

# 灌区工程长距离输水管道（夹砂玻璃钢）施工关键技术及质量控制

刘旭峰

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：**夹砂玻璃钢管道依托耐腐蚀、重量轻、强度高、水力性能优良、使用寿命长等突出的优势，已成为长距离输水工程首选管材。输水工程的安全、稳定及耐久程度由施工质量直接决定，本文结合灌区工程长距离输水工程实情，遵照相关施工规范及研究成果，系统剖析夹砂玻璃钢管道施工全环节关键技术，涉及施工准备、沟槽开挖和处理、管道安装、承插口连接、水压试验、沟槽回填、附属设施施工等核心流程，结合各环节特点给出质量控制要点和具体措施。研究施工常见技术问题的诱因及应对措施，为同类灌区工程长距离输水工程中央砂玻璃钢管道施工提供技术参考和实践指导，保障输水工程长期安全平稳运行。

**关键词：**长距离输水管道；夹砂玻璃钢；施工关键技术；管道打压

**DOI：**10.69979/3060-8767.26.04.043

## 引言

我国经济社会快速进步，城市化进程不断提速，区域水资源分配不均和用水需求增长的矛盾愈发凸显，长距离输水工程是优化水资源配置、保障城乡供水安全的关键基建项目。建设规模及数量逐步扩大，实施长距离输水工程期间，管材选择直接关联工程投资、施工效率和运行寿命，传统钢制、混凝土制管道存在抗腐蚀性能差、重量沉、施工难度大、养护成本高的缺陷，已跟不上长距离、大流量、复杂工况的输水要求。

## 1 长距离输水管道（夹砂玻璃钢）施工技术

### 1.1 施工准备技术

技术准备模块，施工单位需组织技术人员吃透施工图纸、设计文件、相关规范和标准，明确工程设计要求、施工工艺、质量标准、安全注意事项。结合工程沿线地形、地质、水文等实际状况，编制完备的施工组织设计和专项施工方案，聚焦沟槽开挖、管道安装、水压试验、沟槽回填等关键环节，敲定专项技术措施，明确施工流程、施工参数及操作要点，统筹技术交底事宜。向施工班组、作业人员逐一明确施工方案、技术要求和质量控制要点，要求每位作业人员熟练掌握施工技术和操作规范，避免技术交底疏漏引发施工质量问题。

材料筹备部分，夹砂玻璃钢管道及配件质量直接左

右工程施工质量，严格把关材料进场检验工作，管道及配件应挑选具备对应资质、生产规模和技术实力的厂家产出的产品，进场前需提交产品出厂合格证、性能检测报告、材质证明等相关材料，严禁资料不全、不合格的产品进场。需对管道外观、尺寸、强度、刚度等指标进行抽样检验，外观检查的核心是排查管道表面的裂纹、破损、凹陷、气泡、分层等缺陷，管道端面是否平整且垂直，尺寸检查核心测量管道内径、外径、壁厚、承插口尺寸等，保证贴合设计标准。需委托具备对应资质的第三方检测机构实施强度和刚度检测，检测合格才可投入使用。

### 1.2 沟槽开挖与基底处理技术

沟槽开挖、基底处理是夹砂玻璃钢管道施工的关键环节，沟槽开挖的好坏直接影响管道安装精度和施工安全，基底处理质量直接左右管道的承载能力和稳定性，处理有疏漏，容易引发管道沉降、变形、破损等质量问题。

开挖沟槽前，按照施工图纸、地质勘察报告和现场实际条件，明确沟槽开挖深度、宽度和坡度，管道设计高程、基底处理厚度和地下水水位决定沟槽开挖深度，保证管道安装完成。开挖沟槽后要马上启动边坡安全监测，监测点须按规范布设，重点管控边坡沉降、位移及裂缝发展动态，指定固定人员按时记录数据，发现异常

