



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102536839 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201210049043. X

(22) 申请日 2012. 02. 29

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 陈光明 陈少杰 唐黎明 林玮

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

F04D 13/02(2006. 01)

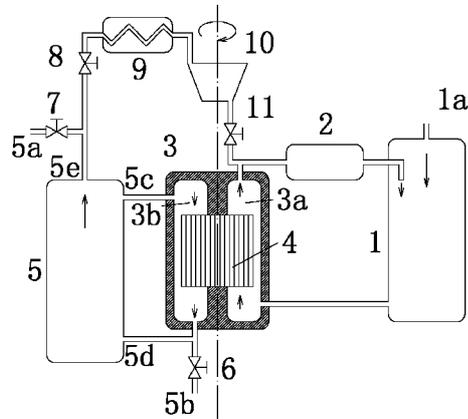
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种液体输送系统

(57) 摘要

本发明公开了一种液体输送系统,包括:储液罐,顶部带有液体输入口;高压发生器,用于将液体气化且底部带有液体输出口、顶部带有气体输出口;带有相互隔离的高压腔和低压腔的定子;可转动的安装在高压腔和低压腔的交界处的转子,转子上设有通道,通道的进口和出口带有竖直方向的位差,且进口和出口随转子的转动间隔性的仅处于高压腔中或仅处于低压腔中;高压腔的底部和顶部分别与高压发生器的底部和气体输出口连通,低压腔的底部与储液罐的底部连通,低压腔的顶部带有与储液罐连通的气体输出口。本发明对低压液体进行加压得到高压的液体或蒸汽产品,起到液体输送的作用,相比于传统的泵可以节约大量宝贵的高品位电能,在节能上效果明显,功耗小。



1. 一种液体输送系统,其特征在于,包括:
储液罐 (1),顶部带有液体输入口 (1a);
高压发生器 (5),用于由外部热源加热,将液体气化形成高压且底部带有液体输出口 (5b)、顶部带有气体出口 (5c);
带有相互隔离的高压腔 (3b) 和低压腔 (3a) 的定子 (3);
可转动的安装在所述的高压腔 (3b) 和低压腔 (3a) 的交界处的转子 (4),该转子 (4) 上设有通道,该通道的进口和出口带有竖直方向的位差,且所述的进口和出口随转子 (4) 的转动间隔性的仅处于高压腔 (3b) 中或仅处于低压腔 (3a) 中;
所述的高压腔 (3b) 的底部和顶部分别与高压发生器 (5) 的底部和气体出口 (5c) 连通,所述的低压腔 (3a) 的底部与储液罐 (1) 的底部连通,低压腔 (3a) 的顶部带有与储液罐 (1) 的顶部连通的气体出口。
2. 根据权利要求 1 所述的液体输送系统,其特征在于,所述转子 (4) 上设有若干个所述通道。
3. 根据权利要求 2 所述的液体输送系统,其特征在于,所述通道竖直地贯通转子 (4)。
4. 根据权利要求 1 所述的液体输送系统,其特征在于,所述低压腔 (3a) 的气体出口通过冷凝器 (2) 与储液罐 (1) 顶部连通。
5. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 所述的液体输送系统,其特征在于,所述高压发生器 (5) 顶部带有气体输出口 (5a)。
6. 根据权利要求 5 所述的液体输送系统,其特征在于,所述高压发生器 (5) 的气体输出口 (5a) 与冷凝器 (2) 的进口间依次串联有将该气体输出口 (5a) 出来的气体加热为过热气的过热器 (9) 和由所述高压气体驱动并带动所述转子 (4) 转动的膨胀机 (10)。
7. 根据权利要求 6 所述的液体输送系统,其特征在于,所述过热器 (9) 前连接有第三控制阀 (8),所述膨胀机 (10) 后连接有第四控制阀 (11)。
8. 根据权利要求 1 所述的液体输送系统,其特征在于,所述高压发生器 (5) 的液体输出口 (5b) 设置在所述高压腔 (3b) 底部与高压发生器 (5) 底部连通的管路上。
9. 根据权利要求 1 所述的液体输送系统,其特征在于,所述液体输出口 (5b) 上设有第一控制阀 (6)。
10. 根据权利要求 5 所述的液体输送系统,其特征在于,所述气体输出口 (5a) 上设有第二控制阀 (7)。

