**需求规格说明书**

**《基于深度时序模型的压裂作业多步压力预测系统》**

**编写日期：2024年06月15日**

**项目组：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **学号** | **姓名** | **角色** |
| **202231032110** | **江晨宇** | **组长** |
| **202231060701** | **李佳壕** | **组员** |
| **202231060608** | **赵杰** | **组员** |
| **202231060916** | **黄定诚诚** | **组员** |
| **202231060913** | **于耀** | **组员** |
| **202231105239** | **潘鼎琪** | **组员** |
| **202231036125** | **董子涵** | **组员** |

**修改日志**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 修改者 | 修改日期 | 备注说明 |
| 李佳壕 | 2024.6.18 | 撰写系统描述 |
| 李佳壕 | 2024.6.18 | 撰写功能描述 |
| 于耀 | 2024.6.19 | 撰写功能需求 |
| 于耀 | 2024.6.20 | 撰写性能需求和功能约束 |
| 于耀 | 2024.6.20 | 撰写其他需求和接口 |
| 于耀 | 2024.6.21 | 撰写附录：功能模型 |
| 于耀 | 2024.6.21 | 修改软件功能描述 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# 引言

## 目的

水力压裂预测技术是一项关键的技术，对于能源行业的开采效率和环境保护具有重要意义。本报告计划书旨在探讨水力压裂预测技术的商业潜力和实施方案，包括市场分析、盈利模式、教育维度等方面，以指导企业实现商业模式的成功实施并满足市场需求、技术发展和法规变化的挑战。

## 定义

见附录

## 参考资料

1. 蒋廷学： 低渗透油藏压裂井动态预测的有限元方法
2. 孙浩：基于机器学习的碳酸盐岩油藏地层压力预测
3. 曹勇博：基于改进的动态图时空卷积神经网路的交通流预测

# 软件总体概述

## 软件标识

基于深度时序模型的压裂作业多步压力预测系统

## 软件描述

### 系统属性

该软件是独立开发，无与其他相关产品之间的关系。

### 开发背景

随着全球能源需求的不断增长，油气资源的开发已经成为能源战略的关键环节。水力压裂技术，作为提升油气藏渗透率和产量的重要技术手段，在非常规油气资源的开发中发挥着至关重要的作用。以美国为例，美国能源信息署（EIA）

的数据显示，自2000年以来，得益于水力压裂技术的广泛应用，页岩气产量实现了近1600%的惊人增长，这一成就凸显了压裂技术在提高油气产量方面的巨大潜力和价值。然而，压裂作业中的压力变化极为复杂，涉及多种物理和化学过程，压力的精确控制直接关系到作业的安全性和效率。以大庆油田为例，目前其采油井压裂效果预测时多是凭借经验或者多元线性回归等简单模型，但这些方法受限于模型假设的简化和数据的不完整性，难以精确捕捉实际压裂过程中的动态变化。研究指出，传统模型在预测页岩气压裂过程中的压力分布时，平均误差率达到了15%，这在实际操作中可能导致资源浪费和安全隐患。

随着人工智能技术的飞速进展，深度学习在处理时序数据预测方面已经取得了突破性的成就。本项目采用深度时序模型技术，旨在精确预测水力压裂作业中的井口压力波动，以便及时发现并预防潜在的压力异常情况，从而显著降低作业风险。这一创新方法预期将为油气开采技术的持续优化和提升提供重要动力。

### 软件功能

* + - * 1. 高——软件必须实现的功能，用户有明确的功能定义和要求；
        2. 中——软件应该实现的功能，用户的功能定义和要求可能是模糊的、不具体的、或低约束的，但是这类功能的缺少会导致用户的不满意，因此这类功能的具体需求应当由需求分析人员诱导用户产生并明确；
        3. 低——软件尽量实现的功能，并可根据开发进度进行取舍，但这类功能的实现将会增加用户的满意度。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **功能名称** | **功能需求标识** | **优先级** | **简要描述** |
| 1 | 新建用户 | 数据功能需求 | 高 | 管理员创建用户 |
| 2 | 接收信息 | 数据功能需求 | 高 | 输入维护井基本信息 |
| 3 | 修改信息 | 数据功能需求 | 高 | 提供增删改查功能 |
| 4 | 搜索筛选 | 检索功能需求 | 高 | 对信息进行搜索和筛选 |
| 5 | 批量导入导出 | 检索功能需求 | 中 | 支持批量导入导出井信息 |
| 6 | 接收储存 | 数据功能需求 | 高 | 接受储存原始压裂作业数据 |
| 7 | 清洗数据 | 计算功能需求 | 高 | 处理缺失值和异常值，提高数据质量 |
| 8 | 归一化处理 | 计算功能需求 | 中 | 将不同量纲数据转换为统一尺度 |
| 9 | 特征工程 | 计算功能需求 | 低 | 特征选择，构造和转换，增强模型的预测能力 |
| 10 | 监控界面 | 数据转化功能需求 | 高 | 展示实时接收到的数据流和关键指标 |
| 11 | 配置管理界面 | 系统调试功能需求 | 高 | 允许用户配置数据接受的相关参数 |
| 12 | 日志查看界面 | 检索功能需求 | 中 | 提供接受过程中的日志记录，方便问题排查 |

