目录

37 ThreadPoolExecutor 源码解析

更新时间：2019-11-19 09:53:47

> 当你做成功一件事，千万不要等待着享受荣誉，应该再做那些需要的事。
>
> —— 巴斯德

引导语

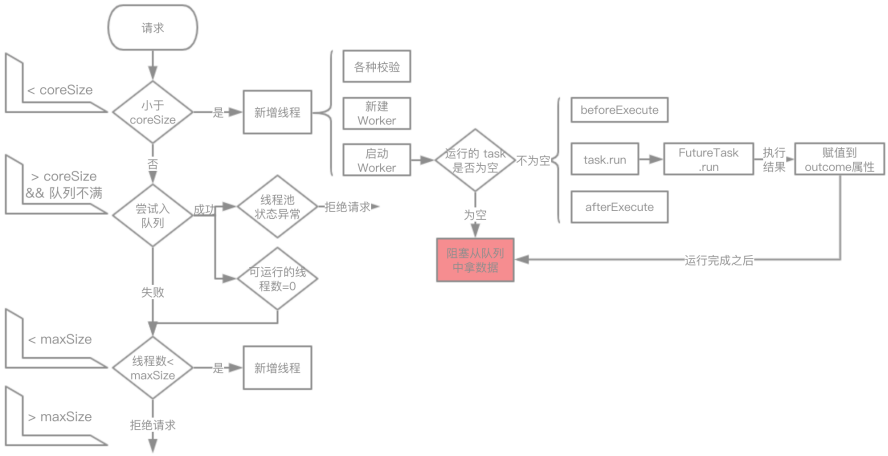
线程池我们在工作中经常会用到。在请求量大时，使用线程池，可以充分利用机器资源，增加请求的处理速度，本章节我们就和大家一起来学习线程池。

本章的基础是第四章队列和第五章线程，没有看过这两章的同学可以先看一看。

本章的顺序，先说源码，弄懂原理，接着看一看面试题，最后看看实际工作中是如何运用线程池的。

1 整体架构图

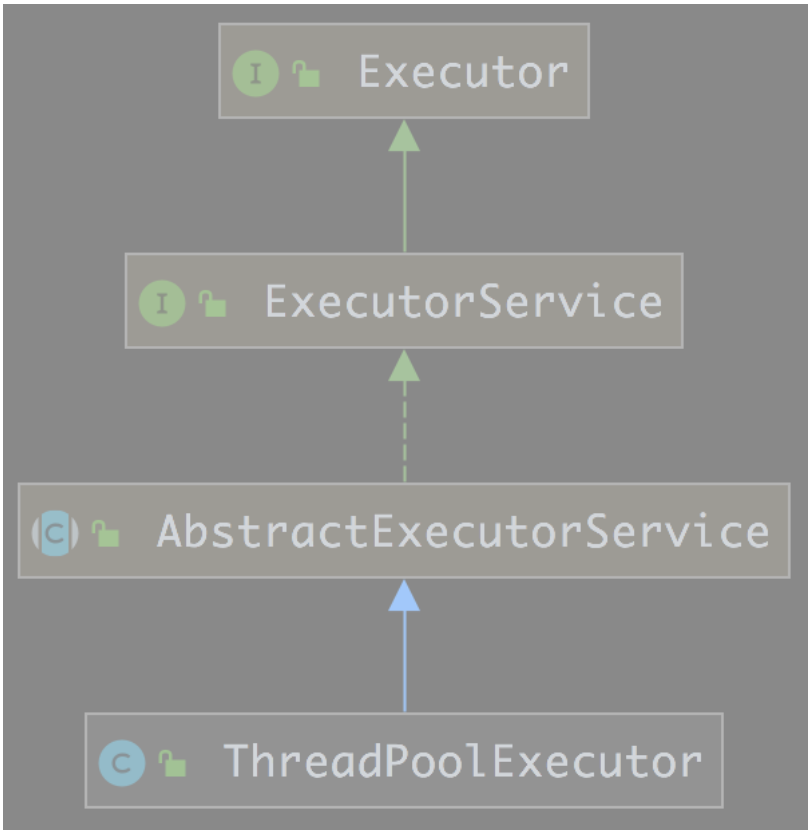
我们画了线程池的整体图，如下：



目录

1.1 类结构

首先我们来看一下 ThreadPoolExecutor 的类结构，如下图：



从上图中，我们从命名上来看，都有 Executor 的共同命名，Executor 的中文意思为执行的意思，表示对提供的任务进行执行，我们在第五章线程中学习到了几种任务：Runnable、Callable、FutureTask，之前我们都是使用 Thread 来执行这些任务的，除了 Thread，这些 Executor 命名的类和接口也是可以执行这几种任务的，接下来我们大概的看下这几个类的大概含义：

