

第三部分：Spring中的JDBC和事务

一、Spring中对Jdbc封装

1、JdbcTemplate

1.1、概述

1.1.1、基本介绍

Spring对数据库的操作在Jdbc上面做了基本的封装，让开发者在操作数据库时只需关注SQL语句和查询结果处理器，即可完成功能（当然，只使用JdbcTemplate，还不能摆脱持久层实现类的编写）。

在配合Spring的IoC功能，可以把DataSource注册到JdbcTemplate之中。同时利用Spring基于AOP的事务即可完成简单的数据库CRUD操作。

JdbcTemplate的限定命名为org.springframework.jdbc.core.JdbcTemplate。要使用JdbcTemplate需要导入spring-jdbc和spring-tx两个坐标。

1.1.2、源码

```
/**
 * JdbcTemplate实现了JdbcOperations接口，操作方法都定义在此接口中
 */
public class JdbcTemplate extends JdbcAccessor implements JdbcOperations {
    /**
     * 使用默认构造函数构建JdbcTemplate
     */
    public JdbcTemplate() {
    }

    /**
     * 通过数据源构建JdbcTemplate
     */
    public JdbcTemplate(DataSource dataSource) {
        setDataSource(dataSource);
        afterPropertiesSet();
    }

    /**
     * 当使用默认构造函数构建时，提供了设置数据源的方法
     */
    public void setDataSource(@Nullable DataSource dataSource) {
        this.dataSource = dataSource;
    }
}
```

1.1.3、方法说明



可以用于执行任何SQL语句，一般用于执行DDL语句；
update方法及batchupdate方法：
update方法用于执行新增、修改、删除等语句；batchupdate方法用于执行批处理相关语句；
query方法及queryForXXX方法：
用于执行查询相关语句；
call方法：
用于执行存储过程、函数相关语句。

1.2、入门案例

1.2.1、导入坐标

```
<dependencies>
  <dependency>
    <groupId>org.springframework</groupId>
    <artifactId>spring-context</artifactId>
    <version>5.1.6.RELEASE</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.springframework</groupId>
    <artifactId>spring-jdbc</artifactId>
    <version>5.1.6.RELEASE</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>mysql</groupId>
    <artifactId>mysql-connector-java</artifactId>
    <version>5.1.45</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.springframework</groupId>
    <artifactId>spring-test</artifactId>
    <version>5.1.6.RELEASE</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>junit</groupId>
    <artifactId>junit</artifactId>
    <version>4.12</version>
  </dependency>
</dependencies>
```

1.2.2、编写实体类

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class Account implements Serializable{

    private Integer id;
    private String name;
    private Double money;

    public Integer getId() {
```



```
public void setId(Integer id) {  
    this.id = id;  
}  
  
public String getName() {  
    return name;  
}  
  
public void setName(String name) {  
    this.name = name;  
}  
  
public Double getMoney() {  
    return money;  
}  
  
public void setMoney(Double money) {  
    this.money = money;  
}  
}
```

1.2.3、编写配置类

```
/**  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
@Configuration  
@Import(JdbcConfig.class)  
@PropertySource("classpath:jdbc.properties")  
public class SpringConfiguration {  
}
```

```
/**  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
public class JdbcConfig {  
  
    @Value("${jdbc.driver}")  
    private String driver;  
    @Value("${jdbc.url}")  
    private String url;  
    @Value("${jdbc.username}")  
    private String username;  
    @Value("${jdbc.password}")  
    private String password;  
  
    @Bean  
    public JdbcTemplate createJdbcTemplate(DataSource dataSource){
```



```
@Bean
public DataSource createDataSource(){
    DriverManagerDataSource dataSource = new
DriverManagerDataSource(url,username,password);
    dataSource.setDriverClassName(driver);
    return dataSource;
}
}
```

1.2.4、编写配置文件

```
jdbc.driver=com.mysql.jdbc.Driver
jdbc.url=jdbc:mysql://localhost:3306/spring_ioc
jdbc.username=root
jdbc.password=1234
```

1.2.5、测试方法

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(classes = SpringConfiguration.class)
public class SpringJdbcTemplateUseTest {

    @Autowired
    private JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Test
    public void testSave(){
        jdbcTemplate.update("insert into
account(name,money)values(?,?)","ccc",1234f);
    }

    @Test
    public void testUpdate(){
        jdbcTemplate.update("update account set name=?,money=? where
id=?", "ccc",2345f,1);
    }

    @Test
    public void testDelete(){
        jdbcTemplate.update("delete from account where id = ?",1);
    }

    @Test
    public void testFindOne(){
        // List<Account> accounts = jdbcTemplate.query("select * from account
where id = ?",new BeanPropertyRowMapper<Account>(Account.class),1);
        Account account = jdbcTemplate.queryForObject("select * from account
where id = ?",new BeanPropertyRowMapper<Account>(Account.class),1);
        System.out.println(account);
    }
}
```



```
@Test
public void testFindAll(){
    List<Account> accounts = jdbcTemplate.query("select * from account ",new
    BeanPropertyRowMapper<Account>(Account.class));
    for(Account account : accounts){
        System.out.println(account);
    }
}

@Test
public void testFindCount(){
    Long count = jdbcTemplate.queryForObject("select count(*) from account
    where money > ?",Long.class,999d);
    System.out.println(count);
}

@Test
public void testQueryForList(){
    // List<Map<String,Object>> list = jdbcTemplate.queryForList("select *
    from account where money > ?",999f);
    // for(Map<String,Object> map : list){
    //     for(Map.Entry<String,Object> me : map.entrySet()) {
    //         System.out.println(me.getKey()+" "+me.getValue());
    //     }
    // }
    List<Double> list = jdbcTemplate.queryForList("select money from
    account where money > ?", Double.class,999f);
    for(Double money : list){
        System.out.println(money);
    }
}

@Test
public void testQueryForMap(){
    Map<String,Object> map = jdbcTemplate.queryForMap("select * from account
    where id = ?", 2);
    for(Map.Entry me:map.entrySet()){
        System.out.println(me.getKey()+" "+me.getValue());
    }
}

@Test
public void testQueryForRowSet(){
    SqlRowSet rowSet = jdbcTemplate.queryForRowSet("select * from account
    where money > ?",999d);
    System.out.println(rowSet);
    if(rowSet instanceof ResultSetWrappingSqlRowSet){
        while(rowSet.next()) {
            ResultSetWrappingSqlRowSet resultSetWrappingSqlRowSet =
            (ResultSetWrappingSqlRowSet) rowSet;
            String name = resultSetWrappingSqlRowSet.getString("name");
            System.out.println(name);
        }
    }
}
```



1.3.1、准备环境

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class Userinfo implements Serializable {
    private Integer id;
    private byte[] images;
    private String description;

    public Integer getId() {
        return id;
    }

    public void setId(Integer id) {
        this.id = id;
    }

    public byte[] getImages() {
        return images;
    }

    public void setImages(byte[] images) {
        this.images = images;
    }

    public String getDescription() {
        return description;
    }

    public void setDescription(String description) {
        this.description = description;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return "Userinfo{" +
            "id=" + id +
            ", images=" + Arrays.toString(images) +
            ", description='" + description + '\'' +
            '}';
    }
}
```

```
/**
 * 在JdbcConfig中加入如下代码
 */
@Bean
public LobHandler createLobHandler(){
    return new DefaultLobHandler();
}
```



```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(classes = SpringConfiguration.class)
public class SpringJdbcTemplateUseTest {

    @Autowired
    private JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Autowired
    private LobHandler lobHandler;

    @Test
    public void testWrite(){
        try {

            FileSystemResource res = new FileSystemResource
("C:\\Users\\zhy\\Desktop\\6.jpg");
            byte[] mockImg = FileCopyUtils.copyToByteArray(res.getFile());

            Userinfo userinfo = new Userinfo();
            userinfo.setId(3);
            userinfo.setImages(mockImg);
            userinfo.setDescription("Spring对数据库的操作在jdbcTemplate上面做了基本的封装，让开
发者在操作数据库时只需关注SQL语句和查询结果处理器，即可完成功能（当然，只使用JdbcTemplate，还
不能摆脱持久层实现类的编写）。\t\n" +
                "\t在配合spring的IoC功能，可以把DataSource注册到JdbcTemplate之
中。同时利用spring基于aop的事务即可完成简单的数据库CRUD操作。\n" +
                "JdbcTemplate的限定命名为
org.springframework.jdbc.core.JdbcTemplate。要使用JdbcTemplate需要导入spring-jdbc和
spring-tx两个坐标。");
            jdbcTemplate.execute("insert into
userinfo(id,image,description)values(?,?,?)", new
AbstractLobCreatingPreparedStatementCallback(lobHandler) {
                @Override
                protected void setValues(PreparedStatement ps, LobCreator
lobCreator) throws SQLException, DataAccessException {
                    ps.setInt(1,3);
                    lobCreator.setBlobAsBytes(ps, 2,userinfo.getImages() );
                    lobCreator.setClobAsString(ps,3,userinfo.getDescription());
                }
            });

