华北农牧交错区 LUCC 对生态系统服务及生态环境质量的影响
——以内蒙古自治区多伦县为例

周佳宁[1,2], 秦富仓[2], 邹 伟[1], 刘 佳[3], 杨振奇[2], 张连根[4]
(1. 南京农业大学 公共管理学院, 江苏 南京 210095; 2. 内蒙古农业大学 沙漠治理学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 3. 西宁市城市规划设计研究院, 青海 西宁 810008; 4. 内蒙古自治区多伦县林业局, 内蒙古 多伦 027300)

摘 要: [目的] 探究华北农牧交错区土地利用/覆被变化(LUCC)对区域生态环境的影响,为类似地区国土空间用途管制和生态文明建设提供理论参考。[方法] 基于华北典型农牧交错区内蒙古多伦县 2004 年、2009 年和 2014 年 3 期土地利用现状数据及其变更调查资料,获取该区 2004—2014 年 LUCC 时空数据。参考 Costanza 和谢高地等的研究成果,选取生态系统服务价值、生态环境质量指数和 LUCC 生态贡献率等,构建 LUCC 与生态环境质量评价体系。[结果] ①2004—2014 年,研究区土地利用/覆被类型发生明显改变。②生态系统服务价值总量不断提高,主要由林地增加而来;草地、耕地、水域和未利用地生态服务价值的减少在一定程度上削弱了这种增加趋势;10 a 来研究区各土地利用/覆被类型生态系统服务价值变化与各自面积变化规律一致。③从生态环境质量指数变化来看,区域生态环境质量不断改善。但从变化细节上分析,生态环境存在改善和恶化双向变动;草地转向耕地和建设用地是该区生态环境恶化的主导因素,未利用地向草地和林地转换则促进生态环境质量的改善。[结论] 生态文明建设过程中要切实重视生态脆弱区土地利用变化对区域生态环境之影响;从提高土地利用效率,加强"山水田林湖草"生命共同体建设,构建合理的国土空间规划体系入手,引导区域人口、经济、资源和环境持续高质量发展。

关键词: 土地利用/覆被变化(LUCC); 生态服务价值; 生态环境质量; 多伦县
文献标识码: A **文章编号**: 1000-288X(2019)04-0249-07 **中图分类号**: F301.2, X171

文献参数: 周佳宁, 秦富仓, 邹伟, 等. 华北农牧交错区 LUCC 对生态系统服务及生态环境质量的影响[J]. 水土保持通报, 2019, 39(4): 249-255. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2019.04.039; Zhou Jianing, Qin Fucang, Zou Wei, et al. Response of land use/cover change to ecosystem servives and ecological environment quality in agro-pastoral transitional zone of Northern China[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(4): 249-255.

Response of Land Use/Cover Change to Ecosystem Servives and Ecological Environment Quality in Agro-pastoral Transitional Zone of Northern China
—Taking Duolun County of Inner Mongolia Autonomous Region as a Case Study

Zhou Jianing[1,2], Qin Fucang[2], Zou Wei[1], Liu Jia[3], Yang Zhenqi[2], Zhang Liangen[4]
(1. *College of Public Administration, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu* 210095, *China*; 2. *College of Desert Control Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia* 010019, *China*; 3. *Xining Institue of Urban-Rural Planning and Design, Xining, Qinghai* 810006, *China*; 4. *Forestry Bureau of Duolun County, Duolun, Inner Mongolia* 027300, *China*)

Abstract: [Objective] The impacts of land use/cover change(LUCC) on the regional ecological environment in agro-pastoral transitional zone in Northern China were studied in order to provide a theoretical reference for future land use in similar areas. [Methods] Based on the changing survey information and land use data of

收稿日期: 2018-01-09 **修回日期**: 2019-01-22
资助项目: 内蒙古自治区应用技术研究与开发资金计划项目"黄河粗沙集中来源区典型流域生态修复技术体系研究"(201802106)
第一作者: 周佳宁(1990—),男(汉族),安徽省池州市人,博士研究生,研究方向为资源环境与经济、城乡土地规划与管理。E-mail: jnzhounjau@163.com。
通讯作者: 秦富仓(1966—),男(汉族),内蒙古自治区呼和浩特市人,教授,博士生导师,主要从事土地资管理、水土保持与荒漠化防治等方面的教学和科研工作。E-mail: qinfc@126.com。

