

DOI:10.11918/j.issn.0367-6234.201608046

中国大城市“暴雨淹城”的规划响应

孙平军^{1,2}, 冷 红^{1,2}

(1.哈尔滨工业大学 建筑学院,哈尔滨 150001; 2.黑龙江省寒地建筑科学重点实验室(哈尔滨工业大学),哈尔滨 150001)

摘 要:为解决“暴雨淹城”给中国城市可持续发展带来的不良影响,通过文献梳理和科学思辨演绎推理对中国大城市“暴雨淹城”的成因及其规划响应展开了分析.研究表明:“暴雨淹城”是特定历史时期区域人-地关系相互作用方式与程度、制度安排效应及城市规划理论与方法支撑能力等的综合表征和侧面映射,是一个系统而又多维的复杂科学问题,对应于城市规划层面具体化为人-地关联的脆弱性分析、多要素互动的情景模拟分析评估与预测、以及多学科交融的方法集成解决之道,并据此构建和剖析基于时间、尺度和要素三维层面的应对“暴雨淹城”的城市规划分析框架与形成机理;认为“暴雨淹城”的时空特征与类别、直接间接效益损失评估、影响因素及多情景的模拟预测及其规划响应等是其研究的主要内容组成,时间维度的历史遗留发展局限、尺度维度的人-地相互作用加剧的气候响应和要素维度的生态本底约束与城市发展规划的理论束缚以及人为制约等是中国大城市“暴雨淹城”的原因所在;最后据此提出基于理论创新、规划创新、技术创新和制度创新的“响应”调控建议.

关键词:暴雨淹城;脆弱性;海绵城市;城市安全;哈尔滨市

中图分类号: TU984.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 0367-6234(2018)02-0139-08

Urban planning reflection to “Rainstorm Flooded City” in China’s large cities

SUN Pingjun^{1,2}, LENG Hong^{1,2}

(1.School of Architecture, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China;
2.Heilongjiang Cold Region Architectural Science Key Laboratory(Harbin Institute of Technology), Harbin 150001, China)

Abstract: To solve the problem of “rainstorm flooded the city” and sustainable development, this article systematically analyzed its formation mechanism and urban planning response by literature reviewing, deductive reasoning and hermeneutical reasoning. And the result points out that the “rainstorm flooded the city” is a comprehensive characterization and side reflection to the interaction way and degree between human and land, effect of institutional arrangements and supporting capacity of urban planning theory and method for regions in a specific historical period, it is also a system and multidimensional complex scientific problem, corresponding to urban planning it can be embodied by the vulnerability analysis of human-land interaction, the multi-scenario simulation assessment and forecast among the interactive multi-element, and the blend-method solves solution of multi-disciplinary integrated. Therefore, this article constructed the urban planning analysis framework and analyzed its formation mechanism on the basis of three dimension of time-scale-element to respond to “rainstorm flooded the city”, and pointed out that spatiotemporal characteristics and categories, direct or indirect loss of benefit assessment, influencing factors and simulation of multiple scenarios and its urban planning response of “rainstorm flooded the city” are the main contents of their research, while the historical development of the time dimension, the climate response of the scale dimension of human-environment interaction and the ecological background constraint of the factor dimension, and the theoretical constraints of urban development planning and human control are the reasons for the “rainstorm flooded the city” in big cities of China. At last, the article puts forward responding regulation countermeasures from the perspectives of the theoretical innovation, urban planning innovation, technology innovation and institutional innovation.

Keywords: rainstorm flooded the city; vulnerability; sponge city; urban security; Harbin city

随着城市社会经济的快速发展、城镇化进程的
不断推进,大城市人口和用地规模呈现出迅猛式增长,

市民生活水平也得到了极大的提升,但期间由于规模
集聚(聚集不经济)、“人”对“地”的过逾“扰动”、以及
规划失措等原因的作用而衍生了一系列的“大城市
病”和城市安全隐患.比如说环境污染、交通堵塞、城
市“摊大饼”式蔓延等,其中尤为突出的是非滨江沿海
城市的“暴雨淹城”事件——如2012年7月21日北京
市的“暴雨淹城”(又称之为北京“721”特大暴雨事
件),哈尔滨市2012年5月17日和2016年6月12日

收稿日期: 2016-08-15
基金项目: 国家自然科学基金(41501173); 中央高校科研专项基金
(HIT. NSRIF. 201656); 中国博士后面项目
(2015M571418); 黑龙江省博士后基金(LBH-Z15062)
作者简介: 孙平军(1981—),男,博士后,硕士生导师;
冷 红(1970—),女,教授,博士生导师
通信作者: 冷 红,hitlaura@hit.edu.cn

