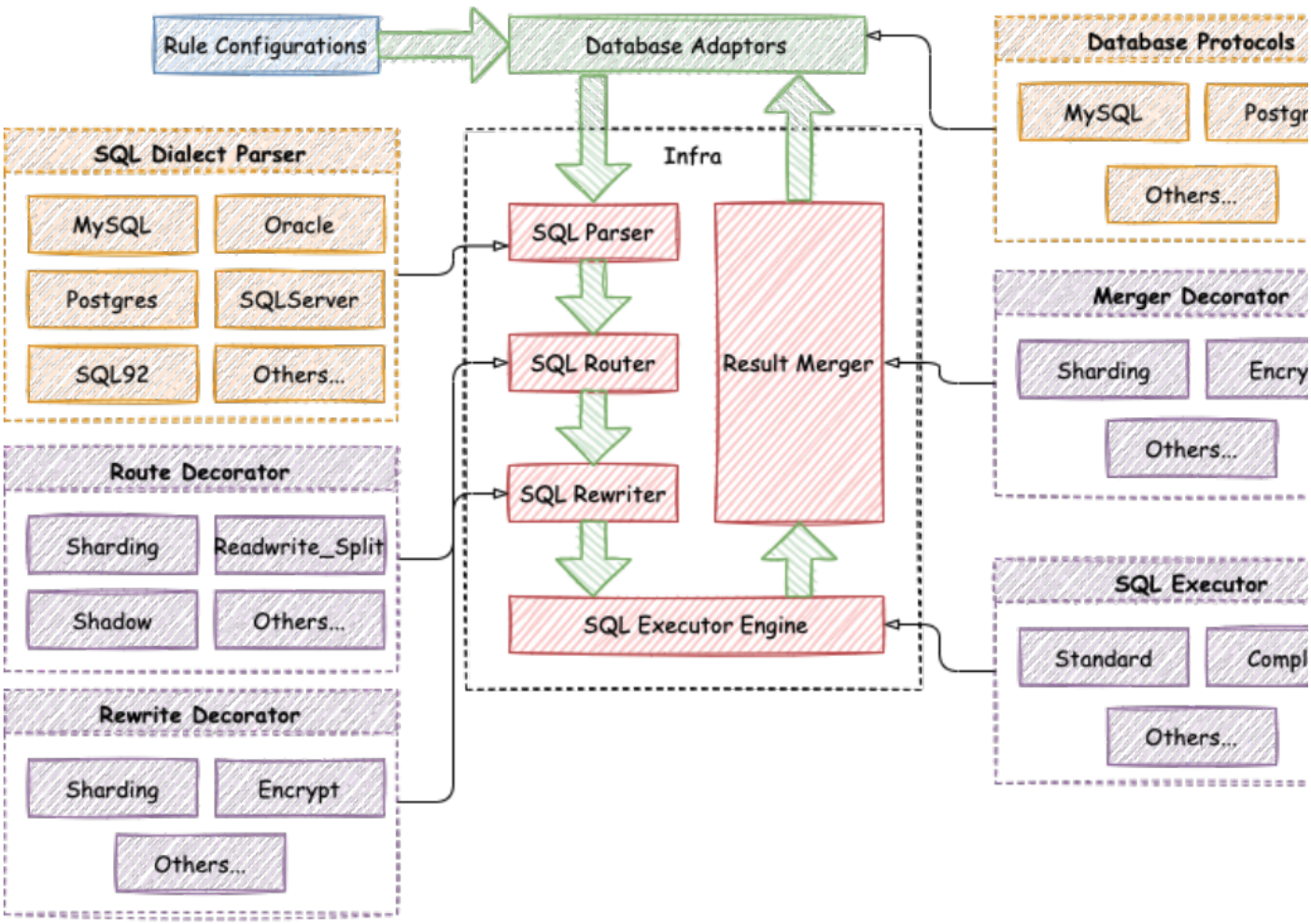
随心所欲：ShardingSphere实现原理以及内核解析

-- 楼兰

上一章节ShardingJDBC各种眼花缭乱的配置，有没有让你头大？这一章我们就是要开始去理解这些配置信息到底是如何配置的。里面那些SNOWFLA关键字是怎么来的。这样，让你真正理解这些配置之后，你就可以随心所欲的使用ShardingSphere产品，随时扩展出自己想要的功能。

一、ShardingJDBC内核工作原理解读

当我们往ShardingSphere中提交一个逻辑SQL后，ShardingSphere到底帮我们干了些什么事情呢？先要从ShardingSphere官方提供的这张整体架构图



可以看到，ShardingSphere的工作整体就分为这几个步骤：

0、配置管控

在进入ShardingSphere的内核之前，ShardingSphere做了大量的配置信息管控。不光是将应用的配置信息进行解析，同时ShardingSphere还支持将
信息放到第三方的注册中心，从而可以实现应用层的水平扩展。

对于使用ShardingJDBC开发来说，或许这不是一个多起眼的功能。因为应用完全可以自己管理配置，或者自行接入Nacos这样的配置中心。但是如果
使用ShardingProxy的话，这样的配置管控功能就非常有作用了。后面分享ShardingProxy时，我们再深入理解。

