

水利工程输水倒虹管管材设计优化

王玉琦

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i7.5567

[摘要] 本文针对西梓干渠延长段工程中的倒虹管管材设计进行了优化研究。初始设计阶段,考虑到流量、水头、建筑材料、工程造价及施工条件等要素,初步选用了玻璃钢夹砂管作为倒虹管管材。然而,经过深入调研和评估,发现玻璃钢夹砂管在高水头、大口径条件下存在易损毁、难维修等问题。因此,本文提出了将管材变更为双管预应力钢筒混凝土管(PCCP)的优化方案,并对施工方法进行了相应改进。通过改进后的设计方案,将有效提升倒虹管系统的安全性和可靠性,确保水利工程的长期稳定运行。希望通过本文的探究,能够为相关工作的开展起到参考作用。

[关键词] 水利工程; 输水倒虹管; 管材设计

中图分类号: TG356.5 **文献标识码:** A

Design Optimization of Inverted Rainbow Pipe in Water Conservancy Project

Yuqi Wang

China 11th Water Conservancy and Hydropower Engineering Bureau Co., Ltd

[Abstract] In this paper, the design of inverted rainbow pipe in Xizi main canal extension project is optimized. In the initial design stage, considering the factors such as flow, head, building materials, project cost and construction conditions, the glass fiber reinforced plastic sand pipe was initially selected as the inverted rainbow pipe. However, after in-depth investigation and evaluation, it is found that the glass fiber reinforced plastic sand pipe is easy to be damaged and difficult to maintain under the conditions of high head and large diameter, and there is a lack of relevant production performance. Therefore, this paper puts forward the optimization scheme of changing the pipe into double-pipe prestressed concrete filled steel cylinder pipe (PCCP), and improves the construction method accordingly. The improved design scheme will effectively improve the safety and reliability of inverted siphon system and ensure the long-term stable operation of water conservancy projects. I hope that through the exploration of this paper, it can play a reference role for the development of related work.

[Key words] water conservancy project; Inverted siphon; Pipe design

引言

随着水利工程的不断发展和建设,倒虹管作为水利工程中的重要组成部分,其管材设计优化显得尤为重要。西梓干渠延长段工程作为一项重要的水利工程,其倒虹管管材的选择直接影响到工程的运行效果和安全性能。因此,本文旨在通过对倒虹管管材设计的优化研究,为类似水利工程提供参考和借鉴。

1 工程概况与设计要

西梓干渠延长段工程是一项重要的水利工程,其总长度约27.37公里,由西梓干渠延长段和白鹤林水库充水渠两部分组成。工程主要包括14座隧洞(总长19.19公里)、5座渡槽(总长0.798公里)、1座倒虹管(长0.853公里)、2座暗渠(总长0.247公里)以及之间的明渠(长3.798公里)。渠道沿线还设有节制闸3

座、分水闸1座、泄水闸2座、放水洞5座、山溪渡槽2座、山溪涵洞1座、机耕桥6座、人行桥17座和检修梯步13座。设计流量达到12.5立方米/秒,以满足灌区的灌溉和供水需求。

在设计过程中,特别是在选择倒虹管管材时,需严格遵循《灌溉与排水建筑物设计规范》(SL482-2011)的相关要求。根据流量、水头、建筑材料、工程造价及施工条件等因素,综合评估不同管材的适用性。尽管在初步设计阶段,基于玻璃钢夹砂管耐腐蚀、质量轻、安装方便等优点,以及其适用水头范围(中~高水头,HD1000),考虑选用该管材^[2]。然而,经过对国内各地玻璃钢夹砂管生产厂家及已建引水工程的调研,发现其在高水头、大口径条件下的应用存在诸多挑战,如碰撞易损毁、难维修、制作运输安装过程中易产生暗伤、对施工要求苛刻、受外压易变

形等。加之生产厂家缺乏相关生产业绩,为确保工程的长期稳定运行及后期维护的便捷性,最终决定变更管材为双管的预应力钢筒混凝土管(PCCP)。此变更旨在保证工程的可靠性和安全性,同时保持原线路设计不变。

2 倒虹管管材设计概述

2.1 倒虹管的功能与特点

倒虹管作为水利工程中的重要输水设施,其主要功能在于确保水流能够顺利穿越障碍物,如道路、河流或其他结构物。其特点在于其独特的倒U型设计,能够有效降低水流对管道的压力,保证水流的稳定流动。在西梓干渠延长段工程中,倒虹管作为关键的输水设施,不仅要求具有优异的输水性能,还需考虑其长期运行的安全性和维护的便捷性。

