

南京市江北新区极端暴雨内涝风险分析与 应急避险策略研究

游振州¹, 程 功¹, 果利娟¹, 王 刚¹, 陈明霞¹, 章良禹²

(1. 南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210000; 2. 南水北调东线江苏水源有限责任公司, 江苏 南京 210019)

摘 要: 随着全球气候变化与城市化进程加速, 城市内涝风险日益严峻。针对南京市江北新区的研究显示, 在类似“郑州7·20”级别的极端暴雨情景下, 新区主城区内涝淹没范围可达193.49 km², 其中19.44%为水深超过1.0 m的极高风险区域。识别出36个高风险居民小区, 约1.52万人面临威胁。据此提出以“先人员后财产、先老弱后一般”为原则的应急转移方案, 并构建了包含组织指挥、避险转移和应急保障的综合应对体系, 为提升城市防灾韧性提供有效支撑。

关键词: 极端暴雨; 城市内涝; 风险分析; 应急避险; 江北新区

中图分类号: TU998.4

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2026)08-0217-06

Analysis on Waterlogging Risk by Extreme Rainstorm and Research on Emergency Avoidance Strategies in Jiangbei New Area, Nanjing City

YOU Zhenzhou¹, CHENG Gong¹, GUO Lijuan¹, WANG Gang¹, CHEN Mingxia¹, ZHANG Liangyu²

(1. Nanjing Water Conservancy Planning and Design Institute Co., Ltd., Nanjing 210000, China; 2. Jiangsu Water Source Co., Ltd., of South-to-North Water Diversion Eastern Route Project, Nanjing 210019, China)

Abstract: With the acceleration of global climate change and urbanization, the risk of urban waterlogging has become increasingly severe. Research on Jiangbei New Area of Nanjing City shows that under the extreme rainstorm scenario similar to the “Zhengzhou 7·20” event, the waterlogging inundation area in the main urban area of the new area can reach 193.49 km², in which 19.44% is an extremely high-risk area with water depth exceeding 1.0 m. 36 high-risk residential communities are identified, and approximately 15200 people are at risk. Based on this, an emergency relocation scheme is proposed, adhering to the principle of “prioritizing people over property and prioritizing the elderly, weak and vulnerable over the general population”. And a comprehensive response system covering organizational command, evasion and relocation, and emergency support is constructed, providing effective support for improving the disaster prevention resilience of the city.

Keywords: extreme rainstorm; urban waterlogging; risk analysis; emergency evasion; Jiangbei New Area

0 引 言

(1) 研究背景

全球气候变暖背景下, 极端暴雨事件频发, 城市内涝已成为制约城市化发展的突出灾害问题^[1-2]。南京江北新区作为国家级新区, 地处长江下游, 属亚热带季风气候, 雨量充沛且时空分布不均, 汛期强降雨与长江洪水顶托叠加, 极易引发严重内涝灾害, 威胁人民生命和财产安全, 影响城市正常运转。《省防

汛抗旱指挥部办公室关于进一步做好汛前准备工作的通知》(苏防办〔2023〕4号)明确要求各地依据《城市极端暴雨防范应急预案参考大纲》编制专项预案, 强化预警响应衔接与人员转移保障。在此背景下, 构建适配江北新区的极端暴雨防范应对体系, 具有迫切的现实需求与实践意义。

(2) 研究范围与核心概念界定

本文研究范围聚焦江北新区顶山街道、泰山街道、沿江街道、研创园和中央商务区, 总面积74.46 km² (见图1)。结合新区气候特征, 界定极端暴雨标准为1 h降雨超100 mm、6 h降雨超200 mm或24 h降雨超250 mm^[3]。研究核心围绕该区域极端暴雨引发的内

