

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.07.034

# 秦汉新城渭河1#雨水出口系统优化方案研究与实践

刘孝坤<sup>1</sup>,杨开伟<sup>1</sup>,金 铨<sup>1</sup>,李 威<sup>1</sup>,刘善用<sup>1</sup>,马晓妍<sup>2</sup>

(1.西安市政设计研究院有限公司,陕西 西安,710068; 2.西安建筑科技大学环境与市政工程学院,陕西 西安 710055)

**摘 要:** 针对西安市西咸新区秦汉新城渭河 1# 雨水出口流域面积过大,存在系统内涝安全风险的问题,研究 1# 雨水出口系统优化方案。依据陕西省省级城市内涝治理实施方案,分析 1# 雨水出口系统存在的一系列问题以及优化原则和目标,重点分析了大汇水分区下雨水系统安全以及雨污分流改造的思路,为解决城市水安全、水环境以及水资源利用提出了应对措施与建议。

**关键词:** 大汇水分区;排洪防涝;雨污分流改造;海绵城市

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)07-0140-04

## 0 引 言

城市排水防涝设施建设既是重大民生项目,又是重大发展工程,有利于提升城市防灾救灾水平和推动城市高质量发展<sup>[1]</sup>。近年来,西安市西咸新区秦汉新城大力推进城镇排水基础设施建设,取得了长足进展。然而,由于历史遗留及区域交界问题,秦汉新城渭河 1# 雨水出口(以下简称 1# 出口)系统存在雨水系统汇水分区过大,区域排放不合理,调蓄设施空间不足,排放标准低,转输外阜过境流量,逢雨必涝等问题。陕西省于 2021 年 8 月出台《城市内涝治理系统化实施方案》,同期,西安市出台《西安市国土空间总体规划(2021—2035 年)》。省市要求:全域推进海绵城市建设,构建标准适度的防洪排涝体系;加强城市内涝点治理工作,通过“多点元”的源头雨水径流削峰调蓄控制,减轻管网和通道内的排水压力;推进城区排水管网能力建设,已建城区结合城市更新实施管网提标改造,补齐空白区,新建城区按照相关标准高质量建设雨水排水管网,建立超标准雨水应急控制系统,构建安全可靠的防洪排涝体系。

根据相关政策要求,秦汉新城着手梳理区域存在的内涝风险,着重对渭河 1# 出口存在的系统安全问题进行专项优化研究。

## 1 工程概况

根据雨水专项规划,秦汉新城渭北区共规划有

15 个雨水出口,汇水面积 22.35~2 317 hm<sup>2</sup>(见图 1、图 2)。其中 1# 出口系统服务范围:西、南邻咸阳市区,北接咸阳市塬北新城,东至福银高速,南至咸铜铁路,整体地势为北高南低,西高东低。规划汇水范围(见图 2)包括周陵 A 区(流域面积 1 043 hm<sup>2</sup>,干管管径 d2 400~d3 200 mm)、周陵 B 区(流域面积 708 hm<sup>2</sup>,干管管径 d3 200 mm)、文教组团区(流域面积 566 hm<sup>2</sup>,干管管径 d2 000 mm)及上林北路雨水主干管沿线区域,1# 出口雨水干管管径 d2 000 mm。



图 1 秦汉新城雨水专项规划干管走向及出口

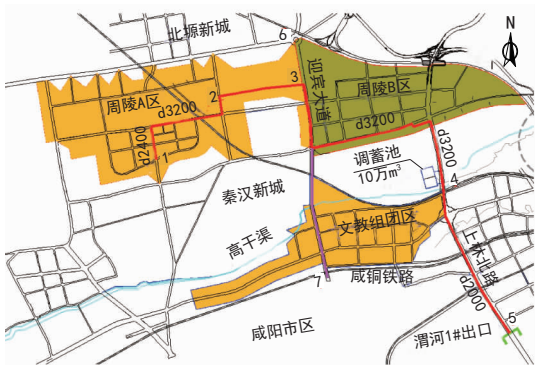


图 2 秦汉新城渭河 1# 出口流域面积图

收稿日期: 2023-07-13

作者简介: 刘孝坤(1984—),男,硕士,高级工程师,从事给排水及海绵城市规划与设计工作。

通过图2可以发现,在不考虑外阜1500 hm<sup>2</sup>转输的情况下,1#出口汇水面积已超23 km<sup>2</sup>。1#出口系统排放压力过大,早期上林北路雨水主干线路不通,导致区域内逢雨必涝,给下游企业单位造成严重的出行困难及经济损失。