的“暴雨淹城”事件等,给中国乃至全世界人民带来了极大的震惊及过后的反思。

“暴雨淹城”的影响与损失及其危害无疑是非常巨大的,也是当前世界各国城市可持续发展进程中亟待解决的关键性科学问题,深为社会各界人士的广为关注与聚焦,其中欧、美和日本等发达国家最先对此展开研究,并拥有一套相对完整和成熟的评估与管理体系——日本在 20 世纪 60 年代~70 年代就开始展开城市暴雨水灾模型与“城市综合治水对策”研究^[1]、美国构建了基于应付暴雨径流的雨水贮留设施^[2]、加拿大也在此时创建了世界上令人瞩目的暴雨洪水管理平台,但随着相关设施老化和全球气候变化当前面临重构和新的挑战^[3]、德国通过修建雨水调节池来应对“暴雨淹城”等;其他诸如 Sanyal 等^[4]运用 GIS 软件和相关遥感、监测数据对孟加拉邦的暴雨洪水灾害易损性进行了评价;Ghimire 等^[5]基于智慧城市视角探讨了城市暴雨洪涝的模拟技术;Smith^[6]、Wilson 等^[7]、Lefavour 等^[8]着力于提高地形数据的精度来提升城市暴雨洪涝的科学性和准确度等;总之成果可谓丰硕而富有实践意义。而中国研究对此起步较晚,但发展迅速,具体内容涉及“暴雨淹城”的形成原因^[9-11]、直接间接损失、评价模拟^[12-15]及应对措施等方面^[16-18],但总体说来,现有研究大多是基于对国外相关成熟理念、评估体系、管理经验和应对措施的引进、介绍与应用,离实现“中国化”及其城市规划的现实借鉴和指导意义依然是任重道远。

通过上述对国内外现有研究成果的系统梳理可以发现:首先从研究领域来看,当前研究大多集中于城市风险灾害学和管理学领域,而较少直接从城市规划学(科)展开分析,更谈不上有一套相对系统而又有共识的“暴雨淹城”的城市规划分析指导框架,从而导致已有研究成果难以科学、有效指导城市的规划建设和发展布局,这可能与“暴雨事件”区域性和“淹城事件”地方性的尺度差异、以及基于城市街道尺度的相关技术手段和基础数据缺失和学科间的各自为政、缺乏有效沟通等密切相关。其次本文认为城市不仅是一个综合概念,内含各种自然、人文社会经济、生态环境等要素的交互作用和耦合关联,而且还是区域系统中一个人-地相互作用的动态子系统,时刻需要与外界进行物质、能量和信息熵的交换、转化和传递^[19],换句话说,城市是一个基于“时间(time)-尺度(scale)-要素(element)”三维一体的人-地关系相互作用的过程、状态或结果,理应运用多学科交融、多要素汇聚、多维度关联的眼光和手段来看待和处理城市各种现象和问题,即“暴雨淹城”事件

的分析和解决在于多学科交叉、城市-区域尺度一体、过去-现在-未来统筹安排的综合集成。中国当前正处于“暴雨淹城”等城市问题的集中形成期和爆发期(其发生的频率、造成的损失和影响也越发让人难以承受),正是开展此类问题研究的关键时机。

为此,开展“暴雨淹城”的内在成因解析,结合多学科的综合集成来构建城市规划分析框架以落实安排“暴雨淹城”的规划布局,其理论意义和应用价值是显而易见的,也是本文拟待解决的两个核心问题;文中选取极具典型性和代表性的哈尔滨市为例展开分析和梳理。

1 “暴雨淹城”的城市规划分析框架构建

1.1 研究方法

1.1.1 人-地关联的脆弱性分析

城市是人-地关系相互作用的聚集地和关联产物,开展“暴雨淹城”研究其实质是对城市人-地关系的系统梳理:相互作用过程、格局、机理和发展模式的选择。脆弱性是当前分析人-地关系相互作用程度、过程与机理、区域可持续发展的一个基础性的科学知识体系与分析工具,研究何事、何物和哪个地区对人文、自然资源环境要素变化的敏感“响应”程度及其内在作用机理与模式选择的一门科学,深为学术界所关注与追捧^[20-21]。为此,针对“暴雨淹城”所在城市在某一对应时点的人-地关系,在暴雨这一外在“扰动”的作用下,而呈现出的这种易损性特征(程度或状态),可以运用脆弱性分析工具加以剖析——揭示“暴雨淹城”产生的原因、属于结构性脆弱性还是胁迫式脆弱性、以及何种要素、哪个区域面临暴雨的外在“扰动”更为敏感、怎么变化等。并据此为城市规划的发展定位和空间布局提供依据与支撑。然而脆弱性分析虽然已经广泛应用于地理学、管理学、社会学、环境学等学科,但在城市规划学领域依然没有得到普遍的认识和足够的重视,可以加以引入与借鉴。

具体研究中,首先需要明确脆弱性的概念与内涵及其在“暴雨淹城”等城市问题中的应用。城市是一个复杂的巨系统,其内在结构的稳定性决定了系统演化的方向和作用程度,通过系统内在的弹性(适应能力)和暴雨等“外在扰动(压力)”的相互作用,而呈现出不同程度的道路积水、暴雨淹城等城市敏感性特征。为此本文认为城市脆弱性是指城市系统在暴雨等“外在扰动”作用下所呈现出的易损性程度,是基于“压力(外在扰动,pressure)—敏感(外在表征,sensitivity)—弹性(系统稳态性,elasticity)”相互作用而推进城市系统不断演化的动态过程^[21]。

并据此构建“暴雨淹城”脆弱性分析框架:评价模型、压力指数、敏感性指数、弹性指数,进而确定主导影响因素、重点敏感区域以及对应的响应调控对策。

1.1.2 多要素互动的情景模拟预测

“暴雨淹城”无疑是一个突发性、多要素共同作用的复杂事件,涉及降雨量、地表径流、植被覆盖度、土壤裸露率、地质结构、城市结构——形态、规模与密度、雨水管网系统等多要素的关联。至于何种要素是“暴雨淹城”的主因、贡献率有多大、涉及的区域有哪些、实施某项措施成效如何等,可以借助多要素互动的情景模拟手段和工具进行预判,进而为规划的发展布局、制度建议的优化创新提供参考。

