

我国大城市总体规划修编中 防灾规划编制模式探讨*

——以武汉市为例

戴慎志 冯浩 赫磊 高晓昱

提要 武汉市现行城市总体规划中的防灾规划尝试突破传统编制模式的局限,探索更为合理的路径,但是仍存在一定的问题。参考国内外大城市的先进经验,并以“综合防灾”、“风险管理”和“韧性城市”等防灾理念为引导,构建武汉市总体规划修编中防灾规划编制的新模式:在重大防灾问题的研判上,明确五大主要灾种、六类核心区域和八项关键问题,并以“建设韧性城市”为目标制定防灾策略与措施,构建五大城市防灾系统;在编制内容的组织上,采用“城市空间系统规划+综合防灾专项规划”的形式,从目标标准、空间布局、设施配置和管理机制四个方面进行推进;同时,为了加强规划实施,在综合防灾专项规划的框架内构建规划指标体系。

关键词 城市总体规划; 防灾规划; 编制模式

中图分类号 TU984 文献标识码 A
DOI 10.16361/j.upf.201901011
文章编号 1000-3363(2019)01-0091-08

作者简介

戴慎志, 同济大学建筑与城市规划学院, 高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室, 博士生导师, 教授, sz-dai2606@126.com

冯浩, 同济大学建筑与城市规划学院, 美国北卡罗来纳大学教堂山分校联培博士生, fh19860130@163.com

赫磊, 同济大学建筑与城市规划学院, 高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室, 助理研究员, 通讯作者, leih@tongji.edu.cn

高晓昱, 同济大学建筑与城市规划学院, 高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室, 讲师, 17811521@qq.com

Discussion on the Compilation of Disaster Prevention Plan in the Process of Master Plan Amendment of China's Metropolis—The Case of Wuhan

DAI Shen zhi, FENG Hao, HE Lei, GAO Xiaoyu

Abstract: The disaster prevention plan of the current master plan of Wuhan represents a break from the traditional model. However, problems still exist. Referring to the advanced experience of big cities in China and abroad, and integrating the concepts of "comprehensive disaster prevention", "risk management" and "resilient city", a new model of disaster prevention plan is constructed in the process of master plan amendment of Wuhan. In the research stage, five major types of disaster, six core areas and eight key problems are identified. Following the goal of "building resilient city", disaster prevention strategies and measures are formulated, and five disaster prevention systems of the city are proposed. The plan documentation includes a combination of city spatial systems plan and comprehensive disaster prevention plan, and a discussion on target standard, spatial layout, facility configuration and management mechanism. In order to facilitate implementation, the planning index system is built into the framework of comprehensive disaster prevention plan.

Keywords: city master plan; disaster prevention plan; plan-making mode

防灾规划是城市总体规划的重要组成部分。在我国,传统的编制模式是将各单灾种防灾规划的内容进行叠加,形成综合防灾规划的成果。这种模式并不能如实反映城市防灾系统的整体性,也忽视了各防灾子系统间的联系和相互作用(赫磊,等,2011)。近些年来,一些城市已经意识到传统编制模式的局限,纷纷开始探索能够真正落实“综合防灾”理念的方法路径。武汉市作为其中的典型代表,取得了一定的突破,但仍存在问题。本文即针对这些问题,总结国内外大城市的先进经验,明确防灾规划的指导理念,探讨武汉市城市总体规划修编过程中防灾规划编制的新模式。

1 现行城市总体规划中防灾规划编制的内容与问题

现行《武汉市城市总体规划(2010—2020年)》编制于2010年,与国内其他大城市总体规划编制时期、编制理念、编制内容等相类似。因此,本文以武汉市为例,总结现行城市总体规划中防灾规划编制的内容和存在的问题,作为我国当前阶段现行城市总体规划中防灾规划编制的典型进行总结回顾。

* 国家自然科学基金面上项目“城市防灾设施系统失效级联机理与规划优化方法研究”(项目批准号51778437)

1.1 内容构成

《武汉市城市总体规划（2010—2020年）》涉及的城市安全防灾内容主要有两种形式：①包含在各系统规划中相对零星分散的内容（表1）；②在“综合防灾减灾规划”专项中集中设置的内容（表2）。形式①的规划内容几乎涉及到总体规划中的各个专项规划，主要对空间布局及设施配置提出要求；形式②规划内容按照“目标及总体防护要求——防洪——消防——人防——抗震及地质灾害防治——气象灾害预防——综合救灾”的脉络对城市安全防灾的建设进行系统布局。

综上，总结武汉市现行城市总体规划中的防灾规划具有以下特征：①灾种应对方面，包含了对地震、洪涝、地质灾害、气象灾害、消防、人防、疾病暴发、饮用水安全、能源安全、危化品事故、热岛效应等多种灾害；②内容分布方面，涵盖了市域城镇体系规划、主城区用地布局、综合交通规划、工业及仓储用地布局、居住用地布局、社会事业及公共服务设施规划、生态环境保护与建设、市政基础设施规划、综合防灾减灾规划及近期建设与发展等方面；③专项规划组织结构方面，构建了“总体建设目标与要求——单灾种防抗——综合救灾”的规划思路；④防灾减灾策略方面，采取了“工程建设+空间布局+设施配置”的综合手段，并初步反映出灾前预防预警、灾中防御防护、灾后救援重建的全过程性防灾的特征。

