[类 型]技术工艺

[关键词]水泥搅拌桩，多向钻具，成桩，施工

水泥搅拌桩节能强力自反向可拆卸式多

向水泥土钻具“两搅两喷”施工技术

JWC2021-146

中交一公局厦门工程有限公司

陈秉灿、易建波、吕亚斐、李大极、张振收、邱孝伟

1.成果简介

1.1 技术背景

水泥搅拌桩处理常采用节能强力自反力多向水泥土搅拌桩钻具。该钻具搅拌叶片为水平钢板，在穿越砂层过程中，钻进与提钻受到的阻力大，钻进速度慢，叶片磨损严重，钻头维修时间长，水泥浆浪费严重，常出现钻头在砂层中因阻力过大无法提钻，返复提钻导致钻头与钻杆脱落的情况。

龙海市龙江大道连接线道路工程项目位处东南沿海地区，为第四系冲海积平原地貌，地形较平坦，软土地基深厚，其中以砂层地质为主。

1.2 解决的主要问题

(1) 钻头维修时间过长，影响水泥搅拌桩施工功效及施工进度。

(2) 钻头重达100Kg，需要在水泥搅拌桩机底部拆、装，维修工序繁锁、操作不方便。

(3) 钻头在砂质地层中钻进与提升阻力大，成桩时间过长，喷浆量超设计用量，水泥浆浪费严

重。

1.3 适用范围

适用于各类软土地基处理的加固土桩，淤泥、粉质黏土、黏土、粉土、砂粘性土夹层或砂层等较硬地层同样适用。

1.4 技术特点

(1) 搅拌叶片采用螺栓连接,拆装简单，拆装时间短，缩短了钻头维修时间，提高了水泥搅拌桩机施工功效。

(2) 拆除的磨损搅拌叶片在不影响水泥搅拌桩施工情况下集中维修加固，提高搅拌叶片焊接加固效率。

(3) 增强了搅拌桩钻头的刚度，提升了切削、搅拌土体的能力，同时减少了钻头的磨损，强化了成桩效果。

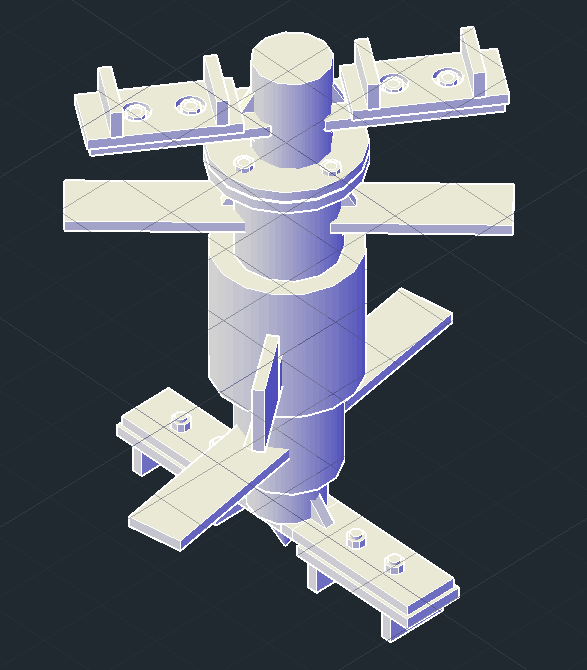
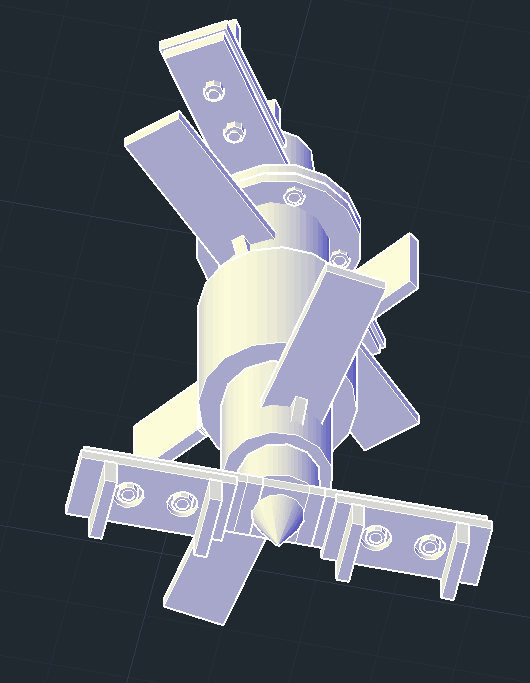
 

