

DOI: 10.5846/stxb201311052672

喻锋, 李晓波, 张丽君, 徐卫华, 符蓉, 王宏. 中国生态用地研究: 内涵、分类与时空格局. 生态学报, 2015, 35(14): 4931-4943.

Yu F, Li X B, Zhang L J, Xu W H, Fu R, Wang H. Study of ecological land in China: conception, classification, and spatial-temporal pattern. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(14): 4931-4943.

中国生态用地研究: 内涵、分类与时空格局

喻 锋^{1,3}, 李晓波^{1,*}, 张丽君¹, 徐卫华², 符 蓉¹, 王 宏³

1 国土资源部信息中心, 国土资源部国土资源战略研究重点实验室, 北京 100812

2 中国科学院生态环境研究中心, 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

3 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室, 资源学院, 北京 100875

摘要:生态用地具有重要的生态系统服务功能,是衡量一个地区国土生态环境质量好坏的“晴雨表”。在综述生态用地概念内涵基础上,划分生态用地类型、构建生态用地分类体系,基于全国土地利用变更调查数据对我国生态用地开展评估。研究表明:(1)生态用地内涵在区域尺度上主要有“生态要素决定论”、“生态功能决定论”和“主体功能决定论”3种观点,生态功能主体性应作为界定生态用地的基本准则。(2)基于生态系统服务主体功能,生态用地分类体系包括湿地、森林、草地和其他生态土地4个一级类型、19个二级类型。其中,湿地、森林、草地可统称为基础性生态用地,其他生态土地为保全性生态用地。(3)2008年我国生态用地总量 $7.64 \times 10^6 \text{ km}^2$,约占陆域国土面积的80%,其中基础性生态用地约为 $5.31 \times 10^6 \text{ km}^2$;基础性生态用地总量和人均基础性生态用地面积在空间上均呈现出“东南低、西北高”的特点;2002年至2008年间,我国生态用地总量与基础性生态用地面积均呈逐年下降态势,年均分别减少 $0.55 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $0.18 \times 10^4 \text{ km}^2$,部分地区生态安全状况不容忽视。

关键词:生态用地;分类;时空格局

Study of ecological land in China: conception, classification, and spatial-temporal pattern

YU Feng^{1,3}, LI Xiaobo^{1,*}, ZHANG Lijun¹, XU Weihua², FU Rong¹, WANG Hong³

1 Information Center of Ministry of Land and Resources, Beijing 100812, China

2 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

3 State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: As the idea and theory of sustainable utilization of natural resources has developed over recent years, research on the classification and evaluation of the ecological services of ecological land have become increasingly more important. Meanwhile, ecological land conservation has become the focus of land use research and ecological construction. Along with other important ecosystem services, such as water conservation, soil conservation, wind sheltering, sand fixation, climate regulation, environment purification and biodiversity protection, ecological land is an indicator of the eco-environmental quality of a region. With rapid economic development and accelerating urban expansion in China, the demand for land has increased, causing the loss of large areas of ecological land or land with special ecological value, such as wetlands. Consequently, it will accelerate the situation of a fragile ecosystem, and result in many environmental problems. Therefore, in order to change the trend of ecological land loss caused by blind economic development, it is necessary to re-examine the

基金项目:国土资源部软科学研究项目(201410);国土资源部国土资源战略研究重点实验室开放课题(KFS201304)

收稿日期:2013-11-05; **网络出版日期:**2014-09-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xbli@infomail.mlr.gov.cn

concept and meaning of ecological land and study the rational allocation of the quantitative structure and spatial patterns of ecological land, which can maximize the ecological benefit of land resources. At present, ecological land has various meanings, and is not an independent land type in existing land classification. In this study, the formation and meaning of ecological land was reviewed, a classification system was proposed, and the status and change in trend were evaluated based on national land use survey data. The conclusions were as follows: (1) Major ecosystem services should be the basic principle used in the definition of ecological land at a regional scale, differing from other criteria, such as ecological elements or comprehensive ecological functions. (2) Based on major ecosystem services, ecological land can be classified into four types (wetland, forest, grassland, and other ecological land) and 19 sub-types. Among them, wetland, forest and grassland should be collectively referred to as fundamental ecological land and others as preserved. (3) The total area of ecological land in China was $7.64 \times 10^6 \text{ km}^2$ in 2008, which occupied about 80% of the entire land surface, with fundamental ecological land of $5.31 \times 10^6 \text{ km}^2$. Both the gross amount and per capita possession of fundamental ecological land were the same; descending from northwest to southeast in China. From 2002 to 2008 the area of ecological land and fundamental ecological land gradually reduced, with average annual reductions of $0.55 \times 10^4 \text{ km}^2$ and $0.18 \times 10^4 \text{ km}^2$, respectively. Among 356 prefecture-level cities in China, 104 increased and 251 decreased in terms of fundamental ecological land. In some regions in north and east China, the ecological security situation should not be ignored. In addition, the total amount of fundamental ecological land per capita showed the same spatial distribution characteristics with high levels in the northwest and low levels in the southeast, which correlated well with Hu's Line of population. The eco-security status in some regions was facing serious challenges. For example, the density of fundamental ecological land was lower than 0.4 in most areas of eastern North China and Northwest China, with the former caused by increased human development and construction activities, while the latter reflects the vulnerability of the local natural ecological environment background.

Key Words: ecological land; classification; spatial-temporal pattern

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,是一个地区国土生态环境质量好坏的“晴雨表”。随着我国经济社会高速发展和城市加速扩张,生产建设对土地的需求日益旺盛,导致原有的生态用地被大量挤占,许多具有特殊生态价值的土地(如湿地)丧失其生态功能,加速原本就十分脆弱的生态系统日趋恶化,最终造成诸多环境问题。因此,为扭转盲目发展经济、大量损耗土地生态价值的不利局面,有必要深入研究生态用地的概念内涵与变化态势,合理配置生态用地的数量结构与空间布局,充分发挥土地资源的生态效益和经济社会效益,进一步优化国土空间开发格局。

1 生态用地内涵

目前,国际上对于生态用地的内涵没有明确和统一的定论,生态用地也尚未作为一个独立的用地类型提出。其中,“生态土地分类”属于土地分类中的分布学途径,以景观生态学为指导思想,分类原则强调土地功能的综合性,不同的分类等级在地域上有密切联系。国外的生态用地分类,一般都从宏观上把土地看作一个整体进行分类,不少都渗透了生态用地的思想和理念。其中,Bailey^[1]认为土地是复合生态系统,在分类时将生态系统综合成较大的地理单元,将其与周围有交互作用的单元联系起来;Zonneveld^[2]认为景观是土地的同义语,基于景观生态学理论提出了包括生态地境、土地片、土地系统、主景观等在内的不同空间分布等级;Klijn^[3]则提出了生态土地分类的等级和体系,并例证了等级分类方法的实际意义和价值;Rowe^[4]还基于生态学理论,采用地理测绘等技术手段,通过识别土地单元类型来进行土地分类分级。此外,在土地生态利用实践上,以堪萨斯城土地生态分类为代表^[5],美国的生态土地分类中绝大部分都是未经人为开发利用的自然土地,并在土地利用分类中把湿地划分为一级类,充分体现了对土地生态特性的重视和保护。

