

专题20：Paxos 协议（史上最全、定期更新）

本文版本说明：V2

此文的格式，由markdown 通过程序转成而来，由于很多表格，没有来的及调整，出现一个格式问题，尼恩在此给大家道歉啦。

由于社群很多小伙伴，在面试，不断的交流最新的面试难题，所以，《Java面试红宝书》，后面会不断升级，迭代。

本专题，作为《Java面试红宝书》专题之一，《Java面试红宝书》一共30个面试专题，后续还会增加

《Java面试红宝书》升级的规划为：

后续基本上，**每一个月，都会发布一次**，最新版本，可以扫描扫架构师尼恩微信，发送“领取电子书”获取。

尼恩的微信二维码在哪里呢？请参见文末

面试问题交流说明：

如果遇到面试难题，或者职业发展问题，或者中年危机问题，都可以来**疯狂创客圈**社群交流，

加入交流群，加尼恩微信即可，

入交流群，加尼恩微信即可，发送“入群”

Paxos有多重要呢？

Paxos协议/算法是分布式系统中比较重要的协议，它有多重要呢？

大牛说：

Google Chubby的作者Mike Burrows说过这个世界上只有一种一致性算法，那就是Paxos，其它的算法都是残次品。

实际上：

理解了这两个分布式协议之后(Paxos/2PC)，学习其他分布式协议会变得相当容易。

Paxos算法及变种算法在分布式系统中应用广泛。

基于Paxos算法的变种有：ZAB、Raft。

Zookeeper 中的ZAB协议也是Paxos算法的变种。Zookeeper通过ZAB协议实现数据一致性，以提供数据一致性。

在分布式系统中，节点之间主要使用消息投递方式来完成。但通过消息投递的方式会遇到很多意外的情况，例如网络问题、进程挂掉、机器挂掉、进程很慢没有响应、进程重启等情况，这就会造成消息重复、一段时间内部不可达等现象。而 Paxos 算法就是基于消息传递且具有高度容错特性的一致性算法。换句话说，Paxos算法的作用就是在可能发生这些异常情况的分布式系统中，快速且正确地在集群内部对某个数据的值达成一致。

拜占庭将军问题

在各类介绍 Paxos 算法的文章中，都会提到著名的“拜占庭将军问题”，以及偶尔也会提到的“两军问题”。关于这两个问题的详细介绍可以阅读这篇下面这篇文章，基本讲清楚了。

简单的来说，拜占庭将军问题描述了这样一个场景：

拜占庭帝国有许多支军队，不同军队的将军之间必须制订一个统一的行动计划，从而做出进攻或者撤退的决定，同时，各个将军在地理上都是被分隔开来的，只能依靠军队的通讯员来进行通讯。然而，在所有的通讯员中可能会存在叛徒，这些叛徒可以任意篡改消息，从而达到欺骗将军的目的。

这就是著名的“拜占庭将军问题”。从理论上来说，在分布式计算领域，试图在异步系统和不可靠的通道上来达到一致性状态是不可能的。因此在对一致性的研究过程中，往往假设信道是可靠的。事实上，大多数系统都是部署在同一个局域网中的，因此消息被篡改的情况非常罕见；另一方面，由于硬件和网络原因而造成的消息不完整问题，只需一套简单的校验算法即可避免——因此，在实际工程实践中，可以假设不存在拜占庭问题，即假设所有消息都是完整的，没有被篡改的。

拜占庭将军问题与Paxos 的关系

拜占庭将军问题是由 Paxos 算法作者莱斯利·兰伯特提出的点对点通信中的基本问题。该问题要说明的含义是，在不可靠信道上试图通过消息传递的方式达到一致性是不可能的。

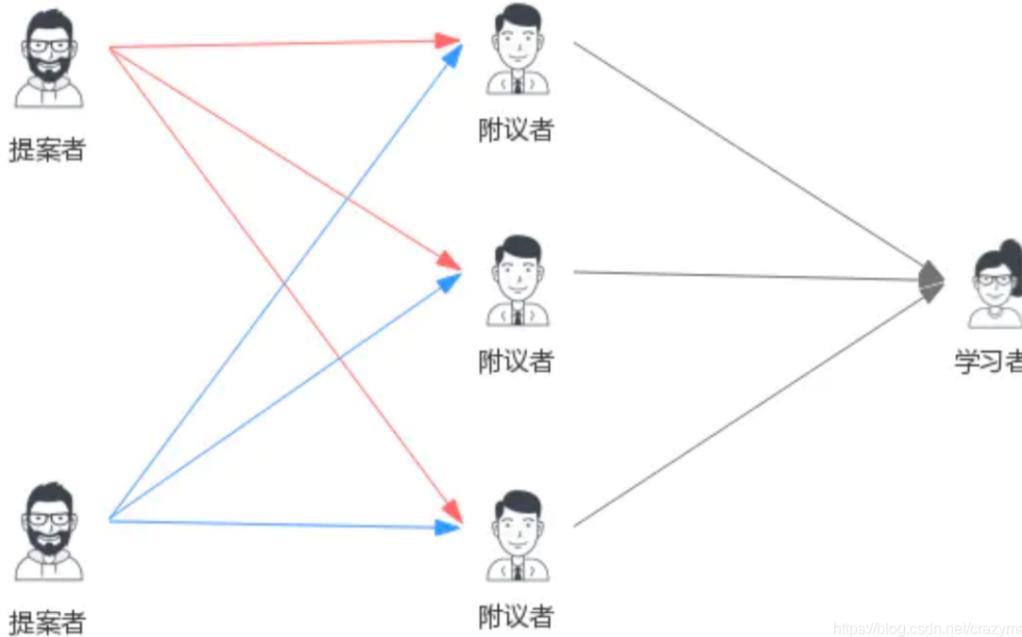
所以，Paxos 算法的前提是不存在拜占庭将军问题，即信道是安全的、可靠的，集群节点间传递的消息是不会被篡改的。

