专业技能

熟悉 MySQL 及其索引、事务、日志、锁等机制，了解读写分离、分库分表

美团面试真题

⭐【MySQL-分库分表】MySQL什么情况下需要分库分表

**应用场景**

1. 单表数据量过大
2. 并发访问量过高
3. 表结构复杂（字段过多或索引过多）导致查询效率低
4. 需要分布式管理实现数据的高可用性和负载均衡

**实现策略**

* 水平 拆分 数据行
* 垂直 拆分 字段

**常见分库分表中间件**

* Mycat（MySQL）
* ShardingSphere（Apache）

⭐【MySQL-锁机制】乐观锁和悲观锁了解吗？

乐观锁和悲观锁用于并发控制。

**乐观锁**

* “乐观”地假设不会发生并发冲突
* 操作时不加锁提交时检查冲突有则回滚无则提交
* 通过版本号或时间戳来实现
* 适用于读多写少（如商品库存）

**悲观锁**

* “悲观”地假设会发生并发冲突
* 操作时加锁完成时释放
* 通过select for update或 lock in share mode实现
* 适用于数据强一致性（金融）

MySQL基础

详细描述一条 SQL 语句在 MySQL 中的执行过程。

1. 先通过连接器校验权限
2. 利用分析器进行 SQL 语句的词法分析和语法分析，构建解析树
3. 使用优化器选择合适的索引和表连接顺序，最终选择一个最佳的执行计划
4. 利用执行器，调用引擎层查询数据，返回结果集给客户端

MySQL 的存储引擎有哪些？它们之间有什么区别？

1）**InnoDB**：

* 支持事务和外键，使用行级锁。
* 提供高并发性能，适用于高负载的 OLTP 应用。
* 数据以聚集索引的方式存储，提高查询效率。

2）**MyISAM**：

* 不支持事务和外键，使用表级锁。
* 适合读取多、更新少的场景，如数据仓库。

**3）MEMORY**：数据存在内存中，服务器重启后丢失，适用于临时数据存储。

4）**NDBCluster：**适合分布式应用，提供行级锁和自动分区。

5）**ARCHIVE**：支持高效的插入和压缩、不支持索引。适合日志数据存储。

MySQL 中 InnoDB 存储引擎与 MyISAM 存储引擎的区别是什么？

**MyISAM ：**

1）MyISAM 是基于 ISAM 引擎而来的，支持全文检索、数据压缩、空间函数，**不支持事务和行级锁，只有表级别锁**，它适用于 OLAP 场景，也就是分析类的，基本上都是读取，不会有什么写入动作的场景。

2）MyISAM 的索引也是 B+ 树，只是不像 InnoDB 那种叶子节点会存储完整的数据，MyISAM 的数据是独立于索引单独存储的，所以主键和非主键索引差别不大。

3）MyISAM 不支持崩溃后的安全恢复，而 InnoDB 有个 redolog 可以支持安全恢复。

4）MyISAM 写入性能差。因为锁的粒度太粗了，不支持行锁，只有表锁，所以写入的时候会对整张表加锁。不过有个并发插入的开关，开启之后当数据中间没有空洞的时候，也就是插入的新数据是从末尾插入时，读取数据是不会阻塞的。

**InnoDB（MySQL 默认引擎）：**

1）InnoDB 支持事务，实现了四种标准的隔离级别，利用 MVCC 来支持高并发，默认事务隔离级别为可重复读，支持行锁，利用行锁+间隙锁提供可重复读级别下防止幻读的能力，支持崩溃后的数据安全恢复。

2）支持外键，不过一般互联网项目都不会用外键的，性能太差，利用业务代码来实现约束即可。

3）由于 InnoDB 使用行级锁定和支持事务，因此在并发性能方面表现较好，特别是在多个用户同时对数据库进行读写操作时。

4）InnoDB 的主键索引称为聚簇索引，也就是数据和索引是放在一起的，这与 MyISAM 有所不同，并且它的辅助索引(非主键索引)只存储索引值与主键，因此当辅助索引不能覆盖查询的列时，需要通过找到的主键再去聚簇索引查询数据，这个过程称之为回表。

**MyISAM 和 InnoDB 适用场景**

InnoDB 更适合需要高并发、事务处理和数据完整性保证的场景，例如电商平台、金融系统和社交网络等。

而 MyISAM 更适合读操作远多于写操作且对数据完整性要求不高的场景，例如内容管理系统、博客平台和报表系统等。

如何使用 MySQL 的 EXPLAIN 语句进行查询分析？

explain 主要用来 SQL 分析，它主要的属性详解如下：

* id：查询的执行顺序的标识符，值越大优先级越高。简单查询的 id 通常为 1，复杂查询（如包含子查询或 UNION）的 id 会有多个。
* select\_type（**重要**）：查询的类型，如 SIMPLE（简单查询）、PRIMARY（主查询）、SUBQUERY（子查询）等。
* table：查询的数据表。
* type（**重要**）：访问类型，如 ALL（全表扫描）、index（索引扫描）、range（范围扫描）等。一般来说，性能从好到差的顺序是：const > eq\_ref > ref > range > index > ALL。
* possible\_keys：可能用到的索引。
* key（**重要**）：实际用到的索引。
* key\_len：用到索引的长度。
* ref：显示索引的哪一列被使用。
* rows（**重要**）：估计要读取的行数，值越小越好。
* filtered：显示查询条件过滤掉的行的百分比。一个高百分比表示查询条件的选择性好。
* Extra（**重要**）：额外信息，如 Using index（表示使用覆盖索引）、Using where（表示使用 WHERE 条件进行过滤）、Using temporary（表示使用临时表）、Using filesort（表示需要额外的排序步骤）。

type 详解：

* system：表示查询的表只有一行（系统表）。这是一个特殊的情况，不常见。
* const：表示查询的表最多只有一行匹配结果。这通常发生在查询条件是**主键**或**唯一索引**，并且是常量比较。
* eq\_ref：表示对于每个来自前一张表的行，MySQL 仅访问一次这个表。这通常发生在连接查询中使用主键或唯一索引的情况下。
* ref：MySQL 使用非唯一索引扫描来查找行。查询条件使用的索引是非唯一的（如普通索引）。
* range：表示 MySQL 会扫描表的一部分，而不是全部行。范围扫描通常出现在使用索引的范围查询中（如 BETWEEN、>, <, >=, <=）。
* index：表示 MySQL 扫描索引中的所有行，而不是表中的所有行。即使索引列的值覆盖查询，也需要扫描整个索引。
* all（性能最差）：表示 MySQL 需要扫描表中的所有行，即全表扫描。通常出现在没有索引的查询条件中。

