



矩形灌注桩气举反循环多头钻成槽施工工艺

杨志君^{1,2}

(1. 同济大学, 上海 200092; 2. 上海港务工程公司, 上海 200438)

摘要:在板桩码头设计中,为了减少土压力对板桩的作用,常在板桩后面一定距离设计一排遮帘桩。常用的遮帘桩有:预制混凝土桩、钢管桩和灌注桩,其中灌注桩是常用的一种。通过计算得出:灌注桩的截面为矩形比圆形遮帘效果好,但矩形截面的灌注桩采用常规施工机具成孔效率低,且很难保证桩孔质量。介绍采用经过改造后的多头钻气举反循环成槽施工工艺和设备,施工效果良好。

关键词:矩形灌注桩;气举反循环;施工工艺

中图分类号: U 655.55⁺¹

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)08-0187-04

Trough formation of rectangular cast-in-situ pile by air lifted reverse circulation multi-drilling technology

YANG Zhi-jun^{1,2}

(1. Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Shanghai Harbor Engineering Corporation, Shanghai 200438, China)

Abstract: In the design of sheet pile wharf, in order to reduce the earth pressure on the sheet pile, we commonly design a row of blind piles at a certain distance behind the sheet pile, including precast concrete pile, steel pipe pile and cast-in-situ pile, among which, the cast-in-situ pile is the most commonly used one. The calculation result proves that the rectangular cross-section is better than the circular one, but the construction of the rectangular cross-sectioned pile commonly uses the conventional equipment, which is characterized by low pore-forming efficiency and is difficult to ensure the construction quality. The air lifted reverse circulation multi-drilling technology and equipment presented in this paper are applied to the construction and have achieved satisfactory effects.

Key words: rectangular cast-in-situ pile; air reverse circulation; construction technology

在板桩码头设计中,为减少土压力对板桩的作用,常在板桩后面一定距离设计一排遮帘桩。常用的遮帘桩有:预制混凝土桩、钢管桩和灌注桩。

灌注桩是常用的一种,通过计算得出灌注桩的截面为矩形比圆形遮帘效果好,但矩形截面的灌注桩施工采用常规的施工机具成孔效率低,且很难保证桩孔质量。

通过施工设计结合气举反循环出渣与潜水多头钻成孔工艺形成气举反循环多头钻成槽施工工法,成功实施了首钢京唐成品码头500多根矩形灌注桩的施工。

检测结果表明成桩质量较好,该工法具有较强的施工适应性、较快的施工速度和良好的施工质量保证性。

1 气举反循环多头钻成槽施工工法的原理与核心设备

气举反循环多头钻施工设备是改进的气举反循环灌注桩施工设备,因此气举反循环多头钻成槽施工工法的原理和气举反循环灌注桩施工成槽工法基本是一致的。多头钻切削破碎土层结合气举反循环出渣是气举反循环多头钻成槽的核心工艺。

收稿日期: 2012-03-26

作者简介: 杨志君(1978—),男,硕士研究生,高级工程师,从事港口水工工程。

1.1 工作原理

1.1.1 气举反循环

通过风道(管路)将空压机产生的压缩空气送至喷导管(钻杆)下部,从混合口(混合器)排出。排出的气体与喷导管内的泥浆(循环液)形成含有大量气泡的气水混合物。随着气水混合物密度下降,利用喷导管外槽内泥浆液面的压力使喷导管内泥浆液面上升。当泥浆速度上升到一定数值时,将多头钻破碎的渣土从孔底携带通过喷导管排出。

1.1.2 多头钻

利用导向固定在喷导管上的2个或多个潜水电机通过转动装置带动多个笼式或其他钻头旋转,切削破碎土层。

1.2 核心设备

核心设备见图1。

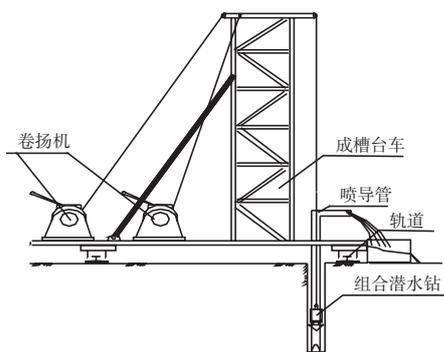


图1 气举反循环多头钻成槽机架^[3]

