

水利管道输水工程常见施工质量及防治措施

李淑敏

河南省南水北调运行保障中心 河南 郑州 450000

摘要: 在水利管道输水工程中,施工质量受材料、工艺、结构连接及环境等多因素影响。本文剖析了常见施工质量问题,涵盖材料质量缺陷、施工工艺偏差、结构连接隐患及环境适应难题等。构建了防治措施体系,包括材料、工艺、结构连接强化及环境适应性措施。同时,阐述了关键控制点管理,涉及施工过程监测、隐蔽工程验收与试压检测。还强调了人员与组织保障,通过培训、现场管理优化及技术支持创新提升施工质量,为水利管道输水工程提供质量保障参考。

关键词: 水利管道输水工程;施工质量;防治措施;关键控制点;人员组织保障

引言:水利管道输水工程作为关键水利基础设施,在水资源调配与利用方面作用重大。其施工质量直接关系到工程运行的安全性、稳定性与经济性。然而,实际施工常受多种因素干扰,出现材料质量不达标、施工工艺偏差、结构连接不牢固、环境适应性差等问题。这些问题不仅影响正常输水,还可能引发安全事故,造成经济损失。因此,深入分析问题、构建防治体系、加强管理并做好人员组织保障,对提升施工质量十分必要。

1 常见施工质量问题分类

1.1 材料质量问题

管材及配件质量缺陷主要体现在强度指标未达到工程设计标准,耐腐蚀性无法适应输水工程的服役环境,密封性能难以满足长期输水的防渗要求^[1]。辅助材料选用需与工程实际工况相适配,防腐涂料、保温材料、密封胶等材料的性能参数若与管材特性、使用环境不匹配,会直接影响工程施工质量与使用寿命。材料在运输与存储过程中,若未采取合理的防护措施,易受到振动、潮湿、高温或低温等因素影响,导致材料自身性能发生退化,进而引发后续施工质量隐患。

1.2 施工工艺问题

管道安装过程中,坡度控制精度不足会影响管内水流顺畅性,轴线偏移会导致管道衔接出现偏差,接口错位则会降低连接部位的密封性与结构稳定性。焊接施工环节,焊缝熔透程度不符合规范要求,易形成未熔透缺陷,焊接过程中产生的气孔、裂纹等缺陷,会削弱焊缝承载能力,埋下安全隐患。防腐处理环节,涂层厚度未达到设计标准会降低防腐效果,阴极保护系统运行异常会导致保护失效,加速管道腐蚀进程。回填施工中压实度控制不到位,会使管道周边土体承载力不均,长期服役易引发管道沉降或变形。

1.3 结构与连接问题

管道渗漏现象主要源于接口密封系统失效,管体自身存在的裂缝也会导致输水过程中出现渗漏问题,影响工程输水效率。管道变形多由地基沉降引发,周边外力挤压也会造成管体结构变形,破坏管道正常输水功能。支吊架安装过程中,若安装方式不符合设计规范,会导致支吊架承载力不足,固定效果不稳定,无法有效支撑管道,长期运行易引发管道位移、变形甚至损坏。

1.4 环境与外部因素问题

地质条件对管道施工质量影响显著,软土地基未进行针对性加固处理,会导致地基承载力不足,引发管道沉降;岩层破碎带处理方式不合理,易造成管道周边土体坍塌,影响管道结构安全。地下水或地表水的长期侵蚀,会加速管道腐蚀进程,部分情况下还会产生浮力作用,导致管道浮管现象发生。温度变化会使管道产生热胀冷缩效应,这种形变若未得到合理控制,会导致管道接口松动,严重时还会造成管体开裂,影响工程正常运行。

2 防治措施体系构建

2.1 材料质量控制措施

供应商管理围绕材料质量源头把控构建完善体系,建立合格供应商名录,结合材料供应质量、履约能力、售后服务等核心指标实施动态评估,对供应材料频繁出现质量问题、履约不到位的供应商予以淘汰,确保进场材料质量可控、溯源可查。入场检验环节制定明确且细化的材料检验标准,严格执行自检、互检、专检的三检制度,对管材、管件及防腐涂料、保温材料、密封胶等各类辅助材料进行全面检测,重点核查材料性能参数与设计要求的契合度,不合格材料严禁进场使用,从源头杜绝材料质量隐患^[2]。存储管理遵循分类存放原则,根据不同材料的物理化学特性设置专门存储区域,配备完善

