

杨 浩. 京津冀城市群土地利用/覆被时空格局变化[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(10): 276–280.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.10.067

# 京津冀城市群土地利用/覆被时空格局变化

杨 浩<sup>1,2</sup>

(1. 北京市社会科学院, 北京 100871; 2. 北京大学经济学院, 北京 100101)

**摘要:**基于 Landsat TM/ETM 影像人工目视解析与 MODIS 全球植被指数产品数据掩膜计算京津冀城市群 2003—2015 年土地利用/覆被变化数据, 定量分析土地利用与植被覆盖比率转换情况。研究结果, 京津冀城市群土地利用变化面积较大, 城镇建设用地面积增速快, 且主要来源为耕地。城市群年均植被覆盖度总体略有增加, 退耕还林、还草及部分城市发展植被覆盖大幅增长是其主要原因。林地、草地、湿地与城镇建设用地互相转换面积情况严重, 限制了植被覆盖总量的提升。建议强化政府耕地保护责任, 构建土地资源合理配置长效机制, 完善区域性生态建设补偿机制, 以进一步推动城市群健康可持续发展。

**关键词:**京津冀城市群; 土地利用/覆被; 时空格局; GIS 掩膜

**中图分类号:**F323.211 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)10-0276-05

土地利用/覆被变化(land use and land cover change, LUCC)作为联系地球系统四大圈层(大气圈、水圈、生物圈与岩石圈)的关键纽带, 被认为是全球环境变化的重要组成部分和主要影响因素<sup>[1]</sup>。近年来, 伴随城镇化和工业化进程的持续推进所带来的活动范围的无限制扩大使得土地资源特别是城市土地资源的供需矛盾不断恶化。同时, 无序的基础设施建设与房地产开发等生产建设活动导致用地结构不合理行为, 加剧了土地利用/覆被状况的改变, 严重制约了区域生态环境的健康和可持续发展。2015 年国家发改委、环境保护部发布的《京津冀区域协同发展生态环境保护规划》明确指出:“京津冀城市群生态保障能力不足, 主要体现在生态空间总量不足、生态质量相对不高和生态资源分布不均。”这在我国众多城市群中具有较强的典型性和代表性。因此, 研究京津冀城市群的土地利用/覆被变化, 分析引发变化的驱动因素, 对城市群健康、可持续发展有重要的现实意义。

收稿日期: 2017-12-24

基金项目: 北京市哲学社会科学重点规划项目(编号: 15JDJGB073)。

作者简介: 杨 浩(1983—), 男, 吉林长春人, 博士, 助理研究员, 讲师, 研究方向为区域发展与创新、政府经济管理。E-mail: yanghaojldx@163.com。

目前, 学术界关于土地利用/覆被变化的研究较多。许艳等选取 4 个时相的 TM 遥感影像为数据源, 分析了江苏省 1980 年以来海岸带土地利用/覆被变化的时空动态特征, 揭示了地域差异与梯度分异特征, 并提出了江苏省海岸带土地利用结构表现为生态用地占比高、城镇与农村居民点占比低的特征<sup>[2]</sup>。王萍等以 Landsat TM 遥感影像解译数据为基础, 从空间分布变化、结构变化、类型转换及景观破碎度等角度, 定量分析了西安市土地利用/土地覆被变化及建成区的扩展状况, 并提出了 10 年间西安市耕地面积显著减少、空间分布上由城市中心向周边县区迅速扩张、导致周边连续分布的植被及未利用地趋势景观破碎化加剧的结论<sup>[3]</sup>。李丽国等以乌鲁木齐为研究区域, 选取 3 期的土地利用及统计年鉴数据, 从土地利用结构、土地利用幅度变化、土地利用速度变化、土地利用程度变化 4 个方面分析了不同时期 LUCC 的转移变化情况和规律, 研究结果表明, 乌鲁木齐市土地利用以牧草地、耕地和林地为主, 园地、林地和水域面积减少最多, 耕地、未利用土地和城镇、村庄及工矿用地面积增加较为明显<sup>[4]</sup>。目前, 无论是对城市的土地利用/覆被变化还是对 LUCC 的驱动机制研究均取得了较为显著的成果, 但从研究区域上看, 已有研究主要集中于单体城市或县城, 而基于城市群尺度对土地利用/覆被变化规律的研究则相对缺乏。

