

建筑旋挖钻孔灌注桩施工技术分析关键探索

文 / 寇 强 山东建勘集团有限公司

张 楠 山东建勘集团有限公司

摘要：在建筑工程的施工过程中，采用旋挖钻孔灌注桩技术具有独特的灵活性和高效性。同时需要指出的是，为了确保该施工技术的顺利进行，施工人员不仅需要在钻孔施工后利用清孔工艺来确保孔内无残留，而且还需要通过科学的钢筋安装方式来提高桩基的耐久性和安全性。同时还需要重视混凝土灌注的质量控制以确保桩的强度。技术应用过程中需要分析的关键点包括地层适应性考虑、钻孔质量控制、灌浆配方设计、钢筋连接技术以及灌注过程质量监测等。此外还需要合理制定质量控制措施及安全控制策略。

关键词：建筑；旋挖钻孔；灌注桩；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.044

引言

旋挖钻孔灌注桩技术的适用范围非常广泛，它适用于各种土质和复杂地层，因此在高层建筑工程等领域得到了广泛应用。但值得注意的是，钻孔前必须投入大量的精力和时间来做好准备工作，因为一个精心筹划和准备充分的安排不仅能够减少施工过程中的风险和延误而且还有利于确保施工质量和效率。同时还需要在钻孔完成后保持所钻孔的清洁和干燥，这样一来不仅能够确保灌注桩的整体质量和稳定性而且还能够提高桩基的耐久性以延长其使用寿命。在钢筋安装环节，相关人员应通过科学合理的桩基设置来改善受力特性以确保桩基具备足够的承载能力和稳定性。此外施工人员还需要通过科学细致的桩身收养工作来提升桩身的密实性和承载能力以保证结构的安全使用。

一、旋挖钻孔灌注桩技术概述

旋挖钻孔灌注桩技术指的是通过旋挖钻机的高效钻孔结合混凝土的注入从而形成一种稳定可靠的灌注桩。与传统施工方法相比，旋挖钻孔灌注桩施工速度快、扰动小且适应性强，能够在各种复杂地质条件下顺利完成施工任务。这种技术的应用不仅提高了工程效率同时也减少了施工对周边环境的影响^[1]。但值得一提的是，旋挖钻孔灌注桩技术的实施需要考虑多个因素。其中地层



图1 旋挖钻孔灌注桩技术

特征是施工考虑的首要因素，必须根据不同地层的特性来合理选择钻头类型并精确控制旋挖机的各项参数以确保钻孔的顺利进行。同时在技术应用过程中还需要注重孔洞的稳定性和准确度，必须通过严格的施工标准和质量控制措施来确保孔洞的尺寸和形状符合设计要求从而为后续的灌注工作打下坚实基础。进入注浆灌注阶段应通过振捣等手段来保证混凝土的致密性以提高灌注桩的承载能力和抗震性能，这一阶段的工作对于确保整个工程的安全性和耐久性至关重要。

二、施工工艺流程

（一）钻孔准备阶段

在钻孔准备阶段，首先施工人员需在施工前详尽调查土层性质、地下水位等关键信息，这些数据将直接影响到后续的设计方案的制定。只有对地质情况有充分了解才能确保设计方案的合理性和可行性。接下来，施工人员需要结合地质情况和钻孔直径来选择合适的施工机械。钻机性能的优劣直接关系到施工效率和工程质量，因此选择性能满足需求的钻机是至关重要的。同时还需要做好场地准备并通过测量、定标和定位来保证场地平整和安全从而为旋挖机的进入和施工创造有利条件。在钻孔勘测与标志环节，施工人员需进行实地勘测并准确标志钻孔位置和深度以确保施工的精确性^[2]。当然还需要通过清扫和整平场地为旋挖机的进入和施工创造一个清洁、平整的工作环境。为了确保工程安全，还需要全面检查和保养钻机部件，如钻头、托轮等，这样可以预防施工过程中可能出现的问题。

（二）钻孔施工

在钻孔施工环节中，施工人员需严格按照设计要求来确保旋挖机精准到达预定孔位以满足设计对位置和深度的精确要求。同时施工人员应能够通过旋挖机的回转钻头来进行准确的土壤钻探。在这个过程中，施工人员需要密切关注钻探进度以确保钻头能够顺利穿越不同地层。为了确保施工质量，施工过程中需要持续取样并实时监测和分析地层状况。这一步骤对于了解地层特性、调整钻探参数至关重要^[3]。当然在钻探过程中，施工人员还需要根据勘察成果和实际情况来灵活调整钻探参数以适应不同地层条

