

对《减压型和低阻力倒流防止器的防倒流性能探讨》一文的探讨

季能平^① 周韧^②

(^①上海上龙供水设备有限公司 200062, ^②江苏常州通用自来水有限公司 213003)

摘要 本文针对《给水排水》2009年第5期《减压型和低阻力倒流防止器的防倒流性能探讨》一文的基本观点进行探讨,重新剖析了减压型和低阻力型倒流防止器的结构、工作原理和防止回流污染的性能,并对回流产生的水力条件和倒流防止器的研究工况进行了分析,揭示了低阻力型倒流防止器能够有效降低局部水损的真正原因,并对两种倒流防止器的可靠性和经济性进行研究,得出了低阻力倒流防止器不仅隔断性能可靠,而且管理成本和运行费用也明显减少,完全适合我国低压管网条件下防止倒流污染的结论。

关键词 回流水力条件 倒流防止器 工况 防回流性能 减压型 低阻力型 可靠性 运行成本

0 引言

在《给水排水》2009年第5期上,拜读了《减压型和低阻力倒流防止器的防倒流性能探讨》一文(以下简称该文),本文作者认为:该文分析讨论的“减压型和低阻力倒流防止器的防倒流性能”的**工况、内容和结论是不严谨的**,并再次对其所述之内容进行系统分析和探讨,供大家思考。

无论何种倒流防止器,经过近几年的业内讨论,已经达成该文引言中的两个共识:

共识 1:

倒流防止器的作用:①能够防止**一切工况中的背压回流**;②能够防止一切工况中的虹吸回流;③**只要出口端介质倒流到进口端**,都称之为倒流污染。

共识 2:

倒流防止器的**结构**:均由**两级止回阀和中间腔的泄水排水装置组成**;凡**不包含泄水排水结构的倒流防止装置**,均不能认为倒流防止器。

为了讨论方便,我们引出下列两个概念:

0.1 回流产生的水力条件:

无论是何种阀门和管道的断面,发生回流的水力条件是其下游压力应大于上游压力。因此,上述共识 1 中的“背压回流”和“虹吸回流”产生的水力条件是出口压力大于进口压力。如果出口压力小于进口压力,只有正向流动的可能,**不可能发生回流现象**。

0.2 倒流防止器防回流污染的评判工况

上述 2 个共识中:“能够防止一切工况”应包括第一、第二级止回装置单独泄漏和同时渗漏的工况。

因为,倒流防止器的泄水装置的**主要作用**,就是**当单一止回阀或两个止回阀同时产生渗漏时**,能及时自动排水,降低中间腔内的压力,使之始终小于进口压力,在中间腔内形成低压隔断效果,以严格防止回流污染。这也正是倒流防止器与止回阀及双止回阀的主要区别所在,是其安全性远高于止回阀及双止回阀的根本原因。**事实上的低阻力型不如双止回阀甚至不如单个止回阀!防护等级很低甚至完全没有防护能力!**

如果只考虑一级止回阀渗漏的工况,就不用考虑在中间腔上设置泄水装置。

所以,衡量倒流防止器防回流性能,应考虑出口压力大于进口压力的水力条件和两级止回阀同时渗漏的**工况**。对于出口压力小于进口压力的工况,由于不具备回流可能,**不应列入倒流防止器防回流性能分析的工况之内**。

假设“微正压状态如 $\Delta P=2\text{kPa}$ ”,此时进水腔压力 P_1 瞬间波动 $\pm 3\text{kPa}$,在此状态下,会不会产生中间腔向进水腔倒流啊?谁敢保证不需要考虑这种微正压状态下的倒流防止问题?

0.3 对倒流防止器的结构形式的要求

为了达到防止回流污染目的,无论何种形式的倒流防止器,其结构形式应符合下列要求:

1) **必须采用两级止回阀和中间腔自动泄水装置组合的结构形式。仅仅形似而已,花架**

批注 [A1]:分析方法和结论没有发现什么不妥的地方。

批注 [A2]:还应该加上“任何时间内”

批注 [A3]:不对:只要中间腔介质倒流到进口端,就是倒流污染。

批注 [A4]:不对:倒流防止器本来就有二种:减压型和双止回阀型。这里暂且不讨论双止回阀型。光是这个关于结构的所谓共识,就不是共识,仅仅形似而已。明显的避重就轻:闭口不谈止回阀的独立性和提前快闭二个非常重要的特征。

批注 [A5]:一厢情愿的假设而已。研发减压型的前辈们难道不知道这样假设吗?为什么他们没有这样假设呢?也没有根据这样的假设去研发产品呢?难道是因为智力不足?是因为这样的假设不合适,逻辑上不严密。置国际共识于不顾,胡乱假设求证!真是“初生牛犊不怕虎”!

