

# 城市居住用地生态适宜性评价体系研究

## ——以哈尔滨群力新区为例

孟繁宇,樊庆铎

(哈尔滨工业大学 市政与环境工程学院,哈尔滨 150090)

**摘要:** 为了优化城市人居环境,科学判定城市居住用地的生态适宜性,主要研究适应于城市大范围居住区的生态适宜性评价指标体系和方法。根据居住区整体同质、内部异质的特点,建立了两套评价指标体系,并分别采用物元可拓分析法和 GIS 空间加权叠加分析法,以哈尔滨群力新区为例进行实证研究。物元分析表明群力新区规划建设整体的土地适宜性较好。基于 ArcGIS9.2 的多因素空间加权叠加分析的结果得到了区域内不同适宜性等级的分布图。通过这两种评价方法的有机结合,优势互补,有利于提高居住区土地适宜性信息的管理水平。

**关键词:** 土地生态适宜性评价;城市居住用地;物元可拓分析;GIS

**中图分类号:** X826

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1009-1971(2011)05-0087-06

### 一、引言

据联合国统计预测,到 2025 年,全世界将有 60% 的人口居住在占地球表面 2% 的城市区域内<sup>[1]</sup>。城市化在带来经济效益的同时也导致了城市人口的激增,从而加剧了城市住房紧张、交通混乱和生活环境的恶化,并对自然支持系统也产生了巨大的生态胁迫<sup>[2]</sup>。因此,科学地规划城市居住区建设,提高人居环境质量已成为现代城市可持续发展的关键。

联合国 1989 年开始创立“人居奖”,并于 2001 年成立了人居环境署,标志着全球人居环境建设进入了崭新的阶段<sup>[3]</sup>。在我国,吴良镛先生于 20 世纪 90 年代初也开展了人居环境的探索研究。随着人居环境研究的深入,城市生态学理论的诞生,人们越来越关注具体居住区的生态宜居性,因此城市居住用地生态适宜性评价逐步发展起来。然而至今,有关评价指标体系、标准的理论研究依然相对缺乏<sup>[4]</sup>,因此对居住区生态适宜性进行科学合理的评价仍是一项艰巨的工作。

本文以城市复合生态生态系统理论为基础,构建了包含自然、社会、经济多维度的评价指标体系,并针对大范围居住区生态适宜性评价方法上的不完善,提出了“整体内部并行”的研究方法,分别构建整体性指标体系和内部性指标体系,并分别采用物元可拓分析法和 GIS 空间加权叠加分析法,对哈尔滨市群力新区总体规划进行实证研究,旨在为城市大范围居住区的选址和规划提供科学的依据。

### 二、城市居住用地生态适宜性评价的理论基础

城市居住区是一个复合生态系,它是由自然、社会、心理等因素构成的多维空间。因此,对其进行适宜性评价研究的基础理论也包括自然科学方面的环境科学、生态学、地质学相关理论;社会经济学方面的可持续发展理论,社会规划理论、需求理论等;以及心理方面的人性理论、美学理论等等。最终形成了居住区的环境多样性理论,具体包括居住区环境中的物种多样性、景观多样性、功能多样性和居民活动空间的多样

收稿日期:2011-09-15

作者简介:孟繁宇(1984-),女,吉林辽源人,博士研究生,从事环境规划与管理研究;樊庆铎(1962-),男,山东鄄城人,副教授,从事环境规划与管理研究。

性<sup>[5]</sup>,以及社会文明多样性。

因此,科学评价城市居住用地生态适宜性是一个自然科学与社会科学相互作用、和谐融合的过程。其目的是促进人与自然、人工设施与自然环境,人与社会的和谐共处。

### 三、城市居住用地生态适宜性评价指标体系的研究

科学的城市居住用地生态适宜性评价体系应该是既要涵盖经济、社会、资源和环境的各个方面,又要满足人们评价居住区宜居性的最基本要求。具体体现在评价指标的选取上应能反映居住区是否具有舒适的居住条件、便利的生活设施、便捷的出行条件、健康的环境质量、宜人的自然生态、和谐的人文环境等。本文基于科学性、代表性、系统性、可操作性原则的原则建立指标体系,主要包括以下过程:

#### (一) 指标体系框架的构建

本文采用“降维”的方法建立树形目标层次式的指标体系结构,将城市居住用地适宜性系统分解为自然条件、居住条件、生态环境及社会环境四个子系统。根据子系统的特征选择适宜的评价指标来实现系统整体的适宜性评价。

