

各类嵌岩钻机在海上风电嵌岩施工中的运用分析

龙正如 侯德政

(广东省能源集团贵州有限公司 贵州 贵阳 550000)

摘要: 海上风电因风能资源优越, 湍流强度小, 不占用土地资源, 靠近沿海能源负荷中心等诸多有利因素, 成为新能源发展的前沿领域, 备受新能源开发企业的青睐。但因在海上风电场前期选址过程中无法大面积开展海洋地质勘察, 新能源开发商在资源获取过程中很难摸清本场址海洋地质情况, 导致在后续实施过程中可能会遭遇大面积嵌岩施工情况, 需使用嵌岩平台, 配置嵌岩钻机进行施工。本文对运用于海上风电嵌岩施工中的不同嵌岩钻机进行分析, 供业界同行进行参考。

关键词: 海上风电; 嵌岩; 钻机

0 引言

海上风电项目选址涉及海洋、海事、航运、军事等多方面, 在综合考虑风资源条件好、满足海上风电“双十”要求、按集约化用海原则、避让海洋生态红线限制区、靠近合适电压等级的变电站或电网等因素后, 对海上风电项目场址进行规划。因在前期选址过程中无法大面积开展海洋地质勘察, 新能源开发商在资源获取过程中很难摸清本场址海洋地质情况, 因此, 在后续开发过程中, 可能会遭遇大面积嵌岩施工情况, 需使用嵌岩平台, 配置嵌岩钻机进行施工。目前运用在海上风电嵌岩施工的钻机主要有气举反循环回旋钻、泵吸反循环钻机、冲击钻机、旋挖钻机等, 本文通过介绍不同嵌岩钻机的钻进原理和优劣势, 以及海上风电运用特点分析, 为海上风电同行们提供参考。

1 气举反循环回旋钻

气举反循环回旋钻(如图1所示)工作原理是将压缩空气沿双壁钻具输气管道送入井内一定深度经混合器注入管内与循环液体混合, 由于混合液的密度小于冲洗液的密度, 在井筒内与排渣管间产生压差, 并在井筒液柱压力作用下使排渣管内混合的气液以较高的速度向上流动, 从而将孔底的岩心或岩屑连续不断地

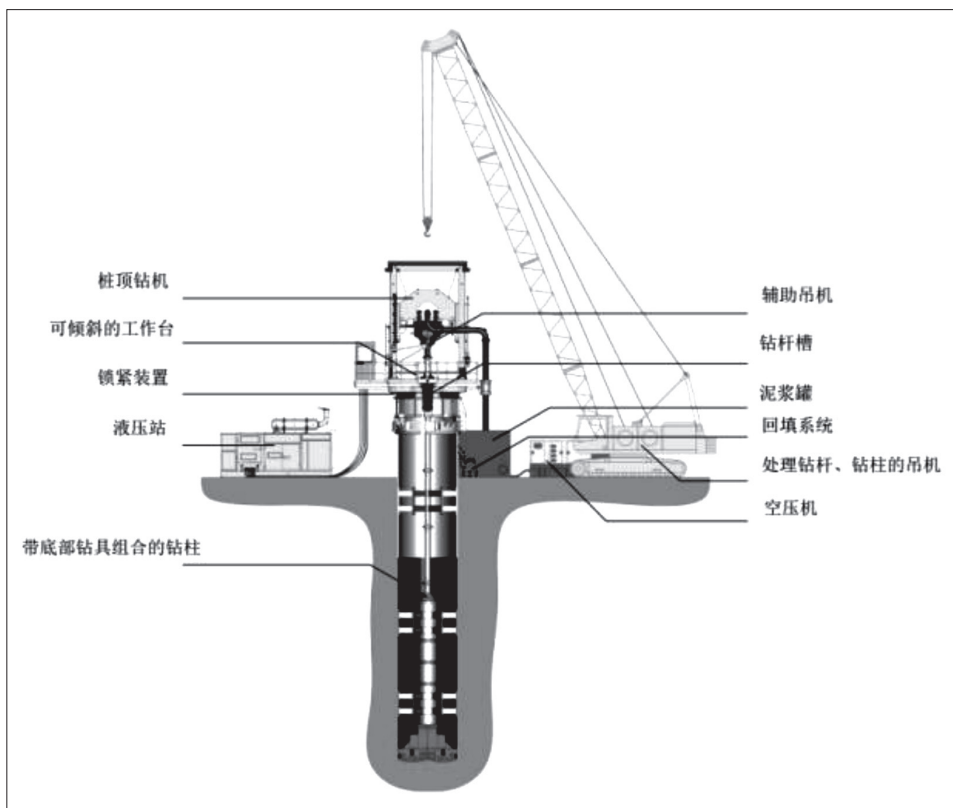


图1 气举反循环回旋钻结构简图

排出地表。带上来的气、液、固三相流经反循环振动筛, 排入沉淀池。沉淀后的泥浆再流回孔内, 补充循环液的空间, 如此不断循环形成连续钻进的过程(如图2所示)。

气举反循环回旋钻优势:

- (1) 排岩屑不易堵塞;
- (2) 设备磨损小, 钻头寿命长;
- (3) 钻进效率高, 成孔质量好;
- (4) 在松散地层中不易发生孔壁坍塌事故。

气举反循环回旋钻劣势:

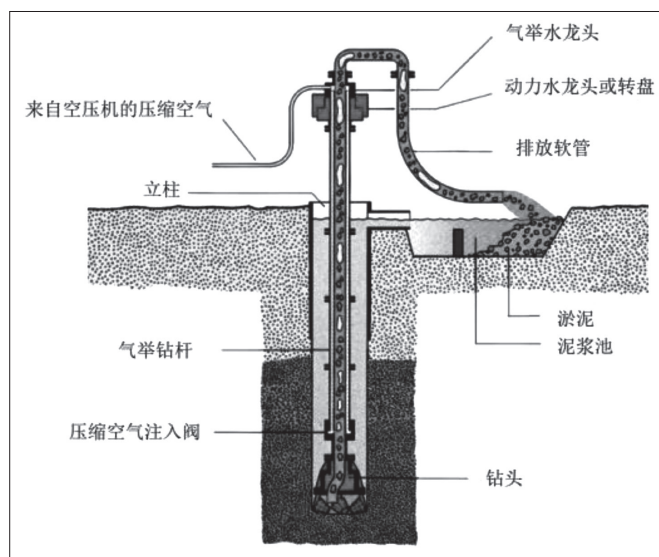


图2 气举反循环回旋钻运行原理图

- (1) 提料较慢，沉淀时间长；
- (2) 需要造浆，造浆、浆料循环、回收等工序复杂，对海上施工窗口期要求高；
- (3) 大型设备，需要足够的作业空间；
- (4) 钻机拆装及移孔工作量大，对起重设备要求较高，安装不便；
- (5) 对电源要求较高，需配备大功率的空压机。

2 泵吸反循环钻机

泵吸反循环钻机是靠安装在龙门架上的动力头驱动钻杆转动，带动钻具旋转，实现钻进作业，同时启动真空泵将桩孔内的泥浆吸入泥浆泵蜗壳，启动安装在动力头上的泥浆泵叶轮旋转，叶轮进口处形成负压区，在大气压力作用下，桩孔底部的泥浆通过钻具下部设置的进料孔通过钻杆内腔，源源不断地补充到泥浆泵负压区，使得泥浆泵能连续工作。桩孔底部的泥沙、颗粒料等在水流流速的作用下进入进料口，沿钻杆内腔上升到泥浆泵，并通过排渣管排入渣浆分离器，分离后的泥浆通过回流管流回桩孔，补充桩孔的水位使其保存不变，分离后的泥沙、颗粒料保存在泥浆分离器内，定期排出。

泵吸反循环钻机优势：

- (1) 适用于粘性土、粉性砂土、砂卵石、碎石土、风化基岩等地层；
- (2) 清孔彻底，混凝土浇注质量得到有效保证；
- (3) 外运废浆量减少，施工成本降低；

(4) 钻机体积小不需要很大的工作平台，可以在平台自行就位，拆装钻杆；

(5) 天气海况不好的情况下可以在平台上独立施工。

泵吸反循环钻机劣势：

- (1) 泵吸钻机基本深度小于150m，不能适应深孔钻进；
- (2) 因密封效果及泵故障因素影响，难以形成泵吸负压。

气举反循环回旋钻和泵吸反循环钻机在海上风电嵌岩施工过程中的运用分析：气举反循环回旋钻和泵吸反循环钻机因钻机效率高，成孔质量好，同时通过泥浆护壁，不易引起坍塌，在海上风电项目中得到大规模运用。但海上风电嵌岩施工需依托嵌岩平台，平台通过吸力桩基础或者辅助桩基础支撑，露出海面，将嵌岩钻机放置于其上。气举反循环回旋钻和泵吸反循环钻机因重量重、体积大因素，配套设计的嵌岩平台尺寸需满足钻机安放要求，因此，嵌岩平台体积也非常大，导致钢材用量大，运输不方便，起重船要求高等（如图3所示）。因此，在对嵌岩钻机选型时需具体考虑成本、工作面与工程进度之间的取舍关系。

