

基于生态系统服务功能价值方法的土地利用 总体规划环境影响评价研究

——以大庆市为例

李艳峰, 雷国平

(东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

摘 要:对土地利用总体规划环境影响评价方法进行实证研究,促进土地资源可持续利用与社会经济可持续发展,为土地利用规划修编提供依据,提高规划的科学性与合理性。以生态系统服务功能价值理论为基础,结合研究区实际确定的大庆市各种土地利用生态系统的单位面积服务功能价值,根据大庆市规划期内的各种土地利用类型的面积变化,预测大庆市新一轮土地利用总体规划方案实施前后生态系统服务功能总价值的变化,评价实施规划将产生的生态环境影响。大庆市土地利用总体规划(2006—2020 年)是切实可行的,方案的实施将给大庆市带来良好的生态环境效益。研究表明:生态系统服务功能价值理论的引入,实现了土地利用规划环境影响定性分析与定量评价的结合,对正确制定土地利用决策具有重要的意义。

关键词:土地利用总体规划;生态系统服务功能价值;环境影响评价;大庆市

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)05-0305-06

Environmental Impact Assessment of Land Use Planning Based on Ecosystem Services Value —A Case Study of Daqing City

LI Yan-feng, LEI Guo-ping

(College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The purpose of this study is to contribute to promoting the sustainable utilization of land resources and sustainable development of social and economic, the upcoming revision of land use planning and improving the scientific and reasonable of land use planning through a case study of environmental impact assessment(EIA) of land use planning. Method of ecosystem service value was applied to assess the environmental impact of the land use planning by calculating the ecosystem service value of actual and future land use types in Daqing City. The results show that the land use planning is feasible and will have satisfactory ecological benefit after implementation. It is concluded that the introduction of the theory of ecosystem service value realizes the combination of qualitative analysis and quantitative assessment of environmental impact of land use planning. It is significant to the revision of land use planning.

Key words: land use planning; ecosystem services value; EIA; Daqing City

土地作为各种陆地生态系统的总称,土地利用结构的变化必然引起各类生态系统类型、面积以及空间分布格局的变化。土地利用总体规划是以确定或调整土地利用结构和空间布局为核心的宏观战略措施,规划的实施将引起区域内各种土地利用类型的数量

和空间布局的变化,进而影响土地生态系统提供服务的能力及强度^[1]。国务院根据《中华人民共和国环境影响评价法》,制定了《规划环境影响评价条例》,并于 2009 年 10 月 1 日起施行。该条例规定了对人民政府组织编制的土地利用规划应当进行环境影响评价。

收稿日期:2013-03-16

修回日期:2013-04-24

资助项目:国家科技支撑计划项目(2008BAD96B02)

作者简介:李艳峰(1988—),女,山东东营人,硕士研究生,研究方向:土地规划。E-mail:liyanfeng0912@126.com

通信作者:雷国平(1963—),男,黑龙江省青冈人,教授,博士生导师,研究方向:土地规划,土地资源调查与评价。E-mail:guopinglei@126.com

进行土地利用规划环境影响评价的研究具有重要的实践意义,贯彻可持续发展理念,提高土地利用规划的科学性;强化社会主义市场经济体制下土地利用规划的综合协调功能;源头上控制土地利用规划可能导致的生态环境问题^[2]。因为土地利用总体规划对环境影响具有长期性、复杂性、累计性等特点,所以土地利用总体规划应该把生态环境纳入到规划考虑要素当中,把环境保护纳入土地利用活动的计划、决策和规划实施中,促进土地资源的可持续利用与社会经济的可持续发展。生态系统服务功能价值以其指标的综合性、量化,以及与土地利用总体规划空间特点的适宜性,可作为土地利用总体规划环境影响评价的一项量化指标^[1]。本文以大庆市为例,探讨生态系统服务功能价值法在土地利用总体规划环境影响评价中的应用,实现土地利用总体规划环境影响的定性分析和定量评价的结合,以期为大庆市土地资源可持续利用以及生态环境保护提供决策支持,提高土地利用总体规划的科学性及合理性。

