

基于喀斯特地貌下旋挖桩施工监理的质量控制技术研究

覃群

广西中铝建设监理咨询有限公司

摘要：喀斯特地貌下旋挖桩施工是一项复杂的工程，在施工中存在较多的技术难点和风险。因此，对其进行科学有效的监理和质量控制显得尤为重要。本文主要研究基于喀斯特地貌下旋挖桩施工监理的质量控制技术。由于喀斯特地貌的特殊环境和地质条件，对基础施工和质量控制提出了更高的要求。因此，本文主要针对旋挖桩技术在喀斯特地貌下的应用问题，以及如何利用施工监理来确保施工质量进行深入的探讨，进而为今后类似项目的施工提供了有益借鉴和参考。

关键词：喀斯特；旋挖桩；施工监理；质量控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.20.018

一、前言

喀斯特地貌是一种特殊的地形类型，由于其特殊性，其上的建筑工程需要特殊的技术和措施来进行。旋挖桩作为一种较为常见的基础工程施工方式，在喀斯特地貌中也有广泛应用。但是，在旋挖桩施工过程中存在着许多难以预料的因素，如地下水位、地下岩体结构、土质等，这些都给施工中的监理和质量控制带来了很大的困难。

在施工中，监理和质量控制是至关重要的环节，能够明确规定施工标准、监督过程、检查质量，并及时处理问题，从而最大程度地保证施工质量和安全。因此，通过本研究对喀斯特地貌下旋挖桩施工的专业监理和质量控制，将能有效提升施工质量，保障工程安全和可持续发展。

二、旋挖桩施工监理质量控制难点

（一）塌孔

（1）喀斯特地貌下地层结构复杂。岩层和土层交替分布，多为岩溶地形，地下沉积物一般较薄、成岩程度低，缺乏良好的力学性质，容易产生变形，特别是在岩溶的部分，岩体稳定性差。在钻孔过程中，旋挖钻机搅拌土层时，如果力度不当或速度过快，振动会导致周围土体失稳，从而形成塌孔。

（2）喀斯特地貌下水文条件非常复杂。地表下存在许多湖泊、河流以及地下水系统等水文条件，因此在旋挖桩施工过程中需要注意防止破坏周围的水文环境，避免出现因渗水引起的塌孔。

（3）施工人员的操作技术也是影响塌孔问题的一个重要因素。在进行旋挖桩施工时，需要严格掌握旋挖钻机操作规范，合理安排施工线路，避免在已经开挖过的区域重新施工，仔细观察周围地质环境，及时发现异常情况并采取相应的措施。

（4）土壤工程学知识的缺乏也可能导致塌孔问题的发生。当施工人员对于喀斯特地貌下的土壤、岩层没

有深入了解，尤其是在施工前没有进行充分的勘探与评估时，难免会出现塌孔问题。

（二）钻孔深度误差

（1）喀斯特地貌下的岩溶地层非常复杂，有许多不同的洞穴、裂缝和空洞等巨大的地下空间，这些地下障碍物会对施工过程中的钻孔深度造成影响。在进行旋挖桩施工时，由于障碍物导致钻孔深度增加或减少，进而导致桩身的长度不匹配。

（2）喀斯特地貌下的沉积物往往不均匀，存在着局部较为厚实的土层和较为薄弱的岩层。当旋挖钻机在钻孔过程中遇到较为坚硬的岩层时，速度会变慢或者出现停滞现象，而在较为松软的土层中，地面的反弹力会使得钻头在延伸到达期望深度之前就弹出来，导致孔深无法满足设计要求。

（3）旋挖钻机设备运维也可能导致钻孔深度误差。例如，旋挖钻机桶钻头磨损或损坏时，钻孔深度可能会发生偏移。因此，必须定期维护和检查施工机器人的故障情况，及时更换设备，以确保施工稳定运行。

（三）扩径和缩径

扩径难点：喀斯特地貌里的岩石中含有很多石灰岩和方解石等易溶解物质，钻头容易被这些物质卡住，导致设备切削效果变差。另外，钻孔中的土层通常会呈现松散的状态，如果不采取适当的措施，就容易造成坍塌，严重影响扩径施工。

缩径难点：喀斯特地貌里的岩石通常都是石灰岩或者石膏等软质岩石，这些岩石容易发生塌陷。另外，溶洞内的压力比较大，如果不采取适当的措施，就会导致地表塌陷，严重损害地形。