件。对于复杂地层，如砾石、岩层等应采用换钻、旋洗等措施以确保钻孔的顺利进行。每钻完一孔，施工人员需及时清除泥浆和岩屑以便为下一孔施工做好准备。这不仅有助于提高施工效率而且还能保证后续施工的质量。再者还需要保持设备的稳定性以确保其运行平稳，这样可以有效预防坍塌、泥浆倒灌等事故的发生。

（三）清孔工艺

在钻孔完成后，桩底积聚的沉渣、松散的土料及其他杂物会严重影响桩的承载力，因此清孔工艺成为确保灌注桩质量及稳定性的关键环节。为了清除孔底沉渣，常用抽浆法、换浆法和掏渣法等应用于清孔作业。也可以通过高压水冲洗来进行清孔，通过高压水流的冲击作用能够清洁桩身内外壁并移除杂质以减少渗透性，这有助于增强桩基的稳定性从而为桩体提供坚实的支撑^[4]。在深孔或复杂地质条件下，可以通过吹气法进行有效的清孔，通过压缩空气的排除作用可以有效地将泥浆和疏松物从孔内排出从而确保孔内无残留，这对于钢筋笼的放置和混凝土的填充至关重要。在清孔过程中，必须严格准确地测量孔深和孔径以确保其达到设计要求从而为后续工序提供坚实的基础。

（四）钢筋安装

在桩基施工中，钢筋埋设是保证桩身强度和承载力的关键步骤。钢筋笼的嵌入是这一过程中的核心环节，钻孔结束后，施工人员需按照设计要求将预先埋设的钢筋笼精准地嵌入孔中。为了确保整个桩基的稳定性和可靠性，预埋钢筋笼的设计长度需适当，且必须满足钢筋间距和布置方式的设计需求。每一根钢筋的位置和角度都必须精确以确保混凝土浇筑后钢筋能够均匀分布从而形成强大的骨架结构。为了避免混凝土浇筑时出现偏差和错位，施工人员必须确保钢筋笼的垂直度和水平度。这一要求需要通过精确的测量和调整来实现以确保钢筋笼在孔中的正确位置。值得一提的是，在桩基底部安装搅拌浆可以有效地确保基础混凝土在浇筑过程中均匀分布从而提高桩基的整体性能和强度。在钢筋安装过程中，施工人员需仔细检查钢筋的质量和尺寸以确保其符合规范要求从而避免因钢筋质量不合格而影响桩基的承载能力。为了进一步提高桩基的加固效果，应采用焊接、搭接等有效方法连接加强筋，这些加固方法能够增强钢筋笼的稳定性。

（五）混凝土灌注

混凝土灌注是桩基施工中的关键环节，其目的在于通过使用专用泵送设备连续灌注混凝土以确保桩基础的强度和稳定承载力。为了实现这一目标，施工人员在混凝土灌注过程中不仅需要保证混凝土在桩基内均匀分布而且还需要确保混凝土的质量和性能符合预期。其具体内容见表1：

表1 混凝土灌注阶段的工作要求及其目的

工作要求	目的
严格控制泵送速率和混凝土流动性	保证混凝土在桩基内均匀分布以避免形成空洞或蜂窝结构
实时监控混凝土质量	确保混凝土的质量和性能满足预期的设计标准和强度要求。

同时需要指出的是，即时监控不仅包括混凝土的物理性能而且还包括其化学成分和混合比例以确保符合。浇筑结束后，养护措施随即开始。

（六）桩身收养

在桩身收养阶段，施工人员应对桩表面进行养护并涂覆湿润剂以防止混凝土过早干燥，同时还应该采用适当的方法来促进水泥水化使桩充分硬化以发挥混凝土的设计强度。夏季高温时，混凝土容易失水导致裂缝。因此应采取隔热措施或覆盖隔热层，这样可以有效防止裂缝的出现以确保桩基的完整性。为了确保桩身质量，施工人员需加强桩周环境管理，确保通风并防止雨水、异物等外部因素的破坏以保持桩基周围环境的清洁和稳定。

