的思维模式。这种思维重点是理解下面这张图的示意。一个大小长度不等的文件被划分成一块块，被存储在磁盘上的一个个扇区/磁盘块中，借助于文件夹和文件分配表来表示一个文件的各块之间的先后次序及其在磁盘上的存储位置(即磁盘块号)，借助于这张图理解化整为零和还零为整。



### 2.4 要点四：理解现代计算机的演进过程及云思想的提出

要能理解现代计算机的演进过程，如下图所示，由冯·诺依曼计算机、个人计算机跨越到并行、分布计算环境。冯·诺依曼计算机在第4讲中讲过。本讲介绍了存储体系环境下程序的执行，即个人计算机。进一步快速的浏览了并行、分布计算环境和云计算环境。前面的内容主要是从程序是如何被运行的角度，后面的内容主要是从演化思路角度，大家可以感到由最细的微观的内容，到最粗的宏观的内容的跨越。有了前面的基础，后面的内容理解起来就容易。总体来看就是理解下图。





### 3、常见问题

#### 3.1 为什么要理解计算系统，理解通用计算环境？

计算系统是二十世纪最伟大的成就之一，计算系统是执行程序的系统，计算系统的发展就是围绕如何执行程序这个中心任务而发展的。为什么要理解“计算系统”？

首先，计算系统和现实中的各种系统(如交通系统、能源供应系统、企业生产系统等)既有相类似的思维模式，例如化整为零的思维、分工-合作与协同的思维、并行化分布化提高资源利用效率的思维等，同时也互相支持出现创新的复合思维模式，如智能交通系统、智能电力系统等，这些智能系统本质上则是基于计算的系统。换句话说，计算学科中的很多思维，在现实系统中也得到了很好的体现，如计算学科的缓冲池技术，在机场的出租车服务系统中便能见到其应用，计算学科的流水线技术在很多的现代企业生产中也能见到其应用等。

其次，图灵奖获得者 Edsger Dijkstra 说过，计算工具的理解和使用，影响我们的思维习惯，进而影响我们的思维能力。计算系统由传统的冯·诺依曼计算机发展到并行、分布计算环境，和云计算环境，确实改变了人们的很多思维习惯，例如“天猫/淘宝”电子商务的成功、Wiki Pedia 的成功、谷歌与百度的成功等更多的事例说明对计算环境的理解和使用已经影响了人们的工作/生活

的思维习惯，已经成为创新的重要源头，很多看起来不可能实现的事情成为现实，都说明理解计算系统所蕴含计算思维的重要性。

对于初学者而言，如能理解“程序是如何被执行的”，则有助于学生构造和设计可执行的算法和程序；如能理解“存储体系环境下程序是如何被执行的”，则有助于学生理解并习惯于资源（能源、时间、空间、带宽、体积、用户等）受约束条件下问题解决方案的构造，而不是一般的统而化之、不讲成本、不顾环境、不考虑用户体验地解决问题的方式<sup>[1]</sup>。现代计算环境如云计算环境等的理解，则有助于我们建立问题求解的大思维，即能够改变人们生活、工作与研究方式的思维。对通用计算环境的理解，有助于我们研究具有各个学科自身特色的专业化计算系统，有助于建立各学科具体问题求解的计算环境，实现跨学科的共同创新。