



技术案例篇



水碓线 12#—14# 返修项目工程 (EPC) 案例

北京市煤气热力工程设计院有限公司

一、工程概况

本项目为水碓线 12#—14# 供热管道修复工程, 起点位于朝阳区文化馆市民学校分校楼西侧, 终点至金台北街小区 4 号楼东南角, 现状 DN500 管线改造长度 334.1m, 由于此段管道腐蚀严重, 近年来每年均在采暖季发生故障, 并且不具备开挖条件。现状井室包括水碓线 12#、13#、14# 井室。修复方案为在原 DN500 管道内采用非开挖方式放置 DN450 的不锈钢材质的管道替换原有 DN500 管道, DN450 管道放置完成后再与 DN500 管道之间注浆, 不设置管托。

本项目范围为水碓线 12#—14# 翻修项目工程的施工图设计及本工程施工图范围内的材料采购、全部施工、材料设备供应、制作、运输、安装、检验试验、试运行、竣工验收至交付使用、保修等全部工作内容。

二、工程重点难点

本项目属于一次性包干的“交钥匙工程”项目, 涉及设计、采购、施工、试运行, 项目工期为 30 天, 时间紧, 任务急, 而且热力管道的非开挖修复工艺目前还未有成熟的案例和经验可循, 在热力管道修复中该工艺应数首次, 具有较大的技术难度挑战, 其中穿管的最大长度为 220m, 由于管道可能存在的折度给施工造成了较大的技术挑战。这就需要我单位在设计、采购及施工中采取新工艺、新技术、新材料进行实施。另由于该项目在老旧小区内, 施工场地狭窄, 施工时间受到严格限制, 在施工过程中存在较大的民扰因素。

三、重点技术内容

(1) 架设吊装设施、通风设施、抽水设施:

在中间 13 号小室的位置架设小桁吊 (根据现场情况自制的 3t 小桁吊), 用于修复施工时材料的吊入、定位等工作。在小室内施工时, 要保证通风设备时刻运行, 让小室内一直处于通风状态, 抽水设施要安装好, 随时备用, 保证安全。

(2) CCTV 检查, 对原管道分析、评价:

为保证施工安全以及质量, 我们采用多种现代化地下管线检测设备, 对原管道 (共计 669m) 情况进行检查、分析、评价, 以防管道有变形或者弯曲, 导致原施工方案不能顺利进行或影响施工质量, 当发现问题后, 可以提前预警, 并对有问题的部位进行针对性的修复后再施工, 进而保证施工质量。

(3) 原管道焊接法兰, 加装管口滑轮、牵引机导向轮等:

通过原管口加装滑轮, 能减小内衬管在牵引时在管口所受到的摩擦, 对内衬管也是一种保护, 防止材料损伤, 同时在另外一端需要加装导向轮, 便于牵引。项目设置 4 个导向轮, 4 个滑轮。

(4) 牵引机就位、管道内穿钢丝绳:

将牵引机放置在待修复段上, 正对管道口, 如果现场占地不允许, 也可以在对面管口通过导向轮反向牵引, 经计算需要安装 4 个导向轮。通过 CCTV 管道检测机器人, 将牵引绳从管道一端拉到另外一端, 从而将牵引机的钢丝绳穿入管道。

(5) 清管 (皮碗清管器、直板清管器、钢丝刷清管器、高压水等):

通过牵引机的钢丝绳拖拽清管器进行清管, 分别需要采用皮碗清管器、直板清管器、钢丝刷清管器反复多次对管道内部进行清理, 并通过高压水及打磨等方式进一步清理, 保证清理后的管道内部没有毛刺、尖锐物质等, 进而保证内衬管在拖入时不被划伤。

(6) CCTV 检查、陀螺仪检测, 清管效果分析、评价:

在清管完成以后, 再次用现代化地下管线检测工具 (CCTV 检查、陀螺仪检测) 对管道进行检测, 充分了解清管后的管道内部情况, 为下一步施工做好保障工作。

(7) 刮浆, 清管后对管壁不平整处趟浆:

刮浆, 浆料为防爆快干灌浆料, 清管后对管壁不平整处趟浆, 目的是让管道底部更平整, 减少对内衬管底部的伤害, 保证施工的顺利进行。

(8) 单根焊接牵引头, 试穿插并带入润滑粉 (石墨润滑剂):

单根内衬管焊接牵引头, 试穿插, 穿插过程中, 观察内衬管的拖入情况, 以及拖出以后, 内衬管材外表面划痕情况, 并记录牵引力变化情况, 为正式牵引做准备, 同时, 试穿插并带入润滑粉, 减小正式穿插时管道底部的摩擦力, 保证管道的顺利穿插。

(9) 不锈钢管焊接、检验、钝化、拉入 (两端为 8mm 的过渡短接、入管前要擦拭内壁):

为解决管道腐蚀问题, 本项目不锈钢材质选用 S316L, S316L 不锈钢是含钼不锈钢, 最大碳含量 0.03, 具有良好的耐氯化物侵蚀的性能, 通常用于潮湿环境。所有不锈钢材质焊缝均采用氩弧焊焊接, 选用不锈钢焊条 A102, 并严格遵守焊接的相关规范要求, 需要进行充氩保护, 注意做好安全措施, 管道焊接要进行 100% 渗透探伤, 对该焊口进行焊缝检测, 同时对焊缝处要进行钝化处理, 对管道内壁进行擦拭, 保证内壁清洁。对不锈钢管外壁涂抹润滑材料, 减小牵引时的摩擦力。

(10) 两端加装挡浆环、焊金属挡块、加装注浆孔和分布式排气孔:

挡浆环为月牙形, 保证内衬不锈钢管在水平位置, 不需要抬高, 进而保证内衬后管道在同一水平线, 保证工程质量。需要 8 个挡浆环 (厚度 0.01m、材质为不锈钢板)。

(11) 焊接、加装试压盲板, 裸管试压: 试验压力为 2.0MPa。

(12) 就位注浆设备、准备注浆材料, 按比例和凝固时间配置浆料:

浆料为防爆快干灌浆料, 施工时根据现场情况, 严格控制好浆液的比例和凝固时间, 保证将管道缝隙之间注满。

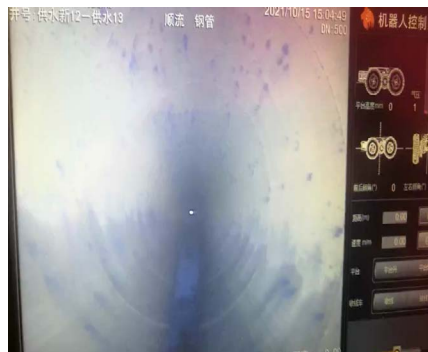
(13) 注浆:

注浆设备要一用一备, 保证施工能够顺利进行, 注浆前先将内管用水充压 1.6MPa, 以保证内衬管在注浆过程中不会被压扁。注满后候凝, 共计约 10m³, 初凝时间满足后先行泄去内管压力。材料初凝时间

40min，终凝时间 90min，8h 硬化。

四、结语

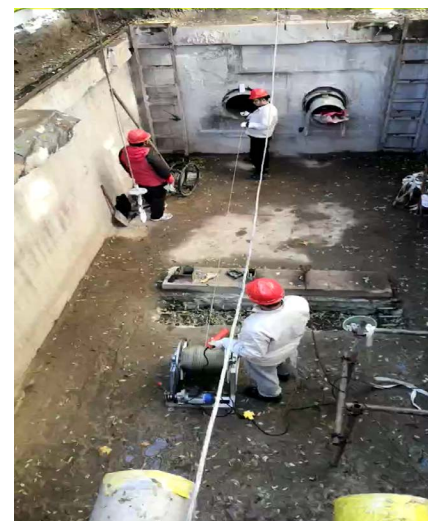
项目顺利竣工验收后进行 72h 试运行，运行期间 13 号小室内四个波纹管补偿器运行正常，膨胀量在正常范围内，固定支架运行稳定，管道无泄露，不锈钢内衬钢管运行正常，最终迎来了 72h 试运行胜利。项目试运行圆满完成，标志着煤热院研发的非开挖不锈钢内衬管线修复工艺技术的成功，为煤热院今后推行该新技术奠定了良好的基础。



CCTV 检测



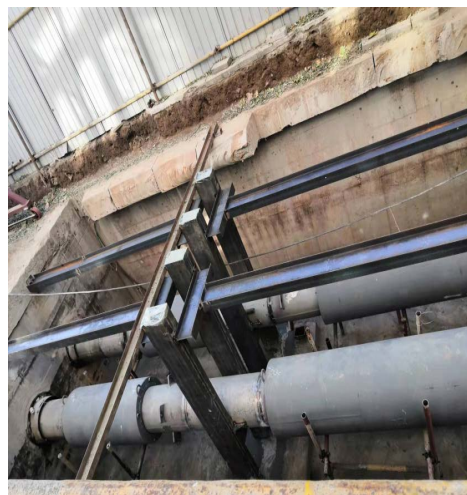
清管



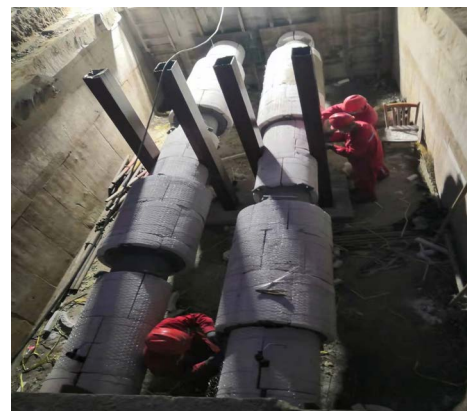
三维陀螺仪检测



焊接、检测、牵引拉管



补偿器及固定支架安装



管道严密性试验、注浆、保温



竣工验收

山东管网南干线黄河穿越—— $\phi 1016\text{mm}$ 管径 2867m 穿越

徐州徐工基础工程机械有限公司

一、施工项目概况

山东管网南干线起点为青宁线岚山站，终点为黄河穿越山东侧，管道全长 493km，是国家环渤海地区天然气储运体系中的重点项目，项目建成后将构建完备的区域天然气产供销储网络，管道输气量达 330 亿 $\text{m}^3/\text{年}$ 。黄河穿越施工的管径为 1016mm，管道壁厚为 26.2mm，穿越设计长度为 2867m，该工程是目前为止水平定向钻法穿越黄河流域的最大直径管道，也是行业内同管径下穿越距离最长的工程。

二、穿越地质

根据勘察钻孔报告，拟建场地的地层岩性主要由粉质黏土、粉土、粉砂及粗砂组成。根据地质报告揭示，管道穿越地层选择在地下 42m（相对于入土点）处以粉质黏土为主的稳定地层中。

三、施工方案

因施工距离长，为防止高压泥浆泄露，采用双机对扩施工及有线地磁对穿导向，主钻机采用 1200t 水平定向钻机（图 1a、图 1b），辅钻机使用 360t 钻机（图 2），入土点主钻机利用设备自身动力下套管，直到套管到达稳定地层。由于施工的距离长，预计仅钻头空转的扭矩就达到 4 万牛米，因此采用 194 的钻杆进行配套施工。



图 1a 入土点徐工 1200T 主钻机



图 1b 入土点徐工 1200T 主钻机



图 2 出土点徐工 360T 辅助钻机

两端钻机均采用泥浆马达导向，对接点设置在离主钻机 2000m 处，对接点前、后 50m 范围（共 100m）之内作为对接区。每 500m 加设一个补浆短节，为防止信号线扭曲、折断，导向时每 100m 加设一个信号线线卡。

本次工程穿越管径为 1016mm，最终扩孔孔径为径为扩孔为 1450mm(57")，每级扩孔相差 200mm—400mm(4"—8")。考虑到长距离施工，钻头本身扭矩大，因此预扩孔工艺定为六级扩孔，钻头直径分别为 550mm(22")、800mm(32")、1000mm(40")、1150mm(46")、1300mm(52")、1450mm(57")，在

1150mm(46")扩孔和最终扩孔后,分别进行两次的洗孔作业。

四、施工情况

施工中,由于黄河部分地下区域地质松软,在钻进过程中出现局部漏浆情况,及时调整了泥浆的粘度及增加泥浆堵漏剂,使工程得到安全有序的推进。

为保证扩孔作业充足的泥浆携渣护壁,选用了两台最大流量高达 3200L/min 的泥浆泵在入土和出土两端注浆(图 3),来保证工程的顺利进行。各级扩孔泥浆排量分别控制为:1000L/min、1500L/min、1800L/min、2100L/min、2100L/min、2100L/min,并根据土质情况及时调整泥浆粘度,并对泥浆的含砂量进行严格的控制。

施工中的最大施工扭矩达到 8 万 Nm 时,通过加大泥浆排量和配比,降低施工速度,施工顺利实施。

五、设备状况

施工用主机及辅机均选用徐工集团生产的水平定向钻机,最大推拉力分别为 1200t 及 360t,综合考虑到以往设备的施工表现和徐工集团设计制造能力。

创新性应用了双机同步扩孔施工工艺,对 360t 钻机进行设计改造,实现推拉随动、旋转随动功能,解决施工距离长、钻孔直径大时效率低的难题,实现双机共同协同扩孔。

设备的可靠性是整个工程的顺利实施的基础,为保证工程的顺利进行,设备制造商特别在工地现场储备了常用易损件及重要关键件,确保设备时刻处于可用状态。



图 3 配套徐工 3200L/min 泥浆泵

六、结语

此次项目的顺利实施,关键在于熟练的施工队伍、成熟的施工装备保障、完善的施工方案保障,经过前期多次实地考察、地质勘察、施工研讨、及时修正方案等措施,对施工技术方案进行了充分的论证,特别是同设备的制造商进行充分、有效地沟通,充分发挥出设备的性能。在工期紧、气温高的条件下,顺利完成了黄河定向钻穿越工程,创造了大直径管道穿越黄河的管径及距离两项记录,为以后同样的工程树立了施工典范并积累了丰富的宝贵经验,对于类似的其它管道穿越具有极其重要的指导意义。

排水管道紫外光固化修复技术（UV-CIPP）应用

周丽华 顾梦蝶

英普瑞格管道修复技术（苏州）有限公司，江苏太仓，215400

摘要：本文介绍了紫外光内衬修复技术在上海静安区地铁7号线昌平路地铁站主入口处的地下排水管道非开挖修复工程中的应用。

关键词：排水管道；非开挖修复；紫外光原位固化

一、引言

我国很多排水管年代久远，存在腐蚀、沉降、渗漏的严重病害。由于城市化进程的加快，城市的容积率越高，对地下管道的供给能力要求越高。上海排水管网密度 19.8 km/km^2 ，居全国首位，是全国建成区管网密度平均值 9.5 km/km^2 的两倍^[1]。

二、工程概况

此次修复的排水管道位于上海市静安区昌平路和常德路交界口，有一批地下排水管道年数已久，在对该区域排水管网检测和养护工作过程中，发现管道存在多处破损。昌平路（胶州路—江宁路）路段管道闭路电视（CCTV）检测结果表明，管道总长约187m，其中管径为DN1350部分为119.2m，DN1400部分为57.9m，部分管道出现功能性缺陷（障碍物、沉积），如图1。由于该管道是主管，收集附近其他管道雨水排放，如果不及时修复，将在暴雨天气下有严重影响。

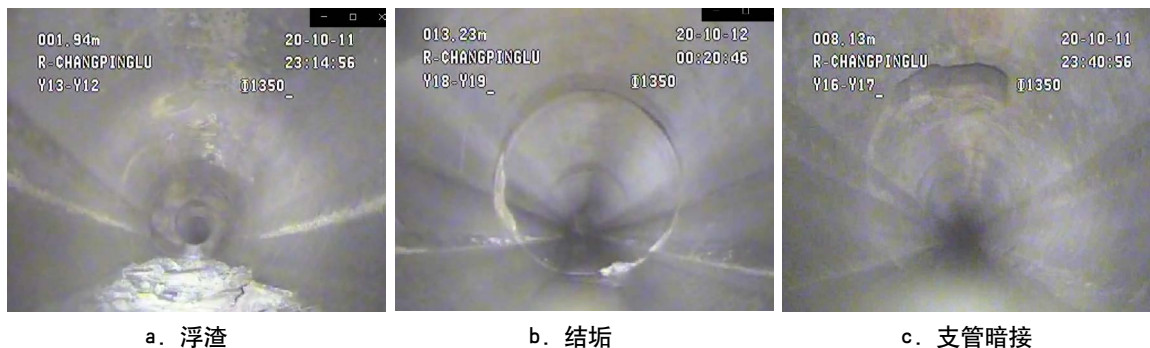


图1 典型缺陷

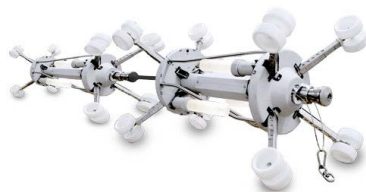
由于本次施工地点位于上海市地铁7号线昌平路站的主路口，附近文体机构集中，如上海市第一中学、上海戏剧学院附属高级中学、上海市总工会、静安区工人文化宫等，同时老小区居民分布密集，如胶州路公房、康定路公房以及老弄堂小区等。若使用开挖方式进行管道修复，工程期长，同时会造成市区路面交通拥堵，造成噪音污染，给市民的生活造成极大的不便。经业主单位考虑，采取非开挖修复技术最终决定使用英普瑞

格紫外光固化技术。该技术相对于其他非开挖技术，具有修复快速、清洁高效、碳排放少等优势。

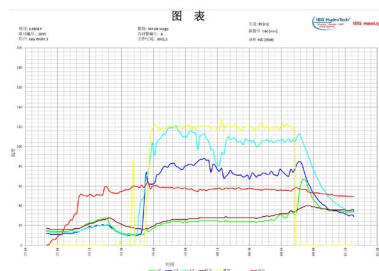
上海溧盛建设工程有限公司是一家在市政工程具有丰富经验的公司，多次获得上海市文明施工单位，在检测清淤，管道检测，管道非开挖修复方面具有专业的设备和丰富的经验。本次施工采用德国 IBG 紫外光固化系统，配置全自动紫外灯，使用双核两串灯架组成 8 个灯，每盏灯最大功率 1500W，紫外灯总功率 12000W ($8 \times 1500W$)，该系统可自动记录气压、温度、速度等参数。同时配备德国出厂配置鼓风机，由操作面板直接控制。可以精准控制固化过程中的风量，从而达到控制温度和压力。



a. 控制系统



b. 紫外灯架



c. 生成报告

图 2 IBG 紫外光固化系统

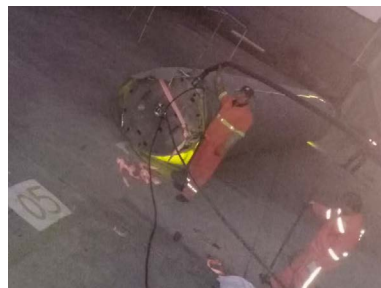
英普瑞格管道修复技术（苏州）有限公司对本次工程高度重视，项目前期安排专业技术人员，到客户基地进行实地培训，固化了 DN300/3.0 和 DN1500/12.8 两段软管，对客户理论指导和实践操作。



a. 软管



b. 送灯架



c. 紫外光固化

图 3 在客户基地培训

同时现场服务技术人员和施工单位去现场进行实地考察，测量了下料井口的尺寸以及确认井下实际操作空间，提出该项目的注意事项和必要的准备工作。



图 4 现场考察



图 5 测量检修井口径

三、管道设计

为了满足管道修复后的力学和过水能力的要求，采用原位固化法进行管道半结构性修复，进行内衬管结



构的设计,考虑地下水压和动载荷的测量等影响因素,根据 CJJ/T210-2014 设计要求,内衬管最小壁厚应符合下列计算公式:

$$t = \frac{D_0}{\left[\frac{2KE_L C}{P_w N (1 - \mu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \quad \zeta = \left[\frac{\left(1 - \frac{q}{100}\right)^3}{\left(1 + \frac{q}{100}\right)^2} \right]$$

式中:

t — 衬管壁厚 (mm);

D_0 — 内衬管外径 (mm);

K — 原管道及周边土体对内衬管的圆周支持率,宜取 7.0;

E_L — 内衬管的长期弹性模量 (MPa),此处取英普瑞格 GL16 长期弹性模量 13000 MPa;

C — 原管道的椭圆度折减系数;

P_w — 原管道管顶位置处的地下水压力 (MPa);

N — 管道截面环向稳定性抗力系数,取值不应小于 2.0;

μ — CIPP 内衬管的泊松比,宜取 0.3;

q — 原管道的椭圆度 (%),可取 2%;

输入对应参数,计算出壁厚如下

表 1 参数和计算壁厚结果

参数	D_0	μ	K	P_w /MPa	E_L /MPa	N	t /mm
结果1	1400	0.30	7.0	0.03	13000	2.0	10.3
结果2	1350	0.30	7.0	0.03	13000	2.0	10.0

同时,检验内衬软管对过水能力的影响,使用如下公式进行核算:

$$B = \frac{n_e}{n_1} \times \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^{\frac{8}{3}} \times 100\%$$

式中:

B — 管道修复前后过流能力比

n_e — 原有管道的粗糙系数

n_1 — 内衬管的粗糙系数

D_1 — 内衬管道内径 (m)

D_2 — 原有管道平均内径 (m)

查 CJJ/T210-2014 表 5.3.3 粗糙系数,取内衬管粗糙系数 0.010,水泥管 0.013,计算得出结果如下表:

表格 2 参数和过水能力结果

参数	D_1	D_2	n_e	n_1	B
结果1	1389	1400	0.013	0.010	127.29%
结果2	1339	1350	0.013	0.010	127.19%

确定 11.0mm 的壁厚,相对原来管道壁厚损失不到 1%;由于内衬软管内表面摩擦系数小,不但不影响管道的过水能力,相反修复后管道过流能力提升 27%。

四、施工过程

由于此次施工的软管管径大，进入管道的检修井口仅有六十多公分，因此下料过程的难度很高；同时天气条件严峻，实测夜间地面温度在零下9℃。再加上夜间施工时间限制严格，晚21:00—次晨5:00止，施工时只允许占用一条车道，非施工时间须立即恢复道路畅通，施工的挑战很大。考虑到此次夜间环境温度低，超出软管正常存储温度范围（5～25℃），因此在使用材料前，不宜将材料裸露放在寒冷的外界环境。施工地点距离英普瑞格工厂的车程不到一个小时，按照客户要求，将货物在客户指定时间发到施工现场，保证软管可折叠的状态。紫外光固化软管施工工艺流程：临排堵水→管道冲洗→缺陷预处理→CCTV内窥检测→CIPP紫外光内衬拉入软管→打气送入灯架→开紫外光固化→端头处理→CCTV内窥检测→验收取样。

首先清洁所有检修井，对待修复管道的上下游和支管，使用带压力显示的封堵气囊进行封堵和排水，在封堵前，须对管道进行抽水、通风等措施，做好有毒有害气体的检测。再对管道进行冲洗，完成后及时清理掉污水及污物。若有大型砖块等障碍物，宜采取人工进入管道清除处理。该过程要求具有相应资质的施工人员进入下水道内部检查，须确认管内流速不得大于0.5m/s，水深不得大于0.5m。比如对于尖锐突出物，采用人工或机械打磨方式去除；对于渗漏点，采取堵漏或者进行封堵等预处理。

21:00 施工开始前设置区域，保证施工现场安全；同时协调好进场材料货运车、随车吊、固化车辆的进场和离场顺序。



图 6 保证安全施工现场



图 7 装载软管的木箱

21:30 检查光固化车的功能，紫外灯架开灯试验，准备扎头以及其他等工具。



图 8 紫外灯开灯试验

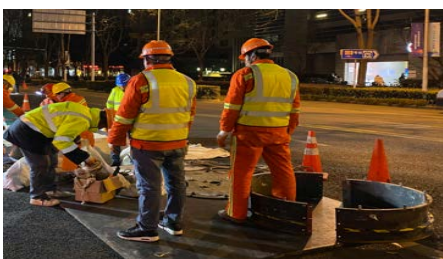


图 9 准备两端金属扎头

此次施工配备拉力为5t的卷扬机，以及吊机等装备。由于此次材料管径大，将检修井口径拓宽到一米以上，方便大管径软管拉入。



图 10 拓宽检修井



图 11 卷扬机

22:00 将宽 1.5m 的底膜拉入,拉动底膜并仔细检查底膜是否扭曲,确认铺平后紧紧将底膜固定于地面(软管拉入端),在检修井内安装导向轮。

22:30 将材料折叠到合适的宽度,将钢丝绳拉入并和软管连接,借助绞车牵引机拉入软管,使用前应检查钢丝绳状态,绞动时应慢速转动,当遇阻力要及时停止,排除故障。

本次修复软管跨三个中间井整段修复 Y12 ~ Y16,总长 69.1m,其中 Y13-Y14 管段 11m 处左上角,以及在 Y15 ~ Y16 管段约 13m 处正上方均有暗井。采取在这两处的软管外安装带拉链的扎头布的措施,使得此处软管在打气过程中得到“支撑”。



图 12 拉入底膜

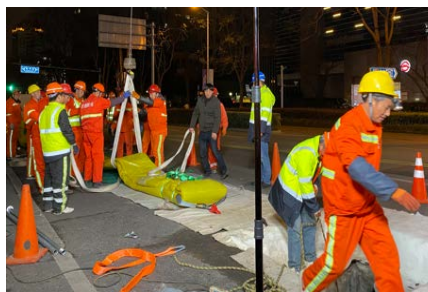


图 13 拉入软管

23:30 对两端扎头进行绑扎,进行第一次打气,由于环境温度偏低,软管尺寸大,该过程持续时间较长。待软管撑起,通过灯膜将紫外灯送入软管,该过程需要特别小心不能损伤内膜。完成送灯后,切断空气锁并松开,封上扎头盖板,连接所有空气管路并安装电缆导向轮。



图 14 安装两端扎头



图 15 通过空气锁送入灯架

1:30 给软管进行第二次打气加压,该过程缓慢进行,使得内衬软管贴合待修复管道。每次逐渐增加的气压约为 30mbar,通过 6 ~ 8 次连续增压,直至达到操作压强,保持约 15min。再拉动绳索,将灯架拉到管道的另一端,通过监控屏幕上观察软管内部情况(无破损、无扭曲、无褶皱)。

