什么是缓存?

芳芳：这个问题，理解即可。

缓存，就是数据交换的缓冲区，针对服务对象的不同（本质就是不同的硬件）都可以构建缓存。

目的是，**把读写速度慢的介质的数据保存在读写速度快的介质中，从而提高读写速度，减少时间消耗**。例如：

- CPU 高速缓存 ： 高速缓存的读写速度远高于内存。
  - CPU 读数据时，如果在高速缓存中找到所需数据，就不需要读内存
  - CPU 写数据时，先写到高速缓存，再回写到内存。
- 磁盘缓存：磁盘缓存其实就把常用的磁盘数据保存在内存中，内存读写速度也是远高于磁盘的。
  - 读数据，时从内存读取。
  - 写数据时，可先写到内存，定时或定量回写到磁盘，或者是同步回写。

为什么要用缓存?

正如在 「什么是缓存？」 问题中所看到的，使用缓存的目的，就是提升读写性能。而实际业务场景下，更多的是为了提升**读性能**，带来更好的性能，更高的并发量。

日常业务中，我们使用比较多的数据库是 MySQL ，缓存是 Redis 。一起来看看，阿里云提供的性能规格：

- Redis 性能规格，https://help.aliyun.com/document_detail/26350.html 。打底 8W QPS ，最高可达千万 QPS 。
- MySQL 性能规格 https://help.aliyun.com/document_detail/53637.html 。打底 1.4K QPS ，最高 7W QPS 。

如此一比较，Redis 比 MySQL 的读写性能好很多。那么，我们将 MySQL 的热点数据，缓存到 Redis 中，提升读取性能，也减小 MySQL 的读取压力。例如说：

- 论坛帖子的访问频率比较高，且要实时更新阅读量，使用 Redis 记录帖子的阅读量，可以提升性能和并发。
- 商品信息，数据更新的频率不高，但是读取的频率很高，特别是热门商品。

请说说有哪些缓存算法？是否能手写一下 LRU 代码的实现?

缓存算法

缓存算法，比较常见的是三种：

- LRU（least recently used ， 最近最少使用）
- LFU（Least Frequently used ， 最不经常使用）
- FIFO（first in first out ， 先进先出）

完整的话，胖友可以看看 《缓存、缓存算法和缓存框架简介》 的 「缓存算法」 部分。

手写 LRU 代码的实现

手写 LRU 代码的实现，有多种方式。其中，最简单的是基于 LinkedHashMap 来实现，代码如下：

```
class LRUCache<K, V> extends LinkedHashMap<K, V> {
    private final int CACHE_SIZE;

    /**
     * 传递进来最多能缓存多少数据
     *
     * @param cacheSize 缓存大小
     */
    public LRUCache(int cacheSize) {
        // true 表示让 LinkedHashMap 按照访问顺序来进行排序，最近访问的放在头部，最老访问的放在尾部。
        super((int) Math.ceil(cacheSize / 0.75) + 1, 0.75f, true);
        CACHE_SIZE = cacheSize;
    }

    @Override
    protected boolean removeEldestEntry(Map.Entry<K, V> eldest) {
        // 当 map 中的数据量大于指定的缓存个数的时候，就自动删除最老的数据。
        return size() > CACHE_SIZE;
    }
}
```

其它更复杂，更能体现个人编码能力的 LRU 实现方式，可以看看如下两篇文章：

- 《动手实现一个 LRU Cache》
- 《缓存、缓存算法和缓存框架简介》 文末，并且还提供了 FIFO、LFU 的代码实现。

常见的常见的缓存工具和框架有哪些?

在 Java 后端开发中，常见的缓存工具和框架列举如下：

- 本地缓存：Guava LocalCache、Ehcache、Caffeine 。
  - Ehcache 的功能更加丰富，Caffeine 的性能要比 Guava LocalCache 好。
- 分布式缓存：Redis、MemCache、Tair 。

- Redis 最为主流和常用。

用了缓存之后，有哪些常见问题?