- [3] 李玉平, 蔡运龙. 河北省土地生态安全评价[J]. 北京大学学报, 2007, 43(6): 784–789.
- [4] 张小虎, 雷国平, 袁 磊, 等. 黑龙江省土地生态安全评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(1): 88–93.
- [5] 蒙古军, 燕 群, 向芸芸. 鄂尔多斯土地利用生态安全格局优化及方案评价[J]. 中国沙漠, 2014, 34(2): 590–596.
- [6] 张松男. 吉林省四平市土地生态安全评价研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2013.
- [7] 余 健, 房 莉, 仓定帮, 等. 熵权模糊物元模型在土地生态安全评价中的应用[J]. 农业工程学报, 2012, 28(5): 260–266.
- [8] 张凤太, 王腊春, 苏维词. 基于物元分—DPSIR 概念模型的重庆土地生态安全评价[J]. 中国环境科学, 2016, 36(10): 3126–

3134.

- [9] 淮南市政府. 淮南统计年鉴[Z]. 2015.
- [10] 张光进, 赵 萌, 卓成刚, 等. 基于 PSR 模型的我国矿产资源开发与保护评价研究[J]. 矿产保护与利用, 2016(1): 1–10.
- [11] 夏燕榕, 曲福田, 姜 海, 等. 基于集约评价的城市开发区规模计量研究——以南京市省级以上开发区为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(2): 37–42.
- [12] 卞兴云, 冉瑞平, 贾燕兵. 山东省城市土地集约利用时空差异[J]. 地理科学进展, 2009, 28(4): 617–621.
- [13] 黄雅丹, 朱传民, 吴 佳. 基于多因素指标的土地集约利用水平定量评价——以江西省南城县为例[J]. 中国农学通报, 2010, 26(13): 359–362.

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

京津冀城市群是我国三大城市群之一,位于中国东部沿海的北部地区,通过京津唐等主要城市带引向中国北方腹地,城市群和工业区分布密集,是带动我国经济快速增长和参与国际经济合作的主要平台。根据住房和城乡建设部《京津冀城市群协调发展规划 2008—2020》的界定,京津冀城市群的空间范围涵盖北京市、天津市和河北省的完整行政辖区,总面积 21.36 万 km<sup>2</sup>,占国土面积的 2.3%。由 2 个直辖市、11 个地级市组成,下辖 67 个区、22 个县级市和 119 个县。作为全国的政治、文化中心,京津冀城市群集聚了全国 7.23% 的人口,创造了 11.3% 的国内生产总值,城镇化水平达到 60.7%。近年来,随着该地区环境污染程度和资源消耗程度的进一步加重,区域资源环境承载能力也急剧下降,现已经成为制约地区发展的主要因素之一。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 土地利用变化测算** 京津冀城市群土地利用数据是利用 LandsatTM/ETM 影像进行人工目视解译方式获取。近几十年来,基于 LandsatTM/ETM 数据的遥感影像分类和变化检测技术被广泛应用于土地覆盖制图和变化情况监测研究中<sup>[5]</sup>。LandsatTM/ETM 采用波段 band4、band3、band2 假彩色合成,并以 1:10 万地形图纠正,平均位置误差不超过 30 M (1 个像元)的数字高程模型(digital elevation model, DEM),即可对遥感数据进行正射校正,消除由于地形起伏造成的像元像素值(digital number, DN)的变化,能够较好地对接京津冀城市群的土地利用类型进行判读。同时,本研究通过建立土地利用转移矩阵来揭示 2003—2015 年京津冀城市群各土地利用类型之间的相互转换情况。土地利用转移矩阵作为能够反映研究区域内某一时段期初和期末各地类面积之间相互转化的动态过程信息的有效方法,包括区域某时间点的各地类面积数据,而且还含有更为丰富的期初各地类面积转出和期末各地类面积转入的信息。一般用二维表来表达,从二维表中可以快速查看各个地类间相互转化的具体情况。土地利用