1 理论及方法

1.1 生态系统服务功能价值理论基础

关于生态系统服务功能价值理论(Ecosystem-services Values)的探索在19世纪下半叶就已开始。1970年SCEP在《人类对全球环境影响报告》中首次提出了生态系统服务功能的概念,同时列举了生态系统对人类的环境服务功能。Holder和Ehrlich、Westman先后进行了全球环境服务功能、自然服务功能的研究,指出生物多样性的丧失将直接影响着生态系统服务功能^[3-4]。至此,产生了生态系统服务功能的概念,即,生态系统服务(Ecosystem Services)是指人类直接或间接从生态系统获取的效益,主要包括向经济社会系统输入有用物质和能量、接受和转化来自经济社会系统的废弃物,以及直接向人类社会成员提供的各种服务等(如人们普遍享用洁净的空气、水等舒适性资源)^[5]。中国土地利用规划环境影响评价工作的开展起步较晚,评价理论尚不成熟,还停留在概念、内涵及评价方法的探讨阶段,主要研究成果包括:董家华等^[6]、吕昌河等^[6]、王敏等^[7]针对土地利用规划环评分别开展综合或专项研究;蔡玉梅^[8-9]、贾克敬等^[10]在综合分析项目环评的经验及相关研究成果基础上,对土地利用规划环评的主要内容、评价内涵、基本工作程序、指标体系与评价方法等问题进行探讨;胡华科等^[11]引入生态绿当量指标,采用生态绿当量数学模型,以林地生态系统为标准,测算各县不同用地类型的绿当量和区域总绿当量,用以衡量生态

环境情况;谢高地等^[12]在Costanza等人的研究基础上,综合我国专业人士进行的生态问卷调查结果,建立了中国平均状态下陆地生态系统单位面积服务价值表。其中谢高地等人的生态系统服务功能价值理论与方法得到国内学者的广泛应用与认可,本文在此基础上展开研究。

生态服务价值理论阐述了生态系统的各种服务功能及其价值的量化方法。土地作为各种陆地生态系统的载体,土地利用变化直接影响生态系统服务功能的种类和强度,通过对区域生态系统服务功能价值的核算,可以反映出土地利用变化对生态环境的影响。土地利用规划调整了土地利用规模和结构,采用生态服务功能价值法来度量土地利用规划对生态环境的影响是可行的^[13]。生态系统服务功能价值法以生态系统服务功能价值理论为基础,根据土地利用规划结构调整情况和区域实际情况,预测土地利用规划初步方案实施前后生态系统服务功能总价值的变化,来定量反映土地利用规划对生态环境所造成的影响。此方法优点在于把土地利用的生态效益转化为简单易懂的货币形式,简单实用,能够定量地预测出环境影响的变化趋势,尤其是对于战略性土地利用规划的环境影响评价而言,通过对土地利用总体规划目标及规划方案的生态效益进行综合评估,可为决策者提供参考,具有较大的应用价值^[14]。

1.2 生态系统服务功能价值核算方法

在研究生态系统服务功能价值的方法中,由Costanza等^[15]和谢高地等^[12]研究的方法模型近年来得到了国内学者的广泛应用^[16]。所以本文主要应用Costanza等提出的“生态系统服务功能价值计算方法”(公式1)和谢高地等提出的“我国平均状态下的单位面积生态系统服务功能价值单价表”(表1)等研究成果为基础,对大庆市规划基准年(2005年)和规划目标年(2020年)的生态系统服务功能价值进行计算,计算方法如下:

$$ESV = \sum P_i \times A_i \quad (1)$$

式中:ESV——研究区生态系统服务的总价值; P_i ——在单位面积上土地利用类型*i*的生态系统服务功能价值; A_i ——研究区内土地利用类型*i*的面积。

2 实例分析

2.1 研究区概况

大庆市位于黑龙江省西部,松辽盆地中央坳陷区北部。市区地理位置北纬45°46′—46°55′,东经124°19′—125°12′,东与绥化地区相连,南与吉林省隔江(松花江)相望,西部、北部与齐齐哈尔市接壤。大