图 1 钻头改进效果图

2.技术内容

2.1 技术原理

如图所示，一种可拆卸叶片的水泥土搅拌钻具，包括钻具主轴8，设置于钻具主轴8顶部的主轴连接套1，所述钻具主轴8沿其轴向从上到下设有两组水平向固定叶片6和一组竖直向固定叶片6，所述主轴连接套1上设有两个对称设置的第一组合叶片，钻具主轴8底部设有两个对称设置的第二组合叶片；所述第一组合叶片包括位于下部的固定叶片6以及与固定叶片6通过螺栓4连接的可拆卸叶片7，所述可拆卸叶片7上表面设有多个沉孔3，固定叶片6上与沉孔3对应的位置处设有多个螺孔，所述螺栓4头部位于沉孔3内将固定叶片6和可拆卸叶片7固定连接，可拆卸叶片7上表面还设有多个竖向钢齿2，固定叶片6与主轴连接套1焊接后并通过三角钢板5加强；所述第二组合叶片包括位于上部的固定叶片6以及与固定叶片6通过螺栓4连接的可拆卸叶片7，所述可拆卸叶片7下表面设有多个沉孔3，固定叶片6上与沉孔3对应的位置处设有多个螺孔，所述螺栓4头部位于沉孔3内将固定叶片6和可拆卸叶片7固定连接，可拆卸叶片7下表面还设有多个竖向钢齿2，固定叶片6与主轴连接套1焊接后并通过三角钢板5加强；所述主轴连接套1与钻具主轴8之间通过法兰

盘和螺栓固定连接，所述钻具主轴8上的固定叶片6与钻具主轴8之间均为固定焊接后再通过三角钢板5加固。

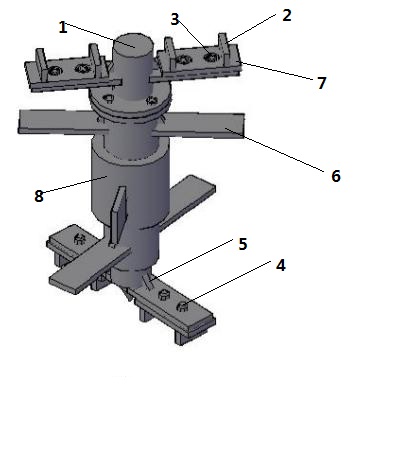


图 2 水泥搅拌土钻具改进原理图

2.2 结构特点

改进后新增的叶片作为主要磨损切土叶片，用螺栓连接新增叶片与原叶片。新增叶片上设置2块竖向钢齿，在钻头最顶层和最底层叶片上安装新增叶片，顶层新增叶片钢齿朝上，底层朝下，增加钻头竖向切土能力，减小钻头钻进与提升阻力。新增叶片俩侧各宽于钻头叶片0.5cm，安装长度外伸0.5cm，更换时无需将钻头拆卸，直接将备用的新增叶片进行更换。

