

城市防灾避险公园服务效率的量化评价

——以北京市海淀区防灾避险公园为例

季钰 师卫华 聂丽 杨宏宇

(住房和城乡建设部城乡规划管理中心, 北京, 100835)

【摘要】城市防灾避险公园能为灾后居民的生命和财产安全提供安全保障,是城市防灾体系的重要组成。然而,由于我国尚未有专门针对城市防灾避险公园的标准规范,导致其在内涵上与城市公园、应急避难场所等交叉不清,在资源配置和规划层面缺乏科学合理的量化依据。通过梳理防灾避险公园的内涵,提出其服务半径、配套设施等建设标准。同时,考虑防灾避险公园对人口的服务水平,研究利用可达性和可容性两项指标来联合评价城市防灾避险公园服务效率,并以北京市海淀区为例对量化评价方法进行了实证研究,并对海淀区的注册公园等进行了避难级别的判别和讨论。

【关键词】城市防灾避险公园;建设标准;服务效率;量化评价

【中图分类号】TU984.11+6

【文献标识码】A

0 引言

当前新型城镇化过程中,我国城市空间的复杂型和人口的集聚度显著提高,城市脆弱性不断增强,各种自然灾害、事故灾害、公共卫生事件和社会安全事件给城市安全带来严峻的挑战。城市防灾避险公园是城市防灾空间的重要组成部分,在灾害发生后能够有效减少人们的生命和财产损失。例如在1923年日本的关东大地震中,城市中的防灾避险公园为70%的受灾市民提供了避难场所,并且对阻止次生灾害的蔓延起到了积极的作用。鉴于城市防灾避险公园在城市防灾和城市安全方面的突出作用,我国目前已将防灾避险公园的建设纳入到城市基础设施建设水平的考核中。2013年,国务院印发《关于加强城市基础设施建设的意见》(以下简称《意见》),明确要求到2015年设市城市至少建成一个具有一定规模,水、气、电等设施齐备,功能完善的防灾避险公园。

国际上,日本是目前防灾避难体系规划建设最为完备的国家。《城市公园法》、《防灾公园计划和设计指导方针》等一系列法规中明确对防灾公园的定义、功能、设置标准及有关设施等作了详细规定^[1]。相比而言,我国对于防灾避险公园的功能设计和建设标准比较匮乏。防灾避险公园与城市各类公园的关系如何,防灾避险公园的建设标准应该遵从何种规范,目前仍无统一的标准和认识,导致现实中防灾避险公园的建设通常是参照避难场所^[2]、防灾避险绿地^[3]、城市公园设计规范^[4]等相关标准弹性设计。而现有针对防灾避险公园空间布局的量化研究,主要集中于两类:一是对于防灾避险公园建设的适宜性评价以及安全性功能性改造,研究对象往往是具体的城市公园^[5-6]。另一类研究则是对于防灾避险公园空间合理性的评价,从资源配置的角度,给出应急避难场所布局优化的建议^[7]。例如,研

究避难场所的空间可达性和服务人口^[8],以及应急避难场所的规划原则、布局选址及其网络优化模型^[9]。

但值得关注的是,以上对于防灾避险公园空间布局合理性的评价研究中由于评价对象不清晰,很多是以城市公园或防灾避险场所代替防灾避险公园,评价结果难以反映防灾避险公园空间分布的真实情况;此外,以空间可达性为主要评价指标的方式容易忽略服务人口的空间布局情况,造成资源配置与实际需求不匹配。基于以上问题,本文借鉴国内外防灾避险公园建设标准及实践经验,梳理城市防灾避险公园的相关功能指标,并结合防灾避险公园的功能特点,服务人口等设计定量评价指标,以北京市海淀区为实证案例,为城市防灾避险公园的优化配置提供建议。

1 城市防灾避险公园的功能内涵及建设标准

1.1 城市防灾避险公园的功能内涵

城市防灾避险公园,或称“防灾公园”,最早源于日本,是指在由地震引起的发生街道火灾等二次灾害时,为了保护国民的生命财产安全、强化城市防灾构造而建设的,包括作为广域防灾据点、避难场所、避难通道等的城市公园和缓冲绿地。我国在《城市抗震防灾规划标准》^[10](GB50413-2007)中将“防灾公园”定义为:城市中满足防震疏散要求的、可有效保证疏散人员安全的公园。