庆地处温带季风性气候区,冬长严寒,夏秋凉爽,光照充足,降水偏少。全市年平均气温 4.2℃,年均无霜期 143 d;年均风速 3.8 m/s,年大于 16 级风日数为 30 d;年降水 427.5 mm,年蒸发 1 635 mm,年干燥度为 1.2,大陆度为 78.9;年日照时数为 2 726 h,年太阳总辐射量 491.4 kJ/cm²。大庆市现辖肇州、肇源、林甸、杜尔伯特 4 个县,萨尔图、让胡路、龙凤、红岗、大同 5 个区。全市人口 270 万,少数民族 31 个,其中

超过 1 000 人的有满族、蒙古族、朝鲜族、回族和锡伯族。大庆市是典型的石油资源型城市,油气资源十分丰富,油层多,油层厚,埋藏浅,物理性能好,原始压力高,伴生丰富的天然气,为中外罕见的大油田。

2.2 数据来源

数据来源于大庆市土地利用变更调查、《2006—2020 年大庆市土地利用总体规划》和《大庆市统计年鉴》。不同服务项目的生态功能服务价值见表 1。

表 1 我国平均状态下的单位面积生态服务功能价值单价元/hm²

服务项目	森林	草地	农田	湿地	水体	荒漠
气体调节	3097.0	707.9	442.4	1592.7	0.0	0.0
气候调节	2389.1	796.4	787.5	15130.9	407.0	0.0
水源涵养	2831.5	707.9	530.9	13715.2	18033.2	26.5
土壤形成与保护	3450.9	1725.5	1291.9	1531.1	8.8	17.7
废物处理	1159.2	1159.2	1451.2	16086.6	16086.6	8.8
生物多样性	2884.6	964.5	628.2	2212.2	2203.3	300.8
食物生产	88.5	265.5	884.9	265.5	88.5	8.8
原材料	2300.6	44.2	88.5	61.9	8.8	0.0
娱乐文化	1132.6	35.4	8.8	4910.9	3840.2	8.8
合 计	19334.0	6406.5	6114.3	55507.0	40676.4	371.4

2.3 数据处理

本文研究引用土地利用类型动态度 K (公式 2)来描述大庆市各种类型土地利用变化情况(表 2),它是指研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况。

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\% \tag{2}$$

式中: U_a,U_b ——研究初期及研究末期某一种土地类型的数量; T ——研究时段。

表 2 大庆市土地利用类型面积变化及动态度

土地利用 类型	2005 年		2020 年		2005—2020 年	变化率/%	动态度/%
	面积/hm ²	比重/%	面积/hm ²	比重/%	变化面积/hm ²		
耕 地	621818	29.30	616218	29.04	—5600	—0.90	—0.06
园 地	8017	0.38	9517	0.45	1500	18.71	1.25
林 地	162112	7.64	223220	10.52	61108	37.69	2.51
草 地	611649	28.82	565499	26.65	—46150	—7.55	—0.50
建设用地	149342	7.04	177142	8.35	27800	18.61	1.24
水 体	322548	15.20	348214	16.41	25666	7.96	0.53
未利用地	246717	11.63	182393	8.59	—64324	—26.07	—1.74

在以往研究的基础上^[17],结合新一轮土地利用总体规划的土地分类系统^[18],本文将大庆市生态系统划分为耕地、园地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地共 7 类土地利用类型。通过地类转换,将其对应到谢高地等提出的陆地生态系统的划分。其中耕地对应农田,林地对应森林,草地对应草地,水域(包括河流水面、湖泊水面和滩涂)、其他农用地(包括设施农用地、农村道路、坑塘水面和农田水利用地)的总和对应水体;其他用地中的自然保留地对应荒漠。但是,表 1 仅提供了一个全国平均状态的生态系统生态服务价值的单价,而生态系统的生态服务功能大小与该生态系统的生物量有密切关系,一般来说,生物量

