

热气酸解堵技术及其在大庆油田的应用

陈旺民 李德富 王清平 韩志昌

(大庆石油管理局第五采油厂技术大队)

摘要 热气酸解堵技术是同时利用酸、热、气、表面活性剂可生成泡沫酸的酸化解堵技术。简要叙述了热气酸解堵的作用机理和在大庆油田的应用情况。结合现场实际,讨论了热气酸解堵技术对注水井近井污染解堵的适应性,对在砂岩地层条件下的选井选层、施工工艺等方面作了总结与分析,并取得了初步的认识。

主题词 大庆油田 表面活性剂 热能 泡沫酸 酸化 解堵 应用

作者简介 陈旺民,1972年生。1994年毕业于承德石油高等专科学校油田化学专业,从事采油工艺研究工作。

为适应油田开发的需要,进一步扩大稳油控水的途径,研究同时利用酸、热、气、表面活性剂可生成泡沫酸的热气酸解堵技术。为使热气酸解堵技术在“注够水、注好水”中充分地发挥作用,1997年进一步探讨该技术的适应性。试验表明,不同的污染形式采用热气酸解堵的不同方式方法能取得显著的效果。

一、热气酸改善地层机理

1. 酸化作用 该解堵剂体系含有表面活性潜在酸液,可除去近井地带盐垢堵塞,恢复地层渗透率。解堵剂中含有络合剂和一定浓度的缓冲溶液,能防止二次沉淀的产生。该剂与相同浓度下的土酸相比对杏南油田地层垢的溶蚀率提高了22.6%。

2. 热解堵作用 该解堵剂体系在反应过程中放出大量的热,通过热能在地层中径向和垂向传导,加热井筒和近井地带,对胶质-沥青质、蜡质等高粘有机物可降低其粘度,增加其流动性;同时放出大量的高温气体可进入油层孔隙,冲散“桥架”物质,打破毛细管压力造成的油流阻力;在放压泄流时,地层中的气体向井筒运移过程中具有较强的返排驱动能力,可将溶解的有机物和残液随泡沫携带出来。

3. 泡沫的作用 该体系自行通过化学反应产生气化的稳定泡沫,其协同效果增加了活性酸在油层近井地带的穿透深度和封堵了地层的高渗透层段,这样就保证该剂沿所有的生产层更有效和均匀地分布。同时有利于残液的返排和具有良好的洗油能力和携带能力。

二、热气酸解堵技术对解除近井地带污染的适应性分析

1. 地层堵塞类型的分析

(1)油层中粘土的含量是决定水敏性大小的决定因素。由于油层中高岭石和伊利石的含量较高,高岭石颗粒运移堵塞喉道和伊利石的聚集降低油层渗透率会造成油层堵塞。

(2)从注入水和水质标准对比资料可看出,注入水中悬浮物的含量杏南、太北、高台油田分

别为:4mg/L、2mg/L、2mg/L,超过了水质标准 1.0mg/L;同时杏南油田回注水的含油量也超过了标准 1.0mg/L,因而注入地层后会堵塞孔道降低油层渗透率。

(3)以杏南油田为例, Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 在注入水中的含量分别为 18.6mg/L、0mg/L、52.0mg/L,产出水中的含量分别为 10.4mg/L、1.0mg/L、5.7mg/L;在地层水中的含量分别为 22.6mg/L、202.5mg/L、273.4mg/L,这就可能在油层中产生碳酸盐和硫酸盐沉淀,使油层渗透率降低。

(4)杏南油田原油中的沥青—胶质和蜡质的含量比较高,分别为 11.5%、22.4%,凝固点为 27.4℃,而油层平均温度为 44.4℃,当油层压力低于饱和压力、以及随着油田注水开发等原因造成的油层温度下降,会使原油中的沥青—胶质、蜡质析出,从而产生有机沉淀淤塞,在油水过渡带地区表现得尤为突出。