1.2 主要问题

武汉市现行城市总体规划中的防灾规划注意到传统编制模式的不足，并试图突破这种将若干单灾种防灾规划内容进行简单叠加的机械模式，以探索能够真正实现“综合防灾”的编制路径，但仍存在以下方面的问题，具体包括：

第一，对城市灾害的辨识不够全面。规划考虑了武汉市面临的多种灾害类型，但仍聚焦于自然灾害与传统灾害的防治，对人为灾害的重视不足，对未来可能出现的新型灾害缺乏判断。

第二，“系统融合”+“专项规划”

表1 武汉市现行总规非防灾专项规划内容一览表

Tab.1 Contents of non-specific disaster prevention plan in the latest master plan of Wuhan

序号	章节	标题	主要内容
01	市域城镇体系规划	市域建设管制分区	· 岩溶地面塌陷地质灾害易发区为禁建区 · 饮用水水源二级保护区、蓄滞洪区为限建区
		社会主义新农村建设	· 增强农村防洪、排涝、防治滑坡等抗自然灾害的能力；加强农村民居的抗震设防工作，有效提高农村防灾减灾能力 · 加强农村消防安全布局和消防基础设施建设，消防水源配置、消防设施建设与村庄基础设施建设同步，全面提高农村公共消防安全水平
02	主城区优化调整	地下空间利用	· 建设完善的地下生命线系统、地下人防系统 · 城市地下空间要平战结合 · 滩涂、大型垃圾填埋场、地下文物埋藏区以及可能诱发地质灾害的地区不宜开发地下空间
03	综合交通规划	主城区交通	· 保留过江汽渡功能，为城市过江交通提供应急交通保障
04	工业及仓储用地布局	仓储用地布局	· 外迁危险品仓库，将丹水池、长丰等地区的危险品仓外迁至阳逻、北湖、左岭
05	居住用地布局	居住用地布局	· 对存在安全隐患的住区进行拆迁改造
06	社会事业及公共服务设施规划	医疗卫生设施	· 进一步完善疾病预防控制体系 · 提高城市应对突发公共卫生事件的能力，建设武汉传染病救治中心，提升市疾病预防控制中心的服务功能
		社会福利设施	· 新建市级备灾中心
		特殊公共设施	· 为保障军事、保安等特殊部门有效行使职能，在现有特殊用地的基础上，在外围新城组团内预留特殊用地 · 根据平战结合的要求，保护和完善战备防空、军事训练、后勤保障等军事设施，确保重要军事设施的安全保密和使用效能，提高战时防空抗毁能力。保护和完善安保设施，保障城市基层治安管理机构设施用地
07	生态环境保护与建设	市域生态框架体系	· 控制生态绿楔，建立联系城市内外的生态廊道和城市风道，以深入主城区核心，改善城市热岛效应
		环境污染综合治理	· 严格保护长江、汉江等集中式生活饮用水水源水质
09	资源节约、保护与利用	水资源	· 加强城市生活饮用水水源地保护
		综合能源	· 优化产业结构与能源结构，创建多元化的能源供应体系，确保能源供应安全
10	市政基础设施规划	雨水	· 形成水系排涝与城区排渍相互协调的雨水排除系统，提高全市排涝防灾能力
11	近期建设与发展	公共服务设施建设	· 完善疾病预防控制、紧急救援体系
		市政基础设施建设	· 综合治理黄孝河、机场河、三闸连通渠等，提高城镇地区排水防灾能力

资料来源：根据武汉市城市总体规划（2010—2020年）整理。

的编制思路并不明确。规划虽然采取了“系统融合”+“专项规划”的形式组织城市安全防灾内容，但却缺少协调，这两部分的具体分工、内容差异、深度要求、相互关系等并不明确，导致安全防灾规划的整体性较弱。

第三，各系统规划中安全防灾规划内容偏于零散。总体规划中几乎所有的专项规划都有安全防灾内容，但其中安全防灾要素涉及的层次、角度、深度各有不同，致使安全防灾的内容比较零散。

第四，“综合防灾减灾规划”专项的内容缺乏系统性。城市防灾系统建设与单灾种防救灾措施两方面内容相互交叉；单灾种防救灾措施内容组织不一、深度不一；灾前预防、灾中抗御、灾后救援的规划思路较为混乱；同时，对于城市防灾系统的规划内容亦不够全面。

总之，武汉市现行城市总体规划中的防灾规划编制特征和存在的问题，在我国现阶段城市总体规划编制中具有典型性和普遍性，可以作为共性问题商讨应对。

表2 武汉现行总规中综合防灾专项规划内容一览表

Tab.2 Contents of comprehensive disaster prevention plan in the latest master plan of Wuhan

序号	标题	主要内容
01	目标及总体防护要求	<ul style="list-style-type: none"> · 武汉市的设防类型、防灾原则、重点及目标 · 城镇建设选址与布局要求 · 救灾避难道路系统及高风险设施布局要求
02	防洪	<ul style="list-style-type: none"> · 城市设防等级、原则、目标及各水系防洪建设标准； · 防洪设施建设与隐患点建设要求
03	消防	<ul style="list-style-type: none"> · 消防体系建设目标、新建消防站布局及设施配置要求
04	人防	<ul style="list-style-type: none"> · 人防建设等级、方针、策略与目标
05	抗震及地质灾害防治	<ul style="list-style-type: none"> · 城市抗震设防等级、建设烈度标准 · 抗震工作重点、建设要求、原则、措施；避难场所建设原则、布局策略； · 救灾避难通道网络建设策略及要求
06	气象灾害预防	<ul style="list-style-type: none"> · 气象灾害预防的工作要求
07	综合救灾	<ul style="list-style-type: none"> · 城市安全信息管理系统及应急指挥中心的建设要求 · 城市生命线系统建设与运行保障要求及救灾物资储备设施的建设要求

