

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2012.02.002

浅谈浅埋暗挖施工技术在燃气工程中的应用

□ 北京住总市政工程有限责任公司 (100079) 毛 辉

摘 要: 通过北京市天然气工程实例, 分析浅埋暗挖施工技术在燃气管网施工中应用的可行性及需关注的问题, 为燃气管网工程非开挖施工技术的应用提供参考。

关 键 词: 非开挖施工 浅埋暗挖 定向钻拉管 顶管 工程成本

1 前言

在城市燃气管网的建设过程中, 已形成的其他地下管线的复杂性、地质条件的多样性、地表及地下建筑物的现状条件、其他管理部门 (交通管理部门、市政部门、园林部门等) 的相关管理规范及人为主观行为等多种不可预见因素的制约, 造成施工过程中局部甚至全部无法进行明开挖施工的情况越来越多。因此非开挖施工技术也越来越多的被应用于城市燃气管网的建设过程中。

我国目前常用的非开挖施工技术有: 顶管施工技术、定向钻拉管施工技术、浅埋暗挖施工技术、盾构施工技术。其中盾构施工技术目前只在城市轨道交通建设中使用, 虽然其施工安全性相比其他施工方法更加可靠, 但其高昂的投资和其自身的施工技术特点造成盾构施工技术目前无法在市政管线施工过程中使用。

在城市燃气管网建设过程中, 非开挖施工技术多在穿越河道、铁路、道路、地下管线等障碍时采用, 其施工距离从几十米至上千米不等。近年来, 顶管施工技术、定向钻拉管施工技术均在燃气工程中被广泛应用, 而作为较早就在燃气工程中有所应用的浅埋暗挖施工技术却基本无法在燃气施工中出现, 什么原因造成这种局面呢?

2 浅埋暗挖施工技术及其不被燃气施工采用的主要原因

浅埋暗挖施工技术始于20世纪80年代中期, 具有灵活多变, 对地面建筑、道路和地下管网影响不大, 拆迁占地少, 不扰民, 不污染城市环境等优点, 是较先进的施工方法。目前, 浅埋暗挖施工技术被热力、电力及地铁施工广泛采用。

浅埋暗挖技术基本的施工步骤为: (1) 地层加固。通常做法是将钢管打入地层, 然后注入水泥或化学浆液, 使土体稳定。开挖面土体稳定是采用浅埋暗挖法的基本条件。(2) 初衬施工。地层加固后, 进行短进尺开挖。一般每循环在0.5m-1.0m左右, 随后安装提前预制的钢格栅进行锚喷形成施工保护层, 称为初衬, 其作用是在正式结构施工时提供有效的安全保护。(3) 施作防水层。开挖面的稳定性时刻受到水的威胁, 严重时可导致塌方。处理好地下水是非常关键的环节。(4) 结构主体施工。通过分析浅埋暗挖技术的基本施工步骤, 以及该技术在其他施工领域的应用实例, 我们不难发现, 与目前在燃气施工中经常应用的顶管技术和定向钻拉管技术相比, 高昂的工程成本是制约燃气施工采用浅埋暗挖施工技术最直接、也是最重要的原因。

浅埋暗挖技术的施工方式决定了其工程成本要

远远大于顶管和定向钻施工，且这种施工方式的主要工程成本集中在暗挖隧道的建设上，管线敷设的工程成本相对较小。以目前多采用浅埋暗挖施工的热力管线敷设为例，采用浅埋暗挖施工每延米工程成本中隧道建设成本与热力管线敷设成本之比，正常情况下在7:3左右（根据笔者负责实施的热力工程自行测算得出比例，所有设备安装均考虑在管线敷设成本范围内），考虑燃气管线为单管敷设（热力为双管敷设），其主材价格，敷设人工等工程成本要低于热力管线，一旦在燃气施工中全面照搬热力工程目前采用的浅埋暗挖方法，则隧道建设成本与管线敷设成本之比将远高于7:3，这种工程成本比例远远高于同规模施工采用顶管技术、夯管技术或定向钻施工技术的成本比例。因此，仅从经济性上来讲，浅埋暗挖技术不会成为燃气工程的首选施工方案。

