

泵封一体找堵水管柱用游动底堵的研制

秦世群¹ 宋保建¹ 马宏伟² 王登辉¹ 刘洪涛² 李新华¹

1.中石化河南油田分公司采油一厂 河南 桐柏 474780

2.中石化河南油田分公司工程技术研究院 河南 南阳 473132

【摘要】：本文针对目前泵封一体双封找堵水管柱在单采最下层时，封隔器解封过程中会形成活塞效应，导致解封负荷增大、解封困难，甚至造成无法解封而大修的问题，研制了游动底堵。游动底堵包括套状壳体、活塞、压簧、挡环、O形密封圈。套状壳体内滑动密封装配有活塞，活塞的往复移动行程中具有上极限位和下极限位，压簧在套状壳体内，对活塞朝下压住活塞，座封时管柱下放，下部套管压力增加推动活塞向上移动，增大下部空间；解封时管柱上提，上部液体推动活塞向下移动，从而降低解封封隔器时由于活塞效应需要克服的阻力即解封负荷，平衡活塞上下压力，减轻活塞效应。现场应用 187 口井，工艺成功率 100%。

【关键词】：油井；找堵水；游动底堵

1 项目研究背景

1.1 泵封一体双封找堵水技术现状

在油田开发中后期，特别是在注水开发油田的开采后期，随着地层含水量的变化，层段划分越来越细，层间矛盾越来越突出，高低含水层共存。为了认识油层，稳油控水，需要经常进行找堵水作业。目前找堵水作业中常用的管柱是泵封一体双封找堵水工艺管柱，如图 1，该管柱在泵下接有 Y111 封隔器、筛管、Y211（或 Y221）封隔器、死堵。该找堵水管柱由于是泵封一体，且使用常规封隔器工具便宜，操作简单，换层方便，现场得到大量应用。

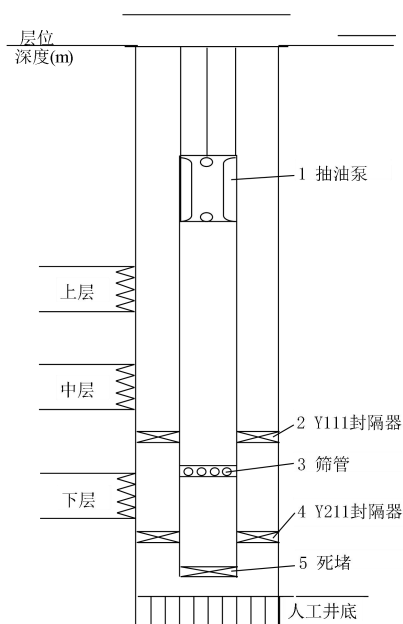


图 1 泵封一体双封找堵水工艺管柱

1.2 存在问题

泵封一体双封找堵水管柱在单采最下层时，由于 Y211（或 Y221）封隔器座封于最下部油层以下，且油管尾部连接有死堵，封隔器座封后位于封隔器以下的套管内会形成死堵，因此在封隔器解封过程中下部死堵空间要变大，需死堵内的液体不会膨胀，因此死堵内压力降低，会形成活塞效应，导致解封负荷增大、解封困难，甚至造成无法解封而大修。

2 游动底堵的研制

2.1 设计思路

设计一种具有上下空间补偿功能的死堵，替换图 1 中的死堵，在封隔器座封时能将死堵下方空间变大，在封隔器解封时能把死堵下方空间变小，且具有自动补偿功能，这一工具要具有上下极限位，在泵封一体双封找堵水管柱下井过程中井液压力激动时能保证处于有利的补偿位置。这样设计，座封时泵封一体双封找堵水管柱下放，Y211（或 Y221）封隔器下部套管压力增加，具有补偿功能的死堵使下部空间增大，压力保持原来压力，便于封隔器座封；解封时上提泵封一体双封找堵水管柱，Y211（或 Y221）封隔器下部套管压力降低，具有补偿功能的死堵使下部空间减小，从而降低解封封隔器时由于活塞效应需要克服的阻力即解封负荷，平衡 Y211（或 Y221）封隔器上下压力，减轻活塞效应。

