千锋教育™
WWW.QFEDU.COM

# 多线程

Java Platform Standard Edition

Java教学部

# 课程目标

CONTENTS

千锋教育™
WWW.QFEDU.COM

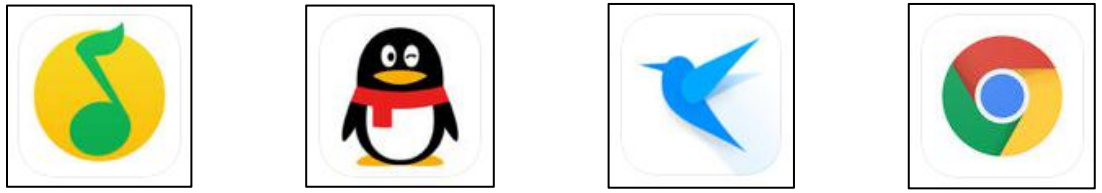
# 多线程

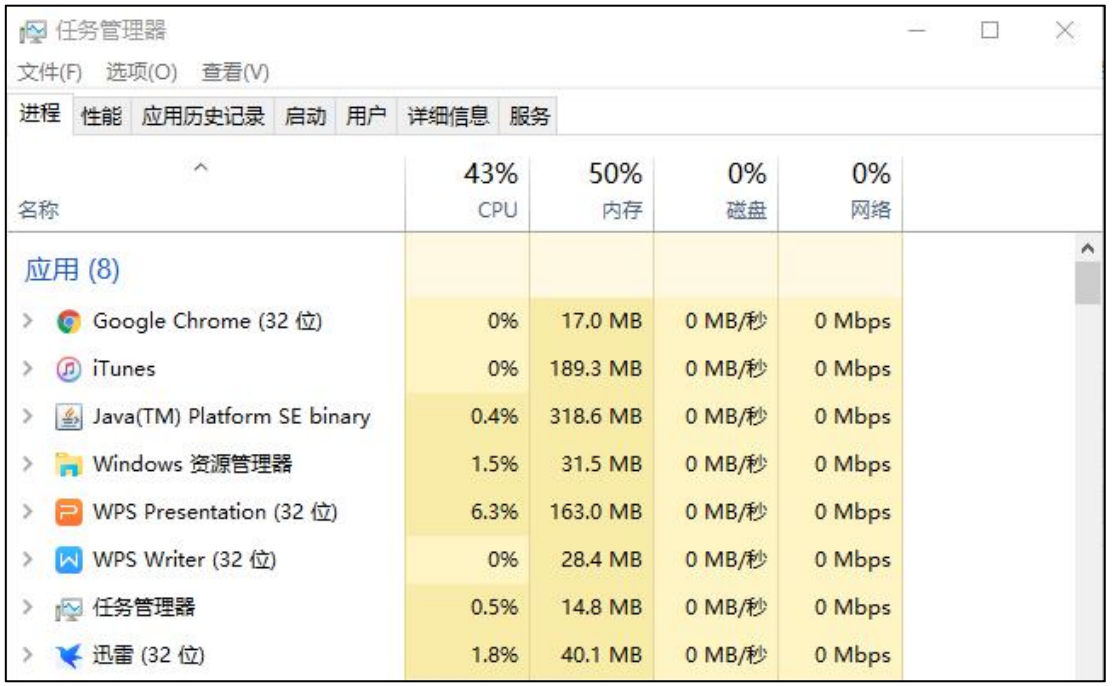
Java Platform Standard Edition

# 什么是进程



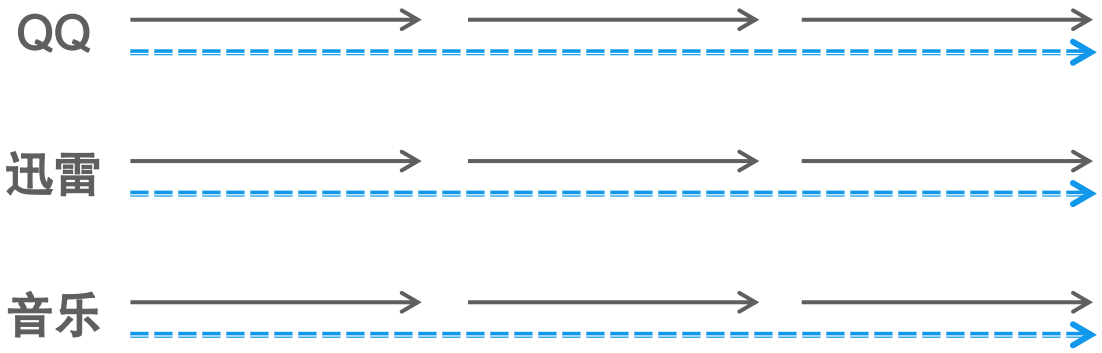
应用程序






程序是静止的，只有真正运行时的程序，才被称为进程。

单核CPU在任何时间点上，只能运行一个进程；
宏观并行、微观串行。



# 什么是线程



线程，又称轻量级进程（Light Weight Process）。
程序中的一个顺序控制流程，同时也是CPU的基本调度单位。
进程由多个线程组成，彼此间完成不同的工作，交替执行，
称为多线程。

