

# 晋城市“三生用地”效益动态评价

赵娜倩<sup>1</sup>, 师学义<sup>1</sup>, 璩路路<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083; 2. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100875)

**摘要:**基于土地利用的多功能性理论,构建“三生用地”效益的三级指标体系;运用改进的TOPSIS方法分析了晋城市2006—2013年“三生用地”效益的动态变化;运用协调度模型评价“三生用地”子系统的协调程度。结果表明:在2006—2013年期间,晋城市“三生用地”综合效益及各个子系统效益总体均呈上升趋势;其中,生态生产用地效益在整个研究期间均保持增长的趋势,其余各个子系统出现一定的波动;在整个研究期间,“三生用地”子系统效益的协调度呈现双“U”的形状,每一年的协调度均在0.95以上,各个子系统保持着高度协调。最后提出推广农业创新技术以提升耕地抵抗自然灾害能力、生活方面倡导人们改变生活方式、工业生产过程中运用脱硫技术等措施改善生态环境的建议。

**关键词:**土地利用效益;动态分析;TOPSIS;三生用地;协调度;晋城市

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2018)05-0257-05

## Dynamic Analysis of Land Use Efficiency of Ecological-Living-Productive Land in Jincheng City

ZHAO Naqian<sup>1</sup>, SHI Xueyi<sup>1</sup>, QU Lulu<sup>2</sup>

(1. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences(Beijing),

Beijing 100083, China; 2. Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** We evaluated the land use efficiency of ecological-living-productive land from 2006 to 2013 in Jincheng, and established the indicator system containing three levels indicators. The indicator system was based on the theory of land multiple functions. The method of TOPSIS and coordination model were used to evaluate dynamic change process of the land use efficiency and coordination development, respectively. The results showed that both the comprehensive efficiency of ecological-living-industrial land and the efficiency about land use subsystems improved throughout the study period; the efficiency about subsystems was fluctuating without the efficiency of ecological-productive land that increased continuously; the chart about coordination development of ecological-living-productive land subsystems was in the shape of ‘double U’; and the subsystems coordinated highly with the degree of coordination in each year was great than 0.95. Agricultural innovative technology should be promoted to enhance the ability of resisting natural disasters for cultivated land, people was advocated to change their lifestyles, and utilization of the desulfurization technology in the industrial production process can improve the ecological environment.

**Keywords:** land use efficiency; dynamic analysis; the method of TOPSIS; ecological-living-industrial land; coordination development; Jincheng City

土地利用的目标是实现土地利用效益的提高及土地利用子系统协调发展,并最终实现土地系统的可持续利用。土地利用效益指的是单位面积土地投入与消耗所实现的物质产出或有效成果<sup>[1]</sup>。协调度指的是系统从无序走向有序趋势的程度,是研究两个或

若干个子系统之间的发展状况<sup>[2]</sup>。我国在经济快速发展的同时,土地利用问题逐年增多。如:快速发展的城市化、工业化对于更多建设用地的需求,使得生产用地过多地占用生活用地和生态用地,造成生产用地粗放利用,生活环境不宜居,生态环境受到严重污

染<sup>[3-4]</sup>。正是由于土地的多功能特性,使得生产用地过分挤占生活与生态用地,尤其对于生态用地造成不可逆转的污染与破坏。

有关土地功能的分类体系,学术界已有了一些研究<sup>[5-9]</sup>,其中,张红旗等<sup>[9]</sup>的分类体系应用最为普遍。对于如何提高土地利用效益,相关学者已经做了许多方面的研究。如:宋成舜、申海元、周飞等<sup>[10-12]</sup>通过综合效益评价法和协调度函数评价了市级的土地利用综合效益;宋戈等<sup>[13]</sup>对黑龙江省垦区耕地进行了综合效益评价及协调度分析;而对于土地利用子系统之间的协调程度的评价,梁红梅、张光宏等<sup>[14-16]</sup>通过非线性拟合方法评价了社会经济系统和生态系统间的协调程度;刘耀彬等<sup>[17]</sup>测算了城市化与生态环境效益间的耦合程度。通过对相关文献回顾,笔者了解到多数学者都是从经济、社会、生态 3 个角度构建评价土地利用效益的指标体系,对土地的功能性考虑较少。