在国内,学术界对“什么是生态用地”的探讨,一直以来都是生态用地研究中的热点问题。众多学者从不同角度对生态用地内涵进行了阐述或界定,概况地看,在区域尺度上主要形成3种观点:第一种观点是“生态要素决定论”^[6],主要从土地空间形态角度来定义生态用地。认为生态要素的空间定位统称为生态用地,按空间展布形态分为两类:成片森林、湖泊水体、湿地、农业用地以及开敞空间等属于斑块状生态用地,河流、交通走廊、沿海滩涂等属于线状或带状生态用地。第二种观点是“生态功能决定论”^[7-8],单纯从土地生态功能角度来定义生态用地。认为凡是具有生态服务功能、对于生态系统和生物生境保护具有重要作用的土地都可视为生态用地,包括农田、林地、草地、水域和沼泽等在内的、地表无人工铺装的、具有透水性的地面等都可以纳入生态用地的范围。第三种观点是“主体功能决定论”^[9-12],侧重从土地主体功能角度来定义生态用地。认为土地是一个综合的功能整体,应以土地的主体功能来划分生态用地和生态空间,生态功能是土地利用生产和生活功能实现的前提,对于以经济产出为核心目的的农业生产用地,如耕地、养殖水面等不作为生态空间考虑;生态用地以发挥自然生态功能为主,区别于生产和生活用途,其生态系统服务功能重要或生态环境脆弱、生态敏感性较高,包括为人类所利用、但是用于农用和建设用以外的土地,以及人类不直接利用,但在维护生物多样性、生态平衡以及地球原生环境等方面作用明显的土地。在实践中,生态用地的概念还被引入到西北干旱区、北方农牧交错带、典型岩溶地区、陕北沙区、城市(开发区)等特定区域的相关研究中^[13-23],应用领域和范围不断扩大。

在管理中,相关行政主管部门虽然一直未对生态用地的概念和内涵进行专门界定,但“生态用地”一词却在政策文件中屡被提及,生态用地的生态功能更是得到突出强调。例如,《全国土地利用总体规划纲要》^[24]提出,“充分发挥各类农用地和未利用地的生态功能,严格保护基础性生态用地,严格控制对天然林、天然草场和湿地等基础性生态用地的开发利用;(规划期内)具有重要生态功能的耕地、园地、林地、牧草地、水域和部分未利用地占全国土地面积的比例保持在75%以上”。《全国生态环境保护纲要》^[25]提出“加强生态用地保护,冻结征用具有重要生态功能的草地、林地、湿地”,此后在《全国生态功能区划》^[26]中明确了我国生态保护的50个重要生态功能区,总面积为 $2.25 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。《全国主体功能区规划》^[27]提出“严禁改变重点生态功能区生态用地用途”,并明确划定了我国25个重点生态功能区,涉及县域行政区面积为 $3.86 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。可以看出,受限于管理职能的不同侧重点,不同部门在实施生态用地管制的范围上仍存在较大分歧。

笔者认为,在应用于土地资源管理实践的前提下,对生态用地进行界定应以生态功能主体性作为基本准则,从不同尺度地域上满足人类及其他生物所需的自然环境条件和效用来区分和定义土地的生态功能。因此,生态用地是指生产性用地和承载性用地以外,以提供生态产品、环境调节和生物保育等生态服务功能为主要用途,对维持区域生态平衡和可持续发展具有重要作用的土地利用类型。其中,环境调节功能主要是指气体调节、气候调节、水文调节、土壤调节与控制、干扰调节等,生物保育功能主要是指为人类之外的其他生物提供栖息地、基因库、生物防治等(表1)^[28]。此外,考虑到森林、草地、湿地(包括水域)等土地类型,在改善环境、维持生物多样性和区域生态平衡方面具有不可替代的重要作用,具有巨大的生态系统服务价值,可称之为基础性生态用地;盐碱地、沙地、裸岩及裸土地、高寒荒漠及苔原、冰川及永久积雪等土地类型,应以生态修复和保护为主,过度人类干预和开发会给生态安全带来严重负面影响,可称之为保全性生态用地;而部分农业生产用地(不包括灌溉水田等),因侧重强调发挥其经济产出确保粮食安全,而不是维持区域生态环境的健康,不宜作为生态用地。

2 生态用地分类体系

分类是将对象依据它们之间的相互关系进行排序和重置形成的特定组合。土地分类是对土地类型的划分,既是土地科学的基础任务,又是土地利用现状调查统计、评价和规划的重要环节,更是对土地实施有效管理的前提条件。

表 1 土地的生态功能

Table 1 Ecological functions of land ^[28]	
功能 Function	描述 Description
保护土壤 Soil conservation	由于植被和枯枝落叶层的覆盖,减少雨水对土壤的直接冲击,保护土壤减少侵蚀,保持土地生产力;植被盘结于土壤中的根系对土壤的固持起到了非常重要的作用,能保护海岸和河岸,防止湖泊、河流和水库的淤积,防止或减少滑坡、崩岗和泥石流等严重侵蚀事件的发生
防风固沙 Wind prevention and sand fixation	植被能对风起一种阻挡作用,改变风的流动方向,降低风的动量,减弱背风面的风力,植被可加速土壤形成过程,提高粘结力,促进地表形成庇护层,起到固结沙粒作用,从而增强了抗风蚀能力
涵养水源 Water conservation	由于植被和土壤的截留与缓冲作用,相当部分地表水转化成为地下水,使地下水得到补充
调节气候 Climate regulation	生态系统还对局部气候具有直接的调节作用,植物通过发达的根系从地下吸收水分,再通过叶片蒸腾,将水分返回大气,大面积的森林蒸腾,可以导致雷雨,从而减少了该区域水分的损失,而且还降低气温
净化环境 Environmental cleaning	陆地生态系统的生物净化作用包括生态系统对大气污染的净化作用和对土壤污染的净化作用。绿色植物净化大气的作用主要有:维持大气环境化学组成的平衡;吸附、吸收转化空气的有害物质;减低噪音
栖息地 Habitat	为植物和动物(包括人类)的正常生命活动提供空间及必需的元素,维持生命系统和生态结构的稳定与平衡
生物多样性 Biodiversity	生态系统不仅为各类生物提供繁衍栖息地,还为生物进化及生物多样性的产生与形成提供了条件。同时,它还通过整体的生物群落创造适宜生物生存的环境,为农作物品种的改良提供了基因库

