



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107120320 B

(45)授权公告日 2018.09.14

(21)申请号 201710257553.9

F15B 1/24(2006.01)

(22)申请日 2017.04.19

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107120320 A

CN 206234175 U, 2017.06.09,

CN 102062126 A, 2011.05.18,

CN 102927069 A, 2013.02.13,

DE 102011108253 A1, 2013.01.24,

US 5971027 A, 1999.10.26,

US 5507144 A, 1996.04.16,

(43)申请公布日 2017.09.01

(73)专利权人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

审查员 王蔚峰

(72)发明人 金纯 马飞 易桐 邱林宾

高路路 孟宇 靳添絮

(74)专利代理机构 北京金智普华知识产权代理

有限公司 11401

代理人 皋吉甫

(51)Int.Cl.

F15B 1/02(2006.01)

F15B 1/08(2006.01)

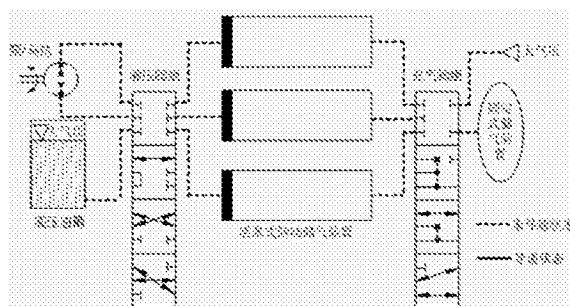
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

一种多容器式循环蓄能器及其储释能方法

(57)摘要

本发明主要属于大容量车载液压蓄能器技术领域，具体涉及一种多容器式循环蓄能器及其储释能方法。所述循环蓄能器包括液压油箱、至少两个体积相同的活动储气装置、液压泵/马达、固定式储气装置；所述活动储气装置的一端为液压接口，另一端为充气接口，所述活动储气装置的所述液压接口通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接；所述活动储气装置的所述充气接口通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接；通过所述液压阀组和所述充气阀组控制所述活动储气装置的储释能过程，以循环利用所述蓄能器中的液压油。本发明只需存储少量的液压油，极大地提高了液压储能系统的能量密度，扩展了液压混动车辆的应用范围。



1. 一种多容器式循环蓄能器，其特征在于，所述循环蓄能器包括液压油箱、至少两个体积相同的活动储气装置、液压泵/马达、固定式储气装置；所述活动储气装置的一端为液压接口，另一端为充气接口，所述活动储气装置的所述液压接口通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接；所述活动储气装置的所述充气接口通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接；

通过所述液压阀组和所述充气阀组控制所述活动储气装置的储释能过程，以循环利用所述蓄能器中的液压油；

所述液压油箱中存储的液压油的体积为单个所述活动储气装置体积的1-1.3倍。

2. 根据权利要求1所述一种多容器式循环蓄能器，其特征在于，所述活动储气装置采用活塞式蓄能器，所述固定式储气装置采用一独立的气瓶。

3. 根据权利要求1所述一种多容器式循环蓄能器，其特征在于，所述活动储气装置包括第一活动储气装置、第二活动储气装置和第三活动储气装置，所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的液压接口均通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接；所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的充气接口均通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接。

4. 一种多容器式循环蓄能器的储释能方法，所述方法使用权利要求3所述多容器式循环蓄能器，其特征在于，所述多容器式循环蓄能器的储释能方法包括储能过程和释能过程，在整个所述储能和释能过程中，气体压缩及气体膨胀过程在各个所述活动储气装置中循环交替进行。

5. 根据权利要求4所述一种多容器式循环蓄能器的储释能方法，其特征在于，所述多容器式循环蓄能器的储能过程包括以下步骤：

(1) 第一次储能步骤：所述液压泵/马达从所述液压油箱吸取液压油，压入所述第一活动储气装置的活塞缸，所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体被压缩直至活塞到达最右端；

(2) 第二次储能步骤：所述液压泵/马达从所述第一活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第二活动储气装置，所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接，所述第二活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端；

(3) 第三次储能步骤：所述液压泵/马达从所述第二活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第三活动储气装置，所述第二活动储气装置的充气接口与大气连接，所述第三活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端；完成全部的能量储存。

6. 根据权利要求4所述一种多容器式循环蓄能器的储释能方法，其特征在于，所述多容器式循环蓄能器的释能过程包括以下步骤：

(1) 第一次释能步骤：所述第三活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第二活动储气装置的活塞缸，所述第二活动储气装置的充气接口接入大气，所述第二活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端，所述第三活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端；

(2) 第二次释能步骤：所述第二活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第一活动储气装置的活塞缸，所述第一活动储气装置的充气接口接入大气，所述第一活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端，所述第二活动储气装置活

塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端；

(3) 第三释能步骤：所述第一活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述液压油箱，所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端；完成全部的能量释放。

一种多容器式循环蓄能器及其储释能方法

技术领域

[0001] 本发明主要属于大容量车载液压蓄能器技术领域,具体涉及一种多容器式循环蓄能器及其储释能方法。

背景技术

[0002] 蓄能器是液压系统中常用的储能、缓冲装置。近年来,由于环境污染和能源枯竭的问题,世界各国都在大力推广新能源汽车。液压蓄能器由于其结构简单可靠、功率密度大、成本低,而被广泛用作液压及混动车辆的储能装置。