1.1.3 多学科交融的方法集成解决之道

应对“暴雨”的城市排水既是一个基于地表渗透、地下径流的自然过程、也是一个通过排水管网设置、用地竖向设计和雨水贮留设施(调水池)布局的人工过程,更是一个涉及功能布局、人口-经济空间配置、城市结构之规模-密度-形态选择、系统优化、规划管理等的统筹安排的过程。单纯从技术层面去看待和处理“暴雨淹城”事件无疑是“头疼治头、脚痛医脚”、犹如大马路交通拥堵通过再扩宽来治堵的原理一样,治标不治本,难以成效。因此从城市排水的“道(功能结构)”和“术(排水技术)”的相互关联来说,应对“暴雨淹城”的城市规划,不仅需要运用地理学的综合性、系统性思维、人-地关联基调、以及劳动地域分工理论(区位商)、克里斯塔勒中心地理论等相关理论去确定城市的最大暴雨量、城市的功能结构与排水方式及相关管网布置、以及城市主导产业的选择,而且需要运用经济学成本-效益思维去确定最佳城市规模、密度和形态、组织城市人口与产业的空间布局等,同时也需要运用规划学的土地利用规划、排水管网设置等专业知识和管理维度的规划管治来予以落实和推进。因此,从要素多样性、系统多维性、以及城市排水“道”与“术”的不可分割性决定了解决“暴雨淹城”问题的多学科交融的方法集成性。

1.2 研究内容

“暴雨淹城”的城市规划学分析内容架构及其所形成的技术框架图如图1所示。

1)“暴雨淹城”的时空特征与类别。从时间、空间和要素维度揭示“暴雨淹城”的相关特征属性和类别划分。

2)“暴雨淹城”的直接间接效益损失评估。基于评估模型和效益计算方法,从社会、经济、人身安全、生态环境等层面测算“暴雨淹城”的直接间接效益损失。

3)“暴雨淹城”的影响因素及多情景的模拟预测。首先基于脆弱性分析工具,构建压力指数、敏感性指数、弹性指数来揭示“暴雨淹城”发生的主导影响因素,与此同时,运用相关软件对影响“暴雨淹城”的各种自然要素、人文要素从时间维度和空间维度两个层面进行多情景模拟与预测评估,以期进一步验证与揭示“暴雨淹城”的关键敏感性因子以及响应对策的实施成效检验与优化选择。

4)“暴雨淹城”的城市规划响应。基于“暴雨淹城”的主要诱因及关键敏感性因子的揭示与提炼,从理论创新、技术创新、规划创新和制度创新等层面提出“响应”调控策略。

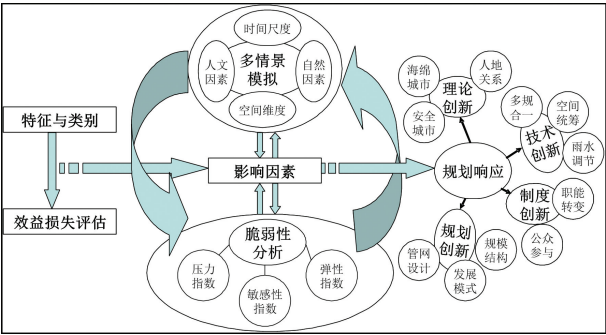


图1 “暴雨淹城”城市规划分析内容的构成

Fig.1 Urban planning analysis content composition for rainstorm flooded the city

1.3 分析框架

据此,基于上述的分析,文中以维度视角“时间(time)-尺度(scale)-要素(element)”三维模型为Y轴,以内容组构之维度-成因-对策为X轴,构建如图2所示的分析框架图。其中时间维度上依托中国的基本国情,将其划分为历史时期(新中国成立以前)、计划经济时期(新中国成立~1978年)和改革开放后(1978年~至今)3个发展阶段,尺度维度上划分为宏观、中观、微观3个层面,而要素维度上分为自然要素(地形、面貌、地质、水文、气候、覆盖等)和人文要素(城镇化、城市规划、社会经济发展、土地有偿使用、分税制等);并结合现有文献系统梳理、基于多学科交融、多要素汇聚、多维度关联的发展诉求,构建“暴雨淹城”的主导影响要素及其潜在的响应调控对策。

2 “暴雨淹城”的成因解析

如上所述,“暴雨淹城”事件折射的是城市系统的要素多样性、功能多维性、以及城市人-地关系的矛盾冲突和城市规划的非理性化。本文结合图2的分析框架,以哈尔滨市为例,从时间、尺度和要素3个维度对“暴雨淹城”产生的成因及其影响因素进行系统梳理。

2.1 时间维度——历史遗留发展的局限

城市是一个集过去、现在和未来的有机体,它不能一蹴而就、也不能推倒重建、简单了事.也正是由于包含不同时代的世界观、认知观、需求度和科学技术发展水平,而对城市的发展定位和规划布局做出差异化的思考和应对,尤其是不同文化背景、不同社会体制环境下的城市发展布局的差异性尤为明显,从而不可避免在制定城市应对暴雨“外在扰动”响应规划(排水方式选择、管网设置等)的差异性及其潜在的局限性(衔接性差、缺乏前瞻性).本文结合哈尔滨市,从历史时期(新中国成立以前)、计划经济时期(新中国成立~1978年)和改革开放后(1978年~至今)3个阶段展开历史遗留发展对“暴雨淹城”的影响.

