

新型封隔式尾管悬挂器的开发与应用

马兰荣 郭朝晖 姜向东 郑晓志

(中国石化石油勘探开发研究院德州石油钻井研究所, 山东德州 253005)

摘要: 针对常规尾管固井重叠段固井质量差的问题, 研制了新型封隔式尾管悬挂器。该悬挂器具有悬挂、封隔两种功能, 能够有效地密封重叠段, 防止油、气、水窜的发生。地面试验和现场应用表明, 封隔式尾管悬挂器结构合理, 密封可靠, 操作简便, 有效地解决了尾管固井过程中重叠段固井质量差的难题, 具有极大的推广应用价值。

关键词: 衬管悬挂器; 封隔器; 固井; 密封件

中图分类号: TE925⁺.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0890 (2006) 05-0054-03

目前, 一些地区在尾管固井时, 其尾管重叠段固井质量较差, 主要原因为: 在高压气层, 由于水泥浆中的空隙水随着水化和滤失不断减少, 空隙内压力不断降低, 导致气层气体侵入到水泥浆基体内产生气窜; 在一些低压易漏地层, 水泥浆容易进入地层, 致使返浆达不到重叠段, 造成尾管顶部环空不能有效封隔。在重叠段挤水泥补救固井, 不仅花费大, 而且成功率低。为此, 研制了新型封隔式尾管悬挂器。与常规尾管悬挂器相比, 该悬挂器具有坐挂、封隔两种功能, 可在环空形成有效密封, 防止油气水窜^[1]。

1 设计要点

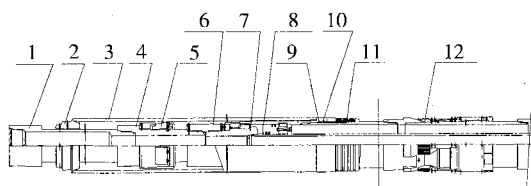
- 1) 封隔器密封元件双向密封能力均不低于 25 MPa, 并能适应高温环境;
- 2) 封隔器坐封后, 上、下双向锁紧力不低于 800 kN, 以免封隔器胶筒发生松弛, 导致密封失效;
- 3) 在入井过程中遇阻时, 上提下放不会导致封隔器提前坐封;
- 4) 适用于各种复杂井况, 如深井、超深井、水平井等, 并能与各种型号的尾管悬挂器配套使用;
- 5) 满足行业标准 SY/T5083—2005《尾管悬挂器及尾管回接装置》的有关要求。

2 原理及特点^[1-4]

2.1 结构原理

新型封隔式尾管悬挂器由送入工具、密封总成、封隔器总成、悬挂器总成等部件组成, 如图 1 所示。

送入工具总成主要由提升短节、塞帽、坐封总成、倒扣总成及中心管等组成, 主要作用是实现尾管



1. 送入工具; 2. 塞帽; 3. 回接筒; 4. 坐封接头; 5. 坐封挡块;
6. 倒扣上接头; 7. 倒扣下接头; 8. 密封总成; 9. 封隔器总成;
10. 锁紧装置; 11. 胶筒; 12. 尾管悬挂器

图 1 封隔式尾管悬挂器结构

的送入、坐挂, 封隔器的坐封及送入工具与尾管的“脱手”。

坐封总成由坐封接头、坐封挡块及坐封套筒组成, 主要作用是坐封封隔器。在组装状态, 坐封挡块收缩在回接筒内, 当固井完毕, 将送入工具提出回接筒后, 坐封挡块在弹簧的作用下打开, 下放钻具, 坐封挡块便坐在回接筒上端面上, 下放一定质量的钻具, 便可坐封封隔器。

封隔器总成由封隔器本体、胶筒、锁紧装置、剪钉等组成。封隔器本体的上端连接密封外壳, 下端连接在悬挂器本体上; 胶筒及锁紧座依次套在封隔器本体上, 锁紧座内表面与本体外表面间装有锁紧装置, 该装置只能沿本体下行, 不能上行, 从而保证坐封后能够锁紧胶筒, 防止退回。

坐封时, 通过下压送入工具上的坐封挡块, 下压

收稿日期: 2006-02-17; **改回日期:** 2006-05-17

作者简介: 马兰荣 (1967—), 女, 河北东光人, 1989 年毕业于石油大学 (华东) 机械系, 2003 年获石油大学 (北京) 石油工程专业硕士学位, 工具研究室主任, 高级工程师。

联系电话: (0534) 2561220

回接筒+锁紧座，当压力达到额定值时，剪钉剪断，继续下压，压力作用在胶筒上。于是，胶筒在轴向缩短，在径向胀大，当其外径接触到上层套管内壁时，实现坐封。

2.2 工作程序

入井管串为：送入工具+封隔式尾管悬挂器+尾管串+球座+尾管+浮箍+尾管+浮鞋。一般将管串下入井内设计位置后，从井口投球，当球到达球座位置时，憋压，坐挂尾管悬挂器。继续憋压，剪断球座剪钉，球及球座体下落，循环畅通后，正转钻具，倒开送入工具与尾管间的反扣，实施“脱手”。进行注水泥作业，当注水泥量达到设计值时，压入钻杆胶塞，与中心管下部的尾管胶塞组成复合胶塞，运行至球座位置时，碰压。上提钻具约 2 m，再下放，如果钻具不能放回原位置，则证明坐封挡块已经打开，继续下压至 200~500 kN，即可坐封封隔器。