2.2 游动底堵结构

如图 2，游动底堵主要由套状壳体、压簧、活塞、挡环、O 形密封圈等组成。

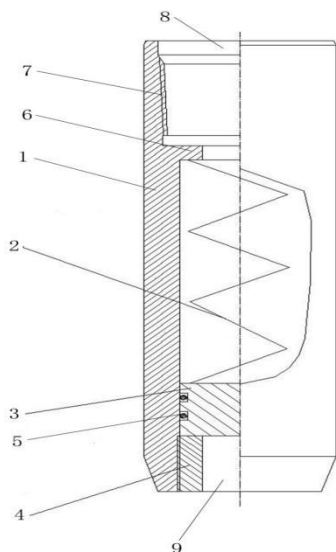


图2 游动底堵结构示意图

1-套状壳体；2-压簧；3-活塞；4-挡环；5-O形密封圈；6-内凸环；7-内螺纹段；8-油管连通口；9-套管连通口

2.3 工作原理

如图2，游动底堵包括竖向延伸的套状壳体，套状壳体的上端设有用于与上部油管连通的油管连通口，套状壳体的下端设有用于与封隔器下方的油套环空连通的套管连通口。套状壳体的上端设有内螺纹段，套状壳体通过内螺纹段与上部油管螺纹连接。套状壳体内滑动装配有活塞，活塞上设有两道O形密封圈而与套状壳体实现滑动密封配合。活塞在套状壳体内上下移动时能够调节Y211（Y221）封隔器下方的套管内容积，从而改变封隔器下部液体压力。

活塞的往复移动行程中具有上极限位和下极限位。套状壳体的内壁面上设有内凸环，内凸环位于内螺纹段的下侧，内凸环与活塞之间夹装有压簧，压簧对活塞施加朝向套管连通口的作用力。套状壳体内于活塞下方设有用于对活塞下移行程进行限位的挡环，封隔器座封前，活塞在压簧的作用下抵顶在挡环上而处于下极限位即活塞的初始位置。通过设置挡环能够避免活塞下移时从套状壳体下部脱出。为便于活塞和压簧装配，使挡环与套状壳体螺纹连接。

参考文献：

- [1] 罗英俊,万仁溥.采油技术手册(下册)[M].石油工业出版社,2005:1478-1479.
- [2] 吴奇.井下作业工程师手册[M].石油工业出版社,2002:359-361.

【作者简介】：秦世群（1968-），男，1991年江汉石油学院毕业，教授级高级工程师，现从事采油工程研究工作。

现场应用时将游动底堵替换图1中的死堵连接在油管尾部，并随油管一起下到井中设计深度，管柱下井过程中活塞承受向上的液力冲击，此时压簧能够提供给活塞与液力冲击方向相反的作用力而阻止活塞上移至上极限位，为封隔器座封时活塞上行提供空间。封隔器的座封和解封均是在固定的行程内完成，在座封封隔器时，管柱下放，封隔器下移至封隔位置，下部油套环空受到挤压，下部液体推着活塞克服压簧的作用力向上移动，增大了封隔器下方空间，从而降低了封隔器下部液体压力，相比原始的死堵，游动底堵有利于封隔器座封；在解封时，管柱上提，封隔器上移至解封位置，上部液体推动活塞向下移动，减小封隔器下方空间，从而降低解封封隔器时由于活塞效应需要克服的阻力即解封负荷，平衡活塞上下压力，减轻活塞效应。

2.4 游动底堵主要参数

总长：862mm	外径：102mm
耐温：120℃	耐压能力：35MPa

2.5 相关设计计算

以139.7mm*7.72油层套管为例进行计算。

Y211-114封隔器胶筒的压缩距为60mm，中心管外径68mm，压缩空间为：

$$3.14 \times 68 \times 68 / 4 \times 60 = 217790 \text{mm}^3.$$

游动底堵活塞外径为：90mm，设计活塞行程为：

$$217790 / (3.14 \times 90 \times 90 / 4) = 35 \text{mm}.$$

3 结论与认识

游动底堵通过其上下压力的变化，活塞可以上下移动，自动补偿上下空间压力。

游动底堵替换常规泵封一体双封找堵水管柱中的死堵后，利于封隔器座封和解封，可有避免单采最下层封隔器解封过程中Y211（Y221）封隔器下部形成死堵而造成活塞效应，有效解决了解封负荷增大、解封困难，甚至造成无法解封而大修的问题。

游动底堵从井下起出后，经过检维修可以重复利用。