

高压旋喷桩止水帷幕施工技术研究

缪俊桦

(中交水利水电建设有限公司, 浙江 宁波 315200)

摘要: 本文主要介绍了宿迁港泗阳港区城西码头工程中高压旋喷桩止水帷幕施工技术代替钢板桩施工技术的可行性研究。通过对高压旋喷桩止水帷幕施工工艺验证、施工参数设定、施工质量控制以及施工效率等进行论述, 充分体现其可靠性、实用性等特点。

关键词: 高压旋喷桩; 临水基坑; 止水帷幕

中图分类号: U655

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 03—0128—03

内河码头工程施工中, 通常需要在临水面进行基坑施工, 在施工过程中, 如何做好基坑的止水帷幕与侧壁防挡是施工单位首要考虑的问题, 其不但是整个项目施工的重要环节, 也是保障现场施工安全的重点所在。在邻水基坑施工中一般考虑使用钢板桩, 但是钢板桩施工噪音巨大, 振动大, 易破坏临水面脆弱土体结构, 从而在一定程度上造成了适用范围较为局限, 不适用于施工现场空间较小的情境。对此, 现场作业可以考虑在有限空间临水面施工时采用高压旋喷桩替代钢板桩, 以此充分发挥其作业噪音、占地与振动较小等特点。文章结合高压旋喷桩在工程实际的应用, 简述其施工工艺, 简要论证高压旋喷桩技术在临水基坑应用的可行性。

1 高压旋喷桩工艺概述

1.1 高压旋喷桩的概念及原理

简单来说, 加固土地与止水是高压旋喷桩工艺的亮点所在。实际中, 浆液会基于一定压力通过高压旋喷桩的喷嘴喷射, 而土体结构则会在喷射出的高压射流下被破坏, 紧接着圆柱形桩体会在设备注浆管的旋转和提升过程中逐渐形成, 且保持着良好的强度。这一过程中, 浆液与土体会得到充分的混合搅拌, 从而在一定程度上保障了成柱质量。

喷浆量可按以下公式计算:

$$Q=H1/V \times q(1+\beta)$$

式中: $H1$ 为喷射长度 m , V 为提升速度 m/min , 另外损失系数与单位时间内喷射量 L/min 分别为 β 、 q 。

1.2 布置形式

高压旋喷桩的布置形式要根据目的来选择, 用于基础承重的选择分离布置式的单桩。另外, 可采用整体加固布置形式来进一步强化土体的稳定性, 并起到避免

基坑底部土体涌起的情况。用于地基中水平隔水层选择水平封闭桩形式。此外, 还可采用排桩与板桩用作止水帷幕, 而用于地基中水平隔水层则可选择水平封闭桩形式。

2 高压旋喷桩成桩质量的影响因素分析

2.1 固结体强度不均匀、缩颈

喷射方法与机具的选择与施工地址条件不符; 喷浆设备出现过暂停现象, 且时间较长; 地质勘探情况不明, 可能遇到未知的较硬的地质层, 浆液渗透不足, 产生颈缩。由此可见, 能够影响设备性能的因素有很多, 或较快的拔管速度、或不同的渗透长度、或不均匀的桩身直径等。

2.2 设备压力上不去

设备阀门或接头处有密封不严现象; 设备部件如泵阀, 油管有破损现象。塞油泵调压过低土的土质与含水率, 在进行静压沉桩作业过程中, 场地局部遇到了暗浜、土质不佳的情况等, 而除上述情况外, 实际现场作业仍存有各种各样情况会对最终的成桩质量造成极大影响。

2.3 压力骤然上升

喷嘴堵塞; 管道管路清洗不彻底, 有异物、杂物堵塞管路; 泵体或出浆管路有堵塞。

2.4 钻孔沉管困难偏斜、冒浆

地下有块石、漂石、异物、垃圾等埋设物, 地面未经整平, 钻杆倾斜度不满足规范要求。水泥浆实际需求与设置注浆量相比偏差过大; 冒浆则是因为土层孔隙率过大且与地表联通, 导致浆液无法在封闭的环境下充斥土体。不仅如此, 设备孔口压力较低的地方溢出浆液也较为常见, 从而表明浆液的需求量与实际注入量存在不平衡情况。

3 高压旋喷桩施工工艺

3.1 工程概况

该工程项目配置有多个泊位，总长达到 719 米，共计 9 个 2000 吨级泊位，约每年可达到进出口 290、80 万吨，且有着每年近 370 万吨左右的年吞吐量规模。临水面基坑开挖处土质主要为② 1 层淤泥 (Q42n) 和③ 12 层淤泥质黏土 (Q41m)。② 1 层淤泥局部分布，厚度 1.9~ 3.4m; ③ 12 层淤泥质黏土广泛分布，层厚 2.0~ 7.9m。根据调现场地质勘测显示，工程项目施工遭遇过量沉降及不均匀沉降的概率较高，现场作业可能面临深层滑移问题，土体存在高流变性、压缩性与含水量等特征。

