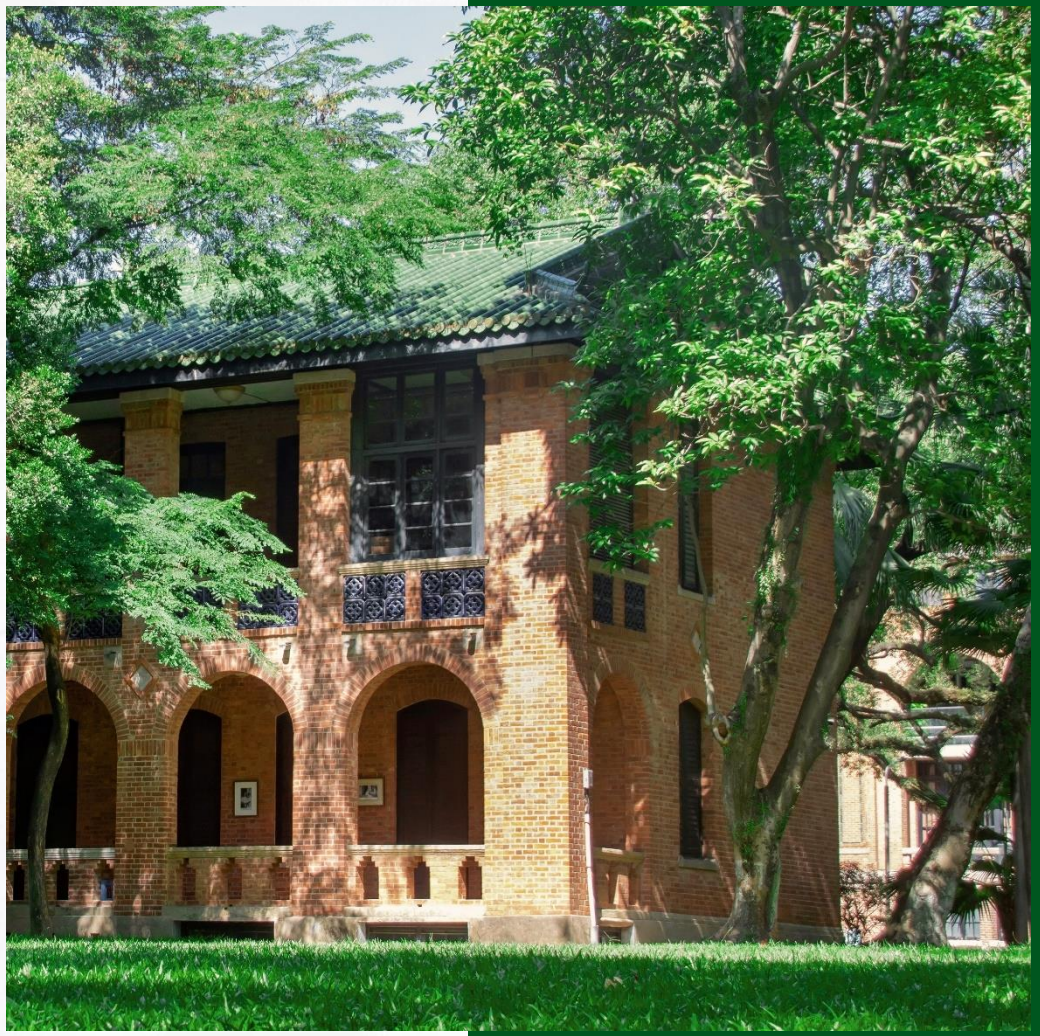
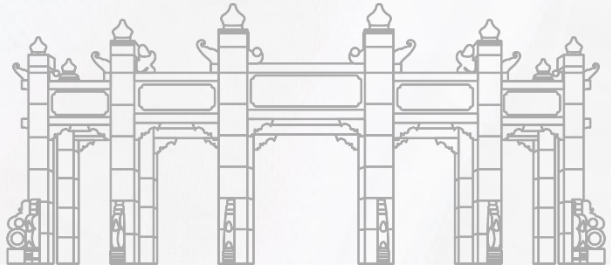
中山大學
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

