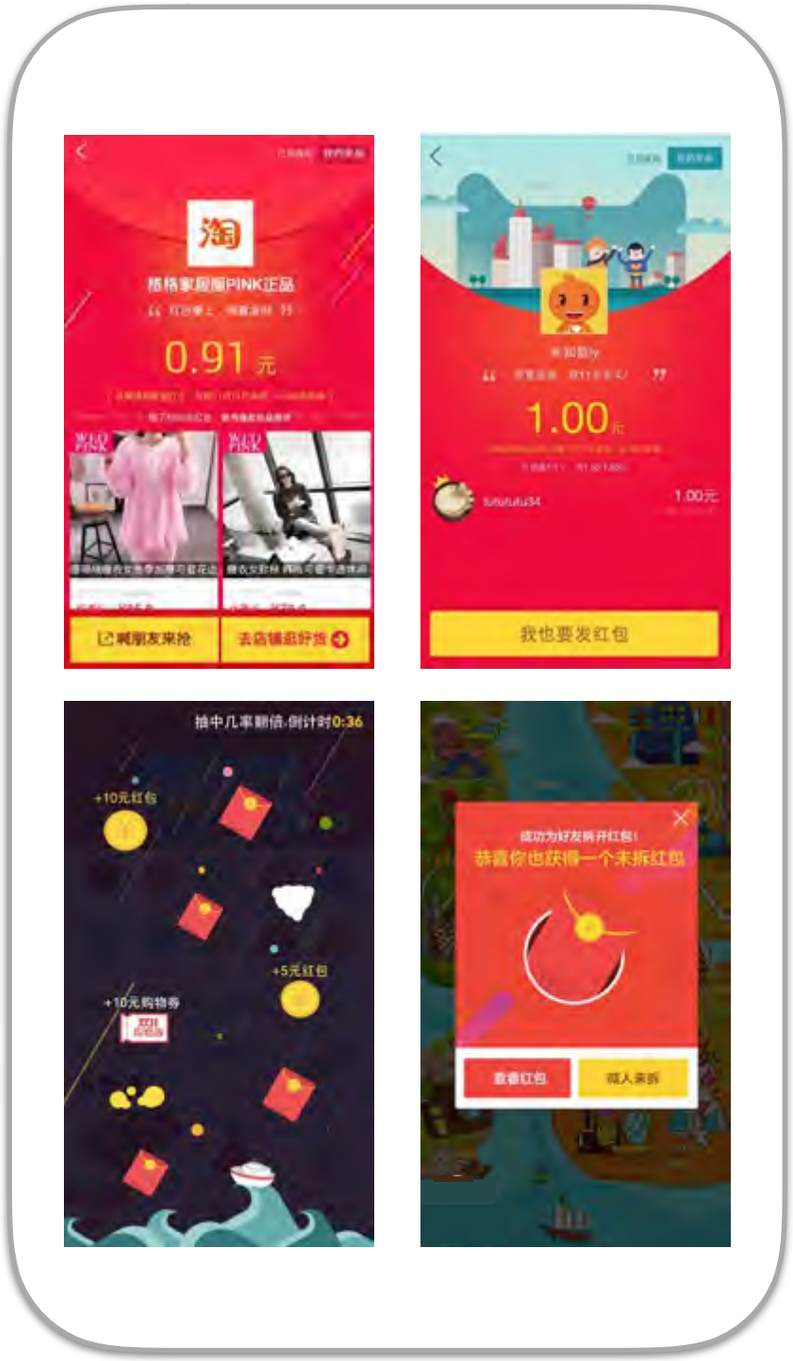
蚂蚁金服
ANT FINANCIAL

支付宝红包
——双11的挑战与应对

蚂蚁金服-支付核算技术部
邱硕

活动创建



红包发放

查询红包

红包渲染、支付

大纲

- 链路梳理
- 性能优化
- 容量评估
- 业务量评估
- 系统保护

链路梳理

上下游链路

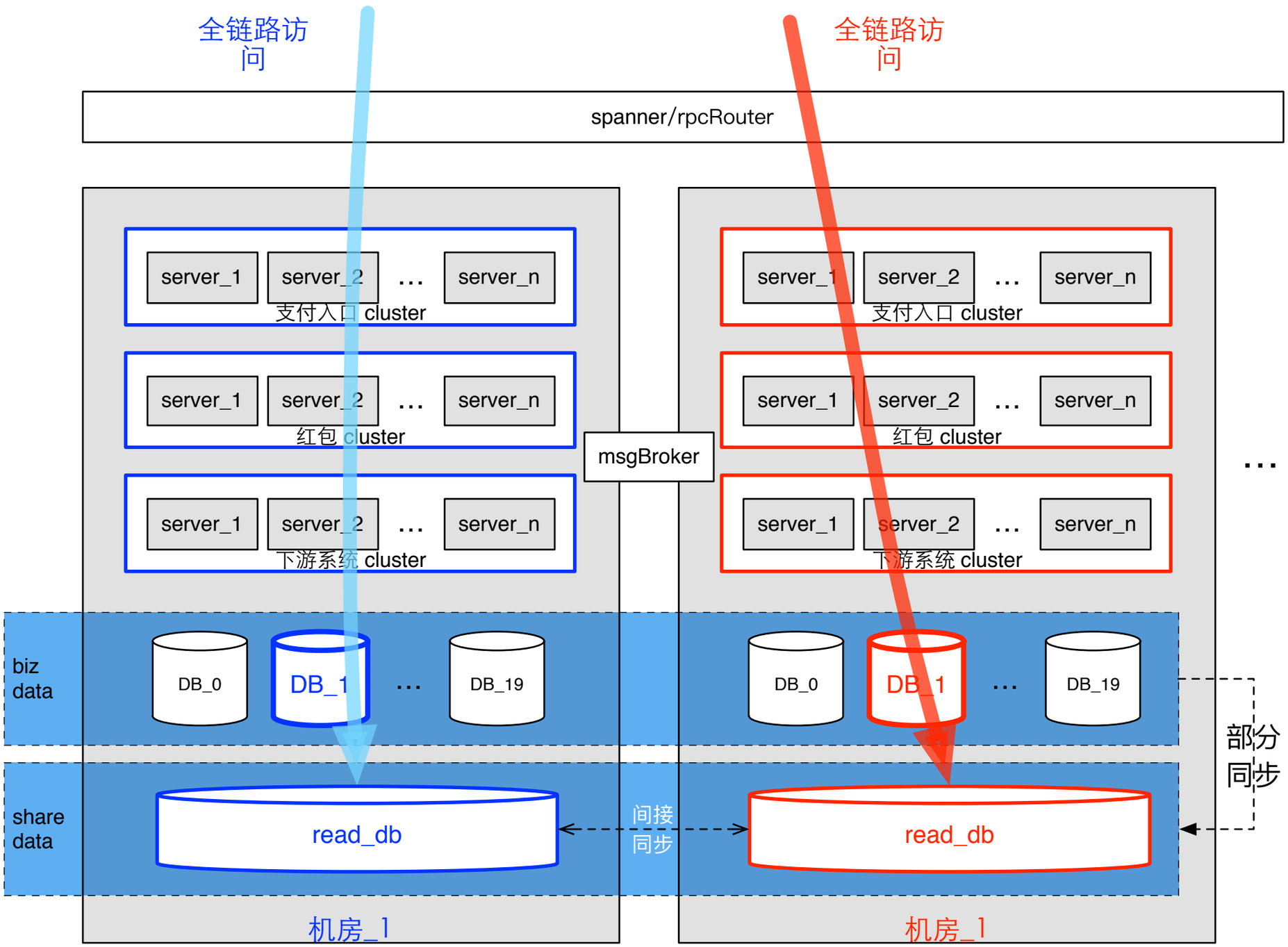
- 跨机房调用
- 公共组件访问量
- 接口上游入口
- 下游系统热点
- 重复操作

红包内部热点

- 关键链路性能缺陷
- 连接池/线程池依赖关系
- 存储分片热点
- 数据库记录热点

机房级拆分

本地化：一个机房包含一次业务请求的全部数据和服务器



全站同分布：不同业务请求根据数据分布路由到不同机房；一次业务请求（e.g.使用红包进行支付）全链路的所有系统数据（有状态主体）数据分布相同

共享数据副本：无法同分布的共享类数据读写分离，每个机房本地访问副本

连接池瓶颈缓解
低响应的异地部署

发放(领用)
红包

预算控制单点

支付前**渲染**
可用红包

支付规则管理

模板数据跨库

支付时
红包抵扣

单笔支付多红包

预算控制单点——乐观性锁

```
start transaction
lock budget record and get its value
(业务层余额判断余额足够);
subtract budget record by Δ
insert business orders...
commit
```

加锁时间

单预算吞吐量：

50 tps —> **800** tps

缩短加锁时间

```
start transaction;
insert business orders...
subtract budget record by Δ
   when value is sufficient
commit
```

加锁时间

```
start transaction;
lock budget record and get its value;
<业务层余额判断余额不足>;
rollback;
```

