

基于健康安全的棕地再开发决策模型构建及模拟研究——以广东省F市为例
付诗淇, 吴箐, 钟式玉

引用本文:

付诗淇, 吴箐, 钟式玉. 基于健康安全的棕地再开发决策模型构建及模拟研究——以广东省F市为例[J]. 农业环境科学学报, 2020, 39(10): 2114–2121.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11654/jaes.2020-0410>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

《全国土壤污染状况调查公报》探析

陈能场, 郑煜基, 何晓峰, 李小飞, 张晓霞

农业环境科学学报. 2017, 36(9): 1689–1692 <https://doi.org/10.11654/jaes.2017-1220>

土壤筛选值在镉污染稻米产地环境评价与分类适用性探讨

王祖光, 周其文, 赵玉杰, 刘潇威, 张铁亮, 王夏晖, 李志涛

农业环境科学学报. 2019, 38(10): 2328–2337 <https://doi.org/10.11654/jaes.2019-0167>

大宝山污灌区土壤-蔬菜系统重金属污染现状及其风险评价

曹春, 张松, 张鹏, 刘雨晨, 陈勋文, 王俊坚

农业环境科学学报. 2020, 39(7): 1521–1531 <https://doi.org/10.11654/jaes.2020-0001>

陕西某铅锌冶炼厂区及周边农田重金属污染土壤的稳定化修复理论与实践

李荣华, 沈锋, 李晓龙, 张增强, 王姣

农业环境科学学报. 2015(7): 1269–1276 <https://doi.org/10.11654/jaes.2015.07.007>

基于Web of Science数据库的土壤污染修复领域发展态势分析

串丽敏, 郑怀国, 赵同科, 赵静娟, 颜志辉, 张晓静, 谭翠萍

农业环境科学学报. 2016, 35(1): 12–20 <https://doi.org/10.11654/jaes.2016.01.002>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

付诗淇, 吴箐, 钟式玉. 基于健康安全的棕地再开发决策模型构建及模拟研究——以广东省F市为例[J]. 农业环境科学学报, 2020, 39(10): 2114-2121.

FU Shi-qi, WU Qing, ZHONG Shi-yu. Simulation of a decision-making model for brownfield redevelopment based on health and safety: Case study of city F in Guangdong[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2020, 39(10): 2114-2121.



开放科学 OSID

基于健康安全的棕地再开发决策模型构建及模拟研究 ——以广东省F市为例

付诗淇^{1,2}, 吴箐^{1*}, 钟式玉^{1,3}

(1. 中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275; 2. 深圳市城市规划设计研究院, 广东 深圳 518031; 3. 广东省技术经济研究中心, 广州 510070)

摘要:为提高棕地再开发决策的科学性与安全性,以“建设用地准入机制”和“土壤环境质量标准”等为指导思想和标准依据,结合环境、经济、社会和地块特征等因素,构建棕地再开发决策指标体系及决策模型,运用模糊综合法对目标地块拟开发方向进行决策模拟。以广东省F市土壤环境质量调查和土地利用规划数据为基础,结合“三旧改造”规划方案,测算土壤污染程度,采用ArcGIS进行可视化安全评估,对目标地块再开发方向进行决策模拟,并以变动权重组合进行验证。结果表明:37%的棕地再开发方向需要修正,在各影响因子中,环境因素权重最大,地块特征其次,社会和经济因素最小。研究表明,模拟决策模型确定的土地分级分类风险管控措施对棕地再开发决策具有较好的指导作用。

关键词:棕地;再开发;土壤污染;决策模型

中图分类号:X53 文献标志码:A 文章编号:1672-2043(2020)10-2114-08 doi:10.11654/jaes.2020-0410

Simulation of a decision-making model for brownfield redevelopment based on health and safety: Case study of city F in Guangdong

FU Shi-qi^{1,2}, WU Qing^{1*}, ZHONG Shi-yu^{1,3}

(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 2. Urban Planning & Design Institute of Shenzhen, Shenzhen 518031, China; 3. Guangdong Techno-Economy Research and Development Center, Guangzhou 510070, China)

