

# 榆林市小城镇空闲土地破碎度特征解析

吴左宾<sup>1,2</sup>, 蒋蕾莉<sup>1</sup>

(1. 西安建大城市规划设计研究院, 陕西 西安 710055; 2. 西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:** 土地利用破碎化是小城镇处于快速发展时期的典型特征之一。本文以榆林市 152 个小城镇为对象, 借助 ArcGIS 地理信息系统平台, 定量测度分析榆林市小城镇现状空闲土地的破碎化程度, 并探讨了小城镇空闲土地破碎度与自然地貌环境、城镇可达性、城镇人口规模和城镇职能之间的关联性特征。结果表明: 第一, 榆林市小城镇空闲土地破碎化程度受地貌环境影响作用显著, 且在破碎度数值上与自然地貌环境呈现高度耦合; 第二, 榆林市小城镇空闲土地破碎度与城镇可达性呈现正相关性, 随着可达性时空距离的增加, 小城镇空闲土地破碎度数值明显递增; 第三, 榆林市小城镇空闲土地破碎度与城镇人口规模呈负相关关系, 人口规模大于 2 万的城镇空闲土地破碎度数值明显低于人口规模小于 2 万的城镇空闲土地破碎度数值; 第四, 榆林小城镇空闲土地破碎度受城镇职能影响显著, 发展动力较为强劲的综合型和工矿型小城镇空闲土地破碎度情况明显低于因发展动力不足的农牧集散服务型、交通商贸型和旅游服务型城镇的空闲土地破碎度数值。在上述研究基础上, 提出了榆林市小城镇空闲土地优化的建议。

**关键词:** 榆林市小城镇; 空闲土地; 破碎度; 关联性; 特征

中图分类号: TU981

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2018)04-0543-06

## Study on the characteristics of idle land fragmentation in small towns of Yulin Municipality

WU Zuobin<sup>1,2</sup>, JIANG Leili<sup>1</sup>

(1. Xi'an Jianda Institute of Urban Planning and Design, Xi'an 710055, China;

2. School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

**Abstract:** Land-use fragmentation is one of the typical characteristics of small towns in the period of rapid economic development. Based on the 152 small towns of Yulin City, this paper uses ArcGIS tool to quantitatively analyze the idle land in the small towns of Yulin city. Furthermore, this paper discusses the correlation characteristic between the fragmentation degree of small towns and nature environment, city accessibility, urban population scale and urban function. Firstly, the fragmentation degree of idle land in Yulin's small towns is affected by the geomorphic environment and it is highly coupled with the natural geomorphic environment on the broken numericals. Secondly, a positive correlation is shown between idle land fragmentation degree and city accessibility in small towns of Yulin City. With the decrease of accessibility, the number of idle land fragmentation value shows a clear increasing trend. Thirdly, there is a negative correlation between idle land fragmentation degree and urban population scale. The number of idle land in a population than 20 000 is significantly lower than that of the urban land with less than 20 000 population. Fourthly, the fragility of idle land in small towns of Yulin City is significantly affected by the function of the towns. The number of idle land fragmentation value is obviously lower in the small towns with relative strong development power, like comprehensive towns and mining towns, than those towns lack of development power, like agriculture and animal husbandry and distributing type service, transportation, commerce and tourism towns. Based on the study, optimization recommendations of the idle land in small towns of Yulin City are proposed.

