题目：4 天贯通 JDBC 技术

主要内容

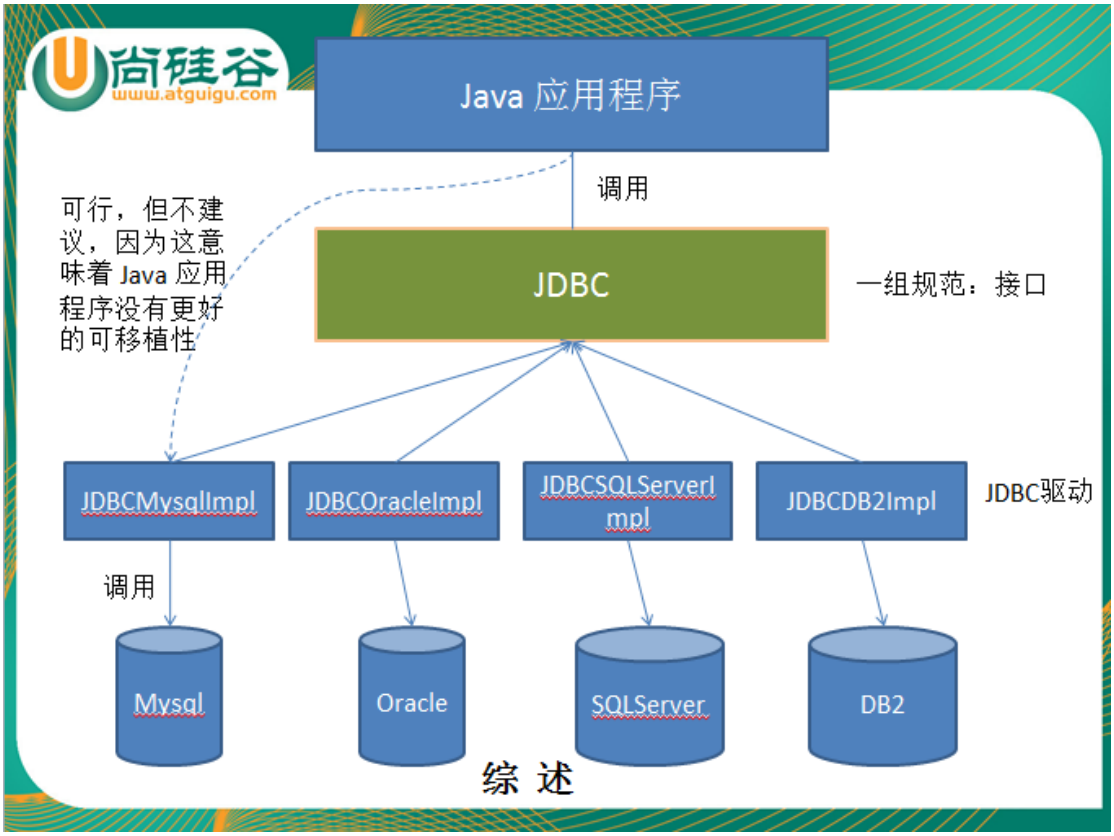
1. JDBC 概述
2. 获取数据库连接
3. 使用 Statement 操作数据表：UPDATE/DELETE/INSERT
4. 使用 ResultSet、ResultSetMetaData 操作数据表：SELECT
5. 使用 PreparedStatement
   - 实现数据表的 DML 操作
   - 向数据表中插入、读取大数据：BLOB 字段
6. 批量处理、数据库元数据
7. 数据库事务
8. 数据库连接池
   - C3P0 数据库连接池
   - DBCP 数据库连接池
9. DBUtils 工具类
   - 使用 QueryRunner，实现 UPDATE() 和 QUERY()方法
   - 利用 DbUtils 编写 DAO 通用类

一、概述

JDBC:使用 Java 应用程序“操作”数据库的一门技术

jdbc，提供了使用 java 程序连接、操作数据库的一系列的 API。对于 java 程序来讲，只需要面向这套 API 进行编程即可。(面向接口的编程思想)。不同的数据库厂商只需要根据这套 JDBC API 提供各自的实现即可。这套实现类的集合即为不同数据库的驱动。

➔ java 应用程序--->JDBC API -->JDBC 的驱动 --->数据库



LAMP　　JavaEE　.NET

二、获取数据库连接

```
//获取数据库的连接
public static Connection getConnection() throws Exception{
//1.获取数据库连接的基本信息
//1.1 创建 Properties 的对象，以流的形式，将配置文件中的基本信息读入程序
Properties info = new Properties();
info.load(new FileInputStream("jdbc.properties"));
//1.2 提供 4 个基本信息：url、driverClass、user、password
String url = info.getProperty("url");
String driverClass = info.getProperty("driverClass");
String user = info.getProperty("user");
String password = info.getProperty("password");
//2.加载驱动
Class.forName(driverClass);
//3.使用 DriverManager 的 getConnection(url,user,password)方法
Connection conn = DriverManager.getConnection(url, user, password);

return conn;
}
```

```
public static void close(ResultSet rs,Statement st,Connection conn){

if(rs != null){
try {
rs.close();
} catch (SQLException e) {
// TODO Auto-generated catch block
e.printStackTrace();
}
}

if(st != null){
try {
st.close();
} catch (SQLException e) {
// TODO Auto-generated catch block
e.printStackTrace();
}
}
if(conn != null){
try {
conn.close();
} catch (SQLException e) {
// TODO Auto-generated catch block
e.printStackTrace();
}
}
}
```

【jdbc.properties】

```
url=jdbc:mysql://127.0.0.1:3306/test
user=root
password=123456
driverClass=com.mysql.jdbc.Driver

#user=scott
#password=tiger
#url=jdbc:oracle:thin:@127.0.0.1:1521:orcl
#driverClass=oracle.jdbc.driver.OracleDriver
```

三、Statement 与 ResultSet

- 通过调用 **Connection** 对象的 **createStatement** 方法创建该对象
  - **Statement st = conn.createStatement();**
- 该对象用于执行静态的 **SQL** 语句，并且返回执行结果

