

巴彦兴华 X 区块出砂趋势分析及防砂工艺试验评价

王尧¹, 苑习之², 张鹏², 程晓伟², 张孝卫³, 张春升¹, 邓晗¹,
徐进成¹, 张纪双¹, 孟召兰¹, 邢洪宪¹, 王丙刚¹

(1. 海洋石油高效开发国家重点实验室(中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司), 天津 300452;
2. 中石油华北油田巴彦勘探开发分公司, 内蒙古 巴彦淖尔 015000; 3. 华北油田公司勘探开发研究院, 河北 任丘 062550)

摘要: 疏松砂岩油气田在开发过程中往往随着地层压力衰减及含水率上升等因素存在出砂现象, 这对油田采收率及生产造成严重影响, 甚至躺井停产。以巴彦油田兴华 X 区块主力储层临河组为研究对象, 基于出砂预测经典模型, 并利用 TAW-1000 岩石力学试验专用设备和防砂筛管综合模拟试验系统, 开展针对目标储层的出砂趋势分析及防砂参数优化试验。基于模型分析和试验评价, 预测巴彦油田区块开发初期储层的出砂概率, 明晰储层岩石强度随饱水率变化的规律, 优化确定适合目标储层的防砂工艺及筛管精度参数, 为目标油田 X 区块开发所采取的控砂工艺措施及介入时机提供了重要参考, 具有一定的生产指导意义。

关键词: 出砂预测; 岩石强度; 工艺参数; 筛管精度; 试验评价

中图分类号: TE33 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)07-0019-07

砂岩油藏在国内外油田开发中分布极其广泛^[1-2]。这类油藏因自身弱固结、强度低的特征, 投产后续往往面临出砂风险。尤其随着生产开发进行, 地层压力衰减、含水率上升、岩层上应力变化及压裂改造等因素容易造成出砂现象^[3-6]。油田油井出砂往往会导致产能采收率下降、管路冲蚀破坏泄漏、泵卡甚至躺井停产等严重问题^[7-8]。因此, 防砂不仅是油气开采自身的需要, 也涉及安全和环保的要求^[9-10]。兴华 X 是巴彦油田的主力区块, 主力储层临河组为典型砂岩油藏, 也会面临生产出砂的可能趋势, 因此针对该储层开展出砂趋势分析及防砂工艺研究至关重要。

国内外在油田出砂趋势预测及试验研究方面已经取得了显著进展^[11-13]。出砂预测方法主要包括现场观察法、经验分析法以及数值计算法等。这

些方法通过分析岩心强度、DST(钻杆地层测试)数据、出砂指数等参数, 来判断油气井是否出砂及出砂程度。近年来, 随着物联网、大数据、人工智能等技术的发展, 出砂监测手段变得更加智能化和精准化^[14-15]。在防砂工艺试验评价方面, 国内外均形成了较为完善的体系和评测规范。主要涵盖了针对防砂器材挡砂介质的微观评价和全尺寸防砂筛管综合挡砂性能试验评价^[16-17]。国内外学者和工程师通过大量的现场试验和室内模拟实验, 基于计算机数据自动采样系统, 通过改变充填材料、携砂液性质、充填方式等不断优化防砂工艺参数, 进而提高防砂效果^[18-21]。本文基于出砂预测模型开展了兴华 X 区块出砂趋势预测分析, 统计跟踪已投产井的生产出砂结果, 验证出砂预测的准确性, 进一步获取目标层位岩心, 进行岩心单/三轴强度试验,

收稿日期: 2024-10-02

基金项目: 中海油能源发展股份有限公司生产科研项目(HBY-BY-2022-JS-364); 中国海洋石油集团有限公司科研项目(KJGG-2022-1403)

作者简介: 王尧(1982—), 男, 山东淄博人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为油气田开发完井工艺及配套工具; 苑习之(1985—), 男, 河北霸州人, 高级工程师, 研究方向为采油工程; 张鹏(1988—), 男, 河北沧州人, 工程师, 研究方向为油气田地面储运; 程晓伟(1980—), 男, 河南南阳人, 工程师, 研究方向为石油工程; 张孝卫(1989—), 女, 山东东营人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为油藏工程; 张春升(1983—), 男, 安徽阜阳人, 工程师, 研究方向为油井出砂完井及评价分析; 邓晗(1990—), 男, 湖北仙桃人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为油气田开发完井工艺; 徐进成(1967—), 男, 河南南阳人, 高级工程师, 研究方向为勘探及开发油气藏地质研究; 张纪双(1968—), 男, 山东菏泽人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为油田完井防砂工艺; 孟召兰(1985—), 女, 山东济宁人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为油气田开发; 邢洪宪(1974—), 男, 河南南阳人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为油气田开发完井工艺技术; 王丙刚(1987—), 男, 河北沧州人, 高级工程师, 研究方向为完井防砂及控水工艺。