2.1 已有分类方案

针对生态用地,国内学者从土地的覆盖状况、利用形式、内在功能、主要用途等角度出发,开展了一系列研究并提出众多分类方案,生态用地分类体系得到不断完善(表 2)。

表 2 国内学者生态用地分类方案

Table 2 Ecological land classification schemes of domestic scholars			
学者 Scholar	层级 Hierarchy	类别 Category	空间尺度 Spatial scale
陈婧 ^[10]		自然保护区、林地、灌丛、草地、水体、湿地、苔原、沙地、盐碱地、裸岩及裸土地、冰川及永久积雪	区域
于艳华 ^[29]		园地、林地、草地、河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、内陆滩涂、沟渠、沼泽地	区域(内蒙古)
刘沛 ^[30]	一级	人工生态用地、天然生态用地	区域
	二级	自然保护区、防护林、水库、林地(非生产性)、草地(非牧业)、沙地、湿地、水域、裸岩、冰川、盐碱地	
荣冰凌 ^[31]	一级	林地、草地、水域、其他	区域
	二级	有林地、灌木林地、其它林地、草地、河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、沿海滩涂、内陆滩涂、沟渠、沼泽地、冰川及永久积雪、空闲地、田坎、盐碱地、沙地、裸地	
邓红兵 ^[11]	一级	自然土地、保护区用地、修养与休闲用地、废弃与纳污用地	区域
	二级	天然森林、天然草地、天然湿地与沼泽、沙漠、冰川与永久积雪、盐碱地、苔原、自然保护区、风景名胜区、防护用地、水体缓冲用地、交通绿化用地、疗养地、体育运动设施用地、观光农业用地、公共绿地及屋顶绿地、殡葬用地、废弃地、垃圾处理地	
岳健 ^[9]	一级	生态林地、生态水域及湿地、生态草地、生态裸露地、自然保护区用地、建设用地内的绿化及景观用地	区域
	二级	农用地人工防护林地、其它生态林地、可开垦的生态林地、河流水面、湖泊水面、生态坑塘水面、冰川及永久积雪地、生态沼泽地、生态滩涂、生态苇地、可开(复)垦的生态水域及湿地、可开(复)垦的生态草地、生态裸沙地、其它生态裸露地、可开(复)垦的生态裸露地、自然保护区生态用地、建设用地内的绿化林地、建设用地内的景观水域及湿地、建设用地内的绿化草坪、建设用地内的景观裸露地	
徐健 ^[32]	一级	保护区用地、草地、特殊生态用地、裸地、水域及湿地	区域
	二级	自然保护区、荒草地、可开发利用荒草地、裸岩石砾地、苔原、高寒荒漠、永久积雪及冰川、盐碱地、沙地、裸土地、可开发利用裸地、沼泽地、河流水面、湖泊水面、苇地、滩涂、可开发利用水域及湿地	
梁留科 ^[33]	一级	自然土地、自然保护用地、休养与休闲用地、农业用地	区域

续表

学者 Scholar	层级 Hierarchy	类别 Category	空间尺度 Spatial scale
	二级	天然森林、天然草地、天然湿地、天然水域、荒漠、沙漠、冰川与永久积雪、盐碱地、有代表性的自然生态系统、动植物保护地、水源保护用地、有独特意义的地质构造、地质剖面 and 化石产地、其它、贴近自然的用地(风景区、郊游用地)、疗养地、野外体育用地、生态农业旅游用地、城市绿地、水库用地、耕地、林地、园地、草地、水产养殖用地	
张红旗 ^[14]	一级	人工型生态用地、自然型生态用地	区域(西北干旱区)
	二级	农业绿洲、城镇绿洲、自然保护区、山地水源涵养区、天然绿洲、湿地、荒漠植被、夹荒地	
韩学敏 ^[8]	一级	耕地、林地、草地、水域、湿地	区域(环太湖地区)
	二级	水田、旱地、有林地、灌木林、疏林地、其他林地、高覆盖草地、中覆盖草地、低覆盖草地、河渠、湖泊、水库坑塘、沼泽地、滩涂、滩地	
易湘生 ^[18]	一级	乔木、苗圃、灌木、草地、难利用地、水域、湿地	区域(陕北沙区)
	二级	农田防护林、林场、其他乔木、苗圃、沙地灌木、滩地灌木、其他灌木、沙地草地、滩地草地、其他草地、裸沙、盐碱地、裸土、河流、湖泊、水库、坑塘、湿地	
苏伟忠 ^[34]	一级	农用地、未利用地	区域(长江三角洲)
	二级	林地、园地、牧草地、未利用土地、其他土地	
	三级	有林地、灌木林、疏林地、未成林造林地、迹地、苗圃、果园、桑园、茶园、橡胶园、其它园地、天然草地、改良草地、人工草地、荒草地、盐碱地、沼泽地、河流水面、湖泊水面、苇地、滩涂	
张旭东 ^[13]		草地、林地、河流、水库、养鱼池塘、滩地、草丛湿地、乔灌湿地、城区绿地	城市(哈尔滨)
赵丹 ^[20]	一级	绿地、水体、稀疏及无植被地	城市
	二级	农地、林地、牧草地、园林绿地、公园绿地、防护绿地、风景区绿地、庭院绿地、交通绿地、河流、湖泊、沼泽、滩涂、近海及海岸湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地、人工湿地、水库沟渠、养殖水体、景观水体、盐碱地、沙地、裸地、空闲地	
邓小文 ^[15]	一级	服务型生态用地、功能型生态用地	城市
	二级	居民点及工矿绿地、道路绿地、城市防护林、人工水面、自然保护区、天然河道、湖泊、湿地、林地、草地	
李姝娟 ^[23]	一级	自然生态用地、休养与休闲用地、废弃地	城市(天津)
	二级	天然林地、天然草地、海域、滩涂、浅水域、沼泽湿地、盐田、城市绿地、荒废地	
宗毅 ^[7]	一级	自然生态用地、人工生态用地	城市(天津)
	二级	园地、林地、牧草地、水域用地、荒草地、沼泽地、河流水面、湖泊水面、苇地、滩涂、城市绿地	
杨建敏 ^[21]	一级	水域、农林用地、未利用地、公园、防护绿地	城市(天津)
	二级	公园、街头绿地、防护绿地、园林生产绿地、其他绿地、河流、湖泊、水库、坑塘、沟渠、养殖水面、牧草地、林地、耕地、园地、荒草地、沼泽地、裸土地、石砾地、滩涂、冰川及永久性冰雪	
周焱 ^[16]	一级	人工型生态用地、自然型生态用地	城市(贵州清镇)
	二级	农业生态用地、城镇生态用地、矿业生态用地、水源涵养生态用地、自然保护区、石漠化土地、湖溪生态用地	
王振健 ^[17]	一级	湿地生态用地、绿化生态用地	城市(山东聊城)
	二级	湿地、防护绿地、公共绿地、庭院绿地	
张颖 ^[35]	一级	主导功能型生态用地、辅助功能型生态用地	城市(郑州)
	二级	耕地、林地、疏林地与灌木林地、果园、草地、湿地	