Duolun County, Inner Mongolia Autonomous Region in 2004, 2009 and 2014, the spatio-temporal data from 2004 to 2014 was obtained. And consulting the research results of Costanza and Gao et al, the ecosystem service values, ecological environment quality index and the contribution proportions of land use/cover types were selected, to build the assessment system between LUCC and ecological environment qualty. [Results] ① The land use/cover types had obviously changed in 2004—2014. ② The total value of ecosystem services kept improving and mainly came from woodland. While the reduction of ecological service values of grassland, farmland, water area and unused land weakened the increasing trend in some extent, the change rules of ecosystem service values were similar to area changes respectively. ③ From the point of ecological environment quality index changes, the ecological environment quality of this study area improved. But from the change details, this change had two-way driving mechanism. Grassland transferred to farmland and construction land was the dominant factor of degradation of the ecological environment, while the unused land transferred to grassland and woodland promoted the improvement of the ecological environment quality. [Conclusion] In the process of ecological civilization construction, it should attach great importance to the impact of land use change on regional ecological environment in ecologically fragile areas, and guide the sustainable and high-quality development of regional population, economy, resources and environment by improving the efficiency of land use, strengthening the construction of "mountain, paddy field, forest, lake and grass" life community and building a reasonable land and space planning system.

Keywords: land use/cover change (LUCC); ecosystem services value; ecological environment quality; Duolun County

生态系统服务指生态系统提供人类生存和发展所需的各种直接或间接惠益的总和[1-2],生态环境质量则是描述生态环境的优劣程度[3],两者作为评价生态系统服务功能强弱和优劣程度的标准,早已成为国内外学者关注的焦点。而土地是自然生态系统的载体,土地利用/覆被变化(land use/cover change, LUCC)可通过改变生态系统结构和功能来影响地球生物化学循环,进而影响生态系统服务和生态环境质量[4]。因此,开展 LUCC 对生态系统服务及生态环境质量影响的研究,有利于从国土资源空间管制和土地利用规划的视角正确认识其对生态环境的影响,对协调区域社会、经济、生态高质量发展具有重要的现实意义。

党的十九大报告作出了"加快生态文明体制改革,建设美丽中国"的重大判断,县域空间作为中国生态文明建设第一责任主体和"一线指挥部",是国家和省级生态环境建设的关键环节[5];目前环保部亦将县域作为推进全国生态文明建设和优化空间开发格局的基本单元。基于这一背景,本文拟在以往大多研究主要关注全球、全国、省市等[6-11]宏观或中观层面环境变化的基础上,将研究尺度缩小至某一具体县域——内蒙古自治区多伦县。选择该县原因其一是中国幅员辽阔,县域众多,而在这些县域中,地处中国北方农牧交错区的区县往往是人类活动强烈影响区和生态敏感区,已成为 LUCC 及生态环境变化研究热点区域[12];其二是内蒙古多伦县作为华北典型农牧交错区,其地理区位较为特殊,是京津冀通往塞北的节点重镇,也是我国京津风沙源治理的重点区域,近几十年来该县土地利用/覆被变化剧烈,生态环境变化也十分明显。当然,国内外针对农牧交错区 LUCC 对生态环境影响已有诸多研究[13-16],但有关研究仍主要关注 LUCC 对生态系统服务总价值的影响,针对县域 LUCC 如何影响区域生态系统服务价值及生态环境质量,并在此基础上探析生态环境变化影响因素的系统性研究仍相对匮乏。故本文在分析华北典型农牧交错区内蒙古多伦县 LUCC 的基础上,结合 Costanza 等[17]提出的生态服务价值核算方法与谢高地[18]建立的中国生态系统服务价值当量表,修正并估算了多伦县生态服务价值;同时选取生态系统单项功能服务价值和敏感性系数以及生态环境质量指数,建立起 LUCC 与生态环境质量之间的关联;最后,对引起区域生态环境质量变化的影响因素进行分析。研究既凸显现阶段县域生态环境变化对区域乃至全国生态文明建设的重要性,也为类似地区解决土地利用模式粗放、生态系统功能退化、资源环境破坏等问题提供科学路径,为因地制宜制定县域国土空间用途管制规划体系提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

