(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113738923 B
(45)授权公告日 2022.05.20

(21)申请号 202110979632.7
(22)申请日 2021.08.25
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113738923 A
(43)申请公布日 2021.12.03
(73)专利权人 浙江大学
地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号
(72)发明人 钱锦远 林振浩 赵磊 姚怀宇 金志江
(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200
专利代理师 傅朝栋 张法高
(51)Int.Cl.
F16K 17/10(2006.01)
F17C 13/04(2006.01)
审查员 李春

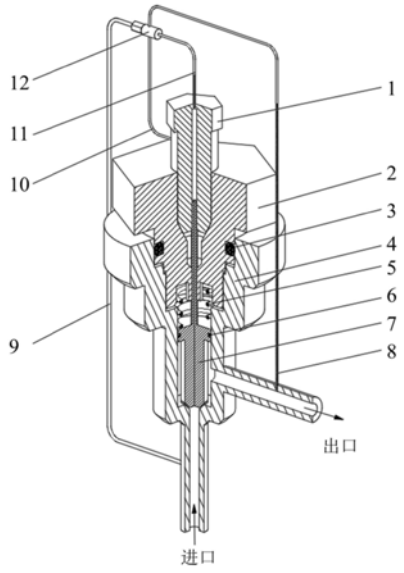
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

具有稳定输出流量和压力的先导式高压减压阀及其方法

(57)摘要

本发明公开了一种具有稳定输出流量和压力的先导式高压减压阀及其方法，减压阀包括阀盖、主阀体和先导阀；其中，先导阀包括先导阀体、先导阀座、先导阀芯和先导弹簧；先导阀芯内部设有气流通道，当第二腔室和第三腔室连通时，从主进口进入先导阀的流体能通过气流通道从主出口流出；先导阀座的第二通孔通过第一先导管与主阀体的出气口连通，第三通孔通过第三先导管与积气腔连通；先导阀芯的侧壁周向开设环形凹槽，当主出口处于关闭状态时，环形凹槽与第二通孔和第三通孔分别连通。本发明利用四通先导阀的减压作用，实现阀芯上下端面的压力差，保证了进口压力降低时阀芯开度增加，从而保持减压阀出口流量和压力的稳定。



CN 113738923 B

1.一种具有稳定输出流量和压力的先导式高压减压阀，其特征在于，包括阀盖、主阀体(4)和先导阀(12)；所述阀盖和主阀体(4)之间可拆卸式封闭连接，在主阀体(4)内部形成封闭的第一腔室，第一腔室中设有初始状态下能封闭主阀体(4)进气口的主阀芯(7)；所述主阀芯(7)顶部与阀盖底部之间设有始终处于压缩状态的主阀弹簧(5)，主阀弹簧(5)的作用方向与主阀芯(7)的轴线方向相同；所述主阀芯(7)能沿主阀体(4)内壁上下滑动，且两者的连接处封闭；所述阀盖中心开设竖直的第一通孔；第一通孔的下端与第一腔室连通，上端通过第四先导管(11)与先导阀(12)的主出口连通；与主阀芯(7)顶部连接的阀杆从下方伸入所述第一通孔中，且第一通孔上部始终留有部分空间并作为积气腔；

所述先导阀(12)包括先导阀体(121)、先导阀座(122)、先导阀芯(123)和先导弹簧(124)；所述先导阀体(121)和先导阀座(122)同轴顺次可拆卸式连接，且在两者的中心沿轴线方向分别开设相互连通的第二腔室和第三腔室；第二腔室的进气端作为先导阀(12)的主进口，主进口通过第二先导管(9)与主阀体(4)的进气口连通；第三腔室的出气端作为先导阀(12)的主出口，主出口通过第四先导管(11)与所述积气腔连通；第三腔室中设有初始状态下能通过封闭第二腔室和第三腔室连接处实现所述主出口关闭的先导阀芯(123)，先导阀芯(123)与主出口之间设有始终处于压缩状态的先导弹簧(124)，先导弹簧(124)的作用方向与先导阀芯(123)的轴线方向相同；所述先导阀芯(123)能在第三腔室中沿先导阀座(122)内壁滑动，且两者的连接处封闭；所述先导阀芯(123)内部设有气流通道，当第二腔室和第三腔室连通时，从主进口进入先导阀(12)的流体能通过所述气流通道从主出口流出；所述先导阀座(122)的侧壁分别开设与第三腔室连通的第二通孔和第三通孔，第二通孔通过第一先导管(8)与主阀体(4)的出气口连通，第三通孔通过第三先导管(10)与所述积气腔连通；所述先导阀芯(123)的侧壁周向开设环形凹槽，当所述主出口处于关闭状态时，环形凹槽与第二通孔和第三通孔分别连通。

2.根据权利要求1所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述阀盖和主阀体(4)螺纹连接，通过调节阀盖和主阀体(4)之间的连接程度，以改变主阀弹簧(5)的预紧力。

3.根据权利要求2所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述阀盖包括通过螺纹同轴连接的上阀盖(1)和下阀盖(2)；所述下阀盖(2)与主阀体(4)之间通过螺纹连接，且连接处设有第一密封圈(3)。

