



陕西延长石油（集团）有限责任公司 信息化项目可行性研究报告

项 目 名 称: × × × × × × × × ×

申 报 单 位: × × × × × × × × ×

编 写 人: × × ×

联 系 电 话: × × × × × × × × ×

仿宋_GB2312 三号字体。

如姓名为两字，中间须空一个字符。

陕西延长石油（集团）有限责任公司制

（请准确填写可研编制人及联系方式）

目录

一、 项目简介.....	n
1.1 项目名称.....	n
1.1.1 XXXX.....	n
1.2 项目建设单位及责任人.....	n
1.3 项目建设目标.....	n
1.4 项目建设内容.....	n
1.5 项目建设期.....	n
1.6 项目总投资、资金来源及建设性质.....	n
1.7 主要结论及建议.....	n
二、 项目建设单位概况	n
2.1 项目建设单位职能.....	n
2.2 实施机构与职责.....	n
三、 项目建设必要性	n
3.1 项目建设背景.....	n
3.2 项目建设依据.....	n
3.3 业务流程现状.....	n
3.4 信息系统现状.....	n
3.5 数据资源现状.....	n
四、 需求分析.....	n
4.1 业务需求.....	n

4.2 功能性需求.....	n
4.3 非功能需求.....	n
4.4 信息安全需求.....	n
4.5 数据资源与接口需求.....	n
五、 建设方案	n
5.1 总体架构方案.....	n
5.2 技术路线选型.....	n
5.3 应用系统建设方案.....	n
5.4 数据资源建设方案.....	n
六、 效益与效果分析	n
6.1 经济效益分析.....	n
6.2 社会效益分析.....	n
6.3 管理效益分析.....	n
七、 实施进度	n
7.1 招标方式.....	n
7.2 实施计划.....	n
7.3 培训计划.....	n
八、 投资估算	n

一、项目简介

1.1 项目名称

项目名称：油藏开发关键数据治理与单井动态跟踪应用建设。

1.2 项目建设单位及责任人

建设单位：延长油田股份有限公司开发部。

项目责任人：待建设单位确定。

1.3 项目建设目标

目前，油藏开发日常管理仍存在数据分散、统计口径不一致、单井动态分析依赖人工、异常发现偏晚等问题。措施论证所需资料散落在不同系统和文件中，实施后的效果也缺少统一评价。项目拟以关键数据治理为基础，建设单井动态跟踪、异常预警、措施辅助决策和效果评价应用。现场采集端和已有基础数据库不在本次建设范围内，现有勘探开发数据库、生产动态数据、身份权限体系及措施井管理成果能复用的均予以复用。

项目首先统一油藏开发关键数据模型和标准。以区块、井、层和时间为基础索引，关联注采关系、措施、施工、效果及经济性，统一井号、井别、区块、层位、时间粒度、计

量单位和指标口径；对生产、注水、压力、完井、射孔、措施、施工、效果及成本数据进行治理，并配套数据目录、质量规则、问题清单和来源追溯记录。

在统一口径的基础上，系统持续跟踪单井日产、月产、产液、含水、压力、注水、开井状态、递减规律及措施前后变化。发现低产低效、高含水、异常递减、欠注超注、关停井或工况异常后，按风险程度进入高、中、低三级复核任务清单，便于专业人员先处理影响较大的问题。

措施论证环节汇集规则、历史案例、相似井、生产动态、地质条件、工程边界和经济性条件，依次记录基础数据、异常现象、诊断路径、候选措施、风险校验和推荐依据。系统负责提供辅助分析和分级建议，施工决定仍由专业人员审核，不得绕过工程规则和安全边界。

措施实施后，系统关联方案、施工参数、实施过程和生产效果，完整保留专家采纳、否决、降级及补充意见。评价采用措施前后产油、产液、含水、压力、有效期、自然递减扣除、净增油和投入产出等指标。有效做法归入案例库，失败原因转化为风险规则或纠错知识，供后续论证查用。

运行管理按照油田公司现有要求落实统一身份认证、分级授权、操作审计、数据备份，以及接口、任务和数据质量监控。油田公司与所属采油单位按职责和数据权限使用系统，保证上线后有人管理、问题能够定位、规则调整留有记录。

1.4 项目建设内容

建设范围包括油藏开发关键数据治理、单井动态跟踪、异常识别与预警、措施辅助决策、措施实施与效果评价、综合展示与报表、数据与系统管理以及安全运行保障。

(1) 油藏开发关键数据治理。开展数据资源盘点、主数据治理、数据标准制定、历史数据补录、数据清洗转换、质量校验、数据目录建设和来源追溯，形成面向单井分析的可信数据底座。

(2) 单井动态跟踪与异常预警。构建单井综合画像和动态曲线，持续跟踪生产、注水、压力、工况和措施变化，建立规则识别、统计分析与时序预测相结合的异常发现机制，形成分级预警与复核任务。

(3) 措施辅助决策。建设规则库、指标库、案例库和专家知识库，支持相似井检索、历史案例匹配、候选措施生成、适用条件校验、风险禁忌检查、经济性初评和分级推荐，并展示支持证据、反对证据、缺失数据和不确定性。

(4) 实施反馈与效果评价。建立措施方案、作业台账、施工参数、审核意见、实施反馈和效果评价的全过程记录，自动计算关键效果指标，形成不同区块、层位、单位和措施类型的对比分析。

(5) 综合展示与运行管理。建设业务看板、专题分析、统计报表、用户权限、日志审计、接口运行、数据更新、任

务失败和质量问题监控能力，支持成果查询、导出和管理汇报。

(6)系统检测与安全保障。依据相关系统与软件质量标准开展功能性、性能效率和代码质量检测，并依据最终安全定级要求落实网络安全等级保护、密码应用、数据安全和备份恢复措施。

1.5 项目建设期

项目建设期计划为 18 个月。建设过程按照需求调研与数据盘点、总体设计、数据治理、应用开发、接口集成、试点验证、优化推广和验收交付等阶段组织实施。

1.6 项目总投资、资金来源及建设性质

项目总投资为 614.8 万元(税)，其中不含税投资 580 万元，税 34.8 万元。

资金来源：集团投资。

建设性质：新建。项目建设应优先复用现有软硬件、数据库、接口和平台能力，对已具备的功能不重复采购、不重复开发。所有费用均应纳入合法、真实、可追溯、可审计的项目建设成本管理。

