

抽油泵失效原因及解决措施分析

于静

(辽河油田公司曙光采油厂工艺研究所 辽宁 盘锦 124010)

DOI:10.12238/jpm.v3i4.4870

[摘要]抽油泵工作失效的因素具有多元性、复杂性,既与抽油泵自身设备、配套部件的质量控制有关,也与原油开采环境带来的腐蚀、卡堵、磨损等有关。因此,从抽油泵日常检测与清洁处理作业中,积极加大对油井下砂石、下落物的过滤、防范,来减少对抽油泵的损害与影响。同时,从优化配套工艺技术、提升防砂、无伤害洗井管柱技术水平,做好防腐配套与腐蚀监测,来保障抽油泵的稳定、高效作业。

[关键词]抽油泵;正常运行;失效原因;控制对策

Analysis on failure causes and solutions of oil well pump

Yu Jing

(Process Research Institute of Shuguang oil production plant of Liaohe Oilfield Company, Panjin 124010, Liaoning)

[Abstract] the factors of oil well pump failure are diverse and complex, which are not only related to the quality control of its own equipment and supporting components, but also related to the corrosion, blockage, wear and tear caused by the crude oil production environment. Therefore, from the daily inspection and cleaning of the oil well pump, actively increase the filtration and prevention of the sand and gravel under the oil well and the falling objects, so as to reduce the damage and impact on the oil well pump. At the same time, the stable and efficient operation of the oil well pump is ensured by optimizing the supporting process technology, improving the technical level of sand control and harmless well flushing string, and doing a good job in anti-corrosion supporting and corrosion monitoring.

[Key words] oil well pump; Normal operation; Cause of failure; Control Countermeasures

1 抽油泵结构以及正常的工作条件

对于普通的抽油泵来说,它的组成元件大致有:泵筒、活塞、吸入阀、排除阀。而对于一些特殊的作业环境下的抽油泵来说,还配有固定阀、球阀等等专业的装置。由此可见抽油泵的故障来源大致是这些部件。第一,抽油泵的正常工作环境必须是各个部件完全封闭,从而才能保证工作时对原油的正常吸入和排出。第二,泵内的液体必须时刻保证饱满,当发现泵内含有气体时,应该马上停止泵的工作运行,并排出气体,防止工作时由于高压强的环境使抽油泵发生爆炸断裂的情况。第三,保证抽油泵活塞的有效冲程足够长,因为活塞的有效冲程越长,抽油泵对原油的吸入和排出量就越大,从而可以在相同的条件下做更多的功。第四,调整好防冲距离,从而避免对固定阀的撞击。

2 失效原因简析

结合油井开采实际,定向井、侧钻井增多,采油调、堵、解工艺的不断改变,对地层出砂而带来的套损套变问题逐渐增多,抽油泵所面临的工作环境也更趋复杂。如柱塞上凡尔罩断脱、柱塞上下游动凡尔漏失、固定凡尔漏失、柱塞砂卡等问题突出。针对这些问题,其原因可以归结如下:一是泄油器销钉损坏,导致一些抽油泵下井工作后发生故障,其原因多与材料质量不合格有关。二是液流刺漏、丝扣、压紧端面损坏,特别是一些抽油泵本身材质不达标,在液流冲刷下导致丝扣损坏,或者诱发刺漏造成工作失效。三是固定凡尔球与凡尔座损坏问题,特别是在一些高矿化、高含水油井开采中,很容易腐蚀井筒,加之液流冲压大,造成固定凡尔漏失。据统计,在抽油泵故障分析中,固定凡尔漏失的主要因素为固定凡尔球腐蚀、固定凡尔球座刺。四是泵筒卡堵问题,从抽油泵检泵作业来看,砂粒、铁屑、胶皮、垢皮、灰浆等异物是造成卡堵的主要因素,这些问题与抽油泵工作过程中冲击力大、磨损时间长有关,进而引发井卡或漏失。五是泵体配套装置不协调问题,特别是井

斜、四寸套问题,加之冲次过高而带来的液流速快,高转速电机难以有效调速,使得抽油泵面临更多受限境况。如一些抽油泵实效与井斜偏大,柱塞磨损严重,拉杆锈蚀、偏磨等有直接关系。六是日常检泵管理不当,缺失日常有效维护。七是泵体腐蚀问题,如柱塞上凡尔罩故障多由腐蚀诱发,因防腐处理不当而导致躺井,不仅增加了开采成本,也是影响采油产量的重要因素。

