

输水管道减压及出口消能方式设计应用

赵义基

大禹节水(酒泉)有限公司 甘肃酒泉 735000

摘要: 输配水管道工程实践中,常见的管道中段减压方式有:消能箱、减压阀、中段锥形阀及多功能活塞控制阀;常用的管道出口的消能及控制方式有:消力池(消能格栅)、消能箱、锥形阀、浮球阀及拍门等。本文分别就输水管道不同减压方式、管道出口的消能及控制方式设计应用优缺点进行分析,提出适宜不同管径、不同水质、不同水力条件下管道减压消能的设计选择。

关键词: 压力管道;减压;消能

Design and application of water pipeline decompression and outlet energy dissipation

Yiji Zhao

Dayu Water Saving (Jiuquan) Co., Ltd. Gansu Lanzhou 735000

Abstract: In the practice of water supply and distribution pipeline engineering, common methods for pressure reduction in pipeline sections include energy dissipation chambers, pressure reducing valves, tapered valves, and multifunctional piston control valves. Common methods for energy dissipation and control at pipeline outlets include energy dissipation pools (energy dissipation grids), energy dissipation chambers, tapered valves, float valves, and flap gates. This article analyzes the advantages and disadvantages of different pressure reduction methods for water pipelines and the design and application of energy dissipation and control methods at pipeline outlets. It proposes suitable design choices for pressure reduction and energy dissipation in pipelines of different diameters, water qualities, and hydraulic conditions.

Keywords: Pressure pipeline; Decompression; Energy dissipation

随着我国对水需求量的不断增加,输水管道也在不断增加,为了保障输水管道的安全运行,降低输水管道的工作压力,避免运行过程突然关闭闸、阀时水锤压力过大造成管道以及下游设施造成损害,就需要进行输水管道减压及出口消能设计应用。但是,不同管道条件以及水力条件下对输水管道减压及出口消能的需求也会存在差异,因此需要工作人员结合水利工程实际情况去对管道减压的方式设备、管道出口的消能、控制方式及设备进行选择和应用,以此提升输水管道减压及出口消能方式设计应用的效果。^[1]

一、管道减压方式选择

1.消能箱

消能箱在压力管道中布置方式可分为二种,一是管道中段减压,二是管道出口的末端消能。当压力管道过长、纵坡较陡、管道出口压力过大,与下游管线所需工作压力差距过大时,应在管道中段逐级减压或管道出口减压消能,使管道出口压力降为符合要求的正常使用压力。当管道泥沙含量较大、不具备采用减压阀减压方式时,利用管道中段或管道出口布置专用的水工建筑物消能——消能箱减压消能,其结构简单,造价较低,消能效果好^[2];其原理是上游管道出口的高速水流冲击铸钢消能格栅及池中水垫减压消能后,排放或

者重新起压向下游管道输水。消能箱底部应设放空管。重新起压向下游管道输水应注意下游管道进口的淹没深度,淹没水头选择按管道取水口淹没计算。消能箱结构设计示意图图1。

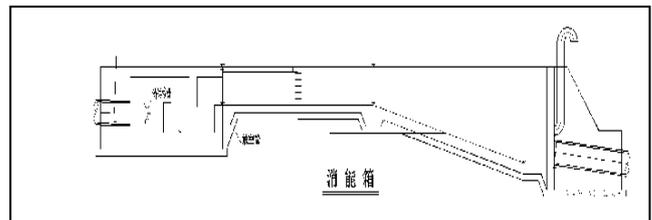


图1 消能箱结构示意图

2.减压阀

可调式减压阀在管道中的应用,可将较高的上游压力降为符合要求的下游正常使用压力。其特点为:减压效果好,可减动压,也可减静压,出口压力调节范围可达阀前压力的10%~80%;调整操作方便(无需动力电源);节能效果好,阻力损失小;自动调压,基本无须维护;关键零件均采用特殊材料,使用寿命最长可达15年。

常用减压阀技术参数:公称压力有1.0MPa、1.6MPa、2.5MPa、4.0MPa;调压范围PN1.0MPa调压范围0.1~0.8MPa;PN1.6MPa调压范围0.16~1.3MPa;PN2.5MPa调压范围0.25~2.0MPa;PN4.0MPa调压范围1.0~3.5MPa;适用介

质为清水、原水;适用温度 $0\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。减压阀结构示意图见图2。