尽管国内外在防灾公园的定义上存在差别,例如日本的防灾公园中包含起避难作用的缓冲绿地,而我国防灾避险公园则没有包含公园绿地以外的其他绿地;但各国对于防灾避险公园的规模以及作用是有共识的,即它是以地震为主要预防灾种,具有广域性防灾功能的。总结起来,本文认为,城市防灾避险公园应具备以下几个特点:①以公园绿地为构建基础;②具备完善的防灾设施;③平灾结合;④功能复合;⑤作为避难和救援场所;⑥城市绿地系统中不可缺少的部分^[11-12]。

1.2 城市防灾避险公园的现有建设标准

目前,我国专门针对防灾避险公园的建设标准仍处于空白。对于防灾避险公园这种特定的避难场所而言,既要发挥其平时

基金项目:国家重点研发计划“城镇生态资源高分遥感与地面协同监测关键技术研究课题”(项目编号:2017YFB0503903);住房和城乡建设部科技计划项目“城市防灾避险公园布局合理性的量化评价方法研究”(项目编号:2016-R2-030)

作为公园的休闲、景观、生态等多功能性，设计应充分遵从《公园设计规范》，《城市绿地分类标准》等园林绿化行业性设计标准；同时又要结合避难场所的特点，对其服务半径、有效避难面积、设施配置等给予特殊的指引，设计应遵从《防灾避难场所设计规范》^[1]、《绿地防灾避险设计导则》^[2]等现行避难场所相关的标准规范。

本文综合以上标准规范整理了表1，在厘清城市公园绿地与防灾避险公园相互关系的基础上，对城市防灾避险公园的功能特点，服务半径、人均避难面积、建设规模，专业设施等进行了梳理。

表1 防灾避险公园设计标准梳理

公园类型	结合避难场所类型	面积规模 (hm ²)	服务半径 (m)	人均有效避难面积 (m ² /人)	设施配置
郊野公园	长期避难场所	/	/	5	综合设施
综合性公园	全市性公园	10	1500	2	一般设施
	区域性公园	/	1000	2	一般设施
专类公园	植物园	40	1000	2	一般设施
	动物园	5	/	/	/
	儿童公园	/	1000	2	一般设施
	历史名园	不适宜	/	/	/
社区公园	居住区公园	/	500	1	基本设施
	居住小区公园	紧急避难场所	/	500	0.5
带状公园	紧急避难场所	/	500	0.5	基本设施
街头游园	紧急避难场所	/	300	0.5	基本设施

注：1. 本表中对于公园的分类主要参考《公园设计规范》和《城市绿地分类标准》，综合得出；2. 本表设施配置一栏中，基本设施是包括：救灾帐篷、简易活动房屋，医疗救护和卫生防疫设施，应急供水设施，应急供电设施，应急排污设施，应急厕所，应急垃圾储运设施，应急通道，应急标志等。一般设施在已有的基本设施上应增设应急消防设施，应急物资储备设施，应急指挥管理设施等。综合设施在已有的基本设施、一般设施的基础上，应增设应急停车场，应急停机坪，应急洗浴设施，应急通风设施，应急功能介绍设施等。

2 城市防灾避险公园服务效率的评价方法

本文认为防灾避险公园的服务效率应指防灾避险公园为居民提供安全避难的服务水平。在防灾避险公园功能完善的前提下，公园与居民的接近程度，以及公园对于周边居民的容纳能力是衡量其服务效率的关键。因此，本文设计空间可达性和充实度两个量化评测指标来综合评价防灾避险公园的服务效率。

2.1 空间可达性评价

空间可达性是指在灾害发生后人们在有限的时间里到达防灾避险公园的方便程度。在评价防灾避险公园的可达性时，根据避难场所的规划标准，学者们大多采用500m作为服务半径（约5min以上）。不同的服务半径（时间）可能导致可达性评价的结果有较大差异，根据防灾公园级别的不同，其服务半径也应从300m到1500m不等（表1）。本文利用不同距离的可达

范围来表征紧急避难场所的可达性。

2.2 充实度

除了考虑灾后人们能够及时应急避难外，还应该考虑防灾避险公园与当地人口的匹配情况。利用充实度指标来反映该地区防灾避险公园的承载能力。

$$r_j = \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij} \times e_i}{P_j}$$

