

- 系统概述
  - 项目背景
  - 技术栈
  - 系统特点
- 系统架构分析
  - Maven构建工具
  - MVC软件架构模式
  - Spring 分层架构
    - 启动类(BlogManagerApplication)
    - 控制器层(Controller)
    - 服务层(Service)
    - 数据访问层(Repository)
    - 实体类(Model)
- 设计模式分析
  - MVC(Model-View-Controller)模式
    -  优势
    -  特点
    -  解决的问题
  - 工厂模式(Factory Pattern)
    -  优势
    -  特点
    -  解决的问题
  - 模板方法模式(Template Method Pattern)
    -  优势
    -  特点
    -  解决的问题
  - 观察者模式(Observer Pattern)
    -  优势
    -  特点
    -  解决的问题
  - 单例模式(Singleton Pattern)
    -  优势
    -  特点
    -  解决的问题
  - 策略模式(Strategy Pattern)
    -  优势
    -  特点

-  解决的问题
- 设计思想总结
  - 单一职责原则(SRP)
    -  SRP在项目中的优势体现
  - 开闭原则(OCP)
    - 实现示例
      - OCP在项目中的优势体现
  - 里氏替换原则 (Liskov Substitution Principle, LSP)
    - LSP在项目中的优势体现
  - 接口隔离原则
    -  ISP在项目中的优势体现
- 系统流程图
  - 用户认证流程图
  - 博客文章管理流程图
  - LLM集成流程图
  - 数据库设计

## 系统概述

---

## 项目背景

---

该博客管理系统是一个基于**Spring Boot 3.4.5**构建的后端API服务，采用标准的MVC架构模式，提供完整的博客文章管理功能，包括文章的增删改查、图片管理、配置管理以及LLM（大语言模型）集成等功能。

## 技术栈

---

Spring Boot 3.4.5、Java 17、Spring Web、Spring WebFlux、SnakeYAML、Gson、Maven

## 系统特点

---

- **RESTful API设计**：遵循REST架构风格，提供标准化的HTTP接口
- **文件存储**：采用本地文件系统存储，支持Markdown格式文章

- **配置管理**：支持动态配置加载和更新
- **LLM集成**：集成多种大语言模型API，支持智能内容生成
- **流式响应**：支持Server-Sent Events(SSE)实现实时数据推送

## 系统架构分析

---

## Maven构建工具

---

Maven 是一个 **基于 POM (Project Object Model)** 的构建工具，它通过一个 `pom.xml` 文件来管理项目的配置，包括依赖、插件、构建流程等。本项目使用maven作为构建工具，简化环境配置，依赖注入，项目打包等流程。

Maven的作用包括以下几点：

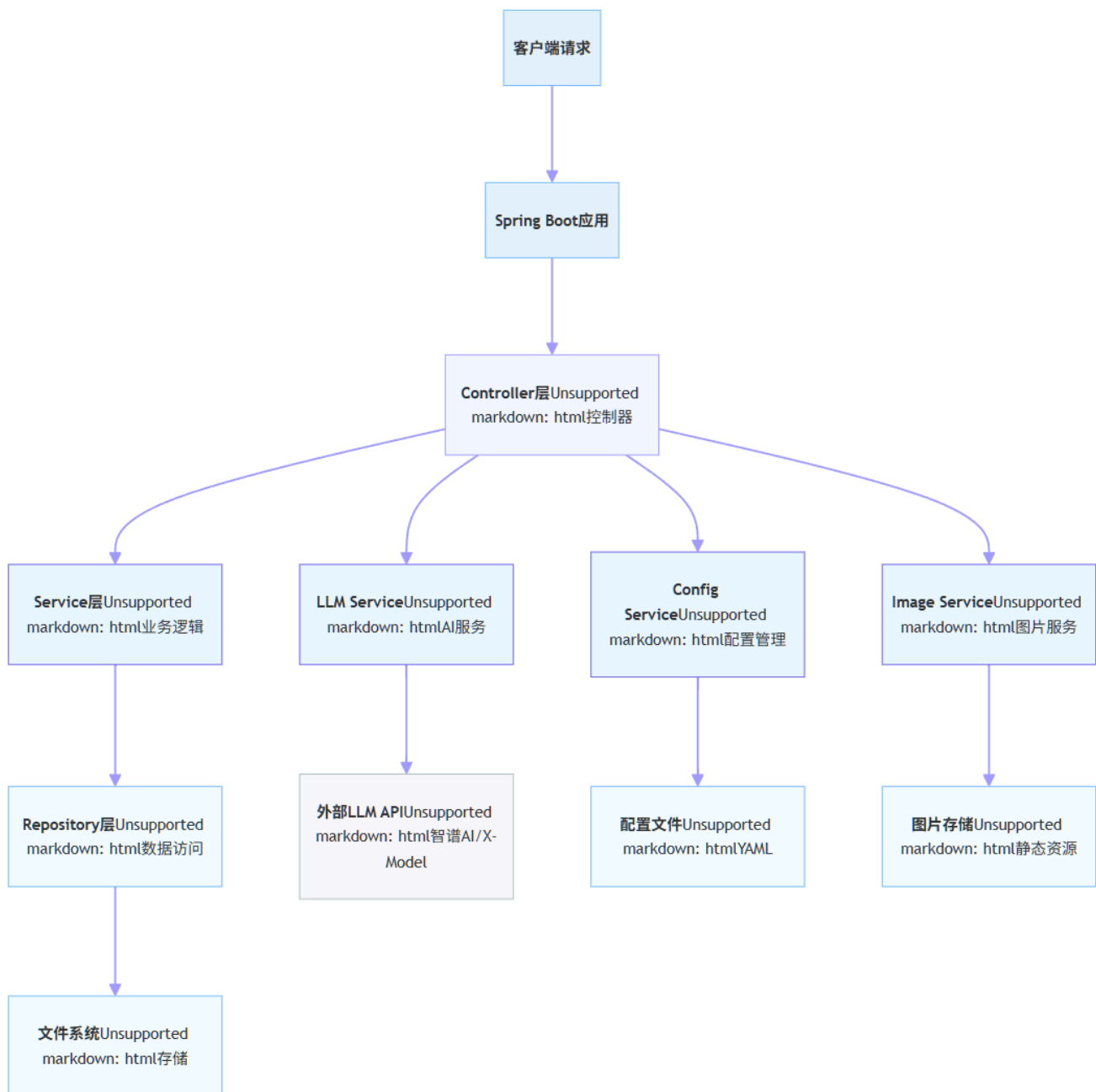
- **依赖管理**：自动下载并管理项目所需的第三方库（如JUnit, Spring, MySQL驱动），避免手动引入jar包。
- **Jar包**：用于打包Java类、资源文件和元数据的压缩文件格式。
- **标准化项目结构**：Maven 提倡统一的项目目录结构，关于具体的结构我们下面再讲。
- **构建自动化**：一条命令即可完成编译、测试、打包、安装、部署等流程。
- **插件机制**：支持丰富的插件。

## MVC软件架构模式

---

**MVC模式**(Model-View-Controller)是一种软件架构模式，被广泛应用于Web开发和桌面应用开发中。它通过将应用程序分为三部分，使得代码结构清晰，易于维护和扩展。本项目使用Spring，SpringMVC、SpringBoot框架进行项目后端开发，使用Vue3框架进行前端开发。API接口遵循**RESTful API**设计规范。

系统架构总览：



# Spring 分层架构

Spring中，每一层的作用是为了实现应用的分层架构，遵循单一职责原则，使代码更易于维护、测试和扩展。以下是各层的作用说明以及如何组织代码的说明。

## 启动类(BlogManagerApplication)

作用：

- 项目的入口，负责启动SpringBoot应用。
- 初始化Spring容器，并加载所有的配置和Bean。

Bean 是由 Spring 容器管理的对象，用于实现依赖注入和组件化管理，是应用程序的核心构建模块。

## 控制器层(Controller)

作用：

- 接收用户的HTTP请求并返回响应。
- 处理请求参数和调用服务层。
- 是应用程序的入口点，负责将用户输入传递给服务层。
- 使用 `@RestController` 返回Json，或 `@Controller`返回视图。

