45-1、数据库连接，事务，线程之间的关系

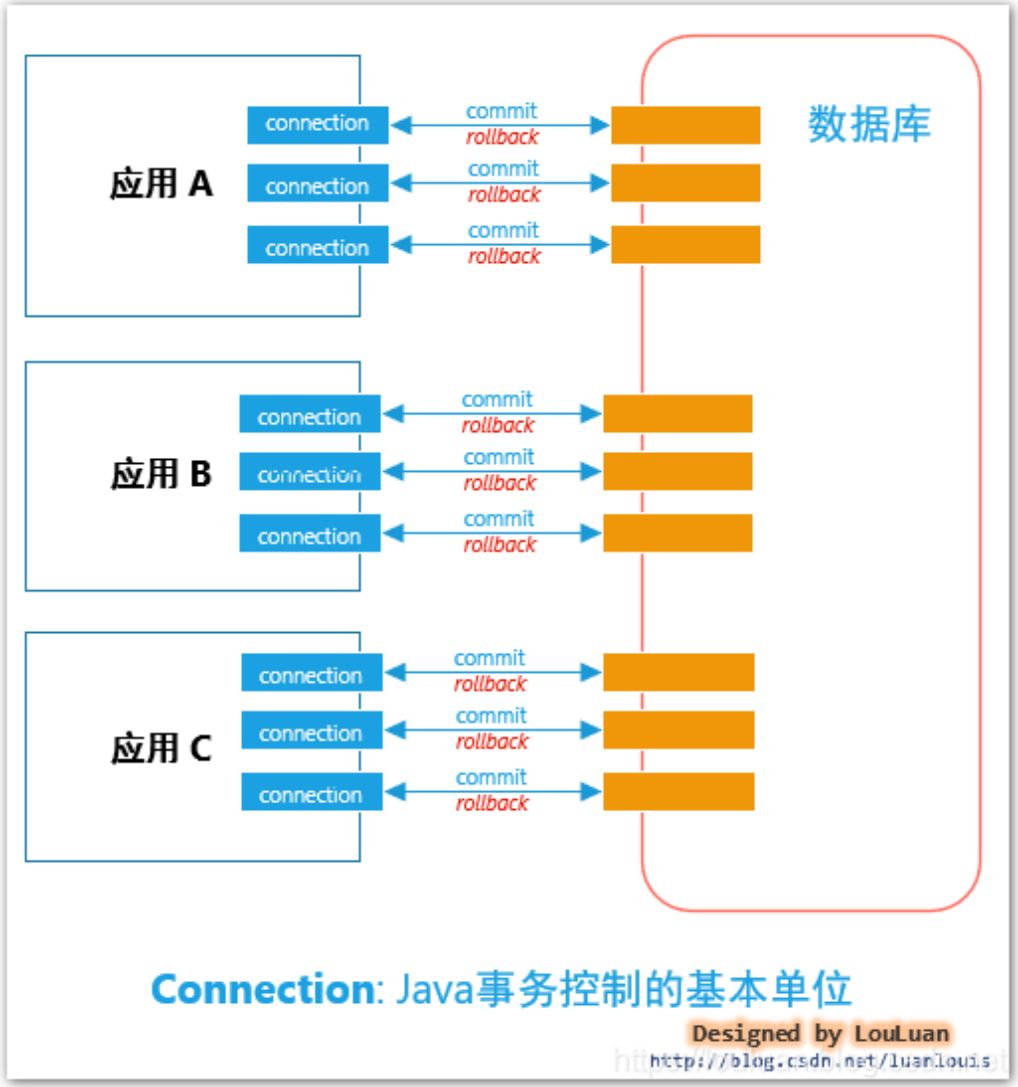
（1）参考

- （79条消息）事务篇-数据库连接和Java线程的关系_无双.蜗牛的博客-CSDN博客_连接和线程的关系
- （82条消息）《Spring设计思想-事务篇》1.数据库连接和Java线程的关系_亦山的博客-CSDN博客_java 多线程 数据库连接

（2）Java中事务控制的基本单位：Connection

- 在java中API中，使用java.sql.Connection的实例，表示和数据库的一个连接，底层是采用TCP/IP方式进行连接。
- 连接后，可以通过操作此Connection实例，来进行事务控制。在连接的基础上，进行事务控制。

> 思考：既然Connection实例能进行事务控制，那我们直接java代码中创建Connection实例并使用它可以吗？
> 然而事实上，我们并不能这么做，因为Connection和数据库有非常紧密的关系，数据库所在的系统资源是非常有限的。



（3）有限的系统资源-----决定了java.sql.Connection连接个数

- 应用程序和数据库之间建立连接，则mysql数据库所在机器也会为此连接分配一定的线程资源维护这个连接（java客户端和mysql数据库（服务端）建立连接成功，数据库一方会保存此次会话连接信息默认保留8小时），如果连接数越多，消耗数据库所在机器的线程资源就越多。