其中， r_j 为第j个研究区的人均避难面积， $\sum_{i=1}^n S_{ij}$ 为第j个研究区内所有防灾避险公园的有效避难面积总和， i 为第i个防灾避险公园。 e_i 为防灾避险公园的有效面积折算系数， P_j 为第j个研究区内的人口。需要说明的是，所选择的尺度不同，人均避难面积的精度会有所差异；尺度越精细，人均避难面积指标越精确。

3. 北京市海淀区防灾避险公园布局合理性评价

本文以北京市海淀区为例，对防灾避险公园服务效率的评价方法进行实证检验，特别是对量化评价体系中防灾避险公园的空间可达性和充实度指标做重点验证。

海淀区为北京市中心城六区之一，位于城六区西北部。面积约430.8km²，2010年第六次人口普查中该区常住人口约为328.1万人。本文中有建筑物的矢量数据来源于国家科技支撑课题共享的测绘数据，白昼人口的空间分布数据利用2010年北京市的街道人口，按照人口的空间化模型实现^[13]。

3.1 海淀区防灾避险公园的空间分布

结合北京市地震应急避难场所介绍及信息查询系统和北京市地震局公布的数据^[14]，本文共选取研究区内9处防灾避险场所做分析，具体信息见表2。需要说明的是，9处设施完善的防灾避险场所中7处为设施完善、用地性质明确的公园绿地，本文分析中将此作为防灾避险公园进行分析。

表2 海淀区防灾避险场所相关信息

场所名称	建成时间	类型	总面积 (万m ²)	疏散人数 (万人)
1 海淀公园	2004	公园	40	10
2 曙光防灾教育公园	2008	公园	2.7	5
3 马甸公园	2008	公园	8.6	1.29
4 阳光星期八公园	2008	公园	1	0.25
5 温泉公园	2008	公园	4	1
6 东升文体公园	2009	公园	8	2
7 长春健身园	2009	公园	10.6	2
8 东北旺中心小学	2004	体育场	0.8	0.2
9 九十九顶毡房绿地	/	绿地	10	

结合高分遥感影像以及基础地图数据，本文在ArcGIS软件中对9处防灾避险公园进行了矢量化，如图1所示。可看出：目前，海淀区防灾避险场所的空间分布呈明显非均匀分布的特征，空间上避难场所分布呈现双C型弧线分布格局；除山区外，西侧弧线主要集中于西部—中部—西南部的弧形；东部弧线主要集中于最东部南北两侧。在这样的分布格局下，如果在人口和建筑密集的中东部地区，现有避难场所出现大范围的服务盲区。

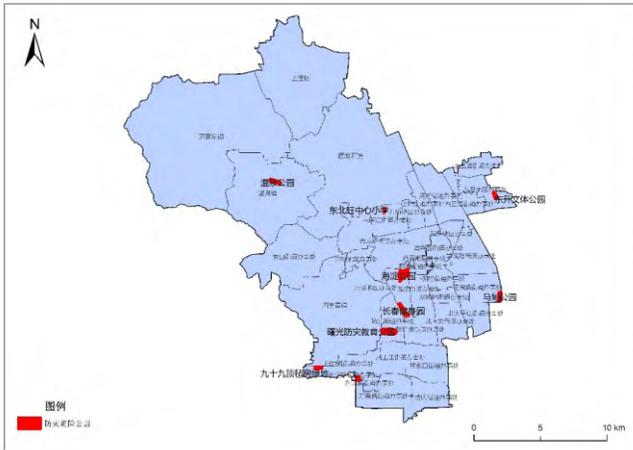


图1 海淀区防灾避险公园分布

3.2 防灾避险公园的服务责任区划分

为了充分了解北京市海淀区已公布的防灾避险公园的空间服务情况，本文运用地理学的方法划定了防灾避险公园的避难责任区。具体是以防灾避险公园为核心，在研究范围内做泰森多边形。由于泰森多边形表征各中心点（即防灾避险公园的中心点）的责任区，责任区内各点距离该中心为最近距离，这一特性可以很好地代表防灾避险公园的责任覆盖区。

从图2中可以看出，海淀区西北部和西部地区避难责任区空间范围较大，在东南部地区责任区空间范围较小，这也进一步说明了避难场所空间分布的区位差异。而从服务覆盖建筑物的比例来讲，长春健身园、海淀公园、马甸公园、曙光防灾公园的避难责任区内，建筑物密度相当高，承担了较重的防灾避难任务。