收稿日期: 2025-12-03

作者简介: 游振州(1993—), 男, 硕士, 工程师, 从事水利规划设计工作。

涝灾害,构建涵盖风险评估、预警响应、应急处置、后期保障的全流程应对体系。

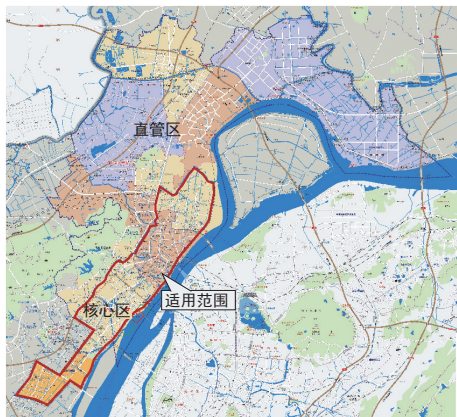


图1 城市极端暴雨适用范围

(3) 研究方法与技术路线

本文采用实地调研、数值模拟与系统分析相结合的方法。通过梳理新区自然地理、水系分布及排涝设施现状,构建圩区河网模型,模拟不同暴雨工况下的淹没风险;结合应急管理理论,构建“组织—预警—响应—保障”四维应对体系。技术路线为:明确研究背景与标准→分析区域内涝风险特征→构建应急组织体系→制定分级响应与转移方案→完善保障措施→总结优化。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域概况

1.1.1 自然地理与气象水文特征

江北新区位于南京市长江以北,东北与六合区龙池、雄州、龙袍街道相邻,西与浦口区永宁街道、江浦街道接壤,南隔江与鼓楼、栖霞区相望。下辖沿江、泰山、盘城、顶山、大厂、长芦、葛塘共7个街道,总面积386.25 km²。研究区域地处新区西南部,邻近长江,地势低平,下辖团结圩、城东圩、九袱洲圩及桥北4个主要排涝区^[4]。区域属亚热带季风气候,年均降雨量1 102.7 mm,丰水年达1 746.2 mm,降雨量集中在汛期;年雷暴雨日数28 d,极端暴雨事件呈现强度大、历时短、突发性强的特征。特殊的地理位置使区域同时面临本地强降雨内涝与长江洪水顶托的双重风险。

1.1.2 水系与排涝体系现状

研究区域属长江及通江小流域水系,涉及长江、城南河、七里河等主要河道,团结圩、城东圩、九袱洲圩及桥北4个排涝区共有排涝河道61条,总面积74.46 km²,水面率2.58%~4.53%。排涝体系以“管网

收集—内河调蓄—泵站抽排”为主,现有泵站34座,总排涝流量500.4 m³/s,排涝模数4.04~5.54 m³/(s·km²)。本研究区域的防洪排涝体系由“雨水排水”和“区域排涝”两个子系统构成,但设计标准有所不同:雨水管渠排水系统负责及时排除地表径流,设计标准为:中心城区采用5年一遇的短历时降雨强度,重要地区采用5~10年一遇。区域综合防涝系统由河道、调蓄区、排涝泵站和堤防共同构成,设计标准为^[5]:能够应对50年一遇的长历时暴雨及相应外河水位,确保区域整体安全。现状评估发现,部分雨水管网和排涝泵站的实际能力未达到各自系统的设计要求,是未来需要提升的薄弱环节。

1.1.3 内涝风险因素识别

结合新区雨洪特性与排涝现状,内涝风险主要源于三方面:

一是极端强降雨频发,短时雨强超管网承载能力,2020—2024年多次降雨已暴露多处积淹水点。

二是山洪汇流迅速,区域紧靠老山,暴雨后洪水源短流急,洪水位涨幅大。

三是工程设施薄弱,部分区域排水系统不完善、雨污分流不彻底,老旧泵站排涝能力不足,加剧内涝风险。

1.2 风险分析方法

基于区域水系与泵站布局,建立圩区MIKE河网模型^[6-7],结合地面高程数据与历史积淹情况,模拟不同暴雨情景下的淹没水深、范围与演进过程^[8]。模型经率定验证,水位误差小于20 cm,积水点吻合度超80%。设定5种暴雨工况:1 h 100 mm、6 h 200 mm、24 h 250 mm、24 h 300 mm及“郑州7·20”暴雨(24 h 645 mm)^[9]。依据淹没水深对人员安全的威胁程度,划分低风险(0.15~0.3 m)、中风险(0.3~0.6 m)、高风险(0.6~1.0 m)、极高风险(>1.0 m)四个等级。

