

第4讲 现代计算机： 复杂环境下程序执行

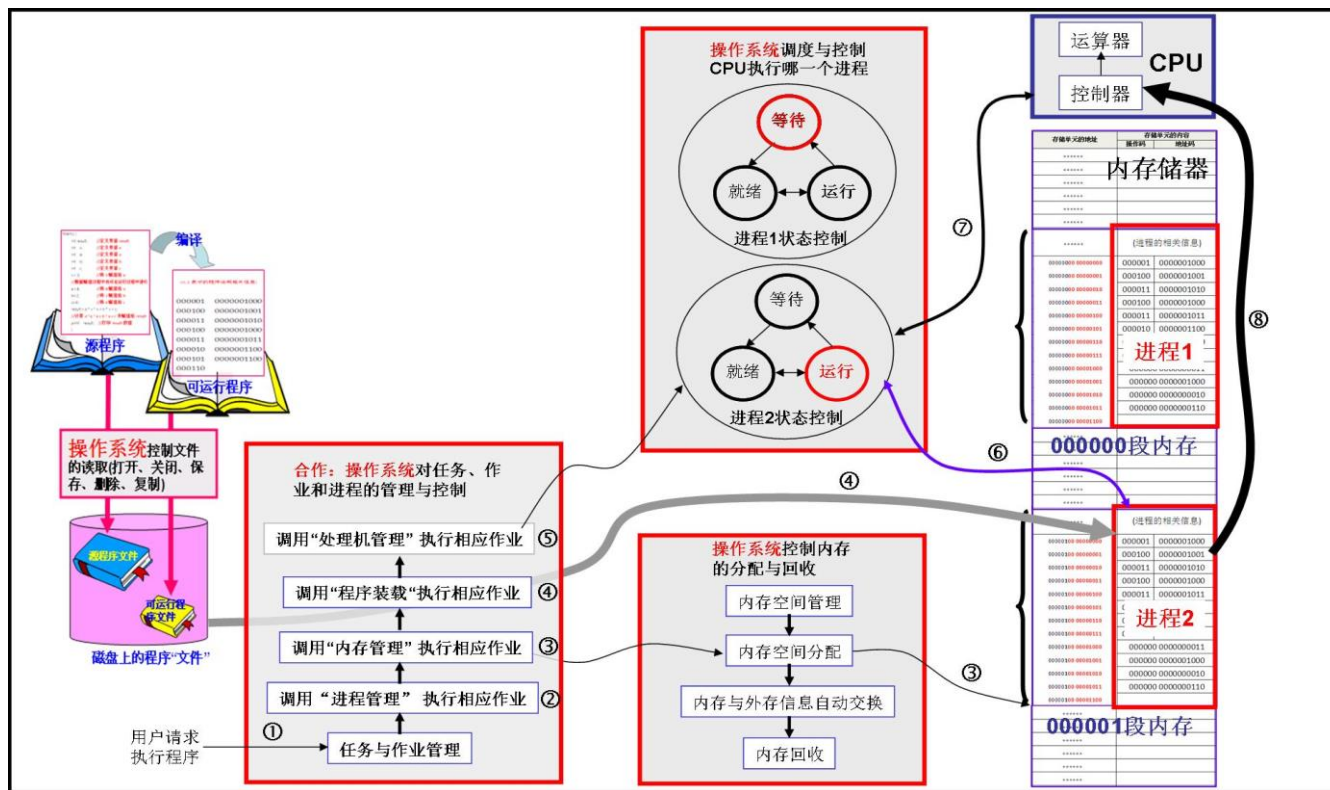
理解“复杂环境下程序是如何被执行的”

---有助于理解资源受约束条件下问题解决方案的构造

---有助于建立问题求解的大思维

---有助于理解并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

基本目标: 理解现代计算机系统的工作思维



基本思维: 存储体系→磁盘存取→操作系统→作业与进程→程序执行的管理与控制;
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



现代计算机系统的构成

----硬件、软件、数据与网络

2.3.1 现代计算机系统的构成

现代计算机系统包括了什么？

4/49

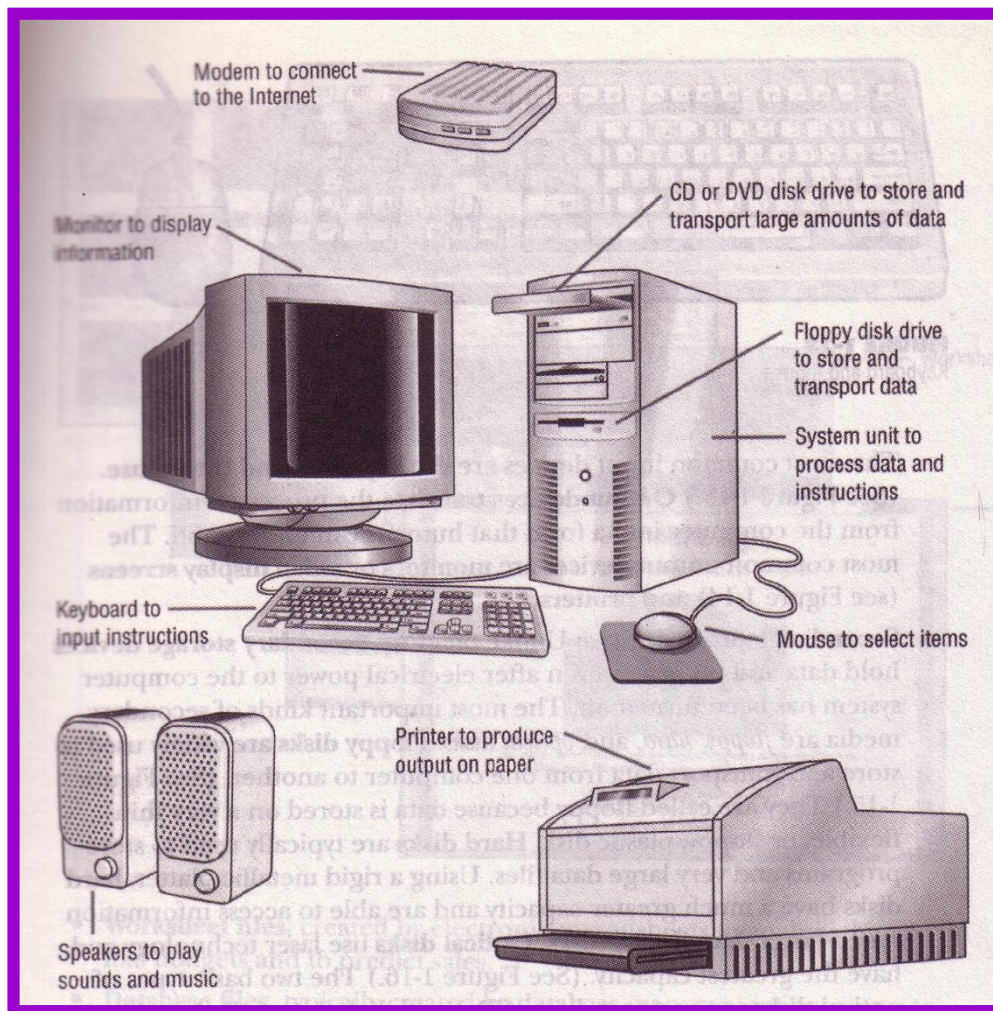


现代计算机系统由**硬件**、**软件**、**数据**和**网络**构成



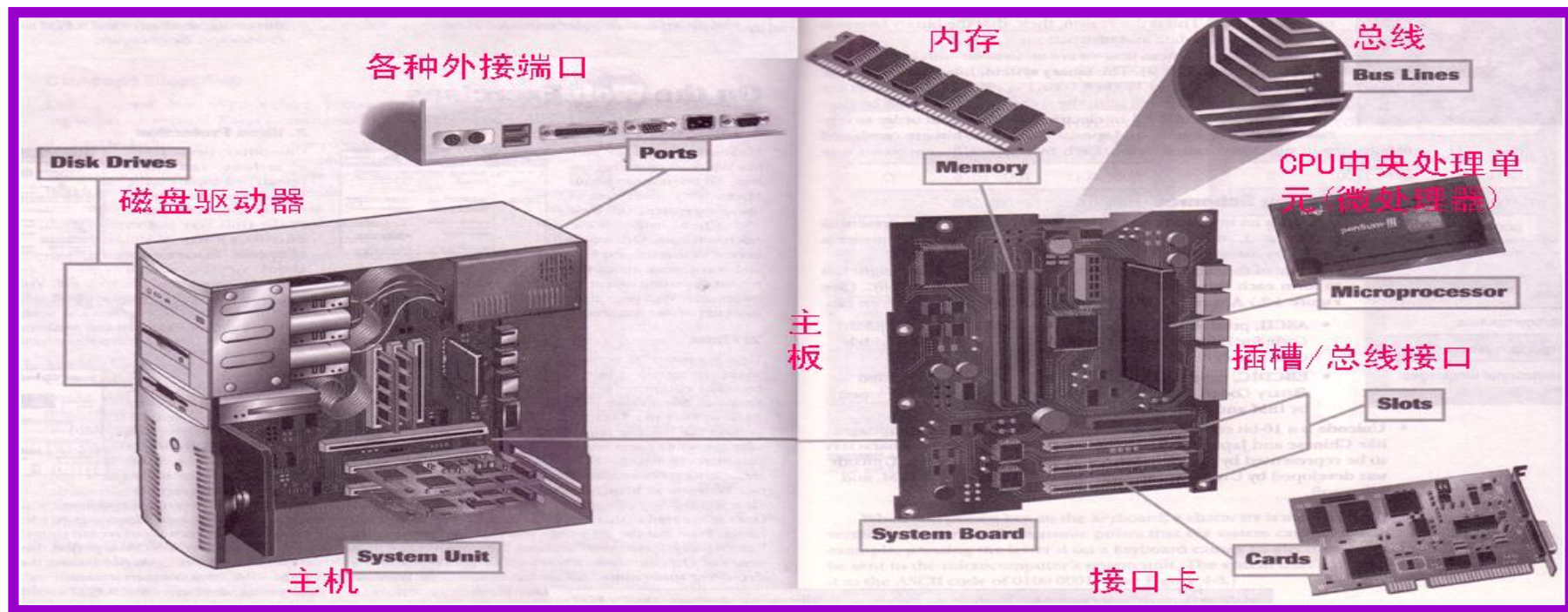
个人计算机

◆计算机硬件由**主机**和**外部设备**两大部分构成。



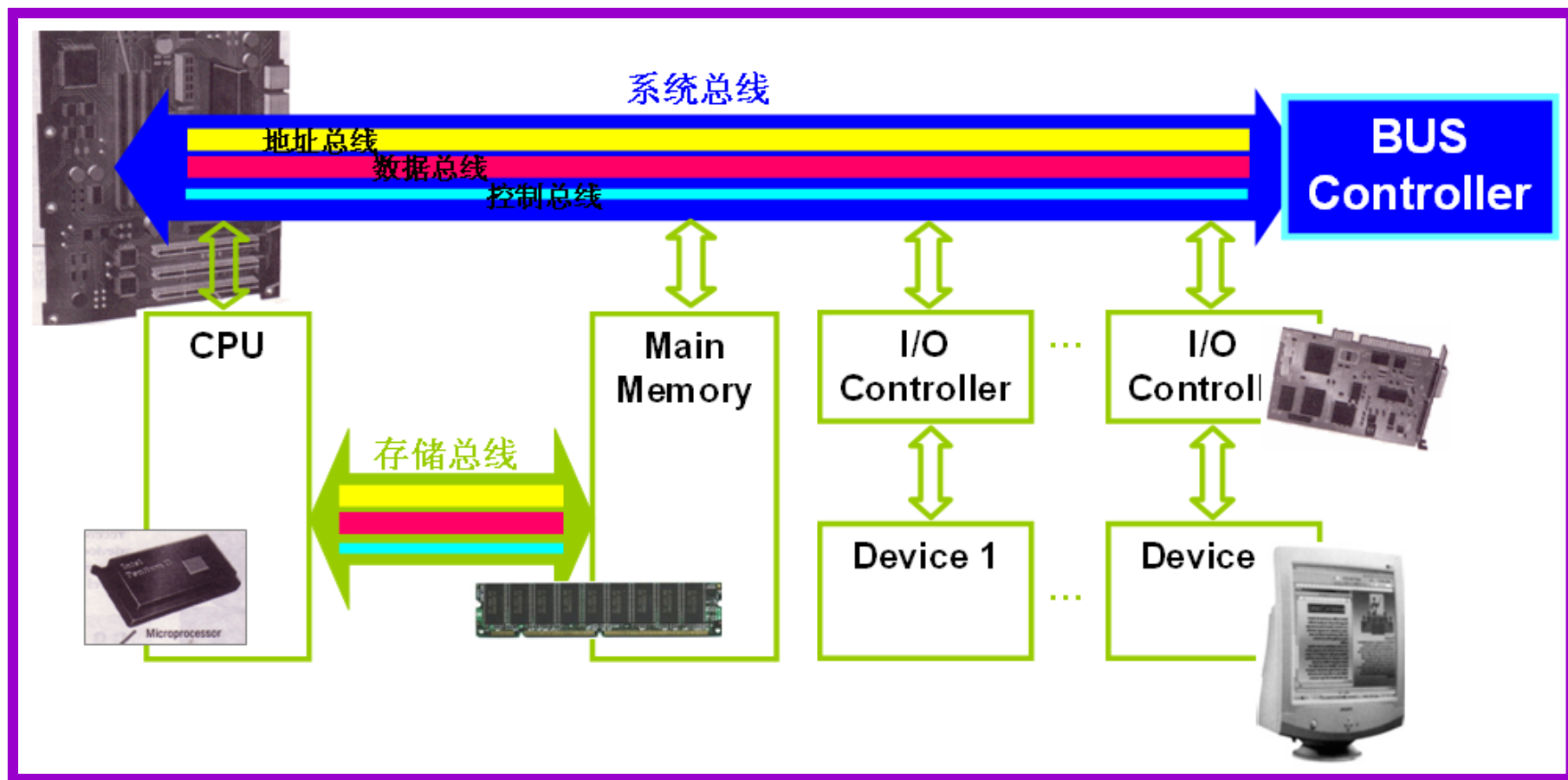
个人计算机

- 主电路板
- 接口电路板



个人计算机

●本质：冯.诺依曼计算机





计算机软件由系统软件和应用软件两大类构成：

系统软件是用于对计算机进行管理、控制、维护，或者编辑、制作、加工用户程序的一类软件。

应用软件则是用于解决各种实际问题、进行业务工作的软件





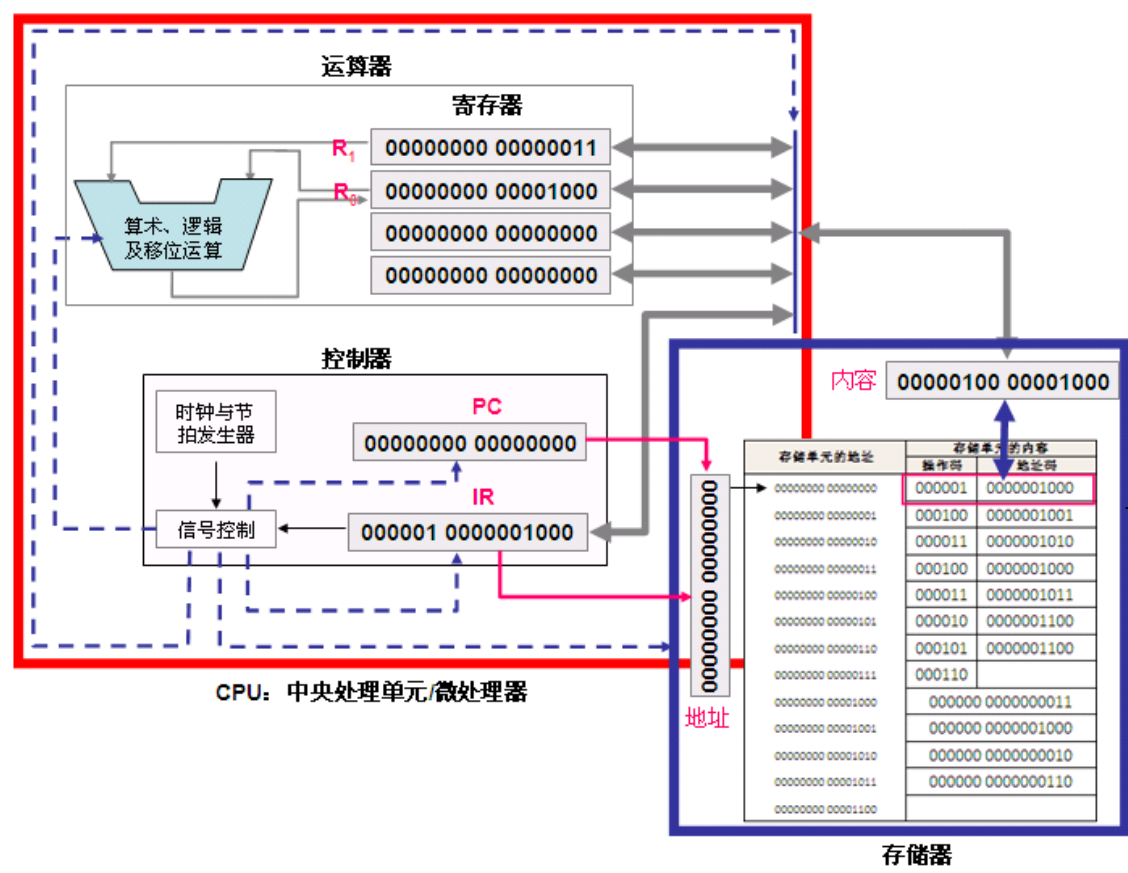
现代计算机的存储体系

----内存 **vs.** 外存 **vs.** 存储体系

----存储体系环境下程序执行面临的问题

冯·诺依曼计算机(前讲)