三、关键技术点分析

（一）地层适应性考虑

地层适应性考虑的重要性体现在对地质条件的深入认识与评价上。地质条件，包括土层类型、层位分布、含水率等因素都会直接影响到桩基的设计与施工。因此合理选择桩径和桩长以确保桩基能够高效穿越各土层是地层适应性设计的核心内容。同时注浆体选择也是地层适应性设计的一部分。根据地质情况选用适宜的注浆体可以确保工程强度与稳定性从而提高桩基的整体性能。

（二）钻孔质量控制

钻孔质量控制是确保地层适应性设计得以实施的关键步骤，在这一过程中必须确保钻孔精确定位并将误差控制在可接受范围内。为此不仅需要使用高精度定位装置及仪器对钻孔偏差进行监控以严格控制孔径大小而且还需要实时监控井眼直径，这些措施都是必不可少的。在钻孔过程中，清除孔底淤泥、碎石等杂物以保证孔底干净有助于提高注浆效果。而根据地层情况采用适当的支护方法来避免孔壁坍塌和泥浆不稳定则是保证钻孔质量的重要保障。

（三）后注浆配方设计

后注浆配方的设计直接关系到桩基础的强度、稳定性及耐久性，一个精心设计的灌浆配方是确保工程质量的基石。注浆配方的选择必须基于对工程实际情况及地层条件的深入分析。例如选择水泥作为主要胶凝材料，其品种和标号需满足设计要求的同时还要充分考虑其早强性和耐久性。在混合配比的选择上还需要结合桩体直径、桩长、地层条件及施工强度等因素。浆液的水灰比应根据土的饱和度和渗透性确定，使注浆料具有较好的流动性能和粘结性能以确保桩体能够被充分填充。合理的配比不仅能够提高注浆料的性能而且还能通过加入适量的减水剂、缓凝剂等调节净浆流动性能从而改善凝结时间。在施工现场，可能会根据温度和湿度调整减水剂的使用量以保持泥浆特性的稳定性。例如在温度为25℃，湿度为70%的条件下可能需要加入0.5%的减水剂来调节浆液的流动性。在复杂施工环境中，必须通过实验与现场使用来论证所选配方是否适应施工环境已确保了配方在真实工作条件下的性能稳定与可控。总之科学设计浆液配比便能够有效改善钻孔灌注桩的力学性能。

（四）钢筋连接技术

钢筋连接技术是桩体施工中的一项关键技术，它直接关系到桩体的整体强度和稳定性。在旋挖钻孔灌注桩的建设过程中，钢筋连接技术的合理运用对于确保工程的安全性和可靠性至关重要。具体来说，钢筋连接技术的重要考虑因素包括选择适当的连接方式、保证连接质量以及注意施工环境。在连接方式的选择上，搭接连接和机械连接是两种常见的连接方式。其中搭接连接通常通过焊接或绑扎固定两截钢筋端部交叠，而机械连接则利用螺纹套筒等连接器具实现坚固连接。同时值得注意的是，为了保证连接质量，必须确保钢筋切割端部的平整度和垂直度以避免不整齐或斜切。连接点的几何形状和尺寸应符合规范要求以确保牢固性和稳定性。比如说对于直径为 16 毫米的钢筋，其连接点的直径误差应控制在 ± 1 毫米以内。此外还需要积极重视对于施工环境的注意事项。在潮湿或腐蚀环境中应采取防护措施，如涂覆防腐涂层或使用耐腐蚀材料以防止钢筋侵蚀。连接完成后应进行充分的检查和验收以确保连接合格性和可靠性^[5]。值得一提的是，在连接点进行拉伸试验时，其抗拉强度应不低于钢筋母材的 100%。总之钢筋连接技术的总体目标是合理选择连接方式、保证连接质量并注意施工环境影响从而确保旋挖钻孔灌注桩整体结构的安全可靠。而通过科学合理的钢筋连接技术可以显著提高桩体的受力性能从而确保工程的长期稳定运行。

