

# 韧性城市视角的城市安全与综合防灾系统

——以上海市浦东新区为例

滕五晓<sup>1</sup> 罗翔<sup>2</sup> 万蓓蕾<sup>1</sup> 毛媛媛<sup>3</sup> (1. 复旦大学 城市公共安全研究中心, 上海, 200433; 2. 上海市浦东新区规划设计研究院, 上海, 200127; 3. 苏州大学 建筑学院, 江苏 苏州, 215123)

**【摘要】**韧性城市理论在各国城市规划和管理领域已有不同程度的应用。上海市浦东新区正在规划建设全球城市的核心城区, 安全是全球城市建设的基本保障和重要目标。通过对浦东新区城市特征及面临安全问题的分析, 结合上海城市总体规划纲要, 构建了以城市综合防御体系和社会应对体系建设为核心的浦东新区城市安全与综合防灾系统框架, 在此基础上, 提出了核心安全带、强韧性城市基础设施系统和智能化社会应对体系的规划思路和建设策略。

**【关键词】**韧性城市; 城市安全; 防灾规划; 智慧系统; 浦东新区

**【中图分类号】**TU984.116 **【文献标识码】**A

## 0 引言

城市安全不仅取决于城市自然环境, 还与城市物理系统和城市社会系统密切相关。城市的脆弱性程度直接影响城市安全状态。一个安全的城市是既能有效防御和减轻灾害事故的发生, 又能在突发事件发生时及时应对、灾害发生后快速恢复的强韧性城市。本研究以风险管理理论和韧性城市理论为指导, 结合浦东新区建设全球城市核心城区的2035远景规划, 对浦东新区城市安全和综合防灾系统规划进行研究。

## 1 风险城市和韧性城市理论

### 1.1 风险管理理论和风险放大效应

风险管理的核心是从原有的以灾害应急为中心的灾害应对体制向灾害预防、灾害减轻的全过程风险管理转变, 并且实现从单一灾害应对模式转化为全灾害风险管理模式。城市是一个由外显的建筑物、内隐的生命线工程、活动其中的人、经济行为共同构建的关联系统。而伴随着城市规模的扩大, 不同系统之间的相互依赖性就越来越强, 一旦其中某一个系统受到了损害, 就会使得其关联系统

受到影响, 扩大灾害损失, 甚至造成整个城市系统的瘫痪和崩溃。最典型的例子就是电力系统<sup>[1]</sup>, 一旦电力设施设备发生大规模故障, 那么可能首先会影响交通运输、通信通讯, 乃至引起连锁反应, 影响到更多的经济系统、生命支持系统。城市灾害风险取决于城市自然状况、城市系统的脆弱性和灾害风险的暴露性, 而气候变化增加了未来灾害风险的不确定性, 贫困和环境退化将导致城市脆弱性增加、而缺乏规划的发展将大大增加城市社会灾害风险的暴露性<sup>[2]</sup>。这些都不可避免地导致城市灾害风险的放大<sup>[3]</sup>。

系统防御的优点在于每个系统各条线的运营链条、技术标准、责任部门非常清晰, 缺点是对于灾害的认知过于单一, 忽视了灾害爆发时的综合破坏力<sup>[4]</sup>。风险管理视角下的城市规划, 则需要关注城市体系的相互关联性, 以系统化的方式分析评估风险, 降低城市脆弱性和灾害风险的暴露度, 提高防御灾害的能力, 以确保城市社会远离风险。

### 1.2 韧性城市理论和规划实践

#### 1.2.1 韧性城市理论

韧性城市理论来源于物理学的韧性(resilience)概念, 由生态学家Holling引入<sup>[5]</sup>, 并且扩展到生态系统研究之外, 已经成为不同学科研究内容, 包括自然灾害和风险管理、气候变化适应、工程以及规划。面对环境、社会经济不确定性和风险, “韧性”也成为了城市规划建设和发展的核心目标<sup>[6]</sup>。

