

城市市政基础设施的邻避效应评价方法研究

杨芳¹ 何羿¹ 赵志杰^{1,2,†}

1. 北京大学深圳研究生院环境与能源学院, 深圳 518055; 2. 北京大学环境科学与工程学院, 北京 100871;

† 通信作者, E-mail: zjzhao@pku.edu.cn

摘要 从城市基础设施产生邻避效应的原因出发, 分析各种基础设施的规模、性质和空间分布状况对邻避效应的作用性质和影响程度, 结合人口的分布状况, 以设施的防护距离、影响范围和影响作用面积为主要参数, 构建了城市区域邻避指数的评价体系, 定量评价区域总体的邻避效应。以北京市海淀区为例, 评估邻避效应分布情况, 并利用 GIS 技术得到邻避效应空间分布状况。研究结果表明: 海淀区邻避效应空间分异显著, 邻避指数总体上呈现南部高北部低的分布特征, 与地区发展规划、邻避设施分布与人口密集程度有着密切关系。合理的邻避效应评价方法可为城市规划、建设、管理和环保设施布局提供指导。

关键词 邻避效应; 基础设施; 邻避指数; 海淀区

中图分类号 X321

NIMBY-Effect Evaluation Method of Urban Municipal Infrastructures

YANG Fang¹, HE Yi¹, ZHAO Zhijie^{1,2,†}

1. School of Environment and Energy, Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen 518055;

2. College of Environmental Sciences and Engineering, Peking University, Beijing 100871;

† Corresponding author, E-mail: zjzhao@pku.edu.cn

Abstract From the cause generated by NIMBY (Not in my back yard) effect, the authors analyze the size, nature and distribution of each infrastructure. Taking the distribution of the population, protection zone and maximum impact range as main parameters, this paper constructs the NIMBY-index method to evaluate regional NIMBY effect. Taking Haidian district in Beijing as example, this paper assesses the NIMBY-effect distribution and uses the GIS technology to achieve the NIMBY spatial distribution. The result shows that the NIMBY-effect spatial varies significantly in Haidian District, and the NIMBY-index is high in the south and low in the north, which has a close relationship with regional development planning, NIMBY facilities distribution and population density. The evaluation method can be used to provide guidance for urban planning, construction, management and layout of environmental protection facilities.

Key words NIMBY effect; municipal infrastructures; NIMBY index; Haidian District

邻避设施^[1]一般是城市社会必需的公共基础设施。这些设施的兴建能够带来整体性的社会利益, 但风险却由其周边的居民承担。这种成本与利益分配结构的失衡, 会造成附近居民对此类设施的反对态度或者拒绝接受, 进而产生“不要建在我家后院”的抵抗心理^[2]。邻避设施的建设如果遭到附近居民的严重抵抗, 极易陷入“邻避”困境, 严重影响社会

和谐。近年来, 国内造成社会影响比较大的邻避运动包括大连、厦门、宁波等城市的 PX 事件, 北京、杭州、广州等城市的垃圾焚烧厂邻避运动, 以及南京变电站公众事件等。邻避运动的发生不仅影响社会的稳定, 还可能造成项目的搁置与取消, 不利于城市的正常发展。

我国对邻避运动的研究时间较短, 且集中在某

类设施选址、城市规划管理、邻避运动产生原因、公平与正义、公共政策、环境冲突治理及宏观解决对策等方面,对城市区域多种邻避设施整体效应的定量研究和对空间分布特征的研究较少。定量研究城市区域邻避效应以及空间分布状态,可为城市基础设施规划、土地利用规划、环保设施布局以及居民赔偿等工作提供基础数据和参考依据,具有重要的理论与现实意义。

1 邻避效应产生的原因

随着城市的拓展和人口增多,需要建设更多的市政基础设施来满足居民的日常生活需要,保障城市的正常运行。在市政基础设施中,迎臂设施指能够给周边居民带来便利的服务、使居民心情愉悦、受居民欢迎的设施,如公园、学校、图书馆、体育运动设施等;而邻避设施会给周围环境带来污染,或者给周边居民的心理上带来不悦,如垃圾焚烧厂、污水处理厂、医院、墓地等,这些设施的兴建往往遭到居民的强烈抵制。

