

中山市中心城区治涝对策研究

刘霞, 黄兆玮, 徐辉荣, 聂铁锋

(广东省水利电力勘测设计研究院, 广东 广州 510635)

摘要: 根据中山市中心城区历史涝点的分布及几次暴雨涝灾的情况,对中心城区雨水管网进行排水能力评估,并通过建立中心城区水动力模型系统分析中心城区河涌、水闸、泵站工程的排水能力,对中心城区内涝风险进行评估,总结出中心城区排涝不畅的主要原因是挤占河涌用地和覆盖河涌造成河涌排涝能力不足。针对此原因提出治涝对策(整治排涝河涌,在河口处适当建设泵站),并通过水动力模型对整治效果进行检验。

关键词: 中山市; 排涝系统; 水动力模型

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)16-0020-07

Study on Waterlogging Strategy of Urban Center in Zhongshan City

LIU Xia, HUANG Zhao-wei, XU Hui-rong, NIE Tie-feng

(Guangdong Hydropower Planning & Design Institute, Guangzhou 510635, China)

Abstract: Based on the past waterlogging area distribution and rainstorm flood disasters of urban center in Zhongshan City, assessment of urban center rainwater pipe network was proposed in this paper. Drainage capacity analysis of river, sluice and pump was conducted by using a hydrodynamic model of Zhongshan urban center, and an assessment of urban center flood risk was performed. The main cause of the poor drainage of waterlogging in the central urban area was the insufficient capacity of flood drainage caused by overlying the land. The waterlogging strategies including remediation of the river and construction of pumping station at the estuary were pointed out and the regulation effect was verified by the hydrodynamic model.

Key words: Zhongshan City; rainwater pipe network drainage system; hydrodynamic model

中山市人民政府长期高度重视城市基础设施建设,尤其是雨水排涝设施的建设,但是在完成了多次排水管网整治之后,在经历2013年5月8日、2014年5月8日、2016年6月28日的暴雨时,依然出现“城市看海”的现象,为此对中山市大、中、小排水系统整治进行了多项研究,以期找到中山市中心城区排涝不畅的主要原因,并提出解决对策。

1 中山市治涝问题的特点

① 水网密布

西江下游的西海水道、磨刀门水道自北向南流经中山市西部边界,由磨刀门出南海;北江下游的洪奇沥水道自西北向东南经过中山市东北边界由洪奇门出珠江口。其间汊道纵横交错,其中小榄水道、鸡鸦水道横贯市北半部,汇入横门水道由横门出珠江口。水系可划分为平原河网和低山丘陵河网两个部分,平原地区河网深受南海海洋潮汐的影响,具有典型河口区特色。中山市主城区属低山丘陵河网,主城区河流由从中心城区西北侧穿过母亲河——岐江

河,其他主要河涌有狮窖河、小隐涌、白石涌、濠头涌、崩山涌、西河涌、张家边涌、九曲河等。

② 地势中部高四周低

中山地形以平原为主,地势中部高兀,四周平坦,平原地区自西北向东南倾斜。五桂山、竹嵩岭等山脉突屹于市中南部,五桂山主峰海拔531 m(珠基高程,下同),为全市最高峰。四周地势低,特别是近河流、河涌处地势低洼,有些地方地面高程甚至低于河涌水位,遇河涌水位顶托,这些低洼地带将受涝水威胁。

主城区位于中顺大围中部,包括东区、南区、西区和石岐区,镇域面积共为170.1 km²,属于中顺大围围内区域的集雨面积为142.52 km²。该区域地面高程在1.6~3.0 m之间,主要内河涌为白石涌、崩山涌、岐江河等。该区域现有市政泵站14座,分别为崩山涌泵站、下闸泵站、大王庙泵站、大濠泵站等,总设计排涝流量为276 m³/s。由于地势较低,该区域内涝问题比较突出。

③ 受台风暴雨影响

a. 降雨特性:每年4月—6月的前汛期,主要是由西风带天气系统如西南低槽、低涡、冷锋、静止锋等形成的锋面雨,7月—10月后汛期则是由热带低压、热带风暴、台风等热带气旋形成的台风雨,量多强度大。

b. 台风特性:中山市受热带气旋(台风)影响的几率相当大,台风侵袭时,常带来狂风暴雨、巨浪风暴潮,危害极大。若台风在市境东部以东南风至东风、南部以东南风至南风吹袭,风向正对珠江出海口门,吹程较大,台风风暴潮溯江而上,则危害更大。

