

利用云模型评价开发区的土地集约利用状况

王明舒, 朱明*

(南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

摘要: 针对当前开发区土地集约评价中权重确定方法受主观性影响较大的问题, 该文提出基于云模型的权重确定方法。将云模型引入开发区土地集约利用评价, 并以桂林国家级高新技术产业开发区为例, 进行实证研究。研究结果表明桂林高新区土地利用集约度综合分值为 0.889, 用地供需基本平衡; 从土地利用状况而言, 其土地利用强度较高、工业用地水平较强; 就用地效益而言, 工业用地产出强度较好, 高新技术产业用地产出强度较高; 从管理绩效来看, 截止评价时点, 区内无闲置土地, 监管成效显著。基于云模型确定权重值的方法具备结果更加客观, 算法容易实现的优点, 有助于促进土地集约利用的科学评价, 为桂林高新区土地集约利用政策依据。

关键词: 土地利用, 模型, 指标, 土地集约利用, 云模型, 开发区, 桂林

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.10.039

中图分类号: F301.24

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-10-0247-06

王明舒, 朱明. 利用云模型评价开发区的土地集约利用状况[J]. 农业工程学报, 2012, 28(10): 247-252.

Wang Mingshu, Zhu Ming. Evaluating intensive land use situation of development zone based on cloud models[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(10): 247-252. (in Chinese with English abstract)

0 引言

目前, 国内土地集约利用评价的研究大多集中在对发达地区的大、中型城市的耕地集约利用评价^[1-2]。在评价方法上, 学者们多综合地理信息系统 GIS 与聚类分析^[3], 数据包络分析法 DEA (data envelopment analysis)^[4], 构建多元回归驱动力模型^[5]。在土地集约利用评价研究中, 在既定的评价体系内, 对评价指标的赋权不同对评价结果影响很大。因此, 如何合理地确定评价指标的权重一直是土地集约利用评价研究的重要组成部分。目前, 土地集约利用评价中评价指标的权重确定方法大致有两大类: 一类是各个指标根据一定规则自动赋权的“客观赋权法”, 如主成分分析^[6]、熵值法^[7]等; 另一类是由专家根据经验判断各评价指标相对于评价目的而言的相对重要程度, 然后综合处理获得指标权重的“主观赋权法”, 比如专家打分法、层次分析法等^[8-10]。比较而言, 第 1 类方法所获取的权重具有较强的数学依据, 但是未考虑决策者的意向。第 2 类方法虽然反映了专家的意志, 但评价结果往往主观随意性很大。由于土地评价是一种决策行为, 而决策行为的本质是主观性活动, 因此如何在“主观赋权法”的基础上加强评价结果的客观性, 是这一领域研究中需要解决的关键问题。在“主观赋权法”中, 应用最为普遍的是专家打分法, 即特尔斐(Delphi)法^[11-12]

是综合一定数目专家经验与主观判断的技术方法。但是特尔斐法一般需要对若干专家进行多轮匿名调查, 因此其过程比较复杂, 时间消耗量大, 受专家主观性的影响也比较大。

李德毅院士在 20 世纪 90 年代创新提出发现状态空间理论及云与语言原子模型思想之后, 逐步完善形成了云模型^[13], 探索性地实现了定性定量的转换。语言概念是定性定量转换的基本单元, 在描述客观事物的过程中, 不可避免地具有不确定性, 这种不确定性主要体现在随机性和模糊性两大方面。云模型作为定性定量转换的不确定性模型, 能够充分体现语言概念的随机性和模糊性, 是实现定性定量转换的有效工具。与传统的 Delphi 法相比, 基于云模型生成各指标权重在很大程度上来自客观数据, 能尽可能地减少人为主观因素对评定结果的影响。在赋权过程中, 专家的评价语言采用自然语言, 通过人工智能的不确定性推理, 这样更加符合人类对客观世界的认识规律。

因此, 本文采用云模型, 通过不确定性推理, 使参评因子权重的挖掘客观性更强, 并以桂林高新技术产业开发区为例进行实证研究。研究创新了土地集约利用评价方法, 并以期为开发区土地集约利用提供科学依据。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域概况

桂林高新技术产业开发区(以下简称桂林高新区)位于广西壮族自治区桂北低山丘陵小区^[14], 夏季炎热多雨, 冬季温凉干燥, 水热资源比较丰富, 区位、交通条件均十分优越, 是 1991 年经国务院批准设立的第一批国家级高新技术产业开发区之一, 其公告的规划面积为

收稿日期: 2011-09-01 修订日期: 2012-03-29

作者简介: 王明舒(1990-), 男, 主要研究方向为土地评价, 遥感, 土地利用变化。南京 南京大学地理与海洋科学学院, 210093。

Email: wangmingshu2010@gmail.com.