批注 [A6]:对泄水阀的主要功能的理解不全面-不够深度:当水力坡度发生逆转趋势之前,泄水降压,维持中间腔水力隔离界面的水力高度不变及其始终存在-时间上的自始至终。

批注 [A7]:个人独创性的假设而已,绝非行业共识!

批注 [A8]:够“创新”、够“大胆”!堪称“初生牛犊不怕虎”。在事关安全的重大问题上也敢于“独创”,令人“叹服”!建议:再提高对回流污染与防止倒流问题的认知水平。

子！能让外行人看起来挺像。关键是止回阀的关闭动作和泄水阀的开启动作的时间特性-就凭这个仅仅形似的结构就能保证？

2) 倒流防止器的结构形式应保证任何一个密封件损坏或产生渗漏时，出口端介质不允许直接回流到进口端。**狭隘！不够严谨！**

3) 减压型与低阻力型两种倒流防止器工作原理和区别

尽管减压型与低阻力型倒流防止器的结构均由两级止回阀和中间泄水阀组成，但两者的工作原理不同，最终的防倒流的效果是相同的。

该文对两种倒流防止器的工作原理和结构的表述中存有几处不明确之处，本文给予重新说明。

1.1 减压型倒流防止器的结构和工作原理

1.1.1 减压型倒流防止器的结构（见图1）

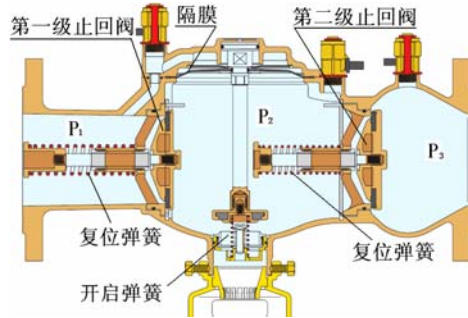


图1 减压型倒流防止器结构

减压型倒流防止器由第一、第二级止回阀和中间腔上的泄水阀组成。其中泄水阀由隔膜、阀瓣和开启弹簧组成。

1.1.2 减压型倒流防止器的原理（见图2）

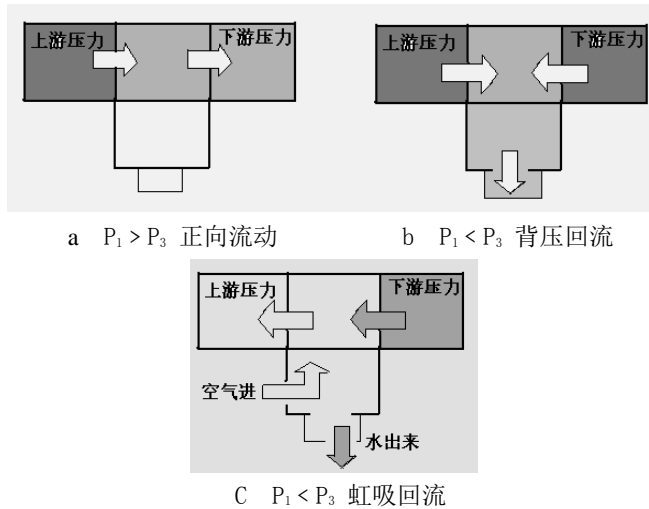


图2 减压型倒流防止器原理

(1) 泄水阀的工作原理（见图1）

泄水阀是依靠泄水阀瓣上的开启弹簧与隔膜片上下的压力差，控制泄水阀的启闭。

隔膜片的上腔压力与进口压力 P_1 相同，隔膜片的下腔压力与中间腔压力 P_2 相同，在隔膜片上产生泄水阀的关闭力 $F = (P_1 - P_2) A_1$ （其中 A_1 隔膜片的受力面积），并与泄水阀的开启弹簧的开启预紧力 T 和泄水阀阀瓣的密封关闭力 R 相平衡；当 $F \geq T + R$ 时，泄水阀关闭；当 $F < T + R$ 时，泄水阀开启。

批注 [A9]: 中间腔的介质回流到进水端呢？算不算回流污染？

批注 [A10]: 完全不同！一个是倒流防止器，一个却是倒流发生器-先任其倒流，再缓闭缓慢泄水，真够“悠闲的”！

< T+R 时, 泄水阀关闭。其中, $P_1 - P_2 = \Delta P$, 按照 CJ/T160-2002《倒流防止器》标准, $\Delta P \geq 0.012 \sim 0.023 \text{MPa}$ 。(美国 ASSA #1013-2005 标准, $\Delta P \geq 2 \text{psi}$ 约 0.014MPa)。

