

doi: 10.6046/gtzyyg.2016.02.24

引用格式: 施云霞,王范霞,毋兆鹏. 基于 CLUE\_S 模型的精河流域绿洲土地利用空间格局多情景模拟[J]. 国土资源遥感, 2016,28(2):154-160. (Shi Y X, Wang F X, Wu Z P. Multi-simulation of spatial distribution of land use based on CLUE-S in Jinhe Watershed[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2016,28(2):154-160.)

# 基于 CLUE\_S 模型的精河流域绿洲土地利用空间格局多情景模拟

施云霞<sup>1</sup>, 王范霞<sup>2</sup>, 毋兆鹏<sup>1,2</sup>

(1. 新疆师范大学地理科学与旅游学院地理系, 乌鲁木齐 830054;

2. 新疆维吾尔自治区干旱区湖泊环境与资源重点实验室, 乌鲁木齐 830054)

**摘要:**以新疆维吾尔自治区精河流域绿洲为研究区,基于 CLUE\_S 模型,运用 logistic 逐步回归法选择铁路、公路、水渠、河流、湖面及居民点驱动因子,利用 1972 年和 1990 年 2 期土地利用数据,对研究区 2010 年土地利用空间分布格局进行模拟。在通过精度检验的基础上,分别设置“历史趋势预案”和“生态保护预案”2 种情景模拟了研究区 2025 年土地利用变化空间分布格局。结果表明:对于干旱区绿洲小区域尺度未来土地利用的变化趋势,CLUE\_S 模型具有良好的模拟能力;没有加入任何限制区域的“历史趋势预案”模式下,2025 年研究区生态环境将进一步恶化;坚持耕地保护制度和执行艾比湖湿地国家级自然保护区制度的“生态保护预案”前提下,2025 年研究区生态环境明显向好,土地利用率先显著增加。研究结果对于干旱区绿洲及生态环境脆弱区的土地利用可持续发展具有明显的实践意义。

**关键词:** CLUE\_S 模型; 土地利用; 空间格局; 多情景模拟; 精河流域

**中图法分类号:** X 144; TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2016)02-0154-07

## 0 引言

随着人类活动与自然环境相互作用的加剧,越来越多研究全球环境变化的学者将目光转向土地利用/土地覆被变化(land-use and land-cover change, LUC)。地处干旱半干旱地区的绿洲因其有高度的封闭性、分散性及脆弱敏感性,LUCC 表现出复杂的非线性特征。中国很早就已经开始了 LUCC 的研究,但内容以侧重土地资源调查、分区、分类、规划等为主<sup>[1]</sup>。随着 3S 技术的飞速发展,LUCC 研究的重点开始向过程、趋势及驱动力研究转化,研究的形式也由静态向时空动态模拟形式发展<sup>[2]</sup>。CLUE\_S (the conversion of land use and its effects at small region extent) 模型是由荷兰瓦赫宁根大学“土地利用变化和影响”研究小组开发,并于 2002 年正式向同行推荐的土地预测模型。国内自 2004 年起将其运用于我国不同区域的土地利用模

拟研究,主要集中于我国 LUCC 研究的热点地区和生态环境脆弱地区<sup>[3-8]</sup>,其中,相对于国内其他区域而言,在干旱区绿洲中的应用成果明显不足<sup>[9-11]</sup>。

新疆精河流域地处我国西北干旱区,也是我国生态环境问题最突出的内陆河流域之一。近年来,本地区经济迅速发展、人们生活水平大有提高,但同时由于水资源过度开发利用,工农业用水增加,大量挤用了生态环境用水,加之多年来径流性水资源的减少,导致流域内地下水位持续下降,天然植被长期退化,引起了土地荒漠化、盐渍化等一系列生态问题。如何使该区的水、土资源得到进一步合理开发利用,是构建我国的重要生态屏障以确保国家生态安全的需要,更事关民族团结、政治稳定和边疆安全。

本文以精河流域 1972 年、1990 年、2010 年影像数据为基础,设定 2 种情景,利用 CLUE\_S 模型模拟了精河流域绿洲 2025 年的土地利用空间分布格局,以期为精河流域绿洲未来的土地发展规划、管理及政策的制定提供决策参考。

