操作系统　第四章　进程管理

4.4 可执行存储器（内存+盘交换区）的使用

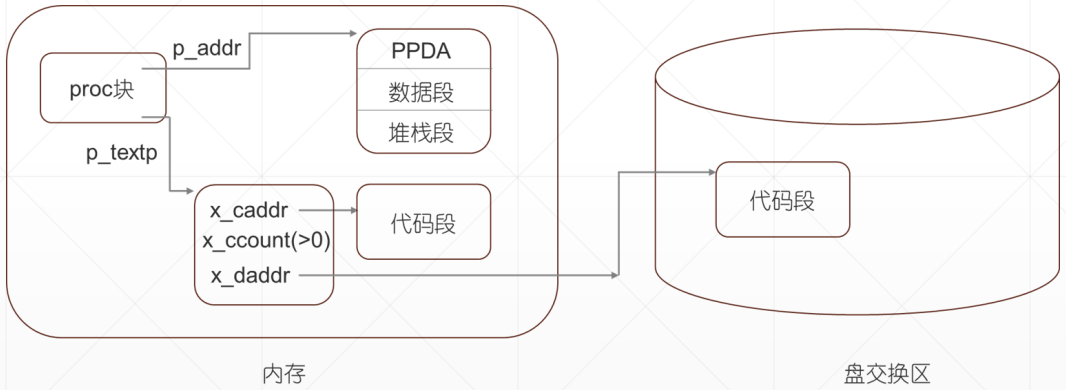
同济大学计算机系

可执行存储器

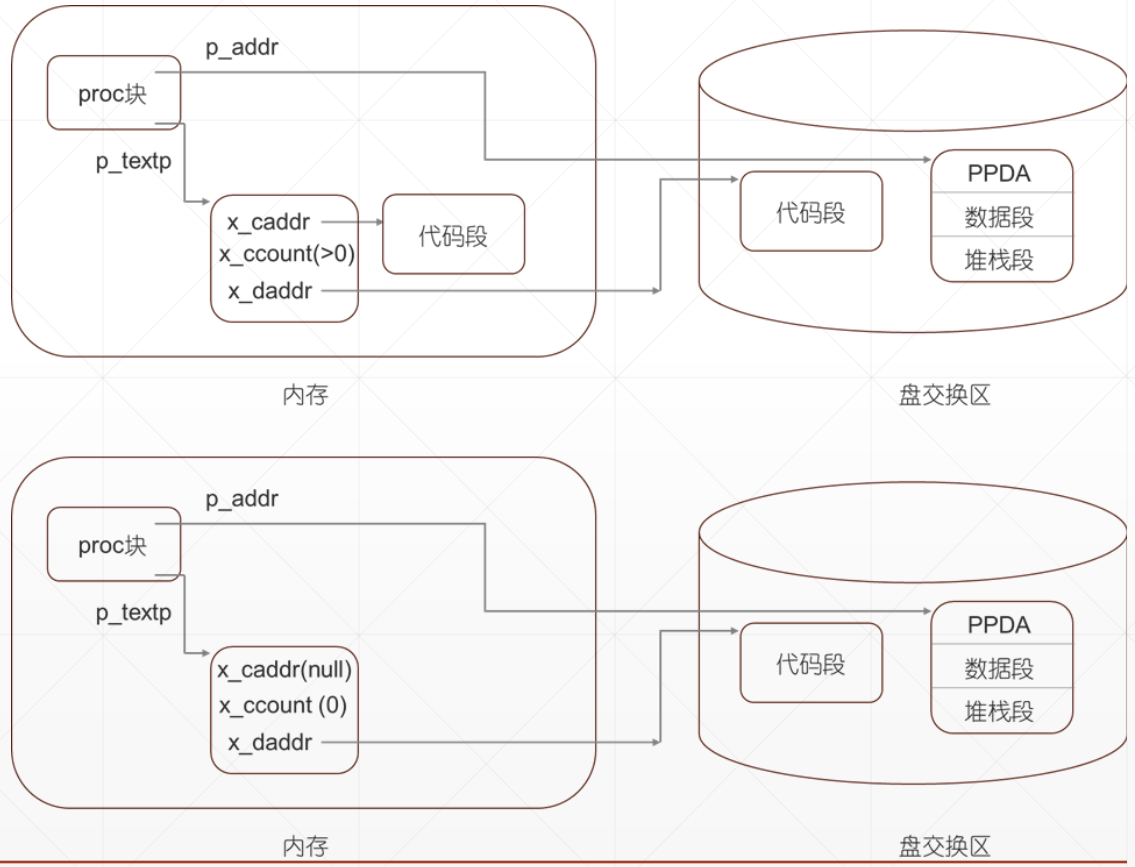
- 可执行存储器是用来存放进程图像的存储单元，包括 内存 和 盘交换区。
- 内存中的进程图像可执行，因为每个单元都有物理地址。
- 盘交换区中的图像不可执行。运行前，必需为其分配内存。