批注 [A11]: 该标准的这些指标不合理, 该标准有问题-已被替换。

泄水阀的作用是在回流水力条件产生(即出口压力 P_3 大于进口压力 P_1)时, 确保中间腔压力 P_2 为最低; 当止回阀不产生渗漏时, 形成中间腔的低压隔断效果; 当止回阀产生渗漏(无论是第一、第二级止回阀单独或同时渗漏)时, 介质都会流向低压的中间腔, 使中间腔内压力升高, 导致 ΔP 值降低, 引起泄水阀自动开启, 排除多余水头, 继续保持中间腔的低压状态, 保证防止回流污染的性能。

(2) 第一级止回阀的结构和工作原理

减压型倒流防止器的第一级止回阀由阀瓣、阀座和复位弹簧组成, 与一般止回阀相比, 区别在于复位弹簧的硬度是有最低要求的。

第一级止回阀的作用是密封住进口背压, 利用复位弹簧提供的预紧力, 先克服 ΔP 对阀瓣的压差作用力, 再提供该阀瓣与阀座之间的密封力。

为保证第一级止回阀的密封性能, 其复位弹簧的预紧力, 应按上述两种力相加, 并附加一定余度(一般余度大于 50%)确定。一般说来, 第一级止回阀复位弹簧的预紧力, 相当于能产生 2 倍 ΔP 的水头损失时, 才能保证其关闭密封性能。

所以, 第一级止回阀的复位弹簧应选择得比较粗硬, 才能保证其密封安全性, 但是在水流正向流通时将产生 $0.04 \sim 0.055 \text{MPa}$ 的水头损失。该水头损失越大, 其密封性能越好。

(3) 第二级止回阀结构和原理

第二级止回阀的结构与第一级止回阀相同, 在回流时, 密封住出口介质; 由于其关闭密封力来自出口压力, 其复位弹簧要满足 $\Delta P_2 = P_2 - P_3 \geq 0.007 \text{MPa}^{(3)}$ 的要求, 以防止关闭时的瞬间回流。可以选用较软些的复位弹簧。

1.2 低阻力型倒流防止器结构、工作原理及与减压型的区别

低阻力倒流防止器, 是指当管中流速为 2m/s 时, 水头损失低于 0.04MPa 的倒流防止器。主要特征是: 在回流水力条件下, 两级止回阀均能感应出口压力而关闭, 泄水阀感应进出口的压差而开启, 将中间腔内压力泄空, 与大气压相等; 一旦两级止回阀渗漏时直接向外排水。

批注 [A12]: 典型的缓闭止回阀: 二个止回阀同轴关闭, 而且缓闭(因为复位弹簧推力很小-最多只有减压型的 $1/3$), 关闭的过程需要 $1 \sim 3 \text{s}$, 甚至 $5 \sim 10 \text{s}$, 在此过程中, 因为 $P_3 > P_1$, 水流完全有时间从出口端跑到中间腔再跑到进口端。这不是倒流发生器吗? 止回阀被动关闭-致命的错误!

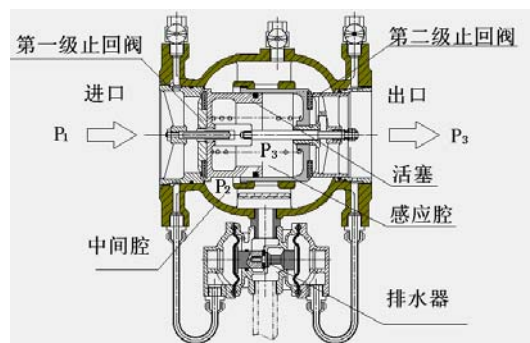


图3 低阻力倒流防止器结构

批注 [A13]: 泄水阀感应 $P_3 > P_1$ 水力条件才开启, 倒流已经发生, 之后再开启泄水, 有何意义? 泄水阀被动缓慢开启-是一个致命的错误! 公共卫生安全是不允许“亡羊补牢”的。

1.2.1 低阻力倒流防止器的结构(见图3)

低阻力倒流防止器的基本结构与减压型倒流防止器大体相同, 均由双级止回阀和中间泄水阀组成。

批注 [A14]: 泄水口很小, 不一定能做到 0 压力。而且, 滞后的空气隔断有何意义?

