Research on the Application of Long-distance Pipe-jacking Construction Technology in Municipal Water Supply and Drainage Engineering

Jiao Shi

Zaozhuang Huiquan Urban Construction Investment and Development Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong, 277100, China

Abstract

With the continuous improvement of urban infrastructure, the scale and quantity of municipal water supply and drainage construction projects are increasing. In the process of municipal water supply and drainage construction, due to the limitation of construction space and traffic system, it is extremely difficult to adopt open excavation construction method. Therefore, the long-distance promotion technology is increasingly used in the current municipal water supply and drainage construction. Starting with the construction process and advantages of long distance propulsion method, this paper analyzes the significance of the application of propulsion technology in municipal water supply and drainage construction, and introduces in detail the specific application of long distance propulsion technology in municipal water supply and drainage construction. At the same time, the application of this technology can greatly improve the construction efficiency, ensure the construction progress, improve the level of site construction technology, will be further developed in water supply and drainage, gas pipeline, rail engineering, comprehensive pipe corridor and other projects.

Keywords

pipe jacking construction technology; long-distance pipe jacking engineering; pipe jacking construction technology; municipal water supply and drainage engineering

市政给排水工程中的长距离顶管施工技术的应用研究

施娇

枣庄汇泉城市建设投资发展有限公司，中国 · 山东 枣庄 277100

摘　要

随着城市基础设施的不断完善，市政给排水建设项目的规模和数量不断增加。在市政给排水建设过程中，由于施工空间和交通系统的限制，采用明挖施工方式难度极大。为此长距离推进技术越来越多地应用于当前市政给排水建设中。论文从长距离推进法的施工流程和优点入手，分析了推进法技术在市政给排水施工中应用的意义，并且详细介绍了长距离推进法技术在市政给排水施工中的具体应用。同时该技术的应用能够大大提高施工效率，保证施工进度，提升现场施工技术水平，必将在给排水、燃气管道、轨道工程、综合管廊等项目中得到更进一步的发展。

关键词

顶管施工技术；长距离顶管工程；顶管施工工艺；市政给排水工程

1 引言

顶管技术的发展历史比较长。过去，由于设备和技术的限制，顶管技术的发展速度相对较慢，施工效率和精度难以满足现代城市建设的需要。但是，随着技术的进步和设备的改进，特别是在信息化和自动化技术的支持下，顶管技术有了明显的提高。在城市化进程加快的背景下，中国市政管道建设技术水平显著提高，进一步推动了城市建设的进步。新设备、新材料的应用不仅提高了施工效率，而且大大降低了施工过程中的风险和成本。

顶管技术在实际应用中依然面临诸多挑战。重复建设施工和对城市道路的影响问题尤其突出，给城市生活带来了很大不便，影响了交通和居民的日常生活。中国人口众多，对城市基础设施建设的需求巨大。市政给排水的质量与人们的日常生活密切相关。它在很大程度上影响着人们的正常工作和生活，并在市政工程中起着重要作用。对于市政给排水工程来说，最关键的部分是顶管技术的管理。长距离顶管技术的应用可以大大提高市政给排水施工的质量，并减少对城市交通和环境污染的影响。因此，我们必须加强对长距离顶管技术的重视。

2 长距离顶管施工工艺概述及优点

在将长距离顶管技术应用于市政给排水工程施工之前，

【作者简介】施娇（1986-），女，中国江苏淮阴人，本科，工程师，从事给水排水工程研究。

需要对施工现场的具体条件、设备和各种管道进行详细调查，并进行准确详尽的分析。根据施工方案分析的结果，可以定制专门的产品。当实际施工时必须严格按照施工规划和执行过程进行，确保对周围环境和居民的日常生活工作需求不造成任何伤害，并在最大限度上满足施工的正常进度[1]。

在市政给排水工程中，许多施工是通过挖掘地面埋设管道来实现城市给排水的。这种排水项目的施工不仅浪费人力和物资，而且在长期使用后还存在更多的危害，维修质量是一个重大且困难的问题。长距离顶管技术作为一种新工艺，相比传统的地面挖掘管道在市政给排水项目中具有非常显著的优势。长距离顶管技术无需挖掘地面，可以直接通过地面建筑和道路进行施工，不损坏基础和设施，减少了开挖面积。在很大程度上减少了人力、物力和财力的浪费，同时也减少了施工工作量，加快了项目进度，大大提高了施工的工作效率。在市政给排水工程施工中，长距离顶管技术占用的施工空间也比传统管道技术占用的空间小得多，不会影响日常活动，噪音污染和环境污染也较少，不会对周围社区居民的日常生活造成任何影响。同样，长距离顶管技术的施工也不会对周围基础设施的正常运行产生很大影响。随着城市建设的不断发展，为了给居民带来更便利的生活，城市基础设施管道的建设变得复杂。管道问题会对人们的生活产生很大影响。长距离顶管技术在市政给排水施工中的应用可以最大限度地减少对这些管道设施的危害。长距离顶管技术在市政给排水工程施工中的应用必将为市政给排水工程带来高质量和高效率。