- **Statement 接口中定义了下列方法用于执行 SQL 语句：**
  - **ResultSet excuteQuery(String sql)**
  - **int excuteUpdate(String sql)**

```
//通用的 INSSERT  UPDATE  DELETE 方法(version 1.0)
public void update(String sql){
//1.获取数据库的连接
Connection conn = null;
Statement st = null;
try{
conn = JDBCUtils.getConnection();
//2.提供一个 Statement 对象，将 sql 传递给数据库中执行
st = conn.createStatement();
st.execute(sql);

}catch(Exception e){
e.printStackTrace();
}finally{
//3.关闭 Statement 对象及连接
JDBCUtils.close(null, st, conn);
}
}

// 通用的查询方法,返回一个对象(version 1.0)
public <T> T get(String sql, Class<T> clazz) {
Connection conn = null;
Statement st = null;
ResultSet rs = null;
T t = null;
try {
t = clazz.newInstance();
conn = JDBCUtils.getConnection();
st = conn.createStatement();
rs = st.executeQuery(sql);
/*
*  通过 ResultSet 调用 getMetaData()返回一个结果集的元数据：ResultSetMetaData
*
* 1.getColumnCount():返回结果集的列数
* 2.getColumnLabel():返回列的别名
*/
ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
int columnCount = rsmd.getColumnCount();
if (rs.next()) {
for (int i = 0; i < columnCount; i++) {
```

```
Object columnVal = rs.getObject(i + 1);// 相应列的值
//String columnName = rsmd.getColumnName(i + 1);
String columnName = rsmd.getColumnLabel(i + 1);
//使用 PropertyUtils 将指定对象 t 的指定属性 columnName 设置为指定的值
columnVal
PropertyUtils.setProperty(t, columnName, columnVal);
}
}
} catch (Exception e) {
e.printStackTrace();
} finally {
JDBCUtils.close(rs, st, conn);
}
return t;
}

//通用的返回多个对象的查询操作(version 1.0)
public <T> List<T> getInstances(String sql,Class<T> clazz){
Connection conn = null;
Statement st = null;
ResultSet rs = null;
List<T> list = new ArrayList<T>();
try {
conn = JDBCUtils.getConnection();
st = conn.createStatement();
rs = st.executeQuery(sql);
/*
* 通过 ResultSet 调用 getMetaData()返回一个结果集的元数据：ResultSetMetaData
*
* 1.getColumnCount():返回结果集的列数
* 2.getColumnLabel():返回列的别名
*/
ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
int columnCount = rsmd.getColumnCount();
while (rs.next()) {
T t = clazz.newInstance();
for (int i = 0; i < columnCount; i++) {
Object columnVal = rs.getObject(i + 1);// 相应列的值
//String columnName = rsmd.getColumnName(i + 1);
String columnName = rsmd.getColumnLabel(i + 1);
//使用 PropertyUtils 将指定对象 t 的指定属性 columnName 设置为指定的值
columnVal
PropertyUtils.setProperty(t, columnName, columnVal);
}
```

```
list.add(t);
}
} catch (Exception e) {
e.printStackTrace();
} finally {
JDBCUtils.close(rs, st, conn);
}
return list;
}
```

流程：

order_id	order_name	order_date
1	AA	2010-03-04
2	BB	2000-02-01
4	GG	1994-06-28
5	CC	1998-09-08
6	DD	1998-09-08

|

|

---->String sql = "select order_id id,order_name name,order_date date from `order` where order_id = 1";

|

|

1	AA	2010-03-04

得到一个ResultSet rs = Connection.getConnection().createStatement().executeQuery(sql);

|

|——->得到结果集的元数据：ResultSetMetaData rmsd = rs.getMetaData();

id	name	date
1	AA	2010-03-04

调用rsmd.getColumnCount():获取结果集有多少列；rsmd.getColumnLabel():获取相应列的别名。
注：当表的列的列名与类的属性名不一致时（如：order表的order_id与Order类的id属性对应，但名不一样），
通常在select语句中，使用列的别名指明对应的类的属性名。

|

|

```
//使用PropertyUtils将指定对象t的指定属性columnName设置为指定的值columnVal
PropertyUtils.setProperty(t, columnName, columnVal);
```

