

西宁市居住用地集约利用潜力研究

宋成舜, 翟文侠, 陈志, 刘成武

(咸宁学院 资源与环境科学学院, 湖北 咸宁 437100)

摘要: 节约集约利用土地已成为发展循环经济和建设节约型社会的重要内容之一。以西宁市市区 2008 年居住用地数据为依据, 选取评价指标体系, 确定指标权重构建评价模型, 选择样本片区作为功能区的代表, 运用综合评价法评价功能区的土地集约利用程度, 并对居住用地的规模潜力和经济潜力进行了测算。结果表明: (1) 西宁市居住用地集约利用处于适度利用水平, 集约利用、适度利用和低度利用土地分别占居住功能区用地面积的 3.04%、61.84% 和 35.12%。(2) 西宁市居住用地集约利用潜力较大, 绝对规模潜力为 2 918.65 hm^2 , 相对规模潜力为 62.54%; 保留现有物业, 利用空闲地的经济潜力为 18 221.20 万元, 单位经济潜力为 3 615.32 元/ m^2 ; 进行部分改造, 部分拆除现有物业的经济潜力为 53 295.38 万元, 单位经济潜力为 806.65 元/ m^2 。

关键词: 居住用地; 集约利用; 潜力; 西宁市

中图分类号: F293.22

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0101-06

Study on the Intensive Utilization Potentiality of Residential Land in Xi'ning City

SONG Cheng-shun, ZHAI Wen-xia, CHEN Zhi, LIU Cheng-wu

(School of Resources and Environment Science, Xianning University, Xianning, Hubei 437100, China)

Abstract: Intensive land use has not only become one of the important aspects of the circular economy and economical society, but also is a key work in country land resource management departments. Based on the data of residential land of Xi'ning City in 2008, the corresponding appraisal index system was chosen, the index weight was made and the integrative evaluation model was built up. Taking the sample piece as the representative of function area, the land use intensive degree of function area was figured out by the integrative evaluation method, and the scale potential and economic potential of residential land was calculated. The results showed: (1) The intensive level of residential land use was moderate in Xi'ning City, the intensive use land, the appropriate use land and the low use land accounted for 3.04%, 61.84% and 35.12% of the total area of residential function area; (2) The potentiality of residential land was larger in Xi'ning City, the absolute scale potential was 2 918.65 hm^2 and the relative scale potential was 62.54%, the economic potential was 182.212 0 million yuan RMB and the unit economic potential was 3 615.32 yuan per square meter based on the retention of the existing property and the use of idle land, the economic potential was 532.953 8 million yuan RMB and the unit economic potential was 806.65 yuan per square meter based on the part of the transformation and partial demolition of existing properties.

Key words: residential land; intensive utilization; potentiality; Xi'ning city

土地集约利用已成为发展循环经济和建设节约型社会的必然要求^[1]。积极开展城市土地集约利用评价工作, 能够为控制城市建设用地规模、制定城市用地计划、分配城市用地指标提供科学的依据和基础^[2]。一个城市土地集约利用潜力的评价分宏观、中

观、微观 3 个层次^[3], 中观层次是以城市功能区为对象, 侧重从城市用地的功能差异——居住区、商业区、工业区, 评价不同功能区土地的使用效率和潜力。城市居住用地集约利用评价是城市土地集约利用评价的重要组成部分, 对中观区域建设用地而言, 集约利

收稿日期: 2011-02-24

修回日期: 2011-03-06

资助项目:“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAB15B02-05); 国家自然科学基金项目(41071069); 湖北省教育厅科学技术研究项目(B20102803); 湖北省教育厅人文社会科学研究项目(2009q148)

作者简介: 宋成舜(1974-), 男, 湖南南县人, 硕士, 讲师, 主要从事土地资源管理与房地产经营管理方面的研究。E-mail: songchengshun@126.com

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用就是要保证区域可持续发展的基础上,增加建设用地的投入,提高建设用地的人口承载力和经济产出能力,实现区域经济、社会和环境效益的最佳^[4]。