4.根据权利要求1所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述主阀芯(7)的凸台周侧开设凹槽，凹槽中置有第二密封圈，通过第二密封圈实现主阀芯(7)与主阀体(4)之间的封闭。

5.根据权利要求1所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述主阀弹簧(5)同轴套设于阀杆外侧。

6.根据权利要求1所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述先导阀体(121)、先导阀座(122)、先导阀芯(123)和先导弹簧(124)均同轴设置。

7.根据权利要求1所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述先导阀体(121)和先导阀座(122)之间通过螺纹连接。

8.根据权利要求1所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述先导阀芯(123)包括沿气流方向顺次同轴连接的第一阀芯和第二阀芯，第二阀芯与第三腔室内壁的连接处封闭，第一阀芯小于第二阀芯且与第三腔室内壁之间具有气流腔；在所述第一阀芯中垂直轴向开

设两端均与所述气流腔连通的第一流道，在所述第二阀芯中沿轴向开设第二流道；第二流道的一端与所述第一流道连通，另一端与主出口连通；当第二腔室和第三腔室连通时，从主进口进入先导阀(12)的流体能依次通过第二腔室、气流腔、第一流道和第二流道，最后从主出口流出。

9.根据权利要求8所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述第一阀芯的端部为圆台状结构，第二腔室和第三腔室的连接处为与第一阀芯端部匹配能实现封闭的喇叭状结构。

10.根据权利要求1所述的先导式高压减压阀，其特征在于，所述环形凹槽的槽宽与第二通孔和第三通孔的孔径相同，当所述主出口处于关闭状态时，环形凹槽均与第二通孔和第三通孔完全重合。

11.一种利用权利要求1~10任一所述先导式高压减压阀保持高压气瓶出口流量和压力稳定的方法，其特征在于，具体如下：

当高压气瓶内无气体或阀前段通道断开时，所述先导式高压减压阀的阀进口无气体进入，主阀体(4)进气口和先导阀(12)的主进口均处于关闭状态；

当高压气瓶内具有气体且阀前段通道开通时，气体分成两路流通；第一路气体通过第二先导管(9)进入先导阀(12)中，当气体进口压力大于先导弹簧(124)施加在先导阀芯(123)上的弹力时，先导阀芯(123)处于全开状态且第二通孔和第三通孔在先导阀芯(123)的开启过程中逐渐关闭，气体经先导阀芯(123)减压后通过第四先导管(11)进入积气腔；第二路气体作用于主阀芯(7)底部，当气体进口压力大于主阀弹簧(5)施加在主阀芯(7)上的弹力以及积气腔内气体通过阀杆施加于主阀芯(7)上的气体压力之和时，主阀芯(7)开启，气体通过主阀芯(7)减压作用后从主阀体(4)的出气口流出；

当高压气瓶内的气体压力逐渐减小时，气体进口压力随之减小；气体压力经先导阀芯(123)减压后，通过第四先导管(11)进入积气腔；当先导阀(12)中的气体进口压力小于先导弹簧(124)施加在先导阀芯(123)上的弹力时，先导阀芯(123)逐渐关闭且第二通孔和第三通孔在先导阀芯(123)的关闭过程中逐渐开启，积气腔内的气体通过第三先导管(10)进入先导阀(12)被减压，随后经第一先导管(8)从主阀体(4)的出气口流出；由于气体的多重减压作用，通过第一先导管(8)从主阀体(4)出气口流出的气体的压力和流量均可忽略不计；

同时，随着气体进口压力的减小，进入积气腔内的气体压力也逐渐减小；随着积气腔中气体的流出以及压力的减小，积气腔内气体通过阀杆施加于主阀芯(7)上的气体压力变小，且积气腔内的气体压力小于气体进口压力；在主阀芯(7)上表面面积不变的情况下，主阀芯(7)的开度有所增加；因此，在高压气瓶内的气体压力减小时，仍能保持从主阀体(4)的出气口流出气体的流量和压力保持稳定；

当高压气瓶内的气体压力减小至小于主阀弹簧(5)施加在主阀芯(7)上的弹力时，主阀体(4)进气口和先导阀(12)的主进口均处于关闭状态。

具有稳定输出流量和压力的先导式高压减压阀及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于阀门装置领域，特别涉及一种具有稳定输出流量和压力的先导式高压减压阀及其方法。

背景技术

[0002] 氢气作为一种清洁能源，燃烧时产生水蒸气 ，是一种安全无毒的可再生清洁能源，具有资源丰富、燃烧价值高、清洁、可再生等优点，被世界各国日益关注。在日常运输中，氢气常被压缩在高压储氢瓶中，尤其在氢燃料电池的汽车中应用十分广泛。在氢燃料电池的汽车中，氢气一般以高压气态氢气的形式存储在气瓶中，在供给燃料电池使用钱需要通过减压阀减压至指定的压力。减压阀作为车载高压储氢瓶的主要组成部分，负责将高压氢气减压为低压氢气。在减压过程，减压阀的安全、稳定和高效是整个供氢系统正常运转的必要条件，尤其是保持减压阀出口的压力和流量的稳定。

