

# 综合国土整治规划环境友好型土地利用影响评价 ——以重庆市璧山县大路镇为例

肖轶<sup>1</sup>, 尹珂<sup>2</sup>

(1. 重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400067; 2. 重庆师范大学 地理与旅游学院, 重庆 400047)

**摘要:**以重庆市璧山县大路镇综合国土整治规划(2008—2020)为研究对象,从农用地、建设用地、未利用地三大地类出发,构建了综合国土整治规划区环境友好型土地利用评价指标体系并实证评价了综合国土整治规划对环境友好型土地利用的影响。研究表明:(1)构建的环境友好型土地利用评价指标体系,基本可以较完整地表征综合整治前后规划区环境友好型土地利用的状态和水平。(2)整治后规划区三大地类的土地利用环境友好评价指数都将得到提高。2008—2020 年,农用地利用环境友好综合指数将从 0.191 6 上升到 0.247 0,建设用地利用环境友好综合指数将从 0.265 3 上升到 0.443 3,未利用地利用环境友好综合指数将从 0.042 2 上升到 0.086 6。(3)规划区综合国土整治后土地利用环境友好综合评价指数将从 2008 年的 0.498 9 预计达到 2020 年的 0.776 8,增幅为 55.7%,土地利用环境友好状态将从整治前的较低状态上升到整治后的较高状态。由此可见,综合国土整治是提高区域土地利用环境友好状况的重要途径,符合土地合理利用和土地可持续发展的理念。

**关键词:**综合国土整治; 规划; 环境友好型; 土地利用

中图分类号:F301.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)05-0243-05

## Assessment on Comprehensive Land Improvement Planning Environmental Friendly Land Use —A Case Study of Dalu Town, Bishan County of Chongqing Municipality

XIAO Yi<sup>1</sup>, YIN Ke<sup>2</sup>

(1. College of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China; 2. College of Geographical and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

**Abstract:** This paper took comprehensive land improvement planning of Dalu Town, Bishan County of Chongqing City, from 2008 to 2020 as an object, built environment-friendly land use evaluation system, and analyzed the impacts of environmental friendly land use after the comprehensive land improvement implementing. The results showed that: (1) the built environment-friendly land use evaluation system, status and level of the environment-friendly land use could be completely expressed. (2) agricultural land, construction land and unused land of environment-friendly evaluation index would be improved from 2008 to 2020, agricultural land use and environment-friendly composite index rose from 0.191 6 to 0.247 0, construction land use and environment-friendly composite index rose from 0.265 3 to 0.443 3, unused to using environmentally friendly composite index rose from 0.042 2 to 0.086 6; (3) the land use and environment-friendly comprehensive evaluation index would reach up to 0.776 8 from 2008 to 2020, 55.7% increase in degree. Thus, the comprehensive land improvement is to improve the state of regional land use and environment-friendly important way in accordance with sustainable land use and land a reasonable idea.

**Key words:** comprehensive land improvement; planning; environmental friendly; land use

土地利用是生态环境变化的主要驱动力之一,环境变化是土地利用沿时空方向的累积性结果<sup>[1-3]</sup>,任何土地变化和土地利用都与一定的自然环境后果相

联系<sup>[4-6]</sup>。所有环境问题的实质都是人与自然关系的不协调,然而土地利用则是人与自然相互作用的重要界面。土地利用环境友好的实现为建设环境友好型

社会发展战略的全面实施奠定坚实基础。环境友好型土地利用,是指因地制宜,节约与集约及可持续利用土地,以环境—经济—社会协调发展为目标,采取对生态环境有利,在区域环境容量限度内保证环境状况与经济发展有良性互动的关系,尽可能不产生环境污染和生态破坏,或在发生环境污染或生态破坏时,能在人类对环境的积极补偿干预中迅速恢复并改善,既保证当前社会经济合理土地需求,又保证对社会经济发展所需土地的可持续供给,有效保护土地资源和改善生态环境<sup>[7]</sup>。

