

# 浅析城市给排水管道修复施工

赵光桦

上海浦东水务(集团)有限公司, 上海 201399

[摘要]随着城市的快速扩张,城市的生产、生活用水量也在不断提高。市政给水、污水管网对保障城市生产生活的正常运行发挥着重要作用。市政给排水管网不仅履行城市生产和生活供水、排水的基本功能,还履行改善和调节城市生态的功能。

[关键词]管道修复重点及难点;开挖及非开挖施工;优缺点对比;过程管理

DOI: 10.33142/ec.v8i5.16651

中图分类号: TU991.36

文献标识码: A

## Brief Analysis of Urban Water Supply and Drainage Pipeline Repair Construction

ZHAO Guanghua

Shanghai Pudong Water (Group) Co., Ltd., Shanghai, 201399, China

**Abstract:** With the rapid expansion of cities, the production and domestic water consumption of cities are also constantly increasing. The municipal water supply and sewage pipeline network plays an important role in ensuring the normal operation of urban production and life. The municipal water supply and drainage network not only fulfills the basic functions of urban production and domestic water supply and drainage, but also improves and regulates the urban ecology.

**Keywords:** key and difficult points of pipeline repair; excavation and non excavation construction; comparison of advantages and disadvantages; process management

### 引言

随着城市的快速扩张,城市供水和污水管网的重要性与日俱增。然而,经过多年的连续使用,很多管道已经濒临报废,很多城市的管道系统都出现了老化、损坏等问题。针对这些棘手的地下管道修复及更换问题,目前最行之有效的办法,是对这些管道进行开挖或非开挖修复,以保证给排水管道正常运行。本文分析了管道修复施工的重点难点问题,详细讨论了管道开挖技术、修复方法和施工过程管理,全面探讨了市政管道开挖和非开挖修复的技术方面。

### 1 管道修复施工重点及难点

#### 1.1 地质条件复杂

因为城市地下的土壤状况多样型的特点以及上海地区土质尤其松软,施工时容易发生滑坡,给施工带来很多困难。因此,每个工程都必须提前对施工区域进行勘察,包括施工前进行详细的土壤勘测和地形测量,了解土壤性质,勘察地下情况,绘制出详细图纸和出具设计方案,并选择合适的施工方法和施工机具。

#### 1.2 周边环境复杂

上海地下管网历史悠久、类型多样、密集且发展迅速。因此,城市供水、污水管道通常与各种地下管线及其他基础设施交织在一起。为了确保施工过程中地下管线的安全运行,不影响周边环境。因此,每一个项目都要提前对施工区域进行勘探,包括充分调研周边地下管线和基础设施,根据调研结果制定详细的施工方案以及与相关管线权属单位进行及时沟通。

#### 1.3 工期紧张,任务艰巨

城市供水、污水管道修复工程一般都是时间紧,任务重。往往施工单位需要在接到指令后马上赶赴现场查看,根据现场情况订出抢修方案,以确保管道的损坏对居民的生产及生活影响降到最低。城市供水、污水管道被道路结构层所覆盖,为了抓紧施工,施工时间段经常在后半夜或交通条件不便利的时候。这也给施工单位额外的增加了施工难度。因此,施工前要提前审核施工方案及应急措施,包括合理规划施工进度,充分利用夜间,做好夜间施工措施,避免交通不便的时间段进行施工,并提前做好施工准备工作。

#### 1.4 施工安全风险

供水和排水管道修复工程涉及开挖和非开挖施工作业,实施过程中存在土方塌陷、高处坠落、有毒有害气体等安全隐患。因此,每个项目施工前都必须做好安全措施,包括对人员进行培训、持证上岗、严格遵守安全操作规程、定期进行安全检查和风险评估、及时处理安全风险等。

#### 1.5 施工方法多样性

随着科技水平的高速发展,城市给排水管道修复工艺日益丰富,可选范围也比较多。因此选择最合适的修复技术成为了关键。在选择修复工艺时,必须综合考虑工程造价、周围环境、管道破损情况和现场施工条件等因素。

