

基于加权叠加模型的高原湖泊流域重要生态用地识别——以星云湖流域为例^{*1}

李益敏^{1, 2} 管成文^{1, 2} 朱军^{1, 2} 余艳红²

(1. 云南大学资源环境与地球科学学院, 云南昆明 650500;

2. 云南省高原湖泊流域污染过程与管理重点实验室, 云南昆明 650034)

【摘要】:生态用地在维持区域生态平衡和保障区域生态安全具有重要意义。以云南星云湖流域为研究区, 运用层次分析法和GIS技术, 从水土保持、地质灾害规避与防护、生物多样性保护和水资源安全4个方面, 构建了流域重要生态用地识别指标及其识别方法, 并识别出流域重要生态用地空间分布。结果表明: (1) 加权叠加模型更适用于高原湖泊流域重要生态用地识别; (2) 根据生态用地重要性分为核心型、辅助型、过渡型和非重要生态用地, 面积分别为75.98km²、105.05km²、89.47km²和65.11km², 分别占流域生态用地总面积的22.64%、31.30%、26.66%和19.40%。识别结果能较好地反映重要生态用地维护流域的生态安全。以星云湖流域作为高原湖泊流域的典型, 为高原湖泊生态保护提供科学方向, 以期协调流域经济发展与生态保护的矛盾, 促进可持续发展。

【关键词】:重要生态用地; GIS; 加权叠加; 高原湖泊; 星云湖流域

【中图分类号】:X171.1 **【文献标识码】:**A **【文章编号】:**1004-8227(2017)08-1251-09

DOI:10.11870/cjlyzyyhj201708015

生态用地对维持区域生态平衡和保障区域生态安全具有重要意义。随着经济快速发展和城市化进程的不断扩张, 区域生态环境不断恶化, 生态安全问题凸显。因此, 对维护区域生态安全具有重要意义的“生态用地”一词经董雅文等^[1]提出后得到关注, 众多学者基于不同的专业背景和研究目的, 对生态用地的内涵^[2~7]展开大量研究, 认为生态用地具有涵养水源、保护土壤、防风固沙、调节气候、净化环境、保护生物多样性等生态功能。综合一些学者的研究, 认为生态用地是指维护水土资源安全、地质灾害规避与防护安全和生物多样性安全, 维持区域生态安全和可持续发展的用地空间。识别区域生态用地, 特别是识别对维护区域生态安全的重要生态用地^[8], 对区域的经济发展与生态环境保护具有现实的意义。

目前对区域生态用地识别的方法研究较少且主要集中在平原地区, 如谢花林^[9]等以水资源安全、生物多样性保护、灾害规避与防护和自然游憩4个因子识别京津冀地区生态用地; 周锐^[1]等结合GIS技术, 分析得到基于水资源安全、地质灾害规避、

¹收稿日期:2016-12-28; 修回日期:2017-03-23

基金项目:云南省高原湖泊流域污染过程与管理重点实验室开放基金项目(KH100992) [Key Laboratory of Pollution Process and Management of Lake Basin in Yunnan Province(KH100992) “Study on Key Ecological Land Identification Technology and Spatial Optimization of Plateau Lake Watershed”]

作者简介:李益敏(1965~), 女, 教授, 主要从事山地环境与发展研究. E-mail:648119611@qq.com

生物多样性保护 3 种单一过程的生态用地,进而识别出平顶山新区理想型、缓冲型和底线型 3 类生态用地;王志涛等^[10]构建基于水源涵养、地质灾害防护以及土壤保持 3 方面的生态用地重要性识别指标体系,识别出沽源县的生态用地。已有的研究中针对高原湖泊流域的较少,高原湖泊流域生态安全问题非常突出,选取生态脆弱高原湖泊星云湖流域为研究区开展生态安全研究具有典型性。星云湖流域生态脆弱性体现在:星云湖已进入湖沼发育的中晚期,泥沙淤积湖中,降低了供水蓄水能力,缩短了湖泊寿命,加快了湖泊老化;植被涵养能力差、部分地区水土流失严重,不能很好地发挥涵养水源、保持水土、调节气候的作用。星云湖既是玉溪市重要的粮食经济作物主产区和饮用水源地,又是全流域点面源的受纳地,是云南省环境保护重点整治保护的三大湖泊之一。本文以星云湖流域为研究区域,根据研究区特有的地形地貌特征和生态安全差异性提出将其分为山区和坝区进行研究,利用 GIS 空间叠加技术,从水土保持、地质灾害规避与防护、生物多样性保护和水资源安全方面识别流域生态用地,继而为研究区相关生态保护工作提供科学、有效的指导,同时该生态用地识别方法能为相似地形地貌的高原湖泊流域展开类似研究提供参考。

