# Cookie 和 Session 的区别

## 概念

浏览器访问服务器时，服务器会创建一个 session 对象，返回 JSESSIONID=ID，并创建一个 Cookie 对象 key 为 JSSIONID，value 为 ID 的值，将这个 Cookie 写回浏览器。

浏览器在第二次访问服务器的时候携带 Cookie 信息 JSESSIONID=ID 的值，如果该 JSESSIONID 的 session 已经销毁，那么会重新创建一个新的 session 再返回一个新的 JSESSIONID 通过 Cookie 返回到浏览器。

session 是基于 Cookie 技术实现，重启浏览器后再次访问原有的连接依然会创建一个新的 session，因为 Cookie 在关闭浏览器后就会消失，但是原来服务器的 Session 还在，只有等到了销毁的时间会自动销毁。除非浏览器 cookie 有效期设置的较长，一般浏览器默认是存储 cookie  如果你没设置关闭的话 cookie 在浏览器关闭后还是存在的。

浏览器可以禁用 cookie，这时候想用 session，就得通过服务器端程序重写 URL 了。

## 大小限制

cookie 不能太大，传输不方便。各种浏览器限制了 cookie 大小，最高允许 50 个 cookie，最大 4096 字节。

session 是保存在服务器端，理论上是没有限制，只要你的内存够大。
但是 Session 是保存在服务器端上会存在一段时间才会消失，如果 session 过多会增加服务器的压力。

## 安全性

Cookie 有安全隐患，通过拦截或本地文件找得到你的 cookie 后可以进行攻击。
Session 数据无法伪造，因为数据存在服务器。

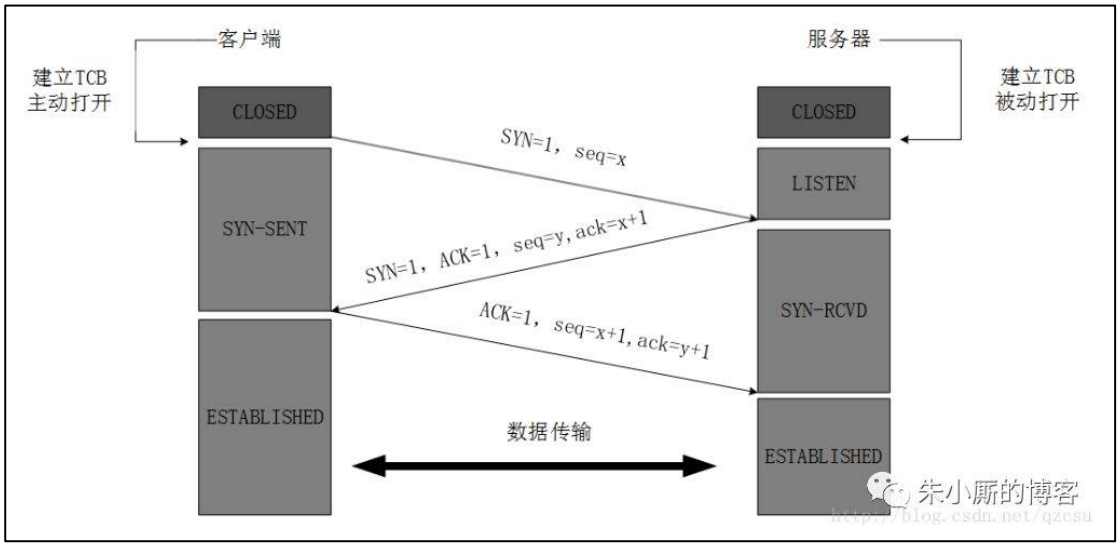
登录信息等重要信息要存放在 session，避免被盗。

# TCP 概念

TCP 报文的字段实现了 TCP 的功能，标识进程、对字节流拆分组装、**差错控制、流量控制**、

**建立和释放连接**等。

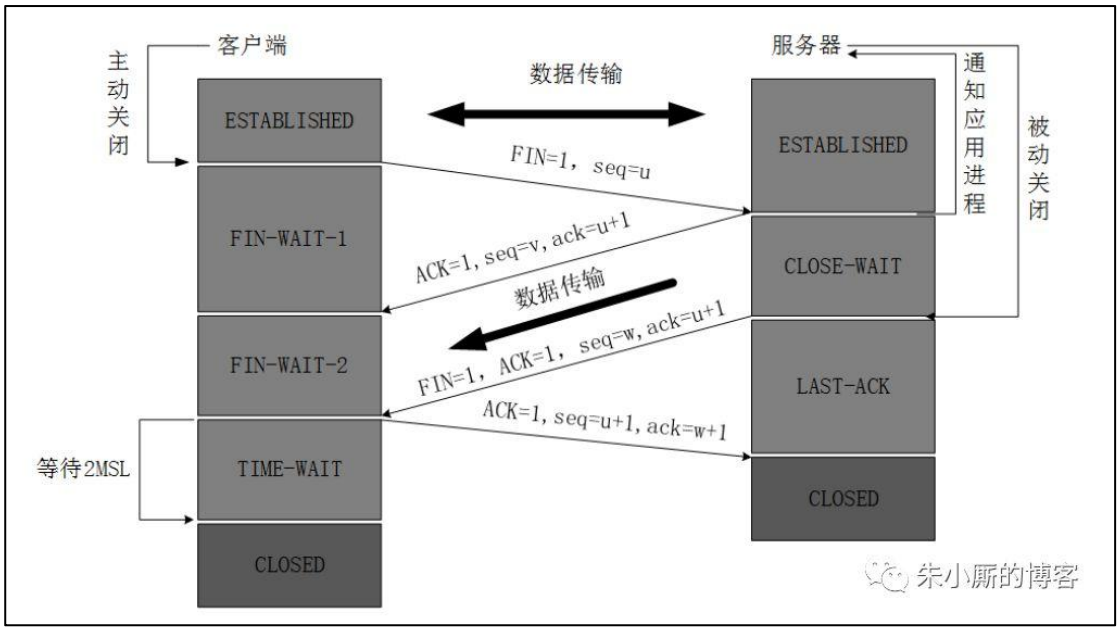
# 三次握手




需要记的点是：
1、客户端的状态依次是 CLOSED、SYN-SENT、ESTABLISHED，服务器的状态依次是 CLOSED、LISTEN、SYN-RCVD、ESTABLISED。
2、客户端发了两次包，服务端发了一次包。第一次，客户端发的是 SYN=1，seq=x。第二次，客户端发的是 ACK=1，seq=x+1，ack=y+1。服务端发的是 SYN=1，ACK=1，ack=x+1，seq=y。

**三次握手主要目的是：**信息对等和防止超时。（两次握手在超时的情况下会导致建立多条连接，浪费服务器资源。）
三次握手可以确认双发收发功能都正常，两次握手服务器端不能确定客户端是否能收到，只能确定客户端可以发服务端可以收，但是服务端能否发出去客户端能否收到是不确定的。两次握手也不能确定客户端的请求是否有效，比如客户端发的请求因为延迟送达，导致客户端重发请求，最后服务端接到两条客户端的请求，服务端会认为两个请求都是有效的。

# 四次挥手




CLOSED_WAIT 的含义：TCP 服务器通知高层的应用进程，客户端向服务器的方向就释放了，这时候处于半关闭状态，即客户端已经没有数据要发送了，但是服务器若发送数据，客户端依然要接受。这个状态还要持续一段时间，也就是整个 CLOSE-WAIT 状态持续的时间。

# 异常

三次握手：

（1）client 第一个 syn 包丢失，没有收到 server 的 ack，则 client 进行持续重传 syn 包。总尝试时间为 75 秒。

（2）server 收到了 client 的 syn，发出了 syn+ack 包，syn+ack 包丢失。client 方面，因为没收 server 的。将执行情况（1）；server 方面，超时时间内没有收到 client 的 ack 包（或者数据包），会持续发送 syn+ack 包。

server 收到 client 的 SYN 包并回复 SYN+ACK 包后，server 会把这条连接放入“半连接队列”。这边有个问题，假设这个 client 是恶意的，client 只发 SYN 包，收到 SYN+ACK 后不回复，那在 server 方面，会一直存有这条“半连接”，client 数量达到一定程度，server 就炸了。这就是所谓的 SYN FLOOD 攻击；

（3）当 Client 端收到 Server 的 SYN+ACK 应答后，其状态变为 ESTABLISHED，并发送 ACK 包给 Server。如果此时 ACK 在网络中丢失，那么 Server 端该 TCP 连接的状态为 SYN_RECV，并且依次等待 3 秒、6 秒、12 秒后重新发送 SYN+ACK 包，以便 Client 重新发送 ACK 包。Server 重发 SYN+ACK 包的次数，可以通过设置 /proc/sys/net/ipv4/tcp_synack_retries 修改，默认值为 5。如果重发指定次数后，仍然未收到 ACK 应答，那么一段时间后，Server 自动关闭这个连接。

如果此时 client 向 server 发送数据包，server 能正常接收数据。则认为连接已正常。

四次挥手：

（1）client 发的 FIN 包丢了，对于 client，因为没收对应的 ACK 包，应当一直重传(像普通包一样)，直至到达上限次数，直接关闭连接；对于 server，无任何感知。

（2）server 回 client 的 ACK 包丢了，对于 client，将执行（1），对于 server 将像丢普通的 ack 一样，再次收到 FIN 后，再发一个 ACK 包；

（3）如果 client 收到 ACK 后，server 直接跑路，client 将永远停留在这个状态（半打开状态, 就像 client 关闭了输出一样）。linux 有 tcp_fin_timeout 这个参数, 设置一个超时时间 cat /proc/sys/net/ipv4/tcp_fin_timeout 查看, 默认 60s, 可否修改看 linux 具体版本； windows 注册表有 TcpTimedWaitDelay，win10 默认值 30s；

（4）server 发的 FIN 包丢了，对于 server，像丢普通的包一样，重传。若此时 client 早已跑路且与其他人建立连接，client 应会不认识这个 FIN 包，直接回个 RST 包给 server。如若 client 没跑路，且没收到 server 的 FIN 包，如（3）描述

（5）client 回复 ACK 后，按道理来说，可以跑路了，但防止回复的 ACK 包丢失（丢失后，server 因为没收 FIN 的 ACK，所以会再发一个 FIN），将等待 2MSL(最大报文存活时间)（RFC793 定义了 MSL 为 2 分钟，Linux 设置成了 30s）为什么要这有 TIME_WAIT？为什么不直接给转成 CLOSED 状态呢？主要有两个原因：1）TIME_WAIT 确保有足够的时间让对端收到了 ACK，如果被动关闭的那方没有收到 Ack，就会触发被动端重发 Fin，一来一去正好 2 个 MSL，2）有足够的时间让这个连接不会跟后面的连接混在一起（你要知道，有些自做主张的路由器会缓存 IP 数据包，如果连接被重用了，那么这些延迟收到的包就有可能会跟新连接混在一起），这期间如若再收到 server 的 FIN，则再回复 ACK；

防止 SYN FLOOD 攻击：

1、减少 SYN-RECEIVED 定时

2、防火墙。用一个简单的防火墙规则阻止带有攻击者 IP 地址的数据包就可以了。这种方法在如今的防火墙软件中通常都是自动执行的。

3、代理。一个有防火墙或者代理的设备在网络中就能够通过两种方法缓冲 SYN 洪泛攻击，一种是对连接发起人伪装 SYN-ACK 包，另一种是对服务器伪装 ACK 包。

**对连接发起人伪装 SYN-ACK 包：**由防火墙/代理来响应 SYN 包。如果连接发起人是合法的，防火墙/代理就会收到 ACK, 然后在它自己和服务器之间建立连接并伪装连接发起人的地址。只要防火墙/代理实现了一些基于 TCP 的防御策略，比如 SYN cookies 或 SYN 缓存，他就能够保护所有在其后面的服务器免于 SYN 洪泛攻击。

**对服务器伪装 ACK 包：**ACK 包通过防火墙/代理到达服务器。这种伪装防止服务器的 TCB 一直停留在 SYN-RECEIVED 状态，因此保证了 backlog 队列中的空余空间。防火墙/代理将会停留等待一段时间, 如果连接发起人正确的 ACK 没有被检测到, 它将会通过伪装的 TCP RET 报文使服务器释放 TCB。

# HTTP 与 HTTPS

## 区别

一、http 和 https 使用的是完全不同的连接方式，用的端口也不一样，前者是 80，后者是 443

二、http 是超文本传输协议，信息是明文传输，https 则是具有安全性的 ssl 加密传输协议

## HTTPS 工作原理

- 首先服务端给客户端传输证书,这个证书就是公钥,只是包含了很多的信息,比如说证书的颁发机构,证书的过期时间
- 客户端进行证书的解析,比如说验证颁发机构,过期时间,如果发现没有任何问题,就生成一个随机值(私钥),然后用证书对这个私钥进行加密,并发送给服务端
- 服务端使用私钥将这个信息进行解密,得到客户端的私钥,然后客户端和服务端就可以通过这个私钥进行通信了
- 服务端将消息进行对称加密(简单来说就是将消息和私钥进行混合,除非知道私钥否则服务进行解密),私钥正好只有客户端和服务端知道,所以信息就比较安全了
- 服务端将进行对称加密后的消息进行传送
- 客户端使用私钥进行信息的解密

SSL（Secure Socket Layer）工作在传输层和应用层之间。

RSA 算法：
公钥（n，e）
私钥（n，d）

加密：信息是 m，（m 是对称秘钥对应的数字，m 必须小于 n）。计算 m 的 e 次方，对 n 取模，得到 c
解密：计算 c 的 d 次方，对 n 取模，必然得到 m

e 与 n 的关系：其中 n 是两个不相等大质数 p、q 的乘积，n 的欧拉函数值是 p-1、q-1 的乘积。e 是小于欧拉函数值的数，且与欧拉函数值互质。实际中，e 取 65537，它是一个质数，也是 2 的 16 次方加 1。

d 与 n 的关系：e 与 d 的乘积，模欧拉函数值，余 1。即 d 是 e 的模反元素。

如果能把 n 还原成 p、q，那么我们就可以知道 n 的欧拉函数值，从而根据 e 求出 d。但是把 n 还原成 p、q，是很难的事，目前没找到好的方法。
http://www.ruanyifeng.com/blog/2013/07/rsa_algorithm_part_two.html

# 输入 url 发生了什么

（1）DNS 解析：比如把 www.baidu.com 解析成 IP 地址。DNS 解析是递归查找，首先查询本地的 host 文件、浏览器缓存等，如果没有查询到相应的 IP 地址，那么浏览器就会发送一个 DNS 请求到本地 DNS 服务器；然后本地 DNS 服务器首先会查询自己的缓存，如果缓存中存在直接返回相应的 IP 地址，如果不存在，会把请求转发给根域名服务器。
（2）建立 TCP 连接：拿到域名对应的 IP 地址后，会以随机端口（1024~~65535）向 WEB 服务器程序 80 端口发起 TCP 的连接请求，这个连接请求进入到内核的 TCP/IP 协议栈（用于识别该连接请求，解封包，一层一层的剥开），最终到达 WEB 程序，最终建立了 TCP/IP 的连接。
（3）建立起 TCP 连接后，浏览器开始发送 HTTP 请求。http 是工作在应用层的协议，http 请求报文加上 TCP 头部，封装成数据包，向下传输。数据包经过 IP 协议，以太网协议添加源 IP 地址，目标 IP 地址，源 mac 地址，目标 mac 地址等头部信息，层层封装后形成最终的数据包，通过网络接口层或者物理层进行传输。
（4）解析 http 数据：解析获取到的 HTML、CSS、JS、图片等资源。

<table>
<tr><th>OSI 体系结构</th><th colspan="2">TCP/IP 协议集</th></tr>
<tr><td>应用层</td><td rowspan="3">应用层</td><td rowspan="3">TELNET、FTP、HTTP、SMTP、DNS 等</td></tr>
<tr><td>表示层</td></tr>
<tr><td>会话层</td></tr>
<tr><td>传输层</td><td>传输层</td><td>TCP、UDP</td></tr>
<tr><td>网络层</td><td>网络层</td><td>IP、ICMP、ARP、RARP</td></tr>
<tr><td>数据链路层</td><td rowspan="2">网络接口层</td><td rowspan="2">各种物理通信网络接口</td></tr>
<tr><td>物理层</td></tr>
</table>

# OSI 体系

应用层：TFTP，HTTP，SNMP，FTP，SMTP，DNS，Telnet 等等

传输层：TCP，UDP

网络层：IP，ICMP，OSPF，EIGRP，IGMP

数据链路层：SLIP，CSLIP，PPP，MTU

# JAVA

## 锁

对象锁与类锁：
（1）当两个并发线程访问同一个对象 object 中的这个 synchronized(this)同步代码块时，一个时间内针对该对象的操作只能有一个线程得到执行。另一个线程必须等待当前线程执行完这个代码块以后才能执行该代码块。
（2）但是另一个线程仍然可以访问该 object 中的非 synchronized(this)同步代码块。
（3）当一个线程访问 object 的一个 synchronized(this)同步代码块时，其他线程对该 object 中所有其它 synchronized(this)同步代码块的访问将被阻塞。
（4）同步加锁的是对象，因此，如果你的类中有一个同步方法，这个方法可以被两个不同的线程同时执行，只要每个线程自己创建一个的该类的实例即可。不同的对象实例的 synchronized 方法是不相干扰的。也就是说，其它线程照样可以同时访问相同类的另一个对象实例中的 synchronized 方法。
（5）synchronized 关键字是不能继承的，也就是说，基类的方法 synchronized f(){} 在继承类中并不自动是 synchronized f(){}，而是变成了 f(){}。继承类需要你显式的指定它的某个方法为 synchronized 方法。
**对一个全局对象或者类加锁时，对该类的所有对象都起作用。例如 synchronized(ClassName.class) {}，锁住了所有 ClassName 对象，例如 public synchronized static void method() {}，锁住了这个类的所有对象，因为静态方法是属于类的而不属于对象的。**

ReentrantLock：
从 Java 5 开始，引入了一个高级的处理并发的 java.util.concurrent 包，它提供了大量更高级的并发功能，能大大简化多线程程序的编写。我们知道 Java 语言直接提供了 synchronized 关键字用于加锁，但这种锁一是很重，二是获取时必须一直等待，没有额外的尝试机制。
例如：

```
public class Counter {
    private int count;
    public void add(int n) {
        synchronized(this) {
            count += n;
        }
    }
}
```

可以用 ReentrantLock 改写：

```
public class Counter {
    private final Lock lock = new ReentrantLock();
    private int count;

    public void add(int n) {
        lock.lock();
        try {
            count += n;
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }
}
```

可以尝试获取锁，获取不到就干别的事：

```
//尝试获取锁的时候，最多等待 1 秒。如果 1 秒后仍未获取到锁，tryLock()返回 false，程序就可以做一些额外处理，而不是无限等待下去。可以避免死锁
if (lock.tryLock(1, TimeUnit.SECONDS)) {
    try {
        ...
    } finally {
        lock.unlock();
    }
}
```

synchronized 可以配合 wait（释放 synchronized 锁住的对象）和 notify 实现线程在条件不满足时等待，条件满足时唤醒，用 ReentrantLock 我们怎么编写 wait 和 notify 的功能呢？答案是使用 Condition 对象来实现 wait 和 notify 的功能。

```
class TaskQueue {
    private final Lock lock = new ReentrantLock();
    private final Condition condition = lock.newCondition();
    private Queue<String> queue = new LinkedList<>();

    public void addTask(String s) {
        lock.lock();
        try {
            queue.add(s);
            condition.signalAll();
        } finally {
            lock.unlock();
        }
    }

    public String getTask() {
        lock.lock();
```

```
            try {
                while (queue.isEmpty()) {
                    condition.await();
                }
                return queue.remove();
            } finally {
                lock.unlock();
            }
        }
}
```

Condition 提供的 await()、signal()、signalAll()原理和 synchronized 锁对象的 wait()、notify()、notifyAll()是一致的，并且其行为也是一样的。

https://www.liaoxuefeng.com/wiki/1252599548343744/1306581033549858

new ReentrantLock(true)可以指定公平锁，让等待时间最长的线程优先获得锁。

例如用 ReentrantLock 写一个阻塞队列：

```
public class SimpleQueue {
    private static ReentrantLock lock = new ReentrantLock();
    private T[] nodes;
    private int tail = 0; // 入元素下标
    private int count = 0; // 元素个数
    private int head = 0; // 出元素下标
    public SimpleQueue(int size) {
        nodes = (T[]) new Object[size];
    }
    private static Condition notFull = lock.newCondition();
    private static Condition notEmpty = lock.newCondition();
    public void put(T t) {
        try {
            lock.lock();
            if (count == nodes.length) { // 队列已满，阻塞
                System.out.println("目前队列已满，等待取值中");
                notFull.await();
            }
            if (tail > (nodes.length - 1)) { // 当前游标值已经大于数组游标最大值了，则从0 开始计算
                tail = 0;
            }
            nodes[tail] = t; // 给当前游标位赋值
            count++; // 入元素元素个数+1
            tail++; // 游标值+1
            notEmpty.signalAll(); // 走到这里说明队列内至少有一个元素，则唤醒取值
        } catch (Exception e) {
```

```
                e.printStackTrace();
            } finally {
                lock.unlock();
            }
        }

        public T take() {
            T t = null;
            try {
                lock.lock();
                if (count == 0) { // 队列已空，等待加值
                    System.out.println("目前队列已空，等待入值中");
                    notEmpty.await();
                }
                if (head > (nodes.length - 1)) { // 若取值游标大于游标最大值，则从 0 开始计
算
                    head = 0;
                }
                t = nodes[head]; // 拿到元素值
                nodes[head] = null; // 清空原有位置上的值
                head++; // 取值游标+1
                count--; // 元素个数-1
                notFull.signalAll(); // 走到这里说明队列至少有一个空位，则唤醒入值
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            } finally {
                lock.unlock();
            }

            return t;
        }
}
```

https://blog.csdn.net/zxd8080666/article/details/83214089

# 多线程

# 线程安全

满足以下三个条件，才会出现线程安全问题：**多线程、共享、可变变量**。

# ThreadLocal

ThreadLocal 是线程安全的，因为它是线程私有的，不共享的。
ThreadLocal 的用途是保存线程上下文信息。比如 Spring 的事务管理，用 ThreadLocal 存储 Connection，从而各个 DAO 可以获取同一 Connection，可以进行事务回滚，提交等操作。

其实用方法传参也可以实现 ThreadLocal 的功能，但是有个很大的弊端是需要在很多地方传递这个参数。ThreadLocal 避免了参数传递，保证了线程安全。
但是 ThreadLocal 的线程安全也是有条件的，ThreadLocal 里的共享变量必须是一个局部变量或者共享变量本身是线程安全的。
这种将某个对象封闭在一个线程中的技术称为线程封闭。

即使多个线程共享 ThreadLocal，也不会出现线程安全问题，示例：

```
public class ThreadLocalTest {

    private static ThreadLocal<Integer> threadLocal = new ThreadLocal<>();

    public static void main(String[] args) {

        new Thread(() -> {
            try {
                for (int i = 0; i < 100; i++) {
                    threadLocal.set(i);
                    System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "====" +
threadLocal.get());
                    try {
                        Thread.sleep(200);
                    } catch (InterruptedException e) {
                        e.printStackTrace();
                    }
                }
            } finally {
                threadLocal.remove();
            }
        }, "threadLocal1").start();

        new Thread(() -> {
            try {
                for (int i = 0; i < 100; i++) {
                    //threadLocal.set(i);
                    System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "====" +
```

```
threadLocal.get());
                        try {
                            Thread.sleep(200);
                        } catch (InterruptedException e) {
                            e.printStackTrace();
                        }
                    }
                } finally {
                    threadLocal.remove();
                }
            }, "threadLocal2").start();
    }
}
```

输出结果如下，threadLocal2 这个线程始终拿不到 threadLocal1 这个线程的上下文信息：

```
threadLocal1====0
threadLocal2====null
threadLocal2====null
threadLocal1====1
threadLocal2====null
threadLocal1====2
threadLocal1====3
threadLocal2====null
……
threadLocal2====null
threadLocal1====97
threadLocal1====98
threadLocal2====null
threadLocal2====null
threadLocal1====99
```

因为 ThreadLocal 会把当前 ThreadLocal 作为 key，上下文信息作为 value，保存在 ThreadLocalMap 里。

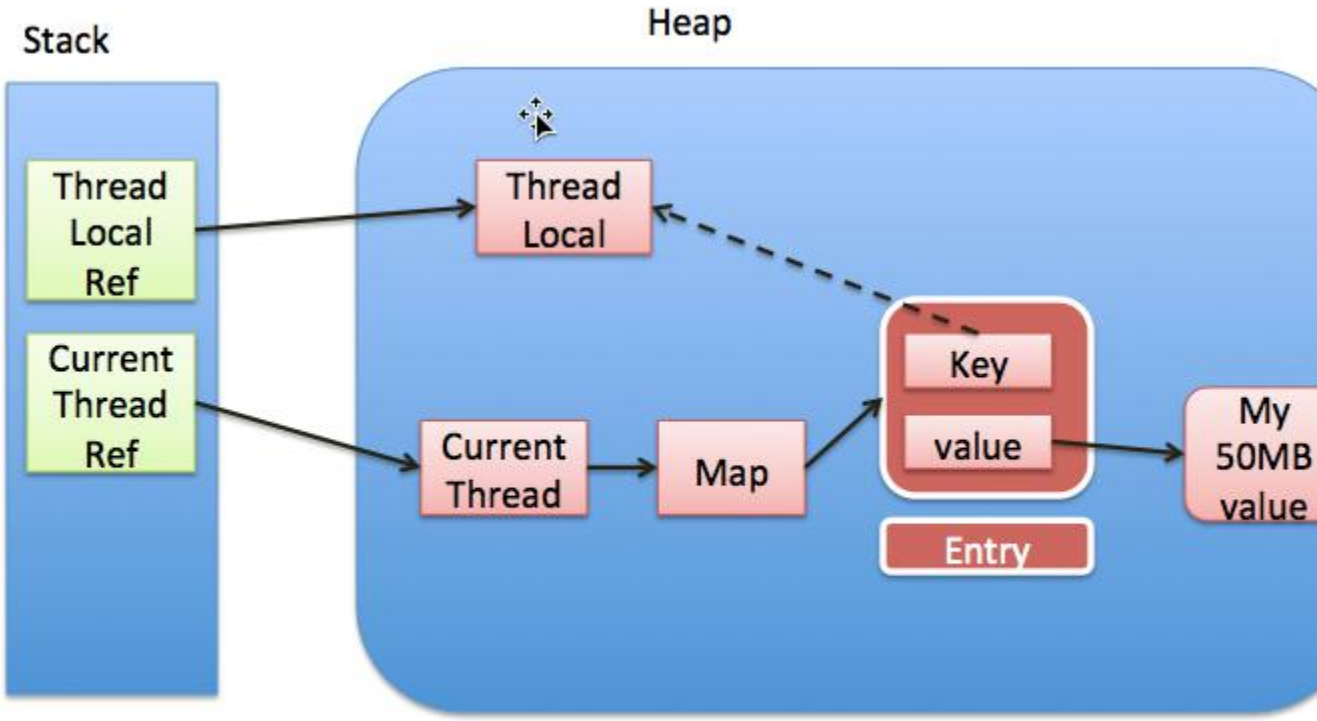
ThreadLocal 源码 get 如下：

```
    public void set(T value) {
        Thread t = Thread.currentThread();
        ThreadLocalMap map = getMap(t);
        if (map != null)
            map.set(this, value);
        else
            createMap(t, value);   //ThreadLocalMap 是 ThreadLocal 的静态内部类。它的初始容量是 16。
    }
    ThreadLocalMap getMap(Thread t) {
```

```
            return t.threadLocals;    //ThreadLocal 和 Thread 都在 java.lang 包下，而 Thread 的 threadLocals 变量是包内可以访问的。
        }
        public T get() {
            Thread t = Thread.currentThread();
            ThreadLocalMap map = getMap(t);
            if (map != null) {
                ThreadLocalMap.Entry e = map.getEntry(this);
                if (e != null) {
                    @SuppressWarnings("unchecked")
                    T result = (T)e.value;
                    return result;
                }
            }
            return setInitialValue();
        }
```

一个 ThreadLocal 只能存储一个 Object 对象, 如果需要存储多个 Object 对象那么就需要多个 ThreadLocal。这一点不太友好。

ThreadLocal 存在内存泄漏风险。如果这样操作，就可能带来内存泄漏：设置我们的 ThreadLocal 变量为 null，会导致 ThreadLocal 被 jvm 当垃圾回收掉，然后我们在 ThreadLocalMap 里存的 value，因为没有 ThreadLocal 这个 key，无法被获取。但是只要 Thread 不被销毁，Thread 的 threadLocals 就不会被释放，threadLocals 里存的 value 也就没办法释放。




如图，每个 thread 中都存在一个 map, map 的类型是 ThreadLocal 的静态内部类 ThreadLocalMap。Map 中的 key 为一个 threadlocal 实例。因为存在一条从 current thread 连接过来的强引用. 只有当前 thread 结束以后, current thread 就不会存在栈中,强引用断开, Current Thread, Map, value 将全部被 GC 回收。

只要这个线程对象被 gc 回收，就不会出现内存泄露。要命的是线程对象不被回收的情况，这就发生了内存泄露。比如使用线程池的时候，线程结束是不会销毁的，会再次使用。就**可能出现内存泄露**。

Java 为了最小化减少内存泄露的可能性和影响, 在 ThreadLocal 的 get,set 的时候都会清除线程 Map 里所有 key 为 null 的 value。所以**最可怕的情况**就是，threadLocal 对象设 null 了，开始发生“内存泄露”，然后使用线程池，这个线程结束，线程放回线程池中不销毁，这个线程一直不被使用，或者分配使用了又不再调用 threadLocal 的 get,set 方法，那么这个期间就会发生真正的内存泄露。

为了避免内存泄漏，每次使用完 ThreadLocal 后，调用其 remove 方法，清除 value。

为什么 ThreadLocalMap 中的 key 被设计成弱引用？因为如果 key 是强引用，当我们想让 ThreadLocal 被回收时，ThreadLocalMap 还持有 ThreadLocal 的强引用，导致 ThreadLocal 不能被回收，除非我们手动删除 ThreadLocalMap 里的 ThreadLocal，但这样一来很麻烦，如果不删，又会导致超出我们预期的内存泄漏。如果 key 是弱引用，即 ThreadLocalMap 持有 ThreadLocal 的弱引用，这样 ThreadLocal 就可以被回收。

DataSourceTransactionManager 是 spring 的数据源事务管理器，它会在你调用 getConnection()的时候从数据库连接池中获取一个 connection，然后将其与 ThreadLocal 绑定，事务完成后解除绑定。这样就保证了事务在同一连接下完成。

所在位置：

org.springframework.jdbc.datasource.DataSourceTransactionManager#doBegin

->TransactionSynchronizationManager#bindResource

->org.springframework.transaction.support.TransactionSynchronizationManager#bindResource

```
public static void bindResource(Object key, Object value) throws IllegalStateException {
    Object actualKey = TransactionSynchronizationUtils.unwrapResourceIfNecessary(key);
    Assert.notNull(value, "Value must not be null");
    // ThreadLocal<Map<Obj,Obj>> resources; 从 ThreadLocal 中拿到 value 值，即 Map 对象
     Map<Object, Object> map = (Map)resources.get();
    if (map == null) {
        map = new HashMap();
        resources.set(map);
    }
    // 往 Map 中赋值，将 DBSource 与 Conn 分别作为 kv 存储
    Object oldValue = ((Map)map).put(actualKey, value);
    if (oldValue instanceof ResourceHolder && ((ResourceHolder)oldValue).isVoid()) {
        oldValue = null;
    }
    if (oldValue != null) {
        throw new IllegalStateException("Already value [" + oldValue + "] for key ["
                + actualKey + "] bound to thread [" + Thread.currentThread().getName() + "]");
    } else {
        if (logger.isTraceEnabled()) {
            logger.trace("Bound value [" + value + "] for key [" + actualKey + "] to thread [" + Thread.currentThread().getName() + "]");
        }
    }
}
```

# 创建线程

**创建线程的方式一：**继承 Thread，重写 run 方法。

**创建线程的方式二：**实现 Runnable 接口，实现 run 方法。然后放到 Thread 里。

```
RunnableThreadTest rtt = new RunnableThreadTest();  //实现 runnable 的类
new Thread(rtt,"新线程 1").start();  //启动线程
```

**创建线程的方式三：**实现 Callable 接口，实现 call 方法。使用 FutureTask 类来包装 Callable 对象。使用 Thread 类来包装 FutureTask 对象。

```
CallableThreadTest ctt = new CallableThreadTest();
FutureTask<Integer> ft = new FutureTask<>(ctt);
new Thread(ft,"有返回值的线程").start();
System.out.println("子线程的返回值："+ft.get());
```

三种方式对比：

（1）继承 Thread，就不能再继承别的类。实现 Runnable 接口或 Callable 接口，还可以继承其他类。

（2）继承 Thread，编写简单。实现 Runnable 接口或 Callable 接口，编写复杂，但多个线程可以共享同一个 Runnable 对象，适合多个相同线程来处理同一份资源的情况。

# 泛型

那有没有一种办法在编译阶段，即能合并成同一个，又能在编译时检查出来传进去类型不对呢？当然，这就是泛型。

```
class Point<T>{// 此处可以随便写标识符号
    private T x ;
    private T y ;
    public void setX(T x){//作为参数
        this.x = x ;
    }
    public T getX(){//作为返回值
        return this.x ;
    }
};
//IntegerPoint 使用
Point<Integer> p = new Point<Integer>() ;
p.setX(new Integer(100)) ;
System.out.println(p.getX());

//FloatPoint 使用
Point<Float> p = new Point<Float>() ;
```

这样 setX 的时候就能帮忙检查是不是我们定义的类型了。

# final

final 修饰的变量一旦初始化，就不能被修改。如果是类变量，只能在构造方法中初始化。写在构造方法外的成员变量初始化，等价于写在构造方法内紧跟 super()后的初始化。

如果 final 修饰的变量是一个对象，比如 ArrayList，或者数组类型，比如 int[]，那么虽然不可以修改 final 修饰的对象，但是可以更改对象里的属性。
这样是可以的，示例：

```
public class Son {
    public final int[] names;
    public Son() {
        names = new int[10];
        names[0] = 1;
    }
    public static void main(String[] args) {
        Son son = new Son();
        son.names[1] = 2;
        System.out.println(son.names[1]); //输出 2
    }
}
```

# 注解

Java 注解（Annotation）又称 Java 标注，是 JDK5.0 引入的一种注释机制。
和 Javadoc 不同，Java 标注可以通过反射获取标注内容。在编译器生成类文件时，标注可以被嵌入到字节码中。Java 虚拟机可以保留标注内容，在运行时可以获取到标注内容 。

Javadoc 示例，里面的 @XXX 就是 Javadoc 的写法，参考：https://blog.csdn.net/vbirdbest/article/details/80296136

```
package com.example.demo;

/**
 * 类 {@code OrderService} 订单服务层.
 *
 * <p> 主要包括 创建订单、取消订单、查询订单等功能更
 *
 * @see Order
 * @author <a href="mailto:mengday.zhang@gmail.com">Mengday Zhang</a>
 * @since 2018/5/12
 */
public class OrderService {
```

```
/** 默认数量 {@value} */
private static final Integer QUANTITY = 1;

/**
 * 创建订单.
 *
 * <p> 创建订单需要传用户 id 和商品列表(商品 id 和商品数量).
 *
 * <p><pre>{@code
 *   演示如何使用该方法
 *   List<Goods> items = new ArrayList<>();
 *   Goods goods = new Goods(1L, BigDecimal.ONE);
 *   Goods goods2 = new Goods(2L, BigDecimal.TEN);
 *   items.add(goods);
 *   items.add(goods2);
 *
 *   Order order1 = new Order();
 *   order.setUserId("1");
 *   order.setItems(items);
 *   OrderService#createOrder(order);
 * }
 * </pre>
 *
 * @param order 订单信息
 * @throws NullPointerException 参数信息为空
 * @exception IllegalArgumentException   数量不合法
 * @return 是否创建成功
 * @version 1.0
 * @see {@link Order}
 */
public boolean createOrder(Order order) throws IllegalArgumentException{
      Objects.requireNonNull(order);

      List<Goods> items = order.getItems();
      items.forEach(goods -> {
            BigDecimal quantity = goods.getQuantity();
            if (quantity == null || BigDecimal.ZERO.compareTo(quantity) == 0) {
                  throw new IllegalArgumentException();
            }
      });

      System.out.println("create order...");

      return true;
```

```
    }
}
```

下面来看 Annotation 的定义：

Annotation：

```
package java.lang.annotation;
public interface Annotation {
    boolean equals(Object obj);
    int hashCode();
    String toString();
    Class<? extends Annotation> annotationType();
}
```

ElementType：

```
package java.lang.annotation;
public enum ElementType {
    /** Class, interface (including annotation type), or enum declaration */
    TYPE,
    /** Field declaration (includes enum constants) */
    FIELD,
    /** Method declaration */
    METHOD,
    /** Formal parameter declaration */
    PARAMETER,
    /** Constructor declaration */
    CONSTRUCTOR,
    /** Local variable declaration */
    LOCAL_VARIABLE,
    /** Annotation type declaration */
    ANNOTATION_TYPE,
    /** Package declaration */
    PACKAGE,
    /**Type parameter declaration*/
    TYPE_PARAMETER,
    /**Use of a type*/
    TYPE_USE
}
```

RetentionPolicy：

```
package java.lang.annotation;
public enum RetentionPolicy {
    SOURCE,             /* Annotation 信息仅存在于编译器处理期间，编译器处理完之后就没有该 Annotation 信息了。例如，" @Override" 标志就是一个 Annotation。当它修饰
```

```
一个方法的时候，就意味着该方法覆盖父类的方法；并且在编译期间会进行语法检查！编译器处理完后，"@Override" 就没有任何作用了。*/
    CLASS,                  /* 编译器将 Annotation 存储于类对应的.class 文件中。默认行为 */
    RUNTIME                 /* 编译器将 Annotation 存储于 class 文件中，并且可由 JVM 读入 */
}
```

例如定义一个自己的 Annotation：

```
@Documented
@Target(ElementType.TYPE)
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
public @interface MyAnnotation1 {
}
```

（1）其中@interface 表示把 MyAnnotation1 作为注解。通过 @interface 定义注解后，该注解不能继承其他的注解或接口。

（2）类和方法的 Annotation 在缺省情况下是不出现在 javadoc 中的。如果使用 @Documented 修饰该 Annotation，则表示它可以出现在 javadoc 中。

（3）@Target(ElementType.TYPE) 的意思就是指定该 Annotation 的类型是 ElementType.TYPE。这就意味着，MyAnnotation1 是来修饰"类、接口（包括注释类型）或枚举声明"的注解。

定义 Annotation 时，@Target 可有可无。若有 @Target，则该 Annotation 只能用于它所指定的地方；若没有 @Target，则该 Annotation 可以用于任何地方。

例如 Deprecated：

```
package java.lang.annotation;
@Documented
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
public @interface Deprecated {
}
```

指定 Deprecated 的策略是 RetentionPolicy.RUNTIME。这就意味着，编译器会将 Deprecated 的信息保留在 .class 文件中，并且能被虚拟机读取。

如果有开发人员试图使用或重写被 @Deprecated 标示的方法，编译器会给相应的提示信息。

例如 Inherited：

```
package java.lang.annotation;
@Documented
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Target(ElementType.ANNOTATION_TYPE)
public @interface Inherited {
}
```

@Target(ElementType.ANNOTATION_TYPE) 的作用是指定 Inherited 的类型是 ANNOTATION_TYPE，意味着@Inherited 只能被用来标注 "Annotation 类型"。
@Inherited 的含义是，它所标注的 Annotation 将具有继承性。

