

江苏滨海平原河网地区排涝整治方案研究

——以东台堤东垦区为例

张 翼¹, 朱大伟¹, 金 星¹, 方晨蕾², 陈 昊³

(1. 江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225217; 2. 高邮市水利局, 江苏 扬州 225600;
3. 兴化市文化旅游发展有限公司, 江苏 泰州 225300)

摘要:江苏沿海是典型的滨海平原河网区,特殊的地理位置和气候条件决定了沿海地区面临较为严重的洪涝灾害威胁,确定有效的整治方案是保障区域排涝安全的关键。以东台市堤东垦区为例,采用 MIKE11 建立区域一维河网模型;在现状排涝能力分析的基础上,针对当前排涝存在的问题,结合规划工程布局,提出排涝闸门下移、新建排涝泵站、闸泵联排等不同整治方案,并进行排涝效果分析;结果表明排涝闸门下移结合泵站强排的工程措施可有效提升区域排涝能力,可为类似滨海平原河网地区的排涝整治工程方案提供参考。

关键词:平原河网; MIKE11; 一维河网模型; 防洪排涝; 河道整治

中图分类号:TV87 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2022)09-0060-0005

Research on drainage control scheme in Jiangsu Coastal plain River network area: a case study of Dongtai Didong Reclamation Area

ZHANG Yi¹, ZHU Dawei¹, JIN Xing¹, FANG Chenlei², CHEN Yu³

(1. Jiangsu Surveying and Design Institute of Water Resources Co., Ltd., Yangzhou 225127, China;
2. Gaoyou Water Conservancy Bureau, Yangzhou 225600, China;
3. Xinghua Culture tourism Development Co., Ltd., Taizhou 225300, China)

Abstract: The coastal area of Jiangsu province is a typical coastal plain river network area. The special geographical location and climate conditions determine that the coastal area is faced with serious flood disaster threat. Determining effective regulation scheme is the key to ensure regional drainage safety. Taking Didong Reclamation area of Dongtai city as an example, the regional one-dimensional river network model was established by using MIKE11. On the basis of the analysis of the current drainage capacity, aiming at the problems existing in the current drainage, combined with the layout of planning projects, different regulation schemes are put forward, such as moving down the drainage gate, building a drainage pump station, and combining gate pump row. The drainage effect of each scheme is simulated and calculated, and the results show that the engineering measures of drainage gate downward movement combined with strong drainage of pumping station can effectively improve the regional drainage capacity, which can provide reference for drainage control projects similar to coastal plain network area.

Key words: plain river network; MIKE11; one-dimensional river network model; flood control and drainage; river regulation

收稿日期: 2022-01-12

作者简介: 张翼(1991—),男,硕士,工程师,主要从事水利规划工作。Email: 876575026@qq.com

江苏沿海地区包括连云港、盐城、南通3个市所辖全部行政区域,陆域面积3.59万km²,海域面积3.75万km²,2020年常住人口1903.6万^[1]。沿海地区人口众多、经济发达、地势平坦、水网密布,是典型的滨海平原河网区,河道比较短、水动力条件弱,内部河网水位易受外海潮位顶托影响。由于沿海地处北亚热带向暖温带气候过渡地带,气候复杂多变,加之内部地势低洼,区域洪涝灾害频发,是沿海经济社会安全与发展的制约因素之一。在江苏沿海高质量发展背景下,面临着愈发频繁极端天气,沿海平原河网地区防洪排涝治理的任务更加艰巨和迫切。

本文以江苏典型滨海平原河网区东台市堤东垦区为例,构建一维河网水动力模型,分析区域现状排涝能力,提出多种整治方案,并通过与现状河网水位变化情况的对比,分析不同整治方案排涝效果,以期对滨海平原河网地区的防洪排涝整治提供借鉴参考。