*通信作者: 朱明(1980-), 男, 博士, 讲师。主要研究方向为景观生态、土地利用变化、城市生态。南京 南京大学地理与海洋科学学院, 210093。

Email: zhuminjnu@126.com

12.07 km²。按照公告四至坐标实际量测面积为 11.72 km²，其中政策区 8.28 km²，集中新建区面积为 3.44 km²。

2007 年桂林高新区共完成工业总产值 107 亿元，规模以上企业工业总产值占全市的 28%，高新技术企业产品总产值占全市规模工业产值的 68%。工业企业固定资产投资累计总额达 59 亿元，高新技术产业总产值 70.25 亿元，目前已基本形成以电子信息、生物医药、光机电一体化、新材料、新能源、环保产业为主的高新技术产业体系（详见桂林市七星区人民政府门户网站：<http://www.eguilin.org>）。

1.2 数据来源

本文的数据来源于《桂林年鉴（2008）》以及桂林高新区典型企业和统计与土地部门调研成果，数据截至 2007 年 12 月 31 日。

2 研究方法

2.1 云模型、正态云及其适用性分析

云 (cloud) 可定义为：设 U 是一个用精确数值表示的定量论域， $X \subseteq U$ ， T 是 U 空间上的定性概念，若元素 $x (x \in X)$ 对 T 的隶属确定度 $C_T(x) \in [0,1]$ ，是种有稳定倾向的随机数，式 (1)，则概念 T 从论域 U 到区间 $[0,1]$ 的映射在数域空间的分布，称为云^[15]

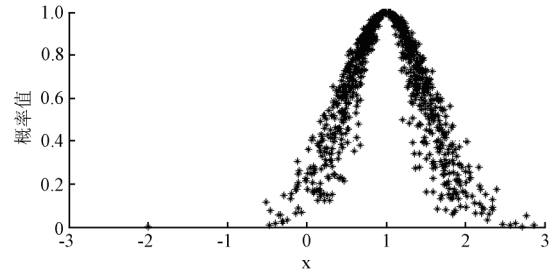
$$C_T(x) : \forall x \in X (X \subseteq U) x \rightarrow C_T(x) \quad (1)$$

云的数字特征用期望 Ex 、熵 En 和超熵 He 3 个数值来表征。

云模型方法发展至今，已被成功应用于空间数据挖掘、知识发现、人工智能等领域，在解决和解释自然、社会问题和现象方面，成效显著。大量的自然现象、科学技术以及生产领域均存在着正态分布；而自然和社会科学中存在着大量模糊概念的隶属函数，其中钟形隶属函数的应用范围最为广泛。在正态分布与钟形隶属函数的基础上发展而生成正态云这一全新模型，其在表达

语言值时最常用且应用广泛，具有一定的普适性^[16]。

目前，胡石元等基于云模型对土地评价、土地定级进行了权重挖掘^[17-18]，张峰等人在城镇空气质量评价^[19]中运用了云模型。开发区土地集约利用评价是土地评价的一项重要工作，云模型在土地评价中的科学应用，为推广到开发区土地集约利用领域提供了可能。为此，本文结合开发区土地集约利用权重挖掘工作的需要，基于正态云发生器算法，通过 VC++6.0 设计了适合开发区土地集约利用评价的一维正态云模型（如图 1，其中 $Ex=1$ ， $En=0.5$ ， $He=0.1$ ， $N=1000$ 为云滴数），并进行了实证研究。



