

全回转套管钻进施工技术在钻孔灌注桩 施工项目中的应用思考

刘子仪

四川路桥盛通建筑工程有限公司

摘要:随着现代建筑技术的不断发展,钻孔灌注桩作为一种重要的基础工程施工方法,其施工质量和效率直接影响着整个工程的稳定性和经济性。然而,传统的钻孔灌注桩施工方法在实际应用中经常面临施工周期长、成孔质量不稳定等问题。近年来,全回转套管钻进施工技术逐渐崭露头角,以其高效、稳定的特点在钻孔灌注桩施工中得到广泛应用。本文通过深入研究分析了全回转套管钻进施工技术的施工流程,提出了几点有效的应用策略,以期对建筑行业的可持续发展做出贡献。

关键词:全回转套管钻进施工技术;钻孔灌注桩施工项目;优势;应用策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.080

引言

城市化进程的加快使得高层建筑和基础设施的需求日益增长,钻孔灌注桩作为一种常见的深基础施工技术,广泛应用于桥梁、高层建筑、地铁等工程中,该技术具有适应性强、施工简便、成本较低等优点,因此在工程实践中得到了广泛应用。全回转套管钻进施工技术,钻进效率高、成孔质量好、适应性强,尤其在复杂地质条件下表现突出。因此,探究全回转套管钻进施工技术在钻孔灌注桩施工项目中的应用具有重要的现实意义。

一、全回转套管钻进施工技术概述

全回转套管钻进施工技术是一种创新的无开挖施工技术,广泛应用于市政工程、通信管线、供热管线、油气长输管线等领域。该技术具有施工速度快、成本低廉、环境影响小等优势,是解决城市地下管线密集、施工场地狭小等难题的有效方式。全回转套管钻进施工技术是在常规钻机上增设全回转套管驱动装置,通过液压马达带动钻杆和套管同时回转切削土层,同步下钻,利用套管对孔壁进行保护,防止塌孔和孔壁坍塌。钻进过程中,通过泵送泥浆填充套管与孔壁之间的环状空间,形成泥皮,起到润滑和支撑作用。当钻至设计深度后,停止钻进,将钻头提出套管,在套管保护下完成清孔、换浆、下放钢筋笼等工序,最后压注混凝土并拔管完成施工。

二、全回转套管钻进施工技术的施工流程

(一) 钻孔准备

全回转套管钻进施工技术中,钻孔准备是整个施工

过程的基础,对后续钻进质量和进度有着重要影响。钻孔准备环节主要包括场地平整、管线定位、钻机就位和泥浆配制等工作。

场地平整是钻孔准备的首要步骤,需要根据工程设计要求对场地进行适当的平整和夯实处理,为后续设备进场和施工作业创造良好的作业环境。同时,还需要对场地进行必要的围挡和排水设施建设,确保施工安全和环境卫生。

管线定位是钻孔准备的关键环节。首先,需要依据工程设计文件,结合现场实际情况,确定钻孔的起止点位置和轨迹走向。然后,利用先进的测量仪器和定位技术,精确测绘并标示出钻孔的起止点坐标和方位角,为后续钻孔导向提供依据。

钻机就位是钻孔准备的重点环节。钻机的类型、规格和配置需要与工程设计相匹配,并根据场地条件和钻孔参数进行合理选择。钻机就位时,需要对其位置、方位角和水平高程等参数进行精确控制,并将其牢固地固定在平整的场地上,为后续钻进作业提供稳定的作业平台。

泥浆配制是钻孔准备的保障环节。泥浆在全回转套管钻进施工中发挥着冷却、增稠、携带钻渣等重要作用,其配方直接影响钻进质量和效率。泥浆配制需要根据地层情况和钻进参数,选择合适的泥浆原材料和添加剂,并通过搅拌机等设备进行充分混合,制备出符合要求的工程泥浆。同时,还需要建设泥浆储存池和泥浆循环系统,为后续钻进作业提供持续的泥浆供应和处理。

