

# 市政大直径污水管道不断流施工方法研究和应用

高满库

中国水利水电第十一工程局有限公司, 河南 郑州 450000

**[摘要]**随着国内经济快速发展, 城市建设日益繁荣, 近几年, 全国各大中型城市隧道工程建设如火如荼, 因隧道施工将不可避免的对原有市政管线带来影响, 管线问题已成为隧道施工中的难题之一。将管线拆除或改迁虽行之有效, 但囿于客观条件, 一些隧道仍不得不穿越管线进行施工。尤其对雨污水管线, 因大多修建时间久, 时有渗漏情况发生, 因此如何保证隧道施工时雨污水管线及工作面安全, 成为隧道施工中亟待解决的问题。

**[关键词]**污水管道; 施工方法; 应用

DOI: 10.33142/ec.v5i10.7001

中图分类号: TU99

文献标识码: A

## Research and Application of Continuous Flow Construction Method for Municipal Large Diameter Sewage Pipeline

GAO Manku

Sinohydro Bureau 11 Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450000, China

**Abstract:** With the rapid development of domestic economy and the prosperity of urban construction, in recent years, the construction of tunnel projects in large and medium-sized cities across the country is in full swing. Because the tunnel construction will inevitably affect the original municipal pipelines, the pipeline problem has become one of the difficulties in tunnel construction. Although it is effective to dismantle or relocate pipelines, some tunnels still have to cross pipelines for construction due to objective conditions. Especially for the rainwater and sewage pipelines, since most of them have been built for a long time, leakage occurs from time to time. Therefore, how to ensure the safety of the rainwater and sewage pipelines and the working face during the tunnel construction has become an urgent problem to be solved in the tunnel construction.

**Keywords:** sewage pipeline; construction method; application

### 1 工程概述

107 辅道快速化工程第七标段, 北起金水东路, 南至商鼎路以北, 主线采用双向八车道浅埋隧道形式。107 辅道在K11+272.73 桩号处下穿七里河北路下方既有 3m 直径污水管, 节段长度约 2.5m。污水管为混凝土管, 采用顶管法施工。管顶覆土厚度约 6m, 管底与规划 107 地道净距约 1m。

### 2 主要施工条件及特点

该污水干管目前承担 56 万吨/日的污水输送量, 是关乎郑州东区民生的重要管线, 必须保证污水管排污功能不中断。针对产权单位的要求, 设计采用超越管方案进行污水改迁: 在现状管道北侧新建超越管道, 将污水由上游 26 号井超越至下游 27 号井, 在形成临时超越管道后, 对中间的管道进行永久改迁, 不造成环境污染, 而且工程施工风险较低。

### 3 关键技术及主要创造点

(1) 在管道施工中引入超越管概念, 减少对现状管道及周边建筑物的影响, 降低环境事故风险;

(2) 同时将气囊封堵、水工闸门和绳锯切割三种方法运用于市政隧道交叉的大直径管道改迁施工。

### 4 改迁总体方案

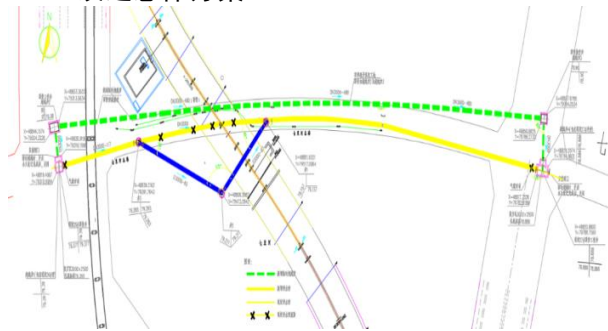


图 1 改迁平面示意图

工序 1: 新建超越井 1~4 和整个超越管线 (图 1 中粗虚线部分)。超越井 1 和 4, 这两个井分别包在现状 26 号、27 号顶管井北侧。超越管线全线进行顶管 (超越井 2 顶管至超越井 3) 穿越辅道。超越井 1 出水管处和超越井 4 的进水管处都预先施工好闸门。

