

钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术应用

丁怀龙

新疆南路桥工程有限责任公司, 中国·新疆 阿克苏 843000

摘要: 钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术在当今工程领域已得到广泛应用, 尤其在市政桥梁、建筑工程及公路桥梁等基础设施建设中占据重要地位。该技术通过成孔、清孔、钢筋笼放置及混凝土灌注等关键流程, 确保桩基础的承载能力与稳定性。然而, 在实际应用中, 堵管、断桩、桩身混凝土夹泥等问题时有发生, 严重影响工程质量。为有效应对这些问题, 需从混凝土配合比设计、导管选用与布置、浇筑过程控制等关键点入手, 并采取智能化监测技术、新型混凝土材料等创新策略。这些措施不仅有助于提升施工效率与质量, 也代表了该技术未来的发展趋势, 为相关工程实践提供了重要参考。

关键词: 钻孔灌注桩; 混凝土浇筑; 施工技术; 应用

Application of Concrete Pouring Technology for Drilled Pile Construction

Ding Huailong

Xinjiang Jiangnan Road & Bridge Engineering Co., Ltd., China Xinjiang Aksu 843000

Abstract: Concrete pouring technology for drilled piles has been widely applied in modern engineering, playing a significant role in infrastructure construction such as municipal bridges, buildings, and highway bridges. Through critical processes including hole drilling, cleaning, reinforcement cage installation, and concrete pouring, this technique ensures the load-bearing capacity and stability of pile foundations. However, in practice, problems such as pipe blockage, broken piles, and mud inclusion in concrete frequently occur, seriously affecting engineering quality. To effectively address these issues, it is essential to focus on key aspects such as concrete mix design, selection and layout of guide pipes, and control during the pouring process, while adopting innovative strategies like intelligent monitoring systems and new types of concrete materials. These measures not only enhance construction efficiency and quality but also represent future development trends of the technology, providing valuable references for related engineering practices.

Keywords: Drilled pile; Concrete pouring; Construction technology; Application

0 引言

钻孔灌注桩作为建筑工程基础施工中的关键技术, 广泛应用于各类建筑工程中, 如高层建筑、桥梁工程以及水利设施等。其能够有效提高建筑基础结构的承载能力和稳定性, 保证建筑工程主体结构的安全性。在钻孔灌注桩的施工过程中, 混凝土浇筑施工技术是决定成桩质量的核心环节。合理的混凝土浇筑施工不仅能够确保桩身的完整性和强度, 还能显著提升工程的整体安全性和耐久性。因此, 深入研究钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术的应用要点、问题分析及解决策略, 对优化施工工艺、提高工程质量具有重要意义。本文将围绕这一主题展开详细探讨, 以期对相关工程实践提供理论支持和技术参考^[1]。

1 钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术概述

1.1 技术原理

钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术是一种广泛应用于现

代建筑工程中的基础施工技术, 其核心在于通过机械或人工成孔后, 在孔内放置钢筋笼并灌注混凝土以形成高强度的桩体结构。该技术的基本原理可分为四个主要流程: 成孔、清孔、钢筋笼放置及混凝土灌注。在成孔阶段, 通常采用旋转钻机或冲击钻机进行钻孔作业, 利用钻头对土层或岩层进行切削或破碎, 形成设计要求的桩孔直径和深度。此过程中, 需根据地质条件选择合适的钻进工艺和泥浆护壁技术, 以防止孔壁坍塌。清孔阶段则是通过循环泥浆将孔底沉渣清除, 确保孔底干净无杂质, 从而为后续施工提供良好的基础条件。钢筋笼放置阶段要求严格按照设计要求制作和安装钢筋笼, 保证其位置准确且固定牢固。最后, 在混凝土灌注阶段, 采用导管法将混凝土输送至孔底, 并逐步提升导管, 使混凝土自下而上均匀充填整个桩孔, 最终形成完整的桩体结构。这一过程的关键在于控制混凝土的流动性和导管的埋深, 以避免出现离析或夹泥等质量

问题^[2]。

1.2 技术特点

钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术具有显著的承载能力、适用性广以及施工便捷性等技术优势,使其在各类建筑工程中得到了广泛应用。首先,该技术能够提供较高的单桩承载力,这主要得益于其成孔深度和直径的可调性,以及对不同地质条件的良好适应性。例如,在软土地区,通过增加桩长或扩大桩径可以有效提高桩体的承载能力;而在岩石地层中,则可通过调整钻进工艺和泥浆性能来确保成孔质量。其次,该技术适用于多种复杂地质条件,包括砂土、黏土、砾石层甚至风化岩层等,展现出极强的环境适应性^[3]。

