

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.08.038

半地上河道背景下的小城镇防洪排涝规划浅析

张彦光

(淄博市规划设计研究院有限公司, 山东 淄博 255037)

摘 要: 防洪排涝规划是一个庞大的系统工程,为更好地指导后续的工程建设,以淄博市北郊镇孝妇河为例,根据孝妇河河底高程低于两岸地块,洪水位已高于两岸地块,已形成“半地上河”的现状情况,规划着重在源头削减、过程控制、末端存蓄三个方面构建防洪排涝体系,通过提高防洪标准、重构排涝网络、推行雨洪利用、完善管理设施等具体措施,解决北郊镇辖区内孝妇河现状“半地上河”情况给城市带来的诸多防洪排涝难题,为我国北方特别是黄河流域范围内相似河道和城市防涝规划提供参考。

关键词: 孝妇河;北郊镇;半地上河;防洪;排涝

中图分类号: TV8

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)08-0151-05

1 概 况

北郊镇位于淄博市周村区东部,现有人口 6.7 万,至 2030 年,规划人口为 13.5 万。北郊镇东临淄博新区,南依南郊镇,西北与周村开发区相接,北与邹平县、桓台县接壤,镇域总面积为 56.23 km²,具体位置详见图 1。

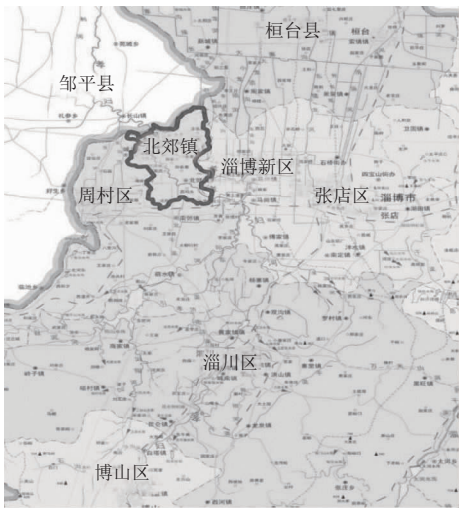


图 1 北郊镇区域位置

北郊镇属平原地形,地质类型主要属火成岩,土壤类型以褐土为主,土层厚度为 60~80 cm。北郊镇地势西南高东北低,西南部马鞍山北侧区域,最高海拔 70.2 m;东北部区域海拔较低,最低海拔 23.1 m。区域整体地形平缓,孝妇河穿城而过,东西向基本无坡度,南北向坡度相对明显,为 1‰~3‰。

北郊镇属暖温带大陆性季风气候区,属半湿润地区,四季分明。多年平均降水量约为 630 mm,汛期

主要集中在 6—8 月,占全年降水量的 60%以上。

作为淄博市政府规划的大学城片区,北郊镇将与淄博新区统筹融合发展,进一步提高该区域的承载力、吸引力。

2 现状存在问题

2.1 孝妇河

孝妇河是北郊镇区域内最重要的流域性河道,贯穿镇域南北,长约 14 km。孝妇河属小清水水系,是小清河右岸的一级支流,流域总面积 1 705 km²,流经淄博市博山区、淄川区、张店区、周村区、桓台县,济南市章丘县,滨州市邹平县、博兴县。目前,孝妇河(北郊镇段)主要存在以下问题:

(1)孝妇河上下游防洪标准不统一,局部过流断面小,行洪障碍多,防洪能力低(见表 1)。

表 1 孝妇河现状防洪标准

序号	起止点	长度/km	宽度/m	深度/m	防洪标准
1	滨博高速— 张周路北橡胶坝	1.6	90~260	5~6	20 a 一遇
2	张周路北橡胶坝— 柳园路	1.6	70~280	5~6	20 a 一遇
3	柳园路—姜萌路	1.8	40~300	5~7	20 a 一遇
4	姜萌路— 联通路北橡胶坝	1.7	80~180	6~8	20 a 一遇
5	联通路北橡胶坝— 济青高速	5.9	80~200	5~6	不足 20 a 一遇
6	济青高速—区界	1.8	90~110	5~6	10 a 一遇

