

顶管技术在市政给排水工程施工中的运用研究

刘立伟

保定市排水服务中心 河北 保定 071000

摘要：顶管技术作为一种先进的非开挖管道施工技术，在市政给排水工程施工中发挥着重要作用。它通过液压千斤顶等设备将预制管道顶入土壤，避免了传统开挖施工带来的诸多问题。本文详细阐述了顶管技术的定义、原理和技术特点，包括非开挖施工、适应性强、施工效率高、环保节能和经济效益好等方面。介绍了顶管技术在市政给排水工程施工中的关键技术和具体应用，如穿墙止水技术、泥水平衡技术、纠偏技术和注浆减阻技术等，充分展示了顶管技术在提升施工效率和质量方面的显著优势。

关键词：顶管技术；市政给排水；施工；运用

引言：顶管技术作为市政给排水工程施工中的一种重要方法，以其独特的非开挖施工方式和显著的技术特点，逐渐受到业界的广泛关注和应用。随着城市化进程的加快和市政基础设施的不断完善，顶管技术在市政给排水工程施工中的地位日益凸显。本文将深入探讨顶管技术的原理、技术特点及其在市政给排水工程施工中的关键技术和具体应用，以期对相关工程实践提供有益的参考和指导。

1 顶管技术概述

1.1 顶管技术定义与原理

顶管技术，作为一种先进的非开挖管道施工技术，其核心在于通过在工作井内巧妙地利用液压千斤顶等专业设备，将预制好的管道从一端精确地顶入土壤中，直至其稳稳地到达预定的接收井。这一技术相较于传统的开挖施工方法，展现出了显著的优越性。它巧妙地避开了传统施工所带来的诸多困扰，比如交通的中断、噪音的污染、粉尘的飞扬等，从而极大地提升了施工的效率和质量。顶管技术的原理并不复杂，但却需要高精度的操作和设备支持。在工作井内，液压千斤顶是核心设备，它负责提供强大的推力，使管道能够克服土壤的阻力，顺利前进。为了确保管道的顶进方向和角度的准确无误，还需要配备精确的导向系统和测量设备。这些设备和系统的协同工作，使得顶管技术能够在各种复杂的地质条件下，实现高效、精准的管道铺设。

1.2 技术特点

顶管技术之所以能够在市政给排水工程施工中占据越来越重要的地位，与其独特的技术特点密不可分。

(1) 非开挖施工。顶管技术的最大特点在于其非开挖的施工方式，传统的管道施工方法往往需要大面积地开挖地表，不仅破坏了地面的完整性，还会对交通和居民

生活造成极大的影响。而顶管技术则完全避免了这一问题，它无需开挖地表，只需要在工作井内进行作业，因此大大减少了施工对周围环境的影响。这一特点使得顶管技术在城市密集区域、交通繁忙路段等施工条件受限的地方具有显著的优势。(2) 适应性强。顶管技术不受地质条件的限制，无论是软土、砂土还是岩石等复杂地质条件，顶管技术都能够应对自如。这一特点使得顶管技术在各种地质条件下都能够实现高效、稳定的施工，为市政给排水工程的顺利推进提供了有力的保障。(3) 施工效率高。顶管技术的高效率也是其备受青睐的重要原因，由于采用了机械化施工方式，顶管技术的施工速度远远快于传统的开挖施工方法。由于无需进行地表开挖和回填等繁琐工序，顶管技术的施工周期也大大缩短。这一特点不仅降低了施工成本，还为城市的快速发展提供了有力的支持。(4) 环保节能。在当今社会，环保和节能已经成为衡量施工技术优劣的重要标准。而顶管技术恰恰在这方面表现出色。由于无需开挖地表，顶管技术大大减少了施工过程中的噪音和粉尘污染。由于施工周期短、机械化程度高，顶管技术还能够有效降低能耗和排放^[1]。这些特点使得顶管技术在环保和节能方面具有显著的优势。(5) 经济效益好。除了上述优点外，顶管技术还具有显著的经济效益。由于无需进行地表开挖和回填等大量工作，顶管技术大大减少了施工成本和人力投入。由于施工速度快、周期短，顶管技术还能够有效降低项目的整体投资成本。这些经济效益使得顶管技术在市政给排水工程施工中具有更强的竞争力。

