

液压裂管技术在污水管道原位置换中的应用

伍晓龙, 董向宇, 王舒婷

(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:介绍了液压裂管技术的工作原理、施工步骤,并结合在长春污水管道更换的施工案例,对液压裂管技术应用于污水管道原位置换的施工步骤、施工遇到的问题和处理措施、以及施工注意事项进行了详细的阐述。在该工程中,液压裂管技术体现出了其独特的优势,取得了很好的效果,其中的经验为今后的非开挖换管工程提供借鉴。

关键词: 液压裂管; 裂管机; 胀管; 管道原位置换; 非开挖技术

中图分类号: P634; TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2017)09-077-04

Application of Hydraulic Pipe-fracturing Technology in In-situ Sewage Pipe Replacement/WU Xiao-long, DONG Xiang-yu, WANG Shu-ting(The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: This paper mainly introduces the working principles and construction steps of hydraulic pipe-fracturing technology. Combining with the construction case in Changchun sewage pipeline replacement, the detail exposition are given to the construction steps, the difficult problems and treatment measures as well as the construction precautions for the application of the hydraulic pipe-fracturing technology in sewage pipeline in-situ replacement. In this construction, hydraulic pipe-fracturing technology showed its unique advantages with good effects, the experience can be reference to the trenchless pipe replacement.

Key words: hydraulic pipe fracturing; pipe fracturing machine; pipe expanding; in-situ pipeline replacement; trenchless technology

0 引言

随着我国城市化进程的加快,长期埋于地下的污水管道已不能满足排污需要,再加上周围的开发建设,施工占压及人为的破坏,造成管道泄漏频次不断增加,不仅影响污水的正常排放,也增加了维修的成本,更严重的是对管道周围环境及居民生活也造成一定影响。从生产和生活、环保等方面综合考虑,对污水管道进行修复是非常必要的。城市地下管线错综复杂,城市道路负荷严重,使得污水管线在修复的过程中遇到很多技术问题,而管道如果长期不修复,轻则污染地下水,重则导致道路塌陷,交通瘫痪。

目前更换旧管道常用的方式有直接开挖法和非开挖法。众所周知,非开挖施工技术具有不影响交通,对环境破坏小,施工周期短,投入成本小,经济效益显著等特点,在我国大多数城市的管道铺设过程中进行了应用。经常采用的非开挖施工设备有非开挖钻机、气动夯管锤、水平钻机等,这些非开挖施工技术在新老城区修建、高速公路、河流、桥梁、建筑物等地下新管道铺设过程中已经日趋成熟,与

传统开挖技术相比体现出极大的优越性。但在老城区破旧管道的更换、扩容过程中,若采用以上技术施工,成本投入大,施工复杂,难度大,周期长,因此寻找行之有效的修复方案是目前市政排水管理部门迫切的需求。我所研究的液压裂管技术可以解决破旧管道原位置换问题,既能体现传统非开挖技术的优越性,又能降低成本,减小难度,满足施工需求。该技术在管道原位置换过程中,能够对破旧管道进行胀裂破碎的同时带入新管道,对原管道进行同径置换或者扩容,具有施工周期短、施工方法简便且对城市交通影响小等特点。

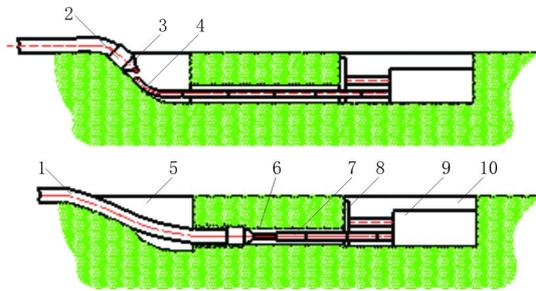
1 管道原位置换简介

1.1 原位置换工作原理

非开挖液压裂管管道原位置换技术就是将液压油缸产生的静拉力通过杆件传递到破碎胀头,将旧管道胀碎,挤压至周围土层,同时拉入新管。工作原理见图1,拉杆牵引破碎胀头和拉管器(位于破碎胀头内),同步拖带新管前进,从而实现胀碎旧管、