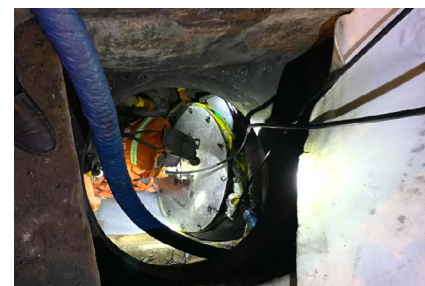


图 16 安装盖板

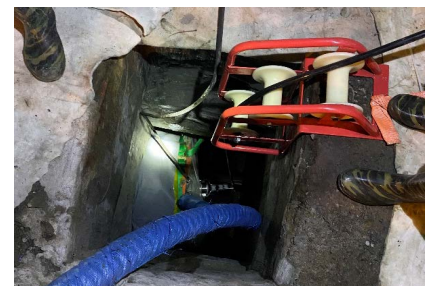


图 17 充气保压

依据英普瑞格安装手册预热紫外灯,第一节灯链的四盏紫外灯同时开启,预热两分钟,将第二个灯核的四盏紫外灯同时开启,同样预热两分钟后,再静止四分钟后拉动灯架。起始速度 0.15m/min,然后灯架速度每分钟增加 0.15m/min,直到 T2 和 T3 的温度符合要求,保持该速度继续固化。紫外光固化过程中,检

测到的反应材料温度是最核心的要素，保证材料充分反应，检测到材料的温度在 $100^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ 之间；监测温度必须在整个光固化过程实时进行；若超出最佳温度范围，固化巡航速度必须作相应调整^[2]。



图 18 预热紫外灯

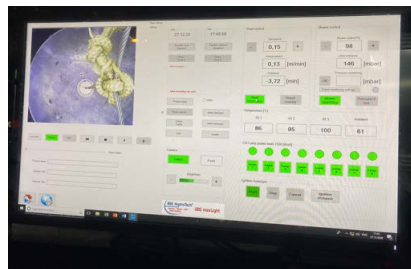


图 19 紫外光固化

固化完成后，保持风机继续运行十分钟，缓慢降温。去掉两端扎头盖板，使用专门的气动切割设备对内衬管道端部和中间井处进行切割。

5:00 拉出内膜并进行 CCTV 闭路电视检查，撤离现场，恢复交通。

五、结语

UV CIPP 紫外光固化修复技术施工速度快，一般可在八小时内完成；同时施工噪音小，对环境影响小；并且修复后的管道断面损失小，显著提高原有管道的过水能力。

参考文献

- [1] 胡群芳.中国城市地下管线发展报告[M].上海：同济大学出版社，2020
- [2] Daniel Will. 英普瑞格紫外光固化软管安装手册[M]. 企业标准，2020

水平定向钻施工技术在 PE 管道穿越工程中的应用

湖北福业凯月建筑工程有限公司

PE 管道由于耐腐蚀,化学性能好、韧性强,成本低等诸多优点,被广泛用于市政供排水管道。传统的敷设 PE 管道均采用开挖的方法,但开挖深度有限,对城市交通、环境也带来不良影响,而水平定向钻技术的发展应用,可以很好的解决这个问题。但由于 PE 管道定向钻穿越施工缺乏相关的规范标准,PE 管机械性能差,本身具有的蠕变特性,在回拖过程中,易造成 PE 管段破坏。本工程采用先进的泥浆配置工艺以及先进的导向、扩孔、回拖技术措施有效解决了施工中的各种难题,顺利完成了武汉三湖三河水环境治理工程南湖大道 PE 管(污水管道)水平定向钻穿越的成功回拖。

1、工程概况

三湖三河水环境治理工程南湖大道定向钻穿越施工项目,入土点场地位于武汉南湖大道水务集团的南湖泵站内,出土点位于南湖大道与民族大道交叉口,穿越长度 460m,穿越段管道埋深 -23.47-24.96m,管道采用 D560PE 管,穿越的主要地质为沙岩和碎石土层。

2、施工难点

2.1 穿越曲线段为沙岩、碎石以及粉质粘土结合地层,穿越粉质粘土时钻头、钻具容易下沉,造成曲线不圆滑,在长距离扩孔施工时,容易造成牙轮磨损加快,扭矩增大,造成掉牙轮、断钻杆等事故。

2.2 在沙岩和碎石土层结构中扩孔,由于岩石、地层硬度不均匀,扩孔易造成孔内台阶,形成阻力,卡钻或回拖失败。

2.3 沙岩和碎石、粘土层结构松散,不稳定,泥浆不从孔口返浆,漏浆严重,扩孔易缩孔,塌孔,埋钻,卡钻。

2.4 PE 管壁较薄,穿越管段长,轴向拉伸应力及扭应力超过管材的安全拉伸强度,易造成回拉拖头或管线断裂。

3、施工过程设计

根据工程地勘资料和 PE 管穿越过程中的特性,对穿越地质条件、设计文件、技术规范进行认真分析后,对施工过程做如下设计。

3.1 做好人员、设备、材料施工组织计划,配足配齐技术及施工人员,设备规格型号、材料进场质量满

足施工需要。

3.2 根据设计施工图和相关资料进行施工现场的勘测，了解地表、地质和水文情况，在没有磁干扰的穿越中心线上测量方位角。使用 GPS 测量实际入土点与出土点之间的距离及高差，确定实际入土角的角度，准确定位穿越的入土点和出土点。

3.3 合理划分施工区域，使用推土机将设备作业区场地进行平整、压实，设备摆放符合工艺流程，减少设备对穿越孔道造成的误差。

3.4 布置人工磁场，减少外部磁场对方位角的影响。将实际入土点和钻头的运行轨迹标注在控向穿越图中，控向图的比例为 100:1，控向角度偏差控制在标准范围内。

3.5 严格控制泥浆配比与粘度，保证其良好的护壁作用，减少发生抱钻的风险。泥浆性能参数：

3.6 控制导向孔与设计穿越曲线偏移误差，除配备足够数量的牙轮钻具外，应再配置足够数量的挤压式扩孔器。根据实际施工过程中的参数变化，在扭矩等参数过大或不稳定的情况下，及时更换适合的钻具，增加扩孔器前后扶正器。单根钻杆调整角度不得超过 1° ，防止定向钻在钻孔时呈现“S”弯的形成。

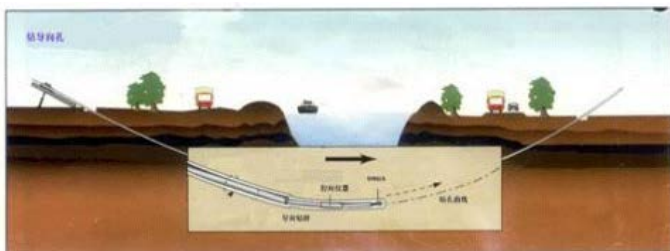
3.7 采用 6 次预扩孔，扩孔直径采用管道直径的 1.5 倍，孔道直径最终达到 750mm。

3.8 管线回拖采用专用的滚轮架，吊机配合，以减少管线回拖拉力，保证管线成功回拖。

4、施工要点

4.1 钻孔导向

4.1.1 单边钻进钻具的连接：钻机→钻杆→钻铤→泥浆马达→牙轮钻头



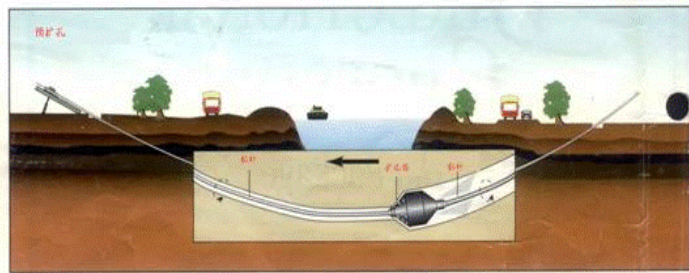
4.1.2 采用全站仪配合控向系统，准确测出穿越段的地理方位角，根据周围的磁场干扰情况对测得的方位角进行修正。

4.1.3 采集水样，进行水样分析化验，根据水质情况，合理配制泥浆。

4.1.4 钻机试运转，调整泥浆压力、扭矩，钻进速度等技术参数，按照设计曲线要求进行钻进导向。在穿越曲线上每隔 10m 左右设数据控制点，以此控制导向孔不偏离设计曲线。

4.2 预扩孔

4.2.1 钻具连接：钻杆→板式（岩石）扩孔器→钻杆





4.2.2 第一遍扩孔采用 $\phi 300\text{mm}$ 扩孔器扩孔，扩孔作业过程中，对钻机的拉力、扭矩、单根钻杆钻进的时间、泥浆回流情况等技术参数详细记录，并进行分析，根据上一级的扩孔情况及时调整下一级扩孔的直径、级数以及相关参数。

4.2.3 完成最后一遍扩孔后，利用 $\phi 750\text{mm}$ 的扩孔器进行一次或多次洗孔作业，保证孔内光滑，无碎石钻屑。

4.3 泥浆配置

4.3.1 泥浆配置要求

4.3.1.1 泥浆要具有很好的悬浮，携屑能力，防止形成岩屑床，堵塞管道穿越中的孔眼。泥浆配比应满足稳定井壁、润滑、减少穿越沿程的冒浆、跑浆等作用。

4.3.1.2 泥浆体系需通过大量的室内配方试验和生产实践的检验，取得相关数据，进行合理的配置。

4.3.1.3 泥浆处理剂的选择，应遵循无污染，无毒无副作用，配伍性强，品种少，加量少，能充分满足穿越施工中的孔眼稳定性，悬浮携带性，润滑性，和环保等方面的要求。

4.3.2 泥浆配置参数设计依据

4.3.2.1 穿越工程地质勘察报告

4.3.2.2 借鉴穿越单位的经验教训

4.3.2.3 泥浆摩阻力经验式

(1) 克服摩阻力 $F=RQLf$ ，式中 R ，管径； Q ，围包角； L ，管长； f ，摩擦系数

(2) 使用润滑剂降低泥浆润滑系数，减小摩擦阻力，一般润滑剂加量 0.5—1%，摩阻系数降低 25%。

本工程选择植物油类改性润滑剂，因植物油类润滑剂无毒害，且对泥浆流变参数影响不大，

4.3.2.4 水平井段偏心环空清除岩屑床经验模式

(1) 岩屑床指数 $PBI = (0.08 \times (D2-D1) \times V) / (L \times VS)$

式中 $D2$ 钻头直径； $D1$ 管径； V 流速； L 岩屑水平移动距离；

(2) 颗粒沉速 $VS = ((1-CS)^2 \times VS1) / (1 + (PS/PT-1) \times CS)$

式中 $VS1$ 单颗粒沉速； CS 环空颗粒浓度； PS 颗粒密度； PT 液体密度

(3) 通过岩屑床指数分析，清除岩屑床措施为：一是提高环空泥浆轴向流速，即加大排量。二是降低环空颗粒浓度，即控制钻进速度。

4.3.2.5 水平井岩屑运移层结构模型

属多层流动包括悬浮质流动区，层移质流动区，含淤积质及过渡区。

4.3.2.6 室内泥浆小型实验

(1) 选择配浆土在河水中的合适容量及有效水化时间；

(2) 选择增粘剂，防塌固壁剂在河水中的使用限量；

(3) 选择在河水中润滑剂的使用效果及限量；

(4) 泥浆性能参数；

名称	粘度 s	密度 g/cm^3	切应力 pa	PV mpa.s	FL m^1
参数	60-80	1.05/1.10	0-10/5-15	10--15	12

4.3.3 泥浆控制措施

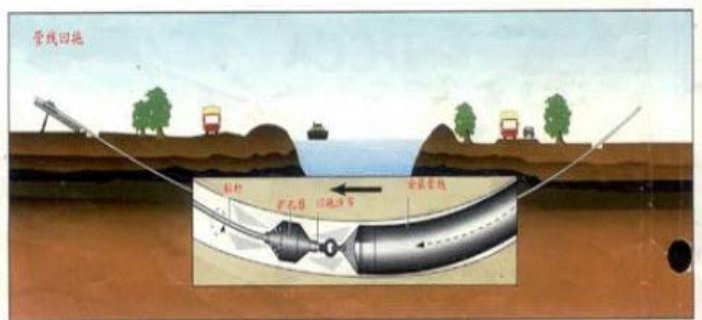
4.3.3.1 通过加入固壁剂，封堵剂增加滤饼的强度与韧性，稳固孔眼。

4.3.3.2 通过加入无毒害的植物油类润滑剂来降低摩擦阻力。

4.3.3.3 通过控制泥浆压力，减少泥浆总量，有效覆盖作业场地来减少污染。

4.4 管道回拖

4.4.1 钻具连接：钻机→钻杆→钻挺→扩孔器→旋转接头→U形环→工作管线



4.4.2 根据出土角和主管线的埋深，在工作管线入土点前端挖发送沟，发送沟内不得有石块、树根和硬物等。在发送沟内铺设草垫，并在草垫上喷洒泥浆，以减少管线底部与地层摩擦，防止防腐层划伤。

4.4.3 连接管线拖拉头，并对管线牵引头进行封堵，防止淤泥及其它脏物进入管道。

4.4.4 使用两台挖掘机协助回拖管线就位，起吊点设在距离管道焊缝 2.5m 处，起吊高度不大于 1m，起吊点的间距小于 26m，吊具使用尼龙吊带。为了防止管线回拖过程中划伤防腐层，将回拖管线前段置于发送沟内，后段放置在专用滚轮架上。

4.4.5 对扩孔器的各通道及泥浆喷嘴是否畅通进行认真检查，确认各项工序都达到设计要求时开始回拖。在管线回拖过程中，应根据钻机显示回拖力的大小控制好回拖的速度。

5、施工中常见问题控制措施

5.1 导向孔偏移控制措施

5.1.1 导向孔在钻进过程中偏离设计穿越曲线的原因

5.1.1.1 钻机就位方位与管线设计穿越方位有偏差。

5.1.1.2 受外部磁场的影响，计算机采集的数据非钻头的真实位置。

5.1.1.3 钻机操作人员人为操作有误，实际曲线与设计曲线发生偏移。

5.1.2 导向孔曲线偏移的控制措施

5.1.2.1 保证钻机就位方位与设计管线中心线重合

(1) 钻机就位前，用测量仪器（如经纬仪）标出管线穿越中心线，根据穿越入土角、钻机自身尺寸（车长、车宽、轮距等）等参数计算出钻机就位的精确位置，并用白灰或用线绳做好标记。

(2) 钻机就位后，用测量仪器测量钻机就位偏差，钻机就位中心线与管线中心线的角度偏差不得超过 0.1° 。随着导向孔钻进，及时调整钻头方位角，保证导向孔轨迹与设计穿越曲线重合。

5.1.2.2 减少外部磁场对方位角的影响

外部磁场主要由地下管道、地下光缆、刚性建筑物（构筑物）、大型船只、地上高压线等产生，这些外部磁场将直接影响地磁场强度和地磁角度，干扰导向仪器，导致钻孔方向失控，所以，必须采取一定措施，

消除外部磁场的干扰影响。

(1) 确定外部磁场的位置,在探测器到达外部磁场前,钻孔方向不能出现过大的左右偏移量,实际方位角应与控向方位角的偏差在允许的范围内。

(2) 进入外部磁场时,如果实际方位角与控向方位角不同,钻进时可暂不考虑干扰后的方位角,直接按直线钻进,在进行数据测量时,根据控向工具面的位置输入与控向方位角接近的方位角。

(3) 钻头穿越过磁场干扰区后,计算机控向数据恢复正常,如果导向孔轨迹与设计穿越曲线偏差较大,应首先计算出实际偏差量,然后将经过磁场干扰区的钻杆抽出,重新钻进进行偏差调整,通消除磁场影响,保证导向孔轨迹与设计穿越曲线重合。

5.1.2.3 采用人工磁场消减外部磁场的干扰

钻机控向系统是依靠地磁场进行方位控制,通过钻头后面的探头将导向孔参数传输到计算机。地磁场容易受到地下管线、地下电缆、地面高压线等金属构件的干扰,从而造成控向参数不准确。

(1) 人工磁场是在穿越中心线两侧布设闭合线圈,当探头到达闭合的线圈区域内,接通直流电源产生磁场,通过人工磁场测得穿越轴线的左右偏移和穿越标高。

(2) 经过人工磁场与地磁场左右偏差量的比较,测出目前钻头方位角,从而确定下一根钻杆的行进方位。由于人工磁场不受地磁场受干扰,可以准确校正控向方位角,从而能够很好的控制导向孔与设计穿越曲线偏移,保证穿越曲线的平滑性。

5.1.2.4 控制人为因素造成的导向偏差措施

(1) 开工前,加强对控向人员与司钻操作人员的技能培训,并进行全员安全技术交底,使作业人员按照设备操作规程及技术质量要求施工作业。

(2) 现场专人指挥协调,控向人员应与司钻人员密切配合,司钻人员根据控向人员的指令调整钻头钻进角度,防止人为操作导致钻孔出现偏移设计曲线。

(3) 控向人员应严格按照设计曲线计算每次倾角的调整度数,认真掌握并注意穿越过程中的轨迹变化,通过轨迹变化确定控向方向的变化。

5.2 钻孔“S”形偏移的控制措施

由于穿越断面地质结构复杂,软硬面结合,在进行导向孔作业的过程中,容易出现钻孔“S”形偏移,经过多年的施工经验以及各项技术参数理论的计算,主要采取以下控制措施。

5.2.1 严格控制曲率半径,避免单根超调的发生。本工程单根钻杆调整角度控制在 1° 以下,采集每根钻杆数据,并把数据录入控向计算机与设计曲线进行对比,一旦发现超调现象及时回抽调整,保证曲线方位角误差控制在设计允许的范围内。

5.2.2 利用常规控向系统控制导向时,应在钻头进入水平段粉质粘土前布置地磁线圈,运用强磁场线圈对探测器的具体位置进行进一步的确认,采用强磁场纠偏系统对穿越曲线进行复核,减少外界磁场对控向系统磁场的干扰因素,保证导向孔的深度和走向等符合设计要求,防止了“S弯”的发生。

5.3 地层冒浆,漏浆控制措施

5.3.1 地层冒浆、漏浆的主要原因有:出入土端孔道埋深较浅,定向钻穿越曲线经过较破碎的强风化岩层和中风化沙层,地层局部软弱。泥浆配比不合理,扩孔器选择不当,注浆压力高等

5.3.2 结合本工程地质情况以及定向钻穿越设计参数,主要采取以下控制措施:

(1) 根据钻头所在的位置,控制泥浆的粘稠度以及注入泥浆的泵压。

(2) 泥浆粘度的设计, 根据钻进参数对比图纸进行控制。在保证钻进速度的同时, 调节泥浆粘度保证其一定的携带性和护壁性, 并由泥浆工程师全程监控, 对钻进的底层参数和钻进参数进行分析, 监督指导添加剂的使用操作。

(3) 委派专人监督泥浆的返浆情况, 如果发生不返浆, 立即进行漏浆点的排查。对漏浆部位, 能封堵的进行封堵, 无法进行封堵的马上采取措施, 防止因钻屑堆积形成缩孔。

(4) 严格控制钻杆扭矩在 20Mpa 内, 每钻进半根钻杆, 就进行一次数据采集, 如数据变化较大, 必须停钻回抽。每钻进一根钻杆, 必须回抽钻进往返几次, 避免钻屑堆积在一点形成缩孔。

6、结束语

本工程穿越的成功, 为长距离 PE 管定向钻穿越施工积累了丰富的经验, 尤其在地质条件比较复杂情况下, 采取全站仪、人工磁场等各种手段对设备以及导向方位角准确定位, 控制。通过加强人员技能培训以及穿越过程中各技术参数的严格控制, 有效解决了钻孔轴线偏移。选用高性能的泥浆材料, 进行反复的试验与实际参数的对比, 配置出携沙能力, 护壁、润滑性能好的优质泥浆, 有效降低了坍塌、缩孔以及卡钻的施工风险, 为 PE 管道定向钻穿越施工的顺利回拖, 提供了可靠的技术参数与依据。

中建三局武汉市高新大道非开挖热塑成型施工案例

杰瑞高科(广东)有限公司

项目地址：湖北省武汉市高新大道

施工时间：2022年5月24日

修复管径：杰瑞行® DN400

公司简介

杰瑞高科(广东)有限公司成立于2020年，总部位于广州，是一家专注于地下管线非开挖修复材料的高新科技公司。

涉及产品：热塑成型管道修复材料(FIPP)、徐工x杰瑞联名热塑成型工程车、防腐修复水泥砂浆、欧美进口专用特种功能养护喷头、快速堵漏剂、局部修复树脂(CIPP)、高清无线管道潜望镜(QV)等设备。

杰瑞高科

绿水青山
就是金山银山



公司拥有专业的研发团队和独立的生产工厂，实现了从研发、生产、销售及售后的一体化服务。

杰瑞高科将坚定发展目标，坚持不断创新，坚守产品质量服务，为非开挖管道修复行业的领域不断创造新的时代辉煌。

已在全国的非开挖修复管道修复项目中积累了许多成功案例。

施工背景

中建三局二公司东湖新技术开发区南湖片区水环境综合改造工程，建设内容包括社区雨污分流精细化改造、雨水管涵清淤疏浚及病害修复、污水管网提质增效、污水管网收集完善、小南湖蓝藻防控及水质提升等。

武汉市洪三区高新大道是杰瑞高科在管网项目中与中建三局二公司南湖片区水环境综合改造工程的重要项目。

高新大道是通往武汉东站的重要交通走廊，衔接中心城区，随着高新大道片区的建设发展，车流量也增长迅猛，在不影响交通前提下确定采用非开挖管道修复。

使用非开挖道路修复技术施工，不需要破坏道路，对交通影响小，管道施工难度相对较小，对周边群众出行、车辆来往影响小。



施工前现场围蔽

施工概况

修复路段由中建三局第二建设公司负责，使用杰瑞行热塑成型修复材料 DN400，施工地点位于武汉市高新大道。

该路段管道改造长度分别有三段，总长度为 94m。目前已经施工完毕投入使用中。原有污水管材质为双壁波纹管，该段管道存在多处脱节，管道下沉，管道破裂容易出现生活污水外溢的情况，并且管道已发生轻微变形及管道下沉，结构性逐渐变差。

使用非开挖热塑成型修复后的内衬管管内壁平滑无接口，可以杜绝污水外溢，并且内衬管完成固化后，在现状管内部成型，有效提高现状管的结构强度。

通过非开挖修复后的管道耐腐蚀，使用寿命长达 30—50 年！

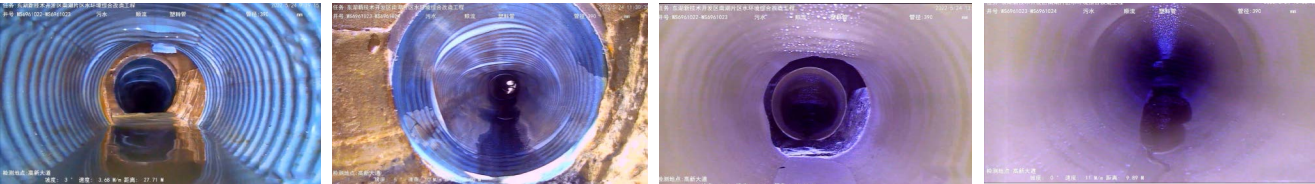


管道成型过程

环境温度	27℃
蒸料时间	120min
蒸箱温度	100℃
材料拉出变硬时间	7min
加压时温度	气压控制器 102℃
贴壁时气压	0.015mpa

工艺优势

本次施工极大地体现了杰瑞高科（广东）有限公司热塑材料的性能优势。2h 可以将 94mDN400 管的材料蒸透。在 90m 长的连续三段排水管中克服脱节变形等现场困难，可以在出蒸箱 7min 的时间里一次完成拖管。施工效率极高。极大的节约了人工成本和设备使用成本，以及施工材损耗。为以后的施工奠定了直观的现场标准。



修复前

修复后

修复前

修复后

使用非开挖热塑成型技术修复佛山污水管工程

杰瑞高科(广东)有限公司

佛山市南海区长岗北路
非开挖热塑成型管道修复
施工单位：佛山金欣建设有限公司
修复管径：DN600



施工概况

原有污水管材质为混凝土，该段管存在多处脱节，管道破裂处少量流水，并且管道已发生轻微形变，管道老化，结构性逐渐变差，建议对这段管采用整段热塑成型修复，热塑成型修复后的内衬管，管内壁平滑无接口，可以杜绝污水外溢，并且内衬管完成固化后，在现状管内部成型，有效提高现状管的结构强度。

工程重难点

1. 需一次性修复 DN600 管道长 55m
2. 需要带水修复
3. 作业点位距地面 5m



修复前后对比

环境温度℃	25℃	蒸料时间(分)	120分
蒸箱温度℃	105℃	开箱时材料温度℃	87℃
拉出半硬时间(分)	5分	首端堵头塞入次数	1
加压时温度℃	炮筒 105℃	尾端堵头塞入次数	1
贴壁时温度℃	炮筒 105℃	完全贴壁时气压(Mpa)	0.045
材料使用(m)	60m	材料损耗(cm)	5M

本次非开挖管道修复施工历时半天，管径大，一次性修复管径长。杰瑞高科 ND600 佛山路段施工顺利完成，为以后相似修复工程提供了宝贵的资料和可借鉴的经验，在将来应根据不用实际工程持续改进，推动非开挖修复行业技术的前进。

使用非开挖热塑成型技术修复厦门污水管工程

杰瑞高科(广东)有限公司

佛建设单位：中建海峡

项目地址：厦门市海沧区翁角路

施工时间：2022年3月3日

修复管径：DN400



工程概况

厦门市海沧区翁角路待修复污水管为双壁波纹管,两段污水管共有混凝土污水检查井3座,施工井深3米,两段污水管长 29.5+28.8 约 60m,管径为 DN400,选用非开挖管道热塑成型修复工艺施工。

第一段管修复：

热塑车摆放与热塑内衬管入井方向成 90° 角,拟两段管道共 60m 一次性完成修复,将材料在蒸箱内加热软化后采用 L 型下管方法。因车辆摆放位置与下料位置成 90° 角且操作工人经验不足,将材料拖入施工管道过程中,导致热塑材料入井后因扭转产生 180° 缠绕,材料通过中间检查井时可观察到产生 180 扭转,材料从出口井出来后,扭转处距出口井约 6m。通入蒸汽加压后第一段内衬管与原管完美贴合,第二段管因扭转形成闭台(图 1),保持压力通冷气后塑型,从中间井口截断材料完成第一段管的修复。