为削减洪峰流量,原1#出口系统规划主要通过调蓄削峰来满足排放要求,调蓄规模为100 000 m<sup>3</sup>。

## 2 问题分析

### 2.1 规划引领作用不足,设计标准低

早期规划受区域地理位置影响,1#出口系统通过管道+调蓄的方式进行雨水排放;渭河沿线出口早期规划按照 $P=2a$ 一遇设计,经复核,现状1#出口标准更低,且1#出口系统未考虑转输外阜过境流量;极端天气情况下,区域抗涝能力严重不足,难以满足新排放标准下防洪排涝要求。

### 2.2 1#出口位于新城边界范围,管理混乱

1#出口主干管位于秦汉新城与咸阳市交界的上林北路处,该道路原隶属咸阳市,后交由秦汉新城管理,存在市政管线管理单位不统一,施工过程中不按照设计要求对管线进行迁改,随意改变管道线位等诸多问题;因管辖权限问题,造成管线敷设混乱,出现管线说不清、雨污错接混流等现象;上林北路南段上跨咸铜铁路,造成道路可敷设管位断面缩小,管线敷设困难。

### 2.3 现状道路雨污分流不彻底

上林北路、迎宾大道等现状排水管道为合流制;下游受铁路、工业管线等影响,1#出口段未形成连通,雨水借道排入咸阳市合流管廊;同时,由于监管不力,雨污水混接现象严重;结合CCTV<sup>[2]</sup>等技术手段调研发现,现状合流管道、箱涵内堆积杂物严重,局部出现破损等现象。分析原因如下:一是缺乏必要的管道养护;二是管道下游排水不畅,管道坡度小;三是受区域道路施工时序影响,存在将污水管道导排至现状雨水管道,后期未做封堵,导致雨水管道被排入污水等现象。这也是城市开发建设过程出现较多的问题,后期需要作好备忘录,严格落实雨污水分流体制。

## 3 设计原则及目标

### 3.1 设计原则

(1)以问题为导向,充分发挥规划的引领作用,结合城市体检工作,准确识别城市内涝病因。

(2)坚持系统治理,统筹推进源头减排、雨水收

集排放、行泄调蓄、排涝泵站等设施建设,做到工程措施与精细化管理有机结合、无缝对接,切实加强城市内涝与外洪标准相衔接,着力提升城市内涝防治应急处理能力。

(3)标本兼治,改善区域排水环境;坚持生态优先,统筹运用“渗、滞、蓄、净、用、排”多目标雨水管理措施,加强生态修复与治理力度,实现源头减排,削减洪峰流量。

(4)以可行性为准绳,切实指导项目落地,减少工程项目对居民出行的影响,力求经济合理。

### 3.2 设计目标

(1)优化1#出口分区,降低区域内涝风险;

(2)打通区域出口,确保排水通畅;

(3)现状道路雨污分流改造;

(4)落实海绵系统指标。

## 4 方案设计

### 4.1 系统出口优化与调整

通过规划分析及水力计算,1#出口汇水分区过大,存在重大内涝安全问题,对其进行优化调整。

#### (1)新建雨水出口

在1#出口西侧迎宾大道新建雨水干管,管径大小结合区域暴雨强度、汇水面积、集水时间、径流系数、调蓄池位置进行设计。该管道主要实现如下功能:a. 外阜雨水通道,主要承接北塬新城调蓄后雨水排入;b. 对内分流上游周陵片区雨水,降低下游调蓄及雨水排放压力,保证排水安全;c. 错峰排水,将秦汉新城雨水系统、北塬新城雨水系统有效连接,保障排水系统安全。

