

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
E21B 43/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610009854.1

[45] 授权公告日 2008年5月28日

[11] 授权公告号 CN 100390372C

[22] 申请日 2006.3.24

[21] 申请号 200610009854.1

[73] 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

[72] 发明人 寇宝泉 白相林 李立毅

[56] 参考文献

CN1415858A 2003.5.7

US5404767A 1995.4.11

CN1544783A 2004.11.10

RU2191925C1 2002.10.27

审查员 李 华

[74] 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务
所
代理人 张 伟

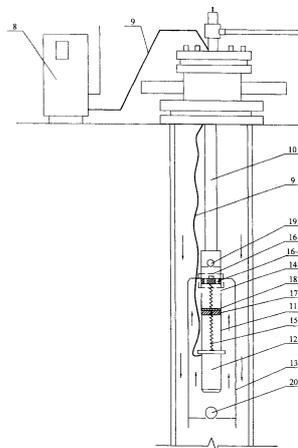
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

[54] 发明名称

一种旋转电机驱动的地下往复式抽油机

[57] 摘要

一种旋转电机驱动的地下往复式抽油机，涉及一种抽油机。现有抽油机存在能耗高、大马拉小车、尺寸大、惯性载荷大等问题。本发明的缓冲油管(13)内设有电机(12)，电机(12)的输出轴与丝杠(15)连接，电机带动丝杠旋转即会带动与丝杠配合的柱塞(18)做直线运动，从而将地下的原油输送到地面。本发明是基于旋转电机+滚珠丝杠的传动形式把电机的旋转运动转换为柱塞泵的直线运动的原理工作的，具有结构简单、运行平稳、系统效率高、节能效果好、能满足采油工艺自动控制的要求和适应恶劣的工作环境等特点，同时该抽油机还具有成本低、可靠性高、过载能力强、长冲程、效率高、柔性好及结构简单的优点，利于推广应用。



1. 一种旋转电机驱动的地下往复式抽油机，其特征在于它包括电机控制器(8)、电缆(9)、出油管(10)、柱塞筒(11)、电机(12)、缓冲油管(13)，所述出油管(10)的下端与柱塞筒(11)密封连接，柱塞筒(11)的下端设有电机(12)，在所述电机(12)的外部套有缓冲油管(13)，缓冲油管(13)的上端与柱塞筒(11)的外壁密封连接，在缓冲油管(13)内部的柱塞筒(11)的侧壁上开有油吸入孔(14)；所述电缆(9)的两端分别与电机控制器(8)和电机(12)连接；

在所述柱塞筒(11)内设有丝杠(15)，丝杠(15)的下端与电机(12)的输出轴连接；在所述柱塞筒(11)内油吸入孔(14)的上部设有与柱塞筒(11)的内壁固定连接的端部固定件(16)，所述丝杠(15)的上端通过轴承与端部固定件(16)连接，所述端部固定件(16)上设有轴向通孔(16-1)；在所述丝杠(15)上设有丝杠螺母(17)，所述丝杠螺母(17)上固定有柱塞(18)；

在柱塞筒(11)内的端部固定件(16)的上方设有单向出油阀(19)，在缓冲油管(13)内的电机(12)的下方设有单向进油阀(20)。

2. 根据权利要求 1 所述的一种旋转电机驱动的地下往复式抽油机，其特征在于所述电机(12)为多相永磁同步电机或多相感应电机或多相磁阻电机。

一种旋转电机驱动的地下往复式抽油机

技术领域

本发明涉及一种抽油机。

背景技术

目前应用最广泛的常规游梁式抽油机采油系统主要由三部分组成：地面部分：它由电动机 1、减速箱 2 和四连杆机构 3（包括曲柄、连杆、横梁、游梁）、驴头和悬绳器等组成；地下部分：抽油泵 7，它悬挂在套管 6 中油管 5 的下端；联系地面和地下部分的中间部分：抽油杆柱 4，它由一种或几种直径的抽油杆和接箍组成。常规游梁式抽油机采油系统的组成如图 1 所示。

