

DOI:10.3969/j.issn.1003-5060.2025.04.009

基于模糊 BWM-TOPSIS 产业 开发区内工业企业邻避效应分析

熊鸿斌, 程 垦

(合肥工业大学 资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要:产业开发区内多发环境污染导致的邻避(not in my backyard, NIMBY)问题对经济发展和社会稳定造成了一定的阻碍,其中工业企业是主要的邻避设施,目前对该类邻避效应的研究及对邻避效应大小的定量评价方法尚不完善。文章以合肥市高新区为例,以区域内的工业企业为研究对象,提出新的邻避效应评价方法。在评价体系中,将企业规划布局的合理性和大气防护距离也作为邻避效应评价指标,采用模糊最优最劣决策法(best-worst method, BWM)计算指标权重,并通过逼近理想解对不同工业企业的邻避效应大小进行排序。研究表明,风险感知和大气防护距离是影响邻避效应的最主要因素,通过敏感性分析确定该评价方法有较好的可靠性和鲁棒性,为决策者解决产业开发区的邻避问题提供思路和依据。

关键词:产业开发区;邻避(NIMBY)效应;最优最劣决策法(BWM);TOPSIS法

中图分类号:X22 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-5060(2025)04-0487-08

NIMBY analysis of industrial enterprises in industrial development zones based on fuzzy BWM-TOPSIS

XIONG Hongbin, CHENG Ken

(School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: The problem of not in my backyard(NIMBY) caused by the frequent environmental pollution in the industrial development zone has caused certain obstacles to economic development and social stability, among which industrial enterprises are the main NIMBY facilities. At present, studies on this kind of NIMBY effect as well as the quantitative evaluation method for the size of NIMBY effect need to be improved. This paper takes the Hefei High-tech Zone as an example and industrial enterprises in the zone as the research object, and proposes a new evaluation method for the NIMBY effect. In the evaluation system, the rationality of enterprise planning and layout and the atmospheric environmental protection distance are added to the evaluation indicators of the NIMBY effect. The fuzzy best-worst method(BWM) is used to calculate the weight of the indicators, and the technique for order preference by similarity to an ideal solution(TOPSIS) is used to evaluate the NIMBY effects of different industrial enterprises. The results show that risk perception and atmospheric environmental protection distance are the most important factors affecting the NIMBY effect. Sensitivity analysis indicates that the evaluation method has good reliability and robustness, which provides ideas and basis for decision-makers to solve the problem of NIMBY in industrial development zones.

Key words: industrial development zones; not in my backyard(NIMBY) effect; best-worst method(BWM); technique for order preference by similarity to an ideal solution(TOPSIS)

收稿日期:2022-08-09;修回日期:2022-08-29

基金项目:安徽省科技攻关计划重大科技专项资助项目(08010302114)

作者简介:熊鸿斌(1963—),男,安徽合肥人,博士,合肥工业大学教授,博士生导师,通信作者,E-mail:xhb6324@sina.com.

邻避(not in my backyard, NIMBY)指当地居民反对在自己的居住环境附近建设工厂或基础服务设施^[1]。这些设施有助于城市经济发展或者提升公共福利,但其负外部性要少部分人来承担,因此本文研究的邻避效应也指公众反对当地邻避设施而滋生的抵触情绪的强弱。

目前邻避的理论研究已相当成熟,文献[2]较早提出邻避现象的影响因素是居民的特征、邻避设施的类型、社区的特征以及项目的规划选址;文献[3]认为应该从景观、环境、社会经济、程序正义 4 个方面重新审视邻避。国内外针对不同类型的邻避设施研究也十分广泛,文献[4-8]研究垃圾处理设施、风力发电厂、化工厂和核设施的邻避效应影响因素。

上述多数文献是研究某一类型的邻避设施,缺少对富有区域性特点邻避效应的研究,产业开发区是国内邻避现象的重灾区,目前对产业开发区的邻避效应研究较少。以合肥市高新技术产业开发区(以下称高新区)为例,据合肥市生态环境局和合肥市高新技术产业开发区管委会的公开数据,每年高新区区内有关邻避问题的投诉高达几百例。产业开发区内设施的邻避效应特殊性在于区内人口密度较大,产业区和居民区不可避免地有所融合,且相较于区内的基础服务设施,高新区内企业工厂的邻避效应更强。同时,邻避效应的评价方法也在不断发展,学者们研究邻避效应的方法有基于文献分析和实际案例的定性研究,也有更为客观的定量研究。文献[9]使用多元回归分析确定风险感知是公众接受邻避设施的首要因素;文献[10]结合地理信息系统技术原理定量评价区域的总体邻避效应大小;文献[11]应用最小二乘回归模型研究邻避现象中的利益补偿机制;文献[12]通过贝叶斯神经网络理论构建固废邻避现象的情景演化模型来研究邻避危机演化规律;文献[13]基于社会认知理论探讨利益-风险感知之间的平衡影响设施的邻避效应机理;邻避效应及其影响因素的定量研究方法以结构方程模型分析为主^[14-17]。