本文从土地功能角度出发,参考张红旗等<sup>[9]</sup>的“三生用地”分类体系,运用 TOPSIS 方法及协调度模型分析晋城市土地利用效益的动态变化规律,揭示“三生用地”子系统间的协调发展程度,以期为晋城市土地的结构调整、合理布局及可持续发展提供参考。

## 1 构建指标体系与研究方法

### 1.1 构建指标体系

本文借鉴已做的土地利用效益研究<sup>[1,4,12]</sup>,遵循科学性、系统性、数据可获得性和土地利用动态性等原则构建晋城市“三生用地”效益评价指标体系。指标体系中,12 个指标数据直接来源于 2007—2014 年的晋城市统计年鉴;其余 3 个指标包括耕地抗逆指数、林地吸收“二氧化硫”的能力和林地吸收“可吸入颗粒物”的能力均利用统计年鉴数据计算得到,其计算公式为:耕地抗逆指数 = 1 - 成灾面积/受灾面积<sup>[13]</sup>;林地吸收“可吸入颗粒物”的能力 = 全年未检测到“可吸入颗粒物”的天数/当年的造林面积,林地吸收“二氧化硫”的能力 = 全年未检测到“二氧化硫”的天数/当年的造林面积。具体指标体系见表 1。

### 1.2 改进的 TOPSIS 方法

TOPSIS 方法<sup>[18-20]</sup>又称为优劣解法,是解决多目标问题的常用方法之一。它是将有限个对象到理想化目标的距离远近排序作为评价现有对象相对优劣程度的一种方法。传统的 TOPSIS 方法没有考虑最优解和最劣解的因素,缺乏对于各个评价对象的横向比较;改进的 TOPSIS 方法有效规避了传统方法可能出现的问题,它采用欧氏距离来计算评价对象的评价

值。主要步骤如下:

1.2.1 计算指标权重 为了消除原始统计数据的不同量纲,运用极差法对原始数据进行标准化。采用变异系数法计算指标权重。具体公式为:

$$W_j = \frac{\alpha_j}{\sum_{j=1}^{15} \alpha_j} \quad (1)$$

式中: $W_j$  为第  $j$  项指标的权重值; $\alpha_j$  为第  $j$  项指标的变异系数。

1.2.2 计算评价对象到其正、负理想解之间的距离 具体公式为:

$$D_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - X_j^*)^2} \quad (2)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - X_j^-)^2} \quad (3)$$

式中: $D_i^*$  为评价对象到其正理想解的距离; $D_i^-$  为评价对象到其负理想解的距离; $X_j^*$  为评价指标的正理想解,等于最大  $X_j$ ;  $X_j^-$  为评价指标的负理想解,等于最小  $X_j$ ;  $n=3$  或 15。

1.2.3 计算评价对象到其理想参照点之间的距离 具体公式为:

$$E'_i = \sqrt{[D_i^* - \min(D_i^*)]^2 + [D_i^- - \max(D_i^-)]^2} \quad (4)$$

式中: $E'_i$  为评价对象到其理想参照点之间的距离; $\min D_i^*$  为评价对象到其正理想解的最小距离; $\max D_i^-$  为评价对象到其负理想解的最大距离。 $E'_i$  越小,表示评价对象距离理想参照点越近,实际意义为该年的土地利用效益越高。

1.2.4 土地利用效益计算 具体公式为:

$$E_i = (1 - E'_i) \times 100 \quad (5)$$

式中: $E_i$  为土地利用效益。 $E_i$  越大,表示评价对象越理想,实际意义为土地利用效益越高。

### 1.3 协调度分析

土地利用是一个系统,只通过土地利用综合效益的高低并不能说明土地利用的合理性程度,还应对土地利用各子系统之间的协调程度进行评价。参考张红旗等<sup>[9]</sup>的土地利用分类理念,将土地利用系统划分为生产生态用地、生活生产用地、生活生态用地、生态生产用地和生态用地等五大系统。这五大系统之间在发展过程中具有一定的彼此和谐一致性,这种关系决定着“三生用地”系统结构发展趋势。借鉴变异系数的理念,构造协调度模型评价五大系统间的关系。具体公式为:

$$C_i = 1 - \frac{S_{e_i}}{\bar{X}_{e_i}} \quad (6)$$

式中: $C_i$  为第  $i$  年土地利用五大系统之间的协调度;