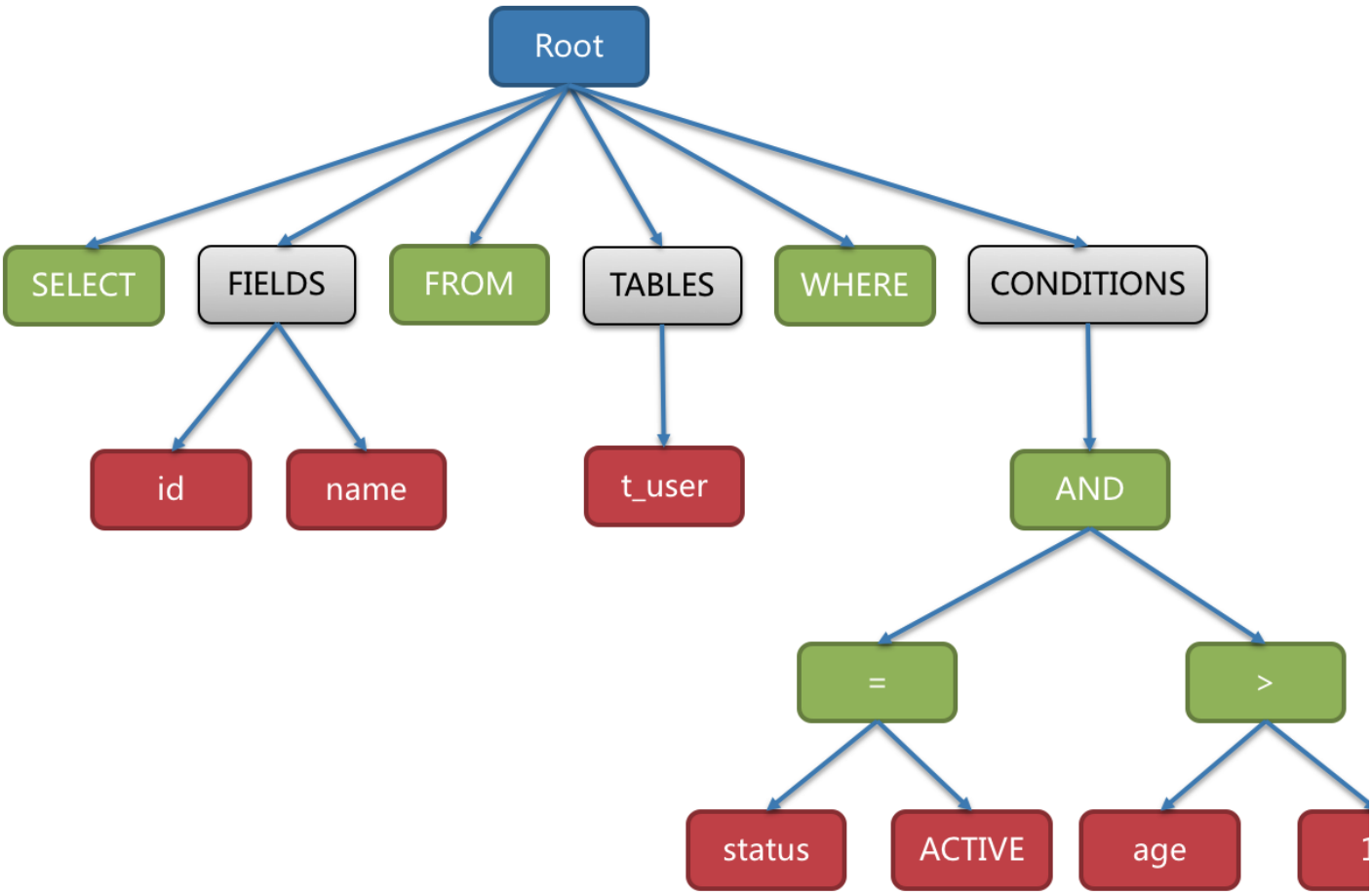
1、SQL Parser: SQL解析引擎

解析过程分为词法解析和语法解析。 词法解析器用于将SQL拆解为不可再分的原子符号，称为Token。并根据不同数据库方言所提供的字典，将其归类
字，表达式，字面量和操作符。 再使用语法解析器将SQL转换为抽象语法树(简称AST， Abstract Syntax Tree)。

例如对下面一条SQL语句：

```
SELECT id, name FROM t_user WHERE status = 'ACTIVE' AND age > 18
```

会被解析成下面这样一颗树：



SQL解析是整个分库分表产品的核心，其性能和兼容性是最重要的衡量指标。

ShardingSphere在1.4.x之前采用的是性能较快的Druid作为SQL解析器。1.5.x版本后，采用自研的SQL解析器，针对分库分表场景，采取对SQL半理解
式，提高SQL解析的性能和兼容性。然后从3.0.x版本后，开始使用ANTLR作为SQL解析引擎。

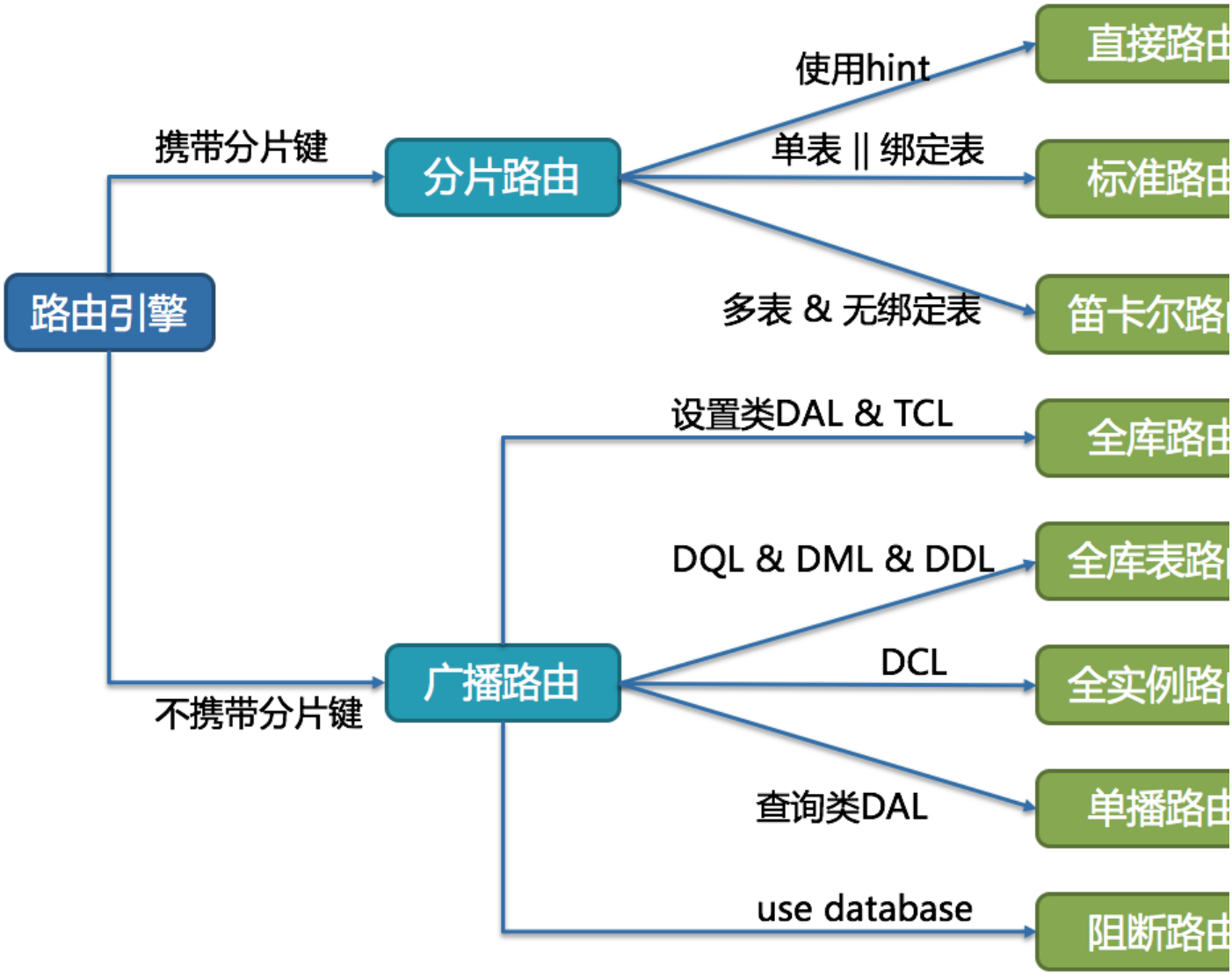
关于ANTLR，这是个开源的SQL解析引擎，很多开源产品都使用他来解析SQL。比如像Druid、Flink、Hive、RocketMQ、Elasticsearch等等。有兴趣
以自行了解一下。ShardingSphere在使用ANTLR时，还增加了一些AST的缓存功能。

