

# 1.实现多线程

## 1.1进程和线程【理解】

- 进程：是正在运行的程序  
是系统进行资源分配和调用的独立单位  
每一个进程都有它自己的内存空间和系统资源
- 线程：是进程中的单个顺序控制流，是一条执行路径  
单线程：一个进程如果只有一条执行路径，则称为单线程程序  
多线程：一个进程如果有多条执行路径，则称为多线程程序

## 1.2实现多线程方式一：继承Thread类【应用】

- 方法介绍

| 方法名          | 说明                         |
|--------------|----------------------------|
| void run()   | 在线程开启后，此方法将被调用执行           |
| void start() | 使此线程开始执行，Java虚拟机会调用run方法() |

- 实现步骤
  - 定义一个类MyThread继承Thread类
  - 在MyThread类中重写run()方法
  - 创建MyThread类的对象
  - 启动线程
- 代码演示

```
public class MyThread extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        for(int i=0; i<100; i++) {
            System.out.println(i);
        }
    }
}

public class MyThreadDemo {
    public static void main(String[] args) {
        MyThread my1 = new MyThread();
        MyThread my2 = new MyThread();

        //      my1.run();
        //      my2.run();

        //void start() 导致此线程开始执行；Java虚拟机调用此线程的run方法
        my1.start();
    }
}
```

```
        my2.start();
    }
}
```

- 两个小问题
  - 为什么要重写run()方法?  
因为run()是用来封装被线程执行的代码
  - run()方法和start()方法的区别?  
run(): 封装线程执行的代码, 直接调用, 相当于普通方法的调用  
start(): 启动线程; 然后由JVM调用此线程的run()方法

## 1.3设置和获取线程名称【应用】

- 方法介绍

| 方法名                       | 说明                 |
|---------------------------|--------------------|
| void setName(String name) | 将此线程的名称更改为等于参数name |
| String getName()          | 返回此线程的名称           |
| Thread currentThread()    | 返回对当前正在执行的线程对象的引用  |

- 代码演示

```
public class MyThread extends Thread {
    public MyThread() {}
    public MyThread(String name) {
        super(name);
    }

    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            System.out.println(getName()+":"+i);
        }
    }
}

public class MyThreadDemo {
    public static void main(String[] args) {
        MyThread my1 = new MyThread();
        MyThread my2 = new MyThread();

        //void setName(String name): 将此线程的名称更改为等于参数 name
        my1.setName("高铁");
        my2.setName("飞机");

        //Thread(String name)
        MyThread my1 = new MyThread("高铁");
        MyThread my2 = new MyThread("飞机");
    }
}
```

```

        my1.start();
        my2.start();

        //static Thread currentThread() 返回对当前正在执行的线程对象的引用
        System.out.println(Thread.currentThread().getName());
    }
}

```

## 1.4线程优先级【应用】

- 线程调度

- 两种调度方式

- 分时调度模型：所有线程轮流使用 CPU 的使用权，平均分配每个线程占用 CPU 的时间片
    - 抢占式调度模型：优先让优先级高的线程使用 CPU，如果线程的优先级相同，那么会随机选择一个，优先级高的线程获取的 CPU 时间片相对多一些

- Java使用的是抢占式调度模型

- 随机性

假如计算机只有一个 CPU，那么 CPU 在某一个时刻只能执行一条指令，线程只有得到CPU时间片，也就是使用权，才可以执行指令。所以说多线程程序的执行是有随机性，因为谁抢到CPU的使用权是不一定的

- 优先级相关方法

| 方法名                                     | 说明                                 |
|---|------------------------------------|
| final int getPriority()                 | 返回此线程的优先级                          |
| final void setPriority(int newPriority) | 更改此线程的优先级 线程默认优先级是5；线程优先级的范围是：1-10 |

- 代码演示

```

public class ThreadPriority extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            System.out.println(getName() + ":" + i);
        }
    }
}

public class ThreadPriorityDemo {
    public static void main(String[] args) {
        ThreadPriority tp1 = new ThreadPriority();
        ThreadPriority tp2 = new ThreadPriority();
        ThreadPriority tp3 = new ThreadPriority();

        tp1.setName("高铁");
        tp2.setName("飞机");
        tp3.setName("汽车");
    }
}

