1 位运算

运算符	运算	位运算符的细节
<<	左移	空位补0，被移除的高位丢失
>>	右移	被移位的二进制最高位是0，右移后，空缺位补0，最高位是1，最高位补1
>>>	无符号右移	被移位二进制无论是0或者1，空缺位都是用0补
&	与运算	任何二进制位和0进行&运算，结果都是0，和1进行&运算，都是原值
|	或运算	任何二进制位和0进行|运算，结果都是原值，和1进行|运算，都是1
^	异或运算	任何相同二进制位进行^运算，结果都是0，不同二进制位进行^运算，结果都是1
~	反码	

补码

在计算机系统中，数值一律用补码来表示和存储，其中最高位表示符号位，1表示负数，0表示正数。

- 正数的补码是原码自身。
- 负数补码是通过原码计算得到，计算过程为：符号位不变，其余位按照原码取反加1

  -100的原码：10000000 00000000 00000000 01100100 符号位保持不变，取反：11111111 11111111 11111111 10011011 加1后，-100补码为：11111111 11111111 11111111 10011100

正数右移(100右移4位为例)

操作	二进制	对应十进制
补码	00000000 00000000 00000000 01100100	100
右移4位	00000000 00000000 00000000 00000110	6
源码	00000000 00000000 00000000 00000110	6

负数右移(-100右移4位为例)

操作	二进制	对应十进制
原码	10000000 00000000 00000000 01100100	-100
转换为补码	11111111 11111111 11111111 10011100	-100
右移4位，高位补1	11111111 11111111 11111111 11111001	
保留符号位，按位取反	10000000 00000000 00000000 00000110	
加1后转为源码	10000000 00000000 00000000 00000111	-7

无符号右移(-100右移4位为例)

操作	二进制	对应十进制
原码	10000000 00000000 00000000 01100100	-100
转换为补码	11111111 11111111 11111111 10011100	-100
右移4位，高位补0	00001111 11111111 11111111 11111001	
转为原码	00001111 11111111 11111111 11111001	268435449

常用操作:

判定奇偶：a&1 = 0 偶数 a&1 = 1 奇数

交换两个变量： a ^=b b^=a a^=b

取模运算：a % 2^n等价于 a & (2^n - 1)

乘法运算：a * (2^n) 等价于 a << n

除法运算：a / (2^n) 等价于 a>> n

对称加密：采用^操作，原理^同一个值就会得到原值 例如a=a^b^b

2 基本数据类型&包装类

bit(1位) byte(字节-8位) char(2个字节-16位) short(2个字节-16位) int(4个字节-32位) long(8个字节-64位) float(4个字节-32位) double(8个字节-64位)

```
* 构造方法有如下几种
* Integer a = 1;  字节码底层是Integer.valueOf(1)实现的
* Integer b = new Integer(1);
* Integer.valueOf(1)  -127到128 会先查看缓存中是否有值,如果没有值new Integer(i)
*
* Integer.equals比较的是两个值是否相等
* == 比较的是内存地址
*
* 如果一个Integer对象和int值做对比,则先调用Integer.intValue获取Integer的值，然后两个int值做对比
```

