

长距离球墨铸铁输水管道施工

刘 涛 张松艳

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 本文聚焦长距离球墨铸铁输水管道施工。先阐述施工基础认知,包括管材特性、核心要求与原则;接着介绍施工全流程关键技术,涵盖前期准备、核心工序及后期验收维护;然后分析影响施工质量的关键因素,如材料、操作、环境地质等;最后提出管控措施,包括强化材料管控、规范操作流程、优化环境地质应对。旨在为该类工程施工提供全面指导,保障施工质量,实现水资源安全稳定输送。

关键词: 长距离输水;球墨铸铁管道;施工技术;质量控制;工序管控

引言:长距离球墨铸铁输水管道施工是一项复杂且关键的工程,其施工质量直接关系到水资源的稳定输送与周边环境安全。球墨铸铁管材凭借独特特性成为优选,但施工面临诸多挑战。从施工前期准备到核心工序实施,再到后期验收维护,每个环节都紧密相连。同时,材料质量、施工操作、环境与地质等因素,都对施工质量有着重要影响。为确保工程达到高质量标准,深入了解施工基础认知、掌握全流程关键技术、分析关键影响因素并制定有效的管控措施至关重要,这能为长距离球墨铸铁输水管道施工提供全面且专业的指导。

1 长距离球墨铸铁输水管道施工基础认知

1.1 球墨铸铁管材核心特性

球墨铸铁管道以铸造铁水为原料,经离心铸造工艺制成,核心特性体现在力学性能与使用性能两方面。力学上,其抗拉强度、屈服强度及韧性远超普通灰口铸铁管道,能承受较高的输水压力与土壤荷载,不易因外力冲击或地质沉降产生破损;使用性能上,管材表面经过防腐处理后,抗土壤腐蚀、电化学腐蚀能力较强,且接口采用柔性连接方式,具备一定的伸缩与转角适应性,可有效应对地质轻微变形,降低渗漏风险。这些特性使其成为长距离输水工程的优选管材。

1.2 施工核心要求

长距离球墨铸铁输水管道施工有着严格且明确的核心要求,主要体现在安全性、密封性和稳定性三大方面。安全性方面,施工全程要高度重视,采取有效措施保障管材质量,防止其在搬运、铺设过程中出现破损;加强基坑支护,避免基坑坍塌等事故威胁施工人员生命安全及周边构筑物稳定。密封性是输水管道的关键性能,必须确保管道接口连接紧密、管材本身无缺陷,杜绝任何渗漏情况,防止水资源浪费以及对周边土壤、地下水等环境造成不良影响。稳定性要求管道铺设后能经受住地

质沉降、土壤挤压等外部作用,始终保持轴线顺直、结构稳固,实现长期安全输水^[1]。

1.3 施工核心原则

在长距离球墨铸铁输水管道施工过程中,必须严格遵循“先准备后实施、先检测后安装、先试验后运行”的核心原则。前期,要全面且充分地做好技术交底、材料采购与检验、场地平整等各项准备工作,为后续施工的顺利推进筑牢根基。施工期间,对所有管材、配件以及每一道施工工序都要进行严格细致的检测,只有检测合格,才能进入下一环节。管道安装完毕后,需开展水压试验等关键检测项目,在确认各项指标均满足输水要求后,方可将管道投入运行,以此实现对施工质量的全程有效把控。

2 长距离球墨铸铁输水管道施工全流程关键技术

2.1 施工前期准备技术

施工前期准备是长距离球墨铸铁输水管道施工得以顺利推进的关键前提,主要涵盖技术、材料与场地三方面核心准备工作。(1)技术准备上,要依据详细的工程勘察资料,精准明确管道铺设路线、所处地质条件、周边水文环境以及输水压力要求等关键信息。在此基础上,对施工方案进行优化完善,将各工序的技术参数细化到具体可操作层面。同时,组织施工人员开展技术交底工作,确保每位施工人员都能清晰掌握核心操作要点,为后续施工提供坚实的技术支撑。(2)材料准备方面,对球墨铸铁管材、接口配件、防腐材料等各类材料进行严格检验。仔细核查管材的规格、型号是否符合设计要求,检测其力学性能是否达标,检查防腐层质量是否完好。材料合格后,做好妥善储存,避免阳光直射、雨水浸泡以及机械碰撞,储存时要垫高管材,保持通风干燥。(3)场地准备中,先清理施工区域内的障碍物,平整场地。根据管道铺设深度与路线开挖基坑,基坑开挖坡度要结合