此外,邻避效应评价同样可以看作是属性决策过程,在多种因素的影响下,对研究对象的邻避效应大小进行排序。目前有学者对多属性决策方法定量评价邻避效应做出初步研究,文献[18]通过 VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) 决策方法评价当地居民对邻避设施的接受程度;文献[19]使用层次分析

法(analytic hierarchy process, AHP)对垃圾焚烧项目的邻避效应进行综合评价。

本研究采用最优最劣决策多属性决策法(best-worst method, BWM)进行评价, BWM 优势体现在比较次数更少且样本需求量少,计算过程也相对简便,与其他决策方法相比总体偏差更小且一致性更高。本文将 BWM 与发展应用较为成熟的 TOPSIS (technique for order preference by similarity to an ideal solution) 法结合,此外由于现实中准则信息的模糊性和不确定性,专家的意见往往也不是完全理性的,在评价过程中,更适合使用模糊语言集来反映专家的偏好。因此在 BWM-TOPSIS 多属性决策中引入模糊语言来评价邻避效应。

本文通过对工业企业的邻避效应的研究,为决策者解决产业开发区的邻避问题提供思路和依据,主要包括:① 确定企业邻避效应的影响因素,选取评价指标;② 选取 BWM 确定准则权重,在此基础上,由于邻避效应评价指标的相对主观性导致难以量化,引入模糊数概念,构建模糊最优最劣评价方法;③ 将模糊权重引入 TOPSIS 排序评价方法,对高新区区内的企业工厂的邻避效应大小进行排序。

1 研究方法

1.1 研究区概况

本文研究区域为合肥市高新技术产业开发区,高新区位于合肥市主城区西部,东临客运西站和合肥政务文化新区,北靠合肥市的水源保护地董铺水库,南至宁西铁路、与肥西县桃花工业园毗邻,西与肥西县小庙镇接壤,属亚热带季风气候,常年主导风向为东。

近年来,高新区周围小区居民的邻避情绪逐年增强,通过材料分析和实地调研,产业开发区内涉及的邻避设施主要为造成空气污染的工业企业,产生邻避现象的原因主要包括:① 企业工厂的大气污染物排放导致的异味直接引起当地居民的强烈不满;② 企业规划布局的不合理放大了公众的风险感知;③ 项目信息未能及时透明公开以及政府监管不力使公众对企业产生疑虑担忧;④ 企业环评要求的大气防护距离已经无法满足产业开发区内的居民的生理和心理需求。

结合高新区工厂企业的被投诉次数、政府的重点排污企业名单以及区内敏感目标,确定选取以下 8 家企业工厂为研究的邻避设施:大陆马牌

轮胎(中国)有限公司(C1)、合肥美的电冰箱有限公司(C2)、格力电器(合肥)有限公司(C3)、安徽美芝制冷设备有限公司(C4)、会通新材料股份有限公司(C5)、合肥高科科技股份有限公司(C6)、安徽德力嘉汽车部件有限公司(C7)、安徽燕庄油脂有限责任公司(C8)。

1.2 邻避效应评价指标体系

1.2.1 邻避效应影响因素

由于目前还没相关研究明确邻避效应的构成,国内外邻避相关文献普遍认为居民的风险感知、公众信任度、公众参与与邻避联系紧密且词频较高,认为上述因素在邻避效应中起重要作用,基本适用于所有的邻避设施,这也与相关研究的结论保持一致^[20-22]。此外,通过对高新区邻避问题的投诉信访材料总结,企业的布局规划和大气防护距离对产业开发区的邻避效应有显著影响,这两者都是通过居民的风险感知来影响企业的邻避效应。

1.2.2 邻避效应指标体系构建

本研究将邻避效应影响因素分为风险感知、企业规划布局、公众信任度、公众参与度、大气防护距离 5 个方面。对邻避效应的评价是从邻避效应的上述影响因素进行,评价指标也是基于影响因素选取。

1) 风险感知。风险感知是指个体对某风险的特征和严重性的主观判断直接导致居民的邻避情绪,包括环境风险感知、健康风险感知和财产风险感知^[23-24]。

2) 企业规划布局。由于高新区的特殊性,区域内工业用地和居民用地混杂,甚至部分企业直接与居住地相接,参考《合肥高新技术产业开发区绿色发展规划》和文献^[25]的相关研究,工业企业在有限空间里的规划布局的合理性包括 3 个方面:① 厂区内布局的合理性,排污口、固废贮存处距离居民区较近或暴露在公众的视线中会引起当地居民的嫌恶情绪;② 企业的选址方位合理性,高新区工厂排放的臭气是居民风险感知的主要来源,工厂位于居民区的下风向会明显降低污染物扩散到居民区时的质量浓度;③ 防护隔离带的有效性,防护隔离带在工业企业规划中是必不可少的,高质量的防护隔离带(如绿化带)能有效降低居民的邻避情绪。