抽油机采油系统将电能从地面传递给井下液体，从而把井下液体举升到地面。整个系统工作的过程，就是一个能量不断传递和转化的过程，能量的每一次传递和转化都会有一定的损失。

在抽油机采油系统的三个组成部分中，不同系统的地下部分和中间部分的结构和工作原理基本相同，系统的主要区别在于抽油机的不同。因此，抽油机的不同决定了抽油机采油系统的能耗状况。

游梁式抽油机的基本工作原理是利用电能转换为电机的旋转运动，经减速器减速后再利用四连杆机构转变为悬点的直线往复运动，具有结构简单、可靠性高、易损件少、操作简便、维修方便、维护费用低等优点。然而，由于常规游梁式抽油机本身的结构特征，决定它存在平衡效果差、曲柄轴净扭矩脉动大、存在负扭矩、负载率低、工作效率低、“大马拉小车”和能耗高等缺点，主要表现为以下四个方面的问题：

1. 能耗高的问题：游梁式抽油机的能量损失主要为以下两个方面：

①、电动机损失：一般情况下，旋转电动机在输出功率为（60%—100%）额定功率条件下工作时，其效率接近于额定效率，约在 90%左右，即电动机损耗约为 10%。然而，由于抽油机电机的负荷变化十分剧烈而频繁，在抽油机的每一冲程中，电动机的输出功率都将出现两次瞬时功率极大值和两次瞬时功率极小值（一般这两次极大值、极小值的数值并不相等），其瞬时功率

极大值可能超过额定功率，而极小值一般为负功率，即电动机不仅不输出功率，反而由抽油机拖动而发电，因此电动机输出功率的变化远远超出了（60%—100%）额定功率的范围，特别是当抽油机平衡不良时，其电动机甚至可能在（20%—120%）额定功率范围内变化，这时电动机的效率降低，损耗也必然增大，从现场实测数据看，电动机的损耗有的高达30%—40%。

②、传动损失：传动损失主要有带传动损失、减速箱损失和换向损失。

带传动损失可分为两类，一类是与载荷无关的损失，包括绕皮带轮的弯曲损失，进入与退出轮槽的摩擦损失，风阻损失，多条皮带传动时，由于皮带长度误差及轮槽误差造成的功率损失。另一类是与载荷有关的损失，包括弹性滑动损失，打滑损失，皮带与轮槽间径向滑动摩擦损失等。一般情况下，带传动的损失以弯曲损失和弹性滑动损失为主，现场实测数据显示，大量抽油机皮带传动效率在85%左右，因此，带传动损失约为15%左右。

减速箱损失包括轴承损失和齿轮损失，减速箱中有三副轴承，一般为滚动轴承。随着转速和轴径的增大，轴承损失也增大，滚动轴承内油脂添加多少也会影响损耗。一般在润滑良好的情况下，一副轴承的损失约为1%左右，所以，减速箱三副轴承的损失约为3%。减速箱中一般有三对人字齿轮，齿轮在传动时，相啮合的齿面间有相对滑动，因此就要发生摩擦与功率损失。在齿轮啮合面间加注润滑剂可以避免金属直接接触，减小摩擦损失。一对齿轮传动功率损失约为2%，则抽油机减速箱三对齿轮的传动损失为6%。因此，减速箱总的功率损失约为9%—10%，这是在润滑良好情况下的数据，如果减速箱润滑不良，功率损失将增加，效率还将下降。

常规游梁式抽油机的换向部分主要是四连杆机构，一般有三副轴承和一根钢丝绳，其损失主要包括驴头钢丝绳变形损失及轴承摩擦损失。在抽油机驴头上悬挂抽油杆柱的钢丝绳反复与驴头接触发生挤压变形，同时反复被拉伸，因此产生变形损失，钢丝绳的变形损失约为2%。而三副轴承的功率损失约为3%，因此，综合考虑钢丝绳与轴承，游梁式抽油机四连杆机构的能量损失约为5%。