//总结：

两种思想：

- **面向接口编程的思想；**
- **ORM 思想：**

* ORM:Object Relational Mapping

* 数据库中的表与 java 中的一个类对应（如：customers 表与 Customer 类对应）

* 数据库中表的一个列与 java 类的一个属性对应（如：表中的 id 列与 Customer 类的 id 属性对应）

* 数据库中表的一行（一条数据）与 java 类的一个对象对应

两个技术：

- **结果集的元数据：ResultSetMetaData；**
- **PropertyUtils**

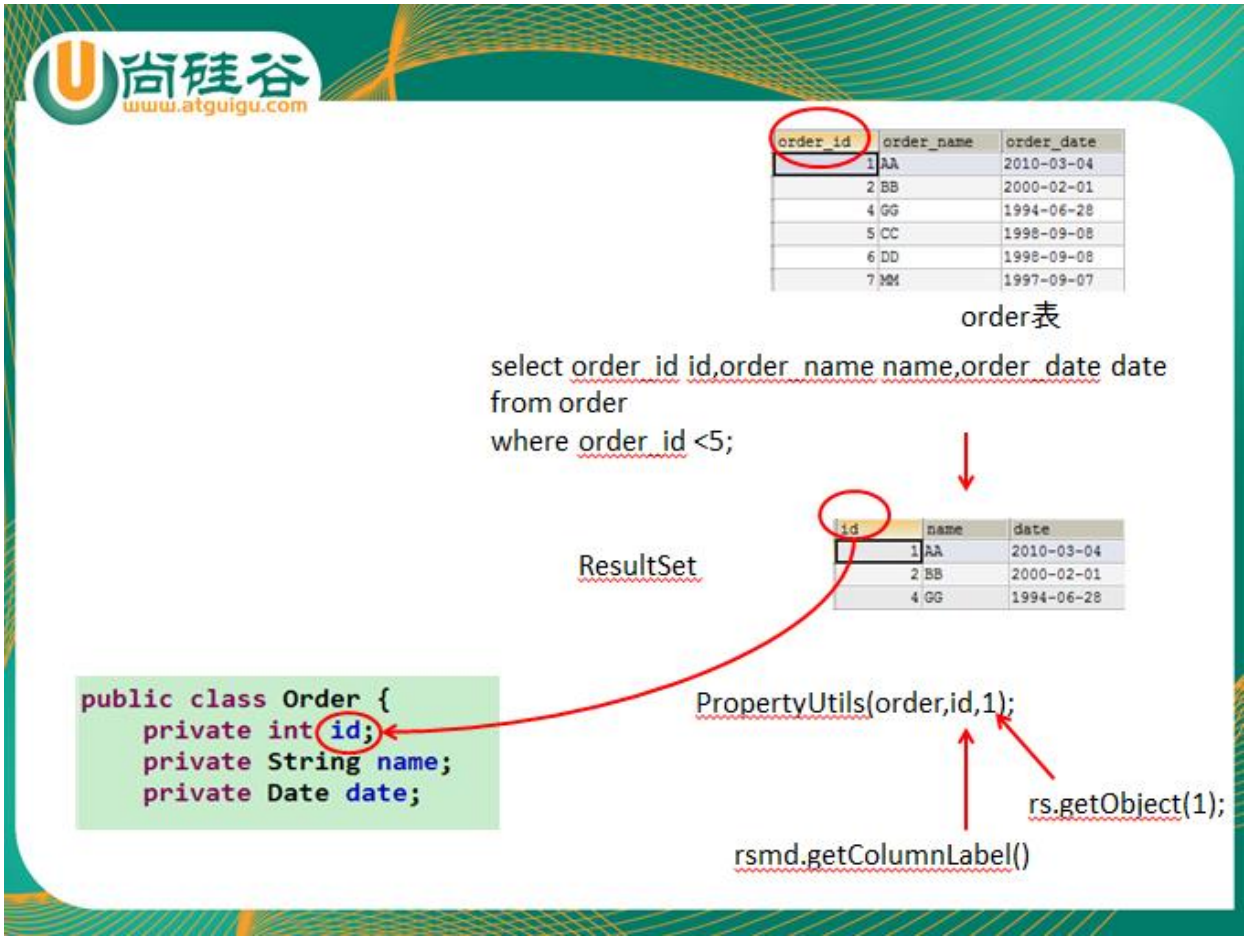
1.结果集的元数据：ResultSetMetaData

//获取：ResultSet.getMetaData();

//两个方法：1)getColumnCount():获取结果集中有多少列

2)getColumnLabel():获取结果集的相应列的列名，相当于是对应的表的列的别名。

--getColumnName():不用。




```
public void testResultSetMetaData(){
Connection conn = null;
Statement st = null;
ResultSet rs = null;
String sql = "select order_id id,order_name name,order_date date from `order`";
try{
conn = JDBCUtils.getConnection();
st = conn.createStatement();
rs = st.executeQuery(sql);

ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
int columnCount = rsmd.getColumnCount();
System.out.println(columnCount);
while(rs.next()){
for(int i = 0;i < columnCount;i++){
System.out.print(rsmd.getColumnName(i + 1) + " ");
System.out.print(rsmd.getColumnLabel(i + 1) + " ");
System.out.println(rs.getObject(i + 1));
```

```
}
System.out.println();

}

}catch(Exception e){
e.printStackTrace();
}finally{
JDBCUtils.close(rs, st, conn);
}

}
```

2.PropertyUtils 工具类，使用它的 setProperty(Object obj,String FieldName,Object FieldValue)

```
public void testPropertyUtils() throws Exception{
Order order = new Order();
System.out.println(order);

PropertyUtils.setProperty(order, "id", 1001);
PropertyUtils.setProperty(order, "name", "AA");
PropertyUtils.setProperty(order, "date", new Date(new java.util.Date().getTime()));

System.out.println(order);
}
```

四、PreparedStatement

PreparedStatement 是 Statement 的子接口
①需要预编译 SQL 语句：PreparedStatement ps = conn.preparedStatement(sql);
②填充占位符：setObject(int index);//index 从 1 开始
③execute() / executeUpdate() ; executeQuery(); 返回一个 ResultSet