多伦县(115°51′—116°54′N,41°46′—42°36′E)位于内蒙古自治区中部、锡林郭勒盟东南,地处阴山北麓,小兴安岭余脉及燕山山脉末端;全县辖 4 个乡镇(2 乡 2 镇),县域面积 3 974.05 km^2;地貌类型为平缓起伏的沙地,海拔范围 1 150～1 800 m,平均高

度 1 350 m;年平均气温 2.9 ℃,平均降水量 385.5 mm,平均大风日数 84 d;境内有常年性河流 47 条,年平均流量为 1.34×10^8 m^3;土壤类型有栗钙土、风沙土、草甸土,成土母质多以风积、冲积沙为主;植被类型为中温型草原植被及沙地植被等,植被覆盖时间较短。该县为华北典型的干旱和半干旱农牧交错区,属生态脆弱地带;此外它也是面向京津,通往塞北的节点重镇,与首都北京的直线距离仅 173 km。

1.2　数据来源和方法

本文土地利用数据主要来源于多伦县 3 期(2004 年 7 月、2009 年 6 月、2014 年 7 月)Landsat-TM(30 m×30 m)遥感影像,并结合相应年份土地利用现状图及其变更调查数据修正得到。研究中为保证基础数据的精确性和准确性,具体提取过程为:首先利用 ERDAS 9.0 对 3 期 TM 影像进行波段合成、几何精校正及行政区划裁剪;再结合《土地利用现状分类》标准和国家《生态环境遥感调查分类规范》,将多伦县土地利用/覆被类型划分为耕地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地 6 类;最后通过县域土地利用现状图、土地利用年度变更调查数据及野外实地抽样对解译结果进行纠偏,纠偏结果显示各期土地利用数据精度均在 90%以上,满足允判精度(≥80%)及研究要求[19](附图 4)。

在此基础上选取面积变化幅度和单一土地利用动态度指数,构建 2004—2014 年各土地利用/覆被类型转移率矩阵以分析该区 LUCC 的变化数量及转移情况。其中土地利用/覆被面积变化幅度和单一土地利用动态度可定量描述区域土地利用/覆被变化的数量和速率,其公式分别如下:

$$\Delta A=A_{t_2}-A_{t_1} \tag{1}$$

$$k=\frac{A_{t_2}-A_{t_2}}{A_{t_1}}\times\frac{1}{t_2-t_1}\times100\% \tag{2}$$

式中:ΔA——研究时段某一土地利用/覆被类型面积变化幅度;k——单一土地利用动态度;A_{t_1},A_{t_2}——研究初期和末期各土地利用/覆被类型面积;t_1,t_2——变化初期和末期。

土地利用/覆被变化的转移率矩阵可反映区域内不同土地利用/覆被类型间相互转换的过程与规律。其通用形式为:

$$\boldsymbol{P}_{ij}=\begin{bmatrix}P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n}\\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n}\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\\ P_{n1} & P_{n2} & \cdots & P_{mn}\end{bmatrix} \tag{3}$$

式中:n——转移前后的土地利用/覆被类型数量;i,$j(i,j=1,2,\cdots n)$——转移前和转移后的土地利用类型;P_{ij}——i 地类转换为 j 地类的概率。

谢高地等[18]根据 Costanza[17]的研究成果修正并提出了适合中国国情的大尺度生态系统服务价值当表,并又进一步提出了较为成熟的“基于粮食价格”和“基于生物量”两种核算中国不同地区小尺度生态系统服务价值当量的修订方法,得到了良好应用[4,10]。本研究考虑数据可得性,选择“粮食价格修订法”进行修正,该方法具体计算过程为:根据谢高地等[18]研究指出 1 个标准生态系统服务价值当量因子相当于 1 hm^2 平均产量的农田每年自然粮食产量的经济价值,其经济价值等于当年研究区平均粮食单产市场价值的 1/7,由此可结合公式(4)—(6)修正得出多伦县农田生态系统食物生产服务价值为 943.34 元/hm^2,最后以此推算出研究区所有其他土地利用/覆被类型生态服务价值系数(表 2)。

$$E_n=1/7\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i p_i}{M} \tag{4}$$