一种液体输送系统

技术领域

[0001] 本发明属于机械设备领域,尤其是涉及一种液体输送系统。

背景技术

[0002] 泵是应用很广泛的通用机械产品,广泛应用于火力发电、核电、石油开采、石油化工、城市供水、水利工程、农田灌溉等工农业领域。据不完全统计,我国每年泵产品的产值在400亿元以上,每年全国发电量的20%~25%要消耗在泵产品上。近年来,化工、石油化工、电站、矿山和船舶等工业领域对泵的需求日益增长,促进了泵技术的发展。现如今,全人类提出可持续发展战略,泵产品更加强调了节能环保的要求。

[0003] 用于输送流体和提高流体压头的机械设备,通称为流体输送设备,其中输送液体并提高其压力的机械称为泵,而输送气体并提高其压力的机械称为风机和压缩机,流体输送设备的任务是输送流体。泵根据用途、结构、原理、介质等可分为很多类,转子泵是一种容积泵,它由静止的泵壳和旋转的转子组成,它没有吸入阀和排出阀,靠泵体内的转子与液体接触的一侧将能量以静压力形式直接作用于液体,并借旋转转子的挤压作用排出液体,同时在另一侧留出空间,形成低压,使液体连续吸入。转子泵的压头较高,流量通常较小,排液均匀,适用于输送粘度高,具有润滑性,但不含固体颗粒的液体。类型有齿轮泵、螺杆泵、滑片泵,挠性叶轮泵、罗茨泵、旋转活塞泵等。因为这些泵一般存在负压输送问题,所以容积泵在工作时需先将管道中的空气排出,然后才能抽送液体,遇到管道长、管径大的情况,抽送气体的时间会很长,造成电能浪费。因为也存在负压输送问题,容易造成管线局部窝气,形成油气混输,致使设备效率降低。

[0004] 通常,泵所需的电能主要是用于做PV功及电机损耗,而PV功就是将低压液体转化为高压液体所需的能量,故泵总是需要很大的电能来提高液体的压力。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种液体输送系统,仅需少量能量即可将低压液体变为高压液体进行输送,电功耗小。

[0006] 一种液体输送系统,包括:

[0007] 储液罐,顶部带有液体输入口;

[0008] 高压发生器,用于由外部热源加热,将液体气化形成高压且底部带有液体输出口、顶部带有气体出口;

[0009] 带有相互隔离的高压腔和低压腔的定子;

[0010] 可转动的安装在所述的高压腔和低压腔的交界处的转子,该转子上设有通道,该通道的进口和出口带有竖直方向的位差,且所述的进口和出口随转子的转动间隔性的仅处于高压腔中或仅处于低压腔中;

[0011] 所述的高压腔的底部和顶部分别与高压发生器的底部和气体出口连通,所述的低压腔的底部与储液罐的底部连通,低压腔的顶部带有与储液罐的顶部连通的气体出口。

[0012] 工作流程为：液体从储液罐的液体输入口进入，从储液罐底部进入定子的低压腔并进入处于定子的低压腔的通道内，由于通道的进口和出口带有竖直方向的位差，且所述的进口和出口随转子的转动间隔性的仅处于高压腔中或仅处于低压腔中，故当原处于低压腔中的通道转入高压腔中时，通道内的液体在高压腔的压力作用下成为高压液体，并可由于重力作用落入高压腔中，液体从高压腔进入高压发生器。从高压发生器出来的气体为饱和状态或者过热状态，即高压发生器出来的气体的温度大于或等于工质在高压发生器内压力下的沸点。一部分高压气体进入定子的高压腔内，并进入停留在高压腔内的通道中。同样地，由于转子的旋转，原处于高压腔中的通道内的高压气体进入低压腔内，高压气体从低压腔的顶部气体出口进入储液罐。其中，储液罐中的液面高于转子的通道的上端面；高压发生器的液面低于转子的通道的下端面，这样可以充分利用通道的容积，在同样的转子转速下实现最大流量。所述的上端面为通道的上端水平面，所述的下端面为通道的下端水平面。若直接设置储液罐的底部出口高于转子的通道的上端面；高压发生器的气体出口低于转子的通道的下端面，这样亦可。

