

上海徐汇区道路架空线入地项目中排水管道修复的技术措施

文 / 梁 岗 上海汇众建设管理有限公司

摘要：在推进上海市徐汇区“道路架空线入地整治”工作中，切实做好城市风貌建设的同时，针对破损的排水管道需要一并实施修复。根据 CCTV 检测的评估结果，就位于徐汇区“衡复风貌区”内道路的合流主管以及雨水连管等，采用非开挖技术因地制宜实施了修复并取得很好效果。

关键词：架空线整治；排水管道；非开挖修复；热水原位固化法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.028

引言

上海市积极响应“城市精细化管理”的政策指导，目前正推进“道路架空线入地整治”的工作。这项全面提升上海城市风貌的工作按照“以点连线、延线成片、连片成面”的原则，中心城区聚焦内环高架、延安高架、南北高架沿线两侧重点道路，重点围绕上海外滩、苏州河沿线、衡复风貌区、新客站周边等区域开展整治工作，至 2023 年上海计划完成 600 公里的整治目标。同时，推进过程中坚持与风貌保护、城市设计业态调整同步，与业态调整、小区综合治理同步，与道路整治、管道修复同步的原则进行实施。伴随着“道路架空线入地整治”工作的推进，在做好城市风貌建设的同时，地下排水管道的修复再建也是一项艰巨的工作。

一、徐汇区排水管道的现状和特点

（一）徐汇区排水管道的现状

徐汇区是上海市最早建设排水设施的区域之一，目前排水管网分为 22 个排水系统区域，各类排水主管长度合计约 757 公里，其中合流管约 140 公里，雨水管约 214 公里，污水管约 167 公里。徐汇区对属于衡复风貌区的湖南路街道和天平路街道开展了架空线入地和杆箱整治工程，自 2018 年开始已逐步完成淮海中路、肇嘉浜路、华山路等多条道路架空线入地和合杆整治工程，取得了很好的效果，有效改善了城市的风貌。区域内的排水管道建设于 20 世纪 80 年代，使用已经近四十年。根据 CCTV 检测报告，部分排水管道已经出现腐蚀，破裂，脱节和渗漏等病害，需要紧跟本次架空线入地和杆箱整治工程，对病害严重的排水管道实施必要的修复。

（二）对排水管道实施修复前的分析

衡复风貌区的排水管道为合流制排水系统。采用上海市地方标准《城镇排水管道设计规程》（DG/TJ 08-2222）排水系统暴雨重现期 $P = 5$ 年的计算方法，对该区域排水管道雨水量进行了计算和校核。从整体计算结果看，该区域内管道基本满足上述暴雨重现期的雨水量和规划污水量。查阅了该区域雨天排水设施近三十年的运行记录，没有出现雨天严重积水现象。为此，根据检测评估后得到的修复指数，对需实施修复的管道

原则上采用非开挖技术。这里以位于衡复风貌区中心部位的襄阳南路为例，就道路架空线入地项目中排水管道修复的技术措施及修复效果进行说明。

二、排水管道非开挖修复的技术措施

（一）襄阳南路排水管道的现状

襄阳南路的排水管道属肇嘉浜排水系统，现状有一根埋深约 4.0 米的钢筋混凝土 DN1350 合流主管。与之相连的雨水连管和污水支管，直径为 DN225-DN500 的钢筋混凝土管和部分 PVC 管。另根据《襄阳南路合流管道 CCTV 检测调查报告》中所描述的结果，排水管道主要存在破裂、脱节、渗漏、支管暗接现象，需要决定管道修复的技术措施。主管内部情况见图 1，支连管内部情况见图 2 所示。



图 1 主管内部的损坏情况



图 2 支连管内部的损坏情况

（二）排水主管修复的技术措施

在襄阳南路全长约 1.54km 的主管 DN1350 排水管道中，根据检测报告评估结果，有九段主道合计 299.6 米

修复指数大于 4.0，需要进行整体修复。根据目前成熟的修复工艺，设计提出开槽置换修复，管片内衬修复和热水原位固化修复的三个技术方案。襄阳南路为单向通行道路，两侧名人故居、历史建筑较多，现场情况复杂，交通繁忙。采用开槽置换不能满足繁忙的交通要求且严重影响环境与城市形象。非开挖管片内衬技术具有修复工期短，修复后强度高的优势，但管径损失相对较大，适合于大型管道的结构性修复。

