

# 竹皮河流域水环境综合治理(城区段)沿河截污干管工程设计

黄 伟, 王阿华, 桂衍武, 许宇兴, 刘 京  
(南京市市政设计研究院有限责任公司, 江苏 南京 210008)

**摘 要:** 在竹皮河流域水环境综合治理工程中,为解决夏家湾污水处理厂污水收集及竹皮河流域污水下河问题,实施了竹皮河沿河截污干管工程。截污干管设计中与景观、水利、结构、生态等专业协调确定了管位及施工方式。截污干管在沿河包封段及靠近山体段采取不同形式。沿河包封段兼作景观二级平台,为保证竹皮河河道现状生态曲线美及景观效果,根据河道线性选择采用扇形检查井,并合理解决了河道线性对偏转角的要求;在河道靠近山体段,为方便检修,采用了三通检查井。考虑到洪水对污水收集的影响,检查井均采用密闭井。

**关键词:** 水环境综合治理; 沿河截污干管工程; 景观二级平台; 扇形井; 密闭井  
**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)24-0070-05

## Design of the Main Pipe Project for Intercepting Wastewater along the River in Comprehensive Treatment of Water Environment of Zhupi River (District of Urban Area)

HUANG Wei, WANG A-hua, GUI Yan-wu, XU Yu-xing, LIU Jing  
(Nanjing Municipal Design and Research Institute Co. Ltd., Nanjing 210008, China)

**Abstract:** In order to solve the problems in wastewater collection in Xiajawan sewage treatment plant and in wastewater discharge to Zhupi River, the main pipe project of Zhupi River was implemented. The pipe position and construction methods were determined through coordination with landscape, water conservancy, structure, ecology and other majors in the design of sewage main pipe. There were two different forms of the main intercepting wastewater pipes in two sections, including the section along the river and the section near the mountain. The enveloped section along the river also served as the landscape secondary platform. According to the linearity of the river, the types of inspection wells were selected reasonably, and the impact on the landscape effect was minimized. In the section of the river near the mountain, three-way inspection wells were used for maintenance. Considering the influence of flood on inspection wells, sealed wells were used.

**Key words:** comprehensive treatment of water environment; main pipe project for intercepting wastewater along the river; landscape secondary platform; fan well; sealed well

### 1 项目概况

竹皮河流域位于湖北省中部,发源于荆门市圣境山,属汉江支流,海慧沟(西)和浏河(北)在城区北门桥汇合成竹皮河,全长约 74 km,流域面积为 639.6 km<sup>2</sup>。共有支流 30 条,其中荆门境内河长 5

km 以上的支流有牌楼河、江湾河、麻城河、踏湖河等 7 条<sup>[1]</sup>。

竹皮河流域水环境综合治理(城区段)工程主要包括竹皮河城区段、杨树港、王林港的水环境综合治理,流域示意图 1。



图1 竹皮河治理范围示意

Fig.1 Schematic diagram of the treatment scope of Zhupi River

其中竹皮河(城区段)治理工程含水安全工程、水环境工程、水生态工程、水景观工程、配套道路桥梁工程等。竹皮河(城区段)因生活污水和工业企业废水直排、污水处理厂尾水排放及河道常年淤积、底泥污染释放等原因,全段水质均处于劣V类状态,其中五一路桥段水体处于轻度黑臭状态,主要超标因子为溶解氧、氨氮和总磷,在此主要介绍竹皮河(城区段)水环境工程中沿河截污干管工程的设计。

## 2 污水管水力计算

### 2.1 污水量计算

#### ① 流域面积及服务人口

根据《荆门市中心城区排水规划》,荆门城区污水系统分为三大片(即北城西区、北城东区和南城区)。竹皮河污水截污系统服务范围 of 北城西区和大部分北城东区,系统服务面积约  $34.6 \text{ km}^2$ ,而夏家湾污水处理厂服务面积约  $39.8 \text{ km}^2$ 。

根据《荆门市城市总体规划(2011—2030)》,到2030年荆门市中心城区规划人口99万人。竹皮河污水截污系统服务人口约31.14万人,夏家湾污水处理厂服务人口为35.82万人。

#### ② 排水体制及截流倍数

根据《荆门市中心城区排水规划》并结合老城区实际情况,本工程竹皮河污水截污系统服务范围内的排水体制按合流制考虑。根据《室外排水设计规范》(GB 50014—2006,2016年版)<sup>[2]</sup>,截流倍数 $n_0$ 应根据早流污水的水质、水量、排放水体的环境

容量、水文、气候、经济和排水区域大小等因素经计算确定,宜采用2~5。同一排水系统中可采用不同截流倍数。结合规范及《荆门市中心城区排水规划》确定截流倍数 $n_0=3$ 。