Abstract: There is a close relationship between potential soil pollution and human health in the redevelopment and utilization of brownfield. Based on the thought and quality standard of brownfield development and utilization in environmental fields such as "access mechanism of construction land" and "soil environmental quality standards", integrated the factors of environment, economy, society, and plot characteristics, this paper constructs a decision-making index system and model of brownfield redevelopment, and utilizes the fuzzy comprehensive method to simulate the redevelopment direction for target plots to improve its authenticity and safety. According to the soil environmental quality survey and land use planning data of F City in Guangdong Province, combined with the "three old transformation" planning scheme, the degree of soil pollution was calculated, and the visual safety assessment was carried out via ArcGIS. The decision-making simulation of the redevelopment direction of the target plot was implemented and the combination of variable weights was used to

收稿日期:2020-04-12 录用日期:2020-05-11

作者简介:付诗淇(1992—),女,新疆乌鲁木齐人,硕士研究生,主要从事棕地再开发与土地利用研究。E-mail:fushiqi527@163.com

*通信作者:吴箐 E-mail:wuqing@mail.sysu.edu.cn

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD0800700);广东省生态环境厅土壤污染防治行动计划专项“广东省土壤污染防治管理对策研究”

Project supported: National Key R&D Program of China(2018YFD0800700); Special Action Plan of Soil Pollution Prevention and Control Department of Guangdong Provincial Department of Ecology and Environment “Study on the Countermeasures of Soil Pollution Control and Management in Guangdong Province”

verify the simulation results. The results show that 37% redevelopment direction of brownfield needs to be revised. Among the influencing factors, the environmental factors had the largest weight, followed by plot characteristics, and the weight of social and economic factors was the smallest. The risk management and control measures of land classification determined by the simulation decision-making model can play a better guiding role in the decision-making of brownfield redevelopment.

Keywords: brownfield; redevelopment; soil pollution; decision-making model

我国建设用地增量空间有限,存量土地是未来城市化进程中主要建设用地储备资源。随着广泛实施“退二进三”“三旧改造”等更新政策,在不断提供建设用地资源供应的同时,存在大量棕地入市的情况。棕地是指受到实际或潜在污染而使其扩建或重建变得复杂的废弃、闲置或未被充分利用的工业或商业用地^[1],即具有潜在污染的建设用地。我国长三角、珠三角、东北老工业基地等区域土壤污染问题较为突出,重污染企业及周边土壤超标点占36.3%^[2],土地安全已成为我国可持续发展的巨大挑战。2016年5月,国务院印发《土壤污染防治行动计划》(简称“土十条”,国发[2016]31号)指出“实施建设用地准入管理,防范人居环境风险”。由于对棕地再开发利用中具有污染性的特征认识不足,存在的潜在环境健康安全风险尚未受到足够重视,在我国27个省会城市中,25%的棕地已被用于住宅、学校、医院等地的开发^[3],如广州氮肥厂毒地^[4]等,存在严重的安全隐患。即使这些棕地已完成修复,但在再开发利用及安全保障方面仍存在治理不足、监管不严及再开发规划决策不适宜等问题,依然存在危害社会和公众健康的可能性。因此,棕地治理必须立足长远,对暂时无力治理的土壤通过控制污染土地使用目的的方式实现风险管控,保护相关人群身体健康^[5]。

当前,我国对棕地再开发的研究处于借鉴发达国家经验的发展阶段,主要侧重修复技术^[6]、评估方法^[7]、治理模式^[8]、GIS数据库建设^[9]、健康风险评价^[10]、改造设计^[11]、场地监管^[12]和资金成本^[8]等方面。指标体系方面,主要从地块自身潜力、政策、社会、经济和环境健康等5方面筛选^[9]。决策方面,主要侧重于寻求社会和环境效益最大化的决策结果^[13]和以GIS为基础建立的决策支持平台^[14]。环境领域在基于土地使用功能和目标明确的前提下,对棕地的治理已逐步建立一套较完善的由管理-筛选-修复治理的管控体系和标准,但没有结合土地的适宜性和空间协调性等指标进行权衡。而土地规划、城乡规划领域由于缺少对土壤污染数据的认知和基础资料的难获取性,在土

