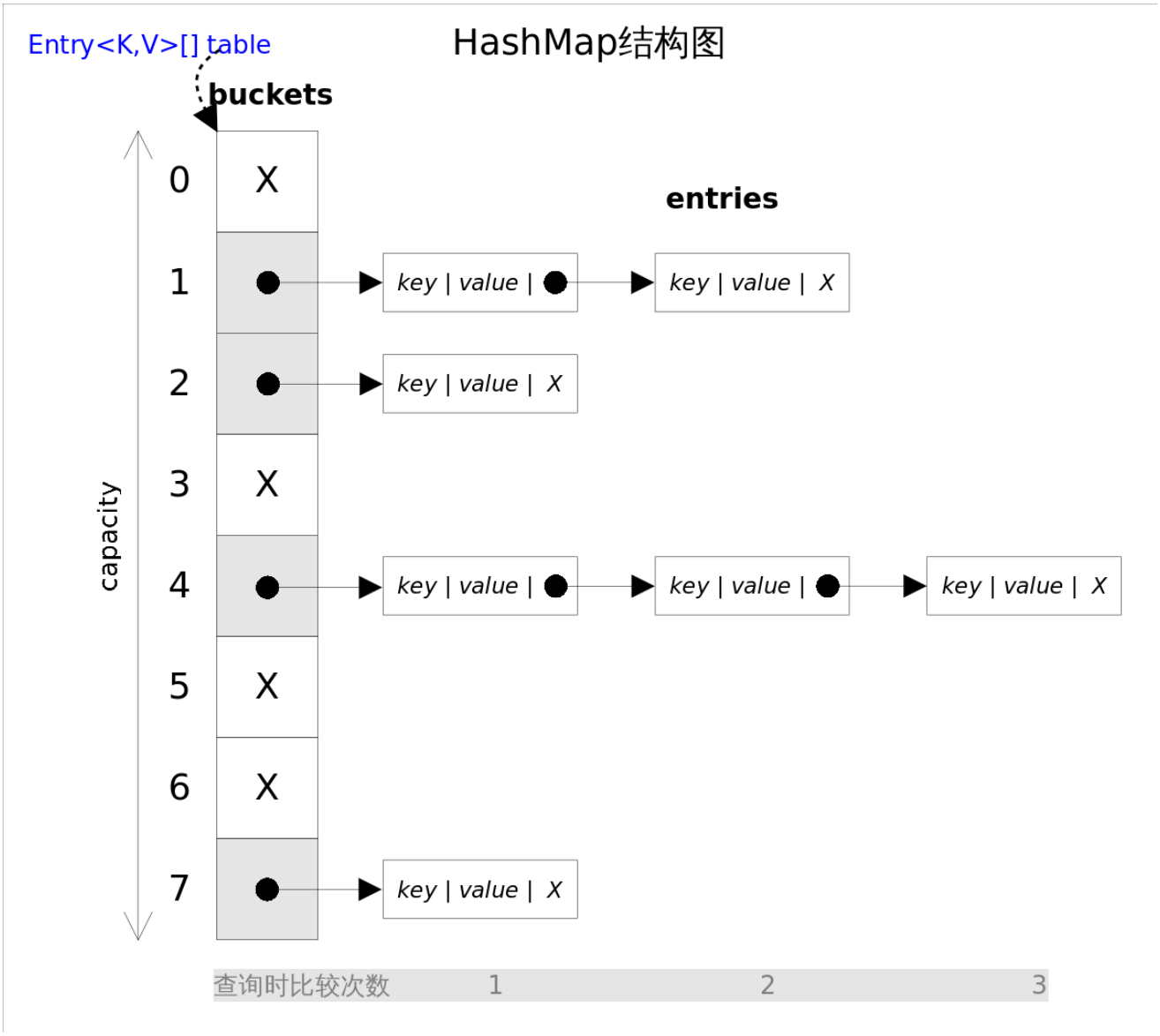
Map - HashSet & HashMap 源码解析

Java7 HashMap

概述

之所以把*HashSet*和*HashMap*放在一起讲解，是因为二者在Java里有着相同的实现，前者仅仅是对后者做了一层包装，也就是说*HashSet*里面有一个*HashMap*(适配器模式)。因此本文将重点分析*HashMap*。