#### ③ 污水量

##### a. 综合生活用水定额

根据《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)<sup>[3]</sup>及荆门实际情况确定用水定额。根据2011年《荆门统计年鉴》,荆门城区的居民家庭用水和公共服务用水总供水量为 $3\,433.91 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,用水总人口为46.8万人,由此得出荆门市城区2011年的人均综合生活用水量为 $200 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 。结合荆门市的城市发展和人民生活水平的提高,设计取荆门市城区的综合生活用水定额为 $250 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ (平均日)。

##### b. 综合生活污水量预测

根据上述定额及夏家湾污水处理厂、竹皮河污水截污系统服务范围内的服务人口,可得规划期末综合生活用水量分别为 $8.96 \times 10^4$ 、 $7.79 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

参照湖北省内其他相似城市人均综合用水及当地污水实际排放量,综合生活污水排放系数取0.85,则规划期末综合生活污水量分别为 $7.61 \times 10^4$ 、 $6.62 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

##### c. 工业废水量

根据《荆门市城市总体规划(2011—2030)》及《荆门市中心城区排水规划》,荆门市城区的污水处理应体现集中处理与分散处理相结合,对于易截流和收集的污水采用集中污水处理厂进行处理,达标排放,而对于极度分散的污染源及难以收集的部分大型厂矿企业的污染源采用分散处理。部分大型厂矿企业污水由政府统一收集输送至胜科水务污水处理厂进行处理,不进入本次设计截污干管。

故本工程在计算截污干管污水量时,不考虑大型厂矿企业的污废水量,只考虑部分沿岸中小企业排放的污废水量,拟按综合生活污水量的20%考虑。

##### d. 地下水渗入量

由于截污干管沿河敷设,并且绝大部分管道(浏河从苏岷渡槽起,海慧沟从三眼桥起)管底标高位于河道河床之下,加上当初管道施工时,采用的是钢混平口管,管道接口防渗及抗扰动性能较差,地下水渗入量按综合生活污水量和工业废水量之和的

10% 考虑。

e. 总污水量

根据以上分析,夏家湾污水处理厂及竹皮河污水截污系统服务范围内的总污水量预测如表 1 所示。

表 1 污水量预测

Tab. 1 Prediction of wastewater volume

项 目	污水厂	竹皮河系统
规划期末人口/万人	35.82	31.14
综合生活用水定额/(L·人 <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	250	250
综合生活用水量/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	8.96	7.79
综合生活污水排放系数	0.85	0.85
综合生活污水量/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	7.61	6.62
工业废水量/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	1.52	1.32
地下水渗入量/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	1.37	1.19
合计/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	10.04	8.73

竹皮河污水截污系统服务范围内共分为五个排水分区(见图 2):330 服务片区、浏河服务片区、海慧沟服务片区、竹皮河服务北片区、竹皮河服务南片区。

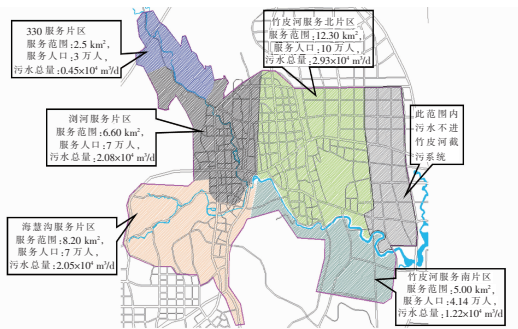


图 2 竹皮河排水分区示意

Fig. 2 Schematic diagram of Zhupi River drainage zoning

2.2 管材及接口选择

本工程通过对玻璃钢夹砂管、钢筋混凝土管、钢管、HDPE 管等的使用寿命、抗渗性能、防腐能力、施工难易程度、接口形式、价格等进行综合考虑,根据施工方式及水环境综合整治的要求,最终确定:管径 $\leq$ DN600 采用 HDPE 缠绕管,橡胶圈接口,环刚度为 10 kN/m<sup>2</sup>;截流井雨水溢流管、拦水坝处污水管及穿越桥涵的管道均采用螺旋焊缝焊接钢管,C25 混凝土包封;其余管道则采用钢筋混凝土企口管,承插橡胶圈接口,其中管道覆土 $\geq$ 5 m 时采用钢筋混凝土Ⅲ级管,覆土 $<$ 5 m 时则采用钢筋混凝土Ⅱ级管。

2.3 管径计算

根据排水分区及各分区的污水总量,查询设计手册得到各段截污干管管径(见表 2)。

表 2 各段截污干管管径

Tab. 2 Pipe diameter of each main pipe for intercepting

wastewater

项目	旱季污水量/ (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	管径/ mm	坡度/ %	流速/ (m·s <sup>-1</sup> )
330~浏河	0.45	d600	0.15	0.85
浏河~汇合口	2.53	d1 200	0.15	1.0
海慧沟~汇合口	2.05	d1 000	0.15	1.2
小计	4.58	d1 400	0.15	1.48
汇合口~污水厂	8.73	d2 000	0.10	1.2