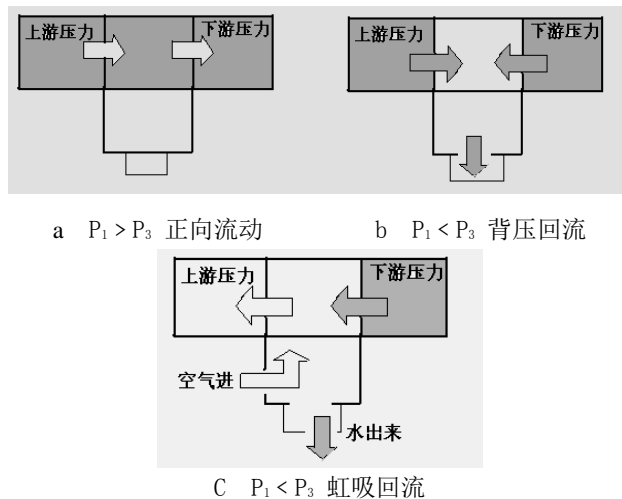


图4 低阻力倒流防止器原理

1.2.2 低阻力倒流防止器的工作原理（见图4）

控制原理与减压型倒流防止器相比，主要区别在于第一级止回阀和泄水阀的启闭均为水力控制，而非机械弹簧控制。

(1) 泄水阀工作原理

低阻力倒流防止器的泄水阀，是利用进出口的压差变化来控制泄水阀的阀瓣启闭。启闭状态与倒流防止器中的两个止回阀相反，并旁通设置在中间腔上。主要作用是在回流发生时，泄水阀自动开启，使中间腔内压力排空形成低压隔断，一旦止回阀产生渗漏，所漏介质都会自动迅速流向压力已排空的中间腔，经泄水阀直接排出阀外，从而达到防止回流污染目的。

(2) 止回阀的工作原理

第一、二级止回阀的主要作用是在回流条件发生时，密封住进口端和出口端的压力水不渗漏到中间腔。

由于低阻力倒流防止器的专利结构，其第一级止回阀的阀瓣上连接有一个截面较大的感应活塞，并可以直接感应出口压力；在回流（出口压力大于进口压力）发生时，该活塞及时将感应到的出口压力直接作为关闭力传递给第一级止回阀瓣，由于此时的出口压力最大，其关闭力强大，足够克服进口压力对止回阀瓣的作用力和关闭密封力，能够非常可靠的密封住进口端的压力水；延后、缓慢、太慢条斯理了！事后密封而已，有严重漏洞！

但在低阻力倒流防止器的止回阀上仍然设置有复位弹簧，主要作用是要满足两级止回阀关闭时的正向压差 ΔP_1 和 ΔP_2 设定值的要求，确保止回阀关闭时不产生瞬间回流。经试验，第一级复位弹簧的预紧力为减压型的三分之一和二级复位弹簧的预紧力与减压型的相同时，其安全性能可与减压型相同。颠来倒去的，足够让初入门者坠入云里雾里。相当不爽。

2 防止回流污染性能分析

从防回流工况分析可知：讨论倒流防止器的防止回流污染性能，可以主要考虑其出口压力大于进口压力（ $P_3 > P_1$ ）时两级止回阀同时产生渗漏的工况。

凡在（ $P_3 > P_1$ ）之后才开始动作的止回阀哪怕三级四级也没有用；凡在（ $P_3 > P_1$ ）之后才开始动作的泄水阀哪怕二个三个也没有用；仅考虑（ $P_3 > P_1$ ）这个工况的防止倒流，几乎不属于回流污染控制措施的题中应有之义！可以说是题外话了。所以，初期的低阻力型曾经做到小于1m的水损，够“吓死人”的。所以说，低阻力型跟倒流防止器完全是两码事，不是一个概念！合适的名称应该是“带缓慢泄水功能的同轴二级串联低阻力缓闭止回阀”，强行并入“倒流防止器”系列是不对的。

批注 [A15]: 确实能做到低阻力，但是却缓闭、回流、被污染，人为的倒流发生器！

批注 [A16]: 开启晚了，回流发生之后再缓慢开启，有何作用？一切都是迟缓的，完全是缓闭止回阀和缓开泄水阀，慢条斯理的缓开缓闭，真够“悠闲”的。

批注 [A17]: 关闭之前，活塞二面的截面积等同，只有在关闭之后，才能显示出截面积的些微小差别，所以，水力推动的关闭过程是非常缓慢的，而且完全依赖差值 $\Delta P = P_3 - P_1$ ，差值越大，倒流越严重；差值越小，关闭越缓慢！如何防止倒流啊？差动活塞是很普通的一种水力控制形式，其特点就是缓闭，很多阀门都是这样设计的，怎么能算专利。