$$\mathrm{ESV}=\sum A_k\cdot \mathrm{VC}_k \tag{5}$$

$$\mathrm{ESV}_i=\sum A_k\cdot \mathrm{VC}_{ik} \tag{6}$$

式中:E_n——多伦县农田生态系统食物生产服务价值(元/hm^2);P_i——农作物 i 的价格(元/kg);q_i——农作物 i 的总产量(kg);n——区域农作物种类数量;M——n 种农作物总面积(hm^2);ESV——生态系统服务价值(元/hm^2);A_k——第 k 种土地利用/覆被类型面积;VC_k——第 k 种土地利用/覆被类型生态服务价值系数(元·hm^{-2}/a);ESV_i——生态系统第 i 项服务价值(元/hm^2);VC_{ik}——第 k 种土地利用/覆被类型第 i 项服务价值系数(元·hm^{-2}/a)。下同。

在此基础上,本文采用经济学中弹性系数(CS)作为敏感性评价指标,来刻画生态服务价值随时间变化对生态服务价值系数的依赖程度。若 CS>1,表示生态服务价值相对生态服务价值系数富有弹性,系数表需根据时序变化加以修正;反之,系数表无需修正。敏感性系数的计算公式为:

$$\mathrm{CS}=\left|\frac{(\mathrm{ESV}_j-\mathrm{ESV}_i)/\mathrm{ESV}_i}{(\mathrm{VC}_j-\mathrm{VC}_i)/\mathrm{VC}_i}\right| \tag{7}$$

式中:VC_i,VC_j——变化前后不同土地利用/覆被类型生态服务价值系数。

相对生态服务价值则是利用模糊数学法将各土地利用/覆被类型生态服务价值在[0,1]区间内赋值。由于单位面积水域生态服务价值最高,赋值为 1,其它类型则以此为基准,按比例确定;最终得到各土地利用/覆被类型相对生态服务价值(表 3)。

生态环境质量指数 E_i 可定量描述区域生态环境总体状况[20],计算公式为:

$$E_i=\sum_{i=1}^{n}A_iC_i/\mathrm{TA} \quad (8)$$

式中：A_{ti}——T 时段 i 类土地利用/覆被类型面积；C_i——i 类土地利用/覆被类型相对生态服务价值；TA——区域总面积。

土地利用/覆被类型转换会引起区域生态环境质量变化；一般来说土地利用/覆被类型相互转换会使区域环境朝着改善和恶化两种方向发展；有基于此，可建立 LUCC 与生态环境变化关联体系，通过土地利用/覆被变化生态贡献率的计算，定量研究区域生态环境质量变化的影响因素。

$$\mathrm{LE}_i=(E_{i+1}-E_i)\times P_i \quad (9)$$

式中：LE_i——土地利用/覆被变化生态贡献率；E_i，E_{i+1}——某一土地利用/覆被类型变化初期和末期的生态环境质量指数；P_i——土地利用/覆被类型转移概率。

2 结果与分析

2.1 土地利用/覆被变化分析

由图 1 可以看出，2004—2014 年多伦县林地和建设用地面积有所增加；而草地、耕地、水域和未利用地面积有所减少。其中，林地和建设用地在 2004—2009 年和 2009—2014 年均为增加，而耕地和未利用地均为减少；草地表现为先增后减，水域与之相反。10 a 变化中，草地、耕地和林地面积之和始终占区域面积比重的 86%以上，且以草地占据优势地位。

