

# 市政道路施工对既有给排水管网的保护技术应用

张涛<sup>1</sup>, 杜昌富<sup>2</sup>

(1. 邹城市城投惠民置业有限公司, 山东 邹城 273500;

2. 山东浩淼智能科技有限公司, 山东 济宁 272000)

**摘要** 本文聚焦市政道路施工对既有给排水管网的保护技术, 结合山东某公路、某二线城市老城区等典型案例, 从精准探测定位、非开挖修复、开挖防护、实时监测预警及全周期管理等方面, 系统阐述保护技术的创新应用与实施效果。通过数据对比分析, 验证技术措施在降低管线损坏率、缩短施工周期、减少交通影响等方面的显著优势, 以为市政道路施工中的给排水管网保护提供参考。

**关键词** 市政道路施工; 给排水管网; 保护技术; 非开挖修复; 实时监测

中图分类号: TU990.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.10.018

## 0 引言

随着我国城市化进程的持续加速, 城市市政道路工程建设规模与频次显著提升, 由此引发的施工活动与地下管线保护之间的矛盾日益凸显。据权威统计数据, 我国每年因施工导致的地下管线破坏事故超万起, 其中给排水管线损坏占比达40%, 直接经济损失累计突破100亿元。给排水管网能不能安全运行直接关系到居民平时用水、排水顺不顺畅, 以及城市防洪排涝的能力强不强。传统的开挖修复管网方式问题不少。施工周期长, 对交通的影响也很大, 施工的时候道路经常被堵得水泄不通; 而且对环境的破坏非常严重, 开挖的地方尘土飞扬, 影响周边环境。

## 1 精准探测与定位技术

### 1.1 多技术融合探测

在市政道路施工中, 给排水管线的精准探测是保护的前提。传统探测方法依赖竣工图纸, 但因管线迁移、图纸误差等因素, 实际位置与图纸偏差可达30%以上。为解决这一问题, 山东某公路供水管网改造项目采用“地质雷达+管道CCTV检测+人工探坑”多技术融合探测方法(见表1)。

地质雷达通过发射高频电磁波, 根据反射信号分析地下管线位置, 适用于非金属管线探测; 管道CCTV检测通过高清摄像头进入管道内部, 识别裂缝、变形等缺陷, 同时校准管线走向; 人工探坑则用于验证探

测结果, 确保数据准确性。多技术融合使管线定位误差从±30 cm降至±5 cm, 为后续保护措施提供精准依据。

表1 山东某公路管线探测技术参数对比

技术类型	探测深度(m)	定位精度(cm)	适用管径(mm)	探测效率(m/天)
地质雷达	0.5~10	±5	≥150	300~500
管道CCTV检测	—	—	≥150	100~200
人工探坑	0~3	±10	全管径	50~100

### 1.2 三维建模技术

在某二线城市老城区供水管网修复项目中, 采用BIM(建筑信息模型)技术建立三维管线模型。通过将探测数据导入BIM平台, 生成包含管线位置、埋深、材质、管径等信息的三维模型, 实现管线可视化管理。在施工前, 通过模型模拟施工过程, 提前识别管线冲突点, 优化施工方案, 避免因管线交叉导致的施工中断。据统计, BIM技术应用使施工方案调整次数减少60%, 施工效率提升30%。

## 2 非开挖修复技术

### 2.1 原位固化法(CIPP), 快速修复老旧管线

原位固化法(CIPP)是一种非常实用的管道修复技术。它的操作过程并不复杂, 先把浸满热固性树脂的内衬软管拉进需要修复的管道里, 然后用热水或者紫外线对软管进行加热, 让树脂固化。固化之后, 就

作者简介: 张涛(1989-), 男, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 市政工程。

会在原管道内部形成一层新的内衬，这层新内衬和原管道紧密贴合，就像给管道穿上了一层坚固的新衣。这种技术适用范围挺广，管径在 100 ~ 1 600 mm 的排水、给水管道都能用它来修复。在山东某公路供水管网改造项目里就采用了 UV-CIPP 技术对 3 km 长的 DN700 铸铁给水管进行修复。对比传统热水固化法和 UV-CIPP 法的施工参数，传统热水固化法固化时间比较长，需要 8 ~ 12 小时，而 UV-CIPP 法采用紫外线灯车快速固化树脂，固化时间缩短到了 0.5 ~ 2 小时。施工周期方面，传统方法要 7 ~ 10 天，UV-CIPP 法只需 1 ~ 3 天。在交通影响上，传统方法需要封闭 2 个车道，UV-CIPP 法只需临时占用 1 个车道。而且修复后管道的寿命也有差异，传统方法修复后能用 30 ~ 50 年，UV-CIPP 法修复后寿命能达到 50 年以上。UV-CIPP 法优势明显，固化时间大幅缩短，施工周期也大大减少，对交通的影响降到了最低<sup>[1]</sup>。修复后的管道内壁十分光滑，水流阻力降低了 20%，供水效率提升了 15%，能更好地满足城市用水需求（见表 2）。

