

水利输水工程涂塑钢管接头施工缺陷成因及防控措施

王 龙

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：涂塑钢管接头的施工质量能够直接影响水利输水工程的运行安全。本文针对输水管道施工中常见的接头质量问题进行整理归纳，从施工人员、施工材料、施工工艺、施工环境设备四个方面分析缺陷产生的具体原因，结合工程实际情况落实对应的质量管控措施，完善现有的施工管理模式。相关研究可以有效减少管道接头施工隐患，提升管道安装质量与运行可靠性，能够为水利输水工程的现场施工管理提供基础参考。

关键词：水利输水工程；涂塑钢管；管道接头；施工缺陷；质量防控

引言：水利输水设施在水资源调配与日常供水工作中起到关键作用，涂塑钢管的综合使用性能可以适配多数输水工程的建设需求，目前该管材的应用范围正在持续扩大。管道接头属于管路系统的薄弱环节，施工阶段容易受各类现场条件干扰产生质量问题，会降低管道密封性能与服役时长。为规范管道施工管理，本文结合新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程（施工5标）和以往参与的其他项目的实际特点，对管道接头缺陷的成因进行系统分析，整理对应的防控处理办法，能够为输水管道现场质量管控提供有效参考。

1 水利输水工程涂塑钢管接头常见施工缺陷类型

1.1 接头渗漏缺陷

接头渗漏属于涂塑钢管管道施工中较为常见的质量缺陷，该问题可出现在法兰、承插、焊接等各类管道接头连接部位。管道试压环节与工程运行初期，接头密封缝隙通常会出现渗水、滴水及水压快速衰减等现象。涂塑钢管表层塑料结构对密封平整度存在一定要求，管材涂层破损、密封构件偏移、接口贴合度不足等情况，都会造成接头渗漏问题。这类缺陷前期隐蔽性较强，细微渗漏问题不易在验收工作中被及时发现^[1]。管道长期承受水压荷载后，渗漏缝隙会持续扩张，进而造成水资源损耗，同时冲刷接头周边土体引发地基沉降，对管道整体运行稳定性造成不利影响。

1.2 管道涂层破损缺陷

塑料涂层是涂塑钢管主要的防腐防护结构，施工阶段产生的涂层损伤，会直接缩短管道的实际使用年限。这类质量问题一般表现为管口涂层脱落、接口涂层划伤、焊接区域涂层烧蚀以及安装挤压造成的涂层开裂等情况。管道对接、调直紧固及焊接作业的过程

中，施工工具与管道构件的摩擦挤压，都会对管口涂层造成损伤，让钢管基体直接暴露在外。输水工程的水体含有各类杂质与微生物，以及新疆特有的碱性土体，南疆地区碱性更为突出，裸露的钢管基体容易产生锈蚀问题，锈蚀会逐步蔓延至管道整体，造成管壁穿孔，涂层破损位置也会产生应力集中，进一步加快管道的老化损坏速度。

1.3 接头错位与安装偏差缺陷

涂塑钢管在接头安装作业中，常会出现轴线偏移、高低错位以及高程偏差等几何类施工问题。这类安装问题一般体现在管道接口中心线无法对齐、端面倾斜以及径向位置偏移等方面。长距离输水管道对整体铺设平直度和接口对接精度有着严格的施工标准，安装偏差一旦超出规范限定数值，管道内部水流状态就会出现异常，局部水流冲刷作用会有所增强。长期运行状态下，管道密封结构和内壁防护层会出现磨损问题，错位的接头位置还会积累结构应力，水压变化和地基轻微沉降都会造成接头松动、开裂，管道整体结构的稳定性能也会随之下降。

1.4 接头连接结构缺陷

涂塑钢管的各类接头连接形式都会出现结构性施工问题，其中焊接接头容易出现焊缝质量问题，整体结构强度与密封效果会因此下降。法兰接头施工过程中，螺栓紧固力度不均衡、垫片安装错位以及法兰形变等问题，都会造成接头受力状态异常，最终出现密封失效的情况。承插接头常会出现插接长度不足、胶圈压缩程度不达标以及接口缝隙不均匀等施工问题。这类结构类施工缺陷本身属于基础性质量问题，会让管道接头的承载能力与密封性能大幅下降，也是管道投入使用后出现渗

漏、结构破损和接口脱落的主要原因。

2 水利输水工程涂塑钢管接头施工缺陷核心成因

2.1 施工人员专业素养不足

施工人员专业能力不足、操作不够规范,是造成涂塑钢管接头施工质量缺陷的核心人为原因。涂塑钢管施工有着专属的作业标准,施工人员需要熟悉管材属性、涂层防护要求以及标准化作业流程。目前水利工程现场作业人员多为临时用工,人员普遍没有接受过系统的专项培训,对管材施工标准和质量管控内容了解不足^[2]。很多人员会凭借传统施工经验开展作业,不标准的操作方式容易损伤管道防护涂层,焊接参数把控不当也会造成管口涂层破损。部分人员的质量管控认知不足,关键施工工序的操作精度无法达标,现场技术交底工作落实不到位,会导致现场施工缺少有效技术指导,也就进一步提升了管道接头各类质量缺陷的发生概率。