#### (二) 指标的筛选与优化

具体指标的选择包括指标的初选和筛选。采用综合法、分析法、频度统计法等多种方法尽可能构建“指标可能的全集”。进而从体系的完整性、正确性、可行性入手,对初选指标体系进行筛选检验和结构优化,主要是对整个指标体系的行齐备性和层次“深度、出度”分析,最终建立指标相对的“充分必要集合”,具体见表 1。

#### (三) 指标的权重确定

在综合评价模型中,各指标权重的确定是其核心问题。本文采用改进的层次分析法<sup>[6]</sup>确定各指标权重,具体见表 1。

表 1 各评价指标的合成权重

		整体性指标 (物元可拓分析)		内部性指标 (ARCGIS 空间分析)		
		指标	权重	指标	权重	
城市居住用地生态适宜 A	自然条件 B1	地貌形态 D1	0.090			
		风向因子 D2	0.066			
		土地利用现状 D3	0.135	河流域影响范围 E1	0.291	
	居住条件 B2	建筑条件 C1	容积率 D4	0.034	中小学服务范围 E2	0.072
			人均用地面积 D5	0.043	商业中心服务范围 E3	0.045
		基础设施 C2	公用设施完善度 D6	0.056	医疗设施服务范围 E4	0.033
			生活设施齐备度 D7	0.040	文体设施服务范围 E5	0.023
	生态环境 B3	绿地率 D8	0.102	大气污染源影响范围 E6	0.133	
		工业干扰度 D9	0.132	噪声污染影响范围 E7	0.086	
		环境资源保护 D10	0.178	绿化景观服务范围 E8	0.193	
社会环境 B4	区位条件 C3	城镇建设区位优势度 D11	0.030	道路通达指数分级 E9	0.056	
		城市环线级别 D12	0.026	公交地铁服务范围 E10	0.068	
	社会经济 C4	社会文明 D13	0.030			
		政府投资倾向 D14	0.038			

#### (四) 指标体系的分级标准

本文有关评价指标的评价标准和作用分值的确定主要依据:已有的国家标准或国际标准;国外具有人居环境良好城市的现状值或国内城

市现状值作趋势外推;大气、噪声污染范围通过模型预测的结果作为适宜性标准的参考值;定性指标的定量化主要采用百分制的方法。整体性评价指标的分级标准具体见表 2,内部性评价指

标的分级标准见表3所示。

表2 整体性评价指标分级标准

项目	适宜性评价分级标准					案例 指标 值		
	单位	适宜	较适宜	较不适宜	不适宜		标准来源	
自然条件	地貌形态 D1	1	平原(100)	岗地(75)	丘陵(55)	低山(30)	见注释①	95
	风向因子 D2	1	城市上风向 (100)	偏上风向(70)	偏下风向(50)	城市下风 向(20)		95
	土地利用现状 D3	1	城市建设用 地(100)	农田(75)	草地(55)	林地、湿地 (20)	见注 释①	90
建筑条件 基础设施	人均住宅建 筑面积 D4	m <sup>2</sup>	56.25	36.56~56.25	23.44~36.56	小于23.44	见注 释②	71.88
	人均用地面 积 D5	m <sup>2</sup>	大于50	33~50	25~33	小于25	见注 释②	85.4
	公用设施完 善度 D6	1	七通一平 (100)	五通一平 (80)	三通一平 (40)	一通一平 (10)		95
	生活设施齐 备度 D7	1	完善(100)	较完善(80)	较不完善(40)	不完善 (10)		95
生态环境	绿地率 D8	%	35	30~35	25~30	25~0	见注 释③	35
	工业干扰度 D9	1	无工业 (100)	有一类工业 (80)	有二类工业 (50)	有三类工 业(20)		95
	环境资源保 护措施 D10	完善 (100)	较完善(75)	较不完善(40)	不完善 (10)			95
社会环境	城镇建设区位 优势度 D11	1	城市建成区 (100)	城市规划控 制区(75)	城市远郊区 (50)	其他 (25)	见注 释①	85
	城市环线级 别 D12	1	二环以内 (100)	四环以内 (80)	五环以内 (60)	六环以外 (40)		80
	社会文明 D13	1	高度文明 (100)	较文明 (75)	一般文明 (50)	较不文明 (25)		90
	政府投资倾 向 D14	重点建设 (100)	鼓励建设 (75)	支持建设 (50)	不支持建设 (25)		95	