[0003] 氢气燃料电池汽车在行驶过程中不断消耗氢气，储氢气瓶中的氢气压力也会因此而降低。传统减压阀的流量会随着入口压力的降低而降低，无法实现出口气体的流量和压力保持稳定，当通入氢气的压力变化时，出口处的气体压力和流量随之变化。这会影响燃料电池的燃料供应的稳定性、缩短寿命。因此，研究一种具有保持出口流量和压力稳定功能的先导式高压氢气瓶减压阀具有重要意义。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中的缺陷，并提供一种具有稳定输出流量和压力的先导式高压减压阀及其方法。本发明借助先导阀结构实现主阀上下端面受力不同，从而实现气体进口压力降低时主阀阀芯开度增加，以保持主阀出口处气体压力和流量的稳定。本发明的先导式高压减压阀及其方法不仅可以应用于高压氢气瓶，还能够应用于其他的高压气体瓶，适用场景广泛。

[0005] 本发明所采用的具体技术方案如下：

[0006] 第一方面，本发明提供了一种具有稳定输出流量和压力的先导式高压减压阀，其特征在于，包括阀盖、主阀体和先导阀；所述阀盖和主阀体之间可拆卸式封闭连接，在主阀体内部形成封闭的第一腔室，第一腔室中设有初始状态下能封闭主阀体进气口的主阀芯；所述主阀芯顶部与阀盖底部之间设有始终处于压缩状态的主阀弹簧，主阀弹簧的作用方向与主阀芯的轴线方向相同；所述主阀芯能沿主阀体内壁上下滑动，且两者的连接处封闭；所述阀盖中心开设竖直的第一通孔；第一通孔的下端与第一腔室连通，上端通过第四先导管与先导阀的主出口连通；与主阀芯顶部连接的阀杆从下方伸入所述第一通孔中，且第一通孔上部始终留有部分空间并作为积气腔；

[0007] 所述先导阀包括先导阀体、先导阀座、先导阀芯和先导弹簧；所述先导阀体和先导阀座同轴顺次可拆卸式连接，且在两者的中心沿轴线方向分别开设相互连通的第二腔室和第三腔室；第二腔室的进气端作为先导阀的主进口，主进口通过第二先导管与主阀体的进

气口连通;第三腔室的出气端作为先导阀的主出口,主出口通过第四先导管与所述积气腔连通;第三腔室中设有初始状态下能通过封闭第二腔室和第三腔室连接处实现所述主出口关闭的先导阀芯,先导阀芯与主出口之间设有始终处于压缩状态的先导弹簧,先导弹簧的作用方向与先导阀芯的轴线方向相同;所述先导阀芯能在第三腔室中沿先导阀座内壁滑动,且两者的连接处封闭;所述先导阀芯内部设有气流通道,当第二腔室和第三腔室连通时,从主进口进入先导阀的流体能通过所述气流通道从主出口流出;所述先导阀座的侧壁分别开设与第三腔室连通的第二通孔和第三通孔,第二通孔通过第一先导管与主阀体的出气口连通,第三通孔通过第三先导管与所述积气腔连通;所述先导阀芯的侧壁周向开设环形凹槽,当所述主出口处于关闭状态时,环形凹槽与第二通孔和第三通孔分别连通。

[0008] 作为优选,所述阀盖和主阀体螺纹连接,通过调节阀盖和主阀体之间的连接程度,以改变主阀弹簧的预紧力。

[0009] 进一步的,所述阀盖包括通过螺纹同轴连接的上阀盖和下阀盖;所述下阀盖与主阀体之间通过螺纹连接,且连接处设有第一密封圈。

[0010] 作为优选,所述主阀芯的凸台周侧开设凹槽,凹槽中置有第二密封圈,通过第二密封圈实现主阀芯与主阀体之间的封闭。

[0011] 作为优选,所述主阀弹簧同轴套设于阀杆外侧。

[0012] 作为优选,所述先导阀体、先导阀座、先导阀芯和先导弹簧均同轴设置,优选的,先导阀体和先导阀座之间通过螺纹连接。

[0013] 作为优选,所述先导阀芯包括沿气流方向顺次同轴连接的第一阀芯和第二阀芯,第二阀芯与第三腔室内壁的连接处封闭,第一阀芯小于第二阀芯且与第三腔室内壁之间具有气流腔;在所述第一阀芯中垂直轴向开设两端均与所述气流腔连通的第一流道,在所述第二阀芯中沿轴向开设第二流道;第二流道的一端与所述第一流道连通,另一端与主出口连通;当第二腔室和第三腔室连通时,从主进口进入先导阀的流体能依次通过第二腔室、气流腔、第一流道和第二流道,最后从主出口流出。