地尤其是棕地再开发利用过程中经常忽视环境健康安全风险。但对棕地“先治理、安全达标后才可开发”的理念及研究方法、指标体系中对土壤污染数据处于首要地位均达成共识。

基于此,本文综合国内外棕地研究的相关成果,从棕地安全与人居健康的角度,依托广东省F市土壤环境质量调查数据(因数据涉及机密,皆以广东省F市标注),以潜在污染的建设用地为研究对象,构建耦合环境、经济、社会和地块特征等因素的棕地再开发决策指标体系及决策模型,运用模糊综合法探讨棕地再开发土地利用方式的决策方向,为棕地再开发决策提供理论和技术支撑。

1 研究方法及数据来源

1.1 研究区概况

广东省F市为珠江三角洲城市群中的经济重镇,商业繁荣、人口稠密,是我国工业百强县区,现有200多个村级工业园,占其工矿用地总面积的60%左右,以家电制造等规模性支柱产业和低端加工业为主,如五金、纸类包装、塑料等,以重金属污染物及挥发性有机污染物为主。同时,该区域面临着经济发展与土地约束结构转型等发展瓶颈。

1.2 数据来源

(1)土壤环境调查布点。以F市土地利用数据为基础并结合遥感影像,采用GIS技术,按网格密度2.0 km×2.0 km布点,在采样点50 m范围内用“X”法均匀随机采取5个以上采样点,共830个,包含农用地、城镇建设用地和未利用地。

(2)污染物种类及污染程度采样。按土地利用类型、土壤环境质量现状评价因子:总铜、总铅、总镍、总铬、总锌、总砷、总汞、总镉、苯并[a]芘为全点位评价因子;六六六总量、滴滴涕总量为农用地中的耕地、园地点位评价因子;石油烃总量为建设用地中工业裸地的评价因子;多氯联苯总量、酞酸酯总量作为污染源周边用地的评价因子。

(3)问卷调查。2018年3—5月在F市和线上采用分层和随机抽样的方法对棕地再开发决策指标体

系中的社会因素进行问卷调查。共收回问卷 286 份,合格率为 94.41%。

根据本研究需要,本着“区分差异性、归纳共同性”原则,参考《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600—2018)等相关筛选值标准^[15-17]和广东省 F 市的城市总体规划、“三旧”改造规划和土地利用规划等资料确定地块再开发的备选方案为居住用地、商服用地、公园绿地、工矿用地和公益性用地。

1.3 研究方法

1.3.1 土壤污染程度

土壤污染程度是指目标地块内的土壤污染情况,采用单因子污染指数法计算^[18],取单因子污染指数中的最大值。即:

土壤污染程度=地块土壤实测污染值/备选方案所需的土壤筛选值或背景值标准×100%

$$P_i = C_i / S_i$$

$$P = \text{Max}(P_i) \quad (1)$$

式中: P_i 为土壤中污染物*i*的单因子污染指数; C_i 为土壤中污染物*i*的含量; S_i 为土壤污染物*i*的评价标准; P 为土壤中多项污染物的污染指数,分为未超标、轻微超标、轻度超标、中度超标和重度超标 5 级^[19],并分别

对应评价风险等级 Class1~Class5。

根据 5 个备选方案的实际需求,按照相关标准^[15-17]的风险筛选值将污染物浓度评价风险划分为 5 个等级。若污染物的筛选值低于当地土壤背景值,则采用背景值,即 Class1(居住用地)。以 Class3(公园绿地)对应的筛选值作为基准,由于现行标准并未针对每一用地类型细化筛选值,因此其余 3 个等级按等差数列进行设定^[19],差值=(基准值-Class 1)/2。 S_i 具体设置见表 1。

1.3.2 模糊综合评价

由于各类潜在评价因子存在的特异性和矛盾性会造成评价结果模糊和不确定,使得在评价过程中很难合理地选用明确的边界评判各类因子的风险,如污染物浓度值在限定边界的微小的变化将会对结果造成越级变化。本文采用基于模糊集理论的模糊综合评判法^[20],将自然语言精确地转换为数学语言,以解决各种难以量化的和非确定性的问题。

1.3.3 变动权重值组合法

层次分析法(AHP)和专家打分法确定权重均有一定的主观性。为避免权重取舍不当影响评价结果的合理性,本研究设计了权重因子分配组合,探讨不同权重因子分配对评价的影响。