图 1

第二段管修复：

从出口井通入蒸汽将第二段管加热软化后拖出地面,在地面将材料摆正再次拖回第二段管内,两端塞入堵头加热加压,材料与管壁完美贴合后塑型。经 CCTV 检测,管壁内光滑,成型效果良好。(图 2)



图 2

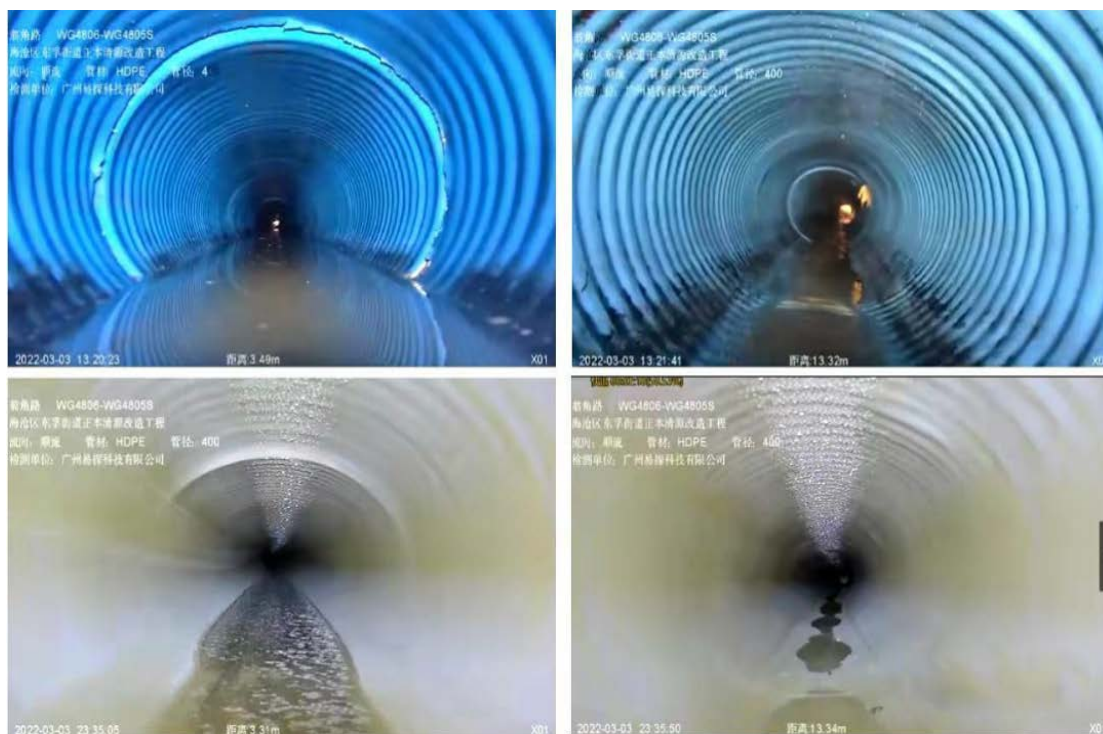
本次施工展现了热塑成型材料可修复距离长(一次可达60m以上),可一次性修复多段,提高施工效率。热塑成型材料具有可逆性,可多次软化及塑形且性能依旧保持稳定。

施工事项

环境温度℃	25℃	蒸料时间(分)	120分
蒸箱温度℃	100℃	开箱时材料温度℃	85℃
拉出半硬时间(分)	6分	首端堵头塞入次数	2次
加压时温度℃	炮筒 105℃	尾端堵头塞入次数	1次
贴壁时温度℃	炮筒 105℃	完全贴壁时气压(Mpa)	0.2mpa
材料使用(m)	64m	材料损耗(cm)	3m

非开挖管道修复施工前后对比

Comparison of pictures after construction



水平定向钻工艺的一例拓展应用

仰斜式排水孔在甘肃天水 G316 线江天公路防治工程中的作用

李鹏、任志强

陕西国泰建设有限公司

摘要：2021 年甘肃省天水公路事业发展中心 G316 线江天公路灾害防治工程中的难点是 K2454+300 ~ 400 段左侧沿川子滑坡处治工程。其中，滑坡山体前缘冲洪积角砾层中的潜水排放是本处治工程的关键。相对传统的明开挖排水法的诸多不足，本次处治工程中排水工程采用了新方法、新工艺——水平定向钻施工仰斜式排水孔，缩短了工期，节省了成本，避免了植被破坏，取得了良好的工程效果。

关键词：滑坡处治；仰斜式排水孔；导水钻孔

1、工程背景

根据甘肃省天水公路事业发展中心提供的资料显示，在 2021 年 3 月 ~ 2021 年 6 月，对 K2439+000 ~ K2460+000 段进行路基边坡灾害调查中，发现段内急需处治的三处灾害工点，其中 K2454+300 ~ 400 段左侧沿川子滑坡为本次主要处治工点，其余两处为下边坡水毁或滑移变形、路面沉陷工点。本文主要介绍沿川子滑坡处治工程中水平定向钻工艺于仰斜式排水孔施工应用的案例。

沿川子滑坡位于天水市秦州区娘娘坝镇沿川村，滑坡位于沟谷左岸沟坡，G316 以挖方路堑形式从滑坡前部通过，滑动方向与 G316 国道近垂直。



图 1 滑坡变形产生的错台（后缘）



图 2 G316 国道边坡挡墙破坏

2、工程地质条件

2.1 地形地貌

滑坡地处陇西黄土高原与西秦岭山地的过渡地带。该处滑坡位于娘娘坝镇沿川村西侧沟谷斜坡前缘，地势狭窄，坡表植被发育。滑坡坡面地形较平缓，自然坡度 $15 \sim 21^\circ$ ，高程 1665 ~ 1695m，相对高差约 30m；后缘山体较陡，自然坡度约 $32 \sim 42^\circ$ ；滑坡前缘为冲沟沟谷。

2.2 自然气象条件

滑坡区在属于温带半湿润气候区，气候温和，年平均气温 7.7°C 。本区降雨较频繁，多年年平均降水量 654.9mm ，且年内降水分布不均，7、8、9 三个月占全年降雨量的 53.5% 。

2.3 地层岩性

根据地质调绘及勘探揭露，工程区地层按其时代及成因自上而下为第四系全新统坡积（Q4dl）粉质粘土、滑坡堆积（Q4del）粉质粘土、淤泥质土，上更新统冲洪积（Q3al+pl）角砾、粉质粘土及含砾粉质粘土。

①坡积（Q4dl）含砾粉质黏土：黄褐—红褐色，潮湿，可塑，土质不均匀，含角砾，均一性差，表部含腐植层和未腐烂的树干。该层主要分布在滑坡后缘山体坡表部。

②滑坡堆积（Q4del）粉质粘土：黄褐色，潮湿—饱和，含水量较高，可塑—软塑，孔隙较发育，土质不均匀，含砾及植物根系，表部含较多腐植层和未腐烂的树干。

③滑坡堆积（Q4del）淤泥质土：灰黑色，饱和，含水量高，软塑，孔隙发育，土质不均匀，零星含砾及碎块，含植物根系，具腥臭味，土质软，岩芯有软塑变形现象。

④冲洪积（Q3al+pl）含砾粉质粘土：黄褐—红褐色，湿，硬塑，孔隙不发育，物质组成以粘性土为主，土质不均匀，含砾约占 $20 \sim 30\%$ ，粗颗粒磨圆度差，砾石粒径一般在 $2 \sim 20\text{mm}$ ，物质组成以板岩、片岩为主，局部夹角砾薄层，零星可见大于 10cm 碎块。

⑤冲洪积（Q3al+pl）细角砾：黄褐—红褐色，潮湿，中密—密实，骨架颗粒以板岩、片岩为主，磨圆度差，呈棱角状及片状，土质不均匀，粒径在 $2 \sim 20\text{mm}$ 颗粒约占 55% ，最大粒径 $30 \sim 55\text{mm}$ ，粘性土充填为主，土含量高，部分岩性呈柱状。

3、滑坡基本特征及成因机理分析

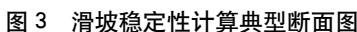
该处滑坡位于娘娘坝镇沿川村西侧岸坡，坡表植被较发育，老滑坡后缘圈椅状地形较明显，后缘滑坡陡壁高差 $3 \sim 5\text{m}$ ，滑坡堆积体整体坡度较缓，自然坡度 $15 \sim 25^{\circ}$ ，滑坡前部受 G316 国道路堑开挖影响，形成高约 6m ，坡度约 65° 的陡坎。根据已有资料，老滑坡堆积体主要为坡积粉质黏土，底部零星含角砾，根据初步调查，老滑坡长度约 106m ，宽度约 84m ，厚度 $5 \sim 10\text{m}$ ，估算方量 4.2万 m^3 ，为一中型中层土质滑坡。

该滑坡区地处新构造运动活跃地区，地势狭窄，地形起伏变化大，高陡斜坡及冲沟发育，新近系地层中断裂错动亦较发育，破坏地层结构的连续性，同时为地下水入渗、径流以及岩土的风化作用创造了条件，本地区地震活动频繁，强度大，是该区域老滑坡发育的主要原因。根据现场调查，该段滑坡主要诱因是降雨，滑坡表部土体受雨水持续入渗，地表水、地层潜水排泄不畅，软化变形持续积累，发生滑动变形破坏最终导致滑坡整体发生。

4、滑坡稳定性评价

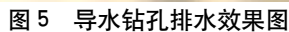
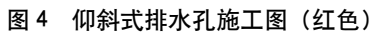
滑坡稳定性分析评价采用“定性和定量相结合”的综合评价方法，确定滑坡的稳定状况，预测滑坡发展趋势。

根据地质调查确定欠稳定斜坡范围及前后缘位置，并依据钻孔揭示地层，确定潜在滑动带位置；对破坏范围进行分块划分，选取合理的计算模型，见下图。



5、滑坡处治方案

施工场地选址避开塌方、落石、滑坡方向区域地段，在滑坡方向右侧一块空地设为施工场地。定向钻导向孔直进目标区（见图4），本工程的技术要求为定向孔精度控制和导水孔成孔性。



6、结语

231

CIPP 常温固化翻转内衬技术在城镇供水管道非开挖修复的新里程

钱吉洪¹ 陈威任² 王喆²

1. 上海城投水务集团供水分公司, 上海

2. 上海宇联给水工程有限公司, 上海

摘要: 原位固化法 (CIPP) 是目前我国使用最广泛的非开挖管道修复工艺之一。本文以上海市霍山路 (舟山路—保定路) 供水管道修复工程为例, 介绍了 starline® 常温固化翻转内衬修复工作原理、施工过程、施工技术 & 施工完成后的检查情况, 通过对施工过程的详细叙述, 总结出施工经验。对 CIPP 常温固化翻转内衬修复技术在城镇供水管道高危管网的修复更新, 提供管网改造建议、施工选型及相关研究给予参考和借鉴。

关键词: 常温固化; 超高压清洗; 管道内壁喷砂; 翻转内衬修复; 供水管道非开挖修复

1、工程概况

上海市霍山路 (舟山路—保定路) 该段供水管道始建于 1964 年, 管龄 58 年, 管径为 DN1200, 管道材质为铸铁管, 工程总长度为 340m。

该段管道属于输水管道, 距杨浦出水厂 3km 以内, 属于关键性输水管网。管道服役将近 60 年, 现经管理单位排查, 该段管道存在接头漏水、内防腐层脱落的问题, 存在安全隐患, 需要进行管道更新。

管道敷设于霍山路北侧非机动车道下方, 管道埋设深度约为 1.5m。霍山路为单行路、双车道, 整幅路宽不足 10m, 沿线经过舟山路、临潼路、保定路 3 个路口, 在保定路路口因避让其他地下管线, 采取了元宝弯敷设方法。道路北侧大多为砖木结构 2 层老房, 管道埋设土层为砂质粉尘土, 地下水位偏高。

2、修复工艺选型

在项目初期建设单位想采用开挖排管的更新方法, 在开挖样洞后, 发觉土层含水量高, 受扰后极易液化发生流砂现象, 引起沟槽塌方, 甚至对道路边上砖木结构房屋产生影响。实际施工中霍山路虽不是主要干道, 但早晚高峰车流量大, 如果全面开挖, 对交通、周边居民出行以及环境影响太大。如采用夜间施工开挖排管, 白天恢复交通, 则施工进度无法满足工期要求。

建设单位之后对比了多种非开挖更新管道工艺, 例如紫外光固化法、CIPP 热水翻转法、CIPP 常温固化翻转内衬法, 不锈钢内衬法等, 根据现项目受困条件 (一、工期紧张, 1 个月内需修复完毕及保证验收通过; 二、夜间施工, 白天需要恢复交通运行; 三、因有过路元宝弯存在, 所选修复工艺需要可以过弯; 四、该段管段上存在 2 个支管梯口, 需要尽量减少开挖面积等其他因素)。根据综合比较, CIPP 常温固化翻转内衬施工工艺成为该项目最佳选择。

3、CIPP 常温固化翻转内衬工艺技术原理

3.1 starline® 工艺原理

starline® 常温固化翻转内衬修复技术的主要原理为：对相邻的两端工作井内的供水管道先进行预处理，再将一种符合饮用水卫生标准的复合材料充分浸渍环氧树脂黏合剂后，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附在管壁上，随后进行充气保压至环氧树脂充分固化后，即可作为修复管道恢复运行。

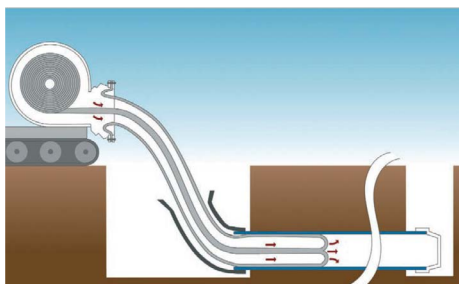


图 1 翻转修复示意图

3.2 starline® 材料

starline® 常温固化翻转内衬修复技术使用的内衬材料为聚酯纤维纱线加高弹性热塑性聚氨酯涂层 (TPU)。粘合剂使用的是 A/B 混合双组份，A 为环氧树脂部分，B 为固化剂，通过 A/B 双组份胶水按照特定比例混合成粘合剂。目前其内衬材料与环氧树脂黏合剂均符合德国联邦环境署 KTW 饮用水行业认证卫生标准和德国燃气与水行业协会 DVGW 的规范。同时也都通过国内卫生部卫生检测，符合饮用水卫生标准。



图 2 德国燃气与水行业协会 DVGW 和德联邦环境署 KTW 证书



图 3 翻转内衬修复后管道内部结构图

4、施工步骤

4.1 施工准备

接到施工任务后，施工单位组织项目有关方一同审查相关图纸和现场记录，拟定该项目的大致轮廓，初定施工布局如图所示。根据施工单位已掌握相关实践经验，这次项目预计将在规模上超过同类项目，创造出新的施工记录：达到修复同等直径的最大修复长度，通过最多弯头（一次修复长度达到 181m，一次连续

过 4 个 45° 弯头)。工程平面图及周边情况如图 4 所示。

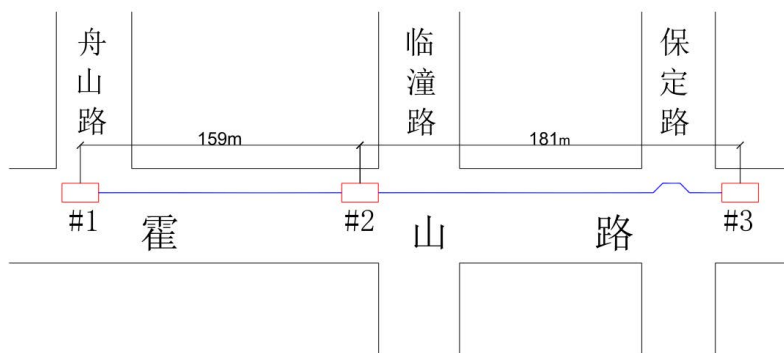


图 4 工程平面图

4.2 开挖工作井及 CCTV 检视

施工方案通过后，施工单位立即组织工作井开挖工作，此次项目共计 3 个工作井，其中 2 个接收井 (5m × 3m)、一个工作井 (7m × 3m)。因为土质和地下水原因，采用密板桩稳固基坑，以确保施工安全。在工作井开挖完毕后立即进行断管和 CCTV 预检。

该段待修复管段于 1964 年敷设，相关原始图纸年代久远，以及管道内部情况需在断水截管后，通过 CCTV 进行复核和再次检视评估，通过 CCTV 检视看是否可以实施既定方案。

通过 CCTV 检视，我们可以看到该段管道内防腐层已部分脱落，管道内存在管瘤等缺陷。在 CCTV 检视中，发现 2 处支管位置，一处为 DN300，另一处为 DN150。同时，经过 CCTV 检视也发现了元宝弯的尺寸及形状，如图 5、图 6 所示。根据施工单位施工经验，两处支管位置和元宝弯均不影响非开挖修复，无需将梯口和弯头开挖去除，按照既定计划进行修复即可。



图 5 元宝弯实际情况

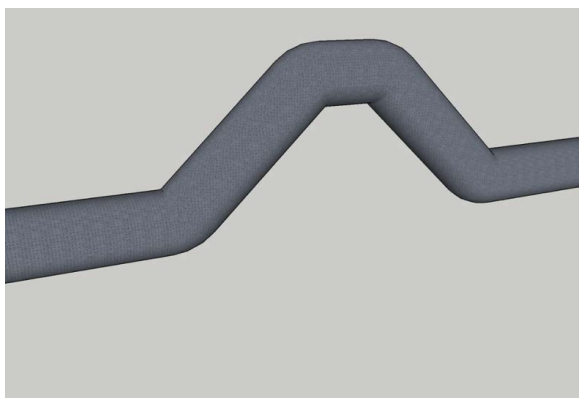


图 6 元宝弯示意图

4.3 超高压水射流清洗

非开挖管道修复技术主要是从管道内部对原有管道进行修复的技术，因此在进行修复前应对管道内部进行预处理。高压水射流清洗目前是国际上工业及民用管道清洗的主要方法，其原理是由高压泵产生的高压射流从喷嘴喷出，将其压力转化成流体动能，冲击被清洗件的表面，从而使附着在管壁上的结垢剥离下来。超高压水清洗安全性高、避免环境污染，又利用水的特点，可以去除混凝土而不伤到钢筋。由于该段供水管为铸铁管，利用超高压水清洗可以在不伤害母管的情况下清除母管原内衬层、锈蚀层以及管瘤。

该段管材在开挖样洞时已对原母材进行管道结构评估，透过评估方式确定超高压清洗压力为 1500bar，判定该段母管结构强度良好，可在原母管的基础上进行内衬修复，延长原管道使用寿命，对现有资产增加额

外附加价值，符合经济效益。

超高压清洗完毕后将对管道进行 CCTV 检测，经过 CCTV 检查，管道内原防腐层及管瘤已被全部清除，可以进行下一步工序。超高压清洗后管道内状况参见图 7、图 8。



图 7 超高压清洗管道前原始情况



图 8 超高压清洗管道后管道内状况

4.4 管道内壁喷砂

采用压缩空气为动力原理，以形成高速喷射束将磨料喷射到需要处理的管壁表面，喷砂工序能把管道内壁金属面的氧化物、油污等残留物全部清除，使管壁表面糙化并露出原母管金属光泽，清理等级应不低于 Sa2.5 级标准，通过磨料达到表面粗糙度，能大大提高母管与内衬材料的粘结力，使内衬材料与母管成为一体化。施工单位采用先进的管道内壁喷砂设备和抽吸设备，集成一套管道内壁喷砂系统清洗。清理的同时，由另一头工作井使用抽吸车进行抽吸，作业环境是于密闭空间进行的，抽吸车具备 100% 吸除作业过程中产生的粉尘，确保粉尘不会暴露于空气中，兼具环保无污染的特性。

在喷砂过程之前先要将管道进行干燥，通过管道干燥后，发现原管道数个承插接口存在漏水现象，在对承插接口漏水进行处理后，施工单位再次进行喷砂作业。

在大管径并且带元宝弯的时候、喷砂工作遇到了挑战。工程师通过计算，对 DN1200 的管径需要的抽吸风量为 $64000\text{m}^3/\text{h}$ ，可计算结果是针对直管段的抽吸风量，在元宝弯管段，由于元宝弯的存在造成了风量损失。考虑到元宝弯的尺寸、几何形状，工程师对风量进行了重新计算，得到需要 $69000\text{m}^3/\text{h}$ 的风量，施工单位的设备工程师对抽吸设备进行优化，加强了设备上限风量，经过重新测试和配置，已满足工作需要。

解决问题后立即进行喷砂作业，通过图片可以清洗看到，未经过喷砂处理的管道内壁锈蚀，经过喷砂处理后的母管露出金属表面，喷砂效果如图 9 所示，并且已完全去除锈渍等其他残留物，喷砂完毕后进行 CCTV 检测，进过检测判断是否满足下一步施工要求。

4.5 CIPP 常温固化翻转内衬修复

starline® 常温固化翻转内衬修复技术按照国际标准 ISO 11295 被归类为 C 类内衬，符合美国水务协会 (AWWA) M28 第 II 类内衬的设计规范。其性质为背胶式内衬修复软管，属于原位固化法的一种，主要透过增强内衬软管和黏合剂达成与母管紧密黏合的效果。目前在欧洲、美洲、中国以及澳大利亚等国家广泛的运



图 9 喷砂效果对比

用，在燃气、供水、污水、热力…等老旧管网的修复上已经有超过 1,000km 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。

此工程最大的难点在于修复 4 个 45° 的弯头，经过工程师反覆对于现场元宝弯的角度和管道长度进行测量，并且多次在实验场地进行翻转内衬过弯的情况模拟。经过多次翻转实验数据的论证，最终确定了翻转设定压力与时间控制。总结实施翻转修复带有弯头的管道，应透过翻转压力的适时调整加压，以达到内衬材料能够充分膨胀，进而与弯头内壁外侧的母管紧密服贴。并且工程师在实施现场采取 CCTV 同步跟拍的方式，时时监控翻转内衬修复的进度，透过无线电方式与压力股设备操作人员保持沟通协调，完美完成管道修复工作。



图 10 CIPP 常温固化翻转内衬修复施工



图 11 经 CIPP 常温固化翻转内衬修复后管道

最后，历时 13 个工作日，即将管道修复工作完成。修复后效果如图 16 所示。

5、CIPP 常温固化翻转内衬工艺技术优势

该施工工艺针对该项目具有以下独特优势：

(1) 开挖面积小：非开挖修复工艺相比传统排管更新不需要沿管道方向全线开挖，只需要根据各自工艺要求（施工距离，支管及弯头数量）设置施工段落，相比其他非开挖“管中管”施工工艺，该工艺无需开挖将弯头、梯口开挖、一次修复距离长，仅需开挖 3 个工作井，340m 分为 2 段施工，减少了工作井数量和修复次数，也可以缩短施工工期。

(2) 过弯能力强：该工艺技术水平可实现通过 4 个曲率半径大于 1.5 倍管道外径的 45° 弯头或 2 个曲率半径大于 3 倍管道外径的 90° 弯头。有助于减少现场开挖次数，缩短施工时间。符合实际城市地下管网交错纵横的工况，管道会有借让其他管线而采取的弯头措施，提高现场适应能力。

(3) 输送能力适应性强：内衬材料亲水层表面光滑连续，相比原来水泥防腐层更不易形成生物膜，经过管道预处理及修复后，管道截面积几乎没有减小，对原管道的输配能力几乎无影响，满足大流量输水需要。

(4) 与养护单位无缝衔接：经过该技术修复的管道，内衬材料与母管紧密黏合，完全成为一体化，无需对内衬材料和母管之间进行注浆，也无需在两端管口采用不锈钢涨圈密封。经修复后的管道，并非“管中管”形式。修复后的管道可进行不断水开梯，钢管可进行焊接。而且可维持用现有的设备、公共配件和工艺即可对修复管道进行维修保养，无需增添新的设备和因应紧急情况储存非标配件，对于后续管网的维护人员无需特殊的培训。

6、结论与建议

在霍山路项目中，施工单位采用新工艺、新材料、新设备，对缺陷管段成功完成了 CIPP 常温固化翻转内衬修复技术。其中第二段 181m 的管段，完成了供水管道该技术管径最大、长度最长、过弯最多的记录。经过修复后的管道已投入使用，效果良好，其施工工艺、技术和经验可为我国城区、重要路段的供水管网非开挖修复作为参考。

供水管网现目前多为铸铁管和钢管，原管道结构强度尚存，缺陷原因多为：承插接口处橡胶圈老化以及不均匀沉降导致的接口漏水；管龄较长，内防腐脱落导致管道内腐蚀。年久失修后会造成经济损失；形成管瘤降低管道输水能力；腐蚀管材降低结构强度导致爆管。

供水管网应进行定期检测，对于有异常的管段（渗漏量较大、经常爆管抢修等问题），应进行不断水带压检测或停水检查，判断管道缺陷原因从而进行针对性修复。对于早期出现异常的管段应尽快采取预防性修复，防止供水管道爆管的风险。

参考文献

- [1] State of Technology for Rehabilitation of Water Distribution System. The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) March 2013 P36-37
- [2] Andreas H ü ttemann. Fabric-hose Relining for Repair of Drinking-water Pipelines [J]. 3R International (46) Heft 8-9/ 2007.
- [3] Peter Sczepanski. And Andreas H ü ttemann. High-Performance Fabric-hose In the Old Pipe: Fast and Permanent Restoration of Operational Safety for Drinking-water pipelines. bbr/11 2008
- [4] George Ragula. New World Record CIPL Achieved with planning, Experience and Networking. [J] Trenchless For Gas Infrastructure Spring/Summer 2020
- [5] George G, Carbone M. and Ehsani M Winter Wonderland Does Wonders to CIPP Renewal of a High-Pressure Gas Main[C] //North American Society for Trenchless Technology No-Dig Show 2012 in NJ. 2012.
- [6] George G, Big-Time Rehabilitation PSE&G Tackles Largest CIPL Project with New Liner[C] // North American Society for Trenchless Technology No-Dig Show 2012 in US. 2013.
- [7] 董蓟伟，张芳，曹国权，刘鸿欢．浅析燃气管道翻转内衬(CIPP)修复工艺的技术论证[J]．城市燃气，2013(03):19-22

