

改善高含水油藏开发效果技术研究

王英林（中油吉林油田公司，吉林 松原 138000）

摘要：受地质特征复杂、储层连通关系认识不清等原因影响，Z 区块注水开发中存在注采系统欠完善、水驱储量动用程度低等问题，导致注入水窜严重，加上油井出砂影响正常生产，开发效果逐步变差，为此开展技术对策研究，包括重新认识地质体、完善注采系统、实施精细分层注水以及优选防砂工艺等，效果显著，2020 年综合递减率、自然递减率均控制在 20% 以内，低油价下实现降本增效目的。

关键词：油藏开发；高含水；技术研究

1 概况

Z 区块为构造 - 岩性双重控制的复杂断块油藏，构造形态为北东高、西南低的单斜构造，含油面积 2.53km²，石油地质储量 625.8 万 t，标定采收率 28.3%，可采储量 177.0 万 t。区块 1996 年投入开发，2000 年转入边部注水开发，至 2019 年 12 月，共有油井 56 口，开井 40 口，注水井 13 口，日注水量 450t，日产液量 460t，日产油 75t，综合含水 81.5%，采油速度 0.44%，地质储量采出程度 10.5%。

2 开发中存在的问题

2.1 平面上注入水波及不均，注水受效状况差异大

Z 区块构造形态为单斜构造，按照“低部位注水、高部位采油”方式实施边部注水开发，受沉积特征和重力作用影响，注入水沿主要沉积微相向构造低部位推进，油井水淹严重，综合含水大于 90% 以上油井 39 口，占总井数 69.6%，而构造高部位油井注水受效状况差，产量快速递减，年自然递减率高达 30% 以上。

2.2 注采对应关系差，多向受效井数少

受地质特征复杂性、储层连通状况认识不清等因素影响，Z 区块注水开发多向受效井比例少，区块共有注水受效油井 43 口，占总井数 76.8%，其中单井受效井 35 口，占比 81.4%，双向及多向受效井 8 口，占比 18.6%，存在注无采或有采无注问题。

2.3 纵向上吸水状况不均，水驱储量动用程度低

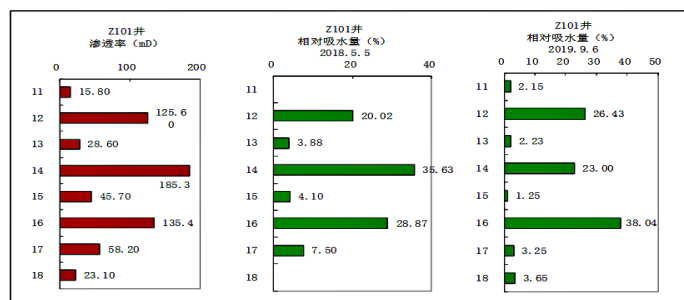


图 1 Z101 井吸水状况分析图

Z 区块注水开发井段为层状纯油藏，呈现层多厚度薄特点，储层非均质性较严重，渗透率级差 15.5~158.5，渗透率变异系数 2.1~6.5，非均质系数 1.5~7.3，导致注水开发过程中各小层吸水严重不均，以 Z101 井为例，12、14、16 小层为高渗层，三层吸水量占总注水量 85% 以上，其余小层不吸或弱吸（图 1）。根据历年注水剖面资料，13 口注水井总射孔厚度 585.6m，吸水厚度 354.3m，水驱储量动用

程度仅 60.5%，与同类型油藏相比，处于较低水平。

2.4 油井出砂严重，影响正常生产

受岩石胶结差、地层亏空严重以及加大生产压差强排液等因素影响，Z 区块油井出砂严重，共有出砂井 35 口，占总井数 62.5%，导致卡泵、抽油杆断脱频繁，平均检泵周期仅 223 天，有 10 口油井因出砂严重长期停产，影响日产油 25t。