## 用户的特点

系统供给石油作业监测人员使用，系统管理员使用

一般情况下：石油作业监测人员：监测井下石油作业时使用

管理员：批量导入导出井信息时，储存信息时使用

## 限制与约束

本系统适用于石油工业相关领域，专业性较强，不适用于普通大众。

# 具体需求

## 功能需求

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 1 |
| 功能名称 | 新建用户 |
| 功 能  描 述 | 管理员创建用户 |
| 输入项 | 各种用户信息包括（编号字符串，名称字符串，单位字符串，用户等级字符串，工作地址字符串，联系方式字符串......） |
| 处理描述 | 异常检测：1.输入不符合数据类型2.关键输入项为空3.非法字符和数据  处理结果：用户信息存入数据库 |
| 输出项 | 数据库更新日志，创建成功失败的反馈（字符串），下一步的引导（字符串） |
| 界面要求 | 创建界面清晰，有指向性的用户指南。图画简洁大气，支持多语言 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 2 |
| 功能名称 | 接收信息 |
| 功 能  描 述 | 输入维护井基本信息 |
| 输入项 | 维护井编号（字符串），维护井信息（字符串），验证密钥（字符串） |
| 处理描述 | 异常检测：1.输入不符合数据类型2.关键输入项为空3.非法字符和数据  处理结果：验证用户身份，数据处理形成具体维护井信息存入数据库 |
| 输出项 | 接收和创建维护井成功或失败的反馈（字符串），下一步的引导（字符串），数据库更新日志 |
| 界面要求 | 简洁清晰的用户交互界面，用户指南，语言切换 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 3 |
| 功能名称 | 修改信息 |
| 功 能  描 述 | 提供增删改查功能 |
| 输入项 | 修改编号对应增删改查（字符），修改（查询）内容（字符串），管理员密钥 |
| 处理描述 | 异常检测：1.输入不符合数据类型2.关键输入项为空3.非法字符和数据  处理结果：调用对应修改函数进行修改，并将修改信息上传数据库进行同步 |
| 输出项 | 修改结果和修改部分的展示（字符串），数据库更新日志 |
| 界面要求 | 简洁清晰的用户交互界面，用户指南，语言切换，详尽的结果展示 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 4 |
| 功能名称 | 搜索筛选 |
| 功 能  描 述 | 对信息进行搜索和筛选 |
| 输入项 | 搜索项，搜索方式，筛选策略 |
| 处理描述 | 异常检测：1.输入不符合数据类型2.关键输入项为空3.非法字符和数据  字符处理将搜索指令转入数据库，将数据库的反馈输出处理后打印搜索结果和跳转键 |
| 输出项 | 搜索结果，跳转界面 |
| 界面要求 | 简洁清晰的用户交互界面，用户指南，语言切换，详尽的结果展示 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 5 |
| 功能名称 | 批量导入导出 |
| 功 能  描 述 | 支持批量导入导出井信息 |
| 输入项 | 任务编号（字符数组），导入导出数据项（字符串） |
| 处理描述 | 异常检测：1.输入不符合数据类型2.关键输入项为空3.非法字符和数据  识别处理导入导出编号和导入导出数据项，从数据库导入导出指定内容并打印 |
| 输出项 | 导入导出结果和导入导出信息内容 |
| 界面要求 | 简洁清晰的用户交互界面，用户指南，语言切换，详尽的结果展示 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 6 |
| 功能名称 | 接收储存 |
| 功 能  描 述 | 接受储存原始压裂作业数据 |
| 输入项 | 数据集（字符数组），管理员密钥 |
| 处理描述 | 异常检测：1.输入不符合数据类型2.关键输入项为空3.非法字符和数据  处理数据集并输入数据库 |
| 输出项 | 储存结果，数据库更新日志 |
| 界面要求 | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 7 |
| 功能名称 | 清洗数据 |
| 功 能  描 述 | 处理缺失值和异常值，提高数据质量 |
| 输入项 | 清洗指令和清洗项，管理员密钥 |
| 处理描述 | 依函数对单项/多项/全部项数据进行清洗处理处理缺失值和异常值，提高数据质量 |
| 输出项 | 清洗结果和清洗后数据变化和对比，数据库更新日志 |
| 界面要求 | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 8 |
| 功能名称 | 归一化处理 |
| 功 能  描 述 | 将不同量纲数据转换为统一尺度 |
| 输入项 | 指令，管理员密钥 |
| 处理描述 | 识别数据库内各项单位（按字符搜索），将不同的单位数据依照归一函数中的规则将不同量纲数据转换为统一尺度并更新数据库 |
| 输出项 | 归一化结果，数据变化和对比，数据库更新日志 |
| 界面要求 | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 9 |
| 功能名称 | 特征工程 |
| 功 能  描 述 | 特征选择，构造和转换，增强模型的预测能力 |
| 输入项 | 特征选择编号，构造方式，转换方式 |
| 处理描述 | 接受指令进行特征工程任务，进行模型构造和预测 |
| 输出项 | 特征工程处理后的模型展示 |
| 界面要求 | 详尽的结果展示 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 10 |
| 功能名称 | 监控界面 |
| 功 能  描 述 | 展示实时接收到的数据流和关键指标 |
| 输入项 | 数据流 |
| 处理描述 | 数据接收，数据计算转化和可视化处理 |
| 输出项 | 各种简洁的数据图（折线图，散点图，柱状图......） |
| 界面要求 | 详细及时的可视化数据图展示 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 11 |
| 功能名称 | 配置管理界面 |
| 功 能  描 述 | 允许用户配置数据接受的相关参数 |
| 输入项 | 配置项，配置参数，管理员密钥 |
| 处理描述 | 配置数据接受的相关参数，更新数据库并进行清洗和归一化 |
| 输出项 | 配置结果，配置影响，数据库更新日志 |
| 界面要求 | 简洁清晰的用户交互界面 |

