

市政工程建设中的顶管工程技术应用探讨

文 / 于波 青岛军民融合发展集团有限公司

董 嵩 青岛军民融合发展集团有限公司

摘要：随着城市化进程的加速推进，市政工程建设日益频繁，顶管技术作为现代市政建设中的重要组成部分，在地铁、隧道、管廊等领域发挥着越来越重要的作用。顶管技术通过利用顶进设备产生的顶力，将管道沿着土体或岩层进行顶进，实现各种市政管线的铺设。本文旨在全面、系统地探讨顶管施工技术在市政工程建设中的应用，为提高市政工程建设的质量和效率提供有力支持

关键词：市政工程；顶管工程技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.031

引言

近几年来，随着科学技术的进步，城市化进程的不断加快，对市政工程施工提出了更高的要求。尤其在城市地下管线建设中，传统的挖筑法已很难适应现代化城市建设的需要。而顶管施工是城市地下管线建设的一项新技术。它既能减轻地面交通影响，又能在复杂的地质条件下进行铺管作业。因此，对市政工程中顶管施工技术进行深入研究，对推进城市地下管线建设的现代化具有十分重要的意义，为当前相关行业的热议课题。

一、市政工程建设中的顶管施工技术概述

(一) 顶管施工技术概述

顶管施工技术是一种利用液压顶进设备产生顶力，将预制好的管道沿着设定的轨迹土层或岩层进行顶进的施工方法。通过顶管机具的旋转切削土体，形成管道的前端，同时利用螺旋钻头将土壤切削并排出，使管道逐渐顶进。

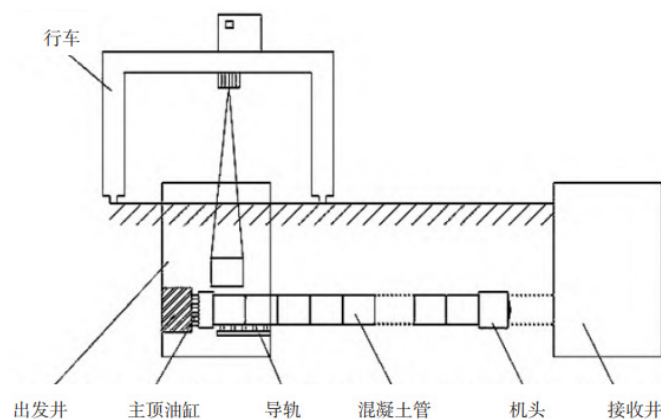


图1 顶管施工技术原理

(二) 顶管施工技术的优势

第一，施工安全性高。与传统开挖方式相比，顶管施工技术无需大面积挖掘，减少了土地资源的占用和破坏，降低了施工风险。同时，由于顶管施工过程中对周边土体的扰动较小，有利于保持土壤结构的稳定性。第二，施工效率高。顶管施工采用作业，自动化程度较高，

大大提高了施工效率同时，顶管施工不受天气条件的影响，特别复杂地质条件和环境的施工。第三，施工质量稳定。顶管施工过程中，通过精确控制顶力和掘进速度，可以确保管道的直径、坡度等参数符合设计要求。此外，顶管施工还采用了一系列先进的检测手段，如激光导向、超声波检测等，对施工质量进行实时监控，确保施工质量稳定可靠。第四，环保性能好。顶管施工过程中产生的噪音和振动较小，对周围环境的影响较小。同时，由于顶管施工采用高效率的机械化作业，减少了人力投入，降低了能源消耗和环境污染。

二、提高市政工程建设中的顶管技术的措施

(一) 地质条件不确定性的处理

面对地质条件不确定性带来的挑战，采取主动措施至关重要。在施工前，细致的地质勘察是不可或缺的环节。通过深入探测，我们可以获得土壤性质和分布的详尽信息，这些数据将为后续的施工提供坚实的科学依据。在此基础上，结合勘察结果，精心挑选适合的顶管机具和施工方案显得尤为关键。这样的前瞻性决策不仅能确保施工过程的顺利进行，更能最大程度地减少因地质条件不确定性引发的潜在风险。因此，细致的地质勘察和科学的施工方案选择，是应对地质条件不确定性的两大有力武器。