综合以上三方面的考虑，常规游梁式抽油机本身机械传动能量损失约为30%。

2. 大马拉小车的问题:实际生产中的游梁式抽油机常年工作在低功率因数、低效率、高能耗的“大马拉小车”状态,这是由于以下因素造成的:

①、在游梁式抽油机电机容量选择时,往往为了追求大的安全系数或系统负载变化量大,结果使电动机容量过大,造成“大马拉小车”现象,导致电机偏离最佳工作点,运行效率和功率因数降低。一般来讲,电动机功率的选择总是大于实际负载要求,所以电动机很少在其额定功率范围内运行,甚至在最大负载时,也达不到额定功率。如果负载长期处于变化状态下,能量的浪费更为严重。

②、游梁式抽油机是惯性矩较大的机械设备,工作时,特别是稠油和高凝油结构井都是带负载启动,需要大功率启动,而Y系列电动机过载能力一般(一般为额定载荷的2倍),因此,为了满足启动的需要,不得不配备额定功率较大的电动机来拖动,另外,抽油机的电机载荷是带有冲击性的变载荷,为了使拖动抽油的电动机稳定运行并具有一定的过载能力,需按抽油机的最大功率来配备电动机。长期以来,油田使用的抽油机电机在实际运行中,大多都处于轻载运行,甚至个别运行段是空载运行,大多数电动机负载率低于45%,功率因数低于0.6以下,抽油机电机长期处于低负载、低功率因数状态下运行,造成了线路、变压器、电动机的较大率损耗。另外,大部分游梁式抽油机的电机采用直接启动方式,除了造成对电网及拖动系统的冲击和事故外,8-10倍的启动电流也造成了巨大的能量损耗。

③、当泵装置按照一定的冲程长度、活塞直径等适配好后,当冲程频率也完全确定之后,抽油机的工作能力就成为一个固定不变的量。而相对于油井负荷的变化,在抽取过程中,抽油机固定的能力无法对变化的负荷作出响应。因此,常常发生抽油机的工作能力过剩,也就是我们常说的大马拉小车的问题,过多的无功抽取或低效抽取导致捞取水平不满,抽油机常常处于半负荷或轻负荷的工作状态。我国有近80%的油井是轻载油井,当油田开发高峰期过后,地下藏油量减少,抽油量下降。在这种情况下,抽油机需连续运转,且有时“半抽”或“空抽”,出现了“大马拉小车”的现象。

④、抽油机运行的特点是运行负载呈周期性变化高低差异大,因而运行时电机处于大马拉小车,平均功率因数很低,加之大部分抽油机实际负载又

大大小于额定负载，抽油机本身就大马拉小车，所以电机大马拉小车问题更为严重，一般十型抽油机平均负载率低于 30%、以至 15%以下，平均功率因数在 0.1~0.4，十二型抽油机平均负载率在 20%以下，功率因数在 0.2 左右，无功电流大，线路损失是抽油机电耗损的一个突出问题。

⑤、凡是直接连到电网的感应电动机，无论多大负载，其励磁电流是固定的，用于产生转矩的电流以随负载的减少而减少，而励磁电流却不变。所以电动机运行在低于额定负载的情况下，功率因数是小于额定功率因数的。负载越轻，功率因数越低。

3. 冲程增大后的尺寸问题：

常规游梁式抽油机增大冲程时，减速箱扭矩将成比例增大，相应的重量和尺寸也将更重更大。以 12 型游梁式抽油机为例，最大载荷 120kN，最小载荷 60kN，冲程为 3m，则减速箱扭矩为 53kN.m，若将冲程加大到 4.2m，则减速箱扭矩将增加到 75kN.m，可见冲程由 3m 增加到 4.2m，减速箱要由 53kN.m 增加到 105kN.m，上升 2 个档次。另外，增大冲程后，因受游梁摆角限制，四连杆尺寸必然增大。