（四）钻孔垂直度误差

（1）洞穴分布带宽度较小

喀斯特地貌内洞穴分布范围广泛，垂直度误差是由于钻孔位置的选择不当所致。在狭窄的洞穴分布带宽度内进行旋挖桩施工时，需要特别注意钻孔位于洞穴上方或洞穴周围的情况，容易发生钻孔偏离深度和方向的问题。此外，如何确定钻孔的水平位置也是影响垂直度误差的因素之一。

（2）地下水流引起的钻孔偏移

喀斯特地貌内的地下水流动是另一个导致钻孔垂直度误差的原因。由于地下水流动的影响，岩层中的孔隙率、渗透性、压力等参数均可能发生变化，从而导致钻孔灰度度偏移。尤其是在含水量较高、水流较大的地层，钻孔偏离深度和方向问题更加突出。

（3）岩层硬度、密实度不均匀

在喀斯特地貌中，岩层硬度、密实度等物理参数不均匀，这也是导致钻孔垂直度误差的重要原因之一。因

此，在旋挖钻机施工过程中，选择合适的钻头和刀具非常重要，以避免钻头在碰到坚硬的岩层时出现钻孔偏移问题。

（五）孔底沉渣过厚

（1）岩溶地层中的水文环境复杂，孔底持水能力差。由于喀斯特地貌的岩层一般较为密实，而地下水又极易渗透，导致孔底的水位较高。当旋挖桩机开始工作时，沉积物就很容易随着水流进入孔底，形成沉渣。

（2）孔底冲洗不彻底。当旋挖钻机开始工作时，通常需要进行孔壁冲洗，以便去除孔壁上的泥土和碎屑。如果孔底的冲洗不彻底，孔底中的沉积物就很容易被冲到孔底，形成沉渣。

（3）地质条件不利。在喀斯特地貌下，地下洞穴和裂隙密布，孔底的深度也很难把握。如果孔底进入了地下洞穴或者裂隙，那么孔底的砂石就会被卷走，形成沉渣。

（六）卡钻和埋钻

卡钻是指钻机在工作过程中，由于受阻力过大或其他原因，导致钻杆无法前进，造成施工障碍的现象。其原因主要有以下几点：

（1）地质条件不利。在喀斯特地貌下，地下洞穴、裂隙等地质条件较为复杂，如果钻杆碰到了这些障碍物，就很容易卡住。

（2）液压系统故障。液压系统是旋挖钻机的核心部件之一，如果出现故障，就可能导致钻杆卡住。

（3）切削头失效。旋挖钻机的切削头很容易因为磨损或者其他原因失效，导致钻杆无法前进。

埋钻是指钻杆被埋入土中，无法取出，也是喀斯特地貌下旋挖桩施工中的常见问题。其原因主要有以下几点：

（1）孔壁塌方。由于喀斯特地貌中土壤稀薄，孔壁容易崩塌，导致钻杆被埋。

（2）岩石坚硬。喀斯特地貌中的岩石质地硬，有时候钻杆难以穿透，被埋在岩石中。

（3）土层湿度过高。土层过于湿润则会黏在钻杆上，导致钻杆被埋。

三、施工监理质量控制技术措施

（一）塌孔的控制措施

（1）钻机选择和调整：由于喀斯特地貌下的石灰岩是典型的脆性材料，为了防止钻机对土层结构造成破坏和加快土体松散破裂，需要采用合适的钻机、合适的钻头按照设计要求进行精密调整，尽可能缩小钻孔直径和深度，减少钻孔过程中的震动。

（2）注浆处理：在下旋挖桩施工的过程中，为了防止土体萎缩，破坏土层结构，产生塌陷等问题，需要对钻孔内部进行注浆处理。注浆处理可采用针对喀斯特地貌特点的、高效的注浆材料，增大注浆压力等方法来完成。注浆材料可以选择普通水泥浆、聚氨酯、树脂等，应当确保注浆材料与钻孔直径的匹配性，并科学合理的进行注浆工艺操作。

（3）监测和控制：在喀斯特地区下旋挖桩施工过程中，需要对破坏和塌陷等问题进行持续的监测，及时发现问题并采取相应的措施进行控制。监测手段可选用

周围堆体的动态变化、注浆压力等多种方法，同时根据监测所得数据及时调整施工方案，及时解决问题。

（二）钻孔深度误差的控制措施

（1）需要在施工前对勘察地点进行详细地形地貌的勘察、测量、记录，并制定详细的施工方案。在此基础上，还需针对实际情况适时进行现场调整，以确保施工方案符合实际情况。

（2）为保证旋挖桩钻孔深度精度，应选用高精度的钻孔设备和仪器，并对这些设备和仪器进行严格的校准。在施工过程中，要对钻孔深度、位置等参数进行实时监测，以及时调整施工方法，确保钻孔精度达到预定要求。同时，在旋挖桩施工过程中，应严格按照操作规程进行操作，特别是钻孔过程中，应注意控制钻进速度、避免侧向移位等问题，以保证钻孔深度的准确性。

