

泥水平衡法顶管工程施工中导向偏差控制技术分析

潘喜中

云南建投第九建设有限公司 云南 昆明 650225

【摘要】：泥水平衡法顶管施工广泛应用于复杂地质和地下水丰富的环境中，尤其适用于大口径管道施工。施工过程中导向偏差的控制是关键问题。本文分析了顶管施工中导向偏差的产生原因，特别是在管径为1200/1400mm、地下水丰富的区域，地质层包括卵石层、砂砾层、黏土层和岩石层等。通过优化泥浆配比和控制泥水压力，保持泥水平衡，有效减少了施工过程中的导向偏差。推进设备的稳定性和导向系统的精度也进行了优化，采用激光导向技术和高精度设备，确保了顶管沿预定路线推进。研究表明，合理的技术优化措施显著提升了施工精度和效率，保障了施工的安全性和顺利完成。

【关键词】：泥水平衡法；顶管施工；导向偏差；施工技术；地下水

DOI:10.12417/2811-0528.26.07.048

引言

泥水平衡法顶管施工作为一种高效的地下管道施工技术，广泛应用于城市基础设施建设中。该施工方法利用泥水压力保持顶管通道的稳定，在复杂地质环境下仍能保证施工的顺利进行。导向偏差是施工过程中不可忽视的重要问题，尤其是在顶管管径较大、地下水丰富的环境中，导向精度的控制尤为关键。不同地质层的存在，如卵石层、砂砾层、黏土层和岩石层，进一步增加了施工的难度。如何在复杂的地质条件下，减少导向偏差，提高施工精度，是泥水平衡法施工中的关键技术之一。本研究将深入探讨导向偏差控制技术的应用与优化方案，为类似项目的施工提供技术支持与借鉴。

1 泥水平衡法顶管施工中的导向偏差问题分析

在泥水平衡法顶管施工中，导向偏差的产生往往受到多种因素的影响，尤其是在地质条件复杂、地下水丰富的环境下更为突出。顶管管径为1200/1400mm的工程中，由于管道的直径较大，施工过程中对导向精度的要求更加严格。地下水的存在使得泥水平衡法施工的压力控制更为复杂，且地下水位的变化会影响泥浆的稳定性和顶管的推进方向。这些因素共同作用，可能导致顶管在推进过程中产生明显的导向偏差，影响施工质量和进度。

地质层的变化是另一个不可忽视的因素。施工区域通常包含多种土层，如卵石层、砂砾层、黏土层和岩石层等，每一层的土质特性都可能对顶管的推进方向产生不同的影响。卵石层和砂砾层的颗粒较大，施工时顶管可能遇到较强的阻力，导致偏差增大；而黏土层的摩擦力较大，顶管推进过程中可能会出现停滞现象，从而增加施工的难度。岩石层的存在则需要使用更为复杂的设备进行破岩作业，施工过程中的导向精度更易受到干扰。

在泥水平衡法施工过程中，导向偏差的出现通常与泥浆的

压力控制、顶管推进设备的稳定性以及施工人员的操作经验密切相关。泥浆的流动性和压力不均可能导致顶管位置偏移，尤其在复杂地质条件下，泥浆的排放与补充可能无法及时调整，造成泥浆的稳定性下降，进而影响导向精度。与此同时，顶管的推进设备若没有保持良好的校准或出现机械故障，也会导致导向偏差的发生。施工人员的经验和水平对导向控制的精度有着直接的影响，操作不当可能加剧偏差的发生。

2 导向偏差控制技术的优化措施

为了有效控制泥水平衡法顶管施工中的导向偏差，优化措施需要在多个方面进行改进和调整。针对复杂的地质条件，泥浆的控制成为施工中最为关键的一环。泥水压力的稳定直接影响着顶管的推进方向，泥浆的质量和流量应当进行严格控制。在施工前，针对地质特性设计合理的泥浆配方，确保泥浆在不同地质层中都能保持良好的流动性和稳定性。对于地下水丰富的施工环境，泥浆的粘度和密度应根据地下水位变化进行动态调整，以维持泥水平衡，防止导向偏差的发生。

设备优化在顶管施工中的重要性不可忽视，尤其是对于管径较大的顶管施工，设备的稳定性与协调性直接影响着施工的精度。在泥水平衡法施工中，推进设备不仅需要提供足够的驱动力，还需具备良好的稳定性和精准度。推进设备的设计和选型应考虑到地质层的特性，如卵石层、砂砾层等的高阻力，以及管径的大小。通过合理匹配设备参数，可以避免在推进过程中产生不必要的震动或压力不均，确保顶管在复杂地质条件下稳定推进。导向系统的精度控制同样至关重要。在施工过程中，采用激光导向技术或其他先进的定位技术，能够实时反馈顶管的位置信息，确保其精准按照预定轨迹推进。这些技术手段使得导向系统能够进行微调，适应不同土层和管道尺寸的变化，有效减少导向偏差。设备与导向系统的协调运行，不仅提高了施工效率，也大大降低了导向误差，确保了顶管施工的顺利进

