

# 武汉市硚口区管道缺陷现状及修复方法

张宇 黄泉

武汉市市政工程设计研究院有限责任公司

**摘要:** 本文对武汉市硚口区部分管道缺陷现状进行了整体摸排,统计并分析了硚口区管道缺陷数量、种类和缺陷等级。根据摸排结果,讨论了硚口区管道缺陷修复所适用的修复工艺、施工方案,为将来的管网改造工作提供了参考。

**关键词:** 排水管道;管道缺陷修复;管网改造;非开挖修复

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.14.062

**Abstract:** In this paper, the current situation of pipeline defects in Qiaokou District of Wuhan City has been investigated, and the number, types and grades of pipeline defects in Qiaokou District have been counted and analyzed. According to the results of modeling and drainage, the repair process and construction scheme applicable to the repair of Qiaokou District pipeline defects are discussed, which provides a reference for the future pipe network reconstruction.

**Key words:** Drainage pipeline; Pipeline defect repair; Pipe network reconstruction; Trenchless repair

## 一、引言

由于管道埋设时的技术和人为因素造成的施工质量问题、运输车辆日趋重型化、使用年限不断增加以及管网养护不到位等各种各样的原因,许多历史悠久的大中型城市排水管道系统存在不同程度的损坏问题,这些问题的积累给城市排水和地面交通与市民正常生活带来了巨大的安全隐患,成了一个不容忽视的问题。因此,定期排查城市排水管道存在的隐患问题并对存在的问题采取针对性的修复措施,是维护和保养城市排水管网系统、保证其正常运行的重要手段。本文针对武汉市硚口区管道缺陷现状及修复方法进行研究讨论,以期为该地区未来的管网改造工作提供技术参考。

## 二、项目概况

本次管道缺陷检测范围为武汉市硚口区内包括中山大道、长丰大道在内共30条道路,涉及排水管线长度57.579KM,其中城市主干道管线长度43.279KM,城市支路管线长度14.3KM。

## 三、工程管道缺陷分类

根据《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ 118-2012)标准中的规定,管道缺陷可以分为结构性缺陷和功能性缺陷两种,其中结构性缺陷是指管道结构本体遭受损伤,影响强度、刚度和使用寿命的缺陷;管道

功能性缺陷是指导致管道过水断面发生变化,影响畅通性能的缺陷<sup>[1]</sup>。各类缺陷如下:

**结构性缺陷:** 破裂(PL)、变形(BX)、腐蚀(FS)、错口(CK)、起伏(QF)、脱节(TJ)、接口材料脱落(TL)、支管暗接(AJ)、异物穿入(CR)、渗漏(SL);

**功能性缺陷:** 沉积(CJ)、结垢(JG)、障碍物(ZW)、残墙(CQ)、树根(SG)、浮渣(FZ)<sup>[2]</sup>。图1~10为本次硚口区管道缺陷检测中的常见缺陷类型影像。

通常根据缺陷的危害程度,将每类管道缺陷进行分为1~4级,1级为轻度缺陷,4级为重大缺陷。考虑到不同等级的管道缺陷对管道正常使用的影响区别较大,对硚口区现状管道缺陷检测过程中,仅统计缺陷等级达到3级(严重)和4级(重大)的管道缺陷。

## 四、管道缺陷现状

考虑到硚口区复杂的管线情况,综合使用电视检测(CCTV)、声呐检测和管道潜望镜检测(CV)方法对硚口区现状排水管涵进行全面摸排。根据检测评估报告,硚口区30条市政道路中,共有3、4级管道缺陷675处。其中结构性缺陷360处(3级缺陷224处、4级缺陷136处),平均每公里管线3级结构性缺陷4.0个,4级结构性缺陷2.4个;支管暗接共3处、变形10处、异物穿入26处、渗漏20处、错口75处、起伏11处、破裂98处、脱节111处、腐蚀6处。功能性缺陷315处(3级缺陷120处,4级缺陷195处),平均每公里管线3级功能性缺陷2.0个,4级功能性缺陷3.1个;沉积共70处、浮渣共25处、结垢共10处、树根共7处、残根、坝根共6处、障碍物共197处。详见图1。通过上述分析不难看出,硚口区排水管网中,3、4级结构性缺陷中脱节、破裂、错口占比较大;3、4级功能性缺陷中障碍物、浮渣、沉积占比较大。

