

定向钻孔施工技术在燃气管道中的应用

Application of directional drilling technology in gas pipeline

费 焜 (太原天然气有限公司, 山西 太原 030006)

Fei Kun (Taiyuan Natural Gas Co., Ltd. Shanxi Taiyuan 030006)

摘 要: 燃气管道施工中, 定向钻孔施工技术是一项常用的施工技术, 为提高燃气管道的施工质量, 必须加强对定向钻孔施工技术的把控, 从细节入手, 保障定向钻孔施工质量。文章对定向钻孔技术进行了简述, 并结合工程实例, 探讨了燃气管道中定向钻孔施工技术的要点及施工控制要点, 供相关研究、实践借鉴。

关键词: 燃气管道; 定向钻孔; 施工技术

Abstract: in the construction of gas pipeline, directional drilling construction technology is a common construction technology. In order to improve the construction quality of gas pipeline, we must strengthen the control of directional drilling construction technology and ensure the construction quality of directional drilling from the details. This paper briefly describes the directional drilling technology, and combined with engineering examples, discusses the key points of directional drilling construction technology and construction control in gas pipeline, so as to provide reference for relevant research and practice.

Key words: gas pipeline; Directional drilling; construction technique

燃气管道工程是关系到民生的重要基础设施, 提高燃气管道工程的建设质量, 有利于保障社会和谐稳定。但是, 燃气管道工程施工过程中, 面临的风险相对较高, 因此其施工质量难以得到有效确保。面对这样的情况, 应充分考虑燃气管道的实际情况, 合理选择施工技术, 充分发挥技术优势, 提高燃气管道的施工质量。

1 定向钻孔技术

定向钻孔技术是一种常用的钻孔技术, 适用于管道工程, 目前已经在石油、天然气以及市政工程等领域得到了广泛应用。定向钻孔技术实际应用时, 是使用大型定向钻机来对钻孔进行定位, 并进行扩孔、清孔、管道回拖等, 从而为管道, 铺设良好的基础。燃气管道施工中, 定向钻孔技术有着诸多优势, 包括施工适用性较好、施工稳定性较强、施工成本与工期容易控制。

使用定向钻孔技术的时候, 采取水平钻的方式, 可以实现对地下障碍的有效规避, 也能提前针对地下交通设施、地下管网等进行规避, 从而可以有效减少实际施工中的风险, 保障施工进度、施工质量。同时, 定向钻孔施工很少受到施工环境的影响, 采用导向技术, 选择土质较好的施工区域、规避障碍, 可以减少老旧建筑、不良土质条件给钻孔施工带来的阻碍。此外, 不需要进行地表处理是定向钻孔技术的另一个优势, 在钻孔、扩孔等基础作业完成之后, 便可以铺设管道, 因此对周围环境、道路造成的影响较小。

2 燃气管道工程简介

2.1 工程概况

某燃气管道工程, 设计输气量为 $4.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 管径

为 508mm, 设计压力为 4.0MPa。部分管线需要穿越高速公路, 为确保燃气管道工程的安全、高效施工, 拟采用定向钻孔技术, 长度约为 1200m, 使用的设备为 200T 型钻机, 入土角、出土角分别为 8 度、6 度, 入土点、出土点处的施工场地分别为 $30\text{m} \times 40\text{m}$ 、 $25\text{m} \times 40\text{m}$, 地层岩性为粉土、粉质黏土、中夹薄层中细砂层。

