



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111852432 A

(43) 申请公布日 2020. 10. 30

(21) 申请号 202010839868.6

(22) 申请日 2020.08.19

(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 刘静 颜丙富 孙德旭  
孙金峰 罗杨

(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 43/26 (2006.01)

E21B 28/00 (2006.01)

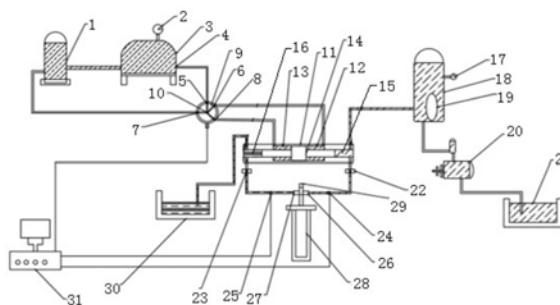
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

### (54) 发明名称

一种地面控制水力脉冲装置及其应用

### (57) 摘要

本发明涉及一种地面控制水力脉冲装置及其应用,属于采油工艺技术领域,装置包括变频伺服脉冲装置和恒压供液装置,所述变频伺服脉冲装置包括液压油箱、油压泵、变频伺服控制阀和动力转换器,液压油箱分别连接油压泵和变频伺服控制阀,油压泵连接至变频伺服控制阀,变频伺服控制阀连接至动力转换器;所述恒压供液装置包括蓄水池、注水泵和压力储存器,注水泵一端连接蓄水池,另一端连接压力储存器,压力储存器连接至动力转换器一端。本发明装置置于地面,现场应用施工中操作、维修、检测方便快捷,同时可以调节水力脉冲的频率,适应不同的油田环境。



1. 一种地面控制水力脉冲装置,其特征在于,包括变频伺服脉冲装置和恒压供液装置,所述变频伺服脉冲装置包括液压油箱、油压泵、变频伺服控制阀和动力转换器,液压油箱分别连接油压泵和变频伺服控制阀,油压泵连接至变频伺服控制阀,变频伺服控制阀连接至动力转换器;

所述恒压供液装置包括蓄水池、注水泵和压力储存器,注水泵一端连接蓄水池,另一端连接压力储存器,压力储存器连接至动力转换器一端。

2. 如权利要求1所述的地面控制水力脉冲装置,其特征在于,所述动力转换器包括传动柱塞和转换腔,转换腔中部设置液压油腔,液压油腔两端分别设置注水腔和排水腔,传动柱塞设置于液压油腔内,传动柱塞两端分别插入注水腔和排水腔,注水腔一端连接压力存储器,另一端连接注水井,排水腔一端连接注水井,另一端连接污水池;

优选的,传动柱塞将液压油腔分为液压油腔a和液压油腔b,液压油腔b连接注水腔,液压油腔a连接排水腔,传动柱塞两端与注水腔和排水腔连接处密封设置。

3. 如权利要求2所述的地面控制水力脉冲装置,其特征在于,油压泵连接至变频伺服控制阀上的阀口a,液压油腔b连接至变频伺服控制阀上的阀口b,液压油箱连接至变频伺服控制阀上的阀口c,液压油腔a连接至变频伺服控制阀上的阀口d。

4. 如权利要求3所述的地面控制水力脉冲装置,其特征在于,压力存储器内设置高压气囊;

优选的,压力存储器上设置压力表,压力表连接至高压气囊。

5. 如权利要求4所述的地面控制水力脉冲装置,其特征在于,压力储存器的压力存储范围为40MPa~150MPa。

6. 如权利要求1所述的地面控制水力脉冲装置,其特征在于,油压泵上设置压力表。

7. 如权利要求2所述的地面控制水力脉冲装置,其特征在于,注水腔连接至注水井的管道上设置注水单向阀,注水单向阀与注水井之间的管道上设置注水压力流量传感器;

