

易解封泵封一体找堵水管柱研究配套

秦世群¹ 王登辉¹ 马宏伟² 宋保建¹ 林波¹ 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】：本文针对由抽油泵、Y111封隔器、筛管、Y211（221）封隔器、死堵组成的泵封一体找堵水管柱在单采最下层时，解封负荷增大、解封困难，甚至造成大修的问题，研究配套了易解封泵封一体找堵水工艺管柱，由依次连接的抽油泵、Y111封隔器、上筛管、死堵、Y211（221）封隔器、下筛管、游动底堵等组成。Y111封隔器和Y211（221）封隔器将油层分隔开，油层产出液通过上筛管进泵生产；管柱底部安装有游动底堵，游动底堵内部有活塞，活塞上部有弹簧，活塞可以上下活动，在找堵水生产最下层，管柱座封时Y211（221）封隔器下部套管内腔液体挤压活塞上移，管柱解封时活塞下移，有效防止Y211（221）封隔器下部套管内腔抽真空，防止管柱拔不动无法解封；下筛管为游动底堵内活塞上下活动提供液体进出通道，在上筛管和下筛管之间下入死堵，可防止油层出砂时砂子沉积在游动底堵的活塞上卡死活塞，防止游动底堵失效。现场应用123口井，工艺成功率100%。

【关键词】：泵封一体；找堵水；易解封；游动底堵

1 项目研究背景

1.1 找堵水技术现状

随着油田的开采，油田的水淹程度日益严重，层间矛盾逐步加剧，为了对油层进行细分开采，清楚认识各个油层的产液状况，封堵高含水层，生产潜力油层，需要采用找堵水技术，找堵水技术得到了广泛的研究与应用。

多年来，国内外石油行业均进行了不同的找堵水工艺技术的探索和研究，相继开发了多种一次完井管柱多层找堵水工艺技术，下入找堵水管柱后，不需要起出原井管柱，在地面进行操作就能实现油井调层，甚至不需人工干预就可实现井下各油层的逐层认识，大大降低了井下作业工作量，减少了占用井口时间，并使层间干扰降低，节约了作业成本，减少了作业占产。国内一次完井管柱多层找堵水工艺技术主要有六种。

第一种是以河南油田工程院为代表的杆式泵泵封一体找堵水工艺管柱^[1]，该工艺管柱将杆式泵泵座、Y111封隔器、Y221（或Y211）封隔器和开关控制器按照设计位置一次下入，需要调层时在地面用吊车上提光杆带动泵下开关控制器打开和关闭对应的找堵水开关，该找堵水工艺技术利用生产管柱重量座封封隔器，容易造成油管柱弯曲，引起油管和抽油杆偏磨，另外当生产过程中抽油杆或光杆断脱时需打捞，打捞光杆和抽油杆时井下开关状态易受影响造成开关状态混乱。

第二种是大庆油田为代表的智能压电控制开关找堵水工艺管柱^[2]，主要由丢手接头、安全接头、堵水封隔器、智

能开关器自上而下通过油管短节连接而构成。可以通过地面打液压实现井下智能开关器动作，完成对层位的打开和关闭，最终实现调层生产。由于井下智能开关器动作需用电能，井下电池有限，具有一定有效期，有效期过后不能调层；另外在现场应用中由于各种不确定性，存在误操作。

第三种是以江汉油田采油研究院为代表的环空电缆作业电动找堵水工艺管柱，环空电缆作业电动找堵水工艺管柱，如图3，由生产管柱、电缆、丢手接头、封割器、定位接头、机械爪、滑套开关、上爪、进油孔、下爪、丝堵、电缆头、控制电路、接箍定位仪、电机、导锥连接而成，电缆与电缆头连接，电缆头与控制电路连接；在控制电路的电缆上连接着电机，电机上安装着机械爪，机械爪上安装着导锥；丢手接头与定位接头连接，定位接头与封割器连接，接箍定位仪安装在定位接头内；滑套开关安装在定位接头内，滑套开关内有两个弹簧爪即上爪和下爪，在定位接头壁上有进油孔；定位接头的上端与生产管柱连接，在定位接头的下端有丝堵。在直井中能够通过环空电缆作业开关井内各滑套，实现调层生产。在井斜度大或油稠时常发生环空电缆卡阻，无法顺利完成调层作业该技术受井斜限制，经常出现电缆缠绕生产管柱无法调层，严重时拔断电缆，造成井下落物。

