

基于流域系统视角的城市洪水风险 综合管理弹性策略研究

刘高峰, 龚艳冰, 黄晶

(河海大学商学院, 江苏南京 211100)

摘要:在全球气候变化和城镇化快速发展背景下,城市孕灾承灾环境发生显著改变,洪涝灾害愈演愈烈,城市洪水风险管理已成为我国防洪体系的短板,也是未来一段时期防洪减灾的重点。针对目前城市洪涝灾害治理现状,提出基于流域系统视角的城市洪水风险综合管理框架,从流域水系、区域城市群和单个城市3个层面统筹规划城市海绵体的建设和弹性需求。以景德镇市为例,分析流域-区域-城市防洪格局下的城市洪水风险,从基础设施建设、组织机构设置、治理制度设计、战略规划制定等方面提出城市防洪弹性策略,从而提高城市防洪减灾能力和区域水安全保障能力,实现区域可持续发展。

关键词:城市洪水风险;综合管理;流域系统;城市海绵体;弹性策略

中图分类号:X43;C93

文献标志码:A

文章编号:1671-4970(2020)03-0066-08

自20世纪90年代以来,我国洪涝灾害损失呈现明显上升趋势,一方面是气候变化引起的强降雨天气增多,另一方面也暴露了我国防洪体系在经济社会快速发展下的不适应性,尤其在人口、财富密集的城市,水文效应更加显著,洪涝灾害问题更加突出。据统计,我国有600多座城市面临洪涝灾害威胁,每年有百余座城市发生不同程度的暴雨洪灾^[1]。严峻的防洪形势引起了政府高度重视,海绵城市理念为我国城市洪水风险综合管理提供了新思路^[2]。随后,国务院办公厅、住建部等相关部门先

后出台了文件,并于2015—2016年先后分两批次推出了共30个国家海绵城市建设试点,海绵城市建设正式全面推开。2019年,全国海绵城市建设试点相继接受国家终期考核验收,各地海绵城市建设初见成效,如河北“迁安模式”、天津“城市双修”策略、济南和镇江“海绵+N”战略、贵州贵安新区“全域海绵”理念、广西南宁和江西萍乡及景德镇的相关产业带动效应等^[3]。但从试点城市的建设实践情况来看,我国海绵城市建设还存在一些问题,如对海绵城市建设理念认识不清,存在“城市能像海绵一样

收稿日期:2019-05-21

基金项目:国家重点研发计划课题资助(2017YFC1502603);国家自然科学基金项目(91846203);中央高校基本科研业务费专项资金资助(2017B19514)

作者简介:刘高峰(1980—),女,湖北红安人,副教授,博士,从事水灾害研究、风险管理、应急管理。

具有弹性”“海绵没有承重力,城市不可能建在海绵体上”等正反两派观点;建设规划缺乏系统性,目前各大城市以片区试点建设为主,建设项目数量多、规模小、位置分散,碎片化现象突出;城区改造难度大,涉及众多利益相关者,难以协调;技术力量薄弱,缺乏海绵城市建设的专业技术人才和技术标准;建设资金短缺,社会资本参与不足等。

国际上关于城市风险管理的新理念是建设“弹性城市”或“韧性城市”,强调城市承受各种内外部风险冲击的能力,比我国海绵城市主要针对城市洪水风险的概念要宽泛一些。美国、英国、荷兰、日本、澳大利亚、新加坡等国家将弹性城市理念引入到城市雨水管理中,探索出各国各具特色的城市洪水风险管理模式,如美国最佳管理措施和低影响开发^[4]、英国可持续城市排水系统、澳大利亚水敏感城市设计、新加坡 ABC 雨水管理措施计划等^[5]。国外城市洪水风险管理相对比较成熟^[6],经历了从单纯的工程排水到工程与非工程相结合的水量水质调控^[7],再到现在多目标、可持续管理的转变^[8],从孤立研究场地问题到系统化的区域协调与统筹的转变^[9]。相比发达国家城市洪水风险管理的发展而言,我国基本还处在初级阶段^[10],大多数城市现阶段仍以单个城市水文、风险图、排涝、防汛、海绵城市建设等工作为主,而对区域联合防洪、雨水资源综合利用等方面考虑较少。我国城市洪水风险管理需要从单纯城市排水到资源、环境、社会、经济等多目标管理的转变,从单个城市排水到区域、流域尺度统筹规划的转变。

一、流域系统视角的城市洪水 风险综合管理框架

在我国,城市洪水风险综合管理实践体现在海绵城市建设上,海绵城市建设主张“自然积存、自然渗透、自然净化”的生态优先原则^[11],强调用自然和生态的方法来处理城市雨水管理、城市水污染、城市水生态环境修复等问题,是一场重大绿色革命。建设海绵城市的关键是海绵体的建设,而衡量海绵体的重要指标就是“弹性”,“海绵城市”也可称之为“水弹性城市”。这里的“弹性”主要指 3 个方面:一是承灾能力,能够承受城市水系统异常变化(洪涝、干旱、水污染等)且仍然保持往常功能特征的能力;二是恢复能力,能够在水灾害发生后迅速恢复到原来