马上中止施工,落实应急处置措施。针对超一定规模的危险性较大沟槽开挖工程,务必按相关规定编制深基坑专项施工方案,审核审批通过后方可实施,施工全程要严格遵照方案要求,参照现场地质条件、地下水情况优化施工工序,必要时采取边坡支护、降水等防护措施,全阶段做实安全管控,排查沟槽坍塌、边坡失稳等安全隐患,保障开挖施工安全有序开展。基层保证无10cm以上的粒径石头,最好是用风积沙、黏土、粉质夹砂土等作为基层,经压实报验合格后方可开展管道安装。

### 1.3 管道运输与安装技术

夹砂玻璃钢管道重量轻、硬度高,但脆性偏高,运输及安装环节常出现破损、开裂等状况,严抓管道运输与安装技术。规范操作环节,保障管道完好无破损。

管道运输靠平板车完成,运输前必须在平板车上铺设软垫层,防止管道和平板车直接接触,阻止管道表面出现损伤。管道运输阶段,用钢丝绳或专用绑带固定扎实,把固定点装在管道两端承插口上,禁止将固定点设在管道中间部位,防止管道因受压变形。平板车行驶速度切勿过快,普遍不超30km/h,禁止急刹车、急转弯,防范管道滑动、碰撞受损。由管道输送至施工现场后,借助起重机或手拉葫芦将管道吊入沟槽,吊装环节用专用吊具,吊点布在管道两端1/4处,禁止单点吊装,防止管道受力不均造成破损。开展吊装工作阶段,应缓慢升高、平稳放下,禁止管道撞击沟槽壁或基底,吊装速度需放缓速度,安排专人管控吊装作业,守住吊装安全底线。

管道安装前期,二次检查沟槽基底,基底要平整、坚实、无杂物、无积水,同时核查管道承插口表面平整光滑状态,检查是否有裂纹、破损、毛刺等缺陷,橡胶圈有无破损、尺寸是否合规。管道承插口出现毛刺,要用砂纸打磨平整;橡胶圈出现破损、老化等情况,应即刻替换,擦净管道承插口和橡胶圈,用专用润滑剂(如硅油)均匀涂满橡胶圈表面。润滑剂涂抹需均匀、适量,防止润滑剂过量或缺量,过量会引发橡胶圈脱落,数量不足会引发接口密封不严、安装卡滞。

## 2 长距离输水管道(夹砂玻璃钢)施工质量控制体系

### 2.1 质量控制原则

夹砂玻璃钢管道施工质量控制坚持“预防为主、全程控制、重点把控、严格验收”的原则,把质量管控落实到施工全流程。从施工准备开始,经沟槽开挖、管道安装、接口密封、水压试验、沟槽回填,到附属设施施工,各环节都明确设定质量控制要点和措施,预先阻止质量问题出现。紧盯关键环节与薄弱部位的质量,提升检测频次,快速发现并整改质量问题;依照设计要求和规范标准开展验收,保证工程质量达标。

### 2.2 施工准备阶段质量控制

施工准备阶段质量控制应紧盯技术、材料、设备、人员等方面管控,从严核查施工组织设计和专项施工方案,保证方案科学合理、可落地执行,做好技术交底工作。施工测量放线精准无差,测量复核合格后,才可开展下一道工序,严把材料进场检验关口,管道及配件、橡胶圈、接口剂等材料进场阶段,必须上交相关质量证明资料。进场后实施抽样检测,检测合格准予投入使用,做好材料存管,防范材料受损、老化。施工机械设备进场前实施全面检修与调试,保障设备性能达标,检测设备经校验合格,保障检测数据准确,施工人员完成专业培训,掌握施工工艺和操作规范,特殊岗位作业人员凭证上岗,按期开展培训,增强施工人员质量观念,拔高技术实操水平。

### 2.3 施工过程阶段质量控制

施工过程环节是质量控制核心,要针对每个施工环节敲定具体的质量控制要点,做实现场巡查检测工作,即刻发现并整改质量问题。

沟槽开挖与基底处理质量管控:严控沟槽开挖的深度、宽度和坡度,防止超挖或欠挖,当有地下水时应快速排出沟槽积水,地下水水位偏高实施降水措施;基底处理契合设计要求,压实作业保证密实度达标,基底平整、无杂物、无积水,做完基底处理后,开展质量检验,合格后方可实施管道安装。

