

年鉴

2024（第七部）

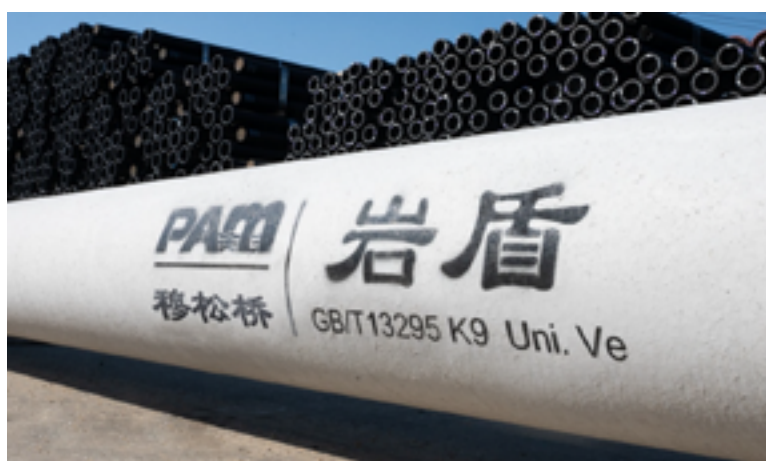
技术案例

Technical case



岩盾® 水平定向钻进非开挖用球墨铸铁管道系统

圣戈班管道系统有限公司



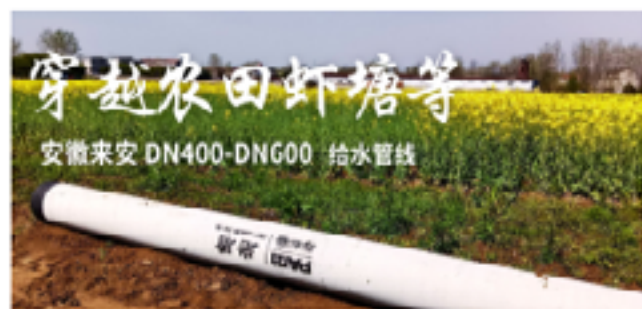
穆松桥旗下的岩盾® 水平定向钻进非开挖用球墨铸铁管道系统，凭借其在耐磨、抗拔脱、角度偏转以及防腐等方面的优异表现，已在穿山、过河湖、过田地、过路等诸多非开挖场景中得到广泛应用，实现输水生命线工程安全稳定的同时，与自然生态绿色融合，有效提升城市韧性，成为行业的热门选择。



● 岩盾® 部分精选应用

众多应用案例表明，人们选择岩盾® 是因为岩盾® 能给水平定向钻进施工以及管网带来更高的安全性和稳定性。





● 安全与稳定背后的关键

不是任何球墨铸铁管都可以用于水平定向钻进施工。管道接口可靠、管道使用寿命长久、项目一次性成功率等因素，都是确保施工和管网运行安全稳定的关键。



智/锚/内/止/脱/接/口

超强
抗拔脱

超大
偏转角

安装
超便捷

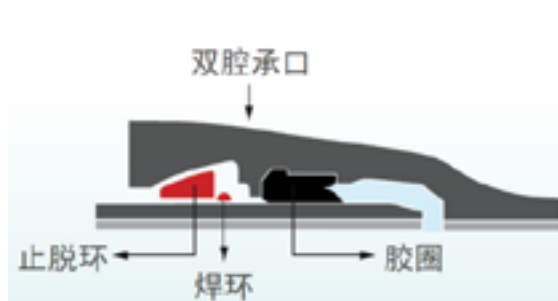
为了确保水平定向钻进球管接口的可靠性，穆松桥岩盾®管道采用自有专利的智锚®内止脱接口：

★ 设计精妙

通过止脱环对焊环的移动限制，实现止脱功能。这一精妙设计类似中国传统榫卯结构，完全消除螺栓、螺母，仅靠球墨铸铁单一材质，提供稳固可靠接口连接，确保产品的抗外力冲击性远强于普通 T 型接口。

★ 可靠的管道接口

- ◆ 柔性承插式对接
- ◆ 内自锚止脱作用
- ◆ 橡胶圈密封作用
- ◆ 安装简单且快捷
- ◆ 安装空间要求低
- ◆ 接口偏转能力大



基于智锚®内止脱接口的设计和实现，可以为水平定向钻进项目带来灵活性：

- ✓可以适应于不同施工空间场景的作业：管线对接可以一次性装好整体拖拉；也可以分段安装再在拖拉过程中组装；也可以装一根拖拉一根。
- ✓接口是柔性的，其偏转角能力能够适应多种复杂的地下管线曲率的设计；
- ✓足够的止脱能力满足拖拉不同长度管线的拉力要求。



超/强/外/涂/层

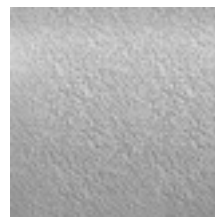
耐
摩擦

耐
腐蚀

抗
冲击

穆松桥岩盾®管道除了采用机械性能更强的球墨铸铁作为管体材质以外，还采用锌 + 增强型纤维水泥砂浆保护涂层作为外防腐方案，以确保管道使用寿命长久。

其中，增强型纤维水泥外保护层是穆松桥自有专利技术，具有很好的耐磨性和抗冲击性，能有效地保护管道在拉管过程中不受损伤，确保管线的安全和寿命。同时，碱性纤维水泥本身也是很好的耐腐蚀材料，配合喷锌涂层可起到多重防腐作用，确保产品的有效使用和长期寿命。



施工的一次性成功，对于水平定向钻进项目来说，是至关重要的。而保证一次性成功率，需要有科学的计算、合理的设计和严格的施工来保障，在项目施工前需要制定完整的实施方案。

穆松桥在非开挖项目上，除了提供专业管道安装培训、拉管施工现场服务以外，在项目开始前，还会帮助客户设计经济和可靠的解决方案。

穆松桥通过待穿越的距离、埋深等数据，计算出需要穿越的长度及所需孔径，通过管道重力、浮力、土壤摩擦力等数据，计算出拉管需要的拉力等详细数据，给出客户安全、经济的解决方案，满足多类型非开挖施工场景，以打通水网的“任督二脉”。



在城市的脉络深处，岩盾®非开挖水平定向钻进球墨铸铁管轻巧划过，不扰城市繁华，不阻交通顺畅。它强韧而灵活，耐腐抗冲击，能适应复杂地质地形，与自然和谐共存，安全高效地输送水源，连接每个角落，每个家庭，默默奉献，不可或缺，让城市更加坚韧。





球墨铸铁顶管技术应用

陈建华 尹广亮 王庆彬 魏志毅 王强

新兴铸管股份有限公司

一、产品概述

顶管技术是指借助顶推装置，将管道在地下逐节安装顶进的非开挖技术，球墨铸铁顶管是采用顶管法铺设的球墨铸铁管。球墨铸铁顶管根据生产工艺的不同分为离心铸造顶管（采用离心铸造工艺生产的并在插口焊上法兰的方式形成的球墨铸铁顶管）和非离心铸造顶管（采用消失模和静压线等铸造工艺整体成型的球墨铸铁顶管）。本次重点介绍非离心铸造微顶管，其主要包含平口顶管、平口自锚顶管和组合顶管几种产品类型。

(1) 平口顶管：一种法兰内置，外护套为纤维水泥涂层的顶管结构。

(2) 平口自锚顶管：一种法兰内置，外护套为纤维水泥涂层的承口端部设置自锚仓，可以实现接口防滑脱、防沉降功能的顶管结构。

(3) 组合顶管：一种承口为双承口，承口壁厚为 K12，管身直段为双插，壁厚为 K9 的双承口与双插管装配组合式顶管结构。

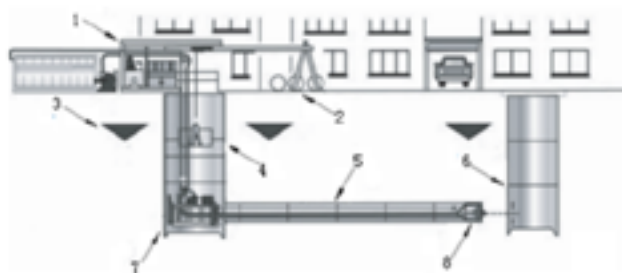
二、适用范围

球墨铸铁顶管适用于尺寸范围为公称直径 DN200 ~ DN3000 的球墨铸铁顶管。适用范围如下：

- 不同类型水（例如原水、饮用水、雨水、污水、中水等）的输送；
- 有 / 无压力。

三、施工要求

顶管施工应构筑工作井和接收井，应根据管道所处土层性质、顶距、球墨铸铁管规格、地下水位、地上与地下构筑物等因素，合理选用顶管机型。



顶管法施工示意图

标引序号说明:

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|---------|
| 1——控制室; | 2——待安装顶管; | 3——地下水位; | 4——工作井; |
| 5——已安装顶管; | 6——接收井; | 7——顶进架; | 8——顶管机。 |

四、顶力传递要求（方向）

通过推动承口端面使得插口端的法兰与另一个管子承口端面接触进行顶力传递。该方法适用于平口顶管和平口自锚顶管顶力传递。

通过推动承口端面使得插口端与另一个管子承口底部接触进行顶推力传递。该方法适用于组合顶管顶力传递。

五、球墨铸铁微顶管应用优势

球墨铸铁微顶管产品耐腐蚀、防渗漏、使用寿命长;抗顶推能力强,保障顶推作业安全;施工效率高,节约开挖、施工等费用。球墨铸铁顶管用于管道非开挖管道铺设,它能穿越公路、铁路、桥梁、高山、河流、海峡和地面任何建筑物,具有显著的经济效益和社会效益。通过对球墨铸铁整铸短顶管整体结构设计,顶管管体、顶推法兰或无法兰、灌浆孔、注浆孔、加强筋等组合结构整体铸造成型,该类型短顶管强度高、刚性好、结构稳定、抗顶推能力强、耐腐蚀、防渗漏。同时,整铸短顶管适用于作业场所狭小区域,施工配合小型工作井,如钢制工作井,工作井可以回收并重复利用,不需要重新制作工作井和接收井,降低施工费用,施工期间,便安装便捷,维护费用低,施工周期短,速度快。而且施工作业影响面积小,环境破坏力小,大大缓解因施工造成的交通压力,对维护城乡居民生活稳定具积极意义。

六、球墨铸铁微顶管应用优势

1. 江苏徐州过路管网雨污分流应急抢险工程

球墨铸铁平口自锚顶管产品成功应用于江苏徐州过路管网雨污分流应急抢险工程,项目全长 60 米,规格 DN300L=1000,总用时约 10 个小时顶进施工完成。



2. 重庆市巴南区雨污分流改造工程

球墨铸铁平口顶管成功应用于重庆市巴南区雨污分流改造工程,应用口径 DN1000,长度 52 米,顶推施工坡度约 30°。



3. 江苏盐城污水管网扩建工程

平口顶管应用于江苏盐城污水管网扩建工程，应用规格 DN400L=1000 订单数量 595 支和 DN300L=1000 订单数量 35 支。



4. 上海市临港新区农污项目

球墨铸铁微短顶管成功应用于上海市临港新区农污项目。46 支 DN300*1 米的微顶管到达工地现场，微顶管基坑直径仅需 2 米长，采用单边接井，接收井利用现有检查井，工艺采用地箭式顶管（二次工法），施工精度得到保障，充分保障双向交通，球管安装简单、施工速度快，施工进度得到保证。仅用 6 个小时，项目就顺利完工，微顶管产品的优势在项目中得到充分展现。业主和施工单位对新兴铸管的产品和服务给予了高度评价。



5. 上海宝山和南昌污水处理项目

DN400*1 米的球墨铸铁组合顶管在上海宝山的污水项目和南昌市雨污分流治理工程中首次成功投入使用。



长距离穿越汉江岩石顶管施工案例

胡金武 皮青云 胡涛 周文 王伟

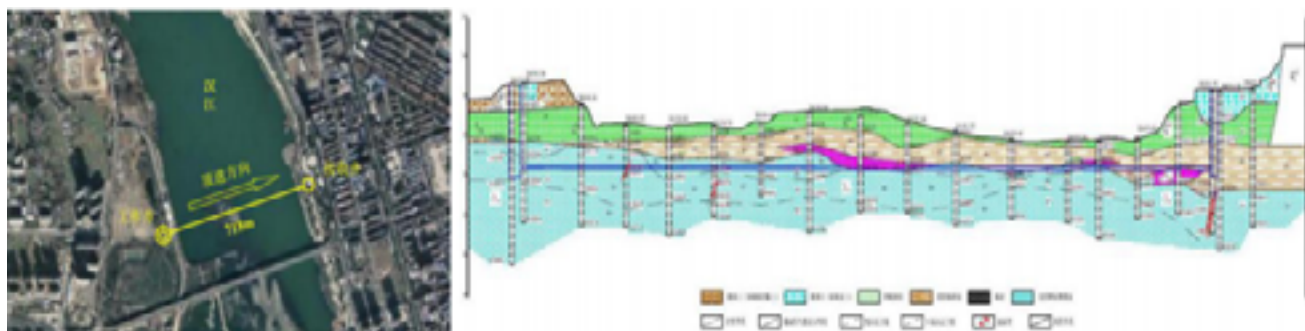
黄石精武顶管工程有限公司

1、工程概况

丹江口市城区供水能力提升（EPC）项目顶管工程，位于汉江上游，汉江大坝下游一公里处，穿越汉江，顶进距离长 718 米，一座工作井、一座接收井，采用泥水平衡顶进施工工艺，管内径 2 米，外径 2.4 米，采用钢筋混凝土Ⅲ级管，管道埋深约 17 米。2024 年 5 月开始顶进施工，2024 年 8 月顶进完工，历时三个月。

2、工程地质、水文地质条件

顶管主要穿越④-2 中风化泥质粉砂岩、④-3 中风化砾岩、⑤-1 强风化变质辉长辉绿岩、⑤-2 中风化变质辉长辉绿岩和破碎带，饱和单轴抗压强度最大 46.08MPa。地下基岩裂隙水特大，透水率达到 45.83q (Lu)。



3、施工重点、难点

工程技术关键重点：穿越汉江、长距离、岩石顶进、地下水丰富、顶进技术要求高、穿越岩石地层复杂、顶进工艺复杂、滚刀保护、注浆减阻技术、顶进安全要求高等难点。

3.1 设备选型

根据长距离顶管穿越复杂岩层特性、地下水丰富等情况，顶管机的技术性能要求特点：主顶采用变频调节控制系统；旋转刀盘驱动采用变频调速控制技术；刀盘采用一次破岩、二次碾压破碎组合，滚刀选用 12 寸单刃、双刃镶齿滚刀（一次顶进完成，没有更换滚刀）；整机采用 PLC 控制、DC24V 低压操作台设计，触摸屏可视化操作；根据地质变化配备进排泥、高压水、注浆等装置。



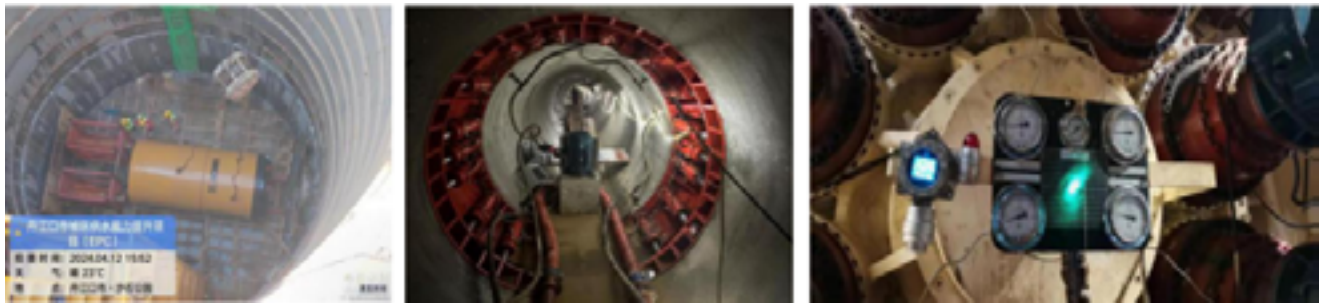
3.2 洞门止水装置安装及打泥填充

由于工作井是圆形洞门为弧形，因此在洞门做混凝土调整平面，预留打泥阀门，再安装双层止水装置。将破除洞门超挖部分和双层止水装置进行打泥填充，防止地下水外流。在顶进过程中地下水特大时，在黄土粉里增加大颗粒树脂和5%—10%水泥拌合成水泥土，有一定的硬度和可塑性，效果非常好，成功封住了洞门。



3.3 长距离岩石地层顶进

长距离顶管主要穿越中风化泥质粉砂岩与中风化辉绿岩地层等复杂地层，岩体最大单轴抗压强度约50MPa，单次顶进长度718m。顶管机进洞时采用防扭转装置；顶进穿越岩层过程中容易出现卡管、顶力陡增等问题，施工时对顶进姿态、顶进速度、出渣量、泥水仓压力、循环泥浆和触变泥浆的性能参数进行控制，提高出渣与润滑效率，减小管壁摩擦力；安装了五套中继间克服长距离岩石顶进难题，启动了第二台和第四台中继间以及工作井主顶油缸，自始至终顶力都没有超过设计值800吨。



3.4 长距离顶进通风设施及有毒有害气体检测

长距离顶进采用压入式通风，根据风量、风压计算结果选用1台LT-125型罗茨鼓风机。在长距离顶进过程中管道内可能会产生有毒有害气体，如：含氧浓度(O₂)19%~21%为正常范围，不能低于正常值、甲烷浓度(CH₄)0~0.25%为正常范围，不能高于正常值、一氧化碳浓度(CO)35PPm为报警界限，不能超过报警值、硫化氢浓度(H₂S)小于等于7PPm为正常范围，不能超过10PPm报警界限，通过顶管机后壳体内激光靶旁边安装含氧探测器及有毒有害气体探测器，数据由地面操作室进行控制。

砂质地层长距离、大直径钢管顶进施工案例

中铁上海工程局集团市政环保工程有限公司

一、工程概况

郑州东部原水干管工程（一期）项目 BJ2-1 ~ BJ2-3 顶段总长 730.0m，管材为内径 3200mm、壁厚 34mm 钢管，管节长度 9.0m，覆土厚度 6.5 ~ 7.5m，穿越地层主要为粉砂、粉土夹粉砂、细砂层等。穿越风险源包括国道、高压燃气、高压石油管道等。

二、工程重难点

- (1) 钢管直径大、壁厚大、刚度大，顶管施工纠偏控制不灵活、难度大，姿态控制困难；
- (2) 长距离、大直径管材在砂质地层中顶进，摩阻力大，总顶力要求高；
- (3) 穿越国道、重要地下管线等风险源，地层变形控制要求高。

三、施工方案

(1) 顶管设备选型

通过地勘资料、本项目试验段施工参数，穿越砂质地层土质密实、板结，常规刮刀切削困难且磨损严重，造成刀盘刀具磨损大、总顶力大、顶进速度慢。

本段长距离顶进，顶管设备选取大扭矩、高动力的平板式泥水平衡顶管机。刀盘开口率 8%、主驱动功率 $30\text{kW} \times 5$ 、额定扭矩 $974\text{kN}\cdot\text{m}$ ，刀盘面板设置高压冲水用于浸润松散渣土，增强刀具配置：增加 8 把双刃扩径刀提高刀盘周围的耐磨、增加 12 把撕裂刀形成刀具双层切削以提高其切削性能。

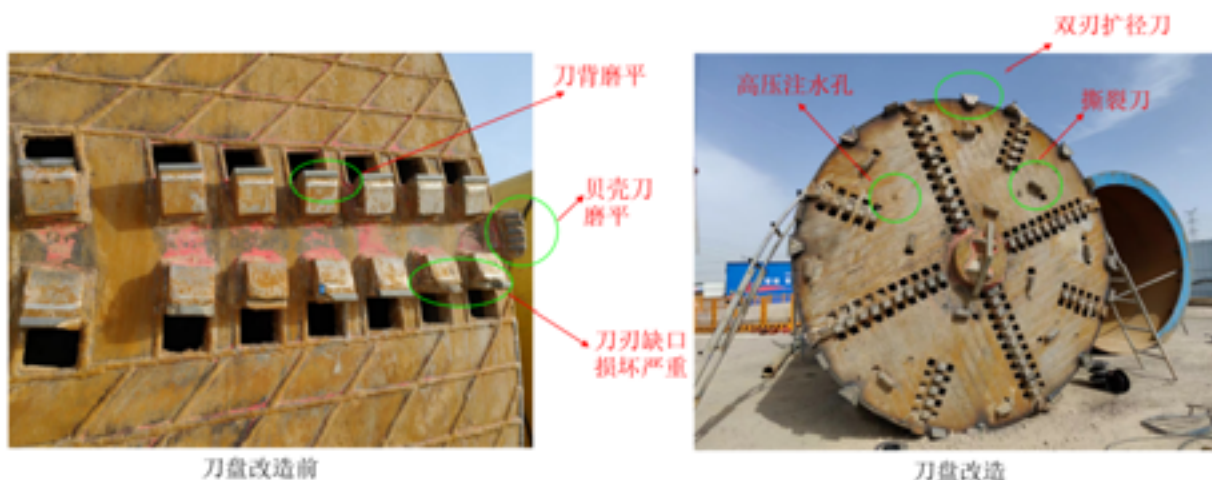


图1 刀盘优化加工图

(2) 减摩降阻施工措施

1) 触变泥浆减摩降阻

根据地层性能参数、给水排水工程顶管技术规程，顶管在砂质地层施工采用触变泥浆后摩阻力取值 $4 \sim 10 \text{ kN/m}^2$ 。顶进距离超过 500m，触变泥浆采用 A、B 双液注浆，A 浆液在顶管机头后同步注浆以形成浆套，B 浆液沿线补浆以保证润滑减阻。优化泥浆配合比、添加剂等，预计将摩阻力减小至 $2.0 \sim 3.0 \text{ kN/m}^2$ 。

该顶管长度 730.0m，摩阻力取值 3.0 kN/m^2 ，总顶力达到 2360t，综合管材、工作井设计允许最大顶力，需安装中继间，根据理论计算、施工经验，中继间在 54m、394m 处安装 2 套，最大顶力 1200t。

实际施工期间，主顶油缸最小顶力 570t、最大顶力 1270t，远远小于理论计算值，管壁外摩阻力极小值 0.13 kN/m^2 、极大值 5.50 kN/m^2 ；期间 2 套中继间均未启用。

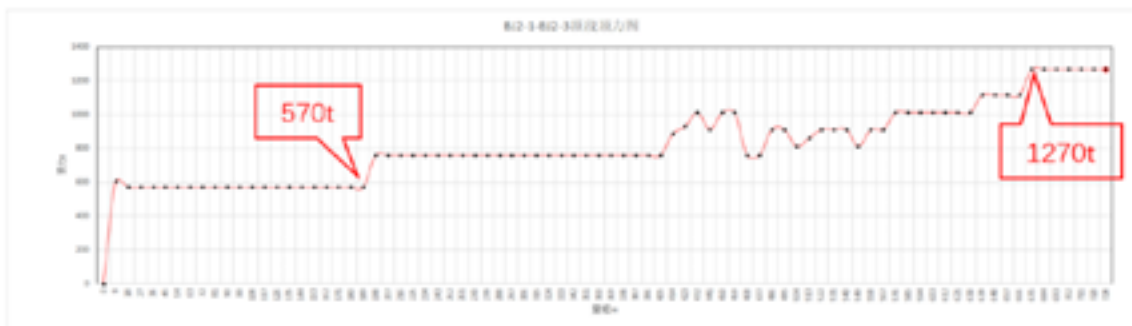


图 2 主顶油缸顶力曲线图

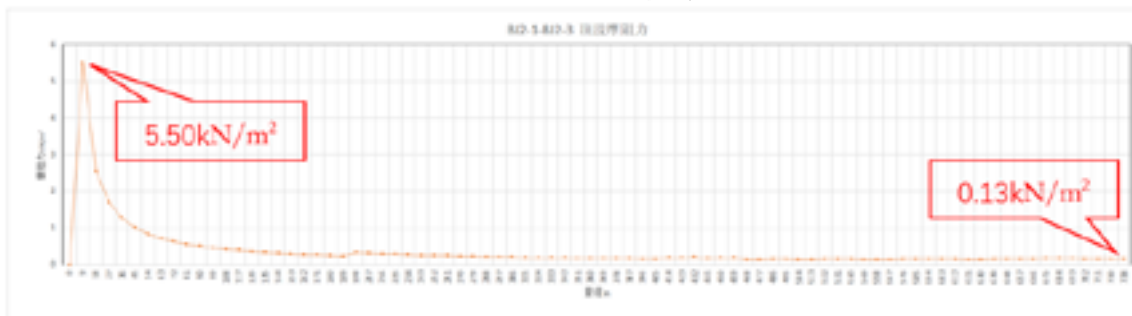


图 3 管外壁摩阻力曲线图

2) 管壁外加压注土减摩降阻

触变泥浆采用 A、B 双液注浆基础上，增加管壁外加压注土减摩降阻措施。砂质土层渗透系数大、失水率高，触变泥浆套不易形成，顶进中摩阻力大。通过在顶管机头后首节管道处加压注入高浓度膨润土泥浆填充刀盘扩挖形成的建筑间隙，然后再通过 A、B 双液注浆润滑减阻，浆液不与砂质土层直接接触，减少流失，更利于形成泥浆套。

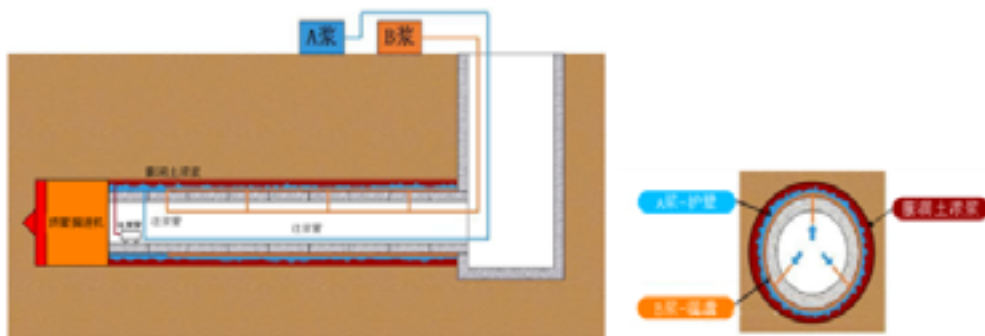


图 4 管外壁加压注土及 AB 浆减阻示意图

(3) 沉降控制

1) 泥浆护壁

泥水平衡式顶管泥浆循环进浆如采用清水无法形成泥膜，易造成开挖面坍塌，因此，施工前需拌制各项指标符合要求的浆液。

顶进施工过程中，泥浆排至地面处理设备后大的颗粒易分离、细颗粒较难分离，定时检查浆液质量，如性能指标不符合要求及时调整，使用符合要求的浆液。

优化泥浆循环方案，沉淀池后设置泥浆箱，经沉淀后的清水抽入泥浆箱并投入添加剂调整泥浆性能，确保输送至开挖面的泥浆符合要求，避免开挖面地层沉降、塌陷。



图5 人工造浆

2) 监控监测

顶管沿线布置沉降监测点，成立监测专班，每日按时监测，构（建）筑物及重要管线附近加密监测，通过监测数据指导顶管施工。



图6 监控监测

四、结束语

随着顶管技术的日益成熟，长距离、大直径、复杂地层是进一步发展的一个方向，对顶管设备选型、减摩降阻技术、沉降控制、姿态控制等要求越来越高。本工程的顺利实施，为类似工程的施工提供了宝贵经验，具有一定地借鉴意义。



