

李明玉, 田丰昊, 董玉芝. 延龙图地区城市生态用地生态重要性空间识别与保护[J]. 地理科学, 2016, 36(12): 1870-1876. [Li Mingyu, Tian Fenghao, Dong Yuzhi. Space Identification of Ecological Importance and Protection on Urban Ecological Land in Yanji-Longjing-Tumen Area. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(12): 1870-1876.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.12.012

延龙图地区城市生态用地生态重要性 空间识别与保护

李明玉¹, 田丰昊¹, 董玉芝²

(1. 延边大学理学院地理系, 吉林 延吉 133002; 2. 延边大学师范学院, 吉林 延吉 133002)

摘要:采用加权指数求和法,从生态服务功能、景观生态空间格局以及生态敏感性3方面建立生态重要性空间识别指标体系,通过专家咨询和层次分析法确定各评价指标分级赋值标准和权重,结合GIS空间分析功能对“延龙图”(延吉-龙井-图们)地区生态用地的生态重要性进行空间识别,将其划分为3个级别:极重要、重要和一般重要,以反映不同生态用地保护级别和建设管制要求。结果表明,延龙图地区极重要生态用地占生态用地面积的25.720%,主要为耕地、林地和水域;重要生态用地占生态用地面积的39.500%,主要为林地和耕地;一般重要生态用地占生态用地面积的34.780%,以林地为主。

关键词:生态用地;生态重要性;空间识别;延龙图地区

中图分类号:K903 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2016)12-1870-07

土地是人类社会经济活动赖以生存的载体,也是提供自然生态服务的基础^[1]。伴随着经济快速发展与城市化进程的加速,人类对土地的需求不断增长,很多具有独特生态价值的自然土地类型,如林地、湿地、草地等不断遭到侵占,逐渐转变为建设用地,降低并丧失了其生态价值,导致土地生态服务功能受到削弱乃至损害,进而破坏了区域生态平衡,影响了区域社会经济的健康发展^[2]。合理规划以提供生态产品和生态服务为主、具有重要生态功能的城市生态用地,是保育城市生态系统服务功能,维护其良性循环,实现城市可持续发展的重要途径。对城市生态用地的保护和控制在防止城市无序扩张,对促进土地资源的集约有效利用,引导城市格局按一定的规划方向发展,优化城市空间结构与形态,对城市和区域的有序发展都将起到积极作用。十八大提出的生态文明发展战略以及城乡规划法的实施,进一步推动了生态用地的保护和建设,也对生态用地的规划提出更高的要求^[3,4],因此如何从用地角度建立科学的评价方法,将生态用地空间格局与生态过

程和功能结合起来,并与城乡规划空间管控体系相结合,开展生态用地的生态重要性空间识别与保护,对实现城市的可持续发展及完善城市规划都将起到重要的作用。

“延龙图”地区指吉林省延吉、龙井、图们地区,“延龙图一体化”是要在该区域的5 084.7 km²范围内,到2020年建设成100万以上人口的吉林省东部区域中心城市,基本确立“延龙图”在东北亚图们江开发中的战略地位。城市生态用地的生态重要性空间识别是城市规划的基础和前提,从可持续发展的角度解决城市生态用地规模、布局等问题,成为“延龙图”地区新时期城市规划建设的客观要求和重要任务。本研究拟借鉴城市规划、景观生态学和生态系统服务功能的相关理论和方法,基于3S技术,从突出生态服务功能的角度界定城市生态用地,以城市生态服务功能为导向,对延龙图地区的城市生态用地进行生态重要性空间识别与保护,为延龙图地区城市规划、绿地规划以及城市生态综合规划提供数据支撑和科学依据,为中国城市生态用地生态重要性空间识别与

收稿日期:2016-02-25; **修订日期:**2016-10-15

基金项目:国家自然科学基金项目(41461036)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China(41461036).]

