

济南城市防洪现状及对策分析^{*}

贾超, 李术才, 曹升乐, 左文君

(山东大学 土建与水利学院, 山东 济南 250061)

摘要: 2007年7月18日突然袭击的特大暴雨洪水, 给济南市带来特大灾害。分析了造成济南“7.18”洪水的一些原因, 论述了目前济南城市防洪的现状, 提出了可能采取的应对济南城市防洪问题的一些对策, 包括工程及非工程方面的措施。

关键词: 济南; 城市防洪; “7.18”洪水; 对策; 工程措施; 非工程措施

中图分类号: X43; P333.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2009)01-0031-04

1 济南2007“7.18”城市洪水概况

受北方冷空气和强盛的西南暖湿气流共同影响, 自2007年7月18日15:10, 济南市自北向南发生了一次强降雨过程, 多数地区普降特大暴雨。截至19日02时, 降雨基本结束。到19日06时, 整个降雨过程全市平均降雨82.3 mm, 其中市区142.2 mm, 全市超过100 mm的降雨点多达40个。这次超常降雨有3个特点: ①历时短、强度高, 强降雨自18日17:20开始, 21时左右出现减弱, 3个多小时, 市区平均降雨达到134 mm, 其中, 1 h最大降雨量达到151 mm, 2 h最大降雨量达到167.5 mm, 3 h最大降雨量达到180 mm, 是济南市有气象记录以来时段降雨历史最大值; ②市区降雨集中, 本次特大降雨过程覆盖了全市各个县(市)区, 暴雨中心在市区, 暴雨梯度从市中心向外逐渐递减, 但梯度不大, 市区范围内雨量分布相对均匀; ③暴雨频率比较稀遇, 根据济南水文局黄台水文站实测资料统计分析, 市区水文站1 h最大降雨量重现期为百年一遇。国家防总有关专家认为, 济南这场特大暴雨是类似山洪的街道洪水。

突然袭击的特大暴雨洪水, 给济南市带来特大灾害, 受灾群众约33.3万人, 倒塌损坏房屋1, 805间; 市区内受损车辆802辆; 毁坏市区道路1.4万m², 冲失井盖500多套; 农田被淹

0.143万hm²; 先后造成26条线路停电, 140多家工商企业进水受淹, 其中银座购物广场进水深达1.5 m。全市直接经济损失12.3亿元。

分析造成这次重大城市洪灾的原因主要有以下几点: ①超常的降水强度, 1 h最大降雨量151 mm, 理论发生概率为200年一遇, 2 h最大降雨量167.5 mm, 3 h最大降水量180 mm, 均是有气象记录以来历史最大值; ②济南特殊的地形环境, 南高北低, 南北最大高差132 m; ③有限的泄洪能力, 小清河是城区唯一外排河道, 坡降平缓, 河道狭窄, 行洪能力低; ④特定的发生时段, 暴雨时正值下班交通高峰, 车流人流密集, 这也是造成损失大的原因之一。

虽然在政府和群众的努力下, 很快恢复了正常的经济、社会秩序, 使损失降到最低, 但极端的天天气灾害警示我们, 要把城市抗洪及预防城市水灾害工作提上重要日程, 尽早采取措施, 建立灾害预防和预警机制, 做到未雨绸缪。并且水灾损失的增长与经济发展密切相关, 随着济南城市经济建设的快速发展, 这一损失也较以往大, 因此大力加强济南城市防汛工作是十分必要和迫切的。

2 济南市城市防洪现状

目前, 小清河是济南城区唯一外排河道, 如图1所示。小清河坡降平缓, 河道狭窄, 行洪能力低, 目前市区段防洪能力为20年一遇, 不能满足

^{*} 收稿日期: 2008-06-25

基金项目: 济南市政府资助项目(31410011430800)

