

平原造林对土地利用格局及生态系统服务价值的影响*

郑艳东¹, 唐秀美^{2*}, 贾宝全^{3, 4}, 刘玉²

(1. 河北省国土整治中心, 石家庄 050031; 2. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097; 3. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 4. 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

摘要:【目的】分析平原造林工程实施对区域土地利用格局及生态系统服务价值的影响。【方法】文章选择京承高速公路北京段沿线 10 km 范围为研究样带, 基于 TM 遥感影像提取的土地利用数据和平原造林图斑数据, 运用 GIS 和景观格局分析软件分析平原造林工程实施对土地利用格局及生态系统服务价值的影响。【结果】(1) 平原造林工程占用的主要是自然质量较低的耕地, 其次为林地和建设用地。平原造林工程实施前后, 研究区土地用地结构发生变化, 主要表现为林地面积增加、其他用地面积减少。(2) 平原造林对研究区景观格局有一定影响。景观尺度上, 景观分布变得破碎和分散, 形状变得不规则, 景观分布变得不均匀; 斑块类型尺度上, 耕地、园地、草地、水域和水利设施用地、建设用地和未利用地的面积减少, 林地面积增加, 各类斑块变得分散和破碎, 形状规则度降低。(3) 研究区土地利用生态系统服务价值由造林前的 31.39 亿元提高到造林后的 31.86 亿元。【结论】平原造林工程实施增加了研究区林地面积, 提高了生态系统服务价值, 但也加剧了区域景观的破碎性, 降低了区域景观多样性水平。研究结果可为后期新增林地的规划选址提供技术支持。

关键词: 平原造林; 土地利用; 生态系统服务价值; 景观格局; 京承高速

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20200402

0 引言

北京市平原地区约占全市总面积的 38%, 是城市分布的核心区和人口的集聚区, 土地资源十分有限, 环境问题也相对突出^[1]。为推进首都生态文明建设, 加快转变经济发展方式, 推动经济与人口资源环境协调发展, 北京市委市政府于 2012 年初提出要在城市人口密集、污染相对突出的平原地区新增林地 6.67 万 hm^2 ^[2]。截止 2014 年底, 全市已完成平原造林 6.81 万 hm^2 , 植树 5 000 余万株, 平原地区森林覆盖率净增 9.65 个百分点^[3]。生态公益林以发挥生态、社会效益为主, 有助于涵养水源、保持水土、防风固沙、净化空气和维护生物多样性^[4-6]。分析评价土地利用诱发的生态环境问题已成为可持续发展研究的热点之一^[7], 而土地利用方式变化将影响区域生态系统服务的种类和强度, 从而造成生态系统服务价值的损益。平原造林是直接影响区域生态系统的一项人类活动, 具有

收稿日期: 2020-06-16

第一作者简介: 郑艳东 (1979—), 硕士、高级工程师。研究方向: 土地资源管理与国土整治。Email: zhengyandong@126.com

* 通信作者简介: 唐秀美 (1982—), 博士、副研究员。研究方向: 土地利用与土地信息技术研究。Email: tangxm@nercita.org.cn

基金项目: 国家重点研发计划课题 (2020YFD1100202); 北京市农林科学院青年科研基金 (QNJJ201902)

直接性、规模性的特点。从生态学角度看，平原造林工程实施前后，土地利用/覆被发生变化，生态系统的结构、质量和格局等也会改变，从而影响区域生态环境状况。目前，北京市平原造林的研究集中在造林工程经济绩效评价^[8-10]、造林规划^[11-13]和造林后林木管护等^[14]，造林前后土地利用格局及生态系统服务价值变化的定量化研究较少。

京承高速公路连接北京市和河北承德，北京市段内从四环路望和桥起途经朝阳、顺义、怀柔 and 密云等 4 个区，沿线造林面积较大，适合作为分析北京市平原造林工程的“样带”。基于此，文章选择京承高速公路北京市段沿线作为研究区，研究造林前后土地利用、景观格局和生态系统服务价值的变化特征，以期科学评价造林工程对区域土地利用和生态环境的影响，从而为平原造林工程的规划选址提供技术支持。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域

京承高速公路密云区境内的土地利用类型多为山地，因此选取京承高速公路北京市段从四环至密云区长度约 100 km 的高速公路沿线两侧各 10 km 范围的土地，作为平原造林对土地利用及生态系统服务价值影响的“样带”区（图 1）。

