

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107812 A1

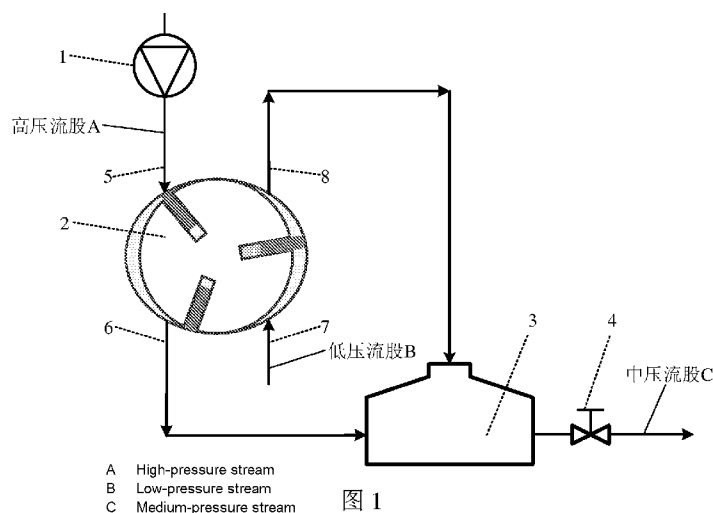
- (51) 国际专利分类号:
F15B 3/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/086261
- (22) 国际申请日: 2019 年 5 月 9 日 (09.05.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811418878.1 2018 年 11 月 26 日 (26.11.2018) CN
- (71) 申请人: 西安交通大学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。
- (72) 发明人: 邓建强 (DENG, Jianqiang); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 樊一楠 (FAN, Yinan); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 杜如雪 (DU, Ruxue);

中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 刘辉 (LIU, Hui); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 康祥 (KANG, Xiang); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 杨栋 (YANG, Dong); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 叶芳华 (YE, Fanghua); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。 曹峥 (CAO, Zheng); 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

- (74) 代理人: 西安通大专利代理有限公司 (XI'AN TONG DA PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国陕西省西安市高新区锦业路 32 号, Shaanxi 710003 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: PRESSURE ENERGY RECOVERY-BASED FLOW RATE DOUBLING SYSTEM AND METHOD

(54) 发明名称: 一种基于压力能回收的流量倍增系统及方法



(57) Abstract: A pressure energy recovery-based flow rate doubling system, consisting of a pump (1), a pressure energy exchanger (2), a fluid temporary storage tank (3), and a back pressure valve (4). A high-pressure fluid is obtained by means of pressurization by the pump, and then a flow rate doubling system is formed by the pressure energy exchanger and a pipeline combination, so that the fluid flow rate delivered out by the system doubles the fluid flow rate delivered by the pump in the system. The flow rate doubling system can adopt a series connection, parallel connection, or series-parallel connection pipe network connection mode, so as to achieve flow rate doubling effects at different multiplying powers. Also disclosed is a pressure energy recovery-based flow rate doubling method. The method is scientific and easy to use. The system is reasonable in structure design, highly efficient and energy-saving, provides a new concept for fluid flow rate doubling technology and expands the application of pressure energy recovery technology.



CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种基于压力能回收的流量倍增系统, 由泵(1)、压力能交换器(2)、流体暂存罐(3)和背压阀(4)构成, 通过泵增压获得高压流体, 再通过压力能交换器和管路组合, 构成流量倍增系统, 使系统输出流体流量实现对系统中泵输送流体流量的翻倍。流量倍增系统可采用串联式、并联式或混联式管网连接方式, 进而实现不同倍率的流量倍增效果。还公开了一种基于压力能回收的流量倍增方法, 该方法科学, 使用简便; 该系统结构设计合理, 高效节能, 为流体流量倍增技术提供了新思路, 同时拓展了压力能回收技术的应用。

一种基于压力能回收的流量倍增系统及方法

技术领域

本发明涉及流体流量倍增技术领域和余压回收技术领域，具体涉及一种基于压力能回收的流量倍增系统及方法。

背景技术

工业生产生活对流量调节，尤其是流量倍增技术提出了越来越高的要求。目前流量倍增大多依靠并联多台泵的方法实现，该方法增加了泵的个数和设备成本投入，占用了更多场地空间。且多台泵并联工作，并联运行时的总流量并非随泵的台数成倍增加。从泵的并联台数来看，并联台数越多所能增加的流量越少，即每台泵输送的流量减少，因而并联台数过多并不经济。

现有的中国专利提出了一些新型的流体流量倍增技术，具体地，中国专利（CN103438032B）公开了一种气体流量倍增器，包括支架、用于提供恒定压力气源的分气包、用于输出最终气流的工作气体接口和至少两个用于增大气体流量的文氏管系，文氏管系包括首级文氏管、二级文氏管、三级文氏管、开设有空气连通孔的第一级气体混合室和开设有空气连通孔的第二级气体混合室，首级文氏管穿过第一气体混合室，二级文氏管穿过第二级气体混合室，首级文氏管的输入端通过气体管路与分气包连通，首级文氏管的输出端通入二级文氏管中，二级文氏管的输入端与第一级气体混合室连通，二级文氏管的输出端通入三级文氏管中，三级文氏管输入端与第二级气体混合室连通，三级文氏管的输出端与工作气体接口连接，所述流量倍增器直接利用文氏管实现高压分气包内的气体引射低压空气，进行流量倍增；中国专利（CN207111579U）公开了一种流量倍增的增压缸，缸体内设有进液腔、两个压力腔、两个推液腔、两个储液腔、两个推力活塞、电磁换向阀等，压力腔的横截面积小于推液腔的横截面积，通过横截面积差异来实现

增压效果，进液腔进液推动两个推力活塞，两压力腔内压力升高，压力腔内的高压液体被不断输送出去，实现多个腔体同步输出高压液体，相比常规的增压缸，输出的高压液体流量是成倍增加的。

