

浅谈大直径钻孔灌注桩施工技术

张彦 杨佳

宁波市市政工程建设集团股份有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：大直径钻孔灌注桩施工技术是大型建筑和基础设施工程中不可或缺的关键技术。该技术通过精确控制钻孔、清孔、钢筋笼安装和混凝土灌注等关键环节，确保桩体结构稳定、承载能力强。其优势在于适应各种地质条件，施工效率高，且对环境影响小。在施工过程中，需严格控制材料质量、配合比设计、搅拌运输及浇筑养护等要点，以确保整体工程质量。大直径钻孔灌注桩施工技术的有效应用，对于提升工程稳定性和安全性具有重要意义。

关键词：大直径；钻孔灌注桩；施工技术

引言：随着工程技术的飞速发展，对基础工程稳定性的追求也日益增强。大直径钻孔灌注桩作为现代基础工程的关键组成部分，其施工精度和质量直接关系到整个工程的安全与稳定。基于此，本文深入剖析大直径钻孔灌注桩的施工技术细节，梳理施工过程中的关键步骤和注意事项，旨在为工程师和技术人员提供实用的参考，推动基础工程质量的持续提升。

1 大直径钻孔灌注桩的概述

大直径钻孔灌注桩，是指通过钻孔方式成孔，然后在孔内放置钢筋笼，最后灌注混凝土形成的大直径桩。其直径通常在800mm以上，最大可达3m甚至更大。这种桩型具有承载力高、沉降量小、适应性强等优点，适用于各种复杂地质条件下的建筑基础工程。大直径钻孔灌注桩的施工采用钻机进行钻孔，要求孔洞保持竖直，直径与灌注桩相同。钻孔过程中，需根据地质条件选择合适的钻机和钻具。随着钻探的深入，需及时清理孔洞中的钻渣，确保孔洞保持干燥和清洁。待孔洞达到一定深度后，开始注浆^[1]。通常采用上部注浆、下部压浆的方法，确保混凝土能够充分填充孔洞。待注浆凝固后，在孔中设置钢筋骨架，增强桩的承载能力和稳定性。对灌注桩孔中进行灌浆，一般采用高压、混凝土湿法灌注，确保混凝土充分密实。对灌注桩进行压实处理，避免空隙和孔隙的存在，进一步提高桩的承载能力和稳定性。大直径钻孔灌注桩在施工过程中存在一些技术难点，如成孔质量控制、注浆工艺优化等。大直径钻孔灌注桩的优势在于其承载力高、沉降量小、适应性强等方面，能够满足各种复杂地质条件下的建筑基础工程需求。

2 大直径钻孔灌注桩的施工技术

2.1 钻孔技术

常见的钻孔设备包括旋挖钻机、冲击钻机等。旋挖钻机适用于砂土、黏性土、粉土及部分软岩地层，而冲

击钻机则适用于卵石、漂石、硬岩等地层。在钻孔前，需要对钻孔场地进行清理，确保场地平整、无杂物。钻孔时应保持孔壁稳定，防止坍塌。对于易坍塌的地层，可采取泥浆护壁或注浆护壁等措施。控制钻孔速度，避免过快或过慢。过快的钻孔速度可能导致孔壁不稳定，而过慢则可能影响施工进度。钻孔过程中应经常检查钻头磨损情况，及时更换磨损严重的钻头。钻孔时应保持孔内水位稳定，避免水位波动过大影响孔壁稳定。钻孔完成后，应对孔深、孔径、孔斜度等进行检查，确保符合设计要求。对于不合格的孔，应及时采取措施进行处理，如扩孔、补孔等。除此之外，在钻孔过程中，还应注意钻孔产生的噪音、振动等对环境的影响，采取必要的环保措施降低对周边环境的影响。