非开挖插管修复技术 在给水和燃气管网升级改造上的应用

卓裕（广东）工程建设有限公司

摘要：随着城市建设的不断发展，早期建设的给水、燃气管道因运行年限、材质等多种原因需要进行升级改造。各地政府争创卫生文明城市，对于市政道路、城市绿化区域供水、燃气管网升级改造施工手续办理的要求更加严格，且地下管线拥挤、开挖成本高昂，采用开挖方式对老旧管道改造难度较大。所以，探索老旧管网改造新方法、新工艺已成为供水、供气单位关注的焦点。利用非开挖插管修复技术穿入新管道，利用原老旧管道作为新建管道的套管，充分利用地下空间资源，高效节约的实现老旧管网的升级改造。

本文结合项目案例阐述非开挖插管施工工艺关键工序的操作要求和质量控制要点，旨在介绍非开挖插管修复技术在供水及燃气管网升级改造应用上的优势和意义。

关键词：非开挖插管修复；给水、燃气管网；CCTV 检测；清管；升级改造；优势

1、非开挖插管修复技术简介

非开挖铺设地下管线技术是指利用在地表不开挖的情况下，铺设、修复和更换地下管线的施工技术，开挖插管修复工艺即对在役管道原位采用非开挖施工技术，插入一条新管替代原在役管道的施工方法。简单来说就是大管套小管，将直径稍小的聚乙烯管采用机械的方法，拉入或推入在役老旧管道内的修复更新工艺。

2、设计

设计前应搜索在役旧管道及施工现场的相关资料，应进行必要的地下管线工程勘查。

设计应满足以下要求：

- (1) 确定修复更新后的管道使用年限、运行压力等参数；
- (2) 对在役旧管道内壁清洗的要求；
- (3) 工作坑及预留三通的位置等；
- (4) 新旧管道连接方法及加固措施；
- (5) 修复更新后管道与热力管道等地下管线的水平、垂直净距如不能满足要求时，应采取的有效保护措施。
- (6) 在三通、阀门、凝水缸、弯头、预留接驳点及分段起止点等应进行断管，并设置工作坑。
- (7) 修复更新使用的聚乙烯管材、管件应选用 PE100 聚乙烯混配料。质量符合规范要求
- (8) 修复用的聚乙烯管道拖拉进入在役旧管道时，其允许拖拉力应按式（1）计算：

$$F = \sigma \times \frac{\pi(D_N^2 - D_O^2)}{12} \quad (1)$$

b) 式中:

c) D_N ——聚乙烯管道外径 (mm) ;

d) D_o ——聚乙烯管道内径 (mm) ;

e) F ——允许拖拉力 (N) ;

f) σ ——管材的屈服拉伸强度 (N/mm^2) , PE100, $\sigma=21 N/mm^2$ 。

(9) 插入的聚乙烯管与在役旧管道两端的环形空间应采用柔性填料封堵, 如间隙较大可对新旧管道间隙进行注浆稳固。

注: 在役旧管道的内径比插入聚乙烯管道外径不宜大于 1 个规格。

3、非开挖插管修复技术的施工流程

管道非开挖插管修复更新应根据老旧管道的情况、现场环境和施工条件、修复更新后的输送能力及使用年限等因素经技术经济比较后, 确定是否适用。当缩小管径修复能满足管道输送能力时, 才可以选用非开挖插管修复工艺。

采用聚乙烯管非开挖插管技术对老旧管道进行修复作业时, 为确保 PE 管在拖拉旧水管过程不被旧管内表面毛刺、凸起物划伤, 施工环节中尤其注重清管工作。在聚乙烯管插入前, 旧管道经机械刮刀及钢丝刷等专用清管设备清理内壁、CCTV (Closed Circuit television, 管道内窥摄像检查技术) 管道状况检查等多道清管、检验操作, 在确保管道内部污垢、腐蚀物基本被清理掉, 且采用试拖方法检验清管效果, 确认清管效果符合拖管要求后, 正式拖拉聚乙烯管道进旧管内, 再进行管道压力试验 (供水管道还需要冲洗消毒)、管端封堵、注浆、新旧管道连头碰接、支墩浇筑等多道修复工序后完成修复作业流程。非开挖插管修复技术施工工艺流程 (图 1) :

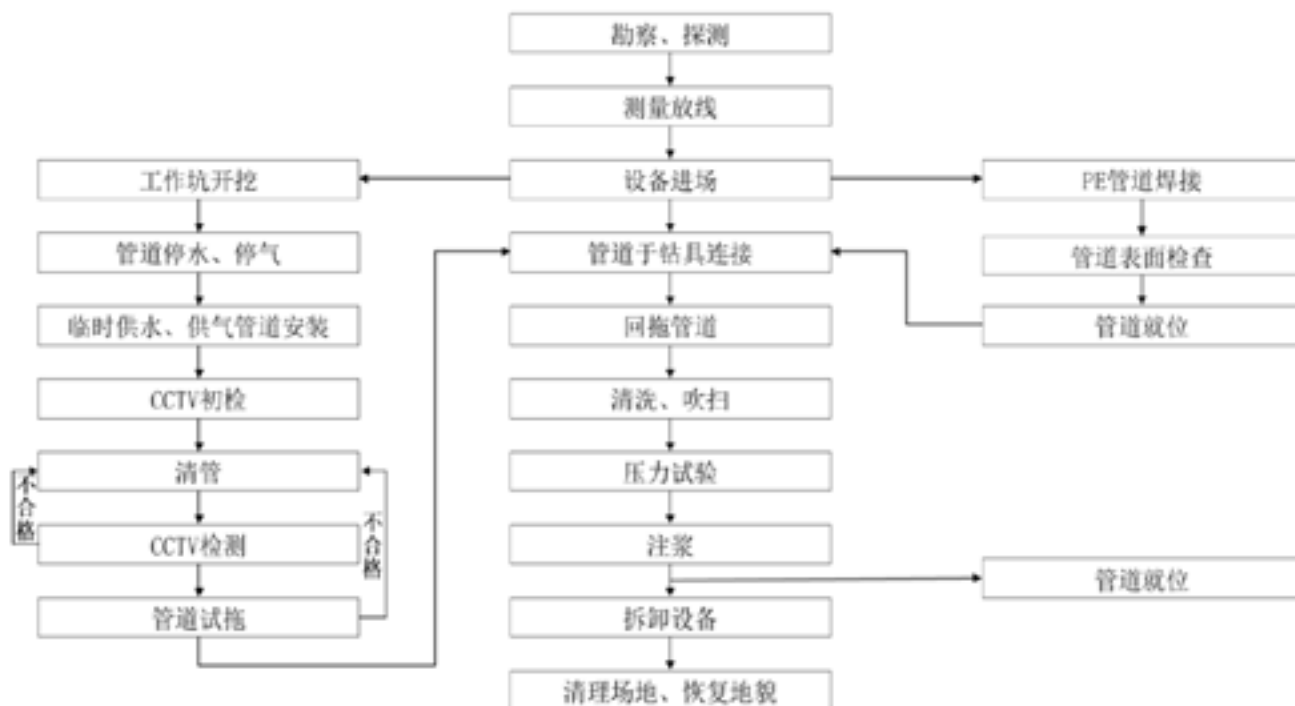


图 1 非开挖插管修复施工工艺流程图

4、非开挖插管修复工艺质量控制的重点环节

4.1 对于发送坑和接收坑的要求

工作坑的开挖，施工中必须进行物探及开挖探坑验证以确定现有地下管道的性质和位置。例如如使用手动工具挖掘附近电缆位置，借助管道和电缆定位器，应使用感应方法重新检查电缆的位置和深度。

应预留坑底有足够空间进行管道连接，管道穿越和压力测试的地点定于发放坑。接收坑应有足够的空间安装卷扬机或定向钻机等拖拉管道设备。坑宽最少 1.5 米。工作坑（图 2）长度最小长度可按公式（2）计算：

$$L = [HX(4R-H)]^{1/2} \quad (2)$$

式中：

L—— 发放坑长度（m）；

H—— 地面至管道中心深度（m）；

R—— PE 管允许弯曲半径（m），且 $R \geq 25dn$ 。

dn—— 聚乙烯管道管径（mm）。

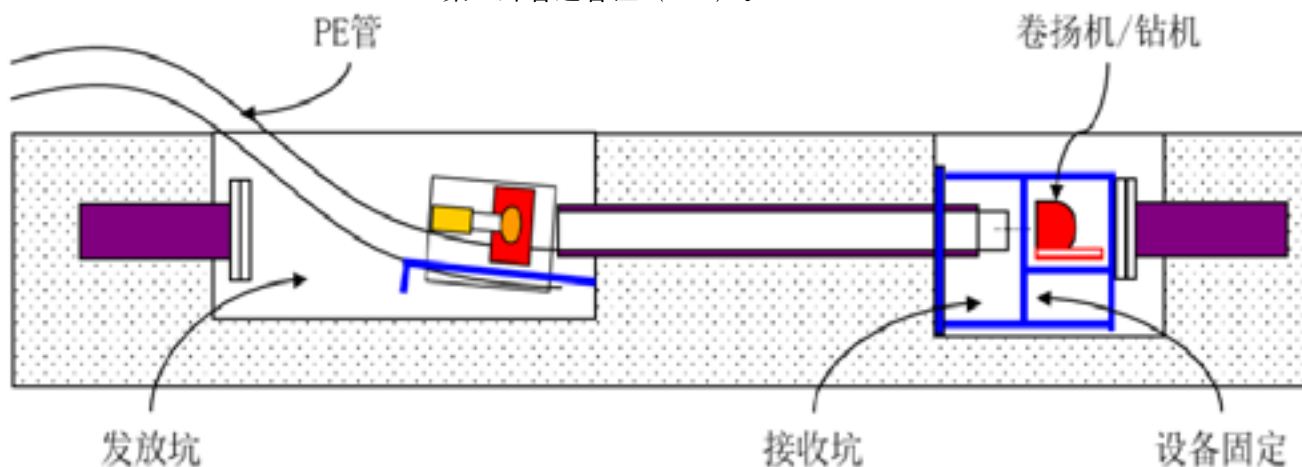


图 2 工作坑示意图

4.2 CCTV 爬行机器人高清摄像技术的运用

利用 CCTV 能够很好的对旧管道状况进行探查，了解管道内壁、分支及弯头情况，根据探查结果合理选择机械刮刀、钢丝刷、皮碗球三种清管设备组合进行清管（机械刮刀为专利产品）及高压水射流清理管道。清除旧管内所有的沉积物、淤泥和锈蚀过程应从上游到下游方向进行，清洗通过配件时，应特别小心，必须拆除所有突出于管内的部份，确保所有的弯头应被移除，保障清管作业顺利进行。

CCTV 检测方法步骤如下：

1) 连接摄像爬行机器人和控制器

2) 把摄像爬行机器人放进被检测管道口，操作控制器前进按钮，使爬行器匀速前行进行检测。CCTV 检测速度应根据被检测管道内部情况确定，一般不超过 3m/min。

3) CCTV 检测过程中应根据被检测管道内部情况，调整摄像角度、镜头焦距、灯光亮度，使摄像或拍照达到最佳效果。

4) 遇有管道分支接口、弯头及管内锈蚀严重、穿孔缺陷等情况，CCTV 检测人员应及时截取影像图片，并对相关图片进行编号。



图3 CCTV检测流程图



图4 CCTV管内爬行实拍图

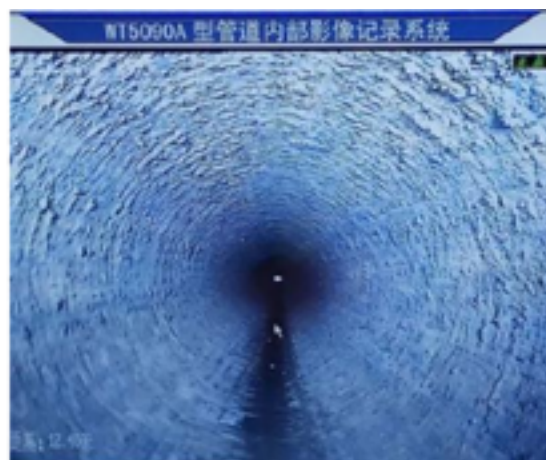


图5 CCTV检测效果图

4.3 清管工序介绍

根据 CCTV 检测旧管内部腐蚀、结垢情况, 判断所需使用清管设备, 见图 5 (机械刮刀、钢丝刷、皮碗) 的规格及匹配方式。



图6 机械刮刀、钢丝刷、皮碗清管器

用机械刮刀清理管内壁污垢, 是管道内壁清理的关键性一步。机械刮刀可清理硬结性污渍, 若是轻柔性淤渍, 可用钢丝刷清理, 用定向钻钻杆或钢缆或拉杆带动钢丝擦在管道内来回拖动或转动, 去除管内淤渍; 用钢丝刷清理后, 管道内壁的污垢基本清理下来, 但不一定能被钢丝刷带出管道; 再用皮碗清管器清理, 可



以达到将管内污物清理干净的效果。也可以根据需要,采用组合方式进行清管,效率更高。

4.4 管道试拖工序的重点控制

清管后再次进行 CCTV 检查,评估管道清理情况。然后进行 PE 管试拖工序,该工序重点在于查验试拖管道划伤情况,从而分析清管的效果和管道内壁的情况。现场监理人员和工程技术人员对划伤点仔细查找最深处,反复多点测量,确认划伤情况不超过规范规定(壁厚 10%)内才允许正式拖拉预制好的 PE 管。

4.5 管道正式回拖工序的重点控制

1)管道与钻具钻杆连接必须牢固,拖管器前端应为锥形,避免卡管,U 型环拉力应 ≥ 3 倍管道重量,U 型环插销安装后必须锁死,分动器旋转必须顺畅,以人工能够拧动为宜。

2)管道拖拉过程中,应在管道保护器周围 PE 管道表面涂抹润滑剂或植物油,所使用的润滑剂或植物油应对拟插入管道内壁和 PE 管道无腐蚀等损害。随时关注钻机拖拉力大小及拉力变化情况,如发现拉力突然增大,或拟插入管道有滑移情况,应立即停止拉管,检查拉力增大原因,及时采取措施处理。

3)PE 管道插入管道后伸出的两端长度应在管道拉伸变形恢复后满足管道连接操作的要求。应检查插入的 PE 管道伸出端口至少 1m 长度的外表面,表面完好或表面划伤程度不超过 PE 管壁厚的 10% 应判为合格。

为了确保非开挖插管施工质量、对于施工过程质量控制按照关键工序、关键节点、重要环节,配置非开挖插管修复施工关键工序、步骤记录、质量控制要求,见表 1:

表 1 开挖插管修复施工关键工序、步骤记录、质量控制表

项目	检查项目	质量控制	备注
工作坑尺寸	长、宽、深等尺寸	测量、拍照	每个工作坑
初步 CCTV	检测管道内部情况	检测、录像	记录三通、弯头等拐点
清管	应记录清管次数、清管设备规格	记录、拍照	污垢、垃圾处理
清管 CCTV 检测	检测清管效果	检测、录像	评估拖管风险
拖管前检查	PE 管道焊口外卷边切除检查	检测、记录	外卷边非破坏性试验
拖管	拖拉力大小;拖管过程管道均匀平缓移动,管道无划伤、受损、变形	监测、记录	拖管时记录扭矩、拖管速度、泥浆配比及流量等
拖管完成管端外观质量检查	PE 管管端外观检查;钢管管端电火花检测	检测、拍照	拖管结束后,放置 24h 以上释放拉伸应力
压力试验	水压试验(供水管道) 强度、严密性试验(燃气管道)	记录、拍照	填写相应的压力试验报告

5、非开挖插管修复在给水、燃气管道上的应用案例

5.1 吴江华衍水务首次尝试非开挖插管修复技术升级改造老旧给水管网

吴江华衍水务对青云路天亮桥南侧一段 DN300 长度 60 米的过路管进行修复工作。该段供水管道处于交通要道,且由于管网陈旧出现了漏水现象,已列入改造计划,但考虑开挖施工交通压力大、施工期长以及对周边居民、商铺带来的不便等因素,吴江华衍水务经过论证后,决定引进 PE 管非开挖插管施工技术对老旧管道进行置换更新。

此段工程非开挖插管修复,从人员设备进场到管道连头恢复供水共计 10 天时间全部完成。工程进展非

常顺利，比开挖施工至少节约 5 天时间；工程造价测算对比相对于开挖施工，非开挖插管修复节约工程造价 20% 左右；因为不采用破路施工，不影响交通、不破坏绿化，即倡导了绿色环保，又赢得了市民好评和政府鼓励。

吴江华衍水务第一个非开挖插管修复工程取得圆满成功。目前，该修复技术已成为吴江水务老旧管网升级改造的首选方案。

图 7-10 为吴江华衍水务试点项目青云路非开挖插管修复施工现场照片。



图 7 施工现场俯视



图 8 安全文明施工



图 9 PE 管道全自动焊机组对焊接



图 10 PE 管道划伤外观质量检查图

5.2 芜湖华衍水务大口径长距离水泥管尝试采用非开挖插管修复技术改造升级

芜湖华衍水务计划对九华中路长度 1.2km，DN600 水泥管进行老旧管网升级改造，经过专业人员对现场进行了多次现场勘探、方案论证，最终制定了分段施工不用临时管不停水施工的最佳方案。考虑主管供水压力和流量的问题，为了最大程度的保证输水流量和供水压力，经过水力计算，制定了采用 De560，SDR21 PE 管进行内插修复的方案。

九华中路属于芜湖城市主干道，上下高速和高铁站的主要路段，由于该段供水主管主要在慢车道和辅导，车流量比较大，现场作业面范围受限，且地下管线复杂多变。给施工带来一定的难度和不确定因素。下图为第一段工作区施工现场示意图。



图 11 第一段工作区施工现场示意图



在施工期间，恰逢芜湖进入雨季，雨水较多，给施工带来许多不便，又赶上芜湖卫生文明城市验收复查，对施工工地安全文明施工要求提高。为了保障工期，稳定供水，芜湖华衍水务设计人员、工程运行管理人员会同卓裕工程公司项目部技术人员多次开会讨论，制定切实可行的施工方案，该项目于10月底完工，保障了工期，成功完成了第一个大口径供水主管的非开挖插管修复改造升级项目。



图 12 芜湖九华中路 DN600 供水主管非开挖插管修复项目现场照片

5.3 徐州港华燃气管道采用非开挖插管修复技术改造

湖北路（二环西路至韩山路）燃气管道非开挖修复工程，长度约 1200 米，在原 DN300 螺旋钢管中使用 De250 PE 管进行非开挖插管修复。由于该段燃气管道分支较多，该工程采用分 7 段施工。为最大程度减少对交通的影响，制定了最优的交通疏导方案，每段施工结束后立即进行路面恢复。整体工程施工周期 16 天，高效的保证了周边用户的正常用气。



图 13 徐州市湖北路燃气管道插管修复项目现场示意图 / 现场照片

6、非开挖插管修复施工工艺的优势

目前，我国大多数城镇燃气、供水管道的改造仍采用开挖后重新埋管的方法，不仅造价高、工期长，还影响市容和交通。非开挖插管修复工艺环保、节约空间，合理化的利用地下管线资源及空间，赋予废旧管网新的生命周期。同时适用范围广泛，无论给水管道、燃气管道均可使用。节约成本，最小面积开挖路面，减少绿化及相关赔偿费用。清管后即将焊接管道回拖，缩短施工工期，减少交通压力和扰民。

相信其所带来的影响，将更快速、更高效的推进非开挖插管施工技术在燃气和水务企业的推广应用。同时，如果地下燃气、水务、电力等地下管线的协同和作，对废旧管道进行交换使用，互惠互利，将能实现废旧资产价值最大化。

牙克石市污水管网升级改造工程紫外光固化修复技术应用

中铁上海工程局集团市政环保工程有限公司

一、工程概况

牙克石市污水管网升级改造工程以老城区污水管网改造为主，管网设计排水能力 $3.4 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。其中老城区市政污水管网（管径 $d300 \sim d1200$ ）改造 16859m、紫外光固化修复 16859m、井室加固修复 561 座等。该污水管网原有设计规模可满足远期使用需求，本次改造主要是管道修复与检查井修复。

二、紫外光固化修复技术应用背景与技术难题

本工程污水管网为钢筋砼结构，使用时间较长，目前存在多处渗漏和破裂情况，造成地下水质和生态环境污染、污水处理运行难度和费用增加。

紫外光固化修复技术在内衬软管、设备、工效等方面有着技术优势，如内衬软管的优良耐热性、高拉伸弯曲性及高弹性模量，UV 设备自动化、智能化程度高，工效高（ $3 \sim 5\text{h}$ ）且不影响通流能力。因此，本工程选用紫外光固化技术。

紫外光固化修复技术作为新兴技术，对照施工还存在一定技术难题：（1）内衬软管壁厚计算工作量大且与设计相比存在较大偏差，（2）内衬软管壁厚 $> 10\text{mm}$ 时固化存在不完全情况，（3）灯架端口因光照不充分可能出现固化效果差。

三、技术创新

中铁上海工程局集团市政环保工程有限公司自主开发内衬软管壁厚计算软件、管道修复专利产品、优化修复灯架工装。

（1）内衬软管壁厚计算软件：基于 NET 平台的 CIPP 内衬软管壁厚 APP 计算软件，通过理论计算增加倍率系数，一是降低了人工计算工作量，二是将计算量与设计值偏差控制在较小范围内。

（2）管道修复专利产品：研发专利产品紫外光固化脂环型乙烯基酯 / CBA 复合树脂、双酚 F 型环氧丙烯酸酯树脂等，提高了产品性能，将 E50 弹性模量提高约 20%。

（3）优化修复灯架工装：通过优化外光固化修复灯架，降低能量耗散，提升固化质量，并降低修复末端材料损耗，质量可控、效益提升。



四、工艺流程与操作要点

4.1 工艺流程

施工准备→封堵导排→管道预处理→底膜和软管拉入→放入灯架→扎头捆绑→充气保压→紫外光固化→端口处理→检测验收

4.2 操作要点

4.2.1 施工准备

(1) 技术准备

基础资料收集,包括排水管道的长期弹性模量、管道内径、实测管道埋深、地下水压力、综合变形模量等。

依据规范《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ210-2014、内衬软管 APP 计算软件,计算内衬软管壁厚。

(2) 材料准备

根据优化树脂软管配方、计算壁厚,定制生产修复用内衬软管,将加工误差控制在 $\pm 1\text{mm}$ 范围。

(3) 现场准备

即将施工管道两端井室封闭,并将现场清理干净,采用伸缩护栏封闭维护场地,场地大小满足设备安装、施工废弃物、设备材料进出场等需求。

(4) 有限空间作业准备

有限空间作业按照“先通风、再检测、后作业”原则,通风一定时间后检测有限空间内氧气、有毒有害气体含量,满足要求后方可作业;且作业过程中须保证通风效果,以保证人员安全可控。



图 4.2-1 半结构性修复程序界面



图 4.2-2 场地围封示意图

4.2.2 封堵导排

(1) 气囊封堵

水流影响施工预处理效果,预处理前对现状管道、暗涵、箱涵等进行临时导流。采用气囊对管口封堵,一般封堵管段水流上游,避免封堵不严被冲开。严格控制气囊充气压力、充气时间,以免将气囊打爆,压力控制如下:水深 $< 3.0\text{m}$ 气囊压力控制在 0.1MPa 、 $3.0\text{m} \leq \text{水深} < 5.0\text{m}$ 气囊压力控制在 0.13MPa 。

(2) 抽水导排

待修复管段前后气囊封堵完成,采用泥浆泵、预铺管道将上游的污水间断性排至下游,避免污水返至地面。

4.2.3 管道预处理

(1) 高压射水清洗

利用高压喷头在水力作用下向后喷射产生的反作用力，通过高压射流清洗管壁和管底淤积物。

(2) 铣刀清洗

高压射水清洗完成后，管道内残留钢筋、结垢、固结物或接口材料脱落时，用铣刀对管道内功能性障碍物进行二次清洗，清洗时可配合 CCTV 实时监测，清洗后的管道内表面干净、无积水、无影响软管拉入的障碍物。



图 4.2-3 高压水射流清洗

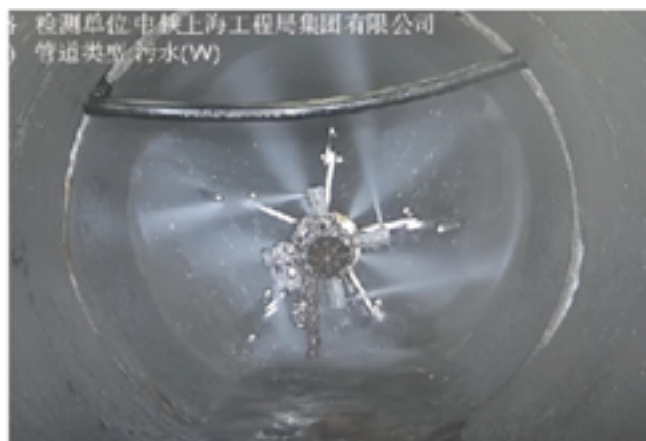


图 4.2-4 铣刀清洗

4.2.4 底膜和软管拉入

(1) 底膜拉入

内衬软管拉入前，需在原管道内铺设底膜，材质为合成塑料，置于管道底部。底膜铺设的目的是减小软管拉入的摩擦力以及避免对软管的划伤。

(2) 软管拉入

软管拉入主要包括滑轮安装、软管拉入等内容。滑轮安装包括井底滑轮安装、井口滑轮安装，其作用是方便牵拉软管时牵拉绳的转向与减小摩擦力。

软管拉入前应先将软管折叠，牵拉过程中应边牵拉、边折叠、边送入，整个过程确保软管沿底膜平稳、平整、缓慢地拉入待修复管道，拉入速度不得大于 5m/min，且不得发生软管纵向拥挤现象。



图 4.2-5 底膜拉入



图 4.2-6 软管折叠及牵拉现场

4.2.5 放入灯架

扎紧空气锁，将灯架放入空气锁，缓缓充气待软管撑起。



通过紫外光固化车监控平台观察软管内部状况，待软管完全撑开后，缓慢将灯架送入软管。待灯架完全送入软管后，将一端盖板封住。

4.2.6 扎头捆绑

内衬软管拉入管道后，在端口捆绑扎头，扎头直径略小于管道内径，每个扎头捆绑扎带数量不少于3条。检查井井口较小时采用可拆卸扎头在井下组装，特殊情况下在地面捆绑后再拉入待修复管道。



