



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108894759 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 26

(21) 申请号 201810843679.9

(22) 申请日 2018.07.27

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108894759 A

(43) 申请公布日 2018.11.27

(73) 专利权人 中国石油天然气股份有限公司  
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号中国石油大厦

(72) 发明人 郭靖 甘庆明 赵春 姚洋  
石海霞 梁毅 樊松

(74) 专利代理机构 西安吉盛专利代理有限责任  
公司 61108  
专利代理师 韩景云

(51) Int. Cl.  
E21B 43/12 (2006.01)  
E21B 43/38 (2006.01)  
E21B 43/40 (2006.01)  
E21B 43/20 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 107269258 A, 2017.10.20
- CN 102758609 A, 2012.10.31
- US 2008156534 A1, 2008.07.03
- CN 208830979 U, 2019.05.07
- CN 101078345 A, 2007.11.28
- CN 103180544 A, 2013.06.26
- CN 105087056 A, 2015.11.25
- CN 202596676 U, 2012.12.12
- CN 204661479 U, 2015.09.23
- CN 204824746 U, 2015.12.02
- RU 2213860 C2, 2003.10.10
- US 2015177187 A1, 2015.06.25
- US 2017081221 A1, 2017.03.23
- WO 2015176779 A1, 2015.11.26
- WO 9219348 A1, 1992.11.12

郑茂俊, 储浚, 严焯培. 电场技术用于石油增产的机理探讨. 物理. 1997, (第08期), 全文. (续)

审查员 张晗

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

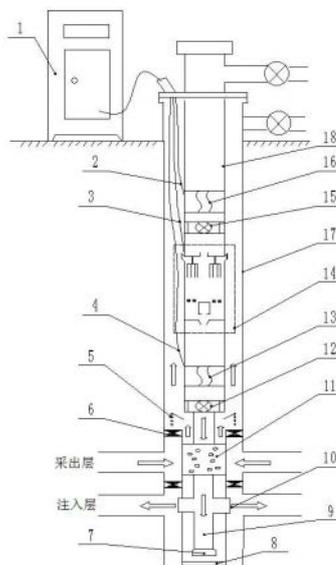
(54) 发明名称

基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置及其应用方法

(57) 摘要

本发明提供了基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置及其应用方法, 它包括自上至下依次串接在油管上的采出螺杆泵、电脉冲油水分离装置、注入螺杆泵、和眼管, 下单流阀的下方连接着中心管, 中心管和油管的底端均通过堵头封堵; 下单流阀和眼管之间的油管壁上开设出液口, 位于眼管下方的中心管的管壁上开设与油套环空连通的注水口。与传统井下物理脱水相比, 电脉冲油水分离装置具有电场稳定性好、脱水效率高等特点。本发明集油水分离、采出、注入功能于一体, 地面工艺简单, 有效减少水循环环节, 节省成本, 分离出的水注入地层, 可减少外来流体造成的地层伤害并能及时补充该井控制范围内的地层能量, 有助于油井长期稳产。

CN 108894759 B



[接上页]

**(56) 对比文件**

孙立新.油水分离器技术及设计.船电技术  
.2009,(第06期),全文.

郑茂俊,储浚,严焯培.电场技术用于石油增  
产的机理探讨.物理.1997,(第08期),全文.

孙立新.油水分离器技术及设计.船电技术  
.2009,(第06期),全文.

1. 基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置,其特征在于:它包括自上至下依次串接在油管(18)上的采出螺杆泵(16)、电脉冲油水分离装置(14)、注入螺杆泵(13)、和眼管(11),所述注入螺杆泵(13)的下方连接着置于油管(18)内腔的中心管(9),中心管(9)的底端通过中心管堵头(7)封堵,油管(18)的底端通过油管堵头(8)封堵;

所述注入螺杆泵(13)和眼管(11)之间的油管(18)壁上开设出液口(5),位于眼管(11)下方的中心管(9)的管壁上开设与油套环空连通的注水口(10);