迅雷是一个进程，当中的多个下载任务即是多个线程。


Java虚拟机是一个进程，当中默认包含主线程（Main），
可通过代码创建多个独立线程，与Main并发执行。

# 线程的组成



- 任何一个线程都具有基本的组成部分：
  - CPU时间片：操作系统（OS）会为每个线程分配执行时间。
  - 运行数据：
    - 堆空间：存储线程需使用的对象，多个线程可以共享堆中的对象。
    - 栈空间：存储线程需使用的局部变量，每个线程都拥有独立的栈。
  - 线程的逻辑代码。

# 创建线程（1）

千锋教育 WWW.QFEDU.COM

- 创建线程的第一种方式：

```
public class TestCreateThread {
    public static void main(String[] args) {
        MyThread t1 = new MyThread();
        t1.start();
    }
}

class MyThread extends Thread{
    public void run(){
        for (int i = 1; i <= 50; i++) {
            System.out.println("MyThread: " + i);
        }
    }
}
```

4.调用start()方法

3.创建子类对象

1.继承Thread类

2.覆盖run()方法

# 创建线程（2）

千锋教育 WWW.QFEDU.COM

- 创建线程的第二种方式：

```
public class TestCreateThread {
    public static void main(String[] args) {
        MyRunnable mr = new MyRunnable();
        Thread t2 = new Thread(mr);
        t2.start();
    }
}

class MyRunnable implements Runnable{
    public void run() {
        for (int i = 1; i <= 50; i++) {
            System.out.println("MyRunnable: " + i);
        }
    }
}
```