2.1 作业施工质量方面

由于现场条件和周围环境的限制,不能保证下井管杆的清洁。同时由于控制成本,部分老化的管杆还在继续使用,地面部分泥土、砂粒、管杆壁上的铁锈、垢、死油等沉淀到固定阀上,造成阀密封不严或堵塞阀球,在活塞上下运动时造成活塞发卡不能正常抽油;某些泥质含量较高油井,在抽油过程中,出现周期性的固定阀堵塞,需多次作业更换固定阀座。从现场取出来的固定阀看,都有污物沉淀。如C1井,2020年3月31日下D44mm×3.3m新泵,未生产,示功图反映为泵漏,提出后鉴定发现泵筒和固定阀内被铁屑塞满,致使阀球与阀座密封不严。近两年鉴定的87台抽油泵中,43台属于此类情况,只是铁屑、碎石块、胶皮、杂草、粘稠状死油块等污物不同。

2.2 地层因素影响

由于地层条件复杂,地层出砂严重、产出液的高含水腐蚀性,不同程度的造成泵筒、柱塞、球阀的磨损腐蚀,使抽油泵失效。

2.3 抽油泵本身质量问题

目前泵筒本身质量问题主要是由材质与加工工艺引起,导致固定凡尔刺漏、活塞上罩脱断、泄油器销子刺坏、柱塞与泵筒间隙变大。现就引起抽油泵失效占比重大的凡尔失效进行原因分析。

2.3.1 凡尔失效

(1) 热处理工艺的影响

固定凡尔大都采用6Cr18Mo或9Cr18Mo材料制成。Cr在调制结构钢中的主要作用是提高淬透性,使钢经淬火回火后具有较好的力学性能;而Mo在钢中能提高淬透性和热强性,防止回火脆性。在热处理工艺中处理不当,将会造成固定凡尔的刺漏。

(2) 液击和气蚀的影响

在绝大多数情况下,抽油泵达不到理想工况,在上冲程过程中,泵腔内液体未充满时,泵腔顶部将出现低压气顶,在下冲程过程中,在活塞接触液体前游动阀处于关闭状态,与液体接触的瞬間液压突然升高,游动阀被打开,出现负向液击现象;在下冲程向上冲程转换的瞬间,游动阀由打开状态转换为关闭状态,出现正向液击现象;同时在泵腔内出现低压气顶时,液体被气化,而下冲程泵阀被打开的瞬间,又出现高压状态,气化的液体又被液化,形成瞬时真空,产生气蚀现象。在液击和气蚀的频繁作用下使固定凡尔和游动凡尔失效。

2.3.2 游动凡尔罩脱断

游动凡尔罩在理想状态下,所受的力为抽油杆本身的重力和其向上的拉力、泵筒与活塞之间的摩擦力、液柱的惯性载荷

等,凡尔罩在受到外力的综合交替作用下,形成了两个以凡尔罩为支点的力矩,这两个力矩在每个冲次中交替出现,加速了凡尔罩的疲劳破坏,尤其在活塞下行程时,凡尔打开的瞬间,高速高压的液流冲击阀球,由于液流速度的不均匀和其他原因引起的振动,使阀球运动偏离阀座孔轴线,碰撞球室侧壁,在凡尔球的反复冲击下,3条筋处的圆柱形内孔变成椭圆形,3条筋的壁厚变薄,造成凡尔罩断裂;同时由于力矩的存在,使拉杆和凡尔罩的结合处从过盈配合转化或部分转化为间隙配合,导致拉杆从凡尔罩上脱开。

由于检测设备缺乏,目前对抽油泵失效的鉴定手段较单一,通过目测发现鉴定泵的柱塞都有不同程度的划痕,这主要是由出砂造成。普通泵柱塞的结构决定了砂子只进不出,砂子聚积轻则刮伤柱塞和泵筒表面,增加漏矢量,重则发生卡泵事故。造成抽油泵失效还有工艺配套不合理、泵筒与柱塞副材料选配不当、井身结构等原因。

