

球墨铸铁供水管道施工技术的应用

金财德¹, 王开录^{2*}

(1. 甘肃省武威市西营河专用输水渠管理站, 甘肃 武威 733000;

2. 武威华禹江河项目管理有限公司, 甘肃 武威 733000)

摘要 球墨铸铁管因具有施工方便、密闭性好、使用寿命长等特点, 在兰州新区的供水引水工程中得到了广泛应用。为保障管网全生命周期运行安全, 施工安装环节必须对技术方案进行专项优化。为进一步探讨如何应用好球墨铸铁管施工安装技术, 本文结合兰州新区段家川种养循环园区供水工程等项目, 从管槽开挖、基础处理、管道安装等方面对球墨铸铁管安装施工技术方案进行总结论述, 并提出球墨铸铁管施工安装过程中的注意事项, 以期为同类工程施工技术应用提供参考。

关键词 球墨铸铁管; 供水工程; 管槽开挖; 基底处理; 管道安装

中图分类号: TU991.36

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.037

0 引言

球墨铸铁管凭借安装便捷、管件配套齐全、密闭性优异、使用寿命长等技术优势, 成为引水、供水等工程领域的优质输水管材, 被广泛应用于多地相关工程建设中, 该管材能够适应复杂地质条件, 满足长期运行需求^[1]。近年来, 兰州新区大力推进生态绿化、现代农业、城乡供水一体化建设, 如兰州新区生态绿化供水管道、石门沟水库供水工程、南部生态绿化管道连通工程、段家川种养循环园区供水工程等重点项目均大量采用球墨铸铁管, 有效提升了供水系统稳定性与可靠性。

兰州新区地处西北黄土高原与戈壁过渡地带, 地质条件以砂壤土、砂砾石、马兰黄土为主, 部分区域存在湿陷性黄土、粉质壤土压缩变形等工程地质问题, 对管道基础处理、安装精度、抗变形能力提出更高要求^[2]。本文结合兰州新区多个供水工程实践, 系统总结球墨铸铁管全流程施工技术, 优化关键工序控制要点, 解决地质适应性、接口密封、沉降控制、防腐保护等核心问题, 保障管道工程安全建设与稳定运行。

1 球墨铸铁供水管道施工技术方案

1.1 施工工艺流程

施工准备→测量放样→管槽开挖→原土夯实→10%水泥土垫层→混凝土管座→管道敷设→镇墩施工→阀门井施工→管道试验→管槽初次回填→管槽二次回填压实→竣工验收。

1.2 施工工艺

1.2.1 管槽开挖

管槽开挖采用分段纵挖法, 沿管线施工方向纵向开挖, 减少横向扰动与边坡失稳风险。开工前对开挖边线外侧 3 m 范围内进行场地清理, 清理树根、杂草、建筑垃圾及表层 30 cm 有机腐殖土, 保留耕作层土壤用于后期耕地恢复, 保护区域生态与农业生产条件。

管槽开挖过程中严格控制槽底高程、宽度与边坡坡度, 如遇粉质壤土层、基岩、砂碎石层与设计条件不符时, 及时组织监理、业主、设计、勘察单位现场确认, 及时调整施工方案。管槽内严禁积水, 配备水泵与排水系统, 持续排除地下水与雨水, 防止槽底软化、扰动与沉降, 确保基底承载力符合设计要求。

管槽土方开挖施工工艺流程是测量放线, 场地清理及平整, 分层分段开挖, 弃土规范装运, 槽底修整, 验收合格后进入下道工序。弃土堆放于槽边安全距离以外, 避免堆载导致边坡坍塌, 开挖完成后及时验收, 防止长期暴露引发风化、浸水破坏。

1.2.2 基底处理

基底处理是控制管道沉降、保证运行稳定的核心环节, 针对兰州新区湿陷性黄土、粉质壤土、砂砾石等不同地质条件, 采用原土夯实+水泥土垫层+混凝土管座复合基础体系, 提升整体强度与抗变形能力^[3]。

原土基面夯实采用 5 t 振动碾进行碾压, 粉质壤土层压实系数不小于 0.95, 砂砾石层相对密度不小于

作者简介: 金财德 (1978-), 男, 专科, 工程师, 研究方向: 水利工程建设与管理。

*通信作者: 王开录 (1955-), 男, 本科, 正高级工程师, 研究方向: 水利工程建设管理。E-mail: 571212890@qq.com

0.65。施工前检测土体含水率,控制在最优含水率 $\pm 3\%$ 范围内;含水率不足时,翻松土层洒水焖料,半小时内复测含水率合格后立即碾压,陡坡、边角等机械难以作业区域,采用蛙式跳夯人工补夯,确保全断面压实均匀、无死角。

有10%的水泥土垫层采用厂拌法拌和,自卸汽车运至现场,按设计配合比严格控制水泥掺量不低于10%,依据土体最大干容重精准计量,保证水泥强度均匀性。拌和过程根据气候条件与土料湿度适当洒水,拌和物色泽一致,手紧握成团、轻捏即碎为最佳含水率状态。