常见的问题，可列举如下：

- 缓存何时**写入**？并且写时如何避免并发重复写入？
- 缓存如何**失效**?
- 缓存和 DB 的**一致性**如何保证?
- 如何避免缓存**穿透**的问题?
- 如何避免缓存**击穿**的问题?
- 如果避免缓存**雪崩**的问题?

芳芳：重点可以去“记”加粗的五个词。

下面，我们会对每个问题，逐步解析。

当查询缓存报错，怎么提高可用性?

缓存可以极大的提高查询性能，但是缓存数据丢失和缓存不可用不能影响应用的正常工作。

因此，一般情况下，如果缓存出现异常，需要手动捕获这个异常，并且记录日志，并且从数据库查询数据返回给用户，而不应该导致业务不可用。

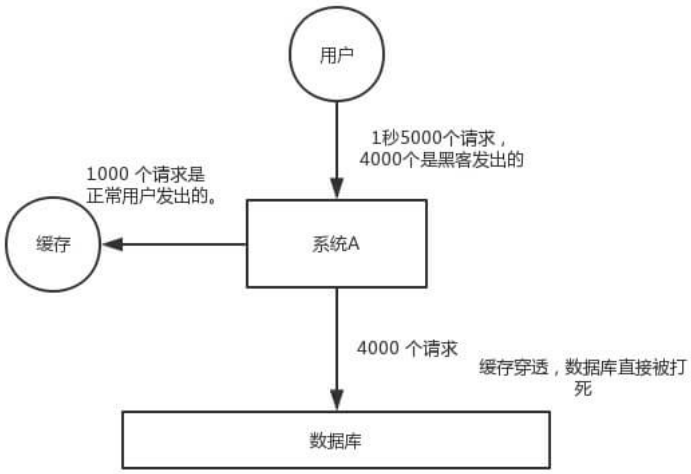
当然，这样做可能会带来缓存雪崩的问题。具体怎么解决，可以看看本文 「如何避免缓存”雪崩”的问题？」 问题。

如果避免缓存”穿透”的问题?

缓存穿透

缓存穿透，是指查询一个一定不存在的数据，由于缓存是不命中时被动写(*被动写，指的是从 DB 查询到数据，则更新到缓存中*)的，并且处于容错考虑，如果从 DB 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 DB 去查询，失去了缓存的意义。

在流量大时，可能 DB 就挂掉了，要是有人利用不存在的 key 频繁攻击我们的应用，这就是漏洞。如下图：



- 在 「为什么要用缓存？」 中，我们已经看到，MySQL 的性能是远不如 Redis 的，如果大量的请求直接打到 MySQL ，则会直接打挂 MySQL 。

如何解决

有两种方案可以解决：

- 方案一，缓存空对象：当从 DB 查询数据为空，我们仍然将这个空结果进行缓存，具体的值需要使用特殊的标识，能和真正缓存的数据区分开。另外，需要设置较短的过期时间，一般建议不要超过 5 分钟。
- 方案二，BloomFilter 布隆过滤器：在缓存服务的基础上，构建 BloomFilter 数据结构，在 BloomFilter 中存储对应的 KEY 是否存在，如果存在，说明该 KEY 对应的值为空。那么整个逻辑的如下：
  - 1、根据 KEY 查询缓存。如果存在对应的值，直接返回；如果不存在，继续向下执行。
  - 2、根据 KEY 查询在缓存 BloomFilter 的值。如果存在值，说明该 KEY 不存在对应的值，直接返回空；如果不存在值，继续向下执行。
  - 3、查询 DB 对应的值，如果存在，则更新到缓存，并返回该值。如果不存在值，更新到 缓存 BloomFilter 中，并返回空。

选择

这两个方案，各有其优缺点。

	缓存空对象	BloomFilter 布隆过滤器
适用场景	1、数据命中不高 2、保证一致性	1、数据命中不高 2、数据相对固定、实时性低
维护成本	1、代码维护简单 2、需要过多的缓存空间 3、数据不一致	1、代码维护复杂 2、缓存空间占用小

- 对于 BloomFilter 布隆过滤器，使用场景中的“数据相对固定、实时性低”，TODO 不支持删除?