MySQL 中如何进行 SQL 调优？

平时进行 SQL 调优，主要是通过观察慢 SQL，然后利用 explain 分析查询语句的执行计划，识别性能瓶颈，优化查询语句。

1）合理设计索引，利用联合索引进行覆盖索引的优化，避免回表的发生，减少一次查询和随机 I/O

2）避免 SELECT \* ，只查询必要的字段

3）避免在 SQL 中进行函数计算等操作，使得无法命中索引

4）避免使用 %LIKE，导致全表扫描

5）注意联合索引需满足最左匹配原则

6）不要对无索引字段进行排序操作

7）连表查询需要注意不同字段的字符集是否一致，否则也会导致全表扫描

除此之外，还可以利用缓存来优化，一些变化少或者访问频繁的数据设置到缓存中，减轻数据库的压力，提升查询的效率。

还可以通过业务来优化，例如少展示一些不必要的字段，减少多表查询的情况，将列表查询替换成分页分批查询等等。

MySQL 中 count(\*)、count(1) 和 count(字段名) 有什么区别？

在 MySQL 中，count(\*) 、count(1)和count(字段名) 都是用来**统计行数的聚合函数**，但它们有些许的区别：

**功能上：**

1）count(\*) 会统计表中所有行的数量，包括 null 值（不会忽略任何一行数据）。由于只是计算行数，不需要对具体的列进行处理，因此性能通常较高。

2）count(1) 和 count(\*) 几乎没差别，也会统计表中所有行的数量，包括 null 值。

3）count(字段名) 会统计指定字段不为 null 的行数。这种写法会对指定的字段进行计数，只会统计字段值不为 null 的行。

**效率上：**

1）count(1) 和 count(\*) 效率一致，网上其实众说纷纭，实际上当然得看官网怎么说！There is no performance difference. 没有差异的！

2）count(字段) 的查询就是全表扫描，正常情况下它还需要判断字段是否是 null 值，因此理论上会比 count(1) 和 count(\*) 慢。

但是如果字段不为 null，例如是主键，那么理论上也差不多，而且本质上它们的统计功能不一样，在需要统计 null 的时候，只能用 count(1) 和 count(\*)，不需要统计 null 的时候只能用count(字段)，所以也不用太纠结性能问题。

MySQL 中 DELETE、DROP 和 TRUNCATE 的区别是什么？

1. Drop 用于完全删除数据库表，包括数据和结构。
2. Truncate 只删除数据，不会删除表结构和索引等其他结构。
3. Delete 用于删除行数据，但保留表结构和相关的对象。

从性能来看，Drop > Truncate > Delete

MySQL 中 varchar 和 char 有什么区别？

CHAR 和 VARCHAR 是两种用于存储字符串的列类型，它俩最大的不同就是一个是固定长度，一个是可变长度。

* CHAR(n)：固定长度的字符串。CHAR 列的长度是固定的，即使存储的字符串长度小于定义的长度，**MySQL 也会在字符串的末尾填充空格以达到指定长度**（如果 char 类型的字符串后面有空格的话，innodb 会忽略）。
* VARCHAR(n)：可变长度的字符串。VARCHAR 列的长度是可变的，存储的字符串长度与实际数据长度相等，并且在存储数据时会额外增加 1 到 2 个字节（字符长度超过 255，则使用两个字节）用于存储字符串的长度信息。

理论上来说 CHAR 会比 VARCHAR 快，因为 VARCHAR 长度不固定，处理需要多一次运算，但是实际上这种运算耗时微乎其微，而固定大小在很多场景下比较浪费空间，除非存储的字符确认是固定大小或者本身就很短，不然业务上推荐使用 VARCHAR。

下面以表格方式总结方便横向对比：

| **特点** | **char** | **varchar** |
| --- | --- | --- |
| 存储方式 | 定长字符串（字符串长度小于定义的长度，会使用空格进行填充） | 变长字符串（不会额外填充空格） |
| 存储空间 | 始终占用固定长度空间 | 只占用实际需要的存储空间 |
| 性能影响 | 始终占用固定长度的存储空间，因此在存储时可能会浪费一些空间 (不需要记录额外长度信息，在某些情况下可能更快) | 只占用实际需要的存储空间，因此可以节省存储空间 （需要记录额外长度信息，占据1~2个字节），在某些情况下可能稍微影响性能） |
| 适用场景 | 适合存储固定且短的字符串 | 适合存储变化或较长的字符串 |

如何在 MySQL 中监控和优化慢 SQL？

可以利用 MySQL 自带的 slow\_query\_log 来监控慢 SQL，它是 MySQL 提供的一个日志功能，用于记录执行时间超过特定阈值的 SQL 语句。

对于慢查询，再使用 EXPLAIN 分析执行计划，查看查询的执行顺序、使用的索引、扫描的行数等，以识别潜在的性能瓶颈。

基于 EXPLAIN 再进行针对性的优化，常见的优化方向有：

* 根据 EXPLAIN 的结果，检查是否有合适的索引。若缺失索引，则添加（特别是在 WHERE、JOIN 和 ORDER BY 子句中使用的列上）
* 将复杂的 JOIN 查询拆分成多个简单查询，尽量小表驱动大表
* 避免 SELECT \* ，仅选择需要的字段

MySQL分库分表

⭐什么是分库分表？分库分表有哪些类型（或策略）？

**分库分表**是数据库性能优化的一种方法。

1）**水平 分 数据行**：将相同的表结构复制一份到另一个库中，每个库的表结构是一样的，可以减少单一数据库的读写压力，在大数量的情况下提高读写性能。

2）**垂直 分 字段**：可以根据业务功能或模块进行分库，如将用户数据、订单数据分别存储在不同的数据库中。

如果组长要求你主导项目中的分库分表，大致的实施流程是？

1）**先分析业务需求**：

* 确定数据量及增长趋势，评估分库分表的必要性。（需要一定的预判但是不要过度设计）

2）**设计分库分表方案**：

* 选择适合的分库和分表策略（水平、垂直、哈希、范围等），并规划分库分表的结构。

3）**实现数据路由**：

* 根据分库分表策略设计数据路由机制，一般通过应用层代码或数据库中间件来实现，将请求路由到相应的数据库或表。

4）**数据迁移**：

* 将现有数据迁移到新的分库分表结构中，可以通过批量导入、ETL 工具或脚本来完成。

对数据库进行分库分表可能会引发哪些问题？

1）**事务问题**

我们使用关系型数据库，有很大一点在于它**保证事务的完整性**。

而分库之后单机事务就用不上了，必须使用分布式事务来解决，而分布式事务相对而言就比较重了，而且大部分的分布式事务只能保证最终一致性，所以**业务上会存在数据不一致的场景**。

