

大口径长距离输水管道优化设计探讨

武彬

洛阳水利勘测设计有限责任公司, 河南 洛阳 471000

[摘要]城市输水系统是一个城市中最为基础的一个市政基础设施, 其与整个地区民众的生活水平存在一定的关联。大口径长距离输水工程因为覆盖面积较大, 工程量十分巨大, 往往会对工程施工工作造成诸多的困难。所以要想保证大口径长距离输水管道施工工程的质量, 需要我们针对这一工程的设计工作实施综合分析研究。文章以新疆某开发区长距离输水管道工程为实例, 对输水管道的优化设计进行详细分析, 通过对比分析最终确定最优管道选取参数和组合方案, 保证了未来二十年发展需求, 取得了良好经济和社会效益, 为类似工程提供了技术参考。

[关键词]大口径; 长距离; 输水管道; 优化设计

DOI: 10.33142/hst.v3i1.1378

中图分类号: TV672.2

文献标识码: A

Discussion on Optimization Design of Large Diameter and Long Distance Water Pipeline

WU Bin

Luoyang Water Resource Surveying & Designing Co., Ltd., Luoyang, Henan, 471000, China

Abstract: Urban water delivery system is the most basic municipal infrastructure, which is related to living standards of people in whole area. Because of large coverage area and huge quantities of large caliber and long-distance water transmission project, many difficulties are often caused to construction of project. Therefore, in order to ensure quality of large diameter and long distance water pipeline construction project, we need to carry out comprehensive analysis and research for project design. Taking the long-distance water pipeline project in a development zone of Xinjiang as an example, this paper analyzes optimal design of water pipeline in detail, determines optimal pipeline selection parameters and combination scheme through comparative analysis, guarantees development demand in next 20 years, so as to obtain good economic and social benefits and provide technical reference for similar projects.

Keywords: large diameter; long distance; water pipeline; optimal design

引言

大口径长距离输水管道是现如今被运用在水资源调配工作中的基础结构, 在确保水体质量, 管道安全性以及线路的准确性反面与渠道输水方式相比具有较强的优越性。新疆维吾尔自治区位于我国西北地区, 水资源储备量十分匮乏, 并且分布不集中, 再加上整个地区内部分城市的经济发展相对较快, 最终导致用水矛盾的问题越发严重, 所以在整个地区内实施水资源的合理调配对于社会的和谐发展是非常有助益的。本文以新疆某开发区长距离输水管道工程为例, 分析输水管道的优化设计, 包括管材的选取、干管条数选择、最优管径的确定等环节进行计算。

1 工程概况

新疆某开发区是当前我国推动对外经济开放政策的核心区域, 早在几年前, 我国政府部门就已经将其划分为了国家级经济技术开发区。在历经了十几年的发展, 已经完成了基础性投资累计八十亿元, 成功招商引资大约柒佰亿元, 逐渐的构建了一个完善的经济链, 从而为整个地区的经济健康稳定的发展创造了良好的基础^[1]。要想确保整个地区的水资源供应的充足, 为经济发展打下坚实的基础, 需要建造一条长度约 20.4km 的水资源运输系统, 将水库中的水输送到需要的地方, 为民众的生活以及各个行业的经营生产提供充足的水源。

2 输水管道优化设计分析

2.1 输水管道管材的选择

管道是输水工程中最关键的部分, 一旦管道出现渗漏或者是破损的情况, 势必会导致水资源的浪费, 并且因为管道前期工作密封性较好, 要想实施维修工作是具有一定的困难的, 所以要在施工过程中, 对管道的材料进行切实的选择。管道的材料挑选与管道系统的稳定性存在密切的关联, 并且与工程整体成本花费紧密联系, 所以要充分的结合各方面情况采用适当的方法来加以管控^[2]。

2.1.1 各类管材优缺点比较

各类型管材优缺点对比详见表 1 所示。

表 1 各类管材优缺点对比

管材	优点	缺点
钢管	管道直径较大，整个结构质量较为稳定，载荷能力较强，适用性加强，适合大范围的使用	整体花费较大，抗腐蚀性能较差，使用时长相对较短
球墨铸铁管	承担压力的性能较强，抗渗透性能较好，结构安装操作十分便利，不易出现形变，抗腐蚀性能良好	单位重量相对较大，运输十分困难，花费较多，并且极易受到外界因素的影响出现质量问题
预应力钢筒混凝土管	具备钢管以及混凝土管道的优越性，使用时长较长，抗腐蚀性能良好，不易出现渗漏的问题	单位重量较大，运输以及安装存在加大的困难，成本花费较多，使用范围较为狭窄
玻璃钢夹砂管	最新型的非金属管道材料，属于柔性材料的范畴，载荷能力较强，单位重量较轻，运输安装便利，使用时长较长	承压能力较弱，对地基结构施工技术水平要求较高，整体成本花费较多

