

# 市政施工中地下管线长距离顶管施工技术研究

李 勋

新疆宏远建设集团有限公司 新疆 可克达拉 835219

**摘要:** 随着城市化进程的加速,地下管线建设在市政施工中占据越来越重要的地位。长距离顶管施工技术作为地下管线建设中的一种关键方法,其研究与应用对于提高施工效率、保障工程质量具有重要意义。本文概述了长距离顶管施工技术的定义、特点及其在市政施工中的关键作用,重点分析了顶进力计算与控制、管道轴线偏差控制以及注浆技术等关键技术环节,并探讨了当前存在的问题与改进建议。通过本文的研究,旨在为市政施工中地下管线长距离顶管施工技术的优化与应用提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 市政施工; 地下管线; 长距离顶管; 施工技术

引言: 在市政施工中,地下管线的建设与维护至关重要。长距离顶管施工技术,作为一种先进的非开挖施工方法,被广泛应用于城市老旧区域或繁忙地段的地下管线建设中。它不仅能够减少对城市环境的破坏,降低交通干扰,还具备施工效率高、环保效果显著等优点。本文旨在深入研究市政施工中地下管线长距离顶管施工技术,分析其技术特点、施工难点,并提出相应的改进措施,以期推动该技术在市政施工领域的广泛应用与发展。

## 1 地下管线长距离顶管施工技术概述

### 1.1 顶管施工技术的定义

顶管施工技术是一种非开挖施工方法,它利用专用的顶进设备,通过在工作坑内不断顶进管道,同时在管道与周围土体之间注入浆液或其他介质,以达到置换土体、减少摩阻力和保护管道的目的。顶管施工技术广泛应用于市政施工中,特别是在城市老旧区域或繁忙地段的地下管线建设中。由于其无需大面积开挖路面,因此能够显著减少对城市环境的破坏,降低交通干扰,实现绿色、高效的施工。顶管施工技术涵盖了多个工序,包括工作坑的开挖、管道顶进、注浆减阻、管道纠偏、出土运输等。这些工序相互衔接,紧密配合,共同完成管道的顶进任务。顶管施工的核心设备是顶进机,其性能直接决定了施工的效果和效率。此外,注浆材料的选择和注浆参数的设定也是顶管施工中的重要环节,它们对于减小管道与周围土体的摩阻力、保证管道顶进的稳定性和控制地面沉降具有关键作用。

### 1.2 长距离顶管施工的特点

长距离顶管施工是顶管技术中的一种特殊形式,其特点主要体现在以下几个方面:(1)施工难度大。随着顶进距离的增加,管道与周围土体的相互作用变得更加

复杂,管道轴线偏差、地面沉降等问题也更为突出。此外,长距离顶管施工还需要考虑土体的变形和应力重分布等因素,这些都给施工带来了极大的挑战。(2)技术要求高。长距离顶管施工需要精确控制顶进力、注浆压力和管道轴线等参数,以确保管道能够顺利顶进并保持稳定的姿态。同时,对于施工过程中的突发事件和异常情况,也需要有相应的应对措施和技术支持。(3)质量控制难。长距离顶管施工涉及多个工序和环节的配合,任何一个环节的失误都可能导致整个施工质量的下降。此外,由于施工过程中的不确定性和不可预见性,质量控制也需要更加严格和细致<sup>[1]</sup>。

## 2 市政施工中地下管线长距离顶管施工的关键技术分析

### 2.1 顶进力计算与控制

顶进力是地下管线长距离顶管施工中的核心要素,它关乎整个顶管过程的稳定性、效率和安全性。因此,在市政施工中,对顶进力的准确计算与有效控制显得尤为重要。顶进力的计算是一个综合考量多种因素的过程。首先,我们需要深入了解施工区域的土壤性质。通过地质勘察和土壤力学分析,我们可以获取土壤的密度、内聚力、摩擦角、弹性模量等关键参数。这些参数将直接影响到顶进力的大小。除了土壤性质,管道的尺寸和材料特性也是计算顶进力时不可忽视的因素。管道直径、壁厚、长度以及材料的弹性模量和泊松比等都会对顶进力产生影响。一般来说,管道的直径越大、壁厚越厚,所需的顶进力就越大。此外,顶进设备的性能参数,如顶进速度、顶进力量调节范围等,也是计算顶进力时需要考虑的因素。设备的性能将直接影响到顶进过程的稳定性和施工效率。(1)实时监测顶进力的大小。通过与计算值的比对,我们可以及时发现顶进力的异常