地质条件合理确定,防止坍塌事故发生,同时做好基坑排水工作,避免积水影响施工进度与质量^[2]。

2.2 核心施工工序技术

核心施工工序包括管道敷设、接口处理与防腐处理,是保障管道质量的关键。(1)管道敷设前,需再次检查基坑底部平整度与承载力,对松软地基进行夯实或换填处理,确保管道铺设后不发生不均匀沉降;敷设时采用吊装设备平稳吊运管材,避免管材碰撞、划伤防腐层,吊装过程中需使用专用吊具,防止管材变形,管道敷设轴线需严格遵循设计要求,调整管材位置与高程,确保轴线顺直、高程偏差符合标准。(2)接口处理采用柔性接口方式,核心是保障密封性与连接可靠性,安装前需清理管材接口与配件表面杂质、油污,检查密封胶圈完好性,将胶圈准确嵌入接口凹槽内,确保安装到位,经检验合格后再采用机械方式连接管材,使接口贴合紧密,连接完成后检查接口间隙与胶圈位置,避免胶圈偏移、扭曲导致渗漏;同时检查推入深度应达到标记环,复查与其相邻已安好的第一至第二个接口推入深度。(3)防腐处理需覆盖管材表面及接口部位,对敷设过程中破损的防腐层进行补涂,接口部位采用防腐胶带缠绕或防腐涂料涂刷,确保防腐层连续、均匀,增强管道抗腐蚀能力,延长使用寿命。

2.3 后期验收与维护技术

后期验收与维护是保障管道正常运行的重要环节。(1)验收工作核心包括外观检查、水压试验与管道回填检查,外观检查重点核查管道轴线、高程、接口质量及防腐层完整性,排查是否存在管材破损、接口松动、防腐层脱落等问题;水压试验是检验管道密封性与耐压性的关键,试验前需封堵管道两端,缓慢注水并排出管道内空气,在不大于工作压力条件下充分浸泡后再进行水压试验,将水压缓慢升至试验压力,稳定15分钟,当15分钟后压力下降不超过允许压降数值,则降压至工作压力保持恒压30分钟,观察压力变化与管道渗漏情况,确保无渗漏、压力降符合要求;管道回填检查需确认回填土压实度,回填时分层夯实,避免回填土中存在石块、杂物等尖锐物体挤压管道,同时预留管道伸缩空间。(2)维护工作需在验收合格后开展,定期检查管道接口密封性、防腐层状态及周边地质环境,及时处理接口渗漏、防腐层破损等问题,保障管道长期稳定运行。

3 影响长距离球墨铸铁输水管道施工质量的关键因素

3.1 材料质量因素

材料质量是确保长距离球墨铸铁输水管道施工质量的基础与核心要素。球墨铸铁管材自身的质量状况对工

程影响重大,若其力学性能未达设计标准,在输水过程中承受水压以及土壤施加的各种荷载时,管体极易出现破损,进而影响管道的正常输水功能。管材若存在裂纹、砂眼等缺陷,这些薄弱部位会成为渗漏的潜在源头,严重破坏管道的密封性,造成水资源浪费。接口胶圈的质量也至关重要,若胶圈老化,其弹性与密封性能会显著降低,导致接口处密封不严,出现渗漏问题。防腐材料质量同样不容小觑,质量不合格的防腐材料无法有效抵御土壤腐蚀和电化学腐蚀,会加速管道的腐蚀进程,缩短管道使用寿命。此外,材料储存管理不善,如管材受碰撞、挤压破损,防腐层因储存环境恶劣而脱落,都会影响管道使用性能,降低工程质量。

3.2 施工操作因素

施工人员的操作规范性对长距离球墨铸铁输水管道施工质量有着直接且关键的影响。在管道敷设环节,若轴线偏差超出允许范围、高程控制不够精准,管道在承受输水压力和土壤荷载时,就会因受力不均而出现应力集中现象,进而增加破损的风险,影响管道的正常使用和安全运行。(1)接口处理是施工中的关键步骤,若胶圈安装位置不正确、连接不够紧密,接口处就会存在缝隙,在输水过程中极易造成渗漏,不仅浪费水资源,还可能对周边环境产生不良影响。(2)防腐层补涂工作也不容忽视,若操作不规范,出现遗漏区域或者涂层厚度达不到设计要求,管道的抗腐蚀能力就会大打折扣,在土壤环境中更容易受到侵蚀,缩短管道的使用寿命。(3)基坑开挖时坡度设置不合理、地基处理不扎实,会导致管道在后期使用过程中出现沉降、变形等问题,严重影响管道的整体稳定性,为工程留下安全隐患^[3]。

3.3 环境与地质因素

长距离球墨铸铁输水工程的施工环境往往错综复杂,其中地质条件与水文环境对施工质量的影响尤为突出。(1)在地质方面,若施工区域存在软土地基、流沙层等不良地质状况,管道铺设后,由于不同部位的地基承载能力差异较大,极易引发管道不均匀沉降。这种不均匀沉降会使管道承受额外的应力,进而导致管道接口松动、管体开裂等质量问题,严重影响管道的正常使用和安全运行。(2)在水文环境上,施工期间若遭遇降雨天气,或者出现地下水渗漏的情况,会显著影响基坑的稳定性。过多的水分会使基坑边坡的土体抗剪强度降低,增加基坑坍塌的风险;同时,地下水位的上升还可能导致已铺设的管道发生漂浮现象,破坏管道的安装精度。(3)极端温度环境也会对施工质量产生不利影响。高温环境下,防腐材料可能会加速老化、性能下降;低温时,接口胶

