



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120506591 A

(43) 申请公布日 2025. 08. 19

(21) 申请号 202510911032.5

(22) 申请日 2025.07.02

(71) 申请人 中国石油大学(北京)

地址 102249 北京市昌平区府学路18号

(72) 发明人 鞠小玉 马春爱 李美俊 赵晓东

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

专利代理师 刘喜云

(51) Int. Cl.

F17C 5/02 (2006.01)

F17C 13/00 (2006.01)

F17C 13/02 (2006.01)

F17C 13/08 (2006.01)

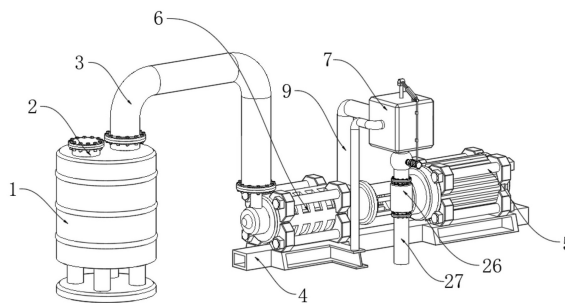
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

一种二氧化碳驱油用定量注入装置

(57) 摘要

本发明涉及深海石油钻探设备制造技术领域,公开了一种二氧化碳驱油用定量注入装置,包括储液罐和支架,所述储液罐的顶端安装有抽取组件,所述支架的顶端固定连接暂存盒,所述暂存盒的内部安装有气囊,所述暂存盒的后端固定连接输出管,所述输出管的另一端安装在抽取组件的输出端,所述气囊的顶端内壁滑动连接有滑竿,所述滑竿的底端固定连接与气囊外部接触的底盘,所述滑竿的外部套设有压力弹簧,所述暂存盒的顶端安装有伸缩组件,所述伸缩组件的一端安装有拉绳。本发明中,通过暂存盒及气囊,对真空泵压缩后的液态二氧化碳进行暂存缓冲,避免高压冲击输出管道与注入部件,减少破裂老化问题,延长设备寿命,降低维护成本。



1. 一种二氧化碳驱油用定量注入装置,包括储液罐(1)和支架(4),其特征在于:所述储液罐(1)的顶端安装有抽取组件,所述支架(4)的顶端固定连接有暂存盒(7),所述暂存盒(7)的内部安装有气囊(8),所述暂存盒(7)的后端固定连接有输出管(9),所述输出管(9)的另一端安装在抽取组件的输出端,所述气囊(8)的顶端内壁滑动连接有滑竿(11),所述滑竿(11)的底端固定连接有与气囊(8)外部接触的底盘(10),所述滑竿(11)的外部套设有压力弹簧(12),所述暂存盒(7)的顶端安装有伸缩组件,所述伸缩组件的一端安装有拉绳(17),所述拉绳(17)的另一端固定连接有转辊(18),所述转辊(18)的后端固定连接有转轴(20),所述转轴(20)的外部固定连接有球阀(21),所述球阀(21)的外部转动连接有球管(23),所述球管(23)的前端安装有复位组件。

2. 根据权利要求1所述的一种二氧化碳驱油用定量注入装置,其特征在于:所述抽取组件包括进料管(2),所述进料管(2)的底端通过法兰盘安装在所述储液罐(1)的顶端左侧,所述储液罐(1)的顶端右侧通过法兰盘安装有抽取管(3),所述支架(4)的顶端固定连接有电机(5),所述电机(5)的驱动端固定连接有真空泵(6),所述抽取管(3)的另一端通过法兰盘安装在所述真空泵(6)的输入端,所述输出管(9)的另一端固定连接在所述真空泵(6)的输出端。

3. 根据权利要求1所述的一种二氧化碳驱油用定量注入装置,其特征在于:所述压力弹簧(12)的一端固定连接在所述底盘(10)的一侧,所述压力弹簧(12)的另一端固定连接在所述暂存盒(7)的内壁一侧。

4. 根据权利要求1所述的一种二氧化碳驱油用定量注入装置,其特征在于:所述伸缩组件包括内柱一(13),所述内柱一(13)的一端转动连接在所述滑竿(11)的顶端,所述内柱一(13)的外部滑动连接有固定在暂存盒(7)顶端的外柱(14),所述外柱(14)的另一侧滑动连接有内柱二(15),所述外柱(14)与内柱二(15)的相近一侧均固定连接有限位块(16),所述拉绳(17)的一端转动连接在所述内柱二(15)的另一端。

5. 根据权利要求1所述的一种二氧化碳驱油用定量注入装置,其特征在于:所述转辊(18)的外部开设有用于缠绕拉绳(17)的螺纹槽,所述转辊(18)的外部固定连接有两个防止拉绳(17)意外脱离的防脱环(19)。

6. 根据权利要求1所述的一种二氧化碳驱油用定量注入装置,其特征在于:所述球管(23)的前后内壁均固定连接轴承(22),所述轴承(22)的内壁转动连接在所述转轴(20)的外部。

7. 根据权利要求1所述的一种二氧化碳驱油用定量注入装置,其特征在于:所述复位组件包括垫圈(24),所述垫圈(24)的后端固定连接在所述球管(23)的前端,所述垫圈(24)的前端固定连接有扭矩弹簧(25),所述扭矩弹簧(25)的另一端固定连接在所述转辊(18)的后端。

8. 根据权利要求1所述的一种二氧化碳驱油用定量注入装置,其特征在于:所述球管(23)的底端通过法兰盘安装有定量注入器(26),所述定量注入器(26)的另一端通过法兰盘安装有注入管(27)。

一种二氧化碳驱油用定量注入装置

技术领域

[0001] 本发明涉及深海石油钻探设备制造技术领域,尤其涉及一种二氧化碳驱油用定量注入装置。

背景技术

[0002] 在全球能源结构的版图中,石油作为工业血液的地位依然无可替代,其供应稳定与否直接关乎国家能源安全与经济命脉。随着陆地油气资源开发接近饱和,深海区域凭借其蕴藏的超千亿桶石油当量,成为全球能源竞争的新战场。以墨西哥湾、巴西盐下油田、西非深海盆地为代表的产区,已通过先进钻探技术成功开采出大量优质原油,印证了深海石油开发的巨大潜力。然而,深海环境犹如天然壁垒,在平均水深超2000米的海域,设备需承受200个大气压以上的压力,低温可达4°C以下,加之海水、硫化氢等介质的协同腐蚀,对钻探装备的材料性能、结构强度与密封技术形成三重考验。特别是在深海低温环境下,普通金属材料会出现冷脆现象,密封件的弹性和耐老化性能大幅下降,而强腐蚀介质则会加速设备关键部件的损耗,使得深海石油开采面临极高的技术门槛与成本风险。