变化,并采取相应的措施进行调整。这可以通过安装在顶进设备上的传感器实现,传感器可以实时监测并反馈顶进力的大小。(2)通过注浆技术调整土壤与管道之间的摩擦系数,也是控制顶进力的一种有效手段。注浆材料的选择和注浆参数的设定将直接影响到注浆效果的好坏。合理的注浆方案可以有效地减小土壤与管道之间的摩擦系数,从而减小所需的顶进力。(3)合理安排顶进速度和节奏也是控制顶进力的关键。过快或过慢的顶进速度都可能导致土壤应力变化过大,增加施工风险。因此,我们需要根据土壤性质和顶进设备的性能参数,合理安排顶进速度和节奏,确保顶进过程的稳定性和安全性。(4)定期检查顶进设备的性能和状态也是控制顶进力的重要环节。设备的正常运行是确保顶进力稳定的关键。因此,我们需要定期对顶进设备进行检查和维护,确保其处于良好的工作状态<sup>[2]</sup>。

## 2.2 管道轴线偏差控制

在长距离顶管施工中,控制管道轴线偏差是确保工程质量的关键环节。由于多种因素的影响,管道轴线偏差难以完全避免,但如果不加以控制,将会对管道的使用效果和安全性产生严重影响。首先,要深入了解偏差产生的原因。一方面,土壤的不均匀性是导致轴线偏差的主要因素之一。在顶进过程中,如果遇到软硬不均的土层,由于不同土层对管道的支撑力不同,很容易导致管道轴线发生偏差。另一方面,顶进设备的精度误差也是导致轴线偏差的原因之一。如果设备的定位不准确或者存在误差,就会导致管道轴线偏离设计位置。此外,施工过程中的扰动也是导致轴线偏差的原因之一。例如,施工期间土壤的移动、地下水的波动等都可能对管道轴线产生影响<sup>[3]</sup>。为了有效控制管道轴线偏差,需要采取一系列措施。(1)要提高顶进设备的精度和稳定性。在选择顶进设备时,应优先选择技术先进、性能稳定的设备,并定期进行设备校准和维护,确保其精度和稳定性满足施工要求。(2)在施工过程中要定期对管道轴线进行测量和纠偏。在顶进过程中,应设置专门的测量人员对管道轴线进行实时监测,并与设计轴线进行比对。一旦发现偏差超过允许范围,应立即停止施工并采取相应的纠偏措施。纠偏措施的选择应根据实际情况进行判断,如调整顶进设备的位置、改变注浆方案等。(3)根据土壤性质合理调整顶进速度和注浆参数也是减少轴线偏差的重要措施。在施工过程中,应根据土壤性质的变化及时调整顶进速度和注浆参数,以减少土壤扰动对管道轴线的影 响。同时,要密切关注土壤的动态变化,如遇到突发情况应及时采取应对措施。(4)对于偏差较大

的情况,应采取局部纠偏措施。如调整顶进设备的位置或改变注浆方案等。这些措施应根据实际情况进行选择和实施,并在施工过程中进行实时监测和调整。

## 2.3 顶进过程中的注浆技术

注浆技术在长距离顶管施工中占据着举足轻重的地位,它是确保顶管作业顺利进行、减少施工风险和 提高施工效率的关键因素。合理的注浆材料和参数设定可以显著减小管道与周围土壤之间的摩擦力,从而降低顶进难度,同时有效防止地下水对工作坑的影响,保证施工的安全性。(1)注浆材料的选择是一个细致且关键的过程。不同的土壤性质、地下水条件以及施工要求会对注浆材料的选择产生决定性影响。水泥浆、水泥砂浆和化学浆液是几种常用的注浆材料。在选择过程中,需要充分考虑注浆材料的流动性、凝固时间、强度以及耐水性等性能指标。例如,当遇到渗透性较强的土壤时,需要选择能够快速凝固且强度高的注浆材料,以确保注浆效果。(2)注浆方式的选择同样重要。预注浆、同步注浆和后注浆是三种常见的注浆方式。预注浆是在顶管前预先对土壤进行注浆处理,以减小顶进时的摩擦阻力;同步注浆是在顶进过程中同时进行注浆作业,可以实时调整注浆参数以应对土壤变化;后注浆则是在顶进完成后对管道周围进行注浆加固,以提高管道的稳定性。选择合适的注浆方式需要根据具体的土壤性质、管道尺寸和顶进速度等因素进行综合考虑<sup>[4]</sup>。(3)注浆参数的设定是注浆技术中的另一个关键环节。注浆压力、注浆量和注浆速度等参数需要根据实际情况进行调整和优化,以达到最佳的注浆效果。注浆压力的大小直接影响到注浆材料的扩散范围和注浆效果;注浆量的多少则决定了注浆材料对土壤的填充程度和固结作用;注浆速度的快慢则会影响到注浆材料与土壤的混合程度和固结效果。因此,需要根据实际施工情况,对注浆参数进行实时监测和调整,以确保注浆效果的稳定和可靠。