收稿日期: 2014-10-30; 修订日期: 2015-02-24

基金项目: 新疆维吾尔自治区重点实验室“新疆干旱区湖泊环境与资源实验室”基金“基于时空模拟的艾比湖流域精河绿洲土地荒漠化动态演变研究”(编号: XJDX0909201206)、新疆维吾尔自治区自然科学基金“艾比湖流域精河绿洲土地荒漠化时空动态演变研究”(编号: 2013211A022)及新疆师范大学地理学博士点支撑学科开放课题“基于 SEBAL 模型的精河流域蒸散发遥感反演研究”(编号: XJNU-DL-201322)共同资助。

## 1 研究区概况与数据源

### 1.1 研究区概况

本文研究区精河流域(基本包含了整个国家级“艾比湖湿地自然保护区”)位于新疆维吾尔自治区西北部准噶尔盆地西南边缘,天山支脉婆罗科努山北麓,东西介于  $82^{\circ}40'E \sim 83^{\circ}10'E$  之间,南以绿洲以南的 500 m 等高线、北以艾比湖北岸的 200 m 等高线为界,总面积  $0.257 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区大陆性气候特征显著,夏季高温少雨,冬季寒冷干燥。此外,本区也是天山北坡经济带中受风沙危害最严重的区域,浮尘天数由 20 世纪 60 年代的 0.4 d/a 增加为现在的 44 d/a。干燥的气候和强劲、活跃的风力决定了精河强烈的蒸发,多年平均蒸发量 1 625 mm,为降水量的 20 倍。

### 1.2 数据源

遥感影像数据主要取用 MSS 影像 1 景(1972 年 9 月 21 日)、TM 影像 1 景(1990 年 8 月 25 日)及 ALOS AVNIR-2 影像 4 景(2010 年 9 月 24 日)。图 1 为研究区 2010 年 9 月 24 日 ALOS AVNIR-2 影像,主要在 ENVI4.8 平台下进行影像处理,选取影像的 4,3,2 波段进行影像的辐射校正、几何精纠正和裁剪。

致问题,在 MSS 影像的解译中,人工绿洲及水体主要参考 1972 年地形图获得,天然绿洲及未利用地基于 NDVI 提取,ALOS 数据则采用降分辨率处理,所有影像数据最终统一为 30 m 分辨率。

综合考虑影像数据的分辨率及人工绿洲典型农业景观特征,对照中国土地利用现状分类系统(GB/T 21010—2007),将研究区 LUCC 类型分为耕地、水域、建设用地、低覆盖度植被、中覆盖度植被、高覆盖度植被及未利用土地 7 类。遥感影像处理主要在 ENVI4.8 平台下进行,包括影像的几何精校正、图像镶嵌拼接等。3 期影像的 LUCC 类型提取及数据空间分析以 ArcGIS 9.3 为平台,统计数据处理利用 SPSS 16.0 软件完成。

## 2 研究方法

### 2.1 CLUE-S 模型

CLUE-S 模型的基础是假设区域内的土地需求是其土地利用变化的主要驱动因子,并且它与土地利用空间格局、自然环境演变及社会经济发展始终处于动态平衡。因此,模型结构也是由土地需求模块和空间分配模块两部分组成。其中,前者是在不同需求情景模式下,通过对自然和人文因子分析,运用数学模型、经济学模型等计算出以年为步长序列的各类型土地总量;后者是根据非空间部分计算出来的土地数量需求,以各类栅格化空间数据为基础,按照土地类型分布概率及土地利用分配规则,模拟未来年份的土地利用空间格局。

CLUE-S 模型的输入包括:①空间政策和限制区域,指研究区某些不会发生变化的土地利用方式(如自然保护区),意即空间政策和土地使用权会影响模拟的土地利用格局。数据格式为限制区域图,栅格大小必须和其他空间文件一致。本研究中,情景 1 无受限制区域,即整个研究区土地利用变化可任意发生;情景 2 设置基本农田保护区和艾比湖湿地自然保护区 2 个限制区。②土地类型转换规则和弹性系数。③土地需求文件,以年为单位记录模拟时间段内土地利用总面积。④土地空间格局与驱动因子关系。在 CLUE\_S 模型中,采用 Logistic 回归来计算每一栅格出现某种地类的概率,进而解释土地类型与驱动力间的关系<sup>[12]</sup>,即

