

城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术

欧阳重晓（深圳市燃气集团股份有限公司南山分公司，广东 深圳 518000）

摘要：本文详细介绍了城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术，这是一种在不破坏地表情况下，通过地下穿越方式铺设燃气管道的先进技术。在此基础上，对该技术的基本原理、施工程序、设备及材料的准备、安全环保等方面进行了详细的论述。在施工过程中，应加强现场勘察，对钻孔轨迹进行监控，对施工过程中的风险进行评价和控制，并制订相应的应急预案。

关键词：非开挖技术；定向钻穿越；燃气管道；施工安全；环境保护

0 引言

在我国城市化快速发展的背景下，城镇燃气管道的修建和维修直接关系到城市的正常运营。而传统的基坑支护技术虽已较为成熟，但其造价昂贵，对城市交通、环境及居民生活造成很大影响。为解决上述问题，提出了一种基于非开挖定向穿越的新方法，即在井下精准钻进、铺设管线，达到对周围环境的最小化。通过对城市天然气管线非开挖定向穿越技术的研究，对其技术特征、施工工艺、技术要点进行了深入研究，并对其在城市天然气管线建设中的应用进行了研究，以期对相关行业的技术人员和决策人员提供借鉴。

1 非开挖技术概述

1.1 非开挖技术的分类与发展历程

在我国，随着我国经济社会发展水平的不断提高，我国在这方面的研究也取得了长足的进步。非开挖技术中既有定向钻穿、顶管和水平定向钻孔等新工艺，又有夯管、微型隧洞和管涌爆破等新工艺。两种方法均有各自的特点与应用场合，比如，定向钻孔法适用于长距离大直径管线的敷设，微通道适用于城区狭小、密集的区域。从 20 世纪初期开始，其工艺较为落后，以人工及简易机器为基础，在井下操作。经过几十年的发展，我国的非挖掘工艺已由传统的机械设备向自动控制设备发展，并最终向目前的智能设备发展。高精密导航系统、实时监控设备及 CAD 等先进的工程方法与先进的工程技术相融合，实现了精准、安全、高效的建设目标。同时，该方法无需对地面建筑物及植物进行有效保护，降低了建设过程中对周围环境的冲击。在快速城镇化和城市用地紧缺的背景下，无开挖作为一种绿色环保、高效的方法，得到了国内外学者的广泛关注。

随着新材料与装备的开发与运用，以及大数据与人工智能等新技术的深入发展，将使其具有更高的精

度、更强的适应能力和更广泛的适用领域。这将为城市地下空间的开发和利用提供更多可能性，为城市的可持续发展做出更大的贡献。

1.2 定向钻穿越技术的原理与特点

定向钻穿越技术是指在地面上使用的钻井装置，经钻杆将其送至地面，沿预先确定的轨道进入，从而构成导孔。在此基础上，采用多重扩孔法，逐级扩大孔径数，使其能够通过孔壁。其基本思想是利用地质引导装置对钻进的方位、钻进的深浅进行准确的控制，保证了钻进时的井眼轨迹满足设计的需要。该方法具有可实现长距离大深度穿越、对地表交通及生态环境的干扰少、建设周期短、造价低廉等优点，特别适用于道路、河流、建筑等复杂地貌条件。同时，本项目还具备较强的柔性及可伸缩性，可依据不同的地层及不同的工程要求，进行定向、倾角的调节，达到精确的铺放效果。随着科技的发展，现代定向钻穿越技术将即时监测与自动控制相结合，使工程之安全与高效得以进一步提升。

2 施工前的准备工作

2.1 施工场地的勘察与准备

在工程实施之前，必须对隧道进行详细的地质调查，采用地质雷达、钻孔取样等方法，对隧道内的地层结构、岩石硬度、地下水位以及可能存在的地下障碍等情况进行详细的调查，保证所获得的资料可以为隧道的设计和施工提供可靠的基础。接下来，施工现场的前期工作主要有：清理现场障碍物，平整现场，布置施工机械、物料存放区域，并设立安全警告标识。另外，还要制订详尽的工程计划及紧急情况计划，对工人进行专业的技术训练及安全教育，使其熟知工程作业程序及安全作业规范。同时，在现场设置了相应的监控装置，对地层沉降、钻头位置以及穿越管线的状况进行了实时的监测，以便对施工工艺进行适时的