2、SQL Router- SQL 路由引擎

根据解析上下文匹配数据库和表的分片策略，并生成路由路径。对于携带分片键的 SQL，根据分片键的不同可以划分为单片路由（分片键的操作符是等
多片路由（分片键的操作符是 IN）和范围路由（分片键的操作符是 BETWEEN）。不携带分片键的 SQL 则采用广播路由。

分片策略通常可以采用由数据库内置或由用户方配置。数据库内置的方案较为简单，内置的分片策略大致可分为尾数取模、哈希、范围、标签、时间等
户方配置的分片策略则更加灵活，可以根据使用方需求定制复合分片策略。

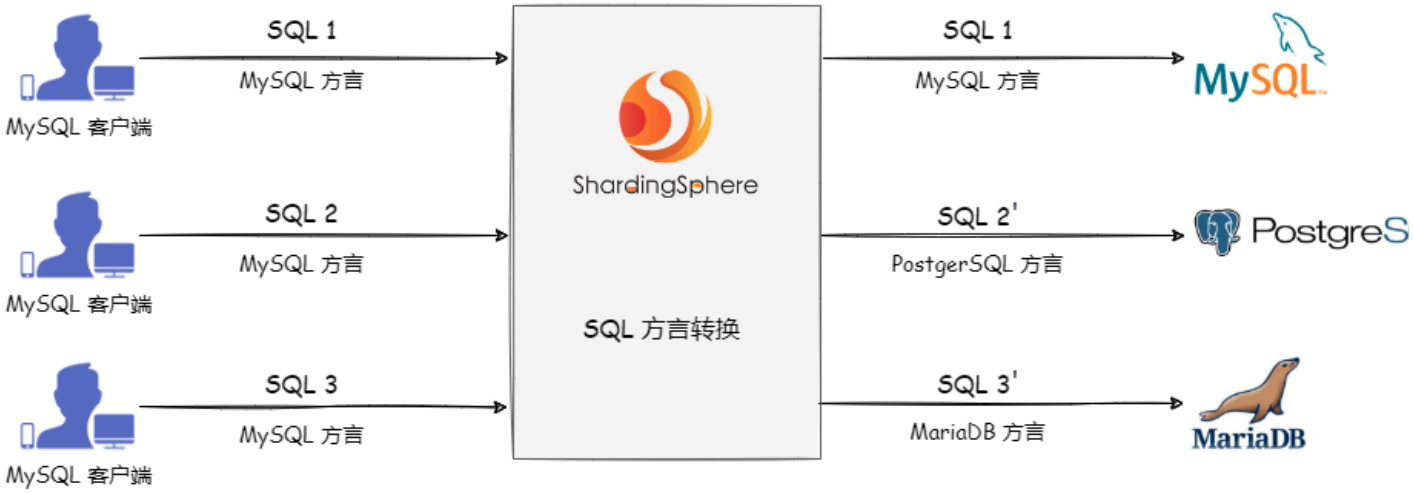
实际使用时，应尽量使用分片路由，明确路由策略。因为广播路由影响过大，不利于集群管理及扩展。



- 全库表路由：对于不带分片键的DQL、DML以及DDL语句，会遍历所有的库表，逐一执行。例如 select * from course 或者 select * from course ustatus='1'(不带分片键)
- 全库路由：对数据库的操作都会遍历所有真实库。 例如 set autocommit=0
- 全实例路由：对于DCL语句，每个数据库实例只执行一次，例如 CREATE USER customer@127.0.0.1 identified BY '123';
- 单播路由：仅需要从任意库中获取数据即可。 例如 DESCRIBE course
- 阻断路由：屏蔽SQL对数据库的操作。例如 USE coursedb。就不会在真实库中执行，因为针对虚拟表操作，不需要切换数据库。

3、SQL Rewriter : SQL 优化引擎

首先，在数据方言方面。Apache ShardingSphere 提供了 SQL 方言翻译的能力，能否实现数据库方言之间的自动转换。例如，用户可以使用 MySQL 接 ShardingSphere 并发送基于 MySQL 方言的 SQL，ShardingSphere 能自动识别用户协议与存储节点类型自动完成 SQL 方言转换，访问 PostgreS 构存储节点。



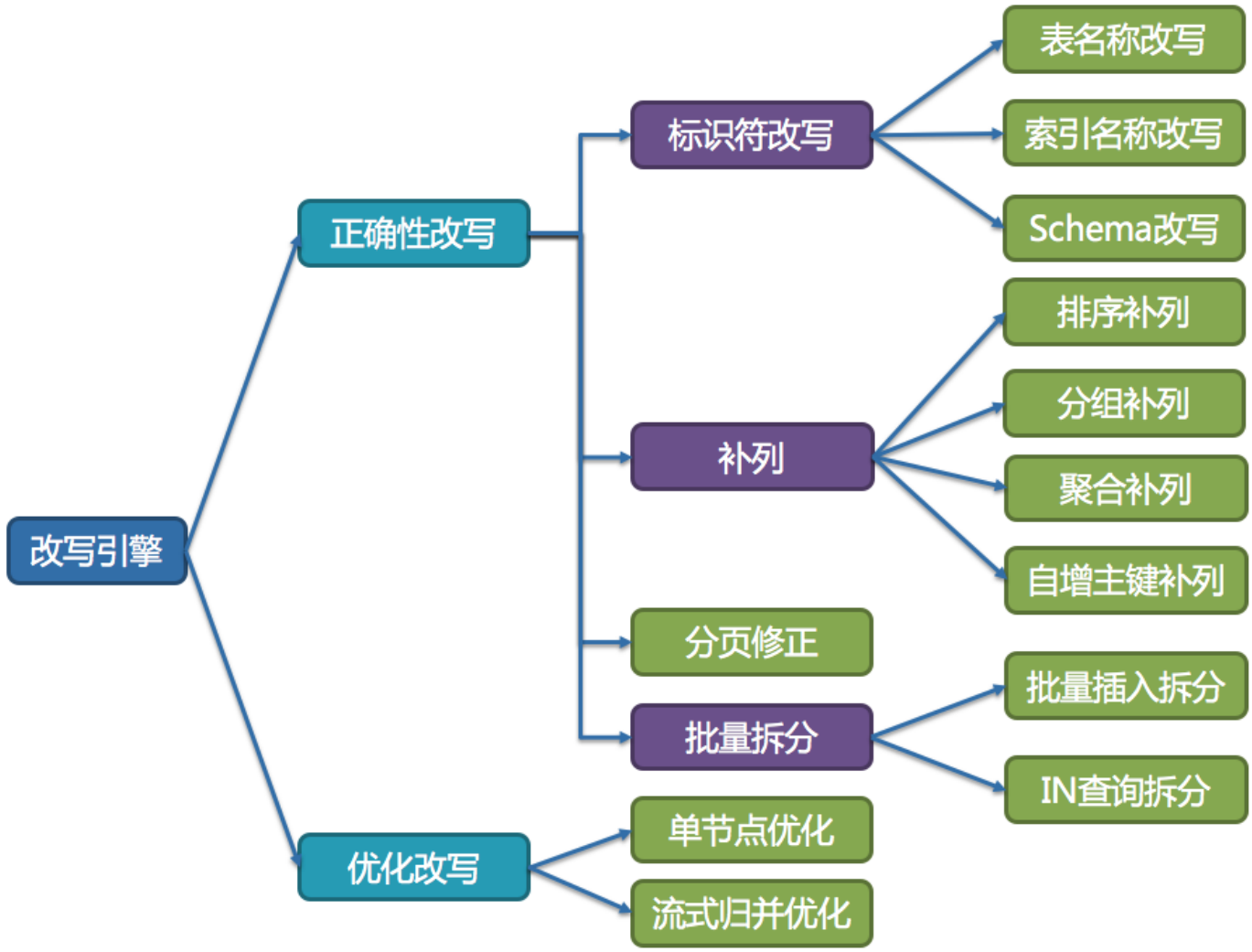
接下来，用户只需要面向逻辑库和逻辑表来写SQL，最终由ShardigSphere的改写引擎将SQL改写为在真实数据库中可以正确执行的语句。SQL改写分改写和优化改写。

