

油井出砂分析与防治措施研究

孙新勃（中海石油（中国）有限公司曹妃甸作业公司，天津 300452）

摘要：油井出砂是砂岩油藏开采过程中的常见问题，对于疏松砂岩油藏，出砂也是提高采油速度的主要障碍。本文深入阐述了油井出砂的原因和危害，并结合生产井的实际情况，分析了出砂治理的地面和地下措施，为出砂治理提供了参考。

关键词：油井出砂；防砂方式；出砂治理

1 生产井出砂现状

某油田共有 30 口产油井，一期 24 口老油井投产多年，从未有出砂现象。2017 年对新砂体进行调整井作业，共有 6 口新的调整井投产，这批生产井投产一年后陆续有 3 口生产井有比较明显的出砂情况，尤其以 B10H 井出砂最为严重。

生产井出砂后对地面设备产生了较大影响，尤其是旋转类设备。生产井的出砂对油田生产系统造成的危害有：砂粒伴随流体高速流动，引起管线冲刷腐蚀；出砂使产出水质变浑浊，影响化学检测及化学药剂的使用效果；含砂流体进入生产流程后会大大降低气液分离设备的使用效率；出砂对设备和管道、水泵、阀门等集输设备产生堆积堵塞。该油田生产井出砂后，4 台注水泵由于出砂的影响都出现了震动值升高的现象，需要频繁清洗入口滤器，导致工时大量增加，其中有 2 台注水泵由于内部构件磨损严重无法正常运行，每天原油产量损失大约 100 方。更为严重的是，个别生产井由于出砂严重导致泵机组故障，甚至砂埋油藏。

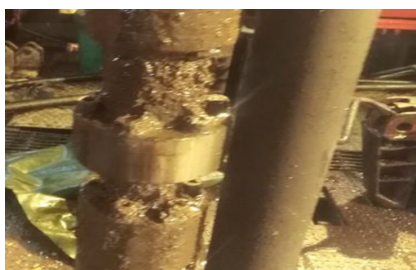


图 1 出砂对潜油电泵磨损严重

2 生产井出砂分析

生产井出砂的原因有地层因素、完井和生产因素，地层因素是出砂的根本原因，是无法避免的^[1]；防砂方式失效和生产制度的调整也是生产井出砂的主要原因，在完井作业过程中，可能会存在防砂工艺和防砂管柱质量问题导致防砂失败。后期生产制度调整较大，导致生产压差增加，生产流体流速变快也会导致地层出砂。通过对生产井的砂样进行分析，粒径多为 125 μm –500 μm 之间，约占出砂的 85%–90%，多为中砂和细砂。

表 1 砂样粒径及百分比分析

粒径 (μm)	500	420	350	300	250	210	177	149	125	105
百分比含量 (%)	3.77	7.24	10.87	11.21	14.39	13.47	11.67	9.3	6.76	4.32

3 油井出砂的治理

油井出砂的治理主要包含两个方面，包括地下和地面。地下主要是通过洗井进行循环冲砂，但这种处理方式效果较差，出砂严重时需要重新进行防砂作业。地面除砂方法

包括分离器底部排砂、过滤器过滤和安装除砂器进行除砂^[2]。

3.1 井下治理

对于严重出砂生产井进行修井作业，并进行重新防砂是有效的治理方式。出砂井 B10H 正常生产时，生产压差 1.5MPa，原油产量 80 方/天，突然某天井底流压上升明显，生产压差降低为 0.8MPa，产量由 80 方/天增加到 120 方/天，经过现场取样排查，发现生产流体中有较多细微砂砾，随即对生产制度进行调整，控制出砂情况，初期生产趋于稳定，原油产量维持在 50 方/天。该生产井故障关停后，多次启动未成功，怀疑井底出现砂堵和砂埋现象。随机对该井实施大修作业，循环冲砂并重新下入电泵生产，产量稳定在 60 方/天。