例如，我们定义了某个 Annotaion，它的名称是 MyAnnotation，并且 MyAnnotation 被标注为 @Inherited。现在，某个类 Base 使用了 MyAnnotation，则 Base 具有了注解 MyAnnotation；现在，Sub 继承了 Base，由于 MyAnnotation 是 @Inherited 的(具有继承性)，所以，Sub 也具有了注解 MyAnnotation。
示例：

```
import java.lang.annotation.Target;
import java.lang.annotation.ElementType;
import java.lang.annotation.Retention;
import java.lang.annotation.RetentionPolicy;
import java.lang.annotation.Inherited;

/**
 * 自定义的 Annotation。
 */
@Target(ElementType.TYPE)
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Inherited
@interface Inheritable
{
}

@Inheritable
class InheritableFather
{
    public InheritableFather() {
        // InheritableBase 是否具有 Inheritable Annotation

System.out.println("InheritableFather:"+InheritableFather.class.isAnnotationPresent(Inher
itable.class));
    }
}

/**
 * InheritableSon 类只是继承于 InheritableFather,
 */
public class InheritableSon extends InheritableFather
{
    public InheritableSon() {
        super();      // 调用父类的构造函数
        // InheritableSon 类是否具有 Inheritable Annotation
```

```
System.out.println("InheritableSon:"+InheritableSon.class.isAnnotationPresent(Inheritable.class));
    }

    public static void main(String[] args)
    {
        InheritableSon is = new InheritableSon();
    }
}
```

运行结果是：

```
InheritableFather:true
InheritableSon:true
```

上面的代码如果去掉@Inherited，则运行结果是：

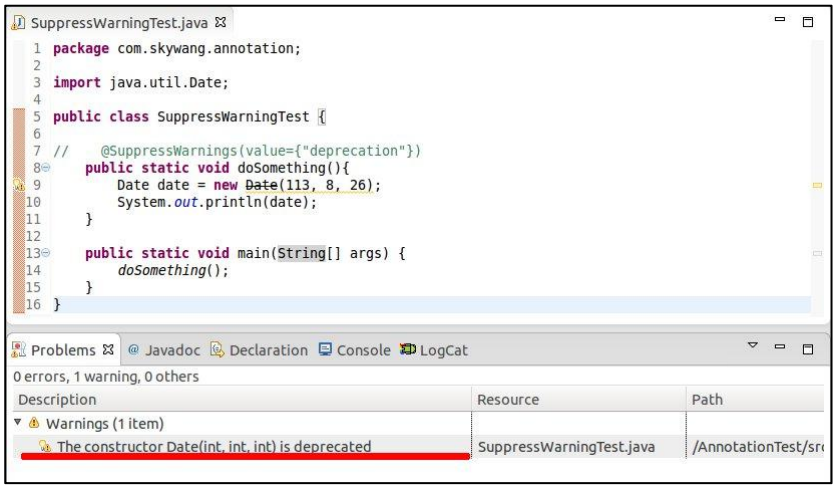
```
InheritableFather:true
InheritableSon:false
```

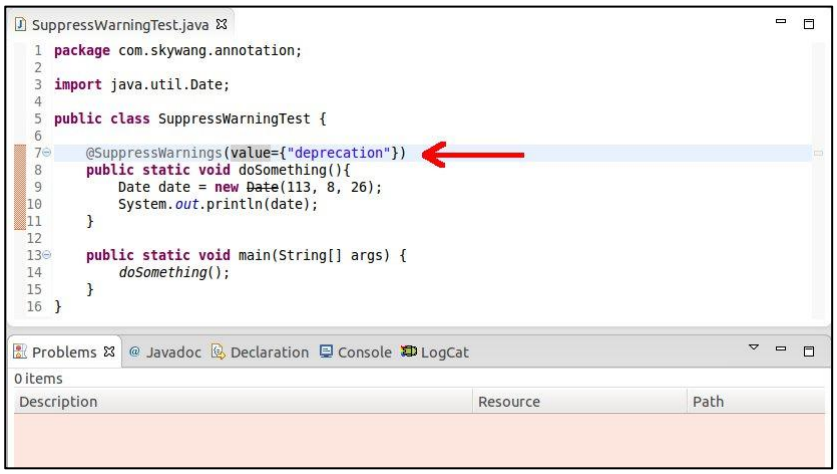
例如 SuppressWarnings：

```
package java.lang.annotation;
@Target({TYPE, FIELD, METHOD, PARAMETER, CONSTRUCTOR, LOCAL_VARIABLE})
@Retention(RetentionPolicy.SOURCE)
public @interface SuppressWarnings {
    String[] value();
}
```

@Retention(RetentionPolicy.SOURCE) 指定 SuppressWarnings 的策略是 RetentionPolicy.SOURCE，意味着 SuppressWarnings 信息仅存在于编译器处理期间，编译器处理完之后 SuppressWarnings 就没有作用了。

@Target({TYPE, FIELD, METHOD, PARAMETER, CONSTRUCTOR, LOCAL_VARIABLE}) 指定 SuppressWarnings 的类型同时包括 TYPE, FIELD, METHOD, PARAMETER, CONSTRUCTOR, LOCAL_VARIABLE。






Annotation 的作用：

（1）例如，@SuppressWarnings, @Deprecated 和 @Override 都具有编译检查作用。例如如果有方法被 @Override 标示，但父类中却没有"被 @Override 标注"的同名方法，则编译器会报错。

（2）在反射中使用 Annotation，减少代码量，例如 springboot 广泛使用 Annotation

示例：

```
import java.lang.annotation.Annotation;
import java.lang.annotation.Target;
import java.lang.annotation.ElementType;
import java.lang.annotation.Retention;
import java.lang.annotation.RetentionPolicy;
import java.lang.annotation.Inherited;
import java.lang.reflect.Method;

/**
 * Annotation 在反射函数中的使用示例
 */
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@interface MyAnnotation {
    String[] value() default "unknown";
}

/**
 * Person 类。它会使用 MyAnnotation 注解。
 */
class Person {

    /**
     * empty()方法同时被 "@Deprecated" 和 "@MyAnnotation(value={"a","b"})"所标注
     * (01) @Deprecated，意味着 empty()方法，不再被建议使用
```

```
     * (02) @MyAnnotation, 意味着 empty() 方法对应的 MyAnnotation 的 value 值是默认值"unknown"
     */
    @MyAnnotation
    @Deprecated
    public void empty(){
        System.out.println("\nempty");
    }

    /**
     * sombody() 被 @MyAnnotation(value={"girl","boy"}) 所标注,
     * @MyAnnotation(value={"girl","boy"}), 意味着 MyAnnotation 的 value 值是{"girl","boy"}
     */
    @MyAnnotation(value={"girl","boy"})
    public void somebody(String name, int age){
        System.out.println("\nsomebody: "+name+", "+age);
    }
}

public class AnnotationTest {

    public static void main(String[] args) throws Exception {

        // 新建 Person
        Person person = new Person();
        // 获取 Person 的 Class 实例
        Class<Person> c = Person.class;
        // 获取 somebody() 方法的 Method 实例
        Method mSomebody = c.getMethod("somebody", new Class[]{String.class, int.class});
        // 执行该方法
        mSomebody.invoke(person, new Object[]{"lily", 18});
        iteratorAnnotations(mSomebody);


        // 获取 somebody() 方法的 Method 实例
        Method mEmpty = c.getMethod("empty", new Class[]{});
        // 执行该方法
        mEmpty.invoke(person, new Object[]{});
        iteratorAnnotations(mEmpty);
    }

    public static void iteratorAnnotations(Method method) {
```

```
            // 判断 somebody() 方法是否包含 MyAnnotation 注解
            if(method.isAnnotationPresent(MyAnnotation.class)){
                // 获取该方法的 MyAnnotation 注解实例
                MyAnnotation myAnnotation = method.getAnnotation(MyAnnotation.class);
                // 获取 myAnnotation 的值，并打印出来
                String[] values = myAnnotation.value();
                for (String str:values)
                    System.out.printf(str+", ");
                System.out.println();
            }

            // 获取方法上的所有注解，并打印出来
            Annotation[] annotations = method.getAnnotations();
            for(Annotation annotation : annotations){
                System.out.println(annotation);
            }
        }
}
```

运行结果：

```
somebody: lily, 18
girl, boy,
@com.skywang.annotation.MyAnnotation(value=[girl, boy])

empty
unknown,
@com.skywang.annotation.MyAnnotation(value=[unknown])
@java.lang.Deprecated()
```

# Object

继承 Object 是由 JVM 处理的：
编译器仍然按照实际代码进行编译，并不会做额外的处理，即如果一个类没有显式地继承于其他类时，编译后的代码仍然没有父类。然后由虚拟机运行二进制代码时，当遇到没有父类的类时，就会自动将这个类看成是 Object 类的子类 (一般这类语言的默认父类都是 Object)

我们在编辑器里（IDE）打点时就能列出 Object 类下的方法，此时还没轮到编译器和 jvm，编辑器就已经知道 MyClass 类的父类是 Object 类了，这是因为编辑器为我们做了一些智能处理。

# 移位

由于 double，float 在二进制中的表现比较特殊，因此不能来进行移位操作。
移位数量大于 64 取余，不会让数的比特位变成全 0 的，没意义

左移运算符：<<
右补零，不考虑符号位，可能变负数

右移运算符：>>
对于正数左补 0，对于负数左补 1

无符号右移运算符：>>>
左补零，不考虑符号位，可能变正数

https://zhuanlan.zhihu.com/p/30108890

# HashMap

默认容量 16，负载因子 0.75，使用链地址法解决哈希冲突。使用自己的哈希函数+数组长度掩码。
自己的哈希函数就是系统的 hash 值异或系统的 hash 值右移 16 位。

```
static final int hash(Object key) {
    int h;
    return (key == null) ? 0 : (h = key.hashCode()) ^ (h >>> 16);
}
```

Java 1.8 版本，将 hashmap 解决 hash 冲突的方式由链表法改为链表法+红黑树法。
当链表长度大于等于 8 时，转换成红黑树结构；当红黑树长度小于等于 6 时，转换为链表。
为什么不让红黑树长度小于等于 7 时就转换为链表呢？因为要避免乒乓效应，以免链表或红黑树长度总是在 7 和 8 之间来回变，程序频繁地做链表、红黑树的转换工作。

https://blog.csdn.net/f1004145107/article/details/105904975/
https://blog.csdn.net/longfulong/article/details/78760486

# ArrayList

ArrayList 的默认初始容量是 0。在第一次添加元素的时候，会对集合进行扩容，扩容之后，集合容量为 10；之后，当向集合中添加元素达到集合的上限(也就是 minCapacity 大于 elementData.length)时，会对集合再次扩容，扩容为原来的 3/2，也就是 15，再扩容一次，就是 22 了。
如果初始值设为 12，扩容一次是 18。

ArrayList **是线程不安全的。如果想保证线程安全，方法是：**
（1）使用 Collections.synchronizedList(List)进行包装，其内部有 Object mutex = new Object()，并对 list 的各个方法加 synchronized (mutex) {。。。}包装
（2）使用 Vector，Vector 是线程安全的。将 public static List arrayList = new ArrayList(); 替换为 public static List arrayList = new Vector<>();
为什么 Vector 是线程安全的？因为 Vector 几乎每个方法都用 synchronized 修饰，所以线程安全。
（3）使用 CopyOnWriteArrayList，这个不详细讲了，有点复杂。
https://www.cnblogs.com/IT-CPC/p/10897559.html

# socket

Socket 是什么？
socket 是应用层与传输层的一个抽象，将复杂的 TCP/IP 协议隐藏在 Socket 接口之后，只对应用层暴露简单的接口。
socket 是一种特殊的文件，它也有文件描述符，进程可以打开一个 socket，并且像处理文件一样对它进行 read()和 write()操作，而不必关心数据是怎么在网络上传输的。
socket 是一个 tcp 连接的两端。

Socket 属于网络的哪一层？
Socket 不算是一个协议，它是应用层与传输层间的一个抽象层。它把 TCP/IP 层复杂的操作抽象为几个简单的接口供应用层调用，以实现进程在网络中通信。

Socket 如何唯一标识一个进程？
socket 基于 tcp 协议实现，网络层的 ip 地址唯一标识一台主机。

Socket 是全双工的吗？
基于 TCP 协议，是全双工的。

通信双方如何进行端口绑定？
通常服务端启动时会绑定一个端口提供服务，而客户端在发起连接请求时会被随机分配一个端口号。（建立 TCP 连接时，客户端随机端口）。

# 变量命名、参数

如果传递的参数为基本数据类型，参数视为形参。形参的改变不会影响实参的值。
如果传递的参数是引用数据类型，参数视为实参。修改了引用的数据，就会影响实参的引用值。如果只是修改这个引用，不修改引用的数据，就不会影响引用的数据。

变量命名：
对于类的成员变量，类的方法内部可以创建和成员变量一样名字的变量。如果想引用成员变量，前面加上 this.就可以了。
对于方法传入的参数变量，方法内部不可以创建与传入的参数变量同样名字的变量，编译器会报错。

# String、StringBuffer、StringBuilder

StringBuffer 是线程安全的，因为所有方法都用 synchronized 修饰了。
StringBuilder 与 StringBuffer 的区别就是所有方法都没有 synchronized。
String 是不可变对象。

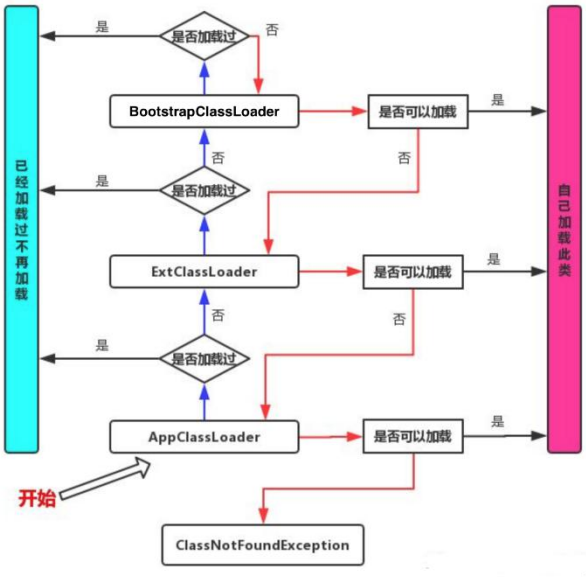
所以修改时，速度 StringBuilder > StringBuffer > String

# 类加载器

类加载器使用了双亲委派机制。什么是双亲委派机制？就是当某个类加载器需要加载某个.class 文件时，它首先把这个任务委托给他的上级类加载器，递归这个操作，如果上级的类加载器没有加载，自己才会去加载这个类。类加载器的父子关系并不是通过继承关系来实现的，而是使用组合关系来复用父加载器中的代码，源码中就是构造子类加载器时需要传入父类加载器对象。

为什么使用双亲委派机制？因为这样就具备了带有优先级的层次关系，保证了 Java 程序的稳定运作。例如，类 java.lang.Object 类存放在 JDK\jre\lib 下的 rt.jar 之中，因此无论是哪个类加载器要加载此类，最终都会委派给启动类加载器进行加载，这边保证了 Object 类在程序中的各种类加载器中都是同一个类，否则可能不是同一个类。双亲委派机制被广泛应用于各种程序中。
https://blog.csdn.net/ns_code/article/details/17881581

过程如下图：


其中启动类加载器（BootStrapClassLoader），由 c++编写，加载 java 核心库 java.*，构造 ExtClassLoader 和 AppClassLoader。由于引导类加载器涉及到虚拟机本地实现细节，开发者无法直接获取到启动类加载器的引用。

扩展类加载器 (ExtClassLoader)，由 java 编写，加载扩展库，如 classpath 中的 jre ，javax.* 或者 java.ext.dir 指定位置中的类。由 sun.misc.Launcher$ExtClassLoader 实现，它负责加载 JDK\jre\lib\ext 目录中，或者由 java.ext.dirs 系统变量指定的路径中的所有类库（如 javax.*开头的类）。开发者可以直接使用标准扩展类加载器。
应用程序类加载器（AppClassLoader），由 java 编写，加载程序所在的目录，如 user.dir 所在位置的 class。
自定义类加载器（CustomClassLoader），java 编写，用户自定义的类加载器，可加载指定路径的 class 文件。JVM 自带的 ClassLoader 只是懂得从本地文件系统加载标准的 java class 文件，如果编写了自己的 ClassLoader，便可以做到如下几点：（1）动态地创建符合用户特定需要的定制化构建类，（2）从特定的场所取得 java class，例如数据库中和网络中

启动类加载器：它使用 C++实现 (这里仅限于 Hotspot，也就是 JDK1.5 之后默认的虚拟机，有很多其他的虚拟机是用 Java 语言实现的)，是虚拟机自身的一部分。
所有其他的类加载器：这些类加载器都由 Java 语言实现，独立于虚拟机之外，并且全部继承自抽象类 java.lang.ClassLoader，这些类加载器需要由启动类加载器加载到内存中之后才能去加载其他的类。

来看一下源码：

```
package java.lang;
……
public abstract class ClassLoader {
    ……
    public Class<?> loadClass(String name) throws ClassNotFoundException {
        return loadClass(name, false);
    }
    ……
    protected Class<?> loadClass(String name, boolean resolve)
        throws ClassNotFoundException
    {
        //对这个类名进行加锁，避免其他线程重复加载这个类
        synchronized (getClassLoadingLock(name)) {
            // First, check if the class has already been loaded。首先，检查类是否加载过，加载过直接给结果，没加载过现在加载
            Class<?> c = findLoadedClass(name);
            if (c == null) {
                long t0 = System.nanoTime();
                try {
                    //如果有父类加载器，让父类加载器加载
                    if (parent != null) {
                        c = parent.loadClass(name, false);
                    } else {
                    //如果没有父类加载器，则直接递归到 bootStrapClassloader,
                    //因为 bootStrapClassloader 比较特殊，是 native 方法，无法通过
```

```
                    get 获取，所以这里调用 findBootstrapClassOrNull，交给
                    BootStrapClassLoader 去检查类是否加载过，如果加载过给结果，没加
                    载过尝试是否可以加载并返回结果
                            c = findBootstrapClassOrNull(name);
                        }
                    } catch (ClassNotFoundException e) {
                        // ClassNotFoundException thrown if class not found
                        // from the non-null parent class loader
                    }
                    //如果父类加载器、BootstrapClassLoader 都不能加载此类，则递归回
来，尝试自己去加载 class
                    if (c == null) {
                        // If still not found, then invoke findClass in order
                        // to find the class.
                        long t1 = System.nanoTime();
                        c = findClass(name);

                        // this is the defining class loader; record the stats
                        sun.misc.PerfCounter.getParentDelegationTime().addTime(t1 - t0);

sun.misc.PerfCounter.getFindClassTime().addElapsedTimeFrom(t1);
                        sun.misc.PerfCounter.getFindClasses().increment();
                    }
                }
                if (resolve) {
                    resolveClass(c);
                }
                return c;
            }
        }
        ……
}
```

类加载器关系着类初始化的过程，一般如下：

打个简单的比方，你一个 WEB 程序，发布到 Tomcat 里面运行。首先是执行 Tomcat org.apache.catalina.startup.Bootstrap 类，这时候的类加载器是 ClassLoader.getSystemClassLoader()，即 BootStrapClassLoader。而我们后面的 WEB 程序，里面的 jar、resources 都是由 Tomcat 内部来加载的，即 AppClassLoader，所以你在代码中动态加载 jar、资源文件的时候，首先应该是使用 Thread.currentThread().getContextClassLoader()。如果你使用 Test.class.getClassLoader()，可能会得到 BootStrapClassLoader，导致和当前线程所运行的类加载器不一致（因为 Java 天生的多线程）。

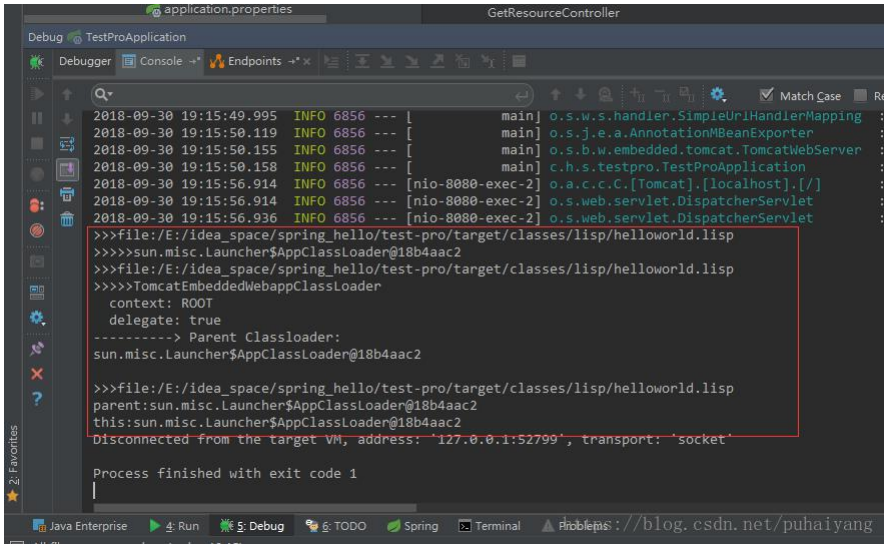
Test.class.getClassLoader()一般用在 getResource，因为你想要获取某个资源文件的时候，这个资源文件的位置是相对固定的。

建议去查看一下 openfire 或者 tomcat 内部的源码，对 ClassLoader 会有比较深的理解。

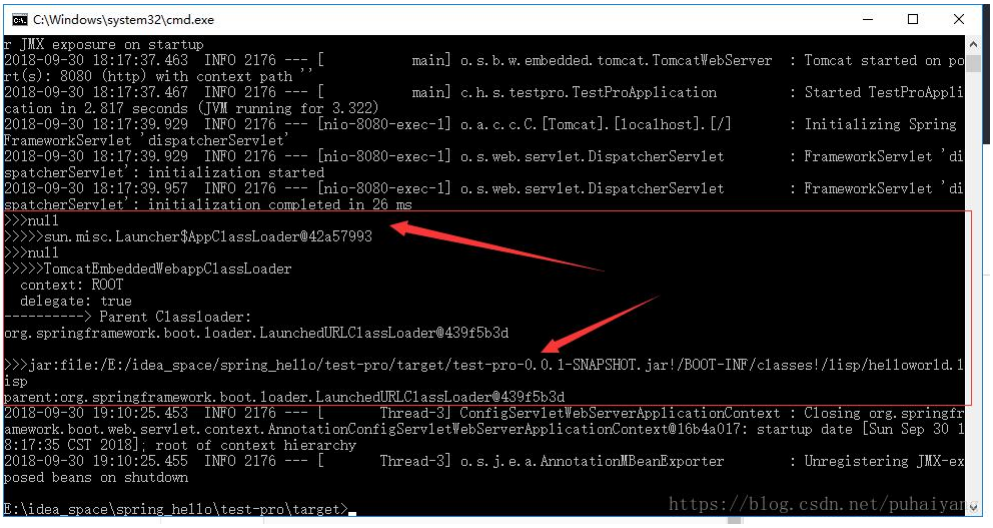
用例子验证上述内容：

```
@RestController
@RequestMapping(value = "getResource")
public class GetResourceController {

    @GetMapping(value = "get")
    public ResponseEntity<String> getResource() {
        String resourcePath = "lisp/helloworld.lisp";
        URL systemResource = ClassLoader.getSystemResource(resourcePath);
        System.out.println(">>>" + systemResource);
        ClassLoader systemClassLoader = ClassLoader.getSystemClassLoader();
        System.out.println(">>>>>" + systemClassLoader.toString());
        System.out.println(">>>" + systemClassLoader.getResource(resourcePath));
        ClassLoader cuurentThreadClassLoader =
Thread.currentThread().getContextClassLoader();
        System.out.println(">>>>>" + cuurentThreadClassLoader.toString());
        System.out.println(">>>" +
cuurentThreadClassLoader.getResource(resourcePath));
        ClassLoader parentClassLoader = cuurentThreadClassLoader.getParent();
        System.out.println("parent:" + parentClassLoader);
        ClassLoader thisClassLoader = GetResourceController.class.getClassLoader();
        System.out.println("this:" + thisClassLoader);
        return new ResponseEntity<String>("ok", HttpStatus.OK);
    }
}
```

上述代码在 IDEA 中运行的结果为：




如果打包成 fat JAR，放到 Tomcat 中运行，结果为：




导致上述结果的原因是：在 IDEA 开发工具中运行时调用 classloader 调用的是 AppClassLoader，在 IDEA 环境时可以加载到 target 目录下的所有文件。而用 fat jar 方式运行时用的是内置 tomcat 的 classloader 去加载的，即上图中的 LaunchedURLClassLoader。

如果不想出现上述的 classLoader 不一致的情况，导致 bug，则调用静态资源的 classLoader 最好用 Thread.currentThread().getContextClassLoader()方法来获取。

# 类初始化

静态代码块和静态成员的执行顺序由书写顺序决定，均在 main 方法前执行。
例如：

```
package xxx;
public class Son {
```

```
    static {
        System.out.println(1111);
    }

    static int i = prt();

    static int prt(){
        System.out.println(222);
        return 222;
    }

    public static void main(String[] args) {
        System.out.println(333);
        Son son = new Son();
    }

}
```

输出结果是:

1111
222
333

对调静态代码块和静态成员变量:

```
package xxx;
public class Son {

    static int i = prt();

    static {
        System.out.println(1111);
    }

    static int prt(){
        System.out.println(222);
        return 222;
    }

    public static void main(String[] args) {
        System.out.println(333);
        Son son = new Son();
    }

}
```

输出结果是:

222
1111
333

如果类继承了别的类，那么初始化的时候，会先初始化父类的静态内容，然后初始化子类的静态内容，然后初始化父类的非静态成员变量，再调用父类的构造函数。调用完父类的构造函数后，回来初始化本类的非静态成员变量，再调用本类的构造函数。这个过程中用到的自定义方法，对于非静态方法，如果被子类覆盖了，就调用子类的方法，对于静态方法，是不能被覆盖的，因为静态方法属于类，不属于对象，所以会调用自己的静态方法。
示例如下：

```
package xx;

class Father {

    int i = prt();

    Father() {
        System.out.println("Father construc");
        say();
    }

    public static int prt() {
        System.out.println("Father int i");
        return 10;
    }

    public void say(){
        System.out.println("Father say");
    }

}

public class Son extends Father {

    int j = prt();

    Son() {
        System.out.println("Son construct");
        say();
    }

    public static int prt(){
        System.out.println("Son int i");
```

```
        return 20;
    }

    public void say(){
        System.out.println("Son say = " + j);
    }

    public static void main(String[] args) {
        Son son = new Son();
    }

}
```

输出结果是:

```
Father int i
Father construc
Son say = 0
Son int i
Son construct
Son say = 20
```

再举一个例子:

```
public class Main {
    public static Star star = new Star();
    public int a = 0;
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println(“A”);
        new Main();
        new Main();
        new Star();
    }
    public Main() {
        System.out.println(“B”);
    }
    {
        System.out.println(“C”);
    }
    static {
        System.out.println(“D”);
    }
}

public class Star {
    static {
```

```
        System.out.println("E");
    }
    public Star() {
        System.out.println("F");
    }
    {
        System.out.println("G");
    }
}
```

输出结果是：

EGFDACBCBGF

**为什么呢？**因为 JVM 首先会加载含有 main 方法的 Main.class，完成其静态成员变量初始化、静态代码块执行。Main.class 里的静态成员变量需要实例化 Star，因此先加载 Star.class，完成 Star.class 的静态成员变量初始化、静态代码块执行，输出 E。然后实例化 Star，执行 Star 的代码块，输出 G；然后执行 Star 的构造方法，输出 F。然后再回来执行 Main.class 的静态代码块，输出 D。Main.class 加载完后，就开始执行其 main 方法了，输出 A。然后 new Main 就是实例化 Main，执行 Main 的代码块，输出 C；然后执行 Main 的构造方法，输出 B。下一个 new Main 仍旧是实例化 Main，执行 Main 的代码块，输出 C；然后执行 Main 的构造方法，输出 B。最后 new Star 就是实例化 Star，执行 Star 的代码块，输出 G；然后执行 Star 的构造方法，输出 F。

**综上所述，只有在类加载的时候，执行类的静态成员变量初始化、静态代码块执行，因为类只加载一次，所以只执行一次。每次实例化类的时候，都会执行一次类的代码块，执行一次构造方法。**

优先级：静态成员变量、静态代码块 > main 方法 > 成员变量、代码块 > 构造方法

# 类加载机制

虚拟机把描述类的数据从 Class 文件加载到内存，并对数据进行校验、转换解析和初始化，最终形成可以被虚拟机直接使用的 Java 类型，这就是虚拟机的类加载机制。

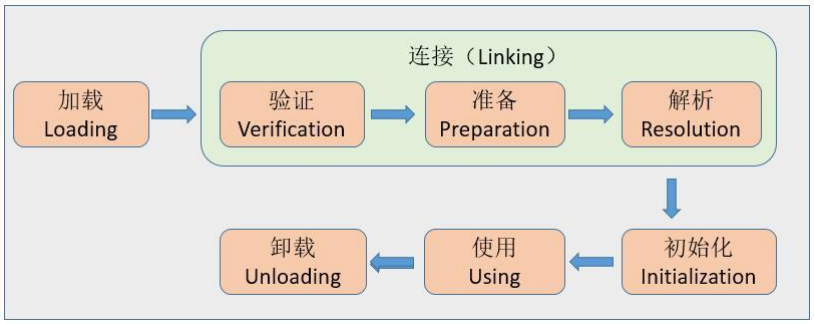
在 Java 语言里，类型的加载、连接和初始化过程都是在程序**运行期间**完成的，例如 import java.util.*下面包含很多类，但是，在程序运行的时候，虚拟机**只会加载那些我们程序需要的类**。这种策略虽然会令类加载时稍微增加一些性能开销，但是会为 Java 应用程序提供高度的**灵活性**。

有些语言是在**编译期**完成类的加载。

**静态绑定：**即前期绑定。在程序执行前方法已经被绑定，此时由编译器或其它连接程序实现。针对 java，简单的可以理解为程序编译期的绑定。java 当中的方法只有 final，static，private 和构造方法是前期绑定的。

**动态绑定**：即晚期绑定，也叫运行时绑定。在运行时根据具体对象的类型进行绑定。在 java 中，几乎所有的方法都是后期绑定的。

类加载的过程，其中**解析有可能在初始化之后，因为这样设计可以实现动态绑定**：




# 加载

类的加载是在程序运行期完成的，那什么时候加载类？当然是在类被引用的时候加载类。这里就分主动引用、被动引用。

**主动引用：**

（1）程序启动，执行 main 方法的时候，触发 main 方法所在类的初始化。

（2）初始化类的时候，如果发现其父类没有被初始化，先触发其父类的初始化。

（3）遇到 new（使用 new 关键字实例化一个对象）、get static（读取一个类的静态字段）、put static 或者 invoke static（设置一个类的静态字段）这 4 条指令的时候，如果类没有进行过初始化。则需要先触发其初始化。

（4）使用反射进行反射调用的时候，如果类没有初始化，则需要先触发其初始化。

**被动引用：**

（1）通过子类引用父类的静态字段，不会初始化子类。因为静态字段属于父类，只有直接定义静态字段的类才会被触发初始化。例子：

```
//父类
public class SuperClass {
    //静态变量 value
    public static int value = 666;
    //静态块，父类初始化时会调用
    static{
        System.out.println("父类初始化！ ");
    }
}

//子类
public class SubClass extends SuperClass{
```

```
    //静态块，子类初始化时会调用
    static{
        System.out.println("子类初始化！ ");
    }
}

//主类、测试类
public class NotInit {
    public static void main(String[] args){
        System.out.println(SubClass.value);
    }
}
```

运行结果：

```
父类初始化!
666
```

（2）通过类引用常量，不会初始化类。因为常量在编译阶段会存入调用常量的类的常量池中，本质上并没有引用定义这个常量的类。例子：

```
//常量类
public class ConstClass {
    static{
        System.out.println("常量类初始化！ ");
    }

    public static final String HELLOWORLD = "hello world!";
}

//主类、测试类
public class NotInit {
    public static void main(String[] args){
        System.out.println(ConstClass.HELLOWORLD);
    }
}
```

运行结果：

```
Hello world!
```

（3）通过数组来引用类，不会初始化类，因为是数组 new，而类没有被 new。例子：

```
//父类
public class SuperClass {
    //静态变量 value
    public static int value = 666;
    //静态块，父类初始化时会调用
    static{
```

```
            System.out.println("父类初始化！ ");
        }
}

//主类、测试类
public class NotInit {
        public static void main(String[] args){
            SuperClass[] test = new SuperClass[10];
        }
}
```

运行结果：
无任何输出

**在加载阶段虚拟机需要完成以下三件事：**
（1）通过一个类的全限定名称来获取此类的二进制字节流
（2）将这个字节流所代表的静态存储结构转化为**方法区**的运行时**数据结构**
（3）在 Java **堆**中生成一个代表这个类的 java.lang.Class 对象，作为**方法区**这个类的各种**数据的访问入口**

通常来讲，一个类的全限定名称可以从 zip、jar 包中加载，也可以从网络中获取，也可以在运行的时候生成（这点最明显的技术体现就是反射机制）。

对于类的加载，可以分为数组类型和非数组类型，对于非数组类型可以通过系统的 BootStrapClassLoader 进行加载，也可以通过自定义的类加载器进行加载。这点是比较灵活的。而对于数组类型，数组类本身不通过类加载器进行加载，而是通过 Java **虚拟机直接进行加载**的。

# 验证

验证阶段的目的是为了确保 Class 字节流中包含的信息符合当前虚拟机的要求，并且不会危害虚拟机的安全。

虚拟机的验证阶段主要完后以下 4 项验证：**文件格式验证、元数据验证、字节码验证、符号引用验证。**
**文件格式验证**：验证 class 文件是否符合编写规范。
**元数据验证**：保证不存在不符合 Java 语言规范（Java 语法）的元数据信息。比如这个类是否继承了不允许被继承的类（比如被 final 修饰的类）。比如类是否覆盖了不该覆盖的字段、方法（比如是否覆盖了父类的 final 字段）。比如非抽象类，是否实现了父类的接口、抽象方法。

**字节码验证**：这个阶段主要对类的方法体进行校验分析。
**符号引用验证**：符号引用验证主要是对类自身以外的信息进行匹配性校验。比如通过字符串描述的全限定名是否能够找到对应的类。

**在解析阶段，将符号引用转为直接引用。**
如果无法通过符号引用验证那么将会抛出 java.lang.IncomingChangeError 异常的子类。

**符号引用**（Symbolic Reference）：
符号引用以一组符号来描述所引用的目标，符号引用可以是任何形式的字面量，只要使用时能无歧义的定位到目标即可（符号字面量，还没有涉及到内存）。符号引用与虚拟机实现的内存布局无关，**引用的目标并不一定已经加载在内存中。各种虚拟机实现的内存布局可以各不相同，但是他们能接受的符号引用必须都是一致的**，因为符号引用的字面量形式明确定义在 Java 虚拟机规范的 Class 文件格式中。
**直接引用**（Direct Reference）：
直接引用可以是直接指向目标的指针、相对偏移量或是一个能间接定位到目标的句柄（可以理解为内存地址）。直接引用是与虚拟机实现的内存布局相关的，同一个符号引用在不同的虚拟机实例上翻译出来的直接引用一般都不相同，**如果有了直接引用，那引用的目标必定已经在内存中存在**。

# 准备

准备阶段是正式为变量分配内存空间并且设置类变量初始值。内存是在**方法区**中分配的。

需要注意的是，这时候进行内存分配的仅仅是类变量（也就是被 static 修饰的变量），实例变量是不包括的，实例变量的初始化是在对象实例化的时候进行初始化，而且分配的内存区域是 Java 堆。这里的初始值也就是在编程中默认值，也就是零值。

例如 public static int value = 3 ； value 在准备阶段后的初始值是 0 而不是 3，因为此时尚未执行任何的 Java 方法，而把 value 赋值为 3 的 putStatic 指令是程序被编译后，存放在类构造器 clinit()方法之中，把 value 赋值为 3 的动作将在初始化阶段才会执行。
**特殊情况**：如果类字段的字段属性表中存在 ConstantValue 属性，即同时被 final 和 static 修饰，那在准备阶段变量就会被初始化为 ConstantValue 属性所指定的值，例如 public static final int value = 123 编译时 javac 将会为 value 生成 ConstantValue 属性，在准备阶段虚拟机就会根据 ConstantValue 的设置将变量赋值为 123。

# 解析

解析阶段是将常量池中的符号引用替换为直接引用的过程。

不同虚拟机实现可以根据需要判断到底是在类被加载器加载的时候对常量池的符号引用进行解析（也就是初始化之前），还是等到一个符号引用被使用之前进行解析（也就是在初始化之后）。虚拟机可以对第一次解析的结果进行缓存（在运行时常量池中记录引用，并把常量标识为一解析状态），这样就避免了一个符号引用的多次解析。

解析动作主要针对**类或接口**、**字段**、**类方法**、**接口方法**四类符号引用进行，分别对应于常量池中的 CONSTANT_Class_info、CONSTANT_Fieldref_info、CONSTANT_Methodref_info、CONSTANT_InterfaceMethodref_info 四种常量类型。

**（1）类或者接口解析：**

把一个类或者接口的符号引用解析为直接引用，需要三个步骤：

A、如果符号引用不是一个数组类型，那么虚拟机会把该符号引用代表的全限定类名称传递给调用这个符号引用的类。这个过程涉及验证过程，可能会触发其他相关类的加载。

B、如果符号引用是一个数组类型，并且该数组的元素类型是对象。我们知道符号引用是存在方法区的常量池中的，该符号引用的描述符会类似”[java/lang/Integer”的形式（具体可以看下面的链接），将会按照上面的规则进行加载，虚拟机将会生成一个代表此数组对象的直接引用。

https://blog.csdn.net/u014296316/article/details/83066436

C、如果上面的步骤都没有出现异常，那么该符号引用已经在虚拟机中产生了一个直接引用。但是在解析完成之前需要对符号引用进行验证，主要是确认当前调用这个符号引用的类是否具有访问权限，如果没有访问权限将抛出 java.lang.IllegalAccess 异常

**（2）字段解析：**

字段解析需要首先对其所属的类进行解析，因为字段是属于类的，只有在正确解析得到其类的直接引用才能继续字段解析。对字段的解析主要包括以下几个步骤：

A、对字段进行解析时，先在本类中查找是否包含有简单名称和字段描述符都与目标相匹配的字段，如果有，则查找结束。

B、如果没有，则会按照继承关系从上往下递归搜索该类所实现的各个接口和它们的父接口，还没有，则按照继承关系从上往下递归搜索其父类，直至查找结束。**记住是先找接口，再找父类。**

C、上面都没有，则解析失败，抛出 java.lang.NoSuchFieldError 异常。如果最终返回了这个字段的直接引用，就进行权限验证，如果发现不具备对字段的访问权限，将抛出 java.lang.IllegalAccessError 异常。在实际应用中，虚拟机的编译器实现可能要比上述规范要求的更严格一些。如果有一个同名字段同时出现在该类的接口和父类中，或同时在自己或父类的接口中出现，编译器可能会拒绝编译。

**（3）类方法解析：**

类方法和接口方法的符号引用是分开的。对类方法的解析与对字段解析的搜索步骤差不多，不同之处在于多了判断该方法所处的是类还是接口的步骤，以及是**先找父类，再找父接口**。如果类方法所处的是接口，会抛出 java.lang.IncompatibleClassChangeError 异常。如果最终返回了直接引用，还需要对该符号引用进行权限验证，如果没有访问权限，就抛出

java.lang.IllegalAccessError 异常。

**（4）接口方法解析：**

与类方法解析步骤类似，只是接口不会有父类，所以只找父接口就行了。接口的所有方法都是 public，所以不存在访问权限问题。

# 初始化

初始化阶段会执行 clinit 方法。

clinit 方法是编译器自动收集类中所有类变量的赋值动作和静态语句块合并生成的。
编译器收集的顺序是由语句在源文件中出现的顺序决定的。静态语句块中只能访问到定义在静态语句块之前的变量，定义在它之后的变量，在前面的静态语句块可以赋值，但是不能访问。示例：

```
public class Test {
        static{
            i =0;               //给变量赋值可以正常编译通过
            System.out.println(i);  //这句编译器会提示“非法向前引用”。注意是编译期，编译成.class 文件的时候。
        }
        static int i = 1;
}
```

虚拟机会保证在子类的 clinit() 方法执行之前，父类的 clinit() 方法已经执行完毕。而构造器方法（init 方法）不同，构造器需要显式调用父类构造器方法，才能执行父类构造器方法。

clinit()方法对于类或者接口来说并不是必需的，如果一个类中没有静态语句块也没有对变量的赋值操作，那么**编译器可以不为这个类生成 clinit()方法**。