土地资源的稀缺性严重制约了人口、资源、环境三大问题的协调发展<sup>[8]</sup>,土地开发整理作为协调人地关系,实现土地资源优化配置的重要手段,在有效缓解人地矛盾、解决土地利用问题等方面发挥越来越大的作用<sup>[9-11]</sup>。综合国土整治规划作为未来一段时间全面指导区域土地开发、整理、复垦、治理以及保护的重要手段和措施,旨在维护规划区土地资源的可持续利用,促进土地利用与生态环境协调发展。因此实证评价综合国土整治规划对环境友好型土地利用的影响具有重要意义。

## 1 研究区域与数据来源

### 1.1 研究区概况

选取璧山县大路镇综合国土整治规划区为研究对象,研究区位于璧山县北部,东距重庆主城区 68 km,南距璧山县城 20 km,是璧北地区交通枢纽。大路镇位于中部构造平行岭(低山)谷(丘陵)区。地貌受地质构造控制,东、西面为低山,中部为丘陵,大部分地区属嘉陵江水系流域,海拔 400 m 左右,为二峡一谷地貌。大路镇属中亚热带湿润季风气候区,年平均日照时数在 1 100~1 300 h,年平均气温在 17~18℃,气温年较差在 20℃;大路镇下辖 13 个村和 3 个社区,109 个合作社。全镇 2008 年底总户数 21 882 户,户籍人口 61 623 人。

根据 2008 年实际调查数据,大路镇辖区面积 11 592.92 hm<sup>2</sup>,农用地 10 045.58 hm<sup>2</sup>,占土地总面积的 86.65%,其中耕地 4 663.78 hm<sup>2</sup>,园地 810.68 hm<sup>2</sup>,林地 3 099.01 hm<sup>2</sup>,其他农用地 1 472.11 hm<sup>2</sup>;建设用地 1 268.63 hm<sup>2</sup>,占土地总面积的 10.94%,其中,居民点面积及独立工矿用地 1 076.41 hm<sup>2</sup>,交通用地 121.10 hm<sup>2</sup>,水利设施用地 71.12 hm<sup>2</sup>;未利用地 278.71 hm<sup>2</sup>,占土地总面积的 2.4%,其中未利用土地 190.67 hm<sup>2</sup>,其他土地 88.04 hm<sup>2</sup>。

### 1.2 数据来源

土地利用环境友好评价中的原始数据主要来源于大路镇 2008 年土地利用变更详查数据、《大路镇 2008

年统计年鉴》、《大路镇综合国土整治规划(2008—2020 年)》以及笔者的实际调查统计,并以璧山县规划局、经贸局、农业局等各个部门的数据作为补充。

## 2 研究方法

### 2.1 环境友好型土地利用评价指标体系

通过对规划区土地利用的环境状况、土地利用环境效应及自然—人—社会复合系统的综合分析,并在征求了环保、农业、生态等方面专家意见的基础上,确定了环境友好型土地利用评价的目标层,综合反映规划区土地利用的环境友好程度与状况。根据环境友好型的土地利用的意义、内涵及指标构建的原则,借鉴土地生态安全与相关环境状态模型,以土地利用生态环境效应为主导,注重人类对环境的响应与对生态环境友好的诉求,构建环境友好型土地利用评价指标体系<sup>[12-13]</sup>。

环境友好型土地利用准则层根据综合指标要求将目标分解为三个评价子系统,土地利用环境友好指数指标体系依据全国土地分类(过渡期间适用)三大类,即农用地、建设用地、未利用地来构建(表 1)。农用地利用环境友好指数用于反映本地区土地利用环境的自然禀赋状况。该层指标体系主要选取单位播种面积化肥用量、单位农作物播种面积农药用量、人均耕地面积、单位耕地化肥使用量、人均生态用地面积、农业用地水土流失治理率、有效灌溉面积比例以及农田防护林面积比例 8 个指标;建设用地利用环境友好指数考虑的指标包括:城镇化水平、城市建筑容积率、城镇土地利用系数、单位建设用地 GDP 产值、万元 GDP 能耗、生活污水处理率、建成区绿化覆盖率、生活垃圾无害化处理率、工业废水排放达标率、工业 SO<sub>2</sub> 去除率、工业烟尘去除率、二三产业比率、单位 GDP 环境治理投资、建成区噪音达标比率;未利用地利用评价只设置两个指标,即未利用地转化为生态用地的比率和未利用地开发转化农用地比率。

