



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107387031 A

(43)申请公布日 2017. 11. 24

(21)申请号 201710720217.3

(22)申请日 2017.08.21

(71)申请人 宁波修远机电有限公司

地址 315000 浙江省宁波市高新区翡翠湾2号017幢14-9室

(72)发明人 马远志 于修海

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

代理人 王加贵

(51)Int.Cl.

E21B 43/00(2006.01)

E21B 43/20(2006.01)

E21B 37/00(2006.01)

E21B 36/04(2006.01)

F04B 17/03(2006.01)

F04B 53/08(2006.01)

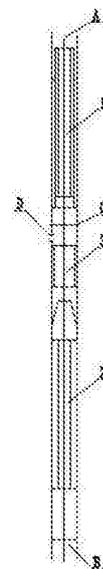
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

一种同井注采泵组

(57)摘要

本发明公开了一种同井注采泵组,包括直线电机抽油泵、直线电机注水泵和设置于所述直线电机抽油泵和所述直线电机注水泵之间的油水分离器,所述直线电机抽油泵设置于所述油水分离器上部,所述直线电机注水泵设置于所述油水分离器下部;本发明提供的同井注采泵组,能够使同井注采系统用泵高效安全方便可靠,能够实现自动不停井热洗清蜡,以保障同井注采工艺的推广,充分发挥同井注采工艺的经济效益和社会效益。



1. 一种同井注采泵组,其特征在于:包括直线电机抽油泵、直线电机注水泵和设置于所述直线电机抽油泵和所述直线电机注水泵之间的油水分离器,所述直线电机抽油泵设置于所述油水分离器上部,所述直线电机注水泵设置于所述油水分离器下部;

所述直线电机抽油泵包括第一直线电机定子、第一直线电机定子、第一缸套、第一固定阀和第一游动阀,所述第一直线电机定子两端依次连接有所述第一缸套和所述第一固定阀,所述第一缸套两端分别与所述第一直线电机定子和所述第一固定阀的一端内孔连接,所述第一缸套的内孔与所述第一直线电机定子和所述第一固定阀的内孔相通,所述第一直线电机定子为一内部带有第一油水通路的圆管结构,所述第一游动阀设置于所述第一直线电机定子底部,所述第一直线电机定子设置于所述第一直线电机定子和所述第一直线电机定子两端的所述第一缸套的通孔内,所述第一直线电机定子的外壁两端与所述第一缸套之间设置有第一密封组件,所述第一游动阀的阀座位于阀球底部,所述第一固定阀的阀座位于阀球底部;

所述直线电机注水泵包括第二直线电机定子、第二直线电机定子、第二缸套、第二固定阀和第二游动阀,所述第二直线电机定子两端依次连接有所述第二缸套和所述第二固定阀,所述第二缸套两端分别与所述第二直线电机定子和所述第二固定阀的一端内孔连接,所述第二缸套的内孔与所述第二直线电机定子和所述第二固定阀的内孔相通,所述第二直线电机定子为一内部带有第二油水通路的圆管结构,所述第二游动阀设置于所述第二直线电机定子底部,所述第二直线电机定子设置于所述第二直线电机定子和所述第二直线电机定子两端的所述第二缸套的通孔内,所述第二直线电机定子的外壁两端与所述第二缸套之间设置有第二密封组件,所述第二游动阀的阀座位于阀球顶部,所述第二固定阀的阀座位于阀球顶部。

2. 根据权利要求1所述的同井注采泵组,其特征在于:所述第一缸套外壁中部设置有第一电热元件,所述第一电热元件外部设置有第一护套,所述第一护套一端与所述第一固定阀的外壁连接,所述第一护套另一端与所述第一直线电机定子的外壁连接。

3. 根据权利要求2所述的同井注采泵组,其特征在于:所述第一护套与所述第一固定阀的连接处和所述第一护套与所述第一直线电机定子的连接处均设置有密封圈。

4. 根据权利要求3所述的同井注采泵组,其特征在于:所述第一电热元件为可调温电热元件。

5. 根据权利要求1所述的同井注采泵组,其特征在于:所述第二缸套外壁中部设置有第二电热元件,所述第二电热元件外部设置有第二护套,所述第二护套一端与所述第二固定阀的外壁连接,所述第二护套另一端与所述第二直线电机定子的外壁连接。

6. 根据权利要求5所述的同井注采泵组,其特征在于:所述第二护套与所述第二固定阀的连接处和所述第二护套与所述第二直线电机定子的连接处均设置有密封圈。

7. 根据权利要求6所述的同井注采泵组,其特征在于:所述第二电热元件为可调温电热元件。

8. 根据权利要求1所述的同井注采泵组,其特征在于:所述直线电机抽油泵两端的所述第一缸套对称设置。

9. 根据权利要求1所述的同井注采泵组,其特征在于:所述直线电机注水泵两端的所述第二缸套对称设置。

10. 根据权利要求1所述的同井注采泵组,其特征在于:还包括分别设置在所述直线电机抽油泵和所述直线电机注水泵上的位移传感器和速度传感器,所述位移传感器和所述速度传感器与一控制系统连接。

## 一种同井注采泵组

### 技术领域

[0001] 本发明涉及油田开采装置技术领域,特别是涉及一种同井注采泵组。

### 背景技术

[0002] 随着油田进入中高含水期之后,油田生产中暴露出一系列矛盾,主要包括油井因含水上升已接近经济开采极限,造成过早地停产,导致采收率下降;油井高产水导致水处理规模增大,处理设备投入和操作费用不断增加;同时产出水处理过程中的泄漏及排放造成越来越突出的环境保护压力;对于含油、含蜡高的间采、间注井,增大了常规洗井的频次和费用。解决上述问题的有效途径是将现有的油井举升系统进行改造并与井下油水分离技术相结合,形成井下油水分离同井注采系统,用井下抽油泵将分离后的油举出,用井下注水泵将分离后的水回注,该技术可降低高含水油田的采油成本,提高油田综合效益。