1 研究区概况

星云湖流域位于云南省玉溪市江川区境内(图 1),地理位置为东经 102° 45'~102° 48',北纬 24° 17'~24° 23'。流域总面积为 371.10km²,包括大街、江城、路居、雄关、前卫、安化 6 个乡镇,截止 2014 年底,流域总人口数为 19.75 万人(资料来源星云湖流域水污染综合治理“十二五”规划)。东临华宁县,西接玉溪,南与通海接壤,北与晋宁、澄江两县为邻。星云湖流域由湖泊、盆地、中低山脉组成,四周高、中部低,西部九溪略向玉溪倾斜。山脉多为南北走向和东西走向,东北走向较少;海拔最高点 2648m,海拔最低点 1690m。流域内山区半山区约占 65%,坝区占 21%,水域占 14%。流域内生态问题突出,南北部山区水土流失严重,星云湖污染严重。湖水主要靠地表径流和湖面降水补给。2000 年前星云湖水质较好,为 III 类水质;2000 年后,全湖水质迅速下降为 IV、V 类,2003~2016 年基本已处于 V 类与劣 V 类(资料来源于星云湖流域水污染综合治理“十三五”规划)。本地区属中亚热带半干燥高原季风气候,平均气温 15.6℃,年降雨量 700~1100mm。星云湖是云南省环境保护重点整治的三大湖泊之一,以星云湖流域为研究区,识别该流域重要生态用地,对该区的生态保护建设具有一定的指导意义。

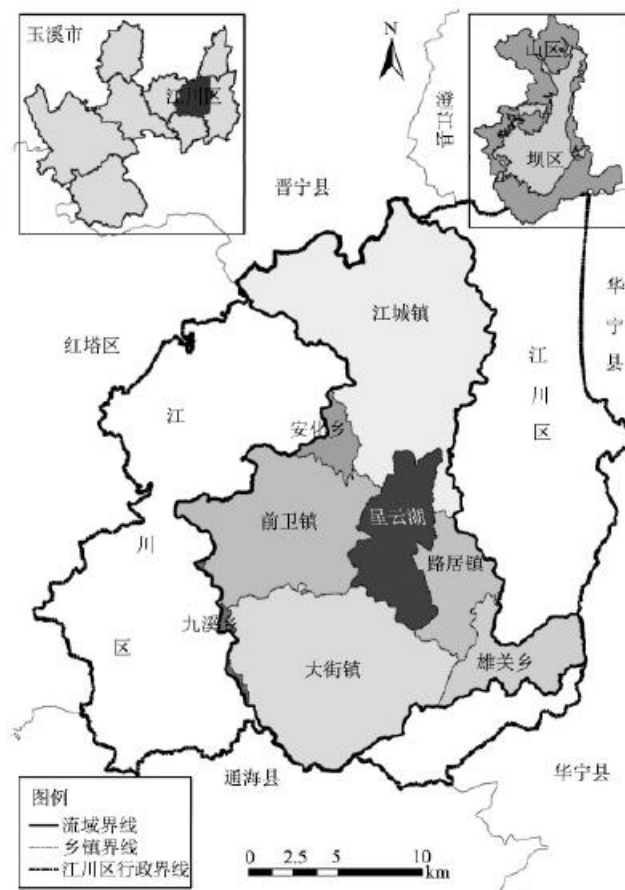


图 1 星云湖流域位置图

Fig. 1 Location of Xingyun Lake Basin

2 数据与分析方法

2.1 数据来源及处理

数据源包括:研究区 1:5 万 DEM, 高分一号影像(2014 年), 江川区统计年鉴(2014 年), 江川区土地利用现状图(2014 年), 江川区水域图, 江川区地质灾害易发性分区图(2014 年), 江川区土壤侵蚀分布图(2014 年), 流域边界矢量数据(来源于云南省高原湖泊研究中心)。星云湖流域水污染综合防治“十二五”规划文本和星云湖流域水污染综合防治“十三五”规划文本。

首先, 应用 ENVI5.1 软件分析影像, 经过辐射定标与大气校正, 借助 Basic Tool→Transform→NDVI 功能经过归一化等处理得到植被覆盖度指标, 并利用校正后的植被覆盖度图对 DEM 进行几何精校正, 提取坡度指标; 根据山区、坝区定义和本文研究的实际将水域划入坝区并数字化得到山区和坝区边界矢量数据(图 1 所示)。然后, 在 ArcGIS10.3 环境下对图件(土地利用现状图、水域图、地质灾害易发性分区图和土壤侵蚀分布图)进行空间地理配准, 采用基于流域边界矢量图层配准, 均方根误差控制在 0.5 个像元内; 对配准后的图件进行数字化, 得到研究区 2014 年各图件的矢量数据。所有图层数据均统一在投影坐标系为 Beijing_1954_GK_Zone_18N 下, 栅格大小为 30m×30m。土地利用分类参照全国《土地利用现状调查技术规程》, 结合当地的实际情况, 将研究区土地利用划分为耕地、园地、林地、草地、水域、沼泽地、建设用地和未利用地 8 种类型。

