

Analysis and Solution Strategies of Iron Related Issues in the Treatment of Black and Odorous Water Bodies—Taking Xinyang, China as an Example

Dan Fan¹ Shengwang Wang¹ Chunyang Zhang^{1*} Guanqi Liu¹ Wei Li²

1.CAUPD (Beijing) Planning & Design Consultants Company, Beijing, 100044, China

2.Xinyang City Management & Urban Administration Bureau, Xinyang, Henan, 464000, China

Abstract

In recent years, with the continuous expansion of the construction scope of many cities, railway lines that were originally located on the outskirts of cities have created barriers to cities. Many cities encounter many difficulties in carrying out black and odorous water treatment and sewage interception pipeline construction when encountering railway lines. Taking Xinyang City, China as an example, this paper analyzes in depth the difficulties and problems in the treatment of black and odorous water bodies and the layout of sewage interception pipelines in terms of iron related aspects. By adjusting the drainage planning ideas and optimizing the layout of sewage interception main pipelines, the triple benefits of upstream source control and sewage interception, downstream overflow risk control, and filling in the blank of the pipeline network along the line are achieved. On the premise of minimizing the impact of engineering construction on railway safety to the greatest extent possible, achieve long-term management of black and odorous water bodies.

Keywords

railway; malodorous black waters; sewage interception pipeline; drainage planning

黑臭水体治理中涉铁问题分析及解决策略——以中国信阳市为例

范丹¹ 王生旺¹ 张春洋^{1*} 刘冠琦¹ 李伟²

1. 中规院（北京）规划设计有限公司，中国·北京 100044

2. 信阳市城市管理局，中国·河南 信阳 464000

摘要

近年来，随着很多城市建设范围的不断扩张，原处于城市边缘地带的铁路线路对城市产生阻隔，很多城市在开展黑臭水体治理和截污管道建设时，遭遇铁路线路时遇到很多困难。以中国信阳市为例，深入分析黑臭水体治理和截污管道布局在涉铁方面存在的困难和问题，通过调整排水规划思路、优化截污干管布局，实现上游控源截污、下游溢流风险控制和沿线管网空白填补的三重效益。在最大程度减少工程建设对铁路安全的影响的前提下，实现黑臭水体治理长治久清。

关键词

铁路；黑臭水体；截污管网；排水规划

1 引言

铁路是中国政治、经济和社会建设发展的命脉，是国

【基金项目】国家水体污染控制与治理科技重大专项（项目编号：2017ZX07403001）。

【作者简介】范丹（1989-），女，中国山西运城人，硕士，工程师，从事海绵城市、黑臭水体治理、城乡市政基础设施规划等研究。

【通讯作者】张春洋（1985-），男，中国北京人，硕士，高级工程师，从事城市给排水工程、海绵城市、黑臭水体、生态及城市基础设施规划和设计研究。

家重要的交通基础设施。然而随着城市快速城镇化的推进，城区范围不断扩张，原处于城市边缘地带的铁路区域逐步成为中心城区和老城区。很多城市几条铁路线将城区切割为若干个有限联系的片区，对城市市政基础设施建设带来一定的挑战^[1]。由于铁路线路的保护要求，城市雨污水、燃气、供热等管道必须穿越铁路时遇到很多困难。目前很多城市在黑臭水体治理过程中发现城市水系及排水管道的建设受铁路分割影响，导致治理难度大、投资和工期大幅增加等，对黑臭水体治理工作产生了一定的制约。

以往市政基础设施穿越铁路线路的研究主要集中在如何通过各项工程技术措施和施工工艺，避免对铁路基础造成扰动，如湛江麻章污水处理厂采用泥水平衡项目与铁路防护结合施工的方式确保大口径污水主管穿越黎湛铁路路基^[2]；河北省邢台市通过研究制定详细的顶管施工技术措施在

覆土极浅的条件下完成穿越京广铁路^[3]等。但是,在整个城市空间布局上,对城市排水系统与铁路枢纽的布局关系进行优化研究的相对较少。

2018年,信阳市成功申报成为第一批国家黑臭水体治理示范城市^[4],通过截污纳管、河道清淤等工作,基本消除了黑臭水体。但受老城区地形地势和京广铁路线路的影响,三条需穿越铁路的沿河截污干管实施困难,长期无法贯通,被迫采取临时措施,制约了黑臭水体实现长治久清。论文通过分析信阳市城市污水系统布局,具体分析既有铁路线路与黑臭水体的空间关系,在保护铁路线路安全的前提下,通过系统优化调整,解决污水管道穿越铁路困难的问题。