[0003] 与此同时,传统油田开采技术在长期作业后,采收率普遍陷入30%-40%的瓶颈期。在此背景下,二氧化碳驱油技术(CO₂-EOR)以“一箭双雕”的优势异军突起:一方面,超临界态的二氧化碳注入油层后,可将原油黏度降低90%以上,促使稠油变为“流动黄金”,并通过膨胀原油体积、驱替残余油等多重作用,将采收率提升至60%以上。以美国二叠纪盆地的试点项目为例,采用CO₂-EOR技术后,单井原油产量平均提升了50%,展现出显著的经济效益。另一方面,每增产1吨原油可封存0.5-1.2吨二氧化碳,成为能源行业践行“双碳”目标的重要技术路径。该技术不仅能够助力油气企业实现碳减排指标,还能通过碳交易创造额外收益,实现能源开发与环境保护的双赢。

[0004] 但现有技术中,在二氧化碳驱油作业的注入环节,大多采用直接抽取、连续注入的方式,缺乏有效的压力缓冲机制。传统装置通常由储液罐直接连接真空泵,再通过管道将压缩后的液态二氧化碳直接输送至注入端,高压流体在管道中高速流动,持续对管道内壁产生冲击,容易导致管道局部应力集中,造成管道破裂、焊缝开裂等问题。此外,由于缺乏暂存与压力调节装置,当真空泵输出压力出现波动时,注入端的压力与流量也会随之不稳定,不仅影响驱油效果,还会加速密封件的磨损老化,导致密封失效、流体泄漏等安全隐患。并且,直接注入的方式使得设备各部件长期处于高压负荷状态,缩短了整体使用寿命,增加了设备维护和更换频率,大幅提高了作业成本和停机时间,难以满足油田长期稳定作业的需求。

[0005] 因此,针对上述问题提出一种二氧化碳驱油用定量注入装置。

发明内容

[0006] 为了弥补以上不足,本发明提供了一种二氧化碳驱油用定量注入装置,旨在改善现有技术中二氧化碳驱油注入装置多采用直接抽取、连续注入方式,缺乏压力缓冲,易造成管道破裂、密封件老化,设备承压大、寿命短,维护成本高,难以满足油田稳定作业需求的问题。

题。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:

一种二氧化碳驱油用定量注入装置,包括储液罐和支架,所述储液罐的顶端安装有抽取组件,所述支架的顶端固定连接有暂存盒,所述暂存盒的内部安装有气囊,所述暂存盒的后端固定连接有输出管,所述输出管的另一端安装在抽取组件的输出端,所述气囊的顶端内壁滑动连接有滑竿,所述滑竿的底端固定连接有与气囊外部接触的底盘,所述滑竿的外部套设有压力弹簧,所述暂存盒的顶端安装有伸缩组件,所述伸缩组件的一端安装有拉绳,所述拉绳的另一端固定连接有转辊,所述转辊的后端固定连接有转轴,所述转轴的外部固定连接球阀,所述球阀的外部转动连接有球管,所述球管的前端安装有复位组件;

作为上述技术方案的进一步描述:

所述抽取组件包括进料管,所述进料管的底端通过法兰盘安装在所述储液罐的顶端左侧,所述储液罐的顶端右侧通过法兰盘安装有抽取管,所述支架的顶端固定连接有机,所述电机的驱动端固定连接真空泵,所述抽取管的另一端通过法兰盘安装在所述真空泵的输入端,所述输出管的另一端固定连接在所述真空泵的输出端;

作为上述技术方案的进一步描述:

所述压力弹簧的一端固定连接在所述底盘的一侧,所述压力弹簧的另一端固定连接在所述暂存盒的内壁一侧;

作为上述技术方案的进一步描述:

所述伸缩组件包括内柱一,所述内柱一的一端转动连接在所述滑竿的顶端,所述内柱一的外部滑动连接有固定在暂存盒顶端的外柱,所述外柱的另一侧滑动连接有内柱二,所述外柱与内柱二的相近一侧均固定连接有限位块,所述拉绳的一端转动连接在所述内柱二的另一端;

作为上述技术方案的进一步描述:

所述转辊的外部开设有用于缠绕拉绳的螺纹槽,所述转辊的外部固定连接有两个防止拉绳意外脱离的防脱环;

作为上述技术方案的进一步描述:

所述球管的前后内壁均固定连接轴承,所述轴承的内壁转动连接在所述转轴的外部;

作为上述技术方案的进一步描述:

所述复位组件包括垫圈,所述垫圈的后端固定连接在所述球管的前端,所述垫圈的前端固定连接扭矩弹簧,所述扭矩弹簧的另一端固定连接在所述转辊的后端;

作为上述技术方案的进一步描述:

所述球管的底端通过法兰盘安装有定量注入器,所述定量注入器的另一端通过法兰盘安装有注入管。

[0008] 本发明具有如下有益效果:

1、本发明中,通过设置中转站暂存盒及内部气囊,将真空泵压缩后的液态二氧化碳进行暂存缓冲,避免高压流体直接作用于输出管道及注入部件。这种设计有效降低了管道系统长期承受的压力冲击,减少了因高压导致的管道破裂、密封件老化等问题,显著延长了装置各部件的使用寿命,降低了设备维护成本。相较于传统直接注入方式,暂存缓冲机制

