06 | 全局锁和表锁 ：给表加个字段怎么有这么多阻碍?

2018-11-26 林晓斌

USBW
USBW
USBW

06 | 全局锁和表锁 ：给表加个字段...
朗读人：林晓斌 13′01″ | 5.97M

今天我要跟你聊聊 MySQL 的锁。数据库锁设计的初衷是处理并发问题。作为多用户共享的资源，当

出现并发访问的时候，数据库需要合理地控制资源的访问规则。而锁就是用来实现这些访问规则的重要数据结构。

根据加锁的范围，MySQL 里面的锁大致可以分成全局锁、表级锁和行锁三类。今天这篇文章，我会和你分享全局锁和表级锁。而关于行锁的内容，我会留着在下一篇文章中再和你详细介绍。

这里需要说明的是，锁的设计比较复杂，这两篇文章不会涉及锁的具体实现细节，主要介绍的是碰到锁时的现象和其背后的原理。

全局锁

顾名思义，全局锁就是对整个数据库实例加锁。MySQL 提供了一个加全局读锁的方法，命令是 Flush tables with read lock (FTWRL)。当你需要让整个库处于只读状态的时候，可以使用这个命令，之后其他线程的以下语句会被阻塞：数据更新语句（数据的增删改）、数据定义语句（包括建表、修改表结构等）和更新类事务的提交语句。

全局锁的典型使用场景是，做全库逻辑备份。也就是把整库每个表都 select 出来存成文本。

以前有一种做法，是通过 FTWRL 确保不会有其他线程对数据库做更新，然后对整个库做备份。注意，在备份过程中整个库完全处于只读状态。

但是让整库都只读，听上去就很危险：

- 如果你在主库上备份，那么在备份期间都不能执行更新，业务基本上就得停摆；
- 如果你在从库上备份，那么备份期间从库不能执行主库同步过来的 binlog，会导致主从延迟。

看来加全局锁不太好。但是细想一下，备份为什么要加锁呢？我们来看一下不加锁会有什么问题。

假设你现在要维护“极客时间”的购买系统，关注的是用户账户余额表和用户课程表。

现在发起一个逻辑备份。假设备份期间，有一个用户，他购买了一门课程，业务逻辑里就要扣掉他的余额，然后往已购课程里面加上一门课。

如果时间顺序上是先备份账户余额表(u_account)，然后用户购买，然后备份用户课程表(u_course)，会怎么样呢？你可以看一下这个图：

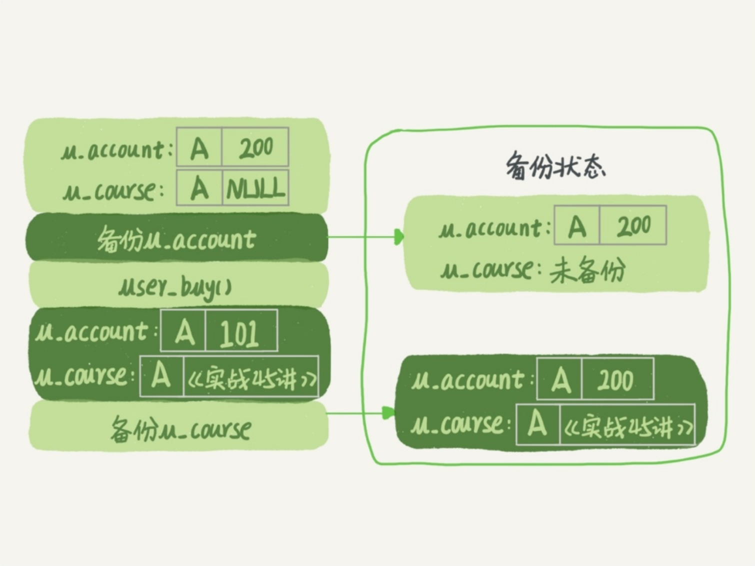


图 1 业务和备份状态图

可以看到，这个备份结果里，用户 A 的数据状态是“账户余额没扣，但是用户课程表里面已经多了一门课”。如果后面用这个备份来恢复数据的话，用户 A 就发现，自己赚了。

作为用户可别觉得这样可真好啊，你可以试想一下：如果备份表的顺序反过来，先备份用户课程表再备份账户余额表，又可能会出现什么结果？

也就是说，不加锁的话，备份系统备份的得到的库不是一个逻辑时间点，这个视图是逻辑不一致的。

说到视图你肯定想起来了，我们在前面讲事务隔离的时候，其实是有一个方法能够拿到一致性视图的，对吧？

是的，就是在可重复读隔离级别下开启一个事务。

> 备注：如果你对事务隔离级别的概念不是很清晰的话，可以再回顾一下第 3 篇文章《事务隔离：为什么你改了我还看不见？》中的相关内容。

官方自带的逻辑备份工具是 mysqldump。当 mysqldump 使用参数–single-transaction 的时候，导数据之前就会启动一个事务，来确保拿到一致性视图。而由于 MVCC 的支持，这个过程中数据是可以正常更新的。