Unix V6++ 进程图像占据的可执行存储器

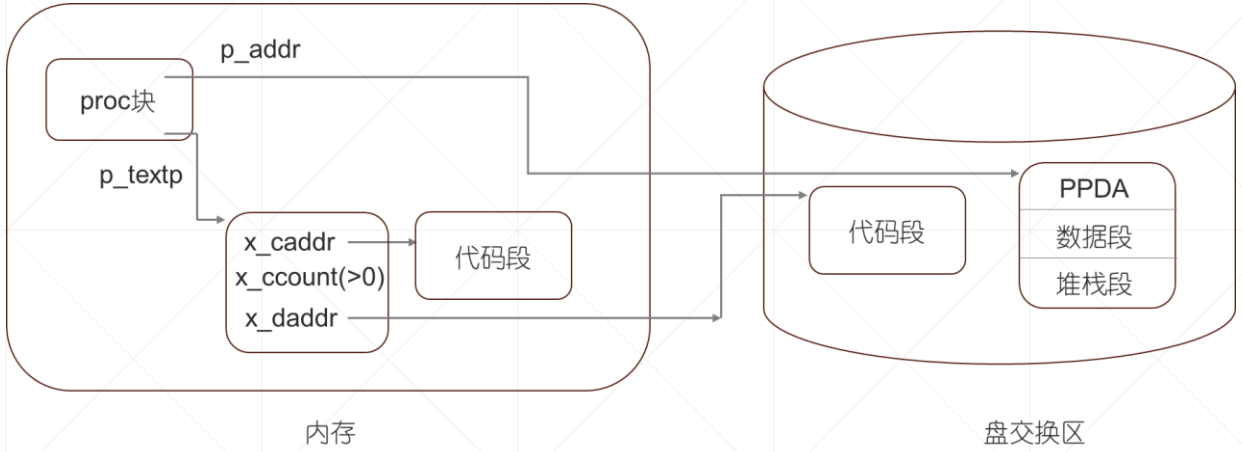
内存中的进程 **SLOAD = 1**



盘交换区上的进程 **SLOAD = 0**



换入操作



盘交换区上的进程运行前，执行换入操作

图 a
1、为可交换部分分配连续内存单元
2、启动磁盘IO，复制盘交换区上的 可交换部分
3、释放可交换部分占据的盘交换区空间

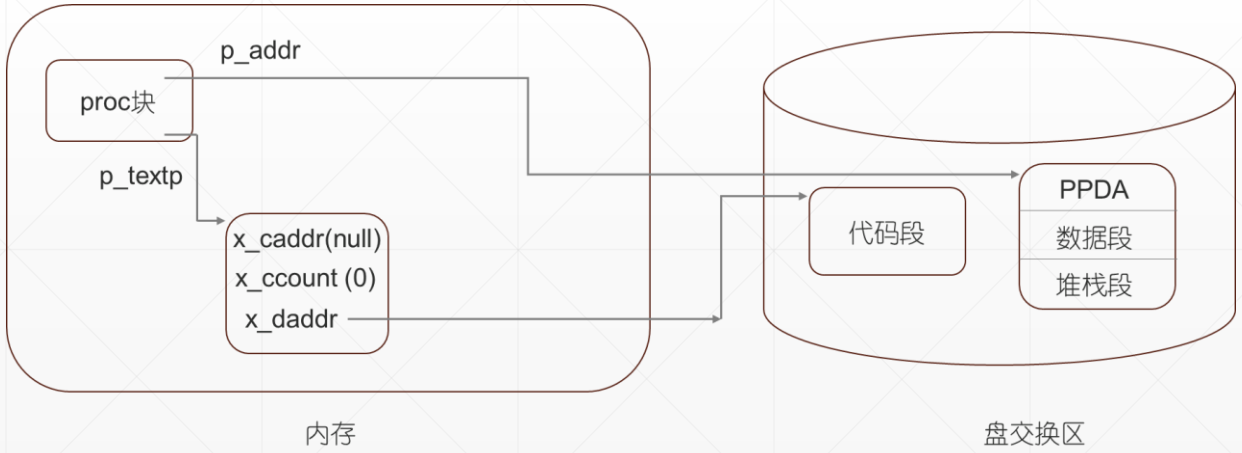
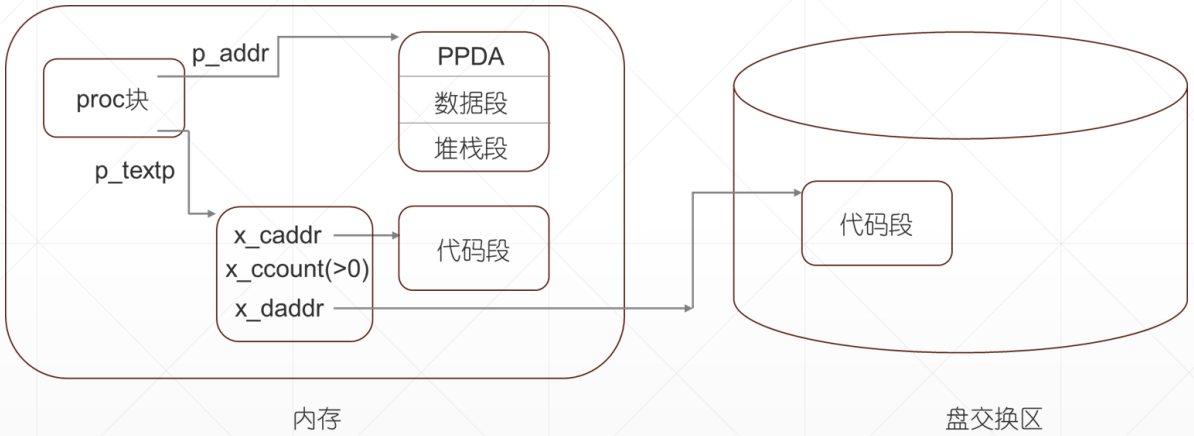


图 b
1、为代码段分配连续内存单元，复制代码段图像
2、为可交换部分分配连续内存单元，复制可交换部分，释放可交换部分占据的盘交换区空间

Unix V6++系统仅换入就绪进程

换出操作



1、为可交换部分分配盘交换区空间

2、启动IO，复制可交换部分。释放内存

3、x_ccount - -，为0，释放代码段占据的内存单元

内存是主存。盘交换区是辅存，能不用尽量不用。
必须使用时，优先换出SWAIT，其次是SSLEEP和SRUN。

可执行存储器管理

```
class ProcessManager
{
    …
    int RunIn;      // 初值为0。 1表示无法换入盘交换区上的就绪进程
    int RunOut;     // 初值为1。 1表示盘交换区不存在就绪进程
    …
}
```

Newproc	Expand	……
Sched	XSwap	Exec
	Swap	

Swap，进程图像 IO。