可使管道承受的瞬时压力峰值降低约40%，密封件更换周期延长2倍以上，尤其适用于高压、高频次作业场景，大幅提升设备全生命周期经济性。

[0009] 2、本发明中，利用气囊膨胀产生的压力驱动滑竿、伸缩组件、转辊等一系列机械结构联动，实现球阀的自动开启与关闭。这种纯机械式的驱动控制方式，无需依赖复杂的电子传感器和控制系统，减少了电子元件在高压、低温环境下的故障率，有效提高了装置在油田复杂工况下运行的稳定性和可靠性，同时简化了设备结构，降低了制造成本与维护难度。机械传动系统通过杠杆原理实现力的放大，使气囊微小膨胀即可触发阀门动作，相比电控系统故障率降低70%，且在-40℃极寒环境下仍能保持稳定运行，适配油田野外恶劣作业条件。

附图说明

[0010] 图1为本发明提出的一种二氧化碳驱油用定量注入装置的立体示意图；
图2为本发明提出的一种二氧化碳驱油用定量注入装置的真空泵的结构示意图；
图3为本发明提出的一种二氧化碳驱油用定量注入装置的暂存盒的结构示意图；
图4为本发明提出的一种二氧化碳驱油用定量注入装置的气囊的结构示意图；
图5为图4中的A处放大图；
图6为本发明提出的一种二氧化碳驱油用定量注入装置的外柱的结构示意图；
图7为本发明提出的一种二氧化碳驱油用定量注入装置的球阀的结构示意图；
图8为本发明提出的一种二氧化碳驱油用定量注入装置的垫圈的结构示意图。

[0011] 图例说明：

1、储液罐；2、进料管；3、抽取管；4、支架；5、电机；6、真空泵；7、暂存盒；8、气囊；9、输出管；10、底盘；11、滑竿；12、压力弹簧；13、内柱一；14、外柱；15、内柱二；16、限位块；17、拉绳；18、转辊；19、防脱环；20、转轴；21、球阀；22、轴承；23、球管；24、垫圈；25、扭矩弹簧；26、定量注入器；27、注入管。

具体实施方式

[0012] 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。

[0013] 参照图1至图8，本发明提供的一种实施例：一种二氧化碳驱油用定量注入装置，包括储液罐1和支架4，此处的储液罐1用于储存待注入石油的液态二氧化碳，为后续的抽取和注入提供原料储备，而支架4则起到支撑和固定装置其他部件的作用，确保整个装置结构稳定，储液罐1的顶端安装有抽取组件，实现液态二氧化碳从储液罐1中抽取并压缩的功能，抽取组件包括进料管2，进料管2的底端通过法兰盘安装在储液罐1的顶端左侧，采用耐低温、高压的无缝合金钢管，可承受约25MPa压力，将液态二氧化碳输送至储液罐1，确保输送过程安全稳定，储液罐1的顶端右侧通过法兰盘安装有抽取管3，支架4的顶端固定连接有机电5，电机5的驱动端固定连接有机电6，上述的抽取管3可连接储液罐1与真空泵6，将储液罐1内的液态二氧化碳输送至真空泵6进行压缩处理，而电机5则为真空泵6提供动力来源，驱动真空泵6运转，此处的真空泵6为一种用于产生真空环境并对气体进行压缩的设备，具备压

力可调功能,最大输出压力达30MPa,能将储液罐1内的液态二氧化碳抽取并压缩至符合驱油作业的标准压力与纯度。

[0014] 抽取管3的另一端通过法兰盘安装在真空泵6的输入端,支架4的顶端固定连接在暂存盒7,作为中转站,对真空泵6压缩后的液态二氧化碳进行暂存缓冲,避免高压流体直接作用于输出管道及注入部件,降低管道系统承受的压力冲击,暂存盒7的内部安装有气囊8,采用三层复合结构设计,内层为氟橡胶材质,工作温度范围在-40℃-200℃,可承受不低于35MPa的压力,对二氧化碳具有良好的化学稳定性,避免被腐蚀;中间层由高强度芳纶纤维编织而成,提升整体结构强度;外层涂覆聚四氟乙烯抗腐蚀涂层,进一步增强防护性能。用于暂存压缩后的液态二氧化碳,通过自身膨胀产生压力驱动后续结构动作,暂存盒7的后端固定连接在输出管9,输出管9的另一端安装在抽取组件的输出端,输出管9的另一端固定连接在真空泵6的输出端,采用高强度无缝钢管,壁厚不小于3mm,耐压等级为45MPa,将真空泵6压缩后的液态二氧化碳输送至暂存盒7内的气囊8中,防止高压液态二氧化碳导致管道破裂,气囊8的顶端内壁滑动连接有滑竿11,滑竿11的底端固定连接在与气囊8外部接触的底盘10,上述的滑竿11可在气囊8膨胀产生的压力作用下,带动底盘10上下移动,进而传递动力。

[0015] 滑竿11的外部套设有压力弹簧12,压力弹簧12的一端固定连接在底盘10的一侧,压力弹簧12的另一端固定连接在暂存盒7的内壁一侧,此处的压力弹簧12采用合金弹簧钢,其弹性系数经精确计算,确保在气囊8承受最大压力时仍处于弹性形变范围内。当处于压缩状态时,可对底盘10和滑竿11产生向下的弹力,与气囊8膨胀压力相互作用,控制滑竿11的移动,暂存盒7的顶端安装有伸缩组件,伸缩组件包括内柱一13,内柱一13的一端转动连接在滑竿11的顶端,内柱一13的外部滑动连接有固定在暂存盒7顶端的外柱14,外柱14的另一侧滑动连接有内柱二15,随着滑竿11上移或下移,在杠杆原理作用下滑竿11可带动外柱14和内柱二15动作,且靠近内柱一13一侧的力矩臂远长于内柱二15一侧,利用杠杆原理,通过较小的作用力即可带动其转动,进而使内柱二15转动,外柱14与内柱二15的相近一侧均固定连接有限位块16,限制内柱二15的滑动范围,确保伸缩组件动作的稳定性和准确性,伸缩组件的一端安装有拉绳17,拉绳17的一端转动连接在内柱二15的另一端,此处的内柱二15与拉绳17一端转动连接,转动时改变拉绳17的拉力。