实际情况下，使用方案二比较多。因为，相比方案一来说，更加节省内容，对缓存的负荷更小。并且，常用的缓存 Redis 支持构建 BloomFilter 数据结构，具体可以看看如下文章：

- 《Google Guava之BloomFilter 源码分析及基于 Redis 的重构》
- 《基于 Redis 的 BloomFilter 实现》
- 开源项目：https://github.com/erikdubbelboer/Redis-Lua-scaling-bloom-filter

另外，推荐看下 《Redis架构之防雪崩设计：网站不宕机背后的兵法》 文章的 「一、缓存穿透预防及优化」 ，大神解释的更好，且提供相应的图和伪代码。

如何避免缓存”雪崩”的问题?

缓存雪崩

缓存雪崩，是指缓存由于某些原因无法提供服务(例如，缓存挂掉了)，所有请求全部达到 DB 中，导致 DB 负荷大增，最终挂掉的情况。

如何解决

预防和解决缓存雪崩的问题，可以从以下多个方面进行**共同**着手。

1）缓存高可用

通过搭建缓存的高可用，避免缓存挂掉导致无法提供服务的情况，从而降低出现缓存雪崩的情况。

假设我们使用 Redis 作为缓存，则可以使用 Redis Sentinel 或 Redis Cluster 实现高可用。

2）本地缓存

如果使用本地缓存时，即使分布式缓存挂了，也可以将 DB 查询到的结果缓存到本地，避免后续请求全部到达 DB 中。

当然，引入本地缓存也会有相应的问题，例如说：

- 本地缓存的实时性怎么保证?
  - 方案一，可以引入消息队列。在数据更新时，发布数据更新的消息；而进程中有相应的消费者消费该消息，从而更新本地缓存。

也可以使用 Redis Pub / Sub 取代消息队列来实现，但是 T T 此时 Redis 可能已经挂了，所以也不一定合适。

  - 方案二，设置较短的过期时间，请求时从 DB 重新拉取。
  - 方案三，使用 「如果避免缓存”击穿”的问题? 」 问题的【方案二】，手动过期。
- 每个进程可能会本地缓存相同的数据，导致数据浪费?
  - 方案一，需要配置本地缓存的过期策略和缓存数量上限。

芳芳：上述的几个方案写的有点笼统，如果有不理解的地方，请在星球给芳芳留言。

如果我们使用 JVM ，则可以使用 Ehcache、Guava Cache 实现本地缓存的功能。

3）请求 DB 限流

通过限制 DB 的每秒请求数，避免把 DB 也打挂了。这样至少能有两个好处：

3. 可能有一部分用户，还可以使用，系统还没死透。
4. 未来缓存服务恢复后，系统立即就已经恢复，无需在处理 DB 也挂掉的情况。

当然，被限流的请求，我们最好也要有相应的处理，走 4）服务降级 。

如果我们使用 Java ，则可以使用 Guava RateLimiter、Sentinel 实现限流的功能。

4）服务降级

如果请求被限流，或者请求 DB 超时，我们可以服务降级，提供一些默认的值，或者友情提示，甚至空白的值也行。

如果我们使用 Java ，则可以使用 Hystrix、Sentinel 实现限流的功能。

5）提前演练

在项目上线前，演练缓存宕掉后，应用以及后端的负载情况以及可能出现的问题，在此基础上做一些预案设定。

另外，推荐看下 《Redis架构之防雪崩设计：网站不宕机背后的兵法》 文章的 「二、缓存雪崩问题优化」 ，大神解释的更

好，且提供相应的图和伪代码。

如果避免缓存”击穿”的问题?

