



倒流防止器在生活饮用水管网中的应用

何冠钦 赵煜灵

提要 生活饮用水管网必然存在交叉连接,有交叉连接必然存在倒流污染的危险。介绍了倒流防止器的功能及其安装方式,并对随之导致的供水管网图式变化作了详细阐述。

关键词 交叉连接 止回阀 倒流污染 倒流防止器

0 引言

要提高我国生活饮用水水质,使居民能直饮自来水,除了严格治理水环境污染,保护好水源,改进净水工艺,提高出厂水水质外,在配水管网的技术改造中,除了优化管材材质外,必须根除管网本身的倒流污染,并淘汰重力调节水箱,消除二次污染源,逐步实现全封闭供水。

倒流防止器(Backflow preventers)是在发达国家应用了几十年的一种防止倒流污染的有效装置。本文将介绍生活饮用水管网存在倒流污染危险的原因,倒流防止器的功能,它在生活饮用水配水管网上的安装部位,以及安装应用后,管网图式的改变。

1 基本概念与定义

要使我国生活饮用水配水管网的技术标准有一个质变,必须突破一些旧概念,制定新的技术标准。

交叉连接的定义:生活饮用水管道上接出非生活饮用目的的用水管道,这种连接称为交叉连接。

由于城市只有一个管网——市政自来水管网,它除了主要供应居民的生活饮用水外,还必须供应其他用途的用水,因此交叉连接是必然存在的。

非生活饮用目的的用水管网,有的长期不用而使水变质(如消防管网),有的配水出口极易玷污(如游泳池、冷却塔、喷泉的补水管、绿化洒水管及工业用水管),它们对管网的水质构成严重威胁,一旦产生倒流,生活饮用水管网就会被严重污染。

倒流污染的定义:生活饮用水管道上接出的支管,不论支管中的水是否已被污染,只要倒流入生活饮用水管道,均称为倒流污染。

本定义对倒流污染的概念有一个“质”的突破,过去是对确定已被污染的支管要采取防止倒流污染措施,而对不是显而易见的存在水质污染潜在危险

的支管就不采取措施。由于概念的狭隘,使我国现有的生活饮用水管道的水质保护措施是局部的、脆弱的。按照新的倒流污染的概念,生活饮用水管道为保护水质必须对可能出现的倒流污染处处设防,当支管万一出现倒流时,就将倒流水自动排出管网,决不容许支管内的水倒流入干管。

止回阀不是防止倒流污染的有效装置。本概念是从防止倒流污染的角度来评价止回阀的功能而得出的结论。此结论基于下列理由:

(1)止回阀的产品标准中没有将止回阀必须达到“滴水不漏”作为评定产品是否合格的规定。依靠重力关闭阀瓣的止回阀,其关闭密封性都不高。一般都渗漏,依靠弹簧力关闭阀瓣的止回阀,密封性能则可达到不渗漏要求。

(2)止回阀在运行过程中产生渗漏,在管道外是不能被察觉的。止回阀也没有将倒流水自动排出管外的功能。

鉴于以上原因,止回阀在管道上安装使用是将其看作引导水流单向流动的管件,不能认为它具有防止倒流污染的能力。

2 倒流防止器

2.1 结构原理和工况

倒流防止器是一个严格限定管道中的水只能单向流动的水力自控的组合装置。它由两个速闭型止回阀和一个水力控制的自动泄水阀共同连接在一个阀腔上组成。止回阀一定要速闭,以防止关闭过程中产生倒流,在水的正向流动惯性停止前阀瓣就被关闭。自动泄水阀利用进口压力与阀腔压力的压差来控制启闭,不需人工操作,也不需电气、仪表控制。倒流防止器的结构原理剖面如图1所示。

倒流防止器的运行状态如下:

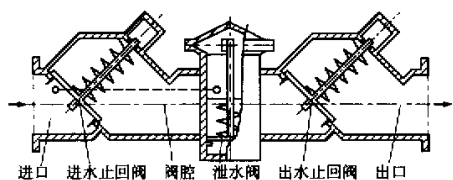


图1 倒流防止器结构示意图

正常流动状态:供水压力在 $0.2\sim 0.6\text{MPa}$ 范围内,水流会顺利地流过倒流防止器,由于止回阀的局部阻力,使进口端与阀腔、阀腔与出口端之间形成约 0.024 和 0.01MPa 的正压差。