注：期望 Ex 为 1，熵 En 为 0.5，超熵 He 为 0.1，云滴数 N 为 1000。

图 1 一维正态云

Fig.1 1-D Normal cloud model

2.2 评价指标的选择

根据土地集约利用评价综合性、主导性、政策导向性、因地制宜、点面结合的原则^[20]，桂林高新区土地集约利用评价指标体系参照国土资源部颁布的《开发区土地集约评价规程》（试行），由目标、子目标和指标 3 个层次构成（表 1）。同时，结合对开发区土地集约利用的实地调研，增添了产业用地率（ $A23$ ）与高新技术及科教用地率（ $A24$ ）2 个指标。它们是对用地结构状况的补充，更能体现桂林高新区的实际用地特征，更为充分地体现了高校及科研院所对桂林高新区高新技术产业发展以及传统产业改造、升级起到的重要作用。

表 1 桂林高新区土地集约利用评价指标体系表

Table 1 Evaluation index system of intensive land use in Guilin hi-tech industrial development zone

目标	子目标	指标	指标说明
土地利用状况 A	土地开发程度 A1	土地开发率 A11/%	已达到供地条件的土地面积/不可建设土地以外的土地面积
		土地供应率 A12/%	已供应国有建设用地面积/已达到供地条件的土地面积
		土地建成率 A13/%	已建成城镇建设用地面积/已供应国有建设用地面积
	用地结构状况 A2	工业用地率 A21/%	已建成工矿仓储用地面积/已建成城镇建设用地面积
		高新技术产业用地率 A22/%	已建成的高新技术产业用地面积之和/已建成城镇建设用地面积
		产业用地率 A23/%	(已建成工矿仓储用地面积+已建成高等教育科研用地面积)/已建成城镇建设用地面积
土地利用强度 A3	综合容积率 A31/%	高新技术产业及科教用地率 A24/%	(已建成高新技术产业用地面积+已建成高等教育科研用地面积)/已建成城镇建设用地面积
		建筑密度 A32/%	已建成城镇建设用地内的总建筑面积/已建成城镇建设用地面积
	工业用地综合容积率 A33/%	工业用地建筑密度 A34/%	已建成工矿仓储用地上的总建筑面积/已建成工矿仓储用地面积
		工业用地固定资产投资强度 B11/(万元·hm ²)	累计工业企业固定资产投资总额/已建成工矿仓储用地面积
用地效益 B	产业用地投入产出效益 B1	工业用地产出强度 B12/(万元·hm ²)	工业总产值/已建成工矿仓储用地面积
		高新技术产业用地产出强度 B13/(万元·hm ²)	高新技术产业总产值/高新技术产业用地面积

续表

目标	子目标	指标	指标说明
管理绩效 C	土地利用监管 绩效 C1	到期项目用地处置率 C11/%	累计有偿使用且已到期并已处置的项目用地面积/累计有偿使用且已到期项目用地总面积
		闲置土地处置率 C12/%	累计已处置的闲置土地总面积/累计闲置土地总面积
	土地供应市场 化程度 C2	土地有偿使用率 C21/%	累计有偿使用的项目用地面积/开发区已供应国有建设用地面积
		土地招拍挂率 C22/%	累计通过招标、拍卖、挂牌方式出让的土地总面积/开发区累计已出让土地总面积

2.3 理想值与实现度的计算

本着“自下而上和自上而下相结合的原则”^[21]，本文基于国家、自治区、桂林市政府等制定的规范与管理目标，参

照参评指标的发展趋势值和理论最优值，通过咨询专家，获取桂林高新区土地集约利用评价指标的理想值，并对评价指标采用理想值比例法推算进行了标准化处理（表 2）。

表 2 桂林高新区土地集约利用程度评价指标及权重汇总表

Table 2 Evaluation indexes and weight of intensive land use in Guilin hi-tech industrial development zone

