



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102401155 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201110253264. 4

(22) 申请日 2011. 08. 30

(71) 申请人 深圳市华力大机电技术有限公司  
地址 518034 广东省深圳市福田区北环大道  
7003 号中审大厦 1706

(72) 发明人 陈乙飞

(51) Int. Cl.

F16K 11/22 (2006. 01)

F16K 47/02 (2006. 01)

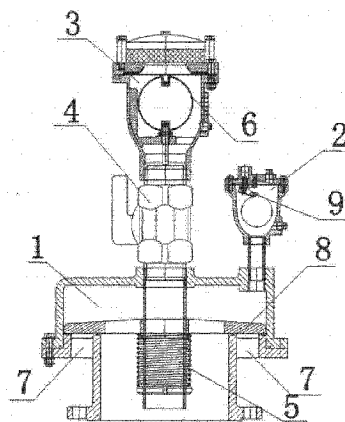
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种四功能防水锤空气阀组

(57) 摘要

本发明公开了一种四功能防水锤空气阀组，包括负压吸气阀、微量排气阀和高速排气阀及控制隔离阀，高速排气阀通过控制阀连接在负压吸气阀的顶部；二者分开设置而非相互共用，一方面为独立选型，分别满足高速排气和高速吸气二个不同的流量或速度或口径要求，另一方面为叠加吸气，在负压时都吸气相互补充，三个孔口的独立性允许高速吸气孔口与微量排气孔口组合成“注气微排阀”（即“高吸微排阀”），从而使本阀组具有抑制空腔弥合水锤的特殊功能。其中三个孔口相互独立的功能、高速排气孔口设置控制隔离阀从而可以被人为切断复又可以开启的功能、后二个功能组合形成特殊功效的功能以及高速排气孔口可以大幅缩小的功能是本发明的主要内容。



1. 一种四功能防水锤空气阀组,该空气阀组安装在输水管路或容器上,其高速排气孔口由控制隔离阀(4)单独控制,与高速吸气孔口分开设置而非相互共用,既允许独立选型,分别满足高速排气和高速吸气二个不同的流量或速度或口径要求;也可以叠加吸气量,其特征在于:包括,

a、高速排气阀(3),它位于负压吸气阀(1)的顶部,通过控制隔离阀(4)与负压吸气阀(1)连接,它包括阀体、阀盖、第一浮球(6)和高速排气孔口等,在管路或容器需要充水时,高速排气孔口提供适量的(既非过小也非过大的)高速排气能力并控制管路的充水速度,按计划进度顺利向管路或容器充水,其独立性允许设计工程师任意选用合适尺寸的高速排气孔口。

b、负压吸气阀(1),它包括阀体、阀盖、高速吸气孔口(7)和带调节弹簧(5)的阀瓣(8)等,在管内产生负压,外界大气压力上推阀瓣(8)开启高速吸气孔口及时吸气,向管中补气,使管内不产生真空环境或者使真空度下降到一个很低的值,其独立性允许设计工程师任意选用合适尺寸的高速吸气孔口。

c、微量排气阀(2),直接固定连接在吸气阀顶的另一侧,包括阀体、阀盖、第二浮球(9)、杠杆系统和微量排气孔口等,所述微量排气孔口及时将水中释放的空气排出管外。

2. 根据权利要求1所述的四功能防水锤空气阀组,其特征在于:根据有关标准和规程推荐的管道初始充水速度大约 $1\text{foot/s} = 0.3\text{m/s}$ 的建议,结合高速排气孔口可以独立选型的特点,本专利技术(独立孔口及不怕吹堵特性)允许设计选用比吸气孔口小许多(通常2~5级口径尺寸)的高速排气孔口,从而大幅降低高速排气阀的尺寸。

3. 根据权利要求1所述的四功能防水锤空气阀组,其特征在于:所述高速排气阀(3)内设置第一浮球(6)(阀瓣之一),其下端有导向杆,允许浮球上下移动改变高速排气孔口过流面积,不怕吹堵特性允许在管内建立起较高而且合适的气体压力,使之成为充水时水柱前进的背压阻力,从而自动而适当地降低水柱的充水速度,并使之达到合适的数值,使充水过程既不太慢而旷延时日,也不充水太快而导致可能的关阀水锤与爆管,保证管线或者容器按计划进度顺利充水。

4. 根据权利要求1所述的四功能防水锤排气阀,其特征在于:在必要位置可以人为切断高速排气阀支管上的控制阀门之后,当分离的水柱回流重新弥合时,管内的气体不能被高速排出,而只能经由微量排气阀(口径很小)缓慢地排出,从而临时截留大部分空气,形成临时性的弹性气囊,缓冲弥合水柱的撞击能量,降低水柱弥合加速度,抑制空腔弥合水锤升压,是一种新型而有效的负压水锤消除器,进出空气的孔口直径之比达到 $2:1 \sim 200:1$ ,也就是进出面积之比达到 $4:1 \sim 40000:1$ ,构成完全意义上的“注气微排阀”或者“高吸微排阀”。

5. 根据权利要求1所述的四功能防水锤排气阀,其特征在于:三个独立功能的通气孔口,允许三个功能单独使用或者分别组合使用(有多种组合方式),或者在不同的时间场合开启不同的功能,从而满足水路系统任何的通气要求。