1. Executor：定义 execute 方法来执行任务，入参是 Runnable，无出参：

```
public interface Executor {

    /**
     * Executes the given command at some time in the future.  The command
     * may execute in a new thread, in a pooled thread, or in the calling
     * thread, at the discretion of the {@code Executor} implementation.
     *
     * @param command the runnable task
     * @throws RejectedExecutionException if this task cannot be
     * accepted for execution
     * @throws NullPointerException if command is null
     */
    void execute(Runnable command);
}
```

2. ExecutorService：Executor 的功能太弱，ExecutorService 丰富了对任务的执行和管理的功能，主要代码如下：

```
// 关闭，不会接受新的任务，也不会等待未完成的任务
// 如果需要等待未完成的任务，可以使用 awaitTermination 方法
void shutdown();
// executor 是否已经关闭了，返回值 true 表示已关闭
```

目录

```
// 在超时时间内，等待剩余的任务终止
boolean awaitTermination(long timeout, TimeUnit unit)
    throws InterruptedException;
// 提交有返回值的任务，使用 get 方法可以阻塞等待任务的执行结果返回
<T> Future<T> submit(Callable<T> task);
// 提交没有返回值的任务，如果使用 get 方法的话，任务执行完之后得到的是 null 值
Future<?> submit(Runnable task);
// 给定任务集合，返回已经执行完成的 Future 集合，每个返回的 Future 都是 isDone = true 的状态
<T> List<Future<T>> invokeAll(Collection<? extends Callable<T>> tasks)
    throws InterruptedException;
// 给定任务中有一个执行成功就返回，如果抛异常，其余未完成的任务将被取消
<T> T invokeAny(Collection<? extends Callable<T>> tasks)
    throws InterruptedException, ExecutionException;
```

3. AbstractExecutorService 是一个抽象类，封装了 Executor 的很多通用功能，比如：

```
// 把 Runnable 转化成 RunnableFuture
// RunnableFuture 是一个接口，实现了 Runnable 和 Future
// FutureTask 是 RunnableFuture 的实现类，主要是对任务进行各种管理
// Runnable + Future => RunnableFuture => FutureTask
protected <T> RunnableFuture<T> newTaskFor(Runnable runnable, T value) {
    return new FutureTask<T>(runnable, value);
}
protected <T> RunnableFuture<T> newTaskFor(Callable<T> callable) {
    return new FutureTask<T>(callable);
}
// 提交无返回值的任务
public Future<?> submit(Runnable task) {
    if (task == null) throw new NullPointerException();
    // ftask 其实是 FutureTask
    RunnableFuture<Void> ftask = newTaskFor(task, null);
    execute(ftask);
    return ftask;
}
// 提交有返回值的任务
public <T> Future<T> submit(Callable<T> task) {
    if (task == null) throw new NullPointerException();
    // ftask 其实是 FutureTask
    RunnableFuture<T> ftask = newTaskFor(task);
    execute(ftask);
    return ftask;
}
```

有几个点需要注意下：

1. FutureTask 我们在第五章有说，其本身就是一个任务，而且具备对任务管理的功能，比如可以通过 get 方法拿到任务的执行结果；
2. submit 方法是我们平时使用线程池时提交任务的方法，支持 Runable 和 Callable 两种任务的提交，方法中 execute 方法是其子类 ThreadPoolExecutor 实现的，不管是那种任务入参，execute 方法最终执行的任务都是 FutureTask；
3. ThreadPoolExecutor 继承了 AbstractExecutorService 抽象类，具备以上三个类的所有功能。