### 2.2 预测情景设置

针对精河流域绿洲 2025 年土地利用空间格局

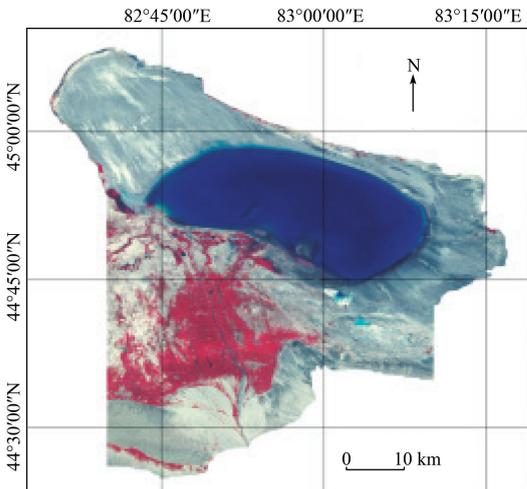


图 1 研究区 ALOS AVNIR-2 影像

Fig.1 ALOS AVNIR-2 image of study area

专题数据主要包括研究区 1972 年 1:5 万地形图、1990 年和 2010 年精河县土地利用现状图(不含天然绿洲)、交通图。为解决影像数据分辨率不一

$$\text{Log} \left\{ \frac{P_i}{1 - P_i} \right\} = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_m X_{ni} \quad (1)$$

式中:  $P_i$  为每一栅格单元出现某种地类的概率;  $\beta$  为各驱动因子的回归系数;  $X$  为各备选驱动因子。

设置了 2 个假设情景模式。情景模式 1：未加入任何限制区域的自然发展情景模拟，土地类型之间相互自由转换。情景模式 2：根据精河县国土资源局土地利用远景规划和艾比湖湿地自然保护区规划，实行基本农田和湿地生态保护前提下的发展情景模拟。在情景模式 2 下需要设置相应的限制区域文件，本文将农田和艾比湖湿地自然保护区作为土地转出限制区。

### 2.3 驱动因子选择

参考模型使用手册，利用 1990 年和 2010 年的交通图和遥感影像，提取铁路、公路、水渠、河流、湖面及居民点驱动因子信息，通过在 ArcGIS 软件中创建缓冲区获得驱动因子图，并最终转换为 ASCII 码形式输入模型(表 1)。

表 1 研究区土地利用空间格局驱动因子表

Tab.1 Driving factors of land use spatial pattern in study area

驱动因子	代码	因子简述
湖面	Scigr0. fil	象元中心与湖边空间距离
铁路	Scigr1. fil	象元中心与最近铁路的空间距离
渠系	Scigr2. fil	象元中心与最近渠系的空间距离
河流	Scigr3. fil	象元中心与最近河流空间距离
公路	Scigr4. fil	象元中心与最近公路空间距离
居民点	Scigr5. fil	象元中心与居民点的空间距离

### 2.4 土地利用转换弹性参数

指规定时期内某种土地利用类型可转化的难易程度。模型允许研究者根据专家经验和土地类型的实际变化情况设置。

模型中不同土地利用类型的稳定性由参数 ELAS 定义出 3 种情况<sup>[12]</sup>：对于非常容易转变的地类，ELAS 设为 0，如低、中植被覆盖区，在农业用地紧张的情况下，它们很容易被转变为耕地或建设用地；对于极其不容易转变的土地利用类型，ELAS 设定为 1，如城镇建设用地，在预测期间一般不考虑其转出变化情景；对于转换容易程度介于两种极端情况之间的，将 ELAS 设定为 0~1 之间的某一值，可以根据历史数据和图文资料来赋值，原则是值越接近 1，土地类型转换难度越大，土地利用稳定性越高。

在对转换弹性参数进行了初步设置后，对照 2010 年土地利用现状图检验模拟结果的总体精度和 Kappa 指数，又将模拟结果进行多次调试，最终确定研究区 ELAS 参数设置为：耕地 0、水域 1、建设用地 1、低覆盖度植被 0.3、中覆盖度植被 0.6、高覆盖度植被 0.9 以及未利用土地 0.2。需要说明的是，进入 21 世纪以来，由于实施高效节水措施和生态农业开发，加之艾比湖湿地国家级自然保护区的建立，