表 1 污染物浓度评价风险等级($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Table 1 Ranking level classification for the risk factors of the fuzzy-based model and their corresponding criteria values ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

类别 Category	参数 Parameters	因子 Factors	背景值 Background Value	评价风险等级 Criteria value for level class				
				极低风险 Extremely low	低风险 Low	中等风险 Medium	高风险 High	极高风险 Extremely high
				Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5
				居住用地	商服用地	公园绿地	公益性用地	工矿用地
重金属	S_1	Cu	27.8	27.8	1 015	2 000	2 985	3 970
	S_2	Pb	34.9	34.9	168	300	432	564
	S_3	Ni	26.9	26.9	88	212	274	330
	S_4	Cr	88.5	88.5	220	350	480	610
	S_5	Zn	76.9	76.9	288	500	788	1 076
	S_{11}	As	13.7	20	40	60	80	100
	S_{12}	Hg	0.108	8	23	38	53	68
有机物	S_{13}	Cd	0.128	25	45	65	85	105
	S_{14}	苯并[a]芘	3.39×10^{-3}	0.5	1	1.5	2	2.5
	S_{15}	石油类	5.00	5	413	826	1 239	1 625

注:1.重金属背景值源于F市国控点土壤背景点的实际监测值;苯并[a]芘背景值源于全国土壤污染调查F市土壤背景调查数据;以上两种数据均取75%分位值。石油烃总量采用本次检测的检出限作为背景值。2.评价风险等级代表的意义为以公园绿地为基准,风险等级越低越有利于修复为居住用地,风险等级越高越不利于修复为居住用地。

Note: 1. The background values of inorganics come from the monitoring values for soil background point of the national control point in F City. The benzo[a]pyrene is derived from the detection values of the soil background investigation data of the national soil pollution investigation in F City. Both are taken 75% quantile value. The detection limit of this experiment is used as the background value for petroleum hydrocarbons. 2. The significance of the risk level is taking the parkland as the benchmark, the lower the risk level is, the better it will be restored to residential land. Otherwise it's the opposite.

2 棕地再开发决策模拟模型

2.1 指标体系构建原则及测度

参照前人研究,考虑到棕地的特性及研究目标,指标体系构建方面,本文选取包含环境、经济、社会和地块特征等4大类因素14个指标因子,构建棕地再开发决策指标体系(表2)。其中环境因素包括土壤污染程度、污染物种类等3项指标;经济因素包括污染修复费用、投资收益率等4项指标;社会因素包括公民关注度、邻避程度等4项指标;地块特征包括用地兼容性、周边公共设施配套完善程度等3项指标。采用专家打分法和层次分析法来确定指标的权重值,结果是环境因素权重值最大为0.529 5,地块特征权重值

为0.235 3,社会和经济因素权重值最小,均为0.117 6。

2.2 模糊综合评价模型

以模糊数学理论为基础,根据上述4类影响因素建立棕地再开发决策的模糊综合评价模型(图1)。

为充分利用评语模糊集带来的信息,规定5种备选方案分别对应参数为0、1、2、3、4,并采用内积^[20]计算备选方案的参数评判结果:

$$p=B_0 \cdot C \tag{2}$$

式中: C 为参数列向量,即 $C=(0,1,2,3,4)^T$,对应模糊综合评价集 B_0 中5个备选方案; p 是一个实数,表示备选方案参数评判结果。

模型中 $\#$ 表示指标测度, A_i 表示权重因子,*表示广义模糊运算法则。

表2 棕地再开发决策指标体系

Table 2 The Decision-making index system of brownfield redevelopment

目标层 Objective	准则层/权重 Criterion/Weights	指标层 Index	指标内涵 Content	指标权重 Weights
棕地再开发 土地利用决 策(F)	环境因素(F1)/ 0.529 5	污染程度(F11)	污染程度越低越促进备选方案的开发	0.226 9
		污染物种类(F12)	污染物种类越少越促进备选方案的开发	0.176 5
		修复建设后景观环境影响(F13)	按现有的备选方案再开发,市民认为开发后对周边景观环境的提升或者降低情况	0.126 1
	经济因素(F2)/ 0.117 6	基准地价(F21)	以住宅的基准地价衡量当地的经济状况	0.024 5
		污染修复费用(F22)	以单位土方量的修复价格和污染浓度为标准	0.044 1
		投融资渠道(F23)	投融资渠道的个数	0.034 3
		备选方案的投资收益率(F24)	地块各备选方案预期经济收益率	0.014 7
	社会因素(F3)/ 0.117 6	公民关注度(F31)	市民对棕地再开发项目的关注程度	0.024 8
		邻避程度(F32)	市民因担心建设项目(如垃圾场等邻避设施)对身体健康、环境质量和资产价值等产生负面影响	0.018 6
		居民对修复建设的支持程度(F33)	居民对棕地再开发各备选方案的支持程度	0.031 0
		宜居度(F34)	宜居程度对各个备选方案的促进程度	0.043 3
	地块特征(F4)/ 0.235 3	用地兼容性(F41)	居住和工矿用地兼容性低;商服用地兼容性中;公园绿地和公益性用地兼容性强	0.108 6
		周边公共设施配套完善程度(F42)	地块2 km范围内,学校、文体中心、图书馆等公共设施数量;公园备选方案还取决于周边公园的数量	0.072 4
		交通能力(F43)	在交通体系中的位置(交通核心区、缓冲区和边缘区)及距离市中心、商业中心、主干路、地铁线路、公交站点和交通枢纽等的距离	0.054 3

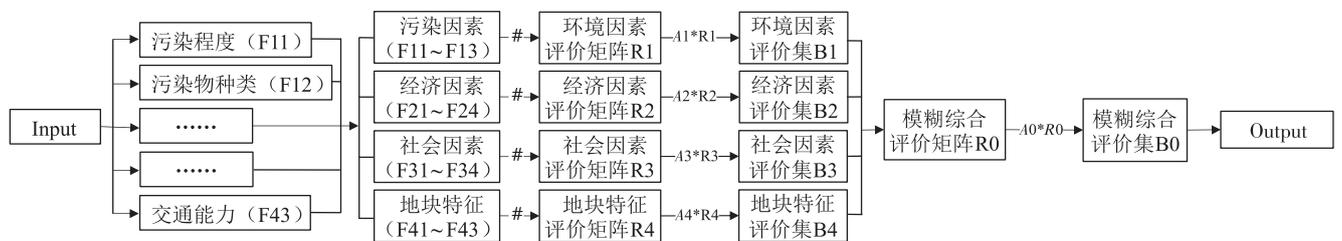


图1 棕地再开发决策的模糊综合评价模型框架

Figure 1 Framework of fuzzy evaluation for decision-making of brownfield redevelopment

3 评价结果分析

3.1 安全性评估

利用F市土壤实测污染值,根据土壤污染程度(公式1)对土壤污染进行分级分类计算(表3),并运用ArcGIS 10.5进行可视化分析,得到如下结果:

(1)在居住用地标准下, P 值为22.38,其中污染物重度超标的点位占63.00%,中度超标的点位占22.20%,两者之和为85.20%。(2)在商服用地标准下, P 值为4.91,污染物重度超标的点位占18.50%,中度超标的点位占25.90%,两者之和为44.40%;(3)在公园绿地标准下, P 值为2.75,污染物重度超标的点位占11.10%,中度超标点位占7.40%,未超标的点位占66.70%;(4)在展馆及其他公益用地标准下, P 值为1.62,污染物重度和中度超标的点位均占5.55%,未超标的点位占74.10%;(5)在工矿用地标准下, P 值为1.13,污染物重度超标的点位占3.70%,中度超标的点

位占5.55%,轻度、轻微和未超标的点位占90.75%。

由此可见F市土壤按居住用地筛选值标准进行安全性评估,为重度超标;按商服用地筛选值标准为中度超标;按公园绿地、公益性用地和工矿用地的标准为轻度或轻微超标。

3.2 决策模拟与土地利用空间重构

3.2.1 模糊综合评价模拟

与F市“三旧改造规划”进行对比,属于用地性质改变且安全性评估超过筛选值点位的地块共计40个,对已列入“三旧改造”规划项目并已确定再开发方向的35个地块运用再开发决策模型进行计算,发现有13个地块再开发方向与规划发生冲突,占总量的37%。

