

给排水管道穿越道路的技术难点与解决方案研究

周嘉豪

(济南水务集团普利供水工程有限公司, 山东 济南 250000)

摘要 随着国内地铁车辆段建成数量的增多, 对车辆段的改建、扩建工程也随之增多。在车辆段改建、扩建工程中, 给排水管道穿越既有轨道及道路的工程难度日益复杂。既有轨道涉及列车的运营安全, 既有道路下方管线复杂, 给排水管道穿越既有轨道和道路时, 选择合适的技术方案至关重要。本文指出在给排水管道穿越施工中需重点解决地下水控制、软土地基处理、既有管线避让等技术难点, 采用科学合理的施工工艺和有效的控制措施, 确保工程施工质量和安全。

关键词 给排水管道穿越; 施工方案; 顶管技术; 管道铺设

中图分类号: TU991; TU992

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.17.033

0 引言

给排水管道穿越道路施工是城市基础设施建设中的重要环节, 施工过程中面临诸多技术难点, 在城市道路交通日益繁忙的背景下, 传统开挖施工方式已难以满足施工需求。近年来, 非开挖施工技术得到广泛应用, 但在实际施工过程中仍存在诸多挑战。通过对给排水管道穿越道路施工技术难点的分析, 结合工程实践经验, 探索可行的解决方案, 对提高施工效率、保障工程质量具有重要意义。

1 给排水管道穿越道路施工准备工作

1.1 施工现场勘察与地质条件分析

施工现场勘察是给排水管道穿越道路施工的重要前提, 需对穿越区域进行详细的工程地质勘察。在进行地质勘察时, 采用钻探、静力触探等方法获取地层分布数据, 测定土层物理力学性质指标。根据工程经验, 勘察深度应达到管道底部以下 3 m 范围内以全面掌握施工区域地质情况, 地质勘察结果显示, 施工区域表层为 0~2 m 黏土层, 地下水位埋深在 2.5~3 m, 中层为 3~5 m 砂卵石层, 下层为 5~8 m 强风化岩层。对现场地下管线进行探测, 记录各类管线的空间位置、埋深及管径等参数, 绘制地下管线综合图, 标注重要管线节点, 结合地质情况及现场实际条件, 对管道穿越施工可能存在的地质障碍进行分析, 制定相应预防措施, 为后续施工方案制定提供可靠依据^[1]。

1.2 管道穿越施工工艺选择

管道穿越施工工艺选择需综合考虑地质条件、施工环境、工期要求等因素, 根据地质勘察资料, 结合

施工现场条件, 确定适宜的施工工艺。当穿越段管径小于 DN600, 且地质条件较好时, 采用水平定向钻进工艺; 当管径在 DN600-DN1200 之间时, 宜选用顶管工艺; 当管径大于 DN1200 时, 可考虑采用盾构工艺, 在砂卵石层中进行穿越施工, 需选用适应性强的刀具并采取有效的护壁措施。针对地下水位较高的特点, 制定合理的降水方案, 选择合适的止水工艺, 对于软土地层, 需采取加固措施, 确保施工过程中地层稳定, 考虑到施工工期及成本因素, 制定切实可行的施工组织方案, 合理安排各工序之间的衔接, 提高施工效率。

2 给排水管道穿越道路施工技术难点

2.1 既有管线避让技术

道路下方复杂的地下管线环境对给排水管道穿越施工带来巨大挑战, 在施工区域内存在供水、排水、燃气、电力、通信等多种地下管线, 这些管线交错分布, 空间位置关系复杂。为确保施工安全, 需采用精确定位技术对既有管线进行探测, 准确掌握管线的空间分布情况, 在探测基础上, 运用三维建模技术建立管线综合模型, 分析新建管道与既有管线的位置关系, 确定合理的避让方案, 管线探测采用多频管线探测仪, 探测深度可达 4 m, 定位精度 ± 100 mm。对于金属管线, 采用电磁感应法探测; 对于非金属管线, 采用探地雷达法探测, 探测结果采用差分 GPS 定位, 建立管线信息数据库, 当管道垂直净距小于 300 mm 时, 需对既有管线采取临时支护措施, 包括钢板支撑、混凝土支墩等, 对于重要管线, 在施工过程中需实时监测管线位移情况, 位移量控制在 ± 20 mm 范围内。对于不同类型管