的防潮、防晒、防腐蚀设施,合理控制存储环境的温湿度,有效避免材料因存储不当发生受潮、老化、锈蚀等性能退化现象,保障施工过程中材料质量稳定可靠。

2.2 施工工艺标准化措施

管道安装工艺推行全流程标准化作业,采用激光定位仪实现轴线与坡度的精准控制,实时校准安装偏差,提升管道安装精度,为后续接口衔接与输水效率提供保障。选用专用卡具对管道进行固定,精准控制管道安装位置,有效规避安装过程中出现的偏移、错位问题,确保管道安装规范性与一致性。接口处理强化过程管控,焊接前对坡口进行彻底清理,去除表面杂质、氧化层及油污,为焊接质量奠定基础,焊接完成后及时开展无损检测,全面排查焊缝缺陷并妥善处理。防腐处理工艺注重细节管控与流程规范,表面处理采用喷砂除锈工艺,严格把控除锈等级达到Sa2.5级,确保管道表面清洁度与粗糙度,为涂层附着提供良好基础;涂层施工采用分层喷涂方式,精准控制每层喷涂厚度,确保厚度均匀,总厚度严格契合设计要求;阴极保护系统合理选择牺牲阳极材料,规范布置阳极位置,外加电流系统定期开展检测与调试,保障防腐效果持续稳定。回填压实工艺严格遵循分层回填原则,每层回填厚度控制在30cm以内,采用专业机械夯实,确保压实度符合设计标准,回填过程中筛选回填土料,避免尖锐石块直接接触管道,防止管体被划伤、挤压受损。

2.3 结构与连接强化措施

渗漏防治针对性采取精准管控措施,接口密封采用橡胶圈密封方式时,严格把控圈径与管径的适配性,均匀涂抹润滑剂,确保橡胶圈安装到位、密封紧密,有效减少接口渗漏隐患。管体裂缝防治从施工环节全程把控,严格控制混凝土浇筑温度,合理设置浇筑顺序与振捣工艺,浇筑完成后加强养护工作,控制养护周期与环境温湿度,有效避免混凝土干缩裂缝产生。变形控制强化地基与管道固定双重管理,软土地基根据地质条件采用换填、打桩或注浆等加固措施,提升地基承载力,减少地基沉降对管道的影响;设置混凝土镇墩或地锚,有效限制管道位移,保障管道安装稳定性。支吊架安装结合管道规格、材质及荷载计算结果,确定合理的支吊架间距与型号,安装过程中精准调整支吊架位置,确保支吊架与管道接触紧密、固定牢固,充分发挥支吊架的支撑与保护作用,避免管道长期运行中出现位移、变形。

2.4 环境适应性措施

地质条件应对结合工程实际地质勘察结果,针对性制定防控措施,穿越软土地基时,采用管棚支护或注浆

加固等技术措施,提升地基整体性与稳定性,避免施工过程中出现地基坍塌;穿越岩层破碎带时,设置套管防护或采用非开挖技术,减少周边土体扰动对管道的影响,保障管道结构安全^[3]。地下水控制根据施工场景制定差异化方案,深基坑开挖过程中合理设置降水井,科学调控降水速度与水位,有效降低地下水位,避免地下水浸泡基坑引发安全隐患;管道穿越水域时,采用配重块或压重袋进行稳管处理,增强管道抗浮力,防止管道浮起变形。温度补偿措施兼顾长距离管道与暴露管道的不同需求,长距离管道合理设置伸缩节,有效吸收热胀冷缩产生的形变,缓解温度应力;暴露在外的管道采用适配的保温材料包裹,减少外界温度变化对管道的影响,避免接口松动与管体开裂,保障管道长期稳定运行。

3 关键控制点管理

3.1 施工过程监测

管道坡度监测依托水准仪开展实时检测工作,通过精准读数与动态调整,严格把控管道坡度偏差范围,确保偏差控制在设计规范界定的允许范围内,为管道后续正常输水、避免管内积水或流速异常提供基础保障。焊接质量监测采用超声波检测或射线检测两种专业技术手段,结合施工工序进度同步开展检测作业,全面排查焊缝可能存在的各类质量隐患,及时发现并处理问题,保障焊缝结构完整性与承载能力,满足管道长期服役的力学性能要求。防腐层监测选用电火花检测仪作为核心检测设备,对管道防腐涂层完整性进行全面、细致的排查,一旦发现涂层破损、漏涂等问题,立即启动修补流程,采用与原涂层匹配的材料进行修复,避免管道因防腐层破损引发腐蚀,维持防腐系统的长效防护效果。

3.2 隐蔽工程验收

管道埋设前验收作为隐蔽工程的首要验收环节,重点核查管道安装位置的准确性、坡度参数的合理性及接口密封性能的可靠性,逐一核对各项指标与设计标准的契合度,确认全部达标后,方可进入后续埋设工序,杜绝埋设后因隐蔽问题难以整改。回填前验收聚焦防腐层完整性与支吊架安装质量,细致检查防腐层是否存在破损、脱落、起皱等现象,全面核查支吊架安装的规范性与牢固程度,及时整改发现的问题,避免回填过程中管道及附属设施受到挤压、碰撞而损坏。试压前验收着重检查管道固定情况,确认管道固定装置安装到位、受力均匀,同时核查压力表校准证书,确保压力表计量精度符合检测要求,为后续试压工作的顺利开展与检测结果的准确性提供保障。