将此13个地块的数据分别输入棕地再开发决策模糊综合评价模型,计算各地块的模糊评价集 B ,决策模拟结果见表4,且均保留最优和第二备选方案。以地块1为例:

表3 棕地再开发安全性评估

Table 3 Analysis on the safety assessment of brownfield redevelopment

备选方案 Alternatives	P 值 P Value	超标程度 Exceeding levels/%				
		重度超标 Severe	中度超标 Moderate	轻度超标 Mild	轻微超标 Slight	未超标 Non
居住用地	22.38	63.00	22.20	3.70	9.25	1.85
商服用地	4.91	18.50	25.90	9.30	7.40	38.90
公园绿地	2.75	11.10	7.40	3.70	11.10	66.70
公益性用地	1.62	5.55	5.55	7.40	7.40	74.10
工矿用地	1.13	3.70	5.55	3.70	9.25	77.80

表4 地块污染情况及模拟结果

Table 4 Land pollution and simulation results

地块编号 Land code	污染程度 Pollution level	污染物种类数量 Number of pollutant types	规划用地类型 Type of planning land	决策模拟 Simulation
1	中度	7	商服	1.居住;2.公益
2	中度	3	商服	1.居住;2.公园绿地、商服
3	轻微	1	商服	1.公益;2.商服
4	中度	1	商服	1.居住、商服;2.公益
5	轻度	2	商服	1.公益;2.商服
6	重度	2	商服	1.公园绿地;2.公益
7	重度	1	居住	1.商服;2.公益
8	重度	10	居住	1.公园绿地;2.商服
9	轻度	1	商服	1.公益;2.商服
10	重度	6	居住	1.商服;2.公园绿地、公益
11	重度	7	居住	1.商服;2.公园绿地
12	重度	8	居住	1.公园绿地、居住;2.公益
13	重度	9	居住	1.公园绿地、商服;2.公益

注:污染程度和污染物种类数量以规划用地类型的筛选值进行计算。

Note: Pollution level and the number of pollutants types are calculated based on the screening value for the type of planned land.

重值大小对模型模拟结果影响不大。

4 结论与建议

本文综合环境、经济、社会和地块特征等因素,构建棕地再开发决策模拟模型,并以F市土壤实测污染值、土壤污染程度、土地再开发数据进行检验。模型构建合理,模拟结果可以矫正原开发方案带来的潜在环境安全风险。研究结果表明:

(1)棕地再开发利用时,首先应考虑土壤污染情况,将环境因素放在首位,重视其在开发过程中存在的潜在健康风险。

(2)模拟决策过程中,主要影响因素的固定权重

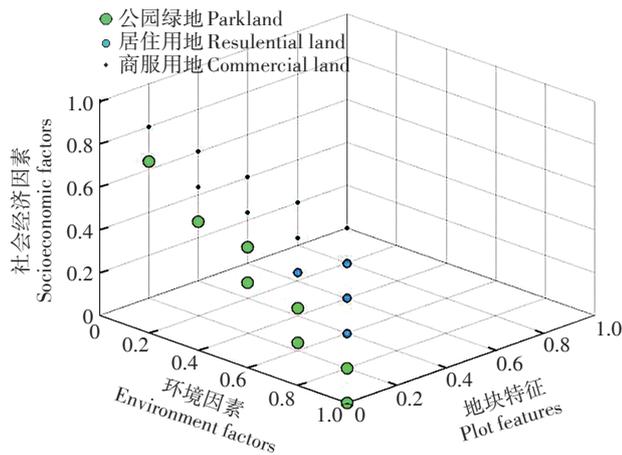


图2 变动权重值对备选方案结果的影响

Figure 2 The influence of variable weight on the alternative results

值大小依次为环境因素、地块特征因素、社会和经济因素;通过变动权重组合分析发现,权重值不是影响棕地再开发决策模型结果的主要因素。相同权重组合下,不同指标组合的计算结果不同;不同权重组合下,相同指标组合的结果基本相同,指标的选取和不同数据的组合对结果的影响更为重要。

