

Analysis of key points of construction technology of mud wall drilling and grouting pile

Hongxi Wu

China Communications Second Bureau Seventh Engineering Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530200, China

Abstract

The slurry-supported drilled shaft grouting technology is a common construction technique in engineering projects, characterized by its technical and specialized nature. Therefore, during actual project implementation, construction units must thoroughly understand the key aspects of this drilling and grouting technique, implement appropriate control measures, address recurring issues, and achieve predetermined quality objectives. This study provides a concise analysis of the construction process for slurry-supported drilled shaft grouting, outlines essential technical points, and proposes effective quality control strategies for reference by relevant professionals.

Keywords

slurry-supported drilled shaft grouting

泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺要点分析

吴洪西

中交二公局第七工程有限公司, 中国·广西·南宁 530200

摘要

泥浆护壁钻孔灌注桩施工技术是建筑工程中常见的一种技术类型, 具有技术性和专业性较强的特点。因此在具体工程项目中, 施工单位需要充分把握泥浆护壁钻孔灌注桩施工技术的各项要点, 采取恰当的控制措施, 解决经常出现的问题, 实现预期的质量目标。开展本文的研究工作, 简单概述泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺分析其中的技术要点, 并提出几点有效的质量控制对策, 以供相关人员参考。

关键词

泥浆护壁钻孔灌注桩; 施工工艺; 质量控制

1 意义

泥浆护壁钻孔灌注桩是在易塌孔地层中通过泥浆护壁形成桩孔, 然后再灌注混凝土成桩的一项工艺。根据施工现场情况, 选择合适的成桩工艺和各项参数, 加强质量控制工作, 从而实现预期目标。施工单位需要严格遵守技术流程和相关规范, 做好各环节的把控工作, 有序推进泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺, 可以提高成桩的整体质量, 为后续施工奠定良好基础。

2 泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺概述

泥浆护壁钻孔灌注桩是一种在复杂地层, 尤其是易塌孔地层, 形成深基础桩的成熟施工技术, 其核心是通过制备特定性能的泥浆实现桩孔护壁, 结合水下混凝土灌注完成成桩。泥浆护壁钻孔灌注桩适合地下水位以下的黏性土、粉土、砂土、碎石土以及风化岩层^[1]。若建筑物的结构性能差, 存

在地下管线, 不适合使用容易塌孔、易缩径以及有较大振动的桩型和施工工艺。因此在具体应用中, 施工单位需要分析项目情况, 选择合适的工艺类型明确各项参数, 制定详细的施工计划, 便于提高质量, 实现预期目标。

3 泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺要点

3.1 施工准备

在具体的工程项目中, 应用泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺, 要开展现场勘测工作, 了解现场情况, 做好充足准备。首先, 平整场地, 清除障碍物。若存在软弱地基, 需要及时换填或者夯实。提供充足的基础条件, 确保钻机稳定。使用全站仪精准测放桩位, 设置定位桩, 桩位的允许偏差应为 $\pm 50\text{mm}$; 预埋件位置的允许偏差应为 $\pm 20\text{mm}$ 。工作人员还需要划分泥浆系统区域, 包括泥浆池、沉淀池和循环沟, 避免泥浆外溢污染。其次, 做好设备与材料的准备工作, 要根据地质选择合适的设备, 例如在黏性土使用回旋钻, 如果是硬岩需要使用冲击钻。选用膨胀土和外加剂, 提前试验确定合适的配合比, 优化泥浆材料的选择。而钢筋和混凝土需

【作者简介】吴洪西(1976-), 男, 中国河北唐山人, 本科, 工程师, 从事道路桥隧研究。

要做好验收工作,明确其类型和性能符合要求。第三,正式施工前选代表性桩试成孔,验证钻机的各项参数、泥浆的性能以及成孔的时间,明确各项参数,分析对比,优化施工工艺,然后再进行大面积的施工。

3.2 护筒埋设

护筒埋设是泥浆护壁钻孔灌注桩施工的首要关键工序,直接影响桩位精度、孔口稳定性及后续成孔质量。一般在泥浆护壁钻孔灌注桩施工中,钢筒下埋是比较常见的结构形式。在护筒埋设环节,如果是黏土,埋深需要大于等于1m,如果是砂土或者软土需要大于等于2m,顶端高出地面300mm,高出地下水位2.0m。还要控制好中心与桩位偏差的差距和垂直度。用全站仪精确测放桩中心,打入定位桩,做好十字线标记。护筒中心竖直线应与桩中心重合,除设计另有规定外,平面允许误差为50mm,竖直线倾斜不大于1%。做好现场平整工作。平整孔口场地,清除杂物、石块,软土地基需换填碎石或压实,避免护筒下沉;检查钢护筒的质量,需无变形、裂缝,内壁光滑。埋设后,检查护筒的平面情况以及倾斜度的情况,要夯实护筒周边以及底部的黏土^[2]。