2.1.2 不同管材水力条件分析

因为大口径输水管道能够完成大量水源的输送，并且覆盖范围较广，所以在运输过程中极易出现水资源的浪费情况，为了从根本上规避水资源的浪费问题，应该尽可能的选择水利性能较好的管道材料。

$$Q = \frac{k}{n} \cdot D^{8/3} \cdot i^{0.5} \quad (1)$$

式中:Q 为流量, m^3/s ;k 为常数;n 为粗糙系数;D 为管径;i 为水力坡度^[3]。

2.1.3 管材的确定

综合以上阐述我们总结出，玻璃钢夹砂管道的水力优越性良好，但是其成本花费较多，并且结构稳定性较差。管道线路铺设的地区大都是农作物种植地区，需要在完成工程之后，保证土壤的质量。在进行管道材料选择的时候，要充分结合地域地质情况，管道载荷能力等多个方面进行综合分析，最终选择预应力钢筒混凝土管(PCCP)作为本工程施工管材。

2.2 输水干管条数设计

通常的情况下，要想对管道工程施工效果加以综合判断，可以从水源输送的稳定性以及安全性两个方面进行分析研究，并结合实际情况和需求，联系各方面信息数据，利用专业的计算方法，对管道的铺设方式加以选择，对两方案经济性进行对比，详见表 2^[5]。

表 2 输水干管条数方案对比

项目	单管方案		双管方案	
管径	DN2400	DN2200	DN1800	DN1600
供水量/万 m^3/d	60	45	60	45
土方挖填/元/m	425. 5	382. 3	332. 8	298. 5
砂垫层/元/m	553. 8	502. 1	467. 2	410. 6
管材/元/m	3653	3152	4720	3912
安装费用/元/m	1130	945	1186	953
其他费用/元/m	4624. 2	4053. 2	5139. 3	4322. 1
合计/元/m	10386. 5	9034. 6	11845. 3	9896. 2
总计/元/m	19421. 1		21741. 5	

通过对表 2 列举的各项数据信息分析我们发现,单管方案对比双管方案在施工成本上更少,并且开发区域周围设有一个小规模的水库可以作为应急水源,这些条件都为单管输水系统的建造创造了良好的基础,所以项目适合选择单管输水方案。

2.3 经济管径优化设计

在整个大口径长距离输水管道系统中,管道整体成本花费在整个工程项目中的成本占比达到了百分之七十,如果要想有效的对施工成本加以合理的管控,务必要对管道口径进行准确的计算。如果管道直径过大,还会增加成本。如果管道直径过小,那么会增加日常运行的管理费用,所以要对管道的直径进行合理的判断^[6]。

2.3.1 糙率和水头损失计算

经过对有关标准材料进行分析我们发现,预应力钢管混凝土管道的使用利用的时候,需要对后期内层管壁中形成的生物膜加以综合考虑,这样才能准确的判断管道糙率范围。针对项目中重力流段输水管道,结合专业的计算方法来对水源的损失情况进行计算其中沿程水头损失 h_f 计算见(2)^[7]。为简化计算,本项目的局部水头损失按照沿程水头损失的 10%计算。

$$h_f = \frac{v^2}{C^2 \cdot R} \times l \quad (\text{其中: } C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}) \quad (2)$$

式中: v 为水流速度, m/s ; C 为谢才系数; R 为水力半径, m ; l 为输水管线长度, m 。

2.3.2 最优管径的确定

整个开发区内的输水管道工程重力流段全程大约 12km,水流的流速保持在规定的范围之内,结合地区实际用水需求,设计以下三种管径组合方案。经过对比发现,本项目设计采用组合二方案作为最终施工方案^[8]。

表 3 重力流段 PCCP 管组合对比

项目	组合一		组合二		组合三	
	DN2400	DN2400	DN2400	DN2200	DN2200	DN2200
单管输水量/ m^3/d	60	45	60	45	60	45
单管流量/ m^3/d	6.9	5.2	6.9	5.2	6.9	5.2
最大流速/ m/s	1.52	1.15	1.53	1.36	1.81	1.32
水头损失/ m	23.0~17.8		25.3~19.4		36.6~28.4	

3 结束语

综合以上阐述内容,通过对方案进行分析研究,最终我们可以确定工程施工中涉及到的各项最佳管道选取参数以及项目组合方案,在保证施工质量和效果的基础上,结合整个地区的未来发展规划,对输水管道铺设工程进行设计。输水管道是地区建设的重要基础性设施,在设计时应紧密结合工程实际情况,力求各项指标做到因地制宜,切不可盲目追求高大上设计。

[参考文献]

- [1] 杜建军,刁美玲,任玉莹,郑成志.大口径中途低洼型长距离输水管线水锤防护方案优选[J].黑龙江水利科技,2018,46(09):25-29.
 - [2] 杨晓强.长距离大口径输水管道水压试验方法的研究[J].工程技术研究,2018(09):160-161.
 - [3] 单丹.长距离大口径输水管道水压试验方法的研究[J].山东工业技术,2017(23):89-92.
- 作者简介:武彬(1984.4-),毕业学校:华北水利水电大学,现就职于洛阳水利勘测设计有限责任公司,职务:工程师。