所述电脉冲油水分离装置(14)包括设于油管(18)内腔且开口向上的电脉冲分离器上出口(141)、开设在油管(18)壁上并与油套环空连通的电脉冲分离器进液口(142)、设于油管(18)内腔且开口向下的电脉冲分离器下出口(148),所述电脉冲油水分离装置(14)内部为空腔,上部空腔设有通过绝缘棒(143)悬挂的电脉冲分离器阴极挂片(144),下部空腔设有与电脉冲分离器阴极挂片(144)正对的电脉冲分离器阳极挂片(145),电脉冲分离器阳极挂片(145)下方设有与电脉冲分离器下出口(148)正对的分离液出口缓冲平台(147),电脉冲分离器阴极挂片(144)和电脉冲分离器阳极挂片(145)之间为液体分离腔(146);

它还包括控制柜(1),所述采出螺杆泵(16)通过采出螺杆泵电缆(2)、电脉冲油水分离装置(14)通过电脉冲油水分离装置电缆(3)、注入螺杆泵(13)通过注入螺杆泵电缆(4)分别与地面上的控制柜(1)电连接,所述控制柜(1)内置有用于给采出螺杆泵(16)、电脉冲油水分离装置(14)和注入螺杆泵(13)供电的电源;

所述采出螺杆泵(16)和电脉冲油水分离装置(14)之间设有串接在油管(18)的上单流阀(15),注入螺杆泵(13)和眼管(11)之间设有串接在油管(18)的下单流阀(12),中心管(9)连接于下单流阀(12)下方,出液口(5)位于下单流阀(12)和眼管(11)之间,所述中心管(9)呈十字形,注水口(10)开设于十字形的水平管的两端。

2. 如权利要求1所述的基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置,其特征在于:所述电脉冲分离器进液口(142)是由油管(18)的管壁斜向上突出形成的扁嘴状开口;

所述电脉冲分离器上出口(141)开设于固定在油管(18)内壁的上圆形挡板中心,上圆形挡板的中心开孔,孔的边缘垂直向上延伸形成电脉冲分离器上出口(141);所述电脉冲分离器下出口(148)开设于固定在油管(18)内壁的下圆形挡板中心,下圆形挡板的中心开孔,孔的边缘向下延伸形成倒圆台形的电脉冲分离器下出口(148)。

3. 根据权利要求1~2任意一项所述的基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置的应用方法,其特征在于:

将基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置连接于油管(18)上并随油管(18)一起下入套管(17)内,在油套环空内下入封隔器(6)封堵采出层和注入层,并使采出层处的封隔器(6)位于出液口(5)下方、注水口(10)正对注入层、眼管(11)正对采出层;

通过控制柜(1)启动采出螺杆泵(16)、电脉冲油水分离装置(14)和注入螺杆泵(13),采出层的高含水原油由眼管(11)进入中心管(9)和油管(18)的环形空间,并由出液口(5)进入油套环空,最终由电脉冲分离器进液口(142)进入电脉冲油水分离装置(14),高含水原油在电脉冲电场作用下液滴被极化,并在电场力的作用下发生吸附、碰撞形成液滴链,聚变成较大水滴从原油中沉降分离出来,实现油水分离,分离后上部的原油通过采出螺杆泵(16)举升至地面,下部沉降的水通过注入螺杆泵(13)增压进入中心管(9),由注水口(10)回注至注入层。

## 基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置及其应用方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于油田采油技术领域,具体涉及一种基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置及其应用方法。

### 背景技术

[0002] 我国大多数油田都采用注水开发方式,随着油田开发进入中后期,油井含水逐渐升高,据统计,目前我国含水率已达到80%以上的老油田,可采储量占到总储量的73.1%。大量的高含水原油被举升到地面,进行分离、处理、集输和回注,会造成极大的生产浪费和经济损失。

[0003] 目前,常用的井下油水分离装置有两种,一种是重力分离,一种是旋流分离。重力分离的优点是工程投资较低,缺点是采用自然沉降分离原理进行油水分离,分离效率低,且由于油井井底压力和生产情况的变化,采用重力式分离不能准确判断油水分界面,也无法确定泵在井下的位置和分离器吸入口位置,导致注采效果不佳;旋流分离的原理是采用水力旋流器进行高速螺旋回转运动对高含水原油进行物理分离,其缺点是投资高,井下分离效率低,并难以保持长期有效注入,且投资回报率较低。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置及其应用方法。其目的二是在井下进行油水分离,降低油井含水量;目的二是分离出的原油进行采出,分离出的水进行注入,实现注采结合;目的三是提高井下分离效率。