```

```

//public final int getPriority(): 返回此线程的优先级
System.out.println(tp1.getPriority()); //5
System.out.println(tp2.getPriority()); //5
System.out.println(tp3.getPriority()); //5

//public final void setPriority(int newPriority): 更改此线程的优先级
//    tp1.setPriority(10000); //IllegalArgumentException
System.out.println(Thread.MAX_PRIORITY); //10
System.out.println(Thread.MIN_PRIORITY); //1
System.out.println(Thread.NORM_PRIORITY); //5

//设置正确的优先级
tp1.setPriority(5);
tp2.setPriority(10);
tp3.setPriority(1);

tp1.start();
tp2.start();
tp3.start();
}
}

```

## 1.5线程控制【应用】

- 相关方法

| 方法名                            | 说明                                   |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| static void sleep(long millis) | 使当前正在执行的线程停留（暂停执行）指定的毫秒数             |
| void join()                    | 等待这个线程死亡                             |
| void setDaemon(boolean on)     | 将此线程标记为守护线程，当运行的线程都是守护线程时，Java虚拟机将退出 |

- 代码演示

```

sleep演示:
public class ThreadSleep extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            System.out.println(getName() + ":" + i);
            try {
                Thread.sleep(1000);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}

```

```

}
public class ThreadSleepDemo {
    public static void main(String[] args) {
        ThreadSleep ts1 = new ThreadSleep();
        ThreadSleep ts2 = new ThreadSleep();
        ThreadSleep ts3 = new ThreadSleep();

        ts1.setName("曹操");
        ts2.setName("刘备");
        ts3.setName("孙权");

        ts1.start();
        ts2.start();
        ts3.start();
    }
}

```

Join演示:

```

public class ThreadJoin extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            System.out.println(getName() + ":" + i);
        }
    }
}

public class ThreadJoinDemo {
    public static void main(String[] args) {
        ThreadJoin tj1 = new ThreadJoin();
        ThreadJoin tj2 = new ThreadJoin();
        ThreadJoin tj3 = new ThreadJoin();

        tj1.setName("康熙");
        tj2.setName("四阿哥");
        tj3.setName("八阿哥");

        tj1.start();
        try {
            tj1.join();
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        tj2.start();
        tj3.start();
    }
}

```

Daemon演示:

```

public class ThreadDaemon extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            System.out.println(getName() + ":" + i);
        }
    }
}

```

```

    }
}

public class ThreadDaemonDemo {
    public static void main(String[] args) {
        ThreadDaemon td1 = new ThreadDaemon();
        ThreadDaemon td2 = new ThreadDaemon();

        td1.setName("关羽");
        td2.setName("张飞");

        //设置主线程为刘备
        Thread.currentThread().setName("刘备");

        //设置守护线程
        td1.setDaemon(true);
        td2.setDaemon(true);

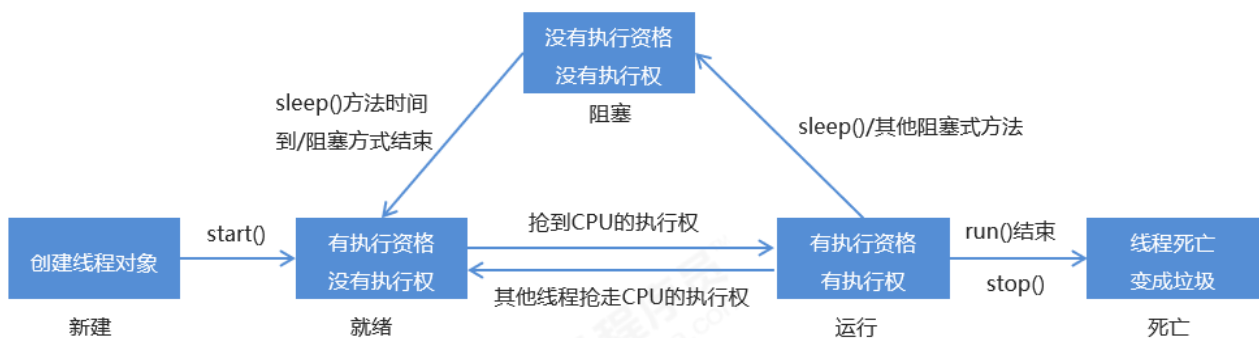
        td1.start();
        td2.start();

        for(int i=0; i<10; i++) {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"-"+i);
        }
    }
}

```

## 1.6线程的生命周期【理解】

线程一共有五种状态，线程在各种状态之间转换。



## 1.7实现多线程方式二：实现Runnable接口【应用】

- Thread构造方法

| 方法名                                  | 说明             |
|--------------------------------------|----------------|
| Thread(Runnable target)              | 分配一个新的Thread对象 |
| Thread(Runnable target, String name) | 分配一个新的Thread对象 |