[0003] 对于同井注采系统的抽油泵、注水泵而言,最基本的要求是:

[0004] (1)、能够适应井下参数如产出层压力、含水率、油水分离器效率、特别是产量(对应泵流量)等等的动态变化,并作出及时有效的动态响应;

[0005] (2)、能充分利用产出层压力能;

[0006] (3)、高效安全可靠;

[0007] (4)、便于井下安装布置;

[0008] (5)、不结蜡。

[0009] 目前用于同井注采系统的抽油泵及注水泵基本上有三种,一是常见的抽油机(磕头机)驱动的2台串联抽油泵来分别完成注水、采油;二是2台串联的井下螺杆泵来分别完成注水、采油;三是2台井下电潜泵来分别完成注水、采油。当然也有抽油泵+井下电潜泵或井下螺杆泵+井下电潜泵的组合来完成注水、采油。用于同井注采系统的抽油泵及注水泵最基本的就是要适应井下参数如产出层压力、含水率、油水分离器效率、特别是产量(对应泵流量)等等的动态变化,并能及时动态响应。比如注水泵流量如果不能动态调整,要么可能把含油水回注到地下,不仅要堵塞注入层,造成泵压升高,更可怕的是造成不可修复的地下污染。要么就是抽油泵采出原油中含水量过大,形成无效循环,造成极大浪费,没有完全达到同井注采工艺的理想目标。

[0010] 而目前在同井注采系统采用抽油机(磕头机)驱动的2台串联抽油泵来分别完成注水、采油。不仅系统复杂效率低,关键是不能满足产量(对应泵流量)的动态变化。虽然中国专利201611167280.0公开的《一种可调节有效冲程的抽油泵》通过在地面人为机械调整抽油泵柱塞与泵筒相对位置,也就是改变有效容积的办法来改变泵流量,但这种办法是滞后的非动态的不及时的,不能满足井下油水动态变化要求,并且需要停机调整。同时泵工作时要做一部分无用功,不节能。采用2台串联的井下螺杆泵来分别完成注水、采油,虽然可以通过调速的办法改变泵的流量,但用于注水、采油的两台泵是同一电机驱动,流量是同时变大或变小,也不能满足井下油水的动态变化要求。井下螺杆泵注水时产出层压力对螺杆旋转时轴向力的反作用力也很大,有可能对泵产生危害。中国专利201420407147.8《一种用于同

井注采系统的螺杆泵保护装置》就是为了减小产出层压力对螺杆泵的影响而研制的,不能利用产出层压力能却反受其害。采用2台井下电潜泵来分别完成注水、采油,可以通过调速的办法调整流量。但井下电潜泵是多级离心泵,先不说高压小流量离心泵效率很低,关键是泵流量变化时泵的扬程(泵压)是同时变化的,如果泵的扬程(泵压)不能满足注水、采油的要求,那么泵就自行调整在更低泵效下运行,电机就可能发烧甚至损坏,可靠性难以保证。同时产出层压力对井下电潜泵的影响也很大。中国专利201420361109.3公开的《适用于同井注采的倒置多级离心泵》就是利用止推器克服产出层压力对泵轴向力的影响,但多级离心泵一旦设计定型,它所对应的轴向力是一定的,很难适应地层压力变化的影响,也是不能利用产出层压力能却反受其害。当然用三种泵分别组合使用,同样存在上述问题。

[0011] 按理说,直线电机抽油泵以它独有的优势如井下安装方便、流量调节简单、高效安全等,应在同井注采系统得到应用。但实际上直线电机抽油泵的应用实例却存在诸多缺陷,如出油管中液柱重力对直线电机定子受力的影响,同时现有直线电机抽油泵也没有完全解决如何充分利用产出层压力的问题,还有就是在同井注采系统安装布置不方便,等等。

[0012] 中国专利201410176744.9《三管式直线电机抽油泵》采用定子单边驱动柱塞往复运动,存在着不能充分利用产出层压力能,也存在着出油管中液柱重力对直线电机定子受力影响的问题,同时执行电机单边驱动,不利用同井注采井下管柱布置安装。

[0013] 中国专利201620132423.3《一种直线电机抽油泵及泵体》特殊的泵体结构在利用产出层压力,消除出油管中液柱重力对直线电机载荷影响方面确实有效。但由于定子单边驱动柱塞往复运动在井下不好安装布置,泵体流道结构复杂影响泵效和可靠性。

[0014] 中国专利201310482601.6《一种磁悬浮机泵一体化井下采油装置》虽然很方便井下安装布置,也充分利用了产出层压力能,但没有消除出油管中液柱重力对直线电机下行载荷的影响。最大的问题是用直线电机定子内护套作为泵筒、直线电机定子连接柱塞,而直线电机定子内护套实际上是厚度1mm左右的薄壁细长管,加工难度很大、耐磨性不好,其安全可靠很难保证,最严重的是出油管内的液柱重力在下行程时对电机定子的惯性力很大,完全有可能造成电机损坏、危害井下设备等事故。

[0015] 同时,上述三种直线电机抽油泵专利均是电机定子与柱塞连接,无形中增加了泵的长度,也就加大了井下安装的难度。

[0016] 井下直线电机注水泵目前还没有应用资料。

[0017] 井下过流部件结蜡是必然的,除蜡是必须的。与采用什么样的井下泵无关,但对于同井注采工艺来说,特别是三采后的同井注采工艺来说,结蜡问题将更加严重。因为原油经油水分离器分离后,抽油泵所举升的油浓度大大提高,油中含蜡、含胶质物浓度就高,油泵过流部件(阀组、密封、泵筒、柱塞、管路等)就很容易结蜡。同时由于井下油水分离器的分离效果有限,回注水中的成分复杂(如含聚污水)也会造成注水泵过流部件更容易结蜡;还有就是为了提高井下泵的可靠性,特别是容积泵,通常都是低泵速运行,低泵速运行,液体流速低、悬浮物容易沉淀,也会造成泵过流部件更容易结蜡等。结蜡后对井下泵的影响是本专业人员所周知的。目前行之有效的办法是停井热洗,也就是从地面向井下注入高温高压水进行冲洗。热洗耗时长、费用高、影响生产。