批注 [A18]: 仅仅1/3弹簧推力，就足够把水头损失提高1~3m，而且，在此情况下，仍然是缓闭倒流的，只有把弹簧推力提高到跟减压型等同，才有可能不缓闭，但是此时的水头损失将跟减压型的一样大！低阻力优点完全丧失！而且，防止回流性能不如减压型！何必呢？

批注 [A19]: “低氏”独家考虑，建议去申请中国专利和国际专利。几十年来的所有研发减压型的前辈们都是笨蛋！怎么就没有发现只需要考虑 $P_3 > P_1$ 这一回流水力条件就行了呢？让后来者的中国人占先抢了“给排水行业的永动机奖”呢？

对于进口压力等于出口压力的特殊工况，即 $P_1=P_3$ ，由于其发生回流的动力为零，工况发生的概率很小，即使两级止回阀均关不密封，也不至于产生回流；但需要止回阀关闭隔断，以防止扩散性污染，此时主要依靠各自的复位弹簧提供关闭密封力，并在正向压差 ΔP_1 和 ΔP_2 的作用下防止瞬间回流。

对于出口压力小于进口压力的工况，由于不具备回流可能，不需要讨论倒流防止器防回流性能问题。大胆勇敢果断地排除这一工况，“有见识”，“有勇气”！前人—美国人、欧洲人、澳洲人和日本人等发达国家研究倒流防止器近 50 年，咋就没有这个勇气、反而笨拙地设置了一个 14kPa 的水力隔离界面呢？莫非“世人皆醉独季醒”？

批注 [A20]: 既然知晓有化学扩散的可能性，就应该明白“中间腔的水力隔离界面”的极端重要性。低阻力最本质的缺陷就是缺少这一无比重要的水力隔离界面！这是一个无法弥补的缺陷，本质的缺陷！

下面主要对出口压力大于进口压力 ($P_3 > P_1$) 时两级止回阀同时产生渗漏的工况进行讨论：

2.1 防止背压回流对比

首先看减压型倒流防止器的防止背压回流能力，如图 5 所示：由于 $P_3 > P_1$ ，止回阀关闭，此时 P_2 压力最低，如果此时两个止回阀发生渗漏，都会流向中间腔，使 P_2 上升，泄水阀自动开启，排除中间腔内的多余压力，实现防止背压回流功能，当止回阀的渗漏量较少时，应保持 $\Delta P_1 = 12 \sim 23 \text{KPa}$ ，当渗漏量合计达到表 1 的最大假定渗漏量时，其泄水阀的排水能力应确保 $\Delta P_1 > 3.5 \text{KPa}$ 。

最大假定量可参照表 1 规定⁽³⁾：

表 1 减压型倒流防止器最大假定渗漏量

口径 DN (mm)	10	20	32	50	80	100	200	300	350	400
	15	25	40	65		150	250			
最大渗漏量 (m^3/h)	0.72	1.1	2.2	4.7	6.8	9	13.7	16.9	20.5	22.6

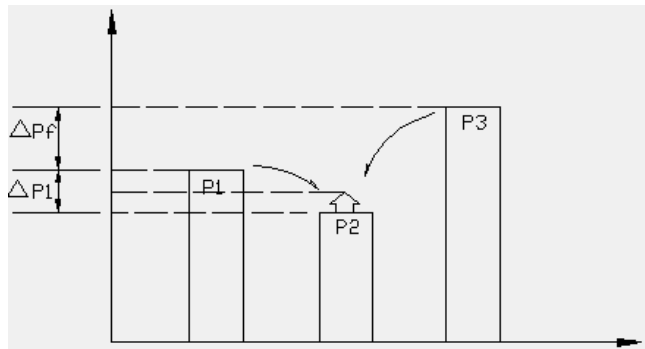


图 5 减压型倒流防止器背压回流示意

再看低阻力型倒流防止器，如图 6，由于 $P_3 > P_1$ ，止回阀关闭，此时泄水阀已经开启，中间腔压力 P_2 为零，也是最低压力，且 $\Delta P = (P_1 - P_2) = P_1$ ，远大于 23KPa；如果此时两个止回阀发生渗漏，都会直接流向中间腔，并通过已经开启的排水器，直接排出阀外，更加迅速地实现防止背压回流污染功能。由于低阻力倒流防止器的 ΔP 值通常比减压型的大，其泄水阀的排水能力更容易满足表 1 规定，因此，其防止背压回流的能力通常优于减压型倒流防止器。