2.2 研究方法

2.2.1 基于单因子的生态用地的识别

(1)水土保持重要性。星云湖流域每年大量的水土流失造成了生态环境的破坏。本文针对水土保持重要性选择土壤侵蚀强度指标进行识别。将土壤侵蚀的高度侵蚀、中度侵蚀、轻度侵蚀和微度侵蚀，分别对应水土保持的极重要、很重要、一般重要和不重要分级结果。指标分级及赋值见表 1。

表 1 星云湖流域生态用地重要性识别指标及分级标准

Tab. 1 Evaluation Indexes and Class Criteria of Geological Hazard Avoidance and Protection

生态重要性	识别指标	贡献率分级			
		极重要	很重要	一般重要	不重要
水土保持	土壤侵蚀强度	高度侵蚀	中度侵蚀	低度侵蚀	微度侵蚀
地质灾害规避与防护	地质灾害易发性	高易发区	中易发区	低易发区	非易发区
	坡度(°)	(25, 63)	(15, 25]	(8, 15]	(0, 8]
生物多样性保护	植被覆盖度(%)	0(指水域), (0.7, 1]	(0.5, 0.7]	(0.3, 0.5]	(0, 0.3]
	土地利用类型	林地、水域、沼泽地	园地	耕地、草地	其他
水资源安全	距水源距离(m)	[0, 100]	(100, 400]	(400, 700]	700 以上
分级赋值		7	5	3	1

(2)地质灾害规避与防护重要性。星云湖流域地貌类型多，海拔落差大，坡度变化范围广。本文借鉴前人研究成果^[1, 9, 11]，针对地质灾害规避与防护选取坡度和地质灾害易发性 2 个指标进行识别。坡度分级借助 ArcGIS 的自然断点法划分为 0~8、8~15、15~25 和 25~63；地质灾害易发性划分为高易发性、中易发性、低易发性和非易发性，将两图层进行栅格叠加计算，并利用自然断点法划分为 4 级作为地质灾害规避与防护评价结果。各指标分级及赋值见表 1。

(3)生物多样性保护重要性。生物多样性保护是生态用地重要的生态功能之一。本文采用植被覆盖度、土地利用类型 2 个指标进行识别。一般而言，植被覆盖度越高越能为生物提供良好生态环境，其中植被覆盖度为零的区域有建设用地、水域、交通用地等，但是水域作为生物多样性保护重要用地，应单独挑出水域，赋予最高值。其中植被覆盖度的获取以 ENVI5.1 软件为平台，具体计算公式如下：

$$C = \frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \quad (1)$$

式中：C 为植被覆盖度；NDVI_{max}、NDVI_{min} 分别代表最大、最小的归一化植被指数值^[11]。

根据星云湖流域土地利用和谢高地^[12]等研究成果《中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表》中森林、农田、草地、水体、湿地对应林地、耕地、草地、水域和沼泽地在生物多样性保护这一功能当量，取园地的当量因子为水域和草地均值。各指标分级及赋值见表 1。

(4)水资源安全重要性。选取距水源距离指标对研究区进行水资源安全(水质净化)重要性评价。滨岸缓冲具有沉积、过滤、化学、吸附和微生物的共同作用，能很大程度上削减进入水体的氨氮、TN、TP、农药化肥及除草剂等化学物质的含量，对保护水体起到了积极的作用^[13]，距离水域越近则净化能力越强，反之，则越小。根据星云湖流域水污染综合治理“十二五”规划并实地考察，星云湖周围已建立 100m 的湖滨湿地带，本文参考相关研究^[13, 14]，结合星云湖实际，以湖滨地带 100m 和水域为第 1 级，以 300m 为缓冲单元，100~400m 为第 2 级，400~700m 为第 3 级，700m 以上为第 4 级，并分别赋值 7、5、3、1，指标分级

及赋值情况见表 1。

2.2.2 单因子权重的确定

论文针对研究区的实际，将研究区划分为山区、坝区以确定单因子的加权叠加方法开展研究，并与传统的单因子等权叠加方法对比研究，以选择出适合研究区的研究方法。

将研究区划分为山区、坝区的加权叠加方法采用层次分析法确定权重，方法如下：(1)建立层次结构分析模型；(2)采用 1~9 标度法对评价指标进行两两比较，构造判断矩阵；(3)进行层次单排序和层次总排序及其一致性检验；(4)根据分析计算结果，考虑相应的决策。两两重要性程度之比的形式表示出两个评价指标的相对重要性等级。对因子的评价决定各个因子在山区和坝区的贡献大小，本研究结合已有资料^[17, 18]、现场调查数据及室内解译结果，并结合专家打分法(匿名向 22 位相关专家发放问卷进行单因子打分，专家组为教授 6 人，副教授 10 人，讲师 6 人，经过 3 轮征询、反馈和调整得出结果)，采用 1~9 及其倒数的标度(表 2)进行每两指标间的相对比较，对判断矩阵各项指标进行权重赋值^[18]，最终经过 YAAHP 软件计算得出结果。权重结果如表 3 所示。