基金项目: 浦东新区城市安全与综合防灾系统研究课题

对于韧性的概念,不同的学者有不同的理解,从最初的生态恢复,到和城市硬件建设相结合的工程韧性,再到经济社会的韧性<sup>[7]</sup>,融合经济和社会影响的韧性理解是目前学术界的主流<sup>[8]</sup>。这种视野下的“有韧性的城市”,是指在外界干扰下能够采取灵活的应对措施,保存自己,保持发展的活力,吸引资源集聚,通过社会系统的自组织学习,避免潜在损失,应对挑战和变化。Ahern<sup>[9]</sup>将韧性城市的特征概括为五点:1)多功能性,强调城市功能的混合和叠加;2)冗余度和模块化,强调在时空上分散风险;3)生态和社会的多样性;4)多尺度的网络连结;5)有适应能力的规划和设计。总体而言,韧性的基本含义是面对外界的冲击,能够有效缓解其影响,维持其主要功能的运转,并能迅速从危机中恢复<sup>[10]</sup>。

### 1.2.2 韧性城市理念在国外的实践

国际上已有相关韧性城市的规划建设,但多以发达国家为主且具有较强的地方特点,如美国纽约的《一个更强大,更有韧性的纽约》、英国伦敦的《管理风险和增强韧性》和日本的《强韧化国土计划》等<sup>[11]</sup>。

美国纽约《一个更强大,更有韧性的纽约》<sup>[12]</sup>从对整体气候变化的分析入手,分析了影响纽约安全的海平面上升、飓风、洪水等自然灾害,列举了包括海岸线防护、建筑、经济恢复、社区防灾预警、环境修复等在内的城市基础设施及人居环境建设详细的行动计划,并给予资金保障。

英国伦敦《管理风险和增强韧性》<sup>[13]</sup>则要求建设韧性城市需要:1)明确潜在灾害;2)设立韧性目标;3)实施项目;4)定期评估更新项目和目标。伦敦明确提出韧性伦敦<sup>[14]</sup>,核心是要评估伦敦可能发生的重大灾害事故风险的应对能力和措施,当重大事故发生时,城市可以适应承受和快速决策响应,减少损失。

日本将“强韧化国土”概念分解为4个基本目标<sup>[15]</sup>:1)最大限度地保护人的生命;2)保障国家及社会重要功能不受致命损害并能继续运作;3)保证国民财产与公共设施受灾最小化;4)迅速恢复的能力。

### 1.2.3 我国城市防灾规划理论与实践

我国《城乡规划法》、《城市规划编制办法》等法律法规中,都强调了规划需要考虑到公共安全的需

要,需要编制防灾规划。但是防灾规划更多停留在单灾种如人防和防震,城市多灾种综合防灾规划有一定的探索,但没有形成规范<sup>[16]</sup>。而从“韧性城市”的视角,基础设施布局、冗余度和承载力,人口和经济活动的分布、流动和脆弱性,避难场所的布局,具有危险性设施设备的布局等都会影响到城市面对灾害时的承受能力和恢复能力,这些也都应该要纳入防灾规划的考量范围。有学者提出需要结合韧性城市的理念,从工程技术、空间防御和社会治理层面进行综合防灾规划<sup>[4]</sup>。

### 1.3 浦东新区城市灾害风险特征

浦东新区沿江滨海,区域面积大,土地利用复杂,人口分布不均,产业功能布局集中,是由多个特殊功能区域构成的超复杂城市系统。不同功能区域具有各自的风险特征,特别是当人流物流的集聚和危险源叠加时,城市风险将可能进一步放大。综合分析浦东新区自然环境、城市发展状况以及历史灾害特征,浦东新区主要面临气象灾害、地质灾害、地震、火灾事故、危险化学品事故、交通事故、环境污染事故、传染性疾病、食品安全事故、动植物疫情事件、恐怖袭击事件、群体性事件等灾害风险。这些灾害风险将可能不同程度引发城市积水、洪涝、交通瘫痪、大面积停电、房屋损毁、通信中断、人员疏散和救援困难、大面积感染、社会秩序混乱、人员伤亡等城市安全问题,极端灾害事故将可能导致重大人员伤亡和财产损失,对浦东新区城市安全运行造成严重影响。