接口中不能使用静态语句块，但仍然有变量赋值的初始化操作，因此接口也会生成 clinit() 方法。**但是接口与类不同，执行接口的 clinit()方法不需要先执行父接口的 clini>()方法。只有当父接口中定义的变量被使用时，父接口才会被初始化**。另外，**接口的实现类在初始化时也不会执行接口的 clinit()方法**。

虚拟机会保证一个类的 clinit()方法在多线程环境中被正确地加锁和同步。如果有多个线程去同时初始化一个类，那么只会有一个线程去执行这个类的 clinit()方法，其它线程都需要阻塞等待，直到活动线程执行 clinit()方法完毕。**如果在一个类的 clinit()方法中有耗时很长的操作，那么就可能造成多个进程阻塞**。

https://blog.csdn.net/ns_code/article/details/17881581

# AOP

AOP 代理主要分为静态代理和动态代理，静态代理的代表为 AspectJ；而动态代理则以 Spring AOP 为代表。
Aspectj 是一个特殊的编译器。

AspectJ 是静态代理的增强。所谓的静态代理，就是 AOP 框架会在编译阶段生成 AOP 代理类，因此也称为编译时增强。
Spring AOP 使用的是动态代理。所谓的动态代理，就是说 AOP 框架不会去修改字节码，而是在内存中临时为方法生成一个 AOP 对象，这个 AOP 对象包含了目标对象的全部方法，并且在特定的切点做了增强处理，并回调原对象的方法。

Spring AOP 中的动态代理，主要有两种方式：JDK 动态代理和 CGLIB 动态代理。
JDK 动态代理通过“反射”来接收被代理的类，并且要求被代理的类必须实现一个接口。
JDK 动态代理的核心是 InvocationHandler 接口和 Proxy 类。如果目标类没有实现接口，那么 Spring AOP 会选择使用 CGLIB 来动态代理目标类。
注意，CGLIB 是通过继承的方式做的动态代理，因此如果某个类被标记为 final，那么它是无法使用 CGLIB 做动态代理的。

静态代理是最简单也是最容易理解的一种方式，只需要在编码的时候创建手动创建代理类调用即可，缺点也很明显，灵活性太差，代理的代码很难复用，编码结束之后类的增强就没有补充的可能性了。

https://zhuanlan.zhihu.com/p/126322321
https://blog.csdn.net/u012094957/article/details/109464760

# 设计模式

抽象工厂模式：有很多工厂，但是他们生产的产品，具有相似性，因此可以把工厂的共性抽象出来。例如，苹果电脑工厂和联想电脑工厂，都生产鼠标、键盘等；苹果电脑工厂生产苹果鼠标、键盘，联想电脑生产联想鼠标、键盘。根据这样的抽象，就可以定义抽象工厂方法，定义抽象产品，从而能把这些东西抽象出共性。

```
//定义抽象工厂
public interface Factory {
```

```
    Mouse createMouse();
    Keyboard createKeyboard();
}
//定义抽象产品
public interface Mouse {
    void click();
    void scroll();
}
//定义抽象产品
public interface KeyBoard {
    void keyPress();
}
```

这样就定义好了抽象工厂和抽象产品。使用的时候，创建对应的 Factory，然后调用 Factory 的 createMouse 方法和 createKeyBoard 方法，创造对应的产品出来，然后使用产品的功能。如果要换工厂，只需要修改 Factory 的实现就行了，改动只需要改工厂就可以，其他的全部不用改。用户使用无感知，不管是什么牌子的鼠标，都可以使用 click 方法。示例如下：

```
Factory fac = new XxxFactory();
Mouse ms = fac.createMouse();
ms.click();
KeyBoard kb = fac.createKeyBoard();
kb.keyPress();
```

下面把抽象工厂和抽象产品落到实处。

```
//苹果鼠标
public class AppleMouse implements Mouse {
    public void click() {
        System.out.println(“苹果鼠标被点击”);
    }
    public void scroll() {
        System.out.println(“苹果鼠标被滚轮”);
    }
}
//苹果键盘
public class AppleKeyBoard implements KeyBoard {
    public void keyPress() {
        System.out.println(“苹果键盘被按键”);
    }
}
//苹果工厂
public class AppleFactory implements factory {
    public Mouse createMouse() {
        return new AppleMouse();
    }
    public KeyBoard createKeyBoard() {
        return new AppleKeyBoard();
```

```
    }
}
//联想鼠标
public class LenovoMouse implements Mouse {
    public void click() {
        System.out.println("联想鼠标被点击");
    }
    public void scroll() {
        System.out.println("联想鼠标被滚轮");
    }
}
//联想键盘
public class LenovoKeyBoard implements KeyBoard {
    public void keyPress() {
        System.out.println("联想键盘被按键");
    }
}
//联想工厂
public class LenovoFactory implements factory {
    public Mouse createMouse() {
        return new LenovoMouse();
    }
    public KeyBoard createKeyBoard() {
        return new LenovoKeyBoard();
    }
}
```

使用的时候选择实例化哪个工厂就可以了。

# 反编译

Jad 是 eclipse 提供的，idea 也用。

Jd-gui 是独立的。jd-gui 是一个图形界面的反编译工具，我们可以打开该工具，将 class 文件或者 jar 文件拖放到界面即可。

# Unicode 和 UTF-8

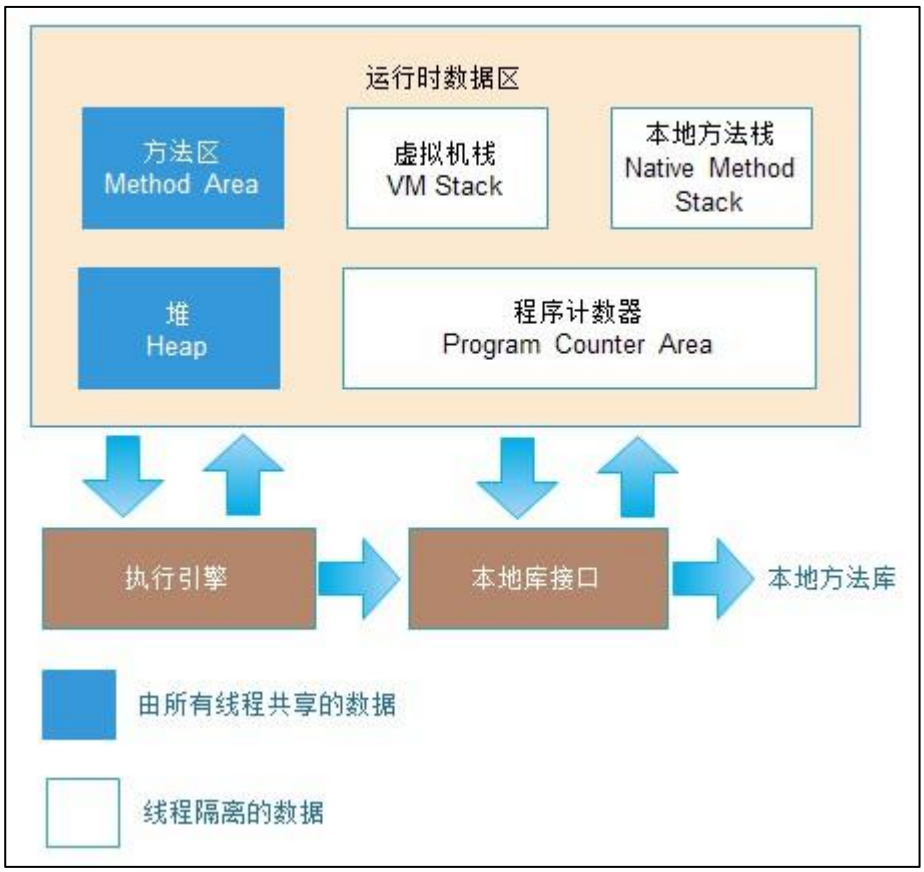
Unicode 是「字符集」，UTF-8 是「编码规则」。字符集为每一个「字符」分配一个唯一的 ID（学名为码位 / 码点 / Code Point），编码规则将「码位」转换为字节序列的规则（编码/解码 可以理解为 加密/解密 的过程）。
举一个例子：It's 知乎日报
unicode 字符集是这样的编码表
I 0049
t 0074
' 0027
s 0073
  0020
知 77e5
乎 4e4e
日 65e5
报 62a5
每一个字符对应一个十六进制数字。

这个字符串总共占用了 18 个字节（一个字节等于 8bit），但是对比中英文的二进制码，可以发现，英文前 9 位都是 0，浪费硬盘，浪费流量。
UTF-8 是这样做的：（1）单字节的字符，字节的第一位设为 0，对于英语文本，UTF-8 码只占用一个字节，和 ASCII 码完全相同；（2） n 个字节的字符(n>1)，第一个字节的前 n 位设为 1，第 n+1 位设为 0，后面字节的前两位都设为 10，这 n 个字节的其余空位填充该字符 unicode 码，高位用 0 补足。

于是，”It's 知乎日报“就变成了
I 01001001
t 01110100
' 00100111
s 01110011
  00100000
知 11100111 10011111 10100101
乎 11100100 10111001 10001110
日 11100110 10010111 10100101
报 11100110 10001010 10100101
整个字符串只用了 17 个字节，比上边的 18 个短了一点点。
思考：如果是中文多的，那还是 unicode 比较省空间。

# JVM

## 运行时分区




线程私有的：程序计数器，虚拟机栈，本地方法栈
线程共享的：堆，方法区，直接内存

**程序计数器：**
程序计数器是一块较小的内存空间，**可以看作是当前线程所执行的字节码的行号指示器**。字节码解释器工作时通过改变这个计数器的值来选取下一条需要执行的字节码指令，分支、循环、跳转、异常处理、线程恢复等功能都需要依赖这个计数器来完。
java 虚拟机的多线程是通过线程轮流切换并分配 CPU 的时间片的方式实现的，因此在任何时刻一个处理器（如果是多核处理器，则只是一个核）都只会处理一个线程，为了线程切换后能恢复到正确的执行位置，**每条线程都需要有一个独立的程序计数器**，各线程之间计数器互不影响，独立存储，因此这类内存区域为“线程私有”的内存。

**虚拟机栈：**
虚拟机栈是由一个个栈帧组成，线程在执行一个方法时，便会向栈中放入一个栈帧，每个栈帧中都拥有**局部变量表**、**操作数栈**、**动态链接**、**方法出口信息**。局部变量表主要存放了编译器可知的各种基本数据类型（boolean、byte、char、short、int、float、long、double）和

对象引用（reference 类型，它不同于对象本身，可能是一个指向对象起始地址的引用指针，也可能是指向一个代表对象的句柄或其他与此对象相关的位置）。
Java 虚拟机栈会出现两种异常：StackOverFlowError 和 OutOfMemoryError。
StackOverFlowError：若 Java 虚拟机栈的内存大小不允许动态扩展，那么**当线程请求栈的深度超过当前 Java 虚拟机栈的最大深度**的时候，就抛出 StackOverFlowError 异常。
OutOfMemoryError：若 Java **虚拟机栈的内存大小允许动态扩展，且当线程请求栈时内存用完了，无法再动态扩展了**，此时抛出 OutOfMemoryError 异常。
操作数栈好像是用来执行数据之间的操作：加减乘除等等的一个内存空间。
动态链接是将符号引用 -> 直接引用。在运行期间将符号引用转化为直接引用的方法被称之为虚方法。
在编译程序代码的时候，栈帧中需要多大的局部变量表，多深的操作数栈都已经完全确定了，并且写入到方法表的 Code 属性之中，因此一个栈帧需要分配多少内存，不会受到程序运行期变量数据的影响，而仅仅取决于具体的虚拟机实现。

动态链接：
静态类型:编译期间确定的类型(Ocean)
实际类型:运行期间确定的类型(River)
方法的调用者与方法的参数统称为方法的宗量。

```
class Ocean {
}

class River extends Ocean{
}

class Lake extends Ocean{
}

/**
 * 静态分派
 */
public class StaticDispatch{

    public void getSize(Ocean waterArea){
        System.out.println("Ocean is the biggest!");
    }
    public void getSize(Lake waterArea){
        System.out.println("Lake is bigger!");
    }
    public void getSize(River waterArea){
        System.out.println("River is big...");
    }

    public static void main(String[] args) {
        StaticDispatch dispatch = new StaticDispatch();
```

```
        Ocean river = new River();
        Ocean lake = new Lake();
        dispatch.getSize(lake);
        dispatch.getSize(river);
    }
}
```

运行结果：

```
Ocean is the biggest!
Ocean is the biggest!
```

分析：重载时方法的执行依赖的是形参列表。静态类型是在类加载(解析时期)就确定下来的。静态分派可以解释重载。

```
abstract class Human {
    abstract void call();
}

class Father extends Human{
    @Override
    void call() {
        System.out.println("I am the Father!");
    }
}

class Mother extends Human{
    @Override
    void call() {
        System.out.println("I am the Mother!");
    }
}

public class DynamicDispatch {
    public static void main(String[] args) {
        Human father = new Father();
        Human mother = new Mother();
        father.call();
        mother.call();
    }
}
```

运行结果：

```
I am the Father!
I am the Mother!
```

分析：方法 call()的符号引用转换是在运行时期完成的,所以可以说动态分派解释了重载。

“符号引用”的实态：带有类型（tag） / 结构（符号间引用层次）的字符串。

https://blog.csdn.net/FloatDreamed/article/details/96147409

https://blog.csdn.net/u010386612/article/details/80105951

**本地方法栈：**
和虚拟机栈所发挥的作用非常相似，区别是： 虚拟机栈为虚拟机执行 Java 方法 （也就是字节码）服务，而**本地方法栈则为虚拟机使用到的 Native 方法服务**。
本地方法被执行的时候，在本地方法栈也会创建一个栈帧，用于存放该本地方法的局部变量表、操作数栈、动态链接、出口信息。方法执行完毕后相应的栈帧也会出栈并释放内存空间，也会出现 StackOverFlowError 和 OutOfMemoryError 两种异常。

**方法区：**
方法区与 Java 堆一样，是各个线程共享的内存区域，它用于存储已被虚拟机加载的类信息、常量、静态变量、即时编译器编译后的代码等数据。虽然 Java 虚拟机规范把方法区描述为堆的一个逻辑部分，但是它却有一个别名叫做 Non-Heap（非堆），目的应该是与 Java 堆区分开来。

**堆：**
堆是 Java 虚拟机所管理的内存中最大的一块，Java 堆是所有线程共享的一块内存区域，在虚拟机启动时创建。此内存区域的唯一目的就是存放对象实例，几乎所有的对象实例以及数组都在这里分配内存。
Java 堆是垃圾收集器管理的主要区域，因此也被称作 GC 堆。从垃圾回收的角度，由于现在收集器基本都采用分代垃圾收集算法，所以 Java 堆还可以细分为：新生代和老年代：其中新生代又分为：Eden 空间、From Survivor、To Survivor 空间。进一步划分的目的是更好地回收内存，或者更快地分配内存。从内存分配的角度来看，线程共享的 java 堆中可能会划分出多个线程私有的分配缓冲区（Thread Local Allocation Buffer，TLAB）。

# 问题

问题：
String str1 = "abc";
String str2 = new String("abc");
sout(str1 == str2);//false

问题：
String s1 = new String("abc"); // 这句话创建了几个对象？
解答：
创建了两个对象。
因为 String s1 = new String("abc");// 堆内存的地值值
String s2 = "abc";
System.out.println(s1 == s2);// 输出 false,因为一个是堆内存，一个是常量池的内存，故两者是不同的。

System.out.println(s1.equals(s2));// 输出 true

Java 基本类型的包装类的大部分都实现了常量池技术，即 Byte、Short、Integer、Long、Character、Boolean；这 5 种包装类默认创建了数值 [-128，127] 的相应类型的缓存数据，但是超出此范围仍然会去创建新的对象。
两种浮点数类型的包装类 Float、Double 并没有实现常量池技术。

```
Integer i1 = 33;
Integer i2 = 33;
System.out.println(i1 == i2);// 输出 true
Integer i11 = 333;
Integer i22 = 333;
System.out.println(i11 == i22);// 输出 false
Double i3 = 1.2;
Double i4 = 1.2;
System.out.println(i3 == i4);// 输出 false
```

# 垃圾回收

有两种算法可以判定对象是否存活：
1.）引用计数算法：给对象中添加一个引用计数器，每当一个地方应用了对象，计数器加 1；当引用失效，计数器减 1；当计数器为 0 表示该对象已死、可回收。但是它很难解决两个对象之间相互循环引用的情况。
2.）可达性分析算法：通过一系列称为“GC Roots”的对象作为起点，从这些节点开始向下搜索，搜索所走过的路径称为引用链，当一个对象到 GC Roots 没有任何引用链相连（即对象到 GC Roots 不可达），则证明此对象已死、可回收。**Java 中可以作为 GC Roots 的对象包括：虚拟机栈中引用的对象、本地方法栈中 Native 方法引用的对象、方法区静态属性引用的对象、方法区常量引用的对象。**
**在主流的商用程序语言（如我们的 Java）的主流实现中，都是通过可达性分析算法来判定对象是否存活的。**

垃圾收集算法
1、标记-清除算法
最基础的算法，分标记和清除两个阶段：首先标记处所需要回收的对象，在标记完成后统一回收所有被标记的对象。
它有两点不足：一个效率问题，标记和清除过程都效率不高；一个是空间问题，标记清除之后会产生大量不连续的内存碎片（类似于我们电脑的磁盘碎片），空间碎片太多导致需要分配大对象时无法找到足够的连续内存而不得不提前触发另一次垃圾回收动作。
2、复制算法

为了解决效率问题，出现了“复制”算法，他将可用内存按容量划分为大小相等的两块，每次只需要使用其中一块。当一块内存用完了，将还存活的对象复制到另一块上面，然后再把刚刚用完的内存空间一次清理掉。这样就解决了内存碎片问题，但是代价就是可以用内容就

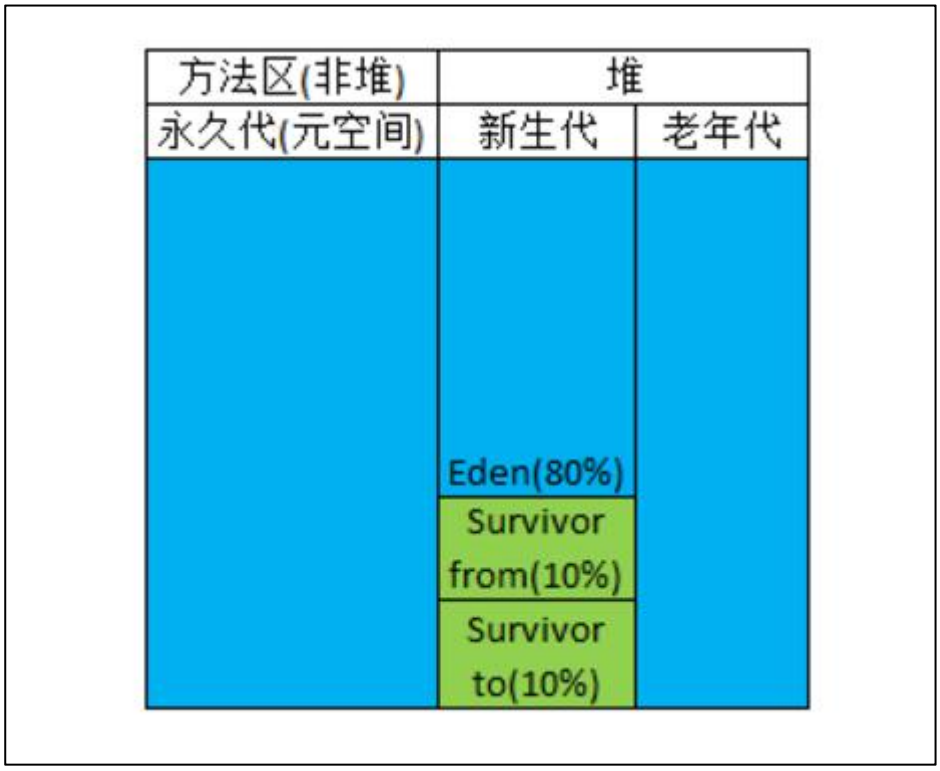
缩小为原来的一半。

3、标记-整理算法

复制算法在对象存活率较高时就会进行频繁的复制操作，效率将降低。因此又有了标记-整理算法，标记过程同标记-清除算法，但是在后续步骤不是直接对对象进行清理，而是让所有存活的对象都向一侧移动，然后直接清理掉端边界以外的内存。

4、分代收集算法

当前商业虚拟机的 GC 都是采用分代收集算法，这种算法并没有什么新的思想，而是根据对象存活周期的不同将堆分为：新生代和老年代，方法区称为永久代（在新的版本中已经将永久代废弃，引入了元空间的概念，永久代使用的是 JVM 内存而元空间直接使用物理内存）。这样就可以根据各个年代的特点采用不同的收集算法。




新生代中的对象“朝生夕死”，每次 GC 时都会有大量对象死去，少量存活，使用复制算法。新生代又分为 Eden 区和 Survivor 区（Survivor from、Survivor to），大小比例默认为 8:1:1。老年代中的对象因为对象存活率高、没有额外空间进行分配担保，就使用标记-清除或标记-整理算法。

新产生的对象优先进去 Eden 区，当 Eden 区满了之后再使用 Survivor from，当 Survivor from 也满了之后就进行 Minor GC（新生代 GC），将 Eden 和 Survivor from 中存活的对象 copy 进入 Survivor to，然后清空 Eden 和 Survivor from，这个时候原来的 Survivor from 成了新的 Survivor to，原来的 Survivor to 成了新的 Survivor from。复制的时候，如果 Survivor to 无法容纳全部存活的对象，则根据老年代的分配担保（类似于银行的贷款担保）将对象 copy 进去老年代，如果老年代也无法容纳，则进行 Full GC（老年代 GC）。

大对象直接进入老年代：JVM 中有个参数配置-XX:PretenureSizeThreshold，令大于这个设置值的对象直接进入老年代，目的是为了避免在 Eden 和 Survivor 区之间发生大量的内存复制。

长期存活的对象进入老年代：JVM 给每个对象定义一个对象年龄计数器，如果对象在 Eden 出生并经过第一次 Minor GC 后仍然存活，并且能被 Survivor 容纳，将被移入 Survivor 并且年龄设定为 1。每熬过一次 Minor GC，年龄就加 1，当他的年龄到一定程度（默认为 15 岁，可以通过 XX:MaxTenuringThreshold 来设定），就会移入老年代。但是 JVM 并不是永远要求年龄必须达到最大年龄才会晋升老年代，如果 Survivor 空间中相同年龄（如年龄为 x）所有对象大小的总和大于 Survivor 的一半，年龄大于等于 x 的所有对象直接进入老年代，无需等到最大年龄要求。

# 调优

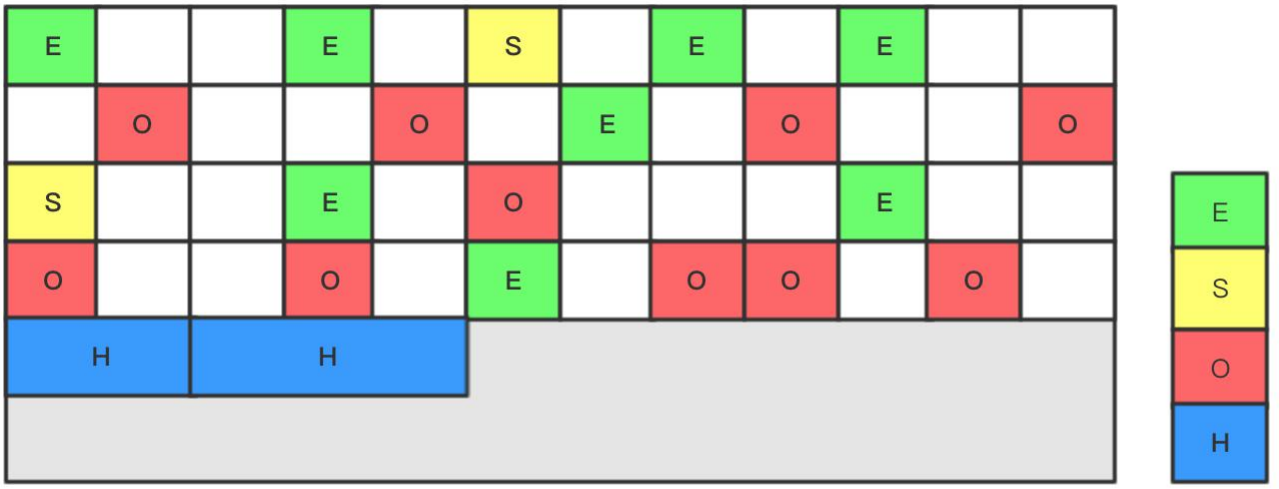
为了根据实际情况，让 JVM 偏向于高吞吐量，或者偏向于低延迟，需要修改 JVM 的垃圾回收算法。

CMS 牺牲了系统的吞吐量来追求收集速度，适合追求垃圾收集速度的服务器上。开启命令：
-XX:+UseConcMarkSweepGC
CMS 处理过程有七个步骤：
1、**初始标记**(CMS-initial-mark) ,**会导致** stw；
2、并发标记(CMS-concurrent-mark)，**与用户线程同时运行**；
3、预清理（CMS-concurrent-preclean），与用户线程同时运行；
4、可被终止的预清理（CMS-concurrent-abortable-preclean） 与用户线程同时运行；
5、重新标记(CMS-remark) ，会导致 swt；
6、并发清除(CMS-concurrent-sweep)，与用户线程同时运行；
7、并发重置状态等待下次 CMS 的触发(CMS-concurrent-reset)，与用户线程同时运行；

CMS **是基于标记-清除算法的**，CMS 只会删除无用对象，不会对内存做压缩，会造成内存碎片，这时候我们需要用到这个参数：
-XX:CMSFullGCsBeforeCompaction=n
意思是说在上一次 CMS 并发 GC 执行过后，到底还要再执行多少次 full GC 才会做压缩。默认是 0，也就是在默认配置下每次 CMS GC 顶不住了而要转入 full GC 的时候都会做压缩。如果把 CMSFullGCsBeforeCompaction 配置为 10，就会让上面说的第一个条件变成每隔 10 次真正的 full GC 才做一次压缩。
https://www.jianshu.com/p/86e358afdf17

为解决 CMS 算法产生空间碎片和其它一系列的问题缺陷，HotSpot 提供了另外一种垃圾回收策略，G1（Garbage First）算法，通过参数-XX:+UseG1GC 来启用，该算法在 JDK 7u4 版本被正式推出。
G1 垃圾收集算法主要应用在多 CPU 大内存的服务中，在满足高吞吐量的同时，尽可能的满足垃圾回收时的暂停时间。
1、垃圾收集线程和应用线程并发执行，和 CMS 一样
2、空闲内存压缩时避免冗长的暂停时间

3、应用需要更多可预测的 GC 暂停时间
4、不希望牺牲太多的吞吐性能
5、不需要很大的 Java 堆




每个 Region 被标记了 E、S、O 和 H，说明每个 Region 在运行时都充当了一种角色，其中 H 是以往算法中没有的，它代表 Humongous，这表示这些 Region 存储的是巨型对象（humongous object，H-obj），当新建对象大小超过 Region 大小一半时，直接在新的一个或多个连续 Region 中分配，并标记为 H。
堆内存中一个 Region 的大小可以通过-XX:G1HeapRegionSize 参数指定，大小区间只能是 1M、2M、4M、8M、16M 和 32M，总之是 2 的幂次方，如果 G1HeapRegionSize 为默认值，则在堆初始化时计算 Region 的实际大小。

G1 中提供了三种模式垃圾回收模式，young gc、mixed gc 和 full gc，在不同的条件下被触发。
Young gc 就是 S1 拷贝到 S2，
当越来越多的对象晋升到老年代 old region 时，为了避免堆内存被耗尽，虚拟机会触发一个混合的垃圾收集器，即 mixed gc。除了回收整个 young region，还会回收一部分的 old region，这里需要注意：是一部分老年代，而不是全部老年代，可以选择哪些 old region 进行收集，从而可以对垃圾回收的耗时时间进行控制。
如果对象内存分配速度过快，mixed gc 来不及回收，导致老年代被填满，就会触发一次 full gc，G1 的 full gc 算法就是单线程执行的 serial old gc，会导致异常长时间的暂停时间（在 JDK9 中，Full GC 是串行的，JDK10 后改为并行执行），需要进行不断的调优，尽可能的避免 full gc。

-XX:G1ReservePercent=n
设置作为空闲空间的预留内存百分比，以降低目标空间溢出的风险，默认值是 10%

-XX:ConcGCThreads=n
并发 GC 使用的线程数

-XX:MaxGCPauseMillis=n
最大停顿时间，这是个软目标，JVM 将尽可能（但不保证）停顿时间小于这个时间

# GO 的垃圾回收

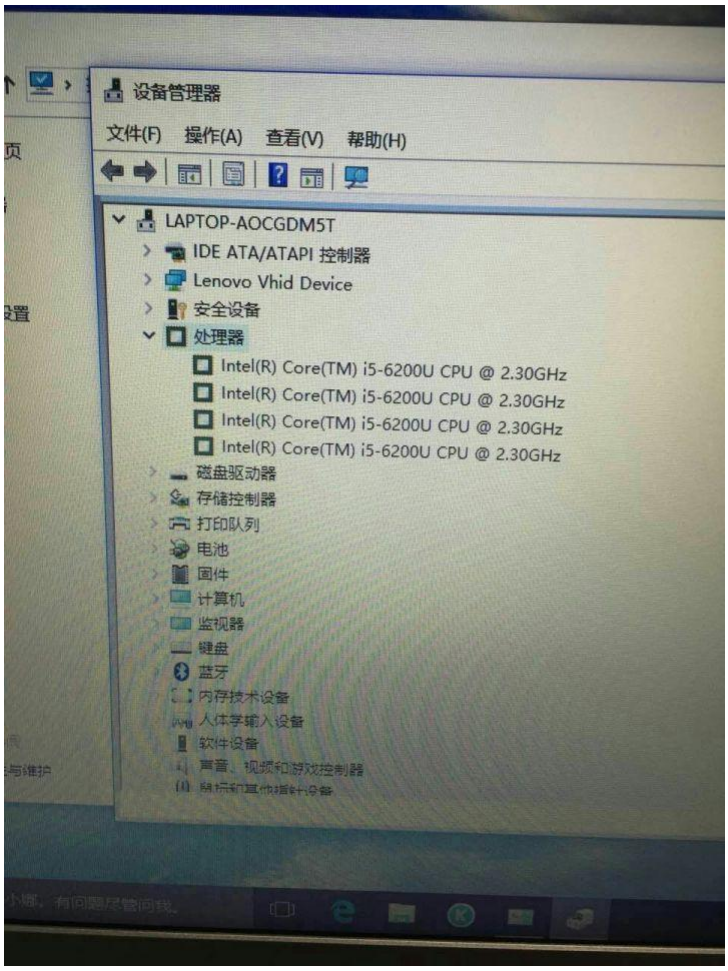
Golang 使用的是三色标记法。
**第一步**：stw，然后启动写屏障，新创建的对象会被写屏障保护。
**第二步**：开始标记，从 GC root 开始标记，采用广度优先策略，被标记的节点置为**灰色**。然后将这些灰色节点引用的节点置为灰色，然后将自己置为**黑色**。一开始所有的节点都是**白色**的，不断这样的标记，最后所有的节点只有白色和黑色两种了，因为灰色的都被标记为黑色了，然后就可以开始回收了。
**第三步**：stw，开始清除白色的节点。

三色标记的一个明显好处是能够让用户程序和垃圾标记并发的进行。

https://studygolang.com/articles/21688
https://www.cnblogs.com/hezhixiong/p/9577199.html
https://zhuanlan.zhihu.com/p/74853110

# CPU

双核 4 线程显示为 4 核。有的 cpu 采用了超线程技术，因为单核单线程 cpu 都还有一些空闲时间，于是就有了让单核 cpu 跑两线程的超线程。所以双核 4 线程不如四核 4 线程。设备管理器显示的是支持的线程数。




# 加锁原语

如果没有硬件提供的原子操作，只有软件上层是不可能设计出原子操作的。
操作系统之所以能构建出锁之类的原子操作，就是因为硬件已经为我们提供了一些原子操作：中断禁止和启用（ir E/D）、内存加载和存入（L/S）、测试与设置（test&set）、比较与设置（CAS）。
比如禁止中断这个操作是一个硬件步骤，中间无法插入别的操作。中断启用、内存加载、内存存入等均为一个硬件步骤，中间无法插入别的操作。
在这些硬件原子操作之上，我们便可以构建出软件的原子操作：锁、挂起与唤醒、信号量等。

为什么不将中断的禁止和启用函数提供出来由用户直接按自己的需要构建原子操作呢。这种做法理论上是可行的，但是却是危险的，将操作系统赖以工作的基础机制交给用户管理，万一用户水平有限，没有正确的在禁止中断后进行启用，对系统的破坏将是灾难性的。

操作系统通过硬件原语构造了自己的原语，语言通过操作系统原语搭建起了自己的同步机制，

剩下的便是我们应用层程序员通过语言提供的同步机制来构建多线程的应用世界了。但值得注意的是，java 中的 synchronized 不是调用的操作系统层级的锁原语，因为目前操作系统还没有提供多核环境下的锁原语，**多核环境的同步是基于共享内存、总线锁、test&set、内存加载和载入等多核环境下的原语实现的**。

**中断保护**：相比另一种方式更加简便，但是只适用于单核环境。因为如果是多核环境，需要发出信号使其它 CPU 也禁止中断，这将不再是原子操作，而且也让多核心在一定程度上失去了各个核心的独立性（多核的初衷就是让它们可以独立执行）。就算我们这样做了，也将付出极大的代价（保证各个核心的中断是一个原子操作），因此不提倡使用。
test&set **原语**：实现相对复杂，且在多核环境下也可以工作。因为即使是多核，各个核心也在使用共享内存，而该指令针对的就是内存单元。在多核环境下，test&set 原语会结合总线锁来保证同一时间只有一个核心可以访问共享内存，从而保证该原语在多核环境下的原子性。

硬件的指令集为我们提供了两种实现思路：
（1）不要打断我的执行（基于中断保护，适用于单核环境，多核环境下不打断你其它核心也可以执行同步代码块）。
（2）可以打断我的执行，但我退出上锁部分前，其它线程不能执行上锁的部分（基于 test&set 指令，以来共享内存。单核多核均适用，实现较复杂）。

目前操作系统还没有为多核环境提供锁操作，因为代价较大。而像 JAVA 中提供的对同步代码区的锁操作（synchronized）在多核环境下也是基于共享内存的，即对象的 monitor，这也是效率较低的原因（当然更大的原因是需要改变线程状态，即需要进行系统调用进行用户态核心态的切换来阻塞和唤醒线程），在使用前应当进行合理的设计。
https://www.cnblogs.com/niuyourou/p/11917919.html

# 进程间通信

（1）socket：基于 TCP/IP，使用 socket()函数创建 socket，服务端调用 bind()函数和 listen()函数，调用 accept()函数接收客户端的请求内容，客户端使用 connect()函数发起连接，客户端、服务端调用 read()函数和 write()函数，完成之后调用 close()函数。Socket 是全双工的。

```
Socket s = new Socket("127.0.0.1",9999);
s.getOutputStream();
s.getInputStream();
```

（2）共享内存：优点是直接访问内存，数据只拷贝一次，速度快；缺点是没有同步机制，需要借助其他手段保证同步。
创建共享内存 int shmget(key_t key, size_t size, int shmflg)：其中 key 是由 ftok 生成的标识，

标识系统的唯一 IPC 资源。Size 是申请内存的大小。Shmflg 决定是否创建新的共享内存。创建成功返回共享内存标识符，失败返回-1。
获得共享内存 void *shmat(int shmid, const void *shmaddr, int shmflg)：shmid 是 shmget 返回的共享内存标识符。Shmaddr 是从共享内存的第几个地址开始，一般取 0。Shmflg 决定是只读，还是读写。如果执行成功内核将 shmid_ds 结构中的 shm_nattch 计数器加 1，并返回共享内存的引用，如果失败返回-1。
断开与共享内存的关联 int shmdt(const void *shmaddr)：shmaddr 是 shmat 返回的地址。如果执行成功内核将 shmid_ds 结构体中的 shm_nattch 计数器减 1，然后返回 0。执行失败返回-1。
销毁共享内存 int shmctl(int shmid, int cmd, struct shmid_ds *buf)：shmid 是 shmget 返回的共享内存标识符。Cmd 决定是否删除共享内存。Buf 设置为 null 即可。成功返回 0，失败返回-1。
使用示例：https://blog.csdn.net/ypt523/article/details/79958188

（3）信号量：可以用来实现共享内存的同步。信号量是一个计数器。具体的去百度查吧。

（4）消息队列：就是消息的链表，存储在内核中，由消息队列标识符标识。
创建或打开消息队列 int msgget(key_t key, int msgflg)：key 是消息队列关联的标识符。Msgflg 决定存取权限。创建成功返回消息队列标识符，失败返回-1。
消息队列发送 int msgsnd(int msqid, const void *msgp, size_t msgsz, int msgflg)：msqid 是 msgget 返回的消息队列标识符。Msgp 是要发的消息，是指向消息的指针，需要用户自己定义一个结构体，系统没有提供。Msgsz 是消息的长度。Msgsnd 是标志位，设为 0 即可。执行成功返回 0，执行失败返回-1。
消息队列接收 ssize_t msgrcv(int msqid, void *msgp, size_t msgsz, long msgtyp,int msgflg)：msqid 是 msgget 返回的消息队列标识符。Msgp 是接收消息的结构体对象，msgsz 是消息的长度，需要跟发送时指定的长度一致。Msgtyp 如果取 0，返回消息队列里最早的一个消息，一般取 0。Msgsnd 是标志位，设为 0 即可。
删除或断开消息队列 int msgctl(int msqid, int cmd, struct msqid_ds *buf)：msqid 是 msgget 返回的消息队列标识符。Cmd 取 IPC_RMID，表示立即断开连接。Buf 设置为 0 即可。成功返回 0，失败返回-1。
https://blog.csdn.net/weixin_39956356/article/details/86652957

（5）FIFO（有名管道）：first in，first out。它是一个单向（半双工）数据流，不同于管道的是，每个 FIFO 有一个路径名与之关联。FIFO 可以被无亲缘关系的进程访问。FIFO 是 Linux 基础文件类型中的一种（是一种伪文件），FIFO 文件在磁盘上没有数据块，仅仅用来标识内核中一条通道（可以理解为内核中的一块内存）。各进程可以打开这个文件进行 read/write，实际上是在读写内核通道，这样就实现了进程间通信。FIFO 的名字存在于文件系统中，内容存放在内存中。FIFO 先进先出后进后出，不管有多少写的，都是依次写进去的，而且读了就不再在管道里了，不读就一直在管道里，直到爆满。如果是双向的通信，FIFO 还得加同步机制，麻烦的要死， 还不如选用其它的通信手段。
创建 int mkfifo(const char *pathname， mode_t mode)：pathname 是一个普通的路径名，它是该 FIFO 的名字。mode 参数指定文件权限。成功返回 0，失败返回-1。
打开 rst = open(FIFO_PATH, O_RDWR)：创建了 FIFO 之后，就可以像打开文件一样使用 open 打开它。常见的文件 I/O 函数都可用于 fifo，如 close、read、write、unlink 等。

https://blog.csdn.net/longjiang321/article/details/105104549

（6）无名管道：是半双工的。只能在具有公共祖先的两个进程之间使用，通常一个管道由一个进程创建，在进程调用 fork 之后，这个管道就能在父进程和子进程之间使用了。
创建 int pipe(int fd[2])：成功返回 0，失败返回-1。