|  |  |
| --- | --- |
| 功能编号 | 12 |
| 功能名称 | 日志查看界面 |
| 功 能  描 述 | 提供接受过程中的日志记录，方便问题排查 |
| 输入项 | 日志查看指令，管理员密钥 |
| 处理描述 | 调用各日志并打印 |
| 输出项 | 日志信息 |
| 界面要求 | 详细的日志及说明 |

## 性能需求

支持的终端数不小于10000、支持并行操作的用户数不小于100000、处理的文件和记录数、表和文件的大小总计可容纳1000TB。

响应时间不大于1000ms、更新处理时间不大于1min、数据的转换和传送时间不大于500ms、运行时间支持连续运行180天等。

## 设计约束

### 其他标准的约束

报表格式：具备基本信息和制表人信息，制表日期

数据命名：暂未

审计追踪：暂无

### 硬件约束

硬件配置的特点：支持大量数据的存储，在数据流高峰可流畅处理，且至少保证20%的性能富余

内存储器和辅助存储器的容量：内存储器共计不小于1000TB，云数据库可保留至少360天内的全部数据备份

## 其它非功能性需求

### 可用性

检查点：在3.1功能需求表格部分有说明

恢复方法：下载云端数据库备份

重启动性：在遭遇故障、错误、崩溃或其他异常情况下，能够自我恢复、重启或重新进入稳定运行状态

### 可靠性

确保计算公式和数据处理函数的正确性，时刻上传数据到云端数据库，每天进行系统备份

### 效率

在指定场景下，每井可在只配备一台设备的情况下完成全部计算预测记录展示等功能。每次任务后在1min完成全部数据处理反馈和上传。

### 安全性

保证数据库和密钥的安全性，严格限制非管理员用户功能，引入系统安全检测系统保证数据安全和用户权限。

### 可维护性

提供管理员维护和修改权限，提供简洁清晰的维护指令和详细的指令功能介绍，每台设备配备维护工程师进行线下维护

### 可移植性

适配主流的操作系统

## 外部接口需求

### 用户接口

普通用户和管理员用户公用同一主页面，为管理员用户开放管和维护功能的界面。

### 硬件接口

通信接口：配备多种通信接口，以实现与上位机、控制系统或其他设备的通信。包括USB接口（USB Device、USB Host、TYPE-C）、网口、RS232接口（串口）、GPIB接口等。用于数据传输、远程控制、设备配置等功能。