4.创建线程对象

3.创建实现类对象

5.调用start()方法

1.实现Runnable接口

2.覆盖run()方法

# 线程的状态（基本）



线程对象被创建，即为初始状态。
只在堆中开辟内存，与常规对象无异。

获得时间片之后，进入运行状态，
如果时间片到期，则回到就绪状态。


调用start()之后，进入就绪状态。
等待OS选中，并分配时间片。

主线程main()或独立线程run()结束，
进入终止状态，并释放持有的时间片。

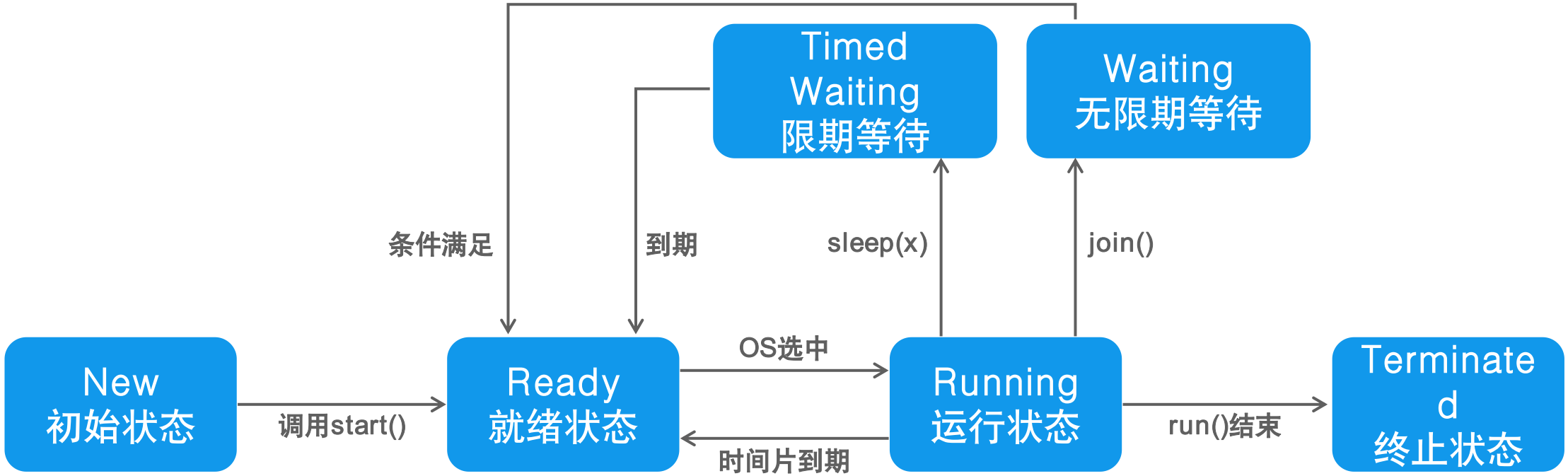
# 常见方法



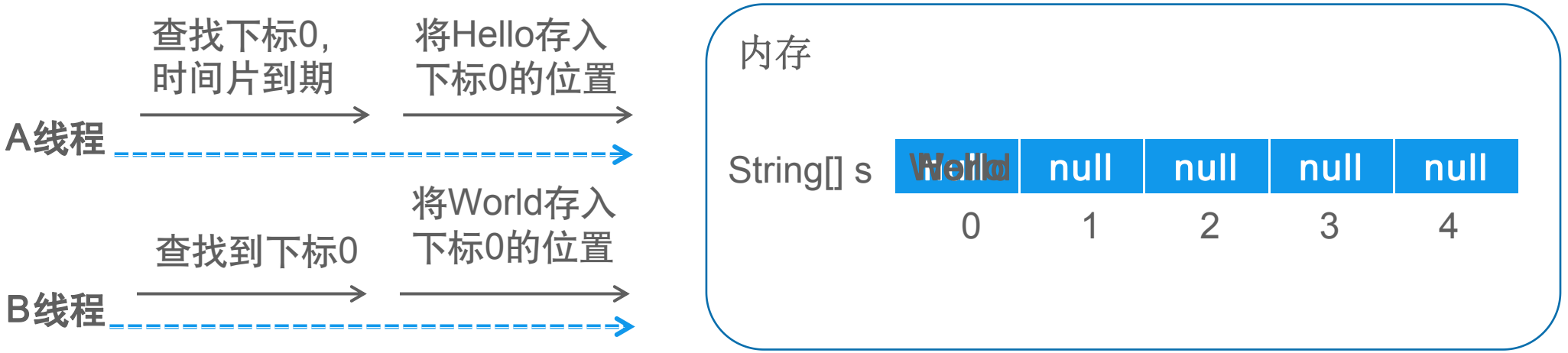
- 休眠：
  - public static void sleep(long millis)
  - 当前线程主动休眠 millis 毫秒。
- 放弃：
  - public static void yield()
  - 当前线程主动放弃时间片，回到就绪状态，竞争下一次时间片。
- 结合：
  - public final void join()
  - 允许其他线程加入到当前线程中。

# 线程的状态（等待）





# 线程安全问题




- 需求：A线程将“Hello”存入数组的第一个空位；B线程将“World”存入数组的第一个空位。
- 线程不安全：
  - 当多线程并发访问临界资源时，如果破坏原子操作，可能会造成数据不一致。
  - 临界资源：共享资源（同一对象），一次仅允许一个线程使用，才可保证其正确性。
  - 原子操作：不可分割的多步操作，被视作一个整体，其顺序和步骤不可打乱或缺省。

# 线程安全



- 思考：在程序应用中，如何保证线程的安全性?

