

长距离管道输水设计中存在的问题及防范措施

冯博韬

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆乌鲁木齐 830002

摘要:为解决输水工程的工作压力,本文对长距离输水管道的设计进行研究,提出了源头设置、水锤防护措施、减压措施、管道防腐、管道加固等解决措施,以期对相关人员进行参考^[1]。

关键词:长距离;输水管道;设计

Problems existing in the design of long-distance pipeline water transmission and preventive measures

Botao Feng

Xinjiang Corps Survey and Design Institute Group Co., Ltd. Urumqi 830002, Xinjiang

Abstract: To address the operational challenges of water conveyance projects, this paper investigates the design of long-distance water pipelines. It proposes various solutions, including source configuration, water hammer protection measures, pressure reduction measures, pipeline anti-corrosion, and pipeline reinforcement. The aim is to provide relevant personnel with valuable references for tackling these issues^[1].

Keywords: Long distance; Water pipeline; Design

一、长距离输水管道常遇到的问题

随着我国经济社会的不断发展,人民对美好生活的向往和需求也越来越高,而随着人口和产业的集聚,用水量与日俱增,长距离输水管道的用途就越来越广泛。但是长距离输水管道依然存在很多问题需要解决:一是由于输水距离太远,特别是在输送原水的情况下,容易引起管道内部泥沙沉积,影响管道正常过流能力;二是为了避免出现单管事故,提高供水保证率,在城镇供水情况下都会采用双管敷设,而农业灌溉上由于受经济因素限制往往采用的单管布置,而忽略了联接管的使用,从而影响了整个系统的安全性。三是由于缺乏对整个管网的水锤系统性有效分析和监测,难以准确监测管道的压力波动,从而无法准确判断出管道的爆裂点,爆管事故易发生;另外,由于排气系统的设计不当,在管道局部会发生气阻,威胁管道的安全运行;最后,由于减压措施的不当配置也同样会引发管道爆裂^[2]。

二、长距离管道输水设计难点解析

长距离管道输水工程的设计主要包括供水方式的选择、经济断面的选择、管道轴线的确定、管材的比选、纵断面设计、水工建筑物设计等。因此,如何在保证输水管道安全高效运行的前提下,通过技术方案比选,确定最为经济合理的供水方案是每一位设计人员必须关注的问题。因此,在长距离输水管道中要不断总结和探索出合适的设计思路 and 理念,通过剖析长距离管道输水工程中的难点、重点,总结经验,

以促进长距离管道输水工程的设计、施工逐步走向标准化。

1. 进口应设置拦污栅或过滤装置

长距离输水管道通常是在前池、沉沙调节池等的放水涵洞后引水,因经沉沙沉淀后的灌溉水中含有大量的有机污物,在洪水期泥沙含量增大,放水涵洞运行时也会扰动洞口前沉积的泥沙等,这些污物均有可能进入管道内,所以长距离输水管道系统安全运行的关键之一是进行水质的处理。

2. 管材的选用

目前,在长距离中小管径的管道输水工程中,应用较多为预应力钢筒混凝土管(PCCP)、玻璃钢管、钢管、球墨铸铁管、PE管和PVC-M管等。PE管是用聚乙烯树脂为主要原料,经挤出成型的一种给水管材。优点是耐腐蚀性好,埋地施工无需内外防腐;密封性良好,采用电热熔连接,管材与管件融为一体,接头较为可靠;无毒,安全卫生;属于柔性管材,对地基的适应性较好;耐磨,耐久性等指标均较高。但目前限于生产工艺水平,最大只能做到DN1000的口径;DN500—DN1000的价格相对昂贵,故一般用于小口径(DN400以内)的工程。

当地质条件较好,使用压力较低时,对大口径输水管道(DN>DN400),可通过比较选择球墨铸铁管、钢管、夹砂玻璃钢管、预应力钢筋混凝土管;对小口径输水管道(DN≤DN400),可通过比较选择球墨铸铁管、钢管、PE管、PVC-M管。当地质地形等条件良好,使用压力不高,经水锤分析计算确有可靠的安全保障时,大口径输水管道也可选

用预应力钢筋混凝土管、夹砂玻璃钢管等管材。

3.管基处理型式

长距离输水管线应尽量保持其顺直,在平面、立面上应尽可能减少择弯点,尤其不能出现锐角弯度。在长距离管道选线基本确定的情况下,必须及时开展工程地质勘察工作,探明管基的地层岩性、地下水位、水土环境腐蚀性等工程地质问题。针对不同的开挖沟渠后,根据在相同地质条件下,可分别采用压实、置换、砂桩、搅拌桩和其他处理方法。当管道遇到湿陷性黄土基础段时,可以采用原土翻夯,水泥石、三七灰土换填等地基处理措施。开挖沟槽底宽度必须满足安装要求,应留有 30~50cm 的安装宽度;沟槽土方回填应在管道两侧同时进行,根据土层情况分层回填压实,压实指标应满足设计要求;管道铺设安装完毕后应进行管道水压试验,试验应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268) 的要求^[2]。