目前 330~汇合口、海慧沟~汇合口已沿河敷设截污管线,管径为 d1 000~d1 200,对沿线排污口已做截流,基本杜绝了旱季污水下河。经校核,管径均按截流倍数 $n_0=3$ 设计,满足过流能力,无需重新设计。汇合口~夏家湾污水处理厂段目前仅在左岸敷设有 d1 400~d1 500 截污干管,且年久失修,经计算其过流能力不能满足本次设计要求,因此需在右岸新增截污干管,经计算确定新增截污干管管径为 d1 400~d2 000(管径 d2 000 截污干管为新增截污干管与现状左岸截污干管汇合后)。

3 工程设计

3.1 总体设计

设计起点为海慧沟与竹皮河汇合口,管道基本沿河床布置,终点为夏家湾污水处理厂,主要接收海慧沟两岸、浏河左岸截污干管污水及河道沿线右岸生活污水。

根据现场调研情况,本次设计将河道右岸污水排放口直接接入截污干管,四个合流制排水口则通过设计 4 座截流井对合流制污水进行截流,将污水全部接入污水处理厂进行处理。河床内管道随河道二级平台同步施工,其中金石炼厂房需进行拆迁,由于工期紧迫,本设计从金石炼建桥~黑风口桥段(W62~W77)采用钢管作为临时输水管道,不设计二级平台;K5+500 至 K5+600 右岸为山体,考虑行人安全,该段不再设计二级平台,仅对管道做包封处理,采用三通检查井便于后期检修。本次设计截污干管总长约 6 045 m,管道管径为 DN1 400~DN2 000,设计坡度为 0.09%~0.15%。

3.2 管位及施工方式

竹皮河城区段全长为 6.8 km,左岸已敷设截污



干管,由于建设时间久远,结构性及功能性缺陷较多,因此本次在右岸新建截污干管,分担其污水收集功能。

河道两侧地形地貌较为复杂,大部分房屋距河道较近,部分房屋临河而建,河道横穿铁路、多处桥梁,右岸邻近多处山体,截污干管埋设深度较深,对周边的建(构)筑物影响较大,对截污干管的敷设管位的选择有较大的影响。从后期施工难度及工期考虑,并结合多方意见确定管道总体沿河床敷设。竹皮河右岸为现状道路,现状管线错综复杂,且道路狭窄,道路下直接开挖实施难度较大。另前期地勘显示,在设计管底标高处地质为强风化岩,采用顶管方式亦不可取。经过多次详细的现场踏勘及与业主沟通,最终确定管道在河道内沿河道挡墙平行敷设。为保证现状挡墙的安全,管中距挡墙保持1.5~2.0 m间距,管道随河道二级平台同步施工,二级平台设计标高即为检查井顶标高。

管道敷设断面如图3所示。

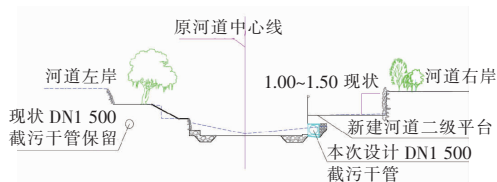


图3 管道横断面示意

Fig.3 Schematic diagram of pipeline cross section

### 3.3 工程量统计

工程量统计如表3所示。

表3 工程量统计

Tab.3 Statistics of project quantities

项目	规格	材料	数量
污水管	$d1\ 400 \sim d1\ 500$	钢混	5.85 km
矩形井	$B \times H = 2.5\text{ m} \times 1.6\text{ m} (180^\circ)$	钢混	81 座
扇形井	$120^\circ$	钢混	2 座
扇形井	$135^\circ$	钢混	1 座
扇形井	$150^\circ$	钢混	71 座

注: 考虑到洪水位时河水对截污干管的影响,本工程检查井均为密闭井。工程量仅统计沿河管道。

### 3.4 专业协调

竹皮河(城区段)治理为综合性整治工程,涉及水利、景观等专业,经多方案比选,本工程管道沿河床敷设,水安全工程通过清淤疏浚来补偿管道所占

河道过流断面,对新建污水管道采用混凝土进行封装并敷设透水砖作为河道二级平台,增加了亲水性及景观性效果。

竹皮河河道线性较为蜿蜒曲折,具有河道的天然美,因此要求截污干管管线定位需保持河道的天然线性来确保景观平台与河道顺接,因此污水干管在定位时设置了155座检查井,部分采用了扇形井,扇形井的角度从 $120^\circ \sim 180^\circ$ 不等。由图集02S515可知,对于扇形井,以上游管中心与下游管中心相交处的内角为 $120^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $150^\circ$ 转弯井适用于管径 $D = 800 \sim 1\ 500\text{ mm}$ 的污水管道转弯处。当转弯角处于指定角度之间时,做法参考临近指定角度转弯井做法,盖板参考选用小于此角的指定盖板。考虑到扇形井的角度以及施工的紧迫性,本工程通过管道与扇形井的偏转来减少扇形井的规格,确保4种角度的扇形井形式。管道相交内角为 $150^\circ \sim 180^\circ$ 时,如临近 $150^\circ$ ,则参照 $150^\circ$ 扇形井做法,如临近 $180^\circ$ 则采用矩形检查井。