2 现状情况

信阳市中心城区范围内主要分布3条铁路干线,包括京广铁路、宁西铁路、京广高铁,该3条铁路干线均隶属于武汉铁路局管辖。建设年代最早的京广铁路以常规地面铺设轨道的方式从西北到东南纵向贯穿信阳老城区,80年代后建设的宁西铁路以高架桥的方式自西向东横向贯穿信阳中心城区,京广高铁以高架桥的方式自北向南纵向贯穿信阳市产业区,与中心城区南北向的多条内河产生交叉,如图1、图2所示。宁西铁路、京广高铁通过高架桥跨越河道,对河道治理造成的影响相对较少,而以常规地面铺设轨道方式的京广铁路在与河道交叉时,对河道的治理带来了较大困难,尤其是位于开发强度大,建设密度高的区域范围内,与京广铁路大动脉相交的五里沟、青龙河、棉麻沟3条河道。

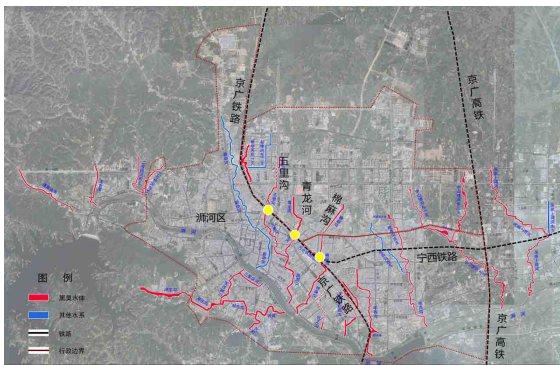


图1 京广铁路与五里沟、青龙河、棉麻沟交叉位置示意图

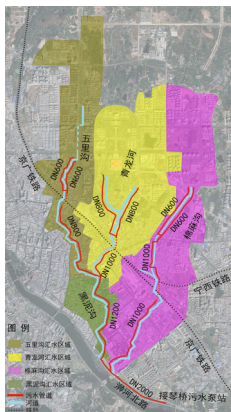


图2 五里沟、青龙河、棉麻沟、黑泥沟汇水区域分布图

信阳市中心城区五里沟、青龙河于京广铁路以南老城区望贤桥汇合通过黑泥沟进入浉河。五里沟、青龙河、黑泥沟、棉麻沟总长约15.6km,汇水面积分别为4.7km²、6.5km²、1.1km²(转输11.2km²)、6.6km²。五里沟、青龙河、棉麻沟京广铁路以北,污水管道沿河铺设至京广铁路前;五里沟、青龙河、黑泥沟、棉麻沟京广铁路以南,污水管道受老城区骑河建筑影响,铺设于河底,汇入浉河北路污水主管。现状仅剩涉铁处污水干管未贯通。目前,3条河道采用临时截污方法,截流上游污水至下游污水管道内,保证晴天污水不漫流入河,但因上游污水服务面积增大,下游河底截污管道逢雨溢流,河道易返黑返臭,雨后维护成本高。涉铁河道临时处理措施成为制约信阳市黑臭水体示范城市市长制久清的“瓶颈”。

3 具体问题成因分析

3.1 原有过铁路方案

根据污水工程专项规划,设计院开展截污管道设计,设计方案为铺设DN800mm的污水管道,以倒虹吸方式穿越铁路贯通污水主管。施工方式以定向钻或机械顶管方式进行。受铁路安全防护要求影响,管道穿越铁路地基时应设防护管涵,埋深距铁路铁轨深达10m。河道两侧为密集居住区,为提供施工场地和便道,需要大量拆迁。污水管道分别长66m、78m、120m,考虑拆迁因素等,总投资约9617万^[5,6]。