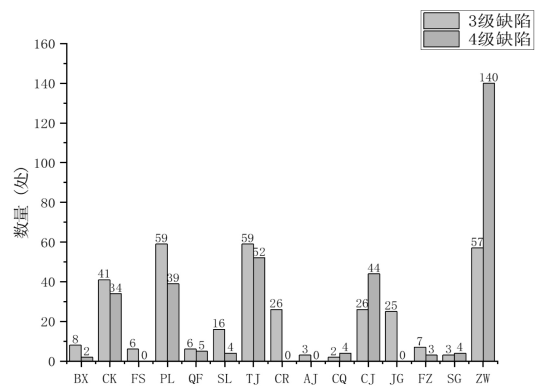


图1 管道缺陷数量统计图

根据管道损害评测报告,本次摸排中检测到的675处管道缺陷发生在硚口区各类现状排水管网,包含雨

水、污水及合流管道，详细信息如下表1。合流管及污水管上存在的管道缺陷点位数之和占比约65.2%，可能造成污水下渗或清水进入排水管网，不利于污水集中收集，污水治理提质增效，亟须修复。

表1 不同类型管道缺陷分布

缺陷类型		管道类别			
		合流	污水	雨水	总计
结构性缺陷	3级缺陷	146	24	53	224
	4级缺陷	96	14	26	136
	合计	243	38	79	360
功能性缺陷	3级缺陷	42	15	63	120
	4级缺陷	76	26	93	195
	合计	118	41	156	315
合计		361	79	235	675

### 五、管道修复方案选取

管道修复应以“技术先进、保障安全、经济合理、保质保量、环境友好”为原则，要求：①修复后管道的结构应满足受力要求；②修复后管道的过流能力应满足要求；③修复后管道应满足清疏技术对管道的要求<sup>[3]</sup>。目前常用的管道修复方法，按工程动土情况通常被分为开挖修复和非开挖修复两种类型。

#### (一) 开挖修复法

开挖修复作为传统的修复工艺，其修复原理比较简单，主要的施工过程就是使用挖掘器械开挖沟渠，在管道安装、修复或置换完成后再回填沟槽、回填恢复路面这样一个简单的过程。

管道开挖修复具备施工周期短、小管径及埋深较浅的管道实施成本低的优势。管道开挖修复通常被用于人口密度相对较小、有宽敞的施工环境和通行车辆较少的地区。在人口密度大、楼宇众多的城市建成区，采用开挖修复工艺往往会对周边环境以及居民的生活生产带来诸多不利。尤其是当施工要求占据大段路面甚至阻断道路，且要求长期施工的情况下，会严重影响交通通行和社会经济活动，妨碍人民开展正常的社会活动。

#### (二) 非开挖修复法

非开挖修复工艺主要包括紫外光固化法、热塑成型法、水泥基砂浆喷筑法、螺旋缠绕法、管道垫衬法、不锈钢快速锁和点状原位固化法方法。非开挖修复工艺最大的特点在于大幅削减了道路开挖面积，一些工艺甚至已经能够做到无须开挖道路进行施工<sup>[4-5]</sup>。采用非开挖修复工艺的修复工程的工期更短，施工安全性更高，可以在一定程度上节约成本<sup>[6]</sup>。

