

市政污水管道顶管施工技术研究

刘振华

(深圳市深水水务咨询有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 市政污水管作为城市重要基础设施, 关系到人们的日常生活以及城市环境改善, 所以必须落实施工技术措施, 才能保证运行效果合格, 对城市建设和发展产生积极作用。市政污水管道施工过程中顶管施工技术应用广泛, 需落实各项施工措施, 保证顶管施工效果合格, 为市政污水管道运行效果提升奠定基础。基于此, 本文选择实际工程案例深入分析市政污水管道顶管施工技术, 落实各项施工措施, 保证市政污水管道顶管施工效果达到工程标准, 以期为促进现代市政污水管道建设和运行提供参考。

关键词 市政工程; 污水管道; 顶管技术

中图分类号: TU990.3

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0034-03

市政污水管道顶管施工过程中使用先进顶管设备, 将管道从工作井顶入土层内直到达到接收井, 降低对市政道路、建筑产生的影响, 使施工作业顺利完成, 保证施工效果达到工程标准。虽然顶管施工技术优势明显, 但在施工过程中依然存在较多问题影响施工作业效果。因此, 施工单位应根据顶管施工要求深入研究分析其技术机理、施工工艺、设备等, 并且制定合理的优化改进措施, 发挥先进技术、材料、工艺的优势。

1 工程概况

某市政污水工程项目施工过程中, 其管道建设长度达到 5 031 m, 且周边分布大量的工业区, 需要配套泵站、压力管道等, 所以现场施工难度相对较高, 施工工程量比较大。该项目新建设的污水压力管道使用专用球墨铸铁管, 包含 161 m 顶管, 设置 10 座阀井、6 座排气阀井、7 座排泥阀井。施工单位根据设计方案和技术标准要求, 最终选择使用顶管施工技术进行污水管道施工, 确保施工作业效果合格且尽可能避免对周围建筑以及人们的日常生活产生影响, 从而提高项目建设速度。

2 市政污水管道顶管施工技术应用

2.1 引入测量轴线及水准点

结合本项目施工要求, 在施工作业阶段设置临时水准点, 直接引入井底并进行顶管高程检测, 使各点位施工效果合格。管道中心桩直接引入工作井侧壁, 并且进行基线测量, 为顶管中心线的精度控制提供支持。

2.2 顶管机后靠背及洞口施工

根据本项目顶管施工作业要求, 在后背墙设计阶

段尺寸为宽 4 048 mm、高 3 500 mm、厚 1 200 mm, 在另一方向顶进施工时凿出洞口位置、护壁以及后靠背。按照顶进施工工艺方案要求, 在雨水管位置安装千斤顶, 并使用柔性垫片设置在千斤顶和管道之间, 防止顶进作业力过大造成管道损坏。根据设计方案要求精准确定测量洞口, 并按要求进行预留孔洞设置并布置堵水设施, 以免出现水分侵蚀导致管道损坏。如果检测发现局部位置渗透力比较差, 顶管机进出洞口不需要设置止水装置。工具管外部和洞口之间存在空隙, 该位置水经过时进入工作井内容易受到水分侵扰影响。为防止该问题出现且提高施工效果, 在施工作业过程中工作井洞口位置安装止水圈, 使各位置密封性合格, 达到良好的止水效果^[1]。

2.3 千斤顶和顶铁的安裝

千斤顶作为掘进顶管施工设备, 需按照现场施工作业要求进行设备配置。本项目经过现场综合性分析, 最终确定 2 台 200 t 液压千斤顶联合作业, 采用并排布置方案使其顶进作业力达到技术标准。安装要点如下:

1. 现场应用 2 台 200 t 千斤顶安装到支架上, 有完善的固定设施, 确保顶进作业的环节达到稳定的要求, 且安装之后采取对称的方式, 千斤顶顶进作业点位置具备稳固性, 并随时进行现场的检测, 及时进行安装精度的调整。

2. 适配 zB.50 型高压油泵, 给系统顶进作业提供充足的动力支撑, 各个千斤顶作业的环节利用油管连接, 保证顶进作业力达到要求, 且油管具备平顺性, 防止顶进作业阻力过大而影响施工效果。

3. 千斤顶与管道端部位置设置顶铁, 使得千斤顶

的作用力均匀地传输到管道上, 保证管道顶进作业顺利完成, 管道进尺达到要求。

4. 顶铁的安装要点。将安装顶铁的位置全面清理干净, 没有任何杂物, 达到洁净性的要求, 否则将会造成贴合度不达标容易发生滑动的风险。执行设计方案进行顶铁的安装, 保证顶铁、千斤顶、管道的轴线处于平行的状态, 且避免发生顶进作业环节偏心的问题。根据现场要求进行轴线的调整, 精度合格之后开展顶进作业, 并保证顶进力在合理的范围内。

