

浅析破管外挤技术在给水排水管道更新修复方面的应用

李健健

宁夏水利水电工程局有限公司 宁夏 银川 750000

摘要:近年来,地下管道因为各种复杂的地理环境出现老化、渗漏、腐蚀、接口脱节、错口、腐蚀、破裂、变形、渗漏等问题,而传统的开挖道路更换修复严重影响城市交通和居民生活。破管外挤技术可解决传统开挖手段带来的问题,其破除旧管和完成新管一次完成、施工速度快、对地表的干扰少、可用于等管径管道更换或增大直径管道更换。本文从破管外挤技术概述、在给水排水管道工程中的应用价值探讨、给水排水管道工程实践探讨等角度进行了阐述。

关键词:破管外挤技术, 给水排水管道老化, 管道更新修复

前言:国内城市地下给水排水管道系统随着时间的推移而不断老化,甚至许多使用年限远远超出了其合理地使用周期,导致管道材料的腐蚀和变质、管道接头的失效导致的泄漏、管道内杂志、淤泥、异物造成的管道堵塞,再加之受到施工活动、不均匀沉降或其他地面不稳定等地面移动等的产生的影响,使得地下系统已经严重恶化、给水排水管道系统中的管道故障、管道堵塞以及卫生下水溢出、地下水水质变差及管道内部流量和压力降低影响居民正常生活。此外,给水排水管道老化可导致临近的建筑物失稳、天然气管道产生泄漏等安全隐患。破管外挤法是一种成熟的非开挖槽方法进行更换和修复老化、泄露、堵塞的管道,在国外已广泛用于用相同或更大直径的新管道更换损坏的管道,经过实践证明是一种经济的管道更换修复技术。

1 破管外挤技术概述

破管外挤技术是一种非开挖的管道更新修复的方法,通过液动力或气动力对破管头施加拉力,破管头将水平拉力转化为径向破坏力,对原有的管道进行脆性断裂或分裂断裂破坏,并暂时扩大地下空腔的直径,将原有管道碎片挤到周围的土层,然后新管道拉入空腔用于替换原有管道。

破管头的前端的直径通常比现有管道小,破管外挤头底部大于现有管道内径,也略大于更换管的外径,便于破坏管道外挤空腔,以减少在新管上的摩擦,并为操纵管道提供空间。

破管外挤法根据动力源分为气动破管外挤法和静拉破管外挤法。具体方法的选择取决于岩土条件、新管道增径量、新管道的材质、现有管道的材质、现有管道的埋深

和埋设线形、施工人员的经验、设备的性能、可能出现地风险以及其他现场具体问题。

1.1 气动破管外挤法

在气动系统中,破管工具由压缩空气驱动的气动锤、安装在气动锤的前面或靠近后面破管头。气动锤作用类似于用锤子墙上敲钉子,每一次锤击都会推动破管头向前移动一段距离,破管头挤破原有的管道,并在冲击作用下推动碎片和周围的土壤向四周移动,为新管道进入提供空腔。

要注意的是,首先绞车要提供稳定拉力,目的是使破管工具在拉力的作用下与管道内壁充分接触,这样才能保证在气动锤冲击过程中,使气动锤和破管头持续保持在管道内部中心,不发生过大偏移;其次该方法是可逆的,也就是允许破管工具可沿着已安装的新管道进行后退,但要注意后退时要匀速连续,不得冲击式回拉;再次就是工作坑可以采用检查井、检修井,不必新建工作坑,这样有助于节省场地开挖,所以要在设计时要考虑充分利用原有附属设施;最后就是对于气动管道破管操作,应考虑空压机和气动锤产生的噪音,减少噪声对周边环境的影响。一般来说噪音集中在更换管道的开口端附近,可采用开口端远离敏感区域、设防护罩、调整作业时间等措施。

1.2 静拉破管外挤法

在静态拉力系统中,不使用锤击作用,可通过伸入现有管道的拉杆组件或钢丝绳对固定的破管头施加了较大的拉力,破管头将水平拉力转化为径向力,破坏现有管道,扩大空腔,为新管道提供空间。当采用拉杆作为牵引时,拉杆从接受坑伸入到现有的管道,拉杆到达发射坑后拉杆连接到破管头前端,新管连接到破管头的后端。在接受坑