2.2 施工材料质量管控缺失

施工材料与配套构件管控不足,是引发涂塑钢管接头施工缺陷的基础性因素。部分进场管材本身存在出厂质量瑕疵,管口变形、涂层分布不均和管道圆度偏差等问题较为常见,管材精度不达标会导致现场对接贴合度不足,产生施工缝隙偏差。部分管材涂层附着力较弱,轻微外力作用就会出现脱落现象,会增加质量缺陷的发生概率。工程使用的密封件、紧固件及焊接材料质量参差不齐,部分配件性能无法满足施工标准,长期承压运行后容易出现老化、锈蚀和松动问题。施工现场的材料存放防护工作较为薄弱,管材和配件容易受外界环境、杂物污染影响而降低使用性能,最终造成管道接头密封性能下降,引发各类施工质量质量问题。

2.3 施工工艺落实不规范

施工工艺落实不规范,是造成涂塑钢管接头产生质量问题的关键技术因素。管道接头施工由多项基础工序组成,工序落实的规范程度,会直接决定整体施工质量的好坏。现场施工过程中,作业人员常会简化施工流程,没有严格按照既定标准完成作业。管道安装前期的管口清理与修整工作经常落实不到位,管口残留杂质会造成接口贴合不紧密,让密封结构出现受力不均的问题。调直校正、接头对接和焊接等工序的操作不规范,都会产生对接偏差、密封缝隙以及焊缝缺陷等问题。焊接完成后的涂层修复工作经常被忽视,管道防腐能力会因此下降,施工团队也没有根据现场天气与温度调整施工模式,会进一步增加接头缺陷的出现概率。

2.4 施工环境与设备管控不当

施工环境管控不到位与施工设备管理不规范,会间接引发涂塑钢管接头的各类施工缺陷。水利输水工程多为露天施工,天气变化和场地条件都会对施工质量造成一定影响。雨雪天气容易污染管道接口与密封配件,低温环境会降低涂层和胶圈的使用性能,高温暴晒也会加速管口涂层老化损坏^[3]。施工场地地基处理不达标,会出现不均匀沉降问题,使得管道接头出现受力偏移和对接缝隙。同时,现场部分施工设备存在老化、精度不足的问题,设备校准工作未能定期落实,管道安装偏差问题会持续出现,检测数据也会存在误差,让部分隐蔽缺陷难以被及时发现,最终留存工程运行隐患。

3 水利输水工程涂塑钢管接头施工缺陷具体防控措施

3.1 强化人员培训与现场技术管控

施工单位需要通过人员培训与现场技术管控的方式,从人为层面控制涂塑钢管接头的施工缺陷。施工单位可以结合涂塑钢管的施工特点,组织所有现场工作人员参与专项培训工作,培训内容可以围绕管材基础性能、涂层保护要求、各类接头施工方法、缺陷识别方式以及行业施工规范等基础内容展开。施工单位可以对不同岗位工作人员设置差异化培训内容,一线操作人员主要学习标准化作业流程与施工注意事项,技术人员主要学习工艺调整、现场指导和隐患排查的相关内容,质检人员主要学习质量检测标准与验收要求,所有人员都需要通过实操考核之后才能上岗作业。正式施工开始之前,现场技术人员需要结合工程地质情况、管材参数和现场施工环境,编制对应的施工方案和技术交底资料,对接头施工的关键步骤、质量控制要点和缺陷防控内容进行全面交底。现场可以通过图文讲解和实操示范的模式,让施工人员明确各项操作的标准与误差范围。施工现场还需要成立专门的质量小组,对施工全过程开展巡查工作,针对管道对接、焊接、涂层修复等关键工序开展旁站监督,及时纠正各类不规范施工行为,同时施工单位可以建立对应的考核制度,把施工质量和工作人员绩效进行关联,逐步提升全员的施工质量意识。

3.2 严格原材料与配件质量管控

施工单位需要落实全流程材料管控工作,以此杜绝管材及配套配件引发的涂塑钢管接头施工缺陷。所有工程用到的管材、密封构件和焊接材料,都需要在进场阶段完成资料审核与抽样复检工作,相关生产合格文件与检测资料需要齐全完备。工作人员会对管材外观、管口结构、涂层状态和管道尺寸精度进行检查,同时核验各类密封配件的材质性能与耐腐蚀能力,不符合施工标准的材料需要直接清退出场,能够从源头减