鸿蒙操作系统
进程与线程模型





HarmonyOS的进程管理

1. 进程是LiteOS-a当中才有的概念，LiteOS-m只有task（线程）的概念。
2. OpenHarmony内核的进程模块可以给用户提供多个进程，实现了进程之间的切换和通信，帮助用户管理业务程序流程。
3. OpenHarmony内核的进程一共有22个优先级(10-31)，最高优先级为10，最低优先级为31。
4. 高优先级的进程可抢占低优先级进程，低优先级进程必须在**高优先级进程阻塞或结束**后才能得到调度。
5. 每一个用户态进程均拥有自己独立的进程空间，相互之间不可见，实现进程间隔离。
6. 用户态根进程init由内核态创建，其它用户态子进程均由init进程fork而来。

HarmonyOS的进程模型

LiteOS-a中的进程控制块（PCB）

- 进程与进程的关系，包括父进程、子进程、兄弟进程等。
- 进程与包含的线程的关系。
- 进程的调度控制信息，如优先级、剩余时间片等。
- 进程的资源参数，如内存等。
- 进程的权限信息，如管理员。

HarmonyOS的进程模型

OpenHarmony中的**五种进程状态**

1. 初始化（Init）：该进程正在被创建。
2. 就绪（Ready）：该进程在就绪列表中，等待CPU调度。
3. 运行（Running）：该进程正在运行。
4. 阻塞（Pending）：该进程被阻塞挂起。本进程内所有的线程均被阻塞时，进程被阻塞挂起。
5. 僵尸态（Zombies）：该进程运行结束，等待父进程回收其控制块资源。

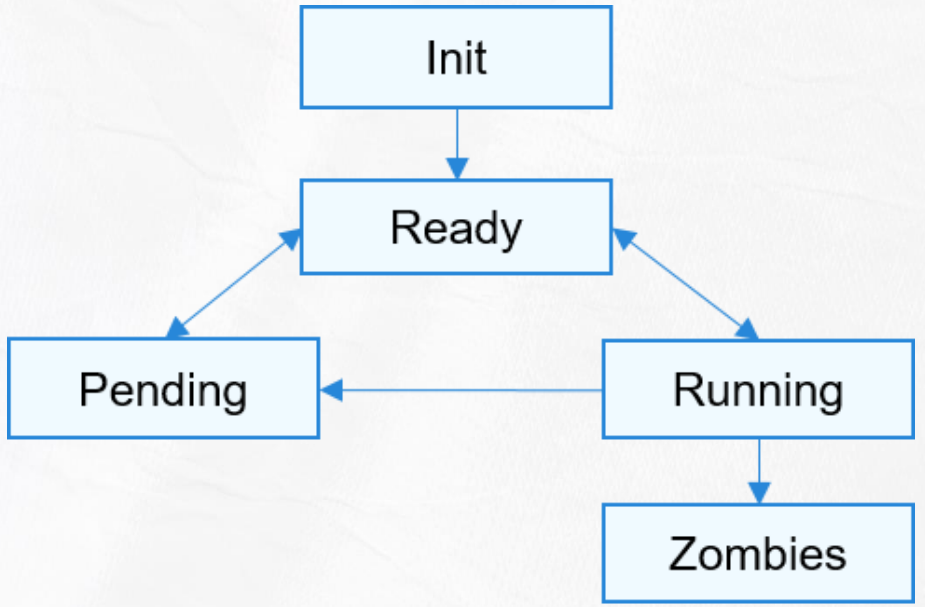


图3-1 进程状态迁移示意图

HarmonyOS的进程状态转换

1. Init→Ready

- 进程创建或fork时，拿到该进程控制块后进入Init状态，处于进程初始化阶段，当进程初始化完成将进程插入调度队列，此时进程进入就绪状态。

2. Ready→Running

- 进程创建后进入就绪态，发生进程切换时，就绪列表中**最高优先级**的进程被执行，从而进入运行态。
- 若此时该进程中已处于就绪态，则进程从就绪列表删除，只处于运行态；若此时该进程中还有其它线程处于就绪态，则该进程依旧在就绪队列，此时进程的就绪态和运行态共存，但对外呈现的进程状态为运行态。