的液压工作系统一次拉动一根杆的距离,拉杆出洞后进行拆卸,然后液压系统继续拉动后续拉杆,依此类推,直到破管头到达接受坑后拆卸液压系统、分离破管头与新管道。当采用钢丝绳代替拉杆时,虽然拉动过程很少出现中断,但拉力较之拉杆明显小,仅适用于直径小、所需回拖力偏小的作业。实践中为了更好地破裂原有管道,经常在破裂头前端安装切割刀具,如钢制切割刀、球墨铸铁切割刀。由于使用了破管头和切割刀组合,静态破管外挤法可以碎裂柔性和刚性的管材。

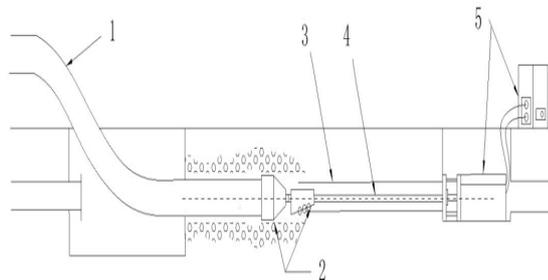


图14 静拉裂管法示意图

1-内衬管; 2-静压裂管工具; 3-原有管道; 4-拉杆; 5-液压裂管设备

2 破管外挤技术在给水排水管道工程中的应用

为了使破管外挤技术技术在给水排水管道工程中能够得到科学应用,提高该项技术的应用效果,则需要对其在工程中的应用价值进行了解,明确其优缺点。具体表现为:

2.1 破管外挤技术的应用价值--与明沟开挖相比

当管道较浅且不会对周边环境造成影响时,明沟开挖明显优于非开挖破管外技术。然而,在许多情况下管道破管外挤比明沟开挖更换更有实质性的优势:(1)开挖深度越深则明沟开挖的成本越大,而破管外挤的施工成本不会明显增加,在达到一定深度后破管外挤技术施工成本低于明沟开挖,并且随着深度的增加,这种优势更加明显;(2)随着天然气、高速电缆和光纤等服务的发展和扩大,地下管网系统变得更加拥挤,在没有设置综合管廊的区域使用破管外挤技术可以在不破坏路面、不切断运行管线、不扰乱地下管网系统的情况下完成管道修复更新,具有很高的实用性;(3)破管外挤技术可以减少对交通、城市

生活、周边环境的干扰;(4)破管外挤技术施工时间短;(5)破管外挤施工技术不同于明沟开挖,不会扰动周边建筑物、道路、铁路的基础,减少了社会成本。

2.2 破管外挤技术的应用价值--与其他非开挖全断面更新修复技术相比

(1)与内衬钢套管技术、缠绕法、人工喷涂聚氨酯技术相比较,其显著优势就是扩大现有的地下管道的管径,增大管道流量;(2)与破管顶进法相比,破管外挤技术不需在地表开挖两个具有足够大的工作空间的工作井,可直接利用现有的检查井、检修井进行施工作业,减少占地、减少对城市生活的影响、缩短工期、减少施工成本,更适用于在城区作业。

3 破管外挤施工技术在给水排水管道工程实践

3.1 破管外挤技术的应用中的施工工艺

3.1.1 工作坑

工作坑分为放射坑和接受坑。

放射坑可利用原有检查井,也可以是现场开挖,其的作用是为破管工具和管道提供一个可以进入原有管道的起点。较之接受坑,放射坑的尺寸、形状要求更多一些。首先为便于插入管道则要求放射坑要足够大;其次对于内径偏大、长度较长的新管道安装,为防止管道发生过度弯曲则要求放射坑要有指定的坡度,以满足管材的最小弯曲半径的弯曲要求。

接受坑可利用原有检查井,也可以是现场开挖,其目的是为接受破管工具和新管道,并进行拆除破管工具、分离新管道等的操作。对于静拉破管外挤和气动破管外挤两种作业方式所需的接受坑有很大的区别。静拉破管外挤的接受坑为拖拉进入原有管道的破管组件和后续的新管道提供支撑力,要求坑壁具有足够的抗变形和提供足够的支撑力,防止坑壁变形或失效、坑壁附近的地面隆起;气动破管外挤的接受坑无支撑力的要求,只要求简单的拉出破管工具和后端新管道,接受坑的尺寸要求少。