3 Thread、ThreadLocal

```
/**
 *
 * 线程创建的方式:
 *  Thread
 *  Runnable
 *  Callable和Future
 *
 *
 *  Executors.newFixedThreadPool 底层是linkedblockingqueue
 *  Executors.newSingleThreadExecutor(); 底层是linkedblockingqueue
 *  Executors.newCachedThreadPool(); 底层是SynchronousQueue
 *  Executors.newScheduledThreadPool(1);  底层是DelayedWorkQueue
 *
 *  <T> Future<T> submit(Callable<T> task)
 *  <T> Future<T> submit(Runnable task, T result);
 *  Future<?> submit(Runnable task);
 *  void execute(Runnable command);
```

```
 *
 *  Runnable {public abstract void run();}
 *  Callable {V call() throws Exception;}
 *
 *  callable方法有返回值，可以抛出异常
 *
 *  Future接口有--->FutureTask类（即实现了Runnable接口又实现了Callable接口）
 *  isDone方法
 *  cancel方法
 *  get方法
 *  get超时方法
 *
 * Thread类继承了Runnable接口
 * 构造器中主要有两个参数一个是Runnable接口，一个是名称 new Thread(Runnable runnable,
String name)
 *
 * 线程状态
 * Thread.State.NEW
 * Thread.State.RUNNABLE
 * Thread.State.BLOCKED(waiting for a monitor lock, enter a synchronized
block/method)
 * Thread.State.WAITING(Object.wait, Thread.join, LockSupport.park)
 * Thread.State.TIMED_WAITING(Thread.sleep, Object.wait with timeout,
Thread.join with timeout, LockSupport.parkNanos, LockSupport.parkUntil)
 * Thread.State.TERMINATED
 *
 * java中线程中断的两种方法：
 * 1 设置或者清除中断标志（interrupt status）
 * Thread.currentThread().isInterrupted();实例方法    返回线程是否中断的标识,不会重置中断
标志
 * Thread.interrupted();静态方法     返回线程是否中断的标识&重置中断标志
 * 2 抛出中断异常(interruptedException)
 * Thread.currentThread().interrupt();实例方法--   中断线程
 * 中断线程的意义是：给等待或者执行中的线程一个机会，可以终止等待或者中断正在执行的任务。但是仅
仅是一个机会，并不会真的终止线程。
 *
 * Thread.sleep, Object.wait, Thread.join等方法在被打断之后，会获取到打断异常，在抛出异常
之后（即捕获到异常之后）会清除当前线程的中断标志
 *
 * 所谓中断一个线程，并不是让线程停止运行。仅仅是将线程的中断标志设置为true，或者在某些情况下抛
出异常。在被中断的线程的角度看，仅仅是自己的中断
 * 标志变成true，或者代码中抛出了异常而已。（至于用不用这个标志来做业务处理，或者处理不处理异
常，全靠自己的业务实现。）
 *
 * 若线程被中断前，如果该线程处于非阻塞状态(未调用过wait,sleep,join方法)，那么该线程的中断状
态将被设为true，除此之外，不会发生任何事。
 * 若线程被中断前，该线程处于阻塞状态(调用了wait,sleep,join方法)，那么该线程将会立即从阻塞状
态中退出，并抛出一个InterruptedException异常，同时，该线程的中断状态被设为false，除此之外，
不会发生任何事。
 *
 * */
```

```
/**
 * ThreadLocal<T>
 *
```

```
 * 典型的以空间换时间的多线程并发解决方案
 *
 * 原理：
 * 每个Thread中都有一个ThreadLocalMap属性threadLocals,该对象是一个KV结构对象
 * 其中key=ThreadLocal对象本身  Value=T对象，也就是你真正需要的对象
 * 注意，key是WeakReference
 * 此处可能会产生内存泄漏问题，原因
 * 如果线程是一个线程池中的核心线程（长时间存在），那么value这个值会长时间存在内存中，
 * 虽然这个值已经没有用了（因为KEY是弱引用，GC的时候已经回收，但是VALUE的指针会一直存在线程
中）
 *
 * 最佳实践就是 调用了ThreadLocal#set()方法之后，需要调用ThreadLocal#remove()方法
 * */
```