**职责：** 处理HTTP请求，参数验证，响应格式化

**组件：** BlogController, ConfigController, ImageController, LLMController

**特点：** 采用@RestController注解，支持RESTful API设计，统一返回Message对象

## 服务层(Service)

作用：

- 封装业务逻辑
- 调用数据访问层处理数据，并将结果返回给Controller。
- 是业务规则实现的核心，独立于控制器和数据访问层。

**职责：** 业务逻辑处理，事务管理，业务规则实现

**组件：** ConfigService, LLM相关服务

**特点：** 使用@Service注解，实现具体业务逻辑

## 数据访问层(Repository)

作用：

- 负责与数据库交互，执行**CRUD**操作。
- 使用Spring Data JPA 或其他持久化工具
- 数据访问层只关心数据的存储和检索，不关心其他业务逻辑。

- CRUD：即创建(Create)、读取(Read)、更新(Update)、删除>Delete)。
- 持久化：将应用程序对象的状态保存到数据库的过程。

## 实体类(Model)

作用：

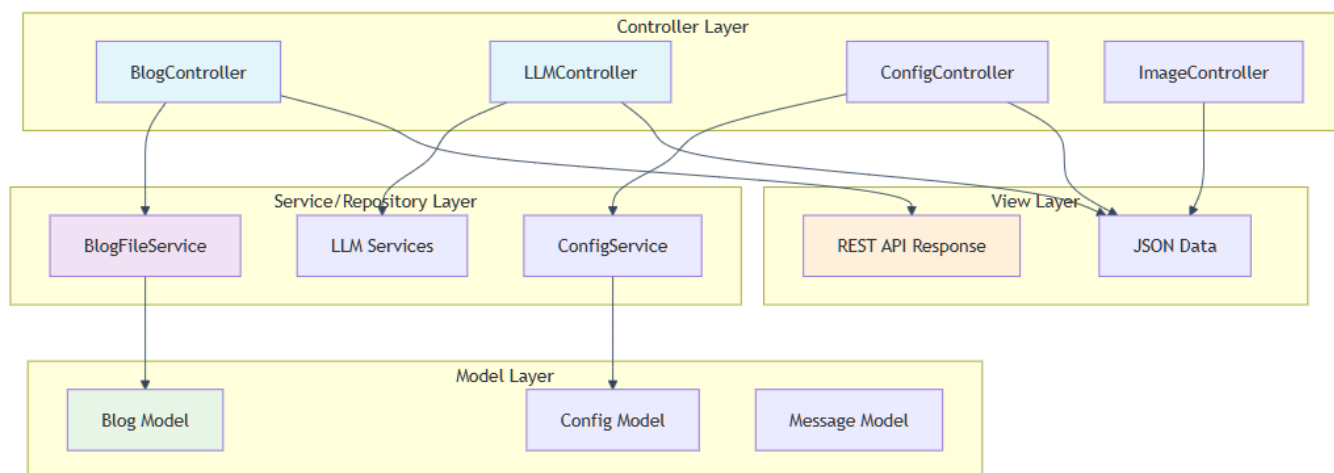
- 定义数据库表对应的实体
- 用于封装数据(通常是业务数据)
- 使用JPA注解(如 `@Entity`，`@Id`，`@Column`)定义实体和数据库表的映射关系。

组件：Blog.java、Message.java

## 设计模式分析

# MVC(Model-View-Controller)模式

博客管理系统严格遵循Spring Boot的MVC架构模式，将应用程序分为三个核心组件：



```
Controller 层示例 (BlogController.java):
@RestController
@RequestMapping("/api/blogs")
public class BlogController {
    @Autowired
    private BlogFileService blogFileService;

    @GetMapping("/lists")
    public Message listBlogFileNames() {
        // 调用Service层处理业务逻辑
    }
}
```

```
    this.blogList = blogFileService.listPostFileNames();  
    return new Message(0, blogList, null);  
}  
}
```

## ✅ 优势

- **关注点分离**：业务逻辑、数据模型和表示层完全解耦
- **可维护性**：修改某一层不会影响其他层的实现
- **可测试性**：每层都可以独立进行单元测试
- **团队协作**：前后端开发人员可以并行工作
- **代码复用**：Service层可以被多个Controller复用

## 🔧 特点

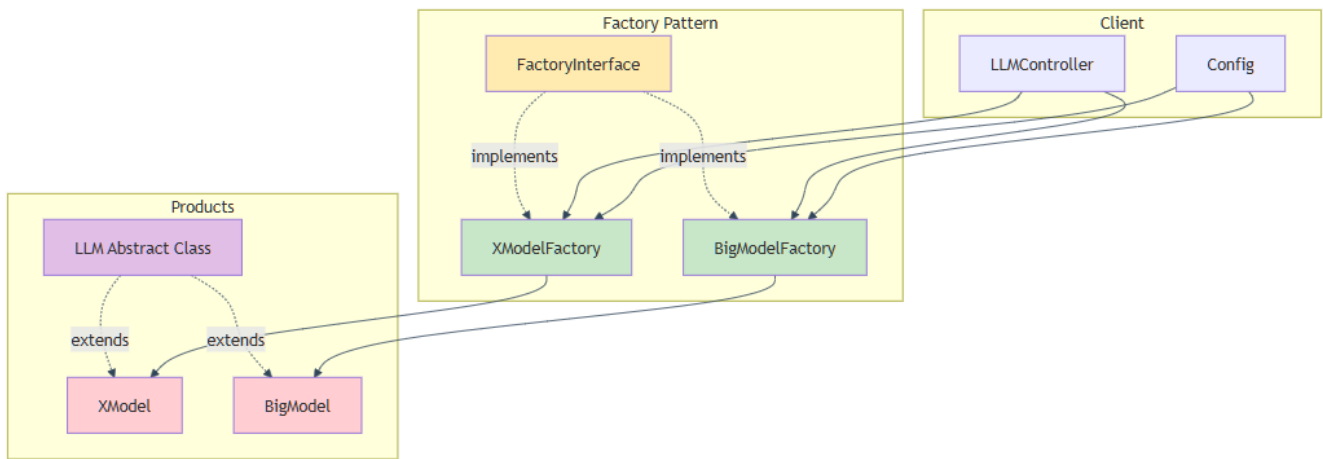
- **单一职责**：每个组件只负责自己的核心功能
- **松耦合**：通过依赖注入实现组件间的松耦合
- **层次清晰**：明确的分层结构便于理解和维护
- **RESTful设计**：Controller提供标准的REST API接口

## 🎯 解决的问题

- **代码混乱**：避免将业务逻辑、数据访问和视图渲染混在一起
- **难以维护**：通过分层降低系统复杂度
- **代码重复**：Service层复用避免重复的业务逻辑
- **测试困难**：分层设计使得单元测试更容易进行

# 工厂模式(Factory Pattern)

系统使用工厂模式来创建不同类型的LLM (Large Language Model) 实例，支持XModel和BigModel两种不同的AI服务提供商：



工厂接口定义 (FactoryInterface.java):

```
public interface FactoryInterface {
    LLM createLLM();
}
```

具体工厂实现 (BigModelFactory.java):

```
public class BigModelFactory implements FactoryInterface {
    private String APIKey;
    private final String APIUrl =
"https://open.bigmodel.cn/api/paas/v4/chat/completions";

    public BigModelFactory(Config config) {
        this.APIKey = config.getBigmodelAPIKey();
    }

    @Override
    public LLM createLLM() {
        return new BigModel(APIKey, APIUrl, model);
    }
}
```

## ✅ 优势

- **扩展性**：添加新的LLM提供商只需新增工厂类，无需修改现有代码
- **封装创建逻辑**：隐藏复杂的对象创建过程和参数配置
- **统一接口**：客户端通过统一的接口获取不同类型的LLM实例
- **降低耦合**：客户端代码不直接依赖具体的LLM实现类