3 长距离顶管技术施工难点分析

3.1 顶管穿墙及止水技术的应用

在市政给排水施工中，为防止水土流入井内，可以选择黄粘土作为工程材料，有效实施埋墙管的方法。有效实施止水工作，立即打开穿墙管的舱壁，顶入施工管。同时，当施工管的最后部分接近穿墙管时，在泥浆进入孔之前必须立即停止相关顶进工作，并应在相应的顶进力下再次压实，以避免水土进入[2]。

3.2 顶管施工中的测量应用

在顶管施工期间进行测量和放样。市政给排水管道的相关中心点和抬升桩的控制点一般由施工单位提供，通常设置在顶管井的两侧。中线桩必须与管道统一一致，这样可以有效带来连通效果。顶管工作坑的一般施工标准应为两到三点，应从施工坑进行测量。通常可能存在一些误差，因此必须仔细检查量值，误差必须控制在 5mm 以内，以确保市政给排水顶管项目的管道正确放置。使用先进的科学技术设施和设备进行测量，当顶管相关工作进行到管道的第一部分时，进行第一次偏差校正，同时在 30cm 内进行有效测量。项目进行到土层时，同时进行有效测量。如果有误差或偏差需要确保调整和校对。通常可以选择两种调整方法。一种叫做“顶木调整法”，当施工过程中过度开挖调整效果不明显时使用，偏差范围在 2cm 以内。结合开挖和调整方法进一步校正误差。还有一种叫做“顶管纠偏法”，其施工方法类似于顶木调整法，用千斤顶替代木材校正偏移的管道。在顶管项目实施中，测量和校正误差主要依靠先进的激光水准仪和电子全站仪，以确保准确的测量频率、过程检测、中线检测和相关的顶管工作。通常在顶管施工中使用顶木调整法和顶管纠偏法。

3.3 顶管施工中防泥拖技术的应用

在顶管施工过程中，距离越长会导致管道的摩擦阻力越大。为减少外管道的阻力，施工人员会在外管道上喷涂触变泥浆，以最大程度地减少顶进阻力，提高顶管施工的工作效率。以某南方城市的市政给排水工程为例，该项目采用泥水平衡顶管技术。规划设计了五个顶管井，分别为 J3-J7，总长度为 1359m。这里以 J3-J4 和 J6-J7 段为例进行分析。J3-J4 段顶管长度为 238m，管道需要埋设在 8m 深处，管道外径为 242mm；J6-J7 段顶管长度为 396m，管道需要埋设在 6.5m 深处，管道外径为 282mm，在顶管施工中，管接头前端的贯穿阻力和管道摩擦力在总顶力中占重要地位，管道摩擦阻力的大小可以直接决定顶力的大小。管道直径、管道埋深及管道与土壤之间的接触应力都可以影响管道的摩擦力，可以计算得出，J3-J4 段的总推力为 16019.28kN，J6-J7 段的总推力为 30991.65kN[3]。

3.4 管道被砂层“抱死”

在一些特殊地质结构的地区施工时由于细砂层地质条件恶劣，顶进时阻力较大，采用 5 台 200t 千斤顶作为主支撑，最大总推力达 1000t。为减少混凝土管壁摩擦，用煤油喷枪涂蜡，每隔 3 段管外灌注膨润土浆，在管外与土层间形成膨润土套，将摩擦阻力降至最低。

顶进 100m 后，设置中继站，但顶进 200m 时，5 台主千斤顶全部投入，液压达到 34MPa（总推力约 1000t），管线却纹丝不动。启动中继站，液压升至 36MPa，管线仍未移动。随后，再增加 2 台主千斤顶，液压增至 7 台，达到 34MPa 和约 1400t 推力，但这导致了后壁开裂和液压油管爆裂等问题。

经调查发现，管道外表面蜡涂层不均匀且不足，以及管道内部灌浆控制不佳，尤其是阀门顺序、时间和压力，加剧了摩擦力，导致管道因沙子包裹而“卡住”。为了解决这个问题，项目工程师进行了现场检查，检查了设备，并咨询了操作员以确定根本原因。发现的主要问题是摩擦减振措施无效，导致摩擦阻力增加，阻止管道移动。提出了一种解决方案来增强灌浆，利用中继站并与主千斤顶协调以启动移动。当务之急是确保每个部分都彻底灌浆，并确认每个注入口都完全覆盖灌浆。采取这些措施后，当液压达到 38MPa（超过安全极限 31.5MPa，产生约 1568t 推力）时，中继站能够开始移动。通过中继站将管道推进 30cm，然后用后七台主