使得艾比湖湖面面积进入相对平稳期，虽然湖面面积有增有减，但变幅不大，且由于艾比湖为咸水湖，干涸湖底无法转换为他类，因此本文中水域 ELAS 参数设定为 1。

### 2.5 土地利用转换规则

指在一定的情景模式下，通过转移矩阵来定义各土地利用类型之间转变概率<sup>[12]</sup>。其设置时需遵循的原则是：区域生态环境影响力越高的区域越不可转换。本文中 1 表示可以转变，0 表示不能转变(表 2)。

表 2 研究区土地利用空间格局转移矩阵设置

Tab.2 Setting condition of land use transition matrix in study area

土地利用类型	耕地	建设用地	水体	低覆盖度植被	中覆盖度植被	高覆盖度植被	未利用地
耕地	0	0	0	1	1	1	1
建设用地	0	0	0	0	0	0	0
水体	1	0	0	1	1	1	1
低覆盖度植被	1	1	1	0	1	1	1
中覆盖度植被	1	1	1	1	0	1	1
高覆盖度植被	1	1	1	1	1	0	1
未利用土地	1	1	1	1	1	1	0

### 2.6 土地利用需求文件

运行 CLUE\_S 模型需要一系列独立的支撑计算文件，由于精河流域相关数据缺乏且获取较为困难，无法满足常规算法所需要的研究区历史统计数据，因此本文根据不同情景需求，以自然、社会和经济分析为基础，采用线性内插方法来获取 CLUE-S 模型所需的土地利用需求文件<sup>[13]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 Logistic 回归分析

运用统计软件 SPSS 对各土地利用类型和驱动因子进行 Logistic 逐步回归计算。采用 Pontius 等<sup>[14]</sup>提出的相对工作特性方法 (receiver operating characteristic curve, ROC) 进行回归效果检验。由于 ROC 曲线一般都处于  $y = x$  这条线的上方，所以 ROC 的取值介于 0.5~1 之间， $ROC = 0.5$  表示回归方程的解释能力最差， $ROC > 0.7$  时，说明模拟的土地利用空间格局和真实的土地利用空间格局之间有良好的-一致性， $ROC = 1$  时表示方程的解释能力最好。本研究各个土地类型的检验结果分别为：耕地 0.881、水体 0.757、建设用地 0.895、低覆盖度植被 0.766、中覆盖度植被 0.833、高覆盖度植被 0.744、未利用地 0.756(图 2)。