因此，常规游梁式抽油机冲程增大后，其外形尺寸和总重量将大幅度增加，例如，额定悬点载荷为 100kN 的常规游梁抽油机，当光杆最大冲程由 3m 增加到 4.5m 时，抽油机总重量由 15t 上升到 25t，净增加 66.6%。这是由于游梁式抽油机自身的结构特点所决定的，这种结构特点无法进行长冲程、大承载的重型抽油机的开发。

4. 惯性载荷过大的问题：常规游梁式抽油机的四连杆机构使得驴头运动规律为类似简谐运动，其最高速度和最低速度较匀速运动的速度高得多，所以加速度较匀速运动也大得多，造成惯性载荷大，使抽油机承受载荷过大，缩短了抽油机使用寿命。

因此，尽管多年来人们在抽油机节能方面做了大量的研究，国内外生产厂家先后研制出前置式抽油机、异相曲柄抽油机、空气平衡抽油机、异型抽油机（双驴头），弯游梁抽油机、调径变矩抽油机（两级平衡）、杠铃游梁抽油机等等，但是，这些抽油机未能脱离电能转变为旋转运动，再用四连杆机构将旋转运动转变为直线往复运动，因而并没有解决根本问题。

发明内容

针对现有的抽油机存在能耗高、大马拉小车、冲程增大后的尺寸增大及惯性载荷过大的问题，本发明提供一种成本低、可靠性高、过载能力强、长冲程、效率高、柔性好及结构简单的抽油机。

一种旋转电机驱动的地下往复式抽油机，它包括电机控制器 8、电缆 9、出油管 10、柱塞筒 11、电机 12、缓冲油管 13，所述出油管 10 的下端与柱塞筒 11 密封连接，柱塞筒 11 的下端设有电机 12，在所述电机 12 的外部套有缓冲油管 13，缓冲油管 13 的上端与柱塞筒 11 的外壁密封连接，在缓冲油管 13 内部的柱塞筒 11 的侧壁上开有油吸入孔 14；所述电缆 9 的两端分别与电机控制器 8 和电机 12 连接；

在所述柱塞筒 11 内设有丝杠 15，丝杠 15 的下端与电机 12 的输出轴连接；在所述柱塞筒 11 内油吸入孔 14 的上部设有与柱塞筒 11 的内壁固定连接的端部固定件 16，所述丝杠 15 的上端通过轴承与端部固定件 16 连接，所述端部固定件 16 上设有轴向通孔 16-1；在所述丝杠 15 上设有丝杠螺母 17，所述丝杠螺母 17 上固定有柱塞 18；在柱塞筒 11 内的端部固定件 16 的上方设有单向出油阀 19，在缓冲油管 13 内的电机 12 的下方设有单向进油阀 20。本发明所述旋转电机驱动的地下往复式抽油机是基于旋转电机+滚珠丝杠的传动形式把电机的旋转运动转换为柱塞泵的直线运动的原理工作的，与直线电机抽油机和游梁式抽油机相比，具有结构简单、运行平稳、系统效率高、节能效果好、能满足采油工艺自动控制的要求和适应恶劣的工作环境等特点，特别适合深井、稠油、抽空控制等油井使用，为重型抽油机的制造开辟了新途径。该发明所述抽油机同时具有以下效果：

1、结构简单、成本低、可靠性高：采用旋转电机驱动柱塞泵，无需抽油杆柱和游梁式抽油机的减速器及四连杆机构，也无需地面井架，实现了无杆抽油，因此可以大幅度降低抽油机成本，提高系统的可靠性。

2、效率高：旋转电机的损耗小、功率因数高，滚珠丝杠的传动效率也高，而且无需抽油杆柱和游梁式抽油机的减速器及四连杆机构，实现了无杆抽油。同时，旋转电机+滚珠丝杠的传动效率也要大大高于直线电机的传动效率。因此，本发明不仅驱动元件本身效率高，而且整个系统的传动链短，大大提高

了采油效率。

3、长冲程：旋转电机驱动的地下往复式抽油机由于不使用四连杆机构，克服了游梁式抽油机增加冲程时减速箱扭矩增加的缺点，只需增加丝杠的长度即可，抽油机外形尺寸和总重量增加值很小，因此，适用于长冲程。