#### 1.6 文明施工的重要性

文明施工要求施工企业需要强调施工过程中人员,材

料,设备、机械等的管理。施工期间会对周边环境或多或少的产生影响,其中主要措施包括安装防噪音的屏障、降低震动的传播、粉尘的控制、废水的处理等。

## 2 管道修复工艺分类

### 2.1 开挖修复

开挖修复是日常常见,对管道进行直接的修复方式。适用范围:当管道结构严重损坏、无法利用时且现场开挖施工的条件较好时可采用开槽埋管翻新,将一段设计管段全部翻挖更新。

主要施工步骤:

①沟槽的开挖:根据管道位置在红线内进行开挖,确保作业面稳定安全。开挖方式的选择一般是根据管道位置和深度,选择合适的开挖方式,如人工开挖或机械开挖。在开挖过程中,应注意保持边坡稳定,防止坍塌。开挖过程控制:开挖时应逐层进行,避免超挖。同时,应做好排水工作,防止积水影响施工。

②管道的更换或修复:将损坏的管道进行更换,受损不严重的部位进行常规修复。修复过程中应严格按照施工方案进行,确保修复质量。同时,应做好安全防护工作,防止施工人员受伤。

③回填与恢复:对开挖部分进行回填,恢复原状。回填过程中应注意夯实,确保回填土密实度达到设计要求。同时,应做好排水工作,防止积水影响回填效果。

### 2.2 非开挖修复

非开挖修复技术因其对环境影响小、施工时间短、方法多样等优点,在城市给水、污水管道修复中经常得到运行。目前的非开挖修复技术有热水固化法、紫外光固化法、机械制螺旋缠绕内衬法、碎(裂)管法、短管内衬法、点状原为固化法、不锈钢双胀环等技术<sup>[1]</sup>。

### 2.3 管道修复方案选择

排水管道的修复方法按照难易及对环境影响的程度分为开挖修复或者非开挖修复,表1中分析了两种方法在进度、质量、成本和对周边环境的影响上的差异。

## 3 管道修复施工工序

### 3.1 管道修复准备工作

施工前先申请办理好占路及临时封堵管道、交通组织措施等相关手续,落实好临时排水措施和泵站配合工作。根据提供的管道信息,对开挖区域内的地下管道位置进行详细勘察。并设计适当的临时支护措施,确保管道不被损坏,同时保证施工安全。

### 3.2 管道开挖技术

管道的开挖重点在于防止边坡塌方,应根据施工现场的实际情况和土质确定边坡开挖平整相关系数。由于给水、排水管道一般安置在道路结构层以下,因此埋深3m及以上排水管道开挖的沟槽应采用拉森钢板桩围护,伴随坑内灌浆。开挖时,应根据开挖深度、地质条件和拟建管道的位置确定开挖方式。挖出的土方要妥善堆放,土方堆放距离沟槽边缘大于1m,以避免影响沟槽的稳定和周围建筑物的安全。开挖宜采用人工或机械开挖,沟底应不少于20~30cm的土层由人工开挖,避免扰动基底,开挖至设计标高后整平。开挖时要及时支撑,不同开挖深度采取的支撑方法也不尽相同。

### 3.3 非开挖修复技术

近年来,非开挖修复技术在领域内取得了显著进展,而在上海地区,这一技术的主要应用形式涵盖了热固化技术(利用热水进行固化处理)、紫外光固化修复法、局部原位固化工艺以及不锈钢双胀环修复法等多种手段。

①热水固化法:热水固化法是在水的作用下使软管完成翻转。热水固化法是通过将浸渍有热固性树脂的软管翻转或拉入待修复的管道内部,然后利用热水循环加热,使树脂在管道内部发生固化反应,形成一层新的、紧贴原有管道的内衬结构,从而达到修复管道的目的<sup>[2]</sup>。

②紫外光固化法:紫外光固化是指在强紫外光线照射下,引发紫外光固化树脂体系中的光敏物质发生化学反应产生活性碎片,使体系中活性单体或低聚物聚合交联,让体系由液态涂层瞬间变成固态涂层达到固化效果<sup>[3]</sup>。