[0003] 目前,车载液压储能系统主要是单一蓄能器或高压-低压双蓄能器组合结构,在上述车载液压储能系统的应用过程中,蓄能器中的气体做一定的体积变化,就需要等量的液压油。因而对于大容量车载液压蓄能系统,除了蓄能器自身,还要考虑大体积液压油的储存,这严重降低了液压储能系统的能量密度,缩小了液压混动车辆的应用范围。

发明内容

[0004] 为了克服了现有产品需要存储与蓄能器气体变化体积等量液压油的问题。本发明提供一种多容器式循环蓄能器及其储释能方法。本发明所述多容器式循环蓄能器只需存储少量的液压油,极大地提高了液压储能系统的能量密度,扩展了液压混动车辆的应用范围。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种多容器式循环蓄能器,所述循环蓄能器包括液压油箱、至少两个体积相同的活动储气装置、液压泵/马达、固定式储气装置;所述活动储气装置的一端为液压接口,另一端为充气接口,所述活动储气装置的所述液压接口通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接;所述活动储气装置的所述充气接口通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接;

[0007] 通过所述液压阀组和所述充气阀组控制所述活动储气装置的储释能过程,以循环利用所述蓄能器中的液压油。

[0008] 进一步地,所述液压油箱中存储的液压油的体积为单个所述活动储气装置体积的1-1.3倍。

[0009] 进一步地,所述活动储气装置采用活塞式蓄能器,所述固定式储气装置采用一独立的气瓶。

[0010] 进一步地,所述活动储气装置包括第一活动储气装置、第二活动储气装置和第三活动储气装置,所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的液压接口均通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接;所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的充气接口均通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接。

[0011] 一种多容器式循环蓄能器的储释能方法,所述方法使用所述多容器式循环蓄能器,所述多容器式循环蓄能器的储释能方法包括储能过程和释能过程,在整个所述储能和

释能过程中,气体压缩及气体膨胀过程在各个所述活动储气装置中循环交替进行;

[0012] 进一步地,所述多容器式循环蓄能器的储能方法包括以下步骤:

[0013] (1)第一次储能步骤:所述液压泵/马达从所述液压油箱吸取液压油,压入所述第一活动储气装置的活塞缸,所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;

[0014] (2)第二次储能步骤:所述液压泵/马达从所述第一活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第二活动储气装置,所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,所述第二活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;

[0015] (3)第三次储能步骤:所述液压泵/马达从液压泵从所述第二活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第三活动储气装置,所述第二活动储气装置的充气接口与大气连接,所述第三活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;完成全部的能量储存。

[0016] 进一步地,所述多容器式循环蓄能器的释能方法包括以下步骤:

[0017] (1)第一次释能步骤:所述第三活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第二活动储气装置的活塞缸,所述第二活动储气装置的充气接口接入大气,所述第二活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端,所述第三活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;

[0018] (2)第二次释能步骤:所述第二活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第一活动储气装置的活塞缸,所述第一活动储气装置的充气接口接入大气,所述第一活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端,所述第二活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;

[0019] (3)第三释能步骤:所述第一活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述液压油箱,所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;完成全部的能量释放。

[0020] 本发明的有益技术效果:

[0021] 与现有技术相比,本发明只需存储少量的液压油,极大地提高了液压储能系统的能量密度,扩展了液压混动车辆的应用范围。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例1中所述多容器式循环蓄能器的结构示意图。

[0023] 图2为本发明所述多容器式循环蓄能器所需液压油体积与蓄能器总体积之比和活动储气装置数量的关系图。

[0024] 图3为本发明实施例2中所述三容器式循环蓄能器第一次储能及第三次释能状态示意图。

[0025] 图4为本发明实施例2中所述三容器式循环蓄能器第二次储能及第二次释能状态示意图。

[0026] 图5为本发明实施例2中所述三容器式循环蓄能器第三次储能及第一次释能状态示意图。

[0027] 图6为本发明实施例3中所述双容器式循环蓄能器的结构示意图。

[0028] 图7为本发明实施例4中所述双容器式循环蓄能器第一次储能及第二次释能状态

示意图。

[0029] 图8为本发明实施例4中所述双容器式循环蓄能器第二次储能及第一次释能状态示意图。

[0030] 图9为本发明实施例5中所述四容器式循环蓄能器的结构示意图。

[0031] 图10为本发明实施例6中所述四容器式循环蓄能器第一次储能及第四次释能状态示意图。

[0032] 图11为本发明实施例6中所述四容器式循环蓄能器第二次储能及第三次释能状态示意图。

[0033] 图12为本发明实施例6中所述四容器式循环蓄能器第三次储能及第二次释能状态示意图。

[0034] 图13为本发明实施例6中所述四容器式循环蓄能器第四次储能及第一次释能状态示意图。

具体实施方式

[0035] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细描述。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0036] 相反,本发明涵盖任何由权利要求定义的在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步,为了使公众对本发明有更好的了解,在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。

[0037] 实施例1

[0038] 一种多容器式循环蓄能器,所述循环蓄能器包括液压油箱、至少两个体积相同的活动储气装置、液压泵/马达、固定式储气装置;所述活动储气装置的一端为液压接口,另一端为充气接口,所述活动储气装置的所述液压接口通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接;所述活动储气装置的所述充气接口通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接;通过所述液压阀组和所述充气阀组控制所述活动储气装置的储释能过程,以循环利用所述蓄能器中的液压油。所述活动储气装置采用活塞式储能器,所述固定式储气装置采用一独立的气瓶。