邻避效应的产生受多种因素的综合影响^[3]。首先,邻避设施在最大限度上体现了公共性,即社会居民共享其福利,但是其危险性、污染性却由周边居民来承担,体现了利益结构的不均衡性^[4]。这必然会造成周边居民心理上的失衡,进而反对基础设施的建设。其次,有关设施选址、建设、基本情况等信息公开不完全导致居民对该设施及其影响缺乏正确的科学认识,给周围居民生活带来负面影响的设施是在他们不知情的情况下兴建的,或即使知情,但当时也没有意识到其潜在的危害性^[5]。居民在邻避设施从选址到建成的整个过程中参与度不高,受影响的居民难以及时获取项目各阶段的建设信息及环境保护情况,导致居民对工程建设方和政府的不信任。随着居民环境意识以及维权意识的加强,出于对自身健康、生命财产及居住环境的考虑,会竭尽全力维护自身利益,拒绝在其居住地周边建设邻避设施,以免带来风险^[6]。再次,环评制度的设计和操作平台存在的问题:环境影响报告书简本的表达方式,难以使居民准确理解项目对于自身的影响和环保措施的有效性;环评之后,缺乏供公众表达意见以及后续监督的平台,政府主导的模式难以使环境影响控制在预期范围内。最后,补偿机制的缺失使得居民受损的个人利益无法通过合理的经济、环境或政治利益等方式得到补偿,这也是邻避

效应产生的一个重要原因。

2 邻避效应评价体系

2.1 构建邻避指数

本文以北京市海淀区为研究对象,通过调研收集了邻避基础设施的相关资料。从邻避效应产生的原因出发,分析城市中各种基础设施的规模、性质和空间分布状况对邻避效应的作用性质和影响程度。运用距离关系定量描述邻避设施对环境以及人心理的影响程度,并结合影响范围及人口分布情况,构建邻避效应的评价体系定量来评价区域邻避效应的大小。通过在 GIS 中建立缓冲区、栅格计算和属性表计算和图层叠加等功能,得到研究区域邻避效应空间分布状态,实现海淀区邻避效应空间分析,可以为该区域的城市规划、建设、管理和环保设施布局提供指导。

邻避效应的产生除与基础设施的自身性质有关外,还与邻避设施影响的距离和范围以及区域人群分布有密切的相关性^[7]。设施的危害程度通常与离设施的距离成反比,距离越近,潜在风险与危害越大反之亦然^[8-10]。参考选择经验确定法选取评价指标^[11],结合邻避效应的成因和影响因素,选择设施的防护距离(r_w)、最大影响范围(r_m)、影响作用面积(s)和人口分布因子(P_j)这 4 个指标构建邻避指数,用以定量评价区域邻避效应的大小和分布。假设某区域面积为 s 平方千米,有邻避基础设施 m 个,总人口数为 P 。将该区域网格化,划分为单位面积为 $350\text{ m} \times 350\text{ m}$ 的 n 个网格,单位网格面积为 s ,且每个网格人口数为 P_j 。如果第 i 个邻避设施防护距离为 r_{iw} ,最大影响半径为 r_{im} ,第 i 个邻避设施到网格 j 的距离为 r_{ij} ,该邻避设施对网格 j 的影响效应值 E_{ij} 根据表 1 确定。

第 i 个设施对第 j 个网格邻避指数的计算公式如下:

$$I_{ij} = E_{ij} \times P_j \times s, \quad (1)$$

式中, I_{ij} 为第 i 个设施对第 j 个网格的邻避指数, E_{ij} 为第 i 个设施对第 j 个网格的邻避影响效应值, P_j 为网格 j 的人口数量, s 为单位网格面积。通过线性叠加,求得研究区域内所有邻避设施对第 j 个网格产生的邻避效应值:

$$I_j = \sum I_{ij}, \quad (2)$$

式中, I_j 为第 j 个网格的邻避指数。

表 1 邻避设施的影响效应值
Table 1 Effects value of NIMBY infrastructures

距离	E_{ij}	邻避状况
$r_{ij} \leq r_{iw}$	10	不适合人居住, 邻避效应最大
$r_{ij} > r_{im}$	0	邻避效应可以忽略
$r_{iw} < r_{ij} \leq r_{im}$	$10 \times \frac{r_{im} - r_{ij}}{r_{im} - r_{iw}}$	邻避效应随距离而衰减