- 实现步骤
  - 定义一个类MyRunnable实现Runnable接口
  - 在MyRunnable类中重写run()方法
  - 创建MyRunnable类的对象
  - 创建Thread类的对象，把MyRunnable对象作为构造方法的参数
  - 启动线程
- 代码演示

```
public class MyRunnable implements Runnable {
    @Override
    public void run() {
        for(int i=0; i<100; i++) {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+":"+i);
        }
    }
}

public class MyRunnableDemo {
    public static void main(String[] args) {
        //创建MyRunnable类的对象
        MyRunnable my = new MyRunnable();

        //创建Thread类的对象，把MyRunnable对象作为构造方法的参数
        //Thread(Runnable target)
        // Thread t1 = new Thread(my);
        // Thread t2 = new Thread(my);
        //Thread(Runnable target, String name)
        Thread t1 = new Thread(my, "高铁");
        Thread t2 = new Thread(my, "飞机");

        //启动线程
        t1.start();
        t2.start();
    }
}
```

- 多线程的实现方案有两种
  - 继承Thread类
  - 实现Runnable接口
- 相比继承Thread类，实现Runnable接口的好处
  - 避免了Java单继承的局限性
  - 适合多个相同程序的代码去处理同一个资源的情况，把线程和程序的代码、数据有效分离，较好的体现了面向对象的设计思想

## 2.线程同步

### 2.1卖票【应用】

- 案例需求

某电影院目前正在上映国产大片，共有100张票，而它有3个窗口卖票，请设计一个程序模拟该电影院卖票

- 实现步骤

- 定义一个类SellTicket实现Runnable接口，里面定义一个成员变量：private int tickets = 100;
- 在SellTicket类中重写run()方法实现卖票，代码步骤如下
- 判断票数大于0，就卖票，并告知是哪个窗口卖的
- 卖了票之后，总票数要减1
- 票没有了，也可能有人来问，所以这里用死循环让卖票的动作一直执行
- 定义一个测试类SellTicketDemo，里面有main方法，代码步骤如下
- 创建SellTicket类的对象
- 创建三个Thread类的对象，把SellTicket对象作为构造方法的参数，并给出对应的窗口名称
- 启动线程

- 代码实现

```
public class SellTicket implements Runnable {
    private int tickets = 100;
    //在SellTicket类中重写run()方法实现卖票，代码步骤如下
    @Override
    public void run() {
        while (true) {
            if (tickets > 0) {
                System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "正在出售第" +
tickets + "张票");
                tickets--;
            }
        }
    }
}

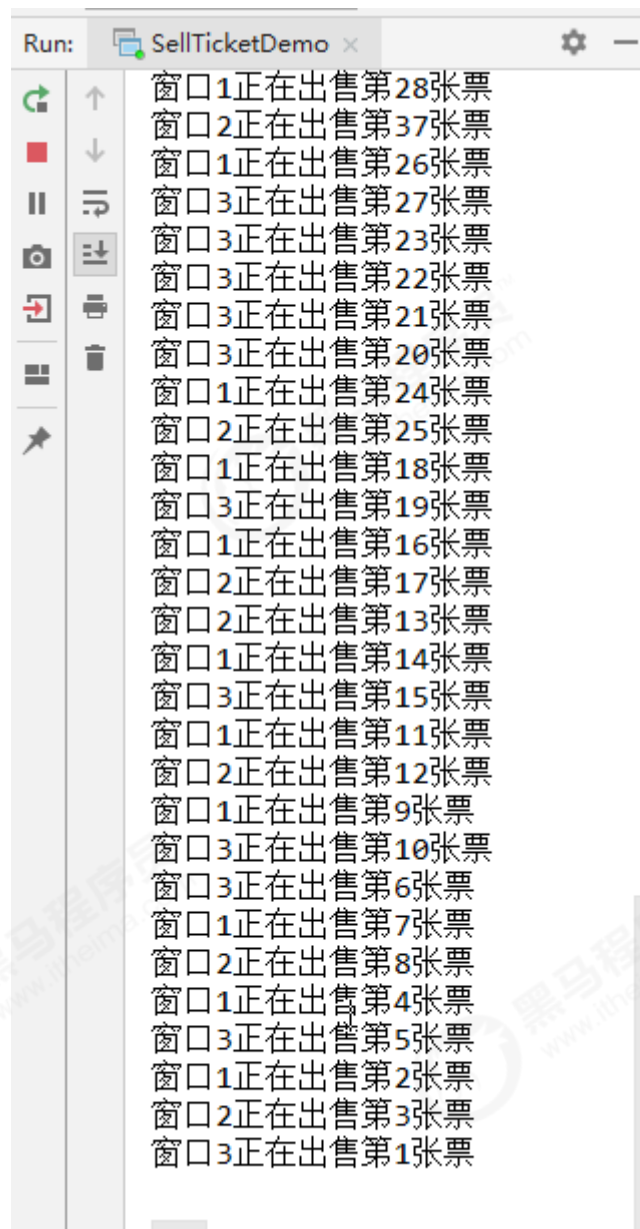
public class SellTicketDemo {
    public static void main(String[] args) {
        //创建SellTicket类的对象
        SellTicket st = new SellTicket();

        //创建三个Thread类的对象，把SellTicket对象作为构造方法的参数，并给出对应的窗口名称
        Thread t1 = new Thread(st, "窗口1");
        Thread t2 = new Thread(st, "窗口2");
        Thread t3 = new Thread(st, "窗口3");

        //启动线程
        t1.start();
        t2.start();
        t3.start();
    }
}
```