[0039] 所述液压油箱中存储的液压油的体积为单个所述活动储气装置体积的1-1.3倍;其中活动储气装置数量可选,蓄能器总体积一定时活动储气装置数量越多,系统需要的液压油越少,其关系如图2所示,理论上,当活动储气装置数量趋近于无穷大时,所需液压油体积趋近于0。所述活动储气装置采用活塞式储能器,所述固定式储气装置采用一独立的气瓶。

[0040] 在本实施例中,如图1所示,所述活动储气装置包括第一活动储气装置、第二活动储气装置和第三活动储气装置,所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的液压接口均通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接;所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的充气接口均通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接。

[0041] 实施例2

[0042] 一种多容器式循环蓄能器的储释能方法,本实施例应用实施例1所述多容器式循环蓄能器,所述多容器式循环蓄能器的储释能方法包括储能过程和释能过程,在整个所述储能(释能)过程中,气体压缩和气体膨胀过程在所述各活动储气装置中循环交替进行;

[0043] 所述多容器式循环蓄能器的储能方法包括以下步骤:

[0044] (1)第一次储能步骤(如图3所示):所述液压泵/马达从所述液压油箱吸取液压油,压入所述第一活动储气装置的活塞缸,所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;

[0045] 在第一次储能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与所述液压油箱连接,另一端与所述第一活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0046] (2)第二次储能步骤(如图4所示):所述液压泵/马达从所述第一活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第二活动储气装置,所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,所述第二活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;

[0047] 在第二次储能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第一活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第二活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱和所述第三活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0048] (3)第三次储能步骤(如图5所示):所述液压泵/马达从液压泵从所述第二活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第三活动储气装置,所述第二活动储气装置的充气接口与大气连接,所述第三活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;

[0049] 在第三次储能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第二活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第三活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱和所述第一活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口为关闭状态以及所述第三活动储气装置的充气接口与所述固定式储气装置连接;完成全部的能量储存。

[0050] 所述多容器式循环蓄能器的释能方法包括以下步骤:

[0051] (1)第一次释能步骤(如图5所示):所述第三活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第二活动储气装置的活塞缸,所述第二活动储气装置的充气接口接入大气,所述第二活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端,所述第三活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;

[0052] 在第一次释能步骤中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第二活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第三活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱和所述第一活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通

过控制充气阀组使所述第二活动储气装置的充气接口与大气连接，并通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口为关闭状态以及所述第三活动储气装置的充气接口与所述固定式储气装置连接。

[0053] (2) 第二次释能步骤(如图4所示)：所述第二活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第一活动储气装置的活塞缸，所述第一活动储气装置的充气接口接入大气，所述第一活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端，所述第二活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端；

[0054] 在第二次释能程中，通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第一活动储气装置的液压接口连接，另一端与所述第二活动储气装置的液压接口连接，并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱和所述第三活动储气装置的液压接口均为关闭状态；通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接，并通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0055] (3) 第三次释能步骤(如图3所示)：所述第一活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述液压油箱，所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端；

[0056] 在第三次释能过程中，通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与所述液压油箱连接，另一端与所述第一活动储气装置的液压接口连接，并通过控制所述液压阀组使所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的液压接口均为关闭状态；通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置和所述第三活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接；完成全部的能量释放。

[0057] 实施例3

[0058] 一种双容器式循环蓄能器，本实施例与实施例1基本相同，唯不同之处在于，本实施例中，如图6所示，所述活动储气装置包括第一活动储气装置和第二活动储气装置。所述第一活动储气装置和所述第二活动储气装置的液压接口均通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接；所述第一活动储气装置和所述第二活动储气装置的充气接口均通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接。

[0059] 实施例4

[0060] 一种双容器式循环蓄能器的储释能方法，本实施例应用实施例3所述双容器式循环蓄能器，所述双容器式循环蓄能器的储释能方法包括储能过程和释能过程，在整个所述储能(释能)过程中，气体压缩和气体膨胀过程在所述各活动储气装置中循环交替进行；

[0061] 所述双容器式循环蓄能器的储能方法包括以下步骤：

[0062] (1) 第一次储能步骤(如图7所示)：所述液压泵/马达从所述液压油箱吸取液压油，压入所述第一活动储气装置的活塞缸，所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体被压缩直至活塞到达最右端；

[0063] 在第一次储能过程中，通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与所述液压油箱连接，另一端与所述第一活动储气装置的液压接口连接，并通过控制所述液压阀组使所述第二活动储气装置的液压接口为关闭状态；通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置和所述第二活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0064] (2) 第二次储能步骤(如图8所示)：所述液压泵/马达从所述第一活动储气装置的

活塞缸吸取液压油压入所述第二活动储气装置,所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,所述第二活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;完成全部的能量储存。

[0065] 在第二次储能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第一活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第二活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱的接口为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。完成全部的能量储存。

[0066] 所述双容器式循环蓄能器的释能方法包括以下步骤:

[0067] (1)第一次释能步骤(如图8所示):所述第二活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第一活动储气装置的活塞缸,所述第一活动储气装置的充气接口接入大气,所述第一活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端,所述第二活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;

[0068] 在第一次释能步骤中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第二活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第一活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱的接口为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置的充气接口与所述固定式储气装置连接。

[0069] (2)第二次释能步骤(如图7所示):所述第一活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述液压油箱,所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;完成全部的能量释放。

[0070] 在第二次释能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与所述液压油箱连接,另一端与所述第一活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述第二活动储气装置的液压接口为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置和所述第二活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接;完成全部的能量释放。