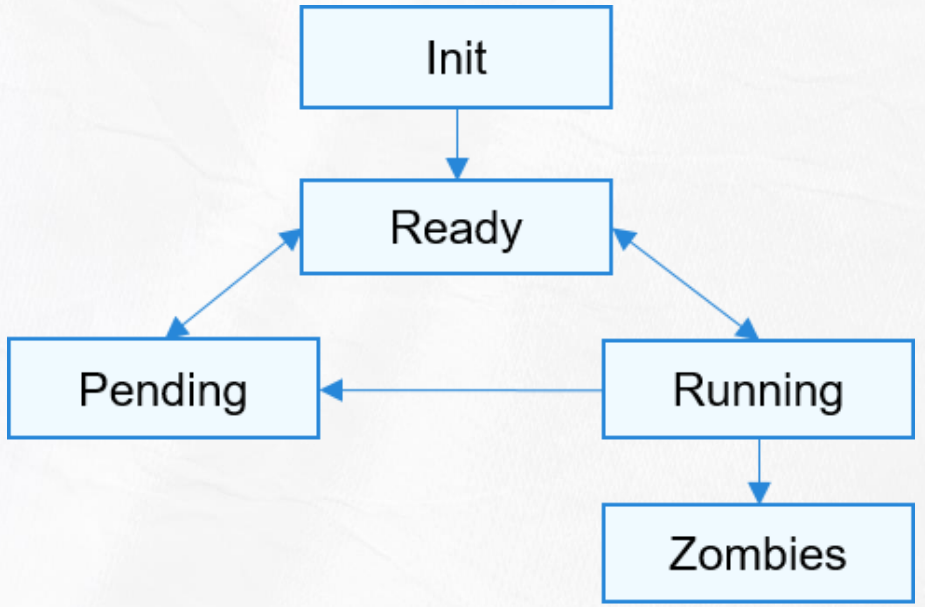


图3-1 进程状态迁移示意图

HarmonyOS的进程状态转换

3. Running→Pending

- 进程在最后一个线程转为阻塞态时， 进程内所有的线程均处于阻塞态，此时进程同步进入阻塞态，然后发生进程切换。

4. Pending→Ready

- 阻塞进程内的任意线程恢复就绪态时，进程被加入到就绪队列，同步转为就绪态。

5. Ready→Pending

- 进程内的最后一个就绪态线程转为阻塞态时，进程从就绪列表中删除，进程由就绪态转为阻塞态。

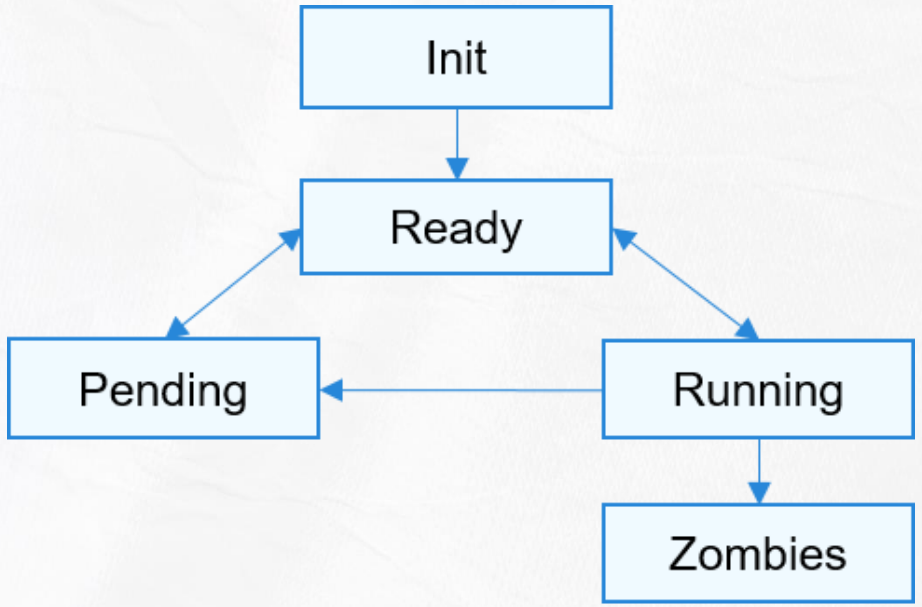


图3-1 进程状态迁移示意图

HarmonyOS的进程状态转换

6. Running→Ready

- 有更高优先级的进程创建或者恢复后，会发生进程调度，此刻就绪列表中最高优先级进程变为运行态，那么原先运行的进程由运行态变为就绪态。