（三）扩径和缩径的控制措施

（1）为了保障扩径和缩径操作的精度，应选用高精度的扩径器和缩径器，并在施工前对其进行校准和调试。在扩径和缩径过程中，应注意控制扩径和缩径的速度、变化量、方向等参数，避免因操作不当而导致桩身形状及尺寸出现问题。

（2）需要对每个环节进行实时监测。采用运动控制系统控制扩径和缩径操作，实时记录扩径器和缩径器的位移、角度等参数，并通过自动化线控系统实现对施工过程的实时监控和控制，以确保操作符合规范和要求。同时，在施工过程中，应注意对扩径和缩径过程进行详细记录，并及时反馈班组成员和监理单位，以确保施工质量合格。

（3）扩径和缩径施工过程中必须严格遵守相关的安全生产规定。在操作过程中，应注意安全防护，特别是区分压力容器内外，并及时排除工作面上可能存在的安全隐患，以保证现场工作人员的健康和安全。

（四）钻孔垂直度的控制措施

（1）选用合适的旋挖桩机和钻头：旋挖桩机和钻头的尺寸要和钻孔的直径相匹配，以保证钻孔垂直度的控制。同时还需考虑喀斯特地貌的复杂地质情况，选择适合的机型和钻头类型。

（2）钻孔前的地表勘察和检测：在钻孔前应进行地表勘察，确定地下岩溶洞穴、地下水流方向等情况，并在钻孔前进行地质探测，确定地层结构和承载能力，以便根据情况采取适当的措施。

（3）严格控制钻孔的方位和深度：在施工前，应测量确定钻孔的位置和预设钻孔深度，并严格按照设计要求进行施工。对于一些特殊情况，如岩溶洞穴地带和地下水丰富区域，应根据实际情况调整钻孔方位和深度。

（4）定期检查：在钻孔施工过程中，应定期检查钻孔垂直度和钻孔深度是否符合设计要求。如果发现偏差，应及时采取补救措施。

（5）严格管理施工人员：对施工人员进行专业培训，指导其掌握正确的施工技术和操作方法。在施工过程中加强管理，确保操作规范，从而保证施工质量。

（五）孔底沉渣过厚的控制措施

(1) 选用合适的旋挖机：应根据具体情况选用旋挖机；合理选择旋挖机的型号、工作参数，结合地质成岩情况和桩基设计要求，尽可能减少孔底的沉渣。

(2) 优化钻孔工艺：为避免孔底沉渣太厚，可以采取预留一定孔隙度，控制泥浆循环量等优化钻孔工艺的方法。另外，还要注意在旋挖过程中加大泥浆排出口，及时排除沉积物，保证泥浆流通。

(3) 加强对泥浆系统的监控：对泥浆系统进行日常检查，及时发现问题并加以解决。特别是数据记录，定期对泥浆系统的液位、流量、浓度等参数进行测量，判断泥浆系统是否正常，有无堵塞或磨损现象。

(4) 严格管理施工人员：为了保证施工质量和安全，应对施工人员进行专业培训，指导其掌握正确的操作方法和技巧。在施工过程中加强管理，确保操作规范，从而保证施工质量。

(5) 定期检查：在旋挖桩施工过程中，应定期检查孔底沉渣情况，并根据实际情况采取针对性措施。如若发现孔底沉积物过厚，应及时清理，防止对施工造成影响。

(六) 卡钻和埋钻的控制措施

(1) 对于旋挖桩施工，在选择施工工艺方案时应考虑地貌特征和地质情况，确保旋挖桩的深度和孔径符合设计要求。在施工过程中，应加强对桩身垂直度、桩身内外直径、桩混凝土配合比等参数的测量和监控。同时，应注意施工机具的维护保养和检查，避免出现设备故障，给施工带来风险。

(2) 对于卡钻施工，应在计划施工前认真评估地层特点，选择适当的作业方式和钻头型号，并定期对钻头和钻杆进行检查和维护。在施工过程中，应实时监控卡钻进度和钻孔质量，及时发现并处理卡钻或堵钻的异常情况。特别是在碳酸盐岩地层中进行卡钻施工时，更应加强防护措施，防止瓦斯爆炸等安全事故的发生。