$S_{ai}$  为第  $i$  年五大系统效益标准差;  $\overline{X}_{ei}$  第  $i$  年五大系统效益均值。协调度  $C_i \in [0, 1)$ ,  $C_i$  越大, 表明各个子系统越协调, 土地利用系统趋向有序的结构,  $C_i$  为 0 时, 表明各个子系统处于无关状态, 土地利用系统趋向无序的结构。

2 晋城市“三生用地”效益动态评价

2.1 研究区概况

晋城市位于山西省东南部, 其东、南依太行、王屋二山, 与焦作、新乡、济源交界; 西依中条山, 与运城、临汾衔接; 北依丹朱岭、金泉山等山脉, 与长治接壤。地处  $35^{\circ}11' - 36^{\circ}04'N$ ,  $111^{\circ}55' - 113^{\circ}7'E$ , 东西长 160 km, 南北宽 100 km, 2013 年土地总面积 942 042.85  $km^2$ 。晋城市辖一个市辖区, 4 个县及 1 个市, 分别为城区、泽州县、阳城县、沁水县、陵川县和高平市。2013 年全市生产总值 1 031.8 亿元, 人均地区生产总值 44 940 元, 一、二、三产增加值比例为 4.2 : 62.4 : 33.4, 在第三产业中, 交通运输、仓储和邮政业占 22.86% 的比例, 为最高。近年来, 晋城市处于产业转型与升级阶段, 显然深入分析探讨“三生用地”效益及协调度对于如何推进低碳发展, 解决“三生用地”供需矛盾尤为重要。

2.2 “三生用地”效益分析

从土地功能角度出发, 构建包含 5 个目标层、9 个要素层和 15 个指标层的“三生用地”效益评价指标体系, 运用变异系数法对指标赋权重, 并找出各个指标的正负理想解。结果见表 1。通过表 1 可以看出指标的正理想解与其权重值相等, 负理想解均为 0。

根据公式 1~5, 计算评价对象到其正负理想解之间的距离, 得到理想参照点, 土地利用效益的理想参照点是由评价对象到其正理想解的最小距离和评价对象到其负理想解的最大距离构成; 采用欧氏距离评价对象与其理想解的接近程度, 结果详见图 1。

由图 1 可知: 整体来看, 在研究期内, 晋城市的土地利用综合效益总体呈现上升的趋势, 这与刘畅等<sup>[21]</sup>关于晋城市土地利用综合效益稳步得到优化结果一致; “三生用地”子系统效益变化趋势基本一致, 总体均呈现上升趋势, 且每一年度的土地利用效益评价价值均在 72 以上; 为了保证土地资源的可持续利用, 晋城市严格控制建设用地规模, 努力提高土地利用集约利用水平; 同时积极致力于产业转型, 优化经济结构; 在党中央生态文明建设理念的指引下, 晋城市实施生态园林及环城绿化等重点生态工程, 使得土地利用综合效益提升。

表 1 晋城市“三生用地”效益评价指标体系、权重及正负理想解

目标层	权重	要素层	权重	指标层	指标权重	指标的正理想解	指标的负理想解
生产生态用地效益	0.22	耕地效益	0.22	第一产业从业比重(%)	0.07	0.07	0
				农民人均年收入(元)	0.08	0.08	0
				耕地抗逆指数	0.07	0.07	0
生活生产用地效益	0.20	工矿仓储用地效益	0.07	城镇化水平	0.07	0.07	0
		住宅用地效益	0.07	农村居民人均住房面积( $m^2$ )	0.07	0.07	0
		交通运输用地效益	0.06	人均道路面积( $m^2$ )	0.06	0.06	0
生活生态用地效益	0.18	公共管理与公共服务用地效益	0.18	人均公共绿地面积( $m^2$ )	0.05	0.05	0
				建成区绿地覆盖率(%)	0.09	0.09	0
				人均公园面积( $m^2$ )	0.04	0.04	0
生态生产用地效益	0.21	草地效益	0.07	牧业总产值(万元)	0.07	0.07	0
		水域及水利设施用地效益	0.07	渔业总产值(万元)	0.07	0.07	0
		林地效益	0.07	地均林地产值( $元/hm^2$ )	0.07	0.07	0
生态用地效益	0.18	林地效益	0.05	森林覆盖率(%)	0.05	0.05	0
			0.07	林地吸收“可吸入颗粒物”的能力	0.07	0.07	0
			0.06	林地吸收“二氧化硫”的能力	0.06	0.06	0

