

第二章 进程的描述与控制

单选题 1分

下列关于批处理系统的叙述中，正确的是

- I . 批处理系统允许多个用户与计算机直接交互
- II . 批处理系统分为单道批处理系统和多道批处理系统
- III . 中断技术使得多道批处理系统的I/O设备可与CPU并行工作

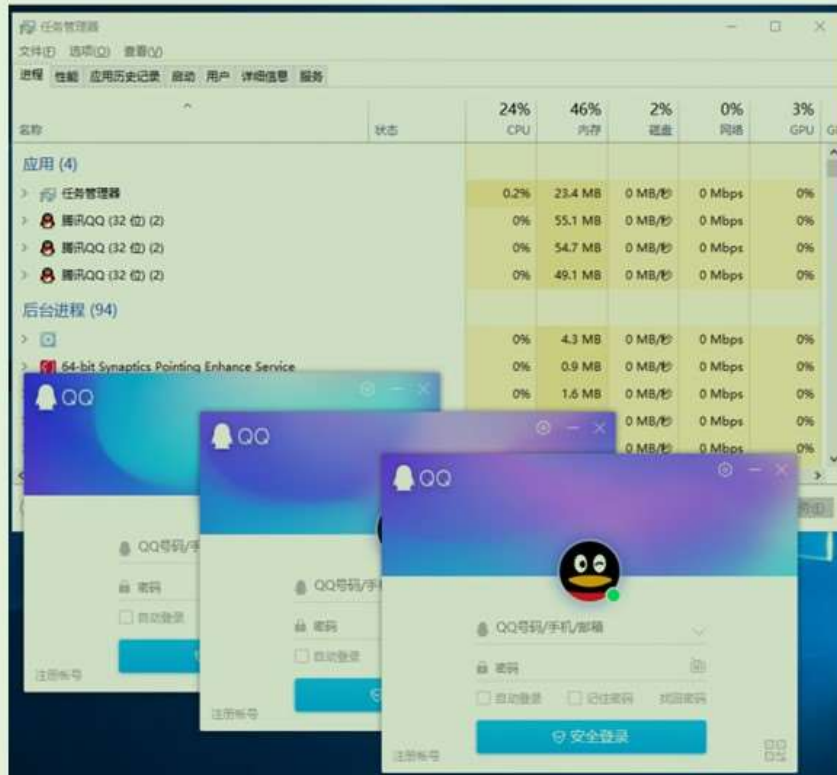
- ☐ A 仅II、III
- ☒ B 仅II
- ☐ C 仅I、II
- ☐ D 仅I、III

多选题 1分

与单道程序系统相比，多道程序系统的优点是

- ☒ A CPU利用率高
- ☐ B 系统开销小
- ☒ C 系统吞吐量大
- ☒ D IO设备利用率高

2.2 进程的描述



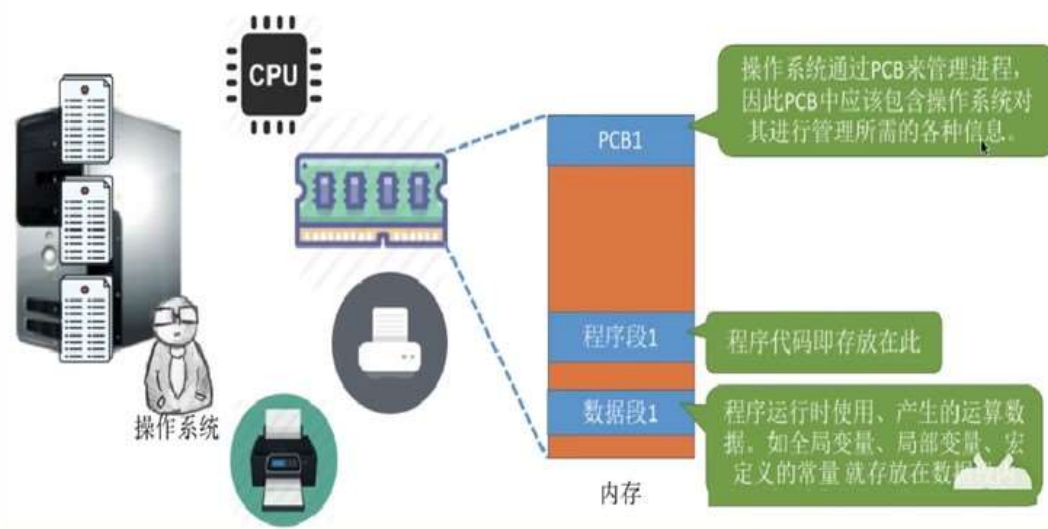
程序：是**静态**的，就是个存放在磁盘里的可执行文件，就是一系列的指令集合。

进程（**Process**）：是**动态**的，是程序的一次执行过程。

同一个程序多次执行会对应多个进程

- 当进程被创建时，操作系统会为该进程分配一个**唯一的、不重复**的“身份证号”——**PID**（Process ID，进程ID）
 - 操作系统要记录PID、进程所属用户ID（UID）
 - 还要记录给进程分配了哪些资源（如：分配了多少内存、正在使用哪些I/O设备、正在使用哪些文件）
 - 还要记录进程的运行情况（如：CPU使用时间、磁盘使用情况、网络流量使用情况等）

进程（进程实体）由程序段、数据段、PCB三部分组成。



一个进程实体（进程映像）由PCB、程序段、数据段组成。

进程是动态的，进程实体（进程映像）是静态的。

进程实体反应了进程在某一时刻的状态（如： $x++$ 后， $x=2$ ）

程序段、数据段、PCB三部分组成了进程实体（进程映像）

引入进程实体的概念后，可把进程定义为：进程是进程实体的运行过程，是系统进行资源分配和调度的一个独立单位。

注意：PCB是进程存在的唯一标志！

一个进程被“调度”，就是指操作系统决定让这个进程上CPU运行

2.2.1 进程的定义和特征

- **进程的定义**

由程序段、相关的数据段及进程控制块（PCB）三部分构成了进程实体，UNIX中总称“进程映像”

- (1) 进程是程序的一次**执行**。
- (2) 进程是一个程序及其数据在处理机上顺序执行时所发生的**活动**。
- (3) 进程是程序在一个数据集合上**运行的过程**，它是系统进行资源分配和调度的一个独立单位。

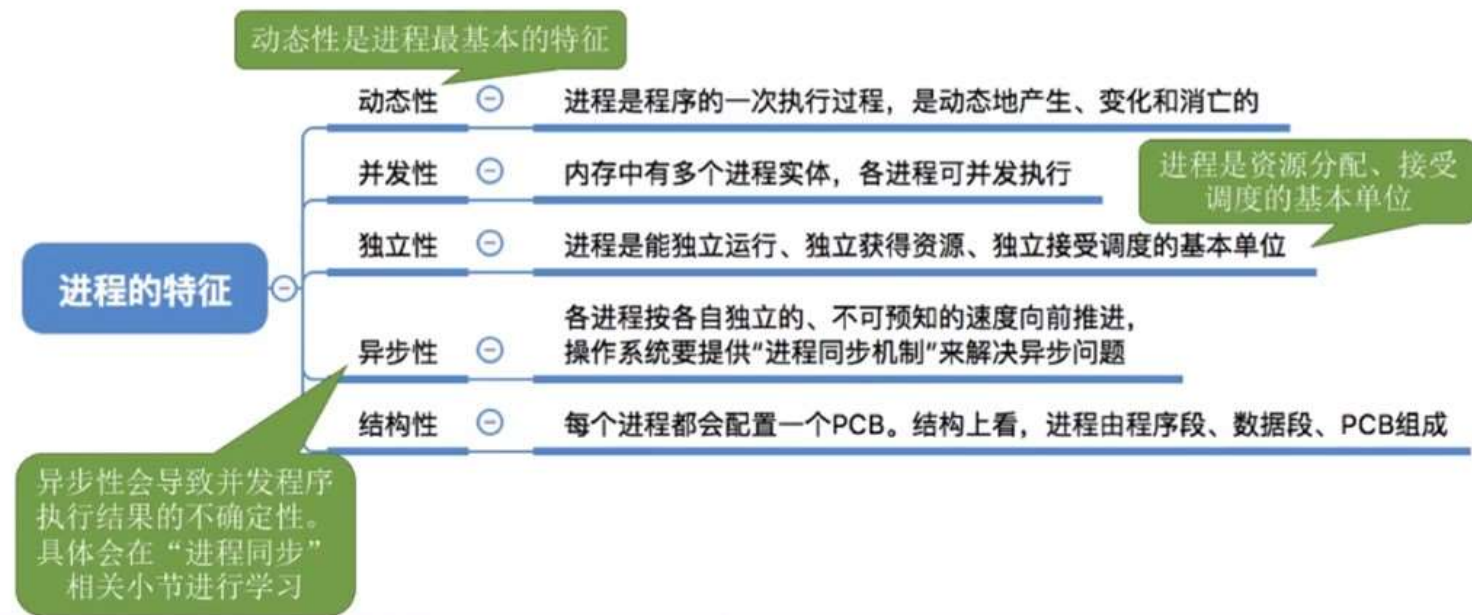
在引入了进程实体的概念后，我们可以把传统OS中的进程定义为：

“进程是进程实体的运行过程，是系统进行资源分配和调度的一个独立单位”

