

基于 DPSIRM 模型的社区人居环境安全 空间分异——以大连市为例

杨 俊^{1,2}, 李雪铭^{1,2}, 李永化^{1,2}, 孙才志¹, 王方雄¹

(1. 自然地理与空间信息科学辽宁省重点实验室, 大连 116029; 2. 辽宁师范大学人居环境研究中心, 大连 116029)

摘要: 以 DPSIRM 因果关系模型拟定指标体系, 运用模糊层次分析法和综合比较法赋权并量化计算, 基于地理信息系统空间分析方法, 对大连社区人居环境状况和全空间分异格局进行研究, 结果表明: 大连市社区人居环境安全单元分为五个类别, 即社区人居环境安全评价很差单元、社区人居环境安全评价较差单元、社区人居环境安全评价过渡单元、社区人居环境安全评价较好单元、社区人居环境安全评价优良单元; 大连市人居环境安全的空间分布中各分区所占的比例为: 人居环境安全区 30.598%, 人居环境较安全区 30.232%, 人居环境安全过渡区 9.678%, 人居环境较不安全区 12.299%, 人居环境不安全区 17.193%; 南部滨海区人居环境安全好, 北部城乡结合部人居环境安全差, 呈现由南向北递减趋势; 中部是国家森林公园等植被覆盖好的区域, 人居环境安全好。研究表明本文所建评价模型具有普遍性, 可用于不同社区人居环境因子的评价与比较。

关键词: DPSIRM 模型; 人居环境; 空间分异; 社区

文章编号: 1000-0585(2012)01-0135-09

1 引言

人居环境安全是指现代化进程以安全为准则的人居环境发展和建设思路。人居环境安全的内涵从不同学科及需要看又可以有不同的理解: 从灾害学角度, 人居环境安全体现着人们防灾、减灾的愿望。人居环境安全提出了如何预防灾害、减少灾害带来的损失; 从心理学角度, 人居环境安全反映了居民的安全心理需求, 按马斯洛的需要层次论, 一旦生理得到满足便产生了安全需求, 人居环境是居民安全生存的表征; 从社会学角度, 人居环境安全的建立符合社会良性可靠运行和协调发展的时代需求。事实上, 社会结构各部分的平衡与和谐关系, 是社会正常运转的基本条件; 从文化学角度, 人居环境的社会的形成不仅靠管理的控制, 也源于公众文化的自觉, 任何突发事件下的冲突矛盾都有赖于人居环境安全的公众文化素质下的有效应对及融合; 从经济学角度, 人居环境安全即指保证城市协调、有序、高效运行, 可持续发展。

二十世纪中期希腊学者道萨迪亚斯首先创立了聚居环境科学, 我国的吴良镛院士将其介绍到国内并发展成为人居环境科学^[1]。刘颂等从不同角度研究不同尺度的人居环境评价、对理想人居环境模式及可持续发展的探索、居住空间与居住区位/人居环境的社会

收稿日期: 2011-04-15; 修订日期: 2011-09-23

基金项目: 教育部人文社科项目 (09YJC790135); 国家自然科学基金 (40871078)

作者简介: 杨俊 (1978-), 男, 湖北孝昌人, 博士, 副教授, 主要从事城市人居环境、区域地表过程与地理信息系统应用研究。E-mail: lnu_hsrc@126.com

性^[2~12]，张云等对人居环境安全定级方法、人居环境安全测度等进行研究^[13~15]，但是已有研究大多集中对城市整体或者聚居区的直接状况研究，而对人居环境的因果关系未做研究，且社区人居环境安全及其空间分异和对城市、社区的响应规律的研究还未见报道。本文试图用一种改进了的 DPSIRM 因果关系网模型，分析社区人居环境安全研究的重要意义，运用层次分析法计算各社区的人居环境安全度指数，并借助 GIS 的空间分析法进一步探讨社区人居环境安全状况，剖析社区人居环境安全的空间分异和发展趋势，以期对社区建设提供一定的指导。