资料来源：根据《武汉市城市总体规划（2010—2020年）》整理。

表3 9个案例城市总体规划中辨识的灾害类型及频数汇总

Tab.3 Summary of types and frequency of disasters identified in the master plans of case cities

规划应对的灾害类型	具体灾害种类	频数	
传统灾害	雨洪灾害、火灾、地震、风暴、沙土灾害、水污染	6	
新型灾害	社会灾害	恐怖袭击、空袭、社会分化危机	3
	健康灾害	空气污染、公共健康、传染性疾病、食品安全	4
	资源类灾害	能源危机、供水安全	2

资料来源：根据相关文献整理。

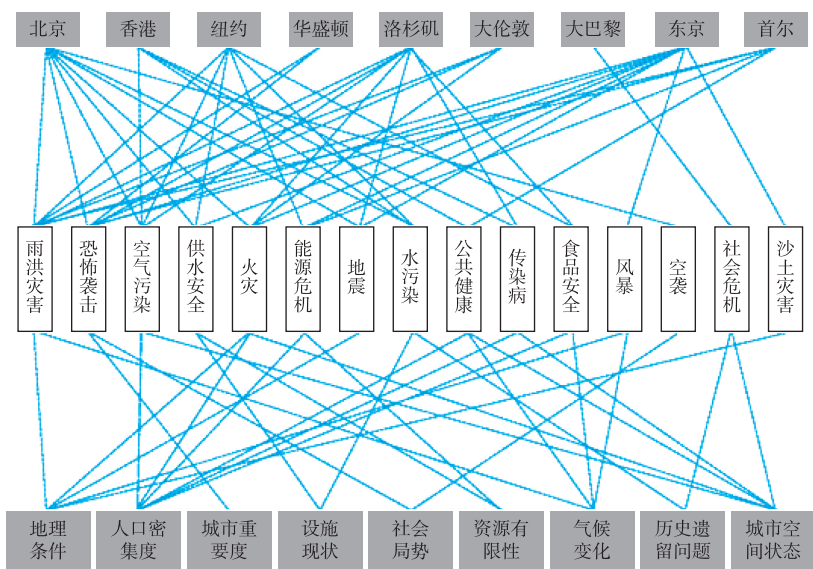


图1 案例城市总体规划中辨识灾害类型的因素分析

Fig.1 Analysis of factors of disasters in the master plans of case cities
资料来源：作者自绘。

2 国内外大城市的经验与启示

在国内外大城市的总体规划中，安全防灾议题是不可或缺的组成部分。从纽约、伦敦、巴黎、墨尔本、洛杉矶、

东京、首尔、北京、香港九大城市最新一轮的总体规划中可以看出：尽管在内容组织形式、应对灾害类型等方面存在一定的差异，安全防灾规划始终是实现城市发展愿景和目标过程中至为重要的

环节之一。上述9个城市可借鉴的经验集中体现在灾害类型辨识和规划编制模式两个方面。

2.1 灾害类型的辨识

在国内外9个案例城市总体规划中，被辨识出的灾害类型共计15种（表3）。分析灾害类型，新型灾害的数量已经超过了传统灾害，间接反映出新时代背景下，城市面临的安全防灾问题更加复杂；分析新型灾害的构成，与人类健康紧密相关的灾害种类最多，其次是人为造成的社会灾害，说明各大城市在规划中对“人”的关注度越来越高；另一方面，能源危机、供水安全等资源类灾害也被不少城市放置到中长期发展的安全层面进行考虑，这在全球范围内亦具有普遍的意义。

对于灾害类型辨识的依据，根据案例城市的实际情况，可以总结为9类因素，包括地理条件（临海、盆地、地震断裂带等）、人口密度、城市重要度、基础设施现状（排水管道老化、基础设施陈旧等）、社会局势、资源需求激增、供应有限、气候变化、历史遗留问题（含国际政治关系等）以及城市空间状况（城市空间分割、绿地建筑等）（图1）。通常情况下，虽然各个城市面临的灾害类型会因其所处地域环境和社会发展条件的差异而有所不同，但仍可以基于以上9类因素进行较为系统的辨识。

2.2 规划编制的模式

案例城市总体规划中防灾规划的编制模式具有4个方面的特征。第一，在规划视角方面，更加关注“以人为本”和宜居环境的塑造，强调环境保护与可持续发展；第二，在内容构成方面，分为专题集中型（在某一专题内集中出现）、混合分散型（分散融合进多个专项规划中）和过程贯穿型（作为战略或目标引导规划编制）；第三，在编制方法方面，分为灾害类型导向型（以单灾种防灾的脉络制定防灾对策）、防灾目标导向型（以落实防灾目标的思路制定防灾对策）和综合目标导向型（以支撑总体规划目标的视角制定防灾对策）；

第四，在措施方案方面，包含了公共政策、规划/设计引导、工程技术和行动计划4种主要的类型，部分城市也试图将这4类措施进行结合，以实现“综合防灾”。

总之，借鉴案例城市的先进经验，针对武汉城市的特征和现行规划中存在的问题，准确把握灾害成因要素，全面考虑传统灾害和新型灾害的现实威胁，注重“以人为本”和可持续发展，采用过程贯穿型的组织形式，以综合目标为导向，合理制定公共政策类、规划/设计引导类、工程技术类和行动计划类的防灾措施并加强彼此之间的协调配合，是在新一轮总体规划修编过程中优化综合防灾规划编制模式的重要途径。