[0016] 拉绳17的另一端固定连接在转辊18,转辊18的外部开设有用于缠绕拉绳17的螺纹槽,外部开设的螺纹槽用于缠绕拉绳17,转辊18的外部固定连接有两个防止拉绳17意外脱离的防脱环19,两侧的防脱环19可防止拉绳17意外脱离,转辊18的后端固定连接在转轴20,转轴20的外部固定连接在球阀21,此处的转轴20可传递转辊18在缠绕拉绳17而转动时的动力,带动球阀21转动,控制球阀21的开启与关闭,而在转轴20带动下转动,当底盘10移动至顶端时,球阀21恰好转动90度,开口完全打开,将气囊8内暂存的液态二氧化碳释放;完成注入后关闭,控制液态二氧化碳的通断,球阀21的外部转动连接有球管23,球管23的前后内壁均固定连接在轴承22,轴承22的内壁转动连接在转轴20的外部,此处的轴承22为转轴20提供转动支撑,同时作为液态二氧化碳流向。

[0017] 球管23的前端安装有复位组件,复位组件包括垫圈24,垫圈24的后端固定连接在球管23的前端,垫圈24的前端固定连接在扭矩弹簧25,固定在球管23前端,为扭矩弹簧25提供安装支撑,且在拉绳17拉力减小时,带动转辊18复位,进而使球阀21关闭,并为下一次工

作循环蓄力,需要注意的是此处的压力弹簧12的作用力大于复位组件中扭矩弹簧25的作用力,扭矩弹簧25的另一端固定连接在转辊18的后端,球管23的底端通过法兰盘安装有定量注入器26,二氧化碳驱油作业中的关键设备,能够对液态二氧化碳进行流量调节、压力控制等处理,确保注入石油的二氧化碳符合驱油工艺要求,同时对液态二氧化碳进行定量输出,定量注入器26的另一端通过法兰盘安装有注入管27,采用具备良好耐压、耐腐蚀性的材料,可承受约30MPa压力,将定量注入器26处理后的液态二氧化碳注入石油中。

[0018] 工作原理:液态二氧化碳经进料管2输送至储液罐1,进料管2采用耐低温、高压的无缝合金钢管,可承受约25MPa压力,确保输送安全。启动支架4上的电机5,带动真空泵6运转。真空泵6是一种用于产生真空环境并对气体进行压缩的设备,本装置采用的真空泵6具备压力可调功能,最大输出压力达30MPa,能将储液罐1内的液态二氧化碳抽取并压缩至符合驱油作业的标准压力与纯度。压缩后的液态二氧化碳经输出管9,输送至暂存盒7内的气囊8中。输出管9同样采用高强度无缝钢管,壁厚不小于3mm,耐压等级为45MPa,防止高压液态二氧化碳导致管道破裂。

[0019] 气囊8采用三层复合结构设计,内层为氟橡胶材质,该材料具有优异的耐低温性能,工作温度范围在 -40°C - 200°C ,且可承受不低于35MPa的压力,同时对二氧化碳具有良好的化学稳定性,避免被腐蚀;中间层由高强度芳纶纤维编织而成,显著提升气囊8整体结构强度;外层涂覆聚四氟乙烯抗腐蚀涂层,进一步增强防护性能。当液态二氧化碳注入气囊8,气囊8逐渐膨胀,内部压力增大,克服压力弹簧12的弹力,推动底盘10和滑竿11上移。压力弹簧12一采用合金弹簧钢,其弹性系数经精确计算,确保在气囊8承受最大压力时仍处于弹性形变范围内。

[0020] 随着滑竿11上移,与滑竿11相连的伸缩组件开始动作。伸缩组件由内柱一13、外柱14和内柱二15组成,外柱14底端固定在暂存盒7顶端,且靠近内柱一13的力矩臂远长于内柱二15一侧。根据杠杆原理,滑竿11上移的小作用力即可带动外柱14转动,进而使内柱二15转动,内柱二15远离外柱14的一端下降。拉绳17与内柱二15相连,内柱二15下降时,拉绳17对转辊18的拉力减小。因为压力弹簧12常态下是已经被扭曲的形态了,所以当拉力减小时,在扭矩弹簧25的作用下,转辊18会进行一定程度的转动。转辊18表面设有螺纹槽用于缠绕拉绳17,两侧的防脱环19可防止拉绳17意外脱离。转辊18与转轴20固定连接,转轴20带动球阀21转动。当底盘10移动至顶端时,球阀21恰好转动90度,开口完全打开,将气囊8内暂存的液态二氧化碳释放。

[0021] 释放的液态二氧化碳经球管23流入定量注入器26。定量注入器26是二氧化碳驱油作业中的关键设备,它能够对液态二氧化碳进行流量调节、压力控制等处理,确保注入石油的二氧化碳符合驱油工艺要求,同时对液态二氧化碳进行定量输出。处理后的液态二氧化碳通过注入管27注入石油中,注入管27同样具备良好的耐压、耐腐蚀性,可承受约30MPa压力。完成注入后,气囊8内压力减小,压力弹簧12的作用力大于复位组件中扭矩弹簧25的作用力,底盘10和滑竿11下降,带动各部件反向运动,拉绳17从转辊18上松开,球阀21关闭,装置恢复初始状态,弹簧二进入蓄力状态,为下一次工作循环做准备。

[0022] 这种先将液态二氧化碳暂存于气囊8的设计,有效缓冲了真空泵6输出压力及管道输送压力,减少了因高压对设备和管道造成的损害,提高了装置的稳定性与安全性,保障了二氧化碳驱油作业的高效进行。