2.2 基础邻避设施选择

不同学者对邻避设施的定义以及分类不相同, 本文参照陶鹏等^[12]对邻避设施的分类: 污染环境类、风险聚集类、污名化类和心理不悦类, 选取北京市海淀区垃圾收集与处理设施、污水处理设施、加油站、变电站、医院、疾病预防控制中心、精神病院和墓地 8 种共计 133 个市政基础邻避设施。所选设施涵盖邻避设施的 4 种类型, 具备一定的代表性。由于 4 个垃圾收集与处理设施的性质、规模和用途不相同, 需要分别加以研究。6 个污水处理设施的规模差异较大, 其中清河污水处理厂日处理规模为 40 万吨, 肖家河污水处理厂、永丰再生水厂、翠湖再生水厂和温泉再生水厂的日处理规模均为 2 万吨, 太舟坞污水处理厂的日处理能力为 4 千吨, 需要将所有污水处理设施划分为两类进行研究。根据基础设施的性质、规模和用途, 将选取的 133 个基础邻避设施划分 12 个小类(表 2)。

2.3 指标确定

根据邻避效应产生的原因和影响因素, 采用设

施的防护距离(r_w)、最大影响范围(r_m)、影响作用面积(s)和人口分布因子(P_j)这 4 个评价指标来构建邻避指数。

r_w 需要根据设施的性质、规模和用途来确定, 是卫生防护距离、大气环境防护距离、安全防护距离、环境噪声防护距离和居民最近可接受距离等的综合反映。

最大影响范围 r_m 通过环境影响的空间衰减特征和居民的邻避心理来确定, 是在不利条件下最大的环境影响范围, 可以认为在此半径范围之外不再产生邻避效应。对于以环境污染为主要影响的邻避设施, 根据设施的规模和污染物排放状况, 按照预测其影响的数学模式进行估算。如垃圾填埋场产生邻避效应的主要环境影响是大气污染, 因此根据垃圾场的规模和性质, 参照其环境影响报告书上的工程分析结果, 利用大气估算模式 Screen3, 计算设施产生的最大影响范围(根据预测的主要恶臭污染物的嗅阈浓度范围来确定)。墓地、精神病院以及疾病防控中心, 这部分设施主要是给居民心理上带来不悦而产生邻避效应, 需要采取居民问卷调查方式来确定设施的最大影响范围。

通过查询相关资料、案例分析、模型公式计算、问卷调查以及咨询专家意见等方法, 分别确定了海淀区 12 小类 133 个邻避基础设施的防护距离 r_w 和最大影响范围 r_m , 如表 3 所示。

影响作用面积 s 是以 350 m 空间分辨率为基本单元的网格面积。人口分布因子 P_j 是以 350 m 空

表 2 海淀区邻避基础设施的选取与分类
Table 2 Selection and classification of NIMBY infrastructures in Haidian District

邻避类型	设施类型	名称	数量
污染环境类	垃圾收集与处理设施	大工村垃圾焚烧厂	1
		六里屯生活垃圾填埋场	1
		六里屯餐厨垃圾处理厂	1
		五路居生活垃圾转运站	1
风险聚集类	污水处理设施	清河污水处理厂	1
		肖家河污水处理厂、太舟坞污水处理厂、永丰再生水厂、温泉再生水厂、翠湖再生水厂	5
风险聚集类	加油站	北京大华合智加油站、北京海淀上庄加油站、北京海淀香南金穗加油站等	72
	变电站	八里庄变电站、明远大学变电站、邓庄变电站、阜石路变电站、火器营变电站	5
污名化类	医院	北京大学第三医院、中国人民解放军总医院、北京市上地医院、海淀医院、中国武警总医院等	30
	疾病预防控制中心	海淀区疾病预防控制中心、海淀区疾病预防控制中心西北旺办公区	2
	精神病院	北京市海淀区精神卫生防治院、北京大学第六医院	2
心理不悦类	墓地	万安公墓、西静园公墓、金山陵园、温泉墓园等	12

表 3 邻避设施防护距离和最大影响范围
Table 3 Protection zone and maximum impact range of NIMBY infrastructure