利用专业综合防砂介质试验系统评价优选适用目标储层的防砂工艺和精度参数^[22]。

1 目标区块主力储层出砂预测

一般说来,出砂预测是指利用密度、声波时差、泥质含量、井径等测井资料,计算岩石强度参数,然后计算出砂指数的大小对油井出砂情况进行预测^[23]。科学地进行出砂预测可以为防砂提供可靠的决策依据。本文基于兴华 X 区块探井 A 的测井曲线利用声波时差法、组合模量法及出砂指数法开展出砂预测研究^[24],结果如图 1 所示。

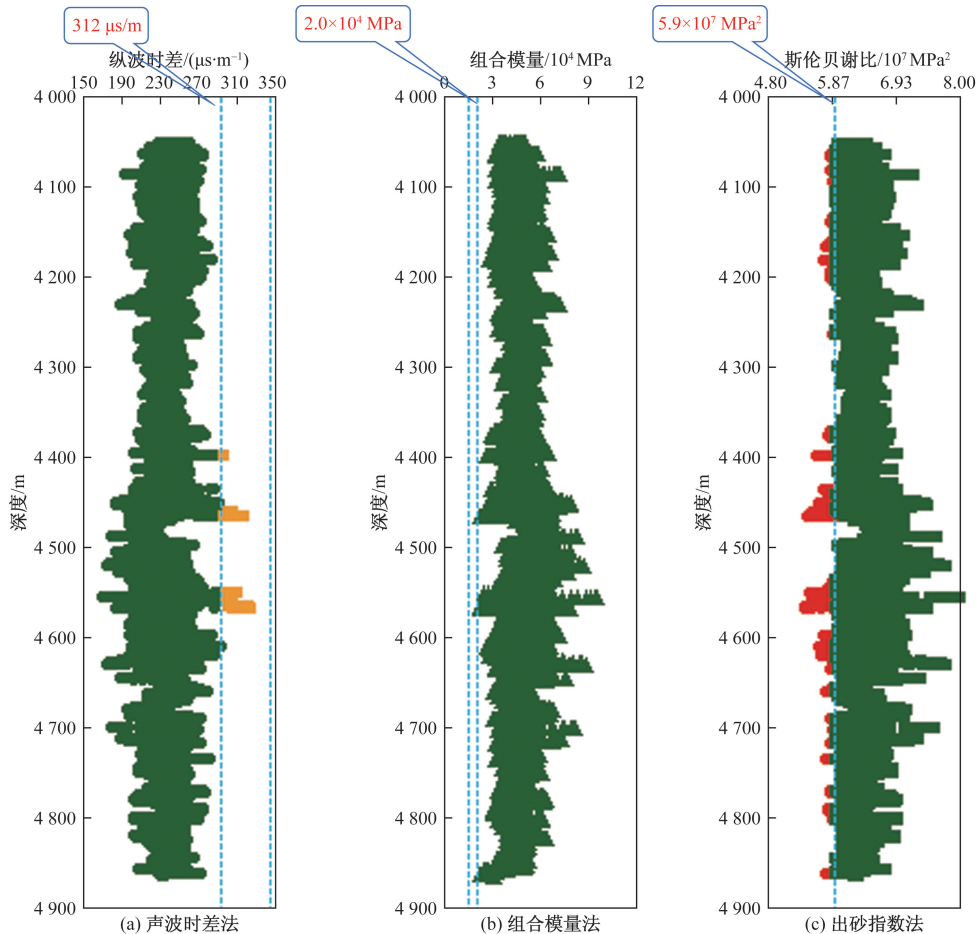
从图 1 中可看出,井声波时差 Δt_c 纵向剖面上基本都低于 $312 \mu\text{s}/\text{m}$,表明储层岩石发育沉积比较致密,岩层强度高,所以声波传播速度较快,生产初期出砂概率便较小,但存在黄色的出砂风险区;组合模量法数值中基本都大于 $2 \times 10^4 \text{ MPa}$,生产初期不易出砂;对于出砂指数法,虽然纵向数值绝大部分大于 $5.9 \times 10^7 \text{ MPa}^2$,但也存在明显的红色出砂高风险窗口。后两种预测方法曲线数值越大,表明岩石的弹性模量大,岩石的强度就更高,稳定性更