转移矩阵通用形式<sup>[6-8]</sup>为:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{nn} \end{bmatrix} \circ$$

式中: $s$  代表面积; $n$  代表转移前后的土地利用类型数; $i, j (i, j = 1, 2, \dots, n)$  分别代表转移前与转移后的土地利用类型; $s_{ij}$  表示转移前的  $i$  地类转换成转移后的  $j$  地类的面积。矩阵中的每一行元素代表转移前的  $i$  地类向转移后的各地类的流向信息,矩阵中的每一列元素代表转移后的  $j$  地类面积从转移前的各地类的来源信息<sup>[9]</sup>。

**1.2.2 土地利用/覆被度测算** 土地覆被数据是通过 MODIS 全球植被指数产品数据掩膜出京津冀城市群 2003—2015 年归一化植被指数(NDVI)并经进一步计算得到植被覆盖度。通过对比分析 10 年间城市群土地利用/覆被变化情况进一步研究其内在的演化机制。中分辨率成像光谱仪(moderate-resolution imaging spectroradiometer, MODIS)作为搭载在 terra 和 aqua 卫星上的“图谱合一”光学卫星遥感仪器,每天可 2 次对京津冀城市群进行观测。观测发回的数据经过基于像元的进行运算即归一化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)可以比较客观地刻画出区域植被的生长、覆盖情况、生物量情况和植被种类情况。此外,因为 NDVI 具有能够部分消除与太阳高度角、卫星观测角、地形、云影等与大气条件有关的辐射变化的影响等特性,被视为是植被生长状态及植被覆盖度的最佳指示因子,而广泛地应用于全球植被状态的定量化研究<sup>[10]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 京津冀城市群土地利用时空格局变化

2003—2015 年京津冀城市群土地利用时空变化较为明显(图 1、表 1)。总体来看,京津冀城市群土地利用类型整体结构未发生明显变化,发生土地利用变化的总面积为 3 465 km<sup>2</sup>,占全区域总面积的 14.97%。土地利用变化最为

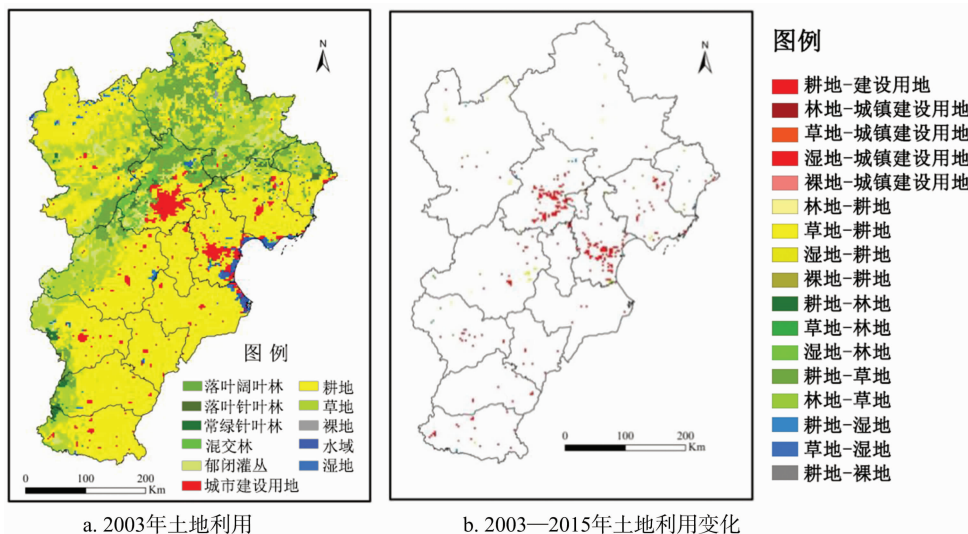


图1 2003—2015 年京津冀城市群土地利用类型空间分布变化

明显的为耕地和城市建设用地,其中耕地面积从 2003 年的  $121.47 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,减少到 2015 年的  $118.96 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,减少面积为  $2.5 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,城镇建设用地面积增加  $2.75 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,增加面积占京津冀城市群总面积的 1.32%,其中增加的城市