3.2 地面治理

3.2.1 过滤法除砂

过滤法除砂是最直接易行的除砂方法，通过安装过滤器将生产流体中的细砂过滤出来，不含砂的生产流体进入生产分离器处理。该方法的优点是过滤器结构简单，操作维护方便。缺点是除砂量少的时候处理效果比较好，除砂量大的时候需要频繁清洗滤器，如果清洗不及时会出现憋压现象；对于高含水井的除砂效率较高，对于低含水油井由于原油粘度较大，部分砂砾无法有效去除。另外滤芯的密度也是考核除砂效果的一个因素，孔的密度大，孔径就小，脱除效率高，但滤器常常会堵塞，清洗频率大；孔的密度小，孔径大，脱除效率低。在实际操作时要注意阀门的隔离有效性，确保滤器内部压力泄放到零。

表 2 过滤器孔径与除砂效率统计表

滤器目数 (目)	40	50	60
滤器孔径 (微米)	420	297	250
清洗频率 (h)	24	12	4
除砂效率 (%)	75%	83%	90%

3.2.2 旋流法除砂

旋流除砂器的工作原理是利用离心力场代替重力场在旋流器中把固液或液液相按密度分层，其分选过程可以用“分离锥面”的学说概括。在旋流器内存在一个低密度与高密度物体的分离界面，这个界面是轴向零速面和径向零速面的综合面，其形状基本上是锥形，该界面上的介质密度一般等于分离物质的分离密度。

生产井出砂粒径大部分大于 30 μm ，利用旋流出砂器对于 10 μm 以上粒径除砂效率可以达到 100%。水力旋流器采用多体结构，多个水力旋流器安装在一个承压能力和机械特征都满足工作需要的压力容器中。现场应用的实践证明，与单体结构大直径旋流器相比，多体（下转第 225 页）

备注：测试标准或方法如下：

GBT 13217.3-2008 液体油墨细度检验方法；

GBT 13217.4-2008 液体油墨粘度检验方法；

GBT 13217.7-2009 液体油墨附着牢度检验方法；

GBT 13217.8-2009 液体油墨抗粘连检验方法。

耐稀释性测定：把配置好的油墨用乙酸乙酯将油墨冲至固定粘度，得出所稀释溶剂的质量占油墨质量的比值。

注：本次性能测试将配置完成的油墨冲至油墨粘度 13s/25℃；

蒸煮性能测定：将试样放入蒸煮锅内，设置温度为 121℃，蒸煮时间为 40min，试验结束后，冷却至室温，观察是否有明显形变、层间剥离、热封部位剥离等异常现象。

2 结果分析与讨论

由以上测试结果可以看出，油墨的细度、粘度、PET 附着牢度与引入交联网状结构影响不大，油墨的稀释性、抗粘连性、蒸煮性能提升较明显。本文通过以多元醇和异氰酸酯反应，然后再用交联剂对聚氨酯树脂进行交联反应，在聚氨酯合成中引入交联网状立体结构，不仅限制了分子链的运动，而且使溶剂分子难以渗透，使得聚氨酯树

脂的耐溶剂稀释性随着交联度的提高而增强，有效地提高了聚氨酯的耐热性、耐溶剂溶解性、耐溶剂稀释性；在扩链时引入终止剂，控制了聚氨酯合成时反应太快而导致粘度急剧上升，使反应更容易控制。

参考文献：

- [1] 余德金. 高温耐蒸煮凹版复合油墨在配方设计中的选材问题 [J]. 中国涂料, 2005, 20(4): 38-40.
- [2] 韩永生. 耐蒸煮塑料油墨颜料的选择及应用 [J]. 印刷技术, 2004(6): 20-23.
- [3] 詹中贤, 朱长春. 油墨行业用聚氨酯胶黏剂的研究 [J]. 粘接, 2004, 25(3): 25-27.
- [4] 周文欣, 张卫红, 余立明等. 油墨用聚氨酯粘合剂的研究 [J]. 河南科学, 2000, 18(4): 381-383.
- [5] 王震, 杨建军, 吴明元等. 聚氨酯油墨的研究进展 [J]. 聚氨酯工业, 2008, 23(1): 5-8.

