水资源配置工程长距离大口径倒虹吸调压设施选择及水锤研究

孙宏磊

塔城地区水利水电勘察设计院

DOI:10.32629/hwr.v4i8.3253

[摘要] 水资源配置工程长距离大口径倒虹吸调压设施选择,对于倒虹吸的水锤控制具有重要影响。本文分别从输水管道系统压力的相关规定和调压设施的类型及特点系统介绍了倒虹吸调压设施的选择。分别从阻抗式调压、气垫式调压和弯管溢流式调压三个方面深入探讨了倒虹吸设置调压室的调压方案。分别从不设调压室方案对建筑物的要求、不设调压室方案对闸阀的操作要求以及倒虹吸出口闸门调节流量规律倒虹吸对不设置调压室的调压方案进行了深入分析。设置调压室和不设置调压室都有相应的优点,设置调压室等调压设施,阀门的操作速度相对较快,可以有效降低水锤现象的出现;不设置调压设施,工程造价低、施工方便。希望通过本文介绍,可以为水资源配置工程长距离大口径倒虹吸调压设施选择及水锤研究提供一定的参考。

[关键词] 水资源配置工程;倒虹吸;调压设施;水锤

中图分类号: TV748 **文献标识码:** A

水资源配置工程长距离、大口径的倒虹吸,在运行过程中的管道压力控制非常重要,由于倒虹吸处于全封闭疏水状态,必须控制好管道压力。倒虹吸管道压力控制的方案比较多,如何在众多方案中选择适合具体工程施工的管道压力控制措施,采用什么样的方式对倒虹吸管道压力进行有效控制,需要进行必要的分析和探讨。

1 倒虹吸调压设施的选择

1.1 输水管道系统压力的相关规定

输水管道系统在不同的工况下的运行过程中,应当保证管道内不会有负压的出现。疏水管道系统内部的压力需要考虑水流速度变化大所产生的水锤,应当采取必要的措施削减水锤。输水管道系统为保证不受水锤的影响,需要确保最大的水锤压力不能超过最大工作压力的1.3至1.5倍。输水管道应当在运行工况下,进行启泵、停泵、开阀门、关阀门、正常运行、流量调节水锤分析。

1.2 调压设施的类型和特点

长距离的水资源配置工程,应当合理控制工况运行下的水锤压力,确保在输水系统的各个运行环节不出现负压,尽量将最大正压控制在工作压力的1.5

倍范围内。控制水锤的调压设施通常包括调压室、空气阀、空气罐以及阀门。调压室在水电站和水泵泵站系统的调压设施中运行最可靠,应用范围最广,缺点是对地质条件和地形有一定的要求,工程造价相对比较高。空气阀当中设置的排气阀可以有效排除管线中滞留的空气,按照管线的间隔设置排气阀。空气罐通常用在泵站的下游管道中,尺寸通常不大,要配备补气设施和监测设施,运行维护比较复杂。控制流量的阀门通常配备调流阀,保证在不同的流量状态下稳定运行。距离长、口径大的倒虹吸,应重点通过调压室的设置和阀门的调节控制工况压力。

2 倒虹吸设置调压室的调压方案

倒虹吸的出口通常设置阀门,有利于在事故发生的时候第一时间切断水流,降低危害;有利于在小流量时调整阀门,保证倒虹吸进口前池水深。在快速关闭阀门和调节阀门的时候,倒虹吸内会产生较大的水锤,如果阀门关闭和调节速度过快,则会出现直接水锤。倒虹吸设置调压室可以有效调压,下面一一介绍。

2.1 阻抗式调压

阻抗式调压室体积大、结构高,通过合理设置面积、底板高程、顶部高程以及隔板的顶部高程,有效限制水位的上升,防止水锤的出现。

2.2 气垫式调压

气垫式调压室相对阻抗式调压室,降低了调压室高度,提高了稳定性,但是对于断面的直径要求较高。气垫式调压室虽然体积减小,但是它的结构复杂,需要补气设施,在运行过程中需要定期进行维护,应用较少。