1.替换原来的 Statement，实现增删改和查的操作
-->Statement 的问题：①拼串 不方便，容易出错 ②存在 sql 注入的问题，可以对数据库进行恶意攻击。

```
// 实现一个通用的 UPDATE INSERT DELETE 的操作的方法(version 2.0)
public void update(String sql, Object... args) {
        Connection conn = null;
        PreparedStatement ps = null;
        try {
// 1.获取连接
```

```
conn = JDBCUtils.getConnection();
// 2.返回 PreparedSt 对象，预编译 sql 语句
ps = conn.prepareStatement(sql);
// 3.填充占位符
for (int i = 0; i < args.length; i++) {
ps.setObject(i + 1, args[i]);
}

ps.execute();
} catch (Exception e) {
e.printStackTrace();
} finally {
JDBCUtils.close(null, ps, conn);
}
}

// 实现一个通用的查询操作,返回一个对象(version 2.0)
public <T> T getInstance(String sql, Class<T> clazz, Object... args) {
Connection conn = null;
PreparedStatement ps = null;
ResultSet rs = null;
try {
// 1.获取连接
conn = JDBCUtils.getConnection();
// 2.预编译 sql 语句，返回 PreparedStatement 对象
ps = conn.prepareStatement(sql);
// 3.填充占位符
for (int i = 0; i < args.length; i++) {
ps.setObject(i + 1, args[i]);
}
// 4.执行并返回 ResultSet 的对象
rs = ps.executeQuery();

if (rs.next()) {
// 5.创建 T 的对象
T t = clazz.newInstance();
// 6.将结果集中的列值作为 T 的对象的属性，给予赋值
ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
int columnCount = rsmd.getColumnCount();
for (int i = 0; i < columnCount; i++) {
Object columnVal = rs.getObject(i + 1);
String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i + 1);
PropertyUtils.setProperty(t, columnLabel, columnVal);
}
```

```
return t;
}

} catch (Exception e) {
e.printStackTrace();
} finally {
// 7.关闭相应的操作
JDBCUtils.close(rs, ps, conn);
}
return null;
}
// 实现一个通用的查询操作,返回一个对象的集合(version 2.0)
public <T> List<T> getForList(String sql,Class<T> clazz,Object ... args){
Connection conn = null;
PreparedStatement ps = null;
ResultSet rs = null;
List<T> list = new ArrayList<T>();

try{
conn = JDBCUtils.getConnection();
ps = conn.prepareStatement(sql);

for(int i = 0;i < args.length;i++){
ps.setObject(i + 1, args[i]);
}

rs = ps.executeQuery();
ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
int columnCount = rsmd.getColumnCount();
while(rs.next()){
T t = clazz.newInstance();

for(int i = 0;i < columnCount;i++){
Object columnVal = rs.getObject(i + 1);
String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i + 1);

PropertyUtils.setProperty(t, columnLabel, columnVal);
}
list.add(t);
}


}catch(Exception e){
e.printStackTrace();
```

```
}finally{
JDBCUtils.close(rs, ps, conn);
}
return list;
}


//2.使用 PreparedStatement 的其他优点
1.实现大数据类型的数据的插入、修改、查询的操作.
setBlob()    getBlob();
//  从数据表中将大数据类型的数据取出
@Test
public void testBlob3(){
Connection conn = null;
PreparedStatement ps = null;
String sql = "select id,name,email,birth,photo  from customers where id = ?";
ResultSet rs = null;
InputStream is = null;
FileOutputStream fos = null;
try{
conn = JDBCUtils.getConnection();
ps = conn.prepareStatement(sql);
fos = new FileOutputStream("ym1.jpg");
ps.setInt(1, 21);

rs = ps.executeQuery();

if(rs.next()){
int id = rs.getInt("id");
String name = rs.getString("name");
Date birth = rs.getDate("birth");
String email = rs.getString("email");
Customer cust = new Customer(id,name,email,birth);
System.out.println(cust);
}

Blob photo = rs.getBlob(5);

is = photo.getBinaryStream();
byte[] b = new byte[1024];
int len;
while((len = is.read(b)) != -1){
fos.write(b, 0, len);
}
```

```
}catch (Exception e) {
e.printStackTrace();
} finally {
JDBCUtils.close(rs, ps, conn);

if(fos != null){
try {
fos.close();
} catch (IOException e) {
// TODO Auto-generated catch block
e.printStackTrace();
}
}
if(is != null){
try {
is.close();
} catch (IOException e) {
// TODO Auto-generated catch block
e.printStackTrace();
}
}
}
}

// 向数据表中修改现有的大数据类型的数据
@Test
public void testBlob2() {
Connection conn = null;
PreparedStatement ps = null;
String sql = "update customers set photo = ? where id = ?";
try {
conn = JDBCUtils.getConnection();
ps = conn.prepareStatement(sql);

ps.setBlob(1, new FileInputStream("ym.jpg"));
ps.setInt(2, 21);

ps.execute();

} catch (Exception e) {
e.printStackTrace();
} finally {
JDBCUtils.close(null, ps, conn);
```

```
}
}

// 向数据库的表中写入大数据类型的数据
@Test
public void testBlob1() {
Connection conn = null;
PreparedStatement ps = null;
String sql = "insert into customers(name,email,birth,photo)values(?,?,?,?)";
try {
conn = JDBCUtils.getConnection();
ps = conn.prepareStatement(sql);

ps.setString(1, "杨幂 1");
ps.setString(2, "yang@126.com");
ps.setDate(3, new Date(new java.util.Date().getTime()));
ps.setBlob(4, new FileInputStream("1.jpg"));

ps.execute();

} catch (Exception e) {
e.printStackTrace();
} finally {
JDBCUtils.close(null, ps, conn);
}

}
```

2.使用 PreparedStatement 进行批量操作时，效率优于 Statement.

```
//批量操作，主要指的是批量插入。
//oracle 是支持批量插入的。
//如何实现最优？ ①使用 PreparedStatement ②addBatch() executeBatch()
        clearBatch()
public void test4() {
Connection conn = null;
PreparedStatement ps = null;
long start = System.currentTimeMillis();
String sql = "insert into dept values(?,?)";
try {
conn = JDBCUtils.getConnection();
ps = conn.prepareStatement(sql);
for (int i = 0; i < 100000; i++) {
ps.setInt(1, i + 1);
ps.setString(2, "dept_" + (i + 1) + "_name");
//1.“攒”SQL
```

```
ps.addBatch();
if( (i + 1) % 250 == 0){
//2.执行 sql
ps.executeBatch();
//3.清空 sql
ps.clearBatch();
}
}

} catch (Exception e) {
e.printStackTrace();
} finally {
JDBCUtils.close(null, ps, conn);
}
long end = System.currentTimeMillis();
System.out.println("花费时间：" + (end - start));//2427
}
```

五、数据库的元数据：DataBaseMetaData（了解）

“元”数据： String name = "AA";
ResutSet :结果集
ResultSetMetaData：结果集的元数据

DatabaseMetaData:数据库的元数据

```
public class TestDataBaseMetaData {
        public static void main(String[] args) {
            Connection conn = null;
            DatabaseMetaData dbmd = null;
            ResultSet rs = null;
            try{
            conn = JDBCUtils.getConnection();
            //获取数据库的元数据
            dbmd = conn.getMetaData();
            //以字符串的形式返回数据库的名字
            System.out.println(dbmd.getDatabaseProductName());
            //返回数据库的版本号
            System.out.println(dbmd.getDatabaseProductVersion());

            rs = dbmd.getCatalogs();
            //返回含有的各个数据库的名字
            while(rs.next()){
                String databaseName = rs.getString(1);
                System.out.println(databaseName);
            }
```

```
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            } finally {
                JDBCUtils.close(rs, null, conn);
            }
        }
}
```