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

    @Test
    public void testRead(){
        // List list = jdbcTemplate.query("select * from userinfo where
id=?",new BeanPropertyRowMapper<Userinfo>(Userinfo.class),3);
    }
}
```

```
Userinfo userinfo = jdbcTemplate.query(
    "select * from userinfo where id=?",
    new ResultSetExtractor<Userinfo>() {
        @Override
        public Userinfo extractData(ResultSet rs) throws
SQLException, DataAccessException {
            Userinfo userinfo = null;
            if(rs.next()){
                int id = rs.getInt(1);
                byte[] image = lobHandler.getBlobAsBytes(rs, 2);
                String description =
lobHandler.getClobAsString(rs,3);
                userinfo = new Userinfo();
                userinfo.setId(id);
                userinfo.setImages(image);
                userinfo.setDescription(description);
            }
            return userinfo;
        }
    },3);
System.out.println(userinfo);
}
```

2、NamedParameterJdbcTemplate

2.1、概述

2.1.1、基本介绍

在经典的 JDBC 用法中，SQL 参数是用占位符 ? 表示，并且受到位置的限制。定位参数的问题在于，一旦参数的顺序发生变化，就必须改变参数绑定。在 Spring JDBC 框架中，绑定 SQL 参数的另一种选择是使用具名参数(named parameter)。

那么什么是具名参数？

具名参数：SQL 按名称(以冒号开头)而不是按位置进行指定。具名参数更易于维护，也提升了可读性。具名参数由框架类在运行时用占位符取代

具名参数只在 NamedParameterJdbcTemplate 中得到支持。NamedParameterJdbcTemplate可以使用全部jdbcTemplate方法。

2.1.2、源码

```
/**
 * 通过观察源码我们发现，NamedParameterJdbcTemplate里面封装了一个JdbcTemplate对象
 * 只不过把它看成了接口类型JdbcOperations。
 */
public class NamedParameterJdbcTemplate implements NamedParameterJdbcOperations
{

    /** The jdbcTemplate we are wrapping. */
    private final JdbcOperations classicJdbcTemplate;

    /**
```




```
public NamedParameterJdbcTemplate(DataSource dataSource) {
    Assert.notNull(dataSource, "DataSource must not be null");
    this.classicJdbcTemplate = new JdbcTemplate(dataSource);
}

/**
 * 使用JdbcOperations 构建一个NamedParameterJdbcTemplate
 */
public NamedParameterJdbcTemplate(JdbcOperations classicJdbcTemplate) {
    Assert.notNull(classicJdbcTemplate, "JdbcTemplate must not be null");
    this.classicJdbcTemplate = classicJdbcTemplate;
}

//其余代码略
}
```

2.2、入门案例

2.2.1、导入坐标

```
<dependencies>
    <dependency>
        <groupId>org.springframework</groupId>
        <artifactId>spring-context</artifactId>
        <version>5.1.6.RELEASE</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>org.springframework</groupId>
        <artifactId>spring-jdbc</artifactId>
        <version>5.1.6.RELEASE</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>mysql</groupId>
        <artifactId>mysql-connector-java</artifactId>
        <version>5.1.45</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>org.springframework</groupId>
        <artifactId>spring-test</artifactId>
        <version>5.1.6.RELEASE</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>junit</groupId>
        <artifactId>junit</artifactId>
        <version>4.12</version>
    </dependency>
</dependencies>
```

2.2.2、编写实体类

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class Account implements Serializable{
```



```
private Double money;

public Integer getId() {
    return id;
}

public void setId(Integer id) {
    this.id = id;
}

public String getName() {
    return name;
}

public void setName(String name) {
    this.name = name;
}

public Double getMoney() {
    return money;
}

public void setMoney(Double money) {
    this.money = money;
}
}
```

2.2.3、编写配置类

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
@Configuration
@Import(JdbcConfig.class)
@PropertySource("classpath:jdbc.properties")
public class SpringConfiguration {
}
```

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class JdbcConfig {

    @Value("${jdbc.driver}")
    private String driver;
    @Value("${jdbc.url}")
    private String url;
    @Value("${jdbc.username}")
    private String username;
    @Value("${jdbc.password}")
    private String password;
```



```
@Bean
public JdbcTemplate createJdbcTemplate(DataSource dataSource){
    return new JdbcTemplate(dataSource);
}

@Bean
public DataSource createDataSource(){
    DriverManagerDataSource dataSource = new
DriverManagerDataSource(url,username,password);
    dataSource.setDriverClassName(driver);
    return dataSource;
}

@Bean
public NamedParameterJdbcTemplate createNamedJdbcTemplate(JdbcTemplate
jdbcTemplate){
    return new NamedParameterJdbcTemplate(jdbcTemplate);
}
}
```

2.2.4、编写配置文件

```
jdbc.driver=com.mysql.jdbc.Driver
jdbc.url=jdbc:mysql://localhost:3306/spring_ioc
jdbc.username=root
jdbc.password=1234
```

2.2.5、测试方法

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(classes = SpringConfiguration.class)
public class SpringJdbcTemplateUseTest {

    @Autowired
    private NamedParameterJdbcTemplate namedParameterJdbcTemplate;

    @Autowired
    private JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Test
    public void testFindMore(){
        // List<Account> accounts = jdbcTemplate.query("select * from account
        where id in (?,?)",new Object[]{1,2},new BeanPropertyRowMapper<Account>
        (Account.class));

        Map<String,List<Integer>> map = new HashMap<>();
        List<Integer> list = new ArrayList<>();
        list.add(1);
        list.add(2);
    }
}
```



```
account where id in (:ids)",map,new BeanPropertyRowMapper<Account>
(Account.class));
    System.out.println(accounts);
}

@Test
public void testNamedParameter(){
    Account account = new Account();
    account.setName("test");
    account.setMoney(12345d);
    BeanMap beanMap = BeanMap.create(account);
    namedParameterJdbcTemplate.update("insert into
account(name,money)values(:name,:money)",beanMap);
}
}
```

3、JdbcTemplate的实现原理

3.1、自定义JdbcTemplate

3.1.1、创建工程并导入坐标

```
<dependencies>
    <dependency>
        <groupId>com.alibaba</groupId>
        <artifactId>druid</artifactId>
        <version>1.1.10</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>mysql</groupId>
        <artifactId>mysql-connector-java</artifactId>
        <version>5.1.45</version>
    </dependency>
</dependencies>
```

3.1.2、编写自定义JdbcTemplate

```
/**
 * 自定义JdbcTemplate
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class JdbcTemplate {

    //定义数据源
    private DataSource dataSource;

    //通过构造函数给数据源赋值
    public JdbcTemplate(DataSource dataSource){
        this.dataSource = dataSource;
    }

    //通过set方法给数据源赋值
```



```
}

/**
 * 查询方法
 * @param sql    sql语句
 * @param rsh    结果集处理器
 * @param params sql语句的参数
 * @return
 */
public Object query(String sql, ResultSetHandler rsh , Object... params){
    //1.判断是否有数据源，没有数据源就直接抛异常
    if(dataSource == null){
        throw new NullPointerException("DataSource can not empty!");
    }
    //2.定义连接和处理对象
    Connection connection = null;
    PreparedStatement pstmt = null;
    ResultSet rs = null;
    try {
        //2.获取连接
        connection = dataSource.getConnection();
        //3.获取预处理对象
        pstmt = connection.prepareStatement(sql);
        //4.获取参数元信息
        ParameterMetaData pmd = pstmt.getParameterMetaData();
        //5.获取参数个数
        int parameterCount = pmd.getParameterCount();
        //6.验证参数
        if(parameterCount > 0){
            if(params == null ){
                throw new NullPointerException("Parameter can not be null
!");
            }
            if(parameterCount != params.length){
                throw new IllegalArgumentException("Incorrect parameter
count: expected "+String.valueOf(parameterCount)+", actual
"+String.valueOf(params.length));
            }
            //7.给参数赋值
            for(int i=0;i<parameterCount;i++){
                pstmt.setObject((i+1),params[i]);
            }
        }
        //8.验证通过，执行SQL语句
        rs = pstmt.executeQuery();
        //9.处理结果集：策略模式
        return rsh.handle(rs);
    }catch (Exception e){
        throw new RuntimeException(e);
    }finally {
        release(connection,pstmt,rs);
    }
}