2.3 特点

- 1) 具有在注水泥前坐挂尾管、注水泥后立即封隔尾管与套管环空的功能，可避免油、气、水窜流；
- 2) 能承受较大的正负压差作用；
- 3) 可与其他类型的尾管悬挂器配套应用；
- 4) 密封芯子能随送入工具提出井口，节省了钻密封芯子的时间；
- 5) 密封总成采用“W”形多组密封件，具有双向密封功能，密封效果佳；
- 6) 悬挂器、封隔器上下均配有扶正环，既可以保证扶正效果，又可以保护液缸、卡瓦、胶筒不受损伤；
- 7) 倒扣容易、可靠，无需找中和点，只要将送入钻具下压 50~100 kN，然后正转即可倒扣。

3 地面试验^[4]

3.1 单元功能测试

3.1.1 胶筒压缩试验

分别测试了单个胶筒在轴向力作用下的轴向变形和径向变形量，结果详见表 1。

表 1 封隔胶筒压缩试验结果

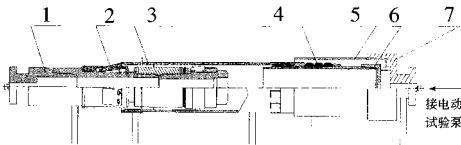
轴向压力/kN	轴向位移/mm	径向变形量/mm
20	1.6	1.1
40	3.6	2.8
60	5.7	4.7
80	7.6	6.6
97	9.7	7.7

由表 1 可看出，随着轴向力的不断加大，轴向位移和径向变形量均不断增加，当轴向力达到 97 kN

时，胶筒接触到上层套管，继续加载，轴向、径向变形均不再增加。

3.1.2 坐封试验

在试验台架上轴向加载至 200 kN，完成封隔器坐封。从图 2 右端接试验泵，加压至 25 MPa，稳压 15 min，无渗漏，证明封隔器密封良好。将送入工具和回接筒卸掉，从左端加一挡板顶住封隔器本体，如图 3 所示，隔 5 d 后再次从右端加压至 25 MPa，稳压 15 min，无渗漏，锁紧座未发生轴向位移。说明该封隔器在经过数日放置后，未发生松弛现象，锁紧能力已达到 950 kN（根据密封压力换算而得）。



1. 试验封头；2. 坐封挡块；3. 回接筒；4. 封隔器胶筒；5. 套管；6. 堵头；7. 封头

图 2 封隔器坐封试验

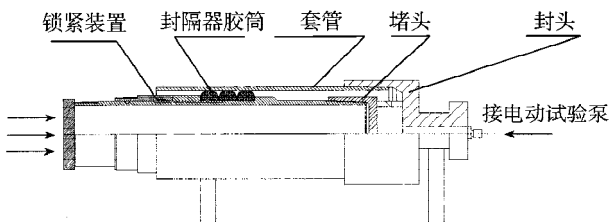


图 3 封隔器锁紧力试验

3.2 整机性能测试

将送入工具、回接筒、密封总成、封隔器总成、悬挂器总成等组装在一起，并在悬挂、封隔总成外套上一段套管，一起放在试验台架上。憋压至 9 MPa 时坐挂剪钉剪断，卡瓦在活塞推动下沿锥体上行，楔紧在锥体与上层套管间，实现坐挂后，固定外层套管，从悬挂器端施加拉伸载荷，至 1 800 kN 时停止加载，保持该载荷 15 min，外层套管没有发生变形，说明其坐挂能力、承载能力满足设计要求；从送入工具端施加轴向压力至 200 kN，实现坐封。从外层套管下端接试验泵，加压至 25 MPa，稳压 15 min，无渗漏，证明封隔器坐封后密封达到了设计要求。

4 现场应用

新型封隔式尾管悬挂器在渤海、南海、胜利、塔河等油田先后推广应用数十套，取得了良好的应用效果。

4.1 BZ25-1-20 井

BZ25-1-20 井是渤海中部的一口生产井，完钻井

深 3 073 m, 最大井斜角 63° , 悬挂器位于井深 1 879 m 处, 尾管长 1 184 m, 尾管浮重 330 kN, 钻具与尾管重 110 kN。由于井斜角较大, 所以配套使用了尾管送球器。管串组合为: 浮鞋+套管+浮箍+套管+挡板+套管+锁紧座+套管串+送球器+封隔式尾管悬挂器+ $\phi 127.0$ mm 钻杆+钻杆水泥头。