六、数据库事务（重点）

1.事务：一组逻辑操作单元,使数据从一种状态变换到另一种状态。

2.事务处理的原则：保证所有事务都作为一个工作单元来执行，即使出现了故障，都不能改变这种执行方式。

当在一个事务中执行多个操作时，要么所有的事务都被提交(commit)，那么这些修改就永久地保存下来；

要么数据库管理系统将放弃所作的所有修改，整个事务回滚(rollback)到最初状态。

```
// 以下的两个操作共同构成一个数据库事务。但是在两个操作之间可能出现异常问题。
// 原则上，一旦出现问题，就需要将之前的操作“回滚”！需要对如下的操作进行完善。
@Test
public void testUpdate() {
        String sql1 = "update user_table set balance = balance - 100 where user = ?";
        update(sql1, "AA");

        System.out.println(10 / 0);

        String sql2 = "update user_table set balance = balance + 100 where user
        = ?";
        update(sql2, "BB");
}
```

3.考虑到数据库事务的话，我们又将原来使用 PreparedStatement 重构的 Statement 的增删改和查的操作，再升级。

```
// 实现一个通用的 UPDATE INSERT DELETE 的操作的方法(version 3.0)
public void update(Connection conn,String sql, Object... args) {
        PreparedStatement ps = null;
        try {

            ps = conn.prepareStatement(sql);
```

```
            for (int i = 0; i < args.length; i++) {
                ps.setObject(i + 1, args[i]);
            }

            ps.execute();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            JDBCUtils.close(null, ps, null);
        }
}

// 实现一个通用的查询操作,返回一个对象(version 3.0)
public <T> T getInstance(Connection conn,String sql, Class<T> clazz, Object... args) {
        PreparedStatement ps = null;
        ResultSet rs = null;
        try {

            ps = conn.prepareStatement(sql);
            // 填充占位符
            for (int i = 0; i < args.length; i++) {
                ps.setObject(i + 1, args[i]);
            }
            // 4.执行并返回 ResultSet 的对象
            rs = ps.executeQuery();

            if (rs.next()) {
                // 5.创建 T 的对象
                T t = clazz.newInstance();
                // 6.将结果集中的列值作为 T 的对象的属性，给予赋值
                ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
                int columnCount = rsmd.getColumnCount();
                for (int i = 0; i < columnCount; i++) {
                    Object columnVal = rs.getObject(i + 1);
                    String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i + 1);
                    PropertyUtils.setProperty(t, columnLabel, columnVal);
                }
                return t;
            }

        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
```

```
            // 7.关闭相应的操作
            JDBCUtils.close(rs, ps, null);
        }
        return null;
}
// 实现一个通用的查询操作,返回一个对象的集合(version 3.0)
public <T> List<T> getForList(Connection conn,String sql,Class<T> clazz,Object ...
        args){
        PreparedStatement ps = null;
        ResultSet rs = null;
        List<T> list = new ArrayList<T>();

        try{
            ps = conn.prepareStatement(sql);

            for(int i = 0;i < args.length;i++){
                ps.setObject(i + 1, args[i]);
            }

            rs = ps.executeQuery();
            ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
            int columnCount = rsmd.getColumnCount();
            while(rs.next()){
                T t = clazz.newInstance();

                for(int i = 0;i < columnCount;i++){
                    Object columnVal = rs.getObject(i + 1);
                    String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i + 1);

                    PropertyUtils.setProperty(t, columnLabel, columnVal);
                }
                list.add(t);
            }


        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
        }finally{
            JDBCUtils.close(rs, ps, null);
        }
        return list;
}
```

//考虑到数据库事务，通过 java 程序对数据库中表的操作的模板（掌握）

```
public void method(){
        Connection conn = null;
        try{
            //1.获取数据库的连接（①conn = JDBCUtils.getConnection(); ②数据库连接池（开发者选择此））


            //2.开启事务
            conn.setAutoCommit(false);

            //3.对数据库中表进行相应的操作(增、删、改、查)（①version 3.0 ②DBUtils 工具类：update()  和 query()方法）

            //4.提交事务
            conn.commit();

        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
            try{
            //5.回滚事务
            conn.rollback();
            }catch(Exception e1){
                e1.printStackTrace();
            }
        }finally{
            //6.关闭数据库的连接（①自己实现数据库相应资源的关闭 JDBCUtils.close(null,null,conn); ②使用 DBUtils 工具类的 close()方法）

        }
}
```

了解：

- 事务的ACID(acid)属性 BAT ATM
  - 1. 原子性（Atomicity）
    原子性是指事务是一个不可分割的工作单位，事务中的操作要么都发生，要么都不发生。
  - 2. 一致性（Consistency）
    事务必须使数据库从一个一致性状态变换到另外一个一致性状态。
  - 3. 隔离性（Isolation）
    事务的隔离性是指一个事务的执行不能被其他事务干扰，即一个事务内部的操作及使用的数据对并发的其他事务是隔离的，并发执行的各个事务之间不能互相干扰。
  - 4. 持久性（Durability）
    持久性是指一个事务一旦被提交，它对数据库中数据的改变就是永久性的，接下来的其他操作和数据库故障不应该对其有任何影响

针对隔离性，我们提供了不同数据库处理的隔离级别，针对处理数据发生的问题（脏读、不可重复读、幻读）提供了多张隔离级别

对于同时运行的多个事务, 当这些事务访问数据库中相同的数据时, 如果没有采取必要的隔离机制, 就会导致各种并发问题:

- **脏读**: 对于两个事务 T1, T2, T1 读取了已经被 T2 更新但还**没有被提交**的字段. 之后, 若 T2 回滚, T1读取的内容就是临时且无效的.
- **不可重复读**: 对于两个事务T1, T2, T1 读取了一个字段, 然后 T2 **更新**了该字段. 之后, T1再次读取同一个字段, 值就不同了.
- **幻读**: 对于两个事务T1, T2, T1 从一个表中读取了一个字段, 然后 T2 在该表中**插入**了一些新的行. 之后, 如果 T1 再次读取同一个表, 就会多出几行.