正确性改写

在包含分表的场景中，需要将分表配置中的逻辑表名称改写为路由之后所获取的真实表名称。仅分库则不需要表名称的改写。除此之外，还包括补列和息修正等内容。

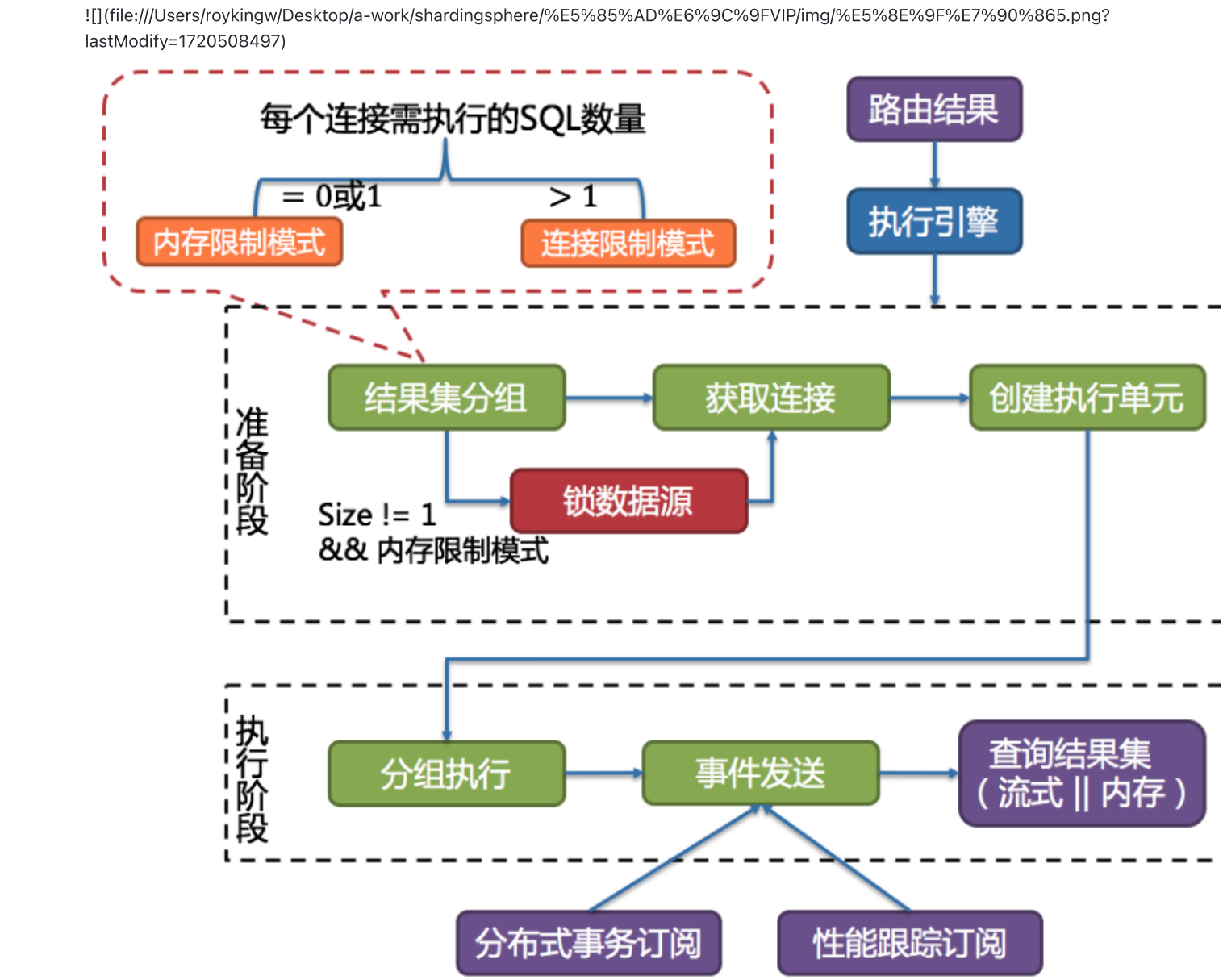
优化改写

优化改写的目的是在不影响查询正确性的情况下，对性能进行提升的有效手段。它分为单节点优化和流式归并优化。比如我们之前提到，在当前版本下个库的多次查询，会通过UNION 合并成一个大的SQL，这也是一种优化改写。



4、SQL Executor： SQL执行引擎

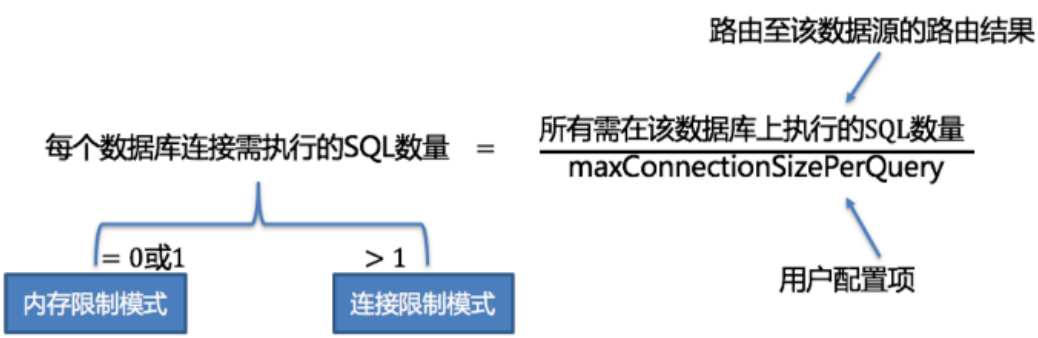
ShardingSphere 采用一套自动化的执行引擎，负责将路由和改写完成之后的真实 SQL 安全且高效发送到底层数据源执行。它不是简单地将 SQL 通过
接发送至数据源执行；也并非直接将执行请求放入线程池去并发执行。它更关注平衡数据源连接创建以及内存占用所产生的消耗，以及最大限度地合理
发等问题。执行引擎的目标是自动化的平衡资源控制与执行效率。