3) 公众信任度。信任是指当地居民对政府、专家的信任以及对工厂企业的信任。民众对邻避设施的了解途径有限,政府是主要的信息来源,一

个具有公信力的政府有利于提高民众对邻避设施的接受程度。民众对企业的信任主要指对企业各方面的能力的信任(如环境管理、污染排放物处理水平以及企业的社会责任感)。专家信任主要包括操作、检验技术人员甚至是负责环境影响评估的人员,通过检测得到的污染物排放质量浓度需要得到民众认可才能够提高民众对邻避设施的接受程度。

4) 公众参与度。研究表明,公众参与度直接影响项目的邻避效应,公众参与是指民众参与相关决策的深度以及有效的沟通渠道。公众参与度是当地居民能够参与到项目的选址、建设、运营的决策过程中,保证信息完全透明公开,政府、企业、民众三方能够建立起有效的沟通交流的平台,民众可以正确行使知情权和监督权并影响上层决策。

5) 大气防护距离。大气防护距离包括大气环境防护距离和卫生防护距离,两者都是在工厂与敏感目标之间设定一个距离,该距离能够使工厂无组织排放的大气污染物经过稀释后抵达敏感区域的质量浓度满足相关标准,在该距离内原则上不能有长期居住的人群。大气防护距离设置有以下 2 种情况:对有行业卫生距离标准的大气污染源应该同时计算大气环境防护距离和卫生防护距离,大气防护距离一般取两者的最大值;对无行业卫生距离标准的大气污染源只计算大气环境防护距离即可。因此企业要在环评报告中依据相关的法律法规计算并设置合适的大气防护距离。

基于上述内容,本文的邻避效应评价指标体系见表 1 所列。

表 1 邻避效应评价指标体系

1 级指标	2 级指标	3 级指标
邻避效应	风险感知(A1)	健康风险感知(A11)
		环境风险感知(A12)
		财产风险感知(A13)
	设施规划布局合理性(A2)	厂区内布局合理性(A21)
		选址方位合理性(A22)
		防护隔离带有效性(A23)
	公众信任度(A3)	对政府的信任(A31)
		对企业的信任(A32)
		对专家的信任(A33)
	公众参与度(A4)	公众参与决策深度(A41)
有效沟通渠道(A42)		
大气防护距离(A5)	合适的大气防护距离(A51)	

1.3 模糊 BWM-TOPSIS 模型

本节采用模糊 BWM-TOPSIS 模型评价工业企业的邻避效应,模型框架如图 1 所示。

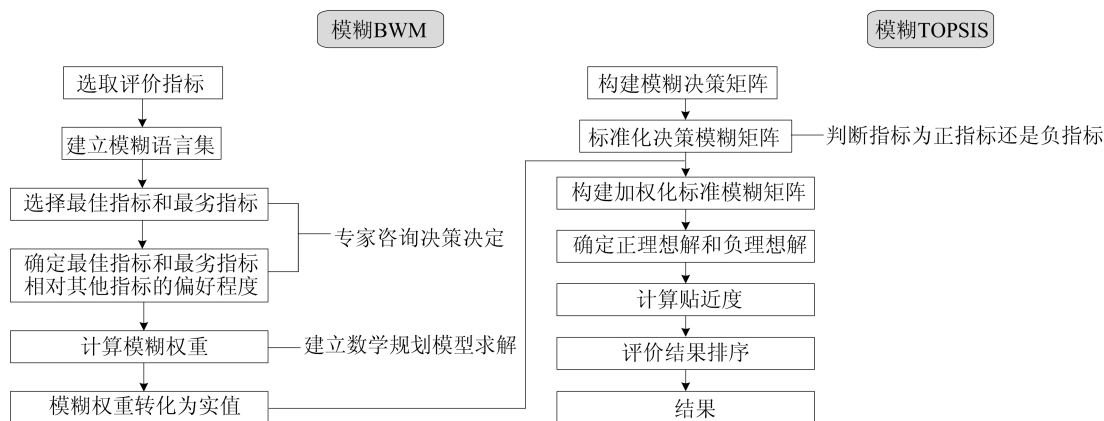


图 1 模糊 BWM-TOPSIS 模型框架

1.3.1 模糊语言

模糊理论主要是为了解决不确定环境下的决策问题。通常模糊语言能够更准确描述人的主观意愿,本文用模糊语言术语描述指标之间两两比较的重要程度,包括同等重要、弱重要、相当重要、非常重要、绝对重要,然后将这些定性的语言值变量表述的相对偏好程度转化为定量的三角模糊数,转化规则见表 2 所列。

语言值变量	三角模糊数
同等重要	(1, 1, 1)
弱重要	(2/3, 1, 3/2)
相当重要	(2/3, 2, 5/2)
非常重要	(2/5, 3, 7/2)
绝对重要	(7/2, 4, 9/2)

