目录

[1、 Thread 2](#_Toc30997)

[1.1、 Thread()、Thread(Runnable target) 2](#_Toc25281)

[1.2、 synchronized void start() 2](#_Toc9859)

[1.3、 final void join() 3](#_Toc23578)

[1.4、 void interrupt() 3](#_Toc28469)

[1.5、 boolean isInterrupted() 3](#_Toc14069)

[1.6、 static boolean interrupted() 3](#_Toc18032)

[1、 AbstractQueuedSynchronizer 3](#_Toc26111)

[1.1、 compareAndSetXXX() 4](#_Toc22211)

[1.2、 void acquire(int arg) 4](#_Toc10706)

[1.3、 boolean tryAcquire(int arg) 4](#_Toc17790)

[1.4、 boolean release(int arg) 4](#_Toc25883)

[1.5、 void acquireInterruptibly(int arg) 4](#_Toc23253)

[1.6、 acquireShared(int arg) 5](#_Toc13993)

[2、 ReentrantLock 5](#_Toc31764)

[2.1、ReentrantLock() 5](#_Toc12623)

[2.2、ReentrantLock(boolean fair) 5](#_Toc4249)

[2.3、void lock() 5](#_Toc1920)

[2.4、void unlock() 7](#_Toc28520)

[2.5、内部类ConditionObject 7](#_Toc28936)

[2.6、void lockInterruptibly() 8](#_Toc8854)

[3、 ReentrantReadWriteLock 8](#_Toc848)

[3.1、ReentrantReadWriteLock() 8](#_Toc30436)

[3.2、ReentrantReadWriteLock(boolean fair) 8](#_Toc14611)

[3.3、ReentrantReadWriteLock.ReadLock readLock() 9](#_Toc16692)

[3.4、ReentrantReadWriteLock.WriteLock writeLock() 9](#_Toc3185)

[3.5、内部类ReadLock 9](#_Toc20685)

[3.6、内部类WriteLock 11](#_Toc24243)

## Thread

①创建线程时，没有指定线程名称的话，会生成默认线程名称"Thread-" + nextThreadNum()；nextThreadNum()是同步方法，不会出现线程安全问题，nextThreadNum()被调用一次，维护的静态的int型成员变量threadInitNumber就会自增长1；

②sleep()让线程睡眠，交出CPU，让CPU去执行其他的任务。sleep方法不会释放锁，也就是说如果当前线程持有对某个对象的锁，则即使调用sleep方法，其他线程也无法访问这个对象。sleep方法相当于让线程进入阻塞状态。

③调用yield()方法会让当前线程交出CPU权限，让CPU去执行其他的线程。它跟sleep方法类似，同样不会释放锁。但是yield不能控制具体的交出CPU的时间，另外，yield方法只能让拥有相同优先级的线程有获取CPU执行时间的机会。注意，调用yield方法并不会让线程进入阻塞状态，而是让线程重回就绪状态，它只需要等待重新获取CPU执行时间，这一点是和sleep方法不一样的。

### Thread()、Thread(Runnable target)

构造方法

①按"Thread-" + nextThreadNum()；生成此线程的名称，nextThreadNum()是同步静态方法，获取静态的int型成员变量threadInitNumber的值；