越大,生态服务功能越强。因此,假定生态服务功能强度与生物量成线性关系,提出生态服务价值的生物量因子按下述公式来进一步修订生态服务单价:

$$P_{ij}=(b_j/B)p_{ij} \tag{3}$$

式中: P_{ij} ——订正后的单位面积第 j 类生态系统第 i 种生态服务功能的价值量; b_j ——第 j 类生态系统的生物量; B ——我国一级生态系统类型单位面积平均生物量; p_{ij} ——表 1 中第 j 类生态系统第 i 种生态服务功能的全国平均价值量。全国农田生态系统生物量因子为 1.00,大庆市农田生物量因子取黑龙江省的均值 0.66^[19],即 $P_{ij}=(0.66/1.00)p_{ij}=0.66p_{ij}$;根据谢高地^[12]提供的“中国陆地生态系统单位面积

生态服务价值当量表”,分别得到了水体和未利用地生态服务功能的单价,其中未利用地对应荒漠;林地生态系统服务功能价值参照赵同谦、欧阳志云等人^[20-22]的计算方法直接计算并结合王兵、任晓旭等人最新研究成果^[23]修正得出;草地生态系统服务价值则采用谢高地等^[24]对东北温带半湿润草甸草原和草甸区草地生态系统服务功能价值的估算值;园地取林

地和草地的平均值;而建设用地参考 Costanza 等专家的思路,不估算其生态服务功能价值。通过以上修正计算得到大庆市各土地利用生态系统的单位面积服务功能价值的估算结果(表 3)。由公式(1)和表 3,结合大庆市新一轮规划修编的土地利用结构调整方案,得出大庆市土地生态系统服务功能价值(表 4)和大庆市生态系统单项服务功能价值(表 5)变化情况。

表 3 大庆市各土地利用生态系统单位面积的服务功能价值 元/hm²

服务项目	耕地	园地	林地	草地	建设用地	水体	未利用地
气体调节	291.98	2034.37	3914.74	154.01	0.00	0.00	0.00
气候调节	519.75	2301.63	1541.32	3061.94	0.00	268.62	0.00
水源涵养	350.39	4781.77	6962.80	2600.75	0.00	11901.91	17.49
土壤形成与保护	852.65	260.56	247.05	274.07	0.00	5.81	11.68
废物处理	957.79	2693.06	1771.90	3614.22	0.00	10617.16	5.81
生物多样性	414.61	1839.92	3035.66	644.18	0.00	1454.18	198.53
食物生产	584.03	446.39	107.00	785.77	0.00	58.41	5.81
原材料	58.41	838.12	1605.03	71.21	0.00	5.81	0.00
娱乐文化	5.81	928.12	856.02	1000.22	0.00	2534.53	5.81
合计	4035.44	16123.94	20041.51	12206.38	0.00	26846.42	245.12

表 4 2005—2020 年大庆市生态系统服务价值变化

土地利用类型	单位面积生态价值/ (元·hm ⁻²)	2005 年生态 价值/亿元	2020 年生态 价值/亿元	价值变化量/ 亿元	价值变化率/ %	价值动态度/ %
耕地	4035.44	25.09	24.87	-0.23	-0.90	-0.06
园地	16123.94	1.29	1.53	0.24	18.71	1.25
林地	20041.51	32.49	44.74	12.25	37.69	2.51
草地	12206.38	74.66	69.03	-5.63	-7.55	-0.50
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水体	26846.42	86.59	93.48	6.89	7.96	0.53
未利用地	245.12	0.60	0.45	-0.16	-26.07	-1.74
合计	79498.82	220.73	234.10	13.36	6.05	0.40

表 5 大庆市生态系统单项服务功能价值变化

生态系统服务 功能	2005 年		2020 年		2005—2020 年			
	价值/亿元	比重/%	价值/亿元	比重/%	变化量/亿元	变化率/%	动态度/%	变化趋势
气体调节	9.27	4.20	11.60	4.96	2.34	25.20	1.68	增加
气候调节	25.51	11.56	25.11	10.73	-0.40	-1.56	-0.10	减少
水源涵养	68.19	30.89	74.34	31.76	6.15	9.02	0.60	增加
土壤形成与保护	7.45	3.37	7.42	3.17	-0.03	-0.34	-0.02	减少
废物处理	65.41	29.63	67.53	28.85	2.12	3.25	0.22	增加
生物多样性	16.77	7.60	18.57	7.93	1.81	10.78	0.72	增加
食物生产	8.85	4.01	8.54	3.65	-0.31	-3.53	-0.24	减少
原材料	3.49	1.58	4.45	1.90	0.96	27.50	1.83	增加
娱乐文化	15.81	7.16	16.53	7.06	0.72	4.57	0.30	增加
合计	220.73	100.00	234.10	100.00	13.36	6.05	0.40	增加