排水腔连接至注水井的管道上设置排水单向阀,排水单向阀与注水井之间的管道上设置排水压力流量传感器。

8. 如权利要求2所述的地面控制水力脉冲装置,其特征在于,注水井上安装井口装置,井口装置为T型直通管道,管道下端连接油管,上端分别设置进液阀和出液阀,进液阀连接至注水腔,出液阀连接至排水腔。

9. 如权利要求7所述的地面控制水力脉冲装置,其特征在于,变频伺服控制阀、注水压力流量传感器和排水压力流量传感器均连接至远程控制电脑。

10. 一种如权利要求4所述的地面控制水力脉冲装置的应用,其特征在于,操作步骤如下:

(1) 启动注水泵,水流泵入压力存储器,高压气囊受液体压缩完成压力存储;

(2) 启动油压泵,变频伺服控制阀的阀芯转动,阀口a与阀口b形成通路,阀口c与阀口d也形成通路,油压泵将液压油箱内的液体通过阀口a与阀口b形成的通路泵入液压油腔b,推动传动柱塞运动,液压油腔a内的液体受传动柱塞挤压经阀口c与阀口d所形成的通路进入液压油箱,排水腔内的液体也受到传动柱塞的挤压进入污水池,此时注水腔中空,连接在注水腔上下两端的管路形成通路,压力储存器内的液体受到高压气囊膨胀挤压快速经注水腔注入注水井中,冲击压裂地层,解除油层堵塞;

(3) 变频伺服控制阀的阀芯再次转动, 阀口a与阀口d形成通路, 阀口c与阀口b也形成通路, 油压泵内的液体经阀口a与阀口d形成的通路进入液压油腔a内, 推动传动柱塞运动, 此时液压油腔b内的液体受挤压经阀口c和阀口b形成的通路重新返回液压油箱, 注水腔受到传动柱塞的挤压而形成断路, 压力储存器继续憋压, 排水腔中空, 连接在排水腔上下两端的管路形成通路, 注水井中的高压液体经排水腔流入污水池;

(4) 操作步骤2和操作步骤3循环, 利用水力脉冲不断压裂地层, 解除油层堵塞。

## 一种地面控制水力脉冲装置及其应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种地面控制水力脉冲装置及其应用,属于采油工艺技术领域。

### 背景技术

[0002] 石油作为工业的血液,在我国经济发展中起到举足轻重的作用,随着勘探技术的日益成熟,以及勘探工作的不断加深,我国已探明的油气资源储量巨大,然而依然难以改变我国每年需要进口大量石油的现状,因此增加我国各油田的油气产量已经迫在眉睫,与此同时,随着原油的不断开采,我国大部分油田也遇到了开发瓶颈,油田的长期开采造成了油层污染、堵塞等问题,极大降低了油层的渗透性,严重降低了原油产量,如何高效经济安全的提高油田采收率是解决我国石油开采短板的关键。

[0003] 上世纪80年代,人们开始利用水力冲击压裂地层,增大油层渗透率,达到提高采收率的目的,经过三十多年的发展,利用水力冲击致裂地层技术取得了极大发展,在世界各产油国有着广泛的应用,同时对我国的油气生产也起到了促进作用,然而随着大部分油田的开发进入中后期,利用单纯的水力冲击对提高地层渗透率的效果不再显著;另一方面,我国油田分布广泛,各油田储层性质差异较大且多为非常规油气藏,因此传统的水力脉冲工艺在各油田的适用性较差且操作较为复杂。

[0004] 中国专利文件CN103790539A公开了一种水力正压冲击解堵工艺,属于一种油田生产用工艺,所述的工艺步骤是,a,准备;b,探砂面并冲砂;c,套管试压;d,通井;e,刮管;f,挤防膨剂:正洗井至出口见液后,关闭套管闸门,正挤粘土稳定剂液,排量400L/min,关井24小时;g,水力正压冲击:下入高压管柱,安装压裂井口,连接地面管汇,进行试压,试压压力高出施工限压1—2MPa;试压合格后,从套管内向井内泵入流体,控制流体压力平稳上升至油层破裂压力临界点,降低泵速;h,返排。该工艺利用传统的水力脉冲对油田进行解堵,冲击频率不易调整,很难适应不同的油田环境。

