

# 污水管道非开挖修复工程中的施工难点及对策分析

刘永红

阜阳市排水有限责任公司

**摘要:** 污水管道是城市基础设施中的重要组成部分,然而由于长期使用以及环境等因素的影响,污水管道也会出现不同程度的损坏和老化。在管道维护和修复中,传统的开挖式施工方法存在着一系列的弊端,例如对环境的污染、施工期间交通的受阻以及工程造价的高昂等问题。因此,非开挖修复工程在管道维护和修复领域中逐渐成了一种趋势和热点。

**关键词:** 污水管道; 非开挖修复工程; 施工难点; 对策

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.16.112

随着城市化进程的不断推进,污水管道的数量和规模也在不断增加,维护和修复难度也逐渐增大。在传统的开挖施工方法中,由于对环境的破坏和造成的交通影响等问题,逐渐出现了非开挖修复工程的技术,为管道维护和修复提供了新的思路和方法。然而,在实际施工中,非开挖修复工程仍然面临着一系列的难点和挑战,需要加强技术创新和经验总结,以提高施工效率和质量。

## 一、污水管道修复技术概述

污水管道非开挖修复技术包括了多种方法,例如无缝钢管修复技术、管道内衬修复技术、钢筋混凝土包裹管修复技术等。下面我们来逐一分析这些技术。

无缝钢管修复技术是指通过将无缝钢管插入到原有管道内部,形成一种新的管道结构以达到修复管道的目的。这种方法修复管道时对环境影响非常小,可以保证修复后的管道密封性和稳定性,但是,需要注意的是,这种方法适用于直管或少弯管段,而且管道内径需要满足一定条件,否则无法修复<sup>[1]</sup>。

管道内衬修复技术是指将一种高强度的塑料薄膜或玻璃钢薄膜作为管道内衬,达到修复管道的目的。这种方法修复管道时对环境影响也非常小,可以修复任意形状的管道和管道内壁损坏,而且修复效果也较为稳定。但是需要注意的是,这种方法需要对管道进行清洗、疏通等处理,同时施工时需要保证环境的干燥和温度的适宜,否则会影响修复效果。

钢筋混凝土包裹管修复技术是指在原有管道的表面覆盖一层钢筋混凝土包裹管,达到修复管道的目的。这种方法可以修复一些深埋的管道,而且施工过程中对环境污染较小。但是,需要注意的是,在施工过程中需要进行对原有管道的处理,例如对表面进行清理和涂覆涂料,同时施工过程中也需要对环境和交通进行控制。

## 二、污水管道修复技术分类

### (一) 高分子修复材料技术

高分子修复材料技术是一种常见的污水管道非开挖修复技术,它通过在管道内部涂覆一层高分子材料,形

成一种密封、耐腐蚀的保护层,从而达到修复管道的目的。这种技术的优点在于对管道进行修复时对环境污染很小,而且施工快捷、造价低廉,同时可以修复任何形状和大小的管道。但是,需要注意的是,高分子修复材料技术对施工环境要求较高,需要保证环境干燥和温度适宜,否则会影响修复效果。

### (二) 硅酸盐修复材料技术

硅酸盐修复材料技术是一种将硅酸盐修复材料涂覆在管道内壁上的修复方法。硅酸盐修复材料具有很强的耐腐蚀性和耐磨性,可以形成一层保护膜,从而延长管道的使用寿命。此外,硅酸盐修复材料也具有很好的防渗透和防水性能,可以有效地防止污水泄漏和渗漏。但是,硅酸盐修复材料对施工环境和施工工艺要求比较高,而且造价较高,需要针对具体情况进行选择<sup>[2]</sup>。

### (三) 膨胀树脂修复技术

膨胀树脂修复技术是一种将膨胀树脂注入管道内部的修复方法,通过树脂的膨胀和硬化,形成一种紧密的密封层,从而修复管道的漏损和破损。膨胀树脂修复技术具有施工方便、速度快、维护成本低等优点,同时可以修复不同形状和大小的管道。但是,膨胀树脂修复技术对施工环境的要求比较高,需要保证管道干燥、清洁,否则会影响修复效果。

