

新疆高海拔环境敏感区全护筒跟进旋挖成孔施工技术应用研究

张城瑞

中交资产管理有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i3.14339

[摘要] 新疆乌尉项目横穿天山大峡谷国家森林公园及庙尔沟国家森林公园两处环境敏感区,部分桥梁横跨环保要求高、施工难度大的乌鲁木齐河二级水源保护地。全护筒旋挖钻机技术的应用避免了在桩基施工中使用膨润土和化学泥浆,减少了泥浆对周围自然环境污染的同时有效克服了常规泥浆护壁施工工艺面临的塌孔、涌水、流沙等不良地质条件下成孔困难问题。文章重点对全护筒跟进旋挖成孔施工技术的具体应用展开了分析和研究,以此为环保要求高的类似工程施工提供相应的参考。

[关键词] 环境敏感区; 桩基施工; 全护筒旋挖钻机; 全护筒跟进; 成孔

中图分类号: TV52 **文献标识码:** A

The Application of all casing following rotary drilling construction technology in high altitude environmentally sensitive areas – case study in Xinjiang province

Chengrui Zhang

China Communications Asset Management Co., Ltd.

[Abstract] Xinjiang Urumqi joint Yuli County Section 02 project was proceeding in two environmentally sensitive areas, which are Tianshan Grand Canyon National Forest Park and Miaoer Valley National Forest Park. In this project, parts of bridges are required to span the secondary water source protection area of the Urumqi River, leading to high environmental protection requirements and high construction difficulties. To solve the problems, all casing following rotary drilling was used in pile foundation construction to avoid the usage of bentonite and chemical mud, and reduce the pollution of mud to the surrounding natural environment. In the meantime, the application of all casing following rotary effectively overcomes the difficulties of hole formation under adverse geological conditions by using conventional mud wall protection construction technology such as hole collapse, water gushing, quicksand, etc. This study focuses on the analysis and research of the specific application on the construction technology of all casing following rotary drilling construction technology to provide more references to similar engineering construction cases with high environmental requirements. and research of the specific application of the construction technology of full casing-rotary drilling rig so as to provide corresponding reference for similar engineering construction with high environmental requirements.

[Key words] environmentally sensitive areas; pile foundation construction; all casing following rotary drilling; full casing following; pore-forming

引言

新疆乌尉02标高速公路建设项目位于新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市乌鲁木齐县境内,穿越天山大峡谷和庙儿沟两处国家森林公园环境敏感区,同时多处桥梁跨越乌鲁木齐河二级水源保护区,该区域环保要求高,地质情况复杂,河道周边的桩基础施工极有可能会对当地生态环境造成较大的破坏。为符合交通主管部门针对自然保护区施工的相关审查意见及环保要求,通过与其他桩基施工工艺优缺点进行比较,项目引进北京亚核智造科技有限公司生产的YR600L型全护筒旋挖钻机进行涉河桩

基础钻进施工。

1 综述

1.1 工程概况

新疆维吾尔自治区乌尉02标高速公路建设项目前峡10号大桥全长607米,位处山间断陷盆地地区,平均海拔2200米,多沟谷河流、地势起伏蜿蜒、施工场地受限。本桥上跨G216国道和乌鲁木齐河(二级水源保护地),下部构造采用圆柱墩、实心板式墩、空心薄壁墩桩基础^[1]。