- 不同的连接，可能会操作相同的表数据，出现高并发操作，所以数据库为了增加了ACID特性的支持（加锁：行锁，表锁），但是又会牺牲更多的系统资源。
- 综上，建立一个连接，会消耗数据库所在机器的一些资源，而这些资源是系统比较宝贵的有限资源，所以这些资源，就限制了数据库所能创建出的连接数和处理性能，当应用程序有数据库连接需求非常非常大时，很容易会达到数据库的连接并发瓶颈。

资源	说明
线程数	线程越多，线程的上下文切换会越频繁，会影响其处理能力
创建Connection的开销	由于Connection负责和数据库之间的通信，在创建环节会做大量的初始化，创建过程所需时间和内存资源上都有一定的
内存资源	为了维护Connection对象会消耗一定的内存
锁占用	在高并发模式下，不同的Connection可能会操作相同的表数据，就会存在锁的情况，数据库为了维护这种锁会有不少的内

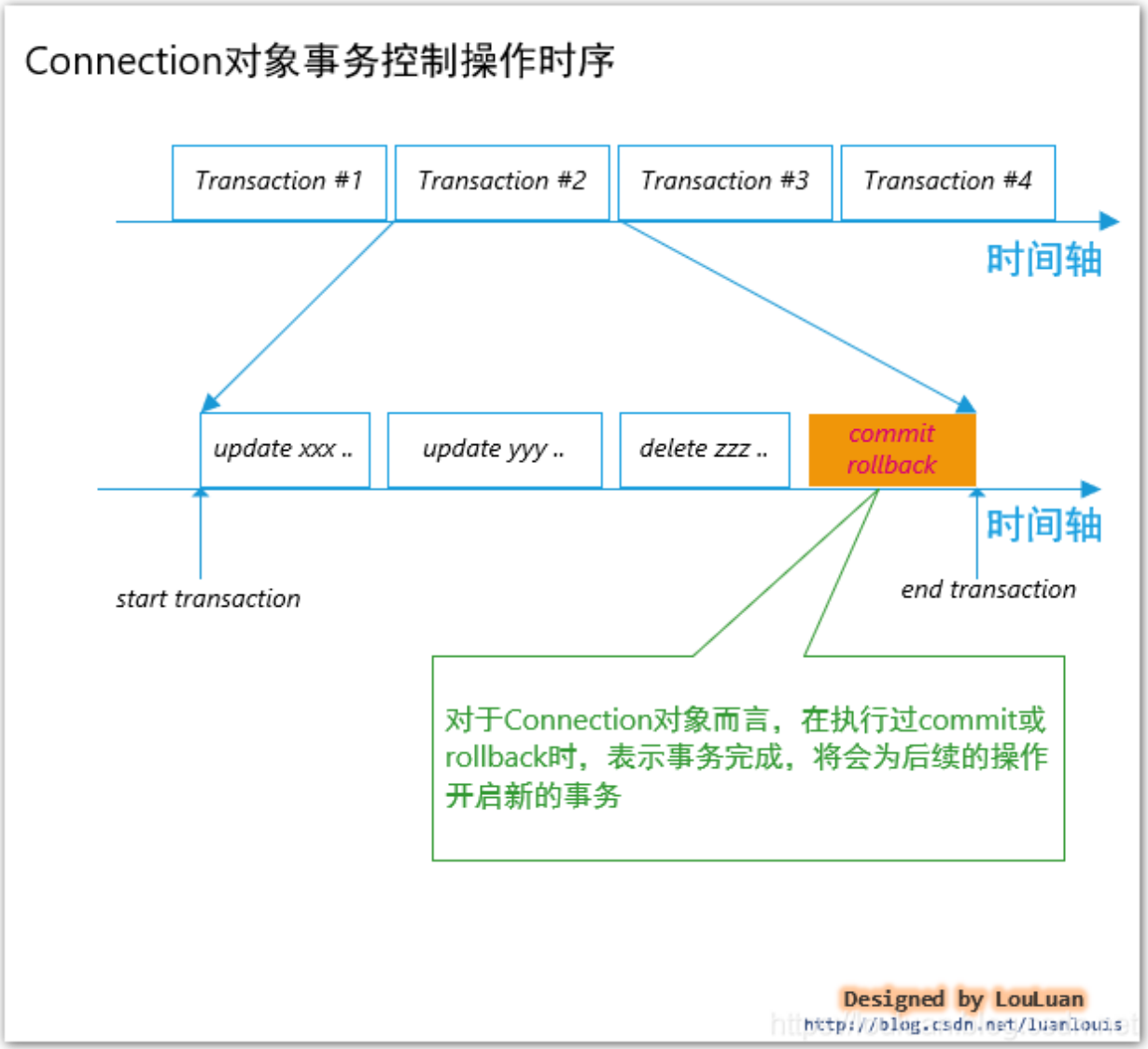
（4）数据库设置的最多支持多少个Connection连接？

```
-- 查看当前数据库最多支持多少数据库连接
    show variables like '%max_connections%';
-- 自定义设置当前运行时mysql的最大连接数，服务重启连接数将还原
    set GLOBAL max_connections = 200;
-- 或者修改 my.ini 或者my.cnf 配置文件来设置mysql的最大连接数
    max_connections = 200;
```