Paxos 算法

Paxos 算法是分布式技术大师 Lamport 提出的。Lamport 为了讲述这个算法，假想了一个叫做 Paxos 的希腊城邦进行选举的情景。这个算法也是因此而得名。在他的假想中，这个城邦要采用民主提议和投票的方式选出一个最终的决议，但由于城的居民没有人原意把全部时间和精力放在这种事情上，所以他们只能不定时的来参加提议，不定时来了解提议、投票进展，不定时的表达自己的投票意见。Paxos 算法的目标就是让他们按照少数服从多数的方式，最终达成一致意见。

主要角色

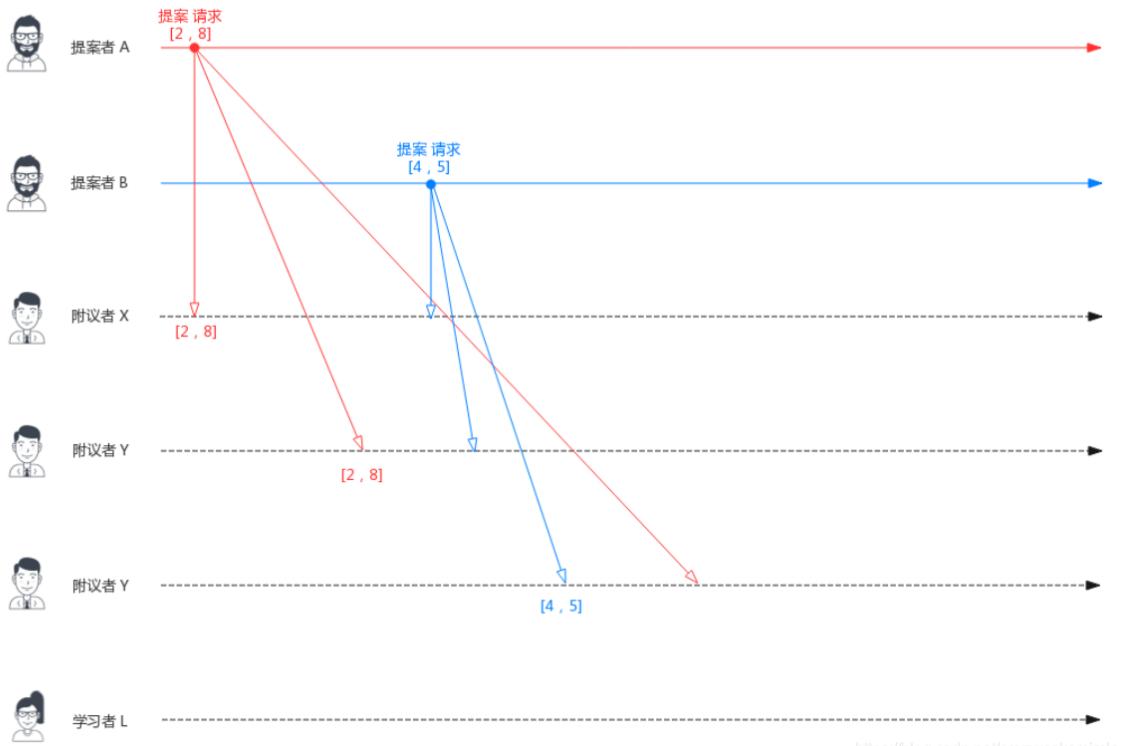
1. Proposer (提案者/提议者) : 提议一个值, 用于被投票决议。
2. Acceptor (附议者/接受者) : 对每个提议进行投票。
3. Learner (学习者/告知者) : 被告知投票的结果, 不参与投票过程。



执行过程

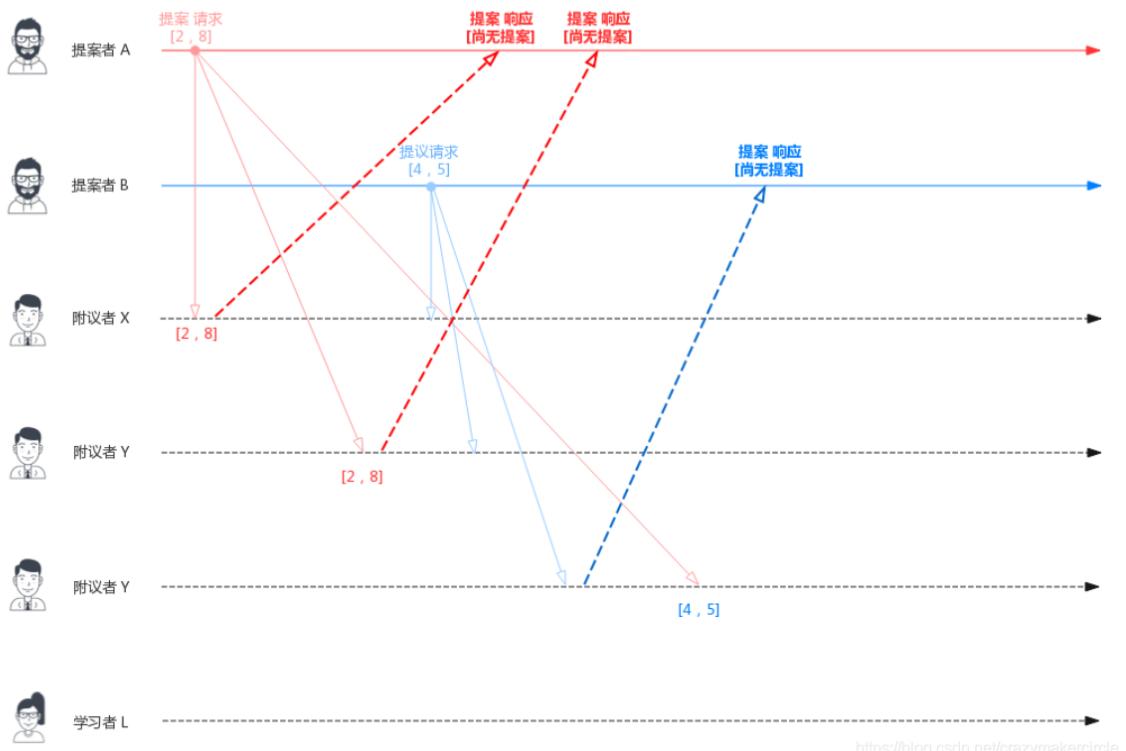
规定一个提议包含两个字段: $[n, v]$, 其中 n 为序号 (具有唯一性) , v 为提议值。