[0005] 有鉴于此,设计一种适应不同油田环境的水力脉冲装置是十分有必要的,可以有效的避免传统的水力脉冲工艺在各油田的适用性较差且操作较为复杂的问题。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本发明提供一种地面控制水力脉冲装置,装置置于地面,现场应用施工中操作、维修、检测方便快捷,同时可以调节水力脉冲的频率,适应不同的油田环境。

[0007] 本发明还提供上述一种地面控制水力脉冲装置的应用。

[0008] 本发明的技术方案如下:

[0009] 一种地面控制水力脉冲装置,包括变频伺服脉冲装置和恒压供液装置,所述变频伺服脉冲装置包括液压油箱、油压泵、变频伺服控制阀和动力转换器,液压油箱分别连接油压泵和变频伺服控制阀,油压泵连接至变频伺服控制阀,变频伺服控制阀连接至动力转换器;

[0010] 所述恒压供液装置包括蓄水池、注水泵和压力存储器,注水泵一端连接蓄水池,另一端连接压力存储器,压力存储器连接至动力转换器一端。

[0011] 优选的,所述动力转换器包括传动柱塞和转换腔,转换腔中部设置液压油腔,液压油腔两端分别设置注水腔和排水腔,传动柱塞设置于液压油腔内,传动柱塞两端分别插入注水腔和排水腔,注水腔一端连接压力存储器,另一端连接注水井,排水腔一端连接注水井,另一端连接污水池。

[0012] 进一步优选的,传动柱塞将液压油腔分为液压油腔a和液压油腔b,液压油腔b连接注水腔,液压油腔a连接排水腔,传动柱塞两端与注水腔和排水腔连接处密封设置,保证注水腔和排水腔内的液体与液压油腔内的液体互不流通。

[0013] 优选的,油压泵连接至变频伺服控制阀上的阀口a,液压油腔b连接至变频伺服控制阀上的阀口b,液压油箱连接至变频伺服控制阀上的阀口c,液压油腔a连接至变频伺服控制阀上的阀口d。

[0014] 当阀口a与阀口b形成通路时,此时阀口c与阀口d也形成通路,油压泵将液压油箱内的液体通过阀口a与阀口b形成的通路泵入液压油腔b,推动传动柱塞运动,液压油腔a内的液体受传动柱塞挤压经阀口c与阀口d所形成的通路进入液压油箱;所述阀芯转动后,阀口a与阀口d形成通路,阀口c与阀口b也形成通路,此时油压泵内的液体经阀口a与阀口d形成的通路进入液压油腔a内,推动传动柱塞运动,此时液压油腔b内的液体受挤压经阀口c和阀口b形成的通路重新返回液压油箱。

[0015] 优选的,压力存储器内设置高压气囊,利用高压气囊膨胀为水流提供更强的动力,加强对油层的冲击,提高作业效果。

[0016] 进一步优选的,压力存储器上设置压力表,压力表连接至高压气囊,方便观察高压气囊内的压力大小,调整水力脉冲的冲击力度。

[0017] 优选的,压力存储器的压力存储范围为40MPa~150MPa。

[0018] 优选的,油压泵上设置压力表,方便观察油压大小。

[0019] 优选的,注水腔连接至注水井的管道上设置注水单向阀,注水单向阀与注水井之间的管道上设置注水压力流量传感器,采集冲入注水井的水流压力和流量信息。

[0020] 优选的,排水腔连接至注水井的管道上设置排水单向阀,排水单向阀与注水井之间的管道上设置排水压力流量传感器,采集排出注水井的水流压力和流量信息。

[0021] 优选的,注水井上安装井口装置,井口装置为T型直通管道,管道下端连接油管,上端分别设置进液阀和出液阀,进液阀连接至注水腔,出液阀连接至排水腔。注水时,出液阀关闭,进液阀打开,注水腔内的液体通过井口装置经油管进入地层;排水时,进液阀关闭,出液阀打开,地层内的高压液体通过油管经井口装置进入排水腔。