2 社区人居安全评价模型

目前国内外生态评价的模型框架通常有经济合作发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）提出来的 PSR 模型（Pressure—State—Response，压力—状态—响应）、DSR 模型（Driving force—State—Response，驱动力—状态—响应），以及欧洲环境署（European Environment Agency, EFA）提出的 DPSIR 模型（Driving force—Pressure—State—Impact—Response，驱动力—压力—状态—影响—响应）等，这些模型都是以因果关系为基础的生态评价模型^[14~18]，如图 1 所示：

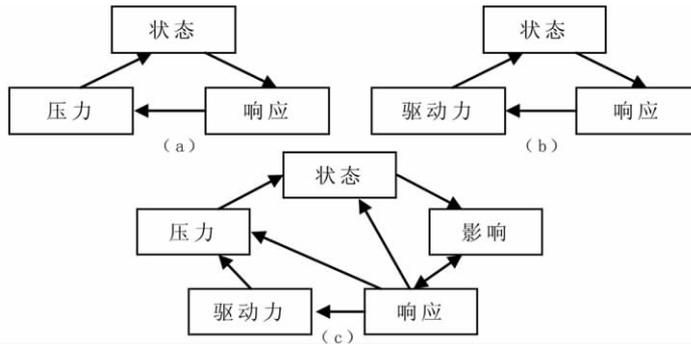


图 1 (a) PSR、(b) DSR、(c) DPSIR 模型框架
Fig 1 (a) PSR, (b) DSR, (c) DPSIR model framework

社区人居环境是一个复杂的大系统，内部各种条件因素相互联系，相互作用，为了尽可能理清各因素之间的关系，本文采用 DPSIRM 模型框架研究社区内部人居安全状况。DPSIRM 模型（Driving force—Pressure—State—Impact—Response—Management，驱动力—压力—状态—影响—响应—管理）是一种因果网络模型，DPSIRM 模型框架如图 2 所示：

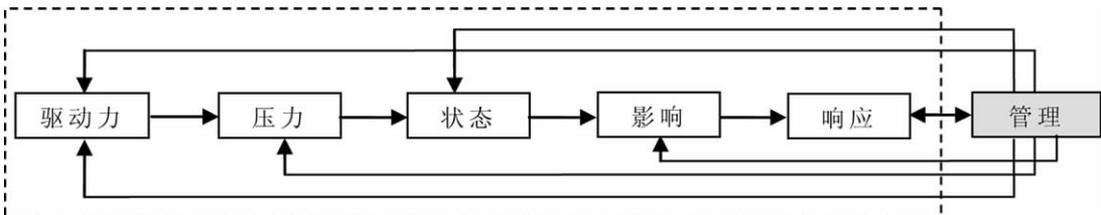


图 2 DPSIRM 模型框架
Fig 2 DPSIRM model framework

一个简单的社区人居安全的因果关系网如图 3 所示：DPSIRM 模型能够处理现实社区中多重相互作用、相互联系的因果关系，DPSIRM 模型与 PSR、DSR、DPSIR 相比，能较好地解决各指标间的因果关系，且突出强调人在社区环境中的重要作用。