1.2.1 钻头

钻头主要由潜水电机和笼式钻头组成。施工中钻头位于喷导管导向滑槽的一侧,利用施工架子上的卷扬机进行上下提升,导向定位于喷导管的滑槽上,自上而下地进行破碎土体的施工。

1.2.2 喷导管

喷导管是结合了气举反循环灌注桩施工中供风管、钻杆、钻头上的吸渣孔、气水混合器和水龙头的装置。喷导管可以采用 $\phi 273$ mm无缝钢管制成,长度大于最大槽深2 m。喷导管设置导向装置对潜水多头钻进行限位。喷导管外设置风道外联空压机内联喷导管。喷导管底部设置出渣口和进风口。

1.2.3 空气压缩机

选用 $9 \text{ m}^3/\text{min}$, $0.7\sim 1.2 \text{ MPa}$ 的压缩机。

1.2.4 修槽器

由于潜水多头钻施工形成的槽段形状不是规则的矩形,采用自重较大的矩形断面的修槽器利用喷导管作为导向进行修槽达到设计的矩形断面要求。

1.2.5 气举反循环多头钻成槽架子

架子是保证成槽过程中设备稳定、喷导管固定、起升卷扬机固定转向和安放电气设备的平台。

1.2.6 施工轨道

气举反循环多头钻成槽架子利用固定在施工导墙上的轨道进行移动覆盖单个槽段的施工范围。

2 矩形灌注桩气举反循环多头钻成槽施工设计

2.1 遮帘桩结构

遮帘桩名称是从其结构具备挡土作用、对整个码头结构产生遮帘效应而来。本工程的遮帘桩实质就是矩形断面的灌注桩。

由于矩形断面的灌注桩在挡土、遮帘土压力的作用上优于圆形灌注桩,因此在本工程中为设计所采用。利用传统的气举反循环灌注桩施工工艺不能解决矩形灌注桩的施工,所以必须利用全新的成槽工艺完成设计任务,见图2。

2.2 矩形灌注桩成槽工艺比选^[1-2]

矩形灌注桩成槽施工主要有干取土与粉碎取土2种方式。

干取土采用抓斗法或旋挖钻排钻进行施工;粉碎取土采用循环多头钻施工。

根据矩形灌注桩底高程 -33 m ,截面 $1.0 \text{ m} \times 1.7 \text{ m}$,土质条件为 -1 m 以上回填粉细砂、 -18 m 以上粉细砂、 -33 m 以上粉质黏土的特点进行成槽工艺的比选,见表1。

表1 各种工艺综合比较

内容	工效	质量	成本	风险	综合
抓斗施工	较快	较好	较高	高	较好
旋挖排钻	慢	较差	高	不高	不好
气举反循环多头钻	较快	较好	低	不高	好

地质条件如下:

第1层场区内表面为吹填砂;

第2层为粉细砂, 青灰色, 灰色, 松散-密实状, 局部以粉细砂为主, 含贝壳碎屑和少许的云母屑, 局部夹粉土或粉质黏土透镜体, 颗粒均匀。该层位稳定, 分部连续, 上软下硬。该层底高程在-14.86~-20.90 m。平均标贯击数 $N=23.6$ 击。

第3层为粉质黏土, 灰色、深灰色, 软塑-可塑状, 中-中下塑性。混较多粉砂团, 土质不均。该层位稳定, 分布连续。层底高程在-18.55~-22.7 m。平均标贯击数 $N=8.3$ 击。

第4层为粉土或粉砂, 灰色, 可硬塑状, 低塑性。含大量粉砂团, 该层底高程在-19.48~-26.2 m。粉土平均标贯击数 $N=24.9$ 击。粉砂平均标贯击数 $N=37.0$ 击。