工序 2: 提前通知污水厂全力开泵, 降低污水管中水位, 然后改造现状上游 26 号顶管井和现状下游 27 号顶管井, 凿除现状井下部砖砌流槽。

工序 3: 在凌晨低峰流量时, 请专业潜水员利用钢割

绳和定滑轮，在 26 号和 27 号现状井北侧下方割出 3000x2500mm 方孔。

工序 4：原管道两头用气囊和闸门封堵，污水即通过北侧超越路由完成超越。

工序 5：抽空中间管道污水，放坡开挖，进行中间管道 L 型永久路由施工（井 3~井 2~井 1），永久施工时需要对沿途给水管和电力管进行局部迁改和保护。

工序 6：完成永久施工 L 型路由后，再关闭超越井 1 和 4 中的闸门，废除部分超越管道。

## 5 具体的施工方法

污水改道前需在现状井侧面采用金刚石绳锯切出 3000\*2500 方孔，打通新老管道；再使用气囊封堵技术将老管道进行封堵，抽干中间部分管道内污水即可破开老管道进行永久改迁井的施工。具体施工工艺如下：

超越管道施工→切孔施工准备→流槽拆除→井壁钻孔→安装绳锯机→井壁切割→切块吊出→封堵施工准备→气囊吊装、固定→连接充气装置→安装钢挡板→气囊充气完成封堵

### 5.1 超越管施工

由于超越管距离晖达新天地小区高层建筑物较近，仅十余米。采用放坡开挖，或采用土钉支护开挖，可能会对邻近建筑产生影响。采用钻孔桩结合水平内支撑开挖，则工程造价较高。又因超越管道需穿越辅道，无法实现开挖施工。综合考虑，超越管采用顶管施工。

顶管井均采用沉井施工。顶管工作井内尺寸为 5m×10m，顶管接收井内尺寸为 5m×6m。

沉井采用两次制作，一次下沉施工工艺。第一次浇筑沉井刃脚部分，第二次浇筑沉井井壁部分。

顶管施工之前，先对顶管工作井、接收井及土体加固进行质量验收，沉井混凝土及土体加固强度、洞口防水性能均达到设计要求后才能进行机械顶管施工。

顶管选用土压平衡机械顶管机。管材要求：选用管径 3000mm III 级钢筋混凝土管，F 型接口，柔性接头，钢承口管，节长度为 2500mm，参见《混凝土和钢筋混凝土排水管道国标》GBT 11836-2009

### 5.2 井壁切孔施工

#### 5.2.1 切孔施工准备

施工前将新建井内的闸门关闭，为后续潜水员水下作业提供静水环境；绳锯切割机组装调试，确保切割施工连贯；打开现状井盖板后，首先进行有毒有害气体检测，符合标准方可进行作业；在井壁上方安装鼓风机，当需要人员进入井内作业时，不间断向井内输送新鲜空气。

#### 5.2.2 流槽拆除

经调查，现状井内流槽采用砖砌施工，内部填充中粗砂。在清晨水位较低时，潜水员进入现状井，将靠近北侧井壁的流槽凿除，并清理砂石料。保留迎水面的流槽可保护潜水员不被污水冲走，如流槽发生破损，则立即采用袋

装沙重新堆筑填补。

#### 5.2.3 井壁钻孔

在新建井内搭设施工平台，用水钻在井壁准备切割 3000\*2500 方孔的四角钻孔，作为穿金刚石锯绳的导向孔。为方便后期吊装，在方孔中部偏上部位钻两个吊装孔。由于 27 号现状井井壁较厚，在方孔的上、下边中间再钻一个孔，后期将方孔切割成两块分别吊出。

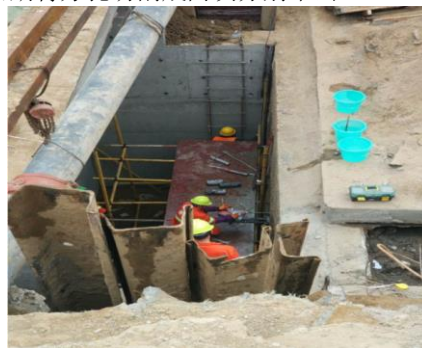


图 2 井壁钻孔

#### 5.2.4 安装绳锯机

绳锯切割机由包含动力系统、给进系统、张紧系统、控制系统的主机以及定滑轮组、金刚石锯绳等部件组成。

将绳锯机主机安装在新建井悬挑板上，并用膨胀螺栓固定；定滑轮用膨胀螺栓固定在导向孔对应位置；穿入金刚石锯绳，并连接至主机，形成环路。



图 3 安装导向滑轮



图 4 连接绳锯机

#### 5.2.5 井壁切割

首先切割底部水平缝，在切割两侧竖向缝，最后切割顶部水平缝。启动切割机动力系统，是锯绳高速运行，随

着张紧系统逐渐张拉，将井壁混凝土逐渐切开。虽然污水可为锯绳降温，但切割过程仍要用清水不断冲洗，防止杂质卡进滑轮导致锯绳脱落。

#### 5.2.6 切块吊出

方孔的四边全部切割完成后，将钢丝绳从吊装孔穿过，吊车站在新建井侧，长臂反铲站在现状井侧。开始吊装时，首先吊车升起吊钩吃力后，长臂反铲将混凝土块向外推，全部推出后，人工辅助吊车调整吊钩角度，将切下的井壁混凝土块调出新建井。