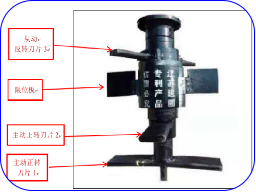
 

图 3 水泥搅拌土钻具传统钻头与改进后的对比图

图 4 水泥搅拌土钻具传统钻头与改进后

(1) 新增叶片安装于原叶片钻进一侧，为主要切土磨损叶片，有效减小钻头原装叶片的磨损。。

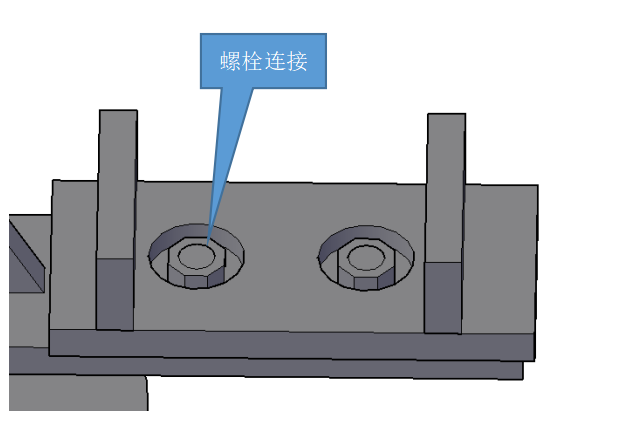
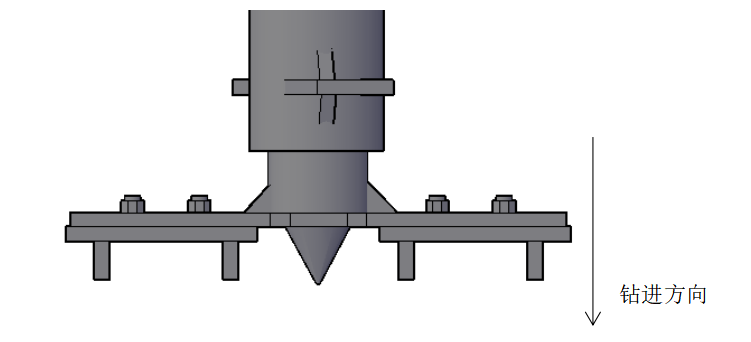
 