### (四) 钢板套管技术

钢板套管技术是一种将钢板套入管道内部的修复方法,可以修复大口径的管道破损和漏损。钢板套管技术具有结构牢固、耐久性好、使用寿命长等优点,同时可以根据实际情况选择合适的钢板厚度和材质,从而满足不同的修复需求。但是,钢板套管技术的造价较高,施工难度大,需要进行较为复杂的施工过程,对施工人员的技术要求比较高。

### (五) 管道内衬材料技术

管道内衬材料技术是一种将管道内部衬上一层材料的修复方法,可以修复管道内部的损伤和腐蚀。管道内衬材料具有很好的耐腐蚀性和耐磨性,可以有效地延长管道的使用寿命,同时也可以防止管道内部的泄漏和渗漏。但是,管道内衬材料技术需要对管道内部进行清洗和涂覆处理,对施工环境的要求比较高,而且造价也比较高。

## 三、污水管道非开挖修复工程中的施工难点

### (一) 施工环境要求高

污水管道非开挖修复工程对施工环境要求较高,需要保证管道的干燥、清洁和无油污。这对施工现场的环境提出了更高的要求,需要进行现场的清理和处理,这增加了施工难度和成本。此外,施工现场的环境还需要满足安全、通风、照明等要求,以确保施工过程的顺利进行。

## （二）工程技术难度大

污水管道非开挖修复工程需要进行精确的管道检测、管道清洗和管道修复等工作，这对施工人员的技术要求较高。特别是在管道检测和清洗方面，需要使用专业的设备和工具，且需要掌握相关的技术和操作方法。对于一些较为复杂的修复工程，需要有一定的工程经验和技术水平才能够顺利完成<sup>[3]</sup>。

## （三）管道定位困难

在污水管道非开挖修复工程中，对于管道的定位和识别是一个比较困难的问题。一些管道可能已经埋在地下多年，位置不明确，加之地面和道路等因素的影响，使得定位变得异常困难。如果不能准确地找到管道的位置，就无法进行精确的管道检测和修复，这会导致修复工程无法顺利进行。

## （四）施工空间狭小

污水管道非开挖修复工程通常需要在狭小的空间内进行施工，例如在管道内部进行清洗和修复等工作，需要在极其狭小的空间内操作。这对施工人员的身体素质和工作环境提出了更高的要求，需要具有良好的体力和敏锐的反应能力。此外，施工现场的狭小空间还会对施工设备和工具的选择和使用造成限制。

## （五）施工工具和设备选择有限

在污水管道非开挖修复工程中，由于施工空间的狭小和工作环境的特殊性，很多传统的工具和设备无法使用。需要使用一些专业的设备和工具，如清洗车、电动机、高压水枪等。这些设备的成本较高，而且使用也需要掌握专业的技术和操作方法。因此，施工人员需要经过一定的培训和考核，才能熟练掌握这些设备的使用方法。

## （六）施工安全风险高

污水管道非开挖修复工程施工安全风险较高，需要进行有效的安全管理和防护措施。施工现场常常存在气体中毒、爆炸、坍塌等安全风险，施工人员需要经过专业的培训和考核，掌握安全施工的技能和知识，以确保施工过程中的安全。

## 四、污水管道非开挖修复工程中的施工对策

### （一）现场固化法

现场固化法的原理是在管道中注入一定比例的固化材料，通过管道内部的压力，将固化材料均匀地分布在管道内部，并在管道内部固化形成一个固体薄膜，从而达到修复管道的目的。固化材料一般采用环氧树脂、聚氨酯等，其固化速度较快，能够在短时间内形成坚固的薄膜<sup>[4]</sup>。

现场固化法的施工过程分为以下几个步骤：首先，在进行现场固化法修复之前，需要对管道进行清洗。清洗过程中需要使用专业的清洗车和高压水枪等设备，将管道内部的杂物、污物等清除干净。其次，在清洗管道之后，需要对管道进行定位，找出管道内部的缺陷位置。一般采用声波探测、红外线探测等技术对管道内部进行检测，确定管道内部的缺陷位置。第三，在确定了管道内部的缺陷位置之后，需要对管道进行打孔注浆。