第5层为黏土, 灰色、深灰色、褐灰色, 可塑-硬塑状, 高塑状, 局部夹砂斑。该层底高程在-26.34~-32.22 m。平均标贯击数 $N=13.0$ 击。

粉碎取土中正循环由于矩形灌注桩截面大, 出渣困难不能采用。根据上面的分析, 在矩形灌注桩的施工中采用气举反循环多头钻成槽施工工艺是合适的。

2.3 气举反循环多头钻成槽施工工艺的设计

气举反循环多头钻成槽施工工艺是改进的气举反循环灌注桩施工工艺, 不同之处除了设备以外还有成槽工艺。

气举反循环多头钻成槽施工工艺显著的成槽特点是须进行引导孔的施工。由于气举反循环多头钻成槽施工工艺采用了喷导管进行施工, 因此用于形成喷导管插入位置和破碎土渣流至槽底通道的引导孔施工是必须的。

2.3.1 引导孔施工设计

引导孔的设计要考虑如下几个因素:

1) 满足气举反循环多头钻成槽施工工艺连续施工的要求进行引导孔的位置和直径的确定;

2) 满足工期要求和成孔垂直度质量要求, 选择合适的引导孔施工工艺。

①引导孔直径: 考虑到喷导管的直径、矩形

灌注桩的截面尺寸以及破碎土渣顺利流至槽底喷导管进渣口的需求选定引导孔直径, 本工程引导孔直径80 cm。

②引导孔位置: 考虑到施工的连续性、施工质量保证等因素选择陆侧槽位中间进行施工。

③引导孔的施工工艺: 考虑到施工工期的要求和成槽垂直度的要求选用旋挖钻机进行施工。旋挖钻机这种垂直回旋成孔工法是全干取土成孔。通过专用的钻头与动力盘驱动器成孔。使用履带式起重机作为底盘, 移动与定位都非常方便。成孔过程中泥浆不循环, 泥浆的主要作用是固壁与润滑冷却机具。

2.3.2 多头钻布置设计

潜水电机带动笼式钻头形成的是圆孔, 因此在矩形灌注桩的成槽施工中就要考虑如何布置才能最大效能地多取土。

多头钻采用两钻上下错位布置, 相互不影响。笼式钻头直径60 cm, 两钻头相交20 cm, 两钻头覆盖宽度1 m, 满足矩形灌注桩断面宽度。潜水电机上设置型钢, 利用钻进的过程切削圆角充分破碎的土体。最后利用质量大的修槽器再全面修槽修角, 完成成槽施工(图2)。

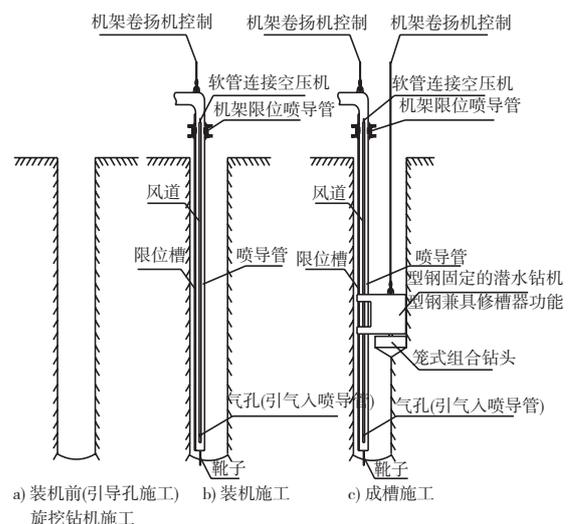
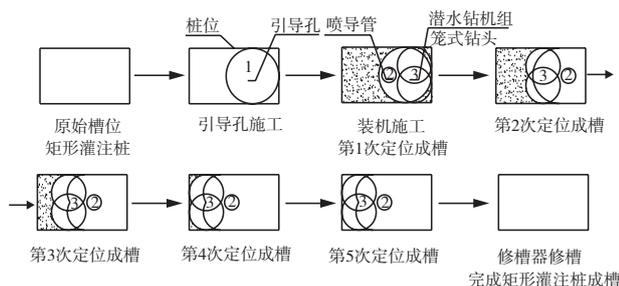


图2 气举反循环多头钻工装^[4]

3 矩形灌注桩气举反循环多头钻成槽施工工艺应用

3.1 成槽工艺流程

成槽工艺流程为: 引导孔施工→成槽施工→修槽→清槽换浆, 见图3。

图3 成槽施工工艺流程^[4]