设施名称或类型	r_w/m	r_m/m	来源
大工村垃圾焚烧厂	500	4000	模型公式计算, 吕连宏等 ^[13] , 刘玉洁等 ^[14]
六里屯生活垃圾填埋场	1500	5000	模型公式计算, 严方等 ^[15]
六里屯餐厨垃圾处理厂	300	1800	模型公式计算, 严方等 ^[15] , 洪燕峰等 ^[16]
五路居生活垃圾转运站	50	1100	模型计算, 李春萍 ^[17]
清河污水处理厂	300	3000	环境影响报告书, 谢磊等 ^[18]
其他污水处理厂	100	1000	《城市污水处理工程项目建设标准》(修订)建标[2001]77 号, 相关环境影响报告书
加油站	20	500	王霖等 ^[19]
变电站	50	3000	郭欣等 ^[20] , 吕敬友等 ^[21]
医院	100	500	GB 18055-2012 村镇规划卫生标准
疾病预防控制中心	100	3000	GB 18055-2012 村镇规划卫生标准, 问卷调查
精神病院	100	2500	GB 18055-2012 村镇规划卫生标准, 问卷调查
墓地	500	5000	问卷调查

间分辨率为基本单元的海淀区人口空间分布数据, 数据来源于捷库地理商业智能平台。

3 邻避效应的空间分析

3.1 邻避设施的整体分布特征

根据邻避效应评价体系, 运用 ArcGIS 10.3 进行邻避效应的空间分析。通过 Google Earth 软件查找 133 个市政基础邻避设施的经纬度, 在海淀区边界的基础矢量图上标注其准确位置, 并为 12 类设施分别建立图层(图 1)。从图 1 可以看出, 全区的邻避基础设施分布特征为南部多、北部少, 整体上分布较为均匀, 但不同类型的设施空间分布差异显著。

海淀北部地区受自然和社会条件的影响, 经济相对落后, 城市开发分散, 西边有山脉贯穿, 人口稀少。垃圾收集与处理设施、污水处理设施会对环境造成一定的影响和风险, 并且污染的影响范围较大, 大多分布在人口相对较少的北部地区。墓地会造成居民心情不悦, 使居民感到晦气, 产生害怕心理等, 大多分布在海淀区西北部人口稀少的山脉附近, 远离人群聚集的生活区。

海淀南部地区是城市生活功能核心区, 是高度城市化地区, 主要发展高新技术研发、金融等产业和文化、教育、医疗等社会事业, 以中关村为核心分散分布。基于生活功能区的需要, 南部地区分布

大量的医院、加油站, 用以满足人们日常看病以及出行的需求, 反映人口分布与基础设施需求之间的密切关系。

3.2 邻避效应的空间分布特征

3.2.1 海淀区邻避效应空间分析

根据每种设施的面积、防护距离与最大影响范围, 对 12 类邻避设施的基础矢量图层进行缓冲区分析, 建立多环缓冲区, 对不同的缓冲范围进行影响效应值赋值, 确定评价体系中邻避设施缓冲区距离范围与影响效应值之间的关系。将这 12 个邻避设施矢量图层转化为栅格图层, 对所有栅格图层进行加和计算, 得到海淀区的邻避影响效应值空间分布图(图 2(a))。对 12 个邻避设施影响效应值的栅格图层与海淀区的人口网格数据、影响作用面积进行栅格计算, 得到每类设施的邻避指数, 使用栅格计算器, 将所有设施的邻避指数相加, 得到海淀区的邻避指数分布图(图 2(b)), 实现邻避效应的空间分布可视化。

由于评价方法不同, 图 2(a)和(b)呈现的邻避效应空间分布特征有显著的区别。图 2(a)只考虑设施的邻避影响效应值, 可以看出, 整个区域的邻避影响效应值取值范围为 0~35, 其中, 海淀区中部地区呈现 2 个圆形的高值区域, 并向周边递减; 整个区域有零散的影响效应高值点分布; 大部分墓地所在的西部地区也产生一定的邻避影响效应值; 东北部

一定范围内,邻避影响值较低。此方法得到的邻避效应值仅与设施的分布、自身性质和特征密切相关,由不同的邻避设施的影响效应值叠加求得。

图 2(b)在邻避影响效应值的基础上,将人口因素和影响作用面积考虑进来,采用邻避指数的方法来定量评价海淀区的邻避效应。可以看出,海淀区邻避指数空间分异显著,总体上呈现南部高、北部低的分布特征。邻避指数的取值范围为 0~62179,其中东南部地区邻避指数最高,并呈现条带状两边

递减的特征。该区域为作为海淀区发展的核心区域,经济发达,人口和产业密集,以中关村为核心向四周发展。海淀区北部地区,邻避指数整体上呈现从东南部向西北部逐步递减的特征,这主要与该区域的自然地理特征、城市规划以及人口分布特征有关。墓地集中在西北部地区,但是由于人口稀少,邻避指数非常低。