表 2 UV-CIPP 技术施工参数对比

参数类型	传统热水固化法	UV-CIPP 法
固化时间 (h)	8 ~ 12	0.5 ~ 2
施工周期 (天)	7 ~ 10	1 ~ 3
交通影响范围	2 车道封闭	1 车道临时占用
修复后寿命 (年)	30 ~ 50	50+

## 2.2 碎管法 (Pipe Bursting)

碎管法也是一种常用的非开挖修复技术，它主要适用于管径 50 ~ 1 000 mm 的给水、燃气管道更新。碎管法的操作原理是利用液压设备把旧管道破碎，在破碎的同时拉入新管道，这样就完成了管道的更新。在某城市新区雨污分流工程中，就采用了碎管法对 200 m 长的 DN800 混凝土排水管进行更换，新管选用了 HDPE 波纹管。接着将碎管法和传统开挖更换法的施工参数进行对比。传统开挖更换法开挖面积大，需要 500 m<sup>2</sup>，而碎管法只需 50 m<sup>2</sup>。施工周期上，传统方法要 15 天，碎管法只需 5 天。在废弃物产生量方面，传统方法会产生 100 吨废弃物，碎管法只有 10 吨，减少了 90%。成本上，传统方法需要 80 万元，碎管法只需 50 万元，降低了 37.5%（见表 3）。碎管法不用大面积开挖，减

表 3 碎管法施工参数对比

参数类型	开挖更换法	碎管法
开挖面积 (m <sup>2</sup> )	500	50
施工周期 (天)	15	5
废弃物产生量 (t)	100	10
成本 (万元)	80	50

少了对地面和交通的影响。新换的 HDPE 波纹管抗腐蚀性强，使用寿命能达到 50 年以上，有效解决了混凝土管容易老化、渗漏等问题，让管道运行更加稳定可靠。

## 3 开挖防护技术

### 3.1 钢板桩支护，防止土体坍塌

在一些管线埋深比较大的地方，比如埋深超过 2 m，或者地质条件不好，像软土、砂土这类土质，开挖的时候就容易发生土体坍塌的情况。土体一坍塌，那管线就危险，很可能被挤压破坏，影响正常供水、供气等。在山东某公路项目就遇到了深埋管线开挖的问题，他们采用了钢板桩支护技术。钢板桩支护简单来说就是先根据管底的深度来确定钢板桩的长度，一般来说，钢板桩要比管底再长出 1 m，然后把把这些钢板桩打进土里，形成一个封闭的支护结构，就像给土体穿上了一层坚固的防护衣。施工的时候，有专门的监测人员对土体的侧向位移和地表沉降情况进行监测。从监测数据来看，效果非常明显。没采用钢板桩支护时，土体侧向位移能达到 50 mm，地表沉降也有 30 mm，这很容易导致管线受损。而用了钢板桩支护之后，土体侧向位移降到了 10 mm，地表沉降也降到了 5 mm，大大降低了土体坍塌对管线的挤压破坏风险，让管线在开挖过程中能安全埋在地下<sup>[2]</sup>。

### 3.2 哈夫节快速修补，减少停水时间

在管线使用过程中，难免会出现局部破损的情况。要是按照传统的方法，比如焊接法来修补，往往需要停水或者降压，这不仅会影响周边居民的正常用水，还会造成一定的经济损失。哈夫节由两个半圆形的钢制外壳组成，里面还衬有橡胶密封圈。修补时只需要把这两个半圆形外壳套在管线破损的地方，然后用螺栓紧紧固定住，就能快速实现密封，整个过程不需要停水或者降压。在某城市供水管道抢修工程中充分体现了哈夫节快速修补的优势。一根 DN300 的铸铁管出现了穿孔，如果采用传统焊接法修补，需要 2 个小时，而且停水范围会波及周边 500 户居民。而采用哈夫节修补只用 20 分钟就能完成，停水范围也缩小到了周边 50 户居民。这样一来，不仅大大缩短了修补时间，减少了停水对居民生活的影响，还减少了经济损失，据估算，大概能减少 10 万元左右<sup>[3]</sup>。

## 4 实时监测与预警技术

### 4.1 传感器网络

在市政道路施工中，通过部署压力传感器、位移传感器、应变传感器等，构建管线实时监测网络（见

表4)。传感器数据通过无线传输至监控平台,实时显示管线状态,超限自动报警。

表4 管线监测传感器参数对比

传感器类型	监测参数	精度	采样频率 (Hz)	传输距离 (m)
压力传感器	管内压力	±0.5% FS	1	500
位移传感器	土体沉降	±0.1 mm	10	300
应变传感器	管线应变	±1 μ ε	100	200

