

◀ 试井与开采 ▶

郑科平 1 井疏松砂岩超稠油储层防砂工艺技术

梅明霞¹ 周承诗¹ 曲 杰¹ 孙秀钊¹ 张寅杰²

(1. 胜利油田有限公司采油工艺研究院, 山东东营 257000; 2. 胜利油田有限公司孤东采油厂, 山东东营 257000)

摘 要: 郑科平 1 井沙 3 段高孔、高渗超稠油藏属于胶结极为疏松的地层, 在试油过程中极易出砂, 不宜采用裸眼完井防砂方式, 因而选择套管射孔滤砂管防砂完井。该井水平段采用 $\phi 244.5$ mm 套管完井, 射孔后, 下入整体式金属毡滤砂管、扶正器、封隔器构成的防砂管柱进行防砂, 采用高真空隔热管注汽。为保证 $\phi 114.3$ mm 高真空隔热管下入水平段 B 靶点, 考虑最大内通径以及强度要求, 滤砂管以 $\phi 168.3$ mm 套管为基管进行设计, 根据该井的实际情况, 滤砂管长度设计为 4.7 m, 防砂管柱每 5 m 左右设计一组扶正器。为保证隔热管顺利下入以及封隔器成功坐封, 将封隔器下至稳斜段。该井投产后日产油 36.2 t, 井口含砂低于 0.3%, 满足了超稠油油藏的防砂要求。

关键词: 水平井; 防砂; 稠油油藏; 郑科平 1 井

中图分类号: TE358⁺.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0890 (2006) 01-0069-02

1 概 况

郑科平 1 井是胜利油田第一口超稠油科学探索井^[1], 其钻探目的就是利用水平井配合直井进行 SAGD (蒸汽辅助重力泄油) 采油新技术的科学探索试验, 以探索中深层超稠油开采模式, 突破郑 411 块超稠油试油关, 为储量上报、产能建设提供依据。

郑 411 块位于胜利油田郑王庄地区, 沙 3 段为主要含油层系, 孔隙度 30%, 渗透率 $281.15 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 含水饱和度 26.3%, 泥质含量 7.9%, 粘度 11 708~61 229 mPa·s (80℃), 属高孔、高渗超稠油藏。储层为原油胶结, 在试油过程中极易出砂。郑科平 1 井水平段长 525 m, 造斜点井深 1 101 m, A 点垂深 1 357 m, 斜深 1 495 m, B 点垂深 1 352 m, 斜深 2 020 m。

该井水平段采用 $\phi 244.5$ mm 套管完井, 采用 140 型射孔枪射孔后 (孔径 12~15 mm, 孔密 18 孔/m), 下入整体式金属毡滤砂管、扶正器、封隔器构成的防砂管柱进行防砂, 采用高真空隔热管注汽。

2 防砂方法优选及防砂机理

2.1 防砂方法优选

虽然裸眼完井能达到较好的注汽效果, 但郑王庄储层沙 3 段岩石力学试验表明, 各砂层组内聚力不超过 0.3 MPa, 属于胶结极为疏松的地层, 若采用裸眼完井, 易发生井眼坍塌。尤其是郑科平 1 井水平段长, 井眼尺寸大, 裸眼防砂完井管柱不易下到位, 易造成防砂施工失败。而且裸眼完井滤砂管在钻井液下入容易造成地层堵塞, 影响防砂效果, 降低油井产能^[2]。因此, 该井不宜采用裸眼完井防砂方式, 可采用套管射孔防砂完井方式。由于长水平段水平井砾石充填防砂工艺技术还不成熟, 因此, 该井最终选择套

管射孔滤砂管防砂完井。

根据储层粒度分布筛析报告, 地层砂粒度中值为 0.215 mm。由于金属毡滤砂管每米渗流面积约为割缝衬管的 3~5 倍, 挡砂精度 ≥ 0.07 mm, 因而优选金属毡滤砂管为防砂管。

2.2 防砂原理^[3]

运用滤砂管的部分防砂机理, 将滤砂管对准水平段油层, 生产过程中, 对流入井筒内的流体进行分级过滤, 将一定粒径范围的地层骨架砂阻挡在滤砂管以外, 形成稳定砂桥, 而粉细砂随油流携带至地面, 最终达到防砂生产的目的。其主要特点滤砂管强度高、弹性好、渗透率高, 施工工艺简单, 周期短, 成本低, 对地层伤害小, 适应范围广。

3 防砂管柱的设计

3.1 滤砂管的设计计算

为保证 $\phi 114.3$ mm 的高真空隔热管下至 B 点, 滤砂管内径需大于 127.0 mm。考虑最大内通径以及强度要求, 滤砂管以 $\phi 168.3$ mm 套管为基管进行设计。

防砂管柱能否顺利下入到油层设计位置, 取决于滤砂管能否顺利通过造斜段和水平段。在水平井套管内径确定的条件下, 造斜段曲率半径限制了滤砂管能够通过的最大长度和外径, 为了保证滤砂管不被破坏, 应找出曲率半径、套管内径和滤砂管最大长度和外径的关系, 科学设计滤砂管长度和外径。

假设滤砂管为刚体, 滤砂管能够通过的最大长度

收稿日期: 2005-03-04; 改回日期: 2005-09-20

作者简介: 梅明霞 (1975—), 女, 湖北公安人, 1997 年毕业于石油大学 (华东) 采油工程专业, 防砂中心工程师。

联系电话: (0546) 8557352

和外径与造斜段曲率半径的关系为^[3]:

$$L_{\max} = 2 \sqrt{(R+D)^2 - (R+d)^2} \quad (1)$$

式中, L_{\max} 为滤砂管能够通过造斜段的最大长度, m; R 为水平井造斜段曲率半径, m; D 为套管内径, m; d 为滤砂管外径, m。

由于郑科平 1 井设计最大造斜率为 $30^\circ/100$ m, 则 $R = (100 \times 360) / (30 \times 2\pi) = 191$ m, 取 $D = 220.5$ mm, $d = 197.0$ mm, 则 $L_{\max} = 6.0$ m。