# Select/Poll/Epoll/Kqueue

select 时间复杂度 O(n)。它仅仅知道了，有 I/O 事件发生了，却并不知道是哪那几个流（可能有一个，多个），只能无差别轮询所有流，找出能读出数据，或者写入数据的流，对他们进行操作。所以 select 具有 O(n)的无差别轮询复杂度，同时处理的流越多，无差别轮询时间就越长。
fd 数量被限制，即能监听端口的大小有限。具体数目可以 cat /proc/sys/fs/file-max 察看。32 位机默认是 1024 个。64 位机默认是 2048。
当套接字比较多的时候，每次 select()都要通过遍历 FD_SETSIZE 个 Socket 来完成调度,不管哪个 Socket 是活跃的,都遍历一遍。这会浪费很多 CPU 时间。如果能给套接字注册某个回调函数，当他们活跃时，自动完成相关操作，那就避免了轮询，这正是 epoll 与 kqueue 做的。

poll 时间复杂度 O(n)。poll 本质上和 select 没有区别, 它将用户传入的数组拷贝到内核空间, 然后查询每个 fd 对应的设备状态， 但是它没有最大连接数的限制，原因是它是基于链表来存储的。

epoll 时间复杂度 O(1)。epoll 可以理解为 event poll，不同于忙轮询和无差别轮询，epoll 会把哪个流发生了怎样的 I/O 事件通知我们。所以我们说 epoll 实际上是事件驱动（每个事件关联上 fd）的，此时我们对这些流的操作都是有意义的。

其中 epoll 是 Linux 所特有。
epoll 有 EPOLLLT 和 EPOLLET 两种触发模式，LT 是默认的模式，ET 是“高速”模式。LT 模式下，只要这个 fd 还有数据可读，每次 epoll_wait 都会返回它的事件，提醒用户程序去操作，而在 ET（边缘触发）模式中，它只会提示一次，直到下次再有数据流入之前都不会再提示了，无论 fd 中是否还有数据可读。所以在 ET 模式下，read 一个 fd 的时候一定要把它的 buffer 读光。
通过 epoll_ctl 注册 fd, 一旦该 fd 就绪, 内核就会采用类似 callback 的回调机制来激活该 fd, epoll_wait 便可以收到通知。
epoll 只有 epoll_create,epoll_ctl,epoll_wait 3 个系统调用。

因为 epoll 内核中实现是根据每个 fd 上的 callback 函数来实现的，只有活跃的 socket 才会主动调用 callback，所以在活跃 socket 较少的情况下，使用 epoll 没有前面两者的线性下降的性能问题，但是所有 socket 都很活跃的情况下，可能会有性能问题。

Select、poll：内核需要将消息传递到用户空间，都需要内核拷贝动作
Epoll：通过内核和用户空间共享一块内存来实现的。

在 select/poll 时代，服务器进程每次都把这 100 万个连接告诉操作系统(从用户态复制句柄数据结构到内核态)，让操作系统内核去查询这些套接字上是否有事件发生，轮询完后，再将句柄数据复制到用户态，让服务器应用程序轮询处理已发生的网络事件，这一过程资源消耗较大，因此，select/poll 一般只能处理几千的并发连接。
如果没有 I/O 事件产生，我们的程序就会阻塞在 select 处。但是依然有个问题，我们从 select 那里仅仅知道了，有 I/O 事件发生了，但却并不知道是那几个流（可能有一个，多个，甚至全部），我们只能无差别轮询所有流。

当某一进程调用 epoll_create 方法时，Linux 内核会创建一个 eventpoll 结构体，这个结构体中有两个成员与 epoll 的使用方式密切相关。eventpoll 结构体如下所示：

```
struct eventpoll{
    ....
    /*红黑树的根节点，这颗树中存储着所有添加到epoll中的需要监控的事件*/
    struct rb_root  rbr;
    /*双链表中则存放着将要通过epoll_wait返回给用户的满足条件的事件*/
    struct list_head rdlist;
    ....
};
```


而所有通过 epoll_ctl 添加到 epoll 中的事件都会与设备(网卡)驱动程序建立回调关系，也就是说，当相应的事件发生时会调用这个回调方法。这个回调方法在内核中叫 ep_poll_callback,它会将发生的事件添加到 rdlist 双链表中。
对于每一个事件，都会建立一个 epitem 结构体。

```
struct epitem{
    struct rb_node  rbn;//红黑树节点
    struct list_head    rdllink;//双向链表节点
    struct epoll_filefd  ffd;  //事件句柄信息
    struct eventpoll *ep;    //指向其所属的eventpoll对象
    struct epoll_event event; //期待发生的事件类型
}
```


当调用 epoll_wait 检查是否有事件发生时，只需要检查 eventpoll 对象中的 rdlist 双链表中是否有 epitem 元素即可。如果 rdlist 不为空，则把发生的事件复制到用户态，同时将事件数量返回给用户。如果 rdlist 为空就 sleep，等到 timeout 时间到后即使链表没数据也返回。

当我们执行 epoll_ctl 时，除了把 socket 放到 epoll 文件系统里，file 对象对应的红黑树上之

外，还会给内核中断处理程序注册一个回调函数，告诉内核，如果这个句柄的中断到了，就把它放到准备就绪 list 链表里。所以，当一个 socket 上有数据到了，内核在把网卡上的数据 copy 到内核中后，就来把 socket 插入到准备就绪链表里了。

LT, ET 这件事怎么做到的呢？当一个 socket 句柄上有事件时，内核会把该句柄插入上面所说的准备就绪 list 链表，这时我们调用 epoll_wait，会把准备就绪的 socket 拷贝到用户态内存，然后清空准备就绪 list 链表，最后，epoll_wait 干了件事，就是检查这些 socket，如果不是 ET 模式（就是 LT 模式的句柄了），并且这些 socket 上确实有未处理的事件时，又把该句柄放回到刚刚清空的准备就绪链表了。所以，LT 的句柄，只要它上面还有事件，epoll_wait 每次都会返回这个句柄。（从上面这段，可以看出，LT 还有个回放的过程，低效了）
https://blog.csdn.net/wxy941011/article/details/80274233
https://www.cnblogs.com/allenwas3/p/8473614.html
https://blog.csdn.net/ligupeng7929/article/details/93672312

# JS 事件循环

Event Loop 包含两类：一类是基于 Browsing Context ，一种是基于 Worker ，二者是独立运行的。 下面本文用一个例子，着重讲解下基于 Browsing Context 的事件循环机制。

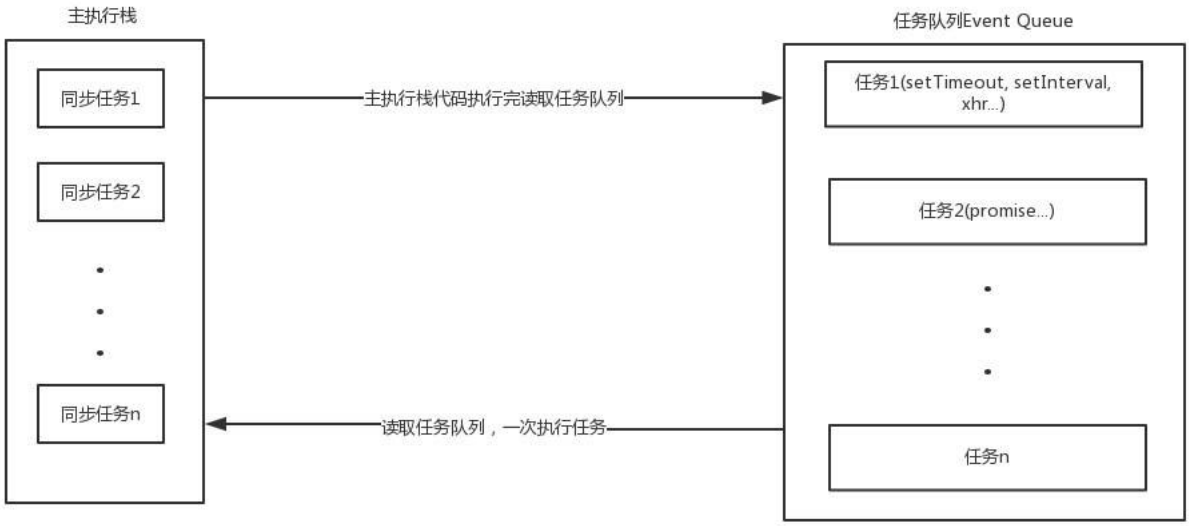
来看下面这段 JavaScript 代码：

```
console.log('script start');

setTimeout(function() {
  console.log('setTimeout');
}, 0);

Promise.resolve().then(function() {
  console.log('promise1');
}).then(function() {
  console.log('promise2');
});

console.log('script end');
```

输出是：

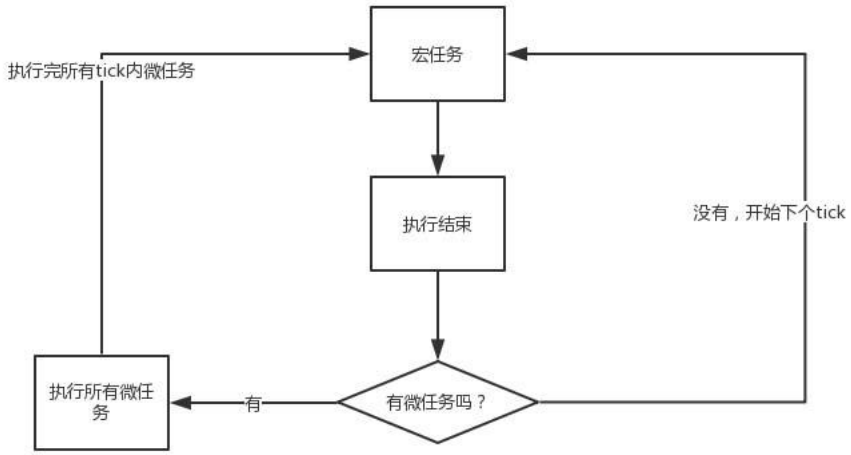
```
script start,
script end,
promise1,
promise2,
setTimeout
```

为什么呢？因为任务队列
所有的任务可以分为同步任务和异步任务，同步任务，顾名思义，就是立即执行的任务，同步任务一般会直接进入到主线程中执行；而异步任务，就是异步执行的任务，比如 ajax 网络请求，setTimeout 定时函数等都属于异步任务，异步任务会通过任务队列( Event Queue )的机制来进行协调。具体的可以用下面的图来大致说明




同步和异步任务分别进入不同的执行环境，同步的进入主线程，即主执行栈，异步的进入 Event Queue 。主线程内的任务执行完毕为空，会去 Event Queue 读取对应的任务，推入主线程执行。 上述过程的不断重复就是我们说的 Event Loop (事件循环)。

在事件循环中，每进行一次循环操作称为 tick。




范中规定，task 分为两大类，分别是 Macro Task （宏任务）和 Micro Task（微任务），并且每个宏任务结束后，都要清空所有的微任务。

macro task 主要包含：script( 整体代码)、setTimeout、setInterval、I/O、UI 交互事件、setImmediate(Node.js 环境)
Micro task 主要包含：Promise、MutaionObserver、process.nextTick(Node.js 环境)

现在再来看 JavaScript 代码的输出结果：
（1）整体 script 作为第一个宏任务进入主线程，遇到 console.log，输出 script start
（2）遇到 setTimeout，其回调函数被分发到宏任务 Event Queue 中
（3）遇到 Promise，其 then 函数被分到到微任务 Event Queue 中,记为 then1，之后又遇到了 then 函数，将其分到微任务 Event Queue 中，记为 then2
（4）遇到 console.log，输出 script end
（5）执行微任务，首先执行 then1，输出 promise1，然后执行 then2，输出 promise2，这样就清空了所有微任务
（6）执行 setTimeout 任务，输出 setTimeout
至此，输出的顺序是：script start, script end, promise1, promise2, setTimeout

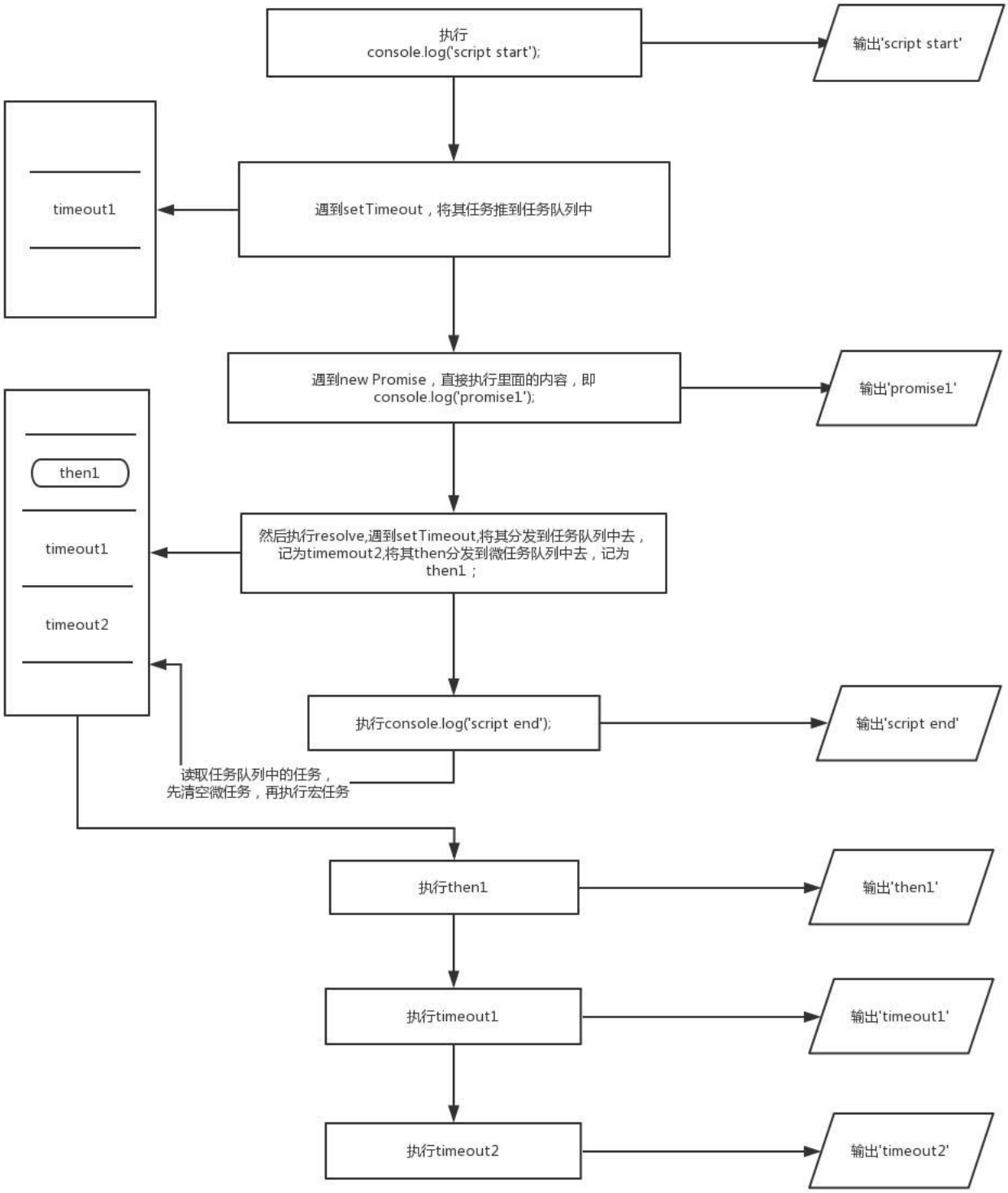
通过以上的演示分析，再来试试下面的题：

```
console.log('script start');

setTimeout(function() {
  console.log('timeout1');
}, 10);

new Promise(resolve => {
      console.log('promise1');
      resolve();
      setTimeout(() => console.log('timeout2'), 10);
}).then(function() {
      console.log('then1')
})

console.log('script end');
```

输出是：

```
script start,
promise1,
script end,
then1,
timeout1,
timeout2
```

其中的要点是：执行到 promise，new promise 中的代码立即执行，输出 promise1，然后执行 resolve ,遇到 setTimeout ,将其分发到任务队列中去，记为 timemout2，将其 then 分发到微任务队列中去，记为 then1。下面给出执行的流程图：




https://www.cnblogs.com/yugege/p/9598265.html

再来一题

```
for (var i = 0; i < 5; i++) {
```

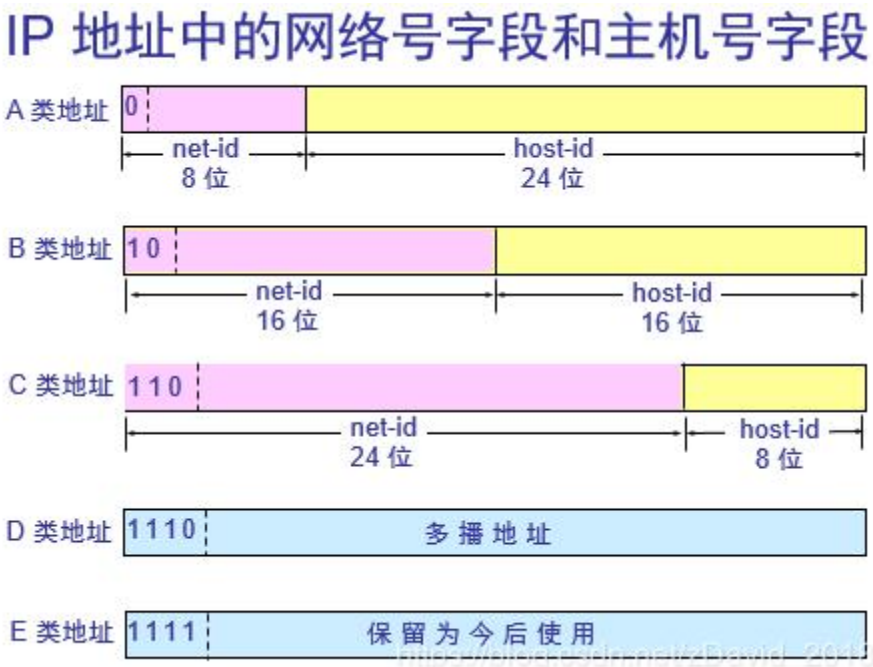
```
    setTimeout(function() {
        console.log(new Date, i);
    }, 1000);
}
console.log(new Date, i);
```

这个输出会是什么呢？来分析下：
当 i=0,1,2,3,4 时，执行栈执行循环体里面的代码，发现是 setTimeout，将其出栈之后把延时执行的函数交给 Timer 模块进行处理，进入宏任务的 Event Queue。
当 i=5 的时候，不满足条件，因此 for 循环结束,console.log(new Date, i)入栈，此时的 i 已经变成了 5。因此输出 5。
然后 1s 过去，开始执行 Event Queue 里的 5 个回调函数。由于此时的 i 已经变成了 5，因此几乎同时输出 5 个 5。
结果就是：

```
5
5
5
5
5
5
```

# IP 和子网

## 分类




A 类网络号：1~126
B 类网络号：128~191

C 类网络号：192~223
D 类网络号：224~239
E 类网络号：240~255

## 私有 IP

在现在的网络中，IP 地址分为公网 IP 和私有 IP 地址。公网 IP 是在 Internet 使用的 IP 地址，而私有 IP 地址是在局域网中使用的 IP 地址。由于我们目前使用的 IP V4 协议的限制，现在 IP 地址的数量是有限的。这样，我们就不能为居于网中的每一台计算机分配一个公网 IP。所以，在局域网中的每台计算机就只能使用私有 IP 地址了

私有 IP 地址的范围有：
10.0.0.0-10.255.255.255
172.16.0.0—172.31.255.255
192.168.0.0-192.168.255.255

## 子网

例题：一个 C 类网络 IP 地址使用掩码 255.255.255.224，每个子网可以容纳（ ）
A.32 台主机　　B.30 台主机　　C.16 台主机　　D.28 台主机

解析：子网掩码是 255.255.255.224 换算成二进制就是 11111111.11111111.11111111.11100000,其中前面为 1 的表示是网络位, 后面为 0 的表示主机位，所以前 27 位是网络号，后 5 位是主机号。由此可以看到主机位为 5,子网内 IP 为 2^5=32。但是要去掉 1 个全 0 和 1 个全 1 地址，因为主机位全 0 表示本网络，全 1 留作广播地址，这两种情况下子网是没有可用主机地址的。所以有效 IP 地址为 32-2=30 个

6.采用子网掩码 255.255.255.240 可以将网络 219.21.33.0 划分为（ ）
A.30 个子网　　B.14 个子网　　C.12 个子网　　D.16 个子网

解析：
219.21.33.0 为一个 C 类 IP 地址，划分子网就要划分主机位
子网掩码中最后的 240 = 1111 0000（二进制）
划分子网的话 2^4 = 16　-2（全 0 全 1 不可用）　= 14
所以最后的结果为 14 个

# Redis

## 数据类型

只有五种基本数据类型：String、Hash、List、Set、SortedSet(zSet)
底层数据结构：SDS、ziplist、hashtable（dict）、linkedlist、intset、skiplist

将一个对象存储在 hash 类型中会占用更少的内存，并且可以更方便的存取整个对象。

**底层实现：**
1、String 的底层是 SDS（Simple dynamic string），结构如下：

```
struct sdshdr{
    //记录 buf 数组中已使用字节的数量
    //等于 SDS 保存字符串的长度
    int len;
    //记录 buf 数组中未使用字节的数量
    int free;
    //字节数组，用于保存字符串
    char buf[];
```

}
关系是：**已使用**+free=len。

2、List 的底层是 linkedlist 和 ziplist。当 List 的元素个数和单个元素的长度较小时，redis 会使用 ziplist 存储，减少内存的占用，其他情况使用 linkedlist。具体的说，当 list 中只包含少量的数据 (数量小于 512)，并且每个数据要么是小整数值或者是长度比较短的字符串 (长度小于 64 字节)，那么 Redis 就会使用 ziplist 作为 list 的底层数据实现。那么如果 list 中的数据不满足以上两个条件的时候，就会将数据存储到 linkedlist 实现中。**当然 512 和 64 字节这两个参数**可以在配置文件中修改 list-max-ziplist-value 和 list-max-ziplist-entries 参数。

3、Hash 的底层存储可以使用 ziplist（压缩列表）和 hashtable（dict）。当 hash 对象可以同时满足以下两个条件时，哈希对象使用 ziplist 编码。
（1）哈希对象保存的所有键值对的键和值的字符串长度都小于 64 字节
（2）哈希对象保存的键值对数量小于 512 个

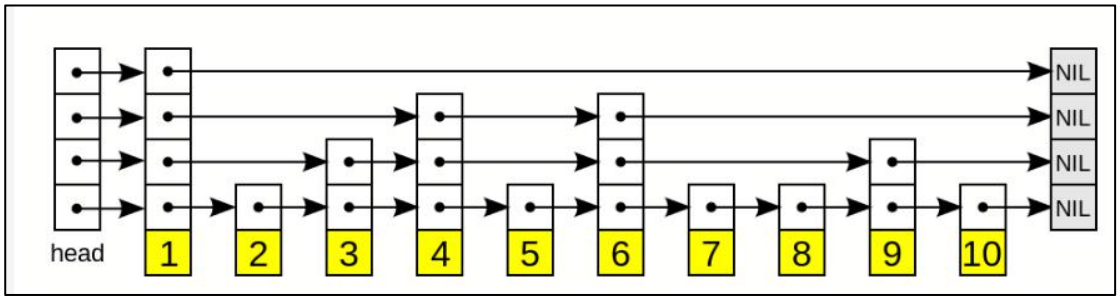
*因为在数据量小的时候* ziplist *的查询效率接近于* O(1)*，与* hash *效率相似，* ziplist *是一整块连续内存，实质是个数组，不利于插入删除和查找。*ziplist *唯一的优势：以字节为单位，通过压缩变长编码的方式节省大量存储空间，当需要使用时，数据可以从磁盘中快速导入内存中处理，而数据在内存中的操作速度是极快的，通过节省存储空间的方式节省了时间。*

4、Set 的底层使用了 intset 和 hashtable 两种数据结构存储的，intset 我们可以理解为数组，hashtable 就是普通的哈希表（key 为 set 的值，value 为 null）。
使用 intset 存储必须满足下面两个条件，否则使用 hashtable（dict），条件如下：

（1）结合对象保存的所有元素都是整数值
（2）集合对象保存的元素数量不超过 512 个

5、有序集合对象的编码可以是 ziplist 或者 skiplist。同时满足以下条件时使用 ziplist 编码：
（1）元素数量小于 128 个
（2）所有 member 的长度都小于 64 字节
以上两个条件的上限值可通过 zset-max-ziplist-entries 和 zset-max-ziplist-value 来修改。

Skiplist:
平衡树的插入和删除操作可能引发子树的调整，逻辑复杂，而 skiplist 的插入和删除只需要修改相邻节点的指针，操作简单又快速。
从内存占用上来说，skiplist 比平衡树更灵活一些。一般来说，平衡树每个节点包含 2 个指针（分别指向左右子树），而 skiplist 每个节点包含的指针数目平均为 1/(1-p)，具体取决于参数 p 的大小。如果像 Redis 里的实现一样，取 p=1/4，那么平均每个节点包含 1.33 个指针，比平衡树更有优势。




Intset:
intset 实质就是一个有序数组，可以看到添加删除元素都比较耗时，查找元素是 O(logN)时间复杂度，不适合大规模的数据。

# 对比

redis 是单线程。多线程的是 Memcached。但是 Memcached 单个 key 最大 1MB，Redis 可以是 512MB。
MemCached 不支持数据持久化。MemCached 数据结构单一。

# 持久化

RDB 内存快照记录的是某一个时刻的内存数据，因此能够快速恢复；AOF 和 RDB 混合使用能够使得宕机后数据快速恢复，又能够避免 AOF 日志文件过大。这个特性从 redis4.0 开始支持。

# epoll

redis 与客户端的连接，使用 epoll 来进行 io 多路复用，效率高。

Redis 的瓶颈并不在 CPU，而在内存和网络，所以使用多线程也不会提高太多的性能。

Redis 6 的多线程部分只是用来处理网络数据的读写和协议解析，执行命令仍然是单线程顺序执行。
为什么使用单线程：单线程机制使得 Redis 内部实现的复杂度大大降低，Hash 的惰性 Rehash、Lpush 等等 “线程不安全” 的命令都可以无锁进行。

# 缓存问题

# 缓存穿透

缓存穿透是指查询一个一定不存在的数据，由于缓存不命中时需要从数据库查询，查不到数据则不写入缓存，这将导致这个不存在的数据每次请求都要到数据库去查询，造成缓存穿透。

比如，我们有一张数据库表，ID 都是从 1 开始的(正数)。但是可能有黑客想把我的数据库搞垮，每次请求的 ID 都是负数。这会导致我的缓存就没用了，请求全部都找数据库去了，但数据库也没有这个值啊，所以每次都返回空出去。

缓存穿透如果发生了，也可能把我们的数据库搞垮，导致整个服务瘫痪。

解决办法：1.布隆过滤。最常见的则是采用布隆过滤器，将所有可能存在的数据哈希到一个足够大的 bitmap 中，一个一定不存在的数据会被这个 bitmap 拦截掉。

# 缓存雪崩

如果缓存集中在一段时间内失效，发生大量的缓存穿透，所有的查询都落在数据库上，造成了缓存雪崩。

这个没有完美解决办法，但可以分析用户行为，尽量让失效时间点均匀分布。大多数系统设计者考虑用加锁或者队列的方式保证缓存的单线程（进程）写，从而避免失效时大量的并发请求落到底层存储系统上。

解决办法：

0. 这个没有完美解决办法，但可以分析用户行为，尽量让失效时间点均匀分布。

1.数据预热。可以通过缓存 reload 机制，预先去更新缓存，在即将发生大并发访问前手动触发加载缓存不同的 key，设置不同的过期时间，让缓存失效的时间点尽量均匀。

2.缓存永远不过期。

3.在缓存的时候给过期时间加上一个随机值，这样就会大幅度的减少缓存在同一时间过期。

4.对于“Redis 挂掉了，请求全部走数据库”这种情况，我们可以有以下的思路：实现 Redis 的高可用。主从架构+Sentinel（哨兵） 或者 Redis Cluster（集群），尽量避免 Redis 挂掉这种情况发生。

# Redis 集群问题

# 不支持多数据库

Redis Cluster 不支持多数据库，不支持“select x; ”这个选择数据库的操作。只有 select 0 可以成功。

为什么不支持多数据库，因为实际中很少用到多数据库。

# 故障转移机制

TAKEOVER：这种手动故障转移的方式比较暴力，slave 直接提升自己的 epoch 为最大的 epoch。并把自己变成 master。这样在消息交互过程中，旧 master 能**发现自己的 epoch 小于该 slave**，同时两者负责的 slot 一致，它会把自己降级为 slave。

某个 master 节点一段时间没收到**心跳响应**，则集群内的 master 会把该节点标记为 pfail，类似 sentinel 的 sdown。集群间的节点会交换相互的认识，超过一半 master 认为该异常 master 宕机，则这些 master 把异常 master **标记为 fail**，类似 sentinel 的 odown。fail 消息会被 master 广播出来。group 的 slave 收到 fail 消息后开始竞选成为 master。竞选的方式跟 sentinel 选主的方式类似，都是使用了 raft 协议，slave 会从其他的 master 拉取选票，**票数最多的 slave 被选为新的 master**, 新 master 会马上给集群内的其他节点发送 pong 消息，告知自己角色的提升。其他 slave 接着开始复制新 master。等旧 master 上线后，发现新 master 的 epoch 高于自己，通过 gossip 消息交互，把自己变成了 slave。大致就是这么个流程。自动故障转移的方式跟 sentinel 很像。

# 作为简单消息队列使用

（1）基于 List 的 LPUSH+BRPOP 的实现
（2）PUB/SUB，订阅/发布模式

（1）基于 List 的 LPUSH+BRPOP 的实现
典型的命令为：
LPUSH，插入消息队列
BRPOP，从队列中取出消息，阻塞模式
**该模式的优点：**
1.实现简单。
2.Reids 支持持久化消息，意味着消息不会丢失，可以重复查看(注意不是消费，只看不用，LRANGE 类的指令)。

3.可以保证顺序，保证使用 LPUSH 命令，可以保证消息的顺序性。
4.使用 RPUSH，可以将消息放在队列的开头，达到优先消息的目的，可以实现简易的消息优先队列。
**同时也有缺点：**
1.做消费确认 ACK 比较麻烦，就是不能保证消费者在读取之后，未处理后的宕机问题。导致消息意外丢失。通常需要自己维护一个 Pending 列表，保证消息的处理确认。
2.不能重复消费，一旦消费就会被删除。
3.不能做广播模式，例如典型的 Pub/Discribe 模式。
4.不支持分组消费，需要自己在业务逻辑层解决。

（2）PUB/SUB，订阅/发布模式
SUBSCRIBE，用于订阅信道
PUBLISH，向信道发送消息
UNSUBSCRIBE，取消订阅
生产者和消费者通过相同的一个信道(Channel)进行交互。信道其实也就是队列。通常会有多个消费者。多个消费者订阅同一个信道，当生产者向信道发布消息时，该信道会立即将消息逐一发布给每个消费者。可见，该信道对于消费者是发散的信道，每个消费者都可以得到相同的消息。
**优点是：**
1.一个消息可以发布到多个消费者
2.多信道订阅，消费者可以同时订阅多个信道，从而接收多类消息
3.消息即时发送，消息不用等待消费者读取，消费者会自动接收到信道发布的消息
**缺点是：**
1.消息一旦发布，不能接收。换句话就是发布时若客户端不在线，则消息丢失，不能寻回
2.若消费者客户端出现消息积压，到一定程度，会被强制断开，导致消息意外丢失。通常发生在消息的生产远大于消费速度时
3.不能保证每个消费者接收的时间是一致的

# 一致性哈希

首先求出服务器的哈希值，映射到到 0 ~ 2^32 的圆上。
然后用同样的方法求出数据的哈希值，映射到到 0 ~ 2^32 的圆上。
数据值根据映射，顺时针查找，找到的第一台服务器，就是数据应该存储的位置。

添加服务器，用同样的方法求出哈希值，映射到 0 ~ 2^32 的圆上。产生的影响是，这台新添加的服务器顺时针往下的下一台服务器，能承接到的数据变少，被这台新添加的服务器截流了。可以把原来属于添加服务器的数据，全部搬到这个添加服务器上，这样查找的时候就不用了调到下一个服务器上去找了。

删除服务器，产生的影响是，原本要存在删除的服务器上的数据，都要去找删除服务器顺时针往下的下一台服务器去存储。

**一致性哈希的好处**：添加、删除服务器，只影响局部的数据存储，不影响其他地方的数据存储。这样就能平滑的扩容、缩容了。
**一致性哈希的坏处**：（1）数据倾斜，即有的节点数据多，有的节点数据少。（2）一致性哈希需要将排好序的桶组成一个链表，然后一路找下去，k 个桶查询时间复杂度是 O(k)，所以通常情况下的哈希还是用不一致的实现。当然也可以用路由表、跳转表去优化这个 O(k) 的时间复杂度，但是多了一步也麻烦。

一致性哈希应用：DHT(Distributed Hash Table，分布式哈希表)网络，就是一致性哈希的应用，也就是 P2P 网络。

Redis 没有使用一致性哈希，因为一致性哈希算法对于数据分布、节点位置的控制不好。Redis 使用了哈希槽，分成了 16384 个哈希槽，然后使用 crc(key)%16384 计算应该在哪个槽位，然后根据人为配置的“槽位-redis 实例”映射表，映射过去。所以槽位的转移，需要人来配置。这个槽是一个虚拟的槽，并不是真正存在的。

https://www.cnblogs.com/williamjie/p/9477852.html
https://zhuanlan.zhihu.com/p/24440059

# MySQL

## 事务的四个特征

事务的四个特征是 ACID。分别为原子性 （ Atomicity ）、一致性 （ Consistency ）、隔离性 （ Isolation ） 和持续性 （ Durability ）。
1 、原子性。事务是数据库的逻辑工作单位，事务中包含的各操作要么都做，要么都不做
2 、一致性。事 务执行的结果必须是使数据库从一个一致性状态变到另一个一致性状态。因此当数据库只包含成功事务提交的结果时，就说数据库处于一致性状态。如果数据库系统运行中发生故障，有些事务尚未完成就被迫中断，这些未完成事务对数据库所做的修改有一部分已写入物理数据库，这时数据库就处于一种不正确的状态，或者说是 不一致的状态。
3 、隔离性。一个事务的执行不能其它事务干扰。即一个事务内部的操作及使用的数据对其它并发事务是隔离的，并发执行的各个事务之间不能互相干扰。
4 、持续性。也称永久性，指一个事务一旦提交，它对数据库中的数据的改变就应该是永久性的。接下来的其它操作或故障不应该对其执行结果有任何影响。

Savepoint：应该是 mysql 5.5 以后有的，对于一段比较长的事务，可以定义一个存档点，

不至于让事务全部回滚，浪费资源。
具体案例演示可以看：https://blog.csdn.net/u014745069/article/details/103434169
https://my.oschina.net/liangxiao/blog/3076502
有了 savepoint，可以方便的去理解 spring 的事务嵌套，事务传播机制
https://blog.csdn.net/nhlbengbeng/article/details/87797781
https://www.cnblogs.com/baizhanshi/p/10425467.html

# 隔离级别

**读未提交（脏读）**：在该隔离级别，所有事务都可以看到其他未提交事务的执行结果。比如事务 1 更改了字段 A，但未提交，此时事务 2 来读字段 A，读取到一个脏值，后来事务 1 失败回撤。**写不阻塞读，速度快。（没写完可以读）**

**读已提交（不可重复读）**：在一个事务中，可以读取到其他事务已经提交的数据变化，这种读取也就叫做不可重复读，因为两次同样的查询可能会得到不一样的结果。**写阻塞读，速度慢。（没写完不让读）**

在可重复读中，该 sql 第一次读取到数据后，就将这些数据加锁，其它事务无法修改这些数据，就可以实现可重复 读了。但这种方法却无法锁住 insert 的数据，所以当事务 A 先前读取了数据，或者修改了全部数据，事务 B 还是可以 insert 数据提交，这时事务 A 就会 发现莫名其妙多了一条之前没有的数据，这就是幻读，不能通过行锁来避免。

**可重复读（幻读）**：这是 MySQL 的默认事务隔离级别，它确保同一事务的多个实例在并发读取数据时，会看到同样的数据行。不过理论上，这会导致另一个棘手的问题：幻读（Phantom Read）。简单的说，幻读指当用户读取某一范围的数据行时，另一个事务又在该范围内插入了新行，当用户再读取该范围的数据行时，会发现有新的“幻影” 行。InnoDB 和 Falcon 存储引擎通过多版本并发控制（MVCC，Multiversion Concurrency Control）机制解决了该问题。**读不阻塞写，速度快。（没读完可以写）**

**串行化**：这是最高的隔离级别，它通过强制事务排序，使之不可能相互冲突，从而解决幻读问题。简言之，它是在每个读的数据行上加上共享锁。在这个级别，可能导致大量的超时现象和锁竞争。**读阻塞写，速度慢。（没读完不让写）**

隔离级别实验，可参考：
https://www.cnblogs.com/jian-gao/p/10795407.html

# 锁

for update 是在数据库中上锁用的，可以为数据库中的行上一个排它锁。当一个事务的操作

未完成时候，其他事务可以读取但是不能写入或更新。for update 必须在 begin 与 commit 之间才生效。

使用示例：select * from table where xxx for update;

for update 可能是行锁、可能是表锁、也可能是间隙锁。
例 1：SELECT * FROM foods WHERE id=1 FOR UPDATE;　　**这个是行锁，id 是主键或者索引，只锁住 id=1 这样一个行，如果没有 id=1 的记录，则可能有间隙锁。**
例 2：SELECT * FROM foods WHERE name=’羊驼’ FOR UPDATE;　　**这个是表锁，name 不是主键也不是索引，因此需要锁住整个表，如果没有 name=’羊驼’的记录，也会加表锁，这点跟行锁不一样。**
例 3：SELECT * FROM foods WHERE id<>’3’ FOR UPDATE;　　**这个是表锁，因为没有指明是哪个 id，需要 mysql 去判断，所以 mysql 就加个表锁。**
例 4：SELECT * FROM foods WHERE id LIKE ‘3’ FOR UPDATE;　　**这个是表锁，因为没有指明是哪个 id，需要 mysql 去判断，所以 mysql 就加个表锁。当然有时候 mysql 的优化器认为这个挺明确的，会加行锁，但是我们要考虑最坏的情况，就是表锁。**
例 5：SELECT * FROM foods WHERE id BETWEEN 5 AND 7 FOR UPDATE;　　**这个是间隙锁+行锁，特定的区间里记录都被锁住了，包括不存在的记录。**

记录被加了 for update 后，其他事务再来操作加锁的记录，就会陷入**阻塞状态**，直到当前事务释放锁。
https://zhuanlan.zhihu.com/p/117476959

InnoDB 行锁是通过锁住索引 BTREE 上的索引项来实现的，Oracle 是通过在数据中对相应数据行加锁来实现的，这一点 MySQL 和 Oracle 不同。InnoDB 这种行锁实现意味者，只有通过索引条件检索数据，InnoDB 才会使用行级锁，否则，InnoDB 将使用表锁。这就是为什么例 1 是行锁，例 2 就是表锁。
如果直接操作的是主键，则直接锁主键；如果操作的是非主键索引，则会先锁住这个非主键索引，然后把非主键索引指向的主键索引锁住。

总结：
**无索引**：表锁
**有索引，指明锁哪一条数据**：行锁
**有索引，锁几条数据不明确**：可能是行锁，也可能是表锁，取决于 mysql 优化器。Mysql 优化器认为即使锁索引，也差不多锁住了大半张表，那还不如锁全表来的简单。

Innodb 在 RR 和 RC 隔离下的加锁实例分析
例子：select * from meng_hinata where id = 10 for update
**组合一**：id 列是主键，RC 隔离级别
在主键 id=10 列加上 X 锁

**组合二**：id 列是二级唯一索引，RC 隔离级别
在唯一索引 id=10 列上加 X 锁，在主键索引上对应列加 X 锁
**组合三**：id 列是二级非唯一索引，RC 隔离级别
在二级索引上所有 id=10 列加上 X 锁，这些列对应的主键索引列加上 X 锁
**组合四**：id 列上没有索引，RC 隔离级别
在聚簇索引上扫描，所有列上加 X 锁，此处有个优化，不满足的列在加锁后，判断不满足即可释放锁，违背二阶段加锁
**组合五**：id 列是主键，RR 隔离级别
在主键 id=10 列上加 X 锁
**组合六**：id 列是二级唯一索引，RR 隔离级别
在唯一索引 id=10 列上加 X 锁，在主键索引上对应列加 X 锁
**组合七**：id 列是二级非唯一索引，RR 隔离级别
在二级索引上查找 id=10 列，找到则加上 X 锁和 GAP 锁，然后对应的聚簇索引列加上 X 锁（next key 锁），最后一个不满足的列只会加上 GAP 锁。GAP 锁是前一个列到当前列，前后开区间的。
**组合八**：id 列上没有索引，RR 隔离级别
在聚簇索引上扫描，所有列加上 X 锁和 GAP 锁
https://cloud.tencent.com/developer/article/1442426