建设用地主要集中在北京市、天津市。草地、湿地面积分别减少  $0.14 \times 10^3 \text{ km}^2$  和  $0.15 \times 10^3 \text{ km}^2$ ,其他土地利用类型的面积基本未发生变化。

表 1 2003—2015 年京津冀城市群各土地利用类型面积及比例

土地覆盖类型	2003 年		2015 年		2003—2015 年	
	面积( $\times 10^3 \text{ km}^2$ )	比例( % )	面积( $\times 10^3 \text{ km}^2$ )	比例( % )	面积( $\times 10^3 \text{ km}^2$ )	比例( % )
常绿针叶林	1.31	0.63	1.33	0.64	0.03	0.01
落叶针叶林	2.35	1.13	2.36	1.13	0.01	0.00
落叶阔叶林	23.64	11.35	23.67	11.36	0.03	0.01
混交林	1.82	0.87	1.82	0.87	0.00	0.00
灌丛	16.32	7.83	16.33	7.84	0.01	0.00
草地	33.75	16.20	33.61	16.13	-0.14	-0.07
湿地	1.40	0.67	1.25	0.60	-0.15	-0.07
耕地	121.47	58.31	118.96	57.11	-2.50	-1.20
城镇建设用地	4.06	1.95	6.81	3.27	2.75	1.32
裸地	0.53	0.25	0.51	0.25	-0.02	-0.01
水域	1.67	0.80	1.67	0.80	0.00	0.00

2003—2015 年,京津冀城市群的城镇建设用地增加  $2\,754 \text{ km}^2$ ,主要由草地、湿地和耕地转换,其中耕地转为城镇建设用地  $2\,511 \text{ km}^2$ ,占新增城镇建设用地的 91.18%,其次是

湿地,占新增城镇建设用地的 4.25%。耕地、草地、湿地存在不同程度的互相转换,这主要是由各区域对土地利用需求的不同所导致。此外,退耕还林面积为  $72 \text{ km}^2$ (表 2)。

表 2 京津冀城市群 2003—2015 年土地利用类型转移矩阵

土地利用类型	面积( $\text{km}^2$ )											
	常绿针叶林	落叶针叶林	落叶阔叶林	混交林	灌丛	草地	湿地	耕地	城镇建设用地	裸地	水域	总计
常绿针叶林	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
落叶针叶林	-	-	-	-	9	-	-	-	9	-	-	18
落叶阔叶林	-	-	-	-	-	-	-	9	18	-	-	27
混交林	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	9
灌丛	-	-	18	-	-	9	-	-	9	-	-	36
草地	18	9	-	-	18	-	18	99	72	-	-	234
湿地	9	-	-	9	-	-	-	171	117	-	-	306
耕地	-	18	36	-	18	81	135	-	2\,511	9	-	2\,808
城镇建设用地	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
裸地	-	-	-	-	-	-	-	18	9	-	-	27
水域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
总计	27	27	54	9	45	90	153	297	2\,754	9	-	3\,465

