

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 7625—2021

油泥调剖工艺技术规范

Specifications for oil sludge profile control

2021—11—16发布

2022—02—16实施

国家能源局 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 油泥调剖技术要求与性能检测	2
4.1 油泥调剖技术要求	2
4.2 油泥调剖剂性能检测	2
5 油泥调剖工艺设计	3
5.1 井况要求	3
5.2 方案设计	4
5.3 编写油泥调剖工艺设计	4
6 施工程序	4
6.1 施工准备	4
6.2 注入施工	5
6.3 施工参数录取	5
6.4 施工总结	5
7 健康、安全、环境控制要求	6
8 井控要求	6
附录A（资料性）油泥调剖工艺设计格式	7
附录B（资料性）油泥调剖工艺施工记录格式	13
附录C（资料性）油泥调剖工艺施工总结格式	14

前 言

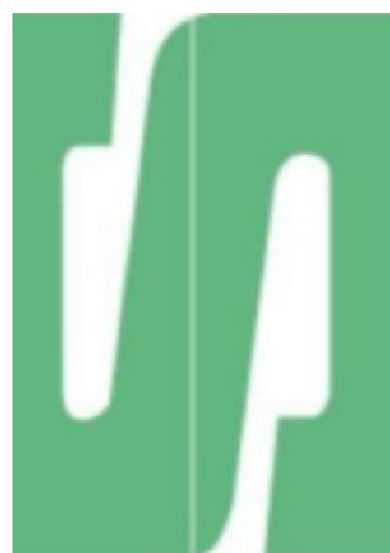
本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件中的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由石油工业标准化技术委员会采油采气专业标准化委员会提出并归口。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司、中国石油大港油田采油工艺研究院、中国石油青海油田钻采工艺研究院、中国石油天然气股份有限公司玉门油田分公司老君庙采油厂、中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司第一采油厂、中国石油新疆油田分公司工程技术研究院。

本文件主要起草人：李瑞、沈文敏、郑成立、王宝峰、王尧、李增强、田玉芹、葛红江、熊英、王龙飞、朱秀雨、唐万成、侯军刚、罗庆梅、邓伟兵。



油泥调剖工艺技术规范

1 范围

本文件规定了油泥调剖技术要求，设计要求，施工程序，健康、安全、环境控制要求及井控要求。本文件适用于油泥调剖工艺设计及油泥调剖施工作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。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）适用于本文件。

- GB/T 4472—2011 化工产品密度、相对密度的测定
- GB/T 9738—2008 化学试剂 水不溶物测定通用方法
- GB/T 10247—2008 黏度测量方法
- GB 50391—2014 油田注水工程设计规范
- SY/T 5358 储层敏感性流动实验评价方法
- SY/T 5588—2012 注水井调剖工艺及效果评价
- SY/T 6276 石油天然气工业 健康、安全与环境管理体系
- SY/T 6610 硫化氢环境井下作业场所作业安全规范
- SY/T 6690 井下作业井控技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

油泥 oil sludge

石油开采和集输处理过程中产生的油、水、泥等混合物。

3.2

油泥调剖剂 oil sludge profile control agent

以油泥为主要原料，加入适当的添加剂，配制成具有一定黏度、能够降低调剖目的油层渗透率的调剖剂。

3.3

悬浮稳定性指数 Suspension Stability Index

油泥调剖剂静置一段时间后，分离出上半部和下半部的水不溶物，上下两部分的质量比值。

4 油泥调剖技术要求与性能检测

4.1 油泥调剖技术要求

配制的油泥调剖剂应满足表1所规定的技术要求。

表 1 油泥调剖剂技术要求

项 目	指 标
外观	分散性良好的悬浮液
pH 值	6~8
密度, g/cm	0.90 ~1.25
表观黏度(25℃, mPa·s)	<800
悬浮稳定性指数(24h)	0.5~1.5
封堵率, %	>60

