

架构实战营模块7

第1课：高可用架构三大核心原理

一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血

李运华

前阿里资深技术专家（P9）

教学目标

1. 掌握 FLP 原理的核心技术点
2. 全面掌握 CAP 定理
3. 掌握 BASE 理论

一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血



知其然知其所以然。

目录

1. FLP 不可能原理
2. CAP 定理
3. BASE 理论

一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血

1. FLP 不可能原理

一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血

FLP 定理

Impossibility of distributed consensus with one faulty process (1985)

2001 Dijkstra prize for the most influential paper in distributed computing



Michael Fischer, Yale University

Distributed computing, Cryptography



Nancy Lynch, MIT

Distributed computing theory:
Algorithms and lower bounds,
Modeling and verification, Wireless
networks, Biological algorithms



Mike Paterson, University of Warwick

Algorithms, Complexity

FLP Impossibility (FLP 不可能性) 是分布式领域中一个非常著名的定理，定理的论文是由 Fischer, Lynch and Patterson 三位作者于 1985 年发表。

英文原文：

It is impossible to have a [deterministic protocol](#) that solves consensus in a [message-passing asynchronous](#) system in which at most one process may fail by crashing.

很多中文翻译：

在**异步通信**场景，即使只有一个进程失败，也没有**任何算法**能保证非失败进程达到一致性！



学好英文，学会搜索很重要！

FLP 的三大限定条件

确定性 协议

Deterministic protocol, 给定一个输入, 一定会产生相同的输出。

异步网 络通信

同步通信: 同时在线, 允许超时。
异步通信: 没有统一时钟、不能时间同步、不能使用超时、不能探测失败、消息可任意延迟、消息可乱序。

所有存 活节点

所有存活的节点必须最终达到一致性。



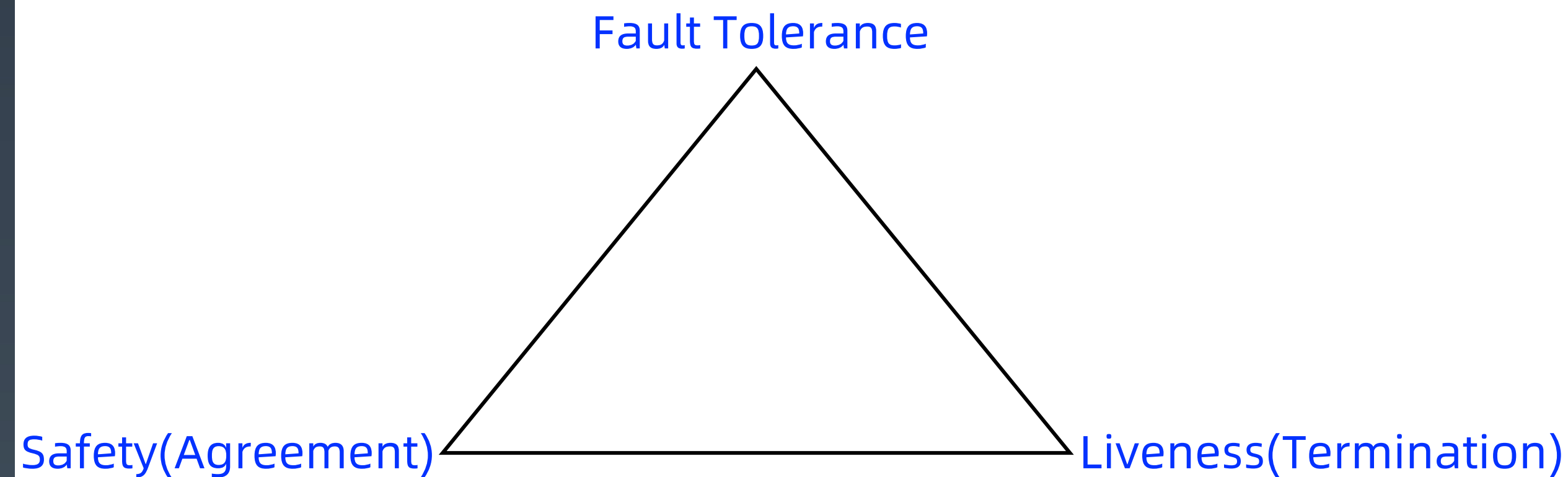
FLP 只是说没有“确定性协议”, 而不是说“没有任何协议”!

FLP 的不可能三角

Safety: 系统中非故障节点达成了一致和合法的共识, 又称 Agreement。

Liveness: 系统中非故障节点在有限的时间内能够达成共识, 又称 Termination。

Fault Tolerance: 协议必须在节点故障的时候同样有效。



SL 系统:

为了达成一致, 不允许节点失败。

SF 系统:

为了保证 Safety, 需要无限等待, 因此无法保证 Liveness。

LF 系统:

为了保证 Liveness, 不能无限等待, 因此无法保证 Safety。

Paxos 违背了 FLP 么？

FLP

确定性
协议

异步网
络通信

所有存
活节点

Paxos

Paxos 可能出现 **livelock**，可以通过 Bully 算法、随机等方式选举 leader，也可以随机延迟发起 proposer。

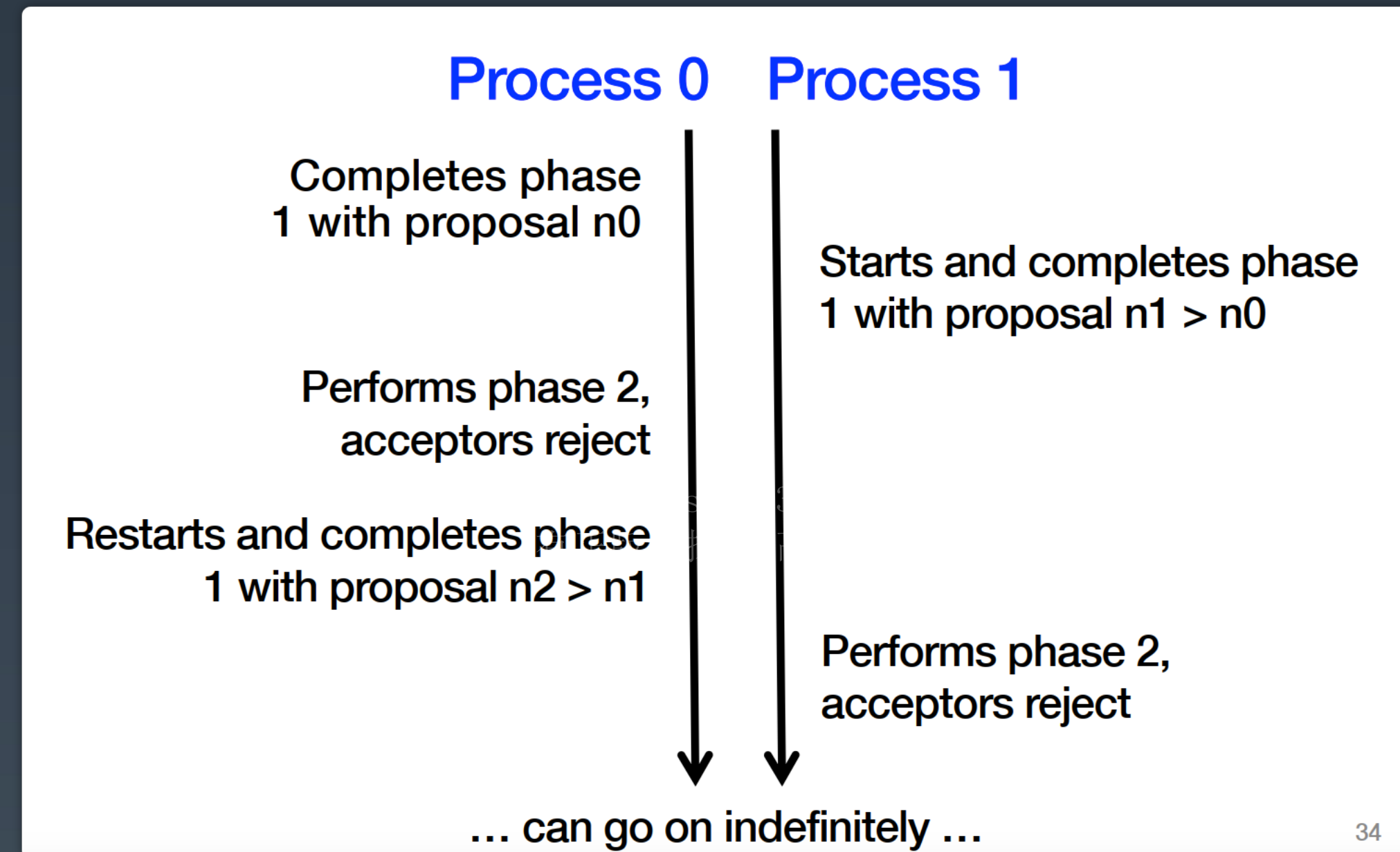
Paxos 采取同步通信或者超时机制。

Paxos 采取 Quorum 机制。



Paxos 是满足 SF 还是 LF？

Paxos livelock



更多学习资料请参考: [Consensus, FLP, and Paxos](#)

2. CAP 定理

一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血

CAP 定理