(二) 管道设计问题的解决

在管道设计阶段，设计师们肩负着至关重要的职责。他们需要综合考虑顶管施工的独特需求和关键要素，这是确保整个项目成功实施的基础。为此，设计师们必须精心选定管道的直径、壁厚等核心参数，这些参数直接关系到管道的性能、稳定性以及施工效率。为了进一步提升效率，设计师们还可以积极探索和应用预制装配式管道技术。这种技术的优势在于能够实现管道的快速制造和高效安装，从而显著缩短项目周期，降低成本，并确保施工质量的一致性。

(三) 施工环境与空间限制的应对

在施工前，对施工现场的环境和空间进行全面的评估与分析，是确保施工顺利进行的关键步骤。首先，我

们要详细研究施工现场的具体情况，包括地形地貌、建筑结构、交通流量等，以充分了解施工区域的整体环境。基于这些信息，我们将制定一份全面而细致的施工方案，确保所有工作都在既定的框架内有序进行。为了降低施工对周边环境和交通的影响，我们会采用顶管隧道等先进的施工方法。这些方法能够在保证施工质量的同时，最大限度地减少对周边环境的破坏和交通的干扰。

三、顶管技术在市政工程中的应用

（一）顶管施工现场勘查与调查

在顶管施工开始前，对施工现场进行详尽的勘查与调查是一个不可或缺的环节。这一环节涉及多个方面，首要任务就是调查地下管线的分布情况。由于顶管施工需要在地下进行管道穿越，因此必须清楚了解现有管线的位置、走向、深度等关键信息，以避免施工过程中的损坏和冲突。其次，地质条件的调查也是至关重要的。地质条件直接影响顶管施工的方法和效果，包括土壤的性质、岩石的分布等。这些信息有助于确定合适的顶管机型、掘进参数以及相应的施工技术措施。最后，施工现场周围环境的调查同样不可忽视。这包括附近的建筑物、道路、交通流量等，以评估施工对周围环境可能造成的影响，并采取相应的防护措施。这不仅有助于确保施工的安全和顺利进行，还能提高施工效率，降低工程成本。因此，在顶管施工前进行详细的施工现场勘查与调查是至关重要的。

（二）挖设工作坑

在顶管施工中，工作坑的挖掘是一个至关重要的环节。其挖掘过程的合理性直接关系到后续施工的安全和顺利进行。在挖掘工作坑之前，需要根据现场条件和设计要求进行全面的规划。首先，要确定工作坑的深度、宽度等参数。这些参数的确定应根据管道的直径和埋设深度进行，以确保工作坑能够容纳下管道，并且保证管道的埋设深度符合设计要求。其次，工作坑的底部应平整、坚实。这是因为施工设备需要在工作坑内进行作业，如果底部不平整或松软，可能会导致设备的稳定性受到影响，从而引发安全事故。在挖掘过程中，还应注意保护周围环境和地下管线。避免对周围建筑物和地下管线造成损坏。因此，需要采取适当的支撑和防护措施，以确保工作坑挖掘的安全性和稳定性。

（三）确定顶力

在管道顶进过程中，顶力的确定至关重要，它直接影响到管道顶进的稳定性和安全性。为了确保工程顺利进行，需要根据现场情况和设计要求来确定合理的顶力值。顶力的大小是一个需要细致计算的过程。首先，需要考虑管道的重量，包括管道本身的重量以及内部填充物的重量。其次，还需要考虑管道与土壤之间的摩擦系数，以及管道在顶进过程中可能遇到的阻力。这些因素都需要进行精确的计算和评估，以确定合适的顶力值。另外，

顶力值并不是一成不变的。在实际施工过程中，由于地质条件、施工环境等因素的变化，顶力值可能需要进行实时调整和控制。因此，施工人员需要密切关注现场情况，根据实际情况灵活调整顶力值，以确保管道顶进的稳定性和安全性。