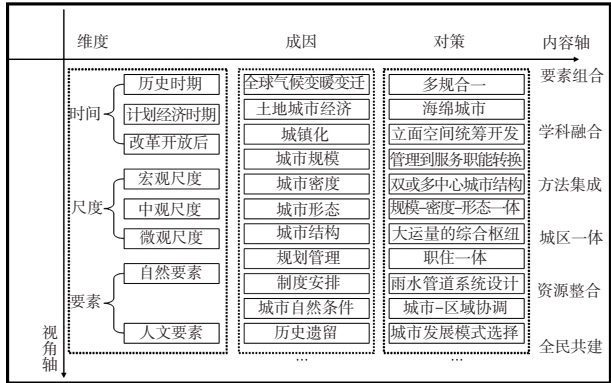


图 2 “暴雨淹城”的城市规划分析维度和内容组构

Fig.2 Urban planning analysis dimension and content arrangement for rainstorm flooded the city

历史时期也就是新中国成立以前,中国大部分城市属于自发形成与发展,城市排水基本局限于自然降解过程,而较少规模设置人工排水管道和雨水贮留设施(调水池),当然几个历史帝都(如北京、南京、成都等)和帝国列强殖民侵略城市(如哈尔滨市、长春市、青岛市等)有局部的考虑除外.例如说哈尔滨市,是随中东铁路的建成、工商业和人口在哈尔滨一带不断聚集,才开始出现城市的雏形,期间经历了伪满洲政府、侵略者日本政府和俄罗斯政府 3 个不同建设主体,基于各自统治和发展(殖民掠夺服务)的需要,以及差异化的城市规划理念和技术体系,整个城市分而治之、基础设施建设配套较少考虑,即使有也只是局限于为侵略者和统治者居住所在地、而且缺乏衔接性和系统性.

计划经济时期国内百废待兴、发展资金极其短缺,加上西方帝国列强的经济封锁,党中央和国务院提出了建设超越欧、美等发达国家的工业体系发展目标,并推之以重建轻生产的发展理念——重视工厂建设、生产发展,而忽视生产性、生活性配套设施的建设,比如本文所述的应对“暴雨淹城”的

排水设施的建设;加上“大跃进”和十年“文化大革命”对城市规划的影响,使当时的城市建设(也就是当今的城市中心区、老城区部分城市建设)基本处于无序管理状态,更谈不上城市排水设施的系统化与衔接性.哈尔滨市作为当时国家重点建设城市和工业基地(承担了前苏联援建的 156 项重点建设工程中的 13 项),非常具有代表性,其落建所在地的道外区、香坊区、道外区等如今就面临着严重的排水设施的不足和老化问题,每逢稍大一点的降雨就水淹道路、房子.

改革开放后,随着应对“暴雨淹城”的认知观、技术水平和经济能力的提升,中央和地方政府在很大程度上加大了对相关基础设施的配套和改善,比如说排水管网扩径、改造旧区排水设施等,但由于地方财政的制约、唯 GDP 的政绩考核和 5 年一轮的任职体制,而使这项工作进展非常缓慢,无法在短时间内实现对不同历史时期城市规划与相关配套设施建设的有效对接和补充配套.哈尔滨市目前的香坊区、道外区和南岗区等老城区存在明显的衔接不够、改善不足的尴尬.

综上所述,基于时间维度的历史遗留发展的影响(缺乏统一规划、有效衔接)是导致中国大部分城市“暴雨淹城”的一个重要影响因素.

2.2 尺度维度——人-地相互作用加剧的气候响应

“暴雨淹城”如上所述映射的是不同尺度的人-地关系相互作用结果或程度,其不仅是一个城市、区域问题,甚至是一个国家乃至全球性人-地相关相互作用气候响应.

全球气候变迁宏观尺度上:环境具有全球一体性特征,随着人类对大自然作用的加剧(过度掠夺、无限排放),全球气候变迁和极端天气气候的出现与加剧,如全球温室气体导致海平面上升、大陆盛行季风的改向、严寒地区的日趋暖化(旱灾洪涝的极端天气频繁出现)等,给众多城市的发展规划、尤其是应对暴雨等“外在扰动”带来了极大的挑战和风险.哈尔滨市近年来降雨量的主要表现形式已由降雪占绝对主导向雨、雪双补充形式悄然转变,而且冬天的寒冷程度也在某种程度上有所缓解,无疑在某种程度上加剧了其应对暴雨等“外在扰动”的难度与路面积水成片、“暴雨淹城”的效应事实.

国家体制环境中观尺度上:人多地少的发展中国家基本国情,在资金极其短缺的时代背景下,粗放式土地经济成为时代发展的主旋律,加上唯 GDP 的政府绩效考核、中央与地方“分灶吃饭(分税制)”的财税制、以及土地有偿使用等体制机制对地方政府的“扩张驱动”的刺激,无疑加剧了人-地矛盾冲突

和土地资源的粗放非集约利用、加大了人类对城市内在湿地生态、涵水森林(林地)的破坏(黑龙江省的森林面积由1898年的4 692.9万 hm^2 下降到1 670.6万 hm^2 ,当前虽有回升,但以人工造林为主),进而导致城市“摊大饼”式无序蔓延和低投入应对暴雨“外在扰动”的配套建设、甚至出现高处泥土流失而阻塞降低现有排水管道的排水能力等^[22]。