结构功能状态的能力;三是城市水系统的自组织、学习和适应能力^[12]。弹性越大,则城市适应能力越强、洪水风险越小;反之,弹性越小,则适应能力越弱、洪水风险越大。

随着城市影响地域扩大、城市间互动关系密切、城市区域空间系统愈加复杂化,从城市化到区域化,城市群将成为区域发展的焦点地区。据研究,近 60 年我国城市极端洪涝灾害事件频次和强度都呈现增加态势,单个城市已经难以抗御极端洪涝灾害,必须从流域或区域更大范围的角度来考虑城市洪水综合风险防控。城市群是城市发展到成熟阶段的最高空间组织结构,是体现人类智慧和文明发展的集大成者,系统理念必将成为城市洪水灾害风险管理的出发点。因此,海绵城市的建设绝不仅仅是在城市内修几个蓄水池、建几块绿地,而是要从大局入手,从生态文明的角度,站在流域层面,疏通自然水系筋络,系统思考流域内的城市群(大海绵体)、城市(小海绵体)的洪水风险综合防控问题。

根据我国城市洪水风险管理现状及国际弹性城市研究现状,借鉴文献^[13-14]中提出的日本 KUC 弹性城市研究框架,笔者站在流域自然水系的层面,构建基于系统视角的城市洪水风险综合管理框架(图 1),该框架包括 3 个层面:流域层面、区域城市群层面和单个城市层面。城市洪水风险综合管理,就是针对流域、城市群、城市不同尺度的海绵体建设与规划,通过“脆弱性分析→风险、弹性评估→预警→应急响应→防控策略调整→脆弱性分析…”这一循环过程,不断减少城市的脆弱性,增加城市海绵体的弹性,从而提升城市的适应能力。

①流域层面:在脆弱性分析阶段,重点开展流域气候、水文条件变化的时空分布特征分析,流域雨洪调蓄和水源涵养的现状分析及安全标准防线,流域中的城市空间位置及战略地位分析等;在评估阶段,依据流域综合水安全防线标准来进行流域洪涝灾害风险评估,确定流域内各城市排水量 Q 及城市弹性系数 r ,以此来规划城市及城市群的水安全空间格局;在非常态下的预警与应急管理阶段,流域层面应及时发布流域及城市的综合预警信息,加强流域-区域-城市联合防洪除涝排水的组织与协调工作。