◆解决了：程序装载在内存，便可被CPU执行



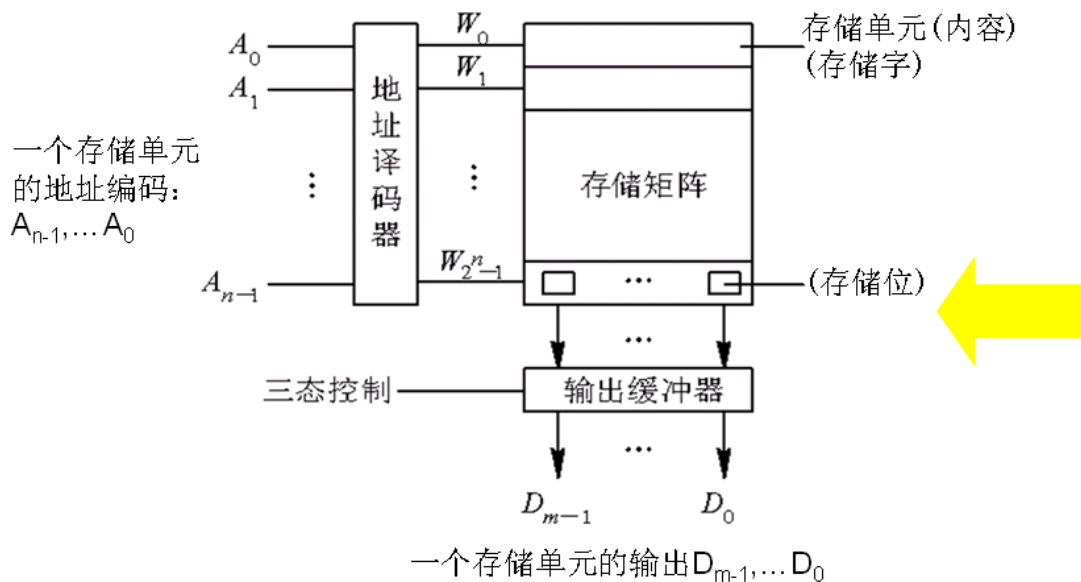
永久存储问题？
存储容量问题？
存储速度问题？
存储器价格问题？

什么是内存？什么是外存？ 它们在计算机系统中的作用是什么？

11/49



内存(主存)与外存(辅存)



内存：RAM/ROM

地址：存储单元

1、2、4或8个字节

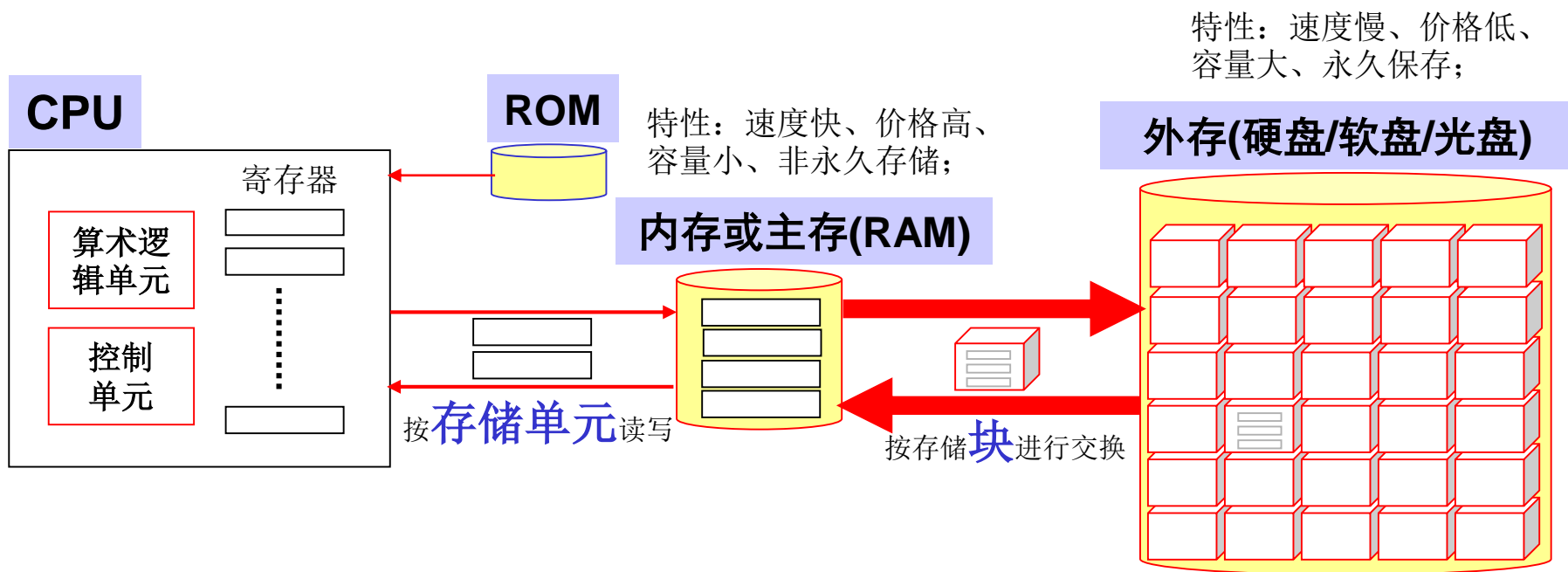
外存：硬盘/软盘

盘面:磁道:扇区

一个扇区存放512个字节。

存储体系

◆不同性能资源的组合优化



存储体系

◆需要一个资源管理者---操作系统

源程序

```
Main() {  
    int result; //定义变量 result  
    int x; //定义变量 x  
    int a; //定义变量 a  
    int b; //定义变量 b  
    int c; //定义变量 c  
    x = 3; //将 3 赋值给 x  
    //数据赋值过程中也可在运行过程中进行  
    a = 8; //将 8 赋值给 a  
    b = 2; //将 2 赋值给 b  
    c = 6; //将 6 赋值给 c  
    result = a * x * x + b * x + c;  
    //计算 a * x * x + b * x + c 并赋值给 result  
    print result; //打印 result 的值  
}
```

机器语言程序

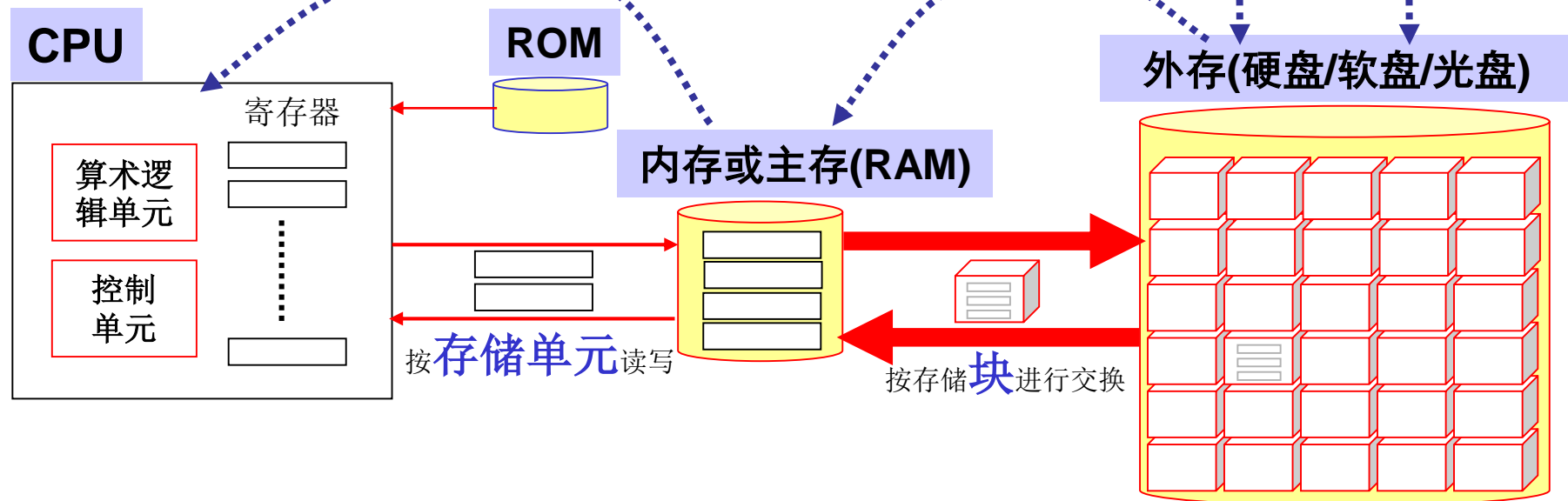
(0,1 表示的程序说明相关信息)

```
000001 0000001000  
000100 0000001001  
000011 0000001010  
000100 0000001000  
000011 0000001011  
000010 0000001100  
000101 0000001100  
000110
```

程序如何被CPU执行？
CPU执行哪个程序？

程序如何装载到内存
中？装载到哪里？

程序如何存储在外
存上面？





核心软件系统：操作系统

- 操作系统的作用
- 复杂环境下资源管理
- 资源管理下的程序执行
- 分工、合作与协同



什么是操作系统?操作系统的作用是什么?

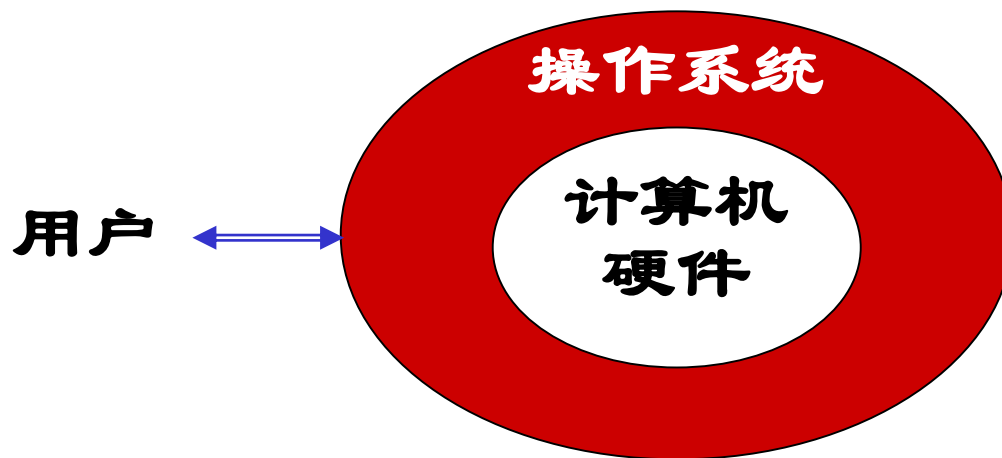
◆操作系统是控制和管理计算机系统各种资源(硬件资源、软件资源和信息资源)、合理组织计算机系统工作流程、提供用户与计算机之间接口以解释用户对机器的各种操作需求并完成这些操作的一组程序集合,是最基本、最重要的系统软件。

◆操作系统的作用:

操作系统是用户与计算机硬件之间的接口。

操作系统为用户提供了虚拟机(Virtual Machine)。

操作系统是计算机系统的资源管理者。



操作系统是一组“管理各种资源以便执行应用程序”的程序

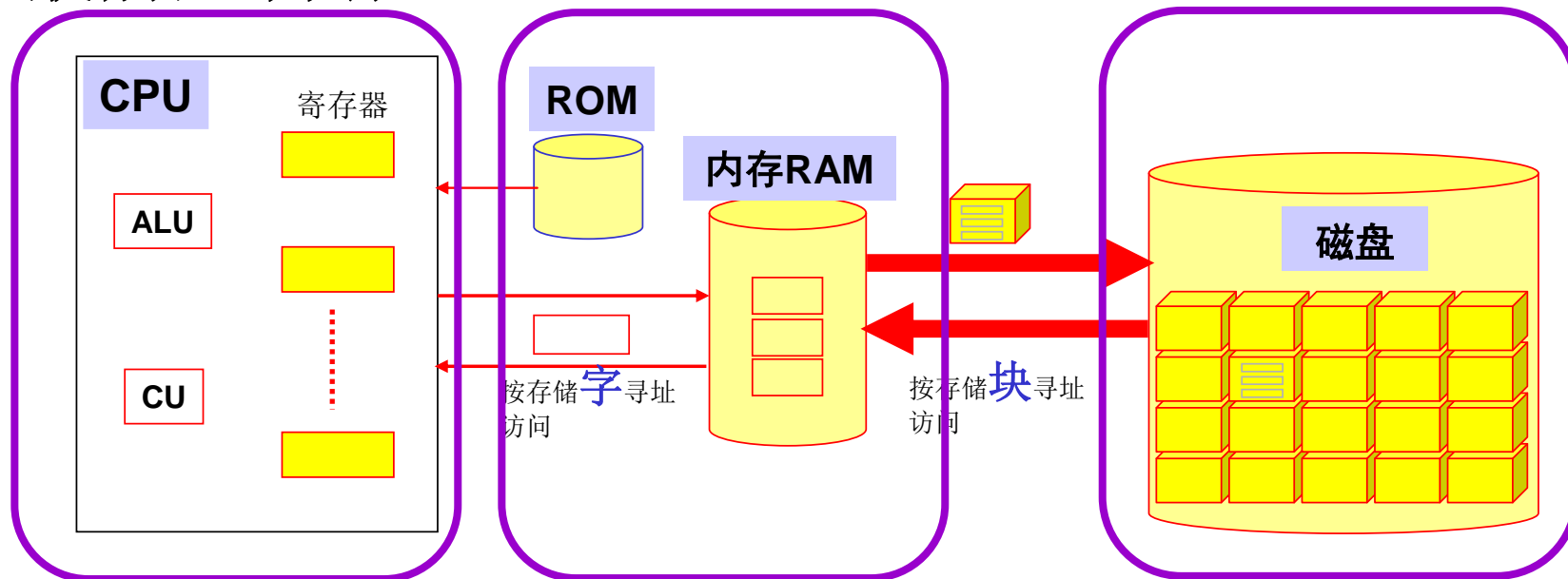
◆操作系统本身的程序是如此做出来的：

✓(1)分工。独立管理复杂环境中的每个部件。

CPU管理---调度CPU
去执行哪一个程序

内存管理---管理内存
空间的分配与回收

磁盘管理---管理
磁盘信息的读写



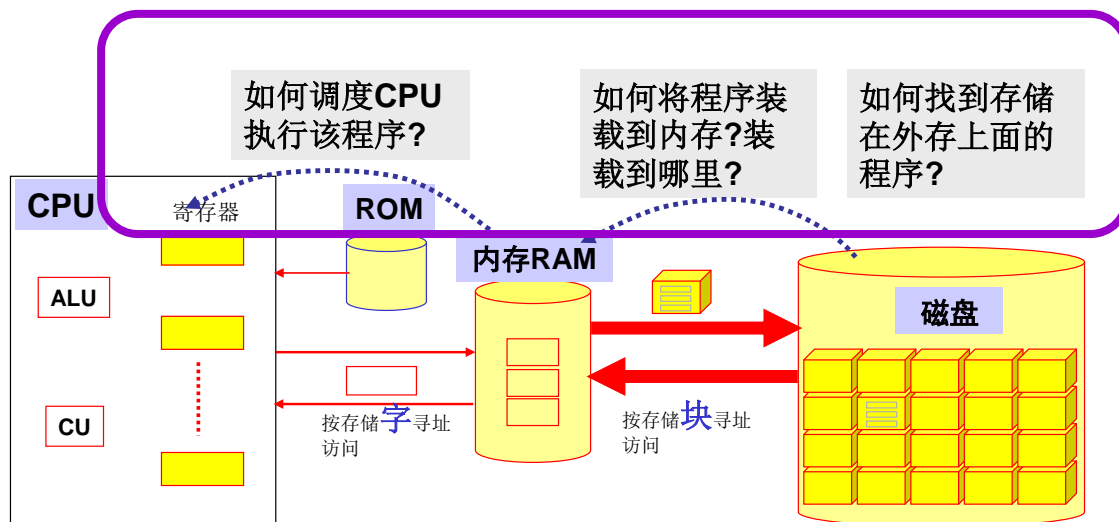
操作系统是一组“管理各种资源以便执行应用程序”的程序

◆操作系统本身的程序是如此做出来的：

✓(1)分工。独立管理复杂环境中的每个部件。

✓(2)合作。以任务为驱动，中心任务就是“让计算机或者说CPU执行存储在外存上的程序”，各部件合作完成该任务。

✓(3)协同。当基本解决后，关键就是协同，“合作”和“同步”，“自动化”及“最优化”。



任务、作业与**进程管理**---管理一个程序执行中的各项工作



操作系统对资源的分工管理

----磁盘管理：化整为零与还零为整

----内存管理

----**CPU**管理/处理机管理

2.3.4 操作系统对资源的分工管理

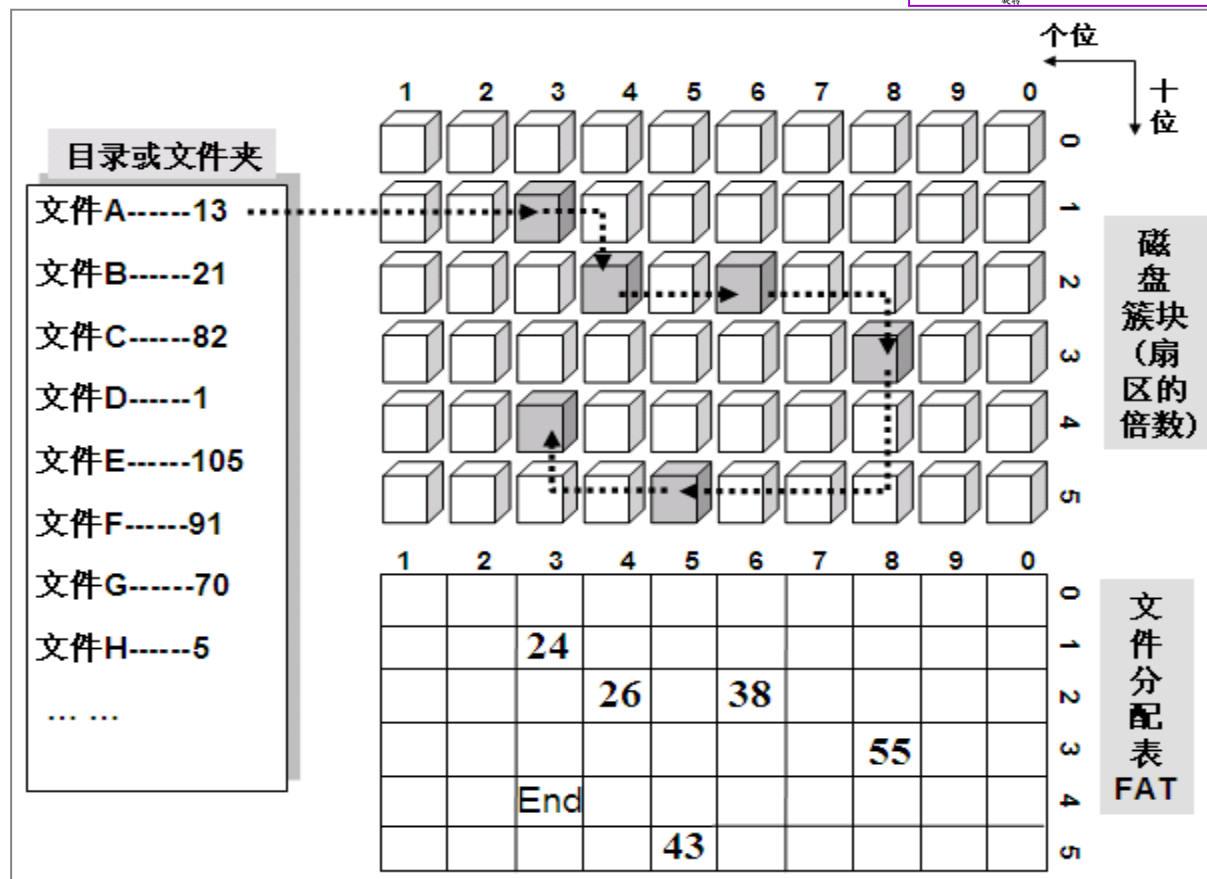
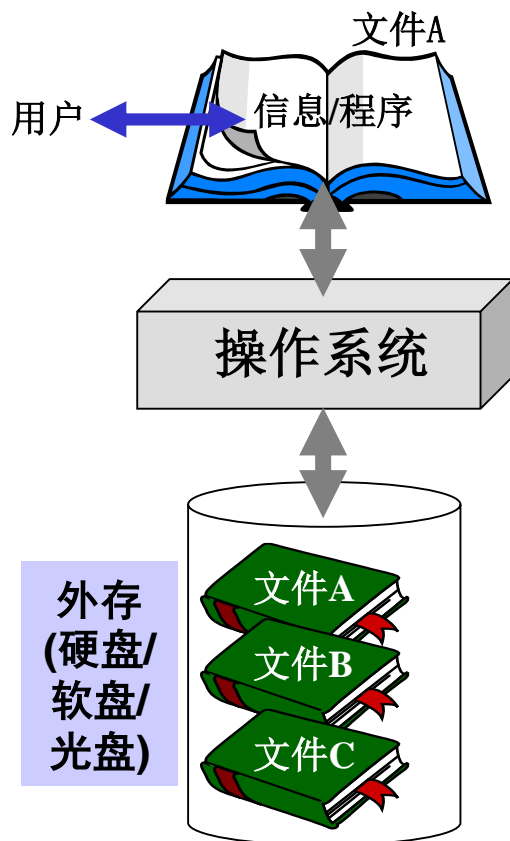
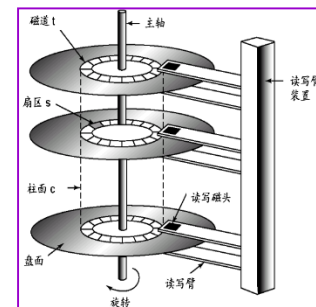
操作系统是如何管理磁盘的？

19/49



磁盘管理：化整为零和还零为整

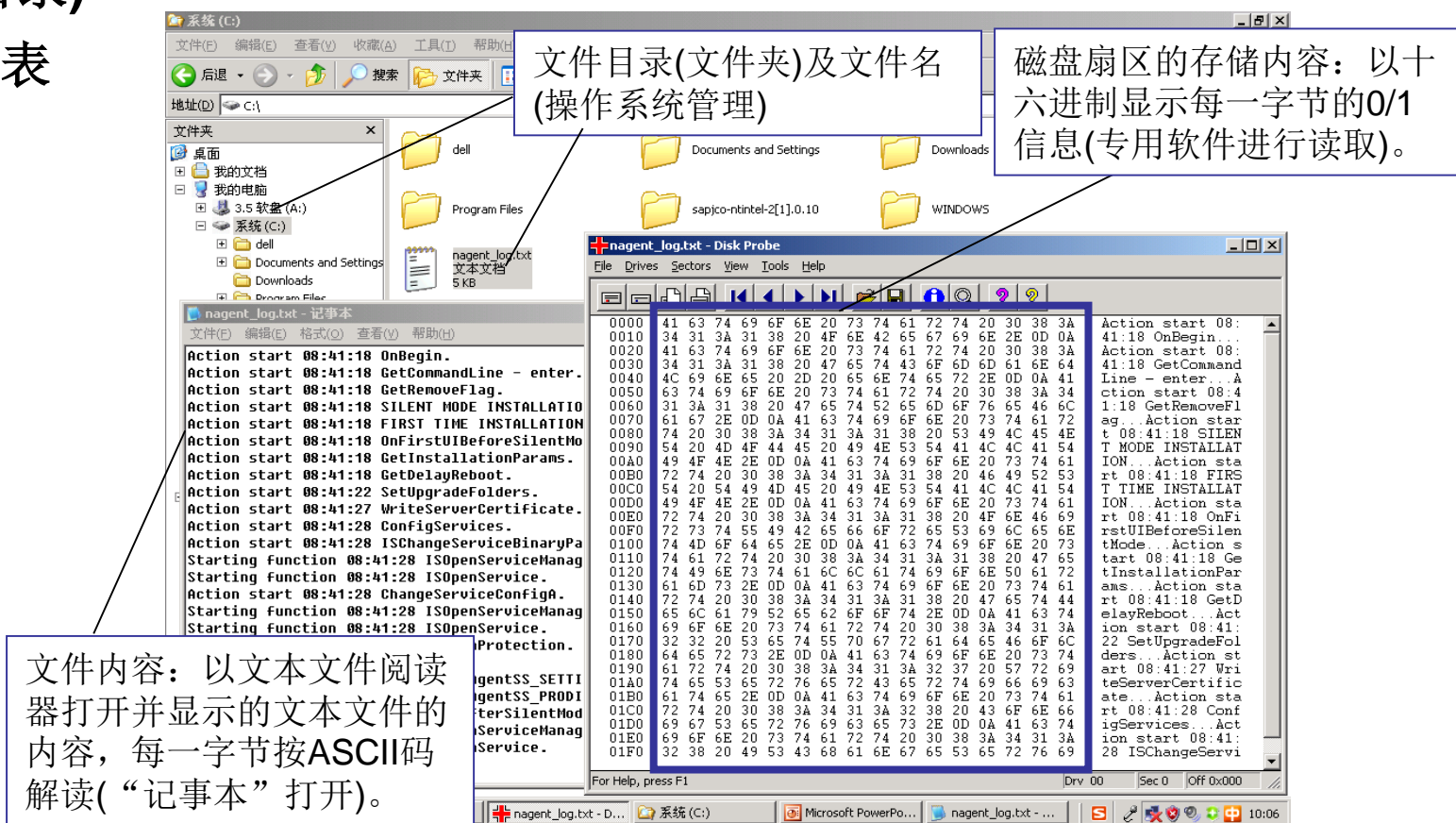
----文件-文件夹/目录-文件分配表-磁盘簇块/扇区



磁盘管理的重要概念

- ◆文件(文件名与文件内容)
- ◆磁盘扇区、磁盘块
- ◆文件夹(目录)
- ◆文件分配表

文件内容及磁盘扇区存储示例



文件目录(文件夹)及文件名
(操作系统管理)

磁盘扇区的存储内容：以十六进制显示每一字节的0/1信息(专用软件进行读取)。

文件内容：以文本文件阅读器打开并显示的文本文件的内容，每一字节按ASCII码解读(“记事本”打开)。

```
0000 41 63 74 69 66 6E 20 73 74 61 72 74 20 30 38 3A
0010 34 31 3A 31 38 20 4F 6E 42 65 67 69 6E 2E 0D 0A
0020 41 63 74 69 66 6E 20 73 74 61 72 74 20 30 38 3A
0030 34 31 3A 31 38 20 47 65 74 43 6F 6D 61 6E 64
0040 4C 69 6E 65 20 2D 20 65 6E 74 65 72 2E 0D 0A 41
0050 63 74 69 66 6E 20 73 74 61 72 74 20 30 38 3A 34
0060 31 3A 31 38 20 47 65 74 52 65 6D 6F 76 65 46 6C
0070 61 67 2E 0D 0A 41 63 74 69 6F 6E 20 73 74 61 72
0080 74 20 30 38 3A 34 31 3A 31 38 20 53 49 4C 45 4E
0090 54 20 4D 4F 44 45 20 49 4E 53 54 41 4C 4C 41 54
00A0 49 4F 4E 2E 0D 0A 41 63 74 69 6F 6E 20 73 74 61
00B0 72 74 20 30 38 3A 34 31 3A 31 38 20 46 49 52 53
00C0 54 20 54 49 4D 45 20 49 4E 53 54 41 4C 4C 41 54
00D0 49 4F 4E 2E 0D 0A 41 63 74 69 6F 6E 20 73 74 61
00E0 72 74 20 30 38 3A 34 31 3A 31 38 20 4F 6E 46 69
00F0 72 73 74 55 49 42 65 66 6F 72 65 53 69 6C 65 6E
0100 74 4D 6F 64 65 2E 0D 0A 41 63 74 69 6F 6E 20 73
0110 74 61 72 74 20 30 38 3A 34 31 3A 31 38 20 47 65
0120 74 49 6E 73 74 61 6C 6C 61 74 69 6F 6E 50 61 72
0130 61 6D 73 2E 0D 0A 41 63 74 69 6F 6E 20 73 74 61
0140 72 74 20 30 38 3A 34 31 3A 31 38 20 47 65 74 44
0150 65 6C 61 79 52 65 62 6F 6F 74 2E 0D 0A 41 63 74
0160 69 6F 6E 20 73 74 61 72 74 20 30 38 3A 34 31 3A
0170 32 32 20 53 65 74 55 70 67 72 61 64 65 46 6F 6C
0180 64 65 72 73 2E 0D 0A 41 63 74 69 6F 6E 20 73 74
0190 61 72 74 20 30 38 3A 34 31 3A 32 37 20 57 72 69
01A0 74 65 53 65 72 76 65 72 43 65 72 74 69 66 69 63
01B0 61 74 65 2E 0D 0A 41 63 74 69 6F 6E 20 73 74 61
01C0 72 74 20 30 38 3A 34 31 3A 32 38 20 43 6F 6E 66
01D0 69 67 53 65 72 76 69 63 65 73 2E 0D 0A 41 63 74
01E0 69 6F 6E 20 73 74 61 72 74 20 30 38 3A 34 31 3A
01F0 32 38 20 49 53 43 68 61 6E 67 65 53 65 72 76 69
```

Action start 08:41:18 OnBegin.
Action start 08:41:18 GetCommandLine - enter.
Action start 08:41:18 GetRemoveFlag.
Action start 08:41:18 SILENT MODE INSTALLATION
Action start 08:41:18 OnFirstUIBeforeSilentMo
Action start 08:41:18 GetInstallationParams.
Action start 08:41:18 GetDelayReboot.
Action start 08:41:22 SetUpgradeFolders.
Action start 08:41:27 WriteServerCertificate.
Action start 08:41:28 ConfigServices.
Action start 08:41:28 ISChangeServiceBinaryPa
Starting function 08:41:28 ISOpenServiceManag
Starting function 08:41:28 ISOpenService.
Action start 08:41:28 ChangeServiceConfigA.
Starting function 08:41:28 ISOpenServiceManag
Starting function 08:41:28 ISOpenService.
Protection.
agentSS_SETTI
agentSS_PRODI
terSilentMod
ServiceManag
Service.