运用 ArcGIS 10.3 中自然间断点分级法 Natural breaks (Jenks)将邻避指数按照数值大小分为 10 类,

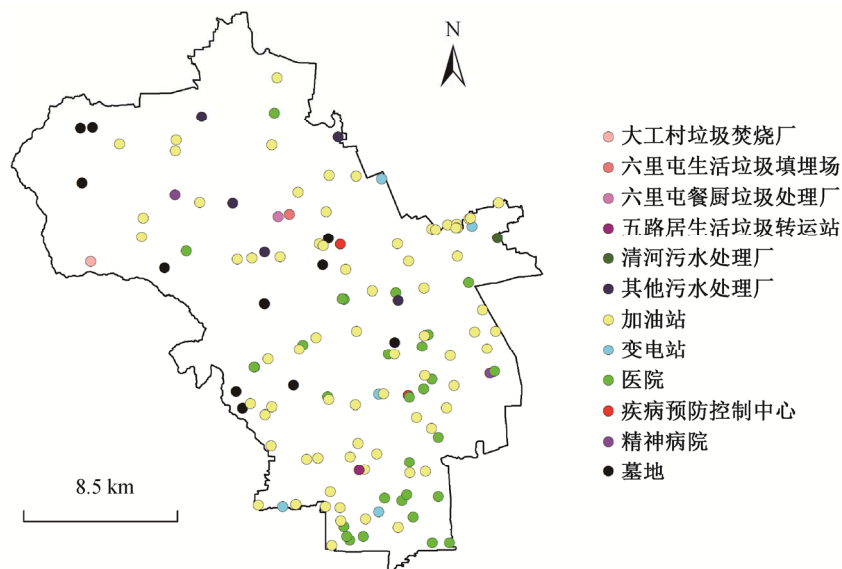


图 1 海淀区邻避设施分布

Fig. 1 Distribution of NIMBY infrastructures in Haidian District

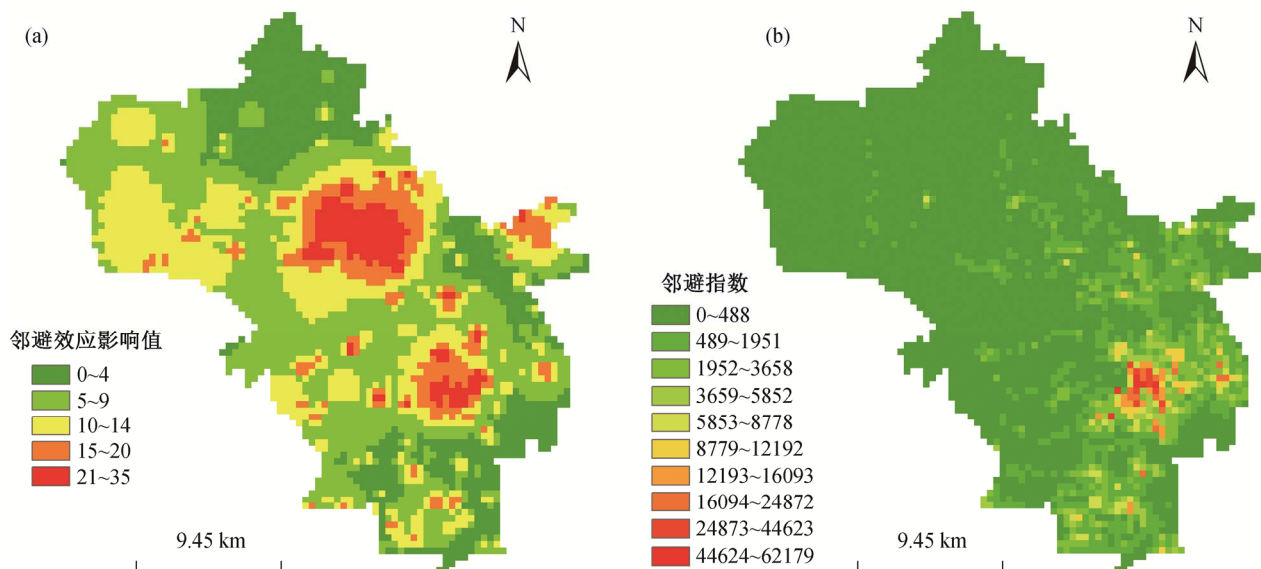


图 2 海淀区邻避影响效应值(a)和邻避指数(b)空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of NIMBY effects value (a) and NIMBY index (b) in Haidian District