2.4 结果与分析

2.4.1 土地利用结构变化分析 表 3 表明,研究期间,研究区各类土地利用面积均发生了较大的变化。除耕地、草地和未利用地面积减少外,其它土地利用类型面积均呈增加趋势。面积减少的地类中未利用地减少居首位,达到 64 324 hm²;其次是牧草地,达到 46 150 hm²,减少的牧草地主要用于油田开发、城镇

及交通水利等基础设施建设;再次是耕地,减少的耕地主要用于新增建设用地,规划期通过土地整治新增耕地 14 500 hm²,用于补充新增建设用地占用的耕地,规划期内耕地增减相抵后,耕地净减少 5 600 hm²。面积净增加的地类中林地居首位,增加了 61 108 hm²。从变化幅度来看,林地变化幅度最大,变化率绝对值为 37.69%,动态度为 2.51%,虽然林

地覆盖率增加到 10.52%,但是仍低于国家规定平原区 12%的标准,大庆市应采取将一些不宜耕种的沙化、盐碱化耕地进行生态退耕还林等措施增加林地面积;其次为园地和建设用地,变化率绝对值分别为 18.71%和 18.61%,动态度分别为 1.25%和 1.24%;变化幅度最小的是水体,变化率为 7.96%,动态度为 0.53%。这说明研究期间,大庆市土地利用类型中未利用地的减少主要用于林地和建设用地建设,林地增加主要用于农田防护林、风沙防护林、城市绿化林等建设,而建设用地增加的主要原因是保障大庆市中心城区建制镇发展用地、大庆油田生产用地及交通水利等基础设施建设用地。从土地利用构成来看,耕地、牧草地、林地仍然是大庆市主要的土地利用类型。

2.4.2 土地利用结构变化引起的生态系统服务功能价值的变化 表 4 表明,2005 年土地生态系统服务总价值为 220.73 亿元;2020 年将达到 234.10 亿元,价值变化幅度为 6.05%,价值动态度为 0.40%。生态价值的总增加量 13.36 亿元中,林地的增加最多,增加了 12.25 亿元;其次是水体,增加了 6.89 亿元。其中,草地生态系统服务功能价值减少了 5.63 亿元,耕地生态系统服务功能价值减少了 0.23 亿元。但由于林地、水体生态系统单位面积价值高(其中林地面积增加幅度最大),林地、水体面积的增加大大弥补了因耕地和草地减少造成的总体生态系统服务价值的下降,2005—2020 年大庆市整体土地生态系统服务功能价值是增加的,符合《规划》(2006—2020 年)全市生态环境明显改善,合理布设生态建设用地,进一步协调土地利用与生态环境关系,促进建设生态文明社会目标实现的土地利用总体目标。

从表 5 中可以看出,不同类型生态系统服务产生的价值及其比重,从总体变化趋势来看,除食物生产、气候调节及土壤形成与保护功能降低外,其余各个类型生态系统服务功能价值均呈增加趋势,但变化不大,按照各类生态服务功能价值变化幅度大小依次是:原材料>气体调节>生物多样性>水源涵养>娱乐文化>废物处理>土壤形成与保护>气候调节>食物生产,其中原材料与气体调节变化幅度最大,主要与单位面积功能价值大的林地面积增加有关。从表 5 中还可以看出,水源涵养所占比重最大,超过 30%;废物处理其次,接近 29%。不同类型生态系统服务功能价值的变化趋势也各不相同,其中水源涵养服务功能增加最多,达 6.15 亿元,这与林地、草地及水体强大的水源涵养能力有很大的关系。而食物生产、土壤形成与保护及气候调节服务功能出现负增长,分别减少了 0.31,0.03,0.40 亿元。食物生产功