1.2 类注释

ThreadPoolExecutor 的类注释有很多，我们选取关键的注释如下：

2. 线程池解决两个问题：1：通过减少任务间的调度开销 (主要是通过线程池中的线程被重复使用的方式)，来提高大量任务时的执行性能；2：提供了一种方式来管理线程和消费，维护基本数据统计等工作，比如统计已完成的任务数；
3. Executors 为常用的场景设定了可直接初始化线程池的方法，比如 Executors#newCachedThreadPool 无界的线程池，并且可以自动回收；Executors#newFixedThreadPool 固定大小线程池；Executors#newSingleThreadExecutor 单个线程的线程池；
4. 为了在各种上下文中使用线程池，线程池提供可供扩展的参数设置：1：coreSize：当新任务提交时，发现运行的线程数小于 coreSize，一个新的线程将被创建，即使这时候其它工作线程是空闲的，可以通过 getCorePoolSize 方法获得 coreSize；2：maxSize: 当任务提交时，coreSize < 运行线程数 <= maxSize，但队列没有满时，任务提交到队列中，如果队列满了，在 maxSize 允许的范围内新建线程；
5. 一般来说，coreSize 和 maxSize 在线程池初始化时就已经设定了，但我们也可以通过 setCorePoolSize、setMaximumPoolSize 方法动态的修改这两个值；
6. 默认的，core threads 需要到任务提交后才创建的，但我们可以分别使用 prestartCoreThread、prestartAllCoreThreads 两个方法来提前创建一个、所有的 core threads；
7. 新的线程被默认 ThreadFactory 创建时，优先级会被限制成 NORM_PRIORITY，默认会被设置成非守护线程，这个和新建线程的继承是不同的；
8. Keep-alive times 参数的作用：1：如果当前线程池中有超过 coreSize 的线程；2：并且线程空闲的时间超过 keepAliveTime，当前线程就会被回收，这样可以避免线程没有被使用时的资源浪费；
9. 通过 setKeepAliveTime 方法可以动态的设置 keepAliveTime 的值；
10. 如果设置 allowCoreThreadTimeOut 为 ture 的话，core thread 空闲时间超过 keepAliveTime 的话，也会被回收；
11. 线程池新建时，有多种队列可供选择，比如：1：SynchronousQueue，为了避免任务被拒绝，要求线程池的 maxSize 无界，缺点是当任务提交的速度超过消费的速度时，可能出现无限制的线程增长；2：LinkedBlockingQueue，无界队列，未消费的任务可以在队列中等待；3：ArrayBlockingQueue，有界队列，可以防止资源被耗尽；
12. 队列的维护：提供了 getQueue () 方法方便我们进行监控和调试，严禁用于其他目的，remove 和 purge 两个方法可以对队列中的元素进行操作；
13. 在 Executor 已经关闭或对最大线程和最大队列都使用饱和时，可以使用 RejectedExecutionHandler 类进行异常捕捉，有如下四种处理策略：ThreadPoolExecutor.AbortPolicy、ThreadPoolExecutor.DiscardPolicy、ThreadPoolExecutor.CallerRunsPolicy、ThreadPoolExecutor.DiscardOldestPolicy；
14. 线程池提供了很多可供扩展的钩子函数，比如有：1：提供在每个任务执行之前 beforeExecute 和执行之后 afterExecute 的钩子方法，主要用于操作执行环境，比如初始化 ThreadLocals、收集统计数据、添加日志条目等；2: 如果在执行器执行完成之后想干一些事情，可以实现 terminated 方法，如果钩子方法执行时发生异常，工作线程可能会失败并立即终止。