[0018] 如何能够发挥井下直线电机抽油泵安装方便、流量调节简单、能充分利用产出层压力能、高效安全可靠的优点,研发出同井注采系统泵,解决过流部件结蜡的问题,是本领

域技术人员亟待解决的问题。

### 发明内容

[0019] 本发明的目的是提供一种同井注采泵组,以解决上述现有技术存在的问题,使同井注采系统用泵高效安全方便可靠,能够实现自动不停井热洗清蜡,以保障同井注采工艺的推广,充分发挥同井注采工艺的经济效益和社会效益。

[0020] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0021] 本发明提供一种同井注采泵组,包括直线电机抽油泵、直线电机注水泵和设置于所述直线电机抽油泵和所述直线电机注水泵之间的油水分离器,所述直线电机抽油泵设置于所述油水分离器上部,所述直线电机注水泵设置于所述油水分离器下部;

[0022] 所述直线电机抽油泵包括第一直线电机定子、第一直线电机转子、第一缸套、第一固定阀和第一游动阀,所述第一直线电机定子两端依次连接有所述第一缸套和所述第一固定阀,所述第一缸套两端分别与所述第一直线电机定子和所述第一固定阀的一端内孔连接,所述第一缸套的内孔与所述第一直线电机定子和所述第一固定阀的内孔相通,所述第一直线电机转子为一内部带有第一油水通路的圆管结构,所述第一游动阀设置于所述第一直线电机转子底部,所述第一直线电机转子设置于所述第一直线电机定子和所述第一直线电机定子两端的所述第一缸套的通孔内,所述第一直线电机转子的外壁两端与所述第一缸套之间设置有第一密封组件,所述第一游动阀的阀座位于阀球底部,所述第一固定阀的阀座位于阀球底部;

[0023] 所述直线电机注水泵包括第二直线电机定子、第二直线电机转子、第二缸套、第二固定阀和第二游动阀,所述第二直线电机定子两端依次连接有所述第二缸套和所述第二固定阀,所述第二缸套两端分别与所述第二直线电机定子和所述第二固定阀的一端内孔连接,所述第二缸套的内孔与所述第二直线电机定子和所述第二固定阀的内孔相通,所述第二直线电机转子为一内部带有第二油水通路的圆管结构,所述第二游动阀设置于所述第二直线电机转子底部,所述第二直线电机转子设置于所述第二直线电机定子和所述第二直线电机定子两端的所述第二缸套的通孔内,所述第二直线电机转子的外壁两端与所述第二缸套之间设置有第二密封组件,所述第二游动阀的阀座位于阀球顶部,所述第二固定阀的阀座位于阀球顶部。

[0024] 优选地,所述第一缸套外壁中部设置有第一电热元件,所述第一电热元件外部设置有第一护套,所述第一护套一端与所述第一固定阀的外壁连接,所述第一护套另一端与所述第一直线电机定子的外壁连接。

[0025] 优选地,所述第一护套与所述第一固定阀的连接处和所述第一护套与所述第一直线电机定子的连接处均设置有密封圈。

[0026] 优选地,所述第一电热元件为可调温电热元件。

[0027] 优选地,所述第二缸套外壁中部设置有第二电热元件,所述第二电热元件外部设置有第二护套,所述第二护套一端与所述第二固定阀的外壁连接,所述第二护套另一端与所述第二直线电机定子的外壁连接。

[0028] 优选地,所述第二护套与所述第二固定阀的连接处和所述第二护套与所述第二直线电机定子的连接处均设置有密封圈。

- [0029] 优选地,所述第二电热元件为可调温电热元件。
- [0030] 优选地,所述直线电机抽油泵两端的所述第一缸套对称设置。
- [0031] 优选地,所述直线电机注水泵两端的所述第二缸套对称设置。
- [0032] 优选地,还包括分别设置在所述直线电机抽油泵和所述直线电机注水泵上的位移传感器和速度传感器,所述位移传感器和所述速度传感器与一控制系统连接。
- [0033] 本发明相对于现有技术取得了以下有益技术效果:
- [0034] 本发明提供的同井注采泵组,直线电机抽油泵及直线电机注水泵结构简单,井下安装方便、流量调节简单,直线电机抽油泵及直线电机注水泵工作时能够利用产出层压力能、高效安全可靠,通用性强,在直线电机抽油泵及直线电机注水泵上均设置了电热元件,能够实现自动不停井热洗清蜡,保障了同井注采工艺的推广,充分体现了同井注采工艺的经济效益和社会效益。

## 附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0036] 图1为本发明中同井注采泵组的整体装配结构示意图;
- [0037] 图2为本发明中同井注采泵组中的直线电机抽油泵的结构示意图;
- [0038] 图3为本发明中同井注采泵组中的直线电机抽油泵顶端的放大结构示意图;
- [0039] 图4为本发明中同井注采泵组中的直线电机抽油泵底端的放大结构示意图;
- [0040] 图5为本发明中同井注采泵组中的直线电机注水泵的结构示意图;
- [0041] 图6为本发明中同井注采泵组中的直线电机注水泵顶端的放大结构示意图;
- [0042] 图7为本发明中同井注采泵组中的直线电机注水泵底端的放大结构示意图;
- [0043] 图中:1-直线电机抽油泵、2-直线电机注水泵、3-油水分离器、11-第一直线电机定子、12-第一直线电机转子、13-第一缸套、14-第一固定阀、15-第一游动阀、16-第一油水通路、17-第一密封组件、18-第一电热元件、19-第一护套、21-第二直线电机定子、22-第二直线电机转子、23-第二缸套、24-第二固定阀、25-第二游动阀、26-第二油水通路、27-第二密封组件、28-第二电热元件、29-第二护套、A-井口、B-注水层、C-油水分界线、D-产出层、Q11-抽油泵下容积腔、Q12-抽油泵上容积腔、Q21-注水泵下容积腔、Q22-注水泵上容积腔。

