

宜宾某地下道路基坑支护案例分析

罗开泰, 李志刚

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 随着城市开发, 需要将部分地面道路改造为地下道路, 而周边众多的既有建(构)筑物对地下道路的建设形成严重制约。在新建地下道路的过程中, 需要同时保障基坑自身安全和周边既有建(构)筑物的正常使用。对于复杂环境条件下的本工程地下道路基坑, 综合考虑邻近的挡土墙、地下车库、地下室等, 分段采用“灌注桩+内支撑”、“双排桩”、“土钉墙”、“放坡+网喷”的支护措施, 并对基坑计算值和监测值进行对比分析。通过将工程安排在枯水期施工, 避免了长江洪水对工程的不利影响。该工程对复杂环境基坑设计和施工具有一定借鉴意义。

关键词: 基坑支护; 基坑监测; 复杂环境; 地下水控制; 地下道路

中图分类号: TU46

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)08-0274-04

Analysis on Foundation Pit Supporting Case of Underground Roads in Yibin

LUO Kaitai, LI zhigang

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: With the urban development, it is necessary to reconstruct some ground roads into underground roads, while the numerous existing buildings (structures) around severely restrict the construction of underground roads. During the construction of new underground roads, it is necessary to ensure the safety of the foundation pit itself and the normal use of the surrounding existing buildings (structures). For the foundation pit of underground roads in the project located in the complex environmental conditions such as the adjacent retaining wall, underground garage and basement, the supporting measures of “cast-in-place pile + internal bracing”, “double-row pile”, “soil nailing wall” and “sloping + net spraying” are taken in sections. And the calculated values and monitoring values of foundation pit are compared and analyzed. By arranging the construction of the project in the dry season, the adverse impact of the Yangtze River flood on the project can be avoided, which has a certain reference significance for the design and construction of foundation pits in complex environments.

Keywords: supporting of foundation pit; monitoring for foundation pit; complex environment; groundwater control; underground road

0 引言

在新建地下建(构)筑物过程中, 进行针对性的基坑支护设计是保障基坑自身安全运行和周边既有建(构)筑物正常使用的关键^[1-3]。

周湘渝等^[4]、许庆仁等^[5]、吴义阳^[6]、韩帅等^[7]、易珪^[8]从不同角度对不同类型基坑支护设计进行了分析。陈勇^[9]论述了岩土工程勘察和基坑支护设计的紧密关系。李隽毅等^[10]分析了软土地区的深基坑工程。高伟等^[11]研究了基坑工程中引起邻近地下道

路沉降变形的影响因素。邱章龙等^[12]研究了深基坑施工过程中支护结构变形规律及地下水位变化规律。沈玉涛等^[13]研究了市政道路交通荷载下深基坑开挖的稳定性。

对于邻近大型江河并紧靠既有建(构)筑物的深基坑, 充分考虑既有建筑物分布、洪水涨落等情况, 确定合理的基坑支护方案和施工工期, 对于基坑支护的安全性和经济性具有重要影响。本文依托宜宾某地下道路工程, 对邻近长江且紧邻众多既有建(构)筑物的基坑支护方案进行分析。

1 工程概况

城市建设需要将宜宾某地面道路改造为地下道

收稿日期: 2024-12-18

作者简介: 罗开泰(1986—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事地下结构设计工作。

路。该地下道路位于长江右岸的河流侵蚀堆积Ⅰ级阶地,场地周边存在众多既有建(构)筑物。该地下道路基坑顶与现状地面(高程约283.000 m)齐平,最大基坑深度约12 m,基坑底面以上的地层主要为填筑土①,基坑底面以下的地层主要为细砂②、松散卵石③₁、稍密卵石③₂、漂石④,局部基坑底面以下有填筑土①。邻近的长江最高洪水位约280 m,基坑最深处位于洪水位以下约9 m。

综合各类支护的特点及本工程的实际情况,以现行规范和手册^[14-17]作为指引,分段采用有针对性的基坑支护措施,合理确定工期以避免长江洪水的影响,并实施监测。

2 工程地质条件

拟建场地毗邻长江右岸,场地地貌单元属河流侵蚀堆积Ⅰ级阶地。场地内地层有:

(1)第四系全新统人工填土

填筑土①:主要为人工搬运的第四系全新统冲洪积卵石及漂石、块石,填筑土均匀性较差,固结沉降现已基本完成。

(2)第四系全新统冲积

细砂②:呈透镜体分布于卵石及漂石层中。

松散卵石③₁:卵石含量约50%~55%,粒径一般2~12 cm,最大粒径约15 cm,充填物主要为细砂、圆砾及黏性土。

稍密卵石③₂:粒径一般3~15 cm,卵石含量大多约55%~60%,颗粒间填充有黏土、砂土、圆砾、角砾等。

漂石④:粒径大于200 mm的颗粒超过全重50%,偶见巨大孤石,漂石间充填物以卵石、圆砾为主,含少量砾砂,充填物含量35%~50%。

各地层的主要物理力学参数见表1。

表1 各地层的主要物理力学参数表

编号	$\gamma/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-3})$	压缩模量 E_s/MPa	C/kPa	$\varphi/(^\circ)$	地基抗力系数的 比例系数 $m/(\text{MN}\cdot\text{m}^{-4})$
填筑土①	19.0	3	5	20	4
细砂②	18.0	6	—	25	3.5
松散卵石③ ₁	19.5	21	—	30	5
稍密卵石③ ₂	20.0	25	—	35	10
漂石④	20.5	28	—	38	20

场地地下水分为上层滞水和孔隙潜水。勘察期间于测得上层滞水的绝对高程275.75~282.69 m,上

层滞水年变化幅度约1.50~2.50 m。于长江江岸附近钻孔中测得孔隙潜水的绝对高程259.85~260.06 m;根据调查资料,场地附近孔隙潜水地下水年变化幅度大,约10.0~18.0 m,最高水位约280.0 m。

3 地下道路周边环境情况

该地下道路由现状地面道路改造而成,邻近众多的既有建(构)筑物,周边环境较复杂。周边环境情况见表2和图1。

表2 基坑周边环境统计表

桩号范围	基坑北侧环境	基坑南侧环境
K0+390~K0+650	衡重式挡墙,高度11~14 m	拟建融创A-3-1-3地块及长江博物馆
K0+650~K0+760	长江公园	拟建长江博物馆、酒都路T字路口
K0+760~K0+790	长江公园	宜宾中心4层地下车库
K0+790~K0+890	长江公园2层地下车库,最小距离1.1 m	宜宾中心4层地下车库
K0+890~K1+165	长江公园2层地下车库,最小距离4.3 m	华侨城天鹅堡一期,最小距离超过3倍基坑开挖深度
K1+165~K1+320	长江公园	华侨城天鹅堡二期,最小距离超过3倍基坑开挖深度

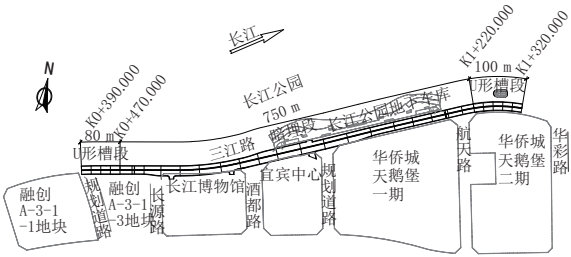


图1 地下道路周边环境图

4 基坑支护方案比选

根据各类支护的特点,结合基坑周边环境、地质、深度等因素,确定基坑支护方案。

(1) K0+390~K0+650区段:该段基坑最大深度约10 m。基坑北侧为高约11~14 m的既有衡重式挡墙;基坑南侧为拟建的融创A-3-1-3地块和长江博物馆。由于北侧挡墙墙背开挖后,挡墙自身可保持稳定;南侧场地开阔,可放坡开挖。为节约投资,故对于北侧挡墙墙背开挖后的土体采用“放坡+网喷”进行防护;对于南侧基坑,采用“土钉墙”对开挖后的坡面进行防护。该段支护方案见图2。

(2) K0+650~K0+663.5区段:该段北侧基坑深度约6.2 m,坑顶为长江公园;南侧基坑深度约4 m,坑

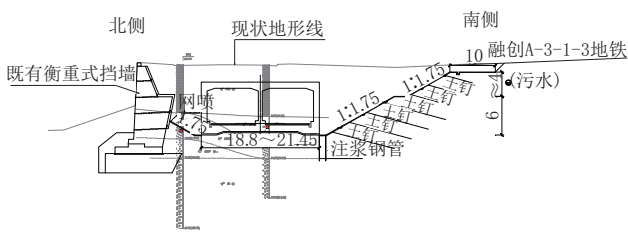


图2 北侧“放坡+网喷”+南侧“土钉墙”

顶为拟建长江博物馆。由于基坑两侧存在高差、不利于施加对撑,且经过计算单排悬臂桩不能满足安全要求。若采用“灌注桩+内支撑”的支护形式,需要对场地进行回填后施工,工期较长、造价较高。故对于北侧基坑采用“双排桩”进行支护;对于南侧基坑,则采用“土钉墙”对开挖后的坡面进行防护。该段支护方案见图3。

