

减压型和低阻型倒流防止器的防倒流性能探讨

吴兴 李志鹏 秦武 姚睿 冯宪

(长沙理工大学能源与动力工程学院,长沙 410076)

摘要 目前业内对于低阻型倒流防止器存在一定争议。在介绍减压型和低阻型倒流防止器的结构和原理的基础上,对这两种倒流防止器的防背压回流性能和防虹吸回流性能进行探讨,揭示出两种倒流防止器的防倒流性能的区别所在;对泄水阀和弹簧的刚度在防倒流中起到的重要作用进行研究,找出了减压型倒流防止器之所以“减压”和低阻型倒流防止器“低阻”的根本原因,最后得出了低阻型倒流防止器不属于倒流防止器的结论。

关键词 倒流防止器 减压 低阻 背压回流 虹吸回流 泄水阀

0 引言

目前市场上出现了一些低阻、节能的新型倒流防止器。由于其名称含有“低阻”、“防倒流”这样具有吸引力的词语,在受到欢迎的同时也引起了质疑和争议,并且一直持续未断。下面将从水力控制的角度动态阐述低阻倒流防止器的防倒流性能,在分析之前先给出业内达成共识和认可的标准。

共识 1: 倒流防止器的定义是“一种严格限定管道中的压力水只能单向流动的水力控制组合装置^[1]”。所谓严格防止倒流应包括:①能防止一切工况中出现的背压回流;②能防止一切工况中出现的虹吸回流;③只要出口端介质倒流至进口端,都称之为倒流污染^[2]。

共识 2: 倒流防止器的结构特点是由两级止回装置和泄水排水装置组成。因此,凡是不包括泄水排水装置的倒流防止装置均不能称之为倒流防止器。本文中,不符合该定义的倒流防止装置不作讨论。

共识 3: “具有能防止一切工况”可以包括第二个止回装置发生泄漏,但不能包括第一个止回装置。

此外,由于材料来源不同,本文中,进口腔和上游,出口腔和下游,泄水腔和排水器分别指同一处。

1 减压型和低阻型倒流防止器结构

1.1 减压型倒流防止器的结构和原理

1.1.1 减压型倒流防止器的结构(见图 1)

图 1 是倒流防止器正常工作流态下的结构。本体由二个相互独立的弹簧辅助快闭的弹性密封的止

回阀和中间减压腔内一个独立的水力差动式泄水阀组成,泄水阀的压力腔与上游供水压力相连。

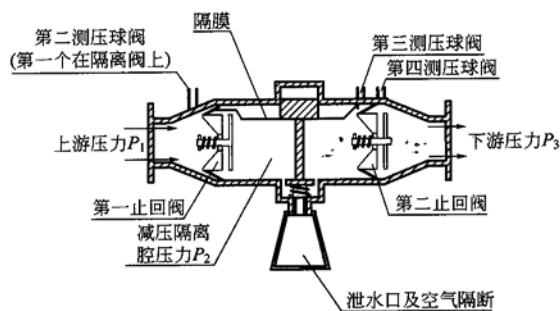


图 1 减压型倒流防止器的结构示意图

1.1.2 减压型倒流防止器的原理

正常流态时如图 2a 所示:2 个止回阀被正向压力水力开启,而泄水阀则被正向压力水力关闭,水流正常流畅。背压回流状态下,如图 2b 所示:当 P_3 升高至 P_1 时(背压),2 个止回阀都被弹簧快速关闭,并且泄水阀迅速开启泄流。虹吸回流状态下,如图 2c 所示: P_1 下降至一定值时,2 个止回阀关闭,泄水

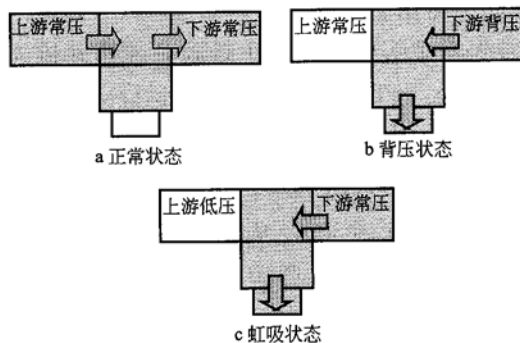


图 2 减压型倒流防止器原理

阀开启泄流,将中间腔泄水减压。

1.2 低阻型倒流防止器的结构及原理

1.2.1 低阻倒流防止器的结构(见图3)