(二) 钻进过程

全回转套管钻进施工技术中,钻进过程是整个施工的核心环节。首先,钻头切削是钻进过程的首要步骤,通过钻头的旋转切削和推进作用,在地层中开挖出所需的钻孔。根据不同的地质条件,可选择不同类型和结构的钻头,如普通钻头、高压射流钻头、泥浆钻头等。钻头切削时需要严格控制转矩、推进力、转速等参数,并根据岩土性质和钻进参数对泥浆的性能进行实时调整,以确保钻头具有良好的切削和冷却效果。

其次,是管节对接。当钻头钻进到一定深度后,需要对接新的管节以延长钻孔长度。管节对接过程需要高度协调,采用专门的对接设备,并严格控制对接质量,确保新管节与原管节之间的同心度、密封性和刚性连接,避免发生偏移或漏浆等问题。对接完成后,需要对

整个钻具进行推进和旋转，继续钻进作业。

此外，是泥浆循环。泥浆通过钻具内部的流道被注入钻孔，在钻头处形成一定压力和流量，起到冷却、增稠和携带钻渣等作用。经过一个循环后，泥浆携带大量钻渣返回地面，需要进行处理后再次注入钻孔。泥浆循环系统需要根据钻进参数和地层情况，对泥浆的性能进行实时监测和调节，保证其始终处于最佳工作状态。高效的泥浆循环是确保钻进顺利、减小环境影响的关键。

最后，是姿态监测与纠偏控制。在钻进过程中，需要利用先进的测量设备和数据处理系统，实时监测钻头的三维位置和姿态信息。当发现钻头偏离预定轨迹时，需要根据偏移量及时进行纠偏控制，调整钻具的推进力、转矩和倾斜角度等参数，使钻头重新回到正确的轨迹上。姿态监测与纠偏控制技术的高精度和实时性，直接决定了钻进的精度和质量。

（三）护壁和成孔质量控制

适当的护壁措施可以防止钻孔壁体塌陷，维持钻孔的完整性；严格的成孔质量控制则能够满足后续管线铺设的要求，从根本上保证工程质量。首先，护壁是全回转套管钻进施工中不可或缺的重要步骤。由于地层条件的复杂多变，钻孔壁体极易发生坍塌、漏浆等问题，给钻进作业带来严重影响。因此，需要根据具体的地质情况，采取有针对性的护壁措施。常用的护壁方法包括泥浆护壁、管套护壁和注浆护壁等。泥浆护壁是利用泥浆的增稠和渗透性，形成一层防护壳；管套护壁则是在钻孔过程中同步推进钢管套，为钻孔提供支护；注浆护壁则是在钻孔周围注入水泥浆体，形成一个永久性的混凝土护壁体。不同的护壁方式需要匹配合理的工艺参数，如泥浆性能、管套规格、注浆压力等，从而最大限度发挥其护壁作用。

其次，成孔质量控制贯穿于整个钻进过程，是确保最终钻孔质量的根本保证。成孔质量控制主要包括钻孔位置控制、钻孔断面控制和钻孔壁体质量控制三个方面。钻孔位置控制需要利用先进的导向测量系统，实时监测钻头位置和姿态，并根据偏差进行纠偏调整，确保钻孔按设计路线贯穿。钻孔断面控制则需要对钻头转速、推进力等参数进行精确控制，使钻孔保持设计尺寸，避免过大或过小。钻孔壁体质量控制则需要通过泥浆性能优化、护壁措施到位等手段，最大限度地减少钻孔壁体的损坏，保证其平整、密实。

（四）钢筋笼制作和下放

全回转套管钻进施工技术中，钢筋笼的制作和下放是确保管线结构质量的关键环节。钢筋笼作为管线的主体承力结构，其制作和下放质量直接关系到管线的耐久性和安全性。因此，必须严格按照设计要求和施工规范，从原材料选择、加工制作到下放就位，对全过程进行严格把控。

其次，钢筋笼制作是一项技术含量较高的工序，需要对钢筋种类、规格、连接方式、构件尺寸等进行精确计算和优化设计。原材料的选择直接影响钢筋笼的强度和耐久性，必须选用符合国家标准优质钢筋，并对材料的力学性能、外观质量等指标进行严格检验。在加工制作环节，通常采用自动化钢筋加工中心进行钢筋下料、弯曲和绑扎，可大幅提高生产效率和精度。对于复杂的钢筋构件，还需要采用专用模具进行整体预制，确保其尺寸精度和强度要求。