2.2 泥浆护壁技术

泥浆能够保护孔壁，防止孔壁坍塌，保证钻孔的稳定性和连续性。泥浆还能将钻孔过程中产生的钻渣携带至孔外，起到清洁孔壁的作用，还能够起到润滑作用，降低钻头在钻进过程中的阻力。泥浆的制备需要根据地质条件和工程要求来确定。通常，泥浆由水、黏土、膨润土等材料混合而成。在制备过程中，需要严格控制泥浆的配比，以确保泥浆的黏度和稳定性。一般来说，泥浆的相对密度应控制在1.1~1.5之间，以满足不同地层的需求。在钻孔前，需要埋设护筒以保护孔口。护筒通常由钢板制成，内径应大于钻头直径200mm左右。护筒的埋设深度应根据地质条件和设计要求来确定。按照配比制备好泥浆后，通过泥浆泵将其注入孔内。在注入过程中，需要控制泥浆的流量和速度，以确保泥浆能够均匀地覆盖在孔壁上。在钻孔过程中，泥浆需要不断地循环使用。通过泥浆泵将泥浆从孔底抽出并排放到泥浆池中，然后再将新的泥浆注入孔内。这种循环方式可以保持孔内的泥浆稳定并有效清洁孔壁。当钻孔达到设计深

度后,需要进行清孔处理。通过泥浆泵将孔内的泥浆和钻渣排出,使孔底保持清洁。泥浆的浓度和黏度需要根据实际情况进行调整,以确保其护壁效果。在施工过程中需要定期检查泥浆的质量和性能,确保其满足施工要求。泥浆的排放和处理需要符合环保要求,避免对环境造成污染。

2.3 清孔技术

清孔方法的选择需根据具体工程条件和孔内情况来决定。适用于冲抓、冲击和人工推钻施工的钻孔。通过掏渣筒等工具将孔底的沉淀物掏出,直到泥浆中无2~3毫米大的颗粒为止。适用于各种土层中的摩擦桩。在终孔后,利用正循环钻机继续循环换浆、清渣。换浆时,应稍提锥头离孔底1020厘米空转,并保持泥浆正常循环,以中速压入比重为1.101.25的较纯的泥浆,将孔内悬浮钻渣较多的泥浆换出。通过空气吸泥机或水力吸泥机将孔底的泥浆和沉淀物抽出。这种方法较为彻底,适用于各种钻孔方法的摩擦桩、支承桩和嵌岩桩。清孔的质量标准包括孔底沉渣厚度、泥浆指标等。一般来说,孔底沉渣厚度应小于5cm,泥浆指标比重应控制在1.151.20之间,含砂量小于4%,粘度在2022秒之间。清孔前应对孔深、孔径等进行准确测量和检查,确保符合设计要求。清孔过程中要密切关注孔壁的稳定性和泥浆的性能变化,如有异常应及时处理。清孔结束后,应由监理工程师对孔深、泥浆和沉渣厚度进行验收,确保清孔质量符合标准。

2.4 钢筋笼制作与安装技术

钢筋笼的制作需严格按照施工设计图纸和规范要求进行。首先,根据孔型、孔深与成型钢筋尺寸进行核对,确保无差异后方可进行制作。对于大直径长桩的钢筋骨架,建议在胎架上分段制作,便于后续的安装和运输。制作过程中,需采取有效的措施增强骨架的刚度,并确保主筋的接头交错布置。主筋的焊接长度通常为10D(双面焊),但考虑到施焊时起落点的不饱满性,焊缝长度易增加1CM,以确保焊接质量。主筋与加强筋必须垂直,并绑扎箍筋,以增加整体稳定性。在钢筋笼制作中,推荐使用套筒螺纹连接法作为主筋连接的新技术。这种连接方式经实践检验,具有较好的施工质量,且能节省钢筋接头和焊接人工。不过,在使用前需进行经济效益的详细分析和核算。除此之外,钢筋丝头加工质量和钢筋端头切平是关键步骤。钢筋端头一定要切平,丝头不能太紧也不能太松,以确保套筒连接的顺利进行。钢筋笼的安装需在孔口中心竖直对准后缓慢下放,避免刮伤孔壁^[2]。安装过程中,应特别注意保护钢筋笼的完整