这里主要是理解内存限制模式和连接限制模式。简单理解，

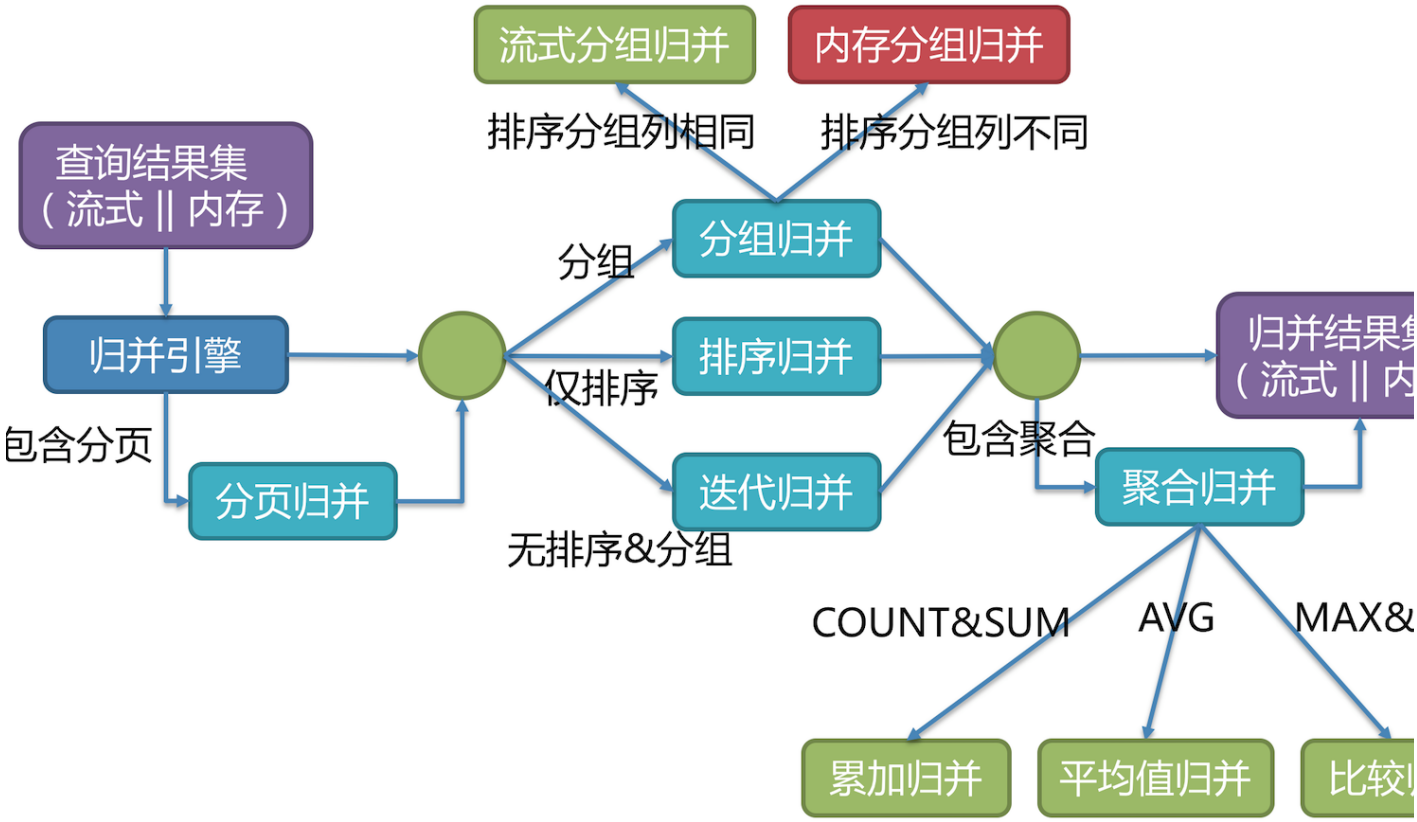
- 内存限制模式一个JDBC链接只需要执行一个SQL，ShardingSphere对一次操作所消耗的数据库连接数量不做限制。
- 连接限制模式一个JDBC链接需要执行多个SQL，ShardingSphere严格控制对一次操作所消耗的数据库连接数量。

具体选择哪种模式，设计到一个用户配置项：



5、Result Merger： 结果归并

将从各个数据节点获取的多数据结果集，组合成为一个结果集并正确的返回至请求客户端，称为结果归并。



其中重点是理解流式归并与内存归并：

- 流式归并是指每一次从结果集中获取到的数据，都能够通过逐条获取的方式返回正确的单条数据，它与数据库原生的返回结果集的方式最为契合。排序以及流式分组都属于流式归并的一种。通常内存限制模式就可以使用流式归并，比较适合OLTP场景。
- 内存归并则是需要将结果集的所有数据都遍历并存储在内存中，再通过统一的分组、排序以及聚合等计算之后，再将其封装成为逐条访问的数据结回。。通常连接限制模式就可以使用内存归并，比较适合OLAP场景。

