

东北样带土地利用变化对生态服务价值的影响

岳书平^{1,2}, 张树文¹, 闫业超^{1,2}

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 根据中国东北样带上不同的土地利用组合类型, 分别选取抚松县、磐石市、公主岭市、通辽市及林西县作为典型区, 运用 GIS 和遥感技术分析近 30 年来不同类型区土地利用变化对生态系统服务价值的影响。本文选取基于货币量的价值量评价法, 参考 Costanza 等人的研究成果, 结合研究区的实际情况, 运用中国陆地生态系统服务单位面积价值的平均值来分析研究区的生态系统服务价值变化情况。研究结果表明, 1976-2000 年间东北样带土地利用类型变化很大, 土地利用程度均呈加大趋势, 耕地、林地和草地的 ESV 均有较大变动, 不同类型区单位面积的 ESV 差别也很大, 其基本分布规律为林区 > 农林交错区 > 牧区 > 农牧交错区 > 农区。敏感性分析结果表明, 研究区内 ESV 对生态服务功能价值指数是缺乏弹性的, 研究结果是可信的。

关键词: LUCC 变化; 生态系统服务价值; 敏感性指数; 东北样带; 中国

生态系统服务价值研究是当今生态系统可持续性研究的热点之一, 吸引了大量不同学科研究者 (尤其是生态学和经济学) 的广泛参与^[1]。人类从 20 世纪 70 年代就开始了生态系统服务及其价值的研究, 1977 年 Westman 提出了“自然的服务”(nature's services) 概念及其价值评估问题^[2]。但是, 由于当时地球生态系统提供的服务绝大部分价值难以准确计量以及缺乏相应的价值评估理论与方法体系而进展缓慢。直到 1997 年, Daily 及 Constanza 等综合了国际上已经出版的用各种不同方法对生态系统服务价值进行评估的研究结果, 将全球生物圈分为 16 个生态系统类型, 并将生态系统服务分为 17 种类型, 在世界上最先开展了对全球生物圈生态系统服务价值的估算^[3, 4]。同年, Pimentel 等也对国际上有关自然资本与生态系统服务价值的研究结果进行了汇总分析, 对世界生物多样性与美国生物多样性的经济价值开展了比较研究^[5]。目前, 常用的生态系统服务价值评估方法有生产率变动法、人力资本法、机会成本法、有效成本法、防护费用法、置换成本法、旅行费用法、享受价值法和意愿评估法等^[6]。其中, 前 7 种在我国的某些研究领域已有一些应用。例如: 薛达元等 1999 年采用费用支出法、旅行费用法及条件价值法, 对长白山自然保护区生物多样性旅游价值进行了评估^[7]; 徐俏等采用市场价值法、影子价格法等对广州市城市生态系统服务功能价值进行了评估, 把对自然生态系统的评价方法尝试性的应用于城市生态系统价值的评估中^[8]; 吴玲玲等利用市场价值法、造林成本法、影子工程法、费用替代法以及专家评估法等方法对长江口湿地生态系统服务功能进行了评估研究^[9]。生态系统服务是人类生存和发展的物质基础和基本条件, 是人类所拥有的关键自然资本, 而土地利用以及由此导致的土地覆盖变化严重影响着生态系统的结构和功能, 进而影响生态系统的服务价值。因此, 近年来除侧重评价方法研究外, 国内外还围绕土地利用/土地覆被变化所造成的生态系统服务价值的变动展开了研究。例如: Portela 等对热带雨林地区经毁林改为耕地和草地后的生态系统服务功能的变化进行了研究, 指出由于

收稿日期: 2006-07-15; 修订日期: 2007-04-19

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX2-SW-320-1) [Foundation: Knowledge Innovation Program of CAS, No.KZCX2-SW-320-1]