严格来说，进程实体和进程并不一样，进程实体是**静态**的，进程则是**动态**的。除非题目专门考查二者区别，否则可以认为进程实体就是进程。因此我们可以说“进程有程序段、数据段、PCB三部分组成”

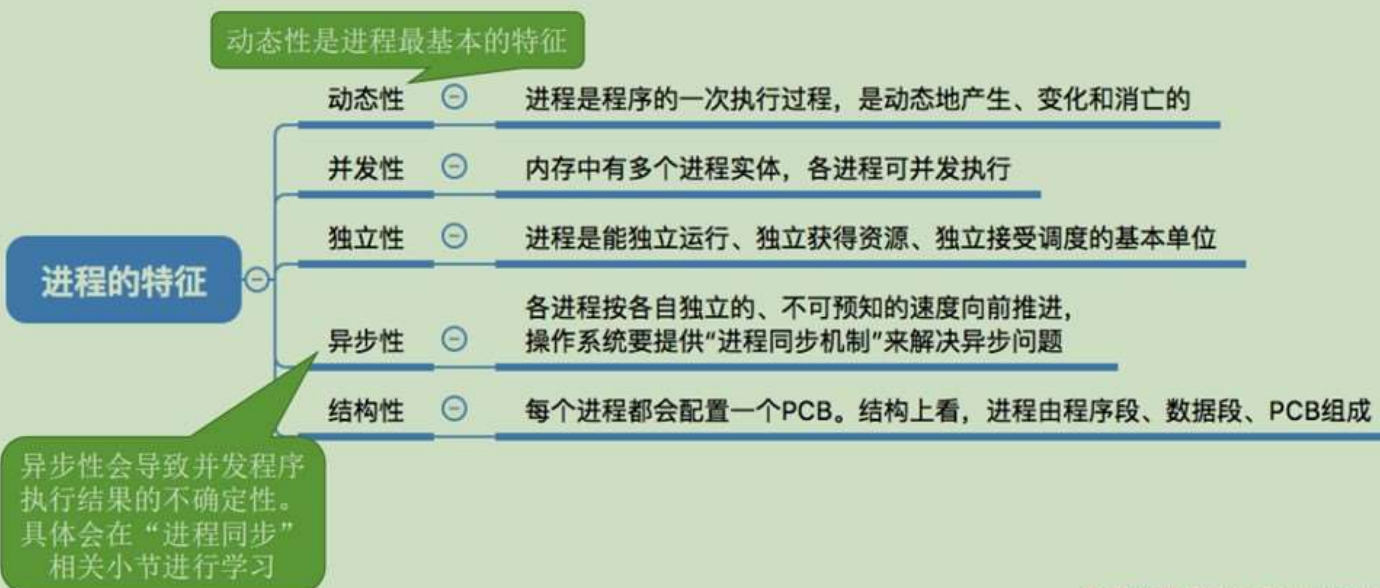
进程的特征

进程和程序是两个截然不同的概念，相比于程序，进程拥有以下特征：



进程的特征总结

程序是静态的，进程是动态的，相比于程序，进程拥有以下特征：



进程与程序的区别与联系

1、程序是指令的集合，是静态的概念；

进程是程序在处理机上的一次执行的过程，是动态的概念。

- 进程有生命周期，有诞生有消亡，短暂的；而程序是相对长久的

2、进程是一个独立的运行单位，能与其它进程并行活动。而程序则不是。

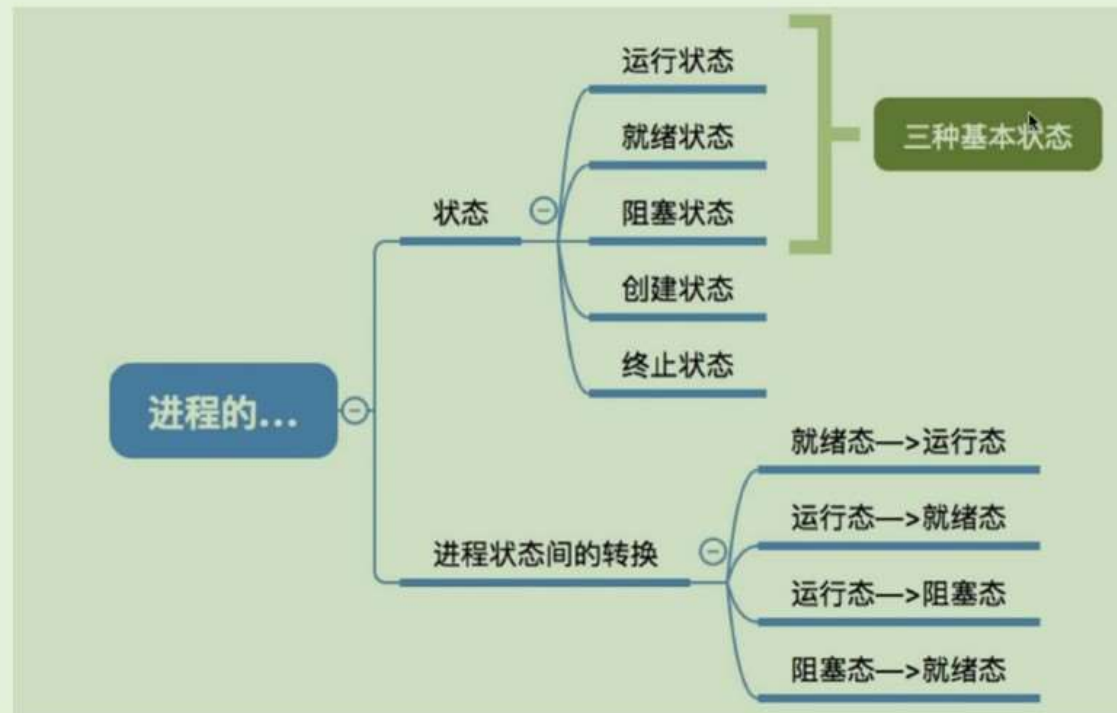
- 进程更能真实地描述并发，而程序不能

3、进程是竞争计算机系统有限资源的基本单位，也是进行处理机调度的基本单位。

4、一个程序可以作为多个进程的运程序，一个进程也可以运行多个程序。

- 进程具有创建其他进程的功能，而程序没有

2.2.2 进程的基本状态及转换



2.2.2 进程的基本状态及转换

1、进程的三种基本状态

进程是程序的一次执行。在这个执行过程中，有时进程正在被CPU处理，有时又需要等待CPU服务，可见，进程的状态是会有各种变化。为了方便对各个进程的管理，操作系统需要将进程合理地划分为几种状态。

- **就绪状态 (Ready)**

万事俱备，只欠CPU; 就绪队列

- **执行/运行状态(Running) □**

占有CPU，正在运行（单CPU系统，任何时刻只有一个进程在运行）

- **阻塞状态 (Block)**

运行进程发生某事件（请求I/O,申请缓冲区等）而暂停执行，进入阻塞队列（按阻塞原因）

进程的三种基本状态：

注意：单核处理机环境下，每一时刻最多只有一个进程处于运行态。（双核环境下可以同时有两个进程处于运行态）

进程已经拥有了除处理机之外所有需要的资源，一旦获得处理机，即可立即进入运行态开始运行。
即：万事俱备，只欠CPU

三种基本状态

运行态 (Running) 占有CPU，并在CPU上运行

就绪态 (Ready) 已经具备运行条件，但由于没有空闲CPU，而暂时不能运行

阻塞态 (Waiting/Blocked, 又称：等待态) 因等待某一事件而暂时不能运行

如：等待操作系统分配打印机、等待读磁盘操作的结果。CPU是计算机中最昂贵的部件，为了提高CPU的利用率，需要先将其他进程需要的资源分配到位，才能得到CPU的服务

3 创建状态和终止状态

(1) 创建状态

在该状态下，进程已拥有自己的PCB，但进程自身还未进入主存。即创建工作尚未完成，进程还不能被调度运行。

引入创建状态的目的

- 确保对进程控制块操作的完整性
- 增加管理的灵活性

创建状态→就绪状态

- 获得必需的资源，同时完成对PCB的初始化工作

(2) 终止状态

- 自然结束点
- 出现无法克服的错误
- 被操作系统终结
- 被其它有终止权的进程终结

进程已结束运行，等待OS做善后工作。

创建态 (New, 又称: 新建态)