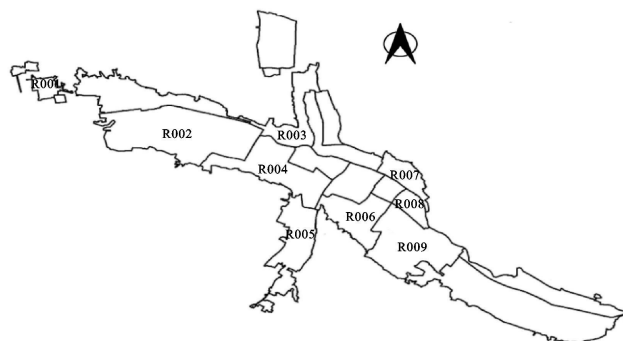
随着西宁市社会经济的快速发展,土地资源的稀缺性矛盾已经突显出来,大力推进土地集约利用正是解决这个问题的关键。本文以西宁市居住用地为研究对象,从中观层次出发,在划分功能区的基础上,选择样本片区作为其代表,构建功能区居住用地集约利用评价指标体系,评价居住功能区土地集约利用程度,对于促进城市土地内涵挖潜和集约式扩张、缓解土地供需矛盾、实现城市可持续发展,都具有重要的现实意义和深远的战略意义。

1 功能区划分和样本片区划分

1.1 功能区划分

功能区是指土地使用功能、使用强度、土地利用方向、基准地价等条件大体一致的区域。其划分与合并按照土地开发利用强度的均质性、土地利用结构的相似性、土地利用方向的一致性等特点^[5],并综合考虑地形、地物边界一致性、行政区划相对完整性和基准地价保持一致性等原则将城市划分为若干个功能区,功能区数量取决于城市规模和评价范围的大小。

西宁市居住功能区范围内住宅用地、居住区级以



R 表示居住功能区,001 表示居住功能区编号,依此类推

图 1 西宁市居住功能区示意图

2 集约利用评价

结合西宁市实际情况,本研究的基本步骤为:(1)确定样本片区各项指标的理想值;(2)收集居住功能区土地集约利用评价指标原始数据并作标准化处理;(3)采用特尔菲法,确定居住功能区土地集约利用评价指标权重值;(4)运用综合评价法计算样本片区土地利用集约度,并划分样本片区土地利用类型;(5)根据样本片区的评价结果,结合居住功能区划分的原则,确定居住功能区土地集约利用类型。

下(含居住区级)的公共服务设施用地面积比例分别应占功能区总面积的 50% 以上和 12% ~ 25% 的比例。

在居住功能区评价的地域范围内,划分出 9 个居住功能区(图 1)。划分的居住功能区各项指标均符合功能区划分原则,可以作为西宁市居住用地集约利用水平评价的对象。从居住功能区分布来看,居住功能区主要集中在西宁市城市的十字中心。

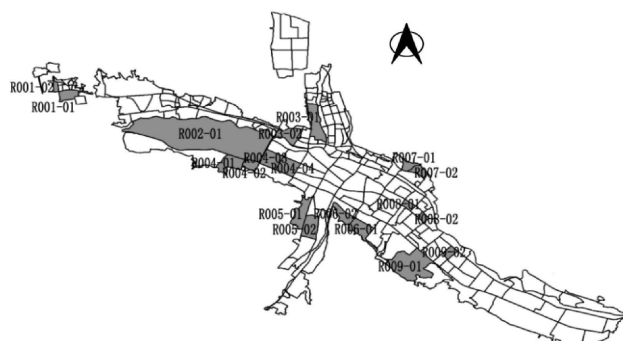
1.2 样本片区划分

样本片区是指在功能区中具有典型性的区域,样本片区根据功能区类型分别选定^[6]。

(1) 每个功能区应选择不少于 2 个样本片区或将整个功能区作为一个样本片区对待,样本片区土地面积之和不少于功能区面积的 20%。

(2) 样本片区划分应以居住小区、宗地为范围确定。具体要求如下:宜按居住小区范围选择,必要时可以以居住组团范围替代;难以划定居住小区或居住组团的区域可按居民委员会范围划分,必要时可将多个居委会范围合并为一个样本片区,但不得超出街道办事处范围;居住样本片区面积以 10~20 hm² 为宜,最小不得小于 4 hm²。

