

## 四、阻力性能与水质安全的关系的探讨 ——析低流阻倒流防止器的得失

李政宏 (上海冠龙阀门机械有限公司)

【摘要】介绍倒流防止器的主要功能,在给水输配工程中,防止水质污染的重要作用,及和低流阻倒流防止器的功能比较分析。

【关键词】防背压回流能力 防虹吸回流能力 泄水阀的抗干抗能力 维持警告

供应符合水质标准的水和防止水质污染是对给水输配工程的重要要求,在防止水质污染中防回流污染尤其重要。减压型倒流器就是一种彻底防止任何工况下的回流污染的安全装置,在输配水工程中设置倒流防止器可有效防止回流污染,确保人类生活饮用水和生产工艺流程的卫生和安全。

2002年建设部发布了CJ/T160-2002《倒流防止器》行业标准,2003年建设部又在CB50015-2003《建筑给水排水设计规范》中强制性要求用水管道应设置倒流防止器。2005年3月,建设部又将《倒流防止器的安装》纳入为国家建筑标准设计的四十四项标准设计之一。同年6月,中国工程建设标准化协会又发布了协会标准《给水系统防回流污染技术规程》,对防回流污染措施及防回流装置选型、安装、调试、验收作了详细的规定。

倒流防止器是未来城市管网建设必然的选择。然而在城市管网老区改造工程中,由于国内外的各类倒流防止器普遍存在水损较高的问题,及受现有水厂供水能力的限制,倒流防止器具推广使用受到了阻碍。所以尽快推出流阻低和安全性高的倒流防止器,以普遍提高城市生活饮用水的质量成了我们业内阀门制造商共同的目标。

但是,符合CJ/T160-2002《倒流防止器》行业标准的倒流防止器——减压型倒流防止器,一般是由两级相互独立的止回阀和两者中间的一个泄水阀组成的组合阀(图4-1),为保证其安全性和稳定性,第一级止回阀必须维持一定的流阻(这个压差是维持泄水阀正常工作的压力源),水损必然较大,所以阻力性能和安全性及稳定性之间形成了一对难以解决的矛盾。如果能在降低第一级流阻的同时还能保证安全性和稳定性,必然在现有的结构和原理设计上有很大突破。

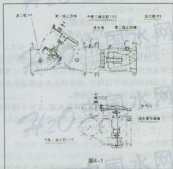
目前市场上出现了某些低流阻倒流防止器,据说

可以同时提高安全性和阻力性能。作为《给水系统防回流污染技术规程》和《倒流防止器的安装》的主编单位之一,出于对公众用水安全考虑和促进我司倒流防止器的技术更新,我们针对这类产品进行了认真的分析和研究,发现其在结构上的确和目前本公司的减压型倒流防止器有很大的不同,也降低了流阻,但阀门的严格防止倒流的可靠性能却并没有得到保证。

现将倒流防止器作为严格防止倒装置的功能要求对低流阻倒流防止器进行分析如下:

### (一)、防背压回流能力

低流阻倒流防止器泄水阀通过感应进出口压差而实现启闭动作,而符合CJ行标的减压型倒流防止器都是通过感应进口压力和中间减压腔的压力来实现的。两者虽都有泄水阀;但对于同一个倒流防止器,进出口压差显然大于进口和中间减压腔之间的压差,相对符合CJ行标的减压型倒流防止器,此低流阻倒流防止器则通过感应进出口压差忽略了对减压腔和进口腔之间的压差要求,从而降低了阀组的流阻。



然而正是因为泄水阀的动作完全来自对进出口压力的感应,中腔压力的任何变化就不能影响泄水阀的动作。这在主阀关闭后,进出口压力同步降低时,会出现中腔压力高于进口压力的状况,如果此时第一

级密封或两级密封同时出现问题,此时泄水阀不会发生排水动作,则必然会发生背压回流。而减压型倒流防止器的泄水阀动作是感应进口压力和减压腔(中腔)的压力,一旦由于各种原因减压腔压力升高到一定值,使进口和减压腔的压力差下降到一定值(CJ标准规定 $\leq 0.012\text{MPa}$ 。AWWA标准规定 $\leq 0.014\text{MPa}$ )泄水阀就会及时泄压以保证减压腔压力始终低于进口压力,这样就杜绝了背压回流现象的产生。

比较两种类型的倒流防止器的工作原理,我们可以得出结论,减压型倒流防止器可以保证减压腔和进口腔之间不发生压力回流,而低流阻型倒流防止器则不能保证,很显然减压型倒流防止器的安全防护等级远高于低流阻型倒流防止器。

由此可见,低流阻型倒流防止器降低了流阻同时降低了安全性能,并没有解决阻力和安全性之间的矛盾。

## (二)、防虹吸回流能力

符合CJ行标的减压型倒流防止器中的泄水阀中必须设有阀芯泄水复位弹簧(而市场上的低流阻型倒流防止器普遍不设弹簧以降低流阻),其作用是设定泄水阀的最高开启动力,当进口压力降低到一定值时,不管中腔压力为多少,泄水阀必定达到全开启状态。这个进口压力值是反映防虹吸能力的一个指标,压力值越高,说明防虹吸安全性能越高。

符合CJ行标的减压型倒流防止器泄水阀发生动作的临界点是:

$$(P_1 - P_2) \times S_m \leq F_1$$

式中  $P_1$ ——进口压力;

$P_2$ ——中腔压力;

$F_1$ ——复位弹簧工作载荷;