2）**连表 JOIN 问题**

在一个库中的时候我们还可以利用 JOIN 来连表查询，而跨库了之后就无法使用 JOIN 了。

此时的解决方案就是在业务代码中进行关联，也就是先把一个表的数据查出来，然后通过得到的结果再去查另一张表，然后利用代码来关联得到最终的结果。

这种方式实现起来稍微比较复杂，不过也是可以接受的。

还有可以适当的冗余一些字段。比如以前的表就存储一个关联 ID，但是业务时常要求返回对应的 Name 或者其他字段。这时候就可以把这些字段冗余到当前表中，来去除需要关联的操作。

或者**通过宽表的形式查询**，比如将数据全量存储至 ES 中，利用 ES 来查询数据。

3）**全局 ID 唯一性问题**

以前单库单表直接使用数据库的自增 ID 即可，但是分库分表之后，使用自增 ID 会导致重复主键的情况，此时需要利用雪花算法或者其他全局唯一 ID 发号器来生成唯一主键。

4）**排序问题**

单表直接通过 order by 进行排序即可，分库分表后直接利用数据库是无法实现排序的。要么利用分库分表中间件的能力进行汇总排序，要么自己在业务代码中排序，要么利用 ES 存储全量数据排序查询。

5）**count 问题**

其实和排序问题类似，单表可以直接 count，分库分表后无法支持，只能多表 count 然后业务代码中累加，或者单独搞一个地方来维护总数，要么还是利用 ES。

MySQL主从同步&读写分离

什么是 MySQL 的主从同步机制？它是如何实现的？

主从复制指的是将数据库中的数据从主库（Master）复制到一个或多个从库（Slave）。主库负责处理所有的写操作（如插入、更新、删除），而从库则负责处理读操作（如查询）。

读写分离是基于主从复制的一种进一步优化策略，将数据库的读操作和写操作分离到不同的服务器上。具体来说：写操作（如新增、修改、删除数据）统一由主库处理，确保数据的一致性和完整性。读操作（如数据查询）则由一个或多个从库处理，提升读取性能并减少主库的负担。

优势：性能提升、负载均衡、数据备份

如何在 MySQL 中实现读写分离？

**做法一：代码封装**

利用代理类，对外暴露正常的读写接口，里面封装了逻辑，将读操作指向从库的数据源，写操作指向主库的数据源。

缺点：如果数据库宕机了，发生主从切换了之后，就得修改配置重启。如果系统是多语言的话，需要为每个语言都实现一个中间层代码，重复开发。

**做法二：使用中间件**

中间件一般而言是独立部署的系统，客户端与这个中间件的交互是通过 SQL 协议的。所以在客户端看来连接的就是一个数据库，通过 SQL 协议交互也可以屏蔽多语言的差异。常见的开源数据库中间件有： MySQL-Proxy、Atlas、ShardingSphere、Mycat 等。

缺点：整体架构多了一个系统需要维护，并且可能成为性能瓶颈，毕竟交互都需要经过它中转。

如何处理 MySQL 的主从同步延迟？

常见解决方式有以下几种：

* **二次查询**。如果从库查不到数据，则再去主库查一遍，由 API 封装这个逻辑即可，算是一个兜底策略，比较简单。不过等于读的压力又转移到主库身上了，如果有不法分子故意查询必定查不到的查询，这就对主库产生冲击了。
* **强制将写之后立马读的操作转移到主库上**。这种属于代码写死了，比如一些写入之后立马查询的操作，就绑定在一起，写死都走主库。不推荐，比较死板。
* **关键业务读写都走主库**，非关键还是读写分离。比如上面我举例的用户注册这种，可以读写主库，这样就不会有登陆报该用户不存在的问题，这种访问量频次应该也不会很多，所以看业务适当调整此类接口。
* **使用缓存**，主库写入后同步到缓存中，这样查询时可以先查询缓存，避免了延迟的问题，不过又引入了缓存数据一致性的问题。

如何在 MySQL 中避免单点故障？

一般会使用**主从架构**来避免单点故障，主数据库处理写操作，从数据库处理读操作，主数据库故障时可以切换到从数据库。

同时会对数据进行定期备份并存储在不同的物理位置，以便在发生故障时能够快速恢复数据。

并且需要建立监控系统，实时监控数据库的健康状态，并在发生故障时及时告警。

MySQL索引

**MySQL 数据排序是怎么实现的？**

排序过程中，如果排序字段命中索引，则利用**索引排序**。

反之，使用**文件排序**。

文件排序中，如果数据量少则在内存中排序，使用单路排序或者双路排序。

如果数据大则利用磁盘文件进行外部排序，一般使用归并排序。

MySQL 的索引类型有哪些？

按数据结构：

* B+树索引
* 哈希索引
* 倒排索引（Full-Text）
* R-树索引（多维空间树）

按索引性质：

* 普通索引（二级索引、辅助索引）
* 主键索引
* 联合索引
* 唯一索引
* 全文索引
* 空间索引

常见的基于 InnoDB B+ 树的索引：

* 聚簇索引（Clustered Index）
* 非聚簇索引（Non-clustered Index）

MySQL InnoDB 引擎中的聚簇索引和非聚簇索引有什么区别？

聚簇索引：

* 索引叶子结点存储的是数据行，可以直接访问完整数据。
* 每个表只能有一个聚簇索引，通常是主键索引，适合范围查询和排序。

非聚簇索引（非主键索引、辅助索引、二级索引）：

* 索引叶子节点存储的是数据行的主键和对应的索引列，需通过主键才能访问完整的数据行。
* 一个表可以有多个非聚簇索引（称之为非主键索引、辅助索引、二级索引），适用于快速查找特定列的数据。

请详细描述 MySQL 的 B+ 树中查询数据的全过程。

叶子（页目录）——槽——分组——数据行

1）数据从根节点找起，根据键值的大小确定左子树还是右子树，从上到下最终定位到叶子节点

2）叶子节点存储实际的数据行记录，但是一页有 16kb 大小，存储的数据行不止一条

3）叶子节点中数据行以组的形式划分，利用页目录结构，通过二分查找可以定位到对应的组

4）定位组后，利用链表遍历就可以找到对应的数据行

重点是先简单提下从根节点遍历到子节点的过程，然后提到叶子节点默认大小为 16KB ，所以理论上能存储很多记录，从而引出页目录，再通过二分查找才能对应记录。

为什么 MySQL 选择使用 B+ 树作为索引结构？

B+ 树在数据库系统中具有以下几个显著优势：

**1）高效的查找性能**：

B+ 树是一种自平衡树，每个叶子节点到根节点的路径长度相同，B+ 树在插入和删除节点时会进行分裂和合并操作，以保持树的平衡，但它又会有一定的冗余节点，使得删除的时候树结构的变化小，更高效。

