



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113236206 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(21) 申请号 202110686306.7

(22) 申请日 2021.06.21

(71) 申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市黄岛区长江西路66号

(72) 发明人 吴飞鹏 姜智浩 刘静 赵志强  
杨维

(74) 专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司 37219

代理人 赵龙群

(51) Int. Cl.

E21B 43/20 (2006.01)

E21B 43/25 (2006.01)

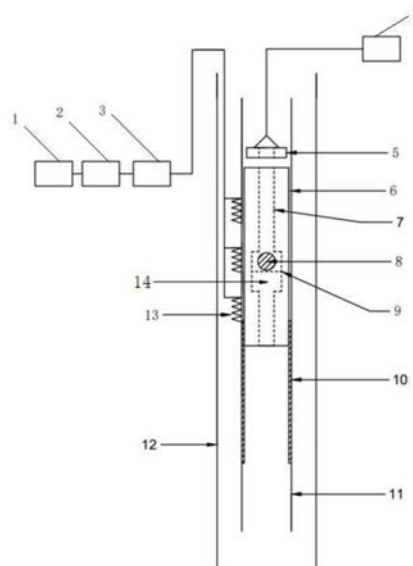
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种电磁弹射井下水力脉动发生装置及其使用方法

(57) 摘要

本发明涉及一种电磁弹射井下水力脉动发生装置及其使用方法,属于油气开采设备技术领域。装置包括地面供能系统、起升系统、电磁铁、弹射系统、油管、柱塞泵筒和加速线圈,其中,地面设置有起升系统,起升系统连接有电磁铁,电磁铁设置于油管内,电磁铁下方的油管内设置有柱塞泵筒,柱塞泵筒内套装有弹射系统,柱塞泵筒上方的油管外侧设置有加速线圈,加速线圈连接有地面供能系统。本发明占地面积小,结构简单,使用方便安全,且电磁弹射能量大、易控制,可以实现智能化管控,在水力脉动作用下提高了水驱的效率,扩大了波及范围,提高了孔隙波及采收率。



1. 一种电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,包括地面供能系统、起升系统、电磁铁、弹射系统、油管、柱塞泵筒和加速线圈,其中,

地面设置有起升系统,起升系统连接有电磁铁,电磁铁设置于油管内,电磁铁下方的油管内设置有柱塞泵筒,柱塞泵筒内套装有弹射系统,柱塞泵筒上方的油管外侧设置有加速线圈,加速线圈连接有地面供能系统。

2. 如权利要求1所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,弹射系统包括弹射铁芯,弹射铁芯为圆柱形铁芯,弹性铁芯内贯穿设置有柱形空腔,柱形空腔中间位置设置为扩孔腔,扩孔腔直径大于柱形空腔直径,扩孔腔内设置有球阀,球阀为圆球型。

3. 如权利要求2所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,扩孔腔中间位置设置有筛网。

4. 如权利要求2所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,电磁铁内设置有通孔。

5. 如权利要求4所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,起升系统为绞车,绞车连接电磁铁。

6. 如权利要求5所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,地面供能系统包括飞轮储能装置和整流器,飞轮储能装置连接有电源,飞轮储能装置通过整流器连接加速线圈。

7. 如权利要求1所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,加速线圈环绕设置于油管外侧,中间位置的加速线圈匝数大于两端的加速线圈匝数。

8. 如权利要求7所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,加速线圈设置有3段。

9. 如权利要求1所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置,其特征在于,油管为无磁油管,材料选用无磁不锈钢200系。

10. 一种如权利要求6所述的电磁弹射井下水力脉动发生装置的使用方法,其特征在于,操作步骤如下:

(1) 将油管放置于井筒内,电磁铁通电,电磁铁吸附弹射铁芯顶端,然后绞车向上提升弹射铁芯,将弹射铁芯下端提升至柱塞泵筒上端,然后向油管内进行注水;

(2) 弹射铁芯上提时,球阀下落,水流经柱形空腔注入柱塞泵筒,直至充满油管和柱塞泵筒;

(3) 电磁铁断电,弹射铁芯在加速线圈磁场作用下向下运动;