管道运输与安装质量控制:管道运输开展时,落实防护行动,预防管道碰撞、破损;管道吊装用专用吊具,吊点布置妥当。管道安装前,检测管道和橡胶圈质量,清理承插口与橡胶圈,擦专用润滑剂。安装管道阶段,

控制轴线及高程偏差, 落实合规要求, 接口插装到位, 安装橡胶圈无扭曲、无脱落; 每安装1根管道, 检查安装优劣, 察觉问题即刻整改。

建筑物中钢制管件与夹砂玻璃钢连接处是质量控制的薄弱环节, 钢制管件的长度必须满足设计要求, 钢制管件与夹砂玻璃钢连接处底部基础务必夯实, 承插口施工完毕后及时开展水压试验, 经检测合格后方可进行下一节夹砂玻璃钢的连接施工, 若水压试验不合格, 则立即返工处理, 确保连接段的施工质量。

夹砂玻璃钢一般采用定长或连续线的方式制作, 施工前技术人员应对全线管道进行排列计算, 计算出定长夹砂玻璃钢的距离, 当定长夹砂玻璃钢无法连接时, 可采用短管的方式连接, 一般情况下大粒径( $DN \geq 1200$ )时严禁出现糊口的方式作为连接, 糊口连接一般是抢险采用的措施, 因为糊口无法开展水压检查, 无法判断连接段是否合格, 因此技术人员计算管道排列时至关重要。

夹砂玻璃钢安装完毕回填时应分层回填, 回填土一般小于10cm粒径的砂砾石, 风积沙、黏土等最适宜管道两侧回填, 超粒径的砂砾石回填极易造成夹砂玻璃钢破裂, 导致管道打压时出现质量隐患。

管道安装完毕后, 技术人员及时按照规范编制管道试水试压方案, 方案经监理业主批复后方可实施, 长距离输水管道建议分段打压, 严格按照先进行冲洗→通水→静压→打压→泄压→观察的程序实施, 当打压不合格时, 及时排除管道内的水, 对漏水部位及时维修, 维修合格后严格按照打压方案继续实施, 直达打压合格为止, 确保长距离输水管道的高质量安全。

### 3 施工中常见的关键技术问题及解决对策

#### 3.1 管道破损问题

常见问题: 管道运输运行阶段, 未采用有效防护手段, 管道受碰撞挤压破损; 吊装管道阶段, 吊具选择失当、吊点设置不规范, 引发管道受力不均破损。沟槽开挖作业期间, 槽体壁面垮塌, 基底处置不当, 存在尖锐异物, 管道完成安装后受压破损; 回填沟槽阶段, 回填土里混有石块等杂物, 管道受挤压破损。

解决对策: 采用管道运输, 平板车铺软垫层, 靠专用绑带紧固到位, 行驶速度拖沓, 禁止急刹车、急转弯。吊装管道阶段, 选用柔性吊带, 吊点布于管道两端1/4

处, 开挖沟槽阶段, 结合地质条件敲定合适开挖坡度, 必要时实施支护措施, 阻止沟槽坍塌。处理基底阶段, 移除尖锐杂物, 承载力不足即实施换填处理; 回填沟槽阶段, 选用达标回填土, 清走石块及相关杂物, 分层回填、分层压实, 检测到管道破损, 专用修补材料可修补轻微破损, 破损程度高, 需替换管道, 重新安装。

#### 3.2 承插口渗漏问题

常见问题: 橡胶圈质量未合格, 存在破损、老化、尺寸偏差等状况; 安装橡胶圈阶段, 承插口及橡胶圈未清理彻底, 或润滑剂涂抹不均、量少。管道采用承插连接操作, 推入深度不足额, 橡胶圈未完全扣入凹槽, 或橡胶圈扭曲、脱落。接口藏有杂物, 引发密封疏漏; 实施水压试验, 压力调节偏差, 引发接口开裂渗漏。

