

浅谈长距离输水管道工程中 调流阀的应用

王晓东

(山东省胶东调水局, 山东 济南 250013)

【摘要】 通过介绍调流阀在山东省胶东地区引黄调水工程中的布置,总结了其成功应用经验,分析了调流阀的优点,并对实际运用及取得的效果进行了阐述,结论表明调流阀能有效消减管道内水体富余压力,实现流量的精准调节,及时应对处置应急突发事件,避免管道水锤和负压破坏的发生。在实际运用中能够保证管道运行可控性和安全性。

【关键词】 调流阀; 管道工程; 引黄调水

中图分类号: TV672+.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-4774(2017)02-0077-03

On application of regulation valve in long-distance water conveyance pipeline project

WANG Xiaodong

(Shandong Jiaodong Water Diversion Bureau, Ji'nan 250013, China)

Abstract: The conclusion indicates that the regulating valve can reduce excessive pressure of water in the pipeline effectively, realize precise regulation on flow capacity, handle emergency events timely, and avoid pipeline water hammer and negative pressure by introducing the layout of regulating valves in Yellow River Water Diversion Project for Jiaodong region of Shandong Province, summarizing successful application experience, analyzing the advantages of the regulating valve, and explaining the practical application and achieved effect. The controllability and safety for pipeline operation can be ensured in practice.

Key words: regulating valve; pipeline project; Yellow River water diversion

调流阀因其调节精度高,气蚀、噪音和振动小,消能效果好,有理想的流量—开度曲线,便于实现自动控制,在许多大型输水工程得到了广泛应用。如万家寨引黄工程选用网孔套筒式调节阀安装于输水管路中,达到消能和流量调节需求;辽宁大伙房输水工程沿线设置了19台活塞式调节阀用于调节流量。这些调节阀的运用极大保证了运行的可控性和安全性。本文结合调流阀在山东省胶东地区引黄调水工程中的设置及实际运用情况,对长距离输水管道工程中调流阀的应

用进行了研究探讨。

1 工程概况

山东省胶东地区引黄调水工程是南水北调东线工程中山东“T”字形调水大动脉的重要组成部分。工程自滨州打渔张引黄闸引取黄河水,经新建沉沙池沉沙后,利用现有引黄济青工程输水至昌邑市宋庄镇,在该镇新建宋庄分水闸分水,至威海米山水库。输水线路总长482km,其中利用现有引黄济青段工程172km,新

辟输水线路 310km。工程自高幢泵站至米山水库段主要是管道工程,全长 90km,管道直径 DN2200 ~ DN1600,沿线管道随地形高低起伏,管道最高点与最低点高差达 80 余米。其中,高幢泵站—星石泊泵站输水工程主要由输水管道、桂山隧洞、孟良口子隧洞工程组成,设计流量 $5.5 \sim 4.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 。通过高幢泵站加压输水至高位水池,然后通过有压重力输水至星石泊泵站前池。该段线路共有三段有压重力输水管道,分别为:高位水池—调节水池管道段、调节水池—孟良口子隧洞管道段、孟良口子隧洞—星石泊泵站前池管道段;各段管道分别通过无压水池、隧洞连接。在牟平境内设分水口一处。星石泊泵站—米山水库输水工程主要由输水管道、卧龙隧洞、卧龙暗渠工程组成,设计流量 $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 。通过星石泊泵站加压输水至卧龙隧洞,然后通过有压重力输水至米山水库。该段线路卧龙隧洞—米山水库管道段为有压重力输水管道,各段管道通过无压隧洞连接。

