

# 厚淤泥地质条件下桩基施工难点技术研究

周全林

华东新华能源投资有限公司

**摘要:** 随着社会经济高速发展,风电行业也得到了迅速的发展,施工环境日益复杂化,对于施工人员的专业技术要求也在不断提高,厚淤泥地质条件下,桩基施工会面临着各种影响因素,阻碍了施工任务的有序进行。文章对相关施工技术难点进行了分析,并进一步探究了具体的应对措施。

**关键词:** 厚淤泥地质; 桩基; 施工; 技术难点

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.028

**前言:** 随着风电机型的容量越来越大,风机的高度越来越高,风机塔筒的直径、高度及叶片的长度也越来越大,因此,对于风机地基的实际承载力、沉降差、倾斜等各个方面要求也在不断提高。为了尽可能的满足承载力与变形的整体要求,克服在厚淤泥地质条件下的施工技术难点,深桩基技术得到了快速的发展,也导致了施工管理与成本不断增加。对于桩基施工而言,地层、地下水状况、施工设备以及工艺技术都是重要的影响因素,后压浆技术是比较常见的技术工艺之一,其主要是通过钢筋笼上提前设置压浆管与压浆装置,并朝着桩侧压浆,孔底沉渣固结,促使桩端与桩侧相应范围内的土体能够得到进一步加固,并提高其整体承载力。

## 一、工程概况

灌云四队102.5MW陆上风电场项目位于江苏省连云港灌云县四队镇及图河镇境内,风电场海拔高度在1.5-5m,风电场场址东西长约15.5km,南北长约16km,总面积约为96.6km<sup>2</sup>,地形整体比较平坦,地貌主要为农田、河道与房屋等建筑,风电机组主要沿农田灌溉渠、沿岸边田埂布置,靠近现有道路,场外交通较为便利。拟建场地所在区域地质构造基本稳定,地势平坦开阔,呈西高东低微倾斜状,水系较发达,农田灌溉沟渠较多,该项目拟选机位现主要是农田,地面高程为1.5-5m,升压站所在位置高程在2.00-2.20m。场地类别为IV类,抗震防裂度为6度,设计基本地震加速度值为0.0625g,设计地震分组为第三组,反应谱特征周期值为0.90s。拟建的25处风电机组基础均采用钻孔灌注桩基础方案,第11层粉砂层、第12层粉质黏土层以及15层细砂层土质较好、强度较高,作为本工程桩基础的桩端持力层。

## 二、厚淤泥地质条件下桩基施工的影响因素分析

### (一) 机械设备不能正常工作

因淤泥层具有地质性能差的特点,其次埋藏浅、厚度比较大,很容易会发生沉降情况,导致机械设备不能正常就位<sup>[1]</sup>。在施工初期,主要是通过置换石块对地基

进行加固,但是因机械自重增加,再加上荷载作用,石块会出现不均匀沉降的情况,地基加固的作用不再明显,石块在淤泥层中呈现不规则的运行轨迹,对钻机的钻进速度产生了极大的影响。若是将石块换为石粉,需要9m<sup>3</sup>石粉,成本太高<sup>[2]</sup>。

### (二) 桩基护筒埋设困难

在表面区域为流动性淤泥层,人工进行挖设护筒过程中,淤泥层流动,不能正常成型,部分在桥位处的风机之前为施工便道,淤泥层当中有着许多大石块,桩基护筒则为挖机成型,直径在1.0m的护筒达到了1.5立方米以上的出土量,同时要将淤泥层深处区域的石头挖干净,在此状况下,护筒开挖至回填的整个过程大约需要2h左右的时间,部分护筒则需要半天时间,出土大约30m<sup>3</sup>,在护筒周边打了木桩稳固土体,从而确保护筒完成埋设。通常桩基施工过程中,需要在施工桩位外的区域埋设1-2个护筒,才能确保流水作业的开展,但是因施工区域桩位密集,施工钻机等设备比较集中,在挖护筒过程中,淤泥层流动则会对其他桩基施工环节造成一定的影响,所以只能等到桩基灌注完成后,在能继续开挖护筒,这样会对桩基施工进度产生直接的影响<sup>[3]</sup>。