二、ShardingJDBC扩展机制解读

这些引擎都比较抽象，最终还是需要深入到源码当中才能理解他们的庐山真面目。

1、理解ShardingSphereDataSource

如何调试ShardingJDBC的源码呢？这就需要一个比较简单明了的测试案例来作为调试代码的入口：

```
public class ShardingJDBCDemo {
    public static void main(String[] args) throws SQLException {

        //=======一、配置数据库
        Map<String, DataSource> dataSourceMap = new HashMap<>(2);//为两个数据库的datasource
        // 配置第一个数据源
        HikariDataSource dataSource0 = new HikariDataSource();
        dataSource0.setDriverClassName("com.mysql.cj.jdbc.Driver");
        dataSource0.setJdbcUrl("jdbc:mysql://192.168.65.212:3306/shardingdb1?serverTimezone=GMT%2B8&useSSL=false");
        dataSource0.setUsername("root");
        dataSource0.setPassword("root");
        dataSourceMap.put("m0", dataSource0);
        // 配置第二个数据源
        HikariDataSource dataSource1 = new HikariDataSource();
        dataSource1.setDriverClassName("com.mysql.cj.jdbc.Driver");
        dataSource1.setJdbcUrl("jdbc:mysql://192.168.65.212:3306/shardingdb2?serverTimezone=GMT%2B8&useSSL=false");
        dataSource1.setUsername("root");
        dataSource1.setPassword("root");
        dataSourceMap.put("m1", dataSource1);
        //=======二、配置分库分表策略
        ShardingRuleConfiguration shardingRuleConfig = createRuleConfig();
        //三、配置属性值
        Properties properties = new Properties();
        //打开日志输出 4.x版本是sql.show，5.x版本变成了sql-show
        properties.setProperty("sql-show", "true");
        //K1 创建ShardingSphere的数据源 ShardingDataSource
        DataSource dataSource = ShardingSphereDataSourceFactory.createDataSource(dataSourceMap,Collections.singleton(shardingR
fig), properties);

        //-------------测试部分-----------------//
        ShardingJDBCDemo test = new ShardingJDBCDemo();
        //建表
//        test.droptable(dataSource);
//        test.createtable(dataSource);

        //插入数据
//        test.addcourse(dataSource);
        //K1 调试的起点 查询数据
        test.querycourse(dataSource);
    }

    private static ShardingRuleConfiguration createRuleConfig(){
        ShardingRuleConfiguration result = new ShardingRuleConfiguration();
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.tables.course.actual-data-nodes=m$->{0..1}.course_$->{1..2}
        ShardingTableRuleConfiguration courseTableRuleConfig = new ShardingTableRuleConfiguration("course",
                "m$->{0..1}.course_$->{1..2}");
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.key-generators.alg_snowflake.type=SNOWFLAKE
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.key-generators.alg_snowflake.props.worker.id=1
        Properties snowflakeprop = new Properties();
        snowflakeprop.setProperty("worker.id", "123");
        result.getKeyGenerators().put("alg_snowflake", new AlgorithmConfiguration("SNOWFLAKE", snowflakeprop));
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.tables.course.key-generate-strategy.column=cid
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.tables.course.key-generate-strategy.key-generator-name=alg_snowflake
        courseTableRuleConfig.setKeyGenerateStrategy(new KeyGenerateStrategyConfiguration("cid","alg_snowflake"));
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.tables.course.database-strategy.standard.sharding-column=cid
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.tables.course.database-strategy.standard.sharding-algorithm-name=course_db_alg
        courseTableRuleConfig.setDatabaseShardingStrategy(new StandardShardingStrategyConfiguration("cid","course_db_alg"));
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.sharding-algorithms.course_db_alg.type=MOD
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.sharding-algorithms.course_db_alg.props.sharding-count=2
        Properties modProp = new Properties();
        modProp.put("sharding-count",2);
        result.getShardingAlgorithms().put("course_db_alg",new AlgorithmConfiguration("MOD",modProp));
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.tables.course.table-strategy.standard.sharding-column=cid
        //spring.shardingsphere.rules.sharding.tables.course.table-strategy.standard.sharding-algorithm-name=course_tbl_alg
        courseTableRuleConfig.setTableShardingStrategy(new StandardShardingStrategyConfiguration("cid","course_tbl_alg"));
        //#spring.shardingsphere.rules.sharding.sharding-algorithms.course_tbl_alg.type=INLINE
        //#spring.shardingsphere.rules.sharding.sharding-algorithms.course_tbl_alg.props.algorithm-expression=course_$->{cid%2
        Properties inlineProp = new Properties();
        inlineProp.setProperty("algorithm-expression", "course_$->{((cid+1)%4).intdiv(2)+1}");
        result.getShardingAlgorithms().put("course_tbl_alg",new AlgorithmConfiguration("INLINE",inlineProp));

        result.getTables().add(courseTableRuleConfig);
        return result;
    }

    //添加10条课程记录
    public void addcourse(DataSource dataSource) throws SQLException {
        for (int i = 1; i < 10; i++) {
```

```
            long orderId = executeAndGetGeneratedKey(dataSource, "INSERT INTO course (cname, user_id, cstatus) VALUES ('java',
+ ", '1')");
            System.out.println("添加课程成功，课程ID：" + orderId);
        }
    }

    public void querycourse(DataSource dataSource) throws SQLException {
        Connection conn = null;
        try {
            //ShardingConnectioin
            conn = dataSource.getConnection();
            //ShardingStatement
            Statement statement = conn.createStatement();
            String sql = "SELECT cid,cname,user_id,cstatus from course where cid=851198093910081536";
            //ShardingResultSet
            ResultSet result = statement.executeQuery(sql);
            while (result.next()) {
                System.out.println("result:" + result.getLong("cid"));
            }
        } catch (SQLException e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            if (null != conn) {
                conn.close();
            }
        }
    }

    private void execute(final DataSource dataSource, final String sql) throws SQLException {
        try (
                Connection conn = dataSource.getConnection();
                Statement statement = conn.createStatement()) {
            statement.execute(sql);
        }
    }

    private long executeAndGetGeneratedKey(final DataSource dataSource, final String sql) throws SQLException {
        long result = -1;
        try (
                Connection conn = dataSource.getConnection();
                Statement statement = conn.createStatement()) {
            statement.executeUpdate(sql, Statement.RETURN_GENERATED_KEYS);
            ResultSet resultSet = statement.getGeneratedKeys();
            if (resultSet.next()) {
                result = resultSet.getLong(1);
            }
        }
        return result;
    }

    /**
     * ------------------------------表初始化---------------------------------
     */
    public void droptable(DataSource dataSource) throws SQLException {
        execute(dataSource, "DROP TABLE IF EXISTS course_1");
        execute(dataSource, "DROP TABLE IF EXISTS course_2");
    }

    public void createtable(DataSource dataSource) throws SQLException {
        execute(dataSource, "CREATE TABLE course_1 (cid BIGINT(20) PRIMARY KEY,cname VARCHAR(50) NOT NULL,user_id BIGINT(20) N
NULL,cstatus varchar(10) NOT NULL);");
        execute(dataSource, "CREATE TABLE course_2 (cid BIGINT(20) PRIMARY KEY,cname VARCHAR(50) NOT NULL,user_id BIGINT(20) N
NULL,cstatus varchar(10) NOT NULL);");
    }
}
```

> 这么多代码，是不是已经头晕了？整个案例，其实就是复现的上一章节对course表进行分库分表的业务细节。前面一大段代码都不用太过关注，无
> 将之前采用配置文件指定的规则换成了Java实现而已。重点从K1 处调试即可。

这是官方的一个示例。从这个示例可以看出，ShardingSphere的工作机制，核心就是创建一个带有分库分表功能的ShardingSphereDataSource。他是
范中DataSource接口的一个标准实现类。因此他也可以像Druid，Hicari等单机数据源一样，正常和SpringData、MyBatis等框架集成。

2、基于ShardingSphereDatasource的工作方式

实际上，这个ShardingSphereDataSource除了拥有分库分表的功能外，还实现了很多自己的扩展功能。其中最常用的，是他能自己解析配置文件。因ShardingJDBC其实完全可以脱离SpringBoot等其他框架，独立运行。