6. 根据权利要求1所述的四功能防水锤排气阀,其特征在于:所述微量排气阀(2)允许选择多种规格的微量排气阀孔口尺寸,从1.0mm到12.7mm之间的任何尺寸。

7. 根据权利要求1所述的四功能防水锤排气阀,其特征在于:调节末端螺栓或者改变阀瓣重量,就可以改变负压开启值,调节范围大约在 $-90,000\text{Pa} \sim -10\text{Pa}$ (表压)之间,通常

的负压开启值范围应该在  $-3,000\text{Pa} \sim -500\text{Pa}$  之间。

8. 根据权利要求 1 所述的四功能防水锤排气阀,其特征在于:朝下型上吸式吸气口结构,能够大幅度地减少甚至避免灰尘在阀口堆积从而被吸入输水管道,减少灰尘污染,避免降低供水水质。

9. 根据权利要求 1 所述的四功能防水锤排气阀,其特征在于:内部储气结构能够有效防止低温冰冻胀裂阀体。

10. 根据权利要求 1 所述的四功能防水锤排气阀,其特征在于:燕尾槽内 O 型圈阀口密封形式,形成金属硬密封+橡胶软密封双层复合密封形式,而且,上开型结构允许空气阀阀组在线维修。

## 一种四功能防水锤空气阀组

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种空气阀,尤其涉及一种独立三功能加特殊复合功能的空气阀组,空气阀的三个独立功能是指:高速排气、高速吸气和微量排气;一个特殊功能是指高速排气与微量排气的复合功能,具有抑制空腔弥合水锤的特殊功效。

### 背景技术

[0002] 现有的普通空气阀采用的是高速排气口和高速吸气口为同一个孔口,不能够独立选型,普通的高速排气孔口径通常偏大,而吸气孔口径相对偏小,吸气量明显不足,负压值偏高,微量排气孔口单一、偏小,只有一个尺寸为 1.6mm,无法满足大管微量排气需求。

[0003] 管路或容器第一次充水时,高速排气孔口高速排气,孔口处会产生一定的气体压差,当压差达到 2kPa ~ 30kPa 时,普通复合式排气阀的浮球都会被高速气流吹起上浮,堵住高速排气大孔口,从而使高速排气阀提前停止高速排气,其后果是:管线或容器内大部分气体没有排出,管线或容器排气不彻底,不能完全充水,半水半气,严重影响管线输水效率或者容器充水量,从而引发压力不稳定、交替接触水汽而导致管壁腐蚀、计量不准确等等问题。

[0004] 普通复合式排气阀的大孔口提前吹堵之后,如果仅仅依赖微量排气孔口排除剩余的大容量气体,需要很长的时间,将大幅度延长管线或容器初次充水时间,严重降低工作效率,长距离管线甚至可能需要 1 ~ 2 个月时间才能完成充水,这对于只有很短夏季的北方地区来说,影响尤为重大。

[0005] 为了降低孔口高速排气时的气体压差,往往会设计选用过大尺寸的高速排气孔口;也因为排气与吸气是同一个孔口而不能独立选型的缺陷,为了同时满足高速吸气对孔口尺寸的要求,通常高速排气孔口会被选择过大 2 ~ 4 级。其后果可能是:孔口压差降低了,但同时充水时的气体阻力也降低了,导致充水速度过大,也就是快速充水,水流到达空气阀大孔口时,会把浮球快速浮起,关闭孔口,停止水流,导致可能的排气阀关阀水锤 ( $\Delta h = a * \Delta V / g$ , 水锤升压  $\Delta h$  与流速变化量  $\Delta V$  成正比),从而引发爆管,这其实就是许多充水爆管的真实原因之一:排气阀高速排气孔口过大,而不是排气阀不排气;而动力式高速排气阀则能够为充水提供合适的背压和充水速度,从而避免排气阀关阀水锤。

### 发明内容

[0006] 本发明要解决的问题是提供一种具有独立三功能的高速排气、高速吸气、微量排气以及后二个功能特殊组合的空气阀组,而且,该三个独立的功能可以任意组合,从而使该空气阀组能够满足水路系统中各种情况下的通气问题、尤其是当发生非常水锤情况下的安全保护问题。

[0007] 为解决上述问题,本发明通过以下技术方案来实现:一种四功能防水锤空气阀组,该空气阀组安装在输水管路或容器上,其高速排气孔口由控制隔离阀单独控制,与高速吸气孔口分开设置而非相互共用,既允许独立选型,分别满足高速排气和高速吸气二个不同

的流量或速度或口径要求;也可以叠加吸气量,包括,

[0008] a、高速排气阀,它位于负压吸气阀的顶部,通过控制隔离阀与负压吸气阀连接,它包括阀体、阀盖、第一浮球和高速排气孔口等,在管路或容器需要充水时,高速排气孔口提供适量的(既非过小也非过大的)高速排气能力并控制管路的充水速度,按计划进度顺利向管路或容器充水,其独立性允许设计工程师任意选用合适尺寸的高速排气孔口。

[0009] b、负压吸气阀,它包括阀体、阀盖、高速吸气孔口和带调节弹簧的阀瓣等,在管内产生负压,外界大气压力上推阀瓣开启高速吸气孔口及时吸气,向管中补气,使管内不产生真空环境或者使真空度下降到一个很低的值,其独立性允许设计工程师任意选用合适尺寸的高速吸气孔口。