XSwap，换出。0#进程 或 现运行进程 实施。
Sched， 换入。由0#进程实施。
Exec，加载可执行程序时，盘交换区留一份代码。

Newproc，创建子进程时，若内存不足，调用XSwap将子进程图像创建在盘交换区 。

Expand，进程图像扩展，若内存不足，换出当前进程图像 。

Sleep(SWAIT)，WakeUpAll，Exit 。

每个整数秒，考虑利用已终止进程占用的内存空间 。

一、Swap，启动IO，在盘交换区 和 内存之间复制进程图像

bool BufferManager::Swap(int blkno, unsigned long addr, int count, enum Buf::BufFlag flag)

入口参数：

blkno：盘交换区上的起始扇区号；

addr：内存起始地址；

count：进程图像的长度，单位是字节；

flag： Buf::B_READ(0x02)，磁盘上的进程图像复制进内存；

Buf::B_WRITE(0x01)，反过来。

返回值：

true，IO成功；false，IO失败；

1、构造IO请求，启动 IO 操作。

// 随后，外设芯片（硬件）工作，将磁盘上的图像复制进内存（或者反过来）。IO 完成后送出磁盘中断信号

2、入睡，同步等待IO操作结束。

u.u_procp->Sleep（……, ProcessManager::PSWP）// 换入、换出操作，入睡优先数 -100

3、返回

二、XSwap，换出内存中的进程

void ProcessManager::XSwap(Process* pProcess, bool bFreeMemory, int size)

