

滨江地区排水管道常用施工方案经济性分析研究

蔡佳愿

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司,湖北 武汉 433200)

摘要:管道施工过程中,根据管道埋设深度的不同可采用不同的施工方案,主要包含放坡开挖、钢板桩支护、顶管施工等方案。以湖北黄冈某滨江大道工程为背景,主要从工程造价方面着手,不考虑周边环境限制,分析这几种方法所适用的管道开挖深度范围。结果表明:在一般土层地区,管道挖深不大于5 m时,放坡开挖更为经济,管道挖深5~7 m时,钢板桩支护开挖更为经济,管道挖深大于7 m时,顶管施工更为经济;在透水土层地区,管道挖深不大于3 m时,放坡开挖更为经济,管道挖深3~5.5 m时,钢板桩支护开挖更为经济,管道挖深大于5.5 m时,顶管施工更为经济;在软弱土层地区,管道挖深不大于2 m时,放坡开挖更为经济,管道挖深2~5.5 m时,钢板桩支护开挖更为经济,管道挖深大于5.5 m时,顶管施工更为经济;采用钢板桩支护开挖时,两管道中心间距不大于5.5 m时,同槽开挖更为经济,两管道中心间距大于5.5 m时,非同槽开挖更为经济。研究成果旨在为今后的管道施工方案选择提供一定的参考。

关键词:管道施工方案;开挖;非开挖;经济性分析

中图分类号: F283

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)12-0280-05

1 研究背景

市政道路建设时,常有市政管线同步建设,雨水、污水管线为重力流管线,受到上下游高程影响,埋深通常较深,其施工方案的选择对工程造价影响较大,而规范并没有明确规定其施工方案应该如何选择,通常很大程度上依赖设计者的经验。

管道施工方案通常分为开挖施工和非开挖施工,开挖施工又分为放坡开挖和支护开挖(一般采用钢板桩支护),非开挖施工又分为拖拉管施工和顶管施工(本文仅对顶管施工进行分析)。非开挖施工一般用于过路、过河等存在障碍物不能开挖时,或者管道埋设深度很大而开挖变得不经济时;开挖施工则用于管道埋设深度不是很大,且开挖范围内不存在地面或地下障碍物时,即当管道埋深较小、地质条件较好且周边环境空旷时采用放坡开挖,当管道埋深较大,或地质条件较差,或周边环境限制无放坡空间时采用钢板桩支护开挖;多条管线同时敷设时,距离较近则可同槽开挖,减少支护费用。但放坡开挖与支护开挖的临界深度,支护开挖与非开挖的临界深度,同槽开挖时管线间的临界距离,很少有规范或者论文明确提出,常造成管道敷设方案的选择不合理或

建设资金较大浪费。

本文以湖北黄冈某滨江大道工程为背景,对项目雨、污水管道工程施工方案造价进行总结并分析,得出普遍适用的结论,对今后类似项目雨、污水管道施工方案的选择具有重要的参考意义。

2 工程概况

湖北黄冈某滨江大道工程,道路呈东西走向,道路全长约1.2 km。项目新建雨水干管长度约1 170 m,管径DN800~DN1800,埋深约1.0~3.8 m;新建污水干管长度约1 190 m,管径DN1000~DN1350,埋深约4.5~8.5 m,雨、污水管道管材为钢筋混凝土管,基础为素混凝土基础。

该工程地处长江中下游平原,属长江一级阶地,为冲洪积地层,以人工填土、粉质黏土、粉砂、淤泥质粉质黏土等地层为主,地质条件较为复杂;项目距离东北方向策湖约1.5 km,距离长江约3 km,地下水位受周边水系及气候影响,水位埋深0.2~1.1 m,地下水位较高;从地质条件与水文条件来看,场地属于典型滨江地区地貌。工程沿线主要分布为农田,周边环境较为简单,无阻碍施工的地面及地下建(构)筑物。

