

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

B05B 7/04

F17D 1/18



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01131239.4

[45] 授权公告日 2004 年 11 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1174813C

[22] 申请日 2001.9.4 [21] 申请号 01131239.4

[71] 专利权人 中国科学院力学研究所  
地址 100080 北京市海淀区中关村路 15 号

[72] 发明人 郑之初 吴应湘 赖英旭 石在虹  
审查员 任淑桦

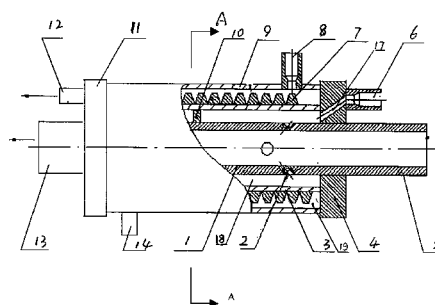
[74] 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司  
代理人 高存秀

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

**[54] 发明名称** 用于稠油输送的无界引射器及其输送方法

### [57] 摘要

本发明涉及用于稠油输送的无界引射器及输送方法。它包括：一圆管形的喷嘴座、外壁带梯形螺纹保温座和外套三部分按顺序套装一体；混合段两端与密封垫圈、法兰和底端盖固连，该底端盖上的圆孔外口各联一管接头；底端盖、法兰中心圆孔旁有一通道，该通道一端与加热层相通，一通道的另一端与进汽口固联，另一与出汽口固联；喷嘴座壁上有斜孔，其孔内安一喷嘴；保温座与喷嘴座之间设置一带小孔的环形横隔板和垫圈，在横隔板与法兰之间有一定位隔板，固定在保温座内壁上的定位槽内；外套上有进汽和出汽口。该引射器是无动力装置，由于本发明的方法采用直接加热介质，所需蒸汽量少，而且稠油升温迅速；又由于采用无界引射，稠油不会凝结在装置中。



ISSN 1008-4274

1. 一种用于稠油输送的无界引射器，包括：进气口、出汽口、混合段，进气口和出汽口与混合段相通，其特征是：所述的混合段是一圆管形的喷嘴座、保温座和外套三部分按顺序套装一体；其混合段一端与密封垫圈和中心有一圆孔的底端盖通过螺纹固联，另一端通过螺钉与密封垫圈和法兰成为一体；法兰中心圆孔旁有一通道，该通道一端与加热层相通，一个通道的另一端与一进汽口固联，另一个通道的另一端与一出汽口固联，底端盖的中心圆孔的外口各固联一管接头；喷嘴座壁上开有与介质流动方向成 $30-60^\circ$ 的斜孔，每个斜孔内安装一喷嘴；所述的圆管形保温座的外壁有一段梯形螺纹，保温座与喷嘴座之间的夹层为加热层，加热层中设置一环形横隔板和横隔垫圈，横隔板和横隔垫圈上各开一供蒸汽流出的小孔，所述横隔板固定在保温座内壁上的定位槽内，横隔板的位置在横隔垫圈上的孔的上方；所述的外套与保温座的梯形螺纹之间的夹层为保温层，外套上的进汽和出汽孔上固定一进汽和出汽管。

