

古泊善后河行洪对车轴河排水影响分析

朱京德, 孙传文, 余文忠

(连云港市水利规划设计院有限公司, 江苏 连云港 222000)

摘要:通过对善南片与古泊善后河流域降雨相关规律分析,建立一维河流水动力模型,计算各工况下古泊善后河行洪对车轴河治理工程实施前及治理后排水的影响,得出在善南片发生一定频率的最大3 d降雨的情况下,善后河流域同期降雨频率具有一定的随机性且发生低于该频率的降雨可能性较大,治理工程实施后车轴河流域各控制点排涝水位高于排涝控制水位,但较实施前有所减低,有一定的排涝效益。

关键词:古泊善后河; 车轴河; 行洪; 排水影响

中图分类号:TV882.8

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)06-0054-06

Analysis on influence of flood discharge of Shanhou River of Gupo on drainage of Chezhou River

ZHU Jingde, SUN Chuanwen, YU Wenzhong

(Lianyungang Water Resources Planning and Design Institute Co., Ltd., Lianyungang 222000, China)

Abstract: Based on the analysis of rainfall – related laws in the Shannan area and the Shanhou River Basin in Gupo area, a one – dimensional river hydrodynamic model was established to calculate the influence of flood discharge of Shanhou River on the drainage before and after the implementation of the Chezhou River Treatment Project under various working conditions. It's concluded that under the condition of the maximum three – day rainfall with a certain frequency in Shannan area, the rainfall frequency in the same period in the Shanhou River Basin was random and the possibility of rainfall below this frequency was large. After the implementation of the treatment project, the drainage water level of each control point in the Chezhou River Basin was higher than that of drainage control water level, which was lower than that before the implementation. Thus there was a certain drainage benefit.

Key words: Shanhou River of Goupo; Chezhou River; flood discharge; drainage effect

善南片与古泊善后河流域均位于沂北地区,两者流域相邻,善南片位于东部沿海、叮当河以东,流域范围西至叮当河、北至善后河、东至黄海、南至新沂河,总面积1 012 km²;古泊善后河大部分流域位于叮当河以西区域,流域总面积1 135.4 km²。通过分析善后河流域和善南片年最大3 d量相关规律,分析车轴河流域与善后河流域同频率暴雨遭遇特征^[1-2]。

1 善后河流域与善南片年最大3 d降水量规律分析

1.1 同频率年最大3 d降雨发生时间分析

根据善南片灌云站、杨集站、燕尾港站 1956—2010 年共 55 年实测日降水量系列,古泊善后河片沭阳、吴集、青伊湖 1956—2010 年共 55 年实测日降水量系列,善南片与善后河流域年最大3 d降水量

收稿日期:2020-11-24

作者简介:朱京德(1989—),男,工程师,主要从事水利工程设计及咨询工作。E-mail:791573668@qq.com

发生时间一致年份共有 21 年, 占总年份的 38%; 不一致年份共 34 年, 占总年份的 62%, 其中年最大 3 d 降雨发生时间偏差时间 1 d 的共有 13 年, 1 d 以上的共有 21 年。由此可知, 善南片与善后河流域年最大 3 d 降水量发生多数年份有所偏差, 偏差时间以 1 d 以上为主。

1.2 善南片年最大 3 d 降水量与善后河流域同期降水量频率分析

考虑善南片与善后河流域年最大 3 d 降水量发生多数年份有所偏差, 选取善南片年最大 3 d 降水量和善后河流域同期降水量, 根据各流域频率分析成果, 对 1956—2010 年共 55 年份的实测善南片年最大 3 d 降水量和善后河流域同期 3 d 降水量进行频率计算。善南片年最大 3 d 降雨与善后河流域同期降雨频率分布见图 1, 善南片年最大 3 d 降水量与古泊善后河流域同期雨量对比见图 2。