注:①温华特对金华市市区建设用地适宜性评价研究<sup>[7]</sup>;②钱晓青对居住区规划控制指标宜居度的研究<sup>[8]</sup>。

## 四、大范围城市居住用地生态适宜性评价方法的案例研究

### (一) 研究区域概况

哈尔滨群力新区为《哈尔滨城市总体规划》正式确定的城市居住新区,规划用地面积27.33km<sup>2</sup>,总建筑面积32km<sup>2</sup>,规划可容纳人口为32万,是哈尔滨市城市发展的主要方向。该区域地貌呈现波状起伏平原,河谷、漫滩和湿地,地下水埋藏深而丰富。它紧邻美丽的松花江,为城市的上风上水,自然生态优良,交通四通八达。气候特征为中温带大陆性季风气候,常年主导风向以西南风为主。

### (二) 整体性指标的物元可拓分析

本文运用可拓学<sup>[9-11]</sup>的理论和方法,建立物元可拓模型,对城市居住用地选址进行生态适宜性研究。针对上述的指标体系分级标准,根据区域总体规划的基本数据和有关描述,采用专家咨询及现场调查的方式确定了群力新区的各项指标值,如表2所示。

通过模型计算哈尔滨群力新区多指标总关联度最大值为0.231,表明居住用地生态适宜性等级为适宜。分析影响综合关联度较小的限制性因素为区位条件。区位条件对居住区生态适宜性的影响一方面表现在远离城市中心生态环境适宜;另一方面也带来了交通出行拥堵等问

题。通过完善区内基础设施可有效缓解区位条件的不利影响,实现生态适宜性的提高。

表 3 各评价指标图层分值

目标层	因素层	指标层	适宜范围及其作用分值		说明
			适宜	较适宜	
城市 居住 用地 生态 适宜 性	自然 条件	河流水域	500m		根据群力堤的防洪能力、水文记载、地面高程确定河流水域的影响。
		影响范围	(-100)		
	居住 条件	中小学服 务范围	500m 或 1000m (100)		初中小学适宜的服务范围 500m;高 中适宜的服务范围 1000m
		商业中心 服务范围	1000m 或 750m 或 500m (100)	1000m ~ 2000m 或 750 ~ 1500m 或 500m1000m	将商业中心分为市级、区级、小区级, 其两级服务半径均以此减小,以此表(60) 示商业繁华程度的作用分级标准。
		医疗设施 服务范围	1000m (100)	1000m ~ 1500m	适宜表示人们就医的最便利的范围 供区域居民休闲、锻炼、娱乐的小型场所。
		文体设施 服务范围	500m (100)	(70)	
	生态环境	大气污染 源影响范 围	固定源:300m; 快速路:250m; 主干路:160m (-100)		根据(HJ2.2-2008)中的估算模式预测 热电厂、调峰锅炉房等固定源的影响 范围,根据污水处理厂卫生防护距离 确定其影响范围,选用美国环保局 HIWAY-2 模式预测汽车尾气污染半径。
		噪声污染 影响范围	快速路:120m; 主干路:60 或 40m; 次干路:20m (-100)		采用类比调查和模型预测的方法确 定交通噪声源强;选择模型预测路肩 两侧一定范围内受声点噪声值,根据 噪声达标点距路肩距离确定交通噪 声影响半径。
		绿化景观 服务范围	250m (100)	500m (80)	以距公共绿地、开放性公园、水域景 观的距离来衡量居住区绿化景观的 适宜性。社会环境
	社会环境	道路通达 指数分级	(100)	(80)	计算每个居住区单元的道路通达度 分值,并将其分为两级赋值。
公交地铁 服务范围		300m (100)	300m ~ 500m (70)	区域内公交地铁便捷度可用公交站 点和地铁站点的服务半径来表示。	

(四) 内部性指标基于 GIS 的适宜性分析

本文选择加权叠加分析方法对群力新区内部性评价指标进行分析,以反映区域内部不同的生态适宜性等级的居住用地的分布情况。

1. 工作平台与建立 GIS 数据库

以 ArcGIS9.2 为平台,采用群力新区 1:10000 土地利用现状图,土地利用规划图,地形图等图件资料,建立矢量数据库与属性数据库。

2. 土地生态适宜性的综合评价

根据表 3 所确定的分级标准,在每个评价指标单因子评价图层的影响或服务范围内赋值,同时乘以该指标权重。利用 ArcMap 叠置分析模块将单项评价结果进行叠加分析,并计算叠加图层的综合得分。采用总分频率曲线法对综合分值作频率统计,见图 1。