图 4.2-7 放入灯架过程



图 4.2-8 为扎头安装过程

4.2.7 充气保压

锁紧扎头后连接充气管道，压缩空气将软管充分扩张至紧贴管道内壁，充气压力应缓慢提高至工作压力，并维持规定时间。

不同规格软管的工作压力不同，一般管径越大压力越大。保压过程中应将灯架牵拉至管道另一端，充气用时和保压时间应根据内衬软管材料温度、壁厚以及管道形状确定。

4.2.8 紫外光固化

保压时间达到设定值后，打开紫外光灯具开始固化作业，按规定速度匀速回拉灯架、管内温度 $\leq 80^{\circ}$ 、内衬软管与待修复管道紧密贴合。

固化作业完成后，缓慢释放管道内压力，降压速度 $\geq 0.01\text{MPa}/\text{min}$ ，压力释放完毕后卸掉扎头并取出灯架，将内模拉出。

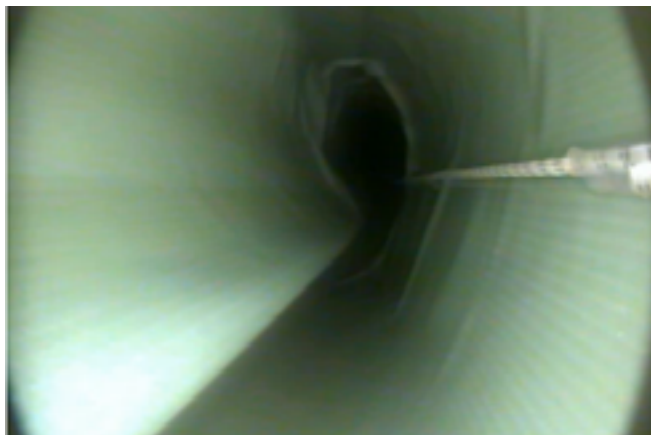


图 4.2-9 软管充气膨胀

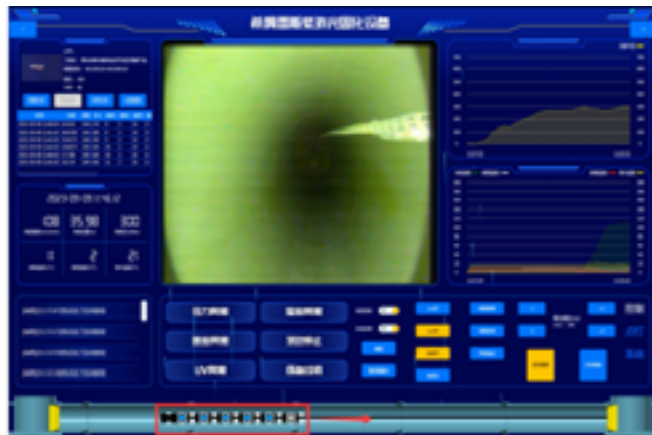


图 4.2-10 紫外光固化过程

4.2.9 端口处理

使用专用工具切除内衬软管端口的缩径部位，并保证端口伸出待修复管道端口 $\leq 10\text{cm}$ 。

4.2.10 检测验收

整体修复作业完成后，采用管道闭路电视检测系统（CCTV 检测）进行验收。修复后的内衬管按每个施工段 ≤ 1 组现场取样。

修复后管道内应无湿渍，更不得出现滴漏、线漏等渗水现象。

内衬软管表面应光洁，无局部孔洞、裂纹及软弱带等。

磨损、气泡或干斑每 10m 长度不应大于 1 处。

内衬软管褶皱应满足设计要求，当设计无要求时，最大褶皱不得超过 6mm；内衬管应与原有管道贴附紧密。

内衬管起点和终点端头应切割整齐，端部密封应密封良好、饱满密实。



图 4.2-11 端口切割

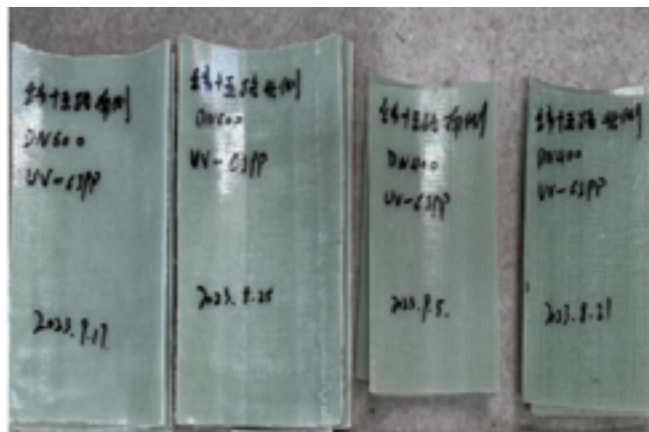


图 4.2-12 材料留样

五、结语

牙克石市污水管网升级改造工程成功应用了紫外光固化修复技术，有效控制并提高修复质量，解决了该工艺局部固化不均问题、节约固化时间、缩短工期和节能环保等方面具有显著推动作用。为管网修复领域的施工提供了高性能的修复材料和高效率的施工方案，得到了建设单位、设计单位、监理单位的一致好评。



助力南京向“污”而战，携手共绘碧水清波

圣戈班管道系统有限公司

亚洲百强城市，国家教科研中心，历史文化名城，经济中心城市……南京在大家的眼中有着多种不同的样子，在这里你能看到苍翠古树掩映着飞檐琉璃瓦，能看到斑驳古城墙后摩天高楼的拔地而起，上一秒看CBD中形色匆匆的摩登男女，转角又遇蔽日梧桐下的烟火小巷。

纵横立体的城市扩张中，大家最先看到的是交相辉映的“上层景观”，而下层设施中的给排水管网则是关系到百姓生活的民生福祉。随着人口数骤增，压力和挑战也将给到深埋于地下的排水管网。

一、改造换新 重唤活力

自2010年推动雨污分流开始，从源头到末端，在城市排水管网改造换新的探索上，南京一直走在前列。



南京市2010年排水管网改造工程中使用的穆松桥排水管道

在本次的南京污水排放提质中，同样也对于主城区的部分老旧排水管线进行了排查与改造。穆松桥高律排水管道换材提质再次登场。



替换前（老旧钢管）严重形变管身已严重腐蚀



替换后（高律排水管道）
球墨铸铁材质，高环刚度喷锌层 + 高铝水泥内衬，内外防腐优秀

穆松桥高律球墨铸铁排水管具有内外抗腐蚀性强，接口密封好与金属性能优秀等众多特色。面对成分复杂的生活污水，我们的管道轻松应对。

高性能的排水管道，延长了管线的使用寿命，降低了污水渗漏污染土壤环境的风险。为南京市民带来了更舒适洁净的生活环境。



高铝水泥内衬

二、提质增效，技术过硬

与此同时，为加快污水处理效能，推进污水管网全覆盖、全收集、全处理，降低污水对环境的影响，南京市政府启动了仙林污水处理厂异地扩建工程。



（仙林污水处理厂异地扩建）东阳污水处理厂外主管工程

施工过程中为最大限度降低对污水处理厂周围地表植被与现有道路的影响，本项目采用了顶管法进行施工。



穆松桥为本项目提供了 DN1200 球墨铸铁排水顶管，因其高环刚度，抗摩擦，允许顶推力大的特点完美克服了顶推距离较长与土壤情况复杂的问题。得益于超级 T 型接口的承插式设计，安装便捷，大大缩短了施工安装时间，顶进速度最高可达 10 根 / 每天。



为保证施工快速平稳进行,穆松桥在项目前期与施工阶段,都深度参与,提供勘测、施工等多项技术支持。圣戈班穆松桥积极配合各方施工,攻克技术难题,保证项目快速顺利的完工。



三、细节致胜，点滴不漏

优秀的管材保障了污水的安全运输,那么在管线中的一个检查井就成了严防污水渗漏的关键重点。

对比传统的水泥检查井与砖砌检查井,球墨铸铁检查井同样拥有内外抗腐蚀性强,接口密封好、金属性能优秀并能够有效应对地质沉降等特点。



在本次项目中与穆松桥高律球墨铸铁排水管配套使用的是,同为穆松桥生产的球墨铸铁检查井。井盖、井座、井筒和井室均为球墨铸铁材质,其强度超传统检查井强度百倍以上。



均为球墨铸铁材质
T型承插滑入式接口,密封性更强,同时可在
发生不均沉降时仍然保证密封性



内部为高铝水泥内衬,外部采用富锌漆和合成
树脂漆双重防腐,内外抗腐蚀性更强

采用 3S 模块技术实施苏州河倒虹管预防性修复的应用实践

上海管丽建设工程有限公司

1 工程概况

上海市合流一期穿越苏州河的排水倒虹管多建于上世纪八十到九十年代，包含“新古北泵站～大渡河路截流井倒虹管”“中山西泵站截流井～中山北路桥堍北倒虹管”等 10 处，主要分布在长宁区、普陀区、（现）静安区及黄浦区。其中，华阳路－光复西路过苏州河倒虹管 1994 年建成，长 85m，管径 DN2000，平均日排水量约 8 万 m³，埋深 14.0m，为钢筋混凝土材质。该管道位置关键，由南侧华阳公寓小区往北穿越苏州河后接到光复西路，管线剖面如图 1 所示。经过近 30a 的使用，管顶出现 3 级腐蚀。为预防和杜绝因该管道老化破损等原因而导致污水污染苏州河水体乃至周边的整体生态环境，管理单位决定对该段排水倒虹管及上下游的倒虹井实施非开挖预防性修复，以保障今后的正常安全运行。在实施修复的过程中，项目组通过科学合理的施工组织、技术措施的精益求精，克服了因无法架设临排设施而只能利用夜间停泵停水时间实施施工等困难，最终顺利完成，为今后同类管道的修复提供了相应的借鉴及参考。

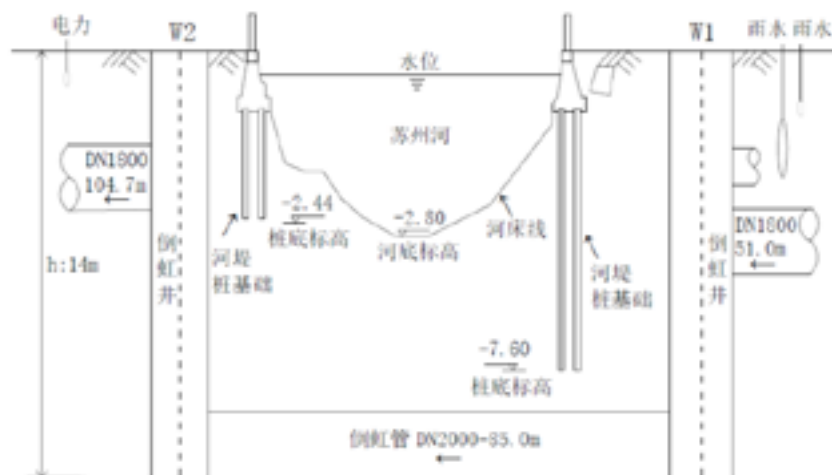


图 1 华阳路－光复西路过苏州河倒虹管剖面图

2 预防性修复方法的分析选择

当前，国内排水管道非开挖修复技术有 CIPP 翻转法、紫外光固化法、碎裂管法、穿插管法及折叠内衬法等^[1]，以原位固化技术最为普遍。但这些技术多适用于 DN1500 以下管道修复。而对大于 DN1500 的管道，可选技术较少，主要有 3S 模块技术、不锈钢焊接内衬技术和螺旋缠绕技术。本次 DN2000 倒虹管修复工程中，对这三种技术进行比选，如表 1 所示。最终选用不需架设临排设施，以实现能随时中断并在低水位工况下施工，



其余优势在于单块材料体积小、重量轻、施工方便，不需使用大型设备，不需扩大井口的 3S 模块技术实施内衬修复。

3 3S 模块技术施工流程及施工质量控制关键点

3.1 3S 模块技术原理

该技术使用钢制螺栓组件将透明的 PVC (Polyvinyl Chloride) 塑料模块在原有管道内进行拼装连接，然后在原有管道和拼装而成的塑料内衬管道之间的缝隙内灌注特制灌浆材料，形成高强度复合管。

3.2 3S 模块技术流程

排水管道 3S 模块技术内衬修复施工流程，如图 2 所示。

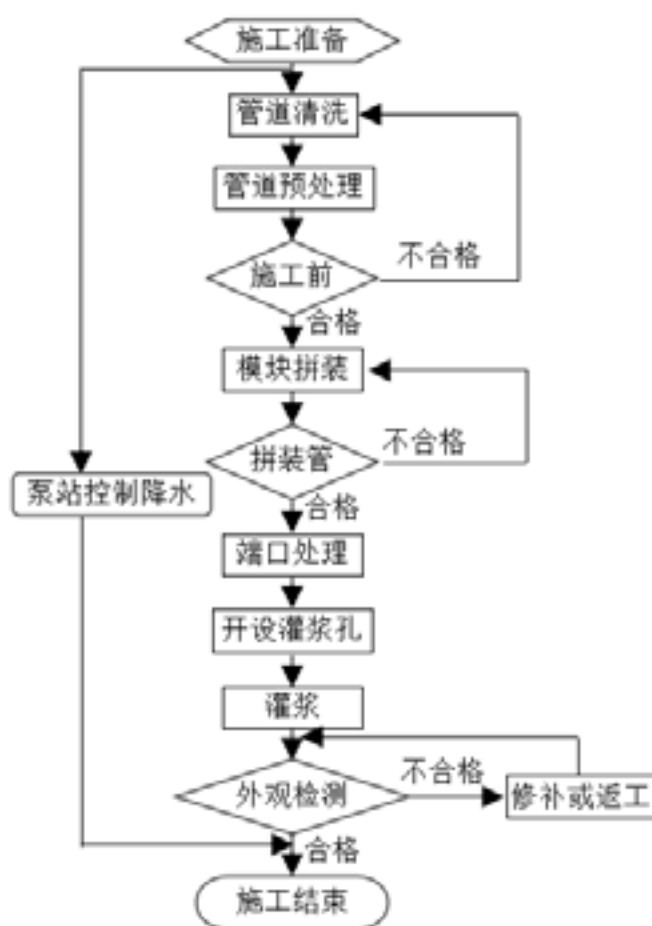


图 2 3S 模块技术内衬修复施工流程

3.3 3S 模块技术内衬施工的质量控制关键点

3.3.1 排水管道预处理

3S 模块技术要求预处理后管内无影响施工的沉积、结垢、障碍物与尖锐突起物，因此施工过程中主要采取了以下措施。

(1) 对照该倒虹管的原始设计资料，对倒虹管进行抗浮验算，经确认，本次内衬施工作业不对管道外部的土体进行任何扰动，施工时管道内污水排空的状态与新管建设时状态完全一致，所以污水排空时属于安全状态。

(2) 为确保停泵后能尽快抽空两侧倒虹井与倒虹管内残留的污水,通过计算抽水时间,配置了抽水设备。

(3) 为防止施工过程中下游泵站回流水的影响,施工前在下游管砌筑 50cm 的拦截坝、防止下游泵站回流水进入倒虹管。

(4) 该倒虹管埋设深度深,且自开通运行后近三十年未曾进行过清淤养护,管内漂浮物多,淤积量大。施工过程中在每日清捞浮渣后,第二天会有管道运行所带来的新浮渣。管道内约有 50% 的淤积,以泥沙、小碎石和砖块为主,因此每天需在浮渣清除后,再进行清除淤积作业。在清淤结束后,采用了高压冲洗设备对管内表面的污垢进行清洗,并由施工人员进入管道再次进行了机械清洗以敲除附着的酥松腐蚀层等。

3.3.2 模块拼装作业

1. 模块材料

3S 模块由硬质透明 PVC 或同等性能及以上材料制成,要求表面光滑,厚度均匀,无裂纹、无破损,并应具有较好的耐久性及抗腐蚀性,且生产模块的原材料不能使用回收料。模块的材料性能如表 2 所示。本次工程按照上海市工程建设规范《城镇排水管道非开挖修复技术标准》(DG/TJ08-2354-2021)^[2] 实施,根据规范的要求,对模块前期材料送检,并在施工后实施质量测试,检测结果均合格。

表 2 3S 模块材料性能

项目	单位	要求	试验方法
纵向拉伸强度	MPa	≥ 40	《塑料拉伸性能的测定—第 2 部分:模塑和挤塑塑料的试验条件》(GB/T 1040.2) ^[3]
热塑性塑料维卡软化温度	℃	≥ 60	《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》(GB/T 1633) ^[4]

2. 模块拼装

模块拼装采用特殊螺杆联接方式,拼装时,模块槽口应先涂抹聚氨酯密封胶,然后准确对槽,螺丝应拧紧且受力均匀。操作时,先将 2 片模块采用螺栓拼装连接后吊入井内,在井室内实施径向拼装成环,再将管环运至管内,然后将管环采用纵向螺接的方式拼接成内衬管。需要注意模块进入检查井及原有管道时不得对材料造成损伤。

3.3.3 缝隙内灌浆

1. 灌浆材料

灌浆材料应具有微膨胀、抗离析、固化后抗开裂、高强度等性能,且具有高流动性和高灌注性,可用于狭窄间隙灌注,并应满足固化过程收缩量小、放热量低的要求。初凝和终凝的时间应符合工程作业时间,灌浆材料的性能指标如表 3 所示。本项目模块在前期进行了材料送检,测试结果均合格。

表 3 灌浆材料性能

项目	指标	要求	试验方法
抗压强度 (MPa) 28d	≥ 30	≥ 40	《水泥基灌浆材料应用技术规范》(GB/T 50448) ^[5]
截锥流动度 (mm) 30min	≥ 270	≥ 60	

2. 灌浆施工

为防止灌注时浆液从内衬管两端流出,灌浆前应对内衬管与原有管道端部的环向间隙实施密封^[6]。同时,在下游管口端部最低处向上依次设置多个排水孔,上游管口端部最高处设置排气孔,并随着灌浆进程对这些



排气孔从下至上依次密封。由上游管口 1m 处开始向下游每隔 5m 在环向 11 点与 1 点的位置依次设置灌浆孔。灌浆作业时由技术人员全程监视、观察浆液充满情况，在确认模块与老管壁的空隙全部灌注密实后，密封灌浆口和预留排气管^[6]。灌浆次数、灌浆量与灌浆方向等如表 4 所示。

表 4 灌浆次数、灌浆高度比与灌浆方向

灌浆次数	灌浆方向	完成灌浆高度	灌浆质量控制
第 1 次	从上游向下游	单次 25% 总 25%	使内衬管固定在原管底，排除缝隙内可能存在的水
第 2 次	同第 1 次	单次 20% 总 45%	左右交叉灌浆，保证浆液均匀，两边液位差不超过 100mm，排除缝隙内可能存在的水
第 3 次	同第 1 次	单次 20% 总 65%	同第 2 次灌浆
第 4 次	同第 1 次	单次 20% 总 85%	同第 2 次灌浆
第 5 次	从下游向上游	单次 15% 总 100%	排除缝隙内可能存在的水和空气，至上游最高点排气孔喷出比重不小于 2.0 的浆液，停止灌浆

4 技术难点及解决措施

(1) 苏州河作为上海市重要的通航景观河，河道宽度超过 75m，故无法在河面架设临排，且该倒虹管无旁通备用管，施工断水难度非常大。

措施：通过协调上、下游泵站同时控制降水，商议每天停水约 10h；但由于白天、阴雨天泵站不能停水，故优选修复工艺，选择可随时中断施工、无需架设临排设施且可带少量水修复施工的 3S 模块工艺。

(2) 倒虹管上游检查井位于苏州河堤南岸，紧邻华阳公寓小区居民楼，下游井位于苏州河北岸光复西路，井口均较小。检查井 20m 半径范围内涉及房屋建筑、交通、绿化等，无开挖扩孔的条件；倒虹管道两端通过压力盖板检修孔与倒虹检查井连接，压力盖板孔尺寸约为 60cm60cm，倒虹管内抽水设备的安装、疏通和清淤、修复所需要的模块材料进入管道安装及作业人员进管施工等均受压力盖板孔的制约。

措施：优选施工工艺，选择井口在 60cm 时即可施工的 3S 模块工艺；优化施工流程，考虑井口尺寸小，施工难度大以及工期紧等因素，对现有施工装置、设备进行优化，首先选择体积小功率大的抽水设备；在材料选择上经过精确计算和多次试验后，创新地采用对内衬管不实施支护的条件下进行分层式灌浆。

(3) 施工井井口小，大口径气囊无法置入，对上游余水无法采用气囊临时封堵解决，故整体抽水时间较长。

措施：由于管道埋深深，扬程大，且用于排水的水管均需通过直径 60cm 的检查井口，经计算后根据试验结果配置水泵，采用 2 台 500m³/h 水泵与 2 台 350m³/h 水泵，确保倒虹管内余水抽空时间控制在 4h 左右。

(4) 该倒虹管埋设深度深，开通运行后未曾进行清淤养护，管内沉积和浮渣较多，淤积量大，沉积物以泥沙、小碎石和砖块为主；且因管道每日运行带来新的浮渣，清捞量非常大，管道内浮渣又需清除干净才能进行清淤作业，所用清捞时间长。

措施：在上游倒虹井内设置隔离网，集中浮渣后再进行清理；改造运输设备，采用模块化组装式淤泥管内运送设备，增加管道内运力。

(5) 因倒虹管口径大，高压冲洗车自动清洗无法清除管道上部的污垢。

措施：人工进入管道后握持高压冲洗设备冲洗表面，再敲除附着的酥松腐蚀层。

(6) 大口径、长距离倒虹管无法架设临排设施，又因井口较小，大口径气囊无法置入，无法对施工段上下游的 DN2000 管道进行气囊临时封堵，万一泵站调度出现问题，井下作业存在极大的淹溺安全风险。

措施：为防止施工过程中泵站溢流水进入作业管道，施工前在下游砌筑 50cm 的拦截坝，防止下游泵站回流水进入倒虹管；建立专人巡查机制，对每个泵站井位水位上升及溢流情况进行巡视并建立应急预案^[7]。

(7) 管道施工涉及有限空间作业，污水管道中存在硫化氢、甲烷等多种有毒气体，存在中毒、缺氧及爆炸等危险^[7]。

措施：下井作业前严格按照流程进行审批，现场进行强制通风，同时严格进行气体的检测与监测，确保施工人员正确穿戴劳保用品、采取及时有效的防护措施。

针对特大型倒虹管内衬修复过程中出现的施工难点，业主方与施工方做足预案，紧密配合，从改进施工技术措施和加强运行管理等多方入手，解决了实施过程中出现的各种困难和隐患，有效地保障了本次修复项目的顺利实施。

5 修复效果及流量分析

5.1 内衬管外观检测

修复后的 CCTV 电视检测显示，已修复的内衬管在整个被修复区域内连续、无凹凸，接缝严密，修复前后照片如图～图 4 所示。质检人员在管内目视及敲击，未发现空洞及未注满浆的现象。



图 3 修复前照片

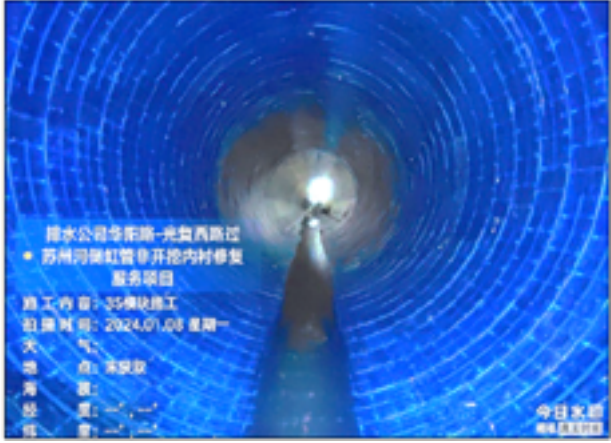


图 4 修复后照片

5.2 内衬管尺寸

对内衬管垂直和水平直径进行测量，每 10m 设置 1 个测点，检测结果如表 5 所示。经计算，修复后的平均直径约为 1840.5mm，满足修复后内径在 1830mm ~ 1850mm 范围内的设计要求。

表 3 灌浆材料性能

检测点 /m	水平直径 /mm	垂直直径 /mm	平均值 /mm	合格判定
2	1841.0	1840.0	1840.5	合格
12	1841.0	1840.0	1840.5	合格
22	1841.0	1840.0	1840.5	合格
32	1841.0	1840.0	1840.5	合格
42	1841.0	1840.0	1840.5	合格



52	1841.0	1840.0	1840.5	合格
62	1841.0	1840.0	1840.5	合格
72	1841.0	1840.0	1840.5	合格
82	1841.0	1840.0	1840.5	合格

5.3 过水流量分析

原钢筋混凝土管道的管径为 DN2000, 实施 3S 模块法内衬修复施工后管径为 DN1840。虽然管径减小, 但因修复采用 PVC 材料, 管壁光滑, 粗糙度系数为 0.009, 参照《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJ/T 210-2014)^[8] 的标准进行流量复核分析, 修复前后的过流比为 115.65%, 说明在内衬修复后过流能力反而有所提升。

6 结语

就本项目而言, 采用 3S 模块技术相较于采用其他工艺, 主体工程造价持平, 但从施工综合成本进行比较, 螺旋缠绕技术和不锈钢内衬技术由于受其技术特点的限制, 需要架设临排设施, 在整个施工期间需进行污水临排工作, 且需要对倒虹井井口扩孔及恢复, 从而会产生一定的费用。而 3S 模块修复工艺不需要临时排水设施, 整体经济效益优良。本项目考虑施工困难性及工期紧张等因素, 通过优化施工流程, 并经过精确计算和多次试验后, 创新性地采用在对内衬管不实施支护的条件下进行分层式灌浆, 节省了施工时间, 且灌浆效果良好。相关材料送至第三方测试后, 显示指标均达到上海非开挖修复相关技术标准的要求。

华阳路—光复西路污水倒虹管及附属检查井非开挖修复项目的顺利实施, 有效杜绝了因该管道腐蚀、破裂等原因可能导致污水泄漏从而污染苏州河水体乃至危及周边整体生态环境的隐患。项目的顺利完成, 也为今后对苏州河沿线其他过河倒虹管的养护与维修积累了十分宝贵的经验, 对类似工况条件下的特大管径倒虹排水管道修复具有十分重要的借鉴意义。

参考文献

- [1] 褚同伟. 非开挖管道修复技术在市政管道改造中的应用[J]. 城镇供水, 2018,(5):61-65.
- [2] DG/TJ08-2354-2021, 城镇排水管道非开挖修复技术标准[S].
- [3] GB/T 1040.2, 塑料—拉伸性能的测定—第2部分: 模塑和挤塑塑料的试验条件[S].
- [4] GB/T 1633, 热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定[S].
- [5] GB/T 50448, 水泥基灌浆材料应用技术规范[S].
- [6] 杨后军. 排水管道管片内衬法修复工程施工质量控制[J]. 城市道桥与防洪, 2023(12):170-174+180+25-26.
- [7] 张盈秋, 王丰, 杨万航. 螺旋缠绕法用于超大口径排水管道非开挖修复[J]. 中国给水排水, 2022,38(6):5-9.
- [8] CJJ/T 210-2014, 城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程[S].