- 执行结果





## 2.2 卖票案例的问题【理解】

- 卖票出现了问题
  - 相同的票出现了多次
  - 出现了负数的票
- 问题产生原因

线程执行的随机性导致的

```
public class SellTicket implements Runnable {  
    private int tickets = 100;  
  
    @Override  
    public void run() {  
        //相同的票出现了多次  
        while (true) {  
            // tickets = 100;  
            // t1,t2,t3
```

```

//          //假设t1线程抢到CPU的执行权
//          if (tickets > 0) {
//              //通过sleep()方法来模拟出票时间
//              try {
//                  Thread.sleep(100);
//                  //t1线程休息100毫秒
//                  //t2线程抢到了CPU的执行权，t2线程就开始执行，执行到这里的时候，t2线程休息100毫秒
//                  //t3线程抢到了CPU的执行权，t3线程就开始执行，执行到这里的时候，t3线程休息100毫秒
//              } catch (InterruptedException e) {
//                  e.printStackTrace();
//              }
//              //假设线程按照顺序醒过来
//              //t1抢到CPU的执行权，在控制台输出：窗口1正在出售第100张票
//              System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "正在出售第"
+ tickets + "张票");
//              //t2抢到CPU的执行权，在控制台输出：窗口2正在出售第100张票
//              //t3抢到CPU的执行权，在控制台输出：窗口3正在出售第100张票
//              tickets--;
//              //如果这三个线程还是按照顺序来，这里就执行了3次--的操作，最终票就变成了97
//          }
//      }

//出现了负数的票
while (true) {
    //tickets = 1;
    //t1,t2,t3
    //假设t1线程抢到CPU的执行权
    if (tickets > 0) {
        //通过sleep()方法来模拟出票时间
        try {
            Thread.sleep(100);
            //t1线程休息100毫秒
            //t2线程抢到了CPU的执行权，t2线程就开始执行，执行到这里的时候，t2线程休息100毫秒
            //t3线程抢到了CPU的执行权，t3线程就开始执行，执行到这里的时候，t3线程休息100毫秒
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        //假设线程按照顺序醒过来
        //t1抢到了CPU的执行权，在控制台输出：窗口1正在出售第1张票
        //假设t1继续拥有CPU的执行权，就会执行tickets--;操作，tickets = 0;
        //t2抢到了CPU的执行权，在控制台输出：窗口1正在出售第0张票
        //假设t2继续拥有CPU的执行权，就会执行tickets--;操作，tickets = -1;
        //t3抢到了CPU的执行权，在控制台输出：窗口3正在出售第-1张票
        //假设t2继续拥有CPU的执行权，就会执行tickets--;操作，tickets = -2;
        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "正在出售第" +
tickets + "张票");
        tickets--;
    }
}