### 2.2 指标数据标准化及权重确定

在研究过程中,为了消除量纲的影响,需要对所选取指标进行标准化。利用公式(1)进行指标值标准化处理,以便统一各指标量纲与缩小指标间的数量级差异。本研究所选取的指标均为正向指标,即原始数据值越高,指标得分越高,故采用如下标准化公式:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{i,\min}}{X_{i,\max} - X_{i,\min}} \quad (1)$$

式中:Y<sub>ij</sub>——标准化后某一指标的值;X<sub>ij</sub>——处理前某一指标的值;X<sub>i,max</sub>——处理前同系列指标的最大值;X<sub>i,min</sub>——处理前同系列指标的最小值(表 2)。

表 1 规划区环境友好型土地利用评价指标体系

目标层	准则层	因素层	元素层
土地 利用 环境 友好 指 数	农用地利用 环境友好 指数(AP)	单位播种面积化肥用量( $E_1$ )	化肥使用总量,总播种面积
		单位农作物播种面积农药用量( $E_2$ )	农药使用总量,农作物总播种面积
		单位耕地化肥使用量( $E_3$ )	化肥使用总量,耕地总面积
		人均耕地面积( $E_4$ )	人口数量,耕地总面积
		人均生态用地面积( $E_5$ )	人口数量,生态用地总面积
		农业用地水土流失治理率( $E_6$ )	治理水土流失农用地面积,农用地总面积
		有效灌溉面积比例( $E_7$ )	可正常灌溉的耕地面积,耕地总面积
		农田防护林面积比例( $E_8$ )	农田防护林面积,土地总面积
	建设用地 利用环境 友好指数(IP)	城镇化水平( $E_9$ )	城镇人口数量,人口总量
		城市建筑容积率( $E_{10}$ )	城市总建筑面积,总用地面积
		城镇土地利用系数( $E_{11}$ )	已利用的城镇土地面积,城镇土地总面积
		单位建设用地 GDP 产值( $E_{12}$ )	GDP 总量,建设用地面积
		万元 GDP 能耗( $E_{13}$ )	能源消费总量,GDP 总量
		生活污水处理率( $E_{14}$ )	处理的生活污水量,生活污水总量
		建成区绿化覆盖率( $E_{15}$ )	建成区绿地总面积,建成区总面积
		生活垃圾无害化处理率( $E_{16}$ )	无害化处理生活垃圾量,总处理生活垃圾量
		工业废水排放达标率( $E_{17}$ )	工业废水排放达标量,工业废水排放总量
		工业 SO <sub>2</sub> 去除率( $E_{18}$ )	工业排放中的全硫分含量,工业 SO <sub>2</sub> 排放量
		工业烟尘去除率( $E_{19}$ )	工业排放中的烟尘含量,工业烟尘排放量
		二三产业比率( $E_{20}$ )	二三产业总量,GDP 总量
		单位 GDP 环境治理投资( $E_{21}$ )	环境治理投资总量,GDP 总量
		建成区噪音达标比率( $E_{22}$ )	建成区噪音达标量,建成区噪音排放总量
	未利用地利用 环境友好指数(UP)	未利用地转化生态用地比率( $E_{23}$ )	未利用地转化为生态用地面积,未利用地面积
		未利用地开发转化农用地比率( $E_{24}$ )	未利用地转化为农用地面积,未利用地面积