[0010] c、微量排气阀,直接固定连接在吸气阀顶的另一侧,包括阀体、阀盖、第二浮球、杠杆系统和微量排气孔口等,所述微量排气孔口及时将水中释放的空气排出管外。

[0011] 根据有关标准和规程推荐的管道初始充水速度大约  $1\text{foot/s} = 0.3\text{m/s}$  的建议,结合高速排气孔口可以独立选型的特点,本专利技术(独立孔口及不怕吹堵特性)允许设计选用比吸气孔口小许多(通常 2~5 级口径尺寸)的高速排气孔口,从而大幅降低高速排气阀的尺寸。

[0012] 所述高速排气阀内设置第一浮球(阀瓣之一),其下端有导向杆,允许浮球上下移动改变高速排气孔口过流面积,不怕吹堵特性允许在管内建立起较高而且合适的气体压力,使之成为充水时水柱前进的背压阻力,从而自动而适当地降低水柱的充水速度,并使之达到合适的数值,使充水过程既不太慢而旷延时日,也不充水太快而导致可能的关阀水锤与爆管,保证管线或者容器按计划进度顺利充水。

[0013] 在必要位置可以人为切断高速排气阀支管上的控制阀门之后,当分离的水柱回流重新弥合时,管内的气体不能被高速排出,而只能经由微量排气阀(口径很小)缓慢地排出,从而临时截留大部分空气,形成临时性的弹性气囊,缓冲弥合水柱的撞击能量,降低水柱弥合加速度,抑制空腔弥合水锤升压,是一种新型而有效的负压水锤消除器,进出空气的孔口直径之比达到 2 : 1 ~ 200 : 1,也就是进出面积之比达到 4 : 1 ~ 40000 : 1,构成完全意义上的“注气微排阀”或者“高吸微排阀”。

[0014] 三个独立功能的通气孔口,允许三个功能单独使用或者分别组合使用(有多种组合方式),或者在不同的时间场合开启不同的功能,从而满足水路系统任何的通气要求。

[0015] 所述微量排气阀允许选择多种规格的微量排气阀孔口尺寸,从 1.0mm 到 12.7mm 之间的任何尺寸。

[0016] 调节末端螺栓或者改变阀瓣重量,就可以改变负压开启值,调节范围大约在  $-90,000\text{Pa} \sim -10\text{Pa}$ (表压)之间,通常的负压开启值范围应该在  $-3,000\text{Pa} \sim -500\text{Pa}$  之间。

[0017] 朝下型上吸式吸气口结构,能够大幅度地减少甚至避免灰尘在阀口堆积从而被吸入输水管道,减少灰尘污染,避免降低供水水质。

[0018] 内部储气结构能够有效防止低温冰冻胀裂阀体。

[0019] 燕尾槽内 O 型圈阀口密封形式,形成金属硬密封+橡胶软密封双层复合密封形式,而且,上开型结构允许空气阀阀组在线维修。

[0020] 采用上述技术方案,与现有技术相比,本发明所具有的优点如下:

[0021] 1、本发明具有三个独立的通气孔口，每个孔口的尺寸设计选型都能独立进行，克服了普通复合式排气阀由于采用同一个高速排气和高速吸气孔口、从而不能独立选型的缺点，通常情况下，高速排气量不是越大越好，也就是说高速排气孔口不是越大越好；而高速吸气量却是越大越好，二者是矛盾的。

[0022] 2、根据中国工程建设标准 CECS193 :2005《城镇供水长距离输水管道工程技术规程》第 7.1.2 条关于：“压力输水管道充水时，宜控制充水速度不大于  $0.3 \sim 0.5\text{m/s}$ ”的要求；以及美国水道协会 AWWA M51《关于供水工程空气阀的使用指南》推荐管道初始充水速度大约  $1\text{foot/s} = 0.3\text{m/s}$  的建议，结合高速排气孔口可以独立选型的特点，本专利技术允许设计选用比吸气孔口小许多（通常 2 ~ 5 级口径尺寸）的高速排气孔口，从而大幅减小高速排气阀的尺寸。通常不独立的高速进排气阀必须兼顾高速排气和高速吸气二者要求，而高速吸气口径往往比高速排气口径大许多，这是一个长期存在的还没有被攻克的技术难题。

[0023] 3、所述高速排气阀采用空气动力学高速排气原理，其高速排气孔口不会产生吹堵，因此允许在较高的孔口气体压差下高速排气，在管内建立起较高而且合适的气体压力，使之成为充水时水柱前进的背压，从而自动地而且适当地降低充水速度。使充水过程既不太慢而旷延时日，也不充水太快而导致可能的关阀水锤与爆管，保证管线或者容器按计划进度顺利充水。既减小口径、节省初期投资，又有利于初次充水，降低爆管几率。