城市微观技术安排和功能布局尺度上:应对能力不足是“雨大量多”之外,城市尺度“暴雨淹城”的关键制约因素。如上所述,城市排水是一个基于地下渗透、地表径流的自然过程和通过排水管网、雨水储存设施排水的人工过程的集合体,从国际经验来看其具有历史发展的阶段性特征——城市规模小、人类社会经济活动规模和强度不大的历史时期,城市排水以自然降解为主,而随着人类活动的加剧、城市规模的扩大、辅以科学技术发展的支撑,大城市的排水逐渐从自然降解为主、向人工排水与自然降解相结合、到人工排水为主的阶段的发展演变,也由此导致了“暴雨淹城”事件的频繁出现及其社会经济损失的巨量化。快速城镇化大背景下中国当前大城市建设到处充斥着钢筋、混凝土气息,加上高密度、高容积率的形态模式(尤其是城市老城区)和不合理的功能、结构布局、以及错误的降雨量估算、排水管径大小、竖向设计及布置模式选择等,其无疑极大地消减了城市自然降解的功效,而且在加大城市“暴雨淹城”暴露率的同时,也降低了其应对“暴雨淹城”的能力。城市内在不合理规模、密度和形态,不科学的城市管网规划、道路竖向规划、乃至城市功能结构安排也是造成“暴雨淹城”的重要影响因素。

2.3 要素维度——生态本底约束与城市发展规划的理论束缚以及人为制约

“暴雨淹城”是各种自然要素和人文要素相互作用、交互耦合及对暴雨“外在扰动”的效应反馈,具体涉及自然降解排水过程中的生态本底约束要素、人工排水过程中城市规划的理论束缚和人为制约等因素。

生态本底约束要素:自然要素中反映了城市自然排水降解过程中的本底要素等的统称,比如说城市土壤裸露率、城市绿地率、城市土壤地表渗透系数,通常土壤裸露率高、绿地率高以及地表渗水性系数高其表征的城市自然排水效果好,反之则映射不好的自然排水过程。然而中国大城市、尤其是老城区,由于建筑密度高、绿地率和土壤裸露率低而使其自然降解排水功能较差,遭遇暴雨就路面积水漫城。

城市发展规划的理论束缚与人为制约要素。中国城市规划学科由于起步晚、加上十年“文化大革

命”的影响,近年来的城市规划实践更多直接引鉴于欧、美等发达国家的先进理论和成功经验,但由于差别化的制度环境、基本国情和发展阶段(尤其是人口规模、人均用地和土地所有权等的差异),而使“拿来主义”的“入乡随俗性”不强、可指导性差;与此同时由于缺乏“本土化”的城市规划指导理论,当前实践过于注重物质形体的设计和空间环境的塑造,而相对忽视内在功能和发展内涵的梳理。致使用以应对“暴雨淹城”的城市规划成为摆设、甚至是帮凶。当然不同主管部门之间的博弈(国土部门的土地利用规划、发改委管辖的国民经济发展规划与城乡建设部主管的城市规划)而导致规划的协调性和空间落实性差,也是一个重要的外在制约因素。

2.3.1 城镇化要素

大规模快速城镇化是中国当前(大)城市发展的基本写照,其规模(年均1 300万人)和速度(年均1%)是人类历史上前所未有的盛事而被2001年诺贝尔经济奖得主斯蒂格利茨推崇为将成为21世纪影响人类社会最伟大的事件之一^[23],无疑也带来了城市规模的快速增长和生态湿地、森林环境的破坏(尤其是大城市周边高产农田和),加上户籍制度的制约,“半城镇化”居民通常不纳入城市规划相关配套设施的估算中来,而致使城市应对暴雨等“外在扰动”配套建设的严重不足。

2.3.2 粗放式城市经济增长模式要素

其与大规模快速城镇化一样,基于土地经济的快速增长模式,加大了对土地资源的投入和生态环境的破坏,进而影响城市系统排水功能。

2.3.3 规模-密度-形态不合理规划布局要素

单中心城市“摊大饼”式蔓延,以及形成的圈层式+放射状道路系统的城市结构,以及多重主导功能的城市中心叠加,使得城市中心区(尤其是老城区,比如说哈尔滨市的道外区、香坊区、南岗区等)的建筑密度高、人口规模大,而对应的绿地和排水管网、排水口设置相对较为欠缺、人均占有量少,从而导致其沿线雨水无法及时排除。与此同时,单中心圈层式结构带来的“暴雨淹城”的效应损失也是最大的,因为其对应的城市弹性、应对能力是最低的。

2.3.4 制度安排要素

唯GDP的政府绩效考核体制、土地有偿使用制+中央与地方“分灶吃饭(分税制——加剧了地方政府财权和事权的不统一)”、以及住房货币化、户籍制度改革等驱动了地方政府的“扩张冲动”,加大了“人”对“地”的“外在扰动”和矛盾冲突,对周边生态湿地、森林环境的破坏,同时由于粗方式的城市扩张,比如说工业园区、产业园区开而未发,缺乏以

应对暴雨等“外在扰动”为代表的相关配套设施的建设,影响到城市对暴雨的处理能力。

2.3.5 城市规划的科学性和权威性要素

综上所述,由于缺乏相应理论指导及所处的发展阶段制约,当前城市规划更注重城市形体环境设计,缺乏科学的城市功能定位、结构塑造、发展模式选择及交通方式(职-住关系)等的安排,从而导致城市规划的科学性不足,通常滞后于城市社会发展的需要,其次是许多规划师、设计师本身由于项目的市场性和盈利性束缚而沦落为地方政府“政绩工程理想蓝图”的制造者,无疑带来的城市规划的不科学、不可取;再者就是城市规划的权威性在地方政府、开发商等的博弈下而成为笑话,朝令夕改是常态.这些都是导致“暴雨淹城”的重要因素。