根据总分频率直方图,分析频率曲线的变化趋势,选择频率曲线中的拐点作为分级界线,删去变化较小的分界点,合并较小的分值区间,并

结合研究区的实际情况和居住用地的面积,最终确定分界点,把市居住用地生态适宜性分为四等:

适宜性评价级别区间为:10~40.48;

较适宜性评价级别区间为:0~10;

一般适宜性评价级别区间为:-10~0;

一般不适宜性评价级别区间为:-43.799999~-10。

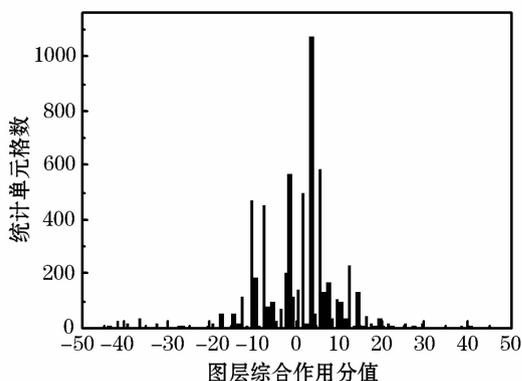


图1 城市居住用地生态适宜性评价总频率图

用不同深浅的颜色将不同级别的生态适宜性用地范围在图中表示出来,并统计每个适宜性级别居住用地的面积,见图2。

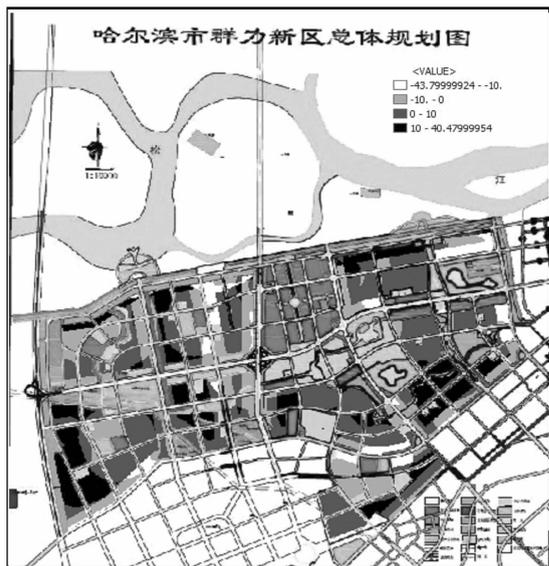


图2 不同适宜性级别的居住用地在区域的分布图

分析图2可以得出以下结论:

一是适宜性等级的用地面积占总居住用地面积的22.46%;较适宜占24.18%;一般适宜占22.85%;一般不适宜占8.51%。

二是区域内适宜的居住用地主要分布在区域西南角、东南角,以及景观带,内河两侧的区域。适宜性的主要表现是受大气污染源、噪声污染源及河流水域的影响较小,交通条件优越,就学、购物或就医、参与文体活动便利。

三是区域内一般不适宜居住的区域主要分布在由大气污染源、噪声污染源及河流水域共同影响的范围内,以及医院、文体等生活设施的服务范围以外的区域,如区域东北角污水厂、河流、和汽车尾气、交通噪声共同影响的范围内。

## 五、适宜性评价的反馈建议

结合城市居住用地生态适宜性评价的结果,对居住区用地规划提出反馈性建议是评价研究的重要目的,本文针对案例分析结果提出以下建议,以提高居住区生态适宜性。

第一,重点保护区域环境质量。对于热电厂、污水处理厂等固定污染源的污染防治应严格管理,坚决杜绝污染物的事故排放。对于城市交通噪声的控制可通过控制主要道路车流量、对临街住宅周围加强绿化,设置声屏障等措施来减轻交通噪声对区域声环境的影响。突出特色物种植被、加强区域生态景观设计。目的在于不断提高居住区健康的环境质量、增强物种多样性与景观多样性,进而提高居住区的生态宜居性。