作者简介:李明玉(1974-),女,黑龙江海林人,博士,副教授,主要从事城市生态用地评价研究。E-mail:leemy@ybu.edu.cn

通讯作者:董玉芝,副教授。E-mail: yzdong@ybu.edu.cn

保护研究增添新案例,对促进延龙图地区城市的可持续发展具有重要现实意义。

1 数据来源与处理

数据来源于2015年8月超高分辨率 Pleiades-1 影像数据、2005年8月 Quick Bird 卫星影像数据、1995年8月 TM 卫星影像数据及实地调研数据等,另外辅以研究区水文、土壤、植被、气象、经济等自然和人文统计资料及统计年鉴等。首先,运用 ERDAS 软件,以 1:1 万地形图为基准,对上述影像进行几何纠正和配准,然后进行解译,并通过单元合并和简化,得到研究区城市生态用地空间分布图。最后,基于 ArcGIS 10.1 软件平台,将土地利用规划图及其他专题地图进行矢量化,获取相关数据,建立研究区的城市生态用地空间数据库。

2 城市生态用地的分类

参考了2007年颁布的《土地利用现状分类》(GB/T21010-2007)标准^[5],从概念内涵的对应关系^[6],将研究区的城市生态用地划分为耕地、林地、园地、草地、水域(含湿地)及其他生态用地(表1),其类型划分主要体现了城市生态用地的自然属性或覆盖特征上的差异。

表1 研究区城市生态用地分类

Table 1 Urban ecological land classification

类型	一级类		二级类	
	编码	名称	编码	名称
生态用地	01	耕地	011	水田
			012	旱地
	02	林地	021	天热林地
			022	人工林地
			031	苹果梨园
	03	园地	041	天然牧草地
	04	草地	042	人工牧草地
			051	天然湿地
	05	水域(含湿地)	052	人工湿地
			053	河流水面
			054	水库水面
			055	坑塘水面
	06	其他生态用地	061	空闲地
062			田坎	
063			设施农用地	

3 生态重要性空间识别与保护

3.1 指标体系的构建

目前,对于“生态重要性空间识别”的概念尚未作出统一的界定,有些学者从生态系统服务功能的角度进行定义^[7-9],有些学者从景观安全格局的角度出发,认为景观各生态要素对维护区域生态平衡的重要程度是不同的,其中有一些点、线、面,由于其所处位置的特殊性,对景观物质能量的交流起到促进或抑制作用,对景观安全起到关键性的作用^[10,11],还有学者认为生态重要性空间识别即识别出对景观安全起到关键作用的点、线、面,以维持区域生态平衡,防止生态恶化或退化^[12]。鉴于此,本研究中生态重要性空间识别指标体系的选择主要是根据其内涵,并参考国内外相关研究成果^[13-15],结合本研究区的实际情况^[16],从生态服务功能、景观生态空间格局以及生态敏感性3方面构建。其中,生态服务功能主要是从生态用地类型、生态斑块面积以及距离水源保护区远近考虑;景观生态空间格局从距离自然保护区和河流远近来考虑;生态敏感性主要考虑研究区域的坡度。

本研究以 30 m×30 m 的栅格为评价单元,首先将矢量化后的各矢量数据(生态用地类型分布图、生态斑块面积统计、水源保护地范围图、土壤质地图)转换为栅格数据,基于 ArcGIS 软件平台,提取出坡度图、距离自然保护区图及距离河流距离图,最后利用自然断点法将斑块面积、距离自然保护区距离、距离河流距离分为5个等级(表2)。

3.2 指标权重的确定

采用层次分析法(AHP)对延龙图地区城市生态用地空间重要性评价指标体系各指标进行权重赋值,即通过专家咨询法对评价指标两两比较构成矩阵,再计算矩阵的标准化特征向量,最终得到各指标权重(表3)。

3.3 一致性检验

专家在对评价指标进行判断时难免具有主观性,会有误差,因此需要验证其一致性。在此引入一致性比例 CR 指标:

$$CR = CI/RI \quad (1)$$

式中,CR 是一致性比率,CI 是一致性指标,RI 是平均随机一致性指标。

当 $CR < 0.1$ 时,一般认为判断矩阵的一致性是可以接受的^[17]。本研究经计算, $CR = 0.0517$,表示

表2 延龙图地区城市生态用地生态重要性空间识别指标体系及分级标准

Table 2 Grading standards of spatial recognition indexes of ecological importance of urban ecological land in Yanji-Longjing-Tumen Area