## 具体实施方式

[0044] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0045] 本发明的目的是提供一种同井注采泵组,以解决现有技术存在的问题。

[0046] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0047] 本发明提供一种同井注采泵组,如图1-7所示,包括直线电机抽油泵1、直线电机注水泵2和设置于直线电机抽油泵1和直线电机注水泵2之间的油水分离器3,具体的,直线电机抽油泵1设置于油水分离器3的上部,直线电机注水泵2设置于油水分离器3的下部;

[0048] 其中直线电机抽油泵1的具体结构为:包括第一直线电机定子11、第一直线电机定子12、第一缸套13、第一固定阀14和第一游动阀15,第一直线电机定子11两端依次连接有第一缸套13和第一固定阀14,第一直线电机定子11两端的第一缸套13对称设置,第一缸套13两端分别与第一直线电机定子11和第一固定阀14的一端内孔连接,第一缸套13的内孔与第一直线电机定子11和第一固定阀14的内孔相通,第一直线电机定子12为一内部带有第一油水通路16的圆管结构,第一游动阀15设置于第一直线电机定子12底部,第一直线电机定子12设置于第一直线电机定子11和第一直线电机定子11两端的第一缸套13的通孔内,第一直线电机定子12的外壁两端与第一缸套13之间设置有第一密封组件17,来确保第一直线电机定子12与第一缸套13连接处的密封性能,第一游动阀15的阀座位于阀球底部,第一固定阀14的阀座位于阀球底部;

[0049] 直线电机抽油泵1的第一缸套13外壁中部设置有可调温的第一电热元件18,第一电热元件18外部设置有第一护套19,第一护套19一端与第一固定阀14的外壁连接,第一护套19另一端与第一直线电机定子11的外壁连接,并且,第一护套19与第一固定阀14的连接处和第一护套19与第一直线电机定子11的连接处均设置有密封圈。

[0050] 直线电机注水泵2的具体结构基本与直线电机抽油泵1的结构相同,仅在固定阀和游动阀的安装方式上存在区别,具体的直线电机注水泵2包括第二直线电机定子21、第二直线电机定子22、第二缸套23、第二固定阀24和第二游动阀25,第二直线电机定子21两端依次连接有第二缸套23和第二固定阀24,第二直线电机定子21两端的缸套对称设置,第二缸套23两端分别与第二直线电机定子21和第二固定阀24的一端内孔连接,第二缸套23的内孔与第二直线电机定子21和第二固定阀24的内孔相通,第二直线电机定子22为一内部带有第二油水通路26的圆管结构,第二游动阀25设置于第二直线电机定子22底部,第二直线电机定子22设置于第二直线电机定子21和第二直线电机定子21两端的第二缸套23的通孔内,第二直线电机定子22的外壁两端与第二缸套23之间设置有第二密封组件27,来确保第二直线电机定子22与第二缸套23连接处的密封性能,区别于直线电机抽油泵1,直线电机注水泵2的第二游动阀25的阀座位于阀球顶部,第二固定阀24的阀座位于阀球顶部。

[0051] 直线电机注水泵2的第二缸套23外壁中部与直线电机抽油泵1相同,也设置有可调温的电热元件,具体命名为第二电热元件28,第二电热元件28外部设置有第二护套29,第二护套29一端与第二固定阀24的外壁连接,第二护套29另一端与第二直线电机定子21的外壁连接,并且,第二护套29与第二固定阀24的连接处和第二护套29与第二直线电机定子21的连接处均设置有密封圈。

[0052] 本发明提供一种同井注采泵组,在具体应用过程中,为了符合井下布置安装方便可靠的要求,直线电机抽油泵1底端安装在油水分离器3上部,直线电机抽油泵1顶端与通往井口A处的出油管相连,直线电机注水泵2顶端安装在油水分离器3下部,直线电机注水泵2底端与通往注水层B处的注水管相连(油水分离器3为现有技术,其结构和工作原理不再赘述)。原油经油水分离器3分离后,油流到油水分离器3顶部位置,油水分离线C之上,也就是直线电机抽油泵1的底部,水流到油水分离器3底部位置,油水分离线C之下,也就是直线电

机注水泵2的顶部。直线电机抽油泵1工作时,油从直线电机抽油泵1的底部到顶部(低压到高压),经出油管举升到地面井口A;直线电机注水泵2工作时,水从直线电机注水泵2的顶部到底部(低压到高压),经出水管回注到井下注入层;经过上述工作方式,同井注采组采用直线电机抽油泵1和直线电机注水泵2分别完成注水、采油工作。

[0053] 结合直线电机抽油泵1的具体结构,直线电机抽油泵1的具体工作原理如下:

[0054] 直线电机抽油泵1工作时,第一直线电机动子12向上运动(上行程),抽油泵下容积腔Q11容积变大、压力降低,直线电机抽油泵1下方的第一固定阀14打开;抽油泵上容积腔Q12容积变小、压力升高,第一游动阀15关闭,直线电机抽油泵1上方的第一固定阀14打开;此行程中产出层D的分离油进入抽油泵下容积腔Q11,抽油泵上容积腔Q12里面的油被举升到井口A。第一直线电机动子12向下运动(下行程),抽油泵下容积腔Q11容积变小、压力升高,直线电机抽油泵1下方的第一固定阀14关闭;抽油泵上容积腔Q12容积变大、压力降低,第一游动阀15打开,直线电机抽油泵1上方的第一固定阀14关闭。抽油泵下容积腔Q11里面的油经第一直线电机动子12的第一油水通路16进入抽油泵上容积腔Q12里;第一直线电机动子12如此往复运动,实现了直线电机抽油泵1的抽油功能。