上述两种设备结构复杂，日常维护不便，组成部件较多，设备投资成本高，而且后者需要电磁换向阀，耗用额外能耗。

对于压力能回收技术，采用的方法是回收高压流股的压力能然后用于增压低压目标流体。具体地，中国专利（CN102865259A）公开了一种旋转式压力能交换器，采用高、低压流体直接接触实现高压流体增压低压流体，以高、低压水流的切向冲击力作为转子转动的动力；中国专利（CN102442716A）公开了一种阀控式压力能交换器，包括四通滑阀、四通旋转阀、一组两根压力交换管和四只单向止回阀。压力交换管内置自由活塞，并将压力交换管分成两个工作腔，分别是被输送流体工作腔和能量回收流体工作腔；中国专利（CN105782021B）公开了一种滑片式压力能交换器，包括转子、缸体和滑片，高压流股的压力能通过转子和滑片传递给低压流股，实现高压流体增压低压流体。

使用上述三种压力能交换器的回收方法，高压流股和待增压低压目标流体的流量理论上是相等或相近的，目标流体的流量并未实现倍增，对目标流体流量不能灵活调节。

发明内容

为了克服上述现有技术的缺点，本发明的目的在于提供一种基于压力能回收的流量倍增系统及方法，通过泵增压获得高压流体，再通过压力能交换器和管路组合，构成流量倍增系统，使系统输出流体流量实现对系统中泵输送流体流量的翻倍。该系统结构简单，设计合理，操作简便，高效节能；该流量倍增方法经验证科学可行。

为了达到上述目的，本发明采用以下技术方案予以实现：

本发明公开了一种基于压力能回收的流量倍增系统，包括泵、压力能交换器、流体暂存罐和背压阀；

压力能交换器设有高压进口、低压进口及两个中压出口；

经泵增压的高压流股 A 经过高压进口流入压力能交换器，低压流股 B 经低压进口流入压力能交换器，在压力能交换器中高压流股 A 对低压流股 B 做功，高压流股 A 压力降低后从中压出口 A 流出，低压流股 B 压力升高后从中压出口 B 流出；

从中压出口 A 流出的流股 A、从中压出口 B 流出的流股 B 均流入流体暂存罐，再流经背压阀后输出，得到中压流股 C。

优选地，压力能交换器采用旋转式压力能交换器、阀控式压力能交换器或滑片式压力能交换器。

优选地，压力能交换器采用一个或多个，多个压力能交换器采用串联管网连接、并联管网连接或串并混联式管网连接。

进一步优选地，从所有的不再连接压力能交换器的中压出口输出的流体压力均相等。

进一步优选地，压力能交换器为 N 个，包括第一压力能交换器、第二压力能交换器、……第 N 压力能交换器，且 N 个压力能交换器串联相连；

经泵增压的高压流股 A 经过第一高压进口流入第一压力能交换器，第 1 股低压流股 B 经第一低压进口流入第一压力能交换器，在第一压力能交换器中高压流股 A 对第 1 股低压流股 B 做功；

做功后，高压流股 A 压力降低，并从第一压力能交换器的第一中压出口 A 流出，经第二高压进口流入第二压力能交换器，第 1 股低压流股 B 压力升高后从第一压力能交换器的第一中压出口 B 流入流体暂存罐；

第 2 股低压流股 B 经第二低压进口流入第二压力能交换器，在第二压力能交

换器中，来第一自压力能交换器的高压流股 A 对第 2 低压流股 B 做功；

做功后，高压流股 A 压力继续降低，并从第二压力能交换器的第二中压出口 A 流出经第 N 高压进口流入第 N 压力能交换器，第 2 股低压流股 B 压力升高后从第二压力能交换器的第二中压出口 B 流入流体暂存罐；

依次类推，直至第 N 股低压流股 B 在第 N 压力能交换器中被高压流股 A 做功后，压力升高，由第 N 压力能交换器的第 N 中压出口 B 流入流体暂存罐，N 次降压后的流股 A 从压力能交换器 N 的第 N 中压出口 A 流出；

从第 N 中压出口 A 流出的流股 A、从第一中压出口 B 流出的第 1 流股 B、第二中压出口 B 流出的第 2 流股 B、……第 N 中压出口 B 流出的第 N 流股 B，均流入流体暂存罐，再流经背压阀后输出，得到中压流股 C。

进一步优选地，压力能交换器为 N 个，包括第一压力能交换器、第二压力能交换器、……第 N 压力能交换器，且 N 个压力能交换器并联相连；

经泵增压的第 1 股高压流股 A 经过第一高压进口流入第一压力能交换器，第 1 股低压流股 B 经第一低压进口流入第一压力能交换器，在第一压力能交换器中第 1 股高压流股 A 对第 1 低压流股 B 做功；

做功后，第 1 股高压流股 A 压力降低，并从第一压力能交换器的第一中压出口 A 流出，流入流体暂存罐中；第 1 股低压流股 B 压力升高后从压力能交换器 1 的第一中压出口 B 流出，流入流体暂存罐中；

经泵增压的第 2 股高压流股 A 经过第二高压进口流入第二压力能交换器，第 2 股低压流股 B 经第二低压进口流入第二压力能交换器，在第二压力能交换器中第 2 股高压流股 A 对第 2 低压流股 B 做功；

做功后，第 2 股高压流股 A 压力降低，并从第二压力能交换器的第二中压出口 A 流出，流入流体暂存罐中；第 2 股低压流股 B 压力升高后从第二压力能交换器的第二中压出口 B 流出，流入流体暂存罐中；

依次类推，经泵增压的第 N 股高压流股 A 经过第 N 高压进口流入第 N 压力能交换器，第 N 股低压流股 B 经第 N 低压进口流入第 N 压力能交换器，在第 N 压力能交换器中第 N 股高压流股 A 对第 N 股低压流股 B 做功；

做功后，第 N 股高压流股 A 压力降低，并从第 N 压力能交换器的第 N 中压出口 A 流出，流入流体暂存罐中；第 N 股低压流股 B 压力升高后从第 N 压力能交换器的第 N 中压出口 B 流出，流入流体暂存罐中；