# 同步方式（1）



- 同步代码块：

```
synchronized(临界资源对象){ //对临界资源对象加锁
    //代码（原子操作）
}
```

注：

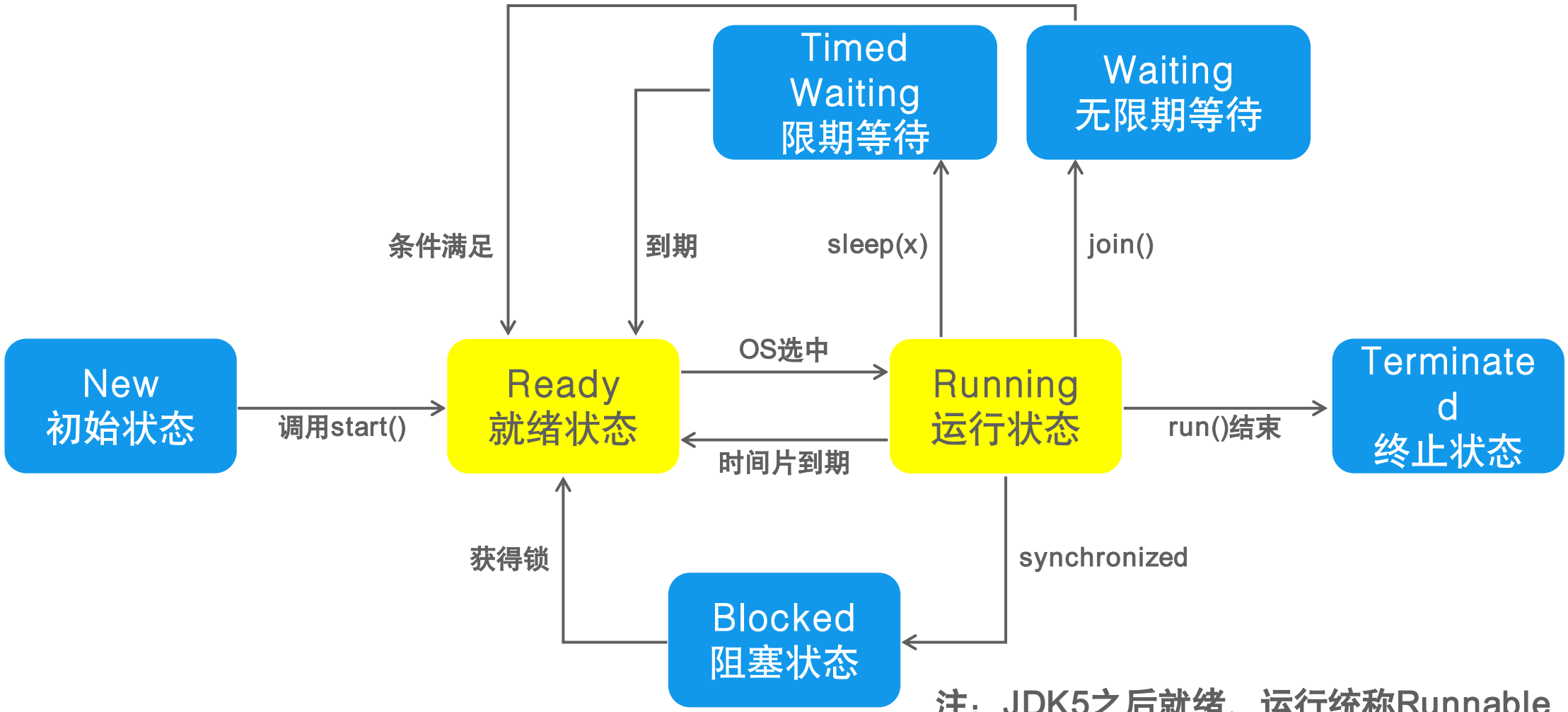
每个对象都有一个互斥锁标记，用来分配给线程的。

只有拥有对象互斥锁标记的线程，才能进入对该对象加锁的同步代码块。

线程退出同步代码块时，会释放相应的互斥锁标记。

# 线程的状态（阻塞）






注：JDK5之后就绪、运行统称Runnable

# 同步方式（2）



- 同步方法：

```
synchronized 返回值类型 方法名称(形参列表0){ //对当前对象（this）加锁
    // 代码（原子操作）
}
```

注：

只有拥有对象互斥锁标记的线程，才能进入该对象加锁的同步方法中。

线程退出同步方法时，会释放相应的互斥锁标记。

# 同步规则



- 注意：
  - 只有在调用包含同步代码块的方法，或者同步方法时，才需要对象的锁标记。
  - 如调用不包含同步代码块的方法，或普通方法时，则不需要锁标记，可直接调用。

- 已知JDK中线程安全的类：
  - StringBuffer
  - Vector
  - Hashtable
  - 以上类中的公开方法，均为synchonized修饰的同步方法。

# 经典问题



- 死锁：
  - 当第一个线程拥有A对象锁标记，并等待B对象锁标记，同时第二个线程拥有B对象锁标记，并等待A对象锁标记时，产生死锁。
  - 一个线程可以同时拥有多个对象的锁标记，当线程阻塞时，不会释放已经拥有的锁标记，由此可能造成死锁。
- 生产者、消费者：
  - 若干个生产者在生产产品，这些产品将提供给若干个消费者去消费，为了使生产者和消费者能并发执行，在两者之间设置一个能存储多个产品的缓冲区，生产者将生产的产品放入缓冲区中，消费者从缓冲区中取走产品进行消费，显然生产者和消费者之间必须保持同步，即不允许消费者到一个空的缓冲区中取产品，也不允许生产者向一个满的缓冲区中放入产品。

# 线程通信



- 等待：
  - public final void wait()
  - public final void wait(long timeout)
  - 必须在对obj加锁的同步代码块中。在一个线程中，调用obj.wait() 时，此线程会释放其拥有的所有锁标记。同时此线程阻塞在o的等待队列中。释放锁，进入等待队列。
- 通知：
  - public final void notify()
  - public final void notifyAll()
  - 必须在对obj加锁的同步代码块中。从obj的Waiting中释放一个或全部线程。对自身没有任何影响。