1 研究区域概况

东台市位于江苏东部沿海平原地区,盐城市最南端,淮河流域尾间。堤东垦区为东台市达标海堤以西、海安市境以北、通榆河以东、东台大丰交界以南的区域,面积1655 km²。区域地形整体呈南高北低、东高西低,地面高程3.1~5.5 m,比西部里下河平原洼地平均高出2 m左右。堤东垦区属淮河流域里下河水系,以东台河为界,南部的东南片区为垦区水系,主要依靠沿海川水港闸、梁垛河闸、梁垛河南闸、方塘河闸共4座挡潮排涝闸排水入海;北部的川东港地区属里下河水系,由川东港经川东港闸排涝入海,见图1。区域地处淤涨型海岸带,又紧邻南海黄辐射沙脊辐聚中心区,近岸海岸滩涂广阔、潮沟冲淤动荡频繁,大量泥沙通过潮沟向近岸输送,使该岸段成为苏北海岸淤长最快的岸段之一^[2]。据现场勘查,现状川水港、梁垛河、方塘河等主要排水河道闸下港道淤积严重,严重影响了区域排涝安全。

2 河网模型构建

MIKE11软件是由丹麦水力研究所(DHI)开发的,用于模拟河流、河口、河网系统的水流、水质过程的一维模型,经过大量工程实践验证,适用于包括复杂平原河网在内的一维非恒定流计^[3]。本文采用MIKE11软件对研究区域河网水位、流量等进行

计算分析。

2.1 河网概化

综合考虑研究区域地形地势、集水范围、水系结构、排涝格局等因素,确定本次计算范围为堤东垦区东台河以南部分,面积约1583 km²。1954年淮河流域大水后,堤东垦区东台河以南片区按“改变历史流向,单独排水入海”思路,与里下河腹部地区分开排泄涝水进行治理,已基本形成“西引东排、南北调度”的独立排水格局。对区域内东台河、梁垛河、三仓河、安荡河、方塘河等主要引排及调度河道进行了概化,共概化河道28条,总长度54.8 km;概化河道断面约1800个,断面平均间距约300 m;川水港闸、梁垛河闸、梁垛河南闸、方塘河闸等主要排涝闸门均采用MIKE11中的可控水工建筑物概化,见图2。

2.2 边界条件

研究区域为相对独立的排水区,河道水位主要受区域暴雨、沿海潮位等因素影响。平原区降雨产流过程采用MIKE模型的NAM模块计算,并以侧向入流的形式进入河道。对于外海潮位边界,模型验证过程中采用实测潮位过程;整治方案研究过程中,参考已有研究成果^[4],采用2年一遇设计排涝潮型。

2.3 模型验证

本次模型验证资料采用堤东垦区2007年汛期6月26日至7月12日资料,资料分为2个时间段,6月26日至7月7日通榆河沿线泵站未开机,堤东垦区涝水自排入海;7月8—12日通榆河沿线泵站开启代排里下河地区涝水。模型验证资料包含了灌区自排、代里下河排涝两种工况与现状工程运行管理基本吻合,可以作为设计工况进行验证,验证结果见图1。由图1可见,计算结果与实测值基本吻合,水位误差在±10 cm以内,表明本次概化模型方法及参数选定基本合理,可用于现状及整治方案的计算分析。

3 现状排涝能力分析

对研究区域遭遇5年一遇暴雨时河网水位进行了计算,典型代表点位置及水位计算结果见图2、表1。计算可得,河网水位总体呈西南高、东北低,三仓河及其北部主要节点水位为3.23~3.49 m(废黄河高程,下同),低于3.5 m的控制水位,现状排涝能力基本满足5年一遇标准;三仓河以南区域水位为3.49~3.72 m,大部分高于3.5 m,不足5年一遇标