CAP 定理 (CAP theorem) 又被称作布鲁尔定理 (Brewer's theorem)，是加州大学伯克利分校的计算机科学家埃里克·布鲁尔 (Eric Brewer) 在2000年的 ACM PODC 上提出的一个猜想。

2002年，麻省理工学院的赛斯·吉尔伯特 (Seth Gilbert) 和南希·林奇 (Nancy Lynch) 发表了布鲁尔猜想的证明，使之成为分布式计算领域公认的一个定理。对于设计分布式系统的架构师来说，CAP 是必须掌握的理论。

[Wiki 百科定义](#)：

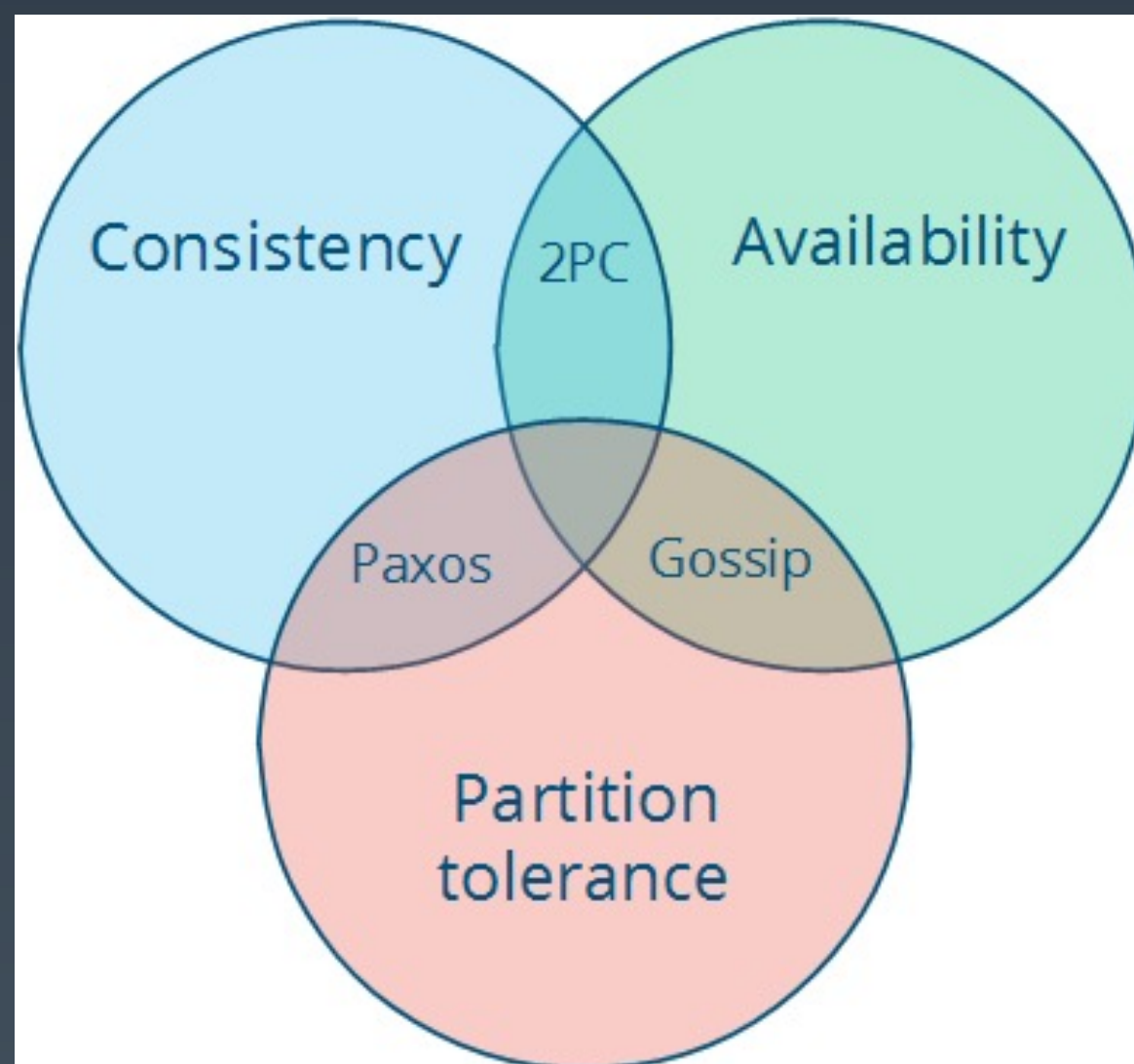
It is impossible for a distributed data store to simultaneously provide more than two out of the following three guarantees: Consistency, Availability, Partition tolerance.