表 2 1~9 标度法及其含义
Tab. 2 1-9 Sign Method and Meaning

1~9 标度	重要程度	说明
1	同样重要	对目标贡献相同
3	稍微重要	重要
5	比较重要	确认重要
7	十分重要	程度明显
9	绝对重要	程度非常明显
2、4、6、8		表示重要程度介于以上 5 个得分两两之间
倒数	相反于重要程度	表示因子与比较得出判断标度的倒数

表 3 山区和坝区单因子权重
Tab. 3 Single Factor Weight of the Mountain Area and the Dam Area

权重	水土保持	地质灾害规避与防护	生物多样性保护	水资源安全
山区	0.439 3	0.212 2	0.300 6	0.047 9
坝区	0.062 6	0.062 6	0.235 1	0.639 6

2.2.3 综合重要生态用地识别

由于本文采取两种方案进行研究，即水土保持、地质灾害规避与防护、生物多样性和水资源安全对研究区同等重要(等权叠加，方案一)和对研究区划分的山区和坝区不同等重要(加权叠加，方案二)。方案一将各单因子评价得到的生态用地，利用 GIS 栅格计算功能进行等权重综合叠加，并采用自然断裂法对叠加结果进行空间聚类，将生态用地重分类，参考龙花楼等^[2]生态用地分类将流域内非生态用地挑出剔除，得到核心型、辅助型、过渡型和非重要生态用地(不包括非生态用地)，最终实现流域重

要生态用地识别。模型为：

$$EIPI_i = \sum_{j=1}^n p_{ij} \quad (2)$$

式中： $EIPI_i$ 表示第 i 个栅格像元上的生态用地重要性值； P_{ij} 表示第 j 个指标上第 i 个栅格像元上的生态用地重要性等级值； n 表示栅格像元个数。

方案二采用层次分析法确定各因子分别在山区和坝区的权重，如模型公式 (3)，具体分析过程同方案一。

$$EIPI_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} w_j \quad (3)$$

式中： $EIPI_i$ 表示第 i 个栅格像元上的生态用地重要性值； P_{ij} 表示第 j 个指标上第 i 个栅格像元上的生态用地重要性等级值； w_j 表示第 j 个指标的权重值； n 表示栅格像元个数。

3 结果与分析

3.1 流域单因子生态用地识别

根据上述已建立的生态用地识别指标和识别方法，利用 ArcGIS10.3 软件，对星云湖流域进行了生态用地的单因子识别，得出如下各类型生态用地识别结果(表 4 和图 2)。

表 4 星云湖流域不同类型生态用地识别结果

Tab. 4 Identifying Results of Different Eco-land Types in Xingyun Lake Basin

识别因子	重要性等级	面积 (km ²)	百分比 (%)	累计百分比 (%)
水土保持重要性	极重要	33.19	8.67	8.67
	很重要	15.29	3.99	12.66
	一般重要	91.40	23.87	36.53
	不重要	242.95	63.47	100.00
地质灾害规避与防护重要性	极重要	31.42	8.39	8.39
	很重要	96.84	25.86	34.25
	一般重要	103.57	27.65	61.90
	不重要	142.71	38.10	100.00
生物多样性保护重要性	极重要	84.53	21.86	21.86
	很重要	131.31	33.95	55.81
	一般重要	125.24	32.38	88.19
	不重要	45.68	11.81	100.00
水资源安全重要性	极重要	61.34	15.87	15.87
	很重要	100.75	26.06	41.93
	一般重要	88.07	22.78	64.71
	不重要	136.40	35.29	100.00
重要生态用地 (加权叠加)	核心型重要生态用地	75.98	22.64	22.64
	辅助型重要生态用地	105.05	31.30	53.94
	过渡型重要生态用地	89.47	26.66	80.60
	非重要生态用地	65.11	19.40	100.00
重要生态用地 (等权叠加)	核心型重要生态用地	45.86	13.83	13.83
	辅助型重要生态用地	86.76	26.16	39.99
	过渡型重要生态用地	116.40	35.09	75.08
	非重要生态用地	82.66	24.92	100.00