2. 根据权利要求1所述的用于稠油输送的无界引射器，其特征是：所述的喷嘴沿喷嘴座周向均匀分布，其轴线与介质流动方向成 $30-60^\circ$ 。

3. 根据权利要求2所述的用于稠油输送的无界引射器，其特征是：所述的斜孔的角度为 $45^\circ$ ，其中斜孔个数为四个。

4. 根据权利要求1所述的用于稠油输送的无界引射器，其特征是：所述的加热层的内径与喷嘴座的外径之比为1.1-1.5。

5. 根据权利要求1或4所述的用于稠油输送的无界引射器，其特征是：所述的加热层的内径与喷嘴座的外径之比为1.3。

6. 根据权利要求1所述的用于稠油输送的无界引射器，其特征是：所述的横隔板和横隔垫圈上的小孔大小是喷嘴喉道面积和的2倍。

7. 根据权利要求1所述的用于稠油输送的无界引射器，其特征是：所述的底端盖上的圆孔内径与喷嘴座的内径、法兰内径和管接头内径相同。

8. 一种应用权利要求1所述的用于稠油输送的无界引射器输送方法，其特征是，包括：首先按输油管内径选择喷嘴座和管接头的尺寸，然后根据输油压力确定蒸汽

压力，其中：蒸汽压力应高于输油压力；按稠油的流量和预计升高的温度确定喷嘴的喉道面积，其中：通过喷嘴的蒸汽流量足以达到预计升高的温度；根据输油管的长度计算安装加热装置的位置和数量，其中：使稠油在整个管线中流动时保持恒温输送；所述的无界引射器在距管线入口段安装1~2个，在管线中间处安装一个用来补充蒸汽的所述的无界引射器；在距出口段再安装一个用于管线启动或停输时清除管线内的残油的所述的无界引射器。

9. 根据权利要求8所述的应用稠油输送的无界引射器的输送方法，其特征是：包括具体以下步骤：

(A) 开启蒸汽管道上的开启阀，根据蒸汽管道上的压降，调节调压阀，使蒸汽压力高于所需压力；

(B) 将与无界引射器保温层相连的进、出汽口阀门打开，让蒸汽流过无界引射器保温层，预热引射器；

(C) 将与无界引射器加热层相连的进、出汽口阀门打开，蒸汽从进汽口流入无界引射器加热层，由于蒸汽的压力高于输油管内压力，蒸汽经无界引射器喷嘴射入到油管中，预热输油管线；

(D) 打开输油管道阀门，让稠油流入油管，蒸汽经无界引射器喷嘴射入到稠油中，与稠油充分混合并将其加热。

## 用于稠油输送的无界引射器及其输送方法

### 技术领域

本发明涉及一种用蒸汽引射的加热装置和技术，特别是涉及一种可应用在石油、化工、运输等工艺中涉及黏度大的介质直接被加热输送方法和无界引射器。

### 背景技术

目前工业中常采用的引射装置是根据有界引射原理设计的，引射介质从喷嘴高速流出，被引射介质由于吸力作用从喷嘴的四周被抽吸到混合腔内并与引射介质混合，通过控制混合腔的形状，可以在引射装置的出口处获得均匀的喷射流。由于有界引射装置具有在一定形状的腔体内使两种介质混合充分的优点，所以根据有界引射原理设计的发明专利非常多，从 1985 年至今全球已有一万多件应用于雾化、燃烧、反应器等领域的发明专利，但涉及气液两相的专利却不超过一百件，其中涉及蒸汽引射稠油的专利不超过十件。专利号为 W09507761、发明名称为“带有喷嘴的流体雾化器”的专利就是根据上述原理，利用蒸汽将原油引射到混合腔中并与之混合。为了提高混合效率，专利号为 US5322222、发明名称为“旋转射流混合装置”的专利设计了被引射介质以不同于轴线的角度流入混合腔的装置，从而增强了两流体的混合效率。涉及稠油雾化或加热的发明专利少的一个主要原因是：稠油从引射装置的喉道处被抽吸到混合腔中，由于稠油的粘度很高，当温度降低时，稠油极易凝结在引射装置的喉道处或混合腔的回流区，从而阻碍介质流动。专利号为 US6003789、发明名称为“带有雾化喷嘴的反应器”的专利，为了清除易凝结在混合腔中的原油，还专门设计了清除阀，由于在该装置中增加了清除阀，使得装置的结构庞大、操作复杂，而且不能彻底解决问题。

### 发明内容

本发明的目的在于：克服上述已有的引射装置当黏度大的介质（例如稠油）

从引射装置的喉道处被抽吸到混合段中，由于介质的粘度很高，当温度降低时，介质极易凝结在引射装置混合段的回流区，从而阻碍介质流动的缺点，为了实现直接加热，避免混合段和扩压器边界对介质尤其是粘度较大的介质在混合过程中的流动造成妨碍和滞流；提高加热效率，降低能耗，从而提供一种结构简单、操作安全、性能优良的直接加热介质的用于黏度大的介质（稠油）输送的无界引射器及输送方法。