分布式数据存储系统不可能同时满足一致性、可用性和分区容忍性。

CAP 的不可能三角

一致性：每次读取操作都会读取到最新写入的数据，或者返回错误。
可用性：每次请求都会得到非错请求，但不保证返回最新的数据。
分区容忍性：系统在发生分区的时候继续提供服务。

分区容忍，不是分区容错



CA:

为了达成数据一致性和系统可用性，不允许分区。

CP:

系统分区的时候保证一致性，但无法保证可用性。

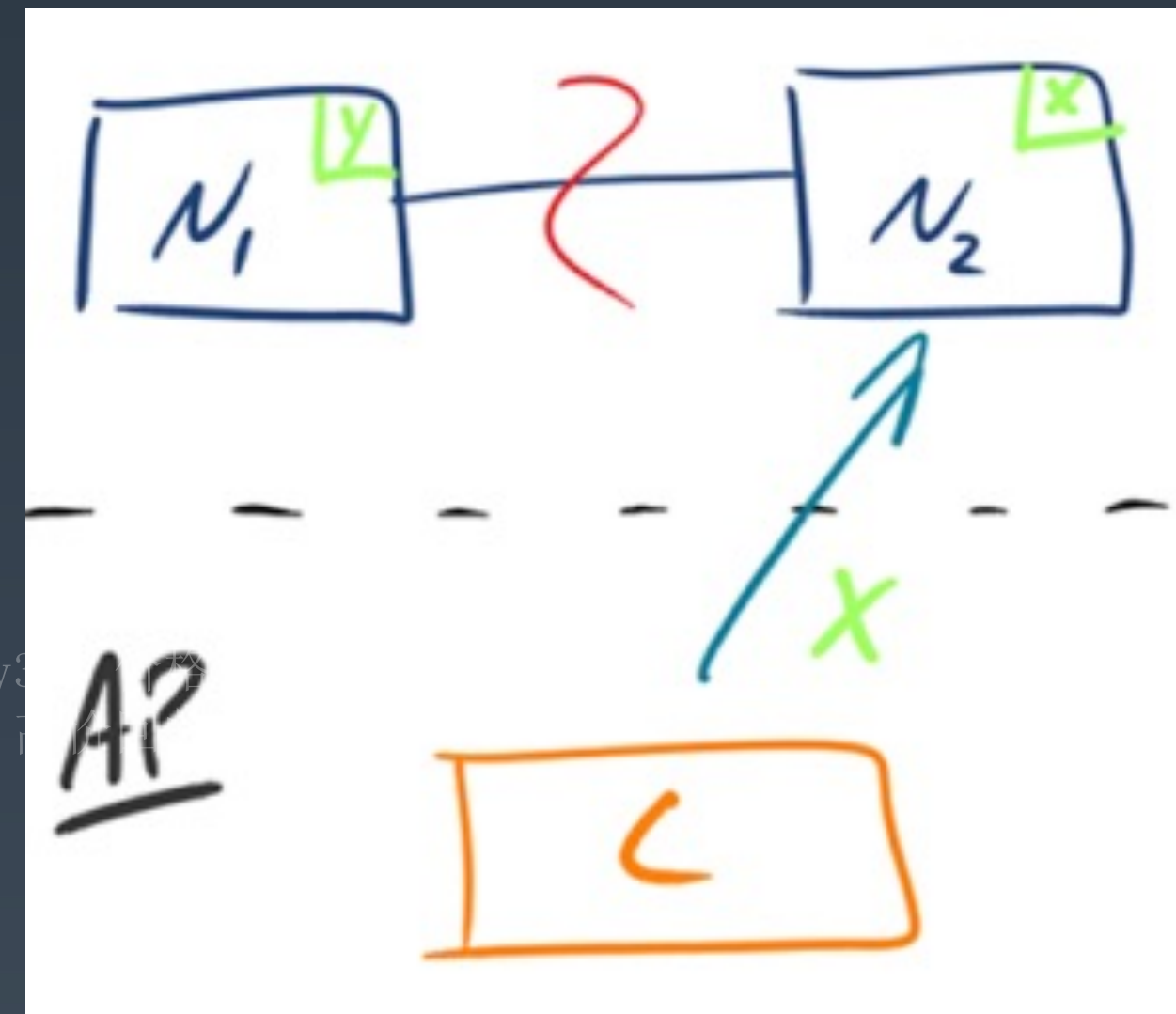
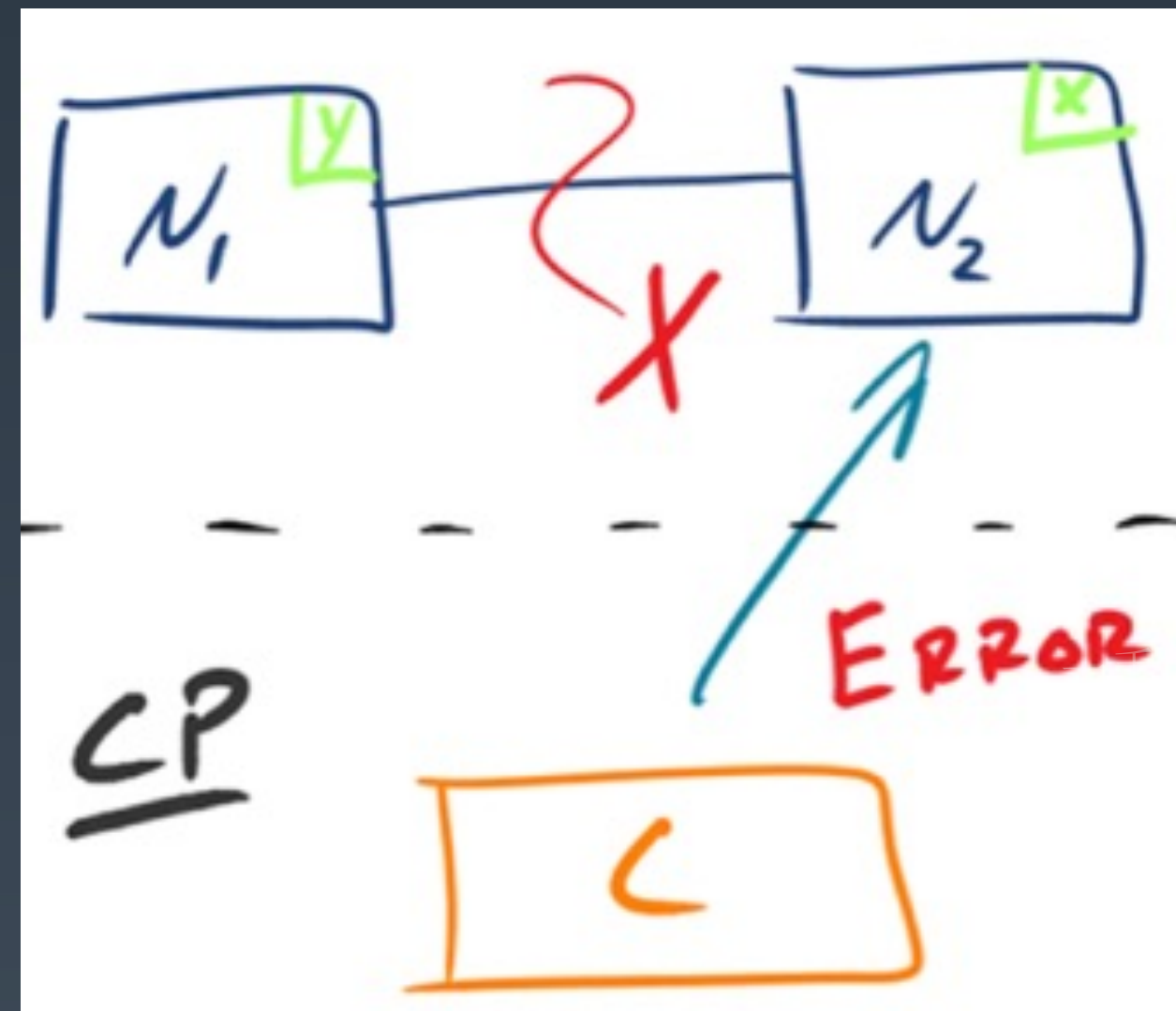
AP:

系统分区的时候保证可用性，但无法保证数据一致性。



Paxos 在部分节点故障的时候可以继续工作，为何它还是符合 CP 而不是 AP？

CP 和 AP 简单示意



CP: N_2 节点判断分区发生后，需要拒绝服务。
AP: N_2 节点不管是否发生分区，返回当前节点上已有的数据值。

CAP 的三大限定条件

分布式

分布式，可能发生网络分区。

数据
存储

通过复制来实现数据共享的存储系统。

同时
满足

同时满足 CAP。



Memcached 集群符合 CAP 定理约束么？

CAP 细节 - 复制延迟



(理论上) CAP 是忽略网络延迟的。



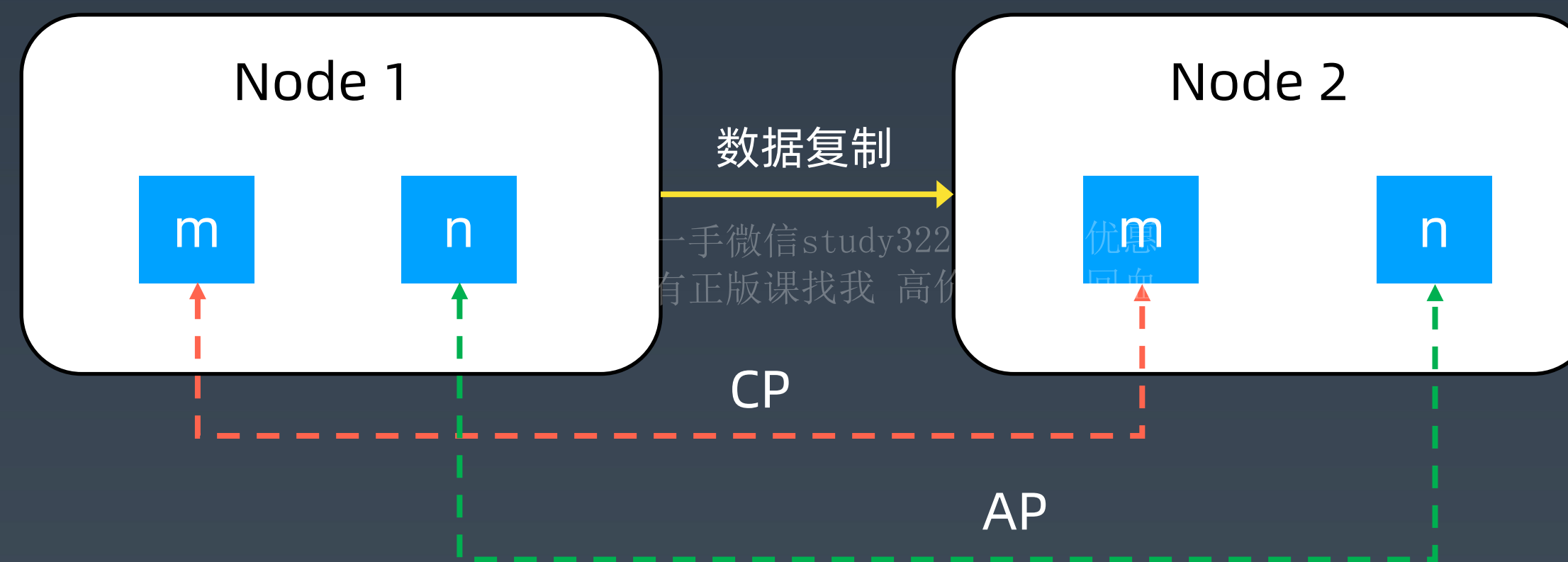
(工程落地) **PACELC** 猜想:
Partition -> Availability, Consistency, Else -> Latency, Consistency