加锁时间

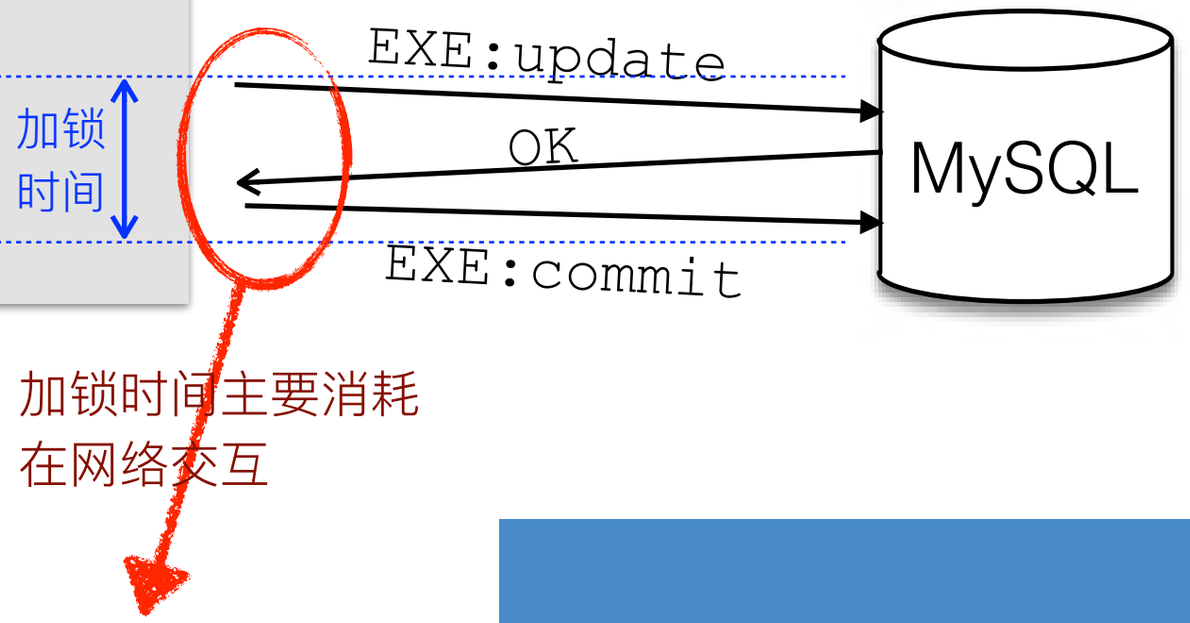
缩短加锁时间

```
start transaction
insert business orders...
subtract budget record by Δ
   when value is sufficient
rollback;
```

更新失败不会加锁

预算控制单点——MySQL patch

```
start transaction;
add business orders...
subtract budget record by Δ
   when value is sufficient
commit
```



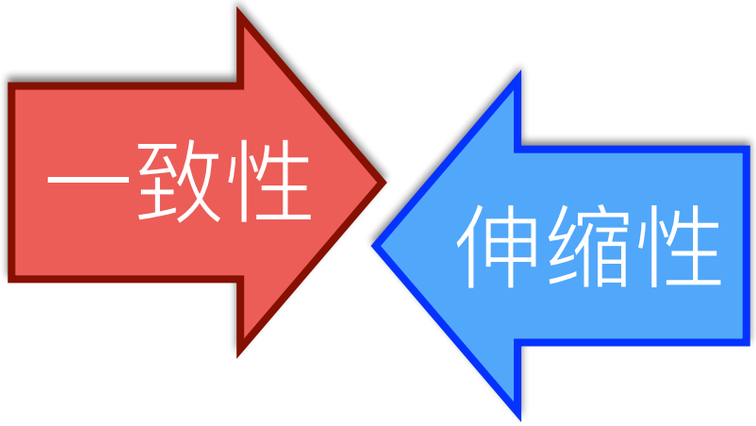
- DB端更新后直接提交事务释放锁
- 应用层提交语句失效

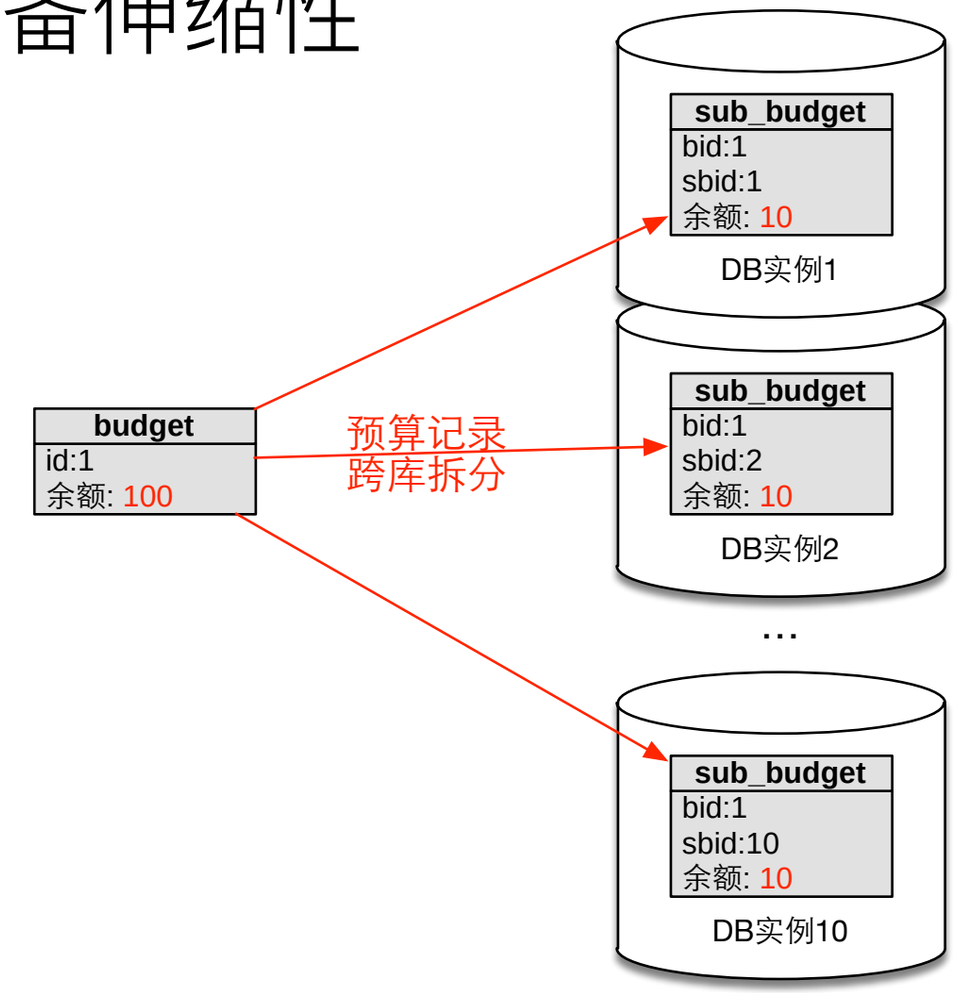
单预算吞吐量：

800 tps —> **4000** tps

预算控制单点——预算拆分

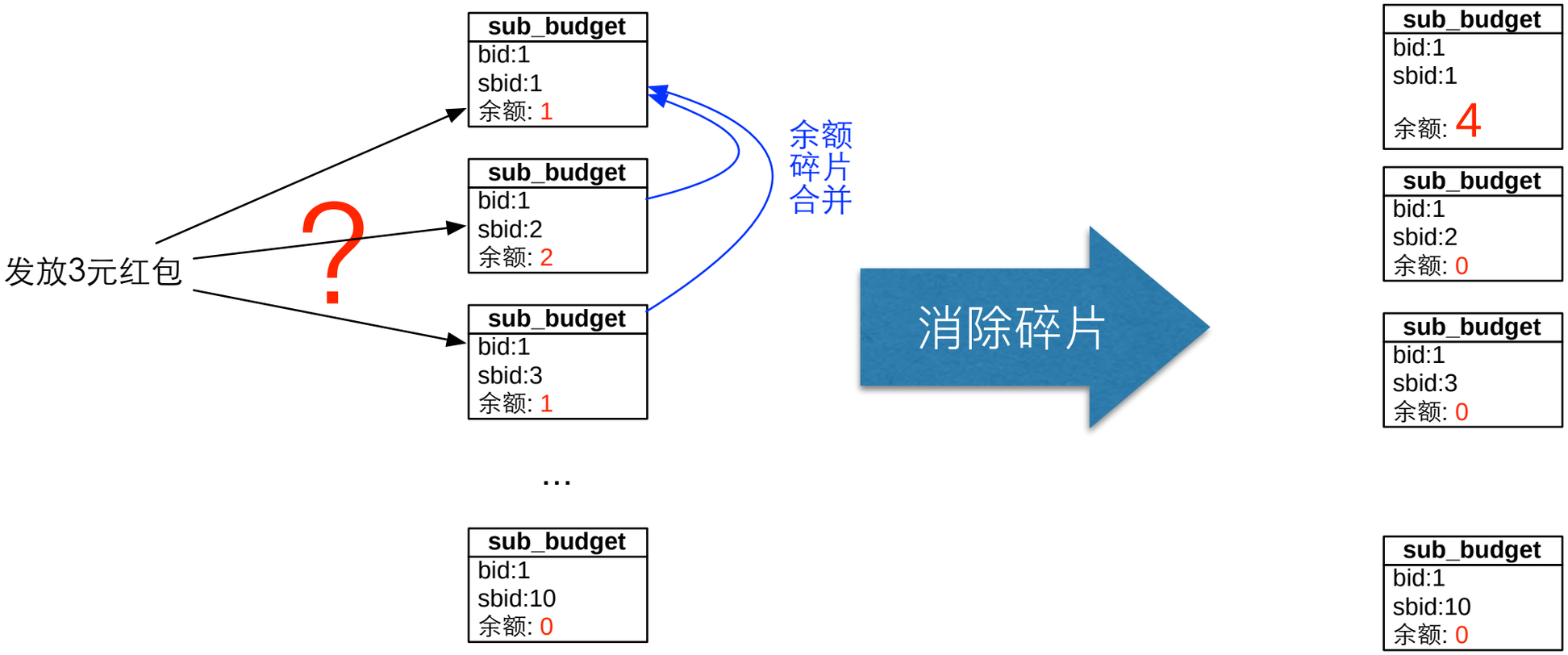
- 预算水平拆分，子预算集合具备伸缩性
- 子预算和DB物理库映射





- 碎片问题
- 子预算路由性能问题

碎片问题



- 扣减发生后异步触发合并
- 分布式事务一致性?