为了进一步了解现有防灾避难责任区内服务效率情况，本文特别选取了各自责任区内最远服务建筑的距离进行了标注。可以看到，目前最远服务覆盖距离的责任区为温泉公园，覆盖距离达到了12.35km，最近服务覆盖距离的责任区为长春健身园，距离为4.59km。以上分析可见，目前各公园避难责任区的服务半径远远高于固定避难场所要求的2km服务半径。以目前公布的防灾避险公园来看，服务效率远远达不到避难疏散要求的水平。

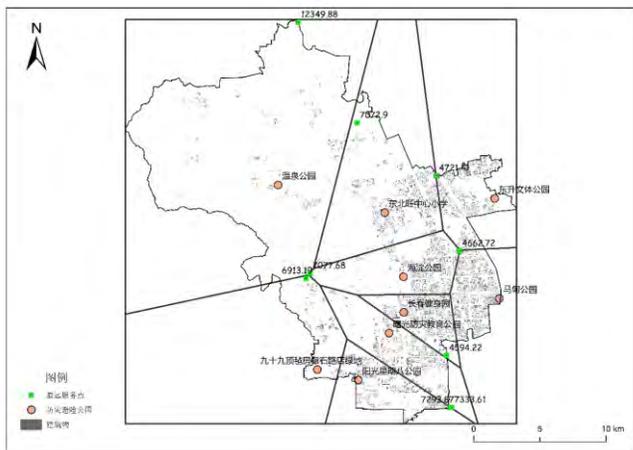


图2 海淀区防灾避险场所责任区覆盖情况分析

3.3 防灾避险公园的空间可达性分析

为了表征防灾避险公园不同范围的服务效率情况，本文分别以海淀区防灾避险公园为对象，以其边界向外做500m, 1000m, 1500m, 2000m缓冲区。

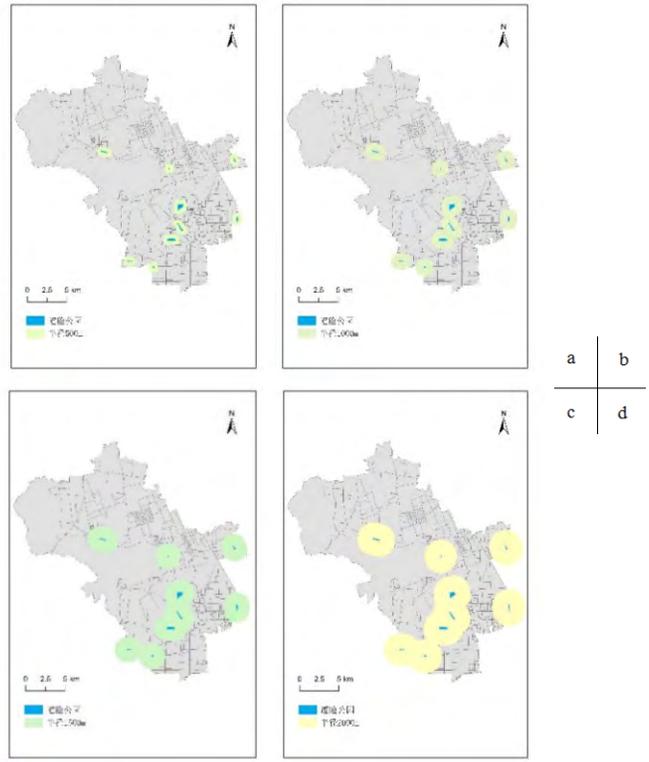


图3 防灾避险场所服务半径覆盖范围

从图3中不难发现，目前仅以官网公布的防灾避险公园为对象，各种服务半径的空间可达性均存在较大的盲区。特别是在图3(d)中，2000m一般为中长期避难场所或固定避难场所应达到的最大服务覆盖范围，但从覆盖范围图中却发现仍存在大量区域属于服务盲区，特别在海淀区的西北方向不太充足，例如四季青、香山地区以及苏家坨、上庄地区，未来需要扩建这些地区的应急避难场所或在周围区域改建已有公园场所，提升防灾避难效率。