#### (2)扩容相邻3#出口

根据水力计算,1#出口仅能满足文教组团区排放的需求,上游调蓄后的管道排水另寻出口。渭河3#出口管径及汇流面积均较小,且具备改造的条件,对其进行改造。改造后的3#出口与1#出口一起承接周陵A区及B区的调蓄雨水。

#### (3)1#~3#出口系统连通

根据室外排水设计标准,有条件的雨水系统之间可进行连通;秦汉新城1#~3#出口位于渭河北侧,地势平坦,出口高程相近,具备相互连接的条件。出口连通可有效降低区域内涝风险。

#### (4)新增调蓄池及排涝泵站

由于周陵A区内汇水面积超过1 000 hm<sup>2</sup>,在A区内规划新增雨水调蓄池45 000 m<sup>3</sup>,错峰排水;A区

及 B 区下游按照规划修建 100 000 m<sup>3</sup> 调蓄池;同时协调北塬新城,要求其在上游调蓄,核定出水规模;迎宾大道管道下游须下穿咸铜铁路,在铁路南侧规划泵站及调蓄池。

目前 100 000 m<sup>3</sup> 调蓄池已经建成并投入使用,该调蓄池进水管管道管径 d3 200 mm,出水管管道管径

d2 000 mm,调蓄池兼具初雨处理及雨水资源化利用功能,配套设施雨水日处理量为 3 000 m<sup>3</sup>/d。

通过表 1(节点编号见图 2)可以发现,本系统经上述措施优化调整后,1# 出口范围现状与规划雨水管道在设计标准条件下管道应用流量满足设计流量要求,雨水排放更为合理。

表 1 1# 出口系统优化水力计算简表

| 节点<br>编号 | 汇流面积 /<br>hm <sup>2</sup> | 集水时间 /<br>min | 脱过<br>系数 | 入流(上游)<br>流量 / (m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ) | 出流(下游)<br>流量 / (m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ) | 应用流量 /<br>(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ) | 设计管径 /<br>mm | 坡度 /<br>‰ | 调蓄规模 /<br>m <sup>3</sup> | 备注                                                                |
|----------|---------------------------|---------------|----------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------|-----------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1-2      | 820                       | 50            | 0.35     | 26.0                                              | 9.0                                               | 17.70                                        | d3 200       | 1.10      | 44 480                   | 新增周陵 A 区调蓄<br>4.5 万 m <sup>3</sup>                                |
| 2-3      | 1 043                     | 65            | —        | 17.5                                              | 17.5                                              | 17.70                                        | d3 200       | 1.10      | —                        | —                                                                 |
| 6-3      | 1 500                     | 90            | 0.47     | 32.0                                              | 15.0                                              | 15.30                                        | d2 600       | 2.50      | 71 851                   | 北塬新城调蓄 7.5<br>万 m <sup>3</sup>                                    |
| 3-4      | 1 751                     | 70            | 0.20     | 30.5(不含分流<br>3.0)                                 | 6.0                                               | 15.20                                        | d2 000       | 10.00     | 98 272                   | 周陵 A+B 调蓄 10<br>万 m <sup>3</sup>                                  |
| 4-5      | 2 317                     | 50            | —        | 13.0                                              | 19.0                                              | 15.20                                        | d2 000       | 10.00     | —                        | 与 2#~3# 出口连通<br>分流                                                |
| 3-7      | 2 100                     | 30            | 0.17     | 18.0(分流 3.0,<br>沿线 2.0)                           | 3.0                                               | 20.07                                        | d3 000       | 2.00      | 28 767                   | 迎宾大道调蓄分流<br>周陵 3 m <sup>3</sup> /s; 新增<br>迎宾大道 3 万 m <sup>3</sup> |