## 2 规划建设全球卓越安全城区——安全浦东

### 2.1 安全浦东的建设目标和规划任务

浦东新区正在规划建设全球城市核心城区,安全是其基本保障和重要目标。基于风险管理和韧性城市理论视角,借鉴东京、纽约等国际安全城市规划 and 建设经验,结合上海城市总体规划纲要,研究提出浦东新区城市安全和综合防灾系统建设的总体目标:

从提高城市工程防御能力和社会应对能力战略视角进行城市安全规划与建设,争取到2035年将浦东新区建成具有国内领先、世界先进水平的全球安全城区。以打造全球安全城区为总目标,将城市安全与综合防灾系统纳入城市总体规划和建设,以

建设城市综合防御体系和新区社会应对体系为内容,努力将浦东新区建设成为既能有效防御和减轻灾害事故的发生,又能在突发事件发生时及时应对、灾害发生后快速恢复的强韧性的“安全浦东”。

“安全、舒适、便捷”是城市发展的目标。安全城市的重要目标任务为:“减轻城市灾害风险的危险性、降低城市承灾体的易损性(脆弱性)、提高城市的自适性、提高城市的可恢复性”,具体表现为城市系统能够有效地预防和减少灾害事故的发生,即使在遭受重特大自然灾害或突发事件后,城市不应瘫痪或脆性破坏,部分设施可能受到破坏,但城市能够承担足够的破坏后果,具备较强的自我恢复和修复功能,能快速地从灾难中恢复。因此,在全球气候变化的自然环境和事故灾害多发的背景下,城市安全和综合防灾系统建设应该以韧性能力建设为主线,通过加强城市抵御灾害能力建设和城市社

会应对灾害能力建设,提升城市系统综合预防灾害和应对突发事件的能力(图1)。

基于此,浦东新区城市安全和综合防灾系统规划任务聚焦于下列八个方面的能力建设:

- (1)强韧性城市基础设施——确保城市基本功能安全运行;
- (2)高安全房屋建筑体系——确保房屋建筑不易遭受灾害损毁;
- (3)最优化重点区域规划——有效减少事故灾害及其影响;
- (4)全覆盖安全保障设施——确保特大灾害时安全避灾、快速救助;
- (5)智能化综合防灾系统——智能化的应急指挥和决策辅助,科学决策;
- (6)立体化应急救援体系——实施快速有效的救援和应急处置;