## 🔧 特点

- **多态性**：基于接口的设计支持运行时切换不同的工厂
- **配置驱动**：通过Config对象传递不同的API密钥和配置
- **延迟实例化**：只有在需要时才创建LLM实例



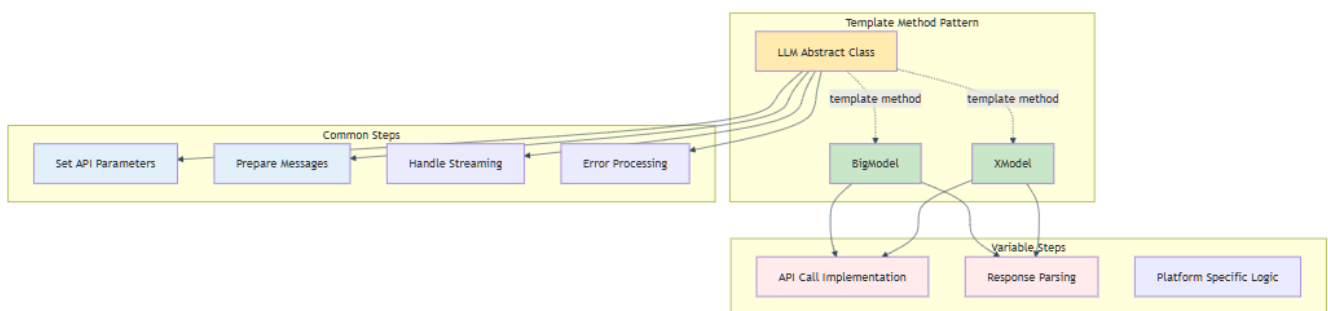
- **参数封装**：将复杂的API参数封装在工厂内部

## 🎯 解决的问题

- **硬编码依赖**：避免在客户端代码中硬编码具体的LLM类型
- **创建复杂性**：简化LLM实例的创建过程
- **配置管理**：集中管理不同LLM的配置参数
- **类型切换**：运行时动态选择不同的AI服务提供商

# 模板方法模式(Template Method Pattern)

LLM抽象类定义了调用AI服务的基本流程和通用属性，具体的LLM实现类重写关键的调用方法：



抽象模板类 (LLM.java):

```
public abstract class LLM {
    // 通用属性和方法
    private String apiKey;
    private String apiUrl;
    private String model;
    protected ArrayList<POSTMessage> messagesArray;

    // 构造函数定义通用初始化流程
    public LLM(String apiKey, String apiUrl, String model) {
        this.apiKey = apiKey;
        this.apiUrl = apiUrl;
        this.model = model;
        this.messagesArray = new ArrayList<>();
    }

    // 抽象方法，子类必须实现
    public abstract void callLLM(String prompt, String content, StreamCallback callback);
}
```

## ✓ 优势

- **代码复用**：通用的初始化逻辑和属性管理在基类中实现
- **一致性**：确保所有LLM实现都遵循相同的基本结构
- **扩展性**：新增LLM类型只需继承并实现抽象方法
- **维护性**：通用功能的修改只需在基类中进行

## 🔧 特点

- **骨架定义**：抽象类定义了LLM服务的基本骨架
- **钩子方法**：callLLM方法作为钩子方法由子类实现
- **不变部分**：公共属性和getter/setter方法保持不变
- **可变部分**：具体的API调用逻辑由子类定制

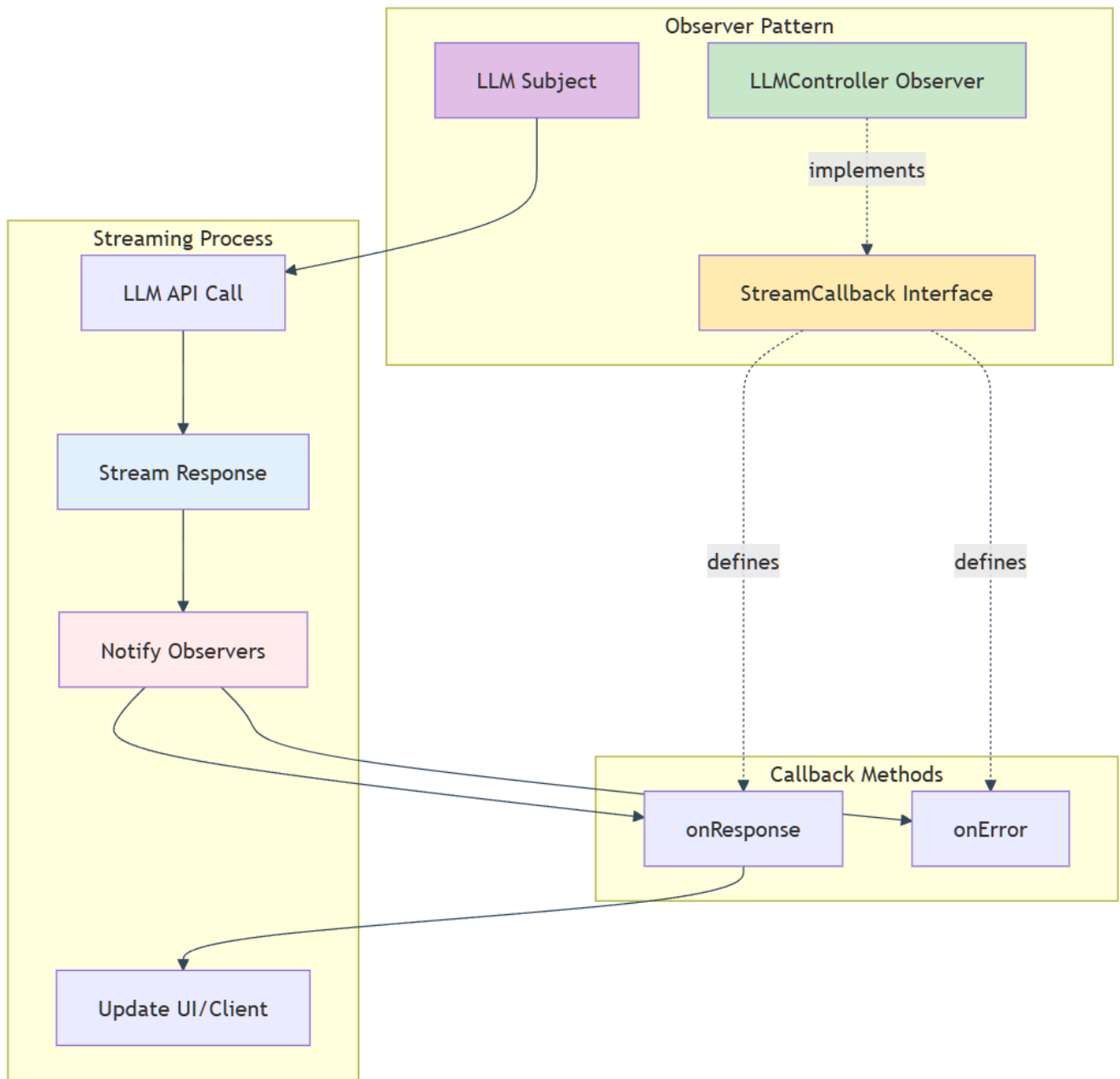
## 🎯 解决的问题

- **代码重复**：避免在每个LLM实现中重复相同的基础代码
- **结构不一致**：统一不同LLM实现的基本结构
- **维护困难**：集中管理通用功能，便于维护和升级
- **扩展复杂**：简化新LLM类型的接入过程

# 观察者模式(Observer Pattern)

---

通过StreamCallback接口实现观察者模式，处理LLM API的流式响应，实现实时数据推送：



观察者接口 (StreamCallback.java):

```
public interface StreamCallback {
    /**
     * 处理流式输出的回调方法
     */
    void onResponse(String chunk, boolean isDone);

    /**
     * 错误处理回调方法
     */
    void onError(String error);
}
```