根据样本片区划分原则,在 9 个居住功能区内划分出 19 个居住样本片区(图 2)。



R 表示居住功能区,001 表示居住功能区编号,01 表示居住功能区样本片区编号,依此类推

图 2 西宁市居住样本片区示意图

2.1 评价指标体系建立

评价指标体系着重反映城市土地集约利用的总体状况,并综合、全面反映城市土地集约利用的各个方面。它一方面要反映城市土地集约利用的共性,另一方面要体现具体城市土地利用的特征^[7]。

指标选取在遵循综合性、层次性、系统性、独立性和可操作等原则的基础上,主要考虑土地使用强度、土地投入状况和土地生产效益,根据现有建设用地集约利用评价指标的选取情况和《建设用地节约集约利用评价规程》(以下简称《规程》),结合西宁市区域特

点,建立了西宁市居住功能区土地集约利用评价指标体系(表 1)。

表 1 西宁市居住功能区土地集约利用评价指标体系

指标	含义	权重	理想值
综合容积率	功能区各类建筑总面积与功能区土地面积的比值	0.20	1.80
建筑密度	功能区各类建筑基底面积与功能区土地面积的比值	0.12	0.35
人口密度/(万人·km ⁻²)	功能区居住人口与功能区土地面积的比值	0.15	4.00
基础设施完备度	功能区水、电、路等基础设施的配套程度	0.18	100.00
生活服务设施完备度	功能区学校、幼儿园等设施的配套程度	0.15	100.00
绿化率	功能区绿化用地面积与功能区土地面积的比值	0.11	0.35
住宅地价实现水平	功能区楼面地价均值与所在级别的住宅基准地价的比值	0.09	2.16

数据来源:《西宁统计年鉴》(2008)、《西宁市土地利用现状图》(2008)、《西宁市土地级别边界与基准地价图》(2008)。

2.2 指标理想值确立

根据国家和地方制定的各种技术规范、结合国家、区域国民经济和社会发展规划等目标,依据西宁市土地利用规划、城市规划、行业政策等确定的技术指标,在充分调查的基础上,利用相关数据资料,初步制订各项评价指标理想值的参考范围,邀请了从事西宁市社会经济规划、管理工作的领导与学者组成的 11 位专家,通过 3 轮咨询,最终确定了西宁市居住功能区样本片区各项指标的理想值(表 1)。

2.3 指标标准化

为使数据间具有可比性,需采用标准化来处理原始数据,以消除单位和量纲,得到每项指标的评价分值。各指标标准值所对应的是建设用地达到集约利用满意要求时的指标水平,其对应的指标分值为 100%。指标有正指标、负指标和适度指标 3 类,3 者的处理方法各不相同^[8]:

正指标: $X_i = \frac{a_i}{A_i}$ (1)

负指标: $X_i = \frac{A_i}{a_i}$ (2)

适度指标: $X_i = \begin{cases} 1 & A_{i1} \leq a_i \leq A_{i2} \\ a_i/A_{i1} & a_i < A_{i1} \\ A_{i2}/a_i & a_i > A_{i2} \end{cases}$ (3)

式中: X_i ——第 i 项指标的评价得分值; a_i ——第 i 项指标的实际值; A_i ——第 i 项指标的理想值。

2.4 指标权重确定

权重依据评价指标对功能区建设用地节约集约利用的影响程度确定。采用特尔斐法,根据居住用地评价工作背景,在不相互协商的情况下,由 21 位熟悉西宁市经济社会发展和土地利用状况的专家,对各项指标的权重进行两轮打分,且第 2 轮的打分参考第 1 轮打分结果进行,并以第 2 轮打分为直接依据,最终确定西宁市居住功能区土地集约利用评价指标权重(表 1),得到的权重结果均通过了方差检验,符合评价标准。

指标权重值按式(4)计算:

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij}$$
 (4)

式中: W_i ——第 i 项指标的权重; E_{ij} ——专家 j 对于第 i 项指标的打分; n ——专家总数。

2.5 集约度计算

各样本片区土地利用集约度是将各指标分值乘以各自的权重,进行加和求得,样本片区土地利用集约度用式(5)计算^[6]。

$$\lambda = \sum_{i=1}^n (\beta_i \times F_i) \times 100$$
 (5)