记一个三角模糊数为 $\tilde{a} = (l, c, u)$, 本文采用梯级平均综合表示法将三角模糊数转化为一个实值 $GM(\tilde{a})^{[26]}$:

$$GM(\tilde{a}) = \frac{l + 4c + u}{6} \quad (1)$$

1.3.2 模糊 BWM 确定指标权重

1) 专家确定一组准则 $C_j (j=1, 2, \dots, n)$ 中的最优准则 C_B 和最劣准则 C_W 。

2) 将最优准则 C_B 与其他准则逐一比较, 比较结果用模糊语言术语进行打分, 得到一组比较向量 \mathbf{B} 。 $\mathbf{B} = (\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \tilde{a}_{B3}, \dots, \tilde{a}_{Bn})$, 其中 a_{Bj} 表示专家对最佳准则 C_B 相比于其他准则的偏好程度的打分值。

3) 将其他准则与最劣准则 C_W 逐一比较, 同样通过专家打分得到一组比较向量 \mathbf{W} , $\mathbf{W} = (\tilde{a}_{W1}, \tilde{a}_{W2}, \tilde{a}_{W3}, \dots, \tilde{a}_{Wn})$, 其中 \tilde{a}_{Wj} 表示专家对其他标准相比于最劣标准 C_W 的偏好程度的打分值。

4) 确定最优权重 $(\omega_1^*, \omega_2^*, \omega_3^*, \dots, \omega_n^*)$, 有 $\omega_B/\omega_j = a_{Bj}, \omega_j/\omega_W = a_{Wj}$ 。构造约束条件下的非线性规划模型求解, 求解函数为:

$$\min \max \left\{ \left| \frac{\omega_B}{\omega_j} - \tilde{a}_{Bj} \right|, \left| \frac{\omega_j}{\omega_W} - \tilde{a}_{Wj} \right| \right\} \quad (2)$$

设 $\xi = (l^\xi, c^\xi, u^\xi)$, 其中 $l^\xi \leq c^\xi \leq u^\xi$, 可以转化为下列非线性约束规划问题:

$$\begin{aligned} & \min \xi; \\ & \text{s. t. } \begin{cases} \left| \frac{\omega_B}{\omega_j} - \tilde{a}_{Bj} \right| \leq \xi; \\ \left| \frac{\omega_j}{\omega_W} - \tilde{a}_{Wj} \right| \leq \xi; \\ \sum_{j=1}^n GM(\omega_j) = 1; \\ l_j^\xi \leq c_j^\xi \leq u_j^\xi, \quad j = 1, 2, \dots, n; \\ l_j^\xi \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

其中: $\omega_B = (l_B^\xi, c_B^\xi, u_B^\xi)$; $\omega_j = (l_j^\xi, c_j^\xi, u_j^\xi)$; $\omega_W = (l_W^\xi, c_W^\xi, u_W^\xi)$; $\tilde{a}_{Bj} = (l_{Bj}, c_{Bj}, u_{Bj})$; $\tilde{a}_{Wj} = (l_{Wj}, c_{Wj}, u_{Wj})$ 。

在此基础上确定偏差最小值, 设 $\xi^* = (k^*, k^*, k^*)$, $k^* \leq l^\xi$ 上述模型可转化为:

$$\begin{aligned} & \min k^*; \\ & \text{s. t. } \begin{cases} \left| \frac{(l_B^\xi, c_B^\xi, u_B^\xi)}{(l_j^\xi, c_j^\xi, u_j^\xi)} - (l_{Bj}, c_{Bj}, u_{Bj}) \right| \leq \epsilon^*; \\ \left| \frac{(l_j^\xi, c_j^\xi, u_j^\xi)}{(l_W^\xi, c_W^\xi, u_W^\xi)} - (l_{Wj}, c_{Wj}, u_{Wj}) \right| \leq \epsilon^*; \\ \sum_{j=1}^n GM(\omega_j) = 1; \\ l_j^\xi \leq c_j^\xi \leq u_j^\xi, \quad j = 1, 2, \dots, n; \\ l_j^\xi \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

求解数学规划, 得到权重 $(\omega_1^*, \omega_2^*, \dots, \omega_n^*)$ 。

5) 计算一致性比 R_C , 用于一致性检查, 计算公式为:

$$R_C = \xi/I_C \quad (5)$$

其中, I_C 为一致性指数,见表 3 所列。 R_C 越接近

于 0,一致性越高。一般认为, $R_C < 0.1$ 时通过一致性检验。

表 3 模糊 BWM 的一致性检查结果

模糊数	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(5/2,3,7/2)	(7/2,4,9/2)
I_C	3.00	3.80	5.29	6.69	8.04

1.3.3 模糊 TOPSIS 排序法

TOPSIS 是一种多属性决策方法,也是一种基于理想点法的决策方法。同样将模糊数引入 TOPSIS 评价方法,对备选方案的语言评价变量可转化为模糊数,具体转化规则见表 4 所列。

表 4 语言标准对应的方案评级模糊数

语言值变量	三角模糊数
很差	(1,1,3)
差	(1,3,5)
一般	(3,5,7)
好	(5,7,9)
很好	(7,9,9)

