

新产品 新技术

油田螺杆泵定子橡胶性能的影响因素

李萍¹, 陈勇²

(1. 大庆建设集团建材公司; 2. 大庆采油工程研究院, 黑龙江 大庆 163453)

摘要: 在油田领域中, 丁腈橡胶在举升原油的螺杆泵上的应用最为重要。着重分析了油田螺杆泵定子橡胶的使用环境、性能影响因素以及评价方法。还介绍了定转子之间的过盈值的选取所需要考虑的因素。

关键词: 螺杆泵油田; 丁腈橡胶; 定子橡胶

目前大庆油田螺杆泵定子均采用丁腈橡胶, 由于油井条件复杂, 含有多种腐蚀性介质, 国内许多厂家生产的定子橡胶的工作温度范围是低于 80 ℃, 如果要达到更高的温度则需要使用特殊型丁腈橡胶例如氢化丁腈橡胶, 并且配方还需要改进, 把定子橡胶的温度范围提高到 120 ℃以上已经成为一个重要的课题, 这也是丁腈橡胶在深井采油领域能够获得更好应用的前提。

1 油田用丁腈橡胶的类别

丁腈橡胶是由丁二烯与丙烯腈聚合而成的。按聚合温度分类可分为高温聚合丁腈橡胶及低温聚合丁腈橡胶两种, 目前主要采用低温聚合法生产; 按应用范围可分为通用型丁腈橡胶和特殊型丁腈橡胶, 通用型丁腈橡胶主要是指丁二烯与丙烯腈的二元共聚物, 用途广泛, 而特殊型丁腈橡胶包括引进第三单体的三元共聚物, 如羧基丁腈橡胶、部分交联丁腈橡胶、氢化丁腈橡胶、丁腈橡胶与聚氯乙烯的共混物等; 按物理形态分有块状、片状、粉末状或颗粒状和液态等几种。

丁腈橡胶的丙烯腈含量大约为 15%~50%, 其极性来源于共聚合时的极性单体——丙烯腈, 它赋予了丁腈橡胶优异的耐油性能。油田螺杆泵用丁腈橡胶可分为中高丙烯腈含量(31%~35%)、过高丙烯腈含量(36%~42%)和极高丙烯腈含量(43%以上)。中高丙烯腈丁腈橡胶是其中唯一适应含 CO₂ 流体的胶种, 但其耐油性能在三

者中最差; 过高丙烯腈丁腈橡胶耐油性能非常好, 各项物理性能优良, 并且性价比较高, 因此得到了较为广泛的应用; 极高丙烯腈丁腈橡胶的物理性能和耐磨性能优异, 耐温性能最好, 并且耐硫化氢性能好, 但是因为价格昂贵, 只有在特殊井况下才使用。

2 螺杆泵定子橡胶性能的影响因素

2.1 磨损的影响

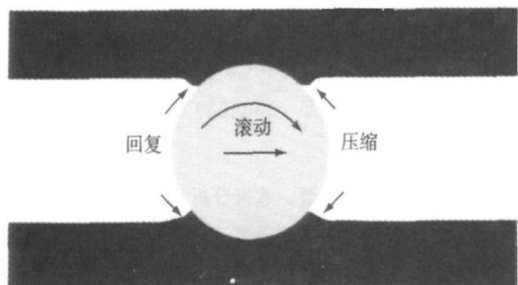
磨损一般有三种形式: 磨损失耗、疲劳磨损和卷曲磨损。磨损失耗是因为橡胶在粗糙表面上摩擦时, 由于摩擦表面上凸出的尖锐粗糙物不断切割、刮擦, 致使橡胶表面局部接触点被切割、扯断成微小的颗粒, 从橡胶表面上脱落下来。定子橡胶在进行原油抽提时, 原油中携带的油井泥沙就会形成磨损失耗。疲劳磨损是因为与摩擦面相接触的硫化胶表面在反复的摩擦过程中受周期性压缩、剪切、拉伸等形变作用, 使橡胶表面发生疲劳并逐步生成微裂纹, 这些裂纹发展导致材料表面微观剥落。卷曲磨损是因为橡胶与光滑表面接触时, 由于摩擦力的作用, 硫化胶表面的微凸不平的地方发生形变, 并被撕裂破坏, 成卷地脱落表面。

