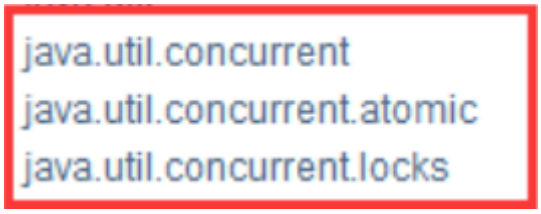
多线程进阶=>JUC并发编程

1、什么是JUC



java.util 工具包、包、分类

业务：普通的线程代码 Thread

Runnable 没有返回值、效率相比于 Callable 相对较低!

2、线程和进程

进程：一个程序，QQ.exe Music.exe 程序的集合；

一个进程往往可以包含多个线程，至少包含一个!

Java默认有几个线程？ 2 个 mian、GC

线程：开了一个进程 Typora，写字，自动保存（线程负责的）

对于Java而言：Thread、Runnable、Callable

Java 真的可以开启线程吗？ 开不了

```
public synchronized void start() {
    /**
    * This method is not invoked for the main method thread or "system"
    * group threads created/set up by the VM. Any new functionality added
    * to this method in the future may have to also be added to the VM.
    *
    * A zero status value corresponds to state "NEW".
    */
    if (threadStatus != 0)
        throw new IllegalThreadStateException();
    /* Notify the group that this thread is about to be started
    * so that it can be added to the group's list of threads
    * and the group's unstarted count can be decremented. */
    group.add(this);
    boolean started = false;
    try {
        start0();
        started = true;
    } finally {
        try {
            if (!started) {
                group.threadStartFailed(this);
            }
        } catch (Throwable ignore) {
```

```
    /* do nothing. If start0 threw a Throwable then
    it will be passed up the call stack */
        }
    }
}
    // 本地方法，底层的C++ ， Java 无法直接操作硬件
    private native void start0();
```

并发、并行

并发编程：并发、并行

并发（多线程操作同一个资源）

- CPU 一核 ， 模拟出来多条线程，天下武功，唯快不破，**快速交替**

并行（多个人一起行走）

- CPU 多核 ， 多个线程可以同时执行； 线程池

```
package com.kuang.demo01;
public class Test1 {
    public static void main(String[] args) {
        // 获取cpu的核数
        // CPU 密集型，IO密集型
        System.out.println(Runtime.getRuntime().availableProcessors());
        }
}
```

并发编程的本质：**充分利用CPU的资源**

线程有几个状态

```
public enum State {
        /**
         * Thread state for a thread which has not yet started.
         */
        NEW,// 新生
        /**
         * Thread state for a runnable thread.  A thread in the runnable
         * state is executing in the Java virtual machine but it may
         * be waiting for other resources from the operating system
         * such as processor.
         */
        RUNNABLE,// 运行
        /**
         * Thread state for a thread blocked waiting for a monitor lock.
         * A thread in the blocked state is waiting for a monitor lock
         * to enter a synchronized block/method or
         * reenter a synchronized block/method after calling
         * {@link Object#wait() Object.wait}.
         */
        BLOCKED,// 阻塞
        /**
         * Thread state for a waiting thread.
         * A thread is in the waiting state due to calling one of the
         * following methods:
```

```
         * <ul>
         *   <li>{@link Object#wait() Object.wait} with no timeout</li>
         *   <li>{@link #join() Thread.join} with no timeout</li>
         *   <li>{@link LockSupport#park() LockSupport.park}</li>
         * </ul>
         *
         * <p>A thread in the waiting state is waiting for another thread to
         * perform a particular action.
         *
         * For example, a thread that has called <tt>Object.wait()</tt>
         * on an object is waiting for another thread to call
         * <tt>Object.notify()</tt> or <tt>Object.notifyAll()</tt> on
         * that object. A thread that has called <tt>Thread.join()</tt>
         * is waiting for a specified thread to terminate.
         */
        WAITING,// 等待，死死地等
        /**
         * Thread state for a waiting thread with a specified waiting time.
         * A thread is in the timed waiting state due to calling one of
         * the following methods with a specified positive waiting time:
         * <ul>
         *   <li>{@link #sleep Thread.sleep}</li>
         *   <li>{@link Object#wait(long) Object.wait} with timeout</li>
         *   <li>{@link #join(long) Thread.join} with timeout</li>
         *   <li>{@link LockSupport#parkNanos LockSupport.parkNanos}</li>
         *   <li>{@link LockSupport#parkUntil LockSupport.parkUntil}</li>
         * </ul>
         */
        TIMED_WAITING,// 超时等待
        /**
         * Thread state for a terminated thread.
         * The thread has completed execution.
         */
        TERMINATED;// 终止
    }
```

wait/sleep 区别

1、**来自不同的类**

wait => Object

sleep => Thread

2、**关于锁的释放**

wait 会释放锁，sleep 睡觉了，抱着锁睡觉，不会释放！

3、**使用的范围是不同的**

wait :必须在同步代码块中，wait需要被唤醒

sleep：可以在任何地方使用，sleep不用被唤醒

3、Lock锁（重点）

传统 Synchronized

```
```

```java
package com.kuang.demo01;
// 基本的卖票例子
import java.time.OffsetDateTime;
/**
* 真正的多线程开发，公司中的开发，降低耦合性
* 线程就是一个单独的资源类，没有任何附属的操作！
* 1、 属性、方法
*/
public class SaleTicketDemo01 {
    public static void main(String[] args) {
        // 并发：多线程操作同一个资源类，把资源类丢入线程
        Ticket ticket = new Ticket();
        // @FunctionalInterface 函数式接口，jdk1.8 lambda表达式 (参数)->{ 代码 }
        new Thread(() -> {
            for (int i = 0; i < 60; i++) {
                ticket.sell();
            }
        },"A").start();
        new Thread(() -> {
            for (int i = 0; i < 60; i++) {
                ticket.sell();
            }
        },"B").start();
        new Thread(() -> {
            for (int i = 0; i < 60; i++) {
                ticket.sell();
            }
        },"C").start();
}

// 资源类 OOP
class Ticket {
// 属性、方法
    private int number = 30;
    // 卖票的方式
    // synchronized 本质: 队列，锁
    public synchronized void sale(){
        if (number>0){
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"卖出了"+(number--)+"票,剩余："+number);
        }
    }
}
```

Lock 接口

公平锁：十分公平：可以先来后到

非公平锁：十分不公平：可以插队 （默认）

```
package com.lwq.juc;
//卖票

import java.util.concurrent.locks.Lock;
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;

public class Test {
    public static void main(String[] args) {

        Ticket ticket = new Ticket();

        new Thread(() -> {
            for (int i = 0; i < 60; i++) {
                ticket.sell();
            }
        },"A").start();
        new Thread(() -> {
            for (int i = 0; i < 60; i++) {
                ticket.sell();
            }
        },"B").start();
        new Thread(() -> {
            for (int i = 0; i < 60; i++) {
                ticket.sell();
            }
        },"C").start();
    }
}

// Lock三部曲
// 1、 new ReentrantLock();
// 2、 lock.lock(); // 加锁
// 3、 finally=> lock.unlock(); // 解锁
class Ticket{
    private int number =50;
    Lock lock = new ReentrantLock();
    public void sell(){
        lock.lock();
        if (number>0){
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"卖出了第"+number--+"张票,剩余"+number+"张");
        }
        lock.unlock();
```

```
    }
}
```

Synchronized 和 Lock 区别

1、Synchronized 内置的Java关键字， Lock 是一个Java类

2、Synchronized 无法判断获取锁的状态，Lock 可以判断是否获取到了锁

3、Synchronized 会自动释放锁，lock 必须要手动释放锁！如果不释放锁，死锁

4、Synchronized 线程 1（获得锁，阻塞）、线程2（等待，傻傻的等）；Lock锁就不一定会等待下去；

5、Synchronized 可重入锁，不可以中断的，非公平；Lock ，可重入锁，可以 判断锁，非公平（可以自己设置）；

6、Synchronized 适合锁少量的代码同步问题，Lock 适合锁大量的同步代码！

锁是什么，如何判断锁的是谁！

4、生产者和消费者问题

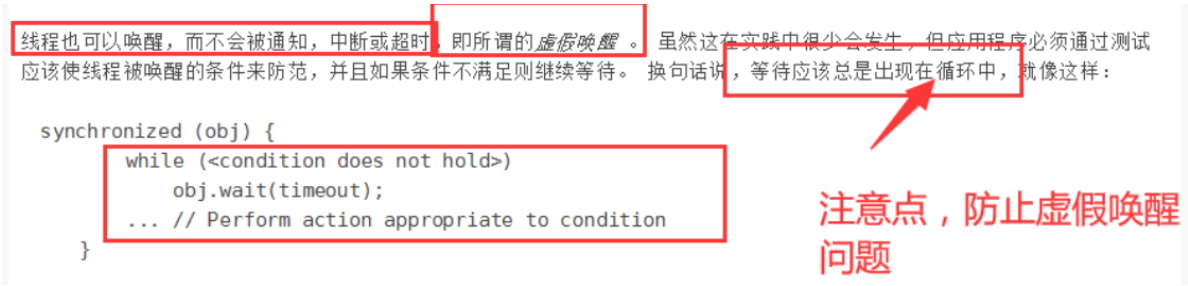
面试的：单例模式、排序算法、生产者和消费者、死锁

生产者和消费者问题 Synchronized 版

```
package com.lwq.juc;
/**
* 线程之间的通信问题：生产者和消费者问题！ 等待唤醒，通知唤醒
* 线程交替执行 A B 操作同一个变量 num = 0
* A num+1
* B num-1
*/
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Data data = new Data();

        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 20; i++) {
                try {
                    data.increment();
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        },"A").start();
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 20; i++) {
                try {
                    data.decrement();
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        },"B").start();
    }
```

```
}
// 判断等待，业务，通知
class Data{// 数字 资源类
    private  int number = 0;

    public synchronized void increment() throws InterruptedException {
        if (number!=0){
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"==>"+number);
            this.wait();// 等待
        }
        number++;
        this.notifyAll();// 通知其他线程，我+1完毕了
    }

    public synchronized void decrement() throws InterruptedException {
        if (number==0){
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"==>"+number);
            this.wait();// 等待
        }
        number--;
        this.notifyAll();// 通知其他线程，我-1完毕了
    }
}
```

问题存在，A B C D 4 个线程！ 虚假唤醒



if 改为 while 判断

```
package com.lwq.juc;
/**
* 线程之间的通信问题：生产者和消费者问题！ 等待唤醒，通知唤醒
* 线程交替执行 A B 操作同一个变量 num = 0
* A num+1
* B num-1
*/
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Data data = new Data();

        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 20; i++) {
                try {
                    data.increment();
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        },"A").start();
```

```
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 20; i++) {
                try {
                    data.decrement();
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        },"B").start();
    }
}
// 判断等待，业务，通知
class Data{// 数字 资源类
    private  int number = 0;

    public synchronized void increment() throws InterruptedException {
        while (number!=0){
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"==>"+number);
            this.wait();// 等待
        }
        number++;
        this.notifyAll();// 通知其他线程，我+1完毕了
    }

    public synchronized void decrement() throws InterruptedException {
        while (number==0){
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"==>"+number);
            this.wait();// 等待
        }
        number--;
        this.notifyAll();// 通知其他线程，我-1完毕了
    }
}
```