少材料质量问题带来的施工隐患。施工单位需要规范现场材料的存放与搬运管理,施工场地需要设置专用堆放区域,对管材做垫高、防雨和防晒处理,有效防止管材受潮变形、涂层老化破损。工作人员在搬运和吊装管材时,需要使用柔性工具,避免硬质设备摩擦损坏管道涂层。各类小型配件需要分类密封存放,防止杂物污染和受潮锈蚀^[4]。施工人员还要依据管道规格、工程水压标准和输水介质特点选用适配配件,保证密封构件、紧固件和焊接材料的各项性能符合施工要求,避免配件不匹配、质量不达标造成的接头密封失效、连接强度不足等常见施工问题。

3.3 规范施工工艺与工序操作

施工工艺与工序操作的标准化落实,是防控涂塑钢管接头施工缺陷的核心手段。施工人员需要在管道正式安装前完成前期预处理工作,工作人员需要清理管道管口内外存在的各类杂物与污渍,同时对管口结构进行修整、修复处理,保障管道接口的平整与洁净。施工人员需要对管道表层轻微的涂层破损位置做修复处理,确认管材整体状态合格以后,才可以开展后续的对接作业。工作人员还要对沟槽基础进行找平处理,整改基础存在的凹凸与沉降问题,让管道铺设基础可以均匀受力,减少地基变形带来的接头偏移问题。管道对接作业需要依托专用对接设备开展施工(可参考《涂塑钢管焊接用快速对接、定位安装施工工法》),技术人员需要对管道轴线和高程进行校准,将施工偏差控制在规范允许范围之内,避免强行对口造成的错位问题。法兰与承插接头需要按照对应标准完成紧固与插接作业,保障接头受力均匀、密封结构位置准确,施工全过程需要规避外力摩擦和挤压对管材涂层造成的损伤。管道焊接作业需要采用低温施工模式,工作人员要提前处理焊接区域涂层,对周边完好涂层做好防护,合理调控焊接施工参数,减少各类焊缝质量问题,焊接作业完成后需要及时清理焊渣并修复破损涂层。

3.4 完善检测验收与隐患整改机制

施工单位需要持续完善检测验收与隐患整改的整套管理机制,这套机制可以有效把控涂塑钢管接头的整体施工质量。施工人员需要建立分层分段的常态化检测模式,在单节管道接头施工结束后,工作人员需要及时开展外观检查与尺寸校核工作,以此排查现场存在的各

类显性施工缺陷。管道分段铺设作业完成以后,施工人员需要开展分段水压试验,这项工作能够有效排查接头位置的隐蔽渗漏问题。整体工程施工结束后,工作人员需要完成全面的竣工验收与水压检测工作,以此整体核验管道接头的施工质量。施工单位需要定期校验现场所用的检测设备,设备精度达标才能保障检测数据真实有效。施工团队需要搭建完整的缺陷闭环整改管理体系,现场管理人员需要如实记录现场排查出的质量缺陷,统一登记进入隐患台账,明确每项问题的整改人员、整改方式与完成时限^[5]。现场管理人员需要根据缺陷的具体类型开展针对性整改作业,所有整改完成的施工位置都需要接受二次复检,检测合格以后才能开展后续施工工序,保证各类施工缺陷可以彻底消除。工程验收工作结束后,施工单位需要对整个施工阶段的缺陷问题、产生原因及整改情况进行汇总梳理,归纳日常施工的管控经验,持续优化施工工艺与质量管理方案,为后续同类管道施工质量管控提供参考依据。

结束语

综上所述,水利输水管道建设过程中,涂塑钢管接头容易出现各类施工质量缺陷,这类问题大多来源于现场管理不到位、施工工艺不规范以及材料管控不严格等因素。工程项目可以通过规范现场操作流程,落实人员、材料、设备和环境的综合管控方式,减少接头施工隐患,切实提高管道连接施工质量。良好的施工管控效果能够保障输水管道长期稳定运行,减少后期运维投入,整体提升水利输水工程的建设水平与实际使用价值。

参考文献

- [1] 艾国栋.岷县西部水源保障工程主体及涂塑钢管施工方案探究[J].中国水运,2026(2):58-59+62.
- [2] 牛亚锋,马晓丽.承插式涂塑钢管在输水工程中的优势[J].河北水利,2025(4):47-48.
- [3] 柏永清,孙冰心,庞永俊,孙胜.涂塑钢管管道接头的连接和防腐蚀方法[J].钢管,2003,32(4):45-48.
- [4] 何豪路.循环进出水管线给水涂塑复合钢管的应用研究[J].工程建设与设计,2026(3):106-108.
- [5] 宋苗苗.常宁市农村饮水涂塑钢管焊缝防腐涂层质量提升对策研究[J].湖南水利水电,2025(1):31-33+63.