2.2 京津冀城市群植被覆盖时空格局变化

2003—2015 年京津冀城市群年均与季均植被覆盖度的变化均呈现出时空异质性(图 2、表 3)。城市群的年均植被覆盖度增加了 0.02,对比各季节平均植被覆盖度后可知,夏季植被覆盖度增加最大,达 0.10,秋季增加 0.02,冬季未出现明显变化,春季植被覆盖度降低 0.02。分析各城市植被覆盖度变化情况后可以看出,张家口市年均植被覆盖度增加 0.06,其夏季植被覆盖度增加 0.16,增加最为明显;承德次之,年均植被覆盖度增加 0.04,夏季植被覆盖度增加 0.14;北京市和衡水市夏季植被覆盖度均增加 0.10,增加幅度明显。春季各城市植被覆盖度总体呈现下降趋势,其中,石家庄市春季植被覆盖度降低 0.07,邯郸市次之,植被覆盖度降低 0.06;天津市除夏季植被覆盖度略有增加外,其他季节植被覆盖度均呈现降低趋势;张家口市秋季植被覆盖度增加 0.06,而唐山市、廊坊市植被覆盖度均呈明显降低趋势,分别降低 0.04、0.03。冬季各城市植被覆盖度变化不明显,主要集中在  $\pm 0.02$  之间。

2003—2015 年不同土地利用类型变化对年均和季均植被覆盖度影响明显。从表 4 可以看出,城镇建设用地侵占生态用地导致土地利用类型转变引发的植被覆盖度变化最为明显,其中,林地转为城镇建设用地年均植被覆盖度降低最多,达到 0.16;耕地次之,耕地转为城镇建设用地年均植被覆盖度降低 0.15;湿地、草地转为城镇建设用地导致年均植被覆盖度降低 0.08、0.07。退耕还林、还草是植被覆盖度增加的主要原因。其中耕地转为林地年均植被覆盖度增加 0.08,耕地转为草地年均植被覆盖度增加约 0.06。此外,草地转为林地年均植被覆盖度也有明显增加,达到 0.06。当草地和湿地开垦为耕地时,年均植被覆盖度分别降低 0.03、0.01。从季均植被覆盖度的变化来看,京津冀城市群夏季的土地利用类型产生变化所引至的区域植被覆盖度变化较为明显。对比各季节土地利用类型变化所导致的植被覆盖度变化后可以看出,夏季植被覆盖度变化最为明显,春秋季节次之,冬季变化不明显。此外,在其他用地转为城镇建设用地的区域,夏季植被覆盖度降低略高于春季和秋季。耕地、草地转为林地后夏季