3 管道敷设方案造价构成及指标

根据本工程预算文件,提取管道各种敷设方案造价组成及指标,进行适当归并后,作为本次计算依据,

收稿日期:2024-01-18

作者简介:蔡佳愿(1990—),男,硕士,工程师,从事岩土工程设计工作。

各管道敷设方案工程量构成及相应综合单价见表 1。

表 1 各管道敷设方案造价构成及指标表				
序号	项目单位	综合单价		
		放坡开挖	钢板桩支护	顶管施工
1	土方开挖 /(元·m ⁻³)	20	20	—
2	中粗砂回填 /(元·m ⁻³)	400	400	—
3	原土回填 /(元·m ⁻³)	40	40	—
4	4%灰土回填 /(元·m ⁻³)	120	120	—
5	弃土 /(元·m ⁻³)	100	100	—
6	防护土工布 /(元·m ⁻²)	20	—	—
7	钢板桩 /(元·t ⁻¹)	—	1 250	1 250
8	钢支撑及围檩 /(元·t ⁻¹)	—	2 250	—
9	截、排水沟 /(元·m ⁻¹)	120	120	—
10	集水井 /(元·个 ⁻¹)	600	600	—
11	基坑排水 /(元·d ⁻¹)	1 000	1 000	—
12	基坑监测 /元	按 3%取	按 3%取	按 3%取
13	管道 /(元·m ⁻¹)	1 000	1 000	—
14	检查井 /(元·个 ⁻¹)	8 000	8 000	—
15	轻型井点降水 /(元·套 ⁻¹)	70 000	70 000	—
16	管井降水 /(元·口 ⁻¹)	—	30 000	30 000
17	三级钢筋混凝土承插管 /(元·m ⁻¹)	—	—	4 000
18	顶管工作井 /(元·m ⁻³)	—	—	2 000
19	顶管接收井 /(元·m ⁻³)	—	—	2 000
20	φ600 高压旋喷桩空桩 /(元·m ⁻¹)	—	—	50
21	φ600 高压旋喷桩实桩 /(元·m ⁻¹)	—	—	200
22	φ500 搅拌桩空桩元 /(元·m ⁻¹)	—	30	30
23	φ500 搅拌桩实桩 /(元·m ⁻¹)	—	60	60

注:1.沉井考虑排水下沉,采用钢板桩作为止水帷幕;
2.基坑监测按基坑/沉井总造价 3%计取。

4 放坡开挖与钢板桩支护开挖造价分析

本项目雨水管道埋设深度不大,主要考虑放坡开挖方案或者钢板桩支护方案,下文以 DN1000 管道为例进行分析,对场区不同地质条件下两种施工方案的经济性进行研究,以期得到更为普遍的结论。

(1)一般土层地区(主要指相对隔水的非软土地层,如场区的粉质黏土层等),此类地区主要特点为放坡开挖及钢板桩支护受地质条件影响较小,且不需要布设特殊降水措施,管道敷设每延米造价随管道开挖深度变化见图 1。

由图 1 可知,一般土层地区,开挖深度不大于 5 m 时,放坡开挖更为经济,开挖深度大于 5 m 时,钢板桩支护开挖更为经济。

(2)透水土层地区(主要指相对透水的非软土地层,如场区的粉砂层等),此类地区主要特点为砂性

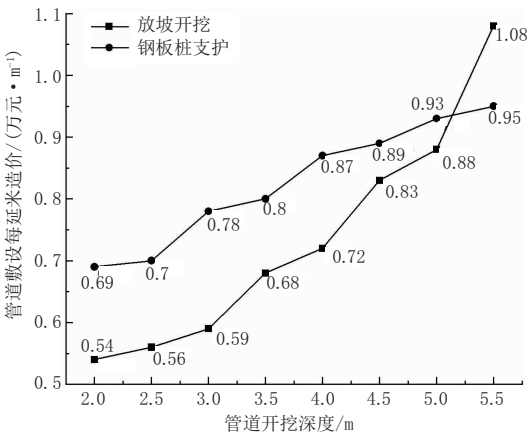


图 1 两种敷设方式造价随开挖深度变化曲线(一般土层地区)
土区域,土层较为松散,放坡开挖需放缓坡率,且存在厚层含水层,放坡开挖及钢板桩支护需要特殊降水措施(开挖深度不大,一般采用轻型井点降水),管道敷设每延米造价随管道开挖深度变化见图 2。