[0005] 为此,本发明提供了基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置,它包括自上至下依次串接在油管上的采出螺杆泵、电脉冲油水分离装置、注入螺杆泵、和眼管,所述注入螺杆泵的下方连接着置于油管内腔的中心管,中心管的底端通过中心管堵头封堵,油管的底端通过油管堵头封堵;

[0006] 所述注入螺杆泵和眼管之间的油管壁上开设出液口,位于眼管下方的中心管的管壁上开设与油套环空连通的注水口。

[0007] 进一步地,所述电脉冲油水分离装置包括设于油管内腔且开口向上的电脉冲分离器上出口、开设在油管壁上并与油套环空连通的电脉冲分离器进液口、设于油管内腔且开口向下的电脉冲分离器下出口,所述电脉冲油水分离装置内部为空腔,上部空腔设有通过绝缘棒悬挂的电脉冲分离器阴极挂片,下部空腔设有与电脉冲分离器阴极挂片正对的电脉冲分离器阳极挂片,电脉冲分离器阳极挂片下方设有与电脉冲分离器下出口正对的分离液出口缓冲平台,电脉冲分离器阴极挂片和电脉冲分离器阳极挂片之间为液体分离腔。

[0008] 进一步地,所述电脉冲分离器进液口是由油管的管壁斜向上突出形成的扁嘴状开口。

[0009] 进一步地,所述电脉冲分离器上出口开设于固定在油管内壁的上圆形挡板中心,上圆形挡板的中心开孔,孔的边缘垂直向上延伸形成电脉冲分离器上出口;所述电脉冲分

分离器下出口开设于固定在油管内壁的下圆形挡板中心,下圆形挡板的中心开孔,孔的边缘向下延伸形成倒圆台形的电脉冲分离器下出口。

[0010] 进一步地,基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置还包括控制柜,所述采出螺杆泵通过采出螺杆泵电缆、电脉冲油水分离装置通过电脉冲油水分离装置电缆、注入螺杆泵通过注入螺杆泵电缆分别与地面上的控制柜电连接,所述控制柜内置有用于给采出螺杆泵、电脉冲油水分离装置和注入螺杆泵供电的电源。

[0011] 进一步地,所述采出螺杆泵和电脉冲油水分离装置之间设有串接在油管的上单流阀,注入螺杆泵和眼管之间设有串接在油管的下单流阀,中心管连接于下单流阀下方,出液口位于下单流阀和眼管之间。

[0012] 进一步地,所述中心管呈十字形,注水口开设于十字形的水平管的两端。

[0013] 进一步地,基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置的应用方法:

[0014] 将基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置连接于油管上并随油管一起下入套管内,在油套环空内下入封隔器封堵采出层和注入层,并使采出层处的封隔器位于出液口下方、注水口正对注入层、眼管正对采出层;

[0015] 通过控制柜启动采出螺杆泵、电脉冲油水分离装置和注入螺杆泵,采出层的高含水原油由眼管进入中心管和油管的环形空间,并由出液口进入油套环空,最终由电脉冲分离器进液口进入电脉冲油水分离装置,高含水原油在电脉冲电场作用下液滴被极化,并在电场力的作用下发生吸附、碰撞形成液滴链,聚变成较大水滴从原油中沉降分离出来,实现油水分离,分离后上部的原油通过采出螺杆泵举升至地面,下部沉降的水通过注入螺杆泵增压进入中心管,由注水口回注至注入层。

[0016] 本发明的有益效果:

[0017] (1)与传统井下物理脱水相比,本发明电场稳定性好、脱水效率高。

[0018] (2)本发明集油水分离、采出、注入功能于一体,相较于传统高含水油田开采流程,不需要复杂的油水分离、处理、集输、回注设备,地面工艺简单,有效减少水循环环节,节省成本。

[0019] (3)本发明注入与采出均采用螺杆泵,受流体杂质含量、含气量影响小,流量连续稳定,工况适应性强。

[0020] (4)本井分离出的水注入地层,可减少外来流体造成的地层伤害并能及时补充该井控制范围内的地层能量,有助于油井长期稳产。

[0021] 以下将结合附图对本发明做进一步详细说明。

## 附图说明

[0022] 图1是基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置的结构示意图。

[0023] 图2是电脉冲油水分离装置的结构示意图。

[0024] 附图标记说明:

[0025] 1.控制柜;2.采出螺杆泵电缆;3.电脉冲油水分离装置电缆;4.注入螺杆泵电缆;5.出液口;6.封隔器;7.中心管堵头;8.油管堵头;9.中心管;10.注水口;11.眼管;12.下单流阀;13.注入螺杆泵;14.电脉冲油水分离装置;15.上单流阀;16.采出螺杆泵;17.套管;18.油管;

[0026] 141.电脉冲分离器上出口;142.电脉冲分离器进液口;143.绝缘棒;144.电脉冲分离器阴极挂片;145.电脉冲分离器阳极挂片;146.液体分离腔;147.分离液出口缓冲平台;148.电脉冲分离器下出口。

### 具体实施方式

[0027] 实施例1:

[0028] 基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置,如图1所示,它包括自上至下依次串接在油管18上的采出螺杆泵16、电脉冲油水分离装置14、注入螺杆泵13、和眼管11,所述注入螺杆泵13的下方连接着置于油管18内腔的中心管9,中心管9的底端通过中心管堵头7封堵,油管18的底端通过油管堵头8封堵;

[0029] 所述注入螺杆泵13和眼管11之间的油管18壁上开设出液口5,位于眼管11下方的中心管9的管壁上开设与油套环空连通的注水口10。

[0030] 基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置的工作原理或工作过程如下:

[0031] 将基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置连接于油管18并随油管18下入套管17内,在油套环空内下入封隔器6封堵采出层和注入层,并使采出层处的封隔器6位于出液口5下方、注水口10正对注入层、眼管11正对采出层;

[0032] 启动采出螺杆泵16、电脉冲油水分离装置14和注入螺杆泵13,采出层的高含水原油由眼管11进入中心管9和油管18的环形空间,并由出液口5进入油套环空,最终进入电脉冲油水分离装置14,高含水原油在电脉冲电场作用下液滴被极化,并在电场力的作用下发生吸附、碰撞形成液滴链,聚变成较大水滴从原油中沉降分离出来,实现油水分离,分离后上部的原油通过采出螺杆泵16举升至地面,下部沉降的水通过注入螺杆泵13增压进入中心管9,由注水口10回注至注入层。

[0033] 需要特别说明的是,电脉冲油水分离装置14的基本原理是:高含水原油在电脉冲电场作用下液滴被极化,并在电场力的作用下发生吸附、碰撞形成液滴链,聚变成较大水滴从原油中沉降分离出来,实现油水分离,分离后上部的原油通过采出螺杆泵举升至地面,下部沉降的水通过注入螺杆泵回注至地层。

[0034] 与传统井下物理脱水相比,电脉冲油水分离装置具有电场稳定性好、脱水效率高等特点。本发明集油水分离、采出、注入功能于一体,相较于传统高含水油田开采流程,不需要复杂的油水分离、处理、集输、回注设备,地面工艺简单,有效减少水循环环节,节省成本。本发明注入与采出均采用螺杆泵,受流体杂质含量、含气量影响小,流量连续稳定,工况适应性强。同时本井分离出的水注入地层,可减少外来流体造成的地层伤害并能及时补充该井控制范围内的地层能量,有助于油井长期稳产。

[0035] 实施例2:

[0036] 在实施例1的基础上,如图2所示,所述电脉冲油水分离装置14包括设于油管18内腔且开口向上的电脉冲分离器上出口141、开设在油管18壁上并与油套环空连通的电脉冲分离器进液口142、设于油管18内腔且开口向下的电脉冲分离器下出口148,所述电脉冲油水分离装置14内部为空腔,上部空腔设有通过绝缘棒143悬挂的电脉冲分离器阴极挂片144,下部空腔设有与电脉冲分离器阴极挂片144正对的电脉冲分离器阳极挂片145,电脉冲分离器阳极挂片145下方设有与电脉冲分离器下出口148正对的分离液出口缓冲平台147,