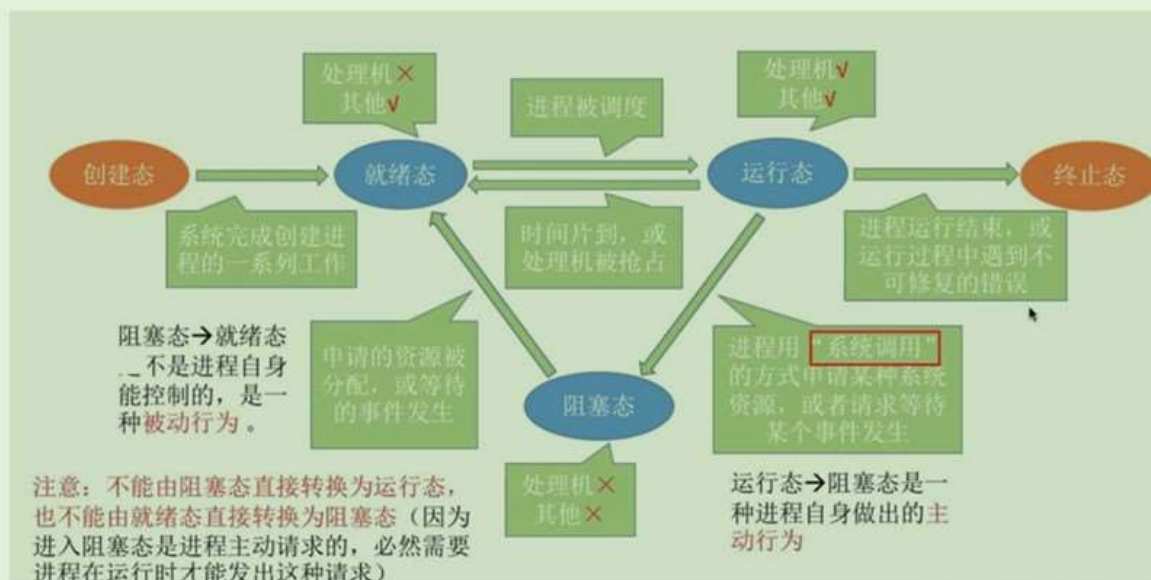
进程正在被创建，操作系统为进程分配资源、初始化PCB

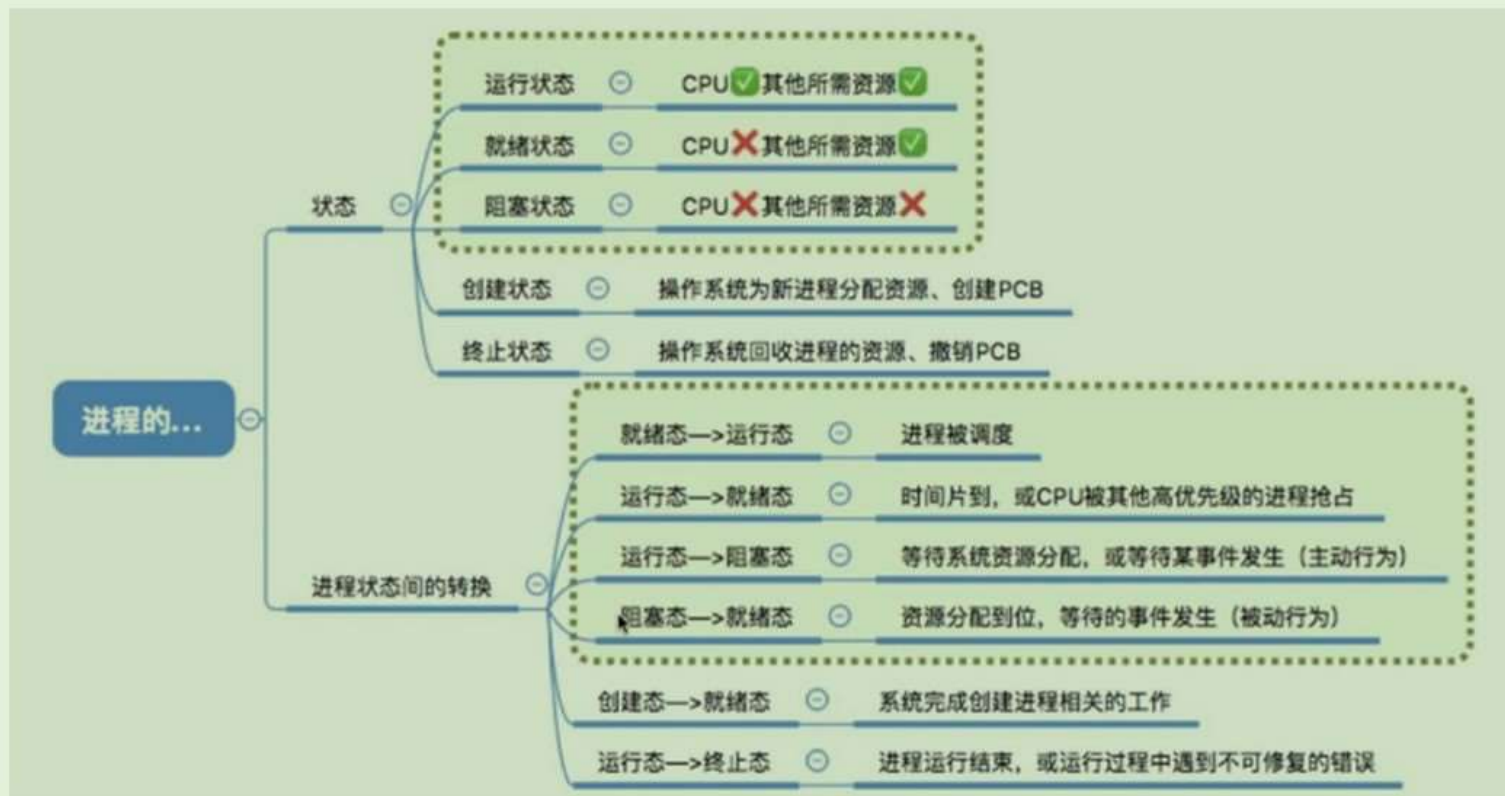
终止态 (Terminated, 又称: 结束态)