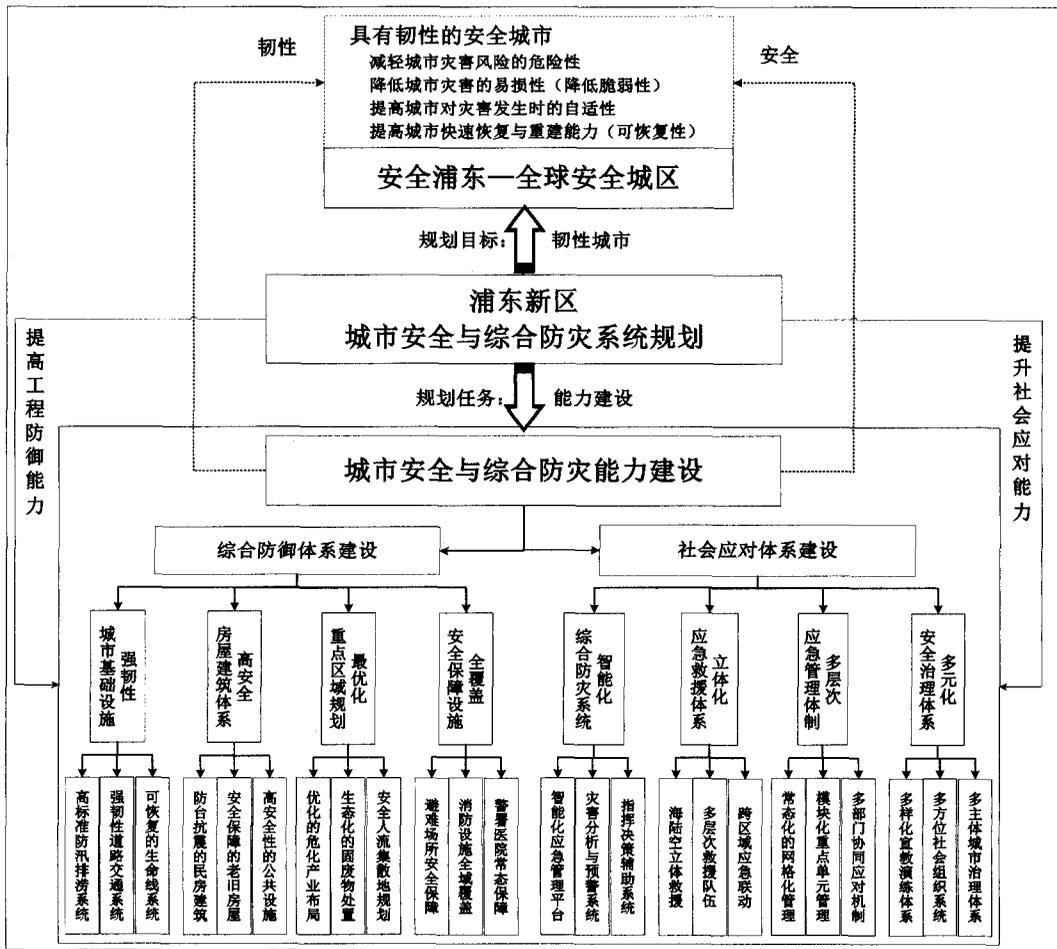


图1 浦东新区城市安全与综合防灾系统构建框图

图片来源:作者自绘

(7)多层次应急管理体制——多层次网络化管理,确保管理责任全覆盖;

(8)多元化安全治理体系——多元参与、社会协同治理的长效机制。

## 2.2 聚集核心区域安全规划与建设

浦东新区城市安全与综合防灾系统的构建关注风险管理的全灾害和全过程,在韧性城市的理念融入城市硬件规划和软件建设中,将浦东新区作为一个整体实施安全规划,尽可能分散风险,增加生态和社会的多样性。特别关注城市功能叠加区域的安全,通过增加重点区域的安全性来带动全区的安全建设。

浦东新区集金融、贸易、科技、加工制造、旅游度假、航空航运等多种功能为一体,是一个超复杂的城市系统,核心区域的安全问题和矛盾尤为突出。根据风险管理标准<sup>[17]</sup>,在对城市风险进行分析排序的基础上,需要确定风险管理优先等级,通过风险减缓、风险控制、风险转移等管理方法,有效降低风险等级,减少灾害事故及其造成的损失。因此,风险管理理论视角下的城市安全规划,需要建立整体规划观,将分散在不同专项规划、不同安全管理职能部门中的职责分工进行统筹考虑,关注核心区域的功能叠加和风险叠加的重合,聚焦核心安全地带的规划和建设,以建设核心安全区域为规划重点,有效降低城市风险等级,提升安全管理的效果。