从定子橡胶的使用条件来看, 存在三种形式磨损, 但是最为重要的是疲劳磨损, 定转子之间的状态见图 1。由于定转子间存在过盈, 转子周期性地对不同位置的定子橡胶进行压缩/回复作用, 因此使定子橡胶产生疲劳, 进而导致老化, 使橡胶

性能下降, 又会产生磨损磨耗和卷曲磨耗。因此定子橡胶的耐磨耗性对其使用寿命是非常重要的, 特别应注意控制因疲劳磨耗而导致的老化。

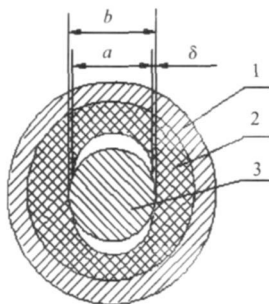
2.2 过盈值的影响

图 2 显示了过盈定转子之间的关系。



双面橡胶状态下的滚动摩擦

图 1 定转子之间的状态



1—定子钢套; 2—定子橡胶; 3—转子。

图 2 定转子间过盈配合

2.2.1 对容积效率的影响

螺杆泵容积效率是实际空腔体积与设计空腔体积的百分比。在油井高温、高压条件下, 原油或其中的某些化学物质通常会渗透到螺杆泵定子橡胶内部使橡胶膨胀, 体积增大, 占据空腔体积, 使实际储存油液的空腔体积变小, 导致容积效率降低。

2.2.2 对定子橡胶的影响

对于固定配方的定子橡胶, 过盈值的大小对泵效以及定子的寿命影响极大: (1) 过盈值大, 则会使转子对定子橡胶的磨耗加剧; (2) 过盈值大, 则会使摩擦生热量大, 加剧橡胶老化; (3) 过盈值过大, 容易出现卡泵现象; (4) 过盈值过小, 也会造成泵的举升液漏失, 无法实现举升功能。因此, 应当合理选择过盈值。

2.2.3 确定过盈值需要考虑的因素

1 排量的影响。排量越大, 过盈值应该

越大;

2 温度的影响。温度越高, 橡胶溶胀越大, 过盈值应该越小;

3 举升介质的影响。介质粘度越大, 过盈值应该适当小些。

2.3 井下泵橡胶所处的温度及流体环境的影响

2.3.1 原油的性质

原油中含有相当数量的芳香族(饱和烃、芳烃等)、少量的硫化氢和二氧化碳气体。芳香族化合物会使定子橡胶膨胀, 硫化氢和二氧化碳气体会使定子橡胶脆化、硬化, 以致破坏。

2.3.2 高温影响

在较高的温度下, 所有的橡胶都会降解, 力学性能降低。中等温度会引发新的交联键的形成, 使橡胶有一定程度的增硬。高温下, 分子链的断裂多于生成, 伴随着橡胶的结构破坏和网络的软化。在非常高的温度下, 主链裂解, 橡胶炭化或脆化。

油田井下泵温度受到多种因素影响, 变化不一。一般来说, 井下泵温度处于丁腈橡胶使用的中低温范围, 但是由于受不同的腐蚀性的介质作用, 会加剧橡胶的老化。

2.3.3 流体环境的影响

有机流体仅通过物理方式弱化弹性体, 而腐蚀性流体如酸和碱则会造成化学侵蚀。化学侵蚀也可以导致更进一步的破坏。丁腈橡胶不亲水和低粘度的液体, 吸收率低。吸收包括两个过程, 液体和气体溶解于表面(吸收), 然后通过扩散渗入。评价弹性体-液体体系与扩散相关的性质时, 通常采用吸收测试(测试试样饱和前后的质量)。

2.3.4 橡胶-金属结合的耐久性

许多文献表明只要选择合适的胶粘剂, 粘合强度很高, 在干燥条件下, 结合处的粘合强度与橡胶本体强度一样, 甚至更强。可惜目前油田井况条件复杂, 螺杆泵脱胶现象时有发生, 因此, 对胶粘剂的选取和粘接工艺等的研究也是一个重要课题。