隔离级别：（脏读是我们一定哟啊避免的，而不可重复读、幻读是允许存在的）

七、实现 DAO 及其实现类 CustomerDAO 的代码

【DAO.java】

```
//DAO：database access object

class ReflectionUtils{
    //获取 clazz 对象对应的运行时类的父类的泛型
    public static Class getSuperGeneric(Class clazz){
        Type type = clazz.getGenericSuperclass();
        ParameterizedType p = (ParameterizedType)type;
        Type[] ts = p.getActualTypeArguments();

        return (Class)ts[0];
    }
}

public class DAO<T> {
    private Class<T> clazz = null;
    //this.getClass()在这个问题中，就是 CustomerDAO
    public DAO(){
        clazz = ReflectionUtils.getSuperGeneric(this.getClass());
    }
    //获取数据库的标准的特定含义的值
    public <E> E getValue(Connection conn,String sql,Object...args){
        PreparedStatement ps = null;
        ResultSet rs = null;
        try{
            ps = conn.prepareStatement(sql);

            for(int i = 0;i < args.length;i++){
                ps.setObject(i + 1, args[i]);
            }

            rs = ps.executeQuery();

            if(rs.next()){
                return (E)rs.getObject(1);
            }

        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
        }finally{
            JDBCUtils.close(rs, ps, null);
```

```
        }

        return null;
    }

    //返回多个对象，以集合的形式返回
    public List<T> getForList(Connection conn,String sql,Object ...args){
        PreparedStatement ps = null;
        ResultSet rs = null;
        List<T> list = new ArrayList<>();
        try{
            //1.预编译 sql 语句，获取 PreparedStatement 对象
            ps = conn.prepareStatement(sql);
            //2.填充占位符
            for(int i = 0;i < args.length;i++){
                ps.setObject(i + 1, args[i]);
            }
            //3.返回一个结果集
            rs = ps.executeQuery();
            ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
            int columnCount = rsmd.getColumnCount();
            while(rs.next()){
                T t = clazz.newInstance();

                //给 t 对象的相应属性赋值
                for(int i = 0;i < columnCount;i++){
                    Object columnVal = rs.getObject(i + 1);
                    String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i + 1);
                    PropertyUtils.setProperty(t, columnLabel, columnVal);
                }
                list.add(t);
            }

        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
        }finally{
            JDBCUtils.close(rs, ps, null);
        }
        //System.out.println(clazz);
        return list;
    }

    //返回一个对象
    public T get(Connection conn,String sql,Object ...args){
```

```
        PreparedStatement ps = null;
        ResultSet rs = null;
        try{
            //1.预编译 sql 语句，获取 PreparedStatement 对象
            ps = conn.prepareStatement(sql);
            //2.填充占位符
            for(int i = 0;i < args.length;i++){
                ps.setObject(i + 1, args[i]);
            }
            //3.返回一个结果集
            rs = ps.executeQuery();
            ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
            int columnCount = rsmd.getColumnCount();
            if(rs.next()){
                T t = clazz.newInstance();

                //给 t 对象的相应属性赋值
                for(int i = 0;i < columnCount;i++){
                    Object columnVal = rs.getObject(i + 1);
                    String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i + 1);
                    PropertyUtils.setProperty(t, columnLabel, columnVal);
                }
                return t;
            }

        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
        }finally{
            JDBCUtils.close(rs, ps, null);
        }
        //System.out.println(clazz);
        return null;
    }

    //通用的增删改的操作
    public void update(Connection conn,String sql,Object ... args){
        PreparedStatement ps = null;
        try{
            ps = conn.prepareStatement(sql);

            for(int i = 0;i < args.length;i++){
                ps.setObject(i + 1, args[i]);
            }
```

```
            ps.executeUpdate();
        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
        }finally{
            JDBCUtils.close(null, ps, null);
        }
    }
}
```

【CustomerDAO.java】

```
//CustomerDAO 类是用来操作 Customer 类的
public class CustomerDAO extends DAO<Customer>{

//    @Test
//    public void testGeneric(){
//        Class clazz = CustomerDAO.class;
//        Type type = clazz.getGenericSuperclass();
//        ParameterizedType p = (ParameterizedType)type;
//        Type[] ts = p.getActualTypeArguments();
//        System.out.println(ts[0]);
//    }
    /**
     * 获取对应的表中的记录的个数
     */
    public long getCount(Connection conn){
        String sql = "select count(*) from customers";
        return (long)getValue(conn, sql);
    }

    /**
     * 返回 customers 表中的所有数据
     * @param conn
     * @return
     */
    public List<Customer> getAll(Connection conn){
        String sql = "select id,name,email,birth from customers";
        return getForList(conn, sql);
    }

    /**
     * 根据指定的 id 返回相应的对象
     * @param conn
     * @param customerId
     */
    public Customer getInstance(Connection conn,int customerId){
```

```
        String sql = "select id,name,email,birth from customers where id = ?";
        return get(conn, sql, customerId);
    }

    /**
     * 删除指定 customerId 的数据表中的记录
     * @param conn
     * @param customerId
     */
    public void delete(Connection conn,int customerId){
        String sql = "delete from customers where id = ?";
        update(conn, sql, customerId);
    }


    /**
     * 向数据表中修改指定 id 的信息为 Customer 对象的信息
     * @param conn
     * @param cust
     */
    public void update(Connection conn,Customer cust){
        String sql = "update customers set name = ?,email = ?,birth = ? where id
= ?";
        update(conn, sql,
cust.getName(),cust.getEmail(),cust.getBirth(),cust.getId());
    }


    /**
     * 向数据表中插入一条数据
     * @param conn    数据库的连接
     * @param cust  要插入的 Customer 对象
     */
    public void insert(Connection conn,Customer cust){
        String sql = "insert into customers(name,email,birth)values(?,?,?)";
        update(conn, sql, cust.getName(),cust.getEmail(),cust.getBirth());
    }

}
```