> 思考：数据库连接数设置越大越好吗？
> 不是的，连接数越大，数据库所在操作系统需使用大量线程维护，而且会伴随着线程上下文的切换，并且连接数越多，操作同一张表的同一条数据的概率更大，反而导致整体数据库性能下降，所以具体连接数的大小设置，根据具体业务场景来调优。

（5）java.sql.Connection实例的特性

- 一个Connection实例中，在操作的时序上，事务和事务之间的执行是线性排开依次**串行执行**的。
  - 说白了，一个连接上可以多次执行事务，而且多个事务必须是线性的（序列化的事务操作模式），一个新事务的开启，必须在上一个事务完成之后(如果存在的话)。
- 一个事务内，可以不限次数的SQL语句。
- 如果事务是手动提交（autocommit=0），则需要手动开启事务，然后执行SQL，不限SQL个数，执行完SQL后，手动执行commit或rollback，此事务才完成。下一个事务也需要手动开启，依次类推。
- 如果事务是自动提交（autocommit=1），则不需要手动开启事务，直接执行SQL，不限SQL个数，每执行完一个SQL后，不需要手动执行commit或rollback，此事务就会自动提交或回滚（单元测试类或方法上加@Transactional注解，方法执行完毕事务会自动回滚）。自动开启下一个事务，依次类推。
- mysql数据库默认情况下，连接上的事务是自动提交的。
- Connection实例是基于TCP/IP协议的，所以在初始化建立连接之后，手动关闭连接之前，是会和数据库保持心跳存活的，所以可以使用Connection实例执行不限次数的SQL语句请求，包括事务请求。
- 数据库连接池就是基于此特性建立的。
- 如下，是在Connection实例这个时间轴上，Transaction #2这个事务中，无限次执行SQL语句，直到执行过commit或rollback后，表示事务完成，然后为会后续的操作自动开启新的事务Transaction #3



（6）Java中如何实现java.sql.Connection实例中的事务是线性操作的。

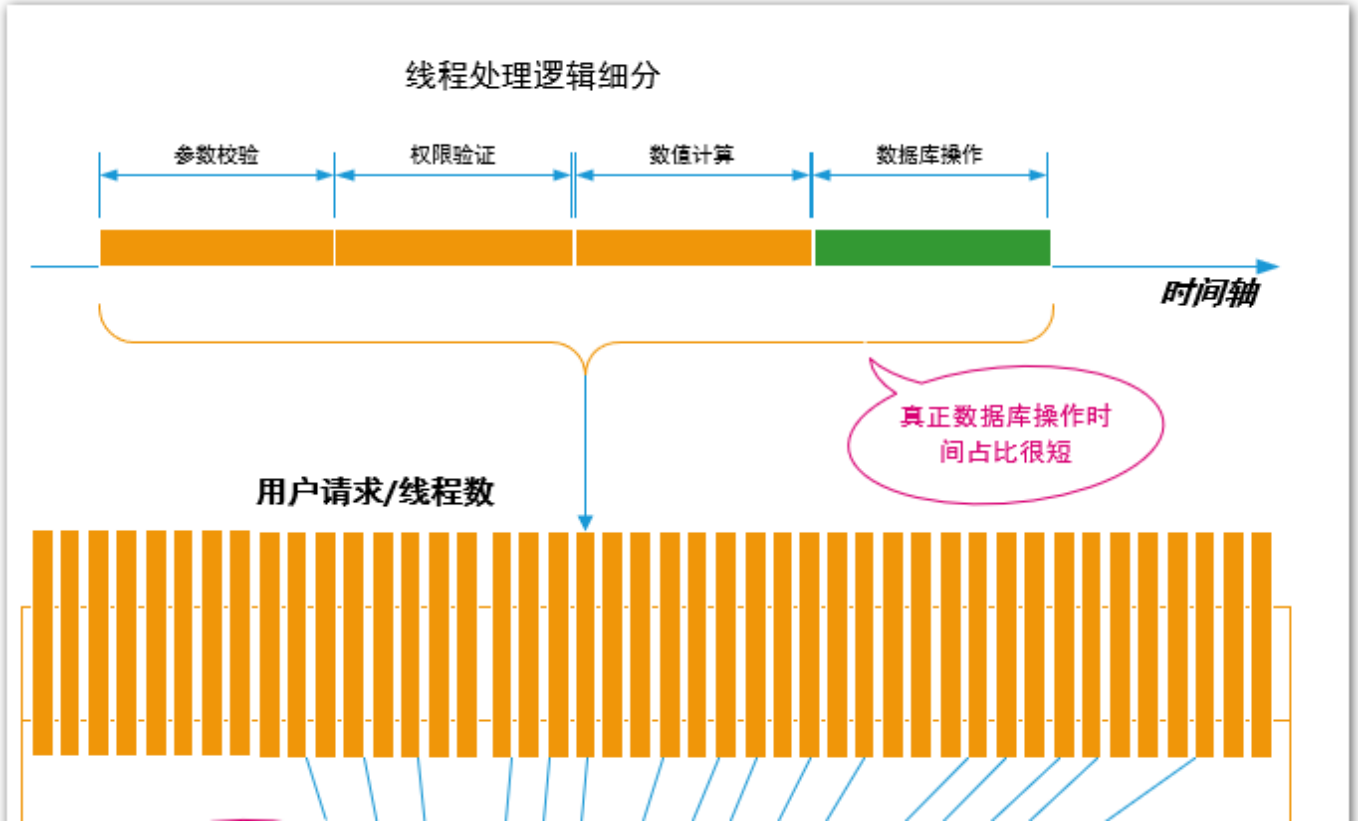
（6-1）思考：一个Java线程的整个生命周期，可以独占一个Connection实例去操作数据库吗？