本次对 DN1350 合流管的修复设计前提是过水能力不能损失，需选择断面损失较小流量有提升的非开挖技术。

CIPP 热水原位固化技术在管径 DN300-DN1500 小中型管道修复中有很多业绩，材料厚度也相对较薄。在专家会议上，从交通影响、施工工期、断面损失量、经济效益等多方面进行了综合分析和比较。结果见表 1 所示，选择采用 CIPP 热水原位固化技术实施整体修复。

本工程修复用热水原位固化法的内衬管厚度，根据《城镇排水管道非开挖修复技术标准》(DG/TJ 08-2354) 计算得道 DN1350 时厚度 21.0mm，DN300 时厚度 5.0mm。

表 1 修复方案的分析比较表

方案名称	热水原位固化修复	管片拼装内衬修复	开槽置换修复
工法说明	利用原有检查井，将内衬软管通过水压翻转入待修复管道后，进行加热固化形成连续内衬管	利用原有检查井将 PVC 管片置入原有管道后实施拼装，并在缝隙内注浆形成高强度复合管	采用钢板桩支撑后开挖，置换被腐蚀破损的旧管道
施工工期	短，1-2 天	较短，3-5 天	较长，7-10 天
修复后管径和流量	修复后管径为 1308mm，管径损失小，流量有所提升	修复后管径为 1240mm，流量满足原设计能力	修复后管径仍为 1350，流量不受影响
社会经济效益比较	交通影响小，施工质量可控，工期短，社会效益好，费用与其他相似	交通影响小，施工质量可控，工期一般、社会效益好，费用相对较高	交通影响大，开挖带来的施工形象和社会效益差，施工费用与其他相似
比较结果	采用	不采用	不采用

(三) 排水支连管修复的技术措施

现状的雨水口建设年代较久远，已不符合现行规范要求，结合架空线入地工程，对施工范围内的雨水口全部翻挖新建。根据《徐汇区襄阳南路下水道养护情况》(2022.07)，对有严重缺陷的雨水连管和污水支管翻排新建。如何与道路建设同步实施，在专家咨询会议上提出了如下技术意见。

(1) 对支连管中间发生局部坍塌(或堵塞)的情况，在坍塌处实施管道置换后，再采用 CIPP 热水原位固化法实施整体内衬。

(2) 对于管道中间变径的情况，对小管径管道实施开挖后置换成与另半段相同直径，施工前需对埋深以及周围管线进行勘测和交底。

(3) 对于管道中间有严重破损、空洞及脱节的情况，采用 CIPP 热水原位固化实施全结构修复，材料厚度为半结构的 1.3-1.5 倍。

根据 CCTV 检测报告中各支连管的病害情况，按上述技术措施实施改造和修复。

三、排水管道修复的实施及效果

(一) CIPP 原位固化技术

CIPP 技术的优势说明如下：(1) 施工时间短，根据待修复管道的管径与长度，单次施工可在 4~12 小时完工。

(2) 加热循环固化系统高度集成，占用道路面积小(2.5 米* 12 米)。(3) 内衬管耐磨损、耐腐蚀、修复后使用寿命可达 50 年；(4) 表面光滑，水流摩阻下降；(5) 对交通的影响小，环境影响低，社会和经济效益好。

(二) 内衬修复的质量管控和修复效果

1. 外观检测

上海地标中规定，修复完成后应对内衬管的外观进行检测并留存影像资料，内壁应无局部裂纹、孔洞、脱落、软弱带；环形褶皱、纵向褶皱、局部隆起应满足设计要求。

采用 CIPP 内衬修复技术对 DN1350 主管和 DN300 支管修复后管内情况见图 3，图 4 所示。经过 CCTV 视频检测，施工后管道满足外观检测的质量要求。