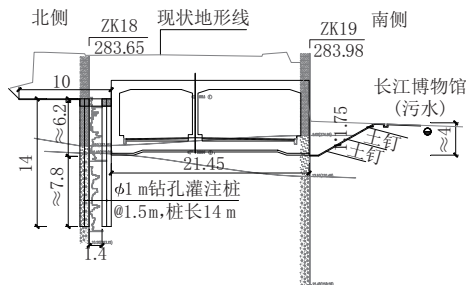


图3 北侧“双排桩”+南侧“土钉墙”(单位:m)

(3) K0+663.5~K0+800、K0+882.5~K1+300 区段:该段基坑最大深度约12 m。北侧基坑坑顶为长江公园及其2层地下车库;南侧基坑坑顶为拟建长江博物馆、酒都路T字路口、华侨城天鹅堡一二期高层建筑。由于该段基坑紧邻既有建(构)筑物,不具备放坡条件,且基坑两侧地面标高相近,故采用“灌注桩+内支撑”进行支护。该段支护方案见图4。

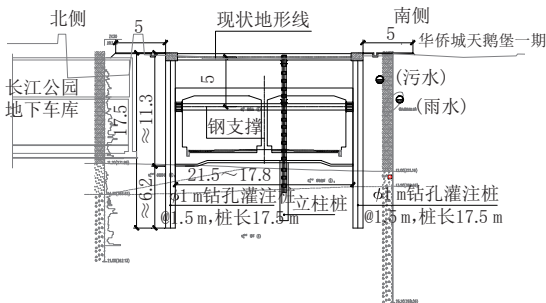


图4 “灌注桩+内支撑”(单位:m)

(4) K0+800~K0+858 区段:该段基坑最大深度约11.5 m。北侧基坑坑顶为长江公园及其2层地下车库;南侧基坑坑顶为宜宾中心高层建筑及其4层地下车库,且该处还保留有2018年新建地下车库时施作的桩锚支护(原设计基坑深17.2 m,采用φ1.2 m@2 m围护桩,三道锚索,桩身外露高度17.2 m,桩身嵌固

深度9 m)。由于该段基坑紧邻既有建(构)筑物,不具备放坡条件,且基坑两侧地面标高相近,故采用“灌注桩+内支撑”进行支护。由于南侧既有围护桩施工质量较好,建设时间较短,为节约投资,南侧基坑利用既有围护桩。该段支护方案见图5。

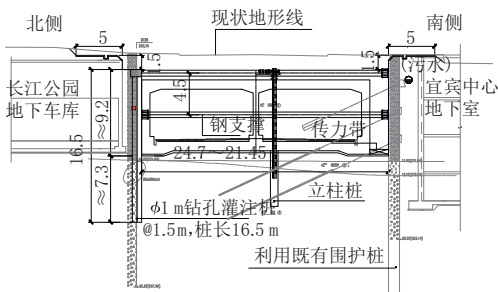


图5 “灌注桩+内支撑”(南侧利用既有围护桩)(单位:m)

“灌注桩+内支撑”支护的计算值和监测值对比情况见表4。

表4 “灌注桩+内支撑”支护计算值和监测值对比统计表

基坑典型断面桩号	基坑深度/m	桩顶最大水平位移/mm	地面最大沉降量/mm	内支撑最大轴力/kN
K0+680	11	[6](2.2)	[27](0.2)	[2 320](293.2)
K0+840	11.5	[9](1.4)	[19](0)	[1 855](381.6)
K0+900	11.5	[9](7.6)	[24](0.1)	[2 100](308.8)
K1+100	11.5	[9.6](2.0)	[22](0)	[1 850](320.8)
K1+160	12	[9.5](3.2)	[25](0.3)	[2 460](347.8)
K1+180	11.5	[10](1.4)	[25](0.1)	[2 430](474.7)
K1+220	9.5	[4](3.6)	[17](0)	[1 450](409.2)

注:[]内数值为计算值;()内数值为监测值;一级基坑的围护桩最大水平位移限值min(0.002H,30 mm);二级基坑的围护桩最大水平位移限值min(0.004H,40 mm)(H为基坑开挖深度)。

“灌注桩+内支撑”支护的监测值均小于计算值的主要原因是:施工期为枯水期,地层的实际力学参数比地勘报告建议值更好;施工期基坑顶部超载控制较严格,低于计算所采用的超载值;非软土地层与软土地层的变形特性有较大差异,导致坑顶地面沉降量的监测值远小于计算值。