3 冲击钻机

冲击钻机是一种利用钻头的冲击力对岩层冲凿钻孔的机械，依靠冲击力以垂直往复运动方式进行钻孔，其工作原理类似于凿岩的锤子，靠冲击力将岩石打碎，同时旋转将石头磨成粉末状，再利用气或者水将灰排出，达到钻孔效果。

冲击钻机优势：



图3 海上嵌岩施工平台

(1) 钻机的结构和操作程序简单, 不需要很大的平台;

(2) 设备资源丰富;

(3) 价格便宜。

冲击钻机劣势:

(1) 遇地层不均匀时容易出现斜孔、卡锤和掉钻等事故;

(2) 利用钻杆或钢丝绳牵引冲击头进行冲击钻进时, 大部分作业时间消耗在提放钻头和掏渣土上, 钻进速度较低、成孔速度慢, 随桩孔加深, 掏渣时间和孔底清渣时间相对较长;

(3) 容易出现桩孔不圆的情况, 扩孔率较高。

冲击钻机在海上风电嵌岩施工过程中的运用分析: 冲击钻遇到不均匀地质情况容易出现卡钻、掉钻, 甚至出现斜孔现象, 因此在海上风电施工中较少得到运用。但如果对海上风电场地质条件进行详细分析, 处于地质条件较为均匀且岩石强度较大, 不容易发生塌孔情况, 考虑到冲击钻重量轻、体积小、机动性强、对嵌岩平台要求较低、可以较多设置嵌岩平台、多工作面开展嵌岩施工、冲击钻价格低、可以大规模配置等因素, 则视情况进行选择。

4 旋挖钻机

旋挖钻机是一种通过钻头的回转破碎岩土, 并将破碎的岩土装入钻头内, 然后再由钻机提升装置和伸缩式钻杆将钻头提出孔外卸土, 这样循环往复, 不断地取土卸土, 直至钻至设计深度。

旋挖钻机优势:

(1) 自动化程度高, 劳动强度低;

(2) 对砂土、粘性土、粉质土等土层钻进效率较高;

(3) 成桩质量好;

(4) 环境污染小。

旋挖钻机劣势:

(1) 重量太重, 作业时荷载大, 对平台承载力要求较高, 需多根辅助桩支撑;

(2) 主要适用于砂土、粘性土、粉质土等土层, 对于强度较大的岩石层, 钻进效率较低, 钻机损坏较大;

(3) 钻机成本较高, 钻岩石时损坏较大, 因此费用较高;

(4) 大直径嵌岩桩施工时, 入岩段需分次钻进;

(5) 对钻孔深度要求较高, 超过 80m 深度钻岩较困难。

旋挖钻机在海上风电嵌岩施工过程中的运用分析: 旋挖钻机采用步履式回转底盘, 可实现前后左右行走和回转, 钻进效率高, 但仅适应砂土、粘性土等强度较小地质条件, 且底盘非常重, 嵌岩平台需进行特殊加固, 导致平台重量会非常重, 因此在海上风电特殊情况中选择使用。

5 结语

目前运用在海上风电嵌岩施工的钻机主要有气举反循环回旋钻、泵吸反循环钻机、冲击钻机、旋挖钻机等, 本文对各种钻机的工作原理、优劣势和具体运用进行了分析, 钻机使用单位需结合不同的海上风电场地质条件、项目成本与工期等各要素综合考虑进行选择。

参考文献:

- [1] 金小雷. 冲击钻与冲抓钻成孔原理及操作要点 [J]. 技术探讨, 2015.
- [2] 江城树, 曹斌祥, 魏垂勇. 气举反循环钻机在海上风电施工中的应用 [J]. 建筑机械, 2020.
- [3] 庄伟伟, 李飞, 周锋. 海上风电基础桩嵌岩施工基座研究 [J]. 船舶工程, 2021.

作者简介: 龙正如(1990-), 男, 苗族, 贵州黔西南州人, 本科, 工程师, 研究方向: 海上风电项目工程管理。