JUC版的生产者和消费者问题

代码实现：

```
package com.kuang.pc;
import java.util.concurrent.locks.Condition;
import java.util.concurrent.locks.Lock;
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;
public class B {
    public static void main(String[] args) {
        Data2 data = new Data2();
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                try {
                    data.increment();
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        },"A").start();
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                try {
```

```
                    data.decrement();
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        },"B").start();
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                try {
                    data.increment();
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        },"C").start();
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                try {
                    data.decrement();
                } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
                }
            }
        },"D").start();
    }
}
// 判断等待，业务，通知
class Data2{ // 数字 资源类
    private int number = 0;
    Lock lock = new ReentrantLock();
    Condition condition = lock.newCondition();
    //condition.await(); // 等待
    //condition.signalAll(); // 唤醒全部
    //+1
    public void increment() throws InterruptedException {
        lock.lock();
        try {
            // 业务代码
            while (number!=0){ //0
                // 等待
                condition.await();
            }
            number++;
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"=>"+number);
            // 通知其他线程，我+1完毕了
            condition.signalAll();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }
    //-1
    public synchronized void decrement() throws InterruptedException {
        lock.lock();
        try {
            while (number==0){ // 1
                // 等待
```

```
                condition.await();
            }
            number--;
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"=>"+number);
            // 通知其他线程，我-1完毕了
            condition.signalAll();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }
}
```

任何一个新的技术，绝对不是仅仅只是覆盖了原来的技术，优势和补充！

Condition 精准的通知和唤醒线程

代码测试：

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.locks.Condition;
import java.util.concurrent.locks.Lock;
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;

public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Data data = new Data();
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                data.printA();
            }
        },"A").start();
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                data.printB();
            }
        },"B").start();
        new Thread(()->{
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                data.printC();
            }
        },"C").start();
    }
}

class Data{
    private Lock lock = new ReentrantLock();

    private Condition condition1 = lock.newCondition();
    private Condition condition2 = lock.newCondition();
    private Condition condition3 = lock.newCondition();

    private int number = 1;
    // 业务，判断-> 执行-> 通知
    public void printA(){
```

```
        lock.lock();
        try {
            while (number!=1){
                condition1.await();
            }
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"=>AAAAAAA");
            number=2;
            condition2.signal();//精准唤醒
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }
    // 业务，判断-> 执行-> 通知
    public void printB(){
        lock.lock();
        try {
            while (number!=2){
                condition2.await();
            }
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"=>BBBBBBB");
            number=3;
            condition3.signal();//精准唤醒
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }
    // 业务，判断-> 执行-> 通知
    public void printC(){
        lock.lock();
        try {
            while (number!=3){
                condition3.await();
            }
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"=>CCCCCCC");
            number=1;
            condition1.signal();//精准唤醒
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }
}
```

5、8锁现象

如何判断锁的是谁！永远的知道什么锁，锁到底锁的是谁！

深刻理解我们的锁

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.TimeUnit;
```

```java
/**
 * 8锁，就是关于锁的8个问题
 * 1、标准情况下，两个线程先打印 发短信还是 打电话？ 1/发短信 2/打电话
 * 2、sendSms延迟4秒，两个线程先打印 发短信还是 打电话？ 1/发短信 2/打电话
 */
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Phone phone = new Phone();
        new Thread(()->{
            phone.sendSms();
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(1);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        },"A").start();
        new Thread(()->{
            phone.call();
        },"A").start();
    }
}

class Phone{
    // synchronized 锁的对象是方法的调用者！、
    // 两个方法用的是同一个锁，谁先拿到谁执行！
    public synchronized void sendSms(){
        try {
            TimeUnit.SECONDS.sleep(4);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        System.out.println("发短信");
    }

    public synchronized void call(){
        System.out.println("打电话");
    }
}
```

```java
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.TimeUnit;
/**
 * 3、 增加了一个普通方法后！先执行发短信还是Hello？ 普通方法
 * 4、 两个对象，两个同步方法， 发短信还是 打电话？ // 打电话
 */
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Phone2 phone1 = new Phone2();
        Phone2 phone2 = new Phone2();
        new Thread(()->{
            phone1.sendSms();
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(1);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
```

```
        },"A").start();
        new Thread(()->{
            phone2.call();
        },"B").start();
    }
}

class Phone2{
    // synchronized 锁的对象是方法的调用者!
    public synchronized void sendSms(){
        try {
            TimeUnit.SECONDS.sleep(4);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        System.out.println("发短信");
    }

    public synchronized void call(){
        System.out.println("打电话");
    }
    // 这里没有锁! 不是同步方法，不受锁的影响
    public void hello(){
        System.out.println("hello");
    }
}
```

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.TimeUnit;
/**
 * 5、增加两个静态的同步方法，只有一个对象，先打印 1--发短信？打电话？
 * 6、两个对象！增加两个静态的同步方法， 先打印 1--发短信？打电话？
 */
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        // 两个对象的Class类模板只有一个，static，锁的是Class
        Phone3 phone1 = new Phone3();
        Phone3 phone2 = new Phone3();
        new Thread(()->{
            phone1.sendSms();
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(1);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        },"A").start();
        new Thread(()->{
            phone2.call();
        },"B").start();
    }
}

// Phone3唯一的一个 Class 对象
class Phone3{
    // synchronized 锁的对象是方法的调用者!
    // static 静态方法
```

```
    // 类一加载就有了！锁的是Class
    public static synchronized void sendSms(){
        try {
            TimeUnit.SECONDS.sleep(4);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        System.out.println("发短信");
    }

    public static synchronized void call(){
        System.out.println("打电话");
    }

}
```

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.TimeUnit;
/**
 * 7、1个静态的同步方法，1个普通的同步方法 ，一个对象，先打印 发短信？1--打电话？
 * 8、1个静态的同步方法，1个普通的同步方法 ，两个对象，先打印 发短信？1--打电话？
 */
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        // 两个对象的Class类模板只有一个，static，锁的是Class
        Phone4 phone1 = new Phone4();
        Phone4 phone2 = new Phone4();
        new Thread(()->{
            phone1.sendSms();
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(1);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        },"A").start();
        new Thread(()->{
            phone2.call();
        },"B").start();
    }
}

// Phone3唯一的一个 Class 对象
class Phone4{
    // 静态的同步方法 锁的是 Class 类模板
    public static synchronized void sendSms(){
        try {
            TimeUnit.SECONDS.sleep(4);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        System.out.println("发短信");
    }
    // 普通的同步方法 锁的调用者
    public synchronized void call(){
        System.out.println("打电话");
    }
```

```
}
```

小结

new this 具体的一个手机

static Class 唯一的一个模板

6、集合类不安全

List 不安全

```
package com.lwq.juc;

import java.util.*;
import java.util.concurrent.CopyOnWriteArrayList;

//ConcurrentModificationException 并发修改异常
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
//        List<String> list = new Vector<String>();
//        List<String> list = Collections.synchronizedList(new ArrayList<String>
());
        // 并发下 ArrayList 不安全的吗，Synchronized；
/**
* 解决方案；
* 1、List<String> list = new Vector<>();
* 2、List<String> list = Collections.synchronizedList(new ArrayList<>
());
* 3、List<String> list = new CopyOnWriteArrayList<>();
*/
// CopyOnWrite 写入时复制 COW 计算机程序设计领域的一种优化策略；
// 多个线程调用的时候，list，读取的时候，固定的，写入（覆盖）
// 在写入的时候避免覆盖，造成数据问题！
// 读写分离
// CopyOnWriteArrayList 比 Vector Nb 在哪里？
        List<String> list = new CopyOnWriteArrayList<>();

        for (int i = 1; i <= 10; i++) {
            new Thread(()->{
                list.add(UUID.randomUUID().toString().substring(0,5));
                System.out.println(list);
            },String.valueOf(i)).start();

        }

    }
}
```

小狂神的学习方法推荐：1、先会用、2、货比3家，寻找其他解决方案，3、分析源码！

Set 不安全

```
package com.kuang.unsafe;
```

```
import java.util.Collections;
import java.util.HashSet;
import java.util.Set;
import java.util.UUID;
import java.util.concurrent.CopyOnWriteArraySet;
/**
* 同理可证 ： ConcurrentModificationException
* //1、Set<String> set = Collections.synchronizedSet(new HashSet<>());
* //2、
*/
public class SetTest {
public static void main(String[] args) {
// Set<String> set = new HashSet<>();
// Set<String> set = Collections.synchronizedSet(new HashSet<>());
Set<String> set = new CopyOnWriteArraySet<>();
for (int i = 1; i <=30 ; i++) {
new Thread(()->{
set.add(UUID.randomUUID().toString().substring(0,5));
System.out.println(set);
},String.valueOf(i)).start();
}
}
}
```

hashSet 底层是什么?

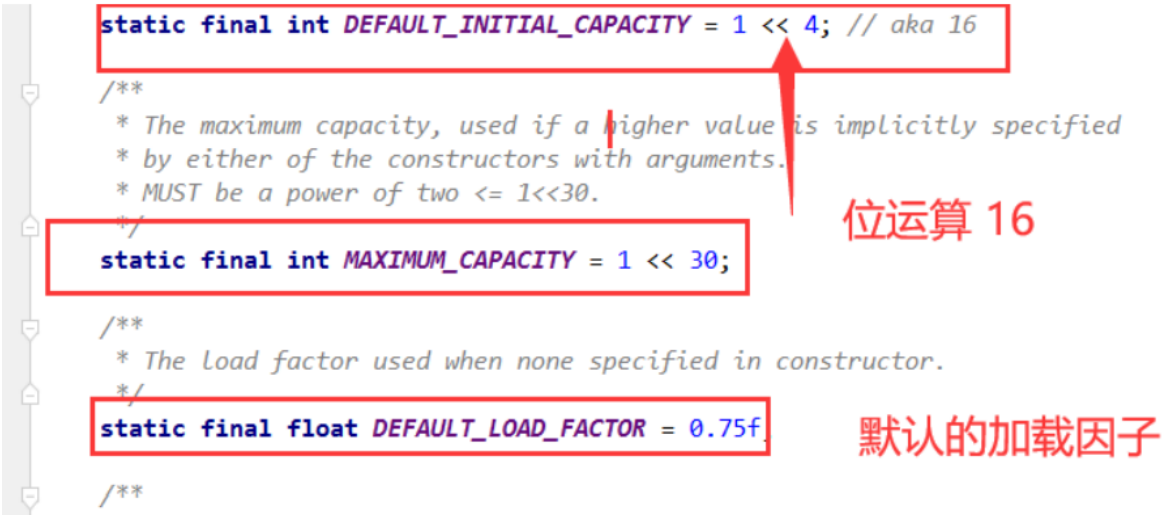
```
public HashSet() {
map = new HashMap<>();
}
// add set 本质就是 map key是无法重复的!
public boolean add(E e) {
return map.put(e, PRESENT)==null;
}
private static final Object PRESENT = new Object(); // 不变得值
```

Map 不安全

```
package com.kuang.unsafe;
import java.util.Collections;
import java.util.HashMap;
import java.util.Map;
import java.util.UUID;
import java.util.concurrent.ConcurrentHashMap;
// ConcurrentModificationException
public class MapTest {
public static void main(String[] args) {
// map 是这样用的吗？ 不是，工作中不用 HashMap
// 默认等价于什么？ new HashMap<>(16,0.75);
// Map<String, String> map = new HashMap<>();
// 唯一的一个家庭作业：研究ConcurrentHashMap的原理
Map<String, String> map = new ConcurrentHashMap<>();
    for (int i = 1; i <=30; i++) {
        new Thread(()->{
```

```
 map.put(Thread.currentThread().getName(),UUID.randomUUID().toString().substring
(0,5));
            System.out.println(map);
            },String.valueOf(i)).start();
        }
    }
}
```