3 规划理念引导

城市总体规划中的防灾规划虽然不是独立的规划类型，但是在具体编制的过程中也需要主题鲜明的理念引导，参考既有的学术研究成果，可以发现：“综合防灾”、“风险管理”和“韧性城市”的理念对规划的编制具有重要的指导意义。

3.1 综合防灾

“综合防灾”的理念源于美国，强调“全灾种设计、全社会参与、全过程防御”（翟宝辉，2007）。“全灾种设计”要求既要考虑自然灾害的威胁，也要考虑人为灾害的威胁，具体到城乡规划领域，更进一步地要求既要考虑传统灾害的威胁，也要考虑新型灾害的威胁；“全社会参与”要求加强政府、企业与个人的沟通、交流与协作，采用多种手段应对灾害威胁（戴慎志，2011），这些手段包括政策性的、技术性的或是工程性的，非工程性的，分类方法各有不同，但都是致力于通过多种手段的结合减轻灾害的影响，比如，美国联邦紧急事务管理署（Federal Emergency Management Agency, FEMA）将具体的防灾行动分为灾害预防、财产保护、公共教育与信息发布、自然资源保护、工程型项目5类（FEMA，2008），用以实

现防灾手段的“综合”要求；“全过程防御”要求防灾目标、策略与措施贯穿灾前、灾中、灾后的整个阶段，具体工作内容包括灾害预警、疏散避难、应急处置、救援安置、恢复重建、工程防灾、设施防灾、防灾教育等内容（图2）。

3.2 风险管理

对于“风险管理”的界定，联合国国际减灾战略（United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR）认为是“为了减小潜在的危害和损失，对不确定性进行系统管理的方法和做法”，而灾害风险管理是“风险管理”的延伸，更多地体现为一种系统过程，即通过行政命令、机构组织、工作技能和能力来实施战略、政策等，以减轻由致灾因子带来的不利影响和可能发生的灾害（唐彦东，等，2016）。风险管理一般与传统的危机管理相对应，后者注重灾害爆发前后的紧急处理，而前者以尚未爆发成为灾害事件的“风险”为对象，旨在避免或减少风险发展演变成为灾害事件的机会（张继全，等，2006），可以实现防灾的“关口前移”，因而被认为是一种更加积极主动的灾害应对方式（毛德华，2011）。风险管理一般分为风险识别、风险评

估、风险管理措施制定和实施4个步骤（图3），其中，风险管理措施中的风险控制是防灾规划的重要内容，但是需要以风险识别与评估作为基础（冯浩，等，2017，2018）。

3.3 韧性城市

“韧性”强调系统在不改变自身基本状况的前提下，对干扰、冲击或不确定因素的抵抗、吸收、适应和恢复能力（别朝红，等，2015）。在社会——经济——自然的复合生态系统中，更关注在危机中学习、适应以及自我组织等能力。而“韧性城市”的建设则需要具备

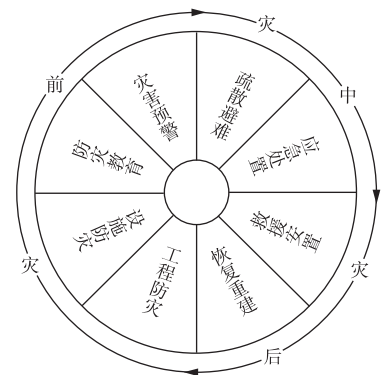


图2 综合防灾各阶段的主要工作内容
Fig.2 Key areas of work at different stages of comprehensive disaster prevention
资料来源：作者自绘。

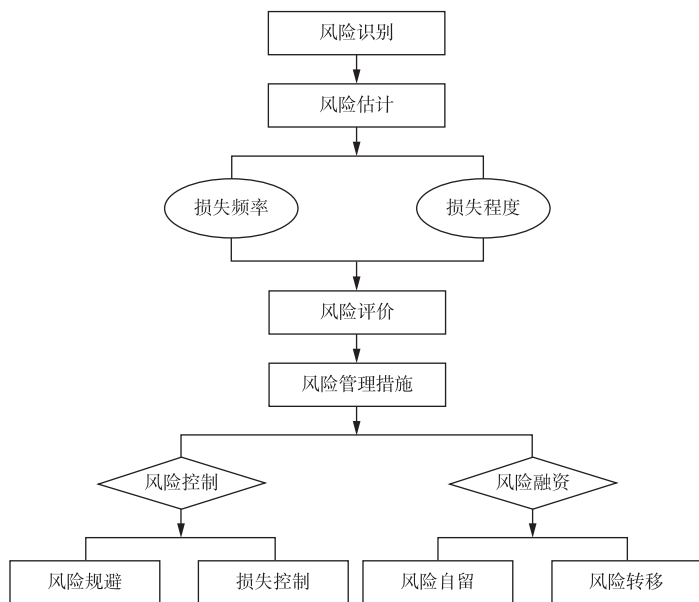


图3 风险管理流程
Fig.3 Process of risk management
资料来源：参考文献[3]。

以下特征：①多样性，指有许多功能不同的要素，能在危机面前带来更多解决问题的技能，提高城市抵御威胁的能力（Godschalk, 2003）；②冗余性：指具有相同功能的可替换要素，或通过多重备份来增加可靠性；③鲁棒性：即稳健性，指系统抵抗和应对外部冲击的能力；④恢复力：指具有可逆性和还原性，在受到冲击后仍能回到系统原有的结构和功能；⑤适应性：指城市根据环境的变化调节自身的形态、结构和功能，以便与环境相适应，一般需要较长时间才能形成；⑥学习转化能力：指从经历中吸取教训并转化创新的能力（赵丹, 2018）。一般认为，“韧性城市”可以解构为物质环境、社会组织和居民个人三类要素，围绕这三类要素，“韧性城市”需要在脆弱性分析、空间管控、防护设施、城市治理和市民参与5个方面进行系统的规划建设。