下图演示了两个 Proposer (提案者) 和三个 Acceptor (附议者) 的系统中运行该算法的初始过程, 每个 Proposer 都会向所有 Acceptor 发送提议请求。



当 Acceptor 接收到一个提议请求，包含的提议为 $[n_1, v_1]$ ，并且之前还未接收过提议请求，那么发送一个提议响应，设置当前接收到的提议为 $[n_1, v_1]$ ，并且保证以后不会再接受序号小于 n_1 的提议。

如下图，Acceptor X 在收到 $[n=2, v=8]$ 的提议请求时，由于之前没有接收过提议，因此就发送一个 [no previous] (尚无提案) 的提议响应，并且设置当前接收到的提议为 $[n=2, v=8]$ ，并且保证以后不会再接受序号小于 2 的提议。其它的 Acceptor 类似。

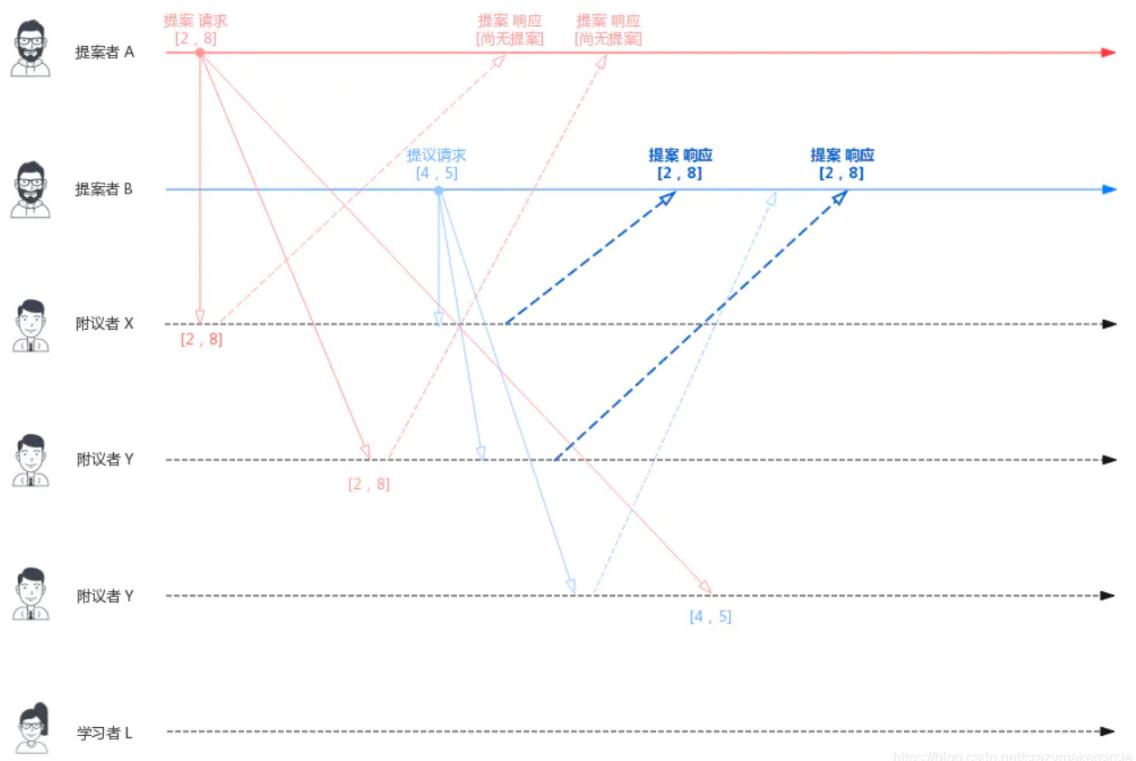


如果 Acceptor 之前已经接收过提议 $[n_1, v_1]$ ，现在接收到一个提议请求，提议为 $[n_2, v_2]$ 。

- 如果 $n_1 > n_2$, 那么就丢弃该提议请求;
- 否则, 发送提议响应, 该提议响应包含之前已经接收过的提议 $[n_1, v_1]$, 设置当前接收到的提议为 $[n_2, v_2]$, 并且保证以后不会再接受序号小于 n_2 的提议。

如下图:

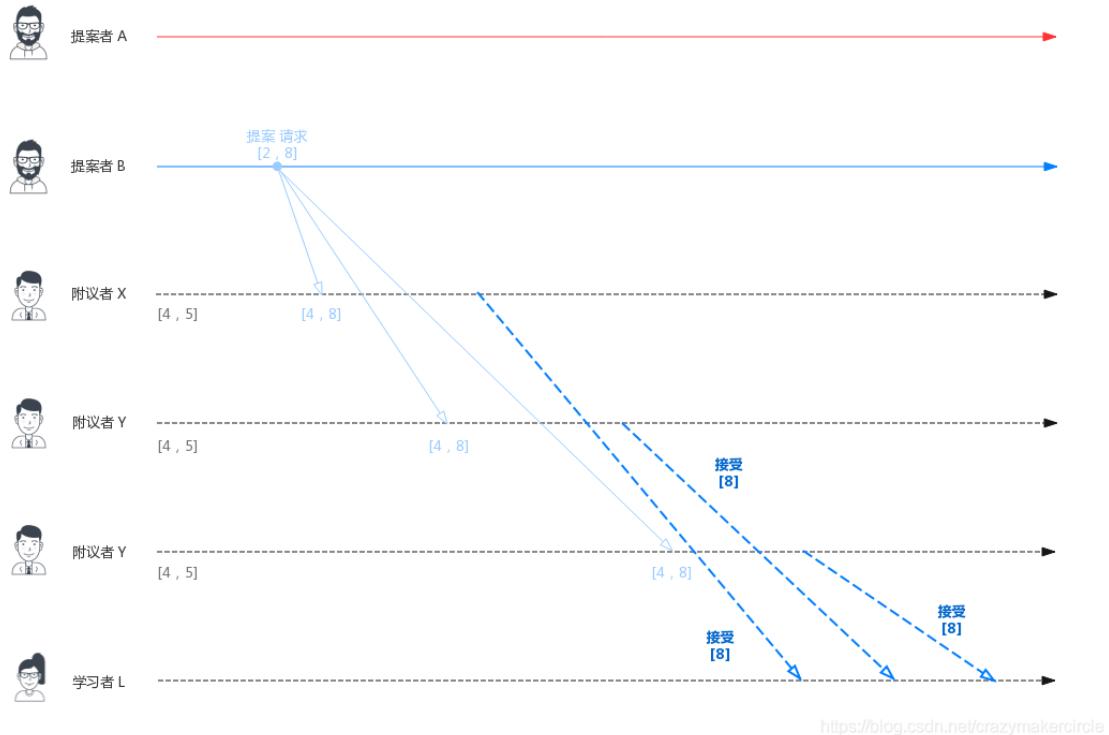
- Acceptor Z 收到 Proposer A 发来的 $[n=2, v=8]$ 的提议请求, 由于之前已经接收过 $[n=4, v=5]$ 的提议, 并且 $2 < 4$, 因此就抛弃该提议请求;
- Acceptor X 收到 Proposer B 发来的 $[n=4, v=5]$ 的提议请求, 因为之前接收到的提议为 $[n=2, v=8]$, 并且 $2 <= 4$, 因此就发送 $[n=2, v=8]$ 的提议响应, 设置当前接收到的提议为 $[n=4, v=5]$, 并且保证以后不会再接受序号小于 4 的提议。
- Acceptor Y 类似。



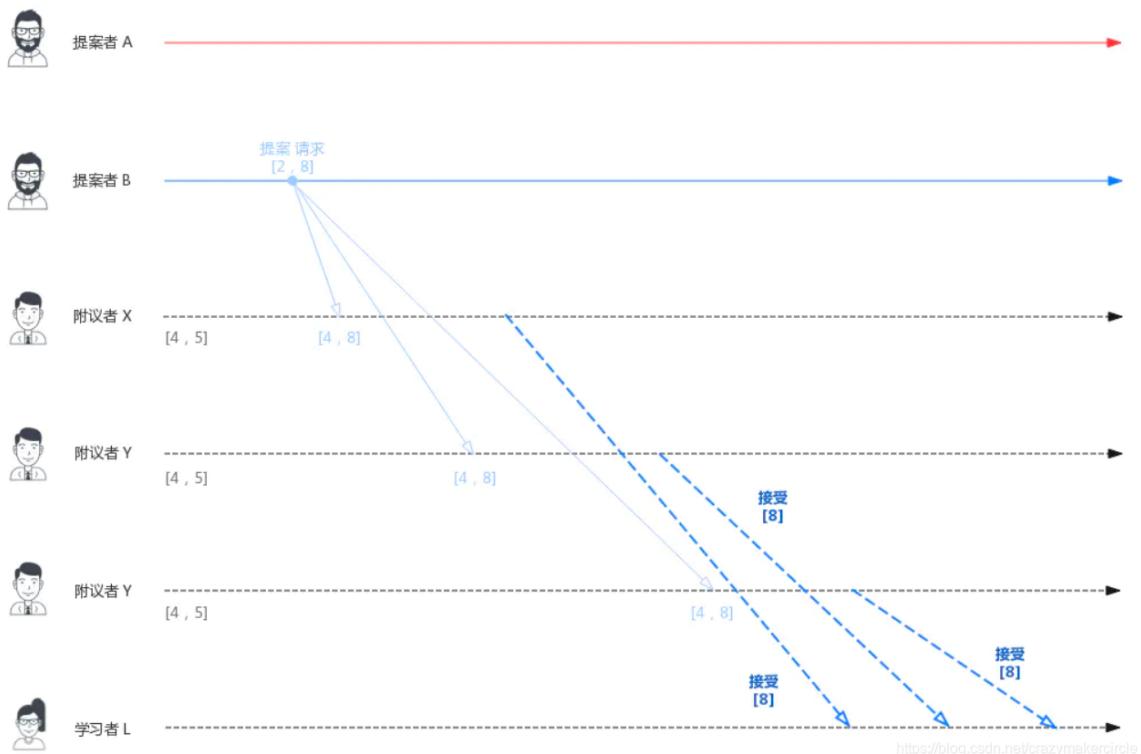
当一个 Proposer 接收到超过一半 Acceptor 的提议响应时, 就可以发送接受请求。

Proposer A 接收到两个提议响应之后, 就发送 $[n=2, v=8]$ 接受请求。该接受请求会被所有 Acceptor 丢弃, 因为此时所有 Acceptor 都保证不接受序号小于 4 的提议。

Proposer B 过后也收到了两个提议响应, 因此也开始发送接受请求。需要注意的是, 接受请求的 v 需要取它收到的最大 v 值, 也就是 8。因此它发送 $[n=4, v=8]$ 的接受请求。



Acceptor 接收到接受请求时，如果序号大于等于该 Acceptor 承诺的最小序号，那么就发送通知给所有的 Learner (学习者)。当 Learner 发现有大多数的 Acceptor 接收了某个提议，那么该提议的提议值就被 Paxos 选择出来。