作者简介：

孙理 (1991-), 男, 汉族, 籍贯: 安徽省黄山市歙县, 职称: 助理工程师, 学历: 本科。主要研究方向: 主要研究软包装油墨用聚氨酯树脂的合成及应用。

(上接第 223 页) 汞效率低, 储层物性较差; ZJ420-II~ZJ440 组的排驱压力和中值压力低、孔喉半径和喉道中值大、孔喉分选好、退汞效率高, 储层物性较好。

ZJ420-II 组、ZJ430 组和 ZJ440 组属于 I 类储层, 具有较好的储集性能, 为勘探开发的有利区域; ZJ410 组和 ZJ420-I 组为 III 类储层, 储集性能较差; ZJ420-II 组和 ZJ430 局部胶结储层属于 II 类储层。

参考文献：

- [1] 赵保青, 于福生, 朱筱敏等. 珠江口盆地古近系幕式构造活动与沉积耦合关系——以长昌—鹤山凹陷为例 [J]. 断块油气田, 2016, 23(3): 273-278.
- [2] 徐勇, 陈国俊, 马明等. 珠江口盆地白云凹陷晚渐新统—早中新统沉积特征及演化规律 [J]. 煤田地质与勘

探, 2016, 44(3): 1-9.

- [3] 陶泽, 林畅松, 张忠涛等. 珠江口盆地白云凹陷中新统韩江组中上部层序结构及深水重力流沉积 [J]. 古地理学报, 2017, 19(4): 623-634.
- [4] 韩银学, 王龙颖, 杨东升等. 珠江口盆地白云凹陷珠海组南部物源及其油气勘探意义 [J]. 天然气地球科学, 2017, 28(10): 1537-1545.
- [5] 孙兵, 刘立峰, 丁江辉. 鄂尔多斯盆地镇北地区延长组长 7 致密油储层特征及其综合评价 [J]. 大庆石油地质与开发, 2017, 36(4): 147-152.
- [6] 张晶晶. 断陷湖盆致密砂砾岩储层特征及主控因素 [J]. 大庆石油地质与开发, 2017, 36(6): 52-57.

(上接第 222 页) 结构的水力旋流器的排列布局具有明显的操作优势、较长的使用寿命和高效的除菌性能。

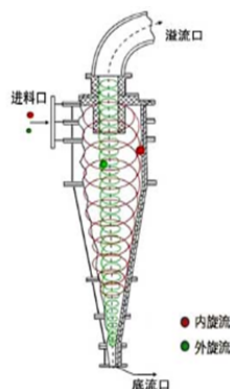
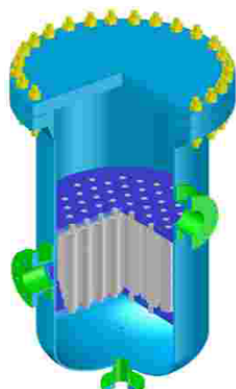


图 2 旋流除砂器内部结构

图 3 旋流除砂器工作原理

表 3 除砂器前后含砂量对比统计表

井号	B01	B02	B10
除砂器前含砂量	0.09%	0.08%	0.03%

除砂器后含砂量	0	0	0
---------	---	---	---

4 结论

①油井适当出砂可协助建立原油的流通通道, 提高渗透率, 但出砂过多会导致地层坍塌;

②油井出砂对电泵和地面流程的影响比较大, 含砂量较小的井液出砂可以通过地面设备进行除砂;

③生产井完井设计时要充分考虑出砂情况, 优化防砂方案, 尽可能避免生产井出砂;

④新井投产时, 初期保持较低生产压差生产, 生产制度调整要平稳, 避免引起较大波动。

参考文献：

- [1] 夏宏南. 埕岛油田防砂与采油工艺技术研究 [J]. 特种油气藏, 2007.
- [2] 韩保锋. 孤岛油田稠油井防砂工艺的研究与应用 [J]. 石油天然气学报, 2008.