[0014] 进一步的,所述第一阀芯的端部为圆台状结构,第二腔室和第三腔室的连接处为与第一阀芯端部匹配能实现封闭的喇叭状结构。

[0015] 作为优选,所述环形凹槽的槽宽与第二通孔和第三通孔的孔径相同,当所述主出口处于关闭状态时,环形凹槽均与第二通孔和第三通孔完全重合。

[0016] 第二方面,本发明提供了一种利用第一方面任一所述先导式高压减压阀保持高压气瓶出口流量和压力稳定的方法,具体如下:

[0017] 当高压气瓶内无气体或阀前段通道断开时,所述先导式高压减压阀的阀进口无气体进入,主阀体进气口和先导阀的主进口均处于关闭状态;

[0018] 当高压气瓶内具有气体且阀前段通道开通时,气体分成两路流通;第一路气体通过第二先导管进入先导阀中,当气体进口压力大于先导弹簧施加在先导阀芯上的弹力时,先导阀芯处于全开状态且第二通孔和第三通孔在先导阀芯的开启过程中逐渐关闭,气体经先导阀芯减压后通过第四先导管进入积气腔;第二路气体作用于主阀芯底部,当气体进口压力大于主阀弹簧施加在主阀芯上的弹力以及积气腔内气体通过阀杆施加于主阀芯上的气体压力之和时,主阀芯开启,气体通过主阀芯减压作用后从阀体的出气口流出;

[0019] 当高压气瓶内的气体压力逐渐减小时,气体进口压力随之减小;气体压力经先导

阀芯减压后，通过第四先导管进入积气腔；当先导阀中的气体进口压力小于先导弹簧施加在先导阀芯上的弹力时，先导阀芯逐渐关闭且第二通孔和第三通孔在先导阀芯的关闭过程中逐渐开启，积气腔内的气体通过第三先导管进入先导阀被减压，随后经第一先导管从阀体的出气口流出；由于气体的多重减压作用，通过第一先导管从阀体出气口流出的气体的压力和流量均可忽略不计；

[0020] 同时，随着气体进口压力的减小，进入积气腔内的气体压力也逐渐减小；随着积气腔中气体的流出以及压力的减小，积气腔内气体通过阀杆施加于主阀芯上的气体压力变小，且积气腔内的气体压力小于气体进口压力；在主阀芯上表面面积不变的情况下，主阀芯的开度有所增加；因此，在高压气瓶内的气体压力减小时，仍能保持从阀体的出气口流出气体的流量和压力保持稳定；

[0021] 当高压气瓶内的气体压力减小至小于主阀弹簧施加在主阀芯上的弹力时，主阀体进气口和先导阀的主进口均处于关闭状态。

[0022] 本发明相对于现有技术而言，具有以下有益效果：

[0023] 1)本发明利用四通先导阀的减压作用，实现主阀芯上下端面的压力差，从而保证了当气体进口压力降低时主阀芯开度增加，从而保持减压阀出口流量和压力的稳定。

[0024] 2)本发明设计的装置结构紧凑、制造方便且造价便宜，能够正对性的保持减压阀出口流量和压力的稳定。

[0025] 3)本发明的先导式高压减压阀及其方法不仅可以应用于高压氢气瓶，还能够应用于其他的高压气体瓶，适用场景广泛。

附图说明

[0026] 图1为先导式高压减压阀的结构示意图；

[0027] 图2为主阀的结构示意图；

[0028] 图3为先导阀的结构示意图；

[0029] 图4为先导式高压减压阀在使用时的介质流程示意图；

[0030] 图中：1、上阀盖；2、下阀盖；3、第一密封圈；4、主阀体；5、主阀弹簧； 6、第二密封圈；7、主阀芯；8、第一先导管；9、第二先导管；10、第三先导管； 11、第四先导管；12、先导阀；121、先导阀体；122、先导阀座；123、先导阀芯；124、先导弹簧。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步阐述和说明。本发明中各个实施方式的技术特征在没有相互冲突的前提下，均可进行相应组合。

[0032] 如图1所示，为本发明提供的一种具有稳定输出流量和压力的先导式高压减压阀，其主要包括主阀和先导阀12。其中，主阀主要包括阀盖、主阀体4、主阀弹簧5和主阀芯7，先导阀12主要包括先导阀体121、先导阀座122、先导阀芯 123和先导弹簧124。下面将对各部件的结构和连接方式进行具体说明。

[0033] 如图2所示，为先导式高压减压阀的主阀。阀盖和主阀体4之间可拆卸式连接，且两者的连接处封闭。阀盖和主阀体4连接装配后，在主阀体4的内部形成封闭的第一腔室，第一腔室下方与主阀体4的进气口连通，第一腔室中设有主阀芯7和主阀弹簧5。主阀芯7位于第

一腔室的下方，在初始状态下能封闭主阀体 4的进气口，即能将第一腔室与主阀体4的进气口连接处封闭，使气体无法通过进气口进入主阀体4中。在主阀芯7的顶部与阀盖底部之间设有始终处于压缩状态的主阀弹簧5，主阀弹簧5的作用方向与主阀芯7的轴线方向相同。主阀芯7 能在第一腔室中，沿主阀体4内壁上下滑动，且滑动过程中两者的连接处始终处于封闭状态。在阀盖的中心沿中轴线方向开设竖直的第一通孔。第一通孔的下端与第一腔室连通，上端通过第四先导管11与先导阀12的主出口连通。主阀芯7 的顶部连接有竖直的阀杆，阀杆穿过主阀弹簧5后从第一通孔的下方伸入第一通孔中，且阀杆的长度小于第一通孔的长度，使得第一通孔的上部始终留有部分空间，该部分空间作为积气腔。