查找、插入、删除等操作的时间复杂度为 O(log n)，能够保证在大数据量情况下也能有较快的响应时间。

**2）树的高度增长不会过快，使得查询磁盘的 I/O 次数减少**：

B+ 树不像红黑树，数据越多树的高度增长就越快。它是多叉树，**非叶子节点仅保存主键或索引值和页面指针**，使得每一页能容纳更多的记录，因此内存中就能存放更多索引，容易命中缓存，使得查询磁盘的 I/O 次数减少。

**3）范围查询能力强**：

B+ 树特别适合范围查询。因为叶子节点通过链表链接，从根节点定位到叶子节点查找到范围的起点之后，只需要顺序扫描链表即可遍历后续的数据，非常高效。

**B+ 树和 B 树区别**

1）B 树每个节点都存储了完整的数据，而 B+ 树非叶子节点仅存储 key 和指针，完整数据存储在叶子节点。这使得 B+ 树可以在内存中存放更多索引页，减少磁盘查询次数。

2）B+ 树叶子组成了链表，便于区间查找，而 B 树只能每一层遍历查找。

3）B+ 树查询时间更平均、稳定，都需要从根节点扫描到叶子节点。而 B 树则在非叶子节点就可能找到对应的数据返回。

MySQL 中的回表是什么？

**回表简介**

1）索引结构：MySQL 使用 B+ 树索引结构来加速数据的查找。B+ 树是一种多叉树，它的叶子节点中存储了完整的数据行，而非叶子节点存储了索引的键值和指向下一级节点的指针。

2）索引查询：当执行一个查询语句时，MySQL 会首先根据查询条件从 B+ 树的根节点开始进行查找，逐层下降直到找到满足条件的叶子节点。如果查询条件匹配了索引的键值，则可以直接从叶子节点中获取到完整的数据行，无需回表。

3）回表现象：在某些情况下，索引无法提供查询所需的所有信息，这时就需要进行回表操作。例如，如果查询语句需要返回的字段不在索引中，或者查询条件需要使用到索引之外的字段，就会发生回表现象。

4）回表过程：当发生回表时，MySQL 会根据叶子节点中的主键值再次去数据表中查找对应的数据行，以获取到缺失的数据。这个过程会增加额外的 IO 消耗和网络传输时间，降低查询性能。

5）回表优化：为了减少回表对性能的影响，可以采取一些优化措施。例如，使用覆盖索引来包含查询语句所需的所有字段，避免回表操作；或者使用索引的聚簇特性，将相关的字段放在一起，减少回表次数。

**怎么查看有没有发生回表？**

方案：使用 EXPLAIN 分析查询计划中的 type 列和 Extra 列来判断。如果 type 列的值为 ref，表示使用了索引进行查询；Extra 列中的 Using index 表示没有发生回表。

示例：SELECT id, name FROM users WHERE age > 25;

如果 age 列上有索引，但 id 和 name 列不在索引中，那么执行查询时可能会发生回表。因此可以采用覆盖索引，将查询字段都添加到一个联合索引中。

**回表经常出现的场景**

1）需要查询的字段不在索引中：当查询语句需要返回的字段不在索引中时，就会发生回表。例如，如果索引只包含了用户的 ID，而查询语句需要返回用户的姓名和年龄，就需要进行回表操作。

2）使用了非索引字段进行查询：如果查询语句需要使用到索引之外的字段进行条件过滤，也会导致回表。例如，如果有一个索引是用户的 ID，但查询语句需要根据用户的姓名进行查询，就需要回表操作。

3）覆盖索引不可用：覆盖索引是指索引包含了查询语句需要返回的所有字段。如果覆盖索引不可用，即索引中不包含所有需要的字段，就会发生回表。这通常发生在查询需要返回大量字段或者字段类型较大的情况下。

4）查询结果需要排序或分组：如果查询语句需要对结果进行排序或分组操作，而排序或分组的字段不在索引中，也会导致回表。因为排序或分组需要对完整的数据行进行操作。

5）索引选择性低：索引选择性是指索引中不同键值的唯一性程度。如果索引选择性低，即索引中的键值重复较多，那么在进行索引查询时，可能会有多条数据落在同一个叶子节点上，这就需要进行回表操作。

**注意事项**

回表并不一定是性能问题的根本原因，有时候回表是无法避免的。但在一些特定场景下，可以通过优化查询语句、设计合适的索引或者调整数据库的配置来减少回表的次数，提升查询性能，避免回表并不是银弹！！！

MySQL 索引的最左前缀匹配原则是什么？

MySQL 索引的最左前缀匹配原则指的是在使用**联合索引**时，查询条件必须从索引的最左侧开始匹配。如果一个联合索引包含多个列，查询条件必须包含第一个列的条件，然后是第二个列，以此类推。

**底层原理**：因为联合索引在 B+ 树中的排列方式遵循“从左到右”的顺序，例如联合索引 (first\_name, last\_name, age) 会按照 (first\_name, last\_name, age) 的顺序在 B+ 树中进行排序。

MySQL 在查找时会优先使用 first\_name 作为匹配依据，然后依次使用 last\_name 和 age。因此，组合索引能够从左到右依次高效匹配，跳过最左侧字段会导致无法利用该索引。

MySQL 的覆盖索引是什么？

MySQL 的覆盖索引（Covering Index）是指二级索引中包含了查询所需的所有字段，从而使查询可以仅通过访问二级索引而不需要访问实际的表数据（主键索引）。

**覆盖索引的优点**

* 减少I/O操作：因为查询可以直接从索引中获取所有需要的数据，避免了访问实际表的数据页，从而减少了I/O操作。
* 提高查询速度：索引比表数据更紧凑，因此从索引中读取数据比从表中读取要快。
* 减少内存占用：只需要读取索引页而不是表数据页，可以减少内存占用。

MySQL 的索引下推是什么？

索引下推（Index Condition Pushdown, ICP）是一种减少回表查询，提高查询效率的技术。它允许 MySQL 在使用索引查找数据时，将部分查询条件下推到存储引擎层过滤，从而减少需要从表中读取的数据行，减少了 IO（本该由 Server 层做操作，交由存储引擎层因此叫做 “下推” ） 。

**注意：索引下推是应用在联合索引上的。**

原本是查询到主键后会回表查询（因为like的不规范的模糊查询，导致了不能走索引覆盖，即还是要走回表查询），然后将结果返回应用层，应用层会执行where条件过滤，

而现在是引擎层直接能够识别并执行条件筛选语句如 like 语句条件过滤，即使是不满足前缀匹配的条件下，也能通过使用索引覆盖保存的信息筛选出记录（当然了，如果有没覆盖到的字段条件筛选还是要走回表查询的）