1.2 地质情况概述

项目	机械成孔				人工开挖成孔	备注
	使用泥浆护壁成孔工艺		不使用泥浆护壁成孔工艺		混凝土护壁	
可选择方案	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五	
	冲击钻成孔水下灌注	旋挖钻成孔水下灌注	旋挖钻成孔干孔灌注	旋挖钻全护筒跟进成孔灌注	人工挖孔	
安全环保方面	基本不受雨季影响, 安全可控, 废弃泥浆不环保, 现场施工环境差	基本不受雨季影响, 安全可控, 废弃泥浆不环保, 现场施工环境差	受雨季影响, 对地质情况要求高, 存在塌孔风险, 符合环保要求, 不会对周围环境造成二次破坏	不受雨季及地质情况影响, 不使用泥浆护壁, 符合环保要求, 不会对周围环境造成二次破坏	受雨季影响, 对地质情况要求高, 施工桩长不宜超过30米, 涉水桩基存在安全风险, 无法使用; 符合环保要求, 不会对周围环境造成二次破坏	优选方案四
质量方面	适用于不同尺寸桩径、桩长, 扩孔系数低, 可解决地层中的孤石问题, 质量可控	在直径较大的漂石层及遇到孤石时, 扩孔系数难以控制, 若桩孔处于岩层面起伏较大部位易产生斜孔	不适用于涉水桩基, 扩孔系数难以控制, 若桩孔处于岩层面起伏较大部位易产生斜孔且存在塌孔断桩风险	全护筒跟进避免了塌孔、扩孔、流沙、断桩的施工风险, 且扩孔系数小, 桩基质量有保证	桩底沉渣清理到位, 桩端持力层检查方便, 质量可控, 但对存在透水性较大的砂卵石地质的桩基并不适用	优选方案一方案四
施工组织进度方面	在遇到岩层时, 施工进度缓慢, 设备移动不方便, 需开挖泥浆池、沉淀池, 占地较大, 不利于施工组织	成孔速度快, 设备机动灵活, 但需要开挖泥浆池和沉淀池致使施工占地面积较大, 不利于施工组织	成孔速度快, 设备移动灵活, 不需开挖泥浆池、沉淀池, 有利于施工组织	成孔速度快, 设备移动灵活, 不需开挖泥浆池、沉淀池, 有利于施工组织	成孔速度受地质情况限制, 对施工人员数量需求较大, 否则进度难以保证, 现场安全管理, 施工组织要求较高	优选方案三方案四方案五
经济方面 (以直径1.8米桩基为例)	冲击钻成孔灌注桩在卵石层综合单价约为2018.05元/米, 在弱风化层单价约为3773.88元/米。	旋挖钻水下灌注桩考虑泥浆制备及外运成桩综合单价约为1655元/米	旋挖钻干孔灌注桩正常情况下理论成桩综合单价约为1575元/米, 但因该工艺扩孔系数不易控制, 在不良地质中扩孔系数可达1.6。因此单价最高可达2000元/m。	此工艺所需护筒需厂家定制, 因此费用较高, 但钢护筒加工费用会随着桩基数量的增多摊销, 致使综合单价有所降低, 本项目测算后的综合单价约2148元/米。	由于各地人工费略有浮动, 部分地区在施工中对炸药的使用控制严格, 造成成本增加。经测算, 人工挖孔桩综合单价约2077.96元/米	优选方案二方案三

根据地勘资料显示, 前峡10号大桥揭露地层主要为粉土、角砾、卵石、砂岩、凝灰岩五种。

1.3 水文情况概述

地表水: 乌鲁木齐河沿南北走向, 基本与线路平行。每年4~5月开始积雪融化, 6~8月气温升高, 高山冰雪大量融化, 降雨及地表积水均逐渐增多。

地下水: 主要类型为基岩裂隙水和构造地下水, 富水条件较好, 但富水程度较弱, 补给方式主要为大气降水和高山冰雪融水两种方式。本项目桥梁除前峡10#大桥两座承台位于河道内, 其余均位于陆上及部分冲沟内, 根据地质勘查资料表明, 前峡10#大桥勘探纵向范围内, 地下水位在1.0~5.0m。

2 方案比选

该桥地处环境敏感区且横跨乌鲁木齐河, 大部分桩基位于河道内及附近。因此, 如何更好的解决施工过程中水体污染以及塌孔问题成为了施工的关键所在。根据现场地形条件分析, 该桥桩基成孔既可采用人工挖孔又可采用机械成孔, 而机械成孔又分为有泥浆护壁和无泥浆护壁两种施工工艺。根据实际施工情况, 项目确定了5种施工方案进行比选分析, 比选结果如表1所示。

综合各方面因素对上述5种方案进行比选, 本项目最终确

定采用方案四, 即全护筒跟进旋挖成孔施工技术进行桩基成孔施工。

3 全护筒跟进旋挖成孔施工技术

3.1 工艺原理



图1 YR600L旋挖钻机

全护筒跟进旋挖成孔施工工艺是在普通旋挖钻成孔工作原理基础上对旋挖钻机设备进行改进升级的一种施工方法。它是通过在钻杆末端安装旋转驱动器(动力头),利用动力头在工作时产生的下压力和扭矩驱动钢护筒转动。护筒底部的高强度刀头在力的作用下对土体进行切割,同时利用导向伸缩钻杆和配套钻头将孔内钻渣取出,最终达到下护筒与钻进施工同步进行的一种施工工艺,见图1。