好。通过上述 3 种模型方法综合表明目标区块投产初期存在一定的出砂概率,需要提前考虑采取适合的防砂措施。

基于此,本文统计分析了兴华 X 区块已投产井的防砂方式及生产效果,其防砂方式均采用泵下挂滤的简易防砂,部分井生产中存在出砂现象;同时针对邻边区块也进行了 16 口/18 井次的采油井含砂情况监测跟踪,存在 14 井次出砂,占比 77.8%,出砂情况比较明显,已对生产造成不利影响,这也验证了前述的出砂预测结论。

2 岩石强度试验

为了更深入地对目标区块主力储层特性进行研究,本文选取一定数量的地层岩心开展岩心单/三轴强度试验、饱水后强度试验及部分岩样的粒径筛析^[25-27]。岩心强度试验参照《煤和岩石物理力学性质测定方法 第 9 部分:煤和岩石三轴强度及变形参数测定方法》(GB/T 23561.9—2009)标准,利用三轴强度实验装置 TAW-1000 深水孔隙压力伺服试验系统进行,所取岩样及设备如图 2、图 3 所示。



绿色区域表明油井投产初期出砂风险较小;黄色和红色区域表示出砂风险逐渐增大

图 1 不同方法出砂预测概率纵向分布



图 2 兴华 X 区块岩样



图 3 TAW-1000 深水孔隙岩石力学试验系统

一般随着油井开发的进行,受储层不均质及油水流量影响,油水界面也会发生变化,导致地层含水率呈明显上升态势,地层岩石强度大幅下降,出砂趋势就会加剧。分析出砂机理为地层水能溶解砂粒之间的部分胶结物,发生水化膨胀,使得地层胶结强度下降进而导致其单轴抗压强度和内聚强度都会明显下降,岩石更容易发生破坏,这为出砂创造了先决条件^[28-30],因此,通过取心开展岩石饱水前后的强度对比试验研究可为防砂时机的界定提供具体参考。试验数据见表 1。

表 1 兴华 X 区块取样岩心单轴抗压强度对比试验数据

序号	深度/m	单轴抗压强度 UCS/MPa	饱水后单轴 抗压强度 UCS/MPa	见水强度下降 率/%	层位	井号
1	4 424.57	—	25.89	—	—	A 井
2	4 424.65	26.27	—	1.45		
3	4 427.67	32.08	—	10.97		
4	4 427.69	—	28.56	—		
5	4 856.59	—	28.82	22.30	二	
6	4 856.62	37.09	—	—		
7	4 875.26	14.31	—	46.47		
8	4 876.83	—	7.66	—		

注:因同一位置取心受限,岩心饱水前后 UCS 对比为相邻深度点。

由表 1 可知,对于 A 井层位一相邻深度岩样饱水前单轴抗压强度分别为 26.27、32.08 MPa,饱水后抗压强度降低至 25.89、28.56 MPa,下降率分别为 1.45%和 10.97%;对于层位二,相邻深度岩样饱水前单轴抗压强度分别为 37.09、14.31 MPa,饱水后抗压强度降低至 28.82、7.66 MPa,下降率分别为 22.30%和 46.47%。这表明地层含水率上升明显降低了储层岩石的胶结强度,这会进一步增加剧烈出砂的可能性。通过对岩样干湿称重处理,计算平均饱水率为 70%。这进一步指明在油田开发中当储层含水率上升至 70%以后要密切关注油井出砂情况,避免对生产造成不可逆转的危害。

3 防砂工艺试验评价

对所取层位的岩心进行岩样筛析,基于业内经典图版及 Saucier 方法开展了目标区块的防砂工艺优选及参数优化设计^[31]。利用自主研制的筛管防砂介质防砂效果评价系统评价了兴华 X 区块一、二主力储层设计工艺的综合防砂效果^[22],实体装置如图 4 所示