[0055] 直线电机抽油泵1运动时电机出力如下:

[0056] 下行程: $F_{ys} + \pi/4D^2P_c = G_D + G_Y + f_1 + \pi/4D^2P_y$

[0057] 上行程: $F_{yx} + G_D + G_{YQ} + \pi/4(D^2 - d^2)P_q = \pi/4(D^2 - d^2)P_q + f_2$

[0058]  $F_{yx} + (G_D + G_{YQ}) = f_2$

[0059]  $F_{ys}$ ---直线电机抽油泵1上行程时电机给第一直线电机动子12的力

[0060]  $F_{yx}$ ---直线电机抽油泵1下行程时电机给第一直线电机动子12的力

[0061]  $P_c$ ---井下产出层D压力 $G_D$ ---第一直线电机动子12重力

[0062]  $G_Y$ ---直线电机抽油泵1下方的第一固定阀14上部至井口A出油管内液柱重力

[0063]  $G_{YQ}$ ---抽油泵上容积腔Q12内液体重力

[0064]  $P_y$ ---直线电机抽油泵1排出压力 $f_1$  $f_2$ ---摩擦力 $D$ ---第一缸套13内径

[0065]  $d$ ---第一油水通路16直径

[0066] 从直线电机抽油泵1运动时的受力分析可以看出,上行程时,产出层D压力 $P_c$ 的作用力方向与电机出力方向是一致的,也就是说泵工作时充分利用了产出层D压力能。下行程时,电机出力只需克服摩擦力即可,而且第一直线电机动子12的重力 $G_D$ 、抽油泵上容积腔Q12内液体重力 $G_{YQ}$ 还给第一直线电机动子12一个向下的力,因而电机出力很小,节能高效,更关键的是下行程时直线电机抽油泵1上方的第一固定阀14关闭,避免了直线电机抽油泵1上方的第一固定阀14上部至井口A出油管内液柱重力 $G_Y$ 给第一直线电机动子12更大的惯性力。实际上,一般泵挂高度在1000m左右,直线电机抽油泵1上方的第一固定阀14上部至井口A出油管很长,管内液柱重力 $G_Y$ 也很大,而下行程时第一直线电机动子12不需要很大的力,如果不把液柱重力 $G_Y$ 隔离,那么第一直线电机动子12下行程时,就会在液柱重力 $G_Y$ 作用下加速运动,必须要给直线电机一个反电势来约束第一直线电机动子12的下行速度,不然第一直线电机动子12失速会造成井下设备毁损,而反电势对电机来说危害很大。同时,在断电停泵或因故停泵时,也避免了液柱重力 $G_Y$ 造成第一直线电机动子12的快速下落。本发明安装在抽油泵上容积腔Q12上部的第一固定阀14有效的解决了液柱重力 $G_Y$ 对第一直线电机动子12下行时的影响,大大提高了泵的安全性。

[0067] 结合直线电机注水泵2的具体结构,直线电机注水泵2的具体工作原理如下:

[0068] 直线电机注水泵2工作时,第二直线电机定子22向上运动(上行程),注水泵下容积腔Q21容积变大、压力降低,直线电机注水泵2下方的第二固定阀24关闭,注水泵上容积腔Q22容积变小、压力升高,第二游动阀25打开,直线电机注水泵2上方的第二固定阀24关闭,注水泵上容积腔Q22内的水经第二油水通路26进入注水泵下容积腔Q21内。第二直线电机定子22向下运动(下行程),注水泵下容积腔Q21容积变小、压力升高,直线电机注水泵2下方的第二固定阀24开启;注水泵上容积腔Q22容积变大、压力降低,第二游动阀25关闭,直线电机注水泵2上方的第二固定阀24开启。产出层D分离水进入注水泵上容积腔Q22,注水泵下容积腔Q21里面的水被回注到注水层B;第二直线电机定子22如此往复运动,实现了注水泵的注水功能。

[0069] 直线电机注水泵2运动时电机出力如下:

[0070] 上行程: $F_{ss} + \pi/4 (D^2 - d^2) P_Q = G_D + G_Q + f_1 + \pi/4 (D^2 - d^2) P_Q$

[0071]  $F_{ss} = G_D + G_Q + f_1$

[0072] 下行程: $F_{sx} + G_D + G_{YS} + \pi/4 D^2 P_C = \pi/4 D^2 P_z + f_2$

[0073]  $F_{ss}$ ---直线电机注水泵2上行程时电机给第二直线电机定子22的力

[0074]  $F_{sx}$ ---直线电机注水泵2下行程时电机给第二直线电机定子22的力

[0075]  $P_C$ ---井下产出层D压力 $G_D$ ---第二直线电机定子22重力

[0076]  $G_{YS}$ ---直线电机注水泵2上方的第二固定阀24上部进水管的液柱重力

[0077]  $G_{YQ}$ ---注水泵上容积腔Q22内液体重力

[0078]  $P_z$ ---直线电机注水泵2排出压力 $f_1 f_2$ ---摩擦力 $D$ ---第二缸套23内径

[0079]  $d$ ---第二油水通路26直径

[0080] 从直线电机注水泵2运动时的受力分析可以看出,下行程时,产出层D压力 $P_C$ 的作用力方向与电机出力方向是一致的,也就是说泵工作时充分利用了产出层D压力能。而且第二直线电机定子22的重力 $G_D$ 、管内液体重力 $G_{YS}$ 还给第二直线电机定子22一个向下的力,因而大大降低了电机出力,节能。上行程时,电机出力只需克服摩擦力和第二直线电机定子22重力、注水泵上容积腔Q22内液体重力即可。更关键的是上行程时直线电机注水泵2上方的第二固定阀24关闭,避免了直线电机注水泵2上方的第二固定阀24上部至进水管液柱重力 $G_{YS}$ 给第二直线电机定子22更大的反作用力,节能高效。同时,在断电停泵或因故停泵时,也避免了液柱重力 $G_Y$ 造成第二直线电机定子22的快速下落,大大提高了泵的安全性。