3.2 原方案实施中存在的问题

3.2.1 铁路下方情况复杂,施工安全难以保证

京广铁路建设年代久远,地下情况不明。①五里沟、青龙河、棉麻沟过轨处均为京广铁路大动脉,穿轨处铁路宽度大,轨道道数多,3处穿轨处均超过10组轨道,造成地勘无法精准密集布点,地勘的不确定性将可能会影响铁路轨道的路基安全;②京广铁路地下管线复杂,对接众多部门如桥梁科、供电段、电务段、工务段等,部分管线建设图纸因时间久远,未能保存下来,施工过程中的偶然性因素无法避免,将可能影响整个铁路系统的安全运行。

3.2.2 同时满足两种设计标准,造价高

按照常规市政污水管道设计标准进行设计施工,工程造价相对可控,标准相对确定。但在现实中,根据《铁路安全管理条例》^[7],在铁路线路安全保护区内取土施工必须征得铁路主管部门同意。在铁路安全防护范围内施工,其从施工到交付使用以及后期运营维护,都将长期持续影响到既有铁路线路及设备的运行安全,工程运维造价高,且难以控制。为确保铁路运行安全,采用倒虹吸方案施工限制条件严格^[8],第一,铁路涵洞两侧建筑密度高,为保证施工场地,需进行大量拆迁,拆迁费用高;第二,京广铁路信阳中心城区段铁轨道数多,为保证铁路的正常运行,施工前需要先行对穿轨施工范围内铁轨进行架空,降低下方施工对铁轨沉降的影响,施工措施费高^[9];第三,在现状市场条件下,涉铁项目

建设需要由专业的、有铁路施工经验的队伍进行施工，代建或代建代管成本高^[10]；第四，管道穿轨处标高需严格控制，穿轨处污水管管顶距铁轨底垂直距离深达10m，建设成本高；第五，受欠发达地区地方财力、管理、专业技术水平的限制，倒虹吸设施普遍存在运行不良，淤堵频率高的现象，后期冲洗、清淤等运行维护费用高。

3.2.3 施工难度大，时间长

施工前，拆迁量大，拆迁时间较长；施工中，需要选择铁路运行的“窗口”期进行施工。“窗口”期即涉铁项目征得铁路部门同意，在保障铁路安全的前提下可以进行施工的时间段，如铁路日常停运、检修等时间段。但铁路一般可提供的“窗口”期很紧张，多在夜晚，导致施工工期长，且难以控制，与黑臭水体治理的紧迫性形成矛盾^[11]。

3.2.4 下游污水主干管压力大，加大雨天溢流污染

五里沟、青龙河、棉麻沟京广铁路以北汇水面积共13.5km²，其中，五里沟、青龙河、棉麻沟京广铁路以北汇水面积占其总汇水面积的79%、88%、62%，上游污水大量转输至下游污水管道，增大河道下游污水管道、黑泥沟污水管道、泖河北路污水管道、琴桥污水泵站运行负荷。

4 优化方案研究

4.1 污水量预测

参考河南省城乡建设统计资料汇编数据，考虑生活水平的不断提高，预测人均综合用水量约为175L/(人·日)。根据《信阳市城市总体规划》(2015—2030年)规划人口，确定整个流域范围内总污水量为5.64万吨/日，其中京广铁路以北，污水量分别约为1.11万吨/日、1.70万吨/日、1.22万吨/日(见表1)。

表1 信阳市五里沟、青龙河、黑泥沟、棉麻沟污水量预测

分项	五里沟	青龙河	棉麻沟	总计
综合生活污水量(万吨/日)	1.18 (0.93)	1.63 (1.43)	1.66 (1.03)	4.75 (3.39)
工业废水量(万吨/日)	—	—	—	—
地下水入渗量(万吨/日)	0.12 (0.09)	0.16 (0.14)	0.17 (0.10)	0.48 (0.34)
未预见水量	0.10 (0.08)	0.14 (0.13)	0.15 (0.09)	0.42 (0.30)
总污水量	1.40 (1.11)	1.94 (1.70)	1.97 (1.22)	5.64 (4.03)