作者简介: 贾超(1976-), 男, 江苏徐州人, 博士(后), 副教授, 硕士生导师, 主要从事水利工程风险分析方面的研究工作。

E-mail: jiachao@sdu.edu.cn

防洪要求。主城区其他河道防洪标准为 20 年一遇，过水断面小，排水能力低，下游河道阻水严重，造成河水漫溢，形成内涝。城区雨水管网系统不

完善，标准低、断面小、管道老化严重，重现期仅为 1~2 年。城市排洪能力不够是目前济南市城市防洪的薄弱环节。

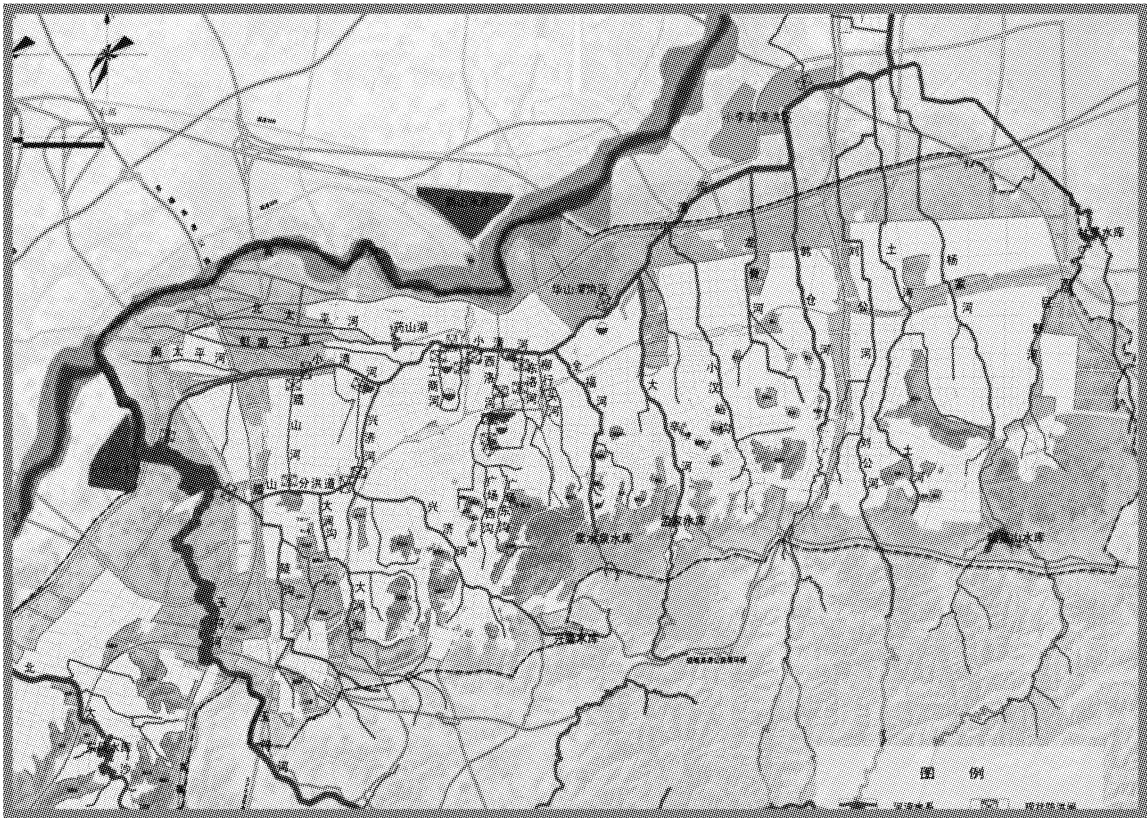


图1 济南市水系图

3 济南城市洪水特点

济南市区南靠群山，北临黄河，地势南高北低，北面的黄河是地上河，防洪大坝高出市区 20 m 多，大致呈朝东开口的浅盆地地形。由于济南市独特的地形、地貌、气候等特点(图 2)，城市洪水有着不同于其他城市洪水的特点。

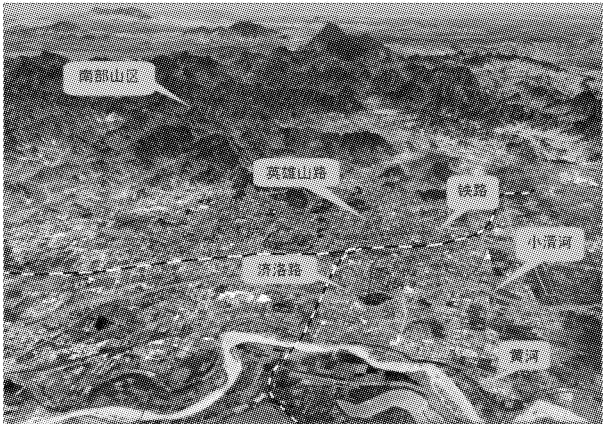


图2 济南市城市地形地貌三维立体图

年内洪水高度集中在汛期，汛期降水占全年降水的 70%~80%。汛期中降水又高度集中，常集中在几场大暴雨中。暴雨强度大，一般历史较短。且暴雨中心常由西到东。

洪水陡涨陡落，洪水历史短，源短流急。发生大暴雨时，洪峰常在 2~3 h 内发生，一般暴雨峰现时间也只有 4~5 h。

流域面积小(小清河黄台桥之上流域面积 323 km³)，汇流历史短(预见期短)，为了要提前做好防洪准备，要求的预报精度相当高，难度相当大。

城市下垫面条件特殊，属于半山区性城市，不同于一般的平原城市，特别是市区从南向北，比降大，例如从旅游路到小清河段，长度 7.5 km，高差达到了 132 m；舜耕路从二环南路到经七路，长度 5.3 km，高差达到 105 m；英雄山路从二环南路至北园大街，长度 10 km，高差达到 95 m，因此暴雨后洪水流速很快。也不同于纯山区城市(例如重庆等)，一般而言山区城市都有一个较好的排洪途径，不易产生涝灾。而济南市的排洪出路只有

