

# 卵石夹漂石层灌注桩钻孔施工方法的优化

曹龙滨, 鲁金贵, 郑爱国

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

**摘要:**近年来,随着我国城市化建设的快速发展,钻孔灌注桩在地下综合管廊、下穿隧道等市政工程围护结构中的应用越来越广泛,与SMW工法桩、地下连续墙等围护结构相比,其具有适用性强、耐久性高、易于施工、造价低廉等特点,已逐渐成为深基坑围护结构的首选。以杭州市临安区苕溪南路下穿隧道围护结构为例,以卵石夹漂石层段灌注桩钻孔施工为主线,对不良地质条件段钻孔灌注桩钻孔设备的选型、工艺优化以及减少灌注桩混凝土超灌等方面进行了详细的介绍,对类似地下工程围护结构施工具有一定的参考及借鉴价值。

**关键词:**卵石夹漂石;灌注桩;施工方法;优化

**中图分类号:**TV52;TV51;TU473

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2019)03-0033-04

## Optimization of Drilling Construction Method for Bored Piles in Pebble-Boulder Layer

CAO Longbin, LU Jingui, ZHENG Aiguo

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

**Abstract:** As rapid development of urbanization construction recent years in China, the application of bored piles is getting more and more extensive in enclosure structures of underground utility tunnel, undercrossing tunnel and other municipal works. Comparing with SMW pile method, underground continuous wall and other enclosure structures, this method has advantages such as good applicability, high durability, easy for construction and lower costs which made it the first selection for the enclosure structures of deep foundation pit. Taking undercrossing tunnel enclosure structure of Shaoxi South Road in Lin'an District of Hangzhou City as an example, and taking bored pile construction in pebble-boulder layer as mainline, this paper introduces in details of selection of equipment mode for bored pile drilling in adverse geological conditions, technology optimization and reducing concrete overfilling of bored pile which provides certain reference values for similar construction of underground enclosure structure.

**Key words:** pebble-boulder layer; bored pile; construction method; optimization

## 1 概述

杭州市临安区苕溪南街下穿隧道范围西起五岔路口西侧,东至五岔路口东侧,隧道全长约370 m(西口U型槽段长140 m,明挖暗埋段长100 m,东口U型槽段长130 m)。隧道采用闭合矩形框架结构,净空高5 m,净宽19.1~19.9 m,隧道结构采用外包防水。

隧道采用明挖顺作法施工,围护结构采用钻孔灌注桩,内支撑采用混凝土支撑+钢支撑,围护结构外侧采用高压旋喷桩止水帷幕,钻孔灌注桩尺寸为 $\varphi 800@1000$ ,桩长分别为:10 m、11 m、13 m与14 m。下穿隧道围护结构标准断面见图1。

苕溪南路下穿隧道工程地层自上而下主要为碎石填土、卵石夹漂石层、强风化泥质粉砂岩、中等风化泥质粉砂岩。其中卵石夹漂石层卵石粒径一般以5~10 cm为主,局部夹漂石,最大粒径达30 cm以上,卵砾石质地坚硬,呈亚圆形,部分为扁平状,母岩成分以凝灰岩、石英砂岩为主,层厚1.8~4.8 m;强风化泥质粉砂岩结构大部分已破坏,岩芯呈块状,局部呈短柱状,手可折断,局部夹中等风化岩块,层厚0.8~4.3 m;中等风化泥质粉砂岩为中厚层状构造,局部孔段水平层理较明显,岩芯呈柱状、短柱状,节理裂隙较发育,遇水易软化、失水干裂,属软岩。