注：括号内数值为河道京广铁路以北区域污水预测量。

4.2 截污系统布局

为实现污水有效传输，在综合考虑污水分区、路由、社会效益、建设时间等多方面因素后，提出三种优化方案，如图3所示。

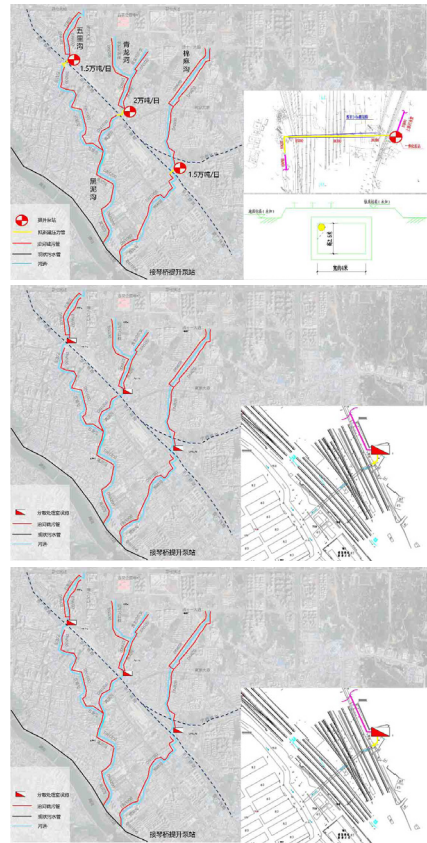


图3 方案一、方案二、方案三建设方案示意图(右下角节点：以棉麻沟为例)

方案一：在河道京广铁路以北侧末端，建设污水提升泵站，提升污水至京广铁路以南已建污水干管，泵站规模分别为1.5万吨/日、2万吨/日、1.5万吨/日，压力管道从现状铁路涵洞上方采用支架架设，接入下游污水主干管。

方案二：在河道京广铁路以北侧末端，建设分散式污水处理设施，处理污水后排入河道，作为补水水源，规模分别为1.5万吨/日、2万吨/日、1.5万吨/日。

方案三：沿京广铁路沿线道路铺设污水管道，涉铁处建设污水提升泵站，收集污水至平桥大道污水主干管，污水管道管径DN800~DN1200mm，泵站规模为5万吨/日。

对比原方案，方案一泵站出水管为压力管，优点是建设投资相对较低，不从铁路轨道路基下方通过，可避免对铁路运行安全的影响，转输污水至下游污水管道，但是经现场踏勘调查对接后，发现整体可实施性较差：①五里沟、棉麻沟紧邻铁路段地块建设均为铁路所有，拆迁费用高、难度大、时间长；②污水通过提升泵站转输下游污水干管，无法缓解现状污水干管满负荷运行甚至外溢的情况，加大雨天溢流污染风险；③由于铁路涵洞建设年代较远，原排涝标准均不足10年一遇，压力管通过现状涵洞架管通过，防洪影响评价无法通过，并将造成铁路涵洞排涝断面进一步缩减，影响铁路排涝安全。方案二建设分散处理设施，优点是出水可为河道提供补水，同时缓解下游污水管道、泵站运行压力，但是

同样无法保障用地,运行稳定性较差,运行维护成本较高,对信阳财政及运维管理提出了更高的要求。方案三建设污水管道和提升泵站,优点是可实施性较强,泵站选址避开铁路部门,以压力管浅埋的方式通过宁西铁路高架桥,减少了对铁路造成的安全运行风险,优化了污水分区,形成了第二条东西向污水主干管通道,缓解下游溢流风险,减少河道、管道及琴桥泵站运维成本。结合方案的远期性,综合考虑可实施性、投资、建设难度、社会经济效益多方面因素,选择方案三。

4.3 设施布局

4.3.1 绕铁污水主干管路由

沿铁路方向,现状道路均相对狭窄,宽度在6~12m不等,为合理选择建设路由,与市规划局、区规划局、涉及辖区以及铁路桥梁科、工务段等多部门进行多次对接,邀请设计、施工等多方面专家现场多次勘探,确定污水干管在工人街收集五里沟流域范围内污水后,经工人街、京汉街、平安大道、平西街、团结路等道路,接入平桥大道现状DN2000mm污水管,全长7.6km,将五里沟、青龙河、棉麻沟3条河道的截污干管“串联”,收集流域污水。该路由一方面充分结合了信阳市远期淮河大道规划、羊山新区老城区有机更新计划,一方面提前对接,降低施工不可控因素,确保方案可实施性。