[0034] 在本实施例中，阀盖可以设置为两部分的结构，包括上阀盖1和下阀盖2。上阀盖1和下阀盖2通过螺纹同轴连接，下阀盖2与主阀体4之间通过螺纹连接，且连接处设有第一密封圈3。通过调节阀盖和主阀体4之间的连接程度，可以改变主阀弹簧5的初始预紧力。具体的，上阀盖1可以设置为六角螺栓式的结构，上方开有小孔，使得积气腔顶部与第四先导管11连接；上阀盖1的侧面开有小孔，使得积气腔与第三先导管10连接；上阀盖1的下部伸入下阀盖2的上部中心，通过螺纹与下阀盖2连接。在实际应用时，通过第四先导管11进入的介质积压在积气腔中，介质压力施加在阀芯7上端面，以实现对主阀芯7上部作用力的调节。此外，在主阀芯7的凸台周侧开设凹槽，凹槽中置有第二密封圈，通过第二密封圈实现主阀芯7与主阀体4之间的封闭。主阀弹簧5同轴套设于阀杆外侧。

[0035] 如图3所示，为先导式高压减压阀的先导阀12。先导阀体121和先导阀座122顺次连接，两者的轴线相同，先导阀体121和先导阀座122之间可拆卸式连接，比如可以采用螺纹连接。在先导阀体121的内部中心沿轴线方向开设两端贯通的第二腔室，在先导阀座122的内部中心沿轴线方向开设两端贯通的第三腔室，且第二腔室和第三腔室之间相互连通。在实际应用时，可以将先导阀体121、先导阀座122、第二腔室和第三腔室均同轴设置。

[0036] 第二腔室的进气端作为先导阀12的主进口，主进口通过第二先导管9与主阀体4的进气口连通。第三腔室的出气端作为先导阀12的主出口，主出口通过第四先导管11与积气腔连通。沿气流方向，在第三腔室中依次设有先导阀芯123 和先导弹簧124。先导阀芯123在初始状态下能通过封闭第二腔室和第三腔室连接处实现主出口关闭。先导阀芯123与主出口之间设有始终处于压缩状态的先导弹簧124，先导弹簧124的作用方向与先导阀芯123的轴线方向相同。先导阀芯 123能在第三腔室中沿先导阀座122内壁滑动，且在滑动过程中，两者的连接处始终处于封闭状态。先导阀芯123通过先导弹簧124的弹力与第二先导管9中的气体液力差值来实现启闭。

[0037] 在先导阀芯123的内部设有气流通道，当第二腔室和第三腔室连通(即先导阀芯123从初始状态向气流出口方向移动)时，从主进口进入先导阀12的流体能通过气流通道从主出口流出。在先导阀座122的侧壁分别开设与第三腔室连通的第二通孔和第三通孔，第二通孔通过第一先导管8与主阀体4的出气口连通，第三通孔通过第三先导管10与积气腔连通。先导阀芯123的侧壁周向开设环形凹槽，当主出口处于关闭状态时，环形凹槽与第二通孔和第三通孔分别连通。

[0038] 在实际应用时，可以将先导阀芯123设置为两部分结构，包括沿气流方向顺次连接的第一阀芯和第二阀芯，第一阀芯和第二阀芯的轴线相同。第二阀芯与第三腔室内壁的连接处封闭，第一阀芯小于第二阀芯且与第三腔室内壁之间具有气流腔。在第一阀芯中垂直

轴向开设两端均与气流腔连通的第一流道，在第二阀芯中沿轴向开设第二流道。第二流道的一端与第一流道连通，另一端与主出口连通。也就是说，先导阀芯123在第三腔室的滑动过程中，第二阀芯始终与第三腔室的内壁呈密封状态，且当先导阀芯123离开初始状态后，由于第一阀芯小于第二阀芯，第二腔室和第三腔室会呈现连通状态，此时，从主进口进入先导阀12的流体能依次通过第二腔室、气流腔、第一流道和第二流道，最后从主出口流出。同时，可以将第一阀芯的端部设置为圆台状结构，第二腔室和第三腔室的连接处设置为与第一阀芯端部匹配能实现封闭的喇叭状结构。环形凹槽的槽宽与第二通孔和第三通孔的孔径相同，当主出口处于关闭状态时，环形凹槽均与第二通孔和第三通孔完全重合，此时，积气腔内的气体能通过第三先导管10经第三通孔进入环形凹槽，随后经第二通孔通过第一先导管8从主阀的出气口流出。

[0039] 如图4所示，利用上述先导式高压减压阀保持高压气瓶出口流量和压力稳定的方法，具体如下：

[0040] 当高压气瓶内无气体或阀前段通道断开时，先导式高压减压阀的阀进口无气体进入，主阀体4进气口和先导阀12的主进口均处于关闭状态。即主阀芯7处于第一腔室的最下方，先导阀芯121处于第三腔室的最左侧。