4.2 雨污分流改造,打通出路

城镇道路雨污分流改造是确保污水处理提质增效,改善人居环境,全面提升人民群众的获得感、幸福感的重大民生工程。随着城市路网及管网的更新,具备分流条件的城市老城区合流制排水系统需要有序推进雨污水分流改造。改造方式需要结合合流管道管径、现状道路断面、是否需要修复<sup>[3]</sup>、过流能力以及评审意见进行综合研判后确定。

随着上林北路雨污分流改造落地,区域主通道已经打通,内涝风险大为降低,笔者在《某市现状市政道路排水箱涵雨、污分流改造的思考与设计》<sup>[4]</sup>一文中进行了详述。本文重点对迎宾大道雨污分流改造思路进行阐述。

4.2.1 现状管线利用

现状排水管道为雨污合流,在管径满足要求的情况下,本着能用尽用的原则进行利用,根据 CCTV 检测结果对现状管线进行非开挖修复。修复技术可采用紫外光原位固化法,聚氯乙烯热塑成型管道修复法等,可提高管道使用寿命 30~50 a<sup>[5]</sup>。沿线用户结合海绵及雨污分流改造,近期采用截流井进行雨污水分流,并预留雨污排口,后期严格落实雨污分流。

4.2.2 断面改造及管位布设

城市路网更新改造是一项综合工程,道路断面需要根据路网规划、交通需求确定。迎宾大道现状断面宽度 50 m,两侧预留 15 m 绿地,规划断面宽度

80 m。道路断面图(见图 3)中上部为规划断面,下部为现状断面。管位布设需要考虑现状管线、市政管线规划,并依据《城市工程管线综合规划规范》(GB 50289—2016)进行合理布设。迎宾大道现状及规划管位设计见表 2。从表 2 可以发现,现状道路下管线复杂,需要综合研判各管道用途、修建年限,并对接各产权单位,结合路网更新进行专项设计。

4.2.3 新建雨水管道及调蓄泵站

结合规划分析,本方案在迎宾大道新建雨水管道出口,在咸铜铁路南侧规划新增调蓄泵站(见图 4)。设计进水管径 d3 000 mm,泵站进水流量 18 m<sup>3</sup>/s,扬程 H=15 m,调蓄池规模 30 000 m<sup>3</sup>,出水管径 d1 500 mm。主要承接北塬新城调蓄后流量及分流 1# 出口上游 d3 200 mm 管道流量,以应对极端暴雨情况下出口压力。

4.3 海绵指标落实

本方案建议对区域内建筑、小区分批次因地制宜地进行海绵设施改造,对市政道路结合路网更新,要求实施海绵城市工程专项设计,做到源头减排;区内现状道路根据断面情况,并结合海绵指标要求,灵活采用多元化海绵设施进行改造。

4.4 初期雨水弃流与处理

初期雨水中含有较高的污染负荷,加强初期雨水的综合治理能有效缓解城市面源污染<sup>[6]</sup>。海绵城市可以有效降低初期雨水的污染负荷,本方案根据不

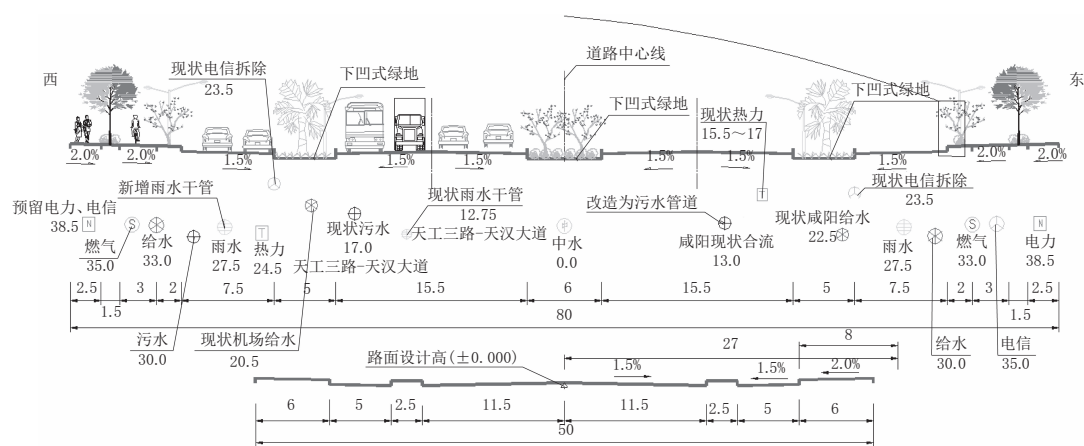


图3 道路横断面改造管位示意图(单位:m)