图5 切块吊出

#### 5.2.7 拆除剩余流槽

保持新建井闸门关闭，潜水员带安全绳从新建井一侧穿过方孔进入老井，拆除剩余砖砌流槽。

### 5.3 气囊封堵施工

#### 5.3.1 封堵施工准备

①正式封堵前2天通知污水厂全力开泵降低水位，在清晨水位最低时，在流槽上架设作业平台，潜水员用加长的高压水枪将老管道内约5m管道内壁清理干净，防止有尖锐沉积物刺破气囊；

②将待封堵管口的流槽凿开5cm宽左右的缺口，管口正上方安装角铁制作的固定装置，方便后期钢挡板插入垂直固定；

③定制直径3m长4.5m的橡胶气囊，气囊到场后首先连接充气装置，充气打压至50%设计压强，测试是否有明显漏气，如果漏气，交由专业厂家进行修补；



图6 气囊充气测试

④缓慢打开新建井闸门，使污水充满超越管道；

⑤老污水管道伸入现状井约30cm，在这段管道上钻两个10cm直径的圆孔，用于后期固定气囊及穿打气管；

#### 5.3.2 气囊吊装、固定

气囊测试没有漏气后，在地面放弃折叠，并连接吊着设备。用钢板桩打桩机吊起气囊，顺着水流将气囊缓慢送入老管道。人工辅助将气囊舒展开，当气囊大部分进入老管道，从管壁的孔将钢丝绳与气管穿过与气囊端部的钢制充气嘴连接，并固定牢固，继续下放气囊直至全部进入管道。



图7 气囊吊装



图8 气囊进入管道，连接固定装置

#### 5.3.3 安装钢挡板

为防止后期污水中夹杂尖锐硬物刺破气囊，在管口内气囊前部安装钢制圆形挡板保护气囊，同时可作为二次封堵。钢挡板由直径3m和3.5m的两个半圆形钢板焊接制作，钢板厚度15mm，背部用角铁焊接加劲肋，3m直径半圆朝下，顶部焊接一段槽钢用于吊装及固定。

钢挡板安装时首先在管口用风镐竖向打入5根4m长的钢钎，钢钎底部插入流槽20cm，防止钢挡板受水流冲击向内管道内倾斜。用钢板桩打桩机夹住挡板顶部槽钢缓慢将钢挡板顺着钢钎外侧插入管口，当遇到流槽受阻时，启动振动锤将钢挡板向下捶打，知道完全封闭管口。最后

插入顶部固定装置的横线档杆，钢挡板固定完成。



图9 安装钢挡板



图10 钢挡板固定

### 5.3.4 气囊充气

启动空气压缩机，调整进气量，缓慢充气，避免充气太快气囊弯折，不能与管道内壁完全解除，造成渗漏。在空压机处安装气压表和止回阀，当气囊内压力达到7.5kg，关闭气阀，观察24小时，无漏气现象，即可拆除打气设备。