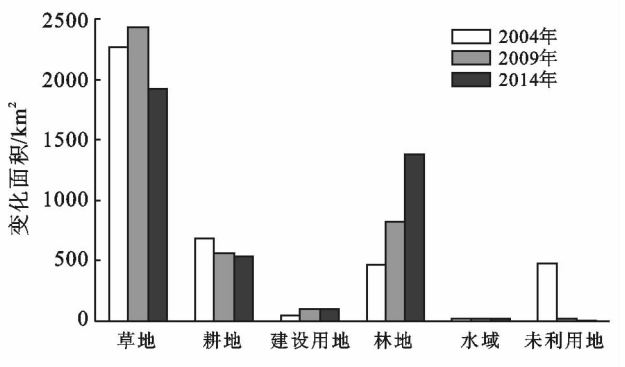


图 1 多伦县 2004—2014 年各土地利用/覆被类型面积

从面积变化幅度和单一土地利用动态度的分析可知(图 2)：①10 a 间林地面积增加幅度最大，且 2004—2009 年和 2009—2014 年单一土地利用动态度均超过 10%，说明其变化速率较高；②建设用地在 2004—2009 年大幅度增加，而 2009—2014 年增加幅度明显降低；其前一时段单一土地利用动态度为后一时段 27 倍，且明显高于同时期其他土地利用/覆被类型。③耕地和未利用地在 2004—2009 年和 2009—2014 年均呈减少趋势，且都为前一时段减少幅度最大；但未利用地在两时段单一土地利用动态度均超过－15%，分别为同时期耕地面积变化率的 5 倍和 17 倍，可见未利用地减少之快。④10 a 间草地和水域面积变化最小；研究时段各土地利用/覆被类型变化率从高到低依次为林地、未利用地、建设用地、耕地、草地和水域。

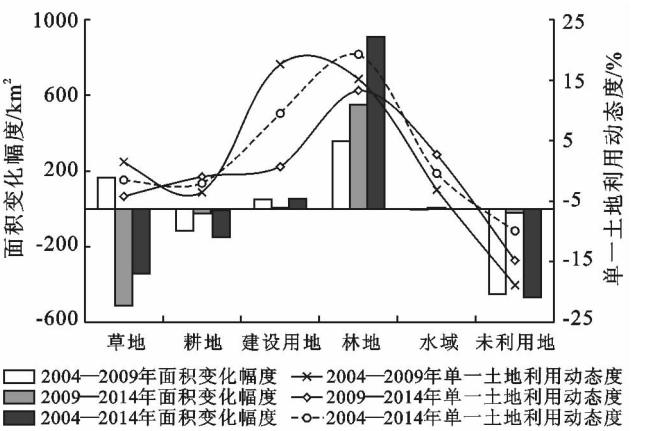


图 2 多伦县 2004—2014 年土地利用/覆被类型面积变化幅度和变化速率

根据多伦县近 10 a 来 LUCC 转移率矩阵分析可知(表 1)：①2004—2014 年，林地和建设用地以转入为主；草地、耕地、水域和未利用地以转出为主。②从各土地利用/覆被类型相互转移概率看：草地和林地相互转换较为频繁，二者之间相互转换概率均较高；建设用地以转向草地和耕地为主，转移率分别为 8.00%和 7.61%，相差不大；水域转向草地概率达 24.81%，其次为转向林地；未利用地以转向草地和林地为主，且转向草地概率最大，为 51.89%；耕地转向林地和草地概率均超过 10%，且由于研究区退耕还林补助高于还草，使得耕地转向前者概率略高于后者，分别是 12.77%和 11.89%。

表 1 多伦县 2004—2014 年不同土地利用/覆被类型转移率矩阵 %

项 目	草地	耕地	建设用地	林地	水域	未利用地	总计
草地	80.72	2.11	1.32	15.47	0.30	0.08	100
耕地	11.89	74.45	0.43	12.77	0.11	0.34	100
建设用地	8.00	7.61	81.77	2.62	0.00	0.00	100
林地	9.79	2.70	0.42	86.99	0.04	0.05	100
水域	24.81	1.24	5.01	9.13	59.04	0.77	100
未利用地	51.69	5.63	1.21	36.14	0.49	4.83	100

2.2　LUCC 与生态环境变化分析

2.2.1　生态系统服务价值变化分析　根据上述各项农田生态系统服务价值指标计算公式(4)—(6)修正计算得到多伦县不同地类生态服务价值系数(表 2)及区域生态系统服务总价值和各地类生态服务价值及其变化(表 3)。

表 2　多伦县不同土地利用/覆被类型生态服务价值系数　　元/(hm^2 · a)