3.2 工艺特点

(1)该工艺具有成桩质量好、无泥浆污染、绿色环保、降低桩基扩孔系数等特点。能有效解决普通工法在不良地质条件下灌注桩施工出现的缩径、充盈系数高等问题。

(2)钻机移动灵活,转场速度快,能极大提高工效,对地层扰动小,受施工环境、气候条件、场地限制影响均较低。

(3)不同地质配置不同型号钻头,可用于多种不良地质区,如软土层、淤泥层、沙土层、卵砾石层、回填土层及岩溶发育地区。该工艺不受地域和地质条件的限制,具有更经济、更安全、更环保等诸多优点。

(4)施工过程中采用干孔作业,更加节约地环保。避免了传统施工过程中因使用泥浆护壁而造成的泥浆池开挖占地及对周边环境的污染问题^[2]。

3.3 工艺流程

全护筒跟进旋挖成孔施工工艺流程详见图2:

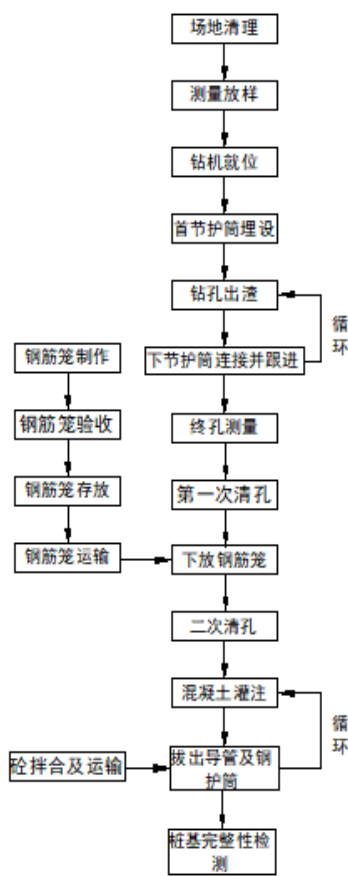


图2 工艺流程图

3.4 施工控制要点

3.4.1 定位放样

对桩位放样的同时须确认桩顶标高,采用砂浆或混凝土对护桩进行加固保护,方便钻进过程中随时校正桩位。现场技术人员随钻随检,确保护桩没有位移。

3.4.2 钻机就位吊放首节钢护筒

桩位放样完成后,用吊车吊放导向底盘,底盘中心要和桩中心点重合。钻机就位后,用浸水白灰在履带周围撒上水线,防止钻机离开后无法回归原位。吊放首节钢护筒时,动力头回转钻进,在扭矩和压力的作用下驱动钢护筒向下旋转,使其快速钻入地层。

钢护筒钻入前,在X、Y两个方向分别使用水平尺或铅锤及时调整护筒垂直度。

3.4.3 钻孔施工

当护筒跟进深度约1.5m时,利用旋挖钻机的导向伸缩钻杆及钻头从护筒内取土、提升、弃渣。对于一般土层而言,取土采用截齿钻,如遇坚硬岩层时,则需将岩体用筒式钻头削碎,再通过截齿钻头将破碎的钻渣带出钻孔。钻进钢护筒与取土同步进行,当上节护筒顶面钻到离地面500mm~1000mm时关停钻机,连接安装下一节钢护筒。如此循环往复,期间不断重复钻进、取土、卸土、安装钢质护筒的施工步骤直到钻孔达到设计深度为止。钻孔时随着钻头提出孔外的钻渣需要及时装车运至弃土场。

施工过程中应注意:(1)钢护筒连接时,对称锁接八分牙后用特制扳手将锁套螺丝拧紧;(2)根据现场地质情况,选择不同型号的钻头;(3)保证动力头正常散热,不同地层中液压表扭矩和进尺速度等数据在钻进过程中需准确记录。当发生变化时,为了防止护筒和钻头的不必要磨损,必须时刻上下提拉,并将护筒摇松以减少摩擦力。(4)钻进过程中,及时确认入岩深度。钢护筒刀口钻进嵌入到中风化岩层时,护筒不再继续钻进,旋挖钻头则继续钻进直至终孔。

3.4.4 成孔检测

待钻至设计标高后,及时对各项指标数据(包含孔深、孔径、倾斜度、沉渣厚度等)逐一检查并填写终孔记录。使用测锤加测绳对孔深及孔底沉淀进行检测时,测锤重量不小于4kg,测绳需用水浸湿,并用校验过的钢制卷尺对测绳长度进行排尺复核。通过标准铅锤“十”字交叉法检测孔深和孔底沉渣,确认符合设计规范要求后,通知监理工程师到场验收,验收合格方可进入下道工序施工。