收稿日期:2017-05-18; 修回日期:2017-06-30

作者简介:伍晓龙,男,汉族,1987年生,机械设计制造及其自动化专业,从事钻探设备设计研发工作,河北省廊坊市金光道77号,wxl1987516@163.com。



1—新管;2—拉管器;3—破碎胀头;4—柔性杆;5—入管坑;
6—旧管;7—拉杆;8—挡板;9—主机;10—设备坑

图1 管道置换示意图

换装新管的目的。

1.2 原位置换主要技术特点

(1) 无需开挖,在原旧管道内施工,对施工场地要求小。

(2) 施工方法简单易行,效率高、成本低。

(3) 施工过程噪声小、无污染,对周围环境影响小。

(4) 更换的新管直径可大于原旧管,能够根据实际需要满足管道设计要求。

(5) 更换距离根据设备和场地易于变换,施工范围广。

(6) 只可用于直线管道的更换。

1.3 置换管道选择

在液压裂管置换施工中,置换的旧管道类型包括:钢管、铸铁管、玻璃化粘土管,以及钢筋混凝土管等。

新管道的材料最常用的是 HDPE 和 MDPE,它是一种通用材料,能满足煤气、供水和废水管道的一切其他方面的要求。该管连续性好、材韧性好、粗糙系数低、排水流动性好、无渗漏、无毒、符合环保要求、整体性强、可以降低日常维护检修的工作量。在插入拉管器前,通过在现场将一节一节的管道进行热熔合而连在一起,就获得了连续性。在管道置换期间,这种连续性能减少对裂管过程的干扰。柔软性则能够在现场进行管道弯角插入时,使得管道弯曲,易于入坑进入旧管。

2 设备选型

2012年10月,我所研制的 LY80 型液压裂管机在长春市试验取得了满意的效果,在此基础上又研制了 LY120、LY200 型系列液压裂管机。施工方结合成本及设备能力,本次原位置换设备选用的是

LY120 型管道原位置换系统(见图2),由液压动力站、裂管机主机、拉杆、拉管器、破碎胀头等组成。主机参数如下。

最大拉力:1200 kN;

最大回拉速度:3 m/min;

最大推杆速度:4 m/s;

拉杆直径:65 mm;

拉杆长度:800 mm;

拉杆质量:19 kg;

功率:60 kW@2000 r/min;

主机质量:1600 kg;

主机尺寸:2500 mm×820 mm×510 mm;

泵站质量:1450 kg;

装载形式为轮式。



图2 LY120 型液压裂管机

3 管道原位置换应用实例

3.1 工程概况

管道原位置换技术于2014年5月中旬在吉林省长春市进行应用。长春作为我国工业老城市,地下污水管道铺设时间较长,地下管网复杂,管线铺设可查详细资料少,给施工带来较大困难,其中长春市火车站黑水路管道直管更换工程较为典型。该地段路面狭窄、行人众多、车流量大(如图3所示),作业场地小,管道原位置换工作量约2 km,将污水主管道 DN400 水泥管置换为 $\varnothing 400$ mm×12 mm PE 管,待施工区域管道为居民区下水道主管道,污水流量大、管道周围分支多,施工难度大,工期要求15天。该区域有污水管道、天然气管道、地下电缆等,管道交叉极其复杂,另外地下空间已无管位进行新管铺设,无法采用其他非开挖管道铺设技术施工。针对这种情况确定采用管道原位更换技术更换污水管道。这样既能够保证道路的正常通行,又解决了无地下管位空间的问题。施工由长春和记中电非开挖



图 3 施工区远景图

工程有限公司实施,我所负责技术支持。

3.2 施工前准备

3.2.1 施工区域管线详查

确定施工区域后,对替换管道相邻、相交管线进行详细勘查,绘制管线详图。对埋深、管距、覆土状况、旧管流量、分支管位置及连接情况进行图上标注。

其中旧管道内部状况宜采用管道 CCTV(管道内窥镜系统)进行探查,确定旧管内部是否有局部坍塌、树根侵入、内部淤积物淤积情况、分支管位置等。如果旧管道内部淤积污垢较多,需先进行管道清洗工作,当管内沉积物较为疏松时(小于 1 cm),可选用机械清理;当管内沉积物较多(大于 1 cm)并结垢特别坚硬时,可选用高压水清洗;当管内沉积物为粘稠油状物时,应用化学清洗。