进程正在从系统中撤销，操作系统会回收进程拥有的资源、撤销PCB

2、状态的转换





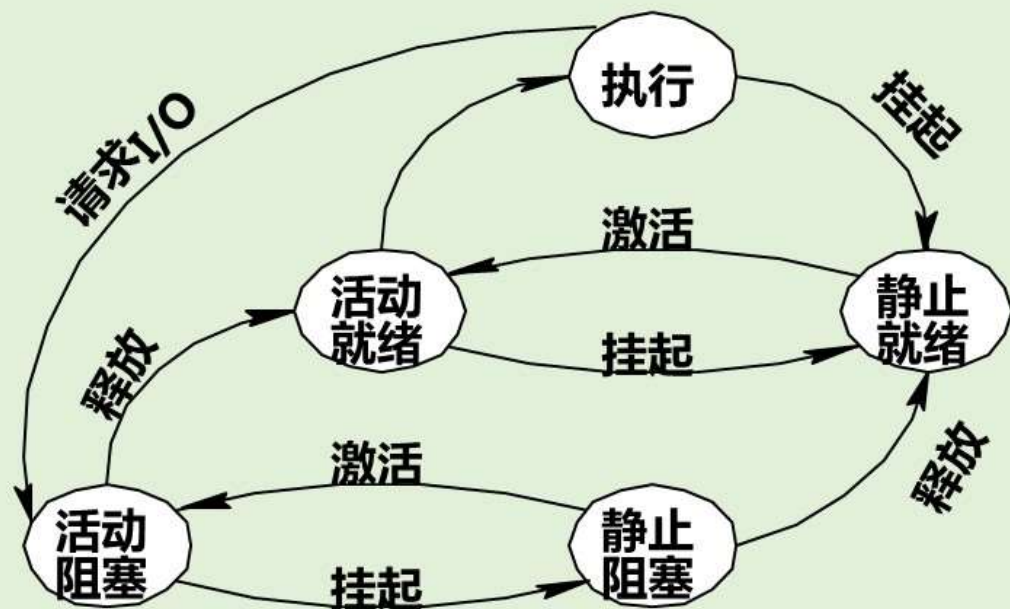
2.2.3 挂起操作和进程状态的转换

1、挂起操作的引入

引入挂起状态的原因：

- 终端用户的请求
- 父进程请求
- 负荷调节的需要
- 操作系统的需要

2、引入挂起原语操作后三个进程状态的转换



- 活动就绪→静止就绪
- 活动阻塞→静止阻塞
- 静止就绪→活动就绪
- 静止阻塞→活动阻塞

图2-6 具有挂起状态的进程状态图

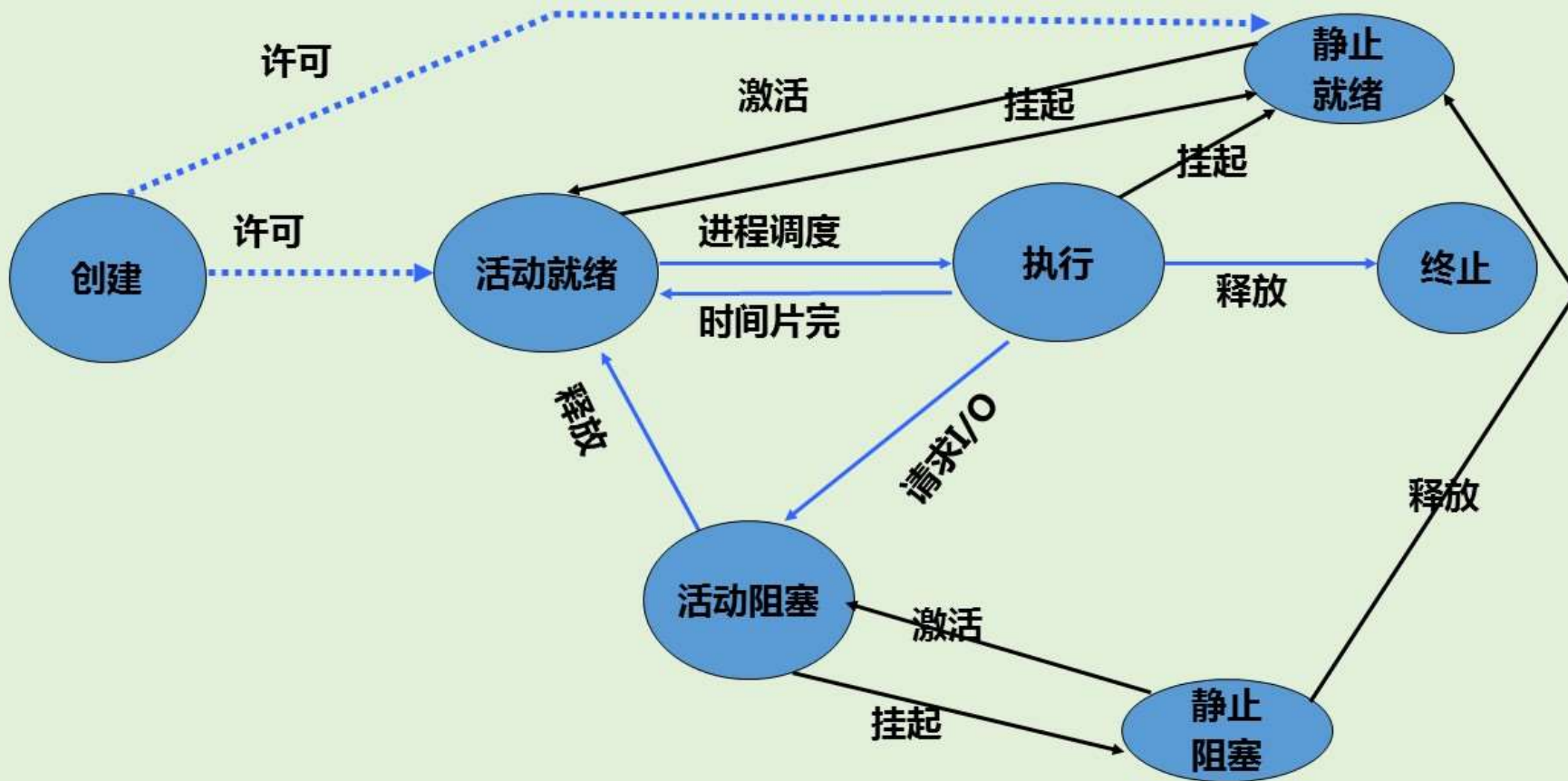


图2-8 具有创建、终止和挂起状态的进程状态图

2.2.4 进程管理中的数据结构

1、操作系统中用于管理控制的数据结构



2、进程控制块的作用

(1)定义

进程控制块 (PCB:Process Control Block) 是进程实体的一部分，是操作系统中最重要的记录型数据结构，其中记录了OS所需的、用于描述进程的当前情况及管理进程运行的全部信息。

(2)作用

使一个在多道程序环境下不能独立运行的程序(含数据)，成为一个能独立运行的基本单位，一个能与其它进程并发执行的进程。

OS是根据PCB来对并发执行的进程进行控制和管理。

- (1) 作为独立运行基本单位的标志。
- (2) 能实现间断性运行方式。
- (3) 提供进程管理所需要的信息。
- (4) 提供进程调度所需要的信息。
- (5) 实现与其它进程的同步与通信。

3、进程控制块中的信息

1) 进程标识符□

(1)内部标识符

(2)外部标识符

2) 处理机状态

处理机状态信息主要是由处理机的各种寄存器中的内容组成的。

① 通用寄存器

② 指令计数器

③ 程序状态字PSW

④ 用户栈指针

3) 进程调度信息

**在PCB中还存放一些与进程调度和进程对换有关的信息，
包括：**

- ① 进程状态**
- ② 进程优先级**
- ③ 进程调度所需的其它信息**
- ④ 事件：是指进程由执行状态转变为阻塞状态所等待发生的事件，即阻塞原因。**