但是，在一些特定的环境中，受到特定条件的制约时，浅埋暗挖施工技术又可能是唯一的选择。

3 采用浅埋暗挖施工技术的工程实例分析

2007年，我参与了“北京市人民政府对外联络办公室天然气工程”的实施工作。该工程气源点位于西绒线胡同中部路南侧，DN400中压天然气管线，用气点位于东绒线胡同中部路南侧，根据设计图纸管线，自气源点新建DN400天然气管线，沿西绒线胡同路南侧自西向东敷设，天然气管线位置距道路永中南13.5m，至北新华街路口转向东北敷设，穿过路口后沿东绒线胡同道路北侧敷设，至用气点转向南穿过

东绒线胡同进入用气点，全长307m，T1（0+000）~T2（0+89.60），在西绒线胡同道路南侧边缘。T2（0+89.60）~T3（0+125.1）为斜穿北新华街路口，T3（0+125.1）~T4（0+307）在东绒线胡同道路北侧边缘。

由于2008年为奥运年，北新华街及西绒线胡同刚刚重新修整完毕，根据市交管局要求不得破路施工。因此，整体工程T1~T3点采用非开挖施工，T3~T4点采用明开挖施工。

工程实施过程中，最先考虑采用的是工期最短，相对投资最少的定向钻拉管技术；但经多次现场踏勘后发现，T1~T4段现场不具备全线采用定向钻施工的条件，必须分段考虑采用不同的非开挖施工技术。

首先，T1~T2点位于西绒线胡同道路上，管道长度接近110m，而现场T1点向西有充足的场地长度远远长于110m，完全可以满足定向钻施工现场排管条件。同时经过地勘T1~T2点地下管线排布比较简单，完全具备进行定向钻施工的条件。因此，在征得路政及交管部门同意局部占道的情况下，T1~T2点段最终决定采用定向钻拉管施工。

但在确定T2~T3点段施工方案的过程中，却遇到了问题。T2和T3点分别位于北新华街路口西南角位置和东北角位置，现场具备的最大排管距离不足15m。而采用定线钻施工技术最基本的条件之一就是具备足够的排管现场。要满足35m的排管现场就意味着将对T2点或T3点附近的部分民居进行拆迁，这在工程成本和工期要求上都是不现实的。因此，T2~T3点无法采用定向钻技术施工。