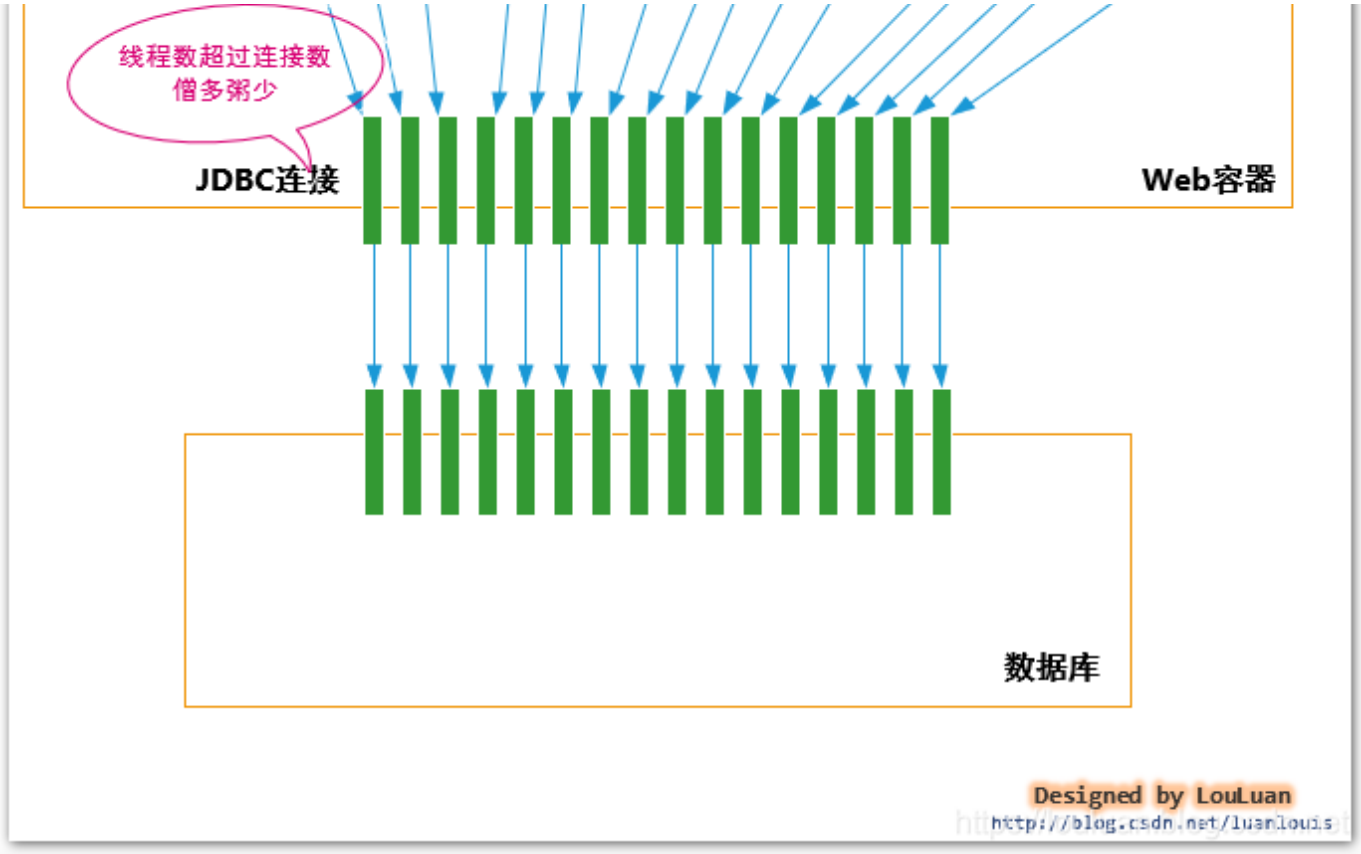
- 可以独占，因为这样的话，一个线程内的所有操作都是同步的（线程互斥，因为其它线程此时也用不了这个连接）和线性的（事务有序）。也就是说在事务进行期间，有一个重要的特性，Connection连