摊铺采用分层整平,虚铺厚度根据试验确定,确保压实后厚度与高程达标。摊铺完成后先用压路机初步稳压,随即进行测量高程,局部低洼处翻松表层10 cm以上,用新拌的混合料补填压实,严禁薄层贴补。碾压遵循试验确定的遍数与速度,压实度合格后进行高程复测,每10 m打桩挂线,人工精平确保基面平整顺直。垫层成形后洒水养护不少于7天,养护期禁止车辆通行,防止早期强度破坏与表面裂缝。

C25W6F150混凝土管座浇筑,水泥土养护达标后进行混凝土管座施工,管座采用抗渗、抗冻混凝土,适应西北低温、干湿循环环境。支模前精确放线,模板牢固顺直,模板架设完成后挂线控制混凝土浇筑高程。混凝土从一端开始连续浇筑,插入式振捣器在1小时内完成振捣,确保密实无蜂窝麻面。浇筑完成后刮平、木抹子搓平压光,及时覆盖塑料薄膜养护,塑料薄膜搭接宽度不小于5 cm。混凝土管座每20 m设置一道伸缩缝,缝宽2 cm,采用聚氯乙烯闭孔泡沫板填充,适应温度变形与不均匀沉降。施工缝位置凿毛清理,保证新旧混凝土结合紧密,形成整体结构。

1.2.3 管道安装

球墨铸铁管安装以承插式橡胶圈接口为主,安装质量直接影响密封性能与通水安全,全流程执行标准化操作^[4]。

施工中对承口、插口与橡胶圈表面彻底清理,无泥沙、油污、杂物;橡胶圈顺直无扭曲,仅在规定部位涂抹润滑剂,严禁涂入承口内部,避免接口失效;转角处安装时,转角段先直线安装,再调整至设计角度,安装后检查插口标识线,确保橡胶圈到位;切管加工处理时,采用等离子切割,最小长度不小于1 m,端部加工合理锥度,保证接口配合精度;接口检查时,用专用工具检查橡胶圈位置,插口标识线外露均匀,每个接口编号记录,实现全程追溯;橡胶圈应单独存放,避光、隔热、密封存放,用帆布苫盖,防止太阳暴晒,

远离油污与热源,防止老化变质;施工中注意临时封堵,未连通端口采用盲板法兰封堵,外加麻油布缠绕5道后填埋,防止杂物进入与污染。

安装过程采用柔性吊带吊装,严禁吊钩直接勾挂管口,保护管口与内防腐层;人工配合调整位置,保持管道顺直、高程准确,避免强行撬动、顶推造成接口损伤。

1.3 镇墩施工

镇墩用于固定管道转弯、变径、落差等关键部位,防止管道位移、接口拉脱,采用现浇C25混凝土浇筑。

镇墩施工需管道安装完成且管道在镇墩上下游伸出一一定长度后,方可浇筑镇墩混凝土;按设计断面与现场地形选型,确保抗滑、抗倾覆、抗拔承载力满足要求;镇墩包裹段管道接口处包玻璃布、外缠草绳,缓冲混凝土收缩与温度应力;模板支撑牢固,验收合格后浇筑;管道周边加强振捣,保证混凝土填充密实,无空洞;混凝土强度达标后拆模,避免损伤棱角;表面涂刷冷底子油与热沥青,提升防腐能力。

1.4 阀门施工

阀门包括控制阀井、分水阀井、排气阀井、排水阀井、调流调压阀井等,是管道系统调控、检修、保护的重要构筑物,执行与管道基础协同的处理工艺。

阀门基础采用100 cm原土翻夯、50 cm水泥土垫层,施工方法同管道基底处理。垫层采用C15混凝土,井室及井筒采用C25W6F150抗渗抗冻混凝土,钢筋按设计图纸加工、现场绑扎安装。

模板采用组合木模或定型模板,安装前清理垫层杂物基面、涂刷脱模剂,拼接严密、支撑稳固,防止漏浆与变形。混凝土由罐车运输,卸料前高速搅拌,卸料时自由倾落高度不超过2 m,超高时采用溜槽,溜槽出口距浇筑面不大于1 m。振捣采用插入式振捣棒,快插慢拔,不触碰模板与钢筋。

管道穿井壁处设置刚性防水套管,施工缝设于底板以上500 mm及变截面处,加设300 mm $\times$ 4 mm镀锌钢板止水带。井壁地下部分及外侧涂刷冷底子油、热沥青各两道,提升防腐防渗性能。混凝土浇筑后洒水养护,强度达标后文明拆模,模板及时清理回收。

1.5 管道初次回填

水压试验前进行初次回填,回填高度至管顶以上50 cm。接口位置暂不回填,便于试验检查与缺陷处理。回填土选用合格原土,禁止使用渣土、冻土、淤泥、腐殖土;分层摊铺、分层夯实,每层厚度不大于0.2 m,管道与基础三角区重点夯实,压实度不小于0.95。从管道两侧同步进行,防止单侧推力导致管道偏移;采

