

浅议石油套管质量控制

李丽

大庆油田装备制造集团 黑龙江大庆

【摘要】石油套管是油气田开采过程中不可或缺的一种重要物资装备，石油套管的产品质量会直接影响油气田的整体开采效率和安全稳定生产。目前国际石油行业内部针对石油套管的规格型号、理化性能、螺纹参数等各项指标都作出了明确规定，而且也详细规定了各性能参数的公差范围，因此在生产过程中应该严格按照标准的相关要求对石油套管的质量进行严格控制。

【关键词】石油套管；质量控制；性能指标

【收稿日期】2024年2月10日

【出刊日期】2024年3月20日

【DOI】10.12208/j.ijme.20240005

Discussion on quality control of oil casing

Li Li

Daqing Oilfield Equipment Manufacturing Group, Daqing, Heilongjiang

【Abstract】Oil casing is an indispensable material and equipment in the process of oil and gas field exploitation. The product quality of oil casing will directly affect the overall mining efficiency and safe and stable production of the paint shop. At present, the international petroleum industry has made clear provisions for the specifications and models of oil casing, physical and chemical properties, thread parameters and other indicators, and has also specified the tolerance range of performance parameters, so the quality of oil casing should be strictly controlled in accordance with the relevant requirements of the standard in the production process.

【Keywords】Oil casing; Quality control; Performance index

引言

石油套管最主要的作用是在井下作为支撑井壁，在整个钻完井施工过程中石油套管是油气水井实现正常运行的基础，但石油套管在生产、运输、仓储和使用等各个环节中会受到各类因素的影响，因此在油气性生产过程中经常会出现套管损毁现象，这些问题都会对油气井的正常生产造成直接影响，甚至在一些情况下会导致石油套管的直接报废，因此针对石油套管质量必须进行严格控制。

1 套管损毁的影响因素

1.1 地质因素

在油气田生产作业过程中油气套管经常会出现损坏等现象，其中地质因素是影响套管损坏的一个主要原因^[1]。地质方面主要包括了地层非均质性、油层倾角、岩石性质、地层活动、断层、地球运动、地层腐蚀等。地质影响因素通常会导致应力的剧烈变化，而应力变化会对油水井套管产生直接破坏。油水

导管在地质因素的影响下往往会产生严重破坏行为，因此必须对该影响因素给予高度重视。

1.2 工程因素

工程施工也是导致套管出现损坏的一个重要原因，其中主要包括钻完井施工质量、套管材质、固井质量证是否能够达到相关标准。另外，在油气井开采过程中注水、酸化、日常作业过程保持规范也会对石油套管产生一定影响^[2]。

1.3 套管材质因素

套管本身材质也会直接导致油气井作业过程中套管出现损坏。从当前油气井的生产现状可以发现，很多石油套管本身会存在孔隙、螺纹不符合标准要求等一些缺陷问题。在各类综合因素的影响下导致其性能无法得到充分发挥，在完井作业之后进入采油施工时经常会因为压差问题导致管外气体或流体进入到套管内部。当套管内部出现流体运动的情况下会导致套管自身受到损伤；另外，流体在套管内部

的聚集也会应硫化氢的存在而腐蚀套管。

1.4 固井质量问题

油气井作业过程中钻井寿命和固井质量也会影响套管。在固井作业过程中如果出现了井眼不规则、井斜、固井水泥不达标、顶替水泥浆不符合标准等现象的情况下都会对套管的质量产生一定影响。由于水泥浆本身的密度存在一定差异，因此在注入水泥后套管的拉伸强度也会受到影响，在生产过程中套管容易出现磨损或损坏^[3]。

2 套管产品质量控制分析

2.1 优化材料及处理工艺，保障应力合理

在生产过程中应该对油田套管生产材料的应力-应变曲线进行严格控制，要充分保障以下一些 API 屈服强度的关键技术指标，首先要重点针对 Cr、Mo 等钢系列的化学成分应用进行进一步优化，同时要保证淬火、回火热处理彻底充分，这样才能够让油田套管产品的金相组织回火索氏体的含量达到 98% 以上，在此基础上也可让屈服平台得到保障，而且通过这样的生产工具可以保障 API 屈服强度始终能够超过屈服平台指标^[4]。