FLP 假设网络一切正常，没有延迟也没有分区！

CAP 细节 - 描述粒度

CAP 关注的是单个数据，不是整个系统，
系统数据可以有的符合 CP，有的符合 AP。



为什么说 Paxos 是一个 CP 的系统？

CAP 细节 - 更多

正常运行情况下，可以满足 CA，但是实际上有很小的时延。

放弃 != 无为，需要为分区恢复后的数据恢复和业务恢复做好准备。

CAP 的 CA 和 ACID 的 CA 定义完全不同，两者适应的领域也不同。

更多学习请参考：[《CAP 理论十二年回顾："规则"变了》](#)

3. BASE 理论

一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血

BASE

BASE 是指基本可用（Basically Available）、软状态（Soft State）、最终一致性（Eventual Consistency），核心思想是即使无法做到强一致性（CAP 的一致性就是强一致性），但应用可以采用适合的方式达到最终一致性。

【Basically Available】

读写操作尽可能的可用，但写操作在冲突的时候可能丢失结果，读操作可能读取到旧的值。

【Soft state】

没有一致性的保证，允许系统存在中间状态，而该中间状态不会影响系统整体可用性，这里的中间状态就是 CAP 理论中的数据不一致。

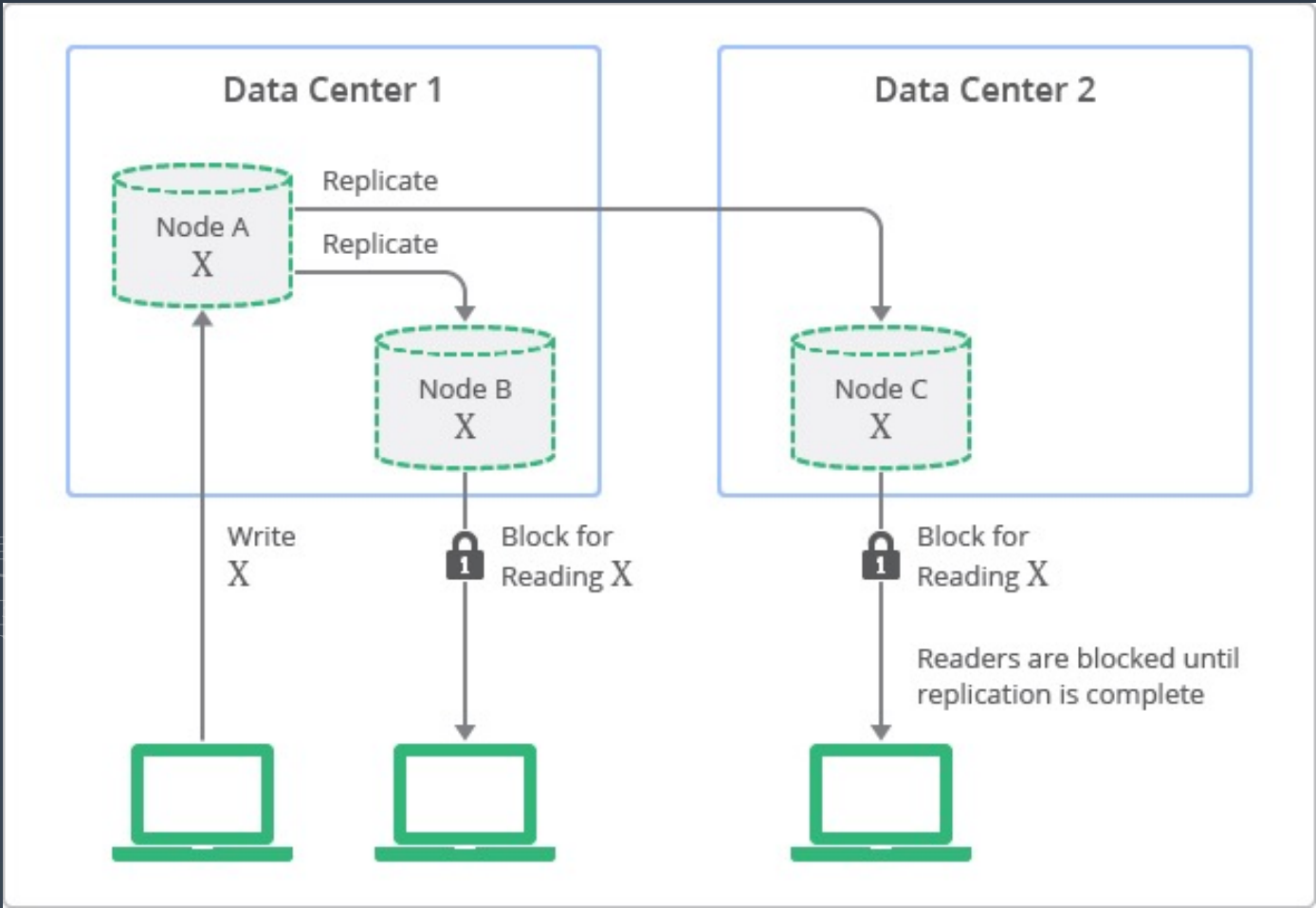
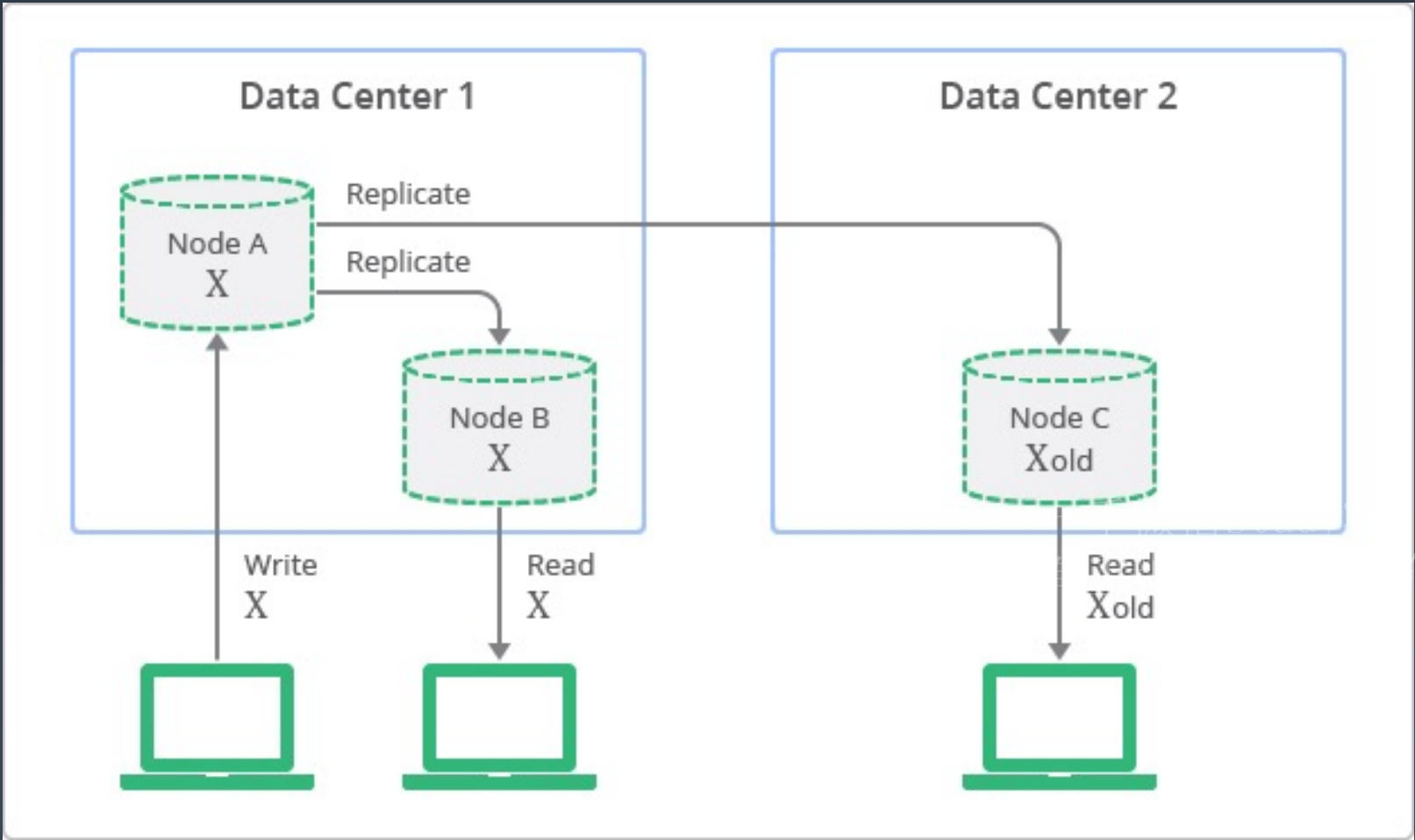
【Eventually consistent】