(2)孝妇河绝大部分河段为半地上河,河道河底低于两岸地块高程,但洪水位高于两岸高程,由此造成两岸地块无法通过重力流将涝水排入孝妇河,且存在倒灌风险。具体高程关系见图 2。

收稿日期: 2022-08-30

作者简介: 张彦光(1985—),男,硕士,高级工程师,从事给排水设计工作。

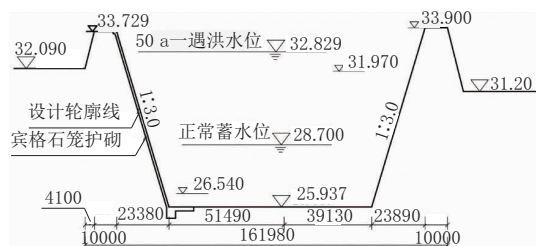


图2 鲁泰大道处孝妇河断面示意图

(3)现状河槽淤积严重,滩地内树木茂密,险工段多(见图3)。



图3 孝妇河现状河道

(4)河道两岸均有现状堤防形成的土路,但宽窄不一,堤顶宽度在2.5~10 m,局部堤防较窄,不满足防汛抢险要求(见图4)。



图4 孝妇河现状坝顶土路

2.2 月河排涝沟

月河排涝沟是区域内主要的排涝河道,起始于周村火车站,进入孝妇河,全长约9.0 km,规划范围内3.0 km,承担沿线雨水排放及湓清污水处理厂出水排放,现状最大排水量 $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 。其中,联通路上游为石砌方沟,矩形断面,河宽7.5~9.0 m,河深2.0~3.0 m,位于道路两侧绿化带内;联通路下游为土沟,梯形断面,上口宽10~15 m,河深1.5~3.0 m。现状月河排涝沟存在以下问题:

(1)联通路下游为土沟,排涝标准偏低。

(2)局部段淤积严重,垃圾堵塞,水质较差。

(3)排河口处缺少防倒灌和强排水设施,存在安全隐患。

2.3 排水管网

北郊镇范围内没有完整的排水管网系统,仅在局部道路和职业学院内部存在部分雨污合流管网,

建设标准不足1 a一遇。其他地区雨水排放以道路边沟排放为主,雨水排放出路均排放孝妇河。由于孝妇河防洪水位较高,为半地上河,故现有排河口均存在较大安全隐患。

综上所述,北郊镇防洪排涝系统存在的主要问题是:

(1)河道防洪标准偏低,且上下游不一致。

(2)受孝妇河防洪水位的影响,区域内排涝系统尚未形成,存在较大内涝风险。

(3)规划范围内没有完整的排水管网系统,多数依靠地表径流进行自然散排,且存在雨污混流现象。

3 总体规划思路

北郊镇防洪排涝的主要任务有两个方面:

(1)防治河洪,保证区域外的客水顺利通过孝妇河行泄,不发生洪水漫溢。

(2)防治内涝,保证区域内的涝水通过河道、排涝沟渠和雨水管网等排涝网络顺利排除^[1]。

孝妇河周边空间充足,可以进行扩建,进而达到防治河洪的目的。由于孝妇河有着“半地上”的性质,且承担区域外 $1\,052 \text{ km}^2$ 汇水面积,故北郊镇排涝任务无法完全依托孝妇河进行建设,只能通过构建一套与孝妇河相对独立的系统来实现。在可能的情况下,寻找独立于孝妇河的排涝出路是内涝防治的重点^[2]。

4 提高防洪标准

4.1 防洪标准

北郊镇规划人口13.5万人,按照《防洪标准》^[3],防洪标准为20~50 a。规划区域属于平原区,洪水汇流慢,需要防御持续时间较长的洪水。其防御标准按表2取高值,故北郊镇防洪标准为50 a一遇,对应本段孝妇河防洪标准为50 a一遇。