“综合防灾”、“风险管理”和“韧性城市”的理念在内容上存在交叉重叠，但侧重点又有所不同。结合武汉的实际，以落实“综合防灾”为出发点，以推进“风险管理”为技术路径，以塑造“韧性城市”为建设目标，可以系统全面的引导总体规划修编过程中防灾规划的内容编制。

4 城市总体规划中防灾规划编制的新模式

针对现行城市总体规划中防灾规划的突出问题，借鉴国内外案例城市的先进经验，并明确防灾规划的指导理念，本文以武汉市为例，总结得出武汉城市总体规划修编中防灾规划编制的新模式，主要包括重大问题的研判和编制内容的组织两个方面。

4.1 重大问题的研判

4.1.1 灾害类型、核心区域与关键问题

(1) 灾害类型

根据前文研究得出的大城市灾害类型辨识因素，可以识别出武汉市面临的12种灾害类型，包括6种传统灾害：外洪、内涝、地震、地质灾害、火灾、危

险品爆炸；5种新型灾害：公共卫生、环境污染、供水安全、供电安全、人为破坏；以及地铁建设和设施地下化所造成的地下空间的安全隐患。根据灾害发生可能性和后果严重性建立风险判断矩阵对灾害等级进行排序；同时，基于触发关系对各类灾害进行耦合分析，综合考虑这两项分析结果，得出武汉市防灾规划需要重点应对的5种主要灾害，即内涝、外洪、地下空间安全、供水安全和环境污染。

(2) 核心区域

根据武汉城市空间特征及灾害风险分布，得出防灾规划需要关注的重点区域，包括三类系统和三类节点。

三类系统包括：①地下空间系统，武汉地下空间多集中于城市高强度开发的区域，建筑密度高、人口密度大，容易受到灾害波及，且一旦遭受灾害，疏散撤离压力巨大，不易展开救援工作，具有较大的安全隐患与灾害风险；②轨道交通系统，武汉市正在建设大规模的地铁线路，但部分区域地质条件复杂，建设运营安全形势堪忧，另一方面，地下线路上方新建建筑抑或堆土造成已建线路受挤压变形，造成相当大的安全隐患，同时，地下管线，尤其是燃气、输油管线与地铁线路缺乏统筹衔接，提升了风险水平；③市政基础设施系统，市政基础设施既是危险源又是生命线系统，同时又是城市地下空间的重要组成部分，其结构网络的复杂性、城市对其的依赖性，都决定了它应得到重点关注。

三类节点包括：①CBD，武汉两江三镇的滨江地区和光谷作为城市发展的核心，承担着重要的城市职能，其高密度、高强度、地上地下一体化，人口集聚，滨江邻水等条件，都造成了较高的风险；②交通枢纽，交通枢纽地区人流量大，最易出现突发事件，是城市日常运营的薄弱点，武汉作为国家级中心城市和重要交通枢纽，应加强交通枢纽地区的安全管控与防灾设计；③化工园区，武汉化工园区布局于上风下水，隐患较大，风险较高，应重点关注。

(3) 关键问题

根据武汉市目前的防灾形势，总结

出城市防灾的8类关键问题，包括：城市外洪蓄滞与内涝容纳的场所管控问题，低影响排水与河湖联控问题，城市重要节点与地下空间（含地铁）的内涝问题，地下空间（含地铁）的防护与安全使用问题，大型公共场所的突发事件应对问题，大气污染与企业选址和城市建设管理问题，棕地再利用问题，供水安全问题。如何处理好这8类问题将是防灾规划的重要任务与内容。

4.1.2 防灾目标、策略措施与系统构建

(1) 防灾目标

“建设韧性城市”可以作为武汉总体规划修编中防灾规划的总目标，进一步的，根据“韧性城市”的内涵，这一总目标又可以分解为五个分目标，包括降低城市脆弱性、优化城市空间结构、增强防灾工程设施效能、提升城市治理水平、加大市民参与力度。通过探讨分目标的实施途径，则可以直接指导规划策略的制定（图4）。

(2) 策略措施

在“建设韧性城市”的目标框架下确立的17种规划策略基本上可以划分为三种类型，即空间布局的优化、设施的合理配置和管理能力的提升。在防灾规划中，这些策略应指向更为具体的对策措施，从而使规划的内容更具操作性。

在诸多的对策措施中，须要重点强调的包括安全底线划设、建设用地选址、建设容量控制和建设标准优化四项内容。其中，安全底线是一条综合性的控制线，在各种空间控制界线的划定过程中，应强化公共安全、防灾减灾方面的需求，将与之密切相关的界线进行综合，框定城市发展和建设的区域，避免城市安全空间被破坏和侵占，提高城市应对灾害的能力，安全底线与城市的蓝线、绿线、黄线、橙线、生态红线等空间界线密切相关；建设用地选址应选择安全风险较低的区域，对于不能有效规避的灾害风险应通过多种手段进行综合治理，以降低城市对于灾害的暴露性；建设容量控制要求在灾害风险较高的地区，建设容量不宜过大，一方面控制潜在灾害可能造成的损失，另一方面减小灾时救援的压力，降低恢复成本；

