

文章编号: 1004-3918(2018)06-0978-07

# 基于韧性城市理论的大庆市道路交通 空间韧性策略研究

马令勇, 王振好, 梁静, 王博

(东北石油大学, 黑龙江 大庆 163318)

**摘要:** 通过对最新国内外韧性城市理论研究成果的梳理和总结,分析了城市道路交通空间韧性是城市韧性极其重要的组成元素。通过实地调研和理论分析,运用韧性城市理论来重新审视大庆市道路交通空间系统,重视其风险与脆弱性研究,找出大庆市道路交通空间系统在韧性方面存在的问题。进而提出相对应的韧性提高策略,有效预防道路交通系统遭受到不可估量的打击,在多变繁复的环境中,有力应对道路交通所面对的不确定性因素和风险。

**关键词:** 城市规划; 大庆; 严寒地区; 城市道路交通空间; 韧性策略

中图分类号: TU 981-01 文献标识码: A

## Study on Resilient Strategy of Road Traffic Space in Daqing City Based on the Theory of Resilient City

MA Lingyong, WANG Zhenhao, LIANG Jing, WANG Bo

(School of Civil Engineering, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, Heilongjiang China)

**Abstract:** In this paper, we reviewed and summarized the results of the latest domestic and foreign resilient city theory research. We also analyzed the spatial resilience of urban road traffic as an extremely important component of urban resilience. Furthermore, through field research and theoretical analysis, the resilience urban theory was used to re-examine the spatial traffic system of Daqing city, and the risk and vulnerability of road traffic space were studied to find out the problems in the toughness of road traffic spatial system in Daqing city. Then put forward corresponding tough strategies. Effectively prevent road traffic systems from being incalculable, it can effectively cope with the uncertainties and risks faced by road traffic.

**Key words:** urban planning; Daqing; severe cold regions; urban road traffic space; resilient strategy

随着我国城镇化的推进,之前长期粗放式发展模式使城市脆弱性问题日益凸显。能源衰竭、油价狂飙、全球变暖、极端气候灾害频发等问题已成当今城市发展所面临的巨大挑战。那么城市发展究竟该何去何从呢?为了解决城市问题,海绵城市、泛在城市、生态城市、智慧城市等理论不断被提出来。然而这些理论对于应对城市问题来说都不够全面,因此近些年来韧性城市的概念被提出来,为应对城市危机和风险提供了新的思路和规划视角。

道路交通作为城市的重要组成部分,起着连接城市的各个要素的关键作用。但是,目前在中国,城市交通问题频繁发生。如果任其肆意发展下去,整个城市道路系统将陷入恶性循环,城市的交通、经济、文化的连系必将萎靡下去。可见,城市道路交通空间的脆弱性对整个城市的发展有着不可磨灭的影响。对于大庆这样的组群组团分散型城市来说,道路交通韧性显得尤为重要。本文把道路交通韧性作为大庆市城市韧性

收稿日期: 2018-01-12

基金项目: 黑龙江省哲学社会科学研究规划项目(17GYB087)

作者简介: 马令勇(1966-),男,教授,研究方向为近代历史建筑保护及能源城市景观设计

通信作者: 王振好(1990-),男,硕士研究生,研究方向为建筑设计及其理论

重要研究对象,并通过实地调研研究,最后提出相应韧性策略. 有一定的推广和应用价值,尤其是严寒地区城市.