目标层	准则层	指标层	因子分值及分级标准				
			5	4	3	2	1
生态重要性空间识别	生态	生态斑块面积(hm ²)	0~6691	6691~18736	18736~30782	30782~54872	54872~85320
	服务功能	水源涵养	一级水源保护区	二级水源保护区	准保护区	缓冲区	无水源保护区
	景观生态	距自然保护区距离(m)	0~11868	11868~28868	28868~42981	42981~59019	59019~81472
	空间格局	距河流水系的距离(m)	0~2575	2575~ 5580	5580~9443	9443~14702	14702~27365
	生态	土地利用类型	水域	耕地	林地/园地	绿地	其他生态用地
	敏感性	坡度(°)	0~ 2	2~8	8~13	13~20	20~ 44

表3 延龙图地区城市生态用地生态重要性空间识别指标及权重

Table 3 Ecological importance of space identification index and weight in Yanji-Longjing-Tumen Area

目标层	准则层	指标层	权重
生态重要性空间识别	生态服务功能	生态斑块面积(hm ²)	0.0645
		水源涵养	0.1932
	景观生态空间格局	距自然保护区距离(m)	0.1046
		距河流水系的距离(m)	0.0423
	生态敏感性	土地利用类型	0.2792
		坡度(°)	0.3162

结果通过一致性检验。

3.4 评价结果与分析

采用加权指数求和法对研究区生态用地重要性进行评价,通过计算评价指标的综合得分值,识别各评价单元的生态重要程度^[18,19](公式2)。

$$R = \sum_{i=1}^n W_i \times P_i \times n \quad (2)$$

式中, R 是总体得分值, W_i 是第 i 个变量权重, P_i 是第 i 个变量得分值, n 是变量的数目。

根据上述建立的评价指标和评价方法,借助 ArcGIS 的空间分析与栅格计算器的重分类功能,得知评分值在 2.8 与 3.4 之处出现异常变化,说明在此 2 点前后土地利用变化程度比较剧烈,据此将其分为 2 个不同的重要性程度。因此,延龙图地区城市生态用地重要性程度可按以下分级标准划分为 3 个等级:极重要生态用地分级标准为 $3.4 < R \leq 5$ 、重要生态用地分级标准为 $2.8 \leq R \leq 3.4$ 和一般重要生态用地分级标准为 $1.6 \leq R < 2.8$ 。考虑到不同指标对生态重要性的影响、贡献程度不同,经过十几位专家的反复讨论、修改和整合,最后确定了各指标的重要性等级,识别结果见图 1。

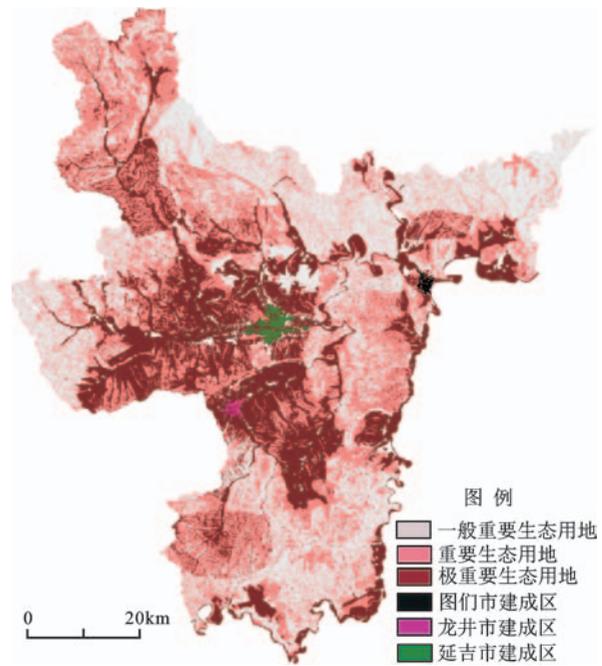


图1 延龙图地区城市生态用地的生态重要性空间识别分区

Fig. 1 Land ecological importance identify the partition map in Yanji-Longjing-Tumen Area

1) 极重要生态用地。极重要生态用地分区占地面积为 1 271.711 km²,是生物多样性较丰富的地区,人类的干扰相对较少,生态系统较为稳定,主要分布在延吉市西部并贯穿于布尔哈通河两岸、延吉市北部烟集河两岸、延吉市五道水库及南北方向的河流流域、龙井市东北部及东南部、龙井市大新水库及南北方向的河流流域、图们江流域下游的开山屯及月晴镇附近地区,共占延龙图地区土地总面积的 25.720%,用地类型主要是林地、耕地、湿地和水田。该分区的生态保护价值最高,应以生态保护为先,禁止任何形式的开发建设活