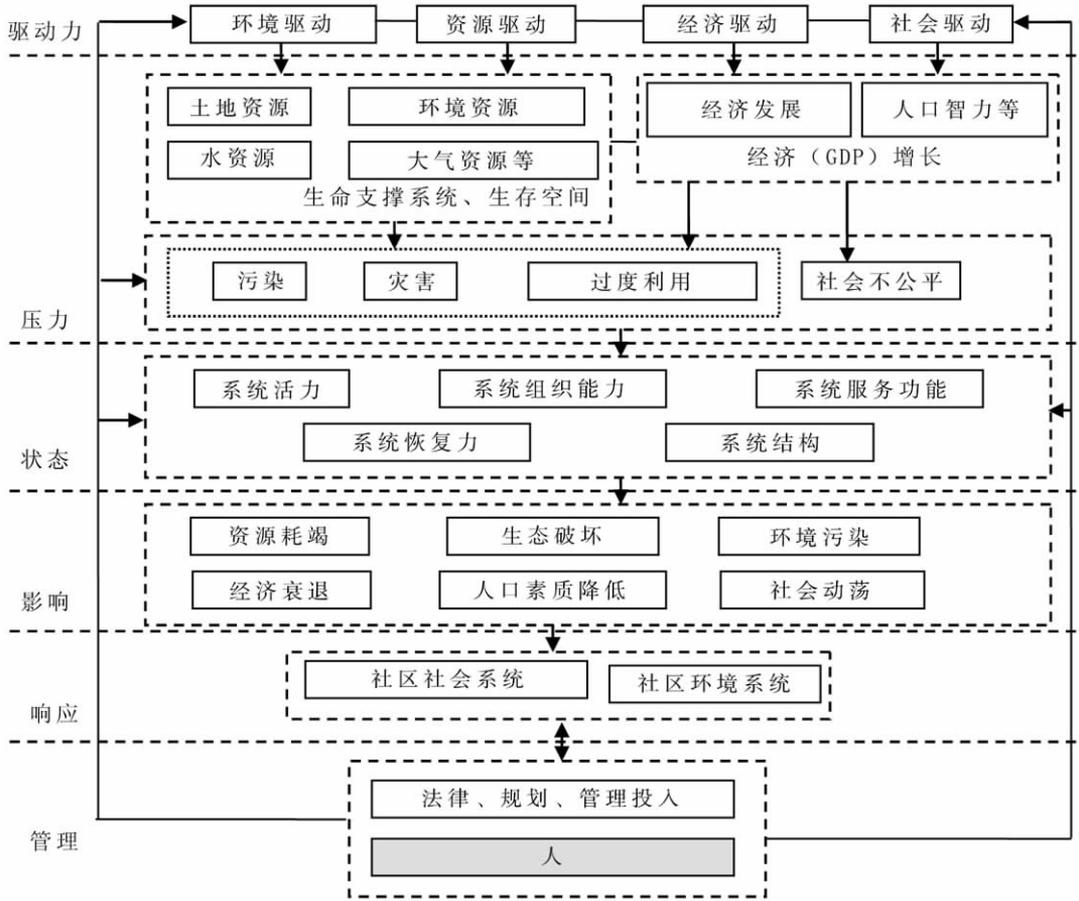


图 3 一个简单的社区人居环境安全因果网

Fig. 3 A simplified causal network of human settlement environment security

3 基于 DPSIRM 模型大连社区人居环境安全空间特征分异

社区人居环境安全具有动态性和地域性，文中引入地理信息技术加以研究。地理信息技术特征是具有空间建模、空间分析、成果表达等优势，并适于动态监测。但是应用地理信息系统技术的社区人居环境安全评价与预警的研究较少。基于地理信息系统与 DPSIRM 模型的大连市社区人居环境评价流程可概括为五个阶段：第一建立评价指标体系；第二社区人居环境安全指标的量化处理；第三社区人居环境安全指数矢量网格数据库的建立和地理信息系统空间分析；第四社区人居环境安全综合指数的计算、空间特征分异及安全状况分区；第五社区人居环境安全空间决策与管理（图 4）。