4、惯性小：旋转电机驱动的地下往复式抽油机的运动规律除上下死点有短时间加减速运动外，大部分时间是匀速运动，使惯性载荷大幅度下降，抽油机性能得到较大改善。

5、过载能力强：由于变频驱动电机具有很高的过载能力，可以解决启动时对大推力的要求，因此无需“大马拉小车”。

6、柔性好：由于采用旋转电机+滚珠丝杠的传动形式，传动环节少，系统易于控制，抽油机的冲程（在丝杠长度范围内）和冲次可以实时、任意改变。

附图说明

图1是现有常规的游梁式抽油机的结构示意图，图2是本发明的结构示意图。

具体实施方式

具体实施方式一：本实施方式为一种旋转电机驱动的地下往复式抽油机，它包括电机控制器8、电缆9、出油管10、柱塞筒11、电机12、缓冲油管13，所述出油管10的下端与柱塞筒11密封连接，柱塞筒11的下端设有电机12，在所述电机12的外部套有缓冲油管13，缓冲油管13的上端与柱塞筒11的外壁密封连接，在缓冲油管13内部的柱塞筒11的侧壁上开有油吸入孔14，在电机12下方的缓冲油管13内设有单向进油阀20。所述电缆9的两端分别与电机控制器8和电机12连接；

在所述柱塞筒11内设有丝杠15，丝杠15的下端与电机12的输出轴连接；在所述柱塞筒11内油吸入孔14的上部设有与柱塞筒11的内壁固定连接的端部固定件16，在端部固定件16上方的柱塞筒11内设有单向出油阀19，所述丝杠15的上端即通过轴承与端部固定件16连接，端部固定件16的作用在于固定丝杠15的端部，防止其抖动和偏心。所述端部固定件16上设有轴向通孔16-1，轴向通孔即为沿丝杠长度方向的孔，目的在于原油可以从柱塞筒11

向上进入出油管 10。在所述丝杠 15 上配合设有丝杠螺母 17，所述丝杠螺母 17 上固定有柱塞 18，当电机控制器 8 控制电机 12 做正反转的旋转运动时，滚珠丝杠 15 便把电机 12 的旋转运动转换为柱塞 18 的上下直线往复运动，于是柱塞 18 可以不断地把原油石油从地下油井中举升到地面上来。

电机控制器 8 以 DSP 或微处理器为核心，它能够接收来自各个传感器的信号，并依据特定的数据处理方法和控制规律，决定电机 12 转子的转速和丝杠螺母 17 的行程，进而控制柱塞泵的冲次和冲程。所述电机 12 可以是多相永磁同步电机（无刷直流电机），也可以是多相感应电机或多相磁阻电机，都可以实现本发明目的。它具体的工作过程如下：电机控制器 8 把地面配电系统的交流电能经过整流、滤波、逆变后，经电缆 9 输入给井下的电机 12，为电机 12 的输出轴旋转提供能量，由于丝杠 15 的下端与电机 12 的输出轴连接，所以电机 12 的输出轴旋转即会拖动丝杠 15 旋转，丝杠 15 的旋转会带动与其配合的丝杠螺母 17 和柱塞 18 向上作直线运动，此时缓冲油管 13 内已充满油，柱塞 18 向上运动过程中，一方面会通过油吸入孔 14 将压力下传，使单向进油阀 20 关闭，另一方面会通过端部固定件 16 上的轴向通孔 16-1 将压力上传将单向出油阀 19 打开，从而将柱塞筒 11 内的原油推入油管 10 内，从油管 10 举升到地面；当柱塞 18 运动到柱塞筒 11 的上端时，电机控制器 8 控制电机 12 反转，则丝杠螺母 17 和柱塞 18 向下作直线运动，这时柱塞筒 11 和缓冲油管 13 内的压力减小，出油阀 19 关闭，进油阀 20 打开，在压力作用下，原油从缓冲油管 13 外经单向进油阀 20 吸入到缓冲油管 13 内，再从缓冲油管 13 经吸入口 14 进入到柱塞筒 11 内。如此反复使电机 12 正转、反转、正转……，就可以源源不断地把原油从地下举升到地面。