2 市政给排水工程施工中顶管关键技术

2.1 穿墙止水技术

在市政给排水工程的顶管施工过程中，当顶管需要穿越墙体时，如何有效防止水和泥土涌入工作井，成为

施工中的一大挑战。此时, 穿墙止水技术的应用便显得尤为重要。穿墙止水技术的核心在于确保穿墙过程中的密封性。为实现这一目标, 通常在工作井的穿墙位置精心设置止水圈或止水帘。这些止水装置采用高强度、高密封性的材料制成, 能够承受巨大的水压和土压, 从而有效阻挡水和泥土的侵入。除了设置止水装置外, 对工作井内水位的严格控制也是穿墙止水技术的重要环节。在顶管穿墙前, 需要对工作井内的水位进行精确测量, 并根据实际情况制定合理的水位控制方案。通过排水、降水等措施, 确保工作井内的水位保持在安全范围内, 避免因水位过高而引发的水土流失和塌方风险。穿墙止水技术的应用不仅提高了顶管施工的安全性和效率, 还为市政给排水工程的顺利进行提供了有力保障。在未来的市政建设中, 随着技术的不断进步和创新, 穿墙止水技术将发挥更加重要的作用, 为城市的建设和发展贡献更多力量。因此, 在顶管施工过程中, 应充分重视穿墙止水技术的应用, 确保施工质量和安全。

2.2 泥水平衡技术

泥水平衡技术在顶管施工中的应用, 无疑是一项极具创新性和实用性的关键技术。在复杂的地下工程环境中, 这项技术发挥着不可替代的作用, 为施工的安全与效率提供了有力保障。顶管施工, 作为一种在不开挖地面的情况下进行管道铺设或更换的方法, 其难度与挑战性不言而喻。而挖掘面的稳定, 则是整个施工过程中必须严格把控的关键环节。一旦挖掘面失稳, 不仅可能导致施工中断, 更可能引发安全事故, 造成不可估量的损失。泥水平衡技术的出现, 为这一难题提供了有效的解决方案。它巧妙地利用泥水压力来平衡土压力和地下水压力, 从而保持挖掘面的稳定。通过精确调控泥水的压力和流量, 施工人员能够实现对挖掘面的精准控制, 确保其在施工过程中始终保持稳定状态^[2]。此外, 泥水平衡技术还具有操作简便、适应性强等优点。它能够适应不同地质条件下的施工需求, 无论是软土、砂土还是硬岩, 都能发挥出良好的稳定效果。由于该技术主要依赖泥水的物理特性进行稳定, 因此对环境的影响也相对较小, 符合现代施工对于环保的要求。

2.3 纠偏技术

纠偏技术在顶管施工中的重要性不容小觑, 它是确保管道能够按照预定路线精确顶进的关键手段。在复杂的地下环境中, 由于地质条件、施工操作等多种因素的影响, 管道在顶进过程中难免会出现偏离设计轴线的情况。这时, 纠偏技术的及时应用就显得尤为重要。(1) 纠偏技术通常涵盖多种方法和设备, 其中, 利用千斤顶

的推力进行微调是一种常见且有效的手段。通过精确控制千斤顶的推力和方向, 可以对管道进行细微的调整, 使其逐渐回归设计轴线。此外, 调整导轨的导向角度也是纠偏技术中的重要环节。通过调整导轨的角度, 可以引导管道按照预定的方向顶进, 避免偏离轴线。(2) 在纠偏过程中, 专门的纠偏设备也发挥着重要作用。这些设备通常具有高精度和强稳定性, 能够实现对管道偏移的精确测量和纠正。通过综合运用这些纠偏措施, 施工人员可以实现对管道偏移的有效控制, 确保管道的顶进精度和质量。(3) 纠偏技术的应用需要施工人员具备丰富的经验和专业知识。在顶管施工过程中, 施工人员应密切关注管道的顶进情况, 一旦发现偏离设计轴线, 应立即采取相应的纠偏措施。只有这样, 才能确保管道的顺利顶进和工程的成功完成。

2.4 注浆减阻技术

注浆减阻技术在顶管施工领域占据核心地位, 它可以通过在管道外围注入润滑泥浆来减少管道与土壤的摩擦阻力, 提高管道的顶进效率。(1) 在顶管施工过程中, 管道与土壤之间的摩擦阻力是制约顶进速度的重要因素。为了降低这种阻力, 注浆减阻技术应运而生。通过向管道外围注入一定压力和流量的润滑泥浆, 可以形成一层泥浆套, 有效地减少管道与土壤之间的接触面积和摩擦系数, 从而降低摩擦阻力。(2) 注浆减阻技术的实施需要精确控制泥浆的注入量、压力和速度等参数。注入量过大会导致泥浆浪费和环境污染, 注入量过小则无法形成有效的泥浆套; 压力和速度的控制也需要根据施工实际情况进行调整, 以确保泥浆能够均匀地分布在管道外围并形成稳定的泥浆套。(3) 除了对泥浆注入参数的控制外, 还需要对泥浆的质量进行严格把关。泥浆的质量和性能直接影响到注浆减阻技术的效果和管道的顶进效率。因此, 在选用泥浆时, 应充分考虑其黏度、密度、流动性等性能指标, 并进行必要的试验和检测。

