

建筑旋挖钻孔灌注桩施工技术分析

郑雪明

杭州通达集团有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要] 旋挖钻孔灌注桩技术, 作为现代建筑基础施工的重要方法, 因其高效、稳定的施工特点, 在复杂地质环境中广泛应用。该技术依托旋挖钻机进行钻孔作业, 确保了桩基在不同土层中的快速施工及混凝土灌注过程的顺利完成, 从而提高了工程效率及桩基承载力。在近年来的建筑领域, 尤其是高层建筑、桥梁等重大项目的施工中, 旋挖钻孔灌注桩技术已成为解决传统施工方法难以应对的难题的有效手段。随着城市建设的蓬勃发展, 施工周期的缩短与成本控制的压力日益增大, 要求工程项目采用更加高效且稳定的施工技术。

[关键词] 旋挖钻孔灌注桩; 施工技术; 承载力; 质量控制; 技术创新

DOI: 10.33142/ucp.v1i6.15181

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

Analysis of Construction Technology for Rotary Drilling and Grouting Pile in Buildings

ZHENG Xueming

Hangzhou Tongda Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: Rotary drilling and grouting pile technology, as an important method for modern building foundation construction, is widely used in complex geological environments due to its efficient and stable construction characteristics. This technology relies on rotary drilling machines for drilling operations, ensuring the rapid construction of pile foundations in different soil layers and the smooth completion of concrete pouring processes, thereby improving engineering efficiency and pile foundation bearing capacity. In recent years, in the field of construction, especially in the construction of major projects such as high-rise buildings and bridges, rotary drilling and grouting pile technology has become an effective means to solve the problems that traditional construction methods cannot cope with. With the vigorous development of urban construction, the shortening of construction periods and the increasing pressure of cost control require engineering projects to adopt more efficient and stable construction technology.

Keywords: rotary drilling and grouting pile; construction technology; carrying capacity; quality control; technological innovation

引言

在当前建筑工程中, 旋挖钻孔灌注桩技术, 以其卓越的施工效率与适应能力, 已逐渐成为众多建筑工程项目的首选桩基施工方法。尤其是在高层建筑、桥梁等对桩基承载力及稳定性要求较高的工程中, 该技术表现出强大的优势。通过旋挖钻机的钻进, 可以快速穿透不同土层, 并保持孔壁的稳定, 进而确保桩基的质量与承载能力。与传统桩基施工方法相比, 旋挖钻孔灌注桩技术在施工周期、施工精度等方面均具有明显优势。

1 旋挖钻孔灌注桩技术特点

旋挖钻孔灌注桩施工技术具有多方面的显著特点, 主要体现在以下几个方面: 首先, 施工效率高。旋挖钻机凭借其强大的钻孔能力, 能够快速穿透各种土层, 从而显著提高施工效率, 缩短施工周期。这种高效作业能够有效降低项目的总工期, 节省施工成本。其次, 承载力强。通过采用后注浆技术, 旋挖钻孔灌注桩能够增强桩基的承载能力, 确保桩基在复杂地质条件下依然能满足建筑物的设计需求, 尤其适用于高层建筑和重载结构。第三, 降低沉降。通过提高桩底土体的密实度, 能够有效减缓沉降速度, 降低建筑物结构在使用过程中产生不均匀沉降的风险, 从而提升

建筑物的稳定性和安全性^[1]。最后, 适用范围广。旋挖钻孔灌注桩技术能够适应多种地质条件, 包括软土地基、硬土层以及复杂的地下水环境, 具有极强的适用性。因此, 这种技术被广泛应用于各类建筑工程中, 如住宅、商业大厦以及桥梁等结构, 成为现代基础设施建设中的重要施工技术之一。

2 旋挖钻孔灌注桩施工工艺

2.1 钻孔施工过程

旋挖钻孔灌注桩的施工首先需进行地质勘察, 了解现场的土壤成分、地下水位、岩层特征等地质条件。这些数据帮助施工团队决定合适的钻机型号与技术方​​案, 从而保证后续施工的顺利进行。在勘察后, 依据设计要求, 选择合适的旋挖钻机, 以确保高效且精确的钻孔。钻孔作业是整个桩基施工的核心。旋挖钻头在土层中旋转切割, 通过不断去除碎土来完成钻孔。为了防止土体阻塞钻头, 施工过程中需使用冲洗液。这不仅能清除钻孔内的泥浆, 还能提高孔壁的稳定性, 避免发生坍塌, 尤其是在地下水位较高或土质松软的环境下, 冲洗液的作用更为重要。钻孔的深度必须严格按照设计要求控制。孔深不足或过深都可能对桩基的承载能力产生不利影响。为了保证施工质量, 需要对钻孔深度进行精确监控。