1.7 主要结论及建议

本项目符合油田公司 2027 年度信息化建设项目第二轮征集关于业务线上化、数据治理和数据价值化应用的申报范围，能够直接支撑油藏开发生产管理、专业分析和措施决策等核心业务。项目需求来源明确，现有勘探开发数据和生产动态数据为建设提供了基础，两份前期立项方案以及气窜预警、储量评价、措施跟踪等相关研究和方案成果为业务设计与技术实现提供了可复用经验。

建设重点不是再增加一套彼此隔离的系统，而是把现有关键数据治理好，把单井跟踪、异常复核、措施论证和效果评价接起来。项目需在启动阶段逐项确认与动态数据库、措施井管理成果及其他专业系统的边界，已有功能直接复用或集成。异常识别和措施建议同时给出规则、案例和模型依据，并保留专家审核环节。

从申报条件看，项目有明确的业务问题和数据基础，拟定技术路线可以落地，580 万元不含税投资与现阶段建设范围基本相符，建议纳入 2027 年度信息化项目储备库。正式实施前还需完成存量系统核查，确认接口条件、实际用户数和效益基线，将核心指标写入验收标准，并按功能点法复核投资明细。

二、项目建设单位概况

2.1 项目建设单位职能

延长油田股份有限公司开发部承担油田开发规划与计划管理、产能建设管理、注水开发管理、油藏动态分析、开发技术管理和措施业务协调等职责，负责建立健全油田开发工艺、质量标准和技术规范，组织开展油藏开发方案编制、生产动态跟踪、开发效果评价及相关技术管理工作，为油田稳产、高效开发和高质量发展提供专业支撑。

随着开发对象日趋复杂和精细管理要求不断提高，建设单位需要统筹不同采油单位的生产、注水、完井、措施和效果数据，形成统一的数据标准和分析口径，并通过信息化手段提高单井动态分析、异常处置、措施论证和效果评价效率。项目建设与建设单位现有职责高度相关。

2.2 实施机构与职责

项目由建设单位牵头组织，建立业务、数据、技术、安全和试点应用协同推进机制。建设单位负责项目总体协调、业务范围确认、需求审核、数据口径审定、试点组织和成果验收；所属采油单位负责提供现行业务流程、数据样本、历史台账和应用场景，参与需求确认、规则校核、试点应用及效果评价。

数据管理相关单位负责现有数据资源盘点、主数据与指标标准协调、数据接口审批、数据质量问题整改和共享交换管理；信息化管理及安全管理相关单位负责技术路线、资源复用、系统集成、网络安全、数据安全、密码应用和运行维护要求审查；项目承建单位负责需求分析、系统设计、数据治理实施、应用开发、接口联调、测试部署、培训和交付。

项目实行重要业务规则和模型成果双重审核机制。专业人员负责确认异常判定条件、措施适用边界、风险禁忌和评价口径；系统产生的预警与推荐结果须经授权专业人员复核后方可进入后续业务流程。项目责任人、各专业组成员及具体职责在项目启动阶段由建设单位正式确定。

三、项目建设必要性

3.1 项目建设背景

油藏开发已由规模开发逐步转向精细开发，生产过程中地质认识、注采关系、井筒工况、生产动态和措施效果相互影响，单井异常的及时识别与处置直接关系到开发效果和生产效益。随着开发时间延长，油井生产递减、高含水、低产低效、注采不平衡、关停井及措施效果差异等问题更加突出，传统依靠人员分散整理数据和经验判断的工作方式难以满足跨单位、持续化、精细化管理需要。

油田公司已积累勘探开发数据库、生产动态监测、措施业务成果和大量 Excel 台账、曲线图件、Word 及 PDF 报告，为数据价值化应用提供了基础。但现有数据资源尚未围绕单井动态跟踪和措施决策形成完整治理体系，数据标准、业务流程和评价口径仍需统一，数据价值尚未充分转化为日常业务能力。

《关于开展油田公司 2027 年度信息化建设项目第二轮征集工作的通知》（延油数建函〔2026〕46 号）明确提出进一步充实数据治理与数字化运维领域项目储备，优先支持能够破解生产管理难题、赋能降本增效、提升安全管控能力的项目，并将业务线上化、数据治理和数据价值化应用列为重点申报范围。本项目将三类建设任务统一到油藏开发日常业

务闭环中，符合公司信息化建设方向。

人工智能、大数据分析、知识图谱和时序预测技术的发展，为油藏开发数据的深度利用提供了新的条件。但油藏开发属于专业性强、风险边界明确的工程场景，不能直接以通用算法替代工程机理和专家审核。因此，本项目坚持“数据治理先行、业务规则约束、模型辅助分析、专家最终决策、结果持续反馈”的建设原则，使智能技术服务于业务而不突破专业和安全边界。

3.2 项目建设依据

本项目主要依据以下文件、标准和管理要求开展建设：

（1）《关于开展油田公司 2027 年度信息化建设项目第二轮征集工作的通知》（延油数建函〔2026〕46 号），作为项目申报范围、建设原则、申报条件和材料编制的直接依据。

（2）油田公司数字化转型总体规划、年度生产经营部署、信息化项目建设管理和数据管理相关制度，作为项目业务定位、资源复用和集约建设的管理依据。

（3）《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》等法律法规，作为网络安全、数据安全和个人信息保护的合规依据。

（4）GB/T 22239—2019《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》等网络安全相关标准，作为系统安全规划、

建设和测评的依据。

(5) GB/T 25000.51—2016《系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价 (SQuaRE) 第 51 部分: 就绪可用软件产品 (RUSP) 的质量要求和测试细则》, 作为软件功能性、性能效率和质量检测的参考依据。