Paxos 算法的一致性

Paxos 算法的一致性主要体现在以下几点：

- 每个提案者在提出提案时都会首先获取到一个具有全局唯一性的、递增的提案编号 N，即在整个集群中是唯一的编号 N，然后将该编号赋予其要提出的提案。
- 每个表决者在 accept 某提案后，会将该提案的编号 N 记录在本地，这样每个表决者中保存的已经被 accept 的提案中会存在一个编号最大的提案，其编号假设为 maxN。每个表决者仅会 accept 编号大于自己本地 maxN 的提案。
- 在众多提案中最终只能有一个提案被选定。
- 一旦一个提案被选定，则其它服务器会主动同步(Learn)该提案到本地。
- 没有提案被提出则不会有提案被选定。

参考文献：

《从Paxos到ZooKeeper》

<https://angus.nyc/2012/paxos-by-example/>

硬核推荐：尼恩Java硬核架构班

又名疯狂创客圈社群 VIP

详情：

<https://www.cnblogs.com/crazymakercircle/p/9904544.html>

尼恩java
硬核架构班

定价19999 / 早鸟 3999
即将涨价 4999

已经发布

- 高性能RPC的基础实操之：从0到1开始IM撸一个IM
- 分布式高性能RPC的基础实操之：千万级用户分布式IM实操-含简历指导
- 亿级用户超高并发秒杀实操-含简历指导
- 亮点：助力小伙伴搞定70W年薪，N个涨薪50%，2023春招面试涨薪神器
- 横扫全网，工业级elasticsearch底层原理与高并发、高可用架构实操
- 亮点：40岁老架构师细致解读，处处透着分布式、高性能中间件的原理和精髓
- 第1部曲：超级底层：葵花宝典（高性能秘籍）_架构师视角解读OS操作系统
- 亮点：大制作解读OS操作系统，并揭秘mmap、pagecache、zerocopy等底层的底层原理
2023春招面试涨薪大神器
- Rocketmq视频第2部曲: 横扫全网工业级 rocketmq 高可用 (HA) 底层原理和实操
- 亮点：起底式、绞杀式解读 rocketmq 如何保障消息的可靠性？
- Rocketmq视频第3部曲: 超级内功篇_横扫全网 rocketmq 源码学习以及3高架构模式解读
- 亮点：大制作解读 Rocketmq 源码以及3高架构模式，助力大家内力猛增
- Rocketmq视频第4部曲: 10Wqps消息推送中台架构、设计、编码、测试实操
- 亮点：Netty实操、分库分表实操、Rocketmq工业级使用实操
- 架构师内功篇：横扫全网 netty 高性能、高并发架构 底层原理、源码学习
- 架构师实操篇：redis cluster 工业级高可用实操
- 架构师实操篇：100W级别QPS日志平台实操

规划中

- 彻底穿透：skywalking 源码（代表链路跟踪）+ Java agent + bytebuddy 探针
- 架构师实操篇：基于netty 手写 rpc 框架- 参考 dubbo、seata rpc框架
- 架构师实操篇：go语言学习，以及基于 go 手写 rpc 框架
- 架构师实操篇：千万级任务调度平台 架构与实操- 基于尼恩17年的亿级搜索项目
- 架构师实操篇：工业级 亿级文档搜索 平台 架构与实操- 基于尼恩17年的亿级搜索项目

特色

- 会员制 提供技术方向指导，职业生涯指导，少躺坑，少弯路
- 简历指导 这个很重要，对于涨薪来说
- 实操性 以上项目，都是老架构师在生产上实操过的项目
- 非水货 40岁老架构师，不是水货架构师
《Java高并发三部曲》为证

架构班（社群 VIP）的起源：

最初的视频，主要是给读者加餐。很多的读者，需要一些高质量的实操、理论视频，所以，我就围绕书，和底层，做了几个实操、理论视频，然后效果还不错，后面就做成迭代模式了。