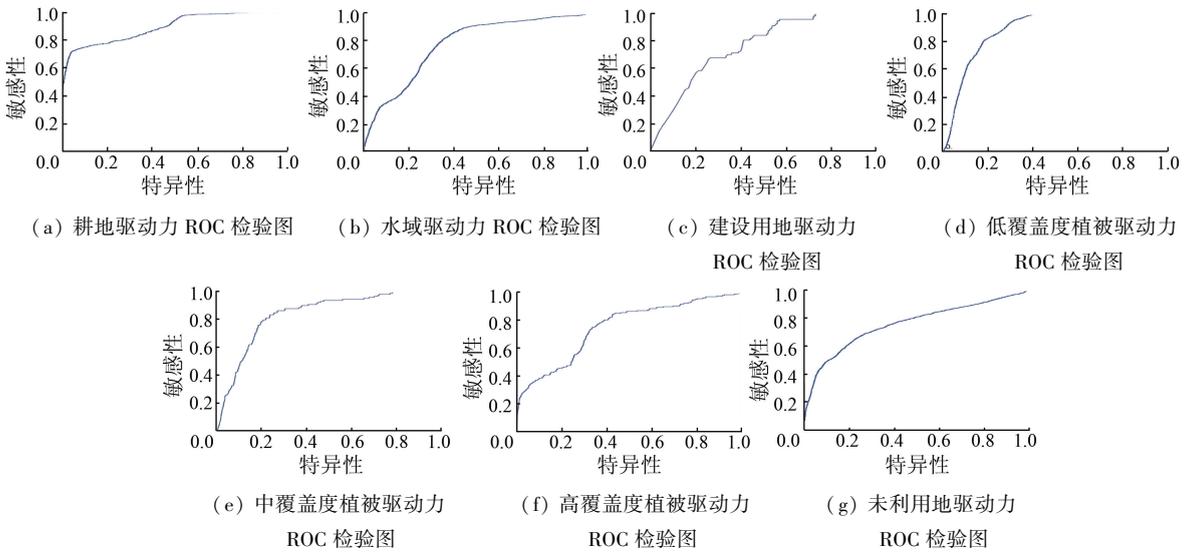


图2 回归效果检验图

Fig.2 The ROC curve of regression

### 3.2 精度检验

借助 Kappa 指数对 2010 年模拟结果与 2010 年土地利用现状图进行精度验证,即

$$Kappa = (p_0 - p_e) / (1 - p_e) \quad (2)$$

式中:  $p_0$  为实际一致的比率;  $p_e$  为期望一致的比率。一般情况当  $Kappa > 0.75$  即可说明分类精度较好。在 ArcGIS 中,将 2010 年土地利用现状图(图

3(a))与 2010 年土地利用模拟图(图 3(b))利用空间分析功能做栅格减法运算,0 值栅格的数量即为模拟正确的栅格数量。本研究中,结果为 0 的栅格数量占到总栅格数的 85.3%,即  $p_0 = 0.853$ ;土地利用类型为 7 个,故而每类栅格地类的随机正确率为  $1/7$ ,即  $p_e = 1/7$ ,通过式 2 计算出  $Kappa = 0.83$ ,结果精度较为理想。

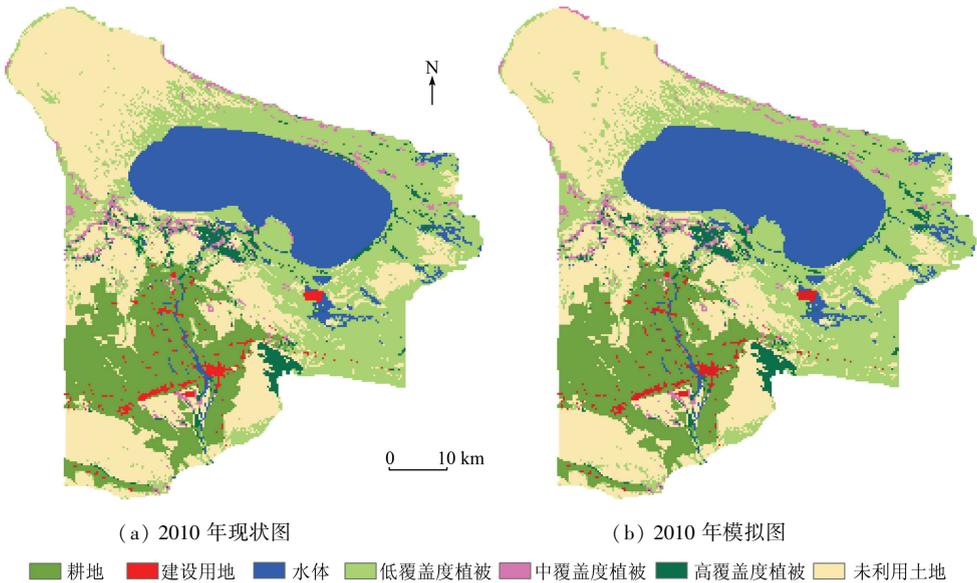


图3 研究区土地利用模拟精度评价

Fig.3 Precision evaluation for the land use simulation in study area

### 3.3 精河流域绿洲土地空间格局变化情景模拟

以 2010 年作为模拟基期数据,分别按情景模式 1 和情景模式 2,对研究区 2025 年的绿洲土地空间格局进行了模拟。情景模式 1 属于没有加入任何限制区域的“历史趋势预案”,在此模式下至 2025 年,研究区植被覆盖情况将进一步退化,主要表现为中、低植被覆盖区转化为未利用地和耕地,艾比湖面积

仍将持续缩小,并且湖区周边的植被也将呈现退化的趋势。这种结果的原因显而易见,随着人口的不断增加和社会经济生产活动的不断加强,对耕地的需求必然增加,在未有环境限制的前提下,同时带来的就是生态环境的严重破坏。2025 年研究区土地利用模拟图见图 4。2010—2025 年情景模式 1 方案 LUC 转移矩阵见表 3。