式中: λ ——样本片区的土地利用集约度; β_i ——第 i 项指标权重, $0 \leq \beta_i \leq 1$, 所有指标的权重值和为 1; F_i ——对应的某项指标标准化值。

2.6 集约类型划分

城市土地依据利用状况分为低度利用土地、适度利用土地、集约利用土地、过度利用土地 4 种类型。低度利用的土地指征而不用或利用很不充分的土地,投入少,使用效率低,是挖潜改造的重点。适度利用土地指符合规划要求,利用较为充分的土地,属于合理利用的范畴,使用潜力较小,不属于挖潜改造的主要对象。集约利用的土地指规划布局合理,土地使用效率高的土地,这类土地已充分发挥用地潜力,是城市土地利用的方向。过度利用的土地指利用强度已超过环境容量和规划控制指标的土地,已产生较大的负面影响,未来需要进一步改造^[9-10]。

根据《规程》要求,按照过度利用类型 $\lambda \geq 100$ 、集约利用类型 $75 \leq \lambda < 100$ 、适度利用类型 $50 \leq \lambda < 75$ 、低度利用类型 $\lambda < 50$ 的原则,相应地将居住功能区样本片区的土地集约利用程度划分为过度利用、集约利用、适度利用和低度利用 4 个等级。

2.7 评价结果

依据上述评价方法,得出西宁市居住功能区样本片区土地集约利用评价结果。根据样本片区评价结果,对西宁市 9 个居住功能区的土地集约利用类型加以判定,得出居住功能区土地集约利用评价结果(见表 2 和图 3)。

表 2 西宁市居住功能区土地集约利用评价结果

功能区编号	样本片区编号	土地利用集约度	土地集约利用类型	土地面积/hm ²	土地集约利用类型
R001	R001- 01	39.72	低度利用	132.92	低度利用
	R001- 02	44.32	低度利用		
R002	R002- 01	19.07	低度利用	1271.93	低度利用
R003	R003- 01	62.12	适度利用	459.08	适度利用
	R003- 02	65.33	适度利用		
R004	R004- 01	59.90	适度利用	633.97	适度利用
	R004- 02	65.19	适度利用		
	R004- 03	74.57	适度利用		
	R004- 04	74.41	适度利用		
R005	R005- 01	61.38	适度利用	554.64	适度利用
	R005- 02	71.14	适度利用		
R006	R006- 01	69.27	适度利用	535.58	适度利用
	R006- 02	72.39	适度利用		
R007	R007- 01	48.60	低度利用	234.10	低度利用
	R007- 02	49.05	低度利用		
R008	R008- 01	77.51	集约利用	141.82	集约利用
	R008- 02	79.06	集约利用		
R009	R009- 01	61.17	适度利用	702.81	适度利用
	R009- 02	53.63	适度利用		

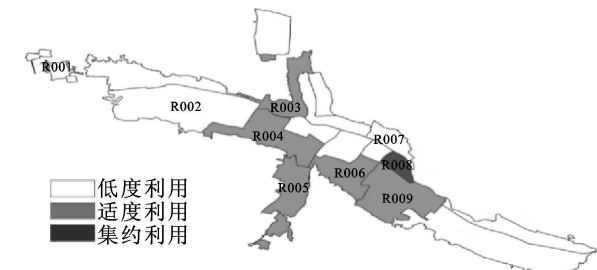


图 3 西宁市居住功能区土地集约利用类型分布

根据确定的居住功能区土地集约利用类型结果,得出西宁市居住用地集约利用评价结果(表 3)。

表 3 西宁市居住用地集约利用评价结果

项 目	集约利用	适度利用	低度利用	合计
数量	1	5	3	9
土地面积/hm ²	141.82	2886.08	1638.95	4666.85
比例/%	3.04	61.84	35.12	100

(1)从整体上看,西宁市居住用地集约利用水平较高,适度利用与集约利用土地占居住用地总量的 64.88%,土地利用较集约,城市内部居住用地只有少量低度利用土地可以进一步深度开发。尽管适度利用土地所占比重较高,但居住用地仍有一定的潜力可挖,尤其是中心城区边缘的居住区,如 R001、R002、R007,土地利用有待进一步提高。