3 应对措施

3.1 重视作业施工质量

从固定凡尔堵塞来说,在下管柱过程中要注重对井口的保护,雨雪天气尤为注意;在完井后不能单纯试压,要按规定大排量洗井;作业监督要全过程、全方面的跟踪监督,保证按要求施工。

3.2 改善固定凡尔材质

用碳化钨钢硬质合金阀座替代6Cr18Mo或9Cr18Mo阀座,其硬度和脆性较6Cr18Mo或9Cr18Mo都大,液量高(大于60t/d)的井,由于阀球与阀座的撞击力大,使用碳化钨钢阀座,会因脆性大而容易被阀球撞坏,导致泵阀漏失。目前产液量大于60t/d的井很少,适合用其代替原来的不锈钢阀座,现在防腐泵用的就是这种材质的阀座。经过实践证明效果显著,在鉴定的27台因固定凡尔刺漏失效的抽油泵中仅有1台防腐泵阀座刺漏。

3.3 合理调整抽油机工作参数

对于液击和气蚀引起的固定凡尔失效,应优化抽油机工作参数,合理下调冲次,以便提高充满程度,从而降低对固定凡尔的影响。同时减少了阀球与阀座的撞击次数,延长了其寿命。

3.4 因地层因素影响采取以下措施

(1) 对井下抽油泵的表面材料和表面强化工艺进行优选,提高泵对高含水、强腐蚀、出砂严重等恶劣工作环境的适应性。

(2) 改进常规泵柱塞衬套副的结构,采用易排砂的结构,在柱塞上设置螺旋防砂槽和导砂孔,提高防砂和排砂能力,减少砂卡、刮伤柱塞和衬套的可能性。

(3) 根据油井区块出砂程度制定单井防砂措施,利用化学固砂、复合防砂和高效防砂管等新工艺、新技术,减少出砂,改善井下设备的工作条件。

(4) 向含水高的井管柱中加缓蚀剂,减轻对固定凡尔的腐蚀。建议采油厂开展单井缓蚀试验,并对单井缓蚀与泵站集中缓蚀进行效益论证,探索单井缓蚀的方法。

4 改进抽油泵的工具配套

4.1 防堵塞固定凡尔

固定凡尔分为旁通式和内口袋式, 分别适用于全井和分层生产。在管杆下井过程中, 上部沉淀物落到固定阀罩上, 通过环空沉淀到尾管内。在抽汲过程中, 柱塞做上下往复运动, 上冲程时活塞的游动阀关闭, 固定阀球开启。柱塞将泵上腔室液体排至泵上油管内, 同时, 井内液体在泵入口压差作用下经旁通入口进入并充满泵下腔室, 下冲程时, 固定阀关闭, 游动阀开启, 泵下腔室的液体经游动阀转移到泵上腔室, 柱塞往复运动便将井液不断地抽汲到井口。尾管和丝堵构成泵的密封腔室, 必须保证其密封性。

4.2 活塞上罩改进

上述分析显示出油孔三条筋为上阀罩发生磨损断裂的最薄弱环节, 因此, 改变其受力状况的结构设计为最有效的解决方法, 针对活塞上罩强度低极易在凡尔球反复冲击下变形的缺点, 将凡尔球活动的球室与出油口分开, 加厚加长出油口处的管壁, 使凡尔球回落时间减少, 这样既保证活塞上罩的强度, 又提高了泵效。

4.3 泄油器的改进

多年来, 泄油器两端为公扣, 组装抽油泵时程序复杂, 密封点增加, 受油管接箍质量、密封胶性能等因素的影响, 使抽油泵密封性能下降。有时在地面试压不漏, 而在井下长期受地层压力、温度的影响下, 造成渗漏, 从而造成作业返工。为此对其进行了改进, 将公扣改为母扣, 一体式结构, 减少密封点两个, 从而简化了组装程序, 提高了质量。

4.4 柱塞的改进

在抽油作业中, 柱塞做上下往复运动。原油中一般富含砂粒或岩屑, 普通泵柱塞由于结构特点, 砂子只进不出, 砂子的聚集引起这对摩擦副局部严重磨损, 有时还会因磨损和发热发生胶合, 甚至出现卡泵现象。为了避免以上问题发生, 采用螺旋阀罩式和螺旋柱塞式两种单向间歇转动的旋转柱塞较为有效。