[0013] 作为优选，所述转子上设有若干个所述通道。当转子上的通道随转子的转动间隔性的仅处于高压腔中或仅处于低压腔中，可将低压腔中的液体带入高压腔中，同时将高压腔的气体带入低压腔中。

[0014] 作为优选，所述通道竖直地贯通转子。如此液体或气体在通道中可实现最大充盈状态。

[0015] 作为优选，所述低压腔的气体出口与储液罐之间设有冷凝器，所述低压腔的气体出口通过冷凝器与储液罐顶部连通。利用冷凝器冷却低压腔的气体出口出来的高压气体，使其变为液体重新进入储液罐中，如此避免了低压腔气体出口的高温高压气体对储液罐内压力的影响，实现良好的循环。

[0016] 作为优选，所述高压发生器顶部带有气体输出口。若希望本输送系统得到高压气体时，可利用高压发生器顶部设置的气体输出口输出高压气体。

[0017] 所述的转子可由外力驱动、电动机驱动或本发明高压发生器出来的气体作为动力驱动；转子的转速可以调节，故本发明液体输送系统的流量可以调节。作为优选，所述高压发生器的气体输出口与冷凝器的进口间依次串联有将该气体输出口出来的气体加热为过热气的过热器和由所述高压气体驱动并带动所述转子转动的膨胀机。如此便可利用高压气体驱动转子转动，无需外部能量的进入。

[0018] 更为优选，所述过热器前连接有第三控制阀，所述膨胀机后连接有第四控制阀。

[0019] 当第三控制阀与第四控制阀关闭时，转子的转动由电动机或其他动力驱动；当第三控制阀与第四控制阀打开时，过热器出口的过热气驱动膨胀机转动，膨胀机为转子的转动输入动力。利用液体输送系统内高压发生器的气体作为动力驱动转子的转动，免去了外部能源的输入。

[0020] 作为优选，所述高压发生器的液体输出口设置在所述高压腔底部与高压发生器底部连通的管路上。

[0021] 作为优选，所述液体输出口上设有第一控制阀。

[0022] 作为优选，所述气体输出口上设有第二控制阀。

[0023] 当第一控制阀开启，第二控制阀关闭时，从第一控制阀出口可以获得高压液体；当

第一控制阀关闭,第二控制阀开启时,从第二控制阀出口可以获得高压气体。

[0024] 所述的高压发生器可利用锅炉等废热,使低压液体吸收热量变为高压气体。

[0025] 本发明仅需少量电功率或动力来克服转子与定子之间的摩擦力,对低压液体进行加压得到高压的液体或蒸汽产品,起到液体输送的作用,相比于传统的泵可以节约大量宝贵的高品位电能。而且,本发明中的转子还可利用低品位的热源驱动,无须外部能源的输入,对能源进行综合利用,比传统的泵更加节能环保。

[0026] 本发明可以替代高压锅炉给水泵,热电厂与喷射式制冷循环中的循环泵等装置,可以广泛应用在火电、核电、化工、液化天然气输运、城市供水、农田灌溉等各个领域,应用性非常强。

[0027] 因此,本发明无论从经济效益、社会效益还是国家能源战略等方面来说,都是极具意义的。

附图说明

[0028] 图 1 为本发明一种实施方式的结构示意图。

[0029] 图 2 为图 1 所示转子和定子的俯视局部剖面图。

[0030] 图 3 为图 1 所示转子和定子的侧视局部剖面图。

[0031] 其中:1、储液罐;1a、液体输入口;2、冷凝器;3、定子;3a、低压腔;3b、高压腔;4、转子;5、高压发生器;5a、气体输出口;5b、液体输出口;5c、气体出口;5d、液体出口;5e、顶部出口;6、第一控制阀;7、第二控制阀;8、第三控制阀;9、过热器;10、膨胀机;11、第四控制阀。