```

```
}  
}
```

## 2.3同步代码块解决数据安全问题【应用】

- 安全问题出现的条件
  - 是多线程环境
  - 有共享数据
  - 有多条语句操作共享数据
- 如何解决多线程安全问题呢?
  - 基本思想：让程序没有安全问题的环境
- 怎么实现呢？
  - 把多条语句操作共享数据的代码给锁起来，让任意时刻只能有一个线程执行即可
  - Java提供了同步代码块的方式来解决
- 同步代码块格式：

```
synchronized(任意对象) {  
    多条语句操作共享数据的代码  
}
```

synchronized(任意对象)：就相当于给代码加锁了，任意对象就可以看成是一把锁

- 同步的好处和弊端
  - 好处：解决了多线程的数据安全问题
  - 弊端：当线程很多时，因为每个线程都会去判断同步上的锁，这是很耗费资源的，无形中会降低程序的运行效率
- 代码演示

```
public class SellTicket implements Runnable {  
    private int tickets = 100;  
    private Object obj = new Object();  
  
    @Override  
    public void run() {  
        while (true) {  
            //tickets = 100;  
            //t1,t2,t3  
            //假设t1抢到了CPU的执行权  
            //假设t2抢到了CPU的执行权  
            synchronized (obj) {  
                //t1进来后，就会把这段代码给锁起来  
                if (tickets > 0) {  
                    try {  
                        Thread.sleep(100);  
                        //t1休息100毫秒  
                    } catch (InterruptedException e) {  
                        e.printStackTrace();  
                    }  
                    //窗口1正在出售第100张票  
                }  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "正在出售
第" + tickets + "张票");
        tickets--; //tickets = 99;
    }
}
//t1出来了, 这段代码的锁就被释放了
}
}
}

public class SellTicketDemo {
    public static void main(String[] args) {
        SellTicket st = new SellTicket();

        Thread t1 = new Thread(st, "窗口1");
        Thread t2 = new Thread(st, "窗口2");
        Thread t3 = new Thread(st, "窗口3");

        t1.start();
        t2.start();
        t3.start();
    }
}

```

## 2.4同步方法解决数据安全问题【应用】

- 同步方法的格式

同步方法：就是把synchronized关键字加到方法上

```

修饰符 synchronized 返回值类型 方法名(方法参数) {
    方法体;
}

```

同步方法的锁对象是什么呢?

this

- 静态同步方法

同步静态方法：就是把synchronized关键字加到静态方法上

```

修饰符 static synchronized 返回值类型 方法名(方法参数) {
    方法体;
}

```

同步静态方法的锁对象是什么呢?

类名.class

- 代码演示

```

public class SellTicket implements Runnable {
    private static int tickets = 100;
}

```

```

private int x = 0;

@Override
public void run() {
    while (true) {
        sellTicket();
    }
}

// 同步方法
// private synchronized void sellTicket() {
//     if (tickets > 0) {
//         try {
//             Thread.sleep(100);
//         } catch (InterruptedException e) {
//             e.printStackTrace();
//         }
//         System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "正在出售第" +
tickets + "张票");
//         tickets--;
//     }
// }

// 静态同步方法
private static synchronized void sellTicket() {
    if (tickets > 0) {
        try {
            Thread.sleep(100);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "正在出售第" +
tickets + "张票");
        tickets--;
    }
}

public class SellTicketDemo {
    public static void main(String[] args) {
        SellTicket st = new SellTicket();

        Thread t1 = new Thread(st, "窗口1");
        Thread t2 = new Thread(st, "窗口2");
        Thread t3 = new Thread(st, "窗口3");

        t1.start();
        t2.start();
        t3.start();
    }
}

```

## 2.5线程安全的类【理解】

- StringBuffer
  - 线程安全，可变的字符序列
  - 从版本JDK 5开始，被StringBuilder 替代。通常应该使用StringBuilder类，因为它支持所有相同的操作，但它更快，因为它不执行同步
- Vector
  - 从Java 2平台v1.2开始，该类改进了List接口，使其成为Java Collections Framework的成员。与新的集合实现不同，Vector被同步。如果不需要线程安全的实现，建议使用ArrayList代替Vector
- Hashtable
  - 该类实现了一个哈希表，它将键映射到值。任何非null对象都可以用作键或者值
  - 从Java 2平台v1.2开始，该类进行了改进，实现了Map接口，使其成为Java Collections Framework的成员。与新的集合实现不同，Hashtable被同步。如果不需要线程安全的实现，建议使用HashMap代替Hashtable

## 2.6Lock锁【应用】

虽然我们可以理解同步代码块和同步方法的锁对象问题，但是我们并没有直接看到在哪里加上了锁，在哪里释放了锁，为了更清晰的表达如何加锁和释放锁，JDK5以后提供了一个新的锁对象Lock