长距离硬岩—顶盾顶进施工案例

安徽远足建设有限公司

一、工程概况

雷锋水厂位于绕城高速黄花塘立交桥西南侧，规划规模 60 万吨 / 天，原水采用湘江水源。目前雷锋水厂仅用作城区配水，一期设计规模 15 万吨 / 天（目前清水来自银盆岭水厂，5 万吨 / 天），占地面积 12.27 公顷。厂内已预留 60 万吨 / 天的常规及深度处理、排泥水处理等构筑物用地。长沙市河西區现状供水总规模 70 万吨 / 天，供水规模已不能满足片区用水要求。且三座水厂（洋湖水厂、银盆岭水厂、望城水厂）均靠近湘江沿岸，与河西副中心距离已达 20 公里左右，随着城市进一步向西发展，仅依靠沿江水厂向雷锋水厂转输再由其配水的模式，供水安全风险已愈发突出。从城市规划整体格局上考虑，将位于河西副中心核心区内的雷锋水厂由配水厂调整为净水厂，是对城区供水体系的强有力补充。雷锋水厂原水管线工程 II 标段主要包括顶管施工、顶盾施工以及明挖施工三种工艺，其中顶管施工全长约 4.1km，管径 2200mm；顶盾施工约 2.4km，混凝土管节外径 3550mm，内径 3000mm；管片外径 3460mm，内径 3000mm；明挖 162m。顶管工作井、接收井累计 30 座，隧道段始发井及接收井累计 3 座，包含围护结构、主体结构及顶管施工过程临时用电施工。

二、工程地质

长沙市岳麓区桃花岭隧道顶板与底板经过的围岩为⑦ 2-3 中风化细砂岩、⑦ 3-3 中风化石英砂岩、⑧ 2-2 强风化细砂岩、⑧ 2-3 中风化细砂岩、以及⑧ 3-3 中风化石英砂岩。岩土施工工程分级、围岩分级，围岩稳定性、均匀性隧道拟采用顶盾法施工，隧道洞身围岩岩土施工工程分级为 VI 级，隧道洞身经过范围围岩分级为 III ~ IV 级。未发现软土、溶（土）洞及破碎带等，地层稳定，围岩连续性较好。隧道段地下水类型主要为基岩裂隙水，由于隧道主要位于中风化岩层，属弱 ~ 中等透水性地层。山体段基岩富水性较差，部分钻孔钻探过程中存在漏水现象；山脚及山谷低洼处则富水性较好，水量充沛。基岩裂隙水对施工产生直接影响，施工过程中应采取有效措施，避免基岩裂隙水对施工的影响。

地下水勘察场地地下水按赋存方式主要分为上层滞水、潜水以及基岩裂隙水。隧道段基岩裂隙水主要存在于山脚处及山谷低洼地带，其含水量较丰富。从勘察资料分析，基岩强风化带岩芯破碎，岩芯呈碎块状、块状；基岩中风化带岩石风化裂隙较发育，岩芯呈柱状及少量块状，裂隙呈闭合状 ~ 微张开状，属弱 ~ 中等透水性地层。根据钻孔期间简易水位观，上层滞水初见水位埋深约 5.5 ~ 6.4m，相当于标高为 31.95 ~ 41.71m；局部圆砾层初见水位埋深约 6.3 ~ 7.2m，相当于标高为 29.16 ~ 31.99m；混合地下水稳定水位埋深约 3.80 ~ 20.4m，相当于标高为 28.37 ~ 67.99m，地下水位变化幅度约为 2 ~ 4m。



三、工程重难点

1. 区间主要穿越中风化砂岩 / 石英砂岩，强度较高，其中⑧ 3-3 中风化石英砂岩饱和单轴抗压强度最高达 164.2MPa，为坚硬岩，要求设备满足破岩能力。区间主要穿越Ⅲ级围岩，预计裂隙水赋存条件总体为中度。地面低洼及浅埋深区 段可能发育裂隙水。
2. 地层石英颗粒含量较大，对刀盘、刀具磨损大。
3. 这段隧道顶进单区间距离长 (1600 米)，直径小，施工难度高。

四、施工方案

1. 顶盾设备选型

顶盾机是在机械式顶管的刀盘后侧，设置一道封闭隔板。隔板与刀盘间的空间定名为泥水舱，把水、粘土及其添加剂混合制成的泥水，经输送管道压入泥水舱，待泥水充满整个泥水舱，并具有一定压力，形成泥水压力室。通过泥水的加压作用和压力保持机构，能够维持开挖工作面的稳定。设备顶进时，旋转刀盘切削下来的土砂经搅拌装置搅拌后形成高浓度泥水，用流体输送方式送到地面泥水分离系统，将渣土、水分离后重新送回泥水舱。

2. 推进方式分为两种：

1) 顶管模式

设备的初始顶进模式，利用安装在工作井内的推进油缸和安装在管节中间的中继间提供设备前进动力，初始以工作井后壁为反力墙，推动顶管模式管节和机头共同前进，顶进距离越长阻力越大，当顶推力达到管节许用顶力 80% 时开始启用中继间分段顶进。

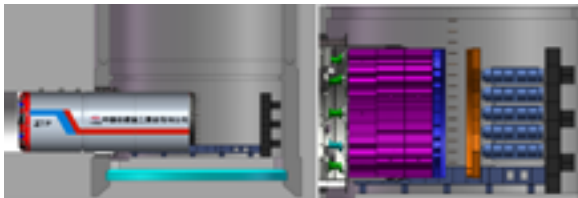
2) 盾构模式

当顶管模式无法继续顶进或者因启用中继间过多导致效率低下时开始启用盾构模式顶进，盾构模式顶推方式与常规盾构机一致，以安装好的管节和拼装好的盾构管片为反支撑，利用安装在主机内部的推进油缸推动主机前进，顶进阻力不受施工距离限制。

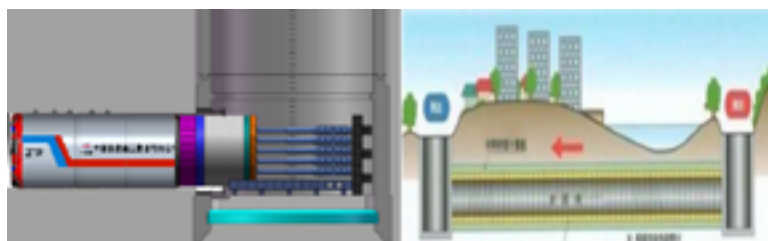
五、重点技术内容

1. 顶盾机施工工序

- 1) 顶盾机采用顶管模式分体始发，直到主机在井下组装完成。
- 2) 初始管片，保证管片接口在盾尾外部，然后在管片接口上安装管节转换装置。



- 3) 在管节转换装置后部安装管节，采用顶管模式开始顶进施工。
- 4) 若推进阻力较小，启用中继间数量少，施工效率可满足工程需要，则利用此方法继续推进，直至整个隧道贯通。



5) 若顶管工艺各项参数达到极限, 将设备切换至盾构机模式顶进, 直至整个隧道贯通。



六、案例施工图片



刀具更换

管片拼装

电瓶车运输轨道

管节设置掏渣孔作用: 在顶进中因细小碎石颗粒聚集在管节底部而造成管节上浮蹭顶, 致使顶部摩擦力过大从而增大推力, 所以定期放水打开掏渣孔清洗管节底部沉渣有利于姿态控制及推力的把控。



七、结束语

努力拼搏, 奋力进取, 力争成为非开挖顶管施工行业的典范一直是安徽远足的前进方向和不懈努力的目标。未来, 安徽远足将倾力为社会奉献更多精品工程, 品牌工程, 为客户创造更多的市场价值。前进的安徽远足, 我们期待与您同行! 本工程的顺利实施, 为类似工程的施工提供了宝贵经验, 具有一定地借鉴意义。



穿黄段 EPC 总承包施工案例

霍立平

新地能源工程技术有限公司

一、工程概况

宁夏平罗工业园区红崖子园天然气管道基础设施提升工程（穿黄段）EPC 总承包，包括勘察设计、竣工图制作、防洪影响评价、穿黄施工手续办理、施工期防汛（防凌）应急度汛预案、河势观测、材料采购、工程施工、施工质量、进度、总协调、总集成、组织验收和交付、竣工结算、成果文件归档、备案、直至竣工验收合格和环保验收合格等。

线路全长 5.2km，管径为 $\phi 273 \times 10\text{mm}$ ，材质 L360N，设计压力为 4.0MPa，压力管道等级为 GA1 级，采用水平定向钻两钻进行穿越，分别为 2020 米、3327 米，穿越深度 32m。660 吨与 360 吨两台钻机配合施工，两钻穿越之间在距离地面 9.5 米深位置，采用深基坑开挖后进行两钻管道连接。



图 1 黄河穿越路由图及基坑连接放大图



图 2 穿越位置全景

二、工程重点难点

穿黄段有穿越超长距离、地质条件差、距离长不返浆等诸多困难，两钻在黄河冲刷线下开挖深基坑，在地面下 9.5 米，进行管道连头。

三、施工方案重点技术措施

1、一号钻穿越

宁夏平罗穿越黄河项目一号钻，长度 2020 米，管径 273mm，采用 DDW360 钻机进行施工，经过导向、 $\phi 450\text{mm}$ 扩孔、 $\phi 450\text{mm}$ 两次洗孔后顺利回拖。



图 3 一号钻顺利回拖



图 4 一号钻正在回拖



图 5 DDW-360 吨钻机正在拖管



图 6 一号钻管道回拖作业带

2、二号钻穿越

二号钻穿越，长度 3327 米，主钻机采用 DDW-800 吨，辅助钻机采用 DDW-360 钻机，采用导向采用对接技术，历时 26 天导向孔贯通。



图 7 主钻机 DDW-800 钻机施工作业场地全景



图 8 辅助钻机 DDW-360 钻机施工作业场地全景



图 9 导向对接成功

导向对接成功后，进行两台钻机同步协调扩 $\phi 450\text{mm}$ 孔、 $\phi 450\text{mm}$ 两次洗孔后，进行管道回拖。历时 31 个小时，管道二接一，顺利回拖成功。

整体施工时长 49 天，并创造了国内水平定向钻穿越黄河最长纪录。



图 10 DWW-800 钻机正在回拖管道



图 11 二号钻管道回拖全景

3、深基坑连头



图 12 一号钻、二号钻基坑连接示意图

两钻回拖完成后进行基坑连头施工。

基坑为一次平台放坡、开挖基坑（一层平台，平台深 1.5 米），平台下基坑面积约为 108 m^2 ，基坑长 18m、宽 6m，其中基坑开挖深度 1.5m，钢板桩支护深度 8m，基坑总深度 9.5m。

支护方式：15m 拉森钢板桩 + 支护 + 轻型井点降水井。

井位地质主要涉及 1 层素填土、3 层粉砂层、4 层强风化。

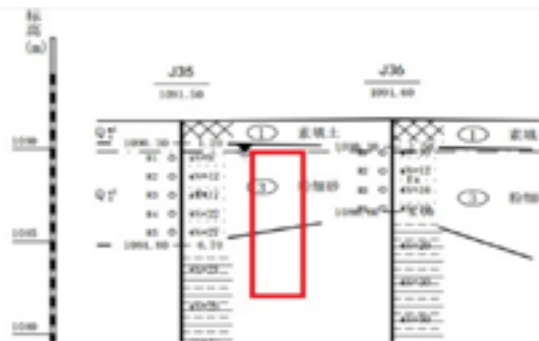


图 13 基坑开挖地质图

本工程地下水位较高，需采取井点降水施工。



图 14 现场打降水井

基坑总深度约为 9.5m，基坑开挖以及支护型式如下首先将周边场地整平，位置满足现场施工需求，然后定位、放线、将一层基坑开挖，第一层开挖基坑深 1.5m（挖至 -1.5m），基坑上口尺寸 27m*15m，下口尺寸 24m*12m，开挖坡度 1:1，修筑好边坡、施工平台、排水沟，预留好施工运土通道以及修筑临时施工便道，保障出土的顺利实施。

基坑深度挖至 -1.5m 以后，沿着井位基坑尺寸 18m*6m 施工 15m 长拉森 IV 型钢板桩支护，钢板桩锁扣全部互咬，施工时保证拉森桩的垂直度，基坑顶部（桩顶）下 0.5m（-2m 处）设置一道水平钢支撑，支撑采用 D609*16 钢管，钢支撑水平间距 6.5m，共设 2 道钢管支撑，钢板桩内测水平围檩支撑以及拐角围檩支撑全部采用 HW400x400x13x21H 型钢。第二道钢支撑设置在基坑顶部（桩顶）下 4m（-6m 处）在设置钢支撑及围檩支撑，做法同第一道支撑、围檩。



图 15 打卡森钢板桩支护



图 16 基坑开挖

基坑竖向分层、水平方向全断面开挖。开挖严格按照设计要求进行，不得超挖。基底以上 300mm 处至基底之间的土体应采用人工挖掘方式施工。至上而下开挖，同时每个工作面配置 1 台普通挖机、1 台长臂挖机及 4 台渣土车，将渣土运送至指定土场。

基坑开挖竖向根据设计基底进行分层开挖，每层开挖考虑施工方便，第一层至 -2m 米安装支撑及围檩，第二层下挖至 -6 米处安装支撑及围檩，挖至基坑底标高上 300mm，人工清槽。

基坑内管道上、下游预留门洞处因钢板桩施工深度 -8m，该处应人工配合机械清理管道底部多余土方。

管道裸露出来后，切除多余管道，进行两钻基坑内管道连头施工。



图 17 基坑内管道连头

管道连接完成后回填基坑，恢复地貌。

四、结束语

在该项目上项目全体参建人员克服大西北高温炎热天气，以及极端暴雨的不利条件下，施工人员始终斗志高昂，24小时不间断连续施工，充分展现了新地人吃苦耐劳，能打胜仗的优良品质，获得了地方政府、业主单位等外界朋友高度认可。



图 18 建设单位为穿黄项目颁发锦旗

宁夏德泓燃气发展有限责任公司

表扬信

新地能源工程技术有限公司：

在宁夏平罗工业园区红崖子园天然气管道基础设施提升工程（穿黄段）EPC项目推进历程中，贵公司凭借卓越的专业素养与坚韧不拔的实干精神，铸就了令人瞩目的斐然佳绩，在此，谨致以诚挚敬意与衷心感谢。

自今年4月新地项目部正式进驻项目现场伊始，面对繁杂且严苛的黄河穿越手续办理流程，贵公司团队凭借敏锐的政策把控能力与高效的执行效率，积极协调各方资源，成功办结黄河穿越相关手续。

施工阶段，天公不作美，数次遭遇罕见暴雨侵袭，然贵公司秉持未雨绸缪之先见，早在项目规划初期便精心筹备，制定详尽且极具实操性的应急预案。当暴雨如注，有条不紊地调度人力、物力，灵活调整施工安排，以科学应对策略和果敢行动力，将不利天气因素的负面影响降至最低限度，促成项目提前交付，充分诠释了贵公司在复杂工况下卓越的应变与抗风险实力。

尤为值得一提的是，在黄河穿越这一核心施工环节，一举实现一次性成功穿越黄河壮举，更以3327米的穿越长度刷新国内同类型工程最长纪录，在行业内树起一座熠熠生辉的技术标杆，展现出贵公司强大的技术攻坚与创新突破能力。同时，工程会、工匠会以及安全风险地图等创新软件，实现了施工过程的可视化管理、施工资源数字化调配、云端实时监控，深刻地

- 1 -

展示了数智化对行业发展的推动作用。

穿黄段作为整个项目的控制性咽喉工程，其顺利收官宛如关键棋局落定，为项目早日竣工投产注入强劲动力、筑牢稳固根基。贵公司于本项目全程所展现出的攻坚克难勇气、披荆斩棘气魄，淋漓尽致展现新地公司雄厚综合实力，无疑是行业典范。

再次对贵公司项目部全体同仁致以最深切的感恩与谢忱！

宁夏德泓燃气发展有限责任公司

2024年12月

图 19 建设单位发来表扬信

我公司在宁夏平罗穿越黄河 EPC 项目中被评为 2024 年优秀施工单位，由平罗县姜县长为我单位颁发奖牌。

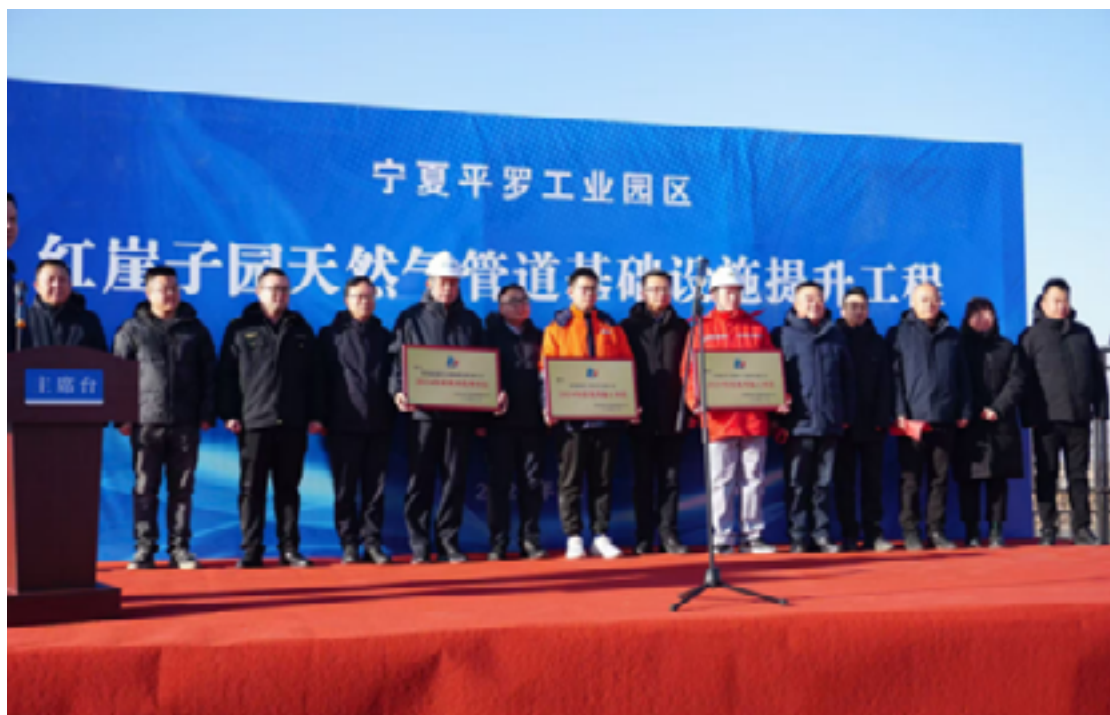


图 20 平罗县姜县长给我单位颁发优秀施工单位奖

该工程的顺利完工为我在超长距离导向对接、双钻机扩孔方面积累了丰富的施工经验，并储备了一大批管理技术人才，为我在后续开辟超长距离穿越市场奠定了基础。



破难攻坚，实力铸就辉煌！河南麟州建设的崛起之路

河南麟州建设工程有限公司

自 2015 年成立以来，河南麟州建设工程有限公司在建筑领域不断深耕，业务范围广泛，涵盖房屋建筑、市政公用、水利水电以及地基与基础工程等多个重要板块。历经多年的砥砺前行，公司已从成立之初的单一队伍，逐步发展壮大为拥有 12 支专业顶管施工队伍的综合型企业，具备设备维修、焊接及保养等多元能力，已然成为顶管施工领域的领军者。

如今，公司旗下拥有各类规格顶管设备共计 140 台，附属设备 233 套，能够全面覆盖各类管径的机械顶管施工需求，无论是小型管道铺设，还是大型市政工程中的大管径施工，都能精准应对。尤其是在穿越铁路、公路、河道等复杂环境下的高难度顶管施工领域，河南麟州凭借丰富的实践经验，成功完成了众多极具挑战性的项目，赢得了业界的高度认可与广泛赞誉。

人才是企业发展的核心动力，河南麟州建设工程有限公司现有员工 200 余名，人才结构合理，涵盖项目负责人、顶管机手、技术员、安全员、焊工、电工、指挥工等各个关键岗位。这些专业人才不仅具备扎实的理论知识，更在长期的实践中积累了丰富的经验，他们以高度的责任心和专业素养，为公司的每一个项目保驾护航。凭借专业的人才团队和先进的设备，公司有幸与众多央企、国企携手合作，共同参与了包括南水北调、黄水东调、引江济淮、国家电网等在内的多项国家级重大工程项目，在国家基础设施建设中发挥了重要作用。

案例一：穿越北汝河顶管工程

（一）项目背景与挑战

前坪水库灌区工程作为国家和河南省“十四五”规划实施的重点项目意义非凡。它肩负着为当地农业灌溉和城镇供水的重任，对于促进区域经济发展、保障民生起着关键作用。而穿越北汝河顶管工程，则是整个项目中的关键节点，其成功与否直接关系到整个灌区工程的顺利推进。

北汝河这条全长 250 公里，流域总面积 6080 平方公里的河流，蜿蜒流经多个县市，对当地的生态、经济和生活有着深远影响。然而，它也给顶管工程带来了诸多难题。该区域地质条件极为复杂，地层由第四系全系统冲、洪积物组成，其中的杂色卵石层，稍密—中密，粒径大小不一，含少量漂砾，且受人工采砂影响，地层扰动强烈，局部堆积筛余卵石、含漂石、孤石。地下水丰富，水位变化大，这不仅增加了施工的难度，还对施工安全构成了威胁。

面对如此复杂的地质和水文条件，每一个施工环节都充满了挑战，稍有不慎就可能导致工程延误、成本增加，甚至影响到整个项目的质量和安全。但河南麟州建设工程有限公司没有退缩，凭借着丰富的经验和专业的技术团队，毅然承担起了这个艰巨的任务。

（二）方案制定与技术攻关

在充分了解项目背景和面临的挑战后，河南麟州建设工程有限公司的技术团队迅速行动，开始制定详细的施工方案。经过多次现场勘查、数据分析和专家论证，最终确定采用泥水平衡顶管和地连墙方案。泥水

平衡顶管法，利用含有一定量黏土的泥水充满掘进机的泥水仓，使其保持一定压力，以平衡土体压力加地下水压力，具有双重平衡功能，能有效应对复杂地层。地连墙则用于工作井和接收井的建设，增强井壁的稳定性，防止坍塌。

在施工过程中，各种技术难题接踵而至。地层扰动导致的土体不稳定，使得顶管机头的选型和工艺参数的选择变得异常困难。刀具磨损严重，频繁更换刀具不仅影响施工进度，还增加了成本。压力平衡难以维持，机头前仓压力过大，给施工带来了安全隐患。针对这些问题，公司技术团队积极开展技术攻关。调整泥浆净化装置，将 E-250 型更换为 ZX-250 型，显著提高了泥浆分离效果和出渣效率。邀请顶管厂家针对地质情况对机头滚刀、刮刀进行特殊设计，提高了刀具的使用寿命，减少了更换刀头的次数。安排专人及时跟踪掌握北汝河河道水位，根据水位变化及时调整设备顶力及速率，确保了压力平衡。

每一项技术措施的实施，都凝聚着技术团队的智慧和汗水。他们日夜坚守在施工现场，不断尝试新的方法和技术，只为确保工程能够顺利进行。正是这种勇于探索、敢于创新的精神，使得公司在面对复杂技术难题时能够迎刃而解。

（三）施工过程与困难克服

施工过程中，每一个环节都严格按照方案进行。工作井和接收井的建设是整个工程的基础，其质量直接影响到后续顶管施工的安全和顺利进行。公司采用地连墙形式，地连墙为 C30W6F150 钢筋混凝土，采用“两钻一挖”方式施工，在地连墙接缝采用两根直径 0.8m 高压旋喷桩咬合止水，确保了井壁的稳定性和防水性。在建设过程中，遇到了地层复杂、岩石坚硬等问题，施工进度一度受到影响。但公司通过调整施工设备和工艺，采用旋挖钻机结合抓槽机的方式，根据地质情况变化采用不同钻挖方式，成功克服了这些问题，加快了施工进度。

顶管机的推进是整个工程的核心环节。“一局前进号”顶管机肩负着打通北汝河的重任，在推进过程中，遇到了各种突发问题。其中，退管现象尤为棘手。凡是涉及穿越水位水量较大的河流时，大部分顶管都会遇见退管现象。北汝河河床地下水较为丰富，水量充盈，JPCCP 管材接缝为承插口柔性连接，所使用的管材使用双道胶圈密封，胶圈的厚度一般为 1.8cm，在安装至插口后，双道胶圈所含有的弹性可能会在外界水压的挤压下造成退管。此外，与管材外侧触变泥浆的压力过大可能有一定关系，当外界触变泥浆压力过大时可能会与外界水同时对管材管缝造成挤压，从而出现退管现象。北汝河顶管最后安装的管材退管与外界土体少量连接有一定关系，北汝河顶管的工作井使用地连墙作为工作井，该井井壁厚度为 1m，止水墙与法兰厚度 0.7m，千斤顶油缸顶进长度 3.5m（大顶 1.8m、小顶 1.7m），管材顶进到位之后外漏 1m，与外界土体仅仅接触 50cm。可以计算出最后一节管材基本位于止水墙与地连墙中，因外界都是触变泥浆与水，且与外界土体无任何摩擦挤压，管材极易造成后退现象。

面对退管问题，公司的技术人员和施工人员没有慌乱，他们迅速分析原因，制定解决方案。在已经顶进到位管材导轨两侧，将 4 节长度 10cm，厚度 2cm，宽度 3cm 钢板焊接至轨道之上，用来抵挡管材向后退管时的压力。在第二节管材下井对接时，先将管材放置在导轨之上，使用千斤顶油缸推至第一节管材止退钢板后方，此时两节的管材之间的距离小于 2cm，发生退管也不会造成管缝缝隙过大造成漏压漏水现象，将止退钢板从导轨上切割掉，再由油缸将第二节管材顶进到位，完成管材对接。通过这些措施，成功解决了退管问题，确保了顶管施工的顺利进行。

（四）项目成果与意义

经过 89 个日夜的奋力拼搏，2023 年 10 月 27 日，随着岩石顶管机“一局前进号”冲出洞口，穿越北



汝河顶管工程顺利贯通。这一刻，标志着河南麟州建设工程有限公司在这个艰巨的项目中取得了圆满成功。

该工程的成功，不仅为前坪水库灌区工程的顺利推进奠定了坚实基础，也在技术创新和行业示范方面具有重要意义。在技术创新方面，公司在富水砂卵石地层的工作井（接收井）施工技术和顶管工程施工技术上取得了突破。传统的沉井工艺在这种地层条件下存在诸多缺陷，而公司采用的地下连续墙工艺，机械化程度高，安全有保证，施工效率较高，虽然工程造价高，但为类似地层的施工提供了新的思路和方法。在顶管工程施工技术方面，采用的泥水平衡施工工艺，成功穿越了北汝河，为类似项目提供了宝贵的经验。

从行业示范角度来看，该工程的顺利完成，展示了河南麟州建设工程有限公司在复杂地质条件下进行顶管施工的能力和实力，为行业内其他企业树立了榜样。它证明了只要有专业的技术团队、先进的施工设备和勇于创新的精神，就能够克服各种困难，完成看似不可能完成的任务。同时，也为推动顶管施工技术的发展和應用，促进建筑行业的进步做出了积极贡献。

案例二：3# 隧洞超长距离硬岩顶管工程

（一）项目概况与难点

3# 隧洞位于前坪水库灌区北干管汝阳供水工程，是整个供水工程中的关键控制性工程。它的建设对于实现汝阳城区及沿线乡镇的安全饮水、开发区企业生产用水和农业灌溉用水至关重要，直接关系到区域经济的可持续发展和民生福祉的改善。

这条隧洞全长 1535m，坡降 1/909，为圆形有压洞，施工采用泥水平衡硬岩顶管机，开挖直径 2.56m，顶进管材为 K9 级 DN2200 球墨铸铁管，接口为 K2T 型。从地理位置上看，它上接练溪寺沟倒虹吸，穿越紫罗山后于陈家沟村出洞，最大埋深 157m。施工过程中，需要穿越重粉质壤土及砂卵石、石英砂岩、安山岩、F40 断层带（宽 20.9m）、f9 断层带（宽 19m）、碎石夹重粉质壤土等复杂地质条件。其中石英砂岩段约 700m，安山岩段约 590m，隧洞沿线地下水类型总体以基岩裂隙水为主，除进出口外，洞身大部分位于地下水位以下。

如此复杂的地质条件和超长的顶进距离，给施工带来了前所未有的挑战。在穿越石英砂岩和安山岩等硬岩地层时，对顶管机的刀具磨损极大，需要频繁更换刀具，这不仅增加了施工成本，还严重影响了施工进度。而在穿越断层带时，地层的不稳定容易导致坍塌、涌水等事故，对施工安全构成了巨大威胁。超长距离顶进过程中，顶管机的姿态控制、顶力传递、泥浆减阻等技术难题也亟待解决。每一个挑战都像是一座难以逾越的高山，横亘在河南麟州建设工程有限公司的面前。但公司凭借着丰富的经验和坚定的决心，毅然承担起了这个艰巨的任务，决心征服这座“高山”。