作者简介: 岳书平 (1979-), 女, 山东德州人, 博士生, 主要从事遥感与 GIS 应用研究。E-mail: shupingsd@163.com

土地利用形式变化而受其影响最大的因子就是生物量，并把气候调节、侵蚀控制和养分循环等生态系统服务功能分别与当地生物量建立联系，推导出由于土地利用形式变化导致生态系统服务价值变化的定量值^[10]；高清竹等采用遥感图像先分类后比较的方法，将 NOAA-AVHRR 数据和 GPS 实地考察数据相结合来研究海河上游农牧交错地区土地利用/覆盖变化对生态系统服务价值的影响^[11]。这些研究侧重于土地利用/覆盖变化背景下的区域生态系统服务价值的变化，对于维持生态系统服务功能具有重要意义。因此，本文借鉴上述研究成果，根据中国东北样带上不同土地利用组合类型，分别在农区、林区、牧区、农林交错区及农牧交错区选择典型县，运用 GIS 和遥感技术分析近 30 年来不同类型区土地利用变化对生态系统服务价值的影响。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

中国东北森林—草原陆地样带 (North East China Transect, NECT) 最初是在 1991 年以叶笃正院士为首席科学家的国家科委“八五”攀登项目的第四课题中由张新时院士提出的^[12]，它是在全球变化研究中沿降水量梯度设立的一条样带，全长 1600 km，位于东经 112°~130.5°，沿北纬 43.5° 设置。中国东北样带的土地利用格局在空间上具有明显的变异，由东向西依次为纯森林区—农林交错区—纯农业区—农牧交错区—纯牧区的完整序列与过渡，土地利用的强度也有着显著的变化^[13, 14](图 1)。各种各样的土地利用方式，都存在着不同程度的人类干扰，尤其是近年来随着全球变暖，在草原和森林过渡区的草甸草原地带大规模开垦农田，造成土地利用强度与格局发生巨大变化，严重影响了生态系统服务价值的发挥。因此，研究中国东北样带土地利用变化对于陆地生态系统服务价值的影响意义重大。

土地利用组合类型的分布状况能够反映出土地覆盖的空间格局，因此本文参照前人的研究成果^[15]，结合东北样带土地利用的实际情况，运用资源环境科学数据中心提供的 2000 年 1 km 栅格土地利用数据，将 NECT 划分为农区、林区、牧区、农林交错区及农牧交错区 5 种土地利用组合类型，具体划分标准及结果见表 1。然后，从各类型区中分别

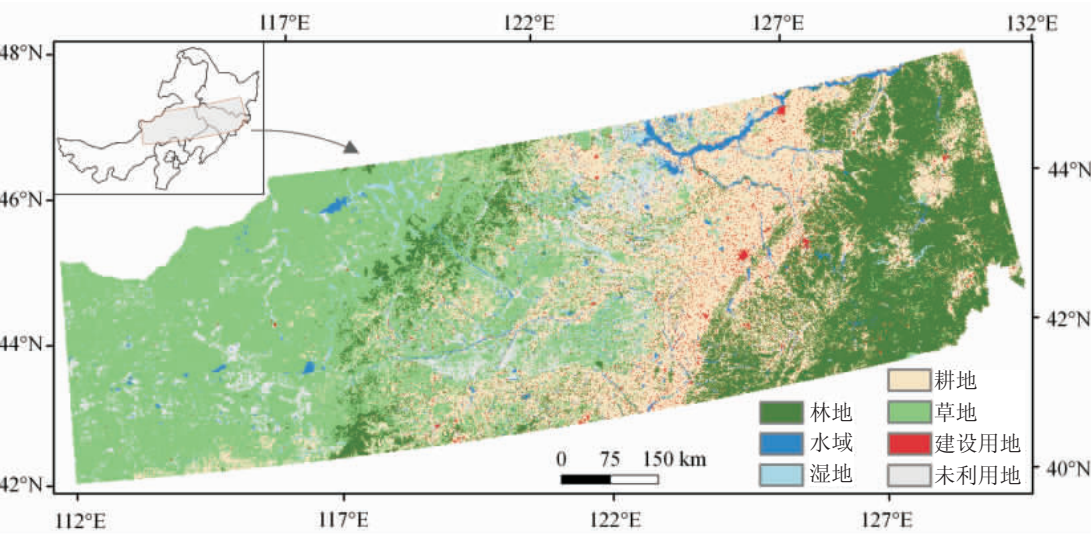


图 1 中国东北样带范围及 2000 年土地利用分布图

Fig. 1 The extent of Northeast China Transect and the land use distribution in 2000