4.管道压力等级的确定

(1) 设计工作水头要求

管网系统的工作压力是保障受水区正常用水的主要控制指标,管道沿线的分水口压力应满足各级用户的进口工作压力。在管道压力推算过程中,应根据灌溉系统典型设计、下游用水系统的设计,保障系统进口需要的工作水头为最佳。

(2) 压力控制设计

对于重力流输水系统,由于其输水距离长,沿线分水、供水节点多,控制系统大,任意一个阀门的开启和关闭都会对整个系统的压力、流量产生影响,使整个系统的工作状态处于复杂的变化中,而下游灌溉系统或者受水用户均要求有相对稳定的工作水头。同时在系统小流量运行时,由于自压输水,输水干管为分管提供的工作压力将大于设计工作压力,对分管下游管道安全运行带来隐患,因此有必要设置压力-流量调节装置。根据相关工程的经验,在各系统的进口设置减压稳压阀,从而实现骨干管网向用水系统提供稳定的工作压力。另外,在遇到下游为管道输水灌溉的情况下,还可以减小下游管材的压力等级,节约项目投资。

(3) 压力等级确定

长距离输水管道均属于有压管道,当管道中的水力控制装置(阀门)迅速调节流量,管道内流速相应地急速变化,致使管道内水流压强也相应地急剧升高或降低,并在管道内传播,将产生水击,为此需进行管道水击计算,依据计算结果综合选定管材压力等级,并为运行管理中控制装置的调节提供依据。

5.水锤防护措施

水锤问题在长距离有压管道输水中不可合适,在突然关闭阀门或者停泵等工况下,水锤波会在封闭管道内振荡传播,造成管道爆管甚至机组保障等安全事故发生。合理的水锤防护措施,不仅可以降低建设成本,也对后期管理运行有很大益处。

(1) 缓闭蝶阀

鉴于长距离输水工程的特殊性,其中的管道地形复杂、起伏较大、落差较大,因此,在施行开、关阀操作时,必须特别注意防止出现直接水击正压的情况,并且要确保断流空腔弥合水锤规定的安全性。很多工程实践和计算模拟分析证明,关阀水锤的大小与关阀时间长度有直接关联。所以,关阀水锤防护能力最合理、最经济的解决办法,便是通过设计缓闭蝶阀拉长关阀的时限。而在一方面,如果关阀时限过长,则会造成运行操纵麻烦且导致大量水资源浪费。所以,在工程设计上可提出多种不同的关阀时限方法,并从中寻找能最大限度减压且关阀门工作时也可承受的最有效方法,使水锤压力达到可控制范畴以内。

(2) 空气阀

在长距离管道输水的运行过程中,水锤波的震荡会是管段的内水压力突然升高、剧烈变化,从而突破管道的承受能力,产生渗漏、甚至爆管现象。而当管道忽然停水或停泵之后,如不及时补气,局部可能会形成水柱断裂,甚至产生极大的负压,这种气囊又会被进一步挤压、扩大,从而产生危险。为了确保输水系统的安全性,在长距离输水管道的高点上安装防水锤型空气阀,既能够使管路内积聚的废气有效地排除,也可以有效地阻止浮球阀的关闭和打开,从而减少系统的过载和过大的负压,避免断流弥合水锤的发生。同时根据城镇长距离输水管(渠)设计规程的要求,当输水管道的坡度小于 1% 时宜每隔 0.5~1.0km 设置进气排气阀。一般情况下,每隔 1.0km 左右设置进气排气阀。进气排气阀的设置位置,应根据管路纵断面高程情况确定或经水锤防护计算确定。^[4]

6.管道减压措施

对于长距离输水特别是自压管道输水工程中,当地形落差达到 100m 左右时,一般不建议使用减压阀。因为减压阀的安全可靠性并不高,一般建议使用调压井或者减压稳压池。在输送清水时,依据实际供水压力可斟酌使用,但如果选用减压稳压阀,则通常需要在减压阀的下游侧增加旁通管,设置超压泄压阀,以备在超工况压力下协议,提高输水系统的稳定性。