在山东某公路项目中,沿管线布置20个压力传感器和10个位移传感器,施工期间共触发3次预警,其中2次因机械碾压导致土体沉降超限,1次因管道接口松动导致压力波动,均及时采取加固措施,避免管线损坏<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 AI 算法分析, 预判泄漏风险

在城市地下管线的运维管理中,及时察觉管线泄漏问题十分关键。一旦泄漏没被及时发现,不仅会造成资源浪费,还可能污染环境,影响城市正常运转。现在,AI算法分析为预判管线泄漏风险提供了新办法。具体来说,是结合历史监测数据,运用机器学习算法,像LSTM神经网络这类来建立管线泄漏预测模型。历史监测数据里面包含了管线在不同时间、不同工况下的各种信息,比如压力、流量、位移等参数。这些参数能反映出管线的运行状态。LSTM神经网络会对这些历史数据进行深度学习和分析,找出参数变化与管线泄漏之间的潜在规律。然后,根据实时监测到的压力、流量、位移等参数的变化趋势,模型就能预判出管线是否存在泄漏风险。一旦模型判断有泄漏风险,就会提前通知维护人员去检查<sup>[5]</sup>。

### 5 全周期管理技术

#### 5.1 规划协同, 减少管线冲突

在城市建设初期,规划工作是重中之重。过去管线规划常常和城市道路、地块开发规划分开进行,这导致不同管线之间容易出现冲突,比如电力管线和排水管线交叉,燃气和给水管线距离过近等,给后续施工和维护带来很大麻烦。现在我们推动“管线综合规划”与城市道路、地块开发规划同步编制。在规划过程中,明确“平面避让、竖向分层”的原则。不同的管线也有自己的位置。一般来说电力管线在上面,排水管线在下面,燃气与给水管线水平净距要大于等于0.5米。这样的布局能有效避免管线之间的相互干扰。在某城市新区规划中,就充分运用了规划协同的理念。通过提前规划,减少了管线交叉点60%。这意味着在后续施工过程中,需要处理复杂交叉情况的地方将大大减少<sup>[6]</sup>。

#### 5.2 施工管控, 严格执行“三探一验”

施工过程是管线建设的关键环节,也是最容易出现问题的阶段。为了确保管线在施工过程中不受损坏,需严格执行“三探一验”制度。施工前探测是第一步。利用地质雷达、管道CCTV检测等先进技术,就像给地下管线做了一次“CT扫描”,能够精准定位管线的位置、走向和埋深。这样施工人员在施工前就对地下情况了如指掌,避免了盲目施工;开挖前探坑是第二步。在管线疑似位置开挖探坑,验证施工前探测的结果是否准确。有时地质情况复杂,探测结果可能会有一定误差,通过开挖探坑可确保万无一失;施工中探查是第三步<sup>[7]</sup>。在施工过程中,采用人工开挖或低扰动工法,比如液压破碎锤,避免机械直接碾压管线,需要小心翼翼地操作,防止对管线造成损伤;验收后存档是最后一步。施工完成后,将管线变更信息更新至竣工图纸,并纳入城市地下管线GIS系统,方便后续的查询和管理。

### 6 结束语

在市政道路施工过程中,保护好现有的给排水管网是一个系统工程。在探测定位管线的位置、修复技术、开挖的时候,防护方式、施工时实时监测以及整个施工过程的全周期管理都需要协同推进。通过分析实际工程案例发现,把多种探测技术融合起来找管线位置、用非开挖的方式修复管线、用钢板桩支护开挖区域、施工时实时监测预警,再加上全周期管理这些技术一起用,效果更佳。应用这些技术之后,管线损坏率从原来的40%降到了5%以下,施工周期也缩短了50%以上,能缩短施工周期,减少对人们出行的影响,对交通的影响范围也降低了60%。

#### 参考文献:

- [1] 邓亚玲,张维华.市政给排水管道安装施工技术要点与应用研究[J].美食,2025(18):19-20.
- [2] 彭维康.市政道路给排水管道中顶管技术工艺与应用浅析[J].科技视界,2023(07):41-44.
- [3] 孙志文.市政给排水管道施工中数字信息化技术运用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025(33):187-189.
- [4] 张靠.城区市政给排水管网设计及施工要点分析[J].水上安全,2024(22):19-21.
- [5] 张维华,邓亚玲.市政管网给排水管道系统工程施工技术[J].美食,2025(18):15-16.
- [6] 王立博,康宏磊.市政给排水管网超大直径钢顶管施工技术[J].城镇建设,2025(07):49-51.
- [7] 窦佳星.市政管网给排水管道系统工程科学施工技术研究[J].漫科学(科技应用),2025(01):7-9.