工作坑位置的选定原则,应尽量工作坑的数量最小,破管长度最大,且破管长度所需的拉应力要在现有破管设备的额定拉应力的范围内。在排水管道(即排污管道)的更换修复工作中,工作坑的选择通常是从两个相邻的检修井、人孔,准备工作的情况下可间隔一个检修井或者人工

布置工作坑；在给水管道的（即供水管道）的更换修复中，工作坑通常是两个相邻的主管道阀井或者主管与支管连接处的阀井。

工作坑之间的距离现在没有明确的规定，基本是现场实际情况进行和破管外挤设备的拉力定额确定的。现场最常见的破管外挤长度是90-150m之间。

3.1.2 破管动力设备安装

当使用刚性拉杆设备进行作业时：（1）液动力设备置入现有的人孔结构或接收坑中，拉杆穿过管道并连接到插入坑中的破管单元前端；（2）设备安放时要求确保拉应力方向稳定，保证破管外挤工具组机在现有管道中不发生偏移。

当使用绞车时：（1）绞车、钢缆和钢缆鼓必须配备安全笼和支架，避免发生安全事故。（2）绞车必须提供足够连续长度的钢缆，以便绞车点之间连续牵引。

3.1.3 破管回拖作业

当时所有准备就绪后，根据已批准的报告结合居民工作生活时间，可进行破管作业。

当使用气动破管外挤法，如果原管道长度较长且未出现中断，则破管外挤作业自开始至结束应持续作业，不得中断。

当使用静拉破管外挤法，采用刚性拉杆时，破管作业是间断性的，抽出一根钻杆暂停一段时间用于拆卸拉杆，不是连续的。此外，当管道分段安装时，每个连续管段的准备也会中断操作。

管材连接完成后不得立即进行拖管，要求管道充分变形冷却、应力完全释放后方可进行拖管。拖管完成后保证两端头超出洞口10-20cm，便于后期管道接头连接。拖管完成后不得立即进行封口，应待入孔管道应力释放完毕。

3.1.4 质量检测

对于排水管道，常见的质量检测方法是闭路监视系统（CCTV）检测方法、低压闭气试验；对于给水管道的，常见的质量检测方法是水压试验。

3.2 破管外挤技术的应用中的影响因素

3.2.1 地质条件影响

与任何地下施工项目一样，地质条件是本技术也是重要影响因素。破管外挤最理想的地质条件是，管道周围的

岩土可以通过破管作业轻松压实，同时具足够的稳定性，防止钻孔成型后出现坍塌缩孔。

3.2.2 地下水影响

从实际和技术的角度来看，地下水的存在都会增加破管作业的难度。在某些土壤条件下，地下水会对破管作业产生浮力和润滑作用，便于新管道沿着现有的沟线拖出接受坑；但在某些土壤条件下，地下水会导致孔洞坍塌缩径，从而增加管道阻力，减少实际破管长度。

3.2.3 管道设计轨迹的影响

在大多数情况下，更换的管道自然遵循原管道的路线和坡度，但是新管道的中心线很少与原管道的中心线相匹配，这主要是因为土壤特性、现场条件、施工工艺条件、新管径的扩大程度等的影响。

如果现有管道周围的土壤状况均匀，则管道破管外挤自然遵循原管道的路线和坡度，很少出现偏移。但是，如果在现有管道的下方有一个软区，那么新的管道可能会被推向软区。如果现有管道下方的硬土或岩石基座，则会导致新管道向软土区域偏移，甚至导致新管道基本上移出现有管道的外壳外。

3.2.4 原管道碎片的影响

破管外挤过程中原管道碎片刮伤新管道是很常见的，但问题一般不严重，可以通过选择高于最小管壁厚和破管工具的设计来抵消更换管的刮伤。例如，热塑性管道可以被刮伤到管壁的10%，而不会影响其强度或内部压力额定值。

破管外挤过程中存在土壤流动，使得碎片往往有点远离新管道，一般是在0.5-0.6cm之间。管道碎片一般倾向于在替换管道的侧面和底部沉降，或在淤泥或粘土回填中位于替换管道的周边。

