

# 非开挖修复技术在城市排水管网改建工程中的应用

黄晓庆

上海市青浦区水务局 上海 201799

**摘要:** 城市排水管网改建工程难度比较大,常用的技术有两种,一种是开挖修复技术,另一种是非开挖修复技术,二者相比,后者在施工效率、成本、影响等方面以后有显著优势。基于此,本文就结合城区排水管网改扩建工程的实际情况,分析了非开挖修复技术在城市排水管网改建工程中的应用要点。

**关键词:** 非开挖修复技术;城市排水管网;改建工程;胀管

引言:排水管道非开挖修复技术具有对社会影响程度小,经济效益良好等特点,因此在城市管道更新过程中逐渐受到人们的青睐。项目需要改造的老旧排水管网均位于主城区,道路交通繁忙,为最大限度降低影响,决定采用非开挖修复技术对老旧排水管网存在的缺陷进行处理,以恢复其使用功能。根据调查了解,目前业内常用的管道非开挖修复技术种类较多,对工况环境等作业条件均有不同的要求和限制。而且,任何一种非开挖修复工艺技术都无法代替所有的其他技术,只有了解并掌握了各种技术特点之后,针对目标管道的特点,进行综合评价,合理选择技术工艺,才能做到对症下药,才是最科学的最有针对性的选择。因此,在项目方案设计阶段,采取先排查分析清楚管道缺陷状况,再筛选出适用的非开挖修复技术,最后按照管道缺陷情况,逐一选择适宜的修复技术的工作思路制定修复方案。在施工阶段,对质量控制要点和关键环节进行识别和记录,不断总结经验、提高工程质量,保证管网改建修复目标的实现<sup>[1]</sup>。

## 1 工程概述

项目实施内容是对该市约113 km<sup>2</sup>范围内的排水管网进行清淤修复和雨污分流改造,主要工程内容为清淤疏通既有排水管网,修复存在缺陷的管道,改造建设部分雨污水管道实现雨污水分流。本项目根据雨水排放收纳水体划分为5个分区。

## 2 非开挖修复技术概述与优势

### 2.1 非开挖修复技术概述

由于我国提倡的环保理念深入人心,社会大众对城市道路、居住环境的要求标准逐渐升高。另外,快节奏的城市生活工作趋势大众对道路交通的正常运行需求也变得越来越严苛,因此在此时代背景下,许多类型的地下排水管网的非开挖修复技术应运而生。就目前我有已有的地下管网非开挖技术基本都围绕管中管施工技术开发出了管道的整体、局部修复两大类,原位固化法管线

修补技术、树脂固化修复方法、螺旋制管方式等十几种的修补技法。其中非开挖总体管线修补技术就是将待修补的部分管线整体做修补、加固处理以此完成管道的防腐烂、防渗漏、强化管道结构的施工方法;而非开挖局部管线修补技术则被称为点状修补技术,这种修复技术往往只对管道接缝处等小型损坏点的防渗堵漏,虽然此种施工技术有效的减少了管道维修成本,但却存在不能提升管道结构强度的弊端。

### 2.2 非开挖修复技术的优势

城市发展过程中,排水管网的修复、加固、改造是不可避免的问题,更是必须重视的问题。现今,城市在调整或增加地下管线时,主要通过掘路明埋达到目的。但掘路明埋被人们称作开膛破路,施工过程中会对沿线交通造成直接影响,还会导致城市环境恶劣,并且会对路基路面整体结构造成严重不良影响,最终导致修复后路面的运行寿命、使用性能下降。再者,这种修复方式还会导致政府投入庞大的财政开支,并且会对社会和谐发展造成负面影响。相关影响主要从环境、交通等对当地居民正常生活造成的损害表现出来,这种影响无法用数字准确表达。所以,积极探索更适宜的排水管网维护方法,无疑至关重要。非开挖修补工艺包括采用穿插HDPE管衬砌修补老管线技术、翻转浸渍树脂制动软管衬砌修补新旧管线技术、内衬不锈钢耐酸钢板工艺以及挤涂聚合物水泥砂浆修补工艺等多种新型的管线修补工艺,无需开挖地表,便能完成地下管道的修复加固维护,是一种新型施工技术。结合这些修复技术,能够通过多种方式让现存管道重获新生,将管道寿命延长30-50年。再者,与传统掘路明挖模式比较,这种修复技术不会影响沿线交通、不会破坏生态环境、施工安全性更好、施工时间短、对市民生活影响较小,有利于社会和谐发展。可在多个不适宜开挖作业或无法开挖作业的地区应用,近年来在化工管道、排水管道、热力管道以及燃气