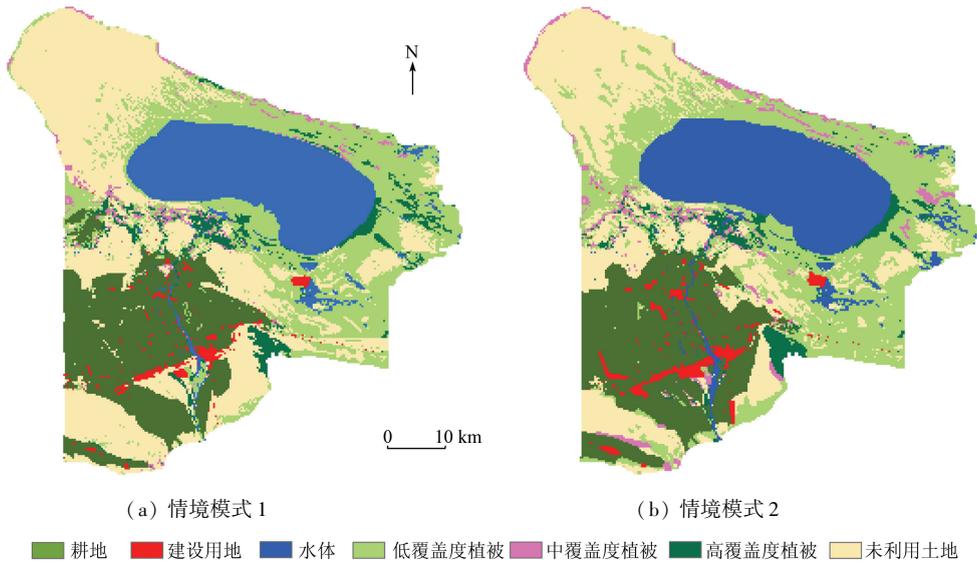


图 4 2025 年研究区土地利用模拟图

Fig. 4 The land use simulation map of study area in 2025

表 3 2010—2025 年情景模式 1 方案 LUCC 转移矩阵

Tab. 3 Matrix of LUCC conversion under situation 1 from 2010 to 2025

( km<sup>2</sup> )

土地利用类型	耕地	水域	建设用地	未利用地	低覆盖度植被	中覆盖度植被	高覆盖度植被	2025 年总计
耕地	327.45	10.00		143.72	92.65	6.00	10.00	589.82
水域	3.59	386.85		0.96	13.02	0.18	10.12	414.72
建设用地		0.57	32.43	7.07		0.24	0.10	40.41
未利用土地	30.43	27.91		612.31	192.02	7.02	18.00	891.07
低覆盖度植被	33.42	2.93		93.62	378.05	20.92	7.06	536.00
中覆盖度植被	1.30	1.86		1.00	2.70	0.70	2.49	10.05
高覆盖度植被	2.26	33.15		2.17	0.23	21.75	29.74	89.30
2010 年总计	398.45	463.26	32.43	860.85	678.67	56.81	77.51	2 571.17

情景模式 2 属于“生态保护预案”。2002 年以来,精河县坚决落实最严格的耕地保护制度和节约用地制度,确保了全县基本农田总量不减少、用途不改变、质量有提高。2012 年,精河县进一步被列为《全国土地整治规划(2011—2015 年)》划定的 500

个高标准基本农田示范县之一、自治区 19 个高标准基本农田建设示范县之一。2007 年 4 月,艾比湖湿地晋升为国家级自然保护区后,艾比湖湿地地增加近  $0.27 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,生物多样性得到了有效保护。在此 2 项“生态保护预案”前提下,模拟结果见表 4。

表 4 2010—2025 年情景 2 方案 LUCC 转移矩阵

Tab. 4 Matrix of LUCC conversion under situation 2 from 2010 to 2025

( km<sup>2</sup> )