线制定专门的保护方案,高压电缆采用钢筋混凝土槽保护,槽深600 mm,槽宽400 mm;燃气管道采用钢板防护,钢板厚度12 mm,搭接长度不小于1 m;光缆采用套管保护,套管采用DN200钢管,管壁厚度6 mm,当管道水平净距不足时,可采用局部改线方式,调整新建管道线位,确保与既有管线保持安全距离。在管线交叉处设置警示标志,标明管线类型、埋深、管径等信息,施工前对重要管线进行验证性探测,绘制管线断面图,标注管线交叉点高程关系,施工时严格按照规范要求对管线进行保护,制定应急预案,配备管线抢修材料和设备,确保施工安全^[2]。

2.2 地下水控制技术

地下水是给排水管道穿越施工的主要难点之一,特别是在地下水位较高的地区,施工过程中地下水的涌出会导致基坑失稳、管道浮动等问题。降水方案的选择需根据地质条件和施工工艺确定,在砂性土层中宜采用真空降水技术,设置降水井间距15~20 m;在粘性土层中可采用轻型井点降水,井点间距控制在1.5~2 m,降水深度应超过管道底部1.5 m,形成稳定的降水斗,避免发生管沟涌水现象。降水井深度需达到设计开挖面以下2 m,井管采用DN200PVC管,滤水管段长度4 m,滤孔率25%,在降水过程中需密切监测地下水位变化,防止产生地面沉降,对于降水井的布置,采用三角形或梅花形布置方式,确保降水效果均匀。

降水系统除主井外还需设置观测井,观测井间距30 m,采用自动水位计进行连续监测,数据采集间隔4 h,真空泵站选用功率15 kW水环式真空泵,工作真空度维持在0.06 MPa,配置1台备用泵,降水过程中需注意控制降水速率,初期降水速率控制在150 mm/d,稳定后可提高至300 mm/d。针对基坑开挖面渗水,设置排水沟和集水井,集水井尺寸800×800 mm,间距20 m,采用潜水泵抽排,降水施工前需进行抽水试验,确定合理的降水参数并制定应急预案,防止突发性涌水,止水帷幕采用高压旋喷桩,桩径600 mm,搭接长度200 mm,确保止水效果。

2.3 软土地基处理技术

软土地基具有承载力低、压缩性高、强度差等特点,在给排水管道穿越施工中极易引起管道沉降变形。针对软土地基,采用水泥搅拌桩进行地基加固处理,搅拌桩直径600 mm,桩长根据软土层厚度确定,一般为6~8 m,桩距1.2~1.5 m,在管道基础处理中开挖至设计标高后铺设200 mm厚级配碎石,再浇筑150 mm厚C20混凝土垫层,形成稳定的管道基础。在软土层较厚区域,采用管桩复合地基形式,桩基选用PHC管桩,桩径400 mm,桩长12 m,桩距2 m,呈梅花形布置,

桩顶设置300 mm厚碎石垫层,起到调平和桥接作用,提高复合地基的整体性和均匀性。

对于局部软弱地基,采用土工格栅加固技术,铺设双向拉伸土工格栅,规格为30×30 kN,上下铺设两层,每层搭接长度不小于300 mm,在软土段管道铺设过程中严格控制回填材料含水量,采用分层夯实,每层厚度控制在250 mm,压实度不低于93%。软土地基处理还需注意季节性施工要求,雨季施工时设置临时排水沟,沟深500 mm,底宽300 mm,采用5%坡度排水,基坑开挖时分段进行,每段长度控制在30 m,随挖随处理,避免基坑长时间暴露,基坑支护采用钢板桩支护,桩长8 m,间距1 m,打入深度不小于基坑深度1.5倍,确保基坑稳定性^[3]。

