

基于RS的城市居住用地集约利用评价及驱动力分析

——以大庆市龙凤区为例

明开宇^① 雷国平^① 张 慧^① 刘宗超^② 代 庆^①

(^①东北农业大学资源与环境学院, 黑龙江 150030;

^②廊坊市博泰不动产咨询评估有限公司, 河北 065000)

摘 要：以大庆市龙凤区居住用地为研究区域，以遥感数据为主要数据源，构建了龙凤区居住用地集约利用评价指标体系，运用基于灰色关联度的多因素综合评价法定量分析了2010年龙凤区居住用地集约利用水平及空间差异特征，并在此基础上采用主成分分析法，进行了驱动力分析。研究表明：龙凤区居住用地集约利用水平较低并且空间差异显著，黎明区块居住用地集约度最高，卧里屯区块居住用地集约度最低。技术因素是影响龙凤区居住用地集约利用水平最重要的驱动因素。

关键词：居住用地 集约利用 灰色关联度 RS

土地集约利用是发展循环经济和建设节约型社会的必然要求^[1]。大庆市是我国最大的石油生产基地和重要的石化工业基地。工业用地产生的负外部性较高，因而与居住用地兼容程度较低^[2]，而对于经济转型、产业结构调整日渐成熟的资源型城市来说，经济的高速发展和人口的快速增加，直接导致居住用地的稀缺性矛盾日益突出。因而居住用地集约利用成为经济持续发展的重要途径。

目前，国内对城市土地集约利用评价研究的重点是研究尺度、研究内容和研究方法。研究尺度大多集中在宏观尺度上，中观和微观尺度较缺乏，并且从中观层面上对工业用地、商业用地、开发区土地的评价研究较深入^[3~5]，对居住用地的评价研究相对薄弱；研究内容大多停留在城市土地集约利用内涵界定、指标体系的构建、区域空间分异、利用效应等层面上^[6~7]，而对驱动力研究尚不多见；研究方法较多涉及统计分析和计量分析法^[8~9]，动态模型和GIS空间分析技术的应用亟待深入^[10~11]。本研究在借鉴已有研究的基础上，以典

型石化工业区大庆市龙凤区为研究对象，RS技术为数据获取手段，对龙凤区2010年居住用地集约利用度进行评价，并找出影响居住用地集约利用的驱动因素，对于促进城市土地内涵挖潜、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^[12]。

一、研究区概况

大庆市是黑龙江省西部中心城市，它是以石油和石油化工产业为主要经济支柱的新兴工矿资源型城市，经济总量占黑龙江省1/4以上，人均GDP4.8万元，在全国名列前茅^[13]。而石油化工产业主要位于大庆市东南部、3个中心城区之一的龙凤区内，并且随着市政建设的东移，这里将逐渐成为大庆的政治、经济、文化中心。该区面积416平方公里，总人口17.74万人，其中城镇人口15.06万人，居住用地总面积约为1344.22公顷。本文研究对象为龙凤区居住用地4个主要的集聚区，结合当地行政划分，将其命名为黎明、龙凤、卧里屯、兴化4

资助项目：国家科技支撑计划项目（2008BAD96B02）

收稿日期：2012-11-8

第一作者简介：明开宇（1986-），女，硕士研究生，主要研究方向为土地利用。E-mail:517462248@qq.com。

个区块(图1)。黎明区块在国家级高新技术产业开发区内,龙凤区块为此区的中心城区,卧里屯和兴化区块离中心城区较远,区块内有闻名中外的特大型石化联合企业——大庆石油化工总厂以及大庆石化公司等。



图1 龙凤区各区块位置示意图

二、龙凤区居住用地集约利用评价

1. 居住用地集约利用评价指标体系构建

本研究在居住用地集约利用指标选取的过程中,

根据居住用地集约利用的内涵,借鉴已有居住用地集约利用指标选取的经验^[2,12,14,15],并结合龙凤区实际情况,依据科学性、可操作性、系统性、资源环境适宜性等原则,从结构合理性、功能平衡状态、综合效益状况3方面,选取12个指标构建评价指标体系(表1)。

2. 评价方法

为了使各项指标数据具有可比性,本研究采用改进的归一化法^[16]将原始数据进行无量纲化,运用AHP法确定各指标的权重(表2),采用以灰色理论和灰色关联度为基础的多因素综合评价法^[17~19]对龙凤区居住用地集约利用水平进行评价。具体步骤如下:

(1) 设定参考数列和比较数列。参考数列为:

$$x_0(t) = \{x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(k), \dots, x_0(n)\}$$

其中, t 表示时间, k 表示某一时刻, n 表示时刻数量。

比较数列为:

$$x_i(t) = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(k), \dots, x_i(n)\}$$

其中, $i=1, 2, \dots, n$, n 表示比较序列之中时间序列的个

表1 龙凤区居住用地集约利用评价指标体系

准则层	指标层	内容与含义	数据来源
结构合理性	绿地率	居住用地街区范围内各种绿地面积的总和/居住用地街区面积	遥感
	公共设施占居住区比例	居住用地街区内公共服务设施的占地总面积/居住用地街区面积	遥感
	住宅占地面积比例	住宅占地面积/居住用地街区面积	遥感
功能平衡状态	公共服务设施种类	居住用地街区内托儿所、幼儿园、学校、医院、文体设施的种类	物业调查统计年鉴
	平均楼层	居住用地街区内各类建筑的总建筑面积/各类建筑的总占地面积	实地调查, 遥感
	人口密度	居住用地街区总人口/居住用地街区面积	居委会调查
	住宅容积率	住宅建筑面积/住宅占地面积	遥感
	建筑密度	居住用地街区内各类建筑的基底面积/居住用地街区面积	遥感
综合效益状况	交通便捷度	居住用地街区主干路、次干路、支路的数量	物业调查统计年鉴
	空气质量	居住用地街区与周围工业用地的最近距离	实地、物业调查
	住宅地价实现水平	居住用地街区内楼面地价均值与所在级别的住宅基准地价的比值	土地局调查
	临街面长度	临街商业建筑的长度, 反映商贸繁华度	实地调查

注: 占地面积是建筑物最外侧构件在地面的投影面积, 建筑基底面积是建筑底层的建筑面积

表2 龙凤区居住用地集约利用评价指标权重

目标层	准则层	准则层权重	指标层	指标层权重
龙凤区居住用地集约利用水平	结构合理度	0.2258	绿地率	0.1667
			公共设施占居住区比例	0.3333
			住宅用地面积比例	0.5000
	功能平衡状态	0.3279	公共服务设施种类	0.3355
			平均楼层	0.2513
			人口密度	0.1826
			住宅容积率	0.1283
			建筑密度	0.1024
	综合效益状况	0.4464	交通便捷度	0.4950
			空气质量	0.2956
			住宅地价实现水平	0.1294
			临街面长度	0.0799

数。

该研究以龙凤区42个居住用地街区评价指标体系中的具体数据为比较数列;以最优参考数列作为比较数列的参考数列(最优参考数列是由选取各项指标在以上比较数列中最优秀的值构成的数列)。

(2) 计算参考数列和比较数列绝对差值,并分别找出2级最大差值和最小差值。采用改进的归一化法将原始数据进行无量纲化,得到如下数列:

$$x'_{0(i)} = \{x'_{0(1)}, x'_{0(2)}, \dots, x'_{0(k)}, \dots, x'_{0(n)}\}$$

$$x'_{i(i)} = \{x'_{i(1)}, x'_{i(2)}, \dots, x'_{i(k)}, \dots, x'_{i(n)}\}$$

$$\Delta_{i(k)} = |x'_{0(k)} - x'_{i(k)}|$$

$$\Delta_{\min} = \min |\Delta_{i(k)}| = \min |x'_{0(k)} - x'_{i(k)}|$$

$$\Delta_{\max} = \max |\Delta_{i(k)}| = \max |x'_{0(k)} - x'_{i(k)}|$$

(3) 计算关联度系数。关联度系数的通用计算公式为:

$$r_i(k) = (\Delta_{\min} + q\Delta_{\max}) / (\Delta_{i(k)} + q\Delta_{\max})$$

其中, q 为分辨系数, 其值介于 $0 \sim 1$ 之间, 研究中 $q=0.5$ 。

(4) 计算关联度, 进行综合评价。

$$F = \sum_{i=1}^n r_i(k) \times w_j$$

其中, w_j 为各指标层权重, n 为影响指标个数。

3. 数据来源及处理

(1) 遥感数据的处理: 从Google Earth 5.0 (GE) 上利用GtScreen截图软件获取大庆市龙凤区2010年全色遥感影像。图像清晰, 分辨率为0.61m, 能够满足城市用地的遥感解译。然后, 以GPS野外控制测量选取的控制点为参考点, 利用ERDAS9.1对遥感影像进行图像校正与配准, 误差控制在0.5个像元内, 并确定投影信息; 通过线性拉伸、平滑和锐化等方法进行图像增强处理, 主要是为了增强其纹理细节。