防砂筛管的防砂效果取决于筛管内部的防砂介质,不同结构形式防砂介质因对储层砂粒架桥阻挡差异,其防砂效果千差万别,对油田的适用性也大不相同。因此该系统试验主要针对筛管的防砂介质开展专业评价。防砂介质设计为圆形样板并置于试验筒腔底部,介质上下两侧布有压差传感器,实时录取试验过程中的压力数值。防砂介质上部装填模拟储层砂,试验筒底部放空用于收集驱替试验中通过介质的流液。驱替系统 KD-250 型恒速恒压泵可根据地层生产压差与产液强度设定泵送流速等相关参数。试验研究采取的主要原理方法是:测量防砂介质两侧的驱替流量和压差以及过砂量等;通过测量防砂介质上下两侧压差,可计算防砂介质的渗透率^[32];



图 4 筛管防砂介质防砂效果评价系统实物

$$k_{si} = \frac{q_i \mu l}{\pi d \Delta P_i} \quad (1)$$

式中： μ 为试验用流体的黏度， $\text{mPa}\cdot\text{s}$ ； l 为试验防砂介质的有效渗透长度， m ； d 为试验防砂介质直径， m ； q_i 为第 i 时刻通过防砂介质的流量， m^3/s ； ΔP_i 为第 i 时刻防砂介质上下两侧压差， Pa ； k_{si} 为第 i 时刻防砂介质的渗透率， μm^2 。试验步骤如下。

(1) 按照巴彦油田兴华 X 区块目标储层砂样粒度筛析分布曲线混配试验用砂。

(2) 试验用砂按照砂：水 = 2：1 的体积比例进行 12 h 饱和。

(3) 将防砂介质试样、隔板、密封圈等组合后，安装于下堵头槽内并和压帽等旋到釜体上，旋紧到位。

(4) 将已配好的模拟地层砂缓缓加入试验釜体内，并层层夯实，旋转上压帽。

(5) 打开控制台面板上的“总电源”开关和恒温箱上的“电源”开关，启动电脑，准备试验。

(6) 启动恒速恒压泵进行液体驱替，并观察试验曲线及现象，此时试验数据自动录取。

(7) 持续泵送流体，待试验渗透率曲线平稳后，表明防砂介质架桥砂粒与来液之间达到平衡态，即完成一组评价试验。

(8) 同步骤，更换不同防砂精度的介质试样，依次完成评价试验。试验过程如图 5 所示。

按照试验设计，选取 4 种防砂精度规格筛板开展驱替评价试验，试验参数见表 2。

按照上述评价方法和步骤利用不同层位的模拟砂更换不同精度类型的防砂介质试样，利用压力、流量等参数计算得出不同防砂介质板的渗透率随时间的变化曲线。对于兴华 X 区块临河组 $E_3 I_3$ 试验结果如图 6、表 3 所示。

表 2 兴华 X 区块不同精度挡砂效果对比试验参数

序号	筛管精度/ μm	驱替排量/ $(\text{mL}\cdot\text{min}^{-1})$	充填砂量/ kg	混配试验模拟地层砂
1	100	70~150	2.33	兴华 X 区块临河组 $E_3 I_3$
2	120	70~150	2.33	
3	150	70~150	2.33	
4	200	70~150	2.33	
5	100	70~150	2.33	兴华 X 区块临河组 $E_3 I_{III_3}$
6	120	70~150	2.33	
7	150	70~150	2.33	
8	200	70~150	2.33	

