

长距离钢质输水管道管材和防腐设计分析

王斌

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着我国经济的蓬勃发展以及对水资源的日益增长需求,长距离钢质输水管道在供水系统中扮演着愈发重要的角色。文章专注于探讨长距离钢质输水管道的管材选择和防腐设计,重点关注材料性能、结构设计和涂层技术等方面。通过分析管道材料的强度、耐腐蚀性、延展性等特性,并优化结构设计以提高管道的抗压能力和稳定性。同时,采用先进的涂层技术进行防腐处理,有效延长管道的使用寿命并降低维护成本。这些措施有助于提升长距离输水管道的安全性、稳定性和持续运行能力,满足不断增长的供水需求。

[关键词]长距离输水管道; 钢质管道; 管材选择; 防腐设计

DOI: 10.33142/hst.v7i10.13900

中图分类号: TU991.36

文献标识码: A

Analysis of Pipe Materials and Anti-corrosion Design for Long-distance Steel Water Transmission Pipeline

WANG Bin

XPCC Surveying and Designing Institute Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the vigorous development of Chinese economy and the increasing demand for water resources, long-distance steel water pipelines play an increasingly important role in the water supply system. The article focuses on the selection of pipe materials and anti-corrosion design for long-distance steel water pipelines, with a particular emphasis on material properties, structural design, and coating technology. By analyzing the strength, corrosion resistance, ductility and other characteristics of pipeline materials, and optimizing structural design to improve the compressive strength and stability of pipelines. At the same time, advanced coating technology is used for anti-corrosion treatment, effectively extending the service life of the pipeline and reducing maintenance costs. These measures help improve the safety, stability, and continuous operation capacity of long-distance water pipelines, meeting the growing demand for water supply.

Keywords: long-distance water pipeline; steel pipeline; pipe selection; anti-corrosion design

引言

长距离钢质输水管道在解决我国水资源分布不均、提高供水效率方面具有不可替代的重要作用。钢材作为输水管道的主要材料,具有耐腐蚀、高强度、寿命长等优点,然而其表面容易受到腐蚀的影响,这可能会危及管道的安全运行。因此,在管道建设过程中,合理选择适宜的管材尤为关键,同时必须采取有效的防腐措施以延长管道的使用寿命。通过综合考虑管道所处环境、水质情况和运行条件等因素,针对性地设计防护措施,确保输水管道持续稳定、安全地运行。

1 长距离钢质输水管道管材选择

1.1 钢材种类

常用的钢质输水管材种类繁多,主要包括螺旋焊管、直缝焊管以及高频直缝焊管等多种选项。这些管材各自具备独特的性能特点和优势,为输水管道的建设提供了丰富的选择。螺旋焊管以其壁厚均匀、内壁光滑的特点而闻名。其制造工艺通过螺旋卷板焊接而成,保证了管材壁厚的一致性,同时内壁光滑,有利于减小水流阻力,提高输水效率。直缝焊管在尺寸精度和抗变形能力方面表现出色。直

缝焊管的制造过程凭借高精度的焊接技术,确保了管材的尺寸精度,有利于管道的准确连接和安装。此外,直缝焊管还具有较强的抗变形能力,能够在外部力量作用下保持管道的稳定性。高频直缝焊管由于其生产效率高、成本低而备受青睐。利用高频感应加热技术,高频直缝焊管的生产速度明显快于传统焊接方法,大大提升了生产效率^[1]。同时,高频直缝焊管采用自动化生产设备,进一步降低了生产成本,使其成为经济实惠的选择。在选择适合的管材时,需要全面考虑输水距离、水深、压力等级等因素,并结合具体工程需求权衡各种管材的性能和成本。只有在综合考虑的基础上做出明智的选择,才能确保输水管道的建设达到最佳效果。不同类型的钢质输水管材各具特色,应根据具体情况灵活选择,以确保输水系统的可靠性、耐久性和经济性。只有在选择合适的管材并采取有效的管道设计和管理措施的前提下,我国水资源分布不均问题才能得到有效解决,供水效率才能得到显著提高。

1.2 材料性能

钢质输水管材作为重要的管道材料,在输水工程中扮演着关键的角色。其质量和性能直接关系到整个输水系统

的安全和稳定运行。在选择钢质输水管材时，必须要考虑其力学性能、耐腐蚀性能和加工性能等多方面因素。力学性能是钢质输水管材的基本要求之一。力学性能主要包括强度、硬度、韧性等指标。高强度和硬度可以确保管道在运输和安装过程中不易发生变形和破损，从而提高管道的使用寿命和稳定性。同时，良好的韧性可以增加管道的抗震性能，减少管道在外部冲击或振动下的损坏风险。耐腐蚀性能也是钢质输水管材必须具备的重要性能之一。耐腐蚀性能涉及到抗氧化、抗腐蚀等方面。在输水系统中，管道经常接触到水质和环境中的化学物质，如果管道缺乏良好的耐腐蚀性能，就容易出现腐蚀和老化等问题，从而缩短管道的使用寿命。因此，选择具有良好耐腐蚀性能的钢质输水管材非常重要，可以有效延长管道的使用寿命。加工性能也是评判钢质输水管材质量的重要标准之一。加工性能主要包括焊接性能、加工难易程度等方面。在输水工程中，输水管道经常需要进行焊接和加工操作，因此，管材必须具备良好的焊接性能，以确保焊接接头的质量和可靠性；同时，加工难易程度也会直接影响到管道加工的效率和成本。因此，选择具有良好加工性能的钢质输水管材可以更好地满足工程建设的需要，提高工程施工效率。钢质输水管材应具备优良的力学性能、耐腐蚀性能和加工性能，以确保管道系统的安全稳定运行。通过科学严谨的选材和质量控制，可以确保钢质输水管材具有优异的性能表现，满足输水系统对管道材料的需求，从而保障输水工程的可靠运行和持久发展。在今后的工程建设中，我们需要更加重视钢质输水管材的质量和选择，为输水系统的安全可靠提供保障^[2]。