②将第一步生成的名称赋值给成员变量name；

③获取当前正在执行线程的引用作为父线程；若是在main方法中创建的线程，则此时返回的就是主线程的引用；

④将父线程的线程组作为本线程的线程组，并将线程组的未启动线程数加一；

⑤如果父线程是守护线程则将本线程也是守护线程（将父线程的daemon布尔变量值赋值给本线程的daemon）；

⑥本线程的优先级也等于父线程的优先级；

⑦如果新建线程时传入了Runnable的实现，则将实现赋值到成员变量target中；

⑧将成员变量stackSize设置为0；

⑨调用nextThreadID()生成线程ID。

### synchronized void start()

方法做用：导致此线程开始执行; Java虚拟机调用此线程的run方法。

①检查线程状态threadStatus是否为0，不是，则抛出非法线程状态异常；

②通知组此线程即将start，以便可以将其添加到组的线程列表中并且可以减少组的unstarted线程的计数；

③调用本地方法start0()启动线程；

④如果线程启动报错，则将此线程从线程组中移出。

### final void join()

方法做用：假设在线程1中调用线程2的join()，线程1会被挂起，直到线程2死亡（执行完毕），线程1才会继续执行下去

①方法内部的原理就是一个while循环，执行条件是isAlive()方法（即线程2还活着），执行语句是wait()（及线程2的wait()方法）；其实就是在线程2死亡之前，线程1一直在执行这个while循环，直到线程2死亡，线程1 就跳出循环继续向下执行。

②如果在调用join()时传入了参数，单位为毫秒的时间值，则线程1只会被挂起这么长时间，无论此时线程2是否死亡，线程1都能跳出我还while循环，继续往下执行

### void interrupt()

方法作用：将线程的中断标识置为true，并不是直接中断线程，线程会继续执行

注意：在某线程调用此方法时，如果该线程正在调用 Object 类的 wait()、wait(long) 或 wait(long, int) 方法，或者自身的 join()、join(long)、join(long, int)、sleep(long) 或 sleep(long, int) 方法并在阻塞中，则这些阻塞方法将会抛出InterruptedException异常，阻塞将会中断，当异常被捕获，此线程的中断状态将被清除（置为false）。

### boolean isInterrupted()

方法作用：返回调用此方法线程的中断标识状态

### static boolean interrupted()

方法作用：返回当前线程的中断标识状态，并清除中断状态（置为false）

## AbstractQueuedSynchronizer

AQS是Java中锁的基础，主要由两个队列组成。一个队列是同步队列，另一个是等待队列（等待队列可以有多个）；AQS支持实现独占锁和共享锁。

### compareAndSetXXX()

方法作用：这是一组方法，通过CAS修改变量的值，在多线程下被修改的变量是线程安全的；

### void acquire(int arg)

方法作用：以独占模式获取锁资源

①当前线程尝试抢夺锁资源（及调用tryAcquire方法），如果成功，方法直接结束；

②如果抢夺锁资源失败，则将当前线程新建为节点再从同步队列队尾入队；

③判断当前线程的前接点是否为首节点，如果是就进行锁资源的抢夺，如果不是就被挂起等待被唤醒；如果抢夺锁资源成功，则将自己设置为首节点，如果失败，则挂起等待被唤醒再次抢夺锁资源；

④直达抢夺到资源方法才能退出；

### boolean tryAcquire(int arg)

方法作用：以独占模式尝试获取锁资源，成功返回true，失败返回false；

注意：此方法直接抛出异常，需要子类重写此方法，实现抢夺锁资源的逻辑；

### boolean release(int arg)

方法作用：以独占模式释放锁资源

①尝试释放锁资源，及调用tryRelease()方法，此方法需要子类重写来实现释放逻辑；如果释放成功并且此时锁资源全部释放完（及state=0），则tryRelease()方法返回true，否则返回false；

②如果第①步返回的是true，说明锁资源空闲，则唤醒等待队列中的下一个节点（线程），整个方法结束并返回true；如果第①步返回的是true，则整个方法结束并返回false；

### void acquireInterruptibly(int arg)

方法作用：以独占模式获取，如果线程中断则中止。

注意：此方法与acquire(int arg)唯一的不同点在于：当被挂起的线程醒来后发现自己的中断标识位为true时，会直接抛出中断异常，则当前线程会退出锁资源的抢夺；而在acquire(int arg)方法中，如果被挂起的线程醒来后发现自己的中断标识位为true时，会继续抢夺锁资源，不会退出。