[0081] 对于安装在第一缸套13和第二缸套23外侧的第一电热元件18和第二电热元件28,由于第一电热元件18和第二电热元件28相同,为了表述简要清晰以下统称为电热元件,电热元件与第一护套19和第二护套29所组成的电加热部分是相对独立的,电热元件置于第一缸套13与第一护套19以及第二缸套23和第二护套29组成的密封空间中,电热元件温度是可调的,其供电线路与直线电机部分的供电线路也是分开的。电热元件的热量通过第一缸套13和第二缸套23传递到抽油泵下容积腔Q11、抽油泵上容积腔Q12、注水泵下容积腔Q21和注水泵上容积腔Q22内,液体通过各个容积腔被加热,被加热的液体被举升到井口A或被回注到注水层B时,高温液体流过的所有过流部件表面的结蜡一点点的被融化、被冲刷直到清除干净。

[0082] 当直线电机抽油泵1或直线电机注水泵2的流量、排出压力、电机电流等由于结蜡、

结垢引起异常波动时,井下相对应的传感器会把数据传输给地面控制系统,地面控制系统内置程序自动判断给电热元件供电,并通过井下多个温度传感器的反馈信号自动判断调节电热元件的温度,将泵送液体能够加热到设定的温度范围内,被加热后的液体流过直线电机抽油泵1或直线电机注水泵2的过流部件,将过流部件表面的结蜡冲洗,以实现热洗清蜡的目的。以直线电机抽油泵1为例,上行程时液体进入抽油泵下容积腔Q11过程中被一次加热,下行程时,液体进入抽油泵上容积腔Q12过程中被二次加热,然后被举升至井口A。液体流过之处的各阀组、至井口A的出油管等表面的结蜡结垢均一点点的被熔化、被冲刷直到清除。

[0083] 直线电机抽油泵1或直线电机注水泵2工作参数正常后停止加热。当然直线电机抽油泵1和直线电机注水泵2上的电热元件可以同时工作,也可以不同时工作,具体是由直线电机抽油泵1或直线电机注水泵2对应的地面控制部分自动控制的。对直线电机抽油泵1而言,可以通过加热降低原油粘度,提高其流动性,更适合稠油及高含蜡油的举升。对直线电机注水泵2而言,高温还对回注污水中的一些高分子成分(如聚合物、化学药剂)给予裂解,也对回注污水中的微生物进行了消杀,有效低避免了回注污水对地层的污染。

[0084] 实际上由于井下液体本身是有一定温度的(一般在50℃左右),以直线电机抽油泵1为例,加热的目的是为了使液体流到井口A时也能保证熔蜡所需要的温度(一般在60℃左右),热容量不需要太大,所以电热元件的功率也不是很大。

[0085] 同井注采泵组的油水分离器3通常是靠重力分离的,原油中的颗粒性杂质如砂粒等因质量大,会沉淀在油水分离器3下部的集砂管中,分离后油(水)中几乎没有颗粒性杂质,对泵中的过流部件不会造成机械磨损,本发明采用的第一密封组件17和第二密封组件27能够有效的防止高压泄漏,提高泵效,而且第一密封组件17、第二密封组件27、第一缸套13、第二缸套23、第一游动阀15、第二游动阀25、第一固定阀14和第二固定阀24均是功能单一的易损件,可以通过材料、热处理、加工等工艺手段经济方便的提高其使用寿命,从而保证了泵的高效安全可靠。泵的第一密封组件17、第二密封组件27、第一缸套13和第二缸套23均设置成上下一样的结构,能够提高泵零部件的通用性,便于安装使用维护。

[0086] 第一游动阀15和第二游动阀25可以安装在直线电机动子的下部,也可以安装在直线电机动子的上部,也可以安装在直线电机动子的油水通路中。甚至可以把直线电机动子断开装在直线电机动子的中间任何位置,均能够实现游动阀的功能。

[0087] 同井注采直线电机抽油泵1及直线电机注水泵2在井下工作时,通过安装在井下适当位置的压力、流量、油水液位传感器、油水界面仪以及泵上的位移、速度传感器等信号传输给地面控制系统,动态准确的通过改变泵的行程长度、泵速分别调整直线电机抽油泵1及直线电机注水泵2的流量等参数,以适应井下参数动态变化的要求。本发明中圆筒状的泵外形加上中心油水通路,很方便在井下安装布置。