# 总结



- 线程的创建：
  - 方式1：继承Thread类
  - 方式2：实现Runnable接口（一个任务Task），传入给Thread对象并执行。

- 线程安全：
  - 同步代码块：为方法中的局部代码（原子操作）加锁。
  - 同步方法：为方法中的所有代码（原子操作）加锁。

- 线程间的通信：
  - wait() / wait(long timeout)：等待
  - notify() / notifyAll()：通知

千锋教育
WWW.QFEDU.COM

# 高级多线程

Java Platform Standard Edition

# 线程池概念

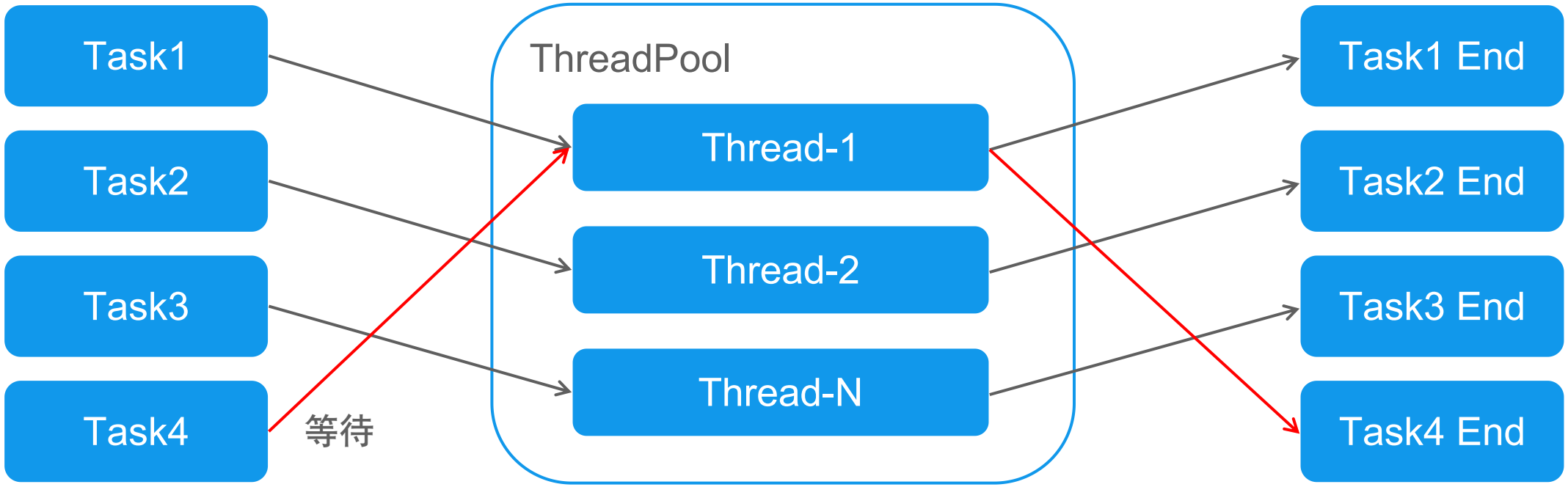


- 现有问题：
  - 线程是宝贵的内存资源、单个线程约占1MB空间，过多分配易造成内存溢出。
  - 频繁的创建及销毁线程会增加虚拟机回收频率、资源开销，造成程序性能下降。

- 线程池：
  - 线程容器，可设定线程分配的数量上限。
  - 将预先创建的线程对象存入池中，并重用线程池中的线程对象。
  - 避免频繁的创建和销毁。

# 线程池原理






- 将任务提交给线程池，由线程池分配线程、运行任务，并在当前任务结束后复用线程。

# 获取线程池



- 常用的线程池接口和类(所在包java.util.concurrent)：
  - Executor：线程池的顶级接口。
  - ExecutorService：线程池接口，可通过submit(Runnable task) 提交任务代码。
  - Executors工厂类：通过此类可以获得一个线程池。
  - 通过 newFixedThreadPool(int nThreads) 获取固定数量的线程池。参数：指定线程池中线程的数量。
  - 通过newCachedThreadPool() 获得动态数量的线程池，如不够则创建新的，没有上限

# Callable接口



```
public interface Callable<V>{
    public V call() throws Exception;
}
```

- JDK5加入，与Runnable接口类似，实现之后代表一个线程任务。
- Callable具有泛型返回值、可以声明异常。

# Future接口



- 需求：使用两个线程，并发计算1~50、51~100的和，再进行汇总统计。

- 思考：实际应用中，如何接收call方法的返回值?