表2 道路管线设计一览表

| 序号 | 管线类型 | 规划管位/m      | 现状管位/m        | 管线尺寸/mm                  | 备注                            |
|----|------|-------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1  | 电力   | 西、东各 38.5   | 西 23.5        | 2 500×2 000(1 500×1 200) | 西侧为预留                         |
| 2  | 电信   | 西 38.5,东 35 | 东 23.5        | 排管                       | 东 23.5 m 拆除                   |
| 3  | 燃气   | 西 35、东 33   | —             | DN500                    | —                             |
| 4  | 给水   | 西 33、东 30   | 西 20.5,东 22.5 | DN400(DN400~800)         | 西 20.5 m 咸阳机场直供保留,东 22.5 m 拆除 |
| 5  | 污水   | 西 30、东 13   | 西 17,东 13     | DN500~1 000(d1 200/d800) | 现状西侧秦汉干管、东侧合流修复               |
| 6  | 雨水   | 西、东各 27.5   | 西 12.75       | DN500~3 000(d3 200)      | 现状秦汉干管保留                      |
| 7  | 热力   | 西 24.5      | 东 15.5~17     | DN500(DN800)             | 现状咸阳热力保留                      |
| 8  | 中水   | 0.0         | —             | DN400                    | —                             |

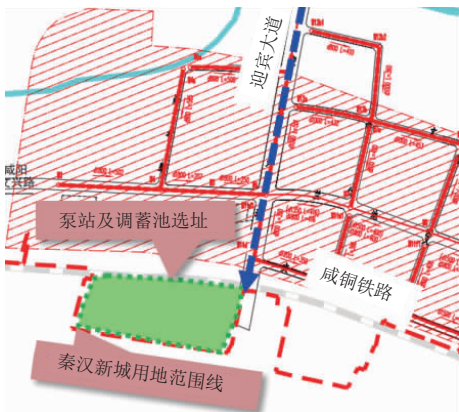


图4 泵站及调蓄池位置示意图

同道路的断面及绿化带宽度条件,结合源头与末端处理,提出不同的解决方案。

(1)源头处理

具备条件的市政道路采用海绵设施进行净化处理,同时结合插管下渗等技术涵养地下水<sup>[7]</sup>;不具备条件的通过改进雨水口,对其进行内部分区,将污染严重的初雨弃流排放至污水系统。

(2)末端收集调蓄净化

末端收集调蓄净化,即根据雨水调蓄池位置将调蓄及资源化利用统筹考虑,达到雨水利用与初雨

处理目标。

5 结 论

本方案按照系统化、全链条的治理理念,协同区域服务范围内建筑、小区、道路雨水管网及管网维护等对1#出口系统进行全面梳理;综合采用源头减排、过程控制、中末端调蓄、雨水资源化利用措施,对系统进行削峰减排;通过新建与改造系统出口等工程措施,对系统安全进行合理布局;结合上林北路、迎宾大道雨污分流改造、调蓄池及海绵城市等具体项目予以逐步落实;随着各项工程的建设、海绵指标的逐步落实,1#出口应对内涝风险能力显著提高,区域水环境、水安全将会得到显著改善;对大汇水分区及海绵城市系统化改造起到示范作用。建设单位结合智慧水务管理系统建设,可着手打造系统化治理样板工程。

市政排水工程是一项系统工程,需要采用系统思维贯穿工程规划、设计、建设、运营全过程<sup>[8]</sup>。本文以秦汉新城1#出口系统优化方案为例,系统阐述了该区域排水防涝存在的问题,提出改造目标与原则,通过水力计算并结合工程措施对大汇水分区边界属