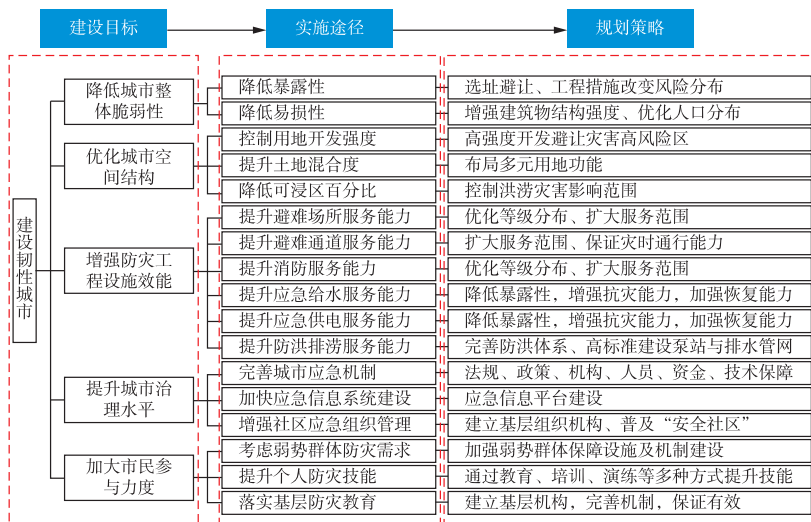


图4 武汉市建设韧性城市的目标与策略

Fig.4 Goals and strategies of resilience city construction in Wuhan
资料来源：作者自绘。

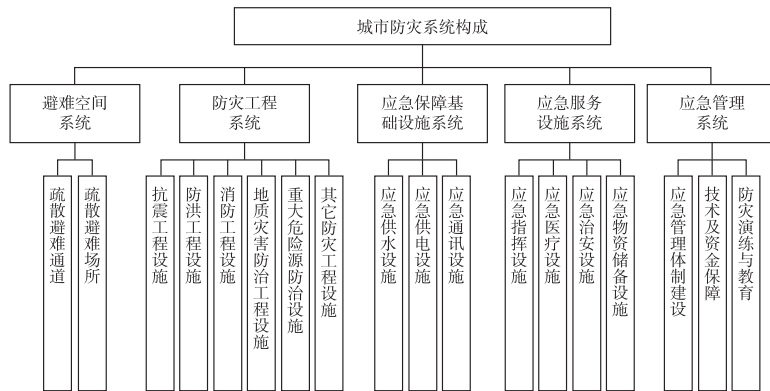


图5 城市防灾系统构成

Fig.5 Structure of disaster prevention system in city
资料来源：作者自绘。

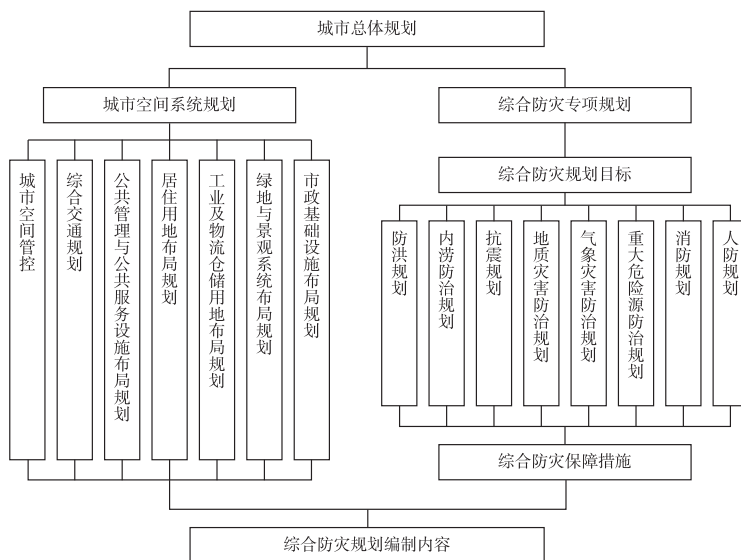


图6 武汉市城市总体规划中防灾规划内容的构成形式

Fig.6 Contents of disaster prevention plan in city master plan of Wuhan
资料来源：作者自绘。

建设标准优化是指对于城市中面临较高灾害风险威胁、承担重要防救灾任务的空间和设施，应根据高标准建设的原则进行布局与配置。

(3) 系统构建

对于防灾规划的对策措施，在深入细化的过程中保证操作性的同时，也要在同一层面进行整合梳理，避免过于零散是使规划丧失整体性，同时，也为不同措施间的协调配合留有余地，因此，防灾规划应注重各类防灾系统的构建。一般来说，城市防灾系统可以分为避难空间系统、防灾工程系统、应急保障基础设施系统、应急服务设施系统和应急管理系统五大类，具体的内容构成见图5。