Unsafe类

```
/**
 * Unsafe类
 * 单例模式(饿汉模式)
 * 通过静态getUnsafe方法获取单例对象，而且调用类必须是引导类加载器加载的，否则会报错
java.lang.SecurityException
 *
 * 如果想要使用，1 要么写的class被bootstrap-classloader加载 2 要么通过反射
 *
 * 相关操作：
 *  内存操作：allocateMemory、freeMemory（堆外内存回收，是通过虚引用实现的）
 *  cas操作：compareAndSwapInt、compareAndSwapObject
 *  线程调度: park、unPark(LockSupport)
 *  对象属性的操作：objectFieldOffset、getObject、putObject
 *
 *
 *
 */
```

```
/**
 * String 是final的  为什么？
 * 如果不是final的，那么hash值就会改变
 * 如果不是final的，那么安全性就有问题
 * final关键字   如果是static变量 要么在声明时指定，要么在静态代码块中指定，如果是成员变量 要
么在声明时指定，要么在构造方法中指定 final修饰类 final修饰方法 final修饰变量
 * 底层结构是什么?
 * private final char value[]
 * +操作的原理
 * new StringBuilder()
 * 然后调用append()方法
 * 最后调用toString()方法
 * StringBuilder StringBuffer的区别
 * 字符串常量池、类的常量池、运行时常量池的关系
 * 字符串常量池在运行时常量池中（在1.7之前在运行时常量池中，在1.7之后在堆中）
 * intern()方法
 * 方法区是接口->永久区和元空间是实现
 * */
```

4 TreeMap--基于红黑树实现的

private final Comparator<? super K> comparator;

private transient Entry<K,V> root;

```
static final class Entry<K,V> implements Map.Entry<K,V> {
    K key;
    V value;
    Entry<K,V> left;
    Entry<K,V> right;
    Entry<K,V> parent;
    boolean color = BLACK;
}
```

CopyOnWriteArrayList

```
/**
 * CopyOnWriteArrayList解析
 * final transient ReentrantLock lock = new ReentrantLock();
 * private transient volatile Object[] array;
 *
 * add代码
 * 流程梳理：首先获取锁，然后数组copy,最后添加元素,释放锁
 * public boolean add(E e) {
 *         final ReentrantLock lock = this.lock;
 *         lock.lock();
 *         try {
 *             Object[] elements = getArray();
 *             int len = elements.length;
 *             Object[] newElements = Arrays.copyOf(elements, len + 1);
 *             newElements[len] = e;
 *             setArray(newElements);
 *             return true;
 *         } finally {
 *             lock.unlock();
 *         }
 *     }
 *
 * get代码流程
 *  获取数组(此时的数组可能是原始数据，也可能是锁定之后扩容之后的数组)，获取数组元素
 *  注意，此时读取数据和添加数据可以同时进行，读取并没有加锁，只是不能保证读取的一定是最新的数据
 *  public E get(int index) {
 *         return get(getArray(), index);
 *     }
 *
 *  final Object[] getArray() {
 *         return array;
 *     }
 *
 * */
```