- 后台定时任务补偿机制
- 合并订单唯一性控制

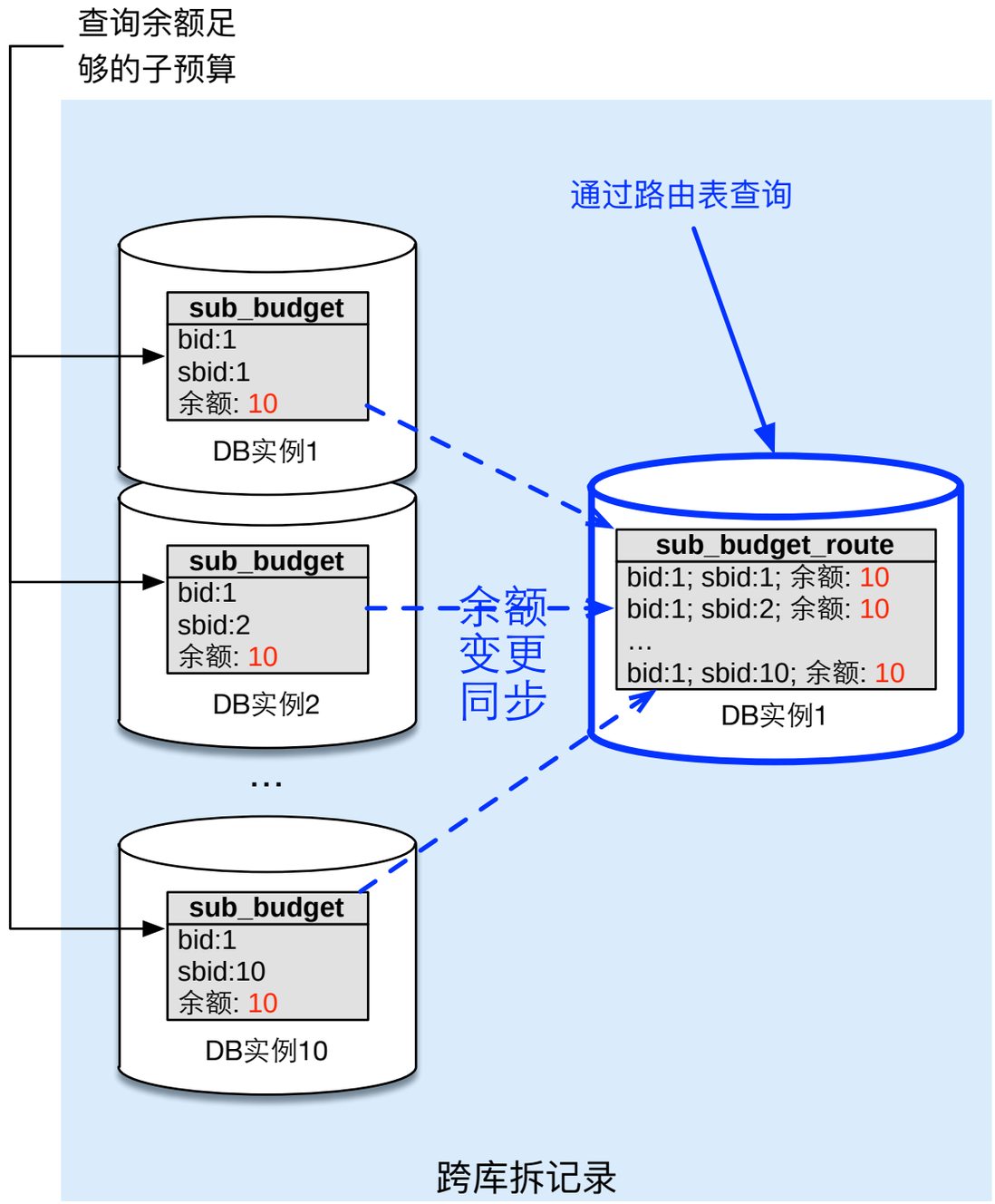
子预算的路由

- 跨库查询到路由表查询

单点问题

- 子预算扣减时更新单点
- 子预算选择时查询单点

- 减轻负担 更新频率优化 读写分离 缓存
- 增加能力 索引优化 交互信息优化 分组



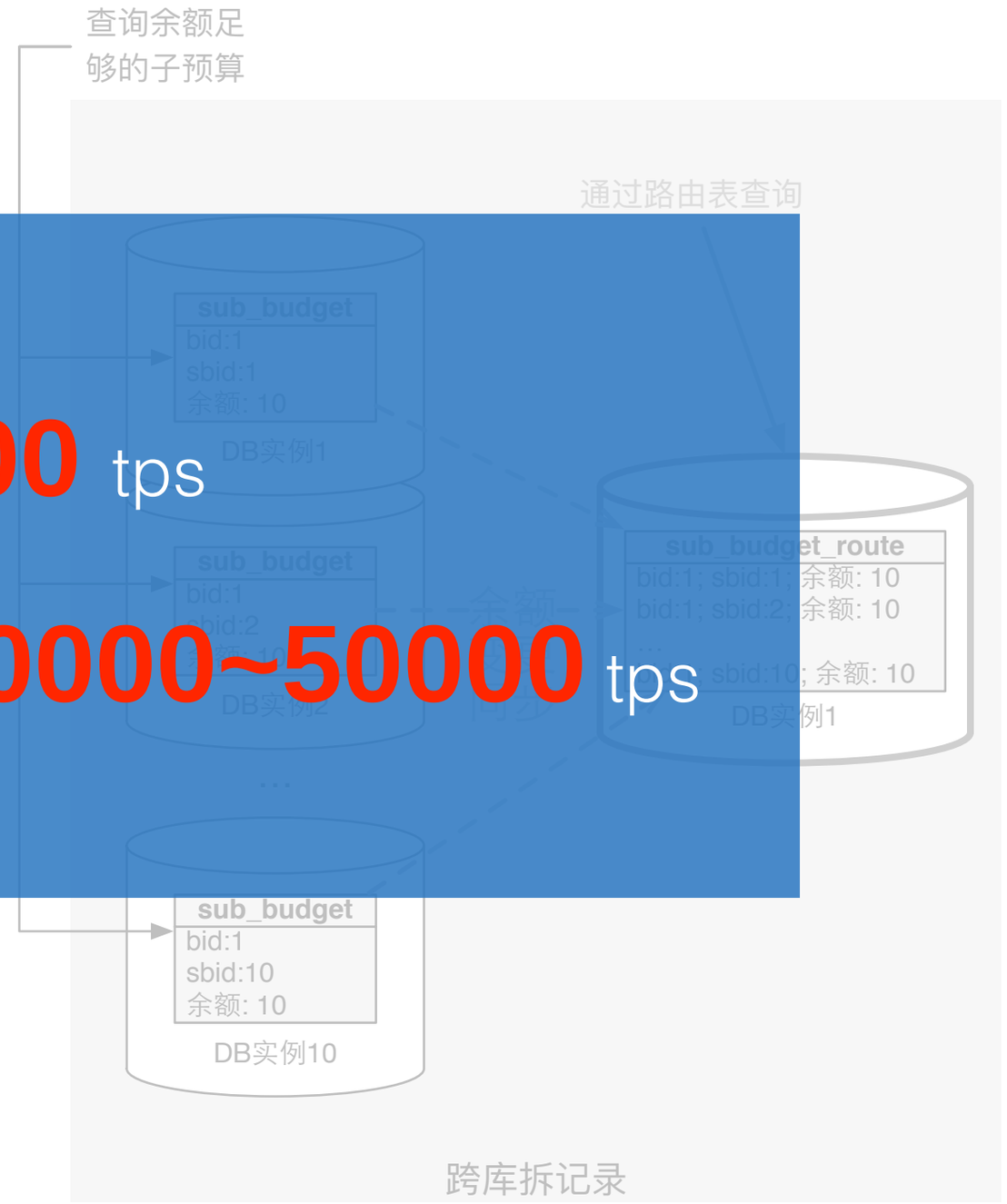
子预算的路由

- 跨库查询到路由表查询

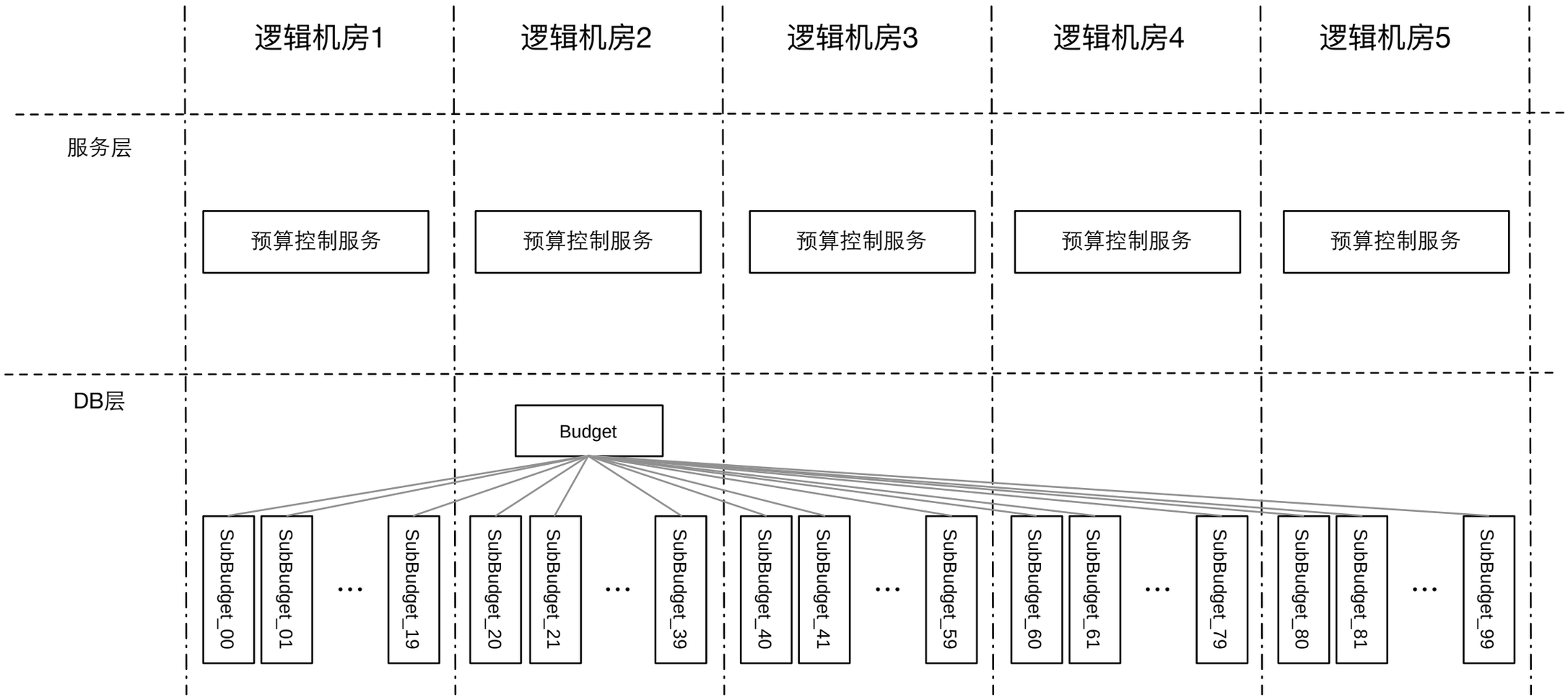
路由单点列表查询吞吐量：**50000** tps