# 间隙锁

读已提交级别，不需要防止幻读，也就不需要间隙锁。因此读已提交级别时，间隙锁失效。普通索引的间隙，优先以普通索引排序，然后再根据主键索引排序。具体可以去看索引的知识点。

Mysql 默认使用间隙锁，如果要禁用间隙锁，需要修改 my.cnf，加入一条配置：

```
[mysqld]
innodb_locks_unsafe_for_binlog = 1
```

然后重启 mysql 使其生效。

什么时候会出现间隙锁？或者说间隙锁是用来解决什么问题的？
当我们进行范围查询和操作，并请求排它锁时，InnoDB 会给符合条件的记录加锁，对于在范围内但是尚不存在的记录，叫做间隙，InnoDB 会对这个间隙加锁。间隙锁就是为了解决事务 A 在操作某一范围的数据时，事务 B 在这个范围里增加了不存在的数据，然后事务 A 更新这一范围的数据时，事务 B 增加的数据也被 A 更新了，但是我们开启事务 A 的时候，并不想更新事务 B 的数据，事务 B 的数据也不想被事务 A 更新，事务 A 和事务 B 之间不满足隔离性。为了解决这样的问题，就需要间隙锁。
**所以进行范围查询和操作时，会出现间隙锁。**
行锁（record 锁）+ 间隙锁（Gap 锁）=临键锁（next key 锁）。

举个例子，有表 t_student，其中 id 为主键，name 为非唯一索引。表的数据如下，其中 id 为 2 的记录因为某些原因被删掉了，留下了间隙：

| id | name | sex | address |
|---|---|---|---|
| 1 | zhaoyi | 0 | beijin |
| 3 | sunsan | 1 | shanghai |
| 4 | lisi | 0 | guangzhou |
| 5 | zhouwu | 0 | shenzhen |
| 6 | wuliu | 1 | hangzhou |

我们要对某一范围的学生数据进行操作：select id,name from t_student where id > 0 and id < 5 for update;

于是标黄的数据会被加锁，但是 id=2 这个间隙因为没有数据所以没有加锁：

| id | name | sex | address |
|---|---|---|---|
| 1 | zhaoyi | 0 | beijin |
| 3 | sunsan | 1 | shanghai |
| 4 | lisi | 0 | guangzhou |
| 5 | zhouwu | 0 | shenzhen |
| 6 | wuliu | 1 | hangzhou |

场景一，事务 A 开启事务，查范围内的数据条数，随后事务 B 在 id=2 这个地方补上了数据，再随后事务 A 再来查范围内的数据条数，结果后面一次查询，发现数据多了 1 条，这就出现了幻读（幻影行）。

| 时间 | 事务 A | 事务 B |
|---|---|---|
| T1 | select count(1) from t_student where id > 0 and id < 5; | |
| T2 | | insert into t_student values(2,'qianer',1,'nanjing'); |
| T3 | | commit; |
| T4 | select count(1) from t_student | |

| | | |
|---|---|---|
| | where id > 0 and id < 5; | |
| T5 | commit; | |

**但是实际上，mysql 通过 MVCC 机制，让事务 A 只能读到快照，读不到事务 B 的数据修改，所以不会出现数据多 1 条的情况，也就没有幻读。但是事务 A 读到的是过期的值，不是当前数据库最新的值，不是最真实的值。所以是变相的解决幻读，实际上幻读仍然存在，只是快照读时没有幻读，当前读时还是会有幻读。但是用 for update 升级为当前读时会加锁，升级为串行化，所以当前读也没有了幻读。**如果事务 A 用 for update 加个间隙锁，事务 B 就要等事务 A 释放锁之后才能插数据，这样事务 A 读到的就是最新的值，最真实的值，事务 A 提交后，才允许其他事务修改数据。

场景二，事务 A 开启事务，删除范围内的数据，随后事务 B 在 id=2 这个地方插入了数据，然后事务 A 提交，最后发现把事务 B 插入的数据删了，但是事务 A 没想删事务 B 的数据，但是实际上删了，也就是两个事务不满足隔离性要求。

| 时间 | 事务 A | 事务 B |
|---|---|---|
| T1 | delete from t_student where id > 0 and id < 5; | |
| T2 | | insert into t_student values(2,'qianer',1,'nanjing'); |
| T3 | | commit; |
| T4 | commit; | |

但是实际上，在事务 A 执行范围 delete 的时候，mysql 给这个范围内加上了 next key 锁，在事务 B 执行 insert 的时候，被间隙锁拦住了，陷入阻塞，只有事务 A 提交事务后，事务 B 才能拿到锁，插入数据。**这样间隙锁就解决了事务 A 和事务 B 互相干扰的问题，解决了幻影行的问题。**

场景三，事务 A 开启事务，查范围内的数据条数，随后事务 B 在 id=2 这个地方补上了数据，并提交修改。然后事务 A 根据查询的结果，删除范围内的数据，结果多删了一条，把事务 B 的数据删了。

| 时间 | 事务 A | 事务 B |
|---|---|---|
| T1 | select count(1) from t_student where id > 0 and id < 5; | |
| T2 | | insert into t_student values(2,'qianer',1,'nanjing'); |
| T3 | | commit; |

| | | |
|---|---|---|
| T4 | delete from t_student where id > 0 and id < 5; | |
| T5 | commit; | |

**实际上，这就是幻读了，多删了一行。因为 mysql 可重复读级别，普通读是快照读，读到的是过期的数据，不是最新的数据。当真正去写数据的时候，必须是当前读，必须在最新的数据上操作，就导致了幻读，即第一次读到的，和更新时读到的，不一致，多出来一行。为了解决幻读，需要用 for update 把快照读升级为当前读，给数据加间隙锁，才能解决幻影行。**

间隙锁的范围，示例如下：

```
create table t(
   a int ,
   b int ,
   primary key(a),
   key(b)
)engine=innodb;

INSERT INTO `t`(`a`, `b`) VALUES (1, 1);
INSERT INTO `t`(`a`, `b`) VALUES (3, 3);
INSERT INTO `t`(`a`, `b`) VALUES (5, 5);
INSERT INTO `t`(`a`, `b`) VALUES (9, 30);
INSERT INTO `t`(`a`, `b`) VALUES (11, 10);
```

| 事务 A | 事务 B |
|---|---|
| begin; | |
| select * from t where b = 10 for update; | |
| | update t set a = 4 where b = 5；成功 |
| | update t set a = 5 where b = 5；成功 |
| | update t set a = 6 where b = 5；被锁阻塞 |
| | insert into t(a, b) values(10, 9)；被锁阻塞 |
| | insert into t(a, b) values(10, 10)；被锁阻塞 |
| | insert into t(a, b) values(12, 10)；被锁阻塞 |
| | insert into t(a, b) values(10, 29)；被锁阻塞 |
| | insert into t(a, b) values(8, 30)；被锁阻塞 |
| | update t set a = 8 where b = 30；被锁阻塞 |
| | update t set a = 10 where b = 30；成功 |
| | update t set a = 9 where b = 30；成功 |

由此看出，间隙锁的范围是：**(前一个 key，当前 key)和(当前 key，下一个 key)**，只要 insert 、update、delete、select for update 这些当前读落在间隙锁的范围内，就会因为获取不到锁

被阻塞。

哪些索引会产生间隙锁呢？（1）非唯一索引，索引命中，或者范围命中，都可以；（2）主键、唯一索引。in 关键字是精确匹配，不产生间隙锁，只产生行锁。Between A and B 是范围查询，间隙锁落在(A,B)和(B, next key)区间，跟非唯一索引不太一样。如果记录不存在，会在该记录前第一个存在的记录和该记录后第一个存在的记录之间，加上间隙锁。
https://www.jianshu.com/p/42e60848b3a6
https://zhuanlan.zhihu.com/p/48269420

**多索引时，测试间隙锁的行为如下：**

```
CREATE TABLE `gap_lock` (
  `id` bigint(20) NOT NULL,
  `number` int(11) NOT NULL,
  `val` int(11) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id`) USING BTREE,
  KEY `idx_number` (`number`) USING BTREE,
  KEY `idx_val` (`val`) USING BTREE
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 ROW_FORMAT=DYNAMIC;
INSERT INTO `gap_lock`(`id`, `number`, `val`) VALUES (1, 1, 4);
INSERT INTO `gap_lock`(`id`, `number`, `val`) VALUES (3, 1, 3);
INSERT INTO `gap_lock`(`id`, `number`, `val`) VALUES (6, 6, 6);
INSERT INTO `gap_lock`(`id`, `number`, `val`) VALUES (10, 11, 8);
INSERT INTO `gap_lock`(`id`, `number`, `val`) VALUES (12, 10, 9);
INSERT INTO `gap_lock`(`id`, `number`, `val`) VALUES (15, 6, 5);
INSERT INTO `gap_lock`(`id`, `number`, `val`) VALUES (18, 1, 6);

select * from gap_lock where val = 6 and number = 6 for update;
```

number **索引产生间隙锁**(18, 1, x)**到**(12, 10, x)，**以及** number=6 **的主键行锁。**
(15, x, x)**不可以操作，因为**(15, 6, 5)**被** number **索引加了** id=15 **的行锁。**

val **索引产生间隙锁**(15, x, 5)**到**(18, x, 6)，**是命中记录的左一个键和右一个键之间，这个与** number **索引不一样，以及** val = 6 **的主键行锁。**
(16, 11, 5)，(16, 16, 5) **不可以操作，因为在间隙锁内。**
(18, 1, 6)**不可以操作，因为被** val **索引加了** id=18 **的行锁。**
(12, 10, 9)**可以操作。**(14, 11, 5)，(19, 12, 6) ，（30, 30, 6），(9, 11, 8)，(11, 11, 7)可以操作。

如果 number 索引上字段不重复，mysql 优化器可能会不走 val 索引，最后只加了 number 的间隙锁。
如果 val 索引上字段不重复，mysql 优化器可能会不走 number 索引，最后只加了 val 的间隙锁。

number 索引、val 索引上字段都重复，就像上面的例子那样，mysql 优化器会先走 number 索引，加 number 间隙锁，然后走 val 索引，val 的间隙锁范围会发生变异。

# 死锁

Mysql 有两种处理死锁的方式：
**等待直到超时**（innodb_lock_wait_timeout=50s）
**发起死锁检测，主动回滚一条事务，让其他事务继续执行**(innodb_deadlock_detect=on)

由于性能原因， 一般都是使用死锁检测，不然总是超时重试，重复请求操作，效率低。

innodb_lock_wait_timeout 可以在配置文件[mysqld]里面设置 innodb_lock_wait_timeout=120，**不设默认是** 50
也可以使用指令 SET GLOBAL innodb_lock_wait_timeout = 120 设置
使用指令 SET innodb_lock_wait_timeout = 120 则只在当前会话生效
锁等待超时不会回滚事务，只会回滚当前语句，如果想锁等待超时回滚整个事务，需要设置 innodb_rollback_on_timeout=on，**默认是** off

**死锁检测默认是开启**的，如果想关掉，可以在配置文件[mysqld]里面设置 innodb_deadlock_detect=off

查看死锁日志：
show engine innodb status \G;
在打印出来的信息中找到“LATEST DETECTED DEADLOCK”一节的内容
查看事务的状态：
SELECT * FROM information_schema.INNODB_TRX\G;
查看锁等待：
SELECT * FROM sys.INNODB_LOCK_WAITS\G;
查看锁等待的原因：
SELECT * FROM INNODB_LOCKS\G;
SELECT * FROM performance_schema.DATA_LOCKS\G; (**对于** mysql8)

检测到死锁之后，选择插入更新或者删除的行数最少的事务回滚，基于 INFORMATION_SCHEMA.INNODB_TRX 表中的 trx_weight 字段来判断。**代价最小原则。锁住的行数越多，**trx_weight **值越大**。如果一个事务改变了非事务表，那么它的权重比只改变事务表事务的权重大。
https://blog.csdn.net/wmq880204/article/details/52505040

# MVVC

来看一个例子，初始元素数据表如图：

```
mysql> select * from city;
+----+------+-------+
| id | name | state |
+----+------+-------+
|  4 | 武汉 | 湖北  |
|  5 | 郑州 | 河北  |
|  6 | 河北 | 郑州  |
|  7 | 河北 | 郑州  |
+----+------+-------+
```

开启事物 1 将 id 为 4 的那条记录的武汉改成 wuhan：

```
mysql> begin;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> update city set name="wuhan" where id =4;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
Rows matched: 1  Changed: 1  Warnings: 0

mysql> select * from city;
+----+-------+-------+
| id | name  | state |
+----+-------+-------+
|  4 | wuhan | 湖北  |
|  5 | 郑州  | 河北  |
|  6 | 河北  | 郑州  |
|  7 | 河北  | 郑州  |
+----+-------+-------+
4 rows in set (0.00 sec)
```

开启事物 2，此时事物 2 中查询不到事物 1 中的修改。

```
mysql> begin;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> select * from city;
+----+------+-------+
| id | name | state |
+----+------+-------+
|  4 | 武汉 | 湖北  |
|  5 | 郑州 | 河北  |
|  6 | 河北 | 郑州  |
|  7 | 河北 | 郑州  |
+----+------+-------+
4 rows in set (0.00 sec)
```

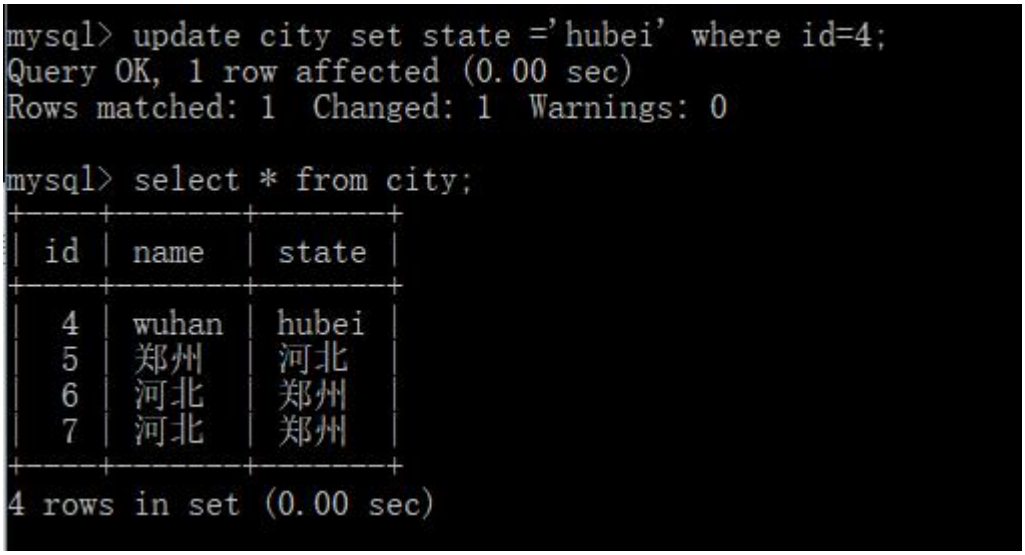
事物 1 提交：

```
mysql> begin;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> update city set name="wuhan" where id =4;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)
Rows matched: 1  Changed: 1  Warnings: 0

mysql> select * from city;
+----+------+-------+
| id | name | state |
+----+------+-------+
|  4 | wuhan | 湖北  |
|  5 | 郑州  | 河北  |
|  6 | 河北  | 郑州  |
|  7 | 河北  | 郑州  |
+----+------+-------+
4 rows in set (0.00 sec)

mysql> commit;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)
```

此时事物 2 中任然看不到事物 1 中的修改

```
mysql> select * from city;
+----+------+-------+
| id | name | state |
+----+------+-------+
|  4 | 武汉  | 湖北  |
|  5 | 郑州  | 河北  |
|  6 | 河北  | 郑州  |
|  7 | 河北  | 郑州  |
+----+------+-------+
4 rows in set (0.00 sec)
```

接下来在事物 2 中修改 id 为 4 的记录中的湖北改为 hubei，结果发现武汉，湖北都被改成拼音了




这个现象算是幻觉吧，但是它是幻读吗？答案是不是，因为幻读的定义是出现幻影行，这个没有出现幻影行，所以不是幻读。这个算是不满足读已提交，因为这些 select 都是快照读，不是当前读。如果要转为当前读，需要加 for update。**快照读的好处就是并发性能好，读不会阻塞，但是处理不好会丢失已提交的更新。当前读的好处是不会丢失已提交的更新，但是会阻塞其他事务更新，实际上是进入了串行化级别。**
**所以使用 mysql 的时候，一定要小心，可重复读级别存在丢失更新的风险。**

MVVC、快照读，解决了可重复读的问题，但是丧失了读已提交。要读已提交，需要用 for update 把快照读变为当前读，锁住数据不让别人动，这就是悲观锁。

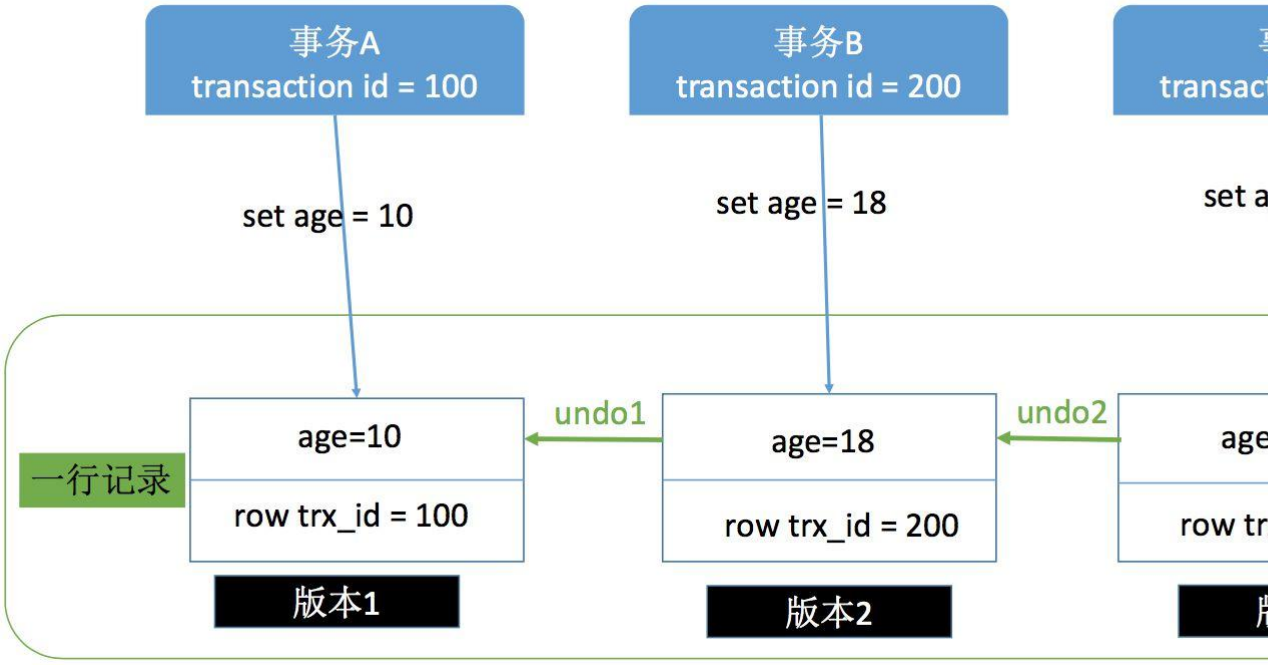
MVCC 只工作在 REPEATABLE READ 和 READ COMMITED 隔离级别下。SERIABLABLE 隔离级别不需要 MVCC。

# 快照读

快照读是一致性读，就是可重复读。

当前事务版本号是在 begin 后第一次操作时生成，不是在 begin 时生成。事务版本号是 InnoDB 的事务系统分配的，单项递增，所以后来的事务其版本号一定更大。Insert、update、delete 操作默认开启一个事务，所以是会有事务版本号的。

如果查询的数据没有被加行锁，那么读取当前事务版本号之前或与当前事务版本号一样的数据，对于当前事务版本号之后的数据，读不到。那事务怎么读取当前事务版本号之前的数据呢？用当前数据行的创建版本号、删除版本号，去 undo log 里回溯查找，计算得到。
如果查询的数据被加了行锁，那么会去 undo log 里读之前版本的数据。




InnoDB 给每行数据都增加了两个隐藏字段，一个记录创建的版本号，一个记录删除的版本号。每次数据被更新的时候，数据行的创建版本号被设置为 insert、update、delete 的事务版本号，数据行的删除版本号被设置为之前的创建版本号，并且将如何变回之前的数据行的方法放在 undo log 里。

https://blog.csdn.net/qq_32573109/article/details/98610368
https://blog.csdn.net/lzw2016/article/details/89420391

## 当前读

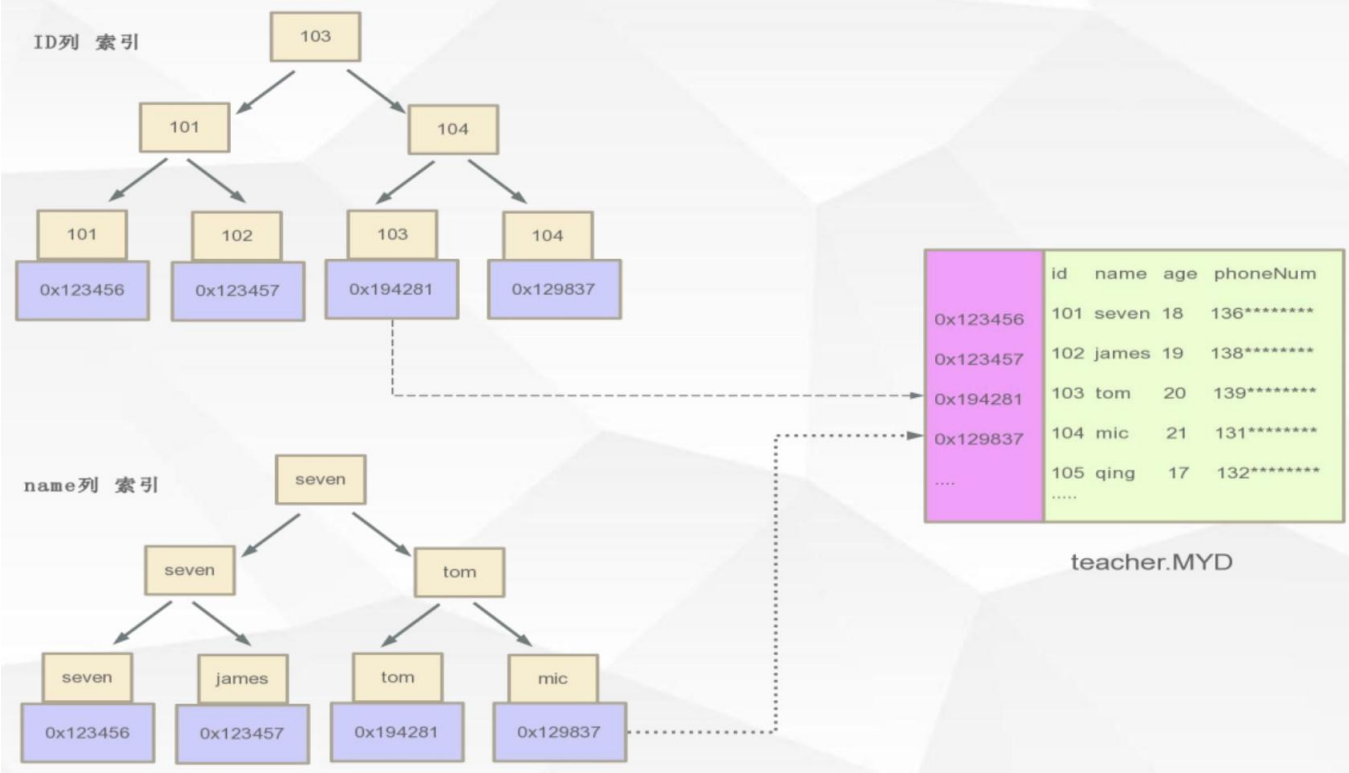
Insert、update、delete 为了不丢失更新，不使用快照读，而是在当前数据行上加锁，在最新的数据行上进行更新，这叫当前读。加锁之后，别的事务就不能做当前读了，因为当前读需要先加锁。

## 索引

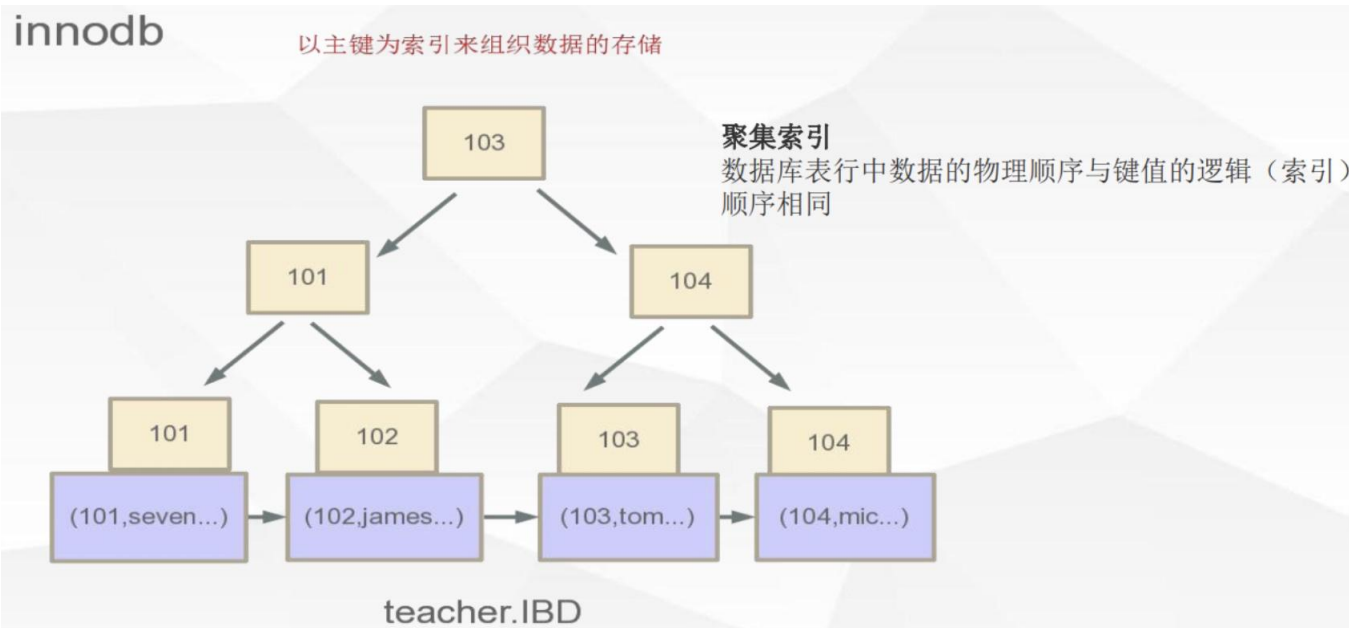
MyISAM 和 InnoDB 存储引擎：只支持 BTREE 索引， 也就是说默认使用 BTREE，不能够

更换。Memory 存储引擎同时支持 hash 和 BTREE。
非要说 InnoDB 支持 hash 索引的话，要指出这个 hash 索引是 InnoDB 存储引擎根据表的使用情况自动为表生成 hash 索引，不可以人为干预。

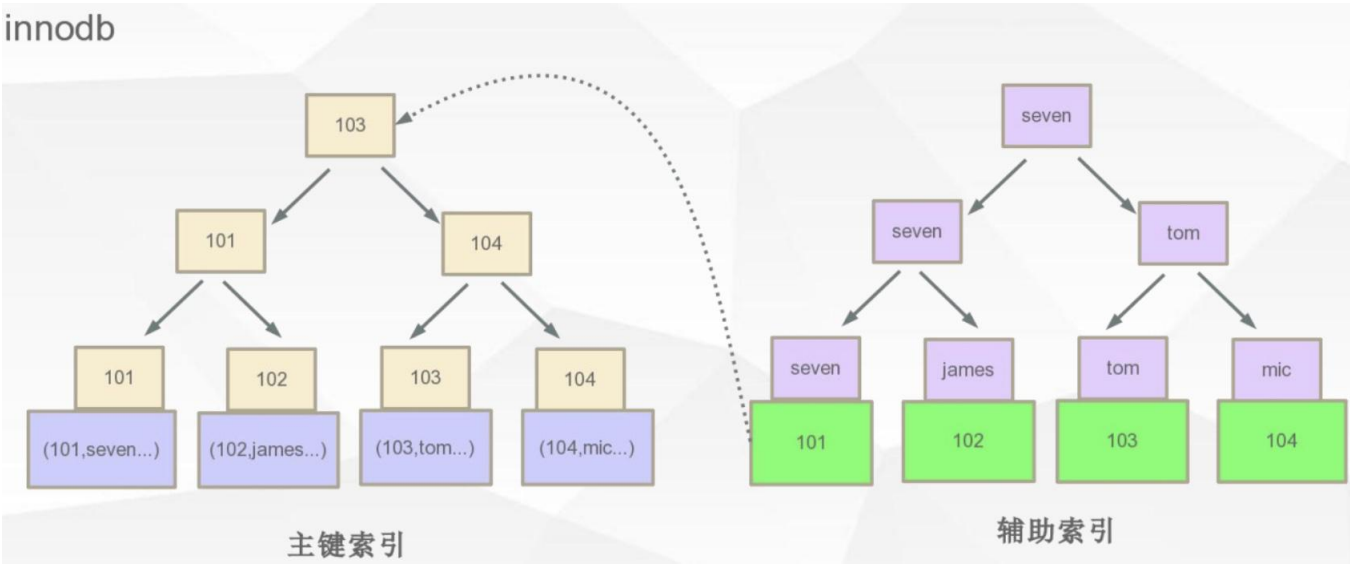
MyISAM 的索引是非聚集索引，即索引和数据分开存储，索引里存放数据的地址。表定义存储在.frm 文件中，数据存储在.myd 文件中，索引存储在.myi 文件中。如下图所示：




InnoDB 的索引是聚集索引，即索引和数据一起存储，存储在.ibd 文件中。数据就在索引的叶子节点中，也就是 BTREE 的叶子节点中。



对于非主键索引，其 BTREE 维护的是对应的主键，其叶子节点存的是主键。非主键索引也是存储在.ibd 文件中，不单独存储。

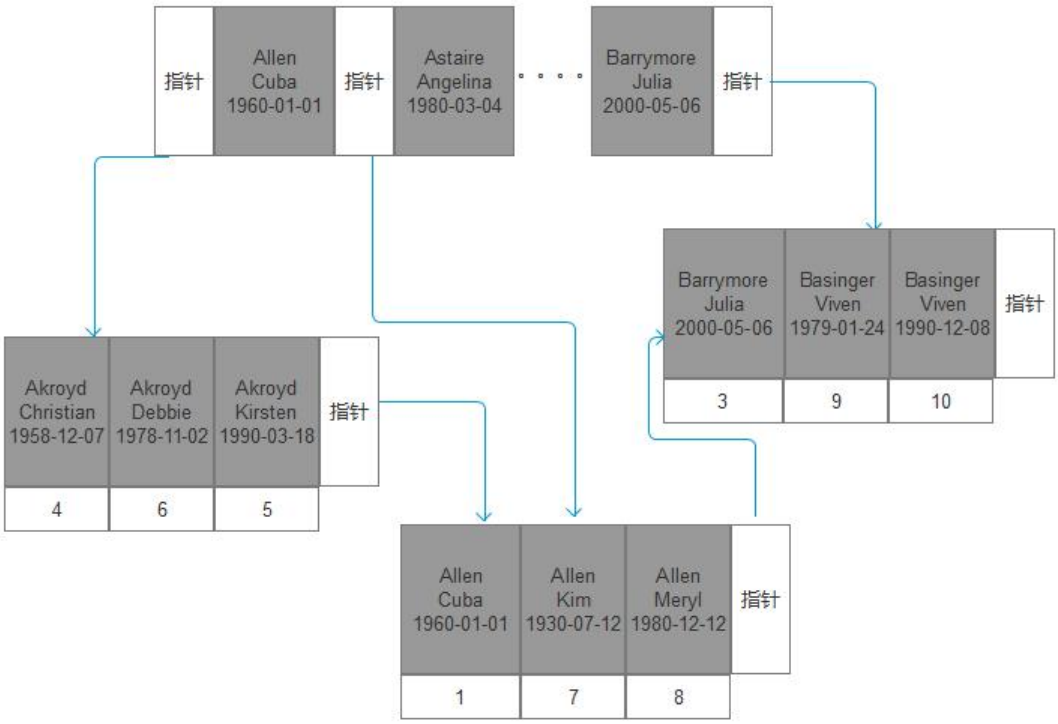



实际使用中，我们最好使用自增主键，来作为表的主键。如果我们不设置自增主键，MySQL 会选择唯一键作为主键，创建 BTREE。如果连唯一键都没有，MySQL 会生成一个 6 位的 row_id 来作为主键。

对于多字段的索引，也是一颗 BTREE，这个 BTREE 的非叶子节点存储了多字段的信息。例如我们有如下的一张表，我们对 firstName,lastName,birthday 这三列建立一个复合索引，即 key(firstName,lastName,birthday)。

| id | firstName | lastName | birthday | addr |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Allen | Cuba | 1960-01-01 | 南大街5号 |
| 2 | Astaire | Angelina | 1980-03-04 | 北大街2号 |
| 3 | Barrymore | Julia | 2000-05-06 | 南大街2号 |
| 4 | Akroyd | Christian | 1958-12-07 | 西大街5号 |
| 5 | Akroyd | Kirsten | 1990-03-18 | 东大街6号 |
| 6 | Akroyd | Debbie | 1978-11-02 | 东大街1号 |
| 7 | Allen | Kim | 1930-07-12 | 西大街11号 |
| 8 | Allen | Meryl | 1980-12-12 | 东大街11号 |
| 9 | Basinger | Viven | 1990-12-08 | 东大街12号 |
| 10 | Basinger | Viven | 1979-01-24 | 北大街11号 |
| 下面还有很多记录 | . . . | . . . | . . . | . . . |

那么这个复合索引的 BTREE 大致如下，叶子节点存的是主键的值：




需要额外注意的一点是，对于非主键索引 BTREE，例如非唯一索引 BTREE，其叶子节点中存储的主键，是由小到大有序的，而不是无序的。

优点　　提高查询效率
缺点　　降低了更新效率

# 覆盖索引

比如创建的索引：create index idx_name_phoneNum on users(name,phoneNum);
对于这个查询语句：select name,phoneNum from user where name=?，会直接从索引树中返回，而不会再去查完整数据了，这样就减少了硬盘读，提高了效率。索引覆盖了查询内容，因此叫覆盖索引。

# 回表

如果索引不是覆盖索引，不是主键索引，那么查完索引树，还要回到主键索引的树上，根据主键查一遍表，这就是回表了。

如果索引是覆盖索引，就不需要回表了，查询就快一倍了。
**所以为什么要建立多列索引呢？因为多列索引如果能形成覆盖索引，就不需要回表查询了，就快了。**
https://www.jianshu.com/p/8991cbca3854

B+Tree 索引和 Hash 索引区别？
1、哈希索引适合等值查询，但是无法进行范围查询
2、哈希索引没办法利用索引完成排序
3、哈希索引不支持多列联合索引的最左匹配规则
4、如果有大量重复键值的情况下，哈希索引的效率会很低，因为存在哈希碰撞问题

问：排查的时候，有什么手段可以知道有没有走索引查询呢？
答：可以通过 explain 查看 sql 语句的执行计划，通过执行计划来分析索引使用情况

(0) select * from mytable where a=3 and b=5 and c=4;
abc 三个索引都在 where 条件里面用到了，而且都发挥了作用
(1) select * from mytable where c=4 and b=6 and a=3;
这条语句列出来只想说明 mysql 没有那么笨, where 里面的条件顺序在查询之前会被 mysql 自动优化，效果跟上一句一样
(2) select * from mytable where a=3 and c=7;
a 用到索引，b 没有用，所以 c 是没有用到索引效果的
(3) select * from mytable where a=3 and b>7 and c=3;
a 用到了，b 也用到了，c 没有用到，这个地方 b 是范围值，也算断点，只不过自身用到了索引
(4) select * from mytable where b=3 and c=4;
因为 a 索引没有使用，所以这里 bc 都没有用上索引效果
(5) select * from mytable where a>4 and b=7 and c=9;
a 用到了 b 没有使用，c 没有使用
(6) select * from mytable where a=3 order by b;
a 用到了索引，b 在结果排序中也用到了索引的效果，前面说了，a 下面任意一段的 b 是排好序的
(7) select * from mytable where a=3 order by c;
a 用到了索引，但是这个地方 c 没有发挥排序效果，因为中间断点了，使用 explain 可以看到 filesort
(8) select * from mytable where b=3 order by a;
b 没有用到索引，排序中 a 也没有发挥索引效果

面试官:"那自增主键达到最大值了，用完了怎么办？"
你:"这问题没遇到过，因为自增主键我们用 int 类型，一般达不到最大值，我们就分库分表

了，所以不曾遇见过！"

问题 8:字段为什么要定义为 NOT NULL?

(1) 索引性能不好

(2) 查询会出现一些不可预料的结果。select count(name) from table_2；你会发现结果为 2，但是实际上是有四条数据的！因为有两个 name 为 null。

问题 6:时间字段用什么类型?