打孔注浆是将固化材料注入管道内部的过程，需要使用专业的打孔设备和注浆设备进行施工。注浆时需要根据实际情况确定固化材料的比例和注入速度等参数，保证注浆过程的顺利进行。第四，在完成了打孔注浆之后，需要等待固化材料固化。固化时间一般在数小时到数天之间，需要根据实际情况确定固化时间。第五，在固化材料固化之后，需要对管道进行再次清洗。清洗过程中需要使用专业的清洗车和高压水枪等设备，将管道内部的固化材料残留物、污物等清除干净。第六，在完成了再次清洗之后，需要对管道进行检测。检测过程中需要使用专业的检测设备对管道内部进行检测，确定管道内部的缺陷是否修复成功<sup>[5]</sup>。

### （二）涂层法

涂层法是一种将涂料涂覆在管道内部，形成一层坚固的涂层，保证管道内部的正常使用的修复方法。涂层材料通常是一种特殊的聚合物材料，具有良好的附着力、密封性和抗腐蚀性能。在涂层法修复过程中，首先需要对管道进行清洗和检测，确定管道内部的缺陷。然后，将涂层材料均匀涂覆在管道内部，并通过专业的工具将涂层材料均匀分布在管道内部。最后，涂层材料进行固化，形成一层坚固的涂层，保证管道内部的正常使用。

修复污水管道内部的腐蚀和磨损。污水管道长期使用会导致管道内部的腐蚀和磨损，这些缺陷会导致管道渗漏或者破裂。涂层法可以在不开挖的情况下，修复管道内部的腐蚀和磨损缺陷。涂层材料具有良好的抗腐蚀性能和附着力，可以形成一层坚固的涂层，保证管道内部的正常使用。

修复污水管道内部的渗漏。污水管道内部的渗漏是一种常见的缺陷，其会导致管道周围环境污染和管道内部的压力下降。涂层法可以在不开挖的情况下，修复管道内部的渗漏缺陷。涂层材料具有良好的密封性能，可以在管道内部形成一层坚固的涂层，有效防止管道渗漏。

修复污水管道内部的凹凸不平。污水管道内部的凹凸不平会导致管道流量不畅，影响管道的正常使用。涂层法可以在不开挖的情况下，修复管道内部的凹凸不平缺陷。涂层材料具有良好的填充性能，可以填补管道内部的凹凸不平，使得管道内部更加平整，保证管道的正常使用<sup>[6]</sup>。

### （三）滑衬法

滑衬法是指在管道内部设置一种具有平滑表面的滑动材料，以减小管道的摩擦阻力和磨损。滑衬材料一般采用聚乙烯、聚四氟乙烯等高分子材料，具有良好的耐腐蚀性和耐磨性，可以有效保护管道的内壁，延长管道的使用寿命。

修复管道内部的凸起、凹陷等缺陷。污水管道在使用过程中，内部经常会出现凸起、凹陷等缺陷，这些缺陷会增加管道内部的摩擦阻力，影响管道的正常使用。滑衬法可以在不开挖的情况下，在管道内部设置一层滑衬材料，使管道内部更加平滑，减小摩擦阻力，提高管

道的流量和输送效率。

修复管道内部的结构缺陷。污水管道内部的结构缺陷包括管道内壁的断裂、裂缝、变形等。这些缺陷会导致管道的安全性降低，滑衬法可以在不开挖的情况下，在管道内部设置一层滑衬材料，弥补管道内部的结构缺陷，保证管道的结构完整和稳定。

#### （四）紫外光固化法

紫外光固化法是一种利用紫外线的能量，使某些物质中的单体或双体分子发生交联或聚合反应的方法。其基本原理是将紫外线照射到涂有光敏剂的材料表面，光敏剂吸收紫外线能量后，会产生激发态，从而引发化学反应，形成一种具有强度和硬度的材料。在污水管道修复中，紫外光固化法可以将光敏剂涂在管道内部的缺陷处，再利用紫外线对其进行固化，从而形成一个耐用的补强层。

在污水管道非开挖修复工程中，紫外光固化法可以广泛应用于各种类型的管道缺陷修复。例如，紫外光固化法可以用于处理管道的漏水、裂缝、损坏等问题。其优势在于能够快速、高效地完成修复工作，并且可以使管道恢复到原来的强度和密封性能，从而保证了污水管道的正常运行。