项 目	生态服务价值系数					
	草地	耕地	建设用地	林地	水域	未利用地
相应生态系统	草地	农田	城镇	森林	水体	荒漠
气体调节	754.67	471.67	0.00	3 301.68	0.00	0.00
气候调节	849.00	839.57	0.00	2 547.01	433.94	0.00
水源涵养	754.67	566.00	0.00	3 018.68	19 225.21	28.30
土壤形成与保护	1 839.51	1 377.27	0.00	3 679.02	9.43	18.87
废物处理	1 235.77	1 547.07	0.00	1 235.77	17 149.87	9.43
生物多样性保护	1 028.24	669.77	0.00	3 075.28	2 348.91	320.73
食物生产	283.00	943.34	0.00	94.33	94.33	9.43
原材料	47.17	94.33	0.00	2 452.68	9.43	0.00
娱乐文化	37.73	9.43	0.00	1 207.47	4 094.08	9.43
合 计	6 829.76	6 518.46	0.00	20 611.92	43 365.22	396.20
相对生态服务价值	0.16	0.15	0.00	0.48	1.00	0.01

分析可知,草地、耕地和林地是研究区生态系统服务价值组成中贡献率最大的 3 种地类;各期比重之和均在 95%以上。2004—2014 年,多伦县生态系统服务价值总量不断提高;由 2004 年的 30.90 亿元增加至 2009 年的 38.28 亿元,再增加至 2014 年的 46.08亿元;两时段增加幅度分别为 7.37 和 7.81 亿元,增加速率分别是 23.86%和 20.39%,年均增加速率均超过 4%。从各时段变化看,2004—2009 年,草地和林地生态系统服务价值呈增加趋势,且林地增加幅度最大,为 7.36 亿元;耕地、水域和未利用地生态系统服务价值有不同程度减小,减小幅度最大的是耕地,为 0.77 亿元,这与该时段耕地被大量占用有关。由于水域面积变化不明显,其生态系统服务价值减少幅度仅为 0.18 亿元;而未利用地面积虽然在该时段减少最多,但由于其生态服务价值系数相对较小,故其生态系统服务价值减少幅度也很小,但减少率却高达 94.45%,为该时段减少最快。2009—2014 年,由于草地面积大量减少,其生态服务价值也呈减少趋势,减少幅度为该时段最大(3.50 亿元);而林地和水域生态服务价值有所增加,且林地增加最大,为11.34 亿元,增加率达 66.56%;未利用地生态服务价值基数小,小幅度变化即会导致变化率很大,因此其生态系统服务价值减少率为该时段最大,为74.23%,年均减少速度较快。

表 3　多伦县 2004－2014 年生态系统服务价值变化

项 目		草地	耕地	建设用地	林地	水域	未利用地	合计
生态系统服务价值/(亿元 · a^{-1})	2004 年	15.45	4.45	0.00	9.68	1.12	0.19	30.90
	比例/%	50.01	14.42	0.00	31.34	3.63	0.61	100.00
	2009 年	16.60	3.68	0.00	17.04	0.95	0.01	38.28
	比例/%	43.36	9.62	0.00	44.53	2.47	0.03	100.00
	2014 年	13.10	3.52	0.00	28.39	1.08	0.00	46.08
	比例/%	28.43	7.63	0.00	61.60	2.33	0.01	100.00
2004—2009 年	变化量	1.14	−0.77	0.00	7.36	−0.18	−0.18	7.37
	变化率/%	7.39	−17.34	0.00	76.00	−15.78	−94.45	23.86
	年变化率/%	1.48	−3.47	0.00	15.20	−3.16	−18.89	4.77
2009—2014 年	变化量	−3.50	−0.16	0.00	11.34	0.13	−0.01	7.81
	变化率/%	−21.07	−4.45	0.00	66.56	13.81	−74.23	20.39
	年变化率/%	−4.21	−0.89	0.00	13.31	2.76	−14.85	4.08

2.2.2 敏感性分析 根据公式(7),分别将研究区不同土地利用/覆被类型的生态服务价值系数上下调整50%,可以计算出该区生态服务价值敏感性系数,结果详见表 4。

分析可知,各土地利用/覆被类型生态服务价值敏感性系数均小于 1,说明研究区生态服务价值与生态服务价值系数之间缺乏弹性;因此根据该系数计算出的多伦县生态系统服务价值结果可信、模型稳健。不同土地利用/覆被类型生态服务价值敏感性系数变化规律与各自面积变化趋势相一致;其中由于草地面积基数大,生态服务价值高,敏感性指数值也较高;其次为耕地和林地,二者生态服务价值敏感性系数均在0.04以上,但都低于 0.2;虽然水域生态系统服务价值系数最高,但由于其面积变化幅度小,导致其敏感性指数值变化并不明显;而未利用地面积减少幅度大使得其敏感性指数值也显著减小。

