

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2024.02.034

城市下穿地道施工关键技术研究

——以潍坊市潍县中路下穿通亭街地道为例

祁永利^{1,2}, 赵乐¹, 刘子琦¹

(1.天津市市政工程设计研究总院有限公司,天津市 300392; 2.天津市基础设施耐久性企业重点实验室,天津市 300392)

摘要: 由于地处城区,城市下穿地道的施工经常受到诸多条件的限制,施工方案设计变得尤为重要,而基坑支护技术又是施工方案成败的关键。以潍坊市潍县中路下穿通亭街地道为例,介绍了通亭街地道施工方案,着重阐述了基坑支护技术,可为类似工程项目提供参考。

关键词: 下穿地道;施工方案;基坑支护

中图分类号: TU921

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)02-0150-03

0 引言

城市下穿地道不仅能有效提高节点空间利用率,完善交通系统,缓解交通压力,减少事故发生,更重要的是不占用地面空间,对城市景观影响小,因此被广泛应用。但由于地处城市,周边常常建筑物林立,交通繁忙,实施条件受限较多,因此施工方案设计变得尤为重要。

潍坊市潍县中路下穿通亭街地道地处闹市,周边中高层建筑密集,且紧邻寒亭张涵河。地道施工方案采用明挖施工,基坑支护采用悬臂式排桩+预应力锚索的支护形式。

1 地道总体设计

通亭街地道为潍县中路下穿通亭街所设。现状通亭街宽 50 m,与潍县中路呈 31.8°斜交,双向 8 车道,为城市主干路^[1]。地道平面位置图见图 1。

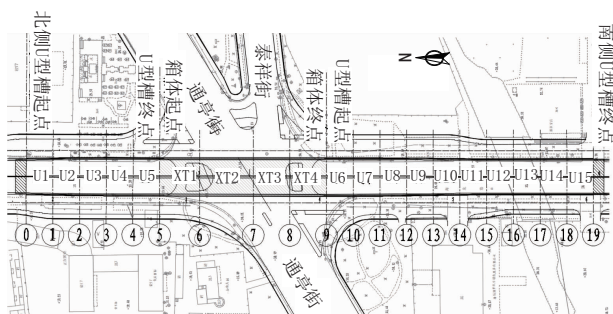


图 1 地道平面位置图(单位:m)

收稿日期: 2023-03-08

作者简介: 祁永利(1982—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁设计研究工作。

通亭街地道总长 425 m,总宽 29 m,共包含 4 节箱体和 15 节 U 型槽。封闭段箱体长 125 m,两端敞开端 U 型槽共长 300 m。

U 型槽总宽 29 m,总高 2.7~7.7 m;箱体总宽 29 m,总高 8 m,覆土厚度 2.0~3.3 m。基坑最深处位于箱体段,为 12.4 m。

2 施工总体方案

城市地下工程主要施工方法可分为明挖法和暗挖法。明挖法具有施工速度快,便于控制施工质量、施工进度、施工安全,经济性好等优点,应用最为广泛。但明挖法同样存在需要破坏地表、中断现状交通、增加环境污染、易发生基坑失稳破坏等缺点^[2]。

根据项目所处地理位置,充分考虑周边环境限制及施工方法的优缺点,本工程采用明挖法施工。但通亭街和潍县中路均为城市主干路,交通流量大,施工过程中均不能中断交通,因此需要在场地周边设置保通道路。

综合考虑以上控制因素,将工程分为 2 期、3 节段施工,具体步骤如下:

- (1)场地平整,在 U 槽范围施作保通道路。
- (2)箱体段施做基坑防水、支护,开挖基坑。
- (3)施作箱结构体并回填,将保通道路移至箱体范围。
- (4)U 型槽段施做基坑防水、支护,开挖基坑。
- (5)施作 U 型槽结构并回填。
- (6)附属设施、照明及装饰工程施工。