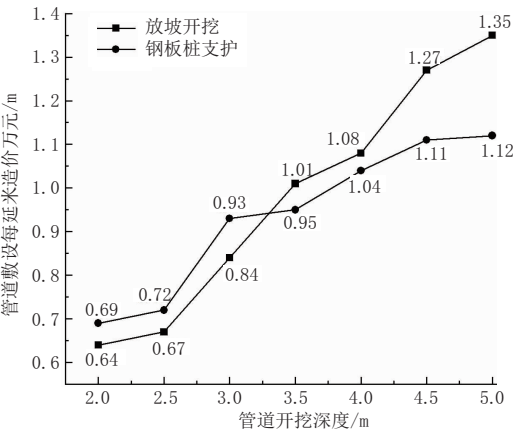


图 2 两种敷设方式造价随开挖深度变化曲线(透水土层地区)
由图 2 可知,透水土层地区,开挖深度不大于 3 m 时,放坡开挖更为经济,开挖深度大于 3 m 时,钢板桩支护开挖更为经济。

(3)软弱土层地区(主要指软土地层,如场区的淤泥质粉质黏土层等),此类地区主要特点为存在厚层软土层,放坡开挖需大幅放缓坡率,钢板桩支护需适当增加钢板桩长度,软弱土层地区原土不考虑回填,采用 4%灰土替代,管道敷设每延米造价随管道开挖深度变化见图 3。

由图 3 可知,软弱土层地区,开挖深度不大于 2 m 时,放坡开挖更为经济,开挖深度大于 2 m 时,钢板桩支护开挖更为经济。

5 钢板桩支护开挖与顶管施工造价分析

本项目污水管道埋设深度较大,主要考虑钢板桩支护方案或者顶管施工方案,下文仍以 DN1000 管道为例进行分析,对场区不同地质条件下两种施工方案的经济性进行研究,以期得到更为普遍的结论。

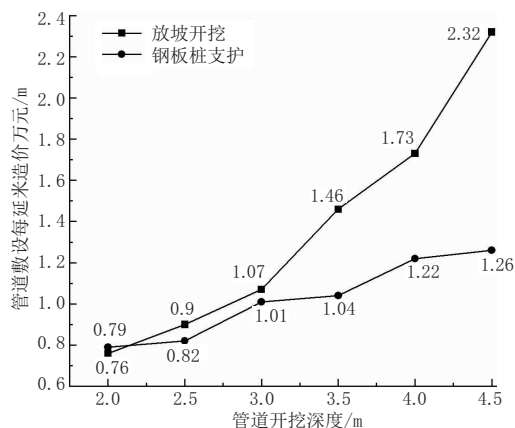


图3 两种敷设方式造价随开挖深度变化曲线(软弱土层地区)

(1)一般土层地区(主要指相对隔水的非软土地层,如场区的粉质黏土层等),此类地区主要特点为钢板桩支护及顶管施工受地质条件影响较小,且不需要布设特殊降水措施,管道敷设每延米造价随管道开挖深度变化见图4。

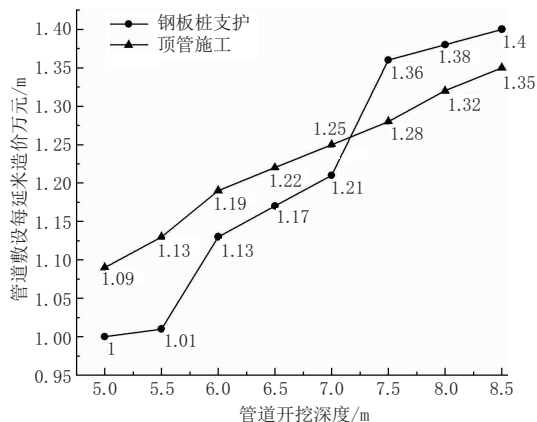


图4 两种敷设方式造价随开挖深度变化曲线(一般土层地区)