(5) K0+858~K0+882.5 区段:该段基坑最大深度约11.5 m。基坑北侧为长江公园2层地下车库的地下车道接口,基坑南侧为宜宾中心4层地下车库的接口,基坑内部为两侧地下车库的连接通道。基坑内的既有连接通道与本次设计地下道路冲突,需要拆除后新建本次设计地下道路。本次设计地下道路需要与两侧地下车库永久联通,故不利于设置临时支护。考虑到该段基坑较短,故采用先期实施其两侧的基坑支护措施、浇筑主体结构和回填基槽,然后再分层对称开挖本段的两侧车库接口之间的所有土体,并逐层破除既有连接通道的做法,保障施工安全。

(6)K1+300~K1+320 区段:该段基坑最大深度约 5 m。北侧基坑坑顶为长江公园,具备放坡条件;南侧基坑坑顶为华侨城天鹅堡二期高层建筑,无放坡条件。对于北侧基坑,采用“土钉墙”对开挖后的坡面进行防护。对于南侧基坑,采用“悬臂桩”进行支护。

5 地下水控制

本基坑主要受长江洪水的影响,基坑最深处位于长江洪水位以下约 9 m。由于基坑底面以下为深厚的粗粒土,隔水措施的工程量大、造价高且效果差。为满足施工期的地下水控制要求,故将该地下道路的主体结构安排在枯水期施工,避免长江洪水对基坑的影响。且施工期间场地地层未受洪水浸泡,保证了地层的物理力学参数不降低,从而提高了基坑的安全性。

6 结 语

该地下道路基坑周边既有建(构)筑物众多,环境条件较复杂。在基坑支护设计之前,搜集了基坑周边既有建(构)筑物的设计文件,并进行了较充分的现场调查。在基坑支护设计过程中,根据边界条件,逐段进行有针对性的设计,从而保证了基坑支护方案的安全、经济、合理。通过将主体结构安排在枯水期施工,既避免了长江洪水对基坑的不利影响,又较大地节约了造价。

由于地层的实际物理力学参数较好,且基坑顶的实际超载比设计值低,基坑变形和支撑轴力的监测值均小于计算值,表明基坑支护措施能满足基坑

自身安全要求和周边既有建(构)筑物的正常使用要求,具有足够的安全裕度和一定的优化空间。

参考文献:

[1] 李青亮. 临近既有建筑物的基坑开挖施工关键技术新思考[J]. 科学技术创新, 2017(23): 174-175.

[2] 赵婧. 深基坑支护设计与施工要点讨论[J]. 工程建设与设计, 2019(23): 46-47.

[3] 郭伟. 地铁深基坑支护结构设计及支护施工技术探讨[J]. 工程建设与设计, 2020(11): 219-220.

[4] 周湘渝, 严振豪, 陈啸. 发现广场深基坑支护设计与施工[J]. 广东土木与建筑, 2017(4): 33-35.

[5] 许庆仁, 范春青. 广吴大厦深基坑再增深设计与施工关键技术[J]. 施工技术, 2017(13): 42-45.

[6] 吴义阳. 城市中心区泵站深基坑支护设计[J]. 福建水力发电, 2024(1): 63-66.

[7] 韩帅, 胡科, 方燃. 大型市政工程深基坑支护设计优化与应用研究[J]. 市政技术, 2024(2): 127-133.

[8] 易垚. 拱形咬合桩在桥梁深基坑围护结构中的应用[J]. 北方交通, 2019(7): 27-32.

[9] 陈勇. 基于深基坑支护设计与岩土勘察技术分析[J]. 资源信息与工程, 2020(6): 70-72.

[10] 李隽毅, 李进军. 软土地区邻近保护建筑深基坑工程设计与实践[J]. 施工技术, 2017(增刊2): 139-141.

[11] 高伟, 李力, 张文华, 等. 基坑工程中引起邻近地下道路沉降变形的影响因素研究[J]. 工程勘察, 2018(5): 6-13.

[12] 邱章龙, 张志刚, 陆森森. 明挖法市政隧道深基坑开挖变形特性研究[J]. 建筑安全, 2024(1): 81-84.

[13] 沈玉涛, 张露. 市政道路交通荷载下深基坑开挖的稳定性研究[J]. 土工基础, 2022(3): 301-303.

[14] JGJ 120—2012, 建筑基坑支护技术规程[S].

[15] GB 50497—2019, 建筑基坑工程监测技术标准[S].

[16] 中国土木工程学会土力学及岩土工程分会. 深基坑支护技术指南[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

[17] 刘国彬, 王卫东. 基坑工程手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.

《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

官方网址: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: roadbridgeflood@163.com