*HashMap*实现了*Map*接口，即允许放入key为null的元素，也允许插入value为null的元素；除该类未实现同步外，其余跟Hashtable大致相同；跟*TreeMap*不同，该容器不保证元素顺序，根据需要该容器可能会对元素重新哈希，元素的顺序也会被重新打散，因此不同时间迭代同一个*HashMap*的顺序可能会不同。 根据对冲突的处理方式不同，哈希表有两种实现方式，一种开放地址方式(Open addressing)，另一种是冲突链表方式(Separate chaining with linked lists)。**Java7 HashMap采用的是冲突链表方式。**



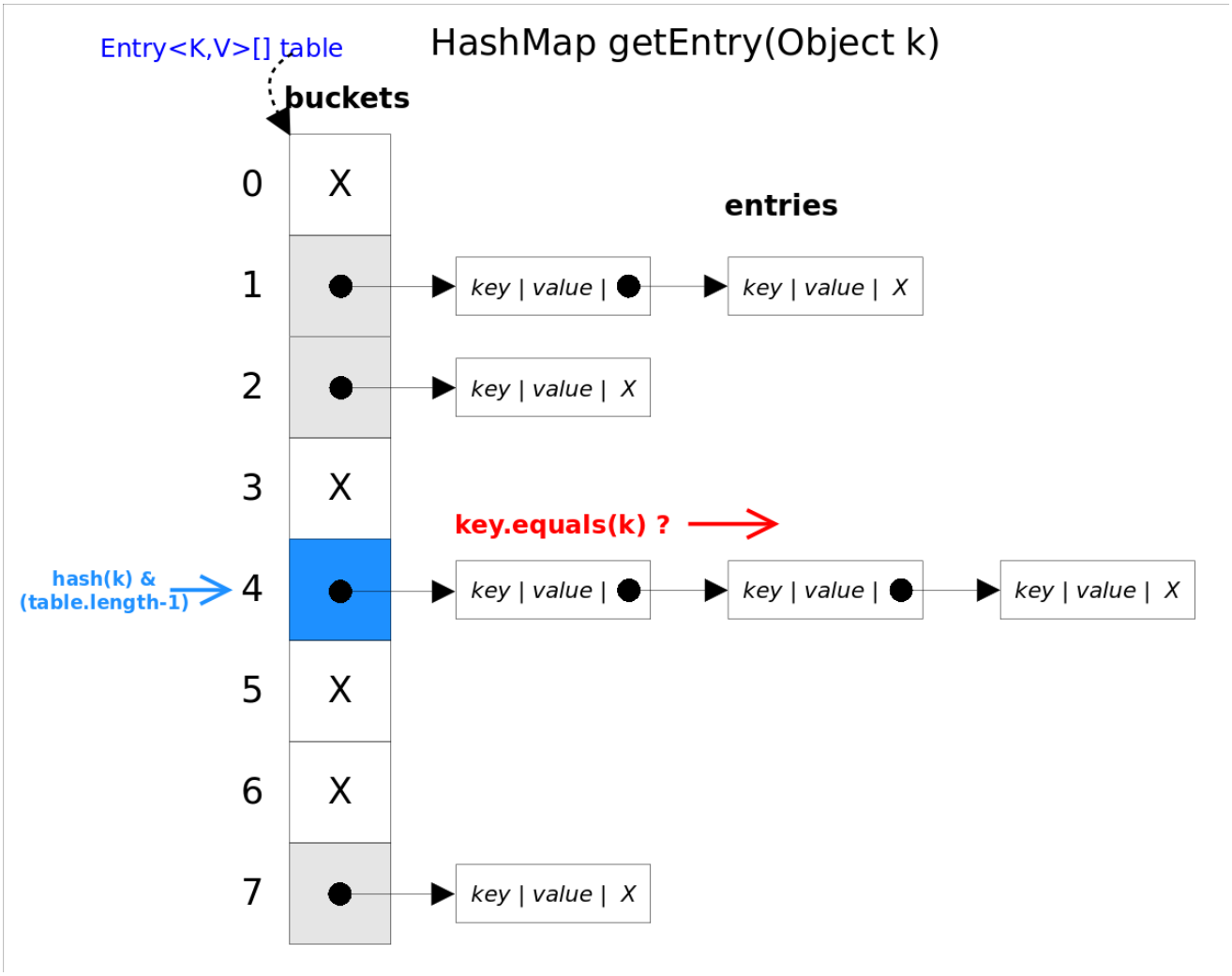
从上图容易看出，如果选择合适的哈希函数，put()和get()方法可以在常数时间内完成。但在对*HashMap*进行迭代时，需要遍历整个table以及后面跟的冲突链表。因此对于迭代比较频繁的场景，不宜将*HashMap*的初始大小设的过大。