## 3 长距离顶管施工技术的问题与改进建议

### 3.1 技术问题总结

在长距离顶管施工技术中,实际应用过程中遇到的核心问题和技术难点不容忽视。这些问题不仅影响施工的质量,还可能对施工进度和安全性造成严重影响。(1)顶进力的控制问题是首要关注点。在顶管施工中,顶进力的大小和方向的控制是至关重要的。然而,由于土壤条件的多变性、管道与土壤之间的摩擦系数的不稳定性,以及其他环境因素的影响,使得顶进力的计算和控制变得异常复杂。如果顶进力过大,可能导致管道轴线偏移,严重时甚至会造成管道损坏;而顶进力过小,

则可能导致顶进速度缓慢,影响施工进度。(2)管道轴线偏差的累积问题也是一个不容忽视的技术难题。在长距离顶管施工过程中,由于顶进力的不稳定、土壤条件的波动、施工误差等因素的影响,管道轴线偏差会随着顶进距离的增加而逐渐累积。一旦偏差超过允许范围,就可能导致管道无法准确到达预定位置,给后续施工带来极大的困难。(3)注浆技术的挑战同样明显。注浆是为了确保顶管施工中的稳定性和止水效果,但注浆材料的选择、注浆参数的设定、注浆过程的控制等因素都会影响注浆效果。不合适的注浆材料可能导致注浆效果不佳,注浆参数的不合理设置则可能引发注浆过程中的各种问题,如注浆压力不足、注浆量不足或过量等,这些都会影响顶管施工的质量。(4)施工设备的性能和稳定性问题也不容忽视。顶进设备在长时间连续工作下容易出现磨损和故障,这不仅会影响施工进度,还可能引发安全事故。设备的维护和保养至关重要,但选择合适的设备、进行定期的检查和维护也是确保施工顺利进行的关键。

### 3.2 改进建议

面对长距离顶管施工技术中存在的主要问题,为确保施工质量和效率,我们提出以下针对性的技术改进措施和建议。(1)顶进力的精确控制。为提高顶进力的控制精度,我们建议研发更智能的顶进力计算和控制系统。这一系统将能够实时监测和分析土壤条件、管道状态、顶进速度等关键因素,并根据这些数据动态调整顶进力的大小和方向。这样的智能化控制不仅可以减少因土壤波动和管道摩擦变化带来的不确定性,还能确保顶进过程更加稳定、精确,从而显著降低管道轴线偏差的风险。(2)管道轴线偏差的实时纠偏。对于管道轴线偏差问题,我们建议采用先进的测量和定位技术。通过激光测距、三维测量等高精度手段,我们可以实时监控管道轴线的位置,确保施工过程中的准确性。此外,依据轴线偏差的实时数据,我们可以迅速制定和调整纠偏措施,如调整顶进速度、改变顶进方向等,从而有效减

少轴线偏差的累积,保证管道能够按照设计轴线顺利推进。(3)注浆技术的优化与提升。注浆技术在长距离顶管施工中至关重要。我们建议深入研究注浆材料的性能和应用范围,选择更加适合长距离顶管施工的注浆材料。同时,优化注浆参数的设定,确保注浆效果稳定均匀。通过不断实验和调整,我们可以提高注浆的止水效果和施工安全性,为长距离顶管施工提供更为可靠的技术保障。(4)施工设备的性能强化与维护。针对施工设备的性能和稳定性问题,我们强调选择性能优良、质量可靠的顶进设备。定期对设备进行维护和保养,确保设备始终处于最佳工作状态。此外,我们建议引入先进的设备监控和预警系统,实时监测设备的运行状态和性能变化。通过及时发现和处理潜在问题,我们可以显著提高施工设备的稳定性和耐久性,为长距离顶管施工提供坚实的技术支撑。

### 结束语

经过对市政施工中地下管线长距离顶管施工技术的深入研究,我们不难发现,这一技术以其独特的优势,正在逐渐改变传统的地下管线施工方法。其不仅极大地提高了施工效率,降低了对环境的破坏,更在一定程度上保障了城市居民的生活品质。展望未来,随着科研力量的不断投入和施工技术的持续创新,我们有理由相信,长距离顶管施工技术将在市政施工中发挥更大的作用,为城市的发展作出更大的贡献。我们期待着这一技术的不断进步,为城市建设带来更加美好的明天。

### 参考文献

- [1]郑淑菊.市政给排水施工中的长距离顶管施工技术探讨[J].新型工业化,2021,11(7):201-202.
- [2]张剑东.市政给排水施工中的长距离顶管施工技术分析[J].建材与装饰,2019(5):49-50.
- [3]孙明.市政给排水施工中的长距离顶管施工技术分析[J].科技与企业,2020(10):209-210.
- [4]何俊.长距离顶管施工技术在市政给排水施工中的应用[J].工程技术研究,2019(5):113-114.