从第一中压出口 A 流出的第 1 流股 A、从第二中压出口 A 流出的第 2 流股 A……从第 N 中压出口 A 流出的第 N 流股 A，以及从第一中压出口 B 流出的第 1 流股 B、第二中压出口 B 流出的第 2 流股 B、……第 N 中压出口 B 流出的第 N 流股 B，均流入流体暂存罐，再流经背压阀后输出，得到中压流股 C。

进一步优选地，压力能交换器为 N 个，包括第一压力能交换器、第二压力能交换器、……第 N 压力能交换器，且 N 个压力能交换器采用串、并混联式相连；

经泵增压后的高压流股 A 通过第一高压进口输入第一压力能交换器，第 1 股低压流股 B 从第一低压进口输入第一压力能交换器，在第一压力能交换器内高压流股 A 对第 1 股低压流股 B 做功，做功后流股 A 压力降低从第一中压出口 A 输出，第 1 流股 B 压力升高从第一中压出口 B 输出；

从第一中压出口 A 输出的流股 A 通过第二高压进口输入第二压力能交换器，第 2 股低压流股 B 从第二低压进口输入第二压力能交换器，在第二压力能交换器内流股 A 对第 2 股低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力继续降低从第二中压出口 A 输出，第 2 流股 B 压力升高从第二中压出口 B 输出；

从第一中压出口 B 输出的流股 B 通过第三高压进口输入第三压力能交换器，第 3 股低压流股 B 从第三低压进口输入第三压力能交换器，在第三压力能交换器内流股 A 对第 3 股低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低从第三中压出

口 A 输出，第 3 流股 B 压力升高从第三中压出口 B 输出；

第四压力能交换器与第一压力能交换区串联或并联，或与第二压力能交换器串联或并联，或与第三压力能交换器串联或并联；

依次类推，第 N 压力能交换器与第一压力能交换器串联或并联，或与第二压力能交换器串联或并联，或与第三压力能交换器串联或并联，……或与第 N-1 压力能交换器串联或并联；

从所有的不再连接压力能交换器的中压出口输出的流体均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到中压流股 C。

本发明还公开了采用上述的基于压力能回收的流量倍增系统的压力能回收方法，过程如下：

仅通过一个泵增压获得高压流体 A；

将高压流体 A 和低压流体 B 均输送至压力能交换器中进行做功换能；

高压流体 A 压力降低，低压流体 B 压力升高；

从压力能交换器的两个中压出口分别流出的流股 A 和流股 B 均流入流体暂存罐中，流经背压阀后输出，得到中压流股 C。

与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

本发明公开的一种基于压力能回收的流量倍增系统，通过泵增压获得高压流体，再通过压力能交换器和管路组合，构成流量倍增系统，使系统输出流体流量实现对系统中泵输送流体流量的翻倍。本发明的流量倍增系统结构设计合理，使用方便，高效节能，只有一个泵为耗能设备，整个系统中单个泵工作，消除了并联多台泵带来的单机流量降低现象，即在不增加泵个数的条件下实现了流量倍增，节省了设备投资和场地空间。因此，本发明通过采用压力能回收设备和合理设计管路组合，系统设计能够达到高效节能的目的，同时也拓展了压力能回收技术的应用。

进一步地，压力能交换器可选用旋转式压力能交换器、滑片式压力能交换器及阀控式压力能交换器，前两者为流体自驱式设备，无需其他外界动力条件，可节省额外能耗。

进一步地，本发明的基于压力能回收的流量倍增系统，可采用串联式、并联式或混联式管网连接方式，可根据实际需要合理设计管路结构，实现不同倍率的目标流量倍增效果。

附图说明

图 1 为实施例 1 的基于压力能回收的流量倍增方法的结构示意图；

图 2 为实施例 2 的基于压力能回收的流量倍增方法的结构示意图；

图 3 为实施例 3 的基于压力能回收的流量倍增方法的结构示意图；

图 4 为实施例 3 的基于压力能回收的流量倍增方法的结构示意图。

图中，1 为泵；2 为压力能交换器；3 为流体暂存罐；4 为背压阀；5 为高压进口；6 为第一中压出口；7 为低压进口；8 为第二中压出口；9 为第一压力能交换器；10 为第二压力能交换器；11 为第一高压进口；12 为第一中压出口 A；13 为第一低压进口；14 为第一中压出口 B；15 为第二高压进口；16 为第二中压出口 A；17 为第二低压进口；18 为第二中压出口 B；19 为第三压力能交换器；20 为第三高压进口；21 为第三中压出口 A；22 为第三低压进口；23 为第三中压出口 B。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，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的实施例，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，都应当属于本发明保护的范围。

需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

实施例 1，参见图 1，一种基于压力能回收的流量倍增系统，包括泵 1、压力能交换器 2、流体暂存罐 3 和背压阀 4，压力能交换器 2 包括高压进口 5、第一中压出口 6、低压进口 7、第二中压出口 8；

经泵 1 增压后的高压流股 A 通过高压进口 5 输入压力能交换器 2，低压流股 B 从低压进口 7 输入压力能交换器 2，在压力能交换器 2 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低从第一中压出口 6 输出，流股 B 压力升高从第二中压出口 8 输出；从第一中压出口 6 输出的流股 A、从第二中压出口 8 输出的流股 B 均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到中压流股 C。

具体地，给定流股的流量和压力值，进行实例分析：经泵 1 增压后的高压流股 A 通过高压进口 5 输入压力能交换器 2，低压流股 B 从低压进口 7 输入压力能交换器 2，在压力能交换器 2 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低至 1MPa 从第一中压出口 6 输出，流股 B 压力升高至 1MPa 从第二中压出口 8 输出；从第一中压出口 6 输出的流股 A、从第二中压出口 8 输出的流股 B 均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到双倍流量的中压流股 C，使系统输出流体流量实现对系统中泵输送流体流量的翻倍。