3.1 研究概况

研究区位于 121. 2°~121. 7°E、38. 8°~39. 1°N，系辽宁省东南部的大连市。由中山、

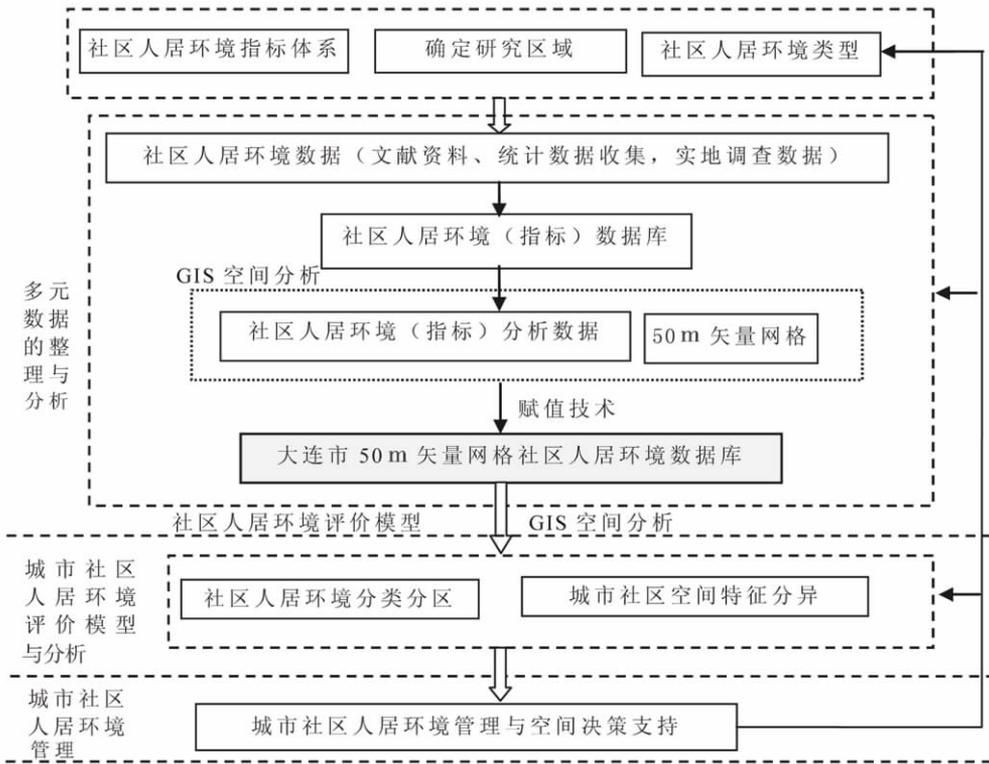


图 4 大连社区人居环境评价过程

Fig. 4 Human settlement environment security assessment of Dalian

西岗、沙河口以及甘井子四个区组成，面积约为 610km²，人口约为 187.5 万。大连特殊的地理位置，高速城市化背景，工业快速发展，资源的过度开发，生态环境的下降，城市人居环境安全显得十分重要。

3.2 社区人居环境的指标体系

DPSIRM 模型框架为城市社区人居环境安全评价指标体系的确立奠定了理论基础。城市社区人居环境安全状况是人文因子和自然因子共同影响的结果，根据系统性、指标选择的独立性、可比性、真实性和实用性，考虑到资料收集的可能性，在广泛研究国内外社区人居环境安全评价指标体系案例基础上，根据 2005 年对大连市社区考察和收集的最新资讯，按照层次分析法 (AHP) 的方法构建了基于 DPSIRM 模型的大连城市社区人居环境安全多层次评价指标体系如表 1^[13~18]。

3.3 图形数据的处理和分析

3.3.1 数据资料及来源 基础图形数据为 2005 年更新的大连市区行政区划图；2006 年大连市区遥感图像；基础社会经济统计数据；外业调查数据数据来源于大连国土资源与房屋局以及大连市统计年鉴。

3.3.2 数据处理与分析 基础的图形数据矢量化处理，社会经济数据库建立，外业调查数据库的建立。社区环境安全指标按照相关的模型结合 GIS 技术实现指标的空间分析，

在 MapInfo、Vertical Mapper 的商业 GIS 软件中有：人口空间离散化模型、反距离权重模型、趋势扩展模型、引力模型、缓冲区模型等，运用反距离权重模型模型进行社区人居环境安全分析的。

3.3.3 数据指标标准化 用于测度社区人居环境安全状况的指标分为两种情况：越大越优的指标（如人均绿化面积）和越小越优的指标（大气环境质量），以上指标都可以转化为。为了综合评价，在对不同量纲指标的初始数据进行标准化处理时应把所有的指标数值转换成统一的含义，因此，参评因子的标准化量化公式为：

对于越大越安全的指标： $X_j = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ ；

对于越小越安全的指标： $X_j = (X_{max} - X_i) / (X_{max} - X_{min})$ ；

其中， X_i 为实测值， X_j 为标准化后的数值， X_{max} 和 X_{min} 分别为最大值、最小值。标准化后的指标还需要依据相关科学研究成果对参评因子标准化值及其评判等级对量化数据做出相应的修正和调整。将表 1 中的 D_2 、 D_3 、 D_4 、 D_6 、 D_7 、 D_8 、 D_9 、 D_{11} 、 D_{12} 、 D_{13} 、 D_{14} 、 D_{15} 、 D_{16} 、 D_{17} 、 D_{18} 、 D_{19} 、 D_{20} 、 D_{21} 、 D_{22} 指标按越大越安全进行标准化， D_1 、 D_5 、 D_{10} 指标按越小越安全进行标准化。