表2 城市等级和防洪标准

等级	重要性	人口/万人	防洪标准/(重现期,a)
I	特别重要城市	≥ 150	≥ 200
II	重要城市	150~50	200~100
III	中等城市	50~20	100~50
IV	一般城镇	≤ 20	50~20

4.2 洪峰流量

由于孝妇河本身属于流域性河道,北郊镇仅占其总汇水面积3.9%,故本规划采用水利部门提供的设计洪峰流量 $1\,285 \text{ m}^3/\text{s}$ 。水位线由下游至上游按能

量公式进行推算:

$$z_2 = z_1 + h_f + h_j + \alpha_1 v_1^2 2g - \alpha_2 v_2^2 2g$$

式中: z_1 和 z_2 分别为下断面和上断面的水位标高, m; $\alpha_1 v_1^2 2g$ 和 $\alpha_2 v_2^2 2g$ 分别为下断面和上断面的流速水头, m; h_f 和 h_j 分别为上下断面之间的沿程水损和局部水损, m。

本河段相对清洁、平顺,岸坡平整,险工段采用格宾石笼护坡,综合考虑确定糙率为 0.03。因该段河道距下游控制建筑物胜利闸较远,以控制建筑物进行水面线推求较困难。且本河道宽度较大,断面相对规整。综合考虑以上因素,选取济青高速处断面为推求水位控制断面。此处河底标高为 25.525 m,断面水深分别采用堰流、桥孔过流及明渠恒定流分别计算设计水深。经比较,该断面水深采用桥孔过流与宽顶堰流计算结果基本一致,设计水深为 6.55 m,设计洪水位为 32.075 m,由此向上游继续推求,计算结果见表 3。

表 3 孝妇河典型断面参数

单位:m

位置	河道宽度	河底标高	50 a 一遇 洪水位	左岸标高	右岸标高
济青高速	148.810	25.525	32.075	32.986	33.100
鲁泰大道	154.990	25.982	32.816	33.716	33.830
城北路	248.630	26.974	33.634	34.644	34.690
联通路	182.370	28.260	37.510	38.110	38.110
姜萌路	179.730	28.880	37.680	38.280	38.500
柳园路	197.800	29.490	37.800	38.400	39.930
张周路	250.000	30.440	38.210	40.080	40.810

4.3 河道形式

河道平面布置根据现状河道走向确定河道设计控制线,保证河道平顺连接。规划根据现状河道两岸的建筑物情况尽量做到顺应河势,因河制宜,河线(包括河道设计控制线、左右岸河口线)应力求平顺,各变化河段平滑相连,尽量不采用折线或急弯。

河道纵断面要尽量顺地形变化,在满足行洪的前提下,综合考虑挡水建筑物等因素来确定河底比降。现状河底低于规划河底时保持现状河底不变,淤积严重段按规划河底进行清淤疏浚。

河道横断面主要采用单梯形断面和复式梯形断面两种形式(见图 5、图 6)。规划对现状河槽进行清淤疏浚并扩挖,对两岸堤顶不满足超高要求的进行筑堤,险工段采用格宾石笼护砌。为防止堤外发生浸没灾害,局部河岸采用水泥土搅拌桩防渗,河道两侧蓄水以上采用草皮护坡。孝妇河为有堤防河道,河道

蓝线为规划的河道上口以外各 40 m,蓝线内严禁建设与排水防涝无关的建筑物或者构筑物。

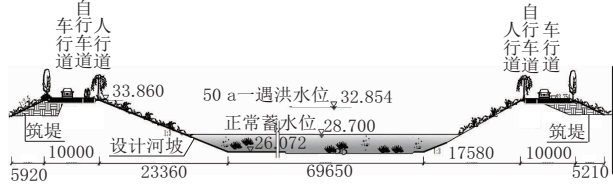


图 5 单梯形典型断面示意图(单位:mm)

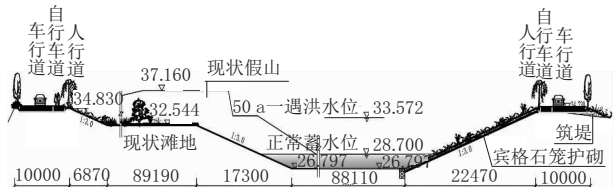


图 6 复式梯形典型断面示意图(单位:mm)