实施例 2

参见图 2，为采用串联式管网连接方式的基于压力能回收的流量倍增系统的一种实施方式。包括泵 1、第一压力能交换器 9、第二压力能交换器 10、流体暂存罐 3 和背压阀 4。经泵 1 增压后的高压流股 A 通过第一高压进口 11 输入第一压力能交换器 9，一股低压流股 B 从第一低压进口 13 输入第一压力能交换器 9，在第一压力能交换器 9 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过一次做功后流股 A 压力降低从第一中压出口 A12 输出，流股 B 压力升高从第一中压出口 B14 输出；从第一中压出口 A12 输出的流股 A 通过第二高压进口 15 输入第二压力能交换器 10，另一股低压流股 B 从第二低压进口 17 输入第二压力能交换器 10，在第二压力能交换器 10 内流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力继续降低从中第二中压出口 A 16 输出，流股 B 压力升高从第二中压出口 B18 输出；从第二中压出口 A 16 输出的流股 A、从第一中压出口 B 14 和第二中压出口 B 18 输出的流股 B 均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到中压流股 C。

具体地，给定流股的流量和压力值，进行实例分析：经泵 1 增压后的高压流股 A 通过第一高压进口 11 输入第一压力能交换器 9，一股低压流股 B 从低压进口 1 输入第一压力能交换器 9，在第一压力能交换器 9 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过一次做功后流股 A 压力降低至 2MPa 从第一中压出口 A 12 输出，流股 B 压力升高至 1MPa 从第一中压出口 B 14 输出；从第一中压出口 A 12 输出的流股 A 通过第二高压进口 15 输入第二压力能交换器 10，另一股低压流股 B 从第二低压进口 17 输入第二压力能交换器 10，在第二压力能交换器 10 内流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力继续降低至 1MPa 从第二中压出口 A 16 输出，流股 B 压力升高至 1MPa 从第二中压出口 B 18 输出；从第二中压出口 A 16 输出的流股 A、从中压出口 1B 和第二中压出口 B 18 输出的流股 B 均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到三倍流量的中压流股 C，使系统

输出流体流量实现对系统中泵输送流体流量的翻两倍。

实施例 3

参见图 3，为采用并联式管网连接方式的基于压力能回收的流量倍增管系统的一种实施方式。包括泵 1、第一压力能交换器 9、第二压力能交换器 10、流体暂存罐 3 和背压阀 4。经泵 1 增压后的一股高压流股 A 通过第一高压进口 11 输入第一压力能交换器 9，一股低压流股 B 从第一低压进口 13 输入第一压力能交换器 9，在第一压力能交换器 9 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低从第一中压出口 A 12 输出，流股 B 压力升高从第一中压出口 B 14 输出；经泵 1 增压后的另一股高压流股 A 通过第二高压进口 15 输入第二压力能交换器 10，另一股低压流股 B 从第二低压进口 17 输入第二压力能交换器 10，在第二压力能交换器 10 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低从第二中压出口 A 16 输出，流股 B 压力升高从第二中压出口 B 18 输出；从第一中压出口 A 12 和第二中压出口 A 16 输出的流股 A、从第一中压出口 B 14 和第二中压出口 B 18 输出的流股 B 均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到中压流股 C。

具体地，给定流股的流量和压力值，进行实例分析：经泵增压后的一股高压流股 A 通过第一高压进口 11 输入第一压力能交换器 9，一股低压流股 B 从第一低压进口 13 输入第一压力能交换器 9，在第一压力能交换器 9 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低至 1MPa 从第一中压出口 A 12 输出，流股 B 压力升高至 1MPa 从第一中压出口 B 14 输出；经泵 1 增压后的另一股高压流股 A 通过第二高压进口 15 输入第二压力能交换器 10，另一股低压流股 B 从第二低压进口 17 输入第二压力能交换器 10，在第二压力能交换器 10 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低至 1MPa 从第二中压出口 A 16 输出，流股 B 压力升高至 1MPa 从第二中压出口 B 18 输出；从第一中压

出口 A 12 和第二中压出口 A 16 输出的流股 A、从第一中压出口 B 14 和第二中压出口 B 18 输出的流股 B 均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到双倍流量的中压流股 C，使系统输出流体流量实现对系统中泵输送流体流量的翻一倍。

实施例 4

参见图 4，为采用混联式管网连接方式的基于压力能回收的流量倍增系统的一种实施方式。包括泵 1、第一压力能交换器 9、第二压力能交换器 10、第三压力能交换器 19、流体暂存罐 3 和背压阀 4。

经泵 1 增压后的高压流股 A 通过第一高压进口 11 输入第一压力能交换器 9，一股低压流股 B 从第一低压进口 13 输入第一压力能交换器 9，在第一压力能交换器 9 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过一次做功后流股 A 压力降低从第一中压出口 A 12 输出，流股 B 压力升高从第一中压出口 B 14 输出；从第一中压出口 A 12 输出的流股 A 通过第二高压进口 15 输入第二压力能交换器 10，另一股低压流股 B 从第二低压进口 17 输入第二压力能交换器 10，在第二压力能交换器 10 内流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力继续降低从第二中压出口 A 16 输出，流股 B 压力升高从第二中压出口 B 18 输出；从第一中压出口 B 14 输出的流股 B 通过第三高压进口 20 输入第三压力能交换器 19，另一股低压流股 B 从第三低压进口 22 输入第三压力能交换器 19，在第三压力能交换器 19 内流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低从第三中压出口 A 21 输出，流股 B 压力升高从第三中压出口 B 23 输出；从第二中压出口 A 16 和从第三中压出口 A 21 输出的流股 A、从第二中压出口 B 18 和从第三中压出口 B 23 输出的流股 B 均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到中压流股 C。