1、将进程pProcess内存中的可交换区复制到盘交换区。

- bFreeMemory为true，复制完成后释放内存中的可交换部分；false选项用于子进程创建，复制完成后内存中的可交换部分不释放，供父进程使用，子进程用盘交换区复本。
- size是进程图像的大小，0是默认值，取可交换部分的长度。

2、true分支，若内存无进程引用pProcess的代码段，释放空间。

```
void ProcessManager::XSwap( Process* pProcess, bool bFreeMemory, int size )
{
        if ( 0 == size)
        {
                size = pProcess->p_size;
        }

        /* 为进程图像分配盘交换区空间。blkno是起始扇区号 */
        int blkno = Kernel::Instance().GetSwapperManager().AllocSwap(pProcess->p_size);
        if ( 0 == blkno )
        {
                Utility::Panic("Out of Swapper Space");
        }

        if ( pProcess->p_textp != NULL )
        {
                pProcess->p_textp->XccDec();    // text结构，x_ccount --。为0，释放内存复本。
        }
```

```
pProcess->p_flag |= Process::SLOCK;     /* 进程图像复制期间，要上锁。防止同一进程图像被重复换出 */

if ( false == Kernel::Instance().GetBufferManager().Swap(blkno, pProcess->p_addr, size, Buf::B_WRITE) )
{   /* IO操作，可交换部分写磁盘（同步写） */
        Utility::Panic("Swap I/O Error");
}

if ( bFreeMemory )
{   /* 释放内存复本 */
        Kernel::Instance().GetUserPageManager().FreeMemory(size, pProcess->p_addr);
}

pProcess->p_addr = blkno;     /* 修正PCB */
pProcess->p_flag &= ~(Process::SLOAD | Process::SLOCK);
pProcess->p_time = 0;
```

```
class ProcessManager
{
    …
    int RunIn;      // 初值为0。 1表示无法换入盘交换区上的就绪进程
    int RunOut;     // 初值为1。 1表示盘交换区不存在就绪进程
    …
}
```

```
        if ( this->RunOut )
        {
                this->RunOut = 0;
                Kernel::Instance().GetProcessManager().WakeUpAll((unsigned long)&RunOut);
        }
}
```