模糊 TOPSIS 评价步骤描述如下。

1) 假设有 m 个指标,有 n 个方案,则可构造原始评价指标矩阵 $Y=(y_{ij})$, y_{ij} 为三角模糊数 (l,c,u) 。

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{pmatrix} \quad (6)$$

2) 对决策矩阵进行规范化处理,构造标准化模糊决策矩阵 R ,可表示为:

$$R = (r_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

其中: $r_{ij} = \left(\frac{l_{ij}^-}{u_j^+}, \frac{c_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+} \right)$, $u_j^+ = \max\{u_{ij}\}$, u_j^+ 为正指标;

$r_{ij} = \left(\frac{l_{ij}^-}{l_j^-}, \frac{l_{ij}^-}{c_{ij}}, \frac{l_{ij}^-}{u_j^-} \right)$, $l_j^- = \min\{l_{ij}\}$, l_j^- 为负指标。

3) 将 BWM 模糊权重引入计算加权标准化模糊决策矩阵处理后得到加权目标矩阵 Z :

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \cdots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \cdots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & \cdots & z_{mn} \end{pmatrix} \quad (8)$$

其中: $z_{ij} = r_{ij} \otimes GM(\omega_j^*)$; $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ 。

4) 用下式计算模糊正理想解 P^+ 和模糊最劣解 P^- 公式如下:

$$P^+ = (z_{11}^+, z_{21}^+, z_{31}^+, \dots, z_{m1}^+) z_j^+ = \max\{z_{ij3}\}, \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$P^- = (z_{11}^-, z_{21}^-, z_{31}^-, \dots, z_{m1}^-) z_j^- = \min\{z_{ij1}\},$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

5) 考虑决策者的偏好影响,对备选方案进行打分排序时,测量备选区域到正理想解的距离 D_i^+ 和备选区域到负理想解的距离 D_i^- ,求解公式分别为:

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(z_{ij}, z_j^+), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(z_{ij}, z_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

其中, $d_v(a, b) = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 (a_i - b_i)^2}$, 表示 2 个模糊数之间的距离。

6) 计算各个备选方案距离理想解的相对贴近度 C_i ,可用公式表示为:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (13)$$

7) 通过比较 C_i 对备选方案进行排序, C_i 的值在 0~1 之间。如果某一备选方案距离正理想解点越近、负理想点越远,那么 C_i 的值就越大,即 C_i 越接近 1,备选方案越接近最优评价水平。

2 结果与讨论

2.1 权重分析

本研究邀请 3 名邻避效应领域的专家进行指标之间的两两比较并共同构建 TOPSIS 决策矩阵,假设 3 名专家的认知水平和决策能力相等,打分结果求得权重取平均值。模糊 BWM 权重见表 5 所列,风险感知权重为 0.312 9,这是影响邻避效应的最关键因素,表明在高新区内,当地居民的邻避情绪主要原因是担心自身受到邻避设施的负面影响,这也符合当今学者的研究结论,产业开发区的邻避效应同样符合邻避的普遍规律。其次,在风险感知的次级评价指标中,健康风险感知所占比重远超环境风险感知和财产风险感知,由于本文研究的邻避设施为大气污染的工厂企业,居民认为造成的污染会对自身健康造成危害从而产生强烈反对情绪。

财产风险感知的局部权重最低,主要原因是

产业开发区的经济功能区定位使得区内的房价并不会由于邻避设施出现明显的涨跌。因此,降低高新区邻避设施的邻避效应,首先要降低居民的风险感知。大气防护距离的权重为 0.246 6,是高新区邻避效应的第二大影响因素。由于合肥市高新区早期建设用地没有充分考虑产城融合发展形式带来的邻避现象隐患,工厂企业的大气防护距离明显不足,甚至由于部分企业建厂较早,其环境影响评价只设置了较落后的卫生防护距离,没有计算更为科学的大气环境防护距离,本身卫生防护距离的计算偏保守,加上居民的环境意识和权利意识觉醒,日渐缩小的距离使得居民的风险感知进一步提高,从而增强设施的邻避效应。

公众参与的权重为 0.171 0,这一结果表明公众参与在邻避效应中发挥重要作用,然而目前居民的公众参与意识还比较薄弱,大多处于形式化参与和被动式参与阶段。高新区居民表示,他们参与的渠道基本来源于民意调查和规划成果公示,极少数的项目会举行听证会、座谈会等。此外,公众参与的时间往往都不在项目规划建设初期,而是在项目开始启动后,此时项目信息的突然公开难免会给公众造成心理上的不适感,导致公众更加难以接受邻避设施。因此,破解邻避效应需要项目实质性的引入公众参与,让公众全面了解项目信息,协助政府进行决策。