表 1 各主要软土层性质及埋藏条件汇总表

层号	岩土名称	顶层埋深 (m)	层厚 (m)	天然含水率 W(%)	天然孔隙比 e_0	液性指数 I_L	压缩系数 $a_{0.1-0.2}(\text{MPa}^{-1})$	压缩模量 $E_{0.1-0.2}(\text{MPa})$
② ₁	淤泥	3.50	4.90	52.40	1.518	1.06	1.22	2.11
③ ₁₂	淤泥质粘土	14.00	22.70	44.9	1.253	1.01	0.92	2.54

3.2 施工安排

高压旋喷桩的设计：简单来说，利用多管道混合浆液、高压气体与水进行喷射的作业就是传统三重管法旋喷，可实现 800 ~ 2000mm 直径左右的土体加固。但是，考虑到现场土体结构的差异性，实际旋喷手段会依据不同的作业土层进行调整。譬如，采用传统的三重管法在淤泥及黏土层进行作业，并应用新式三重管法在砂层及以下地质进行作业。即，高压双喷法。

不仅如此，在传统三重管法工艺的基础上还延伸出了“改良版”。即，改用两根喷水泥浆与单根喷空气，用喷水泥浆管替代原有的喷水管的“空气加双高压水泥浆三重管高压旋喷桩”施工工艺：钻杆内部有两根注浆管，下部接通 4 个直径 1.6mm 的喷浆孔，钻杆内部，浆管外部为气管，下部在浆孔旁边有 4 个气孔。下钻时注浆管携带水和空气进行下钻，到达设计桩底标高后，将水换成水泥浆进行提升喷浆，具体如下图所示：

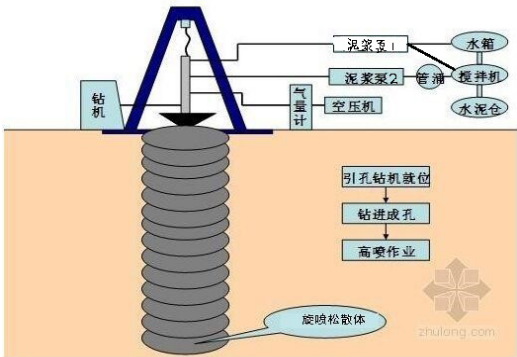


图 1 高压旋喷桩施工工艺配备图

3.3 高压旋喷桩的施工

3.3.1 施工参数

表 2 旋喷桩主要施工技术参数参考表

项目	技术参数
压缩空气	气压 (MPa)
	0.7 ~ 1.0
	气量 (m ³ /min)
	1.0 ~ 1.6
钻进成孔时	压力 (MPa)
	≥ 5
	流量 (L/min)
	18 ~ 20
淤泥及黏土层提升旋喷水泥浆(单泵)	喷嘴直径 mm
	1.6mm
	压力
	30+
砂层及以下提升旋喷水泥浆(双泵)	流量 (L/min)
	70+
	喷嘴直径 mm
	1.6
提升旋喷时水灰比	压力 (MPa)
	左泵 30+、右泵 30+
	流量 (L/min)
	140+
提升速度 (cm/min)	喷嘴直径 mm
	1.6mm
	1:1
旋转速度 (r/min)	粉砂及以下 10，淤泥及黏土 15
	21

注：上拔喷浆水灰比采用 1: 1 水泥浆，进浆比重 1.52g/cm³，粉砂、中粗砂、风化花岗岩层采用双泵施工，提升速度 10cm/min；淤泥及黏土层采用单泵施工，提升速度 15cm/min，双泵浆量 140l/min，单泵浆量 70l/min，对应水泥用量双泵粉砂及以下 1064kg/m，单泵淤泥及黏土层 355kg/m。