2 风险分析结果

2.1 淹没范围与深度

模拟结果显示,内涝风险随降雨强度增大呈显著上升趋势:1 h 100 mm暴雨工况下,总淹没面积5.62 km²,占研究区域的7.56%,极高风险区域仅0.21 km²;24 h 250 mm暴雨工况下,总淹没面积增至10.06 km²,占比13.51%,极高风险区域达1.62 km²;“郑州7·20”暴雨工况下,总淹没面积达20.01 km²,占比26.87%,极高风险区域3.89 km²,涉及36个居民小区,受影响人口约1.52万人。从空间分布看,泰山

街道与中央商务区是风险核心区域,顶山街道极高
风险占比最高,沿江街道与研创园风险相对较低。

具体分析结果如下:

当发生 1 h 100 mm 暴雨时,江北新区总淹没面
积 5.63 km²,占比 7.56%。其中,2.99 km²淹没深度
0.15~0.3 m,1.90 km²淹没深度 0.3~0.6 m,0.51 km²淹
没深度 0.6~1.0 m,0.23 km²淹没深度大于 1.0 m。

当发生 6 h 200 mm 暴雨时,江北新区总淹没面
积 8.90 km²,占比 11.95%。其中,3.43 km²淹没深度
0.15~0.3 m,3.25 km²淹没深度 0.3~0.6 m,1.57 km²淹
没深度 0.6~1.0 m,0.65 km²淹没深度大于 1.0 m。

当发生 24 h 250 mm 暴雨时,江北新区总淹没面

积 10.06 km²,占比 13.51%。其中,3.03 km²淹没深度
0.15~0.3 m,2.96 km²淹没深度 0.3~0.6 m,2.45 km²淹
没深度 0.6~1.0 m,1.62 km²淹没深度大于 1.0 m。

当发生 24 h 300 mm 暴雨时,江北新区总淹没面
积 11.30 km²,占比 15.17%。其中,3.79 km²淹没深度
0.15~0.3 m,3.38 km²淹没深度 0.3~0.6 m,2.25 km²淹
没深度 0.6~1.0 m,1.88 km²淹没深度大于 1.0 m。

当发生“郑州 7.20”暴雨时,江北新区总淹没面
积 20.01 km²,占比 26.87%。其中,6.62 km²淹没深度
0.15~0.3 m,5.02 km²淹没深度 0.3~0.6 m,4.48 km²淹
没深度 0.6~1.0 m,3.89 km²淹没深度大于 1.0 m。

风险分析计算成果如表 1、图 2 所示。

表 1 不同暴雨情景下内涝风险统计

编号	方案	区域	总淹没面积/ km ²	低风险/淹没深度	中风险/淹没深度	高风险/淹没深度	极高风险/淹没深度
				0.15~0.3 m	0.3~0.6 m	0.6~1.0 m	大于 1.0 m
				面积/km ²	面积/km ²	面积/km ²	面积/km ²
1	1 h 100 mm	主要城区	5.62	2.7	2.2	0.5	0.21
		沿江街道	0.23	0.11	0.12	0	0
		泰山街道	2.01	1.13	0.88	0	0
		顶山街道	0.91	0.33	0.36	0.19	0.03
		中央商务区	2.24	0.98	0.76	0.31	0.18
		研创园	0.24	0.16	0.08	0	0
2	6 h 200 mm	主要城区	8.9	2.97	4.16	1.19	0.58
		沿江街道	0.5	0.28	0.19	0.03	0
		泰山街道	2.93	0.74	1.77	0.4	0.02
		顶山街道	1.09	0.38	0.66	0	0.05
		中央商务区	3.68	1.23	1.31	0.64	0.5
		研创园	0.69	0.34	0.24	0.12	0
3	24 h 250 mm	主要城区	10.06	3.03	2.96	2.45	1.62
		沿江街道	1.13	0.85	0.16	0.12	0
		泰山街道	3.33	0.68	1.41	0.99	0.25
		顶山街道	1.31	0.32	0.25	0.35	0.39
		中央商务区	3.59	0.81	0.91	0.99	0.88
		研创园	0.7	0.37	0.23	0	0.1
4	24 h 300 mm	主要城区	11.3	3.11	3.14	2.92	2.13
		沿江街道	1.39	0.96	0.18	0.21	0.04
		泰山街道	3.56	0.68	1.51	1.03	0.35
		顶山街道	1.49	0.09	0.27	0.57	0.56
		中央商务区	3.97	0.91	0.91	1.12	1.03
		研创园	0.89	0.47	0.28	0	0.15
5	郑州“7·20” 24 h 雨量	主要城区	20.01	6.62	5.02	4.48	3.89
		沿江街道	4.46	2.54	0.84	0.68	0.4
		泰山街道	5.68	0.77	2.02	1.63	1.26
		顶山街道	3.1	0.81	0.66	0.78	0.85
		中央商务区	5.39	1.7	1.17	1.34	1.18
		研创园	1.38	0.8	0.33	0.05	0.2