ConcurrentHashMap

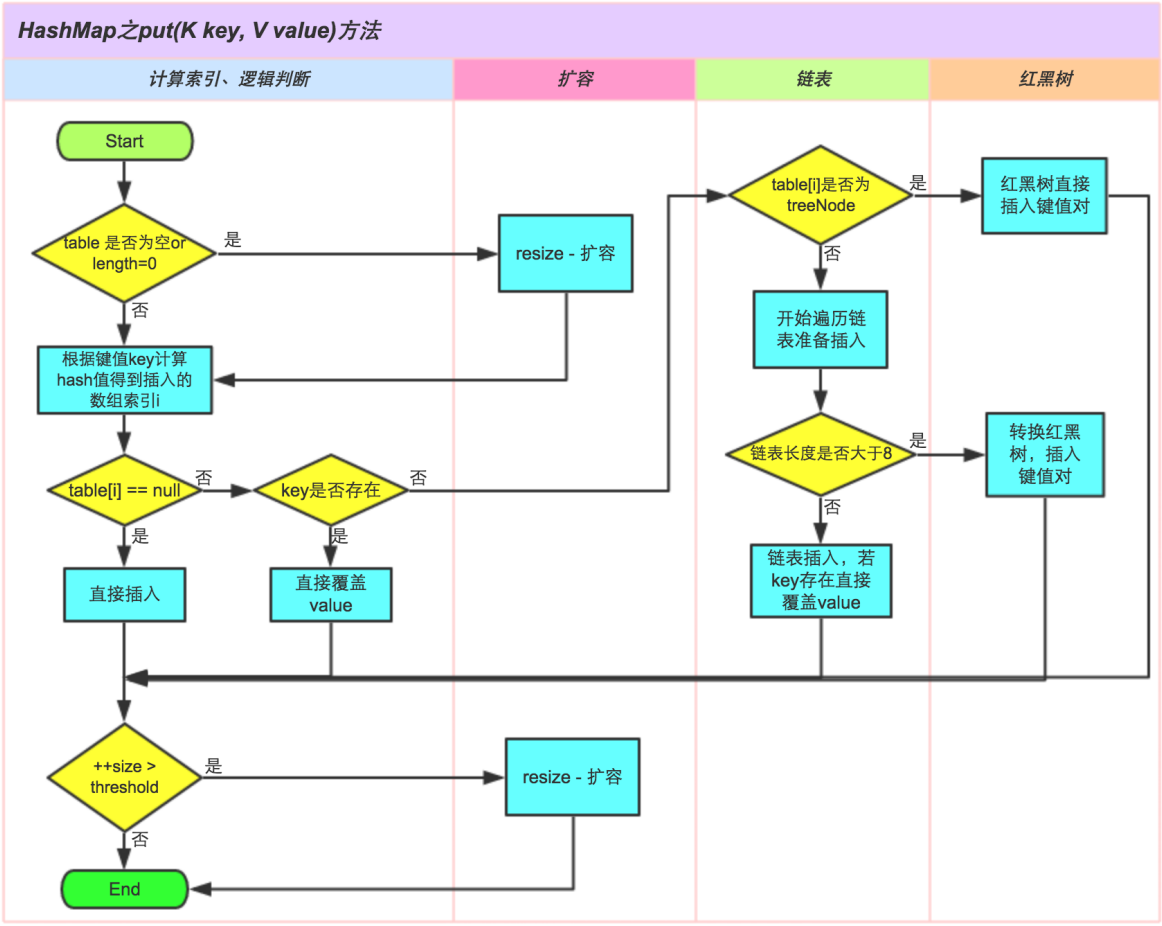
```
/**
 *  1.7中的ConcurrentHashMap
 *  1.7中采用 Segment数组+HashEntry数组+链表实现(Segment 数组长度为 16，不可以扩容，
 *  Segment[i] 的默认大小为 2，负载因子是 0.75，得出初始阈值为 1.5，也就是以后插入第一个元素不会触发扩容，插入第二个会进行第一次扩容
 *  只初始化了 segment[0]，其他位置仍然是 null)
 *      Segment类继承了ReentrantLock,采用分段锁的形式
 *      构造函数中初始化Segment数组和Segment[0]位置的HashEntry数组
 *  查询或者插入数据时，要经过两次hash定位
 *  put操作，先通过hash(key)定位出Segment位置，如果该位置Segment为空，使用Segment[0]处的数组长度和负载因子初始化，采用cas的方式设置Segment[i]的对象
 *  获取锁，然后再hash定位出HashEntry的位置，剩余操作同HashMap操作。
 *  size方法
 *  先采用不加锁的方式，连续计算元素的个数，最多计算3次：
 *      1、如果前后两次计算结果相同，则说明计算出来的元素个数是准确的；
 *      2、如果前后两次计算结果都不同，则给每个Segment进行加锁，再计算一次元素的个数；
 *
 *  1.8中的ConcurrentHashMap
 *      1.8中采用 Node数组+链表+红黑树实现
 *      第一次put操作才进行数组的初始化操作（懒加载模式）
 *      put操作:1 计算hash(key) 2 for(;;)死循环
 *      死循环内容如下：
 *          如果Node数组为空，则初始化Node数组
 *          如果table[i]为空，则创建一个Node节点，采用cas操作赋值
 *          如果table[i]不为空，则synchronized(table[i]节点)，循环遍历赋值或者替换（考虑红黑树等情况）。
 *      size方法：for(CountCell[]数组)相加，采用CountCell[]数组实现，底层是cas实现,put方法也会给CountCell[i]+1;
 *
 *
 *
 *
 * */
```