- 若进程的调度策略为 LOS_SCHED_RR（时间片轮转），且存在同一优先级的另一个进程处于就绪态，则该进程的时间片消耗光之后，该进程由运行态转为就绪态，另一个同优先级的进程由就绪态转为运行态。

7. Running→Zombies

- 当进程的主线程或所有线程运行结束后，进程由运行态转为僵尸态，等待父进程回收资源。

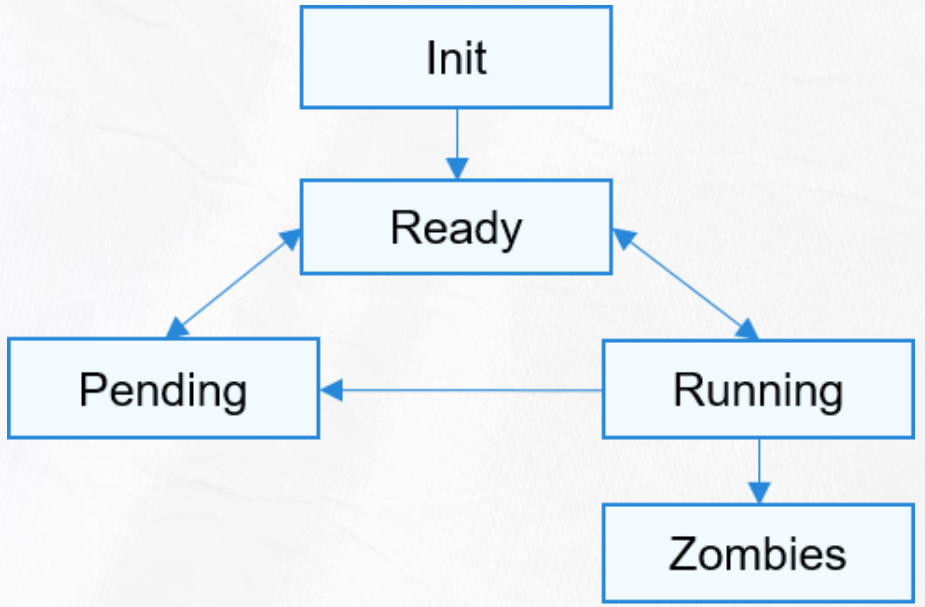


图3-1 进程状态迁移示意图

HarmonyOS的进程运行机制

1. OpenHarmony提供的进程模块主要用于实现用户态进程的隔离。
   - 支持用户态进程的创建、退出、资源回收、设置/获取调度参数、获取进程ID、设置/获取进程组ID等功能。
2. 用户态进程通过fork父进程而来，fork进程时会将父进程的进程虚拟内存空间clone到子进程，子进程实际运行时通过写时复制机制将父进程的内容按需复制到子进程的虚拟内存空间。
3. 进程只是资源管理单元，实际运行是由进程内的各个线程完成的，不同进程内的线程相互切换时会进行进程空间的切换。