[0071] 实施例5

[0072] 一种四容器式循环蓄能器,本实施例与实施例1基本相同,唯不同之处在于,本实施例中,如图9所示,所述活动储气装置包括第一活动储气装置、第二活动储气装置、第三活动储气装置和第四活动储气装置,所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的液压接口均通过液压阀组与所述液压泵/马达以及所述液压油箱连接;所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的充气接口均通过充气阀组与大气以及所述固定式储气装置连接。

[0073] 实施例6

[0074] 一种四容器式循环蓄能器的储释能方法,本实施例应用实施例5所述四容器式循环蓄能器,所述四容器式循环蓄能器的储释能方法包括储能过程和释能过程,在整个所述储能及释能过程中,气体压缩和气体膨胀过程在所述各活动储气装置中循环交替进行;

[0075] 所述四容器式循环蓄能器的储能方法包括以下步骤:

[0076] (1) 第一次储能步骤(如图10所示):所述液压泵/马达从所述液压油箱吸取液压油,压入所述第一活动储气装置的活塞缸,所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;

[0077] 在第一次储能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与所述液压油箱连接,另一端与所述第一活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述第二活动储气装置、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0078] (2) 第二次储能步骤(如图11所示):所述液压泵/马达从所述第一活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第二活动储气装置,所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,所述第二活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;

[0079] 在第二次储能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第一活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第二活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0080] (3) 第三次储能步骤(如图12所示):所述液压泵/马达从所述第二活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第三活动储气装置,所述第二活动储气装置的充气接口与大气连接,所述第三活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;

[0081] 在第三次储能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第三活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第二活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱、所述第一活动储气装置和所述第四活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口为关闭状态以及所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0082] (4) 第四次储能步骤(如图13所示):所述液压泵/马达从液压泵从所述第三活动储气装置的活塞缸吸取液压油压入所述第四活动储气装置,所述第三活动储气装置的充气接口与大气连接,所述第四活动储气装置的高压气体被压缩直至活塞到达最右端;完成全部的能量储存;

[0083] 在第四次储能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第四活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第三活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱、所述第一活动储气装置和所述第二活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第三活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置和所述第二活动储气装置的充气接口均为关闭状态以及所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接;

[0084] 所述四容器式循环蓄能器的释能方法包括以下步骤:

[0085] (1) 第一次释能步骤(如图13所示):所述第四活动储气装置的活塞受气体高压推

动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第三活动储气装置的活塞缸,所述第三活动储气装置的充气接口接入大气,所述第三活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端,所述第四活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;

[0086] 在第一次释能步骤中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第三活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第四活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱、所述第一活动储气装置和所述第二活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第三活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置和所述第二活动储气装置的充气接口均为关闭状态以及所述第四活动储气装置的充气接口与所述固定式储气装置连接。

[0087] (2)第二次释能步骤(如图12所示):所述第三活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第二活动储气装置的活塞缸,所述第二活动储气装置的充气接口接入大气,所述第二活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端,所述第三活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;

[0088] 在第二次释能程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第三活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第二活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱、所述第一活动储气装置和所述第四活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口为关闭状态以及所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0089] (3)第三次释能步骤(如图11所示):所述第二活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述第一活动储气装置的活塞缸,所述第一活动储气装置的充气接口接入大气,所述第一活动储气装置活塞缸内的活塞到达最右端,所述第二活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;

[0090] 在第三次释能程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与第一活动储气装置的液压接口连接,另一端与所述第二活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述液压油箱所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置的充气接口与大气连接,并通过控制充气阀组使所述第二活动储气装置、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0091] (4)第四次释能步骤(如图10所示):所述第一活动储气装置的活塞受气体高压推动液压油驱动所述液压泵/马达后进入所述液压油箱,所述第一活动储气装置活塞缸内的高压气体膨胀直至活塞到达最左端;完成全部的能量释放;

[0092] 在第四次释能过程中,通过控制所述液压阀组使所述液压泵/马达的一端与所述液压油箱连接,另一端与所述第一活动储气装置的液压接口连接,并通过控制所述液压阀组使所述第二活动储气装置、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的液压接口均为关闭状态;通过控制充气阀组使所述第一活动储气装置、所述第二活动储气装置、所述第三活动储气装置和所述第四活动储气装置的充气接口均与所述固定式储气装置连接。

[0093] 与现有技术相比,本发明只需存储少量的液压油,极大地提高了液压储能系统的能量密度,扩展了液压混动车辆的应用范围。此外,本发明还能应用于压缩空气储能恒压控

制系统以及压缩空气-液压复合储能系统等气液储能系统,以较小的系统体积增量,实现了压缩空气储能系统的恒压控制以及气液耦合及复合储能,显著提高了压缩空气储能系统的效率。