# Future接口



- 概念：异步接收ExecutorService.submit()所返回的状态结果，当中包含了call()的返回值

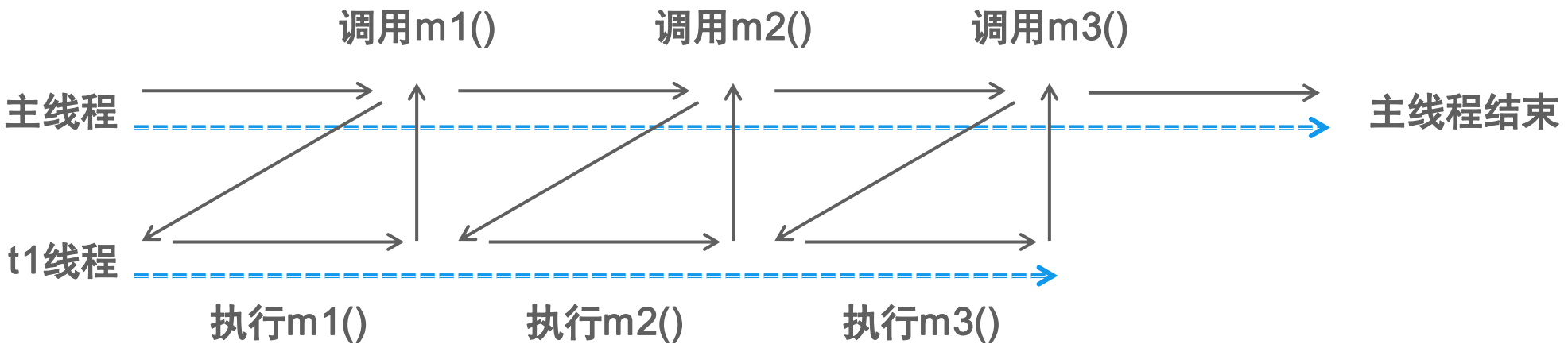
- 方法：V get()以阻塞形式等待Future中的异步处理结果（call()的返回值）

- 思考：什么是异步？什么是同步？

# 线程的同步



- 同步：
  - 形容一次方法调用，同步一旦开始，调用者必须等待该方法返回，才能继续。

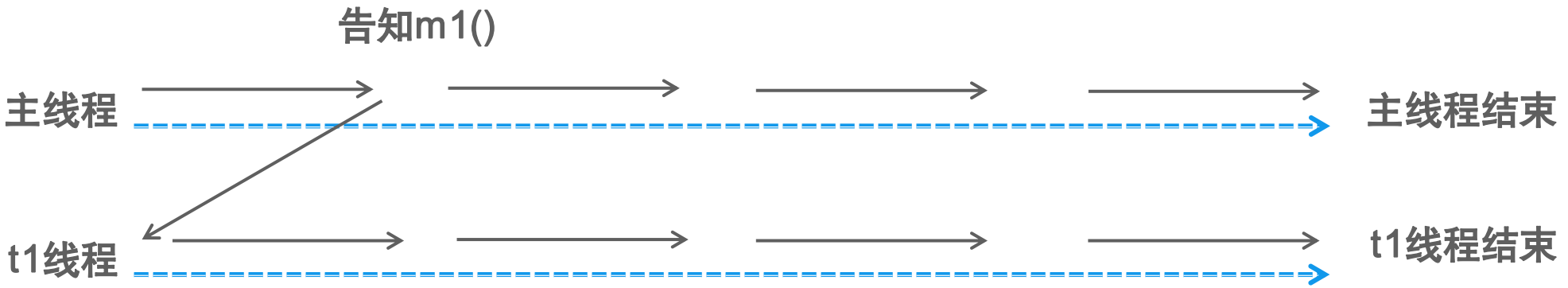



  - 注：单条执行路径。

# 线程的异步



- 异步：
  - 形容一次方法调用，异步一旦开始，像是一次消息传递，调用者告知之后立刻返回。二者竞争时间片，并发执行。




  - 注：多条执行路径。

# Lock接口



- JDK5加入，与synchronized比较，显示定义，结构更灵活。

- 提供更多实用性方法，功能更强大、性能更优越。

- 常用方法:

  void lock() //获取锁，如锁被占用，则等待。

  boolean tryLock() //尝试获取锁（成功返回true。失败返回false，不阻塞）

  void unlock() //释放锁

# 重入锁



- ReentrantLock：Lock接口的实现类，与synchronized一样具有互斥锁功能。

```
class MyList {
    private Lock locker = new ReentrantLock();
    private String[] strs = { "A", "B", "", "", "" };
    private int count = 2;// 元素个数
    // 添加元素
    public void add(String value) {
        locker.lock();
        try{
            strs[count] = value;
            try {
                Thread.sleep(1000);//主动休眠1秒钟
            } catch (InterruptedException e) {}
            count++;
        }finally{
            locker.unlock();
        }
    }
}
```

创建重入锁对象

显示开启锁

显示释放锁

考虑可能出现异常，释放锁必须放入finally代码块中，避免无法释放。

# 读写锁



- ReentrantReadWriteLock：
  - 一种支持一写多读的同步锁，读写分离，可分别分配读锁、写锁。
  - 支持多次分配读锁，使多个读操作可以并发执行。

- 互斥规则：
  - 写-写：互斥，阻塞。
  - 读-写：互斥，读阻塞写、写阻塞读。
  - 读-读：不互斥、不阻塞。
  - 在读操作远远高于写操作的环境中，可在保障线程安全的情况下，提高运行效率。