## 1 文献回顾

### 1.1 理论的发展

1.1.1 国外研究 韧性这个词语最早起源于拉丁语“resilio”,意义是“恢复至初始状态的能力”<sup>[1]</sup>. 1973年, Holling 初次将韧性的思想应用到生态学体系研究范畴,用以界说生态系统稳定状态的特性<sup>[2]</sup>. 随后不同学科的学者开始对韧性理论研究并将其应用于城市设计领域. Godschalk 分析了韧性与恐怖主义以及自然灾害的关系,从城市减灾的角度对韧性城市进行了定义,分析了韧性的重要性,提出应将建立韧性城市作为国家战略<sup>[3]</sup>. Coaffee 等基于英国的经验,从城市韧性的角度,对城市如何应对恐怖主义和灾害提出了建议<sup>[4]</sup>. Newman 等从应对石油危机和气候变化出发,阐述了韧性城市的内涵和关键要素<sup>[5]</sup>. Lang 等以“城市区域韧性——城市和区域如何应对变化?”为主题,从城市复杂性和脆弱性、城市重构、社会资本、路径依赖、气候变化和能源利用以及减灾等角度对城市韧性进行了深入探讨<sup>[6]</sup>. Dieleman 强调通过教育和培训提高市民的学习能力,以激发生态文化创新<sup>[7]</sup>. 拉泽莱维奇等以塞尔维亚城市为研究对象寻找可执行性的韧性城市设计原则<sup>[8]</sup>. 总的来说,国外研究主要包括生态韧性、工程韧性、演进韧性(表1).

表1 城市韧性观点的总结

Tab.1 Summary of urban resilience perspectives

观点	平衡状态	目标	理论支撑	定义
工程韧性	单一稳定状态	恢复初始的稳定状态	工程思维	韧性是系统受到扰动偏离既定稳定状态后,恢复到初始状态的速度能力
生态韧性	两个或多个稳定状态	强调缓冲的能力	生态学思维	韧性是系统改变自身结构之前所能够吸收的扰动的量级
演进韧性	达到新的平衡状态	持续不断地适应,强调学习和创新能力	系统论思维	韧性是和持续不断的调整能力紧密相关的一种动态的系统属性

1.1.2 国内研究 聂蕊系统地总结了基于可持续减灾的御灾性城市空间体系构建和设计策略<sup>[9]</sup>;郑艳从应对气候变化的角度,分析了建立韧性城市的理念、途径与政策选择<sup>[10]</sup>;谭文勇和孙艳东根据韧性城市理论,对城市更新改造设计策略进行了初步探索<sup>[11]</sup>;郑艳、林陈贞通过国内外文献综述,分析了韧性城市的内涵、理论基础及评价方法<sup>[12]</sup>. 仇保兴概括了韧性城市交通概念,提出构建韧性城市交通的多样性、模块化、高通量、需求侧管理、智慧化等五项准则,并基于各项准则对我国韧性城市建设提出建议<sup>[13]</sup>. 郑艳等以我国海绵城市与气候适应型城市试点为例对我国韧性城市建设进行了分类评价<sup>[14]</sup>.

学界对城市韧性理论的定义视角有所差异,但基本具有共同定义特点,那就是:城市韧性是指城市不同主体在面对不确定性风险冲击之下的应对、承受、恢复和达到新平衡状态的能力.

### 1.2 韧性城市关键特征和内涵

学者们通过对韧性理论的研究、归纳、总结和相关实践的分析,将韧性城市关键特征概括如下.

- 1)多样性(Diversity):有许多功能不同的部件,在危机之下带来更多解决问题的技能,提高系统抵御多种威胁的能力;
- 2)冗余度(Redundancy):拥有相同功能的可替代要素,通过多重备份来增加体系的可靠性;
- 3)稳健性(Robustness):系统抵御和应对外界冲击的能力;
- 4)恢复力(Recovery):具有可逆性和还原性,受到冲击后仍能回到系统原有的结构或功能;
- 5)连通性(Connectivity):城市网络中的节点直接联系彼此的程度,不仅仅包括交通设施等物理维度,还包括人和组织之间的联系. 连通性确保了城市之间信息、资本和物质的交换,从而加强了城市系统之间的联系.
- 6)适应性(Adaptation):系统根据环境的变化调节自身的形态、结构或功能,以便与环境相适合,需要较长时间才能形成.

7)学习转化能力(Ability to learn and translate):在生态、经济、政治和社会条件使得现有的城市系统难以以为继的情况下,转变和创新的能力.具有高度学习能力的城市社会系统将更创新、更有弹性,同时降低脆弱性<sup>[15]</sup>.

韧性城市理论的内涵:基于韧性理论、以可持续发展为目的、具有前瞻性和系统性思想的城市发展理念<sup>[16]</sup>.