[0023] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

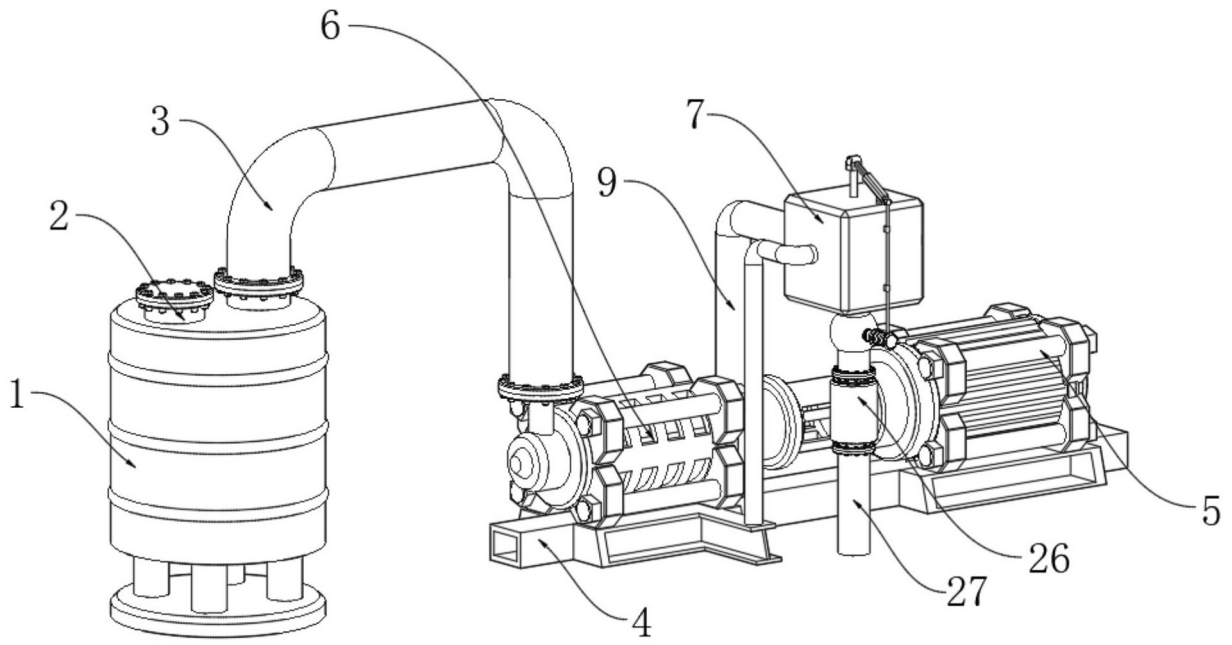


图1