**Key words:** small towns of Yulin City; the idle land; landscape fragmentation; relationship; characteristics

土地利用是在某一区域内, 各种土地利用类型在质和量上的对比关系, 以及它们组合而成的一定格局或图示<sup>[1]</sup>。从景观生态学的角度来看, 景观破碎化则指景观由单一、均质和连续的整体趋

向于复杂、异质和不连续的斑块镶嵌体的过程<sup>[2]</sup>。不同的土地利用类型共同组成了土地利用的景观格局。近二十多年来, 人为的土地破碎化对自然与城市生态系统造成了显著影响, 被视为最迫切

的规划挑战之一。当前我国破碎化研究集中于土地利用、紧凑节地发展、各类景观和生境破碎评价、影响破碎化的驱动机制、大尺度的自然环境或栖息地破碎化等研究视角<sup>[3-8]</sup>。在既有文献中,关于土地利用破碎化的研究多为同一研究对象在不同时间维度破碎化的演替,或是城乡用地破碎化<sup>[9]</sup>、耕地破碎化<sup>[10]</sup>、森林破碎化<sup>[11]</sup>等方面的研究,建设用地的破碎化分析则涉及较少。因此,通过城镇建设用地内空闲土地破碎化的研究以评估建设用地是否具有适宜的集聚规模,是引导城镇用地布局结构集约高效的路径。

自西部大开发和陕北能源化工基地建立以来,榆林凭借丰富的煤、气、盐等矿产资源,迅速崛起为新型的能源城市,极大地推动了其社会经济的发展 and 城镇建设的扩张。在城镇化进程加快的同时,榆林市城镇空间增长也呈现出盲目追求向外扩张而忽视城镇内部土地的集约利用的态势,因而导致城镇逐步面临土地资源利用不合理、建成区内空闲土地增多等诸多问题。基于此背景之下,本文以榆林市小城镇为研究对象,对城镇空闲土地应用景观生态学原理进行破碎化分析,从

而深入剖析其城镇空闲土地破碎度特征,并探讨城镇空闲土地破碎度与自然地貌环境、可达性、人口规模和职能之间的关联性,以此解析榆林小城镇空闲土地破碎化的特征和影响因素,为土地集约利用决策提供科学依据,从而促进榆林小城镇可持续发展提供实践研究基础。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区域

榆林市地处陕西省最北部,位于陕北黄土高原和毛乌素沙漠交界之处,是黄土高原与内蒙古高原的过渡区,系陕甘宁蒙晋五省区接壤的中心地带,总面积 43 578 km<sup>2</sup>, 约占陕西省国土面积的 21%, 居陕西省 10 个地级市之首, 总人口 340.11 万人。境内有大小 53 条季节性和常年性河流汇入黄河, 均较短小, 且支流较多, 形成了千沟万壑、河谷纵横的地表形态。截止 2016 年 6 月, 根据最新的陕西省调整乡镇行政区划, 榆林市辖榆阳区、横山区和清涧县、米脂县、绥德县、吴堡县、子洲县、佳县、府谷县、神木县、靖边县、定边县共 2 区 10 县, 辖 152 个小城镇(图 1)。



图 1 榆林市小城镇空间分布图

Fig. 1 Spatial distribution of small towns in Yulin City

1.2 基础数据

本文所研究的空闲土地指城镇建设用地边界以内无开发计划且未加以利用的用地。基础数据来自于 2015 年 7 月精度为 0.298 m 的航空影像, 与此同时, 参照相关地形图并结合 2016 年 3 月和 2016 年 12 月进行榆林市小城镇建设用地调查后绘制的用地现状图综合提取小城镇空闲土地数据。

1.3 研究方法

常用的土地利用破碎度测度指标有斑块密度、平均地块大小、边界密度、形状指数、破碎化指数、分维数等, 且同一指标常常有着不同的计算方法<sup>[12]</sup>。而最严格意义上的空闲土地破碎度与破碎地块的组成相关联, 其破碎特征包括破碎地块数量和破碎地块大小, 多采用斑块密度指数进行测度, 即单位面积内斑块数量<sup>[13]</sup>。本文基于同一时间维度, 以榆林 152 个小城镇为研究对象, 采用斑块密度指数衡量城镇空闲土地的破碎化程度, 为空闲土地的斑块数量与斑块总面积之比:

斑块密度指数 =  $N/A$

其中:  $N$  表示空闲土地破碎地块数量;  $A$  表示破碎地块总面积。比值越大, 表示城镇土地被其它地类边界割裂的程度越高, 空闲土地的破碎化程度越高。

