

文章编号:1006-4095(2006)05-0046-03

低渗透油田井网形式研究及实践

赵金钟¹, 王建华¹, 邹伟杰², 曲志强², 刘中亮²

(1. 中国石油吉林油田分公司勘探开发研究院, 吉林松原 138000 2. 中国石油吉林油田分公司新民采油厂)

摘要 吉林油田依据低渗透油田裂缝发育的自身的特点以及多年生产实践, 运用数值模拟、驱动压力梯度、微地震研究等油藏工程方法, 按照最佳配置裂缝系统、井网系统、注采压力系统的原则, 提出三种井网形式, 即正方形反九点、菱形反九点、矩形井网。在油田开发实践中, 根据裂缝不发育、较发育和发育的三种不同情况, 分别采用正方形反九点、菱形反九点、矩形井网形式开发, 取得了明显效果。

关键词 低渗透油田; 采收率; 裂缝; 井网; 开发; 效果

中图分类号: TE313.1

文献标识码: A

吉林油田属于低渗透油田, 近年来随着油层改造工艺技术的不断提高, 合理的开发方式就成为低渗透油田提高采收率的主要途径之一^[1,2]。一套开发井网是否合理, 主要从三方面衡量^[3]: ①能否延长无水采油期, 提高开发初期的采油速度; ②能否获得较高的最终采收率; ③井网调整灵活性是否跟得上油田的开发。

本文根据前人研究成果及吉林油田开发实践, 结合数值模拟、驱动压力梯度、微地震研究等最新成果, 研究能最佳匹配的裂缝系统、驱替压力系统、井网系统的井网形式。

1 与裂缝匹配的井网形式^[1,3]

钻井取心资料、驱动压力梯度、微地震研究成果表明: 吉林油田储层主裂缝方向均近东西向, 且延展距离较长。因此在实际井网的研究中, 通过不同区块的裂缝发育情况及不同的井网研究成果来确定合理的井网模式。

1.1 正方形反九点井网

对于天然微裂缝不很发育、注水后见水方向不很明显的区块, 采用正方形反九点面积注水井网, 正方形对角线方向与最大地应力方向平行。

(1)井排方向与裂缝方向夹角井排与裂缝方向为 22.5° 。目的是减缓裂缝线上油井见水速率, 延缓水淹时间。木头油田最早投入开发的152区即采用该类型井网, 井距 $250 \sim 300$ m。由于天然裂缝与人工裂缝共同作用, 注入水沿裂缝方向窜进, 与水井相邻的角井或边井都可能形成

水线, 且调整难度大。

(2)井排方向与裂缝夹角为 0° 。乾安油田海坨子区采用该井网, 井距 $350 \sim 500$ m, 由于主侧向井排距相同, 主向油井见效、见水快, 侧向油井见效程度低, 储量动用程度低。

(3)井排方向与裂缝方向夹角为 45° 。木头油田118区采用该井网, 井距 $300 \sim 350$ m。这种井网加大了裂缝主向油井与水井的距离, 能减缓裂缝主向油井见水速度, 但由于侧向油井排距仍较大, 见效较慢, 且侧向排距始终为井距之半, 进一步放大井距或缩小排距都受到限制。

考虑储集层中的人工裂缝和渗透率的各向异性, 建立地质模型进行数值模拟^[4], 结果表明, 对于正方形反九点井网, 开发井排方向与裂缝方向夹角为 45° 的开发指标优于夹角为 0° 的开发指标(见图1)。

1.2 菱形反九点井网及矩形井网

考虑正方形反九点井网的以上优缺点, 以井网与裂缝的合理匹配为中心, 开展了大量室内研究及低渗油田井网调整试验。研究及实践表明, 在裂缝发育区, 要使注水井与角井连线平行于裂缝方向, 同时要放大裂缝方向的井距, 并缩小排