[0024] 4、在完成管道初次充水后，高速排气阀支管上的手动控制阀可以单独关闭，而不影响高速吸气和微量排气功能（如果不需要关闭的，也可以不设置控制隔离阀）。这样，就可以在运行过程中，当出现水柱分离 / 弥合时，不让高速排气而截留气囊，利用此临时截留的气囊的弹性来抑制空腔弥合水锤 - 即负压水锤或者称之为非常水锤，具有代替调压井、调压塔或者水击气压罐的功能。即由于具有独立性，可以关闭其中一个功能，而让另外二个功能组合，从而实现抑制空腔弥合水锤升压的特殊效果。当然，在必要的时候（如管线重新充水），高速排气阀支管上的手动控制阀也可以重新开启，控制灵活。该手动控制阀既可以是小口径的螺纹接口的球阀、闸阀、截止阀，也可以是大口径的法兰、对夹式和突耳式接口的蝶阀、闸阀或者旋塞阀，甚至卡箍接口的各类控制阀等等。

[0025] 5、本发明允许选择多种规格的微量排气阀孔口尺寸：从 1.6mm、2.4mm、3.2mm、4.8mm、5.6mm 到大尺寸的 9.5mm、12.7mm、25mm 等等，依据设计流量选择合适的微量排气孔口，保证管线拥有合适的微量排气能力，既提高管线输水效率，降低输水能耗，减少重复建设投资，节能降耗；又有利于选择合适的进出气孔口直径（或面积）比例，有效抑制空腔弥合水锤（负压水锤或非常水锤）。

[0026] 6、负压开启值可以调节：辅助弹簧套在中央排气管上，调节末端螺栓或者改变阀瓣重量，就可以改变负压开启值，调节范围大约在  $-90\text{kPa} \sim -10\text{Pa}$ （表压）之间，通常的负压开启值范围应该在  $-3000\text{Pa} \sim -500\text{Pa}$  之间。

[0027] 7、朝下型上吸式吸气口结构，带来如下优点：减少甚至避免灰尘在阀口堆积从而被吸入输水管道，减少灰尘污染，避免降低供水水质。通常的复合式排气阀的吸气口都是朝上的，长年累月可能堆积无数的灰尘。当向下吸气时，大量灰尘不可避免的被吸入管道，污染水体，降低水质；也可能因为吸气孔口被灰尘堵塞而不能发挥正常的吸气功能。

[0028] 8、内部储气结构防止低温冰冻胀裂阀体：微量排气的连接口位于吸气阀内一个较

低的位置,将允许部分空气存留在主阀阀体上部而不经微量排气阀排除,预留冬天结冰时体积膨胀的空间,保证排气阀组不容易被结冰冻坏。

[0029] 9、燕尾槽内 O 型圈阀口密封形式:金属硬密封加橡胶软密封双重复合密封形式,既能在低压下密封,也能保证中压密封。

[0030] 10、可以在线维修。

#### 附图说明

[0031] 图 1 为本发明的第一种设计结构外形图;

[0032] 图 2 为本发明的第一种设计结构剖视图;

[0033] 图 3 为本发明燕尾槽结构剖视图;

[0034] 图 4 为本发明的第二种设计结构剖视图;

[0035] 图 5 为本发明的第三种设计结构剖视图;

[0036] 图 6 为本发明的第四种设计结构剖视图;

[0037] 图 7 为本发明的第五种设计结构剖视图;

[0038] 图 8 为本发明的第六种设计结构剖视图。

#### 具体实施方式

[0039] 参考附图 1、图 2、图 3,通过下面实施方式对本发明做进一步详细的描述:

[0040] 一种四功能防水锤空气阀组(也可以称之为独立三功能复合式排气阀),包括负压吸气阀 1、微量排气阀 2 和高速排气阀 3 及控制隔离阀 4,高速排气阀 3 通过控制隔离阀 4 连接在负压吸气阀 1 的顶部,负压吸气阀 1 连接于输水管线 T 型颈部接口,微量排气阀 2 连接在负压吸气阀 1 的顶盖上。

[0041] 实施例一:如图 2 所示,当管路第一次充水时,水在管道内流动,水柱挤压管内空气产生压力,管内空气受水流挤压快速流动并且建立起空气压力,通过吸气阀导管的端口和管壁开孔、控制隔离阀 4 和高速排气孔口快速排出管外,管内的水流顺利通过管路;借助于空气动力学原理,高速排气阀的第一浮球 6 在孔口压差为 35kPa ~ 89kPa(亚声速)范围内不怕吹堵(89kPa 以上也不怕吹堵,但是通常充水时的空气压力到不了这个高值),因此,允许充水时适当提高孔口压差(一般低于 35kPa),而这个压差就构成了水柱前进时的背压阻力,充水速度就自然降低下来(一般充水速度不大于 0.3m/s),从而实现低速(且适速)充水、避免爆管和安全充水;若在某些被认为可能产生水柱弥合的位置,在管路内已经充满水后,应人为关闭控制隔离阀 4(让本空气阀组成为仅具有后二个功能复合的特殊的“注气微排阀”或者称之为“高吸微排阀”);如果需要第二次充水则可以将隔离阀重新打开,根据中国工程建设标准 CECS 193:2005《城镇供水长距离输水管道工程技术规程》第 7.1.2 条关于:“压力输水管道充水时,宜控制充水速度不大于 0.3 ~ 0.5m/s”的要求,以及美国水道协会 AWWA M51《关于供水工程空气阀的使用指南》推荐的管道初始充水速度大约 1foot/s = 0.3m/s 的建议,结合高速排气孔口可以独立选型的特点,本专利技术(独立孔口及不怕吹堵特性)允许选用比吸气孔口小许多(通常 2 ~ 5 级口径尺寸)的高速排气孔口,从而大幅降低高速排气阀的尺寸。通常不独立的高速进排气阀必须兼顾高速排气和高速吸气二者要求,而高速吸气口径往往比高速排气口径大许多。这是一个长期存在的还没有被攻克