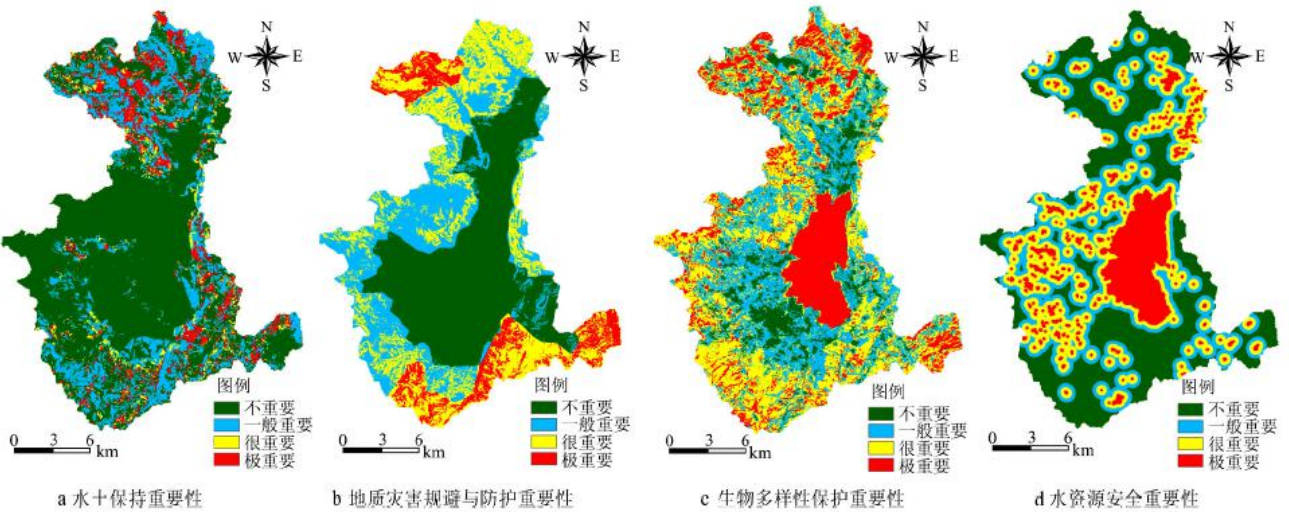


图 2 单因子生态用地重要性空间分布

Fig. 2 Spatial Distribution of Single Factor Ecological Land

在水土保持方面，从表 4 和图 2a 可以看出，评价结果为极重要等级的面积为 33.19km²，占流域总面积的 8.67%，这些区域主要分布在江城镇北部，是发生水土流失最严重的地区，在植树造林选址方面，应在这些区域进行种植。评价结果为极重要和很重要等级的面积为 48.48km²，占流域总面积的 12.66%，这些区域水土大量流失造成星云湖生态的破坏，应在这些区域需退耕还林还草，并对生态系统退化严重区域开展人工指导下的生态修复工程。

在地质灾害规避与防护方面，从表 4 和图 2b 可以看出，评价结果为极重要和很重要等级的面积分别为 31.42 和 96.84km²，占流域总面积的 8.39%和 25.86%，主要分布江城镇北部山区、大街镇东、西部山区和雄关乡大部分地区，即图中红色和黄色区域，为坡度较高、地质灾害较易发地区。

在生物多样性保护方面，从表 4 和图 2c 可以看出，评价结果为极重要等级的面积为 84.53km²，占流域总面积的 21.86%，主要分布在江城镇北部山区和星云湖等水域，是大部分生物物种的核心栖息地，水域主要以星云湖为主，周边用水主要来源于此，且湖中水生生物多种多样，应严格加以保护。评价结果为很重要等级的面积为 131.31km²，占流域总面积的 33.95%，主要分布在前卫镇和大街镇，主要是植被覆盖度较高和水域周边的防护林及滨岸地区，不可占用。极重要和很重要等级的面积占流域总面积的 55.81%，是维护生物多样性的重要区域，对这些区域的林地和水域应严格保护，禁止砍伐山林、围湖造田和城市建设，并进行动态的监测。

在水资源安全方面，从表 4 可以看出，评价结果为极重要和很重要等级的面积分别为 61.34 和 100.75km²，占流域总面积的 41.93%，主要分布在星云湖及各乡镇水库，这些区域对当地水资源安全非常重要。从图 2d 看出，水资源安全重要性主要分布在水域及其滨岸地带，对于整个星云湖流域而言，全部生产生活用水来源于此，因此，应避免高强度的城市开发活动。

3.2 流域多因子综合重要生态用地识别

3.2.1 两种方案重要生态用地识别结果对比与分析

根据上文重要生态用地识别方法，利用 Arc-GIS 的空间叠加功能，获取了星云湖流域每个栅格像元上的生态重要性综合结果及其分布，结果值越大，生态重要性越高；并利用 ArcGIS 空间重分类功能自然断点法将生态用地划分 4 个等级。方案一结果：核心型重要生态用地的结果值为 16~28，辅助型重要生态用地的结果值为 14~16，过渡型重要生态用地的结果值为 10~14，非重要生态用地的结果值为 4~10。如图 3 和表 4 所示，核心型重要生态用地面积为 45.86km²，辅助型重要生态用地面积为 86.76km²，核心型和辅助型重要生态用地总面积占流域面积的 39.99%。