[0041] 当高压气瓶内具有气体且阀前段通道开通时，从进气口进入的气体分成两路流通：第一路气体通过第二先导管9进入先导阀12中，当气体进口压力P_1大于先导弹簧124施加在先导阀芯121上的弹力时，先导阀芯121离开初始位置并处于全开状态，且第二通孔和第三通孔在先导阀芯123的开启过程中逐渐关闭，气体压力经先导阀芯121减压成P_3后，通过第四先导管11进入积气腔，此时积气腔内的气体压力为P_3；第二路气体从进气口进入主阀后作用于主阀芯7底部，当气体进口压力P_1大于主阀弹簧5施加在主阀芯7上的弹力以及积气腔内气体通过阀杆施加于主阀芯7上的气体压力P_3之和时，主阀芯7开启，气体压力通过主阀芯7减压至P_2后，从阀体4的出气口流出，此时出气口流出的气体的流量Q_{out}和压力P_2。

[0042] 当高压气瓶内的气体压力逐渐减小时，气体进口压力P_1随之减小。当先导阀12中的气体进口压力P_1小于先导弹簧124施加在先导阀芯121上的弹力时，先导阀芯121逐渐关闭，气体压力经先导阀芯121减压至P_3后，通过第四先导管11进入积气腔。同时，第二通孔和第三通孔在先导阀芯123的关闭过程中逐渐开启，积气腔内的气体P_3通过第三先导管10进入先导阀12被减压至P_4，随后经第一先导管8从阀体4的出气口流出。由于气体的多重减压作用，通过第一先导管8从阀体4出气口流出的气体的压力P_4和流量均可忽略不计。

[0043] 在高压气瓶内的气体压力逐渐减小的过程中，在主阀进口压力P_1减小的同时，P_3也在减小，且$P_3<P_1$。随着积气腔中气体的流出以及压力的减小，积气腔内气体通过阀杆施加于主阀芯7上的气体压力变小。在主阀芯7上表面面积不变的情况下，主阀芯7的开度有所增加。因此，在高压气瓶内的气体压力减小时，仍能保持从阀体4的出气口流出气体的流量和压力保持稳定。

[0044] 当高压气瓶内的气体压力减小至小于主阀弹簧5施加在主阀芯7上的弹力时，主阀体4进气口和先导阀12的主进口均处于关闭状态。

[0045] 本发明利用四通先导阀的减压作用，实现阀芯上下端面的压力差，保证了进口压力降低时阀芯开度增加，从而保持减压阀出口流量和压力的稳定。

[0046] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳的方案，然其并非用以限制本发明。有

关技术领域的普通技术人员，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，还可以做出各种变化和变型。因此凡采取等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案，均落在本发明的保护范围内。