回顾Map基本操作



7、Callable (简单)

1、可以有返回值

2、可以抛出异常

3、方法不同，run()/ call()

代码测试

```
package com.kuang.callable;
import java.util.concurrent.Callable;
import java.util.concurrent.ExecutionException;
import java.util.concurrent.FutureTask;
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;
/**
* 1、探究原理
* 2、觉自己会用
*/
public class CallableTest {
    public static void main(String[] args) throws ExecutionException,
        InterruptedException {
            // new Thread(new Runnable()).start();
            // new Thread(new FutureTask<V>()).start();
            // new Thread(new FutureTask<V>( Callable )).start();
            new Thread().start(); // 怎么启动Callable
            MyThread thread = new MyThread();
            FutureTask futureTask = new FutureTask(thread); // 适配类
            new Thread(futureTask,"A").start();
            new Thread(futureTask,"B").start(); // 结果会被缓存，效率高
```

```
            Integer o = (Integer) futureTask.get(); //这个get 方法可能会产生阻塞！把他放到最后
            // 或者使用异步通信来处理！
            System.out.println(o);
        }
    }
    class MyThread implements Callable<Integer> {
    @Override
    public Integer call() {
        System.out.println("call()"); // 会打印几个call
        // 耗时的操作
        return 1024;
    }
}
```

细节：

1、有缓存 2、结果可能需要等待，会阻塞！

8、常用的辅助类(必会)

8.1、CountDownLatch

```
package com.lwq.juc;


import java.util.concurrent.CountDownLatch;


public class Test {
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {
        // 总数是6，必须要执行任务的时候，再使用！
        CountDownLatch countDownLatch = new CountDownLatch(6);
        for (int i = 0; i < 6; i++) {
            new Thread(()->{
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" GO out");
                countDownLatch.countDown();// 数量-1
            },String.valueOf(i)).start();
        }

        countDownLatch.await();// 等待计数器归零，然后再向下执行

        System.out.println("close");
    }
}
```

原理：

countDownLatch.countDown(); // 数量-1

countDownLatch.await(); // 等待计数器归零，然后再向下执行

每次有线程调用 countDown() 数量-1，假设计数器变为0，countDownLatch.await() 就会被唤醒，继续执行！

8.2、CyclicBarrier

```
public class Test {
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {

        CyclicBarrier barrier = new CyclicBarrier(7, () -> {
            System.out.println("召唤神龙成功");
        });

        for (int i = 1; i < 8; i++) {
            final int temp = i;
            new Thread(()->{
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"收集
了"+temp+"颗龙珠");

                try {
                    barrier.await();
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                } catch (BrokenBarrierException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }).start();
        }
    }
}
```

8.3、Semaphore

Semaphore：信号量

抢车位！6车---3个停车位置

```
package com.lwq.juc;


import java.util.concurrent.*;


public class Test {
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {
        Semaphore semaphore = new Semaphore(3);
        for (int i = 0; i < 6; i++) {
            new Thread(()->{
                try {
                    semaphore.acquire();
                    System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"拿到了车
位");

                    TimeUnit.SECONDS.sleep(2);
                    System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"离开车
位");
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }finally {
                    semaphore.release();
                }
            },String.valueOf(i)).start();
        }
```

```
    }
}
```

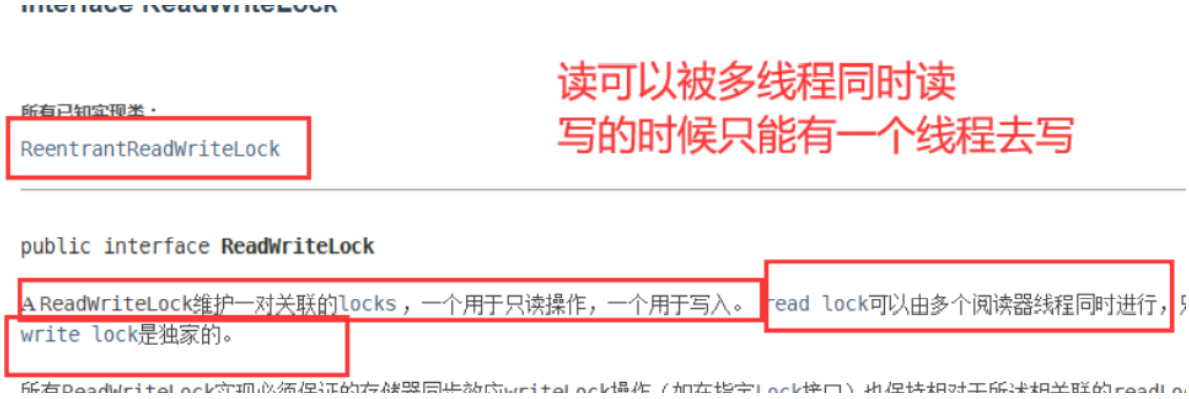
原理：

semaphore.acquire() 获得，假设如果已经满了，等待，等待被释放为止！

semaphore.release(); 释放，会将当前的信号量释放 + 1，然后唤醒等待的线程！ 作用： 多个共享资源互斥的使用！并发限流，控制最大的线程数！

9、读写锁

ReadWriteLock



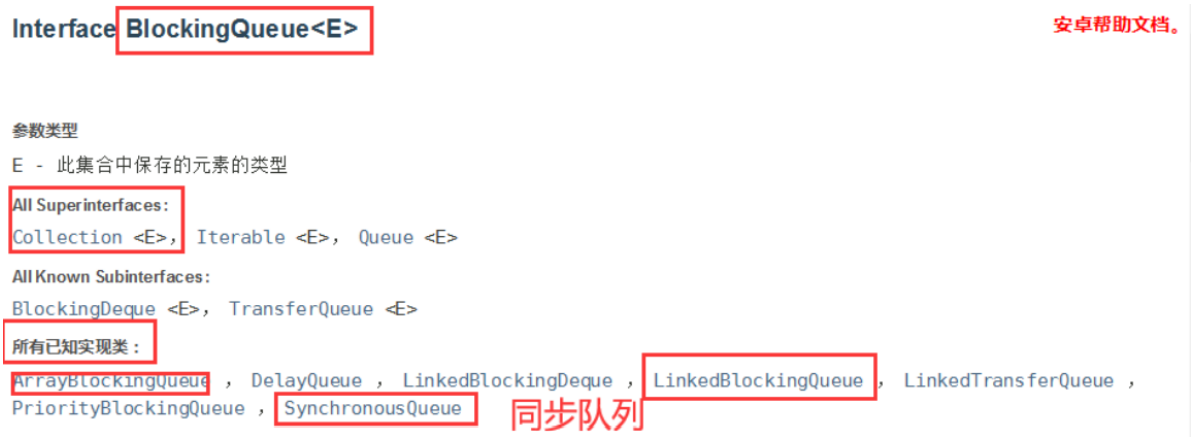

```
package com.lwq.juc;


import java.util.HashMap;
import java.util.Map;
import java.util.concurrent.locks.*;
/**
* 独占锁（写锁） 一次只能被一个线程占有
* 共享锁（读锁） 多个线程可以同时占有
* ReadWriteLock
* 读-读 可以共存！
* 读-写 不能共存！
* 写-写 不能共存！
*/
public class Test {
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {
//        MyCache myCache = new MyCache();
        MyCacheLock myCacheLock = new MyCacheLock();
        for (int i = 1; i < 5; i++) {
            final int temp = i;
            new Thread(()->{
                myCacheLock.put(temp+"",temp+"");
            },String.valueOf(i)).start();
        }
        for (int i = 1; i < 5; i++) {
            final int temp = i;
            new Thread(()->{
                myCacheLock.get(temp+"");
            },String.valueOf(i)).start();
        }

//        System.out.println("=========================================");
```

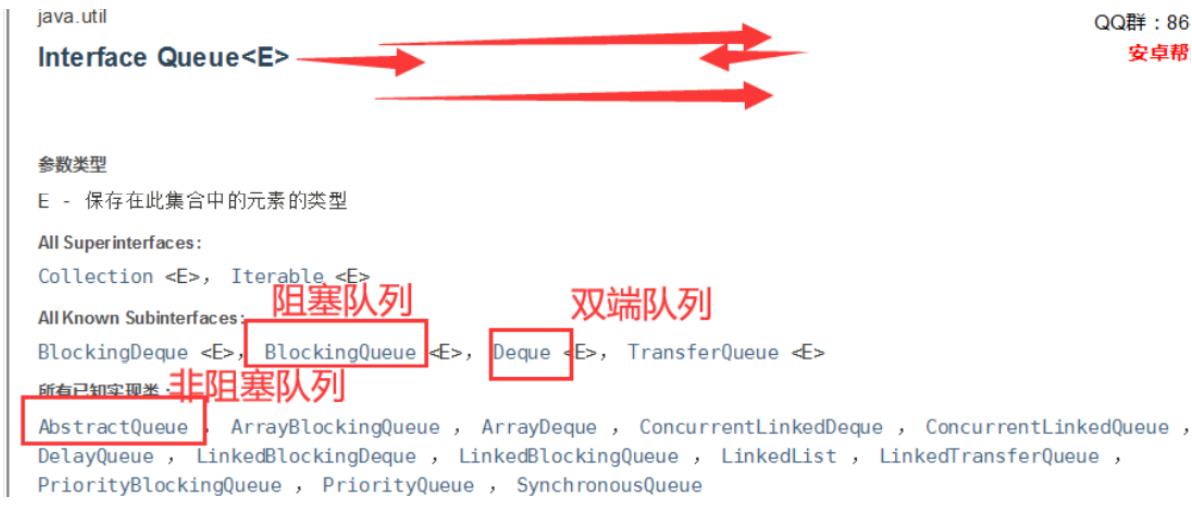
```
//        for (int i = 1; i < 5; i++) {
//            final int temp=i;
//            new Thread(()->{
//                myCache.put(temp+"",temp+"");
//            },String.valueOf(i)).start();
//        }
//
//        for (int i = 1; i < 5; i++) {
//            final int temp=i;
//            new Thread(()->{
//                myCache.get(temp+"");
//            },String.valueOf(i)).start();
//        }
    }
}

class MyCacheLock{
    private ReadWriteLock readWriteLock = new ReentrantReadWriteLock();

    private volatile Map<String,Object> map = new HashMap<>();

    public void put(String key,Object value){
        readWriteLock.writeLock().lock();
        try {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"写入"+key);
            map.put(key,value);
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"写入ok");
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            readWriteLock.writeLock().unlock();
        }

    }
    public void get(String key){
        readWriteLock.readLock().lock();
        try {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"读取"+key);
            Object o = map.get(key);
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"读取ok");

        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            readWriteLock.readLock().unlock();
        }


    }
}

class MyCache{
    private volatile Map<String,Object> map = new HashMap<>();

    public void put(String key,Object value){
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"写入"+key);
        map.put(key,value);
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"写入ok");
```

```
    }
    public void get(String key){
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"读取"+key);
        Object o = map.get(key);
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"读取ok");

    }
}
```