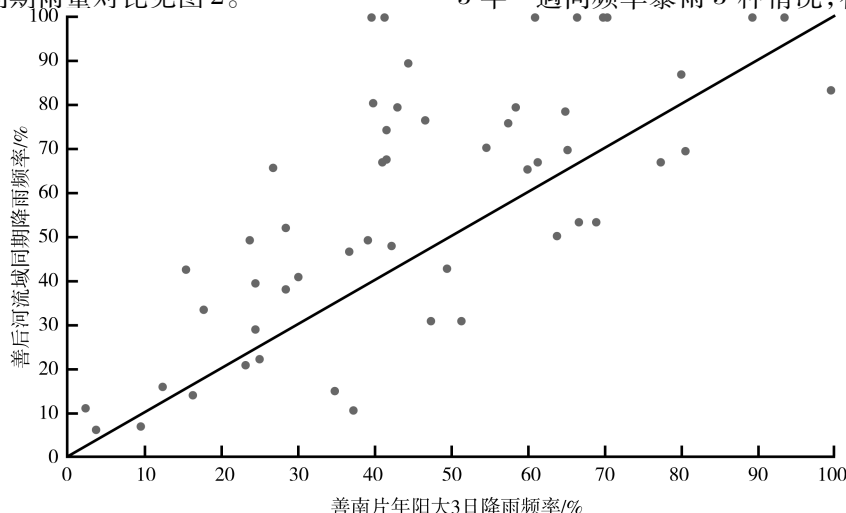


图1 善南片年最大 3 d 降雨与善后河流域同期降雨频率分布

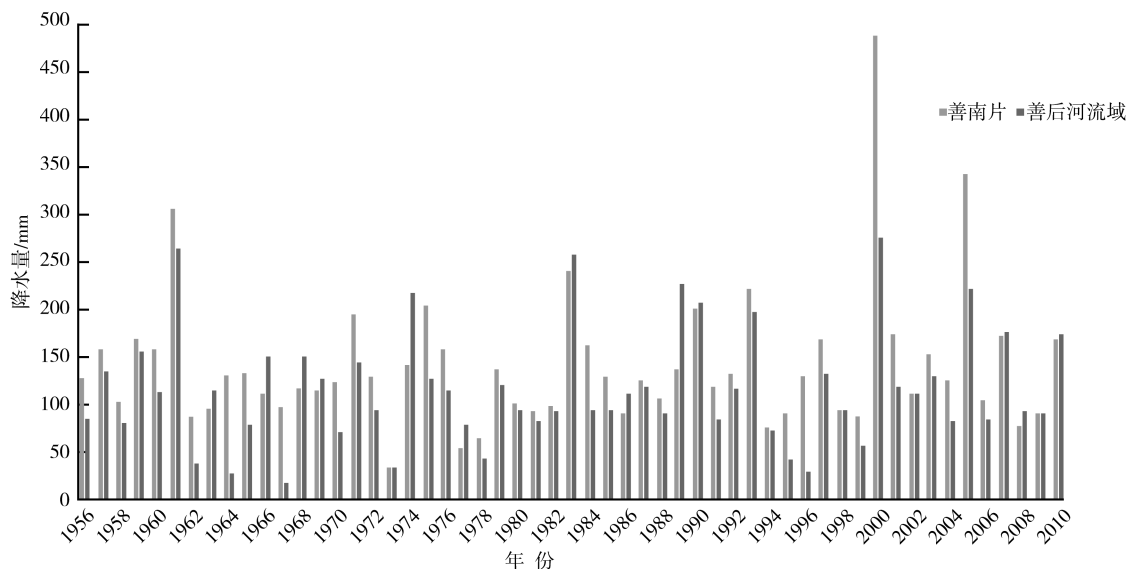


图2 善南片年最大 3 d 降水量与古泊善后河流域同期雨量对比

根据图 1、图 2, 在善南片发生一定频率的最大 3 d 降雨的情况下, 善后河流域同期可能发生高于该频率的降雨, 也可能发生低于该频率的降雨, 同时根据图 1 的点群分布情况, 善后河流域同期发生低于该频率的降雨可能性较大。

综上分析可知, 善南片与善后河流域年最大 3 d 降水量发生时间多数年份不一致, 在善南片发生一定频率的最大 3 d 降雨的情况下, 善后河流域同期降雨频率具有一定的随机性且发生低于该频率的降雨可能性较大。

2 对车轴河排水的影响分析

2.1 工况组合拟定

根据前文分析成果, 拟定善南片 5 年一遇设计暴雨遭遇善后河流域无降雨、2 年一遇设计暴雨和 5 年一遇同频率暴雨 3 种情况, 在埝子河现状河道

规模的基础上,计算车轴河治理工程实施前后的排涝情况^[3]。

2.2 一维河网水动力模型

2.2.1 河网概况

善南片、古泊善后河片流域面积分别为 1 012 km²、1 135.4 km²,其中善南片由车轴河流域(333 km²)、牛墩界圩河(286 km²)和东门五图河流域(393 km²)组成。