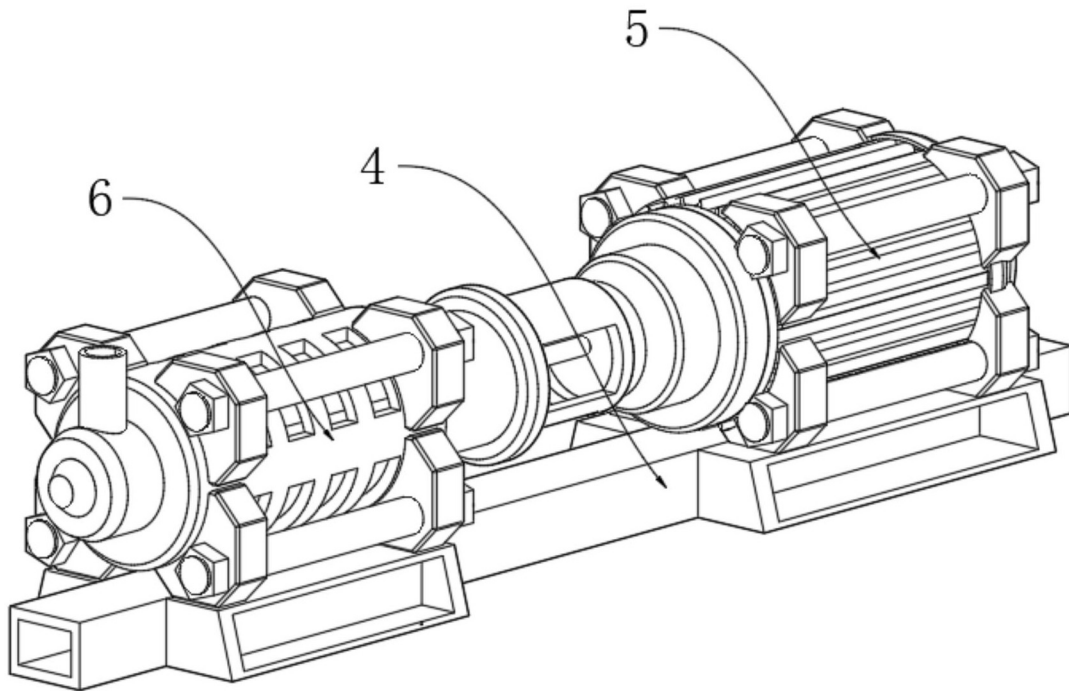


图2

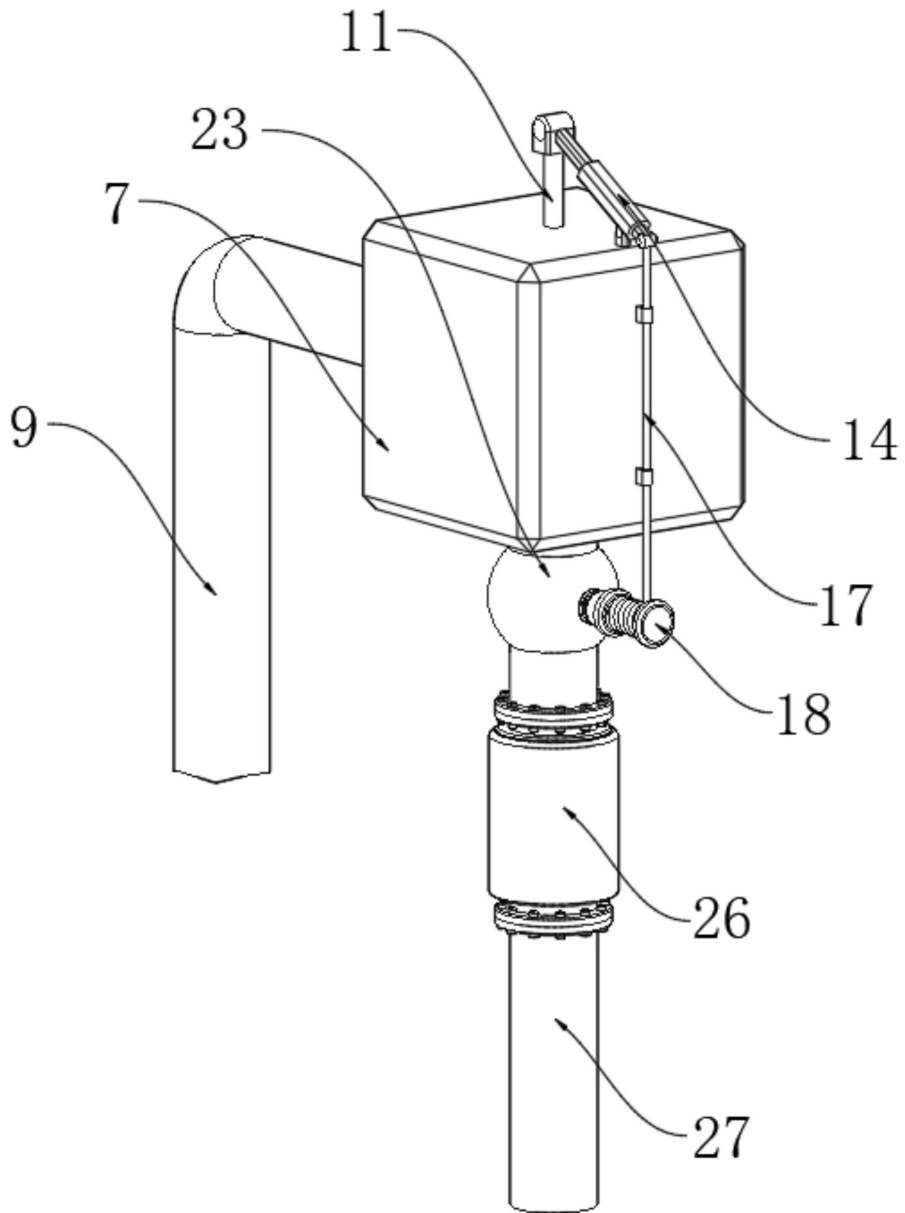


图3