#### 发明内容

本发明的目的是这样实现的：本发明提供的用于稠油输送的无界引射器包括：一圆管形的喷嘴座、保温座和外套，三根圆管按顺序套装一体为混合段；其混合段一端与密封垫圈和中心有一圆孔的底端盖通过螺纹固联，另一端通过螺钉与密封垫圈和法蓝成为一体；法蓝中心圆孔旁有一通道，该通道一端与加热层相通，一个通道的另一端与一进汽口固联，另一个通道的另一端与一出汽口固联，底端盖的中心圆孔的外口各固联一管接头；底端盖中心圆孔与喷嘴座的内径、法蓝内径和管接头内径相同，以保证输油管不变径；喷嘴座壁上开有与介质流动方向成 $30\sim 60^\circ$ 的斜孔，孔内安一喷嘴；该喷嘴沿喷嘴座周向均匀分布的，其轴线与介质流动方向成 $30\sim 60^\circ$ 。所述的圆管形保温座的外壁有梯形螺纹，梯形螺纹之间的螺距根据保证热交换的时间来决定，保温座与喷嘴座之间形成一夹层为加热层，该层的内径与喷嘴座的外径之比为1.1-1.5，优选1.3；加热层中设置一横隔板和横隔垫圈，加热层被分成两个部分，横隔垫圈上开一供蒸汽流出的小孔，该小孔的大小是喷嘴喉道面积和的2倍，横隔板与横隔垫圈上的小孔位置不在一条轴线上；横隔板固定在保温座内壁上的定位槽内，横隔板的位置在横隔垫圈上的小孔的上方；外套与保温座之间的夹层为保温层，外套上有一个进汽和出汽的小孔，分别与进汽和出汽管相通；

本发明的混合段通过密封垫圈和底端盖固定成一体，密封垫圈的作用是防止加热层中的蒸汽从此处泄漏到喷嘴座内部。

本发明引射的蒸汽从喷嘴射到喷嘴座内部，在喷嘴座中与稠油混合并进行热交换，由于喷嘴座是内径与输油管内径相同的一段直管，装置不会对稠油流动造成滞流。本发明与有界引射器的最大区别是：边界就是输油管，蒸汽以自由射流形式射入，一边吸入稠油，一边混合，与稠油进行动量和热量交换，使稠油迅速

升温并驱动稠油，这种无界引射方式使稠油不易凝结在装置中便于清洗。

本发明由于在横隔板与法蓝之间有一长方体状定位隔板，固定在保温座内壁上的定位槽内；横隔板的位置在横隔垫圈小孔位置的上方，而不在一条直线上，当蒸汽从进汽口流入夹层，因为横隔板的存在，蒸汽只能从无横隔板的一侧沿环形加热层流动，最后从横隔垫圈的小孔中流出，横隔板和横隔垫圈的作用是保证蒸汽在夹层中压力均匀，从而保证喷嘴背压的稳定。

本发明在外套与保温座的梯形螺纹之间存在一夹层为保温层，保温层通过外套上的两个小孔与进汽和出汽管相通，蒸汽从进汽口流入，沿梯形螺纹螺旋流动，最后从出汽口流出。保温层中流动的蒸汽对加热层中蒸汽的质量起到了很好的保温效果。

本发明提供的把用于稠油输送的无界引射器安装在输油管道中进行输送方法包括：首先按输油管内径选择喷嘴座和管接头的尺寸，其原则为保证等直径输送；然后根据输油压力确定蒸汽压力，原则为：蒸汽压力应高于输油压力；按稠油的流量和预计升高的温度确定喷嘴的喉道面积，原则为：通过喷嘴的蒸汽流量足以达到预计升高的温度；根据输油管的长度计算安装加热装置的位置和数量，原则为：使稠油在整个管线中流动时保持恒温输送。一般在距管线入口段的范围内安装 1~2 个加热装置，以便使稠油在短距离内迅速加热，达到指定温度；沿管线中间每 b 米处安装一个加热装置补充蒸汽，用来弥补管壁散热带来的热损失；在距出口 c 米左右的位置再安装一个加热装置，它的主要作用是管线启动或停输时清除管线内的残油。

按上述的原则将用于稠油输送的无界引射器安装在输油管道上进行输油，具体传输包括以下步骤：(A) 开启蒸汽管道上的开启阀，考虑到蒸汽管道上的压降，调节调压阀，使蒸汽压力略高于所需压力；(B) 将与无界引射器保温层相连的进、出汽口阀门打开，让蒸汽流过无界引射器保温层，预热加热装置；(C) 将与无界引射器加热层相连的进、出汽口阀门打开，蒸汽从进汽口流入无界引射器加热层，由于蒸汽的压力高于输油管内压力，蒸汽经无界引射器喷嘴射入到油管中，预热输油管线；(D) 打开输油管道阀门，让稠油流入油管，蒸汽经无界引射器喷嘴射入到稠油中，与稠油充分混合并将其加热。由于采用直接加热方法，所需蒸汽量少，而且稠油升温迅速；又由于采用无界引射方法，稠油不会凝结在装置中，不