（五）灌注过程质量监测

在灌注过程的质量监测中，混凝土浇筑过程的实时监控是确保施工质量和工程稳定性的关键。通过在浇筑现场安装传感器可以实时监控混凝土的流动度、温度和湿度从而确保浇筑的均匀性和质量。其中流动度的监控可以通过测量混凝土的坍落度来实现，而温度和湿度的监控则有助于防止混凝土在浇筑过程中出现裂缝或过早凝固。同时还需要做好对于注浆工艺的质量监控。再后注浆作业前，可进行注浆实验，以优化确定最终参数。对注浆流量、压力和配比进行实时监控可以有效调节注浆工艺从而保证注浆质量。具体来说，注浆压力的监控可以确保浆液能够充分渗透到地层中，而配比的监控则可以保证浆液的强度和稳定性。再者通过实时监控注浆工艺可以确保浆液能够与地层紧密结合从而形成坚固的桩体。这通常通过监测注浆后的桩体强度和渗透性来实现以确保桩体在长期使用中不会出现质量问题。此外通过在桩基周围布设沉降监测点可以实时监测桩基的沉降情况，及时发现并处理潜在的问题。比如说监测点的布设间距可以设定为每 5 米一个以便于对沉降情况进行精确监测。当然在桩基施工过程中，稳定保障同样至关重要。确保桩基周围布设沉降监测点不仅可以监测桩基的沉降情况而且还可以通过监测桩基周围的土体位移来评估桩基的稳定性。这种多角度的监测有助于及时发现施工过程中的不稳定因素并采取相应的措施予以解决。此外值得强调的是，钻孔灌注桩的质量监控是施工质

量和工程稳定性的重要保障。通过对钻孔灌注桩进行科学、有效的质量监控可以确保桩体的设计要求得到满足。这包括对钻孔的垂直度、孔径大小、孔底清理质量以及桩体混凝土的强度和密实度进行严格检查。通过这些监控措施可以确保灌注桩的质量达到预期标准从而为工程的安全性和耐久性提供坚实保障。

四、施工质量与安全控制

（一）质量控制措施

施工过程中必须实施严格的质量控制措施，每一个环节都需要经过精心设计和执行。同时还需要严格检验和验收原材料，确保每一批材料都符合国家标准从而为桩基的强度和耐久性打下坚实基础。在钻孔过程中应仔细观察孔壁的完整性以防止破碎现象影响注浆效果从而确保桩体结构的整体性。注浆过程中需要实时监控流动度以确保孔隙完全填满从而提升桩基的整体质量。

（二）安全控制策略

施工前不仅需要识别危险源和风险点并确定危害因素和部位而且还需要明确安全责任并建立完善的安全管理制度。工地管理应采取封闭式并设置安全警告标志，同时限制无关人员进入以减少安全风险。员工在施工过程中必须佩戴个人防护装备，如安全帽和安全鞋以保护他们在恶劣工作环境中的安全。当然还需要定期检测和维修建筑机械并确保其工作状态良好以减少事故风险。此外还应该定期进行安全演习以增强员工的安全意识和突发事件处理能力。为了进一步提高钻孔旋挖桩的安全性，还需要制定应急计划以确保在突发事件发生时能够迅速有效地处理。通过这些综合措施不仅可以确保钻孔旋挖桩的高品质和安全性而且还有利于整个工程的稳定运行。

结语

在建筑施工中通过合理应用旋挖钻孔灌注桩技术不仅能够很好地确保施工质量而且还有利于确保整个工程的安全性和耐久性。但值得注意的是，为了进一步确保建筑施工的高效进行，有必要在钻孔施工之前综合评估工地的周边气候以及地下设备等环境要素从而为后续的钻孔施工提供可靠的参考。而在钻孔操作过程中必须重视其质量，因为一个高质量的钻孔施工可以确保桩基的稳定性从而为后续的灌注工作提供良好的基础。

参考文献

- [1] 陈仙巧. 住宅建筑工程中旋挖钻孔灌注桩施工技术研究 [J]. 散装水泥, 2024 (3): 145-147.
- [2] 李林桑. 建筑工程旋挖钻孔灌注桩施工技术及其质量控制 [J]. 门窗, 2020 (6): 2.
- [3] 刘效朋. 探讨建筑工程旋挖成孔灌注桩的施工技术 [J]. 建筑与装饰, 2024 (5): 151-153.
- [4] 李政权. 旋挖成孔灌注桩施工技术及其在建筑工程中运用研究 [J]. 2023 (19): 67-69.
- [5] 刘洪鸽. 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用分析 [J]. 2024 (6): 70-72.