一、timestamp，该类型是四个字节的整数，它能表示的时间范围为 1970-01-01 08:00:01 到 2038-01-19 11:14:07。2038 年以后的时间，是无法用 timestamp 类型存储的。

二、datetime，datetime 储存占用 8 个字节，它存储的时间范围为 1000-01-01 00:00:00 ~ 9999-12-31 23:59:59。

mysql 版本不同而导致的索引长度限制不同

在 MySQL5.5 版本，引入了 innodb_large_prefix，用来禁用大型前缀索引，以便与不支持大索引键前缀的早期版本的 InnoDB 兼容

开启 innodb_large_prefix 可以使单索引的长度限制达到 3072 字节(但是联合索引总长度限制还是 3072 字节)，禁用时单索引的长度限制为 767 字节

在 MySQL5.5 版本与 MySQL5.6 版本，innodb_large_prefix 是默认关闭的，在 MySQL5.7 及以上版本则默认开启

在 MySQL8.0 版本中，innodb_large_prefix 已被移除

这就是我在自己机器（MySQL8.0）上可以创建 1024 字符（utf8 字符集下表示 3072 字节）长的索引，而在服务器（MySQL5.5）上不行的原因

# ISAM

ISAM 不支持事务，但是查询更快，对于大量的查询性能更好。但是插入的时候会加表锁，效率就很低，而 INNODB 加行锁。

ISAM 存储空间较小，可以被压缩。

# 日志

在 MariaDB/MySQL 中，主要有 5 种日志文件:

**错误日志**：“主机名.err”文件，记录启动信息、停止信息、运行过程中的错误信息。

**查询日志**：“主机名.log”文件，记录建立的客户端连接和执行的几乎所有语句。默认关闭，建议关闭。

**慢查询日志**：“主机名-slow.err”文件，记录所有执行时间超过 long_query_time 的所有查询或不使用索引的查询。哪个查询先完成先记录哪个。可以使用“mysqldumpslow 主机名-slow.log”将相同的慢查询归类显示。慢查询在 SQL 语句调优的时候非常有用，应该将它启用起来。
**二进制日志**：记录所有更改数据的语句，可用于数据复制。MariaDB/MySQL 默认没有启动二进制日志。二进制日志包含了引起或可能引起数据库改变(如 delete 语句但没有匹配行)的事件信息，但绝不会包括 select 和 show 这样的查询语句。二进制目的是为了恢复定点数据库和主从复制，所以出于安全和功能考虑，极不建议将二进制日志和 datadir 放在同一磁盘上。
**中继日志**：主从复制时使用的日志。
https://www.cnblogs.com/f-ck-need-u/p/9001061.html

InnoDB 特有的两种日志：
undo.log 和 redo.log 写入时机，参考：
https://blog.csdn.net/lzw2016/article/details/89420391

https://zhuanlan.zhihu.com/p/150105821

# 自增

MySQL 官方文档中的解释是：在非 NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO 模式下，给自增的列赋值为 0，都会被替换为自增序列的下一个值；当该自增列值指定 NOT NULL 时赋值 NULL，也会被替换。当插入其他值时，自增序列的值会被替换为当前列中最大值的下一个值（比如当前自增为 10，你插入一个 id 为 20 的列，那么自增就从 21 开始了，自增跳过了 10 到 20 这段，这样可以防止自增冲突）。

# 数据库范式

英文 Normal form，简称 NF。一般来说，数据库只需满足第三范式(3NF）就行了。设计关系数据库时，遵从不同的规范要求，这些不同的规范要求被称为不同的范式，各种范式呈递次规范，越高的范式数据库冗余越小。

第一范式（1NF)：是指在关系模型中，所有的域都应该是原子性的，即数据库表的每一列都是不可分割的原子数据项，而不能是集合，数组，记录等非原子数据项。即实体中的某个属性有多个值时，必须拆分为不同的属性。
比如 phoneNumber = "手机号:座机号"，把该放 2 个字段的属性挤到 1 个字段里了，就是

反 1NF 的。

第二范式（2NF）：要求实体的属性完全依赖于主关键字。第二范式是在第一范式的基础上建立起来的，即满足第二范式必须先满足第一范式，第二范式要求数据库的每个实例或行必须可以被唯一的区分，即表中要有一列属性可以将实体完全区分，这个属性就是主键，即每一个属性完全依赖于主键。
例如，某张表的主键由“学号”与“学院 ID”确定，那么“学院名称”就不应该出现在这张表里，而是应该放到“学院”表中，否则就出现了数据冗余，也不利于保持数据一致性。

第三范式（3NF）：在 2NF 基础上，任何非主属性不依赖于其它非主属性（在 2NF 基础上消除传递依赖）。满足第三范式必须先满足第二范式，第三范式要求一个数据库表中不包含已在其他表中已包含的非主关键字信息， 例如 存在一个课程表，课程表中有课程号(Cno),课程名(Cname),学分(Ccredit)，那么在学生信息表中就没必要再把课程名，学分再存储到学生表中，这样会造成数据的冗余，第三范式就是属性不依赖与其他非主属性。
副键与副键之间，不能存在依赖关系。
定义：一个数据库表中不包含已在其它表中已包含的非主关键字信息。
说人话：不得存在传递式依赖，比如对于一张数据库，里面的元素有 son, person, father, grand-father，依赖关系是 son -> person, person -> father, father -> grand-father，明显有一个链表式的传递，3NF 中禁止此类依赖的出现。修改示范：依赖关系修改为 son -> person 表，son -> father 表，son -> grand-father 表

巴斯-科德范式（BCNF）：在 3NF 基础上，任何非主属性不能对主键子集依赖（在 3NF 基础上消除对主码子集的依赖）
满足 BCNF 范式的条件如下：
1、所有的非主属性对每一个码都是完全函数依赖 （暗含 主关键字里面可能有多个码可以将实体区分）
2、所有的主属性对每一个不包含它的码也是完全函数依赖（即所选码与未选择的码之间也是完全函数依赖的）
3、没有任何属性完全函数依赖于非码的任何一组属性（即非主属性之间不能函数依赖）
解释：
例如关系模式 S(Sno,Sname,Sdept,Sage) 假设 Sname 具有唯一性
解释条件 1：非主属性 （Sdept,Sage） 不仅依赖于 Sno,而且依赖于 Sname,因为不仅可以通过学号知道学生的信息，还可以通过姓名知道学生的信息。
解释条件 2：Sno 与 Sname 之间也是完全函数依赖关系
解释条件 3：没有任何一个属性函数依赖于 Sdept 和 Sage

# 连接

LEFT JOIN：以作为准，右侧可空
RIGHT JOIN：以右为准，左侧可空
INNER JOIN：左右都不为空

OUTER JOIN：左右都可以为空，但不都为空
Mysql 没有 full join，可以使用 union 合并查询结果
示例：SELECT column_name(s) FROM table1 INNER JOIN table2 ON table1.column_name=table2.column_name;

UNION
若需要返回重复的结果，则应该使用 union all 来代替 union

例如制造结果集，其中 a 是字段名：
SELECT 1 a UNION SELECT 2 UNION SELECT 3 UNION SELECT 4 UNION SELECT 5;

高级用法：update join
示例：UPDATE T1, T2 [INNER JOIN | LEFT JOIN] T1 ON T1.C1 = T2. C1 SET T1.C2 = T2.C2, T2.C3 = expr WHERE condition

如果您学习过了 UPDATE 语句教程，您可能会注意到使用以下语法更新数据交叉表的另一种方法：
UPDATE T1, T2 SET T1.c2 = T2.c2, T2.c3 = expr WHERE T1.c1 = T2.c1 AND condition
在这个 UPDATE 语句与具有隐式 INNER JOIN 子句的 UPDATE JOIN 工作相同。这意味着可以如下重写上述语句：
UPDATE T1,T2 INNER JOIN T2 ON T1.C1 = T2.C1 SET T1.C2 = T2.C2, T2.C3 = expr WHERE condition

示例：有员工编号与部门 ID 的表 employee（employee_id, department_id），部门 ID 与部门名称与部门人数的表 department(department_id, department_name, department_employee_num)，要求根据 employee 表更新 department 表的 department_employee_num。那么 SQL 语句可以这样写
UPDATE department INNER JOIN (SELECT count(*) AS num, department_id FROM employee GROUP BY department_id) emp ON department.department_id = emp.department_id SET department.department_employee_num = emp.num

考点：
（1）表名为 nsc，字段为 name、subject、score，找出每门课最高得分是谁
SELECT nsc.name FROM nsc INNER JOIN (SELECT subject, MAX(score) AS maxscore FROM nsc GROUP BY subject) maxtbl ON nsc.subject = maxtbl.subject AND nsc.score = maxtbl.score
（2）表名为 nsc，字段为 name、subject、score，找出所有科目分数大于 60 的人
SELECT name60.name FROM (SELECT name, COUNT(*) AS cnt FROM nsc WHERE score > 60 GROUP BY name) name60 INNER JOIN (SELECT name, COUNT(*) AS cnt FROM nsc GROUP BY name) namecnt ON name60.name = namecnt.name AND

name60.cnt = namecnt.cnt

# 子查询

子查询可以**分为相关子查询和非相关子查询**。

非相关子查询是独立于外部查询的子查询，子查询总共执行一次，执行完毕后将值传递给外部查询。
相关子查询的执行依赖于外部查询的数据，外部查询执行一行，子查询就执行一次。
因此非相关子查询比相关子查询效率高，但相关子查询能解决一些特定的问题。

举例：
有图书表（学科分类、图书名、价格）
（1）查询图书表中大于图书价格平均值的图书信息
SELECT * FROM 图书表 WHERE 价格 > (SELECT AVG(价格) FROM 图书表)
以上就是一个非相关子查询，子查询总共执行一次。
（2）查询图书表中大于该学科分类图书价格平均值的图书信息
SELECT * FROM 图书表 AS books WHERE 价格 > (SELECT AVG(价格) FROM 图书表 AS b WHERE books.学科分类 = b.学科分类)
以上就是一个相关子查询，外部查询会对每一行执行 where 条件判断，因此子查询就每一行都执行一次，返回该学科分类图书价格平均值。

面试题实战：
有姓名表（省份、姓名、身份证号），查询出各个省份重名数量前 10 的人名以及对应的省份，假设没有并列前 10 的人名
SELECT tablea.省份, tablea.姓名, tablea.cnt FROM (SELECT 省份, 姓名, COUNT(*) AS cnt FROM 姓名表 GROUP BY 省份, 姓名) AS tablea WHERE (SELECT COUNT(*) FROM (SELECT 省份, 姓名, COUNT(*) AS cnt FROM 姓名表 GROUP BY 省份, 姓名) AS tableb WHERE tableb.cnt > tablea.cnt AND tableb.省份 = tablea.省份) < 10 ORDER BY tablea.省份, tablea.cnt desc;
https://www.cnblogs.com/tangself/archive/2010/01/23/1654623.html
https://www.cnblogs.com/buwuliao/p/13268246.html
https://www.cnblogs.com/houqijun/p/6085603.html

# WITH 用法

上面子查询的面试题，sql 读起来非常费劲，而且 where 里面子查询套子查询，多了很多不必要的重复，sql 执行效率也非常低。为此，需要用 with 改写上述 sql 语句：

```
WITH tablea AS (SELECT 省份, 姓名, COUNT(*) AS cnt FROM 姓名表 GROUP BY 省份, 姓名)
SELECT 省份, 姓名, cnt FROM tablea WHERE (SELECT COUNT(*) FROM tablea AS tableb WHERE tableb.cnt > tablea.cnt AND tableb.省份 = tablea.省份) < 10 ORDER BY 省份, cnt desc;
```

WITH 的用法是从 mysql 8.x 版本开始支持的，mysql 5.x 版本不支持。

https://blog.csdn.net/dongying1751/article/details/102457754

https://blog.csdn.net/u010520724/article/details/106498870/

# 权限

查看 mysql 所有的用户信息

SELECT User, Host, max_user_connections FROM mysql.user;

```
mysql> SELECT User, Host, max_user_connections FROM mysql.user;
+------------------+-----------+------------------------+
| User             | Host      | max_user_connections   |
+------------------+-----------+------------------------+
| mysql.infoschema | localhost |                      0 |
| mysql.session    | localhost |                      0 |
| mysql.sys        | localhost |                      0 |
| root             | localhost |                      0 |
+------------------+-----------+------------------------+
4 rows in set (0.00 sec)

mysql>
```

Mysql8 **不支持** grant all privileges on *.* to 'root'@'%' identified by '**密码**' with grant option;**这样的写法了。**

所以要这样先新建用户：

create user 'admin'@'192.168.1.%' identified by 'a123456';

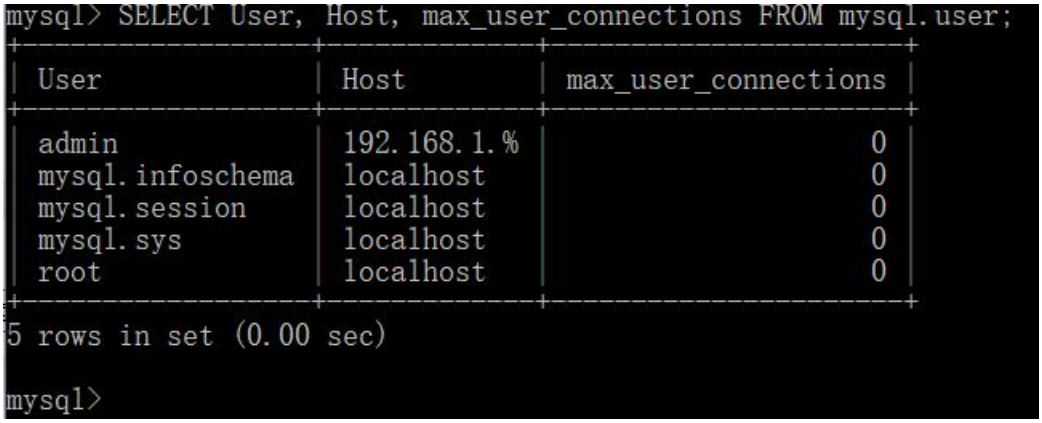
然后赋予权限

grant all privileges on demo.* to 'admin'@'192.168.1.%';

然后刷新权限

flush privileges;

这样就有了




**如果要修改 admin 用户的 Host，可以直接 update，如下：**
update mysql.user set host='%' where user = 'admin';
或者
update mysql.user set host='192.168.2.%' where user = 'admin';
然后刷新权限
flush privileges;

**如果要修改 admin 用户的密码，可以 alter，如下：**
alter user 'admin'@'192.168.2.%' identified by '123asd';

**最后删除用户，如下：**
drop user 'admin'@'192.168.2.%';

# DISTINCT 性能

当数据量超过 100 万时，使用 distinct 去重的效率极其的差，估计需要一个小时。

这时不能使用 distinct，而要使用 group by，它只需要 60 秒。

# MyBatis

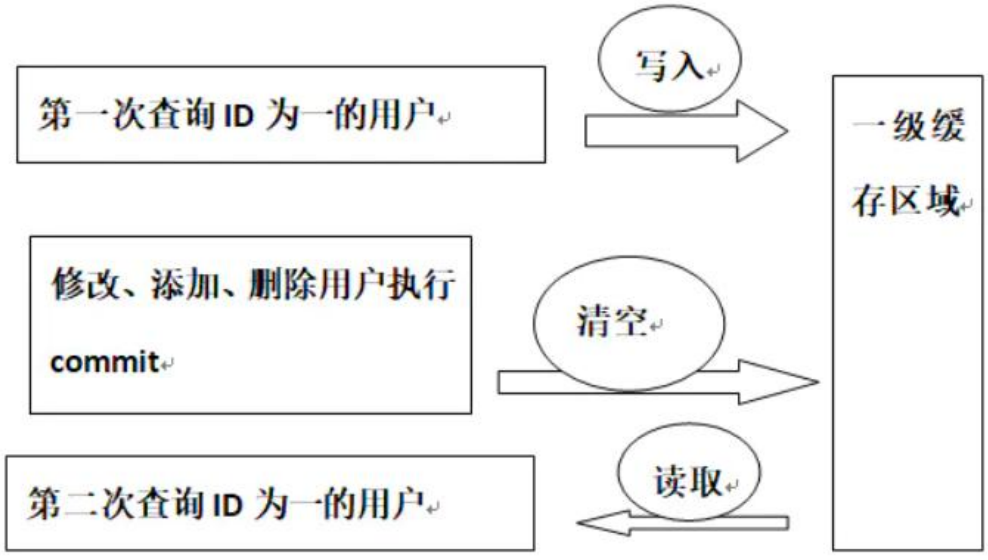
https://www.cnblogs.com/yinjw/p/11757349.html

1、通常一个 Xml 映射文件，都会写一个 Dao 接口与之对应，请问，这个 Dao 接口的工作原理是什么？Dao 接口里的方法，参数不同时，方法能重载吗？
Dao 接口里的方法，是不能重载的，因为是全限名+方法名的保存和寻找策略。
Dao 接口的工作原理是 JDK 动态代理，Mybatis 运行时会使用 JDK 动态代理为 Dao 接口生成代理 proxy 对象，代理对象 proxy 会拦截接口方法，转而执行 MappedStatement 所代表的 sql，然后将 sql 执行结果返回。

2、#{}和${}的区别是什么？
#{}是**预编译处理**，${}是字符串替换。
Mybatis 在处理#{}时，会将 sql 中的#{}替换为?号，**调用 PreparedStatement 的 set 方法来赋值；**
Mybatis 在处理${}时，就是把${}替换成变量的值。
使用#{}可以有效的防止 SQL 注入，提高系统安全性。

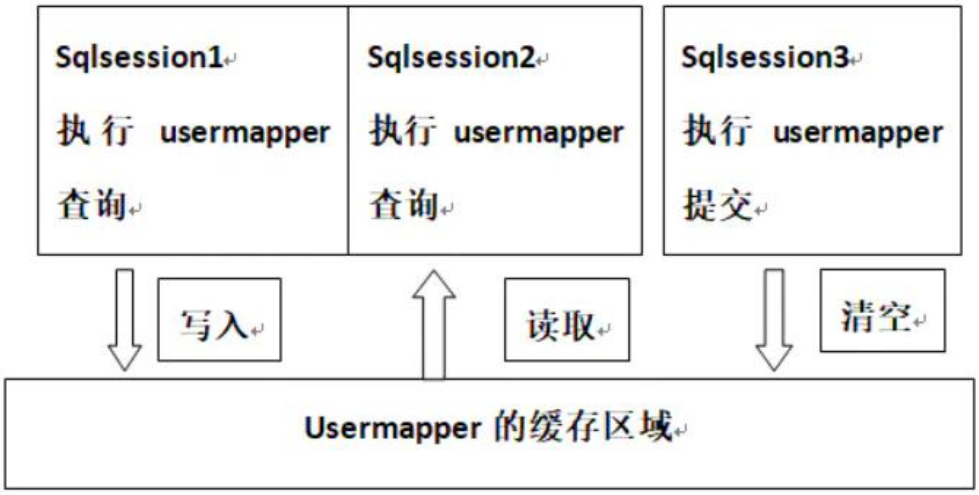
3、Mybatis 中一级缓存与二级缓存的区别？
缓存：合理使用缓存是优化中最常见的方法之一，将从数据库中查询出来的数据放入缓存中，下次使用时不必从数据库查询，而是直接从缓存中读取，避免频繁操作数据库，减轻数据库的压力，同时提高系统性能。

一级缓存是 SqlSession 级别的缓存：
Mybatis 对缓存提供支持，但是在没有配置的默认情况下，它只开启一级缓存。一级缓存在操作数据库时需要构造 sqlSession 对象，在对象中有一个数据结构用于存储缓存数据。不同的 sqlSession 之间的缓存数据区域是互相不影响的。也就是他只能作用在同一个 sqlSession 中，不同的 sqlSession 中的缓存是互相不能读取的。




一级缓存工作原理.png
二级缓存是 mapper 级别的缓存：
MyBatis 的二级缓存是 mapper 级别的缓存，它可以提高对数据库查询的效率，以提高应用的性能。多个 SqlSession 去操作同一个 Mapper 的 sql 语句，多个 SqlSession 可以共用二

级缓存，二级缓存是跨 SqlSession 的。

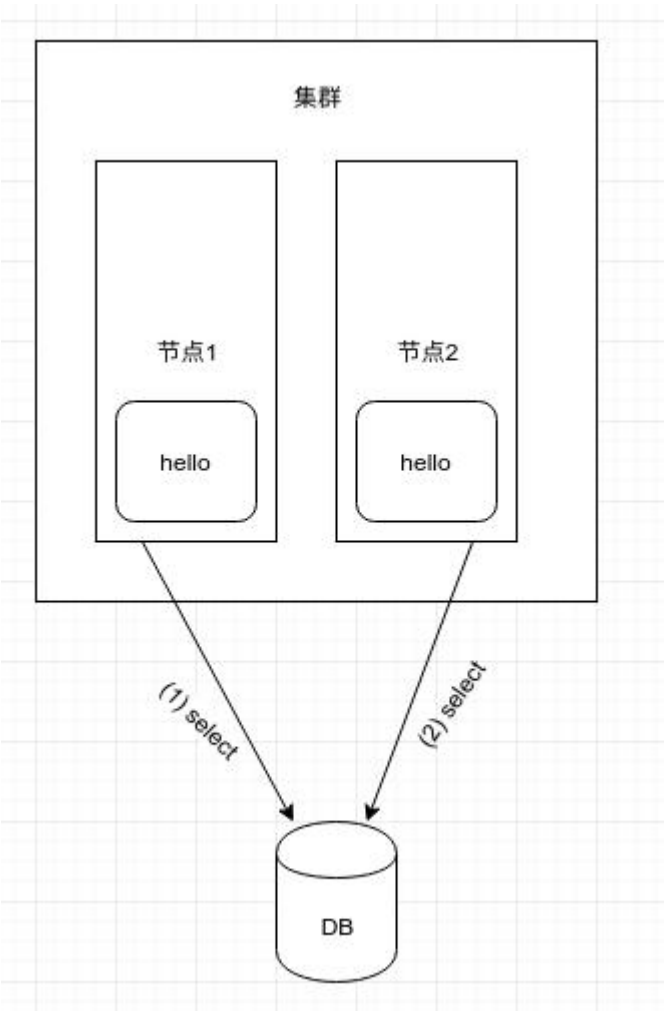


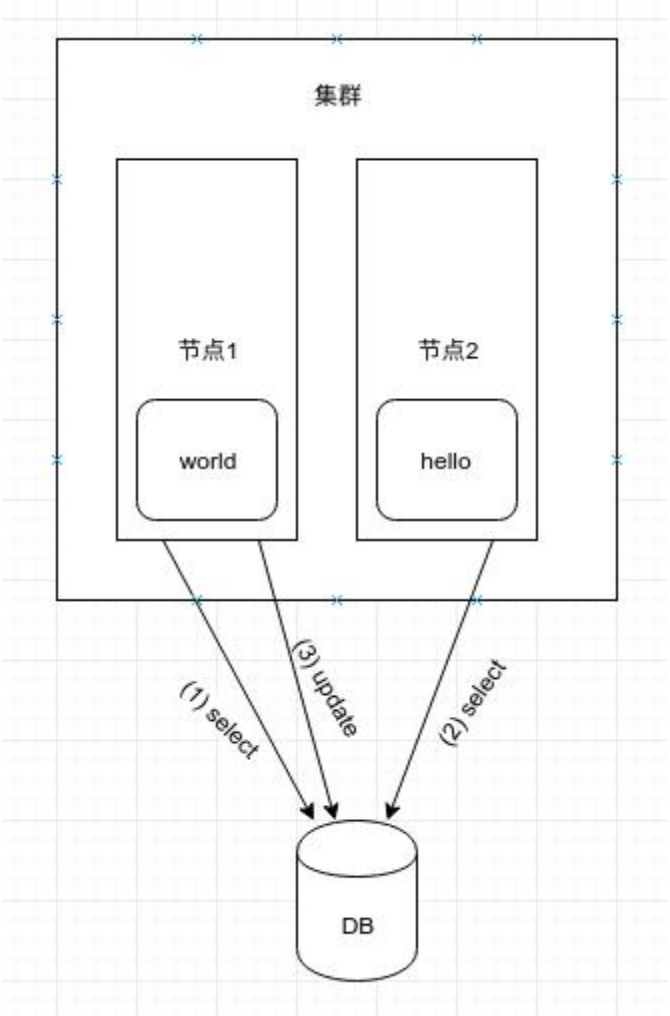

二级缓存工作原理.png
开启二级缓存:
A.mybatis.xml 配置文件中加入：
<setting name="cacheEnabled" value="true"/>　　</settings>
B.在需要开启二级缓存的 mapper.xml 中加入 caceh 标签
<cache/>

# 一级缓存避坑

MyBatis 一级缓存（MyBaits 称其为 Local Cache）无法关闭，但是有两种级别可选：
（1）SESSION， //session 级别的缓存
（2）STATEMENT //statement 级别的缓存

session 级别的缓存策略有一个坑，在服务集群时就会出现问题。
假设现在有一个服务集群，有两个节点。
首先，两个节点都进行了同样的查询，两个节点都有自己的一级缓存，后续同样的查询，两个节点将不再查询数据库。


集群
节点1
hello
节点2
hello
(1) select
(2) select
DB



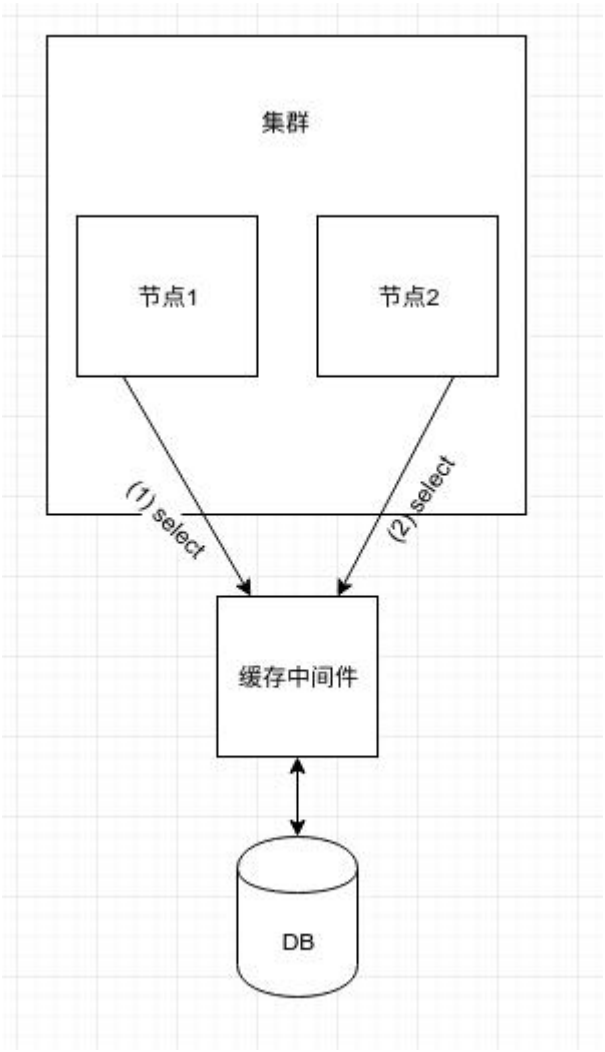

如果此时节点 1 执行了 update 语句，那么节点 1 的一级缓存会被刷新，而节点 2 的一级缓存不会改变。

避坑： 为了避免这个问题，可以将一级缓存的级别设为 statement 级别的，这样每次查询结束都会清掉一级缓存。

在 MyBatis 的配置文件中，添加以下配置：

```
<configuration>
    <settings>
        <setting name="localCacheScope" value="STATEMENT"/>
    </settings>
```

缓存是不可能不要缓存的，这个时候，就需要使用缓存中间件了，由缓存中间件管理缓存。




mybatis 和 spring 结合使用的时候，将原本的 DefaultSqlSession 替换成了 SqlSessionTemplate，并且在 SqlSessionTemplate 将 sqlSession 替换成了代理对象，当我们执行 sqlSession.selectList 方法的时候会调用到 SqlSessionInterceptor 的 invoke 方法，在 invoke 方法的 fianlly 中调用了 SqlSessionUtils.closeSqlSession(sqlSession, SqlSessionTemplate.this.sqlSessionFactory)将我们的 session 关闭了。原生的 mybatis 之所以没有关闭 session 是因为它把 session 暴露给我们了，而和 spring 结合使用的时候并没有提供暴露 session 的方法，所以只能在这里关，而一旦 session 关闭了，那一级缓存自然也就失效了。

# 二级缓存

二级缓存总开关 cacheEnabled 默认是 true。如果想要关掉，需要显示的设置 cacheEnabled 为 false，如下：

```xml
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE configuration PUBLIC "-//mybatis.org//DTD Config 3.0//EN" "http://mybatis.org/dtd/mybatis-3-config.dtd">
<configuration>
    <settings>
        <setting name="cacheEnabled" value="true" />
        <setting name="lazyLoadingEnabled" value="false" />
        <setting name="multipleResultSetsEnabled" value="true" />
```



如果不用二级缓存，为了提高性能，应该将总配置文件中的 cacheEnabled 改为 fasle，这样我们执行器可以不用 CachingExecutor，能够提高点效率。

如果要想某个 Mapper.xml 使用到二级缓存，需要设置 cacheEnabled 为 true，或者不设置让其默认为 true。然后在<mapper>标签下加一个<cache/>标签。如果不加，该 mapper 就不使用二级缓存。如果针对要查询的 statement 不使用缓存，可以在<select>节点中配置 useCache="false"，不配置的话，默认 useCache="true"。

```xml
<mapper namespace="learn.UserMapper"><cache/>

  <select id="selectUser"  parameterType="String" resultType="learn.User">
    select * from u_user where usercode = #{id}
  </select>

</mapper>
```

```
<select id="findOrderListResultMap" resultMap="ordersUserMap" useCache="false">
```

为什么不加<cache/>，就无法使用二级缓存呢？因为 mybatis 代码里这样写的：

```
package org.apache.ibatis.executor;
……
public class CachingExecutor implements Executor {
    ……
    public <E> List<E> query(MappedStatement ms, Object parameterObject, RowBounds rowBounds, ResultHandler resultHandler, CacheKey key, BoundSql boundSql) throws SQLException {
        //这里判断 Statement 是否开启了 cache，开了的话，这里就不是空的了。
        Cache cache = ms.getCache();
        if (cache != null) {
            this.flushCacheIfRequired(ms);
            if (ms.isUseCache() && resultHandler == null) {
                this.ensureNoOutParams(ms, parameterObject, boundSql);
                List<E> list = (List)this.tcm.getObject(cache, key);
                if (list == null) {
                    list = this.delegate.query(ms, parameterObject, rowBounds, resultHandler, key, boundSql);
                    this.tcm.putObject(cache, key, list);
                }

                return list;
            }
```

```
            }

            return this.delegate.query(ms, parameterObject, rowBounds, resultHandler, key,
boundSql);
        }
        ……
}
```

Mybatis 的二级缓存是和命名空间绑定的，所以通常情况下每一个 Mapper 映射文件都有自己的二级缓存，不同的 mapper 的二级缓存互不影响。这样的设计一不注意就会引起脏读，从而导致数据一致性的问题。引起脏读的操作通常发生在多表关联操作中，比如在两个不同的 mapper 中都涉及到同一个表的增删改查操作，当其中一个 mapper 对这张表进行查询操作，此时另一个 mapper 进行了更新操作刷新缓存，然后第一个 mapper 又查询了一次，那么这次查询出的数据是脏数据。出现脏读的原因是他们的操作的缓存并不是同一个。

脏读的避免:
mapper 中的操作以单表操作为主，避免在关联操作中使用 mapper
在关联操作的 mapper 中使用参照缓存

# 同类比较

Spring data jpa 是跟 hibernate 放在一起使用的，所以 jpa 就算是 hibernate 的一部分。
Mybatis 与 hibernate 的区别，这里就不细说了，网上翻翻吧。

# MyBatis 核心

## MybatisAutoConfiguration

MybatisAutoConfiguration 是 spring boot 下 mybatis 默认的配置类，只要开启了注释了 @EnableAutoConfiguration 就可以了，spring boot 会默认执行。在 spring boot 启动的过程中 @SpringBootApplication 中组合了 EnableAutoConfiguration ，属于 spring boot 自动配置和启动过程。MybatisAutoConfiguration 在发现 springboot 中没有创建 SqlSessionFactory 的时候，执行自己的 sqlSessionFactory(DataSource dataSource)方法，具体内容如下：

```
package org.mybatis.spring.boot.autoconfigure;
……
@Configuration
```

```
@ConditionalOnClass({SqlSessionFactory.class, SqlSessionFactoryBean.class})
@ConditionalOnBean({DataSource.class})
@EnableConfigurationProperties({MybatisProperties.class})
@AutoConfigureAfter({DataSourceAutoConfiguration.class})
public class MybatisAutoConfiguration {
    ……
    @Bean
    @ConditionalOnMissingBean
    public SqlSessionFactory sqlSessionFactory(DataSource dataSource) throws
Exception {
        //创建 SqlSessionFactoryBean
        SqlSessionFactoryBean factory = new SqlSessionFactoryBean();
        //设置数据源
        factory.setDataSource(dataSource);
        //使用 SpringBootVFS 作为扫描器
        factory.setVfs(SpringBootVFS.class);
        if (StringUtils.hasText(this.properties.getConfigLocation())) {

factory.setConfigLocation(this.resourceLoader.getResource(this.properties.getConfigLo
cation()));
        }
        //从 properties 中获取 Configuration
        factory.setConfiguration(this.properties.getConfiguration());
        if (!ObjectUtils.isEmpty(this.interceptors)) {
            factory.setPlugins(this.interceptors);
        }

        if (this.databaseIdProvider != null) {
            factory.setDatabaseIdProvider(this.databaseIdProvider);
        }

        if (StringUtils.hasLength(this.properties.getTypeAliasesPackage())) {
            factory.setTypeAliasesPackage(this.properties.getTypeAliasesPackage());
        }

        if (StringUtils.hasLength(this.properties.getTypeHandlersPackage())) {

factory.setTypeHandlersPackage(this.properties.getTypeHandlersPackage());
        }

        if (!ObjectUtils.isEmpty(this.properties.resolveMapperLocations())) {
            factory.setMapperLocations(this.properties.resolveMapperLocations());
        }
        //从 SqlSessionFactoryBean 中获取 SqlSessionFactory。追踪方法调用，发现最
```

```
        后返回的是 DefaultSqlSessionFactory 对象。
            return factory.getObject();
        }

        @Bean
        @ConditionalOnMissingBean
        public SqlSessionTemplate sqlSessionTemplate(SqlSessionFactory
sqlSessionFactory) {
            ExecutorType executorType = this.properties.getExecutorType();
            return executorType != null ? new SqlSessionTemplate(sqlSessionFactory,
executorType) : new SqlSessionTemplate(sqlSessionFactory);
        }

        @Configuration

@Import({MybatisAutoConfiguration.AutoConfiguredMapperScannerRegistrar.class})
        @ConditionalOnMissingBean({MapperFactoryBean.class})
        public static class MapperScannerRegistrarNotFoundConfiguration {
            public MapperScannerRegistrarNotFoundConfiguration() {
            }

            @PostConstruct
            public void afterPropertiesSet() {
                MybatisAutoConfiguration.log.debug(String.format("No %s found.",
MapperFactoryBean.class.getName()));
            }
        }

        public static class AutoConfiguredMapperScannerRegistrar implements
BeanFactoryAware, ImportBeanDefinitionRegistrar, ResourceLoaderAware {
            private BeanFactory beanFactory;
            private ResourceLoader resourceLoader;

            public AutoConfiguredMapperScannerRegistrar() {
            }

            public void registerBeanDefinitions(AnnotationMetadata
importingClassMetadata, BeanDefinitionRegistry registry) {
                MybatisAutoConfiguration.log.debug("Searching for mappers annotated
with @Mapper'");
                ClassPathMapperScanner scanner = new
ClassPathMapperScanner(registry);

                try {
```

```
                    if (this.resourceLoader != null) {
                        scanner.setResourceLoader(this.resourceLoader);
                    }

                    List<String> pkgs = AutoConfigurationPackages.get(this.beanFactory);
                    Iterator var5 = pkgs.iterator();

                    while(var5.hasNext()) {
                        String pkg = (String)var5.next();
                        MybatisAutoConfiguration.log.debug("Using auto-configuration base package '" + pkg + "'");
                    }

                    scanner.setAnnotationClass(Mapper.class);
                    scanner.registerFilters();
                    scanner.doScan(StringUtils.toStringArray(pkgs));
                } catch (IllegalStateException var7) {
                    MybatisAutoConfiguration.log.debug("Could not determine auto-configuration package, automatic mapper scanning disabled.");
                }

            }

            public void setBeanFactory(BeanFactory beanFactory) throws BeansException {
                this.beanFactory = beanFactory;
            }

            public void setResourceLoader(ResourceLoader resourceLoader) {
                this.resourceLoader = resourceLoader;
            }
        }
}
```

## SqlSessionFactoryBean

MybatisAutoConfiguration 执行自己的 sqlSessionFactory(DataSource dataSource)方法时，创建了 SqlSessionFactoryBean 对象，然后向 SqlSessionFactoryBean 添加各种参数，之后调用了 SqlSessionFactoryBean 的 getObject 方法，最终调用了 buildSqlSessionFactory 方法，返回了一个 SqlSessionFactory 对象。具体过程如下：

```
package org.mybatis.spring;
……
```

```
public class SqlSessionFactoryBean implements FactoryBean<SqlSessionFactory>, InitializingBean, ApplicationListener<ApplicationEvent> {  ……
    private SqlSessionFactoryBuilder sqlSessionFactoryBuilder = new SqlSessionFactoryBuilder();
    ……
    public void afterPropertiesSet() throws Exception {
        Assert.notNull(this.dataSource, "Property 'dataSource' is required");
        Assert.notNull(this.sqlSessionFactoryBuilder, "Property 'sqlSessionFactoryBuilder' is required");
        Assert.state(this.configuration == null && this.configLocation == null || this.configuration == null || this.configLocation == null, "Property 'configuration' and 'configLocation' can not specified with together");
        this.sqlSessionFactory = this.buildSqlSessionFactory();
    }

    protected SqlSessionFactory buildSqlSessionFactory() throws IOException {
        XMLConfigBuilder xmlConfigBuilder = null;
        Configuration configuration;
        if (this.configuration != null) {
            configuration = this.configuration;
            if (configuration.getVariables() == null) {
                configuration.setVariables(this.configurationProperties);
            } else if (this.configurationProperties != null) {
                configuration.getVariables().putAll(this.configurationProperties);
            }
        } else if (this.configLocation != null) {
            xmlConfigBuilder = new XMLConfigBuilder(this.configLocation.getInputStream(), (String)null, this.configurationProperties);
            configuration = xmlConfigBuilder.getConfiguration();
        } else {
            if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                LOGGER.debug("Property `configuration` or 'configLocation' not specified, using default MyBatis Configuration");
            }

            configuration = new Configuration();
            configuration.setVariables(this.configurationProperties);
        }

        if (this.objectFactory != null) {
            configuration.setObjectFactory(this.objectFactory);
        }
```

```
        if (this.objectWrapperFactory != null) {
            configuration.setObjectWrapperFactory(this.objectWrapperFactory);
        }

        if (this.vfs != null) {
            configuration.setVfsImpl(this.vfs);
        }

        String[] typeHandlersPackageArray;
        String[] var4;
        int var5;
        int var6;
        String packageToScan;
        if (StringUtils.hasLength(this.typeAliasesPackage)) {
            typeHandlersPackageArray                                                    =
StringUtils.tokenizeToStringArray(this.typeAliasesPackage, ",; \t\n");
            var4 = typeHandlersPackageArray;
            var5 = typeHandlersPackageArray.length;

            for(var6 = 0; var6 < var5; ++var6) {
                packageToScan = var4[var6];
                configuration.getTypeAliasRegistry().registerAliases(packageToScan,
this.typeAliasesSuperType == null ? Object.class : this.typeAliasesSuperType);
                if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                    LOGGER.debug("Scanned package: '" + packageToScan + "' for
aliases");
                }
            }
        }

        int var27;
        if (!ObjectUtils.isEmpty(this.typeAliases)) {
            Class[] var25 = this.typeAliases;
            var27 = var25.length;

            for(var5 = 0; var5 < var27; ++var5) {
                Class<?> typeAlias = var25[var5];
                configuration.getTypeAliasRegistry().registerAlias(typeAlias);
                if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                    LOGGER.debug("Registered type alias: '" + typeAlias + "'");
                }
            }
        }
```

```
            if (!ObjectUtils.isEmpty(this.plugins)) {
                Interceptor[] var26 = this.plugins;
                var27 = var26.length;

                for(var5 = 0; var5 < var27; ++var5) {
                    Interceptor plugin = var26[var5];
                    configuration.addInterceptor(plugin);
                    if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                        LOGGER.debug("Registered plugin: '" + plugin + "'");
                    }
                }
            }

            if (StringUtils.hasLength(this.typeHandlersPackage)) {
                typeHandlersPackageArray                                                    =
StringUtils.tokenizeToStringArray(this.typeHandlersPackage, ",; \t\n");
                var4 = typeHandlersPackageArray;
                var5 = typeHandlersPackageArray.length;

                for(var6 = 0; var6 < var5; ++var6) {
                    packageToScan = var4[var6];
                    configuration.getTypeHandlerRegistry().register(packageToScan);
                    if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                        LOGGER.debug("Scanned package: '" + packageToScan + "' for
type handlers");
                    }
                }
            }

            if (!ObjectUtils.isEmpty(this.typeHandlers)) {
                TypeHandler[] var28 = this.typeHandlers;
                var27 = var28.length;

                for(var5 = 0; var5 < var27; ++var5) {
                    TypeHandler<?> typeHandler = var28[var5];
                    configuration.getTypeHandlerRegistry().register(typeHandler);
                    if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                        LOGGER.debug("Registered type handler: '" + typeHandler + "'");
                    }
                }
            }

            if (this.databaseIdProvider != null) {
                try {
```

```
configuration.setDatabaseId(this.databaseIdProvider.getDatabaseId(this.dataSource));
                } catch (SQLException var24) {
                    throw new NestedIOException("Failed getting a databaseId", var24);
                }
            }

            if (this.cache != null) {
                configuration.addCache(this.cache);
            }

            if (xmlConfigBuilder != null) {
                try {
                    xmlConfigBuilder.parse();
                    if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                        LOGGER.debug("Parsed configuration file: '" +
this.configLocation + "'");
                    }
                } catch (Exception var22) {
                    throw new NestedIOException("Failed to parse config resource: " +
this.configLocation, var22);
                } finally {
                    ErrorContext.instance().reset();
                }
            }

            if (this.transactionFactory == null) {
                this.transactionFactory = new SpringManagedTransactionFactory();
            }

            configuration.setEnvironment(new Environment(this.environment,
this.transactionFactory, this.dataSource));
            if (!ObjectUtils.isEmpty(this.mapperLocations)) {
                Resource[] var29 = this.mapperLocations;
                var27 = var29.length;

                for(var5 = 0; var5 < var27; ++var5) {
                    Resource mapperLocation = var29[var5];
                    if (mapperLocation != null) {
                        try {
                            XMLMapperBuilder xmlMapperBuilder = new
XMLMapperBuilder(mapperLocation.getInputStream(), configuration,
mapperLocation.toString(), configuration.getSqlFragments());
                            xmlMapperBuilder.parse();
```

```
                        } catch (Exception var20) {
                            throw new NestedIOException("Failed to parse mapping resource: '" + mapperLocation + "'", var20);
                        } finally {
                            ErrorContext.instance().reset();
                        }

                        if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                            LOGGER.debug("Parsed mapper file: '" + mapperLocation + "'");
                        }
                    }
                }
            } else if (LOGGER.isDebugEnabled()) {
                LOGGER.debug("Property 'mapperLocations' was not specified or no matching resources found");
            }

            return this.sqlSessionFactoryBuilder.build(configuration);
        }

        public SqlSessionFactory getObject() throws Exception {
            if (this.sqlSessionFactory == null) {
                this.afterPropertiesSet();
            }

            return this.sqlSessionFactory;
        }
        ……
}
```