在什么情况下，不推荐为数据库建立索引？

一般有以下几种情况不推荐建立索引：

1）**对于数据量很小的表**

* 当表的数据量很小（如几百条记录）时，建立索引并不会显著提高查询性能，反而可能增加管理的复杂性。

2）**频繁更新的表**

* 对于频繁进行插入、更新和删除操作的表，索引会导致额外的维护开销，因为每次数据变更时都需要更新索引，这会影响性能。

3）**执行大量的 SELECT \***

* 此时二级索引可能不会显著提升性能，因为需要大量的回表查询，开销大，数据库最终可能会选择走全表扫描。

4）**低选择性字段（高度重复值的列）**

* 当索引字段的取值重复度高（如性别字段“男”、“女”），索引的效果不明显，且会增加存储空间的浪费。
* 但是，还有一种场景可以考虑，比如表里任务 status 列就 2 个类型，90 % 都是 1（已完成），10%（待执行） 是 2，这个场景会频繁查询 2（待执行）的任务来执行，此时可以建立索引，毕竟能过滤 90 % 的数据。

5）**低频查询的列**

* 对于查询频率极低的字段，建立索引的成本和维护负担可能超过带来的性能提升

6）**长文本字段**（非常长的 varchar 或 JSON、BLOB 和 TEXT 类型，这些类型的列通常包含大量数据）

* 数据量大排序时都无法用内存排，只能利用磁盘文件，排序很慢。
* 数据量大，每个页能存放的行数就少，扫描查询可能会涉及大量的 I/O。
* 文本字段过大都需要额外 blob 页存储，每次查询还需要查额外的页，也是随机 I/O 效率低。
* 这种类型的数据如果有查询需求，不应该放到 MySQL 中，可以需要采用 es 等组件来实现查询。

在 MySQL 中建索引时需要注意哪些事项？

1）不能盲目的建立索引，**索引并不是越多越好**，索引会占用空间，且每次修改的时可能都需要维护索引的数据，消耗资源。

2）对于字段的值有**大量重复的不要建立索引**。比如说：性别字段，在这种重复比例很大的数据行中，建立索引也不能提高检索速度。**但是也不绝对**，例如定时任务的场景，大部分任务都是成功，少部分任务状态是失败的，这时候通过失败状态去查询任务，实际上能过滤大部分成功的任务，效率还是可以的。

3）对于一些**长字段不应该建立索引**。比如 text、longtext 这种类型字段不应该建立索引。因为占据的内存大，扫描的时候大量加载至内存中还耗时，使得提升的性能可能不明显，甚至可能还会降低整体的性能，因为别的缓存数据可能因为它被踢出内存，下次查询还需要从磁盘中获取。

4）当**数据表的修改频率远大于查询频率**时，应该好好考虑是否需要建立索引。因为建立索引会减慢修改的效率，如果很少的查询较多的修改，则得不偿失。

5）对于需要频繁作为条件查询的字段应该建立索引。在 where 关键词后经常查询的字段，建立索引能提高查询的效率，如果有多个条件经常一起查询，则**可以考虑联合索引，减少索引数量**。

6）对经常在 order by、group by、distinct 后面的字段建立索引。这些操作通常需要对结果进行排序、分组或者去重，而索引可以帮助加快这些操作的速度。

MySQL 中使用索引一定有效吗？如何排查索引效果？

**索引不一定有效**。

例如查询条件中不包含索引列、低基数列索引效果不佳，或查询条件复杂且不匹配索引的顺序。

对于一些小表，MySQL可能选择全表扫描而非使用索引，因为全表扫描的开销可能更小。

最终是否用上索引是根据 MySQL 成本计算决定的，评估 CPU 和 I/O 成本最终选择用辅助索引还是全表扫描。有时候确实是全表扫描成本低所以没用上索引。但有时候由于一些统计数据的不准确，导致成本计算误判，而没用上索引。

**排查索引效果的方法**：使用 EXPLAIN 命令，通过在查询前加上EXPLAIN，可以查看 MySQL 选择的执行计划，了解是否使用了索引、使用了哪个索引、估算的行数等信息。

主要观察 EXPLAIN 结果以下几点：

* type（访问类型）：这个属性显示了查询使用的访问方法，例如 ALL、index、range 等。当查询使用索引时，这个属性通常会显示为 index 或 range ，表示查询使用了索引访问。如果这个值是 ALL ，则表示查询执行了全表扫描，没有使用索引。
* key（使用的索引）：这个属性显示了查询使用的索引，如果查询使用了索引，则会显示索引的名称。如果这个值是 NULL，则表示查询没有使用索引。
* rows（扫描的行数）：这个属性显示了查询扫描的行数，即查询返回的行数，需要评估下扫描量。

MySQL 中的索引数量是否越多越好？为什么？

**索引并不是越多越好**。因为索引**不论从时间还是空间上都是有一定成本的**

**1）从时间上**

每次对表中的数据进行增删改(INSERT、UPDATE 或 DELETE)的时候，索引也必须被更新，这会增加写入操作的开销。

例如删除了一个 name 为面试鸭的记录，不仅主键索引上需要修改，如果 name 字段有索引，那么 name 索引也需要修改，所以**索引越多需要修改的地方也就越多，时间开销就大了**，并且 B+ 树可能会有页分裂、合并等操作，时间开销就会更大。

还有一点需要注意：MySQL 有个查询优化器，它需要分析当前的查询，选择最优的计划，这过程就需要考虑选择哪个索引的查询成本低。如果索引过多，那么会导致优化器耗费更多的时间在选择上，甚至可能因为数据的不准确而选择了次优的索引。

**2）从空间上**

每建立一个二级索引，都需要新建一个 B+ 树，默认每个数据页都是 16kb，如果数据量很大，索引又很多，占用的空间可不小。

MySQL 三层 B+ 树能存多少数据？

在 MySQL 的 InnoDB 存储引擎中，B+ 树默认数据页大小为 16KB。

**参数**：

* 每个节点页大小为 **16KB**（即 **16384 字节**）。
* 假设每个数据记录的主键和数据大小为 **1KB**（一般会比这个小，但这里取整方便计算）。
* 每个内部节点（非叶子节点）存储的是指向子节点的指针和索引键。

**三层 B+ 树的存储计算**：

* **叶子节点**：第三层为叶子节点，每个叶子节点页可存储 **16 条数据记录**（16KB ÷ 1KB）。
* **第二层（中间层）**：假设每个指针**6 字节**和索引键（一般为 bigint）的大小为 **8 字节**，那么每个中间节点页可以指向 **1170 个叶子节点**（16KB \* 1024 ÷ （6+8）字节）。
* **第一层（根节点）**：根节点可以指向 **1170 个中间节点**。