2.2 灌注桩施工过程

钻孔作业完成后,接下来是钢筋笼的安装及混凝土灌注环节。钢筋笼的安装要求精确定位,确保其垂直度与设计一致。安装后,施工人员将对混凝土的灌注进行控制,确保其均匀性与连续性。灌注过程中,混凝土必须顺畅地填充整个桩孔,避免出现空洞或不均匀现象。为了保证混凝土灌注的质量,通常通过压力泵将混凝土注入桩孔,并维持适当的压力与流速。混凝土灌注时,桩底的土体受到较大的压力,因此需要精确控制灌注速度。如果灌注速度过快,混凝土流动过快,可能导致固化质量差;如果灌注过慢,则可能导致桩孔内的混凝土未能完全填充,影响桩基的承载力^[2]。养护过程中,需要控制混凝土的温湿度,以避免过快干燥造成裂缝。此阶段直接影响混凝土强度的提升与桩基的稳定性,保证其在后续使用中的长期安全性。灌注后的桩基必须进行质量检测,常见的检测方法包括静载荷试验、动载荷试验及超声波检测等,这些技术能有效检验桩基的承载力及稳定性,确保施工质量达到标准。

3 旋挖钻孔灌注桩施工技术的优势

3.1 高效性分析

与传统桩基施工方法相比,旋挖钻孔能够在较短的时间内完成钻孔任务,尤其在软土和中硬土层中表现出较高的钻进速度。钻头通过旋转切割土层,使得施工进度得到加快。对于大规模施工项目而言,缩短工期所带来的经济效益尤为明显。减少的时间成本、人工费用及设备使用成本,能有效降低整体施工成本,从而提升项目的经济性。

3.2 环境影响分析

与传统施工方法相比,旋挖钻孔灌注桩技术在环保方面具有独特优势。传统钻孔方法往往伴随较高的噪音与振动,而旋挖钻孔技术的噪音和振动水平较低,这对于城市建设中的项目尤为重要。尤其是在居民区或商业区附近,低噪音的施工方式减少了对周围环境的干扰,符合绿色施工的要求。此外,旋挖钻孔技术使用的冲洗液为环保型材料,能够有效降低施工过程中的废水排放。冲洗液的循环利用有助于减少对土壤和水源的污染,同时保证施工现场的清洁。

3.3 适用性分析

旋挖钻孔技术的适应性非常强,无论是软土、硬土、黏土,还是碎石层、地下水位较高的区域,旋挖钻孔技术均能有效解决传统方法所面临的施工难题。在这些特殊环境中,旋挖钻孔能够提供更加可靠的施工方案,确保桩基的施工质量。该技术能够适应多种类型的建筑项目,包括高层建筑、桥梁、隧道等。这种适应性使得旋挖钻孔灌注桩技术成为多领域、多种类型项目中理想的施工选择。

3.4 施工成本分析

尽管旋挖钻孔灌注桩技术的初期投入较高,主要体现在设备采购及维护费用上,但其在施工过程中展现的高效率能够有效降低整体成本。通过减少施工周期,降低人工费用、设备费用及管理费用,旋挖钻孔技术能够显著节省项目总成本^[3]。尤其在大型工程项目中,施工周期的缩短

带来巨大的成本优势。此外,旋挖钻孔技术的机械化程度较高,人工操作的误差较少,有效提高了施工质量。通过减少由于人为因素造成的施工问题,避免了返工及修复带来的额外费用,进一步降低了项目的成本。

4 旋挖钻孔灌注桩施工中的常见问题

4.1 钻孔质量问题

施工过程中,若出现钻孔偏斜或孔壁塌陷,可能导致桩基无法满足设计要求,影响工程质量。钻孔偏斜的发生往往与土层不均匀或施工工艺不当有关,偏离的垂直度使得后续钢筋笼的安装与混凝土灌注难以精准执行,从而降低桩基的承载能力。孔壁塌陷则多由地下水位较高或土质松散引起。塌陷后,孔内的混凝土灌注将受到阻碍,造成桩基强度不足,影响其长期稳定性。