单预算吞吐量：4000 tps —> **≥10000~50000** tps

- 减轻负担：更新频率优化、读写分离
- 增加能力： 索引优化、交互信息优化

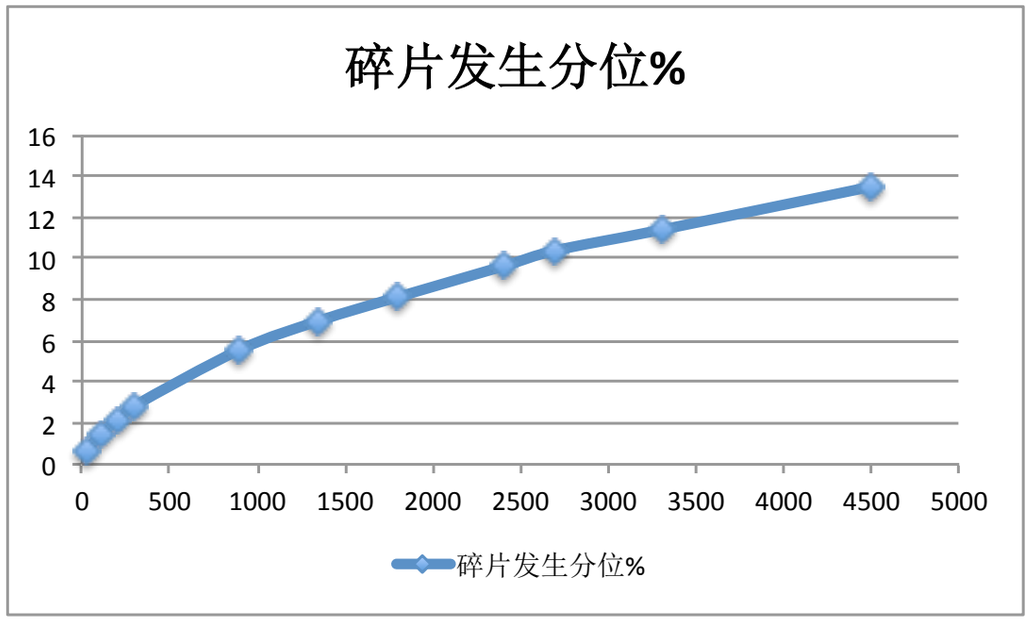


预算拆分——解决跨机房问题



突破50,000 tps

- 路由表查询单点
- 碎片分位上限



去DB的预算控制-挑战

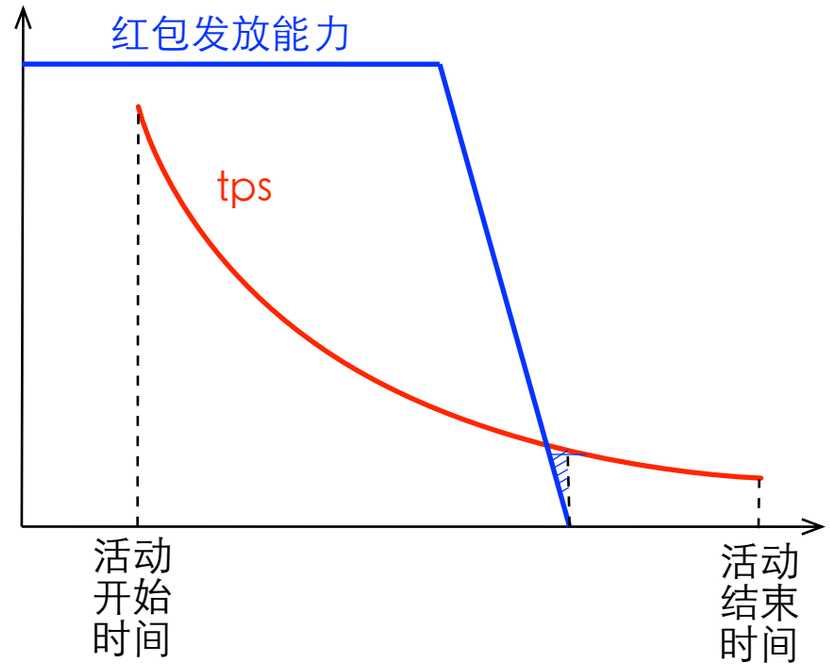
服务治理 SOA环境下有状态节点如何治理?

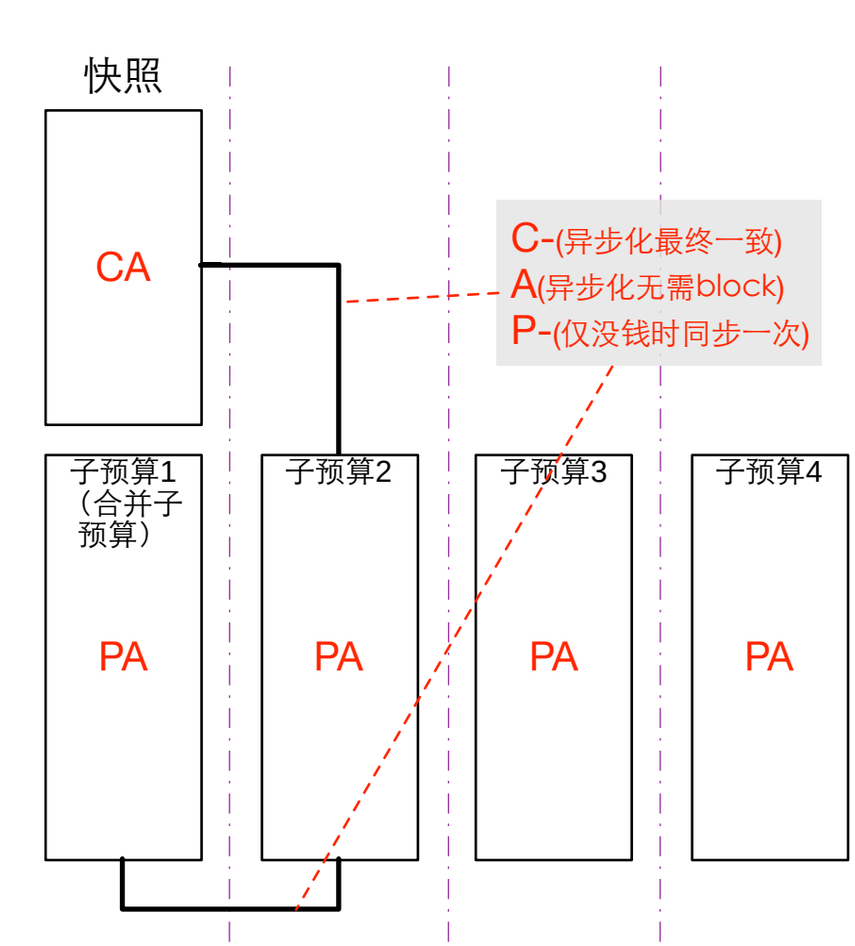
宕机一致性 无DB事务的一致性如何保证?