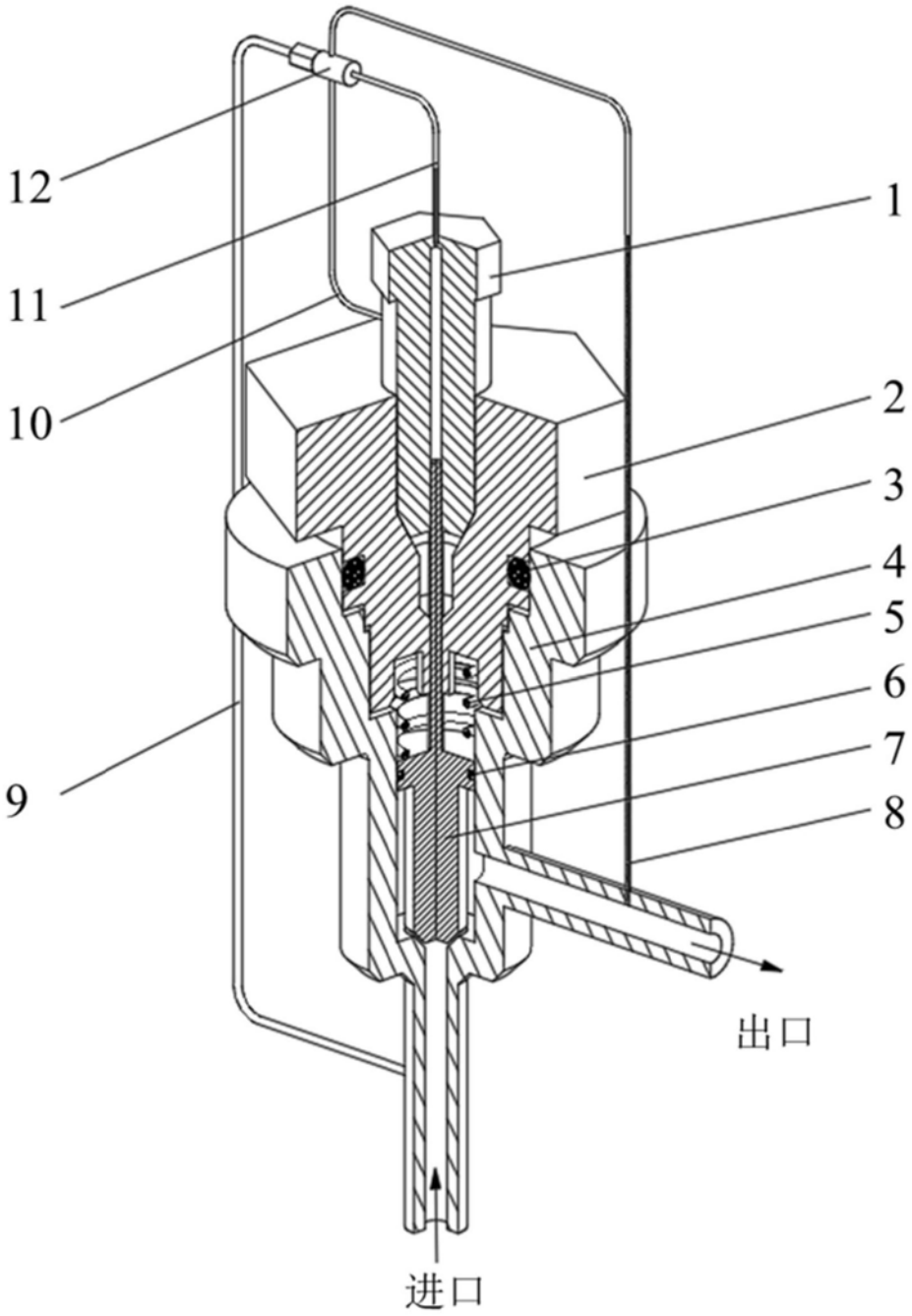


图1

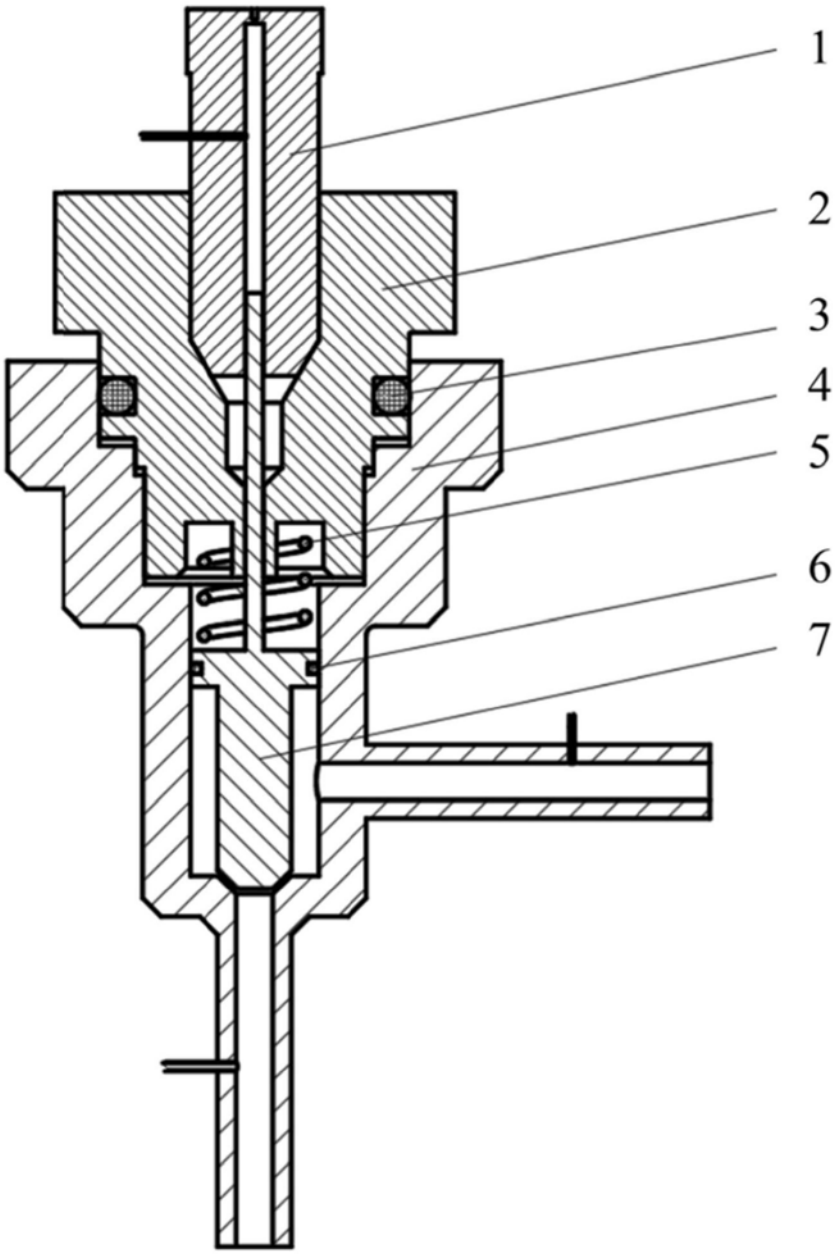


图2