7.管道防腐

随着钢管、PCCP 管等管材的使用量增加,管道防腐应越来越受到重视,管道的防腐型式有涂刷环氧煤沥青保护层、阴极保护、包裹耐腐蚀材料等多种结构。通过笔者的工程实践认为,涂刷环氧煤沥青和阴极保护为工程实践采用较多的办法。为适应各种腐蚀条件下的防护需求,环氧煤沥青层被划分为三个等级:基础级、增强级和特殊增强级。这些等级的选择取决于工程的具体情况。采用牺牲阳极保护技术,可以将电势较低的金属或其他合金制成一个腐蚀性电池,将其固定于受损的物体表面,从而实现对其的有效防护。

阴极保护是一种有效的方法来确保埋地钢管的安全性,它可以有效地补充管道本身的防腐层,从而使得整个过程能够在电解质中顺利完成。腐蚀速度对钢质管道的影响有很大,这受到许多因素的影响^[5]。

三、工程设计优化

工程设计在长距离管道输水工程中的作用非常重要。通过合理的工程设计,可以实现管道输水的高效、稳定和安全运行。通知设计人员应在施工环节扮演重要角色,应严格监督施工单位采购给排水设备和材料,现场使用的材料和设备必须符合设计、合同和招标文件的要求,重点检查管道、管件、阀门、水表等材料设备,更好地发挥输水管道的价值和作用^[5]。

1. 加强规划设计方案论证

在进行管道输水工程的规划时,需要根据输水的流量、水质、地质条件等因素综合考虑路线和管道直径的选择。确定管道输水系统的工作参数:例如输水速度、输水量、输水压等,这些参数的设计决定了管道输水系统的稳定性和可靠性。因地制宜考虑地质条件,包括土壤类型、地下水位、岩石性质、地质结构等,这些都会对管道输水工程的输水性能和稳定性产生影响。此外,在包括水泵、阀门、过滤器、减压器、停水阀等设备的选择和设计上,要考虑到输水的流量、水质、地质条件等因素,以保证管道输水工程的运行效率和稳定性。在外业勘察工作后,需要作出科学的论证分析,全面地制定设计方案,如平面布置位置、输水管路的走向等,优化细部结构设计,确保规划设计的合理性^[6]。

2. 加强外业勘察工作

长距离管道输水工程距离长,工程呈带状分布,沿途可能涉及不同的地貌单元、不同的地质条件和水土环境,与铁路、公路、其他基础设施存在较多交叉,工程往往需要穿越许多现有的公路、铁路、河流等,导致交叉方案型式多样,

投资差异较大,施工难以程度不同。在规划线路选择时,应组织地质、测绘、规划、水工等多专业进行联合踏勘选线,尽量做到不占用农田,避免过线路过长,避开沼泽、河谷等地区,实现工程安全和经济效益最优。同时,管线在选择布置时,应有效结合当地国土空间规划,与规划协调统一。

3. 强化设计变更管理

应严格控制设计变更,加强初步设计阶段工作,避免设计图纸过多和现场出现不一致。设计代表选择有工程实践经验的、对项目前期工作了解的设计工程师,设计变更程序应严格按照设计变更审批程序进行。同时,设计变更要及时有效,以免延误现场施工进度。

四、结束语

综上,在长距离管道输水工程设计中应加强输水线路的选择,根据工程使用条件、地形地貌、地质条件和水土环境等多方面选择合适的管材,合理计算确定管径、流速等参数,重视输水系统的过渡过程分析计算,加强水锤防护和监测的设计。其次,在在长距离管道输水工程的实施中,应必须持续深入的研究和分析,并制定出更具针对性的监督措施,以及完善和优化监督体系,以确保施工的顺利实施和质量的持续改善。从而确保长距离管道输水工程质量达到标准,实现我国在长距离管道输水工程建设的标准化发展^[6]。

参考文献

- [1]杜德庆.长距离输水管道工程施工技术分析——以大理海东三岔河水库引水工程为例[J].山东工业技术,2017(22):84—86.
- [2]王拓,朱家才,肖铨坤.山区长距离输水管道设计和施工方案探讨[J].中国水利,2012(04):24~26+28.
- [3]温汝青,崔静,何士忠,闫晓晔,魏斌,刘晓玲.长治市新安引水工程主任远距离输水管道设计[J].中国给排水,2015(6).
- [4]罗春林,杨玉芳,王爱军,杨萍萍.有压重力流长距离输水管道设计体会[J].给水排水,2012(08).
- [5]吴小南.探析山区长距离输水管道设计和施工方案[J].河南建材,2017(02):106—107.
- [6]李青坤,钟磊,邹建伟.浅析长距离大口径输水管道在施工过程中的问题及解决方法——以贾庄至卧虎山输水工程为例[J].水利建设与管理,2015,35(08):44—47.