2.3.6 其他要素

诸如排水管网和排水口的设置、城市用地竖向规划、沿湖、沿江、沿海的暴雨倒灌等,都与“暴雨淹城”有着内在的关联性.比如说排水管网和排水口的口径设置、间距的设置、雨水汇集方式的设置等,极大地影响着城市对“暴雨”的快速梳流,而沿湖、沿江、沿海的暴雨倒灌,源于人类社会经济活动破坏了沿岸生态涵水区对雨水的自然降解过程。

3 应对“暴雨淹城”的规划思考

3.1 理论创新

综上所述,“暴雨淹城”是一个多要素关联、多学科交叉的复杂科学问题,首先需要有综合性和系统性的认知观和全局观,从多学科交融的方法集成去认知、剖析和寻找解决之道,单纯就排水论排水、就规划论规划,只能自欺欺人;其次需要强调城市的自然生态过程、城市与区域的局部与整体概念,落实到规划层面,也就是增强城市的自然排水过程和应对暴雨的适应能力(系统自身弹性).对应城市规划理论上本文强调海绵城市理论、低冲击影响城市开发模式、安全城市与健康城市理论、以及人-地关系理论等的理论指导和支撑作用,其中安全城市与健康城市理论是规划布局的终极目标和行动纲领、人-地关系理论是规划布局的认知工具和分析工具,而海绵城市理论和低冲击影响城市开发模式是实现增强城市自然生态过程、降低“暴雨淹城”的发生及其影响的实现手段;进而通过三者的交融互补,基于当前规划实践,进一步提炼“本土化”的城市规划指导理论。

3.2 规划创新

本文认为一个高效、安全健康的城市在于合理的城市职能定位和发展选择、规模-密度-形态的三

维有机统一、以及功能-结构的匹配,分解说来就是在规划中:一是将城市置于区域乃至中国层面来考察其功能定位,强调区域的协调合作,避免过高的城市首位度和多重城市功能的中心叠加.二是提倡多中心的城市组团式布局,通过组团之间的协作和分离弱化人类对生态湿地、涵水森林、林地等的破坏和大规模城市人口、功能积聚对单位用地的开发强度和排水设施的承压程度,本文在以往研究中指出^[24],大城市脆弱性存在如下特征:城市形态中脆弱性呈现出——组团多中心模式< 卫星城模式< 放射模式< 中心环模式的整体趋势,城市密度和规模呈现出——脆弱性随城市规模和密度的增加而显著上升,所以大城市应该强调双中心乃至多中心的城市组团布局,逐步缓解中心城区的压力指数,并通过旧城改造来降低中心城区的高建筑密度、低绿地率的尴尬局面,增强城市系统的弹性指数和应对暴雨的适应能力(荷兰的兰斯塔德就是多中心、多组团的成功的经典案例).其三是多中心组团与大运量公共交通、以及地上地下空间统筹开发的有机结合,比如说哈尔滨市是一个充满异国风情的历史文化名城,其更新改造面临保护与发展的矛盾冲突,尤其是中心城区对于停车位和公共绿地的诉求尤为明显,为了降低“暴雨淹城”发生时的效率、效益损失、解决保护与发展的矛盾冲突,本文认为一方面可以如上所述有序疏散中心城区的部分功能,另一方面布局地下地面相结合的大运量交通体系和购物休闲空间——其同时也是应对长达北方地区 3~6 个月室外寒冷天气而导致居民户外活动不适、能耗大而雾霾严重的一种有益举措.其四,注重职-住的空间匹配,尽量避免和减少“钟摆式”、“潮汐式”交通,降低“暴雨淹城”带来的社会经济损失。

3.3 技术创新

科学合理的城市规划,首先是建立在城市安全、用地条件分析基础上展开的,所以本文强调在大城市规划前,应该引入脆弱性分析和多情景模拟评估与预测分析工具,对城市安全的主要影响因素、用地相对敏感区域做一个系统的归纳与划分,进而为规划提供依据和支撑;其次强调规划技术手段的生态化和前瞻性,应对暴雨,不仅仅需要考虑如何采用人工手段实现及时排水,还需要创造各种条件实现自然排水的过程,其不仅是城市应对暴雨“外在扰动”、实现排水一个重要组成部分,而且由于其自然生态的排水过程及时补给了城市地下水循环,对促进地表结构稳定、地下水文稳定起了重要作用;与此同时,随着全球气候的变迁,大城市如何应对城市缺水和旱灾威胁问题,本文认为雨水的收集与存储不

失为一个好举措,所以强调海绵城市建设——结合 GIS 和地表雨水储存池,实现对雨水的集约化利用;这里涉及城市应对暴雨的数据库构建和监控管理平台的建设;再者就是实现城市规划的“多规合一”,打破传统不同直接管理部门而对城市规划、土地利用规划、国民经济发展规划、乃至环境规划的分割与利益冲突,实现“多规”的协调统一和空间落实;最后就是城市地上地下空间的统筹安排,可以借鉴西方国家(尤其是西方寒地城市)对地下空间开发利用和交通组织的成熟经验和技术手段,来应对暴雨“外在扰动”的作用及其损失的降低。