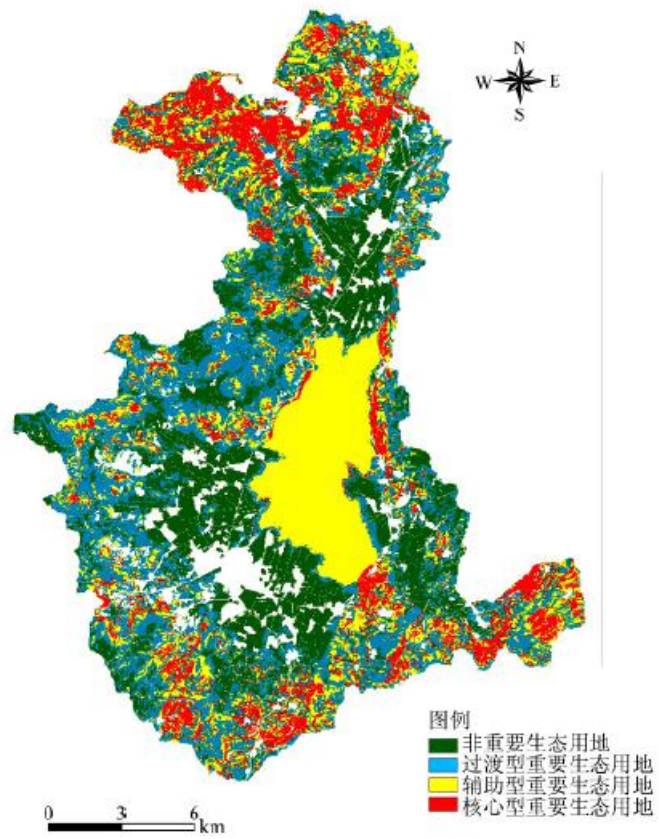


图 3 流域重要生态用地空间分布图(方案一)

Fig. 3 Spatial Structure of Critical Eco-land in Basin (One)

方案二结果:核心型重要生态用地的结果值为 4.79~7.00, 辅助型重要生态用地的结果值为 3.73~4.79, 过渡型重要生态用地的结果值为 2.76~3.73, 非重要生态用地的结果值为 1.00~2.76。如图 4 和表 4 所示,核心型重要生态用地面积为 75.98km², 辅助型重要生态用地面积为 105.05km², 核心型和辅助型重要生态用地总面积占流域面积的 53.94%, 超出流域总面积的 1/2。

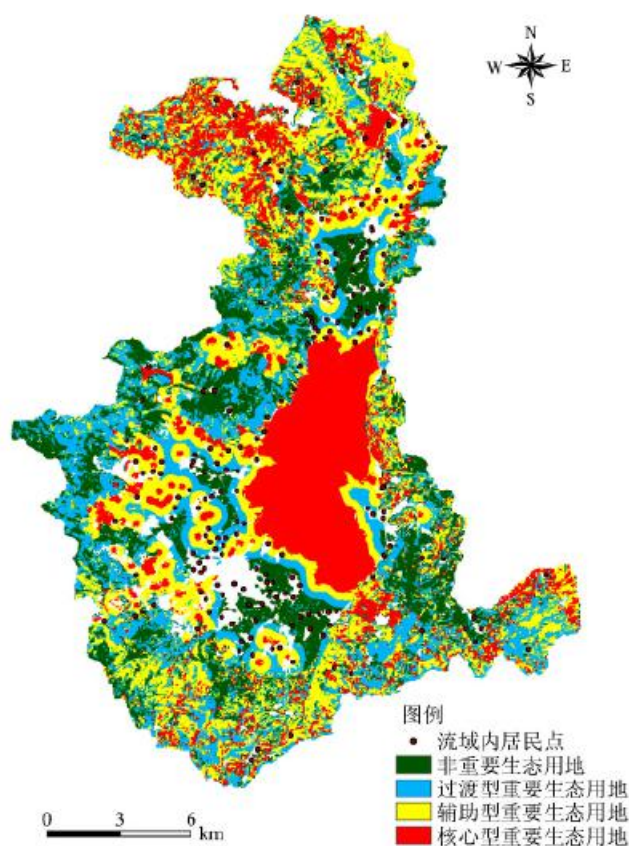


图 4 流域重要生态用地空间分布图(方案二)

Fig. 4 Spatial Structure of Critical Eco-land in Basin (Two)

对比方案一和方案二,根据星云湖流域水污染综合防治“十二五”和“十三五”规划表明,星云湖作为生态保护重点区域,即核心型重要生态用地;而方案一结果显示,星云湖仅为辅助型重要生态用地;星云湖流域中山区大部分为生态林地,为生态保护重点区域,方案一显示其仅为过渡型重要生态用地;根据实地调查和影像解译,星云湖流域核心型和辅助型重要生态用地面积总和应超出整个流域的一半。综上所述,方案二加权叠加方法明显优于等权叠加方法,说明加权叠加方案更适用于高原湖泊流域重要生态用地识别,分析结果更具价值。

3.2.2 各类型重要生态用地的组成及管理建议

对方案二识别出的各类型重要生态用地分析其组成,并提出合理化管理建议。

(1)核心型重要生态用地。核心型重要生态用地的面积为 75.98km^2 ,占流域总面积的 22.64%,图 4 中红色区域,主要分布江城镇、大街镇、雄关乡、星云湖和各乡镇水域,包含林地、水域、沼泽地及其滨岸地带。该区域是维护生态安全的核心地带,它们对于维持生物多样性、保持水土、提高植被覆盖度和维护整体生态具有重要意义。可考虑将这些区域设置为生态保护管理的对象,并有专人负责管理,避免受到各种与保护无关的人类活动的干扰。