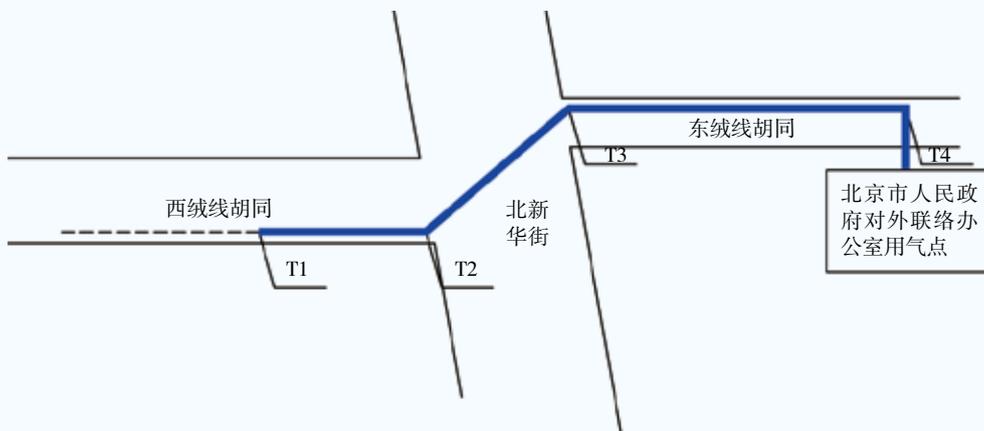


图1 北京市人民政府对外联络办公室天然气工程平面示意图

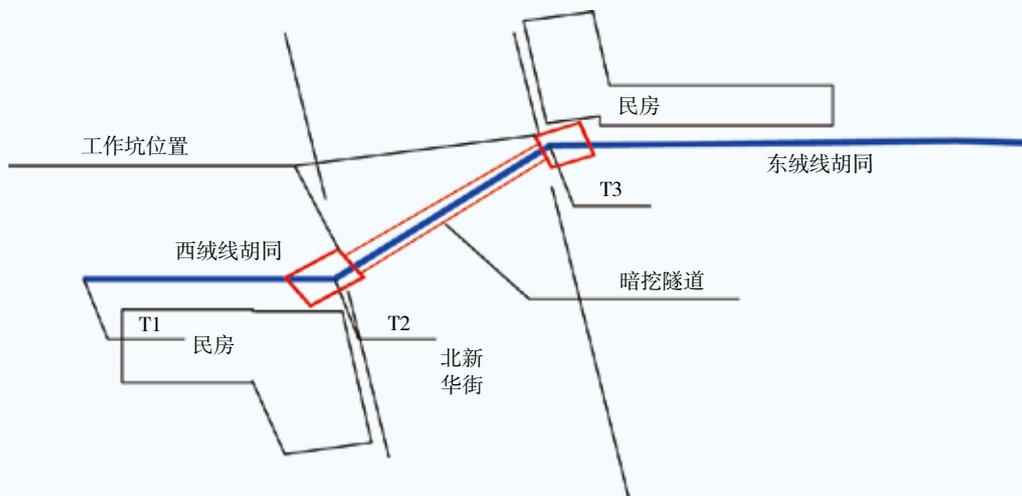


图2 T2~T3点施工平面示意图

在否定了T2~T3点采用定向钻施工的可能性后,开始考虑顶管施工技术应用的可能性。通过对地勘报告数据和地下管线探测报告的分析,以及现场调查,我得出的结果是:施工现场具备顶管工作坑和接受坑的施工条件,顶管管顶在自然地表以下6.5m位置可以保证与上方最近的雨水管道管底间距在1m以上,土质为砂性土层比较适合顶管施工。但当顶管施工方案编制出来后进行专家论证时,市政管理所提出了一个现况问题,否决了顶管施工方案。

在顶管方案中,拟定顶进的管道为 $\phi 1\ 050$ 钢筋混凝土套管,每段管长3m,采用人工顶管法施工,管顶外标高在地表相对标高-6.50m。市政管理所提出,在顶管上方1m位置为北新华街雨水主管线,管径DN800,南北方向敷设,与顶管呈 50° 夹角。该雨水管线在80年代初修建,采用混凝土管道敷设管下半包封沙基处理。由于该管线使用时间较长,目前渗漏现象严重,这一问题将严重影响顶管施工。其原因有3点:

(1) 由于顶管施工土层土质为砂性土,此类土质透水性极强,因雨水管道的渗水形成滞水层,本身就易抱紧管外壁增大摩擦阻力,且注浆润滑套相对来讲较难形成。除按常规方法进行注浆外,需在管外壁涂上一层石蜡或防水材料,保证润滑;且需调整触变泥浆的配比,选择膨胀倍率较大,杂质小,颗粒在150目以上的优质膨润土,加入石膏增长泥浆减摩擦效果持久性,提高浆液的胶凝强度。以上措施必然会增大触变泥浆使用量,造成成本增加;延缓施工进度。

(2) 砂土层遇水后极易形成流沙,随着顶管掘进加长出砂量增大,极易造成路面整体沉降,形成坑洞,上方各种管线均存在极大的断裂危险。一旦超过管线承载上限,必然会造成管线断裂、路面塌陷的重大安全事故,直接影响该地区居民的正常生活。施工中发生该问题的风险过大,且没有十分有效、保证万无一失的预防手段及技术措施。

(3) 由于顶管施工工艺其防水措施一直是该种施工工艺的短板,尤其是混凝土管接口位置其防水措施很难一劳永逸。而现况漏水的雨水管道将会自顶管接口位置渗透,造成混凝土套管内的燃气主管线腐蚀加剧,严重缩短燃气管道寿命。

