

塔河油田超深超稠油井套管找堵漏实践及认识

延俊宝, 丁磊, 杨耀辉

(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司塔河采油二厂, 新疆轮台 841604)

摘要:随着塔河油田开发时间的延长, 油井套管漏失现象逐年增加。受井深、油稠、高温、高矿化度、高硫化氢腐蚀、井内管串结构、掺稀开采方式影响, 常规找漏方法难以适应塔河油田超深超稠油井找堵漏需求。通过分析历年14口井找堵漏实施效果, 总结出针对超深超稠油井的4种套管找漏方法的适应条件, 2种套管堵漏的方法的优缺点, 对10口井实施套管堵漏11井次, 累计增油 5.86×10^4 t。

关键词:超深; 超稠; 套管找漏; 套管堵漏; 塔河油田

中图分类号:TE2

文献标识码:A

Knowledge and practice of leakage casing and tube plugging in Tahe ultra-deep and super-heavy oil oilfield

Yan Junbao, Ding lei, Yang Yaohui

(Tahe No. 2 Oil Production Plant, SINOPEC Northwest Oilfield Company, Luntai, Xingjiang 841604, China)

Abstract: During the development of the Tahe Oilfield, well casing leaks more and more seriously year by year. Restricted by well depth, heavy oil, high temperature, high salinity, high hydrogen sulfide corrosion, well bundle structure and light oil injection, the conventional methods of leakage casing fail to meet the demand of the Tahe Oilfield which is featured by ultra-deep and super-heavy oil. The practices of leakage casing and tube plugging in 14 wells are analyzed, summarizing the corresponding conditions for 4 methods of leakage casing and tube plugging in ultra-deep and super-heavy oil wells. The advantage and disadvantage of 2 methods are discussed. Applications of leakage casing and tube plugging are made for 11 times in 10 wells, adding up oil by 5.86×10^4 t.

Key words: ultra-deep; super-heavy; leakage casing; tube plugging; Tahe Oilfield

塔河油田碳酸盐岩油藏埋深5 300~7 000 m^[1], 压力系数1.11, 流体高含硫化氢, 地层原油黏度27.12~46.32 mPa·s, 原油能从地层流入井筒, 随着井筒温度降低, 原油黏度增大, 逐渐丧失流动性, 地面原油黏度(50℃)300~325 000 mPa·s^[2], 开发生产中主要采取掺稀油井筒降黏的稠油开采方式。

塔河采油E厂碳酸盐岩油藏自1996年投入开发以来, 随着开发时间的延长, 因套管漏失导致停产油井逐渐增加, 严重影响了油藏开发效果。2009~2012年, 共发现11井次/10口井因套管漏失导致停产。生产特征主要表现为油井含水突然上升或完全水淹, 自喷井套压及产液突降; 机抽井液面上升、产液及含水上升, 关井压锥无效。套漏后平均单井日产油能力下降25 t, 其中几口井产能下降甚至超过80 t。因此, 及时发现套漏并采取针对性堵漏措施, 可有效恢复油井产能, 提高油井生产时效,

改善油田开发效果。

1 套管找堵漏方法

1.1 套管找漏方法

受井深、油稠、高温、高矿化度、高硫化氢腐蚀、井内管串结构、掺稀开采方式影响, 井温测试、产液剖面测试、木塞法找漏、多臂井径套管探伤、电磁探伤测井等常规的找套漏方法难以广泛开展^[3]。通过对历年10口井找漏、堵漏总结分析, 逐渐形成以吸水剖面测试为主, 封隔器验漏、打悬空塞找漏为辅的超深超稠油井套管找漏技术。

1.1.1 吸水剖面测试找漏

因稠油井需掺稀开采, 不能同时满足掺稀与气举同时施工, 通常采用吸水剖面测试法找套管漏失。该方法利用“磁定位+伽马+压力+井温+涡轮流量”5参数测井综合判断漏失情况, 若套管存在

漏失,井温在漏点处出现明显井温异常,涡轮流量发生突变,据此可准确判断大多数井套管漏失位置及漏失量大小,为堵漏提供最佳施工依据。缺点是若套管漏失量小,则井温及流量测井响应不明显,判断漏失难度大。如 S75CX 井,测试显示 5 249 ~ 5 260 m 漏失量为 $3.5 \text{ m}^3/\text{d}$,测井响应井温仅上升 $0.3 \text{ }^\circ\text{C}$,需结合机械找漏确定漏失情况。