表 2 规划区环境友好型土地利用标准化指标值

指标值	年份						
	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
$E_1$	0.7988	0.7865	0.7734	0.7523	0.7366	0.7155	0.6896
$E_2$	0.7223	0.7134	0.7079	0.6953	0.6811	0.6788	0.6655
$E_3$	0.7131	0.6843	0.6711	0.6666	0.6552	0.6452	0.6393
$E_4$	0.4221	0.4433	0.4631	0.4209	0.4023	0.3988	0.3891
$E_5$	0.4422	0.4721	0.5243	0.5833	0.6522	0.7121	0.7730
$E_6$	0.4833	0.5521	0.6111	0.6622	0.7021	0.7234	0.7568
$E_7$	0.5511	0.6101	0.6435	0.7432	0.7933	0.8888	0.9223
$E_8$	0.4633	0.5121	0.5977	0.6621	0.7033	0.7656	0.8041
$E_9$	0.4812	0.5633	0.6344	0.6788	0.7012	0.7376	0.7523
$E_{10}$	0.4532	0.5359	0.5987	0.6611	0.7189	0.7923	0.8345
$E_{11}$	0.4512	0.5133	0.5844	0.6788	0.7712	0.8576	0.8723
$E_{12}$	0.5044	0.5512	0.6022	0.6433	0.6767	0.7513	0.8267
$E_{13}$	0.6076	0.5932	0.5832	0.5733	0.5587	0.5354	0.5132
$E_{14}$	0.4887	0.5522	0.6034	0.6543	0.7099	0.7634	0.8287
$E_{15}$	0.5111	0.5733	0.6241	0.6876	0.7122	0.7551	0.8064
$E_{16}$	0.4622	0.5043	0.5644	0.6288	0.6834	0.7432	0.8235
$E_{17}$	0.4845	0.5725	0.6387	0.6856	0.7684	0.8355	0.8851
$E_{18}$	0.4324	0.5067	0.5687	0.6135	0.6685	0.7097	0.7431
$E_{19}$	0.4523	0.5342	0.5875	0.6235	0.6875	0.7356	0.7834
$E_{20}$	0.5134	0.5830	0.6383	0.7055	0.7864	0.8317	0.8577
$E_{21}$	0.4522	0.5012	0.5934	0.6686	0.7135	0.7577	0.8021
$E_{22}$	0.4421	0.5018	0.5834	0.6562	0.7187	0.7945	0.8367
$E_{23}$	0.4343	0.5092	0.6134	0.6897	0.7366	0.7986	0.8457
$E_{24}$	0.4031	0.5113	0.6013	0.6957	0.7834	0.8243	0.8977

本研究采用层次分析法确定指标权重。首先,将指标分为准则层、因素层、元素层,然后构造判断矩阵,采用和积法求出矩阵的特征向量,即规划指标的权重(表 3)。

### 2.3 综合评价模型

在建立指标体系、确定各指标的权重后,先利用标准化后的指标值,计算出指标的权重值,用指数和

方法计算出准则层各评价指标的评价值,然后再依据计算出的准则层的权重值,算出因子层的各评价指标的综合值。综合值  $P$  的计算公式如下:

$$P = \sum W_i \times P_i \quad (2)$$

式中: $W_i$ ——指标  $i$  的权重; $P_i$ ——指标  $i$  的标准化值。计算规划区环境友好型土地利用评价的综合值(表 3)。

表 3 规划区友好型土地利用综合评价值

指标值	权重	2008 年	2010 年	2012 年	2014 年	2016 年	2018 年	2020 年
AP	$E_1$	0.03	0.0240	0.0236	0.0232	0.0226	0.0221	0.0215
	$E_2$	0.03	0.0217	0.0214	0.0212	0.0209	0.0204	0.0200
	$E_3$	0.04	0.0285	0.0274	0.0268	0.0267	0.0262	0.0258
	$E_4$	0.05	0.0211	0.0222	0.0232	0.0210	0.0201	0.0199
	$E_5$	0.05	0.0221	0.0236	0.0262	0.0292	0.0326	0.0356
	$E_6$	0.06	0.0290	0.0331	0.0367	0.0397	0.0421	0.0434
	$E_7$	0.04	0.0220	0.0244	0.0257	0.0297	0.0317	0.0356
	$E_8$	0.05	0.0232	0.0256	0.0299	0.0331	0.0352	0.0383
IP	小计	0.35	0.1916	0.2013	0.2129	0.2229	0.2304	0.2405
	$E_9$	0.03	0.0144	0.0169	0.0190	0.0204	0.0210	0.0221
	$E_{10}$	0.03	0.0136	0.0161	0.0180	0.0198	0.0216	0.0238
	$E_{11}$	0.05	0.0226	0.0257	0.0292	0.0339	0.0386	0.0429
	$E_{12}$	0.04	0.0202	0.0220	0.0241	0.0257	0.0271	0.0301
	$E_{13}$	0.03	0.0182	0.0178	0.0175	0.0172	0.0168	0.0161
	$E_{14}$	0.04	0.0195	0.0221	0.0241	0.0262	0.0284	0.0305
	$E_{15}$	0.06	0.0307	0.0344	0.0374	0.0413	0.0427	0.0453
	$E_{16}$	0.03	0.0139	0.0151	0.0169	0.0189	0.0205	0.0223
	$E_{17}$	0.05	0.0242	0.0286	0.0319	0.0343	0.0384	0.0418
	$E_{18}$	0.04	0.0173	0.0203	0.0227	0.0245	0.0267	0.0284
	$E_{19}$	0.04	0.0181	0.0214	0.0235	0.0249	0.0275	0.0294
UP	$E_{20}$	0.05	0.0257	0.0292	0.0319	0.0353	0.0393	0.0416
	$E_{21}$	0.03	0.0136	0.0150	0.0178	0.0201	0.0214	0.0227
	$E_{22}$	0.03	0.0133	0.0151	0.0175	0.0197	0.0216	0.0238
	小计	0.55	0.2653	0.2997	0.3315	0.3622	0.3916	0.4208
	$E_{23}$	0.06	0.0261	0.0306	0.0368	0.0414	0.0442	0.0479
	$E_{24}$	0.04	0.0161	0.0205	0.0241	0.0278	0.0313	0.0330
小计		0.10	0.0422	0.0511	0.0609	0.0692	0.0755	0.0809
综合值			0.4989	0.5519	0.6055	0.6542	0.6976	0.7421