架构班（社群 VIP）的功能：

提供高质量实操项目整刀真枪的架构指导、快速提升大家的：

- 开发水平
- 设计水平
- 架构水平

弥补业务中 CRUD 开发短板，帮助大家尽早脱离具备 3 高能力，掌握：

- 高性能
- 高并发
- 高可用

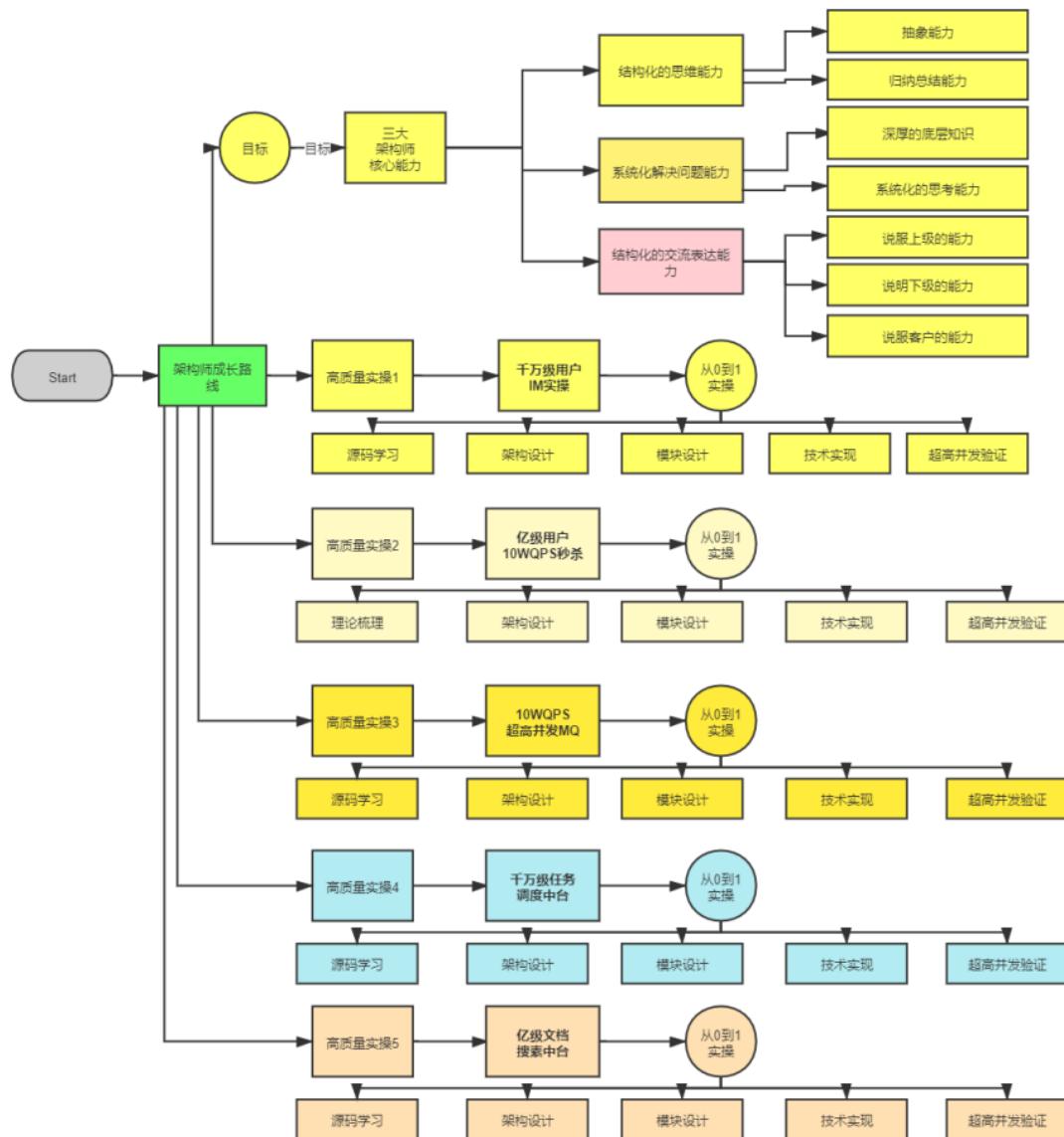
作为一个高质量的架构师成长、人脉社群，把所有的卷王聚焦起来，一起卷：

- 卷高并发实操
- 卷底层原理
- 卷架构理论、架构哲学
- 最终成为顶级架构师，实现人生理想，走向人生巅峰

架构班（社群 VIP）的目的：

- 高质量的实操，大大提升简历的含金量，吸引力，增强面试的召唤率
- 为大家提供九阳真经、葵花宝典，快速提升水平
- 进大厂、拿高薪
- 一路陪伴，提供助学视频和指导，辅导大家成为架构师
- 自学为主，和其他卷王一起，卷高并发实操，卷底层原理、卷大厂面试题，争取狠卷 3 月成高手，狠卷 3 年成为顶级架构师

N 个超高并发实操项目：简历压轴、个顶个精彩



【样章】第 17 章：横扫全网 Rocketmq 视频第 2 部曲：工业级 rocketmq 高可用(HA) 底层原理和实操

工业级 rocketmq 高可用底层原理，包含：消息消费、同步消息、异步消息、单向消息等不同消息的底层原理和源码实现；消息队列非常底层的主从复制、高可用、同步刷盘、异步刷盘等底层原理。