2 计量结果

通过斑块密度指数测算得出榆林 152 个小城镇空闲土地破碎度情况(表 1)。数据显示榆林 152 个小城镇内有空闲地块共 676 个, 总面积约 994.96  $\text{hm}^2$ , 空闲土地破碎度平均值为 0.68 个/ $\text{hm}^2$ , 破碎度值最高的两个城镇分别为米脂县杜家石沟镇(9.91 个/ $\text{hm}^2$ )和佳县刘国具镇(9.14 个/ $\text{hm}^2$ )。在空闲土地破碎度数值的空间分布上(图 2), 2 个区县城镇空闲土地破碎度数值高于 2 个/ $\text{hm}^2$ , 3 个区县城镇空闲土地破碎度数值在 1~2 个/ $\text{hm}^2$  之间, 7 个

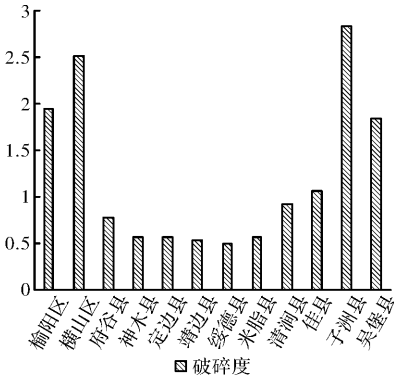


图 2 榆林市 12 个区县空闲土地破碎度

Fig. 2 Idle land fragmentation of the twelve small towns of Yulin City

区县城镇空闲土地破碎度数值小于 1 个/ $\text{hm}^2$ , 其中子洲县城镇空闲土地破碎度数值最高, 为 2.84 个/ $\text{hm}^2$ , 是最低数值绥德县城镇空闲土地破碎度(0.47 个/ $\text{hm}^2$ )的 6.04 倍。

表 1 榆林市小城镇空闲土地破碎度计量结果

Tab. 1 Results of the calculation of the fragmentation of idle land in small towns of Yulin City

县城	城镇数量/个	个数/个	面积/ $\text{hm}^2$	破碎度/个· $\text{hm}^{-2}$
榆阳区	14	81	41.99	1.93
横山区	13	32	12.71	2.52
府谷县	14	30	39.17	0.77
神木县	15	80	167.08	0.54
定边县	15	185	343.58	0.54
靖边县	17	141	271.65	0.52
绥德县	15	29	61.33	0.47
米脂县	9	8	14.26	0.56
清涧县	9	13	14.11	0.92
佳县	13	30	28.32	1.06
子洲县	12	29	10.22	2.84
吴堡县	6	18	9.71	1.85
合计	152	676	994.96	0.68

3 空闲土地破碎度的关联特征分析

3.1 与地貌环境的关联性分析

榆林市地貌环境类型丰富(图 3), 以长城为分界, 南部为黄土丘陵沟壑区, 城镇多沿川道纵向发展, 位于该地貌类型区域的城镇有 92 个, 破碎地块共 251 个, 面积约为 305.37  $\text{hm}^2$ , 破碎化程度最高; 北部为毛乌素沙漠南缘风沙草滩区, 地