电脉冲分离器阴极挂片144和电脉冲分离器阳极挂片145之间为液体分离腔146。

[0037] 电脉冲油水分离装置14的工作原理如下：

[0038] 高含水原油由油套环空通过电脉冲分离器进液口142进入电脉冲油水分离装置14内，在电脉冲分离器阴极挂片144和电脉冲分离器阳极挂片145之间产生的电脉冲电场作用下，高含水原油被极化，并在电场力的作用下发生吸附、碰撞形成液滴链，聚变成较大水滴从原油中沉降分离出来，实现油水分离，分离后上部的原油经电脉冲分离器上出口141进入油管18，再通过采出螺杆泵16被举升至地面，下部沉降的水经电脉冲分离器下出口148进入油管18，并通过注入螺杆泵13回注至地层。

[0039] 需要特别说明的是，分离液出口缓冲平台147的设置是为了对分离出的水进行缓冲，以使其在下行过程可以缓慢通过电脉冲分离器下出口148，避免对其造成损伤，影响其寿命。

[0040] 实施例3：

[0041] 在实施例2的基础上，如图2所示，为了方便高含水原油或者分离出的油、水顺利流出，所述电脉冲分离器进液口142是由油管18的管壁斜向上突出形成的扁嘴状开口。所述电脉冲分离器上出口141开设于固定在油管18内壁的上圆形挡板中心，上圆形挡板的中心开孔，孔的边缘垂直向上延伸形成电脉冲分离器上出口141；所述电脉冲分离器下出口148开设于固定在油管18内壁的下圆形挡板中心，下圆形挡板的中心开孔，孔的边缘向下延伸形成倒圆台形的电脉冲分离器下出口148。

[0042] 实施例4：

[0043] 在实施例1的基础上，它还包括控制柜1，所述采出螺杆泵16通过采出螺杆泵电缆2、电脉冲油水分离装置14通过电脉冲油水分离装置电缆3、注入螺杆泵13通过注入螺杆泵电缆4分别与地面上的控制柜1电连接，所述控制柜1内置有用于给采出螺杆泵16、电脉冲油水分离装置14和注入螺杆泵13供电的电源。

[0044] 为了方便工作人员对采出螺杆泵16、电脉冲油水分离装置14和注入螺杆泵13的启动和关闭，本实施例将内置有控制它们启停的控制柜1设于地面。

[0045] 实施例5：

[0046] 在实施例1的基础上，为了防止回流，所述采出螺杆泵16和电脉冲油水分离装置14之间设有串接在油管18的上单流阀15，注入螺杆泵13和眼管11之间设有串接在油管18的下单流阀12，中心管9连接于下单流阀12下方，出液口5位于下单流阀12和眼管11之间。

[0047] 实施例6：

[0048] 在实施例1的基础上，如图1所示，所述中心管9呈十字形，注水口10开设于十字形的水平管的两端。

[0049] 具体地，中心管顶部与油管直径相同，通过变径，下部直径变小且与油管同心，底部有中心管堵头。中心管上部与油管相同，下部通过注水口穿过外部油管与油套环空相通，作为注入流体通道。

[0050] 实施例7：

[0051] 基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置的应用方法：

[0052] 将基于电脉冲的井下油水分离的注采一体装置连接于油管18上并随油管18一起下入套管17内，在油套环空内下入封隔器6封堵采出层和注入层，并使采出层处的封隔器6

位于出液口5下方、注水口10正对注入层、眼管11正对采出层；

[0053] 通过控制柜1启动采出螺杆泵16、电脉冲油水分离装置14和注入螺杆泵13,采出层的高含水原油由眼管11进入中心管9和油管18的环形空间,并由出液口5进入油套环空,最终由电脉冲分离器进液口142进入电脉冲油水分离装置14,高含水原油在电脉冲电场作用下液滴被极化,并在电场力的作用下发生吸附、碰撞形成液滴链,聚变成较大水滴从原油中沉降分离出来,实现油水分离,分离后上部的原油通过采出螺杆泵16举升至地面,下部沉降的水通过注入螺杆泵13增压进入中心管9,由注水口10回注至注入层。