(3)棕地再开发模拟决策如出现几种备选方案并存的情况时,可以结合土壤污染情况、修复成本等因素考虑地块的再开发方向,实施分步管控开发。

棕地再开发决策需与土地利用、城市更新等相关规划结合,设定近期和远期修复目标。根据用地发展方向来确定不同阶段的修复目标值和用地类型。同时,针对不同用地类型的风险筛选值标准应更加细化和全面,使棕地再开发决策与土地利用空间重划科学合理。

参考文献:

- [1] Environmental Protection Agency (EPA). Overview of the brownfields program[DB/OL]. [2017-03-09]. <https://www.epa.gov/brownfields/brownfield-overview-and-definition>.
- [2] 环境保护部, 国土资源部. 全国土壤污染状况调查公报[R/OL]. (2014-04-07)[2017-06-04]. http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201404/t20140417_270670.htm. Ministry of Environment, Ministry of Natural Resources. The national general survey of soil contamination[R/OL]. (2014-04-07)[2017-06-04]. http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201404/t20140417_270670.htm.
- [3] 绿色和平, 南京大学生态研究院. 中国城市污染地块开发利用中的

表6 地块污染情况及变动权重组合表

Table 6 Land pollution and verification results variable weights

地块所在点位编号 Land code	污染程度 Pollution level	污染物种类数量 Number of pollutant types	变动权重 Variable weight	最终修正 Rectify
1	中度	7	公益、居住	居住
2	中度	3	居住、公园绿地	居住
3	轻微	1	公益	公益
4	中度	1	居住、商服	居住
5	轻度	2	公益	公益
6	重度	2	公园绿地	公园绿地
7	重度	1	商服	商服
8	重度	10	商服、公园绿地	公园绿地
9	轻度	1	公益	公益
10	重度	6	公园绿地、商服	商服
11	重度	7	商服	商服
12	重度	8	公园绿地、公益	公园绿地
13	重度	9	商服、公园绿地	公园绿地、商服