技术难题,其独立性允许设计工程师任意选用合适尺寸的高速排气孔口(不是越大越好)。

[0042] 实施例二:如图 2 所示,当管路水流正常流动时,所述微量排气孔口在压力状态下及时将水中释放的空气排出管外,水流中所释放出来的气体通过吸气阀的上部进入微量排气阀 2 的空腔,空腔内的气体逐渐增多,导致微量排气阀阀内水位下降,当水位下降到第二浮球 9 以下位置时,第二浮球 9 下落,带动杠杆组件,打开微量排气孔口,间歇性地排除聚集在阀体内的空气;所述微量排气阀 2 内部设置单杠杆或双杠杆组件,该双杠杆组件能大幅度(几倍至几十倍地)放大浮球的重力(即微量孔口开启力),从而能提高微量排气的工作压力或者微量排气的孔口尺寸(即排气流量),并且允许选择多种规格的微量排气阀孔口尺寸:从 1.6mm、2.4mm、3.2mm、4.8mm、5.6mm 到大尺寸的 9.5mm、12.7mm 等等,最大孔口可以做到 25mm(@PN10);依据设计流量选择合适的微量排气孔口,保证管线或容器拥有合适的微量排气能力,既提高管线输水效率,降低输水能耗,减少重复建设投资,节能降耗;又有利于选择合适的进出气孔口直径(或面积)比例,有效抑制空腔弥合水锤(负压水锤或非常水锤)。

[0043] 实施例三:如图 2 所示,在突然停泵、关闭阀门或爆管时,管内某些位置处的水柱可能相互分离,管内出现真空(负压),此时外界压强大于内部压强,吸气阀内部阀瓣 8 被外界空气压强挤压,推动阀瓣 8 上移,吸气孔打开,空气通过吸气阀的高速吸气孔口 7 从四周快速进入,使管内负压降到最低,以保证管路系统管件和密封接口的安全性,其独立性允许设计工程师任意选用合适尺寸的高速吸气孔口(通常越大越好)。

[0044] 实施例四:如图 2 所示,当水柱被水泵驱动或者因重力回流时,所述位置处管内的水柱开始弥合,因为高速排气孔口被隔离阀切断阻塞,管内的气体不能被高速排出,而只能经有微量排气阀(孔口很小)缓慢地排出,水柱之间的大部分气体被临时截留在管内,形成临时弹性气囊,水柱弥合时加速度被降低,撞击力被弹性气囊缓冲,从而大幅削减了弥合水柱的撞击能量,有效抑制了弥合水锤升压,确保管路安全;吸气孔口与微量排气孔口的直径之比达到 2:1~200:1,孔口面积之比达到 4:1~40000:1;通常,面积之比达到 25:1 以上(即直径之比达到 5:1 以上)才能被称之为“高吸微排阀”,或者叫“注气微排阀”,才具有防止或抑制空腔弥合水锤的作用。

[0045] 实施例五:如图 2 所示,调节负压开启值:调节弹簧 5 套在中央排气管上,调节末端螺栓或者改变阀瓣重量,就可以改变负压开启值,调节范围大约在 -90kPa~-10Pa(表压)之间,通常的负压开启值范围应该在 -3000Pa~-500Pa 之间。不同的负压开启值可能需要不同级别的弹簧和不同重量的阀瓣组合实现。

[0046] 实施例六:如图 2 所示,避免灰尘吸入:吸气口结构为设计成朝下型上吸式,能够大幅度减少甚至避免灰尘在阀口堆积从而被吸入输水管道,减少灰尘污染,避免降低供水水质。

[0047] 实施例七:如图 2 所示,内嵌式防冻结构:内部储气结构能够有效防止低温冰冻胀裂阀体。微量排气的连接口位于吸气阀阀盖下内表面一个较低的位置,将允许部分空气存留在主阀阀体上部而不经微量排气阀排除,预留冬天结冰时体积膨胀的空间,保证排气阀不容易被结冰冻坏。

[0048] 实施例八:如图 3 所示,燕尾槽内 O 型圈阀口密封形式:金属硬密封加橡胶软密封双重复合密封形式,既能在低压下密封,也能保证中压密封。

[0049] 实施例九：如图 1、图 2 所示，重要部件主要集中在阀盖上，打开阀盖后，可以在线维修。

[0050] 实施例十：如图 4 至图 8 所示，图 4 至图 8 为负压吸气阀 1、微量排气阀 2 和高速排气阀 3 及控制隔离阀 4 不同位置的结构剖视图；

[0051] 如图 4 所示，微量排气阀 2 设置在负压吸气阀 1 的侧边，中间用手动阀 41 连接。

[0052] 如图 5 所示，高速排气阀 3 通过控制隔离阀 4 设置在负压吸气阀 1 的侧边，微量排气阀 2 也设置在负压吸气阀 1 的侧边，其高速排气阀 3 与微量排气阀 2 不在同一侧，微量排气阀 2 通过手动阀 41 连接负压吸气阀 1。