缓存击穿

缓存击穿，是指某个**极度“热点”**数据在某个时间点过期时，恰好在这个时间点对这个 KEY 有大量的并发请求过来，这些请求发现缓存过期一般都会从 DB 加载数据并回设到缓存，但是这个时候大并发的请求可能会瞬间 DB 压垮。

- 对于一些设置了过期时间的 KEY ，如果这些 KEY 可能会在某些时间点被超高并发地访问，是一种非常“热点”的数据。这个时候，需要考虑这个个问题。
- 缓存被“击穿”的问题，和缓存“雪崩“”的区别在于，前者针对某一 KEY 缓存，后者则是很多 KEY 。
- 缓存被“击穿”的问题，和缓存“穿透“”的区别在于，这个 KEY 是真实存在对应的值的。

如何解决

有两种方案可以解决：

- 方案一，使用互斥锁：请求发现缓存不存在后，去查询 DB 前，使用分布式锁，保证有且只有一个线程去查询 DB ，并更新到缓存。流程如下：
  - 1、获取分布式锁，直到成功或超时。如果超时，则抛出异常，返回。如果成功，继续向下执行。
  - 2、再去缓存中。如果存在值，则直接返回；如果不存在，则继续往下执行。😈 因为，获得到锁，可能已经被“那个”线程去查询过 DB ，并更新到缓存中了。
  - 3、查询 DB ，并更新到缓存中，返回值。
- 方案二，手动过期：缓存上从不设置过期时间，功能上将过期时间存在 KEY 对应的 VALUE 里，如果发现要过期，通过一个后台的异步线程进行缓存的构建，也就是“手动”过期。通过后台的异步线程，保证有且只有一个线程去查询 DB。

选择

这两个方案，各有其优缺点。

	使用互斥锁	手动过期
优点	1、思路简单 2、保证一致性	1、性价最佳，用户无需等待
缺点	1、代码复杂度增大 2、存在死锁的风险	1、无法保证缓存一致性

具体使用哪一种方案，胖友可以根据自己的业务场景去做选择。

- 有一点要注意，上述的两个方案，都是建立在**极度“热点”**数据存在的情况，所以实际场景下，需要结合 「如果避免缓存”穿透”的问题? 」 的方案，一起使用。

另外，推荐看下 《Redis 架构之防雪崩设计：网站不宕机背后的兵法》 文章的 「三、缓存热点 key 重建优化」 ，大神解释的更好，且提供相应的图和伪代码。

缓存和 DB 的一致性如何保证?

产生原因

主要有两种情况，会导致缓存和 DB 的一致性问题：

3. 并发的场景下，导致读取老的 DB 数据，更新到缓存中。
4. 缓存和 DB 的操作，不在一个事务中，可能只有一个操作成功，而另一个操作失败，导致不一致。

当然，有一点我们要注意，缓存和 DB 的一致性，我们指的更多的是最终一致性。我们使用缓存只要是提高读操作的性能，真正在写操作的业务逻辑，还是以数据库为准。例如说，我们可能缓存用户钱包的余额在缓存中，在前端查询钱包余额时，读取缓存，在使用钱包余额时，读取数据库。