影响稠油流动。

本发明的效果如下：(1) 借助引射原理使引射流体与被引射流体在引射器内直接均匀混合，热交换率高，达到提高输送效率、降低能耗的功能；

(2) 装置结构简单，无转动件，可以直接安装在输送管道上；

(3) 喷嘴座、管接头的内径与两端连接的管内径相同，对流体流动无干扰；装置采用无界引射，可以避免粘度较大的被引射流体存留在引射器内；

(4) 由于蒸汽在喷嘴中以接近音速的速度流出，不仅可以加热稠油，还可以引射稠油，因此具有一定的增压作用，为引射器在油田其他场合的应用（如长线输送、气举等）奠定了基础。

(6) 本装置还可以在管线停输和启动时清除管中的残油。引射器向管线中注入大量蒸汽，使管壁温度升高到指定温度（120℃左右），使凝结在管壁上的残油融化并以油气混合的流态流出。

(7) 使用本装置加热稠油，稠油的温度沿管线很均匀，不会造成局部堵塞的情况。

#### 附图说明

图 1 是本发明的结构示意图

图 2 是本发明引射器的中间 A-A 截面图

图 3 是在 300 米的输油管线上安装本发明的 4 个引射器的示意图，

图面说明如下：

- |             |              |              |             |
|-------------|--------------|--------------|-------------|
| (1) --喷嘴座；  | (2) --喷嘴；    | (3) --保温座；   | (4) -- 法蓝；  |
| (5) --管接头；  | (6) --进汽口；   | (7) --梯形螺纹；  | (8) --进汽口；  |
| (9) --外套；   | (10) --横隔垫圈； | (11) --底端盖；  | (12) --出汽口； |
| (13) --管接头； | (14) --出汽口；  | (15) --横隔板；  | (16) --小孔；  |
| (17) --通道；  | (18) --加热层；  | (19) --保温层；  |             |
| (20) --压力表； | (21) --测温部件； | (22) ---引射器； |             |
| (23) --调压阀； | (24) --逆止阀；  | (25) ---开启阀； |             |
| (26) --输油管； |              |              |             |

#### 具体实施方式

### 实施例1

按图1 制作一台用于油田长距离稠油的输送管道中的无界引射的蒸汽引射器，采用优质钢制成内径为80mm×长600mm的圆筒形喷嘴座1，一个内径为136mm×长300mm的优质钢圆筒形保温座3套在喷嘴座1的外面，一根内径为171mm×长300mm的优质钢制成的外套9套在保温座3外面做成引射器的混合段。混合段的一端与密封垫圈和底端盖11通过螺纹连接，另一端通过螺钉与密封垫圈和法蓝4成为一体；一个内径为136mm底端盖11上的中心有一圆孔，圆孔内径与喷嘴座1的内径、法蓝4内径和管接头5内径相同，以保证输油管不变径，在法蓝4上的中心圆孔旁开有一通道17，通道17的一端与加热层18相通，另一端与一进汽口6固定相通，另一个通道的另一端与一出汽口12固定相通；在喷嘴座1的管壁45°倾斜处开有孔，在该喷嘴座均匀分布4个孔，在每个孔内安装1个喷嘴2，共4个喷嘴2，喷嘴2的倾斜角度也为45°；流过喷嘴2的流量要能满足稠油升温所需的蒸汽流量，故选喉道直径为4mm，倾斜的角度的选择需能保证蒸汽射入稠油中的有一定的混合长度，所以本实施例选喷嘴2的倾斜角度也为45°。保温座3与喷嘴座1之间形成一夹层为加热层18，加热层18的体积大小是保证所储存的蒸汽能供给喷嘴连续、稳定流动，但不能太大，而造成体积庞大，本实施例中保温层19的内径与喷嘴座1的外径之比为1.3，加热层18中设置了一外径为136mm的横隔垫圈10和横隔板15，其上有一小孔16（如图2所示），该小孔16的大小应大于n个喷嘴的喉道面积之和，本实施例选喷嘴喉道面积和的2倍，故小孔16内径为12mm。一块长143mm×宽23.5mm×厚10mm的不锈钢材料的横隔板15安装在横隔垫圈孔16的上方，固定在保温座3内壁的定位凹槽中（图中未示出）。保温座3的外壁上有梯形螺纹7，梯形螺纹7之间的螺距（为导流槽）为6mm；外套9上的进汽孔和出汽孔上分别焊接一进汽管8和一出汽管14。为工程施方便，进汽口6、出汽口12、进汽管8与出汽管14的孔径相同，为25mm。本实施例的装置安装在辽河油田的油井到储油罐的输油管路上，该管线总长为300米，对原油进行了的升温实验，油温升高30℃，所需蒸汽占原油的质量比< 8%，本实施例的装置与油田原有的间接加热稠油输送装置和方法相比，其节能效果折合人民币每年每口油井可节省5.7万元。