接对象可以吸附在线程上，我把这种特性称之为事务对象的线程吸附性。但实际项目中并不会这么做，而是会根据这种特性做了一些改变，在Spring实现上，是使用了基于线程的ThreadLocal来表示这种线程依附行为。（后续会讲到）

（6-2）思考：为什么不设计一个Java线程独占一个Connection连接？

- Java线程数量可能远超数据库连接数量，会出现僧多粥少的情况。
  - 上述（4）中查看连接数上限是200，而大型项目中，光HTTP请求线程数不止200个，如果独占，就会出现部分线程无法获取到数据库连接，进而无法完成业务操作。
- Java线程在工作过程中，真正使用连接操作数据库所占用的时间比例很短，连接实际利用率低。
  - Java线程接收到HTTP请求后，业务中有很多环节需要处理（权限验证，参数校验，数值计算，SQL持久化），只有SQL持久化环节需要使用连接操作数据库，其余环节连接都是空闲状态，所以，如果Java线程整个生命周期都独占此连接，那么连接的使用率很低。





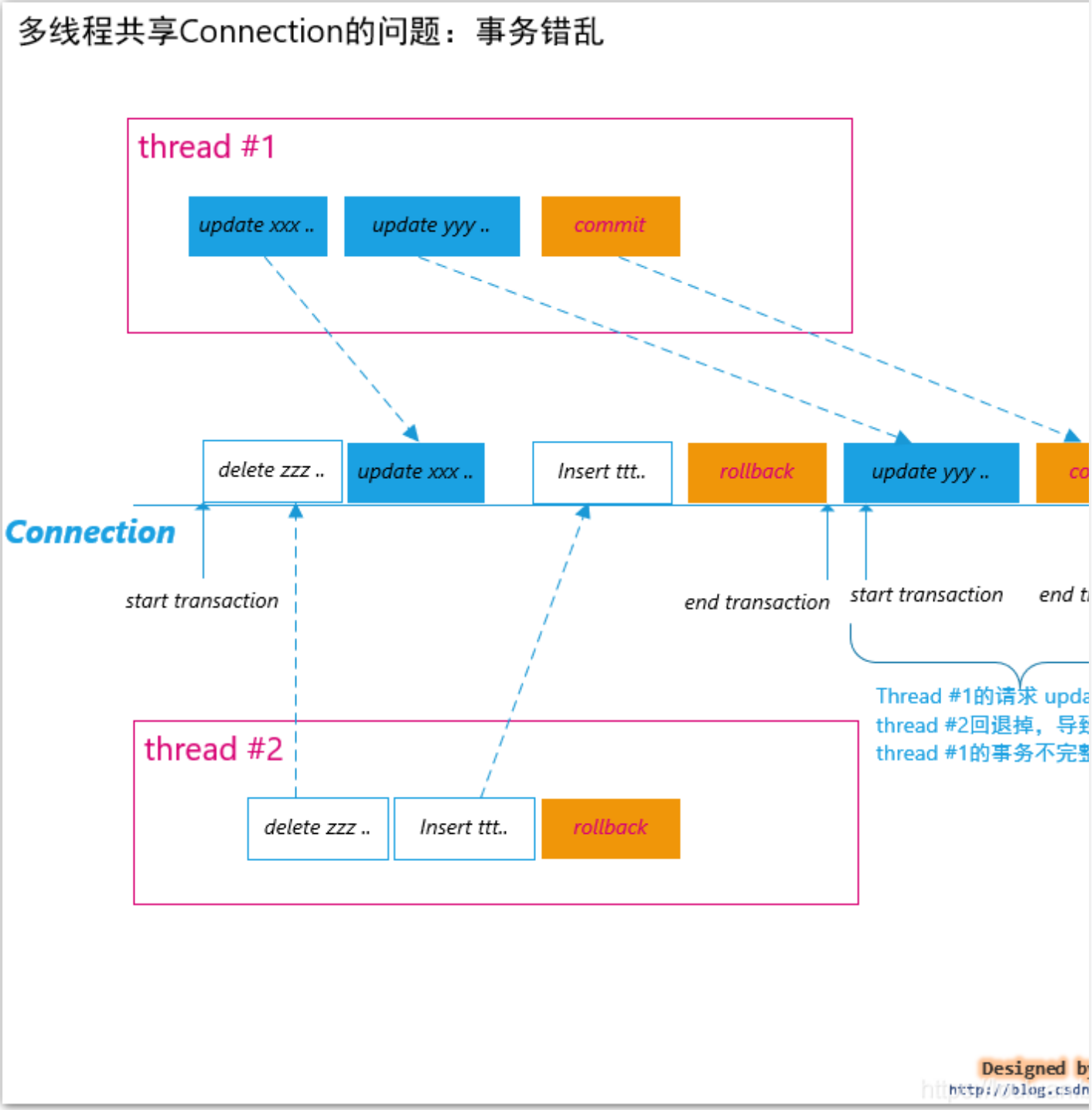
（6-3）怎么实现一个Java线程不一直独占一个Connection连接？

- 普遍的解决方案是，**当线程需要做数据库操作时，才会去获取一个Connection连接**，线程使用完连接之后，连接被回收（放到连接池，重置状态，并没销毁），被回收的连接等待下次直接分配给其它线程或本线程使用，只在操作数据库的时候获取连接，提高了连接的利用率。