②区域城市群层面:城市群是地域上集中分布的若干城市集聚的庞大联合体,它的特点反映在经济、产业、交通、社会生活、基础设施建设等方面的分

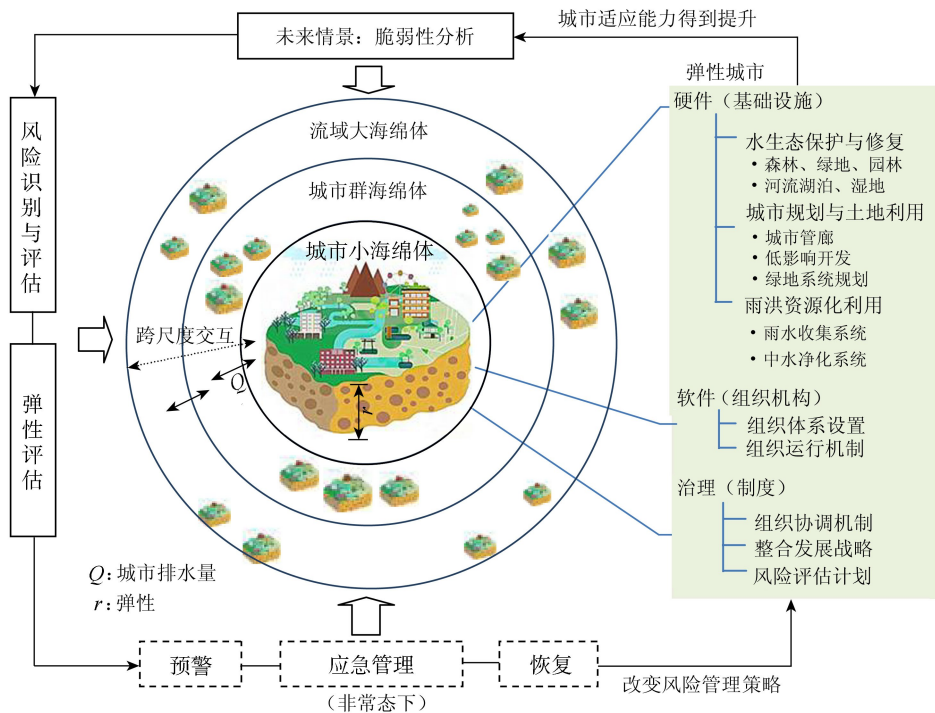


图1 基于流域系统视角的城市洪水风险综合管理框架

工与合作、相互影响与促进。因此,在脆弱性分析阶段,应重点分析城市群的危险性、防洪战略、功能区划、水生态系统基础设施建设等综合水安全空间格局,以及城市群经济空间聚集对城市孕灾环境、水灾害形成机制的影响;在评估阶段,从水安全角度,评估城市群的洪水风险和防洪弹性,确定城市群防洪设施及水生态系统基础设施建设规划;在非常态的预警与应急管理阶段,加强区域-城市联合防洪除涝方案的有效实施,有效组织防洪应急物资的合理调配。

③单个城市层面:在常态下,从城市气温、降水、土地利用、产业布局、人口分布等方面开展城市脆弱性分析和风险评估,制定合理的城市水弹性系数,可以从基础设施(绿地、湿地、湖泊、低影响开发、雨水收集与净化等)、组织机构(组织体系设置、组织运行机制等)和治理制度(风险评估计划、整合发展战略以及组织协调机制等)3个方面提升城市水弹性。在非常态的预警与应急管理阶段,城市防洪的重点在于以社区为核心的人员疏散和资源调配。

二、流域系统视角的流域-区域-城市洪水风险分析

在洪水风险综合管理框架下,依据流域、区域、

城市的地理位置和河流水系情况,识别、分析流域-区域-城市综合防洪格局下的洪水风险,有利于清楚认识流域视角下城市洪水风险综合管理理念,有利于评估、辨识不同层面洪水风险大小,为城市洪水风险综合管理弹性目标制定、城市规划设计、基础设施建设等提供决策依据。借鉴文献[15-16]中对灾害风险概念及其形成机制的研究,笔者认为,城市洪水风险是指城市暴雨洪水灾害事件发生的概率及可能造成的洪灾损失。洪水灾害是自然致灾因子与人类社会相互作用的产物,其风险的形成受自然因素和社会因素的双重影响。以江西省景德镇市为例,该市洪水风险的大小取决于危险性、易损性、防灾减灾能力3个方面(图2)。

景德镇市洪水灾害危险性来源于外洪和内涝,外洪主要取决于降水量和地形,内涝取决于降水量和城市不透水面率。景德镇市位于江西东北部,属亚热带季风湿润气候区,雨量充沛,为江西省三大暴雨中心之一,多年平均降水量约1800mm,降雨是主要的致灾因子。景德镇市特殊的地形也是形成洪水灾害的主要原因,景德镇市地势由东北向西南倾斜,市区海拔较低,处于群山环抱的盆地之中,如遇持续的暴雨天气,加之前未对洪水设防,昌江上游的洪水将对景德镇市区造成极大的威胁。2019年4月,

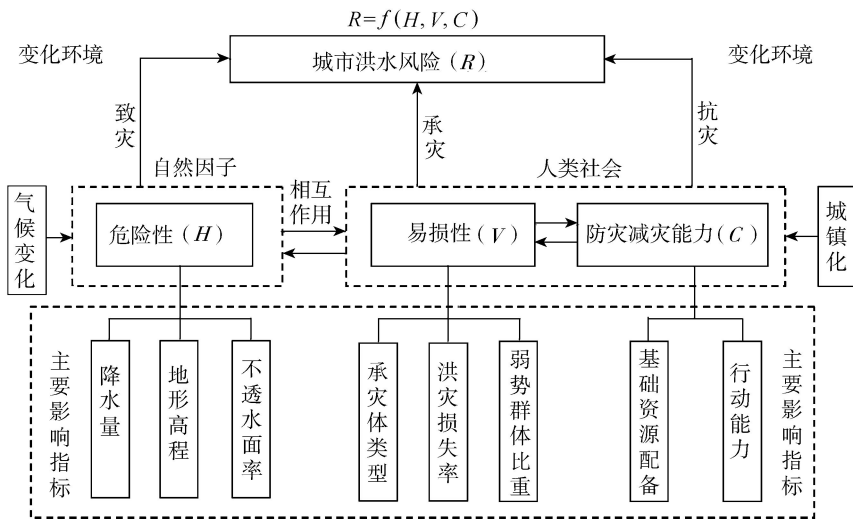


图2 城市洪水风险形成机制及其主要影响指标

浯溪口水利枢纽工程建成启用,大大降低了景德镇市洪水风险。随着城镇化进程不断推进,目前景德镇市城镇化率达到67%,城镇化进程对城市、区域水循环和水文过程产生重要影响,如城市不透水面率增加,地表径流增大,洪峰出现时刻提前等。因此,景德镇市洪水灾害的危险性与降雨量、地形、不透水面率等指标有关。