2.2 居民小区风险

根据风险分析,本次对小区、学校、重点企业

单位进行统计。其中,对新区 41 个居民小区进行调
查,对遭遇上述 5 种工况下极端暴雨进行了风险分

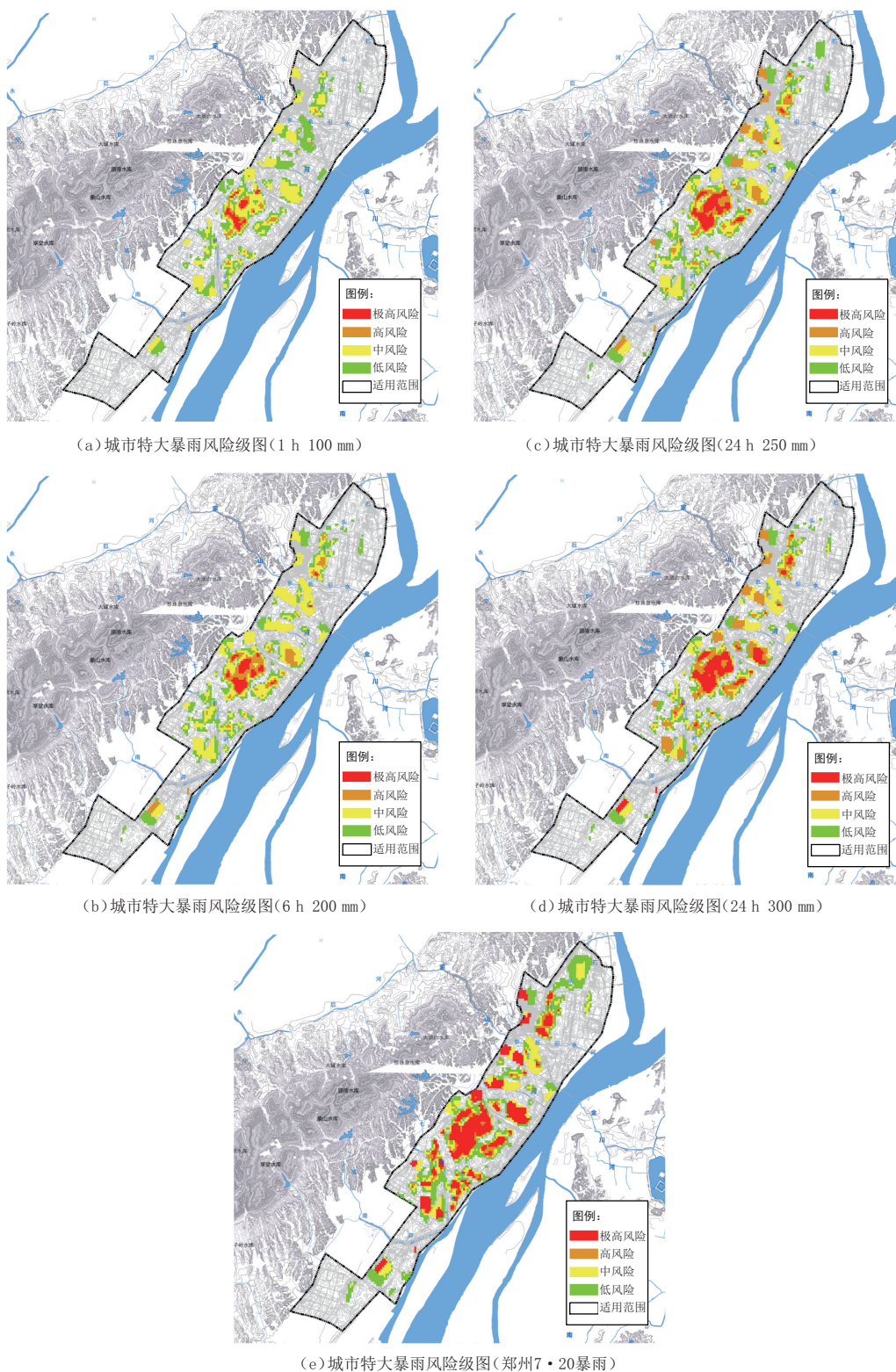


图2 不同暴雨情景下内涝风险淹没范围

析,形成了各区居民小区风险成果统计表,如表2所示。

3 应急响应与避险转移机制

3.1 组织指挥体系

由江北新区防汛抗旱指挥部(简称“防指”)统一

领导,下设综合协调、工程调度、应急救援、后勤保障等8个工作组,明确气象、水务、应急、公安、交通等部门职责,形成“区—街道—社区”三级联动体系^[10-11]。

3.2 监测预警与启动条件

气象部门负责及时提供天气预报和实时气象信

表 2 江北新区极端暴雨灾害小区淹没风险统计						
序号	区域	内涝风险				
		1 h	6 h	24 h	24 h	郑州“7·20” 24 h 雨量
		100 mm	200 mm	250 mm	300 mm	
1	沿江街道	2	2	2	2	3
2	泰山街道	8	13	16	17	20
3	顶山街道	4	5	5	6	8
4	中央商务区	3	3	4	5	7
5	研创园	2	2	2	3	3
合计		19	25	29	33	41

息,并对灾害性天气进行监测预报^[12]。

新区防汛负责人接收气象部门发布红色预警信号后,新区防指应及时提醒街道党政主要负责人和防汛责任人,相关责任人应到岗就位、及时回应、采取措施,组织传递预警信息至各社区(村)防汛责任人,确保预警信息“叫应”到位,通知到村、到户、到人^[13]。