3.4 制度创新

城市规划不仅仅是规划验证和创作的过程,同时也是一个规划落实和监管的过程,需要规划师、政府管理部门乃至城市市民的共同推进与落实,所以一方面需要强调公众参与的重要性和制度化,另一方面需要规划师的业务素养和道德素养,摆正其为公众谋利益的角色,另一方面也需要实现地方政府由经济建设职能向服务职能的转变,与此配套是改革唯 GDP 的政府绩效考核体制,而相对加强绿色 GDP 的考核权重,扩大地方政府的税收分成、尤其是设置一个完全属于地方的税种(比如说房地产拥有税),来实现地方政府“财权”和“事权”的高度统一,同时通过严格的立法制度,加强城市规划的法制性和权威性。

总之,“暴雨淹城”是一个复杂的科学问题,需要运用多维的分析视角、多学科交融的解决之道、多平台的管理共建来推进大城市的健康、安全、可持续营运。本文只是运用系统思维对“暴雨淹城”问题研究的理论分析框架做了初步的探讨,至于“暴雨淹城”的具体理论建设与应用、典型案例城市“暴雨淹城”产生的原因及其解决之道、应对“暴雨淹城”的数据平台建设与管理、以及规划师、管理者、政府部门、公众等如何协调合作推进问题解决的机制建设等,都是今后有待进一步深入的科学问题。

4 结 论

1)文献梳理表明基于多学科的交叉融合发展、构建一套适应中国国情的“暴雨淹城”城市规划响应分析框架势在必行。

2)指出“暴雨淹城”是特定历史时期区域人-地关系相互作用方式与程度、制度安排效应及城市规划理论与方法支撑能力等的综合表征和侧面映射,具化到城市规划层面可以表征为:人-地关联的脆弱性分析、多要素互动的情景模拟分析评估与预测、以及多学科交融的方法集成解决之道,并据此构建

和剖析了基于时间、尺度和要素三维层面的应对“暴雨淹城”的城市规划分析框架与形成机理。

3)强调“暴雨淹城”的时空特征与类别、直接间接效益损失评估、影响因素及多情景的模拟预测及其规划响应等是其研究的主要内容组成,而时间维度的历史遗留发展局限、尺度维度的人-地相互作用加剧的气候响应和要素维度的生态本底约束与城市发展规划的理论束缚以及人为制约等是中国大城市“暴雨淹城”的原因所在。

4)最后从理论创新、规划创新、技术创新和制度创新维度提出规划“响应”调控建议。研究为认知和指导当前中国暴雨问题提供了理论参考与方法支撑。

参考文献

[1] 程晓陶. 美国洪水保险体制的沿革与启示[J]. 经济科学, 1998, 20(5): 79-84.
CHENG Xiaotao. Evolution and enlightenment of the flood insurance system in America[J]. Economic Science, 1998, 20(5): 79-84.

[2] 铁灵芝, 廖文根, 禹雪中. 国外减轻城市洪涝灾害新设施发展综述[J]. 自然灾害学报, 1995, 4(S1): 228-234. DOI: 10.13577/j.jnd.1995.S134.
TIE Lingzhi, LIAO Wengen, YU Xuezhong. Development of new installations for alleviating disaster of urban flood and water-logging abroad[J]. Journal of Natural Disasters, 1995, 4(S1): 228-234. DOI: 10.13577/j.jnd.1995.S134.

[3] SHRUBSOLE D. Flood management in Canada at the crossroads[J]. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 2000, 2(2): 63-75. DOI: 10.1016/S1464-2867(01)00002-X.

[4] SANYAL J, LU X X. Remote sensing and GIS-based flood vulnerability assessment of human settlements: a case study of Gangetic West Bengal, India [J]. Hydrological Process, 2005, 19(18): 3699-3716. DOI: 10.1002/hyp.5852.

[5] GHIMIRE B, CHEN A S, GUIDOLIN M, et al. Formulation of a fast 2D urban pluvial flood model using a cellular automata approach [J]. Journal of Hydro Informatics, 2013, 15(3): 676-686. DOI: 10.2166/hydro.2012.245.

[6] SMITH L C. Emerging applications of interferometric synthetic aperture radar (InSAR) in geomorphology and hydrology [J]. Annals of the Association of American Geographers, 2002, 92(3): 385-398. DOI: 10.1111/1467-8306.00295.

[7] WILSON M D, ATKINSON P M. The use of elevation data in flood inundation models: a comparison of ERS in SAR and combined contour and differential GPS[J]. International Journal of River Basin Management, 2005, 3(1): 3-20. DOI: 10.1080/15715124.2005.9635241.

[8] LEFAVOUR G, ALSDORF D. Water slope and discharge in the Amazon River estimated using the shuttle radar topography mission digital elevation model[J]. Geophysical Research Letters, 2005, 32(17): 195-221. DOI: 10.1029/2005GL023836.

[9] 袁艺, 史培军, 刘颖慧, 等. 土地利用变化对城市洪涝灾害的影响[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(3): 6-13. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4574.2003.03.002.