主要看put方法、扩容、树化、参数值等方面入手、每个参数的含义是什么、为什么说hashMap是线程不安全的

1 (h = key.hashCode()) ^ (h >>> 16) h是int类型，总共32位，意思是，高位也参与运算，减少碰撞次数 1 HashMap的容量为什么是2的次幂 put数据时，需要根据key来决定存放位置,一般都采用%取模运算来定位位置，即hash(key)%n,当n为2的n次幂时，(n - 1) & hash = hash(key)%n 还有是扩容的时候，只需要移动部分数据就可以 比如0101和0001在0011的HashMap中的位置都是0001,当0011扩容到0111之后，0101的位置是0101，就是原来的位置+扩容的大小 也能说明为什么，N必须是偶数，如果是奇数,N-1最后一位是0，&运算后，最后一位就是0，会浪费空间。

1.奇数不行的解释很能被接受，在计算hash的时候，确定落在数组的位置的时候，计算方法是(n - 1) & hash ，奇数n-1为偶数，偶数2进制的结尾都是0，经过&运算末尾都是0，会 增加hash冲突。 2.为啥要是2的幂，不能是2的倍数么，比如6，10？ 2.1 hashmap 结构是数组，每个数组里面的结构是node（链表或红黑树），正常情况下，如果你想放数据到不同的位置，肯定会想到取余数确定放在那个数据里， 计算公式： hash % n，这个是十进制计算。在计算机中， (n - 1) & hash，当n为2次幂时，会