你一定在疑惑，有了这个功能，为什么还需要 FTWRL 呢？**一致性读是好，但前提是引擎要支持这个隔离级别。**比如，对于 MyISAM 这种不支持事务的引擎，如果备份过程中有更新，总是只能取到最新的数据，那么就破坏了备份的一致性。这时，我们就需要使用 FTWRL 命令了。

所以，**single-transaction 方法只适用于所有的表使用事务引擎的库。**如果有的表使用了不支持事务的引擎，那么备份就只能通过 FTWRL 方法。这往往是 DBA 要求业务开发人员使用 InnoDB 替代 MyISAM 的原因之一。

你也许会问，**既然要全库只读，为什么不使用 set global readonly=true 的方式呢**？确实 readonly 方式也可以让全库进入只读状态，但我还是会建议你用 FTWRL 方式，主要有两个原因：

- 一是，在有些系统中，readonly 的值会被用来做其他逻辑，比如用来判断一个库是主库还是备库。因此，修改 global 变量的方式影响面更大，我不建议你使用。

- 二是，在异常处理机制上有差异。如果执行 FTWRL 命令之后由于客户端发生异常断开，那么 MySQL 会自动释放这个全局锁，整个库回到可以正常更新的状态。而将整个库设置为 readonly 之后，如果客户端发生异常，则数据库就会一直保持 readonly 状态，这样会导致整个库长时间处于不可写状态，风险较高。

业务的更新不只是增删改数据（DML)，还有可能是加字段等修改表结构的操作（DDL）。不论是哪种方法，一个库被全局锁上以后，你要对里面任何一个表做加字段操作，都是会被锁住的。

但是，即使没有被全局锁住，加字段也不是就能一帆风顺的，因为你还会碰到接下来我们要介绍的表级锁。

表级锁

MySQL 里面表级别的锁有两种：一种是表锁，一种是元数据锁（meta data lock，MDL)。

表锁的语法是 lock tables … read/write。与

FTWRL 类似，可以用 unlock tables 主动释放锁，也可以在客户端断开的时候自动释放。需要注意，lock tables 语法除了会限制别的线程的读写外，也限定了本线程接下来的操作对象。

举个例子, 如果在某个线程 A 中执行 lock tables t1 read, t2 write; 这个语句，则其他线程写 t1、读写 t2 的语句都会被阻塞。同时，线程 A 在执行 unlock tables 之前，也只能执行读 t1、读写 t2 的操作。连写 t1 都不允许，自然也不能访问其他表。

在还没有出现更细粒度的锁的时候，表锁是最常用的处理并发的方式。而对于 InnoDB 这种支持行锁的引擎，一般不使用 lock tables 命令来控制并发，毕竟锁住整个表的影响面还是太大。

另一类表级的锁是 MDL（metadata lock)。MDL 不需要显式使用，在访问一个表的时候会被自动加上。MDL 的作用是，保证读写的正确性。你可以想象一下，如果一个查询正在遍历一个表中的数据，而执行期间另一个线程对这个表结构做变更，删了一列，那么查询线程拿到的结果跟表结构对不上，

肯定是不行的。

因此，在 MySQL 5.5 版本中引入了 MDL，当对一个表做增删改查操作的时候，加 MDL 读锁；当要对表做结构变更操作的时候，加 MDL 写锁。

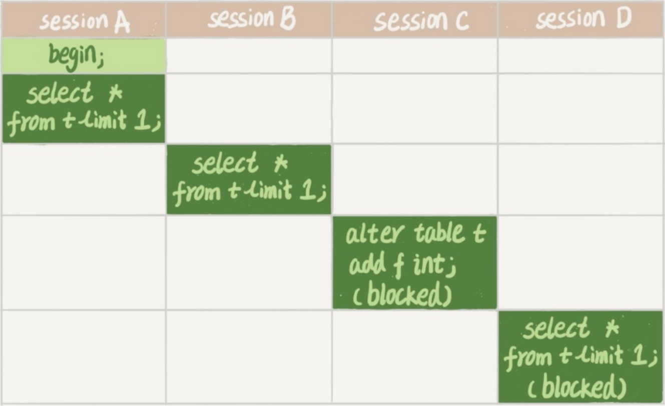
- 读锁之间不互斥，因此你可以有多个线程同时对一张表增删改查。
- 读写锁之间，写锁之间是互斥的，用来保证变更表结构操作的安全性。因此，如果有两个线程要同时给一个表加字段，其中一个要等另一个执行完才能开始执行。

虽然 MDL 锁是系统默认会加的，但却是你不能忽略的一个机制。比如下面这个例子，我经常看到有人掉到这个坑里：给一个小表加个字段，导致整个库挂了。

你肯定知道，给一个表加字段，或者修改字段，或者加索引，需要扫描全表的数据。在对大表操作的时候，你肯定会特别小心，以免对线上服务造成影响。而实际上，即使是小表，操作不慎也会出问

题。我们来看一下下面的操作序列，假设表 t 是一个小表。

> 备注：这里的实验环境是 MySQL 5.6。



session A	session B	session C	session D
begin;			
select * from t limit 1;			
	select * from t limit 1;		
		alter table t add f int; (blocked)	
			select * from t limit 1; (blocked)