4.2 灌注不均问题

在灌注过程中,若混凝土未能充分填充整个桩孔,或在过程中滞留气泡,桩基的密实性将受到破坏,降低其承载能力。气泡未及时排除,将在桩基内部形成空隙,进一步影响其稳定性。在地质条件复杂的施工现场,灌注过程的控制更为困难,若操作不当,混凝土灌注不均的情况可能更加严重。

4.3 工期延误问题

气候条件,尤其是恶劣天气如降雨或高温,往往会对施工进度产生直接影响。降雨使得土层松动,导致施工效率下降,且可能增加施工现场的安全隐患。高温天气则会使混凝土凝固过快,影响灌注质量。此外,复杂的地质环境,如松软土层或较高的地下水位,也会拖慢钻孔速度,延长施工周期。未能及时识别并应对这些问题,可能导致工期延误。

4.4 施工安全问题

施工现场的安全隐患主要体现在机械设备的操作、人员的操作规范以及电气设施的安全性。旋挖钻机是施工中的核心设备,若操作不当或设备故障,可能导致人员受伤或设备损坏。在复杂地质条件下,钻孔过程中的操作难度增加,任何失误都可能引发事故。此外,电气设备的安全问题也不可忽视,尤其是临时电气设施的安装与使用,若不符合安全规范,可能引起电气故障、火灾或触电事故。

5 旋挖钻孔灌注桩施工技术的改进与创新

5.1 机械化设备的创新

传统施工方法往往依赖于大量人工操作,不仅施工周期较长,且难以确保质量的稳定性。随着科技的进步,现代机械设备的引入使得施工效率大幅提高,且施工精度得到了显著增强。液压驱动旋挖钻机的使用,能够应对不同地质条件,在保证稳定工作的前提下加快施工进度。液压系统具有自适应调节功能,可根据现场的实际情况调整参数,从而在复杂地质条件下保持钻孔的高效稳定性。与此同时,智能控制系统的加入,使得钻进过程的每个环节都能得到实时监控与调整,有效提升了施工精度,减少了人为因素对施工质量的影响。在灌注工艺方面,创新型灌注设备的应用,使得混凝土能够均匀、精准地灌注到桩孔内,避免了传统方法中

出现的气泡滞留及灌注不均问题,从而保证了桩基的强度与承载力。自动化控制系统不仅能够实时监控混凝土的配比,还可以调整灌注速率,确保灌注过程的连续性与一致性。

5.2 施工方法的改进

传统施工方法在面对复杂的地质条件时,往往难以保持施工质量的一致性,从而导致许多问题的发生。而新型施工方法通过改进钻孔工艺、优化施工流程等手段,显著提高了施工效率与质量。钻孔工艺方面,新的钻头设计与钻进参数的优化,使得钻机能够在各种土层中稳定运行,避免了传统方法中出现的孔壁坍塌与钻孔偏斜问题。尤其是在软土层和复杂地质环境中,使用泥浆护壁技术能够有效地防止孔壁塌陷,保证桩孔的稳定性。同时,灌注技术的不断优化,使得混凝土的灌注更加均匀,避免了空洞和不均匀灌注的问题,确保了桩基的密实性与承载力。施工流程的改进也在不断推动施工效率的提高。例如,在钢筋笼安装过程中,使用机械化设备代替人工操作,不仅提高了安装速度,还保证了钢筋笼的准确性与稳定性。此外,钢筋笼的预制与提前安装,也减少了钢筋安装过程中对混凝土灌注的影响,从而缩短了施工周期。

5.3 自动化与智能化技术的应用

自动化与智能化技术的应用,是旋挖钻孔灌注桩施工技术创新的重要组成部分,不仅显著提高了施工效率,也提高了施工精度,减少了人为失误的可能性,同时增强了施工安全性。现代旋挖钻机普遍配备了智能控制系统,能够通过传感器实时获取钻进数据,依据现场实际情况自动调整钻进参数。同时,智能监控系统能够持续跟踪施工状态,通过数据反馈调整施工方案,确保每一环节都符合设计要求。在桩基质量的检测中,通过无人机巡检、激光扫描、超声波检测等新技术,施工质量得到了全面的监控,从而保证施工质量。此外,智能监控系统还能在出现危险或异常情况下,第一时间发出警报,确保施工人员的安全。