3 基坑支护设计

基坑支护最重要的是保证坑内施工空间和周边环境的安全。应根据地质条件、周边环境,以及不同支护型式的特点、造价等综合确定。在所有的支护形式中,放坡开挖稳定性好、造价低、施工速度快,一般被认为是首选,但它只适用于开阔、周围无重要建筑物的场地^[3]。

通亭街地道箱体段和部分U型槽段开挖深度较大,最深处达12.4 m,且基坑距离两侧建筑物较近。西侧距离现状建筑物19 m;东侧距离现状建筑物30 m,其间需设置宽11 m的保通道路。地道南侧存在现状寒亭张涵河道。基坑不具备放坡开挖的条件,拟采用悬臂式排桩+预应力锚索的支护方案。

3.1 地质条件

地道所处区域影响深度范围内的土层以粉土和粉质黏土为主,土层参数见表1。地下水位埋深11.3 m。

表1 土层参数表

土层名称	厚度 /m	重度 / (kN·m ⁻³)	黏聚力 /kPa	内摩擦角 / (°)	抗力系数 / (MPa·m ⁻²)	锚杆极限黏结强度 /kPa
素填土	1.4	18	10	15	4	10
粉土-1	6.8	18.3	16	27	13.48	60
粉土-2	1.3	19	0	39	26.52	60
粉质黏土	8.5	18.9	30	18	7.68	60
粉质黏土	4.5	18.9	30	18	7.68	120
中粗砂	1.2	19	0	41	29.52	
粉质黏土	11.5	19	30	18	7.68	

3.2 支护结构设计

根据结构埋置深度,基坑设计深度为3.0~12.4 m。基坑安全等级为二级,设计使用期限为1 a。

排桩采用直径0.8 m钢筋混凝土钻孔灌注桩,桩间距1 m。桩间呈咬合桩。支护结构典型断面见图2。

锚杆采用Φ_s15.2高强度低松弛钢绞线。每根锚杆由2束钢索组成,每束钢索由3股钢绞线组成。竖向设置3道锚杆,间距为3 m,横向间距为2 m。锚杆布置见表2。

3.3 支护结构计算

计算采用同济启明星深基坑支挡结构设计计算软件FRWS。施工期间坑顶设计荷载:人行路面附加荷载为q=10 kPa,保通道路附加荷载为q=30 kPa。

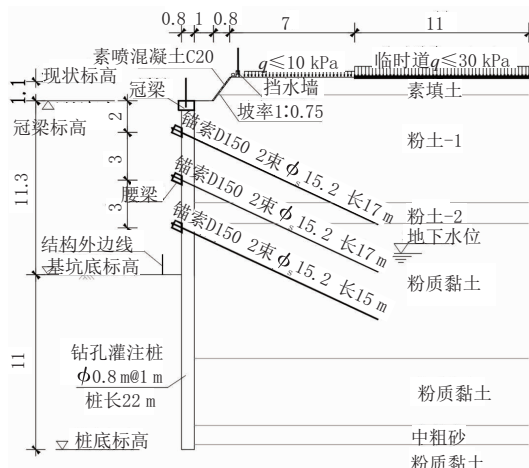


图2 支护结构典型断面(单位:m)

表2 锚杆布置

锚杆	深度 /m	支撑刚度 K / (MN·m ⁻²)	水平间距 /m	长度 /m	角度 / (°)
1	3.1	2.7	2	17	25
2	6.1	2.7	2	17	25
3	9.1	2.7	2	15	25

基坑支护最不利段为开挖深度最大处,即开挖深度H=12.4 m处。计算结果主要包括:变形与内力、整体稳定验算、墙底隆起验算、抗倾覆验算、坑底隆起验算。

3.3.1 变形与内力

变形与内力图见图3。其中:挡土构件嵌固段上的基坑内侧土反力标准值P_{sk}为1 525.8 kN·m;挡土构件嵌固段上的被动土压力标准值E_{pk}为2 101.1 kN。