## 2 大庆市道路交通空间现状

大庆是以“先矿后城”方式建立的能源型城市,所以城市建设主要是随着采油点分布的.当初为了方便油田生产,许多居民点也建设在采油点附近.之后为了提高油田职工居住生活环境和享受较好的教育、医疗等公共资源,将大量居民点迁入主城区.由大庆市城市总体规划图(2003—2020)(图1)和大庆市主城区分布图(图2),确定了大庆市主城区建设格局为东、西两城并行发展的“双城”模式,以及“东移北扩”的城市主导发展方向,重点建设东西两城.由于大庆市特殊的城市结构分布,大部分企事业单位集中在东、西部地区.其中,西城区主要由大庆油田有限公司和大庆炼化化工有限公司主导,东城区主要由市委、市政府机构和大庆石化公司组成.东西城区仅边界处就相距大约23 km之遥,其间以绿化相隔.东西城区之间现仅有南一、北一两条快速路和一些慢速道路相连.



图1 大庆市城市总体规划图(2003—2020)

Fig.1 The master plan of Daqing city (2003-2020)



图2 大庆市主城区分布图

Fig.2 Distribution map of the main city of Daqing

## 3 大庆市道路交通空间韧性不足的表现

### 3.1 道路连通性不够

大庆交通建设初期有着独特的优势,城市建设较晚而且地广人稀,交通规划相对比较合理.然而,近几年来,城市发展得太快,交通的发展明显跟不上私家车的增长速度.在大庆市城市快速的发展过程中,道路规划没有及时跟得上步伐或者资金等其他问题.使得城市存在快速路数量不够和T字路口、断头路、曲路过多等问题,据不完全统计,仅高新技术产业开发区就有T字路口8处,尤其以学府街与行知街交叉口交通影响较大(商服之间过往的行人、从商服出行的汽车和高速行驶的道路汽车之间在T字路口处显得极其混乱,充满了不安全因素);曲路有科新街、创业新街、新兴大街等6处;断头路有发展路东段和新兴大街北段等4处,道路的通畅性受到不小的影响.

另外,某些路段人流与公交线路之间的关系影响了道路的快速运行.例如万达广场前的世纪大道,人流经常需要穿越马路去对面公交站台,带来了交通安全隐患并影响快速交通.

再有,大庆市的布局有一重要的特征就是,组群组团分散式布局,中间以绿色空间相隔.连接人们与绿色空间的主要途径就是道路,然而当前大庆市道路连接二者的程度不够,沿街绿地中有大面积的绿地很少,其中大部分还都是封闭的绿地.即使它们是开放的绿地,也会安装一些禁止进入该区域的栏杆,导致公共使用率低<sup>[17]</sup>.人们不能很好地接触绿色的大自然.道路连通性不够,当遭受外界自然和人为灾害袭击时亦会导致稳健性和恢复力的不足.

### 3.2 慢行交通系统不够完善

慢行交通系统能有效缓解慢交通冲突、慢行主体行路难等问题,引导居民采用“步行加公交”、“自行车加公交”的出行方式。大庆市许多道路缺少非机动车道和人行系统,使得慢行系统断断续续,这也是导致非机动车与机动车事故的重要原因。像主城区院校集中区域的发展路、博学大街等都没有设置非机动车道。非机动车道的建设,可以实现车流各行其道,减少交通事故的发生,提高公共交通能力。慢行交通系统不够完善会造成连通性、稳健性、冗余度和多样性的不足。

### 3.3 公交系统和停车设施不够完善

3.3.1 公交系统的不足 目前,大庆市内有两家公共汽车公司,分别是大庆油田公共汽车公司和大庆市交投公共汽车有限公司。公共交通线路75条,营运车辆2183台,站点总数2424个。没有实现重要站点的全覆盖,给人们的出行带来极大不便。这致使私家车使用量大大增加,不利于低碳出行和绿色环保,同时公交车班次过少。大庆市属于严寒地区,冬季异常寒冷,然而公交站台没有适当的御寒遮挡措施。在关键区域,没有专门的公交车道,致使公交车远远没有私家车的速度快。