解决方案

在开始说解决方案之前，胖友先看看如下几篇文章，可能有一丢丢多，保持耐心。

- 左耳朵耗子
  - 《缓存更新的套路》
- 沈剑
  - 《缓存架构设计细节二三事》
  - 《缓存与数据库一致性优化》

下面，我们就来看看几种方案。当然无论哪种方案，比较重要的就是解决两个问题：

- 1、将缓存可能存在的并行写，实现串行写。
- 2、实现数据的最终一致性。

1）先淘汰缓存，再写数据库

因为先淘汰缓存，所以数据的最终一致性是可以得到有效的保证的。为什么呢？先淘汰缓存，即使写数据库发生异常，也就是下次缓存读取时，多读取一次数据库。

但是，这种方案会存在缓存和 DB 的数据会不一致的情况，《缓存与数据库一致性优化》 已经说了。

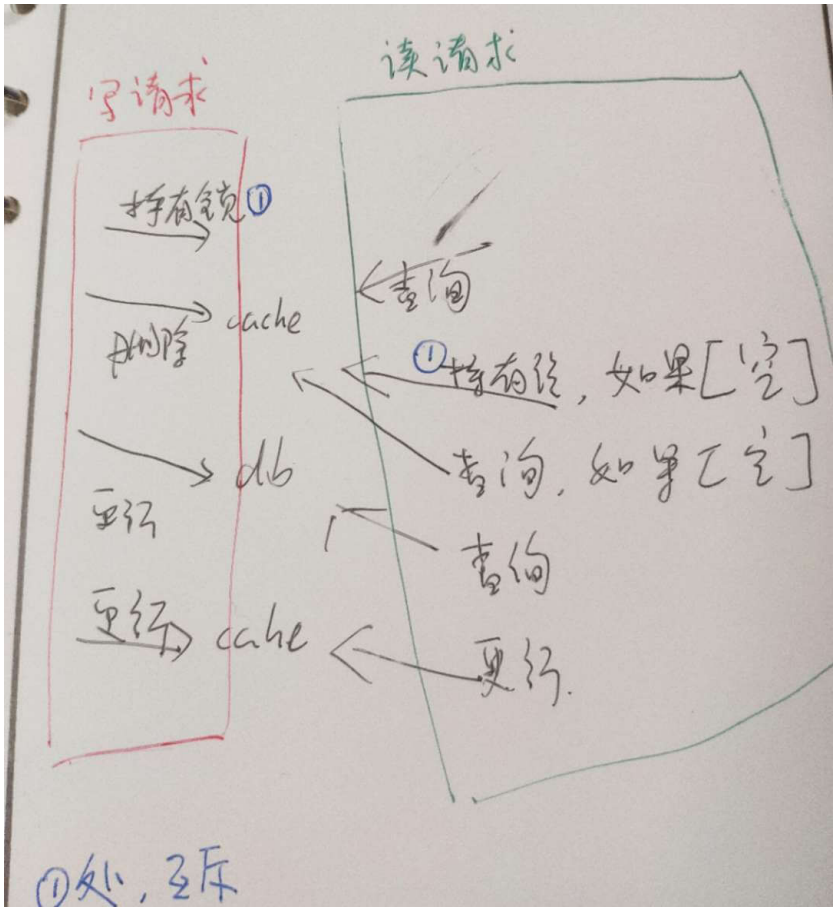
那么，我们需要解决缓存并行写，实现串行写。比较简单的方式，引入分布式锁。

- 在写请求时，先淘汰缓存之前，获取该分布式锁。
- 在读请求时，发现缓存不存在时，先获取分布式锁。

这样，缓存的并行写就成功的变成串行写落。实际上，就是 「如果避免缓存”击穿”的问题？」 的【方案一】互斥锁的加强版。

整体执行，如下草图：

芳芳：临时手绘，不要打我。字很丑，哈哈哈哈。



- 写请求时，是否主动更新缓存，根据自己业务的需要，是否有，都没问题。

2）先写数据库，再更新缓存

按照“先写数据库，再更新缓存”，我们要保证 DB 和缓存的操作，能够在“同一个事务”中，从而实现最终一致性。

基于定时任务来实现

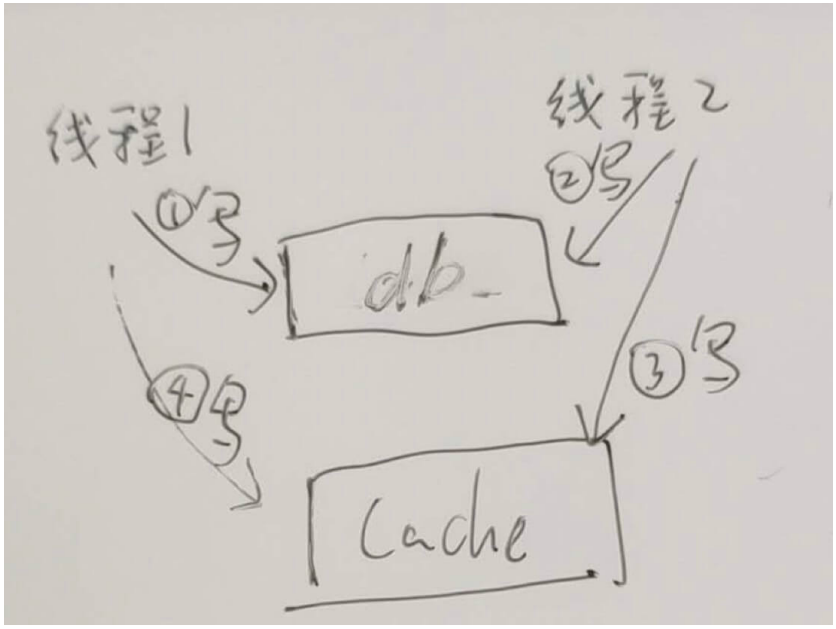
- 首先，写入数据库。
- 然后，在写入数据库所在的事务中，插入一条记录到任务表。该记录会存储需要更新的缓存 KEY 和 VALUE 。
- 【异步】最后，定时任务每秒扫描任务表，更新到缓存中，之后删除该记录。