收稿日期 2006-03-04 改回日期 2006-05-17

作者简介 赵金钟, 工程师, 1971年生, 1995年毕业于长春地质学院石油地质勘查专业, 现从事油田开发科研与管理工作。电话 0438-6258840

距。因此提出菱形反九点井网及矩形井网。数值模拟结果表明,在井网密度相同条件下,菱形反九点井网和矩形井网的采油速率和最终采收率高于正方形反九点井网(见图2)。

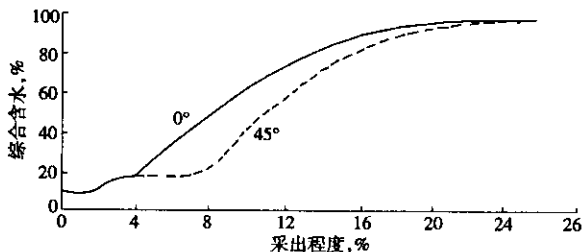


图1 正方形反九点井网不同井排方位开发效果对比

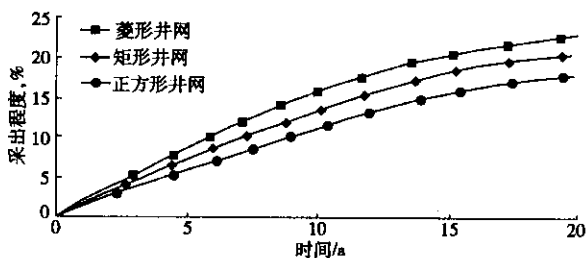


图2 不同井网采出程度随时间变化曲线

1.2.1 菱形反九点井网

裂缝较发育区块采用菱形反九点井网,菱形长对角线与最大主应力方向平行,可以延缓角井水淹时间,增加边井受效程度,同时由于放大了裂缝方向的井距,可提高压裂改造规模,增加人工裂缝长度,有利于提高单井产量和初期采油速率。

1.2.2 矩形井网

在裂缝发育且最大主应力方位清楚的井区,采用矩形井网,井排与裂缝方向平行。矩形井网的优点与菱形反九点井网相同,其优于菱形反九点井网之处是注采井数比高、注水强度大,压力水平保持好,可降低井网密度,减少开发投资。

2 井、排距的确定及优化

放大裂缝方向的井距,既有利于提高压裂规模、增加人工裂缝长度、提高单井产量及延长稳产期,又能减缓角井水淹速度;缩小排距,可以提高侧向油井受效程度,并逐步转为线状面积注水,最大限度地提高基质孔隙的波及体积。井、排距与基质渗透率、渗透率各向异性、裂缝导流能力、人工压裂穿透比等有关,优化井、排距的主要原则是有利于建立合理的注采压力梯度,取得比较好的注水开发效果。

合理的排距必须能够建立有效的驱替压力系统。大量室内实验表明,低渗透储集层中的油气渗流具有非达西流特征,存在启动压力梯度。根据实验资料,木头油田泉四段7号油层启动压力梯度为0.07 MPa左右,因此,要保证油层中任意点驱动压力梯度均大于启动压力梯度,排距应小于150 m。在保证井网面积不变的条件下,根据不同井排距组合进行数值模拟,结果(见表1)表明,井距200 m左右、排距120~150 m时的开发效果最好。根据对木头油田152区28口裂缝线侧向加密井加密效果的统计,排距为120~150 m时加密井投产初期及目前产能均高,递减小,排距大于150 m时加密效果下降,排距小于120 m时含水上升较快,效果差(见表2)。

根据以上研究,确定吉林低渗透油藏合理排距为120~180 m、井距为150~220 m。

3 不同井网实际开发效果

3.1 对角线与裂缝方向平行的正方形反九点井网

红岗油田大50区块均采用井距300 m正方形反九点井网,采油井压裂时加砂量为25~40 m³,

表1 相同体系不同井、排距的开发效果对比

井、井排/ m	开发指标	开发时间/a				
		1	5	10	15	20
400×300	采出程度/%	1.32	5.81	10.47	13.17	17.15
	含水/%	10.30	44.40	69.20	78.50	89.40
350×250	采出程度/%	1.43	5.86	10.39	14.21	18.21
	含水/%	8.10	36.50	65.40	77.30	88.10
300×200	采出程度/%	1.52	5.76	10.42	14.15	18.45
	含水/%	7.60	38.70	67.10	79.80	89.50
250×150	采出程度/%	1.50	6.45	11.02	14.82	18.88
	含水/%	7.50	35.30	66.50	77.70	87.10
200×120	采出程度/%	1.54	6.68	12.89	15.14	19.31
	含水/%	7.60	35.90	65.60	76.30	85.50