但截至目前,生态用地分类尚未形成统一标准。有的分类体系理论性很强(如岳健^[9]、邓红兵^[11]、梁留科^[33]等方案),但实际操作起来难度很大,很难与现行土地利用监测与管理体制相衔接;有的分类虽然已在区域或城市尺度开展实践,但国家层面的分类系统研究仍很缺乏,已有分类标准和规范的差异性也很大。

2.2 统一分类体系

土地是一个具有综合功能的系统,不仅要具有结构上的完整性,还必须实现功能上的连续性。土地系统的生产、生活、生态三大功能相互关联,形成统一整体而不可分割。从区域尺度上看,生态功能为土地系统所固有,是系统维持和发展的基础,也是生产功能、生活功能实现并可持续的前提条件;生产功能是影响土地生态系统服务功能发生转变的触发点,生活功能则主要取决于生产功能和生态功能的平衡关系和管理状况,体现系统综合发展水平。因此,基于生态系统服务的主体功能(价值)进行分类,应成为生态用地分类的基本原则和主要途径。

以生态系统服务主体功能为基础,可将生态用地划分为湿地、森林、草地和其他生态土地 4 个一级类型、19 个二级类型(表 3)。其中,作为“地球之肾”的湿地,考虑其广义的定义与范围,又细分为沼泽湿地、湖泊湿地、河流湿地、滨海湿地与人工湿地 5 个二级类型;作为“地球之肺”的森林,是地球上最大的陆地生态系统,对维系整个地球的生态平衡起着至关重要的作用,包括天然林和人工生态林,进一步细分为落叶林、阔叶林、混交林、灌木林与人工生态林 5 个二级类型;基于自然属性和植被盖度,草地可进一步细分为高盖度草地、中盖度草地、低盖度草地和人工生态草地 4 个二级类型;其他生态土地包括盐碱地、沙地、裸岩及裸土地、高寒荒漠及苔原、冰川及永久积雪 5 个二级类型,此类土地生态功能较为脆弱,需要避免人类活动过度干扰,强化自然保留与修复,降低引发生态灾害的风险。在此分类体系下,湿地、森林、草地统称为基础性生态用地,是具有较强的自我调节、自我修复、自我维持和自我发展能力的土地,能通过维持自身生态结构和功能对主体生态系统的稳定性、高生产力及可持续发展起到支撑和保育作用,对当地乃至区域自然生态环境起到重要的调节作用;其他土地则为保全性生态用地,即自身生态系统脆弱甚至生态功能退化的土地,应以生态修复和保护为主,人类活动过度干预会给生态安全带来负面影响的土地。

表 3 生态用地统一分类体系
Table 3 Unified classification system of ecological land

一级类 First class		二级类 Second class		含义 Illustration
编码 Code	名称 Name	编码 Code	名称 Name	
01	湿地 Wetland			指天然或人工,常年或季节性,蓄有静止或流动的淡水、半咸水或咸水的沼泽地、泥炭地或水域
		011	沼泽湿地 Marsh wetland	地表过湿或有薄层常年或季节性积水,土壤水分几达饱和,生长有喜湿性和喜水性沼生植物的地段,主要包括藓类沼泽、草本沼泽、灌丛沼泽、森林沼泽、绿洲湿地等
		012	湖泊湿地 Lake wetland	陆地表面洼地积水形成的比较宽广的水域,包括永久性淡(咸)水湖、季节性淡(咸)水湖
		013	河流湿地 Riverine wetland	一定区域内由地表水和地下水补给,经常或间歇地沿着狭长凹地流动的水流,包括永久性河流、季节性或间歇性河流、泛洪平原湿地
		014	滨海湿地 Coastal wetland	海平面以下 6m 至大潮高潮位之上与外流江河流域相连的微咸水和淡浅水湖泊、沼泽以及相应河段间的区域,主要包括滩涂湿地、河口水域、三角洲湿地等
		015	人工湿地 Artificial wetland	人工建造和控制运行的与天然湿地类似的地面,主要包括水产池塘、水塘、蓄水区、灌溉地、运河与排水渠等
02	森林(地) Forest			指建群种为乔木、竹类、灌木的连片林,乔木或竹类郁闭度不低于 20%,灌木覆盖度不低于 40%,主要生产木材和木材制品,物种多样性相对较高,生态系统较为复杂
		021	落叶林(地) Deciduous forest	落叶林占 2/3 以上,其它林不超过 1/3,树木郁闭度≥20%、高度不低于 5m 的天然林地
		022	常绿林(地) Evergreen forest	常绿林占 2/3 以上,其它林不超过 1/3,树木郁闭度≥20%、高度不低于 5m 的天然林地
		023	混交林(地) Mixed forest	常绿林和落叶林均在 1/3 和 2/3 之间,无明显优势群,树木郁闭度≥20%、高度不低于 5m 的天然林地
		024	灌木林(地) Shrubbery	灌木覆盖度≥40%、高度一般在 5m 以下的天然林地

续表				
一级类 First class		二级类 Second class		含义 Illustration
编码 Code	名称 Name	编码 Code	名称 Name	
03	草地 Grassland		人工生态林(地) Artificial ecological forest	人工栽培的,用于生态保护、绿化、休闲等目的林地
				指由草本群落组成,以旱生、多年生丛生禾草、杂类草为主,覆盖度在 5% 以上的土地
		031	高盖度草地 High coverage grassland	覆盖度>50%的自然-半自然草地
		032	中盖度草地 Medium coverage grassland	覆盖度在 20%— 50%的自然-半自然草地
		033	低盖度草地 Low coverage grassland	覆盖度在 5%— 20%的自然-半自然草地
04	其他生态 土地 Other ecological land	034	人工生态草地 Artificial ecological grassland	人工栽培的,用于生态保护、绿化、休闲等目的草地
				指除湿地、森林(地)、草地以为的其他生态用地
		041	盐碱地 Saline land	表层盐碱聚集,只生长天然耐盐植物的土地
		042	沙地 Sand land	表层为沙覆盖,基本无植被的土地,包括沙漠,不包括水系中的沙滩
		042	裸岩及裸土地 Bare rock and bare land	表层为土质,基本无植被覆盖的土地,以及表层为岩石或石砾、覆盖面积≥70%的土地
		044	高寒荒漠及苔原 High-cold desert and tundra	大陆性高山和高原上的荒漠及冻土地区
		045	冰川及永久积雪 Glacier and firn	表层被冰雪常年覆盖的土地