有两个参数可以影响*HashMap*的性能: 初始容量(inital capacity)和负载系数(load factor)。初始容量指定了初始table的大小，负载系数用来指定自动扩容的临界值。当entry的数量超过capacity*load_factor时，容器将自动扩容并重新哈希。对于插入元素较多的场景，将初始容量设大可以减少重新哈希的次数。

将对象放入到*HashMap*或*HashSet*中时，有两个方法需要特别关心: hashCode()和equals()。**hashCode()方法决定了对象会被放到哪个bucket里，当多个对象的哈希值冲突时，equals()方法决定了这些对象是否是“同一个对象”。**所以，如果要将自定义的对象放入到HashMap或HashSet中，需要*@Override*hashCode()和equals()方法。

get()

get(Object key)方法根据指定的key值返回对应的value，该方法调用了getEntry(Object key)得到相应的entry，然后返回entry.getValue()。因此getEntry()是算法的核心。 算法思想是首先通过hash()函数得到对应bucket的下标，然后依次遍历冲突链表，通过key.equals(k)方法来判断是否是要找的那个entry。

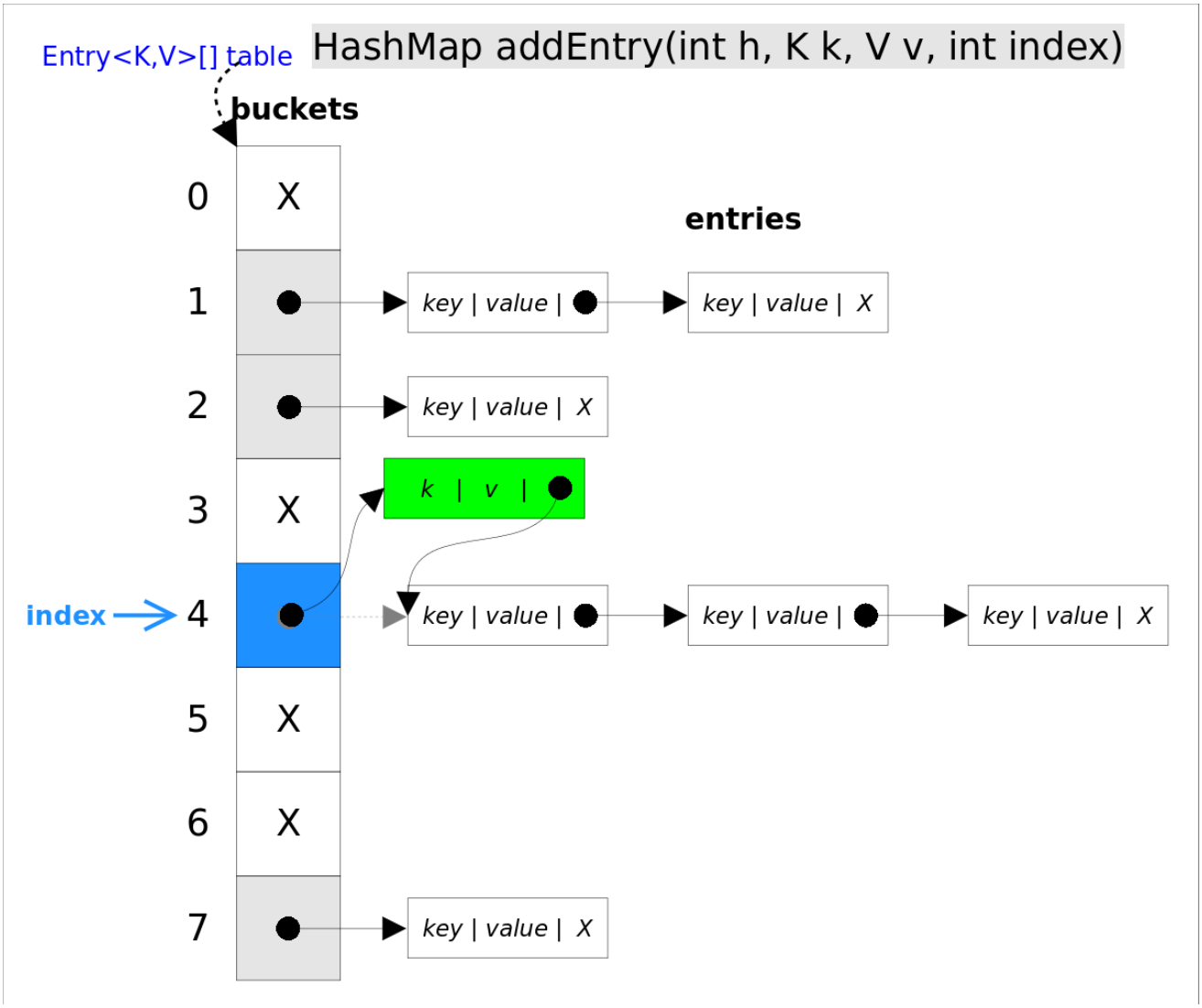


上图中hash(k)&(table.length-1)等价于hash(k)%table.length，原因是*HashMap*要求table.length必须是2的指数，因此table.length-1就是二进制低位全是1，跟hash(k)相与会将哈希值的高位全抹掉，剩下的就是余数了。

```
//getEntry()方法
final Entry<K,V> getEntry(Object key) {
    ......
    int hash = (key == null) ? 0 : hash(key);
    for (Entry<K,V> e = table[hash&(table.length-1)];//得到冲突链表
         e != null; e = e.next) {//依次遍历冲突链表中的每个entry
        Object k;
        //依据equals()方法判断是否相等
        if (e.hash == hash &&
            ((k = e.key) == key || (key != null && key.equals(k))))
            return e;
    }
    return null;
}
```

put()