具体实施方式

[0032] 以下参照附图和具体实施例对本发明作进一步详细描述。

[0033] 实施例

[0034] 如图 1 所示,一种液体输送系统,包括储液罐 1、冷凝器 2、定子 3、转子 4、高压发生器 5、第一控制阀 6、第二控制阀 7、第三控制阀 8、过热器 9、膨胀机 10、第四控制阀 11。储液罐 1 顶部带有液体输入口 1a,高压发生器 5 底部带有液体输出口 5b、顶部带有气体出口 5c 和顶部出口 5e,高压发生器 5 是用于气化液体。定子 3 带有相互隔离的高压腔 3b 和低压腔 3a;其中,高压腔 3b 的底部和顶部分别与高压发生器 5 的底部液体出口 5d 和气体出口 5c 连通,低压腔 3a 的底部与储液罐 1 的底部连通,低压腔 3a 的顶部带有与储液罐 1 连通的气体出口。转子 4 可转动的安装在高压腔 3b 和低压腔 3a 的交界处,转子 4 为圆柱体,竖直放置,该转子 4 上设有通道,该通道的进口和出口带有竖直方向的位差,且所述的进口和出口随转子 4 的转动间隔性的仅处于高压腔 3b 中或仅处于低压腔 3a 中。其中,转子 4 上设置的通道的数量和通道的进出口的设置不受限制,具体可依实际情况进行设置,通道最佳是竖直地贯通转子 4,且通道为若干个,在转子 4 上圆周布置,如图 2 所示。

[0035] 低压腔 3a 的气体出口连接冷凝器 2 的进口,冷凝器 2 的出口连接储液罐 1 的顶部进口。高压发生器 5 的底部进口与定子 3 的高压腔的底部出口相连,高压发生器 5 的气体出口 5c 与高压腔 3b 的顶部进口相连。从图 1 上可看出,高压发生器 5 上带有的液体输出口 5b 设置在高压发生器 5 的底部液体出口 5d 与高压腔 3b 的底部进口连通的管路上,且在

该管路上设有第一控制阀 6。虽图上未显示,但液体输出口 5b 还可设于高压发生器 5 的底部。高压发生器 5 的顶部出口 5e 分成两路,一路为通过第二控制阀 7 控制带有气体输出口 5a 的管路,另一路依次串联第三控制阀 8、过热器 9、膨胀机 10,膨胀机 10 的出口与低压腔 3a 的气体出口连成一路后,连接冷凝器 2 的进口。

[0036] 液体从储液罐 1 的液体输入口 1a 进入,液体在储液罐 1 中为饱和液体或者过冷状态,即储液罐 1 内的温度小于或等于液体在储液罐 1 内压力下的沸点。由于储液罐 1 内的液体的液面高于转子 4 通道的上端面,液体从储液罐 1 的底部出口流出,进入定子 3 的低压腔 3a,并充满整个通道,由于通道因转子 4 的转动而在定子 3 的高压腔 3b 中和低压腔 3a 中来回停留,故当原本处于低压腔 3a 中的通道转入高压腔 3b 中时,通道内的液体在高压腔的压力作用下成为高压液体,并可由于重力作用落入高压腔 3b 中,液体从高压腔 3b 进入高压发生器 5。高压发生器 5 内的气体为饱和状态或者过热状态,即高压发生器 5 内的气体的温度大于或等于工质在高压发生器 5 内压力下的沸点。一部分高压气体从高压发生器 5 顶部的气体出口 5c 进入定子 3 的高压腔 3b 内,并进入转子 4 停留在高压腔 3b 内的通道中。同样地,由于转子 4 的旋转,将这部分原处于高压腔 3b 中的通道转入低压腔 3a 中,以使通道中的高压气体进入低压腔 3a 内,高压气体从低压腔 3a 的顶部气体出口离开,经由冷凝器 2,变成低压液体进入储液罐 1 中。