管道修复中广泛应用。有调查实例,某市非开挖管道施工技术广泛应用,在地下管道中的应用率已经达到40%左右,其D300管道改造工程,埋深控制在2m,新建一公里的管道会造成 $1 \times 10^3 \text{m}^3$ 建筑垃圾,路面破坏达到 $1 \times 10^3 \text{m}^3$ 。我国天津市也有类似工程,但管网改造采用传统掘路明挖模式,管道改造后造成 $2 \times 10^5 \text{m}^3$ 建筑垃圾,路面破坏达到 $2 \times 10^5 \text{m}^3$ 。从上述实例可发现,传统掘路明挖固然可进行排水管网改造,但会造成较多建筑垃圾,继而导致环境效益低下。积极应用非开挖修复技术,不仅可以减少不必要建筑垃圾,还可进一步提升环境效益,充分满足我国可持续发展战略要求,还可推动社会节约型精神建立的步伐<sup>[2]</sup>。

### 3 非开挖修复技术在城市排水管网改建工程中的应用分析

#### 3.1 PE内衬法

PE管(聚乙烯管)的材料是惰性材料,除某些氧化剂外,可免受各种化学物质的侵害,不会引起电化学腐蚀,并且不需要腐蚀保护层。PE管道主要采用热熔和电熔两种方法施工,并仅有一个管道接口以确保接头的紧密性。它是一种高韧性管道,其断裂伸长率通常可以超过500%,在周围环境中具有很高的适应能力,并且具有出色的抗震性能。损坏的排水管修复方法主要是传统的内衬法和改进的内衬法。传统内衬法是早期存在的一种无需挖掘即可修复旧管道功能的方法。在施工过程中,将较小直径的新管插入或拉入旧管,并且通常通过灌浆固化新旧管之间的环形空间。该方法的优点是结构简单,成本较低。但由于直径较小且管道流量较小,因此,必须使用流体摩擦系数比旧管道低的管道,如插入旧混凝土管道中的PE管道,此方法适用于没有过度损坏的管道,旧管道无障碍且其形状完好无损。此方法不需要特殊的设备,但是可能需要在旧管上添加金属或塑料定位支架或集中环,以确保新管的倾斜和对称要求。PE管可以焊接到工作坑中的长管上,也可以对接连续管,该方法可广泛用于重力下水道、水管和煤气管。适用于此方法的PE管可以小到25.4mm,通常最大到1000mm。改进的内衬法通常被称为紧密结合内衬法,主要包括冷轧法、热拔法和变形法。通过使用PE或PVC管的性能,可先将管的直径暂时减小或重塑,然后再将其插入旧管中,而后对插入的新管产生膨胀效果,紧密贴合并避免在新旧管道上结环时需要在环空中灌浆。其中,可以通过机械冷轧或在缩径模具之后进行拉伸来获得冷轧法和热拉伸法的暂时的直径减小。挤出后,管子迅速变形并折叠,缠绕在鼓上并插入旧管子中,在蒸汽的作用下膨胀,关闭旧管道的接头。该方法的优点是不需要长距离修

补和注浆,施工速度快,过流截面损失小,可用于曲率半径大的弯管。U型折叠内衬法是使用可变形的HDPE作为管道材料,施工前在工厂或施工现场先通过改变衬管的几何形状来减少其断面。变形管在旧管内就位后,利用加热或加压使其膨胀,并恢复到原来的大小和形状,以确保与旧管形成紧密的配合。有时,还可以用一个机械成形装置使其恢复到原来的形状<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 原位固化法

原位固化法,又称CIPP(Cured In Place Pipe)法。该技术是指将具有防渗透和耐腐蚀的复合纤维增强软管作为载体,浸渍环氧树脂或不饱和树脂后作为内衬材料,将软管一端翻转并用夹具固定在修复管道的入口处,用压力水或气体作动力,将软管紧贴于旧管内壁,当内衬管到达终点时,在管内进行加热,使环氧树脂或不饱和树脂固化,树脂固化后,软管与原管道紧密连接,形成新的内衬层。

#### 3.3 涂敷法内衬修复技术

涂敷法主要是用作管道衬片上或作防腐用,是把耐腐蚀的金属结构衬片应用于管道的方法。常见的铸钢管、水泥管,以及钢管内的混凝土灰泥涂层都是使用了这种技术,并能避免管道结层、水转色和水力损失而基于新型设备和聚合物配方的开发,将结构料经喷涂衬砌后用作路面养护工作和横向排水系统路面工程,也就形成了一条新的工艺技术路线。对破损的城市给排水系统道路,也可能接纳用了比较高浓度的速凝环氧树脂或聚脲酯料。同时施工操作也可直接在地面上开展,从而不需再次开挖道路,直接进入现有的人井内进行施工。这一技术主要应用于长度为150~600mm之间的管线修复项目中。