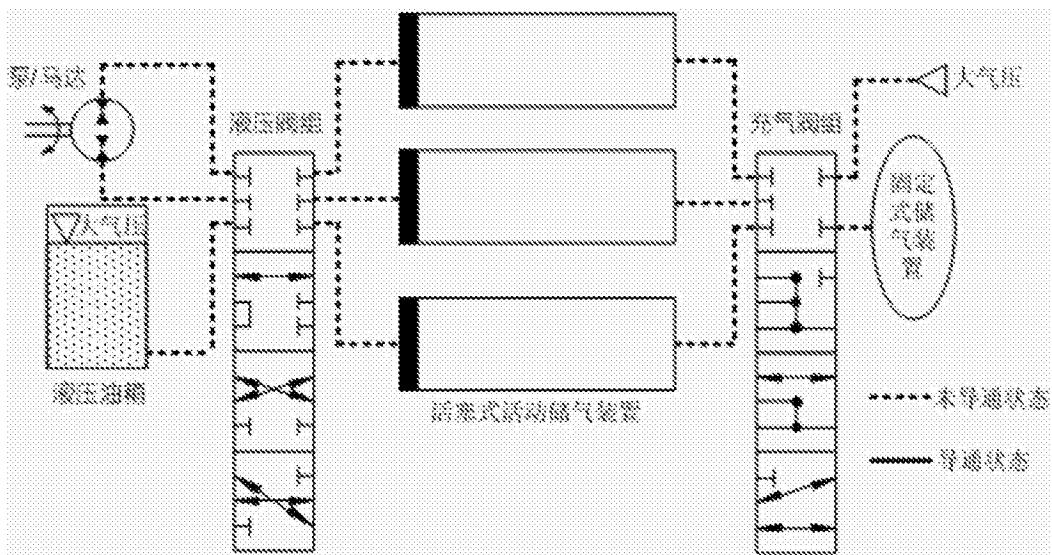


图1

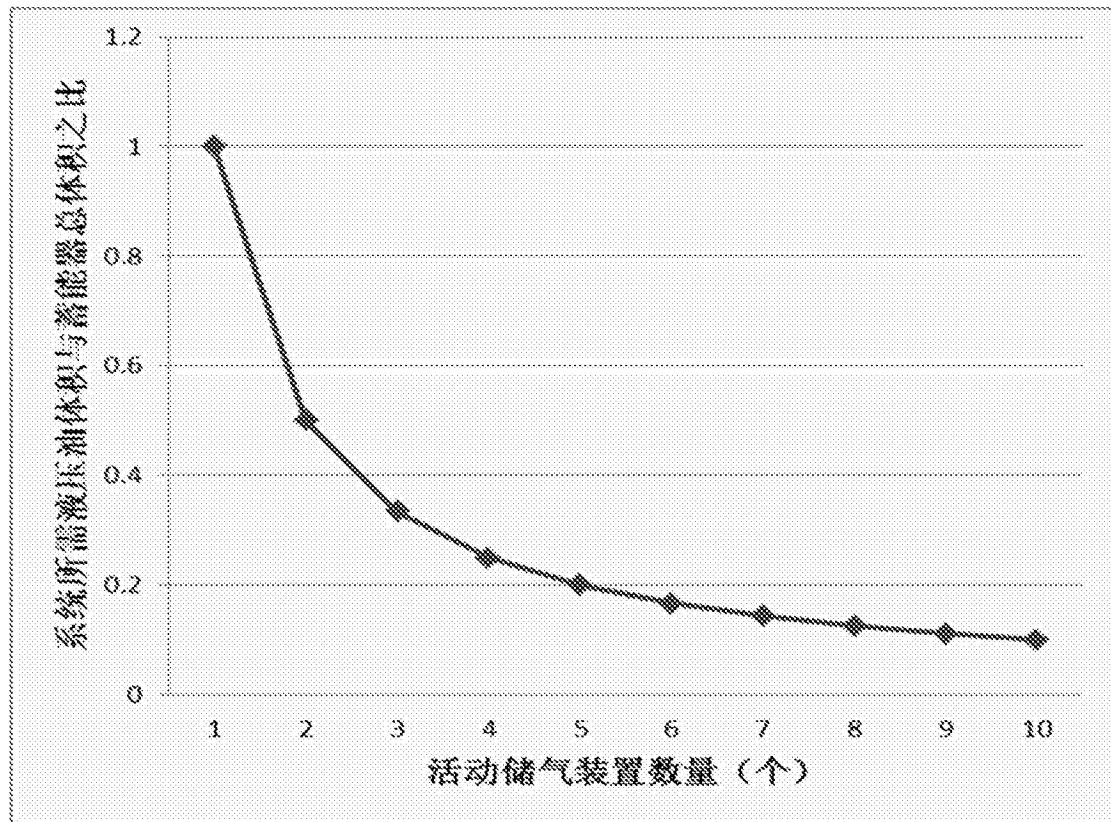


图2

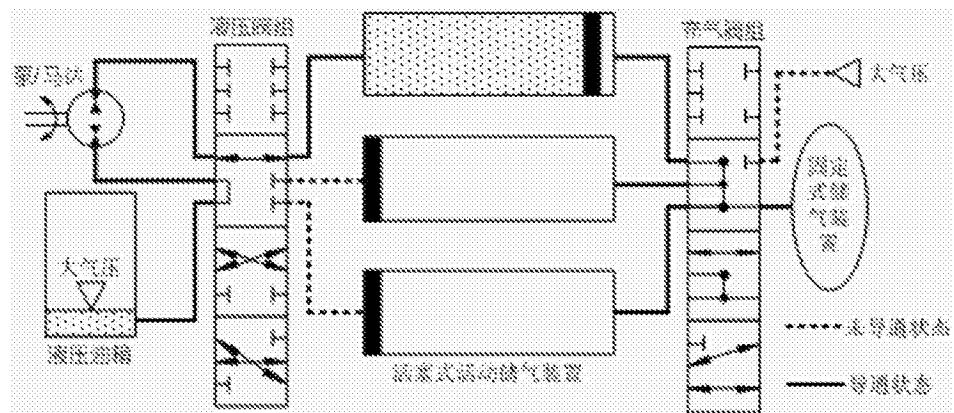


图3