千斤顶以16MPa的压力(约788t推力)以30厘米为增量推进，每次推进后都通过额外的灌浆进行加固，从而取得了进展。中继站的后续尝试显示压力逐渐降低，36MPa 可以移动，后主千斤顶在 15MPa 的压力下再推动 30cm，然后进行灌浆。到第三次尝试时，中继站压力降至 23MPa，而后主千斤顶在 18MPa 下运行。这种分阶段的方法成功地将整个隧道推进了 100cm，逐渐减少了与外部膨润土套管的摩擦，允许在主千斤顶压力为 27MPa 的情况下进行正常的顶升操作，而无需中继站。在成功克服这些挑战后，又进行了 52m 顶升，最终完成了 320m 的沙层顶升作业。这一事故一旦解决，隧道掘进机头便可以成功进入并继续作业。

4 长距离顶管技术在给排水施工中的应用

4.1 注浆减阻技术

注浆减阻技术就是在顶管施工过程中技术是指顶管施工时向管道与地层之间的环形间隙注入润滑填料，形成保护浆料涂层。该方法的目的是润湿管壁，减少顶管时的摩擦阻力。

在长距离顶管施工中，一般每隔400m增设一个压浆泵，以稳定整个过程的充填压力。初次灌装和追加灌装采用独立的灌装系统，初次灌装采用低压大流量灌装泵，补充灌装采用高压小流量灌装泵。在浇注过程中，定期监测浇注压力、粘度和使用量以使浆料均匀分布在管道外壁周围非常重要。充填与顶管同步进行，按照初始充填与补水相结合的原则，先充填后顶管，同步充填顶管，及时补水。该方法在管壁周围形成浆状润滑剂涂层，有效减少摩擦并提供支撑。顶进过程中，必须不间断地继续浇筑，如中断浇筑，必须停止顶进[4]。

4.2 通风技术

在给排水顶管施工的工程中，通常在地下进行作业。由于工程现场封闭性强，空气流通不畅，可能导致工人缺氧或呼吸困难等问题。此外工作环境可能会变得极端恶劣，为确保建筑工人的安全，建筑公司必须在现场建立有效的通风系统至关重要。通常在长距离管道施工区域会安装传统的通风设备，如排风扇或鼓风机，通过抽出和供应空气来改善空气循环。作业员进入井筒时，通常需要经过 10分钟的通风时间，同时使用设备检测区域内的有毒气体和有害气体。这种方法可以带来良好的通风效果，但由于通风设备需要长时间运行，建筑公司的成本显著增加。

4.3 严格控制施工中的材料和设备质量

随着新材料在城市市政给排水施工中的频繁使用，城市市政给排水过程中材料配比的不合理分布现象时有发生。模型未能得到正确评估，因此工程材料不能科学配比和控制，导致一些工程材料的浪费和损坏。这种现象会变得更加严重，并对城市市政给排水工程产生一定的影响。施工过程伴随着不同程度的影响，最终在成本控制上变得不合理。因此，有必要完成城市市政给排水施工工程材料的必要控制系统，高效、科学地控制工程材料，确保项目进度安排，以有效提高工程材料的利用率和使用效果[5]。

5 结语

随着社会经济的持续发展，人们生活质量不断提高。为了满足人们日益增长的生活质量需求，城市基础设施也在不断改善，市政建设逐渐增加。市政建设与人们的生活和工作密切相关。市政给排水工程直接影响人们日常生活中的供水和排水。长距离顶管技术的管理对决定给排水工作质量至关重要，必须全面引起员工的重视。长距离顶管技术可以大大降低施工成本，提高施工质量和效率，加快市政给排水工程的整体施工进度，确保施工顺利进行，推动城市基础设施的发展。

参考文献

[1] 陈麟.长距离顶管施工技术在市政给排水施工中的应用研究[J].建材与装饰,2018(42):15-16.

[2] 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,2018(5):13-14.

[3] 魏翠霞.探究长距离顶管施工技术在市政给排水施工中的应用[J].科学技术创新,2018(26):130-131.

[4] 梁诏斌,曹鑫,江闪闪.试析市政给排水施工中的中长距离顶管施工技术[J].工程建设与设计,2021(24):119-121.

[5] 贾凯,武永新,徐振博.美兰机场排水工程的多孔小间距顶管施工关键技术[J].中国给水排水,2021,37(22):113-117.