观察者实现 (LLMController.java):

```
StreamCallback callback = new StreamCallback() {
    @Override
    public void onResponse(String chunk, boolean isDone) {
        responseText.append(chunk);
        // 实时处理流式数据
    }
}
```

```
}

@Override
public void onError(String error) {
    logger.error("获取建议时发生错误: " + error);
}

};
```

### ✅ 优势

- **实时响应**：支持流式数据的实时处理和推送
- **松耦合**：LLM服务和响应处理逻辑完全解耦
- **异步处理**：支持异步的数据流处理
- **错误处理**：统一的错误通知机制
- **扩展性**：可以轻松添加多个观察者处理不同类型的响应

### 🔧 特点

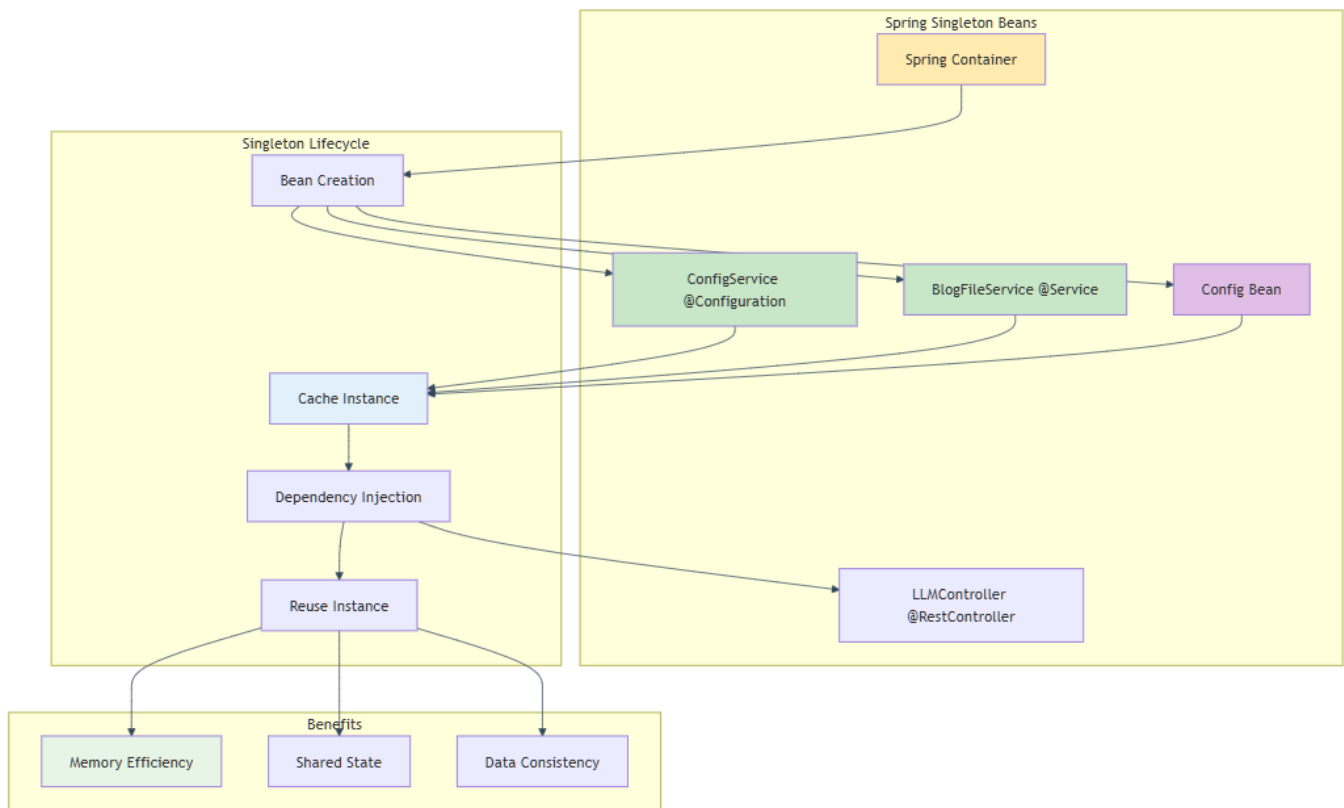
- **事件驱动**：基于回调的事件驱动架构
- **状态通知**：通过isDone参数通知流处理状态
- **错误传播**：统一的错误传播机制
- **接口约定**：通过接口定义标准的通知协议

### 🎯 解决的问题

- **阻塞等待**：避免同步等待长时间的AI响应
- **用户体验**：提供流式响应改善用户体验
- **资源占用**：减少长连接的资源占用
- **响应处理**：灵活处理不同类型的响应数据

## 单例模式(Singleton Pattern)

虽然项目中没有显式的单例类，但Spring框架的Bean管理实际上实现了单例模式。ConfigService、BlogFileService等服务类都是单例Bean：



Spring管理的单例Bean (ConfigService.java):

```

@Configuration
public class ConfigService {
    // Spring确保这个类只有一个实例
    private Path configPath;
    private Config config;

    @PostConstruct
    public void loadConfig() {
        // 初始化配置，全局共享
    }
}

```

服务层单例 (BlogFileService.java):

```

@Service
public class BlogFileService {
    // Spring容器管理的单例服务
    private final Path storageLocation;
    private Config config;

    @Autowired
    public BlogFileService(Config config) {
        // 依赖注入单例配置
    }
}

```

## ✅ 优势

- **内存效率**：减少对象创建，节省内存资源

- **全局访问**：提供全局唯一的配置和服务实例
- **状态共享**：在整个应用中共享配置和状态信息
- **生命周期管理**：Spring容器自动管理Bean的生命周期
- **线程安全**：Spring确保Bean创建过程的线程安全

## 特点

- **容器管理**：由Spring IoC容器负责单例管理
- **懒加载**：支持懒加载和提前初始化
- **依赖注入**：通过@Autowired实现依赖注入
- **配置驱动**：通过注解配置单例行为