施罗德清淤机器人妙解中石油气田水池清淤难题

深圳市施罗德工业集团有限公司

项目名称：中石油公司气田水池清淤项目
地 点：四川省遂宁市
时 间：2021 年 11 月 15 日
工程单位：中石油川庆钻探工程有限公司
技术支持：深圳市施罗德工业集团有限公司
施工设备：THE BULL 公牛清淤机器人

项目背景

气田水是天然气生产中随天然气一起采出的地层水，是完全无法避免的产物，如不经处理直接排放会造成土壤、水源污染等环境问题。为避免气田水污染环境，必须对其进行净化处理，气田水池则是气田水处理装置中起着承上启下的至关作用。气田水池长期运行下池底会沉积有大量淤泥，需要定期进行池底淤泥清理。

此前，气田水池清淤工作都是安排人工下池负责清理，而溶解在气田水和淤泥中的硫类、氨类、烃类、酚类等物质，极容易破坏工人身体健康，不仅危险，还耗时费力。寻求更安全、高效的气田水池清淤方式迫在眉睫！



技术方案

在本项目中，由于气田水池沉积物偏硬偏厚，厚度更是达到 90 公分，温度也是在 50℃ 以上，环境比较复杂恶劣，不适合人工下池长期作业。中石油川庆钻探工程有限公司（简称中石油公司）希望可以找到一种安全、高效、对环境友好、方便快捷，又符合国家“双碳”目标的清淤方式。

经综合分析，为了避免人工下池清理的风险和作业效率等问题，本次清淤工作，中石油公司最终决定采用施罗德 THE BULL 公牛清淤机器人来完成对这气田水池的清淤工作。



施工介绍

施罗德 THE BULL 公牛清淤机器人清淤作业全程人员无需下水，远程操控，作业灵活，施工全程使用电力，不破坏和污染环境，清淤作业安全、高效。

清淤机器人安装准备



重量级大家伙出场就是霸气，大型吊车都安排上了。

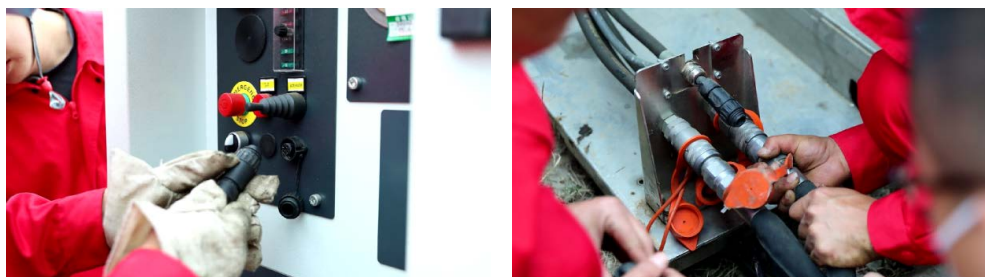


清淤机器人分别由清淤车体、控制台和液压动力站组成。



检查清淤机器人设备状况，设备良好，接下来进行清淤机器人车体与控制台、液压动力站连接组装。





清淤机器人组装完成，作业前开机进行设备测试。



一切准备完毕后，开始下池清淤作业。清淤机器人全程远程岸上操作，安全作业，强力吸污，专治各种沉积池的疑难杂症。



可以看到本次的淤泥厚度约为 50 ~ 90CM，气田水温约 50℃，环境比较恶劣，不适合人工长期作业。



清淤机器人代替人工作业，大大提供作业效率，让我们来看看清淤的效果。



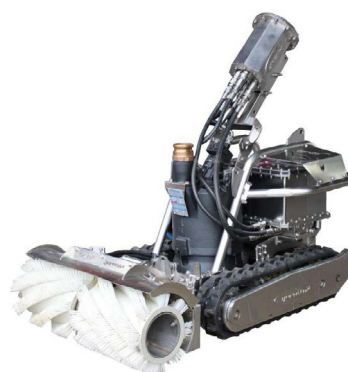
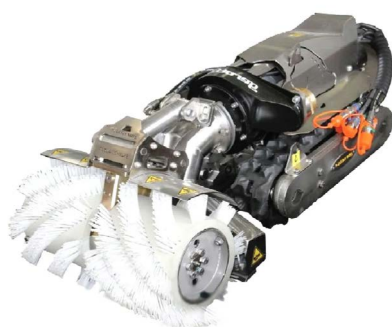
施罗德 THE BULL 公牛清淤机器人为何如此优秀？

施罗德 The Bull 公牛清淤机器人，是一款可远程水下遥控清淤机器人，适用于城市管网、暗涵、大坝、河道、循环水池等有限空间清淤作业，解决作业环境常年排污淤堵严重的问题。清淤机器人上安装有特殊的疏水泵，可以代替人工进入作业空间内打碎吸收水下淤泥沉积物，可实现“高效率 + 低成本 + 高安全系数”的清淤作业，有效规避常规清淤作业困难多、风险高、成本高劳动强度大、工作效率低的缺陷。

施罗德 THE BULL 公牛清淤机器人运用智能化远程操控系统，通过无线电控制，能有效保证机器人应对复杂作业工况的能力，能在黑暗、狭小的弯道、坡道，如履平地，操控自如。



技术参数	吸水软管直径: 3"-80 mm
	下水道直径: 45"-1140 mm
	尺寸: 2280*850*1120mm
	重量: 745 kg



THE BULL 公牛清淤机器人还有 mini 款哦 (mini 型 VS 常规型)

“工欲善其事，必先利其器”，选择优秀的机械设备不仅能减轻人员的工作量和降低工作强度，还能大大提高工作效率。

再破极限，国内首例 DN1850 大管径紫外光固化修复案例分享

深圳市施罗德工业集团有限公司

项目名称：西湖区钱江路 DN1850 污水管网紫外光固化修复项目

地点：浙江省杭州市

时间：2022 年 4 月 26 日

施工单位：安徽文建环境科技有限公司

国通建设有限公司

技术支持：深圳市施罗德工业集团有限公司

近期，杭州西湖区钱江路完成了一段 DN1850mm 超大管径污水管道紫外光固化修复，该项目由施罗德工业集团 UV12000 紫外光固化修复系统提供施工的技术支持。

施工背景

本次修复管道为杭州西湖区钱江路市政污水钢筋混凝土管道，管径 DN1850mm，修复长度 36m，经过前期摸排，发现该管道内部存在多处裂纹以及坍塌、渗漏现象严重。项目主体位于钱塘江畔交通主干道上，路面常有大型运输车辆通过，如果没有及时加以修复，将面临路面塌陷、环境生态污染，对附近居民人身安全造成威胁等危险。修复措施迫在眉睫！



技术方案

本项目中，由于待修复管道处于西湖区交通繁忙地段，且管径较大，杭州市政希望可以找到一种清洁高

效、环境友好、方便快捷，符合国家“双碳”目标的施工方式。经综合分析，最终决定采用施罗德紫外光固化技术在这个特殊的地理环境完成对这段 DN1850 管道的非开挖修复。这对于施工经验丰富的文建环境和施罗德工业集团来说，都不是一次普通的挑战，经过多次沟通，确定了这个项目的难点与解决方案。

工程难点及方案

短时间内完成施工并确保质量成为主要难点，项目地点位于西湖区交通繁忙地段，车流量大，又恰逢雨季，施工时间短；且待修复管道为 DN1850 大管径，准备的内衬修复材料重量约达 4t，井深且井口偏小、材料重，下料难度大。靠人力将材料从木箱中拖拽出来并拉入管道十分费劲，需借助吊车设备将材料输送至井口，随后用重载荷电缆绞车将材料牵引至待修复管道内部。



大管径 UV-CIPP 紫外光固化修复对施工人员的技术水平要求较高，尤其是大管径修复固化时间长，特别考验紫外光灯架与光固化控制系统的固化效率和稳定性。

施工介绍

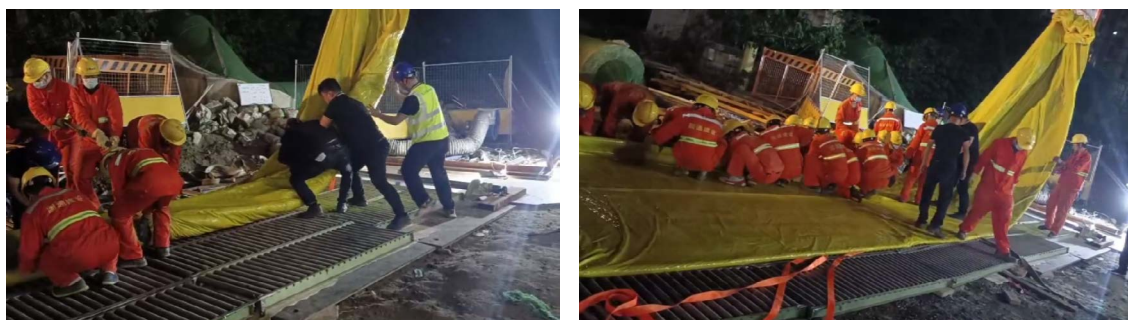
施罗德 IMS 紫外光固化修复无需中断交通开挖路面，施工全程使用电力，不破坏和污染环境。

衬垫保护垫膜

为避免修复材料在管道内移动与其它物体直接接触，保护软管不被损坏。



衬垫保护垫膜



由于下料井口较小，DN1850 整体幅宽较大，现场我们采用随车吊和人工卷料相结合的方式，对材料进行多次折叠，方便入井。

修复材料入管



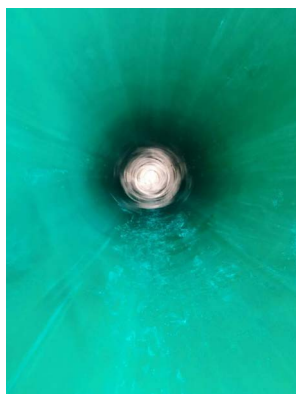
将内衬软管材料拖入管段中

观察修复材料置入情况

避免材料在进入管道的过程中出现扭曲和破损，进而影响固化效果。



然后，使用空压机对软管进行打压充气，软管修复材料缓慢撑起后，再将紫外灯架置入，继续充气，使气压达到规定数值后，开启紫外光固化。



固化全程可视，通过查看视频监视器，
可实时关注软管内部情况。

修复后效果对比，修复后的管道光洁如新。



紫外光固化修复工艺为什么如此“高效”？让小施来告诉你这其中原因吧～

工艺优势，对比传统开挖修复

非开挖：不开挖地面道路，仅需打开修复管段两端检查井即可完成整管修复；

低碳环保：施工全程使用电力，施工现场噪音弱，环境影响小；

高效便捷：施工可控性好，工期短，全程视频监控，灵活便捷；

修复后的管道强度高，寿命至少可以延长 50 年！

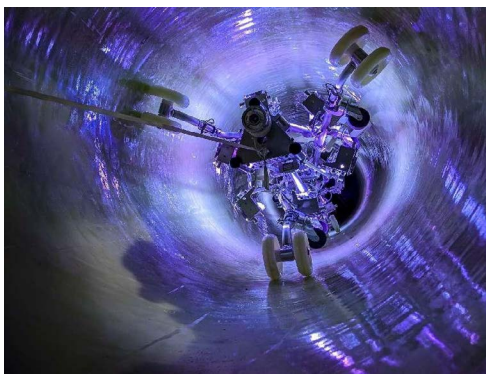
项目技术工艺 / 装备简介

施罗德 UV12000 紫外光固化设备



施罗德工业集团的 UV12000 紫外光固化设备源自德国最新技术成果，UV 光固化灯功率可达 12000W，固化速度快，比目前市面上的设备固化快 10 倍。大功率也预示着更有保障的固化质量，强劲的紫外光灯穿越树脂材料，确保固化后的材料送验成功。修复后形成新管道，强度高数倍于非玻璃纤维材料、使用寿命延长 50 年。

设备灯链还可在不同驱动功率间进行切换，适应不同的管径和修复速度。同时在灯架上有多种不同规格传感器，分别探测内衬管壁和空气温度，大大提高修复成功率。



设备采用轻量化、高集成度一体机设计，不用额外配置变电柜、线缆盘。

德国最新原装控制系统，稳定可靠

- 1、PLC/ 手动控制两种模式，可避免突发状况下电脑系统崩溃，导致内衬固化失败；
- 2、德国原装控制系统，集成控制，急停，警报，日志系统功能；可按照设定的时间间隔单独测量并记录每个灯泡的工作状况、内衬压力、灯架移动速度等；
- 3、可根据用于设置的管径、厚度、内衬温度控制指标等智能判定内衬固化状况，以自动调节灯链的拖拽速度；
- 4、摄像单元可耐 150℃ 高温，并长时间持续工作。
- 5、完善的服务体系，全国 21 个售后服务网点，搭建完善的服务体系。



文建环境团队的丰富经验以及施工现场的充分准备，使管道固化进展十分迅速，从而使本项目得以顺利完成。施罗德工业集团技术人员提供的经验和支持更是有助于本项目在一个工作日内完成修复工作，这是一次完美的合作。

美丽的城市，背后往往有一群人默默守护，感恩每一位为了城市环境作努力的人，向每一位奋斗在一线的管道工作者致敬！

紫外光固化技术在管道修复工程中的应用

福建纳川管材科技有限公司

摘要：管道非开挖修复技术具有施工周期短、环境污染小、不影响交通、施工安全性好、综合成本低、应用范围广等优势，特别适用于穿越河流、铁路、公路、建筑物以及闹市区、环境保护区、古迹保护区、农作物和植被保护区等条件下的管道修复。结合徐州市奎河片区排水管网修复工程施工4标段中实施紫外光固化内衬修复工程，本文详细介绍了紫外光固化修复技术的原理、施工工艺及相关指标和设备，并总结了该技术的特点。经检测，修复后的地下排水管道各项性能指标达到了国家标准，这一技术的成功应用可为各大、中城市推广和使用非开挖修复技术提供借鉴。

关键词：管道；非开挖修复；紫外光固化；应用

第一章 紫外光固化非开挖修复工艺

紫外光固化内衬修复工艺是原位固化法（CIPP）的一种，它是将玻璃纤维编制成软管浸渍光固化树脂，然后将其拉入待修复管道内，灌注压缩空气使软管张开紧贴旧管内壁，以原有管道为外模，软管内膜为内模，在紫外光的作用下使树脂在管道内部固化，形成具有高强度的复合内衬树脂新管的整段管道非开挖修复技术。

1.1. 工艺流程

紫外光固化内衬（CIPP）修复工艺关键流程：准备阶段→管道清淤冲洗→修复前 CCTV 检测→拉入防护底膜→拉入玻璃纤维内衬软管→绑扎堵头→软管加压充气→拉入紫外光灯→紫外光固化→竣工验收、拆除封堵恢复通水。

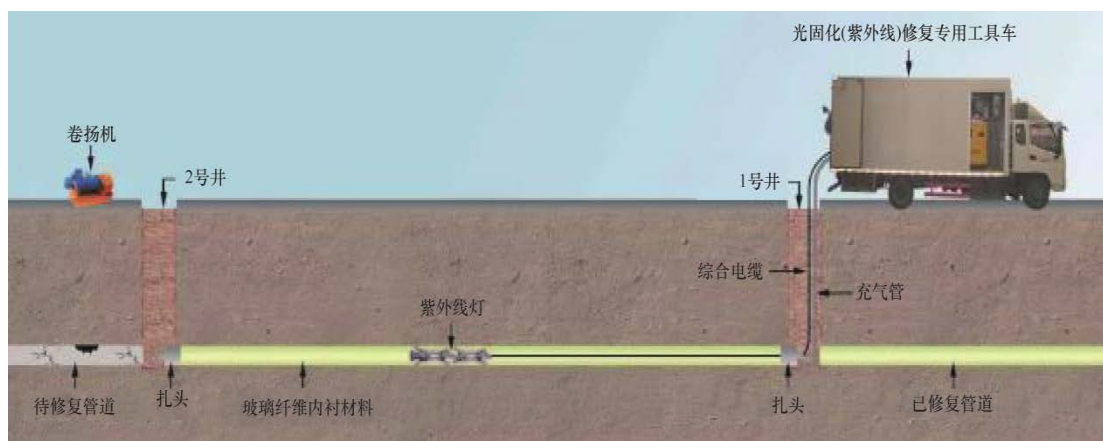


图 1 紫外光固化施工工艺流程图

1.2. 工艺技术特点

紫外光固化非开挖修复施工无须开挖工作坑，对交通影响小，施工速度快、周期短，方便解决临时排水问题；施工设备占地面积小，噪声低，对周边环境影响小；施工后的内衬管强度高，环刚度高，能对坍塌管



道管顶起到一定的支持作用,可用于管道结构性、半结构性、防渗漏修复,对于重力管道和压力管道的应用无局限性;可用于修复管道截面为圆形、蛋形、方形、马蹄形状的各种供排水管网;耐久实用,壁厚小,与原有管道贴合紧密,内衬管表面光滑,极大减小了原有管道的过流断面损失。大幅延长既有管网的使用寿命,降低投资,达到节能减排的目的,提高城市建设管理的技术水平,总体社会效益和经济效益良。

第二章 管网修复应用

2.1. 项目概况

徐州市奎河片区排水管网修复工程施工4标段涉及8条道路,分别是电子街、凤鸣路、金山东路、解放南路、泉新路、梨园路、三环东路、泰山路,街道繁华,车流量大,管径DN400—1500不等,设计修复长度2036m,因部分管段不具备施工条件(电缆穿入、井室小无法操作、井盖被覆盖等),实际修复管道长约1555.14m。

QV检测成果显示管道存在淤积现象,经清淤、冲洗后进行CCTV检测,结果显示管道存在脱节、渗漏及腐蚀现象。根据CCTV内窥检测成果结合规范要求,初步判断管道存在结构性缺陷,根据《城镇排水管道检测与评估技术规程》(CJJ 181—2012)计算结构性缺陷密度和管道修复指数(RI)。最终,本工程以CIPP紫外光固化整体修复工艺为主,辅以少量管段不锈钢快速锁、局部内衬修复,对修复指数(RI)≥4管段的结构性缺陷进行非开挖修复。

2.2. 项目重难点

(1)本项目部分管段错口、脱节、沉降较为严重,部分管段内有泥浆结块,均需人工进入管道进行预处理;

(2)本项目施工期间为11、12月份,根据以往天气记录,徐州地区这段是时间温度较低,给施工增加不少困难;

(3)工期紧迫,业主担心天气影响,要求我方在12月中旬前完工,比合同工期压缩了二十天,为完成节点目标,我项目人员必须加班加点;

本项目位于徐州泉山区,本区域为交通繁忙区域,为不影响交通,业主要求尽量安排夜间施工,增加了工程施工的难度及施工成本(全程启动发电机照明)。

2.3. 管道修复关键参数

依据《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》(CJJT 210—2014)计算内衬管全结构修复管道壁厚。

$$t = \frac{D_0}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-\mu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \quad (1)$$

$$C = \left[\frac{\left(1 - \frac{q}{100}\right)}{\left(1 + \frac{q}{100}\right)^2} \right]^3 \quad (2)$$

$$q = 100 \times \frac{D_E - D_{min}}{D_E} \text{ 或 } q = 100 \times \frac{D_{max} - D_E}{D_E} \quad (3)$$

$$1.5 \times \frac{q}{100} \left(1 + \frac{q}{100}\right) SDR^2 - 0.5 \times \left(1 + \frac{q}{100}\right) SDR = \frac{\sigma_L}{PN} \quad (4)$$

$$SDR = \frac{D_0}{t} \quad (5)$$

式中： t ——内衬管壁厚（mm）；

D_0 ——内衬管道外径（mm）；

K ——圆周支持率 7.0；

E_L ——内衬管的长期弹性模量（MPa）；

C ——椭圆度折减系数；

P ——内衬管管顶地下水压力（MPa）；

N ——安全系数，取 2.0；

μ ——泊松比；

q ——原有管道的椭圆度（%），取 2%；

D_E ——原有管道的平均内径（mm）；

D_{min} ——原有管道的最小内径（mm）；

D_{max} ——原有管道的最大内径（mm）；

SDR ——管道的标准尺寸比；

σ_L ——内衬管材的长期弯曲强度（MPa）。

根据各管径埋深及抗浮水位综合考虑，公式内系数取值如下： $C=0.83$ ， $N=2.0$ ， $\mu=0.3$ ， $K=7$ ， $EL=3250$ ， $q=2\%$ ， $P=0.01H$ 。

当 $DO=400$ 时， H 取 0.7—1.0m， P 取 0.01，带入壁厚公式可得 $t=3.15\text{mm}$ 取 5mm；当 $DO=500$ 时， H 取 0.7—1.5m， P 取 0.015，带入壁厚公式可得 $t=4.45\text{mm}$ 取 6.0mm；当 $DO=600$ 时， H 取 1—1.5m， P 取 0.015，带入壁厚公式可得 $t=5.34\text{mm}$ 取 6.0mm；当 $DO=800$ 时， H 取 1.5—2m， P 取 0.02，带入壁厚公式可得 $t=7.12\text{mm}$ ，取 8.0mm；当 $DO=1000$ 时， H 取 2.5m， P 取 0.02，带入壁厚公式可得 $t=10.53\text{mm}$ ，取 12.0mm；当 $DO=1200$ 时， H 取 3m， P 取 0.03，带入壁厚公式可得 $t=13.42\text{mm}$ ，取 14mm；当 $DO=1500$ 时，取 15mm。

根据上述计算结果 DN400 内衬管壁厚 5mm，DN500 内衬管壁厚 6mm，DN600 内衬管壁厚 6mm，DN800 内衬管壁厚 8mm，DN1000 内衬管壁厚 12mm，DN1200 内衬管壁厚 14mm，DN1500 内衬管壁厚 15mm。

2.4. 修复关键工艺

2.4.1. 准备阶段

在工程开始之前，确保施工现场达到一定安全性。须张贴路标、弯路和封锁等标示。在安装项目中，不仅要确保人身安全，而且要封锁部分街道和道路，以便安装横向的软管。

在插入衬管之前，须处理待修复的管道段，以确保管道在衬管安装过程中不会发生进一步损坏，并确保安装过程安全顺利。在衬管安装过程中，须确保待修复的管道段已停止使用。必要时，需放置气囊，使污水改道。应随时注意管道和相应支管在水中的深度。此外，还须考虑到突然降雨或风暴会导致建筑物合流污水管中污水量显著增加。



图 2 封堵倒流示意图



图 3 管口封堵

2.4.2. 管道清淤冲洗

管道修复前，管内一般存在不同程度的污泥、淤积，为保证后续工作的顺利进行，既有管线清洗是必要环节之一。本项目管道清洗方法是高压射水。如果管道内存在水泥浆块、油块或其它硬质垃圾，还须采用机械绞车实施物理疏通。无论采用何种方式清洗既有管线，均需保证疏通方式是既有管线能够承受的。

2.4.3. 修复前 CCTV 检测

正在使用的排水系统是一个动态系统，每一天都在发生变化，修复前检测是为最终确定管道修复时的缺陷状态，保证设计工艺满足修复需要，如检测发现管道情况恶化，缺陷等级增加、缺陷数量增加，其变化量仍在工艺允许范围内的继续按照原设计要求施工，如发现变化量超过工艺允许范围的，应及时向监理、设计单位反应。采用 CCTV 对管道进行检测。

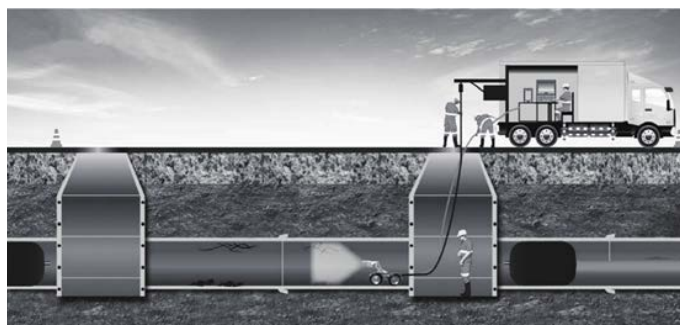


图 4 CCTV 检测示意图



图 5 CCTV 检测成果（破裂和渗漏）

2.4.4. 拉入防护底膜

在闭路电视检查之后，通过摄像装置或冲洗设备将一根绳子引入管内。然后，利用这根绳子 将拉绳和底膜拉入管内。应确保拉绳位于底膜之上，底膜应置于原有管道底部，并应覆盖大于 $1/3$ 的管道周长，且应在原有管道口两端进行固定。底膜的功能是为了保护衬管的外壁，并减少衬管 进入主管道的摩擦力。应充分固定底膜，确保底膜的位置在衬管被拉入主管道的过程中始终保持不变。



图 6 底膜拉入



图 7 底膜拉入

2.4.5. 拉入玻璃纤维内衬软管

内衬软管的进入是本工艺的关键工序之一，拖入时应利用电缆绞车和导向滑轮组沿着下降 向将衬管插入待修复的管道内。牵引速度和牵引力应根据制造商提供的数值而定；拉入内衬软管的速度宜为 $6\text{m}/\text{min}$ — $8\text{m}/\text{min}$ ，且拖动力不得超过材料本身可承受的范围（其具体数值与管径、厚 度和材料规格有关），原则符合《城镇排水管道非开挖修复工程施工验收规程》CECS717—2020。为了减小拖拉产生的摩擦力，降低内衬管在拖动过程中可能的损伤，在开始拖动操作之前将可生物降解的润滑剂（一般为植物油类）涂抹于底膜上。

当安装工作需要跨越多个污水管道时，须安排专人检测中间人孔处的衬管是否妥当拉伸。安装过程中，

须有 3—5 次间断每次约 5min。若衬管材料的温度低于 10℃，则应等候至少 10min。

在进行衬管拖入操作之前，应在衬管上捆绑一个“管头”。然后，通过一个旋转接头将绞车钢丝绳固定于管头之上。将衬管送入污水管道之前，应先将衬管折叠成一半大小。将折叠后的衬管交给窨井中的安装人员。由安装人员将衬管拖入管道，并检查拖入过程是否妥当。