并统计每一级别的面积,如表4所示。邻避指数在0~488范围的面积最大,接近海淀区总面积值的3/4,海淀区邻避指数空间分异显著。

3.2.2 海淀区不同基础设施的邻避效应空间分析

从不同基础设施的邻避效应特征来看,海淀区变电站产生的邻避指数值最高,之后依次是疾病预防控制中心、医院、墓地、加油站、精神病院、五路居生活垃圾转运站、其他污水处理厂、六里屯生活垃圾填埋场、清河污水处理厂、六里屯餐厨垃圾处理厂、大工村垃圾焚烧厂(表5)。变电站位于人口最密集的中关村地区,且该设施邻避影响范围相对较大。疾病预防控制中心和医院主要分布于海淀区中南部人口相对密集区域。墓地中,位于海淀区中部的邻避指数取最高值20727,影响范围较大;位于海淀区西部的墓地邻避指数值较小。加油站在研究设施中的数量最多,邻避效应的影响范围较小。精神病院中,北京大学第六医院邻避指数较高,

为11591。4个垃圾收集与处理设施中,五路居生活垃圾转运站的邻避指数最高,但邻避效应的影响范围小;六里屯生活垃圾填埋场的邻避效应影响范围最大;大工村垃圾焚烧厂位于人口稀少的西北部地区,邻避指数最小。污水处理设施中,清河污水处理厂邻避指数最高值为2400;其他污水处理设施的邻避指数最高值为3466,分布于海淀区中北部地区。

4 结论与讨论

对邻避效应的定量化研究以及准确评价其空间分布特征,是进一步做好市政基础设施空间规划、城市土地利用规划、环保设施布局以及居民补偿工作的基础,对城市整体发展规划提供重要的科学指导。本文通过数学方法构建邻避效应的评价体系,借助GIS技术对海淀区邻避设施、邻避效应的空间分布特征进行分析,得到以下结论。

1) 海淀区邻避基础设施整体上分布较为合理、均匀,与区域、经济发展程度和人口分布均有密切的关系。由于不同类型的设施其功能、性质不尽相同,空间分布有明显的差异性。垃圾收集与处理设施和污水处理设施会对环境造成一定的影响;墓地会给居民心理上造成不悦,大多数分布于北部地区;基于生活功能区的需要,医院和加油站集中分布在南部人口密集地区。

2) 采用不同评价方法求得的邻避效应值有显著差别。不考虑人群分布及影响作用面积对邻避效应的影响,仅以邻避影响效应值作为评价指标,结果显示海淀区有两个圆形邻避效应高值区域,并向周围递减;区域内有零散的效应高值点。邻避效应值仅与邻避设施的分布、性质和特征有关。在邻避影响效应值的基础上,将人群分布与影响作用面积加入到评价体系中,采取邻避指数来定量评价区域邻避效应,结果显示海淀区邻避指数空间分异显著,总体上呈现南部高、北部低的分布特征;东南部地区邻避指数值最高,并呈现条带状两边递减的特征。这主要与地区发展规划、邻避设施分布和人口密集程度有关。

3) 对不同的城市基础设施产生的邻避效应分别进行空间分析,发现海淀区变电站产生的邻避指数值最高,其次分别是疾病预防控制中心、医院、墓地、加油站、精神病院、五路居生活垃圾转运站、其他污水处理厂、六里屯生活垃圾填埋场、清

表4 海淀区邻避指数分级面积统计

Table 4 Area statistics of NIMBY-index classification in Haidian district

邻避指数	面积	邻避指数	面积
0~488	318.9	8779~12192	3.0
489~1951	62.8	12193~16093	2.4
1952~3658	23.8	16094~24872	1.7
3659~5852	10.7	24873~44623	1.1
5853~8778	5.6	44624~62179	0.7

表5 不同设施的邻避指数最大值

Table 5 NIMBY-index maximum of different infrastructures

设施名称或类型	邻避指数最大值
变电站	27842
疾病预防控制中心	26648
医院	22216
墓地	20727
加油站	14318
精神病院	11591
五路居生活垃圾转运站	3636
其他污水处理厂	3466
六里屯生活垃圾填埋场	2526
清河污水处理厂	2400
六里屯餐厨垃圾处理厂	1768
大工村垃圾焚烧厂	379