由此，三层 B+ 树大致能存储的数据总量为：1170 \* 1170 \* 16 = 21902400，一棵三层的 B+ 树在 MySQL 中可以存储大约 **2000 万条记录**。

**InnoDB 中页的大小**

在 InnoDB 中，B+ 树的每个节点通常对应一个 **页（Page）**，默认页大小为 **16KB**。页的大小可以通过调整参数 innodb\_page\_size 来修改（通常为 4KB、8KB 或 16KB）。

注意：在 MySQL 中，B+ 树叶子节点存储的是数据行的完整信息，包括主键和其他字段。

每条记录（即每个数据行）在 B+ 树的叶子节点中按照主键顺序存储，这使得 InnoDB 的 B+ 树既支持高效的单条记录查询，也支持范围查询。

MySQL事务

数据库的脏读、不可重复读和幻读分别是什么？

**1）脏读（Dirty Read）**：

* 一个事务读取到另一个事务未提交的数据。如果该未提交事务最终被回滚，那么第一个事务读取的数据就是不一致的（脏的）。

**2）不可重复读（Non-repeatable Read）**：

* 在同一事务中，读取同一数据两次，但由于其他事务的提交，读取的结果不同。例如，事务 A 读取了一行数据，事务 B 修改并提交了这行数据，导致事务 A 再次读取时得到不同的值。

**3）幻读（Phantom Read）**：

* 在同一事务中，执行相同的查询操作，返回的结果集由于其他事务的插入而发生变化。例如，事务 A 查询符合某条件的记录，事务 B 插入了新记录并提交，导致事务 A 再次查询时看到不同的记录数量。

**扩展知识**

**几种读与隔离级别的关系：**

脏读、不可重复读和幻读是不同隔离级别下可能发生的问题：

* 读未提交允许脏读。
* 读已提交防止脏读，但可能出现不可重复读。
* 可重复读防止脏读和不可重复读，但仍可能出现幻读。
* 串行化防止所有三种问题，但性能开销较大。

**注意不可重复读与幻读的区别**

幻读是指在事务期间，对于数据总量的突然增加或减少，将别的事务提交的读取到了（针对于数据的数量），不可重复读是指对于同一条数据，在事务执行期间，里面的字段内容发生了变化，读取到了别的事务提交修改的数据。（针对于数据的内容）。

MySQL 中的事务隔离级别有哪些？

**1）读未提交（READ UNCOMMITTED）**：

* 这是最低的隔离级别，在该级别下，一个事务可以看到另一个事务尚未提交的数据修改。这可能会导致**脏读**问题，即读取到其他事务未提交的数据。

**2）读已提交（READ COMMITTED）**：

* 在这个级别下，一个事务只能看到已经提交的其他事务所做的修改。这可以避免脏读问题，但是可能会引发**不可重复读**问题，即在同一个事务中，相同的查询可能返回不同的结果。

**3）可重复读（REPEATABLE READ）**：

* 在这个级别下，确保在一个事务中的多个查询返回的结果是一致的。这可以避免不可重复读问题，但是可能会引发**幻读**问题，即在同一个事务中，多次查询可能返回不同数量的行（MySQL 默认的隔离级别）。

**4）串行化（SERIALIZABLE）**：

* 这是最高的隔离级别，在这个级别下，事务串行执行，即每个事务都会等待前一个事务执行完毕才会开始执行。这可以避免所有的并发问题，但是会大大降低并发性能。

MySQL 默认的事务隔离级别是什么？为什么选择这个级别？

MySQL 默认的隔离级别是可重复读（ Repeatable Read ），即 RR。

原因是为了兼容早期 binlog 的 statement 格式问题，如果是使用读已提交、读未提交等隔离级别，使用了 statement 格式的 binlog 会导致主从（备）数据库数据不一致问题。

你们生产环境的 MySQL 中使用了什么事务隔离级别？为什么？

MySQL 数据库的默认隔离级别是 RR（可重复读），但是很多大公司把隔离级别改成了 RC（读已提交），主要原因是为了**提高并发**和**降低死锁概率**。

为了解决幻读的问题 RR 相比 RC 多了间隙锁（gap lock）和临键锁（next-key lock）。而 RC 中修改数据仅用行锁，锁定的范围更小，因此相比而言 RC 的并发更高。

MySQL 是如何实现事务的？

MySQL 主要是通过：**锁、Redo Log 、Undo Log、MVCC** 来实现事务。

锁（行锁、间隙锁等等）机制，使用数据并发修改的控制，满足事务的隔离性。

Redo Log（重做日志），它会记录事务对数据库的所有修改，在崩溃时恢复未提交的更改，用来满足事务的持久性。

Undo Log（回滚日志），它会记录事务的反向操作，简单地说就是保存数据的历史版本，用于事务的回滚，使得事务执行失败之后可以恢复之前的样子。实现原子性和隔离性

MVCC（多版本并发控制），满足了非锁定读的需求，提高了并发度，实现了读已提交和可重复读两种隔离级别，实现了事务的隔离性。

看到这有小伙伴问一致性呢？

其实事务主要是为了实现一致性，具体是通过 AID，即原子性、隔离性和持久性来达到一致性的目的。

MySQL 中的 MVCC 是什么？

MVCC（Multi-Version Concurrency Control，多版本并发控制）是一种并发控制机制，允许多个事务同时读取和写入数据库，而无需互相等待，从而提高数据库的并发性能。

在 MVCC 中，数据库为每个事务创建一个数据快照。每当数据被修改时，MySQL 不会立即覆盖原有数据，而是生成新版本的记录。每个记录都保留了对应的版本号或时间戳。

多版本之间串联起来就形成了一条版本链，这样不同时刻启动的事务可以**无锁**地获得不同版本的数据(普通读)。此时读(普通读)写操作不会阻塞。

写操作可以继续写，无非就是会创建新的数据版本（但只有在事务提交后，新版本才会对其他事务可见。未提交的事务修改不会影响其他事务的读取），历史版本记录可供已经启动的事务读取。

如果 MySQL 中没有 MVCC，会有什么影响？

如果没有 MVCC，系统必须频繁地对读写操作进行加锁来保证数据的正确性，因为增加了锁的获取和释放的开销，会导致整体系统响应速度变慢，这种实现叫 LBCC (Lock-Based Concurrent Control)。