图3是倒流防止器关闭即防止倒流时的结构。它由一个双级止回装置的主阀和外挂式排水器两部分组成。

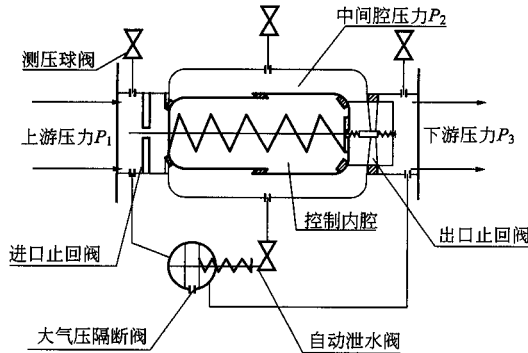


图3 低阻型倒流防止器的结构示意图

1.2.2 低阻型倒流防止器的原理

主阀第一级、第二级的止回阀瓣为同轴控制,两个止回阀瓣的关闭力均来自出口压力,采用了水力控制的原理。当进、出口端存在正常压力差时,如图4a所示:只要出口压力小于进口压力,则前后两止回阀开启,排水器关闭。当进口压力小于出口压力时,如图4b所示:两个止回阀由于失去弹簧预紧力而关闭,此时排水器打开。

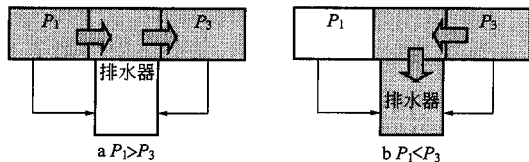


图4 低阻型倒流防止器原理

2 防倒流性能探讨

2.1 防背压回流性能分析

首先看减压型倒流防止器的防背压回流能力,如图5所示:当下游压力 P_3 升高时, P_2 同步升高,当 $(P_1 - P_2) = \Delta P_{12} \leq \Delta P_{止}$ 时($0.024 \text{ MPa} \leq \Delta P_{止} \leq 0.055 \text{ MPa}^{[1]}$),则止回阀关闭; P_2 继续升高,至 $\Delta P_{12} \leq \Delta P_{泄}$ (泄水阀的预紧力 $\Delta P_{泄} \leq 0.020 \text{ MPa}^{[1]}$),则泄水阀开启。如果此时下游压力迅速升高,则由于较大的弹簧预紧力,两个止回阀迅速关闭,然后泄水阀又由于 $\Delta P_{泄}$ 的强制保证

而迅速开启,整个过程一气呵成,不会形成回流条件,因此减压型倒流防止器是具有严格防背压回流性能的。

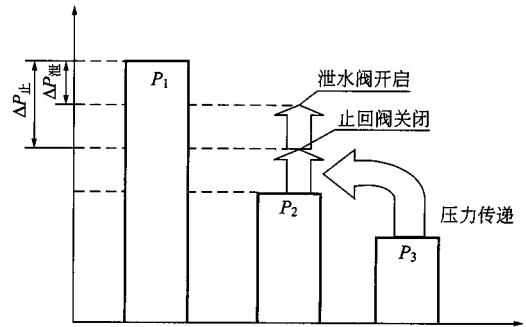


图5 减压型倒流防止器防背压倒流示意

再来看低阻型倒流防止器,如图6所示:当下游压力 P_3 升高,至 $(P_1 - P_3) = \Delta P_{13} \leq \Delta P_{止}$ 时($0.012 \text{ MPa} \leq \Delta P_{止} \leq 0.024 \text{ MPa}$),止回阀关闭; P_3 继续升高,至 $\Delta P_{13} \leq 0$ 时,泄水阀开启。整个过程也同样可以完成止回阀关闭、排水器开启的动作。但是安全等级显然没有减压型倒流防止器高。首先,由于该产品的“低阻”是通过降低弹簧的预紧力来实现的,那么就降低了上、中、下游压差,如果下游的压力迅速上升,则前后两个止回阀由于反应缓慢,极有可能造成回流工况;其次,由于该产品的排水器的开度是根据 P_1 和 P_3 的差值决定的,如果 P_3 和 P_1 的值接近,则排水器的开度是很小的,这就造成了排水不迅速,如果此时出现压力波动,中间的介质没有排空,而第一个止回阀又由于压力波动造成的 $P_1 > P_3$ 而打开,是极有可能形成倒流的。

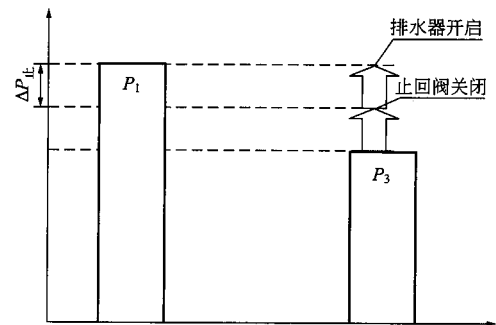


图6 低阻型倒流防止器防背压倒流示意

2.2 防虹吸回流能力对比

首先看减压型倒流防止器的防虹吸回流能力。如图7所示:当上游压力 P_1 降低至 $\Delta P_{12} \leq$

件, 性
 $\Delta P_{止}$ 时, 止回阀关闭; P_1 继续下降至 $\Delta P_{12} \leq \Delta P_{泄}$ 时, 泄水阀开启泄水直至出现空气隔断, 可以完全防止虹吸回流。即使上游压力波动, 由于两级弹簧的预紧力相对较大, 上、下、中游的压力相差较大, 介质是不可能倒流的。行标的相关规定保证了泄水阀弹簧的预紧力, 故泄水阀弹簧反应迅速, 不会形成中间泄水腔排水不及时而进入上游的情况。