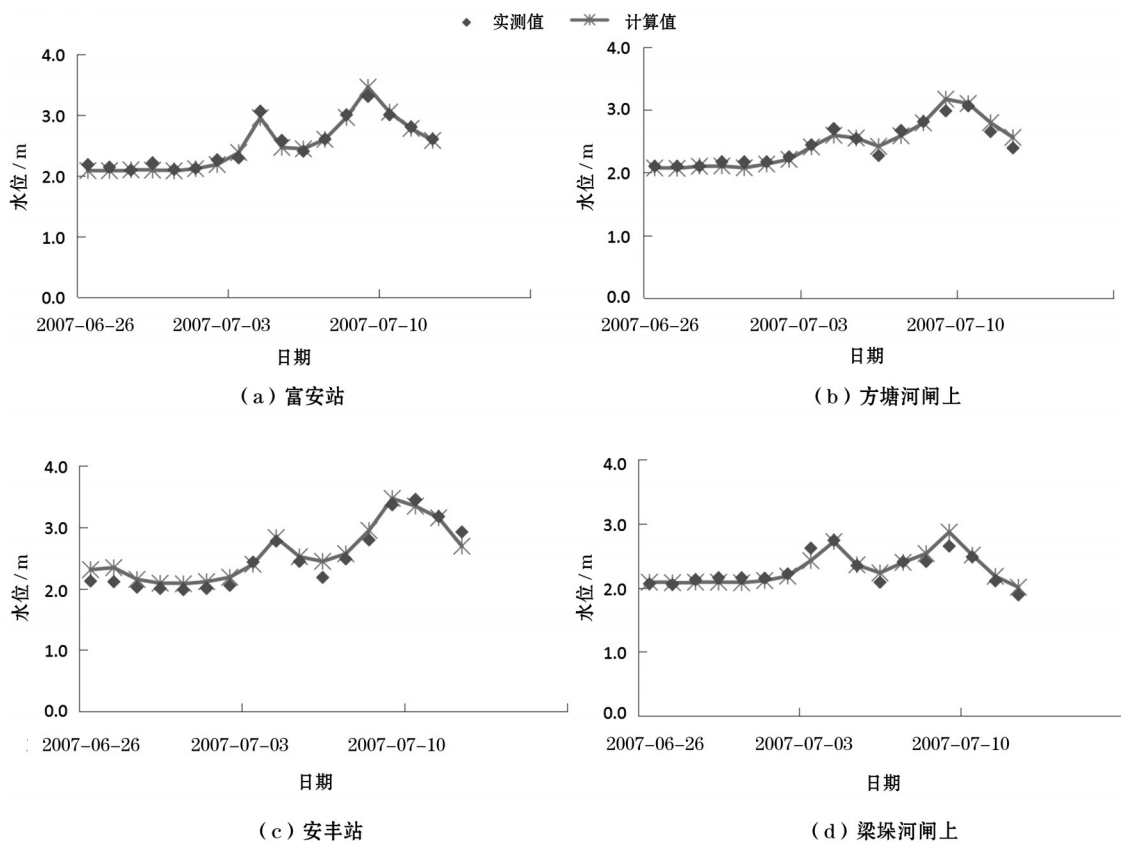


图1 模型验证结果

准。受现状闸下航道淤积等因素影响,闸门外排能力降低,现状东堤垦区排涝能力不能全部满足5年一遇标准。

4 排涝整治方案研究

4.1 方案设计

以提高区域防洪排涝能力为目标,针对闸下航道淤积等问题,根据相关规划工程布局及规模,结合沿海滩演变特征,提出排涝整治方案(图2)。

(1)三仓河闸下移(方案1)。老三仓河闸是建国后东台在沿海兴建的第一座中型挡潮排涝闸,于1955年完工,因入海港槽淤死而失去排水作用,目前已废弃。本次考虑将三仓河闸下移至条子泥围垦海堤处,恢复三仓河排涝入海的功能;同时对老方塘河、三仓河局部段进行疏浚,调整方塘河排区涝水经三仓河新闻入海。