性,防止变形或损坏。在吊装过程中,需采取适当的防变形措施。可在骨架顶端或合适位置设立吊环,以确保吊装过程中骨架不产生变形或损坏。钢筋笼的定位也是安装过程中的重要环节。需根据测定的孔口标高反推定位筋的标度,并反复核对桩基保护桩,确保钢筋笼骨架准确就位后再进行焊接。

3 施工中的关键技术和质量控制要点

3.1 桩位偏差的控制

桩位偏差是指实际桩位与设计桩位之间的偏离程度。这种偏差若超出允许范围,不仅会影响桩的承载力和稳定性,还可能对整个工程结构的安全性和使用寿命造成严重影响。设备选型不当、施工工艺不合理或操作不当均可能导致桩位偏差。地质条件复杂、土层不均或存在软弱地层时,钻孔过程中容易发生孔斜,导致桩位偏差。测量仪器精度不足、测量人员操作不当或测量基准点设置不准确等因素也可能导致桩位偏差。根据工程地质条件和设计要求,选择合适的施工设备和钻进参数,避免盲目追求进尺,确保钻孔垂直度。在钻进过程中,采取适当的钻进速度、泥浆配比和循环方式,确保孔壁稳定,防止孔斜。使用高精度测量仪器,严格按照测量规范进行操作,确保测量基准点的准确性和稳定性。加强施工现场管理,对施工人员进行技术培训和质量意识教育,确保各项施工措施得到有效执行。在桩位偏差控制过程中,需特别注意确保钻孔过程中不出现倾斜或弯曲现象。通过调整泥浆配比和循环方式,提高泥浆护壁效果,防止孔壁坍塌。在钻孔过程中和浇筑混凝土前,定期对桩位进行检测,确保偏差在允许范围内。一旦发现桩位偏差超标,应立即停止施工,分析原因并采取有效措施进行处理。

3.2 桩身垂直度的控制

若桩身垂直度不满足要求,不仅会影响桩的承载力,还可能导致桩体偏斜、倾斜或断裂,进而影响整个工程结构的稳定性和安全性。为了确保桩身垂直度满足要求,可以选择合适的钻机型号,确保其具备足够的稳定性和精度。在钻机安装时,确保钻机转盘中心与用于定位的“+”字线点基本重合,误差不得超过5cm。检查钻机水平度,主动钻杆、立轴导管垂直度,确保整体机架周正稳固。在钻进过程中,应经常检查钻机的垂直度,并根据土层变化及时调整钻进参数。在旧建筑物附近施工时,应提前做好探测,避免遇到障碍物导致钻头偏斜。若发现钻机偏斜或整体塔架晃动,应立即停止钻进,查明原因并采取相应措施进行矫正。在成孔后、下放钢筋笼前,应使用井径、井斜探孔测试等方法对桩身

垂直度进行检测。若发现垂直度不满足要求,应分析原因并采取相应措施进行处理,如回填粘土后重新钻孔等。在桩身垂直度控制过程中,遵循相关施工规范和技术要求,确保每一步操作都符合规定。对施工现场进行实时监督和管理,确保各项控制措施得到有效执行。一旦发现桩身垂直度不满足要求或其他质量问题,应立即停止施工并查明原因进行处理。