可以看到 ThreadPoolExecutor 的注释是非常多的，也是非常重要的，我们很多面试的题目，在注释上都能找到答案。

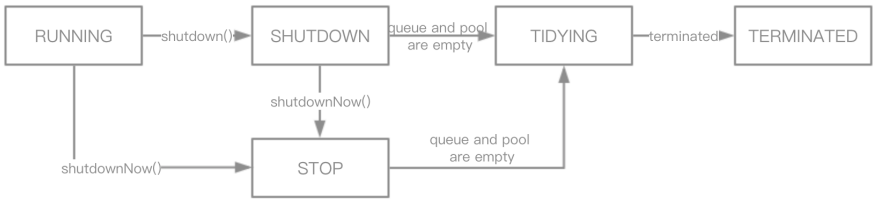
1.3 ThreadPoolExecutor 重要属性

接下来我们来看一看 ThreadPoolExecutor 都有哪些重要属性，如下：

目录

```
//2:runState rs 线程池的状态，提供了生命周期的控制，源码中有很多关于状态的校验，状态权举如
//RUNNING（-536870912）：接受新任务或者处理队列里的任务。
//SHUTDOWN（0）：不接受新任务，但仍在处理已经在队列里面的任务。
//STOP（-536870912）：不接受新任务，也不处理队列中的任务，对正在执行的任务进行中断。
//TIDYING（1073741824）： 所以任务都被中断，workerCount 是 0，整理状态
//TERMINATED（1610612736）： terminated() 已经完成的时候

//runState 之间的转变过程:
//RUNNING -> SHUTDOWN：调用 shudown(),finalize()
//(RUNNING or SHUTDOWN) -> STOP：调用shutdownNow()
//SHUTDOWN -> TIDYING -> workerCount ==0
//STOP -> TIDYING -> workerCount ==0
//TIDYING -> TERMINATED -> terminated() 执行完成之后
private final AtomicInteger ctl = new AtomicInteger(ctlOf(RUNNING, 0));
private static final int COUNT_BITS = Integer.SIZE - 3;// 29
private static final int CAPACITY   = (1 << COUNT_BITS) - 1;// =(2^29)-1=536870911

// Packing and unpacking ctl
private static int ctlOf(int rs, int wc) { return rs | wc; }
private static int workerCountOf(int c)  { return c & CAPACITY; }
private static int runStateOf(int c)     { return c & ~CAPACITY; }

// runState is stored in the high-order bits
private static final int RUNNING    = -1 << COUNT_BITS;//-536870912
private static final int SHUTDOWN   =  0 << COUNT_BITS;//0
private static final int STOP       =  1 << COUNT_BITS;//-536870912
private static final int TIDYING    =  2 << COUNT_BITS;//1073741824
private static final int TERMINATED =  3 << COUNT_BITS;//1610612736

// 已完成任务的计数
volatile long completedTasks;
// 线程池最大容量
private int largestPoolSize;
// 已经完成的任务数
private long completedTaskCount;
// 用户可控制的参数都是 volatile 修饰的
// 可以使用 threadFactory 创建 thread
// 创建失败一般不抛出异常，只有在 OutOfMemoryError 时候才会
private volatile ThreadFactory threadFactory;
// 饱和或者运行中拒绝任务的 handler 处理类
private volatile RejectedExecutionHandler handler;
// 线程存活时间设置
private volatile long keepAliveTime;
// 设置 true 的话，核心线程空闲 keepAliveTime 时间后，也会被回收
private volatile boolean allowCoreThreadTimeOut;
// coreSize
private volatile int corePoolSize;
// maxSize 最大限制 (2^29)-1
private volatile int maximumPoolSize;
// 默认的拒绝策略
private static final RejectedExecutionHandler defaultHandler =
    new AbortPolicy();

// 队列会 hold 住任务，并且利用队列的阻塞的特性，来保持线程的存活周期
private final BlockingQueue<Runnable> workQueue;

// 大多数情况下是控制对 workers 的访问权限
private final ReentrantLock mainLock = new ReentrantLock();
private final Condition termination = mainLock.newCondition();

// 包含线程池中所有的工作线程
private final HashSet<Worker> workers = new HashSet<Worker>();
```