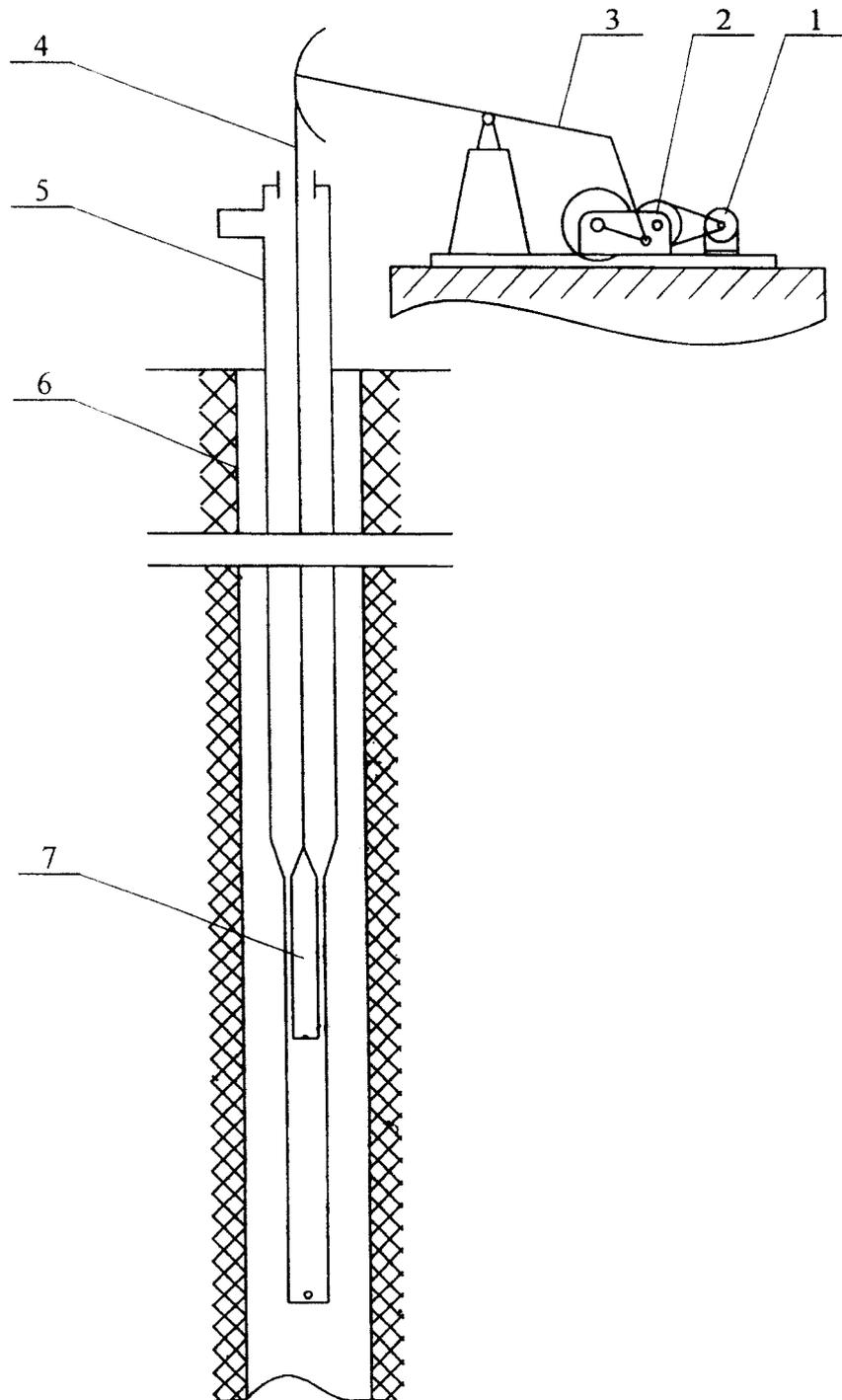


图 1