3.3 泥浆制备

工作人员首先优化泥浆池的布置,在示意图的基础之上采用半挖半填的方式进行开挖,同时使用钢管架支护^[3]。在泥浆制备环节,要关注比重、黏度、含砂率、胶体率和pH值等各项关键参数,将其控制在合理的范围内。设置合适的循环系统,泥浆池分为原浆池、沉淀池、循环池,串联形成回路,沉淀以后的泥浆经净化再回用。施工人员合理地控制泥浆的实际稠度,提高泥浆制备的质量。

3.4 钻孔与清孔

钻进工艺中钻头有回旋钻、冲击钻、旋挖钻等几种类型,适用情况不同。

回旋钻包括正循环和反循环。正循环是泥浆由泥浆泵压入钻杆,从钻头喷出,携渣沿孔壁上升至孔口,流入沉淀池,适用于黏性土、粉土。反循环是泥浆从孔口流入,由钻杆内抽渣管将携渣泥浆抽出至沉淀池,适用于砂层、卵石层。旋挖钻包括干法和湿法,其原理是钻头旋转切削岩土,闭合斗齿取土,提升钻头卸渣,适用于黏性土、砂卵石,效率高。冲击钻,适用于岩层、卵石层。其原理是钻头自由下落冲击岩土,用掏渣筒排渣,需泥浆护壁防塌。钻进的过程中需要控制好垂直度,钻杆、钻头、护筒中心线保持一致,避免钻杆弯曲导致偏斜。钻进时每1-2小时同步检测泥浆性能,包括比重、黏度、含砂率,随地层变化动态调整。

如果存在钻孔缩径的情况,可以增加扫孔的次数^[4]。若是软土层,可以将低速控制在10~20r/min,轻压钻进,避免流动地层;如果是硬土层或者盐层可以控制在20~40r/min,加压钻进,也要确保进尺的效率,如果是卵石层,将冲程控制在1~2m之间,防止出现卡钻的情况。钻进的过程中需要做好质量监控工作,每钻进5~10m,工作人员需

要检查钻孔的偏差以及垂直的情况,可以使用测斜仪或者吊线法进行检测,如果遇到塌孔的情况,要立即停钻回填黏土至塌孔以上1~2m,然后再重新钻进,如果出现漏浆的情况,要加大泥浆比重或者填入黏土,封堵漏点。

终孔控制环节,控制孔深和孔径。孔深需要按设计标高控制,需穿透软弱夹层进入设计持力层深度。孔径用孔径仪检查,每5m测1次,确保不小于设计桩径,局部缩径需扫孔处理。钻孔结束以后进行清孔操作。主要是清除孔底的沉渣,保证桩底的承载力。常用的方法有换浆法和抽浆法。换浆法是回旋钻常用的一种方法,指的是钻孔结束以后持续注入新浆置换孔内的稠浆,直至沉渣达标。而抽浆法是旋挖钻常用的一种方法,指的是使用真空泵抽除孔底的沉渣,然后补充新浆维持液位。

3.5 钢筋笼吊装

在钢筋笼制作阶段,其钢筋的规格、间距、长度需要符合设计要求。主筋连接使用焊接或者机械连接的方法,设置保护层垫块,保障钢筋笼的制作质量。然后使用吊车垂直起吊,避免出现弯曲变形的情况,入孔时要缓慢下放,防止碰撞孔壁,就位以后将钢筋笼固定好,防止混凝土灌注中上浮。吊装结束后安装导管,接口处使用橡胶密封圈,密封使用前需要做水密性试验。

3.6 混凝土灌注

开展水下混凝土灌注操作要优化材料质量控制,初凝时间 ≥ 6 小时,含砂率在4%~6%。坍落度在180~220mm,水泥用量不应少于 360kg/m^3 ^[5]。混凝土灌注根据工程条件不同,有柔性导管法、刚性导管法等多种方法。利用导管将混凝土从孔底向上灌注,通过混凝土自身重量挤压泥浆并置换孔内空间,依靠混凝土的流动性和保水性在水下形成连续密实的桩体,避免泥浆混入混凝土影响强度。在灌注的过程中,施工人员需要控制好整体的速度,初灌时速度要快,防止堵管,确保整个过程十分顺利。可以使用漏斗和储料斗结合的方式快速下放首批混凝土,确认埋深达标以后持续供料。