基于消息队列来实现

- 首先，写入数据库。
- 然后，发送带有缓存 KEY 和 VALUE 的事务消息。此时，需要有支持事务消息特性的消息队列，或者我们自己封装消息队列，支持事务消息。
- 【异步】最后，消费者消费该消息，更新到缓存中。

这两种方式，可以进一步优化，可以先尝试更新缓存，如果失败，则插入任务表，或者事务消息。

另外，极端情况下，如果并发写执行时，先更新成功 DB 的，结果后更新缓存，如下图所示：

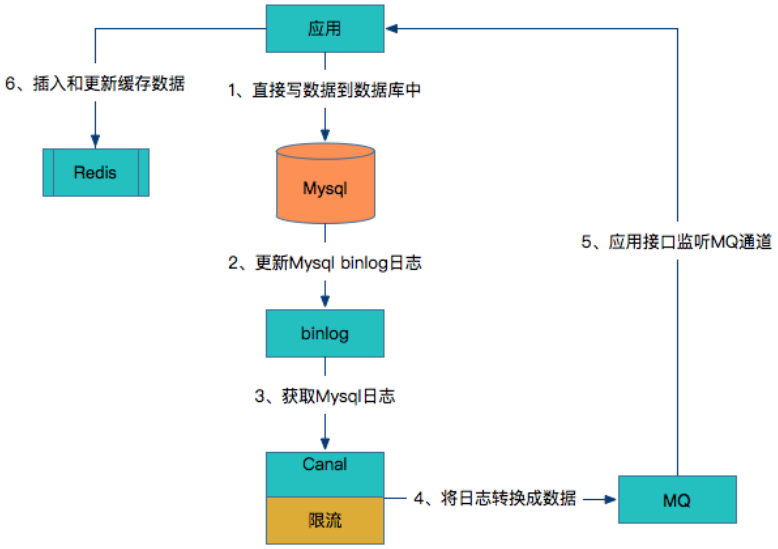


芮芳：灵魂画手，哈哈哈哈。

- 理论来说，希望的更新缓存顺序是，线程 1 快于线程 2 ，但是实际线程1 晚于线程 2 ，导致数据不一致。
- 可能胖友会说，图中不是基于定时任务或消息队列来实现异步更新缓存啊？答案是一直的，如果网络抖动，导致【插入任务表，或者事务消息】的顺序不一致。
- 那么怎么解决呢？需要做如下三件事情：
  - 1、在缓存值中，拼接上数据版本号或者时间戳。例如说：`value = {value: 原值, version: xxx}` 。
  - 2、在任务表的记录，或者事务消息中，增加上数据版本号或者时间戳的字段。
  - 3、在定时任务或消息队列执行更新缓存时，先读取缓存，对比版本号或时间戳，大于才进行更新。😈 当然，此处也会有并发问题，所以还是得引入分布式锁或 CAS 操作。
    - 关于 Redis 分布式锁，可以看看 《精尽 Redis 面试题》 的 「如何使用 Redis 实现分布式锁？」 问题。
    - 关于 Redis CAS 操作，可以看看 《精尽 Redis 面试题》 的 「什么是 Redis 事务？」 问题。