【TestCustomerDAO.java】

```
public class TestCustomerDAO {
    CustomerDAO customerDAO = new CustomerDAO();

    @Test
```

```
public void testGetCount(){
    Connection conn = null;
    try{
        conn = JDBCUtils.getConnection();
        long count = customerDAO.getCount(conn);
        System.out.println(count);

    }catch(Exception e){
        e.printStackTrace();
    }finally{
        JDBCUtils.close(null, null, conn);
    }
}

@Test
public void testGetAll(){
    Connection conn = null;
    try{
        conn = JDBCUtils.getConnection();
        List<Customer> list = customerDAO.getAll(conn);
        //System.out.println(list);

        Iterator<Customer> iterator = list.iterator();
        while(iterator.hasNext()){
            System.out.println(iterator.next());
        }

    }catch(Exception e){
        e.printStackTrace();
    }finally{
        JDBCUtils.close(null, null, conn);
    }
}

@Test
public void testQuery(){
    Connection conn = null;
    try{
        conn = JDBCUtils.getConnection();
        Customer cust = customerDAO.getInstance(conn, 13);
        System.out.println(cust);
    }catch(Exception e){
        e.printStackTrace();
    }finally{
```

```
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
        }
    }

    @Test
    public void testDelete(){
        Connection conn = null;
        try{
            conn = JDBCUtils.getConnection();
            customerDAO.delete(conn, 10);
        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
        }finally{
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
        }
    }

    @Test
    public void testUpdate(){
        Connection conn = null;
        try{
            conn = JDBCUtils.getConnection();
            Customer cust = new Customer(10, "张卫健", "zwj@gmail.com",new
Date(new java.util.Date().getTime()));
            customerDAO.update(conn, cust);
        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
        }finally{
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
        }
    }

    @Test
    public void testInsert(){
        Connection conn = null;
        try{
            conn = JDBCUtils.getConnection();
            Customer cust = new Customer(10, "张卫健", "zwj@gmail.com",new
Date(new java.util.Date().getTime()));
            customerDAO.insert(conn, cust);
        }catch(Exception e){
            e.printStackTrace();
        }finally{
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
```

```
        }
    }
}
```

八、数据库连接池

C3P0 数据库连接池

```
// 保证在所有的通过 C3P0 获取的连接中，只有一个 DataSource 的对象。（推荐）
private static DataSource source = null;
static {
    source = new ComboPooledDataSource("helloc3p0");
}

// 获取数据库的连接方式 3:使用 c3p0 数据库连接池获取数据库的连接,使用配置文件
public static Connection getConnection3() throws Exception {
    return source.getConnection();
}
```

对应的配置文件：c3p0-config.xml

```
<c3p0-config>

    <named-config name="helloc3p0">
        <!-- 提供数据库连接的 4 个基本信息 -->
        <property name="jdbcUrl">jdbc:mysql:///test</property>
        <property name="driverClass">com.mysql.jdbc.Driver</property>
        <property name="user">root</property>
        <property name="password">123456</property>

        <!-- 当连接池中的数量不足时，c3p0 连接一次性向数据库服务器申请的连接数 -->
        <property name="acquireIncrement">5</property>
        <!-- 初始化数据库连接池时，池中存在的连接数 -->
        <property name="initialPoolSize">10</property>
        <!-- 数据库连接池中最少容纳的连接数 -->
        <property name="minPoolSize">5</property>
        <!-- 数据库连接池中最大容纳的连接数 -->
        <property name="maxPoolSize">100</property>
        <!-- 连接池中，最多允许存在的 Statement 的数量 -->
        <property name="maxStatements">10</property>
        <!-- 一次连接中，最多容纳的 Statement 的个数 -->
        <property name="maxStatementsPerConnection">5</property>


    </named-config>
</c3p0-config>
```

DBCP 数据库连接池

```
//随着类的加载，使用 BasicDataSourceFactory 的静态方法 createDataSource()返回一个
//DataSource 的对象
private static DataSource source1 = null;
static {
	Properties info = new Properties();
	// info.load(new FileInputStream("dbcp.properties"));
	InputStream is = JDBCUtils.class.getClassLoader().getResourceAsStream(
			"com/atguigu/java/dbcp.properties");
	try {
		info.load(is);
		source1 = BasicDataSourceFactory.createDataSource(info);
	} catch (Exception e) {
		e.printStackTrace();
	}
}

// 获取数据库的连接方式 4:使用 DBCP 数据库连接池获取数据库的连接（推荐）
public static Connection getConnection5() throws Exception {

	return source1.getConnection();
}
```

配置文件 dbcp.properties：

```
username=root
password=123456
url=jdbc:mysql://127.0.0.1:3306/test
driverClassName=com.mysql.jdbc.Driver

initialSize=10
maxActive=100
```

九、DBUtils

提供了 QueryRunner 类，类中有诸多重载 update() 和 query()方法，供使用，用于堆数据库实现操作：增删改查

```
public class TestDBUtils {
	QueryRunner runner = new QueryRunner();

	// ScalarHandler：用于查询其他的一些信息，比如表中的记录数，薪资最高的员工姓名。
```

```
    //因为返回的类型不确定，故使用 Object 接收
    @Test
    public void testScalarHandler() {
        Connection conn = null;
        try {
            conn = JDBCUtils.getConnection5();
            //String sql = "select count(*) from customers";
            String sql = "select min(birth) from customers";
            ResultSetHandler<Object> handler = new ScalarHandler();

            //long count = (long) runner.query(conn, sql, handler);
            Date d = (Date)runner.query(conn, sql, handler);
            System.out.println(d);
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            // “关闭连接”，实际上是对 conn 的释放
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
        }
    }

    // MapListHandler
    @Test
    public void testMapListHandler() {
        Connection conn = null;
        try {
            conn = JDBCUtils.getConnection5();
            String sql = "select id,name,email,birth from customers where id < ?";

            ResultSetHandler<List<Map<String, Object>>> handler = new
MapListHandler();
            // MapListHandler handler = new MapListHandler();
            List<Map<String, Object>> maps = runner.query(conn, sql, handler,
                    12);

            System.out.println(maps);

        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            // “关闭连接”，实际上是对 conn 的释放
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
        }
    }
```

```
    // MapHandler:返回数据库中一条记录，key 为记录的列的列名，value 为记录的列的值。一条记录
    // 的多个列构成了多个 key-value，组成了一个 map
    @Test
    public void testMapHandler() {
        Connection conn = null;
        try {
            conn = JDBCUtils.getConnection5();
            String sql = "select id,name,email,birth from customers where id = ?";

            // ResultSetHandler<Map<String,Object>> handler = new
MapHandler();
            MapHandler handler = new MapHandler();
            Map<String, Object> map = runner.query(conn, sql, handler, 22);

            System.out.println(map);

        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            // “关闭连接”，实际上是对 conn 的释放
            JDBCUtils.close1(null, null, conn);
        }
    }

    // 实现对数据库中表的查询的操作：返回表中的多条记录，用 List 接口接收。使用的是：
    // ResultSetHandler 的实现类：BeanListHandler
    @Test
    public void testQueryList() {
        Connection conn = null;
        try {
            conn = JDBCUtils.getConnection5();
            String sql = "select id,name,email,birth from customers where id < ?";
            // 使用 BeanListHandler 接收多条记录，以多个对象组成的 list 返回。
            ResultSetHandler<List<Customer>> handler = new BeanListHandler<>(
                    Customer.class);
            List<Customer> custs = runner.query(conn, sql, handler, 15);
            // System.out.println(custs);
            Iterator<Customer> iterator = custs.iterator();
            while (iterator.hasNext()) {
                System.out.println(iterator.next());
            }
```

```
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            // “关闭连接”，实际上是对 conn 的释放
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
        }
    }

    // 自定义一个 ResultSetHandler 的实现类，实现与 BeanHandler 一样的功能，用于返回
    // 数据库中表的一条记录
    @Test
    public void testSelfHander() {
        Connection conn = null;
        try {
            conn = JDBCUtils.getConnection5();
            String sql = "select id,name,email,birth from customers where id = ?";
            ResultSetHandler<Customer> handler = new ResultSetHandler() {

                @Override
                public Object handle(ResultSet rs) throws SQLException {
                    Customer cust = null;
                    if (rs.next()) {
                        int id = rs.getInt(1);
                        String name = rs.getString(2);
                        String email = rs.getString(3);
                        Date birth = rs.getDate(4);
                        cust = new Customer(id, name, email, birth);
                    }
                    return cust;
                }

            };
            Customer cust = runner.query(conn, sql, handler, 22);
            System.out.println(cust);
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            // “关闭连接”，实际上是对 conn 的释放
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
        }
    }

    // 实现对数据库中表的查询的操作：返回表中的一条记录，对应着一个对象
```