(3) 对于埋钻施工，应加强对土壤性质和地下水位的了解，合理选择钻头尺寸和埋深，并在施工前进行试钻分析，确保施工的可行性和稳定性。在施工过程中，应注意及时清除钻孔内的泥沙和堵塞物，避免影响后续管道和电缆敷设。

四、喀斯特地貌下旋挖桩施工案例分析

喀斯特地貌框架下，一座新建的铁路桥项目面临着基础设施建设问题。为了确保该项目顺利完成，施工团队采用了旋挖桩技术进行支撑板桥墩的基础施工。旋挖桩作为一种在反复地震波行使下抗震性能好、结构牢固、插入孔里时环境影响小等优点突出的基础施工技术，具备很强的适用性。本项目中，该技术用于在喀斯特地貌内建造铁路桥。

在施工前，施工监理应对带有夹层岩、裂隙和构造活跃地质条件进行综合评估，确定具体的基础施工方案。考虑到该区域有多年摸索基础工程无事故的施工经验，监理人员提出了三个施工方案：(1) 沿着地质断层开挖，直接在硬岩基础上设置钢筋混凝土板墩；

(2) 在钢筋混凝土钢体外部设立预应力钢筋桩，增加稳定性；(3) 使用旋挖桩技术作为主要施工方案。最

终确定了方案(3)，并在启动施工前开展现场试验，测试旋挖桩的承载力和抗震性，以验证施工方案的可行性和正确性。

在施工过程中，监理人员对旋挖桩的选择、施工机具、材料、设备和人员进行监控和检查，并及时发现并解决施工过程中出现的问题。例如，在施工前，监理人员对施工机具进行了仔细的检查，确保设备完好、发动机运转正常、润滑油充足，并根据现场实际情况，调整施工机具的参数，以提高施工效率和质量。同时，监理人员严格按照设计要求进行施工，每天记录桩长、桩径、桩深、桩孔直径、桩位偏差等共同的工程数据，并进行实时统计和比对，以确保施工质量符合要求。在施工过程中，还注意了正确使用各种测量工具，包括旋挖桩机、测深仪、水平仪、导线等，以提高施工精度和减少失误差。

监理人员还对现场施工安全进行了全方位的监控。例如，在施工过程中，对施工人员进行全方位的安全教育和培训，加强了对高处坠落、电击、机械伤害等事故的预防和控制。同时，监理人员还针对地质灾害风险，采取了一系列的防范措施，如加强场地清理和防止地质灾害侵袭等措施。

在施工结束后，监理人员还对施工质量进行了全面的检查和验收，并在验收时出具了详细的验收报告和质量保证书。这些文件详细记录了施工过程的相关数据、图纸和设计要求，并给出了详细的可行性评估和建议，为后续工程设计和施工管理提供了有力的依据。

因此，通过以上具体案例分析，可以得出以下结论：在喀斯特地貌下进行旋挖桩施工，必须严格控制施工监理，从选址评估到施工完成每个环节都需谨慎，以确保工程质量和安全性。监理人员应密切关注施工现场，严格按照施工方案和设计要求操作，积极进行质量控制和安全监控，注重现场数据的分析和比对，及时发现并处理问题，确保喀斯特地区基础工程施工的顺利进行。

五、结语

总而言之，本文研究的意义在于推动喀斯特地貌下旋挖桩施工质量控制技术的发展，改进施工方法和方案，提高施工效率和质量，为喀斯特地貌下和其他地形类型下的旋挖桩施工提供参考和借鉴。同时，本研究也具有现实意义，在加强国家基础设施建设，促进经济发展和社会稳定方面拥有重要的作用。

参考文献

- [1] 王毅景. 旋挖桩在土建工程施工中的质量控制分析[J]. 江西建材, 2022, (06): 254-256.
- [2] 张戩. 浅谈旋挖成孔灌注桩的监理技术分析[J]. 产业创新研究, 2021, (24): 100-102.
- [3] 林敏辉. 桩基工程施工中事前预防控制监理要点浅析[J]. 福建建材, 2021, (09): 112-114.
- [4] 谭正清. 旋挖灌注桩工程造价的确定与关键点控制[J]. 四川建材, 2019, 45 (08): 204-205.

作者简介：覃群(1970.02-)，男，壮族，广西南宁市邕宁人，大专，中级工程师，研究方向：工程监理。