2.2 合理控制椭圆度影响

本文在分析过程中主要选择了我公司的两个主要规格的套管产品进行对套管椭圆度对抗击强度的影响进行分析，通过数据分析和曲线描述可以得出，石油套管的椭圆度在不断增加的情况下抗击强度会出现大幅度下滑现象^[5]。

目前我国石油行业的整体套管制造水平在不断提升，而且当今所生产的套管椭圆度通常情况下都比以往 API 标准规定椭圆度低。因此，在生产过程中针对含硫深井或气井等应该将石油套管椭圆度严格控制在 0.5% 左右，生产过程中的试件可以出现椭圆度为 0.8 的情况。

2.3 严格控制套管壁厚

根据油田套管壁厚不均匀与抗拉强度的影响曲线分析可以知道，套管壁厚对于套管自身 API 抗击强度的影响相对较小，但是壁厚不均匀会极大影响套管的抗拉强度。在油井套管的生产作业过程中壁厚相对较薄的一侧会在内外压的共同作用下容易产生纵向爆裂的问题^[6]。因此针对深井含硫气井套管在生产过程中应该严格将其壁厚不均度控制在 5% 的范围内，生产过程中的试件壁厚不均度最大不能超过 10%。

2.4 严格控制石油套管产品残余应力

在石油套管产品的质量控制在残余应力控制也属于非常重要的一个因素，根据套管残余应力对抗击强度的影响进行数据分析后可以发现，石油套管残余应力逐步增加的情况下会导致抗击强度出现大幅下滑。

石油套管在生产过程中经常在以下两个生产过程中导致残余应力的出现。首先是在石油套管的热轧、矫直和定径等生产过程中会导致套管产生残余应力；此外在热处理工艺生产过程中也会产生残余应力，该生产环节中淬火产生的残余应力最为重要。

石油套管在油气田生产过程中其残余应力一旦与外力出现叠加的情况下会导致套管自身抗击强度出现大幅下滑，此外，残余应力与外力叠加的情况下会导致套管出现应力-应变曲线无屈服平台的状况^[7]。因此生产过程中对于抗硫套管的生产在提升其强度的过程中应该坚决杜绝利用提高屈服强度的方法来实现，为保障其具备一定的强度应该对热处理工艺进行合理控制，通过该方法可以让其屈服强度略微处于 API 的屈服强度限值以上，尤其是针对部分套管在生产过程中应该对其屈服强度值进行严格控制。从生产实际可以知道大部分的高强度钢材及抗流性能对屈服强度表现相对敏感，因此在套管的生过程中针对套管残余应力应该严格控制在 5% 以内，同时针对一部分生产试件应该为其设定 10% 的残余应力水平上限。

2.5 管材的进出口控制

套管的出入库严格管控也会对套管质量产生一定影响。因此在出入库前要严格履行验收和检验程序，作为库管人员应该针对套管的外观质量进行抽检，在保障管材合格后才能够进行入库。在管材出库方面要严格履行出库审批程序，同时管理人员要做好出库管理记录。出库过程中要对吊装和运输等进行严格控制，而且库房管理员要对管材的发放数量、规格进行严格核对，避免在出库环节中出现混料现象。

3 套管使用会修复

3.1 修复检测

套管修复工作必须要建立在合理的检测基础之上。目前针对套管的检测比较倾向于经济型，应用较为广泛的主要由分割器找漏和铅印等一些方法。随着技术的不断进步在快速测井方面中子测井和多臂

井径测井技术得到了快速发展，但是井下电磁探伤的应用仍然相对较少。

3.2 套管的特色修复

3.2.1 液压变径整形

为快速治理轻度套变井就必须明确其适用范围。在找到其规律之后利用变径滚压技术将若干变径钢球依次排列对套管内壁进行滚压处理，只要按照预先设定好的尺寸来设置胀头直径就可以通过滚压让套管恢复通畅。这种修复方式不仅可以保障套管的安全性，而且也能够一定程度上让套管的强度得到强化，整形效果良好。