使用的是：

```
// ResultSetHandler 的实现类：BeanHandler
@Test
public void testQuery1() {
    Connection conn = null;
    try {
        conn = JDBCUtils.getConnection5();
        String sql = "select id,name,email,birth from customers where id = ?";
        ResultSetHandler<Customer> handler = new BeanHandler<>(
                Customer.class);
        Customer cust = runner.query(conn, sql, handler, 22);
        System.out.println(cust);
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        // “关闭连接”，实际上是对 conn 的释放
        JDBCUtils.close(null, null, conn);
    }
}

@Test
public void testDelete() {
    Connection conn = null;
    try {
        // 使用 DBCP 数据库连接池，获取数据库的连接
        conn = JDBCUtils.getConnection5();
        String sql = "delete from customers where id = ?";
        // 对数据库中表的 INSERT UPDATE DELETE 操作，都是调用 runner 的
update()方法
        runner.update(conn, sql, 23);

    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        // “关闭连接”，实际上是对 conn 的释放
        JDBCUtils.close(null, null, conn);
    }
}

@Test
public void testInsert() {
    Connection conn = null;
    try {
        // 使用 DBCP 数据库连接池，获取数据库的连接
```

```
            conn = JDBCUtils.getConnection5();
            String sql = "insert into customers(name,email,birth) values (?,?,?)";
            runner.update(conn, sql, "张嘉译", "zjy@gmail.com", new Date(
                    new java.util.Date().getTime()));

        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            // “关闭连接”，实际上是对 conn 的释放
            JDBCUtils.close(null, null, conn);
        }
    }
}
```

DBUtils 类

DBUtils 类中有 close(ResultSet rs) 、 close(Statement st) 、close(Connection conn) 用于释放数据库的连接

```
public static void close1(ResultSet rs, Statement st, Connection conn){
    try {
        DbUtils.close(rs);
    } catch (SQLException e) {
        // TODO Auto-generated catch block
        e.printStackTrace();
    }
    try {
        DbUtils.close(st);
    } catch (SQLException e) {
        // TODO Auto-generated catch block
        e.printStackTrace();
    }
    try {
        DbUtils.close(conn);
    } catch (SQLException e) {
        // TODO Auto-generated catch block
        e.printStackTrace();
    }
}
```

重构 DAO

```
//返回一个对象
QueryRunner runner = new QueryRunner();
public T get(Connection conn,String sql,Object ...args){
```

```
//        PreparedStatement ps = null;
//        ResultSet rs = null;
//        try{
//            //1.预编译 sql 语句，获取 PreparedStatement 对象
//            ps = conn.prepareStatement(sql);
//            //2.填充占位符
//            for(int i = 0;i < args.length;i++){
//                ps.setObject(i + 1, args[i]);
//            }
//            //3.返回一个结果集
//            rs = ps.executeQuery();
//            ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
//            int columnCount = rsmd.getColumnCount();
//            if(rs.next()){
//                T t = clazz.newInstance();
//
//                //给 t 对象的相应属性赋值
//                for(int i = 0;i < columnCount;i++){
//                    Object columnVal = rs.getObject(i + 1);
//                    String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i + 1);
//                    PropertyUtils.setProperty(t, columnLabel, columnVal);
//                }
//                return t;
//            }
//
//        }catch(Exception e){
//            e.printStackTrace();
//        }finally{
//            JDBCUtils.close(rs, ps, null);
//        }
//        //System.out.println(clazz);
//        return null;
    ResultSetHandler<T> handler = new BeanHandler<>(clazz);
    try{
        return runner.query(conn, sql, handler, args);
    }catch(Exception e){
        e.printStackTrace();
    }
    return null;
}

//通用的增删改的操作
public void update(Connection conn,String sql,Object ... args){
//        PreparedStatement ps = null;
```

```
//        try{
//            ps = conn.prepareStatement(sql);
//
//            for(int i = 0;i < args.length;i++){
//                ps.setObject(i + 1, args[i]);
//            }
//
//            ps.executeUpdate();
//        }catch(Exception e){
//            e.printStackTrace();
//        }finally{
//            JDBCUtils.close(null, ps, null);
//        }
    try{
        runner.update(conn,  sql, args);
    }catch(Exception e){
        e.printStackTrace();
    }
}
```

关于 **JDBC** 详细内容及课件、视频，请登录 **www.atguigu.java** 下载区下载