从变化过程来看, 土地利用综合效益在 2009—2010 年、2012—2013 年呈下降趋势, 主要原因在于生态用地效益大幅度下降。在研究时段内, 虽然晋城市处于产业转型发展时期, 但煤炭产业仍是其主导产业。在技术发展受限、生态环境投入减少的情况下, 环境污染无法及时得到解决。对于各子系统而言, 生

产生态用地效益在 2007—2008 年、2012—2013 年出现小幅度下跌; 生活生产用地效益在 2012—2013 年下降; 生活生态用地效益波动明显, 在 2006—2007 年、2008—2009 年及 2012—2013 年都存在小幅度下降, 这是由于生活生态用地效益涉及社会生活的方方面面, 且社会生活复杂多变; 生态生产用地效益在整

个研究期间一直呈现上升趋势,且在2008—2009年增幅最大,达到8.27%;这主要归功于近年来晋城市合理调整农业结构,发展特色农业。牧业方面形成以高平市、泽州县为瘦肉型猪生产基地,陵川县、沁水县和泽州县为肉羊生产基地,阳城县为肉牛生产基地,沁水县、阳城县和泽州县为养鸡生产基地的格局;渔业方面积极培育水产贸易市场,并引进名优品种,采用池塘循环水养殖方式,实现渔业的转型升级。林业方面出台了《关于深化林业改革发展现代林业建设生态强市的意见》、《干果经济林发展扶持办法》等多项强林惠农政策,增加农民利用森林创收的热情;同时科学布局,打造规模连片林业,形成了以核桃、连翘为主,山茱萸、山楂、仁用杏、花椒等为辅的大聚集、小杂合的干果经济林的发展格局,全面提升森林经营水平。在2008—2009年,林地产出率大幅度增加,地均林地产值增长率达到189.51%;生态用地效益在2009—2011年出现大幅度下降,其中在2009—2010年达到6.31%最大下降比例。随着生活水平改善,人们对煤炭和私家车需求成倍增长。大量煤炭的燃烧,汽车尾气的排放,导致空气中污染物含量增加,环境质量下降;在当年造林面积增加的情况下,林地吸收“可吸入颗粒物”及“二氧化硫”的功能仍然降低,生态效益大幅度下降。

到2013年,晋城市“三生用地”子系统效益评价值均达到95以上,排序情况为生态生产用地效益>生产生态用地效益>生活生产用地效益>生活生态用地效益>生态用地效益,生态用地效益最低。近年来,晋城市凭借着丰富的煤炭资源使得国民经济得到快速发展,但同时也带来了环境污染等问题。政府为解决由于煤炭产业发展带来的环境污染问题,积极开展环城绿化与森林生态圈等重点绿化工程,但目前尚未到达验收环境效益的成效年。