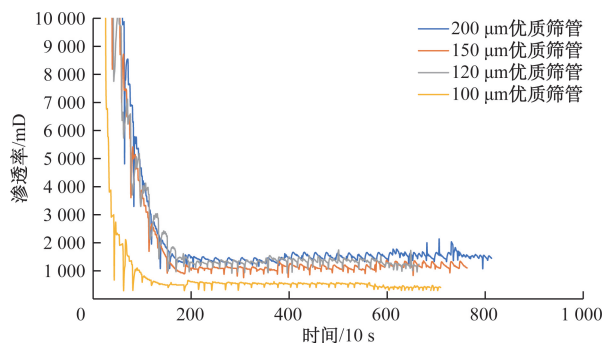


图 6 $E_3 I_3$ 不同防砂介质板渗透率-时间变化曲线

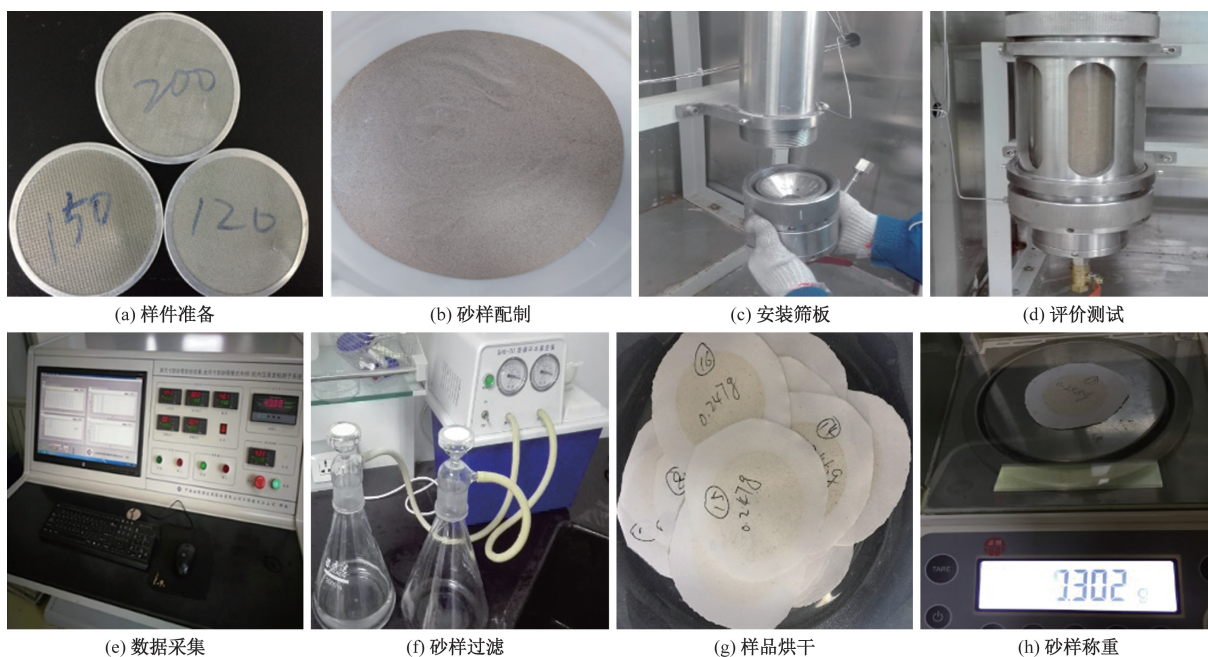


图 5 试验过程

表 3 不同防砂精度筛板最终渗透率值对比

防砂精度/ μm	200	150	120	100
驱替平衡态渗透率/mD	1 450	1 109	1 338	531

防砂介质的过流抗堵塞性能就是防砂生产过程中承受被储层中胶质、沥青质、固相细质等堵塞物堵塞的能力,抗堵性能越好的防砂介质生产过程中被堵塞的风险程度越低^[33]。堵塞的机理是由于储层中 $<44\ \mu\text{m}$ 的固相颗粒逐渐运移到介质内部导致渗透率减小的过程,可用渗透率变化值进行表征^[34]。由图 6 可以看出,随着试验的进行 4 种不同精度的防砂介质均较快地降到了一个稳态阶段,这表明在油井生产过程中,产出砂会因微粒运移渐渐聚积到防砂筛管表面,过流面积逐渐减小,渗透率逐步下降,生产压差逐渐升高,后期逐渐形成一个相对稳定的环空砂堆积的架桥结构,此时流量、出砂量及渗透率均趋于稳定^[35-36]。通过对比渗透率变化曲线看出,在驱替稳定后 200 μm 筛板渗透率为 1 450 mD,要高于其他 3 种精度筛板 1.2~3 倍,这说明 200 μm 型筛板结构过流抗堵塞效果更好。试验过程中对过砂量进行了收集烘干称重,具体如图 7、表 4 所示。

筛管的控砂效果用出砂浓度进行表征,这与过流抗堵塞能力成反比^[37]。由表 4 看出,不同防砂精度的筛板出砂量及出砂浓度不同,随着防砂精度的减小,出砂量和出砂浓度也降低。对于兴华 1 区块 $E_3 I_{13}$,基于本次驱替试验,结论如下。①过流能力:200 μm >120 μm >150 μm >100 μm ;②出砂浓度:200 μm >150 μm >100 μm >120 μm 。综合考虑出砂浓度及过流能力,该层位选择 120 μm 独立筛管防砂具备良好适用性。