[0053] 如图 6 所示，高速排气阀 3 通过控制隔离阀 4 连接在负压吸气阀 1 的顶部，微量排气阀 2 通过手动阀 41 连接在负压吸气阀 1 的顶盖上。

[0054] 如图 7 所示，高速排气阀 3 通过控制隔离阀 4 设置在负压吸气阀 1 的侧边，微量排气阀 2 通过手动阀 41 连接在负压吸气阀 1 的顶盖上。

[0055] 如图 8 所示，高速排气阀 3 通过控制隔离阀 4 连接在负压吸气阀 1 的顶部，微量排气阀 2 连接在高速排气阀 3 的管道上。

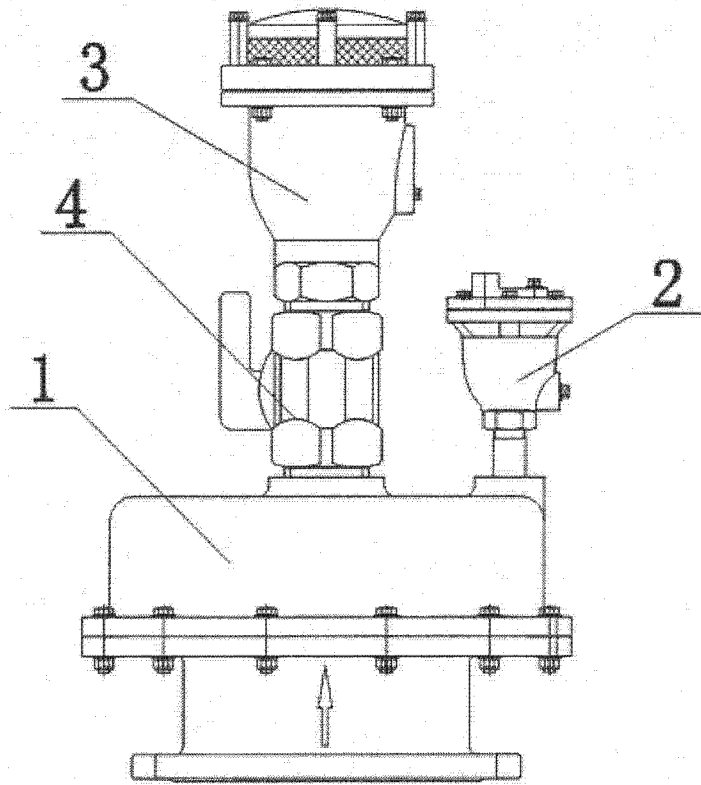


图 1

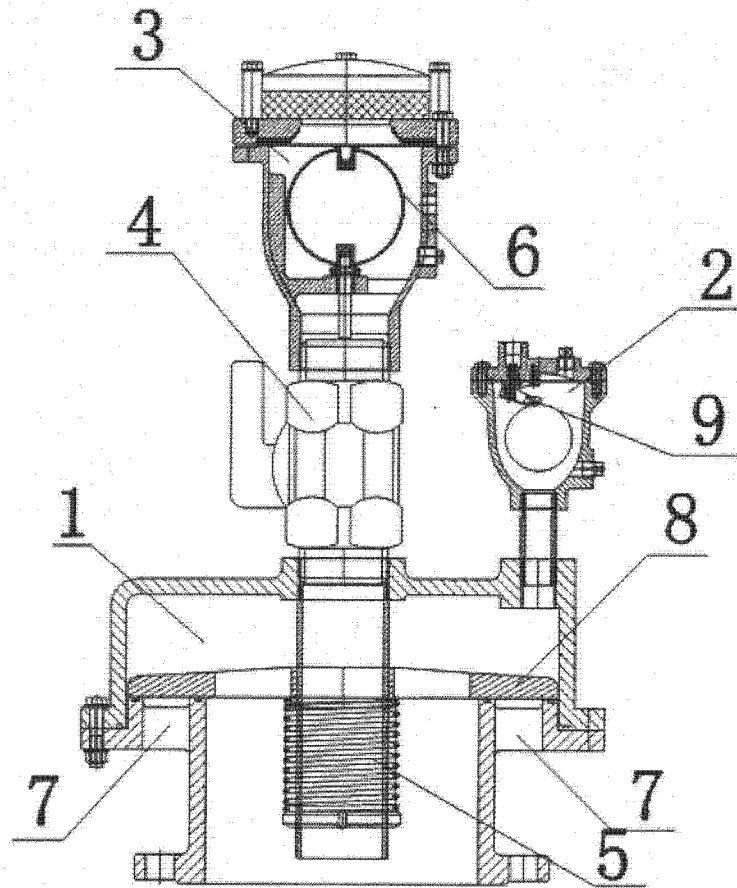


图 2

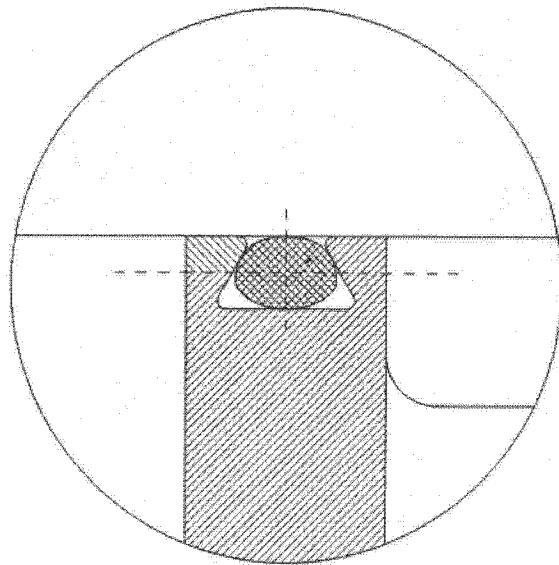


图 3

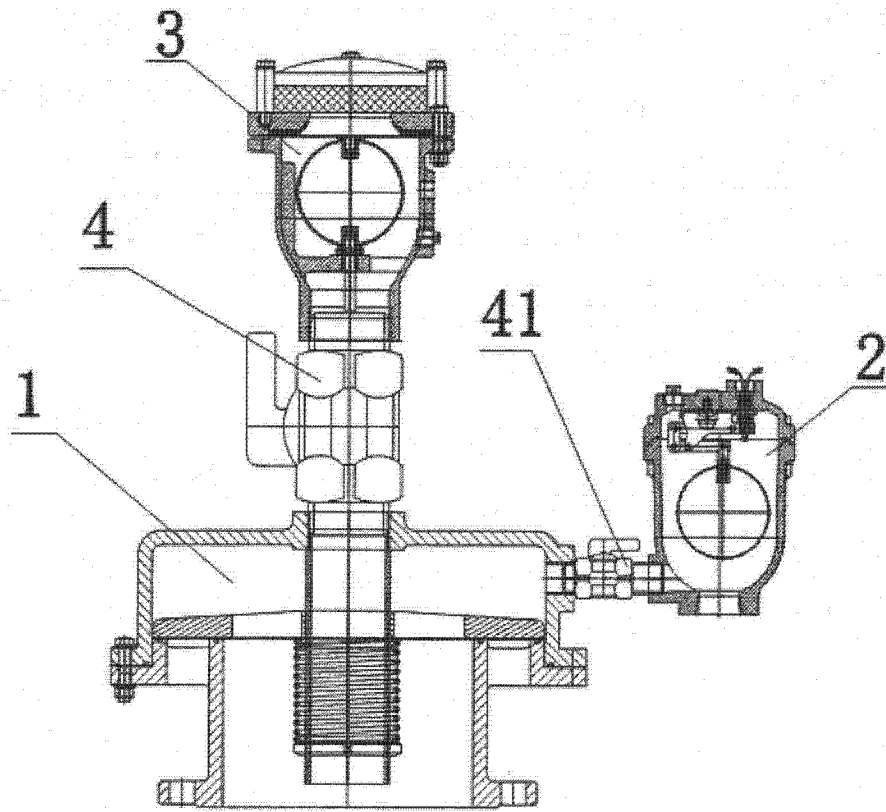