/**
 * 增删改操作
```



```
* @return
*/
public int update(String sql,Object... params){
    //1.判断是否有数据源，没有数据源就直接抛异常
    if(dataSource == null){
        throw new NullPointerException("DataSource can not empty!");
    }
    //2.定义连接和处理对象
    Connection connection = null;
    PreparedStatement pstmt = null;
    try {
        //2.获取连接
        connection = dataSource.getConnection();
        //3.获取预处理对象
        pstmt = connection.prepareStatement(sql);
        //4.获取参数元信息
        ParameterMetaData pmd = pstmt.getParameterMetaData();
        //5.获取参数个数
        int parameterCount = pmd.getParameterCount();
        //6.验证参数
        if(parameterCount > 0){
            if(params == null ){
                throw new NullPointerException("Parameter can not be null!");
            }
            if(parameterCount != params.length){
                throw new IllegalArgumentException("Incorrect parameter count: expected "+String.valueOf(parameterCount)+", actual "+String.valueOf(params.length));
            }
            //7.给参数赋值
            for(int i=0;i<parameterCount;i++){
                pstmt.setObject((i+1),params[i]);
            }
        }
        //8.验证通过，执行SQL语句
        return pstmt.executeUpdate();
    }catch (Exception e){
        throw new RuntimeException(e);
    }finally {
        release(connection,pstmt,null);
    }
}

private void release(Connection conn, PreparedStatement pstmt, ResultSet rs){
    if(rs != null){
        try {
            rs.close();
        }catch (Exception e){
            e.printStackTrace();
        }
    }
    if(pstmt != null){
        try {
            pstmt.close();
        }catch (Exception e){
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```



```
    }  
    if(conn != null){  
        try {  
            conn.close();  
        } catch (Exception e){  
            e.printStackTrace();  
        }  
    }  
}  
}
```

3.2、自定义RowMapper

3.2.1、定义接口

```
/**  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
public interface ResultSetHandler<T> {  
  
    /**  
     * 处理结果集  
     * @param rs  
     * @return  
     */  
    Object handle(ResultSet rs) throws Exception;  
}
```

3.2.2、提供不同实现

```
/**  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
public class BeanHandler<T> implements ResultSetHandler {  
  
    private Class<T> requiredType;  
  
    private BeanListHandler<T> beanListHandler;  
  
    /**  
     * 覆盖默认无参构造  
     * @param requiredType  
     */  
    public BeanHandler(Class requiredType){  
        this.requiredType = requiredType;  
    }  
  
    public BeanHandler(BeanListHandler beanListHandler) {  
        this.beanListHandler = beanListHandler;  
    }  
}
```

@Override



```
        if(beanListHandler != null){
            return beanListHandler.handle(rs).get(0);
        }

        //1.定义返回值
        T bean = null;
        //2.由于是查询一个，所以只需判断rs能往下走，不用while循环即可
        if(rs.next()){
            //3.实例化bean对象
            bean = requiredType.newInstance();
            //4.获取参数元信息
            ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
            //5.取出参数个数
            int columnCount = rsmd.getColumnCount();
            //6.遍历参数个数
            for(int i=0;i<columnCount;i++){
                //7.取出列名称
                String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i+1);
                //8.取出列的值
                Object value = rs.getObject(columnLabel);
                //9.创建实体类的属性描述器，使用内省填充对象数据
                PropertyDescriptor pd = new
PropertyDescriptor(columnLabel,requiredType);
                //10.获取属性的写方法
                Method method = pd.getWriteMethod();
                //11.填充数据
                method.invoke(bean,value);
            }
        }
        //返回
        return bean;
    }
}
```

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class BeanListHandler<T> implements ResultSetHandler {

    private Class<T> requiredType;

    /**
     * 覆盖默认无参构造
     * @param requiredType
     */
    public BeanListHandler(Class requiredType){
        this.requiredType = requiredType;
    }

    @Override
    public List<T> handle(ResultSet rs) throws Exception{
        //1.定义返回值
        List<T> list = new ArrayList();
        T bean = null;
```




```
//3.实例化bean对象
bean = requiredType.newInstance();
//4.获取参数元信息
ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
//5.取出参数个数
int columnCount = rsmd.getColumnCount();
//6.遍历参数个数
for(int i=0;i<columnCount;i++){
    //7.取出列名称
    String columnLabel = rsmd.getColumnLabel(i+1);
    //8.取出列的值
    Object value = rs.getObject(columnLabel);
    //9.创建实体类的属性描述器，使用内省填充对象数据
    PropertyDescriptor pd = new
PropertyDescriptor(columnLabel,requiredType);
    //10.获取属性的写方法
    Method method = pd.getWriteMethod();
    //11.填充数据
    method.invoke(bean,value);
}
//12.给list填充数据
list.add(bean);
}
//返回
return list;
}
}
```

3.3、测试

3.3.1、创建测试工程并导入坐标

```
<dependencies>
    <dependency>
        <groupId>org.springframework</groupId>
        <artifactId>spring-context</artifactId>
        <version>5.1.6.RELEASE</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>mysql</groupId>
        <artifactId>mysql-connector-java</artifactId>
        <version>5.1.45</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>org.springframework</groupId>
        <artifactId>spring-test</artifactId>
        <version>5.1.6.RELEASE</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>junit</groupId>
        <artifactId>junit</artifactId>
        <version>4.12</version>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>com.alibaba</groupId>
```



```
</dependency>
<dependency>
    <groupId>com.itheima</groupId>
    <artifactId>tx02_designjdbctemplate</artifactId>
    <version>1.0-SNAPSHOT</version>
</dependency>
</dependencies>
```

3.3.2、编写实体类

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class Account implements Serializable{

    private Integer id;
    private String name;
    private Double money;

    public Integer getId() {
        return id;
    }

    public void setId(Integer id) {
        this.id = id;
    }

    public String getName() {
        return name;
    }

    public void setName(String name) {
        this.name = name;
    }

    public Double getMoney() {
        return money;
    }

    public void setMoney(Double money) {
        this.money = money;
    }
}
```

3.3.3、编写配置类



```
/**
 * @Company http://www.itheima.com
 */
@Configuration
@Import(JdbcConfig.class)
@PropertySource("classpath:jdbc.properties")
public class SpringConfiguration {
}
```

```
/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class JdbcConfig {

    @Value("${jdbc.driver}")
    private String driver;
    @Value("${jdbc.url}")
    private String url;
    @Value("${jdbc.username}")
    private String username;
    @Value("${jdbc.password}")
    private String password;

    @Bean
    public JdbcTemplate createJdbcTemplate(DataSource dataSource){
        return new JdbcTemplate(dataSource);
    }

    @Bean
    public DataSource createDataSource(){
        DruidDataSource dataSource = new DruidDataSource();
        dataSource.setDriverClassName(driver);
        dataSource.setUrl(url);
        dataSource.setUsername(username);
        dataSource.setPassword(password);
        return dataSource;
    }
}
```

3.3.4、编写配置文件

```
jdbc.driver=com.mysql.jdbc.Driver
jdbc.url=jdbc:mysql://localhost:3306/spring_ioc
jdbc.username=root
jdbc.password=1234
```

3.3.5、编写测试类

```
/**
```



```
*/
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(classes = SpringConfiguration.class)
public class SpringJdbcTemplateUseTest {

    @Autowired
    private JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Test
    public void testSave(){
        jdbcTemplate.update("insert into
account(name,money)values(?,?)", "ccc", 1234f);
    }

    @Test
    public void testUpdate(){
        jdbcTemplate.update("update account set name=?,money=? where
id=?", "ccc", 2345f, 1);
    }

    @Test
    public void testDelete(){
        jdbcTemplate.update("delete from account where id = ?", 1);
    }

    @Test
    public void testFindOne(){
        Account account = (Account)jdbcTemplate.query("select * from account
where id = ?", new BeanHandler(Account.class), 1);
        System.out.println(account);
    }

    @Test
    public void testFindAll(){
        List<Account> accounts = (List<Account>)jdbcTemplate.query("select *
from account ", new BeanListHandler<Account>(Account.class));
        for(Account account : accounts){
            System.out.println(account);
        }
    }
}
```

3.4、策略模式

为，也是设计中的模式之一，以应对设计中的问题。

举例：比如有三个人相约去爬山，实现目标就是从山底登到山顶，这个实现的过程有很多种，比如，走上山顶，坐缆车上山顶，甚至做直升机上山顶等等。那么每一种实现目标的过程即为一种策略。

策略模式的应用场景非常广泛，通常情况下，需要两个条件：

第一：数据已经有了。

第二：目的明确。

在满足这两个条件下，达成目标的过程就是策略。通常这个达成目标的过程有使用者自己实现。因为每个需求场景不一样，只有当前使用者最清楚当前的需求。

策略模式是面向接口编程思想的具体体现，通常情况下，作为设计者会暴露出来一个接口，同时可以提供一些接口实现，也可以不提供，而让使用者根据具体情况去编写具体实现代码。以达到灵活的扩展目的。