For Help, press F1 Drv 00 Sec 0 Off 0x000



磁盘的重要区域

WinHex - [硬盘0, 分区 1]

文件(F) 编辑(E) 搜索(S) 位置(P) 视图(V) 工具(T) 专业工具(I) 选项(O) 窗口(W) 帮助(H)

硬盘0 | 硬盘0, 分区 1 | 硬盘0, 分区 1 | \$MFT

16 分钟以前

文件名	扩展名	修改时间	访问时间	记录更新	删除	链接	内部 ID
\$Boot		8.0 KB	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	SH	0
\$LogFile		64.0 MB	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	SH	136
\$MFT		72.3 MB	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	SH	6291456
\$MFT.\$Bitmap		9.0 KB	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	(BTM)	11412160
\$MFTMirr		4.0 KB	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	2006-12-12 16:5...	SH	128

状态: 原状态

撤销级别: 0

撤销相反: n/a

分配可见的驱动器空间: 0C00000020

簇编号: 786432

\$MFT (#0) 0C00000040

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	46	49	4C	45	30	00	03	00	68	37	5C	FB	0B	00	00	00
00000010	01	00	01	00	38	00	01	00	D0	01	00	00	00	04	00	00
00000020	00	00	00	00	00	00	00	00	07	00	00	00	00	00	00	00
00000030	19	07	00	00	00	00	00	00	10	00	00	00	60	00	00	00
00000040	00	00	18	00	00	00	00	00	48	00	00	00	18	00	00	00
00000050	0D	FB	82	CB	1D	C7	01	EA	0D	FB	82	CB	1D	C7	01	?
00000060	CB	6D	2A	5A	AE	C8	01	EA	0D	FB	82	CB	1D	C7	01	?
00000070	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00000080	00	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00000090	00	00	00	00	00	00	00	00	30	00	00	00	68	00	00	00
000000A0	00	18	00	00	00	03	00	4A	00	00	00	18	00	01	00	00
000000B0	00	00	00	00	00	05	00	EA	0D	FB	82	CB	1D	C7	01	?
000000C0	0D	FB	82	CB	1D	C7	01	EA	0D	FB	82	CB	1D	C7	01	?
000000D0	0D	FB	82	CB	1D	C7	01	00	40	00	00	00	00	00	00	00
000000E0	40	00	00	00	00	00	00	06	00	00	00	00	00	00	00	00
000000F0	03	24	00	4D	00	46	00	54	00	00	00	00	00	00	00	00
00000100	00	00	00	28	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	06	00
00000110	00	00	00	18	00	00	00	8E	52	1F	A2	4C	1A	DD	11	?
00000120	32	00	14	22	54	C3	97	80	00	00	00	50	00	00	00	00
00000130	00	40	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00000140	48	00	00	00	00	00	00	40	00	00	00	00	00	00	00	00
00000150	80	84	04	00	00	00	00	00	80	84	04	00	00	00	00	00
00000160	80	84	04	00	00	00	00	32	6C	2E	00	00	0C	32	DC	?
00000170	7C	2B	F9	00	D0	A2	A9	B0	00	00	00	50	00	00	00	00
00000180	01	00	40	00	00	05	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

扇区 6291456 / 40965687 偏移: C00000C0 = 234 选择:

NTFS系统的主文件表MFT, 即文件分配表

磁盘的四个主要区域

- 保留扇区
- 文件分配表区域
- 根目录区域
- 数据区域

??请用相应软件查询一张磁盘的保留扇区、文件分配表扇区和根目录扇区？并依据相关信息依次读取一个文件的相关扇区内容并解析！

源程序

机器语言程序

```
Main() {  
    int result;    //定义变量 result  
    int x;         //定义变量 x  
    int a;         //定义变量 a  
    int b;         //定义变量 b  
    int c;         //定义变量 c  
    x = 3;         //将 3 赋值给 x  
    //数据赋值过程中也可在运行过程中进行  
    a = 8;         //将 8 赋值给 a  
    b = 2;         //将 2 赋值给 b  
    c = 6;         //将 6 赋值给 c  
    result = a * x * x + b * x + c;  
    //计算 a * x * x + b * x + c 并赋值给 result  
    print result; //打印 result 的值  
}
```

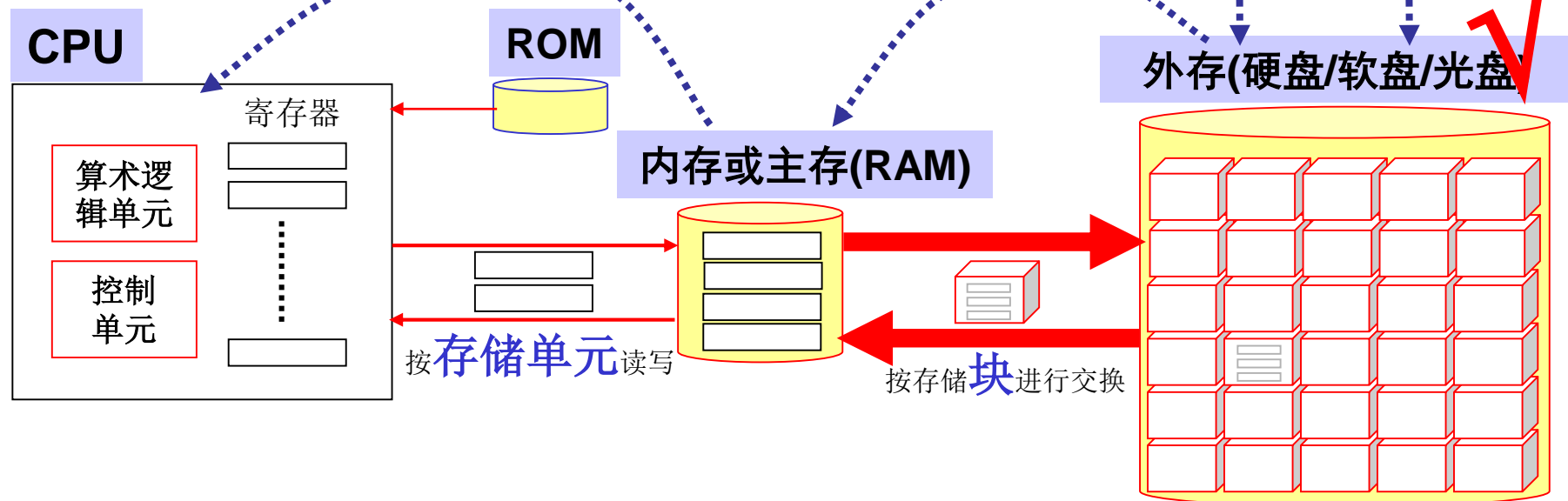
(0,1 表示的程序说明相关信息)

```
000001 0000001000  
000100 0000001001  
000011 0000001010  
000100 0000001000  
000011 0000001011  
000010 0000001100  
000101 0000001100  
000110
```

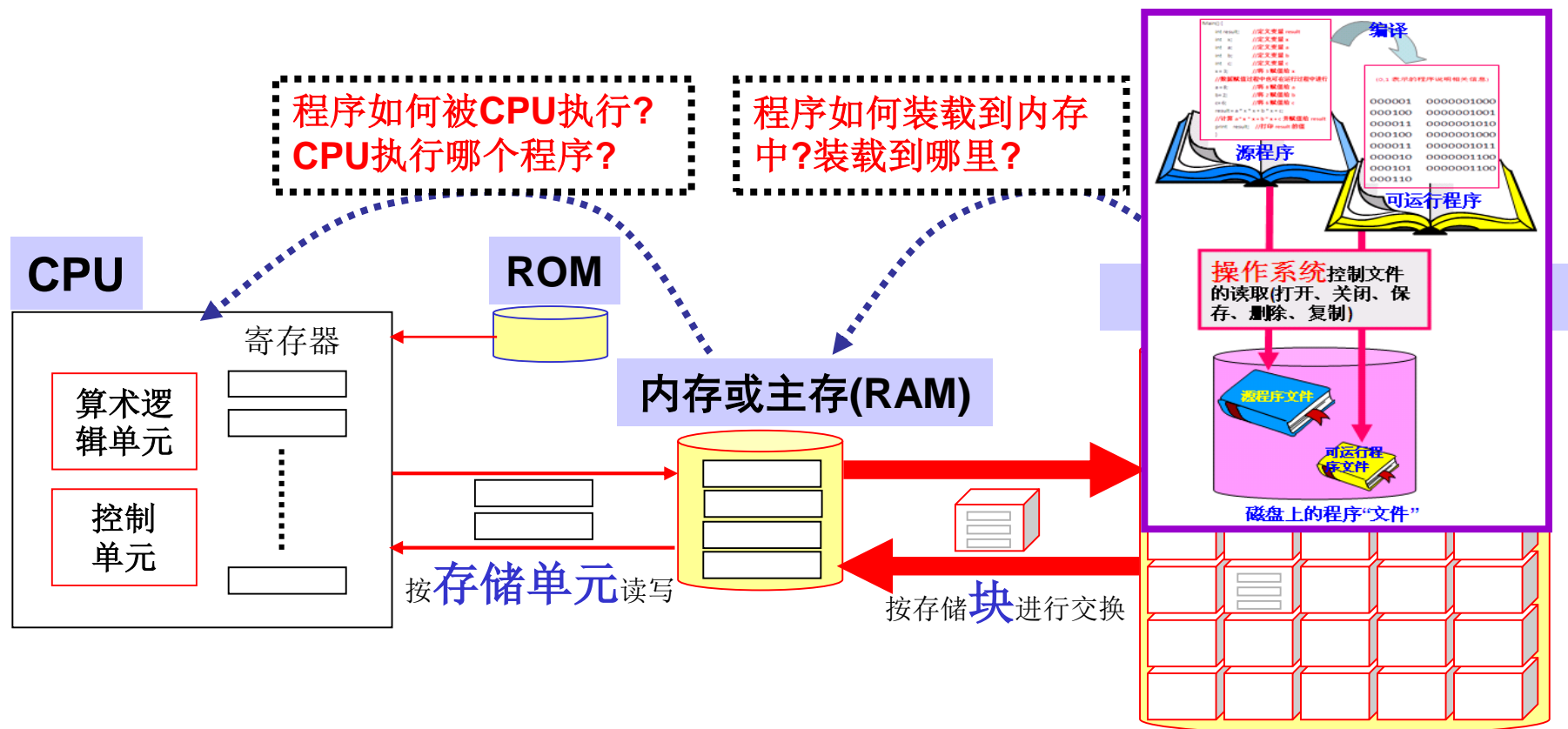
程序如何被CPU执行?
CPU执行哪个程序?

程序如何装载到内存
中?装载到哪里?

程序如何存储在外
存上面??