2.2 施工流程

结合该工程的实际情况, 确定施工流程如图 1 所示。

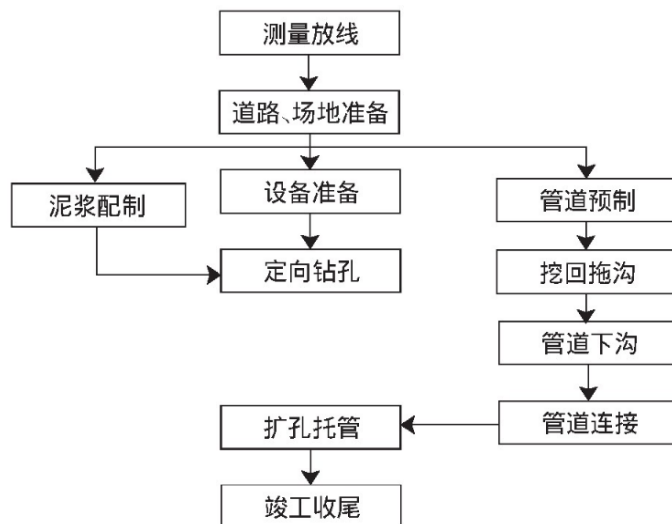


图 1 工程施工流程

3 燃气管道中定向钻孔施工技术的要点

3.1 测量放线

根据设计图纸, 使用全站仪设备, 对入土点、出土点的具体位置以及管道中心线进行确定, 并使用白石灰

制作标记,以便于施工。在入土侧,对占地边界、泥浆池、地锚以及钻机安装位置等进行确定。在出土侧,对占地边界、泥浆池、管道预制场地、拖管车进出位置等进行确定。

3.2 运管布管

在对管道进行运输、布置的时候,应注意谨慎操作,做好对管口的保护,并注意预防管道外防腐层受损。在管道起吊的时候,应选择柔性吊具,严禁使用容易导致管口受损的吊钩、钢丝绳等。对管道进行运输的过程中,应在容易受到损坏的位置垫上柔性垫具,如皮带、草捆等,每根管子的三分之一处设置一个高0.5m、宽1m的土墩。

3.3 管道组对

管道组对的流程为测量放线→对口组装→预热处理→管道焊接→保温缓冷→焊接质量检查→记录→开展下一工序。管道组对过程中,应注意以下几个方面的问题:

①在对等壁厚的管道进行组对的时候,应确保内壁齐平,并将内壁的错边量控制在1mm以下,且在管厚的10%以内;

②如果管口出现轻度变形,可使用专门的校正工具进行处理,严禁使用锤子敲击管壁。应确保经过校正后的管口周长不大于管径的1%,并要将错口误差控制在管径的0.3%以下。如果管口变形严重或者是发生损坏,则要切掉变形处的管段,重新加工坡口;

③连接面的焊缝边缘处,不可存在划槽或尖锐的缺口,在对管道进行组对之前,应当使用清管机具对管道内部进行清扫,避免管道内部存在泥沙、碎石等杂物。在对管道进行对口组装的时候,两个管道直缝的错开距离不应低于100mm,两个环焊缝间的直管段长度不应低于700mm;

④在对管道进行组对的时候,为避免焊接出现裂缝或者是内应力降低,不可强行组对,人工弯管与弹性弯管、弹性敷设管道与相邻反向弹性弯管之间,应采用长度不低于600mm的直管段进行连接。

3.4 管道焊接

管道焊接是定向钻孔施工中的要点,也是风险较多的一个环节。在管道焊接过程中,应注意以下几个方面的问题:①使用外对口器进行对口的时候,应确保撤离外对口器之前焊道至少焊完二分之一,以避免外对口器过早撤离带来的不利影响。焊道每段长度应接近一致,且应当均匀分布;②确保根焊熔透,背面成型状态理想;③两个相邻的管段进行连接焊接的时候,即碰死口时,应确保施焊时温度控制在20℃左右,以降低温差应力。

3.5 焊缝检查

管道焊接完成之后,应仔细检查焊缝的质量。焊缝检查的内容包括:

①先对管道焊缝进行外观检查,再开展无损探伤检查,这两种检查完成之后,还要进行严密性试验、强度试验;

②在管道焊接完成之后,应及时清除飞溅物、熔渣等杂物,并检查焊缝表面的质量,确保焊缝表面质量合格后,再开展无损检测;