> 我们上一章节的案例，实际上是通过基于SpringBoot的第三方拓展，来实现解析配置文件、创建数据源等功能。

例如，我们可以简单的使用标准的JDBC操作来使用ShardingJDBC。

```
package com.roy.shardingDemo;

import org.junit.Test;
import java.sql.*;
/**
 * @auth roykingw
 */
public class ShardingJDBCDriverTest {
    @Test
    public void test() throws ClassNotFoundException, SQLException {
        String jdbcDriver = "org.apache.shardingsphere.driver.ShardingSphereDriver";
        String jdbcUrl = "jdbc:shardingsphere:classpath:config.yaml";
        String sql = "select * from sharding_db.course";

        Class.forName(jdbcDriver);
        try(Connection connection = DriverManager.getConnection(jdbcUrl);) {
            Statement statement = connection.createStatement();
            ResultSet resultSet = statement.executeQuery(sql);
            while (resultSet.next()){
                System.out.println("course cid= "+resultSet.getLong("cid"));
            }
        }
    }
}
```

而这个config.yaml配置文件，不过是以另外一种yaml的格式，来配置相关的分库分表规则。

```
rules:
  - !AUTHORITY
    users:
      - root@%:root
      - sharding@:sharding
    provider:
      type: ALL_PERMITTED
  - !TRANSACTION
    defaultType: XA
    providerType: Atomikos
  - !SQL_PARSER
    sqlCommentParseEnabled: true
    sqlStatementCache:
      initialCapacity: 2000
      maximumSize: 65535
    parseTreeCache:
      initialCapacity: 128
      maximumSize: 1024
  - !SHARDING
    tables:
      course:
        actualDataNodes: m${0..1}.course_${1..2}
        databaseStrategy:
          standard:
            shardingColumn: cid
            shardingAlgorithmName: course_db_alg
        tableStrategy:
          standard:
            shardingColumn: cid
            shardingAlgorithmName: course_tbl_alg
        keyGenerateStrategy:
          column: cid
          keyGeneratorName: alg_snowflake

    shardingAlgorithms:
      course_db_alg:
        type: MOD
        props:
          sharding-count: 2
      course_tbl_alg:
        type: INLINE
        props:
          algorithm-expression: course_$->{cid%2+1}

    keyGenerators:
      alg_snowflake:
        type: SNOWFLAKE

props:
  max-connections-size-per-query: 1
  kernel-executor-size: 16  # Infinite by default.
  proxy-frontend-flush-threshold: 128  # The default value is 128.
  proxy-hint-enabled: false
  sql-show: false
  check-table-metadata-enabled: false
    # Proxy backend query fetch size. A larger value may increase the memory usage of ShardingSphere Proxy.
  # The default value is -1, which means set the minimum value for different JDBC drivers.
  proxy-backend-query-fetch-size: -1
  proxy-frontend-executor-size: 0 # Proxy frontend executor size. The default value is 0, which means let Netty decide.
    # Available options of proxy backend executor suitable: OLAP(default), OLTP. The OLTP option may reduce time cost of writi
packets to client, but it may increase the latency of SQL execution
  # and block other clients if client connections are more than `proxy-frontend-executor-size`, especially executing slow SQL.
  proxy-backend-executor-suitable: OLAP
  proxy-frontend-max-connections: 0 # Less than or equal to 0 means no limitation.
  # Available sql federation type: NONE (default), ORIGINAL, ADVANCED
  sql-federation-type: NONE
  # Available proxy backend driver type: JDBC (default), ExperimentalVertx
  proxy-backend-driver-type: JDBC
  proxy-mysql-default-version: 8.0.20 # In the absence of schema name, the default version will be used.
  proxy-default-port: 3307 # Proxy default port.
  proxy-netty-backlog: 1024 # Proxy netty backlog.

databaseName: sharding_db
dataSources:
  m0:
    dataSourceClassName: com.zaxxer.hikari.HikariDataSource
    url: jdbc:mysql://192.168.65.212:3306/shardingdb1?serverTimezone=UTC&useSSL=false
    username: root
```

```
    password: root
    connectionTimeoutMilliseconds: 30000
    idleTimeoutMilliseconds: 60000
    maxLifetimeMilliseconds: 1800000
    maxPoolSize: 50
    minPoolSize: 1
  m1:
    dataSourceClassName: com.zaxxer.hikari.HikariDataSource
    url: jdbc:mysql://192.168.65.212:3306/shardingdb2?serverTimezone=UTC&useSSL=false
    username: root
    password: root
    connectionTimeoutMilliseconds: 30000
    idleTimeoutMilliseconds: 60000
    maxLifetimeMilliseconds: 1800000
    maxPoolSize: 50
    minPoolSize: 1
```

这个配置，就是复刻的上一章节对course表进行分库分表的功能。

> 为什么不直接用这个配置文件？ 很简单，因为IDEA没有提示。。。
>
> 另外，这个配置文件，其实是和ShardingProxy通用的配置文件，所以，记住上一章节提到的分库分表的核心概念，用到时，从ShardingProxy中复修改就行了。关于ShardingProxy，下一章节会详细介绍。

三、理解ShardingSphere核心的SPI扩展机制

1、从主键生成策略入手

一个完整的分库分表方案，要配置的信息还是挺多的。我们要理解配置的各种策略是如何从ShardingSphere中扩展出来的，就要先找一个比较简单的手。这里，以主键生成策略为例，抽取ShardingSphere中重点源码进行解读：

```
package org.apache.shardingsphere.sharding.factory;

/**
 * Key generate algorithm factory.
 */
@NoArgsConstructor(access = AccessLevel.PRIVATE)
public final class KeyGenerateAlgorithmFactory {
    //加载所有的主键生成策略
    static {
        ShardingSphereServiceLoader.register(KeyGenerateAlgorithm.class);
    }

    /**
     * 根据配置的主键生成策略，获取一个主键生成算法
     * 例如：spring.shardingsphere.rules.sharding.key-generators.usercourse_keygen.type=SNOWFLAKE
     */
    public static KeyGenerateAlgorithm newInstance(final AlgorithmConfiguration keyGenerateAlgorithmConfig) {
        return ShardingSphereAlgorithmFactory.createAlgorithm(keyGenerateAlgorithmConfig, KeyGenerateAlgorithm.class);
    }

    /**
     * 判断是否包含配置的算法
     */
    public static boolean contains(final String keyGenerateAlgorithmType) {
        return TypedSPIRegistry.findRegisteredService(KeyGenerateAlgorithm.class, keyGenerateAlgorithmType).isPresent();
    }
}
```

先来看主键生成策略是如何加载的：ShardingSphereServiceLoader.register(KeyGenerateAlgorithm.class);

```
public final class ShardingSphereServiceLoader {
    //线程安全Map，缓存所有主键生成器
    private static final Map<Class<?>, Collection<Object>> SERVICES = new ConcurrentHashMap<>();

    public static void register(final Class<?> serviceInterface) {
        if (!SERVICES.containsKey(serviceInterface)) {
            SERVICES.put(serviceInterface, load(serviceInterface));
        }
    }
    //使用java的SPI机制加载接口的所有实现类
    private static <T> Collection<Object> load(final Class<T> serviceInterface) {
        Collection<Object> result = new LinkedList<>();
        for (T each : ServiceLoader.load(serviceInterface)) {
            result.add(each);
        }
        return result;
    }
}
```