[0022] 优选的,变频伺服控制阀、注水压力流量传感器和排水压力流量传感器均连接至远程控制电脑,方便监控管道内的压力和流量信息,并根据油田现场需求调节变频伺服控制阀的阀芯转动,调节水力脉冲的频率。

[0023] 一种地面控制水力脉冲装置的应用,操作步骤如下:

[0024] (1) 启动注水泵,水流泵入压力存储器,高压气囊受液体压缩完成压力存储;

[0025] (2) 启动油压泵,变频伺服控制阀的阀芯转动,阀口a与阀口b形成通路,阀口c与阀口d也形成通路,油压泵将液压油箱内的液体通过阀口a与阀口b形成的通路泵入液压油腔

b,推动传动柱塞运动,液压油腔a内的液体受传动柱塞挤压经阀口c与阀口d所形成的通路进入液压油箱,排水腔内的液体也受到传动柱塞的挤压进入污水池,此时注水腔中空,连接在注水腔上下两端的管路形成通路,压力储存器内的液体受到高压气囊膨胀挤压快速经注水腔注入注水井中,冲击压裂地层,解除油层堵塞;

[0026] (3)变频伺服控制阀的阀芯再次转动,阀口a与阀口d形成通路,阀口c与阀口b也形成通路,油泵内的液体经阀口a与阀口d形成的通路进入液压油腔a内,推动传动柱塞运动,此时液压油腔b内的液体受挤压经阀口c和阀口b形成的通路重新返回液压油箱,注水腔受到传动柱塞的挤压而形成断路,压力储存器继续憋压,排水腔中空,连接在排水腔上下两端的管路形成通路,注水井中的高压液体经排水腔流入污水池;

[0027] (4)操作步骤2和操作步骤3循环,利用水力脉冲不断压裂地层,解除油层堵塞。

[0028] 本发明的有益效果在于:

[0029] 1、本发明装置置于地面,现场应用施工中操作、维修、检测方便快捷,同时可以调节水力脉冲的频率,适应不同的油田环境。

[0030] 2、本发明利用远程控制电脑对注入注水井中液体和排出注水井中液体的压力和流量实时监控,通过流量与压力的反馈调节阀芯的转动,从而改变水力脉冲的频率变化。

[0031] 3、本发明所采用的压力储存器的压力存储范围较大,在各类油田的适用性较好。

[0032] 4、本发明结构简单、设计合理且安装使用方便、工作性能安全可靠、使用效果好。

## 附图说明

[0033] 图1为本发明的结构示意图;

[0034] 其中:1、液压油箱;2、压力表;3、油泵;4、油泵口;5、阀口a;6、阀口b;7、阀口c;8、阀口d;9、变频伺服控制阀;10、阀芯;11、动力转换器;12、液压油腔b;13、液压油腔a;14、传动柱塞;15、注水腔;16、排水腔;17、压力表;18、压力储存器;19、高压气囊;20、注水泵;21、蓄水池;22、注水单向阀;23、排水单向阀;24、注水压力流量传感器;25、排水压力流量传感器;26、进液阀;27、出液阀;28、注水井;29、井口装置;30、污水池;31、远程控制电脑。

## 具体实施方式

[0035] 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。

[0036] 实施例1:

[0037] 如图1所示,本实施例提供一种地面控制水力脉冲装置,包括变频伺服脉冲装置和恒压供液装置,所述变频伺服脉冲装置包括液压油箱1、油泵3、变频伺服控制阀9和动力转换器11,液压油箱1分别连接油泵3和变频伺服控制阀9,油泵3通过油泵口4连接至变频伺服控制阀9,变频伺服控制阀9连接至动力转换器11;

[0038] 所述恒压供液装置包括蓄水池21、注水泵20和压力储存器18,注水泵20一端连接蓄水池21,另一端连接压力储存器18,压力储存器18连接至动力转换器11一端。

[0039] 所述动力转换器11包括传动柱塞14和转换腔,转换腔中部设置液压油腔,液压油腔两端分别设置注水腔15和排水腔16,传动柱塞14设置于液压油腔内,传动柱塞14两端分别插入注水腔15和排水腔16,注水腔15一端连接压力存储器18,另一端连接注水井28,排水腔16一端连接注水井28,另一端连接污水池30。