解决对策: 选用适配管道的专用橡胶圈, 进场即做质量检验, 禁止使用不合格产品; 橡胶圈安装前置阶段, 全面清理承插口和橡胶圈, 均匀涂覆专用润滑剂。实施管道承插连接, 把控推入速度和深度, 确认橡胶圈完全嵌进凹槽, 不扭曲、不脱落。清理接口部位, 做水压试验, 按规范严控试验压力及升压速度, 试验全程紧盯接口状态, 排查到接口渗漏, 马上释放压力排掉积水, 查找渗漏诱因, 当橡胶圈破损或移位, 更换橡胶圈后重新装配。接口缝隙过阔, 用密封胶或密封带强化密封, 整改结束后, 重新实施水压试验。

#### 3.3 管道移位、变形问题

常见问题: 安装管道阶段, 轴线高程调整偏差, 固定不紧实; 回填沟槽阶段, 引发管道移位; 回填土密实度不达标, 管道运行受水压力与土壤压力作用, 产生移位、变形; 固定墩施工质量不达标, 承载能力有限, 无法稳固锁定管道; 地下水水位偏高, 管道受浮力干扰, 出现漂浮移位。

解决对策: 安装管道阶段, 严控轴线和高程偏差, 安装完毕后马上用砂袋或支墩固定牢固; 回填沟槽阶段, 从双侧对称回填, 勿单侧回填; 分层填回、分层压紧, 保证回填密实度符合规范; 镇墩施工严格依照设计要求开展, 混凝土强度合格, 与管道稳固连接; 地下水水位高值段, 实施降水举措, 管道安装结束后马上回填, 杜绝管道漂浮, 检测到管道移位、变形, 移位幅度不大可

调整管道位置,变形程度高时,整改回填质量及镇墩施工质量。

### 3.4 建筑物基础及钢制管件的焊接质量

常见问题:建筑物基础压实指标不满足设计要求;建筑物基础在施工过程中未按照设计指标实施,易出现建筑物基础沉降,导致钢制管件与夹砂玻璃钢连接处已产生变形产生管道漏水;钢制管件承口焊接存在漏焊,若钢制管件承口焊接质量存在隐患,则钢制管件承口与夹砂玻璃钢连接段就会出现不同程度的漏水。

解决对策:建筑物基础压实后及时组织隐蔽工程验收,确保建筑物压实指标满足设计要求,若检测不合格时,及时整改,确保建筑物基础压实满足设计要求;钢制管件进场时,组织第三方对钢制管件承口焊接进行探伤检测,确保焊接质量合格,若发现焊接质量有隐患时,应立即停止安装,对存在的质量隐患整改到位后经有资质的单位检测合格并出具合格的检测报告后方可继续实施,确保钢制管件与夹砂玻璃钢连接段的质量。

## 4 结语

灌区工程长距离输水管道(夹砂玻璃钢)施工环节属于复杂的系统工程,覆盖多个施工环节。施工各环节的技术把控与质量管控,直接影响工程整体质量与运行安全,夹砂玻璃钢管道靠耐腐蚀、重量轻、强度高、水

力性能优良等特点胜出。长距离输水工程大量采用,但受限于材料特质,对施工工艺和质量控制标准更高,本文聚焦施工过程中频发的管道破损、接口渗漏、管道移位变形、回填土密实度、钢制管件的焊接不足等问题,探究成因并提出对应整改方案,为同类工程施工提供借鉴。

### 参考文献

- [1] 刘备,刘长兴.复杂环境下清水输水管道工程施工技术要点分析[J].四川水泥,2024,(05):131-133. DOI: 10.20198/j.cnki.scsn.2024.05.044.
- [2] 梁有涛.现浇大直径低压输水管道施工技术应用[J].水上安全,2024,(06):172-174.
- [3] 祁晓.水利工程混凝土施工技术及其质量控制策略研究[J].工程与建设,2022,36(05):1458-1461.
- [4] 范勋礼.农村水利工程长距离输水管道施工质量控制——以甘肃天祝县南阳山片抗旱应急备用水源工程为例[J].甘肃科技,2021,37(24):121-123.
- [5] 赵灵山.PCCP管制造中的质量控制[J].中国水运(下半月),2013,13(18):337-338.

作者简介:刘旭峰(1992.09-),男,汉族,甘肃天水人,本科,中级工程师,研究方向:水电水利工程。