行。

除了设备和泥浆控制，施工操作的规范化和标准化也起到了关键作用。施工人员的操作经验和水平会直接影响施工质量，尤其是在复杂地质条件下。通过强化施工人员的培训和技术支持，确保操作过程中的每一环节都能够得到精确控制。在实际施工中，顶管的推进速度应根据地质层的变化进行适当调整，避免因推进过快导致的导向失控。通过实时监测系统监控推进过程中的各种参数，如推进力、泥浆压力、土层阻力等，可以在施工过程中动态调整策略，最大限度地减少导向偏差。综合考虑地质条件、设备性能、泥浆配比以及操作规程，通过精准的技术手段和严格的施工管理，可以有效地控制泥水平衡法顶管施工中的导向偏差，提高施工精度和效率，确保项目的顺利完成。见图1所示。

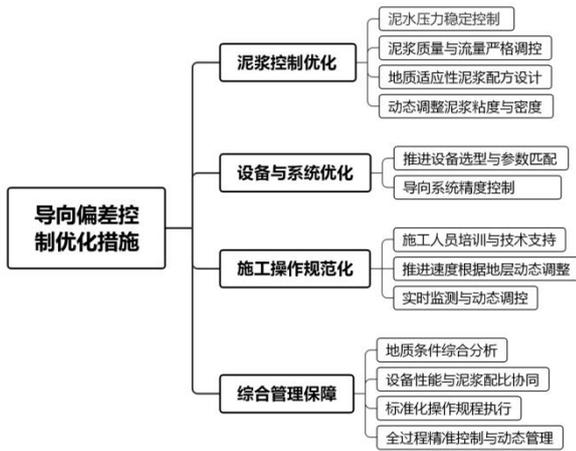


图1 导向偏差控制技术优化措施图

3 施工过程中导向偏差控制效果与总结

在施工过程中，采取的导向偏差控制措施显著提升了顶管施工的精度和安全性，尤其在复杂的地下水环境和多层地质条件下，效果更为明显。通过优化泥浆的配方与流量控制，泥水压力保持稳定，避免了由于泥浆流动性不足或压力不均导致的

参考文献：

[1] 刘爱玲.市政排水工程泥水平衡顶管施工技术及其质量控制研究[J].水上安全,2025,(19):148-150.
 [2] 陈晨,王梓静.基于特殊地质的泥水平衡顶管施工工艺优化[J].中国建筑金属结构,2025,24(09):100-102.
 [3] 聂灵娟.泥水平衡顶管施工技术在市政给水工程中的应用[J].工程技术研究,2025,10(08):66-68.

导向偏差。在地下水丰富的区域，泥浆的密度和粘度得到了实时调整，使得泥水平衡得以有效维持，减少了水位变化对施工路径的影响。针对卵石层和砂砾层的高阻力，采取了适当调整推进速度和压力的措施，确保了推进过程的平稳，避免了出现过阻力所引起的顶管偏移。

导向系统的精度控制也取得了显著成效。高精度激光定位和先进的监测设备使得施工人员能够实时了解顶管的位置，并对其进行精准调整，避免了导向误差的积累。在复杂地质条件下，施工过程中及时调整导向方向，确保了顶管始终沿预定路线推进。这些技术手段的有效结合，使得顶管在卵石、砂砾等高阻力土层的通过过程中，能够保持较高的精度，避免了在岩石层及黏土层中发生的施工停滞或偏移现象。

推进设备的稳定性和导向系统的协调性也在施工中得到充分体现。在管径为1200/1400mm的大口径顶管施工中，设备的高效运转大大提高了推进速度，并减少了不必要的振动与冲击，使得导向控制更加精确。施工中采用的实时监测系统有效整合了推进力、泥浆压力、土层变化等多项数据，确保了施工过程中的各项参数始终处于理想范围。操作人员通过系统反馈及时调整推进策略，减少了由于人为操作失误引发的导向偏差。施工过程中采用的导向偏差控制措施大大提高了顶管施工的精度与安全性，尤其是在复杂的地质环境下，施工的顺利进行得到了有效保障。通过精准的泥浆控制、优化的设备配置、先进的导向技术以及实时的施工监测，施工团队能够应对各种地质变化和地下水环境的挑战，实现了预定目标的高效完成。

4 结语

通过对泥水平衡法顶管施工中导向偏差控制技术的分析与优化，施工精度得到了显著提升。在复杂的地质条件和地下水环境下，合理的泥浆控制、精确的导向定位技术以及设备的高效运作有效解决了导向偏差问题。施工过程中的实时监测和调整保证了顶管能够精准推进，减少了偏差和停滞，确保了工程的顺利进行。这些措施的应用为类似项目提供了宝贵的经验，并为今后的施工提供了可靠的技术支持。