# ReentrantReadWriteLock



```
class MyClass{
    ReentrantReadWriteLock rwl = new ReentrantReadWriteLock();
    ReadLock readLock = rwl.readLock(); //获得读锁
    WriteLock writeLock = rwl.writeLock(); //获得写锁
    private int value;
    //读方法
    public int getValue() throws Exception{
        readLock.lock(); //开启读锁
        try {
            Thread.sleep(1000); //休眠1秒
            return value;
        }finally{
            readLock.unlock(); //释放读锁
        }
    }
    //写方法
    public void setValue(int value) throws Exception{
        writeLock.lock(); //开启写锁
        try {
            Thread.sleep(1000); //休眠1秒
            this.value = value;
        } finally{
            writeLock.unlock(); //释放写锁
        }
    }
}
```

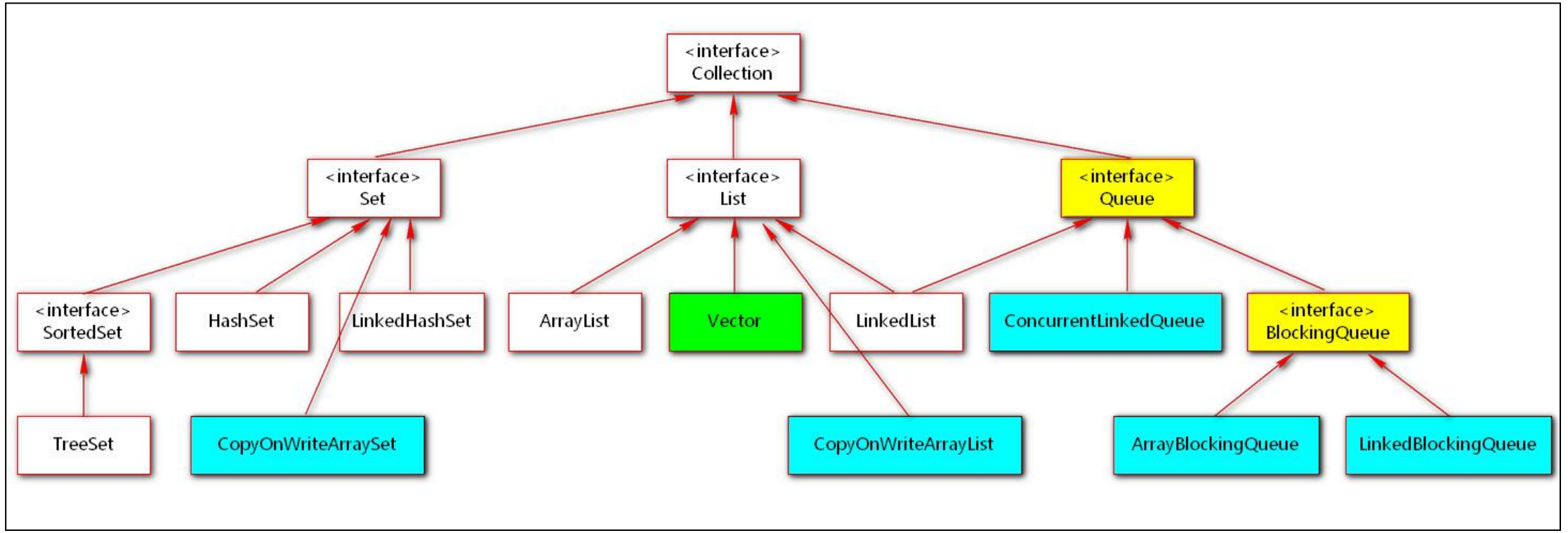
```
public class TestReadWriteLock {
    public static void main(String[] args){
        final MyClass mc = new MyClass();
        Runnable task1 = new Runnable(){
            public void run(){
                try { mc.setValue(1); }catch(Exception e){}
            }
        };
        Runnable task2 = new Runnable(){
            public void run(){
                try { mc.getValue(); }catch(Exception e){}
            }
        };
        ExecutorService es = Executors.newFixedThreadPool(20);
        long startTime = System.currentTimeMillis();
        for (int i = 0; i < 2; i++) {
            es.submit(task1); //提交2次写任务
        }
        for (int i = 0; i < 18; i++) {
            es.submit(task2); //提交18次读任务
        }
        es.shutdown(); //关闭线程池
        while(!es.isTerminated()){} //如果线程未全部结束，则空转等待
        System.out.println(System.currentTimeMillis() - startTime);
    }
}
```