可见, 在造斜段允许通过 $\phi 197.0$ mm 刚体的最大长度为 6.0 m。为此将 $\phi 197.0$ mm 的金属毡滤砂管长度设计为 4.7 m。其基本结构如图 1 所示。

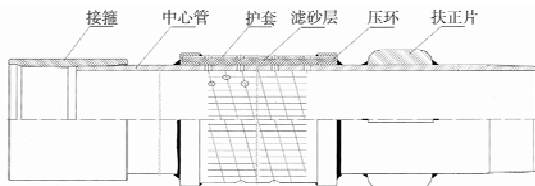


图 1 大口径滤砂管结构示意图

3.2 扶正器的结构

扶正器应保证金属毡滤砂管和配套机具在入井过程中, 特别是进入造斜段和水平段后不受损伤, 一般要求扶正器外径比套管内径小 6~8 mm, 郑科平 1 井防砂管柱扶正器外径设计为 214.0 mm。笔者沿用国外设计原则, 防砂管柱每 5 m 左右设计一组扶正器, 扶正片为 4 片。

金属毡滤砂管进入水平段后, 由于重力作用将沿着套管下部运行, 所受阻力主要是套管内壁与扶正片间的刚体摩擦力, 其摩擦系数与整根滤砂管和套管内壁的摩擦系数相比大大减小, 且正常情况下, 井内充满液体, 具有润滑作用, 使摩擦系数更小, 因此, 滤砂管可以顺利通过水平段到达油层设计位置。

4 现场施工

为保证隔热管顺利下入及封隔器成功坐封, 将封隔器下至稳斜段。郑科平 1 井防砂管柱下至设计位置

后装好井口, 接好地面泵车管线, 开泵憋压, 保证封隔器安全坐封, 然后憋压 18~20 MPa, 泵压突然下降为 0, 井口套管返水, 实现丢手。起出丢手管柱, 完成防砂作业。该井防砂管柱示意图如图 2 所示。

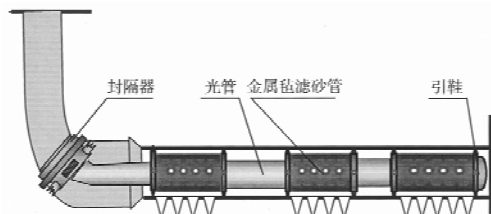


图 2 郑科平 1 井防砂管柱示意图

该井于 2003 年 9 月 3 日开始蒸汽吞吐, 9 月 24 日产油, 工作制度 $7 \text{ m} \times 3 \text{ min}^{-1}$ 。投产后产液 97.8 m^3/d , 产油 36.2 t/d。第一周期累计注汽 3 621 t, 累计产油 1 140 t。该井井口含砂低于 0.3%, 满足了该区块疏松砂岩超稠油油藏的防砂要求。

5 结 论

1) 郑科平 1 井沙 3 段高孔、高渗超稠油藏属于胶结极为疏松的地层, 由于不宜采用裸眼完井防砂方式, 因而选择套管射孔滤砂管防砂完井。

2) 金属毡滤砂管防砂管柱具有结构合理, 完井周期短, 施工工艺简单, 施工成功率高, 对油层污染小, 防砂效果好等特点。

3) 郑科平 1 井应用金属毡滤砂管防砂技术, 投产后井口含砂低于 0.3%, 满足了疏松砂岩超稠油油藏的防砂要求。

参 考 文 献

- [1] 周跃云. 郑科平 1 井复合大井眼水平井钻井技术 [J]. 石油钻探技术, 2004, 32 (3): 38-40.
- [2] 胡才志, 李相方, 王辉. 疏松砂岩储层防砂方法优选实验评价 [J]. 石油钻探技术, 2003, 31 (6): 51-53.
- [3] 梅明霞, 曲杰, 朱彩虹, 等. 疏松砂岩油藏水平井表皮污染探讨 [J]. 石油钻探技术, 2003, 31 (2): 47-48.

[审稿 程远方]

Sand Control Techniques for Loose Sand Ultra-Heavy Oil Reservoir in Zhengkeping 1 Well

Mei Mingxia¹ Zhou Chengshi¹ Qu Jie¹ Sun Xiuzhao¹ Zhang Yinjie²

(1. Oil Production Technology Research Institute, Shengli Oilfield Co. Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China; 2. Gudong Oil Production Zone, Shengli Oilfield Co. Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China)

Abstract: The formation of Shasan Section in Zhengkeping 1 Well is characterized by high porosity, high permeability and high sand production. It is not suitable to control sand production by open hole completion, and perforation completion is preferred. $\phi 244.5$ mm OD casing is run into the horizontal interval in the well. After perforation, integrated sand control string (consisting of screen pipes, stabilizers and packers) is run into the well. Steam is injected through highly-vacuum insulating pipe. In order to make sure that the $\phi 114.3$ mm insulating pipe could be run into point B, considering requirements for maximum drift diameter and strength, a $\phi 168.3$ mm casing is employed to make a screen pipe. According to the actual downhole situations, the screen pipe length is determined to be 4.7 m, and one group of stabilizers are assembled every 5 m. In addition, packers are run into tangent hole segment. After production, the well yield crude oil 36.2 t every day, meanwhile, its sand production is less than 0.3%, which meet demands for sand control for heavy oil reservoirs, and make great breakthrough in sand control technology for large size horizontal wells.

Key words: horizontal well; sand control; viscous reservoir; Zhengkeping 1 Well