2.4 管道连接与防腐技术

管道连接质量直接影响管道系统的整体性能和使用寿命。在球墨铸铁管连接中采用承插式橡胶圈接口,橡胶圈选用丁腈橡胶材质,确保密封性能,管道对接前进行端部清理,去除油污和杂物,涂抹专用润滑剂,插入深度应符合设计要求,钢管采用焊接连接,焊缝采用双面焊,焊接前对管道端部进行坡口加工,坡口角度60°,钝边2 mm。防腐层选用环氧煤焦油防腐,内外防腐层厚度均不小于400 μm,做好防腐层搭接处理,管道连接完成后进行X射线探伤检测,确保焊缝质量达到Ⅱ级标准,在易受腐蚀地段设置阴极保护装置,采用牺牲阳极法,阳极材料选用镁合金。

2.5 施工监测与变形控制

给排水管道穿越施工过程中需建立完善的监测系统,实时掌握地面沉降、管道变形等参数。在施工影响范围内布设沉降观测点,间距20 m,采用精密水准仪进行测量,沉降控制值为30 mm,对管道轴线偏差进行控制,水平偏差不超过50 mm,高程偏差控制在±30 mm范围内,在既有建筑物周边设置倾斜观测点,采用倾斜仪监测建筑物倾斜变形,倾斜率控制在0.3%以内。利用全站仪对管道贯通度进行测量,确保管道线形平顺,在软土地段加密监测频率,每天测量2次,发现异常及时采取措施,建立监测数据分析系统,绘制沉降曲线,预测变形发展趋势,为施工调整提供依据。

3 给排水管道穿越道路施工解决方案

3.1 定向钻进施工技术

定向钻进施工技术具有对地面扰动小、施工速度快等优点,适用于小口径给排水管道穿越施工,定向钻进施工采用三步法完成穿越:导向孔钻进、扩孔和管道回拖,导向钻机选用60 t钻机,钻具选用Φ89 mm导向钻杆,泥浆泵流量120 L/min,泥浆压力2.5 MPa。

钻进过程中保持钻具转速 1 200 r/min, 钻进速度控制在 15 m/h, 确保钻进轨迹平顺, 扩孔采用逐级扩孔方式, 扩孔器直径依次为 300 mm、450 mm、600 mm, 扩孔时反复推拉, 形成规则的孔壁。扩孔完成后进行管道回拖, 回拖速度控制在 8 m/h, 避免管道损伤, 回拖过程中保持钻杆转速 800 r/min, 泥浆循环畅通, 确保孔壁稳定, 泥浆配比采用膨润土 2.5%、CMC0.2%、水 97.3%, 泥浆比重 1.15 ~ 1.20, 粘度 45~50s^[4]。

3.2 顶管施工技术

顶管施工技术适用于中等口径给排水管道穿越施工, 具有施工精度高、对地面影响小等特点, 顶管施工前需修建工作井和接收井, 工作井尺寸为 4×6 m, 接收井尺寸为 3×4 m, 井壁采用钢筋混凝土结构。顶进设备选用 200 t 油压千斤顶, 行程 600 mm, 设置中继间距 60 m, 管节采用钢筋混凝土管, 管壁厚度 200 mm, 管节长度 2.5 m, 接口采用橡胶圈密封, 顶进过程中密切观察顶力变化, 当顶力超过 180 t 时, 启动中继间顶进。测量系统采用激光导向仪, 接收靶设置间距 30 m, 实时监控管道轴线偏差, 注浆采用双液注浆, 注浆压力 0.2 ~ 0.3 MPa, 注浆量为理论超挖体积的 1.2 倍, 注浆材料选用水泥浆, 水灰比 0.5, 添加 0.5% 减水剂, 确保充填密实^[5]。