最后的安装步骤和固化过程中工作压强的保持应使用大功率鼓风机。达到操作压强后，应维持该压强约 10min，以确保紫外线轻型小车在进入管道过程中不会损坏衬管内膜。衬管的插入应 拍摄视频并存档。若衬管的位置不佳，则应重新开启安装程序。



图 8 下软管

2.4.6. 灯架安装、紫外固化

紫外灯安装应避免损伤内膜；紫外光固化过程中，湿软管内应保持压缩空气压力不变，压力应根据内衬的管径与壁厚，按湿软管内衬制造商所给出的参数表选用，压力达到参数表压力时，应保持不少于 30min；应按湿软管内衬制造商提出的产品要求采用紫外光灯架型号、灯功率、数量以及固化巡航速；固化巡航时，应测量湿软管内表面上软管内衬固化时的温度；湿软管固化完成后，应缓慢降低管内压力至大气压，降压速度不应大于 0.01MPa/min。



图 9 紫外光固化

2.4.7. 支管开孔

对于有支管的主管道修复后，应依据管道权属单位的要求，采用管道切割打磨修复机器人，在支管接头位置打磨通孔。寻找打磨钻孔位置的方法主要有：

在铺设内衬软管前让切割修复机器人进入管道，行驶至支管位置处在线缆计米器处用胶布记录；优质内衬材料，管径合适时，固化后在支管位置处会凹陷，通过肉眼识别凹陷位置寻找开孔位置；采用推杆式小型切割修复机器人从支管进入，打通从支管到主管内衬的通孔。

2.4.8. 竣工验收、拆除封堵恢复通水

(一) 外观验收

主要通过 CCTV 检测, 观察修复后管道是否存在凹陷、划伤、裂缝、磨损、孔洞、起泡、干斑、隆起、分层和软弱带等缺陷, 是否有超过管径 10 % 的变形、相对高度大于 2 % 管道内径的褶皱等问题。

(二) 功能性验收

管道内衬固化后, 按照行标, 主要对弯曲强度、弯曲模量、抗拉强度进行测试, 并进行闭水或闭气试验。原位固化法内衬管需进行耐化学腐蚀试验, 试验方法按现行国家标准 GB/T 11547—2008《塑料耐液体化学试剂性能的检测》的有关规定执行。在该项目验收中, 还进行了样品耐化学性的浸泡检测(样品浸泡时间为 28d, 试验温度为 23 ℃ 左右), 检测浸泡后样品的弯曲强度和弯曲模量, 检测结果均应大于样品初始弯曲强度和弯曲模量的 80 %。

2.5. 修复效果分析

2.5.1. 工程效果

本次徐州市奎河片区排水管网修复工程施工 4 标段, 施工便捷、工期短、交通影响小、对周边环境影响小, 修复效果达到了预期效果经 CCTV 检测显示, 内衬管表面没有因施工原因造成的划伤、裂纹、磨损、褶皱等质量问题, 表面质量满足 CJJ/T 210—2014《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》规范要求。修复前管道(混凝土管糙率系数 $n=0.014$), 过流能力为 166.67L/s, 修复后管道(塑料管道糙率系数 $n=0.01$), 管道过流能力为 178.56L/s, 大于管道修复前, 满足设计要求。修复前后对比如图 5 所示。

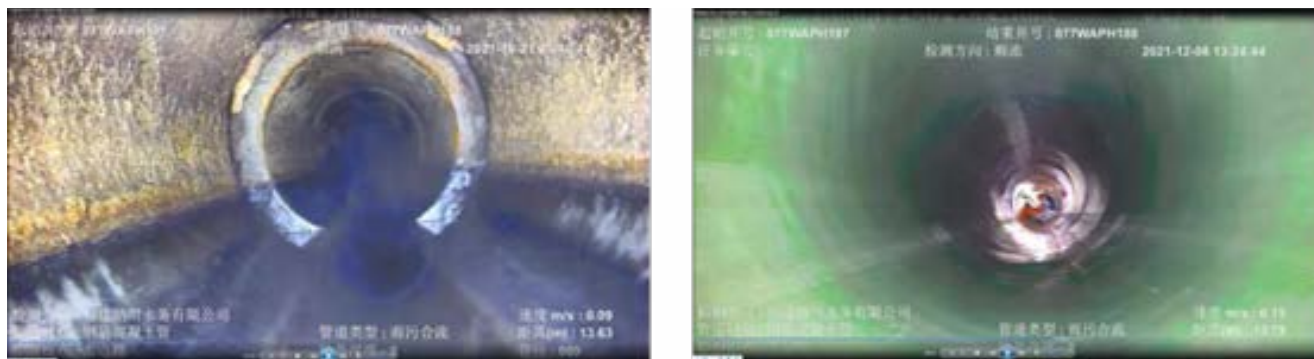


图 10 修复前后对比

2.5.2. 经济效益分析

紫外光固化内衬修复技术修复管道施工时不破坏道路, 不产生次生垃圾, 没有环境污染, 施工速度快, 对于保持良好的城市环境有着重要作用; 紫外光固化技术修复管道的内衬强度高, 修复后大大增加了原有管道结构强度及使用寿命, 耐腐蚀性增强。对城市建设发展的长远经济效益明显。

第三章 结语

在人口密集、交通流量大的城市建成区, 采用非开挖修复方式修复病害既有排水管线, 能有效解决施工作业面受限、交通疏散困难、对居民生活造成影响等问题。采用紫外光固化非开挖修复工艺修复后的污水管线可达到防腐、防渗、增加结构强度等效果。紫外光固化非开挖修复技术在城市建成区排水管网修复中的成功应用, 必将对后续同类项目的解决具有一定的借鉴作用。

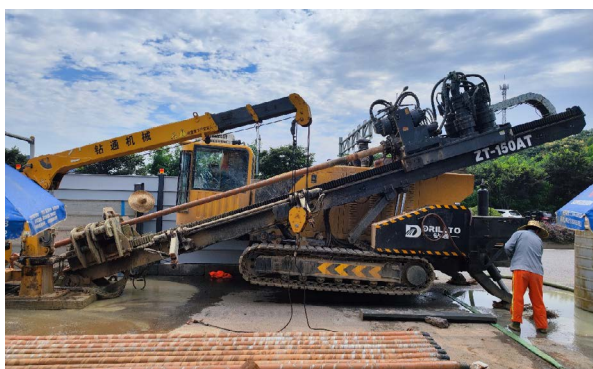
ZT-75/150AT 施工案例

无锡市钻通工程机械有限公司

概况:

地点: 湖南长沙,

时间: 2022 年 6 月, 施工长度 440m 穿越靳江河。工程为 $\Phi 250\text{mm}$ HPP 管道 8 条 + 2 条 $\Phi 160\text{mm}$ HPP 管, 岩石地层, 总用时 2 个月。



一、项目介绍

施工地点: 湖南长沙, 穿越靳江河电力管道工程, 该项目总长 440m, 穿越靳江河 (河宽 70m), 工程为 $\Phi 250\text{mm}$ HPP 管道 8 条 + 2 条 $\Phi 160\text{mm}$ HPP 管。



二、工程特点

施工需穿越靳江河, 靳江河河底为鹅卵石地层, 穿越时需避开该地层。地质情况: 中风化岩石, 鹅卵石, 砂层。

因管径大孔数多且地层复杂，施工计划分两个导向孔，扩孔 $\Phi 800\text{mm}$ ，各拉管 4+1，



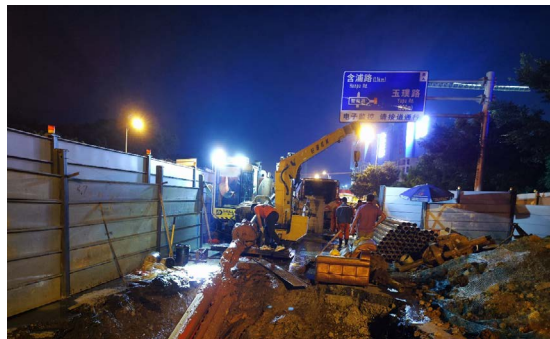
三、施工情况

因该段工程地质情况复杂，利用双臂钻打导向效率高的优势，用时 5 天时间完成第一个导向，后续逐级岩石扩孔，克服河底地层不稳固，时不时有孔内落石的情况，用时一个月岩石扩孔至 $\Phi 800\text{mm}$ ，成功回拖 $\Phi 250\text{mmHPP}$ 管道 4 条 +1 条 $\Phi 160\text{mmHPP}$ 管。后用时 1 个月时间成功完成整段工程。



四、设备工作原理

因施工地层复杂（中风化岩石，鹅卵石，砂层），该段工程在上一台设备做不过去的情况下，选用 ZT-75/150AT 双臂岩石钻机，采用双臂钻杆驱动技术岩石导向，主要特点为内外双钻杆驱动三牙轮钻头，无需大排量泥浆泵驱动，所以泥浆用量少，成功避免导向过程中河底冒浆的风险，成功解决导向难题。在扩孔中继续发挥钻机扭矩大的特点，顺利扩孔至 $\Phi 800\text{mm}$ 。为后续顺利拉管打下了基础。



综合使用多声呐体系及水下智能机器人的满水管道检测技术

广州市运通水务有限公司

前言

目前,我国的管道检测主要是采用管道潜望镜检测(QV)、电视检测(CCTV)、管道断面声呐检测等方法对管道进行功能性缺陷及结构性缺陷进行检测,其中 CCTV 及 QV 等光学摄像类方法要求检测过程中管道内积水不能超过管径的 15%,通过光学摄像判断管道内存在的结构性缺陷;管道断面声呐在管道中进行断面扫描,可获得管道变形、淤积等功能性缺陷;但检测精度较差且检测断面密度不够。对于长期高水位运行(管道直径 $/2 \leq \text{水位} \leq \text{管道直径}$)的排水系统管道的检测评估,通常需要采取封堵导排降水等措施后,采用 CCTV 或 QV 进行检测;但这样不仅工期长、成本高,而且安全风险极大;但如果封堵倒排,传统的断面声呐检测方法仅能对地下管道粗略模糊地识别出有限几种缺陷,根本无法满足实际项目检测的需要。为此,需要一种主要针对长期高水位或满管运行的排水系统管道的检测技术!

PART 01 案例分享



某市污水处理厂一期配套 9.3 公里主管网(满水干管)检测服务项目

PART 02 项目背景

广东省某市污水厂一期配套截污干管建于 2009 年,管长 9.3km,输水能力 25 万 m^3/d 。上游为 DN12000mm,中游为 DN1800mm,下游为 DN2200mm,管道材质均为钢筋混凝土,且常年高水位运行。经过 11 年的运行期,为保证截污干管正常运行,需对其运行现状进行检测。

PART 03 技术方案

由于传统的管道检测技术周期长、成本高、效率低（需进行封堵倒排降水后检测）同时可能会影响市区污水的正常收集、转输及处理，因此必须采取管道运行中检测，即在满水状态下进行管道检测。此项目采用综合使用多声呐体系及水下智能机器人的满水管道检测技术，用水下无人潜航器作为载体，搭载多种声呐开展满水条件下的管道功能性缺陷检测及结构性缺陷检测；然后，使用渗漏仪开展管道渗漏检测，对排水管道中各种病害缺陷进行检测的管道检测技术。



满水检测机器人

PART 04 创新优势

综合使用多声呐体系及水下智能机器人的满水管道检测技术的创新优势：

1. 检测技术方面，摒弃传统的需要封堵倒排才能对管道进行精确缺陷检测的思路，研发出一种综合搭载多种声呐及传感器的智能水下机器人，潜入高水位干管开展管道缺陷检测；同时还研发了一种运用多种设备对满水管道检测后形成数据的综合处理方法，完成了管道评估，解决了高水位管道在运行状态下的检测难题。

2. 评估工作方面，具有超强检测能力，可检测 12 种管道缺陷。可检测二级以上的结构性缺陷 7 种（破裂、变形、错口、脱节、支管暗接、异物穿入、渗漏）与功能性缺陷 5 种（沉积、结垢、障碍物、残墙坝根、树根）。而传统管道声呐检测只能检测较大的破裂、变形、支管暗接、沉积、障碍物 5 种缺陷。

3. 单次检测距离长。一次可以检测长度达到 100 ~ 300m，在顶管段或深埋段可减少管道中间开天窗，提高检测效率。

智慧检测解决方案

“综合使用多声呐体系及水下智能机器人的满水管道检测技术”可对长期高水位或满管运行的排水系统进行运行状况的检测与评估，且具有智能运行、超强检测、精准识别、高效便捷等优势，为管网运维提供指导和决策依据。截至目前，该技术已广泛应用到练江流域治理、茅洲河流域治理等知名攻坚战及大湾区、粤东、粤西等十多个城市。实践证明该技术与评估方法不仅工期短，成本低，而且极大规避了人员下井作业带来的安全风险，具有较好的应用前景。该技术为全面有效开展高水位管道检测与缺陷评估工作提供智慧检测解决方案，助力污水处理系统提质增效工作目标的顺利完成，实现生活污水全收集全覆盖全处理，防止黑臭水体返黑返臭具有重大意义。该技术荣获了 2022 年度广东省市政行业协会科学技术奖技术开发类特等奖。

双组份聚氨酯喷涂内衬技术在混凝土管修复中的应用

倪厚明 卢泓方 黄继华 杭秋锦

江苏爱索新材料科技有限公司，泰州 225319

东南大学土木工程学院，南京 211189

江苏爱索新材料科技有限公司，泰州 225319

江苏英斯坦福环境科技有限公司，泰州 225314

摘要：双组份聚氨酯喷涂修复技术采用喷涂机器将聚氨酯双组份材料按照适当的比例充分混合后，通过喷嘴喷射出来或者通过离心力甩向原管道内壁，液态聚氨酯材料粘附在原管道内壁，形成一个独立聚氨酯管道，聚氨酯材料迅速反应固化，形成弹性体内衬。本文通过实验展示了双组份聚氨酯喷涂修复技术在混凝土管修复中的应用，实验结果表明双组份聚氨酯离心喷涂内衬工艺能够实现管道延寿目标。此外，双组份聚氨酯离心喷涂技术克服了其它非开挖管道修复技术的弱点。如果原管道即使有少量移动或者震动，聚氨酯内衬也不会开裂或断裂。采用离心喷涂技术，在弯管地方也不会形成褶皱。

1、引言

按照美国水协 AWWA 的标准划分，一级内衬（Class I）为非结构性修复，要求喷涂材料和原管道有较强的粘结强度。二级内衬（Class II）为半结构性修复，内衬层能够过渡覆盖缝隙和孔洞，要求内衬材料和原管道有较强的粘结强度，也需要原管道能够支撑内衬管，内衬管不能承压。三级内衬（Class III）为结构性修复，内衬材料能够过渡覆盖缝隙和孔洞，内衬层要求有一定的厚度，能够承受一定的正负压，内衬层和原管道的粘结强度并没有要求。N 四级内衬（Class IV）为全结构性修复，内衬管能够独立运行，以管中管的形式独立存在，不需要原管道辅助支撑，内衬层和原管道的粘结强度并没有要求。

双组份聚氨酯喷涂修复技术采用喷涂机器将聚氨酯双组份材料按照适当的比例充分混合后，通过喷嘴喷射出来或者通过离心力甩向原管道内壁，液态聚氨酯材料粘附在原管道内壁，形成一个独立聚氨酯管道，聚氨酯材料迅速反应固化，形成弹性体内衬。它具有施工速度快、对地面交通影响小、在少许外荷载作用下不会开裂或断裂等优点。本文通过实验的方式展示了双组份聚氨酯喷涂修复技术在混凝土管修复中的应用。

2、实验

2.1 实验方案

为了验证不同的工况下混凝土管道采用双组份聚氨酯离心喷涂修复技术修复。混凝土管道充分浸泡达到水饱和状态（外部出现潮湿痕迹）后，将管道分为六组，分别进行如下混凝土管道状态的喷涂试验，①排水后，干燥至无明水，有潮湿迹象；②排水后，干燥至管道表面泛白，检查外观状态并记录，尝试采用高压电火花检漏仪检测潜在内衬缺陷，并人工制造缺陷验证。

表 1 喷涂试验方案

管道状态	管段编号	试验方案
排水，干燥至无明水	1#	直接喷 3mm 厚度
	2#	薄薄喷涂约 1mm 后，检查维修鼓泡区域后，再喷涂至 4 ~ 5mm
	3#	手工刮涂修补材料，固化后，再喷涂至 3mm
排水，干燥至管道表面泛白	4#	直接喷 3mm 厚度
	5#	薄薄喷涂约 1mm 后，检查维修鼓泡区域后，再喷涂至 4 ~ 5mm
	6#	手工刮涂修补材料，固化后，再喷涂至 3mm

2.2 实验准备

实验主要为了验证该材料在不同潮湿程度混凝土基材上喷涂效果，并进行工艺改进。试验管段选择 DN600 混凝土管道，连接在一起，端部采用气囊封堵，注满水浸泡，外部缠绕保鲜膜，直至外部潮湿，保鲜膜中出现凝结水珠，表明混凝土管道已整体达到水饱和状态。DN600 混凝土管道每段 2m，共计 8 段，如图 1 所示。



图 1 DN600 混凝土管道浸泡

2.3 双组份聚氨酯材料

双组份聚合物喷涂成型内衬采用的喷涂材料为 Subcote FLP II 双组份聚氨酯，A 组分为脂肪族多元醇混合物，B 组分为芳族二异氰酸酯预聚物，A、B 组分经过预热后混合，32s 形成凝胶，6min 初始固化，60min 完全固化。材料存储有效期为生产后 12 月，储存在 0℃ ~ 30℃ 的密闭容器内，容器打开后需要及时加注到设备内，该材料不得与湿气接触。材料典型特性见表 2 和表 3。

表 2 双组份聚氨酯固化后材料典型特性

性能指标	测试标准	数值
拉伸强度	BS EN ISO 527-2	38.8MPa
最大延伸率	BS EN ISO 527-2	3.8%
拉伸模量	BS EN ISO 527-2	3071MPa
弯曲强度	BS EN ISO 178	65.9MPa
弯曲模量	BS EN ISO 178	2838MPa

硬度	ASTM D2240	81 邵氏 D
耐磨性	ASTM D4060	46mg/1000 圈 CS17
冲击强度	ASTM D2794	1.2mm 12J； 3.5mm 23J
粘合强度	ASTM D4541	25MPa
比重	/	1.358
收缩率	/	无收缩
玻璃化温度	ASTM D7028	Tg1 59℃； Tg2 79℃
吸水率	ASTM D570-98	21 天 0.75%
热膨胀系数 -30℃ ~ 30℃	ASTM D696	98 × 10-6/℃

表 3 材料施工性能表现

凝胶时间	32s
混合比例	按体积 3:2 按重量 100:72
硬化时间	6min
固化检测时间	40 minutes
固化服务时间	60 min
固含量	100%
挥发物	无
一次性喷涂厚度	1.5mm-3mm
代表性损耗率	20% 损耗
1.5mm	用于管道内部防腐，增加管道流速和使用寿命
3mm	用于管道半结构性修复，能够承受管道内压，防止渗漏
6mm	用于管道结构性修复，能够承受管道内压和外压，形成一根独立的内衬管道

聚氨酯或者聚脲双组份混合后，通常会快速反应固化，并产生大量的热量。环氧树脂双组份混合后，固化反应时间较长，不会出现快速生热的情况。根据此次要修复的管道实际情况以及不同聚合物的特性，江苏爱索新材料科技有限公司非开挖技术团队建议采用双组份环氧树脂先涂抹处理待修复管道后再采用双组份聚氨酯离心喷涂修复的工艺。

为了检验双组份聚氨酯喷涂内衬效果，本次试验设计了不同的场景，其中一个场景是在喷涂双组份聚氨酯材料之前，先在混凝土管内壁涂抹双组份环氧树脂，以检验先脱模双组份环氧树脂后喷涂双组份聚氨酯的效果。根据以往应用经验，环氧树脂可以填充混凝土管内壁的气孔和较大的不规则缺口，可以使后期喷涂平整度更好，不会形成气孔。另外，在实际应用过程中，如果混凝土管在停止使用后，会有少量渗透在混凝土内水分会渗出来，而环氧树脂则形成了一层隔水膜，也有助于提高喷涂效果。

2.4 双组份环氧树脂

英斯坦福公司生产的 Instanepox® B2 双组份环氧树脂，可用于管道的涂抹修复，适用于饮用水管道（如果用于修复自来水管），喷涂后表面光滑，能够提高水流速度。Instanepox® B2 双组份环氧树脂具备如表 4 所示技术指标。

表 4 Instanepox® B2 环氧树脂技术参数

名称	测试标准	测试结果
抗拉强度	ASTM D 638	6000psi $\approx$ 414bar
极限延展率	ASTM D 638	1.30%
抗压强度	ASTM D 695	10000psi $\approx$ 690bar
弯曲强度	ASTM D 790	9400psi $\approx$ 648.6bar
附着强度	ASTM D4541	30Mpa
邵氏硬度	ASTM D 2240	87
泰伯尔耐磨测试, CS-17 轮	ASTM D 4060, 1 公斤载荷每 1000 个周期	磨损量 <40 毫克
固含量		99.8%
密度		1.35g/mL
滴垂		85℃ /72h 无滴垂
吸水率		0.025%
适用温度范围		-45 ~ +130℃
长期耐温		85℃

双组份树脂材料呈不同颜色,混合比例为 1:1,充分混合后,呈现第三种不同的颜色。Instanepox B2 双组份材料通常采用分开桶装,在室温下没有太阳照射的地方储存,通常可以存放一年。与传统树脂相比,用于地下管道修复的树脂具有以下特点:

(1) 快速固化:早期的环氧树脂在常温下通常需要 8h ~ 24h 才能固化,树脂固化前都保留流动性,因此不适应较厚的喷涂;此外固化时间过长,在现役管道修复中往往限制了其使用。而最新研发的用于非开挖修复的树脂,其固化时间可缩至数十分钟,可满足在运行管道设施快速修复的要求。

(2) 不流挂:单次喷涂厚度可以从 0.5mm 至 7mm。由于修复的管道或构筑物往往发生了结构腐蚀、破坏等问题,管材也不再局限于金属管道;在修复时,防腐是基本目的,更多的时候需要对结构本身进行增强。0.2mm 的薄涂层已经无法满足修复要求,为达到对管道或构筑物的结构性加固,喷涂厚度往往需要几毫米甚至几厘米厚,为快速达到需要的喷涂厚度,不流挂的特性保证了树脂在凝固前可以稳定的黏附在喷涂位置,而不因重力影响往低处流。

(3) 高结构强度:为尽可能的降低内衬厚度对管道及构筑物断面的影响,在保证结构强度的前提下,树脂结构强度越高,内衬的厚度越小,同时还能减少施工需要的时间。

(4) 对温度、湿度不敏感,不易产生气泡,对环境要求不严格。

(5) 耐候性好,不粉化、不开裂。

(6) 良好的热稳定性,可在 120℃ 下长期使用,可承受 180℃ 的短时热冲击。

(7) 对钢、混凝土、PU/PE 泡沫、木材等基材有较好的附着力。

(8) Instanepox 双组份树脂不含挥发性溶剂,固含量高,接近于 100%。固含量高,可以保证双组份树脂固化后,不开裂,多次喷涂层之间不会分层。

2.5 实验结果

试验主要验证该材料在不同潮湿程度混凝土基材上喷涂效果,该喷涂材料采用专用自动喷涂设备实施后表面整体状态较好,喷涂层未出现不均匀状态和颗粒。直接喷涂因基材潮湿和多空存在气孔,与预想一致。

通过薄喷减少热量的方案导致气孔更多，不具备可行性。通过刮涂修复材料形成隔离层，使得基材对喷涂内衬的影响消除，可以获得光滑表面。对存在针孔缺陷，采用高频电火花尝试检测，电压设置 5kV/mm 以上，在气孔部位出现放电现象，但未出发仪器报警信号指示，同时放电现象具有良好重复性，可作为现场检测方法。具体实验结果如表 5 所示。

表 5 喷涂试验方案及结果

管段编号	试验方案	结果
1#	排水 3.5h 后直接喷 3mm 厚度	少量鼓泡，数量和密度无显著规律
2#	排水 3.5h 后薄喷约 1mm 后，20h 后再喷涂 3mm	薄喷约 1mm 过程中，改变流量和速度，导致配比失调，经验反馈，喷涂过程中不得调节流量，薄喷存在大量气孔，再次喷涂无法完全覆盖。
3#	排水 2.5h 后手工刮涂修补材料，固化 20h 后，再喷涂 3mm	刮涂部位表面光滑无气孔，未刮涂部位存在不均匀的气孔。
4#	排水 4h 后喷涂 3mm，一半缺陷维修后整体喷涂 3mm	首次喷涂后存在不均匀气孔，采用修补材料修补区域再次喷涂光滑无气孔，未修补区域再次喷涂无法完全覆盖，仍存在少量气孔。
5#	排水 4h 薄薄喷涂约 1mm	大量气孔，不具备可行性。
6#	排水 18h 后手工刮涂修补材料，固化 3h 后，再喷涂 3mm	刮涂部位表面光滑无气孔，未刮涂部位存在不均匀的气孔。

试验天气环境较热，排水后管道表面迅速泛白，但试验管道混凝土结构已经达到水饱和状态，短时间干燥只是达到表面干燥泛白，混凝土本体依然潮湿，如图 2 所示。



图 2 模拟台架管道排水后表面状态变化

喷涂过程中产生的气泡缺陷主要来自于混凝土表面多孔结构（图 3），一方面喷涂材料较难完全覆盖，另一方面，双组分材料在反应过程中释放大量热，将孔隙内空气加热，导致涂层鼓泡并破裂，因此气泡缺陷基本全部为贯穿性孔，典型气泡缺陷见下图，该类缺陷可以使用高频电火花漏点检测仪进行检测。



图 3 典型气泡缺陷

增加环氧树脂封闭过渡层后，均能实现表面均一完整的内衬层，第一次喷涂中如果发现针孔缺陷，应及时进行修补封闭后再进行后续喷涂，否则可能导致针孔持续存在，典型无缺陷喷涂内衬见图 4。