选取了公主岭市、抚松县、林西县、磐石市及通辽市作为典型区进行分析。

1.2 数据来源及研究方法

1.2.1 土地利用 / 覆被动态数据获取及分析方法 LUCC 动态数据的获取以 1976 年

Landsat/MSS 遥感影像和 2000 年 Landsat/ETM 遥感影像作为基本信息源，采用土地利用二级分类方法，通过人工目视解译获取的。首先，利用

表 1 中国东北样带土地利用组合类型分类表
Tab. 1 Land use combination type in the Northeast China Transect

组合类型	分类标准	县数	总面积 (km ²)
农区	耕地面积比例 ≥ 60%	25	64753.20
林区	林地面积比例 ≥ 50%	24	95534.84
牧区	草地面积比例 ≥ 50%	21	253844.97
农林交错区	耕地与林地面积比例之和 ≥ 60%，草地面积比例 ≤ 20%	21	55606.85
农牧交错区	耕地与草地面积比例之和 ≥ 60%，林地面积比例 ≤ 20%	29	139697.84

研究区 1:10 万地形图在 MGE 下对影像进行精确配准，形成以地形图为准的分幅遥感影像。然后，在 Arcview 平台上根据影像特征 (主要是颜色、纹理等) 建立判读标志，对 2000 年影像进行交互式目视解译，获取 2000 年土地利用基准数据，并利用 GPS 进行实地校正。最后，将 1976 年的影像与 2000 年的基准土地利用数据进行套合，提取 1976-2000 年的动态土地利用数据，再将获取的动态土地利用数据与 2000 年基准数据结合，既可获取 1976 年的状态数据。

1.2.2 生态系统服务价值评价方法 目前，国内外关于生态系统服务价值定量评价的方法主要有三类：能值分析法、物质质量评价法和价值量评价法^[9]。能值方法可以使不同类别的能量转换为同一客观标准，从而可以进行定量的比较；但是能值反映的是物质产生过程中所消耗的太阳能，不能反映人类对生态系统所提供的服务的需求性，也不能反映生态系统服务的稀缺性。物质质量评价方法能够比较客观地评价不同的生态系统所提供的同一项服务能力的大小，但是该方法得出的各单项生态系统服务的量纲不同，无法进行加总，很难评价某一生态系统的综合生态系统服务。而价值量评价方法所得的结果都是货币值，既可以进行不同生态系统与同一项生态系统服务的比较，也能将某一生态系统的各单项服务综合起来。因此，本文选取基于货币量的价值量评价法，运用 Costanza 等人的估算方法来分析研究区的生态系统服务价值变化情况，其计算公式为：

$$ESV = \sum A_k \times VC_k \tag{1}$$

式中：ESV 为生态系统服务价值 (\$)，A_k 指研究区第 k 种土地利用类型的分布面积 (km²)，VC_k 为生态服务功能价值指数，即单位面积生态系统服务价值 (\$/km²·a⁻¹)。

由于 Costanza 等人的估算是在全球尺度上进行的，因此为了减少将此应用于中国所造成的误差，谢高地等人以 Costanza 等人的研究成果为参考，结合对我国专业人士进行的生态问卷调查结果，建立了中国陆地生态系统单位面积服务价值表，并以此表为基础通过生物量等因子的校正对不同生态资产的服务价值进行了估算，取得了较好的效果^[17]。因此，考虑到研究区的实际情况和当前的研究进展，文中使用中国陆地生态系统服务单位面积价值的平均值来计算东北样带生态系统服务的价值 (表 2)。

1.2.3 敏感性分析方法 为了确定生态系统服务价值随时间的变化对于生态服务功能价

表 2 土地利用类型对应的生态系统类型及其生态服务功能价值指数 (单位：元/km²a⁻¹)

Tab. 2 Biome equivalents for the seven land-use categories and corresponding ecological services value indices

(yuan/km²a⁻¹)