3.3.2 施工机械

高压旋喷桩工机械一般以步履式高压旋喷桩机为主，其结构构造如下：

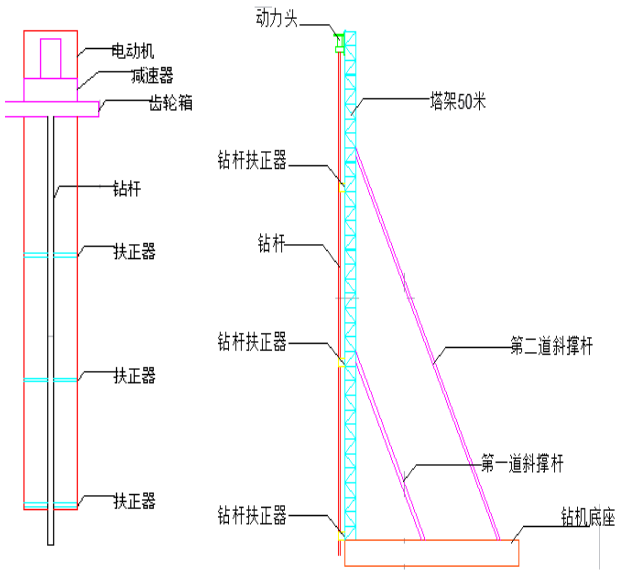


图 2 步履式高压旋喷桩机构造图

3.4 施工技术要点

3.4.1 钻机就位

为确保施工作业的质量与安全,需针对空压机、泥浆泵等设备进行检测、调试,以确保实际运行的稳定可靠。同时,为尽可能缩减桩机控制钻杆的偏差范围,保障桩机的钻杆与桩位维持垂直状态,作业需针对桩机的垂直度定时进行检测,并通过测斜装置进一步校核,以确保钻孔垂直度误差不大于0.3%。在此之前,需以地面平整为基础,在此基础之上调平、对中桩机,以此完成钻机就位。

3.4.2 钻孔引进

为确保作业进展的顺利,需在确保相关设备状态的同时进行检测、调试。即,试喷。不仅如此,为确保钻孔深度的精准,现场相关作业人员及管理人员需注意跟进作业进度,并做好实时记录作业,尤其是钻孔下降深度的跟踪记录。

3.4.3 旋喷提升

当压力值达到设定喷射压力参数时开始喷射作业,旋喷管开始逐步提升。这一过程中,相关作业人员需以3min为最低标准,保障喷嘴在下沉至设计深度时的旋转时长,以此确保旋喷桩底端的质量。同时,相关作业人员在旋喷提升前需注意孔口冒浆是否正常,并改用单泵在旋喷提升至砂层顶标高时开展喷射作业。

实际中,旋喷作业需严格按照自下而上的顺序展开。另外,相关作业人员需注意双泥浆泵的接通时机,也就是在钻至设计桩底标高后接通,并及时清理排出泥浆。不仅如此,为避免旋喷管出现扭断,相关作业人员需注意拔管方向是否垂直、力度是否均匀,若作业途中突发设备异常、故障等情况,需立即终止作业进行检测、维修。

3.4.4 钻机移位

在钻机移位前,相关作业人员需注意对注浆泵及输送管道的清洗,且需在旋喷提升至设计桩顶标高时结束旋喷作业。

注意要点:

(1) 严格遵循设计标准,对相关控制设备、管路系统等重要设备进行检测、调试,保持管路通畅,且需注意杂物在管路、喷嘴等区域的残留、堆积。不仅如此,相关作业人员需重复检测设备的密封性,避免设备部件接头、阀门存在安全隐患。

(2) 严格按照施工作业要求,对作业进程进行实时跟踪记录,尤其是钻孔下降深度等重要环节的跟踪记录。

(3) 旋喷作业需严格按照自下而上的顺序展开,且相关作业人员需注意观察设备喷射压力与设置压力情况,达到预设标准值后才可展开喷射作业。同时,喷射注浆需在喷嘴达到设计标高时开始,且需严格按照施工参数进行作业。

(4) 为避免免管出现扭断,需严格按照先喷浆后旋转、提升的次序开始旋喷作业。

(5) 为确保成桩质量,相关作业人员需避免喷浆作业出现水泥浆沉淀情况。同时,需严格按照现存施工作业标准进行水泥浆水灰比的配比。另外,水泥浆应随拌随用,根据施工进度制备,且需相关负责人实时监督拌合作业,避免拌合时长低于3min。

(6) 现存施工作业出现突发情况,相关作业人员应立即终止作业,且相关负责人需及时查明原因,确保作业安全。譬如,高压喷射注浆大量冒浆,以及骤然下降、上升等。

4 结语

通过高压旋喷桩施工技术的探索和研究,制定施工操作规程,优化了施工各项参数,总结了一套完整施工技术,施工质量、施工进度得到保证,并通过在施工过程中的不断改进与优化,节约项目成本。在公司施工项目类别日益增多,地域跨度日益增大的背景下,通过研究、总结和完善,以期以后类似临水、高饱水地质施打高压旋喷桩止水帷幕工程提供经验。

参考文献:

- [1] JTS 257-2008, 水运工程质量检验评定标准 [S].
- [2] JTS 147-1-2010, 港口工程地基规范 [S].
- [3] JGJ79-2012, 建筑地基处理技术规范 [S].
- [4] JTS 133-2010, 水运工程测量质量检验标准 [S].
- [5] HGT20691-2006, 高压喷射注浆施工操作技术规范 [S].