

ICS 13.020.40

CCS Z 05

团体标准

T/CSER 00X—2024

低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术

Gas-liquid driven in-situ fracture remediation of contaminated soils in low permeability formations

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中关村众信土壤修复产业技术创新联盟发布

目 次

目 次..... I

前 言.....II

1 适用范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 编制目的、设计原则及技术流程..... 4

5 压裂注入修复井场布局及物资供应..... 5

6 设备配套..... 7

7 分段多层压裂施工方法及技术规范..... 9

8 过程控制..... 13

9 劳动安全与职业卫生..... 13

10 总体要求..... 14

附录 A 低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术参数确定..... 15

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》规定起草。

本文件由中关村众信土壤修复产业技术创新联盟归口。

本文件由中国石油大学（北京）克拉玛依校区牵头，联合10家单位起草。

本文件主要起草单位：

中国石油大学（北京）克拉玛依校区、同济大学、中国石油大学（北京）、北京化工大学、浙江海洋大学、中国矿业大学（北京）、北京大学鄂尔多斯能源研究院、上海金泰工程机械有限公司、上海亚新城市建设有限公司、同力地质科技有限公司

本文件主要起草人：

侯冰 冯世进 张丰收 陈宏信 张其星 戴一凡 张宇 肖英建 王剑波 李小迪
徐泉 崔壮 曾悦 王财宝 刘珊 周洋 张晓磊 刘见通 陈思源 李道华 王涛 顾军
吴希平 谢添 王小华 丁露 沈前 李全 李猛利

低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术规范

1 适用范围

本标准规定了低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复工程的总体要求、工艺设计、主要工艺设备和材料、检测与过程控制、主要辅助工程、劳动安全与职业卫生、施工与调试、运行与维护等。

本标准适用于低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复工程的建设与运行管理，可作为工程设计、施工、运行及维护的技术依据。

本标准适用于低渗有机污染土壤的原位压裂修复，可与其他修复技术，如化学氧化、强化抽提等技术协同使用，处理气态有机物、溶剂性有机物、土壤吸附态有机物、NAPL 污染的地块，其他类型污染物的控制技术要求参照其他标准规范执行。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文。

GB 3096	声环境质量标准
GB 15603-2022	危险化学品仓库储存通则
GB/T 19772-2005	城市污水再生利用 地下水回灌水质
GB/T 20801	压力管道规范工业管道
GB/T 24600-2009	城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质
GB/T 34525-2017	气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定
GB/T 34807-2017	岩土工程仪器设备的检验测试通用技术规范
GB 36600	土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GB 50275	风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
GB 50727	工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范
HJ 25.5	污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则

JGJ/T 87-2012	建筑工程地质勘探与取样技术规程
SY/T 5107-2016	水基压裂液性能评价方法
SY/T 5108-2014	水力压裂和砾石充填作业用支撑剂性能测试方法
SY/T 5289-2016	油、气、水井压裂设计与施工及效果评估方法
SY/T 5727	井下作业安全规程
SY/T 6270	石油天然气钻采设备 固井、压裂管汇的使用与维护
SY/T 6276	石油天然气工业 健康、安全与环境管理体系
SY/T 6362	石油天然气井下作业健康、安全与环境管理体系指南
SY/T 6690	井下作业井控技术规程
T/CSER 001-2023	铬污染土壤修复后安全利用技术导则
Q/SY 02553	井下作业井控技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

原位修复 In Situ Remediation

原位修复是在不改变土壤位置的情况下，通过添加土壤改良剂等方法对土壤有机污染物进行去除，从而实现土壤修复的过程。

3.2

水力压裂 Hydraulic Fracturing

采用地面高压泵车，通过压裂管柱，以高于土体自然渗透速度的流速向土体中注入压裂液，使土体破裂产生裂缝的技术手段。

3.3

气体压裂 Gas Fracturing

采用地面高压泵车，通过压裂管柱，以高于土体自然渗透速度的方式向土体中注入气体（如二氧化碳气体），使土体破裂产生裂缝的技术手段。

3.4

工厂化压裂 Factory Fracturing

在施工现场，采用具有供水、供液、供砂、压裂功能的一体化、专业化施工流程，对平台多井多段等进行批量压裂作业。

3.5

压裂液 Fracturing Fluid

压裂液是指由多种添加剂按一定配比形成的非均质不稳定的混合体系，是对土体进行压裂改造时使用的工作液。

3.6

污染土壤 Contaminated Soil

污染物进入土壤并积累到一定阈值，如有机污染物六六六或滴滴涕大于 1.0 毫克每千克，引起土壤质量降低，并对人体健康或生态环境产生不利影响的土壤。

3.7

低渗透土壤 Low Permeability Soil

透水性差、渗透性低的土壤。一般经过现场原位试验检测渗透系数小于 10^{-6} 米每秒的土壤。

3.8

塑性指数 Plasticity index

塑性指数能综合地反映土的矿物成分和颗粒大小的影响，塑性指数愈大，表明土的颗粒愈细，比表面积愈大。在工程上常按塑性指数对黏性土进行分类，粉土为塑性指数小于等于 10 且粒径大于 0.075 的颗粒含量不超过总质量 50% 的土，黏性土为塑性指数大于 10 且粒径大于 0.075 的颗粒含量不超过总质量 50% 的土。