调节，保证了工程的安全性和质量。在此过程中，做好了充分的调查和前期工作，为无开挖定向钻井技术的应用奠定了良好的基础。

2.2 设备与材料的准备

设备和材料的制备，主要是对高性能定向钻机，钻杆，钻头，地质导向系统，扩孔器，管道回拖设备等一套专门的设备进行检测、调试和部署。此外，还应根据项目的实际情况，选用合适的管材，满足城市天然气运输的安全、优质要求。另外，为了保证钻孔时对井壁的稳固以及对管线的防护，还需要准备充足的润滑剂和灌浆材料。在投入运行之前，必须对其展开全面的检测，以保证其具有良好的稳定性和可靠性。为保证工地工作的有效配合与迅速反应，保证了物料的储存与处理。在此基础上，通过对设备和物料的充分准备，将由于设备失效、物料短缺等因素造成的安全隐患减少，保证隧道的安全运行。

2.3 安全与环境保护措施

这一举措需要在实施之前对项目进行详细的危险评价，并制订综合的安保规划及事故处理方案。采取的安全对策主要有：对建筑工人进行专门的训练，使其了解作业程序及紧急情况的处理程序；利用现代化的检测仪器，对工程场地内的地质情况、地表沉陷等进行实时监测，并对其进行相应的调整；设置安全警告标识，设置隔离栏，禁止无关的工人进入危险区。环保方面，包括建设期间之噪声与震动控制、废气、污水及固体废弃物之适当处置、工程完成后之生态修复等，以尽量减少对周边环境之冲击。同时，还要加强与地方社会及有关环保部门的联系，保证建设项目按照《绿色建筑标准》进行，力求达到建筑工程的安全性、可控性。

3 定向钻穿越施工流程

3.1 钻导向孔的施工步骤

城镇燃气管道非开挖定向穿越施工中，钻导向孔的施工步骤是一个非常重要的过程，其精度和专业性都非常高。在进行工程建设之前，必须对工程现场进行全面的勘察，掌握地层、岩体、水文等地下情况，为钻井轨道的设计提供依据。

在工程中，作业员会开启定向钻，将特制的引导钻经钻进土中。在钻头的尾部安装一根探测杆，通过探测井底的磁、电等信息，实时将钻具的位置、深度和方位等信息传送到地表监测设备。在此基础上，由现场作业人员通过电脑程序对钻井过程中的各种参数

进行分析、修正，以保证井眼的运动轨迹符合预定的要求。在钻孔时，要根据各种地质情况，对其进行合理的转速和转速控制。

在此期间，要经常对钻具的磨损及刀头的锐利程度进行检测，如有需要，应及时进行替换，以确保钻井的持续与高效。在完成导孔后，应对孔道的质量进行检验，主要有孔壁稳定性、孔径一致性及是否畅通等。必要时，还要对钻孔进行清理，清除钻孔中残余的碎屑、杂物，保证孔道的畅通。在导孔工作结束后，接着就是扩大工作，逐渐增加孔径至能适应煤气管线的大小。在此过程中，导孔的钻孔是整个隧道的关键，其钻孔的准确性与品质，将会对以后的隧道建设及管线的安全运营产生重要的作用。

3.2 扩孔与管道回拖技术

扩孔与管道回拖技术是定向钻穿越施工中的连续工艺步骤，用于将导向孔扩大至足够直径以容纳最终的管道。常用的扩眼器是一种新型的扩眼器，它是在钻头的驱动下，对泥土、岩层进行切割、研磨，使其逐渐变宽。在进行扩孔时，有时要来回几趟，每一次都要用较大的直径，直到获得所需的尺寸为止。

回拖技术则是在扩孔完成后进行，此时将预制好的管道与钻杆连接，利用钻机的拉力将管道连续地拖入扩大好的孔中。在回拖时，要严密监测钻杆的推进速度、钻杆拉力、转矩等参数，同时还要注意地层的反应，保证油管按既定的轨道顺利钻进，不会发生堵塞或跑偏。为保证管线的正常运行，管线可以采用减阻力物质或采用润滑油来降低阻力。另外，在下料之前，还要对管线做一次彻底的检测，确认管线没有损坏，没有变形，并且接头要有很好的密封性，才能保证气体的安全运输。管道扩径及回撤是保证管道安全准确埋设的重要环节，其核心在于精准的施工工艺及熟练的工艺操作。

3.3 管道连接与密封技术

管道连接与密封技术是确保城镇燃气管道非开挖定向穿越施工后管道系统安全运行的关键环节。因此，需要对管线各节点进行高强度、高耐用性的连接，如焊接、法兰或特殊的力学连接。其中，焊接是最常用的一种接头形式，它要求有专门的焊工根据规程来保证接头的质量。法兰连接采用螺钉将两法兰固定在一起，使其成为一个整体。机械式连接采用橡皮密封及锁定机构，以确保其具有良好的密封性及抗拔力。