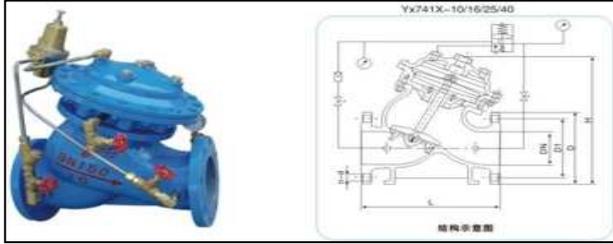


图2 减压阀结构示意图

减压阀减压的不足之处,一是当管道直径较大时,减压阀(与消能箱相比)价格较贵,阀井尺寸也大;二是水质浑浊,管道泥沙含量较大时,易堵塞控制管路,且泥沙进入阀腔后无法排出;三是技术参数不满足减压阀工作范围时,影响减压效果或影响流量。

3.多功能活塞控制阀

多功能活塞控制阀在管道中的应用,可将较高的上游压力降为符合要求的下游正常使用压力。其特点为:多功能活塞控制阀具有多种调节及控制功能。如:水位控制、减压、止回、泄压、流量控制、以及坝底排空泄水等功能。最大进出口压差可达 $40\text{Kg}/\text{cm}^2$,尤其是在大口径、高压力和大压差的工况下更显现其优越的调节和控制功能。其减压工作原理是通过水流中气泡在鼠笼中央对撞破裂而消能(减压)。

多功能活塞控制阀选型时应注意管径、压力以及流量匹配,调整操作需动力电源,其使用寿命最长能达到20年。

技术参数:公称压力有 1.0MPa 、 1.6MPa 、 2.5MPa 、 4.0MPa ;公称口径 $\text{DN}50\sim\text{DN}2200$;适用介质清水、原水及非腐蚀性流体;适用温度 $0\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

4.锥形阀

(1)锥形阀的布置:排放型锥形阀辅以专用的水工建筑物(消力池),多用于管道出口消能。管道出口布置锥形阀时,管道出口直径应根据下泄流量适当收缩,锥形阀直径也相应缩小。排放型锥形阀的布置可以是水平排放,也可以是 45° 排放以及垂直排放。锥形阀在高寒地区应采用 45° 角封闭式排放布置形式,以免水雾结冰,使得驱动杆冻结,无法关闭阀门及混凝土侧墙结冰冻胀。

(2)锥形阀的选型:通常,当管道末端水头大于20m时,宜采用锥形阀排放。锥形阀的选型要素主要是直径、压力、下泄流量、排放形式以及驱动方式。当前国内可制造 $\phi 4000\text{mm}$ 管径的锥形阀;可制造最大压力 4.0MPa 锥形阀。锥形阀制造当分为两种结构形式,一是水工机械厂制造的锥形阀,只是锥形阀阀体部分,出口利用专用的水工建筑物消

能,价格较低廉;二是个别阀门制造厂,将出口压力较大的锥形阀水工建筑物消能改为金属外壳导流消能罩,加以水工建筑物固定,金属外壳使得阀体体积加大,重量加重,所需安装难度加大,故锥形阀价格增加2~3倍,安装费用同步增加。

(3)锥形阀的基本构造:锥形阀分为内套筒和外套筒两种结构,目前国内常用的多为外套筒结构。锥形阀主要有阀体、喷管、套筒闸、摇臂、进出口管、驱动轴和浮动阀座等零部件组成。可采用手动涡轮、电动、液压自动控制等驱动方式。锥形阀直径较大,附近有电源的情况下,阀门宜选择手电两用,电动阀门的开启、关闭速度都快,效率高。

二、管道出口的消能及控制方式

1.消力池

消力池常用于管道出口的消能、排放。当管道末端水头小于20m时,利用管道出口专用的水工建筑物消能,造价较低。

消力池的管道出口应呈喇叭口状,使水流扩散喷出,增加管口水流面积,降低流速和补气,然后撞击铸钢消能格栅及水垫消能。消力池底部应设放空管,管道出口可以是 90° 或 45° 布置,相应的消能格栅始终垂直于管口,管道出口距消能格栅的距离一般为 $0.5\sim 1.0$ 倍管径(管径越小距离越大)。