(6) 油气田开发、生产动态分析、措施管理、数据标准和指标体系相关行业标准、企业标准及业务制度, 作为数据模型、业务规则和效果评价口径的专业依据。

项目实施阶段应对适用制度和标准进行复核, 以建设单位最新发布的有效版本为准。

3.3 业务流程现状

当前油藏开发单井跟踪和措施决策业务包括数据收集、动态分析、异常发现、原因诊断、措施论证、审批实施和效果评价, 但各环节仍以人工查询、Excel 整理、线下沟通和报告汇总为主。不同岗位分别从数据库、业务系统、台账和报告中获取信息, 人工完成井号对应、时间对齐、单位换算、曲线绘制和指标计算, 再根据经验识别异常并组织专业讨论。

在异常发现环节, 技术人员通常按固定周期查看单井生产和注水变化。由于井数多、指标多、数据更新频率不同, 难以持续覆盖所有目标井, 容易出现异常发现不及时、关注对象依赖个人经验以及问题优先级不清晰等情况。

在措施论证环节，地质、油藏、工程、生产和经济信息分散在不同资料中，历史相似井案例、失败原因和适用边界检索效率较低。措施建议的支持证据、反对证据、数据缺口和风险条件缺少统一记录，专家意见多通过会议、文件或即时沟通形成，难以持续沉淀和复用。

在实施与评价环节，措施方案、施工参数、作业记录和生产效果之间关联不足，措施前后对比经常需要重新收集数据。不同单位对有效期、自然递减扣除、净增油和经济性指标的计算口径可能存在差异，影响横向对比和管理评价。成功与失败案例尚未充分回流到后续规则和推荐过程。

归纳起来，现有流程有五个突出问题：数据准备耗时，业务人员反复整理同类资料；异常发现仍以事后分析为主，没有稳定的主动预警和分级处置机制；专业协同依赖线下沟通，审核及反馈记录不完整；措施依据、工程边界与评价结果之间缺少连续记录；各单位统计口径不完全一致，汇总后仍需二次核对。

3.4 信息系统现状

油田公司已建设勘探开发数据库、生产动态数据采集与监测系统，并形成措施井跟踪管理相关建设方案或应用成果，具备井基础信息、生产动态、注水、压力和部分措施数据的数字化基础。本项目可以沿用现有网络、服务器、数据库及

统一用户管理能力；存量系统已有的数据查询、报表和基础管理功能不再重复开发。

现有信息化能力主要解决数据采集、存储和单项业务管理问题，围绕油藏开发关键数据治理、单井全过程动态跟踪和措施决策证据链的综合能力仍不完整。不同系统之间的数据标识、更新周期和指标口径存在差异，跨系统查询和关联分析需要人工处理；部分专业分析仍依赖个人工具或离线表格，难以形成统一服务。

系统智能分析能力相对分散。部分场景具备规则判断、曲线分析或统计预测基础，但异常识别、历史案例匹配、措施适用性校验和效果反馈尚未形成统一闭环。算法结果的依据展示、风险边界、版本管理和持续校准机制需要完善，现有成果还不能直接支撑规模化、常态化应用。

实施前，建设单位需对存量系统逐项核查，列明可复用功能、可复用接口、需改造功能和新增功能。措施井跟踪管理相关成果已具备的方案管理、数据查询、措施跟踪和措施评价能力，原则上直接复用或集成。本次建设主要补齐关键数据治理、单井主动跟踪、异常分级、证据化辅助决策和跨环节反馈，最终范围以核查清单为准。

3.5 数据资源现状

现有油藏开发数据主要包括井基础主数据、地质静态数

据、生产动态数据、注水数据、压力数据、完井射孔数据、测井及剖面数据、井筒工况数据、措施方案与施工数据、措施效果数据和经济数据等。数据存储于勘探开发数据库、生产业务系统、专业系统以及各单位 Excel 台账、Word/PDF 报告、曲线和图件中。

结构化数据方面，井号、井别、区块、层位和注采关系等主数据在不同来源中可能存在命名或编码差异；日产、月产、产液、含水、压力、注水量等动态指标存在时间粒度、计量单位、统计口径和更新频率不一致的情况；历史措施台账、施工参数、效果和成本数据完整程度不一，跨年度、跨单位关联困难。

非结构化数据方面，大量措施方案、分析报告、专家意见、图件和历史总结尚未结构化，其中包含措施适用条件、失败原因、风险禁忌和效果评价等有价值知识。现阶段主要依靠人工阅读和检索，难以形成可计算、可关联、可复用的案例和规则资产。

数据质量主要存在缺失、重复、异常、时间错位、单位不统一、来源不清和更新不及时等问题。部分异常值既可能由采集或传输错误造成，也可能是真实生产异常，简单删除会损失业务信息。治理时应先由系统检测，再核验数据来源，交由专业人员确认，并保留修复前后的数值和处理记录。

现有数据共享以数据库查询、接口调用、文件交换和人

工报送等方式为主。接口运行状态、数据更新结果和失败任务缺少统一监控，数据使用授权与敏感信息控制仍需细化。因此，有必要建立统一的数据目录、接口目录、质量规则、血缘关系和分级授权机制，为业务应用提供稳定、可信的数据服务。

四、需求分析

4.1 业务需求

项目服务对象包括油田公司管理人员、开发专业人员、所属采油单位技术人员、业务审核人员、数据管理员、系统管理员和安全运维人员。业务应用范围覆盖关键数据治理、单井动态跟踪、异常复核、措施论证、专家审核、现场反馈、效果评价和管理分析全过程。

（1）数据治理业务需求。业务人员需要统一查看目标井的基础、地质、生产、注水、压力、措施和经济信息，能够识别数据缺失、单位不一致、时间错位和异常值，并对质量问题发起核验、修复和确认。数据管理员需要维护数据标准、指标口径、来源、更新频率和责任单位。

（2）单井动态跟踪业务需求。系统应按日、月等周期自动汇集单井数据，生成生产、注水、压力、含水、递减、开井状态和历史措施等综合画像，支持曲线联动、时间段对比、措施前后对比和批量筛选，使技术人员减少重复数据准备工作。

（3）异常发现与复核需求。系统应根据规则、统计特征和预测结果识别低产低效、高含水、异常递减、欠注超注、关停井、压力异常和工况异常等现象，生成分级任务清单。技术人员可以查看异常依据、核验数据、补充意见、调整等