(2)2007 年以来,西宁市新开发的居住小区主要分布在城西区的西部(海湖新区)、城中区的南部和北部以及城东区的南部,尤其是城中区和城西区较为集中,多为容积率高、规模大、配套设施齐全的综合性现代居住区,此类居住用地集约利用程度普遍较高。

(3)中心城区边缘的居住区过去多为工业相对集中区域或功能混杂区,配套设施缺乏,居住环境差,容积率低,土地开发潜力大,随着政府对该区域投入的增加,居住、交通条件和区位环境得到很大改善,属于土地开发利用潜力较大的区域。

3 集约利用潜力

3.1 规模潜力

西宁市居住功能区规模潜力包括低度利用土地、适度利用土地和集约利用土地的潜力。根据《规程》的要求,规模潜力需要测算出绝对规模潜力和相对规模潜力两种潜力类型。

(1) 绝对规模潜力

$$Q_c = Q \times \frac{R_c - F_c}{R_c} \tag{6}$$

式中: Q_c ——绝对规模潜力(hm²); Q ——功能区现状土地面积(hm²); R_c ——功能区规划或法规允许的容积率,按照相同用途,以规划标准中的容积率最高值、控制性详细规划指标或其他方法确定的合理值来确定; F_c ——功能区现状容积率,可以选用样本片区的数值或平均值作为代表。

(2) 相对规模潜力

$$q_c = \frac{Q_c}{Q} \times 100\% \tag{7}$$

式中: q_c ——相对规模潜力(%); Q_c ——绝对规模潜力(hm²); Q ——功能区现状土地面积(hm²)。

分别将居住功能区低度利用、适度利用和集约利

用区域的相关指标进行计算,得出西宁市居住功能区土地绝对规模潜力为 2 918. 65 hm², 相对规模潜力为 62. 54%(表 4)。

表 4 西宁市居住功能区规模潜力

功能区编号	绝对规模潜力/hm ²	相对规模潜力/%
R001	86. 60	65. 15
R002	1234. 52	97. 06
R003	268. 89	58. 57
R004	224. 00	35. 33
R005	247. 74	44. 67
R006	249. 94	46. 67
R007	164. 68	70. 34
R008	39. 34	27. 74
R009	402. 94	57. 33
合计	2918. 65	62. 54

3. 2 经济潜力

根据《规程》的技术约定,城市用地经济潜力应分别考虑 3 种情形:保留现有物业,利用空闲地进行挖潜的经济潜力;进行部分改造,部分拆除现有物业进行挖潜的经济潜力;进行整体改造,拆除现有物业进行挖潜的经济潜力。并且,经济潜力需要测算出经济潜力和单位经济潜力两种潜力类型。结合西宁市建设用地上集约利用评价的具体情况,居住用地的经济潜力需测算保留现有物业,利用空闲地进行挖潜以及进行部分改造,部分拆除现有物业进行挖潜两种潜力类型。

3. 2. 1 保留现有物业,利用空闲地进行挖潜

(1) 经济潜力

$$E_c = \sum_{i=1}^n [Q_i \times R_{ci} \times (J_{ci} - C_{ci})]$$
 (8)

式中: E_c ——保留现有物业,利用空闲地进行挖潜的经济潜力(万元); Q_i ——功能区内第 i 块空闲地的现状土地面积(hm²); R_{ci} ——功能区内第 i 块空闲地规划允许的容积率,以规划标准中的最高值、控制性详细规划指标或其他方法的合理值来确定; J_{ci} ——功能区内第 i 块空闲地新建物业单位建筑面积市场价格(元/m²); C_{ci} ——功能区内第 i 块空闲地新建物业单位建筑面积开发成本(元/m²); n ——空闲地个数。

(2) 单位经济潜力

$$e_c = \frac{E_c}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$
 (9)

式中: e_c ——保留现有物业,利用空闲地进行挖潜的单位经济潜力(元/m²); E_c ——保留现有物业,利用空闲地进行挖潜的经济潜力(万元); Q_i ——功能区内第 i 块空闲地的现状土地面积(hm²); n ——改造地个数。