## 实施例 2

先按本发明的输送方法的原则（权利要求 1），制作了实施例 1 的引射器 22，按图 3 在 300 米的输油管 26 上安装本发明的 4 个引射器 22，在距输油管 26 入口 20 米的范围内安装两个引射器 22，使稠油在短距离内迅速加热；在距井口 180 米左右的位置安装第三个引射器 22，其作用在于用来弥补管壁散热带来的热损失；在距输油管 26 出口 10 米左右的位置安装第四个引射器 22，用来在管线启动或停输时清除管线内的残油。

管线安装好后，开启蒸汽管道 27 上的开启阀 25，考虑到蒸汽管道上的压降，调节调压阀 23，使蒸汽压力表 20 的表压为 0.2MPa，压力通过压力表 20 测量，10 个压力表 20 安装在输油管 26 上的 4 个引射器 22 之间；蒸汽一部分流过引射器保温层，预热引射器 22，另一部分流入加热层，由于蒸汽的压力高于输油管内压力 0.06MPa（表压），蒸汽经引射器喷嘴射入到油管中，预热输油管线；当管线达到预热温度（120°C）后，让稠油流入油管，蒸汽经引射器喷嘴射入到稠油中，与稠油充分混合并将其加热。稠油经过第一、第二个蒸汽引射器后，油温从 75°C 升高到 106°C，由于管壁散热，稠油流过 180 米到达第三个引射器时，油温下降到 101°C，经过第三个引射器补充少量的蒸汽，使油温回升；再流过 110 米达到第四个引射器后，油温维持在 100°C 以上，稠油顺利地被输送到储油罐中。油温通过测温部件 21 测量，测温部件 21 安装在每一段引射器 22 的前的输油管 26 上；逆止阀 25 安装在每一段引射器 22 之间。

根据上述的实验参数计算得到：使用本发明的引射器和方法进行稠油加热输送，用了占稠油质量流量 8% 的蒸汽即可将稠油的温度升高 30°C，油管的温度保持在 100°C 以上，与原采用热水伴热的加热方法相比，每年节约的能源费用折合人民币为 5.7 万元。此外，还具有降低井口的压力，提高原油产量的优越性。