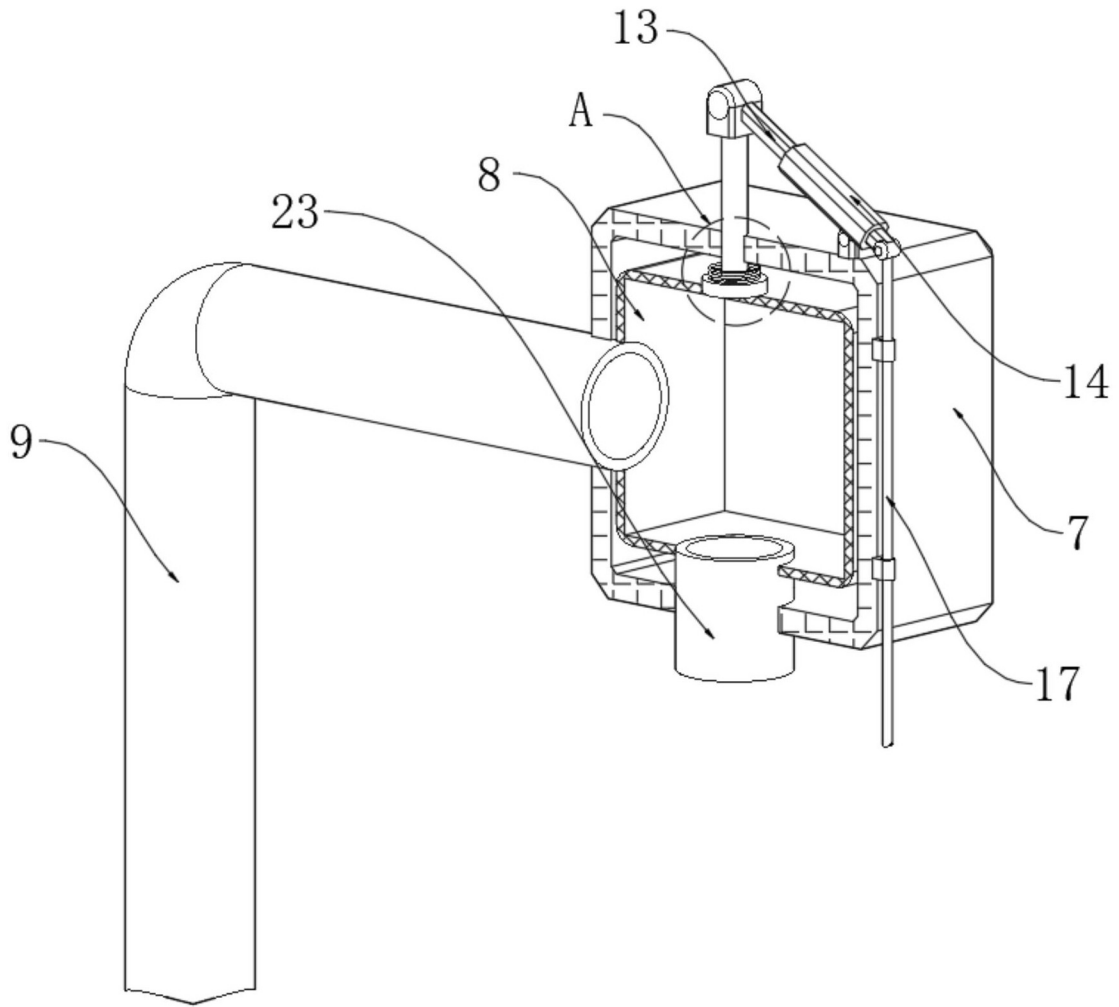


图4

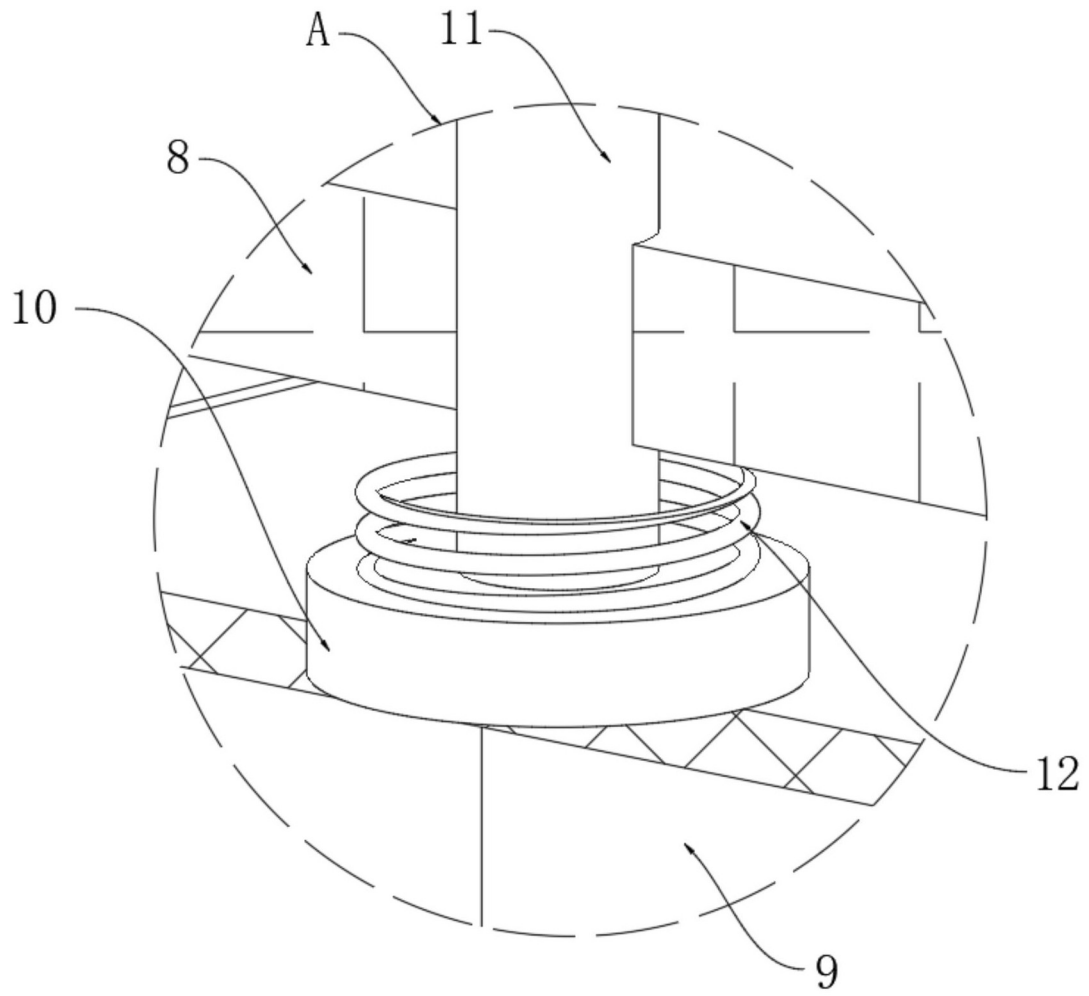


图5

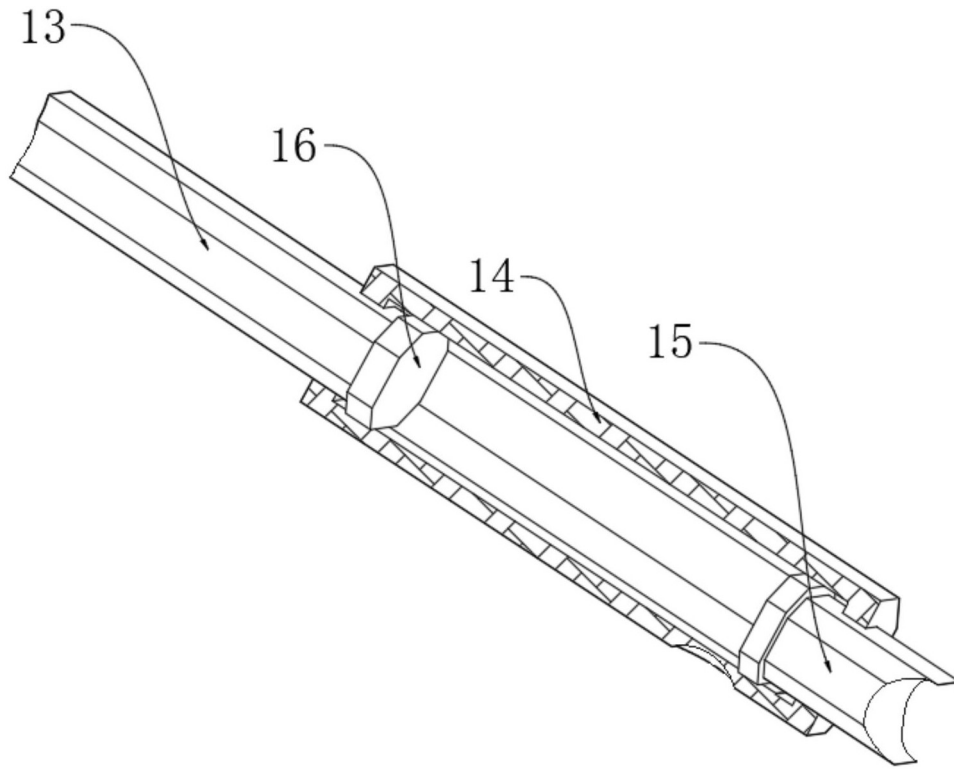