- 问题与对策[R/OL]. (2019-04-17)[2019-12-28]. <https://www.greenpeace.org.cn/redeveloping-the-polluted-land-under-chinas-cities-problems-and-solutions-report>.
- Green Space, Institute of Ecology, Nanjing University. Problems and countermeasures in the development and utilization of urban contaminated land in China[R/OL]. (2019-04-17)[2019-12-28]. <https://www.greenpeace.org.cn/redeveloping-the-polluted-land-under-chinas-cities-problems-and-solutions-report>.
- [4] 孙婷婷. 广氮 9000 m³“毒土”变水泥污染地块建经适房[EB/OL]. (2011-08-18)[2018-03-15]. <http://news.gd.sina.com.cn/news/20110818/1170842.html>
- SUN Ting-ting. 9000 m³ "poisonous soil" of Guangzhou nitrogen fertilizer plant turns to build economic and suitable houses[EB/OL]. (2011-08-18)[2018-03-15]. <http://news.gd.sina.com.cn/news/20110818/1170842.html>
- [5] 尧一骏. 我国污染场地治理与风险评估[J]. 环境保护, 2016, 44(20):25-28.
- YAO Yi-jun. Risk assessment and remediation of soil contamination in China[J]. *Environmental Protection*, 2016, 44(20):25-28.
- [6] 黄益宗, 郝晓伟, 雷鸣, 等. 重金属污染土壤修复技术及其修复实践[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(3):409-417.
- HUANG Yi-zong, HAO Xiao-wei, LEI Ming, et al. The remediation technology and remediation practice of heavy metals-contaminated soil [J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2013, 32(3):409-417.
- [7] 宋颀, 张新佳, 吕扬, 等. 地理学视角下的城市棕地研究综述与展望[J]. 地理科学, 2019, 39(6):886-897.
- SONG Yang, ZHANG Xin-jia, LÜ Yang, et al. Review and prospects on urban brownfield research from a geographical perspective[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(6):886-897.
- [8] 高洁, 刘畅, 陈天. 从“永久清理”到“全局规划”——美国棕地治理策略演变及对我国的启示[J]. 国际城市规划, 2018, 33(4):25-34.
- GAO Jie, LIU Chang, CHEN Tian. Change from “permanent cleanup” to “area-wide planning”: Evolution of American brownfield governance strategy and its enlightenment to China[J]. *Urban Planning International*, 2018, 33(4):25-34.
- [9] 林慧颖. 基于多学科视角的城市棕地改造技术体系构建[D]. 长春: 吉林大学, 2016:46-49, 77.
- LIN Hui-ying. Construction of urban brownfield redevelopment technology system based on multidisciplinary perspective: Changchun City as an example[D]. Changchun: Jilin University, 2016:46-49, 77.
- [10] 陈星, 马建华, 李新宁, 等. 基于棕地的居民小区土壤重金属健康风险评估[J]. 环境科学, 2014, 35(3):1068-1074.
- CHEN Xing, MA Jian-hua, LI Xin-ning, et al. Health risk assessment of soil heavy metals in residential communities built on brownfields[J]. *Environmental Science*, 2014, 35(3):1068-1074.
- [11] 王慧, 江海燕, 肖荣波, 等. 城市棕地环境修复与再开发规划的国际经验[J]. 规划师, 2017, 33(3):19-24.
- WANG Hui, JIANG Hai-yan, XIAO Rong-bo, et al. Overseas experience of brownfield renovation and redevelopment[J]. *Planners*, 2017, 33(3):19-24.
- [12] 臧文超, 王芳, 张俊丽, 等. 污染场地环境监管策略分析——基于我国污染场地环境监管试点与实践的思考[J]. 环境保护, 2015, 43(15):20-23.
- ZANG Wen-chao, WANG Fang, ZHANG Jun-li, et al. The environmental management model work and practice of industrial contaminated sites in China[J]. *Environmental Protection*, 2015, 43(15):20-23.
- [13] Atkinson G, Doick K J, Burningham K, et al. Brownfield regeneration to greenspace: Delivery of project objectives for social and environmental gain[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2014, 13(3):586-594.
- [14] Chrysochoou M, Brown K, Dahal G, et al. A GIS and indexing scheme to screen brownfields for area-wide redevelopment planning[J]. *Land-scape and Urban Planning*, 2012, 105(3):187-198.
- [15] 生态环境部. 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行): GB 36600—2018[R/OL]. (2018-08-01)[2019-12-28]. http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/trhj/201807/t20180703_446027.shtml.
- Ministry of Ecology and Environment. Soil environmental quality risk control standard for soil contamination of development land: GB 36600—2018[R/OL]. (2018-08-01)[2019-12-28]. http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/trhj/201807/t20180703_446027.shtml.
- [16] 生态环境部. 展览会用地土壤环境质量评价标准(暂行): HJ 350—2007[R/OL]. (2007-08-01)[2019-12-28]. http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/trhj/200706/t20070620_105489.shtml.
- Ministry of Ecology and Environment. Standard of soil quality assessment for exhibition sites: HJ 350—2007[R/OL]. (2007-08-01)[2019-12-28]. http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/trhj/200706/t20070620_105489.shtml.
- [17] 广东省生态环境厅. 土壤重金属风险评价筛选值—珠江三角洲: DB44/T 1415—2014[R/OL]. [2019-12-28]. <http://www.biaozhuns.com/archives/20190527/show-214363-23-1.html>.
- Department of Ecology and Environment of Guangdong. Risk screening value for soil heavy metal The Pearl River Delta Area: DB44/T 1415—2014[R/OL]. [2019-12-28]. <http://www.biaozhuns.com/archives/20190527/show-214363-23-1.html>.
- [18] 环境保护部科技标准司编. 中国环境保护标准全书 2007—2008 年下[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008:1612.
- The Department of Science and Technology Standards of the Ministry of Environment. Encyclopedia of Chinese environmental protection standards (2007—2008) [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2008:1612.
- [19] 胡宏祥, 邹长明. 环境土壤学[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2013:163-178.
- HU Hong-xiang, ZOU Chang-ming. Environmental edaphology[M]. Hefei: Hefei University of Technology Publishing House, 2013:163-178.
- [20] Wang S Z, Zhao Z H, Xia B, et al. A fuzzy-based methodology for an aggregative environmental risk assessment of restored soil[J]. *Pedosphere*, 2014, 24(2):220-231.