批注 [A21]: 仅仅是开始开启而已，而不是已经开启。

批注 [A22]: 泄水阀开始开启时，因为泄水口过小，中间腔压力 P_2 不一定是零。

批注 [A23]: 如果 P_3 区大流量倒流 P_2 区，低阻力型的泄水口远小于减压型的泄水口，是不能满足泄流量要求的。

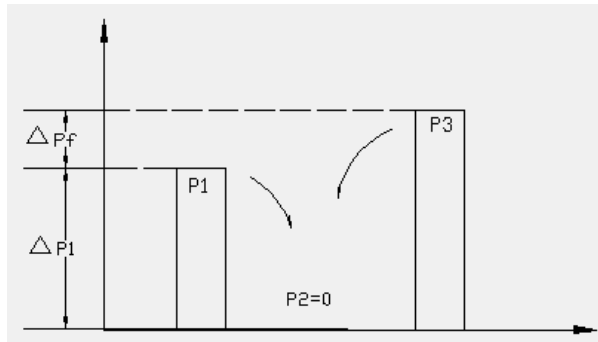


图6 低阻力型倒流防止器背压回流示意

2.2 防止虹吸回流性能对比

首先看减压型倒流防止器，见图7，当 P_1 小于大气压（真空）时，排水器已经开启，中间腔压力 P_2 等于大气压；如果此时两个止回阀均发生渗漏，由于大气的导入，破坏了进出口之间的真空，破坏了虹吸回流的通道，当出口压力大于大气压时，渗漏介质会流向中间腔，由于排水器已经开启，水流会通过重力排出阀外，实现防止虹吸回流功能。

再看低阻力倒流防止器，见图7，其情况与减压型倒流防止器完全相同，同样实现防止虹吸回流污染的功能。

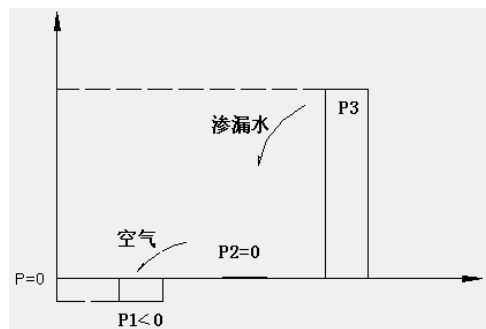


图7 两种倒流防止器虹吸回流示意

批注 [A24]: 泄水阀必须感应 $P_3 > P_1$ 水力条件，开启既延后又缓慢，完全忽视对 P_2 的控制，中间腔的压力水有可能瞬间回流至进水腔，不能防止虹吸回流。完全不同！

2.3 止回阀在关闭时的正向压差 ΔP

无论减压型还是低阻力型倒流防止器，其止回阀在关闭时均在阀瓣前后应保留有一定的正向压力差值，即 ΔP 值，这是倒流防止器之所以能够防止倒流的根本原因所在，是倒流防止器隔断安全性的主要技术指标，也是在进出口小压差情况下确保止回阀密封关闭性能的重要技术措施。

第一级止回阀在关闭时的正向压差 ΔP_1 和第二级止回阀关闭时的正向压差 ΔP_2 ，其作用是：在进口压力尚大于出口压力的情况下，即回流水力条件产生之前，倒流防止器的两级止回阀就可密封关闭。根据美国标准⁽³⁾，对于出口为有毒回流污染： $\Delta P_1 \geq 2\text{psi} (14\text{KPa})$ ， $\Delta P_2 \geq 1\text{psi} (7\text{KPa})$ ；对于出口为有害回流污染和轻微回流污染： $\Delta P_1 \geq 1\text{psi} (7\text{KPa})$ ， $\Delta P_2 \geq 0.5\text{psi} (3.5\text{KPa})$ 。

3 有关倒流防止器几个问题的分析

通过对上述两种倒流防止器结构、原理和防止回流污染性能的分析，我们将引申出下面三个问题的讨论：

批注 [A25]: 低阻力型能做到吗？做到了，就不是低阻力了！但是必须要做到！

3.1 倒流防止器中弹簧的作用与性能可靠性分析

3.1.1 减压型倒流防止器中弹簧的作用

减压型倒流防止器中的弹簧分为止回阀复位弹簧和泄水阀开启弹簧两类。

①第一级止回阀上的复位弹簧的作用，首先是满足止回阀关闭时的正向压差大于 ΔP_1 的要求，防止关闭时的瞬间回流；其次是为克服止回阀关闭时正向压差 ΔP 的作用力和密封关闭力提供动力，确保止回阀的关闭密封性能，同时为泄水阀的密封关闭提供水力压差动力，以确保泄水阀关闭密封。