(4) 弹射铁芯向下运动时,球阀在水压作用下上移堵塞柱形空腔,通过弹射铁芯将水泵入井筒内的储层,实现一次水力脉动;

(5) 重复步骤(1) - (4),持续对储层进行水力脉动。

## 一种电磁弹射井下水力脉动发生装置及其使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电磁弹射井下水力脉动发生装置及其使用方法,属于油气开采设备技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着油气开发的进行,许多油田进入开发中后期的高含水阶段,大量剩余油受储层强非均质性的影响而滞留于地下,成为实现老油田稳产的重要物质基础。对于中高渗储层,在高含水阶段一般采用化学驱的方式,在注入水中加入化学剂,提高注入流体的波及系数和洗油效率。在化学驱过程中,出现了很多问题,针对不同油田、不同区块,需要配置不同的化学剂,而且化学剂浓度的确定也需要反复推敲。

[0003] 在施工过程中,化学剂的使用会对周边环境造成一定程度的影响,还会污染地下水,威胁当地的饮水安全,化学驱的驱油效果值得肯定,但是化学驱一般是在储层中形成乳状液,然后把乳状液开采上来,开采到地面的乳状液还需要一系列复杂的操作,才能破乳分离得到原油,有时乳状液非常稳定,需要投入大量的人力物力才能破乳,使得化学驱的工序很繁琐。

[0004] 近年来,出现了一种新的注水方式—脉动注水,相对于传统的稳定水驱,脉动水驱可将稳定流线激励转变为扰动流动,通过往复波动作用,打破油田界面微管力学平衡,扩大对原油的驱动,扩大孔隙波及系数,提高水驱效率。当前大部分的水力脉动,都是通过设置高压蓄能装置憋压然后释放,从而发生水力脉动。在地面设置高压蓄能装置,一方面给井场空间带来压力,占地面积加大;另一方面,地面高压蓄能装置的安全风险大,同时对管柱强度要求高。在脉动注水逐渐发挥作用的同时,也需要更加安全高效的脉动发生装置。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,本发明提供一种电磁弹射井下水力脉动发生装置,占地面积小,结构简单,使用方便安全,且电磁弹射能量大、易控制,可以实现智能化管控。

[0006] 本发明还提供上述电磁弹射井下水力脉动发生装置的使用方法。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 一种电磁弹射井下水力脉动发生装置,包括地面供能系统、起升系统、电磁铁、弹射系统、油管、柱塞泵筒和加速线圈,其中,

[0009] 地面设置有起升系统,起升系统连接有电磁铁,电磁铁设置于油管内,电磁铁下方的油管内设置有柱塞泵筒,柱塞泵筒内套装有弹射系统,柱塞泵筒上方的油管外侧设置有加速线圈,加速线圈连接有地面供能系统。

[0010] 优选的,弹射系统包括弹射铁芯,弹射铁芯为圆柱形铁芯,弹性铁芯内贯穿设置有柱形空腔,柱形空腔中间位置设置为扩孔腔,扩孔腔直径大于柱形空腔直径,扩孔腔内设置有球阀,球阀为圆球型,通过球阀调整水流方向,球阀为具有铁磁性的合金材料。

[0011] 进一步优选的,扩孔腔中间位置设置有筛网,通过筛网缩小球阀运动范围,提高球

阀封堵效果。

[0012] 优选的,电磁铁内设置有通孔,使用时水流注入油管,经通孔进入柱塞泵筒,进行注水操作。

[0013] 优选的,起升系统为绞车,绞车连接电磁铁。

[0014] 优选的,地面供能系统包括飞轮储能装置和整流器,飞轮储能装置连接有电源,飞轮储能装置通过整流器连接加速线圈。电源供电给飞轮储能装置,待飞轮储存足够多的能量时,切断电源,释放飞轮,飞轮储能装置发电产生交变电流,交变电流通过整流器变成直流电,输送到加速线圈。

[0015] 优选的,加速线圈环绕设置于油管外侧,中间位置的加速线圈匝数大于两端的加速线圈匝数,使磁场梯度增大,弹射力增大。

[0016] 进一步优选的,加速线圈设置有3段,实现弹射系统的多级加速。

[0017] 优选的,油管为无磁油管,材料选用无磁不锈钢200系,保证磁力线能够穿透油管,作用于弹射铁芯上。

[0018] 上述电磁弹射井下水力脉动发生装置的使用方法,操作步骤如下:

[0019] (1) 将油管放置于井筒内,电磁铁通电,电磁铁吸附弹射铁芯顶端,然后绞车向上提升弹射铁芯,将弹射铁芯下端提升至柱塞泵筒上端,然后向油管内进行注水;

[0020] (2) 弹射铁芯上提时,球阀下落,水流经柱形空腔注入柱塞泵筒,直至充满油管和柱塞泵筒;

[0021] (3) 电磁铁断电,弹射铁芯在加速线圈磁场作用下向下运动;

[0022] (4) 弹射铁芯向下运动时,球阀在水压作用下上移堵塞柱形空腔,通过弹射铁芯将水泵入井筒内的储层,实现一次水力脉动;

[0023] (5) 重复步骤(1) - (4),持续对储层进行水力脉动。

[0024] 本发明的有益效果在于:

[0025] 1、本发明占地面积小,结构简单,使用方便安全,且电磁弹射能量大、易控制,可以实现智能化管控,在水力脉动作用下提高了水驱的效率,扩大了波及范围,提高了孔隙波及率和采收率。

[0026] 2、本发明产生低频水力脉动,将注水动能转化为聚能脉动,激发孔隙流体压缩与岩石骨架膨胀的动态耦合,借助波动在储层中的弹性传递与能量叠加,形成水激聚能波,促进孔隙微观波及系数,优化水驱流线。

[0027] 3、本发明的弹射铁芯设计能适应常规注水工艺和脉动注水施工参数设计,适用范围广,可以进行大规模推广,应用前景广阔。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明的结构示意图;

[0029] 图2为本发明的加速线圈缠绕结构图;

[0030] 图3为本发明的筛网结构示意图;

[0031] 图4为本发明的电磁铁俯视图。

[0032] 其中:1、电源;2、飞轮储能装置;3、整流器;4、绞车;5、电磁铁;6、弹射铁芯;7、柱形空腔;8、球阀;9、筛网;10、柱塞泵筒;11、油管;12、井筒;13、加速线圈;14、扩孔腔。

## 具体实施方式

[0033] 下面通过实施例并结合附图对本发明做进一步说明,但不限于此。

[0034] 实施例1:

[0035] 如图1-4所示,本实施例提供一种电磁弹射井下水力脉动发生装置,包括地面供能系统、起升系统、电磁铁5、弹射系统、油管11、柱塞泵筒10和加速线圈13,其中,

[0036] 地面设置有起升系统,起升系统连接有电磁铁5,电磁铁5设置于油管11内,电磁铁5下方的油管11内设置有柱塞泵筒10,柱塞泵筒10内套装有弹射系统,柱塞泵筒10上方的油管11外侧设置有加速线圈13,加速线圈13连接有地面供能系统。加速线圈使用铜芯聚氯乙烯绝缘电线,线芯直径2mm,绝缘厚度1mm,计算外径4mm。

[0037] 弹射系统包括弹射铁芯6,弹射铁芯6为圆柱形铁芯,弹性铁芯6内贯穿设置有柱形空腔7,柱形空腔7中间位置设置为扩孔腔14,扩孔腔14直径大于柱形空腔7直径,扩孔腔内设置有球阀8,球阀8为圆球型,通过球阀调整水流方向,球阀为具有铁磁性的合金材料。柱塞泵筒内壁为密封材质,保持良好的密封性,弹射铁芯作为活塞,保证能把柱塞泵筒和油管内的液体全部泵进地层。

[0038] 电磁铁5内设置有通孔,使用时水流注入油管,经通孔进入柱塞泵筒,进行注水操作。

[0039] 起升系统为绞车4,绞车4连接电磁铁5。

[0040] 地面供能系统包括飞轮储能装置2和整流器3,飞轮储能装置2连接有电源1,飞轮储能装置2通过整流器3连接加速线圈13。电源供电给飞轮储能装置,待飞轮储存足够多的能量时,切断电源,释放飞轮,飞轮储能装置发电产生交变电流,交变电流通过整流器变成直流电,输送到加速线圈。整流器与加速线圈的连接电缆线路使用BVV(铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电线),线芯7\*2.14mm,绝缘厚度1.2mm,护套厚度1.6mm,外径16.3mm。