土地利用类型	耕地	林地	草地	水域	湿地	城镇用地	未利用地
相应的生态系统类型	农田	温带/北方林	草地/草原	湖泊/河流	湿地	城镇	荒漠
生态服务功能价值指数	434120	1346270	351260	4067640	5548800	0	0

值指数的依赖程度，本文参照相关研究成果，选取经济学中常用的弹性系数概念来计算价值指数的敏感性指数 (CS)。文中将各类土地利用类型的价值指数分别调整 50%，来衡量总生态系统服务价值的变化。如果 $CS > 1$ ，表明 ESV 相对于 VC 是富有弹性的；如果 $CS < 1$ ，ESV 则被认为是缺乏弹性的，比值越大，表明生态服务功能价值指数的准确性越关键。敏感性指数的计算公式如下：

$$CS = \left| \frac{(ESV_j - ESV_i)/ESV_i}{(VC_{jk} - VC_{ik})/VC_{ik}} \right|$$

(2)

式中： ESV ， VC ， k 的含义同前， i ， j 分别表示初始的生态系统服务价值和生态服务功能价值指数调整后的价值。

表 3 1976–2000 年中国东北样带典型区各土地利用类型面积及其变化
Tab. 3 Area changes of all kinds of land use in the Northeast China Transect from 1976 to 2000

2 土地利用变化分析

2.1 土地利用数量变化

从表 3 可以看出，1976-2000 年间东北样带土地利用类型变化很大。以林业用地为主的抚松县耕地和城镇用地面积急剧增加，而林草地面积大幅下降，1976-2000 年间林业用地面积减少 84.65 km²，变化率达 1.51%；磐石市属于农林交错区，其土地利用变化趋势与抚松县基本一致，耕地面积增加 16.28%，而林地面积由 1976 年的 2243.39 km² 减少为 2000 年的 2019.82 km²；素有“松辽平原黄金玉米带”之称的公主岭市土地利用变化以林草地向耕地转换为主，林草地变化率分别为 26.9%和 48.54%；地处农牧交错区的通辽市，耕地面积增加，草地面积急剧减少，另外为了防风固沙、保护农田，一些防护林工程陆续实施，林地面积呈现增加趋势，由 1976 年的 168.43 km² 增加为 2000 年的 328.17 km²，增幅达 159.75%；林西县属于牧区，1976-2000 年间林地面积减少，草地面积增加，这与 80 年代后期退耕还林还草政策的实施有一定关系。

2.2 土地利用程度变化

土地利用的程度既能反映不同地区的自然地理概况对土地利用的制约作用，又能反映人类对土地的开发利用状况，进而表示人类对不同类型的生态系统所造成的影响。本文参照刘纪远^[21]等人提出的土地利用程度分级标准进行分级 (表 4)，计算土地利用程度综合指数，从而量化土地利用程度的高低，具体计算公式如下：

$$D = \sum_{i=1}^4 A_i \times CC_i / HJ$$

(3)

式中： D 表示土地利用程度综合指数， A_i 为第 i 级土地利用程度分级指数， CC_i 为第 i 级

表 4 土地利用程度分级赋值表
Tab. 4 The assign of land use degree

类型分级	未利用土地级	林、草、水用低级	农业用地级	城市聚落地级
土地利用类型	未 (或难) 利用地	林地、草地、水域	耕地、园地、人工草地	城镇居民点、工矿、交通用地
分级指数	1	2	3	4

表 5 中国东北样带各典型区生态系统服务价值 (单位: 10⁸ 元/a)

Tab. 5 The ecosystem services value of all kinds of typical area in the Northeast China Transect (unit: 10⁸ yuan/a)