④ 受洪潮共同影响

a. 洪水特性:中山市洪水有来自联围内部区域降雨形成的雨涝洪水,也有来自西江上游的外江洪水,其中外江洪水影响较大,峰高量大,影响时间长,据中山上游容桂水道的莺歌嘴水位站统计数据,历史最高水位高达5.34 m,外江水位高于围内地面高程造成顶托,使围内涝水难以排出,影响时间长达1~3 d。

b. 潮汐特性:中山市的中南部受潮汐影响,在1982年—2012年东河、西河日降雨量超过50 mm的暴雨中,东河或西河闸内最高水位超过最高控制水位(1.3 m)的暴雨共有27场。1994年7月22日—24日围内暴雨后出现潮位顶托的情况,7月22

日,东河、西河日降雨量分别为133、391 mm,相应外江最高潮位分别为2.13、1.5 m;至7月24日,东河、西河外江最高潮位分别为2.31、2.19 m,而对应的日降雨量分别为11.5、85 mm。

2 中山市中心城区排涝问题成因分析

① 中心城区排涝系统构成

中山市城市排涝系统(见图1)可分为三个子系统:小排涝系统、中排涝系统和大排涝系统,分别对应低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。小排涝系统指一些零散水体、排涝沟渠等,中排涝系统就是城市排水管网、雨水泵站等,大排涝系统则为主干河涌、水闸、泵站及调蓄湖等。以上三个子系统组成了一个完整的城市排涝系统,各个子系统之间密不可分、缺一不可(见图2)。各子排涝系统发挥整体作用的前提和关键是,均需在上层系统整治完善使之达标后,才能取得相应成效。

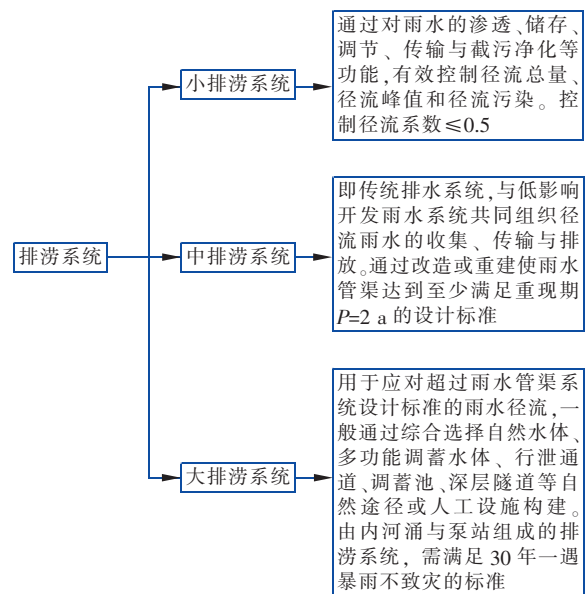


图1 中山市中心城区排涝系统

Fig. 1 Drainage system of Zhongshan urban center

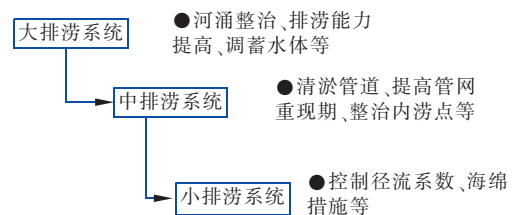


图2 排涝子系统关系

Fig. 2 Relation of drainage system

② 雨水管网现状评估

通过收集中心城区雨水管网资料进行统计评估,计算出各排水分区的管网达标率。城市各排水分区内的达标率是指满足设计标准的雨水管渠总长度与雨水管渠总长度的比值,以 $P=2\text{ a}$ (2年一遇)作为校核标准检验现状管网的达标情况,评估排水管网的排水能力。经评估,中山市现状管网的达标率为43.43%,达标管网长度约为417.47 km。