3.4 防灾避险场所的充实度评价分析

充实度指标是大致反映该地区防灾避险场所和人口分布的匹配情况。根据学者的研究，当人均避难面积小于 $0.5m^2/人$ 时，避难者只能处于站立状态，而当人均避难面积大于 $1m^2/人$ 时，避难者可以选择蹲坐的姿势，当人均避难面积大于 $2m^2/人$ 时，避难者可以选择躺卧等较舒服的姿势^[15]，据此作为防灾避险公园是否充实的临界阈值。从评价结果来看，不同空间尺度内防灾避险公园充实度情况有一定差异。

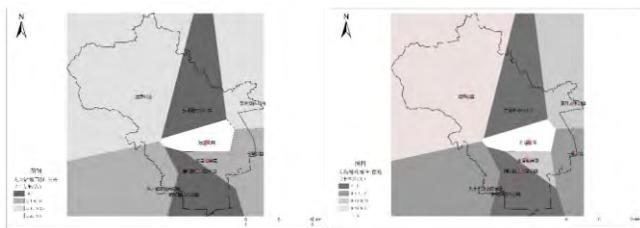
(1) 街道尺度

以街道地区为尺度，计算每一街道内人均避难面积。海淀区30个街道和地区中拥有防灾避险公园的只有10个。在这种分布格局下，海淀区整体处于避难资源匮乏的状态，即大部分地区人均避难面积为0。除此之外，白天和夜间人均避难面积的分布情况并无大的差异，特别是人均避难面积严重不足($<0.5m^2/人$)的街道情况相似，即为：马连洼街道、紫竹院街道、田村街道、永定路街道、万寿路街道、花园路街道、曙光街道。

但温泉街道白天和夜间人均避难面积差异明显。白天表现为人均避难面积不足 ($0.5\text{m}^2/\text{人} \sim 1\text{m}^2/\text{人}$)，而夜晚则相对充足 ($1\text{m}^2/\text{人} \sim 2\text{m}^2/\text{人}$)。这种情况反映出该街道土地利用混合状况相对较差，居住功能相对欠缺，未来写字楼等商业集中区域周边紧急避难场所的规划应该引起足够的重视。

(2) 责任区尺度

以各防灾避险公园的服务责任区为空间尺度，计算每一服务区内人均避难面积。从整体空间格局来分析，空间差异仍比较明显，表现为西北部相对较好，南部整体处于较低的服务水平；主要是由于西北部建筑密度较低、人口密度小，表现较好。但需要注意的是，以现有的避难场所分布来看，责任区尺度人均避难面积普遍都远远低于 $0.5\text{m}^2/\text{人}$ ，这一水平基本难以保证安全避难。此外，责任区尺度的人均避难面积夜晚和白天的分布情况差别不大，这反映出这些区域土地功能混合程度较高，白天和夜间人口格局差异不明显。



(a) 白天 (b) 夜间
图4 海淀区各服务责任区人均避难面积分布

4 结论与讨论

本文以防灾避险公园为研究对象，对其与城市公园和防灾避险场所的关系进行了梳理；并对其空间服务效率的量化评价方法探讨并进行实证分析。

4.1 基本结论

防灾避险公园，区别于应急避难场所、防灾绿地，其所指内涵围较小，要求相对较高。防灾避险公园应以平灾结合为主要原则，以公园绿地为基础建设，并具有相应级别的防灾避难设施。

参考各类绿地、公园设计规范以及避难场所设计等规范，本文按照公园绿地分类总结了相应公园绿地与防灾避险公园的相互关系及建设标准。

本文提出利用空间可达性和充实度联合的指标体系能够量化评价城市防灾避险公园为居民提供服务的效率水平。

海淀区的实例分析表明，以公布的城市防灾公园来分析，海淀区无论在可达性还是充实度上都存在服务效率较低的情况。特别是目前海淀区的避难场所在西北部靠近山区一侧分布比较密集，在东南部比较稀疏，这与人口空间分布的集疏情况不相吻合。未来通过完善现有其他公园的防灾服务设施配套，特别是在温泉公园现有避难责任区内，有望提高海淀区城市防灾公园整体服务效率。