4.2 油泥调剖剂性能检测

4.2.1 试验用品准备

试验前, 按下列要求准备试验用品

- a) 油泥调剖剂: 1000g;
- b) 石英砂: 1000g, 粒径0.05mm~0.25mm, 粒度中值0.10mm~0.20mm
- c) 量筒: 250mL, 带磨口玻璃塞;
- d) 玻璃吸管: 长约40cm, 内径约为5mm, 一端尖处有2mm~3mm的孔, 管的另一端连接在相应的抽气源上;
- e) 电子天平: 感量1mg;
- f) 其他仪器: 按引用的相关标准要求准备。

4.2.2 外观

目测。

4.2.3 pH值

取10g油泥调剖剂, 加蒸馏水90mL搅拌均匀, 使用精密pH试纸测定混合液的pH值。

4.2.4 密度

按照GB/T 4472—2011中4.3.3的规定执行。

4.2.5 表观黏度

按照GB/T 10247—2008第4章的规定执行, 剪切速率控制在 $50s^{-1}$ ~ $55s^{-1}$, 实验温度25℃。

4.2.6 悬浮稳定性指数

4.2.6.1 原理

油泥调剖剂中的固相颗粒, 在静止状态下有沉降或上浮的趋势。通过测定一定时间范围内, 油泥

调剖剂上部与下部的水不溶物质量之比，可考察油泥调剖剂试样的悬浮稳定性。

4.2.6.2 程序

4.2.6.2.1 将油泥调剖剂样品搅拌均匀，用量筒量取250mL试样，盖上塞子，以量筒底部为轴心，将量筒在1min内上下颠倒30次，在室温条件下静置24h。用玻璃吸管将内容物的1/2(即125mL)悬浮液移出，不要摇动或挑起量筒内的沉降物，确保吸管的顶端总是在液面下1mm~5mm处。

4.2.6.2.2 按照GB/T 9738—2008的规定，测量移出试样中的水不溶物质量，记为 m_1 ；测量留在量筒内悬浮液中的水不溶物质量，记为 m_2 。悬浮稳定性指数按公式(1)计算：

$$w = \frac{m_1}{m_2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

w ——悬浮稳定性指数，

m_1 ——移出试样中的水不溶物质量，单位为克(g)；

m_2 ——留在量筒中试样的水不溶物质量，单位为克(g)。

4.2.7 封堵率

4.2.7.1 原理

加入调剖剂试样后的岩心渗透率会降低，通过测定加入调剖剂试样前后岩心的水相渗透率，可计算出调剖剂试样的封堵率。

4.2.7.2 程序

4.2.7.2.1 用天平称取粒径在0.05mm~0.25mm的石英砂400g，填入 $\phi 25\text{mm} \times 500\text{mm}$ 不锈钢填砂管中。每填装100mm长度，在1MPa下压实5min，至装满为止。两端用细筛网封住，按SY/T 5358的规定，在室温条件下，测定岩心驱替的稳定压力，并计算初始水相渗透率 K_1 。

4.2.7.2.2 用天平称取粒径在0.05mm—0.25mm的石英砂400g，调剖剂试样60g，两者混合均匀后填入 $\phi 25\text{mm} \times 500\text{mm}$ 不锈钢填砂管中。每填装100mm长度，在1MPa下压实5min，至装满为止。两端用细筛网封住，按照SY/T 5358的规定，在室温条件下，测定岩心驱替的稳定压力，并计算岩心封堵后的水相渗透率 K_2 。封堵率按公式(2)计算：

$$\delta = \frac{K_1 - K_2}{K_1} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

δ ——封堵率，用百分数表示

K_1 ——岩心初始水相渗透率，单位为平方微米(μm^2)；

K_2 ——岩心封堵后水相渗透率，单位为平方微米(μm^2)。

5 油泥调剖工艺设计

5.1 井况要求

调剖目的层以上套管完好，固井质量合格。目的层的固井质量合格且上下夹层无窜通。

5.2 方案设计

5.2.1 油泥调剖剂性能要求

根据油藏相关资料，确定所用油泥调剖剂的性能指标。

5.2.2 调剖半径

调剖半径按照 SY/T 5588—2012 中 4.4.1 的规定，并根据生产情况综合考虑确定。

5.2.3 油泥调剖剂用量

油泥调剖剂用量按公式(3)计算：

$$Q = n \pi \sum_{i=1}^n h_i \phi_i R_i^2 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Q——油泥调剖剂用量，单位为立方米(m³)