目前已实现：**500,000+** tps

CAP解释

- **C**onsistency
  - C1：有预算时可以发红包（弃）
  - C2：没预算时不能发红包（保）
- **A**vailability
  - 每次发红包的预算控制在短时间内返回
- **P**artition-Tolerance
  - 子预算间相互无感知





发放(领用)
红包

预算控制单点

支付前**渲染**
可用红包

支付规则管理

模板数据跨库

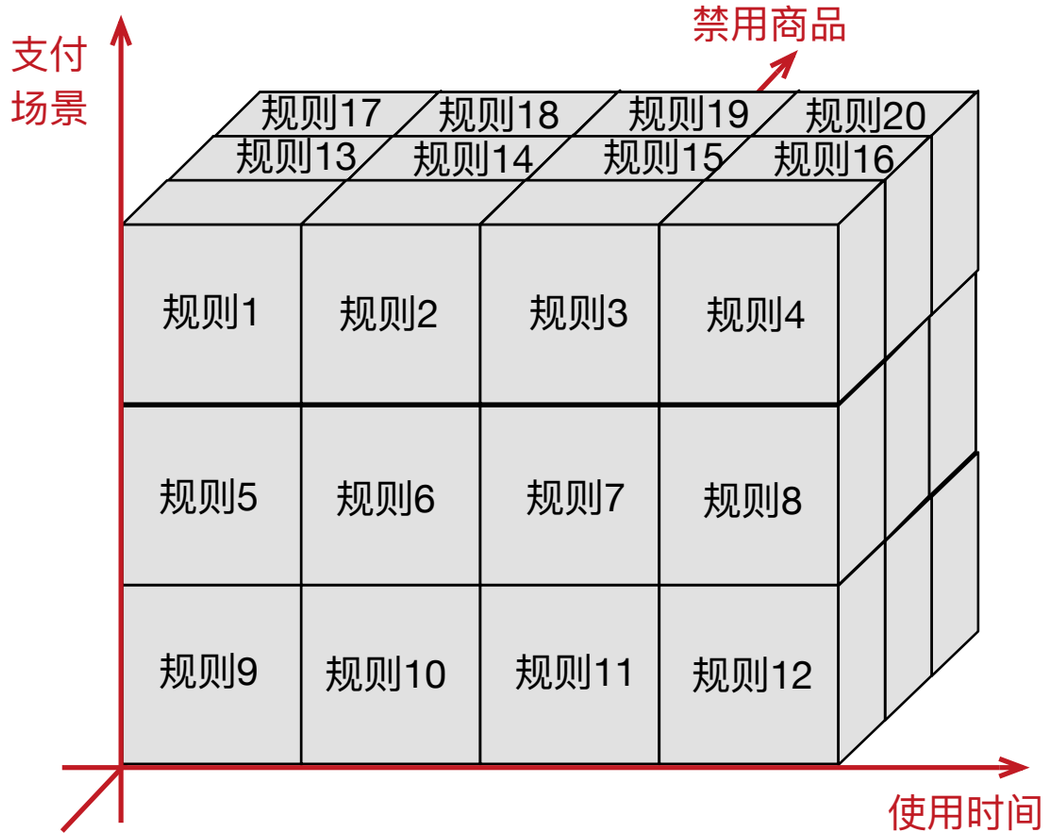
支付时
红包抵扣

单笔支付多红包

支付规则管理

规则数量 多维度数量大

渲染响应 访问每个红包的规则



N1×N2×N3

N1’+ N2’

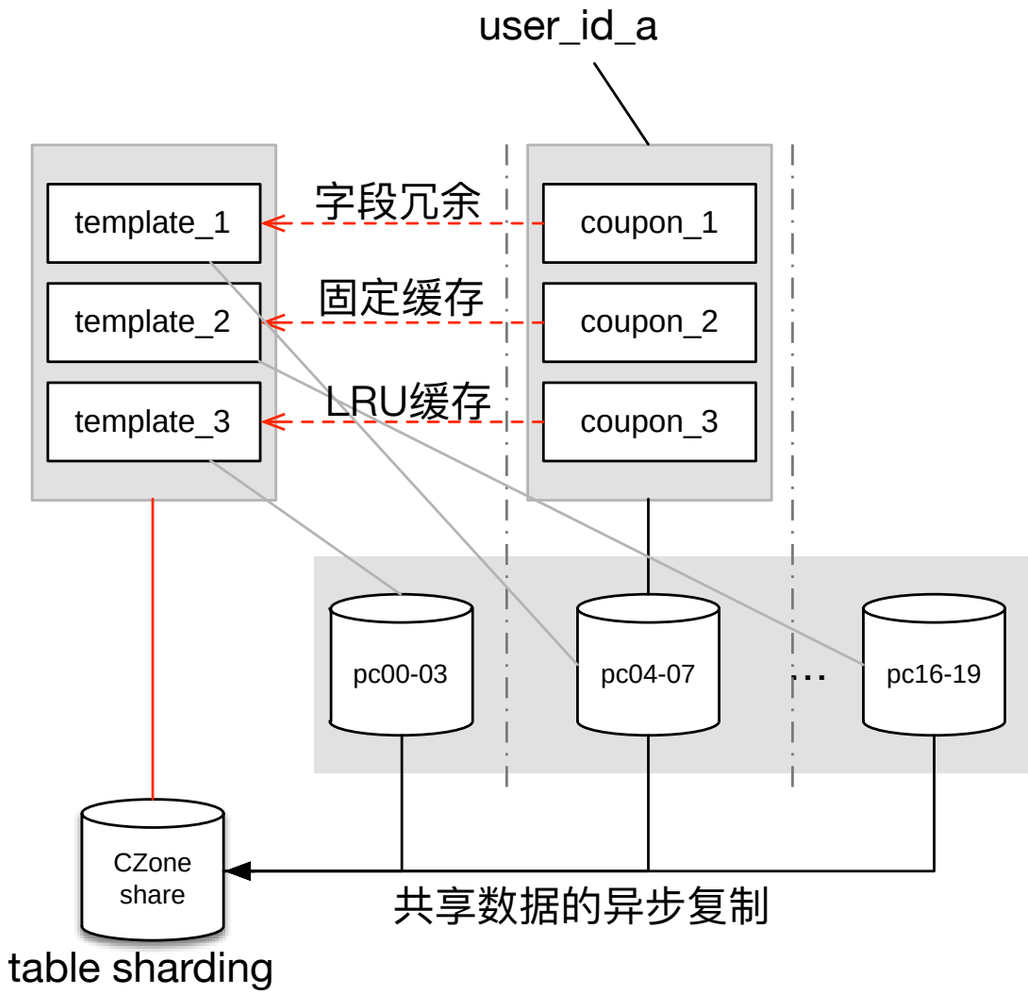
- 枚举值冗余进红包记录
- 各个维度拆分存储
- 主要枚举值固化 压缩值域

小量规则
利用缓存
消除DB操作

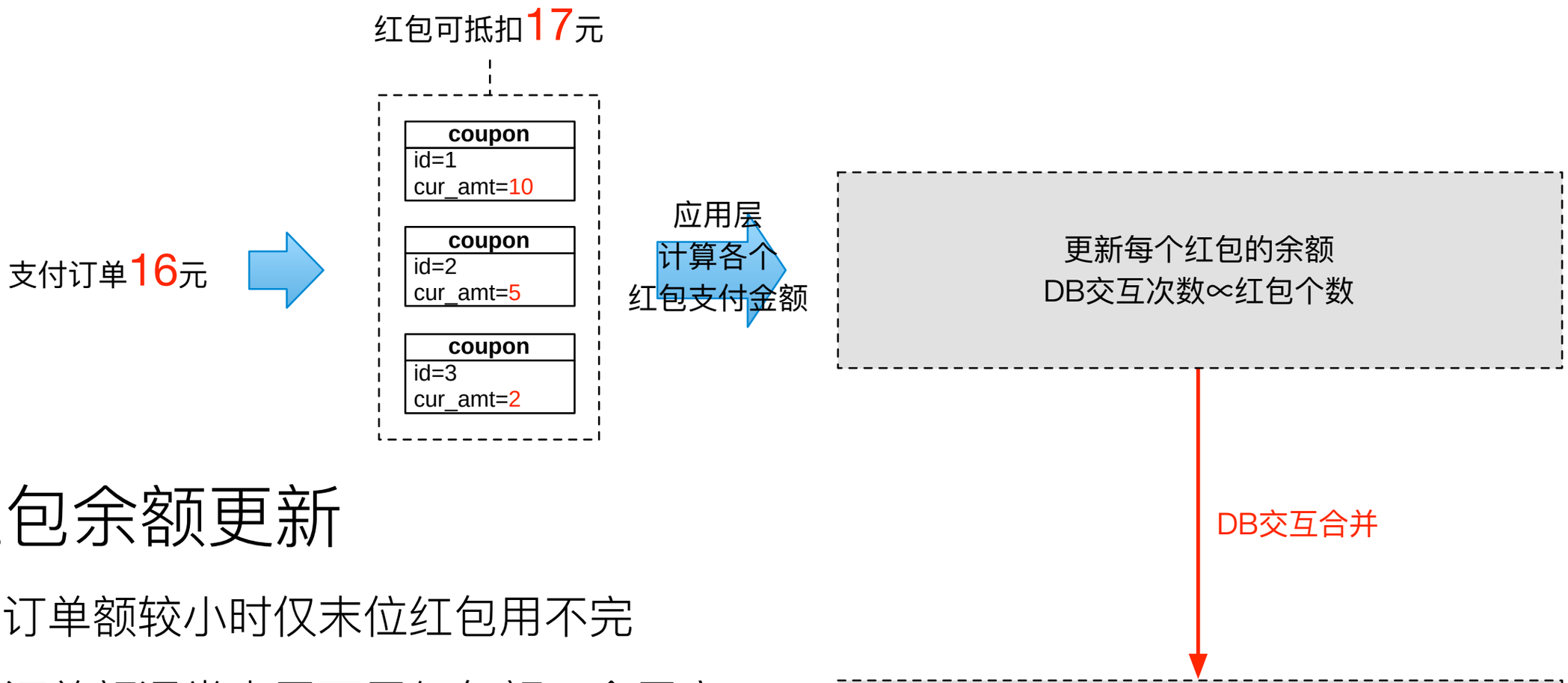
分级缓存

- 数据跨库分布
  - 红包按照用户分库、模板分布在共享库
  - 一次渲染**多次共享库访问**

- 字段冗余
  - C2C模板：数量预估百万级+、信息简单
- 固定内存缓存
  - 平台模板：数量可枚举、信息复杂、可变
- LRU内存缓存
  - 商家模板：数量预估十万级、大商户集中



SQL合并



- 红包余额更新
  - 订单额较小时仅末位红包用不完
  - 订单额通常大于可用红包额：全用完
- SQL交互
  - O(n) —> O(1)