## 2 施工方法的选择

收稿日期:2019-04-09

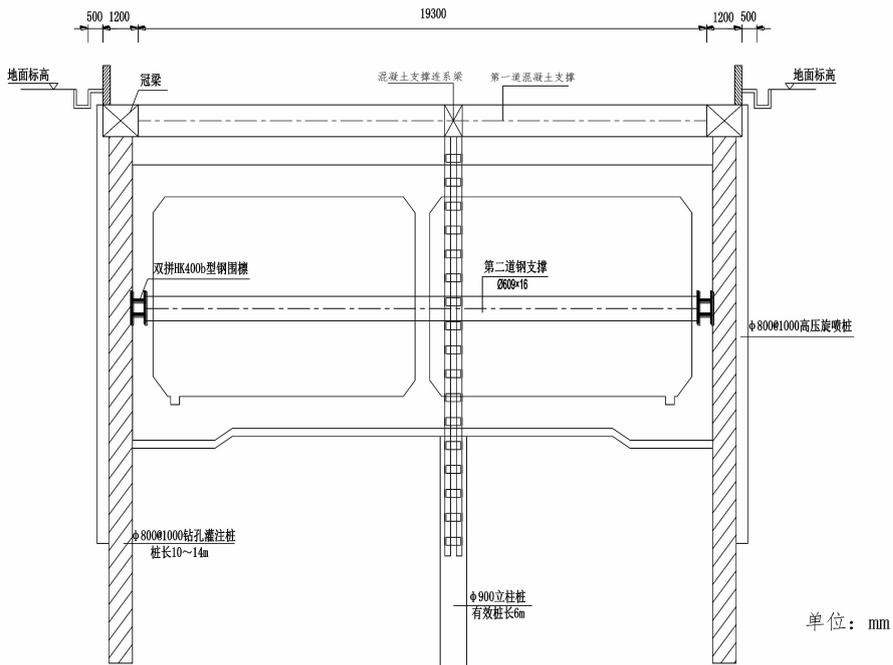


图1 茗溪南路下穿隧道围护结构标准横断面图

通常采用的钻孔灌注桩施工工艺及方法比较成熟,但考虑到钻孔灌注桩要穿越卵石夹漂石层、强风化泥质粉砂岩层、中等风化泥质粉砂岩层,成孔难度较大,因此,成孔方式的选择既决定了钻孔灌注桩施工的成败,又直接影响到下穿隧道围护

结构的施工进度,进而制约着下穿隧道的直线工期。考虑到成孔的重要性,在进行钻孔灌注桩施工前,项目部技术人员根据以往的施工经验并经多方咨询、调查,制定了两套成孔方案并进行了对比分析,具体分析情况见表1。

表1 钻孔灌注桩成孔方法比选表

| 序号 | 成孔方法  | 工艺简述  | 适用性  |
|----|-------|---|--|
| 1  | 旋挖钻成孔 | 通过钻机自有的行走功能和桅杆变幅机构使钻具能正确就位;利用桅杆导向下放钻杆将底部带有活门的桶式钻头置放到孔位,钻机动力头装置为钻杆提供扭矩,加压装置通过加压力头的方式将所加压力传递给钻杆钻头,钻头回转破碎岩土并直接将其装入钻头内,然后由钻机提升装置和伸缩式钻杆将钻头提出孔外卸土,循环往复,不断取土、卸土,直至钻至设计深度 | 适用于粘土层、砂层、中等风化岩层等复杂地质条件                            |
| 2  | 冲击钻成孔 | 利用冲击钻机或卷扬机带动一定重量的冲击钻头,在一定的高度内将钻头提升,然后突放,使钻头自由降落,利用冲击动能冲挤土层或破碎岩层形成桩孔,再用掏渣筒或其他方法将钻渣或岩屑排出。每次冲击之后,冲击钻头在钢丝绳转向装置的带动下转动一定的角度,从而使桩孔得到规则的圆形断面                              | 适用于填土层、粘土层、粉土层、淤泥层、砂土层和碎石层,也适用于砾卵石层、岩溶发育岩层和裂隙发育的地层 |

因灌注桩穿越的卵石夹漂石层层厚较大并有一定的入岩要求,且冲击钻对各种地层的适用性较强,初步选定采用冲击钻成孔试桩;另外选定一处桩位采用旋挖钻成孔,确定其适用性,以对两种方案进行最终的确定与比较。