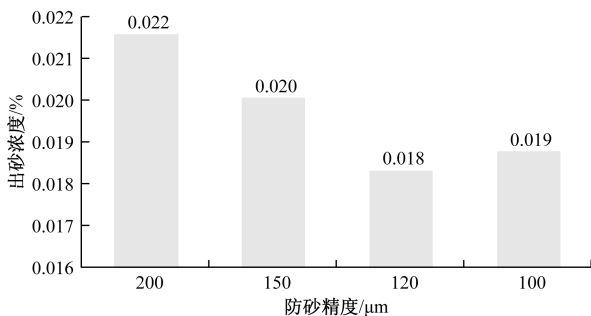


图 7 $E_3 I_{13}$ 不同防砂精度筛板试验出砂量对比

表 4 $E_3 I_{13}$ 不同防砂精度筛板出砂浓度对比

防砂精度/ μm	200	150	120	100
出砂量/g	6.09	5.53	4.39	4.97
出液量/mL	17 631	17 231	14 967	16 545
体积出砂浓度/%	0.022	0.020	0.018	0.019

根据相同评价流程,针对兴华 X 区块临河组 $E_3 I_{13}$ 层位开展不同防砂精度的防砂介质适用性评价。试验结果如图 8、表 5 所示。

由图 8 可知,随着驱替进行,4 种不同精度的防砂介质渗透率曲线也存在逐渐下降趋于平缓的规律,同样符合储层微粒运移堵塞防砂筛管的现象。通过对比渗透率变化曲线看出,在驱替稳定后 150 μm 筛板最终渗透率为 3 217 mD,要高于其他 3 种精度筛板,100 μm 筛管渗透率最低,为 996 mD。这说明 150 μm 型筛板结构过流抗堵塞效果在该储层中表现更好。对试验过程中过砂量进行收集称重计算出砂浓度,具体如图 9、表 6 所示。

由表 6 看出,不同防砂精度的筛板出砂量及出砂浓度也不尽相同,100 μm 筛板的防砂性能虽最优,但其过流能力最差,对后期投产产能存在影响;150 μm 筛板的过流性能最佳,其防砂性能也处于合理范围,因此综合考虑两项指标,该层位选择 150 μm 独立筛管防砂具有良好的适用性。

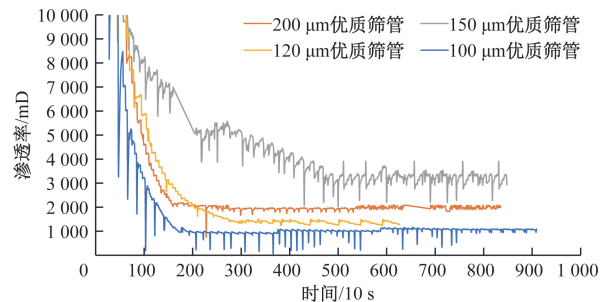


图 8 $E_3 I_{13}$ 不同防砂介质板渗透率-时间变化曲线

表 5 $E_3 I_{13}$ 不同防砂精度筛板最终渗透率值对比

防砂精度/ μm	200	150	120	100
驱替平衡态渗透率/mD	1 970	3 217	1 377	996

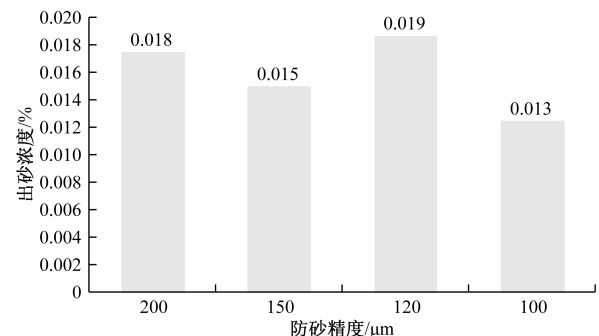


图 9 $E_3 I_{13}$ 不同防砂精度筛板试验出砂量对比

表 6 $E_3 I_{13}$ 不同防砂精度筛板出砂浓度对比

防砂精度/ μm	200	150	120	100
出砂量/g	5.22	4.56	4.91	3.57
出液量/mL	18 619	18 967	16 394	17 836
体积出砂浓度/%	0.018	0.015	0.019	0.013