### (三) 钻进施工过程控制难度大

厚淤泥地质条件下,桩基施工环节中,机械设备自重与荷载作用下,淤泥层长期处于活动的状态,孔壁也会受到一定影响,容易出现坍塌的现象。在钻进过程当中,由于钻机晃动,会对淤泥层产生影响,导致淤泥层开始流动,钻机也会发生不均匀沉降的情况,造成孔位偏差与桩位倾斜。因潮汐现象的影响,孔壁的侧压力也会受力不均匀,并且造成塌孔等情况。因淤泥层流动因素的影响,会将大石块带到孔位的旁边,钻进环节中也会发生钻进困难、钻头被磨平以及钻杆扭断等情况,钻筒在打捞之后会有大量的石块,之后使用小钻头,并将孔回填,桩基完成施工后采用正循环联合冲击钻成孔<sup>[4]</sup>。

### (四) 钢筋笼下放困难

厚淤泥地质条件下,桩长与钢筋笼都相对比较长,钢筋笼设计直径为0.6m,长42m,有20根22钢筋,并分五节进行制作,接头也超过了100个,根据单面搭接焊计算,在不考虑浪费钢筋材料的情况下,焊接会增加时间成本,且每个钢筋笼下放的时间也在5h左右。

### (五) 二次清孔效果不佳

该施工地质层主要是厚淤泥层+中砂,淤泥层会受到外界荷载力的影响,则会导致发生塌孔现象,粉砂与

中砂同时也具备较强的流动性,在这样的地质条件下,钢筋笼下放的时间会比较久,泥浆也不具备护壁排渣的作用,二次清孔量也比较大。桩基施工中,二次清孔的高度也超过了4m,甚至有的已经达到6m,在极大程度上也直接影响了桩基施工进度与整体质量。

### 三、厚淤泥地质条件下桩基施工中存在的问题

#### (一) 混凝土严重超方

厚淤泥地质条件下,软土特性是比较突出的,同时其具有低强度、高孔隙比的特征,容易被扰动,其工程性能也比较差,桩基施工钻孔时,因地层当中的软土层存在不稳定等因素,因此很容易会发生塌孔的情况,混凝土在浇筑时,因泵送压力、混凝土本身的重量而引起的加速度等多个方面因素,容易造成淤泥层混凝土被挤压至淤泥当中,这样会导致混凝土充盈系数增大,混凝土严重超方<sup>[5]</sup>。

#### (二) 二次清孔问题

该工程项目以淤泥层为主,同时伴有黏土加粉砂,当外界荷载增加时,发生颈缩与塌孔情况的概率也会增加,同时粉砂的流动性很强,因此,钢筋笼下放时间会延长,泥浆材料容易发生沉淀,导致失去了护壁与排渣的保护功能,清孔工作量大大增加,直接影响桩基施工效率与质量<sup>[6]</sup>。

#### (三) 施工工艺选择不当

前期设计是非常重要的环节,如嵌岩桩应当选择旋挖钻机进行施工,对于大直径桩使用该设备是非常合理的,不同设备,其适应的环境以及地层条件也存在很大的差异,施工效率与成本也存在较大差别,施工方法的选择自然也不同。长螺旋钻孔后插钢筋笼一般多适用于小型浅桩,且其桩长通常不会超过25m,主要是砂层与土层,该方法的成本较低、进度比较快,且比较环保、噪音也很小。旋挖钻机多适用于比较广的地层范围,速度比较快,泥浆排放量也比较小,多用于大直径桩施工。正反循环成孔:多适用于超深孔以及场地比较宽阔的地方,但是也存在一定的缺点,如泥浆排量比较大,占地面积大。冲击钻孔:成孔深度比较深,但是进度比较慢,泥浆排放量也比较大,多适用于硬度较大的砂砾层。场地因素也是其中之一,施工现场周边环境会直接影响施工方案,要尽可能的使用环保型施工工艺。不同施工方法的投入和产出是不同的,综上所述,最经济的技术工艺便是长螺旋钻孔反插钢筋笼施工方案,在施工过程中,要结合实际情况合理选择<sup>[7]</sup>。

#### (四) 地层环境条件

首先是地层条件,地层会对设计参数产生直接影响,同时也会影响施工方案,如卵石层,其直径大小会直接决定和影响循环钻进的方法可行性,桩端如果是在基岩区域,还需要综合考虑到机械设备的综合性能。其次是地下水,地下水也会对施工面的高程、工艺技术以

及水位面周边的砂层等产生直接影响,并且容易导致塌孔,当地下存在承压水,应当充分考虑施工面的高程,从而最大程度上保障泥浆护壁环节中泥浆压力能够满足,从而有效避免出现塌孔的现象<sup>[8]</sup>。