目标	权重	子目标	权重	指标	现状值	理想值	实现度	权重		
A	0.437	A1	0.304	A11	91.3	100.0	0.913	0.317		
				A12	97.8	100.0	0.978	0.325		
				A13	93.8	100.0	0.938	0.358		
		A2	0.277	A21	0.419	A21	21.5	25.3	0.850	0.245
				A22		11.3	15.1	0.749	0.241	
				A23		41.1	44.1	0.932	0.263	
				A24		30.8	32.1	0.958	0.251	
		A3	0.419	A31	0.419	A31	63.0	80.2	0.786	0.239
				A32		21.3	25.0	0.852	0.245	
				A33		70.0	85.0	0.824	0.281	
				A34		31.6	33.0	0.956	0.235	
		B	0.354	B1	1.000	B11	2382.180	2611.220	0.912	0.345
						B12	5201.910	6288.760	0.827	0.326
						B13	6495.290	7029.050	0.924	0.329
C	0.209	C1	0.565	C11	100.0	100.0	1.000	0.504		
				C12	100.0	100.0	1.000	0.496		
		C2	0.435	C21	36.5	52.0	0.702	0.553		
				C22	19.0	23.0	0.827	0.447		

2.4 基于云模型的指标权重确定

(Ex, En, He) 可以表示 1 组概念，相对应地反映了期望、熵与超熵，定性概念的定量特性组合^[17]。云由若干云滴组成，云滴之间无次序性，每个云滴是定性概念在数量上的 1 次实现。在指标权重的确定中，可 1 个云滴映射专家的 1 次评价。具体的算法如下：

1) 结合专家咨询法，确立各个评价指标权重的上、下限；并对指标权重大小描述的自然语言“很重要”，“比较重要”，“一般”，“较不重要”，“不重要”分别映射成“得分很高”，“得分比较高”，“得分一般”，“得分较低”，“得分很低”，并均分成 5 个子区间，每个子区间表示为 (a_t, b_t) (t=1, 2, 3, 4, 5)；

2) 对第 y 个指标征求专家（共 N 人）的自然语言意见，并分别统计各项选择的人数 (N₁, N₂, N₃, N₄, N₅)；

3) 以 (a_t, b_t) 的中点作为该云的 Ex，并如表 3 所示方法，选择 En, He, N_t (t=1, 2, 3, 4, 5)，驱动一维正向正态云 G (Ex, En, He, N_t)，并分别将隶属度最大值记为 G_i；则：g=(Σ G_i*N_i)/5。

4) 由 g 推出相应的 x 所在的子区间(α,β)，并以(α,β)为中心值为该云的 Ex，如表 3 所示取 En, He，驱

动 G (Ex, En, He, N)，得出隶属度最大值 G_{max}，作为该指标的权重值；

5) 重复 2)~4)，直到完成 18 个指标的权重确定。

据经验，云模型的 (Ex, En, He) 确定方法如表 3 所示。本文的研究模拟了在专家数 N=50 的情形下生成的各个评价指标的权重值。

表 3 云模型数字特征的确定方法

Table 3 Determination of cloud model digital characters

Cloud	云的 3 个数字特征的选取方法		
	Ex	En	He ^[13-14]
不重要，对应得分很低	Ex1=(a1+b1)/2	En1=(Ex2-Ex1)/3	0.05
较不重要，对应得分较低	Ex2=(a2+b2)/2	En2=(Ex2-Ex1)/3	0.05
一般，对应得分一般	Ex3=(a3+b3)/2	En3=(Ex3-Ex2)/3	0.05
比较重要，对应得分比较高	Ex4=(a4+b4)/2	En4=(Ex4-Ex3)/3	0.05
很重要，对应得分很高	Ex5=(a5+b5)/2	En5=(Ex5-Ex4)/3	0.05

基于云模型，桂林高新区土地集约利用评价各指标的权重值如表 2 所示。

2.5 土地集约利用程度计算

依据下式 (3)~(5) 进行了土地集约利用程度计算

$$F_{ij} = \sum_{k=1}^l (S_{ijk} \times w_{ijk}) \quad (3)$$

$$F_j = \sum_{i=1}^m (F_{ij} \times w_{ij}) \quad (4)$$

$$F = \sum_{i=1}^n (F_i \times w_i) \quad (5)$$

式中, F_{ij} 为 i 目标 j 子目标的土地利用集约程度得分; S_{ijk} 为 i 目标 j 子目标 k 指标的的实现程度得分; w_{ijk} 为 i 目标 j 子目标 k 指标相对 j 子目标的权重值; l 为指标个数。 F_i