表 1 大连城市社区人居环境安全的指标体系以及权重（社区为统计单元）

Tab 1 Indicators and weights of human settlement environment security of Dalian (statistical units of urban community)

目标	项目	因素	指标
社区人居环境安全 (A)	资源安全 (B ₁) 0.4641	人口资源 (C ₁) 0.2947	人口密度 (D ₁) 0.2623
			从业人口比例 (D ₂) 0.2272
			人均期望寿命 (D ₃) 0.2721
		土地资源 (C ₂) 0.3615	专业、技术人员比例 (D ₄) 0.2384
			建设用地指数 (D ₅) 0.2121
			人均建筑面积 (D ₆) 0.1853
			人均道路面积 (D ₇) 0.1996
			人均绿地面积 (D ₈) 0.2235
			绿化率 (D ₉) 0.1795
			水资源 (C ₃) 0.3438
	自然环境 (C ₅) 0.3756	单位水资源效益 (D ₁₁) 0.5522	
		水环境质量 (D ₁₂) 0.2711	
		大气环境质量 (D ₁₃) 0.2447	
		噪声环境质量 (D ₁₄) 0.2321	
		固体废物再利用率 (D ₁₅) 0.2520	
		人均收入 (D ₁₆) 0.2059	
	环境安全 (B ₂) 0.5359	经济环境 (C ₄) 0.3321	公共服务设施投入 (D ₁₇) 0.2651
			科教投入指数 (D ₁₈) 0.2327
			环保投资指数 (D ₁₉) 0.2963
		社会环境 (C ₆) 0.2923	平均文化水平 (D ₂₀) 0.3742
			文化活动中心覆盖率 (D ₂₁) 0.2176
			公众环境满意率 (D ₂₂) 0.4082

3.4 社区人居安全网格数据建立

3.4.1 指标权重计算 社区人居环境安全评价涉及到多级赋权, 采用模糊 AHP 法。这种方法是采用模糊数学来改善 AHP 法的判断矩阵尺度, 可避免多个指标同时赋权的混乱, 并能更好地拟合实际生态环境问题, 提高评价的准确性。首先运用层次分析法将任一层次上的各因子两两比较, 构造比较判断矩阵, 通过专家权衡, 两两比较判断各指标之间的相对重要程度, 然后用求和法计算权重, 其比较结果用 L. Saaty 的 1-9 标度法^[19,20]。

矩阵模型: $A = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix}$, 矩阵中 $b_{ii} = 1$, $b_{ij} = \frac{1}{b_{ji}}$, $b_{ij} \in [\frac{1}{j}, j]$, j 为整数且

$1 \leq j \leq 9$, 采用求和法, 计算权重, 再将结果归一化处理: $A' = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$, i 其中为因子, A'

为层次分析法最终所得权重, 大连城市社区人居环境评价指标权重计算结果如表 1。

3.4.2 网格系统 网格系统是通过程序设计生成的一种正方形图形, 是一种完全矢量的格式。正方形的大小可以根据研究区域的大小以及研究的尺度来决定。网格可以根据用户的需求设计多个字段, 这些字段可以接受多源数据的属性值。网格系统中, 属性字段的选取根据用户的需求来设计, 是一个开放的系统, 所以它是一种动态变化的网格。

3.4.3 单元网格人居环境安全指数 在 MapInfo 下创建 $50\text{m} \times 50\text{m}$ 的标准网格, 其网格的单元大小, 要根据研究范围大小而定, 大连城区共生成 498566 个单元格。城市社区人居环境安全数据库中的各个指标数据库是独立的, 要把他们的属性数据赋值给网格系统。采用单元赋值程序, 它能够实现社区人居环境指标数据赋值给 50m 的矢量网格系统。已知 DPSIRM 体系中各社区人居环境指标层权重值, 运用模糊综合比较法分别计算每个单元社区人居环境指数^[21~25], 并通过标准化生成社区人居环境百分值。模糊综合比较方法: 对于一个评价体系, 假设有 n 个评价因素, 则建立评价集合 (u_1, u_2, \dots, u_n) , m 个评价单元, 每个因素 u_n 都有一个隶属度 $R = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$, 对于 n 个因素就有单因子