本研究在对新区灾害风险特征、脆弱性、及空间特征分析基础上,提出核心安全地带的规划思路,即率先对重要地段和核心区域进行安全规划,确保核心区域的安全,在此基础上,以点带面,全面辐射,全方位规划建设安全浦东。因此,提出了浦东新区需要重点规划建设人流密集重要通道、滨江商务文化休闲、新型城镇综合治理、南北创新产业发展、东部沿海物流生态等五条核心安全带,以及高桥转型发展区域、临港物流仓储区域二个重要安全区,即聚焦“五带二区”的区域安全规划建设,如图2所示。

## 3 综合防御体系建设

韧性城市建设要求在灾害来临时能够有强韧性的基础设施以有效抵御灾害风险,不扩大灾害的影响;并且通过分散风险、建构多尺度的网络连结体系,在处置灾害时,能够迅速恢复城市的基本功

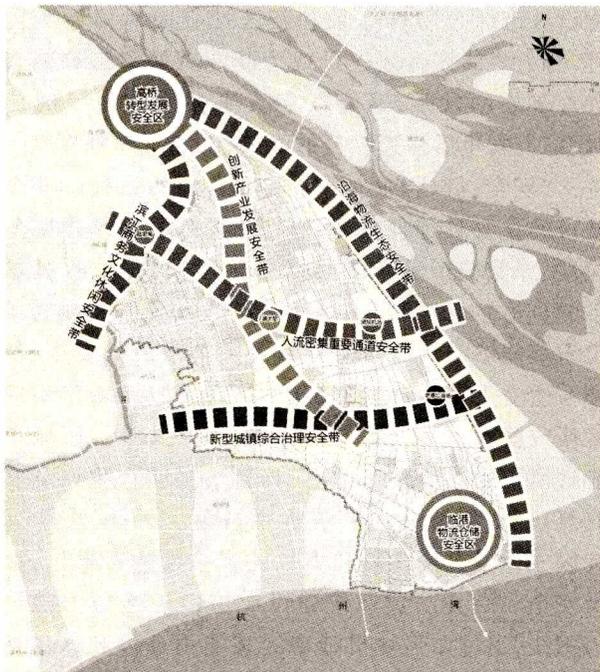


图2 浦东新区核心区域安全规划示意图

图片来源:作者自绘

能。本规划研究以建设强韧性城市设施为主要任务,探讨浦东新区重大设施布局和规模,重点就防汛排涝系统、危险化学品产业及设施、消防及救援系统、避难场所等提出了适合未来浦东新区发展的规划思路和政策建议。

### 3.1 建设高标准防汛排涝系统

水灾是浦东面临的最大的自然灾害风险之一,洪涝灾害将会影响城市各系统的运行。韧性城市理念下的防汛规划,关注区域整体排涝能力的提升,而非局部的修补。

浦东新区建设“高标准防汛排涝系统”,一是需要把河道水网恢复、海绵城市建设、雨水管网设计、地下大型蓄水设施建设结合起来;二是通过海绵城市建设,充分合理利用水资源,保障上海城市水安全;三是提高防汛排洪设施建设标准,科学规划防汛排涝设施,减轻极端气候条件下城市内涝问题,确保重要区域、重要设施的防洪排涝安全;四是利用沿江沿海低洼地建设湿地、林地结合的水绿转换区,生态景观湿地与抗洪防汛功能相结合。防汛总体规划参见图3。

### 3.2 科学管理与优化布局危险化学品产业及设施

天津港“8·12”瑞海公司危险化学品仓库特别



图3 浦东新区防汛综合规划示意图

图片来源:作者自绘

重大火灾爆炸事故和广东深圳光明新区渣土受纳场“12·20”特别重大滑坡事故,说明城市安全规划和风险管理一旦缺失,城市社会风险将被放大。浦东新区是危险化学品生产、存贮、使用、运输的重要地区,同时,也是上海重要的垃圾和固体废弃物中转处置场所。因此,加强对危险化学品和固体废弃物生产、存储、运输等科学管理和优化布局,减少灾害事故发生,确保浦东新区危险化学品产业安全运行。