2.2.2 水工建筑物

涉及的水工建筑物主要有沿海挡潮闸、河网内部控制闸门,详见表 1。

2.2.4 定解条件

一维河网水动力数学模型的定解条件包括初始条件和边界条件。

初始条件:河网初始水位为 1.8 m,所有闸门处于全关状态。

边界条件包括上游边界、下游边界和内部边界。

上游边界:河道上游端点处为盲端,即闭边界。

下游边界:选取燕尾港 2 年一遇的典型潮型作为五灌河及埭子河河口边界。

内部边界:计算中模型内部边界主要为流域汇

表 1 水工建筑物概况

闸名	所在河道	里程/m	孔数	单孔净宽/m	闸底板高程/m	备注
善后新闸	古泊善后河	77 250	10	10	-3	沿海挡潮排涝闸门
车轴河闸	车轴河	33 500	7	6	-2.33	
图西闸	图西闸引河	200	3	9	-2	
五图闸	东门五图河	46 900	10	2.5	-2	
燕尾闸	燕尾闸引河	1 000	6	6	-2	
五灌河闸	五灌河	15 400	5	10	-3	
四圩闸	四圩河	500	3	8	-2	区域内部闸门
小湾闸	车轴河南支	650	1	6	-2	
同兴闸	车轴河	13 400	6	6	-1.4	善南片控制闸门
界圩闸	牛墩界圩河	12 800	3	6	-1.2	
东门闸	东门五图河	13 300	6	3	-1	
车轴河节制闸	车轴河	1 065	2	10	-1	
东门河节制闸	东门五图河	1 943	2	10	-1	
界圩河节制闸	牛墩界圩河	534	2	10	-1	

2.2.3 工程调度规则

区域内沿海排涝闸根据河网水位控制,其中善南片按照 1.5 m 控制,善后河原则上按照 1.8 m 控制,当善后河洪水较小时,善后河闸按照在确保河道排涝安全的前提下实行控泄,兼顾车轴河闸排水。当河网水位超过控制水位,趁低潮开闸排涝,低于控制水位时关闸挡潮^[4]。区域内部闸门基本调度规则为:在汛期全开。

流。根据水文计算成果,将各河道设计洪水在相应位置处加入模型中,汇流方式采用沿程均匀入流。

2.2.5 糙率

结合区域骨干河道历年治理采用的设计糙率,模型计算已治理河道糙率为:泓道 0.0225,滩面 0.03;未治理河道糙率为:泓道 0.0275,滩面 0.035。

2.2.6 干沟和支沟

模型中考虑了干河、主要干沟,将其它干沟、支沟按照各片区对应水面率分别概化在相应的河段,

在计算中考虑其对涝水的调蓄作用。

2.3 计算成果

2.3.1 善南片与善后河流域遭遇同频率 5 年一遇暴雨工况

善南片与善后河流域遭遇同频率 5 年一遇暴雨工况(工况 1),治理工程实施前后车轴河排涝水位成果见表 2,车轴河闸最大下泄流量、开闸时间、总排水量统计见表 3。

2.3.2 善南片 5 年一遇暴雨遭遇善后河流域 2 年一遇暴雨工况

善南片 5 年一遇暴雨遭遇善后河流域 2 年一遇暴雨工况(工况 2),治理工程实施前后车轴河排涝水位成果见表 4,车轴河闸最大下泄流量、开闸时间、总排水量统计见表 5。

根据表 4、表 5 可知,善南片 5 年一遇暴雨遭遇善后河流域 2 年一遇暴雨工况时,车轴河治理工程

表 2 治理前后车轴河排涝水位(工况 1)

河道名称	节点	最高水位/m		排涝控制水位/m
		本工程治理前	本工程治理后	
车轴河	盐河口	3.32	3.30	3.0
	大新河	3.04	3.03	2.5
	小湾闸	2.96	2.95	2.02
	车轴河闸上	2.97	2.96	

表 3 治理前后车轴河闸下泄、四圩河闸泄流参数(工况 1)

水闸名称	工程治理前			工程治理后		
	最大下泄流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	总排水量/ 万 m^3	开闸时间/ h	最大下泄流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	总排水量/ 万 m^3	开闸时间/ h
车轴河闸	46.1	16	1.83	68.9	26	2.17

根据表 2、表 3 可知,善南片与善后河流域遭遇同频率 5 年一遇暴雨工况时,车轴河流域排水口门车轴河闸受善后河高水影响,基本无法排水,开闸时间约 2 h,排水量约占车轴河流域总排水量 1%,车轴河流域涝水主要依托四圩河排水。车轴河流域受善后河高水影响,车轴河闸无法有效发挥排涝功能。在此工况下,车轴河治理工程实施前后车轴河流域排涝水位均高于排涝控制水位。