4 泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺的控制措施

4.1 灌注桩的尺寸控制

泥浆护壁钻孔灌注桩施工的过程中要控制好灌注桩的垂直度和孔径,保障整体质量。垂直度方面,现场密实度和平整度比较差,钻头间隙过大等都会影响灌注桩的垂直度。因此实际的操作中,在面对不稳定地层时,施工人员尽可能选择自身重力比较大以及钻杆刚度强的钻机,尽可能地使用慢档,进行操作^[6]。钻孔结束后,反复测量核实,确保其垂直度符合要求。在孔径的控制方面,如果孔径过大可能抗压能力会被削弱,孔径过小,会降低自身的承载能力,因此施工人员要加强对孔径的测量以及控制工作,快速展开灌注工作,提高整体质量。在钻孔的过程中要控制好孔壁的稳定性,

始终保持孔内泥浆水头高于地下水位 1.5~2.0m，如果是砂层或者卵石层需要更高。当地层变化时需要放缓钻进的速度，及时调整泥浆的性能，如果出现故障停钻时需要保持泥浆循环。



图 1 泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺流程

4.2 材料质量控制

施工过程中，材料质量尤为关键，施工人员制备泥浆时要注意浆液的配合比，选择优质的黏土和膨胀土，加入一定的外加剂，要控制这些材料的比例，从而提升泥浆的性能。可以通过前期试验，对比几种不同的方案，选择最优的配合比。在应对黏性土时，可以将循环密度维持在 1.1 ~ 1.3g/cm³ 的范围内，如果是在砂土和砂棘中成孔，泥浆密度需要保持在 1.2 ~ 1.3g/cm³。

4.3 常见问题及控制

施工过程中常见的问题有孔壁坍塌、偏孔、孔底沉渣隔层等各种问题。因此施工人员需要对这些问题采取适当措施，优化处理，从而保障整体质量。在针对孔壁坍塌时，可以选用胶体率较高的黏土块进行造浆，增大泥浆的比重。如果斜孔严重，可向钻孔内回填充石和枯土块，然后使用低锤密冲进行矫正^[7]。针对孔底沉渣隔层，施工人员可以在泥浆中加入外加剂碳酸钠，提高清孔效果。与此同时，还要控制好清孔后的停滞时间，然后进行水下混凝土的灌注工作。

针对卡钻情况，如钻头遇孤石、孔壁坍塌埋钻。施工人员轻提钻杆，旋转钻头尝试松动。如果没有效果，用小钻头在旁边钻孔至卡钻位置，注入泥浆后起钻。

4.4 加强人员管理

泥浆护壁钻孔灌注桩施工中对专业性要求高，因此施工单位还需要注重对现有人员的培训工作。岗前培训，提高施工人员的重视，确保他们把握该技术的各项要点，明确质量控制的目标。施工单位通过技术交底和安排专业人员，可以有效减少人为失误，发挥技术优势，提高整体的建设质量。

5 结语

综上所述，泥浆护壁钻孔灌注桩施工工艺有着严格的施工控制要求，施工单位在应用该技术时需要了解其技术规范把握要点，做好对人员的培训，引进专业的仪器设备，然后按照工艺流程进行操作。做好施工前的准备工作，加强钻孔和成孔的质量控制，顺利开展水下混凝土灌注工作，提高成桩的质量，在各个环节采用合理的控制方法，确保技术达到预期的效果。泥浆护壁钻孔灌注桩是通过泥浆护壁与水下浇筑技术的协同，解决复杂地层深基础成桩难题的关键工艺，为建筑工程项目提供技术上的支持，在高层建筑、桥梁、轨道交通等工程中承担着核心承重功能，促进我国建筑业的发展。

参考文献

- [1] 秦浩. 泥浆护壁成孔灌注桩施工技术要点[J]. 砖瓦世界,2025 (9):34-36.
- [2] 陈记权. 泥浆护壁钻孔灌注桩质量控制[J]. 建材与装饰,2024, 20(7):25-27.
- [3] 焦立征. 泥浆护壁钻孔灌注桩的应用研究[J]. 建筑与装饰,2021 (2):173-174.
- [4] 符燕佳. 旋挖钻孔灌注桩施工工艺及质量控制[J]. 广东土木与建筑,2022,29(11):87-90.
- [5] 王慧英. 泥浆护壁钻孔灌注桩施工管理控制要点[J]. 建筑·建材·装饰,2025(3):43-45.
- [6] 井正洋. 岩土工程中泥浆护壁钻孔灌注桩施工技术的应用[J]. 四川建材,2025,51(3):190-192.
- [7] 左振中. 房建施工中泥浆护壁钻孔灌注桩施工质量控制[J]. 科技创新与生产力,2023,44(7):75-77.