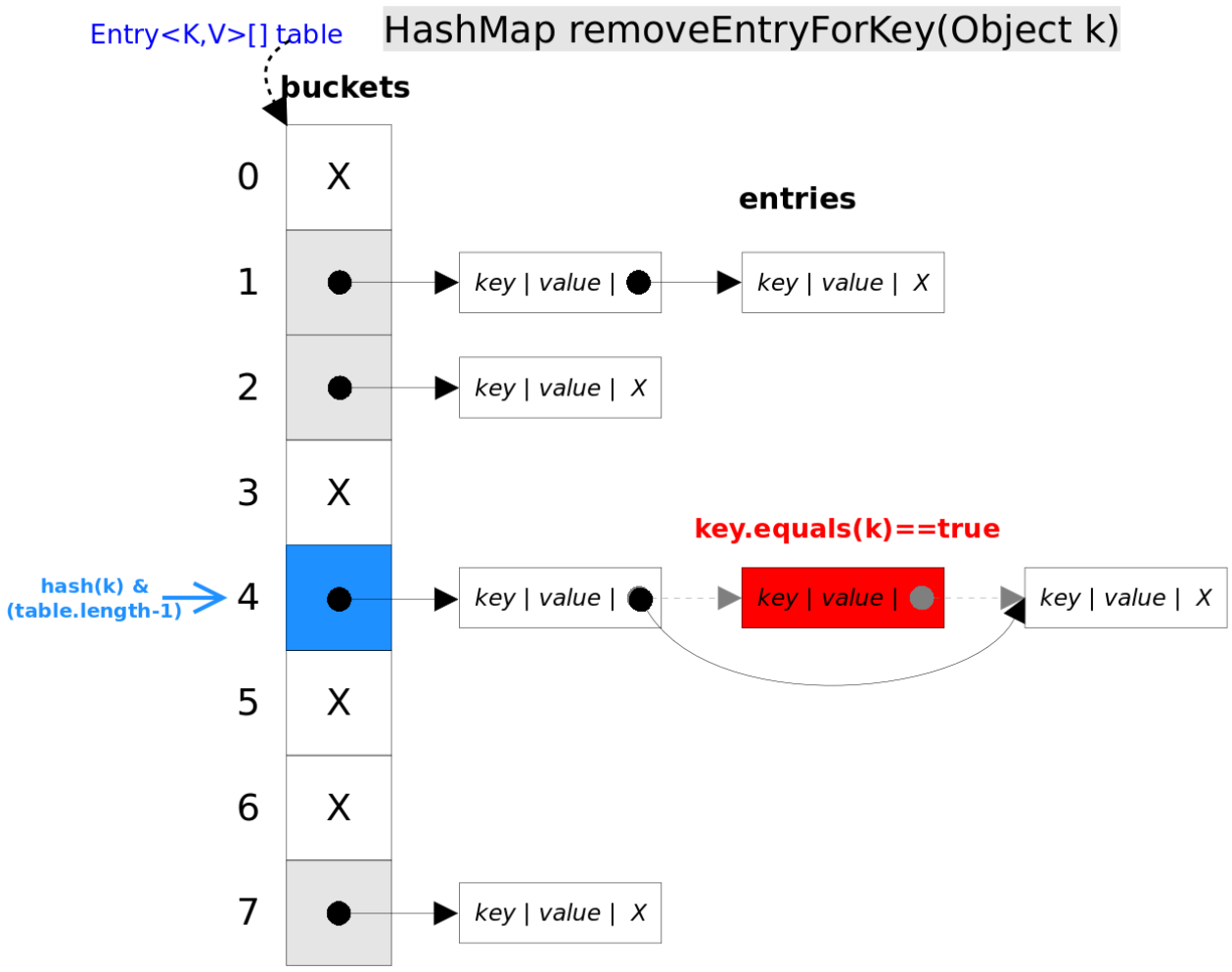
put(K key, V value)方法是将指定的key, value对添加到map里。该方法首先会对map做一次查找，看是否包含该元组，如果已经包含则直接返回，查找过程类似于getEntry()方法；如果没有找到，则会通过addEntry(int hash, K key, V value, int bucketIndex)方法插入新的entry，插入方式为**头插法**。



```
//addEntry()
void addEntry(int hash, K key, V value, int bucketIndex) {
    if ((size >= threshold) && (null != table[bucketIndex])) {
        resize(2 * table.length);//自动扩容，并重新哈希
        hash = (null != key) ? hash(key) : 0;
        bucketIndex = hash & (table.length-1);//hash%table.length
    }
    //在冲突链表头部插入新的entry
    Entry<K,V> e = table[bucketIndex];
    table[bucketIndex] = new Entry<>(hash, key, value, e);
    size++;
}
```

remove()

remove(Object key)的作用是删除key值对应的entry，该方法的具体逻辑是在removeEntryForKey(Object key)里实现的。removeEntryForKey()方法会首先找到key值对应的entry，然后删除该entry(修改链表的相应引用)。查找过程跟getEntry()过程类似。



```
int hash = (key == null) ? 0 : hash(key);
    int i = indexFor(hash, table.length);//hash&(table.length-1)
    Entry<K,V> prev = table[i];//得到冲突链表
    Entry<K,V> e = prev;
    while (e != null) {//遍历冲突链表
        Entry<K,V> next = e.next;
        Object k;
        if (e.hash == hash &&
            ((k = e.key) == key || (key != null && key.equals(k)))) {//找到要删除的entry
            modCount++; size--;
            if (prev == e) table[i] = next;//删除的是冲突链表的第一个entry
            else prev.next = next;
            return e;
        }
        prev = e; e = next;
    }
    return e;
}
```