目录



Worker 我们可以理解成线程池中任务运行的最小单元，Worker 的大致结构如下：

```
// 线程池中任务执行的最小单元
// Worker 继承 AQS，具有锁功能
// Worker 实现 Runnable，本身是一个可执行的任务
private final class Worker
    extends AbstractQueuedSynchronizer
    implements Runnable
{
    // 任务运行的线程
    final Thread thread;

    // 需要执行的任务
    Runnable firstTask;

    // 非常巧妙的设计,Worker本身是个 Runnable,把自己作为任务传递给 thread
    // 内部有个属性又设置了 Runnable
    Worker(Runnable firstTask) {
        setState(-1); // inhibit interrupts until runWorker
        this.firstTask = firstTask;
        // 把 Worker 自己作为 thread 运行的任务
        this.thread = getThreadFactory().newThread(this);
    }

    /** Worker 本身是 Runnable，run 方法是 Worker 执行的入口， runWorker 是外部的方法 */
    public void run() {
        runWorker(this);
    }

    private static final long serialVersionUID = 6138294804551838833L;

    // Lock methods
    // 0 代表没有锁住，1 代表锁住
    protected boolean isHeldExclusively() {
        return getState() != 0;
    }
    // 尝试加锁，CAS 赋值为 1，表示锁住
    protected boolean tryAcquire(int unused) {
        if (compareAndSetState(0, 1)) {
            setExclusiveOwnerThread(Thread.currentThread());
            return true;
        }
        return false;
    }
    // 尝试释放锁，释放锁没有 CAS 校验，可以任意的释放锁
    protected boolean tryRelease(int unused) {
        setExclusiveOwnerThread(null);
        setState(0);
        return true;
    }

    public void lock()        { acquire(1); }
```

目录

```
    void interruptIfStarted() {
        Thread t;
        if (getState() >= 0 && (t = thread) != null && !t.isInterrupted()) {
            try {
                t.interrupt();
            } catch (SecurityException ignore) {
            }
        }
    }
}
```

理解 Worker 非常关键，主要有以下几点：

1. Worker 很像是任务的代理，在线程池中，最小的执行单位就是 Worker，所以 Worker 实现了 Runnable 接口，实现了 run 方法；
2. 在 Worker 初始化时 this.thread = getThreadFactory ().newThread (this) 这行代码比较关键，它把当前 Worker 作为线程的构造器入参，我们在后续的实现中会发现这样的代码：Thread t = w.thread;t.start ()，此时的 w 是 Worker 的引用申明，此处 t.start 实际上执行的就是 Worker 的 run 方法；
3. Worker 本身也实现了 AQS，所以其本身也是一个锁，其在执行任务的时候，会锁住自己，任务执行完成之后，会释放自己。

2 线程池的任务提交

线程池的任务提交从 submit 方法说起，submit 方法是 AbstractExecutorService 抽象类定义的，主要做了两件事情：

1. 把 Runnable 和 Callable 都转化成 FutureTask，这个我们之前看过源码了；
2. 使用 execute 方法执行 FutureTask。

execute 方法是 ThreadPoolExecutor 中的方法，源码如下：

```
public void execute(Runnable command) {
    if (command == null)
        throw new NullPointerException();
    int c = ctl.get();
    // 工作的线程小于核心线程数，创建新的线程，成功返回，失败不抛异常
    if (workerCountOf(c) < corePoolSize) {
        if (addWorker(command, true))
            return;
        // 线程池状态可能发生变化
        c = ctl.get();
    }
    // 工作的线程大于等于核心线程数，或者新建线程失败
    // 线程池状态正常，并且可以入队的话，尝试入队列
    if (isRunning(c) && workQueue.offer(command)) {
        int recheck = ctl.get();
        // 如果线程池状态异常 尝试从队列中移除任务，可以移除的话就拒绝掉任务
        if (!isRunning(recheck) && remove(command))
            reject(command);
        // 发现可运行的线程数是 0，就初始化一个线程，这里是个极限情况，入队的时候，突然发现
        // 可用线程都被回收了
        else if (workerCountOf(recheck) == 0)
            // Runnable是空的，不会影响新增线程，但是线程在 start 的时候不会运行
            // Thread.run() 里面有判断
```