满足一个公式：(n - 1) & hash = hash % n，计算更加高效。 2.2 只有是2的幂数的数字经过n-1之后，二进制肯定是 ...11111111 这样的格式，这种格式计算的位置的时候（&），完全是由产生的hash值类决定，而不受n-1(组数长度的二进制) 影响。你可能会想， 受影响不是更好么，又计算了一下，类似于扰动函数，hash冲突可能更低了，这里要考虑到扩容了，2的幂次方*2，在二进制中比如4和8，代表2的2次方和3次方，他们的2进制结构相 似,比如 4和8 00000100 0000 1000 只是高位向前移了一位，这样扩容的时候，只需要判断高位hash,移动到之前位置的倍数就可以了，免去了重新计算位置的运算，重新计算采用的方法是key.hash & oldCap == 0在原位置，否则则位移oIcCap。 1.7中，移动链表，是会倒序排列到新链表，所以会有循环指针问题，也就是死锁问题，1.8中是正序排列，没有死锁问题。




```
/**
 *
 * AVL树   红黑树   B+树
 * HashMap线程不安全的表现&线程不安全的原因&改进方法
 * 线程安全：共享资源，在多线程竞争情况下，每次执行均可预测出固定结果。
 * 表现：1 多个线程读取，多个线程写入会报错ConcurrentModificationException（每次修改modCount++）
 *       2 多线程写入，会出现值覆盖的情况（一个线程执行到链表头赋值时，挂起，另一个线程执行完，此时上个线程继续执行，则出现值覆盖的情况）
 * 改进方法:
 *       1 HashTable 方法加了synchronized关键字,锁定的是整个table对象
 *       2 Collections.synchronizedMap 方法会生成一个Collections内部类SynchronizedMap,
 *           该内部类有两个属性Map<K,V> m, final Object      mutex;其中mutex就是锁对象,方法执行前需要锁定mutex.
 *       3 ConcurrentHashMap 分段锁
 *
 *
 * 1.7中死循环的过程分析
 * 头插法的关键代码
 * //从旧数组中遍历，先遍历数组，然后遍历数组中的某个位置上的链表
```

```
 * //先找出节点在数组中的位置，然后把新数组中i位置上的值赋值给变量，把变量赋值给数组中i的位置，最后把变量指向原来的下一个变量
 * void transfer(Entry[] newTable, boolean rehash) {
 *         int newCapacity = newTable.length;
 *         for (Entry<K,V> e : table) {
 *             while(null != e) {
 *                 Entry<K,V> next = e.next;
 *                 if (rehash) {
 *                     e.hash = null == e.key ? 0 : hash(e.key);
 *                 }
 *                 int i = indexFor(e.hash, newCapacity);
 *                 e.next = newTable[i];
 *                 newTable[i] = e;
 *                 e = next;
 *             }
 *         }
 *     }
 *
 * 1.8中HashMap
 *  有四个容量需要注意：1数组的大小 2数组被占用的大小 3链表的大小 4node节点的总个数
 *  常量：
 *      DEFAULT_INITIAL_CAPACITY = 1 << 4
 *          默认初始化数组大小--此处请注意是数组的大小
 *      DEFAULT_LOAD_FACTOR = 0.75f
 *          默认的加载因子--通过加载因子和数组容量，可以得出一个扩容的阈值。例如数组大小是16，
 *          加载因子是0.75,则扩容的阈值是16*0.75=12,意思是如果node的数量大于12则需要扩容.
 *          此处注意，hashmap中已经存储的node数量，并不是数组中占有的数量，如果所放位置为空，不会触发扩容，非空才会触发扩容
 *      TREEIFY_THRESHOLD = 8
 *      MIN_TREEIFY_CAPACITY = 64
 *          如果一个链表中的node个数超过8&数组的长度大于等于64，则把该链表变成红黑树（注意其他链表不会变成红黑树）
 *      UNTREEIFY_THRESHOLD = 6
 *          如果一个链表中的node个数小于6个，则把红黑树变成链表(不需要考虑数组长度，因为数组长度不会再变小了)
 *
 *  变量：
 *  Node<K,V>[] table--HashMap底层是数组+链表的结构
 *  int size--HashMap中Node节点的个数
 *  int modCount--HashMap被修改的次数，用户快速失败
 *  int threshold--阈值,超过此值，就会引发resize.
 *      如果在构造函数中，表示数组大小，构造函数中如果指定了数组大小，最终会找到一个比指定值大的最小的2的N次幂的数值作为数组的最终大小，
 *      但是在第一次put是，此threshold会作为新的table的大小，然后重新计算阈值.
 *  float loadFactor--加载因子
 *
 *  构造方法-无参数
 *  public HashMap() {
 *      this.loadFactor = DEFAULT_LOAD_FACTOR;
 *  }
 *
 *  构造方法-有参数
 *  public HashMap(int initialCapacity) {
 *      this(initialCapacity, DEFAULT_LOAD_FACTOR);
 *  }
 *
 *  public HashMap(int initialCapacity, float loadFactor) {
 *      this.loadFactor = loadFactor;
```

```
 *      this.threshold = tableSizeFor(initialCapacity);
 *  }
 *
 *  //使用无符号右移和或运算，找出比当前值大的，最小的2的N次幂
 *  static final int tableSizeFor(int cap) {
 *          int n = cap - 1;
 *          n |= n >>> 1;
 *          n |= n >>> 2;
 *          n |= n >>> 4;
 *          n |= n >>> 8;
 *          n |= n >>> 16;
 *          return (n < 0) ? 1 : (n >= MAXIMUM_CAPACITY) ? MAXIMUM_CAPACITY : n +
1;
 *  }
 *
 *  hashMap.put方法流程
 *
 *  1 使用hash方法获取key值的hash值
 *  public V put(K key, V value) {
 *      return putVal(hash(key), key, value, false, true);
 *  }
 *
 *  2 首先通过key的hashCode方法获取到hash值，该值是int类型，注意key=null的hash值是0，即会
放在数组中的第一个位置
 *    再通过扰动函数，获取到最终的hash值，扰动函数是高16位与低16位做异或运算，降低冲突的概率
