

水平定向钻技术在燃气管道施工中的应用

仲维海

哈尔滨中庆燃气有限责任公司 黑龙江哈尔滨 150001

【摘要】燃气管道作为城市内重要基础设施,其建设和运行对人们生活质量以及现代城市发展存在直接影响。燃气管道施工阶段选用水平定向钻技术,采用非开挖方式进行燃气管道铺设施工,对地面交通影响比较小、施工效率高、环境影响程度低,所以在燃气管道工程中有较高的使用价值。但从实际情况调查来看,水平定向钻技术在燃气管道施工中依然存在较多不足之处,特别是复杂地质条件、管道穿越存在障碍物、风险控制等方面研究不够深入,导致该技术应用效果较差。基于此,本文重点分析水平定向钻技术在燃气管道施工中的应用,落实各项先进施工技术措施保证燃气管道施工顺利进行。

【关键词】在燃气管;水平定向钻;穿越轨迹;导向控制

引言

燃气管道工程项目开展的过程中,水平定向钻作为一种非开挖施工方法。该技术运用时主要是通过导向钻进以及扩孔回拖等工序,在不破坏地表的情况下进行管道敷设,这种方式在降低施工周围环境影响基础上,又能够提高施工效率。因此,探讨水平定向钻技术的应用要点,明确施工过程需要注意的内容,对推进燃气管道工程项目开展产生的作用很大。

1 水平定向钻施工技术

1.1 高效环保的施工方式

水平定向钻施工技术具备高效、环保的优势,在燃气管道施工中能够提高施工效率和水平。水平定向钻施工技术在地下进行导向钻进,不需要进行大规模开挖作业,与传统方法对比优势明显,降低对城市环境以及人们日常生活造成的影响。与此同时,水平定向钻施工技术速度快、效率高、缩短项目建设工期、降低成本,提升综合效益。

1.2 精准的施工控制能力

水平定向钻施工技术具备精准的施工控制能力,确保施工精度达到要求。水平定向钻技术应用中利用先进的导向系统和精准钻进控制措施,使钻头位置、钻进方向达到精准控制要求,确保管道铺设的精度以及安全性达到要求。通过水平定向钻精准的施工控制能力,保证在复杂地质条件下依然能够满足运行的需求提高燃气管道铺设水平^[1]。

1.3 灵活性

水平定向钻施工技术应用的阶段适应性、灵活性较强,满足不同燃气管道工程施工要求。水平定向钻技术在多种土壤条件和地质条件下都能使用,黏土、粉土、砂土、含

水地层等满足施工要求。与此同时,水平定向钻技术可选择不同的管径和长度,从DN40到DN2000管径范围都可施工,大型钻机铺设管道长度超过500m。

2 水平定向钻在燃气管道穿越工程中的应用分析

2.1 地质条件要求

水平定向钻技术应用到燃气管道工程中施工,卵石地质条件无法完成施工,在粘土、砂土、粉土、风化岩层等条件下应用价值较高。根据水平定向钻施工要求,结合燃气管道工程建设标准,施工阶段如果存在不适宜的地质条件需结合现场情况进行优化导向,选择地质改良、加设套管、注浆固化、开挖换填等方式施工。

2.2 管道选择

根据燃气管道施工要求选择最适宜的管道材质、管径、壁厚等,满足燃气管道建设要求,也能保证水平定向钻施工技术有序完成。在管道选择时考虑到现场施工具体情况加强方案设计,以保证水平定向钻施工效果合格。

(1)管道材质的选择:水平定向钻技术在燃气管道施工中,管道选择阶段按照规范化、标准化的要求进行。燃气管道选择从压力等级、地质条件、环境条件、输送燃气组分等方面进行分析,保证管道施工和运行的效果达到要求。通常情况下,PE管和SDR11PE100系列管材应用较为普遍。对于管径DN400以上、长度300m以上时,使用钢管作为燃气管道具备较高使用价值。(2)管道管径的确认:水平定向钻技术进行燃气管道施工,对管径要求较高,通常管径在1m以内,否则将会导致现场施工效果无法达到要求。

(3)壁厚的确定:燃气管道的壁厚和管道长度、管径等存在直接关系,所以在燃气管道设计阶段严格按照国家标准

要求进行, 执行《油气输送管道工程水平定向钻穿越设计规范》的相关参数值^[2]。

2.3 穿越轨迹确定

水平定向钻技术在燃气管道施工中确定水平定向钻进穿越轨迹是核心步骤, 确定时必须分析地质条件、地下基础设施、道路分布、环境保护等方面, 使穿越轨迹设计满足现场施工要求。(1) 由技术人员进入现场进行全面地质勘察, 掌握地质构造信息, 分析地质条件、复杂性岩土力学等方面确定水平定向钻施工技术方案。(2) 对于燃气管道现场施工过程中存在的地下管线、地下设施等进行全面调查, 掌握其分布状态以便制定科学合理的施工方案。进入现场进行交通调查, 掌握交通状况以及承载能力等, 为水平定向钻施工穿越轨迹设计提供基础条件。