Lock是接口不能直接实例化，这里采用它的实现类ReentrantLock来实例化

- ReentrantLock构造方法

| 方法名             | 说明                   |
|-----------------|----------------------|
| ReentrantLock() | 创建一个ReentrantLock的实例 |

- 加锁解锁方法

| 方法名           | 说明  |
|---------------|-----|
| void lock()   | 获得锁 |
| void unlock() | 释放锁 |

- 代码演示

```
public class SellTicket implements Runnable {
    private int tickets = 100;
    private Lock lock = new ReentrantLock();

    @Override
    public void run() {
        while (true) {
            try {
                lock.lock();
                if (tickets > 0) {
                    try {
                        Thread.sleep(100);
                    } catch (InterruptedException e) {
                        e.printStackTrace();
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

### 3.生产者消费者

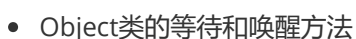
- 概述

所谓生产者消费者问题，实际上主要是包含了两类线程：

一类是消费者线程用于消费数据

生产者生产数据之后直接放置在共享数据区中，并不需要关心消费者的行为

消费者只需要从共享数据区中去获取数据，并不需要关心生产者的行为



| 方法名              | 说明   |
|------------------|--|
| void wait()      | 导致当前线程等待，直到另一个线程调用该对象的 notify()方法或 notifyAll()方法 |
| void notify()    | 唤醒正在等待对象监视器的单个线程                                 |
| void notifyAll() | 唤醒正在等待对象监视器的所有线程                                 |

## 3.2生产者消费者案例【应用】

- 案例需求

生产者消费者案例中包含的类：

奶箱类(Box)：定义一个成员变量，表示第x瓶奶，提供存储牛奶和获取牛奶的操作

生产者类(Producer)：实现Runnable接口，重写run()方法，调用存储牛奶的操作

消费者类(Customer)：实现Runnable接口，重写run()方法，调用获取牛奶的操作

测试类(BoxDemo)：里面有main方法，main方法中的代码步骤如下

①创建奶箱对象，这是共享数据区域

②创建消费者创建生产者对象，把奶箱对象作为构造方法参数传递，因为在这个类中要调用存储牛奶的操作

③对象，把奶箱对象作为构造方法参数传递，因为在这个类中要调用获取牛奶的操作

④创建2个线程对象，分别把生产者对象和消费者对象作为构造方法参数传递

⑤启动线程

- 代码实现

```
public class Box {
    //定义一个成员变量，表示第x瓶奶
    private int milk;
    //定义一个成员变量，表示奶箱的状态
    private boolean state = false;

    //提供存储牛奶和获取牛奶的操作
    public synchronized void put(int milk) {
        //如果有牛奶，等待消费
        if(state) {
            try {
                wait();
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }

    //如果没有牛奶，就生产牛奶
    this.milk = milk;
    System.out.println("送奶工将第" + this.milk + "瓶奶放入奶箱");

    //生产完毕之后，修改奶箱状态
    state = true;
}
```



```

        //唤醒其他等待的线程
        notifyAll();
    }

    public synchronized void get() {
        //如果没有牛奶，等待生产
        if(!state) {
            try {
                wait();
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }

        //如果有牛奶，就消费牛奶
        System.out.println("用户拿到第" + this.milk + "瓶奶");

        //消费完毕之后，修改奶箱状态
        state = false;

        //唤醒其他等待的线程
        notifyAll();
    }
}

public class Producer implements Runnable {
    private Box b;

    public Producer(Box b) {
        this.b = b;
    }

    @Override
    public void run() {
        for(int i=1; i<=30; i++) {
            b.put(i);
        }
    }
}

public class Customer implements Runnable {
    private Box b;

    public Customer(Box b) {
        this.b = b;
    }

    @Override
    public void run() {
        while (true) {
            b.get();
        }
    }
}

```

```
}

public class BoxDemo {
    public static void main(String[] args) {
        //创建奶箱对象，这是共享数据区域
        Box b = new Box();

        //创建生产者对象，把奶箱对象作为构造方法参数传递，因为在这个类中要调用存储牛奶的操作
        Producer p = new Producer(b);
        //创建消费者对象，把奶箱对象作为构造方法参数传递，因为在这个类中要调用获取牛奶的操作
        Customer c = new Customer(b);

        //创建2个线程对象，分别把生产者对象和消费者对象作为构造方法参数传递
        Thread t1 = new Thread(p);
        Thread t2 = new Thread(c);

        //启动线程
        t1.start();
        t2.start();
    }
}
```