## SqlSessionFactoryBuilder

SqlSessionFactoryBean 的 sqlSessionFactoryBuilder 默认使用 SqlSessionFactoryBuilder，而且 SqlSessionFactoryBean 配置好 Configuration 后，调用了 SqlSessionFactoryBuilder 的 build(Configuration config)方法，这个方法创建并返回了 DefaultSqlSessionFactory 对象，如下：

```
package org.apache.ibatis.session;
……
public class SqlSessionFactoryBuilder {
    ……
    public SqlSessionFactory build(Configuration config) {
```

```
            return new DefaultSqlSessionFactory(config);
        }
        ……
}
```

## DefaultSqlSessionFactory

DefaultSqlSessionFactory 根据被配置的 configuration，当执行 sql 的时候，会调用其中的 openSession 方法，生成 Executor，再生成 SqlSession。

```
package org.apache.ibatis.session.defaults;
……
public class DefaultSqlSessionFactory implements SqlSessionFactory {
    private final Configuration configuration;

    public DefaultSqlSessionFactory(Configuration configuration) {
        this.configuration = configuration;
    }
    ……
    //执行 sql 的时候，会调用这些 openSession 方法。
    public SqlSession openSession(ExecutorType execType) {
        return this.openSessionFromDataSource(execType,
(TransactionIsolationLevel)null, false);
    }
    ……
    private SqlSession openSessionFromDataSource(ExecutorType execType,
TransactionIsolationLevel level, boolean autoCommit) {
        Transaction tx = null;

        DefaultSqlSession var8;
        try {
            Environment environment = this.configuration.getEnvironment();
            TransactionFactory transactionFactory =
this.getTransactionFactoryFromEnvironment(environment);
            tx = transactionFactory.newTransaction(environment.getDataSource(), level,
autoCommit);
            Executor executor = this.configuration.newExecutor(tx, execType);
            var8 = new DefaultSqlSession(this.configuration, executor, autoCommit);
        } catch (Exception var12) {
            this.closeTransaction(tx);
            throw ExceptionFactory.wrapException("Error opening session.  Cause: "
+ var12, var12);
        } finally {
```

```
            ErrorContext.instance().reset();
        }

        return var8;
    }

    private SqlSession openSessionFromConnection(ExecutorType execType,
Connection connection) {
        DefaultSqlSession var8;
        try {
            boolean autoCommit;
            try {
                autoCommit = connection.getAutoCommit();
            } catch (SQLException var13) {
                autoCommit = true;
            }

            Environment environment = this.configuration.getEnvironment();
            TransactionFactory transactionFactory =
this.getTransactionFactoryFromEnvironment(environment);
            Transaction tx = transactionFactory.newTransaction(connection);
            Executor executor = this.configuration.newExecutor(tx, execType);
            var8 = new DefaultSqlSession(this.configuration, executor, autoCommit);
        } catch (Exception var14) {
            throw ExceptionFactory.wrapException("Error opening session.  Cause: "
+ var14, var14);
        } finally {
            ErrorContext.instance().reset();
        }

        return var8;
    }

    private TransactionFactory getTransactionFactoryFromEnvironment(Environment
environment) {
        return (TransactionFactory)(environment != null &&
environment.getTransactionFactory() != null ? environment.getTransactionFactory() : new
ManagedTransactionFactory());
    }

    private void closeTransaction(Transaction tx) {
        if (tx != null) {
            try {
                tx.close();
```

```
                } catch (SQLException var3) {
                    ;
                }
            }

        }
    }
```

## DefaultSqlSession

DefaultSqlSession 实现了 SqlSession 接口，构造的时候需要传入 configuration、executor、autoCommit 参数。执行 sql 的时候从 configuration 里获取 MappedStatement，告诉 executor 用什么方法、哪个 MappedStatement、什么查询参数、查多少行、用什么 ResultHandler，然后交给 executor 去执行。

DefaultSqlSession 在内部构造了一个 StrictMap，覆盖了 HashMap 的 get 方法，如果 get 失败，就抛绑定异常。
DefaultSqlSession 把 sql 参数用 wrapCollection 方法包起来，根据类型放入 StrictMap 中，键名对应为 collection、list、array。

```
package org.apache.ibatis.session.defaults;
……
public class DefaultSqlSession implements SqlSession {

    public DefaultSqlSession(Configuration configuration, Executor executor, boolean autoCommit) {
        this.configuration = configuration;
        this.executor = executor;
        this.dirty = false;
        this.autoCommit = autoCommit;
    }
    ……
    public <E> List<E> selectList(String statement, Object parameter, RowBounds rowBounds) {
        List var5;
        try {
            MappedStatement ms = this.configuration.getMappedStatement(statement);
            var5 = this.executor.query(ms, this.wrapCollection(parameter), rowBounds, Executor.NO_RESULT_HANDLER);
        } catch (Exception var9) {
            throw ExceptionFactory.wrapException("Error querying database.  Cause: " + var9, var9);
```

```
            } finally {
                ErrorContext.instance().reset();
            }

            return var5;
        }

        public void select(String statement, Object parameter, RowBounds rowBounds,
ResultHandler handler) {
            try {
                MappedStatement ms =
this.configuration.getMappedStatement(statement);
                this.executor.query(ms, this.wrapCollection(parameter), rowBounds,
handler);
            } catch (Exception var9) {
                throw ExceptionFactory.wrapException("Error querying database.  Cause:
" + var9, var9);
            } finally {
                ErrorContext.instance().reset();
            }

        }

        public int update(String statement, Object parameter) {
            int var4;
            try {
                this.dirty = true;
                MappedStatement ms =
this.configuration.getMappedStatement(statement);
                var4 = this.executor.update(ms, this.wrapCollection(parameter));
            } catch (Exception var8) {
                throw ExceptionFactory.wrapException("Error updating database.  Cause:
" + var8, var8);
            } finally {
                ErrorContext.instance().reset();
            }

            return var4;
        }

        public void commit(boolean force) {
            try {
                this.executor.commit(this.isCommitOrRollbackRequired(force));
                this.dirty = false;
```

```
            } catch (Exception var6) {
                throw ExceptionFactory.wrapException("Error committing transaction.
Cause: " + var6, var6);
            } finally {
                ErrorContext.instance().reset();
            }

        }

        public void close() {
            try {
                this.executor.close(this.isCommitOrRollbackRequired(false));
                this.closeCursors();
                this.dirty = false;
            } finally {
                ErrorContext.instance().reset();
            }

        }

        private Object wrapCollection(Object object) {
            DefaultSqlSession.StrictMap map;
            if (object instanceof Collection) {
                map = new DefaultSqlSession.StrictMap();
                map.put("collection", object);
                if (object instanceof List) {
                    map.put("list", object);
                }

                return map;
            } else if (object != null && object.getClass().isArray()) {
                map = new DefaultSqlSession.StrictMap();
                map.put("array", object);
                return map;
            } else {
                return object;
            }
        }

        public static class StrictMap<V> extends HashMap<String, V> {
            private static final long serialVersionUID = -5741767162221585340L;

            public StrictMap() {
            }
```

```
        public V get(Object key) {
            if (!super.containsKey(key)) {
                throw new BindingException("Parameter '" + key + "' not found. Available parameters are " + this.keySet());
            } else {
                return super.get(key);
            }
        }
    }
}
```

## Executor

DefaultSqlSessionFactory 是从 Configuration 里获取 Executor 的，来看一下：

```
package org.apache.ibatis.session;
……
public class Configuration {

    public Configuration() {
        ……
        this.cacheEnabled = true;
        ……
    }
    ……
    public Executor newExecutor(Transaction transaction, ExecutorType executorType) {
        executorType = executorType == null ? this.defaultExecutorType : executorType;
        executorType = executorType == null ? ExecutorType.SIMPLE : executorType;
        Object executor;
        if (ExecutorType.BATCH == executorType) {
            executor = new BatchExecutor(this, transaction);
        } else if (ExecutorType.REUSE == executorType) {
            executor = new ReuseExecutor(this, transaction);
        } else {
            executor = new SimpleExecutor(this, transaction);
        }

        if (this.cacheEnabled) {
            executor = new CachingExecutor((Executor)executor);
        }
```

```
            Executor executor = (Executor)this.interceptorChain.pluginAll(executor);
            return executor;
        }
        ……
}
```

默认是开启一级缓存的，也没办法关掉一级缓存。二级缓存的开关是 cacheEnabled，默认为 true。因此上面的代码会返回一个 CachingExecutor，由它来管理二级缓存。

## MapperRegistry

Mybatis 的一个核心是 MapperRegistry，它在里面有一个 private final Map<Class<?>, MapperProxyFactory<?>> knownMappers = new HashMap()，这个 knownMappers 缓存了 xml 配置的 Bean 和@Mapper 配置的 Bean，通过类名获取对应的 MapperProxyFactory 对象。调用 addMapper 方法时，通过创建 MapperProxyFactory 的 newInstance 方法对应的 MapperProxyFactory 对象。调用 getMapper 方法时，从 knownMappers 中取出 MapperProxyFactory 对象。

```
package org.apache.ibatis.binding;

import java.util.Collection;
import java.util.Collections;
import java.util.HashMap;
import java.util.Iterator;
import java.util.Map;
import java.util.Set;
import org.apache.ibatis.builder.annotation.MapperAnnotationBuilder;
import org.apache.ibatis.io.ResolverUtil;
import org.apache.ibatis.io.ResolverUtil.IsA;
import org.apache.ibatis.session.Configuration;
import org.apache.ibatis.session.SqlSession;

public class MapperRegistry {
    private final Configuration config;
    private final Map<Class<?>, MapperProxyFactory<?>> knownMappers = new
HashMap();

    public MapperRegistry(Configuration config) {
        this.config = config;
    }

    public <T> T getMapper(Class<T> type, SqlSession sqlSession) {
        MapperProxyFactory<T> mapperProxyFactory =
(MapperProxyFactory)this.knownMappers.get(type);
```

```
        if (mapperProxyFactory == null) {
            throw new BindingException("Type " + type + " is not known to the MapperRegistry.");
        } else {
            try {
                return mapperProxyFactory.newInstance(sqlSession);
            } catch (Exception var5) {
                throw new BindingException("Error getting mapper instance. Cause: " + var5, var5);
            }
        }
    }

    public <T> boolean hasMapper(Class<T> type) {
        return this.knownMappers.containsKey(type);
    }

    public <T> void addMapper(Class<T> type) {
        if (type.isInterface()) {
            if (this.hasMapper(type)) {
                throw new BindingException("Type " + type + " is already known to the MapperRegistry.");
            }

            boolean loadCompleted = false;

            try {
                this.knownMappers.put(type, new MapperProxyFactory(type));
                MapperAnnotationBuilder parser = new MapperAnnotationBuilder(this.config, type);
                parser.parse();
                loadCompleted = true;
            } finally {
                if (!loadCompleted) {
                    this.knownMappers.remove(type);
                }

            }
        }

    }

    public Collection<Class<?>> getMappers() {
        return Collections.unmodifiableCollection(this.knownMappers.keySet());
```

```
    }

    public void addMappers(String packageName, Class<?> superType) {
        ResolverUtil<Class<?>> resolverUtil = new ResolverUtil();
        resolverUtil.find(new IsA(superType), packageName);
        Set<Class<? extends Class<?>>> mapperSet = resolverUtil.getClasses();
        Iterator i$ = mapperSet.iterator();

        while(i$.hasNext()) {
            Class<?> mapperClass = (Class)i$.next();
            this.addMapper(mapperClass);
        }

    }

    public void addMappers(String packageName) {
        this.addMappers(packageName, Object.class);
    }
}
```

## MapperProxyFactory

MapperProxyFactory 很简单，就是 new MapperProxyFactory 的时候指定 Mapper 的 mapperInterface，即我们声明的方法。外部调用 MapperProxyFactory 的 newInstance 方法时，它就根据传入的 sqlSession 和之前传入的 mapperInterface 创建一个 MapperProxy，这个 MapperProxy 使用 MapperProxyFactory 的 methodCache。

```
package org.apache.ibatis.binding;

import java.lang.reflect.Method;
import java.lang.reflect.Proxy;
import java.util.Map;
import java.util.concurrent.ConcurrentHashMap;
import org.apache.ibatis.session.SqlSession;

public class MapperProxyFactory<T> {
    private final Class<T> mapperInterface;
    private final Map<Method, MapperMethod> methodCache = new
ConcurrentHashMap();

    public MapperProxyFactory(Class<T> mapperInterface) {
        this.mapperInterface = mapperInterface;
    }
```

```
    public Class<T> getMapperInterface() {
        return this.mapperInterface;
    }

    public Map<Method, MapperMethod> getMethodCache() {
        return this.methodCache;
    }

    protected T newInstance(MapperProxy<T> mapperProxy) {
        return Proxy.newProxyInstance(this.mapperInterface.getClassLoader(), new
Class[]{this.mapperInterface}, mapperProxy);
    }

    public T newInstance(SqlSession sqlSession) {
        MapperProxy<T> mapperProxy = new MapperProxy(sqlSession,
this.mapperInterface, this.methodCache);
        return this.newInstance(mapperProxy);
    }
}
```

## MapperProxy

MapperProxy 被 MapperProxyFactory 创建出来的时候，被设置了 sqlSession 、mapperInterface、methodCache，当 Mapper Bean 被执行的时候，动态代理就会调用 MapperProxy 的 invoke 方法，invoke 方法里判断调用的是 Object 方法还是 Mapper Interface 方法，是 Object 方法就执行 MapperProxy 的 Object 方法。是 Mapper Interface 方法就创建 MapperMethod 对象，然后把 MapperMethod 对象缓存在 methodCache 中，下次调用直接从缓存里取，最后调用 MapperMethod 的 execute 方法。

```
package org.apache.ibatis.binding;

import java.io.Serializable;
import java.lang.reflect.InvocationHandler;
import java.lang.reflect.Method;
import java.util.Map;
import org.apache.ibatis.reflection.ExceptionUtil;
import org.apache.ibatis.session.SqlSession;

public class MapperProxy<T> implements InvocationHandler, Serializable {
    private static final long serialVersionUID = -6424540398559729838L;
    private final SqlSession sqlSession;
    private final Class<T> mapperInterface;
    private final Map<Method, MapperMethod> methodCache;
```

```
    public MapperProxy(SqlSession sqlSession, Class<T> mapperInterface,
Map<Method, MapperMethod> methodCache) {
        this.sqlSession = sqlSession;
        this.mapperInterface = mapperInterface;
        this.methodCache = methodCache;
    }

    public Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args) throws Throwable
{
        if (Object.class.equals(method.getDeclaringClass())) {
            try {
                return method.invoke(this, args);
            } catch (Throwable var5) {
                throw ExceptionUtil.unwrapThrowable(var5);
            }
        } else {
            MapperMethod mapperMethod = this.cachedMapperMethod(method);
            return mapperMethod.execute(this.sqlSession, args);
        }
    }

    private MapperMethod cachedMapperMethod(Method method) {
        MapperMethod mapperMethod =
(MapperMethod)this.methodCache.get(method);
        if (mapperMethod == null) {
            mapperMethod = new MapperMethod(this.mapperInterface, method,
this.sqlSession.getConfiguration());
            this.methodCache.put(method, mapperMethod);
        }

        return mapperMethod;
    }
}
```

## MapperMethod

创建 MapperMethod 的时候，给了它 mapperInterface、method、config，即是哪个 Mapper Interface、Mapper Interface 的哪个 method、SQLSession 的 Configuration，MapperMethod 通过这三个参数构造 MapperMethod.SqlCommand 和 MapperMethod.MethodSignature，作为自己的 command 和 method。

```
package org.apache.ibatis.binding;
……
public class MapperMethod {
```

```
    private final MapperMethod.SqlCommand command;
    private final MapperMethod.MethodSignature method;

    public MapperMethod(Class<?> mapperInterface, Method method, Configuration
config) {
        this.command = new MapperMethod.SqlCommand(config, mapperInterface,
method);
        this.method = new MapperMethod.MethodSignature(config, mapperInterface,
method);
    }
    ……
}
```

MapperMethod.SqlCommand 从 configuration 里获取 MappedStatement，MappedStatement 里有 type（INSERT, UPDATE, DELETE, SELECT, FLUSH）、name。

```
    public static class SqlCommand {
        private final String name;
        private final SqlCommandType type;

        public SqlCommand(Configuration configuration, Class<?> mapperInterface,
Method method) {
            String statementName = mapperInterface.getName() + "." +
method.getName();
            MappedStatement ms = null;
            if (configuration.hasStatement(statementName)) {
                ms = configuration.getMappedStatement(statementName);
            } else if (!mapperInterface.equals(method.getDeclaringClass())) {
                String parentStatementName = method.getDeclaringClass().getName()
+ "." + method.getName();
                if (configuration.hasStatement(parentStatementName)) {
                    ms = configuration.getMappedStatement(parentStatementName);
                }
            }

            if (ms == null) {
                if (method.getAnnotation(Flush.class) == null) {
                    throw new BindingException("Invalid bound statement (not found):
" + statementName);
                }

                this.name = null;
                this.type = SqlCommandType.FLUSH;
            } else {
```

```
                    this.name = ms.getId();
                    this.type = ms.getSqlCommandType();
                    if (this.type == SqlCommandType.UNKNOWN) {
                        throw new BindingException("Unknown execution method for: " +
this.name);
                    }
                }

            }

            public String getName() {
                return this.name;
            }

            public SqlCommandType getType() {
                return this.type;
            }
        }
```

mapper 中的 namespace 是用来绑定 dao 接口的，即面向接口编程。当你的 namespace 绑定接口后，你可以不用写接口实现类，mybatis 会通过该绑定自动帮你找到对应要执行的 SQL 语句在同一次请求中不允许出现相同名称的方法、类和常量，但是在某些特殊的应用中必须要使用相同名称的方法、类和常量，需要把他们放到不同的空间里，这个空间就是命名空间。命名空间主要是为了解决命名冲突问题确保方法名称的唯一性，如果两个 xml 文件中的方法名一样，那么就用 namespace 区分。
总结：
namespace 就是为了解决项目中名称重复的问题
因为在大型项目中，你可能会引用别的代码或者子项目等等，而你不知道它里面是否有与你定义的名称一模一样的类名、方法名、常量名，或者你已经词穷，不知道该用什么词来定义词意相同的但实际上并不是同一个类、方法或常量的名字此时就可以用 namespace 来避免这样的尴尬。

MySQL 的 FLUSH 句法：FLUSH flush_option [,flush_option]
如果你想要清除一些 MySQL 使用内部缓存，你应该使用 FLUSH 命令。为了执行 FLUSH，你必须有 reload 权限。
Flush HOSTS：这个用的最多，经常碰见。主要是用来清空主机缓存表。如果你的某些主机改变 IP 数字，或如果你得到错误消息 Host ... isblocked，你应该清空主机表。当在连接 MySQL 服务器时，对一台给定的主机有多于 max_connect_errors 个错误连续不断地发生，MySQL 为了安全的需要将会阻止该主机进一步的连接请求。清空主机表允许主机再尝试连接。
Flush LOGS：关闭当前的二进制日志文件并创建一个新文件，新的二进制日志文件的名字在当前的二进制文件的编号上加 1。

Flush PRIVILEGES：这个也是经常使用的，每当重新赋权后，为了以防万一，让新权限立即生效，一般都执行一把，目地是从数据库授权表中重新装载权限到缓存中。
Flush TABLES：关闭所有打开的表，同时该操作将会清空查询缓存中的内容。FLUSH TABLES WITH READ LOCK：关闭所有打开的表，同时对于所有数据库中的表都加一个读锁，直到显示地执行 unlock tables，该操作常常用于数据备份的时候。解锁的语句就是 unlock tables。
Flush MASTER：删除所有的二进制日志索引文件中的二进制日志文件，重置二进制日志文件的索引文件为空，创建一个新的二进制日志文件,不过这个已经不推荐使用，改成 reset master 了。
Flush SLAVE：类似于重置复制吧，让从数据库忘记主数据库的复制位置，同时也会删除已经下载下来的 relay log,与 Master 一样，已经不推荐使用，改成 Reset Slave 了。

一般来讲, Flush 操作都会记录在二进制日志文件中, 但是 FLUSH LOGS、FLUSH MASTER、FLUSH SLAVE、FLUSH TABLES WITH READ LOCK 不会记录，因此上述操作如果记录在二进制日志文件中话，会对从数据库造成影响。

# Zookeeper

## 节点状态

服务器具有四种状态，分别是 LOOKING、FOLLOWING、LEADING、OBSERVING。

Leader 挂后，余下的非 Observer 服务器都会讲自己的服务器状态变更为 LOOKING，然后开始进入 Leader 选举过程。

## 节点个数

Zookeeper 集群节点为什么要部署成奇数
无论奇偶数都可以选举 leader。例如 5 台 zookeeper 节点机器最多宕掉 2 台，还可以继续使用，因为剩下 3 台大于 5/2。至于为什么最好为奇数个节点？这样是为了以最大容错服务器个数的条件下，能节省资源。比如，最大容错为 2 的情况下，对应的 zookeeper 服务数，奇数为 5，而偶数为 6，也就是 6 个 zookeeper 服务的情况下最多能宕掉 2 个服务，所以从节约资源的角度看，没必要部署 6（偶数）个 zookeeper 服务节点。

## 如何避免脑裂问题

假设某个 leader 假死，其余的 followers 选举出了一个新的 leader。这时，旧的 leader 复活

并且仍然认为自己是 leader，这个时候它向其他 followers 发出写请求也是会被拒绝的。因为每当新 leader 产生时，会生成一个 epoch 标号(标识当前属于那个 leader 的统治时期)，这个 epoch 是递增的，followers 如果确认了新的 leader 存在，知道其 epoch，就会拒绝 epoch 小于现任 leader epoch 的所有请求。那有没有 follower 不知道新的 leader 存在呢，有可能，但肯定不是大多数，否则新 leader 无法产生。Zookeeper 的写也遵循 quorum 机制，因此，得不到大多数支持的写是无效的，旧 leader 即使各种认为自己是 leader，依然没有什么作用。

# 因果一致性

Zookeeper 是否满足因果一致性，需要看客户端的编程方式。

不满足因果一致性的做法
1. A 进程向 Zookeeper 的/z 写入一个数据，成功返回
2. A 进程通知 B 进程，A 已经修改了/z 的数据
3. B 读取 Zookeeper 的/z 的数据

4. 由于 B 连接的 Zookeeper 的服务器有可能还没有得到 A 写入数据的更新，那么 B 将读不到 A 写入的数据

满足因果一致性的做法
1. B 进程监听 Zookeeper 上/z 的数据变化
2. A 进程向 Zookeeper 的/z 写入一个数据，成功返回前，Zookeeper 需要调用注册在/z 上的监听器，Leader 将数据变化的通知告诉 B
3. B 进程的事件响应方法得到响应后，去取变化的数据，那么 B 一定能够得到变化的值
4. 这里的因果一致性提现在 Leader 和 B 之间的因果一致性，也就是是 Leader 通知了数据有变化

第二种事件监听机制也是对 Zookeeper 进行正确编程应该使用的方法，所以，Zookeeper 是满足因果一致性的

# Zookeeper 不是强一致性

强一致性指的是你在一个副本节点修改了数据, 那么在其他副本节点都能立刻读到最新修改的数据。

# Kafka

## 如何保证数据不丢失？

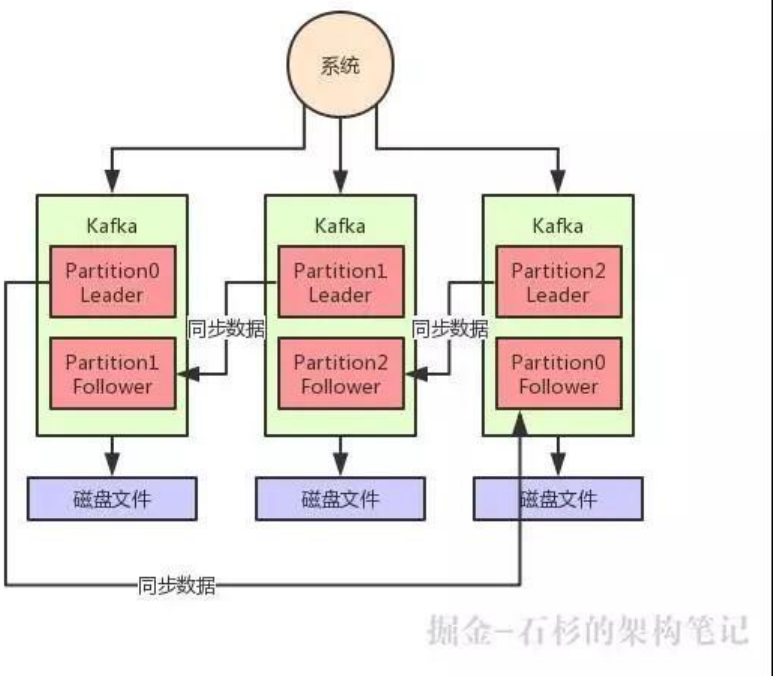
**对于生产者：**
需要修改配置“producer.type=sync、request.required.acks=1”，让至少一个 Follower 跟上 Leader 的数据同步，如果没有一个 Follower 数据同步成功，就说写入失败，让生产系统重新尝试写入。这样 leader 宕机，触发 leader 切换时，就不会丢失数据。但是写入性能就差了。
Leader 会跟踪与其保持同步的 Replica 列表，该列表称为 ISR（即 in-sync Replica）。如果一个 Follower 宕机，或者落后太多，Leader 将把它从 ISR 中移除。

ack 机制：在 kafka 发送数据的时候，每次发送消息都会有一个确认反馈机制，确保消息正常的能够被收到。

**对于消费者：**
kafka 自己记录了每次消费的 offset 数值。如果消费者消费了数据，但是不 commit，这样 offset 不会加 1，下次继续消费的时候，还是消费之前的 offset，这样就不会丢失数据。消费完了，commit offset，这样就不会重复消费。

## 如何保证高可用？

保存一份副本冗余在其他机器上。




# 如何保证顺序?

kafka 只能保证**同一个 partition 内消息有序，不能保证不同 partition 之间有序**，因此业务只能充分利用单个 partition 内有序这个特点。
如果 Kafka 要保证多个 partition 有序，不仅 broker 保存的数据要保持顺序，消费时也要按序消费。假设 partition1 堵了，为了有序，那 partition2 以及后续的分区也不能被消费，这种情况下，Kafka 就退化成了单一队列，毫无并发性可言，极大降低系统性能。

Kafka 中发送 1 条消息的时候, 可以指定(topic, partition, key) 3 个参数。partiton 和 key 是可选的。如果你指定了 partition，那就是所有消息发往同 1 个 partition，就是有序的。并且在消费端，Kafka 保证，1 个 partition 只能被 1 个 consumer 消费。或者你指定 key（比如 order id），具有同 1 个 key 的所有消息，会发往同 1 个 partition。也是有序的。

**全局有序：**
（1）全局使用一个生产者
（2）全局使用一个消费者（消费者内部自己维护有序，比如有些场景可以将消息分为 n 个 queue，每个 queue 一个线程）
（3）全局使用一个分区（当然不同的表可以使用不同的分区或者 topic 实现隔离与扩展）

**局部有序：**
局部有序是指在某个业务功能场景下保证消息的发送和接收顺序是一致的。如：订单场景，要求订单的创建、付款、发货、收货、完成消息在同一订单下是有序发生的，即消费者在接

收消息时需要保证在接收到订单发货前一定收到了订单创建和付款消息。
**可以在 producer 往 kafka 插入数据时控制，同一 key 分发到同一 partition 上面。但是会导致某个 partition 消息很多。**

**严格有序：**
对于一个有着先后顺序的消息 A、B，正常情况下应该是 A 先发送完成后再发送 B，但是在异常情况下，在 A 发送失败的情况下，B 发送成功，而 A 由于重试机制在 B 发送完成之后重试发送成功了。
针对以上的问题，严格的顺序消费还需要以下参数支持：max.in.flight.requests.per.connection=1，保证在后一条消息发送前，前一条的消息状态已经是可知的。

# 如何保证消息不重复？

需要以下参数支持：max.in.flight.requests.per.connection=1，保证在后一条消息发送前，前一条的消息状态已经是可知的。

但是如果 Producer 发送数据给 broker 后，遇到网络问题而造成通信中断，丢失 broker 返回的 ack，那 Producer 就会觉得消息没写入成功。为了解决这样的问题，Producer 生成一种类似于主键的东西，发生故障时幂等性的重试多次，这样就做到了消息只写入一次。
具体实现为：Kafka 引入 Producer ID（即 PID）和 Sequence Number。对于每个 PID，该 Producer 发送消息的每个<Topic, Partition>都对应一个单调递增的 Sequence Number。同样，Broker 端也会为每个<PID, Topic, Partition>维护一个序号，并且每 Commit 一条消息时将其对应序号递增。对于接收的每条消息，如果其序号比 Broker 维护的序号）大一，则 Broker 会接受它，否则将其丢弃。该机制就是乐观锁。
（1）如果消息序号比 Broker 维护的序号差值比一大，说明中间有数据尚未写入，即乱序，此时 Broker 拒绝该消息，Producer 抛出 InvalidSequenceNumber
（2）如果消息序号小于等于 Broker 维护的序号，说明该消息已被保存，即为重复消息，Broker 直接丢弃该消息，Producer 抛出 DuplicateSequenceNumber

Kafka 会为每一个 Consumer Group 保留一些 metadata 信息——当前消费的消息的 position，也即 offset。这个 offset 由 Consumer 控制。正常情况下 Consumer 会在消费完一条消息后递增该 offset。当然，Consumer 也可将 offset 设成一个较小的值，重新消费一些消息。因为 offset 由 Consumer 控制，所以 Kafka broker 是无状态的，它不需要标记哪些消息被哪些消费过。

同一 Topic 的一条消息只能被同一个 Consumer Group 内的一个 Consumer 消费。但多个 Consumer Group 可同时消费这一消息。
这是 Kafka 用来实现一个 Topic 消息的广播（发给所有的 Consumer）和单播（发给某一个 Consumer）的手段。一个 Topic 可以对应多个 Consumer Group。如果需要实现广播，只要每个 Consumer 有一个独立的 Group 就可以了。要实现单播只要所有的 Consumer 在同

一个 Group 里。

Consumer 在从 broker 读取消息后，可以选择 commit，该操作会在 Zookeeper 中保存该 Consumer 在该 Partition 中读取的消息的 offset。该 Consumer 下一次再读该 Partition 时会从下一条开始读取。如未 commit，下一次读取的开始位置会跟上一次 commit 之后的开始位置相同。当然可以将 Consumer 设置为 autocommit，即 Consumer 一旦读到数据立即自动 commit。

https://www.cnblogs.com/frankdeng/p/9310684.html

## Topic 和 Partition

Topic 在逻辑上可以被认为是一个 queue，每条消费都必须指定它的 Topic，可以简单理解为必须指明把这条消息放进哪个 queue 里。为了使得 Kafka 的吞吐率可以线性提高，物理上把 Topic 分成一个或多个 Partition，每个 Partition 在物理上对应一个文件夹，该文件夹下存储这个 Partition 的所有消息和索引文件。创建一个 topic 时，同时可以指定 Partition 数目，Partition 数越多，其吞吐量也越大，但是需要的资源也越多，同时也会导致更高的不可用性，kafka 在接收到生产者发送的消息之后，会根据均衡策略将消息存储到不同的 Partition 中。因为每条消息都被 append 到该 Partition 中，属于顺序写磁盘，因此效率非常高（经验证，顺序写磁盘效率比随机写内存还要高，这是 Kafka 高吞吐率的一个很重要的保证）。

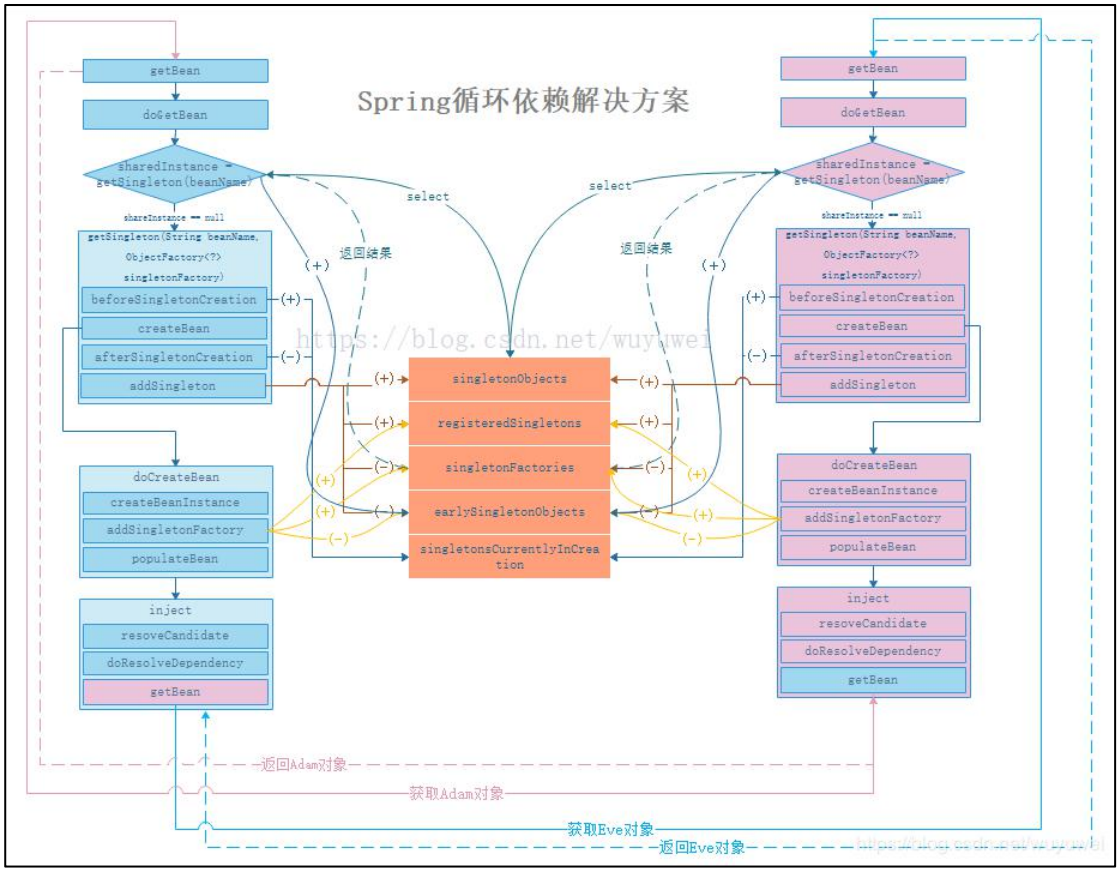
可以在$KAFKA_HOME/config/server.properties 中通过配置项 num.partitions 来指定新建 Topic 的默认 Partition 数量，也可在创建 Topic 时通过参数指定，同时也可以在 Topic 创建之后通过 Kafka 提供的工具修改。

## Kafka 事务

https://www.cnblogs.com/middleware/p/9477133.html
https://www.cnblogs.com/wangzhuxing/p/10125437.html
https://zhuanlan.zhihu.com/p/163683403
https://www.zhihu.com/question/311885878/answer/596739819

# Spring

## Spring 解决循环依赖




假设目前“亚当”和“夏娃”这两个 bean 都还未曾创建，现在流程走到亚当的创建流程（蓝色流程）。因为亚当创建之前不曾有亚当创建出来被容器托管，故流程会很顺利的走到 createBean 。在 createBean 之前，会通过 beforeSingletonCreation 在 bean 工厂的 singletonsCurrentlyInCreation Set 集合中添加亚当这个 bean 的 beanName——“yadang”。

随后流程陷入 doCreateBean 方法中，首先通过 createBeanInstance 创建出亚当这个对象 adamObj，请注意目前**亚当的** xiawa **是** null。

接着流程通过 addSingletonFactory，如果在 singletonObjects 中没有找到“yadang”这个对象，那么就尝试在 bean 工厂的 singletonFactories 中进行一些步骤，在 bean 工厂的各个缓存容器加入 yadang，如下图。

| | |
|---|---|
| singletonObjects | null |
| registeredSingletons | "yadang" |
| singletonFactories | <yadang, factory> |
| earlySingletonObjects | null |
| singletonsCurrentlyInCreation | "yadang" |

亚当创建完成后，就需要通过 populateBean 对属性进行依赖注入，流程会陷入 inject 方法，最终通过 doResolveDependency 一路调用到 getBean(“xiawa”)。这时流程就走到了夏娃的创建流程（粉色流程）。

经过同样的步骤，xiawa 也变成这样。

| | |
|---|---|
| singletonObjects | null |
| registeredSingletons | "yadang", "xiawa" |
| singletonFactories | <yadang, factory>, <xiawa, factory> |
| earlySingletonObjects | null |
| singletonsCurrentlyInCreation | "yadang", "xiawa" |

同样的，夏娃创建完成后，就需要通过 populateBean 对属性进行依赖注入，流程会陷入 inject 方法，最终通过 doResolveDependency 一路调用到 getBean(“yadang”)。这时流程又就走到了亚当的创建流程（蓝色流程）。

再次进入蓝色的 getBean-->doGetBean-->getSingleton("yadang")-->getSingleton("yadang", true)。根据 bean 工厂中各个缓存容器的值层层过滤后，最终满足所有条件。此时 bean 工厂中各个缓存容器的值如下：

| | |
|---|---|
| singletonObjects | null |
| registeredSingletons | "yadang", "xiawa" |
| singletonFactories | <xiawa, factory> |
| earlySingletonObjects | <"yadang", adam> |
| singletonsCurrentlyInCreation | "yadang", "xiawa" |

最终通过几步简单的调用步骤后，返回最终获取到的 adam 对象，红色 doResolveDependency 方法的 getBean 方法执行完成执行后一路返回，最终在 inject 中完成夏娃对象 adam 属性的装配，这是 eveObj 对象：**她的** yadang **得到了** yadang **对象**。

完成 eve 对象的装配后一路返回 doGetBean 方法。随后通过 afterSingletonCreation 方法移除 singletonsCurrentlyInCreation 中的中的“xiawa”。这样 bean 工厂中各个缓存容器的值如下：

| | |
|---|---|
| singletonObjects | <"xiawa", eveObj> |
| registeredSingletons | "yadang", "xiawa" |
| singletonFactories | null |
| earlySingletonObjects | <"yadang", adam> |
| singletonsCurrentlyInCreation | "yadang" |

这样，夏娃的创建过程就完毕了。流程一路返回 eveObj 对象到蓝色的 doResolveDependency 方法。一路返回 eveObj 对象到 inject 完成 adamObj 的装配。随后一路返回到 getSingleton(String beanName, ObjectFactory<?> singletonFactory)方法的 afterSingletonCreation 和 addSingleton 方法操作 bean 工厂中各个缓存容器后的值如下：

| | |
|---|---|
| singletonObjects | <"xiawa", eveObj>, <"yadang", adamObj> |
| registeredSingletons | "yadang", "xiawa" |
| singletonFactories | null |
| earlySingletonObjects | null |
| singletonsCurrentlyInCreation | null |

此时亚当和夏娃这两个 bean 都缓存在了 singletonObjects 中，完成了这两个循环依赖 bean

的创建过程。

## IOC

IOC 是什么，怎么实现的。
SpringIOC 的方式有哪几种?