闸门规模根据相关规划成果确定^[5],闸门净宽为50 m、闸底板高程为-2 m。

(2)梁垛河南、北闸合并下移(方案2)。将梁垛河南北闸合并下移,并对新东河、南干河进行拓浚,扩大闸上配套河道排涝能力;同时疏浚老方塘河及

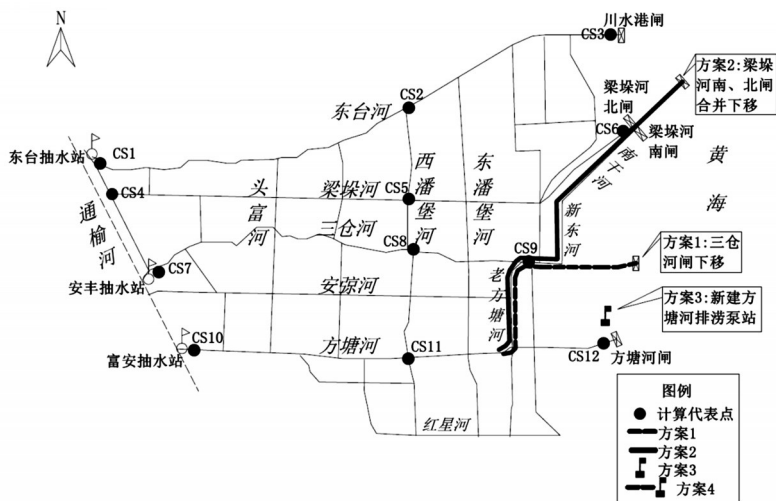


图2 典型代表点位置

表1 现状5年一遇水位计算成果

代表点	河道	水位/m
CS1	东台河	3.44
CS2		3.30
CS3		3.23
CS4	梁垛河	3.45
CS5		3.39
CS6		3.34
CS7	三仓河	3.49
CS8		3.48
CS9		3.47
CS10	方塘河	3.72
CS11		3.54
CS12		3.54

三仓河局部河段,调整东南片区涝水经梁垛河新闸入海。闸门规模根据相关规划成果确定^[5],闸门净宽为75 m、闸底板高程为-2 m。

(3)新建方塘河排涝泵站(方案3)。在原方塘河闸北侧新建方塘河排涝泵站,通过泵站抽排方塘河区域涝水,增加区域强排能力,泵站规模初定为100 m³/s。

(4)闸泵联排(方案4)。一方面下移新建三仓河挡潮闸,东延三仓河至新闸址,同时对老方塘河、三仓河局部段进行疏浚,开辟排涝口门;另一方面在方塘河闸北侧新建方塘河泵站,当外海出现高潮位,闸门自排受限时,通过泵站强排,进一步提高区域排涝能力。方案4为方案1和方案3的合并方案,工程布局及规模同方案1及方案3。

4.2 方案模拟结果分析

对各方案实施后的河网水位过程进行计算,并与现状河网水位进行对比,分析各方案整治效果,具体计算结果见表2。

(1)方案1的实施,可增加区域排涝口门,堤东垦区南部涝水通过新建方塘河闸直接东排入海,减轻了区域排涝压力。遇5年一遇暴雨时,堤东垦区整体水位为3.12~3.65 m,基本满足5年一遇标准。新建方塘河闸可增加排涝流量约145 m³/s(日均,下同),区域最高水位相比现状可降低0.07~0.31 m;尤其对三仓河区域排涝效果改善较明显,方塘河水位降低幅度均在0.15 m以上。

(2)方案2的实施,可改善现状梁垛河南、北闸

闸下港道淤积情况,提升闸门外排能力。遇5年一遇暴雨时,堤东垦区整体水位为2.96~3.68 m,基本满足5年一遇标准。方案2可增加外排流量约130 m³/s,区域最高水位相比现状降低了0.04~0.37 m,但排涝效果好仅局限于梁垛河周边区域,对堤东垦区南部方塘河片区水位降低幅度较小。

(3)方案3的实施,可扩大区域强排能力,增加南部区域涝水出路。遇5年一遇暴雨时,堤东垦区整体水位为3.05~3.58 m,方案3可增加外排流量100 m³/s,区域最高水位相比现状降低了0.04~0.49 m,水位降低主要集中在工程局部区域,北部片区水位降低幅度较小。

(4)方案4的实施,既增加了区域排涝口门,又扩大了区域强排能力,有效提升了区域防洪排涝标准。遇5年一遇暴雨时,堤东垦区整体水位为2.91~3.49 m,全区可达5年一遇标准。新建方塘河闸可增加排涝流量约210 m³/s(日均,下同),区域最高水位相比现状可降低0.13~0.63 m,尤其对南部三仓河、方塘河片区排涝效果改善明显,方案4排涝效果好于方案1~3。