3.8

粘性土 Clay

含粘土粒较多，透水性较小的土壤，一般指塑性指数大于 10 的细粒土。

3.9

粉性土 Powdery Soil

含粉土粒较多的土壤，一般指粒径大于 0.075 毫米的颗粒质量不超过总质量的 50%，且塑性指数小于或等于 10 的细粒土。

3.10

井场 Well Site

钻井压裂施工作业的工作场地。

4 编制目的、设计原则及技术流程

4.1 编制目的

本规范的制定与实施将显著提升我国低渗透污染场地的管理水平，将大大促进工业污染场地土地再利用效率，释放数十万亩可利用土地，有效缓解因土地资源紧张造成的社会问题，经济、社会、环境效益巨大，符合我国可持续发展的长期战略规划。因此，本规范的立项与制定具有良好的社会经济效益。

4.2 设计原则

1) 绿色性原则：低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术需遵循绿色修复理念，避免能源和资源浪费

2) 同时性原则：低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术应符合环境影响评价文件及审批意见的要求，其防治污染设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时运行

3) 修复性原则：低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术处理后土壤渗透率需满足修复目标值的要求

4) 针对性原则：低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术应因地制宜、科学合理，具备针对性和有效性。修复工艺设计本着成熟可靠、技术先进、经济适用的原则，并考虑节能、安全、操作简便。修复工程应与修复工艺水平相适应

5) 规范性原则：应对低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术施工和运行过程中所产生的废气、废水、固体废物及其他污染物进行治理，并达到GB9078、GB13271、GB1554、GB16297、GB37822、GB 8978、GB12348 、GB 15618、GB 36600 等国家、地方和相关行业排放标准要求。

4.3 技术流程

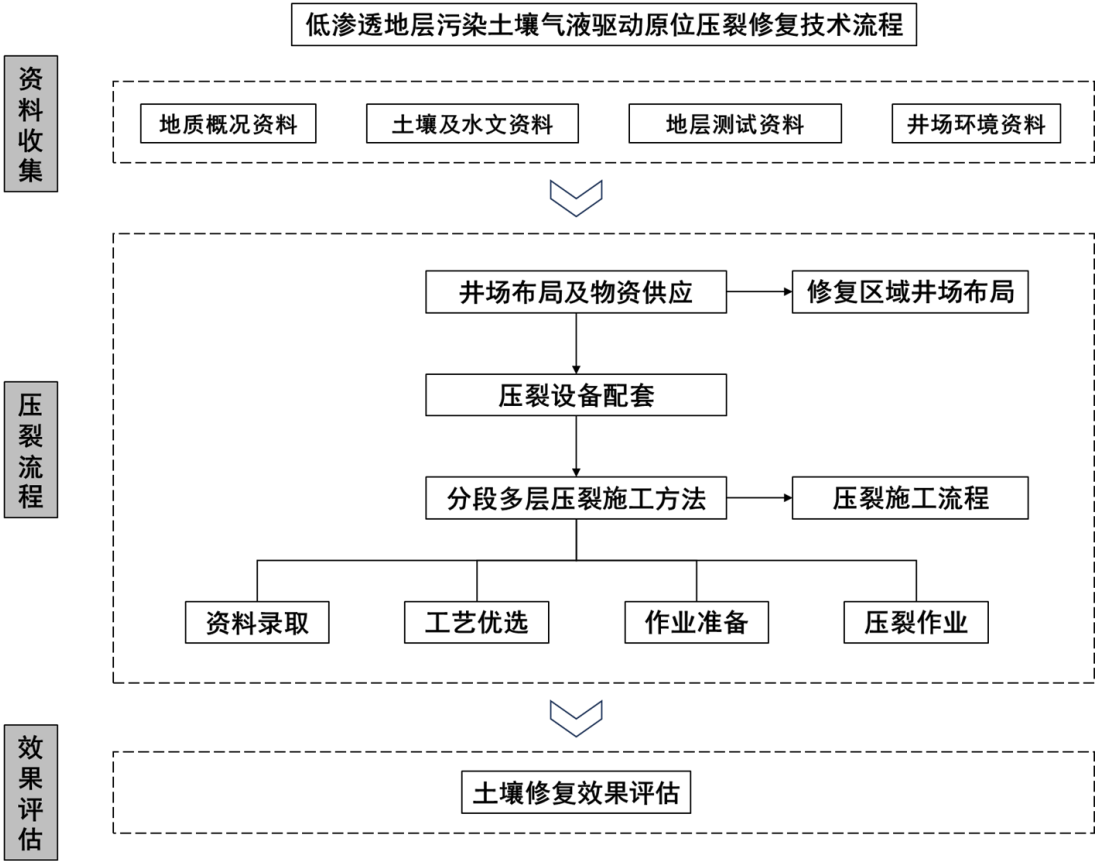


图 4.1 低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复技术流程要求

5 压裂注入修复井场布局及物资供应

5.1 场址选择

5.1.1 低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复工程实施前，应按国家相关标准规范要求对目标场址开展调查，确定是否符合工程建设、环境保护及人居安全相关要求，具体调查内容一般包括：