级、关闭误报或转入措施论证。

(4)措施辅助决策需求。围绕目标井，系统应组织地质、油藏、工程、生产和经济证据，匹配诊断路径、规则和相似案例，生成候选措施及适用条件。推荐结果应同时展示支持证据、反对证据、数据缺口、不确定性和风险禁忌，供专家审核，不得直接替代人工作业决策。

(5)实施反馈与效果评价需求。专家需要在线完成采纳、否决、降级、补充数据和修改建议等操作；业务人员需要登记施工过程和关键参数；系统应跟踪措施后生产变化，计算自然递减扣除、净增油、有效期和投入产出等指标，并支持按区块、层位、单位和措施类型对比。

(6)管理协同需求。管理人员需要查看异常数量、复核进度、措施实施情况、效果分布、数据质量和系统运行情况，支持专题汇报和报表导出。各环节应明确发起、经办、审核、归档和监督角色，实现全过程留痕。

项目容量初步按覆盖油田公司及所属采油单位进行规划，建议支持不少于 500 名注册用户和 100 名并发用户，具体用户规模及峰值并发量在需求调研阶段结合实际账号和业务量复核。

4.2 功能性需求

(1)数据资源目录。建立数据源、数据表、字段、指标、

接口、文件和责任单位目录，支持按井、区块、层位、业务主题和来源检索，展示数据含义、口径、更新时间和授权范围。

（2）主数据与标准管理。统一井号、井名、井别、区块、层位、单位、时间粒度和注采关系等主数据，维护代码映射和口径版本，支持变更审核、历史追溯和影响分析。

（3）数据质量管理。配置完整性、一致性、及时性、唯一性和合理性规则，支持箱线图、范围规则、变化率、邻井对比等异常检测，以及短期插值、相似样本辅助补全和人工确认。所有修复操作应保留原值、修复值、依据、人员和时间。

（4）单井综合画像。统一展示井基础、储层物性、井身结构、完井射孔、注采关系、生产动态、压力、工况、措施历史、成本和效果等信息，支持曲线、表格、时间轴和关联井查看。

（5）动态跟踪分析。支持日产、月产、产液、含水、注水、压力、递减、开关井状态等指标的查询、计算、对比和趋势分析；支持按区块、单位、井型、层位、风险等级和时间范围筛选目标井。

（6）异常识别与分级预警。支持规则阈值、统计方法、趋势预测和多指标综合判断，形成异常事件、证据明细和高、中、低三级复核队列。规则阈值应可配置、可分区块维护、

可版本化，并经专业人员审核后生效。

（7）规则库与案例库。结构化管理行业标准、企业制度、专家规则、措施适用条件、禁忌条件、历史案例、成功经验和失败原因，支持来源标注、版本管理、冲突检查、有效期和审核状态管理。

（8）相似井与历史案例检索。根据区块、层位、储层物性、生产特征、异常模式、措施类型和效果等条件检索相似井，展示相似依据和差异项，为专业人员提供可复核的案例参考。

（9）措施辅助推荐。依次完成现象识别、诊断分析、候选措施生成、数据充分性校验、工程边界校验、风险禁忌校验、历史效果校验和经济性初评。建议分为证据充分、证据一般和待补充验证三个等级，并明确推荐依据和缺失清单。

（10）专家审核与协同。支持任务分派、意见填写、材料补充、联合会审、采纳、否决、降级、退回和归档，记录每次决策的人员、时间、依据和版本。

（11）措施实施管理。关联措施方案、审批结果、施工单位、施工时间、关键参数、作业记录和异常情况，支持附件上传、进度跟踪和实施结果确认。

（12）效果评价。自动形成措施前后生产对比，支持自然递减基线、净增油、有效期、含水变化、压力变化、投入产出和回收期等指标计算；支持人工调整基线时记录调整原

因和审核意见。

（13）反馈学习。将专家纠错、作业结果和效果评价回写规则库、案例库和模型样本库。规则和模型更新须经过测试、专业审核和版本发布，不得根据单次反馈自动改变生产决策逻辑。

（14）统计分析与报表。提供数据质量、异常井、任务办理、措施类型、措施效果、单位对比和经济性等专题分析，支持常用报表配置、导出和汇报材料生成。

（15）用户权限与系统管理。支持组织、用户、角色、菜单、数据范围、字段权限、参数、字典、日志、消息和任务管理，并支持与现有统一身份认证体系对接。

（16）运行监控。监控接口调用、数据更新时间、任务执行、模型服务、存储资源和异常告警，支持失败重试、告警通知和运维处置留痕。

4.3 非功能性需求

（1）性能要求。普通页面和单井基础查询在正常网络条件下平均响应时间不超过 3 秒；常规组合查询和曲线分析原则上不超过 10 秒；复杂统计和批量报表任务原则上不超过 30 秒，并提供异步任务进度提示。系统按不少于 100 名并发用户进行容量设计，批量数据治理和模型训练任务不得明显影响在线业务。具体指标以详细需求和性能测试方案为准。

(2) 可靠性要求。系统应支持 7×24 小时稳定运行，年度可用率目标不低于 99.5%；关键应用和数据服务应具备故障隔离、自动重试和运行告警能力。一般故障恢复时间目标不超过 4 小时，关键业务数据恢复点目标不超过 24 小时，具体指标根据基础设施和安全等级要求确定。

(3) 准确性与可解释性要求。数据处理结果应可追溯至原始来源，指标计算应展示口径和版本；预警与推荐结果必须展示触发规则、关键数据、相似案例、风险条件和置信信息。关键指标计算结果应通过样本核验，专业规则须经授权人员审核。

(4) 兼容性要求。系统应适配油田现有网络和终端环境，支持主流国产浏览器或经确认的企业标准浏览器，数据库、中间件和服务器操作系统应满足公司技术架构及国产化适配要求。接口应采用统一标准并支持版本管理。

(5) 易用性要求。界面应符合油田业务人员使用习惯，重点任务和异常状态清晰可见；常用查询、筛选、对比和导出操作步骤简洁；对缺失数据、计算口径、风险等级和操作结果提供明确提示。

(6) 可维护性要求。数据规则、预警阈值、指标口径、报表模板和业务参数应可配置；系统日志能够定位接口、任务和业务异常；代码、接口、数据模型和部署配置应形成完整文档并纳入版本管理。