景德镇市洪水灾害易损性表示洪水强度与损失的关系,既反映城市受灾地区承灾体(人、财产)易于受到洪水破坏或损伤的特性(暴露性),又反映承灾体对洪水灾害的承受能力(脆弱性)。承灾体易损性与其物理特性、结构有关,承灾体在不同洪水强度下的可能损失程度,通常用损失率来表示。课题组对景德镇市市区典型社区进行了调查,得出景德镇市不同类型财产洪灾损失率,据调查,当水深0.5~1.0 m时,家电、家具、家用交通工具及其他财产的洪灾损失率分别为21%、24%、10%和16%;而当水深1.0~2.0 m时,洪灾损失率分别达到了46%、55%、42%和25%。景德镇市是千年古镇,经济发展相对缓慢,老城区房屋破旧,多数房龄在30年以上,城区基础设施老化、年久失修,承灾能力脆弱。此外,景德镇市老城区不少社区的主要居民是老年人、残疾人员及留守儿童等脆弱群体,如风景路社区老年人、学龄前儿童、残疾人等行动不便者占社区人口的60%以上,这类群体风险意识和抗灾能力都较弱,增加了景德镇市洪水灾害易损性。因此,可以认为,洪水灾害易损性与危险性、承灾体类型、损失率、弱势群体比重等指标有关。随着城镇化进程加快,

城市易损性也在不断变化。

防灾减灾能力包括防洪基础资源配备情况和行动能力。景德镇市防洪基础资源即防洪排涝工程、预报预警系统、防洪物资储备、医疗人员配备、应急救援队伍等配备情况,相对比较薄弱。景德镇市在1998年以前基本无防洪设施,仅有一些防洪标准较低的圩堤,后陆续修建了一些防洪堤、水库水闸;目前城区排水管网主要为雨污合流制排水系统,设计标准低,多为0.5~1年一遇;排涝泵站6个,设计标准为10年一遇。景德镇市拥有36个雨量监测站和8个水文站,以及水文自动测报系统、昌江流域洪水预报预警系统等,仍以经验预报为主。防洪物资储备、医疗人员配备和应急救援队伍与景德镇市社会经济和人口发展密切相关。防洪行动能力对防灾减灾也至关重要,它包括应急预案与演练、公众风险意识水平和组织协调能力,多年的防洪实践使得景德镇市防洪行动能力不断提升。据本课题组对风景路社区调查统计,该社区近89.2%的居民对当地洪灾风险有一定认知,85%以上居民在汛期会在家中准备自救工具或应急食物,大多数居民临灾时自救、互救意识较强。

针对流域各城市防(外)洪排(内)涝自我保护的防洪大包围工程布局(防洪大包围就是通过建设水利枢纽将主城区河道与外河的交界处控制起来,形成城区防洪大包围圈,以控制内河水位)调整带来的外排能力增加、洪水风险转移问题^[17],从流域-区域-城市防洪格局下,考虑融合流域-区域-城市防洪除涝排水水力联系及工程布局,分析流域、区域、城市的洪水风险(图3),应该满足以下条件:

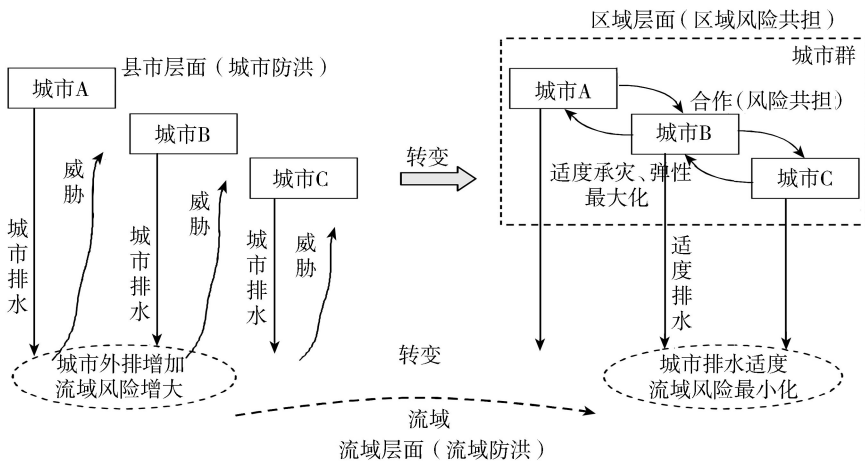


图3 流域-区域-城市防洪格局下的洪水风险分析

①流域水安全需求(流域风险最小化): $R_w = \min f(R_i), 0 < R_i < R_i(r_{\max}) < 1, i(i=1, 2, \dots, n)$ 。其中, R_i 表示昌江流域内受影响县市 i 承担的风险, $R_i(r_{\max})$ 表示城市 i 水弹性系数 r 最大时所能承受的风险; $f(R_i)$ 表示流域整体风险与单个城市承担风险之间的函数关系, 两者呈负相关关系; 流域层面的目标就是让城市海绵体尽可能消纳雨水, 从而使流域整体风险 R_w 最小化。景德镇境内主要有昌江和乐安河, 它们属于鄱阳湖水系饶河的支流。昌江自北向南穿城而过, 流域面积 6260 km^2 , 景德镇市峙滩乡以上为上游, 峙滩至鲇鱼山为中游, 鲇鱼山以下为下游, 流域中下游左右岸有东河、西河、南河 3 条主要支流。昌江上游是江西省赣东北地区的暴雨中心之一, 降水分布极不均匀。上游山区降雨量大, 坡面陡峭、汇水较快, 在中下游河道洪水快速汇集, 加之中下游东河、西河、南河的区间汇流以及景德镇市洪涝外排, 昌江中下游极易形成高水位, 由于景德镇市城区地势低、圩堤标准低, 外江高水位对景德镇市城区造成极大的威胁, 同时也加剧了城市内涝。2011 年 6 月, 昌江、乐安河流域出现过历史性大洪水, 乐平市城防堤告急, 20 多万人的生命财产安全受到威胁。2016 年 6 月, 昌江流域又发生 20 年一遇大洪水, 昌江支流滨田河河堤出现堤身溃口。因此, 在流域-区域-城市防洪格局下, 应充分利用浯溪口水利枢纽、上游水库调蓄, 以及浮梁县、景德镇市、乐平市等县市适度外排, 通过建设水弹性城市实现雨水自我消纳, 从而使昌江流域整体风险最小化。

②区域水利发展需求(区域风险共担、洪水资源利用最大化): $R_D = \max(\sum R_j), Q_D = \max(\sum$

$Q_k), Q_k < Q_{k\max}, 1 < j < i, R_j$ 表示某区域内受影响城市 j 承担的风险, R_D 表示区域联合承担风险的最大化, Q_D 表示区域河流水系调蓄能力最大化, $Q_k, Q_{k\max}$ 分别表示 k 湖泊(河流、湿地等水系)调蓄能力和最大安全容量。昌江流域自安徽祁门县流经浮梁县、景德镇市和鄱阳县, 在鄱阳县与乐安河汇合, 流入鄱阳湖。站在流域视角, 应将浮梁县、景德镇市、乐平市、鄱阳县的防洪工作统筹安排, 遵循海绵城市建设理念, 顺应自然, 优化区域水利工程布局, 联合运用“渗、滞、蓄、净、用、排”等低影响措施, 让每个县市变成海绵体。住建部 2020 年工作会议强调, 要系统化全域推进海绵城市建设。各县市应按照源头减排、过程控制、系统治理的建设要求进行城市规划, 尽可能将降雨就地消纳和利用。目前, 中下游的景德镇市城区和鄱阳县洪水风险较大, 上游地区应尽可能通过河流水系及水利枢纽等进行调蓄, 减轻下游洪水风险, 最大限度实现区域风险分担和洪水资源化利用。

③城市避灾自救需求(适度承灾、城市弹性最大化): $R_i = f(H, V, C), r = \max g(R_i, R_w, hw, sw, rs)$ 。每个城市洪水风险 R_i 大小由危险性 H 、易损性 V 、防灾减灾能力 C 3 个因素决定。 r 表示城市水弹性大小, hw, sw, rs 分别表示城市硬件(基础设施)、软件(组织机构)、治理(制度)建设情况, 城市弹性大小与这 3 个方面的建设息息相关。弹性城市建设是有成本的, 因此, 需要依据城市洪水风险大小 R_i 、流域洪水风险最小化 R_w , 来确定流域每个城市的弹性大小, 即 $g(R_i, R_w, hw, sw, rs)$, 弹性城市建设应该与城市洪水风险相适应。以昌江流域景德镇城市为例,

遵循适度承灾、实现城市弹性最大化,景德镇市自2017年开始全面启动海绵城市建设,提出了《景德镇市关于加快推进海绵城市建设的实施方案》,要求就地消纳70%的雨水,到2030年,80%以上城市建成区达到目标要求。

