

复杂地质、临近河道工程施工技术

何 伟

上海建工五建集团有限公司 上海 200063

摘 要: 随着城市的发展,对城市地下空间的开发需求也愈来愈大。在城市地下空间的开发中,开发深度的增加、距离已有建筑和河道越来越远,对地质复杂、临近河道的施工难度也逐渐增大。以上海市第二工业大学金海路校区拓展工程项目为例,阐述复杂地质、临近河道工程桩运输、桩基施工、基坑支护施工技术用,为类似环境中的工程施工中提供理论依据与实践参考。

关键词: 管桩运输、PHC管桩选型;临近河道基坑施工

Engineering construction technology of complex geology, adjacent river channel

He Wei

Shanghai Construction Engineering No.5 Construction Group Co., Ltd. Shanghai 200063

Abstract: With the development of cities, the demand for the development of urban underground space is getting bigger and bigger. In the development of urban underground space, the depth of development is increased, the distance between existing buildings and river is getting closer and closer, and the construction difficulty of complex geology and near the river is gradually increasing. Taking the expansion project of Jinhai Road Campus of Shanghai Second Industrial University as an example, it expounds the complex geology, pile transportation in adjacent river engineering, pile foundation construction and foundation pit support construction technology, providing theoretical basis and practical reference for engineering construction in similar environment.

Key words: pipe pile transportation, PHC pipe pile selection; foundation pit construction of adjacent river channel

引言

近年来,国内高密度城市数量增加,城市工程常处于密集的既有建筑、河道和桥梁旁,工程施工时常面临,材料运输困难、开挖深度大、临近已有河道与施工区域内地质复杂沉桩难度大等难点,在突破上述难点时,需优化运输路线、PHC管桩施工管控技术、优化基坑支撑围护体系。本文从复杂地质、临近河道工程施工技术出发,将以上海市第二工业大学金海路校区拓展工程项目为例,对其施工过程中遇到的技术难点,通过科学的技术手段进行分析。

1 工程概况

本施工技术依托于上海市第二工业大学金海路校区拓展工程项目,总建筑面积87240.19m²,其中地上建筑面积71009.63m²,地下建筑面积16230.56m²,建设内容主要为学生公寓及食堂综合楼(A地块)、工学大楼(B地块)和学生公寓楼(C地块)。

ABC地块主楼桩基采用PHC-500-B100和PHC-600-AB110预应力管桩,预制桩均采用静压沉桩工艺,基坑面积分别为4400m²、11300m²、2660m²,AC地块基坑普遍范围开

挖深度4.70m~5.30m,落深贴边处开挖深度6.30m~7.05m。B地块基坑普遍范围开挖深度5.70m~6.40m,落深处开挖深度7.40m~9.60m,基坑均为矩型分布,基坑安全等级为一级,环境保护等级三级^[1]。

1.1 工程施工关键技术

a. 本工程周边为环形河道,周边均有桥梁,桥梁限载15~30吨,工程桩基施工时,需运送工程桩进入场地施工,但由于工程桩运送车辆加上货物为80吨,对管桩运输施工带来了一定的影响。

b. 根据上海地区桩基施工经验,结合本工程拟建建(构)筑物的性质、场地地层分布情况考虑,本工程桩型若选择预制桩,桩端位于第⑤₃₋₁层及以浅土层时,沉桩难度不大;桩端位于⑦₂层时,由于该层为密实状态,对预制桩阻力很大,若桩端进入该层深度较小,沉桩有一定难度;若桩端进入该层深度较大,则沉桩难度很大,常规管桩可能无法正常沉桩施工。

c. 本工程有ABC三个地块,其中B地块基坑面积最大1.13万m²,且基坑北侧距离河道较近约15米,基坑开挖深度

5.80m~6.50m, 基坑周边北侧临近河道, 东侧临近已有建构物, 施工的技术难度相应较大。

2 复杂环境条件施工优化技术

本工程基坑场地周边位于环形河道区域, 工程周边均为桥梁, 桥梁1(限载15吨)位于民唐路交金海湿地公园区域内, 桥梁2(限载30吨)位于民唐路与秦家港路交叉口、桥梁3(限载30吨)位于秦家港路与外高桥造船新光仓库旁, 桥梁1、2道路区域为周边居民区道路, 桥梁3道路区域为仓库工程桩基施工时, 需运送工程桩入场施工, 不管从哪个方向进入现场均需从桥梁1~3其中的一条桥梁通过。运输工程桩的车辆为80吨, 对施工带来了一定的影响, 受桥梁限载影响, 需在桥梁安全, 且不影响居民道路出行的前提下, 选择远离居民区桥梁三最为合适, 但桥梁限载, 工程桩转运方式成为了难点。