能价值减少主要与耕地面积的减少有关(单位面积耕地食物生产价值最高),所以切实保护耕地是土地利用结构调整过程中应遵循的基本原则。土壤形成与保护及气候调节服务功能减少,主要是因为大庆一直存在的沙化、盐碱化、草质退化的“三化”以及耕地风蚀有关,而且大庆市泡沼较多,是我省西部主要湿地分布区,由于土地开垦和石油开发,湿地面积比 20 世纪 50 年代减少一半以上,降低了气候调节能力,加剧了干旱、风沙、盐渍化灾害,加上石油开发和石化生产过程产生的“三废”对环境影响较大,使大庆市成为全省的生态环境脆弱区。尽管减少的价值通过其他服务功能得到弥补,但是说明规划中还存在不合理的地方,需要进行修正改善,特别是要加强耕地、湿地的保护及“三化”的治理。

2.4.3 生态环境影响的综合评价 总体上看,《规划》中土地利用结构调整目标对于保护区域土地生态系统服务功能具有积极的意义,特别是林地、水体面积的增加对于提高整个区域生态系统服务价值具有显著的作用。不过,耕地和草地生态系统服务功能价值均出现了不同程度的下降,食物生产、土壤形成与保护功能价值出现负增长,社会用地等需求的增加是重要原因,《规划》中应加强科学技术手段在区域土地管理开发中的作用,完善对城镇建设、交通等用地的科学管理和监督措施,严格限制各类非农建设占用农用地,特别是耕地,贯彻十分珍惜和合理利用每一寸土地的基本国策,以促进土地资源的合理开发、集约利用及土地生态系统的保护,实现规划的土地利用目标。

3 结论

通过对大庆市的实证研究发现,生态系统服务功能价值法在土地利用总体规划环评中的应用具有很多优势,主要包括:把土地利用的生态效益转化为简单易懂的货币形式,为决策者提供了直观的生态信息,是将生态价值纳入土地利用规划决策的重要途径;生态系统服务功能价值可作为一项量化指标,对土地利用总体规划目标及规划方案的生态效益进行综合评估;在已有研究成果的基础上核算比较简单,节省了规划环评的时间和资源。

当然,目前的生态系统服务功能价值法在土地利用总体规划环评的应用中也有其不足:对建设用地服务功能价值系数的取值需进一步认识,本文并未对受人类活动影响最大的城乡建设用地、交通用地等建设用地生态系统的生态服务功能价值进行估算,计算结果较为理想化;由于生态系统服务功能价值法的局限性,本文只评价了土地利用结构变化的环境影响,并

未对规划方案中土地利用空间布局变化的环境影响进行评价;核算过程中有关参数的确定需要在不断汲取生态系统服务功能研究成果的基础上,制定综合生物量、空间位置及时间变化等多重因素确定的各种土地利用类型单位面积生态系统服务功能价值参数。目前在有更精准和统一核算参数的情况下,我们使用该方法的重点应放在对于规划基准年和规划目标年在生态系统服务功能价值变化量的核算上,并将此作为评价土地利用目标的环境合理性以及比较和选择环境友好型规划方案的重要参考。将生态系统服务功能价值纳入土地利用总体规划环评的评价指标体系,可以应用于国家、省、市等不同空间层面的土地利用总体规划环评,例如针对基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价的研究,冉圣宏等学者已经进行了有关的探索^[25]。总之,生态系统服务功能价值评价方法的引进,实现了土地利用总体规划环境影响评价方法体系从定性到定量的综合集成,推进了以生态学为基础的土地利用规划的科学决策,对于土地利用总体规划环境评价的发展、完善具有重要的理论意义和实践价值。在未来的研究中有如下几方面值得关注:加强生态系统服务功能价值参数的研究,特别是与土地利用总体规划的空间层次、土地生态系统分类及其特点相结合,建立不同区域生态系统服务功能价值参数的基础数据库,为规划环评工作提供便利;尝试将生态系统服务功能价值核算与“3S”技术相结合,对土地利用空间布局变化的生态环境影响进行预测和判断,而不仅仅局限于对土地利用结构数量变化的生态环境影响进行评价。

