

## 油井套管损坏分析与防治研究

李丽

大庆油田装备制造集团石油专用设备有限公司套管制造厂 黑龙江大庆

**【摘要】**在油田生产的过程中，油井套管损坏情况较多，其损坏的因素很多，主要的因素有：生产技术因素、固井质量因素、套管材料因素、油气储藏特征因素以及地层特征因素等。如果油井套管损坏，一方面将对油井的产量产生严重影响，另外，油井套管损坏还对油井网络造成破坏，会破坏影响整个油田的生产。本文对油气井套管损坏的原因及预防措施进行研究，进而找出油田油气井套管损坏的机理，制定出油田采油最佳方案及制定出相应油气井套管损坏防止体系，从而达到提升油田采油、采气的效率，最终为增加油田产量提供理论与技术依据。

**【关键词】**油井套管；腐蚀；油井网络；采油方案

**【收稿日期】**2024年8月12日

**【出刊日期】**2024年9月27日

**【DOI】**10.12208/j.jer.20240021

### Analysis and prevention of oil well casing damage

Li Li

*Daqing Oilfield Equipment Manufacturing Group Petroleum Special Equipment Co., Ltd. Casing Manufacturing Plant, Daqing, Heilongjiang*

**【Abstract】**In the process of oilfield production, there are many cases of casing damage in oil wells, and there are many factors that can cause damage. The main factors include production technology, cementing quality, casing material, oil and gas storage characteristics, and formation characteristics. If the oil well casing is damaged, it will not only have a serious impact on the production of the oil well, but also cause damage to the oil well network, which will affect the production of the entire oil field. This article studies the causes and preventive measures of casing damage in oil and gas wells, in order to identify the mechanism of casing damage in oil and gas wells, develop the best oil recovery plan for oil fields, and establish a corresponding prevention system for casing damage in oil and gas wells. The goal is to improve the efficiency of oil and gas production in oil fields and ultimately provide theoretical and technical basis for increasing oil and gas production.

**【Keywords】**Oil well casing; Corrosion; Oil well network; Oil extraction plan

油井套管的作用是对采油井壁进行支撑、加固，从而达到对井壁以及井内设备的保护，同时对井下各层的流体进行隔离，进而确保油井钻井、生产过程不泄漏。为了满足当前社会对油气资源的需要，具有腐蚀性较强的油田也不断开发投产，同时，原来开采的油井因为开采期的延长，其含水量也不断增加，最终使油井生产的环境变得越来越恶劣，使得油气井套管的损坏更加明显，损坏的间隔时间变得越来越短。油气井套管的损坏不仅影响采油的效率，而且还会导致财力、物力以及人力的损失。当前套管的损坏已经变为各油田严峻问题，所以，研究

油井套管损坏的原因，同时探讨应对的措施，从而控制油井套管损坏的势头，进而为保证油田可持续生产提供理论与技术上的依据。

#### 1 油田油井套管的现状

油井套管是油气井钻井、采油以及采气过程中重要的环节。油井套管在油井上的用量非常大，并且，在井下使用的时间也很长，它是确保油井、油田长期高产、稳产的重要组成部分，所以，要想保证油井持续高产，必须确保油井套管的稳定性。可是，由于油气井开发的时间不断延长以及油田不断进行的稳产、增产措施的实施，使油井套管工作的环境变

得越来越恶劣,套管的损坏也变得更加严重,当前,油井套管的损坏加剧,已经制约油田油气生产、油田效益等<sup>[1]</sup>。

1974年玉门油田相继出现油井套管腐蚀损坏,根据统计数据,当时26.8%的油井套管与24.7%水井套管出现各种程度损坏,随后在各油田也相继出现油井套管损坏的情况,并且,油井套管损坏的数量不断增加,油井套管使用的时间、寿命也不断缩短。例如:大庆油田油井套管在2005年损坏的占比达到16.42%左右,中原油田油井套管在2008年损坏的油井在824口左右,胜利油田油井套管在投产15年以后,其损坏达到1300口左右,吉林油田油井套管在投产后发现30%左右出现变形情况,而中原油田油井套管发生损坏占比达到23.3%左右,并且显现上升趋势。目前,油井套管损坏较为严重的油田是大港油田、吉林油田、胜利油田以及中原油田等,大港油田油井套管损坏占比为30%、吉林油田油井套管损坏占比为39.1%、胜利油田油井套管损坏占比为20.1%、中原油田油井套管损坏占比为36%<sup>[2]</sup>。

## 2 油井套管的危害

在油田生产的过程中,经常会出现油井套管损坏的事情发生,并且越来越严重。油田出现油井套管损坏不仅会带来非常大的损失,而且还会对油田开发制造很多问题。具体危害如下:

1) 油井套管损坏会导致井筒腐蚀加快、会导致井筒结垢,最终会造成管杆脱断以及检泵的次数变得频繁,增加了实际工作量以及工作难度。

2) 油井套管损坏会破坏油井压力,从而使获取动态资料变得困难。

3) 油井套管损坏会导致地层里的水倒灌进油井,会造成生产地层污染、地层堵塞、油气产量下降。

4) 油井套管损坏会造成油气田不能实施压裂施工进行增产。

5) 油井套管损坏会导致水井不能分层注水,造成层间产生相互矛盾,最终降低了采收效率。另外,由于油井套管损坏会造成注水没有达到目标地层,不仅降低了注水效率,同时还加大油井套管的损坏。

6) 油井套管损坏严重的会造成油井报废,进而减少生产油井的数量,使得油井网失调,最终造成驱水能力下降,油田产量减少。

7) 油井套管损坏会造成地面跑冒污染环境的情

况发生<sup>[3]</sup>。

## 3 油井套管损坏的原因分析

### 3.1 油井套管挤压缩径损坏原因分析

造成油井套管挤压缩径的主要原因是非均匀的地场应力造成的。非均匀的地场应力会造成泥岩蠕变,而长期泥岩蠕变会对油井套管产生应力作用。

在油田开发钻井的过程中,会破坏原有地场应力,使得应力集中在井壁的岩层上,进而使得岩层发生破裂,最终使得油井套管工作在复杂的力学环境中,油井套管长期工作在这一环境中,会加快油井套管的损坏。

### 3.2 油井套管错断损坏原因分析

在油田进行注水时,当井底压力高于地层能够承受的压力时,岩层会产生裂隙,这时水会通过裂隙进入地层里,地层会因为膨胀使其硬度减小,地层会出现滑移。地层的裂隙会在压力的作用下,裂隙不断的增大,致使周围泥岩出现蠕变,由于泥岩出现蠕变,使得套管周围应力非常集中,进而使得套管发生损坏。另外,由于裂隙的出现,使得泥岩层的吸水量不断增多,会使泥岩层剪切力升高,使地层出现滑动,进而使油井套管变形损坏<sup>[4]</sup>。

### 3.3 油井套管变形弯曲损坏原因分析

当由于各种原因导致油井套管变形时,油井套管的轴线会发生偏移,这时由于泥岩注水使其不断膨胀,进而使地应力发生变化,此时,岩层会出现滑移,滑移产生的剪切力会水平作用到油井套管上,这一剪切力会使油井套管发生变形性弯曲。

### 3.4 油井套管腐蚀损坏原因分析

#### (1) 酸腐蚀:

油井套管酸腐蚀是最常见的问题。油田生产开发过程中,常常利用酸化工艺增加油气产量,该工艺中的酸主要是盐酸和氢氟酸的混合物。在酸化的过程中,酸液通过套管和油管的缝隙进入到底层,而套管由于射孔使其强度变弱,容易被酸腐蚀,当套管受到酸的腐蚀后,其强度变差,如果此时受到外力作用会发生损坏。