②第二级止回阀上的复位弹簧的作用，主要是满足止回阀关闭时的正向压差大于 ΔP_2 的要求，防止关闭时的瞬间回流。

③泄水阀开启弹簧的作用，是保持中间腔压力 P_2 应始终低于进口压力 P_1 ，且 $\Delta P = P_1 - P_2 \geq 12 \sim 23 \text{KPa}$ ，确保中间腔低压隔断性能；在回流时，保证其中间腔压力 P_2 始终为最低，并在止回阀渗漏时，自动开启排水器，向外泄压排水。

所以，减压型倒流防止器完全依赖机械复位弹簧实现其防止回流污染功能，弹簧越硬，阻耗越大，安全性越高。其回流时的隔断安全性与流通时水头损失是一对矛盾，无法解决。在美国、北欧等使用倒流防止器已经非常普及规范国家和地区，均对倒流防止器实行强制性的年检制度，其最主要的原因就是通过对其止回阀瓣前后的压差值进行测定，校核复位弹簧的工作可靠性，一旦压差值不在规定的范围，必须强制性更换合格的复位弹簧，以保证倒流防止器的隔断安全性能。

说明：第一级复位弹簧产生的 ΔP_1 和排水器弹簧产生 ΔP 是两个不同的要求，尽管都表示进口压力 P_1 与中间腔压力 P_2 之间的差值，在回流关闭时 $\Delta P_1 > \Delta P$ ，在通水时 $\Delta P_1 \geq 2\Delta P$ 。

3.1.2 低阻力倒流防止器中弹簧的作用

在低阻力倒流防止器的两级止回阀上均设置复位弹簧，复位弹簧的作用，主要是满足止回阀关闭时的正向压差大于 ΔP_1 或 ΔP_2 的要求，防止关闭时的瞬间回流。由于泄水阀的专利设计，可以直接感应进出口的压力，在介质倒流时，进出口的压力差所提供的密封关闭动力远远大于 $\Delta P_1 + \Delta P_2$ ，泄水阀能够可靠开启。

由于低阻力倒流防止器的止回阀上关闭力均来自出口压力提供，泄水阀的开启力也由出口压力提供，这样就弱化了复位弹簧的功能，降低了隔断安全性对复位弹簧的主要依赖，从而可以大大降低复位弹簧的硬度，在确保安全的前提下其局部水损得大幅度降低。——这就为低阻力倒流防止器之所以低阻力而安全性能又得到保证的真正原因。

所以，低阻力倒流防止器主要利用回流时出口压力高于进口压力的水力条件，通过水力控制，实现其防止回流污染功能，同时又能保证止回阀和排水器的关闭密封性能，很好地解决了减压型倒流防止器的隔断安全性与水头损失之间彼此矛盾的世界性难题，有效地解决了阻力大的问题。

3.2 两种倒流防止器的水头损失

3.2.1 减压型倒流防止器的常规水头损失和最低水头损失

在管中流速为 2m/s 时，减压型倒流防止器的水头损失 $h = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_s$ 。

其中： ΔP_1 为第一级止回阀复位弹簧的水头损失， $\Delta P_1 = 0.045 \sim 0.055 \text{MPa}$ 。

ΔP_2 为第二级止回阀复位弹簧的水头损失， $\Delta P_2 = 0.01 \sim 0.02 \text{MPa}$ 。

ΔP_s 为水流粘压阻力损失， $\Delta P_s = 0.01 \sim 0.015 \text{MPa}$ 。

所以，减压型倒流防止器的水头损失一般为 $0.06 \sim 0.09 \text{MPa}$ ，其小流量时的最低水损为 0.055MPa 。如果其水损小于 0.055MPa （如第一级复位弹簧变软），将有可能因密封力不足，第一级止回阀和泄水阀产生不正常泄漏或 ΔP 值的下降，导致进口优质水的大量浪费，故障率提高。

3.2.2 低阻力倒流防止器的水头损失

批注 [A26]: 止回阀关闭动力源错误；泄水阀开启迟缓！不可饶恕的错误！

批注 [A27]: 要命的缺陷：被动关闭！弹簧复位是主动关闭，只有主动关闭，才能起预防作用；被动关闭，就意味着倒流发生之后才关闭！

批注 [A28]: 确实能实现低阻力，但是安全性等于零，而且可以说是倒流发生器！安全性低于双止回阀，甚至低于单个止回阀。

批注 [A29]: 错误的设计理念！必须依赖复位弹簧的主动关闭。如是，则阻力大增，与减压型无异，但是仍然缺乏中间隔离水力界面，性能差距甚远！

由于低阻力倒流防止器目前被定义为能够防止有害回流污染的倒流防止器；在管中流速为2m/s时，其水头损失 $h=\Delta P_1+\Delta P_2+\Delta P_s$ 。