本工程待更换管道为正在使用的污水主管道,经探测内部淤积物少,可直接进行更换。

3.2.2 施工设备、材料准备

准备好施工用设备,未运抵施工现场前,对设备做全面保养,调试设备正常;检查管道置换系统所用工具齐全;施工用安全牌及警示标志、围栏充足;购买 PE 管,检查质量。

3.3 施工步骤

3.3.1 确定下管坑和设备坑位置

施工方对施工管道周围的情况已进行了了解,并和相关部门进行沟通,根据旧管线走向、LY120 型液压裂管机能力大小及人工井的位置,安排下管坑和设备坑相距 80 ~ 150 m,这样避免在施工过程中损坏其他管道,导致安全事故的发生。

3.3.2 PE 管焊接

PE 管以分段的形式被送到施工现场,放置在下管坑周围,然后再根据所需要的长度,通过熔合而成为一根连续性的管道。其最大长度受到裂管前对管

道进行组装的场地大小及拖拽作业过程中可能受到的最大拉伸应力的限制,计算管道长度,进行熔合,熔合工作遵守新管道连接所建议使用的方法,由对熔合设备操作熟练且有实践经验的工人进行操作。记录加热时间、熔合和冷却时间、每个接头的温度和压力等,以便确保对施工质量加以记录和控制。

3.3.3 开挖设备坑和下管坑

进行现场清理,四周设置蓝色铁皮围栏,悬挂安全牌及警示标志,设备进场。在污水管道人工井前面开挖设备坑和入管坑(对于煤气和供水管道,可以将辅助坑加以扩大,来作为入管坑和设备坑),开挖的设备坑长宽在 4.5 m × 2.0 m 左右,深度约 2.5 m,坑周围用槽钢和木板进行支护。由于设备坑深度 > 1.5 m,且周围土体较松散,进行了支护,避免在施工过程中出现塌方,危及人身安全和设备。下管坑主要是输送要更换的 PE 管,必须足够大,以便能允许将管道插入。对于连续性的 HDPE 管道来说,这意味着管道能够从地表送入到现有管道的轴线中去,而不会对管道产生过度的弯曲。制造商指南关于最小的弯曲半径有明确的规定,施工时必须严格遵守该规定。实际施工过程中综合考虑 PE 管最小弯曲半径及现场施工环境。在旧管道管底出露后,按与地面夹角 45° ~ 60° 的坡度开挖。出露的相交管线采取探测、避让、人工开挖等保护措施,避免破坏其他管线。

3.3.4 设备安装

在设备坑中安装液压裂管机主机,安装设备前,在坑内底面铺上一层木板(有条件的情况下,在木板下可铺设 20 cm 厚级配碎石)确保地基稳固。管道进入侧安装挡板和支架,设备紧贴支架放置,使得夹持器中心与管道中心重合,固定好设备,拉杆箱放在操作主机本体上,便于取出、放入拉杆。液压动力站放置在设备坑外,连接液压管路,启动动力站,预热液压系统 10 ~ 20 min(随季节变化及环境温度高低具体确定,一般为温度越低,预热时间越长,便于液压油流动),液压系统换向阀处于中位。预热完成后在空载的情况下通过遥控器调式设备,将油缸给进和回拉 2 ~ 3 次,正常后开始施工。

3.3.5 置换施工

裂管机主机将拉杆推送入旧管道内,柔性导向杆到达入管坑后,卸下导向杆,连接破碎胀头、拉管器及新管,连接好后慢慢回拉,注意管道拉入状况,

确保胀头准确入位,密切观察动力站上压力表的数值变化,控制回拉力,防止新管被拉断及受力土体隆起等情况。拉管器拖带新管在设备坑出露到设计位置后,新管置换就位。拆卸破碎胀头和拉管器,设备掉换方向,再向反方向操作,将对向的管道进行置换。拆卸设备液压管路,清洗设备,吊装出坑,设备坑处砌人工井,填埋土方,恢复地貌。