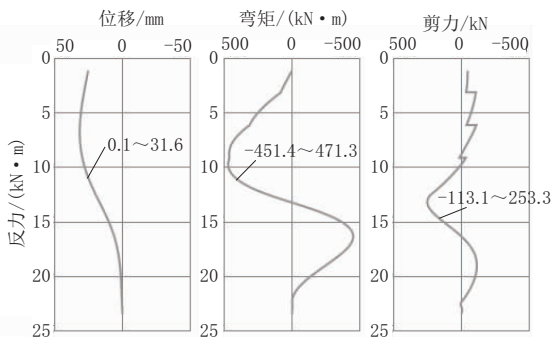


图3 变形与内力图

由图3可见:最大位移出现在桩顶附近,为31.6 mm;最大弯矩471.3 kN·m,最小弯矩-451.4 kN·m;最大剪力253.3 kN,最小剪力-113.1 kN。

3.3.2 整体稳定验算

整体稳定验算采用总应力法。整体稳定性计算图示见图4。

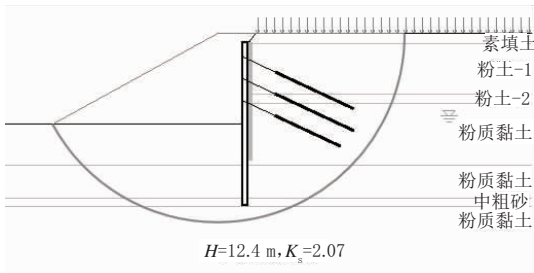


图4 整体稳定性计算图示

由图4可见,圆弧滑动稳定安全系数 $K_s=2.07$, 大于《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363—2012)的规定值(1.3),整体滑动稳定性满足要求。

3.3.3 墙底隆起验算

排桩底面以下土层为粉质黏土,土层参数内摩擦角 $\varphi=18^\circ$,黏聚力 $c=30$ kPa。根据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012),抗隆起安全系数 K_b 的计算式为:

$$K_b = \frac{\sigma_p \cdot N_q + c \cdot N_c}{\sigma_a} = \frac{213.7 \times 5.26 + 30 \times 13.1}{466.6} = 3.25$$