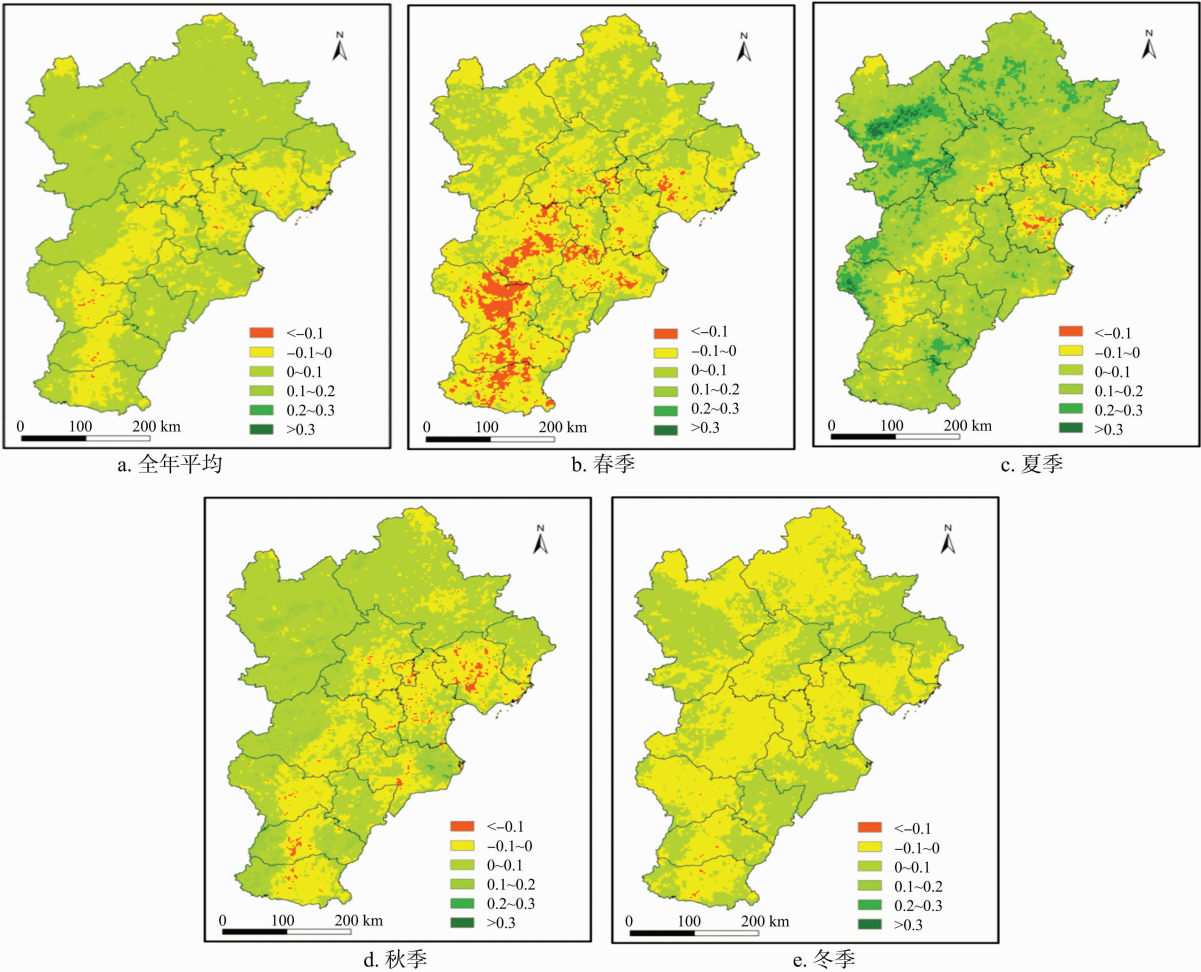


图2 2003—2015年京津冀城市群植被覆盖度变化空间分布

表 3 2003—2015 年京津冀城市群各市年均和季均植被覆盖度变化

城市	植被覆盖度				
	春季	夏季	秋季	冬季	年均
北京市	-0.02	0.10	0.01	0	0.02
天津市	-0.02	0.01	-0.02	-0.01	-0.01
石家庄市	-0.07	0.08	0.01	-0.02	0
唐山市	-0.02	0.02	-0.04	-0.01	-0.01
秦皇岛市	0.01	0.06	0.02	0.02	0.03
邯郸市	-0.06	0.09	0.01	-0.01	0.01
邢台市	-0.05	0.08	0.02	-0.01	0.01
保定市	-0.05	0.09	0.03	-0.02	0.01
张家口市	0	0.16	0.06	0	0.06
承德市	0.01	0.14	0.03	-0.01	0.04
沧州市	-0.04	0.09	0.02	0.01	0.02
廊坊市	-0.04	0.07	-0.03	-0.02	-0.01
衡水市	0	0.10	0.02	0.02	0.04
京津冀城市群	-0.02	0.10	0.02	0	0.02

植被覆盖度分别增加 0.22、0.19，明显高于其他季节。耕地转为湿地后夏季植被覆盖度增加 0.13。

2003—2015 年土地覆被变化的年均和季均植被覆盖度差异明显(表 5)。尽管土地利用类型未发生变化,但由于其内部结构或利用强度的变化导致了植被覆盖度发生了变化。