二、Spring中的事务

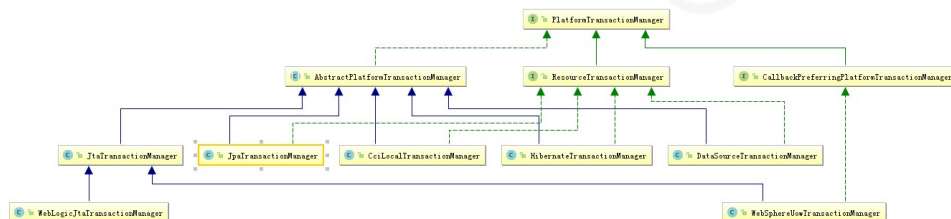
1、API介绍

1.1、PlatformTransactionManager和它的实现类

1.1.1、作用

此接口是Spring的事务管理器核心接口。Spring本身并不支持事务实现，只是负责提供标准，应用底层支持什么样的事务，需要提供具体实现类。此处也是策略模式的具体应用。在Spring框架中，也为我们内置了一些具体策略，例如：DataSourceTransactionManager, HibernateTransactionManager, JpaTransactionManager, JtaTransactionManager等等。（JpaTransactionManager和HibernateTransactionManager事务管理器在spring-orm包中）

1.1.2、类视图



1.1.3、方法说明

```
public interface PlatformTransactionManager {

    /**
     * 获取事务状态信息
     */
    TransactionStatus getTransaction(@Nullable TransactionDefinition definition)
    throws TransactionException;

    /**
     * 提交事务
     */
    void commit(TransactionStatus status) throws TransactionException;
}
```

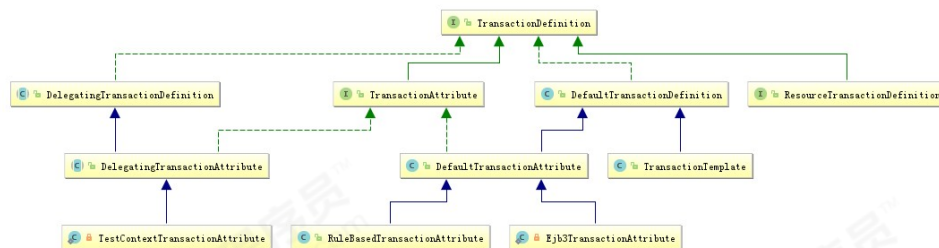
```
*/  
void rollback(TransactionStatus status) throws TransactionException;  
}
```

1.2、TransactionDefinition

1.2.1、作用

此接口是Spring中事务可控属性的顶层接口，里面定义了事务的一些属性以及获取属性的方法。例如：事务的传播行为，事务的隔离级别，事务的只读，事务的超时等等。通常情况下，我们在开发中都可以配置这些属性，以求达到最佳效果。配置的方式支持xml和注解。

1.2.2、类视图



1.2.3、定义信息说明

```
public interface TransactionDefinition {  
  
    /**  
     * REQUIRED: 如果当前没有事务，就新建一个事务，如果已经存在一个事务中，加入到这个事务中。  
     * 一般的选择（默认值）  
     */  
    int PROPAGATION_REQUIRED = 0;  
  
    /**  
     * SUPPORTS: 支持当前事务，如果当前没有事务，就以非事务方式执行（没有事务）  
     */  
    int PROPAGATION_SUPPORTS = 1;  
  
    /**  
     * MANDATORY: 使用当前的事务，如果当前没有事务，就抛出异常  
     */  
    int PROPAGATION_MANDATORY = 2;  
  
    /**  
     * REQUIRES_NEW: 新建事务，如果当前在事务中，把当前事务挂起。  
     */  
    int PROPAGATION_REQUIRES_NEW = 3;  
  
    /**  
     * NOT_SUPPORTED: 以非事务方式执行操作，如果当前存在事务，就把当前事务挂起  
     */  
}
```



```
/**
 * NEVER:以非事务方式运行，如果当前存在事务，抛出异常
 */
int PROPAGATION_NEVER = 5;

/**
 * NESTED:如果当前存在事务，则在嵌套事务内执行。如果当前没有事务，则执行REQUIRED类似的操作。
 */
int PROPAGATION_NESTED = 6;

/**
 * 事务的隔离级别默认值，当取值-1时，会采用下面的4个值其中一个。
 * (不同数据库的默认隔离级别不一样)
 */
int ISOLATION_DEFAULT = -1;

/**
 * 事务隔离级别为：读未提交
 * 执行效率最高，但什么错误情况也无法避免
 */
int ISOLATION_READ_UNCOMMITTED = Connection.TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED;

/**
 * 事务隔离级别为：读已提交
 * 可以防止脏读的发生，但是无法防住不可重复读和幻读的发生
 */
int ISOLATION_READ_COMMITTED = Connection.TRANSACTION_READ_COMMITTED;

/**
 * 事务隔离级别为：可重复读
 * 可以防止脏读和不可重复读的发生，但是无法防住幻读的发生
 */
int ISOLATION_REPEATABLE_READ = Connection.TRANSACTION_REPEATABLE_READ;

/**
 * 事务隔离级别为：串行化
 * 此时所有错误情况均可防住，但是由于事务变成了独占模式（排他模式），因此效率最低
 */
int ISOLATION_SERIALIZABLE = Connection.TRANSACTION_SERIALIZABLE;

/**
 * 超时限制。默认值是-1，没有超时限制。如果有，以秒为单位进行设置。
 */
int TIMEOUT_DEFAULT = -1;

/**
 * 获取事务传播行为
 */
int getPropagationBehavior();

/**
 * 获取事务隔离级别
```

```
/**
 * 获取事务超时时间
 */
int getTimeout();

/**
 * 获取事务是否只读
 */
boolean isReadOnly();

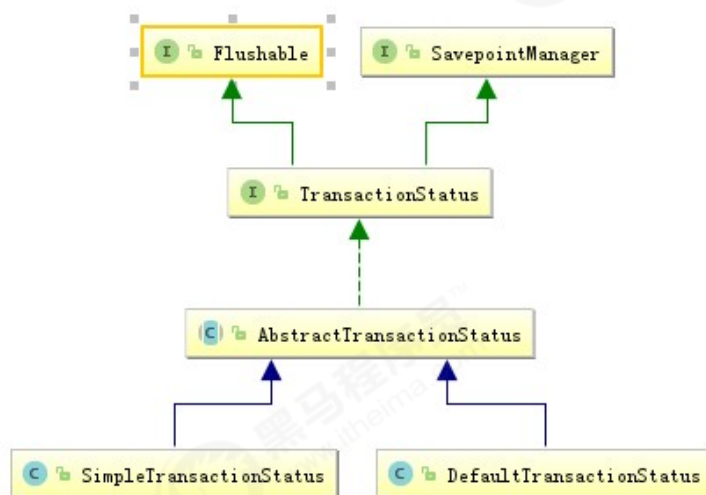
/**
 * 获取事务名称
 */
@Nullable
String getName();
}
```

1.3、TransactionStatus

1.3.1、作用

此接口是事务运行状态表示的顶层接口，里面定义着获取事务运行状态的一些方法。

1.3.2、类视图



1.3.3、方法说明

```
public interface TransactionStatus extends SavepointManager, Flushable {

    /**
     * 是否一个新的事务
     */
}
```

北京市昌平区建材城西路金燕龙办公楼一层 电话：400-618-9090



```
/**
 * 是否包含存储点
 */
boolean hasSavepoint();

/**
 * 设置事务回滚
 */
void setRollbackOnly();

/**
 * 是否是只回滚事务
 */
boolean isRollbackOnly();

/**
 * 刷新事务
 */
@Override
void flush();

/**
 * 事务是否已经完成(标识就是提交或者回滚了)
 */
boolean isCompleted();
}
```

2、入门案例

2.1、前置说明

1、Spring中事务控制的分类：

编程式事务：通过编码的方式，实现事务控制

声明式事务：通过配置的方式，实现事务控制。

本案例中，采用的是声明式事务，且注解驱动的方式配置。

2、案例的选择

本案例采用的是经典转账案例测试事务控制

2.2、环境搭建

2.2.1、导入坐标

```
<dependencies>
  <dependency>
    <groupId>org.springframework</groupId>
    <artifactId>spring-context</artifactId>
    <version>5.1.6.RELEASE</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.springframework</groupId>
    <artifactId>spring-jdbc</artifactId>
    <version>5.1.6.RELEASE</version>
  </dependency>
</dependencies>
```



```
<version>5.1.45</version>
</dependency>
<dependency>
    <groupId>org.springframework</groupId>
    <artifactId>spring-test</artifactId>
    <version>5.1.6.RELEASE</version>
</dependency>
<dependency>
    <groupId>junit</groupId>
    <artifactId>junit</artifactId>
    <version>4.12</version>
</dependency>
</dependencies>
```

2.2.2、编写基础代码

```
/**
 * 账户的实体类
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
public class Account implements Serializable{

    private Integer id;
    private String name;
    private Double money;

    public Integer getId() {
        return id;
    }

    public void setId(Integer id) {
        this.id = id;
    }

    public String getName() {
        return name;
    }

    public void setName(String name) {
        this.name = name;
    }

    public Double getMoney() {
        return money;
    }

    public void setMoney(Double money) {
        this.money = money;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return "Account{" +
            "id=" + id +