图 5 增加切削土体叶片图

1. 钢齿设置实现了钻头钻进切土能力，提高了钻头在砂层中的钻进速度及水泥搅拌桩成桩时间，避免了水泥浆液不必要浪费，大大减少了成本增加。

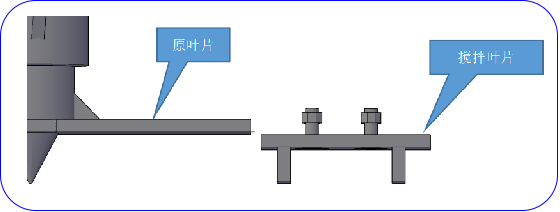


图 6 切削叶片钢齿图

(3) 螺栓孔内凹的设置，解决了螺栓棱角在砂层中的过度磨损情况。

(4) 三角加固钢板的设置，加强了搅拌叶片整体刚度与强度，充分发挥钻头强力搅拌性能。

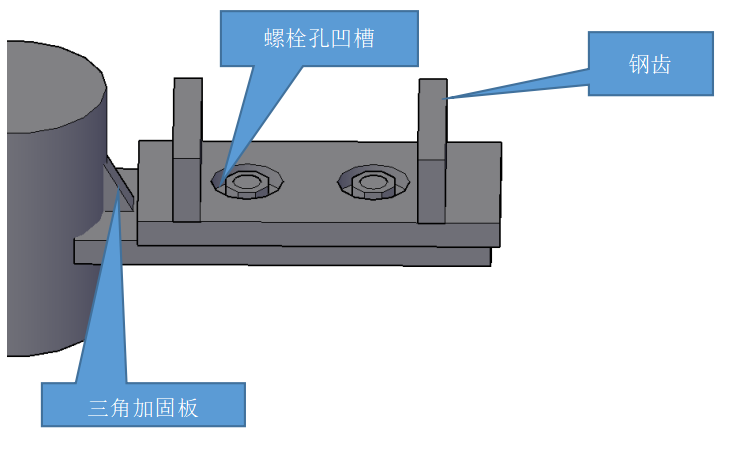


图 7 螺栓孔凹槽、三角加固钢板设置图

2.3 工艺流程

(1) 施工准备

(2) 测量放样

(3) 钻机就位及调直

(4) 喷浆搅拌下沉并停留喷浆

(5) 喷浆搅拌提升至孔口

(6) 关闭搅拌机、清洗

(7) 移至下一桩位

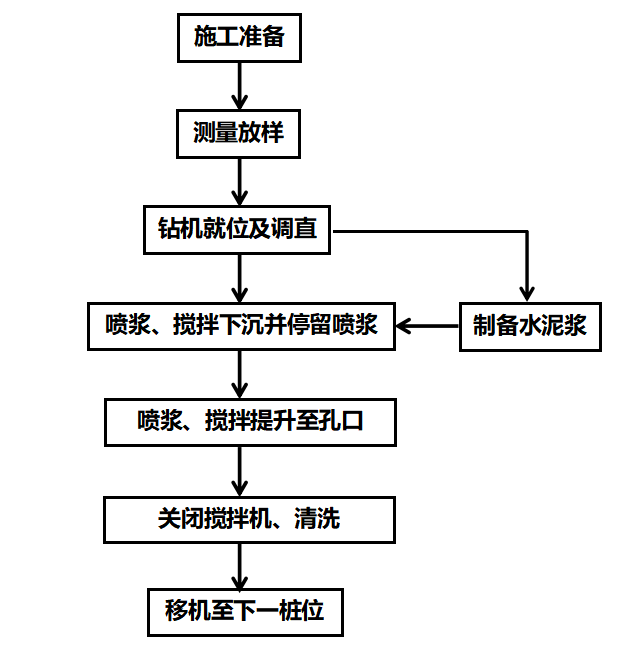


图 8 水泥搅拌桩多向钻具钻进施工工艺流程图

3.应用效果

龙江大道连接线项目水泥搅拌桩共692850m，投入8台桩机，通过对本项目水泥搅拌桩强力自反力多向水泥土搅拌桩钻具改进前后对比，水泥搅拌桩施工的整体功效对比情况如下：

**功效分析对比表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 改进前 | 改进后 | 功效 | 备注 |
| 成桩效率 | 2.5min/m | 2min/m | 0.5min/m | 砂层厚度为桩长2/3 |
| 成桩时间（d） | 150 | 120 | 节约30d工期 |  |
| 每延米水泥用量（kg/m） | 52.8 | 49.8 | 节约3kg/m |  |
| 水泥用量（吨） | 36582 | 34503 | 节约2079吨 |  |
| 平均每天每台维修时间 | 1h | 0.25h | 节约0.75h |  |
| 总维修用时（h） | 1200 | 300 | 节约900h |  |

根据上述功效分析对比表，投入8台水泥搅拌桩的情况下，维修消耗时间节约900小时，

成桩进度时间节约30天。（每台设备租赁费500元/天，水泥单价350元/t）

维修钻头节省时间节约租赁成本：900÷24\*8\*500=15万元

成桩效率提高节约租赁成本：30\*8\*500=12万元

水泥节约材料费用：2079\*350=72万元

**共计节约成本72+12+15=99万元。**



图 9 现场施工图



图 10 成桩应用效果图

4.推广应用前景

该项技术装置投入使用，桩基成桩效果良好，取芯及承载力检测合格率百分之百，通过引进新设备、新技术，在四新技术基础上自主创新加以改进，为项目大大缩短了工期，提高了经济与社会效益，为行业内今后大面积软土地基水泥搅拌桩施工处理提供参考依据，该方法适用性广泛，有效加快施工工期，大幅度节约成本，改善成桩效果，提高安全系数，降低劳动强度，节能环保、社会效益显著，可推广应用于其他类似工程中。