(2) 评价指标信息的提取和城市用地类型的解译: 遥感信息的提取主要根据遥感影像特征进行城市各类用地半自动和目视解译^[16~18], 属性模糊的地块通过野外调查获取其用地属性。在对遥感影像进行解译、提取数据的过程中, 各类用地的建筑基底面积、建筑物的层数获取是难点。建筑物基底面积的获取是依据建筑物房顶的影纹结构、色调差异和光谱特征解译出建筑物基底面积(即建筑物房顶投影面积)。建筑物层数的解译, 首先进行外业调查获取典型建筑物的楼房层数, 并在遥感图像上量测其阴影的长度和楼房方位, 将建筑物的阴影长度与典型建筑物进行比较, 据此获取目标建筑物的层数^[20~22]。数据的处理在GIS平台上进行, 包括数据采集、录入、集成和数据的空间分析。

4.评价单元的划分

运用街道网格法划分评价单元。以龙凤区现有的主要街道、马路及巷道为主控线,将遥感解译出来的全部用地区域分割成面积大小不尽相同的街区(BLOCK),每一个街区即为一个基本评价单元。非居住用地街区(如商业用地、工业用地等)不作为评价对象。公用设施用地中除商业用地外并入居住用地街区,特殊用地、市政公用设施用地、商业区以外的零星商业用地均并入居住用地街区,基本单元的划分尽量不分割完整的用地单元(如完整的居住小区等)。一个居住用地街区可能由一个或多个居住小区构成。

5.评价标准

根据计算得到评价单元的居住用地集约利用水平的综合指数 F ,运用SPSS软件采用 K^2 均值聚类分析方法进行分级,分级结果如下:Ⅰ级(高度)居住用地集约利用水平取值范围为 $F \geq 0.450$;Ⅱ级(较高)居住用地集约利用水平取值范围为 $0.362 \leq F < 0.450$;Ⅲ级(中度)居住用地集约利用水平取值范围为 $0.294 \leq F < 0.362$;Ⅳ级(低度)居住用地集约利用水平取值范围为 $F < 0.294$ 。

6.评价结果

根据以上计算结果,经过面积统计得到各级别居住用地在规模与空间上的分布情况(表3,图2)。从整体上看,龙凤区居住用地集约利用水平较低,中度集约和低度集约的居住用地占居住用地总量的74.55%;从空间分布上来看,空间差异较大,特征显著,集约利用水平表现为黎明区块>龙凤区块>兴化区块>卧里屯区块。高度集约的居住用地全部集中在黎明区块内;龙凤区块内的居住用地集约利用水平主要呈现从中心向外围递减的空间分异规律;兴化和卧里屯区块的居住用地主要以中度和低度集约为主,空间差异小。

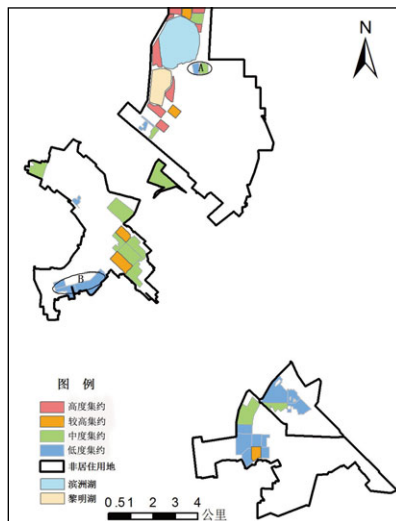


图2 龙凤区居住用地集约利用空间分布图

7.结果分析

黎明区块位于国家级高新技术开发区内,政府扶持力度大,政策导向作用明显,对土地的投入比较高,所以该区块的住宅容积率、人口密度、绿地率、公共服务设施完备度等指标远超其他区块,所有高度集约的居住用地都集中于黎明区块。其中,南湖苑景小区的集约度达0.51,居该区块之首,区内各项设计指标达到《居住区规划设计规范》中的较高要求;湖边听涛湾小区住宅楼是龙凤区最高层住宅,楼高达31层,并且顶层配有阁楼,有力地挖潜了居住用地的立体空间,提高了该区的住宅容积率和土地利用率;凯旋城和学府花园(图2中A区域)是正在开发建设的居住小区,基础设施尚未配套齐全,绿地率极低,在此居住的居民不多,所以集约度低。