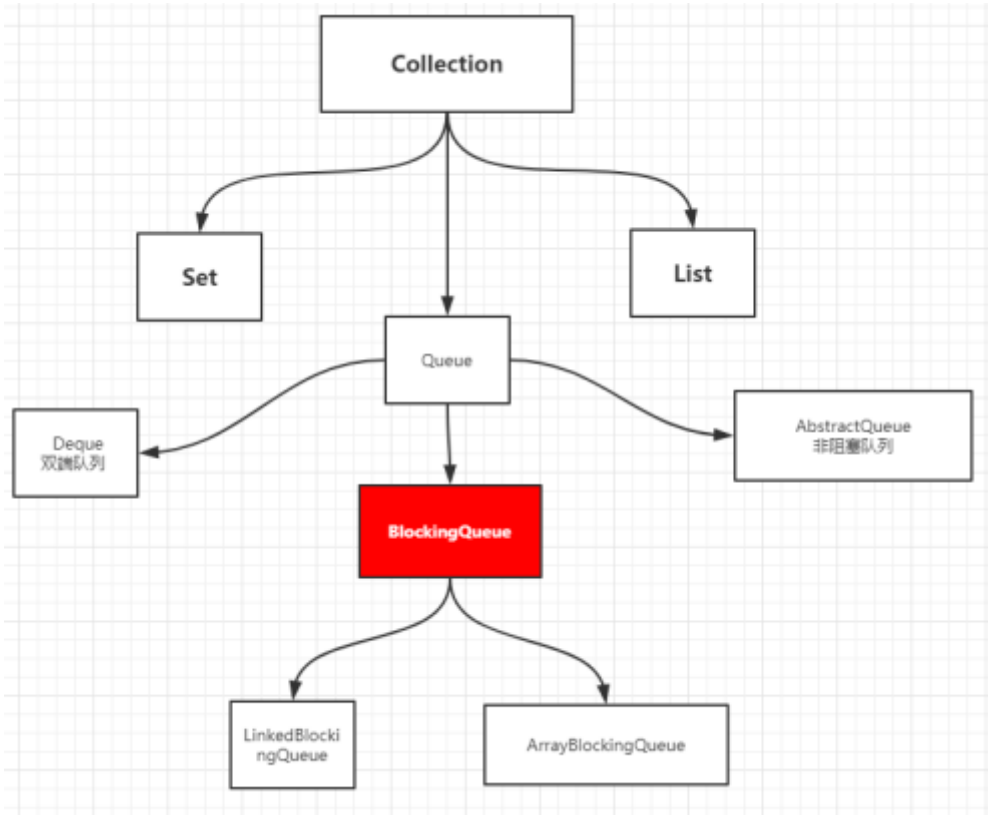
10、阻塞队列

阻塞队列：





BlockingQueue BlockingQueue 不是新的东西



什么情况下我们会使用 阻塞队列：多线程并发处理，线程池！

学会使用队列

添加、移除

方式	抛出异常	有返回值，不抛出异常	阻塞 等待	超时等待
添加	add	offer()	put()	offer(,,)
移除	remove	poll()	take()	poll(,)
检测队首元素	element	peek()	-	-

```
/**
* 抛出异常
*/
public static void test1(){
// 队列的大小
ArrayBlockingQueue blockingQueue = new ArrayBlockingQueue<>(3);
System.out.println(blockingQueue.add("a"));
System.out.println(blockingQueue.add("b"));
System.out.println(blockingQueue.add("c"));
// IllegalStateException: Queue full 抛出异常!
// System.out.println(blockingQueue.add("d"));
System.out.println("=-===========");
System.out.println(blockingQueue.remove());
System.out.println(blockingQueue.remove());
System.out.println(blockingQueue.remove());
// java.util.NoSuchElementException 抛出异常!
// System.out.println(blockingQueue.remove());
}
```

```
/**
* 有返回值，没有异常
*/
public static void test2(){
// 队列的大小
ArrayBlockingQueue blockingQueue = new ArrayBlockingQueue<>(3);
System.out.println(blockingQueue.offer("a"));
System.out.println(blockingQueue.offer("b"));
System.out.println(blockingQueue.offer("c"));
// System.out.println(blockingQueue.offer("d")); // false 不抛出异常!
System.out.println(blockingQueue.element());//检测队首元素
System.out.println(blockingQueue.peek());//检测队首元素
System.out.println("============================");
System.out.println(blockingQueue.poll());
System.out.println(blockingQueue.poll());
System.out.println(blockingQueue.poll());
System.out.println(blockingQueue.poll()); // null 不抛出异常!
}
```

```
/**
* 等待，阻塞（一直阻塞）
*/
public static void test3() throws InterruptedException {
// 队列的大小
ArrayBlockingQueue blockingQueue = new ArrayBlockingQueue<>(3);
// 一直阻塞
blockingQueue.put("a");
blockingQueue.put("b");
blockingQueue.put("c");
// blockingQueue.put("d"); // 队列没有位置了，一直阻塞
System.out.println(blockingQueue.take());
System.out.println(blockingQueue.take());
System.out.println(blockingQueue.take());
System.out.println(blockingQueue.take()); // 没有这个元素，一直阻塞
}
```

```
/**
* 等待，阻塞（等待超时）
*/
public static void test4() throws InterruptedException {
// 队列的大小
ArrayBlockingQueue blockingQueue = new ArrayBlockingQueue<>(3);
blockingQueue.offer("a");
blockingQueue.offer("b");
blockingQueue.offer("c");
// blockingQueue.offer("d",2,TimeUnit.SECONDS); // 等待超过2秒就退出
System.out.println("===============");
System.out.println(blockingQueue.poll());
System.out.println(blockingQueue.poll());
System.out.println(blockingQueue.poll());
blockingQueue.poll(2,TimeUnit.SECONDS); // 等待超过2秒就退出
}
```

SynchronousQueue 同步队列

没有容量，

进去一个元素，必须等待取出来之后，才能再往里面放一个元素！

put、take

```
package com.lwq.juc;


import java.util.HashMap;
import java.util.Map;
import java.util.concurrent.ArrayBlockingQueue;
import java.util.concurrent.SynchronousQueue;
import java.util.concurrent.TimeUnit;
import java.util.concurrent.locks.*;
/**
* 同步队列
* 和其他的BlockingQueue 不一样， SynchronousQueue 不存储元素
* put了一个元素，必须从里面先take取出来，否则不能在put进去值！
*/

public class Test {
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {
        SynchronousQueue<Object> synchronousQueue = new SynchronousQueue<>();
        new Thread(()->{
            try {
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" put 1");
                synchronousQueue.put("A");
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" put 2");
                synchronousQueue.put("B");
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" put 3");
                synchronousQueue.put("C");
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        },"T1").start();
        new Thread(()->{
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(2);
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"
"+synchronousQueue.take());
                TimeUnit.SECONDS.sleep(2);
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"
"+synchronousQueue.take());
                TimeUnit.SECONDS.sleep(2);
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"
"+synchronousQueue.take());
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        },"T2").start();
    }
```

11、线程池(重点)

线程池：三大方法、7大参数、4种拒绝策略

池化技术

程序的运行，本质：占用系统的资源！ 优化资源的使用！=>池化技术

线程池、连接池、内存池、对象池///..... 创建、销毁。十分浪费资源

池化技术：事先准备好一些资源，有人要用，就来我这里拿，用完之后还给我。

线程池的好处:

1、降低资源的消耗

2、提高响应的速度

3、方便管理。

线程复用、可以控制最大并发数、管理线程

线程池：三大方法


```
package com.kuang.pool;
import java.util.concurrent.ExecutorService;
import java.util.concurrent.Executors;
// Executors 工具类、3大方法
public class Demo01 {
    public static void main(String[] args) {
        ExecutorService threadPool = Executors.newSingleThreadExecutor();// 单个线程
        // ExecutorService threadPool = Executors.newFixedThreadPool(5); // 创建一个固定的线程池的大小
        // ExecutorService threadPool = Executors.newCachedThreadPool(); // 可伸缩的，遇强则强，遇弱则弱
        try {
            for (int i = 0; i < 100; i++) {
                // 使用了线程池之后，使用线程池来创建线程
                threadPool.execute(()->{
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" ok");
            });
        }
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            // 线程池用完，程序结束，关闭线程池
            threadPool.shutdown();
        }
    }
}
```

7大参数

源码分析

```
public static ExecutorService newSingleThreadExecutor() {
        return new FinalizableDelegatedExecutorService
            (new ThreadPoolExecutor(1, 1,
                                    0L, TimeUnit.MILLISECONDS,
                                    new LinkedBlockingQueue<Runnable>()));
    }

public static ExecutorService newCachedThreadPool() {
        return new ThreadPoolExecutor(0, Integer.MAX_VALUE,
                                      60L, TimeUnit.SECONDS,
                                      new SynchronousQueue<Runnable>());
    }
public static ExecutorService newFixedThreadPool(int nThreads) {
        return new ThreadPoolExecutor(nThreads, nThreads,
                                      0L, TimeUnit.MILLISECONDS,
                                      new LinkedBlockingQueue<Runnable>());
    }
// 本质ThreadPoolExecutor（）
public ThreadPoolExecutor(int corePoolSize,// 核心线程池大小
                          int maximumPoolSize,// 最大核心线程池大小
                          long keepAliveTime,// 超时了没有人调用就会释放
                          TimeUnit unit, // 超时单位
                          BlockingQueue<Runnable> workQueue,// 阻塞队列
                          ThreadFactory threadFactory,// 线程工厂：创建线程的，一
般不用动
                          RejectedExecutionHandler handler) {//
RejectedExecutionHandler 拒绝策略
        if (corePoolSize < 0 ||
            maximumPoolSize <= 0 ||
            maximumPoolSize < corePoolSize ||
            keepAliveTime < 0)
            throw new IllegalArgumentException();
        if (workQueue == null || threadFactory == null || handler == null)
            throw new NullPointerException();
        this.acc = System.getSecurityManager() == null ?
                null :
                AccessController.getContext();
        this.corePoolSize = corePoolSize;
        this.maximumPoolSize = maximumPoolSize;
        this.workQueue = workQueue;
        this.keepAliveTime = unit.toNanos(keepAliveTime);
        this.threadFactory = threadFactory;
        this.handler = handler;
    }
```

手动创建一个线程池

```
package com.lwq.juc;


import java.util.concurrent.*;
// Executors 工具类、3大方法
```

```java
/**
* new ThreadPoolExecutor.AbortPolicy() // 银行满了，还有人进来，不处理这个人的，抛出异常
* new ThreadPoolExecutor.CallerRunsPolicy() // 哪来的去哪里！
* new ThreadPoolExecutor.DiscardPolicy() //队列满了，丢掉任务，不会抛出异常！
* new ThreadPoolExecutor.DiscardOldestPolicy() //队列满了，尝试去和最早的竞争，也不会抛出异常！
*/
public class Test {
    public static void main(String[] args){
        // 自定义线程池！工作 ThreadPoolExecutor
        ThreadPoolExecutor threadPoolExecutor = new ThreadPoolExecutor(
                2,
                5,
                3,
                TimeUnit.SECONDS,
                new LinkedBlockingDeque<>(3),
                Executors.defaultThreadFactory(),
                new ThreadPoolExecutor.AbortPolicy());//队列满了，尝试去和最早的竞争，也不会抛出异常！
        // 最大承载：Deque + max
        // 超过 RejectedExecutionException
        for (int i = 1; i <= 9; i++) {
            // 使用了线程池之后，使用线程池来创建线程
            threadPoolExecutor.execute(()->{
                System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" ok");
            });
        }
        // 线程池用完，程序结束，关闭线程池
        threadPoolExecutor.shutdown();
    }
}
```

