

光杆断脱自动防喷装置的研制*

李海涛 赵凯 温丽娟

(中国石油吐哈油田分公司鄯善采油厂)

摘要 抽油井在运行过程中时有因光杆断脱导致的井口失控油气泄漏,从而引起安全环保生产事故。为解决该类问题,研制一种光杆断脱自动防喷装置。通过前期设计、室内实验及现场实验,逐步改良结构和密封方式,使该装置具备了安装简单、现场操作方便、运行稳定可靠、能在光杆断脱后自动密封控制井口等特点,有效消除了环境、安全等次生事故发生。

关键词 光杆;断脱;自动防喷;安全;环保

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2020.01.005

文章编号:1005-3158(2020)01-0015-02

0 引言

吐哈油田勘探开发区域内多数地区遍布坎儿井、湿地、水渠和农田,生产环境复杂,环保形势严峻^[1]。抽油机生产过程中的光杆断脱致使盘根密封失效、井口失控,从而造成油气泄漏和环境污染,引起安全环保生产事故^[2]。为此,研制出一种抽油井光杆断脱自动防喷装置。该装置适用于现有抽油井井口装配工艺,满足采油采气技术要求,尤其能起到抽油井光杆断脱后井口的密封作用,消除安全环保风险。

1 防喷装置原理

受井下杆式泵工作时固定凡尔受泵体腔内压力作用而密封的原理启发^[3],在井口盘根盒上安装倒置凡尔球座装置,在光杆断脱掉入井筒后,隐藏于侧孔通道的密封球进入主体装置中心孔处,借助井筒及系统压力作用,密封球被座封在装置上部密封环,起到密封井口的作用。

2 防喷装置的研制

2.1 研究思路

- 1)光杆断脱后实现井口完全密封,最小承压范围大于井口生产闸门所承受的压力(2.5 MPa)。
- 2)实现自动密封。
- 3)安装及使用简单,不影响现有的生产流程及后期井口日常操作。

2.2 实验与改进

根据研究思路设计了多款防喷装置雏形,开展室内静态承压、动态模拟实验和现场安装实验。

2.2.1 室内实验

以水为介质,模拟井筒液分别开展室内承压和动

态模拟实验。

1)静态承压实验

采取密封打压,阶梯升压为0.3,0.5,1.0,1.5,2.0,4.0,6.0,8.0 MPa。要求装置稳压30 min,全阶段无压降和泄漏。

2)动态模拟实验

分别模拟承压2.0,1.0,0.5,0.3 MPa下光杆断脱入井情况。要求装置分别在高压和低压情况下都能实现自动密封。

2.2.2 现场实验

随机选择40口抽油机井进行现场安装,跟踪装置安装、运行及维护情况,收集相关问题并进行针对性改进。

根据实验结果,经反复论证,对初期设计的装置进行了如下改进。

1)密封球体材料改进

前期考虑为避免球体与光杆摩擦使光杆受损而采用尼龙材料,而后在室内实验中发现,尼龙密封球会因压力过高而变形,不能起到完全密封的作用,因此,采用刚性较好的钢球代替。

2)密封球体进入中心孔密封方式改进

前期采用尼龙球配合压缩弹簧的方式使尼龙球在光杆断脱后在弹簧的作用下进入中心孔密封^[4],但尼龙球换为钢球后,若继续采用钢球和弹簧压紧的方式,长时间运行过程中会导致光杆和钢球互相摩擦受损而影响密封。根据反复实验和调研,创新性的采用钕铁硼强磁铁加工的密封环,取消弹簧压紧方式,将密封球侧直型孔室改为与钢球外径相当的半弧形,预留一定的活动空间,改用磁力作用引导钢球进入中心

* 光杆断脱自动防喷装置已获得国家知识产权局颁发的实用新型专利证书。专利号:ZL 2018 2 1474918. X。

李海涛,2005年毕业于西安石油大学石油工程专业,现在中国石油吐哈油田分公司鄯善采油厂从事采油采气工艺技术研究工作。通信地址:新疆鄯善火车站镇吐哈油田公司,838202。E-mail:lt2008_1@126.com。