自动泄水阀的控制室与进口端之间有一连通管,使控制室内水压与进口端相等,泄水阀阀瓣受此水压与弹簧力控制,将处于稳定关闭状态,不泄水。

在流动状态下,进口压力产生波动时,倒流防止器内的相对压差则始终不变,故不产生泄水。

零流量状态:出水管无出流,由于止回阀在零流量出现时已迅速关闭,故倒流防止器内的设定压差仍然存在,自动泄水阀保持关闭状态,不产生泄水。

如果零流量状态的持续时间很长,而进口水压又不断下降,使进口端与阀腔之间的压差降至约 0.012MPa 时,自动泄水阀将开启泄水。但由于水的压缩性很小,阀腔内的水只要被泄走一点,设定正压差就可恢复,泄水阀自动关闭,故泄水量很小。

零流量状态的特殊情况是背压状态,即出水管道内的压力因某种原因升高且高过阀腔压力,这时只要出水止回阀无损坏,关闭严密无渗漏,背压就不会传送到阀腔,阀腔压力不变。进口与阀腔间的设定正压差不变,自动泄水阀就保持关闭不泄水。如背压状态下出水止回阀又出现渗漏,背压传送至阀腔且破坏了进口与阀腔间的设定正压差,自动泄水阀就会开启泄水,至背压消失。进口与阀腔间的设定正压差恢复,泄水阀即复位停止泄水。

反虹吸状态:当进口压力突然降至 $\leq 0.0234\text{MPa}$ 时,自动泄水阀就完全开启泄水,阀腔内的水迅速被泄空,形成空气隔断,就不会形成虹吸倒流。当压差恢复到 0.0234MPa 时,泄水阀自动关闭,恢复正常供水。

从上述倒流防止器的功能可以看出,只要在配

水管网的适当部位安装了倒流防止器,在管网有可能发生倒流危险时,通过倒流防止器的自动泄水阀将其阀腔内的水部分或全部泄放,即可防止倒流现象的产生,从而杜绝了倒流污染。

2.2 安装部位

国际管道及机械专家协会制定的统一管道工程规范1988年版(International Association of Plumbing and Mechanical Officials UNIFORM PLUMBING CODE 1988 EDITION)中有两条原则性规定:

一、从城市自来水管(公共供水管)接入用户的连接管上,必须设置倒流防止器。倒流防止器前的连接管段上不得接出任何用水管道。

二、生活饮用水管道上存在交叉连接的部位,在非生活饮用目的接管起端必须安装倒流防止器。

这两条原则性的规定就将倒流防止器的安装部位交待得十分清楚了。规定之一是保护城市供水管网不受用户管网的水质污染(注:即使用户是纯生活饮用水管网,也可能因使用不当引发倒流污染);规定之二是用户内的生活饮用水管网不受非生活饮用目的用水的水质污染(注:更具体的规定另文讨论)。

2.3 安装要求

倒流防止器一般安装在水表之后,在建筑物内的适当地点。安装地点的环境要求清洁、通风良好,不结冻,有良好的排水设施,检查维护方便。

倒流防止器安装在架空的水平管道上。泄水口高出地面至少 300mm ,使泄水口在任何情况下都不被任何杂物或液体淹没。

倒流防止器前应安装过滤器,以防止杂质粘附引起止回阀瓣关闭不严导致渗漏,引发自动泄水阀误动作泄水。如果倒流防止器与水表两者之间相处甚近,水表前已安装有过滤器,则可不再安装。