3 定子橡胶的评价方法

对于一种成熟的橡胶配方, 评价方法要相对容易, 只要按照相关标准进行试验, 测试数值符合

标准,就可以认为该橡胶符合使用要求。但是,一方面由于目前国内的螺杆泵定子橡胶性能不稳定,厂家在不断的改进配方;另一方面,定子橡胶的胶种也不固定,可以是普通丁腈橡胶也可以是氢化丁腈橡胶,可以是丁腈橡胶也可以是碳氟橡胶(法国 PCM 公司研发的一种定子橡胶),因此采用统一的标准并不科学,这也给定子橡胶性能的评价带来了难度。

3.1 成熟度高的配方的评价

一种配方性能固定下来后,即可进行几种简单物理力学性能试验,然后对比全面测试的性能指标来简单评价性能的稳定性和可靠性。

3.2 不完善配方的评价

螺杆泵定子橡胶性能的评价重点在对工况条件的模拟试验过程中性能变化的评价。目前,对于不同的性能的定子橡胶,参考已有标准进行过程评价是可行的评价方法。

1. 对定子橡胶的物理性能进行测试,可以测试的项目包括拉断伸长率、拉伸强度、拉断永久变形、撕裂强度、磨损、耐老化性能或使用寿命、硬度、密度、溶胀性能(体积膨胀率、质量变化率和线性膨胀率)等。

2. 按照标准进行耐热耐介质性能试验。

3. 对耐热耐介质性能试验后的试样进行测试,

通过比对可以分析出材料的耐老化性能。

3.3 定子橡胶主要性能的评价

在诸多的测试性能当中,主要的性能应该包括粘性、弹性、温胀、溶胀性能、压缩性能、磨损性能以及老化后使用寿命。其中温胀、溶胀性能和老化后寿命最为重要,并且评价测试难度也较大。用压缩永久变形、压缩强度、压缩疲劳等性能代替标准中的拉伸性能,这样更便于对未知配方的性能进行测试分析和评价。动态的测试比静态的测试更加符合工况,但是没有标准可以遵循,可以进行定子橡胶对比试验,通过主要性能的比较分析,评价出性能的优劣。

4 结论

1 定子橡胶与轮胎用橡胶不同,要同时受到温度和多种介质的影响,同时还要受到周期的力的作用。

2 定转子之间过盈值的选取对于原油举升效果至关重要。

3 定子橡胶的温胀和溶胀的控制、使用寿命的延长以及摩擦性能的改善直接关系举升泵的应用和推广。

参考文献:略

炭黑价格普遍上扬 8%~10%

近两月以来,由于原料油价格不断走高,炭黑市场售价也持续上扬。目前的炭黑价格和 4 月初相比,提价幅度为 8%~10%。5 月初,天津海豚的 N220 的主流报价为每吨 7 600 元, N330 为 7 200 元, N550 为 7 400 元, N660 为 6 900 元。5 月中旬,青州博奥的 N220 出厂报价为 8 000 元, N330 为 7 600 元, N550 和 N660 为 7 600 元。而 5 月下旬,河北龙星的 N234 在华北地区的售价为 8 500~8 700 元, N220 为 8 000~8 200 元, N330 为 7 900~8 000 元, N550 为 8 000~8 200 元, N660 为 7 700~7 900 元。另外,5 月份中国出口到马来西亚克朗港的炭黑, N220 的 CIF 价为每吨 1 040 美元, N330 为 990 美元。 郭 轶

中国是印度第三大轮胎供应国

2007~2008 财年,中国成为印度的第三大轮胎供应国。而 2002~2003 财年,中国在印度的轮胎进口总量中,排名仅为第 39 位。

便宜的中国轮胎使印度的国产轮胎面临着极大的挑战,这主要是由于印度的原材料价格较高所致。据业内人士预计,中国将很快会成为印度最大的轮胎供应国。目前,印度每月从中国进口约 10 万条轮胎,每年的进口额约为 2.2 亿美元。

郭 贻

现有少量《2008 年全国橡胶行业及相关行业技术与贸易交流论文集》,欲购从速。每本 200 元。联系电话:010-51338150 联系人:杨 静