2.2 常见的倒虹管管材类型及其特点

倒虹管的管材类型多样,每种管材都有其独特的特点和适用场景。钢筋混凝土管以其良好的抗压性和耐久性著称,但施工安装相对复杂。预应力混凝土管则通过预应力技术提高了管道的抗裂性和耐久性,适用于大跨度、高水头的场合。预应力钢筒混凝土管(PCCP)结合了混凝土和钢材的优点,具有优良的抗压、抗渗和耐久性,是当前水利工程中广泛应用的管材之一。玻璃钢夹砂管以其耐腐蚀、质量轻、安装方便等优点,在城市污水管道和低水头水利工程中得到了应用,但在高水头、大口径条件下应用较少。钢管和球墨铸铁管以其高强度和耐腐蚀特性,在特殊场合下也有应用^[1]。

2.3 管材选择的原则与依据

在选择倒虹管管材时,需要综合考虑流量、水头、建筑材料、工程造价及施工条件等因素。流量和水头是决定管材类型和尺寸的关键因素,它们直接决定了管道需要承受的压力和流量大小。根据《灌溉与排水建筑物设计规范》(SL482-2011)的规定,本工程倒虹管所承受的最大水头H和管道内径D的乘积HD值超过了玻璃钢夹砂管的适用范围。此外,考虑到玻璃钢夹砂管在高水头、大口径条件下易产生的问题,如碰撞易损毁、难维修、制作运输安装过程中易产生暗伤、对施工要求苛刻、受外压易变形等,以及生产厂家缺乏相关生产业绩,最终决定变更管材为双管的PCCP管。PCCP管以其优异的抗压、抗渗和耐久性,能够满足本工程高水头、大流量的输水要求,同时保证后期永久运行的安全性和维护的便捷性。

3 玻璃钢夹砂管在本工程中的适用性

在西梓干渠延长段工程中,倒虹管作为关键的输水设施,其管材选择需综合考虑流量、水头、建筑材料、工程造价及施工条件等多重因素。在初步设计阶段,考虑到玻璃钢夹砂管具有耐腐蚀性强、质量轻、安装方便等优点,且其适用水头范围为中至高水头(HD1000),玻璃钢夹砂管被视为合适的候选管材。

然而,经过对玻璃钢夹砂管在实际工程应用中的深入考察与调研,发现其在高水头、大口径条件下的应用存在显著挑战。首先,玻璃钢夹砂管在遭受碰撞时易损毁,且维修难度大,这对长期稳定运行构成威胁。其次,其制作、运输及安装过程中易产

生暗伤,对施工条件要求苛刻,增加了工程风险。此外,该管材在受外压时易发生变形,导致接头漏水,影响输水效率。更为关键的是,国内大口径($\geq 2.5\text{m}$)、高水头($\geq 50\text{m}$)的玻璃钢夹砂管应用实例较少,生产厂家缺乏相关生产业绩,这进一步降低了其在本工程中的适用性^[3]。

因此,综合考量上述因素,尽管玻璃钢夹砂管在某些方面具有优势,但在本工程中,其适用性受到较大限制。为确保工程的长期稳定运行及后期维护的便捷性,最终决定变更管材为双管的预应力钢筒混凝土管(PCCP),以满足工程的实际需求。

4 变更设计方案的提出

基于西梓干渠延长段工程中倒虹管管材适用性的评估结果,得出原初步设计阶段选定的玻璃钢夹砂管因其在高水头、大口径条件下的显著挑战,以及国内相关生产业绩的缺乏,其适用性受到质疑。为确保工程的长期稳定运行及后期维护的便捷性,经过综合考虑,提出将管材变更为双管预应力钢筒混凝土管(PCCP)的设计方案。

选用双管PCCP管的理由基于以下几个方面:首先,PCCP管具有出色的耐压性能,能够承受高水头的压力,确保输水过程的安全稳定。其次,PCCP管在生产、运输和安装过程中具有更高的可靠性和耐用性,减少了因制作、运输和安装过程中产生的暗伤和变形等问题。此外,PCCP管在水利工程中的应用实例丰富,生产厂家具备大口径、高水头PCCP管的相关生产业绩,保证了管材的质量和供应的可靠性。

双管PCCP管的优势在于其适应性强,能够满足本工程对流量、水头、建筑材料、工程造价及施工条件等多方面的要求。同时,双管设计进一步增强了输水系统的稳定性和可靠性,降低了因管材问题导致的运行风险。此外,PCCP管作为一种成熟的管材,其维护和检修也相对方便,有利于后期管理的便捷性^[4]。

由此可见,将西梓干渠延长段工程中倒虹管的管材变更为双管PCCP管,是基于对工程实际情况的深入分析和全面考虑后作出的决策。这一变更设计方案不仅确保了工程的长期稳定运行,也提高了后期管理的便捷性,具有高度的可实施性和适应性。