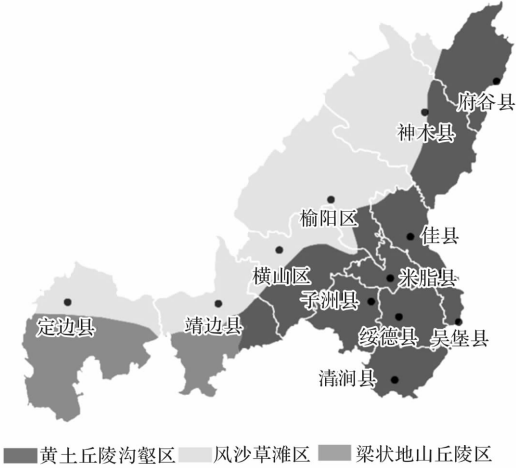


图 3 榆林市地貌类型区划图

Fig. 3 Landform type zoning map of Yulin City

势开阔平坦,城镇多呈现蔓延式、跨越式发展,位于该地貌类型区域的城镇有43个,破碎地块共347个,面积约为 $592.30\text{ hm}^2$ ,破碎化程度最低;西南部是白于山区一带的梁状低山丘陵区,地势高亢,梁涧交错,位于此地貌类型区域的城镇有17个,破碎地块共78个,面积约为 $97.29\text{ hm}^2$ ,破碎化程度居中(表2)。

表2 榆林市小城镇空闲土地破碎度与地貌环境  
关联性一览表

Tab. 2 List of the idle land fragmentation and natural environment in small towns of Yulin city

地貌环境	城镇数量/个	个数/个	面积/ $\text{hm}^2$	破碎度/个 $\cdot\text{hm}^{-2}$
风沙草滩区	43	347	592.30	0.59
黄土丘陵沟壑区	92	251	305.37	0.82
梁状低山丘陵区	17	78	97.29	0.80
总计	152	676	994.96	0.68

由此可以看出,榆林小城镇空闲土地破碎度受地貌环境影响显著.其中,位于黄土丘陵沟壑区的城镇数量最多,占榆林城镇数量的60.53%,但是空闲土地地块仅占总数量的37.13%,且空闲土地地块平均面积最小,破碎化程度最高.究其原因,主要由于地形地貌条件约束导致可供开发的建设用地相对有限,土地资源相对稀缺,分布较为零散且单宗地块规模较小,导致可建设用地的开发比例则相对较高,而空闲土地的地块数量少且面积偏小.位于风沙草滩区的城镇数量较多,但空闲土地地块数量最多,地块平均面积最大,破碎化程度最低.概因该区域经济基础相对较好,在快速城镇化进程中城镇扩张速度较快,加之区域用地条件较为开阔平坦,可供开发的建设用地较多,在建设中未利用土地的地块数量也相应较多,且单宗地块面积也较大.而处于西南梁状低山丘陵区的城镇数量最少,空闲地块数量和总面积也最小,破碎化程度介于前两者之间。

### 3.2 与城镇可达性的关联性分析

榆林依托完整的公路、铁路运输网络,成为承东启西,连接南北的综合交通枢纽.城镇交通网络的建设使得城市之间“通行距离”和“通行时间”缩短,区域空间沿交通线路出现各个方向不均匀的“时空压缩”<sup>[14]</sup>.因此,交通时空压缩改变了原有城镇的区位条件,是影响区域和城镇发展的重要因素.可达性正是反映某一城镇与区域其他城镇之间发生空间相互作用的难易程度,并可量化体现城镇与区域之间的时空距离.本文借助百

度地图提供的导航功能获取城镇群内任意两城镇之间的距离数据,以152个小城镇作为出发地,12个区县人民政府所在位置作为目的地,选择驾车最短时间模式来获取起点终点间的最佳路径,并提取通行距离和通行时间,分析城镇与县级经济中心之间的时空距离.经测算,152个小城镇到邻近区县级经济中心最短旅行时间的最大值为157 min.依据可达性将小城镇划分为4个等级:小于20 min,21~60 min,61~120 min,大于120 min,各等级内小城镇数量分别为9、76、51、6,其中,可达性在60 min以内的小城镇最多,占总数的55.92%。

通过小城镇可达性与空闲土地破碎度的关联分析可以看出,距离区县级经济中心20 min以内的城镇有9个,城镇空闲土地破碎度最低,仅为 $0.46\text{ 个}/\text{hm}^2$ ;处于区县级经济中心可达性21~60 min内的城镇有76个,破碎度值有所上升,为 $0.87\text{ 个}/\text{hm}^2$ ;可达性61~120 min的城镇有51个,破碎度值为 $1.81\text{ 个}/\text{hm}^2$ ,是距离区县级经济中心20 min以内城镇空闲土地破碎度的3.93倍;可达性大于120 min的城镇有6个,破碎地块的地块数量最少,破碎度值最大,为 $2.53\text{ 个}/\text{hm}^2$ ,是距离区县级经济中心20 min以内城镇土地破碎度的5.50倍(表3)。