(2)辅助型重要生态用地。辅助型重要生态用地的面积为 105.05km^2 ,占流域总面积的 31.30%,即图 4 中黄色区域,它包围着核心型重要生态用地,对维护核心型重要生态用地的生态整体性起到关键作用,是核心型重要生态用地的重要保护屏障。作为核心型重要生态用地的缓冲地带,该区域不仅起到生态保护的作用,同时也是各种用地类型交叉分布的区域,如耕地、林地、

沼泽地等,且从图4看出分布的区域存在极少量的居民点,对水质净化、水土安全和人类生活环境起到保护作用的重要生态用地,该区可考虑增加对环湖公路防护林建设、湖滨湿地建设、生态林地建设,禁止人类干扰大的住宅区开发建设。

(3)过渡型重要生态用地。过渡型重要生态用地的面积为89.47km²,占流域总面积的26.66%,即图4蓝色区域,是辅助型重要生态用地和非重要生态用地的过渡地带,对于发展林地效率相对较低,但具有一定的抗干扰能力,是核心型重要生态用地的一道隔离带,处在核心型重要生态用地与非重要生态用地之间,该区除了进行生态林种植外,可发展有经济收入的工业用材林、园地、发展畜牧业,开展局部性的农业活动。

(4)非重要生态用地。非重要生态用地的面积分别为65.11km²,占流域总面积的26.66%,即图4绿色区域,主要为人类生产区,该区主要为流域各种农业生产集中区,是流域居民生存和发展的基础条件,从这个角度看,该区经济发展远大于生态保护,经济发展为主生态保护为辅,尽可能地调整优化该区的农业生产布局,发展低污染高经济效益的种植结构,降低农业所带来的污染。

4 结论与讨论

以星云湖流域为例,本文分别从水土保持、地质灾害规避与防护、生物多样性保护和水资源安全4个方面,选取了土壤侵蚀度、地质灾害易发性、坡度、植被覆盖度、土地利用类型、距水源距离6个二级指标,构建了流域重要生态用地识别指标及其识别方法,并基于GIS平台对研究区进行了生态用地重要性等级识别,结果能较好地反映重要生态用地维护区域水土安全、生物多样性和灾害规避的空间特征,说明基于GIS的空间分析技术和层次分析法,采用将研究区划分为山区和坝区,并分别确定单因子在山区和坝区的权重,以高原湖泊星云湖流域为研究区开展生态用地重要性评价研究,研究结果表明具有可行性。

本文参考龙花楼等生态用地分类结果,将研究区中非生态用地剔除,运用本文识别方法将研究区生态用地划分为核心型重要生态用地、辅助型重要生态用地、过渡型重要生态用地和非重要生态用地。其中,维护星云湖流域生态安全的核心地带,即核心型重要生态用地的面积为75.98km²,占流域总面积的22.64%,主要分布江城镇、大街镇、雄关乡、星云湖和各乡镇水域,包含林地、水域、沼泽地及其滨岸地带,它们对于维持生物多样性、保持水土、提高植被覆盖度和维护整体生态具有重要意义。

通过对研究区单因子的识别,不仅明确了研究区水土保持重要区、地质灾害规避与防护重要区、生物多样性保护重要区和水资源安全重要区,更进一步优化了生态保护空间格局。但是受研究方法和数据所限,仅考虑土壤侵蚀强度、灾害易发性、坡度、植被覆盖度、土地利用类型、距水源距离6个指标来分析,略显不足,在以后的学习需进一步的研究。

高原湖泊星云湖流域,坝区、山区地形地貌差异较大,面临的生态安全问题不同,因此,提出将研究区分为山区和坝区进行研究,山区和坝区因子权重采用层次分析法确定,研究结果表明,划分山区和坝区进行重要生态用地识别的方法比较适合高原湖泊流域,分析结果对流域的生态保护具有积极地意义。本文选取的识别因子少,统计量少,容易构造判断矩阵,运算简单,运用层次分析法可以有效地确定单因子在山区和坝区的权重,这样在一定程度上降低了与实际的误差。

参考文献:

[1] 周锐,王新军,苏海龙,等. 平顶山新区生态用地的识别与安全格局构建[J]. 生态学报,2015,35(6):2003—2012.

[ZHOU R, WANG X J, SU H L, et al. Identification of ecological land and construction of security pattern in Pingdingshan New Area [J]. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(6): 2003—2012.]