6 旋挖钻孔灌注桩施工技术的质量控制

6.1 施工质量监控体系

建立一套完善的施工质量监控体系,是确保旋挖钻孔灌注桩施工质量的基础。施工质量的控制需贯穿整个过程,包括施工前的地质勘察、施工中的实时监控,以及施工后的质量验收。每一个环节的质量把控,都为最终的施工质量提供了保障^[4]。施工前,地质勘察是最基础且最关键的步骤,精准的地质勘察能够为施工方案的合理性提供数据支持。通过对地质条件的分析,施工方案能够根据实际情况进行调整,以应对现场可能出现的复杂情况。施工过程中的质量控制更为重要,钻孔与灌注是两个关键环节,施工过程中,实时数据采集与监控系统对钻孔深度、钻孔质量、灌注质量等进行全面检测,确保每个环节符合标准。最终,施工后的质量验收同样不容忽视。通过详细的质量检测与分析,确保施工的各个环节都符合设计要求,并对施工中可能存在的问题及时处理。整体质量监控体系的完善,能有效确保施工质量,避免了因个别环节失控而影响整体质量的风险。

6.2 质量控制的关键点

在旋挖钻孔灌注桩施工中,质量控制的关键点集中在两个方面:钻孔过程与混凝土灌注过程。钻孔质量的控制,主要集中在钻孔的垂直度、孔深及孔壁稳定性。任何一点偏差,都可能影响桩基的强度与稳定性。因此,施工时需要对钻孔参数进行精确控制,并采用先进的技术,如泥浆护壁或水泥浆保护技术,来防止孔壁的坍塌。与此同时,对钻孔深度的控制也是一项重要任务,钻孔深度必须与设计要求一致,以保证桩基的承载能力。灌注时,应确保混凝土均匀灌入桩孔,避免出现空洞或不均匀的现象。灌注过程中,任何因混凝土不均匀或气泡滞留造成的缺陷,都可能直接影响桩基的质量。此外,钢筋笼的安装也是质量控制的关键环节,钢筋笼的准确安装,不仅影响桩基的稳定性,还决定了桩基的受力状态。

6.3 质量检测方法与技术

现代化的质量检测方法,不仅对施工过程中的关键环节进行严格把关,还通过数据分析与智能反馈,及时发现潜在问题并进行调整。传统的质量检测方法主要依赖于人工检查,虽然能够提供基础的数据支持,但效率较低,且容易受到人为因素的影响。近年来,激光扫描、超声波检测、无人机巡检等新技术的应用,使得质量检测工作变得更加精确与高效。激光扫描技术能够全面获取桩基的尺寸与形状数据,确保桩基符合设计要求。超声波检测则能够深入检测桩身的内部质量,及时发现混凝土中可能存在的空隙或裂缝问题。无人机巡检则通过高空拍摄,提供了对施工现场的全面视角,有助于及时发现施工中的安全隐患或质量问题。

7 结语

旋挖钻孔灌注桩技术,凭借其较高的施工效率与优异的适应性,已在多种建筑项目中取得了显著应用,特别是在高层建筑、桥梁等复杂地质条件下的项目中,展示了其独特的优势。随着施工技术的不断发展,对高效、安全、精确施工的需求愈发迫切,旋挖钻孔灌注桩技术的应用前景广阔,必将在未来的基础设施建设中发挥更为重要的作用。随着智能化与自动化技术的不断发展,旋挖钻孔灌注桩技术的施工效率与质量控制水平有望得到进一步提升。

[参考文献]

- [1]何嘉齐.钢套管钻孔灌注桩施工对邻近既有地铁隧道的影响研究[D].广西:广西大学,2020.
- [2]李正义,李俊龙,甘超,等.旋挖钻孔灌注桩在建筑桩基工程施工中的应用[J].建筑技术开发,2022,49(13):153-155.
- [3]曾梅.旋挖钻孔灌注桩后注浆法在建筑工程桩基础施工中的应用研究[J].科技资讯,2023,21(3):89-92.
- [4]丁奎.旋挖钻孔灌注桩施工常见问题及对策探讨[J].工程与建设,2023,37(2):654-656.

作者简介:郑雪明(1978.12—),毕业院校:中国地质大学(武汉),土木工程(建筑工程),本科,现工作单位:杭州通达集团有限公司,职称:工程师。