（四）顶管穿墙

在顶管施工中，当管道需要穿越墙体时，顶管穿墙技术显得尤为重要。这一过程需要采用专业的穿墙装置和技术进行处理，以确保整个过程的顺利进行和墙体的安全。在穿墙过程中，需要严格控制顶力和掘进速度。这是因为顶力过大或过小都可能导致管道与墙体之间的密实度和稳定性受到影响。因此，需要根据现场情况和设计要求，合理选择顶力值，并严格控制掘进速度，以确保管道能够顺利穿越墙体。此外，在穿墙后还需要及时进行必要的补强和加固处理。这是因为管道穿越墙体后，可能会对墙体的结构造成一定影响，导致墙体出现裂缝或损坏。因此，需要及时补强和加固处理，以确保墙体的整体安全性。总之，顶管穿墙技术是顶管施工中的重要环节之一。通过采用专业的穿墙装置和技术，并严格控制顶力和掘进速度，可以确保管道顺利穿越墙体，并提高整个市政工程的效率和质量。同时，在穿墙后还需要及时进行必要的补强和加固处理，以确保墙体的整体安全。

（五）顶进管道

在顶管过程中，顶进管道是一个至关重要的环节。为确保管道的顺利推进和成型，需要密切关注管道的推进情况和出土情况。首先，在推进过程中，顶力的实时监测和调整是关键。根据地质条件、管道材质等因素，合理控制顶力的大小，确保管道能够顺利顶进。同时，掘进速度的调整也不可忽视。过快或过慢的掘进速度都可能对管道的质量和稳定性造成影响。通过合理调整泥浆的配比，可以有效保护管道内壁，防止管道在推进过程中受到损坏。同时，泥浆的质量直接影响到管道的清洁程度和工作效率。因此，需要对泥浆进行质量检查和控制，确保其满足施工要求。总之，在顶进管道的过程中，需要关注多个方面的要素。通过实时监测和调整顶力、掘进速度以及管道内的泥浆配比和质量，可以确保管道的顺利顶进和成型，提高整个市政工程的效率和质量。

（六）完成泥浆配比控制分析

泥浆配比在顶管施工中占有举足轻重的地位。这一环节直接影响到管道顶进过程的稳定性和安全性。通过科学合理的泥浆配比，我们可以提高泥浆的流变性能和稳定性。这样，泥浆能够更好地起到润滑和支撑作用，为管道的顺利顶进提供有力保障。在实际施工中，泥浆的配比应根据地质条件、管道材质以及现场环境等因素进行合理选择和调整。为了确保泥浆配比的科学性，施工人员需要密切关注施工现场情况，根据实际情况及时

调整泥浆的配比。总之，泥浆配比控制是顶管施工中的关键环节之一。通过科学合理的配比，可以确保管道顶进过程的顺利进行，提高整个市政工程的效率和质量。

（七）注浆技术

注浆技术是顶管施工中的关键步骤之一，其应用为整个施工过程提供了重要的技术支持。通过向管道内注入适量的泥浆，注浆技术能够在管道周围形成一定的泥皮，从而有效地减小管道与土体之间的摩擦阻力。这不仅有利于管道的顶进和成型，还能提高管道的施工效率和质量。在注浆过程中，注浆量的控制和注浆压力的调整是关键环节。注浆量过多或过少都可能影响泥浆的均匀性和有效性。因此，施工人员需要根据现场情况和设计要求，合理调整注浆量和注浆压力，确保泥浆能够均匀分布在管道周围，形成有效的泥皮。此外，注浆技术还需要与其他施工技术相结合，如泥浆配比技术、顶力控制技术等，共同确保顶管施工的质量和效率。

（八）处理接口

首先，在接口处理前，需要对其进行清理和消毒。这是为了确保接口表面的平整和光滑，去除任何可能影响密封效果的杂质或污染物。其次，根据接口的材质和规格，选择合适的密封材料和工艺进行连接和固定。这一步骤需要严格按照设计要求和规范标准进行操作，确保接口的安全性和稳定性。最后，为了增强接口的密封度和稳定性，需要进行必要的注浆和加固处理。注浆可以填充接口周围的空隙，提高接口的密封性能。加固处理则能够增加接口的整体强度，使其能够承受各种外部压力。