### acquireShared(int arg)

方法作用：在共享模式下获取锁资源

①

## ReentrantLock

跟synchronized相同，是可重入的重量级锁，并且是悲观锁、独占锁（排他锁）。但是其用法则相当不同，首先ReentrantLock要显式的调用lock方法表示接下来的这段代码已经被当前线程锁住，其他线程需要执行时需要拿到这个锁才能执行，而当前线程在执行完之后要显式的释放锁。

### 2.1、ReentrantLock()

方法作用：无参构造方法，默认新建非公平同步器

①调用内部类NonfairSync无参构造赋值给成员变量sync；

②依次调用父类的默认构造函数，各级父类无参构造函数没有做任何事情；

### 2.2、ReentrantLock(boolean fair)

方法作用：带布尔参数构造方法，fair为true，创建公平同步器，否则创建非公平同步器

### 2.3、void lock()

方法作用：获得锁

假如创建的是非公平同步器：

根据假设，本方法实际就是调用了内部类NonfairSync（非公平同步器

）的lock()方法；

调用本方法的的当前线程就是要抢占本锁的锁资源；

首先要将NonfairSync的成员变量state设置为1，条件是此时state的值必须是0（没有其他线程占用锁资源），这个过程在本地方法中完成，并且是同步的；

如果成功将state设置为1，则说明当前线程抢占到锁资源，则将NonfairSync的成员变量exclusiveOwnerThread赋值为当前线程，exclusiveOwnerThread的作用是保存占用锁资源的线程，此时整个方法执行完毕；

如果没有抢占到锁资源（设置state失败），则获取当前state的值，如果state=0（此时没有线程占用锁资源），则再次尝试将state的值设置为1，如果成功，则将NonfairSync的成员变量exclusiveOwnerThread赋值为当前线程，此时整个方法执行完毕；如果state=1（此时有线程占用锁资源），则判断是否是当前线程自己占用了锁资源，如果是，则将state的值加1（重入锁，多次获取锁资源），此时整个方法执行完毕；

引用：如果再次设置state的值失败，则将当前线程保存进新建的节点中（并且设置nextWaiter（写一个等待节点）为null），并放到节点双向链表的队尾（若此时链表中没有节点，则需要初始化链表，新建一个无参数（无参构造）的节点作为首节点，此过程也是在本地方法中进行的，是同步的，可能失败，失败原因是其他线程率先对链表进行了初始化），此过程也是写在本地方法中的，是同步的，如果失败则一直尝试，直到成功为止；

接下来，判断新建的当前线程节点的前节点是否为首部节点，如果是，则当前线程再次抢夺锁资源，且成功了，则将新建节点设置为首节点，并将新建节点的线程和前节点置为null，将老首节点的下一个节点置为null，并返回false，此时整个方法执行完毕；如果当前线程节点的前节点不是首部节点，或者当前线程节点的前节点是首部节点但当前线程再次抢夺锁资源失败；此时需要判断是否需要挂起当前线程，判断新建节点的前节点的成员变量waitStatus是否等于SIGNAL（此状态的节点会在释放锁资源后唤醒后节点），如果是，则直接返回true（当前线程将被挂起）；如果waitStatus大于0（表示该节点已经失效），则进入循化，依次判端当前线程节点之前的节点waitStatus是否大于0，如果是则将此节点踢出双向链表（队列），直到遇到waitStatus不大于0的节点，将此节点作为当前线程节点的前节点，返回false，当前线程不挂起，继续循环抢夺资源，直到抢夺成功或者被挂起；如果waitStatus为其他值，则将前节点的waitStatus设置为SIGNAL（此过程是在本地方法中进行，是同步的），当前线程不挂起，继续循环抢夺资源，直到抢夺成功或者被挂起；

只有抢夺资源成功，此方法才会正常退出。

但是如果在抢夺到资源之前程序抛出了异常（暂且将抛出异常的线程成为当前线程），则将取消当前线程抢夺资源的资格：将当前线程节点的成员变量thread置为null，并唤醒下一个节点。