4.2 编制内容的组织

4.2.1 内容构成

武汉市城市总体规划修编中的防灾规划内容组织形式可以继承现行总规的脉络，即从城市空间系统规划和综合防灾专项规划两个方面进行安排，但在具体编制的过程中需要进行重新梳理与优化，具体步骤包括：①明确各系统和章节的防灾规划内容，在城市空间系统规划中，需要探讨城市空间管控、综合交通规划、公共管理与公共服务设施布局规划、居住用地布局规划、工业及物流仓储用地布局规划、绿地与景观系统布局规划、市政基础设施布局规划等方面的防灾内容，在综合防灾专项规划中，需要探讨综合防灾规划目标、防洪规划、内涝防治规划、抗震规划、地质灾害防治规划、气象灾害防治规划、重大危险源防治规划、消防规划、人防规划以及综合防灾保障措施等方面的内容(图6)；②明确规划内容涉及的防灾系统，包括避难空间系统、防灾工程系统、应急保障基础设施系统、应急服务设施系统和应急管理系统；③明确规划内容的具体要求，指出是否需要覆盖目标标准、空间布局、设施配置和管理机制等方面的内容(表4、表5)。

4.2.2 指标标准

武汉市总体规划修编中的防灾规划需要建立明确的指标标准，清晰地指出

表4 城市空间系统规划中的防灾内容

Tab.4 Contents of disaster prevention in city spatial system plans

城市空间系统规划	主要防灾规划内容	涉及主要防灾系统	规划内容要求			
			目标标准	空间布局	设施配置	管理机制
城市空间管控	· 建设用地空间布局考虑灾害风险分布	避难空间系统	—	√	—	√
综合交通规划	· 应急避难通道系统建设	避难空间系统	√	√	—	√
公共管理与公共服务设施布局规划	· 城市重要设施的重点设防 · 城市具有应急功能的指挥、避难、医疗、治安、救援、物资储备设施的布局	应急服务设施系统	√	√	√	√
居住用地布局规划	· 居住用地与风险区的避让与防护隔离 · 居住用地的建设强度控制 · 幼儿园、中小学的重点防护	避难空间系统	√	√	—	√
工业及仓储物流用地布局规划	· 集中危化品园区与城市的防护隔离 · 零散分布的危化企业与周边的防护隔离 · 危化品园区内部企业之间的防护隔离	防灾工程系统	√	√	—	√
绿地与景观系统规划	· 应急避难场所系统空间布局	避难空间系统	√	√	√	√
市政基础设施布局规划	· 应急给水、应急电力、应急通信系统的布局	应急保障基础设施系统	√	√	√	√

备注：“√”表示需要涉及，“—”表示不需要涉及
资料来源：作者自绘。

表5 综合防灾专项规划中的主要内容

Tab.5 Main contents of comprehensive disaster prevention plan

综合防灾专项规划	主要防灾规划内容	涉及主要防灾系统	规划内容要求			
			目标标准	空间布局	设施配置	管理机制
综合防灾规划目标	· 城市综合防灾减灾规划目标	—	√	—	—	—
防洪规划	· 城市防洪堤坝体系设防标准及布局建设要求 · 城市蓄滞洪区规划布局 · 城市防洪设施运营及管理	防灾工程系统	√	√	√	√
内涝防治规划	· 城市内涝防治标准 · 城市内涝易发区识别与防治体系建设	防灾工程系统	√	√	√	√
抗震规划	· 城市抗震设防等级 · 城市重点设防建筑 · 城市应急避难通道与应急避难场所布局	避难空间系统	√	√	√	—
地质灾害防治规划	· 城市地质灾害易发区识别 · 城市地质灾害防治措施 · 城市地质灾害防范与管理	防灾工程系统	√	√	—	√
气象灾害防治规划	· 城市气象灾害识别 · 城市气象灾害防治目标 · 城市气象灾害防治体系规划	防灾工程系统	√	—	√	—
重大危险源防治规划	· 重大危险源性质与等级 · 重大危险源防治措施 · 重大危险源安全管理机制	防灾工程系统	√	√	√	√
消防规划	· 城市消防系统建设标准 · 城市消防站空间布局 · 城市消防设施建设要求 · 城市消防装备及指挥体系	防灾工程系统	√	√	√	√
人防规划	· 城市人防建设目标及标准 · 城市人防体系空间布局 · 城市人防运营维护与管理	防灾工程系统	√	√	√	√
综合防灾保障措施	· 城市综合防灾管理机制 · 城市综合防灾技术支撑(信息系统+指挥平台) · 城市防灾宣传教育与演练 · 城市综合防灾体系实施保障	应急管理 系统	—	—	√	√

备注：“√”表示需要涉及，“—”表示不需要涉及
资料来源：作者自绘。

城市防灾建设应该达到什么样的水平，在总体规划的宏观层面保证防灾规划的实施与操作。需要指出的是，城市空间系统规划与综合防灾专项规划中的防灾内容的深度是有差异的（后者明显大于前者），防灾规划指标体系更多是在综合防灾专项规划的内容框架下进行构建（表6），具体指标的规划标准也不应低于现有防灾相关规划的控制要求。

5 结语

武汉市现行城市总体规划中的防灾规划试图突破传统编制模式的局限，探索一条更为合理的路径，取得了一定进展但仍有不足之处；参考国内外大城市总体规划中的安全防灾议题，可以在灾害类型的辨识和规划编制的模式两个方面获得有价值的经验；总结既有的研究成果，防灾规划应将“综合防灾”、“风险管理”和“韧性城市”作为指导理念，结合城市实际，探索落实的途径。

从武汉市城市总体规划修编过程中的防灾规划编制中可以探索出一种适应于我国大城市新一轮城市总体规划修编中防灾规划编制的新模式：首先，关于重大防灾问题的研判，明确防灾规划需要重点应对的灾害类型、核心区域和关键问题，并据此有针对性地制定防灾目标、策略措施并构架城市防灾系统；其次，关于防灾规划内容的组织，可以分为城市空间系统规划和综合防灾专项规划两个部分，覆盖目标标准、空间布局、设施配置和管理机制四个方面，具体的规划控制指标和标准体系应在综合防灾专项规划的框架内进行构建。