图2-1 三个地块的周边环境

2.1 运输路线方案比选

为保证西横圩桥梁(桥梁3)周边土体稳定不造成坍塌影响下, 工程桩运输至西横圩桥旁周边空地内, 再进行二次调运, 从而保证西横圩桥梁(限载30吨)安全, 或对桥梁从自身荷载承重30吨加固到40吨, 工程桩运输车辆限载40吨前提下, 减少工程桩的运输数量直接通过西横圩桥梁, 一定程度上保证施工进度以及桥梁安全, 或在桥梁3旁新增钢结构桥(限载100吨), 满足工程桩的车辆(80t)需求, 工程桩运输车辆直接通过钢结构桥梁从而保证施工进度以及桥梁安全^[2]。

2.2 运输路线方案确定

根据现有场地条件及周边环境, 在本工程运输路线进行施工模拟时, 相关技术人员模拟了不同种类运输方式的运作模式, 最终选用了在桥梁3旁新增钢结构桥。因本工程为上海市重大工程, 在施工时需确保安全的前提下, 还需保证工程施工进度, 如采用二次调运的方式, 当遇到材料堆放过多时, 会影响行人正常上下班, 且会造成运输成本的增加, 现场施工进度并不能保证。而采用对桥梁加固, 加固后并不满足限载要求, 运输时需减少工程桩的运输数量, 才能保证桥梁的安全, 这种运输方式将造成成本不必要的浪费, 这对

于整个工程的进度也有一定的滞后性。

2.3 桥梁加固施工工艺

在原老桥的北侧新建一座4.5x22米的临时钢桥, 钢桥作为汽车通行, 人行及非机动车在原老桥上通行, 以确保施工项目的顺利进行。

根据现场实际起吊能力, 现场配备25米汽车吊一台及履带挖机改造的振动打桩机打桩, 桥墩采用三根钢管桩, 型号为 $\Phi 480 \times 10$, 桩长约24米, 边跨打入16米, 打入地下约18米, 考虑到起重能力, 分三节打桩, 钢管桩现场焊接。

采用在栈桥上进行“钓鱼法”插打钢管桩, 再在已安装桥跨上吊装桥梁上部结构。

先将定位桩安装在定位框内, 用打桩机机竖向起吊钢管桩, 再将定位桩下端略微插入土层内, 测量并调整桩的垂直度, 待符合要求后, 缓慢将吊机吊钩力松开, 钢管桩在自重及打锤自重下插入土体一定深度后, 点动打桩锤, 插打定位桩, 待桩入土3m左右桩身自身达到稳定后, 再逐渐增加打桩锤震动插打时间, 待桩身入土5m左右后再摘除吊钩, 继续插打定位桩。

定位桩插打完成后, 焊接桩间连接, 利用履带吊安装桩顶分配梁, 继续插打第二排定位钢管桩。

当一跨两排钢管桩插打完成后, 用打桩机架设第一孔栈桥, 铺设桥面板, 然后打桩机移至第二跨打桩, 插打栈桥第二跨定位桩, 架设第二孔, 如此循环, 进行插打定位桩、安装梁、托梁、安装栈桥上部构造直至整座栈桥施工完成^[3]。

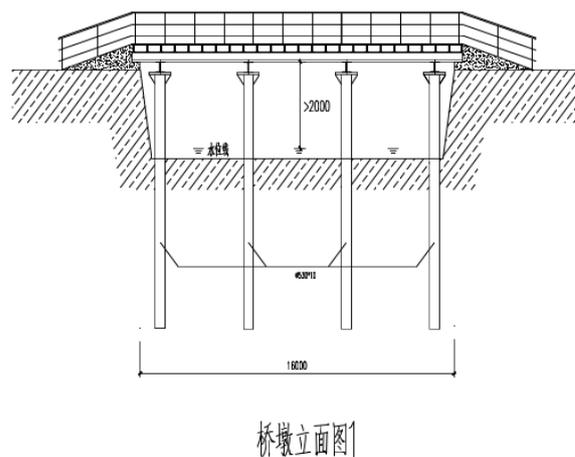


图2-2 钢结构桥限载100吨布置形式

3 桩基施工体系方案比选

3.1 PHC管桩管径选择

本工程, 从成本、工期角度考虑, 在初步设计图纸中整个基坑内管桩施工采用PHC600(AB)三节壁厚均110mm, 桩长为40~50m, 单桩抗压极限承载力标准值为5700KN, 以压力控制为主, 标高为辅。