我们可以看到 session A 先启动，这时候会对表 t 加一个 MDL 读锁。由于 session B 需要的也是 MDL 读锁，因此可以正常执行。

之后 session C 会被 blocked，是因为 session A 的 MDL 读锁还没有释放，而 session C 需要

MDL 写锁，因此只能被阻塞。

如果只有 session C 自己被阻塞还没什么关系，但是之后所有要在表 t 上新申请 MDL 读锁的请求也会被 session C 阻塞。前面我们说了，所有对表的增删改查操作都需要先申请 MDL 读锁，就都被锁住，等于这个表现在完全不可读写了。

如果某个表上的查询语句频繁，而且客户端有重试机制，也就是说超时后会再起一个新 session 再请求的话，这个库的线程很快就会爆满。

你现在应该知道了，事务中的 MDL 锁，在语句执行开始时申请，但是语句结束后并不会马上释放，而会等到整个事务提交后再释放。

基于上面的分析，我们来讨论一个问题，**如何安全地给小表加字段？**

首先我们要解决长事务，事务不提交，就会一直占着 MDL 锁。在 MySQL 的 information_schema 库的 innodb_trx 表中，你可以查到当前执行中的事务。如果你要做 DDL 变更的表刚好有长事务在执

行，要考虑先暂停 DDL，或者 kill 掉这个长事务。

但考虑一下这个场景。如果你要变更的表是一个热点表，虽然数据量不大，但是上面的请求很频繁，而你不得不加个字段，你该怎么做呢?

这时候 kill 可能未必管用，因为新的请求马上就来了。比较理想的机制是，在 alter table 语句里面设定等待时间，如果在这个指定的等待时间里面能够拿到 MDL 写锁最好，拿不到也不要阻塞后面的业务语句，先放弃。之后开发人员或者 DBA 再通过重试命令重复这个过程。

MariaDB 已经合并了 AliSQL 的这个功能，所以这两个开源分支目前都支持 DDL NOWAIT/WAIT n 这个语法。

```
ALTER TABLE tbl_name NOWAIT add column ...
ALTER TABLE tbl_name WAIT N add column ...
```

小结

今天，我跟你介绍了 MySQL 的全局锁和表级锁。

全局锁主要用在逻辑备份过程中。对于全部是 InnoDB 引擎的库，我建议你选择使用–single-transaction 参数，对应用会更友好。

表锁一般是在数据库引擎不支持行锁的时候才会被用到的。如果你发现你的应用程序里有 lock tables 这样的语句，你需要追查一下，比较可能的情况是：

- 要么是你的系统现在还在用 MyISAM 这类不支持事务的引擎，那要安排升级换引擎；
- 要么是你的引擎升级了，但是代码还没升级。我见过这样的情况，最后业务开发就是把 lock tables 和 unlock tables 改成 begin 和 commit，问题就解决了。

MDL 会直到事务提交才释放，在做表结构变更的时候，你一定要小心不要导致锁住线上查询和更新。

最后，我给你留一个问题吧。备份一般都会在备库上执行，你在用–single-transaction 方法做逻辑

备份的过程中，如果主库上的一个小表做了一个DDL，比如给一个表上加了一列。这时候，从备库上会看到什么现象呢?

你可以把你的思考和观点写在留言区里，我会在下一篇文章的末尾和你讨论这个问题。感谢你的收听，也欢迎你把这篇文章分享给更多的朋友一起阅读。

说明：这篇文章没有介绍到物理备份，物理备份会有一篇单独的文章。

上期问题时间

上期的问题是关于对联合主键索引和 InnoDB 索引组织表的理解。

我直接贴 @老杨同志 的回复略作修改如下（我修改的部分用橙色标出）：

表记录
—a--|—b--|—c--|—d--
1 2 3 d

1 3 2 d
1 4 3 d
2 1 3 d
2 2 2 d
2 3 4 d
主键 a，b 的聚簇索引组织顺序相当于 order by a,b ，也就是先按 a 排序，再按 b 排序，c 无序。

索引 ca 的组织是先按 c 排序，再按 a 排序，同时记录主键
—c--|—a--|—主键部分b-- （注意，这里不是ab，而是只有 b）
2 1 3
2 2 2
3 1 2
3 1 4
3 2 1
4 2 3
这个跟索引 c 的数据是一模一样的。

索引 cb 的组织是先按 c 排序，在按 b 排序，同时

记录主键

—c——|—b——|—主键部分a—— （同上）

2 2 2

2 3 1

3 1 2

3 2 1

3 4 1

4 3 2

所以，结论是 ca 可以去掉，cb 需要保留。

评论区留言点赞：

> @浪里白条 帮大家总结了复习要点；
> @约书亚 的问题里提到了 MRR 优化；
> @HwangZHen 留言言简意赅。

极客时间
MySQL 实战45讲

从原理到实战，丁奇带你搞懂 MySQL
林晓斌
网名丁奇
前阿里资深技术专家

©版权归极客邦科技所有，未经许可不得转载

92

写留言

请朋友读