1.2 泵封一体双封找堵水工艺管柱存在问题

如图1，现有泵封一体双封找堵水管柱在泵下接有Y111封隔器、筛管、Y211（Y221）封隔器、死堵，由于Y211封隔器以下套管内为死腔，封隔器解封过程中，管柱要向下移动，这时Y211（Y221）封隔器还未解封，封隔器下部套管内

容积要增大，但封隔器下部套管内的井液是一定的，与上部井筒及油管未连通，因此封隔器下部会形成低压区，也就是活塞效应，导致解封负荷增大，封隔器胶筒易损坏，甚至造成无法解封而大修。

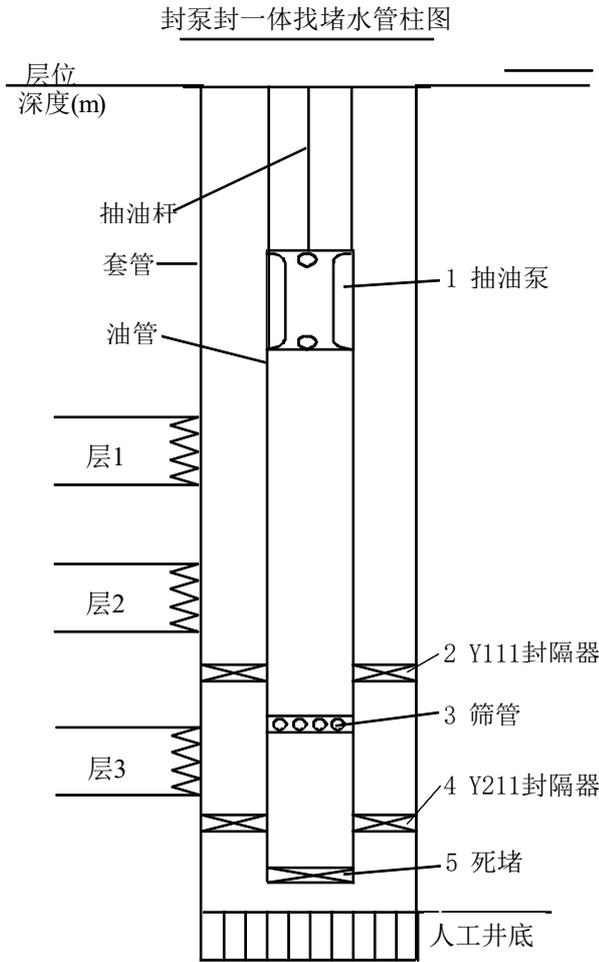


图1 泵封一体双封找堵水管柱图

设生产层3的地层静压力为 $P_{3静}$ ，在调层作业时，Y211封隔器上方，包括油管内腔，压力接近 $P_{3静}$ ，Y211及死堵以下在上提封隔器解封时封隔器下部会形成低压区，压力接近于0MPa，管柱解封时因Y211上下压差形成的附加解封力为：

$$F_{加} = S_{套} * P_{3静}$$

以139.7mm×7.72mm套管为例， $P_{3静}$ 为15MPa时， $F_{加}$ 为18吨，再加上Y211封隔器正常解封负荷6吨，解封时大于管柱自重24吨。