一条,即小清河。且由于小清河(平原河流,城区部分河道比降大约为 $1/8000$,治理前河宽只有 50 m 左右,治理后主河槽道宽 $80\sim 90\text{ m}$)泄洪能力非常有限,发生大暴雨后城市北部由于洪水排泄不畅,常发生涝灾。治理后河道的下泄能力将会有一定改善。但由于长年蓄水,特别是汛期蓄水,对防洪将会产生一定影响,如果调度不科学、合理,将会产生更大的灾害。因此,小清河景观河道运行后,汛期洪水的调度问题将变得更为复杂。

4 济南城市防洪的对策

针对济南城市的洪水特点,提出如下防洪对策。

4.1 工程措施

在工程措施方面,济南市可开展并已开展如下工程。

(1) 腊山分洪道工程

腊山分洪工程是拦截济南市区西南部兴济河、大涧沟、陡沟的 159.5 km^2 的山区洪水进入玉符河,再入黄河,其截水面积占小清河大辛河口以上流域面积的 36% 。腊山分洪道可减轻市区洪水威胁及小清河干流洪水压力,是一项跨流域防洪工程,是小清河防洪工程的重要组成部分。

分洪道自兴济河铁路桥开始,向西经腊山湖入玉符河,全长 7.85 km ,包括河道扩挖、两岸护砌、堤防建设、新建、改建建筑物 28 座。

(2) 小清河干流综合治理

根据前期可行性研究报告的成果,小清河干流综合治理水利部分的主要工程内容是上游扩挖和下游切滩。

扩挖方案为:对睦里闸至孟家闸长 31 km 河道扩挖,其中,京福高速至兴济河口段底宽为 50 m ;兴济河口至北太平河口段底宽为 60 m ;北太平河口至全福河口段底宽为 70 m ;全福河口至孟家闸段底宽为 90 m 。河道扩挖包括两岸护砌、景观绿化、配套建筑物等工程内容。

下游河道切滩:为加快洪水下泄,降低市区洪水位,减少干流对支流顶托,需对孟家闸至柴庄闸的河段进行切滩,子槽底宽由 30 m 增加至 100 m 。

(3) 小李家洼滞洪区建设

小清河综合治理后防洪标准提高,而下游河道仅能达到 20 年一遇,导致上下游河道泄洪能力无法衔接,为保证下游防洪安全及减轻对上游洪

水造成的顶托,需建设滞洪区临时滞蓄,错峰下泄。经多方案比选,确定建设小李家洼滞洪区。

小李家洼滞洪区位于历城区姚墙镇西南、小清河北岸、荷花路与小清河之间,西临下华山洼,地面高程在 $20.5\sim 22.2\text{ m}$ 之间,占地面积约 12 km^2 ,现状为自然洼地,主要种植莲藕、水稻等,是济南市历城区著名的万亩荷花园。滞洪区需新建围堤 15 km ,分洪流量 $383\text{ m}^3/\text{s}$ 可滞蓄洪水 963 万 m^3 ,工程投资约 0.77 亿元。

(4) 启动南部山区截洪工程规划研究

启动南部山区截洪工程规划,减轻主城区防洪压力。同时,实施市区河道改造提升工程。疏理穿越主城区的六大河系,改造阻水的铁路、道路桥涵、狭窄断面,拓宽严重影响泄洪的支流河段,拆除阻水的河道篷盖建筑。