地区	年份	耕地价值	林地价值	草地价值	水域价值	湿地价值	生态系统 服务总价值	单位面积价值 (万元/km ² ·a ⁻¹)
抚松县	1976 年	1.35	75.30	0.45	3.16	0.01	80.27	130.46
	2000 年	1.63	74.16	0.44	3.16	0.01	79.40	129.05
磐石市	1976 年	6.09	30.20	0.16	1.75	0.06	38.27	99.10
	2000 年	7.09	27.19	0.07	1.87	0.08	36.30	93.99
公主岭市	1976 年	15.16	2.17	0.25	2.86	0.33	20.76	49.75
	2000 年	15.46	1.59	0.13	2.36	0.01	19.55	46.87
通辽市	1976 年	7.56	2.27	2.69	4.89	5.73	23.14	66.61
	2000 年	7.87	4.42	2.36	4.97	6.72	26.34	75.83
林西县	1976 年	4.61	18.10	4.24	2.35	1.24	30.54	78.45
	2000 年	4.66	16.57	4.53	2.35	1.24	29.35	75.39

土地利用面积; HJ 为土地利用评价区域内土地的总面积。

经计算可以看出, 各典型县的土地利用程度在 1976-2000 年间均呈加大趋势, 土地利用程度综合指数均有所增加, 特别是农林交错区的磐石市和农牧交错区的通辽市变化最为明显, 土地利用程度综合指数分别由 1976 的 2.43、2.45 增加为 2000 年的 2.50 和 2.52。从横向来看, 处于农区的公主岭市土地利用程度最大, 1976 和 2000 年分别为 3.01 和 3.04, 其次为农林交错区和农牧交错区等生态脆弱区, 这些差异对生态系统的服务价值具有很大影响。

3 土地利用变化对生态系统服务价值的影响

3.1 生态服务价值的空间分异

运用 Costanza 等人计算生态系统服务价值的方法, 对 NECT 各典型区的生态服务价值进行了计算, 结果见表 5。从表中可看出, 就单位面积的生态服务价值而言, 不同类型区差别很大, 其基本分布规律为林区 > 农林交错区 > 牧区 > 农牧交错区 > 农区, 这与不同土地利用类型生态服务功能价值指数的差别和各地区的土地利用程度存在密切关系。

3.2 生态服务价值的动态演变

从时间变化来看, 1976-2000 年间 NECT 各典型区耕地、林地、草地和湿地的生态服务价值均有较大变动 (图 2)。通辽市林地生态服务价值的变化最大, 变化率高达 94.85%, 其次为公主岭市, 通辽市退耕还林还草政策的实施使其林地面积激增, 林地生态服务价值大有增加, 而公主岭市作为商品粮基地, 以发展农业为主, 致使大量林草地和大量湿地被开垦为农田, 林地和湿地

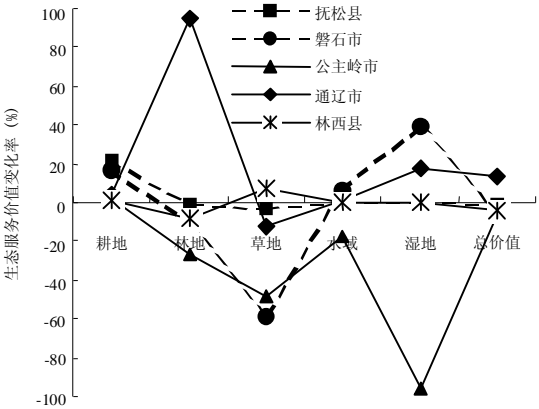


图 2 中国东北样带典型区生态系统服务价值变化率
Fig. 2 Change ratio of ecosystem services value in the Northeast China Transect

价值减幅较大;就草地生态服务价值的变化而言,公主岭市和磐石市最为突出,分别减少 48.54% 和 58.92%;从耕地生态服务价值的变动来看,各类型区均呈现增长趋势,这与各地区种植业的迅速发展有关。从生态系统服务总价值来看,除通辽市外,各地区均呈现减少趋势,这是因为各地区的土地利用变化总体趋势为耕地增加,林草地和湿地减少,而耕地的生态服务功能价值指数远小于林草地和湿地,因此生态系统服务总价值降低。

3.3 敏感性分析

根据敏感性指数的计算公式,本文把各种土地利用类型的生态价值系数分别上下调整 50%, 计算出了研究区 1976 年和 2000 年的敏感性指数。从图 3 来看,不同类型区生态系统服务价值对生态服务功能价值指数的敏感性指数变动较大,但是不同年份之间差别较小,而且均小于 1;耕地、林地、草地、水域及湿地的敏感性指数最高值介于 0.14~0.94 之间,这表明研究区内生态系统服务价值对生态服务功能价值指数是缺乏弹性的,研究结果是可信的。