式中: σ_p 为基坑内排桩底面竖向土压力; σ_a 为基坑外排桩底面竖向土压力; N_q 、 N_c 为承载力系数。

计算得到 $K_b=3.25$,大于《建筑基坑支护技术规程》的规定值(1.6),墙底隆起验算满足要求。

3.3.4 抗倾覆验算

抗倾覆计算图示见图5。

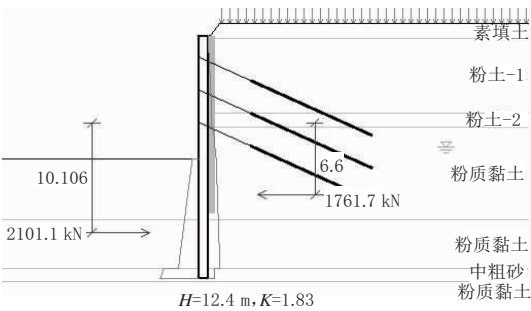


图5 抗倾覆计算图示

由图5可见,抗倾覆安全系数 $K=1.83$,大于《建筑基坑支护技术规程》的规定值(1.25),支护结构抗倾覆验算满足要求。

3.3.5 坑底隆起验算

坑底隆起计算图示见图6。

由图6可见,抗隆起安全系数 $K=2.6$,大于《建筑基坑支护技术规程》的规定值(2.2),坑底隆起验算满足要求。

4 基坑止水、降水方案

由于场地所处区域地下水位较高,为防止外围地下水渗入坑内,在基坑四周布置悬挂式止水帷幕。

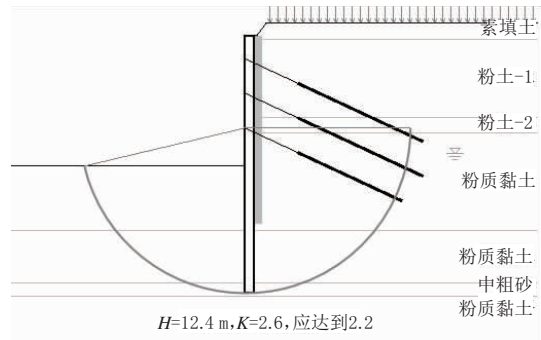


图6 坑底隆起计算图示

止水帷幕采用 $\phi 650$ mm 三轴水泥搅拌桩,伸入坑底以下 5 m。

基坑开挖前,需将坑内地下水位降至坑底以下 1.0 m。基坑降水能保证基坑在干燥条件下施工,防止边坡失稳、基础流砂、坑底隆起、坑底管涌和地基承载力下降等。基坑降水的方法主要有轻型井点降水、喷射井点降水、电渗井点降水、深井井点降水、明沟加集水井降水等。根据场地特点,本工程采用深井井点降水,通过设置在井管内的潜水电泵将地下水抽出。此方法具有排水量大、降水深、不受吸程限制、排水效果好、费用低等优点。

通亭街地道基坑施工实景见图7,地道建成实景见图8。



图7 基坑支护施工实景



图8 通亭街地道建成实景

5 结语

(1)城市下穿地道施工受限条件较多,应根据不同场地特点,选择不同的施工方案。明挖施工经济性

(下转第156页)

4 岩溶区域施工建议

根据实际岩溶区域施工项目经历,总结出以下施工经验:

(1)在岩溶区域地质勘探时,若前期勘探中溶洞较为发育,则后期补勘时尽量采取加密勘探的方式,间距不宜大于2 m;

(2)注浆过程中,严格控制注浆过程中注浆压力及结束时注浆压力,确保注浆过程中压力为0.5~0.8 MPa,注浆结束时压力达到1.2 MPa;

(3)各施工工序衔接需连贯,尽量减少槽段空置时间,降低槽壁坍塌的可能性;

(4)成槽至溶洞底部时,采用慢压的成槽方式,避免成槽垂直度偏差过大,后期纠偏困难;

(5)成槽过程中,需根据溶洞规模大小确定注浆材料,若溶洞规模大,则采用双液注浆,先进行边界控制,缩小注浆范围,已达到降低注浆量节约材料的目的;若溶洞规模小,则采用单液注浆,直至达到注

浆结束条件。

5 结语

基于岩溶项目施工经验,对岩溶区域地下连续墙施工中常见问题进行总结,总结了岩溶区域地质勘探的几种方式,提出了岩溶区域常见的漂石、斜岩、塌方、路面下沉的处理措施,并结合实际工程案例给出了岩溶区域施工的施工建议。

参考文献:

[1] 刘锐.岩溶地层地下连续墙槽壁附近溶洞封闭的施工技术[J].建筑机械化,2016,37(3):53-55.
 [2] 常龙,诸葛仲彦,袁光辉,等.溶洞发育地区地下连续墙施工技术[J].施工技术,2017,46(14):18-21.
 [3] 徐骏青.市政地铁工程地下溶洞连续墙施工技术应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2018(3):136-137.
 [4] 邓恺坚,丁昌银,叶家成.富水岩溶发育地质地下连续墙施工前处理方法[J].建筑施工,2021,43(7):1228-1231.
 [5] 唐清泰,靳银杰,王增.地下连续墙液压抓斗卡斗事故分析及打捞方案研究[J].工程机械,2013,44(10):63-65.

(上接第152页)

最好,施工速度快,应用也最为广泛。基坑支护是施工方案成败的关键,也是影响整个工程造价不可忽略的因素。

(2)本工程于2018年9月动工建设,于2019年12月建成通车。地道施工严格按照上述施工方案进行,按质按量并如期完成,取得了良好的经济效益和

社会效益。

参考文献:

[1] 天津市政工程设计研究总院有限公司.潍县中路改造工程设计项目[Z].天津:天津市政工程设计研究总院有限公司,2018.
 [2] 孙国华,程桦,汪东林.浅埋城市隧道开挖方案比选分析与应用[J].安徽建筑工业学院学报(自然科学版),2010(18):42-46.
 [3] 邵小江.基坑支护设计[J].铁道建筑,2001(10):8-11.