目录

```
    else if (!addWorker(command, false))
        reject(command);
}
```

execute 方法执行的就是整体架构图的左半边的逻辑，其中多次调用 addWorker 方法，addWorker 方法的作用是新建一个 Worker，我们一起来看下源码：

```
// 结合线程池的情况看是否可以添加新的 worker
// firstTask 不为空可以直接执行，为空执行不了，Thread.run()方法有判断，Runnable为空不执行
// core 为 true 表示线程最大新增个数是 coresize，false 表示最大新增个数是 maxsize
// 返回 true 代表成功，false 失败
// break retry 跳到retry处，且不再进入循环
// continue retry 跳到retry处，且再次进入循环
private boolean addWorker(Runnable firstTask, boolean core) {
    retry:
    // 先是各种状态的校验
    for (;;) {
        int c = ctl.get();
        int rs = runStateOf(c);
        // Check if queue empty only if necessary.
        // rs >= SHUTDOWN 说明线程池状态不正常
        if (rs >= SHUTDOWN &&
            ! (rs == SHUTDOWN &&
               firstTask == null &&
               ! workQueue.isEmpty()))
            return false;

        for (;;) {
            int wc = workerCountOf(c);
            // 工作中的线程数大于等于容量，或者大于等于 coreSize or maxSize
            if (wc >= CAPACITY ||
                wc >= (core ? corePoolSize : maximumPoolSize))
                return false;
            if (compareAndIncrementWorkerCount(c))
                // break 结束 retry 的 for 循环
                break retry;
            c = ctl.get();  // Re-read ctl
            // 线程池状态被更改
            if (runStateOf(c) != rs)
                // 跳转到retry位置
                continue retry;
            // else CAS failed due to workerCount change; retry inner loop
        }
    }

    boolean workerStarted = false;
    boolean workerAdded = false;
    Worker w = null;
    try {
        // 巧妙的设计，Worker 本身是个 Runnable.
        // 在初始化的过程中，会把 worker 丢给 thread 去初始化
        w = new Worker(firstTask);
        final Thread t = w.thread;
        if (t != null) {
            final ReentrantLock mainLock = this.mainLock;
            mainLock.lock();
            try {
                // Recheck while holding lock.
                // Back out on ThreadFactory failure or if
                // shut down before lock acquired.
```

目录

```
                if (t.isAlive()) // precheck that t is startable
                    throw new IllegalThreadStateException();
                workers.add(w);
                int s = workers.size();
                if (s > largestPoolSize)
                    largestPoolSize = s;
                workerAdded = true;
            }
        } finally {
            mainLock.unlock();
        }
        if (workerAdded) {
            // 启动线程，实际上去执行 Worker.run 方法
            t.start();
            workerStarted = true;
        }
    }
} finally {
    if (! workerStarted)
        addWorkerFailed(w);
}
return workerStarted;
}
```

addWorker 方法首先是执行了一堆校验，然后使用 new Worker (firstTask) 新建了 Worker，最后使用 t.start () 执行 Worker，上文我们说了 Worker 在初始化时的关键代码：this.thread = getThreadFactory ().newThread (this)，Worker（this） 是作为新建线程的构造器入参的，所以 t.start () 会执行到 Worker 的 run 方法上，源码如下：

```
public void run() {
    runWorker(this);
}
```

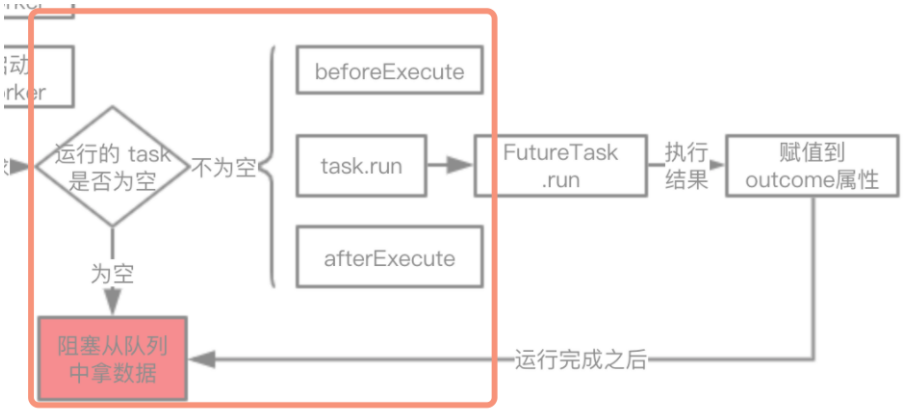
runWorker 方法是非常重要的方法，我们一起看下源码实现：

```
final void runWorker(Worker w) {
    Thread wt = Thread.currentThread();
    Runnable task = w.firstTask;
    //帮助gc回收
    w.firstTask = null;
    w.unlock(); // allow interrupts
    boolean completedAbruptly = true;
    try {
        // task 为空的情况：
        // 1：任务入队列了，极限情况下，发现没有运行的线程，于是新增一个线程；
        // 2：线程执行完任务执行，再次回到 while 循环。
        // 如果 task 为空，会使用 getTask 方法阻塞从队列中拿数据，如果拿不到数据，会阻塞住
        while (task != null || (task = getTask()) != null) {
            //锁住 worker
            w.lock();
            // 线程池 stop 中,但是线程没有到达中断状态，帮助线程中断
            if ((runStateAtLeast(ctl.get(), STOP) ||
                 (Thread.interrupted() &&
                  runStateAtLeast(ctl.get(), STOP))) &&
                !wt.isInterrupted())
                wt.interrupt();
            try {
                //执行 before 钩子函数
```