表 4 多伦县生态服务价值敏感性指数

年 份	生态服务价值敏感性指数					
	草地	耕地	建设用地	林地	水域	未利用地
2004 年	0.226	0.068	0.000	0.047	0.003	0.048
2009 年	0.243	0.056	0.000	0.083	0.002	0.003
2014 年	0.192	0.054	0.000	0.138	0.002	0.001

2.2.3 生态环境质量指数变化分析 分析表 5 可知,整体而言,2004—2014 年多伦县生态环境质量指数不断提高。在 2004—2009 年,生态环境指数由 0.179 32增加到 0.222 11;增加了 23.86%;2009—2014 年增加幅度略高于前一阶段,为 0.045 29,生态环境指数上升到 0.267 40;但从变化细节上来分析,研究区生态环境存在改善和恶化双向驱动机制。

表 5 多伦县 2004—2014 年生态环境质量指数

土地利用/覆被类型	生态环境质量指数		
	2004 年	2009 年	2014 年
草地	0.089 67	0.096 30	0.076 01
耕地	0.025 85	0.021 37	0.020 41
建设用地	0.000 00	0.000 00	0.000 00
林地	0.056 19	0.098 90	0.164 72
水域	0.006 51	0.005 48	0.006 24
未利用地	0.001 10	0.000 06	0.000 02
合计	0.179 32	0.222 11	0.267 40

2.2.4 LUCC 与生态环境效应的影响因素分析 结合公式(9)和表 6,分析多伦县生态环境改善和恶化的两种土地利用/覆被变化的影响因素体系,同时计算出相应贡献率;结果表明:①2004—2014 年,不同土地利用/覆被类型相互转换对研究区生态环境改善的贡献率高于对生态环境恶化的贡献率;说明研究时段各土地利用/覆被变化使多伦县生态环境质量有所提高。②引起生态环境质量改善的影响因素中,未利用地向草地和林地转换是引起区域生态环境质量提高的主导因素,二者贡献率之和占总贡献率的72.89%;其次为耕地向林地转换的生态贡献率,为1.774%;未利用地转向耕地生态贡献率最小,为0.109%;由此可以看出,草地和林地变化显著影响区域生态环境质量,退耕还林还草和提高未利用地向林地和草地迁移率是改善区域生态环境质量的有效手段。③草地转向耕地和建设用地是造成区域生态环境质量恶化的主要影响因素,二者对区域生态环境恶化的贡献率之和达 89.45%,而其他土地利用/覆被类型转换造成的生态环境恶化贡献率均低于0.01%;可见今后加强生态脆弱区草原保护任重而道远,且意义深远。

表 6 多伦县 2004—2014 年生态环境变化影响因素类型及其贡献率

生态环境改善		生态环境恶化	
变化类型	贡献率/%	变化类型	贡献率/%
耕地—草地	0.597	草地—耕地	−0.146
耕地—林地	1.774	耕地—未利用地	−0.009
未利用地—草地	3.873	林地—未利用地	−0.003
未利用地—耕地	0.109	草地—未利用地	−0.007
未利用地—林地	5.914	草地—建设用地	−0.118
草地—林地	1.161	耕地—建设用地	−0.011
		未利用地—建设用地	−0.001
合计	13.427		−0.296

3 结 论

(1) 2004—2014 年,多伦县林地和建设用地不断增加,草地、耕地、水域和未利用地不断减少;其中林地增加幅度最大,而未利用地减少最多,二者的变化率均较高。

(2) 土地利用转移率矩阵显示,区域耕地转向林地的概率高于转向草地的概率,这是由于退耕还林补

助高于还草所致;而建设用地以转向草地和耕地为主;未利用地转向草地和林地的概率相对较大。

(3) 多伦县生态系统服务价值总量不断提高。草地、耕地和林地是研究区生态系统服务价值组成中贡献率最大的 3 种地类;各土地利用/覆被类型生态服务价值变化与各自面积变化规律相一致。