工作原理:

柱塞下冲程时, 固定阀关闭, 迫使泵筒内的原油通过柱塞上部的游动阀罩流出柱塞总成。由于阀罩的出油槽为螺旋形, 原油向上流动的速度在这些槽的上边缘分解出一水平分速度, 从而对阀罩产生转矩。螺旋柱塞通过上部柱塞的螺旋形出油槽, 对阀罩产生转矩。槽阀罩与柱塞为刚性连接, 当柱塞向下运动, 螺旋槽阀罩往外排油时, 柱塞与螺旋阀罩一起相对于泵筒转动, 转动方向与螺旋槽的旋向有关。柱塞在上冲程期间, 没有原油流经阀罩, 不产生转矩, 柱塞不转动。故在整个抽油过程中, 柱塞仅在下冲程期间间歇单向转动, 从而使泵筒与柱塞均匀磨损。

5 抽油泵失效的其他控制措施

5.1 改进深井的抽油泵工艺设计

随着对原油开采的复杂和困难程度不断增加, 以目前的抽油泵是不能够胜任的, 虽然只能保持正常开采工作, 却无法提高工作效率与多元化开采。因此, 相关部门应该在国家的扶持下, 鼓励科技人员, 积极地对油泵进行研究完善, 同时要注意细节, 积极整理研发资料。

5.2 加强抽油泵的质量管理

原油开采相对于其他行业具有特殊性和重要性, 对油泵的检测和维护就变得十分重要与必不可少。所以, 企业应快速建立起一支高素质, 具有较强敬业精神, 拥有专业知识和能力的维护队员, 利用现代的科学技术, 结合电脑数据, 积极研究方案, 加强对油泵的维护与管理, 从而使油泵能够稳定运行。

5.3 加强采油设备的环境安全

控制油泵的环境安全既要有内部的保护, 又要有外部的清洁。原油的开采具有特殊性, 原油的长期开采会对抽油泵产生一定的损害, 原有的污染会使油泵发生阻塞甚至停止工作。维护人员在对油泵进行检测时, 应及时对油泵进行清洁, 保证油井具有干净整洁的外部环境, 同时, 清洁油井的同时, 对油井中的沙石, 下落物, 要进行及时的过滤, 防止污染抽油泵, 导致抽油泵出现安全隐患。

6 结束语

总而言之, 抽油机井作业施工过程中, 由于抽油泵失效造成的作业返修占到 40%以上, 造成抽油泵失效的原因很多, 有作业施工质量、采油矿管理、地层影响以及泵本身质量等问题。由于以上问题的存在, 造成作业工作量加大原油产量紧张、开采成本增加。本文就抽油泵失效原因进行了简要分析, 提出了防范措施。施工质量、地质条件、工艺配套、抽油泵本身等因素都会影响抽油泵的质量, 以上文中所述, 从理论上完全可以降低抽油泵质量问题的发生, 特别是几种抽油泵配套工具的改造, 据实践证明, 获取资料显示, 取得了较好的效果, 建议作业公司联系厂家引进或进行试制, 以见证其实效, 通过新工具及工艺措施, 从而保证抽油的顺利进行, 避免无功作业, 降低管理成本。

参考文献:

- [1]吴小文.油田油井检泵作业原因分析及治理对策[J].化学工程与装备,2021,01:33-34+32.
- [2]屈文涛,郝彦龙.国内油田抽油泵应用工况及失效形式综述[J].信息记录材料,2018,1912:247-248.
- [3]张心明,胡嵩,赵怡然,郑龙.抽油泵泵筒与柱塞表面耐磨技术研究进展[J].石油矿场机械,2019,4801:73-80.
- [4]谢文献,卢建平,姚诚,李勇强,袁晓鹏.油井出砂造成抽油泵失效机理分析及措施[J].石油矿场机械,2003,05:72-75.
- [5]王志国,李东明,许涛.抽油泵故障树及模糊综合评判组合分析研究[J].石油学报,2003,06:87-89.
- [6]范汉中.抽油泵自封开关失效原因分析及打捞措施研究[J].内蒙古石油化工,2016,4203:23-25.
- [7]姜晖,晏祥慧,孙晓忠.抽油泵泵筒柱塞摩擦副配对试验研究[J].石油机械,2002,08:7-10+3.