③ 一、二维水动力模型

2013年5月8日、2014年5月8日、2016年6月28日的暴雨涝灾给中山市带来了严重损失,人们开始深刻思考造成中山市特别是中心城区排涝问题的原因,为反映中心城区现状工程排涝能力,对中心城区排水管网进行了评估分析,并建立了包括中心城区在内的整个中顺大围、张家边联围一、二维水动力模型,对中心城区的河涌、湖库、水闸、泵站排涝系统进行了系统的评估分析。中顺大围、张家边联围一、二维水动力模型利用 MIKE FLOOD 软件将211条共761.4 km的主干河涌及二维地形相结合,建立模型进行联解,将河涌水闸、泵站均概化到模型中。对于中顺大围及张家边联围地形概化为 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 方格进行计算。

④ 中心城区内涝风险评估^[1]

根据主城区历年内涝点分布、地形高程分布、排

涝系统达标率、人口密度分布、现状规划用地情况、防灾抗灾能力分布等多方面的资料,通过模型计算模拟中山市遭遇各频率暴雨时的受灾情况。另外借鉴指标体系法的思想,将中山市主城区自然风险、社会经济两个子系统的各层次因素指标,应用层次分析法确定各子系统相对该层次准则目标的权重系数,得到各准则的评价结果,然后应用到洪涝风险目标层系统,从而得到中心城区内涝风险综合评价结果。中山市中心城区内涝风险评估因子权重见表1。

表1 评估因子的权重

Tab.1 Assessment factor's weight %

项目	风险因子	所含因子	权重
危险性因子	历史灾情及模型模拟的灾情	历年内涝点及模型计算的内涝点	50
	地形地面高程		10
	防洪治涝系统	排涝能力	25
暴露性因子	综合状况	人口密度	5
		经济状况	5
脆弱性因子	防灾抗灾能力	防灾意识、应急救援能力、防灾抗灾能力、医疗救护能力	5

⑤ 中心城区主要河涌排涝能力分析

中心城区有20条河涌,其中被部分覆盖或全覆盖的河涌达11条,排涝能力不足的河涌有9条,具体见表2。

表2 中山市中心城区主要河涌排涝能力

Tab.2 Drainage capacity of main river in Zhongshan urban center

主要排渠	河长/km	集水面积/km ²	排渠现状平均尺寸(宽×深)/m×m	覆盖情况	排涝流量/(m ³ ·s ⁻¹)	是否满足防洪	排渠现状抵御涝水标准	排渠现状抵御24 h雨量/mm	排渠存在问题
白沙湾涌(中心河)	3.8	4.56	10.0×3.0	未覆盖	57.50	满足	3年一遇	359	河宽基本满足排洪峰需求,但下游地块高程低,易受岐江河顶托受涝
羊角涌	3.0	6.04	16.0×3.0	未覆盖	122.90	满足	3年一遇	359	河宽基本满足排洪峰需求,但下游地块高程低,易受岐江河顶托受涝
崩山涌上游排渠	6.2	3.07	6.0×2.5	部分覆盖	7.93	否	不足5年一遇	<181	出口已建排涝泵站(18 m ³ /s),过水断面不满足过洪峰需求,易受涝
石岐东部排洪渠	5.11	7.22	18.0×3.0	未覆盖	89.50	满足	3年一遇	359	中段有一段断面不满足排洪需求
莲兴涌(岐头涌)	2.1	1.15	12.0×2.5	部分覆盖	13.16	否	10年一遇	267	部分覆盖河涌,难以整治,目前尚能抵御10年一遇暴雨
大窖涌	1.5	1.67	15.0×2.0	部分覆盖	12.78	否	不足5年一遇	<181	全覆盖河涌,泵站规模(12 m ³ /s)足够,但断面过小不满足排涝需求

续表2 (Continued)