4 结论与建议

(1)根据兴华 X 区块探井 A 的测井数据基于多种出砂预测方法开展预测,表明该区块投产初期存在出砂的可能性。通过对本区块及邻近区块已投产井防砂效果跟踪统计也进一步验证了出砂预测结果的合理性。

(2)对该区块主力储层开展岩心强度对比试验,同层位相邻深度点岩心饱水后强度下降 1.45%~22.30%,出砂临界生产压差下降明显。当储层含水率上升至 70%时,生产出砂风险进一步增大。建议控制生产压差,抑制油井含水率上升过快,延长无水采油期。

(3)利用专业防砂效果评价试验装置开展目标区块主力储层的防砂综合评价,综合考虑控砂率及产能释放,对于临河组 E₃ I I₃、E₃ I III₃ 层位采用 120、150 μm 精度独立筛管防砂工艺具有良好适用性。

(4)基于油田经典出砂预测模型理论,结合不同含水率情况下的岩心力学强度试验手段,界定了储层在特定含水率情况下的出砂严重趋势,通过对比分析已投产井的生产出砂现象,验证了该研究结果的科学性和准确性。该研究模式思路为后期新投产井提供了一种防砂时机介入的重要参考,也为砂岩油气藏的出砂趋势提供了一种新选择,具有重要的理论和现场指导意义。

参考文献

- [1] 何宝生,曹砚锋,曾祥林,等. 海上稠油油田开发多枝导流适度出砂技术研究[J]. 中国海上油气, 2013, 25(6): 82-87.
- [2] 刘正伟. 海上疏松砂岩油藏出砂预测模型及应用[J]. 特种油气藏, 2012, 19(3): 136-139.
- [3] 何生厚,张琪等. 油气井防砂理论及其应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [4] 董长银. 油气井防砂理论与技术[M]. 青岛: 中国石油大学出版社, 2012.
- [5] 杨雪,刘建仪. 低渗砂岩油藏多孔介质特性[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(30): 12911-12916.
- [6] 韩忠英,孙波,王芸涵,等. 深部砂岩力学实验及储层开采出砂影响规律[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(29): 12504-12512.
- [7] 唐洪明,朱柏宇,龚小平,等. 疏松砂岩稠油油藏油井产能下降潜在因素分析[J]. 油气藏评价与开发, 2017, 7(6): 39-45.
- [8] TIFFIN D L, STEIN M H, WANG X. Drawdown guidelines for sand control completions: SPE 84495[R]. Houston: SPE, 2003.
- [9] 万仁溥. 现代完井工程[M]. 3 版. 北京: 石油工业出版社, 2008.
- [10] 《海上采油工程手册》编写组. 海上采油工程手册[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
- [11] 谭学群. 致密砂岩气藏开发阶段地层研究尺度[J]. 科技和产业, 2023, 23(15): 271-276.
- [12] 袁光杰,张玉达,董京楠,等. 油气井筒出砂理论技术新进展[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(7): 2694-2704.
- [13] 武治强,辛雪松,庞照宇,等. 超深井长裸眼段岩屑运移规律及特征分析[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(17): 7300-7309.
- [14] 范兴沃,李相方,童敏,等. 应用人工智能神经网络技术预测地层出砂[J]. 石油钻采工艺, 2002, 24(6): 39-41.
- [15] 隋秀香,郭旗,李相方. 油气井测试出砂监测技术[J]. 天然气工业, 2004, 24(5): 110-112.
- [16] PERERA M S A, RANJITH P G, RATHNAWEERA T D, et al. 未固结流砂地层采油过程中出砂情况模拟实验[J]. 石油勘探与开发, 2017, 44(5): 811-816.
- [17] 董长银,贾碧霞,刘春苗,等. 机械防砂筛管挡砂介质堵塞机制及堵塞规律试验[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2011, 35(5): 82-88.
- [18] 张磊,曹砚锋,潘豪. 基于防砂模拟试验装置的砾石充填防砂参数优化设计研究[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2015(26): 70-73.
- [19] 陈宇,邓金根,赵文龙. 变粒径充填防砂砾石尺寸优选研究[J]. 石油天然气学报, 2010(6): 319-321.
- [20] 聂松,李海涛,罗红文,等. 基于颗粒离散元素法设计防砂砾石参数新方法[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(8): 3237-3243.
- [21] 董长银,王滨,李志芬,等. Schwartz 砾石尺寸设计方法的解析,改进及其应用[J]. 石油钻探技术, 2008, 36(3): 78-80.
- [22] 王尧. 筛管防砂效果评价系统研制与试验[J]. 海洋石油, 2021, 41(4): 22-26.
- [23] 董长银. 油气井防砂技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 2009.
- [24] 周延军,贾江鸿,程远方,等. 出砂预测新方法及应用研究[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2011, 36(2): 308-313.
- [25] 海上油气井防砂设计要求: Q/HS 14014—2012[S]. 北京: 中国海洋石油总公司, 2013.
- [26] 王小鲁,杨万萍,严焕德,等. 疏松砂岩出砂机理与出砂临界压差计算方法[J]. 天然气工业, 2009, 29(7): 72-75, 140.
- [27] 徐声驰,杨虎,李立,等. 基于岩屑分形理论的岩石力学参数实时评价方法[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(32): 13803-13810.
- [28] 欧瑾,万学鹏,李香玲,等. 苏丹 P 油田出砂规律与防砂时机[J]. 石油钻采工艺, 2007, 29(2): 52-56.
- [29] 董长银,周崇,钟奕昕,等. 中等强度砂岩饱水力学参数变化试验及动态出砂规律[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2017, 41(6): 108-116.