由图4可知,一般土层地区,开挖深度不大于7 m时,钢板桩支护开挖更为经济,开挖深度大于7 m时,顶管施工更为经济。

(2)透水土层地区(主要指相对透水的非软土地层,如场区的粉砂层等),此类地区主要特点为存在厚层含水层,钢板桩支护及顶管工作井、接收井施工需要特殊降水措施(开挖深度较大,一般采用管井降水),管道敷设每延米造价随管道开挖深度变化见图5。

由图5可知,透水土层地区,开挖深度不大于5.5 m时,钢板桩支护开挖更为经济,开挖深度大于5.5 m时,顶管施工更为经济。

(3)软弱土层地区(主要指软土地层,如场区的淤泥质粉质黏土层等),此类地区主要特点为存在厚层软土层,钢板桩支护需增加钢板桩长度,或进行坑底土层加固,软弱土层地区原土不考虑回填,采用4%灰土替代;顶管工作井、接收井需进行周边和底

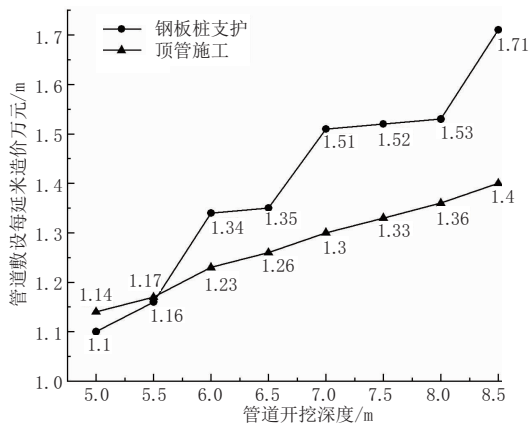


图5 两种敷设方式造价随开挖深度变化曲线(透水土层地区)

部土层加固,以及顶管机进出洞口土层加固,管道敷设每延米造价随管道开挖深度变化见图6。

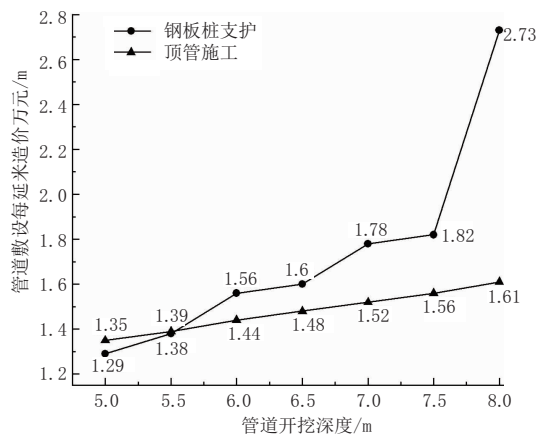


图6 两种敷设方式造价随开挖深度变化曲线(软弱土层地区)

由图6可知,软弱土层地区,开挖深度不大于5.5 m时,钢板桩支护开挖更为经济,开挖深度大于5.5 m时,顶管施工更为经济。

6 同槽施工管道不同间距造价分析

本项目敷设间距较近的雨、污水管道,可考虑采用同槽施工的方案,同槽施工主要针对钢板桩支护时的情况。

下文仍以DN1000管道为例进行分析,对场区不同地质条件下管道不同间距时同槽与非同槽施工的经济性进行研究,以期得到更为普遍的结论。

(1)一般土层地区,钢板桩支护主要适用于管道开挖深度为5~7 m时,选取开挖深度为5.5 m及6.5 m工况为例进行分析,管道敷设每延米造价随管道中心间距变化见图7。