3）基于数据库的 binlog 日志

芮芳：如下内容，引用自 《技术专题讨论第五期：论系统架构设计中缓存的重要性》 文章，超哥对这个问题的回答。



- 应用直接写数据到数据库中。
- 数据库更新binlog日志。

- 利用Canal中间件读取binlog日志。
- Canal借助于限流组件按频率将数据发到MQ中。
- 应用监控MQ通道，将MQ的数据更新到Redis缓存中。

可以看到这种方案对研发人员来说比较轻量，不用关心缓存层面，而且这个方案虽然比较重，但是却容易形成统一的解决方案。

当然，以上种种方案，各有其复杂性，如果胖友心里没底，还是仅仅使用如下任一方案：

- “**先淘汰缓存，再写数据库**”的方案，并且无需引入分布式锁。
- “**先写数据库，再更新缓存**”的方案，并且无需引入定时任务或者消息队列。

原因如下：

FROM 基友老梁的总结

使用缓存过程中，经常会遇到缓存数据的不一致性和脏读现象。一般情况下，采取缓存双淘汰机制，在更新数据库的**前**淘汰缓存。此外，设定超时时间，例如三十分钟。

极端场景下，即使有脏数据进入缓存，这个脏数据也最存在一段时间后自动销毁。

- 重点，是最后一句话哟。
- 真的，和几个朋友沟通了下，真的出现不一致的情况，靠缓存过期后，重新从 DB 中读取即可。

另外，在 DB 主从架构下，方案会更加复杂。详细可以看看 《主从 DB 与 cache 一致性优化》 。

芮芳：这是一道相对复杂的问题，重点在于理解为什么产生不一致的原因，然后针对这个原因去解决。

什么是缓存预热？如何实现缓存预热？

缓存预热

在刚启动的缓存系统中，如果缓存中没有任何数据，如果依靠用户请求的方式重建缓存数据，那么对数据库的压力非常大，而且系统的性能开销也是巨大的。

此时，最好的策略是启动时就把热点数据加载好。这样，用户请求时，直接读取的就是缓存的数据，而无需去读取 DB 重建缓存数据。

举个例子，热门的或者推荐的商品，需要提前预热到缓存中。

如何实现

一般来说，有如下几种方式来实现：

4. 数据量不大时，项目启动时，自动进行初始化。
5. 写个修复数据脚本，手动执行该脚本。
6. 写个管理界面，可以手动点击，预热对应的数据到缓存中。

缓存数据的淘汰策略有哪些？

除了缓存服务器自带的缓存**自动**失效策略之外，我们还可以根据具体的业务需求进行自定义的**“手动”**缓存淘汰，常见的策略有两种：

- 1、定时去清理过期的缓存。
- 2、当有用户请求过来时，再判断这个请求所用到的缓存是否过期，过期的话就去底层系统得到新数据并更新缓存。

两者各有优劣，第一种的缺点是维护大量缓存的 key 是比较麻烦的，第二种的缺点就是每次用户请求过来都要判断缓存失效，逻辑相对比较复杂！

具体用哪种方案，大家可以根据自己的应用场景来权衡。

缓存如何存储 POJO 对象？

实际场景下，缓存值可能是一个 POJO 对象，就需要考虑如何 POJO 对象存储的问题。目前有两种方式：

- 方案一，将 POJO 对象**序列化**进行存储，适合 Redis 和 Memcached 。
  - 可参考 《Redis 序列化方式StringRedisSerializer、FastJsonRedisSerializer和KryoRedisSerializer》 文章。
- 方案二，使用 Hash 数据结构，适合 Redis 。
  - 可参考 《Redis 之序列化 POJO》 文章。

666. 彩蛋

参考与推荐如下文章：

- _痕迹 《缓存那些事（二）什么是缓存以及缓存的作用》
- yanglbme 《在项目中缓存是如何使用的？缓存如果使用不当会造成什么后果？》
- boothsun 《缓存常见问题》
- 超神杀戮 《缓存穿透与缓存雪崩》