当因产品规格所限,安装一个倒流防止器其过水能力不能满足要求时,可并联安装使用。

倒流防止器前后应视管路具体情况配置阀门。

3 供水图式的变化

(1)在水压不足的低层、多层建筑中,用气压水罐取代屋顶水箱成为现实。

在市政水压不足的区域,多层或低层建筑目前均采用屋顶高位水箱来储水和调节供水。水箱的配管是进水管从水箱最高水位以上进水,用浮球阀或



液位控制阀来控制箱内水位,底部出水接至各用水点。这种供水图式就是因为没有有效的倒流防止器而被迫采用的“重力式间接供水图式”,它存在着致命的缺陷:a.水箱进水时超过水箱高度的富裕水压被消能而白白浪费,顶层的住户却因水箱高度不足而存在用水水压不足;b.由于水箱的密封性差,死水区大使水箱成为水质受二次污染的污染源;c.水箱必须设在屋顶,防冻性不好,每栋建筑均有一个或几个屋顶水箱使城市景观不雅,建筑物的第五立面观赏性差;d.浮球阀或液位控制阀的失灵往往造成溢流浪费大量的水。

在接户管上安装倒流防止器后,就可利用气压水罐来贮水并贮压来调节用水。其供水图式如图2所示。图2a主要用于有地下室或车库的低层别墅;图2b主要用于多层住宅。采用气压水罐取代重力水箱的最大好处是没有水质二次污染和漏水,维护费和运行费为零,足以弥补设备费用的增加。

(2)生活热水系统中,气压水罐取代高位水箱。闭式系统取代开式系统,可使系统压力稳定,设备简化,杜绝膨胀水溢流。

(3)垂直串联的供水系统,用倒流防止器取代中间水箱,可大大节约建筑面积和能耗。

垂直串联供水系统设置中间水箱的主要原因是将上区管网与下区管网在水压上断开。当上区泵出

口的止回阀渗漏时,回传的压力经中间水箱消能而消失,不会对下区管网引发超压,超压会给下区管道和设备带来损害乃至损坏。在正常运行时,中间水箱系统就会存在很大的能量浪费。因为下区要满足本区顶部楼层的用水水压,此水压对进入中间水箱来说就显然偏高,进入水箱被消能。倒流防止器具具备隔断上区水压回传的功能(详倒流防止器的零流量状态),在正常运行时下区的余压就完全被上区利用,大大节省了运行电耗。系统的功能也不需中间水箱调节水量,所以用倒流防止器取代中间水箱就可取得节能,少占面积,杜绝因中间水箱引发的二次污染和管路简化等好处。

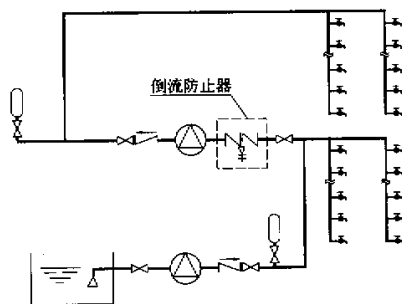


图3 在变频调速泵串联供水系统中的应用

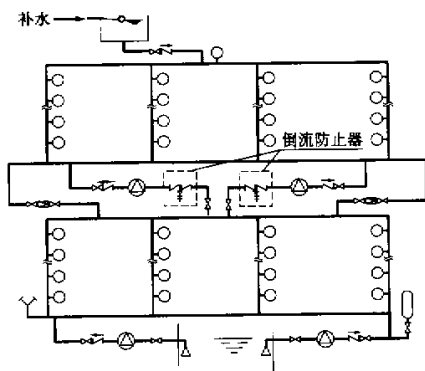


图4 在消防给水系统中的应用

图3是生活供水系统采用变频调速泵串联供水的图式,图4是消防给水系统的串联供水图式。如果允许从市政给水管网吸水,则本图式中的地下水池取消。在初级泵的吸水管上设置倒流防止器。