首先需要完善现有垃圾处置设施的安全管理,对已经封场的老港填埋场1—3期和仍在使用的黎明填埋场加强设施周边气体排放、液体渗漏和水质的环境监测,并有效收集和处置填埋地区产生物。对老港再生能源利用中心、黎明垃圾焚烧厂和御桥垃圾焚烧厂三处垃圾焚烧厂,需要规范相关的管理制度、操作流程,加强生活垃圾处理设施臭气、尾气、飞灰等的二次污染控制项目技术升级,提升生活垃圾能源利用率和转化率。

其次针对区内危险化学品重点单位分布较为分散的特征,需要通过合理规划布局,有效管理,以减少对周边人群的影响。同时,新规划的危险化学品园区应该避开低洼地区和易受海潮、江潮、内涝影响的地区,以避免因严重积水而导致危化物品的泄漏事故。在浦东新区沿海地区规划建设危化品运输专用通道,连接各大工业园区,提高危化品运输安全水平。

### 3.3 构建全覆盖的消防设施

火灾是浦东新区常见的事故灾害之一,如果叠加危险源或脆弱性区域,将造成更大危害。浦东新区既有高楼林立的陆家嘴金融城,又有居住、商贸密集的中心城区,也有较大规模的老旧房屋及农村自建房屋,现代城市形态与低端生产生活状态相互交织。同时,浦东新区的城市功能相对复杂,既有金桥、高桥等工业和危险品区,又有临港、机场等物流和贸易区,也有国际旅游度假区等人流集聚区。这些城市特征都加大了火灾风险,而复杂的城市空间结构也增加了应急救援的难度,更需要有适应能力的规划来降低风险。

对照《城市消防规划规范》(GB 51080—2015)标准,浦东新区存在消防站数量不足、消防救援活动相对单一等问题。为了确保浦东新区实施快速有效的应急救援,根据各区域人口密度和消防服务面积,在现有24座消防站的基础上,建议新增49座消防站。此外,在陆家嘴、高桥、机场、临港等重点地区,针对不同的房屋结构、产业特征,设立应对高层建筑火灾、危险化学品爆燃等不同类型的火灾事故的专业消防站。

针对浦东新区高层集中分布的特征,应根据不同高层建筑的特点,制定火灾发生时的灭火措施、供水方式、抢救被困人员和输运贵重物资的通道或方式等应急救援方案,包括考虑高层建筑顶层停机坪的建设,以配合消防直升机高空灭火和救援。同时,在消防规划中,需要结合各功能分区规划,提升消防队伍在水上、地下、化工等方面救援的特种应急装备、人员的配备,提高消防队伍的综合应急救援能力。

### 3.4 构建三级避难场所网络系统

避难场所的合理分布、避难道路的疏通连结,是城市安全的重要保障,是城市韧性的重要体现。本研究通过分析浦东新区面临的灾害趋势以及避

难场所现状,提出将避难场所全覆盖和安全管理单元重点布局相结合,科学规划、规范建设浦东新区避难场所。

首先结合浦东新区基层应急管理单元建设,对于重要的市、区级基层应急管理单元以及人流密集等重要区域,特别针对陆家嘴区域、国际旅游度假区和浦东机场、规划上海铁路东站等人流密集的情况,规划建设 I 类避难场所。为此,选择世纪公园、迪士尼、东站铁路枢纽、森兰绿地、源深体育中心、临港 6 处作为 I 类应急避难场地,确保浦东新区在可能遭受重大灾害事故时长时间大规模避难之用。

其次每个街镇至少规划建设 1 个 II 类避难场所,同时再针对世博、临港、张江、高桥、老港等物流、人流和危化品集聚的情况,选择陆家嘴中心绿地、后滩公园、滨江森林公园、老港郊野公园等地各建设一个 II 类应急避难场地,共规划建设 II 类避难场所 39 处(图 4)。满足就近避难、科学避难之需。