管串下入过程中遇阻, 经过数次上提、下放, 下至设计位置。开泵, 泵压 5 MPa, 排量 $0.4 \text{ m}^3/\text{min}$, 1 h 后投球, 20 min 后, 球到达送球器位置, 憋压至 12 MPa, 悬重下降 280 kN, 送入钻具下行 0.5 m, 判断坐挂成功。继续加压至 14 MPa 时, 送球器上剪钉剪断, 泵送送球器到达锁紧座位置, 压力达到 20 MPa 时, 送球器下剪钉剪断。循环后倒扣, 正转 30 圈, 上提钻具 0.9 m, 悬重不变, 证明倒扣成功。固井, 替浆 32 m^3 , 碰压 $8 \sim 18$ MPa, 放回水, 浮箍、浮鞋密封良好。上提钻具 2.0 m, 缓慢下压 350 kN 坐封封隔器, 环空憋压至 20 MPa, 无压降, 证明封隔器密封效果良好。上提钻具, 循环出悬挂器上方水泥浆, 起钻, 候凝。

4.2 郑 6-平 6 井

郑 6-平 6 井是胜利油田的一口重点井, 完钻井深 1 539 m, 最大井斜角 92° , 采用 $\phi 139.7$ mm 筛管完井。该井井深 1 130 m 以深地层破裂压力很低, 必须采用封隔器有效封隔该层段, 才能实施正常固井。由于管外封隔器在水平段不能有效胀封, 会造成水泥全部进入漏层、环空无水泥。因此, 该井采用封隔式尾管悬挂器悬挂筛管, 封隔低破裂压力层段。但是, 整个工具由于居于水平段, 下入、坐挂、坐封、倒扣丢手、坐挂及上提判断等一系列操作都有困难。为确保成功, 进行了地面试验, 试验结果表明, 新型封隔式尾管悬挂器达到了在偏心状态下坐封并密封的要求, 其中密封压力达到 25 MPa。

该井封隔式悬挂器坐挂于井深 1 123 m 处, 井斜角 70° , 管串组合为: 引鞋+筛管+盲管+套管+封隔式尾管悬挂器+送入钻具+钻杆水泥头。将尾管下至井内设计位置后, 开泵, 憋压至 12 MPa, 稳压 2 min, 下放尾管, 判断坐挂成功; 正转倒扣, 上提钻具 2 m, 再缓慢下放, 下压钻具 330 kN, 坐封封隔器。环空试压 12 MPa, 压力不降, 证明封隔器密封良好。之后, 进行回接作业, 下入 $\phi 139.7$ mm 套管+ $\phi 177.8$ mm 回接插头, 注水泥。

整个施工过程非常顺利, 封隔式尾管悬挂器在井斜角 70° 的井况下, 下入、坐挂、倒扣、坐封等各项操作均顺利, 各项技术指标均达到了设计要求。

4 结论和建议

1) 地面试验及现场应用表明, 新型封隔式尾管悬挂器结构设计合理, 使用简便, 具有坐挂、封隔两种功能, 可解决因重叠段固井质量差而产生的密封不严问题。

2) 新型封隔式尾管悬挂器能够承受较大的正负压差, 并可有效地防止水泥浆凝固过程中气窜的发生, 特别适合于气井尾管固井。

3) 新型封隔式尾管悬挂器适用于漏失井、水平井等的复杂井况, 并可进行层段封隔。

参 考 文 献

- [1] 马开华, 朱德武, 马兰荣. 国外深井尾管悬挂器技术研究新进展 [J]. 石油钻探技术, 2005, 33 (5): 52-55.
- [2] 马兰荣. 尾管顶部封隔器密封之件的设计计算与有限元分析 [J]. 石油钻探技术, 2005, 33 (6): 45-46.
- [3] 常会军, 谢亚龙, 李明琴, 等. 水力压缩式封隔器卡水管柱在抽油井上的应用 [J]. 石油钻探技术, 2002, 30 (5): 58-59.
- [4] 任贵兴. DYC-C 型液压尾管悬挂器的研制与应用 [J]. 石油钻探技术, 2000, 28 (4): 30-31. [审稿 马开华]

Design and Application of a New Packer Liner-Hanger

Ma Lanrong Guo Zhaohui Jiang Xiangdong Zheng Xiaozhi

(Dezhou Petroleum Drilling Research Institute, Petroleum Exploration & Development Academy of Sinopec, Dezhou, Shandong, 253005, China)

Abstract: A new packer liner-hanger has been developed to solve poor cementing problem often occurred in the overlaying interval in conventional liner cementing operation. The liner-hanger with a packer performs functions of hanging and sealing, and can effectively seal overlaying casing interval so as to stop fluids from channeling. Surface tests and field applications have showed its rational structure, liable sealing, and easy operating way. This tool has effectively solved foregoing problems and is great worthwhile being applied more widely.

Key words: liner hanger; packer, well cementing; seal element