(5)二次加密井由于油层物性条件比较差,极易受到钻井时钻井液和注入水中的固相颗粒的污染,而影响它的吸水能力。

2. 热气酸对解除地层堵塞适应性及做法 认清污染类型和存在形式是解堵成功的关键,不同的污染采用热气酸解堵技术的不同方式和方法,有针对性才能见效。

(1)储集层中粘土含量较高。在这种储层中含有大量的铁,对酸和含氧的水非常敏感,容易生成铁离子沉淀。采用热气酸解堵技术对这类油层进行解堵时,由于解堵液中含有一定浓度络合剂、缓冲剂,能够保持残酸具有一定的酸度,反应 4~6h 就及时返排,产生的大量气体增加了返排驱动压力,使返排较彻底。同时为防止对地层孔隙结构的破坏,热气酸解堵液中只含有潜在的氢氟酸,在盐酸预处理地层后,才缓慢地释放出来。试验区块见到了比较好的效果(见表 1)。

表 1 高台子油田和杏十三区二次加密井热气酸解堵增注效果

井号	配注 (m^3)	破裂压力 (MPa)	解堵前		解堵后		差值	
			油压 (MPa)	日注 (m^3)	油压 (MPa)	日注 (m^3)	油压 (MPa)	日注 (m^3)
高 18-19	45	15.6	12.4	26	12.7	72	+0.3	+46
高 20-41	130	15.2	13.0	97	10.1	150	-2.9	+53
高 58-25	45	14.7	14.5	22	14.5	69	0	+47
高 34-35	20	14.0	13.0	25	11.8	92	-1.2	+67
高 30-43	45	15.0	14.9	9	14.9	52	0	+43
平均	57	14.9	13.6	36	12.8	87	-0.8	+51
杏 13-J1-130	50	12.7	12.7	0	11.6	76	-0.9	+76
杏 13-J6-39	60	13.3	13.3	7	13.2	57	-0.1	+50

(2)杏南油田十三区二次加密井地层条件较差、极易受到钻井液和水中固相颗粒的影响。如杏 13-J1-130 和杏 13-J6-39 为 1996 年转注的二次加密井,注水 23d 后,日吸水量分别降到 0 和 7m^3 。由于这部分井注水时间短,地层的污染半径较浅,伤害程度也较轻,采取先用压风机进行强制性返排,然后用热气酸解堵,取得了非常好的效果(见表 1)。

(3)针对酸化无效或效果不好、但又确是地层污染堵塞的井,油井转注水井以及过渡带的井,怀疑是有机堵塞的井,在进行热气酸解堵时,药剂的配方上要加大表面活性剂的用量,增强洗油能力;同时也适量加大发热生气的 B 剂用量,更好地降低高粘有机物的粘度,增加其流动

性,大量的气体能更好地冲散桥架堵塞,反应后产生的硝酸盐能起破乳作用,防止乳化堵塞。

(4)注水过程中,由于水质污染造成堵塞、吸水能力和吸水层数下降的井,进行热气酸解堵后,达到尽可能完成配注的要求,同时在井口安装精细过滤器,保证和延长了热气酸解堵的有效期。如杏 13-J1-130 井热气酸解堵初期日增注 76m^3 ,加装精细过滤器,目前日增注仍有 48m^3 ;而杏 13-J6-39 初期日增注 50m^3 ,没装精细过滤器,20 多天后日增注下降到 19m^3 ,且仍有下降趋势。