三、城市洪水风险综合管理弹性策略

城市洪水风险综合管理的关键就是城市海绵体建设和城市弹性提升,仍以景德镇市为例,依据前文提出的洪水风险综合管理框架(图1)和流域-区域-城市洪水风险分析(图2、图3),基于景德镇市洪水风险现状,可以从硬件、软件、制度3个方面入手,通过基础设施建设、组织机构设置、治理制度设计等提出城市洪水风险综合管理弹性策略。实际上,景德镇市已在这些方面进行了积极探索,景德镇市政府向世界银行申请了约1亿美元贷款,建设洪水风险综合管理系统,具体包括浯溪口水利枢纽工程建设、移民安置计划实施、景德镇市洪水风险综合管理总体规划、洪水风险综合管理决策支持系统、成立防洪调度中心、洪水风险综合管理意识增强与公众参与、洪水风险综合管理技术培训等。本课题组承担完成了该综合项目的《景德镇市洪水风险综合管理意识增强与公众参与实施计划咨询服务》,与丹华水利环境技术(上海)有限公司共同完成了《江西省浯溪口综合洪水管理项目景德镇市洪水风险综合管理总体规划咨询服务》。针对景德镇市的现状,具体提出了以下4个方面的弹性策略。

1. 加强生态智慧型防洪基础设施建设,提升城市空间洪水弹性

近年来,城市暴雨强度不断再创新高,仅靠天然生态调蓄、净化方式是难以“消化”雨水的,景德镇市海绵城市建设必须统筹考虑自然-社会水循环全过程,将绿色基础设施建设与灰色基础设施建设有机结合,一方面能有效减缓/降低城市洪水灾害的影响,另一方面也能兼顾水生态环境保护 and 洪水资源再利用。景德镇市在积极推进防洪基础设施建设,从流域顶层设计到社区生态基础设施建设,如景德镇市浯溪口水利枢纽工程的建设 and 启用、景德镇基于生态保护的全域化规划理念,以及王家坞公园、五龙山森林公园、昌南湖湿地公园、地下综合管廊建设、新建蓄洪湖工程等生态基础设施,通过空间规划和土地利用方式调整增强城市空间洪水弹性^[18],实

现雨洪资源化利用,部分工程已成为海绵城市建设典型示范区。因此,将海绵理念、弹性策略落实到社区,通过推广海绵型建筑与小区、海绵型道路与广场、下沉式绿地、景观水体、地下调蓄池、中水净化系统等,因地制宜,科学布局,建设具有空间洪水弹性结构的生态型防洪基础设施,集水系治理、防洪排涝、海绵城市功能为一体,将大大改善城市内涝现状和城市生态环境,如新加坡碧山宏茂桥城市社区公园、长沙中航国际社区“山水间”等都是海绵社区建设的成功典范^[19],值得借鉴。此外,借助互联网、云计算、大数据、人工智能等新兴信息技术推进海绵城市智慧化。2019年8月,景德镇正式发布了《景德镇市智慧城市建设管理意见》,提出要建立智慧城市云计算中心。在现有各类涉水信息管理系统基础上,将遥感大数据和时空智能模型相结合,将其融汇到智慧城市云计算中心,实现城市海绵体监测、灾害风险预警、雨洪调蓄、生态环境监控等多功能一体化与集成应用,发挥全面综合的生态智慧化系统服务。

2. 优化城市洪水风险综合管理组织结构设计,提升社会洪水弹性

健全的组织机构以及应对不确定性灾害的能力反映了社会洪水弹性。目前,景德镇市缺乏统一协调的城市洪水风险管理体制与机制,难以应对不确定性灾害风险。2018年新组建的国家应急管理部就是为了解决防灾减灾中条块分割、资源分散、重复建设等问题,以求达到平战结合、多部门协同联动解决复杂灾害防控的目的。在这一背景下,课题组设计了景德镇市洪水风险综合管理组织体系(图4)。景德镇市成立了专门的市洪水管理指挥调度中心办公室,挂靠水务局,主要负责洪水风险管理、协助防汛抗旱指挥调度,其主要职能包括洪水风险管理战略规划、水利信息化建设与管理、洪水风险评估与预警、洪水影响评价技术审查、洪水风险管理基金计划实施、培训与应急演练、避灾自救知识宣传等。景德镇市洪水管理指挥调度中心办公室,一方面协助非常态下的防汛抗旱指挥调度,另一方面协助常态下的海绵城市建设。而风险管理的末端重点放在社区,以社区为单元,倡导社区避灾自救,通过信息、教育、沟通等策略,有计划、有组织、有系统地开展社会教育活动,提升全民洪水风险意识和洪水风险防范能力,增强社会公众参与洪水风险管理的力度。组织机构的重新设计增强了组织的灵活性、适应性和