3.2 引导孔施工

矩形灌注桩引导孔施工采用旋挖钻机进行。首先在矩形灌注桩陆侧中心位置用钻机钻出1个孔，作为插入喷导管的引导孔。

引导孔施工前应将成孔设备对中整平，施工过程中经常用线坠或经纬仪控制钻杆的垂直度，以保证引导孔的垂直度。钻进过程中如发生偏斜、塌孔时，应停钻并采取相应的措施处理后方能开钻，先导孔的钻入深度应满足设计要求。

3.3 成槽施工

引导孔完成后，将成槽机就位，并将喷导管插入先导孔中，采用双钻抱管反循环工艺钻孔成槽。钻孔成槽时，在成槽架头放置一个泥渣斗，启动反循环系统和钻机，让钻机沿喷导管向下钻，钻进过程中钻头切削的泥块掉到槽底，利用气举反循环气压将渣土随泥浆通过喷导管排到渣斗里。渣土沉淀后，分流的泥浆流回槽内，泥浆可重复利用，但应随时检测泥浆的性能，保证满足泥浆质量标准。在成槽过程中，渣斗充满后应及时更换空斗。

当用双钻抱管成槽完一钻时，应将钻机提升，使钻头高过未钻的土面。同时将喷导管提升至离槽底面50~100 cm，而后移动成槽架，准备下一钻的施工。前后两钻位置重叠1/3钻头直径，根据地层特点，每钻水平进尺应控制在20 cm内，从槽段的陆侧往海侧移动着钻进，直至整个槽段钻孔完毕。

成槽过程中，应随时用线锤对吊钻机的钢丝绳和喷导管进行检测，垂直度应符合规范和有关文件要求。不能保证时，应调整成槽架水平偏差和喷导管的垂直度，以保证矩形灌注桩的垂直度。

成槽施工过程中仔细复核钻头、钻具磨损情

况，如磨损严重应及时更换。

由于成槽施工需穿越较厚砂层，为防止槽体出现塌孔现象，因此在成槽过程中应加强对泥浆的控制，注入槽内的泥浆密度控制在 $1.05 \sim 1.10 \text{ g/cm}^3$ 且严禁向槽内注入清水，同时还要严格控制槽内的泥浆液面高度不得低于导墙顶面30 cm，当遇渗透系数较大砂层造成槽内泥浆漏失时应及时补充泥浆以确保液面高度。必要时可向槽内直接投放黏土或膨润土以提高泥浆比重和黏度确保槽壁稳定，施工过程中如遇严重塌槽现象应回填掺有10%水泥的黏土，待静置5 d后方可重新成槽施工。

3.4 修槽

槽段成槽完毕后，拆下钻机，换上与矩形灌注桩等宽度的冲击捣子（修槽器）。启动反循环系统，用卷扬机来回提升捣子沿喷导管滑动，靠捣子自重冲击、切削槽壁上钻孔过程中没有削掉的泥块，使槽壁平整。每一次冲击必须到达矩形灌注桩设计深度。冲击切削掉的泥块掉入槽底后，从喷导管喷出存于渣斗内。

每一次冲击到设计深度后，提升捣子出槽，并提升喷导管离槽底10 cm，然后移动成槽架，继续向前扩捣。前后两捣位置必须相交10 cm以上，整个修槽过程必须连续，绝不能漏捣。

每个槽段重复修槽2次。修槽过程中，泥浆密度应控制在 1.2 g/cm^3 以下，在冲击修槽过程中同时进行泥浆置换。

3.5 清槽换浆

槽段修理完毕后，启动反循环系统，用喷导管对槽底沉渣进行清理。清槽从槽段的一头往另一头移动进行，每次移动30~40 cm，每个位置停留2 min，以使槽底的沉渣从喷导管中充分排出。

对槽底沉渣清理至少2遍，使沉渣厚度符合规范与设计要求为止。

在清理槽底的同时，根据槽内的泥浆情况，进行泥浆置换，置换后的泥浆密度控制在 $1.05 \sim 1.20 \text{ g/cm}^3$ 。根据地层特点，穿越砂层施工时，为防止砂子沉淀过快，甚至有可能塌方，混凝土浇注前的泥浆密度可以适当增大。

（下转第199页）