- 1 区域气象气候条件，包括气温、降水量、主导风向等。
- 2 拟选场址工程地质和水文地质条件。
- 3 拟选场址用途（现状及规划）。
- 4 拟选场址周边敏感目标分布状况。
- 5 交通条件。
- 6 能源供应条件，包括燃气、电力供应等。

5.1.2 宜结合工艺特点和场地现状对主体工程、二次污染防治设施、辅助工程和配套设施进行分区布置，主体工程和辅助工程应衔接便利。

5.1.3 应综合考虑场址内及周边敏感目标的分布，办公区应布置在主导上风向。主体工程应布置在主导下风向且远离居住区等敏感目标，降低施工及运行过程的环境影响。

5.1.4 场地平面布置应遵从降低环境影响、方便施工及运行维护等原则，并按照消防要求预留消防通道。

5.1.5 低渗透地层污染土壤气液驱动原位压裂修复区域周边需设置围护和警示标志，禁止无关人员进入。

5.2 井场准备

5.2.1 井场须平整，井场可使用面积须满足压裂作业占地需求。

5.2.2 井场应设置宽度不小于 3.5 米的主安全通道，安全通道要保持畅通，并标有逃生方向；井场设置的逃生路线、紧急集合点等必须标识清楚。

5.2.3 井场内建有液体分流沟槽，沟槽铺设防渗布进行防渗防漏，沟槽排水通畅、不得堵塞、占用。

5.2.4 作业期间，在作业区域使用难燃防渗膜、接油盘、围堰等防护设施，进行环境保护。

5.2.5 作业过程中产生的残液、余液应集中收集处理。

5.3 物资供应与储存

5.3.1 为保障平台压裂连续作业需求，配备多级储水+快速转水系统；在平台附近设置支撑剂、化工料储存点，不同规格支撑剂、不同类型化工料分区堆放，便于装卸及使用要求。

5.3.2 供水及蓄水

5.3.2.1 水源应满足压裂施工的用水需求及供水速度。

5.3.2.2 供液系统的供液能力应满足压裂用水需求，并配备应急供液设备。

5.3.2.3 根据蓄水池容量及供水能力匹配合理数量的过渡罐，满足连续压施工用水要求。

5.3.3 支撑剂储供

5.3.3.1 支撑剂储存点满足储砂和吊车对作业面的需求，支撑剂码放需预置管排，底部和顶部铺好防渗雨布。

5.3.3.2 支撑剂规格、储备量满足施工要求，并分类存放。

5.3.3.3 供砂优先使用连续加砂装置，供砂速度满足施工最高砂比要求。

5.3.4 气体储供

5.3.4.1 气瓶搬运、装卸、储存和使用作业人员需持证上岗。

5.3.4.2 气瓶放置时，放置气瓶的地面应平整，同时应对气瓶加以固定，防止倾倒或滚动。

5.3.4.3 入库的空瓶、实瓶和不合格瓶应分别存放，并有明显区域和标志。

5.3.4.4 气瓶搬运、装卸、储存及使用应按照 GB/T 34525-2017 有关规定执行。

5.4 井场区域布局

5.4.1 供液区：相邻供液之间间距不小于 1.0 米，供液罐顶部四周设置护栏，爬梯与供罐顶之间、相邻供液罐之间设置带护栏的廊桥，廊桥使用坚固、耐久的材料制作，且护栏高度不小于 1.05 米。

5.4.2 供砂区：优先采用撬装砂漏供砂，砂漏可以同时储存不少于 2 种规格的支撑剂，并具备快速补充支撑剂能力，砂漏顶部四周设置使用坚固、耐久的材料制作的高度不小于 1.05 米的护栏，不具备砂漏供砂条件时采用砂罐车供砂。

5.4.3 化工料区：化工料分类存放且便于取用，危险化学品堆码应整齐，牢固，无倒置且不应遮挡消防设备，安全设施，安全标志和通道，化工料区堆码与储存应满足 GB 15603-2022 要求。

5.4.4 压裂作业区：同向相邻压裂车之间间距不小于 0.8 米；仪表车应远离井场压裂注入设备，且距离施工井口不小于 15 米。空气单元距离施工井口不小于 10 米。

5.5 安全距离及要求

5.5.1 吊车底盘及上车车架与井口之间最小距离不低于 5 米。

5.5.2 压裂设备隔离设施距离不小于 1 米。

5.5.3 消防器材房、材料房距离压裂高压管线不小于 20 米。

5.5.4 井口液动平板阀远控装置距离井口不小于 25 米。

5.5.5 储液池周围安装安全防护围栏、配置救生器材，设置警示标识。

6 设备配套

6.1 地面流程

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/587012125155006141>