在进行污水管道非开挖修复工程时，紫外光固化法的操作步骤如下：首先需要管道进行检测，确定其缺陷的位置和大小；将管道内部进行清洗，以便将管道内的杂质和污物去除，从而保证后续的修复工作可以进行；将光敏剂涂敷在缺陷处，然后利用气压将其均匀地分布在管道的内壁上；将紫外线灯放入管道内部，对光敏剂进行照射，使其发生固化反应，形成一个固体的补强层；修复完成后需要对管道进行检测，以确保补强层的质量和密封性能符合要求。

### 五、污水管道非开挖修复工程的实践应用趋势和前沿发展成果

#### （一）应用趋势

多种技术相结合。随着非开挖技术的不断发展，不同的技术也逐渐被应用于管道修复工程中，如射流混凝土、管道内壁喷涂、无缝钢管包裹和紫外光固化法等。

高新技术引领。高新技术在非开挖修复工程中的应用越来越广泛，如激光焊接、纳米材料、智能监测和大数据等技术。

智能化水平提高。智能化水平的提高使得非开挖修复工程的效率和质量有了极大的提升。如无人机的应用可以实现对管道的无死角检测，人工智能技术的应用可以对管道的状况进行预测和诊断。

绿色环保成为主流。在非开挖修复工程中，绿色环保已经成了主流趋势。各种环保材料和工艺的应用可以避免污染和影响周边环境。

#### （二）发展前沿成果

管道内壁喷涂技术。该技术采用特殊的材料对管道内部进行喷涂，以修复管道的破损、腐蚀和漏水等问题。该技术可以大大减少管道维护的时间和成本，而且对环境和交通的影响也很小。该技术已经在国内外得到

广泛的应用和推广。

纳米材料修复技术。该技术通过将纳米材料注入到管道内部，可以实现管道的修复和加固。该技术不仅可以修复已经损坏的管道，还可以提高管道的耐腐蚀性能和使用寿命。该技术目前正在实验室中进行研究和开发，预计将来会有更广泛的应用。

管道自修复材料技术。该技术通过在管道内部引入一种特殊的材料，可以在管道受到破坏时自动进行修复。该技术不仅可以提高管道的可靠性和安全性，还可以减少管道维护的成本和时间。该技术目前仍处于研究和开发阶段。

紫外光固化技术。该技术采用紫外光对管道内部的修复材料进行固化，可以快速地完成管道修复工作。该技术不仅可以减少管道维护的时间和成本，还可以避免对周边环境的污染和影响。该技术已经在国内外得到广泛的应用和推广。

智能化管道监测技术。该技术采用各种传感器和监测设备对管道进行实时监测，可以实现对管道状况的预测和诊断。该技术可以提高管道的可靠性和安全性，同时也可以降低管道维护的成本和时间。该技术已经在国内外得到广泛的应用和推广。

#### 结语

综上所述，污水管道非开挖修复工程是一项重要的技术，它能够在不破坏地面和道路的情况下对污水管道进行修复和维护。随着城市化进程的加速，污水管道的数量和规模不断增加，传统的开挖式修复工程已经无法满足维护和修复的需求，因此非开挖修复工程越来越受到重视和关注。然而，实际的施工中仍然存在一些难点和挑战。污水管道非开挖修复工程是一项具有重要意义和技术，在实际的施工中存在一些难点和挑战，需要我们不断加强技术创新和经验总结，提高施工效率和质量。相信在不久的将来，污水管道非开挖修复工程将会越来越成熟和完善，为城市基础设施的建设和维护作出更大的贡献。

#### 参考文献

- [1] 李秋蓉. 排水管道非开挖修复技术及工程应用[J]. 工程技术研究, 2022, 7(15): 89-91.
- [2] 张菊萍. 老旧污水管道修复工程实施难点及应对措施研究[J]. 工程技术研究, 2022, 7(11): 145-147.
- [3] 郭清珍. 污水管道非开挖修复工程中的施工难点及措施[J]. 四川建材, 2022, 48(05): 89-90.
- [4] 梁延安, 许元强, 马伟, 王飞强. 污水管道非开挖修复工程中的施工难点及对策分析[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(19): 46-48.
- [5] 杨云, 刘昱彤. 非开挖工艺在排水管道修复工程中的应用[J]. 天津建设科技, 2021, 31(03): 61-62.
- [6] 王志录, 李志成, 赵铁江. 污水管道非开挖修复工程中施工难点及对策分析[J]. 工程建设与设计, 2021, (02): 188-189.