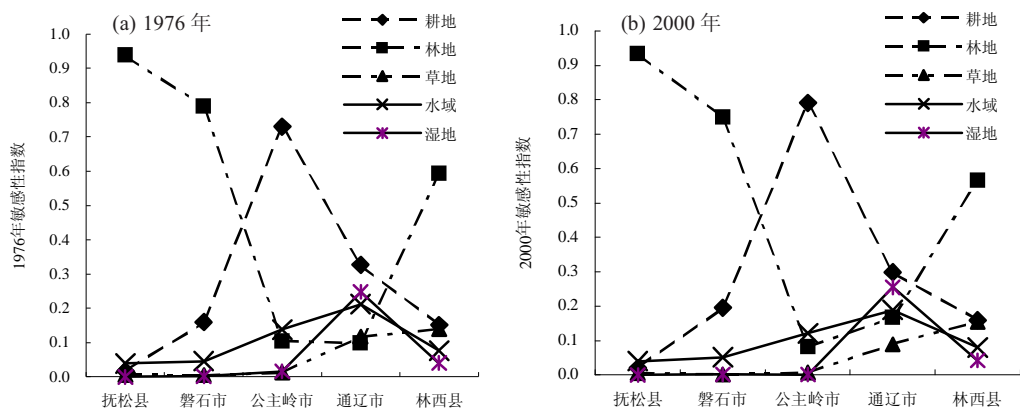


图 3 1976-2000 年中国东北样带典型区生态服务功能价值指数敏感性指数

Fig. 3 Sensitive coefficient of the ecosystem services indices of typical area in the Northeast China Transect in 1976 and 2000

4 小结

(1) 土地利用组合类型的分布状况能够反映出土地覆盖的空间格局, 本文运用资源环境科学数据中心提供的 2000 年 1 km 栅格土地利用数据, 将 NECT 划分为农区、林区、牧区、农林交错区及农牧交错区五种土地利用组合类型, 并从各类型区中分别选取了公主岭市、抚松县、林西县、磐石市及通辽市作为典型县进行分析。

(2) 1976-2000 年间东北样带土地利用类型变化很大, 抚松县和磐石市耕地和城镇用地面积急剧增加, 而林草地面积大幅下降, 公主岭市土地利用变化以林草地向耕地转换为主, 而通辽市林地面积呈现增加趋势, 草地面积急剧减少, 林西县则是林地面积减少, 草地面积增加, 这与 80 年代后期退耕还林还草政策的实施有一定关系。从土地利用程度来看, 各典型县 1976-2000 年间均呈加大趋势, 土地利用程度综合指数均有所增加, 特别是农林交错区的磐石市和农牧交错区的通辽市变化最为明显。

(3) 对生态系统服务价值的研究表明, 不同类型区单位面积的 ESV 差别很大, 其基本分布规律为林区 > 农林交错区 > 牧区 > 农牧交错区 > 农区, 这与不同土地利用类型生态服务功能价值指数的差别和土地利用程度存在密切关系。从时间变化来看, 1976-2000 年间 NECT 各典型区耕地、林地和草地的 ESV 均有较大变动。通辽市林地

ESV 的变化最大, 其次为公主岭市; 就草地 ESV 的变化而言, 公主岭市和磐石市最为突出; 从耕地 ESV 的变动来看, 各类型区均呈现增长趋势。从生态系统服务总价值来看, 除通辽市外, 各地区均呈现减少趋势。

(4) 敏感性分析结果表明, 不同类型区 ESV 对生态服务功能价值指数的敏感性指数变动较大, 但均小于 1, 这表明研究区内 ESV 对生态服务功能价值指数是缺乏弹性的, 研究结果是可信的。

参考文献 (References)