5 重构排涝网络

5.1 排涝标准

根据北郊镇实际情况,确定北郊镇排涝标准为 20 a 一遇。规划区域内排涝沟设计重现期至少为 20 a 一遇。由于月河排涝沟尚需承担周村区部分排涝任务,故将月河排涝沟标准适当提高,确定为 30 a 一遇,其他排涝沟建设标准为 20 a 一遇。

由于北郊镇雨水管网建设尚处于起步阶段,多为空白区,本规划依据规范^[4],结合用地布局和内涝风险程度确定如下建设标准:边缘区域 2 a 一遇,普通区域 3 a 一遇,学校、医院等重点区域 5 a 一遇,下穿通道、下沉式广场等易涝积水点 10 ~ 20 a 一遇。

5.2 排涝分区

根据前文对孝妇河水位及地面高程的分析,按照以下思路重构北郊镇的排涝网络:

(1)寻找一条独立于孝妇河的排涝通道,最大程度剥离与孝妇河的联系。在孝妇河以东区域,雨水可通过管网进入白蛇沟,最终排入大寨沟。因年久失修,白蛇沟局部沟段已被填埋或者淤积,需要打通此类堵点。同时,原白蛇沟走向极不规律,需要根据用地布局和规划路网进行规整,尽量保证地块的完整性。

(2)无法剥离与孝妇河联系的区域集中在孝妇河西侧,此范围内的雨水无法通过重力流直接排河,需要经过泵站强排。而孝妇河沿线排河口多达 20 处,每一处均通过泵站提升入河显然不够经济合理。因此,该区域需要通过排涝沟渠和排水管网的串联作用使雨水尽量集中,实现大部分重力流汇集,集中点压力排放。

根据规划范围内地形地势、用地布局、原有沟渠、市政道路等因素进行综合分析,确定以下 5 个排涝分区,具体见图 7 和表 4。

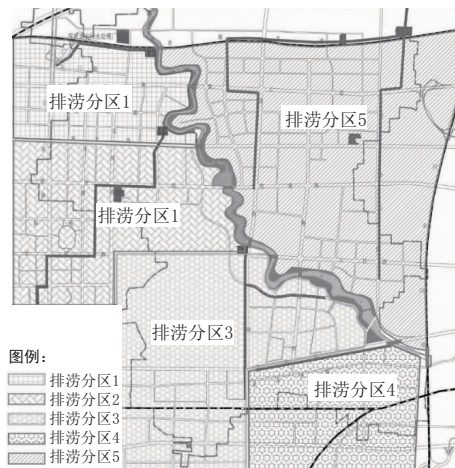


图 7 北郊镇排涝分区图

表 4 北郊镇排涝分区列表

面积 /km ²	用地性质	主要排涝通道	最终出路
3.1	工业、居住	济青高速南侧排涝沟	孝妇河
6.3	工业	月河排涝沟	孝妇河
8.0	居住、军事	姜萌路排涝沟	孝妇河
2.7	居住、医疗、商业	张周路南侧排涝沟	孝妇河
9.5	居住、教育、工业	西十五排涝沟	白蛇沟

河西片区排水出路在孝妇河,河东片区排水出路在白蛇沟。规划经过适当合并,河西片区通过排涝沟串联起区域内的雨水管网,将雨水集中至 5 个排放点,大大降低了泵站数量和运行费用;河东片区则

实现了雨水全部重力流排放。

5.3 排涝沟渠

排涝沟的设置是规划的重点,主要依据以下原则进行:

(1)排涝沟应尽可能利用原有河道、灌渠、排涝沟,必要时做适当整修。规划范围内有多处既有沟渠,由于年久失修,已失去排涝功能。规划可通过适当改造,使之恢复排涝功能,一方面节省投资,另一方面保留了原有的排涝格局,顺应自然,保证合理性。