小结和拓展

池的最大的大小如何去设置！

了解：IO密集型，CPU密集型：（调优）

```java
// 自定义线程池！工作 ThreadPoolExecutor
// 最大线程到底该如何定义
// 1、CPU 密集型，几核，就是几，可以保持CPu的效率最高！
// 2、IO 密集型 > 判断你程序中十分耗IO的线程，
// 程序 15个大型任务 io十分占用资源！
// 获取CPU的核数
System.out.println(Runtime.getRuntime().availableProcessors());
```

12、四大函数式接口（必需掌握）

新时代的程序员：lambda表达式、链式编程、函数式接口、Stream流式计算

函数式接口： 只有一个方法的接口

```
@FunctionalInterface
public interface Runnable {
public abstract void run();
}
// 泛型、枚举、反射
// lambda表达式、链式编程、函数式接口、Stream流式计算
// 超级多FunctionalInterface
// 简化编程模型，在新版本的框架底层大量应用！
// foreach(消费者类的函数式接口)
```

代码测试：

Function函数式接口

```
package com.lwq.juc;

import java.util.function.Function;
/**
* Function 函数型接口，有一个输入参数，有一个输出
* 只要是 函数型接口 可以 用 lambda表达式简化
*/
public class Test {
    public static void main(String[] args){
        Function function = new Function<String,String>() {
            @Override
            public String apply(String s) {
                return s;
            }

        };
        Function function = s -> s;
        System.out.println(predicate.apply("abc"));
    }

}
```

断定型接口：有一个输入参数，返回值只能是 布尔值！

```
/**
* 断定型接口：有一个输入参数，返回值只能是 布尔值！
*/
Predicate<String> stringPredicate = new Predicate<String>() {
        @Override
        public boolean test(String s) {
            return false;
        }
    };

    Predicate predicate = s -> true;
System.out.println(predicate.test(""));
```

Consumer 消费型接口

```
/**
```

```
* Consumer 消费型接口: 只有输入，没有返回值
*/
public class Test {
    public static void main(String[] args){

        Consumer<Object> consumer = new Consumer<Object>() {
            @Override
            public void accept(Object o) {
                System.out.println(o);
            }
        };
        Consumer<String> consumer = (str)->{System.out.println(str);};
        consumer.accept("sdadasd");

    }

}
```

Supplier 供给型接口

```
/**
* Supplier 供给型接口 没有参数，只有返回值
*/
public class Test {
    public static void main(String[] args){

        Supplier<Object> objectSupplier = new Supplier<Object>() {
            @Override
            public Object get() {
                return null;
            }
        };
        Supplier supplier = ()->{ return 1024; };
        System.out.println(supplier.get());
    }
}
```

13、Stream流式计算

什么是Stream流式计算

大数据：存储 + 计算

集合、MySQL 本质就是存储东西的；

计算都应该交给流来操作！

```
package com.lwq.juc;

import java.util.Arrays;
import java.util.List;
/**
 * 题目要求：一分钟内完成此题，只能用一行代码实现！
 * 现在有5个用户！筛选：
 * 1、ID 必须是偶数
```

```
 * 2、年龄必须大于23岁
 * 3、用户名转为大写字母
 * 4、用户名字母倒着排序
 * 5、只输出一个用户!
 */
public class Test {
    public static void main(String[] args){
        User u1 = new User(1,11,"aa");
        User u2 = new User(2,22,"bb");
        User u3 = new User(3,33,"cc");
        User u4 = new User(4,44,"dd");
        User u5 = new User(5,55,"ee");
        User u6 = new User(6,66,"ff");
        // 集合就是存储
        List<User> list = Arrays.asList(u1,u2,u3,u4,u5,u6);
        // 计算交给流
        list.stream().filter(user -> user.getId()%2==0)
                .filter(user -> user.getAge()>23)
                .map(user -> user.getName().toUpperCase())
                .sorted((uu1,uu2) -> uu2.compareTo(uu1))
                .limit(1)
                .forEach(System.out::println);
    };
}


class User{
    private int id;
    private int age;
    private String name;

    public User() {
    }

    public User(int id, int age, String name) {
        this.id = id;
        this.age = age;
        this.name = name;
    }

    public int getId() {
        return id;
    }

    public void setId(int id) {
        this.id = id;
    }

    public int getAge() {
        return age;
    }

    public void setAge(int age) {
        this.age = age;
    }

    public String getName() {
        return name;
```

```
    }

    public void setName(String name) {
        this.name = name;
    }
}
```

14、ForkJoin

ForkJoin 在 JDK 1.7， 并行执行任务！提高效率。大数据量！

大数据：Map Reduce （把大任务拆分为小任务）

ForkJoin 特点：工作窃取

这个里面维护的都是双端队列

```
/**
 * 求和计算的任务！
 * 3000 6000（ForkJoin） 9000（Stream并行流）
 * // 如何使用 forkjoin
 * // 1、forkjoinPool 通过它来执行
 * // 2、计算任务 forkjoinPool.execute(ForkJoinTask task)
 * // 3. 计算类要继承 ForkJoinTask
 */
public class Test extends RecursiveTask<Long> {
    private Long start;
    private Long end;
    private Long sum = 0L;
    public Test(Long start, Long end) {
        this.start = start;
        this.end = end;
    }

    private Long temp=10000L;

    @Override
    protected Long compute() {
        if (start-end<temp){
            for (Long i = start; i <= end; i++) {
                sum+=i;
            }
            return sum;
        }else {
            long mid = (start+end)/2;
            Test test = new Test(start, mid);
            test.fork();
            Test test1 = new Test(mid + 1, end);
            test1.fork();
            return test.join()+test1.join();
        }
    }
}
```

```
package com.lwq.juc;
```

```
import java.util.concurrent.ExecutionException;
import java.util.concurrent.ForkJoinPool;
import java.util.concurrent.ForkJoinTask;
import java.util.stream.LongStream;

public class Task {
    public static void main(String[] args) throws ExecutionException,
InterruptedException {
        test3();
    }
    //普通方法计算
    public static void test1(){
        Long sum = 0L;
        long start = System.currentTimeMillis();
        for (Long i = 1L; i <= 10_0000_0000 ; i++) {
            sum+=i;
        }
        long end = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("sum="+sum+" 时间:"+(end-start));
        //sum=5000000005000000000 时间:7137
    }
    //使用forkjoin方法计算
    public static void test2() throws ExecutionException, InterruptedException {
        long start = System.currentTimeMillis();
        ForkJoinPool forkJoinPool = new ForkJoinPool();
        Test test = new Test(1L, 1_0000_0000L);
        ForkJoinTask<Long> submit = forkJoinPool.submit(test);
        Long aLong = submit.get();
        long end = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("sum="+aLong+" 时间:"+(end-start));
        //sum=5000000050000000 时间:961
    }
    //使用stream并行流计算
    public static void test3(){
        long start = System.currentTimeMillis();
        long reduce = LongStream.rangeClosed(1L,
1_0000_0000L).parallel().reduce(0, Long::sum);
        long end = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("sum="+reduce+" 时间:"+(end-start));
        //sum=5000000050000000 时间:77
    }
}
```

15、异步回调

Future 设计的初衷： 对将来的某个事件的结果进行建模

```
public class Task {
    public static void main(String[] args) throws ExecutionException,
InterruptedException {
//        CompletableFuture<Void> completableFuture =
CompletableFuture.runAsync(()->{
//            try {
//                TimeUnit.SECONDS.sleep(2);
//            } catch (InterruptedException e) {
//                e.printStackTrace();
```

```
//            }
//            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"runAsync");
//        });
//
//        System.out.println("1111");
//        completableFuture.get();
        CompletableFuture<Integer> completableFuture =
CompletableFuture.supplyAsync(()->{

 System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"supplyAsync==>Integer");
            return 1024;
        });

        completableFuture.whenComplete((t,u)->{
            System.out.println("t==>"+t);
            System.out.println("u==>"+u);
        }).exceptionally((e)->{
            e.printStackTrace();
            return 233;
        });
    }
}
```

16、JMM

请你谈谈你对 Volatile 的理解

Volatile 是 Java 虚拟机提供**轻量级的同步机制**

1、保证可见性

2、不保证原子性

3、禁止指令重排

什么是JMM

JMM： Java内存模型，不存在的东西，概念！约定！

关于JMM的一些同步的约定：

1、线程解锁前，必须把共享变量立刻刷回主存。

2、线程加锁前，必须读取主存中的最新值到工作内存中！

3、加锁和解锁是同一把锁

线程 **工作内存 、主内存**

8种操作：

内存交互操作有8种，虚拟机实现必须保证每一个操作都是原子的，不可在分的（对于double和long类型的变量来说，load、store、read和write操作在某些平台上允许例外）

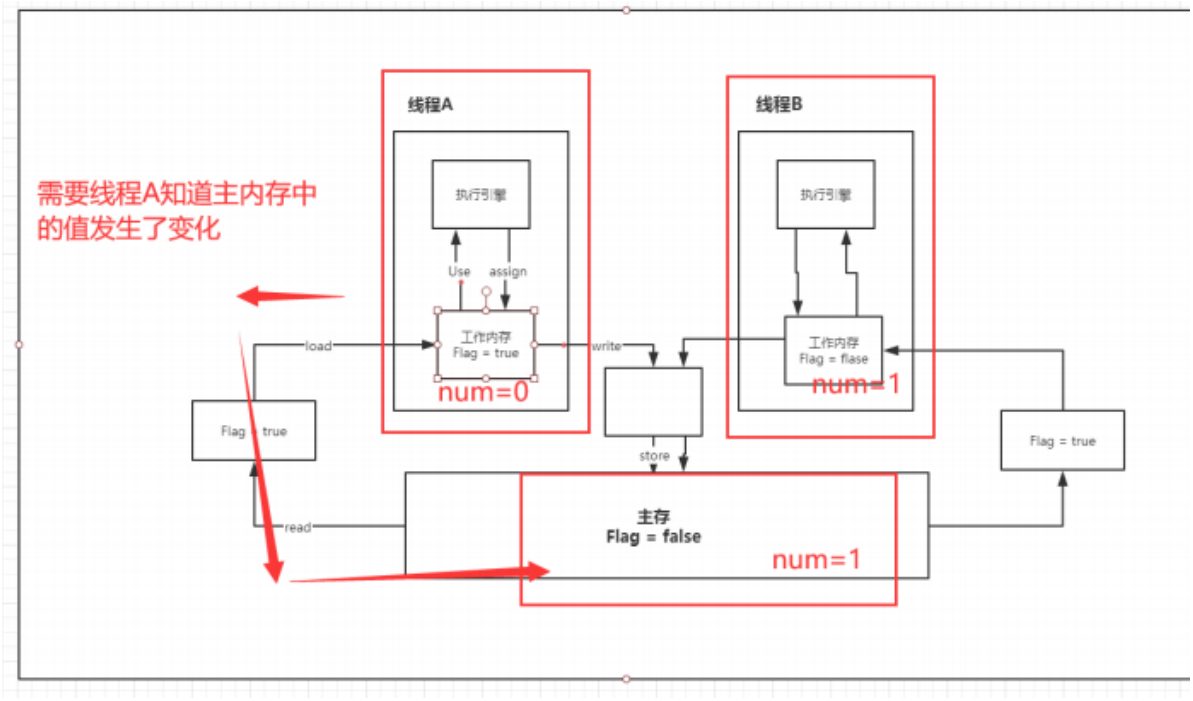
- lock（锁定）：作用于主内存的变量，把一个变量标识为线程独占状态
- unlock（解锁）：作用于主内存的变量，它把一个处于锁定状态的变量释放出来，释放后的变量才可以被其他线程锁定
- read（读取）：作用于主内存变量，它把一个变量的值从主内存传输到线程的工作内存中，以便随后的load动作使用