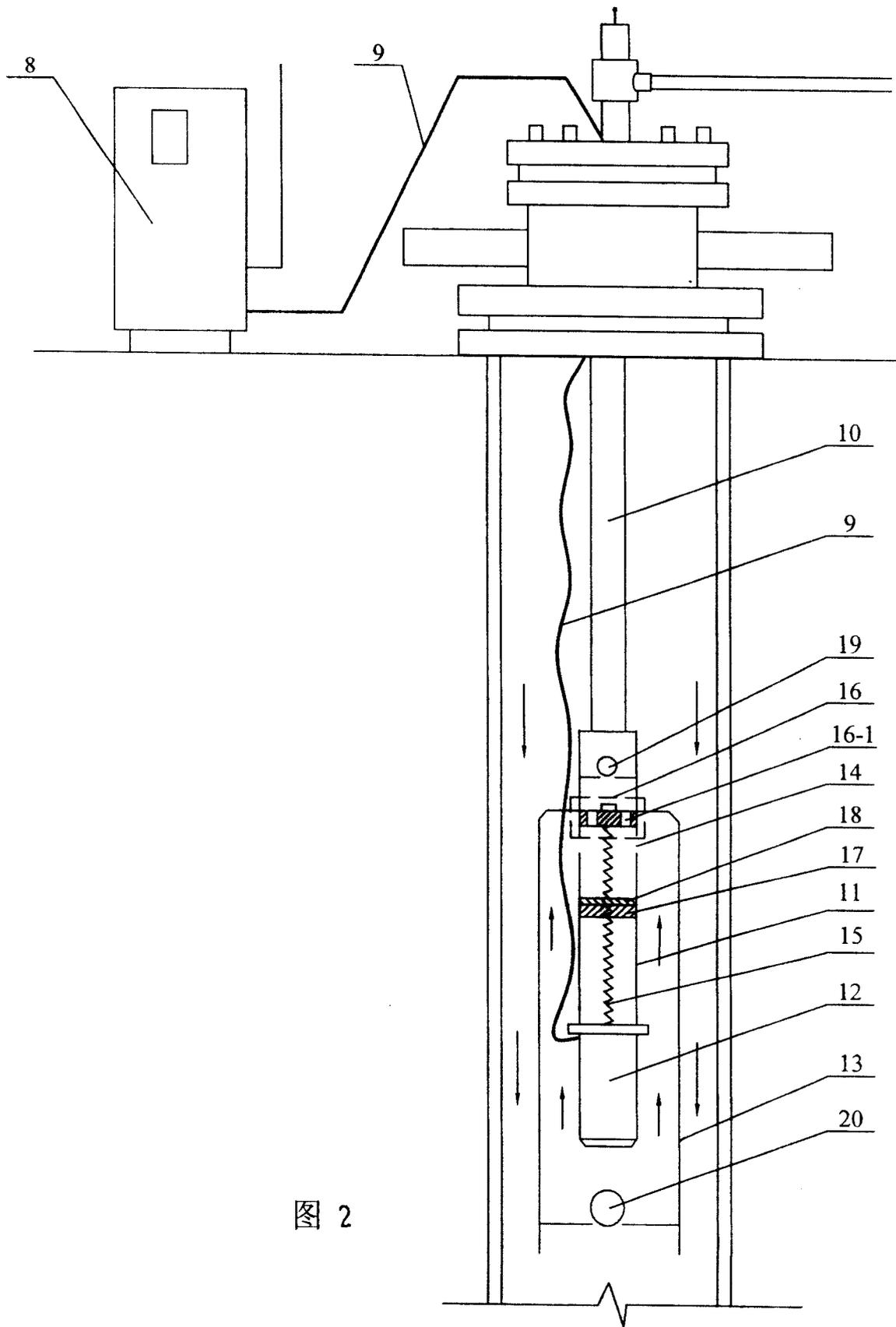


图 2