(5)为更好地实现细分注水,针对全井能完成配注、而某些薄差油层不能完成配注的井,实行选择性解堵。

①对分层井。在解堵时投死嘴堵死能完成配注的层段,有针对性地对不能完成配注的层段进行解堵,如杏 9-J4-137、高 58-25 井(见表 2)。

表 2 热气酸分层段解堵效果

井号	配注层段	配注 (m^3)	解堵前		解堵后		差值		备注
			油压 (MPa)	日注 (m^3)	油压 (MPa)	日注 (m^3)	油压 (MPa)	日注 (m^3)	
杏 9-J4-137	萨 II ₄ 及以上	60	11.7	17	11.7	61	0	+44	施工时下 死嘴堵死 萨 I ₅₋₇ ₈
	萨 II ₅₋₇ ₈	20	11.7	23	11.7	23	0	0	
	萨 II ₇ ₈₋₁₁ ₂	40	11.7	20	11.7	40	0	+20	
	萨 II ₁₁ ₃ 及以下	30	11.7	5	11.7	34	0	+29	
	全井	150	11.7	65	11.7	158	0	+93	
高 58-25	葡 I ₅ 及以上	10	14.5	12	14.5	12	0	0	施工时
	葡 I ₅₋₇	25	14.5	3	14.5	37	0	+34	下死嘴
	葡 I ₇ 及以下	10	14.5	7	14.5	20	0	+13	堵死葡
	全井	45	14.5	22	14.5	69	0	+47	I ₅ 以上

②对笼统井。先注入少量能发泡的 B 剂,再注入 A 剂、B 剂,这样通过本剂自行产生气化的稳定泡沫,封堵了地层的高渗透层段,保证后注入的 A 剂、B 剂沿所有的生产层更有效和均匀分布,达到对薄差油层解堵的目的。如杏 11-3 水-430 井,该井萨 II₁₁、萨 II₈ 层解堵前不吸水,解堵后相对吸水量分别增至 14.3%、26.4%。从全井的测试资料也看到有效吸水厚度由 55% 上升到 95%,原来吸水较弱的薄差油层开始吸水或增强。

三、选井选层原则

1. 优先选择中、高渗透油层,初期注水量较高、注水量下降较快的井;
2. 钻井、完井、修井过程中造成的近井地带钻井液、机械杂质及有机质堵塞污染的井层;
3. 低渗透薄差油层且连通条件好,完不成配注的井。

四、施工工艺

1. 解堵前洗井和反吐 当发现注入量突然下降时,及时进行洗井,尤其在分层井中,配水器的水嘴易被脏东西堵住造成吸水能力下降。反吐也能将近井地带的脏东西部分清理出来。在解堵前进行必要的洗井和反吐,以便于解堵剂的进入和减少解堵剂不必要的浪费。

2. 解堵的设计及施工 在热气酸解堵设计过程中,应对比该井以前采取的措施和该井的堵塞类型进行综合分析,制定具体的配方用量和施工的方式方法(见表 3)。同时发现热气酸解

堵的效果与地层本身的有效厚度、渗透率等参数没有直接的关系,它的作用效果仅仅与热气酸解堵的配方设计和施工的方式方法是否适用于这种污染类型、解堵的深浅有关。

表3 堵塞井类型与热气酸解堵的配方设计及施工的方式方法

堵塞井的类型	配方设计(m ³ /m)	施工的方式方法
二次加密井钻井液污染	A剂和B剂各0.6~1.0	先用压风机强制性反排,然后热气酸解堵
连通条件好而不能完成配注的井	A剂和B剂各0.5~0.8	①分层井投死嘴堵死能完成配注的层段,注入A剂、B剂 ②笼统井注入1.0m ³ B剂,再注入A剂、B剂
酸化无效、油改水及过渡带的井或铁锈、钙垢堵塞	A剂和B剂各0.5~0.8	挤入A剂、B剂
不合格回注水造成的污染	A剂和B剂各0.5~0.8	挤入A剂、B剂;井口安装精细过滤器
解除油层深部堵塞	A剂和B剂各0.8~1.0	先挤入A剂、B剂,然后用压风机强制返排

3. 解堵后及时返排和管理 解堵后如果不及时返排,反应的残余物会随着注入水被推进地层,造成地层深处的堵塞,给解堵带来更大的困难。在关井反应期间对井口压力检测(见图),可看出开始压力下降,说明A剂(含酸液)与地层作用;然后压力又上升,表明A剂与B剂反应放出了大量的气体和热;稳定一段时间后压力又下降,说明大量的热和气体起到疏通地层的作用。把压力稳定一段时间开始下降时作为最佳返排时间,同时对返排液的成分和pH值进行检测,确定最佳返排时间为挤完解堵液后的4~6h。