2.4 顶管机始发

顶进作业开始前落实设备准备工作, 当准备完成后即可进入试顶阶段。根据施工作业要求先进行设备的水平、垂直、标高检测, 如果达到设计方案要求即可顶进工具头, 将管节安装到规定位置, 标高检测达到技术标准要求后即可进行试顶。如果该环节顶力以及其他技术参数符合技术标准, 即可正式顶进作业。顶进作业过程中按照如下流程完成: (1) 将顶铁安装到作业位置, 精度合格再开启油泵, 千斤顶进油并且活塞伸出一个工作流程推动管节运动。(2) 油泵进入最大行程后停止运行, 千斤顶回油, 回缩活塞。(3) 增加顶铁数量并重复上述操作, 安装下一管节进行顶进。(4) 拆除顶铁结构进行混凝土管连接, 使其连接的紧密度达到技术标准^[2]。

2.5 顶管期间关键工序的作业要点

1. 测量。观测台中安装经纬仪进行现场监测, 射出激光束作为顶管导向基准线。如果顶进作业阶段发现顶管机头位置出现偏差, 对偏差尺寸展开检测, 和设计方案保持一致, 使得顶进作业效果达到工程要求。在现场施工过程中根据千斤顶伸缩量进行偏差纠正, 使其精度符合要求, 防止影响施工作业效果。顶管作业阶段进行全面性监测, 保证管线中线、高程、方向、坡度等满足技术标准。现场测量过程中按照如下要求完成: (1) 根据测量作业要求现场设置四等水准线路, 并落实测量放样工作, 每个管道设置临时水准点进行控制。(2) 按照项目导线点、水准点作为基准, 明确测量井的平面位置、深度等, 并按照技术标准要求进行开挖施工。执行设计方案要求对管道中心线展开检测, 并做好现场标记工作, 指导后续施工作业顺利进行。(3) 顶进作业阶段随时进行工作井、接收井的导线检测, 使其精度符合标准后再继续开展施工作业。(4) 顶管作业阶段观测中, 通常在工作井中安装观测台并配置监测设备, 随时根据监测结果做改进调整, 使其顶进作业精度达到技术标准^[3]。

2. 顶进纠偏。顶进作业阶段随时监测现场施工情

况, 根据地质条件、施工作业偏差等情况做出调整, 使其顶进作业精度达到要求。在现场顶进作业过程中如果出现偏差超出规定的情况, 如轴线偏差在 20 mm 以上或者高程偏差超出要求需及时进行纠偏处理。在现场测量过程中选用激光经纬仪、水准仪作为检测设备, 随时进行管道安装位置测量检测并与设计轴线对比分析, 使其精度符合技术要求。偏差纠正过程中需根据偏差方向、偏差尺寸等制定偏差纠正方案, 使得偏差纠正效果达到要求。在本项目的偏差纠正过程中, 如果偏差量比较小, 可使用千斤顶微调的方式进行纠偏, 每次纠偏在 1° 左右, 防止调整过大对管道产生较大压力而造成结构损坏。纠偏过程中随时进行检测, 及时掌握纠偏作业情况, 保证不会存在过度纠偏的现象。如果偏差尺寸比较大, 除了采取上述微调纠偏方式之外, 还要采用挖土矫正的措施进行处理。在该方式使用过程中, 在偏差一侧适当地减少挖土量, 另外一侧则增加挖土量, 使得管道方向调整到最佳状态。除此之外, 现场当增大监测频率, 通常间隔 1 m 进行一次测量, 使得管道的位置精度达标^[4]。

3. 两节管接口的处理。顶管施工作业阶段, 管材选用 A 形方式, 并确保顶管的安装位置达到要求, 防止出现渗漏现象。在该项目施工过程中配置水泥砂浆材料配比为膨胀水泥: 砂: 水 = 1:1:0.3 (质量比) 取用材料, 并按要求进行充分搅拌, 使其混合均匀, 性能达到工程标准。水泥砂浆制作结束后检验检测达到标准要求即可涂抹到施工位置, 并确保各位置涂抹密封性合格。

2.6 管道压浆

1. 注浆减磨。市政污水管道顶管施工阶段受到泥土的阻力影响导致顶管无法顺利进行, 或者速度减慢。结合实际情况采用注浆减磨方式降低土壤产生的阻力影响, 保证顶管作业顺利进行。根据顶管施工作业标准, 使用触变泥浆减小阻力, 调整其稠度、触变性等方面使顶管作业效果达到工程标准。(1) 通过现场取样分析, 对触变泥浆性能参数展开检测, 使其满足现场施工作业要求。(2) 管道位置预压成孔并且制作浆套, 使其各项性能达到技术标准。(3) 根据施工作业要求进行试验检测, 并明确触变泥浆制作方法以及技术参数, 进而保证各项性能指标达到工程要求。(4) 泥浆制作结束后且性能参数合格, 选用同步注浆方法开展压浆施工。该阶段随时监测注浆效果并选择适当时机进行补浆处理, 使其施工作业效果达到要求。注浆孔设置时采用单向阀布置方式, 避免土进入内部造成堵塞而影响注浆效果^[5]。