目录

```
                    //同步执行任务
                    task.run();
                } catch (RuntimeException x) {
                    thrown = x; throw x;
                } catch (Error x) {
                    thrown = x; throw x;
                } catch (Throwable x) {
                    thrown = x; throw new Error(x);
                } finally {
                    //执行 after 钩子函数,如果这里抛出异常，会覆盖 catch 的异常
                    //所以这里异常最好不要抛出来
                    afterExecute(task, thrown);
                }
            } finally {
                //任务执行完成，计算解锁
                task = null;
                w.completedTasks++;
                w.unlock();
            }
        }
        completedAbruptly = false;
    } finally {
        //做一些抛出异常的善后工作
        processWorkerExit(w, completedAbruptly);
    }
}
```

这个方法执行的逻辑是架构图中的标红部分：



我们聚焦一下这行代码：task.run () 此时的 task 是什么呢？此时的 task 是 FutureTask 类，所以我们继续追索到 FutureTask 类的 run 方法的源码，如下：

```
/**
 * run 方法可以直接被调用
 * 也可以由线程池进行调用
 */
public void run() {
    // 状态不是任务创建，或者当前任务已经有线程在执行了
    if (state != NEW ||
        !UNSAFE.compareAndSwapObject(this, runnerOffset,
                                     null, Thread.currentThread()))
        return;
    try {
        Callable<V> c = callable;
        // Callable 不为空，并且已经初始化完成
        if (c != null && state == NEW) {
```

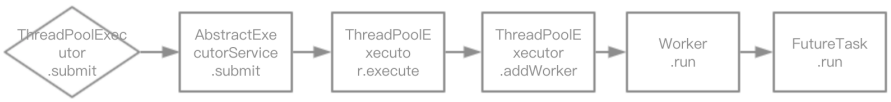
目录

```
                // 调用执行
                result = c.call();
                ran = true;
            } catch (Throwable ex) {
                result = null;
                ran = false;
                setException(ex);
            }
            // 给 outcome 赋值
            if (ran)
                set(result);
        }
    } finally {
        // runner must be non-null until state is settled to
        // prevent concurrent calls to run()
        runner = null;
        // state must be re-read after nulling runner to prevent
        // leaked interrupts
        int s = state;
        if (s >= INTERRUPTING)
            handlePossibleCancellationInterrupt(s);
    }
}
```

run 方法中有两行关键代码：

1. result = c.call () 这行代码是真正执行业务代码的地方；
2. set (result) 这里是给 outCome 赋值，这样 Future.get 方法执行时，就可以从 outCome 中拿值，这个我们在《Future、ExecutorService 源码解析》章节中都有说到。