具体地，给定流股的流量和压力值，进行实例分析：经泵 1 增压后的高压流股 A 通过第一高压进口 11 输入第一压力能交换器 9，一股低压流股 B 从第一低

压进口 13 输入第一压力能交换器 9，在第一压力能交换器 9 内高压流股 A 对低压流股 B 做功，经过一次做功后流股 A 压力降低至 2MPa 从第一中压出口 A 12 输出，流股 B 压力升高至 2MPa 从第一中压出口 B 14 输出；从第一中压出口 A 12 输出的流股 A 通过第二高压进口 15 输入第二压力能交换器 10，另一股低压流股 B 从第二低压进口 17 输入第二压力能交换器 10，在第二压力能交换器 10 内流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力继续降低至 1MPa 从第二中压出口 A 16 输出，流股 B 压力升高至 1MPa 从第二中压出口 B 18 输出；从第一中压出口 B 14 输出的流股 B 通过第三高压进口 20 输入第三压力能交换器 19，另一股低压流股 B 从第三低压进口 22 输入第三压力能交换器 19，在第三压力能交换器 19 内流股 A 对低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低至 1MPa 从第三中压出口 A 21 输出，流股 B 压力升高至 1MPa 从第三中压出口 B 23 输出；从第二中压出口 A 16 和从第三中压出口 A 21 输出的流股 A、从第二中压出口 B 18 和从第三中压出口 B 23 输出的流股 B 均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到四倍流量的中压流股 C，使系统输出流体流量实现对系统中泵输送流体流量的翻三倍。

进一步地，本发明上述实施例中所列举的压力能交换器可为旋转式压力能交换器、阀控式压力能交换器或滑片式压力能交换器。当选用滑片式压力能交换器时，可通过对增压腔和降压腔非对称结构设计，在一定范围内调节流量倍增倍数。

需要说明的是，本发明所述压力值均指表压，忽略压力能传递过程中的能量损失，忽略设备内部泄漏。

综上所述，本发明公开了一种基于压力能回收的流量倍增系统，通过泵增压获得高压流体，再通过压力能交换器和管路组合，构成流量倍增系统，使系统输出流体流量实现对系统中泵输送流体流量的翻倍。该流量倍增方法可行性强，系统结构设计合理，使用简便，高效节能。一方面提出了一种新型高效节能的流量

倍增技术，另一方面拓展了压力能回收技术的应用。

以上内容仅为说明本发明的技术思想，不能以此限定本发明的保护范围，凡是按照本发明提出的技术思想，在技术方案基础上所做的任何改动，均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种基于压力能回收的流量倍增系统，其特征在于，包括泵（1）、压力能交换器、流体暂存罐（3）和背压阀（4）；

压力能交换器设有高压进口、低压进口及两个中压出口；

经泵（1）增压的高压流股 A 经过高压进口流入压力能交换器，低压流股 B 经低压进口流入压力能交换器，在压力能交换器中高压流股 A 对低压流股 B 做功，高压流股 A 压力降低后从中压出口 A 流出，低压流股 B 压力升高后从中压出口 B 流出；

从中压出口 A 流出的流股 A、从中压出口 B 流出的流股 B 均流入流体暂存罐（3），再流经背压阀（4）后输出，得到中压流股 C。

2、根据权利要求 1 所述的基于压力能回收的流量倍增系统，其特征在于，压力能交换器采用旋转式压力能交换器、阀控式压力能交换器或滑片式压力能交换器。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的基于压力能回收的流量倍增系统，其特征在于，压力能交换器采用一个或多个，多个压力能交换器采用串联管网连接、并联管网连接或串并混联式管网连接。

4、根据权利要求 3 所述的基于压力能回收的流量倍增系统，其特征在于，从所有的不再连接压力能交换器的中压出口输出的流体压力均相等。

5、根据权利要求 3 所述的基于压力能回收的流量倍增系统，其特征在于，压力能交换器为 N 个，包括第一压力能交换器、第二压力能交换器、……第 N 压力能交换器，且 N 个压力能交换器串联相连；

经泵（1）增压的高压流股 A 经过第一高压进口流入第一压力能交换器，第 1 股低压流股 B 经第一低压进口流入第一压力能交换器，在第一压力能交换器中高压流股 A 对第 1 低压流股 B 做功；

做功后，高压流股 A 压力降低，并从第一压力能交换器的第一中压出口 A

流出，经第二高压进口流入第二压力能交换器，第 1 股低压流股 B 压力升高后从第一压力能交换器的第一中压出口 B 流入流体暂存罐 (3)；

第 2 股低压流股 B 经第二低压进口流入第二压力能交换器，在第二压力能交换器中，来第一自压力能交换器的高压流股 A 对第 2 低压流股 B 做功；

做功后，高压流股 A 压力继续降低，并从第二压力能交换器的第二中压出口 A 流出经第 N 高压进口流入第 N 压力能交换器，第 2 股低压流股 B 压力升高后从第二压力能交换器的第二中压出口 B 流入流体暂存罐 (3)；

依次类推，直至第 N 股低压流股 B 在第 N 压力能交换器中被高压流股 A 做功后，压力升高，由第 N 压力能交换器的第 N 中压出口 B 流入流体暂存罐 (3)，N 次降压后的流股 A 从压力能交换器 N 的第 N 中压出口 A 流出；

从第 N 中压出口 A 流出的流股 A、从第一中压出口 B 流出的第 1 流股 B、第二中压出口 B 流出的第 2 流股 B、……第 N 中压出口 B 流出的第 N 流股 B，均流入流体暂存罐 (3)，再流经背压阀 (4) 后输出，得到中压流股 C。

6、根据权利要求 3 所述的基于压力能回收的流量倍增系统，其特征在于，压力能交换器为 N 个，包括第一压力能交换器、第二压力能交换器、……第 N 压力能交换器，且 N 个压力能交换器并联相连；

经泵 (1) 增压的第 1 股高压流股 A 经过第一高压进口流入第一压力能交换器，第 1 股低压流股 B 经第一低压进口流入第一压力能交换器，在第一压力能交换器中第 1 股高压流股 A 对第 1 低压流股 B 做功；

做功后，第 1 股高压流股 A 压力降低，并从第一压力能交换器的第一中压出口 A 流出，流入流体暂存罐 (3) 中；第 1 股低压流股 B 压力升高后从压力能交换器 1 的第一中压出口 B 流出，流入流体暂存罐 (3) 中；