此外,各街镇需要根据实际人口、建筑、空地分布情况,规划建设若干个 III 类应急避难场地,用于本街镇的紧急避难。

#### 4 社会应对体系建设

完善的基础设施是建设韧性城市的基础,但社会应对能力的全面提升才能使浦东新区建设成为全球安全城市。韧性城市要求面对灾害能够快速恢复,整个社会的能力和意识的提高是降低灾害风险、提升经济社会韧性的保障。社会应对体系建设强调防灾软实力的构建,尤其以大数据综合防灾平台为基础的智能化安全管理建设,以及能确保不同部门、不同管理主体能有效地开展应急管理工作多层次的应急管理机制建设为核心。

##### 4.1 构建智能化城市安全与防灾系统

城市安全管理一方面涉及到多层次多领域的信息,既包括传统的各类基础统计信息和灾害管理信息,也包括日常生活中被动生成、自动化收集、可持续分析的各种即时数据,也即“大数据”<sup>[18]</sup>,国务院《促进大数据发展行动纲要》中,提出“将大数据作为提升政府治理能力的重要手段,通过高效采集、有效整合、深化应用政府数据和社会数据,提升政府决策和风险防范水平,提高社会治理的精准性和有效性”。另一方面,也需要实现对数据信息的智慧处理,通过智能化手段,确保在

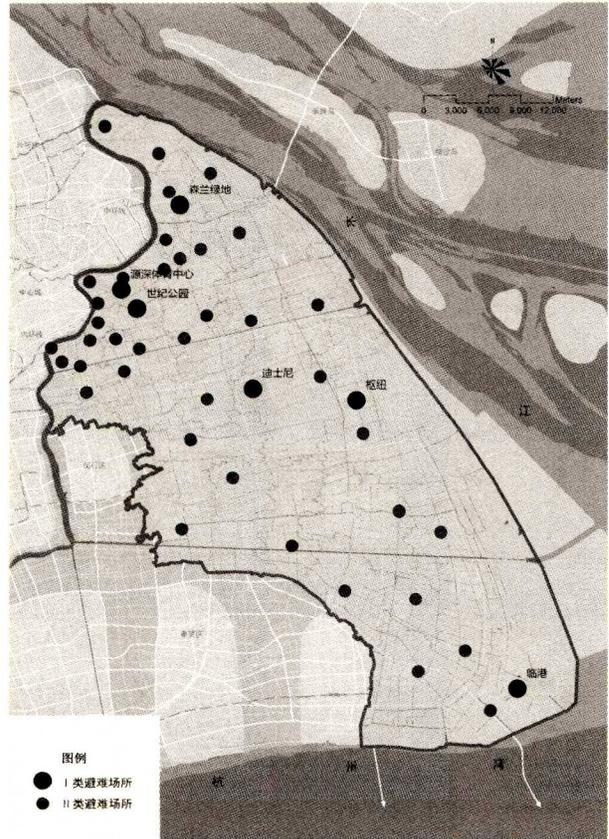


图 4 浦东新区避难场所规划示意图

图片来源:作者自绘

安全管理过程中,政府、社会和市民能做出更加明智的、快速有效的决策和行动。

城市安全与综合防灾智慧系统是政府应急管理建设的重要组成部分,其基本功能在于使不同管理部门和管理人员能在一个平台上有效一致地开展应急管理工作。智慧系统不仅将应急管理各项内容有效集成,更重要的是将不同管理层级、部门之间有效链接,能有效实施应急联动和指挥决策支持。本研究构建了基于大数据的集情报信息、分析评估、监测预警、应急指挥、快速处置为一体的浦东新区智能化城市安全与综合防灾系统,将日常管理(预案管理和生成、资源管理、风险评估、情景模拟)和突发事件动态管理与应急处置(监测预报、预测预警、决策指挥、应急联动)等决策辅助功能融为一体,使不同层级、不同职能部门在统一的智能系统下有效开展工作,以实现浦东新区常态化的城市安全与综合防灾管理、紧急状态下的智能化应急管理的统一(图 5)。