3 技术对策研究

3.1 井震结合，重新认识地质特征

以区块各单井录测井资料为基础，在标志层指导下，按照“点 - 线 - 面”循序见进方式进行地层对比及小层划分。在此基础上，根据人工合成地震记录，进行层位标定，井震结合，确定主力开发层地震波反射特征变化情况，如错断、交叉、合并等，识别断层发育状况，结合地层对比结果，两者相互验证，确定断层，实现构造精细解释，再通过分析地震属性平面上变化特征，落实储层发育状况。

整体来看，Z 区块被 4 条主断层所圈闭，内部被 5 条次级小断层切割成 4 个小单斜断块，主力开发目的层可细分为 2 个砂岩组 12 个小层。受构造和沉积双重影响，砂体厚度变化大，平均厚度 25m，呈北东厚、西南薄特点。

3.2 优化注水方式，提高水驱储量控制程度

在地质特征研究基础上，针对平面上注水受效不均问题，采用边部注水与内部点状注水相结合方式，在构造高部位以及断层遮挡剩余油富集区部署注水井 3 口，转注老井 2 口，重新规划及完善注采井网。调整后区块有油井 54 口，注水井 18 口，注采井数比 1:3，增加水驱控制储量 85 万 t。至 2020 年 12 月底，通过优化注水方式和完善注采井网，新增受效井 8 口，日增油 12t，阶段累增油 0.42 万 t。

3.3 完善注采对应关系，增加多向受效井比例

根据地层对比结果，对有注无采或有采无注井组实施调补层，进一步完善注采对应关系，提高注入水波及体积，增加多向受效井比例，实施油井补层 12 井次，阶段累增油 0.56 万 t，实施注水井补层 4 井次，增加水驱控制储量 4.2 万 t。另外为提高开井率，对 8 口长停井实施大修、侧钻等复产措施，日增油 15t，累增油 0.36 万 t。

3.4 实施精细分层注水，提高水驱储量动用程度

针对纵向上各小层吸水不均问题，采用桥式同心测调联动注水工艺实施精细分层注水，注水井分段原则如下：一是单注水井段内小层数小于 4 层；二是小层间渗透

率级差 1~1.5; 三是小层间压力系数差小于 0.2。按照上述原则, 结合套管接箍以及隔夹层发育状况, 对 18 口注水井实施精细分层注水, 其中油套分注 3 口井, 二级三段 4 口, 三级四段 5 口, 四级三段及以上 6 口。根据调整后吸水剖面资料, 新增吸水层 105.3m/38 层, 控制强吸水层 75.6m/32 层, 强化弱吸水层 154.5m/40 层, 水驱储量动用程度由 60.5% 提高至 78.5%。

3.5 防砂工艺优化, 延长检泵周期

针对区块油井出砂问题, 采用防砂筛管和防砂泵两种工艺, 能较好预防类径 $> 0.2\text{mm}$ 地层砂, 实施 20 井次, 平均检泵周期由 223 天提高至 405 天, 节约作业成本, 提高油井生产时率。

4 总体实施效果

通过上述技术对策研究, Z 区块共有油井 54 口, 开井 48 口, 开井率 89.0%, 注水井 18 口, 日注水 450t, 日产液 430.5t, 日产油 127t, 综合含水 70.5%, 平均检泵周期 405 天, 与调整前相比, 日产油量、综合含水、检泵周期等指标均得到改善, 2020 年区块综合递减率、自然递减率均控制在 20% 以内, 达到近 5 年来最好水平。

5 结论

① Z 区块注水开发中存在注采系统欠完善、水驱储量

动用程度低等问题, 导致注入水窜严重, 水驱受效状况差异大, 同时油井出砂严重, 影响正常生产;

② 为改善开发效果, 开展技术对策研究, 包括重新认识地质体、完善平面上注采井网和纵向上注采对应关系、实施精细分层注水以及优选防砂工艺等, 取得较好效果, 2020 年区块综合递减率、自然递减率均控制在 20% 以内, 达到近 5 年来最好水平;

③ 本文在注水开发调整方面的做法及认识, 可为同类油藏提供借鉴经验。

参考文献:

- [1] 张超. 关于影响低渗透油藏注水开发效果的因素及改善措施研究 [J]. 化工管理, 2016(21).
- [2] 张伟杰, 苏海. 寨子河油田长 8 储层注水开发效果分析 [J]. 石化技术, 2017(07).
- [3] 周文刚. 新欢 27 块杜家台油藏注水开发效果研究 [J]. 石化技术, 2017(06).