经泵 (1) 增压的第 2 股高压流股 A 经过第二高压进口流入第二压力能交换器，第 2 股低压流股 B 经第二低压进口流入第二压力能交换器，在第二压力能交

换器中第 2 股高压流股 A 对第 2 低压流股 B 做功；

做功后，第 2 股高压流股 A 压力降低，并从第二压力能交换器的第二中压出口 A 流出，流入流体暂存罐（3）中；第 2 股低压流股 B 压力升高后从第二压力能交换器的第二中压出口 B 流出，流入流体暂存罐（3）中；

依次类推，经泵（1）增压的第 N 股高压流股 A 经过第 N 高压进口流入第 N 压力能交换器，第 N 股低压流股 B 经第 N 低压进口流入第 N 压力能交换器，在第 N 压力能交换器中第 N 股高压流股 A 对第 N 低压流股 B 做功；

做功后，第 N 股高压流股 A 压力降低，并从第 N 压力能交换器的第 N 中压出口 A 流出，流入流体暂存罐（3）中；第 N 股低压流股 B 压力升高后从第 N 压力能交换器的第 N 中压出口 B 流出，流入流体暂存罐（3）中；

从第一中压出口 A 流出的第 1 流股 A、从第二中压出口 A 流出的第 2 流股 A……从第 N 中压出口 A 流出的第 N 流股 A，以及从第一中压出口 B 流出的第 1 流股 B、第二中压出口 B 流出的第 2 流股 B、……第 N 中压出口 B 流出的第 N 流股 B，均流入流体暂存罐（3），再流经背压阀（4）后输出，得到中压流股 C。

7、根据权利要求 3 所述的基于压力能回收的流量倍增系统，其特征在于，压力能交换器为 N 个，包括第一压力能交换器、第二压力能交换器、……第 N 压力能交换器，且 N 个压力能交换器采用串、并混联式相连；

经泵（1）增压后的高压流股 A 通过第一高压进口输入第一压力能交换器，第 1 股低压流股 B 从第一低压进口输入第一压力能交换器，在第一压力能交换器内高压流股 A 对第 1 股低压流股 B 做功，做功后流股 A 压力降低从第一中压出口 A 输出，第 1 流股 B 压力升高从第一中压出口 B 输出；

从第一中压出口 A 输出的流股 A 通过第二高压进口输入第二压力能交换器，第 2 股低压流股 B 从第二低压进口输入第二压力能交换器，在第二压力能交换器内流股 A 对第 2 低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力继续降低从第二中压

出口 A 输出，第 2 流股 B 压力升高从第二中压出口 B 输出；

从第一中压出口 B 输出的流股 B 通过第三高压进口输入第三压力能交换器，第 3 股低压流股 B 从第三低压进口输入第三压力能交换器，在第三压力能交换器内流股 A 对第 3 股低压流股 B 做功，经过做功后流股 A 压力降低从第三中压出口 A 输出，第 3 流股 B 压力升高从第三中压出口 B 输出；

第四压力能交换器与第一压力能交换区串联或并联，或与第二压力能交换器串联或并联，或与第三压力能交换器串联或并联；

依次类推，第 N 压力能交换器与第一压力能交换器串联或并联，或与第二压力能交换器串联或并联，或与第三压力能交换器串联或并联，……或与第 N-1 压力能交换器串联或并联；