(2)排涝沟应尽量利用自然地形坡度布置,排涝沟的走向应沿大部分地面水流的垂直方向,因此应充分利用地形坡度,使截留的洪水能以最短的距离重力流排入接纳水体。

(3)排涝沟应尽量平行于道路中心线,沿道路外侧布置,尽量与市政道路和管线工程一并实施。

(4)排涝沟尽量采用明渠,穿越道路、厂区或建筑密度较高、交通量较大的地区时可局部采用暗渠。

根据以上原则,规划范围内共规划 8 条排涝沟,采用淄博市暴雨强度公式和均匀恒定流公式进行计算。

$$q=2\,186.085\times 1+0.997\lg Pt+10.3280.791$$

式中: q 为暴雨强度, L/s.ha; t 为降雨历时, min; P 为重现期, a。

具体计算结果见表 5。

表 5 排涝沟渠参数计算

设施名称	建设标准 /a	汇水面积 /km ²	洪峰流量 /(m ³ ·s ⁻¹)	建议断面	断面尺寸 /m	位置
月河排涝沟	30	30	48.6	石砌方沟	9.0×3.5	现状河道提升改造
北段姜萌路排涝沟	20	9.2	18.1	石砌方沟	4.0×3.5	路西 30 m 绿化带内
济青北排涝沟	20	9.2	18.1	植草沟	3(9)×3.0	路北 50 m 绿化带内
西十五路排涝沟	20	15	25.3	石砌方沟	5.0×3.5	路东 20 m 绿化带内
南段姜萌路排涝沟	20	14.5	24.5	石砌方沟	4.0×3.5	路西 30 m 绿化带内
济青南排涝沟	20	5.0	12.0	植草沟	2(8)×3.0	路南 50 m 绿化带内
滨河西路排涝沟	20	2.6	7.7	石砌方沟	3.0×3.0	路南 40 m 绿化带内
张周路排涝沟	20	5.5	12.8	石砌方沟	3.5×3.5	路南 40 m 绿化带内

5.4 排水管网

北郊镇目前没有成型的雨污水管网,现有排水体制以合流制为主。但是随着北郊镇与淄博新区融合发展,北郊镇定义为产城融合、特色产业(大健康、节能环保、创智创新产业等)集聚的近郊镇。规划确定北郊镇排水系统采用分流制。现有合流制排水系统逐步实施雨污分流改造。考虑用地布局、市政路网

和人口密度等因素,镇域范围内共规划 106 km 雨水管道和 68 km 污水管道。雨水管道优先采用钢筋混凝土管道,污水管道优先采用钢筋混凝土管、球墨铸铁管道。结合地块开发,路网按照“主干管-干管-支管”的顺序进行建设。

5.5 排涝泵站

规划范围内月河排涝沟、南段姜萌路排涝沟、济

青南排涝沟均需通过排涝泵站将雨水提升排入孝妇河。为保证排涝泵能够长时间稳定运行,在泵站前需建设调蓄水面,遇小雨时,雨水通过管道进入调蓄水面,然后溢流进入孝妇河;遇强降水时,调蓄水面来水量大于溢流量,当调蓄水面水位达到报警水位时,排涝泵站自动启动,进行强排水(见图 8)。排涝泵站在进行设计时,同时还要满足以下几个条件:

- (1)调蓄水面水位应低于进水管道的管内顶标高。
 - (2)溢流管管底标高应高于调蓄水面水位,同时设置闸门等防倒灌设施。
 - (3)排涝泵站出水管道的标高应高于孝妇河 50 a 一遇洪水位。
 - (4)排涝泵站的最大排水量应大于上游排涝沟来水量。
 - (5)调蓄水面可按照海绵城市理念建成雨水公园。
- 重构排涝网络后,孝妇河以东片区(排水分区 5)内的雨水能通过新建雨水管渠,重力流排放至白蛇沟内,进而向北排入大寨沟,剥离了与孝妇河的关系。