（二）技术保障与创新

面对诸多挑战，河南麟州建设工程有限公司联合设备供应商，为 3# 隧洞量身打造了“前坪号”泥水平衡硬岩顶管机，这台顶管机宛如一位装备精良的“战士”，具备了穿越复杂地质条件下超长距离地下工程掘进的强大能力。它搭载了多项先进技术，小直径硬岩复合刀盘技术，能够有效破碎硬岩，提高掘进效率；二次变位剪切破碎技术，针对复杂地层中的岩石，通过独特的剪切方式，实现高效破碎；小尺寸、大扭矩、高转速驱动技术，为顶管机提供了强大的动力，使其能够在坚硬的岩石中稳步推进；超长距离协同联动顶推技术，确保了顶管机在超长距离顶进过程中，各部分能够协同工作，稳定地传递顶力；封浆以及长距离减摩技术，则有效解决了泥浆泄漏和管壁摩擦阻力大的问题，保证了施工的顺利进行。

为了提高刀具的耐磨损、抗冲击性能，公司对刀具结构进行了优化改进。“前坪号”顶管机采用复合

式刀盘，配备 12.5 寸刀具滚刀 13 把、24 把刮刀、8 把边刮刀。项目部根据以往施工经验，在刀盘开挖外径位置增加 4 把保径撕裂刀，刀盘正面增加 9 把撕裂刀，以保证在边滚刀、中心滚刀磨损、失效后，保径撕裂刀和中心撕裂刀能保护刀盘不磨损。同时，将分体式滚刀改为一体轴式结构，减少因滚刀受力面对密封失效的影响；轴径加大后，刀轴的刚性提高，增加了整体滚刀的稳定性。镶齿滚刀母体两侧及合金之间敷焊金属陶瓷耐磨层，使其具有优越的耐磨损、抗冲击性能。这些改进措施，大大提高了刀具的使用寿命，减少了更换刀具的次数，为施工的顺利进行提供了有力保障。

在管段之间合理设置中继间，是解决超长距离主顶顶力不足的关键举措。公司在 3# 隧洞顶进管道长度方向上分成 8 个顶进区间，并在每个区间设置一个中继间。依次启用顶推装置→1# 中继间→2# 中继间……，并使之形成联动，有效提高了施工效率。中继间的设置，就像是给顶管机安装了多个“助推器”，让它能够在超长距离的顶进过程中保持稳定的顶力，顺利完成掘进任务。

此外，公司还针对超长距离岩石顶管在顶进过程中可能出现的卡盾、返渣问题，进行了针对性的优化设计。通过在顶管机上设置水冲刷口、封浆装置、收渣口，实现“一冲、二封、三收”，有效解决了卡盾和返渣问题。在超长距离硬岩顶管顶进过程中，通过向管外壁压注触变泥浆，形成泥浆套来降低管外壁与岩体之间的摩擦阻力，施工过程中贯彻同步压浆和沿线补浆相结合的原则，工具管尾部的压浆孔要及时有效地进行跟踪补浆，确保能形成完整有效的泥浆套。施工中严格遵守“先压后顶，随顶随注，及时补浆”原则，通过分析地层与顶进参数变化，及时调整触变泥浆比重及粘度，确保泥浆减阻效果的最大化。

为了确保顶管机的掘进精度，公司引入了自动导向测量技术。这种技术可对测量目标进行长时间的自动跟踪测量，能够高精度快速地自动连续测量，直接给出机头姿态的全部参数，具有实时性、快速性、简单性、精确性、稳定性。与传统测量方法相比，它有效避免了激光信号弱、受湿度和温度影响大、转站次数多、精度低等问题，为“前坪号”顶管机的精准掘进提供了可靠保障。这些技术保障和创新举措，充分展示了河南麟州建设工程有限公司在技术研发和应用方面的实力，为 3# 隧洞的顺利贯通奠定了坚实的技术基础。

（三）施工历程与挑战应对

3# 隧洞顶管工程自 2023 年 7 月 14 日开始顶进，至 2024 年 2 月 13 日结束，历时 214 天，共掘进 1535m，安装球墨铸铁管 255 节，平均日进尺 7.15m，最大日进尺 18.76m。在这漫长的施工过程中，每一个阶段都充满了挑战。

施工初期，顶管机在穿越重粉质壤土及砂卵石地层时，由于地层的松散和不均匀，顶管机的姿态控制成为了首要难题。顶管机稍有偏差，就可能导致管道轴线偏移，影响后续施工。为了解决这个问题，技术人员时刻关注自动导向测量系统的数据，根据测量结果及时调整顶管机的推进方向和速度，确保顶管机沿着预定的轨迹前进。他们日夜坚守在施工现场，不放过任何一个细节，每一次调整都经过精确计算，力求将偏差控制在最小范围内。

在穿越石英砂岩和安山岩等硬岩地层时，刀具磨损严重的问题凸显出来。按照正常的磨损速度，刀具需要频繁更换，这将大大影响施工进度。技术团队经过反复研究和试验，调整了顶管机的掘进参数，优化了刀具的切削角度和切削速度，同时加强了对刀具的润滑和冷却措施。通过这些措施，刀具的磨损速度得到了有效控制，更换刀具的次数明显减少，施工进度得以加快。

穿越断层带时，更是施工过程中的关键考验。F40 断层带和 f9 断层带宽度较大，地层破碎，地下水丰富，随时可能发生坍塌和涌水事故。为了确保施工安全，公司制定了详细的应急预案，提前准备了充足的抢险物资和设备。在施工过程中，加强了对断层带的监测，采用超前地质预报技术，提前了解断层带的地质情况。



同时，对顶管机的推进速度和顶力进行了严格控制，避免因顶进过快或顶力过大引发事故。当遇到局部坍塌时，立即停止顶进，采用注浆加固等措施进行处理，确保了施工的安全顺利进行。

在整个施工过程中，触变泥浆的控制也是一个关键环节。由于地层的变化和施工条件的不同，触变泥浆的比重和粘度需要不断调整。技术人员根据地层与顶进参数的变化，实时监测泥浆的性能，及时调整泥浆的配方和注浆压力。他们通过多次试验和数据分析，总结出了一套适合不同地层条件的泥浆控制方法，确保了泥浆套的稳定性和减阻效果，为顶管机的顺利推进提供了有力支持。

（四）项目影响与价值

2024年2月13日晚，随着“前坪号”顶管机破土而出，3#隧洞顺利贯通，这一时刻标志着河南麟州建设工程有限公司在这个项目中取得了辉煌的胜利。该工程的顺利贯通，不仅为前坪水库灌区北干管汝阳供水工程的早日建成通水奠定了坚实基础，也在行业内产生了深远的影响。

从技术创新角度来看，3#隧洞硬岩顶管施工技术在在前坪灌区输水线路上的应用，填补了河南水利超长距离硬岩顶管地下暗挖工程施工的空白。同钻爆法相比，它解决了钻爆法会产生大量噪声、振动和粉尘，施工进度受火工产品供应约束，小洞径机械化程度低等问题。施工工效是钻爆法的4.8倍，施工成本与钻爆法相比有所降低。这种创新的施工技术，为复杂地层小直径隧道机械化掘进积累了宝贵的实践经验，推动了行业技术的进步，为后续类似工程的建设提供了重要的参考和借鉴。

从社会效益方面来看，3#隧洞的贯通，加快了前坪水库灌区工程的建设步伐，该工程建成后，每年可供水4580万立方，能够解决汝阳城区及沿线8个乡镇约30万人的安全饮水、开发区企业生产用水和3.5万亩农业灌溉用水问题，对保证城市供水、工业发展和农业灌溉安全性及保证率具有重大意义。它将为当地的经济发展注入强大动力，改善人民的生活质量，促进区域的可持续发展。

河南麟州建设工程有限公司在3#隧洞超长距离硬岩顶管工程中的出色表现，展示了其在复杂地质条件下进行大型工程施工的卓越能力和技术实力。公司凭借专业的技术团队、先进的施工设备和勇于创新的精神，克服了重重困难，为行业树立了标杆，也为自身的发展赢得了良好的声誉和广阔的前景。

河南麟州建设的精神与未来

在穿越北汝河顶管工程和3#隧洞超长距离硬岩顶管工程这两个极具挑战性的项目中，河南麟州建设工程有限公司展现出了令人钦佩的精神品质和强大的技术实力。面对复杂的地质条件、恶劣的施工环境以及诸多技术难题，公司全体员工没有丝毫退缩，始终保持着坚定的信念和顽强的斗志。他们深入研究每一个技术细节，不断尝试新的方法和工艺，凭借着丰富的经验和卓越的智慧，成功攻克了一个又一个难关。这种勇于克服困难、不断创新的精神，已经深深融入到公司的企业文化中，成为公司发展的核心动力。

展望未来，河南麟州建设工程有限公司将继续发挥自身在技术、人才和设备方面的优势，积极参与更多重大项目的建设。随着国家对基础设施建设的持续投入，以及城市化进程的不断加快，工程建设领域迎来了广阔的发展空间。公司将紧紧抓住这一历史机遇，不断提升自身的核心竞争力，在房屋建筑、市政公用、水利水电等领域持续发力，为国家的建设事业贡献更多的力量。同时，公司也将不断加大在技术研发和创新方面的投入，紧跟行业发展趋势，积极探索新技术、新工艺、新材料的应用，努力提升工程建设的质量和效率，为客户提供更加优质、高效的服务。相信在全体员工的共同努力下，河南麟州建设工程有限公司必将在未来的发展中创造更加辉煌的业绩，书写更加精彩的篇章。

长江定向钻泥岩、砂岩长距离施工案例

霍立平

新地能源工程技术有限公司

一、工程概况

南川—两江新区天然气输气管道工程项目（二期）三标段长江定向钻工程，设计压力为 6.3MPa，管径为 D406.4mm。定向钻穿越长江段水平长度 2580.9m，实际长度 2616.8m。



图 1 穿越位置图

入土点角度 19° ，入土点标高 205.5m；穿越长江底部水平段管底标高 59m；出土点角度 11° ，出土点标高 200.11m；穿越最大高差 146.5m。

穿越管线途径长江泥岩砂岩互层下方，与长江底部最小间距有 84.66m。长江正常蓄水时水位一般在 175.5m，穿越管线距江面最深处为 116.5m。

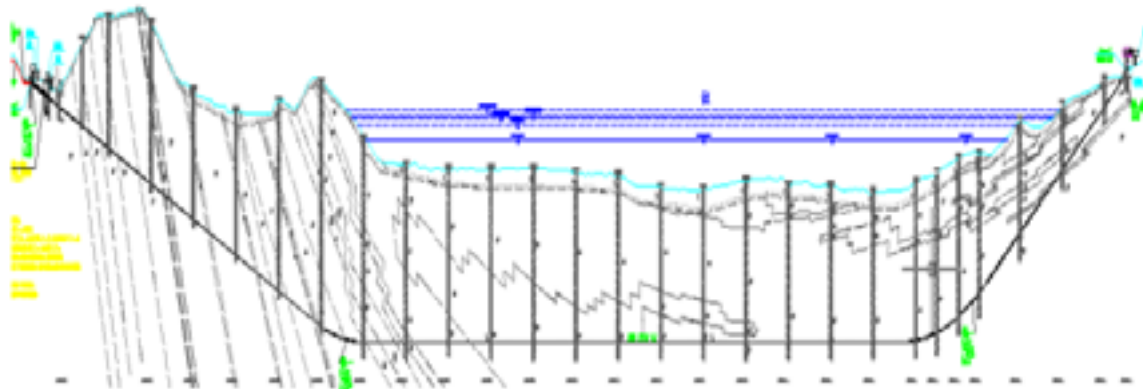


图 2 穿越断面图



二、工程重点难点

1、场地位于长江河谷地带，沿穿越管线轴线地形总体呈“U”字形分布，两端高，中部长江河谷低，穿越进场困难需要修筑进场便道，需要开山修筑施工作业场地。

2、穿越距离长，长度 2616.8m 导向方向不易控制，采用导向孔对接完成导向孔对接。

3、穿越深度深 146.5 米，目前为江河类穿越最深记录，采用两台钻机同步协调完成扩孔。

4、场地回拖受限，管道回拖采用弹性敷设、四节一回拖，正式回拖前进行模拟试回拖，试回拖完成后进行正式回拖。

5、穿越表层为冲积层卵石土、冲洪积层粉质粘土、残坡积粉质粘土组成，主要穿越泥岩、砂岩，泥岩砂岩互层，地层变化频繁。

三、施工方案重点技术措施

1 施工现场及作业带清理

长江定向钻穿越入土段位于重庆市渝北区洛碛镇场镇东侧，入土侧落差较大，从洛青路化工厂门口到穿越现场高差达 33 米。

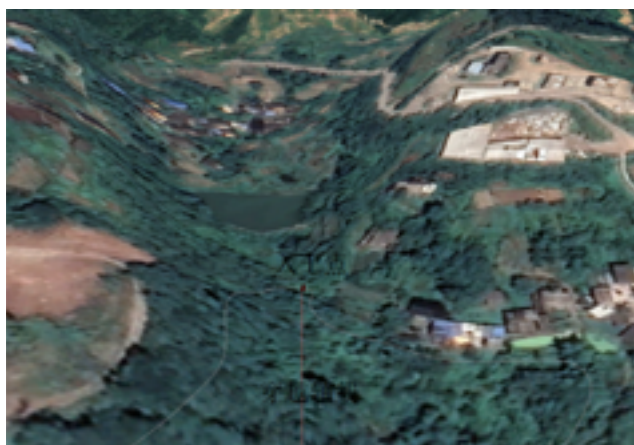


图 3 入土点位置及穿越轴线图

公路到入土点场地，需修筑施工便道长 315m 宽 6m 便道。其中 50 米，在原道路的基础上拓宽。85 米需借道旧化工厂厂区道路。180 米，从化工厂修筑到定向钻入土点场地，此段落差较大，路基铺设 1m 厚毛石基础，再铺设 0.3m 厚碎石垫层进行压实铺平。



图 4 入土点修筑进场道路航拍图

因入土侧穿越场地受限，钻机中心线后边为进场道路和水塘，长江段穿越水平长度 2580.9m 变更为 2569m，实际长度由 2616.8m 变更为 2602m。



图 5 入土点场地修筑航拍图

定向钻出土点场地需削方降坡处理，削方降坡后落差较大要进行边坡加固处理。平整场地需挖方 5808m³，土方外运 5808m³。场地平整后，铺设 0.3m 厚碎石；场地内道路先铺设 1m 厚毛石、再铺设 0.3m 厚碎石找平。

管线预制作业带四接一。



图 6 出土点场地及管道预制场地图



图 7 出土点场地布置图



2 导向对接

主钻机 660 吨先钻导向孔，钻头进入岩石后，对表层残坡积粉质粘土层正推扩孔后下 $\phi 406$ 套管，以便于长距离力的传递及泥浆顺利返出。



图 8 入土点套钻 $\phi 405\text{mm}$ 套管图

辅助钻机一侧离公路距离较近，在冲积层卵石土冲洪积层粉质粘土地层夯进 $\phi 1016\text{mm}$ 套管，在 $\phi 1016$ 套管中安装中 $\phi 325\text{mm}$ 导向套管后开钻。

图9 出土点旁 $\phi 1016$ 套管下 $\phi 325\text{mm}$ 中心套管图

两钻头相聚 80 米时，开始对接，逐步调整偏差。对接过程，克服穿越较深、马达干扰磁场数据、江面通航不能磁场定位、江边停船磁场干扰、等诸多方面影响，一次对接成功。

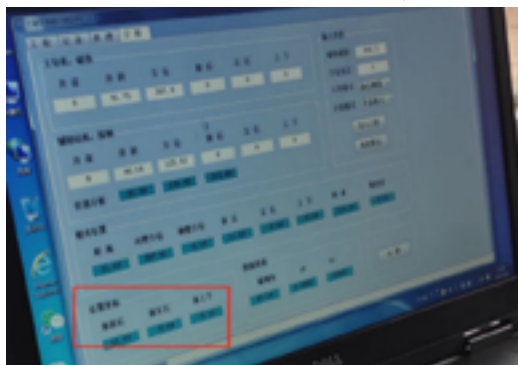


图10 导向对接 PC 端操作界面

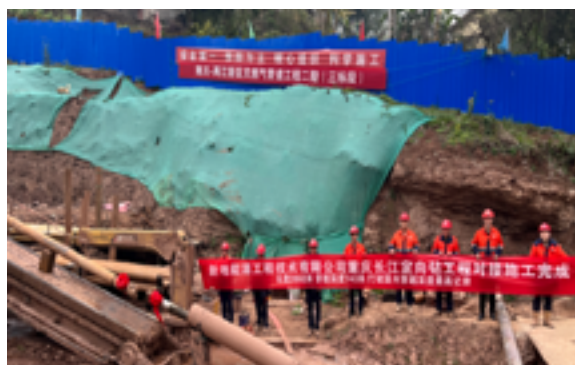


图11 导向对接成功

3 两台钻机同步协调扩孔

第一级采用 $\phi 450\text{mm}$ 常规拉扩，由于穿越深度深、距离长，导向完成后空转钻杆扭矩 7 万牛米， $\phi 450\text{mm}$ 扩孔过程中，扭矩长期维持在 9 万牛米，扩孔器旋转不均匀，而且波动很大，经常达到 10 万牛米以上。

第二级 $\phi 600\text{mm}$ 和第三级扩孔 $\phi 700\text{mm}$ 采用两台钻机同步协调扩孔工艺。采用双钻机扩孔工艺，主钻机扭矩为 5—6 万牛米，辅钻机扭矩为 2—3 万牛米，即可正常扩孔施工。

两台钻机负荷正常，转速平均由 25 转提高到 32 转，扩孔速度较单钻机时提高了 13% 以上。扩孔平稳进行，施工状况明显改善。

4 管道模拟回拖、四接一回拖

本工程因回拖场地限制，采用四接一方式进行回拖，每段长度约 660m。

由于长江定向钻属于特大型定向钻穿越工程，穿越距离长、穿越的深度大、出入角大，为了保证管道回拖一次成功，在正式回拖前进行试回拖。焊接机组将已光固化的 4 根管材进行焊接，待焊接完成后，在两端用封头进行焊接封堵。

将已完成焊接的 4 根管材进行试回拖，试回拖工序与正式回拖工序一致。

判断满足回拖条件依据：每小时大约回拖 80m，回拖过程中观察分析拉力、扭矩等参数的变化情况；查看试回拖管材防腐层损伤情况、管材变形情况；回拖过程中是否会出现卡管现象。



图 12 试回拖成功

根据以上情况判断是否满足回拖条件，满足回拖条件后方可正式回拖。



图 13 管道回拖中



图 14 管道回拖成功

四、结束语

长江定向钻穿越采用导向孔对接、两台钻机同步协调扩孔，刷新了国内江河水平定向钻穿越最深记录，再一次向行业展示了新地穿越专业技术能力。

新地能源值得信赖！



球墨铸铁顶管在非开挖工程中的应用及案例

福建台明铸管科技股份有限公司

一、产品概述

顶管技术简介：顶管技术，作为一种创新的地下管道建设方法，无需开挖地面。该技术借助顶管机推进管道，有效规避了传统开挖方式所带来的大面积破坏及繁琐的土方运输问题。

顶管技术在城市地下管道建设中得到了广泛应用，特别是在河流、高速公路、铁路等交通干线下方铺设管道时，其优势更加明显。顶管施工是一种地下管道施工方法。此工法无须进行全管线走向的地面开挖，只需开挖工作坑到指定深度，从坑底侧面开洞掘进，将管子以油压缸顶推进隧道洞内，达到管道铺设的目的；此工法能够穿越公路、铁路、河川、地上建筑物、地下结构物，以及各种地下管线，而无需拆除或移动上述对象，减少因征地、拆除建筑物而衍生的成本及工时。

球墨铸铁顶管性能简介：

(1) 管体能抵抗更强的外部压力。管体由球墨铸铁基材和厚 60 ~ 120mm 的高强钢筋混凝土外壳结合构成，高环向刚度使其比钢管等其他顶管更能抵抗外部压力。

(2) 管体可承受大顶推力。管材结构决定了管体有较大的刚度和机械强度，可采用大顶推力的施工工艺，施工时一次顶近距离更长，减少中继间的使用，降低施工费用，减少施工风险等。

(3) 管体防腐性能优异。球墨铸铁基材，130g/ m² 金属锌防护，60 ~ 120mm 高强钢筋混凝土外覆层，耐腐蚀性能优于钢管顶管。

(4) 柔性接口，密封安全可靠。大球头单橡胶圈、软硬两种橡胶设计，确保接口密封性；柔性接口具有一定的轴向伸缩和径向偏转能力，最大偏转角可达 1.5° ~ 3.5°，能适应一定的地基沉降。

(5) 实用性强。外壁采用减阻设计，喷涂高性能环氧树脂，减小顶进阻力；采用泥浆孔设计，施工时可使用泥水平衡法顶管施工工艺；承插式接口设计使安装速度比其他管材顶管更快、更简便。

二、适用范围

1、顶管适用工程范围：顶管施工适用于交通繁忙、人口密集、地面建筑物众多、地下管线复杂、穿江河施工、公路铁道城市干道等不适合整体开挖的管道工程处；穿越江河、湖泊、港湾，穿越城市建筑群、繁华街道，穿越重要公路、铁路，穿越水库坝体、涵管。

2、顶管尺寸范围：DN300mm 至 DN2600mm，长度 L=1 ~ 6m。

3、顶管接头形式：承插式。

三、球墨铸铁顶管应用优势

1、国内难度系数最高的球墨铸铁管应用工程

2017 年公司参与湖南省重点工程，郴州东江引水项目，该项目为国内球墨铸铁管高压输水管道，难度系数最高的工程，主要体现在两个方面，第一是项目运行工作压力高达 1.6 兆帕，第二是该工程项目交替使用明挖直埋管、非开挖顶管及洞穿管等多种高工压、大口径球墨铸铁管材。台明品牌是项目上唯一同时提供上述三种不同功能球墨铸铁管材的制造商。



2、国内大口径最长距离球墨铸铁曲线顶管

2019 年在厦门市污水系统工程中，台明大口径 DN2200 球墨铸铁顶管多次成功完成曲线顶进，其中北线工程单段顶进长度达 497 米，为目前国内最长距离的球墨铸铁曲线顶管。



3、国内首创城市微顶管工程

2022 年在江西省九江共青城污水提升项目中，采用了公司自主研发的城市微顶管（后置顶推环）产品。公司的微顶管产品能够根据不同施工场景，灵活提供不同长度、不同口径的需求，在共青城项目中为客户缩短了 30% 的施工周期与费用。



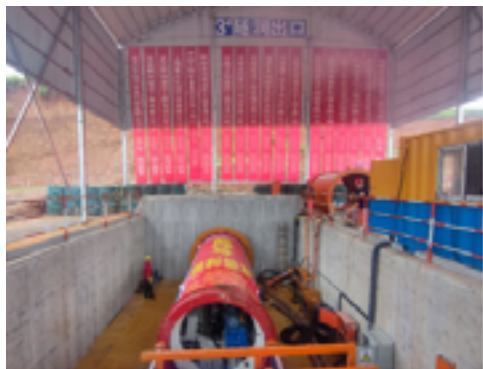
4、国内迄今为止单段顶进口径最大、长度最长的全硬岩过山顶管

2023 年在河南省重点水利工程汝阳前坪灌区供水工程中，我公司为该项目提供 DN2200 球墨铸铁顶管，



该项目预计每年可为汝阳、汝州、宝丰和邙县等地区提供约 1.6257 亿立方米的农业灌溉和城镇用水，惠及约 120 万人，灌溉农田约 52.15 万亩。

该隧道总长 1530m，顶进过程中，要穿越砂卵石层、石英砂岩、安山岩以及高地下水位等复杂地质条件，此项目为国内迄今为止单段顶进口径最大、长度最长的全硬岩过山球墨铸铁顶管。



5、印尼施工长度最长、口径最齐全的球墨铸铁顶管项目

2024 年作为东南亚水务领域的领军者——PT Moya Indonesia 携手印尼雅加达市政水务公司 PAM JAYA，共同启动了雅加达新建、扩建、改造水厂及配套水源、管网项目。台明铸管以卓越的产品和专业的服务，成功获取雅加达管网改造项目的订单。该工程项目位于印度尼西亚首都雅加达，施工地点分布于雅加达行政区、西爪哇省、勿加泗市，施工线路全长 49.9 千米，共分 17 个施工段，规格为 DN800—DN1800mm 顶管及部分球墨铸铁管。



6、国内口径最大的球墨铸铁顶管项目

2025 年参与湖南省重点水利项目长沙市湘江大道沿线排水等管线改造工程二期，该项目坐落于长沙市天心区与开福区交汇的湘江大道沿线，新建截污干管及支管总长达 7843 米，干管管径范围自 DN800 至 DN2600 不等。同时，项目还涵盖了南湖港与灵官渡泵站的局部改造工程，标志着它成为了国内迄今为止最大口径顶管项目。



模筑（注）工法在检查井、管涵、污水泵站结构性修复（含带水模筑）中的应用

堡森（上海）新材料科技有限公司

【摘要】模筑（注）工法施工技术采用高压泵送工艺将聚合物改性水泥基流态防腐材料压注到密闭模腔内，需要在腔内设置钢筋网片，固化后拆模，形成光滑实体结构，达到对原有界面进行结构加固的修复方法。在构筑物（排水检查井、管涵及污水泵站）结构性修复中得到广泛应用。由于上述构筑物施工过程中存在材料老化、侧面水压、污水腐蚀等环境因素影响，局部出现渗漏现象。随着排水管涵及构筑物长期使用，现有渗漏区域将进一步扩展、破损并影响管涵后续运维管理，尤其是剩余强度较低，必须针结构补强的构筑物进行加固，此方案为最佳修复方案。

【关键词】模筑、模注、注浆、检查井、防腐处理、结构性修复

一、产品介绍

堡森（上海）新材料科技有限公司是一家以市政管涵非开发修复、淤泥资源化利用、土壤修复治理等领域方案咨询、设计、管理维护为一体的专业化高新技术企业。公司具有雄厚的技术研发能力，与同济大学、上海理工大学的环境领域专家、教授保持紧密的联系合作，建立院士专家工作站、博士后创新实践基地。致力于为政府部门、企事业单位、社会公众提供管涵非开挖修复、生态水利建设、环境污染工程治理的全套解决方案和技术服务。

二、产品性能参数

表 1 管涵高性能修复胶泥—水下型技术参数表

产品型号	凝结时间		抗压强度 (MPa)			抗折强度 (MPa)		粘结强度 (MPa)	抗渗压力 (MPa)	收缩性 (%)
	初凝 (min)	终凝 (h)	1d	3d	28d	1d	28d	28d	28d	28d
BSSX-GD40	≤ 120	≤ 6	≥ 15	≥ 25	≥ 40	≥ 3.0	≥ 6.0	≥ 1.2	≥ 1.2	≤ 0.1
BSSX-GD60	≤ 120	≤ 6	≥ 25	≥ 45	≥ 60	≥ 6.0	≥ 12.0	≥ 1.5	≥ 1.5	≤ 0.1

表 2 管涵高性能修复胶泥—模筑（注）型技术参数表

产品型号	抗压强度 (MPa)		坍落扩展度 (mm)		V 漏斗通过时间 (s)	骨料最大粒径 (mm)	L 型仪填充比	膨胀率 (%)	抗渗等级	氯离子渗透电通量 (C)
	3d	28d	初始	30min						
BSMZ-GD400*	≥ 30.0	≥ 40.0	≥ 650	≥ 550	≤ 20	16	≥ 0.9	≥ 0.02	≥ P8	≤ 1000
BSMZ-GD600	≥ 40.0	≥ 60.0	≥ 650	≥ 550	≤ 20	16	≥ 0.9	≥ 0.02	≥ P10	≤ 500