如果系统运行正常且等待足够长的时间，系统最终将达成一致性的状态。

腾讯的 QQ 架构方法论中叫“柔性可用”

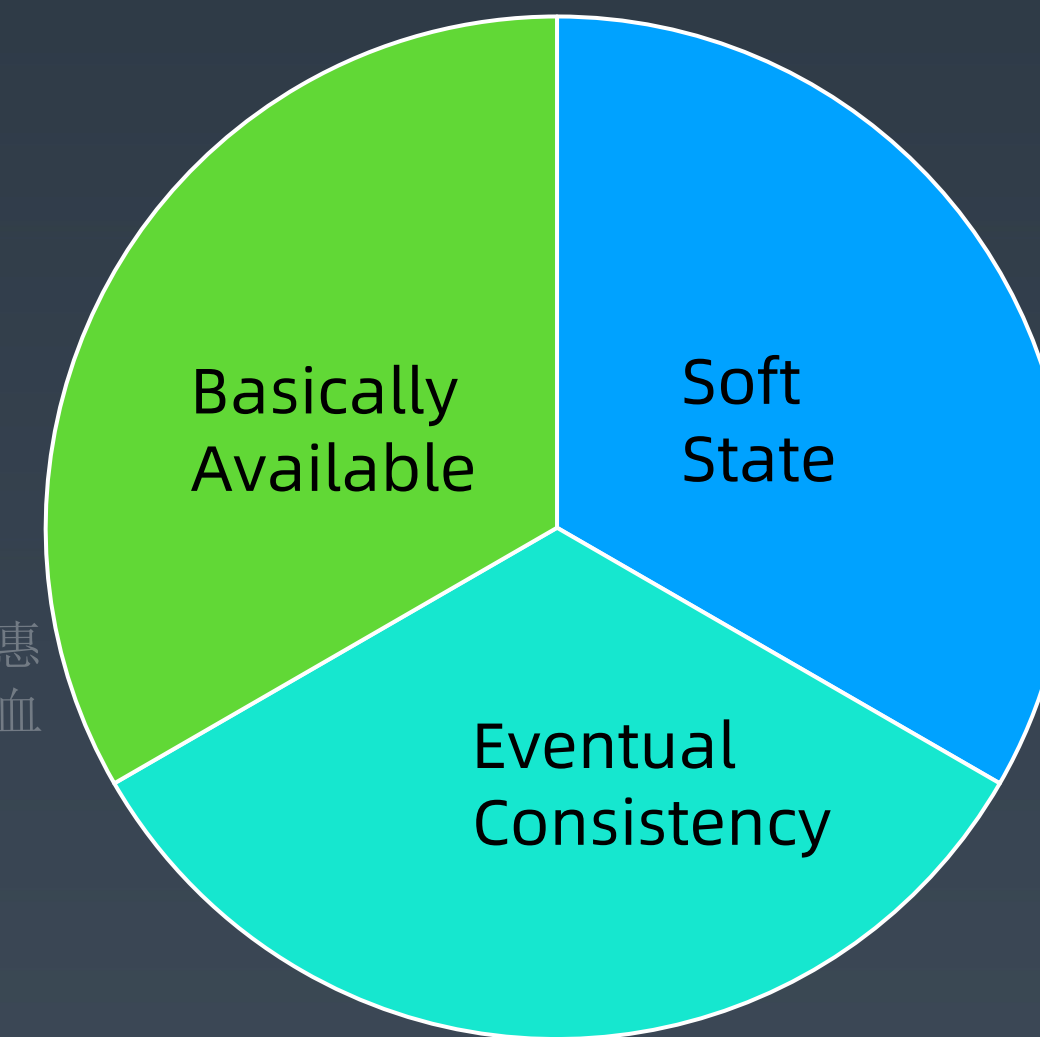
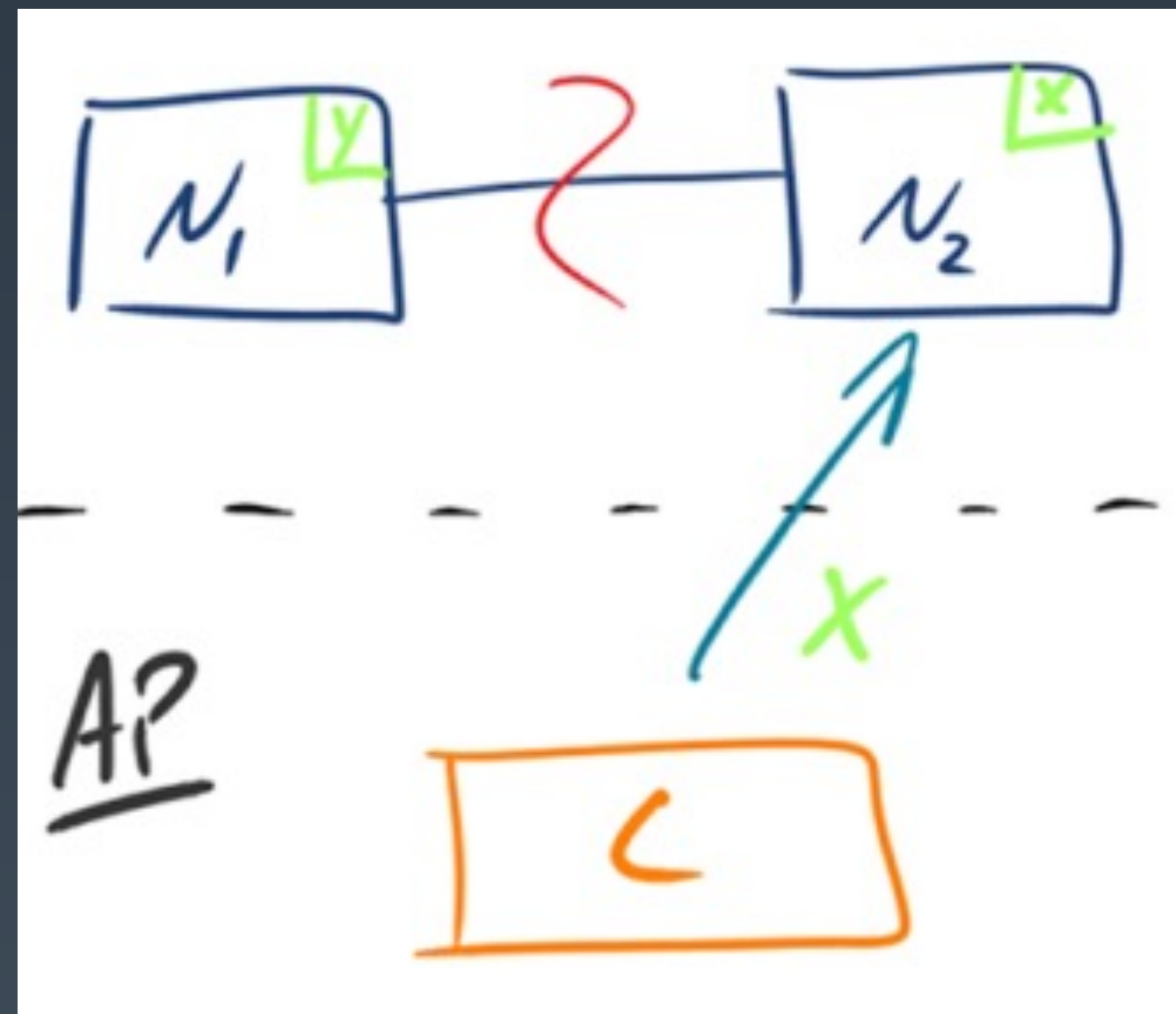
于微信study322 价格更优惠
有正版找找我 高价回收旧书

Eventual & Strong Consistency



如何实现 Strong Consistency ?

