

# 长距离输水管道施工过程中的技术难点与解决方案

开鑫

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:**长距离输水管道施工面临复杂地形、材料选择、质量控制、水锤保护等多重技术难点。本文探讨了这些难点的具体表现,并提出了优化管道材料选择与质量控制、改进管道铺设技术、加强管道防腐与绝缘、完善水锤保护与压力控制系统、强化施工安全与环境保护管理等解决方案,旨在确保工程质量和安全,延长管道使用寿命,保障水资源有效输送和利用。

**关键词:**长距离;输水管道施工;技术难点;解决方案

## 引言

长距离输水管道工程作为水利工程的重要组成部分,其施工质量和安全性直接关系到水资源的有效利用和人民的福祉。然而,复杂的地理环境、多变的天气条件以及严格的施工要求,使得长距离输水管道施工面临诸多挑战。本文旨在深入剖析这些技术难点,并提出相应的解决方案,为类似工程的施工提供借鉴和参考。

### 1 长距离输水管道工程的特点

长距离输水管道工程,作为一项庞大且复杂的系统工程,其显著特点和复杂性不仅在施工过程中的技术难点上体现得淋漓尽致,更在管道的运行、维护和管理等多个关键环节构成了全方位、多维度的挑战。施工距离长是其最为直观且核心的特点,管道往往需要穿越从平原到山地、从湿地到丘陵,甚至横跨河流与峡谷的复杂地理环境和地形地貌,极大地增加了工程的难度和复杂度。施工队伍不仅要面对这些复杂多变的自然环境,还需克服各种地形地貌带来的施工障碍,如陡峭山坡、泥泞湿地和狭窄山谷等,这要求施工人员不仅具备高超的技术水平和丰富的实践经验,还需具备应对突发情况和复杂环境变化的灵活性和应变能力。同时,地质条件的复杂性也是必须面对的重要挑战,软弱土层、坚硬岩石层、断层破碎带和岩溶发育区等复杂地质条件对管道的施工和稳定性提出了严峻挑战,必须加强对地质条件的勘测和分析,采取科学合理的施工方法和措施。此外,管道材料的选择也至关重要,需考虑其承受高压、高流速水流冲刷和腐蚀作用的能力,以及经济性和环保性的要求,常用的管道材料如钢管、铸铁管和预应力钢筋混凝土管各有优缺点,需根据工程具体情况和要求进行选择。最后,长距离输水管道工程的维护和管理难度也较大,由于管道距离长、地形复杂,定期检查和维护工作烦琐,还需建立完善的监控系统和应急机制,采用远程

监控、智能预警等现代化技术和手段,实时监测和预警管道运行状态,并建立应急预案和处置机制,以应对可能出现的突发情况和安全隐患,确保管道的安全、稳定和长期运行<sup>[1]</sup>。

### 2 长距离输水管道施工的技术难点

#### 2.1 管道材料选择与质量控制

管道材料的选择与质量控制构成了核心挑战,工程要求管道必须能承受高压、高流速的水流冲刷,同时具备良好的耐腐蚀性和耐久性,以保障水质安全与输送效率。然而,在实际操作中,这一环节却面临多重考验。管道材料的选择需兼顾多种复杂地质环境和气候条件,如盐碱地、腐蚀性土壤及寒冷地区的特殊要求,这对材料的耐腐蚀性、低温韧性、强度和耐久性提出了极高要求。但材料选择往往受限于供应稳定性、及时性和成本因素,施工单位需在性能、供应与成本间艰难权衡,增加了选择难度。管道材料质量直接影响工程整体质量和长期稳定性,进场前需建立完善的检测体系,全面检测材料的化学成分、力学性能、耐腐蚀性和低温韧性等,施工过程中还需抽样复检。施工环境的复杂性,如地质多变、气候恶劣,可能影响检测设备的准确性和稳定性,而施工人员的技能水平和责任心不足也可能导致质量控制流于形式,难以有效发现并解决潜在质量问题。

#### 2.2 管道铺设与地形适应

长距离输水管道施工中的管道铺设与地形适应是整个工程中的核心挑战,要求施工团队不仅具备高超的技术实力和丰富的实地经验,还需灵活应对各种复杂多变的地形条件。从平坦的平原到崎岖的山地,从低洼的湿地到高耸的丘陵,甚至跨越宽阔的河流与深邃的峡谷,地形多样且复杂,对管道铺设提出了极高的要求。在铺设过程中,施工团队需克服地形本身的挑战,如采用索道运输、分段铺设或挖掘临时便道等特殊技术,确保管