至此，submit 方法就执行完成了，整体流程比较复杂，我们画一个图释义一下任务提交执行的主流

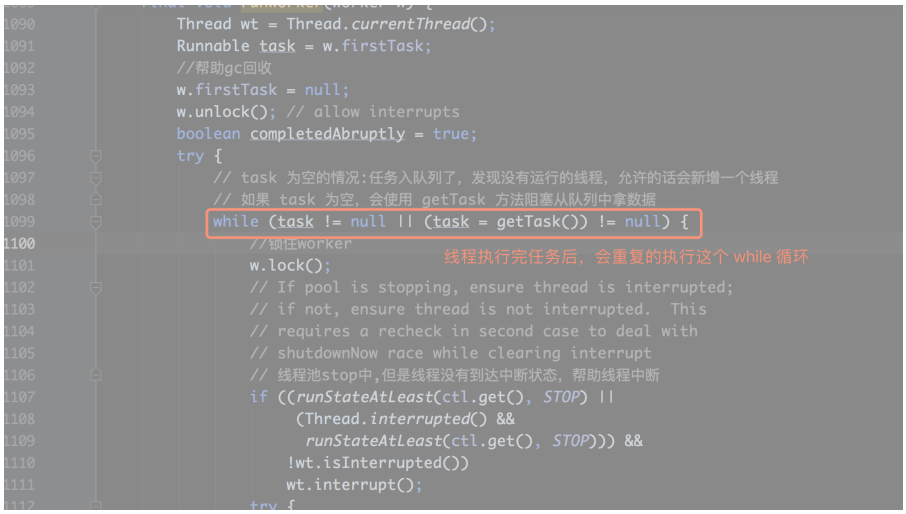


程：

3 线程执行完任务之后都在干啥

线程执行完任务之后，是消亡还是干什么呢？这是一个值得思考的问题，我们可以从源码中找到答案，从 ThreadPoolExecutor 的 runWorker 方法中，不知道有没有同学注意到一个 while 循环，我们截图释义一下：

目录



这个 while 循环有个 getTask 方法，getTask 的主要作用是阻塞从队列中拿任务出来，如果队列中有任务，那么就可以拿出来执行，如果队列中没有任务，这个线程会一直阻塞到有任务为止（或者超时阻塞），下面我们一起来看下 getTask 方法，源码如下：

```
// 从阻塞队列中拿任务
private Runnable getTask() {
    boolean timedOut = false; // Did the last poll() time out?

    for (;;) {
        int c = ctl.get();
        int rs = runStateOf(c);

        //线程池关闭 && 队列为空，不需要在运行了，直接放回
        if (rs >= SHUTDOWN && (rs >= STOP || workQueue.isEmpty())) {
            decrementWorkerCount();
            return null;
        }

        int wc = workerCountOf(c);

        // Are workers subject to culling?
        // true  运行的线程数大于 coreSize || 核心线程也可以被灭亡
        boolean timed = allowCoreThreadTimeOut || wc > corePoolSize;

        // 队列以 LinkedBlockingQueue 为例，timedOut 为 true 的话说明下面 poll 方法执行返回的
        // 说明在等待 keepAliveTime 时间后，队列中仍然没有数据
        // 说明此线程已经空闲了 keepAliveTime 了
        // 再加上 wc > 1 || workQueue.isEmpty() 的判断
        // 所以使用 compareAndDecrementWorkerCount 方法使线程池数量减少 1
        // 并且直接 return，return 之后，此空闲的线程会自动被回收
        if ((wc > maximumPoolSize || (timed && timedOut))
            && (wc > 1 || workQueue.isEmpty())) {
            if (compareAndDecrementWorkerCount(c))
                return null;
            continue;
        }

        try {
            // 从队列中阻塞拿 worker
            Runnable r = timed ?
                workQueue.poll(keepAliveTime, TimeUnit.NANOSECONDS) :
                workQueue.take();
            if (r != null)
```

```
            } catch (InterruptedException retry) {
                timedOut = false;
            }
        }
    }
```

代码有两处关键：

1. 使用队列的 poll 或 take 方法从队列中拿数据，根据队列的特性，队列中有任务可以返回，队列中无任务会阻塞；
2. 方法中的第二个 if 判断，说的是在满足一定条件下（条件看注释），会减少空闲的线程，减少的手段是使可用线程数减一，并且直接 return，直接 return 后，该线程就执行结束了，JVM 会自动回收该线程。

4 总结

本章节主要以 submit 方法为主线阐述了 ThreadPoolExecutor 的整体架构和底层源码，只要有队列和线程的基础知识的话，理解 ThreadPoolExecutor 并不复杂。ThreadPoolExecutor 还有一些其他的源码，比如说拒绝请求的策略、得到各种属性、设置各种属性等等方法，这些方法都比较简单，感兴趣的同学可以自己去看一看。

36 从容不迫：重写锁的设计结构和细节

38 线程池源码面试题

精选留言 1

欢迎在这里发表留言，作者筛选后可公开显示

慕桂英1068294

老师，private static final int STOP = 1 << COUNT_BITS; 这个常量计算的值是536870912不是-536870912把。

0 回复 2019-11-28

敲木鱼的小和尚 回复 **慕桂英1068294**

老师写错了吧，是正数的

回复 2019-11-29 01:37:16

千学不如一看，千看不如一练