当挂起的当前线程被唤醒后，获取当前线程的中断状态并返回，再清除线程的中断状态（置为false），如果获取到的线程的中断状态为true（说明在当前线程被中断过，及interrupt()方法被调用过），则在抢夺到资源成功后会将自己的中断状态置为true；

假如创建的是公平同步器：

根据假设，本方法实际就是调用了内部类FairSync（公平同步器

）的lock()方法；

获取当前state的值，如果state=0（此时没有线程占用锁资源），则再判断队列中（双向链表）是否有线程排在当前线程之前并且还在等待锁资源抢夺，如果有，则当前线程不进行资源的抢夺，后续流程与非公平同步器流程中蓝色引用字样后的内容相同；

### 2.4、void unlock()

方法作用：释放锁

无论是非公平同步器还是公平同步器，本方法实际就是调用了AQS的release(int arg)方法，参数arg默认为1；

先检查当前线程是否是占用资源的线程，如果不是，直接抛出异常；（我认为是防止非锁资源占用线程调用此方法）

用state减去arg，将结果赋值给state，判断结果是否为0，如果是0（锁资源被当前线程释放），则将成员变量exclusiveOwnerThread（是独占锁资源的线程的引用）置为空，然后唤醒同步队列中下一个waitStatus <= 0的节点。

### 2.5、内部类ConditionObject

作用：将等待获取资源的线程独立出来分队，新建一个ConditionObject，就是一个等待队列，可以有多个等待队列。

如果有多个线程同时操作此内部类，应该是线程不安全的，编程时是否应该避免此情况？

2.5.1、void await()

方法作用：

①如果当前线程的中断标志位为true，直接抛出中断异常；（还未清楚此处的作用）；

②将当前线程新建为节点（并将等待状态设置为CONDITION），插入到等待队列的尾部，在插入之前先判断此时等待队列的尾部节点的等待状态是否为是CONDITION（进入等待队列时设置的），如果不是，则将从等待队列首部开始，逐一将等待状态不为CONDITION的等待节点剔除出队列，再将新节点加入队尾；

③将当前线程占用的锁资源全部释放，过程见2.4中release(int arg)方法的讲解，并记录释放的资源次数savedState；

④判断新建的节点是否在同步队列中（此节点是在第②步新建的节点，肯定不在同步队列中啊？没理解），如果没有在同步队列，则将当前线程挂起，一直等到被唤醒，被唤醒后，按照同步队列的顺序，轮到自己获取锁资源时，再一次性获取savedState次锁资源，然后方法结束。

2.5.2、void signalAll()

方法作用：唤醒此等待队列中所有节点，

注意：只有获得锁资源的线程才能调用此方法，不然会抛出非法监视器状态异常；

①检查调用此方法的当前线程是否是占用锁资源的线程，不是会抛出非法监视器状态异常；

②按等待队列的顺序从头到尾将各个节点插入到同步节点的末尾；

### 2.6、void lockInterruptibly()

方法作用：以独占模式获取，如果线程中断则中止。

注意：此方法与lock()唯一的不同点在于：当被挂起的线程醒来后发现自己的中断标识位为true时，会直接抛出中断异常，则当前线程会退出锁资源的抢夺；而在lock()方法中，如果被挂起的线程醒来后发现自己的中断标识位为true时，会继续抢夺锁资源，不会退出。

①此方法就是调用了AQS中acquireInterruptibly(int arg)方法；

## ReentrantReadWriteLock

可重入读写锁是将被锁保护的临界资源的读操作和写操作分开，允许同时有多个线程同时对临界资源进行读操作，任意时刻只允许一个线程对资源进行写操作。简单的说，对与读操作采用的是共享锁，对于写操作采用的是排他锁。