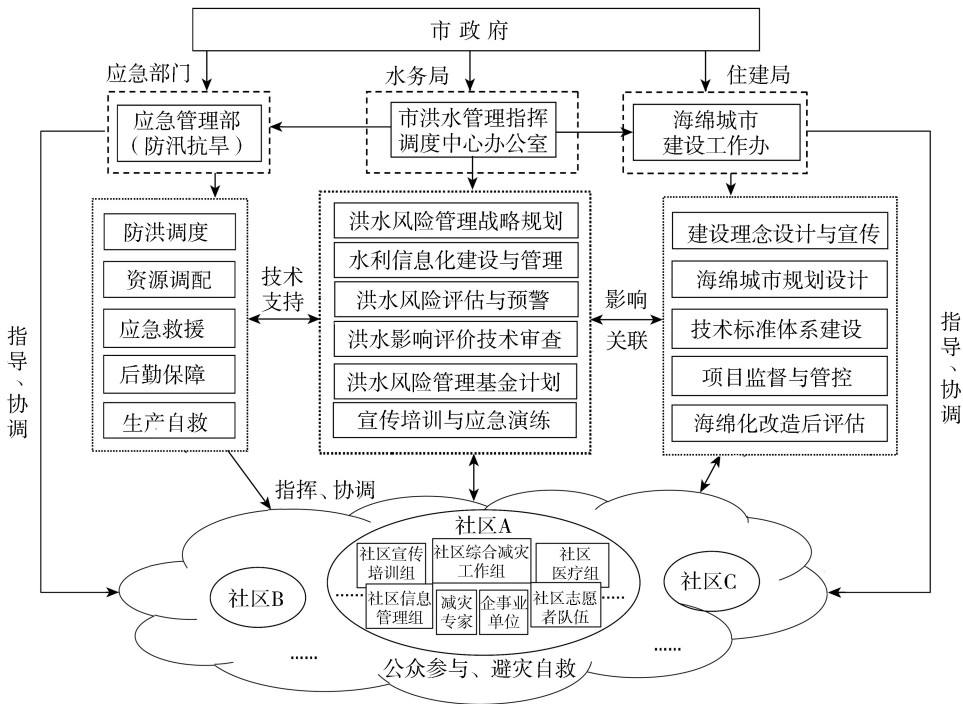


图4 景德镇市洪水风险综合管理组织机构设计

系统性,能够提升系统弹性适应各种不确定性干扰,是一种社会非结构性弹性策略。

3. 开展以公众参与为核心的社区洪水风险综合治理,构建弹性社区

减灾不仅仅是政府的计划和行动,同时也是一项社会学行动,必须取得全民的支持和参与。课题组先后对景德镇市9个街道进行了社区走访和实地调研,调查发现,景德镇市社区民众中弱势群体比重大,普遍对洪灾风险有一定认知,自救互救意识也比较强,但行动力不足、参与程度不高,缺乏社会公众有效参与的长效机制。社区是防灾减灾第一线,必须动员利益相关者积极参与。建立社区防灾减灾基层网络和社区工作机制,开展综合防洪减灾工作规划、社区洪水灾害风险隐患排查、社区洪水灾害风险图编制、社区洪水灾害应急救助预案编制、社区内各类资源调配、防灾减灾演练等。与非政府组织建立合作互助关系,比如签订应急计划、互助协议等,明确双方在洪水管理中的责任义务和工作分工;建立志愿者组织,对志愿者进行风险防范和应急救灾培训。课题组在景德镇风景路社区组织了一次防洪应急响应与演练,在演练之前,借助信息、教育和沟通策略理念(简称IEC策略),强化了信息和教育在减灾活动中的重要性,通过社区干部教育培训、制定防

灾减灾常识宣传手册和应急动员疏散演练手册、微信公众号推送等教育沟通方式,提高社区公众的风险意识、参与度和防洪能力,从而构建弹性社区。

4. 制定城市海绵体长期发展战略规划,加强组织协调,实现弹性城市

在流域-区域-城市防洪格局下的洪水风险分析基础上,从风险识别、人口文化、社会经济、建筑物及财产、环境地理、管理能力等方面展开城市风险评估,绘制流域(区域)洪水风险图、城市洪水风险图、社区洪水风险图,定期发布风险评估数据。根据海绵城市建设情况和风险评估数据,制定弹性目标和城市海绵体长期发展战略规划。坚持系统治理的思路,合理运用各项措施,把控“源头减排、过程控制、末端治理”的全过程^[20]。景德镇市已开展了洪水风险综合管理总体规划咨询服务项目,从管理机构设置、工程规划、非工程措施规划到总体规划,提供了具体指导思路和实施措施。全过程、多主体参与的城市海绵体建设,必然存在众多错综复杂的协作关系,如政府组织内部上下级之间的关系,同级组织机构间的合作关系,政府部门与企业、社会团体以及社会公众之间的合作关系等^[21-22]。加强新兴城镇化与海绵城市的协同建设,在各相关组织部门之间建立常态化、规范化和制度化的沟通协调例会制度,共

同参与研究和编制海绵城市及洪水风险管理相关技术导则、评价标准等。景德镇市新成立的洪水管理指挥调度中心办公室,就为洪水风险管理、应急抗洪抢险和海绵城市建设架起了一座沟通桥梁。以战略规划为宗旨,以社区弹性建设为抓手,加强组织协调,建设弹性城市。