由图7可知,一般土层地区,采用钢板桩支护开挖时,管道中心间距不大于5.5 m时,同槽施工更为经济,管道中心间距大于5.5 m时,非同槽施工更为经济。

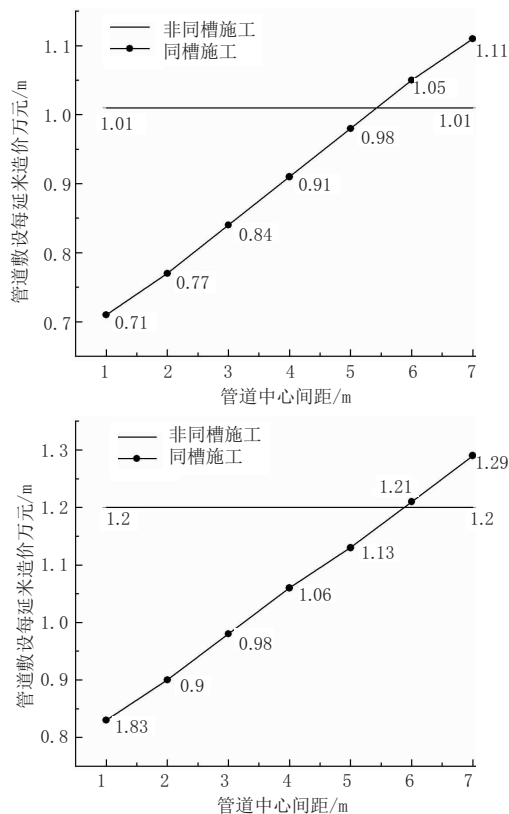


图7 开挖深度5.5/6.5 m时造价随管道中心间距变化曲线

(一般土层地区)

(2)透水土层地区,钢板桩支护主要适用于管道开挖深度为3~5.5 m时,选取开挖深度为4 m及5 m工况为例进行分析,管道敷设每延米造价随管道中心间距变化见图8。

由图8可知,透水土层地区,采用钢板桩支护开挖时,管道中心间距不大于5.5 m时,同槽施工更为经济,管道中心间距大于5.5 m时,非同槽施工更为经济。

(3)软弱土层地区,钢板桩支护主要适用于管道开挖深度为2~5.5 m时,选取开挖深度为3 m及4 m工况为例进行分析,管道敷设每延米造价随管道中心间距变化见图9。

由图9可知,软弱土层地区,采用钢板桩支护开挖时,管道中心间距不大于5.5 m时,同槽施工更为经济,管道中心间距大于5.5 m时,非同槽施工更为经济。

由前述分析可知:无论何种地质条件,采用钢板桩支护开挖时,管道中心间距不大于5.5 m时,同槽开挖更为经济,管道中心间距大于5.5 m时,非同槽开挖更为经济。

7 结论

通过本文分析,可得出以下结论:

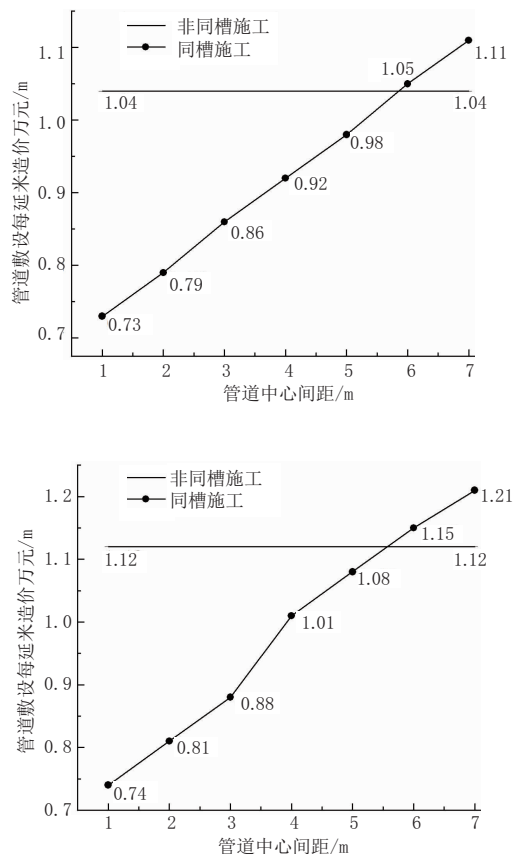


图8 开挖深度4/5 m时造价随管道中心间距变化曲线

(透水土层地区)