(4) 就生态环境质量变化看,一方面,农牧交错区生态环境质量不断提高;另一方面,生态环境质量变化亦存在改善和恶化两种趋势。其中未利用地向草地和林地转换是生态环境质量改善的主导因素;而草地转向耕地和建设用地则对生态环境质量恶化的贡献率较高。

(5) 本文研究表明,在全国深入推进生态文明建设的体制改革中,要务必重视生态脆弱区 LUCC 对生态环境的影响;针对华北农牧交错区而言,应切实提高其土地利用效率,加强地区草原和森林保护;统筹规划,建立合理的区域国土空间管控体系,促进区域人口、经济、资源和环境均衡持续发展。当然,由于生态系统是一个具有物质循环、能量流动和信息传递等复杂动态过程的系统,对该系统生态环境效应的分析,在未来研究中应进一步结合具体生态过程加以深入探讨。

[参 考 文 献]

[1] 尹登玉,张全景,翟腾腾. 山东省土地利用变化及其对生态系统服务价值的影响[J]. 水土保持通报,2018,38(5):134-143.

[2] Daily G C. Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystems [M]. Washington D C: Island Press, 1997.

[3] 李静怡,王艳慧. 吕梁地区生态环境质量与经济贫困的空间耦合特征[J]. 应用生态学报,2014,25(6):1715-1724.

[4] 刘亚茹,王聪,严力蛟. 华北平原农区土地利用变化对生态系统服务的影响:以河南省商丘市为例[J]. 应用生态学报,2018,29(5):1597-1606.

[5] 高吉喜,张龙江. 优化县域空间开发格局推进县域生态文明建设[J]. 中国发展,2016,16(6):57-60.

[6] Bjorklund J. Limburg K, Rydberg T. Impact of production intensity on the ability of the agricultural landscape to generate ecosystem services: An example from Swden [J]. Ecological Economics, 1999,29(2):269-291.

[7] Dai A G. Increasing drought under global warming in observations and models[J]. Nature Climate Change, 2013,3(1):52-58.

[8] 管卫华,孙明坤,陆玉麒. 1986—2008 年中国区域环境质量变化差异研究[J]. 环境科学,2011,32(3):609-618.

[9] 杨燕玲. 新疆各地州市土地利用变化及驱动力分析[J]. 水土保持研究,2006,13(5):166-168.

[10] 熊鹰,张方明,龚长安,等. LUCC 影响下湖南省生态系统服务价值时空演变[J]. 长江流域资源与环境,2018,27(6):1397-1408.

[11] 黄露,周伟,李浩然,等. 土地利用/覆被变化对鄂尔多斯市草地生态系统净初级生产力的影响[J]. 水土保持通报,2018,38(4):46-52,59.

[12] 李旭亮,杨礼箫,田伟,等. 中国北方农牧交错带土地利用/覆盖变化研究综述[J]. 应用生态学报,2018,29(10):3487-3495.

[13] 赵艳霞,刘欣,秦彦杰,等. 河北省农牧交错区 LUCC 及其对生态脆弱性的影响[J]. 水土保持研究,2011,18(5):205-211.

[14] 韦庆,卢文喜,刘佳雪. 农牧交错区生态环境系统优化研究[J]. 生态经济,2013(5):140-143.

[15] Yi H, Güneralp, Burak, Filippi A M, et al. Impacts of land change on ecosystem services in the San Antonio River basin, Texas, from 1984 to 2010[J]. Ecological Economics, 2017, 135:125-135.

[16] 徐冬平,赵波,李同昇,等. 中国北方农牧交错区水资源承载力动态仿真研究:以内蒙古通辽市科尔沁区为例[J]. 水土保持通报,2017,37(1):262-269.

[17] Costanza R, d'Arege R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natual capital [J]. Nature,1997,387(6630):253-260.

[18] 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):189-196.

[19] 秦富仓,周佳宁,刘佳,等. 内蒙古多伦县土地利用动态变化及驱动力[J]. 干旱区资源与环境,2016,30(6):31-37.

[20] 段瑞娟,郝晋珉,张洁瑕. 北京区位土地利用与生态服务价值变化研究[J]. 农业工程学报,2006,22(9):21-28.