后续：XSwap 成功，现运行进程继续执行 NewProc 或 Expand，它会入睡等待，直至0#进程将图像搬入内存。

三、0# 进程 和 换入操作

- 系统初始化时创建0#进程，执行Sched( )程序。

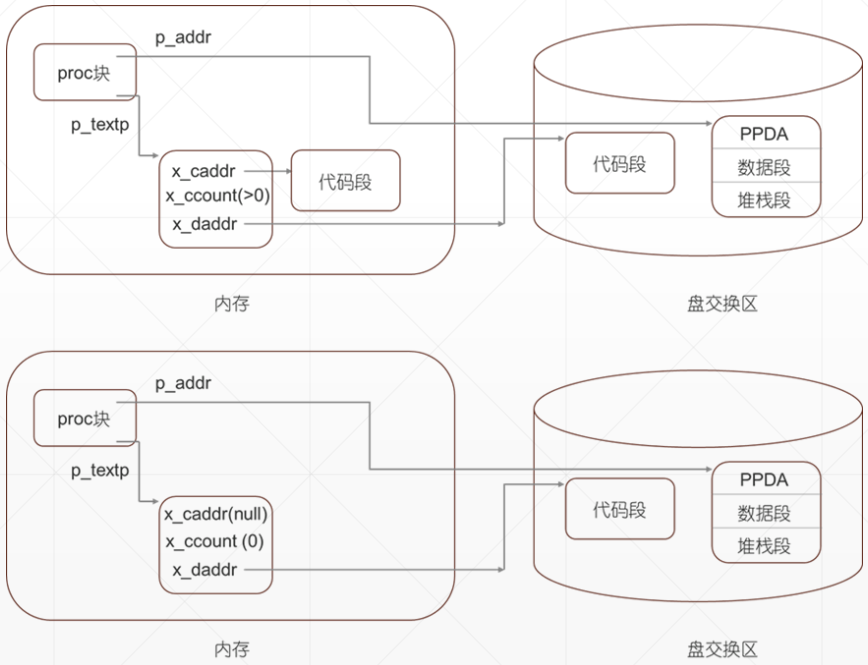
- 初值：

  RunIn = RunOut = 0。

```
void ProcessManager::Sched()
{
    User& u = Kernel::Instance().GetUser();
    goto loop;
    ……
loop:
    seconds = -1;
    for ( int i = 0; i < ProcessManager::NPROC; i++ )
    {
        if ( this->process[i].p_stat == Process::SRUN &&
            (this->process[i].p_flag & Process::SLOAD) == 0 &&
            this->process[i].p_time > seconds )
        {
                pSelected = &(this->process[i]);
                seconds = pSelected->p_time;    // 盘交换区驻留时长
        }
    }

     /* 如果找着，0#进程睡眠等待第一个 ~SLOAD SRUN */
    if ( -1 == seconds )
    {
                this->RunOut++;
                u.u_procp->Sleep((unsigned long)&RunOut, ProcessManager::PSWP);
                goto loop;
    }
```

为盘交换区上的进程分配内存




```
void ProcessManager::Sched()
{
    User& u = Kernel::Instance().GetUser();
    goto loop;

sloop:
    this->RunIn++;
    u.u_procp->Sleep((unsigned long)&RunIn, ProcessManager::PSWP);

loop:
    ……选中盘交换区上的就绪进程 pSelected

    size = pSelected->p_size;
    if ( pSelected->p_textp != NULL && 0 == pSelected->p_textp->x_ccount )
        size += pSelected->p_textp->x_size;

    desAddress = Kernel::Instance().GetUserPageManager().AllocMemory(size);
    if ( NULL != desAddress )
    {
        goto found2;
    }
```

换入操作
(内存有空)

```
found2:
    BufferManager& bufMgr = Kernel::Instance().GetBufferManager();
    if ( pSelected->p_textp != NULL )
    {
        Text* pText = pSelected->p_textp;
        if ( pText->x_ccount == 0 )
        {       /*  复制盘交换区上的正文段 */
            if ( bufMgr.Swap(pText->x_daddr, desAddress, pText->x_size, Buf::B_READ) == false )
                goto err;
            pText->x_caddr = desAddress;
            desAddress += pText->x_size;
        }
        pText->x_ccount++;
    }

/*换入可交换部分*/  if ( bufMgr.Swap(pSelected->p_addr, desAddress, pSelected->p_size, Buf::B_READ) == false )
        goto err;
    Kernel::Instance().GetSwapperManager().FreeSwap(pSelected->p_size, pSelected->p_addr);
    pSelected->p_addr = desAddress;
    pSelected->p_flag |= Process::SLOAD;
    pSelected->p_time = 0;
    goto loop;
```

```
for ( int i = 0; i < ProcessManager::NPROC; i++ )
{
    if ( this->process[i].p_flag & (Process::SSYS | Process::SLOCK | Process::SLOAD) == Process::SLOAD
        && (this->process[i].p_stat == Process::SWAIT || this->process[i].p_stat == Process::SSTOP) )
            pSelected = &(this->process[i]),   goto found1;      // 换出内存中的进程，SWAIT 或 SSTOP
}

// 万不得以，冒着给系统带来抖动的风险换出SSLEEP 或 SRUN。要权衡利弊。
if ( seconds < 3 )
    goto sloop;     // PPT13，sleep RunIn

seconds = -1;
for ( int i = 0; i < ProcessManager::NPROC; i++ )
{
    if ( this->process[i].p_flag & (Process::SSYS | Process::SLOCK | Process::SLOAD) == Process::SLOAD
        && (this->process[i].p_stat == Process::SSLEEP || this->process[i].p_stat == Process::SRUN)
        && pSelected->p_time > seconds )
            pSelected = &(this->process[i]),  seconds = pSelected->p_time;     // 内存中的就绪进程，找p_time最大的
}
if ( seconds < 2 )
    goto sloop;     // PPT13，sleep RunIn
```

内存没空，要执行对换操作

换出操作
(换出内存中的进程)

```
found1:
    X86Assembly::STI();
    pSelected->p_flag &= ~Process::SLOAD;
    this->XSwap(pSelected, true, 0);  // 换出内存中的一个进程
    goto loop;  // PPT 12，再次尝试换入盘交换区上的就绪进程
```