4) 进程控制信息□

- ① 程序和数据的地址
- ② 进程同步和通信机制
- ③ 资源清单
- ④ 链接指针

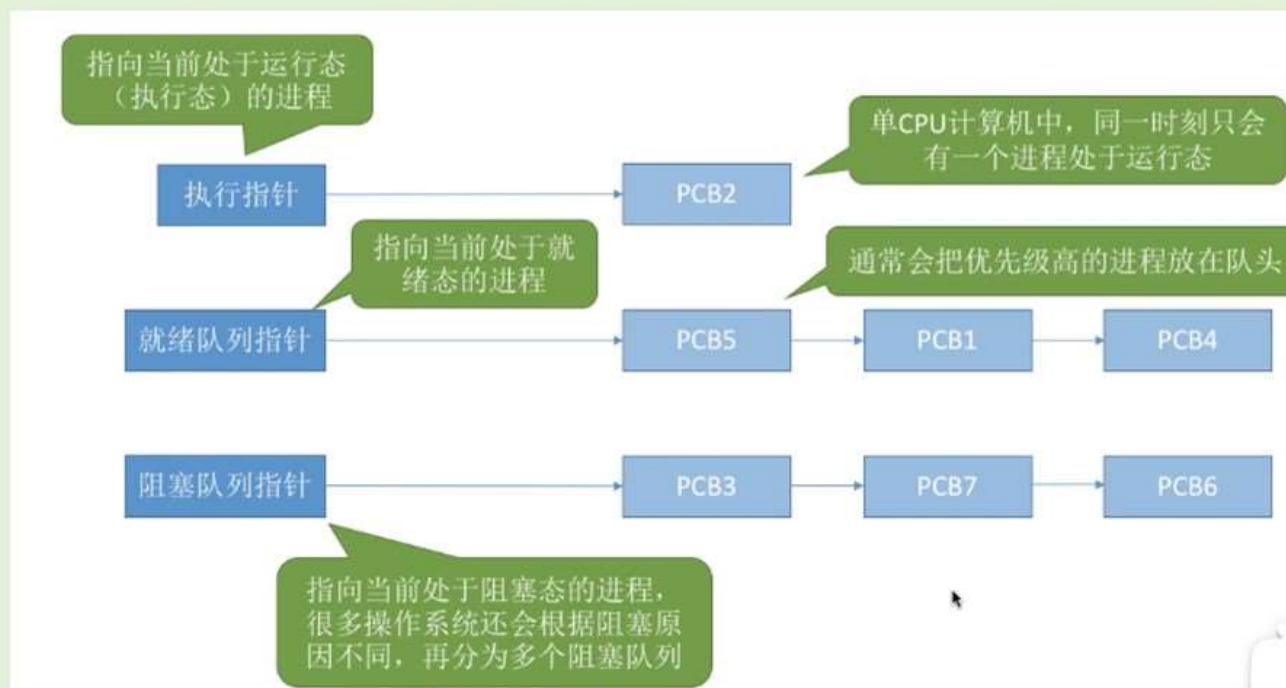
- 它给出了本进程(PCB)所在队列中的下一个进程的PCB的首地址。

4、进程控制块的组织方式

1) 线性方式 线性表

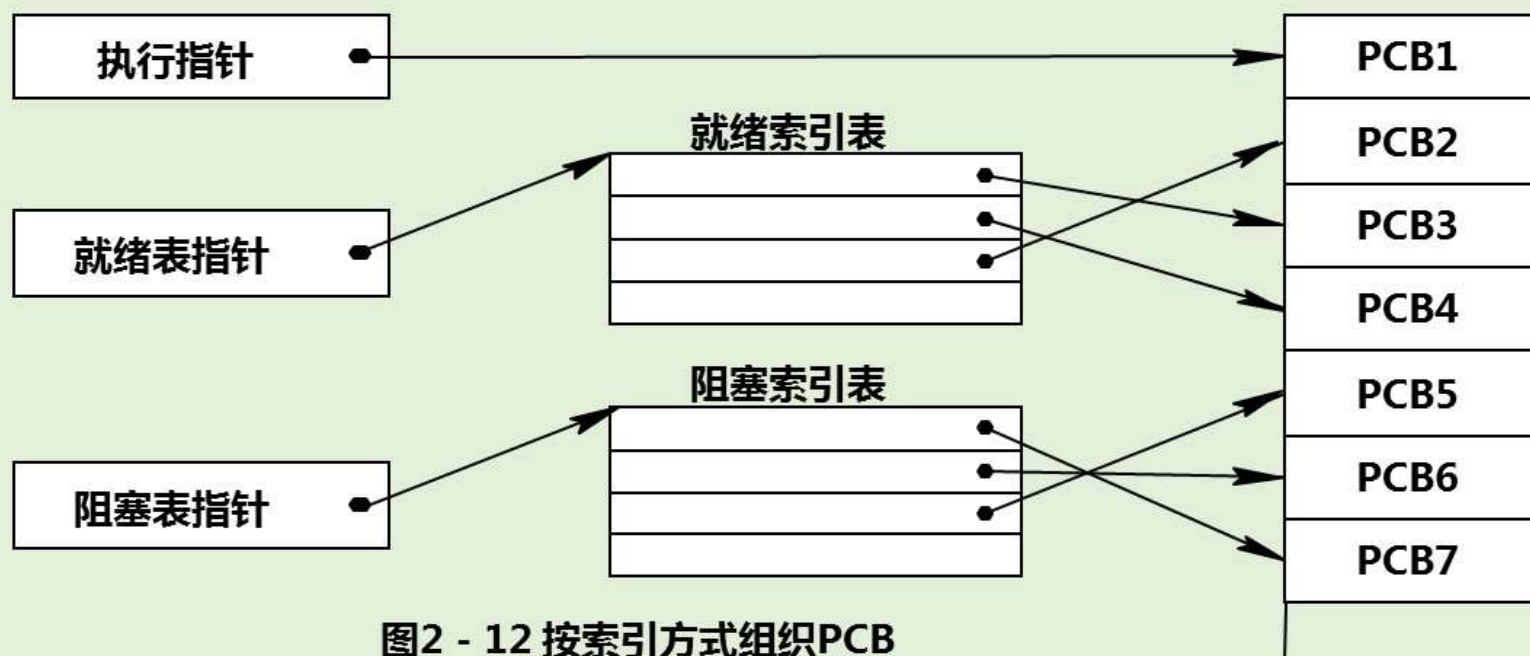
2) 链接方式

通过进程控制块中的指针，将进程控制块排成几个队列：就绪队列，阻塞队列，空闲队列

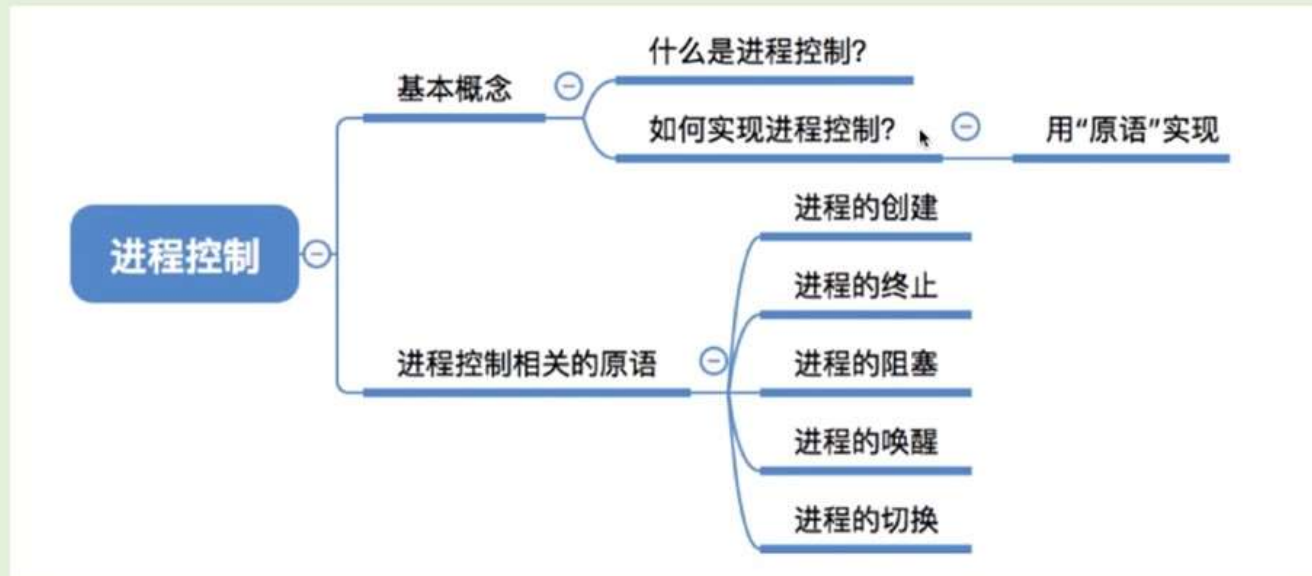


3) 索引方式

系统建立几张索引表：就绪进程索引表，阻塞进程索引表，空闲进程控制块索引表，保留各索引表的首地址在内存的一些专用单元中。



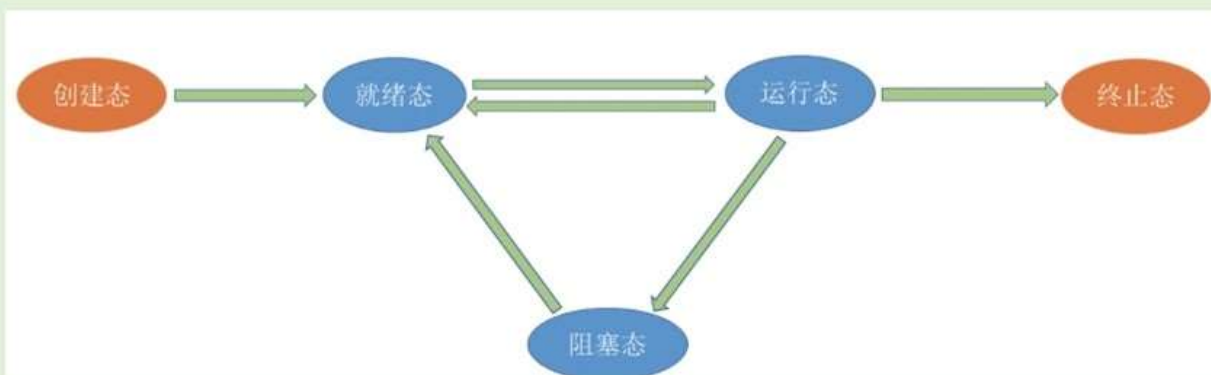
2.3 进程控制



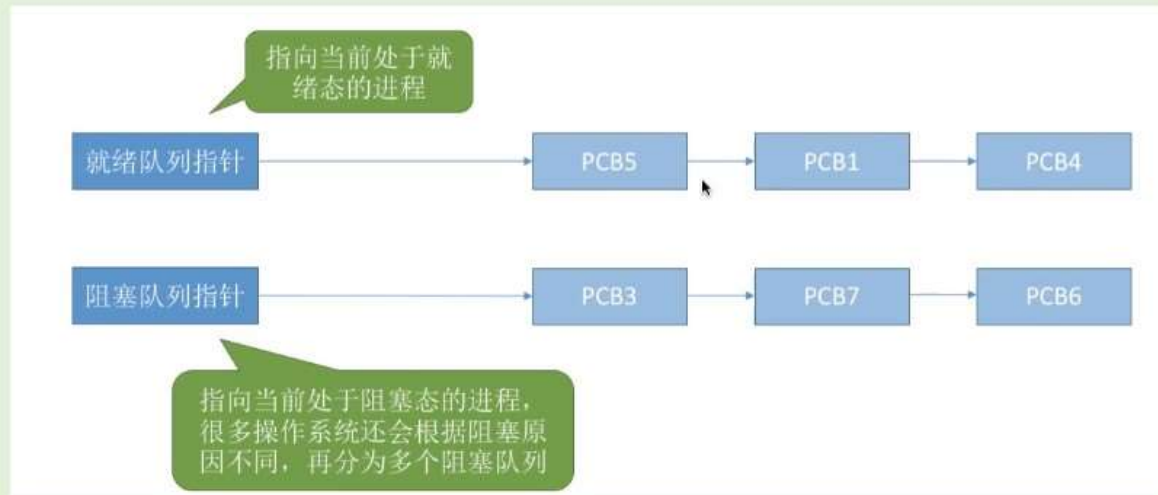
什么是进程控制？

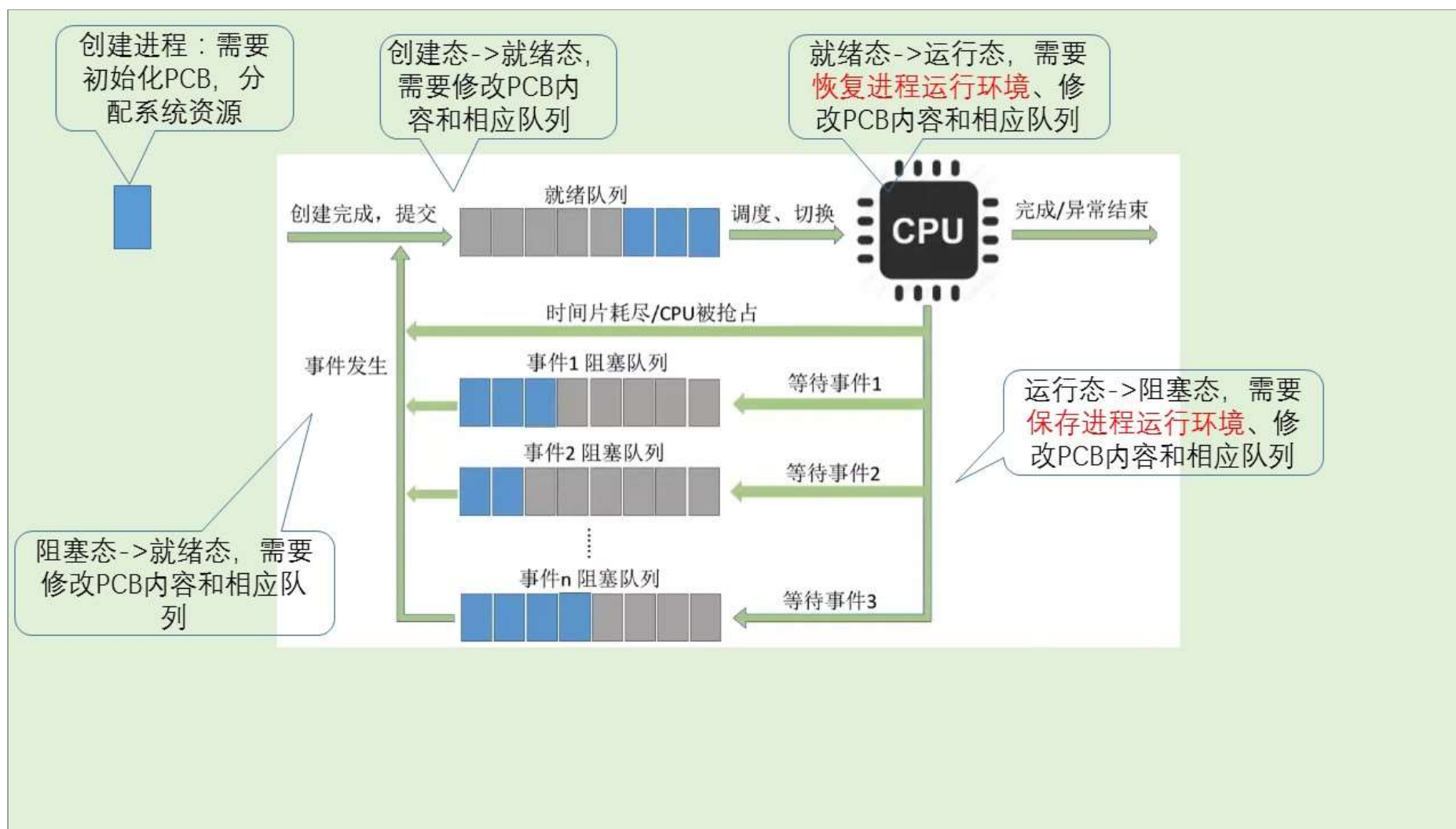
进程控制的主要功能是对系统中的所有进程实施有效的管理，它具有创建新进程、撤销已有进程、实现进程状态转换等功能。

- 创建新进程
- 终止已完成的进程
- 将因发生异常情况而无法继续运行的进程置于阻塞状态
- 负责进程运行中的状态转换



进程组织问题回顾





2.3.2 进程的创建

1、进程的层次结构

在OS中，允许一个进程创建另一个进程，通常把创建进程的进程称为父进程，而把被创建的进程称为子进程。子进程可继续创建更多的孙进程，由此便形成了一个进程的层次结构。

2、进程图（Process Graph）