n——修正系数，根据油田实际情况酌情给定；

n——油层数量，单位为个；

A——i层段的有效厚度，单位为米(m)；

φ——i层段的孔隙度，用百分数表示；

R——i层段的处理半径，单位为米(m)。

5.2.4 顶替液用量

注完调剖剂须进行油管顶替，顶替液用量宜大于注入管柱内容积的1.5倍。如果采用光油管施工，则还应进行环空顶替，顶替液用量宜大于环空容积的1.0倍。

5.2.5 注入压力

结合地质设计，按照 SY/T 5588—2012 中 4.6 的规定确定注入压力。

5.2.6 注入排量

注入排量宜参照 SY/T 5588—2012 中 4.7 的规定，并根据油藏具体情况执行。

5.3 编写油泥调剖工艺设计

根据地质设计编写油泥调剖工艺设计，设计格式可参考附录A。

6 施工程序

6.1 施工准备

6.1.1 设计准备

6.1.1.1 地质设计、油泥调剖工艺设计及施工设计准备齐全。

6.1.1.2 施工前应测目的层位的吸水指数，如果吸水指数与设计相差较大，应调整施工参数。

6.1.1.3 根据井下不同层系的吸水能力特点，可采用笼统调剖和下封隔器分层调剖等不同的工艺。

6.1.2 井筒准备

6.1.2.1 利用原管柱进行调剖的井，应对套管及油管、固井质量进行评价，确保符合5.1的要求。

6.1.2.2 需要动管柱进行调剖的井，应对套管试压至预测最大施工压力的1.1倍，但不能超出生产套管及井口抗内压强度的80%，30 min 压降不大于0.5MPa 为合格。试压合格方可施工。

6.1.2.3 预测最大施工压力的1.1倍超出生产套管抗内压强度的80%且低于井口抗内压强度的80%时，可下封隔器对上部套管进行保护。

6.1.3 设备准备

6.1.3.1 注入设备额定压力不小于预测最高注入压力的1.2倍；泵出口应设置安全阀及压力监测装置；泵进（或出）口宜安装流量监测装置。

6.1.3.2 配液设备需具备搅拌功能。

6.1.4 井场布置

6.1.4.1 施工现场平面布置合理，高、低压设备分离，高压区域应设有警示、警告、提示等标识。

6.1.4.2 配电、自控等其他要求应按GB 50391—2014中第9章的规定执行。

6.1.5 地面流程试压

地面流程试压值为预测最高注入压力1.2倍，但不超过设备承压的80%，稳压30min，压降小于0.5MPa，不刺不漏为合格。

6.2 注入施工

6.2.1 配液

根据油泥成分，调整添加剂用量，现场配液后应满足油泥调剖剂技术要求。

6.2.2 试注

正注2~4倍井筒容积的前置液，观察泵压和排量的变化情况，确定地层吸收能力。按设计排量的30%注入油泥调剖剂，待压力平稳后，在不超过设计注入压力的情况下，逐步提高至设计排量。

6.2.3 注入调剖剂

根据试注的压力和排量，完成工艺设计方案设计量。

6.2.4 注顶替液

按设计量注入顶替液。

6.3 施工参数录取

实施过程中每间隔2h记录施工程序、流体名称、注入压力、注入排量、注入时间、注入量等参数。施工记录格式参考附录B。

6.4 施工总结

施工结束后，编写施工总结，施工总结格式参考附录C。

7 健康、安全、环境控制要求

健康、安全、环境控制要求包括但不限于：

- a) 对施工井进行风险识别，制定相应的风险防控措施；
- b) 按照SY/T 6610的规定做好施工现场硫化氢监测与防护工作，
- c) 做好施工药剂落地防护工作；
- d) 物料注意防雨防晒；
- e) 运输罐车需挂上防漏桶，防止地面污染；
- f) 注入设备及流程发现渗漏应立即停泵、放压进行整改；
- g) 剩余物料和物料包装不得随地丢弃，施工结束后回收处理；
- h) 其他事项按照 SY/T 6276的规定执行。

8 井控要求

井控要求按照 SY/T 6690的规定执行。