道安全稳定地到达指定位置,并严格控制管道倾斜角度,防止下沉或变形。同时地质条件和土壤类别也是不可忽视的因素,施工团队需进行详细的地质勘测,了解地质构造和岩土性质,针对不同地质情况采取加固措施,如铺设沙袋、注浆加固等,以克服软弱土层或流沙层的承载力问题,或在坚硬岩石层中采用爆破或机械开挖等方式。土壤类别对管道铺设也产生重要影响,施工团队需对沿线土壤进行取样分析,了解土壤性质,选择合适的防腐措施和铺设方法,如采用耐腐蚀性能更好的管道材料和涂刷防腐涂料等。

### 2.3 水锤保护与压力控制

长距离输水管道系统作为水利工程的关键构成,其安全性和稳定性对于水资源的有效输送和利用至关重要。在实际运行中,多种因素如地形变化、水泵启停及阀门快速操作都可能触发水锤现象,这是一种因水流速度突变引发的压力波动,会对管道系统造成严重冲击和振动,不仅干扰管道的正常运行,还可能引发管道破裂、泄漏等安全事故,对环境和人民生命财产安全构成严重威胁。所以在长距离输水管道施工中,水锤保护与压力控制显得尤为关键。为了有效应对这一问题,施工团队需采取一系列保护措施,其中安装流量控制阀和减压阀等设备尤为常见且有效。流量控制阀通过调节管道内水流速度,保持水流的平稳流动,避免流速急剧变化,从而减少水锤的产生;而减压阀则通过调节管道内压力,防止压力过高或过低对管道造成损害。在选择和安装这些设备时,施工团队需综合考虑多种因素,如管道长度、地形条件及水流速度等。长距离输水管道由于管线长、距离远,水流状态易受干扰,更易产生水锤现象,因此需根据管道实际长度合理选择和安装流量控制阀和减压阀,确保水流速度和压力在安全范围内<sup>[2]</sup>。

## 3 长距离输水管道施工过程中的解决方案

### 3.1 优化管道材料选择与质量控制

优化管道材料选择与质量控制是确保工程质量和安全的关键环节,施工团队需加强材料供应商的筛选和管理,建立一套严格的筛选机制,从供应商的资质、信誉、历史业绩及质量管理体系等多方面进行综合评估,优先选择行业口碑良好、能提供高质量产品和优质服务的供应商,并建立长期稳定的合作关系,通过定期交流和反馈机制不断优化材料质量和服务水平。同时,建立完善的检测体系,采用先进的检测设备和技術对原材料、半成品和成品进行全面检测和评估,涵盖物理性能、化学性能、耐腐蚀性能、抗压强度、抗拉强度等多个方面,确保检测结果的准确性和可靠性,对不合格材

料坚决退货或要求整改。在施工过程中,施工团队还需建立完善的管理制度,明确存放、运输、使用等各环节的要求和流程,加强现场监督和检查,及时发现和解决材料质量问题。还要注重技术创新和工艺改进,提高材料使用效率和加工精度,降低施工成本,同时加强施工人员培训和教育,提升他们的专业技能和质量意识,确保施工质量和设计要求。

### 3.2 改进管道铺设与地形适应技术

在管道工程建设的复杂多变地形条件下,确保管道铺设的灵活性和地形适应能力对于工程的顺利进行和管道的长期稳定运行至关重要。所以必须采取一系列有效措施,第一,加强地形勘测和分析是基础工作,利用现代测绘技术和地质勘探手段,全面深入地掌握铺设区域的地形特点和地质条件,包括地形起伏、土壤类型、地下水位、岩石分布及潜在地质灾害风险等,为后续的管道设计和施工方法选择提供科学依据。第二,基于详尽的地形勘测结果,需灵活选择管道铺设方式和施工方法,如在平坦稳定区域采用直埋铺设,而在山地、丘陵等复杂地形则采用架空或隧道铺设,水域区域则采用水下铺设技术,同时考虑采用定向钻穿越或水平定向钻进等减少对地表破坏或解决穿越障碍物的难题。第三,在铺设的过程中,施工团队须具备丰富经验和技術手段,实时监测地形变化,设置变形监测点,及时发现并处理安全隐患,特别是在极端天气条件下加强巡查和监控,确保管道安全,并且还注重技术创新和工艺改进,研发新型管道材料,优化连接方式,引入智能化监控系统,提高管道的抗压、抗拉、抗腐蚀性能,确保接头强度和密封性,为管道的安全运行提供全方位保障。