性能风险应对总结

总体

机房/连接池瓶颈 → 业务单元化的机房级拆分

发放

预算单点 → SQL顺序调整 DB patch → 预算拆分 → 预算碎片 → 最终一致的碎片合并

渲染

支付规则多维度 → 冗余、拆维、固化

模板信息跨库 → 多级缓存

支付

多红包支付 → SQL合并

发放能力(单活动)：50 ->**50,000** tps

支付能力： **14** 倍

容量评估

- 反映系统真实能力
- 为关键业务配置合适的资源
- 为关键资源的保护方案提供依据

真实能力

- 基于线上环境压测
- 数据隔离
- 调用隔离
- 监控隔离

服务调用

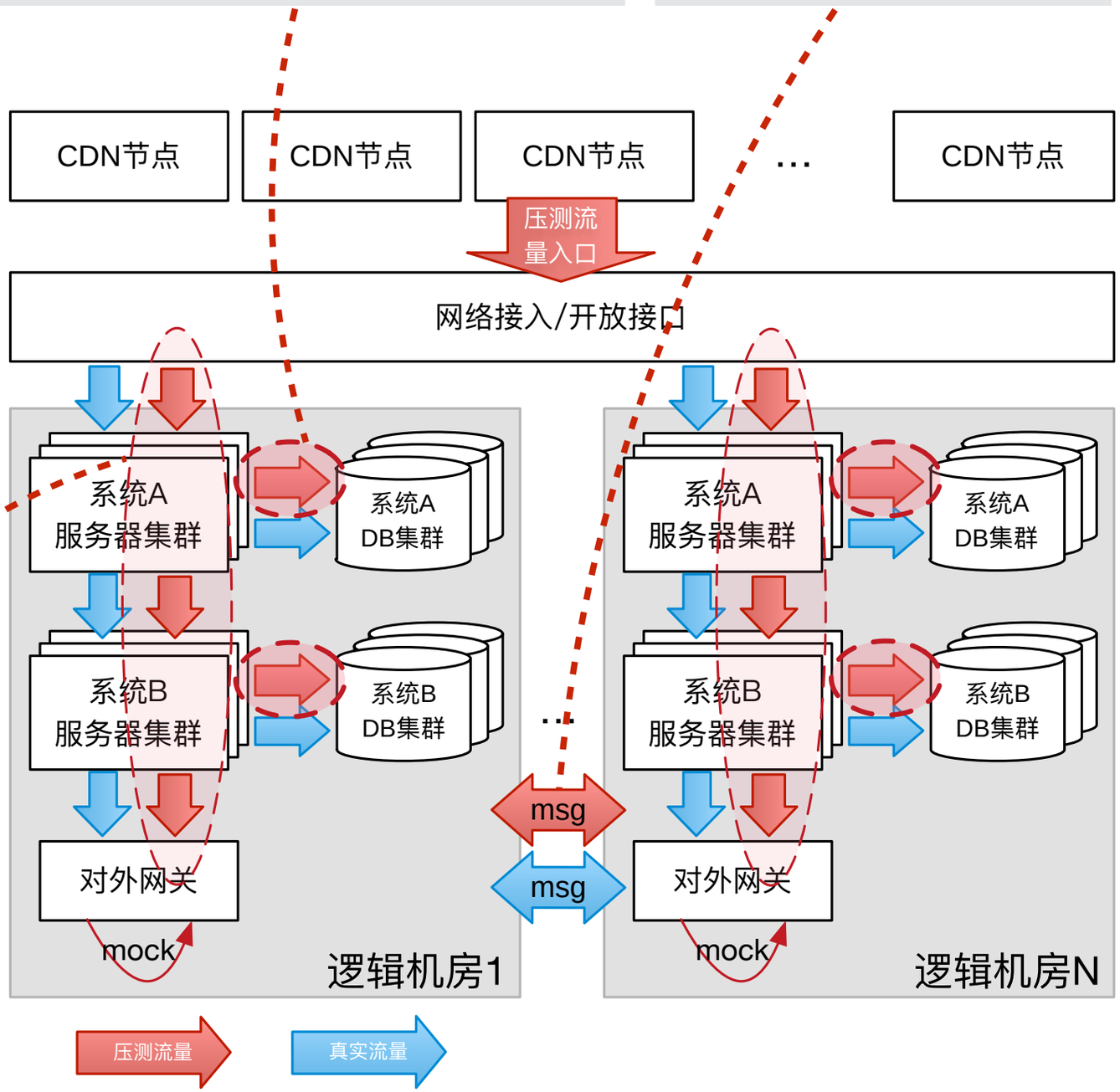
- RPC调用染色
- 跨系统上下文透传
- 用户数据隔离

DB访问

- 数据表隔离
- 数据值隔离
- DB分表路由规则隔离

异步消息

- 消息数据隔离

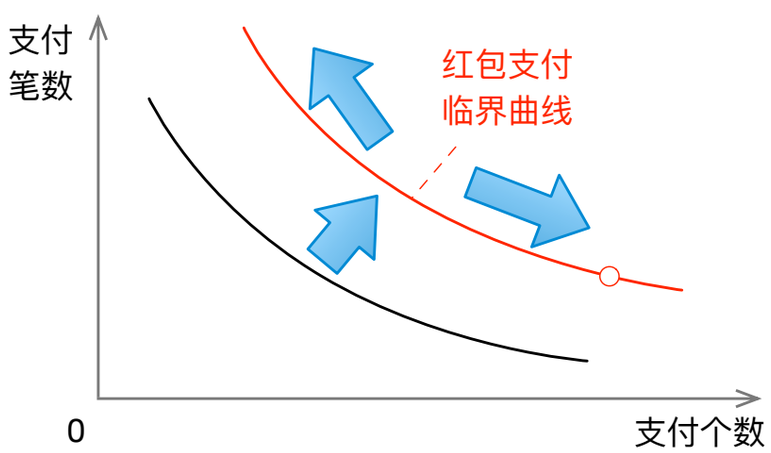


内部资源配比

- 关键业务固定负载
- 服务器
- 数据库连接
- 数据库实例
- 分布式缓存
- 下游系统

业务自身消耗

- 临界资源固定分配
- 关键业务：组合
- 非关键业务：资源沙盘



数据模拟

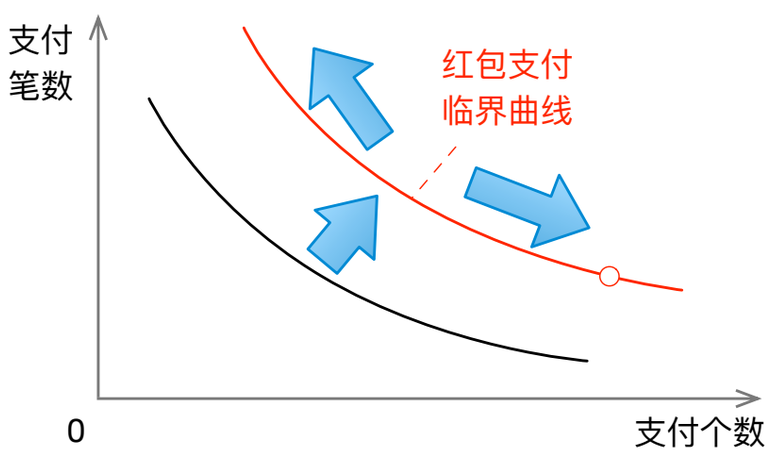
- 活动类型分布
- 热点发放活动分布
- 红包个数分布
- 支付规则分布
- DB存量数据
- 背景噪声
- ...