#### (2) 硫化氢腐蚀:

硫化氢的产生主要是三个方面,一是地层含硫层;二是油井温度高于150度的时候,钻井液里有有机硫会生成硫化氢;三是井内硫酸盐出现还原性的反应而成。

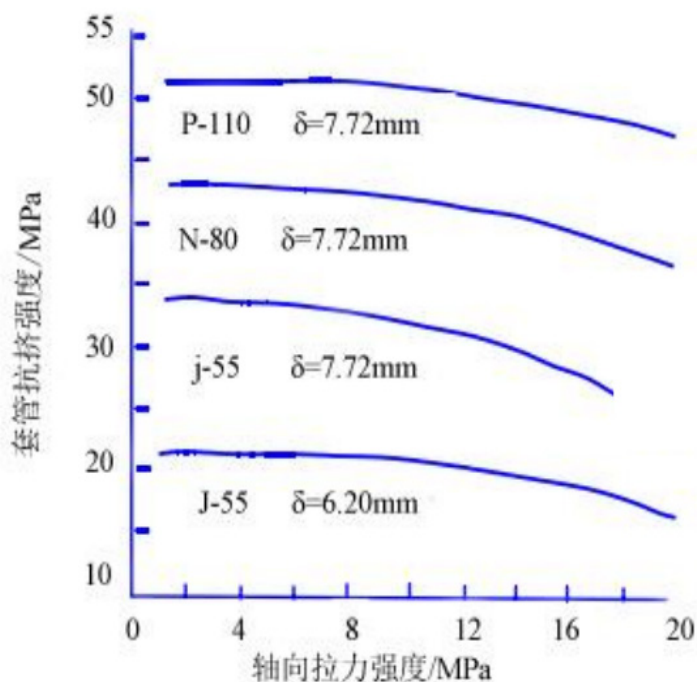


图1 套管受轴向的拉力和其抗挤压关系图

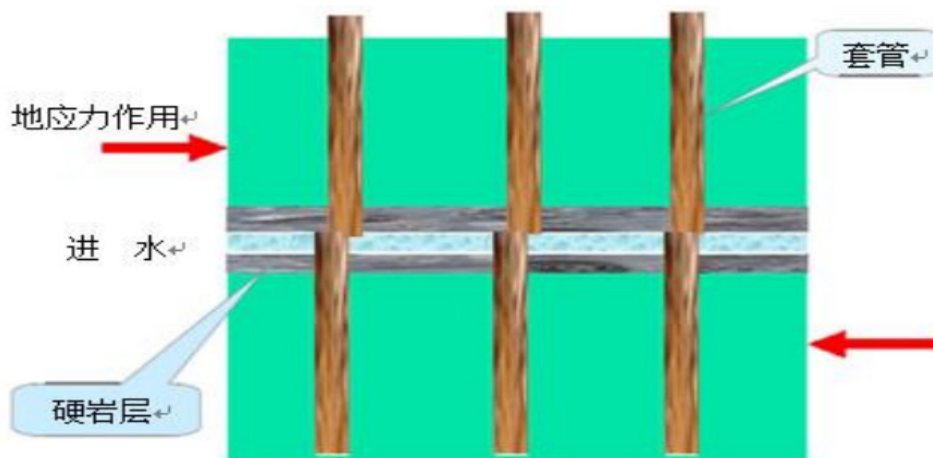


图2 套管错断损坏示意图

硫化氢易溶于水，并且具有很高的腐蚀性，当溶于水的硫化氢进入到套管后，在高温作用下会对套管产生严重腐蚀，此时套管的硬度下降并产生氢脆，套管会发生脆断损坏。

### (3) 盐性结垢的腐蚀：

在油田地下的岩层中存在各类盐性的物质，这些盐性物质对金属具有一定的腐蚀作用。地层中的盐性物质一般都溶于地层的水中，当油井固井的质量较差时，套管会和融于盐性的水接触发生化学反

应结垢腐蚀套管<sup>[5]</sup>，这种情况会加剧腐蚀套管的速度。

### (4) 细菌的腐蚀：

在水驱作业的过程中，注入的水里会含有各种细菌。当温度适宜并且含氧适中时，细菌会在套管上快速繁殖腐蚀套管，此时，如果切断氧气会抑制细菌的生长。

地层中的亚铁盐会在细菌作用下氧化，生成具有一定浓差的电池效应，其对套管腐蚀较快。另外，

沉积垢会产生很多的细菌，当注水里的硫酸盐和这些细菌相遇，会发生硫酸根反应生成腐蚀性较强的硫酸氢，进而对套管产生腐蚀。

#### 4 油井套管损坏的应对措施

(1) 提高油井套管等级，选用套管时，要考虑地层压力以及套管强度，要选用强度高的 N80 或者 P110 套管钢材。套管选用具体根据下列公式计算获得：

$$p = \frac{2E \left( \frac{\delta}{D} \right)^3}{1 - \mu^2} \times \varphi$$

公式里：P-是套管的临界压力值，单位 MPa

E-是套管弹性量，标值为  $2.1 \times 10^5$  MP

D-是套管的外径，单位 cm

$\delta$ -套管的壁厚，单位 cm

$\mu$ -波松壁

$\varphi$ -壁厚系数

a-内外圆心偏心距，单位 cm

(2) 优化射孔方案。钻井完毕需要进行固井，而在固井之前必须考虑压裂、射孔对套管造成的影响，要根据影响因素对射孔方案实施优化，要采用最佳射孔枪型与相位角。

(3) 注水有效的布局。对于地层应力较强的油田要进行科学的控制，对注水进行科学的、有效的分布，进而保证断层应力的平衡，避免发生因为注水导致断层的错动。

(4) 避免注水沿裂隙进入地层引发地层的蠕变。在注水时，注水的压力要小于地层的应力，如果注水压力过大，将会破坏泥岩层使得套管发生变形。

另外，要保证注水的压力不大于地层岩压，如果注水的压力大于地层承载力时，地层会出现被注水抬起的现象，这时套管所承受的力变大，将会造成套管损坏。

(5) 在固井作业时，要提高水泥密封的性能以及固井的质量，防止发生注水窜进断层的事情发生。

(6) 优化套管设计。在设计套管时，要将强注采以及地层应力变化考虑进去。另外，要保证套管在裂隙、断层位置具有相应的抗挤压强度。

#### 5 结论

本文对油气井套管损坏的原因及预防措施进行研究，通过研究找出了油田油气井套管损坏的具体原因，同时，根据原因制定出相应的措施，进而为保证油田可持续生产提供理论与技术上的依据。

#### 参考文献

- [1] 廖正毅.基于大数据的断块油田套损预警方法研究[D].中国石油大学(华东),2021.
- [2] 朱世东,李金灵,付安庆,等.油气生产过程中套损腐蚀失效与防治技术研究进展[J].表面技术,2019,48(05):28-35.
- [3] 邓宽海.套管非均匀挤毁及修复工作力学研究[D].西南石油大学,2018.
- [4] 孙鹏.辽河油田注蒸汽井套管损坏机理分析[D].中国石油大学(北京),2018.
- [5] 李静,林承焰,杨少春,等.稠油开发井套管损坏机理与强度设计问题分析[J].石油矿场机械,2009,38(01):9-13.

版权声明：©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