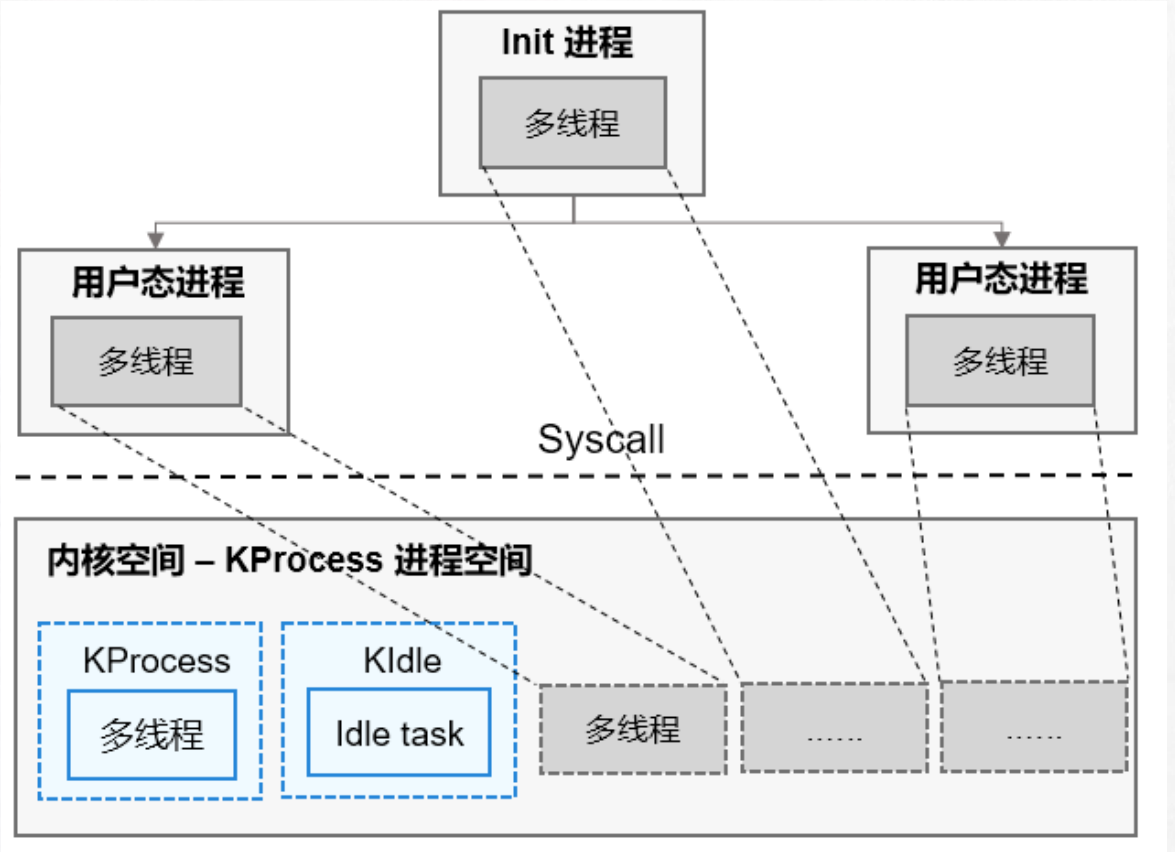


图3-2 进程管理示意图

HarmonyOS的线程管理

1. 线程既存在于LiteOS-a，也存在于LiteOS-m。
2. 系统的角度看，线程是竞争系统资源的最小运行单元。线程可以使用或等待CPU、使用内存空间等系统资源，并独立于其它线程运行。
3. OpenHarmony内核每个进程内的线程独立运行、独立调度，当前进程内线程的调度不受其它进程内线程的影响。
4. OpenHarmony内核中的线程采用抢占式调度机制，同时支持时间片轮转调度和FIFO调度方式。
5. OpenHarmony 内核的任务一共有32个优先级(0-31)，最高优先级为0，最低优先级为31。
6. 当前进程内高优先级的线程可抢占当前进程内低优先级线程，当前进程内低优先级线程必须在当前进程内高优先级线程阻塞或结束后才能得到调度。