从所有的不再连接压力能交换器的中压出口输出的流体均流入流体暂存罐 3，然后流经背压阀 4 后输出，得到中压流股 C。

8、采用权利要求 1~7 中任意一项所述的基于压力能回收的流量倍增系统的压力能回收方法，其特征在于，过程如下：

仅通过一个泵增压获得高压流体 A；

将高压流体 A 和低压流体 B 均输送至压力能交换器中进行做功换能；

高压流体 A 压力降低，低压流体 B 压力升高；

从压力能交换器的两个中压出口分别流出的流股 A 和流股 B 均流入流体暂存罐中，流经背压阀后输出，得到中压流股 C。

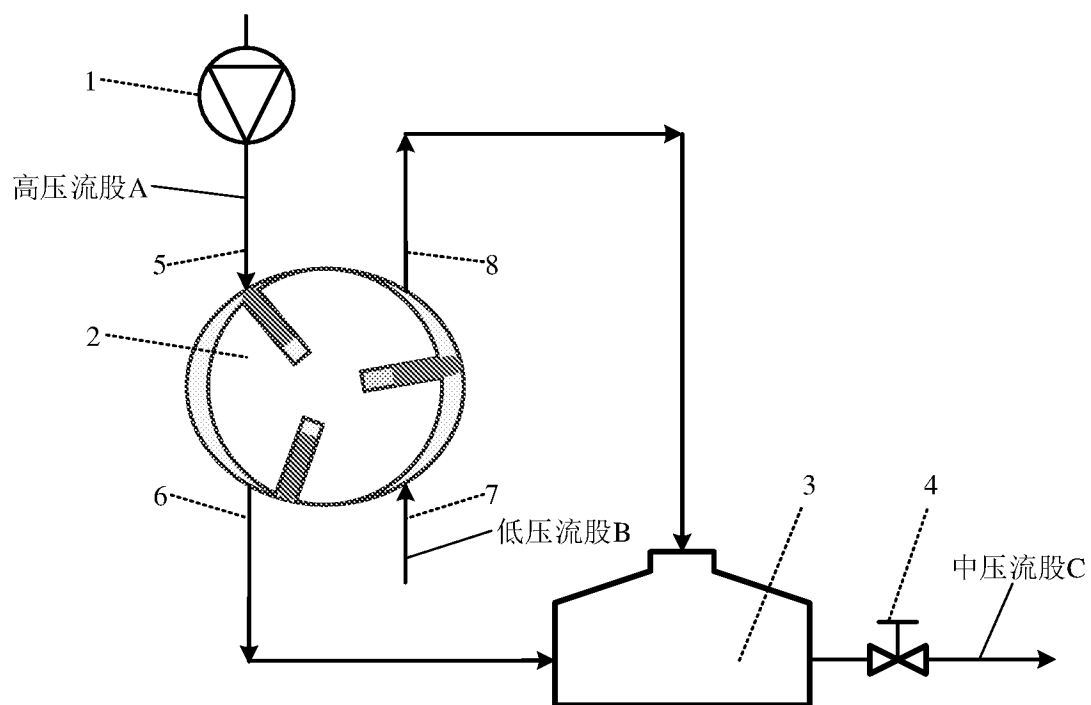


图 1

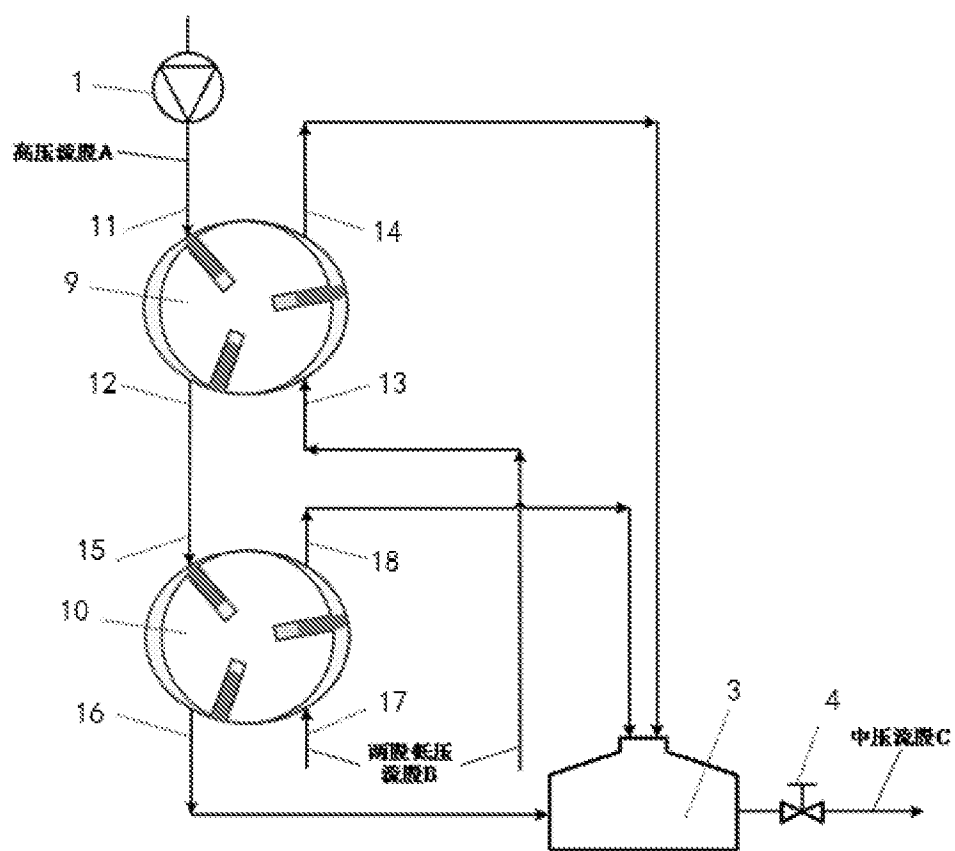


图 2

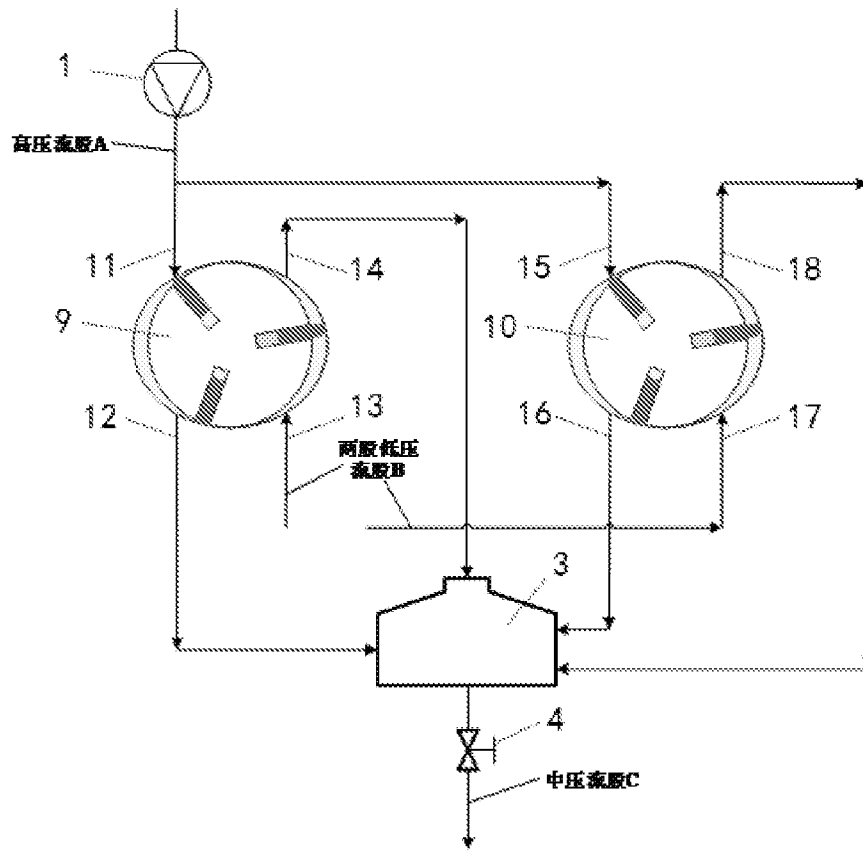


图 3

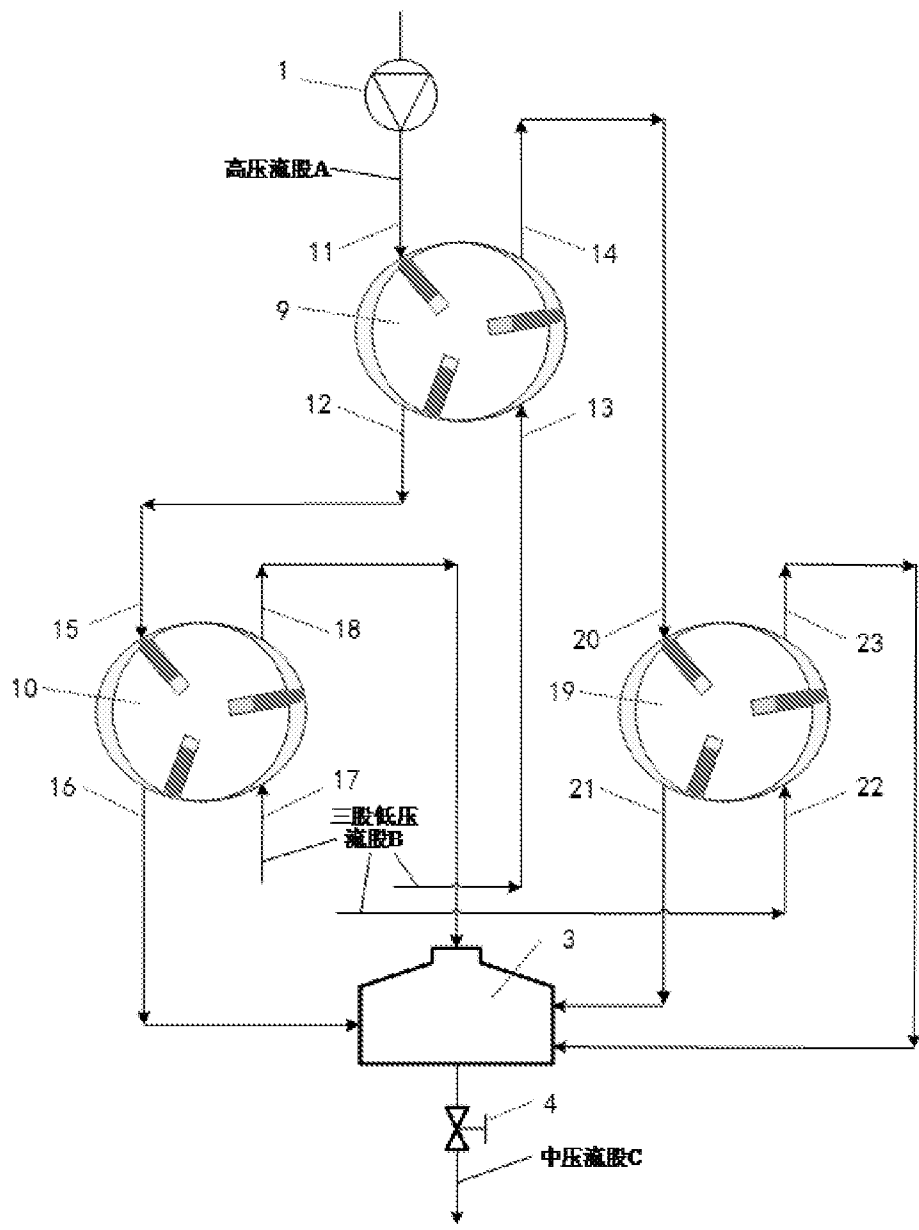


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/086261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F15B 3/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI; TWTXT; CNABS; CNTXT; VEN: 压力能, 流量, 交换, 转换, 高压, 低压, 中压, 阀, 泵, pressure energy, flow, rate, exchange+, convert+, high, low, medium, valve, pump

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106988977 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 28 July 2017 (2017-07-28) description, paragraphs 0002-0058, and figure 7	1-4, 8
PX	CN 109538547 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 29 March 2019 (2019-03-29) claims 1-8	1-8
A	CN 201538698 U (BEIJING CEC POWER TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 August 2010 (2010-08-04) entire document	1-8
A	CN 106640778 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 10 May 2017 (2017-05-10) entire document	1-8
A	KR 20170049853 A (KOREA INST SCI & TECH) 11 May 2017 (2017-05-11) entire document	1-8
A	US 2012318737 A1 (UNIV KING ABDULLAH SCI & TECHNOLOGY et al.) 20 December 2012 (2012-12-20) entire document	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 June 2019

Date of mailing of the international search report

03 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/086261