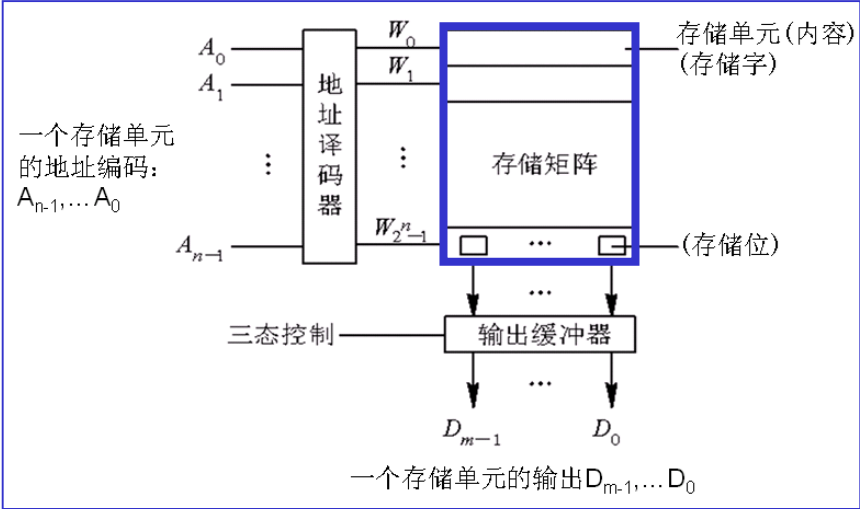


磁盘与文件管理





内存管理

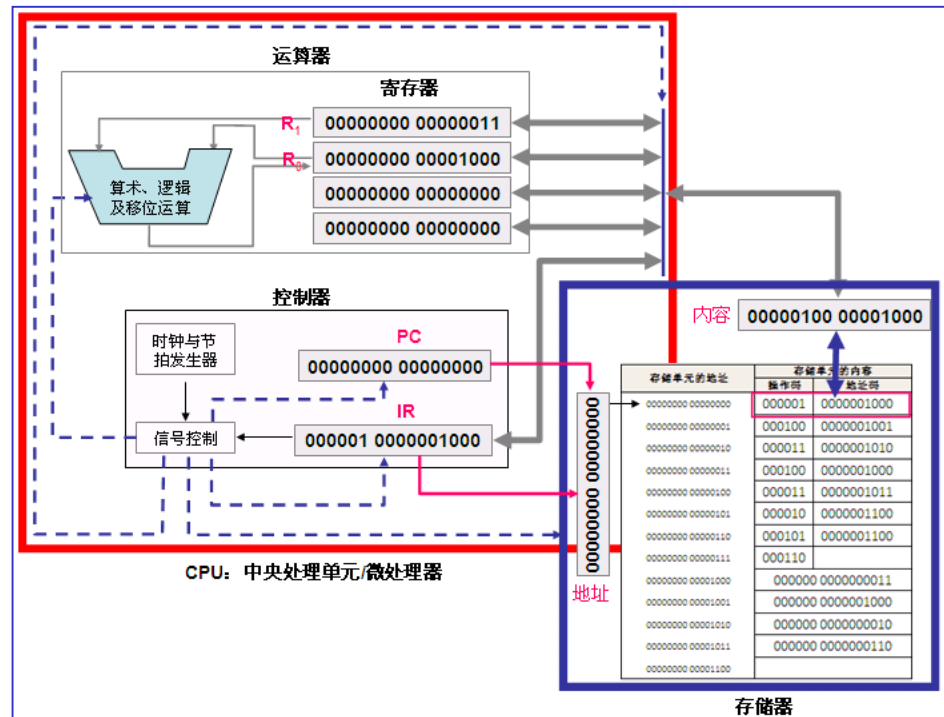
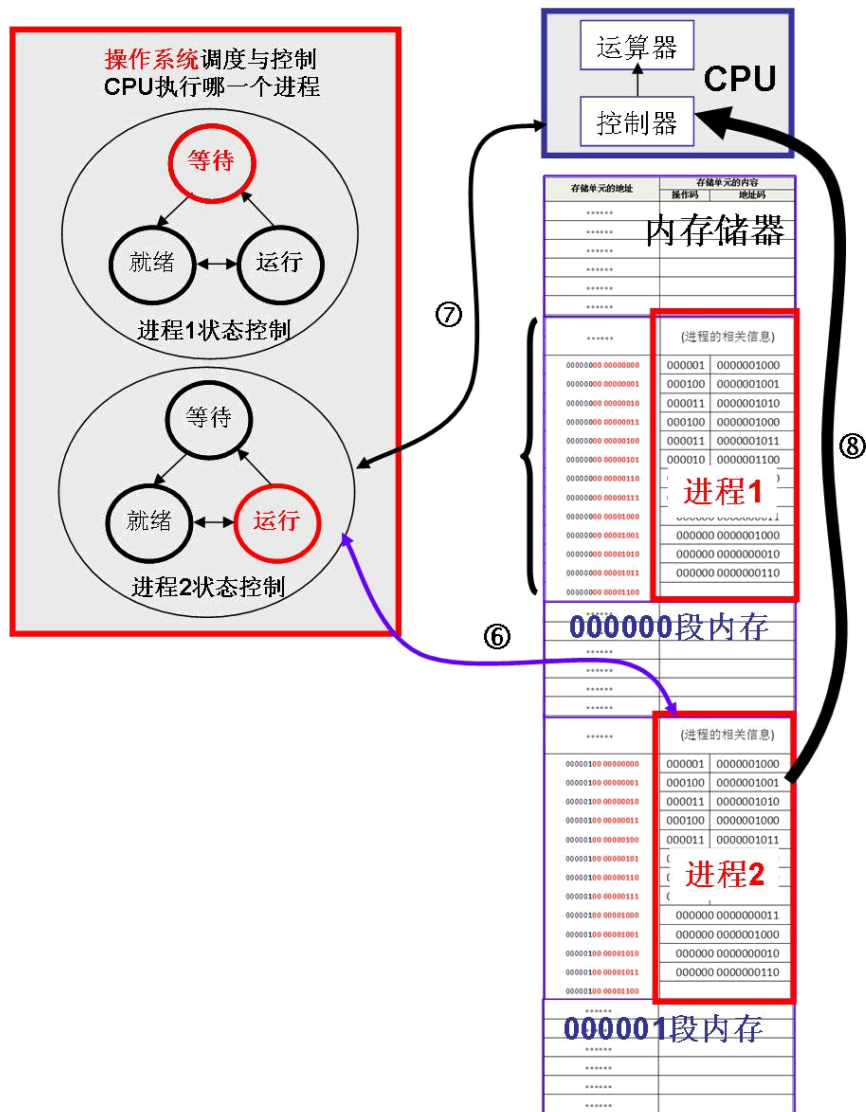


存储单元个数: 2^n
由 A_{n-1}, \dots, A_1, A_0 等 n 位二进制数编码每一个地址

对应的十进制地址	存储单元的地址	存储单元的内容		说明
		操作码	地址码	
.....			
0	00000000 00000000			
1	00000000 00000001			
2	00000000 00000010			
3	00000000 00000011			
4	00000000 00000100			
5	00000000 00000101			
6	00000000 00000110			
7	00000000 00000111			
8	00000000 00001000			
9	00000000 00001001			
10	00000000 00001010			
11	00000000 00001011			
12	00000000 00001100			
.....			
1024+0	00000100 00000000			
1024+1	00000100 00000001			
1024+2	00000100 00000010			
1024+3	00000100 00000011			
1024+4	00000100 00000100			
1024+5	00000100 00000101			
1024+6	00000100 00000110			
1024+7	00000100 00000111			
1024+8	00000100 00001000			
1024+9	00000100 00001001			
1024+10	00000100 00001010			
1024+11	00000100 00001011			
1024+12	00000100 00001100			
.....			