Java8 HashMap

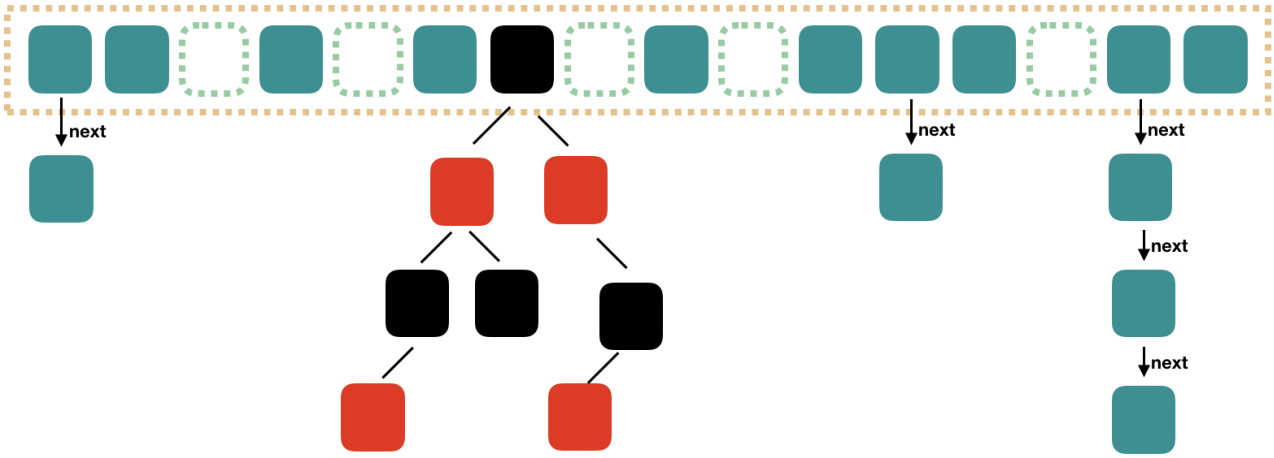
Java8 对 HashMap 进行了一些修改，最大的不同就是利用了红黑树，所以其由 **数组+链表+红黑树** 组成。

根据 Java7 HashMap 的介绍，我们知道，查找的时候，根据 hash 值我们能够快速定位到数组的具体下标，但是之后的话，需要顺着链表一个个比较下去才能找到我们需要的，时间复杂度取决于链表的长度，为 O(n)。

为了降低这部分的开销，在 Java8 中，当链表中的元素达到了 8 个时，会将链表转换为红黑树，在这些位置进行查找的时候可以降低时间复杂度为 O(logN)。

来一张图简单示意一下吧：

Java8 HashMap 结构



注意，上图是示意图，主要是描述结构，不会达到这个状态的，因为这么多数据的时候早就扩容了。

下面，我们还是用代码来介绍吧，个人感觉，Java8 的源码可读性要差一些，不过精简一些。

Java7 中使用 Entry 来代表每个 HashMap 中的数据节点，Java8 中使用 Node，基本没有区别，都是 key，value，hash 和 next 这四个属性，不过，Node 只能用于链表的情况，红黑树的情况需要使用 TreeNode。