注：1. 耐硫酸（10% 硫酸液点滴 24 小时）腐蚀结果无起泡、无开裂、允许轻微变色；耐 10% 柠檬酸液、10% 乳酸液和 10% 醋酸液分别点滴 48h 结果无起泡、无开裂、允许轻微变色；

2. * 是指 BSMZ-GD400 型聚合物改性水泥基流态修复材料具有防腐性型号可选，其防腐性满足：BSMZ-GD400 ~ 600 ~ 800 型修复胶泥对对应上海地标《城镇排水管道非开挖修复技术标准》DG/TJ08-2354-2020 中 I、II、III 型产品材料相关性能和技术指标；

三、产品性能优势

BSMZ 管涵、污水构筑物缺陷修复模注料（模注系列）是一种无收缩、天然骨料级配优化、掺合料改性、具有优异流动性能和高强度性能的结构加固模注材料。分快速修复系列和普通修复系列，配套专业搅拌及输送设备，可用于管涵、污水构筑物的结构缺陷修复。

- ① 凝结时间快，能够快速修复管涵、污水构筑物结构缺陷，有效降低临排成本；
- ② 早期强度高，能有效提升原构筑物结构强度；
- ③ 流动性好，能够快速填充修复模腔，适合大体积施工；
- ④ 收缩补偿，有效防止材料自身收缩导致与原基面脱空；
- ⑤ 耐酸侵蚀，在酸性、硫化物等环境中具有良好的耐腐蚀稳定性。

BSSX 水下型管涵、污水构筑物水下高强防腐修复材料具有优异的抗水分散性，可实现水中模注施工；采用复合纤维增强，具有较好的力学性能，可有效替代构筑物中钢筋结构；经试验验证，该结构修复材料在硫酸、柠檬酸、乳酸、醋酸、硫化物等环境中具有良好的耐腐蚀稳定性，能有效防止新旧基面粘合度不高导致的空鼓脱落，且有效解决了普通混凝土不耐酸性侵蚀的缺陷。

- ① 树脂改性，粘合性高，能与原基面渗透粘合，防止空鼓脱落；
- ② 良好的抗水分散性，可带水施工；
- ③ 复合纤维增强，具有延展性，适应复合结构整体变形；
- ④ 收缩补偿，有效防止材料自身收缩导致开裂；
- ⑤ 耐酸侵蚀，在硫酸、柠檬酸、乳酸、醋酸、硫化物等环境中具有良好的耐腐蚀稳定性；

四、项目案例

4.1 检查井修复 —— 上海中*路检查井修复 — 免植筋（纤维增强多组分聚合物改性模筑料）



图 1 修复前、支模中、领导视察、模筑后

根据中*路(安*路—东*路)检查井检测报告,共有检查井74座,其中1座检查井为暗井(被路面掩埋),其余73座检查井均存在不同程度的粉刷层脱落或井壁破裂针对本项目检查井存在的缺陷,考虑到现状检查井建设年代久远,对结构强度存在缺陷,拟对检查井采用结构加固修复技术方案,以恢复检查井的结构强度,承担周边土体及地面荷载对检查井的影响,提高检查井的抗压抗冲击能力。对破损程度严重的检查井井室部分采用纤维增强聚合物改性结构修复材料模注法修复工艺;



图 2 井底水中不分散材料浇筑

表 3 模筑工法、贴壁管片内衬、CIPP 内衬修复技术对比表

类别	模筑工法修复	贴壁管片内衬	CIPP 内衬
工艺	采用聚合物改性早强特种修复等在缺陷检查井内支模浇筑形成内衬新井。	根据检查井的形状和尺寸,将塑料管片用简便的方法从检查井入口置入,并在检查井通过特制螺杆系统将模块拼装焊接形成内衬新井。在既有井壁和内衬井缝隙内灌浆填充专用微膨胀高强浆液,形成可承载式的复合检查井。	利用注水翻转将浸满热固性树脂的衬里毡送入清洗干净的检查井内,并使其紧贴井壁,通过热水加热使树脂在井内侧固化,最后将管口部切开,水封后形成高强度内衬树脂检查井。
介质	纤维增强多组分聚合物改性模筑料	塑料管片	热水
施工过程	1) 井内支模 2) 放置钢筋网片 3) 浇筑混凝土 4) 拆除模板 5) 管口切除	1) 材料入井; 2) 井内拼装 3) 安装支护灌浆填充 4) 拆除支护 5) 灌浆口处理	1) 材料入井 2) 固定膨胀 3) 热水固化 4) 管口切割 5) 防渗+注浆处理
施工连续性	分步骤施工,可间断,对外界的影响降至最低	可根据具体要求进行间歇式施工	需连续性施工,直至工程完工。
早期强度	3h 可通水,强度达到 5MPa 以上	根据灌浆料的强度而定	冷却后达到设计指标
环境温度	不受环境温度影响	不受环境温度影响	一般环境温度超过 35℃ 不建议施工
材料运输	常温运输	常温运输	密封冷藏运输,环境温度不超过 20℃
质量控制	1) 修复材料质量 2) 堵漏止水产品质量 3) 模板质量	1) 材料在工厂内完成 2) 材料在井内拼装过程对设备有较高要求。	1) 检查井止水必须无漏点,且干燥 2) 现场热固化温度、压力影响较大 3) 作业面大



进管方式	井内支模进入	简便方式置入井室	热水翻转
使用寿命	50 年以上	10 年	受温度及施工工艺影响较大
安全隐患	施工作业面积小，静音	对交通的安全隐患可降至最低，对周边影响小	车辆的施工作业对交通的影响较大，热水固化存在安全隐患
施工成本	低	高	中

4.2 管涵修复——浙江 信 * 街排江箱涵修复工程



图 3 浆砌石箱涵修复前的情况

修复难点

- 1) 总体浆砌石箱涵存在结构表面凹凸不平，井壁内粉刷脱落、井室腐蚀、井壁破裂（贯穿性裂缝）、部分砌体风化等，结构缺陷严重。施工扰动必须小，防止出现塌方；
- 2) 潮汐性排水管道，因为毗邻瓯江，涨潮时大量瓯江水随砌体缝隙倒灌至管道内，导致施工时瓯江内的黄沙进入管道，同时含有大量江水。
- 3) 在人口密集区，同时车辆来往频繁，为重要的瓯江风景观赏区，施工难度大；
- 4) 地下支管较多，封堵困难，倒排流量大；
- 5) 浆砌石箱涵缝隙脱空严重，潮汐时，大量江水溢入；普通技术无法带水施工。需要考虑早期强度及初凝时间。
- 6) 砖砌排水箱涵内部凝露现象严重，新建涂层很难附着到母管内壁。

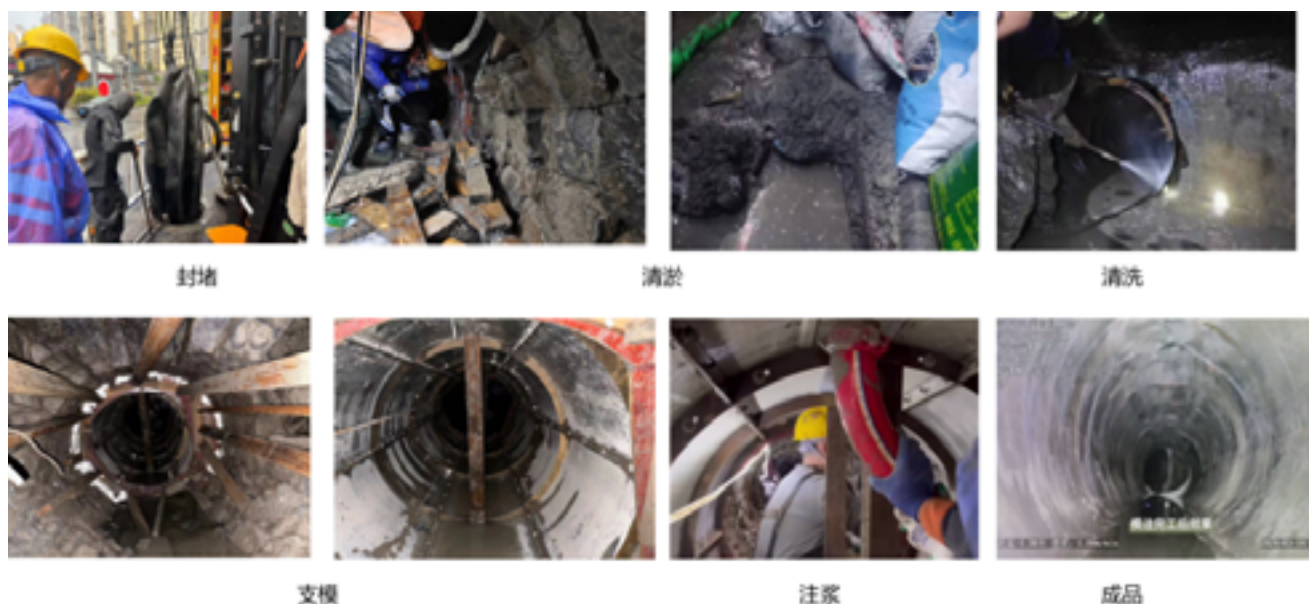


图 4 箱涵模筑工法施工工艺

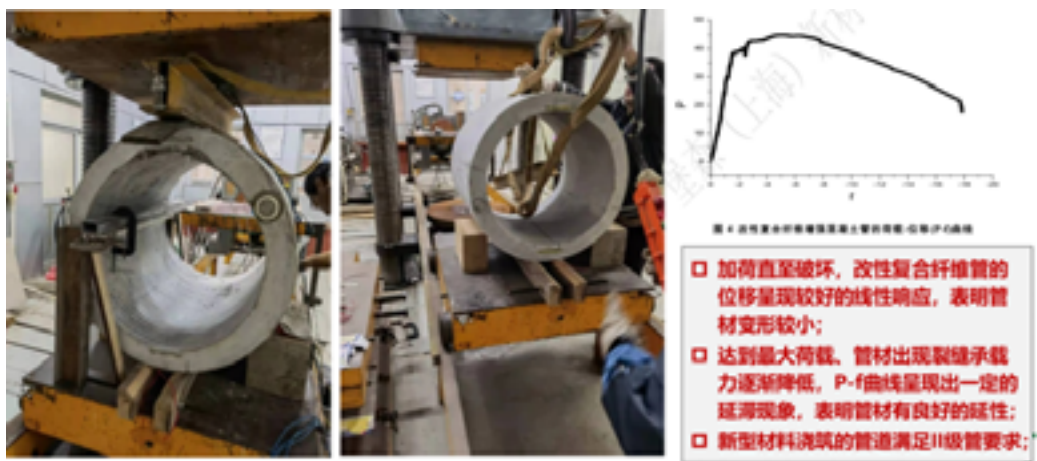


图 5 模筑工法性能测试

比较项目	常规开挖方式	砂浆模筑（喷塑）修复技术	螺旋缠绕或 3S 模块	CIPP 原位固化法
工程间接费用	1. 管道堵水分流 2. 交通管制 3. 兴修交通临时通道 4. 交通设施的暂时迁移和复原	水中不散发材料可以带水修复。	无需扩井，就可施工	1. 管道堵水分流 2. 局部交通管制 3. 占用局部车道 4. 预处理费用高
对交通的影响	很大，对路段繁华，路面较窄的区域，还需进行交通管制或兴修临时通道，费用庞大。	较小，搅拌机及泵送装置占地空间小	很小，而且时间很短。对路段繁华，路面较窄的区域，可选择在深夜施工，白天恢复交通。	比较小，对路段繁华，路面较窄的区域，可选择在深夜施工，白天恢复交通。
对路面破坏	很大	零开挖	零开挖	利用原管道工作井，无需进行任何路面的破坏。
对周边环境影响（环保、噪音等）	很大	较小	无，噪音在地下管道内	翻转车辆及发电机组会对周围环境有一定影响
对原管道运行状况影响	必须对原管道进行堵水分流或暂停使用。	结构性修复，对过流断面的影响较小。	由于浆砌石变形严重，对过流能力影响较大。	功能性修复，对地面负荷能力不足。
施工的连续性	需连续性施工，直至工程完工。	分步骤施工，可间断，可将对外界的影响降至最低。	可根据具体要求进行间歇式施工	需连续性施工，直至工程完工。
最终工艺的选择	此路况不适用开挖修复，对交通和地面扰动较大，尤其是机头部分，是由于浆砌石的拱顶承压，而暂时维持稳定状态	结构性修复，对浆砌石箱涵进行模筑或喷涂，能够填充脱空层，对过流断面影响最小。	浆砌石结构，变形及沉降、塌陷，脱空等自然灾害，对螺旋缠绕施工影响较大，同时缩径过大	功能性修复，无法实现结构性修复。

总结：

首次采用超韧材料（复合纤维）模筑法施工，免植筋，可以达到钢筋混凝土 2 级管的要求。

解决潮汐性排水管道的修复方案，对浆砌石脱空层进行的模注施工，使新的结构层与原始母管产生啮合，增加了结构性修复的强度，产生 1+1 > 2 的强度效果。

4.3 污水泵站修复——上海市 南 * 线四号泵站结构加固维修工程

南 * 线四号泵站建于 1984 年，至今已运行了 30 多年。是污水南 * 线工程主干线系统中的市区污水输送泵站。泵站的进水管径为 3000×4000mm 双管，出水管径 Φ1800 双管，设计输送量为 15.04 吨每秒，目前日均输送约 35 万吨污水。根据对南 * 线 4# 泵站北进水箱涵、北集水池和北出水压力井的检查和现场影像资料判读和评估情况总结如下：

1) 集水池部位的腐蚀情况

受污水废气气蚀影响，集水池腐蚀部位主要在泵站污水输送的水位线的上部。混凝土受腐蚀的范围是从标高 +1.50 米到顶板底部 +4.50 米（混凝土顶板厚度 40cm）；而且在此范围中的腐蚀程度上来看，越是向上混凝土受腐蚀越严重。

进水池水位线以上的池壁以及顶板混凝土受腐蚀程度已经相当严重，腐蚀最深地方达 4 ~ 6cm，这些地方的混凝土保护层已腐蚀脱落，钢筋全部裸露，甚至部分钢筋已锈蚀烂尽；

特别是部分梁的箍筋也已锈蚀烂尽，主筋严重锈蚀，使混凝土主体结构强度受到严重损伤。

2) 泵室部位的腐蚀情况

在水泵吸水室外侧（+0.10 米）的顶板混凝土保护层腐蚀现象严重，梁与板部分阴角处有锈水渗出。

3) 进水箱涵的腐蚀情况

进水箱涵截面为 4 米高 × 3 米宽，在 2013 年检查进水箱涵的顶部混凝土时，就发现混凝土腐蚀情况也相当严重，钢筋已全裸露出来，而在近期的检查中发现箱涵顶板的钢筋已全部脱落，有的部位已经裸露出第二层的钢筋。

同时箱涵两侧上部掖角混凝土腐蚀严重，掖角已腐蚀成阴角，箱涵两侧混凝土保护层有明显腐蚀现象，未见钢筋裸露。

4) 出水井的腐蚀情况

井壁四周混凝土有腐蚀严重，造成部分钢筋裸露。

特别严重的是出水井顶板底部，下面双向钢筋大部分已锈蚀烂尽。

混凝土梁的箍筋锈蚀严重，部分已锈蚀烂尽；主筋锈蚀情况相当严重，部分主筋锈蚀烂断，使出水井混凝土主体结构强度受到严重受损。

综上所述，结合两次对南 * 线 4# 泵站集水池、泵室、进水箱涵、出水井等构筑物的现场检查，发现在泵站运行水位线以上的梁、柱、板、壁混凝土结构上确实存在较为严重损坏，主要是这些混凝土腐蚀程度还在不断增加，导致钢筋锈蚀、脱落缺失，在构筑物的结构上受到很大的损伤，存在着安全隐患。特别需要指出的是这种构筑物的结损伤还将直接影响到集水池上方的泵站构筑物以及泵机、高低压供电设备安全。需要对泵站的集水池、泵室、进水箱涵、出水井等构筑物采取加固维修措施，以确保泵站的正常运行。

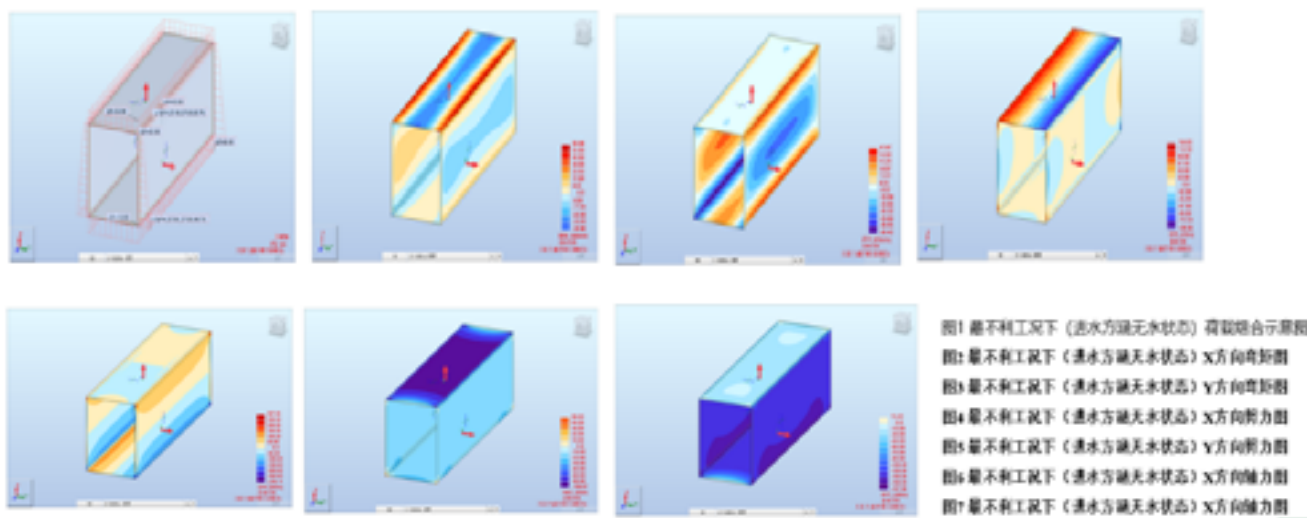


图 6 污水泵站剩余强度及结构补强理论计算

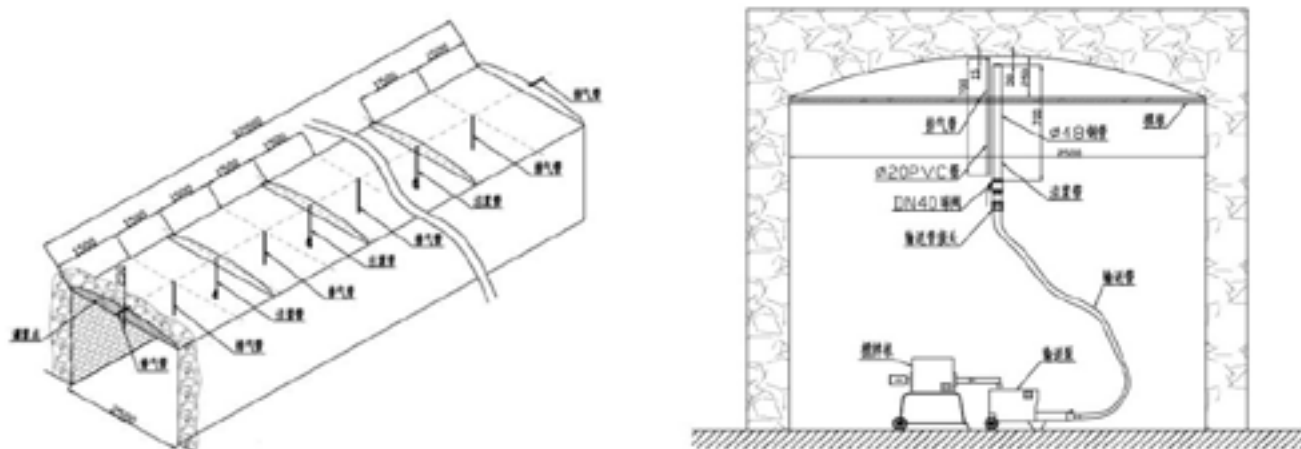


图7 污水泵站注浆工艺



图8 污水泵站模筑工法施工



GRP 穿管法在管道修复工程中的应用

徐崇玉 周志鹏 沈春峰

浙江华丰新材料股份有限公司，杭州 311400

摘要：GRP 穿管法是一种非开挖管道结构性修复方法，可带水作业，采用穿管法可修复压力管道，也可修复无压管道，在新建管网中两种不同材质的管道通过穿管法复合后可作为复合管使用。

关键词：GRP 管、穿管法、双轨滑动法、工作井、注浆。

1. 引言

1.1 连续缠绕玻璃纤维增强塑料夹砂管

连续缠绕玻璃纤维增强塑料夹砂管（简称：GRP 管），是一种新型复合材料管道，和传统管材相比，GRP 管既具有传统金属管材的机械力学性能，又具有塑料管材的耐腐蚀性能和水力学性能，近年来 GRP 管广泛应用于市政给排水工程、水利输水工程及输送腐蚀性介质等流体传输领域。

1.2 穿管法

穿管法又称穿插内衬法，即在现状管中采用顶推法、牵引法或管内安装法等方法把内衬管安装入现状管，然后在现状管和内衬管之间采用注浆将现状管和内衬管连接成一个整体，内衬管通常可独立承受内部荷载和外部荷载，因此穿管法是一种结构性非开挖管道修复方法。

穿管法施工时，现状管可停水作业（干态穿管法），也可带水作业（湿态穿管法），采用穿管法可修复压力管道，也可修复无压管道，常用的内衬管有 GRP 管、塑料管、金属管等各类轻质管材。

穿管法除了对存量管网进行非开挖修复以外，在新建管网中为了提高管线功能或寿命，两种不同材质的管道也可通过穿管法复合后作为复合管使用。

2. 项目背景

嘉兴市联合污水外排一期管线大修工程，污水输送主管全长约 36.26km，其中重力管长约 11.00km，现状重力污水管径为 DN1350 ~ DN2000，管材主要为钢筋混凝土管（RCP 管）。

如图 1 所示，由于长期输送腐蚀性工业废水，重力管线老化腐蚀严重，管道内表层剥落、钢筋锈蚀裸露，已检测管道的修复等级在三级以上的比例超过 50%，管道功能和结构存在安全风险。

本次计划采用 GRP 穿管法对现状重力管线进行结构性修复，将现状重力污水管改造为压力尾水管，现状重力污水管主要规格为 DN1650 和 DN1800 钢筋混凝土管。

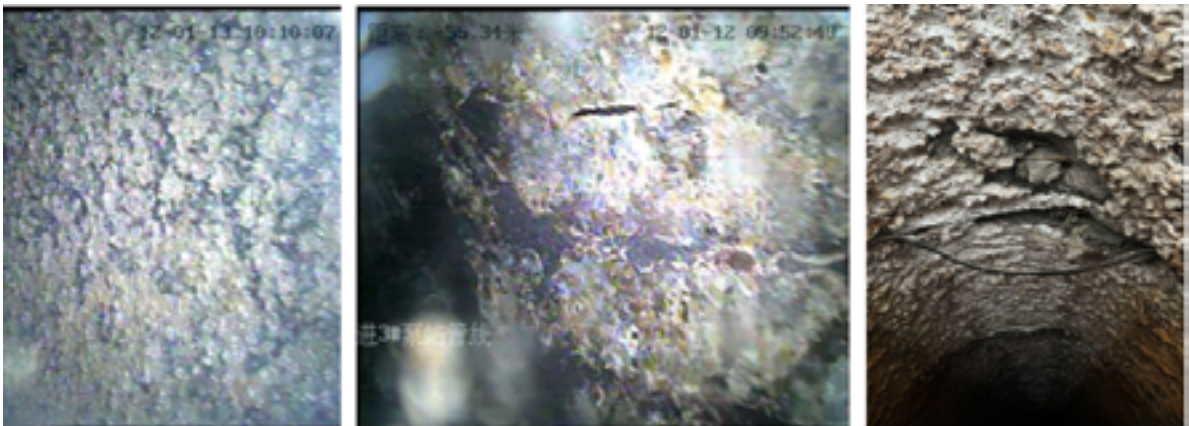


图 1 现状钢筋混凝土管内表面

3. 技术方案

3.1 方案概述

本工程计划采用双轨滑动的方法将 GRP 内衬管顶推于现状钢筋混凝土管（RCP 管）内，单井顶距不超过 500 米，然后在内外管之间的空腔内注浆固定内衬管。

3.2 GRP 工况条件及内衬管参数

- 公称直径 DN：1400、1500；
- 压力等级 PN：≥ 1.0MPa；
- 工作压力 PW：0.5MPa；
- 环刚度等级 SN：≥ 10000N/m²；
- 管道节长 L：根据工况采用节长为 10 米、6.0 米和 3.0 米 GRP 管。

表 1 GRP 管参数表

名称	参数		备注
现状管内径 D ₀ (mm)	1650	1800	RCP 管
GRP 管公称直径 DN	1400	1500	
GRP 管道外径 D ₁ (mm)	1434	1536	
GRP 管道设计壁厚 (mm)	26	28	
GRP 管道内径 D ₂ (mm)	1382	1480	
GRP 管套筒接头外径 D ₃ (mm)	1494	1598	
GRP 管道重量 (kg/m)	210	240	
GRP 管轴向压缩强度 (MPa)	80	80	
GRP 管道允许顶力 (kN)	2620	3030	取 3.5 倍安全系数 ^[1]
设计最大顶距 (m)	500	500	大于实际顶距
管道摩擦阻力 (kN)	260	300	滑动摩擦系数 0.25

由上表可知，GRP 管允许顶力远大于管道施工过程中的摩擦阻力，GRP 管满足设计要求。



4. 施工方案

4.1 准备工作

对现状管道进行勘察，主要勘察内容有：不均匀沉降情况、管道轴线的偏移情况、管道接头错位及其它阻碍影响内衬管施工的情况。

对现状管内部情况进行分析，如现状管轴线偏移较大（影响到内衬管通过），连接处错缝并伴有台阶（高差影响到轨道安装），需采取措施使方案能够有利实施。

4.2 工作井

如图 2 所示，穿管法采用顶推法施工时，一般顶力较小，可采用沉井、现状顶管井、简易钢板桩井或者工作坑等构筑物作为顶管工作井。



图 2 工作井

4.3 双轨滑动法

如图 3、图 4 所示，在工作井及现状管底部铺设双轨，轨道采用 $\Phi 40\text{mm}$ 圆管，轨道间距约 60cm，在轨道表面均匀涂刷黄油，将 GRP 内衬管放置于轨道上，GRP 管连接前在套筒接头橡胶密封面均匀涂刷润滑油（植物油），调节相邻管道至同心位置顶进。