表1 管道修复方案选择

分类	进度	质量	成本	周边环境影响
开挖修复	周期长	开挖修复能够挖掘管道以上的结构层,直接将损坏的管道暴露出来并直接进行修复损坏的管道部分,这样能够确保修复工作的准确性和完整性。通过肉眼直接观察进行修复,可以最大程度地恢复管道的功能和性能	对于施工不利条件多,影响大的城区管道,整段开挖,成本高	开挖修复会破坏原有的地面和绿植,对周围环境造成一定的影响,如产生噪声、扬尘等污染。在人口密集、交通繁忙的地区进行开挖修复,会导致交通中断,造成交通拥堵行人不便等现象。而且开挖修复可能需要对公共设施进行破坏和恢复,因此会产生额外的施工成本,如房屋沉降检测费、管线保护或搬迁费等
非开挖修复	速度快,灵活性高	非开挖修复技术的管道质量相对难以控制,因为施工过程通常是在地下进行的,一般都是凭经验和机器辅助,难以直接观察和监控,难免有误差。这要求施工人员具备较高的技术水平和经验	对于施工不利条件多,影响大的城区管道优先选用非开挖,整段修复成本低	非开挖修复无需进行大规模的地面开挖,从而减少了对地面的破坏和绿植改变。这有最大可能的保持地面原状,同时也减少了对周围建筑物和基础设施的影响。且与传统的开挖修复相比,非开挖修复产生的噪音和振动较小。非开挖修复如果前期没对现有管线进行详细调查可能会对原有管线进行破坏等,造成不必要的社会问题

③点状原位固化法：点状原位固化法是一种局部非开挖修复方法。该技术通过气囊压力使浸渍有树脂的毡筒紧密贴合于原有管道内壁，随后待其自然固化成型。该技术通过在受损部位固化树脂，增强管道结构强度，从而达到修复目的。在对管道局部现场固化修复前，需对管道周边土体进行注浆强化处理，确保注浆材料充分填充土层及空隙，形成有效的防渗层，增强土体稳定性，防止土壤流失，并提升管道基础土体的承载力。随后，结合局部现场固化修复技术，确保排水管道能够长期稳定且正常地运行。

④不锈钢双胀环法：不锈钢双胀圈安装流程为：止水橡胶圈定位→密封垫黏接→止水橡胶圈安装→不锈钢胀环定位→不锈钢胀环固定→液压设备拆除<sup>[4]</sup>。此方法是将橡胶与不锈钢双胀环组合安装在管道内部。操作过程包括首先将环状密封带稳固安装，随后利用不锈钢带紧紧贴合并压制住橡胶带，最后通过液压千斤顶施加力量，确保钢带达到所需的紧固程度。该法尤其适用于管径不小于Φ800的球墨铸铁管道及钢筋混凝土管道等大型管道系统。

### 3.4 非开挖修复的选择

排水管道非开挖修复工艺技术种类较多，具体实施时需根据管道破损程度、管径尺寸和施工环境选择适配工艺，表2中列举了几种不同修复技术的适用范围和优缺点。

### 3.5 管道检测技术

在进行管道修复工作之前，首先是对计划修复的管道执行全面的检测作业，以精确识别出破损的具体位置及其严重程度，并据此根据不同修复工艺的优缺点制定合适的

修复计划。这一检测过程在现场通常依赖于管道内部检测技术，其中，闭路电视（CCTV）检测机器人作为一种常用手段，被用来进行管道内部的探查与破损点定位。技术人员会依据CCTV机器人传输回的图像信息，进行细致的分析，从而准确判断管道损坏的精确位置。

## 4 施工过程管理

### 4.1 质量控制

施工前，需要控制人材机、方法和环境等因素，来保证工程质量。施工期间，对材料（如管材、管件）等进行合规性检测，达到要求才可入场使用。同时期间要加强监督与检查力度，一旦发现质量问题，立即采取措施予以纠正。项目后期，则需对修复后的管道进行全面检测与测试，确保其质量符合合同要求，并提供完善的质保服务。

### 4.2 安全管理

安全管理在施工流程管理中占据核心地位。施工过程中，必须严格遵守安全操作规程，针对特定岗位进行技能培训，确保员工具备必要的操作技能和安全知识，提升施工人员的现场安全意识。现场安管人员持证上岗，定期对现场进行隐患排查。