主要排渠	河长/ km	集水 面积/ km ²	排渠现状 平均尺寸 (宽×深)/ m×m	覆盖 情况	排涝 流量/ (m ³ · s ⁻¹)	是否 满足 排洪	排渠现状 抵御涝水 标准	排渠现状 抵御24 h 雨量/mm	排渠存在问题
青溪涌	0.4	0.39	5.0×2.0	全覆盖	5.58	基本 满足	20年 一遇	325	全覆盖河涌,断面基本能满足20年一遇排涝需求
员峰涌	0.4	0.76	10.0×2.0	全覆盖	17.13	满足	3年一遇	359	全覆盖河涌,出口已建排涝泵站(9 m ³ /s),河道断面基本能满足30年一遇排涝需求
后岗涌	0.7	0.85	4.8×2.8	全覆盖	6.04	否	不足 5年一遇	<181	全覆盖河涌,泵站规模(12 m ³ /s)足够,但断面过小不满足排涝需求
九曲河(柏山渠、洪家基涌、南三涌、方基涌、大王庙涌)	4.13	1.85	6.5×2.5	全覆盖	5.39	否	不足 5年一遇	<181	全覆盖河涌,出口已建排涝泵站(10 m ³ /s),但河道断面过小不满足排涝需求
夏洋涌	1.4	0.65	3.5×2.0	全覆盖	2.09	否	不足 5年一遇	<181	全覆盖河涌,泵站规模(10 m ³ /s)足够,但断面过小不满足排涝需求
白石涌	14.0	38.50	28.0×4.0	未覆盖	117.96	否	不足 5年一遇	<181	出口已建排涝泵站(135 m ³ /s),但中段局部断面不满足排洪需求,另外多处桥梁阻水形成卡口,需整治
发疯涌上游段	1.93	5.73	(12.0~18.0)×3.0	部分 覆盖	33.45	满足	5年一遇	181	河道仅满足5年一遇排峰需求
发疯涌下游段	4.5	5.73	30.0×4.0	部分 覆盖	70.14	满足	3年一遇	359	出口已建排涝泵站(35 m ³ /s),河道满足30年一遇排峰需求
称沟湾河	1.7	1.16	9.0×2.5	未覆盖	12.51	满足	10年一遇	267	河道断面不足,目前只能抵御10年一遇暴雨
马恒河	2.3	1.14	20.0×2.6	未覆盖	29.34	满足	3年一遇	359	河道断面足够排除30年一遇涝水
石岐南一涌	1.0	4.54	8.0×2.8	未覆盖	128.46	满足	3年一遇	359	河道断面足够排除30年一遇涝水
北台溪	6.8	67.02	40.0×6.0	未覆盖	516.30	满足	3年一遇	359	河道断面足够排除30年一遇涝水
西河涌	3.0	6.42	20.0×2.0	未覆盖	40.20	否	5年一遇	181	断面过小仅满足5年一遇排涝需求
下闸涌	1.3	2.28	6.5×2.5	全覆盖	7.63	否	不足 5年一遇	<181	外排泵站(25 m ³ /s)基本满足排涝需求,但断面过小不满足5年一遇排涝需求
员峰新涌	2.4	5.85	17.0×3.0	未覆盖	37.34	基本 满足	3年一遇	359	出口段缩窄影响排涝,需拓宽,地势低洼易受涝

⑥ 内涝成因分析

通过分析内涝原因如下:a.降雨强度增大,超过中山现有排涝标准,导致内涝发生频率增加。b.岐江河汛期水位高于部分内河涌水位,甚至高于部分地面,低洼地块排水受到顶托,不能自排进入岐江河。c.中山主城区水面率低,水库、湖面及水塘面积

为6.95 km²,河道面积为11.73 km²,合计水面面积为18.68 km²,主城区水面率为5.47%,远低于8%的适宜水面率。d.河涌宽度不够,挤占河涌、覆盖河涌的现象突出,造成河涌排涝能力不足。e.以前的雨水管渠设计标准偏低,部分管道病害较多。

综上所述,中山市中心城区的大、中、小排涝系

统均出现了问题,主干河涌受挤占、覆盖,致其排涝能力不足。这个问题不解决,即使中、小排涝系统治理得再好(雨水均能通畅流入河涌),岐江河水位不顶托,涝水仍难以自排,中心城区将依然存在内涝问题。在城市规划中,防洪排涝规划是十分必要的、紧迫的任务,传统的管道系统一般只解决小重现期的暴雨径流,却缺少大排涝系统顶层设计。因此要解决中山市中心城区内涝问题,首先是构建城市洪涝主干河网,打通城市水脉^[2]。

3 内涝防治策略

由内涝成因分析可知,中心城区的大、中、小排涝系统均出现问题,主要根源在于大排涝系统的问题,因此对于主干河涌的整治是首要任务。

① 大排涝系统整治

对于受海潮和台风影响且沙土资源紧缺的城市,如中山市,应加强排水模式的研究。中心城区的河涌大多排到岐江河,然后通过岐江河的东河水闸、

东河泵站和西河水闸排出外海。因此首先应对岐江河的水位进行调控,通过东河水闸、西河水闸、东河泵站和规划新建的西河泵站控制其最高水位不超过 1.3 m,然后排入岐江河的各河涌均为行洪排涝通道,打通河道卡口、有效提高过流能力是解决中山这种平原城市的重要途径^[3]。