利用公式,可得西宁市保留现有物业,利用空闲地进行挖潜的居住功能区城市土地经济潜力为 18 221. 20 万元,单位经济潜力 3 615. 32 元/m²(表 5)。

表 5 西宁市居住功能区保留现有物业,利用空闲地的经济潜力

功能区编号	土地面积/hm ²	空闲地面积/hm ²	经济潜力/万元	单位经济潜力/(元·m ⁻²)
R004	633. 97	1. 25	5155. 01	4124. 01
R005	554. 64	2. 00	6220. 80	3110. 40
R006	535. 58	1. 26	4701. 01	3730. 96
R008	141. 82	0. 53	2144. 38	4046. 00
合计	1866. 01	5. 04	18221. 20	3615. 32

3. 2. 2 进行部分改造,部分拆除现有物业进行挖潜

(1) 经济潜力

$$E_p = \sum_{i=1}^n [Q_i \times (R_{ai} \times J_{ai} - F_{ai} \times J_{xi} - R_{ai} \times C_{ai})]$$
 (10)

式中: E_p ——进行部分改造,部分拆除现有物业进行挖潜的经济潜力(万元); Q_i ——功能区内第 i 块改造地现状土地面积(hm²); R_{ai} ——功能区内第 i 块改造地规划允许的容积率; F_{ai} ——功能区内第 i 块改造地现状容积率; J_{ai} ——功能区内第 i 块改造地新建物业单位建筑面积市场价格(元/m²); J_{xi} ——功能区内第 i 块改造地现有物业单位建筑面积市场价格(元/m²); C_{ai} ——功能区内第 i 块改造地新建物业单位建筑面积开发成本(元/m²); n ——改造地个数。

(2) 单位经济潜力

$$e_p = \frac{E_p}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$
 (11)

式中: e_p ——进行部分改造,部分拆除现有物业进行挖潜的单位经济潜力(元/m²); E_p ——进行部分改造,部分拆除现有物业进行挖潜的经济潜力(万元); Q_i ——功能区内第 i 块改造地现状土地面积(hm²); n ——改造地个数。

利用公式计算可得西宁市进行部分改造,部分拆除现有物业进行挖潜的居住功能区城市土地经济潜力为 53 295. 38 万元,单位经济潜力 806. 65 元/m²。

表 6 西宁市居住功能区进行部分改造、

部分拆除现有物业的经济潜力

功能区编号	土地面积/hm ²	部分改造面积/hm ²	经济潜力/万元	单位经济潜力/(元·m ⁻²)
R004	633. 97	22. 83	24688. 36	1081. 40
R005	554. 64	5. 52	2975. 39	539. 02
R006	535. 58	15. 63	5695. 57	364. 40
R008	141. 82	6. 03	4731. 38	784. 64
R009	702. 81	16. 06	15204. 68	946. 74
合计	2568. 82	66. 07	53295. 38	806. 65

4 结 论

本研究涉及西宁市居住功能区土地面积 4 666. 85 hm², 评价范围基本包括西宁市中心城区具备一定规模的居住功能区用地区域。从功能区评价来看,西

市居住用地集约利用处于适度利用水平, 集约利用类型土地占 3.04%, 适度利用类型土地占 61.84%, 低度利用类型土地占 35.12%。西宁市居住用地集约利用潜力较大, 绝对规模潜力为 2 918.65 hm², 相对规模潜力为 62.54%; 保留现有物业, 利用空闲地进行挖潜的经济潜力为 18 221.20 万元, 单位经济潜力为 3 615.32 元/m²; 进行部分改造, 部分拆除现有物业进行挖潜的经济潜力为 53 295.38 万元, 单位经济潜力为 806.65 元/m²。

为进一步提高西宁市居住用地集约利用程度, 一要科学制定规划, 提高居住用地容积率, 提高土地利用效率; 二要加强用地管理, 严格控制土地供应量, 规范土地供应管理; 要强化市场机制, 有效配置土地, 促进居住用地节约利用。

参考文献:

[1] 邵晓梅, 刘庆, 张衍毓. 土地集约利用的研究进展及展望

[J]. 地理科学进展, 2006, 25(2): 85-95.