相信通过以上工程措施的处理可有效提高济南城市防汛能力。

4.2 非工程措施

与工程措施同步的还应开展非工程措施来提升济南城市防汛能力。非工程措施可以有效地减小洪水灾害在经济、社会和政策方面的风险损失,是花费小,效果显著的减小风险的措施。

目前,济南市政府高度重视济南城市防汛预警平台建设,该平台在大量收集基础数据的基础上,通过理论研究、试验研究、数值仿真,建立济南市地表高程和排洪系统数据库,建立洪水预报模型、积水预测模型、风险预测模型、洪水减灾避灾调度模型,建成济南市防汛减灾决策系统。可以预报不同雨情条件下的洪水的分布、流向、潜在风险,实现科学的灾情预警、预报,为济南市防洪决策提供技术支持和决策平台,最大限度地减少灾害损失。通过该平台可以显示不同降雨强度、降雨时间下,洪水在地表、市区内河道及城市排水管网内的流动状况,包括洪水流速、流向、积水深度。暴雨发生时,可以将暴雨强度和预计持续时间输入计算机,决策者可以几分钟内在办公室通过多媒体终端看到市区内任何地方暴雨情况,为防灾减灾预警决策提供及时有效的依据。该平台实现的主要技术路线如图 3 所示,相信该平台的建成可为济南城市防汛预警提供强有力的技术保障。

5 结论

讨论了济南市 2007“7.18”洪水的情况,给出

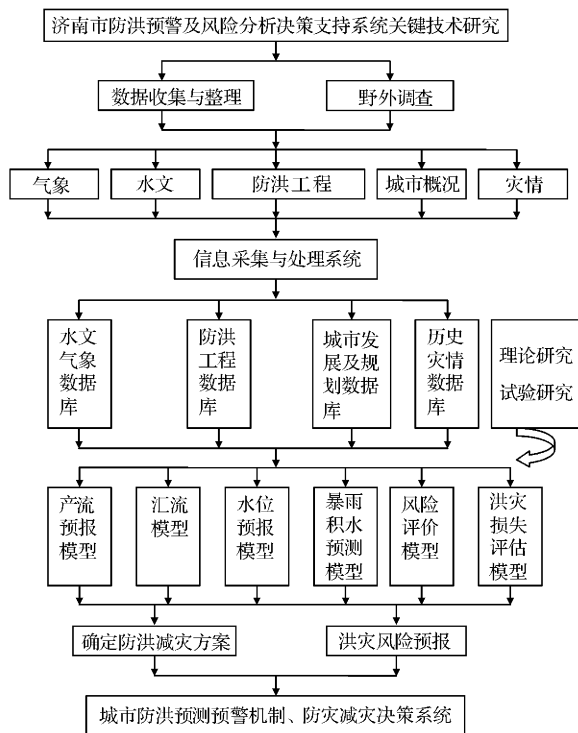


图3 济南城市防汛预警决策支持系统技术路线图

了发生“7.18”洪水的一些原因及开展城市防洪预警决策研究的重要性和必要性。分析了济南城市防洪的现状及洪水发生特点,提出济南城市防洪可能采取的一些对策——分别从工程措施及非工程

措施方面进行了论述。

参考文献:

- [1] 刘秋锋, 赵健, 康慕谊. 济南市城市扩展与城市暴雨洪灾[J]. 灾害学, 2005, 20(4): 39-42.
- [2] 刘俊, 郭亮辉, 张建涛, 等. 宁波市城市防洪能力分析与评价[J]. 灾害学, 2006, 21(4): 50-53.
- [3] 郭雪梅, 任国玉, 郭玉喜, 等. 我国城市内涝灾害的影响因子及气象服务对策[J]. 灾害学, 2008, 23(2): 46-49.
- [4] N. W. T. Quinn, W. M. Hanna. A decision support system for adaptive real-time management of seasonal wetlands in California[J]. Environmental Modelling & Software, 2003, (18): 503-511.
- [5] S. Y. Park, K. W. Lee, I. H. Park, S. R. Ha. Effect of the aggregation level of surface runoff fields and sewer network for a SWMM simulation[J]. Desalination, 2008, (226): 328-337.
- [6] A. H. Elliott. Model for preliminary catchment scale planning of urban storm water quality controls[J]. Journal of Environmental Management, 1998, (52): 273-288.
- [7] 汪颖. 北京市防洪决策支持系统简述[J]. 北京水利, 1999, (3): 41-42.
- [8] 张波, 陈晓平, 卢剑涛. 防洪决策支持系统的研究[J]. 河北水利水电技术, 2004, (1): 31-34.
- [9] 刘俊, 徐向阳. 江苏省城市防汛决策支持系统研究[J]. 灾害学, 2002, 17(4): 11-15.

Analysis on Situation and Strategy of Urban Flood Control in Jinan

Jia Chao, Li Shucui, Cao Shengle and Zuo Wenjun

(School of Civil Engineering of Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: A sudden torrential rain storm and flood on July 18, 2007 brought about great disasters to Jinan. The causes of this flood are analyzed and the status of flood control in Jinan is dissertated. Then the some possible strategies, including engineering and non-engineering measures, for urban flood control in Jinan are presented.

Key words: Jinan; urban flood control; 7.18 flood; strategy; engineering measures; non-engineering measures