车轴河治理工程实施后,车轴河下段北支河道规模增大,糙率减小,过流能力增强,在车轴河开闸期间,排水量(26 万 m^3)较工程实施前(16 万 m^3)增加 10 万 m^3 ;同时,车轴河沿线各控制点排涝水位(小湾闸 2.95 m 、大新河 3.03 m 、盐河口 3.30 m)较实施前(小湾闸 2.96 m 、大新河 3.04 m 、盐河口 3.32 m)降低 $0.01 \sim 0.02 \text{ m}$ 。治理工程实施后在善南片与善后河流域遭遇同频率 5 年一遇暴雨工况时有一定的排涝效益。

实施后,车轴河流域排水口门车轴河闸开闸时间和实施前相同,最大下泄流量($124.8 \text{ m}^3/\text{s}$)较实施前($89.8 \text{ m}^3/\text{s}$)增加 $35 \text{ m}^3/\text{s}$,排水量(1318 万 m^3)较实施前(980 万 m^3)增加 338 万 m^3 。同时,在此工况下车轴河治理工程实施前车轴河流域各控制点排涝水位(小湾闸 2.18 m 、大新河 2.63 m 、盐河口 3.03 m)分别高于排涝控制水位(小湾闸 2.02 m 、大新河 2.5 m 、盐河口 3.0 m) 0.16 m 、 0.13 m 、 0.03 m ,排涝标准不足 5 年一遇;工程实施后,车轴河各控制点排涝水位(小湾闸 2.01 m 、大新河 2.47 m 、盐河口 3.0 m)较实施前降低了 $0.16 \sim 0.18 \text{ m}$,且均低于排涝控制水位,排涝标准满足 5 年一遇。

因此,在埭子口现状规模条件下,善南片 5 年一遇暴雨遭遇善后河流域 2 年一遇暴雨时,车轴河闸排水受古泊善后河影响较小,车轴河闸排涝效果明显,车轴河现状排涝不足 5 年一遇排涝标准的主要问题为上段及下段河道排涝能力不足;车轴河治理工程实施后,扩挖车轴河下段及上段,车轴河流

域由不足 5 年一遇排涝标准提升到满足 5 年一遇排涝标准。

2.3.3 善南片 5 年一遇暴雨遭遇善后河无降雨工况

善南片 5 年一遇暴雨遭遇善后河无降雨工况(工况 3),治理工程前后车轴河排涝水位成果见表 6,车轴河闸最大下泄流量、开闸时间、总排水量统计见表 7。

根据表 6、表 7 可知,善南片 5 年一遇暴雨遭遇善后河流域无降雨工况时,车轴河闸排水不受善后河流域行洪影响,车轴河治理工程实施后,车轴河

流域排水口门车轴河闸开闸时间和实施前相同,最大下泄流量($208.1\text{ m}^3/\text{s}$)较实施前($165.4\text{ m}^3/\text{s}$)增加 $42.7\text{ m}^3/\text{s}$,排水量($1\,352\text{ 万 m}^3$)较实施前($1\,030\text{ 万 m}^3$)增加 332 万 m^3 。同时,在此工况下车轴河治理工程实施前车轴河流域各控制点排涝水位(小湾闸 2.12 m 、大新河 2.59 m 、盐河口 3.01 m)分别高于排涝控制水位(小湾闸 2.02 m 、大新河 2.5 m 、盐河口 3.0 m) 0.01 m 、 0.09 m 、 0.1 m ,排涝标准不足 5 年一遇;工程实施后,车轴河各控制点排涝水位(小湾闸 1.99 m 、大新河 2.45 m 、盐河口

表 4 治理前后车轴河排涝水位(工况 2)

河道名称	节点	最高水位/m		排涝控制水位/m
		本工程治理前	本工程治理后	
车轴河	盐河口	3.03	2.82	3.0
	大新河	2.63	2.47	2.5
	小湾闸	2.18	2.01	2.02
	车轴河闸上	2.17	1.99	

表 5 治理前后车轴河闸下泄、四圩河闸泄流参数(工况 2)

水闸名称	工程治理前			工程治理后		
	最大下泄流量/ ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)	总排水量/ 万 m^3	开闸时间/ h	最大下泄流量/ ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)	总排水量/ 万 m^3	开闸时间/ h
车轴河闸	89.8	980	56.33	124.8	1 318	56.33

表 6 治理前后车轴河排涝水位(工况 3)