图 3 主管修复后的管内情况



图 4 支连管修复后的管内情况

2. 内衬厚度检测

内衬管的壁厚应不低于设计要求。在修复管段两个端头，每个端头均布 4 个测点，用测厚仪、卡尺等对厚度进行测量。抽取 1 段 DN1350 的实测内衬管平均壁厚为

22.4mm，设计壁厚为 21.0mm，厚度误差 +6.67%；抽取 1 段 DN300 的实测内衬管平均壁厚为 5.4mm，设计壁厚为 5.0mm，厚度误差 +8.0%，见表 2。由此判断壁厚满足设计要求。

表 2 内衬管道的壁厚测试值

管径	测点 1	测点 2	测点 3	测点 4	平均厚度	设计厚度	判断	检测方法
DN1350	22.2	22.4	22.4	22.6	22.4	21.0mm	合格	GB/T 8806
DN300	5.2	5.4	5.4	5.6	5.4	5.0mm	合格	GB/T 8806

3. 初始力学性能检测

根据规定应对内衬管取样进行初始力学性能检测。

样品应现场制取并委托第三方实施检测。结果见表 3，经判定材料的弯曲模量等满足设计要求。

表 3 内衬管初始力学性能要求及检测结果

项目	要求	检验结果	判定	试验方法
弯曲强度 (MPa)	> 31	35	合格	GB/T 9341
弯曲模量 (MPa)	> 1724	3130	合格	GB/T 9341
抗拉强度 (MPa)	> 25	45	合格	GB/T 1040.2

4. 功能性试验

对修复后管道实施闭水试验，根据上海地标中的规定，实测的渗水量应小于或等于允许渗水量，允许渗水量按 $Q_e=0.0046D_L$ 计算。经试验确认管道密闭性符合设计要求。

(1) 计算。虽然采用原位固化技术修复后原管径减小，但管道摩擦系数发生改变。经计算，主管 DN1350 内衬后管道的过流能力是之前的 1.188 倍，见表 4，过水流量满足设计要求。

$$B = \frac{n_e}{n_l} \times \left(\frac{D_l}{D_E}\right)^{\frac{8}{3}} \times 100\% \quad (1)$$

5. 过流能力复核

修复后管道与修复前断面过流能力的比值根据公式

表 4 过流能力计算参数及计算结果

原管平均内径 D_E (mm)	内衬管平均内径 D_l (mm)	原混凝土管摩擦系数 n_e	内衬管摩擦系数 n_l	修复前后过流能力比 $B(\%)$
1350	1305.2	0.013	0.010	118.8
300	289.2	0.013	0.010	117.9

结语

排水管道设施是城市基础设施和社会资产的重要组成部分，运行正常与否关系到城市的环境状况和社会风貌，同时还关系到道路平整与交通安全。所以在推进“道路架空线入地整治”工作中，做好城市风貌建设，坚持与小区综合治理同步、与道路整治、管道修复同步的原则，对地下排水管道实施修复重建是十分必要的。徐汇区在实施排水管道修复的过程中，采用了国内领先的非开挖技术，减少了上海中心区域的道路开挖，并大大缩短了工期，提升了整个项目实施过程的社会形象，为道路架空线入地整治与排水管道修复重建并行提供了有力保障，将在今后的工作中得到更广泛的应用。

参考文献

[1] 卢彬荣. CIPP 翻转内衬修复技术在排水管道修复中的应用 [J]. 市政技术, 2015(2): 155-157.
 [2] 孙跃平. 混凝土排水管道破损的原理分析及其修复对策 [J]. 非开挖技术, 2016(5): 41-45.
 [3] 曹井国, 石东优, 董泽樟, 等. 翻转式原位固化 (CIPP) 技术用于城市排水管道修复 [J]. 中国给水排水, 2021, 37(6): 128-133.
 [4] 吴江燕. 排水管道非开挖原位固化修复工艺比较研究 [J]. 市政技术, 2021, 39(8): 108-112.
 作者简介: 梁岗, 1973 年 3 月, 男, 汉, 浙江绍兴, 大学本科, 工程师, 研究方向: 城市建设。