

垂直钻井工具用橡胶油囊的研制

周振良¹, 付宝强², 汝大军¹, 王海岩¹, 马哲¹, 李晓鹏²

(1. 中国石油集团公司渤海钻探工程技术研究院, 天津 300457; 2. 陕西延长石油西北橡胶有限责任公司, 陕西 咸阳 712023)

摘要:介绍垂直钻井工具用橡胶油囊的研制。以氟橡胶为油囊主体材料, 通过试验确定胶粘剂品种和金属嘴子与胶囊间的粘合工艺, 设计金属嘴端、橡胶端和组合充气模具。成品油囊通过气密性和水压爆破试验, 装入工具后进行地面试验, 在 3 MPa 下保持 15 min 无漏油现象, 增压至 6 MPa 油囊未破裂; 井下试验证明, 产品可在 150 °C/140 MPa 的美孚 ATF220 和 SCH524 的液压油介质环境中连续工作 200 h 以上, 完全满足垂直钻井工具的要求。

关键词:垂直钻井工具; 橡胶油囊; 密封件; 氟橡胶

中图分类号: TQ336.4⁺2; TQ333.93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2015)04-0223-04

防斜打快是石油钻井界的世界性难题, 采用常规的纠斜钻具组合无法有效解决该难题, 国际上最佳解决手段为采用垂直钻井工具^[1]。橡胶油囊(简称油囊)是垂直钻井系统的重要密封件之一, 由金属嘴子和橡胶胶囊组成。金属嘴子用于与液压源连接, 胶囊的作用为收缩或膨胀变形。当管路压力增大时, 管路内液压油通过油囊容腔的小孔向容腔内流动, 使油囊收缩变形; 当管路压力减小时, 容腔内部压力高于管路压力, 油囊膨胀变形使液压油通过小孔被挤出, 液压油流向管路, 从而维持管路的压力平衡^[2-4]。

油囊的工作介质为美孚 ATF220 或者 SCH524 液压油, 工作温度为 150 °C, 工作压力为 140 MPa, 要求连续工作 200 h 以上。本文介绍油囊的研制。

1 油囊结构

油囊的结构与尺寸如图 1 所示。

2 主体材料设计

2.1 生胶

油囊在高温液压油环境中工作, 受液压油的晃动、拉伸、振动、冲击等多种应力共同作用, 囊体

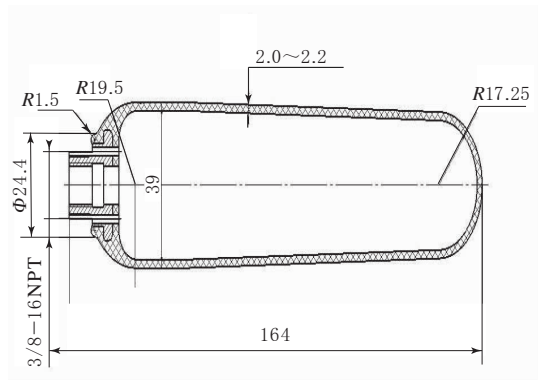


图 1 油囊的结构与尺寸

应具有较大的高温强度、较小的变形。油囊胶料必须具有较好的工艺性能, 如自粘性、互粘性(胶料与金属)、复杂型面的注压性能和硫化性能。

氟橡胶具有良好的耐油和耐热性能, 可在 200 °C 下长期使用, 宜作为油囊主体材料, 考虑其自粘性以及与金属的粘合性, 选择 26 型氟橡胶^[5-7]。

目前国外氟橡胶生产厂家有日本大金公司、美国杜邦公司、美国 3M 公司等, 国内生产厂家主要有上海三爱富新材料股份有限公司、中昊晨光化工研究院、上海东氟化工科技有限公司等。经过对比几种牌号生胶的性能及性价比, 确定选用日本大金公司牌号为 G501NK 的氟橡胶为主体材料。

2.2 硫化体系

G501NK 氟橡胶宜采用胺类硫化剂进行硫化, 选用 3[#] 硫化剂(N,N'-双肉桂叉-1,6-己二胺)

作者简介:周振良(1964—), 男, 河北泊头人, 中国石油集团公司渤海钻探工程技术研究院教授级高级工程师, 主要从事改性聚烯烃材料和油田用特种橡胶制品研发工作。