$S_m$ ——泄水阀膜片受压面积。

假设  $P_2 = 0$ (中腔排空),此时  $P_1 \times S_m \leq F_1$ 。

此满足条件的最大  $P_1$  值即是倒流防止器产生防虹吸功能的最高进口压力值,表明进口压力未达零值和负压时减压腔早已排空,在进口压力为零值和负压时绝对不会发生虹吸回流现象。

而低流阻型倒流防止器为降低流阻,在泄水阀中不设复位弹簧,其泄水阀产生防虹吸功能的临界点是:

$$(P_1 - P_2) \times S_m \leq 0$$

式中  $P_2$ ——出口压力。

即  $P_1 \leq P_2$

如果出口压力  $P_2$  为零,则进口压力  $P_1$  为负压才能打开。显然低流阻型倒流防止器的防虹吸能力比减压型倒流防止器差。

而且泄水阀的开度取决于  $\Delta P = P_1 - P_2$  值,在  $\Delta P$  是够克服阀芯摩擦力时才能完全打开泄水阀(一

般为负压  $0.05\text{MPa}$ ),否则不能保证最大排灌能力。而且低流阻型倒流防止器的排水装置不具备减压型倒流防止器的补气口,唯一的排水口排水面积也不符合CJ行标要求,由此造成的排水不畅在紧急情况下将明显延长排空时间,降低防虹吸回流功能的安全性。

## 三、泄水阀的抗干扰能力

AWWAC511明确规定减压型倒流防止器的泄水阀须启闭平衡,在正常流速和正常管道压力波动条件下,不应过分频繁启闭。

低流阻型倒流防止器的主要特点是流阻低,当管道流速在  $2\text{m/s}$  时,流经该阀的压力损失仅为  $2\sim 3$  米水柱,即  $0.2\sim 0.3\text{kg/cm}^2$ ,在流速低时流阻更低。众所周知管道压力的波动在所难免,所以在管道正常的流速,尤其是低流速下,低流阻型倒流防止器的低流阻必然无法抵挡管道的压力波动,造成泄水阀的频繁排水。

## 四、结构上的设计造成制造工艺较差

比较典型的低流阻型倒流防止器的出口腔和中腔之间有三处密封,其中两处都是活套密封形式,在主阀每次启闭时都经历一个行程的动摩擦,密封圈很容易磨损,此时就极易发生内部泄漏从而发生压力回流。

令人担忧的是,在发生内部泄漏时,泄水阀并不发生任何动作以警告用户内部元件已发生问题。相反减压型倒流防止器则会通过间断的有规律的排水动作以警告用户内部密封元件已出现有问题需要及时维修,警示的同时其依然具备防回流功能。另外活套密封要保证密封性,活套间隙要求很高,相应的对水质要求也高,即使很小的杂质都可能导致活套卡阻。而低流阻型倒流防止器的第一、第二级止回阀是同步启闭的,一旦卡阻,倒流防止器就完全失去了它的止回功能,在后端污染等级高的管道系统,其危害将不堪设想。从这一方面来说,其在安全性能方面甚至不如普通的相互独立的双止回阀。

而且,在发生故障后,不可在线维修,这也是不符合AWWAC511规定的。

通过以上分析,我们可以得出以下结论:

1. 低流阻型倒流防止器不是减压型倒流防止器,即CJ/T160-2002《倒流防止器》行业标准中定义的倒流防止器,同样其防虹吸回流、背压回流功效指标达不到CJ/T160-2002及AWWAC511的规定值,低流阻型倒流防止器绝对不可取代减压型倒流防止器应用在重要场合。

2. 由于流阻低会造成泄水阀频繁排水,造成不必要的水资源浪费。

3. 内部泄漏时泄水阀无警示功能,造成长期回流

而得不到维修。

#### 4. 不能在线维修,影响用户用水。

为防止给水系统污染,应根据回流污染危险等级和防回流污染要求正确采用防回流措施和设置防回流装置,一定要在确保公众的安全和健康的前提下,再考虑提高经济效益。

协会标准《给水系统防回流污染技术规程》有以下规定:

3.0.4 回流污染危险等级应根据回流危害程度按表3.0.4确定。

表 3.0.4 回流污染危险等级

回流污染危险等级	危害程度
有毒污染	可能危及生命或导致严重疾病
有害污染	可能损害人体或生物健康
轻度污染	可能导致恶心、厌烦或感官可刺激

3.0.6 防回流污染装置的选型可按表3.0.6确定。

表 3.0.6 防回流污染装置选型

应用条件	防回流污染装置				
	减压型倒流防止器	非减压型倒流防止器	压力型真空破坏器	大气型真空破坏器	软管接头真空破坏器
连续压力流	√	√	√	×	×
防虹吸回流	√	√	√	√	√
防背压回流	√	√	×	×	×
有毒污染	√	×	√	√	√
有害污染	√	√	√	√	√
轻度污染	√	√	√	√	√

注“√”表示可选用,“×”表示不可选用

低流阻倒流防止器因为和减压型倒流防止器同样具有泄水阀,所以很容易让人误以为就是减压型倒流防止器,加上其以流阻低为卖点,很容易被不甚了解倒流防止器功能的用户接受,但在协会标准《给水系统防回流污染技术规程》中,在某些特殊场合,减压型倒流防止器的作用是不可替代的。倒流防止器是

关乎市民生活质量和生命安全的安全性两门,被业内人士所说,其水质防护安全性能是第一位的,而且阻力性能是第二位的。无论是制造商还是用户,在设计、改进和选购倒流防止器时都应以此为前提,共同努力尽快推出真正具有安全性能的低流阻倒流防止器,以此规范市场,确保公众健康安全。