(7)可扩展性要求。系统应支持后续增加新的采油单位、区块、井型、指标、异常类型、措施类型和模型服务，并能够在不大规模改造核心架构的情况下扩充数据量和并发能力。

4.4 信息安全需求

项目应按照网络安全、数据安全和密码应用相关规定开展安全规划、建设、测评和运行管理，落实安全与项目同步规划、同步建设、同步投入使用。系统最终网络安全等级保护定级由建设单位和安全主管部门确认，并按定级结果配置相应防护措施。

(1)身份与访问控制。对接统一身份认证体系，实行用户、角色、组织和数据范围相结合的最小权限控制；对管理操作、批量导出、规则发布、模型发布和敏感数据访问实施强化授权。

(2)数据分级分类。对井号、坐标、储量、生产、措施、成本和经济性等数据进行分类分级，明确采集、存储、使用、共享、导出和销毁要求。敏感字段根据角色实行脱敏显示，未经授权不得跨单位共享。

(3)接口与传输安全。接口调用采用身份鉴别、权限校验、传输加密、防重放、限流和调用审计等措施；禁止通过未审批接口或临时文件长期交换敏感数据。

(4) 应用与主机安全。落实安全编码、漏洞扫描、恶意代码防护、补丁管理、配置基线和边界防护要求，对高风险漏洞及时整改；生产、测试和开发环境应合理隔离。

(5) 日志审计。记录登录、查询、导出、数据修复、规则变更、模型发布、专家审核和系统管理等操作，日志应防篡改并满足公司留存期限要求。

(6) 备份恢复与应急。制定数据库、文件、配置和模型的备份策略，定期开展恢复验证；建立安全事件和系统故障应急预案，明确报告、处置、恢复和复盘流程。

(7) 智能应用安全。非结构化资料解析和知识问答应限定数据范围和可回答边界，输出内容须标明依据；模型不得绕过权限访问数据，不得自动发布未经审核的业务规则或施工建议。

4.5 数据资源与接口需求

(1) 数据资源需求。需要接入井基础信息、区块与层位、井身结构、完井射孔、测井解释、储层物性、注采关系、日产月产、产液、含水、注水、压力、开关井状态、井筒工况、措施方案、施工参数、措施效果和经济成本等数据；同时纳入 Excel 台账、Word/PDF 报告、曲线图件和专家意见等非结构化资料。

(2) 数据更新要求。主数据和静态数据按业务变更同步，

生产动态数据原则上按现有源系统更新周期同步，月度汇总和评价指标按统计周期生成。对接口中断、数据延迟、数量突变和校验失败进行监控告警。

（3）数据质量要求。建立完整性、唯一性、一致性、及时性、准确性和可追溯性规则。异常值处理应区分采集错误与真实生产异常；自动补全、人工修订和口径调整均须保留原始值、处理方法、责任人和审核记录。

（4）接口需求。需与现有勘探开发数据库、生产动态系统、措施井管理相关系统、统一身份认证、文件或档案管理、消息通知及其他经批准的专业系统进行对接。接口清单应明确提供方、调用方、数据项、更新频率、安全等级、异常处理和责任单位。

（5）数据共享要求。系统对外提供经审批的数据查询、指标结果、预警任务、措施审核状态和效果评价等服务。共享过程遵循“一数一源、授权使用、最小必要、全程审计”原则，不新建与权威源重复的数据副本。

（6）历史数据迁移要求。对历史台账和报告开展盘点、去重、编码映射、格式转换、质量校验和抽样核对；迁移过程形成批次、数量、错误、修复和验收记录。未达到质量要求的数据应标注问题状态，不得在无说明情况下用于模型训练或业务评价。

五、建设方案

5.1 总体架构方案

5.1.1 应用层

应用层直接面向系统用户，提供措施概况、单井动态跟踪、异常预警、方案管理、措施筛选与推荐、措施跟踪、效果评价、数据查询、数据管理和系统管理等功能，并通过图表、报表和工作清单展示业务信息。

5.1.2 服务层

服务层负责承载系统核心业务逻辑，为应用层提供统一服务。主要包括数据查询服务、异常识别服务、措施推荐服务、效果评价服务、流程管理服务、用户权限服务、消息通知服务及系统接口服务等。

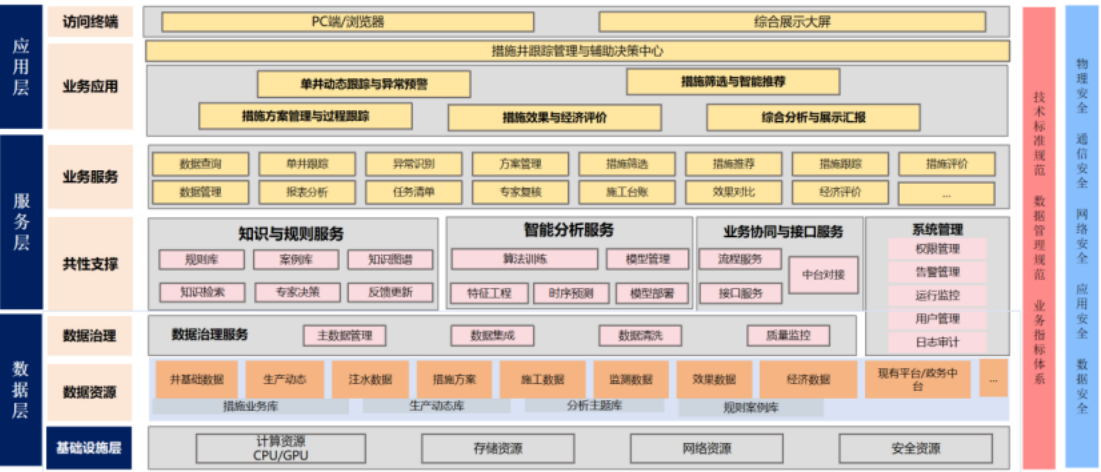
5.1.3 数据层

数据层负责系统数据的集中存储、治理和管理，主要包括油井基础数据、生产动态数据、措施方案数据、施工数据、措施效果数据和经济评价数据。同时建立措施规则库、历史案例库和模型库，为异常分析、措施推荐和效果评价提供数据支撑。