硫化的胶料耐热性能和物理性能较好,压缩永久变形较小,与金属的粘合性能好,适应于油囊的使用环境。3[#] 硫化剂适宜用量为 3~5 份。

2.3 补强体系

MT 中粒子热裂法炭黑 N990 的综合性能较好,其填充胶料的粘度较低,具有良好的模内流动性能,适宜用量为 10~30 份。为保证脱模性能,加入 0.5~1.5 份的棕榈蜡。

2.4 酸接受体

活性氧化镁与氢氧化钙并用可获得较好的平衡性能,氧化镁和氢氧化钙的适宜用量分别为3~9 和 3~10 份。

试验确定油囊胶料的基本配方为:氟橡胶 100,炭黑 N990 10~30,氧化镁 3~9,氢氧化钙 3~10,棕榈蜡 0.5~1.5,3[#] 硫化剂 3~5,加工助剂 0.5~2。

油囊胶料的物理性能如表 1 所示。

表 1 油囊胶料的物理性能

项 目	测试结果	指标	标准
邵尔 A 型硬度/度	65	65±5	GB/T 531—2008
拉伸强度/MPa	15.1	≥10	GB/T 528—2009
拉断伸长率/%	459	≥200	GB/T 528—2009
撕裂强度 ¹⁾ /(kN·m ⁻¹)	29	≥20	GB/T 529—2008
低温脆性(-20℃)	正常	正常	GB/T 1682—1994
压缩永久变形 ²⁾ /%	18	≤20	GB/T 7759—1996
150℃×70 h热空气老化后			
拉伸强度变化率/%	-1	≥-20	GB/T 3512—2001
拉断伸长率变化率/%	-6	≥-25	GB/T 3512—2001
体积变化率/%			
1 [#] 标准油浸泡 70 h ³⁾	0	-10±3	GB/T 1690—2010

注:1)新月形。2)试验条件为 150℃×70 h,压缩率 25%,A 型试样。3)试验温度为 150℃。

3 生产工艺

3.1 硫化工艺

采用注射硫化需尽量降低温度,以保证必要的操作时间,防止胶料流过注压孔时因摩擦升温而造成焦烧,使胶料无法充满模腔。根据硫化曲线,确定胶料一段硫化条件为 155℃×30 min。

胶料的二段硫化可提高拉伸强度和降低压缩永久变形,通常氟橡胶的二段硫化温度为180~260℃。由于油囊壁厚度仅为 2 mm,属于薄壁制品,在进行了 3 种硫化条件的试验后,确定油囊二

段硫化条件为 200℃×24 h。

3.2 粘合工艺

用丁字铁剪切试样模拟金属嘴与氟橡胶的粘合状态,按 GB/T 11211—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 与金属粘合强度的测定》测试粘合强度。试验表明,胶料与金属的粘合性能与所用表面处理剂、表面处理方式和处理时间有关。

选择 4 种耐热耐油胶粘剂进行橡胶/金属粘合试验,这些胶粘剂可与橡胶发生交联反应,从而与金属形成良好的粘合。

将丁字铁试样粘合部位喷砂,用 120[#] 汽油溶剂清理金属表面,干燥后均匀涂刷两遍胶粘剂,120℃下干燥 30 min,模压工艺为压力为 4.0 MPa,一段硫化条件为 155℃×30 min,二段硫化条件为 200℃×24 h。采用胶粘剂 A,B,C 和 D 处理的胶料与金属的粘合强度分别为 1.30,1.40,1.31和 3.49 MPa。可以看出,采用胶粘剂 D 处理试样的粘合强度最大,金属与胶料的粘合强度大于橡胶本体强度,断裂处均为内聚破坏。即选择胶粘剂 D 用于油囊本体胶料与金属嘴粘合可满足使用要求。

4 模具设计

4.1 油囊模具

氟橡胶收缩率一般为 2.3%~3.6%。收缩率与模具加工尺寸相关,对产品尺寸准确性和密封性能产生较大影响。按 3.2%的收缩率设计模具,待模具加工完成后,用确定的胶料配方和工艺制备油囊,经实际测量后进行试装,考察装配协调性。最终确定内外径收缩率为 3.2%,高度收缩率为 3.0%。据此修订模具尺寸,进行模具调整,最终得到合格模具。