用于描述一个进程的家族关系的有向树。

3、引起创建进程的事件

- 1) 用户登录：交互登录（分时系统）；**
分时系统中为终端用户建立一进程。
- 2) 作业调度：新的批作业（批处理系统中）；**
批处理系统中为被调度的作业建立进程。
- 3) 提供服务：OS为提供一项服务而创建；**
如要打印时建立打印进程。
- 4) 应用请求：由已有的进程生成（由用户进程自己创建的，并发执行）；**

4、进程的创建(创建原语Creat())



进程创建流程图

(1)申请空白PCB：分配唯一的数字标识符，从PCB集合中索取一空白PCB（一个系统的PCB是有限的）

(2)为新进程分配资源（物理和逻辑资源）

(3) 初始化进程控制块PCB。
(标识符、CPU状态、进程控制信息)

(4) 将新进程插入就绪队列

进程控制会导致进程状态的转换。无论哪个原语，要做的无非三类事情：

1. 更新PCB中的信息（如修改进程状态标志、将运行环境保存到PCB、从PCB恢复运行环境）
 - a. 所有的进程控制原语一定都会修改进程状态标志
 - b. 剥夺当前运行进程的CPU使用权必然需要保存其运行环境
 - c. 某进程开始运行前必然要恢复期运行环境
2. 将PCB插入合适的队列
3. 分配/回收资源



2.3.3 进程的终止

1. 引起进程终止(Termination of Process)的事件□

1)正常结束：如批处理系统中的Halt，分时系统中的Logs off

2)异常结束□

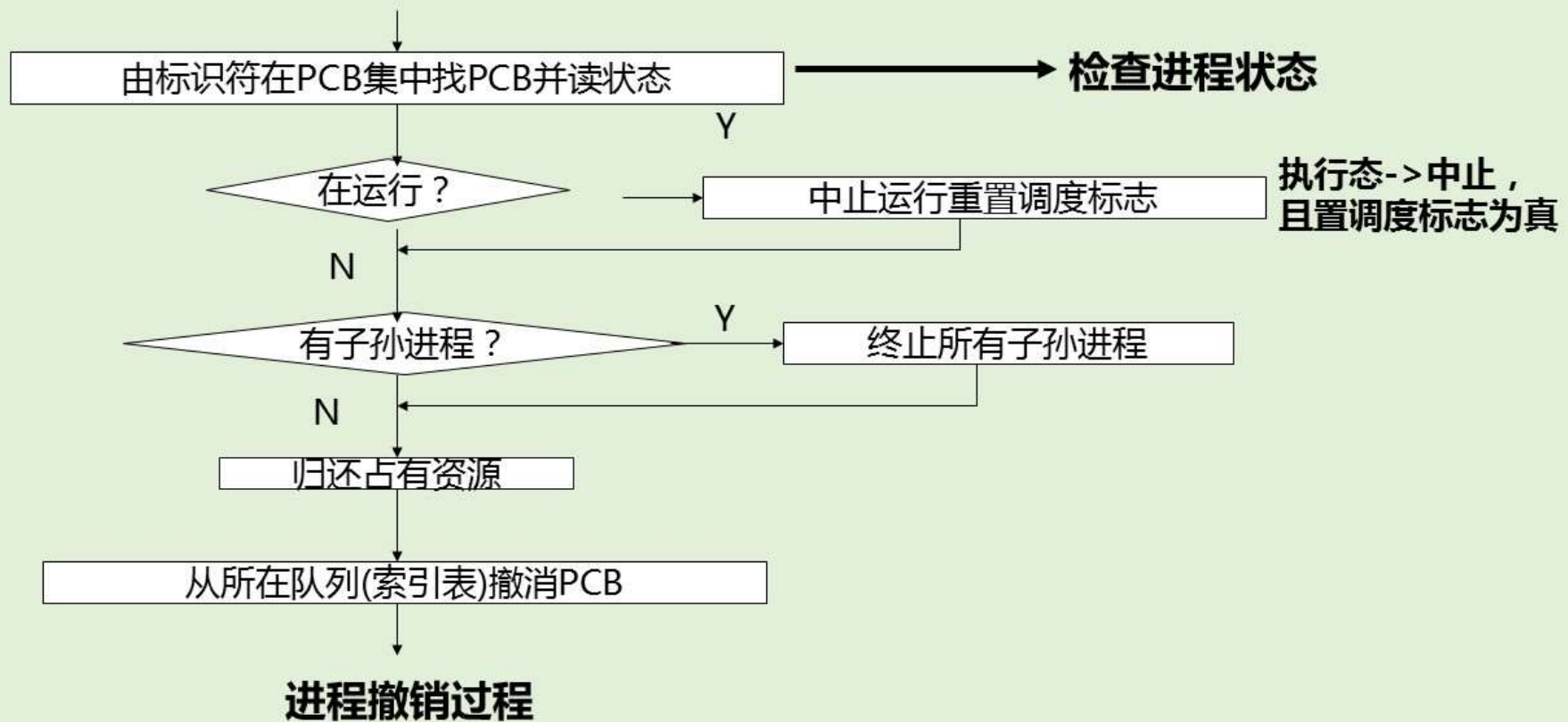
- ①越界错误
- ②保护错
- ③非法指令
- ④特权指令错
- ⑤运行超时
- ⑥等待超时
- ⑦算术运算错
- ⑧I/O故障