第二,完善生活设施的功能。区域内的基础生活设施分布不均是导致部分居住小区适宜性分值较低的主要因素。建设市级文体中心可增加文体设施的服务范围;建设医疗水平高、医疗服务好的综合医院可提高医疗机构的服务范围。同时在区域内部均匀布置小型文体活动中心和社区医疗卫生所,来满足人们日常生活的简单需求。此外,增加区域内公交车线路和公交车发车频率可削弱公交首末站和普通公交站的差别,保证在区域内任何站点乘车均能便捷、畅通、舒适。最终实现居住区内部功能多样性和居民活动空间的多样性。

第三,突出区域文化建设。居住区宜居性的另一个重要方面是人心理需求的满足,即建设和谐的人文文化,实现社会的公平民主,提升居民生活的幸福感,有利于提高社会文明程度,增加

文明多样性。

## 六、结论与展望

本文从自然环境、社会经济多维度研究了适宜于城市大范围居住用地的生态适宜性评价的体系与方法,采用“整体评价,内部分级”的方法,分别构建评价指标体系和分级标准,使数学模型评价与 GIS 空间叠加分析两种土地适宜性评价方法有机结合,实现优势互补,提高了评价结果的科学性和时效性,使其更加有效地服务于城市人居住区宜居性的建设与管理,最终实现城市生态宜居的美好愿望。

### 参考文献:

[1] PICKETT S. Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical and Socio-economic Components of Metropolitan Areas[J]. *Annu Rev Ecol Syst*, 2001, 32: 127 - 157.

[2] 黄宇,等. 基于 GIS 的城市居住适宜性评价研究[J]. *测绘科学*, 2008, (1): 126 - 129.

[3] ERIC J G, OGER R B H, VOLKER C R. The Relationship between Environmental Amenities and Chan-

ging Human Settlement Patterns between 1980 and 2000 in the Midwestern [J]. *Landscape Ecology*, 2005, 20 (7): 773 - 789.

[4] KAAJNC D, GLAVIC P. A Model for Integrated Assessment of Sustainable Development [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2005, 43(2): 189 - 508.

[5] 刘平,王如松,唐鸿寿. 城市人居环境的生态设计方法探讨[J]. *生态学报*, 2001, 21(6): 997 - 1002.

[6] 孟繁宇,樊庆铎,赵庆良,王宇坤. 废水处理环境影响负荷的生命周期评价[J]. *哈尔滨工业大学学报:自然科学版*, 2010, 42(6): 982 - 985.

[7] 温华特. 城市建设用地适宜性评价研究——以金华市市区为例[D]. 杭州:浙江大学硕士学位论文, 2006.

[8] MALKINA P, IRINA G. Integrated Assessment Models and Response Function Models: Pros and Cons for Sustainable Development Indices Design [J]. *Ecological Indicators*, 2002, 2: 93 - 108.

[9] 徐保根,薛继斌. 区域土地生态适宜性可拓评价模型及其应用[J]. *中国生态农业学报*, 2006, 14(2): 210 - 212.

[10] 张虹波,刘黎明. 区域土地资源生态安全评价的物元模型构建及应用[J]. *浙江大学学报:农业与生命科学版*, 2007, 33(2): 222 - 229.

[11] 戴晓兰,季奎. 基于物元模型的城市生态健康评价[J]. *云南地理环境研究*, 2007, 19(2): 58 - 63.

# Assessment Index System and Method of Urban Dwelling Land Eco - suitability Based on GIS

——A Case in Qunli in Harbin

MENG Fan-yu, FAN Qing-xin

(School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

**Abstract:** In order to optimize the urban dwelling environment and to determine urban dwelling eco - suitability scientifically, this paper focuses on the systems and methods of eco - suitability assessment for urban large - scale dwelling areas. Two sets of evaluation index systems are established according to characters of regional overall homogeneity and within heterogeneity, and the eco - suitability of Harbin Qunli new district's general planning is researched for an example using matter element extendable analysis and GIS space weighted stack analysis separately. The result of matter element extendable analysis indicates that the area fits very much for the construction of Qunli district. The result of multi - factor space weighted stack analysis based on ArcGIS9.2 shows the different fitness level figuration of the same area for construction. This paper indicates that combining these two analyses can make a complementation for each other, and improve management of residential land suitability information.

**Key words:** land - use eco - suitability assessment; urban dwelling land; matter element extendable analysis; GIS

[责任编辑 王 春]