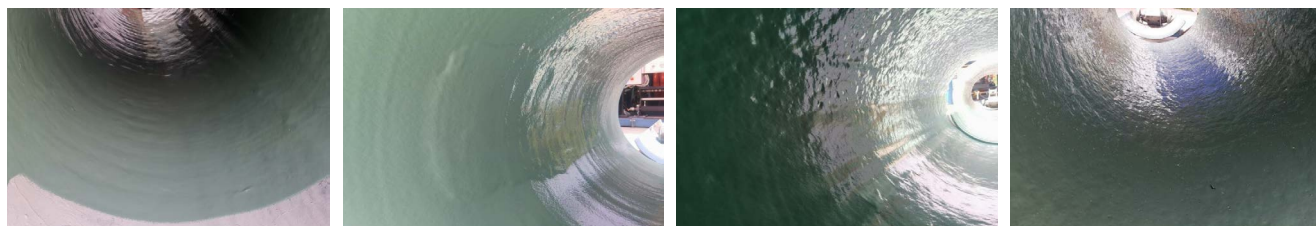


图 4 典型喷涂良好的内衬效果

3、粘合强度测试

由于试验所选择的混凝土强度较低，同时粘合强度测试中是拉应力，混凝土本身抗拉强度低，因此粘合强度测试制作定性评价。对工艺试验中 2#、3#、4#、6# 样品进行附着力测试，参考 ASTM D4541 测试方法，由于喷涂涂层厚度大，强度高，为获得更真实的测试结果，试柱粘贴后，对试柱周围进行切割，切割至基材，避免出现虚假过高值。

测试结果显示，测量结果具有较高分散性，0.99 ~ 6.42MPa，大部分 3MPa 左右，所有测试试柱均为基材失效，表明实际内衬与混凝土的结合力均大于测量的显示值，具有较好的粘合强度（图 5 和表 6）。



图 5 附着力测试过程

测试结果如下表：

表 6 附着力测试结果

编号	测试结果 /MPa					备注
2#	2.56	2.10	1.29	0.99	1.25	均为基材失效
3#	2.68	4.03	3.18	5.11	6.42	均为基材失效
4#	2.44	3.29	3.00	3.29	2.27	均为基材失效
6#	2.13	1.33	1.62	4.39	2.75	均为基材失效

4、结论

双组份高强度喷涂成型内衬通过增加环氧树脂封闭层，喷涂内衬材料在混凝土表面可以实现光滑无针孔，针孔缺陷可通过高压电火花检漏仪进行质量控制。内衬材料表现出很好的抗渗透能力，3MPa 水压下仍不会渗透，内衬材料同样具备与基体材料之间良好的粘合强度，测试过程中均表现为基体混凝土破坏，实际内衬与混凝土粘合强度大于 6MPa。综合评价，该工艺适合现场管道工况。

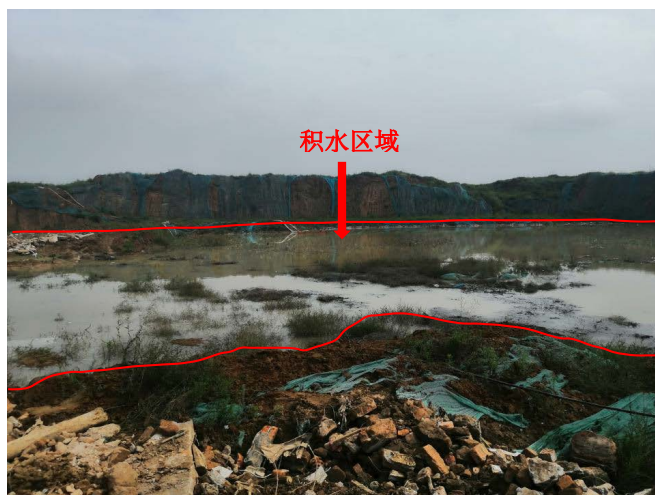
市场上采用的喷涂材料分为水泥砂浆、环氧树脂 / 纤维增强型环氧树脂、聚脲、聚氨酯和聚合物砂浆混合物。水泥砂浆喷涂为无机材料，粘结性有限，能够提供一定的防腐作用，但是有一定的透水性，不能完全阻断腐蚀源。环氧树脂 / 纤维增强型环氧树脂、聚氨酯和聚脲是最常用三种聚合物涂层。高分子聚合物涂层具有较强的致密性，具有保护性、功能性、屏障，可防止微生物引起的腐蚀、磨损、侵蚀和外部地下水入侵。

金田玉积水安全隐患抢险项目顶管施工案例

中煤建工集团有限公司

一、项目背景

泾河是黄河支流渭河的第一大支流，流经西安市北部地区。泾河流域秋季受冷暖气团锋面的影响，多连续阴雨天气，沣泾大道金田玉村段形成较大面积积水，部分水深超过 3.5m，水量约 4.5 万 m^3 ，形成堰塞湖现象。一旦决口，积水会在下游形成洪峰，处置不当还会引发滑坡、泥石流等重大地质灾害，对下方村庄群众生命财产安全造成巨大威胁，影响道路行车安全。



现场场景积水图

当地政府高度重视，要求采取相应措施对积水安全隐患进行排除和治理，确保人民群众生命财产安全。

二、方案比选

考虑当地近期还有较大降雨，此次抢险工作时间紧、任务重，根据现场实际调查情况，要做到排水方案科学合理、且在短时间内排除积水，提出两套积水排除方案：①水泵抽排水施工方案；②非开挖定向钻施工排水管道排水方案。

方案①：需要多台水泵连续抽水，抽水能力有限，效率不高，需要耗费较大人力物力。且当前正值雨季，不确定因素较多，水泵抽水无法彻底消除积水隐患。

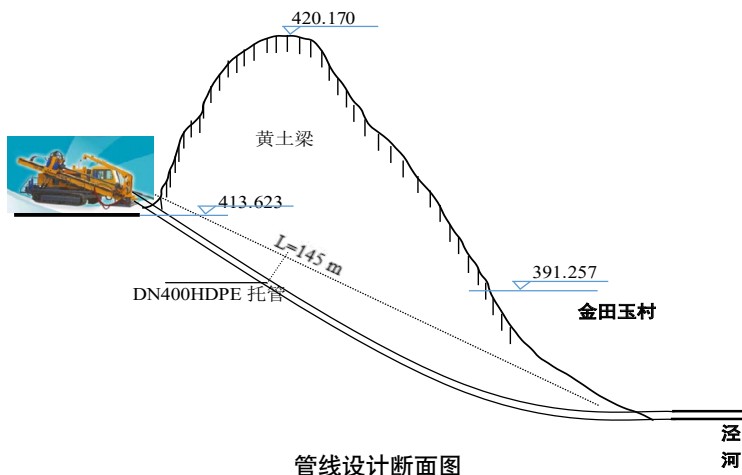
方案②：一次性修筑排水管道，排水效率高，投资费用较低。即使大雨来临，只需开启排水阀门就能快速排除积水，能够从根本上消除积水隐患。

经过方案比选，最终确定方案②为相对最优方案，决定采用非开挖定向钻施工技术安装 DN400HDPE

排水管道。该方案一次性修筑排水管道，排水效率高，费用低，施工速度快。

三、施工工艺设计

首先，修建施工便道，进行场地平整；安排抢险队伍、材料、机械等资源进场。接着，设计排水管道位置、测量并放样定位孔；钻机就位钻进导向孔，钻进过程中，通过安装在钻孔设备上的探头连续或间隔地测量钻孔位置参数，并通过有线或无线等信号传输设备将测量数据发送到地表接收器，操作者根据接收信号数据，采取纠偏措施调整孔内钻头方向以控制钻进方向，从而实现智能化控制钻孔，达到钻孔满足预定轨迹的目的。最后，导向孔完成后进行扩孔施工，将钻孔扩大至适合成品管铺设的直径，从对面出土点将扩孔器连接于钻杆上再回拖至入土点进行回扩，根据导向孔与适合成品管铺设孔的直径大小和地层情况，连续扩孔多次，至符合排水管通过要求。待扩孔完成后，从下游一次拖入事先焊接好的排水套管。如下图所示。



管线施工实景图

四、效果分析

经过两个日夜的努力，排水管道铺设完成，排除积水及时消除了安全隐患，确保了人民生命和财产安全，获得当地政府高度肯定。本次采用定向钻排水管道施工工艺，是定向钻施工技术在抢险救灾项目上的一次成功实践。

泾河新城地下综合管廊敞口顶进施工案例

中煤建工集团有限公司

一、项目介绍

泾河新城地下综合管廊项目是陕西省省级示范PPP项目。研究区域包括瀛洲二街、茶马大道、乐华二路、乐华三路共四条道路地下综合管廊，建设总长度4.6km。

为满足施工建设需要，推动项目提质增效，考虑场地狭小、交通繁忙等实际条件限制，创新提出一种管廊敞口顶进施工工艺。该工艺技术是结合明挖施工和顶进施工的优点，国内首创的机械化管涵拼装施工工艺。其中装配式预制管廊为两舱管廊，标准段截面为 $5.8\text{m} \times 3.7\text{m}$ ，预制段长度为2.4m，预制管节重45t。



管廊敞口顶进效果图

二、施工工艺

①项目准备阶段：成立了研究小组，同广铁设计院等多家单位专家研讨顶进方案，同山河智能等厂家沟通顶进设备制作细节，同时邀请专家评审顶进方案。

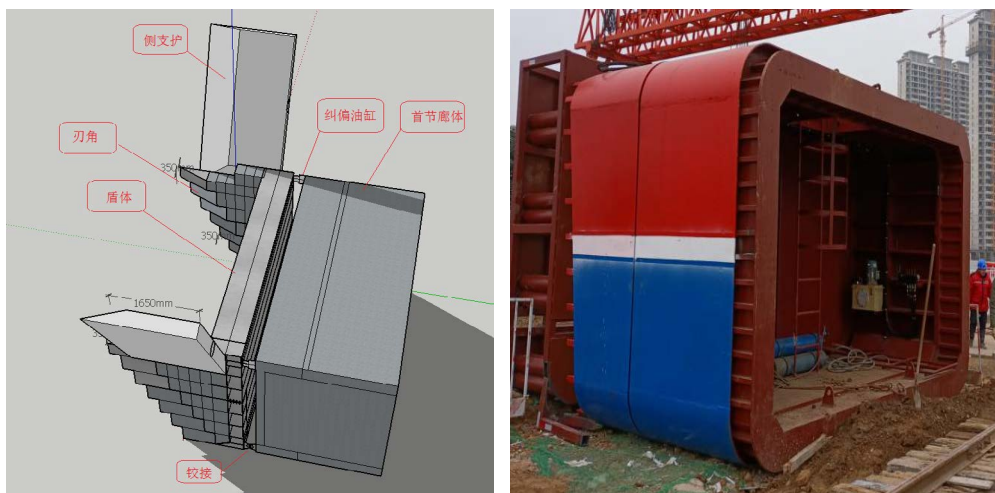
②项目实施阶段：优化顶进工作坑后背墙及支护方案，采用桩基和工字钢组合支护方案；为节约成本和保证安全，采用65t门式起重机吊装管节；为了减少摩阻力，采用浮力平衡法平稳推进。详细工艺流程为：安装前端掘进护盾→挖掘机分层挖除前方土体并用自卸汽车运出→门式起重机将管节首节吊入工作井→油缸推进管节向前移动一个管节位置→吊入新管节，依次向前推进，直至全部管节顶进完成。整个顶进过程需结合信息化技术进行实时监控。

③项目验收阶段：检查满足设计要求后回填土并开放交通。

三、具体开展情况

1. 顶进设备

顶进设备选用自主研发的“中煤泾河号”设备。顶进设备分为两部分，前部主要由盾体、刃角、和侧支护组成，其中盾体确定方向和挡土，刃角切削土体并吃土前进，侧支护防止边坡土体稳定。后部为平衡设备重量和连接管节装置。设备前部与后部之间设有纠偏油缸和防水密封条，油缸在顶进过程中能够微调前进方向，防水密封条则用来防止周围地下水进入设备。



顶进设备图
(设备刃角坡度 1: 0.3, 宽度每边超出管节 50 mm)

2. 吊装设备

通过对履带吊和门式起重机的技术经济对比分析，确定租用 65 t 的门式起重机作为吊装设备。



吊装设备图

3. 管节顶进纠偏

当管节顶进方向未按预定轨迹前进时，需要改变盾体走向，减少偏差，待纠偏至原设计轨道后再继续

顶进。实际顶进过程中，主要是由于前端盾体发生扭转偏移而引起后端廊体跟随偏位，因此在纠偏过程中主要是通过顶进设备油缸进行调整。

为保障管节按照设计要求的高程和方向顶进，在施工过程中应对管节轨迹进行测量，轴向测量采用激光经纬仪，与安置在掘进护盾内的激光目标靶共同组成误差测量系统，进行全过程监控。高程测量采用水平仪，控制管廊顶进高程。严格按照“勤测勤纠”原则，根据测量反馈数据，及时调整千斤顶，纠正盾体方向，实现顶进方向按既定轴线顶进。

4. 管节顶进防隆起

顶进过程隆起有两种表现形式：盾体隆起和管廊结构隆起。为了防止管节顶进隆起，将盾体与管节首节连为一体，管节与管节之间采用弧形高强螺栓紧固，整个顶进过程未发生隆起现象。

5. 管节接口防渗漏

(1) 钢板承插接口：主要依靠橡胶圈密封止水，选用与承插口相匹配的密封材料，严禁使用不合格产品。

(2) 密封材料：选用信誉好的厂家，检查止水材料的质量，确保符合设计要求。

(3) 安装与验收：临下管前抹好润滑剂，准确定位；对安装质量进行验收，保障密贴良好。

(4) 严格控制顶进方向，避免管节接口受力不匀致使止水材料损坏降低止水效果。

6. 裂缝预防措施

(1) 管节进场后应进行质量验收，验收不合格退换。

(2) 顶进时严格控制管廊轴线偏差，顶推力应控制在结构允许承压范围内。

(3) 管节运移、吊装、拼接和顶进过程中对接口位置等应加强保护，做到吊（支）点准确，轻装轻卸等平稳操作。

7. 水浮力平衡控制措施

管节顶进过程中采用浮力平衡法减阻，每米管廊自重约 16.8t，完全被水浸泡后受到浮力为 21.46t，因此可通过调节液面高度，使管廊自重与浮力相平衡，降低成本，实现节能增效。

四、效果分析

本项目提出的敞口顶进式施工工艺，是适用于地下管廊建设的一种新工艺，具有缩短施工工期、节省成本、节能环保等优势；同时采用预制拼装技术和信息化技术进行施工，符合当前市场发展趋势，可广泛应用于类似工程项目。



管片模块技术在排水检查井修复中的应用实践

杨后军 孙大为

上海管丽建设工程有限公司

1、工程背景

泗塘污水处理厂外接工程，原设计呼兰路外接管道穿越西泗塘河，采用顶管工艺施工。西泗塘河桥东西两侧各设一座顶管井，其中西侧为 12/HLW 工作井，内径尺寸 $8.0\text{m} \times 3.5\text{m}$ ，井深 14.64m，东侧为 11/HLW 接收井，内径尺寸 $4.5\text{m} \times 3.5\text{m}$ ，井深 14.17m；顶管采用 $\Phi 800$ 钢筋砼管，顶距为 122m，管道埋深 $13.17\text{m} \sim 13.54\text{m}$ 。原设计拟建顶管井位于西泗塘河桥东西两端，施工占路面积大、周期长，无法满足交警部门“一进一出”两车道的交通组织要求，原设计方案无法实施。通过对原管道和两侧检查井进行 CCTV 检测，根据相关规范经综合评估得到管道和检查井修复指数 RI 等级为二级。设计部门结合该管道和检查井损坏程度，认为尚可修复利用，决定对原 $\Phi 800$ 钢筋砼管老管道进行光固化内衬修复后，再对附属检查井采用非开挖技术进行修复。

2、施工方法选择

目前，国内对检查井非开挖修复工艺主要为 CIPP 热水固化技术，喷涂法修复技术以及管片拼装技术等。本次待修复检查井是 DN800 污水倒虹管两侧检查井，W62 井底埋深 12.37m，W63 井底埋深 13.39m，井室平面尺寸均为 $2000\text{mm} \times 2000\text{mm}$ ，需要对这样存在结构性缺陷且无法连续停水的大中型检查井进行修复，防止其进一步的损坏，使得修复后的检查井结构完整性和密闭性恢复如初，先选择合理的修复技术。

通过对上述 CIPP 热水固化技术，喷涂法修复技术以及管片拼装技术，在施工方式、交通影响以及临排情况等因素进行综合比较（见表 1），经过专家进行论证比选，最终确定采用管片拼装技术，在不设置临时排水的情况下，实施修复。在施工过程中，通过科学合理的组织，技术措施的精益求精，最终顺利完成，为今后同类工程提供相应借鉴及参考。

表 1 修复方法分析比较表

施工技术	管片拼装法	喷涂法	CIPP 热水固化法
修复方式	管片井口吊入人工拼装	浆液离心喷涂至检查井壁	材料吊装置入，热水循环固化
适合形状	圆形、方形	所有形状	圆形、方形
适合井深	无限制	无限制	5 米以内
内衬厚度	厚度 60mm	厚度 6–24mm	厚度 16–20mm
交通影响	交通影响最小	交通影响小	交通影响小
材料准备	进口、约一个月	进口、约一个月	国产、约一周

注浆情况	需注浆	无需注浆	矩形井需注浆
停水时间	需连续停水 8 小时	需连续停水 5 小时	需连续停水 30 小时
临排情况	无需临排	无需临排	需要架设临排
施工工期	约 7 天	约 4 天	约 4 天
综合经济效益	可随时暂停施工，停水时间灵活，可带少量水作业，无需临排，投资可以得到有效利用，整体费用较低	施工时停水时间短，效率高。依附在原有检查井的内壁形成有一定强度的表层，可以部分增强检查井结构强度，但是易剥落	施工时停水时间一般，施工效率高。整体的社会效益较高

3、管片拼装法内衬修复施工

3.1 管片拼装法检查井内衬修复技术原理

管片拼装法检查井内衬修复技术是通过采用井内拼装管片的方法，非开挖修复既有检查井。该技术使用螺栓将透明 PVC 塑料管片在检查井内拼装连接，然后在既有检查井和拼装而成的塑料内衬检查井之间填充特制砂浆，使新旧检查井连成一体，达到修复检查井的目的^[1]。

该项修复技术有如下几个优点：

- (1) 不需要大型机械设备，适用于多种施工环境；
- (2) 强度高，修复后的检查井破坏强度大于修复前的检查井；
- (3) 抗腐蚀性强，耐磨耗，性能好，可大幅度延长检查井使用寿命；
- (4) 使用透明 PVC 塑料管片，可以目视注浆填充情况，保证施工质量；
- (5) 施工时间短，噪音低，不影响周围环境和居民生活；
- (6) 可以随时暂停施工通水，缓解上游排水压力；
- (7) 可带少量水施工，水位在作业面以下即可。

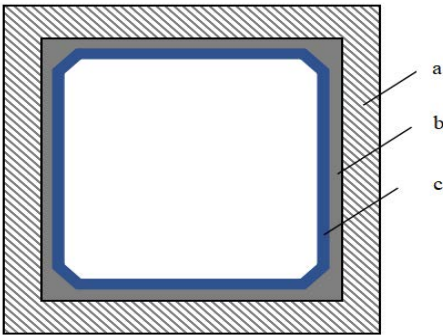


图 1 管片拼装法修复构造图 (a 原井壁；b 灌浆料；c 模块拼装的内衬井)

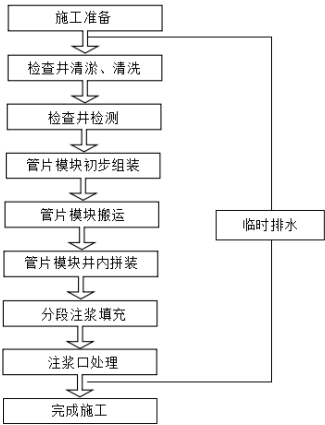


图 2 管片拼装法内衬修复标准施工流程

3.2 管片拼装法内衬修复施工流程

该修复方法按现场实际情况制订具体的施工流程，如图 2 所示。

4、施工质量控制关键点

4.1 检查井预处理

管片拼装法施工对检查井壁的清洗质量要求较高，要求做到无影响施工的沉积、结垢与尖锐突起物。

通常采用高压水冲洗，去除表面污垢，再由技术人员进入检查井，以机械方式清除腐蚀老化井壁。对存在严重渗漏的检查井底板和井壁四周进行注浆，形成隔水帷幕防止渗漏，固化检查井周围土体，填充因水土流失造成的空洞，增加地基承载力和变形模量，堵塞地下水进入检查井以满足施工要求。本项目采用高压水冲洗后，人工配合对老旧腐化管壁进行了凿除，确保浆液与原管壁有良好的粘结。

4.2 管片拼装

将管片在地面初步拼装，如图 3 所示，方便井口吊入为宜。吊入井内后，在井室内采用螺栓连接方式径向拼装成矩形环圈，然后将拼接好的环圈采用螺接方式拼接成内衬井。管片拼装时应准确对槽，螺丝应拧紧且受力均匀。拼装时所有接口应注意均匀涂抹密封胶，确保接口密封。拼装过程中应及时调整内衬井位置，并安装契块，保证注浆厚度满足设计要求。



图 3 初步拼装

4.3 注浆填充

拼装完成后进行注浆填充，注浆前应做好井室内管片的纵横支撑，注浆前支撑如下图 4 所示，防止管片材料受压变形，同时左右交叉注浆，确保井四周浆液均匀抬升。应根据材料承载力分段注浆，第一次注浆从井室上方向下进行，注浆高度 60cm，使内衬井固定在既有检查井井底。然后依次分段注浆，每次注浆高度 150cm，浆液应完全填充缝隙，直至最高点预留管喷出浆液比重与注入浆液比重相同，停止注浆，同时密封最高处预留出浆管。因材料透明，注浆过程中，可目视检查注浆情况，保证注浆质量。



图 4 注浆前支撑

5、质量验收

为确保检查井管片拼装内衬非开挖修复工程的施工质量，在施工过程中应严格按照行业标准 CJJ/T 210-2014 中规定的质量管理内容实施，对施工后的检查井内部结构性以及密闭性等进行必要的检测，以确认工程的施工结果。

5.1 内衬外观检测

内衬井壁外观检测使用电视检测设备进行，已修复的内衬井在整个被修复区域内应连续、无凹凸，接缝严密、注浆无空洞与未注满现象。内衬井修复后外观检测如图 5 所示。



图 5 修复后内衬井外观检测

5.2 内衬尺寸控制

对修复后检查井进行尺寸检测，由下至上对检查井长宽每米检测一次，然后取其平均值进行判断，确保达到设计规定的尺寸要求。本次设计修复后长度、宽度范围均为 1840mm ~ 1860mm。实测长度和宽度均在设计范围内，平均长度为 1851mm，平均宽度为 1848mm，均满足设计要求。

5.3 管片性能检测

管片材料强度性能测试按照 CJJ/T 210—2014 规定的方法进行。试块取自施工现场，测试委托具有相关资质的第三方进行。根据材料强度的规定值以及检测报告进行归纳，材料的强度性能判断如表 2 所示。得到材料的弯曲强度，弯曲弹性模量和抗弯强度的各项指标都达到了规定要求，材料强度合格。

表 2 管片材料性能检测

性能		检测值	测试标准
纵向拉伸强度 (MPa)	> 44.4	51.7	GB/T 1040.2
纵向弯曲前度 (MPa)	> 75.0	81.5	GB/T 9341
热塑性塑料维卡软化温度 (℃)	> 75.4	76.8	GB/T 1633

5.4 砂浆性能检测

现场对砂浆流动度进行了检测，同时根据 CJJ/T 210—2014 中的规定，对注浆填充的特制砂浆取样制作试块。试块性能测试委托具有工程质量检测资质的第三方进行，测试结果如表 3 所示。测试结果均合格。

表 3 砂浆性能检测

性能	指标	检测值	测试标准	备注
抗压强度等级	> C30	71MPa	GB/T 17671—1999	注浆时现场测试
流动度 (mm)	> 270	285	GB/T 50448—2015	注浆时现场取样制作试块

6、结语

采用管片拼装法内衬实施检查井修复，减少了对城市道路的开挖和对交通、环境的影响，具有施工简便、质量可靠、综合造价低、使用年数增长等优点，从根本上解决了既有检查井腐蚀、孔洞、裂缝、渗漏、强度降低等问题，消除了隐患。管片拼装法的应用为我国大中型排水检查井及小型污水泵站结构补强修复和防腐提供了新的技术选择，同时也提升了我国排水检查井非开挖修复的技术水平。

翻转式原位固化法在瓯江沿岸污水管网修复中的应用

朱丹华¹ 杨后军¹ 梁修军¹

1、上海管丽建设工程有限公司 上海闵行 201108

摘要：本文结合青田县西门大桥至法院路防洪堤污水管网修复工程，详细介绍了翻转式原位固化法的原理、特点和工艺流程，质量控制措施等内容，项目实施的效果，为同类项目提供参考。

关键词：翻转式原位固化法；内衬修复技术；非开挖修复；排水管道

1、工程概况

青田县西门大桥至法院路防洪堤污水管网修复工程，管径 DN800，埋深 5.2 ~ 6.0m，土质为粉质黏土夹粉土，混填大块径砾石，现状管为双壁波纹管，开槽埋管施工，全长 1.3km。该管网建成一定年限后，对管网上方的防洪堤路面进行了二次改扩建施工，各类大型工程车、运输等施工车辆长时间的碾压，给原路基造成一定破坏从而影响到地下管网的结构。另外，瓯江水平面的抬升，使得采用砾石土混填的管道基础常年浸泡在瓯江水下，造成管道基础出现不均匀沉降继而影响到管道自身结构。管网运行管理部门日常外网水质监测发现本管网上游段 CODcr(mg/L) 为 113.42，下游段 CODcr(mg/L) 为 79.18，通过数据对比初步判断有江水渗入污水管网情况。经 CCTV 检测发现管道存在破裂、渗漏、脱节等结构性病害，根据 CJJ181-2012 评估得出管网修复等级为严重的三级，为此，需要对该管段进行紧急修复。