5.1.4 基础设施层

基础设施层为系统运行提供基础环境，包括服务器、存储设备、网络环境、操作系统、数据库、中间件、安全防护、

日志监控及数据备份恢复设施等，保障系统稳定、安全运行。



5.2 技术路线选型

阐述系统后端、前端、数据库、中间件等核心技术栈选型，说明选型依据与适配原则，说明国产化适配落实情况，区分自主开发模块、开源组件及商用成熟组件的使用范围。

5.3 应用系统建设方案

5.3.1 单井动态跟踪

- (1) 单井数据集成与动态画像
- (2) 关键生产指标趋势跟踪
- (3) 单井纵向与多井横向对比

5.3.2 预警

- (1) 机理诊断
- (2) 三角图版法判别
- (3) 基于 informer 模型的智能预警

5.3.3 措施推荐

措施推荐模块接收 5.3.2 预警环节确认的异常类型、诊断原因、关键指标和数据质量标识，依次完成规则计算、图谱查询、案例检索和综合排序。关系型数据库保存单井基础资料、生产动态、措施台账和效果指标，Neo4j 图数据库保存井、层位、异常、原因、措施和案例之间的关联。两类数据以统一井号、层位编码、措施编号和时间戳关联，既满足日常统计，也支持多层关系查询。

(1) 措施规则与知识图谱构建

知识图谱按照油藏开发业务 Schema 定义实体、属性和关系。实体主要包括井、区块、层位、储层、动态指标、异常现象、诊断原因、措施、施工、效果和规则；关系用于描述井与层位的隶属、注采对应、异常与原因、措施适用条件、禁忌条件及实施效果。生产数据库中的结构化字段可按映射表直接生成实体和属性，历史措施报告、总结材料及专家意见则使用文档解析、实体识别和关系抽取生成候选三元组。

非结构化资料抽取采用 Schema 约束，限定井名、层位、措施、参数、原因和效果等字段，避免模型自由生成结论。

抽取结果须保留原文片段、文件编号、页码或段落位置、抽取时间和审核状态。经规则校验和专业人员确认后，数据才能写入 Neo4j；同义井名、层位别名和措施名称在入库前完成对齐，重复实体按统一编码合并。

措施规则在配置表中维护，字段至少包括适用井型、适用区块或层位、触发指标、阈值、必需数据、候选措施、禁忌条件、证据来源和版本。初期可选取低渗压裂规则开展试点，例如将渗透率不大于 15mD、压降或递减率不小于 0.08 作为待验证条件。该数值只用于建立初始规则样例，正式启用前须按目标区块历史数据回测，并由油藏和工艺专业人员确认。

候选规则先进入暂存区。后台使用历史井数据重放规则，统计触发次数、命中案例和措施效果，同时检查同一对象、同一条件下是否出现相互矛盾的推荐或禁忌要求。知识抽取质量按实体识别 F1、关系抽取 F1 和专家审核通过率检查。未达到项目设定标准的数据和规则保留问题记录，不进入正式推荐库。

（2）历史案例匹配与候选方案生成

案例库以历次措施作业为基本单元，保存措施前生产状态、储层条件、完井方式、注采关系、诊断结论、施工参数、措施后效果和成本。检索时先利用关系型数据库按区块、层位、井型、措施类型和异常类型筛选，再通过 Neo4j 查询目标井与邻井、注采井组、相似层位及历史措施之间的关系，减少无关案例进入候选集。

对报告摘要、专家意见和措施总结等文本，可采用中文向量模型生成语义向量，初步选用 BAAI/bge-small-zh-v1.5，并结合企业部署环境完成兼容性和检索效果测试。向量检索只用于补充文本相似案例，最终相似度还要计算储层物性差异、产量和含水变化趋势、施工参数及措施效果。各类特征权重由业务人员配置，并保留调整记录。

候选措施由命中规则和相似案例共同产生。高含水井先核查注采连通、层间矛盾、套损和井筒因素，再考虑调剖堵水、注采调整或井筒治理；低产低效井则检查供液能力、生产压差、近井污染、储层改造程度和举升工况，再筛选压裂、酸化、解堵、参数调整或检泵等方案。规则未命中但存在高相似度有效案例时，只生成待复核候选，不直接提高推荐等级。

每条候选措施均保存证据清单，包括触发规则、原始数据来源、相似案例、效果及经济性、反对证据和缺失资料。推荐页面可采用 ECharts 或 G6 展示井、异常原因、案例和措施之间的关联，专业人员能够从推荐结果返回原始曲线、措施报告和规则版本进行核对。

（3）措施分级推荐与综合优选

综合优选分为硬性校验和评分排序两步。硬性校验检查必需数据、工程适用边界、安全禁忌和施工条件，未通过的方案直接拦截并说明原因。通过校验的方案再计算综合分，评分项包括规则命中置信度、案例相似度、历史案例平均经

济性和数据完整性；各项采用业务部门确认的权重，系统不预设固定比例。

L1 用于资料不足但具备进一步分析价值的初步候选；L2 要求主要规则和工程条件已经满足，并有可供复核的同类案例；L3 除满足规则和边界条件外，还须有较完整的数据、明确的实施效果或经济评价。风险等级和禁忌条件不参加加权评分，避免高分抵消刚性限制。

图谱查询、规则计算、向量检索和排序功能封装为独立服务，通过统一接口向单井跟踪页面和批量选井功能返回结果。接口输出目标井、推荐措施、等级、综合分、规则编号、案例编号、拦截原因和数据缺口。一次推荐生成唯一推荐编号并固化数据快照，后续审核、实施和效果评价均引用该编号，保证不同阶段使用的是同一版依据。

5.3.4 反馈

反馈功能以推荐编号和措施编号为主线，连接专家审核、措施作业台账、生产数据和效果评价。系统保存推荐版本、审核结论、实际施工参数和评价结果，不用后期数据覆盖推荐时的原始依据。

（1）专家审核与意见反馈

推荐结果提交后生成审核任务，任务中列出目标井资料、异常诊断、候选措施、规则依据、相似案例、风险边界和缺失数据。审核页面提供采纳、降级、否决和退回补充四类处理结果。审核人必须填写意见；涉及地质、油藏、采油工艺