显示接口：配备VGA、DVI、HDMI、DP等显示接口，用于连接显示器或投影仪等设备。

电源接口：用于连接外部电源，为仪器提供电能。具体的接口类型、尺寸和电压要求因设备而异。

其他接口：外部控制接口、信号输入输出接口、扩展槽等。

### 软件接口

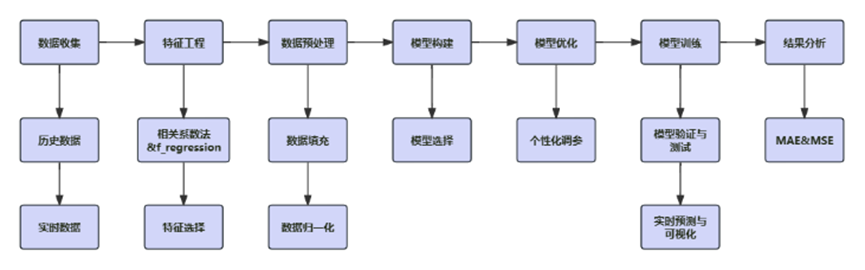
Api通过抽象为用户屏蔽实现上的细节和复杂性。,webservice走soap协议通过http传输，返回xml格式的请求报文和返回报文。,http api走http协议，通过路径来区分调用的方法，key-value形式的请求报文，json串返回报文。

### 通信接口

配备多种通信接口，以实现与上位机、控制系统或其他设备的通信。包括USB接口（USB Device、USB Host、TYPE-C）、网口、RS232接口（串口）、GPIB接口等。用于数据传输、远程控制、设备配置等功能。

# 附录 功能模型

一、数据流图



二、数据字典

1、数据流

|  |  |
| --- | --- |
| 名称： | 数据收集数据流 |
| 简述： | 数据收集 |
| 数据流组成： | 时间，井编号，深度，实时压力值 |
| 数据流来源： | 井压力作业仪器接口 |
| 数据流去向： | 历史数据，特征工程 |
| 注解： | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| 名称： | 特征工程数据流 |
| 简述： | 特征工程处理 |
| 数据流组成： | 时间，井编号，深度，实时压力值 |
| 数据流来源： | 数据收集 |
| 数据流去向： | 相关系数法，数据预处理 |
| 注解： | 无 |

2、加工

|  |  |
| --- | --- |
| 名称： | 数据预处理 |
| 简述： | 数据预处理 |
| 数据流组成： | 特征，实时数据 |
| 数据流来源： | 特征工程 |
| 数据流去向： | 数据填充，模型建构 |
| 注解： | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| 名称： | 模型建构 |
| 简述： | 建构出模型 |
| 数据流组成： | 归一化后的新数据 |
| 数据流来源： | 数据预处理 |
| 数据流去向： | 模型优化 |
| 注解： | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| 名称： | 模型优化 |
| 简述： | 优化架构出的模型 |
| 数据流组成： | 模型和数据 |
| 数据流来源： | 模型建构 |
| 数据流去向： | 模型训练 |
| 注解： | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| 名称： | 模型训练 |
| 简述： | 模型训练过程 |
| 数据流组成： | 模型和数据 |
| 数据流来源： | 个性化调参，模型优化 |
| 数据流去向： | 结果分析 |
| 注解： | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| 名称： | 结果分析 |
| 简述： | 分析训练后的结果并进行反馈 |
| 数据流组成： | 训练后的模型 |
| 数据流来源： | 模型训练 |
| 数据流去向： | 无 |
| 注解： | 无 |

3、文件（存储）

|  |  |
| --- | --- |
| 名称： | 文件存储 |
| 简述： | 将整个数据流的关键信息进行存储 |
| 数据流组成： | 分析结果，训练后的模型，处理后的数据 |
| 数据流来源： | 数据流主干 |
| 数据流去向： | 数据库 |
| 注解： | 无 |