评价矩阵 R , 则 $R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$, 已知因子的权重分配 A' , $A' = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 其

中 $a_i \geq 0$ 且 $\sum_{i=1}^n a_i = 1$, 有 A 与 R 求模糊矩阵 B' , $B = \sum_{i=1}^n A' \cdot R$, 求出 $B = \sum_{i=1}^n (b_1, b_2, \dots, b_m)$, 其中 $b_i = \sum_{i=1}^n (a_i, b_{ij})$, 对于多个体系的计算, 可以分别求出 B 的值, 然后进行比较, 最后对 B 的值作归一化处理, 计算成百分比及单元格环境安全指标综合得分, 得到指标的综合指数。建立大连社区人居环境安全 50m 矢量格网数据库。

4 大连社区人居环境安全分区

4.1 城市社区人居环境安全等级的判别确定

城市社区人居环境安全综合指数值需要采用极差标准化的方法, 将城市社区人居环境安全综合指数值转换为等级值。城市社区人居环境系统的结构、活力、组织能力、恢复力以及系统服务功能的机制极为复杂, 在实际研究工作中, 通常在较大范围和较大程度上采用定性的、模糊的和模拟的表征方法。根据大连城市社区人居环境安全数据库, 利用通过

GIS 空间叠置分析等 GIS 空间分析功能，对各单元格不同分值进行分类，社区人居环境指数越大，社区人居环境就越优。依社区人居环境安全指数最小值与最大值就可确定社区人居环境安全等级的判别指标。大连城市社区人居环境安全按照 DPSIRM 框架各因子综合指数分成 5 个类型区：当 $0 \leq S \leq 10$ ，评价单元为社区人居环境不安全区；当 $10 < S \leq 20$ ，评价单元为社区人居环境较不安全区；当 $20 < S \leq 30$ ，评价单元为社区人居环境安全过渡区；当 $30 < S \leq 40$ ，评价单元为社区人居环境较安全区；当 $S > 40$ ，评价单元为社区人居环境安全区。

4.2 大连城市社区人居环境空间安全差异与分析

在 MapInfo 下创建大连城市社区人居环境空间差异分布图，如图 5 所示。大连城市社区人居环境空间分布差异如下：社区人居环境安全区是沿大连市东部海岸，这里的自然植被保护较好，建筑物较少，交通和公共服务设施较完善，公众参与好；社区人居环境较安全区域是东部的商业发达区，交通和公共服务设施完善，但人口较稠密以及自然环境较好，交通和公共服务设施较欠缺的西部生态区，公众参与较好；社区人居环境安全过渡区是交通和公共服务设施较欠缺，人口较稠密，有些小的工厂，公众参与较少；社区人居环境安全较不安全区主要是交通和公共服务设施较欠缺，人口较稠密，交通条件较差，工厂较多，公众参与差；社区人居环境不安全区主要是东北部大型的石化工厂以及垃圾处理场，人口较稠密，交通条件较差，公众参与很差。