和工程安全等多个专业时，可按现有审批流程设置串行或会签节点。

审核记录写入意见表，保存推荐编号、审核人、审核时间、处理结果、原因分类、数据版本和规则版本。退回或否决原因细分为数据错误、规则不适用、案例差异过大、工程条件不满足、存在禁忌风险和经济性不足。需要修正数据的任务返回 5.4 数据治理环节；需要调整规则的意见进入候选规则暂存区，均不得直接改写现行规则。

（2）措施执行与效果回写

措施获批后，平台通过统一接口关联现有方案、工单和作业台账，不重复建设现场采集端。接口以统一井号、推荐编号、措施编号和工单编号作为关联键，增量回写施工单位、实施时间、关键施工参数、用料、实际费用、作业状态和异常记录。未实施、延期或临时变更方案的，也要记录原因和实际处置内容。

效果评价直接读取措施前后的产油量、产液量、含水率和压力等生产数据。自然递减基线可选取措施前稳定生产段拟合，并由专业人员确认；措施期累计实际产油量扣除同期基线预测产油量后得到净增油量，再结合实际费用计算投入产出指标。评价窗口按压裂、酸化、堵水和注采调整等措施类型分别配置，至少保留评价起止日期、基线方法和参数。

评价结论分为有效、部分有效、无效和异常终止。系统同时保存措施前后曲线、基线曲线、净增油量、有效期、投入产出结果及副作用说明。生产数据迟到或发生补录时，只

重新计算受影响的评价结果，并保留前后版本，确保历史结论可追溯。

（3）规则、案例与模型闭环更新

完成审核和效果评价的措施转入案例库。有效案例保留适用条件、施工参数和效果证据，供同类井检索；无效或失败案例记录失败原因，并补充到禁忌条件、风险提示或纠偏知识中。Neo4j 中的案例关系和文本向量索引按审核状态更新，未审核资料不参与正式检索。

业务人员提出规则调整时，应说明依据和影响范围。新规则先在历史数据上回测，再检查与现有规则的冲突，经专业人员审定后发布新版本。模型训练或排序参数调整使用已确认的反馈样本，并按井号和时间划分训练、验证数据。单次采纳或否决只作为一条反馈记录，不触发生产环境自动更新。

运行阶段统计规则触发数、推荐采纳率、退回和否决原因、措施有效率、净增油量、投入产出情况及数据完整率。指标可按区块、层位、井型和措施类型查询。发现某类规则连续出现低采纳或低有效情况时，由业务人员调取对应案例和审核意见复盘，再决定修改规则、补充数据或调整检索权重。

5.3.5 安全

（1）身份认证与分级权限控制

（2）数据、接口与传输安全

(3) 运行监控与安全审计

5.4 数据资源建设方案

5.4.1

数据库设计思路；数据目录规划；

5.4.2 数据采集、清洗、转换、

(1) 历史数据采集与补录

先盘点生产日报、实时监测、措施及设备台账等结构化数据，同时收集修井报告、措施总结、地质年报、图件和专家意见，按数据缺口补齐历史资料。

(2) 数据标准映射与格式转换

按照统一的数据标准配置字段映射，处理井号、层位和设备编码差异，并统一时间格式、计量单位及数据存储格式。

(3) 数据清洗、去重与整合

结构化数据重点处理缺失、重复、异常和冲突记录。文档、表格及图件可采用 PaddleOCR-VL、GOT-OCR 2.0 等模型进行识别，结合版面解析、SAM 2、大语言模型，提取井、工况、措施、参数及效果等信息。

(4) 数据质量校验与问题整改

质量检查覆盖完整性、唯一性、一致性、准确性和及时性。

系统自动生成问题清单，无法判断的数据交由业务人员核对，修改前后的数值、依据和责任人均需留痕。

（5）治理成果关联与入库

清洗结果按井号、时间和业务对象进行关联，经实体匹配和关系校核后写入标准数据表；非结构化资料的抽取结果同步整理为井、工况、措施和效果等关联数据，并保留原始来源。

5.4.3 数据共享接口实现方案；历史数据迁移方案。

六、效益与效果分析

6.1 经济效益分析

本项目经济效益主要来源于减少数据准备和重复统计工作、缩短异常发现与措施论证周期、提高措施评价和经验复用效率，以及通过更及时的生产管理减少低效运行和无效作业。由于措施增产效果受地质条件、生产制度、工程实施和市场价格等多因素影响，本报告对可直接核验的人工效率效益与需投产后核验的生产经营效益分别测算，避免将模型预测值直接作为承诺收益。

（1）人工效率效益。参考同类措施井管理业务的初步测算口径，按 80 名业务和技术人员、每人每天减少 1 小时数据收集整理与重复报表工作、全年 264 个工作日、平均人工成本 35 元/小时测算，年度可节约人工成本约 73.92 万元。计算过程为： $80 \text{ 人} \times 1 \text{ 小时/人} \cdot \text{日} \times 264 \text{ 日} \times 35 \text{ 元/小时} = 739200$ 元。该数值应在需求调研阶段依据实际用户、节约工时和财务人工成本重新核定。

（2）措施管理效益。异常提前发现、相似案例检索、风险禁忌校验和措施后评价可以减少重复分析，为措施优选提供更完整的依据。相关效益采用“经审核的净增油收益 + 避免损失 - 新增作业成本”核算，其中净增油按照措施后实际产油与自然递减基线差额计算，不以模型预测值代替实际结果。

(3) 投资回收评价。若仅考虑上述可直接量化的人工效率效益，不含生产经营增益，按不含税投资 580 万元计算，静态回收期约为 7.85 年。项目投产后应按年度汇总实际节约工时、净增油、避免损失和运维成本，重新计算投资回收期 and 投入产出比。由于本项目的主要价值还包括生产管理及时性、数据资产质量和决策风险控制，最终评价应采用经济效益与管理效益相结合的方式。

6.2 社会效益分析

统一数据标准、专业规则和案例后，不同采油单位可以按同一口径开展单井跟踪和措施评价。以往由个人保存的经验和分析资料转为受控的业务资产，人员调整时不再需要从头整理，也便于后续开发业务借用已经验证的数据和规则。