龙凤区块土地集约度为较高集约水平,住宅楼以小高层为主,和黎明区块相比,居住区内功能分区不是很科学,配套设施不够完善,结构布局较混乱,但该区块的中心区是龙凤区政府所在地,行政集聚作用明显,商贸繁华度高,属于研究区的中心城区,这是促使该地居住用地集约度达到第二级别的主要原因;围绕

表3 龙凤区居住用地集约利用评价结果

项目	高度集约 ($F \geq 0.450$)	较高集约 ($0.362 \leq F < 0.450$)	中度集约 ($0.294 \leq F < 0.362$)	低度集约 ($F < 0.294$)
土地面积/公顷	172.19	157.14	518.20	486.61
比例/%	12.81	11.69	38.35	36.20

中心区的居住用地交通便捷度高,龙凤区火车站距此只有0.3公里,但由于侧重经济发展,该区域绿地率低、公厕设施配套不足,为中度集约水平,该区的建安、凤阳居住小区的绿地率只有20%(国家标准规定最低为30%),龙华、上苑居住小区甚至没有公共服务设施;扩散到边缘的居住用地(图2中B区域)为龙凤热电厂的家属住宅楼,该住宅区建成年代较早,规划不合理,建筑密度和住宅容积率都勉强符合国家标准,仅能满足基本的居住功能,并且靠近郊区,交通便捷度低,集约利用水平最低,为第四级别。

兴化和卧里屯区块的居住用地大多为大庆石油化工总厂家属区,基本布局于石化总厂附近,居住用地和工业用地交错布局,没有分离,影响了该区域的居住质量。而且家属楼规划单一、一致,多为5~6层,卧里屯区块内甚至出现4层以下的旧式房屋,土地利用率较低。由于工业用地的影响,空气质量差,居住环境差,早期规划不合理,该区人口密度小,住宅容积率低,导致该区集约利用水平最低。

三、龙凤区居住用地集约利用的驱动力分析

要对2010年龙凤区居住用地集约利用水平进行深层次的分析,居住用地集约利用的驱动力研究显得尤为重要。基于居住用地集约利用涉及的影响因素比较多,各因素之间难免存在相关性。因此本文选取居住用地集约利用评价指标体系中(表1)相关指标的序列资料作为基础数据,采用主成分分析法对相关指标进行缩减分析,来反映对龙凤区居住用地集约利用水平产生影响的主要驱动力因素。

根据主成分分析法的思路和要求并借鉴前人的研究成果,从影响居住用地集约利用的驱动因素中选取了临街面长度 X_1 、住宅地价实现水平 X_2 、交通便捷度 X_3 、人口密度 X_4 、公共服务设施种类 X_5 、绿地率 X_6 、空气质量 X_7 、节能环保技术种类 X_8 (实地调查每个居住用地街区绿色建筑材料、绿色能源、智能安保系统、环保型的废弃物处理系统以及超隔音材料的使用状

况)、有无固定停车库 X_9 (实地调查每个居住用地街区区内是否有停车库或停车位,有其一则赋值1,都没有则赋值0)、平均楼层 X_{10} 共10个因子,分析样本为龙凤区居住用地集约利用评价中所采用的41个居住用地街区。其中,利用SPSS18.0统计软件,运行Factor Analysis模块,KMO统计量为0.773,说明数据适合做主成分分析,得出特征根、主成分贡献率与累计贡献率及因子载荷矩阵表(表3、表4),来分析影响居住用地集约利用的驱动力因素。

表4 特征根及主成分贡献率

主成分	特征根	贡献率 (%)	累积贡献率 (%)
X_1	4.535	45.355	45.355
X_2	2.135	21.349	66.704
X_3	1.511	15.108	81.812
X_4	0.569	5.693	87.505
X_5	0.369	3.689	91.194
X_6	0.260	2.599	93.793
X_7	0.255	2.549	96.342
X_8	0.189	1.892	98.234
X_9	0.134	1.345	99.579
X_{10}	0.042	0.421	100.000

表5 旋转后因子载荷矩阵

变量	第1主成分	第2主成分	第3主成分
X_{10}	0.882		
X_9	0.829		
X_8	0.798		
X_4	0.770		
X_3		0.928	
X_1		0.926	
X_2		0.917	
X_5			0.882
X_6			0.874
X_7			0.688