1.3 管材选择原则

在工程建设中，选择适合的长距离钢质输水管材是至关重要的一环。在进行选择时，我们应当遵循一系列原则以确保最终选定的管材能够满足工程需求并符合行业标准。安全性原则是选择长距离钢质输水管材时必须优先考虑的因素之一。管道作为输送介质的通道，在运输和使用过程中承受着巨大的压力和重量，因此管道的稳定性和安全性显得尤为重要。举例来说，考虑到地震频发地区的输水管道设计，必须注重管道的抗震性能，以确保在地震发生时管道不会受到严重破坏。经济性原则也是选择长距离钢质输水管材时需要考虑的因素之一。在进行选择时，需要综合考虑管道的成本、性能和使用寿命等方面。虽然高性能的管材可能会带来更高的购买成本，但从长远来看，具有较长使用寿命和稳定性能的管材能够降低维护和更换成本，从而实现经济效益的最大化。另外，环保性原则也是选择长距离钢质输水管材时不可忽视的一点。通过选择符合环保标准的管材，可以有效降低工程开采和施工对环境的影响，实现可持续发展的目标。例如，选择可回收的环保型管材可以为工程降低资源消耗，减少环境污染。除了以上提到的原则外，在选择长距离钢质输水管材时还

应考虑到其适用性、耐磨性、抗腐蚀性以及施工便捷性等因素。适用性主要指管道材料是否符合工程的具体要求，包括管径大小、承压能力等；耐磨性和抗腐蚀性则直接关系到管道的使用寿命和稳定性；而施工便捷性则决定了工程施工周期和成本。因此，在选择长距离钢质输水管材时，需要综合考虑多个方面因素，确保最终选择的管材能够全面满足工程的需求。

2 长距离钢质输水管道的防腐设计

2.1 防腐材料选择

在处理钢制管道腐蚀挑战时，选择适宜的防腐介质至关重要。当前管道建设中，涉及多种防腐蚀介质，如涂装材料、玻璃纤维增强塑料（玻璃钢）以及各类塑料制品，以阻止或延缓金属的锈蚀过程。在选择防腐剂时，需全面权衡各类材料的特性与适用环境，以实现最佳的防腐性能和使用年限。作为一种常见的防腐蚀物质，涂料具有优异的抗腐蚀特性，并且施工过程简便，经济成本相对较低。然而，为了维持其防腐性能，需要对使用寿命相对较短的涂料进行定期检查与维护。在选择涂料作为防腐蚀介质时，必须细致评估管道所处的环境状况，诸如湿度、温度波动等因素，以保证其满足预期的防腐性能。另外，玻璃钢与塑料作为防腐材料，展现出良好的耐腐蚀特性，有效地延长管道的使用期限。然而，与涂料相比，它们的成本较高，意味着在应用上需要更大的资金投入。在选择这两种材料时，必须全面评估工程项目预设的财务限制以及未来的持续费用，以确立最具成本效益方案。理性地选取适当的防腐蚀介质对具体工程项目至关重要。此过程需基于特定场景进行慎重选择，在评价管道系统时，除了关注其抗腐蚀能力和经济性，还必须探讨输送介质的特点、预期的使用期限以及操作环境等综合因素。全面评估各种因素可帮助选择最适宜的防腐材料，从而达到经济效率、安全以及可持续性发展的目标^[3]。

2.2 防腐层设计

在开展管道防腐设计工作过程中，必须对管材种类、构造形式以及服役条件等诸因素进行全面的审视与评估。选择和安装防腐层受到诸多因素的直接作用，这是确保管道系统能够长期安全稳定运行的关键。在设计防腐层时，须对管道材质的特性有充分的认知。针对不同材质的管道，在设计防腐方案时，应考虑采用差异化的策略和材料，以保证其防腐效果能满足预定的标准。针对钢质管道，普遍采用的防腐措施涵盖了涂层、包覆以及阴极保护等类型；而对于由其他材料制成的管道，则需开发和应用特定的防腐方案。管路构造是一个不容忽视的关键要素，管道构造的特性在很大程度上决定了防腐层的施加难易程度及其成效。针对复杂的管道结构，为了达到全面的防腐效果，可能需要应用特殊的施工技术，或者增设额外的防腐涂层。管道结构特性的基础上，进行防腐设计时，必须拟定出最