但在B地块试桩1~4施工时, 试桩1、4实际送桩深度至设计标高, 最终压载力5700KN, 施工过程顺利。而试桩2、3实际送桩深度至设计标高时, 桩机压力均未达到承载力标

准值^[4]。

经技术人员对地质勘察报告分析，B地块位于古河道切割区域，受古河道切割影响，沉桩时会有50%的情况会出现标高达到设计要求，压力值未达到设计要求的情况。如需继续选择PHC管桩施工，应适当增加桩机配重末节送桩时增加桩垫、提高桩身砼标号、增加桩壁厚，来满足沉桩的要求。

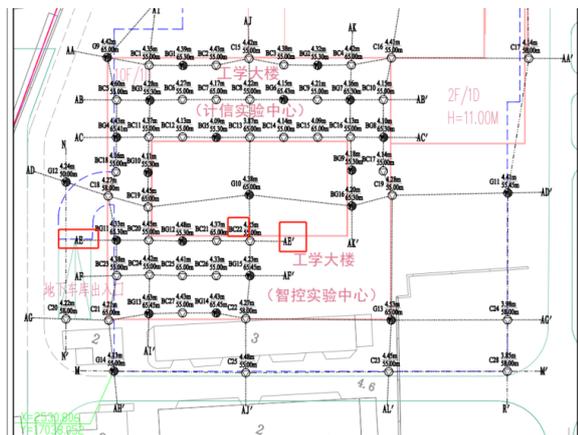


图3-1 B地块试桩区域地质剖面

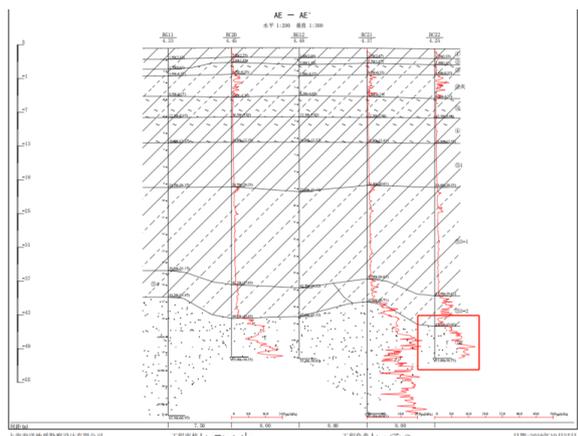


图3-2 B地块古河道切割区域

3.2 桩基施工方案确定

根据地勘报告及现有场地条件，技术人员对PCH管桩施工分析，当选用增加桩机配重末节送桩时增加桩垫，管桩在施工前要确保护养时间满足要求，桩身质量完好，压桩过程中确保接头，送桩器能尽量同心，避免桩端偏心受压，局部受压导致的损坏，但由于地质的影响，在施工时并不能够完全避免桩端受压的问题，而提高桩身砼标号，水泥会由于用量过大导致混凝土比较容易干缩龟裂，养护施工要求高，难保证桩身质量，且会进一步增加工程的成本。而选用在古河道切割区域内管桩整体增加桩壁厚、经模拟对比分析，将PHC600(AB)管桩三节壁厚为110mm改为130mm，单根桩承载力极限值可以到达6500KN，从而保证在古河道切割区域内的管桩可以顺利沉桩，虽增加一定的成本，但比提高桩砼的标号费用稍低且能保证桩身质量，确保施工工期，节约成本，固在施工时选择增加管桩壁厚进行现场施工。