不论使用何种形式的联接，均应对其进行严密的

气密性检测,例如空气压力、水力压力等,以检查其密封性,以防漏气。另外,管线接头的防腐蚀也很关键,为了防止水土流失,经常在管线上涂敷防腐蚀涂料或卷绕防腐条。管线的严密连接及封闭是保证管线整体性能、保证管线运行安全、提高管线运行周期、降低维修费用、降低安全隐患的关键。

4 施工中的监测与控制

4.1 钻孔轨迹的实时监测

钻孔轨迹的实时监测是非开挖定向钻穿越施工中的核心技术之一,它通过地面控制设备和钻杆内传感器的协同工作,确保钻孔方向和深度的精确控制。在施工过程中,钻头携带的探棒能够感应地下磁场或电磁信号,这些信号被用来确定钻头的实时位置和姿态,包括其在地下的深度、方向和倾斜角度。地面监控系统接收这些数据,并利用专业软件进行分析和可视化展示,使操作人员能够实时观察钻孔轨迹,并与预定设计轨迹进行比较。如果监测数据显示钻孔轨迹出现偏差,操作人员可以及时调整钻机的参数,如钻压、转速和推进速度,或者通过调整钻杆上的弯接头来改变钻头的方向,确保钻孔按预定轨迹准确进行。

此外,实时监测系统还能够预警潜在的施工风险,如地面沉降、设备异常等,为施工安全提供保障。通过这种高精度的实时监测,非开挖定向钻穿越施工能够实现更高的准确性和可靠性,同时降低施工成本 and 环境影响。

4.2 施工风险的评估与控制

施工风险的评估与控制是确保城镇燃气管道非开挖定向穿越施工安全的关键环节,涉及对施工过程中可能遇到的各种风险因素的识别、分析和应对措施的制定。这包括对地质条件、地下障碍、施工设备性能、环境影响以及施工人员安全等方面的综合评估。通过地质勘探和地下管线探测,可以识别地下的不稳定因素,如松软土层、岩石障碍或现有管线,从而设计合适的穿越路径和施工方案。

施工前,进行风险评估会议,让所有参与方了解潜在风险和预防措施。施工过程中,实施严格的现场管理和监控,使用先进的监测设备实时跟踪钻孔轨迹、地面沉降、设备状态和环境参数,确保施工活动在控制范围内。

此外,制定应急预案,对可能发生的事故如设备故障、钻孔偏差或环境破坏等情况进行模拟演练,确保快速有效的响应。通过这些细致的风险评估与控制

措施,可以最大限度地降低施工风险,保障工程的顺利进行和人员设备的安全。

4.3 应急预案的制定与实施

为了保证工程的安全性,必须在对工程环境、潜在风险及可利用的资源进行充分的评估后,编制和执行相应的应急方案。应急预案应当包含对各类突发事件的预测,调配应急资源,确定应急响应程序,组织应急演练。当遇到地面沉降、设备故障、环境污染、人身伤亡等突发事件时,建设队伍可以及时制定相应的应对方案,对事态进行有效的管控,降低事故的危害,保证人身和环境的安全。

5 结语

城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术以其高效、环保、安全的特点,在现代城市基础设施建设中发挥着越来越重要的作用。文章对该技术的原理、施工过程、安全措施和环境保护等方面作了较为详尽的论述,并结合实例说明了该技术的使用情况。近年来,我国正处于快速发展阶段,采用无开挖导向穿孔施工方法,可有效提高施工效率,降低施工成本,降低对环境的影响。随着我国城镇化的发展,我国市政工程建设需要,采用非开挖的方式进行定向穿越是一条更加科学合理的途径。这既可以适应目前我国城市天然气管网的发展要求,又可以为今后的城市规划与发展提供一种新的途径。随着新型材料与装备的不断开发,与智能科技的结合,该方法将逐步走向成熟,并具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 叶巧武,周赛赛.城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术的应用探讨[J].化工管理,2022(4):3.
- [2] 王文彬.探讨城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术的应用[J].2021(2020-15):107-108.
- [3] 张雄.市政燃气管道非开挖定向穿越施工技术[J].四川建材,2023,49(7):131-133.
- [4] 刘西亚.探析城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术的运用[J].中国石油和化工标准与质量,2022(1):2.
- [5] 刘宇翔,杨楠.城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术[J].中国新技术新产品,2021(23):99-101.
- [6] 何雪玲.城镇燃气管道非开挖定向穿越施工技术的应用[J].建设科技,2022(19):2.

作者简介:

欧阳重晓(1993-),男,汉族,江西宜春人,本科,中级工程师,研究方向:燃气工程管理与施工。