### 3.3 加强管道防腐与绝缘工作

在管道工程的建设与运营中,确保管道防腐与绝缘性能达到最佳状态是保障管道安全、延长使用寿命的核心任务,面对复杂多变的自然环境和潜在的腐蚀风险,我们必须采取一系列科学有效的措施。一是选择合适的防腐材料和绝缘材料,这需要根据铺设区域的具体环境条件,如土壤腐蚀性、气候条件、管道输送介质特性等因素进行综合考虑,常见的防腐材料如环氧煤沥青、聚乙烯防腐胶带、熔结环氧粉末等,它们各有优势,适用于不同的场景。二是优质的绝缘材料能有效减少热损失,提高管道输送效率,因此在选择时需考虑其导热系数、耐温范围、机械强度以及防水防潮性能等因素,在确定了合适的材料后,加强对施工过程中的防腐和绝缘质量的监控和管理显得尤为重要,施工团队须具备丰富的经验和专业技能,严格按照施工图纸和技術规范进行

施工,确保涂层均匀无缺陷,绝缘层与管道紧密贴合。三是建立完善的质量管理体系,对材料检验、施工过程控制、质量验收等环节进行全过程监控,确保施工质量符合设计要求,定期对管道进行维护和检查也是关键,随着运营时间的延长,防腐和绝缘层可能会因外部环境因素或内部介质作用而逐渐老化、损坏,所以必须建立定期维护和检查制度,全面细致地检查管道,以便及时发现并应对潜在的腐蚀风险,确保管道的安全运行和长期使用寿命。

### 3.4 完善水锤保护与压力控制系统

在管道系统的安全运营中,构建一个完善的水锤防护体系是有效应对水锤现象及管道压力异常的关键。这一体系的基础在于合理选择水锤保护设备和减压阀等关键装置,需依据管道的具体参数,如长度、直径、地形条件、水流速度以及输送介质的特性,精心挑选适合的防护设备,如空气阀、减压阀及水锤消除器等,其中空气阀能自动排除管道内的空气以降低水锤发生概率,减压阀能在压力超标时自动调节以避免管道超压,而长距离输送管道则需增设缓冲罐或蓄能器以吸收和释放水锤能量。确保这些设备的正常运行同样重要,需加强设备的安装和维护工作,严格按照制造商指南操作,确保设备位置合理、连接牢固、操作便捷,并定期进行清洁、润滑、紧固件检查及功能测试等维护工作,建立定期更换易损件如密封件、滤网的制度,并建立完善的设备档案以跟踪设备运行状态。一个健全的监控系统和应急机制也是必不可少的,监控系统应配备压力、流量、温度传感器等实时监测管道运行状态,一旦发现异常立即触发报警并通知操作人员,同时制定详细的应急预案,培训操作人员熟悉应急流程,配备必要的应急设备和工具,明确不同情况下的应对措施,并定期组织应急演练以提高操作人员的应急响应能力和团队协作水平,确保在紧急情况下能够迅速、有效地处理问题,保障管道系统的安全运行<sup>[3]</sup>。

### 3.5 加强施工安全与环境保护管理

在工程项目管理中,施工安全与环境保护是两大不可或缺的核心要素,它们的妥善处理对于项目的顺利进

行和社会的可持续发展至关重要。(1)加强施工人员的安全教育和培训,通过定期组织生动的案例讲解、实用的操作演示以及严格的理论考核,使施工人员深入理解施工安全的重要性,掌握必要的安全知识和技能,提高自我保护和相互保护的能力,并鼓励他们积极分享安全经验,营造浓厚的安全文化氛围。(2)建立完善的施工安全管理制度和应急预案,全面覆盖施工全过程的各个环节,从施工前的安全风险评估到施工中的安全监控,再到施工后的安全总结,确保每一项工作都有章可循、有据可依,针对高风险作业环节,如高空作业、爆破作业等,需确保有足够的安全防护措施和应急处理能力。(3)在环境保护方面,合理规划施工现场布局、安排施工顺序和时间,是减少生态环境影响的关键,同时加强施工现场的环境监测和管理,及时发现和处理环境污染问题,确保施工活动符合相关法律法规要求。(4)妥善处理施工废弃物,建立完善的施工废弃物处理机制,明确废弃物的分类、收集、储存、运输和处置等流程和要求,对可回收废弃物进行回收利用,对不可回收废弃物按照法律法规要求进行无害化处理或安全处置,并加强监管和检查工作,确保各项处理措施得到有效执行。

### 结语

综上所述,长距离输水管道施工的技术难点不容忽视,但通过优化材料选择、改进铺设技术、加强防腐与绝缘、完善水锤保护与压力控制系统以及强化施工安全与环境保护管理,我们可以有效应对这些挑战,确保工程的顺利进行和管道的长期稳定运行。这不仅有助于保障水资源的有效利用,也为社会的可持续发展奠定了坚实基础。

### 参考文献

- [1]陈建锋,徐欣,杨帅.长距离输水管道施工技术探析[J].山东水利,2023(7):5-7.
- [2]李苑红.长距离输水管道施工技术研究[J].居业,2020(8):57-58.
- [3]王庆彬.长距离输水管道施工技术研究[J].科技创新导报,2021,18(33):106-108.