### 四、厚淤泥地质条件下桩基施工技术难点的具体应对措施

结合该工程项目具体施工情况不难发现,在厚淤泥条件下,会对施工进度及质量产生很大的影响,首先是,钻机等相关设备不能正常使用,阻碍了施工任务,其次是由于施工未全面落实因地制宜的方针,其他方面因素也包含了钢筋笼等设备在下放时需要花费大量时间,二次清孔占用的时间比较长以及钻机可能发生故障等多个方面。该环境下,流体自身具有流动性的特征,其会直接影响成孔孔位,并造成一定的冲击,极大的影响桩基施工效果。结合工程实际情况来看,在厚淤泥地质环境下,想要达到改善施工进度与质量的目的,就应当从以下方面入手,采取相应的措施予以解决<sup>[9]</sup>。

#### (一) 合理设计与规划施工流程

在具体施工过程中,一旦面临复杂的地质环境条件,应当合理设计与规划施工场地,首先应当对桩基施工部位表面的2-3m厚的淤泥层使用比较松散的黏土以及生石灰进行换填,同时挖出石头。在施工前期,应当科学规划泥浆的具体位置,之后再根据桩基施工难度情况进行合理选择,如:主要环节桩基要先进行施工,确保施工空间符合要求,也为之后的施工提供一定的作业面,也可以不断的实践和探索,从而为之后的桩基施工提供参考,在施工环节中,如果发现了不足和问题,还应当及时改进和优化施工工艺技术,不断提升整体施工效率<sup>[10]</sup>。

#### (二) 科学选择工料机设备

厚淤泥地质条件之下,因施工环境比较复杂,对于钻机的综合性能要求比较高,应当选择3年以内的正循环钻机,和其他类型钻机相比较,其更加适合用于厚淤泥地质条件下的桩基施工,且其具备稳定性良好,接触面积比较大,扰动性更小等诸多优势。厚淤泥层表面在换填之后,可以通过人孔挖孔等方式进行护筒埋设,和挖掘机开挖方式相比较,这样能够有效节约成本,并且大大减少了对土层的影响和扰动,完成埋设的工作面也比较干净整洁。桩基施工之前,应当根据钻机实际情况,配备5块钢板,这样能够分摊钻机自身的荷载,并且对于钻井施工过程中可能出现的晃动可以传递至地面,这样在一定程度上也能够明显减少对淤泥层产生的扰动。下放钢筋笼过程中,应当尽可能的使用宽履带式起重机,其稳定性强,对于施工作业面的整体要求不高,占用空间也比较小,这样也能够为钻机施工提供相应的作业面。

#### (三) 优化与改进施工工艺技术

1. 桩基在施工之前, 需要进行科学实验, 同时明确泥浆配合比, 要选择钠离子比较多的黏土, 含量约为20%, 同时添加10%的膨润土, 0.5%-0.65%的工业氢氧化钠, 泥浆在调配好后再进行开钻施工。厚淤泥层在钻井时, 泥浆的相关指标应当进行合理控制, 密度保持在1.25-1.3t/m<sup>3</sup>, 黏度在19-20s, 进入砂层之后泥浆各指标确定为: 密度1.3-1.35t/m<sup>3</sup>, 黏度控制在20-22s, 混凝土灌注之前泥浆指标应当为1.13-1.18吨/立方米, 黏度在17-19s。

2. 在钻井施工过程中, 进入砂层之前, 持续不排浆, 这样能够确保泥浆的各项指标, 在进入砂层前, 挖出泥浆池中的钻渣, 同时还需要添加PHP, 等到距离钻孔底9m时, 再排出大约四分之一的泥浆, 并用海水进行补充, 直到其成孔, 成孔之后需掏干净泥浆, 并排出大约三分之一的泥浆, 用河水补充, 直到清孔结束。二次清孔应当添加0.65-0.8%的工业氢氧化钠以及丙烯酰胺, 之后再利用循环将其沉淀上来, 等到孔深达到相应的设计要求时, 再继续排出泥浆池里二分之一的泥浆, 随后适当加入河水循环, 指导泥浆指标达到混凝土灌注之前指标为止。