由表3可知,变量相关矩阵有3个最大特征根,即4.535、2.135和1.511,第1、2、3主成分累计贡献率达81.812%,所得的主成分结果对大多数指标能够充分概括,完全符合分析要求。主成分载荷表示主成分与变量之间的相关系数,根据旋转后的因子载荷矩阵(表3)可知,第1主成分与平均楼层、有无固定停车

库、节能环保技术种类、人口密度有较高的相关程度,可以分别概括为技术驱动因素和人口驱动因素;第2主成分在交通便捷度、临街面长度、住宅地价实现水平、上有较大的载荷量,可以概括为社会经济驱动因素;第3主成分在公共服务设施种类、绿地率、空气质量上有较大载荷,可以概括为居住环境驱动因素。

1. 技术驱动因素

平均层数、有无固定车库和节能环保技术种类是构成第1主成分的重要因素。技术因素对居住用地集约利用的影响包括两大方面。一是:建筑技术的不断改进;二是技术创新有利于减少或消除土地利用中负的外部性,从而促进居住用地的多功能平衡集约利用^[2]。从评价结果看,黎明湖和滨州湖附近新建设的住宅楼多为高层和小高层住宅,而龙凤区块多为5~6层住宅楼,卧里屯区块甚至还有4层以下的旧式房屋。住宅层数直接影响住宅的容积率,虽然容积率过高会对居民的舒适度有所影响,但在保证居住质量和居民舒适度的前提下,开发土地的立体空间,适当提高住宅建筑的层数,是提高土地集约利用的有效措施。黎明区块集约利用水平高的居住用地街区都配有固定停车库和室外停车位,配套设施齐全,节能环保技术应用种类较多,如绿色建筑材料、绿色能源、智能安保系统、环保型的废弃物处理系统以及超隔音材料的开发和使用等,由此可以看出技术因素是影响龙凤区居住用地集约利用水平最重要的驱动因子。

2. 人口驱动因素

人口密度是构成第1主成分的另一因素。人口是一个不容忽视的重要因素,人类是社会发展过程中最具活力的驱动力之一,人口的变动与城镇化率有着直接的关系^[23]。从评价结果看,龙凤区块地处研究区的中心城区,黎明区块地处较成熟的开发区,人口密度明显高于其他区块,所以这两个区块集约度位居前两列。

3. 社会经济驱动因素

交通便捷度、临街面长度、住宅地价实现水平是构成第2主成分的因素。经济因素包括外部宏观经济环

境和城市内部自身经济实力,它对城市土地资源集约利用程度具有十分重要的影响^[28]。经济发展水平越高的城市,居住用地的交通越便捷,住宅地价也会越高,住宅价格上升速度相对经济落后的地区也更快。居住区建筑的临街面长度从侧面反映了该地区的商贸繁华度,与当地的经济发展水平有很直接的相关性。龙凤区块居住用地的中心点是研究区的中心城区、经济最繁华的地带,也是商业、文化中心,加之行政中心也位于此处,致使集约利用程度较高;其次,围绕中心点的居住用地集约利用水平为中度集约,交通网发达,信息畅通、生活便利,龙凤区火车站距此只有0.3公里;扩散到边缘的居住用地(图2中A区域)为龙凤热电厂的家属住宅楼,建成年代较早,缺乏合理规划,并且靠近郊区,交通便捷度低,集约利用水平为粗放利用。卧里屯区块为研究区的旧城区,经济水平明显低于其他区块,这也是此区块居住用地集约利用水平多为Ⅲ级和Ⅳ级的主要原因。

4. 居住环境驱动因素

公共服务设施种类、绿地率和空气质量是构成第3主成分的因素。从居住用地的使用性质、人们的舒适度考虑,并不是集约利用程度越高就越好。在合理规划居住用地的条件下,与居住环境有关的指标都直接影响到居住用地的质量、居民的满意程度。研究区集约度最高的居住用地主要分布于湖边、大学城的附近,公共服务设施齐全,居住环境优越,并且远离工厂的污染,空气质量好。而兴化和卧里屯区块的居住用地是伴随大庆石油化工总厂的建设而逐步建成的,所以无法做到居住用地和工业用地分离,直接导致这里的住宅区空气质量、绿地率明显低于其他区块,并且由于建成年代较早,公共服务设施种类也较少。

四、结论

龙凤区居住用地的集约利用是一个受多因素综合作用的发展过程,本文建立了多因素的评价指标体系,尝试运用基于灰色关联度的多因素综合评价法对龙凤区居住用地集约利用水平进行评价。研究结果将2010