3 生态用地时空格局

考虑到数据的可获取和延续性,基于 2002 — 2008 年全国土地利用变更调查数据,以地级市作为数据分析和空间展示的基本单元,本文将生态用地分类与《全国土地分类(过渡期间适用)》进行了一一对照(表 4)。其中,灌溉水田和其它农用地不同,作为一种人工湿地系统,它在蓄滞洪水、补充地下水、保护环境、维护生态平衡中具有其它农业系统不能取代的作用,因此将其并入生态用地分类中的人工湿地类型,再加上《全国土地分类(过渡期间适用)》中的人工草地和人工林地,在范围上分别大于生态用地分类中的人工生态草地和人工生态林地,最终会导致基于土地利用变更调查数据计算得到的生态用地总量规模会略为偏大。

初步结果表明(表 5),我国生态用地总量在 2002、2005 和 2008 年分别为 $7.67\times10^6\text{ km}^2$ 、 $7.65\times10^6\text{ km}^2$ 和 $7.64\times10^6\text{ km}^2$,约占陆域国土面积的 80%。2002 年至 2008 年,全国生态用地总量减少 0.4%,呈逐年下降态势,年均减少约 $0.55\times10^4\text{ km}^2$ 。其中,仅浙江和广东两省面积增加,西藏、黑龙江、云南和上海 4 省(区、市)变化不大,其余 26 个省(区、市)均呈下降态势,天津降幅最大高达 8.2%。从地区分布看,新疆、西藏、内蒙古和青海位居前四位,2008 年生态用地面积均超过 $0.70\times10^6\text{ km}^2$,再加上四川和甘肃,上述西部 6 省(区)生态用地总面积约为 $5.20\times10^6\text{ km}^2$,约占全国生态用地总量的 68%;东部和中部地区生态用地面积最大的分别为黑龙江($0.32\times10^6\text{ km}^2$)和湖南($0.16\times10^6\text{ km}^2$),而天津、上海和北京等人口和经济集聚地区则极为缺乏生态用地空间。2008 年我国基础性生态用地约为 $5.31\times10^6\text{ km}^2$,其中东、中、西部地区基础性生态用地面积分别为 $0.52\times$

10⁶、0.94×10⁶、3.85×10⁶ km²,内蒙古、西藏和新疆的基础性生态用地面积在 31 个省(区、市)中位居前三。在空间分布上,基础性生态用地总量和人均基础性生态用地面积的特征相似,均呈现出“东南低、西北高”的特点,与人口“胡焕庸线”高度吻合(图 1)。其中,环渤海地区、山东半岛地区、河南北部和成渝地区较为匮乏(人均面积低于 300 m²),而内蒙古中部、西藏和新疆中部等地相对丰富。从基础性生态用地国土密度(即某地域单元内基础性生态用地面积与国土总面积之比)来看,环渤海地区、山东半岛地区、河南北部低于 0.4,表明上述地区的开发建设活动十分剧烈;而除新疆天山以北地区外的西北大部地区该数据同样不超过 0.4,则反映出当地自然生态环境本底较为脆弱,生态安全状况值得关注。2002 年至 2008 年,全国基础性生态用地面积减少 0.2%,降幅低于生态用地总量。其中,在 356 个地级市中,基础性生态用地面积增幅为正的有 104 个,广东汕尾、潮州、梅州以及安徽淮南、浙江台州、广西北海、河南焦作等地增幅超过 10%;增幅为负的有 251 个,宁夏固原降幅最大接近 50%。

表 4 生态用地统一分类与《全国土地分类(过渡期间适用)》对照表

生态用地 Ecological land	《全国土地分类(过渡期间适用)》National Land Classification (applicable during the transition)			
	一级类 First class		二级类 Second class	
	编码 Code	名称 Name	编码 Code	名称 Name
湿地 Wetland	11	耕地	111	灌溉水田
	15	其他农用地	154	坑塘水面
			155	养殖水面
			156	农田水利用地
	20	居民点及独立工矿用地	205	盐田
	27	水利设施用地	271	水库水面
	31	未利用土地	313	沼泽地
	32	其他土地	321	河流水面
			322	湖泊水面
			323	苇地
森林(地) Forest			324	滩涂
	13	林地	131	有林地
			132	灌木林地
			136	苗圃
草地 Grassland	14	草地	141	天然草地
			143	人工草地
其他生态土地 Other ecological land	31	未利用土地	311	荒草地
			312	盐碱地
			314	沙地
			315	裸土地
			316	裸岩石砾地
			317	其他未利用土地
	32	其他土地	325	冰川及永久积雪

总体上看,生态用地面积持续减少和城乡生态空间被过度挤占,究其原因还是自然因素和人类活动的复合影响所致。其中,人类不合理开发和过度建设造成了恶劣后果:城市快速扩张、滩涂围垦、填海造地、开山造城等大规模开发建设活动,不仅占用了大量耕地,在国家严格实行“占补平衡”、死守耕地红线的高压态势下,导致林地、草地等生态用地成为补充耕地的对象;再加上“围湖毁林”、“上山下滩”等现象层出不穷,更导致城郊区、开发区周边重要生态空间的迅速萎缩甚至消失,剧烈改变湿地、山地等生态系统的稳态结构和自调节功能,引发生态环境退化。因此,从长远看,如何正确处理人与自然的关系、生产与生态的关系、生态与民生的关系,切实保护人类赖以生存的生态环境和生态空间,既是实现经济社会可持续发展长期面临的战略主题,也是