4.2 金属嘴端模具

采用金属件定位的半开放式模具,填胶容易,定位准确,硫化压力大,容易排气,脱模便利。该模具用于油囊金属嘴端的一段硫化,具体结构如图 2 所示。

4.3 橡胶端模具

采用型腔填胶模压方法无法保证产品的质量。采用注压转移工艺的硫化压力大,胶料通过注压孔预热后,流动性较好,易于充满模具,产品

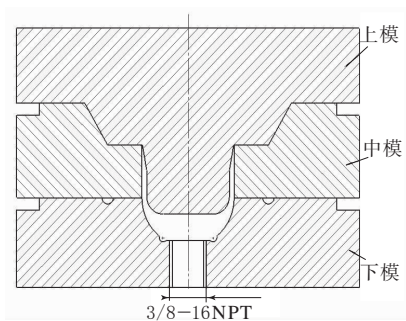


图2 金属嘴端模具结构

尺寸易于控制。该模具用于油囊橡胶端的一段硫化,具体模具结构如图3所示。

4.4 充气接头模具

充气接头模具采用充气硫化工艺,充气压力为0.6 MPa。该模具将油囊橡胶端与金属嘴端牢固地粘接在一起。组合充气模具结构如图4所示。

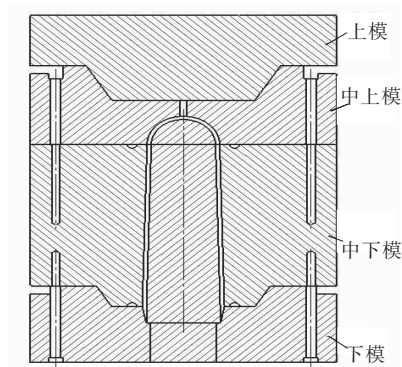


图3 橡胶端模具结构

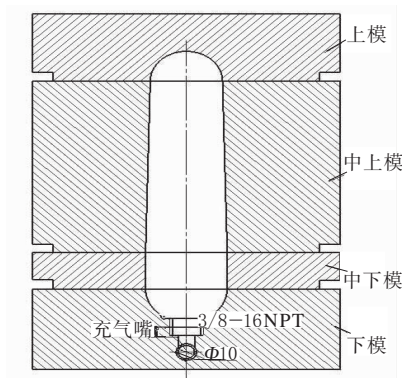


图4 组合充气模具结构

5 成品性能

(1)外观。油囊产品外观无裂纹、凹坑、划伤、脱胶、开裂等现象。油囊金属嘴表面光洁、平整,非粘合部位无杂物。

(2)气密性试验。按油囊技术条件规定,将油囊内部充入0.05 MPa压缩空气,用肥皂水检查,金属和接头处无泄漏,气密性试验通过。

(3)爆破试验。对油囊进行无限位水压爆破试验,连接水压试验管路,对油囊持续加压至爆破,爆破压力为0.16 MPa。爆破口处为轴向破裂,破裂位置正常,证明接头强度大于接头本体强度。

(4)产品地面试验和井下实际使用效果。地面试验:油囊可顺利安装在密封部位,将油囊装入垂直钻井工具后对其进行承压密封测试,3 MPa压力下保持15 min无漏油现象,增压至6 MPa油囊无破裂。井下试验:油囊产品可在150 °C/140 MPa的美孚ATF220和SCH524的液压油中连续工作时间超过200 h,完全满足垂直钻井工具的要求。

6 结论

以氟橡胶为油囊主体材料,选用合适的胶粘剂涂刷金属嘴子,设计金属嘴端、橡胶端和组合充气模具,制备橡胶油囊。成品油囊装入工具后进行地面试验,在3 MPa下保持15 min无漏油现象,增压至6 MPa油囊无破裂;井下试验证明,产品在150 °C/140 MPa的美孚ATF220和SCH524的液压油介质环境中连续工作时间超过200 h,满足垂直钻井工具的要求。

参考文献:

- [1] 林原. 氟橡胶及其在冶金、汽车和油田橡胶密封中的应用现状及前景[J]. 润滑与密封, 2000(2): 62-64.
- [2] 黄志强, 周锡容, 杨启明, 等. 压裂泵柱塞密封副研究[J]. 西南石油学院学报, 2000, 22(3): 88-90.
- [3] 朱维兵, 晏静江, 周锡容. 压裂泵柱塞密封的改进设计[J]. 天然气工业, 2007, 27(6): 103-105.
- [4] 朱维兵, 周锡容, 赵卫, 等. 压裂泵往复密封圈结构的分析[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2007, 26(5): 1-2, 10.
- [5] 肖凤亮, 彭兵, 杨文良. 氟弹性体选用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [6] 肖凤亮. Viton 氟弹性体系列专题讲座(七). 新型氟弹性体在石油与天然气工业中的应用(上)[J]. 世界橡胶工业, 2007, 34(9): 1-5.
- [7] 肖凤亮. 新型氟弹性体在石油与天然气工业中的应用(下)[J]. 世界橡胶工业, 2007, 34(10): 1-4.

Development of Oil Bladder for Vertical Drilling Tools

ZHOU Zhen-liang¹, FU Bao-qiang², RU Da-jun¹, WANG Hai-yan¹, MA Zhe¹, LI Xiao-peng²

(1. Engineering Technology Research Institute of CNPC Bohai Drilling Co., Ltd, Tianjin 300457, China; 2. Shanxi Yanchang Petroleum Northwest Rubber Co., Ltd, Xianyang 712023, China)

Abstract: The development of oil bladder used for vertical drilling tools was introduced. Fluorine rubber was used as main material. By using adhesion test, the adhesive type and adhesion process between metal spout and bladder body were determined. The molds for metal spout unit, bladder body and airing filling unit were well designed. The oil bladder passed gas tightness test and hydraulic blasting test. The sealing test was conducted for the vertical drilling tool under pressure of 3 MPa for 15 min and no leak was found. The bladder was good when the pressure was built up to 6 MPa. In down-hole drilling application with hydraulic oil Mobil ATF220 and SCH524, the bladder worked for more than 200 h under pressure of 140 MPa at 150 °C continually, which met the requirements of the vertical drilling tool.

Key words: vertical drilling tool; oil bladder; seal; fluorine rubber

轮胎企业公告管理办法出台

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

为加强轮胎行业管理、规范行业准入,工信部制定了《轮胎生产企业公告管理暂行办法》,并自2015年3月1日起实施。

《轮胎生产企业公告管理暂行办法》提出,申请公告的轮胎生产企业应当具备独立法人资格、符合轮胎行业准入条件要求且无重大违法行为。企业应先编制《轮胎生产企业公告申请报告》,按要求提供相关材料,再通过省级工业主管部门向工信部申请。省级工业主管部门负责本地区企业公告申请的初审和监督检查等。工信部收到申请材料 and 初审意见后3个月内完成复核和查验工作;对符合准入条件要求的企业,在工信部网站上进行公示,对公示无异议的企业,以公告方式予以发布。

工信部将对公告企业名单进行动态管理,鼓励社会各界对公告企业执行准入条件的情况进行监督。公告企业有填报相关资料弄虚作假、拒绝接受监督检查、不能保持准入条件、发生较大及以上生产安全事故和突发环境事件等情况的,工信部将撤销其公告资格。被撤销公告资格的企业两

年内不能再申请公告。公告企业名单将作为相关政策支持的基础性依据。

(摘自《中国化工报》,2015-03-02)

用于生产橡胶隔膜的硫化机

中图分类号 TQ330.4⁺7 文献标志码 D

由常州朗博汽车零部件有限公司申请的专利(公开号 CN 103434094A,公开日期 2013-12-11)“用于生产橡胶隔膜的硫化机”,涉及的硫化机包括上模、下模、底座以及用于夹取橡胶隔膜的机械手装置和用于橡胶隔膜与下模之间分离的吹气装置。该硫化机在使用机械手装置抓取橡胶隔膜修剪部分的同时,下顶杆顶起上顶杆,下模的气道打开,高压空气从第二中空通道中吹入第一中空通道并从气道进入下模。高压空气一方面能够冷却橡胶隔膜,另一方面气流吹入橡胶隔膜与下模的粘合处,帮助其分离,减小夹头拉拽橡胶隔膜的力,避免损坏橡胶隔膜,保证产品完好、性能优良。机械手装置与吹气装置通过电控配合取模,具有一致的出模时间,可保证产品性能的一致性,提高生产效率和产品质量,降低生产成本。

(本刊编辑部 赵敏)