```



```
        '}' ;  
    }  
}
```

```
/**  
 * 账户的业务层接口  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
public interface AccountService {  
    /**  
     * 转账  
     * @param sourceName 转出账户名称  
     * @param targetName 转入账户名称  
     * @param money 转账金额  
     */  
    void transfer(String sourceName, String targetName, Double money);  
}
```

```
/**  
 * 账户的业务层实现  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
@Service("accountService")  
public class AccountServiceImpl implements AccountService {  
    @Override  
    public void transfer(String sourceName, String targetName, Double money) {  
        //1. 根据名称查询转出账户  
        Account source = accountDao.findByName(sourceName);  
        //2. 根据名称查询转入账户  
        Account target = accountDao.findByName(targetName);  
        //3. 转出账户减钱  
        source.setMoney(source.getMoney() - money);  
        //4. 转入账户加钱  
        target.setMoney(target.getMoney() + money);  
        //5. 更新转出账户  
        accountDao.update(source);  
        int i=1/0; //模拟转账异常  
        //6. 更新转入账户  
        accountDao.update(target);  
    }  
}
```

```
/**  
 * 账户的持久层接口  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
public interface AccountDao {  
    /**
```



```
    */  
    void update(Account account);  
  
    /**  
     * 根据名称查询账户  
     * @param name  
     * @return  
     */  
    Account findByName(String name);  
}
```

```
/**  
 * 账户的持久层实现  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
@Repository  
public class AccountDaoImpl implements AccountDao {  
  
    @Autowired  
    private JdbcTemplate jdbcTemplate;  
  
    @Override  
    public void update(Account account) {  
        jdbcTemplate.update("update account set name=?,money=? where id  
=?",account.getName(),account.getMoney(),account.getId());  
    }  
  
    @Override  
    public Account findByName(String name) {  
        List<Account> accounts = jdbcTemplate.query("select * from account where  
name = ?",new BeanPropertyRowMapper<Account>(Account.class),name);  
        if(accounts.isEmpty()){  
            return null;  
        }  
        if(accounts.size() > 1){  
            throw new IllegalArgumentException("账户名不唯一");  
        }  
        return accounts.get(0);  
    }  
}
```

2.2.3、编写配置类和配置文件

```
/**  
 * @author 黑马程序员  
 * @Company http://www.itheima.com  
 */  
@Configuration  
@Import(JdbcConfig.class)  
@PropertySource("classpath:jdbc.properties")  
@EnableTransactionManagement  
public class SpringConfiguration {  
}
```



```

* @Company http://www.itheima.com
*/
public class JdbcConfig {

    @Value("${jdbc.driver}")
    private String driver;
    @Value("${jdbc.url}")
    private String url;
    @Value("${jdbc.username}")
    private String username;
    @Value("${jdbc.password}")
    private String password;

    @Bean
    public JdbcTemplate createJdbcTemplate(DataSource dataSource){
        return new JdbcTemplate(dataSource);
    }

    @Bean
    public DataSource createDataSource(){
        DriverManagerDataSource dataSource = new
DriverManagerDataSource(url,username,password);
        dataSource.setDriverClassName(driver);
        return dataSource;
    }
}

```

```

jdbc.driver=com.mysql.jdbc.Driver
jdbc.url=jdbc:mysql://localhost:3306/spring_ioc
jdbc.username=root
jdbc.password=1234

```

2.3、测试结果

```

/**
 * 测试案例的执行
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
@RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)
@ContextConfiguration(classes = SpringConfiguration.class)
public class SpringBasicAnnoTest {

    @Autowired
    private AccountService accountService;

    @Test
    public void testTransfer(){
        accountService.transfer("aaa","bbb",100d);
    }
}

```

3、事务中的注解

3.1、@EnableTransactionManagement

3.1.1、作用

此注解是Spring支持注解事务配置的标志。表明Spring开启注解事务配置的支持。是注解驱动开发事务配置的必备注解。

3.1.2、源码

```
@Target(ElementType.TYPE)
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Documented
@Import(TransactionManagementConfigurationSelector.class)
public @interface EnableTransactionManagement {

    /**
     * 指定基于目标类代理还是基于接口代理。
     * 默认采用JDK官方的基于接口代理。
     */
    boolean proxyTargetClass() default false;

    /**
     * 指定事务通知是如何执行的。默认是通过代理方式执行的。
     * 如果是同一个类中调用的话，请采用AdviceMode.ASPECTJ
     */
    AdviceMode mode() default AdviceMode.PROXY;

    /**
     * 指示在特定连接点应用多个通知时事务处理的执行顺序。
     * 默认值是：最低优先级（Integer.MAX_VALUE）
     */
    int order() default Ordered.LOWEST_PRECEDENCE;
}
```

3.1.3、源码分析

1、@EnableTransactionManagement

通过在@Import注解中传入TransactionManagementConfigurationSelector类，会给容器中导入两个组件：

AutoProxyRegistrar
ProxyTransactionManagementConfiguration

2、AutoProxyRegistrar:

给容器中注册一个 InfrastructureAdvisorAutoProxyCreator 组件；

利用后置处理器机制在对象创建以后，包装对象，返回一个代理对象（增强器），代理对象执行方法利用拦截器链进行调用。

3、ProxyTransactionManagementConfiguration使用@Configuration注解修饰，表明是一个配置类。

3.1、transactionAdvisor方法:

给容器中注册事务增强器transactionAdvisor;

3.2、transactionAttributeSource方法:

3.3、transactionInterceptor方法:

返回值是: 事务拦截器transactionInterceptor:

TransactionInterceptor; 保存了事务属性信息, 事务管理器;

TransactionInterceptor本身是一个 MethodInterceptor, MethodInterceptor在spring-aop的课程中已经分析过了。在目标方法执行的时候, 会getAdvisors()获取拦截器链, 并执行拦截器链, 当只有事务拦截器时:

1)、先获取事务相关的属性

2)、再获取PlatformTransactionManager, 如果事先没有添加指定任何transactionmanger, 最终会从容器中按照类型获取一个PlatformTransactionManager;

3)、执行目标方法

如果正常, 利用事务管理器, 提交事务

如果异常, 获取到事务管理器, 利用事务管理回滚操作;

3.2、@Transactional

3.2.1、作用

此注解是Spring注解配置事务的核心注解, 无论是注解驱动开发还是注解和XML混合开发, 只有涉及配置事务采用注解的方式, 都需要使用此注解。

通过源码我们看到, 该注解可以出现在接口上, 类上和方法上。分别表明:

接口上: 当前接口的所有实现类中重写接口的方法有事务支持。

类上: 当前类中所有方法有事务支持。

方法上: 当前方法有事务的支持。

优先级:

方法上>类上>接口上。

3.2.2、源码

```
@Target({ElementType.METHOD, ElementType.TYPE})
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Inherited
@Documented
public @interface Transactional {

    /**
     * 指定事务管理器的唯一标识
     */
    @AliasFor("transactionManager")
    String value() default "";

    /**
     * 指定事务管理器的唯一标识
     */
    @AliasFor("value")
    String transactionManager() default "";

    /**
     * 指定事务的传播行为
     */
    Propagation propagation() default Propagation.REQUIRED;

    /**
     * 指定事务的隔离级别
     */
    Isolation isolation() default Isolation.DEFAULT;
}
```



```

    * 指定事务的超时时间
    */
    int timeout() default TransactionDefinition.TIMEOUT_DEFAULT;

    /**
     * 指定事务是否只读
     */
    boolean readOnly() default false;

    /**
     * 通过指定异常类的字节码，限定事务在特定情况下回滚
     */
    Class<? extends Throwable>[] rollbackFor() default {};

    /**
     * 通过指定异常类的全限定类名，限定事务在特定情况下回滚
     */
    String[] rollbackForClassName() default {};

    /**
     * 通过指定异常类的字节码，限定事务在特定情况下不回滚
     */
    Class<? extends Throwable>[] noRollbackFor() default {};

    /**
     * 通过指定异常类的全限定类名，限定事务在特定情况下不回滚
     */
    String[] noRollbackForClassName() default {};
}

```

3.2.3、源码分析

1、在@EnableTransactionManagement注解中，有一个导入器：

TransactionManagementConfigurationSelector，导入器中在AdviceMode为默认值PROXY时，往容器中注入了两个bean对象，AutoProxyRegistrar和ProxyTransactionManagementConfiguration。

//通过@Import注解，Spring定义了一个事务管理配置类的导入器。

```

@Import(TransactionManagementConfigurationSelector.class)
public @interface EnableTransactionManagement {
    //其余代码略
}

```

2、ProxyTransactionManagementConfiguration类中的一个方法：

```

@Bean
@Role(BeansDefinition.ROLE_INFRASTRUCTURE)
public TransactionAttributeSource transactionAttributeSource() {
    //创建了一个注解事务的属性解析对象
    return new AnnotationTransactionAttributeSource();
}