- [30] 汪伟英, 张公社, 何海峰, 等. 毛管力与含水饱和度对岩石出砂的影响[J]. 中国海上油气工程, 2003, 15(3): 47-48.
- [31] SAUCIER R S. Considerations in gravel pack design; SPE Reprint No. 43[R]. Houston: SPE, 1996.
- [32] 王利华, 邓金根, 周建良, 等. 适度出砂开采标准金属网布优质筛管防砂参数设计实验研究[J]. 中国海上油气, 2011, 23(2): 107-110.
- [33] New Sand Retention Test Setup Exhibits No Plugging Tendencies With Various Screen Types Using Nonuniform Test Sand; SPE 151346[R]. Houston: SPE, 2012.
- [34] 吴向红, 何伶, 方宏长. 比采油指数曲线的分析和应用[J]. 石油勘探与开发, 2007, 34(6): 745-749.
- [35] 孙金, 邓金根, 王尧, 等. 新型泡沫金属筛管堵塞机理及影响因素试验研究[J]. 石油钻探技术, 2015, 43(5): 123-128.
- [36] 高斌, 王尧, 张春升, 等. 一种新型防砂筛管的研制及性能评价[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2015, 37(3/4): 51-54.
- [37] 胡才志, 裴柏林, 李相方, 等. 砾石充填井堵塞机制实验研究[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2004, 28(3): 40-42.

Analysis of Sand Production Trend and Evaluation of Sand Control Technology Test in Bayan Xinghua X Block

WANG Yao¹, YUAN Xizhi², ZHANG Peng², CHENG Xiaowei², ZHANG Xiaowei³,
ZHANG Chunsheng¹, DENG Han¹, XU Jincheng¹, ZHANG Jishuang¹,
MENG Zhaolan¹, XING Hongxian¹, WANG Binggang¹

- (1. State Key Laboratory for Efficient Development of Offshore Oil (CNOOC Energy Development Co., Ltd., Engineering Technology Branch), Tianjin 300452, China;
2. CNPC North China Oilfield Bayan Exploration and Development Branch, Bayannur 015000, Inner Mongolia, China;
3. Exploration and Development Research Institute of Huabei Oilfield Company, Renqiu 062550, Hebei, China)

Abstract: Loose sandstone oil and gas fields often experience sand production during development due to factors such as declining formation pressure and increasing water content, which can have a serious impact on oil recovery and production, and even lead to production shutdowns. Taking the Linhe Formation, the main reservoir of Xinghua X Block in Bayan Oilfield, as the research object, based on the classic model of sand production prediction, the TAW-1000 rock mechanics test equipment and sand control screen comprehensive simulation test system were used to carry out the sand production trend analysis and sand control parameter optimization experiments for the target reservoir. Based on model analysis and experimental evaluation, the sand production probability of the reservoir in the early stage of development of Bayan Oilfield block was predicted, and the law of reservoir rock strength changing with saturation rate was clarified. The sand control technology and screen accuracy parameters suitable for the target reservoir were optimized and determined. The study can provide important reference for the sand control technology measures and intervention timing adopted for the development of X block in the target oilfield, and has certain production guidance significance.

Keywords: sand production prediction; rock strength; process parameters; sieve tube; experimental evaluation