3.3 盾构施工技术

盾构施工技术适用于大口径给排水管道穿越施工, 具有施工安全性高、精度控制好等优势, 盾构机选型根据地质条件确定, 在复合地层中选用复合式土压平衡盾构机, 刀盘开口率 35%, 刀具材质选用耐磨合金钢。盾构始发前需做好始发井加固, 采用三轴搅拌桩加固, 搅拌桩直径 800 mm, 桩距 600 mm, 形成止水帷幕, 盾构掘进速度控制在 20 mm/min, 刀盘转速 2 r/min, 确保土仓压力稳定在 0.2 ~ 0.3 MPa。管片选用钢筋混凝土管片, 管片厚度 350 mm, 环向分块采用 6+1 模式, 管片间采用弹性防水密封条, 管片拼装采用真空吸盘法, 螺栓选用 M30 高强螺栓, 紧固扭矩 600 N·m, 同步注浆采用双液注浆系统, 注浆压力 0.3 ~ 0.4 MPa, 注浆材料选用水泥基注浆料, 确保充填密实^[6]。

3.4 管道铺设工艺优化

管道铺设工艺优化是提高施工质量和效率的关键环节, 管道基础采用改良土基础, 原土与级配碎石按 4:6 比例拌合, 含水量控制在 12% ~ 15%, 分层碾压, 每层厚度 200 mm。管道吊装采用双机抬吊法, 主吊选用 25 t 汽车吊, 副吊选用 16 t 汽车吊, 吊装时采用专用吊带, 确保管道平稳就位, 管道连接采用新型柔性接头, 接头材质为三元乙丙橡胶, 耐压强度 2.0 MPa, 使用寿命 50 年^[7]。管道回填采用分层回填法, 回填材料选

用细砂, 含水量 8% ~ 12%, 压实度达到 95%, 在管道转弯处采用整体预制异型管, 曲率半径不小于管径的 5 倍, 确保管道线形顺畅, 管道防腐采用环氧树脂防腐, 内外防腐层厚度 500 μm, 防腐层附着力达到 4 MPa^[8]。

3.5 管道质量问题

材料直接关系到市政给排水管道工程的施工质量, 也是施工管理的重点, 一些施工单位为了节省成本投入, 选择质量较差的管道材料进行施工。或者一些施工单位在材料采购过程中没有做好采购管理, 导致采购劣质材料。这些问题都会影响最终建设水平, 这也是经常出现的施工问题。管道材料质量问题是施工管理的关键, 施工单位需要在管理体系建设过程中将其列为重点内容。但是由于部分施工单位的主要领导忽视这项工作, 并未组织相关工作人员进行管控, 许多管理制度流于形式, 无法达到真实的效果, 这种问题如果不及时解决, 不仅会影响市政给排水管道工程施工质量, 还会影响施工单位未来发展。

4 结束语

给排水管道穿越道路施工技术是一项系统工程, 需要充分考虑地质条件、施工环境、管线分布等多方面因素, 通过对施工技术难点的深入分析采用合理的施工方案, 严格控制施工工艺, 确保施工质量。在实际施工过程中应根据具体工程特点, 选择适用的施工方案, 制定有效的技术措施, 确保工程顺利实施。随着非开挖施工技术的不断发展, 结合智能监测、信息化管理等先进技术, 给排水管道穿越道路施工将更加高效、精准。

参考文献:

- [1] 何娜. 市政雨污分流改造中的技术难点与解决方案[J]. 前卫, 2024(22):119-121.
- [2] 罗利, 刘卫华, 童龙伟, 等. 排水管道顶管下穿城市重载道路施工技术探讨: 以什邡地区工程为例[J]. 科技和产业, 2024, 24(13):265-270.
- [3] 胡锋妹. 市政给排水施工中长距离顶管施工技术的应用[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2019.
- [4] 赵龙芳. 道路给排水施工技术的常见问题与对策[J]. 城市地理, 2023(22):100-102.
- [5] 叶继红. 给排水管道顶管施工关键技术[J]. 城市住宅, 2021, 28(09):183-184.
- [6] 杨泽华. 市政给排水管道穿越既有铁路技术探讨[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(04):151-154.
- [7] 陈彬皓. 市政道路给排水管道长距离顶管施工技术研究[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(04):133-135.
- [8] 何文权. 市政道路给排水管道长距离顶管施工技术研究[J]. 工程建设与设计, 2024(19):93-95.