（6-4）根据上述解决方案，思考一下，如果多个线程并发获取同一个Connection连接的时候，会有什么问题？

- 会导致事务错乱。
- Thread #1的请求 update xxx 被thread #2回退掉，导致语句丢失，thread #1的事务不完整。

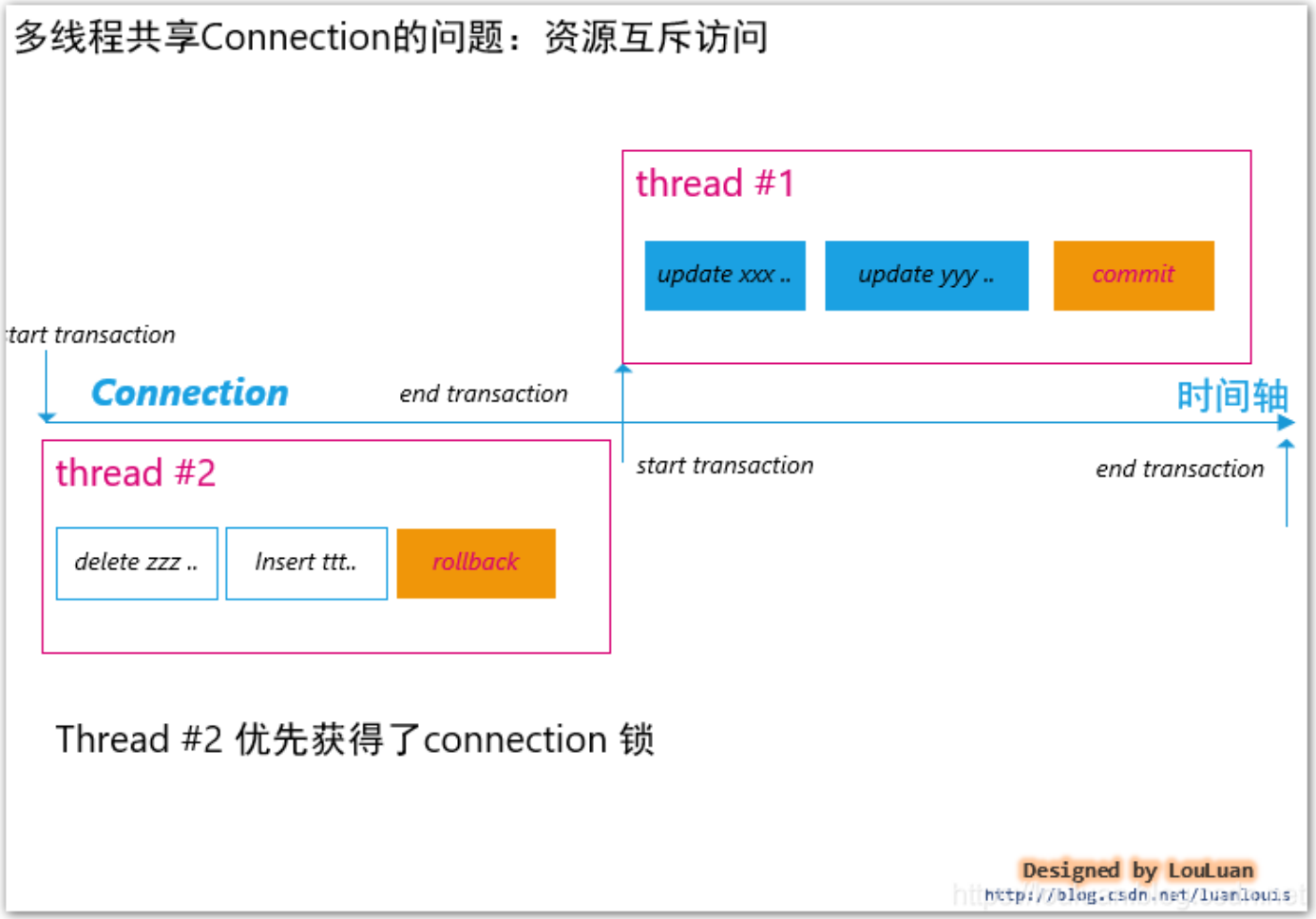
多线程共享Connection的问题：事务错乱



（6-5）多个线程并发获取同一个Connection连接会导致此连接中的事务之间错乱的解决方案

- 解决事务不完整的问题，本质上而言，其实就是多线程互斥去使用同一个连接时，同一时间内，只能有一个线程去占用这个连接，去操作数据库，操作完毕，此连接才能被其它线程使用。同一个连接的利用率提高了，但是多个线程要使用同一个连接的时候要保证互斥，所以才引入了互斥锁（synchronized、Lock）。

```
java.sql.Connection sharedConnection = <创建流程>
## thread #1 的业务伪代码：
synchronized(sharedConnection){
        `update xxx`;
        `update yyy`;
        `commit`;
}
## thread #2 的业务伪代码：
synchronized(sharedConnection){
      `delete zzz`;
      `insert ttt`;
      `rollback`;
}
```