此外，钢筋笼下放是钻进施工的关键控制点。下放作业需要采用专用的吊装设备，如塔吊或臂架起重机等，并配备有经验丰富的操作人员。下放前需要对吊装设备、吊索具等进行全面检查，确保其满足安全要求。同时，还需要合理安排下放路线和方式，避免钢筋笼在下放过程中发生碰撞或变形，对于超长钢筋笼，可采用分节式下放方式，并在现场精准对接连接。最后，下放过程中，需要时刻监控钢筋笼的垂直度和位置，确保其能够精准地进入预制的钻孔中。一旦发现偏差，要及时纠正并查找原因，避免重复出现同类问题。钢筋笼下放到位后，还需要进行水平投向、高程等检查，确认其位置和姿态满足设计要求。对于存在偏差的钢筋笼，需要采取适当的调整措施，如局部加固或重新制作等，以确保钢筋笼的整体质量。

（五）混凝土浇筑和振捣

首先，混凝土配合比的设计是浇筑施工的基础。需要根据工程所在地的气候条件、施工环境以及混凝土的实际要求，反复试验确定最佳的水灰比、掺合料用量、外加剂用量等，以满足工程对混凝土强度、耐久性等各项指标的需求。

其次，是混凝土浇筑。在混凝土浇筑过程中，首先需保证混凝土的连续性，避免因料源中断而导致冷缝的产生。其次，根据钻孔的直径大小合理控制混凝土的自由落距，既要避免因落距过大而引起离析，又要防止因落距过小而增大管内阻力。再次，采取分层浇筑的方式，将一次浇筑的混凝土高度控制在适当范围内，以确保浇捣的彻底性。此外，留意观察钻孔内的混凝土上升情况，及时调整浇筑速度，避免出现“筒仓”或“缩颈”等现象。最后，振捣是保证混凝土质量的关键。振捣时，需选用合适的振捣器型号和振动频率，并对振捣深度、路线和时间进行合理控制。振捣应遵循“先深后浅、由下而上、保持重叠”的原则，确保混凝土内部无残余孔隙，同时还要注意振捣过度会引起混凝土离析和蜂窝，因此需根据实际情况适度控制振捣时间。振捣完成后，及时用抹子将孔口处的混凝土抹平，避免出现蜂窝或露筋的情况。

三、全回转套管钻进施工技术在钻孔灌注桩中的应用

（一）在城市高填方地区的应用

在城市高填方地区，全回转套管钻进施工技术的应用尤为关键。这些地区的地基通常由松散的填土或淤泥组成，导致施工困难，全回转套管钻进施工技术可以有效解决这一问题，确保钻孔的垂直度和完整性，为后续的灌注桩施工奠定了坚实的基础。首先，全回转套管钻进技术在城市高填方地区的应用，有利于提高施工效率。相较于传统钻进方法，全回转套管钻进技术具有钻进速度快、成孔质量高等特点。在高填方地区，土层松散，传统钻进方法容易造成塌孔、缩径等问题，而全回转套管钻进技术则通过套管保护孔壁，有效避免了这些问题，从而提高了施工效率。其次，全回转套管钻进技术在城市高填方地区的应用，有助于保障施工安全。高填方地区地下管线复杂，传统钻进方法容易损坏地下管线，引发安全事故。而全回转套管钻进技术采用套管隔离地层，降低了钻进过程中对地下管线的损害风险，确保了施工安全。此外，全回转套管钻进技术在环保方面具有明显优势。在城市高填方地区，传统钻进方法产生的泥浆难以处理，容易对环境造成污染，而全回转套管钻进技术采用封闭式施工，减少了泥浆排放，有利于环境保护。