#### (三) 修复工艺比较

针对开挖修复和非开挖修复工艺的特点和实际工程中的效果进行了对比分析，由表2可以看出，管道非开挖修复施工简便，工期短，工程成本低，是可行的、经济的、便捷有效的。因此，硃口区排水管涵缺陷改造应以非开挖工艺为主，仅对少数小管径及埋深较浅，施工地点位于人口密度不高、施工场地宽阔、对交通的影响相对不重要场地的管道使用开挖工艺进行改造。

表2 修复工艺对比

项目	开挖修复	非开挖修复
施工期间	1、审批环节复杂，涉及多个部门备案沟通；	1、项目审批只需在责任单位内部即可完成整个流程环节
施工中	1、施工时间较长； 2、交通道路占用较多； 3、产生粉尘、噪音等污染、破坏植被，影响文明城市建设； 4、施工中有较大隐患破坏供水、电力、通信、燃气等管道 5、管道埋深越深，费用越高 6、个别施工现场无法进行开挖	1、占地范围小（一个车道），施工时间短； 2、夜间施工，对交通基本不会产生影响； 3、施工中不产生二次污染； 4、能适用于大多数排水管道
施工后期	1、新建管道存在大量接口，极易再次发生管节处渗漏病害	1、非开挖修复后的管道连续光滑无接头，为管道使用的延续性提供了保障 <sup>[7]</sup> 。 2、管道修复采用高分子材料，修复后的管道具有较高的环刚度和柔性及荷载能力，保证修复后的管道使用年限 <sup>[8]</sup> 。 3、具有较强抗腐蚀能力
造价	较高	较低

#### (四) 功能性缺陷修复工法的选用

对功能性缺陷的改造采取堵水+施工导流+清淤（清除）疏通的方式，小管径采用堵水气囊截水，管径DN1000及以上采用砌体堵水。该工法是在施工段上游检查井及下游检查井进行截水，利用水泵将上游水抽出，排至下游检查井内。完成施工段施工后，将水泵等设备移置下一施工段，依此类推，完成整体管道施工。管道功能性缺陷修复施工流程如下图2所示。

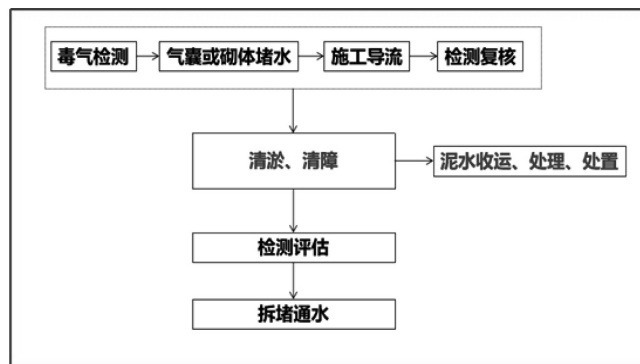


图2 管道功能性缺陷修复施工流程

#### (五) 结构性缺陷修复工法的选用

非开挖修复更新技术主要被用于交通繁忙的次、干道路、新修建的道路以及对环境要求较高的地区，而硃口区地理位置环境和经济定位决定了该地区管道改造将以非开挖工法为主。适用的修复工艺及其优缺点如表3所示。