3.3 孔底沉渣厚度的控制

孔底沉渣厚度是指钻孔底部残留的未被清除的钻渣、泥浆等杂质的厚度。沉渣过厚会削弱桩与地基之间的摩阻力,降低桩的承载能力,甚至导致桩体失稳。为确保孔底沉渣厚度满足规范要求,可以根据地质条件和桩型选择合适的清孔方法,如抽浆法、换浆法、掏渣法等。在成孔后和钢筋笼安装前,进行第一次清孔,清除孔内大部分沉渣。在浇筑混凝土前,进行第二次清孔,确保孔底沉渣厚度满足规范要求。泥浆性能直接影响清孔效果和孔底沉渣厚度。在施工过程中,应严格控制泥浆的粘度、含砂率等指标,确保泥浆具有良好的携渣能力和护壁效果。在清孔过程中和浇筑混凝土前,使用测绳(重锤)检测、取样盒检测或沉渣仪检测等方法对孔底沉渣厚度进行检测。若发现沉渣厚度超标,应立即停止施工,分析原因并采取相应措施进行处理。缩短清孔至混凝土灌注之间的时间间隔,避免孔内泥浆长时间静止导致沉渣重新沉淀。在孔底沉渣厚度控制过程中,清孔是控制孔底沉渣厚度的关键步骤,必须确保清孔彻底、充分。泥浆的性能对清孔效果和孔底沉渣厚度有重要影响,必须严格控制泥浆的性能指标。通过检测与监测及时发现并处理孔底沉渣厚度超标的问题。合理安排施工时间可以有效避免孔内泥浆长时间静止导致的沉渣重新沉淀。

3.4 混凝土灌注质量的控制

混凝土灌注质量直接关系到桩体的强度、耐久性和整体稳定性。若灌注质量不佳,可能导致桩体出现空洞、裂缝等质量问题,严重影响桩的承载能力和使用寿命。确保水泥、骨料、水等原材料的质量符合相关标准和设计要求。对进场材料进行严格检验,包括材料的强

度、粒径、含泥量等指标。使用清洁、无污染的水源,控制水的用量,避免影响混凝土的性能。根据工程要求和原材料性能进行配合比设计,确保混凝土的和易性、强度和耐久性满足要求。配合比必须经过试验验证,并在施工过程中进行监测和控制。使用性能良好的搅拌设备,确保混凝土搅拌均匀、无离析现象。控制搅拌时间和搅拌速度,避免过度搅拌或搅拌不足。运输过程中注意防止混凝土离析和初凝,确保混凝土在运输到浇筑现场时仍保持良好的性能。浇筑前检查模板、钢筋、预埋件等是否符合设计要求,确保浇筑条件良好。控制浇筑速度和浇筑厚度,避免过快或过慢的浇筑速度导致混凝土离析或产生空洞^[1]。振捣密实,确保混凝土内部无气泡、无空洞,提高混凝土的密实度和强度。浇筑完成后及时进行养护,防止混凝土表面开裂和内部收缩。养护时间应根据工程要求和原材料性能确定,确保混凝土达到设计强度。对混凝土灌注过程进行全程监控,确保每个环节的质量得到有效控制。保留施工过程中的关键数据,如原材料的批号、搅拌设备的转速、浇筑速度等,以备查验。对混凝土进行强度、密实度、抗渗性等性能的检测,确保混凝土质量满足设计要求。

结语

总之,大直径钻孔灌注桩施工技术作为现代基础工程的核心技术,其精湛的工艺和严格的质量控制对于保障整体工程的安全与稳定至关重要。通过本文的探讨,我们更加深入地理解了该技术的施工要点和关键环节,为未来的工程施工提供了有益的参考。展望未来,我们期待在技术创新和工艺优化的推动下,大直径钻孔灌注桩施工技术能够不断发展,为更多高质量工程的建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1]李增辉.大直径钻孔灌注桩施工技术及管理要点[J].交通世界,2020,(18):80-81.
- [2]李立伟,支学训,裴秋波.大直径超长钻孔灌注桩成孔施工质量控制[J].山东交通科技,2020,(03):29-30.
- [3]胡宇庭,杨建军,穆兰.深水大直径超长桩基成孔技术[J].铁道建筑,2019(2):58-60.