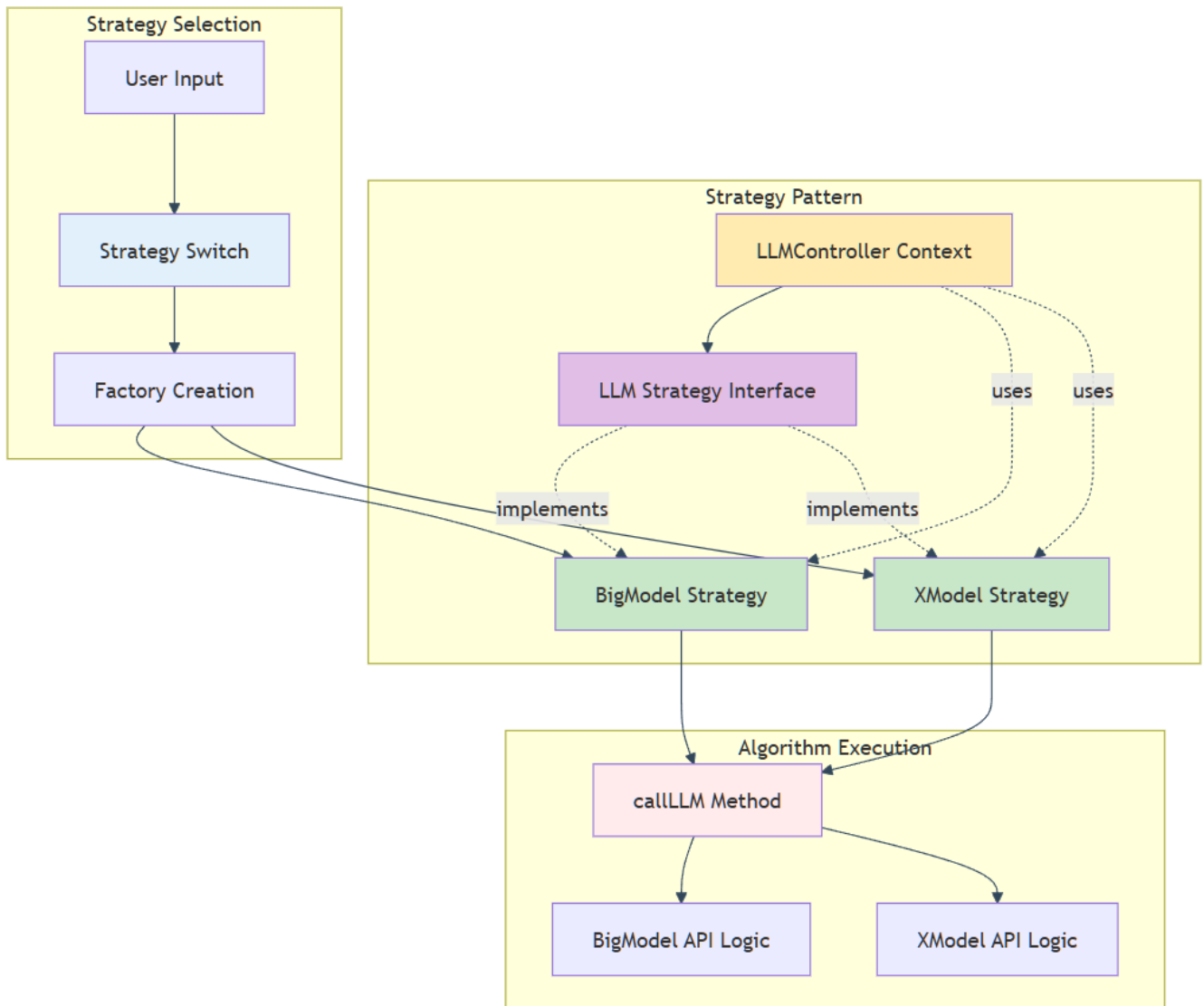
## 解决的问题

- **资源浪费**：避免重复创建相同的服务实例
- **配置管理**：全局统一的配置管理
- **状态一致性**：确保应用状态的一致性
- **初始化开销**：减少重复的初始化开销

# 策略模式(Strategy Pattern)

---

LLMController中根据用户选择动态切换不同的LLM服务提供商，体现了策略模式的应用：



策略上下文 (LLMController.java):

@RestController

```
public class LLMController {
```

```
    private LLM llm; // 策略接口引用
```

```
    @RequestMapping("/set")
```

```
    public void getLLM(@RequestParam String llmType) {
```

```
        switch (llmType) {
```

```
            case "XModel":
```

```
                XModelFactory factory = new XModelFactory(config);
```

```
                llm = factory.createLLM(); // 动态策略选择
```

```
                break;
```

```
            case "BigModel":
```

```
                BigModelFactory bigModelFactory = new BigModelFactory(config);
```

```
                llm = bigModelFactory.createLLM();
```

```
                break;
```

```
        }
```

```
    }
```

```
// 使用选定的策略
```

```
public void processRequest() {
```

```
    llm.callLLM(prompt, content, callback);
```

```
}  
}
```

## ✅ 优势

- **运行时切换**：可以在运行时动态切换不同的AI服务提供商
- **算法独立**：不同LLM的实现算法完全独立
- **易于扩展**：添加新的LLM类型不需要修改现有代码
- **消除条件语句**：避免大量的if-else或switch语句
- **测试友好**：可以轻松测试不同的策略实现

## 🔧 特点

- **策略封装**：每个LLM实现都封装了特定的调用策略
- **上下文无关**：策略实现不依赖特定的上下文
- **工厂结合**：与工厂模式结合创建策略实例
- **配置驱动**：基于用户配置选择合适的策略

## 🎯 解决的问题

- **硬编码算法**：避免将具体的LLM调用逻辑硬编码
- **服务商锁定**：避免被单一AI服务提供商锁定
- **算法切换**：简化不同AI服务之间的切换
- **代码膨胀**：避免因多种算法导致的代码膨胀

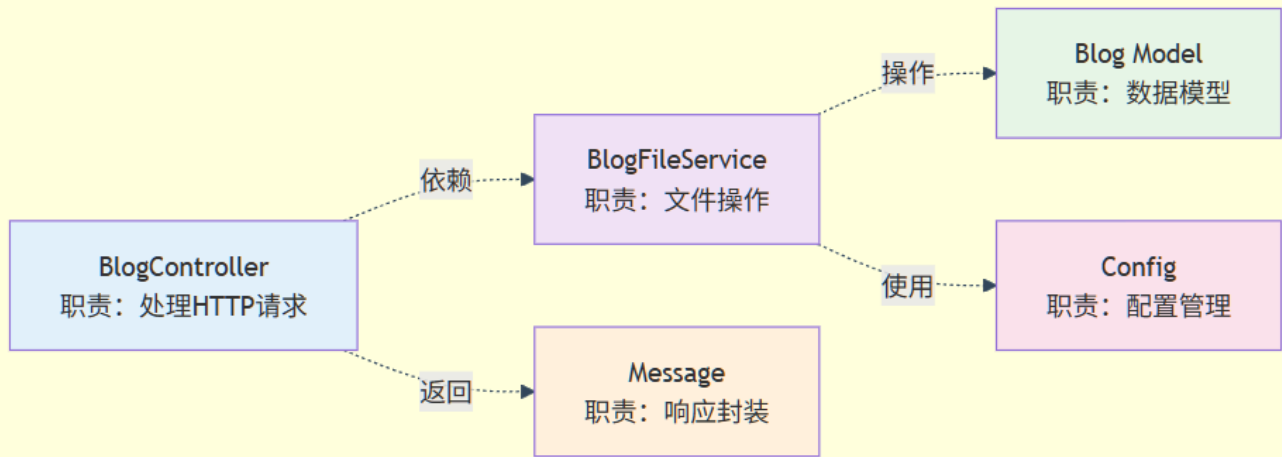
# 设计思想总结

## 单一职责原则(SRP)

每一个类应该只有一个引起它变化的原因，即一个类只应该有一个职责。每个类都应该专注于做好一件事情。



单一职责原则示例



良好示例：

### BlogController - 专注于HTTP请求处理

```
@RestController
@RequestMapping("/api/blogs")
public class BlogController {
    // 单一职责：仅处理HTTP请求和响应
    @GetMapping
    public ResponseEntity<List<Blog>> getAllBlogs() { ... }

    @PostMapping
    public ResponseEntity<Blog> createBlog(@RequestBody Blog blog) { ... }

    @DeleteMapping("/{filename}")
    public ResponseEntity<String> deleteBlog(@PathVariable String filename) { ... }
}
```