#### 3.4 螺旋缠绕法

螺旋缠绕是将具有锁扣功能的PVC、PE或UPVC条带螺旋缠绕在旧管道或检查井中,将其螺旋缠绕成管道形状,然后将浆液注入到缠绕管道和旧管道之间的环空中,以实现旧管道修复的一种方法。根据机器布局,它可以分为固定缠绕类型和活动缠绕类型。在固定缠绕方法中,将缠绕机降到人井中,在人井中进行作业以从地面降低缠绕带,并将新管直接推入旧管中;活动缠绕法是将缠绕机放入旧管内并在缠绕时向前移动,这种方法适用于修复压力和重力管道的结构性和非结构性损坏,并且一次可以修复长达200m的管道。

#### 3.5 CIPP原位紫外光固化内衬修复技术

第一步,先拉入软管。在原有管道内部铺设一层垫膜,覆盖1/3以上的管道周长,以降低软管拉入时的摩

擦系数,保护软管免受磨损。拉入软管需要沿着铺设在管底的垫膜,将软管平稳、缓慢的拉入到原管道中,控制拉入速度需小于 5m/min。第二步,绑扎扎头。软管进入到原管道之后,及时绑扎扎头,保证所选择的扎头略小于管道直径。在案例工程施工中,一些管段检查井井口比较小,由此导致扎头绑扎工作无法顺利进行。为解决这一问题,在具体施工中先拆除组装的扎头,再缓慢放入到检查井中进行分步组装,保证每个扎头上最少捆绑3条扎带。对不具备扎头绑扎的管段,可在地面进行绑扎,再放入原管道中。第三步,软管充气扩展和紫外光固化。待扎头绑扎完成之后,及时将灯架放入到软管中,持续加大压力,直到达到工作压力为止。灯架安放结束之后,依次开启紫外光灯,按照规定的速度逐步拉回灯架,使软管在紫外光灯作用下逐步固化。在固化过程中,需要保证内衬管内部存在一定压力,促使内衬管能够和原管道密切接触。在扎头位置和灯架前端安装上摄像头,通过计算机实时观察内衬管道固化过程,发现问题及时处理,以保证 CIPP 原位紫外光固化内衬修复质量。第四步,切除缩径部位。软管固化结束之后,逐步缓慢释放管道内部的压力,当管道内部压力逐步下降到周围压力之后,将扎头卸掉,取出灯架,切除缩径部位(要保证内衬管道端口和原管道端口平齐)。然后进行检测,达到修复要求之后,拆除堵水气囊,恢复通水,即完成一次非开挖管道修复。

#### 4 非开挖修复技术在城市排水管网改建工程质量控制要点分析

##### 4.1 加强管道预处理

非开挖修复工程施工前,应对待修复管道进行预处理。预处理的目的是清除影响管道修复作业的障碍物,使待修复管道内壁平整清洁,能与内衬管结合牢固。预处理采用高压喷射水流,清洗的同时用真空吸污车将清洗产生的污水和污泥从检查井内抽出。清洗时,不得

在待修复管道内壁某一点停留时间过长,以防止破坏管壁。当采用紫外光固化法与局部树脂固化法时,必须将待修复管道内积水清除干净。若存在渗漏,还需采取注浆等方式进行止水处理。若待修复管道错口严重,超过管径的10%时,应采取垫衬等方式使管内壁平顺。对于直径大于或等于DN500且缺陷为破裂或变形IV级的待修复管道,还需用304不锈钢片对缺陷节点进行预处理。管道预处理完成后,采用CCTV检测预处理效果<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 做好修复后检测

对于局部修复的管道,施工完成后通过CCTV检测,查看修复部位是否漏水、安装是否紧凑无松动;接口是否严密、贯通、平顺、均匀;内衬表面是否光滑、无褶皱、无脱皮。对于整体修复的管道,施工完成后进行闭水试验,验证修复后管道的严密性。据统计,本项目管道修复完成后的一次检测合格率达到95%以上。

结束语:本文结合工程实践,分析了非开挖修复技术在城市排水管网改建工程中的应用。研究表明,城市排水管网改建工程比较复杂,在施工中需要考虑的因素比较多,采用先进的非开挖修复技术,全部工作都在地下完成,对地面交通和居民生活造成的影响比较小。同时施工质量比较高,施工效率高,可达到“三个达到、两个杜绝”的修复目标,为我国城市排水管网改建工程施工提供了新的思路。

##### 参考文献

- [1]周杨军,蒋仕兰,解铭,等.非开挖修复技术在城市排水管道维护中的应用[J].中国给水排水,2020,520(20):68-72.
- [2]柏波.非开挖修复技术在城镇排水管网修复中的应用研究[J].中国建筑金属结构,2020,467(11):116-117.
- [3]梁霞.非开挖修复技术在城市给排水管网建设中的应用[J].工程技术研究,2020,60(4):112-113.
- [4]李俊奇.管道非开挖修复技术在市政排水管道改造中的应用[J].智能城市,2020,95(22):96-97.