衔接《南京江北新区防汛应急预案》,Ⅳ级、Ⅲ级

表 3 极端暴雨避险转移统计										
区域	转移情况									
	1 h 100 mm		6 h 200 mm		24 h 250 mm		24 h 300 mm		郑州 7.20 暴雨	
	小区/个	人口/人	小区/个	人口/人	小区(个)	人口/人	小区/个	人口/人	小区/个	人口/人
沿江街道	0	0	0	0	1	256	1	256	1	256
泰山街道	0	0	5	3 204	13	5 820	14	8 956	19	10 372
顶山街道	0	0	4	736	4	736	5	796	8	1 512
中央商务区	0	0	3	1 284	3	1 284	3	1 284	7	2 660
研创园	0	0	0	0	1	384	1	384	1	384
小计	0	0	12	5 224	22	8 480	24	11 676	36	15 184

3.3.2 避险安置点

当发生极端暴雨时,新区局部出现严重内涝需要人员转移时,可根据实际情况,集中选择地势高、未在风险区内、非露天、距离近、容纳人口多的安置场所^[15]。根据安置点所在位置、地形等进行淹没风险分析,本次转移方案共选取 3 处安置点,分别为金汤街社区、南京国际健康城实验学校、京新小学,主要为中小学、社区,共可容纳 0.93 万人。其中,金汤街社区为集中转移安置点,其他两所学校为备用安置点。根据计算,避险安置点可容纳人数大于需转移人员数,成果如表 4 所示。