(4)低层、多层消防给水系统的图式。

低层、多层建筑的火灾灭火是立足于自救,即建

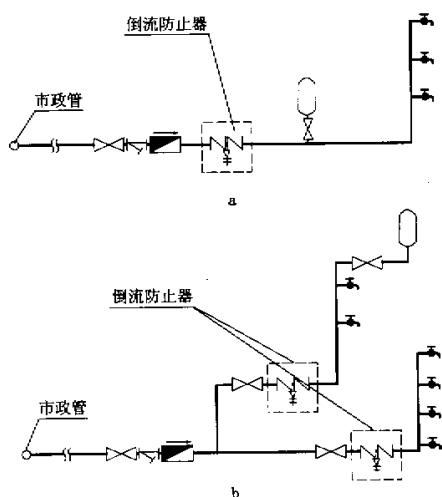


图2 倒流防止器安装在接户管上



筑物内设置有必要的消防管网和少量的消防贮水。但一般不设专用消防水池和消防水泵。图 5 是常见的图式,此图式是靠屋顶水箱间接重力供水的图式,采用间接供水的原因是防止消防管网的水倒流到生活管网污染水质。但此图式的最大缺点也就在于不能与市政管网直接相通,使市政管网的水压、水量在消防时不能直接利用,是一个舍本求末的图式。如今有了倒流防止器,就可以将消防管网与市政管网直接连接。新的图式如图 6 所示。

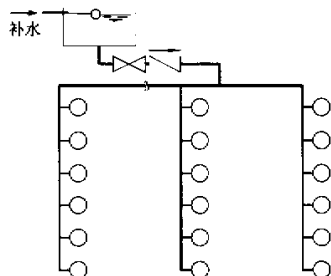


图 5 普通多层建筑消防给水系统

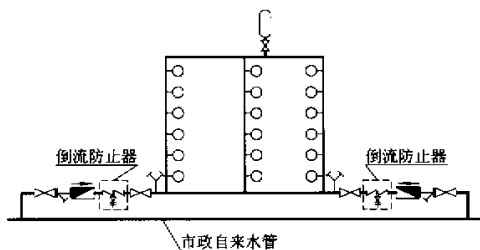


图 6 在多层建筑消防给水系统中的应用

采用新图式应注意,应使用气压水罐或密闭水箱取代钢筋混凝土的重力水箱,否则水箱出水管上的止回阀因渗水会引起水箱溢流。

(5)有双水源供水的建筑,引入管上各自安装倒流防止器。

重要和大型的民用建筑,很多是有从市政管网不同管段进水的两条引入管。由于市政管网不同管段的水压存在差异,为防止引入管成为不同管段之间的连通管而窜水。在各自的引入管上安装倒流防止器就可达到不窜水的要求。即使其中一条出现停水检修时,也不必人工去关闭该引入管上的阀门,给运行带来极大的方便。其安装图式如图 7 所示。

(6)低层建筑小型自动喷水灭火系统的连接。

一些低层建筑,需局部安装自动喷水灭火系统;或某些商铺装修时会被告之应安装自动喷水灭火系统。这些情况的特点是作用面积不大,市政水压基本满足系统的水压要求,如果建一整套水池、水泵的供水系统,却没有足够的地方,而直接利用市政供水,问题就迎刃而解。其图式如图 8 所示。



图 7 用于双水源供水建筑的引入管上

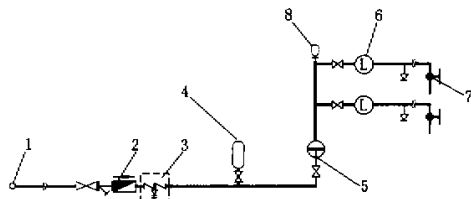


图 8 低层建筑小型自动喷水灭火系统中的应用

- 1 市政自来水管 2 水表 3 倒流防止器 4 气压水罐
5 报警阀 6 水流指示器 7 末端放水装置 8 自动排气阀

4 结论

倒流防止器是一种有效防止管网倒流污染的装置。在发达国家已应用了几十年,在我国国民经济有了很大发展的今天,有必要将这一技术措施引进到我国的配水管道工程中来,使我国配水管道工程与国际接轨。

我国的钢铁产量,已能承受气压水罐取代重力水箱的能力。重力水箱是配水管道的二次污染源。与其对重力水箱的水进行二次消毒,倒不如淘汰重力水箱,实现密闭供水,杜绝二次污染。

倒流防止器的推广应用,不仅仅是防止倒流污染,还将导致建筑给水系统供水图式的一次大变革。

附记 《建筑给水排水设计规范》(GBJ15-2000)正在修编,其中将纳入倒流防止器的有关应用条款。

▽作者通讯处 510010 广州市流花路 97 号

广东省建筑设计研究院

电话 (020) 86662933-3406

收稿日期 2000-8-24