(下转第158页)

施主体为各区水务局。

## 4.2 审批流程

### (1) 预备审议会

编制完成填堵河道论证报告后,报送至审批部门,审批部门召集相关部门召开预备审议会,对方案进行初审并提出意见与建议。

### (2) 现场踏勘会

按照初审意见修改完善,补偿河道实施完成且经建设单位自验收后,水务审批部门召开现场踏勘会,主要对方案及补偿河道的完成情况进行审查。审查通过后,申请人通过“法人一证通”、“电子营业执照”等登录“一网通办”,在线办理“填堵河道的审批[新办]”或“填堵河道的审批[依申请变更]”。审批部门依流程下达批复。

### (3) 核验会议

批复后,审批部门委托第三方测量单位对补偿河道规模进行复核确认。核验数据若不符合批复,建设单位需整改至批复规模。

## 5 审批后监管

上海市水务局执法总队在已有填堵河道批后监管专项整治工作机制的基础上,进一步加大整治力度,加强市级层面的过程监督和抽查力度,同时通过引入第三方复测等方式,进一步完善许可项目批后监管的销项以及跟踪监督机制,确保动态掌握所有

填堵河道许可项目的落实情况。并且结合信用制度建立加大填堵河道施工手续办理的日常执法力度,各区水务局利用河道日常管理养护队伍加大巡查力度,对开、填河情况及时跟踪<sup>[3]</sup>,通过河长制工作平台对填堵河道政策执行及批后监管情况进行通报。

## 6 结 语

近年来,上海市水务局印发多个关于填堵河道的文件,持续加强河湖水面管控,也增加了宣传及执行力度,定期跟踪填堵河道审批动态。

填河河道审批及批后监管越来越严,逐渐杜绝了乱填乱堵水系的行为,保障了城市水面积的同时,对填堵河道论证方案编制也提出了更高的要求。本文对近年来填堵河道相关重要文件进行解读,并论述填堵河道论证报告编制要点、审批主体及审批流程,为上海市开发建设项目填堵河道论证工作的开展提供参考。希望在城市规划建设平稳有序实施的基础上,实现河网布局的优化调整,提升区域水面率,确保区域防汛除涝安全。

### 参考文献:

- [1] 王鹏飞.上海市松江区河湖水面分析研究[J].中国水利,2018(3):14-15,21.
- [2] 上海市水务局.2023 上海市河道(湖泊)报告[R],上海:上海市水务局,2023.
- [3] 苏成斌.上海市河湖水面率达标路径研究 [C]/2019(第七届)中国水生态大会论文集,北京:中国水利学会,2019:229-247.

(上接第 143 页)

性混乱的排水系统提出对应的解决方案及设计思路,以期为同行提供借鉴。

### 参考文献:

- [1] 李昂臻,沈旭,王勇,等.陕西省省级城市内涝治理实施方案编制的探索与思考[J].中国给水排水,2022,38(12):125-131.
- [2] 孙勇,赖东杰.CCTV 检测技术在扬州市老旧小区雨污分流改造工程中的应用[J].城市勘测,2022(4):186-189.
- [3] 解铭.老城区雨污分流改造的设计与思考——以咸阳市中心城区为例[J].给水排水,2020,46(2):49-52.

- [4] 金铨,刘聪,刘孝坤,等.某市现状市政道路排水箱涵雨、污分流改造的思考与设计[J].工程建设与设计,2022(3):101-104.
- [5] 王宁,曾坚,康晓鹏,等.高密度建成区排水系统雨污水分流改造研究与实践[J].给水排水,2022,48(12):56-61.
- [6] 周传庭,王梦玉,幸韵欣,等.城市初期雨水污染及处理措施的研究进展[J].净水技术,2022,41(7):17-26.
- [7] 石战航.西咸新区海绵城市道路设计研究[D].西安:长安大学,2017.
- [8] 陈东华.城镇雨水系统构建浅谈[J].城市道桥与防洪,2023(1):118-121.