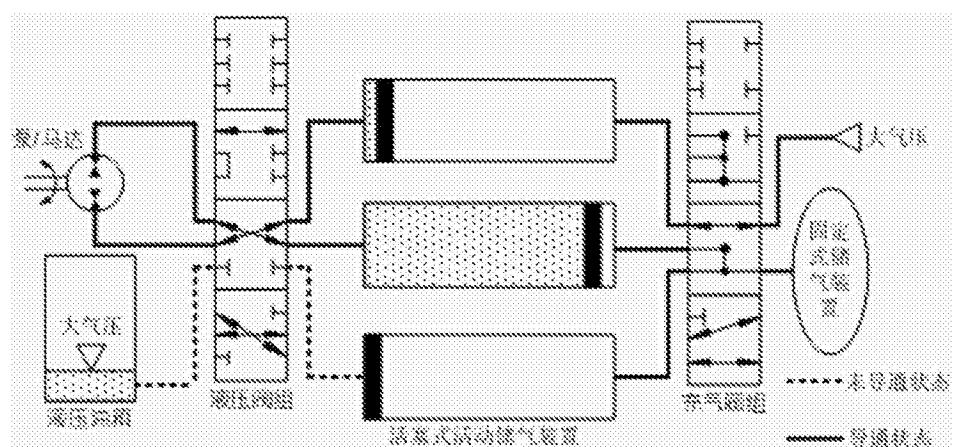


图4

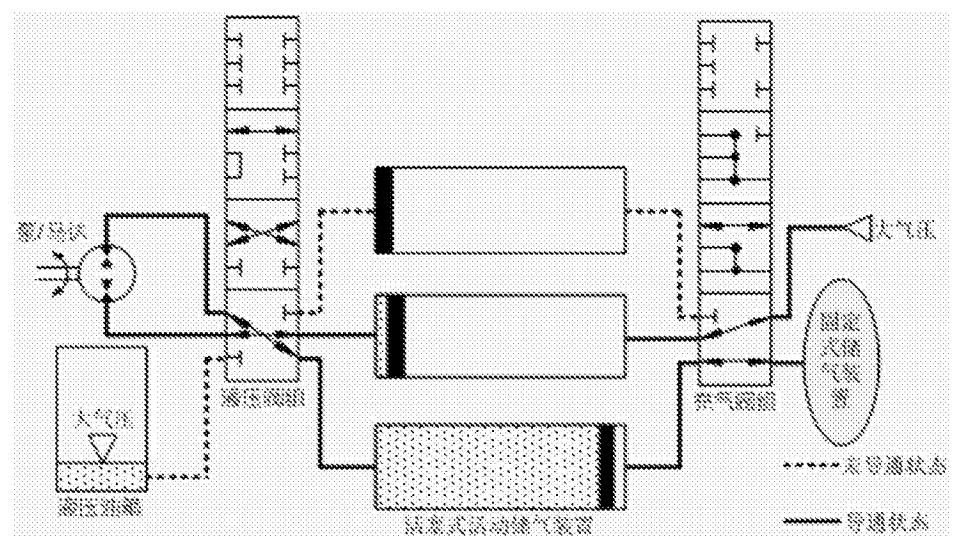


图5

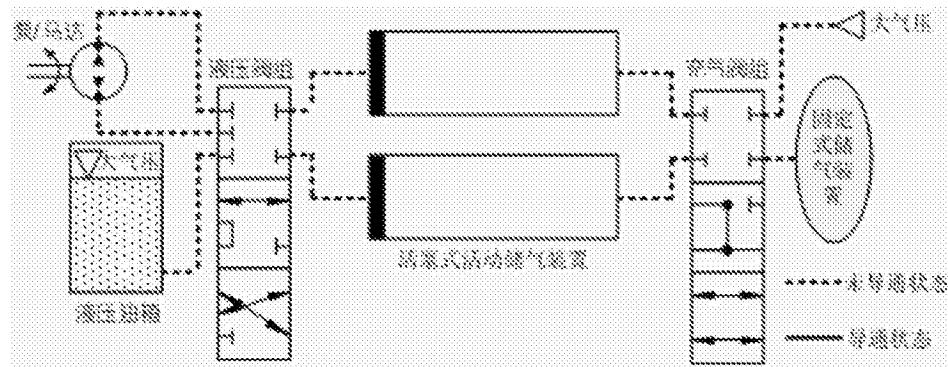


图6

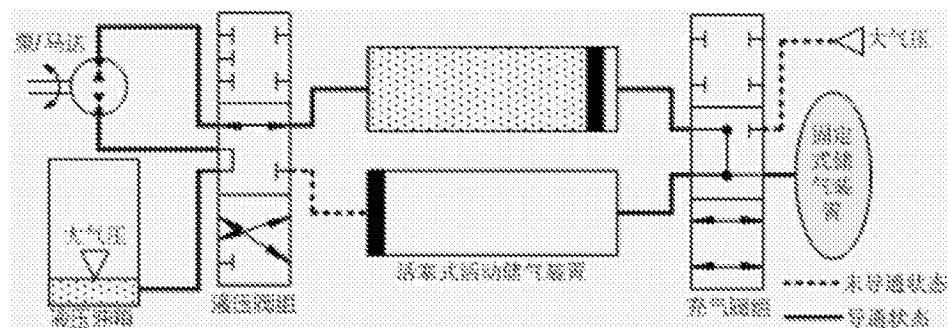