内部资源配比

- 关键业务固定负载
- 服务器
- 数据库连接
- 数据库实例
- 分布式缓存
- 下游系统

业务自身消耗

- 临界资源固定分配
- 关键业务：组合
- 非关键业务：资源沙盘



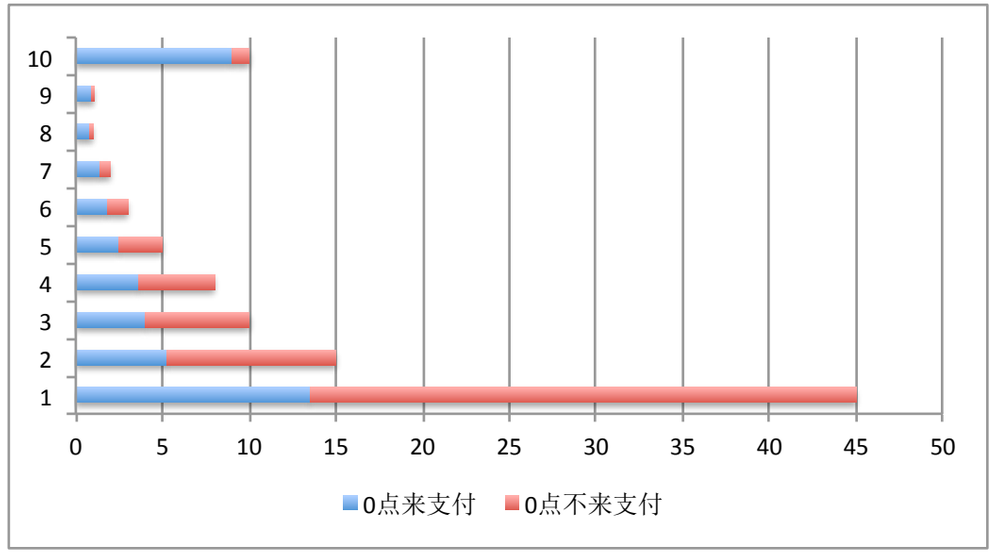
数据模拟

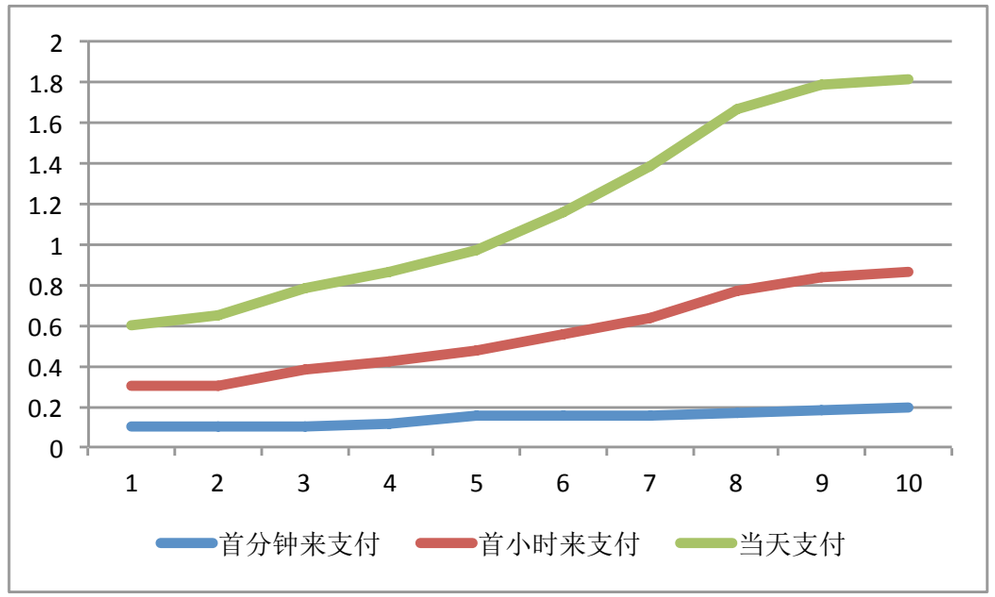
- 活动类型分布
- 热点发放活动分布
- 红包个数分布
- 支付规则分布
- DB存量数据
- 背景噪声
- ...

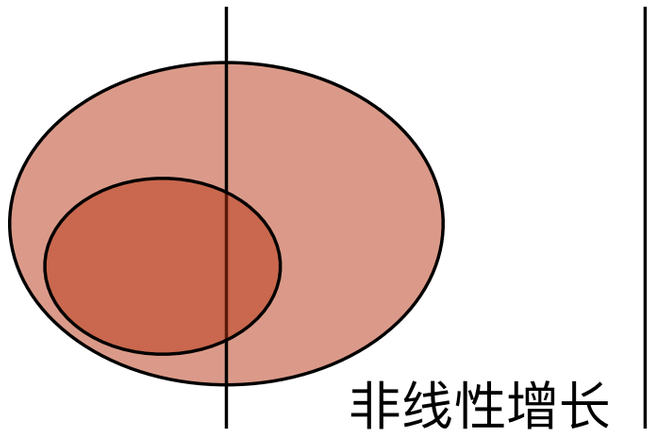
大纲

- 链路梳理
- 性能优化
- 容量评估
- **业务量评估**
- 系统保护

- 发放
  - 活动收集
  - 各类活动经验曲线
- 支付
  - 笔数、个数预估
  - 往年曲线参照
  - 每日跟踪
  - 红包支付占总支付比
- 查询
  - 关键场景线性预估

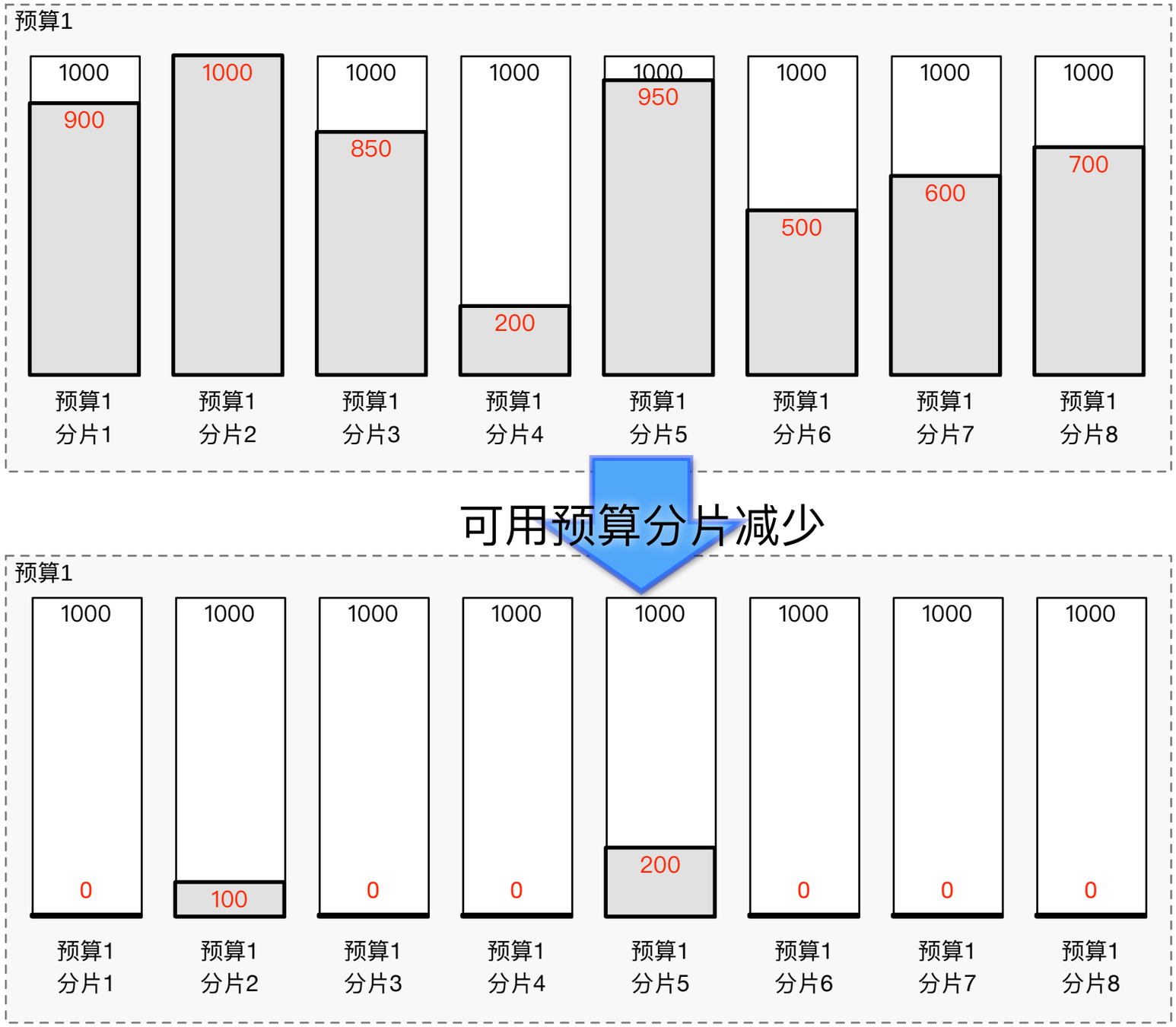






过载保护——红包发放

- 接口限流
  - 最简单的实现
  - 单个接口单机最大tps
- 预算限流
  - 单个预算单机最大tps
  - 缓存单位周期的每个预算hit-count
- 预算分片限流
  - 单个分片级的hit-count限流