全面推进生态文明建设亟待破解的现实难题,需要进一步加强生态用地理论和实践研究,科学规划和合理配置生态空间,建立健全生态用地管理政策体系。

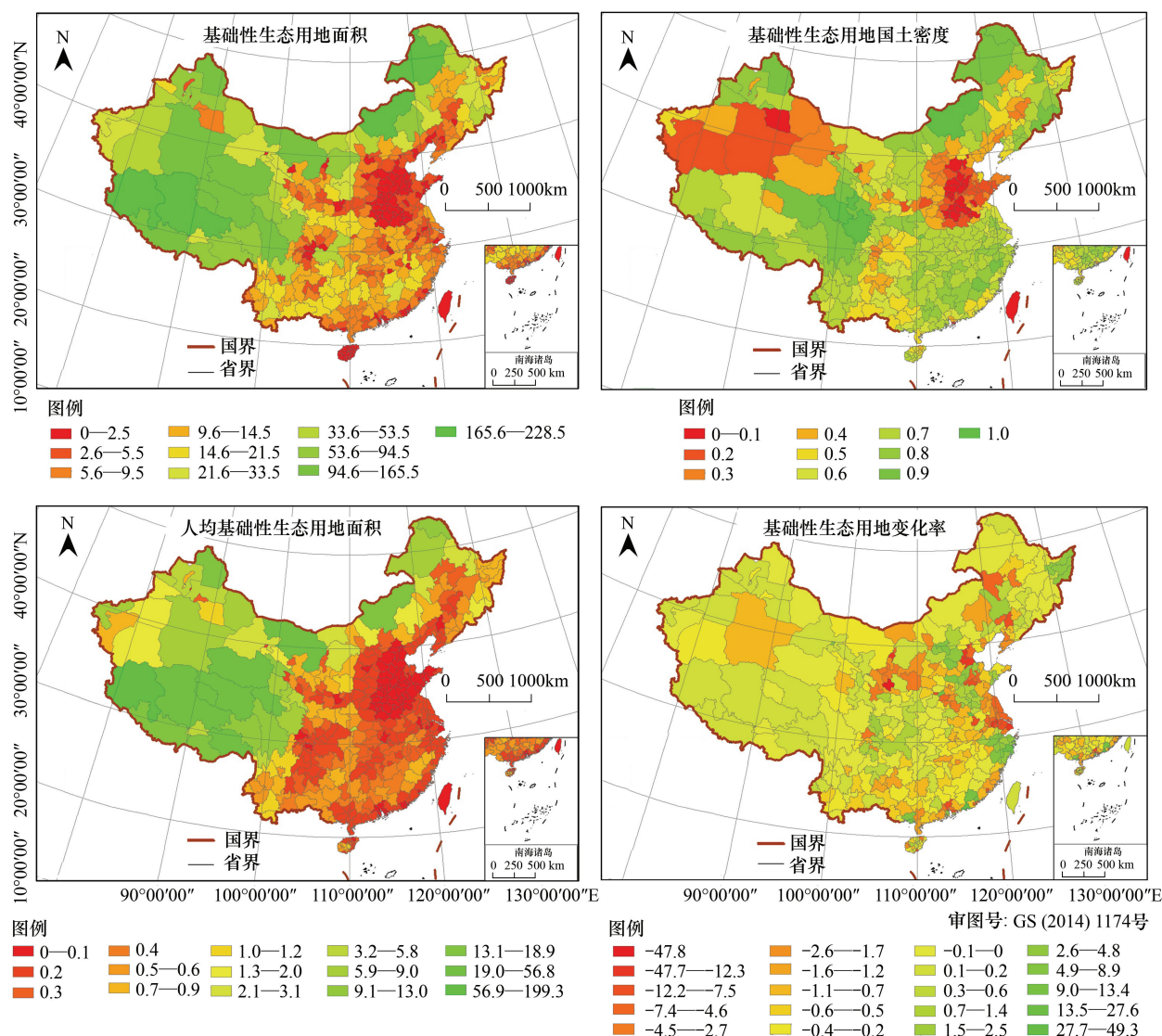


图 1 基础性生态用地空间分布及变化图
Fig.1 Spatial distribution and change of fundamental ecological land

由于哈尔滨、银川、中卫等市涉及行政区划调整,在变化率的计算过程中按照行政单元进行了基础性生态用地数据的分割和合并等处理,以保持基期与末期数据口径一致

5 结论与讨论

本文对生态用地内涵、分类和时空格局变化开展了探索研究,主要结论如下:

(1) 长期以来,人们对生态用地的内涵争议颇多,在区域尺度上形成了“生态要素决定论”、“生态功能决定论”和“主体功能决定论”3 种观点;与此同时,不同行政管理部门受限于管理职能差异,在实施生态用地管制的范围上也存在较大分歧。认为,对生态用地进行定义应以生态功能主体性作为基本准则,从不同尺度地域上满足人类及其他生物所需的自然环境条件和效用来区分和定义土地的生态功能。

表 5 2002—2008 年生态用地面积变化情况
Table 5 Ecological land change from 2002 to 2008

	生态用地 Ecological land (2002)/(10 ³ km ²)					
	湿地 Wetland	森林(地) Forest	草地 Grassland	其他土地 Other ecological land	合计 Total	其中基础性 生态用地 Fundamental ecological land
全国	687.9	2018.2	2613.8	2353.1	7672.7	5319.7
北京	1.0	5.6	0.0	1.8	8.5	6.6
天津	4.1	0.2	0.0	0.6	4.9	4.3
河北	12.5	32.1	7.9	36.1	88.5	52.5
山西	3.9	31.3	6.5	45.6	87.3	41.7
内蒙古	32.8	186.7	647.5	152.7	1019.7	867.0
辽宁	19.6	50.3	3.7	13.9	87.5	73.5
吉林	17.8	84.3	10.2	9.8	122.1	112.3
黑龙江	54.6	214.0	22.8	23.7	315.1	291.4
上海	5.3	0.1	0.0	0.0	5.5	5.4
江苏	61.4	2.9	0.1	1.4	65.7	64.4
浙江	21.9	48.1	0.0	4.5	74.5	70.0
安徽	44.9	29.7	0.4	3.3	78.3	75.1
福建	14.7	68.0	0.0	6.7	89.5	82.7
江西	31.5	84.4	0.1	8.5	124.5	115.9
山东	18.2	11.1	0.5	10.1	39.9	29.7
河南	18.5	25.0	0.1	15.9	59.5	43.6
湖北	45.8	68.9	0.5	15.7	130.9	115.2
湖南	41.1	103.3	1.0	11.1	156.5	145.5
广东	34.7	73.7	0.3	7.3	115.9	108.7
广西	28.9	94.9	7.5	45.5	176.8	131.3
海南	6.3	13.1	0.2	2.5	22.1	19.7
重庆	10.1	27.6	2.4	5.9	46.0	40.1
四川	31.5	177.7	136.7	37.4	383.3	345.9
贵州	10.3	64.5	16.5	16.7	108.0	91.3
云南	19.7	198.4	7.9	54.9	280.9	225.9
西藏	31.7	116.2	644.3	394.2	1186.3	792.2
陕西	5.7	90.0	32.1	10.2	138.1	127.9
甘肃	4.3	40.9	125.8	153.3	324.3	171.0
青海	28.8	21.7	402.6	250.0	703.0	453.1
宁夏	2.0	1.9	24.1	7.2	35.1	27.9
新疆	24.3	51.6	512.1	1006.6	1594.5	587.9
	生态用地 Ecological land (2008)/(10 ³ km ²)					
	湿地 Wetland	森林(地) Forest	草地 Grassland	其他土地 Other ecological land	合计 Total	其中基础性 生态用地 Fundamental ecological land
全国	678.5	2034.2	2595.3	2331.2	7639.5	5308.0
北京	0.9	5.7	0.0	1.7	8.3	6.5
天津	3.9	0.2	0.0	0.3	4.5	4.1
河北	11.7	32.9	7.7	34.1	86.5	52.3
山西	3.8	31.5	6.5	43.9	85.6	41.8
内蒙古	32.2	190.6	639.6	149.8	1012.2	862.4
辽宁	19.1	50.0	3.5	13.5	86.1	72.6
吉林	17.9	84.3	10.2	9.7	122.0	112.4
黑龙江	55.9	214.5	21.9	22.7	315.1	292.4