经过14 d的施工,共计完成管道原位置换路面2.3 km,其中单次最大置换管道长度162.8 m,施工顺利完成。施工过程如图4所示。



图4 施工过程

3.4 施工中遇到的问题及处理措施

(1)施工区域地下管线勘查不够细致,未作出相应管线布置图,在施工过程中地面全部开挖难度大,辅助时间长,开挖时只能以试探方式进行。

(2)施工方首次对破旧管道进行原位置换,对设备坑重要性认识不足,刚开始开挖设备坑小于 $3.5\text{ m} \times 2\text{ m}$,未采取支护措施,坑内污水未及时排出,污水浸泡设备坑后,设备坑内塌陷,无法继续施工,设备坑报废,重新开挖。

(3)置换工作时,设备拉力 $>15\text{ MPa}$ 时,设备坑受力侧地面隆起,设备移动,无法进行置换。加固受力侧土方,继续施工。

(4)热熔焊接后的PE管,未进行抗拉强度、密封性等检测,回拉时未记录新管进入坑的长度,导致在回拉过程中拉力达到 19 MPa 时管子断裂,难以确定胀头具体位置。通过计算卸开拉杆长度,估算新管断裂位置,开挖地基。经过2次开挖找到管道断裂位置,重新焊接、连接拉管器及破碎胀头后继续施工。

4 管道原位置换施工注意事项

(1)管道原位置换前应详细了解置换管道的类

型及周围管道分布状态,施工方要高度重视。

(2)测算管道置换所需最大拉力,选用合适的裂管设备及裂管工具。

(3)聚乙烯管道应当在现场使用热熔对接法加以组装和连接,不得使用螺纹接头和水泥溶剂形成的接头进行连接。热熔合后对管道的抗拉强度、水密性、磨损、砂眼等要进行相应检测,确保质量达标。

(4)记录拉杆出孔数量,在拉入新管上做标识,记录拉入距离,随时掌握破碎胀头所处位置。

(5)裂管过程中时刻注意拉力变化,及时判断异常情况,入管坑和设备坑两端工作人员随时保持联系,如遇异常情况应暂停施工。

(6)施工过程中严格填写施工纪录。

5 结语

通过本次施工,将管道原位置换技术在老旧污水管道更换工程中进行了应用检验,其优越性得到了施工单位和市政管道管理部门的认可,希望管道原位置换技术以后能够在燃气、自来水、污水管道等各种老旧管道改造中充分发挥优势。

参考文献:

- [1] 董久樟,王欣,程宪宏.裂管法更换旧管道在国内的首次成功应用[J].城市燃气,2003,(12):11-13.
- [2] 丁小峰.大直径污水管道更换工程中的非开挖液胀管施工技术[J].建筑施工,2010,32(3):197-199.
- [3] 张园媛.裂管施工技术在燃气管线改造过程中的应用[J].城市燃气,2011,(4):11-15.
- [4] 杨印臣.埋地管道不开挖原位大修或更换技术[J].施工技术,1997,(10).
- [5] 颜纯文.我国非开挖行业现状与展望[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(10):56-60.
- [6] 郭盛.非开挖管线修复技术多媒体培训系统的开发[D].北京:中国地质大学(北京),2005.
- [7] 陈雄斌.浅谈非开挖地下管线施工技术[J].福建建材,2015,(12):78-79.
- [8] 高俊来.非开挖技术在市政排水工程中的应用探讨[J].科技资讯,2009,(2):108.
- [9] 丁文捷.正在兴起的非开挖技术——爆管法[J].宁夏工程技术,2007,6(3):235-238.
- [10] 梁坚.燃气管网建设与旧网改造中的非开挖技术[J].上海煤气,2002,(5):35-37.
- [11] 吴礼林,李兰,罗灿保,等.原位同管径换管技术及其在煤气管道改造中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(12):75-79.