③对管道焊缝表面进行检查的时候,应确保其符合以下几点要求:一是表面无裂纹、夹渣、气孔、根部收缩、未熔合等缺陷;二是咬边深度不超过0.5mm,焊缝余高处于0.5~2.0mm的范围之内;三是长度为300mm的焊缝中,两侧咬边累计长度不可超过50mm;四是管底部处于5点~7点位置等特殊部位,不可大于3mm,长度不可大于50mm;五是焊缝宽度按照坡口宽度每侧增加0.5~2.0mm;

④根据《油气长输管道工程施工及验收规范》(GB50369-2006)中的相关规定,检查对接焊缝的外观质量,外观质量检查通过后,再开展无损检测;

⑤根据《石油天然气钢质管道无损检测》(SY/T 4109-2005)中的相关规定,对本项目中的全部焊缝,进行100%X射线照相检验、100%超声波检查。X射照相探伤检验的合格标准为Ⅱ级,超声波检查的合格标准为Ⅰ级。

3.6 管道试压

全面检查管道焊接质量,确保质量合格之后,及时对焊口进行电火花检漏、防腐补口,如果发现漏点,则要及时修补。根据工程实际情况,选择补伤、补口的方法。针对穿越处的管线,应开展强度试验、严密性试验。具体按照《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2006与《油气输送管道穿越工程施工规范》(GB 50424-2007)中的要求,强度试验的时候,使用水介质,压力设置为6MPa,稳压4h;严密性试验的时候,压力设置为4MPa,稳压24h,合格的标准为压降不大于1%。

3.7 穿越准备

定向钻穿越施工过程中,道路、场地起到了非常大的影响。在定向钻穿越之前,必须修建好道路、场地,做好对其他准备的复查,确保没有漏项。在入土侧、出土侧,在设备停放场地以外的位置,各开挖一个泥浆池,结合工程所在区域的地形情况,对泥浆池的具体位置进行合理确定,通常是位于入土点、出土点的前方。将泥浆池设置为矩形,长度为5m,宽度为5m,高度为3m。

3.8 钻机调试

将钻机及其配套设施运输到施工现场,根据施工布置图,将钻机及其配套设施锚固在预定位置。确保钻机的安装位置位于入土点与出土点之间的连线上,左右误差不可大于1m。钻机安装、固定好之后,进行试运转,

以检查钻机的有效性。将各参数设置好之后,钻进 1~2 根钻杆,并在这个过程中对钻机各部分的实际运转情况进行检查,确保其能够正常运转之后,再按要求钻进。

3.9 钻孔导向

定向钻孔施工技术的一个主要优势便是可以进行钻孔导向。本工程中,钻孔导向的主要流程包括:

①钻进时,入土角、出土角分别为 8 度、6 度,安装设计曲线,进行导向钻孔钻进;

②钻进施工过程中,应对控向数据进行合理控制,并要对钻进速度进行严格把控,以确保导向口光滑;

③每根钻杆的方向均不会出现明显的改变,为预防在钻进方向上出现较大的误差,可以在入土点、出土点之间设置明显的标记,标记之间的间隔为 20m。钻进一根钻杆之后,至少要探测 2 次方向。将钻进过程中的深度、倾角角度等如实记录下来,做好对探测点的标记;

④根据工程所在地区的土质情况,对钻进工艺进行合理选择。本工程中,使用的钻孔工艺为 3 级反拉旋转扩孔成孔,使用多种型号不同的挤扩式扩孔器进行反扩成孔。钻孔导向过程中,应当跟踪测量、实时记录数据,为了控制导向钻孔的钻进,应每隔一根钻杆设置数据控制点;

⑤在完成导向孔之后,应以数据记录为根据,并结合钻孔轨迹的勘察结果,评估此导向孔的可用性;

⑥将出土点纵向偏差控制在 2m 以下;