由于以上3点原因造成的问题采用顶管施工技术很难得到解决。因此,经过再三斟酌,顶管施工方案也被排除。

通过对地质条件、现场条件及相关不利因素的充分分析,最终决定采用浅埋暗挖施工技术进行T2~T3点段的施工,其理由有以下几点:

(1) 其工作坑占用的场地面积与顶管施工工作坑尺寸相同甚至可以略小,不存在场地不足问题。

(2) 浅埋暗挖施工技术初衬施工前采取超前小导管注浆对土体进行固化。即不存在顶管施工中出现的抱管问题,又能很好地预防土体塌陷问题,从而保证其他管线的安全。

(3) 初衬隧道贯通后整体防水层的安装,杜绝了雨水管线漏水给燃气管线造成腐蚀加剧的问题。

换言之，本工程T2~T3点段施工中定向钻拉管技术和顶管技术无法解决的几个难题，采用浅埋暗挖技术均能够被克服。而浅埋暗挖技术的最大缺点—工程成本较高问题，通过具体施工步骤的革新和必要的技术变革，也可以得到很好的控制。

本工程在实际施工过程中主要采取了以下措施来降低工程成本：

(1) 尽量缩小隧道断面尺寸。为减少工程成本，暗挖隧道在满足燃气管线敷设安装条件的前提下尽量缩小。本工程隧道初衬内净空为宽0.8m，高1.2m。

(2) 在密排初衬骨架、钢格栅，确保后续施工安全的前提下暗挖隧道只进行初衬施工及防水层施工，取消二衬钢筋混凝土结构主体的施工。在燃气主管线敷设完毕后，初衬隧道内采用喷砂工艺全部填充，既避免了燃气管线暴露在空气中易加速腐蚀的问题，同时也降低了地下空洞造成路面塌陷、管道断裂的可能性。

(3) 两端工作坑内纵向燃气管线避免与隧道内燃气管线呈90°垂直敷设，改为呈135°角斜向上敷设。这样敷设即保证了管线在地面的垂直投影不出现重复便于日后管理，同时也避免了在工作坑位置新建结构小室保护纵向管道，节省了建设成本。

通过以上一系列技术措施和技术变革，本工程在按时、保质完成通气任务的同时，采用浅埋暗挖施工工艺增加工程成本近16万元；与同规模的顶管施工造价基本持平，甚至略有节约。如仅考虑工程投资这一成本增加量要大于采用同等规模定向钻施工技术的施工投入（采用定向钻施工技术工程投入应增加10万元~12万元左右），而一旦考虑占地所需的拆迁费用则远远不是16万元可以解决的。由此可见，不论是从技术层面上来讲，还是从经济层面上来讲，浅埋暗挖技术都是最适合本工程T2~T3点段的施工方法，事实也证明了这一点。

4 总结

通过“北京市人民政府对外联络办公室天然气工程”这一工程实例不难看出，浅埋暗挖技术还是有其独有的施工优势和技术特点的。分析总结主要有以下几点：

(1) 工艺成熟，技术及安全更有保证：作为一种成熟的非开挖施工技术，多年来的实践检验和改进，浅埋暗挖技术的工艺成熟性和施工方法的安全性是毋庸置疑的。

(2) 现场适应性强，对施工现场的场地基本无特殊要求：现场条件能够满足其他非开挖技术施工要求，则该现场亦可以进行浅埋暗挖施工。

(3) 适用性更加宽广，地况条件适应性强：浅埋暗挖施工技术不受地况土质的摩擦系数影响。从理论上讲，浅埋暗挖施工技术可以认为在任何地况条件下均可使用。

(4) 浅埋暗挖施工技术施工精度控制难度低，便于随时修正施工方案，解决处理突发情况。

浅埋暗挖施工技术具备上述技术优点，过高的工程成本是制约其在城市燃气管网建设中被合理使用的直接及最重要的原因。通过对近年来负责实施的浅埋暗挖工程的总结，通过对城市燃气管网敷设工程的特点分析，我认为，以目前热力管线采用的浅埋暗挖技术为基础，进行部分工艺的变革，完全可以从以下几方面入手，有效的降低浅埋暗挖工程的施工成本，使之适用于城市燃气管网的敷设工程。