可重入读写锁内部维护了一个读锁一个写锁，并且这两个锁的同步器都引用了可重入读写锁的同步器。

注意：

①写锁只能被一个线程占用，读锁可以被多个线程共同占用，读写锁都是可重入锁；

②当某个线程在占用了写锁的情况下，再去抢夺读锁，那这个线程永远不会被挂起，因为一旦被挂起，那这个线程持有的写锁就释放不了，其他线程没法获取写锁，也没法获取读锁，这样就造成死锁了；

③当某个线程在占用了写锁的情况下，只有它自己能获取到读锁，其他线程是获取不了读锁的，只能到等待队列中去排队；

④当有线程占用了读锁，且写锁没有被占用，此时任何线程都无法抢夺写锁，包括占用读锁的线程；

⑤由③和④可以得出结论：当某一线程在持有读锁的情况下，不能再持有写锁；但是，当某一线程在持有写锁的情况下，却能再持有读锁；

### 3.1、ReentrantReadWriteLock()

方法做用：无参构造函数，内部调用有参构造函数，传参false，及创建非公平锁；

### 3.2、ReentrantReadWriteLock(boolean fair)

方法做用：有参构造函数，根据传入参数创建非公平锁或者公平锁

①如果传入的参数是true，则创建公平同步器（AQS子类），否则创建非公平同步器，无论是公平还是非公平同步器，都会默认调用父类Sync的无参构造，此构造中初始化了成员变量readHolds；再将新创建的同步器赋值给成员变量sync；

②然后分别新建读锁和写锁，将上一步创建的同步器分别赋值给读锁和写锁的成员变量sync，再将读锁和写锁赋值给成员变量readerLock和writerLock；

### 3.3、ReentrantReadWriteLock.ReadLock readLock()

方法做用：返回维护的读锁

### 3.4、ReentrantReadWriteLock.WriteLock writeLock()

方法做用：返回维护的写锁

### 3.5、内部类ReadLock

注意：读锁被获取一次，state值就增加216，也就是说，当读锁被第一次获取，state变为216，第一次获取未释放的前提下，第二次获取后，state的值变为217（216+216），前两次未释放，打三次获取后，state的值变为217+216（216+216+216），依此类推。

3.5.1、ReadLock(ReentrantReadWriteLock lock)

方法做用：构造函数，使成员变量sync指向外部类创建的同步器

3.5.2、void lock()

方法做用：获取读锁

假设读写锁中维护的是非公平同步器：

①本方法就是调用AQS中的acquireShared(int arg)方法；

②acquireShared(int arg)方法先调用tryAcquireShared(arg)方法，此方法由AQS子类也就是读写锁的内部类Sync重写实现；

③在tryAcquireShared(arg)方法中，先判断此时是否有线程在占用写锁，是的话，并且占用写锁的正是当前线程，则当前线程可以去抢夺读锁，否则当前线程进入等待队列；此处的意思就是一旦有线程占用了写锁，其他线程就不能再获取读锁了；

④如果当前线程可以进行读锁资源的抢夺，则先判断以下2个条件是否同时满足：1、等待队列中队首线程要抢夺的是读锁资源；2、此时读锁被占用次数小于216-1（因为读锁占用了int的高16位，如果大于了216-1，就超过了int的范围了）；

⑤如果2个条件都满足，则进行读锁资源抢夺，如果抢夺成功，并且当前线程是第一个成功抢夺到读锁资源的线程，则将当前线程赋值给成员变量firstReader，并将成员变量firstReaderHoldCount进行加1；如果当前线程不是第一个成功抢夺到读锁资源的线程，则新建内部类HoldCounter来记录当前线程占用读锁资源的次数，HoldCounter还记录了当前线程的线程id，所以每个线程都独自拥有一个HoldCounter，并将HoldCounter保存在线程成员变量threadLocals中；