圈的弹性会降低,变得脆弱易裂,这些都会增加管道渗漏的风险,降低整体施工质量。

4 提升长距离球墨铸铁输水管道施工质量的管控措施

4.1 强化材料全流程管控

为保障长距离球墨铸铁输水管道施工质量,必须构建一套严谨的材料质量管控体系,对材料从采购到使用的全流程实施严格把控。采购阶段,要依据工程实际需求,精心挑选质量合格的管材与配件,仔细核查生产厂家的资质文件,确保其具备合法生产资格,同时认真查看产品检测报告,保证材料各项性能指标符合标准。入库前,对材料进行细致的抽样检验,着重检测管材的力学性能,如抗拉强度、屈服强度等,确保其能承受输水过程中的压力;严格检查接口密封性,防止后期出现渗漏问题;仔细查看防腐层质量,保证其具备良好的抗腐蚀能力。储存时,要做好防护措施,按照规格、类型分类存放管材与配件,避免相互碰撞造成破损,防止受潮、老化。使用前,再次检查材料状态,确保完全符合施工要求,杜绝任何不合格材料投入使用。

4.2 规范施工操作流程

在长距离球墨铸铁输水管道施工中,规范操作流程是保障工程质量的关键。需全面加强施工工序的管控力度,精心制定一套标准化操作流程,清晰明确每一道工序的技术要求与质量标准,为施工人员提供精准的操作指引。(1) 施工人员的技术水平与操作规范性直接影响工程质量,因此要强化培训工作。通过系统且专业的培训,提升施工人员的专业技能,使其熟练掌握操作要点,考核合格后才能上岗作业,从人员素质层面保障施工质量。(2) 在施工过程中,安排专人进行现场监督至关重要。监督人员要重点核查管道敷设的轴线偏差、高程控制,接口处理时胶圈的安装位置与连接紧密程度,以及防腐处理的补涂规范性和涂层厚度等核心工序的操作质量,一旦发现不规范操作,立即责令纠正。(3) 建立严格的工序交接检验制度,上一道工序必须经过严格验收,确认合格后才能开展下一道工序,以此确保施工各环节质量始终处于可控状态,为整体工程质量奠定坚实基础。

4.3 优化环境与地质应对措施

长距离球墨铸铁输水管道施工受地质与环境条件影响显著,需制定具有针对性的应对策略。(1) 施工前,应开展全面且细致的地质与水文环境勘察工作,精确掌握施工区域的地质构造、土质特性以及地下水位等信息。依据勘察结果,对施工方案进行优化调整,针对软土地基、流沙层等不良地质地基,采取夯实、换填优质土料或采用桩基加固等措施,有效提升地基承载力,防止管道铺设后出现不均匀沉降。(2) 施工过程中,要做好基坑排水与防护工作。根据地下水位情况,合理设置排水系统,同时采用有效的支护结构加固基坑,增强基坑稳定性,避免坍塌事故发生。密切关注天气变化,当遭遇降雨、高温、低温等恶劣天气时,及时暂停施工,并采取相应的防护措施。例如,高温环境下,选用耐高温性能良好的防腐材料与接口胶圈;低温环境下,对材料进行保温处理,确保其性能不受影响,全方位保障施工质量。

结束语

长距离球墨铸铁输水管道施工质量的保障是一个系统工程,涉及施工的各个环节与众多影响因素。通过深入剖析施工基础认知、全流程关键技术以及关键影响因素,我们明确了提升施工质量的方向与重点。强化材料全流程管控、规范施工操作流程、优化环境与地质应对措施等管控手段,为保障施工质量提供了坚实支撑。在未来的施工中,需严格遵循相关要求与原则,不断总结经验,持续改进施工技术与管理方法,以应对各种复杂情况,确保长距离球墨铸铁输水管道能够长期稳定、安全地运行,为社会经济发展与人民生活提供可靠的水资源保障。

参考文献:

- [1]程玉泉,李炜杰,程诗棋.长距离大口径PCCP输水管道智慧化预警和值守技术探讨[J].水利科技,2023,(02):33-37.
- [2]边磊.长距离管道输水存在风险及防范措施[J].河北水利,2022(6):29-2921.
- [3]王颖慧.长距离大口径PCCP输水管道量化安全风险评价技术的研究与应用[J].东北水利水电,2024,42(7):63-6772.