图 1 污水管网横断面图

2、施工方法的选择

开挖置换新管，会造成瓯江亲水平台的破坏，污染环境，且工程量大，施工周期长，还牵涉地下管线

作者简介：朱丹华，女，环境治理与保护专业，工程师，长期从事排水管道检测、修复及相关技术咨询工作。参与编写了上海地方标准《排水管道电视和声纳检测技术规程》，发表了《CIPP 翻转法技术在杭州排水管道修复工程中的应用》等多篇非开挖工程应用论文。

地址：上海市闵行区元江路 3338 号津赢科创园 E 幢 203 室

电话：021-34101150 **Email：**49194157@qq.com **邮编：**201108

及邻近护坡交通主干道的加固和保护等,以及反复投资等都是老百姓及社会各方面很难接受的。为了减少给交通和社会的造成的影响,增强原有管道的抗荷载性能,修复有结构性缺陷管道的使用功能,同时,对社会成本、经济成本进行综合比较,决定采用管道修复耗时短、效率高的非开挖修复工法。基于以上状况,对翻转式原位固化法、紫外光原位固化法进行综合比较后,见表1,最终确定采用翻转式原位固化法实施修复。

表1 原位固化法对比分析表

技术名称	翻转式原位固化法	紫外光原位固化法
施工方法	将无纺布纤维湿软管采用翻转方式置入原管道,通过水压膨胀,采用热水循环加热固化后,形成高强度内衬管	将内衬玻璃纤维湿软管采用拉入方式置入原管道,通过气压膨胀,采用紫外光照射固化后,形成高强度内衬管
适用管径	150—2200mm	150—2200mm
施工设备	热固化设备、吊车和相关配套设备	光固化设备和相关配套设备
施工时间 (DN800)	前期准备和预处理:约4小时 固化时间:6—8小时 合计时间:10—12小时	前期准备和预处理:约4小时 固化时间:3—5小时 合计时间:7—9小时
湿软管运输储藏	运输、保存均需冷藏密封,一般不超过24小时	常温密封运输,常温密封保存
适用工况	要求无明显渗漏,对管道下沉,管道错位,严重腐蚀造成的管道直径变大的管道均可以施工	要求管径标准、管道平整,无渗漏、中间无下沉,无较大错位等,工况要求相对比翻转式原位固化法要求高
设计厚度	DN800内衬管常规设计壁厚12.0mm	DN800内衬管常规设计壁厚8.0mm
短期弹性模量	不低于1724Mp	不低于6500Mp
使用年限	30年以上	50年以上
社会经济效益	材料、设备均为国产、材料可定制、周期短,前期准备相对较易。管道内预处理等与其他工法相同,采用快速配方,24小时内可以完成	材料、设备均为进口,成本较高、周期长。管道内预处理等与其他工法相同,24小时内可以完成
比较结果	综合成本较低	综合成本是热固化价格的1.1倍左右

3、翻转式原位固化法的原理及工艺流程

3.1 技术原理

根据管道的情况,按设计图纸制造干软管,然后在干软管中浸渍热固性树脂制成湿软管。在施工过程中采用翻转方式将湿软管置入待修复的管道内,通过水压或气压使湿软管膨胀并紧紧粘附在原管道上,并通过温水循环加热,从而使湿软管在指定的时间内固化成型,最终在原有管道内壁形成具有高强度的内衬管。

3.2 内衬管厚度设计

进行半结构修复时,根据CJJ/T 210—2014规定,内衬管最小壁厚按以下公式计算:

$$t = \frac{D_o}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-\mu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \quad \text{公式(1)}$$

$$C = \left[\left(1 - \frac{q}{100} \right) / \left(1 + \frac{q}{100} \right)^2 \right]^3 \quad \text{公式(2)}$$

式中 t —内衬管壁厚 (mm) ;

D_o —内衬管道外径 (mm) ;

K —圆周支持率, 取值宜为 7.0;

E_L —内衬管的长期抗弯曲弹性模量 (MPa) , 宜取短期模量的 50% ,

C —椭圆度折减系数;

P —内衬管管顶地下水压力 (MPa) ;

N —安全系数, 可取 2.0;

μ —泊松比, 原位固化法内衬管取 0.3;

q —原有管道的椭圆度 (%) , 可取 2% ;

将工程参数带入上述公式, 计算得出该内衬管的最小厚度为 11.68mm, 经设计确定, 内衬管厚度为 12mm。

4.2 原位固化法修复施工

4.2.1 管道预处理

预处理是非开挖修复施工中非常重要的步骤, 其结果直接影响管道的修复效果。内衬修复前应对管道进行疏通、清洗, 对管道内存在的可能影响修复的缺陷进行处理。为增强管道周围土壤的稳定性, 防止管道周围土壤流失, 改善管基土壤的承载力。在内衬施工前宜对管道周围土体进行加固注浆。

4.2.2 施工前检测

预处理结果应满足翻转式原位固化法施工要求, 预处理后应进行检查确认, 通常采用 CCTV 检测, 应记录并保存录像资料, 作为竣工验收资料。

4.2.3 翻转内衬修复

在施工井上方搭建翻转作业台, 将湿软管端部翻转安装在翻转套筒上, 在事先已拖入原有管道内的辅助套管内, 应用压缩空气或水的压力, 把湿软管翻转送入原有管内的辅助套管内。然后, 在湿软管内接入输送温水的软管。连接加热设备、循环设备, 开始对湿软管进行固化。

施工温度是根据当地当日气温, 原管内温度, 湿软管的厚度, 地下水水位等条件确定。固化作业分段进行。初凝阶段升温至 40°C , 保持 2h 左右, 固化阶段升温至 63° , 保温时间为 2 个 h, 熟化阶段升温至 83° , 保温时间 3 个 h 以上。固化施工应采用数字式温度计对热水及管壁温度进行监测, 通过树脂固化放热曲线判定内衬管固化程度。

4.2.4 管口部的处理

为了使内衬管管口部分保持光滑, 并能和井壁连成一体。在内衬管口伸出井壁 3cm 的位置处实施切割, 最后, 在内衬管和井壁间采用密封材料做一个 45° 的倒角 (图 -2, 图 -3) , 达到防止渗漏并且保护管口的目的。

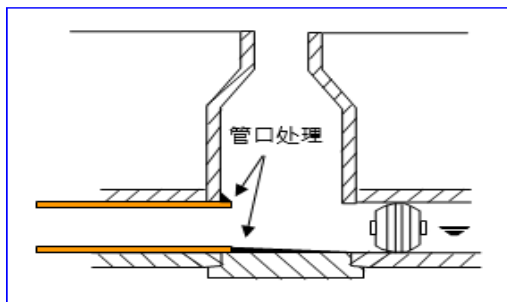


图 2 检查井内管道端部情况



图 3 检查井内管道端部情况

5、施工质量控制

5.1 内衬管内壁检测要求

按照 CJJ/T210-2014 标准的规定，应对内衬管进行外观检测，要求表面光洁、平整，无裂纹、磨损、褶皱、干斑、孔洞等缺陷。根据 CCTV 电视检测，内衬修复前后管内情况，如图 4 所示。



图 4 翻转式原位固化法内衬修复前后对比：(a) 修复前 (b) 修复后

5.2 内衬管厚度检测

施工完成后应对内衬管壁厚进行测量，按照 GB/T 8806 的规定，现场对内衬管端口圆周的 0°、60°、120°、180°、240°、300° 进行检测，平均壁厚不得低于设计要求，且最小壁厚值满足允许的最低壁厚要求。现场实际测量内衬管壁厚，见表 2。内衬管壁厚度的均值为 12.44mm，误差值为 +3.67%。由此判断，本工程内衬管厚度满足设计要求。

表 2 内衬管厚度检测结果

管径	井位	0°	60°	120°	180°	240°	300°	平均壁厚	设计壁厚	结果
DN800	1#	12.5	12.4	12.4	12.4	12.5	12.5	12.45	12.0	合格
DN800	2#	12.5	12.5	12.4	12.3	12.4	12.5	12.43	12.0	合格

5.3 内衬管强度检测

按照 CJJ/T210-2014 标准的规定，内衬管应现场取样，其短期力学性能应满足设计要求。根据材料强度的规定值以及检测报告结果进行归纳，得到材料的弯曲强度，弯曲弹性模量和抗弯强度的各项指标都达到了规定的要求，材料的力学性能判断如表 3 所示。材料质量合格。

表 3 材料强度性能检测结果判断表

性能项目	标准值	实际测定值	结果判定	测试方法
弯曲强度	≥ 31 MPa	47.0 MPa	合格	GB/T9341
弯曲弹性模量	≥ 1724 MPa	3026 MPa	合格	GB/T9341
抗拉强度	≥ 21 MPa	35.0 MPa	合格	GB/T1040.2

注：材料性能检测应由具有工程质量检测资质的第三方单位进行。

5.4 内衬管功能性检测

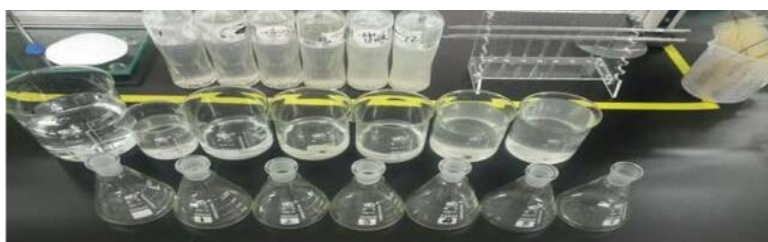
内衬新管闭水试验检测，按照 CJJ/T210-2014 标准的规定，对本次施工的内衬管进行功能性能测试，在监理单位、建设单位的参与下对每一段竣工后的管道进行闭水检验，管道功能性检测符合规范要求。

外管网水质分析检测，应下游污水处理厂的要求，建设方对本次修复段污水管网进行水质分析检测，

通过检测发现修复后的管段上、下游水质分析值无较大波动，水质检测数据呈线性趋势变化如表 4 所示。

表 4 外管网水质分析报告

序号	采样点	采样时间	检测时间	检测项目	备注
				CODcr(ng/L)	
1	1# 井	2019.11.3	2019.11.3	101.37	采样时，瓯江 水位较高
2	6# 井	2019.11.3	2019.11.3	105.91	
3	11# 井	2019.11.3	2019.11.3	118.10	
4	16# 井	2019.11.3	2019.11.3	120.34	
5	22# 井	2019.11.3	2019.11.3	127.05	
6	28# 井	2019.11.3	2019.11.3	127.78	
检测单位		青田富春紫光污水处理有限公司		检测人	季康伟



6、结语

青田县西门大桥至法院段防洪堤污水管网内衬修复工程，工期紧，质量要求高，施工所在道路的位置特殊。采用翻转式原位固化法，是对施工单位的技术和施工管理的信任。翻转式原位固化法具有非开挖、施工快速、质量可靠、节能环保等优势。青田县西门大桥至法院段防洪堤污水管网内衬修复工程顺利实施为以后施工类似复杂工程提供了宝贵经验。

参考文献

- [1] 杨后军 孙大为 孙跃平． CIPP 翻转法在穿越 G1501 高速的压力管抢修工程的技术探讨 [J]． 非开挖技术， 2015(4):4-4．
- [2] 李旦罡 仲森． 城市地下管线非开挖修复更新技术的探讨 [J]． 城市勘测， 2018(S1):255-258．
- [3] 张强 张琦． 紫外光固化技术的特点及在上海排水管道修复中的应用 [J]． 非开挖技术， 2018(3):4-4．
- [4] 肖倩 项立新 杨明轩 张金松 刘存辉． 非开挖技术在深圳市排水管道修复中的选择与应用 [J]． 给水排水， 2019(01):117-121．
- [5] 李辉辉 段景凡 雷江锁． 浅析紫外光固化内衬修复技术在集水管中的应用 [J]． 特种结构， 2018(1):5-5．
- [6] 周维 张海丰 马保松． 以临界屈曲应变为判断依据的非开挖内衬修复设计改进方法 [J]． 给水排水， 2015(08):95-98．

■ 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

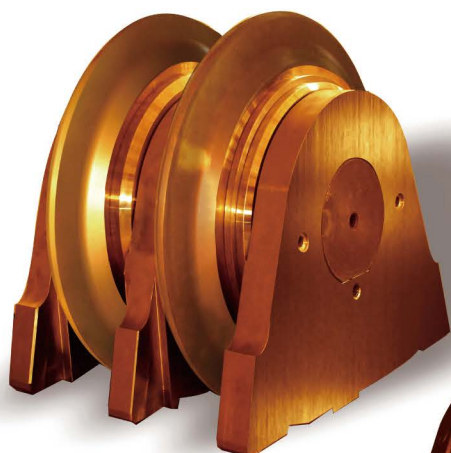
 中国石油天然气股份有限公司(物资供应商)。

 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)双刃滚刀



TBM(盾构机)单刃滚刀



岩石扩孔器牙块单元



顶管机双刃滚刀

顶管机三刃滚刀



岩石扩孔器



牙轮钻头

螺杆钻具



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





创新科技
愿景生活



山东凯威尔新材料有限公司

国内主要的合成树脂化学品供应商

韩国有10年以上非开挖修复领域经验

UV固化预浸料片材、工业创可贴用树脂品类丰富

树脂浸润性好，增稠性能稳定可控

制成管道内衬物理性能优越，耐久性出色

☎ Tel:0533-7501188 📍 山东省淄博市临淄区国际商会大厦
☎ Fax:0533-6092267 🏭 山东省淄博市临淄区金山镇齐鲁化学工业园

更全面的复合材料应用解决方案和技术支持 专注品质 它们将赋予制品更可靠的性能





北京华宇航市政建设工程有限公司

企业简介 >>>

北京华宇航市政建设工程有限公司，致力于市政工程施工，是集施工承包、劳务分包于一体的新型企业，为北京市重点发展的科技企业，主要涉及给排水、结构修复、防腐防水修复施工、管道非开挖施工技术、工业环保、黑臭水体治理等领域。公司是集研发、生产、施工和贸易为一体的综合企业，拥有专业技术人才和一线员工五百余人，为市政工程建设及环保建设提供优质服务，获得各界广泛好评。

目前，公司业务范围涉及水利水电工程承包、水污染防治及综合治理、环保科技、园林绿化、建筑装饰、建筑构件生产等。在发展过程中，公司从长远战略视角出发，以宏观经济结构调整为指导，为实现企业由劳动密集型企业向技术、知识密集型企业的过渡，进一步拓展业务领域，开拓水环境保护市场。

公司近年来发展势头良好，保持较快的产值增长速度，我们对公司的未来持积极乐观的态度，相信在公司领导的努力和员工的辛勤耕耘下，公司发展更上一层台阶。

公司荣誉证书 >>>



工艺产品概述 >>>

● 铁树脂喷涂

铁树脂，学名高强度聚氨酯，采用设备喷涂方法，形成高强度结构保护层，达到结构修缮，结构补强的目的。

● 胀（插）管

PE管分节更新置换原管道的一种施工工艺。

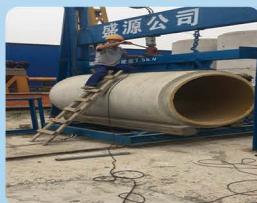
● 管道检测

管道检测技术，仪器包括地质雷达、CCTV管道机器人、QV视频检测仪、管道内窥镜、声呐等。

● 清淤施工

包括排水管道、异形排水方沟、各类检查井、专业井室、泵站、化粪池等。管线清淤专业性较强，主要涉及有限空间作业，导水作业，有毒气体的通风排毒安全防护等，属于国家规定的特种作业范畴，安全工作为重中之重，必须有专业的人员持证上岗施工。

部分施工图片 >>>



联系方式：010-60254452 13331114821蔡国飞

地址：北京市丰台区北宫路与芦井路交叉口西北150米远通越洋大厦C座8层

山西荣盛通建设工程有限公司是专业从事非开挖定向穿越施工以及机械顶管施工的市政工程公司，其公司创始于2002年，公司有着雄厚的实力和大量的施工的经验。至今二十年以来，该公司施工主要与电力工程、通讯工程、天然气工程、自来水工程、污水工程、供热工程等多家单位合作，近年来发展壮大。

山西荣盛通建设工程有限公司先后引进更齐全的设备，目前拥有多台多种型号的非开挖水平定向钻机以及国外进口的导向仪器，使施工速度更快，精确度更高，得到了广大客户的充分肯定和好评。

山西荣盛通建设工程有限公司在2022年又有了长足的发展，攻克克坚连续在非开挖领域创新，向高难精技术专研，创造了一项又一项的新施工高度。在阳曲县西殿村定向穿越Φ710螺旋缝埋弧焊钢管单线950米，该工程地勘资料显示穿越地层经过粉土层，沙层，卵石层以及少量岩石层，经技术部门研究决定，该工程最终使用地磁导向技术，在最深处22米穿越成功。在晋中市介休市张良村定向穿越Φ529聚氨酯保温管双线840米，历时50多天，克服80多米卵地层，顺利回拖。

我公司全体员工真诚期待与您的合作，欢迎来电与我们洽谈业务。我们愿以高超的技艺，热情的服务和良好的信誉为广大用户服务。



山西荣盛通建设工程有限公司

SHANXI RONGSHENG TONG CONSTRUCTION ENGINEERING CO.,LTD.

资质证书



施工现场 Construction site





深圳市昊茗毅管网修复技术有限公司

企业概况

深圳市昊茗毅管网修复技术有限公司，成立于2020年6月，总部位于深圳。

主营业务

公司专业从事管网工程，主营业务包括：管网检测、管道清淤、管网非开挖修复、管网智慧运营等一系列相关管网工程。

公司实力

公司成立两年以来，已承接紫外光固化修复，局部树脂修复，机械螺旋缠绕修复，喷涂法修复，静压裂管修复等非开挖修复工程，未来会继续拓展广泛实用的新工艺工程。

经营理念

公司未来将立足于管网非开挖修复工程，从深圳市扩展到全国全世界，研究发展更先进更高端的非开挖修复工艺，成为高精尖的管网修复公司！

工程案例



可克达拉市宏远机电设备安装有限公司

可克达拉市宏远机电设备安装有限公司（原新疆生产建设兵团第四师机电设备安装公司）成立于1994年4月22日，企业注册资金：1000万元。现有特种设备安装改造维修许可资质：锅炉安装改造维修许可A级，压力管道安装改造维修许可GB1燃气管道、GB2供热管道、GC2工业管道。建筑业企业资质：电力工程、市政公用工程总承包三级、机电设备安装工程、钢结构工程、水工金属结构制作与安装工程、城市及道路照明工程专业承包三级资质。是伊犁地区唯一一家锅炉A级安装改造维修许可单位，也是伊犁州、兵团四师专业从事特种设备安装的建安三级施工企业，可从事中型工业建设项目的设备、电力线路、锅炉安装改造维修、压力管道安装改造维修、电器仪表及整体生产设施安装，非标准钢件制作安装和中型公用民用建设项目的设备安装。本公司营业范围还有机电设备安装、工业与民用水暖电卫设备、35KV及以下的输变电路安装（改造）等。公司经过多年的发展，不断加强管理持续进步，先后承揽安装了中低压锅炉近千台、供热管网500余Km、给排水管网近300Km、工业管道近300Km、35Kv及以下输变电路25处，共计800Km、变电站（所）12处、火电厂6座、水电站8座、粮油加工厂4座等，成为伊犁州、兵团四师机电设备安装行业的重点企业。下设工程技术科、财务劳资科、综合管理科、质检科4个职能科室，5个工程处。

本公司现有在册职工156人，企业各类管理人员20人，高级工程师2人，工程师15人，助理工程师13人，二级机电、市政、建筑、水利注册建造师12人，持有建安岗位证书6人，施工技术员31人，持证专业焊工40人，其它工种的持证技术工人44人，无损检测探伤持证人员1人。

现有机械设备总台数220台件，在压力管道、锅炉安装改造维修、机电设备安装、给排水管道等施工技术有着丰富的施工经验，为四师可克达拉市、伊犁州各族人民提供一份社会责任。

荣誉证书





贵州西能铠达穿越工程有限公司

Guizhou Xineng Kaida Crossing Engineering Co., Ltd

公司简介

COMPANY PROFILE

贵州西能铠达穿越工程有限公司是贵州省煤田地质局一四二队全资控股国有企业,主要从事非开挖水平定向钻管道铺设、管道修复、管道探测、反井钻、顶管、小断面隧道工程、地质技术咨询等业务。经过2015年至2021年的孕育和发展,公司积累了大量的技术经验和资金,现有高级工程师10名,各类注册持证人员30余名,各类型非开挖施工设备15套。2020年公司成为中国非开挖技术协会会员单位,同时也成为进入非开挖行业的贵州省内首家国有企业。我公司正积极与省内相关企事业单位沟通,申请成立贵州省非开挖技术协会,推出贵州省非开挖行业施工地方标准和取费定额。



反井钻工程施工流程

CONSTRUCTION PROCESS OF RAISE-BORING ENGINEERING



导孔钻进

沿着设计穿越轨迹线进行钻进导孔作业,形成最初的较小通道。



扩孔钻进

卸下导孔钻头,换接符合设计孔径要求的扩孔钻头,由下往上扩孔至地面。



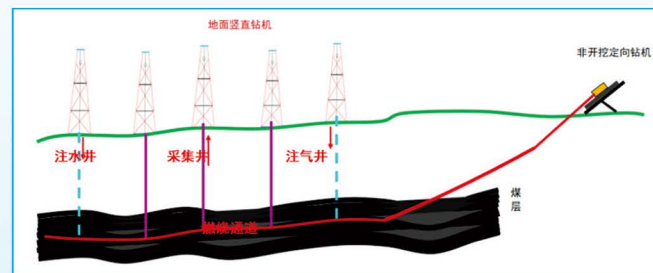
管线铺设

●下管。扩孔结束后,利用“A”型钻塔和水源钻机起吊,将管材焊接入井,直至管材延伸至下平巷隧道设计位置。

●固管。下管结束后,将管材与原裸孔之间的空隙充填固结,充填材料一般为砂浆或碎石砂浆。

非开挖与煤层瓦斯治理

TRENCHLESS AND GAS CONTROL IN COAL SEAM



在煤层气开发利用过程中,定向钻进的优势越来越明显。使用非开挖水平定向钻机可以实现大角度煤层的有效钻进,保证尽可能钻穿煤层有效层,实现井上井下联合开采。非开挖钻机可以实现开孔即造斜的工艺技术问题,使钻孔尽可能沿着煤层走向进行钻进。

施工现场

THE CONSTRUCTION SITE



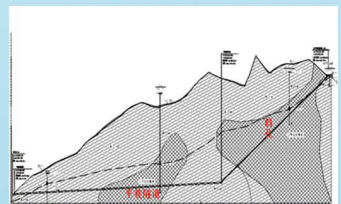
贵阳市花溪湖水系退水管道定向钻穿越工程



遵义市正安至务川天然气输气管道芙蓉江定向钻穿越工程



遵义市绥阳至正安天然气输气管道定向钻工程



遵义市温水至习水天然气输气管道项目华荣村、渔溪坝反井钻工程



都匀市城区地下供水管网探测工程



禹州市龙德水泵有限公司

国内非开挖、顶管盾构辅件一体化采购服务平台

国内非开挖、顶管盾构配套高耐磨砂石、岩石、鹅卵石泵专业制造公司

企业简介

禹州市龙德水泵有限公司集设计、铸造、金加工、科研于一体，是一家泵产品制造公司。

本公司生产的“龙得水”牌产品有：WN(Q)型围海吹填大型船用挖泥泵，G、GH型大流量河道抽砂船用砂砾泵，EPN、BS型清淤筑堤填海船用高耐磨砂石泵，AH、HH、ZJ(G)，ZJ(G)B、LZ、LY系列渣浆泵，IS系列高压清水泵，DG、D、MD系列多级清水泵，S、SH型双吸泵，HW型大流量混流泵，PNJA、PNJFA、PNJB、PNJFB系列离心式衬胶砂泵，PN、PNL系列高耐磨砂石泥浆泵，PW系列污水泵，PS系列吸沙泵，打井专用泵，打桩专用泵、压滤机、入料泵，加气砖厂抽水水泥立式专用泵，脱流泵，船用抽砂泵，船用挂浆机，化工泵，潜水吸砂泵，单缸，双缸、BW150三缸、BW250三缸注浆泵、智能型150三缸注浆泵、智能型250三缸注浆泵，顶管，盾构配套专用高耐磨砂石、鹅卵石专用泵等。广泛用于围海造田、砂场、河道清淤、矿山、化工、地矿、有色金属、石油、电业、煤炭、选矿、陶瓷、非开挖、盾构等行业。

辅件配套：电机、电缆、配电柜、联轴器、皮带轮、泥浆带、清水带、搅拌桶、钢丝耐磨橡胶管、超高分子耐磨管、镀锌管、单向阀、洞口止水圈、卡箍、喉箍等盾构、顶管辅件。

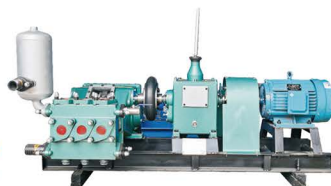
企业坚持“品质为先 诚信服务”的宗旨，努力做到“为用户制造最优的产品、为用户提供一流的服务”。



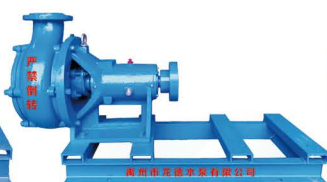
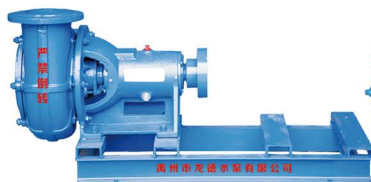
顶管机专用砂砾泵（螺栓式）