```

3、AnnotationTransactionAttributeSource类的实例化

```

/**
 */
public class AnnotationTransactionAttributeSource extends
AbstractFallbackTransactionAttributeSource
implements Serializable {

```




```
/**
 * 默认构造函数
 */
public AnnotationTransactionAttributeSource() {
    this(true);
}

/**
 * 带参构造（表明是否为public方法）
 */
public AnnotationTransactionAttributeSource(boolean publicMethodOnly) {
    this.publicMethodOnly = publicMethodOnly;
    //判断是不是jta或者是ejp
    if (jta12Present || ejb3Present) {
        this.annotationParsers = new LinkedHashSet<>(4);
        this.annotationParsers.add(new SpringTransactionAnnotationParser());
        //jta
        if (jta12Present) {
            this.annotationParsers.add(new
JtaTransactionAnnotationParser());
        }
        //ejp
        if (ejb3Present) {
            this.annotationParsers.add(new
Ejb3TransactionAnnotationParser());
        }
    }
    else {
        //当都不是的时候，构建一个SpringTransactionAnnotationParser（事务注解解析
器）
        this.annotationParsers = Collections.singleton(new
SpringTransactionAnnotationParser());
    }
}
}
```

4、SpringTransactionAnnotationParser的注解解析：

```
public class SpringTransactionAnnotationParser implements
TransactionAnnotationParser, Serializable {
    /**
     * 根据传入被注解的元素解析。
     * 可以是Method,Field,Class,Package,Construct等等。
     */
    @Override
    @Nullable
    public TransactionAttribute parseTransactionAnnotation(AnnotatedElement
element) {
        AnnotationAttributes attributes =
AnnotatedElementUtils.findMergedAnnotationAttributes(
            element, Transactional.class, false, false);
        if (attributes != null) {
            //调用根据传入注解属性解析
            return parseTransactionAnnotation(attributes);
        }
        else {
            return null;
        }
    }
}
```



```
* 根据传入注解解析
*/
public TransactionAttribute parseTransactionAnnotation(Transactional ann) {
    return
    parseTransactionAnnotation(AnnotationUtils.getAnnotationAttributes(ann, false,
    false));
}

/**
 * 根据传入的注解属性解析
 */
protected TransactionAttribute
parseTransactionAnnotation(AnnotationAttributes attributes) {
    RuleBasedTransactionAttribute rbta = new
    RuleBasedTransactionAttribute();

    Propagation propagation = attributes.getEnum("propagation");
    rbta.setPropagationBehavior(propagation.value());
    Isolation isolation = attributes.getEnum("isolation");
    rbta.setIsolationLevel(isolation.value());
    rbta.setTimeout(attributes.getNumber("timeout").intValue());
    rbta.setReadOnly(attributes.getBoolean("readOnly"));
    rbta.setQualifier(attributes.getString("value"));

    List<RollbackRuleAttribute> rollbackRules = new ArrayList<>();
    for (Class<?> rbRule : attributes.getClassArray("rollbackFor")) {
        rollbackRules.add(new RollbackRuleAttribute(rbRule));
    }
    for (String rbRule : attributes.getStringArray("rollbackForClassName"))
    {
        rollbackRules.add(new RollbackRuleAttribute(rbRule));
    }
    for (Class<?> rbRule : attributes.getClassArray("noRollbackFor")) {
        rollbackRules.add(new NoRollbackRuleAttribute(rbRule));
    }
    for (String rbRule :
    attributes.getStringArray("noRollbackForClassName")) {
        rollbackRules.add(new NoRollbackRuleAttribute(rbRule));
    }
    rbta.setRollbackRules(rollbackRules);

    return rbta;
}
//其余代码略
}
```

3.3、@TransactionEventListener

3.3.1、作用

它是spring在4.2版本之后加入的注解。用于配置一个事务的事件监听器。使我们在事务提交和回滚后可以做一些额外的功能。例如：对事务执行监控，执行中同步做一些操作等等。

3.3.2、示例



```
* @Company http://www.itheima.com
*/
public class MyApplicationEvent extends ApplicationEvent {

    public MyApplicationEvent(Object source ) {
        super(source);
    }
}

/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
@Component
public class MyTransactionEventListener {

    @TransactionalEventListener(phase = TransactionPhase.AFTER_COMMIT)
    public void doSomething(MyApplicationEvent event){
        Map map = (Map)event.getSource();
        System.out.println("事务提交后执行===转出账户是: "+map.get("sourceName")+" ,转
入账户是: "+map.get("targetName")+" ,转账金额是: "+map.get("money"));
    }

    @TransactionalEventListener(phase = TransactionPhase.AFTER_ROLLBACK)
    public void otherSomething(MyApplicationEvent event){
        Map map = (Map)event.getSource();
        System.out.println("事务回滚后执行===转出账户是: "+map.get("sourceName")+" ,转
入账户是: "+map.get("targetName")+" ,转账金额是: "+map.get("money"));
    }
}

/**
 * @author 黑马程序员
 * @Company http://www.itheima.com
 */
@Service("accountService")
@Transactional
public class AccountServiceImpl implements AccountService {

    @Autowired
    private AccountDao accountDao;

    @Autowired
    private ApplicationEventPublisher applicationEventPublisher;

    @Override
    public void transfer(String sourceName, String targetName, Double money) {
        try {
            //1. 根据名称查询转出账户
            Account source = accountDao.findByName(sourceName);
            //2. 根据名称查询转入账户
            Account target = accountDao.findByName(targetName);
            //3. 转出账户减钱
            source.setMoney(source.getMoney() - money);
            //4. 转入账户加钱
            target.setMoney(target.getMoney() + money);
            accountDao.update(source);
            accountDao.update(target);
            applicationEventPublisher.publishEvent(new MyApplicationEvent(source));
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```



```

        accountDao.update(source);
        //模拟转账异常
        int i = 1 / 0;
        //6.更新转入账户
        accountDao.update(target);
    }finally {
        Map<String, Object> map = new HashMap<>();
        map.put("sourceName", sourceName);
        map.put("targetName", targetName);
        map.put("money", money);
        applicationEventPublisher.publishEvent(new MyApplicationEvent(map));
    }
}
}

```

3.3.3、源码

```

@Target({ElementType.METHOD, ElementType.ANNOTATION_TYPE})
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Documented
@EventListener
public @interface TransactionEventListener {

    /**
     * 指定事务监听器的执行是在何时。
     * 取值有：
     *     事务提交之前
     *     事务提交之后 默认值
     *     事务回滚之后
     *     事务执行完成之后
     */
    TransactionPhase phase() default TransactionPhase.AFTER_COMMIT;

    /**
     * 若没有事务的时候，对应的event是否已经执行 默认值为false表示 没事务就不执行了
     */
    boolean fallbackExecution() default false;

    /**
     * 指定事件类的字节码
     */
    @AliasFor(annotation = EventListener.class, attribute = "classes")
    Class<?>[] value() default {};

    /**
     * 它和value属性的作用是一样的
     */
    @AliasFor(annotation = EventListener.class, attribute = "classes")
    Class<?>[] classes() default {};

    /**
     * 用于指定执行事件处理器的条件。取值是基于Spring的el表达式编写的。
     */
    String condition() default "";
}

```



3.3.4、源码分析

1、在IoC容器加载时，执行AbstractApplicationContext的refresh()方法，一共十二个步骤，在执行到

```
// Instantiate all remaining (non-lazy-init) singletons.
finishBeanFactoryInitialization(beanFactory); //触发其他单例bean的加载
```

2、AbstractApplicationContext的finishBeanFactoryInitialization方法执行时，初始化剩余的单例bean对象。

```
/**
 * 初始化剩余单例bean对象的方法
 */
protected void
finishBeanFactoryInitialization(ConfigurableListableBeanFactory beanFactory) {
    //方法中的其他代码略
    //初始化剩余单例bean对象.调用的是DefaultListableBeanFactory类中的
    preInstantiateSingletons方法。
    beanFactory.preInstantiateSingletons();
}
```

3、DefaultListableBeanFactory类中的preInstantiateSingletons方法中执行了afterSingletonsInstantiated()方法。此方法是SmartInitializingSingleton接口中声明的。具体实现类包含：EventListenerMethodProcessor事件监听器方法处理器。

4、EventListenerMethodProcessor中的afterSingletonsInstantiated会被执行，该方法中包含处理bean的方法：processBean。

5、在processBean方法中调用了创建事件监听器的方法createApplicationListener。该方法是EventListenerFactory接口中声明的方法。

6、TransactionalEventListenerFactory类实现了EventListenerFactory接口，并重写了createApplicationListener方法。

```
/**
 * 重写接口中的创建监听器方法
 */
@Override
public ApplicationListener<?> createApplicationListener(String beanName,
Class<?> type, Method method) {
    return new ApplicationListenerMethodTransactionalAdapter(beanName, type,
method);
}
```

7、ApplicationListenerMethodTransactionalAdapter的实例化。至此，解析TransactionalEventListener注解的过程完成。