表 5 BWM 中各指标的模糊权重

1 级指标	权重	2 级指标	局部权重	全局权重	排名
A1	0.312 9	A11	0.528 6	0.1654	2
		A12	0.283 1	0.088 5	4
		A13	0.188 4	0.059 0	7
A2	0.160 8	A21	0.325 5	0.052 3	8
		A22	0.423 3	0.068 1	5
		A23	0.251 2	0.040 4	10
A3	0.108 8	A31	0.480 6	0.052 3	9
		A32	0.366 1	0.039 8	11
		A33	0.1535	0.016 7	12
A4	0.171 0	A41	0.635 8	0.108 7	3
		A42	0.364 2	0.062 3	6
A5	0.246 6	A51	1.000 0	0.246 6	1

企业规划布局合理性的权重为 0.160 8,与公众参与所占比重接近,在 2 级指标中,选址方位的合理性的局部权重为 0.423 3,表明企业的空间方位对邻避效应有较大影响,由于大气污染物的扩散受气象因素较大,合肥常年的主导风向为 E,企业和居民区的空间方位关系决定了污染物扩散到居民区时的稀释程度进而影响居民风险感知,污

染物质量浓度越大居民的风险感知越强,设施的邻避效应也就越强。

公众信任度的权重为 0.108 8,其中政府信任的局部权重最高,公众信任在工业企业的邻避效应影响因素中并不占主导地位,与当前研究成果有出入。在涉环保问题的邻避设施研究中,文献[27]认为公众信任是决定因素,可有效降低风险感知,如福岛核泄漏事件后日本核设施的民众支持率从 50%骤降到 20%的重要原因是日本政府的公信力降低,导致日本民众对核发电厂的安全性产生质疑,认为政府没有应对风险的能力[28]。主流学术思想普遍认为公众信任是通过认知途径显著影响邻避效应,即公众依托信任来评价设施的风险因素,风险感知在公众信任对邻避效应的影响过程中起到一个中介作用。然而在工业企业邻避效应影响因素中,公众信任可能只通过情感途径影响邻避效应,即居民因信任政府和企业会从情感倾向上接受邻避设施[29]。通过构建决策模糊矩阵可得 TOPSIS 排序结果见表 6 所列。

企业 C5 的邻避效应最大,C6 的邻避效应最小,2018—2021 年高新区管委会的投诉数据中,企业 C5 被投诉频率最高,《合肥市高新技术产业开发区绿色发展规划》中的企业环境敏感度评价也符合本文的 TOPSIS 排序结果,企业 C5、C3、C2、C1 都为对周围环境影响极高的设施。

表 6 方案正负理想解距离及相对贴近度

企业	D_i^-	D_i^+	C_i	排名
C1	0.427 6	0.501 0	0.460 5	6
C2	0.501 0	0.470 1	0.494 7	4
C3	0.485 5	0.430 8	0.529 8	2
C4	0.430 3	0.473 5	0.476 1	5
C5	0.550 5	0.392 7	0.583 6	1
C6	0.268 8	0.607 1	0.306 9	8
C7	0.460 9	0.448 3	0.506 9	3
C8	0.342 4	0.554 9	0.381 6	7

2.2 敏感性分析

敏感性分析用来验证模型的鲁棒性和稳定性,检验指标权重的改变对最终排序的影响。本研究设立 9 组实验,使权重最高的指标(A51)的权重从 0.1~0.9 等差变化,其他指标按比例调整,并基于指标权重采用模糊 TOPSIS 对 8 家工业企业的邻避效应排序,结果如图 2 所示。

多次实验结果表明,8 家企业的 TOPSIS 的贴近度排名几乎无变化,除实验 1 外,其余实验组的排序结果从大到小依次为 C5、C3、C7、C2、C4、C1、C8、C6,因此可以认为本研究的模型具有一定

的鲁棒性。合肥高科科技股份有限公司(C6)和安徽燕庄油脂有限责任公司(C8)的贴适度排名较低,尤其是合肥高科科技股份有限公司的蜘蛛网图始终保持在雷达图中心位置,在所有实验组中均处于最后。会通新材料股份有限公司(C5)和格力电器(合肥)有限公司(C3)的贴适度排名较高,且会通新材料股份有限公司在所有组中都排名第1。因此在不同权重的组合条件下,会通新材料股份有限公司的邻避效应最高,合肥高科科技股份有限公司的邻避效应最低。

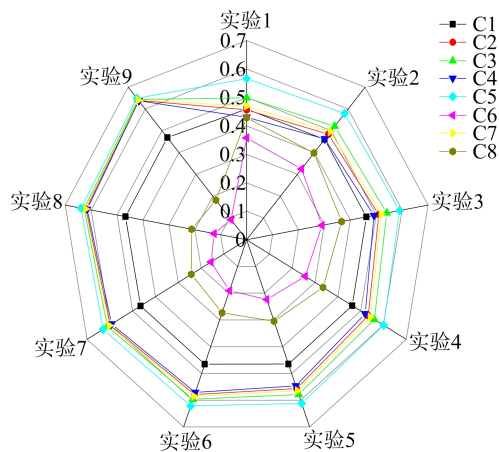


图2 敏感性分析雷达图

3 结 论

本研究以合肥市高新区为研究对象,提出了一种邻避效应的定量评价方法,通过构建邻避效应评价体系,采用模糊BWM-TOPSIS模型对研究区域内的8家典型工业企业的邻避效应大小进行排序并通过敏感性分析证明该方法有效可行。