现以管道角度为 $165^\circ$ 及 $150^\circ$ 扇形井为例进行介绍,详见图4,其余角度类似。

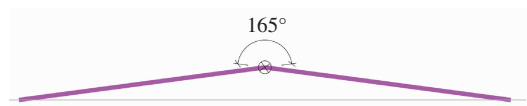


图4 污水干管原始角度示意

Fig.4 Schematic diagram of sewage main pipe original angle

如图4所示,污水干管角度为 $165^\circ$ ,通过分析该角度与 $150^\circ$ 扇形井距离最近,因此采用 $150^\circ$ 扇形井作为该处检查井。

为确保施工效果及结合扇形井平面尺寸,管道与扇形井偏转角度不得超过 $10^\circ$ ,因此本工程以 $150^\circ$ 扇形井中心作为 $165^\circ$ 检查井中心,两侧各偏转 $7.5^\circ$ ,如图5和图6所示。

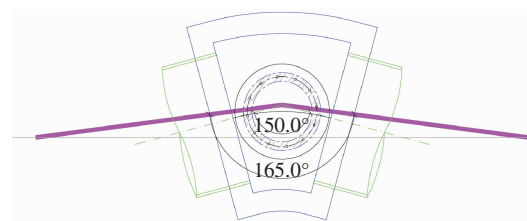


图5 污水干管布置示意

Fig.5 Schematic diagram of sewage main pipe layout

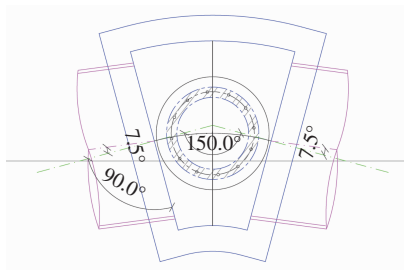


图6 污水干管角度偏转示意

Fig. 6 Diagram of angle deflection of sewage main pipe

#### 4 建成后效果

右岸沿河截污干管工程于2017年竣工,该子项工程解决了周边污水直排口直接入河及左岸老旧管道的溢流问题,减少了约 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的污水入河,对河道水质的提升有一定的作用。建成后实景照片见图7。



图7 建成后实景照片

Fig. 7 Photos after construction

截污干管兼作景观二级平台,对景观效果的提升有一定的作用(见图8)。

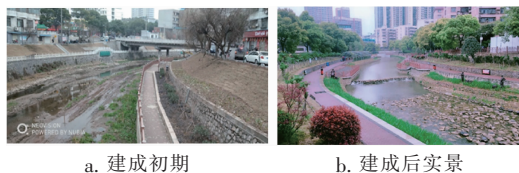


图8 实景照片

Fig. 8 Real photos

#### 5 结语

① 水环境综合整治工程中管位的选择应充分结合水利、景观及生态的需求。

② 本工程沿河截污干管通过在河床内敷设并

辅以水利清淤疏浚确保河道的过流能力,在此基础上经过景观处理,截污干管兼作竹皮河河道二级平台,提高了亲水性,达到了一定的景观效果。

③ 为减少对河道生态线性的影响,检查井采用扇形井,既保证了河道曲线美,又保证了施工进度。

#### 参考文献:

- [1] 陈江中,杨红梅,戴贵爽. 荆门市竹皮河城区段治理工程措施分析[J]. 水利技术监督,2018(1):139-141.  
Chen Jiangzhong, Yang Hongmei, Dai Guishuang. Analysis on treatment measures of Zhupi River section in Jingmen City [J]. Technical Supervision in Water Resources, 2018(1):139-141 (in Chinese).
- [2] GB 50014—2006,室外排水设计规范[S]. 2016年版. 北京:中国计划出版社,2016.  
GB 50014 - 2006, Code for Design of Outdoor Wastewater Engineering [S]. 2016 ed. Beijing: China Planning Press, 2016 (in Chinese).
- [3] GB 50013—2006,室外给水设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2006.  
GB 50013 - 2006, Code for Design of Outdoor Water Supply Engineering[S]. Beijing: China Planning Press, 2006 (in Chinese).



作者简介:黄伟(1987—),男,山东菏泽人,硕士,工程师,主要从事水环境综合治理和给排水设计工作。

E-mail: huangzhiwei3836@126.com

收稿日期:2019-03-09