注:CI=0.08,RI=0.70,CR=0.07<0.1,表明评价指标通过一致性检验,具有较好的一致性。

## 3 结果与分析

为了更直观地评价规划区土地利用环境友好水平,根据事物不断发展论和发展阶段论,借鉴罗斯托的经济发展阶段理论思想,参考土地资源可持续研究和土地环境影响评价的成果<sup>[14-15]</sup>,参照不同学者对环

境友好型土地利用评价的划分标准,本研究将规划区土地利用的环境友好水平划分为低、较低、中等、较高、高 5 个等级(表 4)。这种划分方法充分体现了土地利用的环境友好水平从低水平向高水平发展时阻力越来越大的客观规律,有助于土地利用环境友好的分段实施和重点突破。

表 4 土地利用环境友好评价的等级标准

土地利用的环境友好水平	低	较低	中等	较高	高
综合评价值	$\leq 0.3$	0.3~0.5	0.5~0.7	0.7~0.9	$\geq 0.9$

通过综合国土整治,农用地、建设用地和未利用地三大地类的环境利用友好评价指数都将得到提高

(表 3)。其中,农用地利用环境友好综合指数从 2008 年的 0.191 6 到 2020 年预计将上升到 0.247 0,提高

幅度预计为 0.055 4;建设土地利用环境友好综合指数,从 2008 年的 0.265 3 到 2020 年预计将上升到 0.443 3,提高幅度预计为 0.178 0;未利用地利用环境友好综合指数,从 2008 年的 0.042 2 到 2020 年预计将上升到 0.086 6,提高幅度预计为 0.044 4。规划区土地利用环境友好综合评价指数将从 2008 年的 0.498 9 到 2020 年预计将达到 0.776 8,提高幅度预计为 0.277 9,根据土地利用环境友好评价的等级标准(表 4),整治前(2008 年)规划区土地利用环境友好处于较低的状态,整治全部完成后(2020 年)规划区土地利用环境友好将处于较高的状态。

具体来看,规划区农用地利用环境友好指标中,单位播种面积化肥用量( $E_1$ )、单位农作物播种面积农药用量( $E_2$ )、单位耕地化肥使用量( $E_3$ )和人均耕地面积( $E_4$ )4 项指标呈现出逐年递减趋势。主要原因是综合国土整治后,土层厚度增加,耕地质量得到提高,农民生态保护意识逐渐增强,化肥和农药的使用量逐渐降低;而人均耕地指数相应有所下降,一方面由于人口持续增加,另一方面综合整治后耕地的质量和数量得到提高,但是城镇区域进行产业和基础设施规划时,会占用部分耕地。人均生态用地面积( $E_5$ )、农业用地水土流失治理率( $E_6$ )、有效灌溉面积比例( $E_7$ )和农田防护林面积比例( $E_8$ )4 项指标呈现出逐年递增趋势。这是综合国土整治后农田水利工程、农村道路工程,农田防护林建设等得到完善的结果。