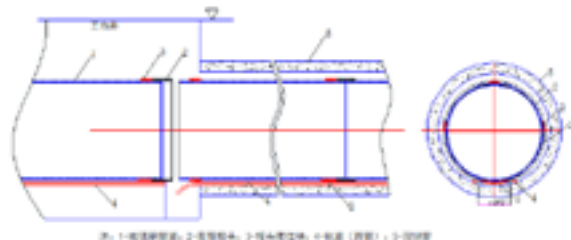


图 3 施工示意图

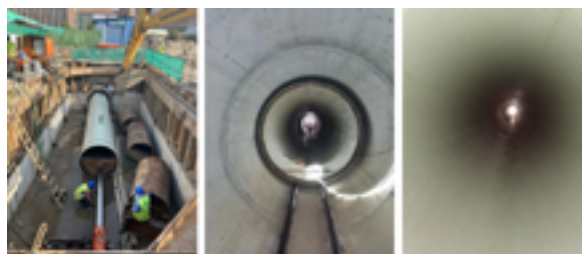


图 4 双轨滑动法

4.4 注浆要求

(1) 注浆方法

如图 5 所示，注浆可采用内部注浆法和外部注浆两种方法，目前技术发展趋势多采用外部井口注浆，注浆效率较高。

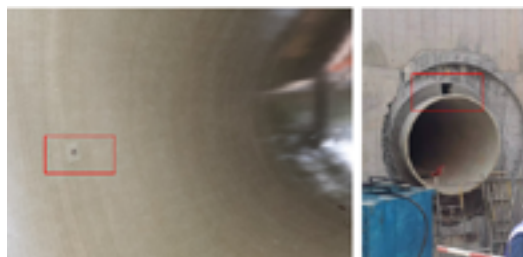


图 5 内部注浆法和外部注浆法

(2) 注浆孔要求

管材制造时预设注浆孔，注浆孔一般设置成沿注浆断面圆周方向 120 度三点分布（顶部为溢流孔），注浆孔采用 M30 螺纹不锈钢材质，管道安装到位后，通过注浆孔进行水泥浆注浆作业（内部注浆法）。

(3) 触变水泥净浆配比要求

采用优质的触变水泥净浆作为注浆材料，材料初凝时间控制在 45 ~ 60min，材料的配比参见表 2。

表 2 触变水泥净浆配比要求表		
材料名称	配合比	1m ³ 配料 /kg
水泥	1.09	545
粉煤灰	1	500
水	0.9	450
减水剂	0.01	7

(4) 管道抗浮要求

针对 GRP 管线坡度、管线长度及内衬管重量分区、分步注浆，以免浮管，应由管线高点向低点注浆，溢流孔设置于管顶位置。

5. 质量验收

(1) 施工完成后检查 GRP 管内表面、注浆孔及接口等部位质量，查看是否有水泥浆泄露。

(2) 本项目由重力管改造成压力管，通过水压试验可验证管道修复效果，管线工作压力约为 0.5MPa，水压试验压力为 0.8MPa。



图 6 管线水压试验

6. 结语

连续缠绕 GRP 管采用穿管法，主要利用 GRP 管轻质高强、耐腐蚀、水力特性优良、管道任意长度等特点，可实现对无压管和压力管的结构性修复，特别适合于中大口径管道的修复，修复效果良好。

参考文献

[1]GB/T21492—2019 玻璃纤维增强塑料顶管[S]. 北京；中国标准出版社，2019



旋切碎管法在排水管道非开挖更换项目中的应用

堡森（上海）新材料科技有限公司

摘要：旋切碎管法作为一种先进的非开挖管道更换技术，近年来在市政排水管道修复领域得到了广泛应用。该工艺结合了水平定向钻和泥水平衡顶管工艺的优点，通过旋切碎管设备将旧管道破碎并排出，同时利用柔性密封自锁接口聚乙烯缠绕实壁管进行管道更换，具有施工速度快、对周边环境影响小、修复效果好等显著优势。本文详细介绍了旋切碎管法的工艺原理、技术特点、施工流程及工程应用案例，旨在为市政排水管道非开挖修复工程提供参考与借鉴。

关键词：非开挖管道更换；柔性密封自锁接口；聚乙烯缠绕实壁管；市政排水管道修复

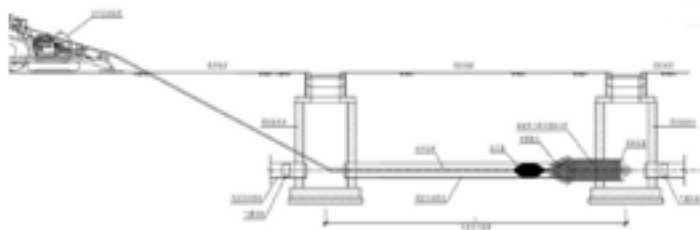
一、产品介绍

堡森（上海）新材料科技有限公司是一家以市政管涵非开挖修复、淤泥资源化利用、土壤修复治理等领域方案咨询、设计、管理维护为一体的专业化高新技术企业。公司具有雄厚的技术研发能力，与同济大学、上海理工大学的环境领域专家、教授保持紧密的联系合作，建立院士专家工作站、博士后创新实践基地。致力于为政府部门、企事业单位、社会公众提供管涵非开挖修复、生态水利建设、环境污染工程治理的全套解决方案和技术服务。

二、旋切碎管法工艺原理

旋切碎管法是一种综合了水平定向钻和泥水平衡顶管工艺优点的非开挖管道更换技术。其核心原理是通过旋切碎管设备将旧管道破碎并排出，同时利用柔性密封自锁接口聚乙烯缠绕实壁管进行管道更换。具体施工过程如下：

1. 工作井施工：在管道修复起点和终点分别施工工作井，作为设备进出和管道安装的通道。
2. 导向钻进：采用导向钻机沿设计轨迹钻进，形成导向孔，为后续管道安装提供引导。
3. 管道破碎与排出：将旋切碎管设备通过工作井送入管道，利用其旋切功能将旧管道破碎成小块，并通过泥浆循环系统将破碎后的管道碎片排出管道。
4. 新管道安装：在工作井内安装柔性密封自锁接口聚乙烯缠绕实壁管，通过拉顶设备将其沿导向孔拖入管道位置，完成管道更换。



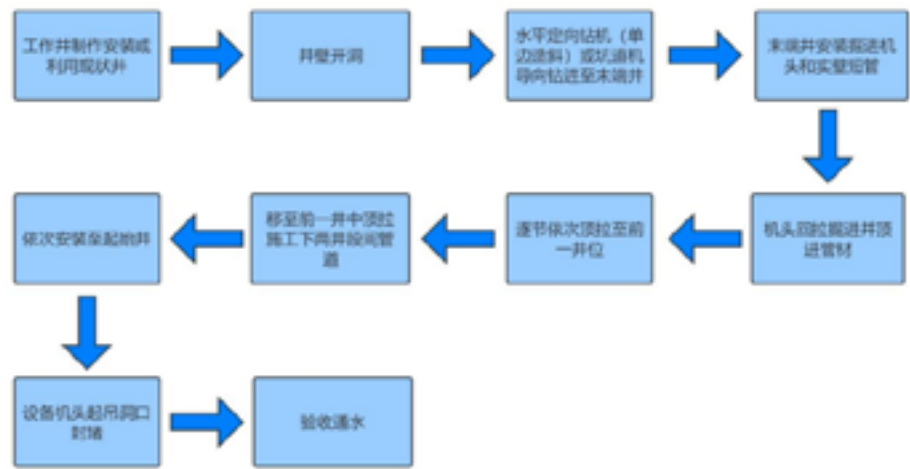
三、旋切碎管法对比传统开挖工艺的优势

工艺类型	施工效率	对周边环境的影响	施工成本	修复效果	施工安全性	环境友好性	适用范围	经济效益
传统开挖	需要大面积开挖路面，施工周期长，通常需要数周甚至数月时间。施工过程中需要分段进行，增加了施工时间。受天气和环境条件影响较大，可能导致施工延误。	大面积开挖路面，对交通造成严重影响。噪音和振动较大，影响周边居民和商业活动。拆除和恢复大量地面设施，增加施工难度和成本。	机械和人工成本高。交通管制和临时道路建设费用高。周边设施拆除和恢复费用高。	修复后管道接口多，易渗漏。新旧管道连接需精确施工。	开挖过程中存在塌方、滑坡等风险。地下管线探测和保护工作增加施工风险。	大面积开挖产生大量土方和废弃物。噪音和粉尘污染大。	适用于大多数管道修复场景。交通繁忙、地下管线复杂和敏感区域施工难度大。	综合造价较高。交通繁忙和地下管线复杂区域成本显著增加。
旋切碎管法	无需大面积开挖，施工速度快。施工过程连续性强，减少中断时间。对天气和环境条件适应性强。	仅需施工工作井，对交通和周边环境影响小。噪音和振动小，对周边居民和商业活动影响小。无需拆除和恢复大量地面设施。	机械和人工成本较低。无需交通管制和临时道路建设。无需拆除和恢复地面设施。	采用柔性密封自锁接口，密封性和抗腐蚀性好。新管道安装精确控制，减少渗漏风险。	非开挖技术，减少塌方和滑坡风险。精确导向钻进和旋切设备，避免破坏地下管线。	土方和废弃物少。噪音和粉尘污染小。	适用于多种复杂环境。特别适用于交通繁忙、地下管线复杂和敏感区域。适用于管道直径较小且存在严重结构性缺陷的管道修复。	综合造价较低。交通繁忙和地下管线复杂区域能显著降低施工成本。

四、施工流程

旋切碎管法的施工流程主要包括以下几个步骤：

- 1. 施工准备：包括工作井施工、设备进场与安装、材料准备等。
- 2. 导向钻进：根据设计轨迹进行导向钻进，确保钻杆轨迹与设计一致。
- 3. 管道破碎与排出：利用旋切碎管设备破碎旧管道，并通过泥浆循环系统排出管道碎片。
- 4. 新管道安装：在工作井内安装柔性密封自锁接口聚乙烯缠绕实壁管，并通过拉顶设备将其拖入管道位置。
- 5. 施工验收：对修复后的管道进行检测和验收，确保施工质量符合要求。





五、旋切碎管工艺改进

1. 流塑性淤泥地质

流塑性淤泥地质无法给管道提供足够的承载力，在导向钻杆按设计标高贯通后，会产生钻杆略微下沉、精度失控的质量隐患。施工过程中，在严密监控方向及标高的基础上，可以适当抬升导向杆标高，一般上调4 ~ 5cm，给整体下沉留有余量。

2. 粉细砂地质

粉细砂地质顶拉时，钻头搅动四周的粉细砂钻头虽加注泥浆，粉细砂易沉淀在钻头下方，造成钻头上翘。因此，可以适当下调导向杆标高，一般下调2 ~ 3cm。

3. 规避导向杆造斜段

旋切碎管相比传统定向钻，虽然已针对两端造斜、施工占用作业面较大的弊端有所优化，但是导向杆入地端依然需要造斜施工，对于作业空间受限的施工环境依旧存在制约。

针对导向杆造斜段，目前已有新开发的井下铺管机（坑道机），导向杆动力设备独立设置，从井下直接按照设计标高打设导向杆，充分利用回顶终点的工作井，从而减小了施工作业面。

六、项目应用案例

1. 2024 年宝山区污水管网应急修复工程

上海市宝山区污水管道应急修复工程大场片区部分管道存在严重的结构性缺陷，包括管道破裂、树根侵入、变形等问题。由于该管道位于机动车道，周边交通压力大；且存在电力、通信、路灯等设施，传统的开挖修复方式施工难度大、成本高。因此，采用了旋切碎管法进行修复。

施工过程：首先施工工作井，然后进行导向钻进，利用旋切碎管设备破碎旧管道并排出碎片，最后安装柔性密封自锁接口聚乙烯缠绕实壁管。

施工效果：修复后的管道过水断面完好，解决了原有管道存在的所有缺陷，确保了管道的流水通畅性。施工过程中对周边环境影响小，未对人行道和周边设施造成破坏。

经济效益：与传统的开挖修复方式相比，旋切碎管法节省了大量的人力、物力和时间成本，综合造价降低了约30%。



管道修复前



管道修复后



导 槽



水平定向钻



顶 管



管口扩大

2. 崇明中心医院改扩建项目管道修复工程

崇明中心医院改扩建过程中，发现雨水总出水管存在塌陷及混凝土固结物堵塞情况，且该管道横穿口腔门诊大厅，不具备开挖修复条件。因此，采用了旋切碎管法进行修复，并将管道由 400mm 扩径至 500mm。

施工过程：施工前对管道进行详细检测，确定修复方案。施工时先进行导向钻进，然后利用旋切碎管设备破碎旧管道并排出碎片，最后安装柔性密封自锁接口聚乙烯缠绕实壁管。

施工效果：修复后的管道过水能力显著提高，解决了原有管道存在的所有问题。施工过程中未对医院的正常运营造成影响，得到了医院和相关部门的高度评价。

经济效益：与传统的开挖修复方式相比，旋切碎管法不仅节省了大量的人力、物力和时间成本，还避免了因开挖修复对医院正常运营造成的潜在损失，综合造价降低了约 40%。



项目实际工况



管道修复前缺陷照片



管道修复过程中照片



修复后管道照片

φ 3000mm 大直径顶管长距离穿越复杂地层的施工应用

李帆 高国强

山西众鑫益管建有限公司

【工程名称】临汾市绿色能源输配项目（霍州－襄汾）临汾城区段 EPC 总承包热力管道穿越汾河

【项目地址】山西省临汾市

【设计单位】中国市政工程华北设计研究总院有限公司 赵业海

【关键词】顶管穿越河道，大直径、长距离、复杂卵石层

随着城市化进程加速，地下管廊穿越河流成为市政工程常态。顶管技术凭借非开挖优势，在河流、山体等复杂地层穿河工程中得到广泛应用。

1. 工程概况

本工程是临汾市绿色能源输配项目集中供热管网（2*DN1600）供热管道穿越汾河的保护套管施工，采用泥水平衡二次破碎式机械掘进顶管施工工艺下穿方式，与汾河垂直穿越。

顶管水泥套管内径为：φ 3000mm，外径为：φ 3600mm 的钢筋混凝土 F 型管，止水圈为双道楔形橡胶止水圈，管节单节长 2m，套管埋深约 16m，套管单向掘进 470m。

设 2 个深基坑、分别为：汾河东岸始发井及汾河西岸接收井，始发井位置距东岸河堤路外坡脚线约 40m。

始发井尺寸 20.92m×16.5m，基坑深度 20.05m，接收井尺寸 20.92m×16.5m，基坑深度 23.75m。



2. 顶管主要穿越地层地质情况

第(6)层 卵石：杂色，密实，稍湿，分选性差，磨圆度较好，呈圆形及亚圆形，一般粒径为 2～10cm，成分主要为砂岩及少量灰岩，中等风化，含量为 56% 左右，砂砾石及粉土充填，土层承载力特征值为 300kpa。

该层层底埋深 14.6～27.3m，厚约 4.4～14.2m，层底标高 412.70～419.60m。

3. 穿越汾河工程主要施工难点

主要穿越地层：卵石（基坑开挖时局部出现 20cm 以上大颗粒卵石），土体稳定性较差，顶管穿越时轴线坍塌风险较高。



基坑较深,地下水压力较大,地下水压力达到0.15MPa,洞门止水装置压力大。临河地下水水量较大。

单根掘进顶进长度: $L=470\text{m}$ 。单顶进 470m 长度在机械掘进顶管施工工艺中属于长距离范畴。底层较复杂启动中继间所带来的施工的风险较大。

双顶同时施工(前后顶相距 20m)对轴线地面沉降、周围影响较大。

长距离顶管对轴线精度要求较高。

管内通风,施工中通风效果直接关系到施工人员的人身安全。

套管规格: $D3000\text{mm}$ 。属于机械掘进顶进工艺施工范畴内的大型管,施工风险较大。



卵石层掘进机设备磨损,考验掘进机设备的关键部位的耐磨性及功能性。开始掘进施工后配套设备磨损所带来的施工停工的风险较大。

4. 穿越汾河工程施工难点的应对措施

(1) 穿越汾河段的地质、地下水以及单向掘进顶进 470m 的长度综合原因、掘进机设备需要从设备的功能性、刀具的组合、开孔率、耐磨材料、钎焊工法着手定制设计及制作、甚至关键经常受力的每个螺丝都要满足此次穿越汾河一次性贯通的功能性。确保掘进机整体设备从进洞到出洞都要达到满足施工功能性的要求。需要着重考虑的因素有:

① 由于穿越地层复杂,顶进过程中严格控制顶进速度 ($0 \sim 30\text{mm}/\text{min}$) 和泥土仓压力 (0.15Mpa 左右)。

② 从掘进机进洞起始至贯通为止: 要保证施工连续性、做好减阻及沉降控制措施、防止顶力变大、造成掘进顶进施工风险急剧增加。

③ 在掘进顶进前 20m 之内要收集地勘及膨润土泥浆效果数据、定制出适应本地层的科学的减阻泥浆配方。做到减阻泥浆的最优效果,监管落实到位。

④ 顶进后配套设备特别是排渣管(根据磨损原理、定制通体磨损性强、耐磨损的材质和加工工艺)、卧式离心渣浆泵(要求大品牌电机、确保电机运行可靠、加强型的轴承、叶轮、叶片等关键部位)以保证施工过程中尽可能的少次数的更换、降低因为更换设备或者管件带来的时间成本增加及施工停滞造成的顶进压力或者停机后重新启动带来的施工风险。



⑤ 要确保掘进机设备整体的功能性、刀盘刀具的耐磨性、组合刀具的功能性的设计(切削、一次破碎功能)、刀盘的开孔率的设计(平衡压力的操作难易程度、设备方面沉降控制的根本原因),二次破碎仓的耐磨性及功能性及掘进机刀盘外圈的耐磨性。需要把每个配套物资的耐磨性改进及提高,以防止更换管件或者渣浆泵带来的施工风险。

⑥造成管道偏差的原因很多：掘进机轴线较正不直、导轨铺设误差大、主站合力偏心距选择不当、穿墙孔下方的承托力不够等都会造成穿墙过程的轴线偏差、上下土层不一、左右压力不对称等会造成轴线偏差，承插管的端面垂直度大会增加纠偏难度。

⑦项目施工班组核心人员的配置、必须要做到：提高项目所有施工人员对项目的深度认识和岗位职责的重要性。

(2) 项目施工计划及项目施工过程中的执行制度

①项目现场管理人员水平，体现在对项目的认知，对施工工艺、工法的知识体系程度，项目管理思路及项目沟通能力的水平，组织协调能力等。

②掘进机操作班组的配置。每个班组三名经验丰富的“老师傅”。一名为队长+两名操作手。因为掘进顶进施工是精力集中施工过程，需确保施工人员精力绝对的充沛，注意力能高度集中，否则一个操作失误都有可能造项目的施工风险几何倍的增加。

③施工每个环节人员充足，且要求每个环节都有直接环节负责人。



④后勤保障：项目后勤配备2人1车，专车专用，24小时随时待命做好后勤保障。

⑤项目施工管理制度：日常的交接班制度。施工过程的交流及施工数据的交底等。安全施工班前教育。项目管理班组及施工人员的思想沟通、协调工作。

(3) 管材：采用 DN3000F 型Ⅲ级钢筋混凝土管（允许顶力大、结构性止水防水效果好）混凝土标号 C50 级，抗渗等级为 P8。要求每节表面光洁、平整、无砂眼、无气泡、接口尺寸符合国标规定。橡胶圈的外观和断面组织致密均匀、无裂缝、无孔隙、无凹痕等缺陷且应符合国标规定；每节管道安装使用前应保持清洁、无油污，且不得在阳光下直晒。施工时在管道接缝处采用聚硫密封胶做防水处理。

(4) 中继间：中继间顶进为分段顶进措施，本项目因为属于大管径长距离掘进顶进施工。启动中继间是大概率事件、要确保中继间的行程（尽可能减少的行程工作次数、防止橡胶圈损坏）密封性及密封条的耐磨性。

(5) 洞门止水：顶管工作井、接收井其顶管洞口处的止水方式均采用洞口止水圈进行止水，洞口止水圈由四部分组成：前止水墙、预埋螺栓、橡胶止水圈、压板；洞口止水圈设计图详见结构图纸。止水圈橡胶的拉伸量 $>300\%$ ，肖氏硬度在 $50^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 。止水装置联结环板应与工作井壁内的预埋件焊接牢固，且用胶凝材料封堵；富水地层施工时，宜设置双层洞门密封，防止水土从洞口流失。

(6) 减阻泥浆：为减少顶管外壁与土层的摩擦力，应选用优质膨润土减阻，结合土层条件确定膨润土配比，现场施工应严格按照配比配置膨润土，对膨润土造浆率、失水量和动塑比进行取样测试。注浆应遵循“同步注浆与补浆相结合”和“先注后顶、随顶随注、及时补浆”的原则，确保润滑浆套的形成。触变泥浆（膨润土）可用于粘性土、粉质土和渗透系数不大于 $10^{-3}/\text{cm/s}$ 的砂性土；渗透系数大于 $10^{-2}/\text{cm/s}$ 时应另添加化学稳定剂；渗透系数大于或等于 $10^{-5}/\text{cm/s}$ 的粗砂和砂砾层宜采用高分子化学泥浆。触变泥浆主要材料包括：膨润土、水、 Na_2CO_3 和 CMC，也可以加入其它掺合剂，如废机油、粉煤灰和其它高分子化合物等。并且在减阻泥浆方面要不惜代价的进行实时注浆及补浆工作，本工程控制触变泥浆压力 $0.12 \sim 0.15\text{MPa}$ ，确保



泥浆减阻套的结构的稳定性和功能性。注浆泵建议选择脉动小的螺杆泵，流量应与顶进速度相应匹配。



(7) 管材外涂蜡：为减少顶管外壁与土层的摩擦力，管道外壁涂 2 遍石蜡润滑层，能有效减小摩擦力。

(8) 轴线偏差控制：纠偏宜勤纠微调，采用小角度纠偏。且在顶进过程中进行纠偏不宜在静止状态纠偏，容易造成掘进机周围土体扰动。施工中应不断绘制掘进机端面偏差的轨迹曲线。掘进机偏差标尺离前端部较远的，纠偏效果迟后，不利于纠偏，应通过计算得到掘进机端面偏差，并以此作为纠偏依据。纠偏对第一段管段造成的应力最复杂，要确保第一管段的质量。

(9) 沉降控制：地面沉降对顶进压力至关重要，要以地勘资料为基础、结合工艺特点、确保掘进机设备的科学性、可靠性为前提、核心技术人员的技术水平为辅助、减阻泥浆科学配比的为主要措施的前提下，措施先行、做好技术监管，尽可能把沉降控制在可控的范围内，双顶同时顶进（前后顶相距 20m）对周围土体影响都翻倍增长，施工各方面控制参数都要细致入微。本工程控制量 2mm，为顺利贯通打好坚实的基础。



(10) 照明：采用 LED(24V) 灯带照明为安全施工及测量提供良好的施工环境。

(11) 通风：本项目属于深埋、超长距离施工项目。在管道施工过程中，随着管道不断向前延伸，由于空气不流通，管内温度会逐渐增高，空气中的氧气会逐渐稀少，管内湿度增大。另外施工中所产生的有害气体、烟雾等会滞存于管内，影响测量作业的精准度，并会对管内工作人员带来危害。

(12) 管外注浆：顶管施工完成后要进行“浆液置换”，应迅速将该顶管管段的工作井与接收井内的管段的两头管洞口封住（需用页岩砖砌筑满封厚度同井壁厚度 < 用 M7.5 水泥砂浆 >），并通过注浆管道，注入水泥浆，置换出触变泥浆，对管体外的土体进行加固。注入的水泥浆水灰比为 0.48（水灰比采用 32.5 号普通硅酸盐水泥配置并加入早强剂后，且充分搅拌即可施工）。



5. 结束语

施工中总顶力从开始掘进时 200 吨左右一路上涨为快结束时的 2000 多吨，快结束时北线由于卵石对泥浆泵磨损严重，更换机头泥浆泵耽误 12 小时导致顶力直线上涨，靠主顶 10×200 吨无法启动，最后启动到 3 个中继间 3 天顶进了 10 米才顺利出顶。施工过程中更换泥浆管、泥浆泵、卧式离心泵叶轮等多次，项目所有人员艰苦鏖战 50 余天，终于顺利贯通。

经过紧张而科学的施工临汾市绿色能源输配项目热力管道穿越汾河顶管一举成功，为以后大直径顶管在这种卵石层和多重复杂地质条件下施工，积累了更好的数据和经验。



龙创伟业
LONG CHUANG WEI YE

公司简介



Company profile

河北纵驰工程材料有限公司是专注研发生产：不锈钢快速锁、不锈钢双胀圈、不锈钢板内衬、点修树脂、非开挖专用修复气囊、钢膜钢内衬、遇水膨胀止水胶、单组份聚氨酯密封胶、遇水膨胀胶条系列产品的专业实体厂家。我公司致力于地下非开挖维修技术的研究、及非开挖维护的产品研发与生产。

河北纵驰工程材料有限公司位于河北省衡水市，注册资金2100万元，至今已发展成为中国颇具规模和影响力的综合性品牌战略施工与生产的综合型公司。

公司专注于为客户解决疑难杂症，提供从产品研究、现场施工、问题分析、施工战略、人员搭配、技术投入到内部固化的综合性服务，以提升工程的稳定性。



应用案例

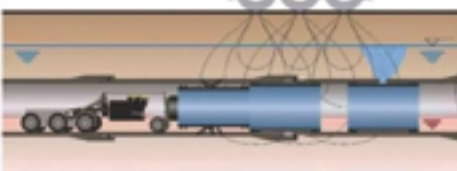


- 浙江宁波奉化区项目
- 辽宁省阜新高新技术产业园区清淤项目
- 贵阳市云岩区中心城区污水治理项目
- 成都市青白江区雨污分流项目
- 东莞市厚街镇虹桥市场项目
- 丹灶镇污水管网缺陷维修（横江片）-博金路污水管网修复
- 济南市中心城区雨污合流管网改造腊山河与兴济河排水分区PPP项目
- 济南市中心城区雨污合流管网改造大辛河与巨野河排水分区PPP项目
- 武汉市南湖片区管网提升改造项目

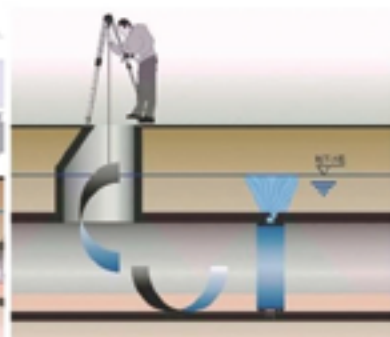
.....