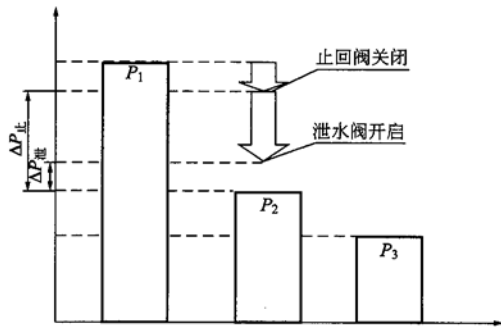


图7 减压型倒流防止器防虹吸倒流示意

在共识 3 条件下, 不包括第一级阀瓣出现垃圾卡阻产生泄漏的情况。因此, 减压型倒流防止器是能严格防止虹吸回流的。

再来看低阻型倒流防止器, 如图 8 所示: 当 P_1 下降, ΔP_{13} 也同时减小至 $\Delta P_{13} \leq \Delta P_{止}$ 时, 止回阀关闭; P_1 继续减小, 至 $\Delta P_{13} \leq 0$ 时, 泄水阀开启。同样, 整个过程也可以完成止回阀关闭、泄水阀开启的动作。但是, 如果上游供水装置停止工作造成 P_1 急剧下降, 但是此时由于“低阻”特性, 两级止回阀不能迅速关闭, 这种工况下极有可能出现倒流。同样道理, 如果上游压力波动, 由于排水器的开启不能迅速完成, 也有可能造成中间腔体的介质倒流。因此, 低阻型倒流防止器是不能严格防止虹吸回流的。

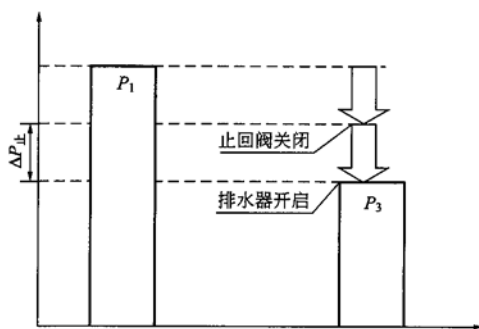


图8 低阻型倒流防止器防虹吸倒流示意

3 结论

(1) 减压型倒流防止器之所以“减压”, 是因为两个止回阀的弹簧造成的, 而正是由于这两个弹簧有较大的刚度才可以保证止回阀迅速关闭, 泄水阀也可以迅速打开, 保证了水质安全。

(2) 低阻型倒流防止器之所以“低阻”, 是因为它的两个止回阀的弹簧损失相对较小, 虽然可以应对一般工况的倒流, 但是不能防止上述分析中复杂工况下的倒流, “低阻”是以牺牲了水质安全为代价的。

(3) 无论是对于止回阀的弹簧, 还是泄压阀的弹簧, 不能随意降低其刚度以达到“低阻”、“节能”目的, 必须严格按照行标《倒流防止器》(CJ/T 160—2002) 执行。

(4) 虽然两者在通常情况下, 都可以防止回流, 但是经过分析可以看出低阻型倒流防止器是不能严格防止倒流的, 不符合行标 CJ/T 160—2002 的定义, 因此不属于倒流防止器, 更称不上低阻倒流防止器。

4 结语

低阻倒流防止器之所以能在市场上出现, 是因为该产品能防止一般情况下的倒流, 并且进行了理论或试验论证, 具有一定的误导性, 但是低阻型倒流防止器是不能应对复杂工况的, 不能阻止一切工况下的倒流。因此, 设备选用应永远将水质防护放在第一位, 阻力性能放在第二位, 规范市场, 确保公众安全。

参考文献

- 1 CJ/T 160—2002 倒流防止器
- 2 李政宏. 倒流防止器的阻力性能和水质安全的关系探讨. 水务世界, 2008, (3): 35~38

✉ 通讯处: 410076 湖南省长沙市赤岭路 45 号 长沙理工大学能源与动力工程学院

电话: 13487562521

E-mail: wwwuxing@163.com

收稿日期: 2008-12-04

修回日期: 2009-02-23