2. 管道背后注浆。顶进作业阶段设置检查井设施, 随时监测施工效果并使用管道背后注浆方式保证注浆效果合格。该阶段施工过程中选用高压注浆机作为施工设备, 将其注入管道外壁周边位置, 满足现场施工作业标准。

3. 回填灌浆孔的布置。回填灌浆在布置过程中, 结合本项目施工要求各管节 1/2 横截面位置预留 4 个孔径 30 mm 的灌浆孔。按照规定要求进行施工, 为保证施工效果合格灌浆孔设置时满足灌浆技术标准, 并与生产厂家保持良好沟通, 预留好灌浆孔, 进而确保施工效果合格。

4. 回填灌浆材料的取用。灌浆施工过程中选用防腐水泥砂浆, 水灰比 1:1, 使用 42.5 普通硅酸盐水泥制作。为确保灌浆材料性能达到要求加入化学外加剂, 但不能给钢筋材料造成腐蚀性影响。

5. 回填灌浆施工。

(1) 灌浆压力执行设计标准, 本项目将压力设定为 200 kPa, 初期减小压力, 随着工程推进适当地增大压力。

(2) 灌浆作业按照规定顺序进行, 先下游、后上游逐步完成整个结构部分的灌浆作业。现场施工阶段, 灌浆孔分为三个次序, 按照规定流程顺利完成各项施工作业, 且不能随意更改施工顺序, 否则将会对灌浆效果产生影响。灌浆作业阶段随时监测灌浆施工效果, 预防因为灌浆操作不当或者控制不合理而对最终施工效果产生负面影响。

(3) 施工作业阶段, 当灌浆压力达到设计标准后, 并且吸浆量在 0.12 L/min 以内, 保持 30 min 灌浆再结束灌浆作业。

(4) 灌浆施工全部结束后进行配套木塞塞紧, 避免浆液出现外流现象而对施工效果产生影响。水泥砂浆达到终凝状态之后即可将木塞取出, 并且使用 M10 水泥砂浆进行表面处理, 使其平整度、严密性达到技术标准。

3 市政污水管道顶管施工质量检测

3.1 管道周边浅层土体压缩量分析

本工程现场施工作业阶段, 经过对管道周边浅层土压缩量进行精密检测, 使用钻孔取样方法联合位移计、静力触探、沉降观测、雷达监测等方式使得监测数据精度合格, 结果见表 1 所示。

由表 1 分析发现, 位置 A、位置 B、位置 C 各项参数都达到技术标准, 压缩量并未超出设计要求, 顶管施工效果合格, 土体压缩性能达标, 管道运行具备稳定性、可靠性。

表 1 管道周边浅层土体压缩量检测方法及数据

检测位置	检测方法	压缩量 (mm)	设计标准限值 (mm)
位置 A	钻孔取样结合位移计	4.5	≤ 5.0
位置 B	静力触探与沉降观测	4.2	≤ 5.0
位置 C	高精度雷达监测	4.8	≤ 5.0

3.2 管道周边土孔隙水压力分析

该工程施工完成后, 选择位置 A、位置 B、位置 C 三个检测点, 采用孔隙水压力计、渗透试验以及综合物探技术开展管道周边土孔隙水压力检测, 具体结果见表 2 所示。

表 2 管道周边土孔隙水压力检测

检测位置	检测方法	孔隙水压力 (kPa)	设计标准限值 (kPa)
位置 A	孔隙水压力计直接测量	23.5	≤ 25.0
位置 B	渗透试验结合计算	24.0	≤ 25.0
位置 C	综合物探技术评估	24.3	≤ 25.0

分析表 2 发现, 本工程检测结束后发现孔隙水压力并未超出设计标准, 土体稳定性合格, 使整个顶管施工效果满足工程标准, 为市政污水管道的正常运行提供支持。

4 结束语

市政污水管道项目开展阶段, 采用顶管施工技术能提升污水管道工程的施工效率与作业质量。上述针对顶管施工技术的基本施工方法开展研究, 且于工后进行污水管道相关工程的检测, 通过检测结果数据发现各方面施工参数均达标, 由此表明, 采用顶管施工技术能为市政污水管道项目建设提供技术帮助。

参考文献:

- [1] 曾广识. 城区污水管道顶管工作井施工工艺及稳定性分析[J]. 广东土木与建筑, 2023,30(11):90-93.
- [2] 韦武军. 城市市政雨污管道分布改造中的顶管施工应用[J]. 山西建筑, 2023,49(14):179-182.
- [3] 邹建, 戚双星, 杨成海, 等. 某污水管网改造工程穿越不良地层顶管施工技术[J]. 人民黄河, 2023,45(S1):116-117, 122.
- [4] 陈剑峰. 顶管施工技术在污水管道工程中的应用研究[J]. 建筑监督检测与造价, 2022,15(06):43-46.
- [5] 史纪申, 唐丁. 顶管施工在雨污水管道中的应用[J]. 建筑技术开发, 2022,49(18):36-38.