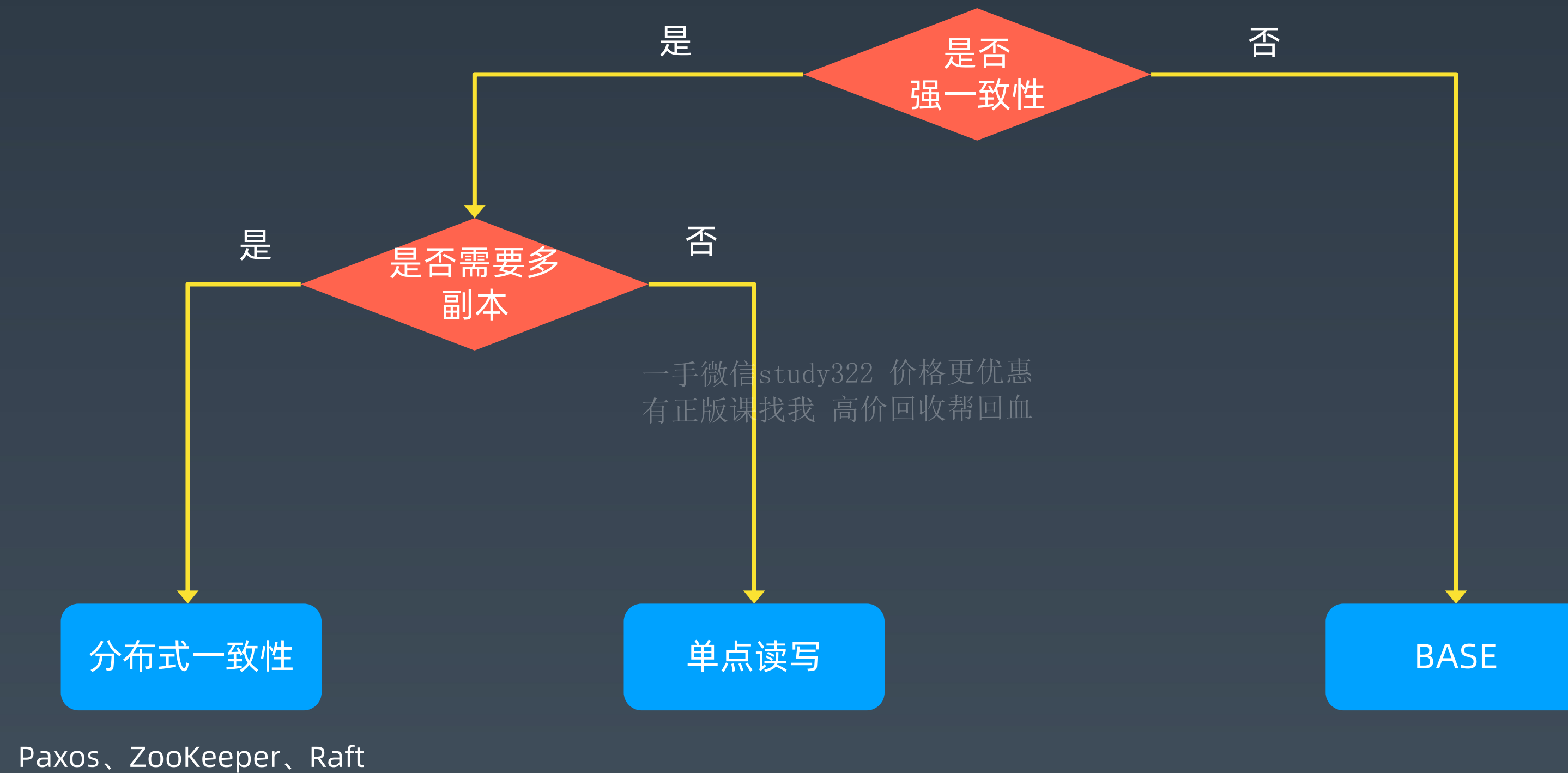
BASE 与 CAP



BASE

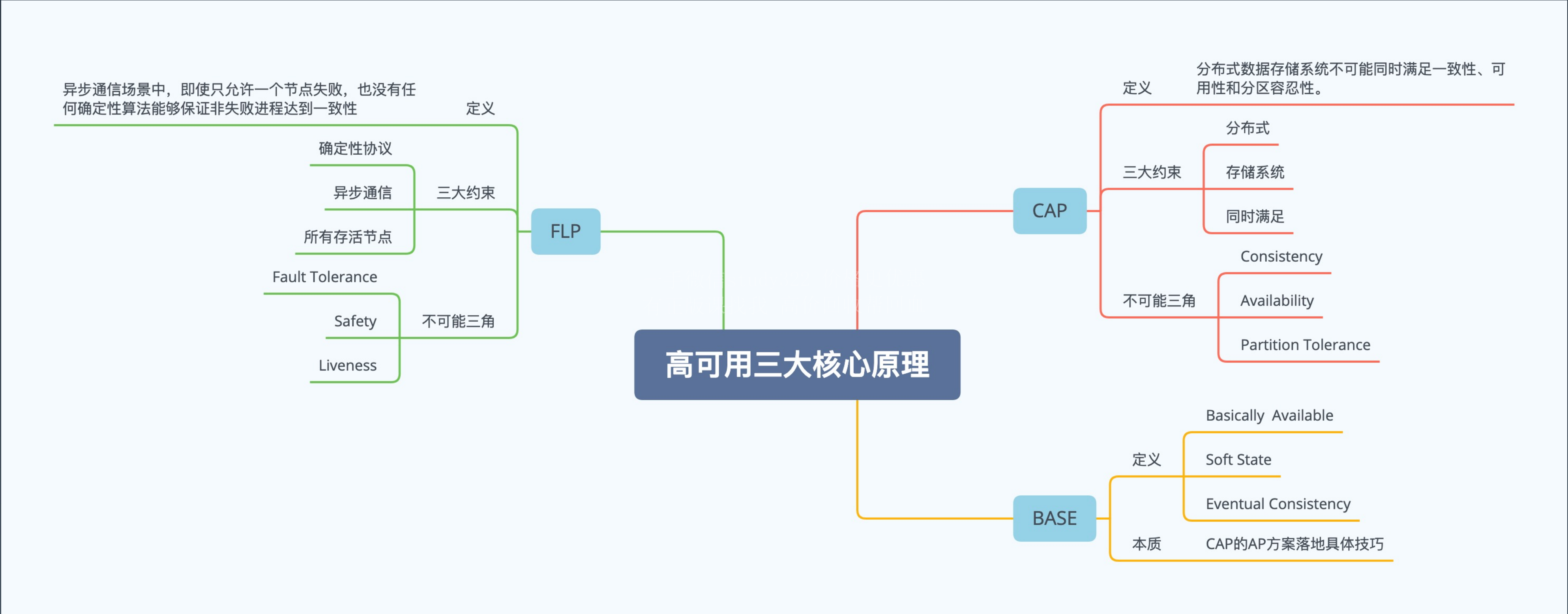
BASE 是 CAP 中 AP 方案的延伸，考虑了网络时延和系统恢复正常后的状态。

BASE/CAP/FLP 落地



单点读写，数据丢失了怎么办？

本节思维导图



随堂测验

【判断题】

1. 根据 FLP 原理，没有任何算法能够实现分布式一致性。
2. Paxos 存在 livelock 的可能性，符合 FLP 原理的约束。
3. 所有分布式系统要么符合 AP 约束，要么符合 CP 约束。
4. Paxos 协议在部分节点故障的时候也可以提供服务，因此满足 AP 约束。
5. BASE 理论是 CAP 定理中的 AP 方案的延伸。

一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血

【思考题】

Raft 协议是如何规避 FLP 协议的3个强约束的？参考学习资料：[raft consensus](#)

Q&A



一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血

茶歇时间



八卦，趣闻，内幕.....

THANKS

一手微信study322 价格更优惠
有正版课找我 高价回收帮回血