3.3 试压与检测

压力试验严格按照规范流程分阶段升压,逐步将管道内压力提升至设计规定的压力值,维持稳压状态一段时间后,细致观测并记录压力降数据,确保压力稳定符合设计标准,全面验证管道整体承压能力与结构稳定性,杜绝管道因承压不足引发破损。严密性试验采用气泡法或压力衰减法开展检测,通过专业检测手段精准排查管道接口密封性能,全面捕捉接口可能存在的渗漏隐患,确保管道接口密封可靠,满足长期输水的防渗要求。无损检测重点针对管道关键焊缝开展,采用超声波或射线检测技术,深入排查焊缝内部可能存在的未熔透、气孔、裂纹等缺陷,确保关键部位焊缝质量达标,为管道结构安全提供核心保障,契合水利管道输水工程长期稳定运行的使用需求。

4 人员与组织保障

4.1 施工人员培训

技能培训围绕施工核心工序展开,定期组织焊接、防腐、管道安装等专项技能培训,邀请行业技术专家开展现场教学与实操指导,提升施工人员专业操作水平,确保各工序施工符合规范要求^[4]。安全培训聚焦施工安全管控,通过系统的安全知识讲解与应急演练,强化施工人员安全意识,使其熟练掌握各类突发情况的应急处理流程与方法,降低施工安全风险。质量意识培训注重理念引导与责任传递,着力树立“质量第一”的施工理念,明确各岗位人员的质量责任,引导施工人员在作业过程中严格把控每一个细节,自觉遵守质量管控要求,从人员层面筑牢工程质量防线。

4.2 现场管理优化

责任分工需构建清晰的岗位责任体系,明确项目经理、技术负责人、质检员等核心岗位的具体职责,确保各项管理工作有序推进、责任到人。项目经理统筹现场整体施工管理,协调各方资源保障施工顺利开展;技术负责人负责施工技术指导与方案优化,解决施工过程中的技术难题;质检员专注质量管控,全程监督施工工序质量,及时排查质量隐患。过程记录需建立完善的施工日志制度,详细记录关键工序的操作人员信息、施工参数及检测数据,实现施工过程可追溯,为后续质量核查与问题排查提供可靠依据。问题整改坚持闭环管理原则,对施工过程中发现的质量问题立即启动整改流程,组织专业人员深入排查问题根源,制定针对性整改措施,

整改完成后进行复检验收,同时建立问题追溯机制,避免同类问题再次发生。

4.3 技术支持与创新

新技术应用聚焦施工效率与质量提升,积极推广智能化焊接设备、无人机巡检等先进技术。智能化焊接设备可提升焊接精度与稳定性,减少人为操作误差,保障焊接质量均匀达标;无人机巡检能够实现管道施工全过程全覆盖巡检,快速发现施工过程中的隐蔽隐患,提升巡检效率与覆盖面^[5]。工艺改进立足现场施工实际,结合施工过程中的反馈意见,对现有施工工艺进行优化完善,简化繁琐工序,提升施工效率的同时进一步保障施工质量,使施工工艺更贴合现场工况需求。经验总结注重常态化开展,定期召开质量分析会,组织施工管理人员、技术人员及一线作业人员共同参与,梳理施工过程中的成功经验,剖析出现的质量问题与教训,实现经验共享与问题共改,持续提升工程质量管控水平,推动水利管道输水工程施工质量稳步提升。

结束语

水利管道输水工程施工质量管控是一项系统且复杂的工作,涉及多个环节与众多因素。通过全面剖析常见施工质量问题,构建针对性防治措施体系,加强关键控制点管理,并注重人员与组织保障,从材料、工艺、结构连接、环境适应以及人员素质等多方面入手,能够有效提升施工质量。在实际工程中,需严格落实各项措施,不断总结经验,持续改进施工方法与管理模式,确保水利管道输水工程能够长期稳定运行,为社会经济发展提供坚实的水资源保障,推动水利事业高质量发展。

参考文献

- [1]张全锋.水利水电工程输水管道安装质量控制措施研究[J].水上安全,2025(12):1-3.
- [2]程飞.输水管线工程PCCP管道回填施工质量控制方法[J].陕西水利,2024(1):161-162,165.
- [3]王松.关于水利工程管道施工技术与管理控制措施[J].建材与装饰,2023,19(20):160-162.
- [4]智玲玲.论水利工程中管道工程施工监理质量控制[J].治淮,2022(11):39-40.
- [5]高悦.水利水电工程管道工程施工技术与质量控制措施[J].世界家苑,2024(9):154-156.