内存被分成不同的块(或页)，一般而言，内存的一页和磁盘的一块相等或为其倍数。

CPU管理/处理机管理



- 内存中待执行程序段落的地址送控制器的PC(程序计数器)
- 内存中的多个程序，执行哪一个程序？
- 程序执行切换中的状态/环境保护问题



操作系统对资源的合作与协同管理

----程序 **vs.** 进程

----任务 **vs.** 作业 **vs.** 进程

----操作系统进程 **vs.** 应用程序进程

----协同完成应用程序的执行

2.3.5 操作系统对资源的合作与协同管理

什么是程序和进程？

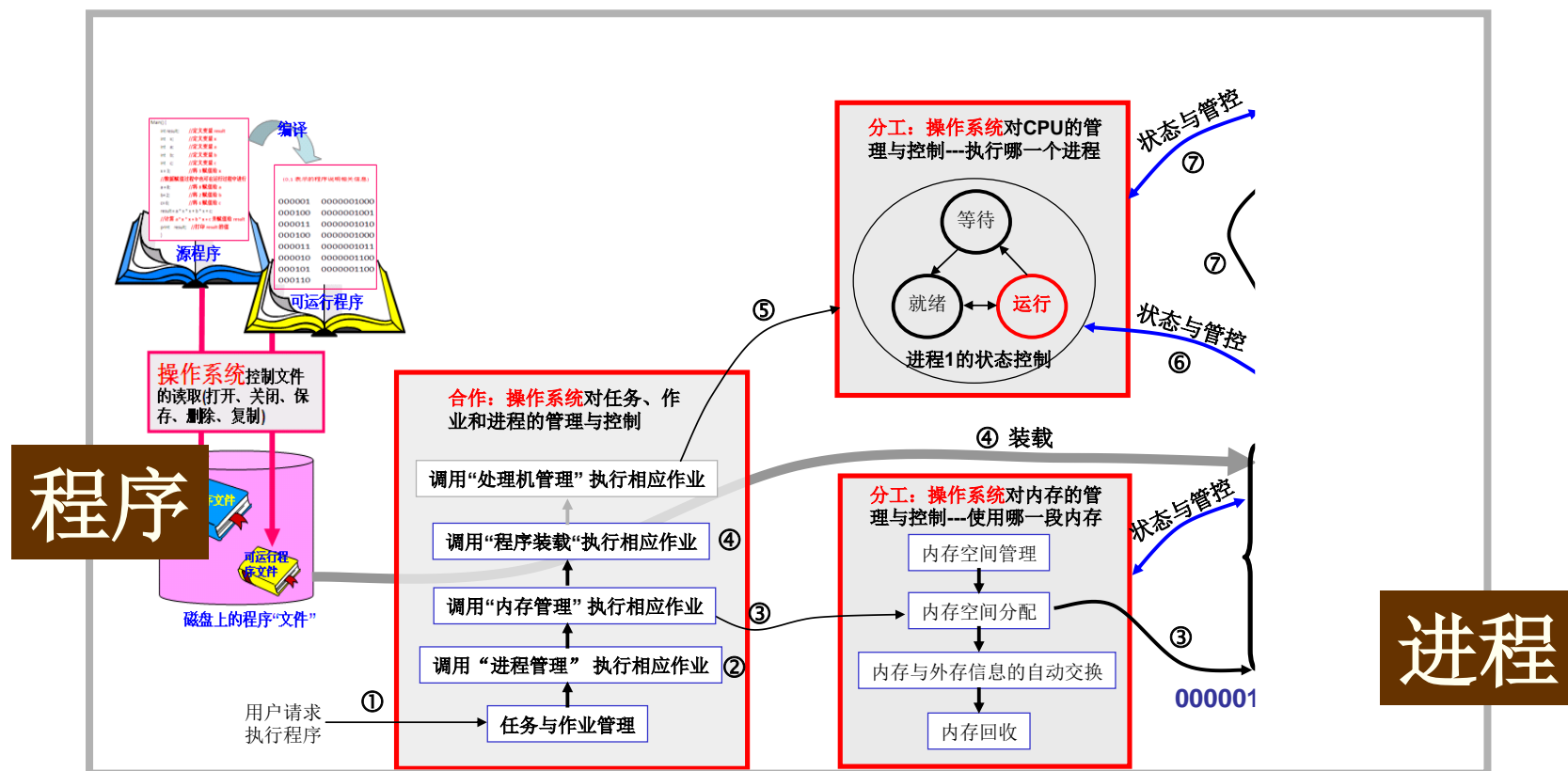
29/49



几个需要区分的---被定义为不同的名字-概念

◆程序(文件)---存储在磁盘上的程序文件

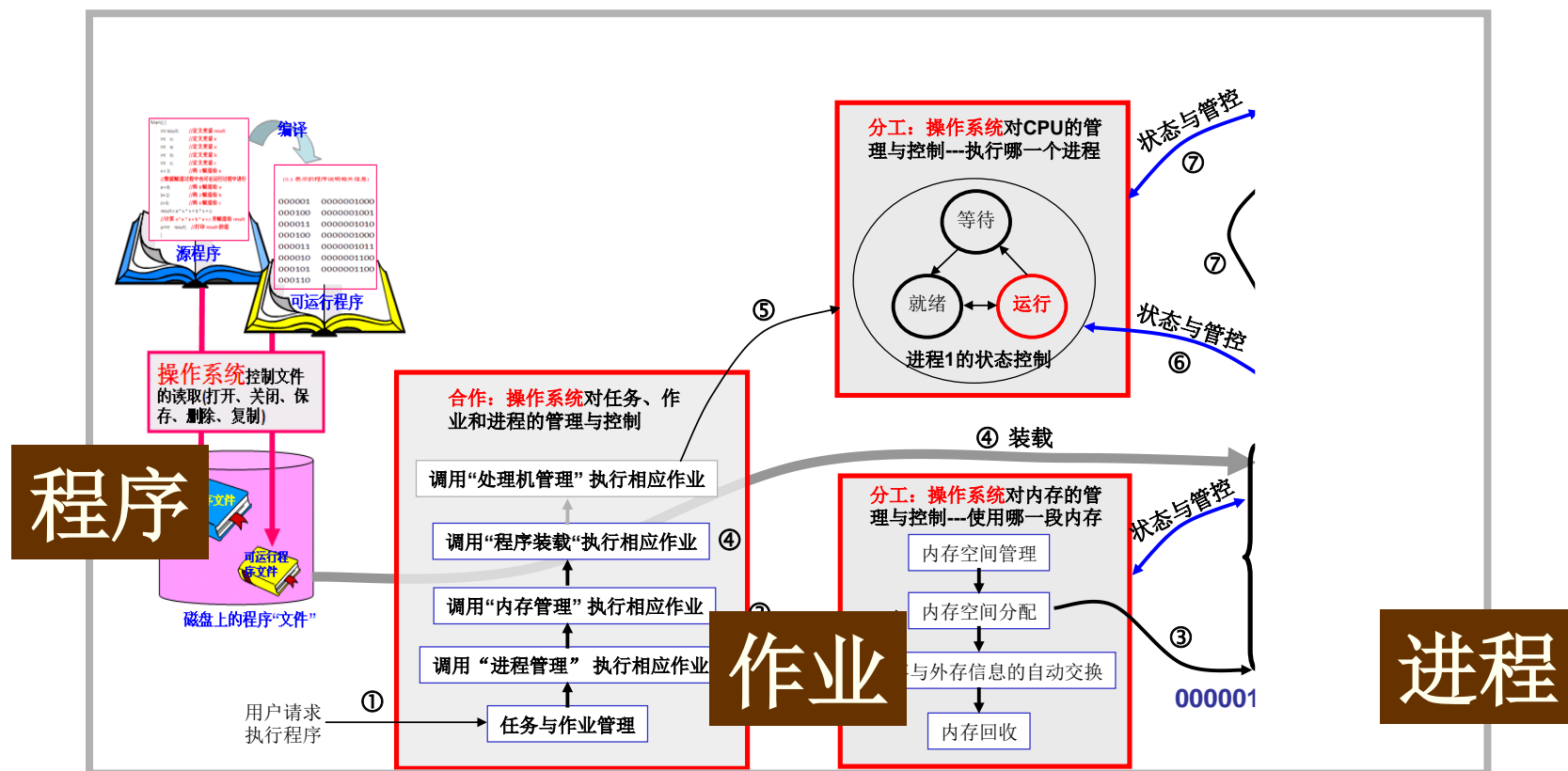
◆进程---装入内存中的程序



几个需要区分的---被定义为不同的名字-概念

◆任务：大粒度的工作，一个应用程序的完整的执行。一个任务由多个进程来完成

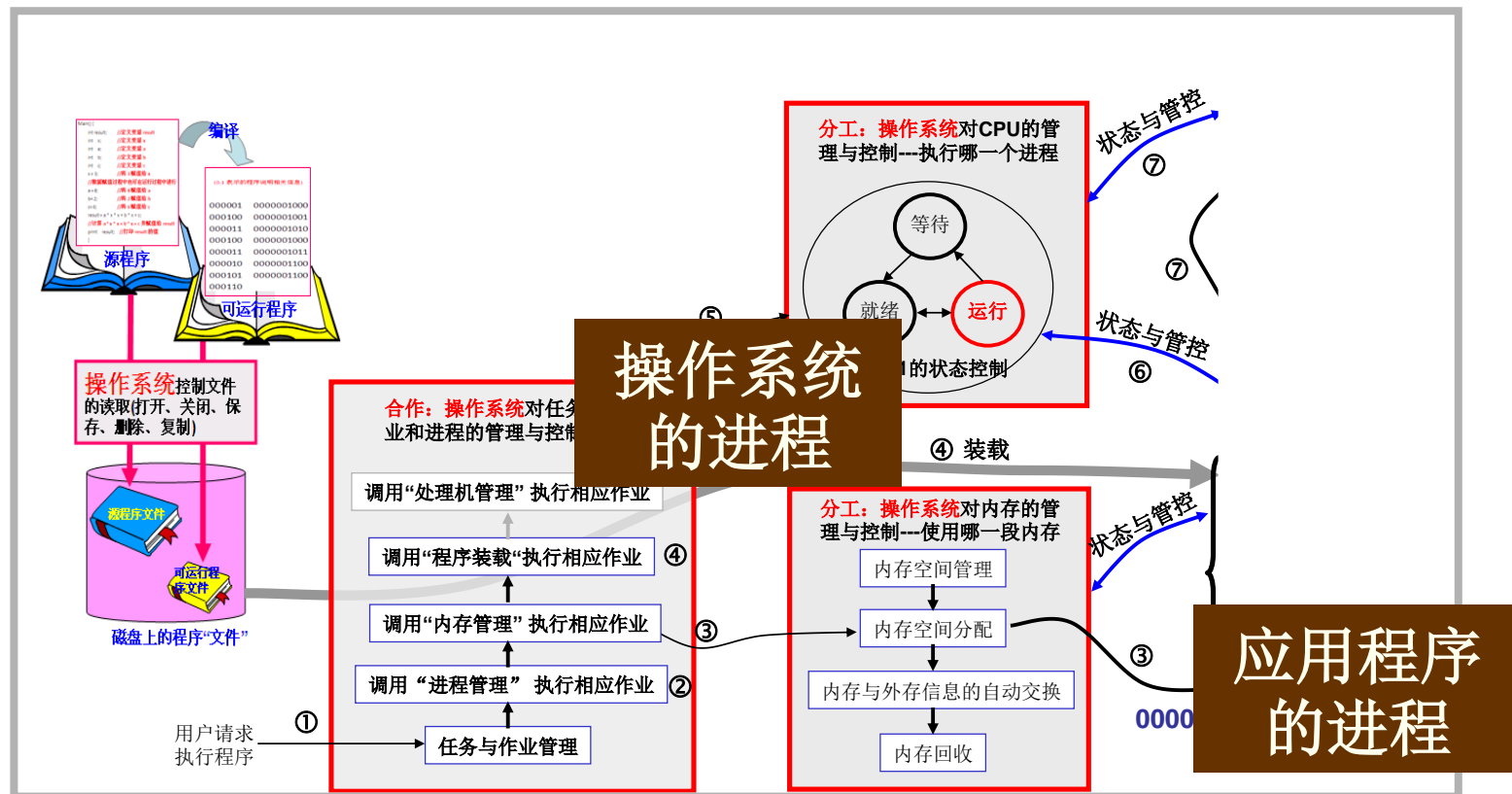
◆作业：小粒度的工作，不同的作业由不同的进程来完成



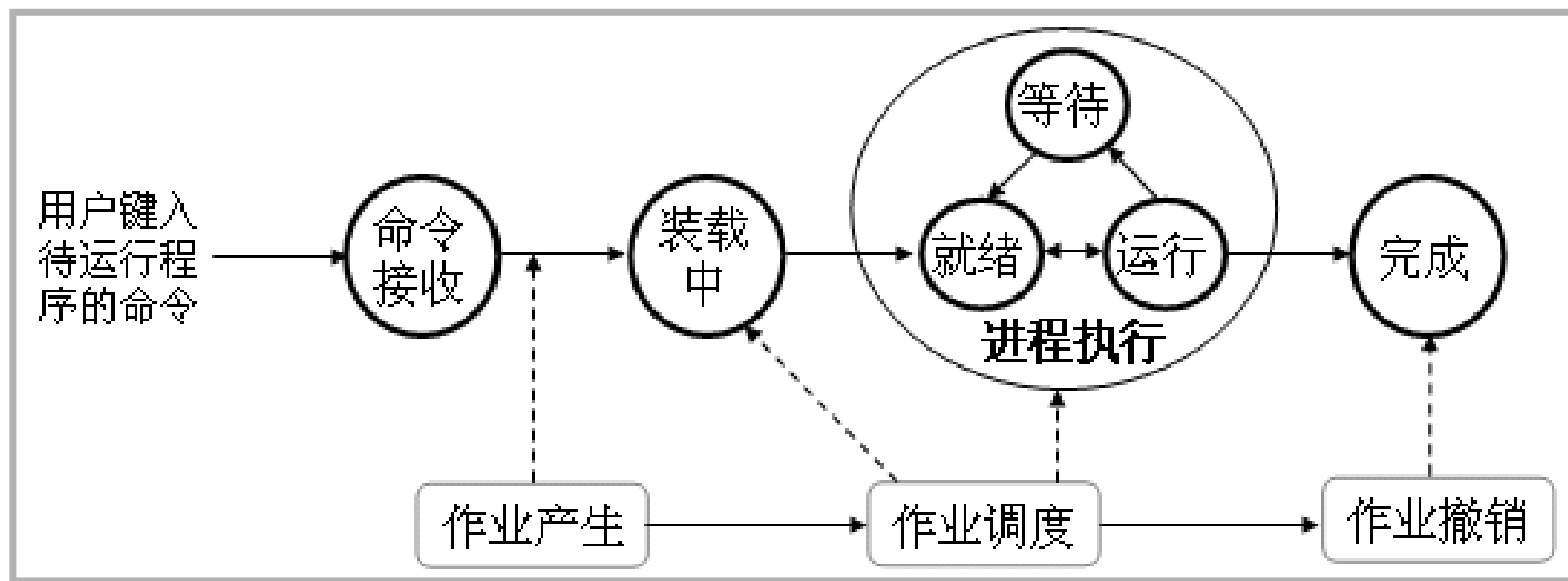
几个需要区分的---被定义为不同的名字-概念

◆操作系统的进程：为使应用程序顺利执行而做的辅助性管理性工作的进程。操作系统的进程也存储在内存中，也需要调度CPU来执行；CPU在操作系统进程和多个应用程序进程之间来回切换

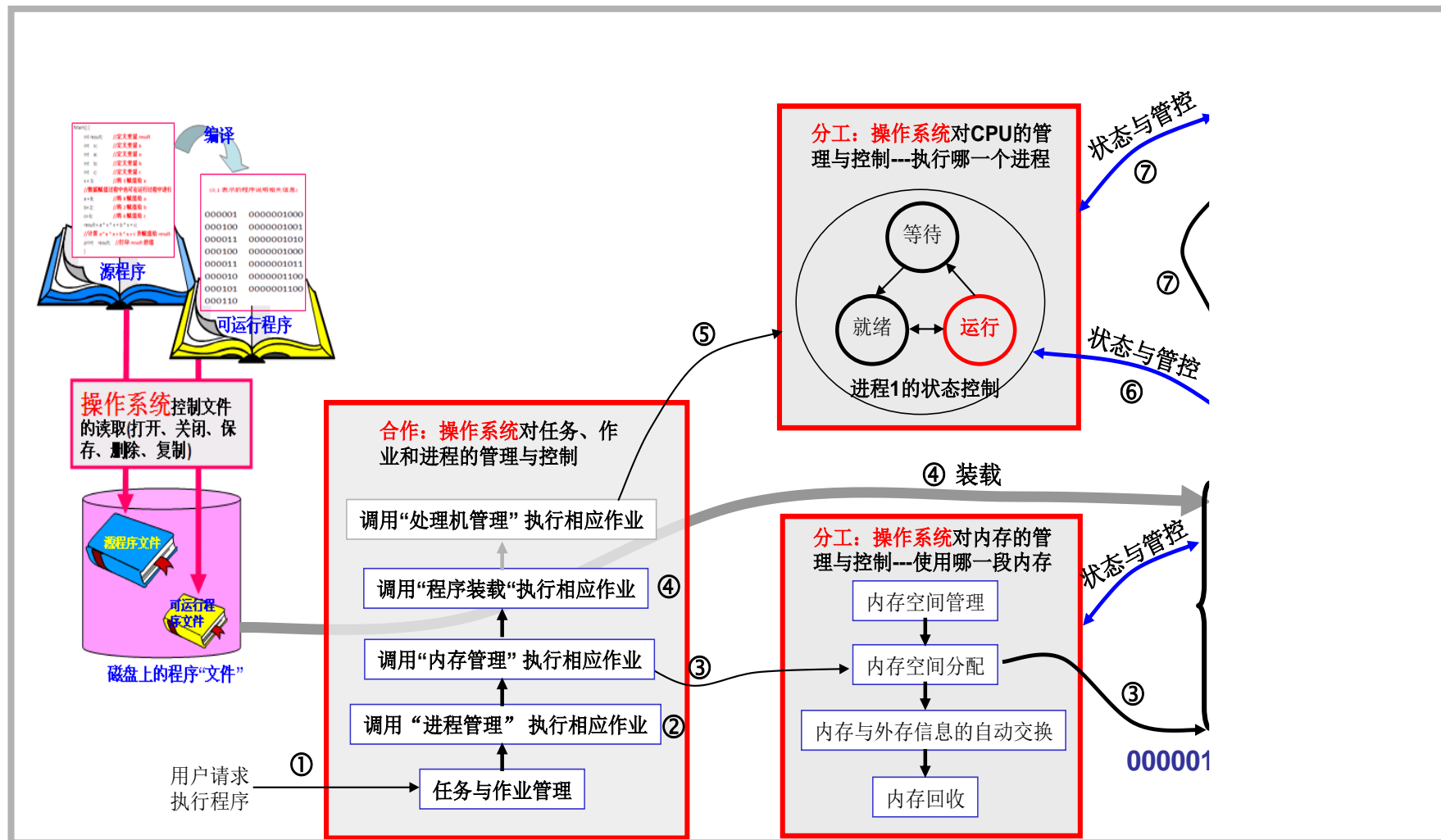
◆应用程序的进程：应用程序本身的进程



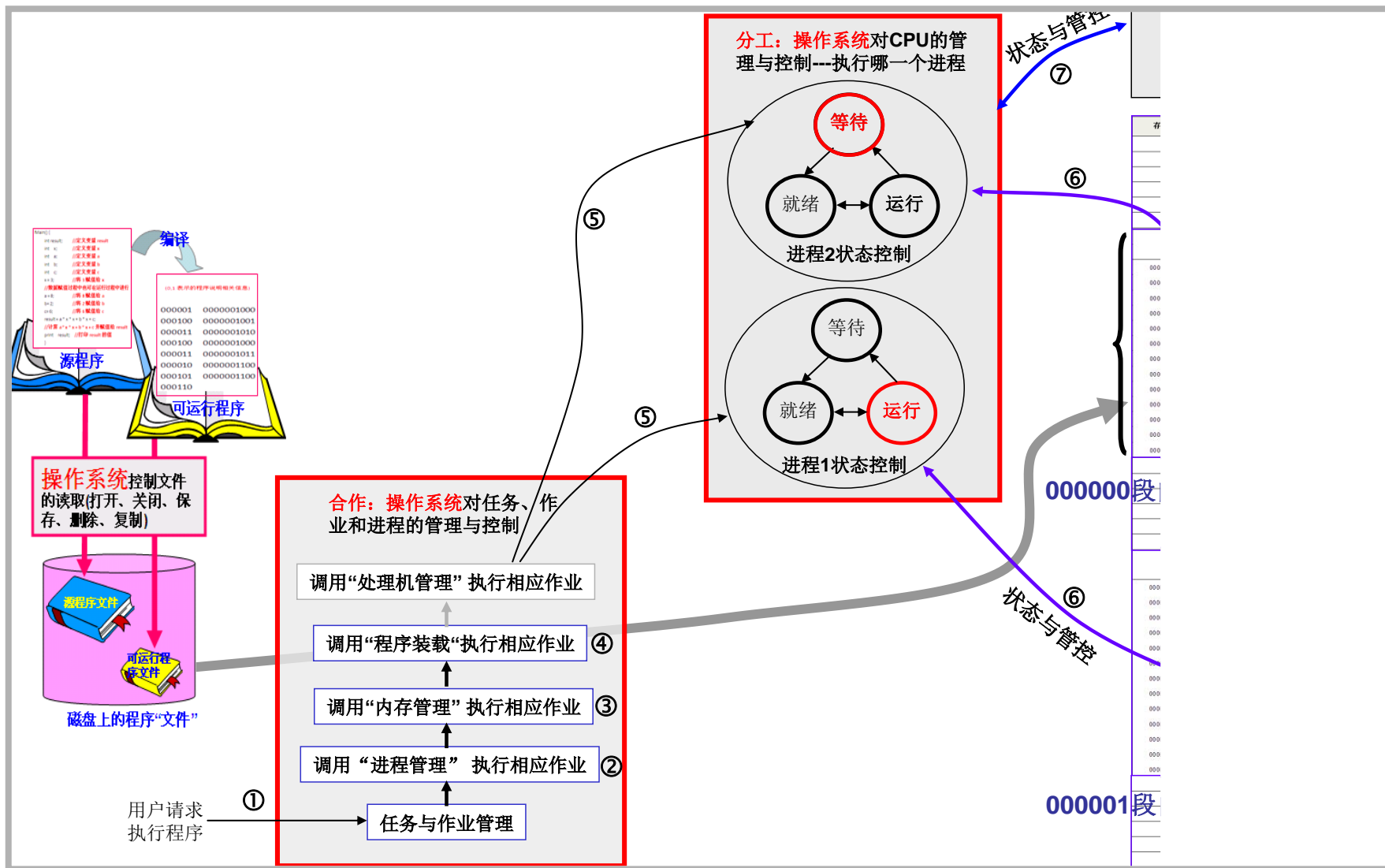
进程管理



协同完成“应用程序执行”



协同完成“应用程序执行”