此外,各街道可组织利用辖区内可利用场所(宾馆酒店等)作为临时应急安置点。各街道可安排有条件的居民展开自救,进行自行转移,也可安排低楼层居民上楼临时安置。

3.3.3 转移路线及方式

转移遵循“先人员后财产、先老弱病残后一般人

响应时,加强高风险区域巡查;Ⅱ级响应时,做好人员转移准备;Ⅰ级响应启动后,由新区防指决定执行本预案,开展人员转移。针对重点防护对象制定专项措施:加强河道水位调度,科学开展自排与抽排;对地下空间、交通干道等易涝区域提前布防,落实防倒灌措施;保障供水、供电等生命线工程运行,立足“三断”(断路、断电、断网)情况做好应急准备。

3.3 转移安置方案

3.3.1 转移对象

建立“分级分类、应转尽转”的转移机制^[14],根据暴雨工况确定转移范围,视情对风险区内处于高风险和极高风险区域内一楼以下人员提前做好转移准备工作:1 h 100 mm 暴雨时不需进行人员转移,6 h 200 mm 暴雨时需转移 12 个小区 0.52 万人,24 h 300 mm 暴雨时需转移 24 个小区 1.17 万人,“郑州 7·20”暴雨时需转移 36 个小区 1.52 万人(其中集中转移 0.18 万人,自行转移 1.34 万人),成果如表 3 所示。

表 4 新区风险转移安置点统计					
序号	应急避难场所名称	地址	避难人数/人	类型	
1	金汤街社区	南京浦口区顶山街道点将台小区南门路 2 号金汤街	2 000	社区	
2	南京国际健康城实验学校固定应急避难场所	南连定山大街,东接浦珠路	4 400	小学	
3	京新小学	江北新区南浦路 308 号	2 880	小学	

员”原则,采取强制转移与自主转移相结合的方式。根据调查,风险区约有 1 756 人需要集中转移。由应急管理局统筹,街道组织实施,落实 4 辆专用大巴,确保 30 min 内到达集结点、3 h 内完成转移,成果如表 5 所示。

4 后期处置与保障措施

4.1 强化灾后恢复与评估

灾后重点开展两方面工作:

表5 城市极端暴雨高风险地区人口集中转移安置

序号	所属街道	小区名称	小区地址	1楼人数/人	转移路线	转移时间/min	转入安置点名称	容纳人数/人	汽车/辆
1	泰山街道	浦铁一村等	江苏省南京市浦口区浦珠北路59号	756	新马路—浦珠北路—浦厂路—江北大道快速路—锦绣路	12	金汤街社区	2 000	4
2	泰山街道	津浦新村等	江苏省南京市浦口区浦东路(浦东村)	1 000	新马路—浦珠北路—浦厂路—江北大道快速路—锦绣路	13			
合计				1 756					4

一是灾后救助,由新区管委会统筹,妥善安置受灾群众,解决临时居住、生活与医疗需求。

二是总结评估,各级防指每年对暴雨应对工作进行全面评估,征求社会意见,引进外部评价机制,查找问题并提出改进措施,完善预案体系^[16]。

4.2 筑牢应急支撑

4.2.1 组织与人员保障

健全四级组织体系,细化职责分工,建立联动机制。针对转移人员,明确应急管理、卫健、民政等部门职责,保障临时居住、饮食、医疗等基本需求,做好安置点治安维护工作^[17]。

4.2.2 物资与资金保障

构建“属地为主、分级储备”的物资体系,水务、应急等部门按定额储备排涝设备与抢险物资,重要设施配备挡水板与防汛沙袋,极端情况下前置部署移动泵车、应急发电车等装备。财政局安排专项资金,用于抢险救灾、积淹水整治与物资储备,确保资金监管到位。