### ConfigService - 专注于配置管理

```
@Configuration
public class ConfigService {
    // 单一职责：应用程序配置的加载、验证和管理
    @PostConstruct
    public void loadConfig() { ... }

    public Config getConfig() { return config; }

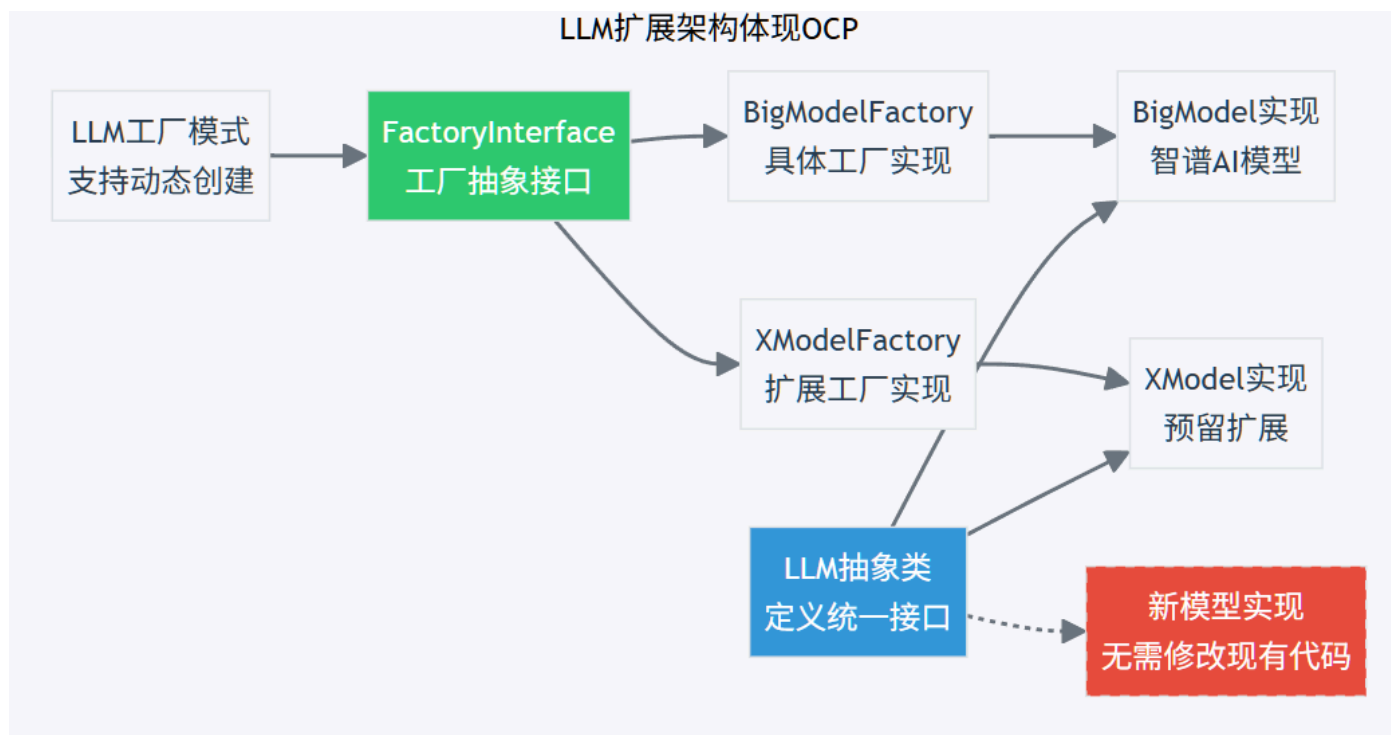
    public void saveConfig(Config config) throws IOException { ... }

    private void validateConfig(Config config) { ... }
}
```

- **高内聚**：每个类的功能高度集中，如BlogController只处理Web层逻辑
- **易维护**：修改文件操作逻辑只需改BlogFileService，不影响Controller
- **可测试**：每个类都可以独立进行单元测试
- **职责明确**：开发者可以快速定位功能模块

## 开闭原则(OCP)

软件实体应该对扩展开放，对修改封闭。即在不修改现有代码的前提下，通过扩展来实现新功能。



## 实现示例

### LLM抽象基类 - 对扩展开放

```
public abstract class LLM {
    protected String APIKey;
    protected String APIUrl;
    protected String model;
    protected ArrayList<POSTMessage> messagesArray;

    public LLM(String APIKey, String APIUrl, String model) {
        // 基础功能实现
    }

    // 抽象方法：对扩展开放
    public abstract void callLLM(String prompt, String content, StreamCallback
```

```
callback);

// 通用方法: 对修改封闭
public String getAPIKey() { return APIKey; }
public void setAPIKey(String APIKey) { this.APIKey = APIKey; }
}
```

## BigModel具体实现-扩展而非修改

```
public class BigModel extends LLM {
    private static final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(BigModel.class);

    public BigModel(String APIKey, String APIUrl, String model) {
        super(APIKey, APIUrl, model); // 复用基类功能
    }

    @Override
    public void callLLM(String prompt, String content, StreamCallback callback) {
        // 智谱AI特定的实现逻辑
        // 无需修改LLM基类
        try {
            POSTMessage message = new POSTMessage("user", prompt + content);
            // ... 具体实现
        } catch (Exception e) {
            callback.onError("调用LLM时发生错误: " + e.getMessage());
        }
    }
}
```

## 工厂模式支持-扩展新模型

```
public interface FactoryInterface {
    LLM createLLM(String APIKey, String APIUrl, String model);
}

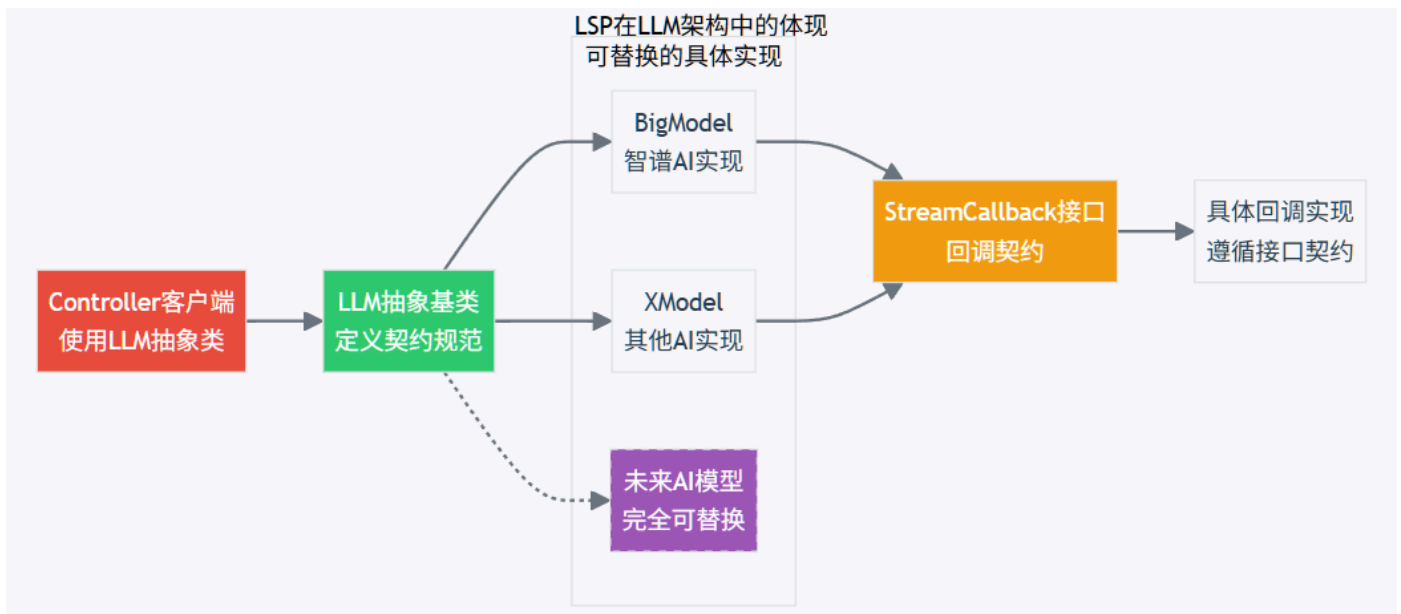
public class BigModelFactory implements FactoryInterface {
    @Override
    public LLM createLLM(String APIKey, String APIUrl, String model) {
        return new BigModel(APIKey, APIUrl, model);
    }
}

// 新增模型时, 只需添加新的工厂实现, 无需修改现有代码
public class NewAIDModelFactory implements FactoryInterface {
    @Override
    public LLM createLLM(String APIKey, String APIUrl, String model) {
        return new NewAIDModel(APIKey, APIUrl, model);
    }
}
```

## OCP在项目中的优势体现

- **扩展性强**：新增AI模型无需修改现有LLM代码
- **稳定性好**：现有功能不受新功能影响
- **维护简单**：新功能独立开发和测试
- **向后兼容**：系统升级不破坏现有功能