5 设计变更后的管道布置与施工要点

5.1 管道布置的优化

针对西梓干渠延长段工程倒虹管管材的设计变更,经过综合考量流量、水头、建筑材料、工程造价及施工条件等要素,决定采用双管预应力钢筒混凝土管(PCCP)作为新的管材选择。这一变更旨在解决原设计中玻璃钢夹砂管在高水头、大口径条件下易损毁、难维修,以及制作、运输、安装过程中易产生暗伤、对施工要求苛刻等问题。双管PCCP管凭借其出色的耐压性能、高可靠性和耐用性,成为本工程理想的管材。在保持原线路不变的前提下,双管设计将显著增强输水系统的稳定性和可靠性,降低因管材问题导致的运行风险。同时,PCCP管作为一种成熟的管材,其安装和维护相对便捷,有助于提升工程后期管理的效率。

在管道布置的优化过程中,应充分考虑管道间的连接方式、密封性以及周围环境对管道的影响。特别是要关注管道接头的处理,确保密封性能,防止漏水问题的发生^[5]。此外,还需加强管道周围的保护措施,防止外力对管道的破坏,确保工程的长期稳定运行。在施工过程中,应严格按照PCCP管的技术规范和施工要求进行操作,确保管道安装的质量。同时,应加强对施工现场的监管,确保施工过程中的安全和质量。通过采用双管PCCP管作为新的管材,并优化管道布置和施工方案,西梓干渠延长段工程将能够更有效地应对高水头、大口径的输水挑战,确保工程的长期稳定运行,为当地农业生产和经济发展提供坚实的保障。

5.2 施工方法的改进

鉴于倒虹管管材从玻璃钢夹砂管变更为双管预应力钢筒混凝土管(PCCP)的决策,施工方法也需相应地进行调整和改进,以确保新管材能够顺利安装并满足设计要求。首先,针对PCCP管的特点,需要制定详细的施工方案和安装流程。包括管道的运输、吊装、拼接、密封等各个环节的具体步骤和要求。在运输过程中,应确保管道不受损伤,特别是在长距离运输和复杂地形条件下,需采取适当的保护措施。在吊装和拼接过程中,应使用专业设备和工具,确保管道的对齐和稳定,避免产生不必要的应力和变形^[6]。其次,由于PCCP管对安装精度要求较高,施工过程中需加强质量控制和监测。包括对管道材料、尺寸、接口的严密性等进行严格检查,确保符合设计要求和标准。同时,在管道安装完成后,应进行必要的测试和验收,确保管道系统的安全性和可靠性。此外,针对PCCP管在水利工程中应用的特殊性,还需考虑一些特殊的施工措施。例如,在高水头、大口径条件下,可能需要采用特殊的密封材料和连接方式,以确保管道的密封性和稳

定性。同时,在管道周围环境的处理上,也需采取相应的措施,防止土壤、水分等因素对管道产生不利影响^[7]。最后,施工过程中应加强安全管理,确保施工人员的人身安全和施工设备的安全运行。包括制定严格的安全操作规程和应急预案,加强施工现场的安全监管和巡查,及时发现和消除安全隐患。

6 结束语

综上,通过本次对西梓干渠延长段工程倒虹管管材设计的优化研究,提出了将管材变更为双管预应力钢筒混凝土管(PCCP)的优化方案,并对施工方法进行了相应改进。优化后的设计方案不仅解决了玻璃钢夹砂管存在的问题,还提升了倒虹管系统的安全性和可靠性。我们相信,这一优化方案将为类似水利工程提供有益的参考和借鉴,推动水利工程的持续发展。

[参考文献]

- [1]曾祥磊,黄晶,吕锋,等.浅谈水利工程管道穿高速方案研究[J].水利科学与寒区工程,2023,6(03):133-136.
- [2]刘延学,赵健,史亚波,等.浅谈倒虹吸管线中球墨铸铁管的应用[J].四川水利,2023,44(01):100-103.
- [3]徐瑛,赵方方,陈灿,等.微型拦蓄盾在倒虹管冲洗中的设计与应用[J].中国给水排水,2022,38(22):96-101.
- [4]蔡桂荣.污水倒虹吸设计分析[J].江苏建材,2022,(05):45-47.
- [5]韦斯.岩溶探测技术在某倒虹管拱座基础中的应用[J].河南水利与南水北调,2022,51(09):49-50.
- [6]陈丽丹.PCCP倒虹管施工关键技术浅谈[J].四川水利,2020,(S1):19-21+25.
- [7]王芳.某水利工程大型倒虹管施工技术研究[J].黑龙江水利科技,2021,49(06):208-209+222.