合肥市高新区居民的风险感知和设施的大气环境保护距离的权重分别为0.3129和0.2466,是邻避效应的最主要影响因素;公众参与和企业规划布局合理性权重分别为0.1710和0.1608,对设施的邻避效应有重要作用;公众信任度权重最低为0.1088,可能对设施的邻避效应起到间接作用。在权重基础上的模糊TOPSIS评价结果为会通新材料股份有限公司的邻避效应最强,合肥高科科技股份有限公司邻避效应最弱,符合高新区工业企业邻避问题现状。

本研究将邻避设施的规划布局合理性以及大气防护距离首次引入工业企业的邻避效应评价体系,在2级指标选取上存在考虑不全面的不足,研究也未根据专家知识结构和水平的差异确定专家权重。此外,本研究是将多属性决策与邻避效应

相结合的初步尝试,对其他的多属性决策方法评价邻避效应也起到借鉴作用。

[参 考 文 献]

- [1] O'HARE M. Not on my block you don't: facility siting and the strategic importance of compensation[J]. *Public Policy*, 1977, 25(4): 407-458.
- [2] DEAR M. Understanding and overcoming the NIMBY syndrome[J]. *Journal of the American Planning Association*, 1992, 58(3): 288-302.
- [3] PETROVA M A. From NIMBY to acceptance: toward a novel framework-VESPA-for organizing and interpreting community concerns[J]. *Renewable Energy*, 2016, 86: 1280-1294.
- [4] GALLO M. An optimisation model to consider the NIMBY syndrome within the landfill siting problem[J]. *Sustainability*, 2019, 11(14): 3904.
- [5] WALKER B, WIERSMA B, BAILEY E. Community benefits, framing and the social acceptance of offshore wind farms: an experimental study in England[J]. *Energy Research & Social Science*, 2014, 3: 46-54.
- [6] LI W, ZHONG H, JING N, et al. Research on the impact factors of public acceptance towards NIMBY facilities in China—a case study on hazardous chemicals factory[J]. *Habitat International*, 2019, 83: 11-19.
- [7] 张向和, 彭绪亚, 刘峰, 等. 重庆市垃圾处理场的邻避效应分析[J]. *环境工程学报*, 2011, 5(6): 1363-1369.
- [8] 张乐, 童星. 公众的“核邻避情结”及其影响因素分析[J]. *社会科学研究*, 2014(1): 105-111.
- [9] LIMA M L. Predictors of attitudes towards the construction of a waste incinerator: two case studies[J]. *Journal of Applied Social Psychology*, 2010, 36(2): 441-466.
- [10] 杨芳, 何羿, 赵志杰. 城市市政基础设施的邻避效应评价方法研究[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2017, 53(3): 518-524.
- [11] SUN C, OUYANG X, MENG X. Public acceptance towards waste-to-energy power plants: a new quantified assessment based on “willingness to pay”[J]. *Journal of Environmental Planning & Management*, 2019, 62(14): 1-18.
- [12] HE L, YANG Q, LIU X, et al. Exploring factors influencing scenarios evolution of waste NIMBY crisis: analysis of typical cases in China[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(4): 2006.
- [13] WANG Y, SHEN C, BARTSCH K, et al. Exploring the trade-off between benefit and risk perception of NIMBY facility: a social cognitive theory model[J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2021, 87(2): 106555.
- [14] 卢文刚, 连伟城. 公众对重大石化项目接受度及影响因素研究: 基于惠州市大亚湾区的实证分析[J]. *风险灾害危机研究*, 2020(1): 217-248.
- [15] 骆丽, 吴云清. 基于结构方程模型的城市邻避设施风险可接受度研究: 以天长市为例[J]. *干旱区地理*, 2019, 42(2): 452-457.
- [16] 晏永刚, 唐小鸿. 基于PCA-SEM的污染型邻避设施规划