（九）检查和纠偏

在顶管施工过程中，对管道的检查和纠偏是确保整个工程质量和安全的重要步骤。随着工程的进展，管道可能会出现偏差或变形，因此必须定期进行检查和监测。这不仅有助于及时发现管道的偏差和变形情况，还能为后续的调整和处理提供有力的依据。为确保测量的准确性，采用先进的测量仪器和技术手段进行测量和监测工作至关重要。一旦发现管道存在偏差或变形情况，应立即采取相应的纠偏措施。这可能涉及调整顶管设备的参数、改变施工方法等。同时，为确保管道的稳定性和准确性，加强顶管通风工作也是必不可少的。良好的通风环境不仅有助于保持工作环境的舒适，还能避免因通风不良而引发的安全隐患。因此，在顶管施工过程中，必须高度重视管道的检查和纠偏工作，确保整个工程的顺利进行。通过加强测量和监测工作、采取合适的纠偏措施以及保持良好的通风环境，我们可以为顶管施工的质量和安​​全提供有力保障。

四、顶管施工质量控制措施

（一）严格控制施工工序

在顶管施工过程中应严格按照设计图纸和施工规范

进行操作。从施工现场勘查到管道顶进、接口处理等各个环节都需要进行严格的控制和检查确保每个环节都符合质量和安全要求。同时还需要建立完善的质量管理体系和考核机制对施工人员进行全面的质量意识和技能培训提高他们的质量意识和操作水平。

（二）加强施工监测

为了确保顶管施工的质量和安全性应加强施工监测工作。通过设置观测点和使用监测设备对管道的变形、位移等关键参数实时监测和分析。一旦发现异常情况应及时采取措施进行处理和控制确保施工质量和安全。

（三）提升施工人员的综合素质

施工人员的素质和技能影响到顶管施工的质量和安​​全。因此应加强对人员的培训和教育提高他们的专业技能和综合素质。通过培训、技能竞赛等活动激发施工人员的学习热情进取精神提高他们的业务水平和创新能力。

（四）明确工艺参数

在顶管施工过程中应各个工艺参数的标准和要求如泥浆配比掘进速度、顶力等。这些参数的需要根据现场情况和设计要求进行合理选择和调整施工过程的稳定性和安全性。同时还需要建立完善的工艺参数控制体系对施工过程进行全程监控和管理工艺参数的落实和执行。

结语

综上所述顶管施工技术在市政工程建设中广泛的应用前景和重要的意义。通过深入研究和探讨顶管施工技术的特点和应用方法可以为市政工程建设提供更加科学、合理和高效的解决方案。同时还需要加强施工质量管理确保施工质量和安全为城市的繁荣和发展做出更大的贡献。随着科技的不断进步和创新相信未来顶管施工技术将会取得更加显著的成果为市政工程建设带来更多的便利和价值。

参考文献

- [1] 赵文斌. 市政工程建设中顶管工程技术的应用研究[J]. 中华建设, 2022, (08): 133-135.
- [2] 祝孟春. 市政工程建设中顶管工程技术的应用[J]. 居舍, 2021, (33): 75-77.
- [3] 马任查. 市政工程建设中顶管工程技术的应用[J]. 绿色环保建材, 2020, (08): 120-121.
- [4] 詹跃明. 市政工程建设中顶管施工技术的应用[J]. 科技风, 2020, (11): 146.
- [5] 刘彩霞. 市政工程建设中顶管工程技术的应用[J]. 中国住宅设施, 2020, (03): 109-110.
- [6] 王景全. 市政工程建设中顶管施工技术的应用[J]. 现代物业(中旬刊), 2020, (01): 187.
- [7] 陈波. 市政工程建设中顶管工程技术的应用[J]. 建材与装饰, 2019, (35): 21-22.
- [8] 冯绍海. 市政工程建设中顶管施工技术的应用[J]. 现代物业(中旬刊), 2019, (11): 230.