3.2.5 地面隆起或沉降影响

每一个破管过程都会产生地面隆起或沉降影响。因为即使是按原尺寸进行更换管道，也会产生土壤运动，因为破管头的直径大于所要更换管道的直径。土壤位移总是向土壤阻力最小的方向扩展，并且随着时间发生变化：在破管过程中位移最大，在破管后可以随着时间的推移逐渐减小。

地面隆起或沉降的影响因素有：

- (1) 管道周围现有土壤的类型和压实度;
- (2) 原沟的设计要求;
- (3) 破管外挤的深度;
- (4) 新管道与原管道外径之差。

3.2.6 周边管线及附属建筑物的影响

破管外挤作业过程中可能会损坏附近的管道或构筑物。对于相邻的平行管道受到短暂的干扰,对于相邻的斜穿管道则会使管道产生弯曲,都可能会使相邻管道产生脆性破坏或者接头泄露。

所以要做好地下管线的调查,明确各类管线的材质、走向、管径、埋深、管内介质等。

3.3 破管外挤作业过程中可能出现的问题

3.3.1 施工前原管道坍塌

原管道老化情况严重,在进行施工前就发生部分或完全坍塌。针对此问题需要将坍塌点进行开挖作为破管外挤的发射坑或者接受坑,施工完后可以完全填埋或者以检查井的形式存在。

3.3.2 现场实际地下情况与调查报告不符

实际施工中经常遇到地下实际情况与调查报告不符的情况。针对这种情况,首先要在施工前再进行详细调查,采取人工挖探坑、与管线管理单位沟通等方式检查调查报告的可靠性;其次,根据地下的实际管道类型和大小,改变破管外挤法的方法或改变破管工具。

3.3.3 地面出现隆起或沉降

当覆盖层的深度太浅,无法进行吸收的破管头产生的外扩量时,表面上可能会高低不一的起伏;如果破管头的外径远大于后接的新管外径时,则会在地面出现沉降。针对这种情况,埋深过浅(小于0.8m)的区域不采用破管外挤,同时控制好破管头与新管道外径差值。另外也要做好地面监测,发现地面隆起或沉降立即采取措施。

3.3.4 新管道破损严重

新产品管道在管道破管外挤操作前和过程中都可能损坏,现场操作必须特别注意,防止新管道损坏新管道。发现管道破损立即回退进行更换或者采取其他措施。

3.3.5 在静拉破管过程中,工作坑壁移动过度

在静态破管过程中坑壁所承受的压力大,如果坑壁的支撑不到位就会产生坑壁破裂、位移过渡等情况。针对这

种情况,在施工前做好应力计算并匹配相应的加固措施。

4 结语

综上所述,破管外挤技术在日益老化给水排水管道更新修复方面具有很强的应用价值,与传统开挖技术或其他非开挖管道修复技术相比,可同时满足管道更新和增加管道容量的需求,减少额外投资,减少道路及附属设施的破坏,减少对公共交通环境的影响,加快施工速度、有效缩短工期,降低工程建设成本,利于给水排水管道的后期养护,从而减少与管道更换相关的社会成本,再加之其技术成熟、风险可控,适用于用水量日益增长的管道扩容情况,将有效地为对公众生活和健康至关重要的关键公用设施提供长期服务。虽然国内破管外挤技术还处在起步阶段,但具有很高的市场价值,值得我们深入探讨。

参考文献

- [1] 郭敬宇. 市政供水管道漏水成因及解决对策分析[J]. 科技创新应用, 2022, 12(27): 164-167.
- [2] 李予青. 城市排水管道现状评估与非开挖修复技术研究[J]. 中国煤炭地质. 2021(4): 74-77
- [3] J. Simicevic, R. Sterling. Guidelines for Pipe Bursting[M]. . Simicevic2001GuidelinesFP. 2001.
- [4] 肖倩, 项立新, 杨明轩, 等. 非开挖技术在深圳市排水管道修复中的选择与应用[J]. 给水排水. 2019, (1): 116-120.
- [5] 梁慕才. 轮叶下的土壤流动特性[C]. 第四届地面机器系统学术年会论文集. 北京: 中国农业机械学会, 1987: 17.