4 深基坑综合施工优化技术

4.1 围护结构体系方案比选

本工程在B区基坑北侧距离河道约15米，根据现有场地条件，项目技术人员与设计沟通确定了围护结构体系方案，在整个基坑一圈采用基坑采用型钢水泥土搅拌墙作（SMW工法桩）为围护体。型钢水泥土搅拌墙采用 $\phi 650@450$ 三轴水泥土搅拌桩内插H500X300X11X18型钢工法，基坑内部总体竖向设置一道混凝土支撑。深坑围护采用700@500双轴水泥土搅拌桩，水泥掺量为13%，深坑封底用800@600高压旋喷桩。在东侧走重车区域增加一排 $\phi 650@450$ 三轴水泥土搅拌桩。相对来说，采用SMW工法桩围护设计，在地下室工程完成后，需要进行拔除围护中型钢，拔除型钢最大的危害是对周边地下环境的影响，引起地下土体变形，邻近建筑物沉降。

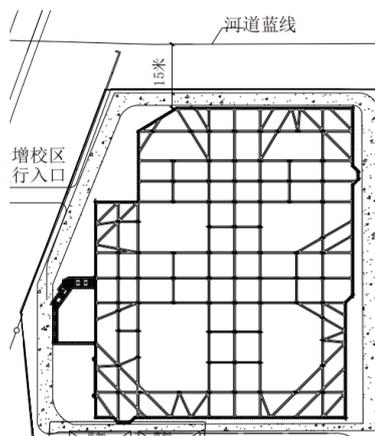


图4-1 三轴搅拌桩基坑围护结构体系设计方案

但技术人员考虑到SMW工法桩施工过程中，特别是在北侧靠近河道区域，容易产生渗水现象，为保护围护体稳定的概念，基坑周边围护采用双轴水泥土搅拌桩重力坝、双轴水泥土搅拌桩重力坝内插型钢、局部双排桩及SMW工法桩的型式。深坑围护采用 $\phi 700@500$ 双轴水泥土搅拌桩，水泥掺量为13%，深坑封底用 $\phi 800@600$ 高压旋喷桩，基坑东侧东北、东南角及东中部走重车区域增加一排H500X300X11X18型钢，其余围护结构体系不变^[5]。

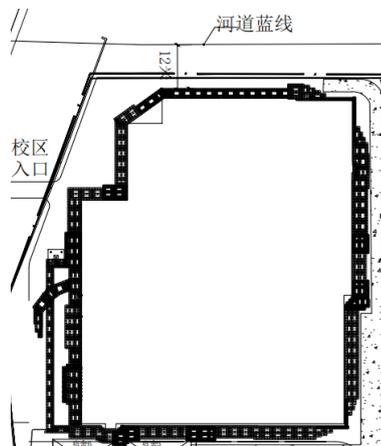


图4-2 重力坝基坑围护结构体系设计方案

4.2 围护体系方案确定

考虑围护桩施工完成，进度计划中将在春节后进行土方

开挖,所以需要围护结构尽快施工完成,否则将成为关键线路,影响整个工期。

采用双轴水泥搅拌桩重力坝基坑围护加钢管支撑体系,重力坝体虽对场地规划道路施工会产生一定影响,但根据现有的道路初步设计方案,施工道路宽度8m,满足现场施工要求,对后续施工影响较小。

采用无支撑(重力坝)基坑围护设计相对于SMW工法桩基坑围护设计,两者之差关键在节约缩短工期之外,方便了场地文明施工布置与道路畅通,SMW工法桩基坑围护施工总工期大约需要125个日历天,施工工期较长,SMW工法桩距离秦家港河较近,容易产生渗水,存在一定的安全隐患。

对于采用双轴水泥搅拌桩重力坝基坑围护加钢管支撑体系,施工重车的行驶路线进行加固,工期约75日历天,比原设计方案缩短近45个日历天。采用水泥土搅拌桩基坑围护在确保基坑安全的同时,加快施工进度,同时也减少施工后期需处理的问题,确保了工程质量和安全^[6]。

4.3 基坑局部深施工关键技术控制

为减少对工程总体进度的影响,对局部支撑平面布置图中6个集水井(消防井)施工做法作出调整,支撑系统根据结构图调整相应位置。

原局部深范围开挖工况:基坑内局部深井处设置一道钢支撑。待基坑整体开挖至基底标高-6.250(-6.950),先浇筑垫层、底板及钢支撑牛腿,待周边前期底板等达设计强度85%,钢支撑架设完成后,再进行支撑范围内局部深处的土方开挖。施工完成剩余的后期基础底板及换撑板带,达设计强度85%后拆除钢管支撑。该做法工序上较为繁琐,施工工期较长,不利于深坑的施工。