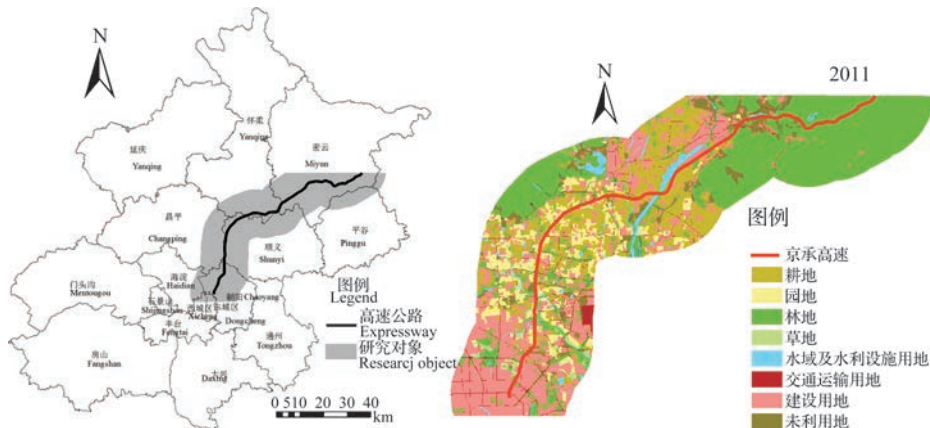


图 1 京承高速公路位置及研究区土地利用图

Fig.1 Location of Beijing section of Jingcheng expressway and land use map in the study area

1.2 数据来源与处理

该研究中平原造林地块数据（2012—2014 年）来源于北京市林业勘察设计院，该数据是在航片基础上通过野外调绘而成（图 2）。选择 2011 年研究区 TM 影像作为平原造林实施前的数据来源。通过对研究区 TM 影像进行波段组合、投影转换、图像拼接和分辨率融合等操作，检查修正矢量数据与属性数据对应关系等，完成工作底图制作。参照《土地利用现状分类》^[15]，建立包括耕地、园地、林地、草地、水域及水利设施用地、交通运输用地、建设用地及未利用地的分类体系，然后对影像进行人工交互目视解译和野外实地调查验证，提取土地利用/覆盖变化信息。通过随机生成 100 个检验样点，经过

2020年8月

目视对比解译结果,得到研究区影像的解译精度为91%。在获取2011年土地利用现状的基础上(图1),将2012—2014年平原造林图斑进行嵌入,进而分析平原造林前后土地利用变化等情况。

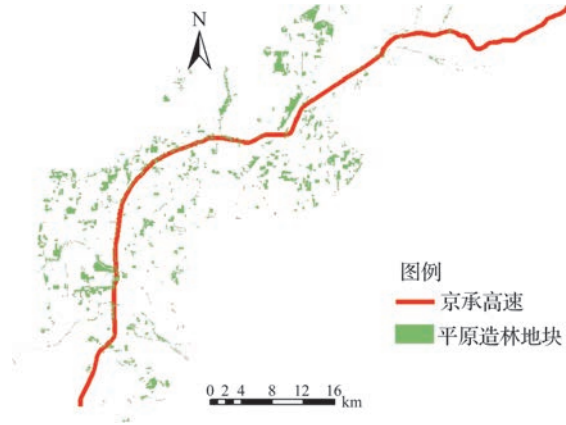


图2 研究区平原造林图斑

Fig.2 Afforestation Patches of Plains in the study area

2 结果分析

2.1 土地利用变化

2.1.1 平原造林占用土地的地类统计

2012—2014年,研究区平原造林工程涉及4 086个图斑共计造林1.009 198万 hm^2 ,平均图斑面积为2.47 hm^2 ,最大的图斑面积为154.13 hm^2 。对各地类进行统计发现,占用面积最大的是耕地,共计5 563.59 hm^2 ,占总面积的55.13%;其次是林地和建设用地,面积分别为1 258.35 hm^2 和1 050.04 hm^2 ,占比为12.47%和10.40%;占用园地、未利用地和水域的面积较少,分别为713.78 hm^2 、695.62 hm^2 和540.38 hm^2 ;占用交通运输用地面积为234.59 hm^2 ;占用草地面积最小,仅35.64 hm^2 。

2.1.2 平原造林占用耕地的质量分析

根据分析,研究区平原造林占用地类最多的是耕地,达到5 563.59 hm^2 。叠加北京市耕地质量等级评价结果,分析其占用耕地的质量等级情况。由图3可知,平原造林所占用耕地的自然等级分布在8~15等之间,主要为13~15等之间的低等级耕地。占用耕地的平均自然等级为12.5等,而北京市耕地的平均自然等级为10.95等,说明平原造林占用耕地的质量相对较低。