2 钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术应用要点

2.1 混凝土配合比设计

混凝土配合比设计是确保钻孔灌注桩浇筑质量的关键环节,其合理性直接影响到混凝土的流动性、和易性及强度等性能指标。在实际施工中,配合比设计需综合考虑工程地质条件、施工环境及设计要求等多方面因素。例如,在水下浇筑过程中,由于混凝土易受泥浆侵蚀和离析影响,因此需适当提高砂率和掺入外加剂以改善其抗分散性能。此外,粗骨料粒径的选择也至关重要,过大的粒径可能导致导管堵塞,而粒径过小则会影响混凝土的承载能力。根据相关研究,合理的配合比设计应基于试验数据优化水泥用量、水灰比及掺合料比例,以满足工程对混凝土工作性和力学性能的双重需求。通过精确控制原材料质量和配合比参数,可以有效提升混凝土的浇筑质量,从而保障钻孔灌注桩的整体性能^[4]。

2.2 导管选用与布置

导管作为钻孔灌注桩混凝土浇筑的核心工具,在输送混凝土至桩孔底部并防止泥浆混入的过程中发挥着不可替代的作用。导管的选用需充分考虑其直径、密封性及耐磨性等关键因素。研究表明,导管直径应根据桩孔尺寸和混凝土浇筑速度进行匹配,通常情况下,直径范围为 200mm 至 350mm,以确保混凝土能够顺畅流动且不易离析。同时,导管的密封性直接影响浇筑质量,若密封不严,可能导致泥浆渗入导管内部,进而引发夹泥或断桩等质量问题。因此,施工前需对导管进行水密性试验,并对其接头部位进行严格检查。此外,导管的布置方式同样需要科学规划,一般要求导管底部距孔底保持 300mm 至 500mm 的距离,以避免混凝土冲击孔底造成沉渣扰动。合理的导管布置不仅能够提高浇筑效率,还能显著降低施工过程中的质量

隐患^[5]。

2.3 浇筑过程控制

浇筑过程的控制是钻孔灌注桩混凝土施工质量的重要保障,涉及首批混凝土灌注量、连续浇筑保证以及浇筑速度与导管埋深调节等多个环节。首批混凝土灌注量的精确计算对于封闭导管底部并形成一定的压力至关重要,若灌注量不足,可能导致导管内进入泥浆,影响后续浇筑质量。为保证连续浇筑,施工现场需配备充足的混凝土供应能力,并合理安排运输车辆,以避免因供料中断而导致的浇筑停滞。此外,浇筑速度和导管埋深的动态调节也是确保浇筑质量的关键措施。研究表明,浇筑速度过快可能引起混凝土离析,而速度过慢则容易导致导管埋深不足,增加堵管风险。通常情况下,导管埋深应控制在 2m 至 6m 之间,具体数值需根据混凝土流动性及浇筑进度实时调整。通过上述措施的有效实施,可以最大限度地减少施工过程中的质量问题,确保钻孔灌注桩的承载力和稳定性达到设计要求。

3 钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术应用中的问题与解决策略

3.1 堵管问题

堵管现象是钻孔灌注桩混凝土浇筑过程中常见的质量问题之一,其产生原因主要包括混凝土离析、导管堵塞以及施工操作不当等。混凝土离析通常由于配合比设计不合理或运输过程中搅拌不均匀导致,使得混凝土中的骨料与水泥浆分离,进而造成导管内混凝土流动性降低甚至完全堵塞。此外,导管本身的密封性问题或内壁粗糙度较高也可能引发堵管现象。为预防堵管问题的发生,应在施工前对导管进行严格检查,确保其密封性和内壁光滑度符合要求,并合理设计混凝土配合比以提高其和易性与稳定性。当堵管现象发生时,可采取的措施包括使用高频振动器辅助疏通导管,或在必要时重新安装导管并清除已堵塞的混凝土。这些措施的有效实施能够显著减少堵管对工程质量的影响。

3.2 断桩问题

断桩问题是钻孔灌注桩施工中较为严重的质量缺陷,其形成原因主要涉及浇筑中断、混凝土质量不佳以及施工操作不规范等方面。浇筑过程中因设备故障、材料供应不足或施工组织不当等原因导致的浇筑中断,可能使混凝土在初凝前无法连续灌注,从而形成断桩。此外,混凝土强度不足或坍落度控制不当也会影响其整体性能,增加断桩的风险。为避免断桩问题的发生,应提前做好施工准备工作,确保设备正常运行、材料供应充足,并加强对混凝土

质量的实时监测。同时,在施工过程中应严格按照规范操作,确保混凝土的连续浇筑和适当的浇筑速度。若出现断桩情况,则需根据具体情况采取补强措施,如通过二次灌注或增设补强桩的方式恢复桩体的承载能力。这些方法的合理应用能够有效减少断桩对工程结构安全性的影响。

3.3 桩身混凝土夹泥问题

桩身混凝土夹泥问题是影响钻孔灌注桩质量的重要因素之一,其产生原因主要与清孔不彻底、泥浆性能不良以及施工环境复杂等因素有关。清孔过程中若未能有效清除孔底沉渣或泥浆中的杂质,可能导致混凝土灌注时夹带泥沙,从而影响桩身混凝土的均匀性和密实性。此外,泥浆性能不良,如粘度过高或比重不当,也可能加剧夹泥现象的发生。为解决这一问题,应在施工前对泥浆性能进行严格测试,并根据地质条件调整泥浆配比以提高其护壁效果和携渣能力。同时,在清孔环节应采用合适的清孔工艺,如正循环或反循环清孔方法,确保孔底沉渣厚度符合设计要求。对于已出现夹泥问题的桩体,可通过高压注浆或重新灌注混凝土的方式进行修补,以恢复其力学性能和耐久性。这些预防和解决策略的综合运用有助于提高钻孔灌注桩的整体质量。