工业级 rocketmq 高可用底层原理和搭建实操，包含：高可用集群的搭建。

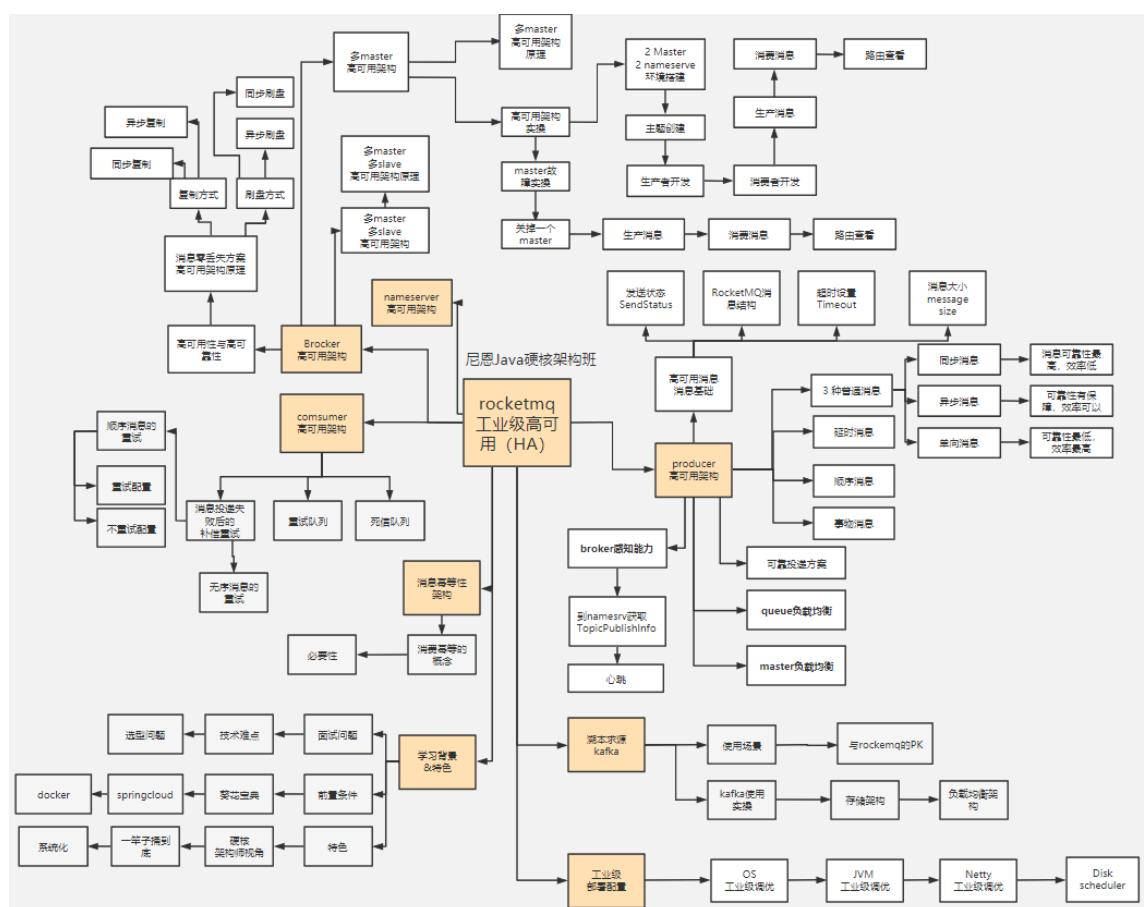
解决以下难题：

1、技术难题：RocketMQ 如何最大限度的保证消息不丢失的呢？RocketMQ 消息如何做到高可靠投递？

2、技术难题：基于消息的分布式事务，核心原理不理解

3、选型难题： kafka or rocketmq ，该娶谁？

下图链接：<https://www.processon.com/view/6178e8ae0e3e7416bde9da19>



成功案例：2年翻3倍，35岁卷王成功转型为架构师

详情：<http://topcoder.cloud/forum.php?mod=forumdisplay&fid=43&page=1>

最新	最后发表	热门	精华	最新	最后发表	热门	精华
成功案例：[1057号卷王] 3年小伙拿到外企offer，薪酬涨了200%	卷王1号 超级版主	前天 17:41		成功案例：[693号卷王] 二线城市6年卷王喜提4大优质Offer，含央企offer，最高薪资35W	卷王1号 超级版主	2022-4-16	
成功案例：[645号卷王] 4年经验卷王逆袭，被毕业后，反涨24W	卷王1号 超级版主	2022-9-21		成功案例：[85号卷王] 双非2本小伙，春招大捷，喜提9个offer，最高薪资近30万	卷王1号 超级版主	2022-4-14	
成功案例：[878号卷王] 小伙8年经验，年薪60W	卷王1号 超级版主	2022-8-13		成功案例：[741号卷王] 卷王逆袭！6年小伙从很少面试机会到搞定35K*14薪Offer	卷王1号 超级版主	2022-4-12	
年薪70W案例：通过尼恩的指导，小伙伴年薪从40W涨到70W	卷王1号 超级版主	2022-2-11		成功案例：[642号卷王] 热烈祝贺，6年卷王喜提优质国企offer	卷王1号 超级版主	2022-4-7	
成功案例：[493号卷王] 5年小伙拿满诚意offer，就业寒冬逆袭30%	卷王1号 超级版主	前天 17:43		成功案例：[796号卷王] 热烈祝贺，36岁卷王喜提52万优质offer	卷王1号 超级版主	2022-3-25	
成功案例：[250号卷王] 就业极寒时代，收offer涨25%	卷王1号 超级版主	前天 17:38		成功案例：[15号卷王] 小伙卷1年，涨薪9K+，喜收ebay等多个优质offer	卷王1号 超级版主	2022-3-24	
成功案例：[612号卷王] 就业极寒时代，从外包到自研	卷王1号 超级版主	前天 17:15		成功案例：[821号卷王] 小伙报卷3个月，喜提10多个offer	卷王1号 超级版主	2022-3-21	
成功案例：[913号卷王] 热烈祝贺6年经验卷王，年薪40W	卷王1号 超级版主	2022-9-21		成功案例：[736号卷王] 3年半经验收22k offer，但是小伙伴志存高远，冲击25k+	卷王1号 超级版主	2022-3-20	
成功案例：[959号卷王] 4年经验卷王，喜获百度、Boss直聘等N个优质offer，最高涨100W	卷王1号 超级版主	2022-9-21		成功案例：热烈祝贺1群小卷王offer拿到手软，甚至拒了阿里offer	卷王1号 超级版主	2022-3-16	
成功案例：[529号卷王] 5年经验卷王喜收2大offer，最高涨5K	卷王1号 超级版主	2022-9-21		简历案例：简历一改，腾讯的邀请就来了！热烈祝贺，小伙收到一大堆面试邀请	卷王1号 超级版主	2022-3-10	
成功案例：[811号卷王] 热烈祝贺7年经验卷王，薪酬涨30%	卷王1号 超级版主	2022-9-21		成功案例：祝贺我面试两大超级卷王，一个过了阿里HR面，一个过了阿里2面	卷王1号 超级版主	2022-3-10	
成功案例：[287号卷王] 不倒大寒潮，卷王逆市收4 offer，涨30%，可喜可贺	卷王1号 超级版主	2022-5-30		成功案例：小伙伴php转Java，卷1.5年Java，涨薪50%，喜收多个优质offer	卷王1号 超级版主	2022-3-10	
成功案例：[1002号卷王] 5月份“被毕业”，改简历后，斩获顶级央企Offer，涨薪7000+	卷王1号 超级版主	2022-7-5		成功案例：4年小伙伴报半年，拿到移动、京东 两大顶级offer	尼恩 超级版主	2022-3-5	
成功案例：[7号卷王] 热烈祝贺小伙伴涨薪120%	卷王1号 超级版主	2022-8-13		成功案例：[267号卷王] 助力3年经验卷王，拿到蜂巢的17k x 14薪的offer	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：[134号卷王] 大三小伙伴1年，斩获顶级央企Offer，成功逆袭	卷王1号 超级版主	2022-7-6		成功案例：[143号卷王] 二本院校00后卷神，毕业没到一年跳到字节，年薪45W	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：[1008号卷王] 5年经验卷王收42W offer，月涨8000，可喜可贺	卷王1号 超级版主	2022-5-30		成功案例：[494号卷王] 尼恩分布式事务助力卷王拿到中信银行offer	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：[453号卷王] 非全日制 6年卷王喜提3 offer，年薪30W，可喜可贺	卷王1号 超级版主	2022-5-21		成功案例：[76号卷王] 2线城市卷王，报卷1.5年，喜收22K offer	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：[924号卷王] 6年卷王喜提4 offer，最高涨薪9000，可喜可贺	卷王1号 超级版主	2022-5-21		成功案例：[429号卷王] 小伙伴在社群5个月，涨8k+	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：[153号卷王] 4年卷王入职微软，涨薪50%，可喜可贺	卷王1号 超级版主	2022-5-12		成功案例：[154号卷王] 双非学校毕业卷王，连拿 京东到家&滴滴 两个大厂 Offer	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：[527号卷王] 4年卷王喜提2 offer，涨薪50%，可喜可贺	卷王1号 超级版主	2022-5-13		成功案例：[232号卷王] 涨薪10K，继续卷向食物链顶端	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：[788号卷王] 3年卷王喜提优质Offer，涨薪60%	卷王1号 超级版主	2022-5-11		成功案例：报卷1年技术，喜收 腾讯、阿里、微软三大Offer，最高年薪56W	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：热烈祝贺：非全日制卷王，喜提2个心仪offer，面试3家过2家	卷王1号 超级版主	2022-4-21		成功案例：[449号卷王] 应届毕业卷王喜收 滴滴offer，年薪33W	卷王1号 超级版主	2022-2-27	
成功案例：[732号卷王] 尼恩助力3年经验卷王收获 京东offer，年薪35W	卷王1号 超级版主	2022-2-27		成功案例：[551号卷王] 小伙伴学完后，成功进入大厂，并且推荐自己的朋友加VIP学习	卷王1号 超级版主	2022-2-10	
成功案例：[558号卷王] 2年经验卷王，喜收 网易和阿里公司两个优质offer	卷王1号 超级版主	2022-2-27		成功案例：[214号卷王] 助力2年经验卷王，成功拿到17K月薪	卷王1号 超级版主	2022-2-10	
成功案例：[569号卷王] 双非应届生卷王，喜收字节跳动实习offer	卷王1号 超级版主	2022-2-25		成功案例：[92号卷王] 课程实操助力社群小伙伴喜收 喜马拉雅Offer	卷王1号 超级版主	2022-2-10	
成功案例：[420号卷王] 狠卷1年，卷王涨薪80%，涨薪12000元！	卷王1号 超级版主	2022-2-25		成功案例：社群卷王小伙伴成功过了滴滴三面 获滴滴Offer	卷王1号 超级版主	2022-2-10	
成功案例：[76号卷王] 通过尼恩1年半的指导，专科学历小伙伴从0.8K涨到22K	卷王1号 超级版主	2022-2-10		成功案例：[612号卷王] 滴滴小伙伴，蹲点考察半年，觉得靠谱后加入 疯狂创客圈	卷王1号 超级版主	2022-2-10	