Required 是什么意思怎么用

# C 语言

## Sizeof

在 C 语言中，sizeof 是一个操作符（operator），而不是函数！其用于判断数据类型或者表达式长度（所占的内存字节数）。

不管在 32 位系统还是 64 位系统，sizeof(int)的值都是 4。因为 sizeof 的结果是由编译器(或者说是编译选项)决定的，不是操作系统。所以 sizeof(int)是个特例。
但是在 32 位系统上 sizeof(指针)的值是 4，在 64 位系统上 sizeof(指针)的值是 8。

32 位系统：


```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
  char *s = "hello";
  printf("sizeof(char) = %u\n", sizeof(char));
  printf("sizeof(char*)= %u\n", sizeof(char*));
  printf("sizeof('a')  = %u\n", sizeof('a'));
  printf("sizeof(*s+0) = %u\n", sizeof(*s+0));
  printf("sizeof(*s)   = %u\n", sizeof(*s));
  printf("sizeof(s)    = %u\n", sizeof(s));
```

```
 return 0;
}
```

```
F:\AmuseOneself\Interest\WeChat_1\2、C编程练习\【编程练习04】>test.exe
sizeof(char) = 1
sizeof(char*)= 4
sizeof('a')  = 4
sizeof(*s+0) = 4
sizeof(*s)   = 1
sizeof(s)    = 4
```

其中 sizeof('a')=4 是因为这里的'a'取的是 ascii 码，是一个整数。如果定义 char a = 'a'则 sizeof(a)=1。

其中 sizeof(*s+0)=4 是因为结果转换成了 int。

其中 sizeof(s)=4 是因为此处 s 是一个指针。

https://blog.csdn.net/zhengnianli/article/details/84076264

对于 64 位系统，区别如下：

c语言sizeof()在32位及64位系统的区别

具体异同如下表所示：

| 类型 | 32位系统 | 64位系统 |
|---|---|---|
| char | 1 | 1 |
| unsigned char | 1 | 1 |
| signed char | 1 | 1 |
| int | 4 | 4 |
| short | 2 | 2 |
| long | 4 | 8 |
| long int | 4 | 8 |
| signed int | 4 | 4 |
| unsigned int | 4 | 4 |
| unsigned long int | 4 | 8 |
| long long int | 8 | 8 |
| unsigned long long | 8 | 8 |
| float | 4 | 4 |
| double | 8 | 8 |
| long double | 8 | 16 |
| 指针类型 | 4 | 8 |

http://www.myexceptions.net/c/1969634.html

# GO

## Slice

Slice 不是线程安全的。

程序示例：

```
package main

import (
	"fmt"
	"sync"
)

var list []int = []int{}
var wgList sync.WaitGroup = sync.WaitGroup{}

func addNotSafe()  {
	list = append(list, 1)
	wgList.Done()
}

func main() {
	max := 10000
	wgList.Add(max)
	for i := 0; i < max; i++ {
		go addNotSafe()
	}
	wgList.Wait()
	fmt.Printf("list len = %d", len(list))
}
```

输出结果：

```
9217
```

为什么输出结果不是 10000 呢？因为 slice 不是线程安全的。对于多核 CPU，假设 cpu1 执行线程 A，将 slice 的长度从 1 变成了 2，同时 cpu2 执行线程 B，也将 slice 的长度从 1 变成了 2，因为两个 cpu 写内存时产生了覆盖，导致 slice 的长度少写了 1。

https://www.imooc.com/article/67836/

# Git

## 配置

配置个人的用户名称和电子邮件地址：
git config --global user.name "runoob"
git config --global user.email test@runoob.com

如果用了 --global 选项，那么更改的配置文件就是位于主目录下的那个，以后所有的项目都会默认使用这里配置的用户信息。

如果要在某个特定的项目中使用其他名字或者电邮, 只要去掉 --global 选项重新配置即可, 新的设定保存在当前项目的 .git/config 文件里。

要检查已有的配置信息，可以使用 git config --list 命令：
git config --list

## 查看 Git 版本

git --version

## 概念和操作

HEAD 和 master 是一个概念，命令中的 HEAD 可以用 master 来替换

Git 使用 git init 命令来初始化一个 Git 仓库：
git init newrepo

添加
git add *.c
或 git add README
git commit -m '初始化项目版本'
其中-m 表示要添加 message

克隆仓库的命令格式为：

git clone <repo>
如果我们需要克隆到指定的目录，可以使用以下命令格式：
git clone <repo> <directory>

几种效果等价的 git clone 写法：
git clone http://github.com/CosmosHua/locate new
git clone http://github.com/CosmosHua/locate.git new
git clone git://github.com/CosmosHua/locate new
git clone git://github.com/CosmosHua/locate.git new

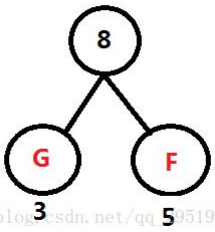
新项目中，添加所有文件很普遍，我们可以使用 git add . 命令来添加当前项目的所有文件
git add .

git status 以查看在你上次提交之后是否有修改。
演示该命令的时候加了 -s 参数, 以获得简短的结果输出。如果没加该参数会详细输出内容。
git status -s

git diff 命令显示已写入缓存与已修改但尚未写入缓存的改动的区别。git diff 有两个主要的应用场景。
尚未缓存的改动：git diff
查看已缓存的改动： git diff --cached

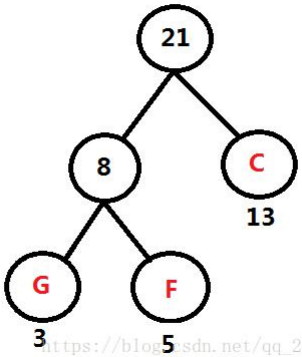
# 哈夫曼树、哈夫曼编码

哈夫曼编码用于找出存放一串字符所需的最少的二进制编码。
例如一串字符只包含 ABCDEFG 这 7 个字符，各字符出现的频率为
频率表 D:69 A：60 B:45 E:14 C:13 F:5 G:3
**下面我们构造哈夫曼树：**
**第一步：**找出字符中最小的两个，小的在左边，大的在右边，组成二叉树。在频率表中删除此次找到的两个数，并加入此次最小两个数的频率和。
F 和 G 最小，因此如图，从字符串频率计数中删除 F 与 G，并返回 G 与 F 的和 8 给频率表



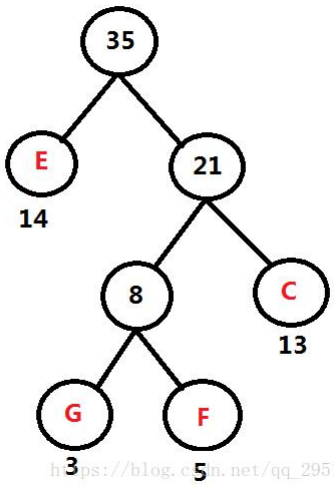

**此时频率表变为** D:69　A：60　B:45　E:14　C:13　FG:8

**然后重复第一步**



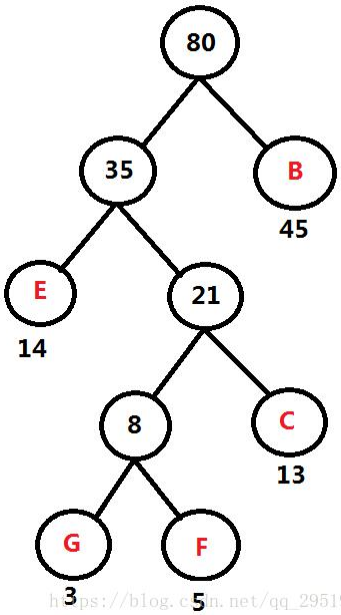

此时频率表变为 D: 69　A：60　B: 45　CFG: 21　E: 14

然后重复第一步




此时频率表变为 D: 69　A：60　B: 45　ECFG: 35

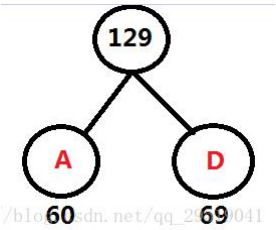
然后重复第一步





此时频率表变为 BECFG: 80　　D: 69　A：60

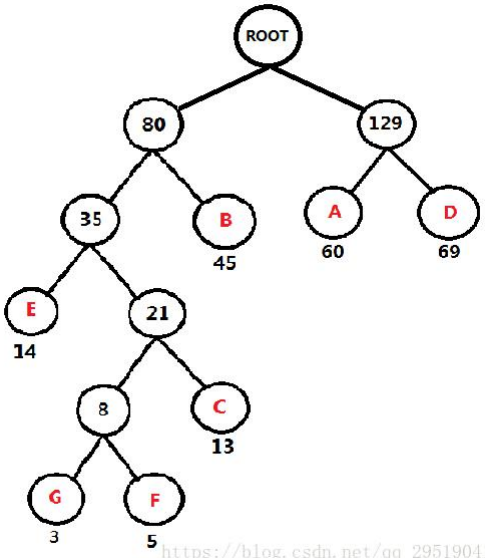
然后重复第一步





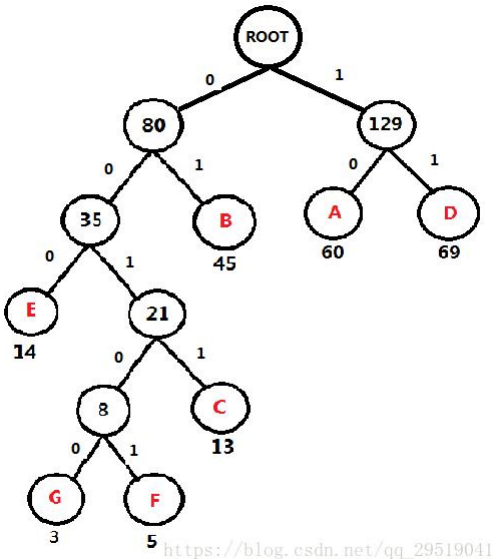
此时频率表变为 DA: 129　　BECFG: 80

然后重复第一步



此时频率表变 DABECFG: 209
**哈夫曼树构造完成**

**然后左 0 右 1 编码**

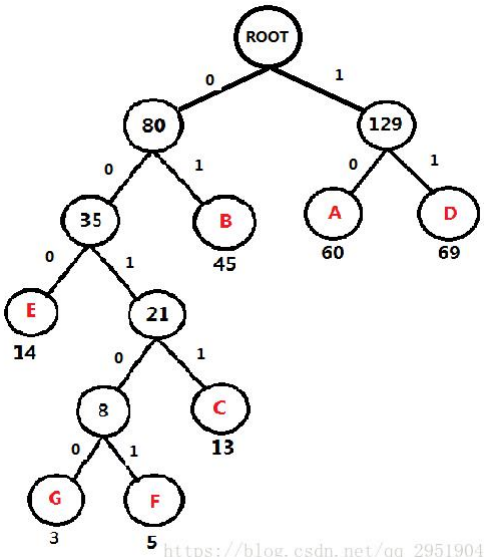




得到：
A 10
B 01
C 0011
D 11
E 000
F 00101
G 00100
**因为哈夫曼树的它的字母都在叶子节点上, 因此不会出现一个字母的编码为另一个字母编码左起子串的情况。也就不会出现解码冲突、解码矛盾的情况了，解码就不会误判了。**

**哈夫曼树的构造并不是唯一的。**因为如果有两个字符的出现频率相等，或者构造时合并的频率出现相等，则取最小的两个数，可能只能取到其中一个。例如 A：8，B：8，C：7，可以取 BC 合并编码，或者 AC 合并编码，不能唯一确定。或者 A：8，B：7，C：3，D：5，编码后变成 A：8，DC：8，B：7，继续编码时，可以取 DCB 编码，也可以取 AB 编码，得到的结果是不一样的。

**哈夫曼树(Huffman)树又称最优二叉树,是带权路径长度最短的二叉树。**
带权路径计算为：
WPL = W1L1 + W2L2 + ..... + WnLn
其中 n 为二叉树中叶子结点的个数； Wk 为第 k 个叶子的权值;Lk 为第 k 个叶子结点的路径长度





例如上图，A 的权值为 60，路径长度为到根节点需要的编码数量，即路径长度为 2。F 的权值为 5，路径长度为 5

**为什么哈夫曼树(Huffman)树带权路径长度最短？因为权重大的节点距离根节点最近。**

**节点都是叶子节点的情况下，哈夫曼树的带权路径长度最短。**

# 二叉树

## 遍历

二叉树遍历分为三种：前序、中序、后序

**前序：根左右**

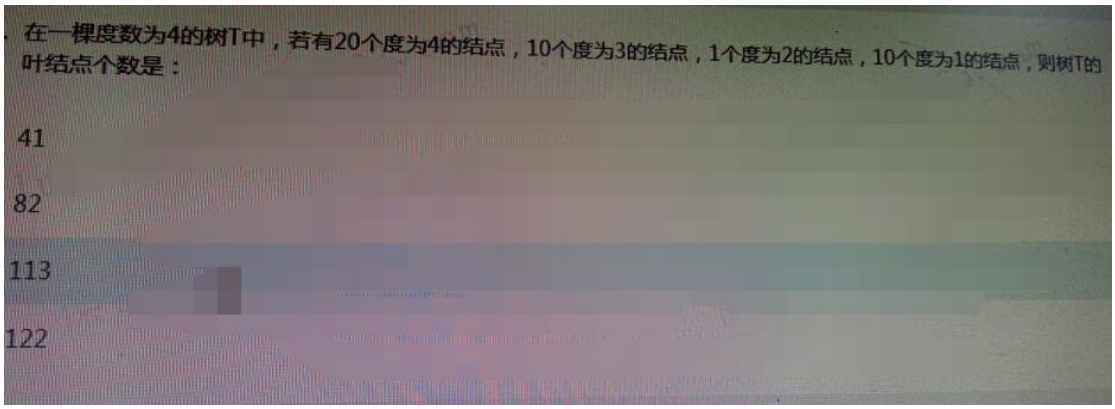
**中序：左根右**

**后序：左右根**

**前序后序不能还原二叉树。前序中序可以还原二叉树。中序后序可以还原二叉树。**

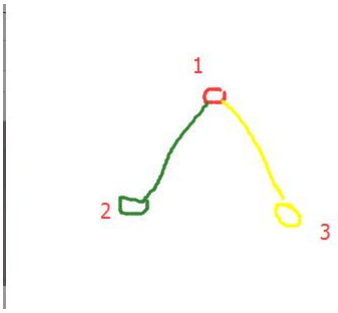
**还原技巧：前序的第一个值就是根节点，后序的最后一个值就是根节点，用根节点来把中序切割为根节点的左子树、根节点的右子树。然后再根据中序的分割把前序、后序分割成左子树、右子树。然后依次方法类推。**

# 节点、度




对于这一题，可以这样看：

（1）**总结点数=树中的边数+1** 。见下图可以清晰明白。




**节点的度就是结点拥有子结点的数量，也就是边的数量。**

所以题中树的总结点数=20*4+10*3+1*2+10*1+1=123

（2）叶子节点数（叶子节点度为 0）=总结点数-度数非零的节点数

叶节点是度为 0 的节点

所以题中树的叶子节点数=123-20-10-1-10=82

对于二叉树，如果知道了总结点数，叶子结点数，则可以求出度为 2 的节点数、度为 1 的节点数。因为：

总结点数 - 1 = 2 * 度为 2 的节点 + 1 * 度为 1 的节点

总结点数 - 叶子结点数 = 度为 2 的节点 + 度为 1 的节点

以上二元一次方程简化，**即度为 2 的节点数等于叶子结点数减一，度为 1 的节点数等于总结点数减去度 2 节点数、叶子节点数。**

# 满二叉树

一棵二叉树的结点要么是叶子结点，要么它有两个子结点。没有度为 1 的节点。

# 完全二叉树

若设二叉树的深度为 k，除第 k 层外，其它各层 (1～k-1) 的结点数都达到最大个数，第 k 层所有的结点都连续集中在最左边，这就是完全二叉树。

**完全二叉树实质上就是一个连续数组。数组的存放顺序就是完全二叉树的广度遍历 (层次遍历)。**
例如完全二叉树，根节点为 0，根节点左孩子为 1，右孩子为 2；左孩子 1 的左孩子为 3，右孩子为 4；右孩子 2 的左孩子为 5，右孩子为 6；左孩子 3 的左孩子为 7，右孩子为 8。这个完全二叉树的广度遍历得到数组[0,1,2,3,4,5,6,7,8]。对于数组中位置在 i 的节点，如果该节点有左孩子和右孩子，则左孩子位置必然在 2*i+1，右孩子位置必然在 2*i+2。
**完全二叉树用数组存储即可，不需要复杂的数据结构。**

# 二叉查找树、二叉搜索树、二叉排序树

二叉排序树（Binary Sort Tree），又称二叉查找树（Binary Search Tree），简称 BST

**特点：**
若左子树不空，则左子树上所有结点的值均小于或等于它的根结点的值；
若右子树不空，则右子树上所有结点的值均大于或等于它的根结点的值；
左、右子树也分别为二叉排序树

**查找：**
如果树是空的，则查找结束，无匹配。
如果被查找的值和根结点的值相等，查找成功。
如果被查找的值小于根结点的值就选择左子树。
如果被查找的值大于根结点的值就选择右子树。

**插入：**
先查找树中是否存在元素，**如果存在则不插入**。
如果插入的元素值小于根结点值，(1) 根节点左子树为空，插入元素作为根节点左子树。(2) 根节点左子树不为空，递归。
如果插入的元素值大于根结点值，(1) 根节点右子树为空，插入元素作为根节点右子树。(2) 根节点右子树不为空，递归。

**删除：**
根节点为空，直接返回。

要删除的元素值等于根节点的值，执行节点删除。
要删除的元素值小于根节点的值，将删除递归到根节点的左子树。
要删除的元素值大于根节点的值，将删除递归到根节点的右子树。
**节点删除：**
如果节点的右子树为空，则用节点的左子树（左子树可能为 null）替代当前节点，然后释放当前节点。
如果节点的左子树为空，则用节点的右子树替代当前节点，然后释放当前节点。
如果节点的左右子树都不为空，则找到节点左子树的最大值，以及最大值的父节点（如果节点左子树第一个节点没有右子树，则最大值就是节点左子树的第一个节点，也可能在节点左子树第一个节点的右子树上)；然后用节点左子树的最大值替换当前节点的值；（1）如果节点左子树第一个节点没有右子树，则将节点左子树第一个节点的左子树接到当前节点上，然后释放节点左子树的第一个节点；
（2）如果节点左子树第一个节点有右子树，则把最大值那个节点的左子树接到最大值的父节点右子树上 (最大值那个节点右子树一定为空，因为如果不为空，最大值就在右子树上了，但是左子树不一定为空)，然后释放节点左子树最大值的那个节点。

# 平衡二叉树

平衡二叉树（Balanced Binary Tree）或平衡二叉查找树又被称为 AVL 树（有别于 AVL 算法)，且具有以下性质：它是一 棵空树或它的左右两个子树的高度差的绝对值不超过 1，并且左右两个子树都是一棵平衡二叉树。这个方案很好的解决了二叉查找树退化成链表的问题，把插入，查找，删除的时间复杂度最好情况和最坏情况都维持在 O(logN)。但是频繁旋转会使插入和删除牺牲掉 O(logN)左右的时间，不过相对二叉查找树来说，时间上稳定了很多。

Leetcode 上有一道题，判断一棵树是否是平衡二叉树。（1）一般的思路就是将这个问题分解递推，转为判断左子树是否平衡，右子树是否平衡，左右子树高度差是否大于 1。但是仅仅用这样的思路去写程序，跑起来会很慢，为什么呢？因为每次求子树高度的时候，都要做一次深度优先遍历，这是很没有必要的。怎么去解决这个问题呢？（2）为了解决这个问题，首先要确定，求子树高度是必须的，知道了左右子树的高度才能确定树是否平衡。如果左右子树高度超过 1，那就没必要继续求左右子树高度了，直接向上返回，但是怎么返回呢？（3）如果用抛异常的方法，实际测试发现更慢了，因为抛异常很费资源。如果加入一个全局变量 is_balance 作为判断条件，作为信息，告诉其他递归函数树已经不平衡了，没必要继续求子树高度了，就是一个非常好的处理办法。（4）综上，可以写出代码来了。

```
    public Boolean is_balance = true;
    public int height(TreeNode tree) {
        if (is_balance == false) {
            return 0;
        }
        if (tree == null) {
            return 0;
        }
```

```
            int leftHeight = height(tree.left);
            int rightHeight = height(tree.right);
            if (leftHeight - rightHeight > 1 || leftHeight - rightHeight < -1) {
                is_balance = false;
            }
            return leftHeight > rightHeight ? leftHeight + 1 : rightHeight + 1;
        }
        public boolean isBalance(TreeNode treeNode) {
            height(treeNode);
            return is_balance;
        }
```

参考：https://blog.csdn.net/pengchengliu/article/details/93844275

**二叉搜索树的节点是带权的，各节点的权重满足： 左 < 中 <右**

平衡二叉树插入、删除，可能导致树的平衡性缺失，即左右子树高度差超过 1，有以下四种情况：

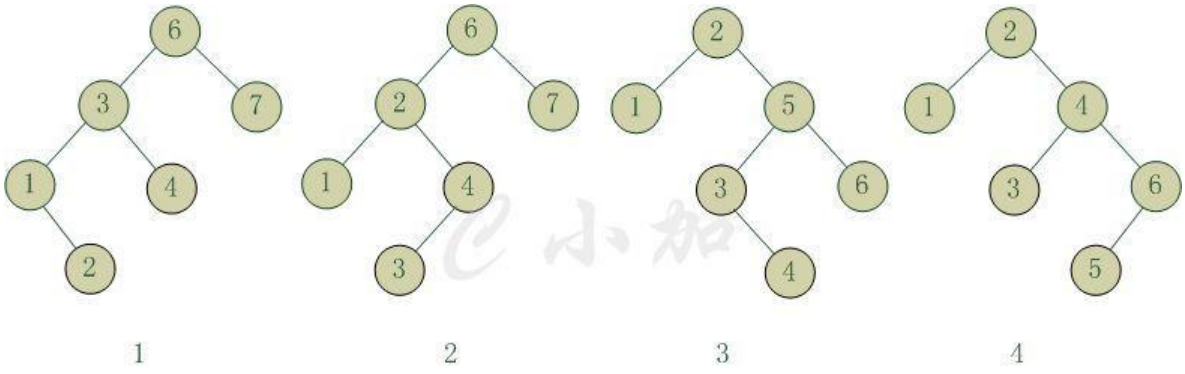



图2 四种不平衡的情况

这时需要调整。

对于 1 和 4 的情况，调整原则如下图。情况 4 是下图反过来的。这样可以把高度差减小。

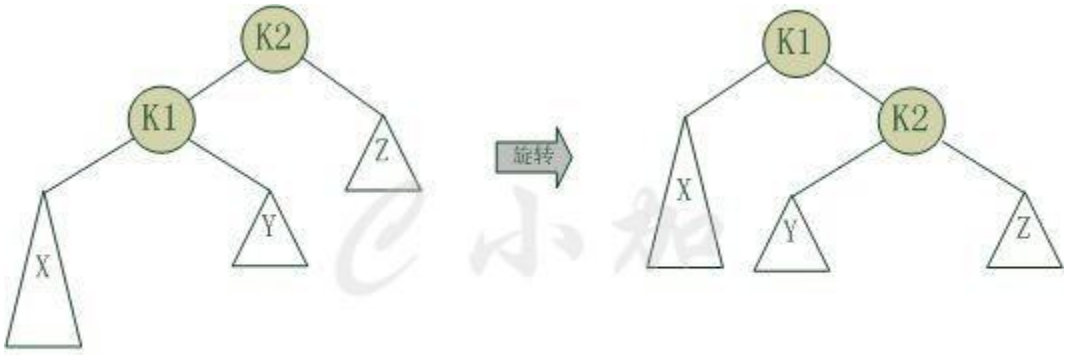



图3 左左情况下单旋转的过程

对于 2 和 3 的情况，调整原则如下图。即先旋转一次，再旋转一次，才能把顺序调整过来。第一次旋转不改变该子树的平衡性，只是把左子树的高度增加 1，右子树的高度减少 1，但是方便了下一次的旋转。

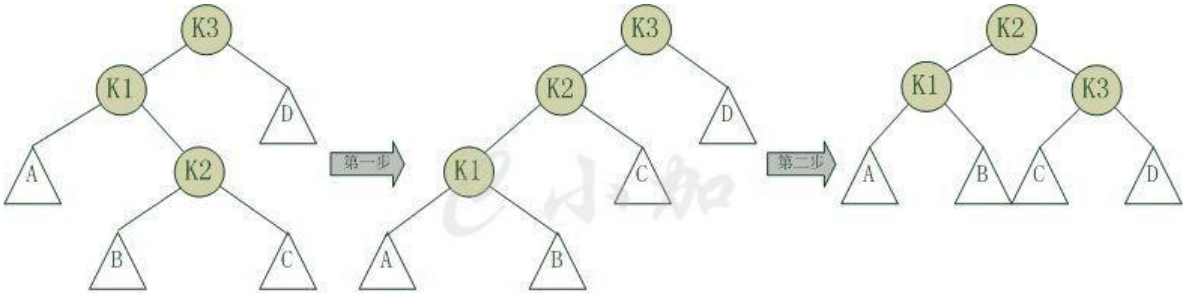



图4 左右情况下双旋转的过程

# 大根堆（最大堆）

**堆满足完全二叉树的性质，所以堆用一个简单的数组存储即可。**

**大根堆（最大堆）中每个节点的值都大于或等于其左右孩子的值，所以叫大根堆。相反，小根堆（最小堆）中每个节点的值都小于或等于其左右孩子的值。**

这里只讲大根堆，方便熟悉该类数据结构的性质。

大根堆有增、删、查三个需求，先说查这个需求。
用 java 编写 api。

```
public class MaxRootHeap {
    //数组
    private int[] arr;
    //最大堆已有节点的个数
    int num = 0;
    //构造函数，设置最大堆的最大容量
    public MaxRootHeap(int cap) {
        arr = new int[cap];
    }

    //获取父节点在数组中的位置。如果 node 是根节点，则 node=0，算出来的父节点还是根节点自己，因为 java 中-1/2=0。
    private int parent(int node) {
        return (node - 1)/2;
    }
    //获取左孩子在数组中的位置。
    private int left(int node) {
```

```
            return 2*node + 1
        }
        //获取右孩子在数组中的位置。
        private int right(int right) {
            return 2*node + 2
        }
        //获取大根堆的最大值，或者说是根节点
        public int max() {
            return arr[0];
        }

}
```

再说增这个需求。

**增加新元素，就把新元素放在数组的最后，然后让新元素上浮，到达它应该在的位置。代码如下：**

```
public void insert(int val) {
        arr[num] = val;
        rise(num);
        num++;
}
//新元素上浮
private void rise(int idx) {
        //到达大根堆根节点，结束；或者已经小于等于父节点的值，结束。否则继续。
        while (idx > 0 && arr[parent(idx)] < arr[idx]) {
            int temp = arr[idx];
            arr[idx] = arr[parent(idx)];
            arr[parent(idx)] = temp;
            idx = parent(idx);
        }

}
```

再说删这个需求。

**大根堆只允许删除堆的最大值，即根节点。**所以删除的步骤是（1）**拿掉根节点；（2）把数组的最后一个元素放到根节点，让数组长度减一；（3）根节点下沉，到达它应该在的位置。**

代码如下：

```
public int deleteMax() {
        int max = arr[0];
        num--;
        arr[0] = arr[num];
        sink(0);
        return max;
}
```

```
//根节点下沉
private void sink(int idx) {
    //如果没有左孩子了，下沉就结束
    while(left(idx) < num) {
        //假设左孩子的值比右孩子大
        int bigger_idx = left(idx);
        //如果有右孩子，则要与右孩子比较，找出哪个大
        if (right(idx) < num && arr[bigger_idx] < arr[right(idx)]) {
            bigger_idx = right(idx);
        }
        //根节点与左右孩子中较大的进行比较，比较结果如果是大于等于，则不用继续下沉了，调整结束。如果比较结果是小于，那就跟左右孩子中较大的进行置换
        if (arr[bigger_idx] < arr[idx]) {
            break;
        }
        int temp = arr[idx];
        arr[idx] = arr[bigger_idx];
        arr[bigger_idx] = temp;
        idx = bigger_idx;
    }
}
```

# 堆排序

大根堆可以用来做堆排序，思路是（1）对给定的数组，将数组中 0,1,2,3。。。。。的数依次插入大根堆中；（2）将大根堆的最大值删除，让堆排序重新调整得到新的大根堆，然后把刚才删除的最大值放到数组的末尾（这个末尾已经不在最大堆中了，存放排序数组刚刚好）；（3）这样递归下去，就可以得到从小到大的有序数组。

| 各种常用排序算法 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 类别 | 排序方法 | 时间复杂度 | | | 空间复杂度 | 稳定性 |
| | | 平均情况 | 最好情况 | 最坏情况 | 辅助存储 | |
| 插入排序 | 直接插入 | $O(n^2)$ | $O(n)$ | $O(n^2)$ | $O(1)$ | 稳定 |
| | shell排序 | $O(n^{1.3})$ | $O(n)$ | $O(n^2)$ | $O(1)$ | 不稳定 |
| 选择排序 | 直接选择 | $O(n^2)$ | $O(n^2)$ | $O(n^2)$ | $O(1)$ | 不稳定 |
| | 堆排序 | $O(nlog_2n)$ | $O(nlog_2n)$ | $O(nlog_2n)$ | $O(1)$ | 不稳定 |
| 交换排序 | 冒泡排序 | $O(n^2)$ | $O(n)$ | $O(n^2)$ | $O(1)$ | 稳定 |
| | 快速排序 | $O(nlog_2n)$ | $O(nlog_2n)$ | $O(n^2)$ | $O(nlog_2n)$ | 不稳定 |
| 归并排序 | | $O(nlog_2n)$ | $O(nlog_2n)$ | $O(nlog_2n)$ | $O(1)$ | 稳定 |
| 基数排序 | | $O(d(r+n))$ | $O(d(n+rd))$ | $O(d(r+n))$ | $O(rd+n)$ | 稳定 |
| 注：基数排序的复杂度中，r代表关键字的基数，d代表长度，n代表关键字的个数 | | | | | | |

堆排序复杂度分析：

（1）不需要额外的空间，所以空间复杂度为 O（1）；

（2）如果数组中有值相同的数，由于调整，不能保证其初始顺序，所以是不稳定的。

（3）最好情况，数组是从大到小有序的，这样建立大根堆时免去了调整过程，每次仅需比较大小，时间复杂度 O（n）；

但是输出有序数组时，仍然需要调整大根堆，每次调整约需要 log2n 次比较和交换，一共需要 n 次，所以时间复杂度是 O（nlog2n）。

（4）最坏情况，数组乱序，建立大根堆每次调整约需要 log2n 次比较和交换，一共需要 n 次，时间复杂度是 O（nlog2n）；

输出有序数组时，调整大根堆，时间复杂度仍然是 O（nlog2n）；综合下来，时间复杂度就是 O（nlog2n）。

**综上，堆排序由于排序不稳定，比归并排序差一点点。**

但是堆排序用来寻找前 k 小的数，就是最好的。因为堆排序把前 K 小的数保存在大根堆中，如果有更小的数出现，就删除大根堆中最大的数并插入更小的数。

**如果用一个数组保存前 k 小的数，更新时，约需要 k 次交换，可能需要 n 次更新，所以时间复杂度是 O（n*k）**

**如果用大根堆来保存前 k 小的数，更新时，约需要 log2k 次比较和交换，减少了交换的次数，所以时间复杂度是 O（n*log2k）。这个时间复杂度比排序算法的平均时间复杂度 O（nlog2n）更低。**

# 红黑树

Java 中的 TreeMap 和 TreeSet 就是红黑树。

红黑树首先是一个二叉查找树，在此基础上，红黑树需要满足四个要求：
**（1）根节点必须是黑色；**
**（2）叶子节点必须是黑色，必须是 null；**
**（3）红色节点的子节点必须是黑色；**
**（4）从任意节点出发到其下的叶子节点结束，虽然有很多不同的路径，但是这些路径上包含的黑色节点数目相同。**

由于红黑树的（3）（4）这两个要求，假设红黑树有 n 个节点（不包括叶子节点，叶子节点没用），则红黑树的高度小于等于 2log(n+1)。
同时红黑树的高度大于等于 log(n+1)，这是满二叉树的性质，因此红黑树最长路径与最短路径的比值小于 1:2，接近平衡。

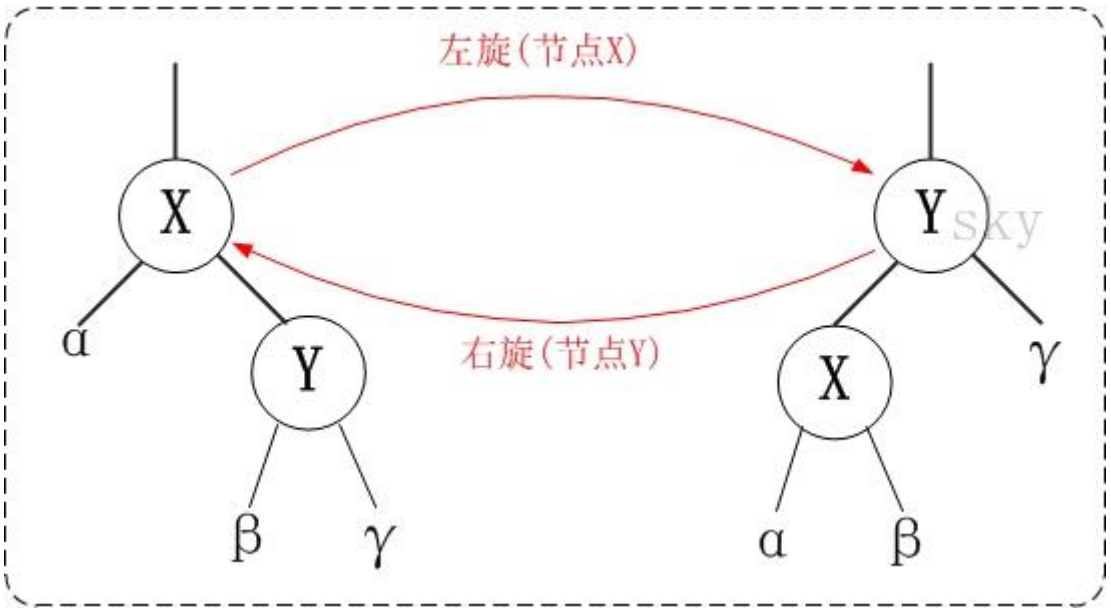
**红黑树的构造不是唯一的**，可以有很多同分异构，即元素相同结构不同，例如插入顺序不同可能造成同分异构。
**红黑树可能所有节点都是黑的**，比如先插入节点，然后把所有的红色节点删掉，就会变成一个全黑的红黑树。但是新插入的节点一定是红的，不需要调整颜色。

**红黑树添加节点**
**第一步**，如果红黑树没有根节点，则将添加的节点作为红黑树根节点，标为黑色。
**第二步**，如果红黑树有根节点，则按照二叉查找树的规则，插入节点，节点的左右孩子必然为空，因为二叉查找树新插入的节点就是这样；然后将节点颜色标为红色，因为标红色只会违背红黑树的要求（3），违背的要求越少越容易调整。
**第三步**，调整节点的颜色。如果刚才插入的节点，其父节点是红色，则需要调整节点颜色，否则不需要调整节点颜色。
（1）如果父节点是祖父节点的左孩子（祖父节点一定存在，因为父节点是红色，祖父节点必然是黑色）
（a）如果祖父节点的右孩子也是红色，即叔叔节点也是红色。那就将父节点和叔叔节点标为黑色，将祖父节点标为红色。这样祖父节点只会违背红黑树的要求（3），其余部分都符合红黑树的四个要求。现在问题转化为递归调整祖父节点的颜色。
（b）否则叔叔节点是黑色，则要看刚插入的节点，是其父节点的左孩子还是右孩子。
（b1）如果是父节点的左孩子。就将父节点标为黑色，将祖父节点标为红色，然后以祖父节点为支点进行右旋，具体操作就是将父节点提升从而替代祖父节点成为曾祖父节点的孩子，父节点的右孩子作为祖父节点的左孩子，祖父节点作为父节点的右孩子。这样操作完成后，红黑树就调整好了，完全符合红黑树的四个要求。右旋如下图所示。
（b2）否则是父节点的右孩子。没办法像（b1）那样调整，但是可以以父节点为支点进行左旋，具体操作就是将刚插入的节点提升从而替代父节点成为祖父节点的孩子，刚插入的节

点的左孩子作为父节点的右孩子，父节点作为刚插入的节点的左孩子。这样操作完成后，就变成了（b1）的情形了，进入（b1）分支进行调整即可。

（2）否则父节点是祖父节点的右孩子。那么可以像（1）分支那样进行成镜像操作，具体说就是判断右孩子变成判断左孩子，右旋变成左旋，左旋变成右旋。

**第四步**，将根节点标为黑色。因为（a）分支的操作可能使根节点颜色变为红色，所以这里将根节点颜色标为黑色。




**红黑树删除节点**

**第一步**，按照二叉查找树的规则，删除节点。二叉查找树删除时，可能有三种情况①删除的节点没有左右孩子；②删除的节点有一个孩子；③删除的节点有两个孩子。对于情况①②，直接删除节点，然后把孩子接到节点的父节点上即可。对于情况③，可以找一个合适的替代节点，补掉删除节点的缺口，同时继承删除节点的颜色，然后把替代节点删掉，由于二叉查找树的性质，替代节点的孩子必然小于等于 1，这样就可以把问题简化，纳入情况①②中去处理。

**第二步**，如果删除的节点是红色节点，则不需要调整颜色，否则需要调整颜色。

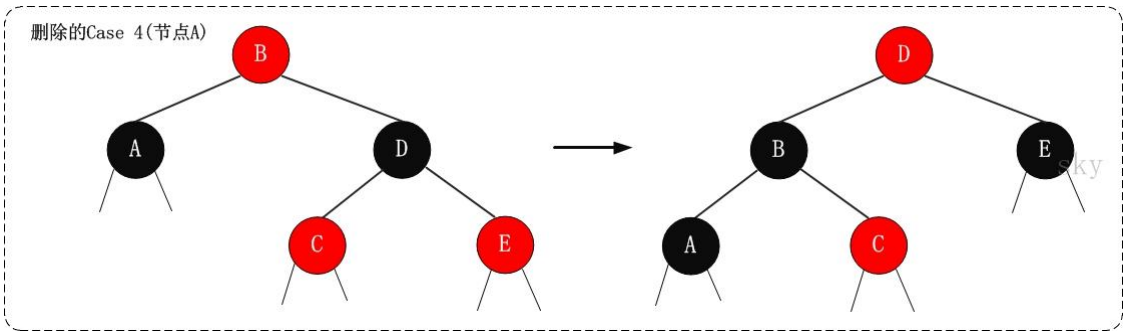
（1）对于情况①②，如果删除节点的孩子是红色，那么把孩子标为黑色，即可重新符合红黑树的四个要求。

（2）否则删除节点的孩子是黑色，那么令删除节点的孩子为当前节点，即讨论的原点，然后分情况来分析。

（a）如果当前节点是根节点，那么不需要调整了，已经符合红黑树的四个要求，结束。

（b）否则当前节点不是根节点，当前节点可能是其父节点的左孩子，也可能是右孩子，分开讨论。

（b1）当前节点是其父节点的左孩子，假设其兄弟是父节点的右孩子。如果兄弟节点的颜色是黑色，兄弟的右孩子是红色，那么就可以通过将兄弟节点提升从而替代父节点成为祖父节点的孩子，




（b2）否则当前节点是其父节点的右孩子，todo

以下链接的插入调整是错的，请注意不要被坑。
https://www.cnblogs.com/skywang12345/p/3245399.html