运行结果：互斥锁运行时间20034毫秒、读写锁运行时间3004毫秒。（2次写各占1秒、18次读共占1秒）

# 线程安全的集合



- Collection体系集合下，除Vector以外的线程安全集合。



# Collections中的工具方法



- Collections工具类中提供了多个可以获得线程安全集合的方法。
  - public static <T> Collection<T> synchronizedCollection(Collection<T> c)
  - public static <T> List<T> synchronizedList(List<T> list)
  - public static <T> Set<T> synchronizedSet(Set<T> s)
  - public static <K,V> Map<K,V> synchronizedMap(Map<K,V> m)
  - public static <T> SortedSet<T> synchronizedSortedSet(SortedSet<T> s)
  - public static <K,V> SortedMap<K,V> synchronizedSortedMap(SortedMap<K,V> m)
- JDK1.2提供，接口统一、维护性高，但性能没有提升，均以synchonized实现。

# CopyOnWriteArrayList



- 线程安全的ArrayList，加强版读写分离。
- 写有锁，读无锁，读写之间不阻塞，优于读写锁。
- 写入时，先copy一个容器副本、再添加新元素，最后替换引用。
- 使用方式与ArrayList无异。

```
public class TestCopyOnWriteArrayList {
    public static void main(String[] args) {
        List<String> list = new CopyOnWriteArrayList<String>();
    }
}
```

# CopyOnWriteArraySet



- 线程安全的Set，底层使用CopyOnWriteArrayList实现。
- 唯一不同在于，使用addIfAbsent()添加元素，会遍历数组，
- 如存在元素，则不添加（扔掉副本）。

```
public class TestCopyOnWriteArraySet {
    public static void main(String[] args) {
        Set<String> set = new CopyOnWriteArraySet<String>();
    }
}
```

# ConcurrentHashMap



- 初始容量默认为16段（Segment），使用分段锁设计。
- 不对整个Map加锁，而是为每个Segment加锁。
- 当多个对象存入同一个Segment时，才需要互斥。
- 最理想状态为16个对象分别存入16个Segment，并行数量16。
- 使用方式与HashMap无异。

```
public class TestConcurrentHashMap {
    public static void main(String[] args) {
        Map<String,String> map = new ConcurrentHashMap<String,String>();
    }
}
```

# Queue接口（队列）



- Collection的子接口，表示队列FIFO（First In First Out）
- 常用方法：
  - 抛出异常：
    - boolean add(E e) //顺序添加一个元素（到达上限后，再添加则会抛出异常）
    - E remove() //获得第一个元素并移除（如果队列没有元素时，则抛异常）
    - E element() //获得第一个元素但不移除（如果队列没有元素时，则抛异常）
  - 返回特殊值：推荐使用
    - boolean offer(E e) //顺序添加一个元素 （到达上限后，再添加则会返回false）
    - E poll() //获得第一个元素并移除 （如果队列没有元素时，则返回null）
    - E keep() //获得第一个元素但不移除 （如果队列没有元素时，则返回null）

# ConcurrentLinkedQueue



- 线程安全、可高效读写的队列，高并发下性能最好的队列。
- 无锁、CAS比较交换算法，修改的方法包含三个核心参数（V,E,N）
- V：要更新的变量、E：预期值、N：新值。
- 只有当V==E时，V=N；否则表示已被更新过，则取消当前操作。

```
public class TestConcurrentLinkedQueue {
    public static void main(String[] args) {
        Queue<String> queue = new ConcurrentLinkedQueue<String>();
        queue.offer("Hello");//插入
        queue.offer("World");//插入
        queue.poll();//删除Hello
        queue.peek();//获得World
    }
}
```

# BlockingQueue接口（阻塞队列）



- Queue的子接口，阻塞的队列，增加了两个线程状态为无限期等待的方法。

- 方法：
  - void put(E e) //将指定元素插入此队列中，如果没有可用空间，则等待。
  - E take() //获取并移除此队列头部元素，如果没有可用元素，则等待。

- 可用于解决生产生、消费者问题。

# 阻塞队列



- ArrayBlockingQueue：

  数组结构实现，有界队列。（手工固定上限）

```
public class TestArrayBlockingQueue {
    public static void main(String[] args) {
        BlockingQueue<String> abq = new ArrayBlockingQueue<String>(10);
    }
}
```

- LinkedBlockingQueue：
  - 链表结构实现，无界队列。（默认上限Integer.MAX_VALUE）

```
public class TestLinkedBlockingQueue {
    public static void main(String[] args) {
        BlockingQueue<String> lbq = new LinkedBlockingQueue<String>();
    }
}
```

# 总结



- ExecutorService线程池接口、Executors工厂。
- Callable线程任务、Future异步返回值。
- Lock、ReentrantLock重入锁、ReentrantReadWriteLock读写锁。
- CopyOnWriteArrayList线程安全的ArrayList。
- CopyOnWriteArraySet线程安全的Set。
- ConcurrentHashMap线程安全的HashMap。
- ConcurrentLinkedQueue线程安全的Queue。
- ArrayBlockingQueue线程安全的阻塞Queue。（生产者、消费者）