不锈钢快速锁 (适用范围)

1. 旧管道不密封段和接头接口不密封段；
2. 管壁局部损坏；
3. 环向裂缝和局部纵向裂缝；
4. 封堵不再需要的支线接口。



快速锁修复工艺示意图



快速锁施工示意图

不锈钢快速锁



不锈钢双胀圈



点修树脂



扫描二维码，了解更多信息

☎ 电话：15632350000 13292852222

🌐 网址：www.shuangzhangquan.com

📍 地址：河北省衡水市景县城西开发区



24新品 | 震撼上市

新一代紫外光固化内衬软管

GL16_CN



英普瑞格管道修复技术（苏州）有限公司

苏州太仓市北京东路198号 | 0512-33060814 | www.impreg.com.cn



无锡双马钻探工具有限公司

Wuxi Double Horse Drilling Tools Co., Ltd

COMPANY PROFILE 企业简介

无锡双马钻探工具有限公司是中国市政及探钻具领域的骨干及领军企业，并努力成为全球性的企业。公司位于江苏省无锡市距离上海130公里，公司成立于2006年8月，现有员工120人，生产厂区2万平方米，总资产2200万美元。公司主要生产及销售非开挖钻具产品，岩心钻具产品，锚固钻具产品、水井钻具产品。双马钻具是一个专业化国际性的制造及销售企业，产品及销售网络遍布45个国家。

双马钻具取得了美国石油协会API-5DP认证、ISO9001质量体系认证、API、Q1认证，并与华科大建立了无损检测实践应用基地，与江南大学建立了研究生实践基地。双马钻具崇尚德日制造的严谨、细致、专业、效率、实用的理念。并以此为企业发展的楷模，探索适合于本企业的体系化及质保管理，提高产品生产过程自动及数据化，注重员工素养及技术的传承。一步一个脚印不断提高产品质量与服务。使双马钻具惠及全球用户。



荣誉证书



钻杆钻具

导向钻头



导向钻头(2 3/8-65/8FH)

连接方式:直接式(与钻杆直接连接)、便卸式(带八方套结构)信号棒安装方式:后装式、侧装式

分动器



分动器(15T、25T、40T、60T、80T、100T、200T、300T、400T、500T、600T、700T、800T)
本公司生产的分动器选用优质锻造合金结构钢，采用国内外优质轴承，例如:SKF、TIMKEN，经久耐用，便于拆卸维护。

启始杆



扭矩套 螺钉



便捷式导向钻总成



挤扩式扩孔器



挤扩式扩孔器($\phi 200-\phi 1800$)。用于较软土质地层。与钻杆连接方式:便卸式(八方套结构)、直连式(直接与钻杆连接)与管道连接方式:自带分动器、不带分动器

切削式扩孔器



切削式扩孔器($\phi 200-\phi 1800$)。用于较硬土质地层及风化岩层。与钻杆连接方式:便卸式(八方套结构)、直连式(直接与钻杆连接)与管道连接方式:自带分动器、不带分动器

长齿型挤扩式扩孔器



长齿型挤扩式扩孔器($\phi 200-\phi 1800$)。用于较软土质地层。与钻杆连接方式:便卸式(八方套结构)、直连式(直接与钻杆连接)与管道连接方式:自带分动器、不带分动器

流导式扩孔器



流导式扩孔器($\phi 200-\phi 1800$)。用于流沙、沙土、亚填土及卵石块地层。外壳结构:铸钢件、结构件与钻杆连接方式:便卸式(八方套结构)、直连式(直接与钻杆连接)与管道连接方式:自带分动器、不带分动器

地址: 中国无锡惠山经济开发区堰盛路19号
杨晓刚: 13921148313 吴波: 15251698267

邮箱: sales3@dhd.com.cn
孙沙: 15251507300 丁浩: 18811997329



江苏华林气动液压成套设备有限公司

Jiangsu Hualin Pneumatic Hydraulic Equipment Co., Ltd

企业简介

COMPANY PATENTS

江苏华林气动液压成套设备有限公司(原江都市华林气动液压机械厂)创建于2000年,经过十几年的发展,工厂占地面积50692平方米,建筑总面积26535平方米。

公司本着“科技为先,质量为本,服务为荣,改进为续”的质量方针,立足于液压、气动、机器仪表的研发、生产和销售,率先通过了ISO质量体系认证。我公司主要产品有液压缸、气缸、液压站、液压启闭机、液压调正器、新型电液推杆、电液动旋转器,与之相匹配的犁式卸料器、散状料闸门、阀门开闭、物料输送等成套设备,产品广泛应用于水利水电航运、液压启闭机、冶金、矿山、电力、机械、粮食、水泥、化工等行业,受到了良好的社会效益和经济效益,赢得了广大用户的一致好评。我公司的液压调正器在原有的基础上进行了革新,安装更为便捷,性能更加稳定,并获得国家实用新型专利,在广泛使用中得到了客户的一致赞同和认可。

先进的数控流程装置设备,完善的检测手段,确保了产品的质量,由此展开了江苏华林气动液压成套设备有限公司的快速发展道路。面对市场的机遇和挑战,品质卓越——我们的追求,诚信服务——我们的宗旨,本公司愿以合理的价格、精良的设计、稳定的质量、快捷的交货期、周到的服务,为广大客户提供优质、高效、精良的装备。

公司专利

COMPANY PATENTS

公司设备

COMPANY EQUIPMENT



联系人: 张长林

联系电话: 18083798789

公司地址

江苏省扬州市江都区武坚镇工业园区



湖北望新建设有限公司

HUBEI WANGXIN CONSTRUCTION CO., LTD.

公司简介

湖北望新建设有限公司成立于2012年，是一家在非开挖技术应用和水务工程领域独具特色的企业。现有建造师、测绘师、岩土师、爆破师、造价师等注册人员30余人，非开挖专业技师、技工40余人。

公司长期致力于非开挖技术的应用、推广和创新。在管线探测、检测、评估、管道修复、更新；复杂地层、大管径、长距离顶管等非开挖技术领域拥有核心技术和丰富经验。总承包的荆州市东方大道截污干管项目是我省首个获得省市政示范工程金奖的顶管项目；专业承包的南山水厂出水管道创造了深圳市供水顶管管径最大的记录，专业承包的引徐济安项目，是我省水利建设中首次成功应用岩石顶管技术；在沙市区西干渠水环境综合治理、荆州区城南片区排水等项目中综合应用管道溯源探测、管道修复等技术，取得了很好的治理效果。

公司先后取得国家专利40余项，省部级工法7项，是“国家高新技术企业”，“省创新型中小企业”；和长江大学联合创建“荆州市非开挖技术研发校企联合创新中心”，是《非开挖技术》理事会副理事长单位。具有全国最高等级的“排水管道更新与非开挖修复甲级”认证。

公司在水务工程领域特色突出，参建的南水北调中线一期引江济汉工程是我省首个荣获“国家优质工程”的水利项目，监利王港泵站荣获“江汉杯”，郢西水厂、纪南污水厂、太师渊水环境等项目深受好评。

多年来，公司恪守“不负众望、求实创新”的企业精神，先后荣“省建筑施工质量管理30强”、“水利部AAA级信用企业”、“省守合同重信用企业”、“省文明诚信示范企业”等荣誉。



江陵城区污水管网整治提升管道检测与修复工程



深圳南山水厂顶管工程



沙市区西干渠水环境综合治理工程



荆门掇刀排水防涝顶管工程



引徐济安饮水工程狮子山岩石顶管工程



胡先生 13508616511

网址: HPPT: //WWW.HBWXS.COM

罗先生 13797533333

地址: 湖北省荆州市沙市区太岳南路4号宏业大楼6-7楼

☎ 0716-8015599

■ 企业简介：

天津立林机械集团有限公司是生产石油、石化机械设备和工具的科技型企业,公司主要产品:螺杆钻具、牙轮钻头、(TBM)盾构滚刀系列刀具、岩石顶管机用滚刀、岩石扩孔器、牙轮单片。公司占地面积57.33万平方米,现有员工1000余人,现已形成研发、生产、质检一整套完善的环节并实施项目化管理,成为享誉全球的螺杆钻具制造厂商,年生产螺杆钻具15000套、牙轮钻头10000只。

■ 代表性穿越工程案例：

泰国、伊拉克、中缅、中亚(哈)管道工程;西气东输二线主线及众多支线工程

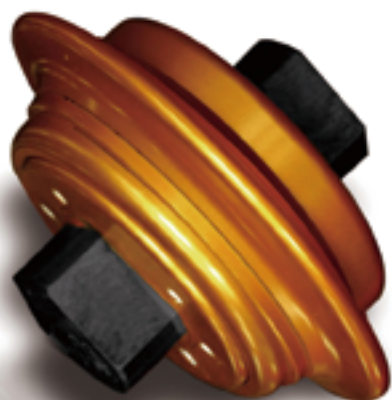
 中国石油天然气股份有限公司(物资供应商)。

 中国石油化工股份有限公司(物资供应商)。

 中国海洋石油总公司(物资供应商)。

 中国石油管道局穿越分公司战略供应商。

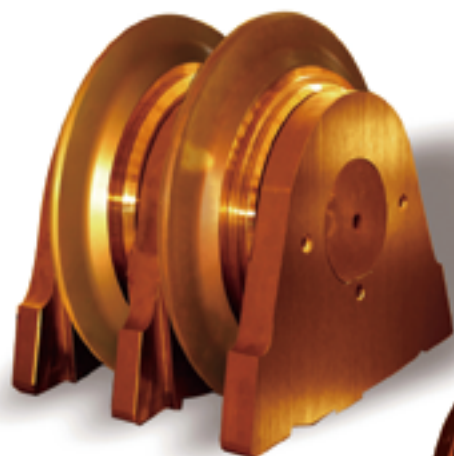
 国内二十余家穿越工程公司(物资供应商)。



TBM(盾构机)单刃滚刀



岩石扩孔器牙块单元



TBM(盾构机)双刃滚刀



顶管机双刃滚刀



顶管机三刃滚刀



牙轮钻头

螺杆钻具



岩石扩孔器



立林集团

地址：中国·天津立林工业园

电话：86-22-28685858

手机：13302150123 / 13752752668

网址：www.lilinggroup.com

邮箱：sale@lilinggroup.com



北京市广龙建设有限责任公司

• 公司简介 COMPANY PROFILE

北京市广龙建设有限责任公司位于北京市房山区，专业从事非开挖顶管工程施工技术服务。至公司成立以来，凭借先进的技术和设备以及专业的工作团队，不断的为客户圆满完成工程项目。

公司基地占地面积达5亩，配备了现代化的机械设备且设备处于行业领先水平。公司技术力量雄厚，技术团队由多名高级技术员及施工员组成，不断引进先进技术工艺，确保施工质量稳定可靠。公司主要项目：竖井开挖、人工顶管、泥水平衡顶管、破碎机械顶管。

公司高度重视施工安全及技术，建立了完善的管理体系，确保每个工程圆满完成。多年来，公司不懈努力、开拓进取，与客户建立了长期稳定的合作关系，并赢得了客户的信赖和好评。

展望未来，公司将继续秉承诚信、优质的经营理念，不断提升技术和施工规范，不断推动行业的前沿发展，坚守“以客户为中心”的核心价值观，携手合作，共同发展！

• 施工现场 CONSTRUCTION SITE



正在施工中



泥浆外排



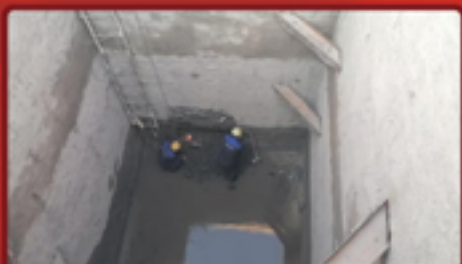
正在施工中



永定河DN1550破碎顶管



施工现场领导到现场视察



工人开洞门施工现场



部分施工人员

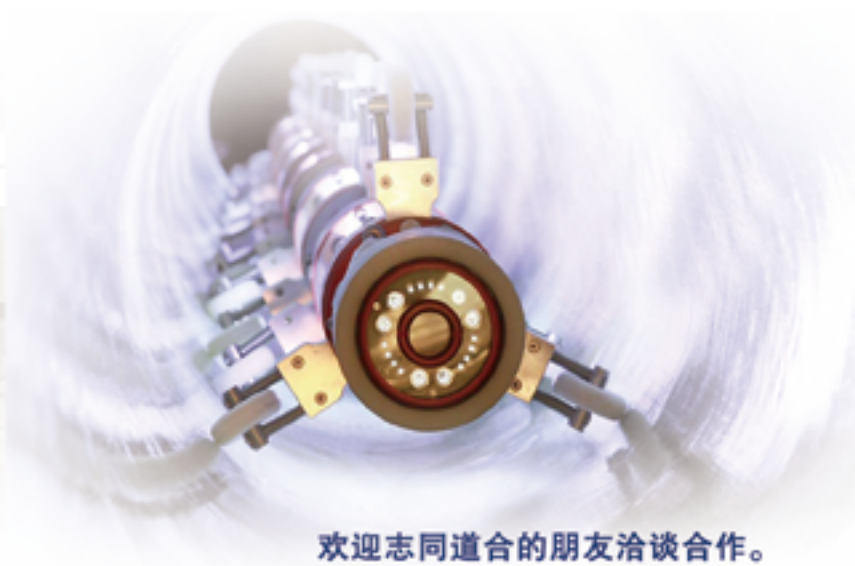


南京帝飞化学有限公司成立于 2009 年，是专业生产不饱和聚酯树脂的供应商，深耕于复合材料行业十多年。

- ◆ 国内领先的CIPP树脂供应商；
- ◆ 热固化体系，紫外光固化体系多种解决方案；
- ◆ 树脂性能优异，批次间稳定；
- ◆ 可定制化产品服务，契合客户需求；
- ◆ 十多年行业使用经验；
- ◆ 业内广泛的客户认可，金奖工程品质检验。

典型产品

牌号	应用
R0594	热水翻转式 CIPP 修复树脂
U0592	紫外光固化 CIPP 修复树脂
Difei MK30	增稠剂



欢迎志同道合的朋友洽谈合作。





■ 关于我们 about us

水环境（管网）智慧运营服务商

深圳市巍特环境科技股份有限公司，是一家专注于水环境（管网）全生命周期管理服务的国家专精特新小巨人企业，主要为客户提供管网探测、检测评估、方案设计、零开挖修复、应急抢险、软硬件开发、数据分析与应用、智慧化平台建设及运营管理等服务。



管网探测检测



管网零开挖修复



管网智慧运营

2003

成立于2003年

500⁺

项目数量（个）

40000⁺

项目里程(km)

☎ 电话:0755-83572293

📍 地址: 深圳市龙岗区吉华街道甘李二路
中海信创新产业城18B栋11层



官方网站



官方微信

公司简介

北京新虹科技有限公司专注于非开挖技术，聘请多位行业知名专家学者，致力为城市地下管道施工提供高端产品和技术服务。

为满足市场需求，公司最新研发全国首台“城市地下管道多功能作业平台”系统解决小管径、难进入的复杂问题。为管道检查、清淤、修复、切割、预处理、输送、应急抢险提供一体化作业平台。

公司将始终秉承“服务至上、诚信无限”的企业精神，为客户提供专业的技术解决方案。新虹科技公司愿与各界同仁携手合作、共创辉煌。



一、总体目标

系统解决小管径、难进入的复杂问题。为管道检查、清淤、修复、切割、预处理、输送、应急抢险提供一体化作业平台。

二、技术难点

- 1、小直径管道难进入问题
- 2、小型机器人能力不足问题：
长管道、大功率作业，处理能力不足，行走拖力不足……
- 3、复杂环境管道：
起伏、满水、淤泥满管、毒害、塌陷、腐蚀严重……
- 4、特殊作业问题：
管道错位、结构性修复、泄露、切割、注浆、抢险……

三、总体方案

关键部件	主要功能
地面设备	提供推/拉力、扭矩、动力（电/液）、流体（水/水泥浆）
柔性机械臂	传递推/拉力、扭矩、动力通道、流体通道。
多功能作业工具	清淤、检测、修复、切割、预处理等个性化工具或机器人。
系统软件平台	实现作业全过程可视化。

四、案例介绍

管网埋深	7.5米
管径情况	300mm
管道状态	地面塌陷导致管网破坏、管道淤沙严重、地下水渗漏、管道出现大量建筑垃圾被注浆液包裹固化、大量混凝土。
工程难点	无法摸清管道内具体情况、管网反复塌陷、管网腐蚀性严重、无法判断具体塌陷位置。



管道情况



设备安装完毕



钢管内衬完毕



清理混凝土后通水状态



哈尔滨排水集团有限公司总经理现场观摩

TEL: 010-88789132

E-mail: bj_xinhong@126.com

ATTN: 高飞 186 1837 2955

ATTN: 陈鹏飞 135 5268 5136



地址：北京市石景山区八大处高科技园区宏昌商务园北3号楼



纤维编织增强软管内衬管压力管道非开挖修复方案

适用范围：热力管道、自来水管道、石油输送管道、市政燃气天然气管道、油气水混合输送管道



该技术于2015年推出市场，2019年获得国家住房和城乡建设部颁发的全国建设行业科技成果推广项目证书，获得江苏省科学技术厅高新技术产品认定证书；2020年，该技术被江苏省机械工程学会评定为“国内领先，国际先进”，南非非开挖协会授予用该技术施工的项目为杰出工程奖；2021年，获得北京水利学会科学技术进步奖，江苏省“科创江苏”创新创业大赛新材料组一等奖等。

曼索公司在该项技术领域，申请并拥有十余项专利：该产品已经供应到全球几十个国家或地区。



热塑成型修复管重力管道非开挖修复方案

FFPP—合金PVC管适用于DN100至DN900的水泥管、玻璃钢管、波纹管以及各类重力管道的结构性修复。原材料由夏索公司自主合成，具有高环刚度、高光滑度、低水阻等特性，是一种极其优秀的管道内衬材料。利用其加热后变柔软冷却后变硬的特性，FFPP—能够完美的贴合原管道的内壁，还能够修复弯管、变径管、异形管以及严重错位的管道等等。

爱索生产的FFPP“热塑成型内衬软管”的各项技术指标均达到并超过相关的国内外行业标准（美国标准《ASTM F1871 现存下水道和管线修复用折叠/成型聚氯乙烯管的标准规范》）。



双组份聚氨酯离心喷涂修复方案

全自动离心喷涂设备

- ③ 可以用于喷涂修复DN75-DN1400的自来水管道;
- ④ 一次性可喷涂厚度1mm-3mm;
- ⑤ 一次性可喷涂修复170米;
- ⑥ 实现技术反向研究, 可大规模生产, 国内唯一生产商。



Instan2PU双组份聚氨酯

- ① 高分子聚合物离心喷涂用树脂材料；
- ② 3秒凝胶，6分钟固化，1个小时可通水；
- ③ 固含量100%；
- ④ 适用于金属、混凝土、塑料管道等材料管道的修复；
- ⑤ 实现国产替代，国内领先。



江苏省泰州市海陵区梅兰东路27号

联系人：石克兵 153 8072 3776

www.gsoehose.com

以技术为先，服务为上，
做城市地下管线的忠实守护者。



上海管丽

建设工程有限公司

公司主要提供CIPP热水固化、紫外光固化管道和检查井整体内衬修复，CIPP常温固化和紫外光固化管道局部内衬修复，管片模块法管道和检查井内衬修复，FIPP热塑成型管道内衬修复，非连续碎裂管法修复，喷涂法检查井内衬修复，雨污水混接调查及整改。

公司地址：上海市闵行区元江路3338号津赢科创园E栋

电话：021-3410-1150 021-3410-1180

网址：www.guanli-sh.com





上海宇联给水工程有限公司

SHANGHAI YULIAN WATER-SUPPLY ENGINEERING CO., LTD

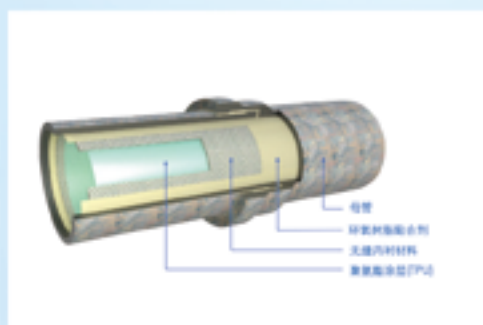
公司简介 COMPANY PROFILE

上海宇联给水工程有限公司创建于2001年，专业从事CIPP常温固化翻转内衬管道修复技术、供水管道带压检测与评估和管道清洗，提供全方面非开挖管道修复的总体解决方案。上海宇联是德国KARL WEISS科技有限公司在中国给水、燃气和排水压力管道修复市场战略合作伙伴，拥有全套非开挖修复领域的专业技术与设备，具有压力管道修复核心工艺的专业施工能力与资质，上海宇联自成立以来，一直致力于新修复技术的开发与优化工作，目前已在上海广泛实施应用，并在全国范围内推广，今后将为城市地下管线运行与维护，以及老旧管网更新改造提供更安全可靠的保障。

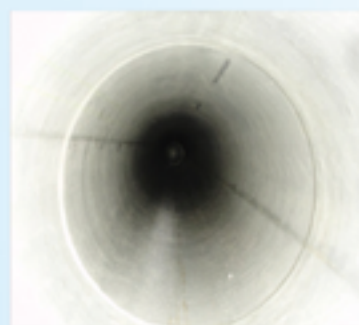
CIPP非开挖常温固化翻转内衬修复技术



翻转压力鼓



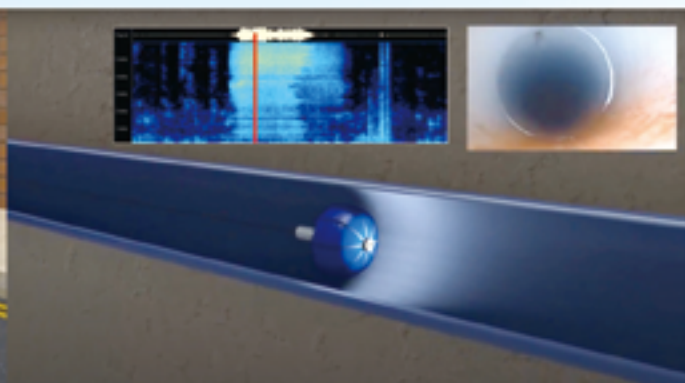
管道修复结构图



管道修复结果

starline®常温固化翻转内衬修复技术是一种压力管道修复技术，可修复运行压力至4.0MPa的供水管道和3.0MPa的燃气管道，适用管径范围为DN150至DN1200，一次性修复长度最长可达400米。该工艺使用一种高强度的聚酯纤维制成的无缝内衬软管和具有高弹性的聚氨酯涂层所组成的复合材料，并且使用特殊环氧树脂黏合剂使其在常温环境下进行固化。该原理采用气压翻转内衬的方式，将内衬翻转至待修复的管道之中，经填入压缩空气膨胀将内衬材料紧密黏合在管壁上，新旧管形成新的复合管，达成内衬与母管一体化，与原有管道共同承压。该技术目前在欧洲、美洲、中国以及澳大利亚等地区广泛的运用，在燃气、供水、排水、热力…等老旧管网的修复上已有上千公里以上的管道修复业绩。目前在德国燃气与水行业协会(DVGW)和美国材料试验协会(ASTM)均有严谨的行业标准和技术规程。

供水管道不断水带压检测系统



带压检测技术是一套线缆式供水压力管道评估系统，适用于DN200及以上的管道中使用，可在不停运管道的条件下，进行检测及内窥式检测。采用CCTV高清摄像和高灵敏度的水听器模块，可有效检测管内微小泄漏、防腐层剥落、管瘤、气囊等多种异常情况，并对异常点和泄漏点精确定位，是管道普查和预防性检测的有效工具。



上海宇联给水工程有限公司
地址：上海市闵行区景联路33号
电话：021-54821429
联系人：陈威任 15821230335

starline®





新时代、新战略、新作为。市政七公司将秉持“和合共进、不断超越”的企业精神，不断完善经营管理。创新施工技术、提高企业核心竞争力，为把公司打造成为国内一流的大型综合性市政总承包企业而努力奋斗。

企业简介

北京市政七建设工程有限公司，前身为北京易成市政工程有限公司，成立于1993年5月，是北京市政集团所属的骨干施工企业。注册资本1亿元，年施工能力20亿元，拥有市政公用工程施工总承包壹级、建筑装饰装修工程专业承包贰级、建筑机电安装工程专业承包贰级、防水防腐保温工程专业承包贰级、地基基础工程专业承包贰级、建筑工程施工总承包贰级、公路工程施工总承包叁级、环保工程专业承包叁级、古建筑工程专业承包叁级、施工劳务不分等级，以及压力管道GA2、GB1、GB2、GC1安装等多项资质。中国地质学会非开挖技术专业委员会非开挖专业项管甲、管道更新乙级、水平定向钻乙级等多项资质。

公司承接的工程涵盖城市道路、桥梁、市政综合管线、房建、美丽乡村建设、海绵城市、城市供暖、园林绿化、体育场地建设、地铁、机场跑道、垃圾填埋场、高速公路、场站、环境提升、农村煤改气等多个领域。施工生产形成电力暗挖、管道安装、园区市政、场站建设、住宅建设、美丽乡村建设六大特色优势。

公司是中国市政工程行业协会、中国施工企业管理协会、中国地质学会非开挖专业技术委员会等协会常务理事单位。公司高度重视科技创新工作，积极开展城市非开挖施工技术、管道修复技术、暗挖施工技术研究工作，近年，公司形成专利70余项，并获得了北京市高新技术企业、中关村高新技术企业及知识产权管理体系认证。公司坚持质量第一的原则，全面实施质量管理体系ISO9001、环境管理体系ISO14001、职业健康安全管理体系ISO45001三体系整合型管理，荣获优质工程奖20余项。

公司先后参与编写《燃气冷热电联供工程技术规范》《供热工程项目规范》《城镇燃气输配工程施工及验收规范》《建筑与市政工程施工质量控制技术规范》等多部国家标准，主编《地下连续墙施工技术规范》《城市轨道交通工程浅埋暗挖法施工技术规范》等北京市地方标准，参与编写《市政工程施工组织设计管理规程》《市政桥梁工程数字化建造标准》《城市轨道交通工程明挖法施工技术规范》《供热与燃气管道工程施工安全技术规程》等16部北京地方行业标准，以及北京电力公司《浅埋暗挖电力隧道施工技术规程》等企业标准的编写工作。

公司坚持“以人为本”的发展理念，建立了一支专业类别齐全、技术素质过硬的技术和管理人员队伍，为承接各类工程项目提供可靠的人才保障。目前在公司员工中，各类专业技术人员及管理人员占比超过百分之八十，其中超过百分之五十具有中高级技术职称。公司拥有近五百人的注册建造师队伍。

新时代、新战略、新作为。市政七公司秉持“和合共进、不断超越”的企业精神，不断完善经营管理。创新施工技术、提高企业核心竞争力，为把公司打造成为国内一流的大型综合性市政总承包企业而努力奋斗。

工程案例



大连新日本工业园市政道路



北京怀柔区宝山镇道路工程



德州经济技术开发区市政道路工程



天津津南地区市政道路工程



天津津南地区市政道路工程



天津津南地区市政道路工程



北京城市副中心通州110KV电力隧道工程



北京城市副中心通州110KV电力隧道工程



北京城市副中心通州110KV电力隧道工程



企业简介

Corporate Profile

北京焕发管道修复有限公司
是专业从事埋地管道非开挖修复
的工程技术公司。公司具有市政
公用工程施工总承包贰级资质，
非开挖修复施工能力认证甲级证
书，并通过了质量管理体系、职
业健康安全管理体系、环境管理
体系三大体系认证。

匠心企业

专业从事

地下管线非开挖修复

27年

★ 给水管道修复

★ 排水管道修复

★ 燃气管道修复

经典案例

Classic case



HUANFA

北京焕发管道修复有限公司

电话：010-85869368

地址：北京市丰台区永外果园6号楼金泰商贸大厦701



扫描关注微信公众号

年鉴

技术行业
中国非开挖

CHINA TRENCHLESS TECHNOLOGY
INDUSTRY YEAR-BOOK

非开挖管道修复原材料大全

广西顺美新材料有限公司拥有一流的技术力量，严格的质量检验标准和先进的生产设备，专注于生产和销售可应用于油气、电力、通讯、给水、雨污水等领域的地下管道非开挖修复基础建设工程的树脂、涂料、复合材料等化工产品原材料大全及配套供应链类金融服务。



光固化树脂



方格布复合毡



黄膜



底膜



修复树脂



筒膜



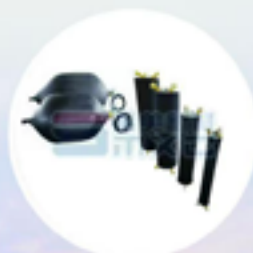
修复砂浆



锚固板/速格板



高温缝边线



封堵/修复气囊

销售网络覆盖全国

电话：吴伦国13669603219 0771-3939598

地址：广西西乡塘区南宁安吉大道安园东路工业园

如果您对我们服务满意请告诉您朋友，如果不满意请告诉熊相华先生:13808013653