HarmonyOS的线程模型

1. LiteOS-m的线程控制块（TCB）
   - 运行控制参数，如堆栈、优先级、状态、函数入口等。
   - IPC进程间通信的相关参数，如持有的信号量等。
2. LiteOS-a的线程控制块（TCB）
   - 在LiteOS-m的线程控制块的基础上增加了如下参数：
   - 支持复杂调度模式的参数
   - 进程相关的数据，如归属进程号。
   - 多核SMP的支持参数。
   - 多进程相关的参数。

HarmonyOS的线程模型

OpenHarmony中的**五种线程状态**

- 初始化（Init）：该线程正在被创建。
- 就绪（Ready）：该线程在就绪列表中，等待CPU调度。
- 运行（Running）：该线程正在运行。
- 阻塞（Blocked）：该线程被阻塞挂起。Blocked状态包括：pend(因为锁、事件、信号量等阻塞)、suspend（主动pend）、delay(延时阻塞)、pendtime(因为锁、事件、信号量时间等超时等待)。
- 退出（Exit）：该线程运行结束，等待父线程回收其控制块资源。

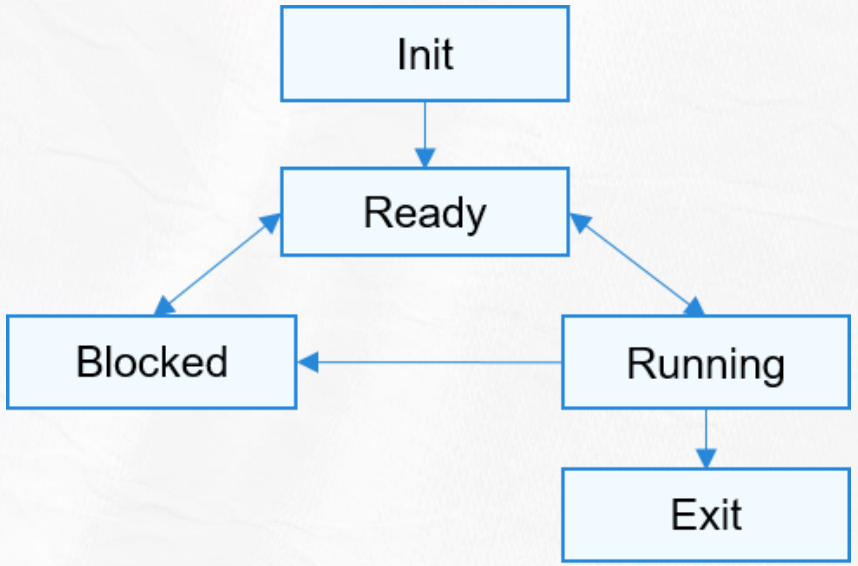


图3-3 状态迁移示意图

HarmonyOS的线程状态转换

1. Init→Ready

线程创建拿到控制块后为Init状态，处于线程初始化阶段，当线程初始化完成将线程插入调度队列，此时线程进入就绪状态。

2. Ready→Running