图7

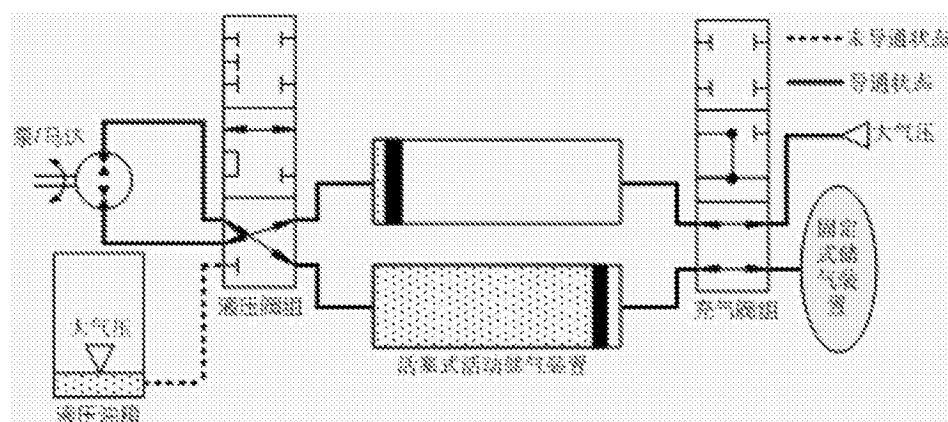


图8

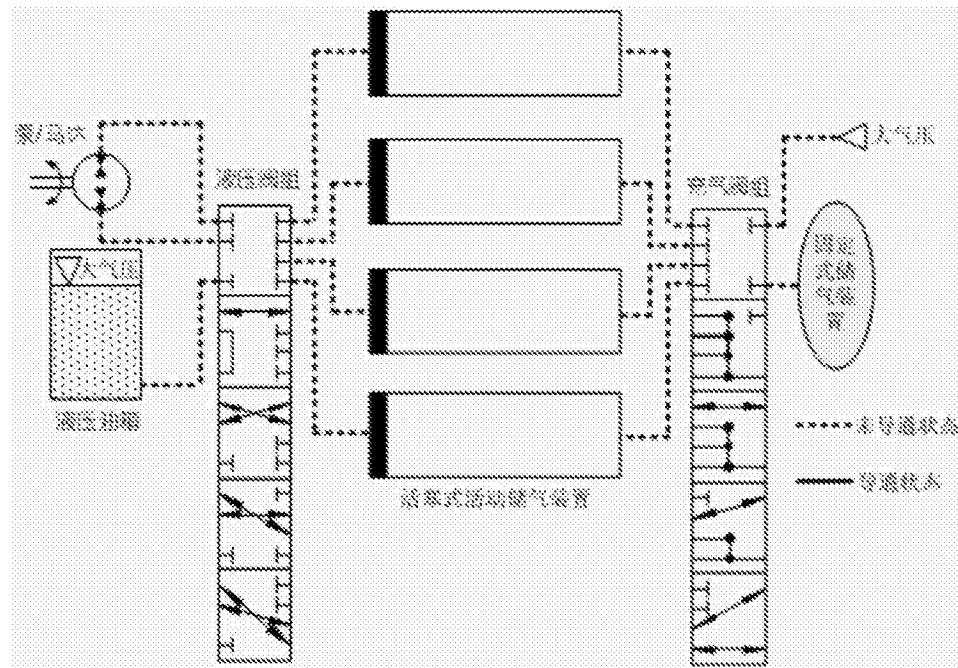


图9

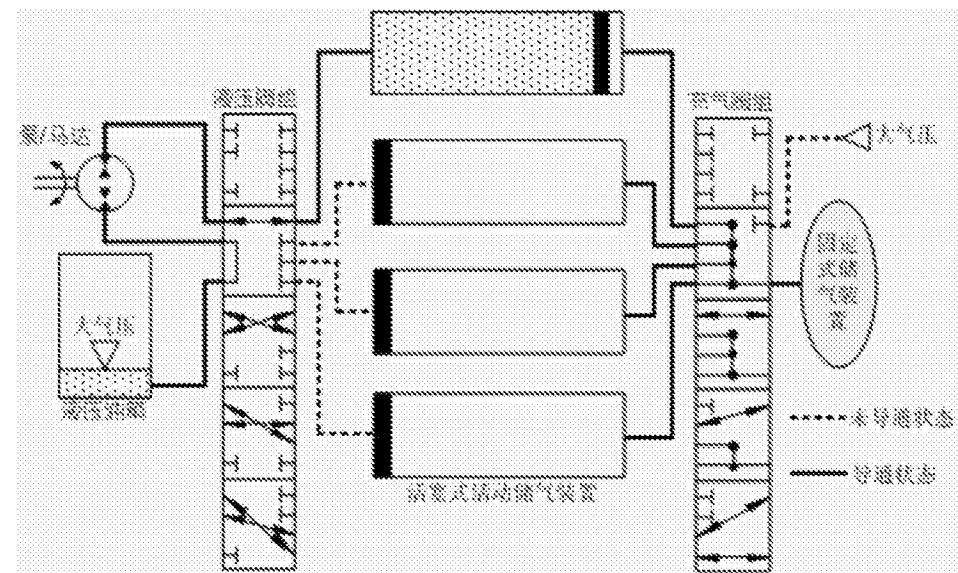