动,建议将该分区设置为禁建区,严格控制建设用地占用耕地、林地、水域及湿地等生态资源,严格禁止与生态禁建要素相冲突的各类建设,并划定水源涵养保护区,以保护该分区内的耕地与水田,保持农产品服务功能和水源涵养功能,对该分区内已存在的建设用地,以迁出和改造为主。

2) 重要生态用地。重要生态用地分区占地面积为 0.983 km²,主要分布于极重要生态用地分区外围的缓冲区域内及延龙图三市交界处、延吉市五道水库附近、龙井市海兰江下游、图们市北部地区,共占延龙图地区土地总面积的 39.500%。该分区内的生态环境较脆弱、结构不太稳定、对外界干扰更为明显,该分区内生态系统一旦退化会对该地区带来严重破坏,因此建议将该分区设置为限制建设区域,该限建区也是生态风险防范的重点地区,要建立生态走廊,对城市建设的用地规模、用地类型、建设强度以及相关的城市活动、行为等方面分别提出限制条件,可通过技术经济改造等手段减缓限制要求与建设之间的冲突,可以在此分区适度布局基础设施和少数类型独立的建设项目,对该分区内已存在的建设用地,以保留和改造为主。

3) 一般重要生态用地。一般重要生态用地分区占地面积为 1 719.456 km²,主要分布于延吉市限建区的外围区域、图们市北部和龙井市南部地区,分区内主要以林地等自然生态系统为主,占延龙图地区土地总面积的 34.780%。该分区主要以生态保护和保育为主,禁止滥占林地,除道路用地、供应设施用地、环境设施用地及必要的游赏道路、游赏设施以外,禁止新增其他类型的建设项目和用地,还要积极开展生态系统退化地区的生态恢复规划与建设。该分区为延龙图地区最主要的生态腹地,具有重要的生态系统服务功能,对于延龙图地区城市生态系统健康维持起关键作用的地区。

综上所述,极重要生态用地分区和重要生态用地分区面积占全区总面积的 65.220%,超过了区域总面积的 50%。延龙图地区的中西部及中南部地区是极重要性生态资源的分布区域,需重点加以保护,禁止开发建设。一般重要生态用地分区面积占全区总面积的 34.780%,分布于极重要生态用地和重要生态用地分区的外围,是核心保护区与人类活动区之间的一道生态控制线,在此界限

以内的土地利用在任何情况下都必须服从于发挥生态服务功能的需求。生态重要性空间识别有利于减小生态用地的开发风险,提升宜居环境品质,可促进延龙图地区的城市从粗放型扩张到集约型持续发展转型。

基于上述评价结果,将研究区的城市生态用地空间识别分区图与生态用地分布图进行叠加,借助 GIS 空间分析功能得到研究区内禁建区、限建区和一般重要生态用地分区内各用地类型的斑块面积统计表(见表 4)和生态用地保护管制分区图(见图 2)。

表 4 延龙图地区城市生态用地重要性空间识别分区内用地类型斑块面积(km²)

Table 4 Patch area of land type in the control area of the basic ecological control line in Yanji-Longjing-Tumen Area (km²)

用地分类	禁建区	限建区	一般重要生态用地分区
耕地	934.183	158.773	8.065
林地	244.047	1741.027	1661.491
绿地	5.416	7.681	3.258
水域	69.648	6.291	1.929
园地	5.067	20.836	0.002
其他生态用地	2.168	16.314	44.456
非生态用地	11.182	2.061	0.255
总计	1271.711	1952.983	1719.456

由表 4 可知,禁建区内占地面积最大的是耕地和林地,其次是水域、非生态用地、绿地、园地和其他生态用地,其中耕地斑块面积为 934.183 km²,占该分区面积的 73.46%;林地斑块面积为 244.047 km²,占 19.19%;水域斑块面积为 69.648 km²,占 5.48%,因此该分区内需重点保护的是耕地、林地和水域。其中耕地资源拥有较大的生态服务功能价值,也是农业生产乃至国民经济发展与持续发展的基础与保障,但近几年延龙图地区城市建设蚕食了西部和北部的耕地,致使生态结构的空间连续性相对较弱,因此需将该分区内邻近度较高,面积较大的斑块设置为耕地保护区;对林地保护区的设置可以将该分区内面积较大的相邻林地斑块合并为“5点”,即延吉市五道水库一级水源保护区内大面积林地、延河水库一级和二级水源保护区内大部分林地及北部准水源保护区内少量林地、龙井市大新水库一级和二级准水源保护区内大面积林地、龙井市城区东南部大面积林地、图们