MySQL 事务的二阶段提交是什么？

MySQL 事务的二阶段提交是指在 MySQL 中，为了确保**redo log**（重做日志）和 **binlog**（二进制日志）之间的一致性，使用的一种机制。MySQL 通过二阶段提交来保证在**crash recovery**（崩溃恢复）时，不会出现**数据丢失**或**数据不一致**的情况。

**二阶段提交的两个阶段**：

* **准备阶段（Prepare Phase）**：在事务提交时，MySQL 的 InnoDB 引擎会先写入 **redo log**，并将其状态标记为**prepare**，表示事务已经准备提交但还未真正完成。此时的 redo log 是预提交状态，还未标记为完成提交。
* **提交阶段（Commit Phase）**：当 redo log 的状态变为 prepare 后，MySQL Server 会写入 **binlog**（记录用户的 DML 操作）。binlog 写入成功后，MySQL 会通知 InnoDB，将 redo log 状态改为**commit**，完成整个事务的提交过程。

binlog 和 redo log 的区别

**redo log**：

* **重做日志**（redo log）是 InnoDB 引擎内部的事务日志，用于记录数据页的物理修改。
* redo log 是固定大小的环形日志，主要用于**崩溃恢复**。它可以帮助 InnoDB 在崩溃后通过日志重做未写入数据页的数据修改，从而确保数据的持久性。

**binlog**：

* **二进制日志**（binlog）是 MySQL Server 层的日志，用于记录所有数据库的修改操作，包括增删改操作（DML）以及表结构的修改（DDL）。
* binlog 是**追加写入**的日志文件，主要用于**数据恢复**、**主从复制**、**数据备份**等场景。它记录的是 SQL 语句的逻辑修改操作，而非数据页的物理修改。

为什么需要二阶段提交

**如果没有二阶段提交**，关于这两个日志，要么就是先写完 redo log，再写 binlog 或者先写 binlog 再写 redo log。我们来分析一下会产生什么后果。

1）**先写完 redo log，再写 binlog**

写完 redo log 后，MySQL 异常宕机，binlog 还未写入数据。重启后 redo log 记录了，因此可以从 redo log 恢复事务的修改，但是 binlog 并没有本次事务提交的数据。后续通过 binlog 恢复的时候，本次事务的修改就丢了。

2）**先写完 binlog，再写 redo log**

写完 binlog 后，MySQL 异常宕机，redo log 还未写入数据。重启后因为 redo log 中没有记录，所以无法恢复本次事务的修改，但是 binlog 记录了本次事务提交的数据。后续通过 binlog 恢复的时候，本次事务的修改可以复原，但是这和原库的数据又不一致了。

如果有二阶段提交，MySQL 异常宕机恢复后如何保证数据一致呢？

1）**redo log 处于 prepare 阶段，binlog 还未写入**，此时 MySQL 异常宕机。

这个阶段很好理解，由于 redo log 还未 commit ，所以异常恢复后，redo log 中记录的数据也不作数，binlog 内也没有记录数据，此时数据是一致的。

2）**redo log 处于 prepare 阶段，binlog 已写入，但 redo log 还未 commit**，此时 MySQL 异常宕机。

此时仅需对比 redo log 中 prepare 的数据和 binlog 中的数据是都一致即可。

如果一致，则提交事务。不一致，则回滚事务。

直接先写完 redo log，再写 binlog，崩溃恢复后直接判断两个日志数据是否完整不就好了？为什么还要分二阶段?

理论上是可以的，但是从意义上来说有冲突。

因为 redo log 提交了，意味着事务已经提交，**此时是无法回滚的**。如果 binlog 没写入，此时数据就不一致了。

此时还有一种方案就是崩溃恢复时再补 binlog，补数据还是比较麻烦，还不如直接用两阶段了。

两阶段提交其实是一个经典的分布式解决方案，在协商场景下，每个人都被询问说 ok 了才提交，就是为了避免后续的回滚或者补数据的情况。

如何对比 redo log 和 binlog 是一致的？

两个日志都有一个字段：XID。

因此崩溃恢复的时候，扫描 redo log，如果发现有 prepare 的 redo log 则利用它的 XID 去 binlog 查询，如果找到对应的数据，则说明数据都保存了，事务可以提交，反之事务回滚。

组提交

组提交（Group Commit） 是 InnoDB 引擎中用于优化 redo log 的写入过程。它通过将多个事务的 redo log 刷盘操作合并为一次磁盘同步操作，从而减少 fsync 的调用次数，提高 MySQL 在高并发环境下的事务提交效率。

具体工作原理如下：

1. 当多个事务同时提交时，InnoDB 会先将这些事务的 redo log 记录写入到日志缓冲区中，但不会立即将每个事务的日志同步到磁盘。
2. 当组提交条件满足时（如等待时间到达、日志缓冲区达到一定大小等），InnoDB 会将多个事务的日志一次性进行磁盘同步（fsync），将这些事务的 redo log 一起持久化到磁盘。

通过组提交的方式，InnoDB 能够减少多次单独的 fsync 调用，从而降低磁盘 I/O 的压力。

组提交除了能应用到 redo log 中，实际 binlog 的刷盘也可以组提交，但是效果一般，因为它的 write 和 fsync 之间的间隔比较短。

不过可以通过设置以下参数实现 binlog 组提交的效果。

* binlog\_group\_commit\_sync\_delay 参数，表示延迟多少微秒后才调用 fsync;
* binlog\_group\_commit\_sync\_no\_delay\_count 参数，表示累积多少次以后才调用 fsync。

除此之外还有一个参数也需要关注一下，即 **innodb\_flush\_log\_at\_trx\_commit** 。

这个参数控制了 **redo log** 的刷盘策略，是影响组提交效果的重要配置：

* **innodb\_flush\_log\_at\_trx\_commit=1**：每个事务提交时都立即将 **redo log** 刷新到磁盘，最安全，但组提交效果较弱。
* **innodb\_flush\_log\_at\_trx\_commit=2**：每个事务提交时仅将日志写入操作系统缓存，定期刷新到磁盘，组提交效果更明显。
* **innodb\_flush\_log\_at\_trx\_commit=0**：不在事务提交时刷盘，数据可能丢失，但可以最大化组提交的效果。

MySQL 中长事务可能会导致哪些问题？

1）**长时间的锁竞争，阻塞资源**：

* 长事务持有锁的时间较长，容易导致其他事务在尝试获取相同锁时发生阻塞，从而增加系统的等待时间和降低并发性能。
* 业务线程也会因为长时间的数据库请求等待而阻塞，部分业务的阻塞可能还会影响到别的服务，导致产生雪崩，最终使得服务全面崩盘，导致非常严重的线上事故。