续表

	生态用地 Ecological land (2008)/(10 ³ km ²)					其中基础性生态用地 Fundamental ecological land
	湿地 Wetland	森林(地) Forest	草地 Grassland	其他土地 Other ecological land	合计 Total	
上海	4.5	0.3	0.0	0.0	4.7	4.7
江苏	58.5	2.9	0.0	1.8	63.3	61.5
浙江	21.2	52.4	0.0	2.7	76.4	73.6
安徽	44.1	30.3	0.3	3.1	77.9	74.7
福建	14.4	67.9	0.0	6.4	88.7	82.3
江西	31.0	84.3	0.1	8.1	123.4	115.3
山东	18.1	11.1	0.3	9.1	38.6	29.5
河南	18.0	25.3	0.1	15.1	58.5	43.4
湖北	45.7	68.9	0.4	14.9	129.9	115.0
湖南	40.8	103.3	1.0	10.5	155.7	145.1
广东	33.5	76.0	0.3	6.9	116.7	109.7
广西	28.9	95.1	7.1	44.8	175.9	131.1
海南	6.3	13.0	0.2	2.3	21.7	19.5
重庆	10.1	28.1	2.3	5.3	45.9	40.6
四川	30.9	178.5	136.4	37.0	382.7	345.7
贵州	10.5	64.5	15.9	16.5	107.4	90.9
云南	19.5	198.2	7.8	53.1	278.7	225.5
西藏	31.7	116.2	644.0	394.1	1186.0	791.9
陕西	5.8	90.3	30.5	9.9	136.6	126.7
甘肃	4.3	41.3	125.1	152.6	323.2	170.7
青海	28.7	21.7	401.8	249.2	701.5	452.3
宁夏	2.0	2.3	22.6	7.3	34.1	26.9
新疆	24.6	52.6	509.7	1004.8	1591.7	586.9
	生态用地 Ecological land (2002—2008)/%					其中基础性生态用地 Fundamental ecological land
	湿地 Wetland	森林(地) Forest	草地 Grassland	其他土地 Other ecological land	合计 Total	
全国	-1.4	0.8	-0.7	-0.9	-0.4	-0.2
北京	-13.3	1.2	0	-3.7	-1.6	-1.0
天津	-4.8	0.0	0	-44.4	-8.2	-4.6
河北	-6.4	2.5	-2.5	-5.4	-2.3	-0.4
山西	-3.4	0.6	0.0	-3.8	-1.9	0.2
内蒙古	-1.8	2.1	-1.2	-1.9	-0.7	-0.5
辽宁	-2.4	-0.5	-5.5	-3.3	-1.6	-1.3
吉林	0.4	0.0	0.0	-1.4	-0.1	0.1
黑龙江	2.4	0.2	-3.8	-4.2	0.0	0.3
上海	-16.3	300.0	0	0.0	0.0	0.0
江苏	-4.7	0.0	-100.0	28.6	-3.8	-4.6
浙江	-3.3	9.0	0	-38.8	2.6	5.1
安徽	-1.8	2.0	-33.3	-4.1	-0.6	-0.4
福建	-2.3	-0.2	0	-5.0	-0.9	-0.6
江西	-1.5	-0.2	0.0	-5.5	-0.9	-0.5
山东	-0.4	0.0	-28.6	-10.5	-3.2	-0.7

续表

	生态用地 Ecological land (2002—2008)/%					其中基础性生态用地 Fundamental ecological land
	湿地 Wetland	森林(地) Forest	草地 Grassland	其他土地 Other ecological land	合计 Total	
河南	-2.5	1.1	0.0	-5.0	-1.7	-0.5
湖北	-0.1	0.0	-25.0	-5.1	-0.8	-0.2
湖南	-0.8	0.0	0.0	-4.8	-0.6	-0.2
广东	-3.6	3.1	0.0	-4.6	0.7	0.9
广西	-0.2	0.3	-5.3	-1.6	-0.5	-0.2
海南	0.0	-1.0	0.0	-10.5	-1.8	-0.7
重庆	0.7	1.9	-2.8	-10.1	-0.1	1.3
四川	-1.9	0.4	-0.2	-1.1	-0.2	-0.1
贵州	1.3	-0.1	-3.2	-0.8	-0.6	-0.5
云南	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西藏	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
陕西	1.2	0.4	-5.0	-2.6	-1.1	-0.9
甘肃	0.0	1.0	-0.6	-0.4	-0.3	-0.2
青海	-0.2	0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2
宁夏	0.0	21.4	-6.1	0.9	-2.8	-3.8
新疆	1.4	1.9	-0.5	-0.2	-0.2	-0.2

(2) 以生态系统服务主体功能为基础,生态用地分类体系包括湿地、森林、草地和其他生态土地 4 个一级类型、19 个二级类型。其中,湿地、森林、草地统称为基础性生态用地,能通过维持自身生态结构和功能对主体生态系统的稳定性、高生产力及可持续发展起到支撑和保育作用,对当地乃至区域自然生态环境起到重要的调节作用;其他生态土地则为保全性生态用地,即自身生态系统脆弱甚至生态功能退化的土地,应以生态修复和保护为主。并以此为基础,开展生态系统服务重要性评估,根据主体功能的重要程度明确国土生态保护红线。