任务创建后进入就绪态，发生任务切换时，就绪列表中最高优先级的任务被执行，从而进入运行态，此刻该任务从就绪列表中删除。

3. Running→Blocked

正在运行的任务发生阻塞（挂起、延时、读信号量等）时，任务状态由运行态变成阻塞态，然后发生任务切换，运行就绪列表中剩余最高优先级任务。

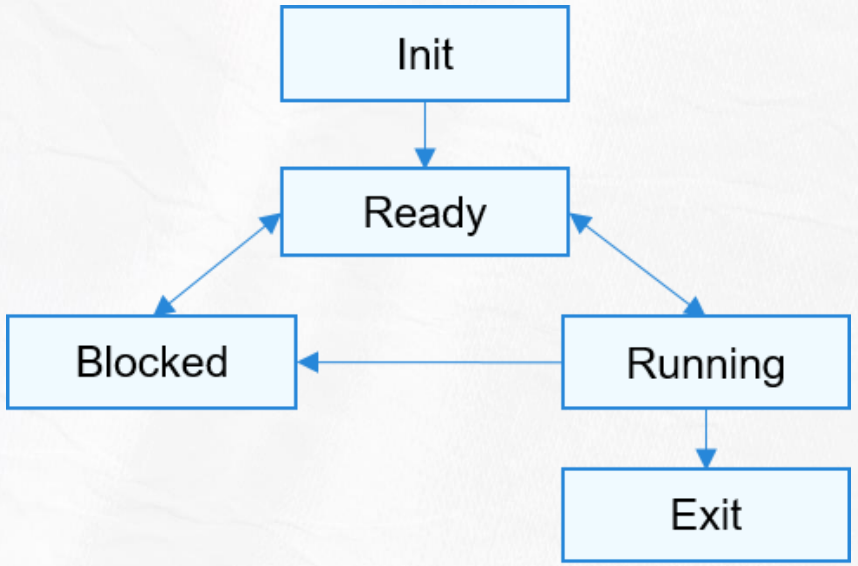


图3-3 状态迁移示意图

HarmonyOS的线程状态转换

4. Blocked→Ready

阻塞的任务被恢复后（任务恢复、延时时间超时、读信号量超时或读到信号量等），此时被恢复的任务会被加入就绪列表，从而由阻塞态变成就绪态。

5. Ready→Blocked

任务也有可能在就绪态时被阻塞（挂起），此时任务状态会由就绪态转变为阻塞态，该任务从就绪列表中删除，不会参与任务调度，直到该任务被恢复。

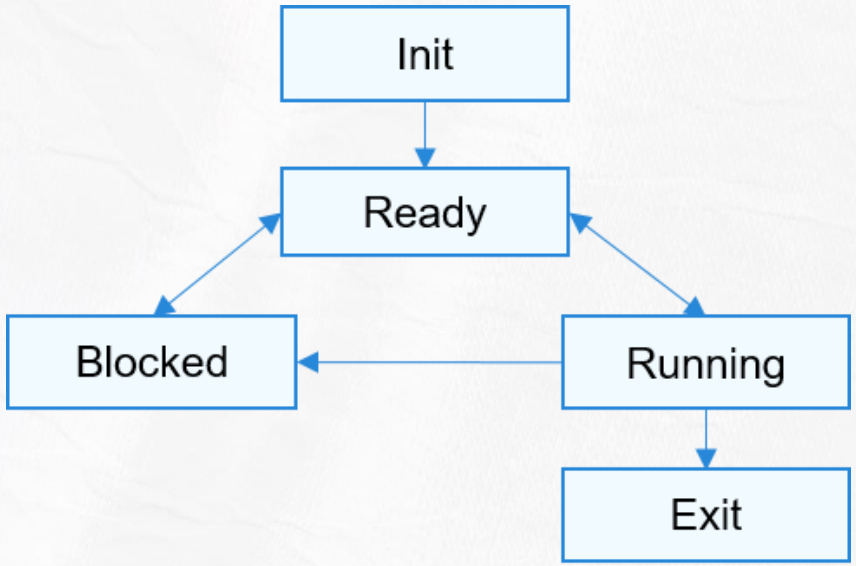


图3-3 状态迁移示意图

HarmonyOS的线程状态转换

6. Running→Ready

有更高优先级任务创建或者恢复后，会发生任务调度，此刻就绪列表中最高优先级任务变为运行态，那么原先运行的任务由运行态变为就绪态，并加入就绪列表中。

7. Running→Exit

运行中的任务运行结束，任务状态由运行态变为退出态。若为设置了分离属性（由头文件 los_task.h 中的宏定义 LOS_TASK_STATUS_DETACHED 设置）的任务，运行结束后将直接销毁。