我们根据数组元素中，第一个节点数据类型是 Node 还是 TreeNode 来判断该位置下是链表还是红黑树的。

put 过程分析

```
public V put(K key, V value) {
    return putVal(hash(key), key, value, false, true);
}

// 第四个参数 onlyIfAbsent 如果是 true，那么只有在不存在该 key 时才会进行 put 操作
// 第五个参数 evict 我们这里不关心
final V putVal(int hash, K key, V value, boolean onlyIfAbsent,
               boolean evict) {
    Node<K,V>[] tab; Node<K,V> p; int n, i;
    // 第一次 put 值的时候，会触发下面的 resize()，类似 java7 的第一次 put 也要初始化数组长度
    // 第一次 resize 和后续的扩容有些不一样，因为这次是数组从 null 初始化到默认的 16 或自定义的初始容量
    if ((tab = table) == null || (n = tab.length) == 0)
        n = (tab = resize()).length;
    // 找到具体的数组下标，如果此位置没有值，那么直接初始化一下 Node 并放置在这个位置就可以了
    if ((p = tab[i = (n - 1) & hash]) == null)
        tab[i] = newNode(hash, key, value, null);

    else {// 数组该位置有数据
        Node<K,V> e; K k;
        // 首先，判断该位置的第一个数据和我们要插入的数据，key 是不是"相等"，如果是，取出这个节点
        if (p.hash == hash &&
            ((k = p.key) == key || (key != null && key.equals(k))))
            e = p;
        // 如果该节点是代表红黑树的节点，调用红黑树的插值方法，本文不展开说红黑树
        else if (p instanceof TreeNode)
            e = ((TreeNode<K,V>)p).putTreeVal(this, tab, hash, key, value);
        else {
            // 到这里，说明数组该位置上是一个链表
            for (int binCount = 0; ; ++binCount) {
                // 插入到链表的最后面(Java7 是插入到链表的最前面)
                if ((e = p.next) == null) {
                    p.next = newNode(hash, key, value, null);
                    // TREEIFY_THRESHOLD 为 8，所以，如果新插入的值是链表中的第 8 个
                    // 会触发下面的 treeifyBin，也就是将链表转换为红黑树
                    if (binCount >= TREEIFY_THRESHOLD - 1) // -1 for 1st
                        treeifyBin(tab, hash);
                    break;
                }
                // 如果在该链表中找到了"相等"的 key(== 或 equals)
                if (e.hash == hash &&
                    ((k = e.key) == key || (key != null && key.equals(k))))
                    // 此时 break，那么 e 为链表中[与要插入的新值的 key "相等"]的 node
                    break;
                p = e;
            }
        }
        // e!=null 说明存在旧值的key与要插入的key"相等"
        // 对于我们分析的put操作，下面这个 if 其实就是进行 "值覆盖"，然后返回旧值
        if (e != null) {
            V oldValue = e.value;
```

```
            if (!onlyIfAbsent || oldValue == null)
                e.value = value;
            afterNodeAccess(e);
            return oldValue;
        }
    }
    ++modCount;
    // 如果 HashMap 由于新插入这个值导致 size 已经超过了阈值，需要进行扩容
    if (++size > threshold)
        resize();
    afterNodeInsertion(evict);
    return null;
}
```