(1) 由于燃气管道在运行期间不必考虑推力问题，因此，在建设过程中同样不用考虑过多的设备小室问题。此部分建设投资可以节省。

(2) 结合燃气管线敷设需要，缩小隧道尺寸会在很大程度上减少投资。燃气管道为单管敷设且在隧道中基本无设备需要操作，因此，燃气工程采用浅埋暗挖技术建设的隧道尺寸没有必要照搬热力隧道，完全可以缩小隧道内净空；而缩小隧道尺寸的直接影响就是工程成本大幅度降低。

(3) 结合燃气隧道深度，在保证安全的前提下缩小隧道壁厚、降低钢筋配比也能达到减少工程成本的效果。但必须强调，缩减钢筋密度、缩小墙体厚度的做法对于降低成本投入具有一定效果，但一味盲目追求成本的降低会导致产生安全隐患：一旦隧道承担不了上方土体压力造成坍塌，将会引发严重事故，后果不堪设想，因此，在缩减钢筋密度、缩小墙体厚度前一定要进行准确的校核计算。

(4) 在短距离非开挖施工中，可以考虑只施工初衬，不进行主体隧道施工，燃气管道安装完毕后

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2012.02.003

燃气远程抄表系统的设备标准及安装、验收技术

□ 杭州市燃气(集团)有限公司(310052) 沈晓东 高立鸿

摘 要: 随着杭州天然气市场的快速发展,上游天然气供应总量限制与下游用气需求快速增长的矛盾越来越突出,给城市燃气管网的安全运行带来很大的压力。建立GPRS远程抄表系统可以帮助企业实时掌握大用户用气负荷变化信息,有助于企业在气量调度、运营管理上的科学决策。但国内建成并稳定运行的远程抄表系统很少,各家单位开发的监控软件和远传终端设备没有统一的技术标准和通讯接口标准,系统兼容性和可维护性差。本文系统阐述了杭州在组建燃气远程抄表系统过程中的设备选择标准、安装验收技术,为推动燃气行业远程抄表技术发展提供了宝贵的经验。

关键词: 杭州燃气 远程抄表 设备标准 安装验收技术

1 前言

杭州市管道天然气市场近年来发展迅速,2010年供气规模达到31 719.4万 m^3 ,同比增长25.95%;销售气量达到31 005.6万 m^3 ,同比增长26.45%。其中,民用用户规模为49.38万户,占总销售气量的19.57%;公

建用户1 534户,占总销售气量的51.57%;工业用户25家,占总销售气量的13.69%。用气结构呈现多元化趋势,工业、公建用气在燃气销售结构的比重越来越高。随着用气规模的迅速扩大和用户数量的大幅增加,上游天然气供应总量限制和下游用气需求快速增长的矛盾以及各城区中低压供气管网供气能力的矛盾

初衬空间填沙灌满,即大大降低了浅埋暗挖的施工成本,同时也解决了密闭空间问题。“北京市人民政府对外联络办公室天然气工程”这一工程实例就是这一方法的最好体现。

综上所述,浅埋暗挖施工技术作为一种十分成熟的非开挖施工技术,其独有的施工特点在解决城市燃气管网建设中所遇难题时的优势是其他施工方式无法替代的。虽然其工程成本过高的劣势限制了其在燃气施工中的应用,但相信随着在工程实践中不断改进其技术措施和施工方案,使其成本逐渐降低适应燃气工程的需求,相信这种施工技术在城市燃气管网施工中会占有一席之地,成为定向钻拉管施工及顶管施工技术的有益补充,继续完善、发展下去。

参考文献

- 1 中华人民共和国行业标准. 城镇燃气输配工程施工及验收规范[CJJ33-2005]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005
- 2 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城镇燃气管道非开挖修复更新工程技术规程[CJJ/T147-2010]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010
- 3 颜纯文, 蒋国盛, 叶建良. 非开挖铺设地下管线工程技术. 上海: 上海科学技术出版社, 2005
- 4 孔恒. 城市地下工程浅埋暗挖地层预加固理论与实践. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009