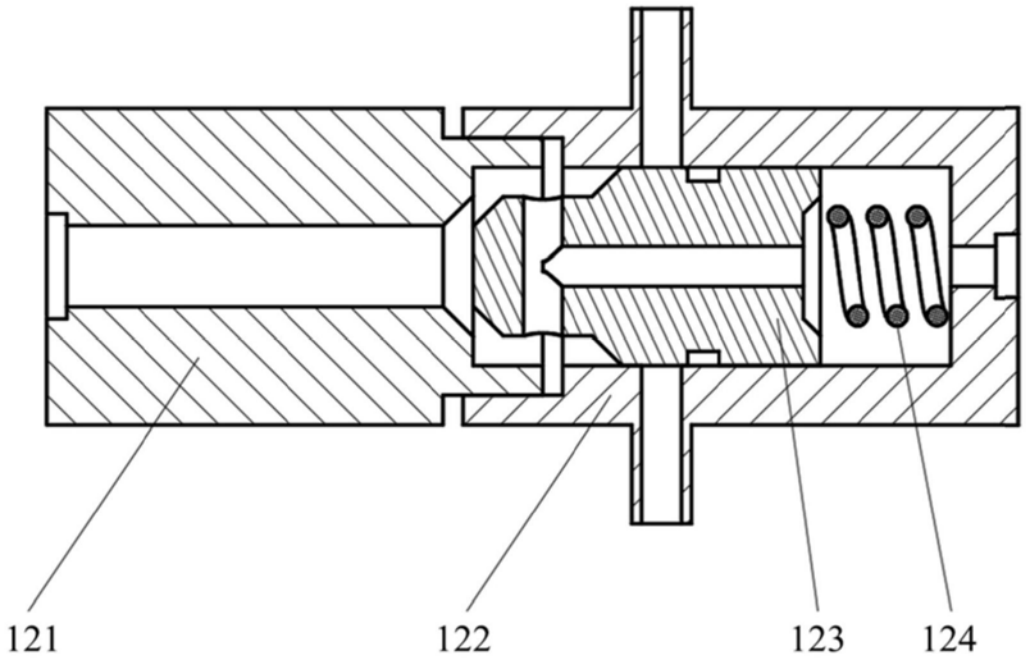


图3

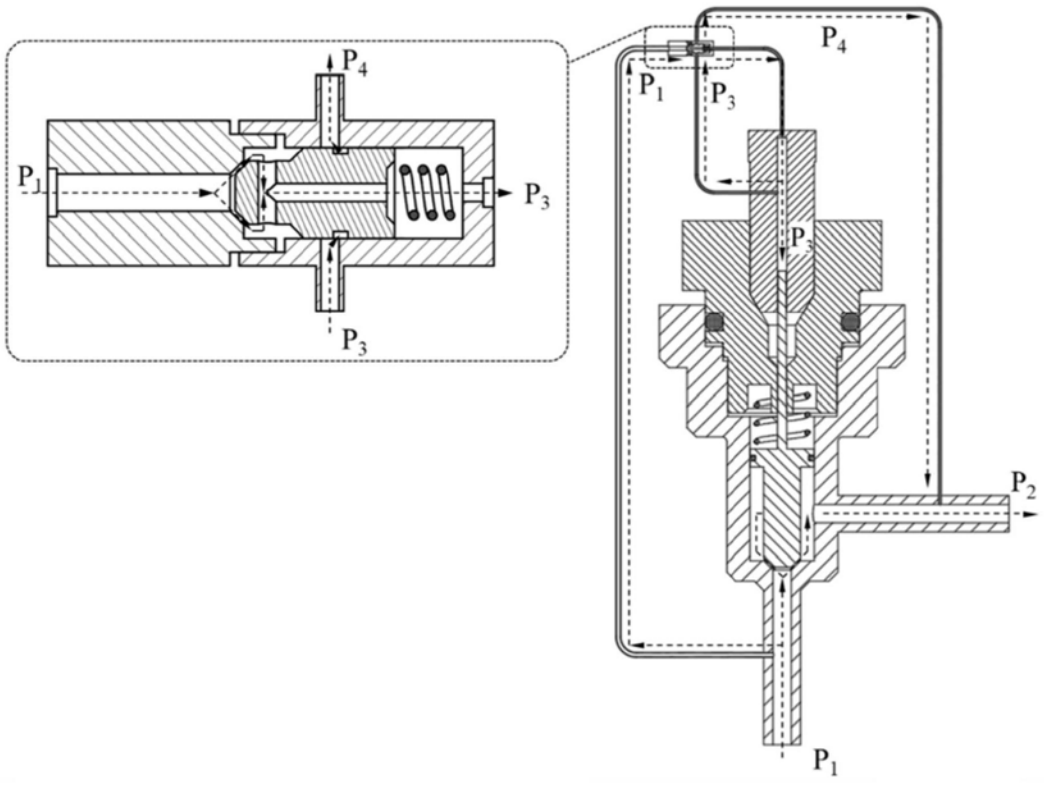


图4