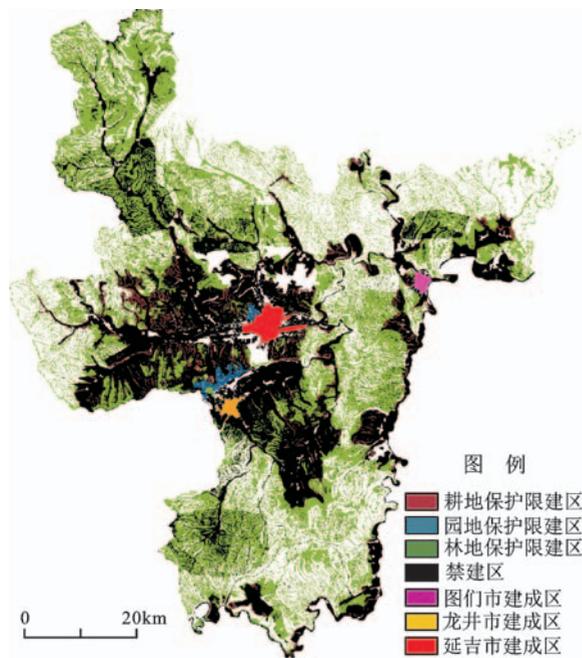


图2 延龙图地区生态用地保护管制分区

Fig.2 Distribution of ecological land protective types in Yanji-Longjing-Tumen Area

市枫梧水库一级和二级水源保护区内大面积林地。此“五点”保护区可作为重要水源涵养保护林区；该分区内对水域保护区的设置主要是指延吉市的布尔哈通河流域、五道水库、延河水库、龙井市的海兰江流域、大新水库、六道河流域及图们市的图们江流域、大新水库。对该水源保护区的管制要求应不准新增向水体排放污染物的建设项目和用地，禁止设立装卸垃圾和粪便，禁止各类建设项目。

限建区内占地面积最大的是的林地和耕地，其次是园地、绿地和水域。其中林地斑块面积为 $1\,741.027\text{ km}^2$ ，占该分区面积的89.14%，该分区内的林地保护区应设置成为限建区的生态防护圈，做为该分区的城市生态屏障，并使之成为保护区域内水域、耕地的一道生态防线。该分区内的耕地与林地斑块邻接或者镶嵌，说明林地最容易转换为耕地，因此需严格控制该分区内的部分耕地蚕食周围林地防护区，甚至需要部分耕地退耕还林；该分区内的园地主要是分布在龙井市的北部和延边大学后山区的苹果梨园，具有极高的农产品服务价值，因此对园地保护区设置的管制要求应根据土地的自然生态特征对园地布局进行调

整，部分园地需退耕还林、还草，提倡对园地的复合式经营，在发挥农产品生产功能的同时带动第三产业的发展。

一般重要生态用地分区内占地面积最大的是林地，其次是耕地和其他生态用地。其中林地斑块面积为 $1\,661.491\text{ km}^2$ ，占该分区面积的96.63%。该分区内林地面积大、郁闭度较高，因此对林地保护区的管制要求应禁止滥占林地，除道路用地、安全设施用地及必要的游赏设施以外，禁止新增其他类型建设项目和用地，要防止不当产业发展及其他建设项目对该分区环境造成危害。