简历优化后的成功涨薪案例 (VIP 含免费简历优化)

简历优化，卷王逆袭部分成功案例

以下展示了部分成功案例，展示了简历优化前后的情况。

- 小伙8年经验 年薪60w**
- 7年经验卷王 薪酬涨30%**
- 4年经验卷王逆袭 被毕业后，反涨24W**
- 小伙5月份“被毕业”，改简历后 斩获顶级央企Offer 涨薪7000+**
- 5年卷王喜收2大Offer 最高涨5K**
- 6年小伙伴 年薪40w**
- 卷王逆袭成功案例 6年小伙从很少面试机会到搞定35K+14薪**
- 卷王逆袭成功案例 武汉人喜收4个优质offer 最高的年薪35W**
- 卷王逆袭成功案例 6年小伙喜提4个Offer 最高涨9k，年薪35W**
- 卷王逆袭成功案例 5年经验小伙收2个offer 最高涨薪8k，年薪42W**
- 小伙高中学历 薪酬涨120%**
- 卷王逆袭成功案例 寒五冻六之际卷王大逆袭 收3大offer，涨30%**
- 卷王逆袭成功案例 4年卷王入职微软，涨50%**
- 4年小伙喜收百度、Boss直聘 等N个顶级Offer 最高涨幅100%**
- 卷王逆袭成功案例 4年卷王入收2个offer，涨50%**
- 卷王逆袭成功案例 非全日制卷王 面试3家 收2个offer 涨薪30%**
- 卷王逆袭成功案例 非全日制 6年经验卷王 喜提3个Offer，年包30W**
- 卷王逆袭成功案例 双非一本小伙卷大翻身 喜提9大offer**
- 小伙大三暑期很焦虑 跟着尼恩卷一年 校招斩获顶级央企Offer**
- 卷王逆袭成功案例 3年经验卷王，涨60%**

每张截图展示了简历修改前后的对比，标注了修改的内容，如“简历：改简历+领银卷”。

修改简历找尼恩（资深简历优化专家）

- 如果面试表达不好，尼恩会提供 简历优化指导
- 如果项目没有亮点，尼恩会提供 项目亮点指导
- 如果面试表达不好，尼恩会提供 面试表达指导

作为 40 岁老架构师，尼恩长期承担技术面试官的角色：

- 从业以来，“阅历”无数，对简历有着点石成金、改头换面、脱胎换骨的指导能力。
- 尼恩指导过刚刚就业的小白，也指导过 P8 级的老专家，都指导他们上岸。

如何联系尼恩。尼恩微信，请参考下面的地址：

语雀：<https://www.yuque.com/crazymakercircle/gkkw8s/khigna>

码云：<https://gitee.com/crazymaker/SimpleCrayIM/blob/master/疯狂创客圈总目录.md>