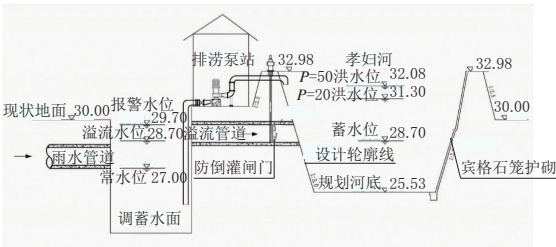


图 8 排涝泵站设置示意图

孝妇河以西片区(排水分区 1~4)通过分区整合后,此片区内雨水通过新建雨水管道、排涝沟及附属设施,排入新建排水泵站,经泵站提升后,最终排入孝妇河内。

6 推行雨洪利用

6.1 径流控制

目前淄博市正在推进海绵城市建设^[5],其年径流总量控制率为 70%,控制径流系数 ϕ 不大于 0.30。根据目前北郊镇实际情况,非建设用地,近期控制径流系数为 0.3,远期为 0.2;建设用地,近期控制径流系数为 0.5,远期为 0.4。

目前适合规划区域的技术措施有下凹式绿地、透水铺装、雨水湿地、植草沟、生态树池,并通过严格执行土地政策和兴建水库等调蓄设施等措施,实现径流系数控制目标。

6.2 调蓄空间

从实际效果来看,相较于建设用地,非建设用地

0.2 的径流系数更容易实现。因此,能否实现年径流总量控制率主要取决于建设用地能否将 0.5 的径流系数降至 0.4。通过雨水管网,雨水已经汇集至 5 条排涝沟渠,而排涝沟的末端多为绿地、塘坝、取土坑。因此,适当布局调蓄空间成为控制年径流总量的关键措施。

暴雨强度公式关注的是历时小于等于 180 min 的降水,以此进行推算,北郊镇 1 a 一遇的重现期下,年平均降雨深度约为 81.5 mm,蒸发渗透约 16.3 mm,允许最多外排量为 24.45 mm。因此,规划至少需截留 40.75 mm 降水量,才能实现控制目标。依据现状建设条件,规划建设 5 处调蓄水面,既能减小洪峰流量,又能实现雨水利用。同时根据水体水质不同,调蓄水体可用来浇灌园林、浇洒道路或者灌溉农田。根据汇水面积不同,调蓄空间的调蓄水量也不同,具体水量分配见表 6。

表 6 调蓄空间水量分配

排涝沟渠	汇水面积 / km ²	调蓄水量 / 万 m ³	备注
月河排涝沟	30	122.25	承担周村城区汇水,建议结合现状湿地扩建
西十五路排涝沟	15	61.13	结合济青高速北侧现状取土坑建设
南段姜萌路排涝沟	14.5	50.09	结合孝妇河蓝线建设
济青南排涝沟	5.0	20.38	结合孝妇河蓝线以及济青高速绿线建设
张周路排涝沟	5.5	22.41	结合孝妇河蓝线以及张周绿线建设

7 完善管理设施

本次规划中共需设置河道水位检测设施 8 处,道路积水监测设施 10 处。

通过实时监测河道、调蓄空间、道路低洼处、下穿式立交桥等容易积水位置水位来控制排涝泵站的启停,有效协助市政管理部门及时进行排水调度,避免雨季造成重大损失。

8 结 语

北郊镇的防洪排涝体系的建立基于“孝妇河为半地上河道”这一具体实际,其难点在于:(1)防洪排涝体系既要依靠孝妇河,又要与孝妇河相对独立;(2)既要预防客水,又要排除内水。规划从提高防洪标准、重构排涝网络、推行雨洪利用、完善管理设施 4 个方面去构建防洪排涝体系,最终达到客水不漫溢、

(下转第 183 页)