3) 外界干预

外界干预是指进程应外界的请求而终止运行。如：

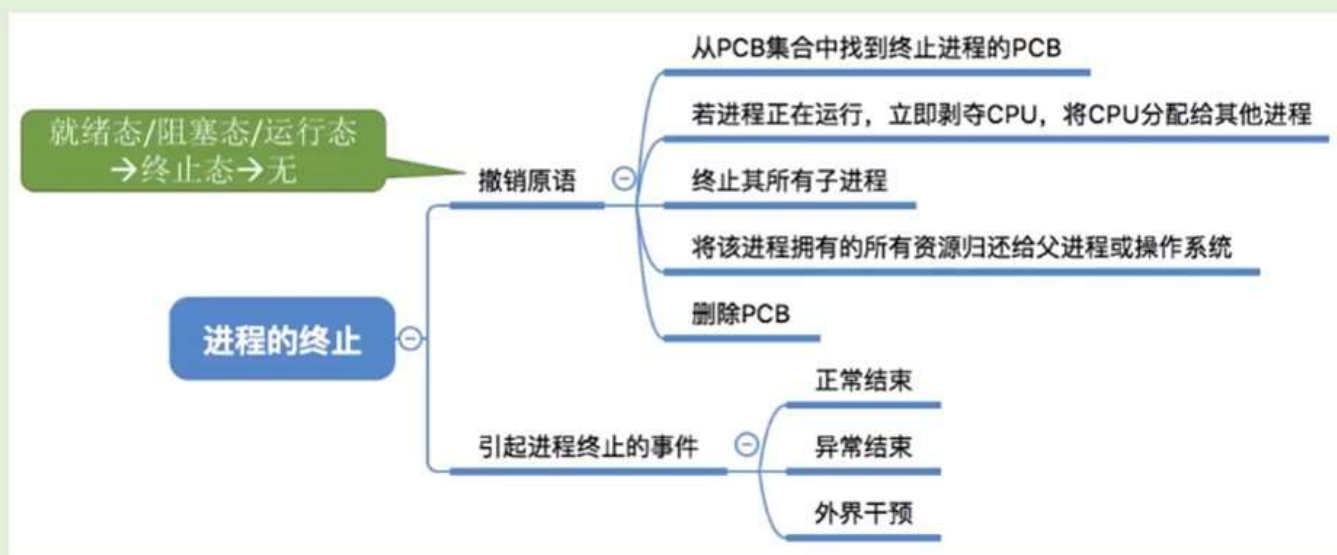
- ① 操作员或操作系统干预
- ② 父进程请求
- ③ 父进程终止

2. 进程的终止过程（撤销原语Destroy(i)）



进程控制会导致进程状态的转换。无论哪个原语，要做的无非三类事情：

1. 更新PCB中的信息（如修改进程状态标志、将运行环境保存到PCB、从PCB恢复运行环境）
 - a. 所有的进程控制原语一定都会修改进程状态标志
 - b. 剥夺当前运行进程的CPU使用权必然需要保存其运行环境
 - c. 某进程开始运行前必然要恢复其运行环境
2. 将PCB插入合适的队列
3. 分配/回收资源