### 3 试桩结果及分析

成孔初步方案确定后,项目部技术人员对试桩过程进行了全面跟踪、旁站,试桩结果见表2。

由试桩结果得出以下结论:采用旋挖钻+单

底双开门斗齿钻斗进行灌注桩施工,单桩施工速度偏慢,无法满足隧道围护结构施工进度需求,在成孔过程中塌孔比较严重,造成灌注桩混凝土超灌严重,需优化施工工艺;而采用冲击钻进行灌注桩施工时,单桩施工速度太慢,耗电量大,不经济且塌孔严重,造成灌注桩混凝土超灌极其严重。由此可见,冲击钻对茗溪南路下穿隧道钻孔灌注桩施工不适用,予以淘汰。

### 4 成孔方法的优化

表 2 试桩结果表

| 序号 | 成孔方法  | 施工工艺  | 试桩结果  |
|----|-------|---|---|
| 1  | 旋挖钻成孔 | 采用 XR240E 旋挖钻+单底双开门斗齿钻斗成孔、清孔,25 t 汽车吊吊运钢筋笼,导管法浇筑水下混凝土 | 试桩数量:2 个;成孔速度为 3.5 h/孔,单桩施工时间为 6 h/根,实际混凝土超灌系数为 1.6 |
| 2  | 冲击钻成孔 | 采用 CZ-8 冲击钻机造孔,泥浆护壁,25 t 汽车吊吊运钢筋笼,导管法浇筑水下混凝土          | 试桩数量:1 个,成孔速度为 5 d/孔,单桩施工时间为 5.3 d/根,实际混凝土超灌系数为 1.9 |

由下穿隧道灌注桩试桩结果可知:采用旋挖钻成孔工艺适用于苕溪南路下穿隧道灌注桩施工,但需优化施工工艺,即:需提高单桩施工速度并减少成孔塌孔率,以降低混凝土超灌系数。项目部技术人员经查阅相关资料并经多方咨询、踏勘后决定采用短螺旋钻施工工艺,该工艺成孔属于干作业法,钻机仍采用旋挖钻机,只是在临近钻头 2~3 m 内装置带螺旋叶片的钻杆并安装单头单螺旋钻头(图 2),在桩位处切削土层,被切土块、钻屑随钻头旋转、沿着有少量螺旋叶片的钻杆上升,积聚在短螺旋叶片上形成“土柱”(图 3),此后靠提钻、反钻、甩土将钻屑撒落在孔周,一般每钻进 0.5~1 m 需提钻甩土一次。

另外,为降低塌孔频率,减少灌注桩水下混凝土的灌注量,采用钢套筒护壁,钢套筒直径为 800 mm,长度为 8 m,筒壁厚 2 cm。护筒采用液压振动锤安装就位,待混凝土浇筑完成后拔出。采用短螺旋钻进行钻孔灌注桩施工的工艺见图 4。



图 2 单头单螺旋钻头示意图



图 3 短螺旋钻施工形成的“土柱”图

### 5 方案优化后取得的效果

采用“短螺旋钻成孔+钢护筒护壁”法进行苕溪南路下穿隧道钻孔灌注桩施工后,灌注桩的施

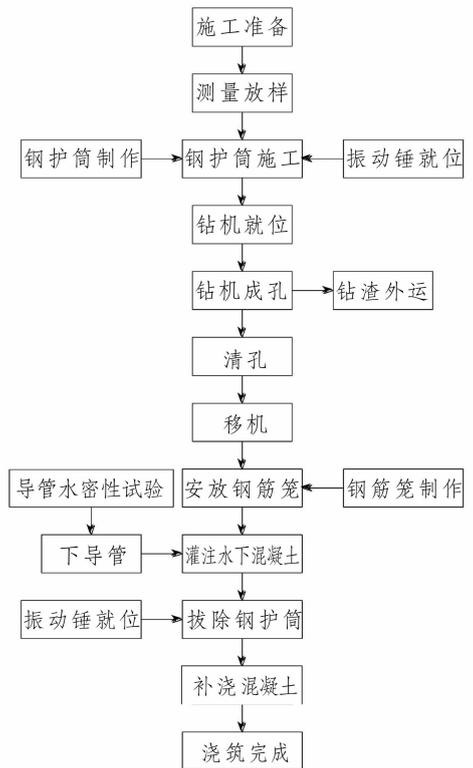


图 4 短螺旋成孔法灌注桩施工工艺框图

工效率得到大幅度提升,最大施工速率达到了14根/d,混凝土超灌系数由1.9降到1.2,既节约了成本,又使下穿隧道围护结构得以提前完工,为隧道全面进行基坑开挖施工打下了坚实的基础。