（二）在喀斯特地貌地区的应用

喀斯特地貌是一种独特的地质现象，形成于可溶性岩石如石灰岩、白云岩等，长期受到地下水的溶蚀作用，这种地貌通常具有复杂的地下构造，如溶洞、溶孔、裂隙等，给建筑工程的基础施工带来了巨大挑战。全回转套管钻进施工技术通过采用套管保护钻孔，并在钻进过程中对套管施加回转扭矩，实现钻孔和成孔的同步进行，从而有效避免了传统钻孔方式中的诸多弊端。首先，套管的保护作用可以有效防止钻孔过程中的塌方和渗漏。喀斯特地貌地区的地下构造复杂，传统钻孔方式极易引发孔壁崩塌、水土流失等问题。而全回转套管钻进施工技术则可以将钻渣和泥浆留在套管内，避免对周边环境造成扰动，确保钻孔的完整性和垂直度。其次，该技术可以确保混凝土浇筑的质量。由于套管的保护作用，混凝土可以在受控的环境中浇筑，避免了渗漏和污染的风险。同时，套管的回转扭矩还可以增强混凝土与地基的黏结力，提高桩身的整体承载能力。此外，全回转套管钻进施工技术具有良好的适应性。喀斯特地貌地区的地质条件千差万别，传统的钻孔方式往往需要根据具体情况进行大量调整和改进，而全回转套管钻进施工技术则可以通过调整套管规格、扭矩大小等参数，快速适应不同的地质条件，提高了施工的灵活性和效率。最后，该技术还可以减少对环境的影响。喀斯特地貌地区通常拥有丰富的地下水资源，传统的灌注桩施工过程中产生的大量泥浆和钻渣会给地下水环境带来严重

污染，而全回转套管钻进施工技术则可以将这些污染物留在套管内，从而最大限度地保护地下水资源。

（三）在桥梁、建筑、石油化工等建设领域的应用

全回转套管钻进施工技术是一种创新的钻孔灌注桩施工方法，通过采用套管保护钻孔并施加回转扭矩实现钻进，在桥梁、建筑、石油化工等多个领域展现出广阔的应用前景。首先，在桥梁建设中，全回转套管钻进施工技术主要应用于大直径、深孔灌注桩的施工。由于桥梁工程对桩基承载力的要求极高，这一技术能够确保桩孔的垂直度及孔径，降低桩身质量隐患，提高桥梁结构的稳定性和安全性。同时，该技术还可应用于复杂地质条件下的桥梁桩基施工，如软土、砂砾石层等地层，有效解决传统钻进技术面临的难题。其次，在建筑领域，全回转套管钻进施工技术同样具有广泛的应用前景。随着城市化进程的加快，高层建筑及地下空间开发对桩基工程提出了更高的要求。该技术能够在狭窄的施工场地内实现高效、高质量的桩基施工，降低施工对周边环境的影响，为我国建筑事业的发展提供有力支持。此外，在石油化工建设领域，全回转套管钻进施工技术在地下储罐、输油输气管道等工程中发挥着重要作用。该技术能够应对复杂地质条件，确保桩基工程的顺利进行，提高石油化工设施的稳定性及安全性。同时，全回转套管钻进施工技术还具有环保优势，降低施工过程中的噪音、振动及污染，有利于绿色化工建设。

四、总结

全回转套管钻进技术是一种先进的钻孔灌注桩施工方法，具有显著的技术优势和应用价值。在实际施工中，应充分发挥其技术优势，加强施工管理和质量控制，确保施工质量和安全。同时，还应关注技术发展趋势和市场需求变化，不断推动技术创新和进步，为建筑行业的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1] 屈海磊. 钻孔灌注桩的全回转套管钻进施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015, 000(019): 5102-5103.
- [2] 宋刚. 全回转套管施工工艺拓展研究及应用[J]. 建筑机械, 2010.
- [3] 宋志彬, 冯起赠, 和国磊, 等. 全回转套管钻机和全套管施工工艺的研究[J]. 探矿工程: 岩土钻掘工程, 2013.
- [4] 秦军. 利用全回转设备清除钻孔灌注桩[J]. 中国市政工程, 2009, 000(006): 60-61.
- [5] 吴小光, 潘振学. 钻孔咬合灌注桩质量事故的预防与处理[J]. 探矿工程: 岩土钻掘工程, 2008, 35(8): 3.