[0088] 本发明应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

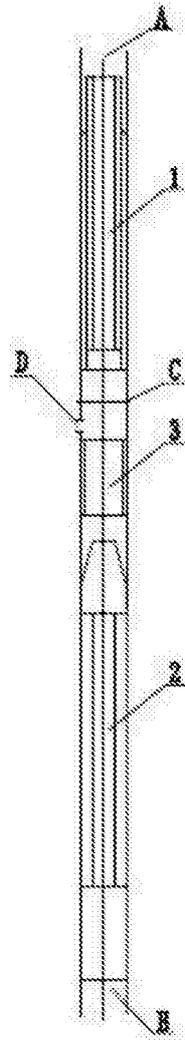


图1

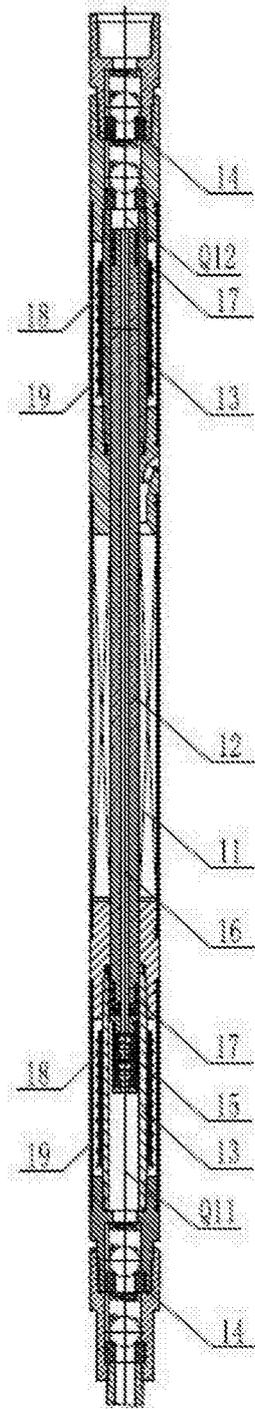


图2

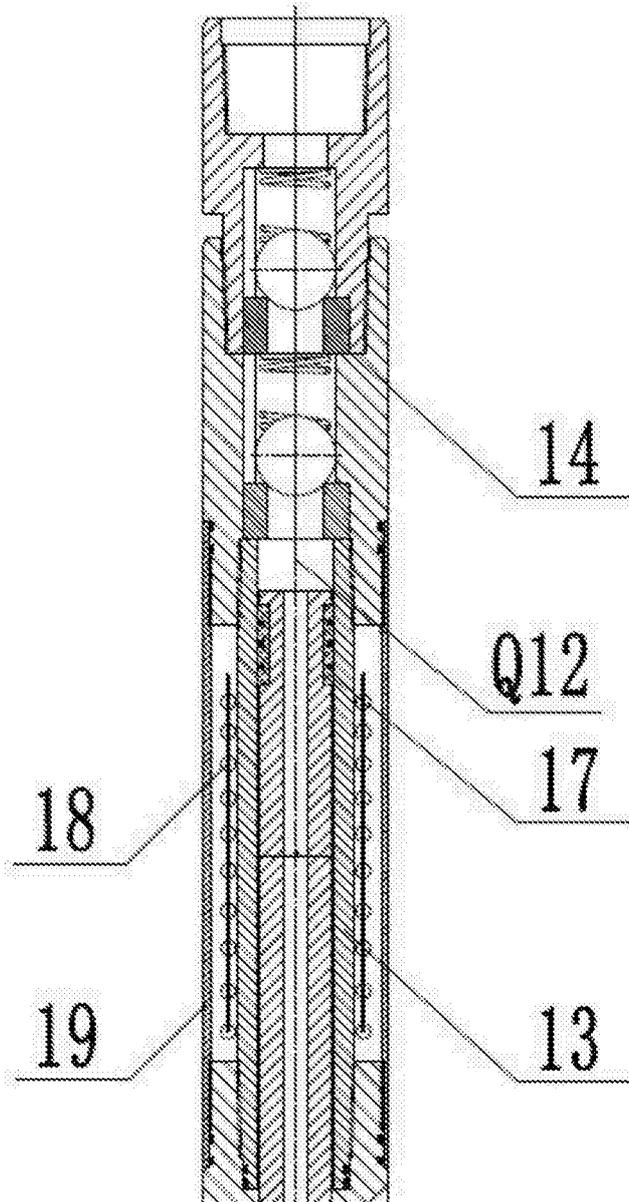