其中： ΔP_1 为第一级止回阀复位弹簧的水头损失， $\Delta P_1=0.01\sim 0.015\text{MPa}$ 。

ΔP_2 为第二级止回阀复位弹簧的水头损失， $\Delta P_2=0.005\sim 0.01\text{MPa}$ 。

ΔP_s 为水流粘压阻力损失， $\Delta P_s=0.01\sim 0.015\text{MPa}$ 。

所以，低阻力倒流防止器的水头损失一般为0.025~0.04MPa，其小流量时的最低水损为0.02MPa。如果水损小于0.01MPa（如复位弹簧变软），虽然不会影响止回阀的密封性能，但可能会影响排水器的密封性能。由于平常的故障大部分出现在止回阀的密封上，所以其故障概率远低于减压型倒流防止器；经过近4年来在各地供水管网上大量使用证实：低阻力倒流防止器的安全可靠性是完全可以保证的。

3.3 两种倒流防止器的管理成本和运行费用分析

从3.1和3.2的分析可知：

由于减压型倒流防止器的性能主要是依赖弹簧实现，在使用一段后，弹簧（尤其是不锈钢弹簧）会变软，预紧力变小，容易造成非正常漏水。国外的做法是定期（每年）对减压型倒流防止器进行检测，发现 ΔP 值不符合要求，及时更换弹簧，其日常维护和保养的工作量，大量使用后，管理成本比较高；同时由于其水头损失比较大，运行费用相对较大。

低阻力倒流防止器不是依靠弹簧控制密封，而是依靠出口压力实现，比较可靠，即使复位弹簧变软，也不会对止回阀的密封性能产生影响，无需定期检测和更换弹簧，其日常维护和保养的工作量小，因而管理成本相对较低；同时由于其水头损失较小，运行费用也比较小。

4 结论

通过上述分析，我们认为：低阻力型倒流防止器不仅具有与减压型相同的防倒流性能，有些安全性能指标（如 ΔP ）甚至优于减压型倒流防止器，密封可靠性比较高；同时低阻力倒流防止器具备低阻力的特性，是给排水领域的新型节能产品，其阻耗指标已经达到国际先进水平；设备的管理成本和运行费用比使用减压型倒流防止器有明显降低，是供水系统实现节能降耗的重要技术措施，非常适合我国低压供水管网条件下普及使用防回流污染装置的现实需求。

5 结语

由于该文作者是在错误的工况下（如 $P_1 > P_3$ 工况）对倒流防止器的防倒流性能进行了分析，所以其得出的诸多结论，如“低阻力型，在 $P_1 > P_3$ 时，极有可能形成倒流”的论断、和“低阻不能防止上述复杂工况倒流，是以牺牲了水质安全性为代价”和“低阻力倒流防止器不是倒流防止器”等，我们认为是不够客观、不够慎重的误解，有必要在此给予正本清源，还真理于本来面目。

尽管观点不同，但该文作者分析问题的方法比较可取，我们表示感谢。

参考文献

- 1 吴兴、李志鹏等《减压型和低阻力倒流防止器的防倒流性能探讨》给水排水 2009 (5):109~111
- 2 CJ/T160-2002 《倒流防止器》
- 3 ASSE Standard #1013-2005 《Performance Requirements for Reduced Pressure Principle Backflow Preventers and Reduced Pressure Fire Protection Principle Backflow Preventers》
- 4 季能平 《低阻力倒流防止器介绍》给水排水动态 2006. (4)

所有关于低阻力型的讨论几乎都不在倒流防止器的技术范围之内，二者不是一回事，谈不到一块去，不能把低阻力型硬塞入倒流防止器系列里面去。应该还其“缓闭止回阀”的本来面目。

作者联系方式：

批注 [A30]: 防止回流污染性能远低于双止回阀！甚至低于单个快闭式消声止回阀！不属于倒流防止器，应予禁用！

批注 [A31]: 缓闭式止回阀的典型特征。回流发生后再可靠密封，没意义！

批注 [A32]: 国际笑话！贻笑国际同行！

批注 [A33]: 需要仔细看看，不记得原文里面有这句话。

批注 [A34]: 说的没错。

批注 [A35]: 对，应该的！真理的本来面目应该是：低阻力型的不能叫“倒流防止器”，其合适名称应该是“带缓慢泄水功能的缓闭止回阀”，不能硬塞入倒流防止器系列。相关的标准和规程也应该适当修改。

季能平 上海上龙阀门厂总工、专利发明人、高级工程师，
手机：13331826697 电子邮箱：shanglongfm@163.com
周韧 常州通用自来水有限公司 总工