综上所述,各排涝整治方案中闸泵联排(方案4)水位较低幅度最大,排涝效果最好,可有效降低区域水位,提升堤东垦区防洪排涝能力至5年一遇。应当指出,工程区地处淤积型海岸,且靠近条子泥二分水,闸门排涝效果受外海岸滩演变影响较大;在条子泥二分水滩脊南移、西大港长期频繁摆动的背景下,下移新建排涝闸门的闸址选择仍需要进一步研究。

5 结 论

本文以东台市堤东垦区为例,通过河网模型的建立和计算,分析了区域现状排涝能力和不同整治方案排涝效果,得到以下结论:

(1)采用MIKE11建立了东台市堤东垦区一维河网模型,并对模型进行了验证,验证结果表明该模型能较好地模拟研究区域的洪水过程,并用于排涝整治方案的研究。

(2)采用建立的模型对堤东垦区现状排涝能力进行计算,受排涝闸门闸下港道淤积等因素影响,区域现状排涝能力不能满足5年一遇标准。

(3)分析了不同整治方案排涝效果,结果表明采用下移排涝闸门、新建排涝泵站的闸泵联排模式(方案4),结合相关河道清淤等整治措施,可有效提升滨海平原河网区的排涝能力。

表2 各整治方案5年一遇水位计算成果

代表点	河道	水位/m				
		现状	方案1	方案2	方案3	方案4
CS1	东台河	3.44	3.32	3.26	3.40	3.28
CS2		3.30	3.15	3.07	3.26	3.13
CS3		3.23	3.12	3.01	3.18	3.08
CS4	梁垛河	3.45	3.33	3.27	3.41	3.32
CS5		3.39	3.16	3.08	3.33	3.16
CS6		3.34	3.12	2.96	3.28	3.12
CS7	三仓河	3.49	3.34	3.36	3.43	3.32
CS8		3.48	3.19	3.22	3.22	3.04
CS9		3.47	3.16	3.22	3.19	3.00
CS10	方塘河	3.72	3.65	3.68	3.58	3.49
CS11		3.54	3.26	3.42	3.10	2.96
CS12		3.54	3.24	3.36	3.05	2.91

参考文献:

[1] 江苏省统计局,国家统计局江苏调查总队. 江苏统计年鉴 2020[M]. 北京:中国统计出版社,2021.

[2] 陈可峰. 黄河北归后江苏海岸带陆海相互作用过程研究[D]. 南京:南京水利科学研究院,2009.

[3] PANDA R K , PRAMANIK N , BALA B. Simulation of river stage using artificial neural network and MIKE11 hydrodynamic model[J]. Computers & Geosciences,2010, 36(6):735-745.

[4] 江苏省水文水资源勘测局. 江苏省沿海、沿江排涝设计潮位与潮型分析[R]. 南京:江苏省水文水资源勘测局, 2014.

[5] 江苏省水利厅. 江苏省里下河区水利治理规划[R]. 南京:江苏省水利厅,2020.

(上接第 53 页)

过程均由智能程序实现,无需人工操作。

5 结 论

本文基于边缘计算与机器视觉技术研制了水闸变形一体化监测系统,室内和现场测试表明,系统综合技术指标达到或超过项目任务书要求,具有进一步在示范工程应用推广的条件。

参考文献:

[1] 中华人民共和国水利部. 水闸安全监测技术规范:SL 768—2018[S]. 北京:中国水利水电出版,2018.

[2] 方卫华. 水闸安全监测及可靠性评价研究[J]. 大坝与安全,2006(2):59-63.

[3] 马宏伟,杨桂通. 基于结构振动的损伤探测的基本方法[J]. 太原理工大学学报,1999,30(5):461-468.

[4] 张启伟,范立础. 利用动静力测量数据的桥梁结构损伤识别[J]. 同济大学学报(自然科学版),1998(5):528-532.

[5] DU W, LEI D, BAI P, et al. Dynamic measurement of stay-cable force using digital image techniques [J]. Measurement, 2020, 151(2): 1-10.

[6] 崔乐,李春,李英. Harris算法和Susan算法的实现及分析[J]. 计算机与数字工程,2019,47(10):2396-2401.