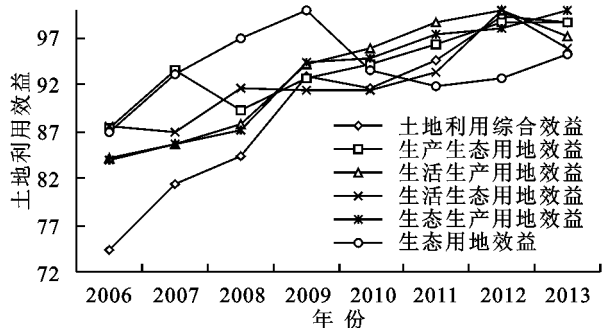


图1 晋城市“三生用地”效益变化

### 2.3 “三生用地”协调度分析

根据协调度模型(公式6),进行晋城市“三生用地”协调度分析,结果详见图2。由图2可知:晋城市“三生

用地”效益协调度总体呈现“双U”形状。根据协调度分级的相关研究<sup>[22]</sup>,晋城市“三生用地”各子系统保持着高度协调——在整个研究期间协调度均在0.95以上。在这8a时间里,晋城市对于“三生用地”5大子系统效益均给予足够重视,在充分发展生产力,加大基础设施投资,改善民生的同时,积极致力于生态环境保护。从变化幅度来看,晋城市“三生用地”各子系统协调度的年均增长率为0;2006—2007年,变化幅度最大,2007年的协调度比2006年降低2.20%。在此阶段,晋城市加大对于环境的投入,忽视了民生建设,使得生活生态用地效益下降,子系统间发展失衡。其余各年度的变化比例均在2%以下。其中,2007—2008年、2008—2009年及2011—2012年的变化比例均小于1%;2010—2011年、2012—2013年的变化比例在1%左右;2010年各系统的协调度比2009年上升1.53%。

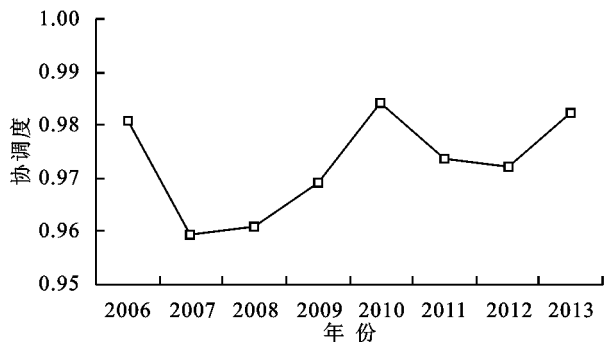


图2 晋城市“三生用地”协调度年度变化

结合上文“三生用地”效益分析结果及研究区实际,2006年,晋城市“三生用地”综合效益最低,各子系统协调度达0.9810,且除生活生态用地效益外,其余子系统效益均表现为上升趋势,表明晋城市“三生用地”系统正趋向有序结构,为以后的综合效益提升奠定基础。从二者变化趋势来看,在2007—2009年期间,晋城市“三生用地”综合效益与其协调度变化趋势一致呈现上升趋势;原因在于在这3a间,晋城市在生产方面以“农业现代化、工业新型化和旅游生态化”为目标,积极致力于产业转型与升级;生活方面加大基础设施投入,新建、修建阳冀高速、环城高速等多条道路,方便人们出行;生态方面为建设国际园林城市,打造白马寺、凤凰岭等多个森林公园,达到增加物种多样性与改善环境的效果。同时,晋城市紧抓机遇,努力转变土地利用方式。在2010—2012年,二者的变化趋势相反,综合效益表现为上升趋势,协调度则下降。究其原因,生态环境建设投入减少,生活生态用地效益及生态用地效益下降;各子系统发展失衡,导致此阶段的协调度下降。

### 3 结论与讨论

本文从土地功能的角度出发,构建基于“三生用地”的土地利用效益评价指标体系,运用改进的TOPSIS方法与协调度模型分析晋城市土地利用效益的动态变化规律与协调度。结果表明晋城市的“三生用地”综合效益及各子系统效益总体均呈现上升趋势,且每一年的土地利用效益均在72以上;生态生产用地效益在整个研究期间持续保持增长趋势;其余的“三生用地”子系统效益均出现一定的波动;晋城市“三生用地”协调度总体呈现“双U”形状,具有波动性,但每年的协调度均在0.95以上,表明晋城市“三生用地”子系统保持着高度协调。

近年来,晋城市在把握国内外发展趋势的同时,抓紧发展机遇,以“工业新型化、农业现代化、市域城镇化、城乡生态化”为战略目标,积极致力于产业转型升级,合理调整产业结构,从而进一步影响土地利用方式,提高土地节约集约利用水平。同时,通过民生建设工程吸纳城镇下岗职工再就业,提高人们生活水平;并加强市政道路建设,促进交通运输业发展的同时也方便人们出行。晋城市在2012年被列为第二批低碳试点城市以来,建设森林生态圈,降低碳排放量,优化人居环境,促进“三生用地”效益快速提升与土地利用系统协调发展。但通过晋城市“三生用地”效益及协调发展分析,发现耕地抵抗自然灾害能力弱、环境污染等问题仍未得到有效的解决。晋城市在今后的土地利用中,应加快精确的施肥方法、新型杀虫剂等农业创新技术的推广;并控制私家车数量,倡导人们绿色环保出行,首选公共交通工具;在工业流程中引用创新型技术,降低能耗;并大范围推广脱硫技术,从源头上控制二氧化硫等污染物的排放;同时加大对环境的投资,加快生态建设的步伐。