### 4.3 环保管理

市政管道工程在施工过程中应高度重视环保管理。应尽量减少对周边环境的污染与破坏，妥善处理施工废弃物与污水。同时，还需严格控制施工噪音与扬尘，确保施工活动不会对周边居民的正常生活造成不良影响。

## 5 结论

城市供排水管网系统的修复施工构成了城市基础设施

表2 非开挖修复的选择

非开挖修复技术	适用范围	优点	缺点
热水固化法	适用于各种材质的管道，如铸铁管、钢管、陶瓷管、塑料管等；修复管径范围 DN200-DN1500	该方法适用于各种形状和大小的管道，包括弯曲、变径和分支管道等。它能够根据管道的实际情况进行定制化的修复方案，确保修复效果	该方法需要使用专业的设备和材料，占地面积大，导致整体施工成本的增加，施工过程中要连续作业时间长，速度慢。且需要使用大量的热水，对于水源较少的地区可能存在一定的困难。同时该方法修复的管道使用寿命普遍较短
紫外光固化法	适用于排水管道、供水管道、化学及工业管道等；修复管径范围 DN200-DN2400	该方法施工速度快，通常较小管径的管段施工仅需数小时内完成。且占地面积小，对交通影响小。修复后的内衬管耐久实用，材料强度大，耐久性时间长	该方法需要特殊的施工设备和紫外光灯具。且需要专业的技术人员进行操作和控制。管道直径越大固化效果越差
点状原位固化法	适用于修复管道局部损坏，如破裂、变形、错位、脱节、渗漏等结构性缺陷。且各种材质的管道。修复管径范围 DN200-DN1500	施工速度快，修复周期短，可快速恢复管道的正常使用。修复效果好，且无需加热或紫外线等辅助能量固化，减少了施工难度和成本，施工过程安全环保	该方法是针对管道的局部修复，所以修复效率不高且对施工人员的操作技术要求较高，需要具备一定的专业知识和操作技能
不锈钢双胀环法	主要适用于修复管道接口或局部损坏部位的止水问题。且适用于球墨铸铁管、钢筋混凝土管等材质的管道。修复管径范围 >DN800	施工速度快，修复效果好稳固性强，且止水效果好，可以承受一定的变形	仅适该方法仅适用于大口径管道的施工，对于小管径管道可能不适用。对管道基础结构有一定的要求，如管道基础结构不稳定或管道线形变形较大等情况下可能无法修复。需要使用不锈钢胀圈和橡胶止水密封带等材料，成本相对较高

施建设的核心要素,在具体的市政给排水管道修复过程中,需要充分综合考量市政给排水管道的实际情况及实际材质,从而选择最佳的市政给排水管道修复技术<sup>[5]</sup>。面对当前城市化进程的迅猛推进,采取先进科学的施工技术手段,并结合严谨的管理体系,是确保此类工程项目质量与安全的关键所在。这些先进修复技术对于守护城市供水安全底线、保障排水体系高效运作具有不可替代的作用。展望未来,技术迭代不息,城市管理智慧化水平日益增强,市政管道工程将迈向更高效能、更绿色环保、更可持续发展的新阶段,为打造生态友好、智慧赋能、居民满意的现代化都市环境添砖加瓦。

#### [参考文献]

[1]吴凡,李张卿,韩卫强,等.城市水环境治理中管道修复技

术应用研究[J].给水排水,2022,58(1):471-475.

[2]李连合,黄宗仁,宋小伟,等.翻转热水固化法 CIPP 在变向管道一次性修复中的应用 [J]. 工程建设与设计,2019(16):72-73.

[3]刘康,樊静.紫外光固化技术在非开挖排水管道修复中的应用[J].云南水力发电,2024,40(7):107-109.

[4]丁文义,卢国途,孔得宽.不锈钢双胀环修复方法在惠州水环境项目的应用[J].云南水力发电,2023,39(10):215-218.

[5]樊明明.市政给排水管道现状问题研究和检测修复[J].科技资讯,2022,20(14):94-96.

作者简介:赵光桦(1980—),男,汉族,籍贯浙江诸暨,本科,上海浦东水务(集团)有限公司,工程师,给排水工程管理。