- [2] 谢敏, 郝晋珉, 丁忠义, 等. 城市土地集约利用内涵及其评价指标体系研究[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(5): 117-120.
- [3] 陈莹, 刘康, 郑伟元, 等. 城市土地集约利用潜力评价的应用研究[J]. 中国土地科学, 2002, 16(4): 26-29.
- [4] 曹银贵, 郑新奇, 胡业翠. 区域建设用地集约利用评价研究: 以济南市为例[J]. 经济地理, 2010, 30(6): 1016-1020.
- [5] 甄江红, 成舜, 郭永昌, 等. 包头市工业用地土地集约利用潜力评价初步研究[J]. 经济地理, 2004, 24(2): 250-253.
- [6] TD/T 1018-2008, 建设用地节约集约利用评价规程[S].
- [7] 林坚, 陈祁辉, 晋璟瑶. 土地应该怎么用: 城市土地集约利用的内涵与指标评价[J]. 中国土地, 2004(11): 4-7.
- [8] 王绍艳, 陈银蓉, 佟香宁. 武汉市城市土地集约利用评价研究初探[J]. 国土资源科技管理, 2007, 24(1): 12-17.
- [9] 马刚, 李海宇, 徐逸伦. 城市土地潜力分析: 以南京市为例[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(3): 56-59.
- [10] 张清军, 曹秀玲, 鲁俊娜. 河北省农村居民点用地集约利用评价[J]. 农业工程学报, 2010, 26(7): 321-317.

(上接第 100 页)

- [6] 周广胜, 张新时. 全球气候变化的中国自然植被的净第一性生产力研究[J]. 植物生态学报, 1996, 20(1): 11-19.
- [7] Lieth H, Box E. The gross primary production pattern of the land vegetation: A first attempt[J]. Tropical Ecology, 1977, 18: 109-115.
- [8] Ito A, Oikawa T. A simulation model of the carbon cycle in land ecosystems (Sim-CYCLE): A description based on dry matter production theory and plot-scale validation[J]. Ecological Modeling, 2002, 151: 143-176.
- [9] McGuire A D, Melillo J M, Kicklighter D W, et al. Equilibrium responses of soil carbon to climate change-empirical and process-based estimates[J]. Journal of Biogeography, 1995, 22(4/5): 785-796.
- [10] Parton W J, Scurlock J M O, Ojima D S, et al. Observations and modeling of biomass and soil organic matter dynamics for the grassland biome worldwide[J]. Global Biogeochemical Cycles, 1993, 7: 785-890.
- [11] Running S W, Coughlan J C. A general model of forest ecosystem process for regional applications, hydrologic balance, canopy gas exchange and primary production process[J]. Ecological Modeling, 1988, 42: 125-154.
- [12] 孙睿, 朱启疆. 中国陆地植被第一性生产力及季节变化研究[J]. 地理学报, 2000, 50(1): 36-45.

- [13] 肖乾广, 陈维英, 盛永伟, 等. 用 NOAA 气象卫星的 AVHRR 遥感资料估算中国的净第一性生产力[J]. 植物学报, 1996, 38(1): 35-39.
- [14] Jiang H, Apps M J, Zhang Y, et al. Modeling the spatial pattern of net primary productivity in Chinese forests[J]. Ecological Modeling, 1999, 122: 275-288.
- [15] Piao Shilong, Fang Jinyun, Guo Qinghua. Application of CASA model to the estimation of Chinese terrestrial net primary productivity[J]. Acta Phytocological Sinica, 2001, 25(5): 603-608.
- [16] 张峰, 周广胜, 王玉辉. 基于 CASA 模型的内蒙古典型草原植被净初级生产力动态模拟[J]. 植物生态学报, 2008, 32(4): 786-797.
- [17] 国志兴, 王宗明, 张柏, 等. 2000-2006 年东北地区植被 NPP 的时空特征及影响因素分析[J]. 资源科学, 2008, 30(8): 1226-1235.
- [18] Field C B, Randerson J T, Malmstrom C M. Global Net Primary Production: Combining Ecology and Remote Sensing[J]. Remote Sensing of Environment, 1995, 51: 74-8.
- [19] Thornthwaite C. W. An approach toward a rational classification of climate[J]. Geographical Review, 1948, 38: 55-94.