## 6 结 语

采用短螺旋钻成孔法进行苕溪南路下穿隧道钻孔灌注桩施工虽然取得了成功,但在进行成孔方法选择的过程中存在施工经验欠缺、思路狭窄等不足;另外,受地勘资料的局限性,部分灌注桩底部入岩时较困难,在更换了岩石钻头后方达到设计桩位。但是,可以相信,随着市政地下工程领

(上接第29页)

(4)流道顶板平面段模板的安装。

流道顶板平面段采用3015组合钢模板进行拼装。由于上部顶板平面段为三角形平面,仅采用组合钢模板无法形成完整的闭合平面,模板拼装完成后会留下小的三角形空隙。因此,必须采用定制的三角形模板进行连接。

### 3.3 模板的拆除

底模拆除的顺序根据后装先拆的原则进行拆除。首先需要拆除尾水流道门楣侧面的模板及底模,之后拆除顶板平面段的模板,最后拆除异形曲面段的模板。模板拆除时要逐块调整脚手架可调顶托后进行模板的拆除,严禁一次性拆除模板及脚手架。

(上接第32页)

在使用该装置后可以在工地上实现自动化流水作业,减少了人力投入,提高了试验效率。

(2)重复利用:该装置亦可以在其他项目重复

域围护结构施工技术的不断成熟,先进的施工工艺、工法将会大量涌出,需要我们共同探索、学习、进步与提高。

作者简介:

曹龙滨(1982-),男,黑龙江鹤岗人,分局副主任,高级工程师,学士,从事水利水电工程、市政工程施工技术及经营管理工作;

鲁金贵(1989-),男,湖北秭归人,项目部副主任,工程师,学士,从事水利水电工程、市政工程施工技术与管理工作;

郑爱国(1991-),男,甘肃定西人,项目部副主任,助理工程师,学士,从事市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 4 流道异形曲面模板的应用效果

依托犍为航电枢纽发电厂房的施工,通过采用该模板进行尾水流道混凝土施工,成功克服了尾水流道施工中存在的问题,与传统施工工艺相比,提前了工期,提高了施工效率,减少了大量木材的使用,尾水流道外观质量较好,达到了优质工程外观质量的相关要求。该发电厂房流道异形曲面模板的使用提升了工程形象,保障了施工安全,降低了成本,在加快施工进度方面具有重要的作用。

作者简介:

李永山(1986-),男,云南昆明人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

杨彪(1991),男,河南平顶山人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与和管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

使用,从而避免了资源浪费。

作者简介:

蒋佳驰(1989-),男,四川广安人,工程师,学士,从事机电安装技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 《300 m 级高心墙堆石坝施工关键技术研究及应用》

### 荣获 2018 年中国电力科学技术奖一等奖

11月13日,一年一度的电力界盛会——2018年中国电机工程学会年会在北京国家会议中心隆重开幕。本次年会的主题为“新时代、新能源、新电力”,旨在研讨创新变革趋势,交流前沿关键技术,推动能源电力绿色协调发展。来自有关政府部门、中国科学院、中国工程院、电力企业、科研机构、高校、媒体等2000余名领导、院士、专家、学者和代表出席大会,公司副总经理兼总工程师吴高见参加了会议。会上隆重表彰了2018年度中国电力科学技术奖。由中国水电五局公司完成的重大科技攻关项目《300 m 级高心墙堆石坝施工关键技术研究及应用》成果荣获一等奖。

(供稿 袁幸朝)