和 Java7 稍微有点不一样的地方就是，Java7 是先扩容后插入新值的，Java8 先插值再扩容，不过这个不重要。

数组扩容

resize() 方法用于初始化数组或数组扩容，每次扩容后，容量为原来的 2 倍，并进行数据迁移。

```
final Node<K,V>[] resize() {
    Node<K,V>[] oldTab = table;
    int oldCap = (oldTab == null) ? 0 : oldTab.length;
    int oldThr = threshold;
    int newCap, newThr = 0;
    if (oldCap > 0) { // 对应数组扩容
        if (oldCap >= MAXIMUM_CAPACITY) {
            threshold = Integer.MAX_VALUE;
            return oldTab;
        }
        // 将数组大小扩大一倍
        else if ((newCap = oldCap << 1) < MAXIMUM_CAPACITY &&
                 oldCap >= DEFAULT_INITIAL_CAPACITY)
            // 将阈值扩大一倍
            newThr = oldThr << 1; // double threshold
    }
    else if (oldThr > 0) // 对应使用 new HashMap(int initialCapacity) 初始化后，第一次 put 的时候
        newCap = oldThr;
    else {// 对应使用 new HashMap() 初始化后，第一次 put 的时候
        newCap = DEFAULT_INITIAL_CAPACITY;
        newThr = (int)(DEFAULT_LOAD_FACTOR * DEFAULT_INITIAL_CAPACITY);
    }

    if (newThr == 0) {
        float ft = (float)newCap * loadFactor;
        newThr = (newCap < MAXIMUM_CAPACITY && ft < (float)MAXIMUM_CAPACITY ?
                  (int)ft : Integer.MAX_VALUE);
    }
    threshold = newThr;

    // 用新的数组大小初始化新的数组
    Node<K,V>[] newTab = (Node<K,V>[])new Node[newCap];
    table = newTab; // 如果是初始化数组，到这里就结束了，返回 newTab 即可

    if (oldTab != null) {
        // 开始遍历原数组，进行数据迁移。
        for (int j = 0; j < oldCap; ++j) {
```

```
                Node<K,V> e;
                if ((e = oldTab[j]) != null) {
                    oldTab[j] = null;
                    // 如果该数组位置上只有单个元素，那就简单了，简单迁移这个元素就可以了
                    if (e.next == null)
                        newTab[e.hash & (newCap - 1)] = e;
                    // 如果是红黑树，具体我们就不展开了
                    else if (e instanceof TreeNode)
                        ((TreeNode<K,V>)e).split(this, newTab, j, oldCap);
                    else {
                        // 这块是处理链表的情况，
                        // 需要将此链表拆成两个链表，放到新的数组中，并且保留原来的先后顺序
                        // loHead、loTail 对应一条链表，hiHead、hiTail 对应另一条链表，代码还是比较简单的
                        Node<K,V> loHead = null, loTail = null;
                        Node<K,V> hiHead = null, hiTail = null;
                        Node<K,V> next;
                        do {
                            next = e.next;
                            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);
                        if (loTail != null) {
                            loTail.next = null;
                            // 第一条链表
                            newTab[j] = loHead;
                        }
                        if (hiTail != null) {
                            hiTail.next = null;
                            // 第二条链表的新的位置是 j + oldCap，这个很好理解
                            newTab[j + oldCap] = hiHead;
                        }
                    }
                }
            }
        }
        return newTab;
    }
```

get 过程分析

相对于 put 来说，get 真的太简单了。

- 计算 key 的 hash 值，根据 hash 值找到对应数组下标: hash & (length-1)
- 判断数组该位置处的元素是否刚好就是我们要找的，如果不是，走第三步
- 判断该元素类型是否是 TreeNode，如果是，用红黑树的方法取数据，如果不是，走第四步

- 遍历链表，直到找到相等(==或equals)的 key

```
public V get(Object key) {
    Node<K,V> e;
    return (e = getNode(hash(key), key)) == null ? null : e.value;
}
final Node<K,V> getNode(int hash, Object key) {
    Node<K,V>[] tab; Node<K,V> first, e; int n; K k;
    if ((tab = table) != null && (n = tab.length) > 0 &&
        (first = tab[(n - 1) & hash]) != null) {
        // 判断第一个节点是不是就是需要的
        if (first.hash == hash && // always check first node
            ((k = first.key) == key || (key != null && key.equals(k))))
            return first;
        if ((e = first.next) != null) {
            // 判断是否是红黑树
            if (first instanceof TreeNode)
                return ((TreeNode<K,V>)first).getTreeNode(hash, key);

            // 链表遍历
            do {
                if (e.hash == hash &&
                    ((k = e.key) == key || (key != null && key.equals(k))))
                    return e;
            } while ((e = e.next) != null);
        }
    }
    return null;
}
```

HashSet

前面已经说过*HashSet*是对*HashMap*的简单包装，对*HashSet*的函数调用都会转换成合适的*HashMap*方法，因此*HashSet*的实现非常简单，只有不到300行代码。这里不再赘述。

```
//HashSet是对HashMap的简单包装
public class HashSet<E>
{
    ......
    private transient HashMap<E,Object> map;//HashSet里面有一个HashMap
    // Dummy value to associate with an Object in the backing Map
    private static final Object PRESENT = new Object();
    public HashSet() {
        map = new HashMap<>();
    }
    ......
    public boolean add(E e) {//简单的方法转换
        return map.put(e, PRESENT)==null;
    }
    ......
}
```