```
/**
 * 构造函数源码
 */
public ApplicationListenerMethodTransactionalAdapter(String beanName, Class<?>
targetClass, Method method) {
    super(beanName, targetClass, method);
    TransactionalEventListener ann =
AnnotatedElementUtils.findMergedAnnotation(method,
TransactionalEventListener.class);
    if (ann == null) {
        throw new IllegalStateException("No TransactionalEventListener
annotation found on method: " + method);
    }
    this.annotation = ann;
}
```



4.1、TransactionTemplate

```
/**
 * 此类是用于编程式事务的模板对象
 */
public class TransactionTemplate extends DefaultTransactionDefinition
    implements TransactionOperations, InitializingBean {

    /** 定义日志组件. */
    protected final Log logger = LogFactory.getLog(getClass());

    /** 定义事务管理器对象*/
    @Nullable
    private PlatformTransactionManager transactionManager;

    /**
     * 默认构造函数
     */
    public TransactionTemplate() {
    }

    /**
     * 通过事务管理器构建事务模板对象
     */
    public TransactionTemplate(PlatformTransactionManager transactionManager) {
        this.transactionManager = transactionManager;
    }

    /**
     * 通过事务管理器和事务定义信息构建模板对象
     */
    public TransactionTemplate(PlatformTransactionManager transactionManager,
        TransactionDefinition transactionDefinition) {
        super(transactionDefinition);
        this.transactionManager = transactionManager;
    }

    /**
     * 当使用默认构造函数构建事务模板对象时，可以通过此方法注入事务管理器
     */
    public void setTransactionManager(@Nullable PlatformTransactionManager
        transactionManager) {
        this.transactionManager = transactionManager;
    }

    /**
     * 获取使用的事务管理器对象
     */
    @Nullable
    public PlatformTransactionManager getTransactionManager() {
        return this.transactionManager;
    }
}
```



```
    */
    @Override
    public void afterPropertiesSet() {
        if (this.transactionManager == null) {
            throw new IllegalArgumentException("Property 'transactionManager' is
required");
        }
    }

    /**
     * 编程事务控制的核心方法,重写的是TransactionOperations接口中的方法
     */
    @Override
    @Nullable
    public <T> T execute(TransactionCallback<T> action) throws
TransactionException {
        Assert.state(this.transactionManager != null, "No
PlatformTransactionManager set");
        //判断当前事务管理器是否为CallbackPreferringPlatformTransactionManager类型,
        如果是的话,直接使用该接口实现类中的execute方法执行。而无需继续让
        PlatformTransactionManager的实现类控制事务,当前坐标环境下它只有一个实现类:
        WebsphereUowTransactionManager。
        if (this.transactionManager instanceof
        CallbackPreferringPlatformTransactionManager) {
            return ((CallbackPreferringPlatformTransactionManager)
this.transactionManager).execute(this, action);
        }
        else {
            //需要借助PlatformTransactionManager的实现类控制事务。
            TransactionStatus status =
this.transactionManager.getTransaction(this);
            T result;
            try {
                //执行TransactionCallback中的doInTransaction方法,此处又是策略模式。
                //spring只提供了一个接口(还有一个抽象实现类),而具体需要事务支持的业务代
                码由使用者提供。
                result = action.doInTransaction(status);
            }
            catch (RuntimeException | Error ex) {
                // 当doInTransaction执行有异常时事务回滚
                rollbackOnException(status, ex);
                throw ex;
            }
            catch (Throwable ex) {
                // 当doInTransaction执行有无法预知的异常时,事务回滚。
                rollbackOnException(status, ex);
                throw new UndeclaredThrowableException(ex, "TransactionCallback
threw undeclared checked exception");
            }
            //没有异常的话,事务提交
            this.transactionManager.commit(status);
            //返回执行结果(有可能是结果集,也有可能是影响数据库记录的行数)
            return result;
        }
    }
}
```



```
    */  
    private void rollbackOnException(TransactionStatus status, Throwable ex)  
    throws TransactionException {  
        Assert.state(this.transactionManager != null, "No  
PlatformTransactionManager set");  
        logger.debug("Initiating transaction rollback on application exception",  
ex);  
        try {  
            //执行事务管理器中提供的回滚方法。  
            this.transactionManager.rollback(status);  
        }  
        catch (TransactionSystemException ex2) {  
            logger.error("Application exception overridden by rollback  
exception", ex);  
            ex2.initApplicationException(ex);  
            throw ex2;  
        }  
        catch (RuntimeException | Error ex2) {  
            logger.error("Application exception overridden by rollback  
exception", ex);  
            throw ex2;  
        }  
    }  
}  
  
/**  
 * 重写equals方法  
 */  
@Override  
public boolean equals(Object other) {  
    return (this == other || (super.equals(other) && !(other instanceof  
TransactionTemplate) ||  
        getTransactionManager() == ((TransactionTemplate)  
other).getTransactionManager()));  
}  
  
}
```

4.2、DataSourceUtils

```
/**  
 * spring中数据源的工具类。  
 * 里面定义着获取连接的方法  
 */  
public abstract class DataSourceUtils {  
  
    /**  
     * 获取连接的方法，它本身没有任何操作而是调用了doGetConnection  
     */  
    public static Connection getConnection(DataSource dataSource) throws  
CannotGetJdbcConnectionException {  
        try {  
            //真正获取连接的方法  
            return doGetConnection(dataSource);  
        }  
    }  
}
```




```
Connection", ex);
    }
    catch (IllegalStateException ex) {
        throw new CannotGetJdbcConnectionException("Failed to obtain JDBC
Connection: " + ex.getMessage());
    }
}

/**
 * 真正从数据源中获取连接的方法
 */
public static Connection doGetConnection(DataSource dataSource) throws
SQLException {
    Assert.notNull(dataSource, "No DataSource specified");
    //通过事务同步管理器对象获取连接持有者对象
    ConnectionHolder conHolder = (ConnectionHolder)
TransactionSynchronizationManager.getResource(dataSource);
    //当连接持有者不为null时，并且再满足连接持有者有连接或者是同步的事务其中任何一个条件，
    则直接返回连接持有者的连接对象。（synchronizedWithTransaction默认值为false。但是在
DataSourceTransactionManager中的doBegin方法中对synchronizedWithTransaction属性赋值为
true了。
    if (conHolder != null && (conHolder.hasConnection() ||
conHolder.isSynchronizedWithTransaction())) {
        conHolder.requested();
        //如果ConnectionHandle为null，则返回false，此处取反。就表示
ConnectionHandle为null时，进入if代码块中，给ConnectionHolder设置一个连接
        if (!conHolder.hasConnection()) {
            logger.debug("Fetching resumed JDBC Connection from
DataSource");
            conHolder.setConnection(fetchConnection(dataSource));
        }
        //返回ConnectionHolder对象中的连接
        return conHolder.getConnection();
    }
    logger.debug("Fetching JDBC Connection from DataSource");
    //如果不满足上面的条件，则从数据源中获取一个连接
    Connection con = fetchConnection(dataSource);
    //判断是否激活了事务同步器
    if (TransactionSynchronizationManager.isSynchronizationActive()) {
        try {
            //在激活同步的条件下，如果ConnectionHolder为null就创建连接持有者对象
            ConnectionHolder holderToUse = conHolder;
            if (holderToUse == null) {
                //创建连接持有者对象
                holderToUse = new ConnectionHolder(con);
            }
            else {
                //直接使用已经存在的连接持有者，并把获取到的连接填充进去
                holderToUse.setConnection(con);
            }
            holderToUse.requested();
            //注册同步器
            TransactionSynchronizationManager.registerSynchronization(
                new ConnectionSynchronization(holderToUse, dataSource));
            //设置synchronizedWithTransaction属性为true
            holderToUse.setSynchronizedWithTransaction(true);
        }
    }
}
```



```

//从名称为Transactional resources的ThreadLocal中获取绑定的
Map, 并把数据源和ConnectionHolder存入map中
TransactionSynchronizationManager.bindResource(dataSource,
holderToUse);
    }
}
catch (RuntimeException ex) {
    // Unexpected exception from external delegation call -> close
    Connection and rethrow.
    releaseConnection(con, dataSource);
    throw ex;
}
}
//此时如果激活了事务同步管理器，则返回当前线程的连接。如果没激活，返回的就是数据源中拿
到的连接。
return con;
}

/**
 * 从数据源中获取一个连接的方法，此时没有和线程绑定
 */
private static Connection fetchConnection(DataSource dataSource) throws
SQLException {
    //从数据源中获取一个连接
    Connection con = dataSource.getConnection();
    //如果没有，则表示数据源中没有连接
    if (con == null) {
        throw new IllegalStateException("DataSource returned null from
getConnection(): " + dataSource);
    }
    //返回拿到的连接对象
    return con;
}
//其余代码略
}

```

4.3、TransactionSynchronizationManager