3.3.2 停车设施的不足 大庆市的硬件设施水平略高,主要道路宽阔,路面平整。在建筑商业区,如万达和大润发,都有自己的停车场,后建的居民区也都建有停车场。但是,老城区的交通硬件设施相对落后,萨尔图百货商场周边设施相对落后,节假日交通拥挤严重。

市区重点学校附近也存在同样问题。例如,在大庆中学的中央大街让胡路区,接学生的私家车驶向四面八方将学校大门口的道路团团围住,甚至非法占道停车,不巧的是这与通勤时间一致的大多数上班族相冲突。巨大的交通量使得中央大街的双向四车道无法承载,并且每个工作日都会发生交通拥堵。同样的情况也发生在新城街的大庆市第一中学门口和秀水路大庆实验中学北门<sup>[18]</sup>。以上两点不足会造成连通性的下降,公交系统的不足亦会使私家车使用的增加降低环境的容纳量,冗余度降低。

### 3.4 道路运行方式不够灵活

道路运行方式有些程式化,没有灵活按需使用<sup>[19]</sup>。如一些生活性干道,商业、超市、小吃街众多,人员流动大。中间以护栏分隔,本想促进车辆快速运行,却挡不住大量人流穿梭其间。不但使得车辆不能快速运行,还增加了许多交通危险性。如此带来的城市交通连通性和适应性的下降。

### 3.5 交通方式单一

大庆市主要的交通方式是汽车交通。大庆市主要经济产业——石油企业,随着员工们居住区的内迁,上班全靠班车。城市的各个节点的联系几乎全靠公路。然而,东北地区一年之中有大半年的时间都处于冬季,冰雪时常存在。一旦遭遇较大的风雪天气,整个城市交通系统将陷入瘫痪。小到人们的工作出行、食物供应,大到城市的整个经济等等,必将受到很大影响。在受到冲击时交通方式单一使得道路交通缺乏多样性、稳健性、冗余度和恢复力。

### 3.6 交通绿化不足

绿色、环保、低碳是道路设计的重要组成部分。公路绿化具有以下4大优势:1)作为自然屏障,减少车辆产生的噪音;2)有效避免水土流失,保证道路基面稳定,维持车辆正常行驶;3)可以引导视线,保障车辆的行驶安全;4)作为道路景观,美化环境,确保驾驶舒适性<sup>[20]</sup>。

大庆道路在建设早期,或因经济、技术等诸多因素的制约,道路规划研究工作者多从道路工程、经济成本方面进行道路规划设计,对生态学影响意识不够,对景观资源、植被、动物、水系、土壤等的合理利用和保护较少考虑。因此,交通绿化的不足使得道路交通在面对暴风雨和后续城市发展道路拓宽等方面恢复力、稳健性、冗余度的韧性下降。

## 4 提高大庆道路交通空间的韧性策略

### 4.1 增加道路连通性

由于大庆市重点发展东西两城,分散式区域布局,中间以绿色空间相隔的特殊性。快速路是提高行车效率,节省时间和成本,使大、小车辆行驶畅通无阻的有效途径。大庆已经在主城区之间进行了少量快速路建设。但是对于大庆市城区之间遥远的距离来说远远不够。此外应打通断头路、T字路口,连接道路。如一些

道路交叉口仅几米之遥应合并成一条路,形成十字路口。最后,连接居住区和绿化的道路需要完善与加强,增加人们接触绿色健康的机会。成都的“天府绿道”规划设计值得借鉴<sup>[21]</sup>。增加道路连通性同时使道路交通面对冲击时稳健性和恢复力的增强。

## 4.2 完善慢行系统

大庆市完善慢行交通系统势在必行,但也不能盲目建设。城区之间距离较远应主要以快速路相连,城区内部则建设相应的慢行系统。使得人、非机动车、机动车各行其道,增加道路畅通性和安全性,并且促进低碳绿色出行。图3所示的慢行系统是一种较好的行车方式。慢行者可以各行其道。并在慢行区设置休闲区和无障碍设计,以保护慢行者的权利。此外,非机动车处设置在公共汽车站附近方便人们换乘。完善慢行交通系统随之而来的是道路交通连通性、冗余度和多样性的增加。