2.3 弯管溢流式调压

弯管溢流式调压室可以在气垫式调压的基础上进一步降低调压室的体积,弯管顶部的溢流堰的高程高于倒虹吸的进口水位,能够防止工况运行时溢流现象的出现,过渡的时候多出的水会溢到下游。弯管溢流式调压室的平压效果佳,结构比较简单,维护起来也比较方便。

3 倒虹吸不设置调压室的调压方案

倒虹吸设置的调压室高度通常较高,导致工程造价高、施工难度大,存在一定弊端。因此,在工程设计施工中也应当考虑不设置调压室的可能性,倒虹吸出口阀门只保留调节水流量的功能。

3.1 不设调压室方案对建筑物的要求

为防止管道操作之间的影响,在前池和出水池应当合理设置隔水板,有效将管道隔开。前池管道隔水板的高度设计应当高于设计流量条件下的前池水位高程。倒虹吸管道的进出口不能够和动水中启闭的阀门相互连接,应当设置明流河段,应当在倒虹吸的出口渠道上设置节制阀,在节制阀的前边设置溢流堰。

3.2 不设调压室方案对闸阀的操作要求

倒虹吸下游发生事故或者管线需要检修的时候,需要切断水流,让倒虹吸出口工作阀门停止工作,关闭上下游的截止阀,直到倒虹吸管内流速趋于零、管内高于出水口溢流堰的水全部溢出,再关闭倒虹吸管道出口的工作阀门。倒虹吸上游发生事故的时候,应当快速切断水流,关闭上游的节制阀,延时关闭下游的节制阀,减少以流量。

管道充水运行的时候,通过上下游截止阀的配合,可以有效降低溢流量或者避免溢流出现。但是不能快速关闭下游阀门,防止由于下游水位快速下降使得倒虹吸出现负压或拉空的现象。系统的安全性可以得到保障,缺点是倒虹吸出口的溢流量大,溢流时间长,稳定后需

要重新对排空段进行充水。

3.3 倒虹吸出口闸门调节流量规律

倒虹吸出口闸门可以在动水中操作来调节流量,保证进口淹没水深,倒虹吸出口闸门的动作速度应该比较慢,开度应该控制在8.4%以上,最好卡死8.4%以下开度,防止操作失误带来的水锤。

不设置调压室的倒虹吸依然可以控制水锤,施工方便,造价低。但是不设置调压室的缺点在于管道的关闭时间比较长,充水时间比较长,出口阀门不能够动水启闭,操作不当可能带来比较多的弃水。

4 结语

长距离、大口径的水资源配置工程,应当合理控制工况运行下的水锤压力,注重调压设施的选择,确保在输水系统的各个运行环节不出现负压。设置调压室等调压设施,阀门的操作速度相对较快,可以有效降低水锤现象的出现。不设置调压设施,阀门的操作必须按照控制水锤出现的要求进行操作,操作时间比较长,还可能出现一定的水量损失,优点在于工程造价低、施工方便。

[参考文献]

[1]陈旭云,张健,俞晓东,等.考虑爆管工况的长距离供水工程水锤防护研究[J/OL].人民黄河:1-5[2020-06-02].http:

//kns.cnki.net/kcms/detail/41.1128.TV.20200518.1155.030.html.

[2]王政平,贾东远,马追.长距离重力流输水工程关阀方案优化研究[J/OL].人民黄河:1-5[2020-06-02].http://kns.cnki.net/kcms/detail/41.1128.TV.20200518.1210.050.html.

[3]李琨,吴建华,刘亚明,等.空气罐对泵站水锤的防护效果研究[J].人民长江,2020,51(02):200-204.

[4]刘哲.河道平面变动对引汉济渭二期工程穿泾河倒虹吸布置的影响分析[J].陕西水利,2020,(01):140-142.

[5]王芳,何勇军,李宏恩.基于系统动力学的引调水工程风险分析——以倒虹吸工程为例[J].南水北调与水利科技(中英文),2020,18(03):184-191.

[6]关志诚,刘志明.大型引调水工程的建设发展与应用技术[C].中国水利水电勘测设计协会.调水工程应用技术研究与实践.中国水利水电勘测设计协会:中国水利水电勘测设计协会,2009:15-26.

作者简介:

孙宏磊(1985—),男,汉族,新疆塔城人,本科,工程师,从事水利水电工程设计研究。