3 顶管技术在市政给排水工程施工中的具体应用

3.1 工作坑与接收坑施工

顶管技术在市政给排水工程施工中的应用, 尤其在工作坑与接收坑的施工环节, 展现出了其独特的优势。工作坑作为顶管设备的起始点, 其设计与施工直接关系到后续顶管作业的顺利进行。在确定工作坑的形状和尺寸时, 不仅要考虑管道直径和顶进长度, 还需充分评估地质条件对施工设备的影响, 确保工作坑既宽敞又实用, 为施工人员和设备提供充足的操作空间。接收坑作为顶管施工的终点, 其位置选择尤为关键。在精确放样的基础上, 接收坑需与管道设计轴线紧密吻合, 以便准

确接收顶进的管道。接收坑的设计还需充分考虑地质条件，确保其具有足够的稳定性和安全性，防止因地质因素导致的施工事故。在施工过程中，对工作坑和接收坑的监测工作同样不可忽视。应定期检查坑壁的稳定性和坑底的平整度，及时发现并处理潜在的安全隐患，确保施工过程的顺利进行^[3]。此外，还需加强施工现场的安全管理，确保施工人员的人身安全。

3.2 顶管设备的选择与调试

顶管设备的选择是顶管施工中的关键环节，设备的性能和质量直接影响到施工的效率 and 安全性。在选择顶管设备时，应充分考虑工程实际情况、地质条件、管道直径和顶进长度等因素。常用的顶管设备包括泥水平衡顶管机和土压平衡顶管机等。泥水平衡顶管机适用于地质条件较为复杂、地下水丰富的地区，它能够通过泥水压力平衡土压力和地下水压力，保持挖掘面的稳定。而土压平衡顶管机则更适用于地质条件相对较好、地下水较少的地区，它通过土压力平衡来保持挖掘面的稳定。在设备调试过程中，应确保各部件运转正常，液压系统稳定可靠。调试过程中应对设备的各项性能指标进行严格检测，包括顶进力、转速、泥浆压力等，以确保设备满足施工要求^[4]。还应应对设备进行必要的维护和保养，以延长其使用寿命和提高施工效率。

3.3 管道顶进控制

在顶进过程中，应严格控制顶进速度和方向，以确保管道按照预定路线顺利顶进。顶进速度的控制应根据地质条件、管道直径和顶管设备的性能等因素进行合理确定。在顶进过程中，应保持匀速推进，避免忽快忽慢导致管道偏移或损坏。还应加强对出土量和泥浆压力等参数的监测，确保挖掘面的稳定和施工安全。出土量应控制在合理范围内，过多或过少的出土量都可能导致挖掘面的失稳。泥浆压力也应保持在合理水平，以确保泥水平衡技术的有效实施。在顶进过程中遇到障碍物时，应及时采取措施进行处理。对于较小的障碍物，可以通过调整顶进速度或增加泥浆压力等方式进行绕过；对于较大的障碍物，则需要采用专门的破碎设备或爆破技术进行处理，以确保施工顺利进行。

3.4 管道接口处理

管道接口处理是顶管施工中的最后一道关键工序，它直接关系到管道的密封性和使用寿命。（1）在管道顶进完成后，应对接口进行仔细检查和处理。首先，应确保接口平整、无缺陷，对于存在的凹凸不平或裂纹等问题应及时进行修补和处理。其次，应采用合适的接口处理方式，如橡胶圈密封、焊接等，以确保接口的密封性和牢固性。在处理过程中，应严格按照相关规范和标准进行操作，确保接口处理的质量。（2）橡胶圈密封是一种常用的接口处理方式。在采用橡胶圈密封时，应选用合适的橡胶圈材料和规格，并确保其安装位置准确、牢固。还应对橡胶圈进行必要的检查和更换，以防止因橡胶圈老化或损坏而导致的接口漏水问题。（3）焊接是另一种常用的接口处理方式。在采用焊接时，应选用合适的焊条材料和焊接工艺，并确保焊接质量符合相关规范和标准。还应对焊接部位进行必要的防腐处理，以延长管道的使用寿命。

结语

顶管技术在市政给排水工程施工中的应用，充分展现了其独特的技术优势和广泛的应用前景。通过在工作坑与接收坑施工、顶管设备的选择与调试、管道顶进控制以及管道接口处理等方面的精细操作，顶管技术能够确保管道按照预定路线顺利顶进，并实现接口的密封性和牢固性。未来，随着技术的不断进步和创新，顶管技术将在市政给排水工程施工中发挥更加重要的作用，为城市的建设和发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]周丽婷.顶管技术在市政给排水施工中的有效应用研究[J].建筑工程技术与设计,2021(32):1144-1145.
- [2]蔡伟通.顶管技术在市政给排水施工中的应用[J].科学技术创新,2020(11):116-117.
- [3]陈玉叶.顶管技术在市政给排水管道施工中的运用分析[J].工程建设与设计,2022(15):187-189.
- [4]杜伯夏.市政给排水施工中顶管技术的应用分析[J].建筑与装饰,2024(1):171-173.