参考文献:

- [1] 李艳超,邓楚雄,曹秋平,等.基于生态系统服务功能价值理论的土地利用总体规划环境影响评价探讨:以湘江市为例[J].内蒙古农业科技,2011(5):37-39.
- [2] 王红瑞,张文新,董艳艳,等.区域土地利用规划环境影响评价(I):理论篇[J].水土保持研究,2008,15(6):203-209.
- [3] Holder J, Ehrlich P R. Human population and the global environment: Population growth, rising per capita material consumption, and disruptive technologies have made civilization a global ecological force[J]. American Scientist, 1974, 62(3): 282-292.
- [4] Westman W E. How much are nature's services worth[J]. Science, 1977, 197: 960-964.
- [5] 董家华,包存宽,蒋大和.土地利用规划环境影响评价的技术方法[J].四川环境,2006,25(3):50-54.
- [6] 吕昌河,贾克敬,冉圣宏,等.土地利用规划环境影响评价指标与案例[J].地理研究,2007,26(2):249-257.
- [7] 王敏,董金玮,郑新奇.土地利用规划环境影响评价指标体系的构建[J].水土保持研究,2008,15(1):142-145.
- [8] 蔡玉梅,郑伟元,张晓玲,等.土地利用规划环境影响评价[J].地理科学进展,2003,22(6):567-575.
- [9] 蔡玉梅,谢俊奇,杜官印,等.规划导向的土地利用规划环境影响评价方法[J].中国土地科学,2005,19(2):3-8.
- [10] 贾克敬,谢俊奇,郑伟元,等.土地利用规划环境影响评价若干问题探讨[J].中国土地科学,2003,17(3):15-20.
- [11] 胡华科,郑春燕.土地利用变化的环境影响生态绿当量评价:以梅州市为例[J].农业现代化研究,2008,29(6):743-746.
- [12] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报,2003,18(2):189-195.
- [13] 孙艾青,吴克宁,曹端海.基于粮食安全、经济发展和生态友好的土地利用规划环境影响评价:以太原市为例[J].2012(1):22-25.
- [14] 徐慧,林涛,张云鹏.我国土地利用规划环境影响评价研究进展及展望[J].水土保持研究,2009,16(6):147-152.
- [15] Costanza R, d'Arge R, deGroot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 38: 253-260.
- [16] 唐弢,朱坦,徐鹤,等.基于生态系统服务功能价值评估的土地利用总体规划环境影响评价研究[J].中国人口·资源与环境,2007,17(3):45-49.
- [17] 吴克宁,赵珂,赵举水,等.基于生态系统服务功能价值理论的土地利用规划环境影响评价:以安阳市为例[J].中国土地科学,2008,22(2):23-28.
- [18] 国土资源部.县级土地利用总体规划编制规程[EB/OL]. (2010-09-10) <http://so.bzfxw.com/search.asp?word=%CF%D8%BC%B6%CD%C1%B5%D8%C0%FB%D3%C3%D7%DC%CC%E5%B9%E6%BB%AE%B1%E0%D6%C6%B9%E6%B3%CC&m=2>.
- [19] 谢高地,肖玉,甄霖,等.我国粮食生产的生态服务价值研究[J].中国生态农业学报,2005,13(3):10-13.
- [20] 陈仲新,张新时.中国生态系统效益的价值[J].科学通报,2000,45(1):17-19.
- [21] 李金昌.生态价值论[M].重庆:重庆大学出版社,1999.
- [22] 赵同谦,欧阳志云,郑华,等.中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J].自然资源学报,2004,19(4):480-491.
- [23] 王兵,任晓旭,胡文.中国森林生态系统服务功能及其价值评估[J].林业科学,2011,47(2):145-153.
- [24] 谢高地,张钰铨,鲁春霞,等.中国自然草地生态系统服务价值[J].自然资源学报,2001,16(1):49-51.
- [25] 冉圣宏,吕昌河,贾克敬,等.基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价[J].环境科学,2006,27(10):2139-2144.