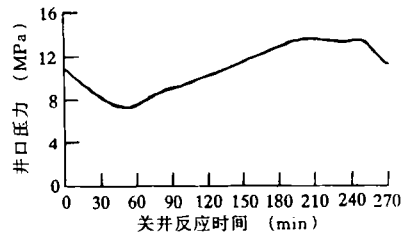
转注前对解堵井进行反洗井,可将井底、井筒的脏东西进一步地清理,能增加热气酸的解堵效果和有效期;做好定期冲洗和制订合理的反冲洗周期也能保证和延长热气酸解堵的有效期。

五、几点认识

1. 认清污染类型和存在形式是解堵成功的关键,不同的污染形式采用热气酸解堵的不同方式方法才能有效。

2. 热气酸解堵技术与压风机强制性返排结合起来,对二次加密井和深层解堵能增加解堵效果;水质污染堵塞的井采用热气酸解堵与精细过滤器相结合能延长有效期。

3. 解堵前的洗井和反吐,合理的设计与施工,解堵后及时返排与管理,能增加热气酸解堵的效果和延长有效期。



解堵关井反应期间压力变化曲线图

参 考 文 献

- 何耀春,陈旺民等.水井复合解堵剂HGA-1的研究与应用.油田化学,1997,14(3):209~212
- 郑清远.大庆油田注水井增注技术现状与评价.油田化学,1995,12(2):181~184
- 闫树型,闫东海.化学热力洗涤疏通剂,ZL9400582.8
- 陈旺民.对热气酸解堵技术的实践与探讨.大庆油田采油工程会议交流论文,1997-11

(修改稿收到日期 1998-09-01)

(编辑 郑秀娟)

acid, it can enlarge the acidizing area, reduce the acidizing cost, at the same time effectively reduce the secondary contamination of the formation. This paper discusses the particular role played by the inactive nitrate powder during acidizing. This technology is simple and convenient in operation, and the stimulation effect is obvious.

Subject heading nitrate powder mixing acid acidizing technology

HOT GAS ACID PLUG REMOVAL TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN DAQING OILFIELD

by Chen Wangmin, Li Defu, Wang Qingping, Han Zhichang

Abstract This paper briefly describes the plug removal mechanism of hot gas acid and its application in Daqing oil field. Based on the field application, this paper discusses the suitability of the technology to remove the near wellbore contamination. This paper also sums up and analyzes the well selection, layer selection, operation technology and so on when treating sandstone formation.

Subject heading Daqing Oil Field surfactant heat energy foamed acid acidizing plug removal application

APPLICATION RESEARCH OF FERROMAGNETIC SCALE INHIBITION TECHNIQUE IN SHENGLI OFFSHORE FIELD

by Zhou Longxiang, Wang Fu, Geng Hongzhang, Song Jihua

Abstract In order to solve the scaling problem during field production, analyze the scaling phenomena and scale component during offshore field production, study the characteristics of magnetic treating. After the experimental research, have selected optimally the optimal magnetic parameters of ferromagnetic treating, and based on which designed and manufactured the ferromagnetic scale inhibition device suitable to offshore field. The ferromagnetic scale inhibition technique has been used in an offshore field. The production comparison between after and before the ferromagnetic scale inhibition device is used indicates: the ferromagnetic scale inhibition technique has achieved obvious effect. This paper also discusses the mechanism of scaling phenomena and ferromagnetic scale inhibition.

Subject heading offshore oil field pipeline scaling magnetization treating magnetic scale inhibition technique research

APPLICATION OF MOBILE OIL PUMPING EQUIPMENT MATCHING TECHNOLOGY IN CHAHEJI OIL FIELD

by Xu Zhanwei, Zhou Xingge, Pei Zongxian

Abstract Chaheji field has entered into the middle—later development stage, a lot of oil wells have been shut in for a long time for various kinds of reasons. On the basis of this status, the mobile oil pumping equipment matching technology is developed and adopted. This paper systematically introduces this technology, the operation technology, the items needed to be paid attention to, the technology suitability and its application, points out the disadvantage of the technology and improving suggestions. This has a great significance for the reproduction of large amount of shut—in wells at the middle—later development stage.

Subject heading Chaheji oil field mobile production platform oil pumping equipment technique application