橡胶气囊完全充满管道后，污水无法流进老管道，改由新建超越管过流，污水改道完成。



图11 封堵完成后污水改流至超越管

## 5.4 质量控制

### 5.4.1 绳锯切割控制要点

(1) 绳索的变向是通过导向轮的组合安装来实现的，施工过程中导向轮的安装与主动驱动轮中的位置关系应巧妙的设计，以满足切割要求。

(2) 绳锯机及金刚石锯绳在进行井壁切割时，可采用人工遥控操作，在设备安装调试好后，人员均撤离至安全区域。

(3) 每切割完成一道切缝，应对绳锯机及金刚石锯绳进行检查，如金刚石锯绳磨损严重影响使用，应及时予以更换。

(4) 切割过程中，作业平台及导向装置均采用倒用，每次回收后倒用前，应对结构焊缝进行检查，保证结构满足作业过程中最大张拉强度的要求。

(5) 金刚石锯绳使用前须连接一个闭合的循环，锯绳连接采用金刚石锯绳专用液压钳将接头扣压紧，扣压后检查接头，用角磨机等将飞边和毛刺去除干净。

### 5.4.2 气囊封堵控制要点

(1) 对于市政排水管，要求清砂干净，内壁平整，不允许有毛刺，否则会影响堵水密封性，甚至刺破气囊。

(2) 管道封堵气囊要避免放在管件接头处，以防该处内壁有接缝，影响堵水严密性。

(3) 为了防止气囊与胶管脱开，在气囊和胶管接口处应用铁丝扎紧或用其它方式绑紧。

(4) 用打气泵给气囊充气要完成的时候，把打气泵的气量要关小一点，不可继续大量充气，以防气囊爆破，引起事故。

(5) 在搬运气囊过程中，不得拖拉气囊，以防损伤气囊外壁。

(6) 在工程作业时，要时刻关注气囊的压力值，如果气囊压力值在很慢的下降，不必停下作业，继续用打气泵给气囊补气至标准气压，等作业完成后再检查气囊的或者是配件是否漏气。

## 5.5 安全措施

(1) 开工前，要做好各级安全交底工作，根据本工程特点，制定安全措施，组织贯彻落实，并定期开展安全活动。

(2) 要加强对工人的管理和安全教育，做到合法用工，上岗前要进行施工安全交底和安全教育。

(3) 施工区周围应设立围栏，挂警告牌，派专人监护，严禁无关人员逗留。

(4) 施工现场必须有技术人员统一指挥，严格遵循施工方案进行作业。

(5) 施工现场必须配备气体检测仪，施工人员下井前必须对井内进行空气含氧量含有害气体的检测，如超出或临近警戒线时应立即停止工作，强制通风。

(6) 井上人员禁止在井口吸烟、闲聊、抛扔工具，以防止物品、烟蒂等掉入敞开的井内，发生危险。

(7) 潜水员在水下作业前，应认真检查潜水装具的安全性能，确认完好，方可着装入水。

(8) 潜水员在水下作业时，应经常与水面电话员保持联系。电话发生故障时，可用信号绳联络。当电话和信号绳均发生故障时，可用供气管联络，并应立即出水。

(9) 管道污水可能含有腐蚀、油污质时，应对潜水

员皮肤、装具采取适当保护措施。

## 6 结语

3m 直径污水干管的改迁, 选用工程施工风险较低的“超越管方案”进行实施。采用机械顶管施工完成超越管道; 而后在上下游现状井侧面采用金刚石绳锯切出方孔, 打通新老管道; 再使用气囊封堵技术将老管道进行封堵。施工过程按照既定的施工方法实施, 顺利完成对两处现状井内老管道封堵, 未发生安全及环境事故。

相较于用强击凿破或钻机排孔来进行井壁破孔施工的传统方式, 绳锯切割不损伤非切除区域结构, 断面整齐, 废料易于清理, 并且明显的提高施工效率。

橡胶封堵气囊解决了动水条件下进行管道封堵的难题, 用钢挡板代替水下封堵墙, 无需潜水员水下作业, 避免安全风险, 并且减少潜水员作业费用, 经济效益显著。

本次成功的完成对七里河北路下方 3m 污水干管的改道及封堵施工, 并且保持污水不断流, 未发生污水泄漏或

上游污水溢流等环境事故, 保障污水干管正常运行, 没有对郑州东区市民污水排放造成影响, 社会效益显著, 并为今后在市政工程中遇到需对雨污水管道进行不断流改迁改迁或封堵的情况, 提供可供参考的宝贵经验。

## 【参考文献】

- [1]陈光辉, 许百盛, 倪堂超, 等. 污水管道顶管施工技术研究[J]. 建筑结构, 2021(2): 78.
- [2]吴冷. 分析市政道路的雨污水管网施工关键技术[J]. 建材与装饰, 2020(1): 90.
- [3]周超. 市政道路的雨污水管网施工关键技术[J]. 清洗世界, 2020(8): 67.
- [4]周志伟. 探索市政道路和雨水污水管道施工的质量控制[J]. 四川水泥, 2020(8): 34.

作者简介: 高满库(1984.12-)男, 宁夏固原人, 民族: 汉, 本科毕业, 高经工程师, 从事市政、水利水电工程施工方面的工作。