规划区建设土地利用的环境友好状况指标中,只有万元 GDP 能耗指数表现出下降趋势。主要是由于产业结构调整,利用效率大大提高;其他的 13 项指标都呈现逐年上升趋势,其中增幅位于前三的分别是城镇土地利用系数,工业废水排放达标率指数,建成区绿化覆盖率指数。这与综合国土整治后土地高效集约利用水平提高是密不可分的。

规划区未利用地的环境友好状况指标均呈现出上升趋势,其中未利用地转化为生态用地的比率指数预计将从 0.026 1 提高到 0.050 7,提高幅度将达 0.024 6;未利用地开发转化为农用地比率指数预计将从 0.016 1 提高到 0.035 9,提高幅度为 0.019 8。未利用地的环境友好指标上升趋势表明,通过综合国土整治后未利用地环境状况较好。

## 4 结论

(1) 本研究根据环境友好型的土地利用的意义、内涵及指标构建的原则,借鉴土地生态安全与相关环境状态模型,从农用地、建设用地、未利用地三大类出发,建立了一个 3 层 24 个指标的评价指标体系,

基本可以完整地表征综合整治前后规划区环境友好型土地利用的状态和水平。

(2) 通过综合国土整治,规划区农用地、建设用地和未利用地三大地类土地利用的环境友好水平都将得到提高。2008—2020 年,农用地利用环境友好综合指数将从 0.191 6 上升到 0.247 0,建设土地利用环境友好综合指数将从 0.265 3 上升到 0.443 3,未利用地利用环境友好综合指数将从 0.042 2 上升到 0.086 6。

(3) 根据土地利用环境友好评价的等级标准,整治前规划区土地利用环境友好综合水平处于较低的状态,整治全部完成后土地利用环境友好综合水平将处于较高的状态。由此可见,综合国土整治是提高区域土地利用环境友好状况的重要途径,符合土地合理利用和土地可持续发展的理念。

综合国土整治对区域土地利用环境的影响是多方面的,对此的评价是一项探索性很强的工作。另外,由于环境影响评价的宏观性、复杂性、广泛性等因素,目前评价环境友好型土地利用还没有比较完善和成熟的指标体系。本文以重庆市璧山县大路镇综合国土整治规划为例,构建了涵盖广泛的指标体系来评价综合国土整治规划对土地利用环境友好的影响,为完善区域土地利用规划的环境影响评价工作提供新思路。但该指标体系在指标选择方面的合理性还需进一步证实,而且该指标体系是否适用于其他综合整治区域,还需进一步探索。

### 参考文献:

- [1] 杨庆媛. 土地利用与生态环境演化浅析[J]. 地域研究与开发, 2000, 19(6): 7-11.
- [2] Geng Xing, Ge Lin, Tim Warner. Using Thematic Mapped data for change detection and sustainable use of cultivated land: a case study in the Yellow River delta, China [J]. International Journal of Remote Sensing, 2004, 25(13): 2509-2522.
- [3] Yang Feng-ting, Liu Ji-yuan, Zhuang Da-fang, et al. The preliminarily study on the ecological environment effects of land-use change in red earth hilly area in southeast China [J]. Progress in Geography, 2004, 23(5): 43-55.
- [4] 李晓兵. 国际土地利用土地覆盖变化的环境影响研究 [J]. 地球科学进展, 1999, 14(4): 395-400.
- [5] 郭旭东, 陈利顶, 傅伯杰. 土地利用/土地覆被变化对区域生态环境的影响 [J]. 环境科学进展, 1999, 7(6): 66-75.
- [6] Kreuter U, Harris H, Matlock M, et al. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas [J]. Ecol. Econ., 2001, 39(3): 333-346.