适宜的防腐层方案。在管道应用的具体环境中，防腐层的规划布局是至关重要的考量因素之一。在多种使用条件下，各类材料可能遭受化学反应的侵蚀、机械作用的损耗以及温度变化的干扰，为此，必须挑选恰当的防腐蚀涂层材料及技术以应对这些挑战。在设计过程中，防腐层的厚度是一个关键因素。适当的防腐层厚度既保障了防腐功能，又未对管道的安装与维护造成干扰。在防腐设计的实践中，必须依据具体条件来决定最适宜的防腐层的厚度。综合思考涉及到材料的选取、构造的优化以及操作环境的适应性。为了确保管道系统的安全运行并延长其使用寿命，必须采用科学合理的设计方案，以保证防腐层能够发挥良好的防护作用。设计周密的防腐层可以显著减少管道腐蚀现象，进而降低维护费用，增强管道系统的稳定性和耐久性^[4]。

2.3 防腐层施工

管道系统中的防腐层施工及其质量控制是对管道长效稳定运行至关重要的一环。良好的防腐措施不仅可以有效减少维护成本，还可以显著延长管道设备的使用寿命。因此，在施工过程中严格管理涂层的厚度及均匀性，合理选择涂层技术至关重要。例如，在一项新建城市燃气输送网络建设项目中，考虑到腐蚀是一个不可忽略的因素，施工团队首先明确了防腐设计方案，确定使用高性能环氧粉末涂层作为管道的主要防腐手段。该设计考虑了涂层厚度的统一控制，以及涂覆过程中的工艺参数优化，确保每层涂膜达到理想的厚度和均匀分布。针对涂装技术的选择，《ISO 国际标准化组织》中对各类管道防腐技术提供了具体推荐，如环氧煤沥青青层面涂层、环氧粉末涂装、聚乙烯胶带防腐、复合防腐层等，每一项技术各有侧重，适应不同环境下的腐蚀条件需求。此项目根据所选材料性能和管道服役条件，选择了环氧粉末涂层，并依据标准 ISO 21448《油气长距离输送管材——外部全覆盖型环氧涂料的防腐系统要求和试验方法》，进行涂装作业的全过程管理。

在涂覆工艺执行中，技术人员必须具备丰富的专业知识和实践经验，以确保管道整个周界面都被精确均匀地涂覆。为了防止涂层厚度误差，他们采用了精确的涂装量测量工具及质量控制系统，以确保每个区域达到规定的膜厚范围（通常根据管道材质和介质特性的综合评估设定，例如在腐蚀严重区增加涂层厚度）。在保证防腐效果同时，还需注重涂层外观的美观度与功能性。一个经典的例子是，采用先进的涂布技术实现高透明的玻璃涂层，在维持耐化

学品腐蚀的前提下，使得管路内部情况易于监测与维护，同时也符合现代工业建筑对美观性的更高追求。在整个建筑工程周期内，施工现场的精细化管理尤为重要。通过实施严格的施工流程控制，如定时巡检、施工前的技能培训与测试、建立完善的沟通机制以及及时应对意外事件的预案，有效地保障了防腐层施工的高标准质量。例如，通过对施工过程中每一层涂膜厚度与外观进行实时记录和检测，及时发现并修正可能存在的质量问题，避免了因为涂层不均匀导致的局部防护性能下降^[5]。最后，在实际施工期间的监控与检查方面采取严格规定。设立定期的安全与质量抽查制度，不仅提高了施工效率和准确度，还能够早期识别并及时改正可能出现的风险点，如过度打磨、不适当的干燥时间和环境条件变化引起的施工问题，确保最终产品达到预设的防腐性能标准，比如 ISO 标准中要求的防腐层最小寿命期。

3 结语

在确保长距离钢质输水管道安全运行方面，管材选择和防腐设计至关重要。优质的管材选择可以保证管道的稳定性和耐久性，而合理的防腐设计则能有效延长管道的使用寿命。未来，随着科技的不断进步和新材料的涌现，长距离钢质输水管道的设计和施工将迎来更大的改进，使其更加先进、更为安全和经济。通过持续的技术创新和全面的管道管理，预计未来的管道工程将呈现出更为可靠和可持续的发展趋势。

[参考文献]

- [1] 苏俊男. 长距离输水管道防腐技术分析与研究[J]. 科技创新与生产力, 2024, 45(3): 142-144.
 - [2] 周雪杨, 姜国徽, 许国栋. 超声波技术在长距离输水管道防腐工程中的应用[J]. 山东水利, 2023(7): 44-45.
 - [3] 郑超. 大口径钢质输水管道外防腐技术分析[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(8): 100-101.
 - [4] 杨建中. 长距离钢质输水管道管材和防腐设计分析[J]. 城镇供水, 2022(1): 33-38.
 - [5] 胡勇, 孙国强. 钢质海底输水管道防腐方案及牺牲阳极保护设计[J]. 价值工程, 2020, 39(35): 121-122.
- 作者简介: 王斌(1989.1—), 毕业院校: 新疆农业大学, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位名称: 新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 职务: 职员, 职称级别: 中职。