2.水力浮球阀

水力(自控)浮球阀安装在管道出口,即蓄水池、出水塔进水管口。水力浮球阀分为机械(杠杆)原理形式和液压(压差)原理形式二种(见水力浮球阀示意图)。当水池水位达到预设水位时,阀门自动关闭;水位下降时,阀门自动开启补水。其特点为:采用软、硬双密封阀板,密封利用液压控制原理,使阀板关闭力与进水压力成正比,密封可靠性高;关闭速度可调,阀门动作平稳,启闭不产生压力波动,无管振和噪音。主阀体可安装在水池外面,调试检修方便,维护简单;可采用定水位控制(机械、电器),减少阀门启闭频次,延长使用寿命。^[3]

技术参数:公称压力 $1.0\text{MPa}\sim 2.5\text{MPa}$;公称直径 $\text{DN}0.05\text{m}\sim\text{DN}1.4\text{m}$; (直径与压力成反比);工作压力 $0.05\sim 2.5\text{MPa}$;适用介质水、油品;适用温度 $0\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

其不足之处,一是选型受公称压力限制;二是水质浑浊,管道泥沙含量较大时,易堵塞控制管路,且泥沙进入阀腔后无法排出;三是浮球装置在水中受泥沙和生锈影响,运行时间长后灵敏度会降低。

3.拍门

传统的拍门形式均为顶开型,即转铰在拍门顶部,拍门门板靠水冲击力沿转铰向上开启。由于传统的拍门门板重量较大,在水流波动时上下拍动,使得管道出口的水流振动传导至水泵,导致水泵泵壳、泵轴以及水泵基础产生破坏。之后,一度将拍门门板改为浮箱型拍门,用拍门中空产生的浮力来抵消一部分拍门重力,从而减轻拍门的拍击力;也有拍门上分、下两节,将双节式拍门的下节门作成浮箱结构。目前常用的拍门为侧开型拍门,分单侧开和双侧开(依管径而定),即转铰在拍门两侧(或一侧),大幅减少了拍门门板的拍击力。

拍门与钢管多采用法兰联结;拍门门板与钢管管口有一 $7^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 之间的夹角(依管径而定);拍门门板的开启角度应大于 60° ;拍门门板加装限位板,限制开启角度必须小于 90° ,防止过开而无法闭门;侧开型拍门的门板上下联结轴成 10° 左右的向下倾角,以便使得拍门在门板自重及水压力作用下,自动闭门;拍门也可以是矩形拍门,用于矩形的排水箱涵出口,防止排出的水倒流;拍门材料多为铸钢或焊接结构。

拍门前应布置通气管,当拍门没有靠水力冲击开启时管道排气;水泵停机、拍门关闭时管道补气,防止的泵站出水管产生真空破坏。通气管的面积可按下式计算确定:

$$S \geq 0.01Q$$

式中 S——通气孔面积(m²);

Q——设计流量(m³/s)。

目前,常用的泵站布置方式是在水泵出口安装多功能控

制阀、液控蝶阀、缓闭逆止阀、水锤泄放阀、快速泄压阀等防水锤、保护水泵的专用阀门,使得小管径、小流量的泵站出水管都不加装拍门了。但对于低水头,大流量,特别是泥沙含量很大的黄河上的泵站,泥沙易堵塞多功能控制阀的控制管路及控制阀腔,故而多采用水泵出口安装液控蝶阀,泵站出水管出口安装拍门的布置形式。

《泵站规范》中提到:单泵流量在 $8 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下时,可选用整体自由式拍门;单泵流量较大时,可选用快速闸门或双节自由式、液压控制式及机械控制式拍门。

三、结束语

水利水电工程中开展输水管道产能过剩导致的一系列安全问题已经严重影响了我国社会发展以及居民的生活,而减压和出口消能方式有效设计应用,可以保障水利水电工程管道输送工作的顺利、安全开展。这就需要专业的工作人员结合工程的实际情况和需求,去对管道应用过程中的压力等数据进行分析和计算,去选择具有经济性、实效性的管道减压方式和管道出口的消能及控制方式,减轻管道存在的压力,避免输水管道在运行的过程中受到影响。

参考文献:

- [1] 折发显. 水利水电工程中长距离输水管道减压路径分析[J]. 农业科技与信息,2021(20):126-128.
- [2] 王兰珠. 长距离输水管道中减压措施的研究[J]. 建筑工程技术与设计,2021(9):2678.
- [3] 杨明,汪海波,王松青,等. 盾构隧道近距离下穿输水管线变形控制技术[J]. 安徽建筑,2021,28(7):164-165,172.