为 i 目标的土地利用集约程度得分; w_{ij} 为 i 目标 j 子目标相对 i 目标的权重值; m 为子目标个数, $m=1, 2, 3$ 。 F 为土地利用集约度综合得分; 为 i 目标相对总目标的权重值; n 为目标个数, $n=3$ 。

3 结果与分析

如表 4 所示, 研究结果表明, 桂林高新区土地利用集约度综合分值为 0.889, 其土地利用状况、用地效益、管理绩效分别为 0.886 和 0.895 之间, 土地集约利用程度比较高, 分析如下

表 4 土地集约利用评价集约度综合分值
Table 4 Comprehensive values of evaluation of intensive land use

目标	权重	子目标	权重	指标	权重	指标得分	子目标集约度分值	目标集约度分值	集约度综合分值
A	0.437	A1	0.304	A11	0.317	0.913	0.943	0.886	0.889
				A12	0.325	0.978			
				A13	0.358	0.938			
		A2	0.277	A21	0.245	0.85	0.874		
				A22	0.241	0.749			
				A23	0.263	0.932			
				A24	0.251	0.958			
		A3	0.419	A31	0.239	0.786	0.852		
				A32	0.245	0.852			
				A33	0.281	0.824			
				A34	0.235	0.956			
				B11	0.345	0.912			
B	0.354	B1	1.000	B12	0.326	0.827	0.888	0.888	
				B13	0.329	0.924			
				C11	0.504	1			0.895
C	0.209	C1	0.565	C12	0.496	1			
				C2	0.435	C21	0.553	0.702	
C22	0.447	0.827							

3.1 土地利用状况

桂林高新区土地利用状况 A 的集约度分值为 0.886。土地开发程度 A1 的集约度分值为 0.943, 可见桂林高新区在现有的开发程度下, 扩展空间少, 土地集约利用程度较高。用地结构状况 A2 的集约度分值为 0.874, 产业用地率 A23 及高新技术及科教用地率 A24 指标得分较高, 说明在科研机构众多的桂林高新区, 知识技术的高度密集是其突出特点。土地利用强度 A3 的集约度分值为 0.853, 考虑桂林作为旅游名城, 在城市景观上有着严格的控制(市区景区周边不建高层建筑, 并严格控制建筑高度), 0.853 的分值反映了高新区较高的土地利用强度和较强的工业用地水平。

3.2 用地效益

用地效益 B 的集约度分值为 0.888, 反映了桂林高新区较高的用地效益。桂林高新区工业用地固定资产投资投入强度现状值为 2 382.18 万元/hm², 符合广西壮族自治区国家级工业园区固定资产投资强度一般不低于 2 250 万元/hm² 的要求。此外, 工业用地产出强度, 高新技术产业用地产出强度均较好。

3.3 管理绩效

高新区管理绩效 C 的集约度分值为 0.895, 反映了桂林高新区较好的管理绩效。从土地利用监管情况来看,

截止评价时点高新区内没有闲置土地, 监管成效显著。土地有偿使用率现状值为 36.5%, 主要原因是桂林高新区内, 划拨土地比重大(高等院校、科研机构、机关团体、司法等用地), 且公路交通网络密集。土地招拍挂率现状值为 19.0%, 主要原因是在国家规定必须进行招拍挂方式出让土地的相关法律法规出台后, 桂林高新区内可供供应土地数量较少。

4 结论与讨论

桂林高新区土地集约利用程度比较高。土地开发程度、用地结构以及土地利用强度 3 个方面均表明了桂林高新区良好的土地利用状况。与此同时, 桂林高新区有着较高的用地效益与管理绩效。

用基于云模型确定的各评价指标的权重值, 并以此进行土地集约利用评价, 在方法上完全可行。与传统的特尔斐法等相比, 基于云模型的评价方法有以下几个优点:

1) 权重结果的确定在很大程度上来自客观数据, 尽可能地减少了人为主观因素对评定结果的影响;

2) 评价语言采用自然语言, 通过不确定性推理, 符合人类对客观世界的认识规律;