[0040] 传动柱塞14将液压油腔分为液压油腔a13和液压油腔b12,液压油腔b12连接注水腔15,液压油腔a13连接排水腔16,传动柱塞14两端与注水腔15和排水腔16连接处密封设置,保证注水腔和排水腔内的液体与液压油腔内的液体互不流通。

[0041] 油压泵3连接至变频伺服控制阀9上的阀口a5,液压油腔b12连接至变频伺服控制阀9上的阀口b6,液压油箱1连接至变频伺服控制阀9上的阀口c7,液压油腔a13连接至变频伺服控制阀9上的阀口d8。

[0042] 当阀口a与阀口b形成通路时,此时阀口c与阀口d也形成通路,油压泵将液压油箱内的液体通过阀口a与阀口b形成的通路泵入液压油腔b,推动传动柱塞向左运动,液压油腔a内的液体受传动柱塞挤压经阀口c与阀口d所形成的通路进入液压油箱;所述阀芯转动后,阀口a与阀口d形成通路,阀口c与阀口b也形成通路,此时油压泵内的液体经阀口a与阀口d形成的通路进入液压油腔a内,推动传动柱塞向右运动,此时液压油腔b内的液体受挤压经阀口c和阀口b形成的通路重新返回液压油箱。

[0043] 压力存储器18内设置高压气囊19,利用高压气囊19膨胀为水流提供更强的动力,加强对油层的冲击,提高作业效果。

[0044] 一种如图1所示的地面控制水力脉冲装置的应用,操作步骤如下:

[0045] (1) 启动注水泵20,水流泵入压力存储器18,高压气囊19受液体压缩完成压力存储;

[0046] (2) 启动油压泵3,变频伺服控制阀9的阀芯10转动,阀口a5与阀口b6形成通路,阀口c7与阀口d8也形成通路,油压泵3将液压油箱1内的液体通过阀口a5与阀口b6形成的通路泵入液压油腔b12,推动传动柱塞14向左运动,液压油腔a13内的液体受传动柱塞14挤压经阀口c7与阀口d8所形成的通路进入液压油箱1,排水腔16内的液体也受到传动柱塞14的挤压进入污水池30,此时注水腔15中空,连接在注水腔15上下两端的管路形成通路,压力存储器18内的液体受到高压气囊19膨胀挤压快速经注水腔15注入注水井28中,冲击压裂地层,解除油层堵塞。

[0047] (3) 变频伺服控制阀9的阀芯10再次转动,阀口a5与阀口d8形成通路,阀口c7与阀口b6也形成通路,油压泵3内的液体经阀口a5与阀口d8形成的通路进入液压油腔a13内,推动传动柱塞14向右运动,此时液压油腔b12内的液体受挤压经阀口c7和阀口b6形成的通路重新返回液压油箱1,注水腔15受到传动柱塞14的挤压而形成断路,压力存储器18继续憋压,排水腔16中空,连接在排水腔16上下两端的管路形成通路,注水井28中的高压液体经排水腔16流入污水池。

[0048] (4) 操作步骤2和操作步骤3循环,利用水力脉冲不断压裂地层,解除油层堵塞。

[0049] 实施例2:

[0050] 一种地面控制水力脉冲装置,结构如实施例1所述,不同之处在于,压力存储器18上设置压力表17,压力表17连接至高压气囊19,方便观察高压气囊19内的压力大小,进而通过调整压力存储器18内的液体容量调整水力脉冲的冲击力度,压力存储器18的压力存储为40MPa。

[0051] 实施例3:

[0052] 一种地面控制水力脉冲装置,结构如实施例2所述,不同之处在于,压力存储器18的压力存储为150MPa,油压泵3上设置压力表2,方便观察油压大小。

[0053] 实施例4:

[0054] 一种地面控制水力脉冲装置,结构如实施例1所述,不同之处在于,注水腔15连接至注水井的管道上设置注水单向阀22,注水单向阀22与注水井28之间的管道上设置注水压力流量传感器24,采集冲入注水井的水流压力和流量信息。

[0055] 排水腔16连接至注水井的管道上设置排水单向阀23,排水单向阀23与注水井之间的管道上设置排水压力流量传感器25,采集排出注水井的水流压力和流量信息。

[0056] 实施例5:

[0057] 一种地面控制水力脉冲装置,结构如实施例1所述,不同之处在于,注水井28上设置井口装置29,井口装置29为T型直通管道,管道下端连接油管,上端分别设置进液阀26和出液阀27,进液阀26连接至注水腔15,出液阀27连接至排水腔16。注水时,出液阀27关闭,进液阀26打开,注水腔15内的液体通过井口装置29经油管进入地层;排水时,进液阀26关闭,出液阀27打开,地层内的高压液体通过油管经井口装置29进入排水腔16。

[0058] 实施例6:

[0059] 一种地面控制水力脉冲装置,结构如实施例1所述,不同之处在于,变频伺服控制阀9、注水压力流量传感器24和排水压力流量传感器25均连接至远程控制电脑31,方便监控管道内的压力和流量信息,并根据油田现场需求调节变频伺服控制阀的阀芯转动,调节水力脉冲的频率。



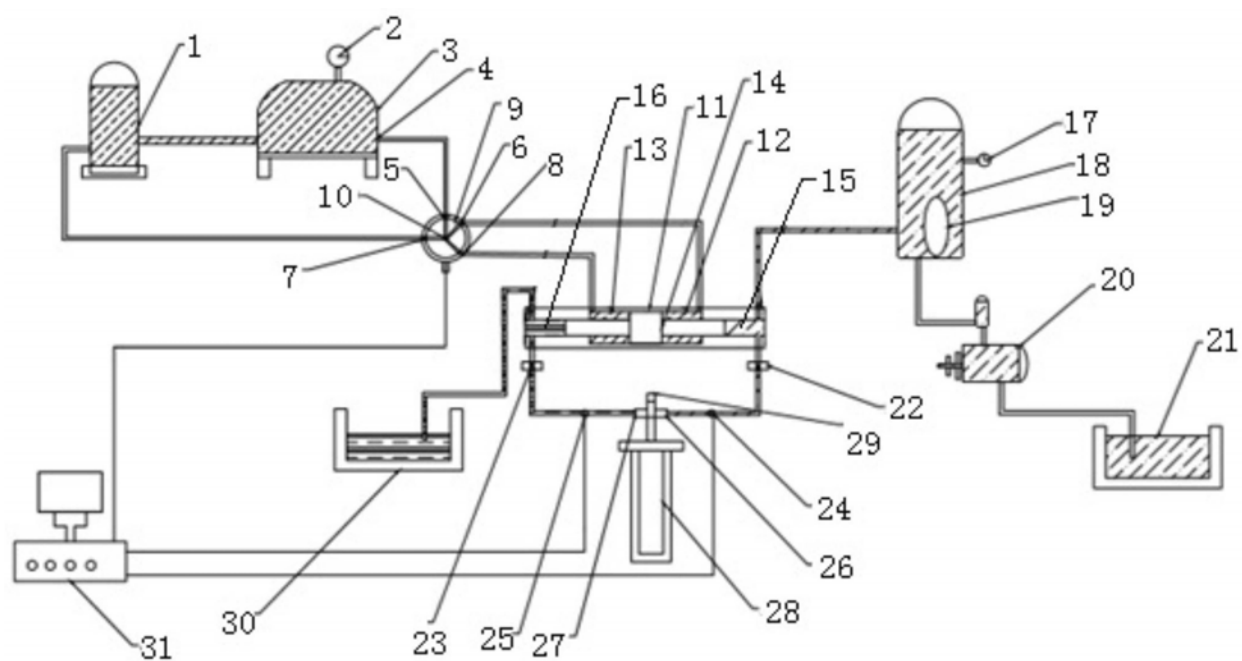


图1