作者简介:

王英林 (1989-), 男, 吉林人, 满族, 助理工程师, 2016 年毕业于中国石油大学 (北京), 现于中国石油天然气股份有限公司吉林油田分公司红岗采油厂从事基层管理工作。

(上接第 79 页) 后确定合理的组织形式, 合理安排各掘进工序, 尽量开展平行作业。矿山巷道开挖往往涉及多个工序, 科学开展平行作业可以减少掘进所需的时间, 从而有效提高工作效率。一些耗时、工作量大的掘进项目, 对整个流程的总耗时影响较大, 但如果能根据矿山实际情况, 合理设计各工序, 并在部分作业环节进行平行作业, 对提高掘进效率具有重要意义。

2.5 优化管理措施

科学的管理措施能够保证整个掘进过程的顺利开展, 科学的管理需要根据矿山掘进情况制定一系列的管理制度, 包括责任制度、奖惩制度、技术交底等, 使矿山巷道掘进工作有章可循, 各种规章制度落实到位, 能够有效提高掘进质量和效率^[6]。矿山巷道机械化掘进必须遵循正确的掘进程序, 按照规定的程序逐项进行各种掘进工艺, 使其有序往复。各工序、班组的工作任务应在规定时间内完成, 不得擅自拖延。在掘进过程中支护工作是最耗时的过程, 因此在一定程度上延缓了掘进速度, 在作业中可以进行优化。同时, 机械化设备是必不可少的掘进工具, 有必要加强设备的科学管理。对每台掘进设备实行专人管理、维护保养, 将每台机械设备的管理责任落实到个人, 全面落实定员、定岗、定责的管理模式。机械设备的维护工作应尽可能在设备的停工时间内进行, 以保证设备能够正常运行, 不影响掘进作业, 最大限度地降低设备事故的发生率。还需要注意的是, 准备相应的易消耗设备备件, 并制定完善的设备事故预案。

3 结束语

综上所述, 矿山巷道掘进是一项复杂而系统的工作, 涉及多学科、多工序的协调, 优化巷道机械化掘进工艺将有助于提高掘进效率和质量。因此, 相关人员应从矿山巷道机械化掘进模式出发, 分析机械化条件下巷道掘进的特点, 并制定机械化掘进工艺优化措施, 科学进行平行交叉作业, 最大限度地保证矿山巷道机械化掘进作业的安全性、高效性。

参考文献:

- [1] 田世康. 煤矿巷道机械化掘进工艺的优化 [J]. 当代化工研究, 2020(6):128-129.
- [2] 刘颜, 朱腾飞. 煤矿巷道机械化掘进工艺的优化 [J]. 商品与质量, 2020(45):140.
- [3] 程鹏. 煤矿巷道机械化掘进工艺的优化 [J]. 江西化工, 2020(1):135-136.
- [4] 李海明. 煤矿巷道机械化掘进工艺的优化 [J]. 石化技术, 2019, 26(11):368-369.
- [5] 胡雷明. 煤矿巷道机械化掘进工艺的优化 [J]. 商品与质量, 2019(35):150.
- [6] 沈杨. 煤矿巷道机械化掘进工艺的优化 [J]. 当代化工研究, 2019(13):112-113.

作者简介:

郝许强 (1987-), 男, 山西晋中平遥县人, 2015 年毕业于重庆理工大学, 现为助理采煤工程师, 现就职于西山煤电官地矿。