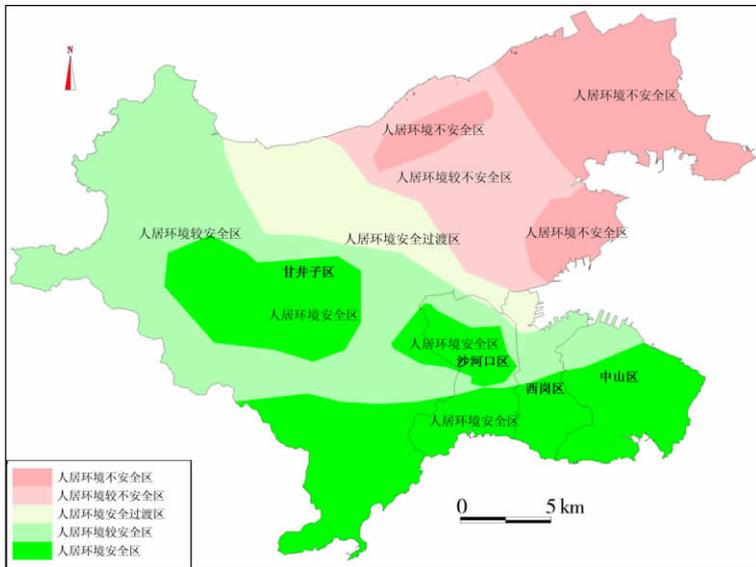


图 5 大连城市社区人居环境安全空间差异分布

Fig 5 Spatial differences of human settlement environment security in Dalian

5 结论与讨论

(1) 运用 DPSIRM 模型较好的解决多重社区人居环境安全指标间的相互联系，突出人在人居环境安全系统中的核心调节作用，为城市决策者正确分析与决策城市环境发展方向提供更科学而直观的依据。

(2) 根据网络评价模型，构建的指标评价体系，计算分析得到了大连市人居环境安

全状况, 根据空间分析得到大连市人居环境安全的空间分布差异: 各分区占研究区的比例为: 人居环境安全区 30.598%, 人居环境较安全区 30.232%, 人居环境安全过渡区 9.678%, 人居环境较不安全区 12.299%, 人居环境不安全区 17.193%; 南部滨海区人居环境安全好, 北部城乡结合部人居环境安全差, 呈现由南向北递减趋势; 中部是国家森林公园等植被覆盖好的区域, 人居环境安全好。

(3) 所建评价模型具有普遍性, 可用于不同社区人居环境因子的评价与比较。然而, 也有些环节处理需要讨论: 一是城市社区人居环境安全评价中存在的最大问题是级别标准的科学判定, 对于某些指标可以依据相关科学研究成果确立其安全级别的最高值和最低值, 但仍有大量的指标需要多学科的深入研究来确定; 二是在城市社区人居环境的评价过程中, 还可以依据其他方法, 充分利用地理信息系统技术和遥感图像以空间的形式表达评价结果, 并可对其影响因子进行动态监测和动态评价, 进行社区人居环境安全的预测与预警分析, 构建起城市社区人居环境安全评价、预测和预警的完整体系。

参考文献:

- [1] 吴良镛. 人居环境科学导论. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001. 67~92.
- [2] 刘颂, 刘滨滨. 城市人居环境可持续发展评价指标体系研究. 城市规划汇刊, 1999, 15(5): 35~39.
- [3] 刘旺, 张文忠, 刘长歧. 北京城市内部人居环境评价及对居住建设得启示. 华夏建筑, 2004, 22(1): 2~3.
- [4] 张文忠, 刘旺, 孟斌. 北京市区居住环境的区位优势度分析. 地理学报, 2005, 60(1): 115~121.
- [5] 蒋伶, 宁越敏. 可持续发展的南京城市人居环境塑造. 现代城市研究, 2002, 9(6): 28~34.
- [6] 李华生, 徐瑞祥, 高中贵, 等. 城市尺度人居环境质量评价研究——以南京市为例. 人文地理, 2005, 1(81): 1~5.
- [7] 李王鸣, 陈晓平, 陈怡平, 等. 城市人居环境的分析与客观评价. 浙江经济, 1999, (7): 48~49.
- [8] 叶长盛, 董玉祥. 广州市人居环境可持续发展水平综合评价. 热带地理, 2003, 23(1): 59~63.
- [9] 李雪铭, 冀保程, 杨俊, 等. 社区人居环境满意度研究——以大连市为例. 城市问题, 2008, (1): 58~65.
- [10] 李雪铭, 隋丽丽. 人居环境质量对大连城市经济发展的效应分析. 辽宁师范大学学报: 自然科学版, 2006, 29(2): 233~235.
- [11] 吴铮争, 王金平, 王晓霞, 等. 北京城市边缘区城市化过程与空间扩展——以大兴区为例. 地理研究, 2008, 27(2): 285~293.
- [12] 祁新华, 程煜, 陈烈, 等. 大城市边缘区人居环境系统演变规律——以广州市为例. 地理研究, 2008, 27(2): 421~430.
- [13] 张云. 大连市人居环境安全空间分异研究. 科技创新导报, 2009, (26): 121~122.
- [14] 吴斌, 张宇清, 吴秀芹. 中国沙区人居环境安全研究的初步探讨. 中国沙漠, 2009, 29(1): 50~55.
- [15] 沙区人居环境安全评价与情景预测. 北京: 北京林业大学硕士学位论文, 2010.
- [16] Pirrone N, Trombino G, Cinnirella S, *et al.* The Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) approach for integrated catchment-coastal zone management: Preliminary application to the Po catchment-Adriatic Sea coastal zone system. *Regional Environmental Change*, 2005, 5(2): 111~137.
- [17] Karageorgis A P, Skourtos M S, Kapsimalis V, *et al.* An integrated approach to watershed management within the DPSIR framework: Axios River catchment and Thermaikos Gulf. *Regional Environmental Change*, 2005, 5(2): 138~160.
- [18] David Niemeijer, Rudolf S de Groot. Framing environmental indicators: Moving from causal chains to causal networks. *Environment, Development and Sustainability*, 2006, 10(1): 89~106.
- [19] 赵焕臣, 许树柏, 和金生. 层次分析法. 北京: 科学出版社, 1986. 3~5.
- [20] 姜启源. 数学模型(第2版). 北京: 高等教育出版社, 1993. 305~335.
- [21] 黎晓亚, 马克明, 傅伯杰, 等. 区域生态安全格局: 设计原则与方法. *生态学报*, 2004, 24(5): 1055~1062.
- [22] 左伟, 张桂兰, 万必文, 等. 中尺度生态评价研究中的格网空间尺度的选择与确定. *测绘学报*, 2003, 23(3): 267~271.
- [23] 范一大, 史培军, 辜智慧, 等. 行政单元数据向网格单元转化的技术方法. *地理科学*, 2004, 24(1): 105~108.
- [24] 杨俊, 李雪铭, 王利, 等. 基于赋值技术地形分析及应用. *测绘通报*, 2005, 51(1): 61~62.