大排涝系统的治理是针对中心城区受雨涝影响较大的区域进行分析,提出河涌、泵站与覆盖区的整治方案,主要是提高泵站排涝能力,覆盖河涌揭盖,增强河涌排涝能力,另外就是在低洼地新建调蓄湖。需注意人水和谐共处,保证泄洪通道的畅通,拓宽白石涌、崩山涌、发疯涌上游段、石岐东部排洪渠、称沟湾河、西河涌与员峰新涌;在白沙湾涌、羊角涌、石岐东部排洪渠、莲兴涌、称沟湾河、西河涌与员峰新涌排入岐江河河口处设置排涝泵站;整治的覆盖渠有九曲河、大窖涌、后岗涌、夏洋涌与下闸涌。大排涝系统整治工程具体情况见表 3。

表 3 大排涝系统整治工程

Tab. 3 Renovation project of big drainage system

主要排渠	排涝方式	河涌整治长度/m	整治内容	排渠出口规划排涝泵站规模
白沙湾涌(中心河)	自排、抽排		新建泵站 30 m ³ /s,排峰	新建泵站 30 m ³ /s,新建水闸
羊角涌	自排、抽排			新建 15 m ³ /s 泵站
崩山涌上游排渠	抽排	460	拓宽到 12 m	
石岐东部排洪渠	抽排	510	拓宽到 25 m	新建 35 m ³ /s 泵站
莲兴涌(岐头涌)	抽排	1 000	拓宽到 15 m	新建 10 m ³ /s 泵站
大窖涌	自排、抽排	1 500	揭盖,拓宽到 25 m	
青溪涌	自排、抽排		暂不整治	
员峰涌	自排、抽排		暂不整治	
后岗涌	自排、抽排	700	揭盖,拓宽到 10 m	
九曲河(柏山渠、洪家基涌、南三涌、方基涌、大王庙涌)	自排、抽排	4 130	揭盖,拓宽到 20 m	
夏洋涌	自排、抽排	1 400	揭盖,断面扩至 7 m 宽、3 m 深	
白石涌	自排、抽排	2 100	中间局部断面扩宽到 38 m,桥梁箱涵扩宽	
发疯涌上游段	自排、抽排	1 930	扩宽到 22 m	
发疯涌下游段	自排、抽排		暂不整治	
称沟湾河	抽排	400	拓宽到 12 m	新增 15 m ³ /s 泵站,新建水闸
马恒河	抽排		暂不整治	
石岐南一涌	自排		暂不整治	
北台溪	抽排		暂不整治	
西河涌	自排、抽排	3 000	扩宽到 30 m	新增 30 m ³ /s 泵站,新建水闸
下闸涌	自排、抽排	1 300	扩宽到 20 m	下闸涌排水泵站 25 m ³ /s
员峰新涌	抽排	430	扩宽到 15 m	新增 30 m ³ /s 泵站

由于中山市主城区不具备建设大型调蓄湖的条件,参考总体规划用地布局,规划调蓄湖如下:a. 保

留现有的水库作为山洪调蓄之用。b. 扩大石岐区后岗涌附近的逸仙湖,占地约 9.6 hm^2 。c. 结合火炬区城市规划,在小隐涌与东槎涌交汇口下游规划新建东槎湿地公园,在小隐涌沿江路至世纪路段规划新建世纪大道湿地公园,占地面积分别约为 1.5 hm^2 和 3.0 hm^2 。在狮炎涌中游扩建建能湖,占地面积约 6.9 hm^2 ,具体见表4。