- [1] Wang Rusong, Hu Dan, Wang Xiangrong et al. Ecosystem Services in the City. Beijing: China Meteorological Press, 2004. 7-11. [王如松, 胡朝, 王祥荣 等著. 城市生态服务. 北京: 气象出版社, 2004. 7-11.]
- [2] Westman W. How much are nature's services worth. Science, 1977, 197: 960-964.
- [3] Daily G C. Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington DC: Island Press, 1997. 392.
- [4] Costanza R, d'Arge R, de Groot R et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [5] Pimental D, Wilson C, McCulluln C et al. Economic and environmental benefits of biodiversity. BioScience, 1997, 387: 253-260.
- [6] Wu You. Measuring methods of ecological sustainability and their differences. HLJ Foreign Economic Relations & Trade, 2006, 3(141): 82-83. [吴优. 生态可持续发展测度方法及其比较. 黑龙江对外经贸, 2006, 3(141): 82-83.]
- [7] Xue Dayuan, Bao Haosheng, Li Wenhua. A study on tourism value of biodiversity in Changbaishan Mountain Biosphere Reserve (CMBR) in Northeast China. Journal of Natural Resources, 14(20): 140-145. [薛达元, 包浩生, 李文华. 生物多样性的经济价值评估: 长白山自然保护区案例研究. 自然资源学报, 14(20): 140-145.]
- [8] Xu Qiao, He Mengchang, Yang Zhifeng et al. Assessment on urban ecosystem services of Guangzhou City. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2003, 39(2): 268-272. [徐俏, 何孟常, 杨志峰 等. 广州市生态系统服务功能价值评估. 北京师范大学学报(自然科学版), 2003, 39(2): 268-272.]
- [9] Wu Lingling, Lu Jianjian, Tong Fuchun et al. Valuation of wetland ecosystem services in the Yangtze River Estuary. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2003, 12(5): 411-416. [吴玲玲, 陆健健, 童富春 等. 长江口湿地生态系统服务功能价值的评估. 长江流域资源与环境, 2003, 12(5): 411-416.]
- [10] Portela R, Rademacher I. A dynamic model of patterns of deforestation and their effect on the ability of the Brazilian Amazonia to provide ecosystem services. Ecol. Model., 2001, 3: 115-146.
- [11] Gao Qingzhu, He Lihuan. Dynamics of the ecosystem service values of farming-pastoral zone along the upper reaches of Haihe River. Journal of Natural Resources, 2002, 17(6): 706-712. [高青竹, 何立环. 海河上游农牧交错地区生态系统服务价值的变化. 自然资源学报, 2002, 17(6): 706-712.]
- [12] Tang Haiping et al. Application of Terrestrial Approach in the Studies of Vegetation-environment Relationship: A Case Study on the Northeast China Transect (NECT). Beijing: Science Press, 2003. 14. [唐海萍 等著. 陆地生态系统样带研究的方法与实践: 中国东北样带植被 - 环境关系研究. 北京: 科学出版社, 2003. 14.]
- [13] Zhang Xinshi, Yang Dian'an. Allocation and study on global change transects in China. Quaternary Sciences, 1995, (1): 43-52. [张新时, 杨奠安. 中国全球变化样带的设置与研究. 第四纪研究, 1995, (1): 43-52.]
- [14] Zhou Guangsheng, Wang Yuhui, Jiang Yanling. Global change and water-driven IGBP-NECT Northeast China. Earth Science Frontiers, 2002, 9(1): 198-216. [周广胜, 王玉辉, 蒋延玲. 全球变化与中国东北样带 (NECT). 地学前缘, 2002, 9(1): 198-216.]
- [15] Lai Yanbin, Xu Xia, Wang Jing'ai et al. Analysis of LUCC pattern on physical region in NSTEC. Advance in Earth Sciences, 2002, 17(2): 215-220. [赖彦斌, 徐霞, 王静爱 等. NSTEC 不同自然带土地利用 / 覆盖格局分析. 地球科学进展, 2002, 17(2): 215-220.]
- [16] Zhao Jingzhu, Xu Yajun, Xiao Han et al. Ecosystem services evaluation based on comprehensive national power for sustainable development: The evaluations on 13 countries. Systems Engineering: Theory & Practice, 2003, (1): 121-127. [赵景柱, 徐亚骏, 肖寒 等. 基于可持续发展综合国力的生态系统服务评价研究: 13 个国家生态系统服务价值的测算. 系统工程理论与实践, 2003, (1): 121-127.]
- [17] Xie Gaodi, Lu Chunxia, Leng Yunfa et al. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2): 189-195. [谢高地, 鲁春霞, 冷允法 等. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-195.]
- [18] Wang Zongming, Zhang Bai, Zhang Shuqing. Study on the effects of land use change on ecosystem service values of Jilin province. Journal of Natural Resources, 2004, 19(1): 55-61. [王宗明, 张柏, 张树清. 吉林省生态系统服务价值变