⑥如果2个条件中有不满足的或者抢夺读锁资源失败，则进入fullTryAcquireShared(current)方法（完整尝试获取读锁阶段）；

⑦进入fullTryAcquireShared(current)方法后就进入了一个无线循环中，首先判断是否有线程在占用写锁，是的话，并且占用写锁的不是当前线程，则当前线程进入等待队列（跳出了无线循环）；若占用写锁的是当前线程，则继续进行读锁资源的抢夺；

⑧如果没有线程在占用写锁，则判断等待队列中队首线程要抢夺的是否是写锁资源，如果不是，则直接进行读锁资源的抢夺；如果是，则再判断当前线程是否是第一个占用读锁的线程，如果是，则直接进行读锁资源的抢夺，否则，获取此时cachedHoldCounter（缓存最后一个成功获取读锁的线程的重入次数）的引用，如果cachedHoldCounter不为空并且cachedHoldCounter正是属于当前线程，则再判断cachedHoldCounter中维护的读锁资源占用数是否为0，若是，则使当前线程进入等待队列（跳出了无线循环），否则，继续读锁资源的抢夺；如果cachedHoldCounter为空或者cachedHoldCounter不属于当前线程，则获取当前线程的HoldCounter，如果HoldCounter.count=0（说明当前线程是首次抢夺读锁资源，或者之前获取的读锁资源已经释放完，再次抢夺），则将当前线程中保存的HoldCounter进行删除，再使当前线程进入等待队列；如果HoldCounter.count不等于0，则当前线程可以继续抢夺读锁资源；

⑨进入等待队列的线程，当它的前节点是头节点时，就可以进行读锁的抢夺，如果失败，则修改头节点的waitStatus为SIGNAL（释放锁后唤醒下一个节点）后被挂起，当被唤醒后，可以再次进行锁资源的抢夺；如果抢夺读锁资源成功，则将当前线程节点设置为头节点，并将成员变量thread和prev置为null；

注意（非公平同步器）：

①如果写锁没有被占用，并且等待队列队首线程（队首指的是head.next）要抢夺的是写锁资源，并且当前抢夺读锁的线程是firstReader（第一个抢夺到读锁的线程），则当前线程可以继续抢夺读锁；

②如果写锁没有被占用，并且等待队列队首线程（队首指的是head.next）要抢夺的是写锁资源，并且当前抢夺读锁的线程已经持有读锁，则当前线程可以继续抢夺读锁，否者当前线程进入等待队列；

假设读写锁中维护的是公平同步器：

与非公平同步器的区别：

①某个线程进入lock()方法后，在抢夺读锁资源之前，会先检查等待队列中是否有线程在排队，有的话就不抢夺锁资源，而是进入等待队列排队；而非公平同步器下，线程进入lock()方法后，不管等待队列是否有线程在等待，先抢夺一次锁资源再说；

### 3.6、内部类WriteLock

3.6.1、WriteLock(ReentrantReadWriteLock lock)

方法做用：构造函数，使成员变量sync指向外部类创建的同步器

3.6.2、void lock()

方法做用：获取写锁

假设读写锁中维护的是非公平同步器：

①本方法就是调用AQS中的acquire(1)方法；

②获取state的值和当前写锁被占用的次数w；

③如果state不等于0并且w=0（读锁被占用，写锁未被占用），则直接让当前线程进入等待队列；

④如果state不等于0并且w不等于0（读锁被占用，写锁也被占用），如果当前线程正是占用写锁的线程，那当前线程直接重入写锁；

⑤如果state=0（读锁写锁都未被占用），则当前线程直接进行写锁的抢夺，若果抢夺成功，则将当前线程赋值给AQS成员变量exclusiveOwnerThread，否则当前线程进入等待队列；

假设读写锁中维护的是公平同步器：

与非公平同步器的唯一区别：当state=0（读锁写锁都未被占用），先判断等待队列中是否有线程在排队，如果有的话，当前线程需要排队（入等待队列并排在队尾）；