图 4

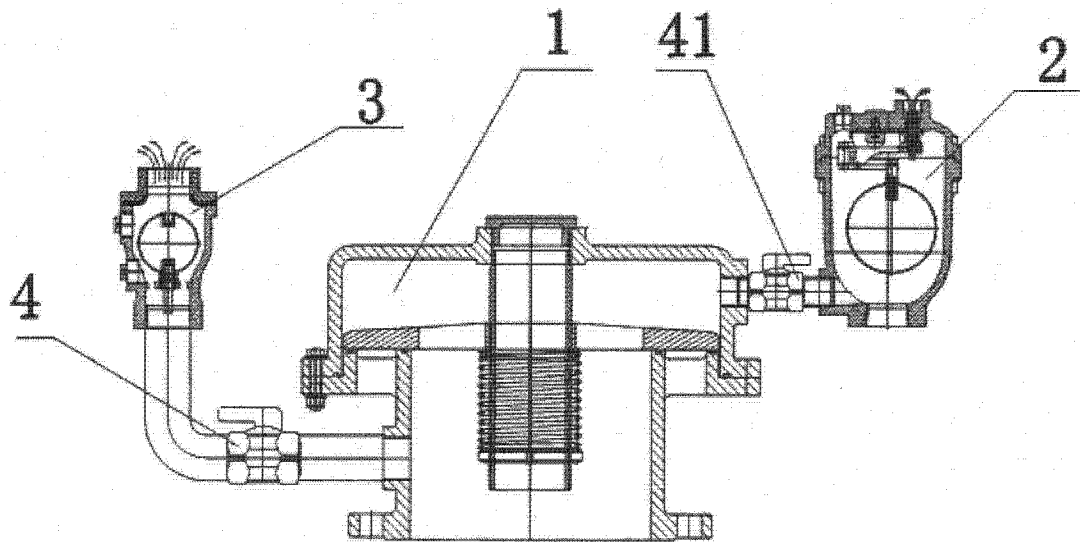


图 5

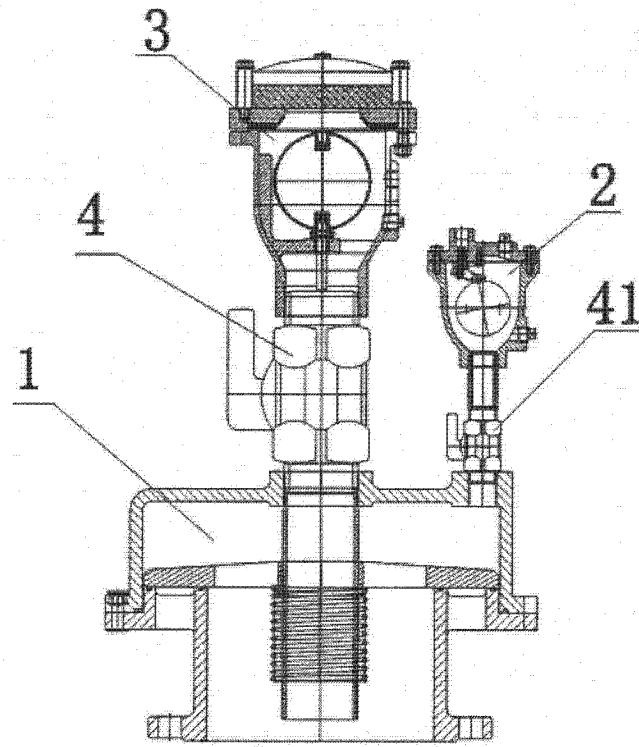


图 6

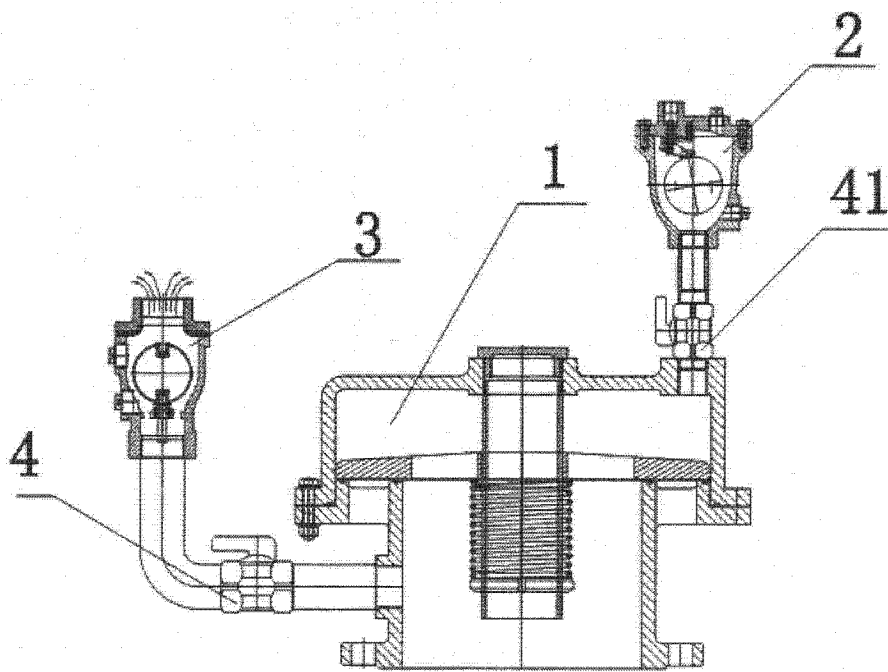


图 7

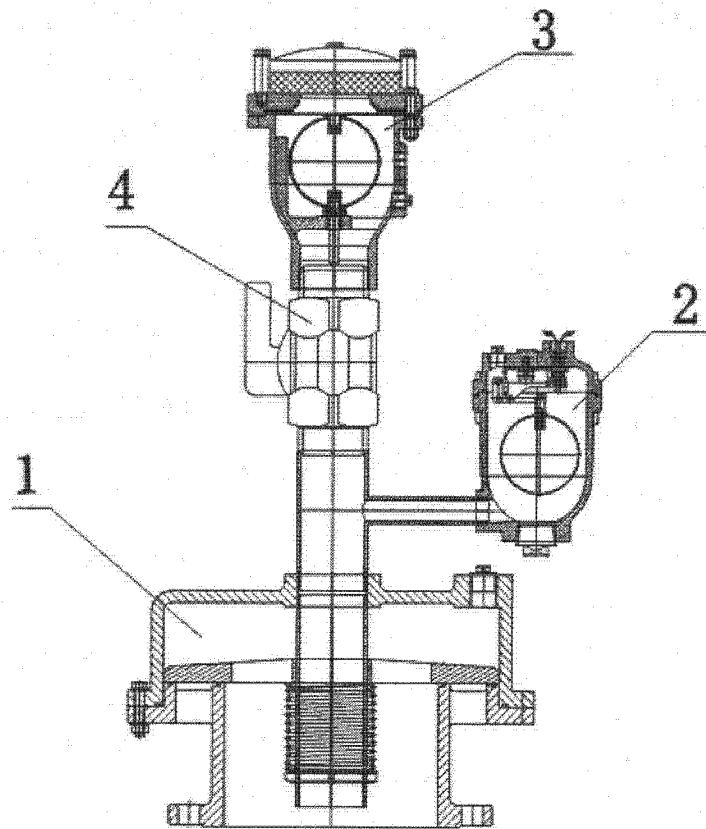


图 8