表3 榆林市小城镇空闲土地破碎度与城镇可达性  
关联性一览表

Tab. 3 List of the idle land fragmentation and urban reachability in small towns of Yulin City

可达性等级	城镇数量/个	个数/个	面积/ $\text{hm}^2$	破碎度/个 $\cdot\text{hm}^{-2}$
<20 min	9	32	70.20	0.46
21~60 min	76	211	242.28	0.87
61~120 min	51	120	66.22	1.81
>120 min	6	10	39.60	2.53

综上,城镇空闲土地破碎度与城镇可达性呈正相关性,即越靠近区县级经济中心的小城镇,受城区或县城的辐射带动能力越强,小城镇空闲土地破碎度数值越低;距离区县级经济中心越远的小城镇,其空间建设相对落后,空闲土地破碎化程度将成倍数增高。

### 3.3 与城镇人口规模的关联性分析

依据2016年榆林市村镇统计年报,将榆林152个小城镇按现状常住人口规模划分为五个等级(表4),一级为人口规模>10万人的城镇,仅有定边县城关镇和绥德县城关镇2个城镇,人口规模分

别为 11.1 万和 11.2 万人, 该等级规模的小城镇空闲土地破碎度数值最低, 为 0.39 个/hm<sup>2</sup>; 二级为人口规模为 5~10 万人的城镇, 包括靖边县东坑镇、神木县大柳塔镇、神木县锦界镇、府谷县府谷镇和米脂县银州镇 5 个城镇, 城镇空闲土地破碎度数值较一级略有提高, 为 0.53 个/hm<sup>2</sup>; 三级为人口规模为 2~5 万人的城镇, 共计 64 个城镇, 城镇空闲土地破碎度数值为 0.69 个/hm<sup>2</sup>, 与榆林市小城镇空闲土地破碎度平均值基本相当; 四级为人口规模 1~2 万人的城镇, 共计 70 个城镇, 城镇空闲土地破碎度数值突增为 1.78 个/hm<sup>2</sup>, 是平均值的 2.58 倍; 五级为人口规模小于 1 万的城镇, 包括靖边县黄蒿涧镇、定边县新安边镇、靖边县宁条梁镇等共计 11 个城镇, 该等级规模的小城镇空闲土地破碎度值最高, 为 1.92 个/hm<sup>2</sup>.

表 4 榆林市小城镇空闲土地破碎度与人口规模  
关联性一览表

Tab. 4 List of the idle land fragmentation and urban population scale in small towns of Yulin City				
城镇 等级	城镇数 量/个	个数 /个	面积 /hm <sup>2</sup>	破碎度 /个·hm <sup>-2</sup>
一级	2	114	288.92	0.39
二级	5	60	112.68	0.53
三级	64	355	511.53	0.69
四级	70	131	73.48	1.78
五级	11	16	8.35	1.92
总计	152	676	994.96	0.68

由以上分析可以得出, 榆林小城镇规模效应特征明显, 其空闲土地破碎度与城镇人口规模呈负相关关系. 即小城镇人口规模越大, 城镇空闲土地破碎程度越低, 反之亦然. 其中人口规模小于 2 万的小城镇, 其空闲土地破碎度数值成倍数增加, 这也反映该等级规模的小城镇发展多数相对滞后, 缺乏城镇发展动力, 导致空闲土地破碎化程度严重.