图6

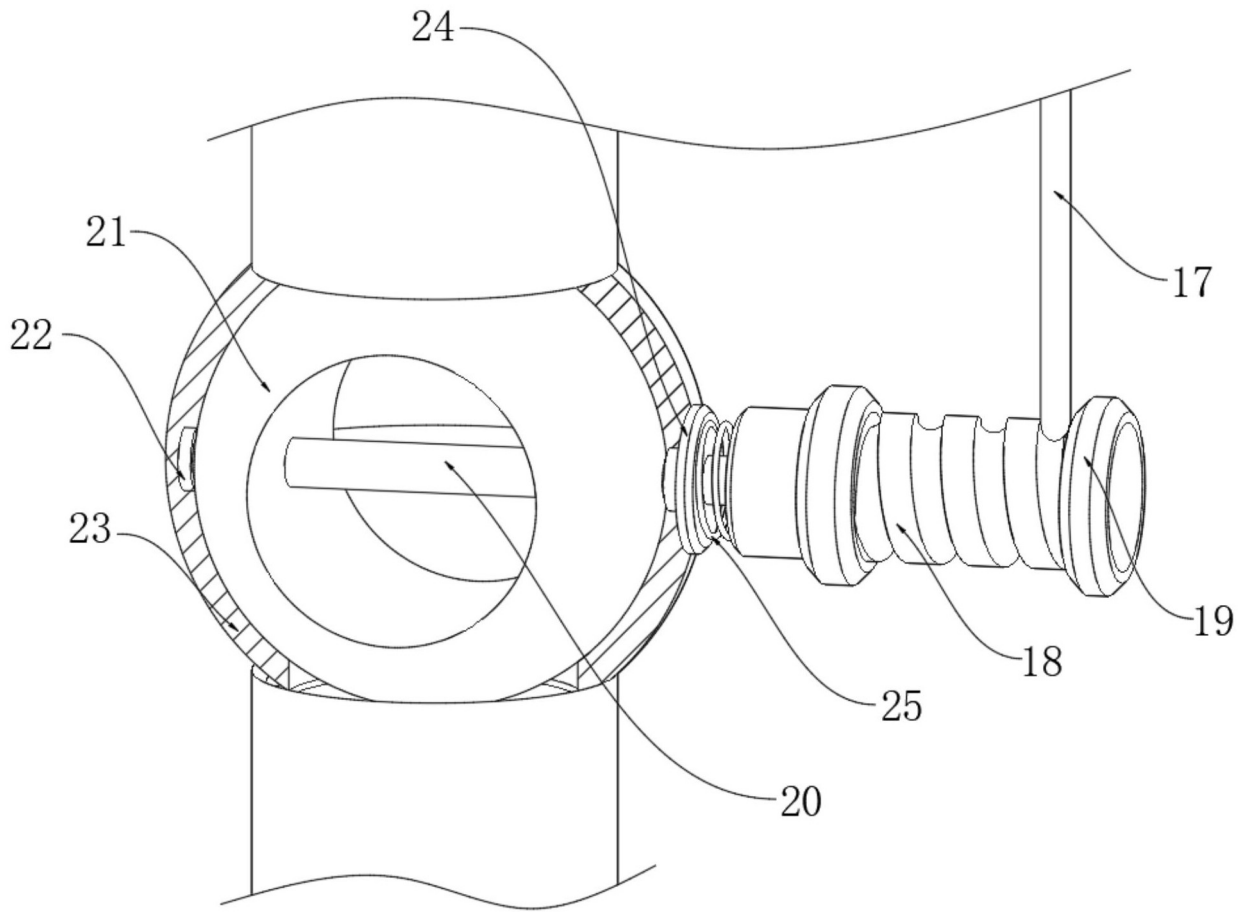


图7

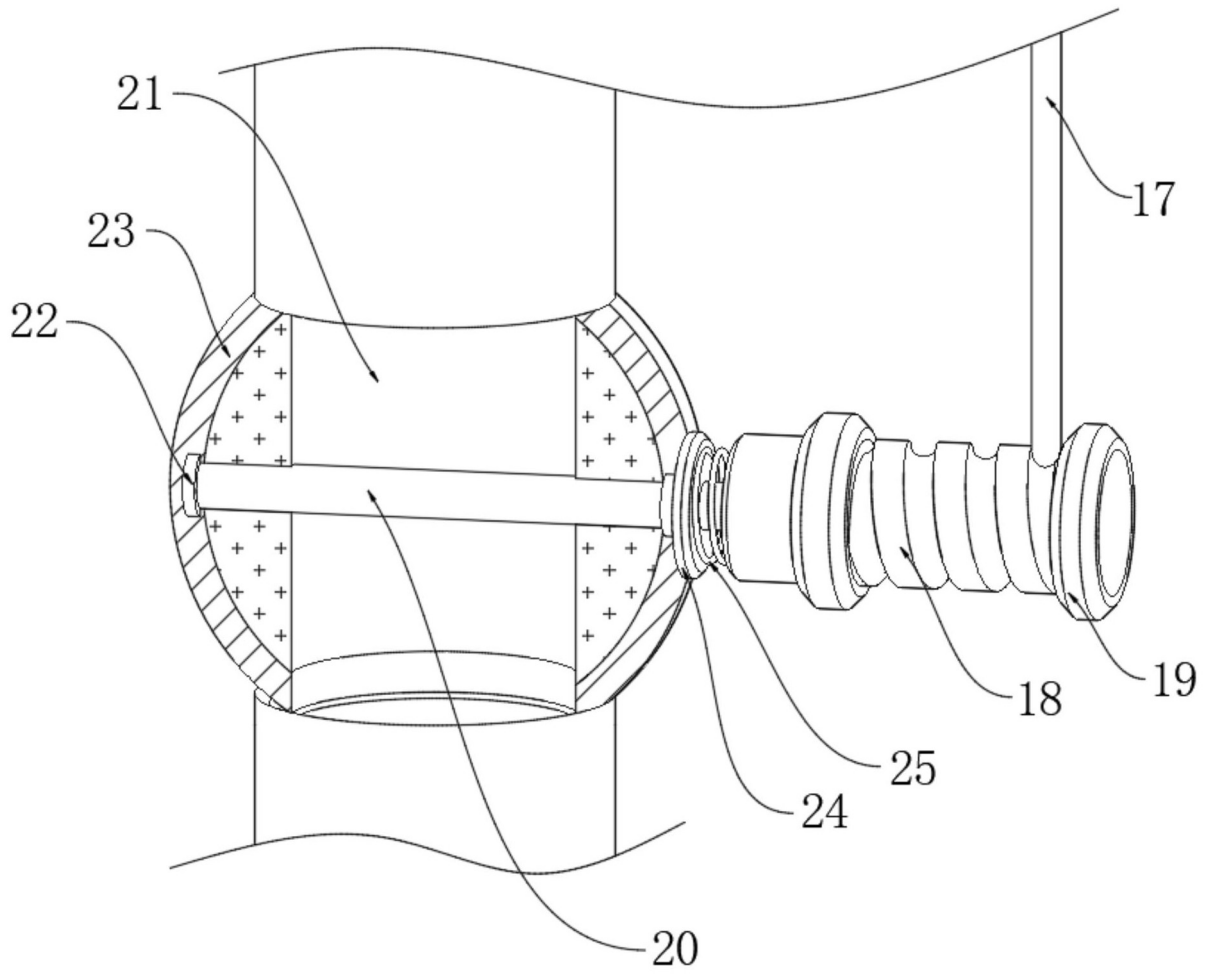


图8