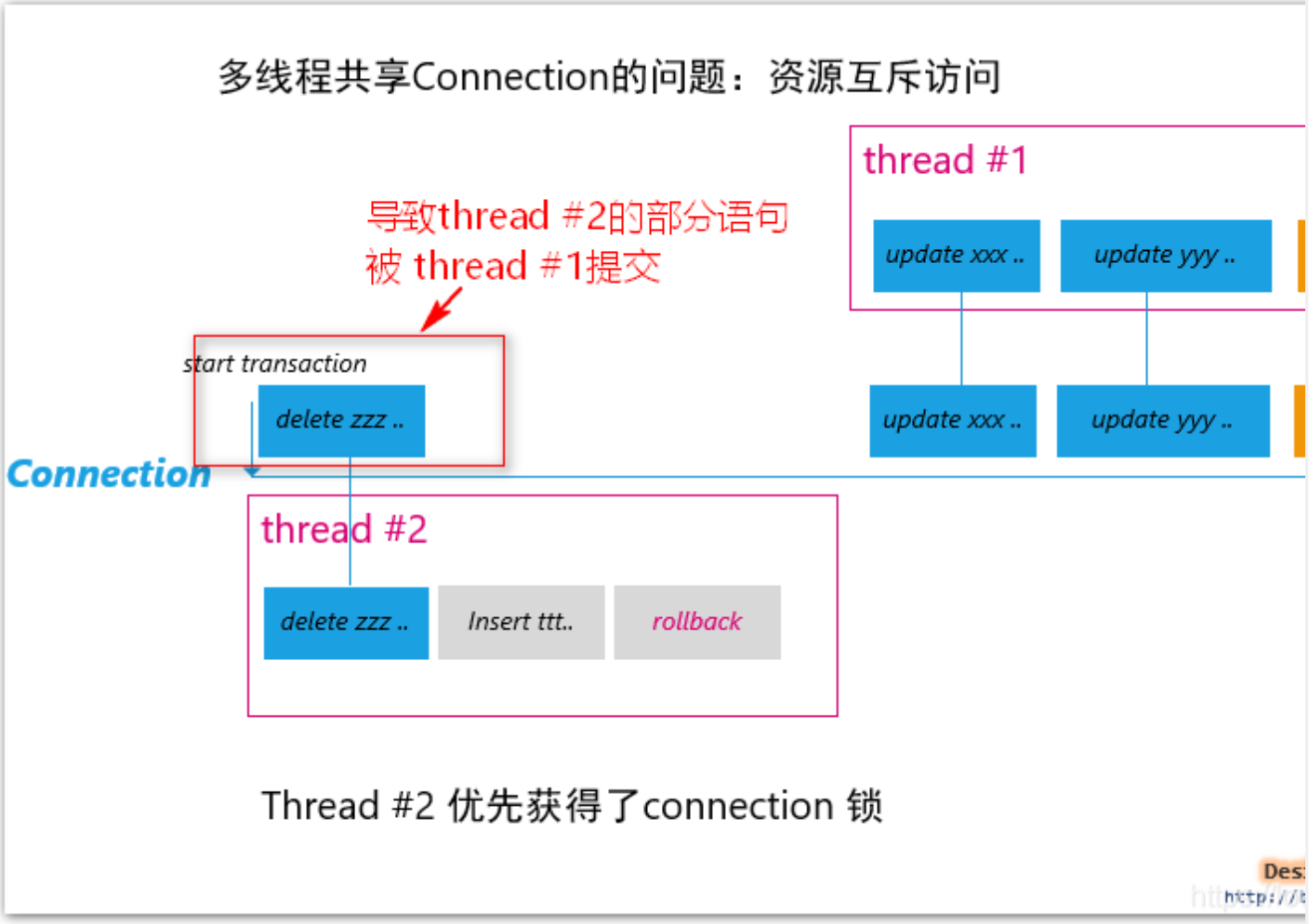


（6-6）互斥性保证了多线程互斥使用同一个Connection连接，但如果一个线程执行一部分业务SQL后，出现异常，没有catch来做rollback，则存在尚未commit或rollback的SQL语句；异常后会释放掉Connection锁对象，另一个线程抢到同一个Connection锁对象后，执行自己的业务SQL，并做了commit事务，导致第一个线程中部分SQL被提交。

- 假如thread #2获取到Connection对象的锁后，在Connection连接上执行语句 delete zzz,insert ttt,rollback的过程中，在insert ttt之前有一段业务代码抛出了异常，导致语句只执行到了 delete

zzz，没有做异常后的rollback操作，这会导致在connection对象上有一个尚未提交的delete zzz请求，最后会释放掉Connection连接对象上的锁。

- 当thread #1拿到了此Connection对象的锁之后，接着执行 update xxx; update yyy; commit;
- 即：在两个线程执行完了之后，对connection的操作为delete zzz; update xxx; update yyy; commit;



（6-6-1）解决方案

- 确保多个线程在使用同一个Connection对象时，最终要明确每个线程对Connection做commit 或者 rollback

```
java.sql.Connection sharedConnection = <创建流程>
## thread #1 的业务伪代码：
synchronized(sharedConnection){
    try{
     `update xxx`;
     `update yyy`;
     `commit`;
    } catch(Exception e){
     `rollback`; //之所以rollback ,是确保在执行事务的过程中，在connection对象上，清空尚未提交的所有SQL语句
    }
}
## thread #2 的业务伪代码：
synchronized(sharedConnection){
    try{
    `delete zzz`;
    `insert ttt`;
    `rollback`;
    } catch(Exception e){