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106988977	A	28 July 2017	None			
CN	109538547	A	29 March 2019	None			
CN	201538698	U	04 August 2010	None			
CN	106640778	A	10 May 2017	None			
KR	20170049853	A	11 May 2017	None			
US	2012318737	A1	20 December 2012	US	9457320	B2	04 October 2016
				WO	2012177536	A2	27 December 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/086261

A. 主题的分类

F15B 3/00 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

F15B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNKI; TWTXT; CNABS; CNTXT; VEN: 压力能, 流量, 交换, 转换, 高压, 低压, 中压, 阀, 泵, pressure energy, flow, rate, exchang+, convert+, high, low, medium, valve, pump

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 106988977 A (浙江大学) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 说明书第0002-0058段、附图7	1-4, 8
PX	CN 109538547 A (西安交通大学) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 权利要求1-8	1-8
A	CN 201538698 U (北京中联动力技术有限责任公司) 2010年 8月 4日 (2010 - 08 - 04) 全文	1-8
A	CN 106640778 A (西安交通大学) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 全文	1-8
A	KR 20170049853 A (KOREA INST SCI & TECH) 2017年 5月 11日 (2017 - 05 - 11) 全文	1-8
A	US 2012318737 A1 (UNIV KING ABDULLAH SCI & TECHNOLOGY 等) 2012年 12月 20日 (2012 - 12 - 20) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 6月 11日

国际检索报告邮寄日期

2019年 7月 3日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

侯红梅

电话号码 62085502

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/086261

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	106988977	A	2017年 7月 28日	无	
CN	109538547	A	2019年 3月 29日	无	
CN	201538698	U	2010年 8月 4日	无	
CN	106640778	A	2017年 5月 10日	无	
KR	20170049853	A	2017年 5月 11日	无	
US	2012318737	A1	2012年 12月 20日	US 9457320 B2	2016年 10月 4日
				WO 2012177536 A2	2012年 12月 27日