4.2 讨论与展望

本文认为，在实证部分所述的防灾公园仅为应急管理部门公示的防灾公园，若仅以此作为评价对象，可能会低估避难服务效率。事实上，城市公园、绿地、以及城市其他开敞空间等

由于设施条件的不同，也相应的可作为防灾场所统一考虑，例如城市公园中具有应急水源等应急设施，也可作为中长期避难场所考虑；而所有的公园、绿地以及其他的开敞空间均可作为紧急避难场所加以利用，否则会低估城市的应急防灾能力。

基于此，本文以北京市海淀区注册的公园为研究对象，按照防灾公园的基本条件，对所有注册公园进行了条件判别，特别的根据其避难设施的级别进行了网络和实地调研，最终得出目前北京市海淀区注册的 26 个公园中，海淀公园、元大都遗址公园、紫竹院公园等 16 个公园可作为中长期避难场所。此外，玲珑公园，百旺公园等 10 个公园可作为中短期避难场所。

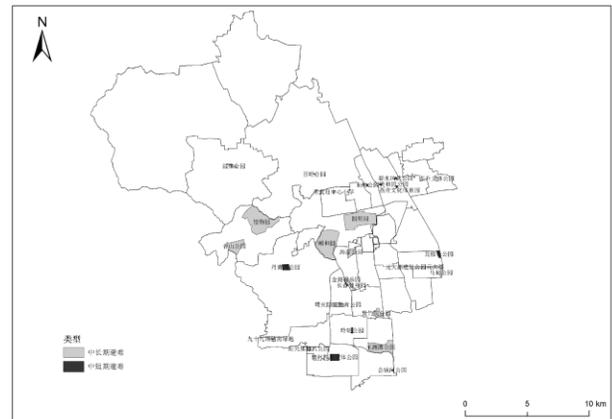


图5 北京市注册公园避难级别类型

而就紧急避难这一级别来讲，不仅注册的公园，一些街区边的口袋公园，微小绿地，甚至楼宇间的开敞空间等所有安全的空间，都可以作为紧急避难场所来加以利用。基于此，本文利用紧急避难场所的识别模型^[8]，排除了地震断裂带，建筑倒塌范围，水体等不适宜地区，提取了北京市海淀区临时避难场所的空间分布（图6）。

如上所述，由于所选对象的不同，现有城市避难场所服务效率的评估结果会有显著差异，这就提示我们，在日常应急防灾体系的设计和管理方面，需要将开敞空间、城市绿地体系等统筹考虑来评价城市的防灾评估能力，注重这些防灾空间与周边人群密集的居住区、商业区的空间连通性，避难标识体系的设计。△