与此同时，本文对武汉市城市总体规划修编中防灾规划编制新模式的探讨更多的是基于城市防灾安全的视角，对于城市防灾系统与其它空间系统之间的配合协调机制仍需要进行深入的研究，相信随着国家自上而下应急管理部的成立，相关系统的协调体制、机制进一步健全，将会促进这一问题的解决；另一方面，城市防灾规划指标构成复杂，控制标准受诸多因素影响，具体如何确定还需要在编制过程中进一步探索。

表6 综合防灾专项规划的控制指标

Tab.6 Controlling indices of comprehensive disaster prevention plan

规划内容	规划指标	
综合防灾目标	· 城市设防等级	
单项防灾规划	防洪规划	· 城市防洪等级 · 城市主要河湖水系防洪标准 · 城市主要堤防建设标准 · 蓄滞洪区使用频率及分洪标准 · 蓄滞洪区安全区、安全台人均占地面积 · 蓄滞洪区疏散通道宽度
	内涝防治规划	· 城市防涝标准 · 城市排涝系统设计暴雨重现期 · 城市径流污染控制标准
	抗震规划	· 城市抗震设防等级 · 建筑抗震设防标准 · 应急避难场所等级规模、灾时安置人口、人均有效避难面积、服务半径 · 应急避难通道灾时有效宽度 · 应急供水条件下的人均用水量 · 应急医疗条件下的病床位
	地质灾害防治规划	· 地质灾害隐患点等级及防护隔离距离
	气象灾害防治规划	· —
	重大危险源防治规划	· 重大危险源的等级及防护隔离距离
	消防规划	· 城市危险源等级及防护隔离距离 · 城市重要建筑防火等级 · 消防站建设规模、责任范围、人员装备 · 消防通道高度与宽度 · 消防供水管径、水压；消防栓配置间距
	人防规划	· 城市人防建设等级 · 人防安置人口及人均有效人防面积
综合防灾保障措施	· 防灾教育与演练的等级与频率	

资料来源：作者自绘。

参考文献 (References)

[1] 别朝红, 林雁翎, 邱爱慈. 弹性电网及其恢复力的基本概念与研究展望[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(22): 1-9. (BIE Zhaohong, LIN Yanling, QIU Aici. Concept and research prospects of power system resilience[J]. Automation of Electric Power Systems, 2015, 39(22): 1-9.)

[2] 戴慎志. 城市综合防灾规划[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011. (DAI Shenzhi. Urban comprehensive disaster prevention plan [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2011.)

[3] Federal Emergency Management Agency. Local multi-hazard mitigation planning guidance[R]. Washington, D.C.: Federal Emergency Management Agency, 2008.

[4] 冯浩, 戴慎志, 宋彦. 美国城市综合防灾规划编制经验研究[J]. 城市规划, 2018, 42(4): 100-106. (FENG Hao, DAI Shenzhi, SONG Yan. Research on the plan-making experience of American urban multi-hazard mitigation[J]. City Planning Review, 2018, 42(4): 100-106.)

[5] 冯浩, 张方, 戴慎志. 综合防灾规划灾害风险评估方法体系研究[J]. 现代城市研究, 2017(8): 93-98. (FENG Hao, ZHANG Fang, DAI Shenzhi. The research on the method sys-

tem of risk assessment in multi-hazard mitigation plan[J]. Modern Urban Research, 2017(8): 93-98.)

[6] GODSCHALK D R. Urban hazard mitigation: creating resilient cities[J]. Nature Hazards Review, 2003, 4(3): 136-143.

[7] 赫磊, 戴慎志, 宋彦. 城市综合防灾规划编制与评估的美国经验及对我国的启示[J]. 城市规划学刊, 2011(5): 87-94. (HE Lei, DAI Shenzhi, SONG Yan. A research on multi-hazard mitigation planning in China with a reference to U.S. experience[J]. Urban Planning Forum, 2011(5): 87-94.)

[8] 毛德华. 灾害学[M]. 北京: 科学出版社, 2011. (MAO Dehua. Science of disaster[M]. Beijing: Science Press, 2011.)

[9] 唐彦东, 于汐. 灾害经济学[M]. 第二版. 北京: 清华大学出版社, 2016. (TANG Yandong, YU Xi. Disaster economics[M]. 2nd edition. Beijing: Tsinghua University Press, 2016.)

[10] 翟宝辉. 城市综合防灾[M]. 北京: 中国发展出版社, 2007. (ZHAI Baohui. Urban comprehensive disaster prevention[M]. Beijing: China Development Press, 2007.)

[11] 张继全, 冈田宪夫[日], 多多纳裕一[日]. 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. (ZHANG Jiquan, OKADA N, TATANOH H. Integrated natural disaster risk management: comprehensive and integrated model and Chinese strategy choice[J]. Journal of Natural Disasters, 2006, 15(1): 29-37.)

[12] 赵丹. 何为“韧性城市”——权威概念解析及最新案例分析[EB/OL]. 2018-07-10, <http://www.shedejie.com/jianshen/40595.html>. (ZHAO Dan. What is "resilience city"——analysis of authoritative concept and latest case analysis[EB/OL]. 2018-07-10, <http://www.shedejie.com/jianshen/40595.html>.)

修回: 2018-10