- load（载入）：作用于工作内存的变量，它把read操作从主存中变量放入工作内存中
- use（使用）：作用于工作内存中的变量，它把工作内存中的变量传输给执行引擎，每当虚拟机遇到一个需要使用到变量的值，就会使用到这个指令
- assign（赋值）：作用于工作内存中的变量，它把一个从执行引擎中接受到的值放入工作内存的变量副本中
- store（存储）：作用于主内存中的变量，它把一个从工作内存中一个变量的值传送到主内存中，以便后续的write使用
- write （写入）：作用于主内存中的变量，它把store操作从工作内存中得到的变量的值放入主内存的变量中

JMM对这八种指令的使用，制定了如下规则：

- 不允许read和load、store和write操作之一单独出现。即使用了read必须load，使用了store必须write
- 不允许线程丢弃他最近的assign操作，即工作变量的数据改变了之后，必须告知主存
- 不允许一个线程将没有assign的数据从工作内存同步回主内存
- 一个新的变量必须在主内存中诞生，不允许工作内存直接使用一个未被初始化的变量。就是对变量实施use、store操作之前，必须经过assign和load操作
- 一个变量同一时间只有一个线程能对其进行lock。多次lock后，必须执行相同次数的unlock才能解锁
- 如果对一个变量进行lock操作，会清空所有工作内存中此变量的值，在执行引擎使用这个变量前，必须重新load或assign操作初始化变量的值
- 如果一个变量没有被lock，就不能对其进行unlock操作。也不能unlock一个被其他线程锁住的变量
- 对一个变量进行unlock操作之前，必须把此变量同步回主内存

问题： 程序不知道主内存的值已经被修改过了



17、Volatile

1、保证可见性

```
package com.lwq.juc;
```

```
import java.util.concurrent.TimeUnit;

public class Task {
    // 不加 volatile 程序就会死循环!
    // 加 volatile 可以保证可见性
    volatile static int num = 0;
    public static void main(String[] args) {

        new Thread(()->{
            while (num==0){

            }
        }).start();

        try {
            TimeUnit.SECONDS.sleep(1);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }

        num=1;
        System.out.println(num);
    }
}
```

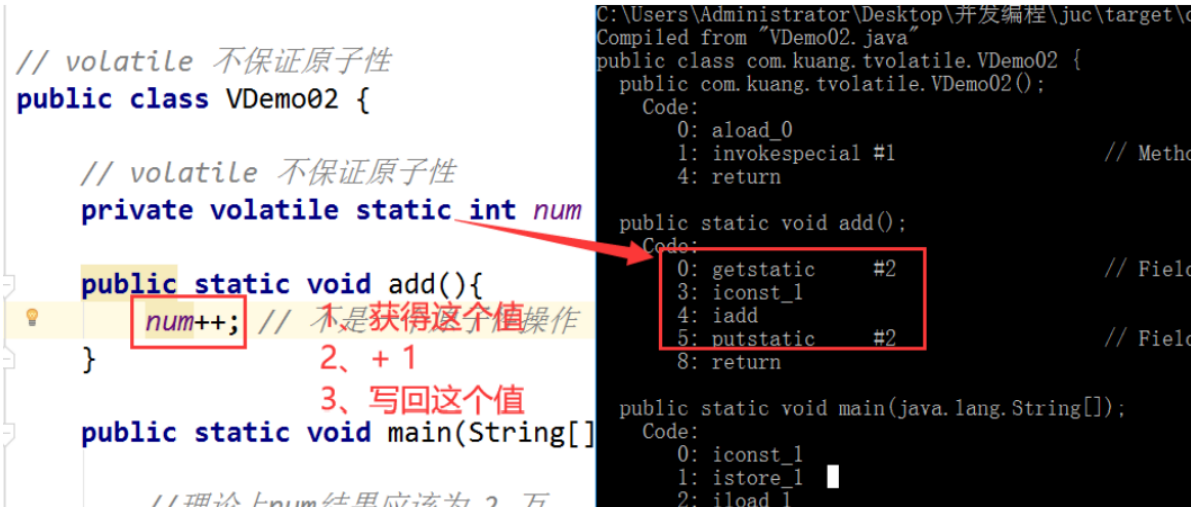
2、不保证原子性

原子性 : 不可分割

线程A在执行任务的时候，不能被打扰的，也不能被分割。要么同时成功，要么同时失败。

```
package com.lwq.juc;

public class Task {
    // volatile 不保证原子性
    volatile static int num = 0;
    public static void main(String[] args) {
        for (int i = 0; i < 20; i++) {
            new Thread(()->{
                for (int j = 0; j < 1000; j++) {
                    add();
                }
            }).start();
        }
        while (Thread.activeCount()>2){
            Thread.yield();
        }

        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" "+num);
    }

    public static void add(){
        num++;
    }
}
```

如果不加 lock 和 synchronized， 怎么样保证原子性



使用原子类，解决 原子性问题

```
package com.lwq.juc;


import java.util.concurrent.atomic.AtomicInteger;

public class Task {
    // volatile 不保证原子性
    // 原子类的 Integer
    volatile static AtomicInteger num = new AtomicInteger();
    public static void main(String[] args) {
        for (int i = 0; i < 20; i++) {
            new Thread(()->{
                for (int j = 0; j < 1000; j++) {
                    add();
                }
            }).start();
        }
        while (Thread.activeCount()>2){
            Thread.yield();
        }

        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" "+num);
    }

    public static void add(){
        num.getAndIncrement();//AtomicInteger + 1 方法， CAS
    }
}
```

这些类的底层都直接和操作系统挂钩！在内存中修改值！Unsafe类是一个很特殊的存在！

指令重排

什么是 指令重排：**你写的程序，计算机并不是按照你写的那样去执行的。**

源代码-->编译器优化的重排--> 指令并行也可能会重排--> 内存系统也会重排---> 执行

处理器在进行指令重排的时候，考虑：数据之间的依赖性！

```
int x = 1; // 1
int y = 2; // 2
x = x + 5; // 3
y = x * x; // 4
我们所期望的：1234 但是可能执行的时候回变成 2134 1324
可不可能是 4123!
```

可能造成影响的结果： a b x y 这四个值默认都是 0；

线程A	线程B
x=a	y=b
b=1	a=2

正常的结果： x = 0；y = 0；但是可能由于指令重排

线程A	线程B
b=1	a=2
x=a	y=b

指令重排导致的诡异结果： x = 2；y = 1；

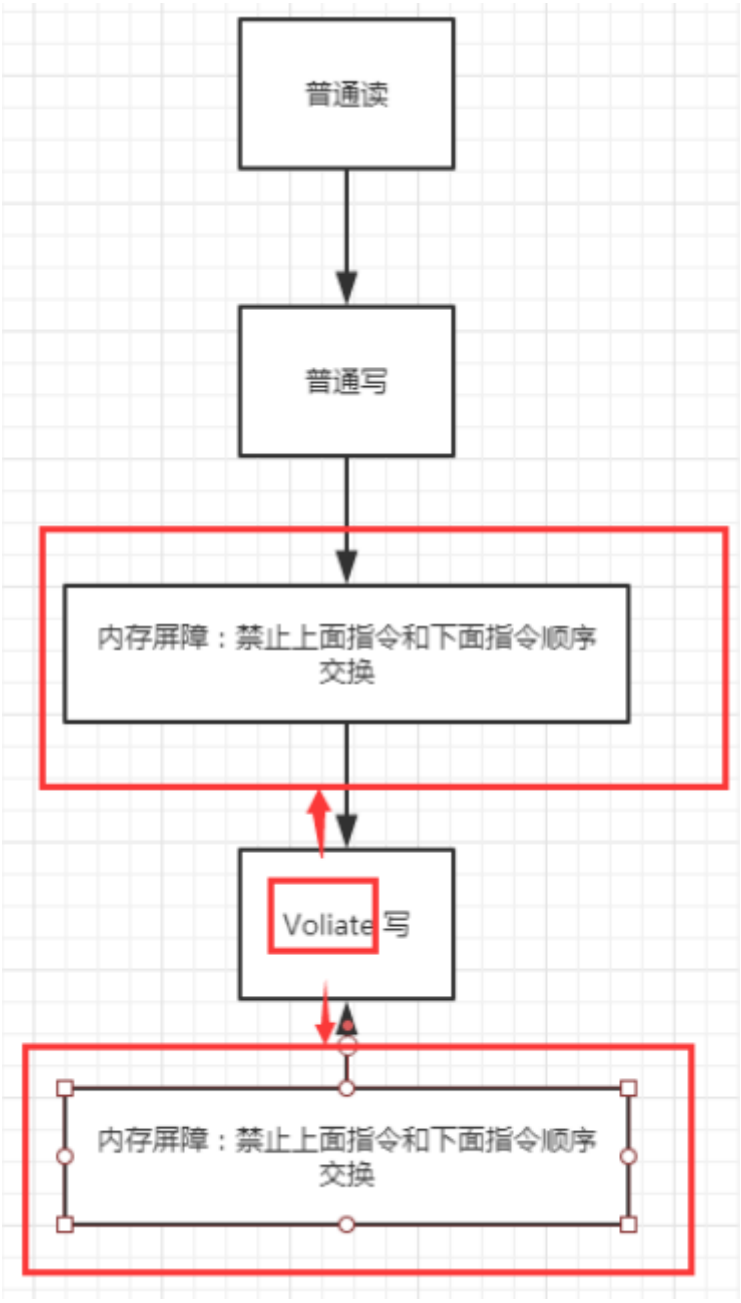
非计算机专业

volatile可以避免指令重排：

内存屏障。CPU指令。作用：

1、保证特定的操作的执行顺序!