[0037] 通过第一控制阀 6 和第二控制阀 7 控制输出高压液体或高压气体。当第一控制阀 6 开启,第二控制阀 7 关闭时,从第一控制阀 6 出口可以获得高压液体;当第一控制阀 6 关闭,第二控制阀 7 开启时,从第二控制阀 7 出口可以获得高压气体。

[0038] 当第三控制阀 8 与第四控制阀 11 关闭时,转子 4 的转动由电动机或其他动力驱动;当第三控制阀 8 与第四控制阀 11 打开时,过热器 9 出口的过热气驱动膨胀机 10 转动,膨胀机 10 为转子 4 转动输入动力。由于转子 4 的转速可调节,故可控制本液体输送系统的流量。

[0039] 图 2 为图 1 所示转子和定子的俯视图,图 3 为图 1 所示转子和定子的侧视图,以下结合图 2 和图 3 进行分析。

[0040] 具体工况条件为:高压腔压力 4MPa,低压腔压力为 0.1MPa,工质为水。通道为圆柱形,通道长度为 $h = 0.2\text{m}$,通道半径为 $r = 0.025\text{m}$,通道数为 $n = 8$,转子半径为 $R' = 0.1\text{m}$,转子圆心距通道圆心距离为 $R = 0.07\text{m}$,密封面宽度为 $D = 0.055\text{m}$,转速为 $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$,即 $\omega = 1\text{Hz}$ 。转子与定子皆采用氮化硅陶瓷作为材质,氮化硅陶瓷材料耐磨,热膨胀系数低 ($2.5 \sim 2.8 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$),抗温度骤变性好,热导率低 ($5\text{W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$),摩擦系数为 $\mu = 0.1$,有自润滑性,转子与定子间的预紧力为 $P_z = 0.1\text{MPa}$ 。

[0041] 在以上工况条件下,本系统的工质体积输送量为:

$$[0042] \quad \dot{V} = 3.142 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

[0043] 质量输送量为:

$$[0044] \quad \dot{m} = 2.448 \text{ kg/s}$$

[0045] 高压腔为了输送工质所需要的加热功率为:

$$[0046] \quad Q_{\text{extra}} = 169 \text{ kW}$$

[0047] 由于通道转动使工质获得动能而需要的转子转动功率为:

$$[0048] \quad W_{\text{extra}} = 0.2489 \text{ W}$$

[0049] 由于转子与定子间的摩擦损耗而需要的转子转动功率为：

$$[0050] \quad W_z = 199.1\text{W}$$

[0051] 而传统容积式泵在相同工况下所需要做的 PV 功为：

$$[0052] \quad W_{PV} = 12.169\text{kW}。$$

[0053] 因此本液体输送系统在此工况下若转子由电能驱动，所需要消耗的电能仅为传统容积式泵的：

$$[0054] \quad \eta = \frac{W_z + W_{extra}}{W_{PV}} = 1.638\%$$

[0055] 由此可知，本液体输送系统消耗的电能远小于传统的容积式泵。

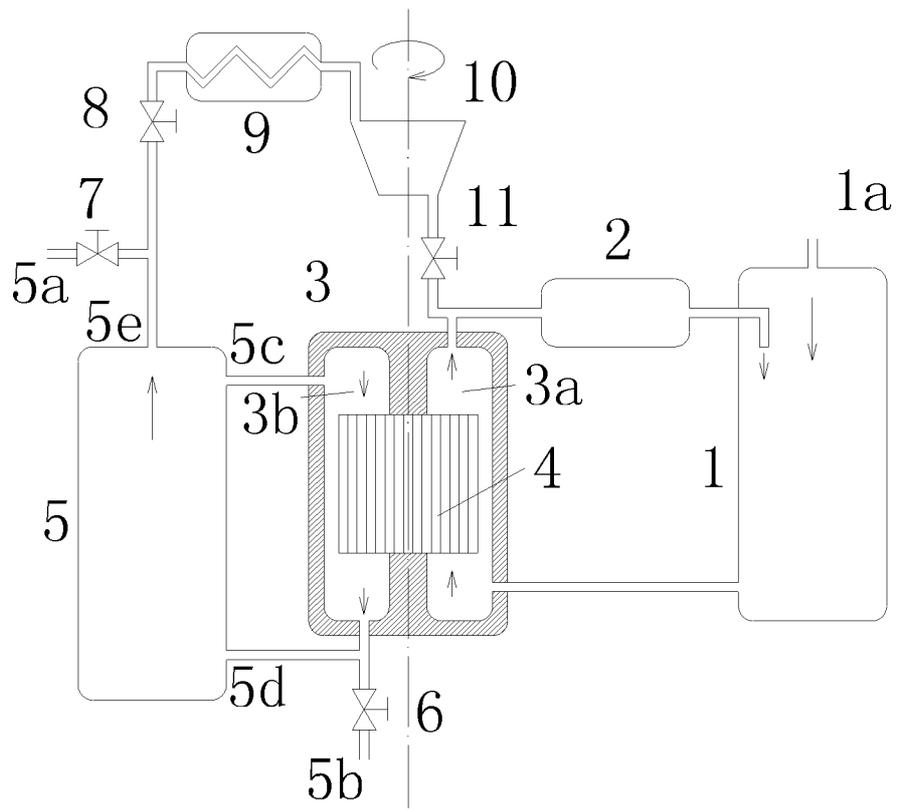


图 1

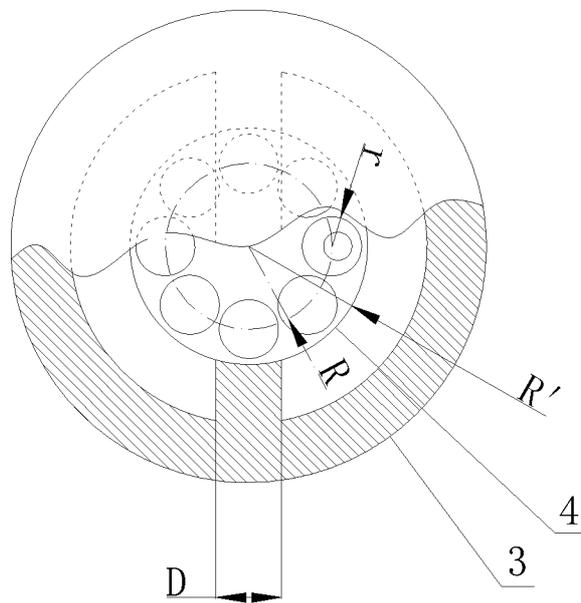


图 2

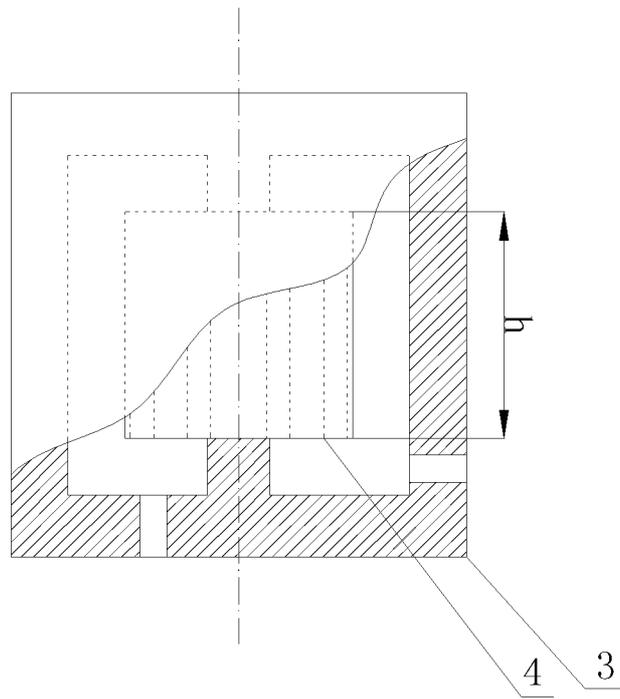


图 3