表4 城市雨水调蓄规划

Tab.4 Urban rainfall storage plan

所在镇区	名称	性质	集雨面积/ km^2	占地面积/ hm^2	调洪库容/ 10^4 m^3
东区	长江水库	保留现状	36.4	—	2 000
东区	金钟水库	保留现状	4.24	—	105
东区	宝鸭塘水库	保留现状	0.97	—	3.34
东区	长龙坑水库	保留现状	2.2	—	10.68
南区	马岭水库	保留现状	2.31	—	28
五桂山区	石榴坑水库	保留现状	2.38	—	79
五桂山区	田心水库	保留现状	4.42	—	80
五桂山区	长坑三级水库	保留现状	5.0	—	37.32
五桂山区	石塘水库	保留现状	2.7	—	33.23
五桂山区	暗龙上级水库	保留现状	0.9	—	4.77
五桂山区	田寮水库	保留现状	0.63	—	9.07
石岐区	逸仙湖	保留现状	0.845	9.6	19.3
火炬区	东槎湿地公园	新建	90.9	1.5	3
火炬区	世纪大道湿地公园	新建	90.9	3.0	6
火炬区	狮炎涌调蓄湖	新建	1.93	6.9	13.8

② 中排涝系统整治

鉴于城区雨水管渠排水标准偏低,病害较多导致排水能力受限,近期中排涝系统整治重点是城区内涝点与病害雨水管道治理,远期针对不满足重现期 $P=2 \text{ a}$ 的雨水管道进行改造,以及新开发地区雨水管渠的建设。

③ 小排涝系统优化

小排涝系统的整治不是最为迫切的工作,小排涝系统优化可以分为两步:a. 有条件实施的区域,可以海绵城市为载体优化小排涝系统建设;b. 结合地块开发、旧城区改造、道路建设与湿地公园建设等同步优化小排涝系统,海绵城市的建设要突出流域控制、系统性的原则^[4];c. 整治河涌及调蓄湖规划实施后,主城区水面率增加到 5.61% ,比现状的 5.47% 提高了 0.14% ,但还未达到 8% 的适宜水面率要求,因此在城市建设中,需规划 2.39% 的水面率,即在

中心城区还需增加 8.91 km^2 水面,该指标实现需通过海绵城市规划来细化实施。

④ 实施效果验算

采用一、二维水动力模型对整治前后的中心城区进行验算(见图3、4),整治后中心城区不再出现涝水,基本能防御30年一遇洪涝灾害。

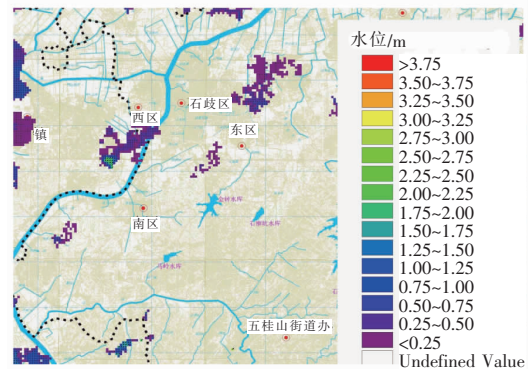


图3 受涝现状

Fig.3 Current flood disaster

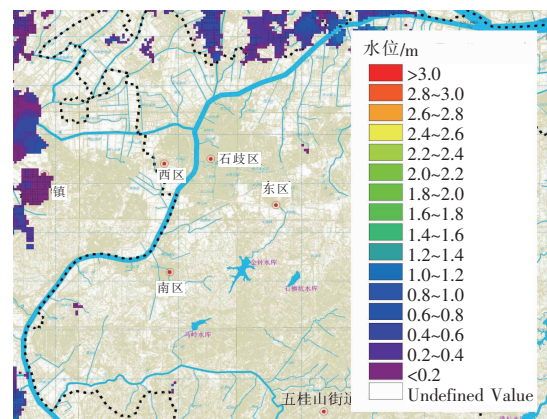


图4 整治后涝灾情况

Fig.4 Flood disaster after renovation

4 结语

中山市中心城区一遇暴雨就出现水浸街的现象其实是城市发展的通病,城市开发必然需要大量的用地,短视地挤占河涌用地,致使河涌覆盖、河涌狭窄,暴雨发生时无足够的排涝能力排走涝水,从而造成涝灾,这是中山市中心城区涝灾的根本原因,另外雨水管道标准不足、带病险运行也是排水不畅的一大原因。要解决中心城区的排涝问题,首要是要对排涝河涌进行整治,使主干河涌排涝通畅,另外在河口处适当建设排水泵站,在岐江河水位顶托时实现抽排。

(下转第30页)