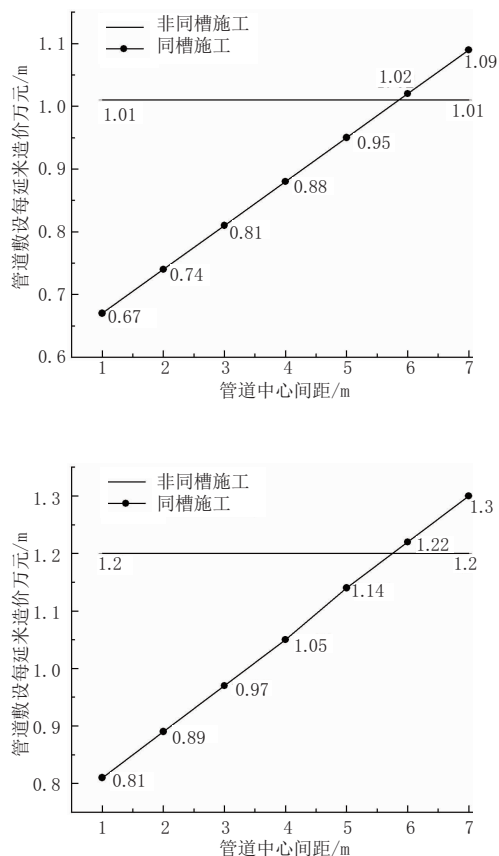


图9 开挖深度3/4 m时造价随管道中心间距变化曲线

(软弱土层地区)

(1)在一般土层地区,管道挖深不大于5 m时,放坡开挖更为经济,管道挖深5~7 m时,钢板桩支护开挖更为经济,管道挖深大于7 m时,采用顶管施工更为经济。

(2)在透水土层地区,管道挖深不大于3 m时,放坡开挖更为经济,管道挖深3~5.5 m时,钢板桩支护开挖更为经济,管道挖深大于5.5 m时,采用顶管施工更为经济。

(3)在软弱土层地区,管道挖深不大于2 m时,放坡开挖更为经济,管道挖深2~5.5 m时,钢板桩支护开挖更为经济,管道挖深大于5.5 m时,采用顶管施工更为经济。

(4)采用钢板桩支护开挖时,两管道中心间距不大于5.5 m时,同槽开挖更为经济,两管道中心间距大于5.5 m时,非同槽开挖更为经济。

8 问题与建议

(1)本文仅以管径DN1000为例进行分析,实际

项目中各种管径均存在,需继续分析结论对其它尺寸管道的适用性。

(2)本文仅以湖北黄冈某滨江大道工程为基础分析,不同地区单价有所差异,需继续分析结论对其它地区的适用性。

(3)本文仅以湖北黄冈某滨江大道工程地质条件进行分析,将场地地层概化为一般土层地区、透水土层地区、软弱土层地区,实际项目地质条件复杂多变,需继续分析结论对其它地层(如上述地层组合、岩层等硬土层等)的适用性。

参考文献:

- [1] GB 50268—2008, 给水排水管道工程施工及验收规范[S].
- [2] JGJ 120—2012, 建筑基坑支护技术规程[S].
- [3] CECS 246:2008, 给水排水工程顶管技术规程[S].
- [4] 安关峰.管道顶管施工与明挖施工技术建设造价比较分析[J].建筑监督检测与造价,2008(5):38-45.
- [5] 马根玉.市政地下排水管线施工方案技术经济比选[J].山西建筑,2017(5):225-226.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com