- YUAN Yi, SHI Peijun, LIU Yinghui, et al. Impact of land use change on urban flood disaster[J]. Journal of Natural Disasters, 2003, 12(3): 6-13. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4574.2003.03.002.
- [10] 尚志海, 丘世钧. 当代全球变化下城市洪涝灾害的动力机制[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(1): 100-1105. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4574.2009.01.016.
- SHANG Zhihai, QIU Shijun. Dynamic mechanism analysis of urban flood and waterlogging under contemporary global change[J]. Journal of Natural Disasters, 2003, 12(3): 6-13. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4574.2009.01.016.
- [11] 石勇. 灾害情景下城市脆弱性评估研究——以上海市为例[D]. 上海: 华东师范大学, 2010. DOI: 10.7666/d.y1744052.
- SHI Yong. Research on vulnerability assessment of cities on the disaster scenario—a case study of Shanghai City[D]. Shanghai: East China Normal University, 2010. DOI: 10.7666/d.y1744052.
- [12] 康相武, 吴绍洪, 戴尔阜, 等. 大尺度洪水灾害损失与影响预评估[J]. 科学通报, 2006, 51(S2): 155-164. DOI: 10.3321/j.issn: 0023-074X.2006.z2.021.
- KANG Xiangwu, WU Shaohong, DAI Erfu, et al. Large scale assessment of flood disaster losses and its influence[J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(S2): 155-164. DOI: 10.3321/j.issn: 0023-074X.2006.z2.021.
- [13] 权瑞松. 基于情景模拟的上海中心城区建筑暴雨内涝脆弱性分析[J]. 地理科学, 2014, 34(11): 1399-1403. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.20140121.015.
- QUAN Ruisong. Vulnerability analysis of rainstorm water logging on buildings in central urban area of Shanghai based on scenario simulation[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(11): 1399-1403. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.20140121.015.
- [14] 刘家福, 张柏. 暴雨洪灾风险评估研究进展[J]. 地理科学, 2015, 35(3): 346-351. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2015.03.013.
- LIU Jiafu, ZHANG Bai. Progress of rainstorm flood risk assessment[J]. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(3): 346-351. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2015.03.013.
- [15] 杨佩国, 靳京, 赵东升, 等. 基于历史暴雨洪涝灾情数据的城市脆弱性定量研究——以北京市为例[J]. 地理科学, 2016, 36(5): 733-741. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.05.011.
- YANG Peiguo, JIN Jing, ZHAO Dongsheng, et al. An urban vulnerability study based on historical flood data: a case study of Beijing[J]. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(5): 733-741. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.05.011.
- [16] 周武光, 史培军. 洪水风险管理研究进展与中国洪水风险管理模式初步探讨[J]. 自然灾害学报, 1999, 8(4): 62-72. DOI: 10.13577/j.jnd.1999.0409.
- ZHOU Wuguang, SHI Peijun. Advances in flood risk management study and the primary research on flood risk management models in China[J]. Journal of Natural Disasters, 1999, 8(4): 62-72. DOI: 10.13577/j.jnd.1999.0409.
- [17] 戴慎志, 曹凯. 我国城市防洪排涝对策研究[J]. 现代城市研究, 2012, 19(1): 21-23. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6000.2012.01.003.
- DAI Shenzi, CAO Kai. Countermeasures of urban flood and drainage in China[J]. Modern Urban Research, 2012, 19(1): 21-23. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6000.2012.01.003.
- [18] 王静. 基于 SWMM 模型的山地城市暴雨径流效应及生态化改造措施研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- WANG Jing. Research on the rainstorm runoff effect of mountainous city and measures of ecological reconstruction based on SWMM[D]. Chongqing: Chongqing University, 2012.
- [19] 孙平军, 修春亮, 张天娇. 熵变视角的吉林省城市化与生态环境的耦合关系判别[J]. 应用生态学报, 2014, 25(3): 875-882. DOI: 10.13287/j.1001-9332.2013.0025.
- SUN Pingjun, XIU Chunliang, ZHANG Tianjiao. Identification of coupling relationship between urbanization and ecological environment in Jilin from entropy change perspective[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2014, 25(3): 875-882. DOI: 10.13287/j.1001-9332.2013.0025.
- [20] 李鹤, 张平宇, 程叶青. 脆弱性的概念及其评价方法[J]. 地理科学进展, 2008, 27(2): 18-25.
- LI He, ZHANG Pingyu, CHENG Yeqing. Concepts and assessment methods of vulnerability[J]. Progress in Geography, 2008, 27(2): 18-25.
- [21] 孙平军, 修春亮. 基于 PSE 模型的矿业城市经济发展脆弱性研究[J]. 地理研究, 2011, 30(2): 301-310.
- SUN Pingjun, XIU Chunliang. Study on the vulnerability of economic development in mining cities based on the PSE model[J]. Geographical Research, 2011, 30(2): 301-310.
- [22] 孙平军, 封小平, 孙弘, 等. 2000—2009 年长春、吉林城市蔓延特征、效应与驱动力比较研究[J]. 地理科学进展, 2013, 32(3): 381-388. DOI: 10.11820/dlkxjz.2013.03.007.
- SUN Pingjun, FENG Xiaoping, SUN Hong, et al. Comparative analysis of characteristics, effects and driving factors of urban sprawl in Changchun-Jilin during 2000—2009[J]. Progress in Geography, 2013, 32(3): 381-388. DOI: 10.11820/dlkxjz.2013.03.007.
- [23] SUN Pingjun, SONG Wei, XIU Chunliang, et al. Non-coordination in China's urbanization: Assessment and affecting factors[J]. Chinese Geographical Science, 2013, 23(6): 729-739. DOI: 10.1007/s11769-013-0634-5.
- [24] 乌拉尔·沙尔赛开, 孙平军, 宋庆伟. 脆弱性视角的中国大城市土地节约集约利用模式的规划思考[J]. 经济地理, 2013, 34(3): 156-161, 181. DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2014.03.025.
- WULAER S, SUN Pingjun, SONG Qingwei. Consideration the patterns of China's large cities land economy utilization from a vulnerability perspective[J]. Economic Geography, 2013, 34(3): 156-161, 181. DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2014.03.025.

(编辑 张 红)