年龙凤区居住用地集约度划分为高度集约、较高集约、中等集约和低度集约4个等级,中等集约和低度集约所占比例较大。其居住用地集约利用水平空间差异显著,黎明区块居住用地集约利用水平明显高于其他区块;龙凤区块主要呈现中心—外围递减的空间分异规律,集约度主要以Ⅱ级和Ⅲ级为主;兴化区块和卧里屯区块空间差异小,集约度主要以Ⅲ级和Ⅳ级为主。通过主成分分析得出影响龙凤区居住用地集约利用的驱动力因素——技术因素、人口因素、社会经济因素、居住环境因素,其中技术因素是影响龙凤区居住用地集约利用水平最重要的驱动因素。所采用的研究方法以及得出的结论,对实现龙凤区居住用地的高效利用有一定的参考价值。

通过对2010年龙凤区居住用地集约利用的评价以及驱动因素的分析,兴化区块和卧里屯区块是今后城市布局重点规划调整、极具挖掘潜力的区域。随着建筑技术、居住环境的不断完善及经济发展的强烈导向作用,黎明区块已经成为龙凤区一个新的居住集聚区,其集约利用率将不断提高。对于大庆市这个资源型城市来说,黎明区块的居住用地布局较合理,其发展模式可以为大庆市其他城区乃至其他资源型城市居住用地的布局和规划发展提供借鉴。

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] 刘玲.功能平衡目标下城市住宅区土地集约利用研究[D].武汉:华中科技大学,2011
- [3] 黄大全,洪丽璇,梁进社.福建省工业用地效率分析与集约利用评价[J].地理学报,2009,64(4):479~486
- [4] 宋成舜,黄丽敏.基于功能区的西宁市商业用地集约利用研究[J].西北师范大学学报,2011,47(3):98~102
- [5] 邵晓梅,王静.小城镇开发区土地集约利用评价研究[J].地理

科学进展,2008,27(1):75~81

- [6] 乔陆印,周伟,曹银贵,等.城市土地集约利用评价指标体系研究[J].生态经济,2010(6):31~34
- [7] 张富刚,郝晋珉,姜广辉,等.中国城市土地利用集约度时空变异分析[J].中国土地科学,2005,19(1):23~29
- [8] 宋戈,张文雅,马和.森工城市转型期土地集约利用指标体系的构建与评价——以黑龙江省伊春市为例[J].地理科学进展,2006,25(2):85~95
- [9] 沈彦.基于系统协调度的长株潭城市群城市土地集约利用评价研究[J].水土保持研究,2010,17(04):202~206
- [10] 王力,牛铮,尹君等.基于RS和ANN的城市土地集约利用潜力评价[J].重庆建筑大学学报,2007,29(3):32~35
- [11] 申胜利,吴信才,陈先伟等.基于GIS的城市土地集约利用潜力评价技术研究[J].测绘科学,2009,34(4):177~179
- [12] 宋成舜,翟文侠,陈志,等.西宁市居住用地集约利用潜力研究[J].水土保持研究,2011(18):102~106
- [13] 高志昊,宋戈,张远景.石油城市经济转型背景下土地利用模式研究[J].水土保持研究,2010,18(3):162~167
- [14] 李澜涛.基于AHP的城市居住用地集约利用效益[J].国土资源科技管理,2009,(26):7~8
- [15] 郭永昌.包头市城市居住用地集约利用评价研究[J].安庆师范学院学报,2008(14):70~72
- [16] 李美娟,陈国宏,陈衍泰.综合评价中指标标准化方法研究[J].中国管理科学,2004,12(10):45~47
- [17] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,2004:224~230
- [18] 金升灿.灰色关联分析在决策中的应用[J].煤矿机械,2005(2):136~137
- [19] 李力.北川县退耕还林不同经营模式生态经济效益综合评价[D].雅安:四川农业大学,2006
- [20] 董黎明.集约利用土地——21世纪中国城市土地利用的重大方向[J].中国土地科学,2000,14(5):6~8
- [21] 查勇.测定城市建筑容积率的遥感方法研究[J].地理科学进展,2001,20(4):378~383
- [22] 詹庆明,肖映辉.城市遥感技术[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,1999
- [23] 赵丽,付梅臣,张建军,等.乡镇土地集约利用评价及驱动因素分析[J].农业工程学报,2008,24(2):89~95