2.2 平原造林前后土地利用面积变化

由表1可知,平原造林工程实施前后,研究区各土地利用类型面积及比例发生了一定变化。造林前,主要的用地类型是林地、建设用地和耕地;造林后,这3种地类的比例还是最大的。由于平原造林工程,林地面积比例由37.77%增加到42.55%;建设用地面积变化不大;耕地面积比例由17.10%降低到14.08%;其他地类面积和比例变化较小。

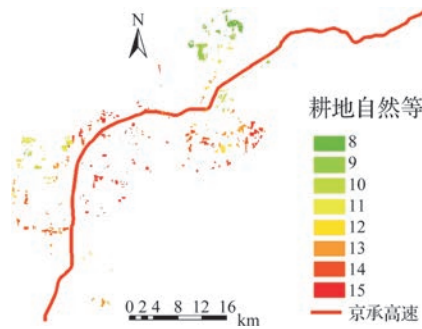


图 3 研究区平原造林占用耕地等级质量

Fig.3 Grade quality of cultivated land occupied by afforestation in plain

表 1 平原造林前后各土地利用类型面积及比例

Table 1 Area and proportion of land use types before and after afforestation

土地利用类型	造林前		造林后	
	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)
耕地	31 578.23	17.10	26 014.64	14.08
园地	15 825.31	8.57	15 111.53	8.18
林地 ^①	69 758.96	37.77	78 592.59	42.55
草地	1 526.74	0.83	1 491.10	0.81
水域及水利设施用地	5 866.41	3.18	5 326.03	2.88
交通运输用地	4 612.87	2.50	4 378.28	2.37
建设用地	46 987.23	25.44	45 937.19	24.87
未利用地	8 554.25	4.63	7 858.63	4.25
总计	184 710.00	100.00	184 710	100.00

注①：由于平原造林占用地类中也有原来的林地类型，主要是对原有林地进行更新和新建，因此，造林前后林地面积增加的数量不等于平原造林面积。

2.3 平原造林前后景观格局变化

基于景观指数定量分析平原造林对研究区景观格局的影响。将土地利用图转成 Grid 格式后导入景观格局分析软件 FRAGSTATS 4.2 中，根据实际情况选取部分景观指标，分别计算平原造林前后景观尺度和斑块类型尺度的景观指数变化。

由表 2 可知，研究区景观总斑块数由造林前的 3 943 个增加到造林后的 4 825 个，斑块密度也呈现上升趋势，景观的破碎化程度增加，表明平原造林活动对景观造成一定干扰；景观平均分维数降低，说明斑块形状相似性变小，形状变得不规则；景观分离度一直处于较高水平，略有增加，说明造林前后景观的分离度提高，分布更分散；景观多样性指数略有降低，均匀度指数也呈现下降趋势，最大斑块指数略有增加，表明各类景观组分面积比例差别增加，景观中各组分分配变得不均匀。

2020年8月

表 2 平原造林前后景观格局总体特征值变化

Table 2 The total parameter of the landscape patterns of land use types before and after afforestation

指标	指标涵义	特征值	
		平原造林工程实施前	平原造林工程实施后
面积 (hm ²)	面积	184 710.00	
斑块数量 / 个	斑块数量	3 943	4 825
斑块密度 / 个 / hm ²	每公顷斑块的数量	2.133 0	2.611 9
最大斑块指数	最大斑块面积 / 景观总面积	23.604 2	23.892 0
平均分维数	表示斑块的自相似程度, 越小越不规则	1.064 1	1.059 8
聚集度指数	聚集度越大, 景观越聚集	92.412 9	91.415 0
景观分离度	分离度越大, 景观分布越分离	0.935 9	0.936 1
多样性指数	指数越大, 景观越复杂多样	1.612 0	1.555 3
均匀度指数	指数越大, 景观分布越均匀	0.775 2	0.747 9

表 3 平原造林前后景观斑块类型特征值变化

Table 3 The patches' parameter of the landscape patterns of land use types before and after afforestation