3.4 与城镇职能的关联性分析

城镇职能是指其在一定区域内政治、经济、文化中的地位和作用, 直接影响到城镇规模和用地构成. 因此, 不同职能、不同规模的城镇形态一般有较大的差异<sup>[15]</sup>. 依据现状主导产业类型, 将榆林市小城镇按职能划分为综合型、工矿型、交通商贸型、旅游服务型、农牧集散服务型五种类型(表 5). 其中, 综合型城镇为神木县神木镇、

府谷县府谷镇等 10 个城镇, 空闲土地破碎度数值最低, 为 0.46 个/hm<sup>2</sup>. 工矿型城镇包括神木县大柳塔镇、神木县锦界镇、神木县店塔镇、榆阳区鱼河镇和榆阳区金鸡滩镇 5 个城镇, 空闲土地破碎度数值为 0.47 个/hm<sup>2</sup>. 旅游服务型城镇包括米脂县杨家沟镇、横山区波罗镇、榆阳区巴拉素镇、神木县尔林兔镇、神木县贺家川镇和靖边县青阳岔镇 6 个城镇, 空闲土地破碎度数值为 1.27 个/hm<sup>2</sup>. 交通商贸型城镇为榆阳区镇川镇 1 个城镇, 空闲土地破碎度数值为 1.19 个/hm<sup>2</sup>; 其余 130 个小城镇均为农牧集散服务型城镇, 空闲土地破碎度数值最高, 为 1.38 个/hm<sup>2</sup>.

表 5 榆林市小城镇空闲土地破碎度与城镇职能  
关联性一览表

Tab. 5 List of the idle land fragmentation and urban function in small towns of Yulin City				
城镇 类型	城镇数 量/个	个数 /个	面积 /hm <sup>2</sup>	破碎度 /个·hm <sup>-2</sup>
综合型	10	305	656.78	0.46
农牧集散服务型	130	295	214.22	1.38
交通商贸型	1	19	15.93	1.19
工矿型	5	47	100.14	0.47
旅游服务型	6	10	7.88	1.27
总计	152	676	994.96	0.68

综上分析可以看出, 小城镇空闲土地破碎度与城镇职能类型有较强的关联性, 呈现出明显的两极分化态势. 其中综合型小城镇作为区域级的经济中心社会经济发展较好, 工矿型小城镇依托矿产资源形成支柱型产业, 这两种类型小城镇数量少, 仅占榆林市小城镇数量的 9.87%, 但多具有良好的经济发展动力, 空间建设较好, 其空闲土地破碎度数值则较低. 农牧集散服务型、交通商贸型和旅游服务型小城镇数量众多, 占到榆林市小城镇总数量的 90% 以上, 产业化水平较低, 缺乏社会经济发展动力, 城镇空间建设相对落后, 其空闲土地破碎度数值较高.

4 结语

榆林市小城镇空闲土地破碎度与地貌环境、城镇职能有显著关系: 黄土丘陵沟壑区内的小城镇空闲土地破碎度最高, 风沙草滩区内的小城镇空闲土地破碎度最低; 综合型和工矿型小城镇空闲土地破碎度远低于农牧集散服务型、交通商贸

型和旅游服务型小城镇。榆林市小城镇空闲土地破碎度与城镇可达性存在正相关性:越靠近区县级经济中心的小城镇空闲土地破碎度越低,越远离区县级经济中心的小城镇空闲土地破碎度越高。榆林市小城镇空闲土地破碎度与城镇人口规模呈负相关关系:城镇人口规模越大,城镇空闲土地破碎度越低,城镇人口规模越小,城镇空闲土地破碎度越高,尤其对于人口规模小于2万的小城镇,其空闲土地破碎化程度愈加严重。

榆林市小城镇空闲土地优化建议:因地制宜制定合理的空闲土地利用盘活策略,对于因黄土丘陵沟壑区地形地貌条件约束的榆林市小城镇应合理控制建设规模,梳理现状空闲土地资源,加强空闲土地高效利用,以引导城镇空间持续发展。应进一步依托新型城镇化战略背景,寻求榆林市小城镇产业发展新思路,明确支柱产业,优化产业结构,延伸产业链条,增强发展动力。与此同时应改善远离区县经济中心的小城镇的对外交通条件,着重提高其交通可达性,并加快基础设施和公共服务设施建设,适度引导人口向小城镇集聚,以实现榆林市小城镇持续健康发展。