-
- [2] 龙花楼, 刘永强, 李婷婷, 等. 生态用地分类初步研究 [J]. 生态环境学报, 2015, 24(1) : 1—7.
- [LONG H L, LIU Y Q, LI T T, et al. A preliminary study on the classification of ecological land [J]. Ecology and Environment, 2015, 24(1) : 1—7.]
- [3] 张红旗, 王立新, 贾宝全. 西北干旱区生态用地概念及其功能分类研究 [J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(2) : 5—8.
- [ZHANG H Q, WANG L X, JIA B Q. Study on the concept and function classification of ecological land in arid area of Northwest China [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2004, 12(2) : 5—8.]
- [4] 喻锋, 李晓波, 张丽君, 等. 中国生态用地研究: 内涵、分类与时空格局 [J]. 生态学报, 2015, 35 (14) :4931—4943.
- [YU F, LI X B, ZHANG L J, et al. Research on ecological land use in China: connotation, classification and spatial temporal pattern [J]. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35 (14) :4931—4943.]
- [5] 刘芳, 张红旗. 塔里木盆地生态用地分类及其时空变化研究 [J]. 资源科学, 2016, 38(5) : 825—836.
- [LIU F, ZHANG H Q. Study on ecological land classification and its spatial and temporal variation in Tarim Basin [J]. Resource Science, 2016, 38(5) : 825—836.]
- [6] 张月朋, 常青, 郭旭东. 面向实践的生态用地内涵、多维度分类体系 [J]. 生态学报, 2016, 36 (12) : 3655 — 3665.
- [ZHANG Y P, CHANG Q, GUO X D. The connotation of ecological land for practice, multi dimension classification system [J]. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(12) : 3655—3665.]
- [7] 邓小文. 城市生态用地分类及其规划的一般原则 [J]. 应用生态学报, 2005, (16) : 2003—2006.
- [DENG X W. General principles of urban ecological land classification and planning [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, (16) : 2003—2006.]
- [8] 陶陶. 我国生态用地的研究进展与展望 [J]. 地域研究与开发, 2014, 33(4) : 126—130.
- [TAO T. Research progress and Prospect of ecological land in China [J]. Areal Research and Development, 2014, 33(4) :126—130.]
- [9] 谢花林, 李秀彬. 基于 GIS 的区域关键性生态用地空间结构识别方法探讨 [J]. 资源科学, 2011, 33(1) : 112—119.
- [XIE H L, LI X B. Discussion on the method of spatial structure identification of regional key ecological land based on GIS [J]. Resource Science, 2011, 33(1) : 112—119.]

-
- [10] 王志涛, 哈凯, 门明新. 沽源县生态用地重要性识别及生态用地类型划定 [J]. 土壤通报, 2016, 47 (4) : 769—776.
- [WANG Z T, HA K, MEN M X. Significance of ecological land use and land use types in Guyuan County [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2016, 47(4) : 769— 776.]
- [11] 王志涛, 门明新, 崔江慧. 沽源县未利用地生态重要性空间识别及其地形梯度特征分析 [J]. 中国生态农业学报, 2016, 24(2) : 256—264.
- [WANG Z T, MEN M X, CUI J H. Analysis of ecological importance space recognition and terrain gradient feature of unused land in Guyuan County [J]. Chinese Journal of Eco -Agriculture, 2016, 24(2) : 256—264.]
- [12] 谢高地, 鲁春霞, 冷允发, 等. 青藏高原生态资产的价值评估 [J]. 自然资源学报, 2003, 18(2) : 189—196.
- [XIE G D, LU C X, LENG Y F, et al. Evaluation of ecological assets in Qinghai Tibet Plateau [J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2) : 189—196.]
- [13] 高大文, 杨帆. 滨岸缓冲带在水源地农业面源污染防治上的应用 [J]. 环境科学与技术, 2010, (10) : 92 — 96 +100.
- [GAO D W, YANG F. Application of riparian buffer strips in agricultural non-point source pollution control [J]. Environmental Science and Technology, 2010, (10) : 92—96+100.]
- [14] 钱进, 王超, 王沛芳, 等. 河湖滨岸缓冲带净污机理及适宜宽度研究进展 [J]. 水科学进展, 2009, (1) : 139—144.
- [QIAN J, WANG C, WANG P F, et al. Research Progress on net pollution mechanism and suitable width of riparian buffer zone [J]. Advances in Water Science, 2009, (1) : 139 —144.]
- [15] 王佳旭. 高原湖泊流域人居环境生态敏感性评价及空间优化研究 [D]. 云南大学, 2015.
- [WANG J X. Study on ecological sensitivity evaluation and spatial optimization of human settlement environment in Plateau Lake Basin [D]. Yunnan University, 2015.]
- [16] 吴文广, 张继红, 魏龔伟, 等. 莱州湾泥螺生态安全风险评估——基于 AHP 的 YAAHP 软件实现 [J]. 水产学报, 2014, 09: 1601—1610.
- [WU W G, ZHANG J H, WEI Y W, et al. The ecological risk assessment of Laizhou Bay Bullacta based on AHP YAAHP software [J]. Journal of Fisheries of China, 2014, 09: 1601—1610.]