图10

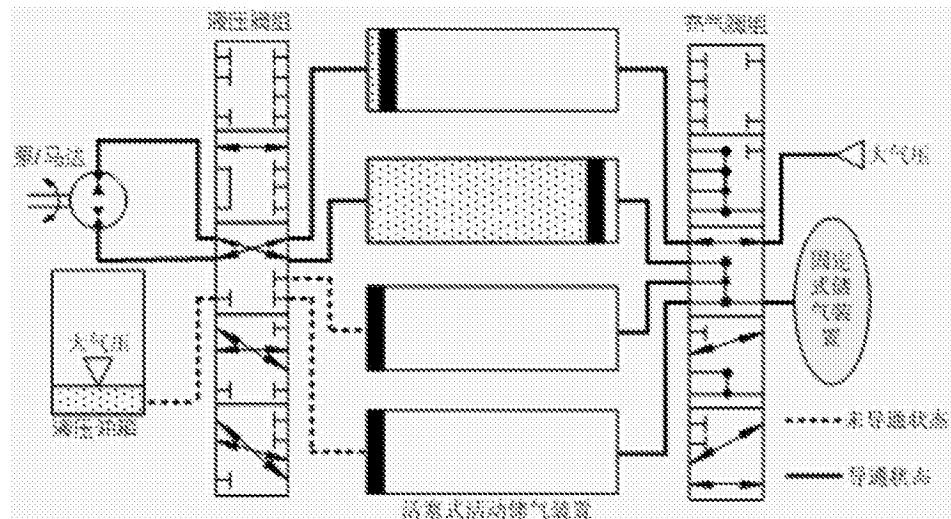


图11

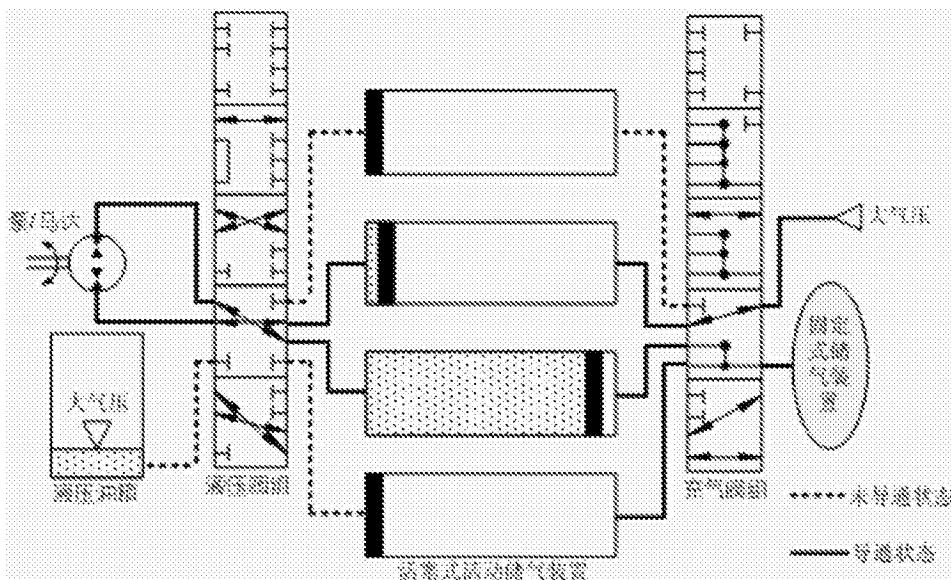


图12

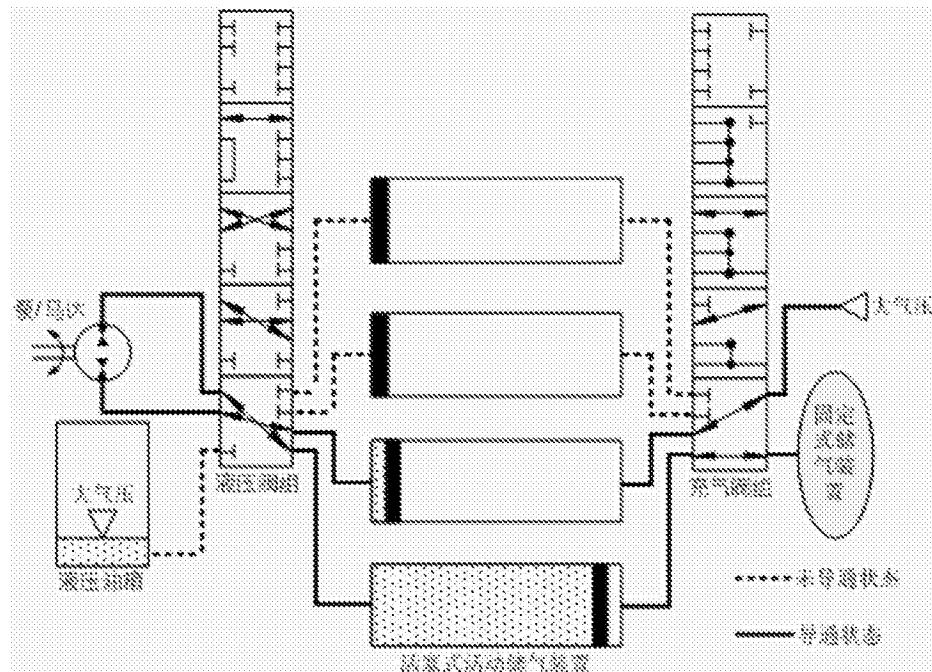


图13