# 里氏替换原则 (Liskov Substitution Principle, LSP)



## StreamCallback接口契约

```
public interface StreamCallback {
    /**
     * 处理流式输出的回调方法
     * 契约: chunk不为null, isDone表示是否完成
     */
    void onResponse(String chunk, boolean isDone);

    /**
     * 错误处理回调方法
     * 契约: error不为null且包含错误描述
     */
    void onError(String error);
}

// 在Controller中的使用 - 完全可替换
public void processLLMRequest(LLM llmInstance) {
    // 无论传入BigModel还是XModel, 都能正常工作
    llmInstance.callLLM(prompt, content, new StreamCallback() {
        @Override
```

```

    public void onResponse(String chunk, boolean isDone) {
        // 处理响应
    }

    @Override
    public void onError(String error) {
        // 处理错误
    }
});
}

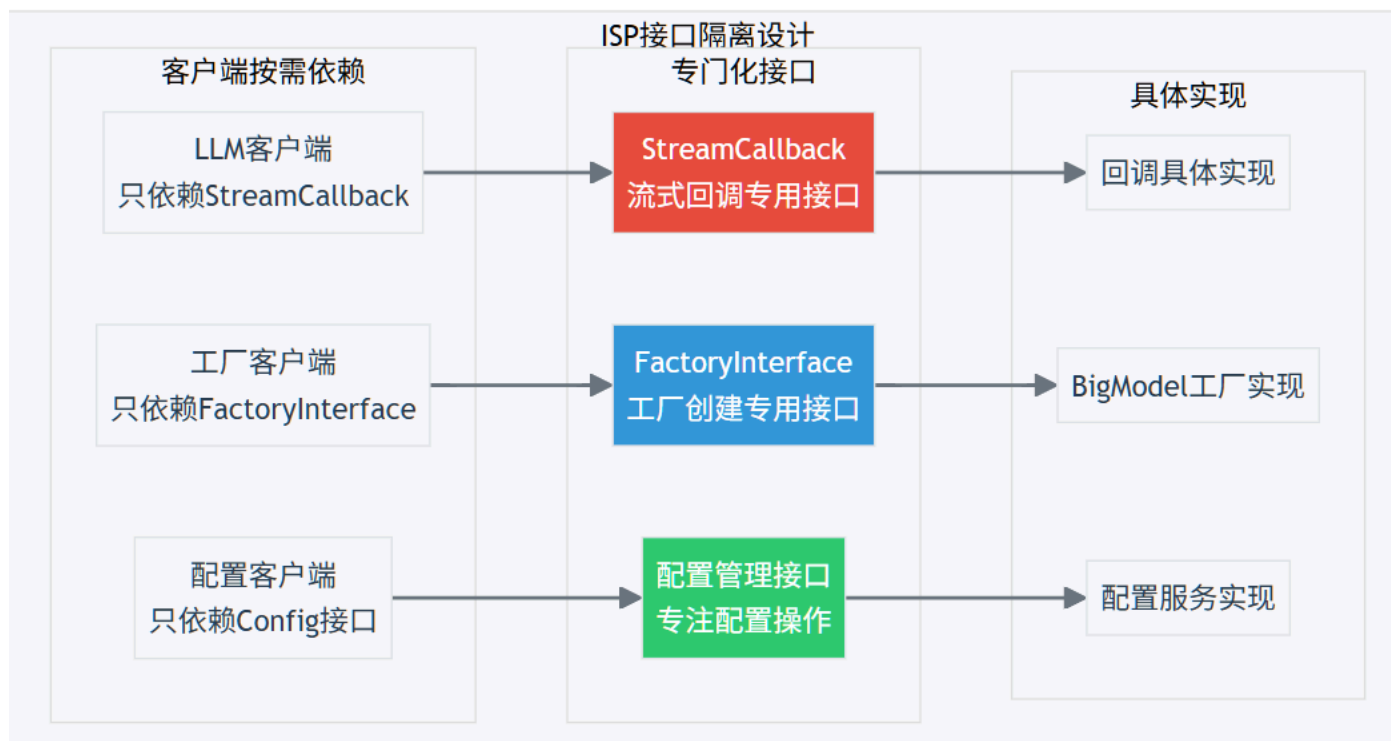
```

## LSP在项目中的优势体现

- **完全可替换**：BigModel和XModel在客户端代码中完全可互换
- **行为一致性**：所有LLM实现都遵循相同的调用契约
- **多态支持**：支持运行时动态选择不同的AI模型
- **测试友好**：可以用Mock对象替换真实实现进行测试