1.1.2 封隔器机械找漏

封隔器试压找漏方法是油田大修中常用的找漏方法,用单封隔器或双封隔器卡住井段试压并确定套漏深度。在塔河油田,通常采用单封隔器找漏。对于唯一漏点的套漏井,该方法根据套管试压试验结果可准确判断套管漏失位置,但无法确定漏失量大小;若漏点多,则只能大致判断套管漏失范围,不能判断具体漏点位置。另外,受井深影响,封隔器验漏施工时间长,因此常配合吸入剖面明确漏失量及漏点位置。如 TK7-456 井,2009 年 11 月封隔器试压判断 1 507 m 以上存在漏失,吸入剖面解释 1 458,1 468,1 480 m 处存在漏失。

1.1.3 打悬空塞测试找漏

该方法通常在封隔器试压明确漏失范围后,为排除油层吸水影响测试响应特征,提高找漏准确性。在井筒内打悬空塞后,再进行吸入剖面或回复井温测试,可精确判断套挂漏失位置及漏速。如 TH10116 井,封隔器试压判断 4 016 m 以上封隔器存在漏失,打悬空塞至 5 530 m 后进行吸入剖面测试,结果解释 3 904 ~ 3 909 m 井段日吸水量 249 m^3 。

1.1.4 产液剖面测试找漏

对于不掺稀生产的井,可采取气举产液剖面测井找漏,利用“磁定位+伽马+压力+井温+持水+同位素示踪流量+涡轮流量”判断套管产水位置。其中持水、井温、示踪流量、涡轮流量等参数在漏失点处测试响应明显,如 TK7-615CH 井,气举产液剖面测试 3 765 ~ 3 772 m 处持水率发生明显变化,由 17 000 cps 上升至 23 000 cps,日产液量 87.23 m^3 。

1.2 套管堵漏方法

针对超深超稠油井,主要采用水泥挤堵方式堵漏,补贴封堵机械堵漏技术在个别井上应用,插管封堵使用范围小,一般不在塔河油田使用。

1.2.1 水泥挤堵

通过对套管漏失井段注入固井水泥或化学堵剂进行封堵,在超深井中通常采用油管平推法,在漏点之下井筒内打悬空塞,再将挤堵油管上提至漏点之上 50 ~ 100 m,油管平推挤入油井水泥。该方法优点是成本低,施工工序简单,堵漏后井筒不缩径,有效

期均大于 2 a 以上,但对于存在多段漏失的井挤堵效果差。如 TH10348 井,找漏发现 4 008 ~ 5 153 m 存在 3 处以上漏失点,实施 2 次水泥挤堵后仍有 2 处以上明显漏失,堵漏失败。

1.2.2 套管补贴

指利用特制钢管,对破漏部位的套管进行补贴,采用机械力使特制钢管紧紧补贴在套管内壁上,封堵漏点。目前补贴修复(堵漏)常用特制波纹管,利用专用补贴工具进行补贴施工。其工艺原理是:用油管柱将补贴波纹管 and 补贴工具送至套管破损部位,然后管柱内憋压,在液压作用下,补贴工具中液缸及活塞拉杆将液压力转变成机械动力,使拉杆急速回缩上行,带动胀头胀开波纹管,实现机械封堵漏失点的目的。该方法适用于漏失点多、漏失井段长的漏失井,例如 TK7-456 井,2009 年 11 月测试发现 1 456 ~ 1 482 m 存在 3 处漏点,套管补贴 48 d 后失效,2011 年 11 月再次测试发现 1 485 ~ 1 494 m 井段日吸水 92 m^3 ,磨铣原补贴钢皮后,对 1 368 ~ 1 504 m 采用长井段套管补贴,2012 年 4 月开井后油井生产不含水。

2 矿场实践效果

2009 年以来,塔河采油 E 厂共实施找漏 14 井次,成功 11 井次,成功率 78.6%。实施堵漏 11 井次,成功 10 井次,堵漏后日恢复日产油能力 240 t,措施后累增油 58 624 t,综合含水下降 64%(表 1)。

典型井 TH12139 井:2010 年 1 月 15 日常规完井投产,掺稀生产,初期日产油 70 t,不含水,生产期间压力、产液缓慢下降,自喷生产 440 d 后停喷。2011 年 4 月转电潜泵生产,日产液 140 t,含水 50% ~ 60%,且含水呈快速上升趋势,关井压锥无效。2011 年 10 月用 RTTS 封隔器验漏 3 845 m 以上井段存在漏失,后打悬空塞至 4 698 m,吸水剖面解释 3 792 ~ 3 799 m 井段(7"套管悬挂器附近)日吸水 222 m^3 ,上提挤堵油管至 3 786 m 油管平推挤水泥 6 m^3 候凝,扫塞至 3 811 m 井筒试压 15 MPa,稳压 30 min 无压降,堵漏成功。继续扫悬空塞后组下电潜泵生产,初期日产油 27 t,含水 35%,生产期间含水缓慢下降,122 d 后不含水生产,265 d 增油 6 487 t,堵漏效果显著。