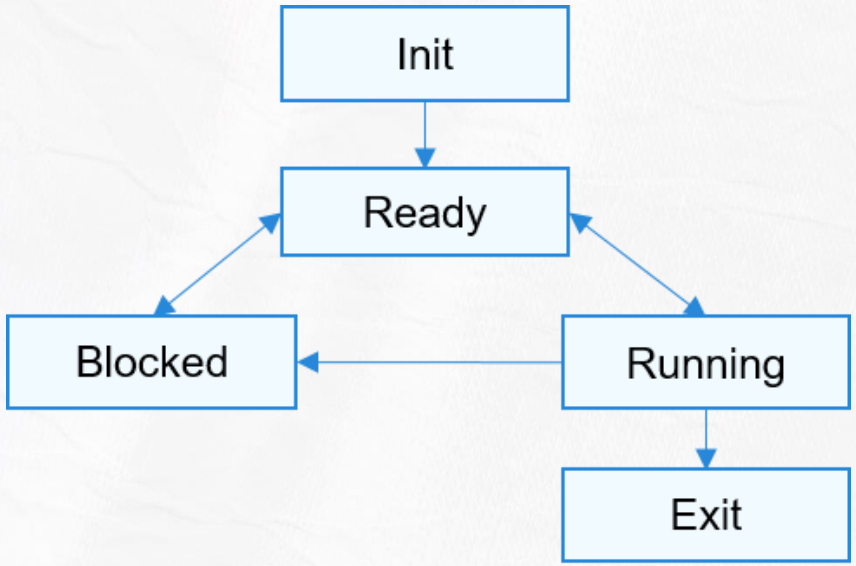


图3-3 状态迁移示意图

用户对进程和线程的操作

1．对进程的操作

- 进程创建后，用户只能操作自己进程空间的资源，无法操作其它进程的资源（共享资源除外）。
- 用户态允许进程挂起，恢复，延时等操作，同时也可以设置用户态进程调度优先级和调度策略，获取进程调度优先级和调度策略。
- 进程结束的时候，进程会主动释放持有的进程资源，但持有的进程pid资源需要父进程通过wait/waitpid或父进程退出时回收。

2．对线程的操作

- 线程创建后，用户态可以执行线程调度、挂起、恢复、延时等操作，同时也可以设置线程优先级和调度策略，获取线程优先级和调度策略。

用户对进程和线程的操作

1．对进程操作的常用接口

- LOS_GetCurrProcessID：获取当前进程的进程ID
- LOS_GetProcessGroupID：获取指定进程的进程组ID
- LOS_GetUserID：获取当前进程的用户ID
- LOS_GetGroupID：获取当前进程的用户组ID
- LOS_GetProcessScheduler：获取指定进程的调度策略
- LOS_SetProcessScheduler：设置指定进程的调度参数，包括优先级和调度策略
- LOS_GetUsedPIDList：获得已使用的进程ID列表
- LOS_Fork：创建子进程
- LOS_Wait：等待子进程结束并回收子进程
- LOS_Exit：退出进程

用户对进程和线程的操作

1．对线程（Task）操作的常用接口

- LOS_TaskCreate：创建任务
- LOS_TaskCreateOnly：创建任务并阻塞，任务恢复前不会将其加入就绪队列中
- LOS_TaskDelete：删除指定的任务，回收其任务控制块和任务栈所消耗的资源
- LOS_TaskResume：恢复挂起的任务
- LOS_TaskJoin：阻塞当前任务，等待指定任务运行结束并回收其资源
- LOS_TaskLock：锁定任务调度，阻止任务切换
- LOS_TaskUnlock：解锁任务调度。通过该接口可以使任务锁数量减1，若任务多次加锁，那么任务调度在锁数量减为0时才会完全解锁
- LOS_TaskPriSet：设置指定任务的优先级
- LOS_CurTaskPriSet：设置当前正在运行的任务的优先级

中山大學
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

谢谢观看

SUN YAT-SEN UNIVERSITY