 *    int类型的hashCode返回的是int本身
 *    String类型的hashCode返回的是s[0]*31^[n-1]
 *  static final int hash(Object key) {
 *      int h;
 *      return (key == null) ? 0 : (h = key.hashCode()) ^ (h >>> 16);
 *  }
 *
 *  3 put方法源码解析
 *  hash--通过hash方法返回的key的hash值
 *  onlyIfAbsent--是否使用新值覆盖旧址
 *
 *  梳理两个流程
 *      3.1 空的HashMap第一次put值
 *          发现数组为空->扩容->计算该节点在数组中的位置->放在此位置上结束
 *      3.2 HashMap-put值之后扩容
 *          发现数组不为空->
 *  final V putVal(int hash, K key, V value, boolean onlyIfAbsent,
 *                     boolean evict) {
 *         Node<K,V>[] tab; Node<K,V> p; int n, i;
 *         //如果tab为空，表明是第一次PUT值，则进行扩容--懒加载的模式
 *         if ((tab = table) == null || (n = tab.length) == 0) {
 *             n = (tab = resize()).length;//返回的是新数组的大小
 *         }
 *         //采用(n - 1) & hash来确定该Node在数组中的位置
 *         if ((p = tab[i = (n - 1) & hash]) == null) {
 *              //如果该位置上没有值，则创建一个Node节点放入此位置
 *             tab[i] = newNode(hash, key, value, null);
 *         } else {
 *             //该位置上有值的逻辑--参考hasNode伪方法
 *         }
 *         ++modCount;
 *         //如果默认情况，第12次put对象并不会扩容，第13次才会扩容
 *         if (++size > threshold)
```

```
 *             resize();
 *         afterNodeInsertion(evict);
 *         return null;
 *     }
 *
 *      //进入此方法，意味着该位置上的链表不为空，至少有一个node
 *      hasNode()伪方法 {
 *             //p是table[i]上的node
 *             Node<K,V> e; K k;
 *             //如果p节点的hash值与新节点相同&&key相同（包含==与equals两种情况）
 *             if (p.hash == hash &&
 *                  ((k = p.key) == key || (key != null && key.equals(k)))) {
 *                 e = p;
 *              //如果节点属于TreeNode节点，即已经变成红黑树节点
 *              }  else if (p instanceof TreeNode) {
 *                 e = ((TreeNode<K,V>)p).putTreeVal(this, tab, hash, key,
value);
 *              //链表的插入形式--1 循环遍历列表，如果key相同，则进行替换
 *              //如果key不相同，则看是否需要树化，如果不需要树化，则创建新节点，并放在队列的
尾部(1.8是尾插法、1.7是头查法)
 *             } else {
 *                 for (int binCount = 0; ; ++binCount) {
 *                     if ((e = p.next) == null) {
 *                         p.next = newNode(hash, key, value, null);
 *                         //如果是链表中第9个元素，则开启树化操作--如果数组大小
<MIN_TREEIFY_CAPACITY(64),不树化，而是扩容
 *                         if (binCount >= TREEIFY_THRESHOLD - 1)
 *                             treeifyBin(tab, hash);
 *                         break;
 *                     }
 *                     if (e.hash == hash &&
 *                         ((k = e.key) == key || (key != null &&
key.equals(k))))
 *                         break;
 *                     p = e;
 *                 }
 *             }
 *             //如果发现了key相同的node,则使用旧值覆盖新值
 *             if (e != null) {
 *                 V oldValue = e.value;
 *                 if (!onlyIfAbsent || oldValue == null)
 *                     e.value = value;
 *                 afterNodeAccess(e);
 *                 return oldValue;
 *             }
 *         }
 *
 *         //treeifyBin中，如果数组大小<MIN_TREEIFY_CAPACITY(64),不树化，而是扩容
 *         treeifyBin()伪代码 {
*                if (tab == null || (n = tab.length) < MIN_TREEIFY_CAPACITY) {
*                    resize();
*                }
 *         }
 *
 *  4 扩容方法，返回的是新数组
 *  final Node<K,V>[] resize() {
 *         Node<K,V>[] oldTab = table;
 *         int oldCap = (oldTab == null) ? 0 : oldTab.length;
```

```
 *          int oldThr = threshold;
 *          int newCap, newThr = 0;
 *          //如果hashMap中原来有值，则扩容成原来的两倍，使用左移操作，此处如果就数组的大小大
于等于16则阈值也扩容成原来的两倍，否则，阈值是用新容量*加载因子
 *          if (oldCap > 0) {
 *              if (oldCap >= MAXIMUM_CAPACITY) {
 *                  threshold = Integer.MAX_VALUE;