其中看到了一个很熟悉的ServiceLoader.load方法。这个不是ShardingSphere实现的什么神秘武器，而是Java提供的一个非常基础的SPI扩展机制。这我们自己也可以写一个KeyGenerateAlgorithm实现类，然后只需要通过SPI的方式让ShardingSphere加载进去就行。

然后我们看看KeyGenerateAlgorithm有哪些实现类。比如说随便找一个比较眼熟的NanoIdKeyGenerateAlgorithm。他的源码很简单

```
public final class NanoIdKeyGenerateAlgorithm implements KeyGenerateAlgorithm {
    private Properties props;

    public NanoIdKeyGenerateAlgorithm() {
    }

    public void init(Properties props) {
        this.props = props;
    }

    public String generateKey() {
        return NanoIdUtils.randomNanoId(ThreadLocalRandom.current(), NanoIdUtils.DEFAULT_ALPHABET, 21);
    }

    public String getType() {
        return "NANOID";
    }

    @Generated
    public Properties getProps() {
        return this.props;
    }
}
```

这个getType方法简单粗暴的返回了一个字符串NANOID，有没有觉得跟我们在配置文件当中配置的主键生成算法很像?

看到这，我们就可以自己做一个实验，就按照Java的SPI机制的方式尝试扩展一个自己的主键生成策略。

首先：自行实现一个算法类，实现KeyGenerateAlgorithm接口。

```
public class MyKeyGeneratorAlgorithm implements KeyGenerateAlgorithm {

    private AtomicLong atom = new AtomicLong(0);

    private Properties props;

    @Override
    public Comparable<?> generateKey() {
        LocalDateTime ldt = LocalDateTime.now();
        String timestampS = DateTimeFormatter.ofPattern("HHmmssSSS").format(ldt);
        return Long.parseLong(""+timestampS+atom.incrementAndGet());
    }

    @Override
    public Properties getProps() {
        return this.props;
    }

    public String getType() {
        return "MYKEY";
    }
    @Override
    public void init(Properties props) {
        this.props = props;
    }
}
```

然后： 在classpath/META-INF/services目录下(`这个目录是Java的SPI机制加载的固定目录`)创建一个SPI的扩展文件，文件名就是接口的全类名。org.apache.shardingsphere.sharding.spi.KeyGenerateAlgorithm 。文件中的内容，一行就记录一个接口的实现类全类名。就把我们自己写的这个类去。com.roy.shardingDemo.algorithm.MyKeyGeneratorAlgorithm

最后：在我们之前做的生成主键的Demo中修改一下配置，将主键生成算法的类型配置成MYKEY

```
spring.shardingsphere.rules.sharding.key-generators.course_cid_alg.type=MYKEY
```

这样，在插入course表的时候，就可以按照我们自己的实现生成主键了。

通过这个简单的试验，你是不是可以自行梳理出ShardingSphere提供了哪些主键生成算法，以及这些算法要怎么配了？实际上，这也就对应了官方文
看得懂这一段技术手册。

看懂了这一个部分了之后，官方文档中其他那些组件，你也就都可以入手自己梳理了。

5.7.2 KeyGenerateAlgorithm

全限定类名

org.apache.shardingsphere.sharding.spi.KeyGenerateAlgorithm

定义

分布式主键生成算法

已知实现

配置标识	详细说明	全限定类名
SNOWFLAKE	基于雪花算法的分布式主键生成算法	org.apache.sh ardingsphere.shar ding.algorithm.keygen.SnowflakeKey GenerateAlgorithm
UUID	基于 UUID 的分布式主键生成算法	org.apac he.shardingsphere .sharding.algorithm.keygen.UUIDKey GenerateAlgorithm
NANOID	基于 NanoId 的分布式主键生成算法	org.apache.shardi ngsphere.sharding .nanoid.algorithm.keygen.NanoIdKey GenerateAlgorithm
COSID	基于 CosId 的分布式主键生成算法	org.apache.shar dingsphere.shardi ng.cosid.algorithm.keygen.CosIdKey GenerateAlgorithm
COSID_SNOWFLAKE	基于 CosId 的雪花算法分布式主键生成算法	org.apa che.shardingspher e.sharding.cosid. algorithm.keygen. CosIdSnowflakeKey GenerateAlgorithm

另外，基于这些理解，再回头来看看上一章节我们配置的各种案例，看看你还有什么能够补充的东西？大胆补充进去把。

2、尝试扩展分片算法

还记得在上一章节中，我们在介绍COMPLEX复杂分片策略时，创建了一个MyComplexAlgorithm吗？之前我们是通过ShardingSphere提供的一个很
CLASS_BASED类型的分片算法配置进去的。实际上，我们也可以使用ShardingSphere提供的SPI机制配置进去。

首先，需要添加一个SPI的配置文件org.apache.shardingsphere.sharding.spi.ShardingAlgorithm，然后在文件中写入
com.roy.shardingDemo.algorithm.MyComplexAlgorithm。就可以完成算法接入了。

然后，如果想要能够被配置文件识别，我们可以在MyComplexAlgorithm类中，增加实现getType方法。

```
public class MyComplexAlgorithm implements ComplexKeysShardingAlgorithm<Long> {
  //........
    @Override
    public String getType(){
        return "MYCOMPLEX";
    }
}
```

> 示例中读取了一个属性sharding-columns，在示例中其实并没有用到。如果你需要增加有用的属性时，可以进行参照。

接下来，就可以在配置分库分表策略时，指定我们自己的这个实现类了。

```
spring.shardingsphere.rules.sharding.sharding-algorithms.course_tbl_alg.type=MYCOMPLEX
```

最后，愉快的尝试扩展其他组件把。

四、章节总结

这一章节中，我们主要是理解了ShardingSphere内核当中比较重要的几个机制，并从源码当中推演出了ShardingSphere提供的SPI扩展点。整个过程
有研究得太深，但是整个路线的最大目的是为了给你打开一扇深入理解ShardingSphere的门。将应用和源码之间的隔阂打开。有兴趣的话，你可以更
究ShardingSphere的底层，结合你自己的业务场景，随心所欲的实现自己的功能扩展。

另外，从这个过程中也希望你能够进一步了解到，分库分表不简单。对于ShardingSphere这样一个成熟的框架，每一个扩展点意味着框架的自由开放
也意味着在整个分库分表方案中，很多细节问题，是ShardingSphere也拿不准的。所以，从随心所欲，进行自定义扩展，到登堂入室，可以在真实项
分库分表，还是有很多问题需要处理的。

> 有道云笔记：【有道云笔记】三、随心所欲：ShardingSphere实现原理以及内核解析.md
> https://note.youdao.com/s/CuK0Cc09