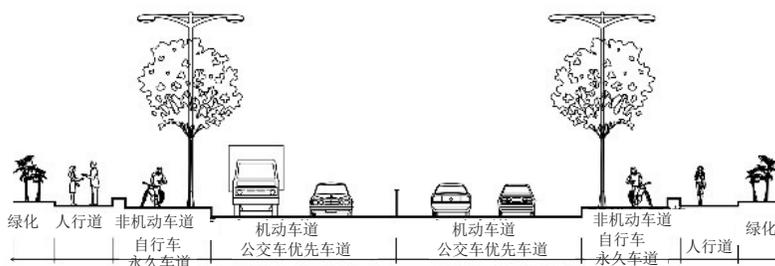


图3 一种慢行系统方式模型

Fig.3 A slow system model

## 4.3 优化公交系统和合理停车建设与管理

4.3.1 优化公交系统 增加公交线路覆盖全部重要站点,同时增加班次。为了促进公交速度优化,应在关键区域设置公交车专用车道,也可以定点某个时间段内开启,灵活运用,既能促进公交速度也同时保证其他车辆的快速运行。这样一来公交出行率势必增加,私家车相应减少,道路更加畅通。大庆位于东北地区,冬季漫长且非常寒冷,在冬季等公交车异常辛苦。所以冬季应该在站台设置寒冷阻隔措施,韩国首尔冬季设置的简易公交暖棚做法也可借鉴。

### 4.3.2 合理停车建设与管理

- 1) 在新规划的区域,根据商业建筑配套建设,建立相应的停车场和停车泊位,并适当预留发展用地;
- 2) 简单的平面式停车场已不能满足大城市中心商业区的需求,发达国家采用的占地面积小的机械自动化立体停车库值得借鉴。计算机控制的自动升降车库不仅结合环境景观设计其形状,与周围建筑相协调,而且最大限度地利用珍贵的空间<sup>[22]</sup>;
- 3) 对于大型企事业单位车辆等长线固定线车辆要规范停车。每个车辆配送单位应当将车辆的出行路线和停站点报告交管部门备案。交通管理部门应当根据城市道路的基本情况,在公交站点附近设置专用通勤车和校车临时停靠处。通勤车辆和校车应按要求暂时停放在指定区域,不得停放在路边。这样就不会影响主要道路的效率,而且还不会影响主要道路的运行。优化公交系统和合理停车建设与管理使得道路交通连通性加强,同时公交出行的增加亦会增加环境容纳量,增加空间环境冗余度。

## 4.4 道路灵活运行

当车辆需要快速行驶并且没有大量行人穿行时,以及当人们步行于商业街却不得不忍受大量汽车尾气时,道路需要进行人车分隔。

然而当道路两侧有大量人流经常来回穿梭,且道路不是交通主干道时。应分段时段变化或者不进行分隔,并采取减慢车速,促进流动性和道路活力,增加可变性。道路灵活运行必然会使道路交通连通性和适应性的增强。

#### 4.5 因地制宜发展轻轨交通

由于大庆市石油产业的发达,地下布满石油管线,所以不可能进行地铁建设. 然则,城市轻轨交通以其运送量大、快速、准时、安全、舒适、环保、节能而成为解决交通拥堵的有效手段. 其受冰雪影响较小,同时城市轨道交通的合理选线可以引导城市由单中心向多中心发展,拉大各中心之间的距离,又便于联系,使城市发展进入良性循环,引导城市发展合理的形态,才是解决城市交通韧性问题的根本途径<sup>[23]</sup>;所以城市轨道交通建设对于组团分散式布局的大庆来说不失为增加交通方式多样性的有效措施. 使得道路交通的多样性、稳健性和适应性的增强.

#### 4.6 增加交通绿化和其他绿色措施

4.6.1 增加交通绿化 对于交通绿化来说,植被的简单恢复已不能满足当今道路出行者对交通绿化的要求,要注重公路生态效益和景观美化的共同发展. 旧有道路应保护现有绿化,恢复被破坏的植被,并且在有建筑迁移等情况下,应利用空地种植绿化. 在新规划的道路区域留出足够的绿化面积,在增加生态美化的同时也为后续道路的拓宽预留出了空间. 绿化还有一个关键要素就是,选择植被应以本地植物和适宜本地区生命力顽强的外来植物为首选. 从而避免大量投资名贵树种而不见效益的现象. 增加交通绿化的使得道路交通在面对暴风雨和后续城市发展道路拓宽等方面恢复力、稳健性、冗余度的韧性一定程度的增强.