土地利用类型	耕地	水域	建设用地	未利用地	低覆盖度植被	中覆盖度植被	高覆盖度植被	2025 年总计
耕地	398.45	0.30		167.97	15.06	3.51	1.89	587.18
水域		416.11		6.89	63.19	15.21	17.96	519.36
建设用地		0.02	29.00	12.09	1.07	1.03		43.22
未利用土地		6.47	2.36	521.52	10.01	3.00	10.24	553.59
低覆盖度植被		20.69	1.07	141.11	550.12	10.19	15.51	738.69
中覆盖度植被		7.97		15.71	1.87	11.36	2.98	39.90
高覆盖度植被		12.42		0.05	36.87	12.30	28.69	90.34
2010 年总计	398.45	463.98	32.43	865.35	678.19	56.60	77.26	2 572.17

如表 4 所示,2025 年研究区耕地虽然也有增加,但水域面积同时得以恢复,地表植被覆盖情况(低覆盖度和高覆盖度)有明显的增加,特别是艾比湖湿地植被覆盖增长最为明显。模拟结果还显示,研究区 2025 年未利用地减少幅度较大,表明此前提下的 LUCC 的利用率明显增加。

## 4 结论

在设置的“历史趋势预案”和“生态保护预案”2 种空间布局情景下的土地利用转换模拟表明,CLUE-S 模型能够有效解决土地利用空间分配问题,同

时也为土地利用规划多情景布局的空间预测提供了有力的模拟工具。基于本文对研究区未来土地利用空间格局发展的模拟可以得出:

1) 应继续坚持基本农田保护政策,在内涵上,充分实现由增加耕地数量为主向增加耕地数量、提高耕地质量、改善生态环境并重转变,这对进一步守好建好耕地红线,保障国家粮食安全和支撑现代农业发展,改善中国特别是西部干旱区生态环境等具有重大意义。

2) 艾比湖湿地自然保护区的升级必将对区域内自然环境保护与优化、自然资源合理开发利用和生物多样性恢复起到极大的促进作用。

3) 干旱区绿洲城市规模的扩大是必然的,但必须以区域生态环境与经济发展并重为发展前提,进一步加强政府宏观调控和土地管理,合理规划建设用地,节约土地资源,由此既有利于提高土地利用效率又有利于后期城市的发展。