河污水处理厂、六里屯餐厨垃圾处理厂和大工村垃圾焚烧厂。不同基础设施产生的邻避指数值差异较大, 主要与邻避设施的分布、性质以及人口分布有关。因此, 需要分别对不同的邻避设施进行深入研究, 得到合理的邻避指数值, 科学地评价该设施产生的邻避效应。

对邻避效应的定量研究可以为邻避设施以及迎臂设施的布局提供科学依据, 在产生邻避效应最小的情况下, 协调市政基础设施的布局, 促进城市发展与社会和谐。同时, 可以为邻避效应补偿机制的建立提供参考, 对邻避运动的产生有一定的抑制作用, 有利于社会的稳定持续发展。

参考文献

- [1] O'Hare M. Not on my block you don't-facilities siting and the strategic importance of compensation. *Public Policy*, 1977, 24(4): 407-458
- [2] VDH Dan. NIMBY or not? Exploring the relevance of location and the politics of voiced opinions in renewable energy siting controversies. *Energy Policy*, 2007, 35(5): 2705-2714
- [3] 王佃利, 徐晴晴. 邻避冲突的属性分析与治理之道: 基于邻避研究综述的分析. *中国行政管理*, 2012(12): 83-88
- [4] 乔艳洁, 邱小明, 周清华. 生态城市建设中的邻避效应探析. *城市发展研究*, 2014, 21(2): 8-10
- [5] 乔艳洁, 曹婷, 唐华. 从公共政策角度探析邻避效应. *郑州航空工业管理学院学报(社会科学版)*, 2007, 26(1): 93-97
- [6] Pol E, Masso A D, Castrechini A, et al. Psychological parameters to understand and manage the NIMBY effect. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/european Review of Applied Psychology*, 2006, 56(1): 43-51
- [7] Devine-Wright P. Explaining "NIMBY" objections to a power line the role of personal, place attachment and project-related factors. *Environment & Behavior*, 2013, 45: 761-781
- [8] 李晓晖. 城市邻避性公共基础设施建设的困境与对策探讨. *规划师*, 2009, 25(12): 80-83
- [9] 陶特立, 余德春, 邱桃东. 城市邻避性设施规划建设思考与实践 // 南京: 中国城市规划学会, 2011: 3686-3691
- [10] 陈宝胜. 公共政策过程中的邻避冲突及其治理. *学海*, 2012(5): 110-115
- [11] 杜栋, 庞庆华, 吴炎. 现代综合评价方法与案例精选. 北京: 清华大学出版社, 2008: 1-33
- [12] 陶鹏, 童星. 邻避型群体性事件及其治理. *南京社会科学*, 2010(8): 63-68
- [13] 吕连宏, 罗宏. 生活垃圾焚烧厂的环境防护距离计算方法探讨. *环境卫生工程*, 2009, 17(3): 56-58
- [14] 刘玉洁, 许杨, 廖正军, 等. 垃圾焚烧发电厂卫生防护距离设置: 以重庆市第二垃圾焚烧发电厂为例. *环境影响评价*, 2014, 1(1): 56-59
- [15] 严方, 李静, 田宇, 等. 城市生活垃圾填埋场恶臭污染及卫生防护距离的探讨. *科技创业月刊*, 2008, 4(4): 135-137
- [16] 洪燕峰, 潘顺昌, 邵强, 等. 垃圾卫生填埋场卫生防护距离标准研究. *重庆环境科学*, 1994(4): 22-25
- [17] 李春萍. 北京密闭式垃圾清洁站内外大气监测与安全距离. *城市环境与城市生态*, 2011, 3(3): 39-42
- [18] 谢磊, 周杨军. 基于防护距离分析的市政设施整合规划指引研究. *城市规划学刊*, 2012(7): 245-250
- [19] 王霖, 韩宝玲, 陈阵. 城市建成区内加油站防火安全布局分析. *安全与环境学报*, 2014, 14(4): 45-47
- [20] 郭欣, 张晓鹏. 220 kV 输变电工程电磁辐射对环境的影响分析. *电力学报*, 2009, 24(3): 259-260
- [21] 吕敬友, 黄玉, 池爱平, 等. 变电站噪声对环境的影响与防治措施. *电力与能源*, 2011, 32(2): 162-164