## 【参考文献】

- [1] 世界银行, 2014年世界发展报告[R], 2014:4-13.
- [2] IPCC. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [C]. //A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, et al. eds. Cambridge University Press, Cambridge and New York. 2002:2-7.
- [3] 世界经济论坛. 2016年全球风险报告[R]. 2016:24-35.
- [4] 石婷婷. 从综合防灾到韧性城市:新常态下上海城市安全的战略构想[J]. 上海城市规划. 2016(1):13-18.
- [5] Holling C S. Resilience and stability of ecological systems [J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973 (4): 1-23.
- [6] 王祥荣,等. 气候变化与中国韧性城市发展对策研究[M]. 北京:科学出版社. 2016.
- [7] 蔡建明. 国外弹性城市研究述评[J]. 地理科学进展. 2012, (10):1245-1255.
- [8] Liao K H. A Theory on Urban Resilience to Floods -- A Basis for Alternative Planning Practices [J]. *Ecology and Society*, 2012, 17(4): 48.
- [9] Ahern J. From Fail-Safe to Safe-to-Fail: Sustainability and Resilience in the New Urban World [J]. *Landscape and Urban Planning*. 2011, 100(4):341-343.
- [10] 邵亦文,徐江. 城市韧性:基于国际文献综述的概念解析[J]. 国际城市规划. 2015, 30(2):48-54.
- [11] 郑艳. 推动城市适应规划,构建韧性城市——发达国家的案例与启示[J]. 世界环境. 2013(6):50-53.
- [12] Michael R. Bloomberg. A Stronger, More Resilient New York [R]. 2013.
- [13] Boris Johnson. Managing Risks and Increasing Resilience: The Mayor's Climate Change Adaptation Strategy[R]. 2011:18-22.
- [14] Cabinet office. Keeping the Country Running: Natural Hazards and Infrastructure[R]. London: Cabinet office, 2011:7-10.
- [15] 吴浩田,翟国方. 韧性城市规划理论与方法及其在我国的应用——以合肥市市政设施韧性提升规划为例[J]. 上海城市规划. 2016(1):19-25.
- [16] 王江波. 城市综合防灾规划编制体系探讨[J]. 规划师. 2013(1):45-49.
- [17] Emergency Management Australia. Emergency Management Applications Guide. Manual 5. Commonwealth of Australia [EB/OL]. 2004, Second edition published 2004:4.
- [18] UN Global Pulse. Big Data for Development: Challenges and Opportunities[R]. 2012:13.

作者简介:滕五晓(1963-),男,复旦大学城市公共安全研究中心主任,教授,博士生导师。研究方向为城市安全与防灾规划、危机管理、公共政策分析等。

收稿日期:2017-10-18

## Research on Urban Security and Disaster Prevention Planning from the Perspective of Urban Resilience Theory: A Case of Pudong New Area District, Shanghai

TENG Wuxiao, LUO Xiang, WAN Beilei, MAO Yuanyuan

**【Abstract】** Urban Resilience Theory has a wide range of application in urban planning and management in various countries. Pudong New Area District, Shanghai, is aiming at building into the core area of the global city, which would look upon safety as the cornerstone and constructing goal. Based on the analysis of characteristics and security problems of Pudong, this paper has designed an urban security and disaster prevention system for Pudong, which regards urban comprehensive defense system and social response system as core parts. Besides, combining the requirement of the "Outline of Shanghai Master Plan (2015-2035)", an integrated planning outline and a set of practical strategies, such as core security management belts, resilient infrastructure system and intelligent social response system, is carefully and innovatively designed.

**【Keywords】** Resilient Cities; Urban Security; Disaster Prevention Planning; Intelligent System; Shanghai Pudong