## 参考文献 (References):

- [1] 方秀琴,任立良,李琼芳.近40年老哈河流域土地利用变化监测与分析[J].国土资源遥感,2012(2):125-131. doi:10.6046/gtzyyg.2012.02.23.  
Fang X Q, Ren L L, Li Q F. The detection and analysis of land use change in the Laoha river basin during the past four decades[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2012(2):125-131. doi:10.6046/gtzyyg.2012.02.23.
- [2] 阎金凤,陈曦.基于GIS的干旱区LUCC分析和模拟方法探讨[J].干旱区地理,2003,26(2):185-191.  
Yan J F, Chen X. Analysis and stimulation method discussion on LUCC of arid region based on GIS[J]. Arid Land Geography, 2003,26(2):185-191.
- [3] 摆万奇,张永民,阎建忠,等.大渡河上游地区土地利用动态模拟分析[J].地理研究,2005,24(2):206-213.  
Bai W Q, Zhang Y M, Yan J Z, et al. Simulation of land use dynamics in the upper reaches of the Dadu river[J]. Geographical Research, 2005,24(2):206-213.
- [4] 张永民,赵士洞,Verburg P H. CLUE-S模型及其在奈曼旗土地利用时空动态变化模拟中的应用[J].自然资源学报,2003,18(3):310-318.  
Zhang Y M, Zhao S D, Verburg P H. CLUE-S and its application for simulating temporal and spatial change of land use in Naiman Banner[J]. Journal of Natural Resources, 2003,18(3):310-318.
- [5] 张华,张勃,孟宝,等.张掖市土地利用/覆盖变化模拟[J].遥感技术与应用,2004,19(5):359-363.  
Zhang H, Zhang B, Meng B, et al. Land use and land cover change modeling in Zhangye City[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2004,19(5):359-363.
- [6] 刘庆凤,刘吉平,宋开山,等.基于CLUE-S模型的别拉洪河流域土地利用变化模拟[J].东北林业大学学报,2010,38(1):64-67,73.  
Liu Q F, Liu J P, Song K S, et al. Simulation on spatial pattern of land use change in Bielalong River Basin based on CLUE-S model[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2010,38(1):64-67,73.
- [7] 彭建,蔡运龙,Verburg P H.喀斯特山区土地利用/覆被变化情景模拟[J].农业工程学报,2007,23(7):64-70.  
Peng J, Cai Y L, Verburg P H. Simulation of land use/cover change scenarios in Karst mountain areas[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007,23(7):64-70.
- [8] 蒙吉军,严汾,赵春红.大城市边缘区土地利用变化模拟研究——以北京市昌平区为例[J].应用基础与工程科学学报,2010,18(2):197-208.  
Meng J J, Yan F, Zhao C. Land use change simulation on the edge of metropolis: A case study of Changping District in Beijing[J]. Journal of Basic Science and Engineering, 2010,18(2):197-208.
- [9] 魏强.基于CLUE-S模型的托克逊县土地利用动态变化预测模拟研究[D].乌鲁木齐:新疆大学,2010.  
Wei Q. Simulation of Dynamic Change in Land Utilization Toksun County Based on CLUE-S Model[D]. Urumqi: Xinjiang University, 2010.
- [10] 梁友嘉,徐中民,钟方雷.基于SD和CLUE-S模型的张掖市甘州区土地利用情景分析[J].地理研究,2011,30(3):564-576.  
Liang Y J, Xu Z M, Zhong F L. Land use scenario analyses by based on system dynamic model and CLUE-S model at regional scale: A case study of Ganzhou district of Zhangye City[J]. Geographical Research, 2011,30(3):564-576.
- [11] 王新军,安沙舟.基于GIS与CLUE-S模型的土地利用规划研究[J].草业科学,2010,27(5):122-129.  
Wang X J, An S Z. Study on land use planning based on GIS and CLUE-S models[J]. Pratacultural Science, 2010,27(5):122-129.
- [12] Verburg P H. Manual for the CLUE-S Model[C]. 2004.
- [13] 冯仕超,高小红,顾娟,等.基于CLUE-S模型的湟水流域土地利用空间分布模拟[J].生态学报,2013,33(3):985-997.  
Feng S C, Gao X H, Gu J, et al. Land use spatial distribution modeling based on CLUE-S model in the Huangshui River Basin[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013,33(3):985-997.
- [14] Pontius R G Jr. Quantification error versus location error in comparison of categorical maps[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2000,66(8):1011-1016.

## Multi – simulation of spatial distribution of land use based on CLUE – S in Jinhe Watershed

SHI Yunxia<sup>1</sup>, WANG Fanxia<sup>2</sup>, WU Zhaopeng<sup>1,2</sup>

(1. Department of Geography, Geography and Tourism Science Institute, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China;

2. Municipal Key Laboratory of Arid Lake Environment and Resource, Urumqi 830054, China)

**Abstract:** Based on CLUE – S model with digital land use images of 1972 and 1990, the authors detected the key forces driving land use change and controlling land use pattern in Jinhe watershed of Xinjiang from such biophysical and socioeconomic factors as railways, highways, canals, rivers, Aibi Lake and residents by using logistic stepwise regression method. With the analytical data obtained, the CLUE – S model suitable for modeling the study area was constructed in 2010. Also this result was validated by the Kappa index 0.82. Then two scenarios of land – use spatial allocation in Jinhe watershed in 2025, namely, “historical development trend scenario” and “ecology – priority scenario”, were established through designing different restrictions on land – use transition when CLUE – S model was performed in GIS environment. Some conclusions have been reached: CLUE – S model is a powerful tool to simulate land – use spatial distribution trend in the future at the arid regional scale; In the historical development trend scenario, the ecological environment will be further deteriorated in 2025; In the ecology – priority scenario, the ecological environment will be optimized, and the land utilization rate will be raised too. The results obtained by the authors will be of use to sustainable development of land – use in arid oasis and other environmental fragile zones.

**Keywords:** CLUE\_S model; land use; spatial distribution; multi – simulation; Jinhe watershed

第一作者简介: 施云霞(1984 –), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为 3S 技术与绿洲资源开发。Email: 342703306@qq.com。

通信作者: 毋兆鹏(1976 –), 男, 博士, 教授, 主要从事 3S 技术与绿洲资源开发研究。Email: wuzhaopengxj@sina.com。

(责任编辑: 李 瑜)