3) 正态云发生器算法易用计算机高级语言实现, 且评价过程可视化。

与此同时, 应用云模型生成指标权重值时, 云模型数字特征熵 En 及超熵 He 的确定有点困难。参阅大量资料, 但未见完整地论述 En 与 He 确定方法的著作。更加科学合理地寻求 En 与 He 的确定方法, 使生成的云模型更加准确地反映土地评价中指标的权重, 是值得进一步探讨的问题。

致谢: 桂林国家高新区七星区建设规划土地房产局。

[参 考 文 献]

- [1] 邓楚雄, 谢炳庚, 李晓青, 等. 长沙市耕地集约利用时空变化分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(1): 230—237.
Deng Chuxiong, Xie Binggeng, Li Xiaoqing, et al. Analysis on spatial-temporal change of cultivated land intensive use in Changsha city[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering(Transactions of the CSAE), 2012, 28(1): 230—237. (in Chinese with English abstract)
- [2] 郑海霞, 童菊儿, 徐扬. 发达地区耕地资源的时空变化及其驱动力实证研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(4): 75—78.
Zheng Haixia, Tong Ju'er, Xu Yang. Spatio-temporal changes of farmland resources and their driving forces in developed areas[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering(Transactions of the CSAE), 2007, 23(4): 75—78. (in Chinese with English abstract)
- [3] 郑新奇, 邓红蒂, 姚慧, 等. 中国设区市土地集约利用类型区划分研究[J]. 中国人口资源与环境, 2010, 20(2): 6—11.
Zheng Xinqi, Deng Hongdi, Yao Hui, et al. Study on the zoning method of the urban land intensive use[J]. China Population, Resources And Environment, 2010, 20(2): 6—11. (in Chinese with English abstract)
- [4] 杨志荣, 吴次芳, 靳相木, 等. 基于 DEA 模型的城市用地经济效益比较研究[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(1): 14—18.
Yang Zhirong, Wu Cifang, Jin Xiangmu, et al. Comparative study on urban land use economic benefit based on DEA[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2009, 18(1): 14—18. (in Chinese with English abstract)
- [5] 瞿文侠, 黄贤金, 张强, 等. 开发区土地集约利用研究—以江苏省为例[J]. 资源科学, 2006, 28(2): 54—60.
Zhai Wenxia, Huang Xianjin, Zhang Qiang, et al. Intensive land use potential in urban development zones: A case study in typical urban development zones in Jiangsu province[J]. Resources Science, 2006, 28(2): 54—60. (in Chinese with English abstract)
- [6] 曹银贵, 周伟, 王静, 等. 基于主成分分析与层次分析的三峡库区耕地集约利用对比[J]. 农业工程学报, 2010, 26(4): 291—296.
Cao Yingui, Zhou Wei, Wang Jing, et al. Comparative on regional cultivated land intensive use based on principal component analysis and analytic hierarchy process in Three Gorges Reservoir Area[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering(Transactions of the CSAE), 2010, 26(4): 291—296. (in Chinese with English abstract)
- [7] 赵丽, 朱永明, 付梅臣, 等. 主成分分析法和熵值法在农村居民点集约利用评价中的比较[J]. 农业工程学报, 2012, 28(7): 235—242.
Zhao Li, Zhu Yongming, Fu Meichen, et al. Comparative study on intensive use of rural residential land based on principal component analysis and entropy[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering(Transactions of the CSAE), 2012, 28(7): 235—242. (in Chinese with English abstract)
- [8] 池友法. 上海市工业园区土地集约利用与管理研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2011.
Chi Youfa. The Research on Land Utilization and Management of Shanghai Industrial Park[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2011. (in Chinese with English abstract)
- [9] 刘立军. 湖南省级以上开发区土地集约利用研究[D]. 长沙, 湖南师范大学, 2011.
Liu Lijun. A Study on Intensive Utilization of Land of Development Zones at or Above the Provincial Level in Hunan Province[D]. Changsha, Hunan Normal University, 2011. (in Chinese with English abstract)
- [10] 张虎. 浙江省开发区土地集约利用评价研究[D]. 杭州, 浙江大学, 2011.
Zhang Hu. A Study on the Evaluation Criteria of Land Intensive Utilization in Development Zones in Zhejiang Province[D]. Hangzhou, Zhejiang University, 2011. (in Chinese with English abstract)
- [11] 彭娟, 江华. 中山市火炬开发区土地集约利用研究[J]. 广东农业科学, 2010, (2): 216—218.
Peng Juan, Jiang Hua, Study of land intensive use of Zhongshan Torch development zone[J]. Guang Dong Agriculture Science, 2010, (2): 216—218. (in Chinese with English abstract)
- [12] 王永峰, 李保莲, 宋利利. 开发区土地集约利用评价研究: 以新乡高新区为例[J]. 中国农学报, 2010, 26(1): 279—283.
Wang Yongfeng, Li Baolian, Song Lili, Study oil intensive land use of development zone: A case of Xinxiang hi-tech development zone[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin 2010, 26(1): 279—283. (in Chinese with English abstract)
- [13] 李德毅等. 不确定性人工智能[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005: 143—150.
- [14] 李德仁, 王树良, 李德毅. 空间数据挖掘理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 335—340.
- [15] 李德毅, 刘常显. 论正态云模型的普适性[J]. 中国工程科学, 2004, 6(8): 28—34.
Li Deyi, Liu Changyu, Study on the universality of the normal Cloud model[J]. Engineering Science, 2004, 6 (8): 28—34. (in Chinese with English abstract)
- [16] 胡石元, 李德仁, 刘耀林, 等. 基于云模型和关联度分析法的土地评价因素权重挖掘[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 31(5): 423—427.
Hu Shiyuan, Li Deren, Liu Yaolin, et al. Mining weights of land evaluation factors based on cloud model and correlation analysis[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2006, 31(5): 423—427. (in Chinese with English abstract)
- [17] 胡石元, 李德仁, 刘耀林, 等. 体现主客观信息的土地定级因素综合集成赋权法研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 31(8): 695—699.