3. 在施工前期, 主要施工方案如下: 使用振拔锤将护筒打进桩内, 之后钻机再进行施工, 现场实践可得出, 其施工过程中, 无法保障实际垂直度, 桩顶距离地面则为5m, 此时需将护筒接出地面, 但是成本代价比较高。随后, 使用钻机进行钻进, 使用D=1.0m的钻头钻至钢护筒底, 之后再通过2次扫孔, 扫掉桩顶比较容易缩颈的部位淤泥, 之后再继续下钢护筒, 随后换0.7m的钻头再次钻进, 这样也比较经济和实用, 在很大程度上也大大提升了桩基施工进度。

#### 四、桩基施工作业过程中应当注意的相关事项

第一, 桩基施工作业期间, 应当使用跳打施工步骤及流程, 针对地质环境的特点以及复杂程度, 针对不同地质状况明确跳打的时间间隔桩数。

第二, 钻机等相关机械设备在钻井施工中, 要合理控制速度, 因为一旦速度太快, 则比较容易导致钻机等相关设备出现晃动的情况, 如果更进一步, 则会对淤泥层产生比较明显的扰动, 当速度太慢, 则容易存在质量安全隐患, 甚至导致塌孔与缩颈。针对实际情况与经验, 反循环运动钻机设备在实际作业过程中, 当处于淤泥层时, 四挡速度是最为合适的, 如果处于砂层, 三挡速度则最适合, 并且建议要实时注意观察孔内各个位置的出浆情况, 并及时调整设备速度, 避免出现不良现象。

第三, 桩基成孔定型后是比较容易发生缩颈情况的, 所以, 在钢筋笼侧边的声测管等有关设备, 一定要使用质量比较好的无缝钢管以及钢管焊接。

第四, 桩基等部位在成孔后, 应当进行二次扫孔工

作, 同时在扫孔施工作业过程中, 如果遇到不良地质淤泥层时, 则需要尽可能的加快档位, 让泥浆能够打在孔壁等位置上, 这样能够有效解决因淤泥层存在流动性从而导致颈缩的问题。

#### 五、结束语

结合项目实践经验可得出以下结论: 因厚淤泥条件存在诸多不利情况, 桩基施工作业也会受到极大的影响, 施工难度大大增加, 无法正常有序开展。如果没有及时处理和改善不良影响因素, 则会对整体工程项目都会造成极大的不利影响, 经过深入的研究与分析, 可以从以下方面入手, 首先, 要在前期施工作业环节做好科学规划与管理, 包括施工顺序的规划与设计, 对于施工场地的规划与合理把控, 同时还应当制定科学完善的施工方案, 确保施工任务有序进行, 施工人员个人专业素质也与施工进度与质量密切相关, 因此, 必须要定期开展培训, 不断提升施工作业人员自身专业素质和技能, 确保其能够更好的应对各种复杂的施工环境, 为后续施工任务的开展打下良好的基础。

#### 参考文献

- [1] 张小波, 朱吉建. 厚淤泥地质条件下桩基施工难点技术研究[J]. 施工技术, 2019 (S2): 3.
- [2] 关泽潮, 曹玉红. 深厚淤泥地质条件下桩基双钢护筒施工技术[J]. 施工技术, 2019 (S01): 3.
- [3] 严偲偲. 探究复杂地质条件下桥梁桩基施工的技术难点处理[J]. 中国科技投资, 2019, 000 (035): 36-37.
- [4] 闫林强, 黎建宁, 胡昆鹏, 等. 沿海饱和流塑状淤泥地质条件下桩基施工关键技术[J]. 公路, 2019, 59 (7): 5.
- [5] 叶雨山, 胡连超, 毋存粮, 等. 大厚度黄土地质条件下灌注桩桩端后压浆施工技术相关参数的探究[J]. 建筑工程技术与设计, 2017.
- [6] 盛寿桥. 旋挖钻机在软弱地质条件下桩基施工技术的研究[J]. 浙江交通职业技术学院学报, 2019, 15 (3): 4.
- [7] 甘展致. 复杂地质条件下大直径超长嵌岩旋挖灌注桩施工技术应用与研究——以横琴口岸交通枢纽工程桩基础施工为例[J]. 科技经济导刊, 2020, v. 28; No. 712 (14): 39-41.
- [8] 高淑军. 高层建筑桩基础施工技术研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019, 000 (020): 1-3.
- [9] 肖振, 汪丽峡. 江汉平原区深厚粉细砂层地质条件下钻孔灌注桩施工工艺研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2019 (12): 00075-00075.
- [10] 艾进孝. 淤泥地质条件下桥梁桩基施工[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019, 000 (018): 505-505.