本文在系统性理论与土地功能理论的指导下,结合研究区具体情况构建合理的指标体系,为土地利用效益评价提供了一种新思路。但由于目前“三生用地”的地类分类理论尚未成熟,本文在构建指标体系时可能存在一些不足;由于土地利用系统的复杂性、开放性和动态性,关于“三生用地”的协调度模型还有待进一步完善;未对“三生用地”效益子系统之间的耦合程度进行分析,拟在接下来的研究中对其进行补充。

#### 参考文献:

[1] 彭建,蒋依依,李正国,等.快速城市化地区土地利用效益评价:以南京市江宁区为例[J].长江流域资源与环境,2005,14(3):304-309.

- [2] 陈弢.区域旅游发展协调度的时空差异研究[J].地理研究,2014,33(3):558-568.
- [3] 俞可平.科学发展观与生态文明[J].马克思主义与现实,2005(4):4-5.
- [4] 沈清基.论基于生态文明的新型城镇化[J].城市规划学刊,2013,31(1):29-36.
- [5] 洪惠坤.“三生”功能协调下的重庆市乡村空间优化研究[D].重庆:西南大学,2016.
- [6] 岳健,张雪梅.关于我国土地利用分类问题的讨论[J].干旱区地理,2003,26(1):78-88.
- [7] 周宝同.土地资源可持续利用基本理论探讨[J].西南师范大学学报:自然科学版,2004,29(2):310-314.
- [8] 陈婧,史培军.土地利用功能分类探讨[J].北京师范大学学报:自然科学版,2005(5):536-540.
- [9] 张红旗,许尔琪,朱会义.中国“三生用地”分类及其空间格局[J].资源科学,2015,37(7):1332-1338.
- [10] 宋成舜,崔薛华,柯新利,等.城市土地集约利用综合效益演化研究:以湖北省咸宁市为例[J].水土保持研究,2013,20(1):230-234.
- [11] 申海元,陈瑛,张彩云.西安市土地利用综合效益研究[J].土壤通报,2009,40(2):209-212.
- [12] 周飞,陈士银,吴明发,等.湛江市土地利用综合效益及其演化评价[J].地域研究与开发,2007,26(4):89-92.
- [13] 宋戈,梁海鸥,林佳,等.黑龙江省垦区耕地利用综合效益评价及驱动力分析[J].经济地理,2010,30(5):835-840.
- [14] 梁红梅,刘卫东,刘会平,等.深圳市土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合关系研究[J].地理科学,2008,28(5):636-641.
- [15] 梁红梅,刘卫东,刘会平,等.土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合关系:以深圳市和宁波市为例[J].中国土地科学,2008,22(2):42-48.
- [16] 张光宏,马艳.城郊土地利用社会经济效益和生态环境效益的动态耦合关系:以武汉市远城区为例[J].农业技术经济,2014(11):14-20.
- [17] 刘耀彬,宋学锋.城市化与生态环境的耦合度及其预测模型研究[J].中国矿业大学学报,2005,34(1):91-96.
- [18] 朱珠,张琳,叶晓雯,等.基于TOPSIS方法的土地利用综合效益评价[J].经济地理,2012,32(10):139-144.
- [19] 任力锋,王一任,张彦琼,等.TOPSIS法的改进与比较研究[J].中国卫生统计,2008,25(1):64-66.
- [20] 夏勇其,吴祈宗.一种混合型多属性决策问题的TOPSIS方法[J].系统工程学报,2004,19(6):630-634.
- [21] 刘畅,师学义,梁旭琴,等.基于物元模型的资源型城市土地利用效益动态评价研究[J].水土保持研究,2015,22(4):122-126,131.
- [22] 陶江,吴世新,董雯.天山北坡经济带土地利用效益评价[J].干旱区地理,2009,32(6):985-990.