- 建设中的公众参与影响因素研究[J]. 生态经济, 2017, 33(7):213-217.
- [17] 朱琳,洪亮. 基于结构方程模型的公众参与邻避冲突影响因素研究[J]. 中国管理信息化, 2020, 23(9):174-176.
- [18] FU L, YANG Q, LIU X, et al. Three-stage model based evaluation of local residents' acceptance towards waste-to-energy incineration project under construction: a Chinese perspective [J]. Waste Management, 2021, 121(9):105-116.
- [19] 刘楠,孙钰,李向春. 基于F-AHP的城市生活垃圾焚烧处理项目邻避效应综合评价[J]. 北京城市学院学报, 2018(3):1-5.
- [20] 李小敏,胡象明. 邻避现象原因新析:风险认知与公众信任的视角[J]. 中国行政管理, 2015(3):131-135.
- [21] ZHENG G, LIU W. Same projects, different endings: comparative case studies on NIMBY facility construction in Beijing[J]. Cities, 2017, 73(3):63-70.
- [22] ACHILLAS C, VLACHOKOSTAS C, MOUSSIOPOULOS N, et al. Social acceptance for the development of a Waste-to-Energy plant in an urban area: application for Thessaloniki, Greece[J]. Resources Conservation and Recycling, 2011, 55(9):857-863.
- [23] VLACHOKOSTAS C, ACHILLAS C, MICHAILEDOU A V, et al. Externalities of energy sources: the operation of a municipal solid waste-to-energy incineration facility in the greater Thessaloniki area, Greece[J]. Waste Management, 2020, 113:351-358.
- [24] LIU Y, SUN C, XIA B, et al. Impact of community engagement on public acceptance towards waste-to-energy incineration projects: empirical evidence from China[J]. Waste Management, 2018, 76:431-442.
- [25] 徐旭,张邯,周樟垠. 大城市核心区“邻避效应”问题的规划应对:以重庆市南岸区为例[C]//2020/2021 中国城市规划年会暨 2021 中国城市规划学术季. 成都:[出版者不详], 2021:1150-1157.
- [26] GUO S, ZHAO H. Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications[J]. Knowledge-Based Systems, 2017, 121:23-31.
- [27] HOU G H, CHEN T, MA K, et al. Improving social acceptance of waste-to-energy incinerators in China: role of place attachment, trust, and fairness [J]. Sustainability, 2019, 11(6):1727.
- [28] GALLARDO A H, MATSUZAKI T, AOKI H. Geological storage of nuclear wastes: insights following the Fukushima crisis[J]. Energy Policy, 2014, 73:391-400.
- [29] ROSS V L, FIELDING K S, LOUIS W R. Social trust, risk perceptions and public acceptance of recycled water: testing a social-psychological model [J]. Journal of Environmental Management, 2014, 137:61-68.

(责任编辑 吴亮)

(上接第 486 页)

件实现了该方法。SATA Bridge 可以检测到原语并协助进行对应的原语回复,能帮助数据发送端进行数据发送。SATA Bridge 可以稳定工作在 300 MHz 下,在 12.0 Gib/s 与 1.5 Gib/s 的速率差下仍能实现数据的传输,并通过快速响应的流控机制缓解了数据帧接收端的压力;当 HBA 端工作在 12.0 Gib/s 而 SATA 端工作在 6.0 Gib/s 的环境下, SATA Bridge 经过 4 个时钟周期即可响应流控机制并回复 HOLDA_p。

测试结果表明,在不包括 SerDes 传输延迟时,在上述 30 种可能的工作环境下,本文设计的 SATA Bridge 在数据帧收发过程中可以实现正确的传输。SATA Bridge 通过了逻辑综合和形式验证,完成了较为完备的数字集成电路设计前端流程,后续通过布局布线工具得到了 SATA Bridge 布局设计。本文数据传输方法对 SAS-SATA 桥接芯片的设计具有一定的参考价值。

【参 考 文 献】

- [1] KUMAR V, ANAND G, KUMAR S, et al. SAS 4.0 (22.5 Gb/s) challenges for server platforms[C]//2017 IEEE 26th Conference on Electrical Performance of Electronic Packaging and Systems. [S. l.]:IEEE, 2017:1-3.
- [2] 刘赞. 基于 FPGA 的 SATA3.0 主机端控制器的设计[D]. 保定:河北大学, 2016.
- [3] 刘建峰. 基于 FPGA 的 SAS 控制器设计与实现[D]. 武汉:华中科技大学, 2008.
- [4] 胡振宇. SAS-SATA 桥接芯片的固件设计[D]. 杭州:杭州电子科技大学, 2020.
- [5] 于海,樊晓樾. 基于 FPGA 异步 FIFO 的研究与实现[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(3):210-213, 216.
- [6] Serial ATA International Organization. Serial ATA revision 3.0 specification[R]. Beaverton: Serial ATA International Organization, 2009.
- [7] 常晓明,潘卫华,王海东. CRC 校验及其软件实现[J]. 电子技术应用, 1995(6):14-23.
- [8] EL-KHAMY M, LEE J, KANG I. Detection analysis of CRC-assisted decoding[J]. IEEE Communications Letters, 2015, 19(3):483-486.
- [9] 周伟,杜玉晓,杨其宇,等. FPGA 跨时钟域亚稳态研究[J]. 电子世界, 2012(3):87-89.
- [10] CHOU C C, WENG S S, LU Y C, et al. EMI-Reduction coding based on 8b/10b[J]. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 2018, 61(4):1007-1014.
- [11] 任勇峰,杨舒天,刘东海. 基于 8B/10B 编码的高速长距离可靠传输设计[J]. 现代电子技术, 2022, 45(20):26-30.

(责任编辑 胡亚敏)