系统把异常井及时送入复核队列，并在措施论证时提示适用条件和风险禁忌，可降低问题漏查和无效反复论证的概率。减少重复取数、手工制表后，专业人员能把时间用于油藏认识、现场问题分析和措施优化。业务人员参与规则校核、案例整理和模型验证，也能逐步积累油气工程与数字技术结合的应用经验。

预警、建议、审核意见和实施结果均保留依据及版本，便于追溯责任和复盘结果。人工智能模型只承担辅助分析，最终决定由授权专家作出。这种用法符合油田工程业务的安

全要求，也为后续同类智能应用提供了可检查、可复制的管理做法。

6.3 管理效益分析

数据管理方面，主数据、指标口径、数据目录和质量规则由统一责任主体维护，关键数据能够查到来源和处理记录。跨单位汇总时，可减少因名称、单位或统计周期不同造成的反复核对。

业务协同方面，异常发现、专业复核、措施论证、专家审核、实施反馈和效果评价在同一流程中办理。每个任务均有责任人、办理时限和当前状态，线下沟通仍可保留，但结论和依据须回填系统。

决策管理方面，每项预警和候选措施均关联数据、规则、案例、风险条件及专家意见。管理人员可以核查预警原因、推荐依据、审核人员和实施结果，不必再从多份材料中还原决策过程。

评价监督方面，措施前后对比、自然递减扣除、净增油、有效期和投入产出采用统一口径。按单位、区块、层位和措施类型汇总后，可直接用于计划安排、资源配置和绩效复盘。

知识积累方面，专家纠错和现场结果经过审核后进入规则库、案例库或模型样本库。后续遇到相似井时，系统可调取既往依据和实际效果；规则或模型调整仍需测试、审核和

版本发布。

七、实施进度

7.1 招标方式

项目拟采用公开招标方式组织采购，具体招标范围、采购方式和评审办法按照国家、集团公司及油田公司现行招标采购管理规定执行。招标文件应明确项目范围、存量能力复用要求、数据治理成果、功能点规模、接口清单、安全要求、验收指标、知识产权、源代码及文档交付、人员能力和运维服务边界。

7.2 实施计划

项目建设期为 18 个月，拟分八个阶段实施，各阶段可在成果边界清晰的前提下适度交叉推进。

第一阶段：项目启动与需求调研（第 1—2 个月）。建立项目组织和沟通机制，核查存量系统及数据资源，调研油田公司和所属采油单位业务流程，形成需求规格、问题清单、用户规模、接口初表和项目实施计划。

第二阶段：总体设计与标准设计（第 3—4 个月）。完成业务蓝图、数据架构、应用边界、集成关系、安全方案和部署方案设计，确定主数据、指标、数据质量、异常分级和效果评价标准。

第三阶段：数据治理与接口建设（第 3—8 个月）。开展

数据盘点、编码映射、历史数据清洗、质量规则配置、数据目录建设和接口开发，形成首批可信数据集，并持续整改数据问题。

第四阶段：核心应用开发（第 5—11 个月）。完成单井画像、动态跟踪、异常预警、任务协同、规则案例、措施辅助决策、实施反馈、效果评价和统计报表等功能开发。

第五阶段：集成联调与模型验证（第 10—13 个月）。完成统一身份、数据接口、消息服务和存量系统集成，使用历史样本开展规则回测、模型验证、误报漏报分析和专业审核，明确模型适用范围。

第六阶段：试点运行（第 13—15 个月）。选择具备数据基础和代表性的单位或区块开展试点，组织用户培训和实际业务运行，记录数据、功能、流程和算法问题，并对成果进行阶段评价。

第七阶段：优化推广（第 16—17 个月）。根据试点反馈优化功能、规则、模型和数据质量，完成适用范围内的推广部署，完善运行监控、用户权限、操作手册和运维机制。

第八阶段：测试验收与交付（第 18 个月）。完成第三方测试、安全测评或检查、性能测试、数据成果验收、文档和源代码交付、用户培训考核及项目验收。

各阶段均设置成果评审和质量门禁。需求、数据标准、业务规则、模型结果、安全方案和验收指标未经相应责任单

位确认，不进入下一阶段正式发布。

7.3 培训计划

培训对象分为业务经办人员、专业审核人员、管理人员、数据管理员、系统管理员和运维人员，采用集中授课、现场演示、操作练习、试点辅导和问题答疑相结合的方式开展。

（1）基础操作培训。讲解系统登录、首页导航、单井查询、曲线分析、异常任务办理、材料上传、报表查询和结果导出等常用操作。

（2）专业应用培训。面向开发专业人员讲解数据口径、异常分级、规则依据、相似案例、措施推荐证据、风险边界、效果评价和专家审核流程，通过实际井例开展演练。

（3）数据管理培训。讲解主数据、指标、质量规则、问题处理、历史数据修复、数据目录、接口监控和来源追溯方法。

（4）系统与运维培训。讲解用户权限、参数配置、日志审计、任务监控、备份恢复、故障排查、安全操作和日常巡检要求。

（5）培训考核与持续支持。培训后组织操作考核和问题收集，形成培训记录、签到、课件、操作手册和常见问题库；试运行期间安排现场或远程辅导，确保用户能够独立完成核心业务。

八、投资估算

本章包括项目概算汇总表、基础设施费估算明细表、规模估算表、开发费用表。

其中规模估算表依据附件一《规模估算标准模板》进行编制；开发费用表依据附件一《开发费用标准模板》进行计算；详细计算方法及说明见附件二。

项目概算汇总表

单位：万元

序号	分类	硬件设备购置费	软件购置费	软件开发费	其他费	合计
	总投资（I+四）（含增值税）					
	总投资（I）（不含增值税）					
I	建设投资费（一+二+三）（不含增值税）					
一	项目建设费（不含增值税）					
1						
2						
3						
二	其他费（不含增值税）					
三	预备费（不含增值税）					
四	增值税					
1	增值税额					
2	税率	13%	13%	6%	9%	/

基础设施费估算明细表

单位：万元

分类 名称	主要配置	单价 (不含 税)	数量	费用小计 (不含税)
一、服务器、存储				
	计算			
	存储			
				
二、网络、安全设备				
	网络			
	安全			
				
三、费用总计				
	总计			