用蛙式打夯机配合人工夯实,夯夯相连,分段衔接呈阶梯形,不得漏夯。

1.6 管道二次回填压实

试验合格后进行二次回填,回填范围为管顶 0.5 m 至地面,及接口位置。采用原土分层回填压实,压实度不小于 0.95。机械与人工配合,两侧同步作业,避免管道移位、损伤;分层碾压采用 5t 振动碾,逐层检测压实度,达标后方可进行上层回填,最终恢复地面高程与原有地貌。

2 球墨铸铁供水管道施工中应注意的问题

2.1 管道安装控制要点

管道安装控制一是要沿管线设置贯通施工通道,宽度满足运输车辆、吊装设备、混凝土罐车通行要求,保障物料供应与机械作业;二是管道要沿管线均匀卸放,装卸过程轻装轻放,严禁碰撞、抛摔,防止外防腐层破损、管口变形;三是使用柔性吊带吊装,严禁吊钩直接伸入管口,保护内防腐层与端口的完整。

2.2 管道转弯处的处理

平面转弯与上坡下坡处的折角在规范允许范围内时平顺安装,当超出允许角度时,要依据弯道角度安装专用弯头,保证转折滑顺、受力均匀,严禁强行接口形成撬角,防止接口拉脱、漏水^[5]。

2.3 管口保护与安装

管道安装中要注意管口保护,下管时要用随车吊,保持管道平衡,人工配合就位,用木楔调整支撑,保证管道顺直平整。就位后两侧设置导链,管口部位加柔性垫衬保护,均匀牵引到位,实时检查标识线;严禁用挖掘机直接顶推管道,避免管口开裂、胶圈移位。

3 球墨铸铁供水管道施工质量控制及施工环境保护

3.1 质量控制措施

建立以项目部经理为第一责任人,技术负责人具体负责质量管理体系,业主、监理、施工单位三级专职质检人员全程管控,班组设兼职质检员,全员落实质量责任。

严格控制原材料进场检验,水泥、砂石、钢筋、管材、橡胶圈等逐批抽检,不合格材料严禁使用。管道安装全过程控制轴线、高程、坡度、顺直度,接口密封、基础压实、混凝土强度等关键指标全数检测,执行“自检、互检、专检”三检制度,确保施工质量全程受控^[6]。

3.2 安全生产与文明施工控制措施

健全安全管理制度体系,落实安全责任、教育培训、检查考核、危险作业审批、防火防爆等制度,实现安全管理标准化。

管道连中的钢短管焊接、螺栓连接头需全面检查,合格后方可隐蔽;配电装置、电缆线路、照明设备按规范设置,保护装置齐全有效,定期检修维护;管沟、基坑支护与围挡验收合格后方可作业,专职安全员旁站监督,防范坍塌、坠落事故发生。

3.3 环境保护及水土保持控制措施

施工生活区供水与水源隔离,禁止排放未达标污水、堆放垃圾,设置渗水坑与排污管线,保障供水安全;完工后全面清理残渣、污物、建筑垃圾,恢复施工场地原貌;修整永久道路、建筑物周边排水沟与防护设施,保持排水畅通、边坡稳定,减少水土流失。

4 结束语

兰州新区供水工程地质以砂壤土、砂砾石、马兰黄土为主,粉质壤土与黄土存在湿陷、压缩变形问题,砂砾石地基条件良好。针对不同地质,施工中采用差异化基础处理方案,砂砾石地基仅压实整平;粉质壤土、马兰黄土等地基经原土夯实、水泥土夯填、混凝土管座加固后安装管道,有效解决沉降变形问题。球墨铸铁管施工全过程严格控制管槽开挖、基础处理、管道安装、镇墩阀井、回填压实等关键工序,强化管材保护、接口密封、防腐抗冻、质量检测与安全环保措施,工程建成后运行稳定、外观优良、效益显著。本文探讨的施工技术体系与管控要点,适合兰州新区及西北同类地区地质与气候条件,旨在为球墨铸铁供水管道工程设计、施工、监理、运行提供参考,推动区域供水工程高质量建设与可持续发展。

参考文献:

- [1] 徐文慧.球墨铸铁管在供水管网建设中的安装应用探讨[J].中华建设,2024(06):120-122.
- [2] 白杨,赵佳蕾,郎映辉.大口径球墨铸铁管长距离输水工程施工关键技术研究:以遵义夹岩项目为例[J].水利水电技术,2025,56(12):121-124.
- [3] 郑国强.城市给水主干管改造中大口径球墨铸铁管带压开孔施工技术与安全保障体系[J].现代工业工程,2026(03):142-144.
- [4] 陈磊.大口径球墨铸铁管承插接口快速组装工艺优化研究[J].水电水利,2025,09(08):133-137.
- [5] 崔昱,李丽轩,赵国志,等.《排水球墨铸铁管道工程技术规程》关键技术解读[J].中国给水排水,2025,41(04):1-6.
- [6] 时宏远.市政给水球墨铸铁管道施工技术[J].建筑与装饰,2025(18):109-111.