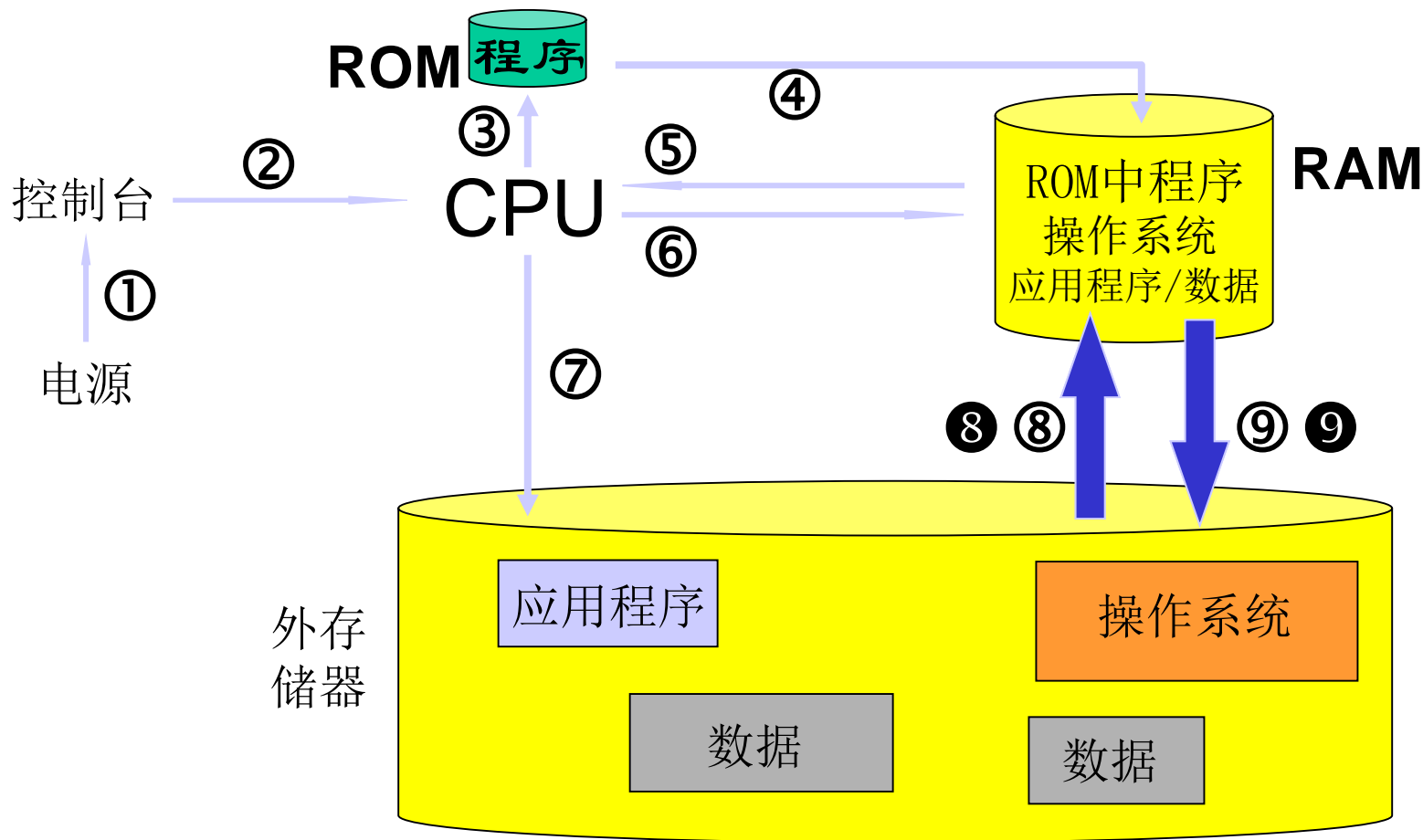


计算机系统的工作过程

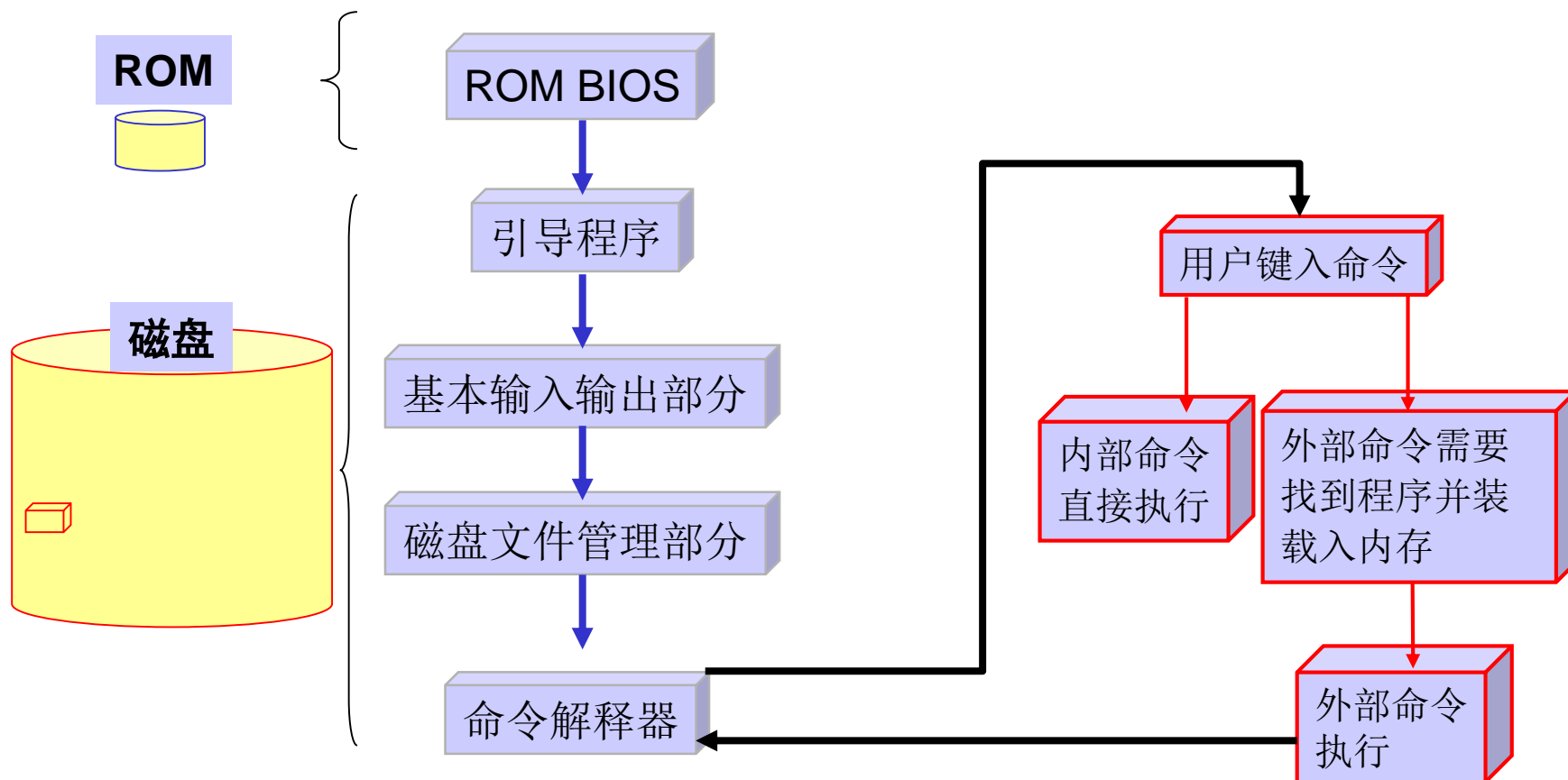


计算机是怎样装载操作系统的？

计算机系统工作过程



操作系统引导过程及命令执行过程





操作系统的启动和关闭





操作系统界面：联机命令接口

```
C:\WINDOWS\VCM>dir

Volume in drive C has no label
Volume Serial Number is 1B42-15E0
Directory of C:\WINDOWS\VCM

.                <DIR>          07-19-99  21:34  .
..               <DIR>          07-19-99  21:34  ..
CTL3DV2.DLL      27,632      07-19-99  21:36  ctl3dv2.dll
W95INF32.DLL      4,608      07-19-99  21:37  w95inf32.dll
W95INF32.000      4,608      10-24-99  20:03  w95inf32.000
REGSVR32.EXE     41,987      10-24-99  20:04  regsvr32.exe
CRSWPP.DLL       120,960     10-24-99  20:11  crswpp.dll
FTPWPP.DLL       98,960     10-24-99  20:11  ftpwpp.dll
PIPARSE.DLL      50,816     10-24-99  20:12  piparse.dll
WEBPOST.DLL     145,360     10-24-99  20:12  webpost.dll
WPWIZDLL.DLL     109,504     10-24-99
WPWIZ.EXE        19,971     10-24-99
ADVPACK.DLL      80,880      02-25-01
COMCTL32.DLL     450,832     02-25-01
CTL3DV2.000      27,200      02-25-01
               13 file(s)      1,183,318 byte(s)
               2 dir(s)        718.38 MB

C:\WINDOWS\VCM>_
```

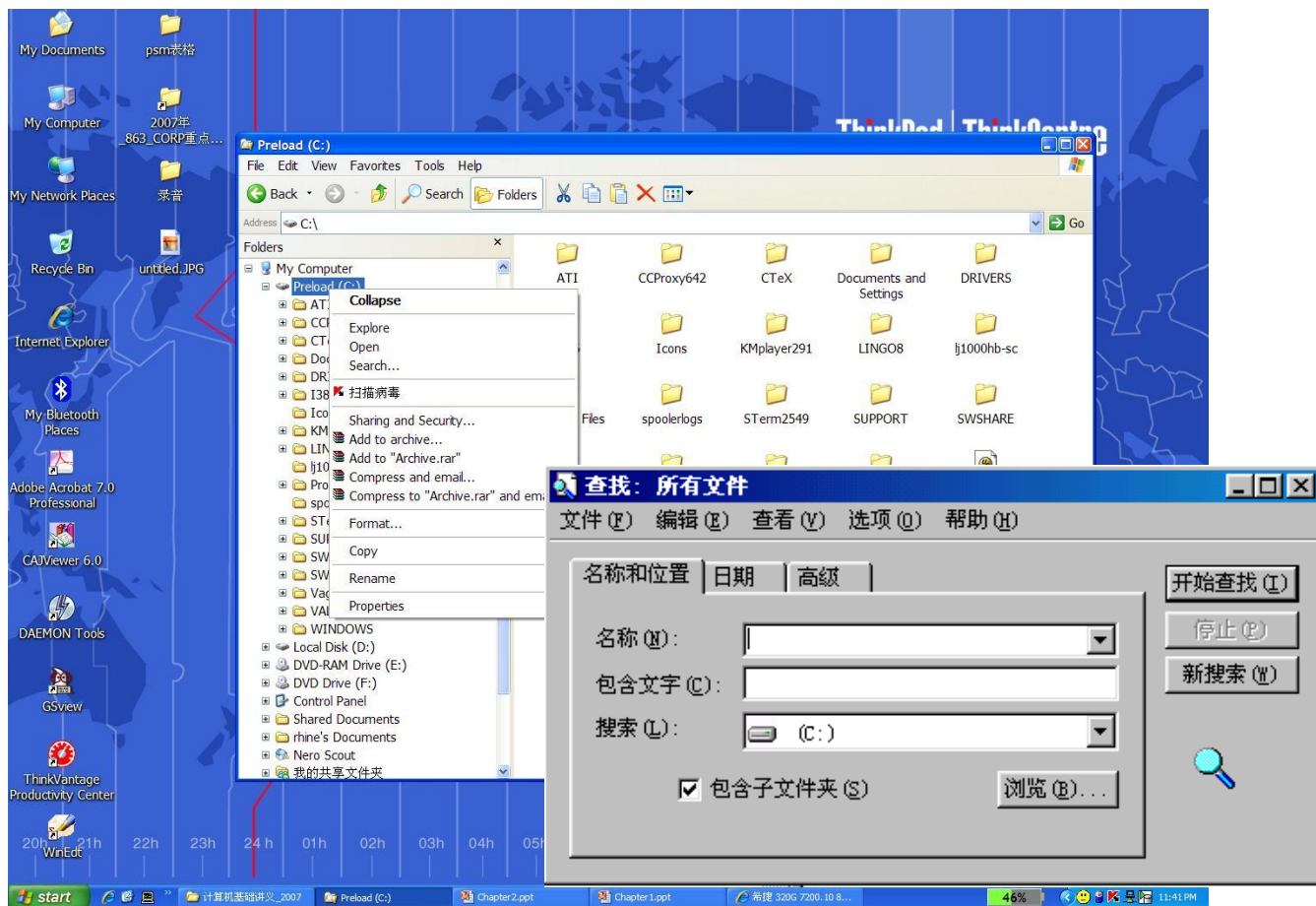
操作系统提示符----C> 参数---- A: 表示 A 驱 开关----/Q 表示快速格式化

C>FORMAT A: /V:MyDisk /Q /F:1.44 ↵

命令名----Format 开关----/V:MyDisk 设置名为 MyDisk 的卷标 开关---/F:1.44 格式化为 1.44Mb

要熟悉操作系统提供的各种命令

操作系统界面：图形用户界面



要熟悉用鼠标和键盘操作菜单/对话框的各种方法

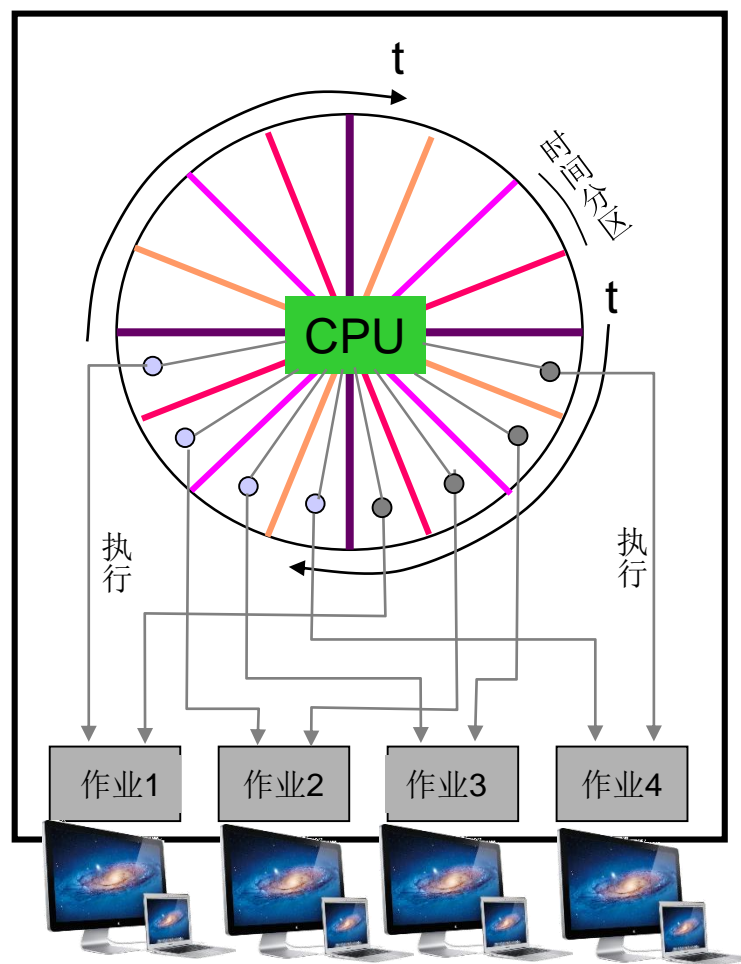


现代计算机的演进

操作系统如何高效地利用资源？

CPU管理---分时

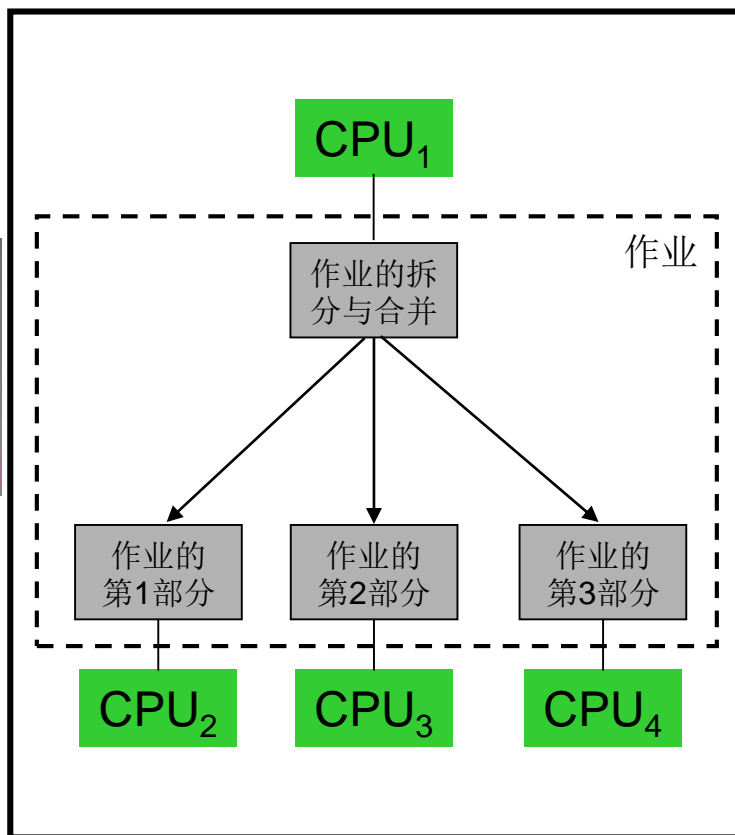
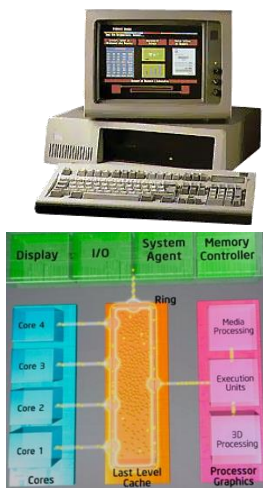
一台主机一个**CPU**执行多个程序(来自于多个用户的多个终端)