(3) 2008 年我国生态用地总量 $7.64 \times 10^6 \text{ km}^2$, 约占陆域国土面积的 80%, 其中基础性生态用地约为 $5.31 \times 10^6 \text{ km}^2$; 自 2002 年至 2008 年,我国生态用地面积呈逐年下降态势,年均减少约 $0.55 \times 10^4 \text{ km}^2$, 全国基础性生态用地面积减少 0.2%。其中,在 356 个地级市中,基础性生态用地面积增幅为正的有 104 个,增幅为负的有 251 个,华北和华东部分地区生态安全状况不容忽视。此外,基础性生态用地总量和人均基础性生态用地面积在空间上均呈现出“东南低、西北高”的特点,与人口“胡焕庸线”高度吻合;华北东部和西北大部分地区基础性生态用地国土密度均低于 0.4,前者为剧烈的人类开发建设活动所致,而后者则反映了当地自然生态环境本底的脆弱性。

虽然本文构建了统一的生态用地分类系统,并在此基础上开展了生态用地时空格局分析,但考虑到生态用地规模及时空格局变化是基于不同土地分类体系衔接和数据转换,其结果的准确性与结论的可靠性有待于进一步选取典型区域开展实地验证。

参考文献 (References):

- [1] Bailey R G. Integrated approaches to classifying land as ecosystems, Proceeding of Workshop on Land Evaluation for Forestry. The Netherland, 1981, (28): 95-109.
- [2] Zonneveld I S. Scope and Concepts of Landscape Ecology as an Emerging Science. New York: Springer, 1990: 3-20.
- [3] Klijn F, de Haes H A U. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. Landscape Ecology, 1994, 9 (2): 89-104.

- [4] Rowe J S, Sheard J W. Ecological land classification: A survey approach. *Environmental Management*, 1981, 5(5): 451-464.
- [5] Apfelbaum S I, Chapman K A, Carlson J, Lippold J D, Norman F J, Thomas N, Hartsig T. Ecological Land Cover Classification for a Natural Resources Inventory in the Kansas City Region, USA. Kansas City: Applied Ecological Services Inc, 2004.
- [6] 董雅文, 周雯, 周岚, 周惠. 城市化地区生态防护研究——以江苏省、南京市为例. *城市研究*, 1999, (2): 6-10.
- [7] 宗毅, 汪波. 城市生态用地的“协调—集约”度创新研究. *科学管理研究*, 2005, 23(6): 32-35, 57-57.
- [8] 韩学敏, 濮励杰, 朱明, 许艳. 环太湖地区有效生态用地面积的测算分析. *中国农学通报*, 2010, 26(22): 301-305.
- [9] 岳健, 张雪梅. 关于我国土地利用分类问题的讨论. *干旱区地理*, 2003, 26(1): 78-88.
- [10] 陈婧, 史培军. 土地利用功能分类探讨. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2005, 41(5): 536-540.
- [11] 邓红兵, 陈春娣, 刘昕, 吴钢. 区域生态用地的概念及分类. *生态学报*, 2009, 29(3): 1519-1524.
- [12] 俞孔坚, 乔青, 李迪华, 袁弘, 王思思. 基于景观安全格局分析的生态用地研究——以北京市东三乡为例. *应用生态学报*, 2009, 20(8): 1932-1939.
- [13] 张旭东, 臧利强, 何晨燕, 何剑刚. 哈尔滨市市区与城区生态用地遥感综合调查与评价. *北方环境*, 2002, (2): 47-50.
- [14] 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. *中国生态农业学报*, 2004, 12(2): 5-8.
- [15] 邓小文, 孙贻超, 韩士杰. 城市生态用地分类及其规划的一般原则. *应用生态学报*, 2005, 16(10): 2003-2006.
- [16] 周焱, 蔡学成, 谢元贵, 吴凯, 田丹. 典型岩溶地区生态用地研究——以清镇市为例. *中国土地科学*, 2006, 20(5): 38-41, 62-62.
- [17] 王振健, 李如雪. 城市生态用地分类、功能及其保护利用研究——以山东聊城市为例. *水土保持研究*, 2006, 13(6): 306-308.
- [18] 易湘生, 王静爱, 岳耀杰. 基于沙区土地功能分类的土地利用变化与模式研究——以陕北榆阳沙区为例. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2008, 44(4): 439-443.
- [19] 王利文. 中国北方农牧交错带生态用地变化对农业经济的影响分析. *中国农村经济*, 2009, (4): 80-85.
- [20] 赵丹, 李锋, 王如松. 城市生态用地的概念及分类探讨. *中国人口·资源与环境*, 2009, (19): 337-342.
- [21] 杨建敏, 马晓萱, 董秀英. 生态用地控制性详细规划编制技术初探——以天津滨海新区外围生态用地为例. *城市规划*, 2009, 33(增刊): 21-25.
- [22] 李晓丽, 曾光明, 石林, 梁婕, 蔡青. 长沙市城市生态用地的定量分析及优化. *应用生态学报*, 2010, 21(2): 415-421.
- [23] 李姝娟, 李洪远, 孟伟庆. 滨海新区生态用地特征与低碳目标下的优化策略. *中国发展*, 2011, 11(4): 82-87.
- [24] 国务院. 全国土地利用总体规划纲要(2006—2020). 2008.
- [25] 国务院. 全国生态环境保护纲要. 2000.
- [26] 环保部. 全国生态功能区划. 2008.
- [27] 国务院. 全国主体功能区规划. 2010.
- [28] 刘学录, 曹爱霞. 土地生态功能的特点与保护. *环境科学与管理*, 2008, 33(10): 54-57.
- [29] 于艳华. 内蒙古生态用地的土地利用空间布局研究. *内蒙古师范大学学报: 自然科学汉文版*, 2012, 41(1): 96-98, 104-104.
- [30] 刘沛, 段建南, 王伟, 曾敏. 土地利用系统功能分类与评价体系研究. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2010, 36(1): 113-118.
- [31] 荣冰凌, 李栋, 谢映霞. 中小尺度生态用地规划方法. *生态学报*, 2011, 31(18): 5351-5357.
- [32] 徐健, 周寅康, 金晓斌, 易理强. 基于生态保护对土地利用分类系统未利用地的探讨. *资源科学*, 2007, 29(2): 137-141.
- [33] 梁留科, 曹新向, 孙淑英. 土地生态分类系统研究. *水土保持学报*, 2003, 17(5): 142-146.
- [34] 苏伟忠, 杨桂山, 甄峰. 长江三角洲生态用地破碎度及其城市化关联. *地理学报*, 2007, 62(12): 1309-1317.
- [35] 张颖, 王群, 李边疆, 王万茂. 应用碳氧平衡法测算生态用地需求量实证研究. *中国土地科学*, 2007, 21(6): 23-28.