[0041] 本实施例应用于油层段井深2500m、油藏压力26MPa、破裂压力50Mpa,结构尺寸设计如下:

[0042] 油管长度为20m,油管外径60.32mm,壁厚4.83mm,内径50.66mm;

[0043] 电磁铁外径45mm,通孔直径20mm;

[0044] 弹射铁芯长度10m,外径48mm,柱形空腔直径20mm;

[0045] 扩孔腔长度40mm,直径30mm;

[0046] 球阀直径25mm;

[0047] 柱塞泵筒长度15m,壁厚1.33mm。

[0048] 上述电磁弹射井下水力脉动发生装置的使用方法,操作步骤如下:

[0049] (1) 将油管放置于井筒12内,电磁铁通电,电磁铁吸附弹射铁芯顶端,然后绞车向上提升弹射铁芯,将弹射铁芯下端提升至柱塞泵筒上端,然后向油管内进行注水;

[0050] (2) 弹射铁芯上提时,球阀下落,水流经柱形空腔注入柱塞泵筒,直至充满油管和柱塞泵筒;

[0051] (3) 电磁铁断电,弹射铁芯在加速线圈磁场作用下向下运动;

[0052] (4) 弹射铁芯向下运动时,球阀在水压作用下上移堵塞柱形空腔,通过弹射铁芯将水泵入井筒内的储层,实现一次水力脉动;

[0053] (5) 重复步骤(1)-(4),持续对储层进行水力脉动。

[0054] 本实施例创新了水力脉动发生装置和使用方法,提高了操作安全性和施工成功率,可极大地节约施工时间和成本,进而将水力脉动的优势展现出来。相同井况条件下,本实施例相对于传统的水力脉动过程效果更好,控制简单,安全性高。本实施例的水力脉动技术克服了制约其应用的不利因素,在非常规油气田储层改造增产措施中优势更加明显。

[0055] 实施例2:

[0056] 一种电磁弹射井下水力脉动发生装置,结构如实施例1所述,不同之处在于,扩孔腔14中间位置设置有筛网9,通过筛网缩小球阀运动范围,提高球阀封堵效果。

[0057] 本实施例应用于油层段井深4700m、油藏压力50MPa、破裂压力90Mpa,结构尺寸设计如下:

[0058] 油管长度为30m,油管外径88.9mm,壁厚6.45mm,内径76mm;

[0059] 电磁铁外径70mm,通孔直径20mm;

[0060] 弹射铁芯长度15m,外径73mm,柱形空腔直径20mm;

[0061] 扩孔腔长度40mm,直径30mm;

[0062] 球阀直径25mm;

[0063] 柱塞泵筒长度25m,壁厚1.5mm。

[0064] 实施例3:

[0065] 一种电磁弹射井下水力脉动发生装置,结构如实施例1所述,不同之处在于,加速线圈13环绕设置于油管11外侧,中间位置的加速线圈匝数大于两端的加速线圈匝数,使磁场梯度增大,弹射力增大。加速线圈设置有3段,实现弹射系统的多级加速。

[0066] 实施例4:

[0067] 一种电磁弹射井下水力脉动发生装置,结构如实施例1所述,不同之处在于,油管11为无磁油管,材料选用无磁不锈钢200系,保证磁力线能够穿透油管,作用于弹射铁芯上。