操作系统管理着一时间轮盘；按照时间轮盘的时间分区，轮流让**CPU**执行若干个程序。由于时间分区足够小，所以每个作业的用户都认为自己独占着**CPU**

CPU管理---并行

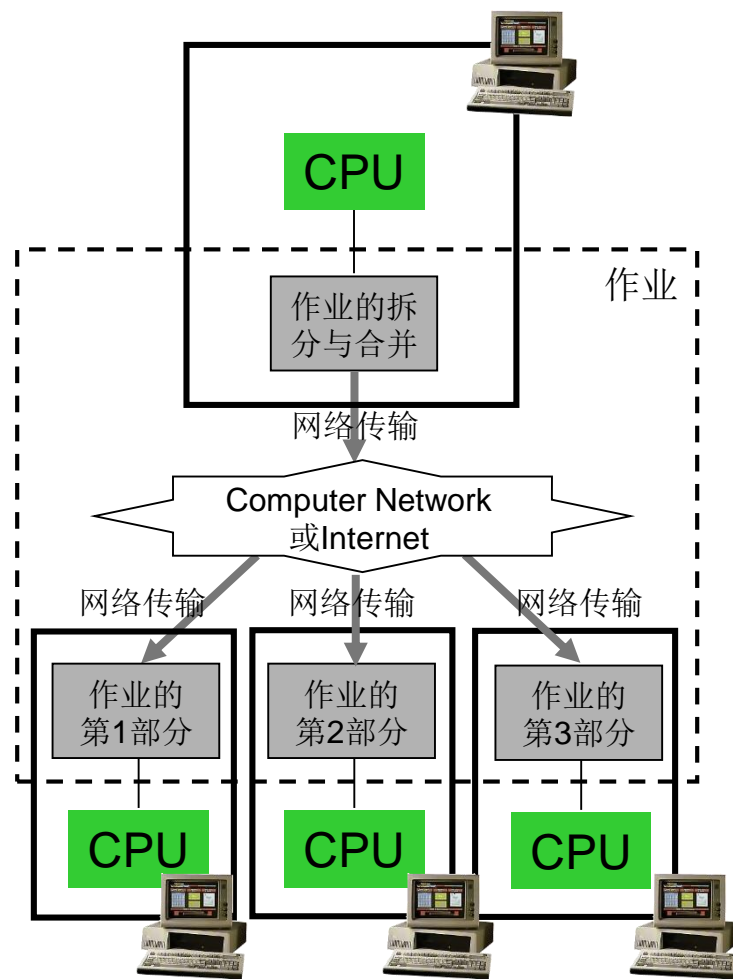
一台主机多个CPU执行一个程序



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CPU₁，如此多CPU并行完成一个作业

CPU管理---分布

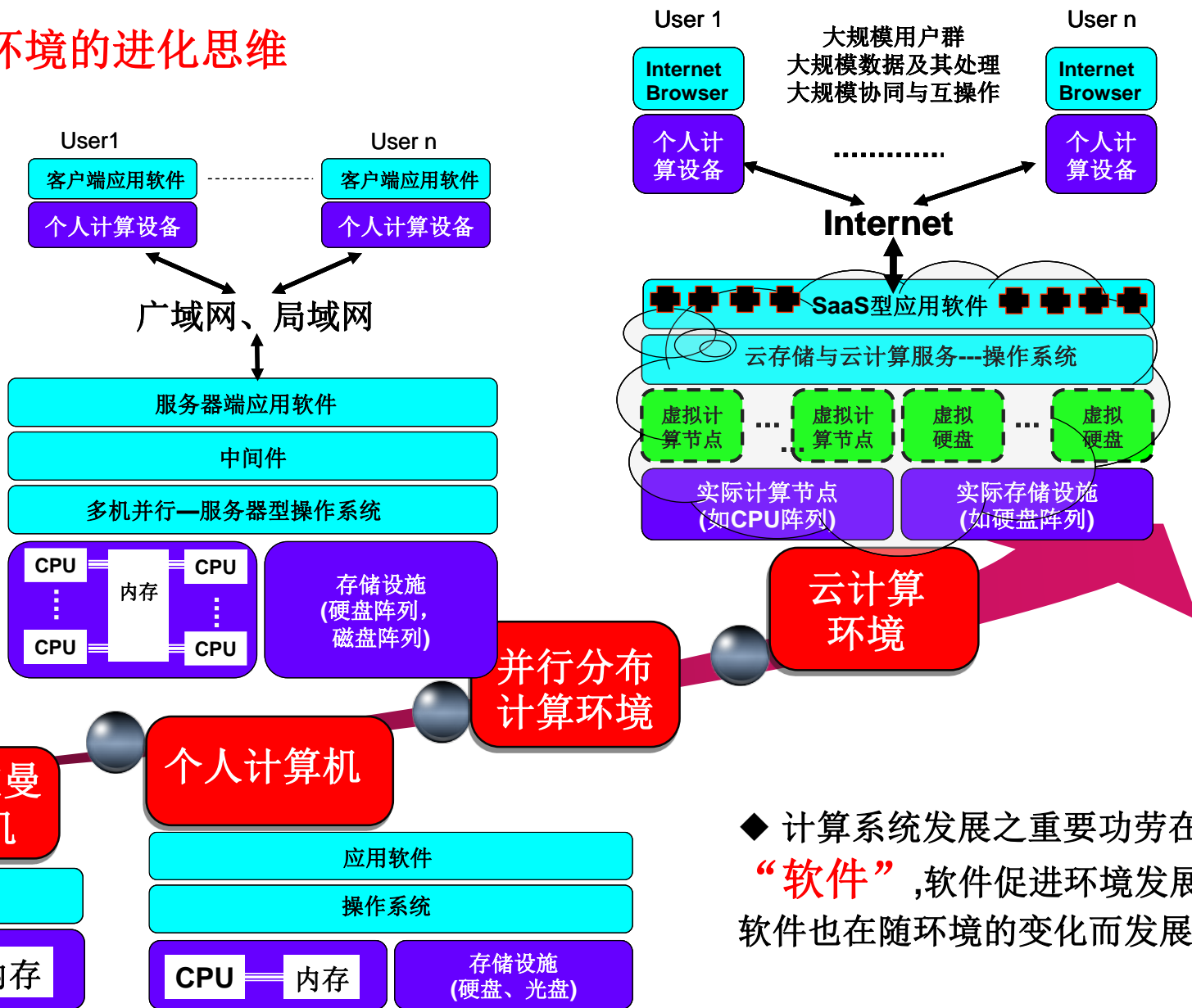
网络中多台主机多个CPU执行一个任务



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。

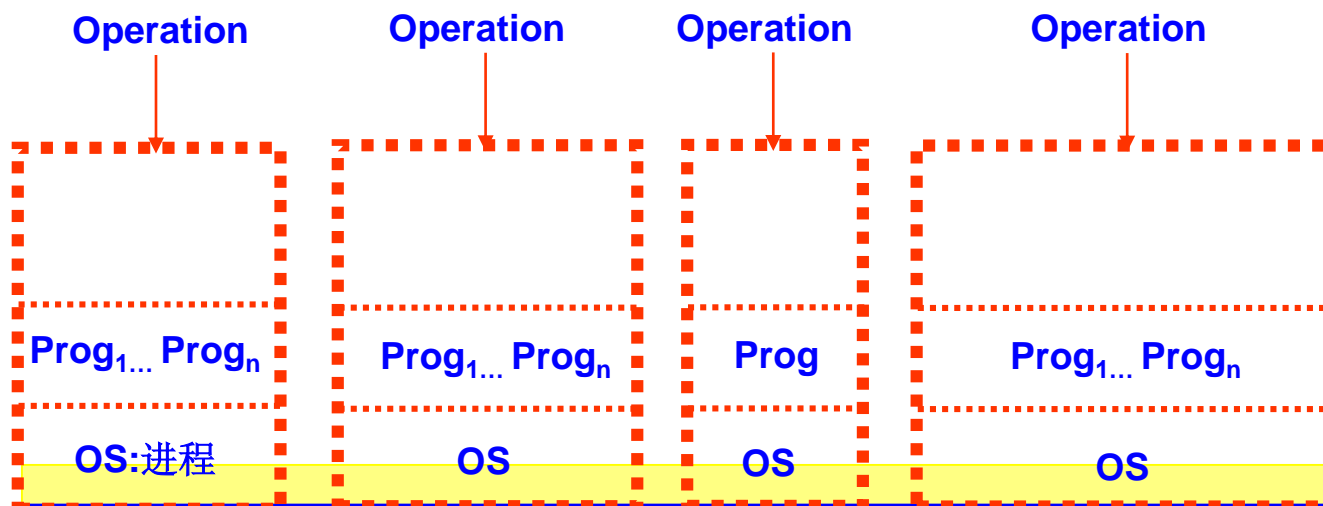


通用计算环境的进化思维



◆ 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

云 (Cloud)



不同性能的虚拟机：
 (1)CPU数目
 (2)内存容量
 (3)外存容量
 (4)网络带宽

云操作系统(Cloud Operating System): 跨物理机管理

虚拟化OS:将虚拟机上的进程分配到物理机OS上进行执行

虚拟化OS

虚拟化OS

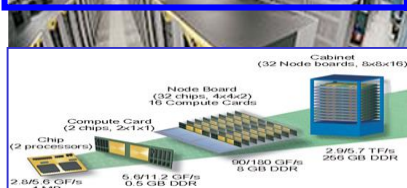
虚拟化OS

物理机OS: 进程执行

物理机OS

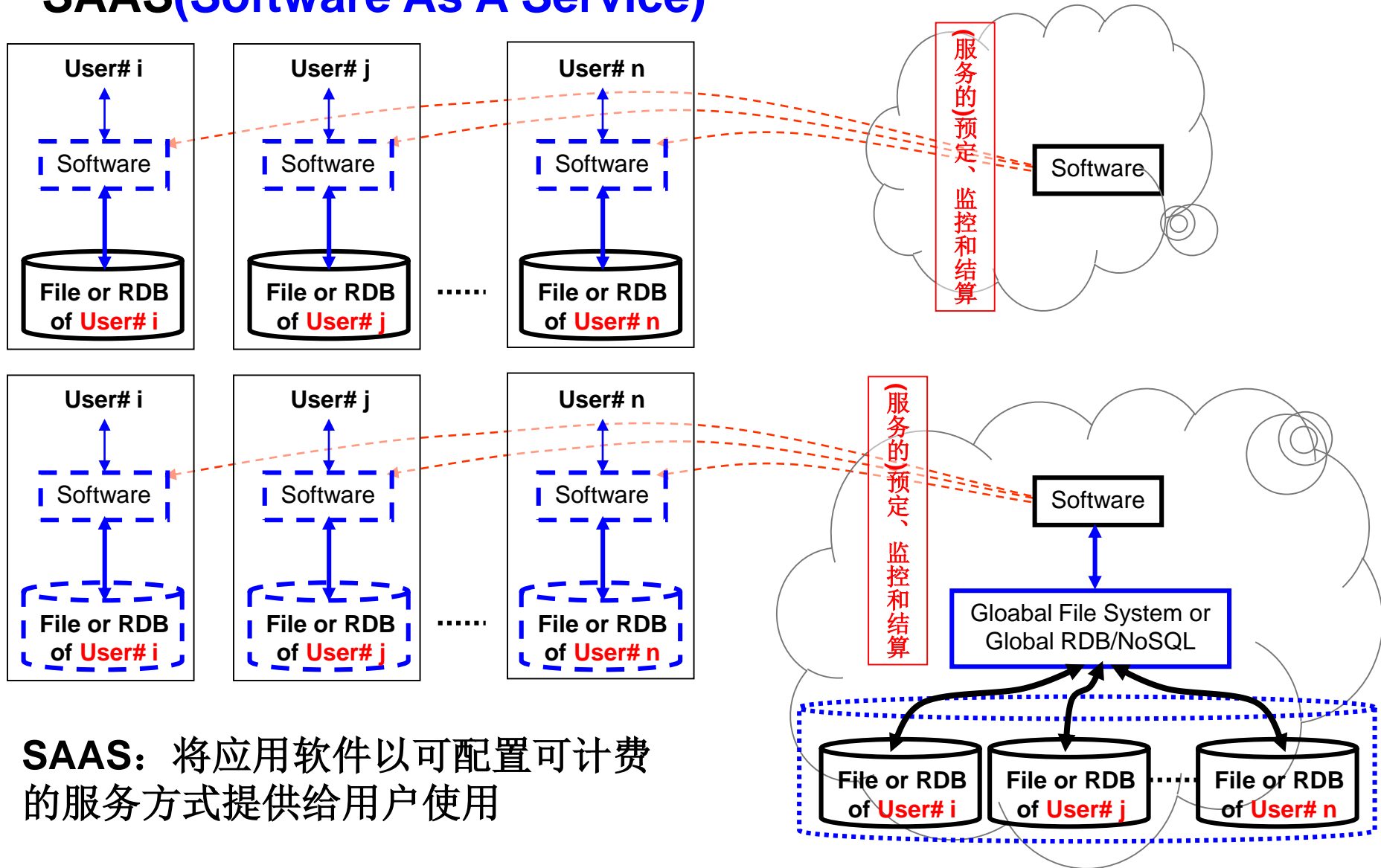
物理机OS

物理机OS



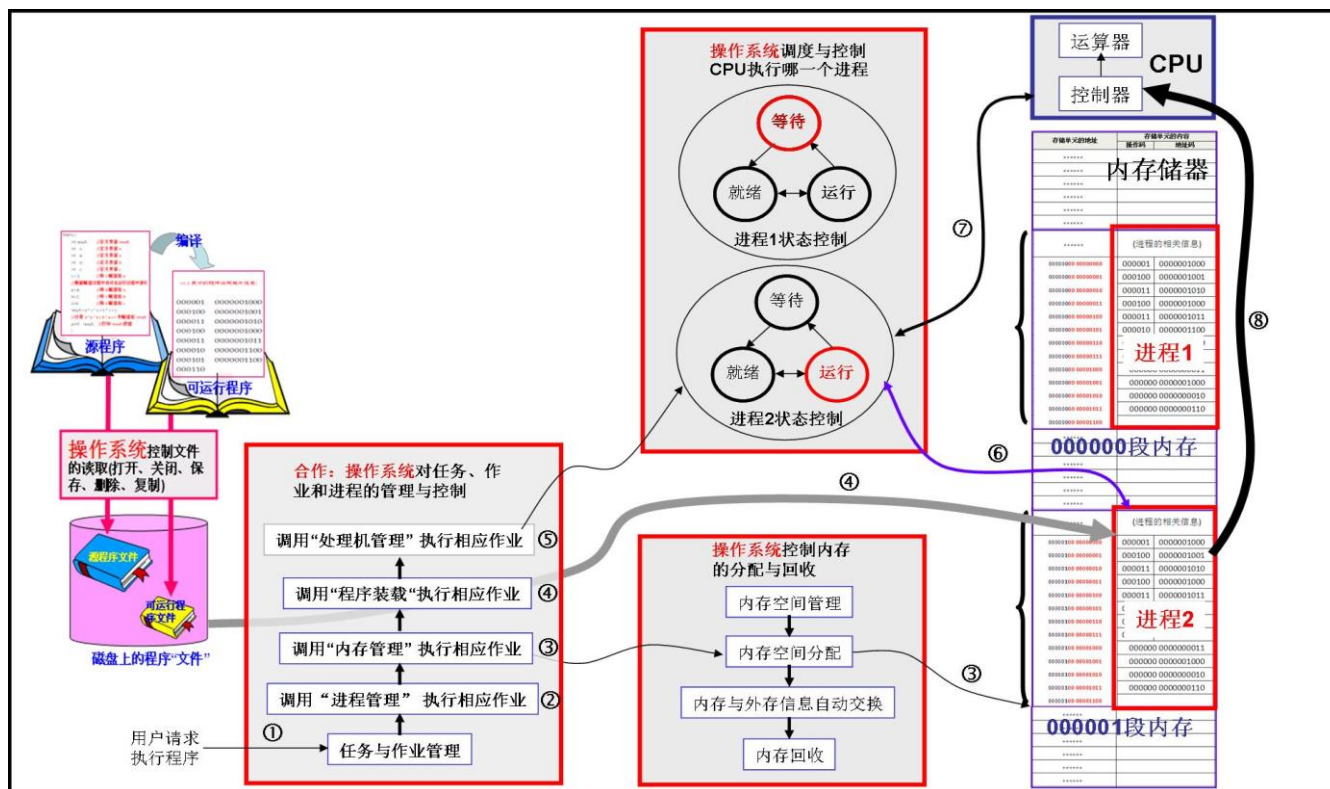
物理机: CPU(h个);内存(p*qGB);外存(n*mGB)

SAAS(Software As A Service)



SAAS: 将应用软件以可配置可计费的服务方式提供给用户使用

基本目标: 理解现代计算机系统的工作思维



基本思维: 存储体系 → 磁盘存取 → 操作系统 → 作业与进程 → 程序执行的管理与控制;
 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

第4讲 现代计算机： 复杂环境下程序执行

Questions & Discussion?