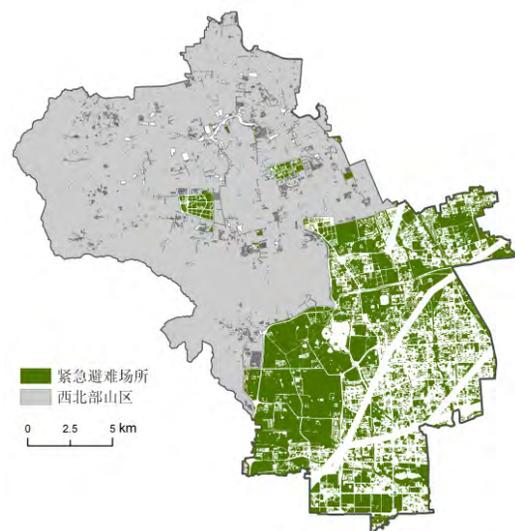


图6 海淀区临时避难场所空间分布

【参考文献】

- [1] 雷芸. 阪神·淡路大地震后日本城市防灾公园的规划与建设 [J]. 中国园林, 2007(7):13-15.
- [2] 住房和城乡建设部. 防灾避难场所设计规范(GB51143-2015) [S], 2015.
- [3] 住房和城乡建设部. 城市绿地防灾避险设计导则 [S], 2018.
- [4] 住房和城乡建设部. 城市公园设计规范(GB51192-2016) [S], 2016.
- [5] 费文君, 史莹, 徐爽. 常州青枫公园防灾避险适宜性分析研究. 绿色科技 [J], 2017(11): 1-4.
- [6] 白红伟, 仲丽娜, 陈朝霞. 城市公园改造为防灾公园的探索——以济南市泉城公园、花圃公园为例 [J]. 园林科技, 2017(3): 32-36.
- [7] 郑晓红. 基于 GIS 的应急避难场所选址于布局研究 [D]. 中国海洋大学, 2013.
- [8] 季珏, 高晓路. 紧急避难场所震灾服务效率的评价方法及实证: 以北京市海淀区为例 [J]. 地理研究, 2014, 33(11):2105-2114.
- [9] 谢军飞, 李延明, 李树华. 北京城市公园绿地应急避险功能布局研究 [J]. 中国园林, 2007,23(7): 23-29.
- [10] 住房和城乡建设部. 城市抗震防灾规划标准(GB50413-2007) [S], 2007.
- [11] 蒋嘉懿, 雍振华, 朱颖, 等. 中国城市避灾绿地构建的思考 [J]. 北方园艺, 2013(4):89-91.
- [12] 季珏, 聂丽, 张芳, 等. 城市防灾避险公园建设的国际经验及标准梳理 [J]. 北京规划建设, 2019(2): 119-122.
- [13] 戚伟. 城市昼夜人口空间分布的估算及其特征——以北京市海淀区为例 [J]. 地理学报, 2013,68(10): 1344-1356.
- [14] 北京市地震局. 北京市地震应急避难场所介绍及信息查询系统. [EB/OL]. <http://yjbncs.bjyj.gov.cn/>. 2018
- [15] 张丽梅, 许倩英, 胡志良. 天津市避难场所人均用地指标取值研究 [J]. 城市规划, 2005(3):30-32.

Quantitative Evaluation Method of Service Quality of Urban Disaster Prevention Park

JI Jue, SHI Weihua, NIE Li, YANG Hongyu

【Abstract】 Urban disaster prevention park is an important part of urban disaster prevention system, which can provides great prevention of lives and properties after disasters. At present, the concept of urban disaster prevention park is always confused with urban park or emergency shelters due to lack of special standards. Accordingly, it is very difficult for planners to design layout of urban disaster prevention park. This paper aims to propose standards of urban disaster prevention park, including its appropriate service radius, related service quality, and so on. Meanwhile, taking the population distribution as great consideration, two indices of spatial accessibility and capacity are adopted to evaluate the spatial service quality of urban disaster prevention park. Finally, district of Haidian in Beijing was chosen as case study area.

【Keywords】 Urban Disaster Prevention Park; Construction Standard; Service Quality; Quantitive Evaluation

(上接中彩页第9页)

- [9] Chen Y. Study on Urban Planning Public Participation Information System Based on Modern Information Technology[J]. *Journal of Convergence Information Technology*, 2013, 8(10): 1031-1038.
- [10] Howard T L J, Gaborit N. Using virtual environment technology to improve public participation in urban planning process[J]. *Journal of Urban Planning and Development*, 2007, 133(4): 233-241.
- [11] 祁素萍, 陈萍. 关于公众参与城市公共安全管理的几点思考 [J]. 淮海工学院学报(社会科学版), 2011(8): 4-5.
- [12] 韩雪, 丁一波, 张宏伟, 等. 特大城市突发灾难风险和公众参与的积极预防 [J]. 上海预防医学, 2015(5):248-252+2+5.
- [13] 杨冬梅. “互联网+”时代公众参与城市风险治理探析 [J]. 行政论坛, 2016(6):103-106.
- [14] 刘雅静. 城市风险治理中的公众参与问题探析 [J]. 中共乐山市委党校学报, 2017(3):89-92.
- [15] 岳经纶, 刘璐. 公众参与实践差异性研究 [J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2018(2): 175-188.
- [16] [美]亨利·丘吉尔. 城市即人民 [M]. 吴家琦, 译, 武汉: 华中科技大学出版社, 2016: 3.

The Dilemma and Countermeasures of Public Participation in Urban Public Safety Governance

ZHANG Tao, CAO Huimin, WANG Feng

【Abstract】 Public safety has become a theoretical and practical problem that tests our country's urban governance system and governance capability. In the process of urban public safety governance, besides the government and its functional departments and other social organizations, the public is the core subject of urban public safety governance. Based on the urban public safety event or frequent risks. It is necessary to construct a theoretical model of public participation in the process of urban public safety governance, and carry out systematical research in the theoretical mechanism of public participation in urban public safety governance and explore the path of public participation in urban public safety governance. It will provide a new research field for the continuous improvement of urban public safety governance performance.

【Keywords】 Urban Public Safety; Public Participation; Governance Performance; Countermeasures and Suggestions.