4.6.2 促进共享迷你封闭式电动车的发展 现今,在我国许多城市共享单车已经布满整个城市,人们短距离出行非常方便,同时也促进了绿色和健康出行. 但是大庆漫长寒冷的冬季使得共享单车不可能在这里蓬勃发展. 但是在这里共享单车可以分季节管理,在冬季以外投入使用在供暖期由企业收回储存,缺点就是势必增加运营成本. 然而近年来我国迷你封闭式电动车发展迅速,并且政府大力予以鼓励支持. 所以促进共享迷你封闭式电动车发展,无疑适合大庆市的特点.

随着生活水平的不断提高,加上大庆天气寒冷的特点,近几年私家数量直线上升,给城市道路带来巨大压力,也给环境增加大量污染. 彼得·纽曼在《韧性城市》一书中指出韧性城市是可持续的公交化城市,即城市通过提供步行系统,公交导向型发展,以及完善电动汽车服务体系等手段来完善城市的交通体系<sup>[24]</sup>.

当城区之间大量快速道路相连,城区内部慢行系统完善完备;公交、共享电动汽车、轻轨共同作用时,人们出行方便又快捷安全,势必会促进绿色出行,增加环境容纳量也就是空间环境的冗余度的增加.

#### 4.7 道路设计预防恐怖主义

随着中国国际影响力不断增强,国际事务逐渐增多,与此同时也受到恐怖主义的威胁. 大庆作为我国主要的石油能源供应城市,一旦受到恐怖主义攻击,将极大地影响我国能源供应. 然而,道路设计只需略加变化却能在很大程度上制约恐怖袭击. 所以大庆市主要的政府机关、西城区重要石油单位、车站等应进行一些防止汽车炸弹的道路设计. 如(图4)道路设计预防恐怖主义在必要时刻能有效增加系统抵御和应对外界冲击的能力,也就是稳健性.

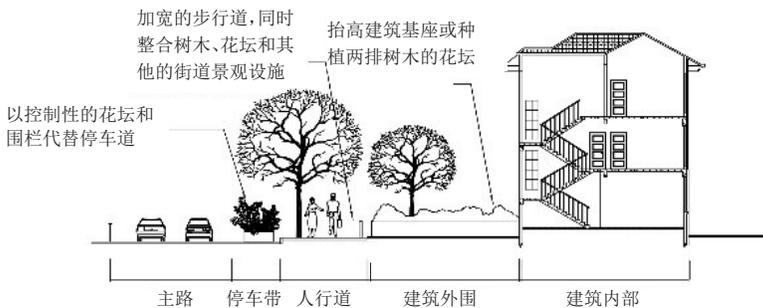


图4 防止汽车炸弹的道路设计示意图

Fig.4 Road design for prevention of car bombs

#### 4.8 合理高效的后期管理

一切良好的实施策略和方法,离开后期良好的管理和研究,将最终以失败落幕. 只有将二者结合,才能

可持续发展并且不断提高。首先需要政府合理高效的工作管理,其次还需要高校专家和城市规划人员不断地学习研究,提供合理有效建议措施,最后市民也应积极参与。从而形成政府主导,研究人员负责,公众共同参与的后期格局,将有助于韧性学习转化能力的有力提升,以上韧性策略也将会以高效的方式运行。

## 5 结语

韧性城市理论是应对当今城市问题最全面且具有深刻前瞻性的理论,以上针对大庆市道路交通空间的策略是基于韧性城市理论提出的,有利于提升大庆市道路交通空间韧性,以及更加有效地应对未来不确定性危险,同时也为其他城市道路韧性发展提供一定的参考。城市发展目前面临各种各样的挑战和危险,应用韧性城市理论能指导城市的发展,有望创建更加美好的明日城市。