表3 结构性缺陷修复工艺比选

工法	开挖修复	土体注浆	不锈钢双胀环	点状原位固化法	CIPP	垫衬法	涂层内衬
工艺概述	放坡或拉森钢板桩支护开挖	以管内向外或地面向下的形式对待修复管道周边土体和接口、检查井底板和井壁注入水泥砂浆，形成隔水帷幕防止渗漏	在接口部位或局部损坏部位安装止水套环	利用毡筒气囊局部成型技术，将涂灌树脂的毡筒用气囊使之紧贴管道，然后用紫外线等方法加热固化	将浸满热固性树脂的毡制软管通过翻转或牵引等方法将其置于已清洗干净的目標管道中，以水压或气压将其贴附在管道内侧，最后通过加热使其固化，形成内衬树脂新管	将带有锚固键的塑料内层置入修复管道，向内部注入水泥砂浆，使锚固键永久性锚固在水泥砂浆层中形成内衬。	用高分子聚合物乳液与无机粉料构成的双组分复合型防水涂层材料，喷涂至管道或检查井表面。
优点	工艺简单、操作简便；施工方法成熟；浅层管道施工投资较低；	施工方法简单，止水有效。可填充管道周边土体空隙，增大管道承载力	施工速度快，质量稳定性较好	施工速度快，耐腐蚀，使用寿命长。	工期短，耐腐蚀，可防地下水渗入问题。		柔性好。施工简单设备价格低廉。
缺点	深层管道施工土方量大，投资相对较高对周边影响大	需要配合其他工法使用	可能改变水流形态，缩小过水断面面积。不适用于绞车疏通。	材料相对其他工艺较昂贵，对于较大口径管道所需的修复成本较高，同时对施工人员的技术有一定要求。	材料成本较高。		只适用于处理大管径，处理程序复杂，工期较长。
适用损坏类型	全部类型（含变形）	作为各类方法的预处理	错口、脱节	脱节（3级以下）、渗漏、破裂	脱节（3级以下）、渗漏、破裂、腐蚀	脱节（3级以下）、渗漏、破裂、腐蚀	检查井内壁渗漏及腐蚀

管道功能性缺陷修复施工流程如下图3所示。

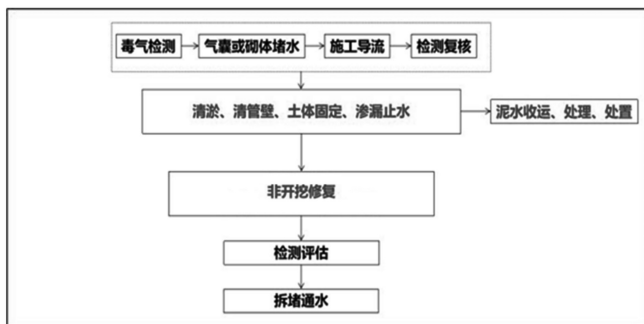


图3 管道结构性缺陷修复施工流程

### 六、总结

管道缺陷修复改造对消除市政路段的渍水、减轻下游排水管道排放压力、完善排水设施，提升管道排放、转输效率及污水收集能效具有重要作用。对硃口区现状排水管道修复改造完成后，可在一定程度上缓解因城市污水排放造成的长江流域水污染问题，遏制区域污染输出，提升水环境质量，大幅改善水质水文条件，改善城市市容市貌，提高环境卫生健康水平，优化水资源配置，保护人民身体健康，有效削减由于城市污水排放引起的一系列经济损失和资源浪费。同时，健康的排水管

网系统，可改善硃口区投资环境，使工业企业、房地产投资不会再因水污染而影响发展，带动地区土地开发，吸引更多的外商投资，促进城市经济发展。

### 参考文献

- [1] 行业标准-城建. 城镇排水管道检测与评估技术规程. [S], 2012.
- [2] 覃大伟. 上海老旧小区排水管道检测评估及修复方式实践应用[J]. 中国市政工程, 2022 (4): 99-103, 129.
- [3] 马志鹏, 蒋皓, 叶龙, 等. 广东某建成区排水户管网调查及修复对策分析[J]. 山西建筑, 2022, 48 (12): 186-189.
- [4] 李明. 排水管道CIPP法修复内衬结构稳定性分析[J]. 铁道建筑技术: 1-6.
- [5] 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.
- [6] 刘翔. 非开挖垫衬法在市政修复施工中的应用[J]. 江西建材, 2022 (5): 205-206, 210.
- [7] 胡东起, 史芳弟, 王徐越, 等. 非开挖修复技术在城市密集区排水管道修复中的应用[J]. 绿色建筑, 2022, 14 (2): 105-107.
- [8] 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 (5): 89-90.