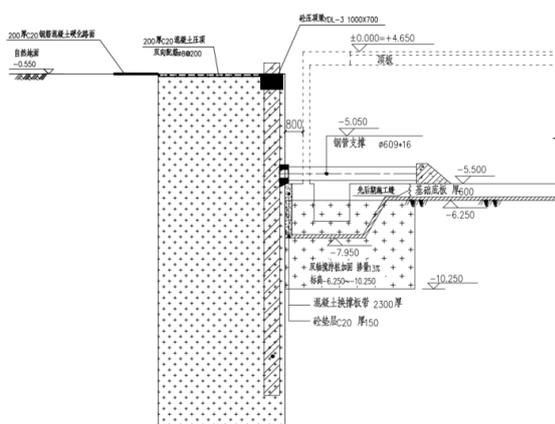


图4-3 基坑局部深施工设计

对于落深处的深坑施工,深坑暴露的时间越短越好,固技术人员对改设计做法提出调整,取消水平支撑系统,调整为换撑板带同底板一起施工(调整换撑板带宽度为底板二次浇筑线外8000mm),待到前期底板达设计强度85%后在进行后续土方开挖,同时底板二次浇筑线根据结构图调整相应位置,该做法从综合各方面的因素进行考虑,既保证安全性的同时,也能够节约成本,缩短施工工期^[7]。

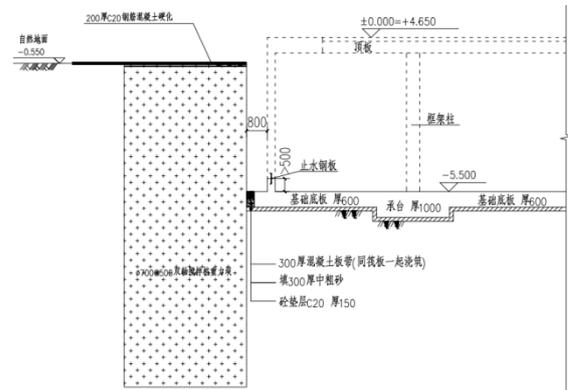


图4-4 基坑局部深施工调整做法

结语:本研究依托于上海市浦东新区地区工程施工项目,对复杂地质、临近河道工程施工过程中的关键技术进行了分析,取得了以下成果。1)针对本项目工程周边桥梁限载问题,采用新增限载100吨钢结构栈桥,在原有桥梁空地区域增加钢结构栈桥,方便管桩施工车辆的行驶,同时最大程度上减小管桩运输过程中对周边居民出行的影响。2)针对本项目施工基坑场地位于古河道切割区域,受古河道切割影响,PHC管桩施工过程中以压力值为主标高为辅的情况,结合施工工况对桩基施工体系方案比选做出了相应的研究。本工程采用整个基坑内管桩施工采用PHC600(AB)三节壁厚为110mm改为130mm,其余围护结构体系不变。对复杂地质管桩施工项目当中都具有一定的可实施性。3)针对本项目深基坑施工时采用双轴水泥搅拌桩重力坝内插型钢、局部双排桩及SMW工法桩的型式,在最大程度上减小北侧靠近河道,容易产生渗水问题,在局部深坑处开挖工况进行调整,既保证基坑安全又保证施工进度,减小基坑施工的风险。对复杂环境深基坑施工项目当中都具有一定的可参照性。

参考文献

- [1]王永刚.深基坑支护结构优化设计方法研究及应用
- [2]张妍.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术[J].中国高科技,2020,(20):69-70.
- [3]庄志勇.深基坑支护施工技术探讨[J].江西建材,2020,(12):241-242.
- [4]陶然.深基坑支护结构设计的优化方法[J].住宅与房地产,2020,(33):194+208.
- [5]方艳举.道路桥梁施工管理分析[J].工程技术研究,2021,6(04):183-184.
- [6]邓玉庆,魏文康,刘贤锋,等.建筑工程中的深基坑支护施工关键技术分析[J].工程技术研究,2019(1):55-57.
- [7]《上海市工程建设规范基坑工程技术规范》(DGTJ08-61-2018)

作者简介:何伟,出身年月1987.12,学历:本科,职称:中级工程师,职务:项目经理,联系方式:13817345297 邮箱:370665989@qq.com单位:上海建工五建集团有限公司,通讯地址:上海市大渡河路858号,邮编:200062