2 易解封泵封一体找堵水管柱研究配套

2.1 工艺管柱设计

2.1.1 管柱结构

如图2，易解封泵封一体找堵水管柱，由依次连接的抽油泵、Y111封隔器、上筛管、死堵、Y211（Y221）封隔器、下筛管、游动底堵等组成。

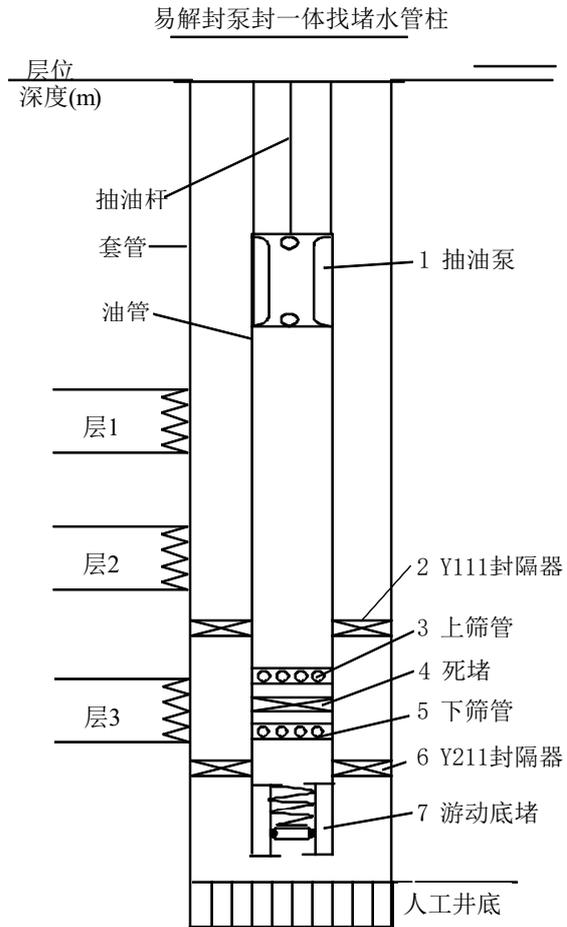


图2 易解封泵封一体找堵水管柱图

2.1.2 工艺原理

Y111封隔器和Y211（Y221）封隔器将油层分隔开，油层产出液通过上筛管进泵生产；管柱底部安装有游动底堵，游动底堵内部有活塞，活塞上部有弹簧，活塞可以上下活动，在找堵水生产最下层，管柱座封时Y211（Y221）封隔器下部套管内腔液体挤压活塞上移，管柱解封时活塞下移，有效防止Y211（Y221）封隔器下部套管内腔抽真空，防止管柱拔不动无法解封；下筛管为游动底堵内活塞上下活动提供液体进出通道，在上筛管和下筛管之间下入死堵，可防止油层出砂时砂子沉积在游动底堵的活塞上卡死活塞，防止游动底堵失效。

现场实施过程：如图2，根据层1、层2和层3的深度设计泵封一体双封找堵水管柱，管柱由依次连接的抽油泵、Y111封隔器、上筛管、死堵、Y211（Y221）封隔器、下筛管、

游动底堵等组成，下到设计深度后，上提管柱 0.8-1.2 米，再下放管柱，坐封 Y211 (Y221) 封隔器、Y111 封隔器 6-8 吨；调层时拆井口，起出或加深一部分油管，使 Y111 封隔器、Y211 (Y221) 封隔器处于想要生产的层的上下两端夹层内，重新坐封 Y211 (Y221) 封隔器、Y111 封隔器，开抽生产。

2.1.3 技术指标

耐压差 25Mpa；

耐温 120℃；

解封负荷 70kN。

2.1.4 工艺技术特点

易解封泵封一体找堵水管柱，具有易解封的特点，能够适应对最下层的找堵水作业，不会造成解封困难，甚至大修。

易解封泵封一体找堵水管柱采用双筛管结构，能够能避免产出液中含有的泥质及细粉砂沉积堵死游动底堵。

2.2 主要配套工具

2.2.1 游动底堵结构

如图 3，游动底堵主要由套状壳体、压簧、活塞、O 形密封圈、挡环等组成。

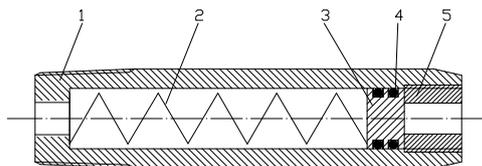


图 3 游动底堵结构图

1-套状壳体；2-压簧；3-活塞；4-O 形密封圈；5-挡环

参考文献：

- [1] 穆哈拜,李采凤,赵艳花,等.机械调层找堵水管柱的研制与应用[J].内蒙古石油化工,2010,卷 36(21):25-26.
- [2] 齐亚民,樊亚宁,陈磊.智能压控开关找堵水技术研究与应用[J].内蒙古石油化工,2010,卷 36(8):162-163.
- [3] 秦世群.插管式三层机械找堵水技术研究与应用[J].石油天然气学报,2014.03.

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。

2.2.2 游动底堵工作原理

游动底堵的活塞在套状壳体内上下移动时能够调节封隔器下方的套管内容积，从而改变封隔器下部液体压力。套状壳体的内壁面上设有内凸环，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。使用时将游动底堵下到井中设计深度，下入过程中游动底堵中的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。在单采最下层油层时座封封隔器，下封隔器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。在解封时，管柱上提，活塞上部的液压与下封隔器下方套管内的负压的共同作用下推动活塞下移动，减小下封隔器下方空间，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，消除活塞效应。

2.2.3 游动底堵主要参数

总长：862mm

外径：102mm

耐温：120℃

耐压能力：35MPa

3 结论与认识

易解封泵封一体找堵水管柱，具有易解封的特点，能够适应对最下层的找堵水作业，不会造成解封困难，甚至大修。

游动底堵能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。

研究配套的易解封泵封一体找堵水管柱采用双筛管结构，能够能避免产出液中含有的泥质及细粉砂沉积堵死游动底堵。