孔的方式进行密封。

3) 密封球侧孔室堵头改进

前期未考虑该装置在维护过程中更换密封球拆卸堵头存在泄压风险问题。根据现场实验安装情况和巡检人员的建议,增加堵头泄压阀门,进一步确保该装置运行和日常检查零风险。

4) 装置内部防偏磨改进

在部分敏感区域,采油井口为满足测试需要采用偏心井口。偏心井口为长喉管设计,易造成喉管和光杆不完全同心的情况,在井口安装该装置后,易造成该装置内钢制密封环与光杆偏磨。因此,在该装置内部添加尼龙光杆限位扶正器,避免偏磨^[5-6]。

2.3 装置主要技术参数和工作原理

1) 主要技术参数

外形尺寸:226 mm×150 mm×133 mm;

最大承压:15 MPa;

最小通径:32 mm;

扣型连接:NU73 mm;

适用光杆直径:28 mm;

本体材质:铁锰铝系奥氏无磁结构钢;

密封球材质:铁铜钨超硬度顺磁合金;

密封球直径:38 mm;

密封环材质:钕铁硼永磁合金;

密封环磁力:1.5 T。

2) 工作原理

光杆断脱掉入井筒后,隐藏于侧孔通道的密封钢球在主体装置中心孔液体流动形成的负压作用下被推至主体装置中心孔处,由于上部密封环材质为钕铁硼磁铁,借助磁力作用和井筒及系统压力作用,密封钢球被座封在装置上部磁铁密封环,起到了密封井筒的作用,装置现场安装位置见图1,结构示意图见图2。



图1 装置现场安装位置

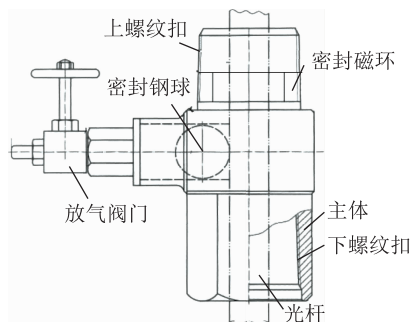


图2 装置结构示意图

3 现场应用情况

2018年9月—2019年6月,在吐哈油田所属鄯善、吐鲁番和三塘湖3个采油厂敏感区域的331口单井安装了光杆断脱自动防喷装置。

2019年6月2日,WX3-X1井光杆在位于悬绳器下端3 cm处断裂,断裂光杆落入井中,光杆断脱自动防喷装置成功实现自动封井,未出现泄漏,有效避免了井场污染和生产安全环保事故。2019年8月9日,WX3-X2井光杆断裂,光杆断脱自动防喷装置同样成功实现自动封井,未出现泄漏。

4 结束语

光杆断脱自动防喷装置具有设计简单合理,现场操作方便,安全性高等特点,可以降低生产风险,避免光杆断脱后造成的油气污染和安全环保事故,在抽油机井上具有井控和环保推广价值。该装置已获得国家知识产权局颁发的实用新型专利证书,且已完成国家发明专利申请,目前正等待批复。

在该装置的研制过程中,从静态到动态实验,从室内到现场实验检验,从设计加工到结构改进,都充分体现了机械设计方法的重要性,具有一定的借鉴意义。

参考文献

- [1] 曲作明,孔庆花,赵德武.油气田井口控制环修井技术研究与应用[J].油气田环境保护,2018,28(3):18-19.
- [2] 刘扬,杜树勋,张奎祥,等.DG光杆断脱自动防污染装置[J].石油机械,2004,32(1):56.
- [3] 罗英俊,万仁溥.采油技术手册[M].北京:石油工业出版社,2005:154-169.
- [4] 李勇,张园.塔河油田抽油机井抽油杆断脱原因分析及治理对策研究[J].价值工程,2014(16):321-322.
- [5] 胡广强,李赵飞,王东寨.关于托甫台地区抽油杆断脱的原因分析及综合治理方法[J].新疆石油科技,2012,22(3):35-37.
- [6] 张军,费江,朱庆祝,等.石南21油田抽油杆上部断脱分析及对策研究[J].新疆石油天然气,2013,9(3):92-96.

(收稿日期 2019-06-04)

(编辑 郎延红)