河道名称	节点	最高水位/m		排涝控制水位/m
		本工程治理前	本工程治理后	
车轴河	盐河口	3.01	2.79	3.0
	大新河	2.59	2.45	2.5
	小湾闸	2.12	1.99	2.02
	车轴河闸上	2.09	1.97	

表 7 治理前后车轴河闸下泄、四圩河闸泄流参数(工况 3)

水闸名称	工程治理前			工程治理后		
	最大下泄流量/ ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)	总排水量/ 万 m^3	开闸时间/ h	最大下泄流量/ ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)	总排水量/ 万 m^3	开闸时间/ h
车轴河闸	165.4	1 030	70	208.1	1 352	70

2.79 m)较实施前降低了0.02~0.16 m,且均低于排涝控制水位,排涝标准满足5年一遇。

因此,在埭子口现状规模条件下,善南片5年一遇暴雨遭遇善后河流域无降雨时,车轴河闸排水不受善后河流域行洪影响,由于车轴河现状薄弱环节上段及下段河道排涝能力不足,车轴河流域不足5年一遇。车轴河治理工程实施后,扩挖车轴河下段及上段,车轴河流域排涝标准满足5年一遇。

3 结 论

(1)善南片与古泊善后河均位于沂北地区,两者流域相邻,根据实测日降雨系列分析,善南片与善后河流域年最大3 d降水量发生时间多数年份不一致,在善南片发生一定频率的最大3 d降雨的情况下,善后河流域同期降雨频率具有一定的随机性且发生低于该频率的降雨可能性较大。

(2)在埭子口现状规模条件下,善南片与善后河流域遭遇同频率5年一遇暴雨工况时,车轴河流域主要受善后河高水影响,车轴河闸开闸时间及排水量均较少,车轴河流域涝水主要依托四圩河排水。在此工况下,治理工程实施后车轴河流域各控

制点排涝水位高于排涝控制水位,但较实施前有所减低,有一定的排涝效益。

(3)在埭子口现状规模条件下,善南片5年一遇暴雨遭遇善后河流域2年一遇及以下暴雨时,车轴河闸排涝受古泊善后河高水影响较小,车轴河流域现状排涝标准不足5年一遇主要是受自身现状排涝能力不足的影响。车轴河治理工程实施后,通过扩挖车轴河下段及上段,增强河道过流能力,车轴河流域各控制点排涝水位均低于排涝控制水位,车轴河流域满足5年一遇排涝标准。

参考文献:

- [1] 杜宝义,孔艳,相入兴. 善后新闸控制运行水位优化调整分析[J]. 水利建设与管理, 2020(1):60-64.
- [2] 杨万红,颜秉龙,杨晨霞,杜宝义. 江苏省沂北地区善后河闸控制运行水位分析[J]. 中国水运, 2019(12):146-147.
- [3] 杨万红,杨晨霞,王蔚,王凯,曹命凯. 埭子口水利治理方案研究[J]. 水利发展研究, 2019(4):58-61.
- [4] 连云港市水利规划设计院有限公司. 灌云县车轴河中段治理工程初步设计报告[R]. 连云港:连云港市水利规划设计院有限公司, 2019.
- [7] 肖前慧. 冻融环境多因素耦合作用混凝土结构耐久性研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2010.
- [8] 水电部水工混凝土耐久性调查组. 全国水工混凝土建筑物耐久性病害调查报告[R]. 北京:水利水电科学研究所, 1987.
- [9] PAPADAKIS V G, VAYENAS C G, FARDIS M N. Physical and chemical characteristics affecting the durability of concrete [J]. ACI Materials Journal, 1991, 8(2):186-196.
- [10] 牛荻涛,李春晖,宋华. 复掺矿物掺合料混凝土碳化深度预测模型[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2010, 42(4):464-467.
- [11] 李金玉,彭小平,邓正刚,等. 混凝土抗冻性的量化设计[J]. 混凝土, 2000(12):61-65.
- [12] 武海荣,金伟良,延永东,等. 混凝土冻融环境区划与抗冻性寿命预测[J]. 浙江大学学报(工学版), 2012, 46(4):80-87.
- [13] 《港口工程结构可靠度设计统一标准》编制组. 港口工程结构可靠度[R]. 北京:人民交通出版社, 1992.
- [14] 牛荻涛,石玉钗,雷怡生. 混凝土碳化的概率模型及碳化可靠性分析[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 1995, 27(3):252-256.
- [15] 李田,刘西拉. 砼结构的耐久性设计[J]. 土木工程学报, 1994, 27(2):47-55.

(上接第22页)