2 调流阀的设置

2.1 电动蝶阀调流调压控制的局限性

重力流长距离输水管道在输水过程中水的能量损失分为两种:沿程损失和局部损失,蝶阀开度引起的水头损失属于局部损失。在运行过程中可依靠调整蝶阀群的开度来调节管道的压力,控制管道的流量。因该工程设计始于 2000 年,受当时国内设备生产条件的限制,采用沿线多电动蝶阀的调流调压措施,能满足工程设计运行工况输水要求。在工程主体完工后,对该段进行了充水试压及调试,发现利用已安装的电动蝶阀调流调压,阀门汽蚀和振动剧烈。如:文登段界石镇 2 号管道阀门、福山段塔寺庄管道阀门,在上下游压差大时,操作过程中均出现较大振动。利用电动蝶阀作为检修阀技术上可靠、经济上合理,其运行状态一般是全开或全闭,只有在阀门上下游压差较小时可用于调节流量,而工程需调节流量处的阀门前后压差可达 40m,用阀门调节流量会造成汽蚀和振动,长时间调节流量运行将对阀门门轴及密封件造成损害。

同时,受渠首引水量和沿途分水量变化等因素影响,输水期间运行工况多变,输水流量不同,也对调度运行的灵活性和可操控性提出更高要求。蝶阀为近似等百分比调节阀,其开度与流量为非线性关系,较小的开度变化就会引起流量的较大变化,易出现超调或调

节不到位的现象,影响工程安全、稳定运行。

2.2 调流阀工作原理及优点

活塞式调流阀是根据阀体内部的活塞前后移动,来控制阀门的开度,从而有效对流量、压力等进行控制。活塞阀内的流道为轴对称形,阀门开启时,水流在出口处汇集,流体流过时不会产生紊流,有效消除气蚀;活塞阀全关时,有效阻止水流流动,达到零泄漏,从而避免了上游压力的传递。流道面积的改变是通过一个活塞沿管道轴向做直线运动实现,无论活塞在何位置,阀腔内的断面始终为环状,在出口处向轴心收缩,引导水流在阀口中心处逆向对撞消能,使气蚀气泡在中心处湮灭,从而避免因节流而可能产生的气蚀对阀体和管道的破坏。活塞式调流阀结构布置见图 1。

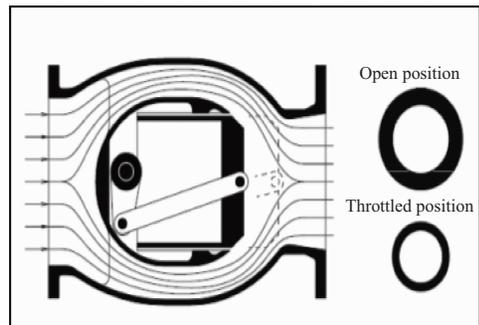


图 1 活塞式调流阀结构

采用活塞阀调流调压有许多优势。活塞阀为线性调节阀,其开度与流量呈线性关系,易于操作;能够实现流量的精确控制,并保持恒定流量运行;出口部位的线性收缩和出口节流部件产生的引导对撞及阻力,可产生消能及减压效果;管道运行时,只对各处活塞阀进行运行控制,管道沿线的电动蝶阀全部处于开启状态,不参与控制运行,方便运行管理。活塞式调流阀开度—流量曲线见图 2。

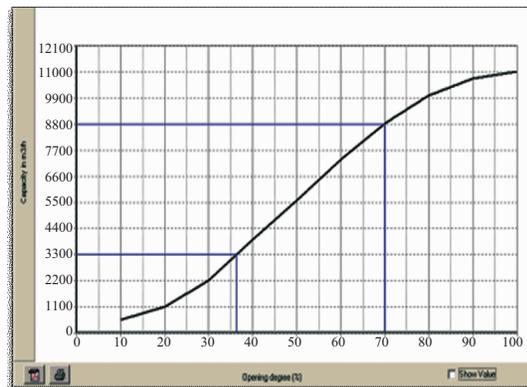


图 2 活塞式调流阀开度—流量曲线

2.3 调流阀的布置

通过对不同运行工况进行分析和计算,分别在胶东调水工程的桂山隧洞、孟良口子隧洞、星石泊泵站、界石镇设置4处调流调压设施,安装5台活塞式调流阀。

每处调流阀前后范围内设调节池,调节池为开敞式,可利用高位水池、隧洞竖井、泵站前池等工程设施作为调节池,在调节池安装水位观测装置,在运行期间随时观察水位变化情况。因调流阀需定期清理和检修,在调流阀上下游管道上分别设置检修蝶阀,检修期间关闭上下游蝶阀,人员通过管道设置的人孔进入检修。在每处调流阀前安装流量计,用于采集流量数据,满足调节控制需要。每台调流阀及沿线电动蝶阀前后安装压力监测设备,通过监控设施将流量、水位、压力数据采集后传输至调度中心。