景观类型	造林前后	斑块数量	面积 (hm ²)	平均分维数	景观密度	分离度
耕地	前	197	31 578.23	1.073 1	0.106 6	0.997 3
	后	567	26 014.64	1.057 9	0.306 9	0.998 8
园地	前	149	15 825.31	1.083 1	0.080 6	0.999 8
	后	204	15 111.53	1.075 1	0.110 4	0.999 9
林地	前	319	69 758.96	1.097 4	0.172 6	0.941 9
	后	861	78 592.59	1.067 7	0.466 1	0.939 9
草地	前	30	1 526.74	1.088 8	0.016 2	1
	后	37	1 491.10	1.079 2	0.020 0	1
水域及水利设施用地	前	567	5 866.41	1.065 7	0.306 7	0.999 9
	后	652	5 326.03	1.060 7	0.352 9	0.999 9
交通运输用地	前	2220	4 612.87	1.051 0	1.200 9	1
	后	1912	4 378.28	1.053 2	1.035 0	1
建设用地	前	384	46 987.23	1.065 5	0.207 7	0.997 1
	后	467	45 937.19	1.061 2	0.252 8	0.997 6
未利用地	前	77	8 554.25	1.079 9	0.041 7	0.999 9
	后	125	7 858.63	1.074 8	0.067 7	0.999 9

表 3 为平原造林前后各个地类斑块类型的景观特征值变化。结果显示: (1) 平原造林前后, 耕地、园地、草地、水域及水利设施用地、交通用地、未利用地的面积减少。同时, 其斑块数量和景观密度增加, 平均分维数降低, 景观分离度增加, 说明这几类用地类型在面积减少的同时, 景观破碎度增加, 分离度变大, 分布趋于分散, 且形状变得

更不规则。(2) 林地面积增加, 斑块数量和斑块密度大幅度增加, 平均分维数降低, 说明林地面积增加, 但比较破碎, 景观形状不规则且分布分散。

2.4 平原造林前后生态系统服务价值变化

当前有关生态系统服务价值的研究成果和研究方法多样。其中, Costanza 等关于全球生态系统服务价值的计算方法影响较大^[16], 谢高地将该成果进行改进, 形成了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表^[17]。参考谢高地等的成果, 用粮食价格将全国当量校正到 2016 年, 用 NPP 将全国尺度校正到北京市^[18], 形成了北京市不同土地利用类型单位面积生态系统服务价值, 并据此计算研究区土地利用生态系统服务价值的变化。

由表 4 可知, 研究区生态系统服务总价值由造林前的 31.39 亿元提高到造林后的 31.86 亿元。在生态系统服务价值组成中, 林地、耕地、水域和园地的生态系统服务价值占比较高。生态系统服务价值变化与土地利用面积变化一致, 林地的生态系统服务价值比例由 52.99% 提高到 58.82%; 耕地和水域的生态系统服务总价值明显降低, 其中耕地的价值比例由 16.77% 降低到 13.61%, 水域与水利设施用地的价值比例由 18.57% 降低到 16.61%; 园地和草地的价值比例也有一定的降低; 其他地类的价值变化较小。

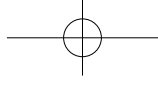
表 4 造林前后土地利用类型生态系统服务价值

Table 4 The total ecosystem service value and proportion of each land use type before and after afforestation

土地利用类型	造林前的生态系统服务价值		造林后的生态系统服务价值	
	总值 (亿元)	比例 (%)	总值 (亿元)	比例 (%)
耕地	5.26	16.77	4.34	13.61
园地	3.21	10.21	3.06	9.61
林地	16.63	52.99	18.74	58.82
草地	0.26	0.84	0.26	0.81
水域及水利设施用地	5.83	18.57	5.29	16.61
交通运输用地	0.00	0.00	0.00	0.00
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00
未利用地	0.19	0.61	0.18	0.56
总和	31.39	100.00	31.86	100.00

3 结论与讨论

该文基于 TM 影像提取平原造林前的土地利用 / 覆被信息, 在此基础上叠加平原造林图斑数据, 研究了平原造林工程实施前后研究区土地利用、景观格局和生态系统服务价值的变化情况。结果发现: (1) 研究区土地利用结构发生变化, 平原造林工程主要占用的是自然质量较低的耕地, 其次是林地和建设用地等。(2) 平原造林工程实施对区域景观有一定的干扰, 景观分布变得更加破碎和分散, 景观形状总体变得不规则, 且各景观面积比例差别增加, 景观分布变得不均匀; 斑块类型尺度上的结果显示, 耕地、园地、



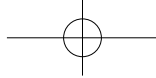
2020年8月

草地、水域和水利设施用地、建设用地和未利用地的面积都有所减少,造林后景观变得更分散和破碎,形状变得更不规则。(3)平原造林工程实施后,区域生态系统服务总价值有所提高。