4 结语

生态重要性空间识别是预先辨识出城市服务功能重要区域以及生态敏感区域，划定城市规划建设禁止或限制建设区，为城市规划与生态建设提供科学依据。本文从突出生态服务功能角度界定城市生态用地，从生态服务功能、景观生态空间格局以及生态敏感性3方面选取指标，对延龙图地区的城市生态用地的生态重要性进行空间识别。识别结果表明：极重要与重要的生态用地面积分别为 $1\,271.711\text{ km}^2$ 和 $1\,952.983\text{ km}^2$ ，共占全区总面积的65.220%，从空间分布上看，极重要生态用地主要分布在延吉市西部并贯穿于布尔哈通河两岸、延吉市北部烟集河两岸、延吉市五道水库及南北方向的河流流域、龙井市东北部及东南部、龙井市大新水库及南北方向的河流流域、图们江流域下游的开山屯及月晴镇附近地区，主要包括林地、耕地、湿地和水田，是维护延龙图地区水土安全、生物多样性保护的关键性生态用地，将该分区设置为禁建区；重要生态用地主要分布在延龙图3市交界处及延吉市五道水库附近，主要包括园地、绿地和水域，是延龙图地区生态环境较脆弱、结构不太稳定、对外界干扰非常明显的区域，将该分区设置为限建区；一般重要生态用地面积占全区总面积的34.780%，分布于极重要生态用地分区和重要生态用地分区的外围，是延龙图地区最主要的生态腹地，具有重要的生态系统服务功能，是对延龙图地区城市生态系统健康维持起关键作用的地区，研究结果可为延龙图地区的土地利用规划分区和生态用地分级保护提供数据支撑和科学依据，对促进延龙图地区城市的可持续发展具有重

要现实意义。

本研究中指标体系的建立、量化和生态重要性空间识别评价方法是关键,鉴于其复杂性和不确定性,有必要结合不同地区实际开展对比研究,使其在客观性、科学性和标准化等方面更加严谨。同时,如何从用地角度建立科学的评价方法,将生态用地空间布局与生态过程和功能结合起来,并与城乡规划空间管控体系相结合,总结建立城市生态用地的生态重要性空间识别与保护研究方法,也需要开展更多的典型区域的相关研究探索。

参考文献(References):

- [1] 杨志峰,徐琳瑜,毛建素. 城市生态安全评估与调控[M]. 北京: 科学出版社, 2013. [Yang Zhifeng,Xu Linyu,Mao Jiansu. Urban ecological security assessment and control. Beijing: Science Press, China,2013.]
- [2] 彭建,汪安,刘焱序,等. 城市生态用地需求测算研究进展与展望[J]. 地理学报,2015,70(2):333-346. [Peng Jian,Wang An,Liu Yanxu et al. Research progress and prospect on measuring urban ecological land demand. Acta Geographica Sinica,2015,70(2):333-346.]
- [3] 李谦,戴靓,朱青,等. 基于最小阻力模型的土地整治中生态连通性变化及其优化研究[J]. 地理科学,2014,34(6):733-739. [Li Qian,Dai Liang,Zhu Qing et al. Ecological Connectivity Changes and Its Pattern Optimization During Land Consolidation Based on Minimal Accumulative Resistance Model. Scientia Geographica Sinica, 2014,34(6):733-739.]
- [4] 吴健生,冯喆,高阳,等. 基于DLS模型的城市土地政策生态效应研究——以深圳市为例[J]. 地理学报,2014,69(11):1673-1682. [Wu Jiansheng, Feng Zhe,Gao Yang et al. Research on ecological effects of urban land policy based on DLS model: A case study on Shenzhen City. Acta Geographica Sinica, 2014,69(11): 1673-1682.]
- [5] 蔡云楠,肖荣波,艾勇军,等. 城市生态用地评价与规划[M]. 北京: 科学出版社,2014.[Cai Yunnan,Xiao Rongbo,Ai Yongjun. Evaluation and planning of urban ecological land. Beijing: Science Press, China,2014.]
- [6] Chen Y H, Li X B, Sh P J et al. Land cover pattern optimization for local ecological security using remotely sensed data. [J]. International Journal of Remote Sensing. 2006,27(20):2003-2010.
- [7] Deng Xiangzheng, Li Zhihui, John Gibson. A review on trade-off analysis of ecosystem services for sustainable land-use management [J]. Journal of Geographical Sciences, 2016,26(7): 953-968.
- [8] Wang Jun,Yan Shenchun,Guo Yiqiang et al. The effects of land consolidation on the ecological connectivity based on ecosystem service value [J]. Journal of Geographical Sciences,2015,25(5):603-616.
- [9] 傅伯杰,张立伟. 土地利用变化与生态系统服务:概念、方法与进展[J]. 地理科学进展,2014,33(4):441-446.[Fu Bojie,Zhang Liwei. Land-use change and ecosystem services: concepts, methods and progress. Progress in Geography, 2014,33(4): 441-446.]
- [10] 郭怀成,都小尚,刘永,等. 基于景观格局分析的区域规划环评方法[J]. 地理研究,2011,30(9):1713-1724. [Guo Huaicheng,Du Xiaoshang, Liu Yong et al. A landscape pattern analysis-based methodology framework for regional planning environmental assessment (RPEA). Geographical Research,2011,30(9): 1713-1724.]
- [11] 王让虎,李晓燕,张树文,等. 东北农牧交错带景观生态安全格局构建及预警研究——以吉林省通榆县为例[J]. 地理与地理信息科学,2014,30(2):111-115. [Wang Ranghu,Li Xiaoyan, Zhang Shuwen et al. Research for Landscape Ecological Security Pattern and Early Warning in Farming-Pastoral Zone of Northeast China: A Case Study of Tongyu County in Jilin Province. Geography and Geo-Information Science,2014,30(2): 111-115.]
- [12] 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 Zhitao,Men Mingxin,Cui Jianghui. Spatial recognition of ecological importance and analysis of terrain gradients characteristic of unused lands in Guyuan County. Chinese Journal of Eco-Agriculture,2016,24(2):256-264.]
- [13] Nassauer J I, Raskin J. Urban vacancy and land use legacies: A frontier for urban ecological research, design, and planning [J]. Landscape and Urban Planning,2014,125:1125-1131.
- [14] 马振兴,杜晋苗,孙艳玲,等. 天津滨海新区生态用地评价研究[J]. 地域研究与开发,2016,35(3):109-113. [Ma Zhenxing,Du Jinmiao,Sun Yanling et al. Evaluation of Ecological Land in Binhai New Area of Tianjin City. Areal Research and Development,2016,35(3):109-113.]
- [15] Goldstein J H,Caldarone G,Duarte T K et al. Integrating ecosystem- service tradeoffs into land- use decisions. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012,109(19): 7565-7570.
- [16] 李明玉,黄焕春. 改革开放以来延吉市城市空间扩展过程与演变趋势研究[J]. 地理科学,2009,29(6):833-839. [Li Mingyu, Huang Huanchun. Spatial Expansion and Evolution of Yanji City Based on GIS. Scientia Geographica Sinica ,2009,29(6): 833-839.]
- [17] 邓雪,李家铭,曾浩健,等. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究 [J]. 数学的实践与认识,2012,42(7):93-100. [Deng Xue,Li Jiaming,Zeng Haojian et al. Research on Computation Methods of AHP Wight Vector and Its Applications. Mathematics in Practice and Theory,2012,42(7):93-100.]
- [18] Fontana V, Radtke A, Fedrigotti V B et al. Comparing land-use alternatives: Using the ecosystem services concept to define a multi-criteria decision analysis. Ecological Economics,2013,93: 128-136.
- [19] De Groot R S,Alkemade R, Braat L et al. Challenges in integrat-