4 钻孔灌注桩混凝土浇筑施工技术发展趋势

4.1 智能化监测技术的应用

随着现代工程技术的快速发展,智能化监测技术在钻孔灌注桩混凝土浇筑施工中的应用逐渐成为行业关注的重点。智能化监测技术通过传感器、数据采集系统以及实时分析平台,能够对混凝土浇筑过程中的关键参数进行精确监控,从而有效提升施工质量和安全性。例如,在混凝土浇筑过程中,智能化监测系统可以实时跟踪混凝土浇筑高度、导管理深、混凝土流动速度等参数,确保施工过程中各项指标符合设计要求。此外,该技术还能够及时发现潜在问题,如导管堵塞或混凝土离析等现象,并提供预警信息,以便施工人员采取快速应对措施。

当前,智能化监测技术的应用已在一定程度上得到了推广,但其发展潜力仍然巨大。未来,随着物联网、大数据和人工智能技术的进一步融合,智能化监测系统将具备更强的数据处理能力和预测能力。例如,基于机器学习算法的智能分析模型可以通过对历史施工数据的挖掘,优化混凝土浇筑方案,减少施工中的不确定性因素。同时,智能化监测技术的普及也将推动施工管理模式的变革,实现从传统经验驱动向数据驱动的转变,为工程施工提供更加科学和精准的决策支持。

然而,智能化监测技术的广泛应用仍面临一些挑战。首先,高昂的设备投资和技术研发成本可能限制其在中小型工程项目中的推广。其次,施工人员的专业技能水平需要与智能化技术的应用相匹配,这对行业人才培养提出了更高要求。因此,未来的研究应着重于降低智能化监测技术的成本,同时加强相关技术培训,以推动其在更广泛领域的应用。

4.2 新型混凝土材料的应用

在钻孔灌注桩混凝土浇筑施工领域,新型混凝土材料的研发与应用正逐步改变传统施工模式,为提升工程质量和效率提供了新的可能性。自密实混凝土和高性能混凝土作为两种典型的新型混凝土材料,因其优异的性能特点而受到广泛关注。自密实混凝土具有良好的流动性和抗离析性能,能够在无需振捣的情况下均匀填充模板,从而有效避免因振捣不足而导致的混凝土内部缺陷。这种特性使得自密实混凝土在钻孔灌注桩施工中表现出显著优势,尤其是在复杂地质条件下或狭窄空间内施工时,能够显著提高施工效率和成桩质量。

高性能混凝土则以高强度、高耐久性和良好的体积稳定性著称,能够满足桥梁、高层建筑等大型工程对基础结构承载力和长期性能的要求。在钻孔灌注桩施工中,高性能混凝土的应用不仅可以增强桩身的抗压能力和抗渗性能,还能有效延长工程的使用寿命。

尽管新型混凝土材料在钻孔灌注桩施工中的应用前景广阔,但其推广仍面临一定的技术挑战和经济制约。首先,新型混凝土材料的配制工艺相对复杂,对原材料质量和配合比设计的要求较高,这在一定程度上增加了施工难度和成本。其次,部分新型混凝土材料的长期性能尚需进一步验证,尤其是在恶劣环境条件下的耐久性表现。因此,未来的研究应致力于优化新型混凝土材料的配制工艺,降低生产成本,同时开展长期性能试验,为其在实际工程中的广泛应用提供更加可靠的技术支持。

5 结语

钻孔灌注桩混凝土浇筑技术贯穿施工全过程,直接影响桩基质量。针对施工中常见的堵管、断桩及夹泥等问题,需采取优化配合比、加强导管管理及严控浇筑参数等策略,以保障工程安全。随着智能化监测与新型混凝土材料的应用,施工技术正向高效、精准方向演进,实现了过程透明化与桩体性能提升。未来,该技术将更注重环保、节能与智能化,通过工艺与材料的持续优化,在复杂地质工程中发挥关键作用,助力建筑行业高质量发展。

参考文献:

- [1] 刘齐放. 基于温度传感光纤的钻孔灌注桩浇筑质量评价[J]. 山西建筑, 2026, 52(6): 99-103.
- [2] 刘清生. 桥梁工程中钻孔灌注桩的施工技术研究[J]. 交通建设与管理, 2025(5): 118-120.
- [3] 雷林. 论岩溶地区桥梁冲孔灌注桩施工技术要点[J]. 中外建筑, 2018(8): 228-230.
- [4] 袁广学, 魏艺博, 于蕾. 混凝土灌注桩浇注系统关键尺寸及质量控制[J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2018, 14(5): 86-87.
- [5] 姬彬波. 基于低碳理念的铁路岩溶桩基施工方案研究[J]. 交通节能与环保, 2025, 21(2): 210-214+220.