4.3.2 泵站选址

沿铁路由西向东,高程在新十八大街处发生突变,地面高程相差10m,在该处选址建设泵站时,污水重力管通过宁西高架埋深达到8m左右,对铁路安全影响较大。为更快、更有效地完成工程建设,保证铁路运行安全,与铁路部门充分对接后,将泵站选址前置,以“压力管浅埋方式”通过宁西高架铁路。充分考虑城市总体规划、远期发展、社会影响、环境影响等多方面因素后,于棉麻沟前进二组和谐小区旁空地建设污水提升泵站。泵站规模为5万吨/日,压力管采用球磨铸铁管,长度1.8km,管径DN800mm。

4.4 投资估算

绕铁污水主干管建设工程,建设污水管道7.6km,其中压力管道1.85km,污水泵站5万吨/日1座,总投资为7330万元。其中,工程直接费用为5524万元,工程建设其他费用为1246万元,工程预备费为542万元,流动资金20万元。

4.5 运行效果

目前,该工程已全面完工,过宁西铁路段压力污水管道已完成建设,对铁路运行安全未造成影响。该工程实施完成后,信阳市中心城区城市排水系统和水环境得到大力改善,实现多重效益:

①优化信阳市污水分区。绕铁管网作为第二条平行于浉河北路的東西向主干管,优化了信阳市现状污水分区,增强了信阳市污水系统的韧性。

②降低下游溢流污染频次。五里沟、黑泥沟现状污水管道满负荷运行,经常发生污水外溢。绕铁管网建设,分担下游污水管道传输压力,可降低运行水位,有效改善现状检查井污水外溢现象,减缓河道雨天溢流污染风险,便于河道和管道的运行维护,降低了河道和管道的养护成本。

③消除污水管网空白区。绕铁管网的建设,填补了所经道路现状污水管网的空白现状,为沿线支路污水管道的接入提供了便利条件,提高了污水收集效能。

④确保黑臭水体示范城市的顺利验收。绕铁管网可实施性强,时间可控,有效保障信阳市黑臭水体长制久清的验收。

5 结论

①污水管线重力流过铁路,无法短期内通过深埋直接穿越铁路时,采用“绕铁”思路,选择对铁路运行影响更小的穿越点,以更安全的方式穿越铁路,不失为一种策略。

②城市排水设施穿越现状铁路时,要考虑施工工艺对铁路安全运行的影响、铁路“架空”支护、铁路运行“窗口期”等因素,充分论证方案的可实施性、投资、工期等。

③城市黑臭水体治理中“截污纳管”方案及设计,要注重其落地性、时效性、长远性,既要按时能够消除黑臭,又要能够发挥长期效益。

④城市不断扩张,铁路对城市建设的影响日益突出,在深入研究下穿铁路施工技术外,市政基础设施建设可充分结合城市发展规划进行优化设计。在日后市政基础设施规划编制过程中,城市的规划统筹者充分考虑中心城区铁路建设情况,合理优化分区,实现与铁路的相互融合。

参考文献

- [1] 郭旭.涉铁市政工程全过程造价控制研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2017.
- [2] 梁玉亮.大直径管道下穿地质复杂铁路路基施工关键技术研究[J].企业科技与发展,2016(4):43-47.
- [3] 高春虎.超浅下穿铁路顶管工程施工技术研究[J].公路交通科技(应用技术版),2019,15(9):217-218.
- [4] 中华人民共和国财政部.2018年黑臭水体治理示范城市竞争性选拔结果[Z].2018.
- [5] 冷冰,姜书纳.浅析信阳市城市风貌[J].绿色科技,2012(5):111-112.
- [6] 国务院.国务院关于印发水污染防治行动计划的通知(国发〔2015〕17号)[Z].2015.
- [7] 中华人民共和国国务院.铁路安全管理条例[Z].2013.
- [8] 国家铁路局.关于各种管线穿越铁路路基的暂行规定[S].1987.
- [9] 刘迹健.市政涉铁工程概算编制相关费用探讨[J].铁道勘测与设计,2019(3):98-99.
- [10] 梅永富.浅析外委代建项目成本管理[J].商讯,2020(22):159-160.
- [11] 陈建勋.地方涉铁代建工程项目的风险管理[J].中华建设,2014(10):80-83.