因桩基采用全护筒施工,故不涉及塌孔情况,可不使用检孔器检孔。

3.4.5 钢筋笼加工及安装

严格按照设计图纸和规范要求进行钢筋笼加工,并对钢筋笼逐个编号并标识明确每节钢筋笼长及使用部位。钢筋笼主筋采用直螺纹套筒连接,相邻接头错开,确保同一截面上的接头数量不高于主筋总数的50%。相邻两节钢筋笼任一根对接的主筋需在滚焊机加工时做好标记,防止施工中对接钢筋错位导致钢

筋笼对接不紧密。采用珍珠棉套管包裹伸入承台部分的桩头钢筋,方便后续凿除桩头的施工。

3.4.6 混凝土灌注及钢护筒拔除

导管和储料斗在混凝土灌注前,需要洒水润湿,然后安装隔板设施,确保储料斗存储量满足首灌要求。混凝土的坍落度控制在180~220mm,首批灌注混凝土应满足导管埋深不小于1m的规范要求。混凝土灌注过程中需连续进行不可间断。当混凝土灌注至护筒底端上方6~8m处开始匀速缓慢地拔出护筒,避免因拔出过快而造成混凝土密实度下降,对桩体质量造成影响^[3]。

拔护筒过程中,护筒应始终保持垂直状态,避免因垂直度变化进而造成的桩体局部夹泥缺陷。现场技术人员每拔除一节护筒,需立即用测绳测量混凝土面落距,计算护筒及导管埋深,并将导管逐节提升。根据护筒拔出时混凝土面的平均落距判断混凝土最终超灌高度,确保最后一节护筒拔出后桩顶高程超过设计高程50cm,防止因浮浆过多导致桩头承载力不足。

3.4.7 桩身完整性检测

混凝土灌注7天后,通过超声波无损检测法对桩身进行完整性检测。有缺陷的桩基,通过钻孔取芯的方法确定缺陷位置,分析缺陷产生原因,经处理后对存在缺陷的桩基进行复测(图3),确保下一道工序施工前无质量问题。

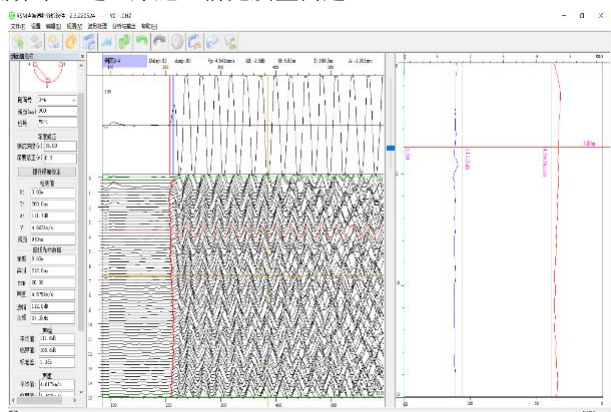


图3 桩身完整性超声波检测分析图

由于采用全护筒跟进工艺,桩身在钢护筒的保护下能更好的满足规范要求,大大降低了塌孔、断桩的质量风险,使桩身完整性、合格率得到了有效保证。

4 结束语

全护筒跟进旋挖成孔施工工艺,因不使用泥浆护壁,节省了制浆池的临时用地面积和后期泥浆的处理费用,杜绝了泥浆对周围环境的污染,使其在地形狭小的高海拔山岭地区和环保要求高的环境敏感区施工具有全方位的优势。此外,相比较于其他桩基成孔工艺,全护筒跟进旋挖成孔技术能大大降低不良地质条件下产生塌孔、断桩的概率,

因此,在岩溶以及存在地下采空区的施工环境中此工艺也具有极高的推广应用价值。

[参考文献]

- [1]唐金仕.旋挖循环全护筒跟进成桩工艺在桥梁工程中的应用[J].公路交通技术,2020,(6):86-90,97.
- [2]王飞.复杂地质条件下长大钻孔桩施工控制技术[J].建筑技术开发,2016(5):2.
- [3]于海洋.浅谈复杂地质下旋挖钻全护筒成孔技术的应用[J].四川建筑,2022,42(6):3.

作者简介:

张城瑞(1992--),男,汉族,北京人,工程师,硕士研究生,从事公路桥隧技术研究。