(下转第 252 页)

## 5 结 论

通过遥感数据分析,确定了 TM 影像的最佳波段组合,经过几何校正采用非监督分类对影像进行分类,最终得到灌区土地分类及耕地种植结构。利用高分辨率 IKONOS 影像对分类结果作了精度评估,精度分析证明多时相中分辨率 TM 影像用于灌区尺度土地利用分类有很高的精度。

利用基于地表能量平衡原理的 SEBAL 模型,根据 Landsat TM 5 数据以及相关气象资料逐像元地计算出研究区地面反照率,植被指数,比辐射率和地表温度资料,并依据反演参数逐步计算出卫星过境时刻的  $R_n, G, H$  值,求出瞬时 ET 值,最终通过计算蒸发比的方法推求出时段的 ET 量。经过反演得到日蒸散量均值为 4.81 mm/d,实测均值为 5.09 mm/d,相对误差平均为 5.8%,结果合理。利用地表能量平衡原理的 SEBAL 模型对蒸散发进行反演,反演结果与实测值误差在允许范围内,为河套灌区区域用水量研究提供新的方法。

### 参考文献:

- [1] 李亮,史海滨,贾锦凤,等. 内蒙古河套灌区荒地水盐运移规律模拟[J]. 农业工程学报,2010,26(1):31-35.
- [2] 李亮. 内蒙古河套灌区秋浇荒地水盐运移规律的研究[J]. 中国农村水利水电,2012(4):41-44.
- [3] 李瑞平,史海滨,赤江刚夫,等. 季节性冻融土壤水盐动态预测 BP 网络模型研究[J]. 农业工程学报,2007,23

(11):125-128.

- [4] Shi Haibin, Akae Takeo. Simulation of leaching requirement for Hetao irrigation district considering salt redistribution after irrigation[J]. Transactions of the CSAE, 2002,18(5):67-72.
- [5] 李亮,史海滨,赤江刚夫,等. 内蒙古河套灌区耕地与荒地间水盐补排规律的研究[J]. 灌溉排水学报,2010,29(5):73-77.
- [6] Jackson R D, Idso S B, Reginato R J, et al. Canopy temperature as a crop water stress indication[J]. Water Resour. Res.,1981,17(4):1133-1138.
- [7] Medina J L, Camacho E, Reca J, et al. Determination and analysis of regional evapotranspiration in southern Spain based on remote sensing and GIS[J]. Phys. Chem. Earth,1998,23(4):427-432.
- [8] Moran M S, Clarke T R, Inoue Y, et al. Estimating crop water deficit using the relation between surface-air temperature and spectral vegetation index[J]. Remote Sens. Environ.,1994,49(3):246-263.
- [9] 黄妙芬,刘绍民. 地表温度和地表辐射温度差值分析[J]. 地球科学进展,2005,10,20(10):1075-1081.
- [10] 蔺文静,董华. 基于 SEBAL 模型的区域蒸发蒸腾遥感估算[J]. 遥感信息,2008(5):50-54.
- [11] 曾丽红,宋开山,张柏,等. 应用 Landsat 数据和 SEBAL 模型反演区域蒸散发及其参数估算[J]. 遥感技术与应用,2008,23(3):255-263.
- [12] Bastiaanssen W G M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey[J]. Journal of Hydrology,2000,229(1/2):87-100.

(上接第 247 页)

- [7] 毛德华,陈秋林,汪子一. 关于环境友好型土地利用模式的若干基本问题的探讨[J]. 资源环境与工程,2007,21(1):75-78.
- [8] Chen Li-ding, Wang Jun, Fu Bo-jie. Land use change in a small catchments of northern loess plateau China[J]. Agriculture, Ecosystem&Environment, 2001, 86 (2): 163-172.
- [9] 罗明,王军. 中国土地整理的区域差异及对策[J]. 地理科学进展,2001,20(2):97-103.
- [10] Ray W Archer. Urban land consolidation for metropolitan Jakarta expansion[J]. Habitat International,1994,

18(4):51-73.

- [11] Zhang T W. Land market forces and government's role in sprawl: the case of China[J]. Cities,2000,17(2): 123-135.
- [12] 郭璐斐. 泰安市环境友好型土地利用及其评价指标体系研究[D]. 北京:中国农业大学,2006.
- [13] 杜加强,王金生. 重庆市环境友好型土地利用评价研究[J]. 中国土地科学,2008,22(12):18-24.
- [14] 周勇,田有国. 量化土地评价指标体系及评价方法探讨[J]. 生态环境,2003,12(1):37-41.
- [15] 单胜道,黄祖辉. 农业现代化模糊综合定级法研究[J]. 农业技术经济,2006(6):1-5.