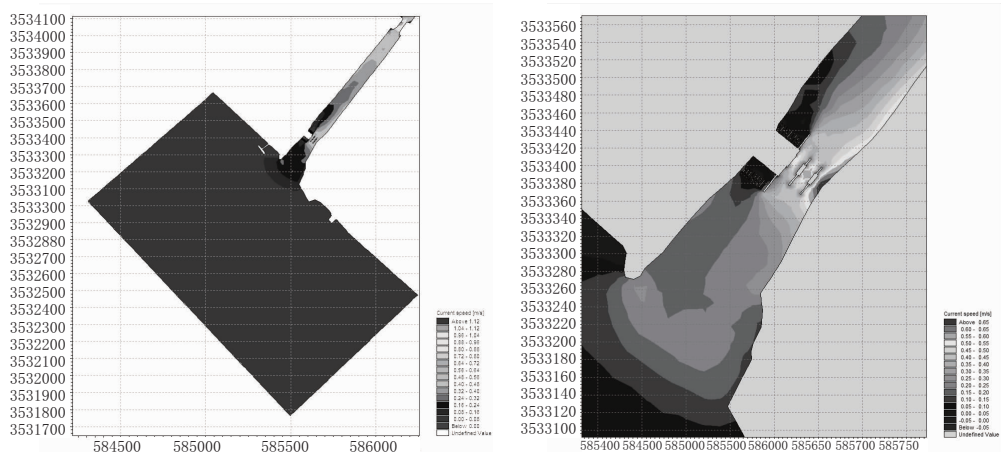


图 8 工况 4 枢纽处流场图

过流流态。

参考文献:

[1] 索丽生,刘宁,等.水工设计手册(第 2 版)[M].北京:中国水利水电出版社,2014.

[2] 陈德亮,等.取水输水建筑物丛书[M].北京:中国水利水电出版社,2004.

[3] 胡欣.黄浦江河口挡潮闸工程选址研究[D].南京:河海大学,2006,5.

[4] 严忠民,周春天,阎文立,等.平原水闸泵站枢纽布置与整流措施研究[J].河海大学学报,2000,28(2):50-53.

[5] 傅宗甫,顾美娟,严忠民.闸站合建枢纽导流墙体型及适宜长度[J].水利水电技术,2011,42(10):128-131.

[6] 陆倩,崔东,田利勇,等.平原河网地区泵闸合建枢纽布置形式[J].水利水电科技进展,2019,39(3),62-67.

[7] 季永兴.不对称布置的泵闸枢纽工程水流问题分析[J].水利水电科技进展,1999,19(1):58-59.

[8] 王志林.青草沙水库取水泵站选址与平面布置研究[J].水利水电技术,2020,51(增刊 1):65-71.

[9] 韩文君.泇马河出海闸工程工程选址与总平面图布置研究[J].水利技术监督,2021(4):175-181.

[10] 王领元.应用 MIKE 对河流一、二维的数值模拟[D].大连:大连理工大学,2007,6.

[11] 田利勇.大治河西枢纽二线船闸工程总体布置[J].水运工程,2020(4):120-124.

[12] 郭高贵.虹口港泵闸水利枢纽总体布置研究[J].城市道桥与防洪,2014(11):107-110.

[13] 潘源,沈小立.航塘港水利枢纽总体布置研究[J].城市道桥与防洪,2019(12):79-82.

(上接第 155 页)

城市不内涝、降水有截留的规划目的。

防洪排涝系统是一个庞大的系统工程,必须统筹规划,全盘考虑^[6]。只有坚持流域规划与区域规划相协调、综合规划与专业规划相联动、工程措施与非工程措施相结合,才能保证顶层设计的一致性,才能更好地指导后续的工程建设。

参考文献:

[1] 于卫红,盛玉钊,李丁,等.济南城市综合排涝规划研究[J].规划师,

2017,8(28):93-96.

[2] 高学珑,陈奕,唐丽虹.非平原城市排洪规划技术路线研究[J].中国给水排水,2008,24(15):100-103.

[3] GB 50201—2014,防洪标准[S].

[4] GB 50014—2021,室外排水设计标准[S].

[5] 魏培峰,赵明,王鑫.淄博市海绵城市规划编制思路与策略[J].规划师,2017,4(33):148-155.

[6] 高均海,蒋艳灵,石炼.山地小城镇排水防涝规划与建设探析[J].中国给水排水,2016,32(14):5-10.