2、可以保证某些变量的内存可见性 （利用这些特性volatile实现了可见性）



Volatile 是可以保持可见性。不能保证原子性，由于内存屏障，可以保证避免指令重排的现象产生！

18、彻底玩转单例模式

饿汉式 DCL懒汉式，深究！

饿汉式

```
package com.lwq.juc;

// 饿汉式单例
public class Task {
    // 饿汉式单例
    private byte[] data1 = new byte[1024*1024];
    private byte[] data2 = new byte[1024*1024];
    private byte[] data3 = new byte[1024*1024];
    private byte[] data4 = new byte[1024*1024];

    private final static Task task = new Task();
```

```
    private Task(){};

    public static Task getInstance(){
        return task;
    }

}
```

DCL 懒汉式

```
package com.lwq.juc;

public class Task {

    private Task(){}

    //必须加上volatile关键字
    private volatile static Task task;

    // 双重检测锁模式的 懒汉式单例 DCL懒汉式
    public static Task getInstance(){
        if (task==null){
            synchronized (task){
                if (task==null){
                    task=new Task();// 不是一个原子性操作
                    /**
                     * 1. 分配内存空间
                     * 2、执行构造方法，初始化对象
                     * 3、把这个对象指向这个空间
                     *
                     * 123
                     * 132 A
                     * B // 此时task还没有完成构造
                     */
                }
            }
        }
        return task;
    }

}
```

反射，单例不安全

```
package com.lwq.juc;

import java.lang.reflect.Constructor;
import java.lang.reflect.Field;

public class Task {

    private boolean qinjiang = false;


    private Task(){
```

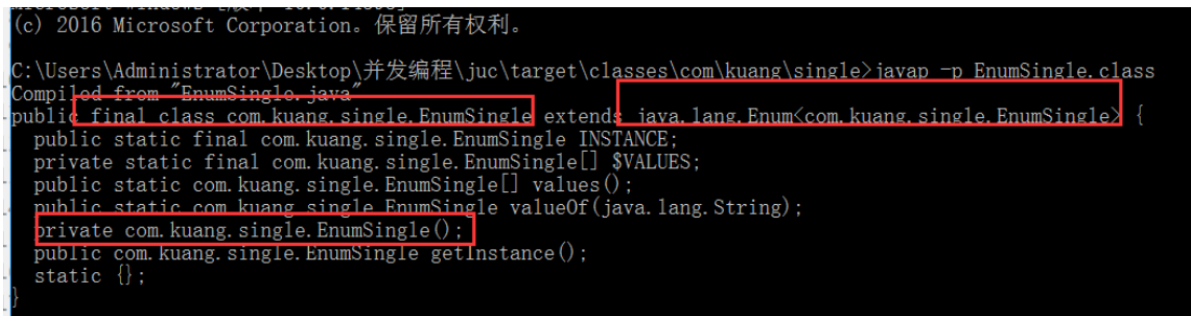
```
        synchronized (Task.class){
            if (qinjiang==false){
                qinjiang=true;
            }
            throw new RuntimeException("dont do this");
        }
    }

    private volatile static Task task;

    // 双重检测锁模式的 懒汉式单例 DCL懒汉式
    public static Task getInstance(){
        if (task==null){
            synchronized (Task.class){
                if (task==null){
                    task=new Task();// 不是一个原子性操作
                    /**
                     * 1. 分配内存空间
                     * 2、执行构造方法，初始化对象
                     * 3、把这个对象指向这个空间
                     *
                     * 123
                     * 132 A
                     * B // 此时task还没有完成构造
                     */
                }
            }
        }
        return task;
    }

    public static void main(String[] args) throws Exception {
//        Task instance = Task.getInstance();
        Constructor<Task> declaredConstructor =
Task.class.getDeclaredConstructor(null);
        Field qinjiang = Task.class.getDeclaredField("qinjiang");
        qinjiang.setAccessible(true);
        declaredConstructor.setAccessible(true);


        Task instance = declaredConstructor.newInstance();
        qinjiang.set(instance,false);
        Task instance1 = declaredConstructor.newInstance();

        System.out.println(instance);
        System.out.println(instance1);
    }

}
```

静态内部类

```
public class Holder{
    private Holder(){

    }
    public static Holder getInstance(){
        return InnerClass.holder;
    }

    public static class InnerClass{
        private static final Holder holder = new Holder();
    }
}
```

枚举

```
package com.lwq.juc;

import java.lang.reflect.Constructor;
import java.lang.reflect.InvocationTargetException;

public enum Task {
    INSTANCE;

    public Task getInstance(){
        return INSTANCE;
    }
}

class Test1{
    public static void main(String[] args) throws NoSuchMethodException,
InvocationTargetException, InstantiationException, IllegalAccessException {
        Task instance = Task.INSTANCE;

        Constructor<Task> declaredConstructor =
Task.class.getDeclaredConstructor(String.class,int.class);

        declaredConstructor.setAccessible(true);

        Task instance1 = declaredConstructor.newInstance();

        System.out.println(instance);
        System.out.println(instance1);
    }
}
```



枚举类型的最终反编译源码：

```
// Decompiled by Jad v1.5.8g. Copyright 2001 Pavel Kouznetsov.
// Jad home page: http://www.kpdus.com/jad.html
// Decompiler options: packimports(3)
// Source File Name: EnumSingle.java
package com.kuang.single;
public final class EnumSingle extends Enum
{
    public static EnumSingle[] values()
    {
        return (EnumSingle[])$VALUES.clone();
    }
    public static EnumSingle valueOf(String name)
    {
        return (EnumSingle)Enum.valueOf(com/kuang/single/EnumSingle, name);
    }
    private EnumSingle(String s, int i)
    {
        super(s, i);
    }
    public EnumSingle getInstance()
    {
        return INSTANCE;
    }
    public static final EnumSingle INSTANCE;
    private static final EnumSingle $VALUES[];
    static
    {
        INSTANCE = new EnumSingle("INSTANCE", 0);
        $VALUES = (new EnumSingle[] {
        INSTANCE
        });
    }
}
```

19、深入理解CAS

什么是 CAS

unsafe类就是CAS

大厂你必须要深入研究底层！有所突破！ **修内功，操作系统，计算机网络原理**

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.atomic.AtomicInteger;

public class Task {
    public static void main(String[] args) {
        AtomicInteger atomicInteger = new AtomicInteger(2020);

        System.out.println(atomicInteger.compareAndSet(2020,2021));
        System.out.println(atomicInteger.get());
```

```
        System.out.println(atomicInteger.compareAndSet(2020,2021));
        System.out.println(atomicInteger.get());
    }
}
```

Unsafe 类

```
public class AtomicInteger extends Number implements java.io.Serializable {
    private static final long serialVersionUID = 6214790243416807050L;

    // setup to use Unsafe.compareAndSwapInt for updates
    private static final Unsafe unsafe = Unsafe.getUnsafe();
    private static final long valueOffset;

    static {
        try {
            valueOffset = unsafe.objectFieldOffset
                (AtomicInteger.class.getDeclaredField( name: "value"));
        } catch (Exception ex) { throw new Error(ex); }
    }

    private volatile int value;

    /**
```

Java 无法操作内存
Java 可以调用c++ native
c++ 可以操作内存
Java 的后门，可以通过这个类操

```
public native void putDoubleVolatile(Object var1, long var2, double var4);

public native void putOrderedLong(Object v

public native void unpark(Object var1);

public native void park(boolean var1, long var2);

public native int getLoadAverage(double[] var1, int var2);
```

```
public final int getAndIncrement() {
    return unsafe.getAndAddInt( o: this, valueOffset, i: 1);
}
```

```
public final int getAndAddInt(Object var1, long var2, int var4) {
    int var5;
    do {
        var5 = this.getIntVolatile(var1, var2);
    } while(!this.compareAndSwapInt(var1, var2, var5, var5: var5 + var4));

    return var5;
}
```

获取内存地址中的值

内存操作，效率很高

```
public final int getAndAddInt(Object var1, long var2, int var4) {
    int var5;
    do {
        var5 = this.getIntVolatile(var1, var2);
    } while(!this.compareAndSwapInt(var1, var2, var5, var5: var5 + var4));

    return var5;
}
```

自旋锁

CAS： 比较当前工作内存中的值和主内存中的值，如果这个值是期望的，那么则执行操作！如果不是就一直循环！

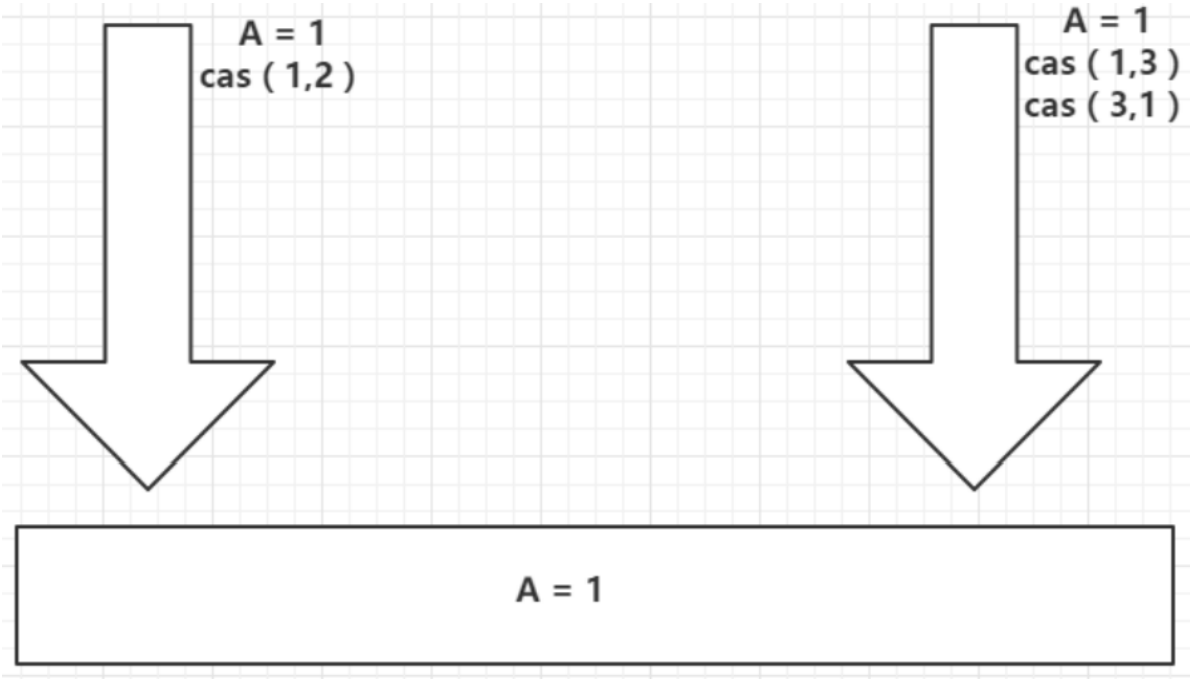
缺点:

1、 循环会耗时

2、一次性只能保证一个共享变量的原子性

3、ABA问题

CAS： ABA 问题（狸猫换太子）




```
package com.kuang.cas;
import java.util.concurrent.atomic.AtomicInteger;
public class CASDemo {
    // CAS compareAndSet : 比较并交换!
    public static void main(String[] args) {
        AtomicInteger atomicInteger = new AtomicInteger(2020);
        // 期望、更新
        // public final boolean compareAndSet(int expect, int update)
        // 如果我期望的值达到了，那么就更新，否则，就不更新， CAS 是CPU的并发原语!
        // ============== 捣乱的线程 ==================
        System.out.println(atomicInteger.compareAndSet(2020, 2021));
        System.out.println(atomicInteger.get());