2.4 钻头、钻机选择

(1) 水平定向钻技术在燃气管道施工前做好设备选择工作, 保证钻头、钻机等满足施工要求以提高施工水平。钻头、钻机型号选择需要考虑到现场地质条件确定, 从而满足现场施工作业标准。如果水平定向钻施工现场的地质条件较为优越, 需要先确定钻头型号与类型, 再确定钻机。水平定向钻技术应用阶段钻头选择尤为重要, 通常使用导向钻头和扩孔钻头。导向钻头的选择结合不同的地层接触面将其分为挤压型、切削型、组合型等类型, 挤压型钻头应用在粘土、砂土等地质条件下效果良好, 其硬度相对较低, 而切削型钻头应用在硬质较高的地层条件下满足施工要求。对于岩石地质条件来说, 由于其硬度较高且现场施工环境多变, 选择增大马力的方式提高钻头动力以提升钻进作业效果。

钻机选择。根据水平定向钻施工要求, 钻机通常将其分为小型、中型、大型几种, 具体可见表1。

表1 水平定向钻机类型表

分类	小型	中型	大型
推拉力	100	100-450	450
扭矩 (KN·m)	3	3-30	30
功率	100	100-180	180

水平定向钻机类型选择时综合分析现场的地质条件、管道类型、施工要求等多方面因素, 对推拉力、扭矩、功率等方面进行精准计算以保证钻机符合现场施工要求。在钻机选择时应从如下几个方面展开: (1) 精准计算管道穿越施工时回拖拉力。根据国家标准和技术规范, 燃气管道施工时回拖拉力计算执行国家标准中的公式, 保证回拖拉力计算达到标准, 确定水平定向钻机运行时最大推拉力。

(2) 准确预测扭矩值。水平定向钻现场施工作业阶段扭矩参数直接受到地层条件、设备性能、施工参数等因素影响, 并且各因素之间存在相互干扰。在扭矩计算的过程中综合考虑到钻头受力条件、能量平衡等多方面因素进行精准建模分析, 使扭矩计算达到精准的要求。但也要注意, 在建模过程中容易受到现场条件的干扰影响, 所以需要精准分析各项数据信息确保扭矩参数预测值符合现场实际情况。(3) 精准预测功率参数。在功率参数预测过程中, 由专业技术人员进行通过力学知识等进行详细计算确定。如果在水平定向钻技术应用过程中同时进行推拉和旋转, 则应将两者功率进行叠加以保证现场施工作业过程中有足够的功率作为支撑。(4) 水平定向钻机在综合确定选型时, 确保其最大回拖拉力不能小于计算得出的2倍^[3]。

2.5 泥浆

水平定向钻技术开展燃气管道铺设施工时, 钻孔作业阶段必须保证内部达到稳定、牢固的要求, 利用灌注泥浆方式提高结构稳定性。泥浆的作用明显, 保证孔壁具备较高的稳定性与牢固性, 同时也能达到润滑的效果以保证钻进作业顺利完成。泥浆制作过程中膨润土和水是其主要组成成分, 考虑到不同地质条件加入一定量的聚合物或处理剂使泥浆性能满足要求。在泥浆制作结束后根据现场实际情况以及设计方案进行检验检测, 保证各项性能指标合格再开展现场施工作业。施工过程中在现场设置泥浆循环系统时, 泥浆能够循环利用防止浪费而造成资源损失。

2.6 钻进导向控制

水平定向钻技术应用的过程中导向控制作为重要部分, 利用手持式跟踪系统和有缆式导向系统实现导向精准控制。手持式跟踪系统现场操作较为简单, 但地形条件、磁场、探测深度等因素干扰较为明显, 所以一般应用中、小型钻机施工中。有缆导向系统应用的范围比较大, 地形、磁场、探测深度等干扰较为轻微, 且现场施工效率高、性价比高, 但操作比较繁琐。根据水平定向钻进导向控制的要求, 将多种系统融入到控制系统内使导向控制精度符合要求。与此同时, 定向钻系统运行过程中利用导向系统随时监测钻头钻进具体情况, 保证钻进作业效果合格。

2.7 防腐处理

根据《聚乙烯燃气管道工程技术规程》的相关标准要求, 在燃气管道施工过程中进行管道的防腐处理延长使用寿命。水平定向钻技术进行燃气管道施工中, 如果在管道穿越阶段、造成磨损、划伤等情况, 在表面铺设一层防腐材料达到保护管道的目的, 确保管道穿越能够顺利进行。而对于软岩或者其他土层结构施工中需要使用更高等

级的防腐材料，达到有效防护的目的。针对需要进行补口或补伤操作的情况，选用三层聚乙烯防腐材料进行防腐处理。燃气管道穿越施工结束后由工作人员进行管道的防腐层电导率检查，如果检查过程中发现防腐层电导率没有达到技术标准，则继续进行防腐处理，直到最终合格才能投入到工程中使用。