[0054] 与传统井下物理脱水相比,电脉冲油水分离装置具有电场稳定性好、脱水效率高等特点。本发明集油水分离、采出、注入功能于一体,相较于传统高含水油田开采流程,不需要复杂的油水分离、处理、集输、回注设备,地面工艺简单,有效减少水循环环节,节省成本。本发明注入与采出均采用螺杆泵,受流体杂质含量、含气量影响小,流量连续稳定,工况适应性强。同时本井分离出的水注入地层,可减少外来流体造成的地层伤害并能及时补充该井控制范围内的地层能量,有助于油井长期稳产。

[0055] 以上例举仅仅是对本发明的举例说明,并不构成对本发明的保护范围的限制,凡是与本发明相同或相似的设计均属于本发明的保护范围之内。本实施例没有详细叙述的部件和结构属本行业的公知部件和常用结构或常用手段,这里不一一叙述。

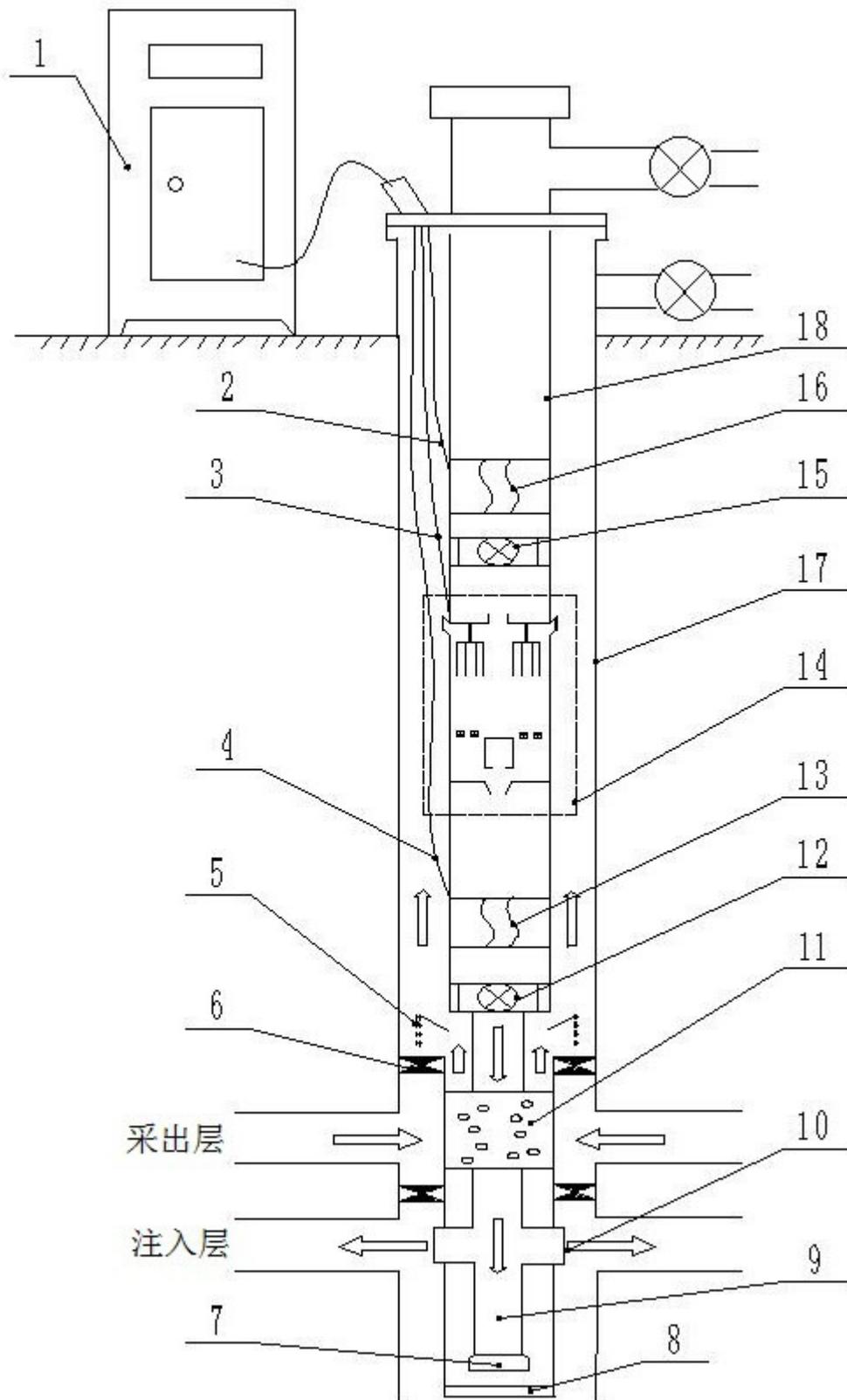


图1

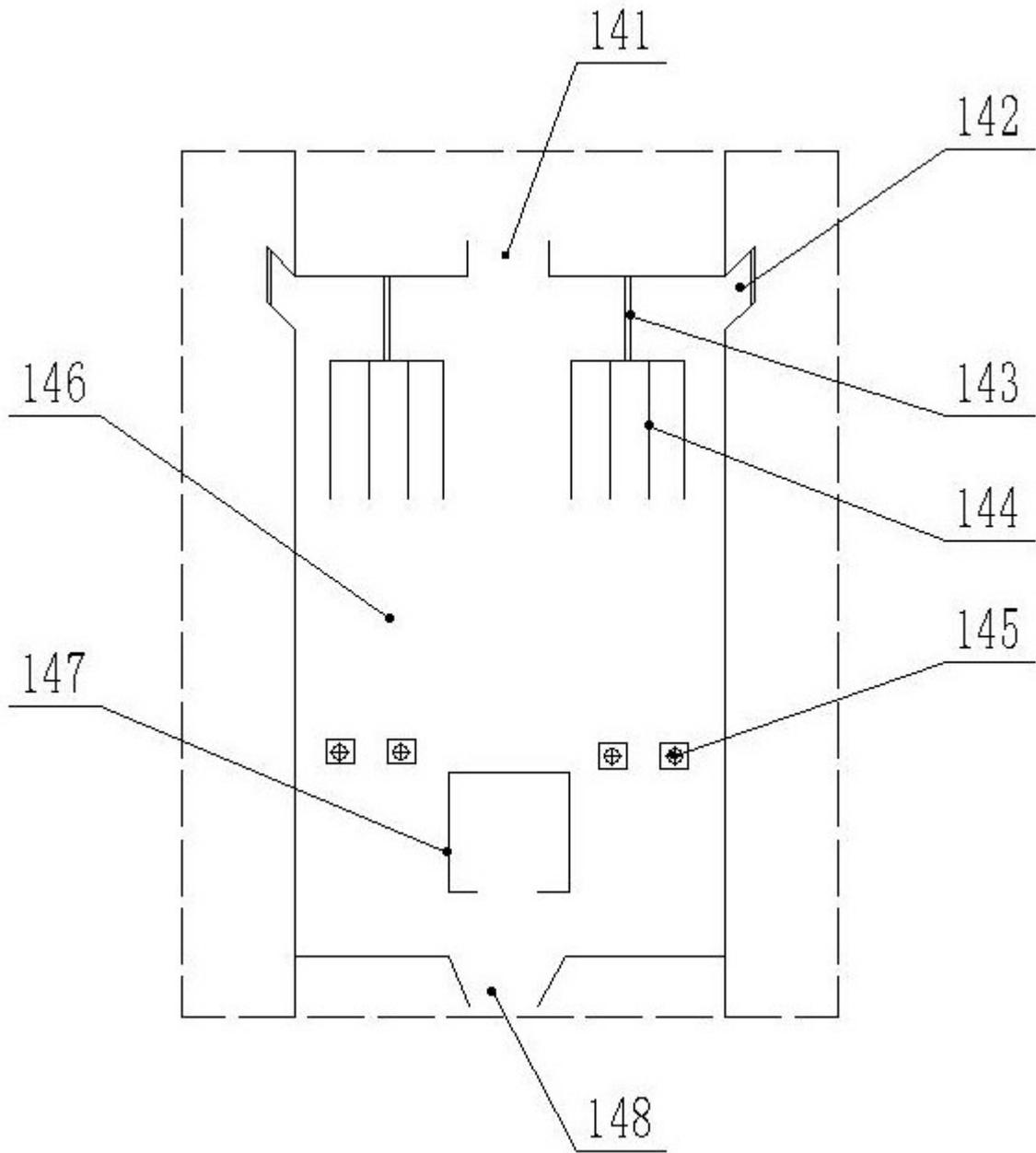


图2