图3

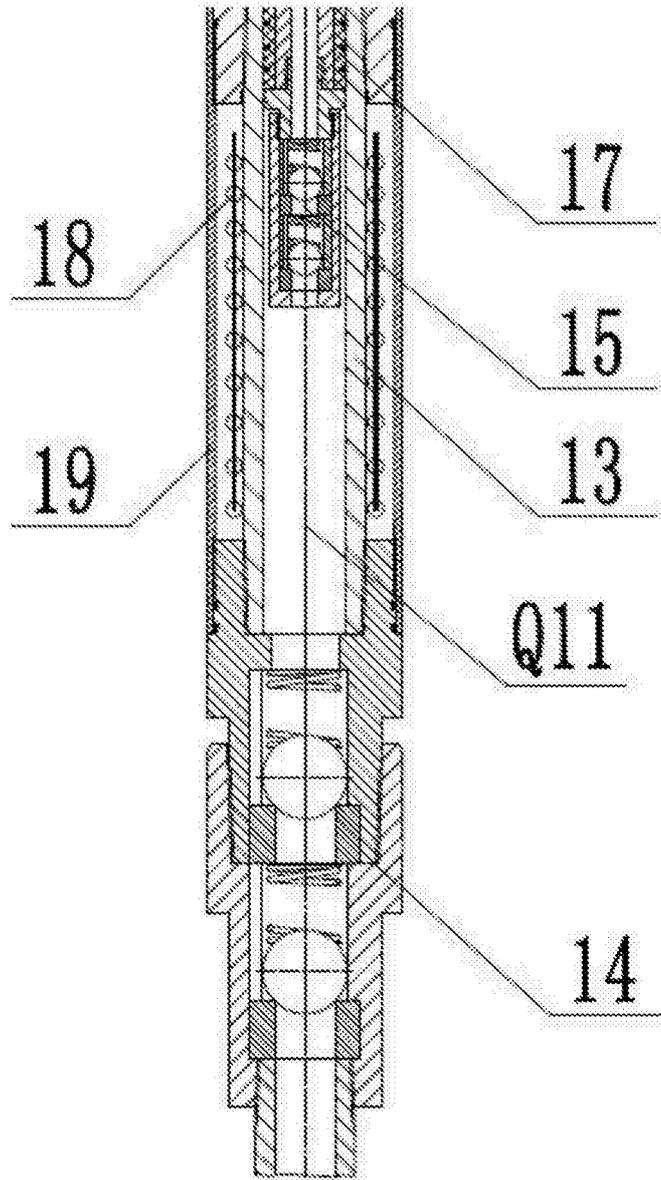


图4

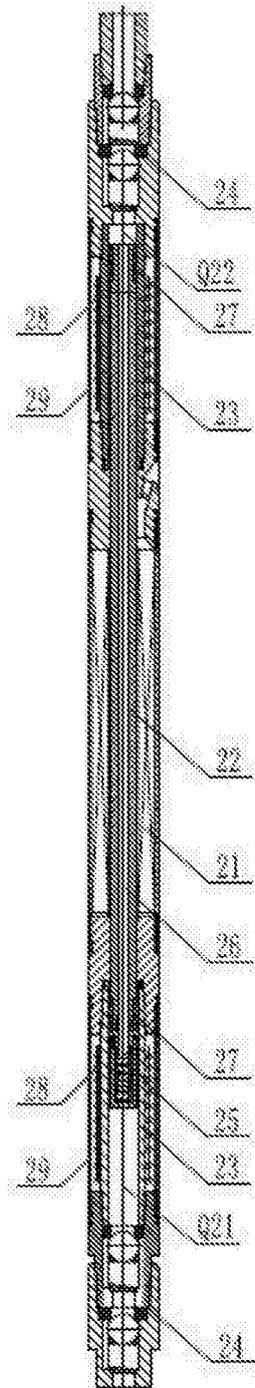


图5

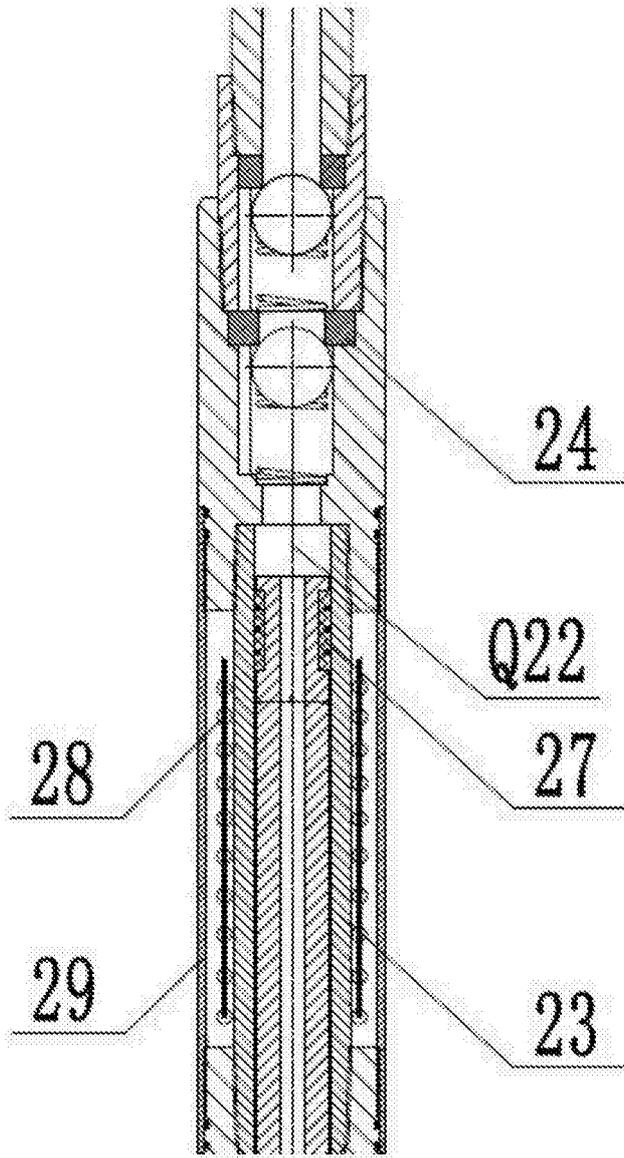


图6

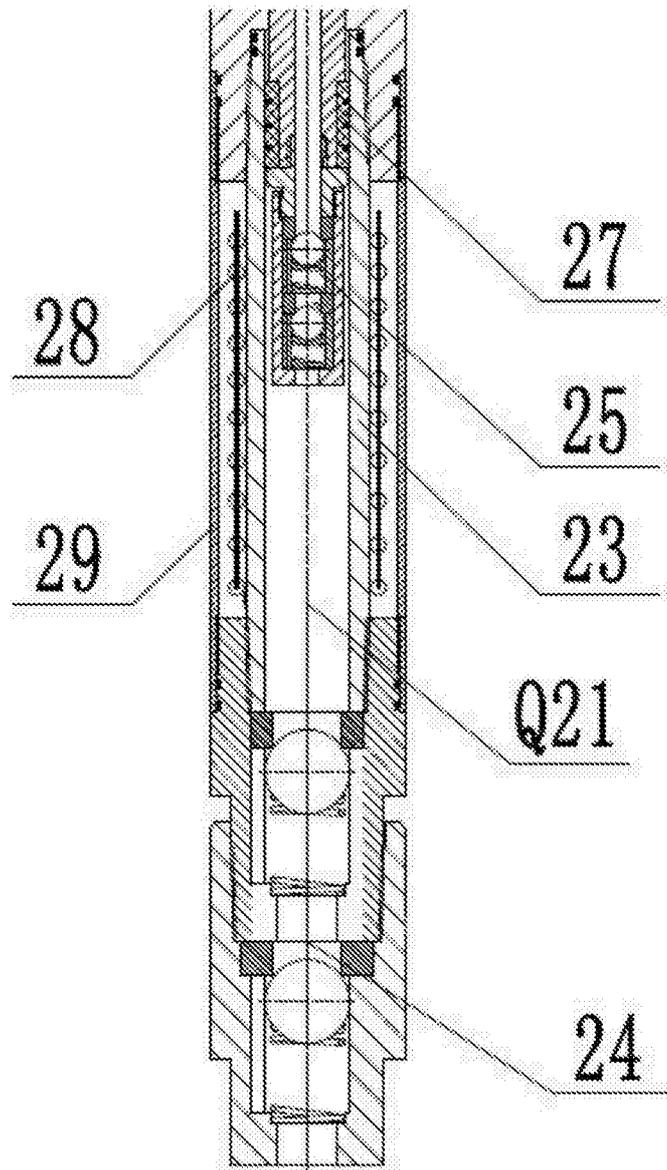


图7