3.2.2 膨胀管技术

所谓膨胀管技术主要是以金属材料的塑性变形特征为基础通过施加外力让套管发生膨胀，这样就可以让套管与内笔紧贴来实现密封和铆钉。该技术的出现使得常规加固技术通径小、锚定力小、密封段短等缺点得到了有效弥补。膨胀套管补贴工艺不仅能够使套损井得到有效修复，同时也能够解决堵水和封堵等相关问题；在套管修复过程中该技术的密封承压效果良好，而且能够针对大通径井段进行封堵；且该技术在实际应用过程中不会对泵挂下入深度产生影响；整体施工工艺相对简洁，具有极强的可靠性；且经过该技术的修复之后可以通过重新射孔的方式保障正常生产作业。

3.2.3 解卡打捞技术

该技术主要是针对目前油田在小修订作业及有限的提拉负荷下无法进行正常检查作业进行应用。套管解卡通过水泥车进行地面打压后从而为井下工具提供强大的提拉力，这样地面修剪机的提拉负荷在相对较小的情况下也可以实现有效解卡。该技术在应用过程中本身施工工艺简单，而且修建速度快，完全能够配合油田生产来实现各类大修小修。该技术在应用过程中通常情况下会选择环形锚瓦结构，这样可以使套管的接触面积进一步增加，而且对套管也不会造成直接损伤；通过地面的压力提供的有效提升力可以实现有效解卡。

4 结束语

综上所述，在石油套管生产过程中要选控制器产品质量，应该移石油套管的成型方法、钢级不同而采取相对应的控制方法，针对其质量控制关键点以及关键环节进行区别对待，这样才能够从综合层面全面提升石油套管的整体生产质量和性能指标。

参考文献

- [1] 熊雪刚,张开华,吕兵等.中包过热度、钙硫质量比、轧制变形量对中碳石油套管钢低温冲击韧性的影响[J].机械工程材料,2023,47(06):42-47.
- [2] 王向宇,黄进,王硕等.拉伸试样装夹位置对石油套管屈服强度测试的影响[J].钢管,2022,51(06):80-83.
- [3] 杨康.基于大数据的石油套管管理及失效分析系统的研究[D].西安石油大学,2022.
- [4] 李远征,毕宗岳,陈浩明等.N80 钢级直缝高频焊石油套管的研制[J].焊管,2022,45(08):35-39.
- [5] 李根.稀土对高强石油套管钢中夹杂物及铸态组织影响研究[D].北京科技大学,2022.
- [6] 周新义,苑清英,汪强等.石油套管特殊螺纹加工工艺研究[J].工具技术,2022,56(03):61-64.
- [7] 李小松,王雷.石油套管接箍磷化工艺及影响因素研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(02):29-31.
- [8] 董希玲.套管产品质量控制及性能指标[J].化学工程与装备, 2022(10):76-78.
- [9] 苏忠贵,苏小东,黄岩岗,等.一种稠油热采井用石油套管及其制备方法.CN202211191582.7[2024-05-11].
- [10] 冯建昶,赵光,牟永胜.H40 板材辊压制造石油套管外形缺陷原因分析[J].四川冶金, 2022, 44(6):57-61.
- [11] 李小松,王雷,武宏波,等.抗粘扣技术在石油套管螺纹加工中的应用实践探析[J].中国科技期刊数据库 工业 A, 2022.
- [12] 赵子荣,郝晓帅,白雪峰,等.电弧炉短流程冶炼石油套管钢中夹杂物的演变规律[J].中国冶金, 2022, 32(8):49-55.
- [13] 姜世友,黄春宏.撬装油套管螺纹加工和旧管修复生产线:CN202221443185.X[P].CN218318826U[2024-05-11].
- [14] 王雪原,李刚,尹修刚,et al.一种石油套管用钢及其制备方法 :CN202210266253.8[P].CN202210266253.8[2024-05-11].

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/>



OPEN ACCESS