⑦完成导向孔之后,将钻头拆除,并安装扩孔器,扩孔前泥浆喷孔检查孔是否存在堵塞现象。确保钻杆与岩石扩孔器连接到位,才能回扩,以预防脱扣事故的发生。

3.10 管道回拖

扩孔完成后,应及时开展管道回拖。管道回拖时,钻具与管段连接之前,应对切割刀、扩孔器内的通道以及泥浆喷嘴进行检查,确保其通畅、无堵塞问题之后,方可连接。钻具与管段的连接顺序为动力头→动力保护短接→钻杆→岩石扩孔器→旋转接头→U 型环→拖拉头→管线。在实际进行管段回拖的过程中,应确保其连续性,严禁无故停拖。应将管段回拖过程中产生的数据如实记录下来,安排专门人员负责观察沿线是否存在异常,发现异常及时上报、处理。注意保护管道防腐层,为减少摩擦,可以在滚筒上涂抹黄油、为管道增设套管、在管下垫上轮胎或采取其他辅助设施。拉管完成之后,将拉管头取下,堵牢管头,以预防杂物进入管中。本工程中,回拖力为 151t,即使用长度 1200× 壁厚 10× 直径 508× 密度 7.89× 圆周率 3.14,使用回拖力 151× 回拖系数 0.7=105.7t。因此,本工程中采用的是 200t 的钻机。管道回托时受到的作用力包括泥浆与管道间的阻力、孔壁与管道间的摩擦力、发送沟壁与管道间的摩擦力。

4 燃气管道中定向钻孔施工技术施工控制要点

4.1 导向孔

使用全站仪进行测量放线,认真测量入土点、出土点的位置,确保两者之间可以连成一条直线。在导向孔施工过程中,应将穿越轨迹计算好,然后输入到计算机中,将 2~3 个人工磁场线圈设置在两点直线段间,从而实时观察、纠正钻杆行走轨迹,控制误差。

4.2 预扩孔

以地质勘察结果为依据,使用岩石扩孔器进行 5 级扩孔和至少一次清孔。将每级扩孔的极差控制在 200mm 以下。土质条件不同,则使用的扩孔器也不同。在使用扩孔器进行扩孔的时候,应确保扩孔器高速运转,将钻杆行走速度适当放慢。

4.3 管道回拖

管道回拖前,对连接销、U 型环、分动器进行仔细检查,检查螺母是否拧紧、各个部件是否符合抗拉力要求。本工程中,布管现场地势高低起伏,且不直,因此发送管道时采用滚轮支架。但因为无法固定支架,管道回拖的时候支架极易被拉倒,导致管道防腐层受损。面对这样的情况,本工程施工中,采取搭建土台垫管的方法,即每隔 10m,使用装袋细粉土搭设一个土台,大小为 2m×2m×0.5m。管道回拖前,把土台浇湿,以保护防腐层。

5 结语

综上,燃气管道施工中,定向钻孔施工技术有着明显的优势。实际应用定向钻孔施工技术的时候,应根据燃气管道工程的实际情况,制定合理的施工方案,并加强对测量放线、运管布管、管道组对、管道焊接、焊缝检查、管道试压、穿越准备、钻机调试、钻孔导向、管道回拖等要点的把控,以充分发挥定向钻孔施工技术的优势,提高燃气管道施工质量。

参考文献:

- [1] 李谦益. 定向钻敷设大坡度输气管道穿越深沟壑的应用[J]. 煤气与热力, 2017, 37(11): 18-22.
- [2] 卢炼进. 城市立交施工中涉及燃气管道的迁改与防护[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(06): 71-73.
- [3] 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]. 化工管理, 2020(15): 107-108.
- [4] 黄俊文, 周月明. 市政燃气管道定向钻进穿越施工技术[J]. 中华建设, 2019(04): 176-177.
- [5] 陈杨, 费晓炜, 赵涛, 王建明. 德胜河定向钻穿越燃气管道施工风险控制[J]. 城市燃气, 2019(01): 20-27.
- [6] 余森林, 刘文伍, 鞠建荣, 田庆福. 钻孔瞬变电磁法与跨孔电阻率法 CT 在大埋深燃气管道精确定深中的应用[J]. 城市勘测, 2018(S1): 192-195.