总结：Sched( )架构

```
Sched ( )
{
    goto loop;

    sloop:
        RunIn++，Sleep（RunIn）； // 等吧，过会内存会有空的！
    loop:
        找 盘交换区 p_time 最大的就绪进程 pSelect;
        没有。。。好事儿！ RunOut++， Sleep( RunOut);
        否则，为 pSelect 分配内存
        内存分配成功  goto found2
                                                    }
```

内存分配不成功，需要换出内存中的进程，衡量代价值得，继续；不值得，goto sloop。

found1：
    XSwap换出内存中的进程，
    goto loop 尝试换入目标进程

found2：
    换入pSelected；

goto loop；

激活0#进程（1）现运行进程低优先权入睡，放弃CPU前看下 RunIn

```
void Process::Sleep(unsigned long chan, int pri)
{
        if ( pri > 0 )
        {
                this->p_wchan = chan;
                this->p_stat = Process::SWAIT;
                this->p_pri = pri;

                if ( procMgr.RunIn != 0 )   // 盘交换区有 SRUN 等着进内存
                {
                        procMgr.RunIn = 0;
                        procMgr.WakeUpAll((unsigned long)&procMgr.RunIn);
                }

                Kernel::Instance().GetProcessManager().Swtch();      ……
        }
        ……
}
```

0# 进程换出 SWAIT 的现运行进程，之后换入盘交换区上的 SRUN 进程

唤醒的0#进程，恢复运行，执行对换操作

```
void ProcessManager::Sched()
{
    User& u = Kernel::Instance().GetUser();
    goto loop;

sloop:
    this->RunIn++;
    u.u_procp->Sleep((unsigned long)&RunIn, ProcessManager::PSWP);

loop:
    ……选中盘交换区上的就绪进程 pSelected

    为pSelected分配内存，未果

    找到刚刚入睡的SWAIT，换出内存

    goto loop
}
```

激活0#进程（2）整数秒，Clock( )看下RunIn，为1时唤醒0#进程

```
void Time::Clock( struct pt_regs* regs, struct pt_context* context )
{
    ……
    if ( procMgr.RunIn != 0 )
    {
            procMgr.RunIn = 0;
            procMgr.WakeUpAll((unsigned long)&procMgr.RunIn);
     }
     ……
}
```

如果前一秒有进程终止，看看腾出来的内存可不可以容纳盘交换区上的SRUN

```
void ProcessManager::Sched()
{
    User& u = Kernel::Instance().GetUser();
    goto loop;

sloop:
    this->RunIn++;
    u.u_procp->Sleep((unsigned long)&RunIn, ProcessManager::PSWP);

loop:
    ……选中盘交换区上的就绪进程 pSelected

    为pSelected分配内存，没准可以装进终止进程原先占据的内存空间

    goto loop
}
```

激活0#进程（3）唤醒盘交换区上的就绪进程

```
void ProcessManager::WakeUpAll(unsigned long chan)
{
    for(int i = 0; i < ProcessManager::NPROC; i++)
    {
        if( this->process[i].IsSleepOn(chan) )
            this->process[i].SetRun();
    }
}
```

```
void Process::SetRun()
{
    ……
    this->p_wchan = 0;
    this->p_stat = Process::SRUN;
    if ( this->p_pri < procMgr.CurPri )
        procMgr.RunRun++;
    if ( 0 != procMgr.RunOut && (this->p_flag & Process::SLOAD) == 0 )
    {    // 如果被唤醒的是盘交换区上的进程，把0#进程也叫起来
            procMgr.RunOut = 0;
            procMgr.WakeUpAll((unsigned long)&procMgr.RunOut);
    }
}
```

唤醒的0#进程，恢复运行，换入盘交换区上刚刚被唤醒的进程。

```
void ProcessManager::Sched()
{
    User& u = Kernel::Instance().GetUser();
    goto loop;
    ……
loop:
    seconds = -1;
    for ( int i = 0; i < ProcessManager::NPROC; i++ )
    {
        if ( this->process[i].p_stat == Process::SRUN &&
            (this->process[i].p_flag & Process::SLOAD) == 0 &&
            this->process[i].p_time > seconds )
        {
                pSelected = &(this->process[i]);
                seconds = pSelected->p_time;
        }
    }

     /* 如果没有符合条件的进程，0#进程睡眠等待有需要换入的进程 */
    if ( -1 == seconds )
    {
                this->RunOut++;
                u.u_procp->Sleep((unsigned long)&RunOut, ProcessManager::PSWP);
                goto loop;
    }
```