        System.out.println(atomicInteger.compareAndSet(2021, 2020));
        System.out.println(atomicInteger.get());
        // ============== 期望的线程 ==================
        System.out.println(atomicInteger.compareAndSet(2020, 6666));
        System.out.println(atomicInteger.get());
    }
}
```

20、原子引用

解决ABA 问题，引入原子引用！ 对应的思想：乐观锁！

带版本号 的原子操作!

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.TimeUnit;
```

```java
import java.util.concurrent.atomic.AtomicStampedReference;

public class Task {
    public static void main(String[] args) {
        //AtomicStampedReference 注意，如果泛型是一个包装类，注意对象的引用问题
        // 正常在业务操作，这里面比较的都是一个个对象
        AtomicStampedReference<Integer> reference = new AtomicStampedReference<>
(1, 1);

        // CAS compareAndSet : 比较并交换!
        new Thread(()->{
            int stamp = reference.getStamp();

            System.out.println("a1=>"+stamp);

            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(2);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }

 reference.compareAndSet(1,2,reference.getStamp(),reference.getStamp()+1);
            System.out.println("a2=>"+reference.getStamp());

            System.out.println(reference.compareAndSet(2, 1,
reference.getStamp(), reference.getStamp() + 1));
            System.out.println("a3=>"+reference.getStamp());

        },"a").start();
        // 乐观锁的原理相同!
        new Thread(()->{
            int stamp = reference.getStamp();
            System.out.println("b1=>"+stamp);
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(2);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }

 reference.compareAndSet(1,6,reference.getStamp(),reference.getStamp()+1);
            System.out.println("b2=>"+reference.getStamp());
        },"b").start();
    }
}
```

注意:

Integer 使用了对象缓存机制，默认范围是 -128 ~ 127 ，推荐使用静态工厂方法 valueOf 获取对象实例，而不是 new，因为 valueOf 使用缓存，而 new 一定会创建新的对象分配新的内存空间;

. 【强制】所有的相同类型的包装类对象之间值的比较，全部使用 equals 方法比较。

说明：对于 Integer var = ?在-128 至 127 之间的赋值，Integer 对象是在 IntegerCache.cache 产生，会复用已有对象，这个区间内的 Integer 值可以直接使用==进行判断，但是这个区间之外的所有数据，都会在堆上产生，并不会复用已有对象，这是一个大坑，推荐使用 equals 方法进行判断。

21、各种锁的理解

1、公平锁、非公平锁

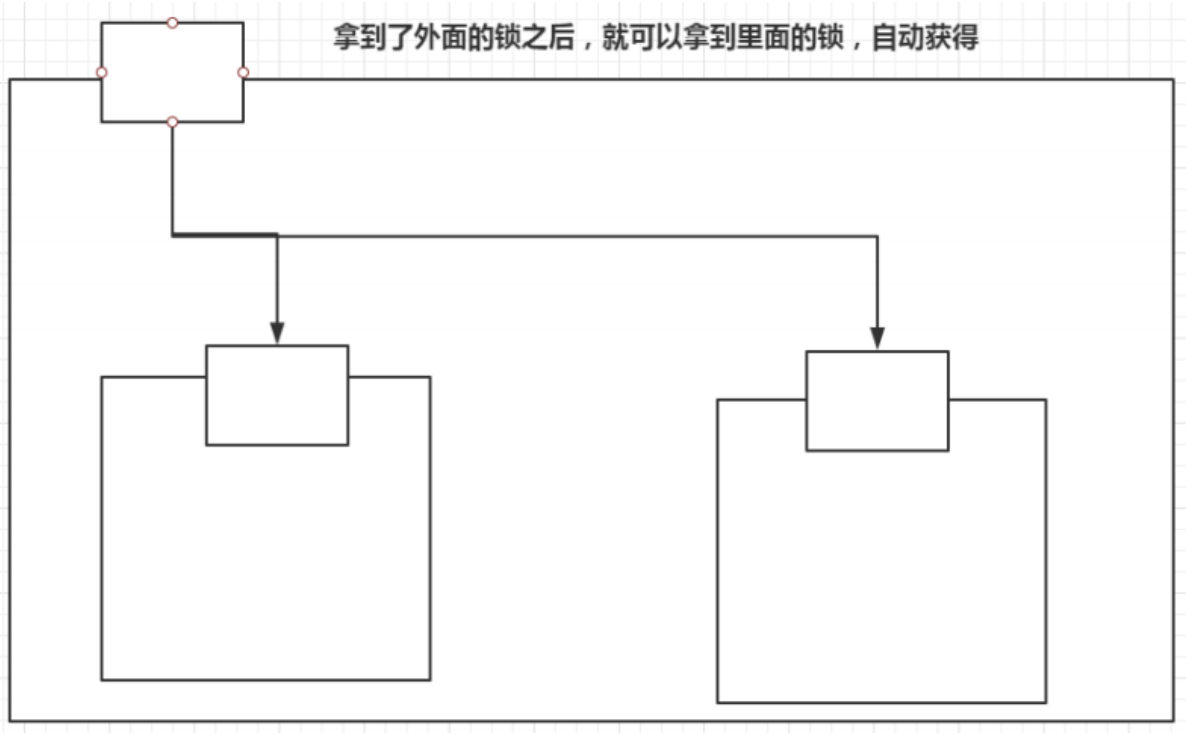
公平锁： 非常公平， 不能够插队，必须先来后到！

非公平锁：非常不公平，可以插队 （默认都是非公平）

```
public ReentrantLock() {
    sync = new NonfairSync();
}

public ReentrantLock(boolean fair) {
    sync = fair ? new FairSync() : new NonfairSync();
}
```

2、可重入锁

可重入锁（递归锁）



Synchronized

```
public class Task {
    public static void main(String[] args) {
        Phone phone = new Phone();

        new Thread(()->{
            phone.sms();
        },"A").start();

        new Thread(()->{
            phone.call();
        },"B").start();
    }
```

```
}


class Phone{
    public synchronized void sms(){
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" sms ");
        call();
    }
    public synchronized void call(){
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" call ");
    }
}
```

Lock 版

```
package com.lwq.juc;


import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;

public class Task {
    public static void main(String[] args) {
        Phone phone = new Phone();

        new Thread(()->{
            phone.sms();
        },"A").start();

        new Thread(()->{
            phone.call();
        },"B").start();
    }
}


class Phone{
    public  void sms(){
        ReentrantLock reentrantLock = new ReentrantLock();
        reentrantLock.lock(); // 细节问题：lock.lock(); lock.unlock(); // lock 锁必须配对，否则就会死在里面
        try {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" sms ");
            call();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            reentrantLock.unlock();
        }

    }
    public synchronized void call(){
        ReentrantLock reentrantLock = new ReentrantLock();
        reentrantLock.lock();

        try {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" call ");
        } catch (Exception e) {
```

```
            e.printStackTrace();
        } finally {
            reentrantLock.unlock();
        }
    }
}
```

3、自旋锁

spinlock

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.atomic.AtomicReference;

public class Task {
    AtomicReference<Thread> atomicReference = new AtomicReference<>();
    public void myLock(){
        Thread thread = new Thread();
        while (!atomicReference.compareAndSet(null, thread)) {

        }
    }
    public void  myUnLock(){
        Thread thread = new Thread();
        atomicReference.compareAndSet(thread,null);
    }
}
```

我们来自定义一个锁测试

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.atomic.AtomicReference;
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;

public class Task {
    public static void main(String[] args) {
        ReentrantLock reentrantLock = new ReentrantLock();
        reentrantLock.lock();
        reentrantLock.unlock();

        Locks locks = new Locks();
        locks.myLock();
        locks.myUnLock();
    }
}

class Locks{
    AtomicReference<Thread> atomicReference = new AtomicReference<>();
    public void myLock(){
        Thread thread = new Thread();
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" myLock");
        while (!atomicReference.compareAndSet(null, thread)) {

        }
```

```
    }
    public void  myUnLock(){
        Thread thread = new Thread();
        System.out.println(Thread.currentThread().getName()+" myUnLock");
        atomicReference.compareAndSet(thread,null);
    }
}
```

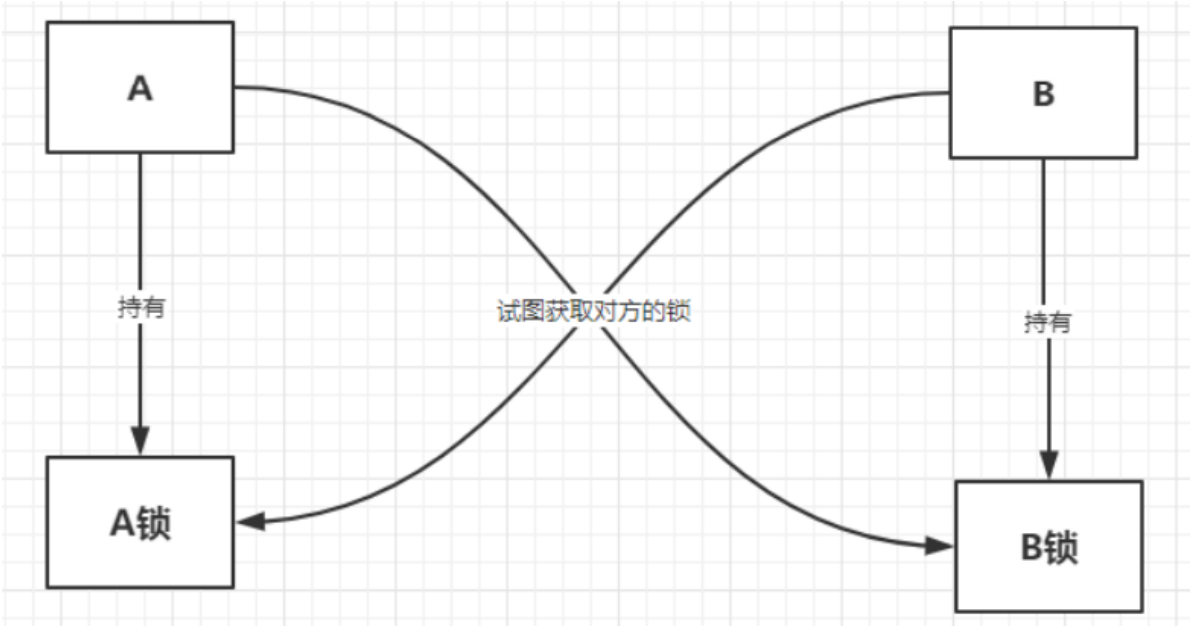
test

```
public class Task {
    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {
//        ReentrantLock reentrantLock = new ReentrantLock();
//        reentrantLock.lock();
//        reentrantLock.unlock();

        Locks locks = new Locks();
        new Thread(()->{
            locks.myLock();
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(3);
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            } finally {
                locks.myUnLock();
            }
        },"T1").start();

        TimeUnit.SECONDS.sleep(1);

        new Thread(()->{
            locks.myLock();
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(3);
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            } finally {
                locks.myUnLock();
            }
        },"T2").start();
    }
}
```

4、死锁

死锁是什么

两个人互相抢夺资源



死锁测试，怎么排除死锁：

```
package com.lwq.juc;

import java.util.concurrent.TimeUnit;

public class Task {
    public static void main(String[] args) {
        String lockA = "lockA";
        String lockB = "lockB";

        new Thread(new MyThread(lockA,lockB),"T1").start();
        new Thread(new MyThread(lockB,lockA),"T2").start();
    }
}

class MyThread implements Runnable{

    private String lockA;
    private String lockB;

    public MyThread(String lockA, String lockB) {
        this.lockA = lockA;
        this.lockB = lockB;
    }

    @Override
    public void run() {
        synchronized (lockA){

 System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"lock"+lockA+"=>get"+lockB)
;
            try {
                TimeUnit.SECONDS.sleep(2);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
            synchronized (lockB){
```

```
 System.out.println(Thread.currentThread().getName()+"lock"+lockB+"=>get"+lockA)
;
            }
        }
    }
}
```

解决问题

1、使用 jps -l 定位进程号

2、使用 jstack 进程号 找到死锁问题

面试，工作中！ 排查问题：

1、日志 9

2、堆栈 1