2.8 扩孔回拖

水平定向钻技术在燃气管道施工时，如果管道直径在30cm以上，扩孔阶段需采取多次、分批施工方式。而对于扭矩拉力比较大的情况下，在扩孔操作开始前先进行洗孔处理。针对管道施工过程中，如果地质条件比较复杂或者地质条件相对特殊，在现场施工作业开始前根据实际情况制定详细施工计划和方案，并保证现场施工作业各环节处于监督管控范围内，进而保证施工效果达到要求。与此同时，扩孔回拖操作阶段禁止中途停顿，确保各项作业连续进行。对于多段回拖操作中中间停顿时间应不超过4h。每次回拖操作阶段做好现场记录工作，掌握拖力、扭矩、速度、钻井液流量等参数，为后续方案制定和实施提供基础。

3 施工注意事项

3.1 管道与建筑物或既有地下管线的安全距离

(1) 燃气管道需要铺设在建筑物基础上部，保证和基础结构的距离在1.5m以上。(2) 燃气管道如果铺设在建筑物基础下部则应保证管道和建筑物基础水平净距离超过持力层扩散角范围，且扩散角在 45° 以上。(3) 对于建筑物基础下部进行管道穿越施工过程中进行精准计算和验算，确保符合要求后再确定管道穿越深度。(4) 对既有管线在水平敷设施工中，如果管道铺设外径在200mm以上，净距离应为最大扩孔直径的2倍以上。管道外径如果在200mm以下，则净距离应在0.6m以上。(5) 针对既有管线上部交叉敷设燃气管道时，保证管道之间垂直间隔距离在0.6m以上。对于淤泥等地质条件穿越管线施工时，保证垂直净距离超过1.0m。

3.2 泥浆质量控制

管道铺设过程中现场准备充足的泥浆材料，确保孔壁符合稳定性要求，防止在穿越过程中出现坍塌等问题。与此同时，泥浆起到润滑的作用，减小管道穿越存在过大阻力影响施工效果。针对非开挖的土层来说，对泥浆的pH值进行精准检测，使其保持在9-11之间。

3.3 塌孔预防

3.3.1 塌孔的原因分析

3.3.1.1地质因素：非开挖施工过程中如果地层稳定性比较差，泥浆压力难以达到地层压力平衡性的要求容易导

致塌孔问题。土层被钻具钻开时，孔壁被挤压产生的应力与泥浆液柱压力产生压差，当压差大于岩土屈服强度时产生剥落、塌孔，泥浆浸泡后更加严重。

3.3.1.2物理因素：扩孔施工阶段由于速度比较快，泥浆泵压力严重超出标准，钻孔内泥浆压力激增而出现塌孔问题；导向钻施工时上部地层漏失现象严重，地层压力释放而引发打孔出现。

3.3.2 塌孔的预防

针对水平定向钻技术施工时产生的塌孔问题，需采取如下两种方法进行预防处理：

(1) 针对因为地质条件因素而造成的塌孔问题，在预防的过程中采取增大泥浆密度、提升泥浆液柱压力的方式处理，确保结构稳定性达到要求。

(2) 对于物理因素造成的塌孔问题则可适当的降低开挖作业速度，减小张力作用的影响保证结构稳定性合格。由技术人员进行地下障碍物勘察，明确钻孔作业轨迹和扩孔程序，防止造成严重挤压而引发塌孔问题。针对现场施工需求合理配置泥浆，保证各项性能指标符合要求，达到均匀、性质稳定的要求，防止泥浆性质变化过大或者不契合现场情况而引发塌孔现象。同时，适当的增大钻进作业速度，尽量的缩短泥浆浸泡冲蚀的时间，并且保证泥浆注入到内部达到均匀、性能稳定的标准，防止泥浆性能发生较大变化影响施工效果。

4 结语

水平定向钻技术作为先进施工技术应用到燃气管道施工中，具备明显优势和广阔的应用前景。在燃气管道项目施工中发挥水平定向钻的作用，达到高效、环保、精准控制的效果，确保燃气管道施工效果达到要求满足工程的运行需求。与此同时，水平定向钻技术应用后减少地面开挖作业量，降低噪音与粉尘污染，保护环境，也能够提高事故效率、降低成本。此外，水平定向钻技术适应能力强，在复杂地质条件和自然环境下依然能够保持较为明显的优势。

参考文献：

- [1] 龙飞泉. 城市燃气管道水平定向钻施工技术探讨[J]. 化工管理, 2019, (19): 187-188.
- [2] 吴玮祥. 燃气管道水平定向钻技术施工时风险因素的影响[J]. 上海煤气, 2020, (03): 9-12.
- [3] 冯涛. 非开挖敷设技术在城市燃气管道中的应用浅析[J]. 城市燃气, 2022, (02): 20-23.

作者简介：

仲维海(1975.01—)，男，汉，山东黄县，硕士研究生，高级工程师，研究方向：城市燃气。