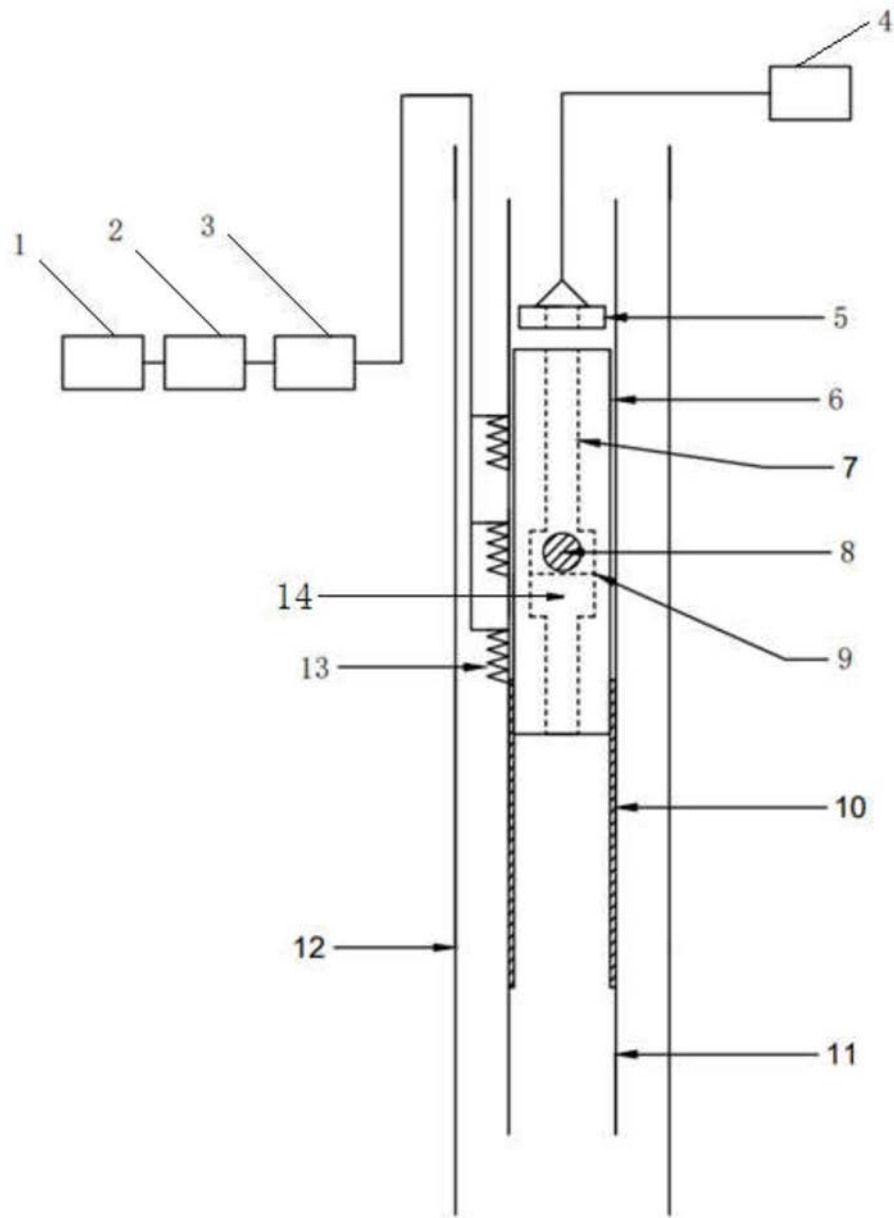


图1

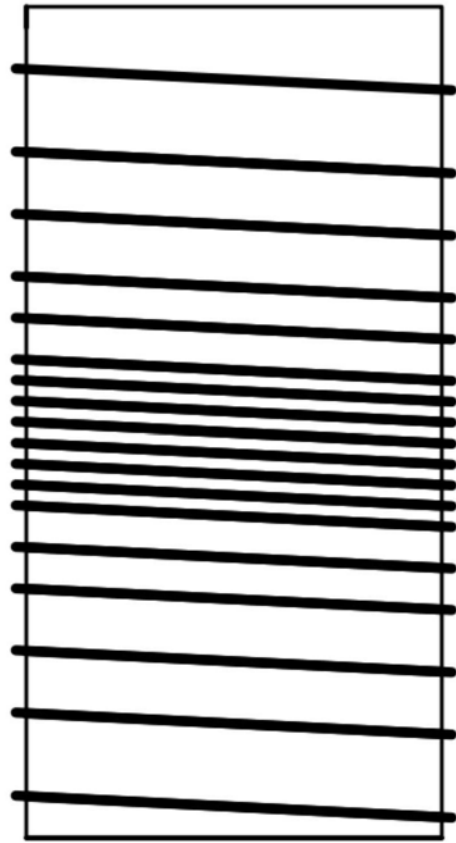


图2



图3



图4