调流阀站担负调流调压功能,对全线安全运行至关重要,若因电力中断不能进行及时调节,可能造成输水管道损伤,带来重大经济损失,甚至造成人身伤害,因此不允许中断供电。设计采用双重电源供电,运行电源为网电,备用电源采用柴油发电机组,因备用电源无法实现无缝转换供电,为保证供电安全,采用不间断电源减少中断供电时间。

3 调流阀的应用

3.1 运行原则

该段管道调度运行基本原则是“调流量、控水位、观压力”。输水运行期间,根据调度需要,调节各调流阀开度,使过阀流量与泵站提水流量相匹配,从而使整个系统维持在稳定状态,管道内水体流态平稳。设定每处调节池的控制水位变幅区,通过控制调流阀流量维持水位在变幅区内,控制水位设定应充分考虑对上下游管道压力影响,同时因调流阀全开或全关时间在25min左右,需为应急处置留取调节余量。运行期间,要实时观测各处压力观测点压力值变化情况,从而判断管道内水体是否处于相对稳定运行状态。

3.2 运行效果

2015年12月—2016年6月,胶东调水工程成功实施了向威海、烟台应急抗旱调水,共计向威海调水3600万 m^3 、向牟平调水近500万 m^3 ,有效缓解了当地供水紧张局面。新增调流调压设施在小流量、非设计工况应急调水期间发挥了至关重要的作用,奠定了管

道工程安全可控运行的基础。总结来看,调流阀的主要作用表现在消能、调流和应急处置三个方面。

一是消能作用。运行过程中,水流通过调流阀,在出口处对撞消能,水体动能基本消减为零,从而使下游管道内的水体流态更趋平稳,运行更加安全。就工程而言,如无调流调压设施,高位水池的水体将在重力作用下,沿近70km管道、隧洞自由流向星石泊泵站前池,高位水池与星石泊泵站前池高程差近80m,两池之间管道中心线高程起伏较大,管段水体流态紊乱,严重时将出现“气堵”“拉空”等状况。调流调压设施消减了管道内水体富余压力,保持流态平稳,保证了运行安全。

二是调流作用。调流阀操作简单,借助开度—流量线性变化关系,通过调节阀门开度可以快速实现流量调节,在监控设施完备情况下,可实现自动控制和调节。流量的调节精度可达到千分位,使管道中水体流量与泵站提水量、运行工况相匹配。运行过程中,通过对沿程管道、调节水池等压力、水位、流量的监测,及时调节各调流阀的开度,使各控制点水位维持在相对稳定和合理的区间,保证管道水体满管连续运行。可实现管道运行流量调整与分水过程的平稳过渡,避免调流过程中不利工况的出现。

三是便于及时处置突发事件。运行中若出现泵站事故停电等突发事件时,通过调度中心指令,在短时间内对各调流阀顺序分级关闭,保证各调节池水位的稳定和管段压力的基本恒定,避免管道水锤和负压破坏的发生,也为尽快恢复管道运行奠定基础。

4 结 论

调流阀是长距离管道输水调度运行的关键设备,与泵站、调节水池、电动蝶阀等工程设施联合控制,是保证工程灵活调度、安全运行的有效措施。随着运行经验不断完善、自动化水平不断提高,将会给调度人员带来更加稳定、高效、安全的运行环境。◆

参考文献

- [1] 石建杰,龚应安,邱相玉. 调节阀在长距离输水工程消能调流中的应用[J]. 水利水电技术,2015(11):101-105.
- [2] 陈庆华. 长距离输水管道调流调压阀设置探讨[J]. 水利科技,2011(3):37-38,43.
- [3] 阎秋霞. 大口径调流阀应用研究[J]. 水利建设与管理,2012(5):20-22.