化研究. 自然资源学报, 2004, 19(1): 55-61.]

- [19] Wu Houjian, Wang Xuelei, Ning Longmei et al. Effects of land use change on ecosystem services value: A case study in Wuhan city. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2006, 15(2): 185-190. [吴后建, 王学雷, 宁龙梅 等. 土地利用变化对生态系统服务价值的影响: 以武汉市为例. *长江流域资源与环境*, 2006, 15(2): 185-190.]
- [20] Wang Zongming, Zhang Shuqing, Zhang Bai. Effects of land use change on values of ecosystem services of Sanjiang Plain, China. *China Environmental Science*, 2004, 24(1): 125-128. [王宗明, 张树清, 张柏. 土地利用变化对三江平原生态系统服务价值的影响. *中国环境科学*, 2004, 24(1): 125-128.]
- [21] Liu Jiyuan (ed.). *Macro-Scale Survey and Dynamic Study of Natural Resources and Environment of China by Remote Sensing*. Beijing: Chinese Science & Technology Press, 1996. 171-188. [刘纪远 主编. *中国资源环境遥感宏观调查与动态研究*. 北京: 中国科学技术出版社, 1996. 171-188.]

Impacts of Land Use Change on Ecosystem Services Value in the Northeast China Transect (NECT)

YUE Shuping^{1,2}, ZHANG Shuwen¹, YAN Yechao^{1,2}

(1. *Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130012, China;*

2. *Graduated School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)*

Abstract: Ecosystem services are basis of human living and development. Land use and its changes have deep effect on the ecosystem structure and functions, even its services. According to the different land use patterns in the Northeast China Transect (NECT), this paper selects Fusong county, Panshi city, Gongzhuling city, Tongliao city and Linxi county as typical regions and analyzes the effects of land use change on ecosystem services during the past 30 years by using the GIS and RS.

This paper selects the evaluation method based on money. According to partial global ecosystem services value evaluation results obtained by Costanza et al. and the state of the study area, this paper uses per unit area ecosystem services value of Chinese terrestrial ecosystems to analyze the change of ecosystem services value in the study area. The result shows that the land use pattern has changed greatly in NECT from 1976 to 2000. The area of cultivated land and the town and construction land increased rapidly in Fusong county and Panshi city, while the woodland and grassland decreased greatly. The woodland and grassland tend to change into the cultivated land in Gongzhuling city. The area of woodland in Tongliao city increased and the grassland decreased, while it is on the contrary in Linxi county. This change is related to the policy implementation of converting slope farmland into forestland and grassland. Viewed from the land use degree, we can see that all typical counties have increased from 1976 to 2000, especially in Panshi city and Tongliao city.

The analysis on ecosystem services indicates that per unit area ESV in different types of regions differs greatly. The fundamental distribution rule is, from big to small, the forest region, the farming-forest region, the pastoral region, the farming-pastoral region and the farming region respectively. This has close relationship with the ecological value coefficient of different land use types and the land use degrees. From the dynamic change, the ESV of the cultivated land, the woodland and the grassland all change greatly in all kinds of typical regions in NECT. The total value has tended to decrease in all regions except Tongliao city. The analysis on the sensitive coefficient shows that the ESV is short of flexibility in the study area and the result is credible.

Key words: LUCC change; ecosystem services; sensitive coefficient; the Northeast China Transect (NECT)