2）**死锁风险**：

* 长事务更容易产生死锁，因为多个事务可能在互相等待对方释放锁，导致系统无法继续执行。

3）**主从延迟**：

* 主库需要长时间执行，然后传输给从库，从库又要重放好久，期间可能有很长一段时间数据是不同步的。

4）**回滚导致时间浪费**：

* 如果长事务执行很长一段时间，中间突发状况导致抛错，使得事务回滚了，之前做的执行都浪费了。

MySQL日志

什么是 Write-Ahead Logging (WAL) 技术？它的优点是什么？MySQL 中是否用到了 WAL？

WAL（Write-Ahead Logging）技术是一种数据库事务日志管理技术，它确保在修改真正的数据之前，先将修改记录写入日志。这使得即使系统崩溃，通过日志也能恢复数据。保证了数据的持久性和一致性。

WAL 它的核心思想就是先写日志，再写数据，大致执行流程如下：

1）当一个事务开始时，所有对数据库的修改都会先记录到一个日志文件中，而不是直接应用到数据库文件，这些日志记录了数据的变更信息，可以用于恢复数据。

2）当日志记录被安全地写入磁盘后，才会将这些修改应用到数据库文件中。

MySQL 插入一条 SQL 语句，redo log 记录的是什么？

因为 redo log 是**物理日志**，记录“某页（Page）某位置的数据被修改为某值”。它不记录逻辑操作（如 “插入一行”），而是直接记录对页的变更。所以在插入操作中，**redo log** 记录的是**事务在数据页上的修改**

**数据页的插入点、记录的偏移量和插入的实际数据并更新页目录、页头等元数据**。

MySQL 的 Change Buffer 是什么？它有什么作用？

Change Buffer 是 MySQL InnoDB 存储引擎中的一个机制，**用于暂存对二级索引的插入和更新操作的变更**，而不立即执行这些操作，随后，当 InnoDB 进行合适的条件时（如页被读取或 Flush 操作），会将这些变更写入到二级索引中。

**作用**：

* **提高写入性能**：通过将对二级索引的变更暂存，可以减少对磁盘的频繁写入，提升插入和更新操作的性能。
* **批量处理**：Change Buffer 可以在后续的操作中批量处理这些变更，减少了随机写入的开销。

MySQL 的 Doublewrite Buffer 是什么？它有什么作用？

MySQL 的 Doublewrite Buffer 是 InnoDB 存储引擎中的一个机制，用于确保数据的安全性和一致性。其作用是将数据首先写入一个内存缓冲区（双写缓冲区），然后再将其写入数据文件。这种方式可以防止在写入过程中因崩溃或故障导致数据损坏，确保数据的一致性和完整性。

**工作原理简述**：

* 写入流程：当事务提交时，InnoDB 首先将数据写入 Doublewrite Buffer，再从该缓冲区将数据写入磁盘的实际数据文件。
* 恢复机制：在崩溃恢复时，InnoDB 会使用 Doublewrite Buffer 中的数据来修复损坏的页，保证数据不丢失。

MySQL 中的 Log Buffer 是什么？它有什么作用？

MySQL 中的 Log Buffer 是一个内存区域，用于暂时存储事务日志（redo log）的数据。在 InnoDB 存储引擎中，它的主要作用是提高性能，通过批量写入操作将日志数据从内存中写入磁盘，减少磁盘 I/O 操作的频率。

MySQL锁

MySQL 中有哪些锁类型？

1）**行级锁（Row Lock）（重点）**：

* 仅对特定的行加锁，允许其他事务并发访问不同的行，适用于高并发场景。

2）**表级锁（Table Lock）（重点）**：

* 对整个表加锁，其他事务无法对该表进行任何读写操作，适用于需要保证完整性的小型表。

3）**意向锁（Intention Lock）**：

* 一种表锁，用于表示某个事务对某行数据加锁的意图，分为意向共享锁（IS）和意向排它锁（IX），主要用于行级锁与表级锁的结合。

4）**共享锁（Shared Lock）（重点）**：

* 允许多个事务并发读取同一资源，但不允许修改。只有在释放共享锁后，其他事务才能获得排它锁。

5）**排它锁（Exclusive Lock）（重点）**：

* 只允许一个事务对资源进行读写，其他事务在获得排它锁之前无法访问该资源。

6）**元数据锁（Metadata Lock, MDL）**：

* 用于保护数据库对象（如表和索引）的元数据，防止在进行 DDL 操作时其他事务对这些对象进行修改。

7）**间隙锁（Gap Lock）（重点）**：

* 针对索引中两个记录之间的间隙加锁，防止其他事务在这个间隙中插入新记录，以避免幻读。间隙锁不锁定具体行，而是锁定行与行之间的空间。

8）**临键锁（Next-Key Lock）（重点）**：

* 是行级锁和间隙锁的结合，锁定具体行和其前面的间隙，确保在一个范围内不会出现幻读。常用于支持可重复读的隔离级别。

9）**插入意向锁（Insert Intention Lock）**：

* 一种特殊的意向锁，用于指示事务打算在某个间隙中插入记录，允许其他事务进行共享锁，但在插入时会阻止其他的排它锁。

10）**自增锁（Auto Increment Lock）**：

* 在插入自增列时，加锁以保证自增值的唯一性，防止并发插入导致的冲突。通常在插入操作时被使用，以确保生成的自增 ID 是唯一的。

MySQL 中如果发生死锁应该如何解决？

**自动检测与回滚**：

* MySQL 自带死锁检测机制（innodb\_deadlock\_detect），当检测到死锁时，数据库会自动回滚其中一个事务，以解除死锁。通常会回滚事务中持有最少资源的那个。
* 也有锁等待超时的参数（innodb\_lock\_wait\_timeout），当获取锁的等待时间超过阈值时，就释放锁进行回滚。

**手动 kill 发生死锁的语句**：

* 可以通过命令，手动快速地找出被阻塞的事务及其线程 ID，然后手动 kill 它，及时释放资源。

⭐MySQL 的乐观锁和悲观锁是什么？

**悲观锁（Pessimistic Locking）**：

* 假设会发生冲突，因此在操作数据之前就**对数据加锁**，确保其他事务无法访问该数据。常见于对数据一致性要求较高的场景。
* 实现方式：使用行级锁或表级锁，例如可以使用 SELECT ... FOR UPDATE 或 LOCK IN SHARE MODE 语句来加锁。

**乐观锁（Optimistic Locking）**：

* 假设不会发生冲突，因此在操作数据时不加锁，而是在更新数据时**进行版本控制或校验**。如果发现数据被其他事务修改，则会拒绝当前事务的修改，需重新尝试。
* 实现方式：通常通过版本号或时间戳来实现，每次更新时检查版本号或时间戳是否一致。