 *                  return oldTab;
 *              }
 *              else if ((newCap = oldCap << 1) < MAXIMUM_CAPACITY &&
 *                       oldCap >= DEFAULT_INITIAL_CAPACITY)
 *                  newThr = oldThr << 1; // double threshold
 *          }
 *          //此处new HashMap(16)这类的构造函数生成的会走入此方法
 *          // initial capacity was placed in threshold
 *          else if (oldThr > 0)
 *              newCap = oldThr;
 *          //此处new HashMap()这类的构造函数生成的会走入此方法
 *          // zero initial threshold signifies using defaults
 *          else {
 *              newCap = DEFAULT_INITIAL_CAPACITY;
 *              newThr = (int)(DEFAULT_LOAD_FACTOR * DEFAULT_INITIAL_CAPACITY);
 *          }
 *          //如果新阈值是0，则使用新容量*加载因子重新计算阈值
 *          if (newThr == 0) {
 *              float ft = (float)newCap * loadFactor;
 *              newThr = (newCap < MAXIMUM_CAPACITY && ft <
(float)MAXIMUM_CAPACITY ?
 *                        (int)ft : Integer.MAX_VALUE);
 *          }
 *          threshold = newThr;
 *          //重新生成一个新的Node数组
 *          Node<K, V>[] newTab = (Node<K,V>[])new Node[newCap];
 *          table = newTab;
 *          //如果旧数组不为空，则使用循环遍历的方式，把原来节点上的节点放入新的数组中
 *          if (oldTab != null) {
 *              for (int j = 0; j < oldCap; ++j) {
 *                  Node<K,V> e;
 *                  if ((e = oldTab[j]) != null) {
 *                      oldTab[j] = null;
 *                      //如果链表上只有一个值，则重新计算在新数组中的位置，然后放入
 *                      if (e.next == null)
 *                          newTab[e.hash & (newCap - 1)] = e;
 *                      else if (e instanceof TreeNode)
 *                      //树化的操作
 *                          ((TreeNode<K,V>)e).split(this, newTab, j, oldCap);
 *                      else {
 *                          //低位的头节点和尾节点
 *                          Node<K,V> loHead = null, loTail = null;
 *                          //高位的头节点和尾节点
 *                          Node<K,V> hiHead = null, hiTail = null;
 *                          Node<K,V> next;
 *                          //循环遍历
 *                          do {
 *                              next = e.next;
 *                              //采用的是&操作，e.hash & oldCap  == 0 则放入低位，否则
放入高位
 *                              if ((e.hash & oldCap) == 0) {
```

```
 *                                  if (loTail == null)
 *                                      loHead = e;
 *                                  else
 *                                      loTail.next = e;
 *                                  loTail = e;
 *                              }
 *                              else {
 *                                  if (hiTail == null)
 *                                      hiHead = e;
 *                                  else
 *                                      hiTail.next = e;
 *                                  hiTail = e;
 *                              }
 *                          } while ((e = next) != null);
 *                          //低位的放在原来的位置
 *                          if (loTail != null) {
 *                              loTail.next = null;
 *                              newTab[j] = loHead;
 *                          }
 *                          //高位的放在原来+oldCap的位置
 *                          if (hiTail != null) {
 *                              hiTail.next = null;
 *                              newTab[j + oldCap] = hiHead;
 *                          }
 *                      }
 *                  }
 *              }
 *          }
 *          return newTab;
 *      }
 */
```