## 接口隔离原则

不应该强迫客户端依赖它们不使用的接口。应该使用多个专门的接口，而不是单一的总接口。



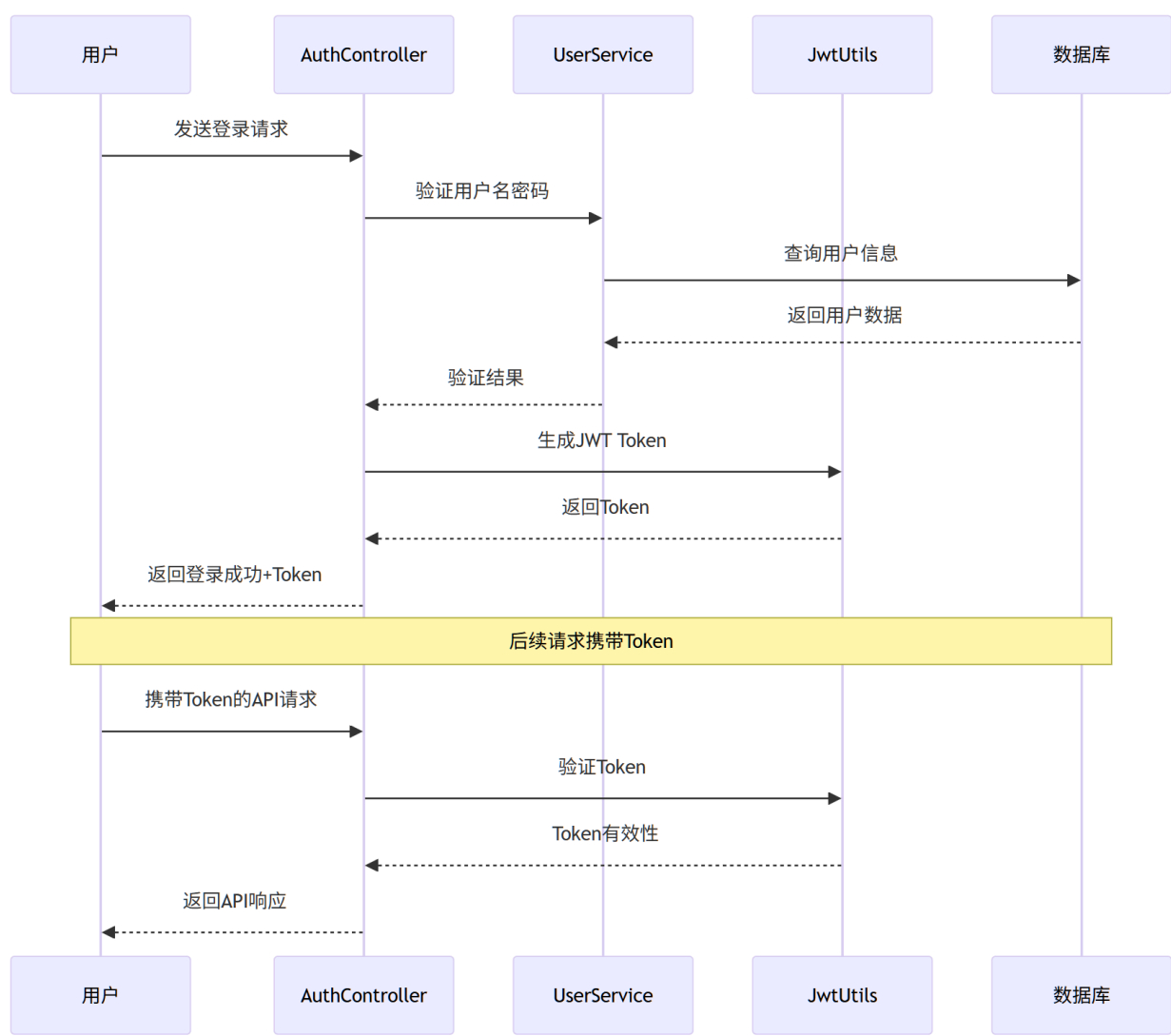
### ✅ ISP在项目中的优势体现

- **最小依赖**：每个客户端只依赖它真正需要的接口方法

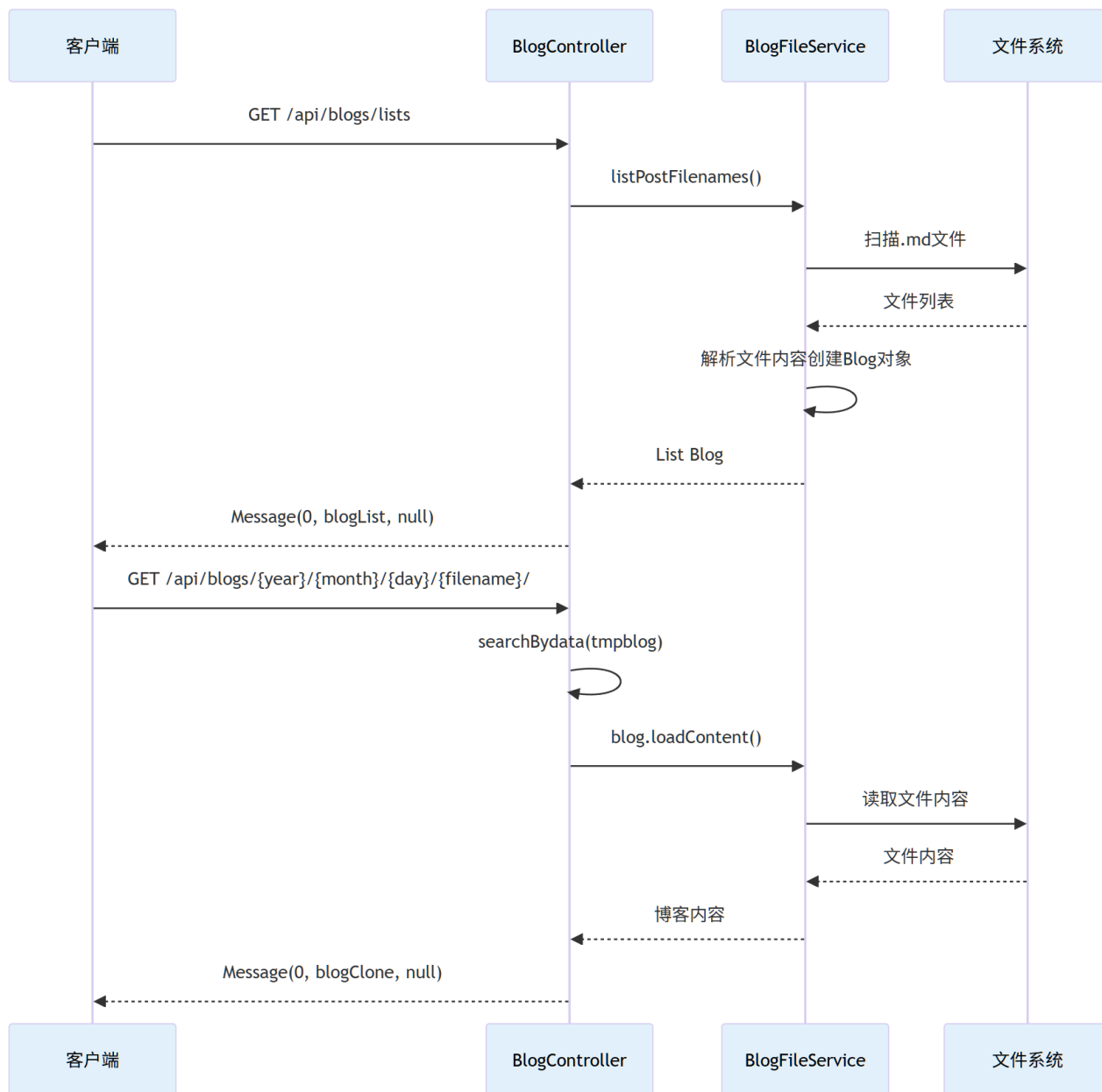
- **高度聚焦**：接口职责单一，易于理解和实现
- **变更隔离**：某个接口的变更不会影响到其他无关客户端
- **实现简单**：实现类无需提供无关功能的空实现

# 系统流程图

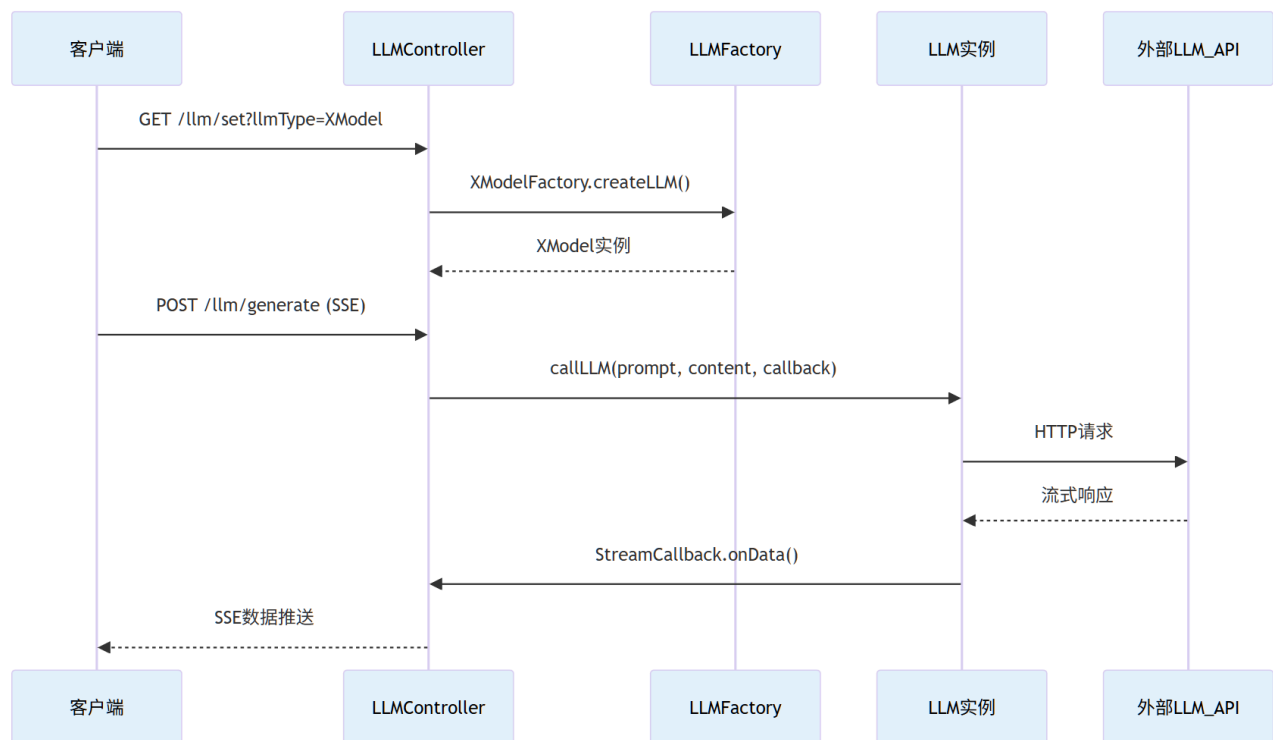
## 用户认证流程图



## 博客文章管理流程图



## LLM集成流程图



# 数据库设计