四、结 语

随着我国城镇化的快速发展,城市孕灾、承灾环境发生显著改变,洪涝灾害愈演愈烈,洪灾风险及社会经济损失剧增,城市洪水风险管理已经成为我国防洪体系的短板,也是未来一段时期防洪减灾的重点。城市洪水风险管理归根结底还在于水循环全过程的系统治理,这是一项复杂的系统工程,涉及多个部门、多个利益参与者。借着国家城镇化建设的重要契机,遵循流域自然水系的特征及变化规律,系统思考流域-区域-城市防洪格局下的城市洪水风险管理及海绵城市建设问题,制订顶层设计方案,建立多部门统筹协调的综合管理体制和机制,提出城市海绵体建设的弹性策略,通过海绵城市建设和社区避灾自救相结合的方式将城市洪水风险综合管理落到实处,从而提高城市防洪减灾能力、提升区域水安全保障能力。这是一项长期的重大绿色变革,5年、10年,甚至更长时间才见成效,绝不是立竿见影、一蹴而就的,需要城市各个部门相互配合、稳步推进,打持久战。

参考文献:

[1] 城市防洪问题与对策调研组. 我国城市防洪问题与对策[J]. 中国防汛抗旱, 2014, 24(3): 46-48.

[2] 仇保兴. 海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J]. 建设科技, 2015(1): 11-18.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设专题[EB/OL]. [2019-07-23]. <http://www.mohurd.gov.cn/ztbd/hmcs/>.

[4] 张丹明. 美国城市雨洪管理的演变及其对我国的启示[J]. 国际城市规划, 2010, 25(6): 83-86.

[5] 戴妍娇, 焦胜, 丁国胜, 等. 近十年海绵城市建设研究述评与展望[J]. 现代城市研究, 2018(8): 77-87.

[6] HORMOZ P. Urban storm water management (Second Edition)[M]. Boca Raton: CPC Press, 2016.

[7] REESE A J. What's your stormwater paradigm [J].

Land and Water Magazine, 2004(3): 22-26.

[8] BARBOSA A E, FERNANDES J N, DAVID L M. Key issues for sustainable urban stormwater management [J]. Water Research, 2012, 46(20): 6787-6798.

[9] ADRIAN M T, IGNACIO E B, IGNACIO A D, et al. Decision support tool for energy-efficient, sustainable and integrated urban stormwater management [J]. Environmental Modelling & Software, 2016(84): 518-528.

[10] 吴丹洁, 詹圣泽, 李友华, 等. 中国特色海绵城市的新兴趋势与实践研究[J]. 中国软科学, 2016(1): 79-97.

[11] 王浩, 梅超, 刘家宏. 海绵城市系统构建模式[J]. 水利学报, 2017, 48(9): 1009-1014.

[12] 俞孔坚, 许涛, 李迪华, 等. 城市水系统弹性研究进展[J]. 城市规划学刊, 2015(1): 75-83.

[13] 李彤玥, 牛品一, 顾朝林. 弹性城市研究框架综述[J]. 城市规划学刊, 2014(5): 23-31.

[14] PREMAKUMARA D G J, TOSHIZO M, JIAN H, et al. Building resilient cities lessons learned from four Asian cities[C]//ISAP. Building Resilient Cities in Asia: From Theory to Practice, Yokohama, 2014.

[15] 魏一鸣, 金菊良, 杨存建, 等. 洪水灾害风险管理理论[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[16] 张继权, 冈田宪夫, 多多纳裕一. 综合自然灾害风险管理——全面整合的模式与中国的战略选择[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(1): 29-37.

[17] 单玉书, 蔡文婷, 薛宣, 等. 环太湖城市群防洪大包围建设影响及对策[J]. 中国防汛抗旱, 2018, 28(2): 56-60.

[18] 孙殿臣, 王慧敏, 黄晶, 等. 鄱阳湖流域城市洪涝灾害风险及土地类型调整策略研究[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(12): 2856-2866.

[19] 石坚韧, 肖越, 赵秀敏. 从宏观的海绵城市理论到微观的海绵社区营造的策略研究[J]. 生态经济, 2016, 32(6): 223-227.

[20] 蔡新立, 程俊, 汪洋. 海绵城市背景下的城市水系生态修复治理研究[J]. 江淮论坛, 2019(6): 75-80.

[21] 王慧敏, 陈蓉, 佟金萍. “科层-合作”制下的洪灾应急管理组织体系探讨——以淮河流域为例[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2014, 16(3): 42-48.

[22] 佟金萍, 黄晶, 陈军飞. 洪灾应急管理中的府际合作模式研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2015, 17(4): 69-74.

(责任编辑:高虹)