- Hu Shiyuan, Li Deren, Liu Yaolin, et al. Determination and integration of subjective weights and objective weights of land grading factors[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2006, 31(8): 695—699. (in Chinese with English abstract)
- [18] 张峰, 张鹏林, 吕志勇, 等. 云模型在城镇空气质量评价中的应用[J]. *环境科学与技术*, 2009, 32(6): 160—164.
Zhang Feng, Zhang Penglin, Lü Liyong, et al. Assessment of urban air quality based on cloud models[J]. *Environmental Science and Technology*, 2009, 32(6): 160—164. (in Chinese with English abstract)
- [19] 任美镔, 包浩生. 中国自然区划及开发整治[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 254—257.
- [20] 中华人民共和国国土资源部. 开发区土地集约利用评价规程(试行)[S].
- [21] 杜鹤, 宋自林, 李德毅. 基于云模型的关联规则挖掘方法[J]. *解放军理工大学学报*, 2000, 1(1): 29—34.
Du Yi, Song Zilin, Li Deyi, Mining association rules based on cloud model[J]. *Journal of PLA University of Science and Technology*, 2000, 1(1): 29—34. (in Chinese with English abstract)

Evaluating intensive land use situation of development zone based on cloud models

Wang Mingshu, Zhu Ming^{*}

(School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing, 210093, China)

Abstract: Due to the problem that current methods obtaining the weight values in intensive land use evaluation is influenced much by subjectivity of experts, cloud models to determine weight values were introduced in this study. Taking Guilin Advanced Technology Industry Development Zone as an example, cloud models was applied in intensive land use evaluation of development zone. Results showed that the comprehensive intensive land use value of Guilin Advanced Technology Industry Development Zone was 0.889, which achieved a sound balance between the supply and demand of land use. The state of land use reached a relatively high level of land use intensity as well as industrial land coverage. Based on land use efficiency, the output intensity of industrial land and high-tech land were both relatively high. In terms of management performance, there was no idle land, which suggested relatively perfect outcome of management. In the end, this paper summarized the advantages of using cloud models by presenting a more objective outcome and more easy-to-achieve algorithm. The application of Cloud Models is conducive to intensive land use evaluation in a more scientific way, so that it will benefit the policy-making processes of Guilin Advanced Technology Industry Development Zone.

Key words: land use, models, indicators, intensive land use, Cloud models, development zone, Guilin