表 4 2003—2015 年主要土地利用类型变化的年均和季均植被覆盖度变化

土地利用变化	春	夏	秋	冬	年均
耕地—城镇建设用地	-0.21	-0.25	-0.17	-0.12	-0.15
林地—城镇建设用地	-0.29	-0.26	-0.21	-0.13	-0.16
草地—城镇建设用地	-0.09	-0.16	-0.12	-0.03	-0.07
湿地—城镇建设用地	-0.10	-0.10	-0.08	-0.06	-0.08
耕地—林地	0.04	0.22	0.08	0.02	0.08
草地—林地	0.02	0.19	0.09	0.03	0.06
耕地—草地	0.05	0.18	0.10	0.02	0.06
草地—耕地	-0.01	-0.07	-0.05	-0.04	-0.03
湿地—耕地	-0.05	0.00	0.00	-0.01	-0.01
耕地—湿地	0.01	0.13	0.02	0.00	0.04

表 5 2003—2015 年土地覆被变化年均和季均植被覆盖度变化

土地利用类型	春	夏	秋	冬	年均
林地	-0.01	0.14	0.04	0.00	0.04
草地	0.01	0.15	0.05	0.01	0.05
湿地	-0.01	0.05	0.02	-0.01	0.01
耕地	-0.03	0.08	0.01	-0.01	0.01
城镇建设用地	-0.03	0.01	-0.01	0.00	-0.01
裸地	0.01	0.07	0.01	0.00	0.02

比较各土地利用类型年均植被覆盖度变化后发现,除城镇建设用地植被覆盖度降低 0.01 外,其他土地利用类型均呈增加趋势,其中草地年均植被覆盖度增加 0.05,林地植被覆盖度增加 0.04,明显高于湿地、耕地和裸地。比较各季节土地利用类型覆盖度变化情况后可知,春季植被覆盖度整体呈现降低趋势,其中耕地和城镇建设用地的春季植被覆盖度均降低 0.03。夏季各土地利用类型植被覆盖度均呈现显著增加的趋势,特别是林地和草地,植被覆盖度分别增加 0.15 和 0.14,明显高于其他土地利用类型,耕地和裸地的植被覆盖度分别增加 0.08 和 0.07。秋季的植被覆盖度变化较夏季稳定,基本与年均植被覆盖度一致。冬季各土地利用类型的植被覆盖度均未发生明显变化。

### 3 结论与对策建议

#### 3.1 结论

3.1.1 2003—2015 年京津冀城市群土地利用变化的面积较大,城镇建设用地增速明显,且主要来源为耕地。2003—2015 年京津冀城市群土地类型以耕地为主,面积占区域总面积的 57.11%。城镇建设用地面积占区域总面积的 3.27%。土地利用变化的总面积为 3 465 km<sup>2</sup>,占全区域总面积的 14.97%。新增城镇建设用地面积为 2.75 千 km<sup>2</sup>,主要集中在北京市和天津市,并且新增城镇建设用地的来源主要为耕地。

3.1.2 京津冀城市群年均植被覆盖度总体略有增加,退耕还林、还草及部分城市植被覆盖度快速增长是主要影响因素。其中,京津冀城市群退耕还林面积为 72 km<sup>2</sup>。年均植被覆盖度总体上呈现北高南低的分布特征;承德市植被覆盖度最高,达 0.40;张家口市年均植被覆盖度增加最为明显,达 0.06。对比各季节土地利用类型变化所导致的植被覆盖度变化发现,夏季植被覆盖度变化最为明显,而其他季节变化不明显。

3.1.3 耕地、草地、湿地与城镇建设用地互相转换面积的情况严重,限制了植被覆盖度总量的增加。其中,城镇建设用地侵占生态用地导致土地利用类型改变,进而引发植被覆盖度的变化最为明显,林地转为城镇建设用地后年均植被覆盖度降低最多,达 0.16;耕地次之,耕地转为城镇建设用地后年均植被覆盖度降低 0.15;湿地、草地转为城镇建设用地导致年均植被覆盖度降低 0.08、0.07。