## 参考文献 References

- [1] 倪绍祥. 我国国土资源利用与保护[M]. 南京:江苏教育出版社,1999:162.  
NI Shaoxiang. Utilization and protection of land and resources in China [M]. Nanjing: Jiangsu Education Press, 1999:162.
- [2] 王宪礼,布仁仓,胡远满,等. 辽河三角洲湿地的景观破碎化分析[J]. 应用生态学报,1996(3):299-304.  
WANG Xianli, BU Rencang, HU Yuanman, et al. Analysis on landscape fragment of liaohu delta wetlands [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1996(3): 299-304.
- [3] 于汉学,周若祁,刘临安. 黄土高原沟壑区小流域人居环境规划的生态学途径:以陕北枣子沟小流域为例[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版),2005,37(2):189-209.  
YU Hanxue, ZHOU Ruoqi, LIU Linan. Ecological approach to human settlement planning in small watershed gully areas on the loess plateau: with the example of zaozigou small watershed in north shaanxi [J]. J. of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2005,37(2):189-209.
- [4] 陈利顶,傅伯杰,王军. 黄土丘陵区典型小流域土地利用变化研究:以陕西延安地区大南沟流域为例[J]. 地理科学,2001(1):46-51.  
CHEN Liding, FU Bojie, WANG Jun. Study on land use change in a small typical catchment in loess hilly area: a case study in danangou catchment yanan, shaanxi province [J]. Scientia Geographica Sinica, 2001(1):46-51.
- [5] 吴左宾,黄嘉颖. 城乡空间统筹的紧凑节地发展战略思考:以关中赤水河流域为例[J]. 城市规划,2009(3):83-86.  
WU Zuobin, HUANG Jiaying. Compact and efficient land use strategy in urban-rural spatial integration: a case study of chishihe valley in guangzhou area of shanxi province[J]. City Planning Review, 2009(03): 83-86.
- [6] 武正军,李义明. 生境破碎化对动物种群存活的影响[J]. 生态学报,2003(11):2424-2435.  
WU Zhengjun, LI Yiming. Effects of habitat fragmentation on survival of animal populations [J]. Acta Ecologica Sinica, 2003(11):2424-2435.
- [7] 曾辉,孔宁宁,李书娟. 基于边界特征的山地森林景观破碎化研究[J]. 生态学报,2002(11):1803-1810.  
ZENG Hui, KONG Ningning, LI Shujuan. A fragmentation study of mountain forest landscape based on boundary characteristics [J]. Acta Ecologica Sinica, 2002(11):1803-1810.
- [8] 邓文洪,赵匠,高玮. 破碎化次生林斑块面积及栖息地质量对繁殖鸟类群落结构的影响[J]. 生态学报,2006(6):1087-1094.  
DENG Wenhong, ZHAO Jiang, GAO Wei. Effects of patch size and habitat quality on bird communities in fragmented secondary-forests[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006(6):1087-1094.
- [9] 邱海军,曹明明. 黄龙县土地利用景观格局及其破碎化分析[J]. 西北大学学报(自然科学版),2011(6):1102-1106.  
QIU Haijun, CAO Mingming. GIS-based analyses of landscape pattern and landscape fragmentation of huan-glong county [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2011(6):1102-1106.
- [10] 周静,吴志峰,李定强,等. 珠江口两岸耕地景观破碎化定量分析[J]. 热带地理,2005(2):107-110,122.  
ZHOU Jing, WU Zhifeng, LI Dingqiang, et al. A quantitative analysis on the fragmentation of cultivated land on the two sides of the zhujiang estuary [J]. Tropical Geography, 2005(2):107-110,122.

- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Hot environments—Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index; GB/T17244-1998[S]. Beijing: Standards Press of China 1998.
- [8] 唐鸣放, 张恒坤, 赵万民. 户外公共空间遮阳分析[J]. 重庆大学学报, 2008, 30(3): 5-8.  
TANG Mingfang, ZHANG Hengkun, ZHAO Wanmin. Analysis of Sun-shading for the external public space[J]. Journal of Chongqing Jianzhu University, 2008, 30(3): 5-8.
- [9] EDWARD Ng, CHEN Liang, WANG Yingna. A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong[J]. Building and Environment, 2012, 47(4): 256-271.
- [10] HASHEM Akbari, HAIDER Taha. The impact of trees and white surfaces on residential heating and cooling energy use in four Canadian cities[J]. Energy, 1992, 17(2): 141-149.
- [11] ZHENG Senlin, ZHAO Lihua, LI Qiong. Numerical simulation of the impact of different vegetation species on the outdoor thermal environment[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2016, 18(1): 138-150.
- [12] YANG Feng, STEPHEN S. Y. Lau, QIAN Feng. Urban design to lower summertime outdoor temperatures: An empirical study on high-rise housing in Shanghai[J]. Building and Environment, 2011, 46(3): 769-785.
- [13] 包志毅, 罗慧君. 城市街道绿化树种结构量化研究方法[J]. 林业科学, 2004, 40(4): 166-170.  
BAO Zhiyi, LUO Huijun. The research method of quantifying the structure of urban street tree populations[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2004, 40(4): 166-170.
- [14] 王翠萍, 陈洋, 钟珂, 等. 城市街道空气质量与道路绿化形式的关系[J]. 城市环境与城市生态, 2003, 16(6): 7-9.  
WANG Cuiping, CHEN Yang, ZHONG Ke, et al. Relationship between road planting patterns and urban air quality in streets[J]. Urban Environment & Urban Ecology, 2003, 16(6): 7-9.
- [15] 林青. 试论城市街道绿化形式的发展[J]. 海南大学学报(自然科学版), 1999, 17(3): 274-277.  
LI Qing. Trial discussion on the development of landscape form in city street[J]. Journal of Hainan University(Natural Science), 1999, 17(3): 274-277.

(编辑 桂智刚)

(上接第548页)

- [11] 方晰, 唐代生, 杨乐, 等. 湖南省林科院试验林场森林植被景观格局及破碎化分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2008(4): 107-112.  
FANG Xi, TANG Daisheng, YANG Le, et al. Landscape pattern of the experimental forest farm run by hunan forestry academy and its fragmentation analysis[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2008(4): 107-112.
- [12] 林炳耀. 城市空间形态的计量方法及其评价[J]. 城市规划汇刊, 1998(3): 42-46.  
LIN Bingyao. The measurement method and evaluation of urban spatial [J]. Urban Planning Forum, 1998(3): 42-46.
- [13] 苏伟忠, 杨桂山, 甄峰. 生态用地破碎度及演化机制: 以长江三角洲为例[J]. 城市问题, 2007(9): 7-11, 19.  
SU Weizhong, YANG Guishan, ZHEN Feng. Ecological land fragmentation and its evolution mechanism: a case study of yangtze river delta area[J]. Urban Problems, 2007(9): 7-11, 19.
- [14] 周凯, 钱芳芳, 邹宇. 湖南省城镇空间时空压缩特征及其可视化表达: 基于时空图分析模型[J]. 地理科学进展, 2014(12): 1166-1175.  
ZHOU Kai, QIAN Fangfang, ZOU Yu. Visualizing time-space compression of urban system in hunan province: a time-space mapping model[J]. Progress in Geography, 2014(12): 1166-1175.
- [15] 郑莘, 林琳. 1990年以来国内城市形态研究述评[J]. 城市规划, 2002(7): 59-64, 92.  
ZHENG Shen, LIN Lin. A review of studies on the urban morphology since 1990's [J]. City Planning Review, 2002(7): 59-64, 92.

(编辑 桂智刚)