过载保护——支付

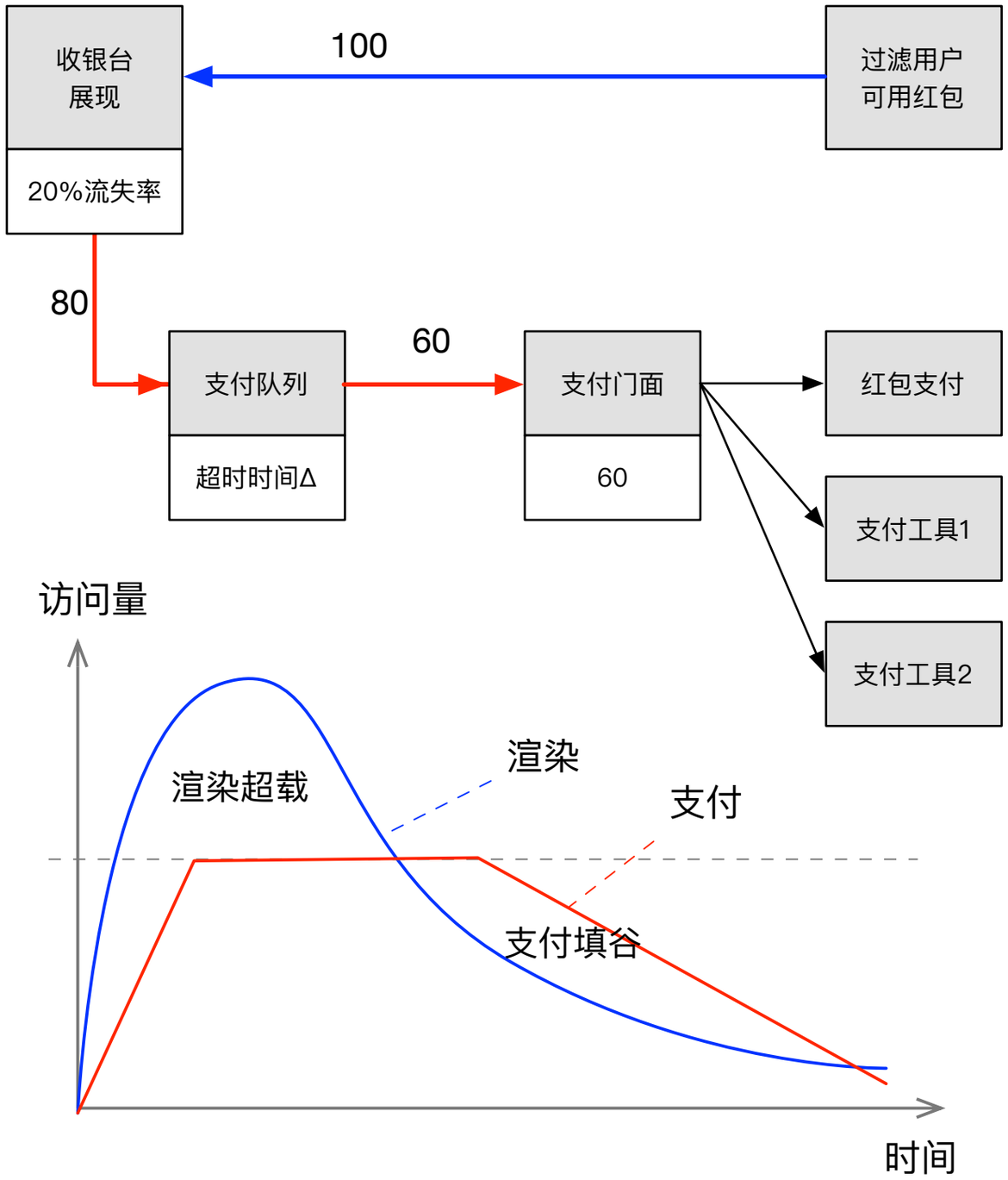
- 接口限流

拦截量过大

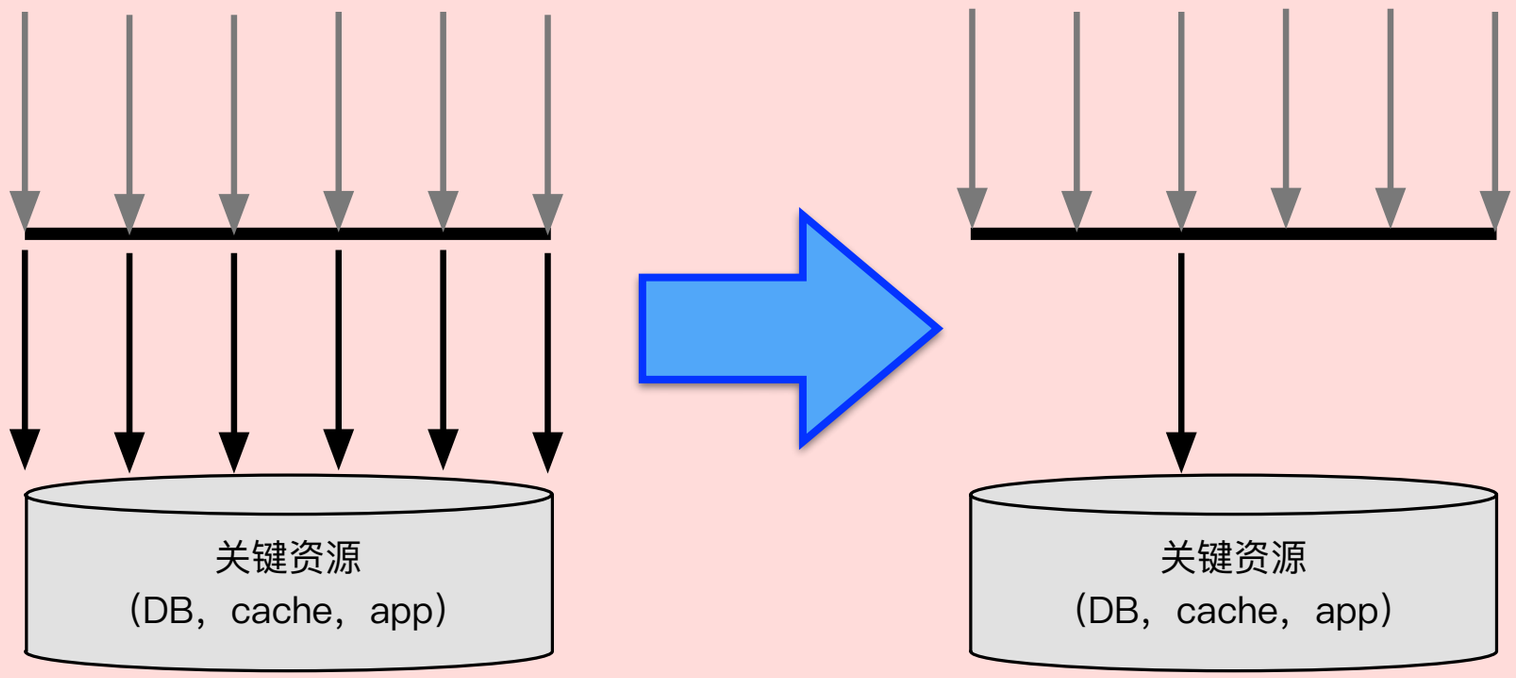
- 队列阻塞：利用支付等待间隙

木桶效应

- 队列分离：根据红包能力专用队列



过载保护——突发热点



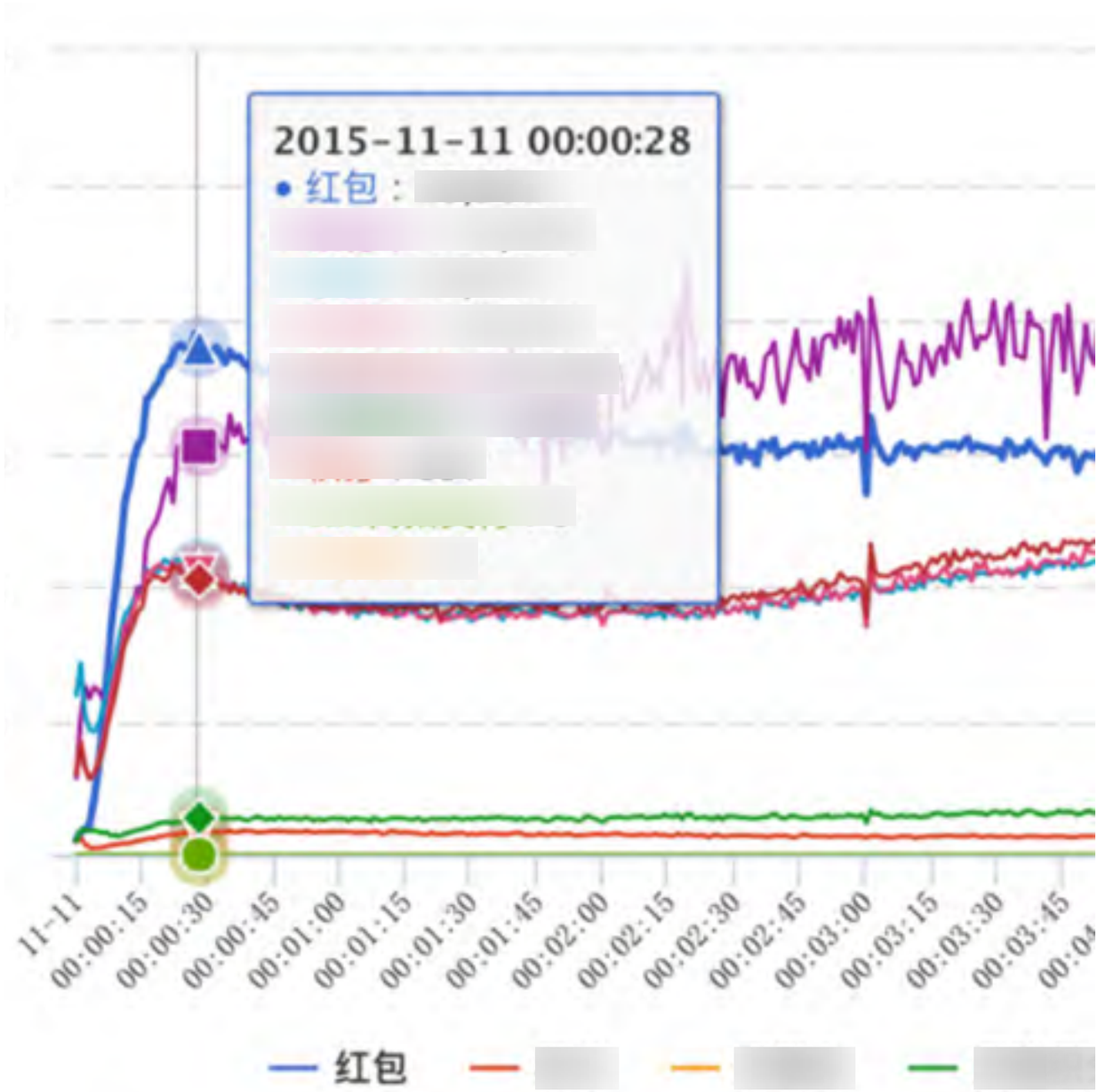
- 缓存未预热状态的峰值

降级非关键业务

- 非关键业务资源消耗量
- 峰值时刻资源配给
- 非关键业务的组合限流

迎接双11零点

- 链路梳理
  - 上下游链路；红包内部链路
- 性能优化
  - 适配机房拆分；发放预算问题
  - 多级别缓存；支付规则；支付语句合并
- 容量评估
  - 线上；分层配比；业务资源消耗；数据模拟
- 业务量预估
  - 发放；支付(笔数个数预估)；查询
- 过载保护
  - 发放；支付；非关键业务；突发热点



下一步

- 性能 服务器/DB资源不变 容量提升一个量级
- 容量预估 根据历史数据统计特征 估算大促峰值时 各种组合的概率
- 伸缩性 应用层实现**非迁移**的DB伸缩容
- 故障定位 资源消耗的跟踪 链路数据流跟踪

Thanks!

蚂蚁金服 成都研发中心