研究发现,平原造林工程实施有助于增加林地面积、提高区域生态系统服务价值。但是,平原造林占用了大量耕地,造林斑块在总体景观中的分布较为分散,未形成较为规则和连片的林地景观,影响了区域景观的整体性和协调性。在后续平原造林过程中,不仅要注意造林面积,更要重视造林地块的布局选址,统筹景观布局,最大程度的提高造林的生态效益乃至综合效益。由于数据基础原因,该研究仅选择了京承高速公路沿线区域作为样带分析平原造林的影响,将来应加强不同区域平原造林效果的对比研究。

参考文献

- [1] 王成,贾宝全,鄯光发,等.北京平原造林的成效与发展对策研究.中国城市林业,2017(6): 6-11.
- [2] 董瑞龙.北京园林绿化发展战略.北京:中国林业出版社,2011: 1-5.
- [3] 贾宝全,仇宽彪.北京市平原百万亩大造林工程降温效应及其价值的遥感分析.生态学报,2017,37(3): 726-735.
- [4] 李硕.生态公益林建设的保护与管理初探.中国农业信息,2017,29(23): 29-30.
- [5] 赵洪芸.林木经营与森林生态发展策略分析.中国农业信息,2017(5): 31-32.
- [6] 唐秀美,潘瑜春,高秉博,等.北京市平原造林生态系统服务价值评估.北京大学学报(自然科学版),2016,52(2): 274-278.
- [7] Wu Zhuo, Dai Erfu, Ge Quansheng, et al. Modelling the integrated effects of land use and climate change scenarios on forest ecosystem aboveground biomass, a case study in Taihe County of China. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, 27(2): 205-222.
- [8] 黄杰龙,幸绣程,彭秋原,等.基于生态文明视角的北京平原造林工程绩效评价.林业经济,2017(9): 37-42.
- [9] 宋波.北京市密云区平原造林工程效益分析.南方农业,2020,4(2): 75-77.
- [10] 冯雪,马履一,蔡宝军,等.北京平原百万亩造林工程建设效果评价研究.西北林学院学报,2016(1): 136-144.
- [11] 陈宇,郭竹梅.北京市平原地区造林工程总体规划.风景园林,2015(1): 15.
- [12] 郭竹梅,徐波,陈宇.困境与突破——对北京平原造林工程总体规划核心问题的思考.中国园林,2016(6): 32-37.
- [13] 马欣欣.浅谈可持续发展战略下的大尺度园林景观规划——以北京市平原地区百万亩造林工程为例.北京园林,2015(3): 19-22.
- [14] 刘卉.关于对平原造林新增森林资源管护工作的思考.绿化与生活,2013(12): 4-8.
- [15] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.土地利用现状分类(GB/T 21010—2017).北京:中国标准出版社,2017.
- [16] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [17] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产价值评估研究.自然资源学报,2002,18(2): 189-196.
- [18] 唐秀美,郝星耀,刘玉,等.生态系统服务价值驱动因素与空间异质性分析.农业机械学报,2016,47(5): 336-342.



Impact of plain afforestation on land use patterns and ecosystem service value

Zheng Yandong¹, Tang Xiumei^{2*}, Jia Baoquan^{3, 4}, Liu Yu²

(1.Land Consolidation and Rehabilitation Center of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050031, China; 2.Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China; 3.Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 4.Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: [**Purpose**] To analyze the impact of afforestation project on regional land use pattern and ecosystem service value in plain area. [**Method**] Based on the land use data extracted from TM remote sensing images and plain afforestation map spot data, the ecosystem service value and the land use pattern of the 10 km range along Beijing section of Jingcheng Expressway were quantitatively estimated by the impact of plain afforestation. [**Result**] (1) Plain afforestation project mainly occupied the cultivated land with lower natural quality, followed by forest land and construction land. Before and after the plain afforestation project was implemented, the land use structure in the study area changed, which mainly showed that the area of forest land increased and the area of other land decreased. (2) Plain afforestation had a certain influence on the landscape pattern in the study area. On the landscape scale, the landscape distribution became broken and dispersed, the shape became irregular, and the landscape distribution becomes uneven. On the scale of patch type, the area of cultivated land, garden land, grassland, water area and water conservancy facilities land, construction land and unused land decreased, while the area of forest land increased, and all kinds of patches became scattered and broken, and the regularity of shape decreased. (3) The value of land use ecosystem services in the study area increased from 3.139 billion yuan before afforestation to 3.186 billion yuan after afforestation. [**Conclusion**] The afforestation project in plain area increased the forest land area and the ecosystem service value, but also aggravated the fragmentation of regional landscape, and reduced the landscape diversity level in the region. The research results can provide technical support for the planning and site selection of new afforestation project in the later stage.

Key words: plain afforestation; land use; ecosystem service value; landscape; Jingcheng expressway