3 结论及认识

1)塔河油田奥陶系油藏埋藏深、上覆地层多,历年找套漏发现第四系、古近系、白垩系、三叠系、石炭系等地层均有地层水产出,通常只存在一处

表1 塔河采油E厂历年套管找堵漏效果统计

Table 1 Effects of leakage casing and tube plugging in Tahe No. E Oil Production Plant over the years

序号	井号	完成时间	找漏方式	测试内容	找漏过程及结果	堵漏方式	累增油/t
1	T7-615CH	2009年	测试	气举产剖	3 765 ~ 3 772 m, 日产油 35.4 t, 日产水 51.7 t	挤水泥	145
2	TH12101	2010年	测试	吸水剖面	5 305 ~ 5 307 m, 吸水 82 m ³ /d, 5 242 ~ 5 249 m, 吸水 12 m ³ /d	挤水泥	43 770
3	TH12324	2011年	测试	吸水剖面	3 993 ~ 3 997 m, 吸水 52.3 m ³ /d	挤水泥	1 428
4	TH10348	2010年	测试	吸水剖面	4 008 ~ 4 010, 5 063 ~ 5 065, 5 150 ~ 5 153 m 井段漏失	挤水泥	566
5	TK7-456	2012年	打悬空塞测试	吸水剖面	打塞至 4 968 m, 测试解释 1 485 ~ 1 494 m 井段日吸水量 92 m ³	套管补贴	1 129
6	TK646CH	2009年	打悬空塞测试	吸水剖面	打塞至 5 070 m, 测试解释 3 787 ~ 3 810 m 井段日吸水量 118 m ³	挤水泥	958
7	TH12331	2011年	打悬空塞测试	吸水剖面	打塞至 5 376 m, 测试解释 4 105 ~ 4 121 m 井段日吸水量 227 m ³	挤水泥	34
8	TH12139	2011年	RTTS 封隔器、测试验漏	吸水剖面	封隔器找漏 3 845 m 以上漏失, 打悬空塞至 4 698 m, 测试解释 3 792 ~ 3 798 m 漏失	挤水泥	6 487
9	TH10116	2012年	RTTS 封隔器、测试验漏	吸水剖面	封隔器找漏 4 016 m 以上漏失, 打悬空塞至 5 530 m, 测试 3 904 ~ 3 909 m 井段漏失	挤水泥	2 192
10	TK7-456	2009年	RTTS 封隔器、测试验漏	吸水剖面	封隔器找漏 1 507 m 以上漏失, 打桥塞至 5 495 m, 测试解释 1 480, 1 468, 1 457 m 处漏失	套管补贴	1 021
11	S75CX	2012年	RTTS 封隔器、测试验漏	恢复井温	封隔器找漏 5 290 ~ 5 388 m 井段, 打悬空塞至 5 560 m, 测试解释 5 249 ~ 5 260 m 存在漏失	挤水泥	894
12	AD26	2010年	测试	吸水剖面	无套管漏失		
13	TH12431	2012年	测试	井温测试	无套管漏失, 4 821 ~ 4 836 m 处井温明显异常(可能受注入水影响)		
14	TH10212	2012年	KCY 封隔器验漏	未测试	5 940 m 以上套管无漏失		

漏失点,但多段漏失现象逐渐增多。

2) 吸入剖面测试可满足大多数超深超稠油井找套管漏,但若套管漏失量小,则测试响应不明显,需配合封隔器验漏、打悬空塞找漏综合判断漏失点准确位置及漏失量。

3) 超深超稠油井套管堵漏通常采用水泥挤堵,针对单一漏失段的套漏井堵漏效果显著,但对多点漏失的套漏井堵漏效果差,采用套管补贴法堵漏有效期短。

4) 深部多段套漏井不建议采用套管补贴,使用后会致 7" 套管缩径,给后续修井作业带来不便。

参考文献:

- [1] 窦之林. 塔河油田碳酸盐岩缝洞油藏开发技术[M]. 北京:石油工业出版社,2012:1-2.
- [2] 焦方正. 塔河碳酸盐岩缝洞型油藏开发实践与研究[M]. 北京:石油工业出版社,2008.
- [3] 梁尚斌,潘从文. 塔河油田碳酸盐岩深层稠油油藏开发实践新进展[C]//北京:中国石化出版社,2011:71-74.

(编辑 叶德燎)