ing the concept of ecosystem services and values in landscape
planning, management and decision making. *Ecological Com-*

plexity, 2010b,7(3): 260-272.

Space Identification of Ecological Importance and Protection on Urban Ecological Land in Yanji-Longjing-Tumen Area

Li Mingyu¹, Tian Fenghao¹, Dong Yuzhi²

(1. *Department of Geography, Yanbian University, Yanji 133002, Jilin, China*; 2. *Normal College of Yanbian University, Yanji 133002, Jilin, China*)

Abstract: By using the weighted index summation method, the study applied ecological service function, landscape ecological spatial pattern and ecological sensitivity as indicators to determine the ecologically important space of urban ecological lands. Applying the research method of expert consultation and analytic hierarchy process(AHP) to determine both the evaluation criteria and the weight of the evaluation index, and combining spatial analysis of GIS, this article identified the ecologically important space of urban ecological lands in Yanji-Longjing-Tumen area. They are categorized into three degrees, i.e. very important, important, generally important, which reflect the protection levels of different ecological lands and the requirements of construction control. The results showed that the very important ecological lands in Yanji-Longjing-Tumen account for 25.720%, most of which are cultivated lands, forest lands and water area. The important ecological lands account for 39.500%, most of which are forest lands and cultivated lands. The generally important ecological lands account for 34.780%, which are mainly forest lands. Each of the three types of ecological land had its unique characteristics that required protection by adopting corresponding measures. This study is helpful to trace out the relationships between landscape pattern and ecological process, and provides insights for ecological planning and designing of land consolidation in this area.

Key words: urban ecological lands; ecological importance; space identification; Yanji-Longjing-Tumen Area