[25] 王耕,王利. 基于 MapInfo 的城市生态环境质量与影响评价研究. 水土保持研究, 2004, 11(1):13~16

Assessment on spatial differences of human settlement environment in communities based on DPSIRM model: The case study of Dalian

YANG Jun^{1,2}, LI Xue-ming^{1,2}, LI Yong-hua^{1,2}, SUN Cai-zhi¹, WANG Fang-xiong¹

(1. Liaoning Key Laboratory of Physical Geography and Geomatics, Dalian 116029, Liaoning, China; 2. Human Settlement Environmental Research Center, Liaoning Normal University, 850 Huanghe Road, Dalian 116029, Liaoning, China)

Abstract: The urban human settlement environment system is a fragile unstable ecosystem. Compared with the natural one, the urban human settlement environment system has many unique characteristics, such as a high consumption of energy and material, serious environmental pollution and a low reserve of natural resources. It is the preferred strategy for many countries, especially for the developing countries, to give energetic support to improve the level of urbanization, while there are still some other things making people anxious, such as the potential eco-environmental problems caused by rapid urbanization. The rapid urbanization process has resulted in urban human settlement environment even worsening. The spatial differences in urban human settlement environment security are getting increasingly conspicuous. This paper analyzes the pros and cons of some causal chain structure models, such as PSR, DSR and DPSIR, and builds a new urban human settlement environment security assessment model—DPSIRM (Driving force-Pressure-State-Impact-Response-Management) model, a causal network model combined with GIS spatial analysis method, which reflects the health state of the urban human settlement environment system in Dalian City. We can draw following conclusions. The network model is proposed by way of studying the characteristics of chain models in the past, in terms of the complexity of urban human settlement environment system. A assessment indicators system of the “Driving force-Pressure-State-Impact-Response-Management” model was built, which presents that human beings play an essential role in urban human settlement environment security. DPSIRM model reveals the intrinsic relations among all indicators and intrinsic relations between the problem of urban human settlement environment security and the indicators. A fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) is applied to indicate weights by a comprehensive and comparative method for results. It is shown that the state of ecological health and spatial differences of urban human settlement environment security with GIS spatial analysis method, as well as the urban management play the essential role in the urban human settlement environment security.

Key words: DPSIRM model; human settlement environment; spatial differences; community