#### 3.2 政策建议

3.2.1 强化政府耕地保护责任,提高土地资源利用效率。京津冀城市群的城镇建设用地与耕地互换面积导致了耕地数量减少,这很大程度上是由政府对耕地的保护与监管不到位造成的。因此,应当不断强化政府对耕地的保护责任,通过严查侵占耕地违法行为,实施耕地保护“首长负责制”,加强土地督察、巡查等方式,充分发挥政府在耕地保护中的“守门人”作用。同时,在城市基础设施建设、房地产开发、新区建设等开发项目中对土地利用实施精细化管理,避免土地资源浪费情况的发生。在旧城改造、公共设施改善过程中充分发挥低利用率土地、市区内零星的弃耕地以及闲置土地的作用,切实提高城市整体的土地利用效率,减少城市发展对耕地资源的需求。

3.2.2 合理规划土地利用布局,构建土地资源合理配置长效

机制。规划城市产业布局时,首先应当考虑城市耕地、草地、湿地、林地、林地、林地、林地在城市面积中所占的比例,严格控制用地指标。对侵占耕地、损害城市植被等对生态环境造成危害的行业实行严格的禁入制度。其次是营造良好的土地行政管理环境。通过提高土地行政管理部门的管理水平,推进政府制度创新,充分发挥产业链的带动效应,科学选择主导产业,不断优化产业结构,形成资源互补、优势互补的有机整体,使区域内生产要素合理流动、资源禀赋高效利用,进而推动区域内土地资源的合理配置。

3.2.3 建立区域性生态建设补偿机制,为优化城市群生态环境提供制度保障。城市土地利用/覆被变化对城市群的空气质量、热环境等区域生态环境因素影响明显<sup>[11]</sup>,但现行我国法律至今未明确省、市级政府对跨区域生态损害有赔偿责任的规定,间接导致了京津冀生态环境资源的保护长期处于低效率运行状态,区域冲突难以避免。区域生态利益补偿机制是以环境保护和生态系统的可持续利用为目的,运用市场和政府手段,并以经济手段为主,调节利益相关者之间利益关系的有效制度安排。可以考虑建立区域性的政府间横向转移支付制度,在明确区域生态补偿标准的基础上,对区域间生态环境受损方进行补偿,其本质是通过生态补偿手段来协调京津冀城市群内各省、市间的生态环境保护关系。

#### 参考文献:

- [1] 陈四清,刘纪远,庄大方,等. Steve Boles 基于 Landsat TM/ETM 数据的锡林河流域土地覆盖变化[J]. 地理学报,2003,58(1):45-52.
- [2] 许艳,濮励杰,张润森,等. 近年来江苏省海岸带土地利用/覆被变化时空动态研究[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(5):565-571.
- [3] 王萍,刘康,李婷. 2000—2010 年西安市土地利用/土地覆被变化及其建成区扩张研究[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(增刊1):109-112.
- [4] 李丽国,王宇欣,邱硕,等. 乌鲁木齐市土地利用和覆被生态变化及其驱动力分析[J]. 中国农业大学学报,2017,22(6):177-188.
- [5] 陈趁新,胡昌苗,霍连志,等. Landsat TM 数据不同辐射校正方法对土地覆盖遥感分类的影响[J]. 遥感学报,2014,18(2):320-334.
- [6] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003,58(5):643-650.
- [7] 丁茜,付梅臣,王力. 基于转移矩阵的重庆市北碚区土地利用变化分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(12):198-204.
- [8] 刘瑞,朱道林. 基于转移矩阵的土地利用变化信息挖掘方法探讨[J]. 资源科学,2010,32(8):1544-1550.
- [9] 乔伟峰,盛业华,方斌,等. 基于转移矩阵的高度城市化区域土地利用演变信息挖掘——以江苏省苏州市为例[J]. 地理研究,2013,32(8):1497-1507.
- [10] 郭明权,王洁,牛铮,等. 融合 MODIS 与 Landsat 数据生成高时间分辨率 Landsat 数据[J]. 红外与毫米波学报,2012,31(1):80-84.
- [11] 郭旭东,陈利顶,傅伯杰. 土地利用/土地覆被变化对区域生态环境的影响[J]. 环境科学进展,1999,7(6):66-75.