## 参考文献:

- [1] ALEXANDER D E. Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey[J]. *Natural Hazards and Earth System Science*, 2013, 13(11): 2707-2716.
- [2] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems[J]. *Annual Review of Ecological Systems*, 1973, 4: 1-23.
- [3] GODSCHALK D R. Urban hazard mitigation: Creating resilient cities[J]. *Natural Hazards Review*, 2003, 4(3): 136-143.
- [4] COAFFEE J, WOOD D M, ROGERS P. Everyday resilience of the city: How cities respond to terrorism and disaster[M]. London: Macmillan Publishers Ltd, 2008.
- [5] 彼得·纽曼,蒂莫西·比特利,希瑟·博耶. 弹性城市:应对石油紧缺与气候变化[M]. 王量量,韩洁,译. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [6] LANG T. Urban resilience and new institutional theory—a happy couple for urban and regional studies?[M]//Muller, B. *Urban Regional Resilience: How do Cities and Regions Deal With Changes?* Berlin: Ssrineer, 2013: 15-24.
- [7] DIELEMAN H. Organizational learning for resilient cities, through realizing eco-cultural innovations[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2013, 50(7): 171-180.
- [8] LAZAREVIĆ E V, KEKOVIĆ Z, ANTONIĆ B. In search of the principles of resilient urban design: implementability of the principles in the case of the cities in Serbia[J]. *Energy and Buildings*, 2018, 158: 1130-1138.
- [9] 聂蕊. 基于可持续减灾的御灾性城市空间体系构建和设计策略研究[D]. 天津:天津大学,2012.
- [10] 郑艳,王文军,潘家华. 低碳韧性城市:理念、途径与政策选择[J]. *城市发展研究*, 2013(3): 10-14.
- [11] 谭文勇,孙艳东. 弹性城市目标下的绵阳市朝阳片区城市更新改造设计初探[J]. *西部人居环境学刊*, 2014, 29(1): 91-96.
- [12] 郑艳,林陈贞. 韧性城市的理论基础与评估方法[J]. *城市*, 2017(6): 22-28.
- [13] 仇保兴. 构建韧性城市交通五准则[J]. *城市发展研究*, 2017, 24(11): 1-8, 149.
- [14] 郑艳,翟建青,武占云,等. 基于适应性周期的韧性城市分类评价——以我国海绵城市与气候适应型城市试点为例[J]. *中国人口·资源与环境*, 2018, 28(3): 31-38.
- [15] 刘丹. 弹性城市的规划理念与方法研究[D]. 杭州:浙江大学,2015.
- [16] 郑艳. 新型城镇化背景下我国韧性城市建设的思考[J]. *城市与减灾*, 2017(4): 61-65.
- [17] 杨耀宗. 黑龙江大庆城区绿化建设中存在的问题及对策[J]. *中国园艺文摘*, 2013, 29(12): 90-91.
- [18] 李国莉,杨庆玲. 大庆市城市道路交通安全管理对策研究[J]. *大庆社会科学*, 2013(2): 44-47.
- [19] 卫宇坤. 大庆市施行灵活交通模式研究[J]. *大庆社会科学*, 2017(2): 99-102.
- [20] 谢成,林仁,刘航君. 关于生态理念道路设计的建议[J/OL]. *中外公路*, 2017(S1): 1-3[2018-01-04]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1363.U.20170726.0920.002.html>.
- [21] 四川日报.成都天府绿道规划方案出炉 沿天府绿道走向“绿重锦官城”[EB/OL]. (2017-09-02)[2018-05-04]. <http://www.sc.gov.cn/10462/12771/2017/9/2/10432569.shtml>.
- [22] 孙翔. 现代城市交通规划的弹性思考[J]. *武汉城市建设学院学报*, 2000(4): 15-19.
- [23] 彭庆艳. 引导城市发展的城市轨道交通线网规划方法[J]. *城市轨道交通研究*, 2009, 12(8): 32-35.
- [24] 王量量,韩洁,彼得·纽曼.《弹性城市——应对石油紧缺与气候变化》与我国城市发展模式选择[J]. *国际城市规划*, 2013, 28(6): 110-114.

(编辑 郑壮丽)