2.3.4 进程的阻塞与唤醒

1、引起进程阻塞和唤醒的事件

- 1) 向系统请求共享资源失败。
- 2) 等待某种操作的完成。
- 3) 新数据尚未到达。
- 4) 等待新任务的到达。

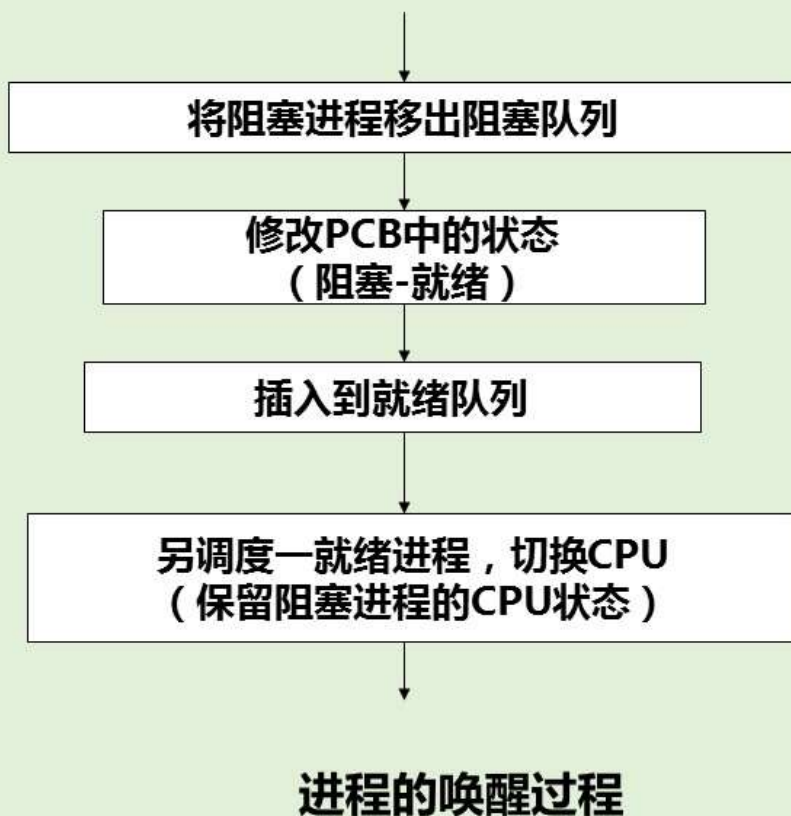
2. 进程阻塞过程



进程的阻塞是进程自身的一种主动行为

- ① 在PCB中修改进程的状态。由“执行”改为“阻塞”，并将PCB插入阻塞队列。
- ② 转进程调度程序进行重新调度。将处理机分配给另一就绪进程，并进行切换。

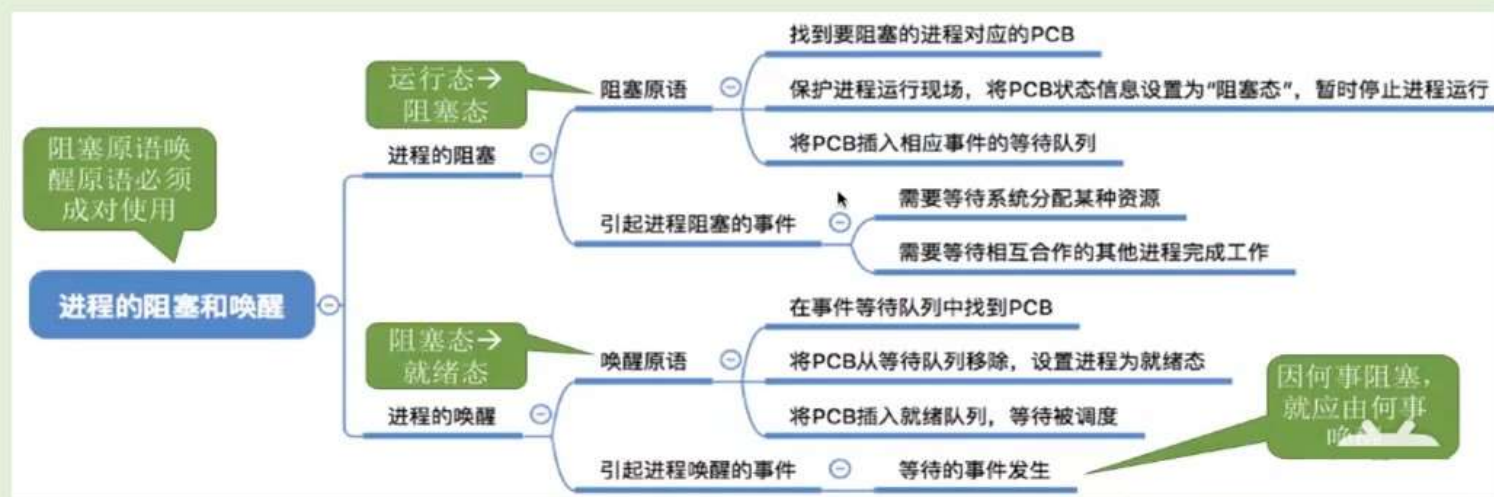
3. 进程唤醒过程



当被阻塞进程所期待的事件出现时，则由有关进程调用唤醒原语wakeup()，将等待该事件的进程唤醒

唤醒原语执行的过程是：

- 首先把被阻塞的进程从等待该事件的阻塞队列中移出，将其PCB中的现行状态由阻塞改为就绪
- 然后再将该PCB插入到就绪队列中

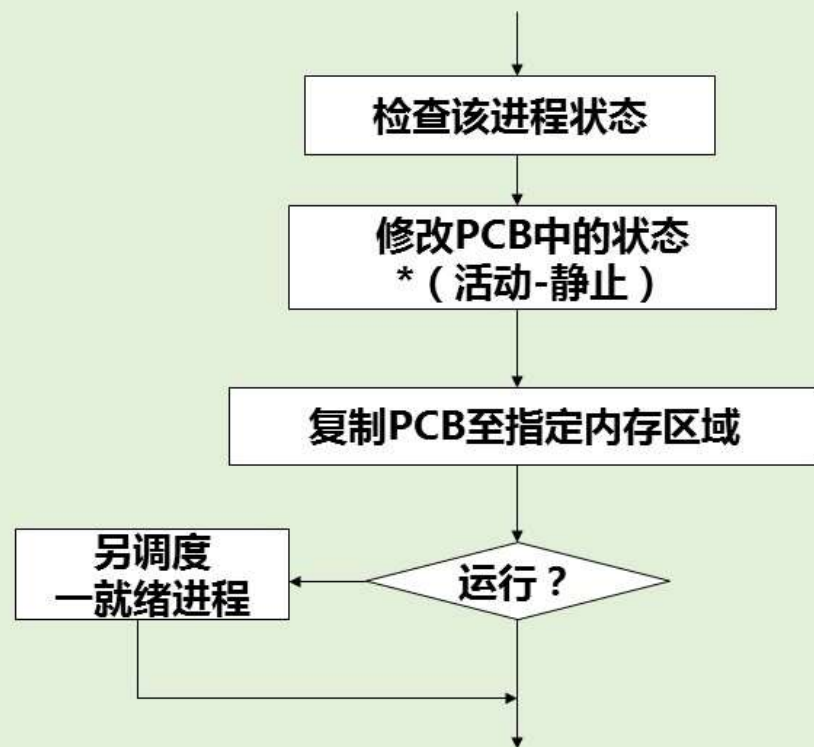


- **阻塞原语block ()和唤醒原语wakeup ()是一对作用刚好相反的原语。如果在某进程中调用了阻塞原语，则必须在与之合作的另一进程中或其他相关的进程中，安排唤醒原语，以能唤醒阻塞进程；否则，被阻塞进程将会因不能被唤醒而长久地处于阻塞状态，从而再无机会继续运行。**

2.3.5 进程的挂起与激活

1. 进程的挂起□

- 引起进程挂起的事件：如用户进程请求将自己挂起，或父进程请求将自己的某个子进程挂起，系统将利用挂起原语suspend()将指定进程或处于阻塞状态的进程挂起。

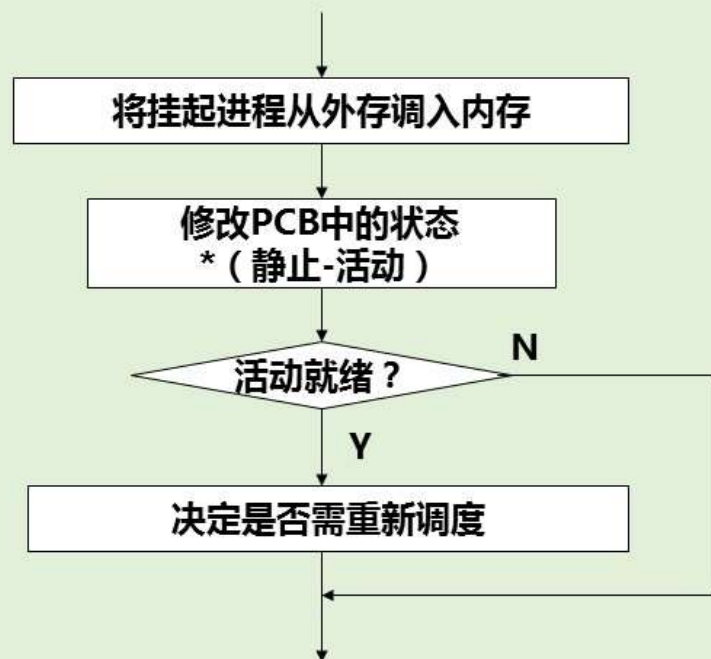


挂起原语的执行过程：首先检查被挂起进程的状态，若处于活动就绪状态，便将其改为静止就绪；对于活动阻塞状态的进程，则将其改为静止阻塞。最后，若被挂起的进程正在执行，则转向调度程序重新调度。

进程的挂起过程

2. 进程的激活过程□

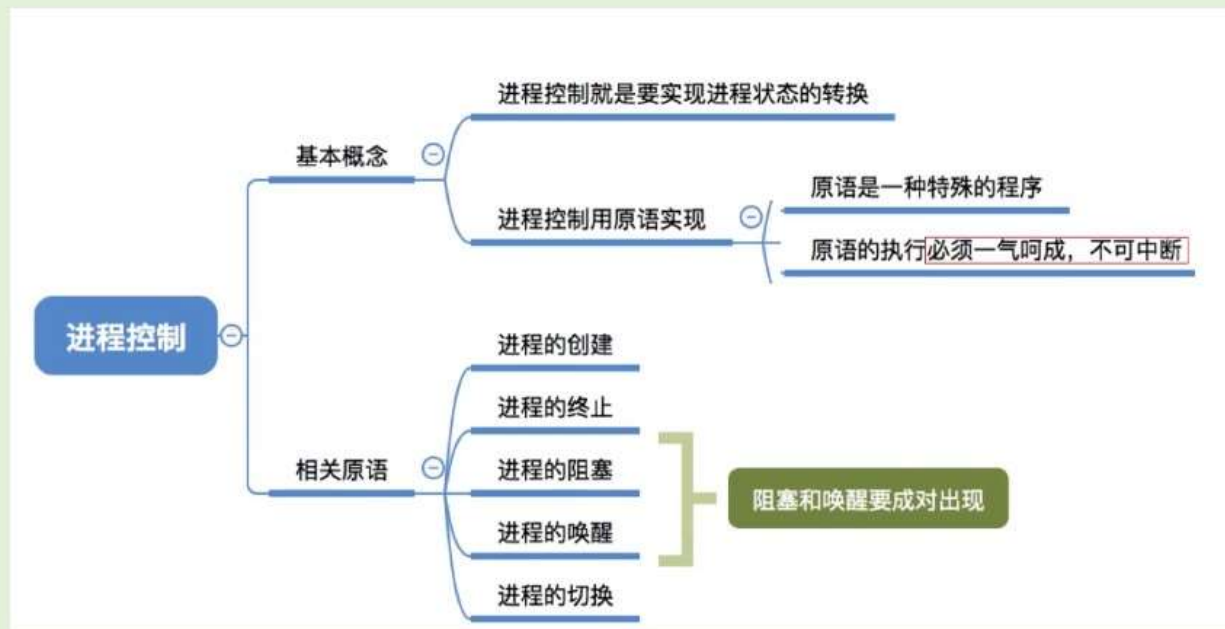
- **激活进程的事件**：如父进程或用户进程请求激活指定进程，若该进程驻留在外存而内存中已有足够的空间时，则可将在外存上处于静止就绪状态的进程换入内存。这时，系统将利用激活原语`active()`将指定的进程激活。



进程的激活过程

•激活原语的执行过程是：先将进程从外存调入内存，检查该进程的现行状态，若是静止就绪，便将之改为活动就绪；若为静止阻塞便将之改为活动阻塞。

知识点总结



填空题 3分

程序并发执行与顺序执行时相比产生了一些新特征，分别是 [填空1]、[填空2] 和 [填空3]

单选题 1分

1.下列进程状态的转换中,哪一个是不正确的()。

- ☒ A 就绪运行
- ☐ B 运行就绪
- ☐ C 就绪阻塞
- ☐ D 阻塞就绪

单选题 1分

2.某进程由于需要从磁盘上读入数据而处于阻塞状态。当系统完成了所需的读盘操作后,此时该进程的状态将()。

- ☐ A 从就绪变为运行
- ☐ B 从运行变为就绪
- ☐ C 从运行变为阻塞
- ☒ D 从阻塞变为就绪

单选题 1分

3.多个进程的实体能存在于同一内存中,在一段时间内都得到运行。这种性质称作进程的()。

- ☐ A 动态性
- ☒ B 并发性
- ☐ C 调度性
- ☐ D 异步性

单选题 1分

4.进程控制块是描述进程状态和特性的数据结构,一个进程()。

- ☐ A 可以有多个进程控制块
- ☐ B 可以和其他进程共用一个进程控制块
- ☐ C 可以没有进程控制块
- ☒ D 只能有惟一的进程控制块

单选题 1分

5. 现代操作系统的两个基本特征是()和资源共享。

- ☐ A 多道程序设计
- ☐ B 中断处理
- ☒ C 程序的并发执行
- ☐ D 实现分时与实时处理