30kw卧式高耐磨砂石涡流泵



BW250型注浆泵（泥浆泵）



卧式高耐磨砂石泥浆泵



砂砾泵（卡带式）



立式高耐磨砂石泥浆泵



多级高压清水泵

顶管、盾构辅件一览表



焊圈3寸/4寸/5寸/6寸



单向阀



卡箍3寸/4寸/5寸/6寸



洞口止水圈



钢丝耐磨胶管



高压注浆管



接口3寸/4寸/5寸/6寸



搅拌桶

地址：河南省禹州市红星路76号 销售：15836500177 办公：0374-8201966 8209718

网址：www.yzlih.com 传真：0374-8201966 QQ：2578703297 邮编：461670



网站



微信公众号



泥浆泵厂家（龙德水泵）



湖北福业凯月建筑工程有限公司

HUBEI FUYEKAIYUE CONSTRUCTION ENGINEERING CO., LTD

公司简介

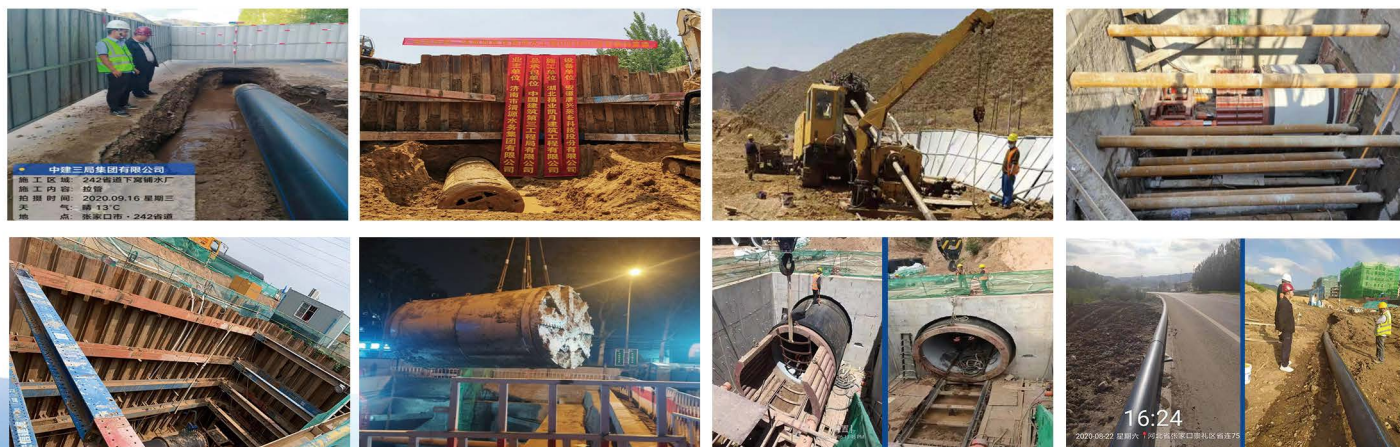
湖北福业凯月建筑工程有限公司始建于2019年，公司业务范围涵盖非开挖定向钻工程、顶管工程、机电安装施工、园林绿化、水利水电、钢结构、地基与基础、电子与智能化工程建筑装饰装修工程等，拥有各类施工叁级资质。

公司坚持“以人为本”的人才战略，始终将人才视为最重要的财富和长期发展的原动力。不断吸引、培养和留用与施工技术密切相关的高层次人才，打造配置合理、结构优化的精英人才团队；不断完善创新薪酬福利制度，与企业品牌、规模相适应，保护合理流动，为稳定骨干员工队伍提供坚实的保障；塑造优秀雇主形象，构建“学习型组织”员工成长机制，有效促进员工与企业共同发展。通过坚持“以人为本”的人才战略，公司已拥有大批优秀的管理、技术、施工人才，公司现拥有岩石破碎顶管机、泥水平衡顶管机8套，非开挖定向钻机XZ3600、FDP-300、GD3500-L、ZT-220、FDP-150、XZ-450、XZ-320等20套。

公司以管理求效益，以质量求生存，以信誉求发展，始终秉承以管理创新为先导、以战略创新为方向、以技术创新为手段、以市场创新为目标，专注于管网、市政、机电安装等施工，用我们辛勤和智慧，持续为客户提供高效、快捷、专业的服务，持续为客户创造更多价值而不断奋斗。



施工案例



联系电话：13962118701/ 18154325826 邮箱：fuyekaiyue@163.com
公司地址：湖北省武汉市东西湖区将军路街道武汉客厅H1503



企业简介

安徽映强非开挖技术有限公司成立于2012年，是一家专业从事非开挖技术工程施工的市政公用工程施工、非开挖技术咨询服务的专业公司。“映强”主要以泥水顶管、沉井施工为主，以拖拉管、水平定向钻、管道修复，各种工作井制作等为辅。

现公司拥有高级管理人员10人、高级技术人员30人、技工100余人，拥有规格泥水平衡自动顶管机10套，人工顶管机30套，挤压式顶管机20套，各规格定向钻非开挖穿越设备3套，管道修复、更换设备2套，CCTV管道检测机2套。“映强”公司依靠人才、技术、管理和先进的机械化施工等优势，出色地完成了许多技术难度大、质量要求高的施工任务。



施工图片

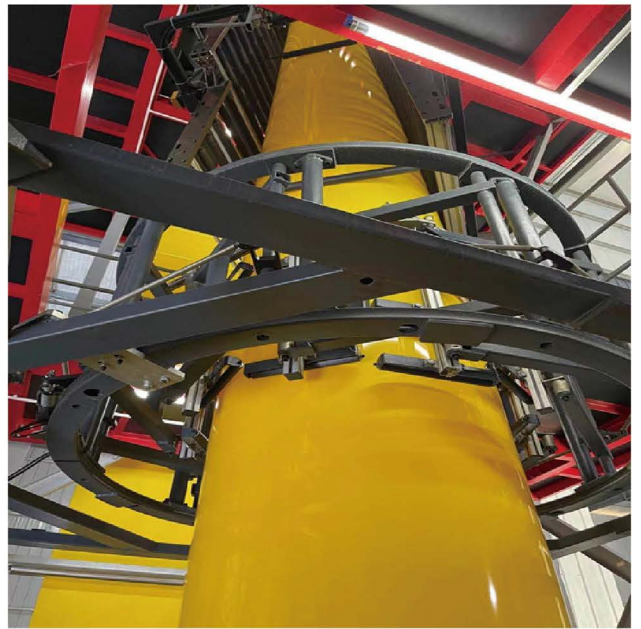


重庆天泽塑业有限公司

Company profiles

企业简介

重庆天泽塑业有限公司成立于2019年，是西南地区少有的专业生产多层共挤阻隔膜、食品真空袋和功能性薄膜的工厂。公司占地40余亩，拥有国内先进的七层共挤吹膜生产线两条、制袋生产线若干条，年产各类阻隔膜、功能性薄膜、真空袋7000吨，年产值约1.5亿元。公司主要产品有七层共挤阻隔膜、食品真空袋和耐高温真空膜、抗UV共挤阻隔膜、防锈膜等功能性薄膜材料。产品主要应用在物流缓冲包装、食品保鲜、风机叶片成型、管道修复工程、电子产品、精密仪器包装等领域。



TZ-AUV抗紫外线膜材是采用聚乙烯(PE)、尼龙(PA)和特殊的抗紫外线功能材料，通过七层共挤吹膜工艺一次成型的共挤复合膜材料。该种膜材紫外线透过率接近零值，是一种优异的抗紫外线保护材料。

现场展示



拥有薄膜产能约7000吨/年的七层共挤吹膜生产线，同时具有强大的仓储能力。

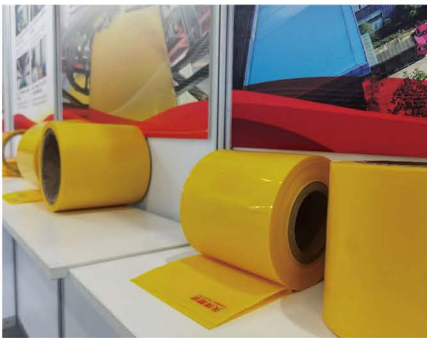


高速分切机、压花机、多条制袋生产线，能满足多种类袋型的生产。



拥有测厚、拉力测试、耐压测试、热封测试、紫外光测试仪等专业检测设备。

产品应用



抗UV共挤阻隔膜材料展示。



抗UV共挤阻隔膜、防锈膜等功能性薄膜材料在管道修复中的应用。



食品真空袋、耐高温真空膜在食品保鲜中的应用；气柱袋在包装中的应用。

企业资质





达 权

上海达权新材料科技有限公司

Shanghai Daquan New Material Technology Co., Ltd

上海达权新材料科技有限公司成立于2011年，专业从事研发、生产、经营新科技领域及行业内的新材料、新产品、新工艺的科技型企业。研发团队先于2009年12月研发出有独立知识产权的翻转法地下管道非开挖修复用内衬软管，相继于2011年6月配套研发出国内首条内衬软管生产线并试车成功。可满足不同克重、厚度及管径从150mm~1200mm的内衬软管生产，为满足广大客户在工程和使用范畴上的不同需求可根据客户的要求定做。

公司凭借先进的生产设备和资深的生产技术及研发团队，本着“科技达权、创新达权、达权品质、达权服务”的企业核心理念，与国内外客户携手，打造优质的管道修复材料。

管道修复专家

翻转法地下管道非开挖修复技术



CIPP翻转法热固化内衬软管
适应范围：雨、污水管道。



气压翻转法 (APFD) 修复内衬软管
适应范围：自来水管道路



DQ-APFD气压翻转鼓
适应管径：DN50~DN1200MM
工作压力：0~1bar
温度：5℃~100℃
翻转长度：5m~500m



超弹力聚酯纤维内衬软管
适应范围：房屋内连接下水
道系统领域的修复衬里



紫外光修复固化内衬软管
适应范围：雨、污水管道

✓ 新材料 ✓ 新工艺 ✓ 新技术 ✓ 管道修复 ✓ 内衬软管 ✓ 知识产权

www.shdaqun.cn

河南麟州建设工程有限公司

河南麟州建设工程有限公司是一家集工程施工、设备生产、机头制作、设备维修、焊接及保养于一体的综合性企业。

经二十多年基础沉淀，目前公司拥有专业一线顶管核心技术人员和顶管施工产业化工人，项目团队具备同时施工多条大截面顶管、盾构的项目能力。通过顶管施工和机械装配等多专业融合实现地下非开挖施工领域设备加工及施工人才覆盖。现有系列规格顶管设备130台，附属设备233套，总电量2988kw；适合不同地质条件的岩石顶管机、土压平衡掘进机和泥水平衡掘进机及配套设备上百台；具备从DN800-DN3500各种管径的机械顶管施工能力。先后参与国家级重点工程及地方性项目：如南水北调、黄水东调、国家电网、郑州自来水总公司、山东水发集团、中铁中隧集团、中石化建设总公司、中交一航局、中交十航局等。

河南麟州建设不忘初心、勇于创新、承建工程涉及铁路、公路、河道领域等高难度项目，获得各界好评。

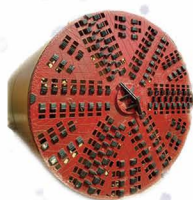
公司产品



方涵顶管机



岩石顶管机



泥水平衡顶管机



土压平衡顶管机

施工案例



工程业绩

- 郑州一次性穿越外径1.8米自来水钢管单项长度1008米；郑州西四环电力隧道外径4.3米，在无中继间、高低落差11米的情况下，双曲线顶管一次顶进长度650米，创造了顶管极限，填补非开挖行业空白；
- 济宁电力管廊矩形2400x2400顶管，在无中继间情况下，一次顶进长度350米，填补了公司矩形顶管单一长度的空白；
- 黄水东调外径3.8米四级中继间、双向穿越小清河一次顶进600米；黄水东调外径3.15米双向穿越塌河一次顶进400米，黄水东调顶管项目创造了十个第一，开创了山东大型顶管历史等。

联系方式：逯若利（总经理）15138979633

公司地址：河南省郑州市新郑市孟庄镇石槽王村三组163号



安徽省顺通市政工程有限公司成立于2014年，注册资本3000万，现有正式员工110余人，其中研发、技术人员30余人，工人技术人员50余人，总部及研发基地设立于皖西南素有“万里长江此封喉，吴楚分疆第一州”的安庆，并在省内设有多家子公司及服务机构。作为排水管网全产业链服务商，公司致力于解决小口径排水管道非开挖修复（微顶管法原位替换（等径及扩径）修复—小口径排水管道非开挖修复：该工法利用井内或地面设备，导向至待修复管段末端井，在末端井中安装切管机头，利用切管机头旋转切割破除原有旧管道，同时在切管机头后安装新管节同步回顶，新管道安装与机头切管同步作业，逐步切割旧管并安装新管至起始井，即完成该段管道原位替换修复。根据待修复管道尺寸要求（等径或扩径），选择相应尺寸的切管机头及管材。如原旧管中已施工内衬缩径管，则需先用专用的切刀，将该内衬管切割破开并取出，待取出后，再安装切管机头并同步回顶新管道，完成原位等径或扩径替换修复。如遇不稳定地层，在旋转切割旧管时需同步注浆，待固化48小时后再采取复式顶管法施工新管道。该工法既具有定向钻地质适应广、障碍处理能力强、次生灾害小等优点，又具有顶管标高控制准的优点，且对地面、交通、环境及周围地下管线等影响很小。）

、减少城市内涝灾害、加强城市道路安全、提升污水处理厂效能以及改善城市水环境质量，是集产品研发、工程服务的企业。

公司拥有市政公用工程施工总承包资质、市政排水管道更新与非开挖修复资质、市政排水管道养护与运维资质、市政排水管道检测和评估资质、排水管道养护维修企业潜水类甲级资质等多项资质以及拥有质量管理体系认证证书、环境管理体系认证证书、职业健康安全管理体系认证证书和获得多项非开挖领域实用新型类证书。

公司已承接数百项实施案例，先后成为“市市政协会理事会员”“广州非开挖协会理事会员”“安徽省科学家企业家协会会长助理”并发起组建安徽省非开挖协会等。公司与本行业领军企业有着密切合作单位：（北京排水集团、厦门安越、湖南大麓、上海誉帆、杭州市政、合肥排办、中铁上海局、中建八局、绿地集团、万达集团等）。



工程案例



天柱山东路（万达广场北侧至安庆职业技术学院南侧）污水管道驳接工程（万达集团）



高新区地下管网有限空间作业应急演练



安庆市皖江大道、潜江路雨水管道检测、设计、施工EPC（杭州市政）



合肥安凯小区——一体化泵站工程（中铁上海局）

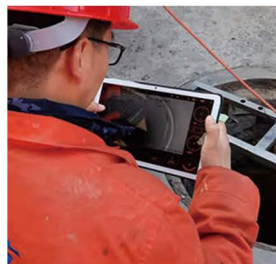


雨污水管网修复工程（绿地集团）

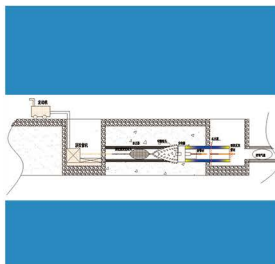


合肥马鞍山路雨水改造工程（合肥排办）

技术服务



机器人检测



旋切碎管法原位同径、扩径置换



微顶管



顶拉管



四川复星伟创新材料有限公司

Company Profile

公司概况

四川复星伟创新材料有限公司（简称“复星伟创”）于2021年创立，坐落于中国重大技术装备制造业基地和全国三大动力设备制造基地之一的四川德阳。是一家由管道非开挖资深企业引进德国技术并联合高校专家团队及科研院所技术团队共同研发智造的科技型新材料生产企业。复星伟创的核心竞争力是技术领先，通过跨界织网、协同合作、交叉融合，致力于打造出技术领先、质量可靠、客户满意的高品质产品。

复星伟创专注于管道非开挖产品的研发、生产、销售及服务，公司秉承“聚焦管网诊疗，培育新型材料”的发展战略，以客户为中心，以市场为导向，为客户提供“CIPP”等多类型、多层次的新型管网修复材料。

复星伟创以开放的姿态欢迎各级各类合作伙伴，愿意从技术指导、方案咨询等各个维度给予合作伙伴最大的支持。公司秉承“为客户持续创造价值”的经营理念，愿共享管道非开挖修复行业的繁荣，共同实现社会价值。

材料简介》》

F-TRC软管使用各种合成树脂，包括特殊的ECR玻璃纤维和聚酯树脂(UP)。F-TRC软管由于独特的结构设计、高质量的原料，具有使用寿命更长、耐久性更高等特殊优点。产生这些特殊优点的最主要原因是采用了高等级树脂做成的特别耐磨层，该耐磨层意味着F-TRC软管不仅对污水中产生的有害物质和腐蚀物质具有更强的抵抗力，而且能更好地防止冲刷过程中的磨损和损坏。多层功能膜结构具有抗紫外线、防渗漏、耐磨和耐穿刺等功能，保证了F-TRC软管产品成型前的存储、运输和施工时的质量可靠性。



技术原理》》

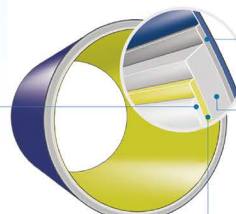
F-TRC软管由内层透光膜、加固层玻璃纤维、耐磨层化学防护层、外层UV防护膜组成。

电话：0838-8808978 13838367769

网址：<http://scfxcw.com>

地址：四川省德阳市什邡市经济开发区（北区）昌平大道南段10号

外层UV防护膜
稳定的多层复合膜能防止对玻璃纤维加固材料的损坏，与水接触，以及在施工现场由于阳光造成的过早固化。



耐磨层/化学防护层
根据DWA-A143-3标准和国际标准DIN EN ISO11296-4生产的软管，是带有特殊耐磨和化学防护层的CIPP软管。这层提供了修复系统最强的耐磨和化学防护性，并且经得起高压冲击。

耐用的玻璃纤维加固(GFRP)层

带有聚酯树脂的ECR玻璃纤维层用于市政废水，乙炔基树脂用于工业废水。纤维缠绕层能均匀的渗入树脂达到最高的耐久性，并且能形成一个最佳修复体系用于紫外线快速固化。

内层透光膜

3层复合膜是施工的好帮手，这层材料具有卓越的透湿性能促进紫外线固化，施工结束后可以容易的撕拉去除。

河北天通管道工程有限公司



ABOUT AS

企业简介 >>

河北天通管道工程有限公司（原名：衡水鸿泰非开挖机械工程有限公司）是一家专业从事非开挖水平定向钻拉管工程与泥水平衡顶管工程的施工企业，注册资金2000万元，董事长：刘胜林。公司拥有石油化工工程施工总承包叁级及市政公用工程总承包叁级资质，可承包热力、电力、通信、自来水、污水、石油天然气及输油等管道工程施工，承揽管径从 $\Phi 100\text{mm}$ 至 $\Phi 2500\text{mm}$ 、长度从100米至5000米的钢管及PE管的水平定向钻穿越施工工程；可承揽直径从 $\Phi 600\text{mm}$ 至 $\Phi 3600\text{mm}$ 、长度从10米至300米的泥水平衡顶管及土压平衡顶管工程施工等。

目前拥有世界上唯一、仅有、最大的水平定向钻机FDP-1500T及FDP-1000T水平定向钻机，另有FDP-600T、FDP-450T、FDP-280T、FDP-230T、FDP-90T等多台套水平定向钻施工设备。拥有泥水平衡顶管机从1000mm-3600mm等多种机型。为保证管道工程顺利施工提供充足的资金及机械保障。河北天通管道工程有限公司竭诚与各界同仁共创世界美好的篇章！

企业荣誉 DEVELOPMENT HISTORY



施工案例 COMPANY INTRODUCTION



成都环境水务建设有限公司

企业概况：成都环境水务建设有限公司成立于2014年3月，注册资本2亿元，是成都环境投资集团有限公司旗下专业从事水务环保工程项目设计、施工及管网探测、检测、修复等业务的建设单位，是西南地区市政工程建设的主要企业之一。

主营业务：公司专业从事于给排水、污水处理、污泥处理等水务环保项目的设计规划、施工、技术咨询以及供排水管网漏损控制、地下管线探测等业务。

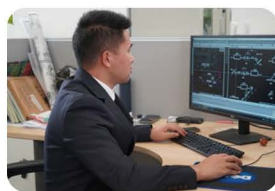
公司资质：具备市政公用工程施工总承包二级、建筑工程施工总承包三级、市政给水工程设计甲级、市政排水工程设计乙级、国家测绘乙级等多项资质，取得了安全生产标准化二级企业证书，以及“质量、环境、职业健康安全”管理体系认证证书。

经营理念：牢牢把握成都建设践行新发展理念公园城市示范区重大战略机遇，围绕成都环境投资集团有限公司“一三六”发展战略目标，大力整合水务工程全产业链、价值链和创新链，充分发挥“EPC一体化”综合优势，打造成为国内知名、西部一流的水务工程项目建设综合服务商。

企业荣誉



工程案例



市政设计



管网排查



顶管布置



沉井施工



漏点探测



管道治理



内部检查



管道顶进

联系电话：028-83408801

公司地址：成都市青羊区光华北五路266号

公司网站：<https://www.cdswjs.com>



中油昆仑管道工程有限公司，坐落于河北省廊坊市经济技术开发区，成立于2005年，是一家专业从事石油化工工程施工的国家级高新技术企业。公司注册资金8000万元，拥有防水防腐保温工程专业承包壹级、石油化工工程施工总承包贰级、市政公用工程施工总承包叁级和劳务资质，拥有压力管道安装、修理、改造单位许可资质（GA1限改造和重大修理、GA2、GB1、GC1）。公司现有员工478人，其中一级建造师15人，水平定向钻工程师35人，管道工程、工程机械、油气储运、工程管理等方 面工程师41人，具有执业资格证书的专业技术人员198人。

公司在管道安装方面自有半自动焊机、全自动焊机、发电机组等设备191台套，Φ813mm、Φ1016mm弯管机各1台，测量放线、防腐、通球、打压、测径、检测等其它相应施工配套设备若干。安装施工能力雄厚，直径Φ273mm管径以上的综合管线年施工能力总长400km以上，施工能力及工程质量，施工管理得到业主和监理单位的一致好评。



294 地址: 河北省廊坊市开发区九干渠东、友谊路西 业务范围: 管道施工、定向钻、管道维保



苏州群业建设工程有限公司

SUZHOU QUNYE CONSTRUCTION ENGINEERING CO., LTD



公司介绍

Company Profile

苏州群业建设工程有限公司成立于2009年，地处秀美的江苏省苏州市吴江区，具有市政公用工程施工总承包、建筑工程施工总承包、建筑机电工程专业承包、通用专业承包、测绘等资质。公司为中国测绘学会地下管线专业委员会会员单位，旗下城市排水管道检测、维修、养护中心开展地下管线的排查检测、非开挖修复、疏通养护、测量与探测及城镇、农村、住宅小区、厂区、商业综合体排水管网精细化、专业化运维服务。公司拥有多种作业车辆设备、检测测量仪器，种类齐全，性能先进；员工均经过行业专业培训，拥有数十名中高级技术人员，技术力量雄厚，施工经验丰富。在多年的施工过程中，创建了很多优质工程，在业内树立了良好的企业形象和口碑。

公司立足于多年的管网业务经验，不断开拓创新、与时俱进；构建自主知识产权“一智库、一平台、一联动、一大脑”的智慧管网管理平台，实现地下管网智能化、信息化、现代化管理，有效提高效率和运维质量。公司本着全心全意为社会服务，为政府服务，为企业服务的使命，始终秉持以创新铸造企业核心竞争力，以企业平台提升员工幸福感的企业价值观，深化专业团队建设，为智慧城市运营贡献一份力量，为人民群众创造更美好的生活环境，向着更好的城市综合服务商目标持续努力。

业务领域

Business Area



管道CCTV检测



GPS管线测量



管道疏通养护



下井作业



树脂固化修复



UV紫外光固化修复

※管网排查检测与评估

CCTV检测、QV检测、声纳检测、管线探测；具有检验检测机构资质认定证书(CMA)

※管网测绘

管网测绘 管道、检查井，地形图测绘，绘制管网平面图及点线成果表，GIS 数据加工处理

※管网养护

城镇、农村、住宅小区、厂区、商业综合体排水管网精细化、专业化运维服务

※管网疏通清淤

管道、窨井内疏通、垃圾清理及气囊封堵、潜水作业

※管网非开挖修复

局部树脂固化点状修复、紫外光固化UV-CIPP、FIPP、短管内衬固化、微型顶管、短管置换等非开挖修复服务

※检查井修复

井内注浆与井壁喷涂修复、检查井内衬等非开挖修复服务

※智慧管网

排水管网信息管理平台采用“一库一平台多应用”的框架模式，按服务区域建立统一的排水管网数据库，对管线及附属设施设备进行数据采集、建库，搭建信息化基本框架，结合物联网技术提高管网运维信息化水平。平台主要包括大屏展示、管网地理信息子系统、管网养护巡检子系统模块。



联系电话:0512-63177111

传真:0512-63177111

公司地址:江苏省苏州市吴江区松陵镇开平路450号3幢501



年鉴

技术行业
中国非开挖

CHINA TRENCHLESS TECHNOLOGY
INDUSTRY YEAR-BOOK

40 始于1983
全球领先的复合
软管制造商



200 始于1823
欧洲领先的非开挖
修复解决方案供应商



60 始于1963
全球领先的管网工
程专业施工服务商



城市生命线守护者

百年诺道 百年管网



诺道Norditube管网集团(五行、NordiTube、Rti),在全球管道非开挖修复更新领域,以技术、材料、装备、工程服务的齐全化、一体化、全球化而著名

200年来,NodiTube 以持之以恒的欧洲工匠精神,专注于细分市场的全球引领

德国 · 比利时 · 奥地利 · 法国 · 捷克 · 西班牙 · 意大利 · 美国 · 澳大利亚 · 新加坡 · 日本

供水



符合全球最高要求的欧盟涉水标准,可以实现全结构修复,延长管道寿命50年。适合多分支、多弯头的城区地下管线。经过35年实际工程检验的解决方案。全球业绩超过800km

排水



Nordiloc螺旋道,适合150-6000mm尺寸范围,圆形、异形各类重力管道修复。带水修复,适应各种工况。推广应用到澳洲、欧、美、日、中东等,其中,澳大利亚50%以上的排水管道修复采用该工法技术

燃气



TubeTex G, 全球广泛应用的燃气压力管道防泄漏、防震解决方案。超过2400km的工程业绩

热力



全球独创的专利技术耐高温内衬修复解决方案,最高满足160°C、高温环境下长期使用。已在国内规模前三的热力公司和央企能源公司供热管网中推广应用

油气



NordiLong若龙油气管道修复解决方案,内衬满足高温、腐蚀性原油介质相容性要求,作为自承压内衬,应用于油气管道的修复,消除原油泄漏风险,增加原钢管使用寿命,已获得“3桶油”的一致认可