```

/**
 * 事务的同步管理器类，实现连接和线程绑定从而控制事务的核心类
 * 它是个抽象类，但是没有任何子类 因为它所有的方法都是静态的
 */
public abstract class TransactionSynchronizationManager {

    // 定义了很多ThreadLocal

    // 应用代码随事务的声明周期绑定的对象 比如：DataSourceTransactionManager有这么做：
    //TransactionSynchronizationManager.bindResource(observeOnDataSource(),
txObject.getConnectionHolder());
    // TransactionSynchronizationManager.bindResource(observeOnDataSource(),
suspendedResources);
    // 简单理解为当前线程的数据存储中心~~~~

```



```
// 使用的同步器，用于应用扩展
// TransactionSynchronization同步器是最为重要的一个扩展点~~~ 这里是个set 所以每个线程都可以注册N多个同步器
private static final ThreadLocal<Set<TransactionSynchronization>>
synchronizations = new NamedThreadLocal<>("Transaction synchronizations");

// 事务的名称
private static final ThreadLocal<String> currentTransactionName = new
NamedThreadLocal<>("Current transaction name");
// 事务是否是只读
private static final ThreadLocal<Boolean> currentTransactionReadOnly = new
NamedThreadLocal<>("Current transaction read-only status");
// 事务的隔离级别
private static final ThreadLocal<Integer> currentTransactionIsolationLevel =
new NamedThreadLocal<>("Current transaction isolation level");
// 事务是否开启 actual: 真实的
private static final ThreadLocal<Boolean> actualTransactionActive = new
NamedThreadLocal<>("Actual transaction active");

// 判断是否是开启了和线程绑定机制。当开启了之后，我们通过DataSourceUtils获取的连接就是当前线程的连接了。
public static boolean isSynchronizationActive() {
    return (synchronizations.get() != null);
}

/**
 * 初始化同步器方法。此方法就是在synchronizations中设置了一个LinkedHashSet
 * 当然如果事务已经开启了，就不能再初始化同步器了 而是直接注册
 */
public static void initSynchronization() throws IllegalStateException {
    if (isSynchronizationActive()) {
        throw new IllegalStateException("Cannot activate transaction
synchronization - already active");
    }
    logger.trace("Initializing transaction synchronization");
    synchronizations.set(new LinkedHashSet<>());
}

// 清除所有和当前线程相关的（注意：此处只是clear清除，和当前线程的绑定而已~~~）
public static void clear() {
    synchronizations.remove();
    currentTransactionName.remove();
    currentTransactionReadOnly.remove();
    currentTransactionIsolationLevel.remove();
    actualTransactionActive.remove();
}
//其余方法略
}
```

4.4、TransactionAwareDataSourceProxy

```
/**
 * 这是Spring提供的一个数据源代理类，它继承了DelegatingDataSource类。
 * 北京市昌平区建材城西路金燕龙办公楼一层 电话：400-618-9090
```



- * 因为数据连接泄露是个很头疼的问题，Spring框架也提供了很多种办法来避免这个问题。
- * 比如使用XXXTemplate，当然其背后是DataSourceUtils。
- * 同时还有另外一种办法，使用TransactionAwareDataSourceProxy。
- * 通过TransactionAwareDataSourceProxy对数据源代理后，数据源对象就有了事务上下文感知的能力了。
- * 当然看源码会发现，其实它还是使用的DataSourceUtils。
- */

```
public class TransactionAwareDataSourceProxy extends DelegatingDataSource {

    /**
     * 暴露出来的获取连接的方法
     */
    @Override
    public Connection getConnection() throws SQLException {
        return getTransactionAwareConnectionProxy(obtainTargetDataSource());
    }

    /**
     * 使用JDK的动态代理创建连接的代理对象
     */
    protected Connection getTransactionAwareConnectionProxy(DataSource
targetDataSource) {
        return (Connection) Proxy.newProxyInstance(
            ConnectionProxy.class.getClassLoader(),
            new Class<?>[] {ConnectionProxy.class},
            new TransactionAwareInvocationHandler(targetDataSource));
    }

    /**
     * InvocationHandler的具体实现（增强的部分）
     */
    private class TransactionAwareInvocationHandler implements InvocationHandler
    {

        private final DataSource targetDataSource;

        @Nullable
        private Connection target;

        private boolean closed = false;

        public TransactionAwareInvocationHandler(DataSource targetDataSource) {
            this.targetDataSource = targetDataSource;
        }

        @Override
        @Nullable
        public Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args) throws
Throwable {
            // Invocation on ConnectionProxy interface coming in...

            if (method.getName().equals("equals")) {
                // Only considered as equal when proxies are identical.

```



```

        else if (method.getName().equals("hashCode")) {
            // Use hashCode of Connection proxy.
            return System.identityHashCode(proxy);
        }
        else if (method.getName().equals("toString")) {
            // Allow for differentiating between the proxy and the raw
            Connection.
            StringBuilder sb = new StringBuilder("Transaction-aware proxy
            for target Connection ");
            if (this.target != null) {
                sb.append("[").append(this.target.toString()).append("]");
            }
            else {
                sb.append(" from DataSource
            [").append(this.targetDataSource).append("]");
            }
            return sb.toString();
        }
        else if (method.getName().equals("unwrap")) {
            if (((Class<?>) args[0]).isInstance(proxy)) {
                return proxy;
            }
        }
        else if (method.getName().equals("isWrapperFor")) {
            if (((Class<?>) args[0]).isInstance(proxy)) {
                return true;
            }
        }
        else if (method.getName().equals("close")) {
            // 释放资源仍然使用的是DataSourceUtils中的方法
            DataSourceUtils.doReleaseConnection(this.target,
            this.targetDataSource);
            this.closed = true;
            return null;
        }
        else if (method.getName().equals("isClosed")) {
            return this.closed;
        }

        if (this.target == null) {
            if (this.closed) {
                throw new SQLException("Connection handle already closed");
            }
            if (shouldObtainFixedConnection(this.targetDataSource)) {
                this.target =
                DataSourceUtils.doGetConnection(this.targetDataSource);
            }
        }
        Connection actualTarget = this.target;
        if (actualTarget == null) {
            //获取连接使用的也是DataSourceUtils中的方法
            actualTarget =
            DataSourceUtils.doGetConnection(this.targetDataSource);
        }

        if (method.getName().equals("getTargetConnection")) {

```



```
        return actualTarget;
    }

    // Invoke method on target Connection.
    try {
        Object retVal = method.invoke(actualTarget, args);

        // If return value is a Statement, apply transaction timeout.
        // Applies to createStatement, prepareStatement, prepareCall.
        if (retVal instanceof Statement) {
            DataSourceUtils.applyTransactionTimeout((Statement) retVal,
this.targetDataSource);
        }

        return retVal;
    }
    catch (InvocationTargetException ex) {
        throw ex.getTargetException();
    }
    finally {
        if (actualTarget != this.target) {
            DataSourceUtils.doReleaseConnection(actualTarget,
this.targetDataSource);
        }
    }
}
//其余代码略
}
```

5、High-level Synchronization Approach和Low-level Synchronization Approach

5.1、High-level Synchronization Approach

首选的方法是使用基于Spring的和持久化集成的API高级模板,或者使用原生的ORM API, 应用于事务支持型工厂bean 或者管理原生资源的工厂的代理. 这些事务型解决方案内建对资源创建、重用、清理、资源的可选事务同步以及 异常的映射的支持. 这样用户的数据访问代码就可以不再关心定位任务, 专心于非样板化的持久化逻辑. 通常, 你使用原生的ORM API或者使用JdbcTemplate的方法来进行JDBC访问.

5.2、Low-level Synchronization Approach



`SessionFactoryUtils(JdbcTemplate)`, `PersistenceManagerFactoryUtils (JPA)`, 等等。这些类都是属于低级方法中的。当你的代码想要直接使用有关本地持久化事务API的时候，你需要让这些类明确Spring 框架管理的实例已经得到了，事务已经同步好了（可选的），并且异常运行中的异常也都会映射到一个一致的API。

例如，在JDBC的例子中，可以使用Spring框架中提供的

`org.springframework.jdbc.datasource`

`.DataSourceUtils`类，而不是对数据源调用`getConnection()`这种原始JDBC方法，就像下面这样：

```
Connection conn = DataSourceUtils.getConnection(dataSource);
```

如果存在一个已经和他同步(已连接)的事务，那就返回它。否则，方法就会激发一个触发器创建一个新的连接，并且是(可选的)与任何存在的事务同步的，并且已经准备好在接下来在相同的事务中重用。就像提到的那样，所有的`SQLException`都会被包装成Spring Framework的

`CannotGetJdbcConnectionException`，这是 Spring Framework的非检查型数据访问异常

(`DataAccessExceptions`)的一种层次。这个方法给你的信息比 `SQLException`给你的信息多，并且确保跨数据库，即使是不同的持久化技术的可移植性。

该方法同样可以独立于Spring事务管理工作(事务同步是可选的)，所以你可以使用它不管你是使用或者不使用 Spring的事务管理。