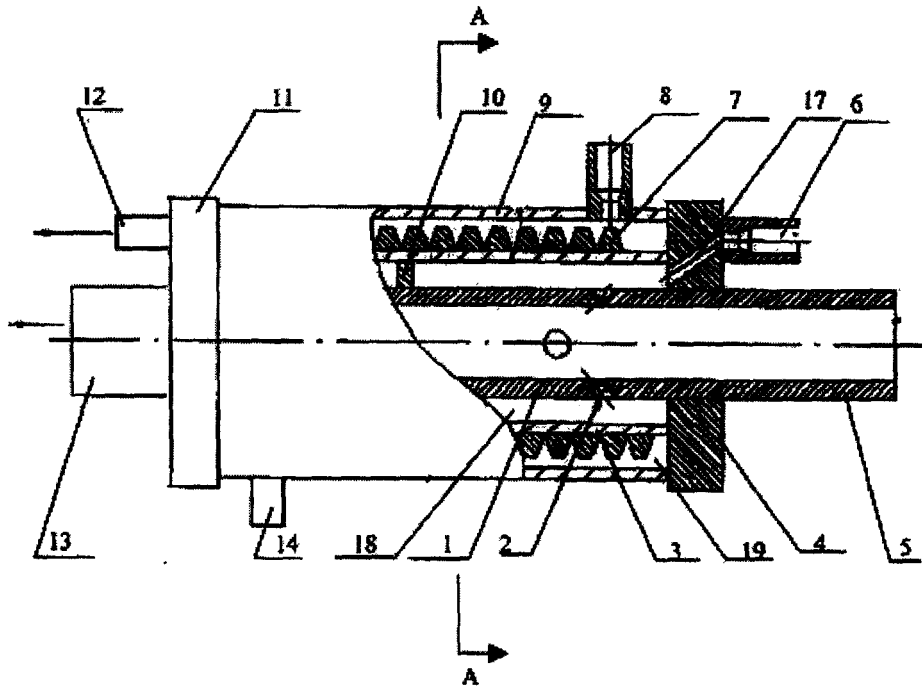
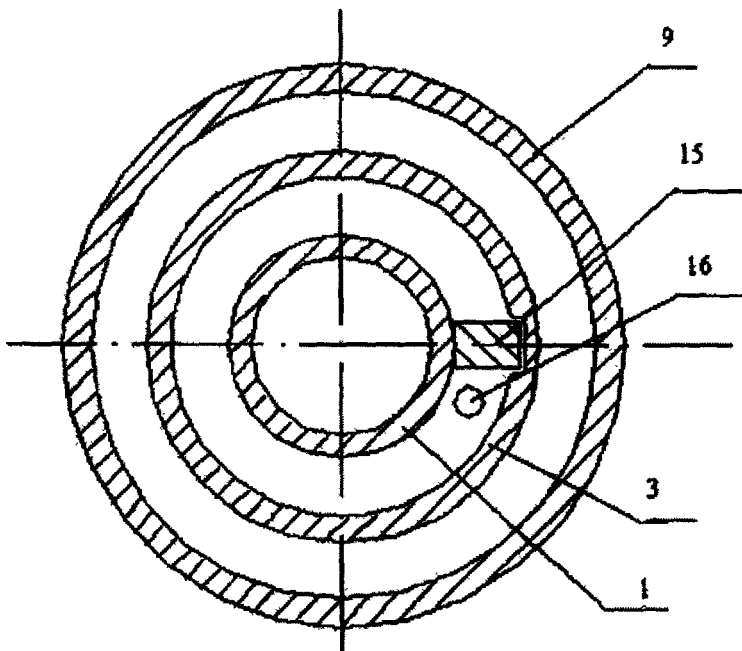


图1



A-A截面

图2

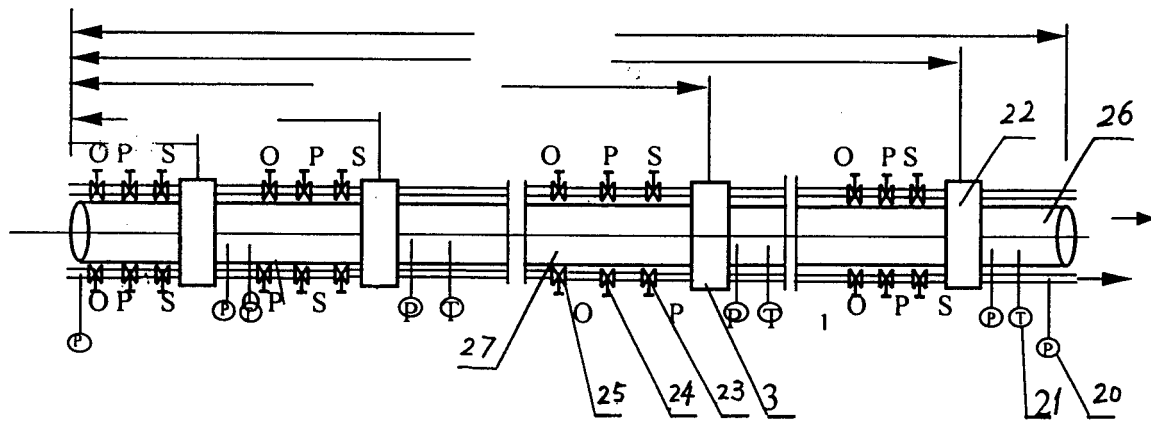


图 3