     `rollback`; //之所以rollback ,是确保在执行事务的过程中，在connection对象上，清空尚未提交的所有SQL语句
    }
}
```

（6-6-2）多个线程访问同一个Connection连接对象时，遵循两个基本原则

- 以互斥的方式访问Connection对象；

- 在线程执行结束时，应当最终及时提交(commit)或回滚(rollback)对Connection的影响；不允许存在尚未被提交或者回滚的语句。

（7）应用与数据库建立连接后，当开启一个事务后，做完多个SQL操作后，事务提交或回滚，连接实例有必要销毁吗？

- 完全没有必要，根据前面可知，创建一个Connection对象实例的代价比较大（至少0.1s级别），而建立连接后，可以不限次数的开启事务，及每个事务中不限次数的SQL操作，也就是说，当此次事务结束后，我可以紧接着使用这个Connection对象开启下一个事务。
- 所以，每次操作数据库前，都要重新创建一个Connection对象的话，会严重影响当前服务的性能和吞吐量。
- 目前的做法是完成一个事务操作后，并不会销毁Connection对象，而是将其回收到连接池中。

（8）什么是连接池？（具体参见45-2）

- 是一个统一管理一批java.sql.Connection实例的容器，一般会设置容器中连接数的上限。
- 连接池会为每一个获取Connection实例的请求，做连接分配，如果连接不足，设置等待时间。
- 连接池会根据Connection实例的使用情况，为了提高Connection实例的利用率，动态调整Connection实例的数量，如果实际利用的Connection实例较少，会自动销毁掉一些处于无用状态的Connection实例，当请求量很大，再动态创建Connection实例。
- 常用连接池：HikariCP, 阿里的Druid, apache的DBCP

（9）为何Service层手动开启一个事务后，调用三个不同的DAO，就可以共用一个连接操作？

- spring是通过 ThreadLocal <Connection>来保证同一个线程在其生命周期中，当多次操作数据库的时候（很多个dao，对应多个SQL），每次都可以获得同一个数据库连接，为什么要确保是同一个数据库连接？是因为数据库的事务是基于数据库连接的，如果这个线程操作了三次dao，每次连接都不一样，那么就没办法保证这三次操作被同一个事务所管理。

笔记目录

（10）spring的@Transactional，在业务代码中使用时，事务是自动提交的；在单元测试中使用时事务是自动回滚的。