4.2.3 基础保障能力建设

通信保障方面,由通信管理部门协调运营商保障通信畅通,紧急情况下启用应急通信设备。

交通保障方面,公安与建设部门建立应急绿色通道,必要时实行交通管制,征用社会车辆组建应急车队。

电力保障方面,供电部门做好调度与故障抢修,落实应急发电机组保障现场供电。

治安保障方面,公安部门严厉打击破坏防汛设施与抢险秩序的行为。

卫生保障方面,卫健部门开展灾区医疗救治与防疫消毒,防止疾病流行。

5 结论与建议

本研究通过精细化模拟揭示了江北新区在极端暴雨下面临的广泛内涝风险,识别出高风险小区与人口分布,构建了“监测—预警—转移—安置”全流程应急体系。建议未来从三方面加强应对能力^[18]:

(1)工程强化:推进积淹水点改造、泵站升级与

海绵城市建设。

(2)模型优化:提高内涝模拟精度,解决退水过程失真问题。

(3)演练与管理:定期开展转移演练,强化社区网格化动员能力。

本研究体系可为同类城市的内涝防控与应急管理提供参考。

参考文献:

[1] 王凯丰,张洪斌,力刚,等.城市洪涝韧性的研究进展及关键支撑技术综述[J].水利水电技术,2023,54(11):77-88.

[2] 邹贤菊,张春桦,宋晓猛.2018年我国城市暴雨洪涝事件调查及思考[J].水利发展研究,2019,19(8):45-50.

[3] 李子祥,杨帆,范子武,等.基于多暴雨情景的城市洪涝模拟与风险评估[J].水利水电技术(中英文),2025,56(10):84-96.

[4] 王献辉,屈晨阳,杨红卫,等.南京江北新区防洪排涝规划[R].南京:南京市水利规划设计院股份有限公司,2019.

[5] 王超,王献辉,李萍,等.南京城市防洪规划(2013—2030)[R].南京:南京市水利规划设计院股份有限公司,2015.

[6] 卓小燕,孙翔.基于MIKE模型的城市内涝风险评估与整治方案效果研究[J].水利规划与设计,2023(10):34-40.

[7] 王忠伟.基于MIKE FLOOD耦合模型的城市内涝模拟及排水系统优化[J].陕西水利,2025(6):21-24.

[8] 侯精明,王添,李东来,等.超大特大城市极端暴雨致涝过程高效模拟预测方法研究[J].中国水利,2025(18):19-28.

[9] 季平,王祥静,万颖.不同雨型下城市雨洪模拟效果分析[J].水利技术监督,2023(11):214-218.

[10] 刘家宏,梅超,刘宏伟,等.特大城市外洪内涝灾害链联防联控关键科学技术问题[J].水科学进展,2023,34(2):172-181.

[11] 王浩.建立大安全大应急框架加强城市洪涝联防联控[J].中国减灾,2023(1):18-21.

[12] 王慧敏,黄晶,刘高峰,等.大数据驱动的城市洪涝灾害风险感知与预警决策研究范式[J].预测,2022(1):35-41.

[13] 刘卫林,万一帆,刘丽娜,等.基于罗塘河溃堤洪水风险的避洪转移方案研究[J].水利规划与设计,2020(6):35-40.

[14] 林波.梅州市“6.16”特大暴雨洪水过程及山洪预警处置技术复盘分析[J].水利技术监督,2025(12):320-324.

[15] 梅超,刘家宏,王佳,等.统筹城市防洪体系和内涝治理的难点及对策探讨[J].中国水利,2025(17):22-26.

[16] 赵昱.极端暴雨天气下郑州市中心城区内涝归因分析及改善措施[J].河南科技,2025,52(12):106-109.

[17] 毕佳蕾,钱纯纯,李琛,等.长三角生态绿色一体化发展示范区洪涝治理对策研究[J].水利规划与设计,2021(11):20-24.

[18] 林发永,李学峰,丁国川,等.超大城市排涝关键技术思考与探讨[J].水利规划与设计,2022(6):12-15.