

崔娟敏,季文光,李洋宰. 基于 NDVI 的山区土地生态环境质量时空变化研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(8):264-267.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.08.066

基于 NDVI 的山区土地生态环境质量时空变化研究

崔娟敏¹, 季文光^{1,2}, 李洋宰²

(1. 河北民族师范学院,河北承德 067000; 2. 圆光大学,韩国益山 570749)

摘要:探讨 NDVI 在山区土地生态环境质量时空变化中的运用,提出基于 NDVI 的山区土地生态环境质量时空变化分析方法,为山区土地生态环境质量时空变化提供一种分析方法。以北京市山区为例,界定了北京山区的范围,利用 3 期遥感影像,通过研究不同地形坡度下 1992 年、2003 年、2013 年 3 年北京山区归一化植被指数 NDVI 的变化来间接反映山区土地生态环境质量时空变化情况。结果表明:1992 年至 2013 年,北京山区的植被指数呈上升趋势,说明水土保持和植树造林卓有成效;而由于城市扩张影响,山区县区的山前平原和山间盆地(延庆盆地)的植被指数逐渐下降,且近些年的植被变化幅度更加明显,表明北京市部分县区山区土地生态环境逐渐遭到破坏,土地生态治理面临严峻考验。

关键词:NDVI;山区土地;环境质量;时空变化

中图分类号:F301.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)08-0264-04

土地生态环境质量指土地生态环境的优劣程度,主要是水土流失和土壤侵蚀(地质灾害、矿区塌陷、土地沙化及土壤污染等生物多样性)的优劣程度^[1-3]。土地生态环境质量是土地利用累积效应的反映,其时序变化是土地利用结果时间上和空间上的累积,是环境保护建设和土地利用规划决策者保障生态环境建设,促进社会和谐和可持续发展的理论依据。目前,对于土地生态环境质量的研究,往往只停留在土地生态环境状况的评价上,缺乏对土地生态环境质量时空变化的研究^[4-5]。

植被指数是用来表征地表植被覆盖和生长状况的度量参数。在生态环境领域,由于斑块水平的生态系统研究成果的拓展,植被指数成了空间尺度拓展的连接点^[6-8]。利用植被指数来反映土地覆盖和土地利用的变化,是实现全球环境变化研究的主要方法。山区植被指数是体现土地生态环境质量的一项重要指标,对山区的土地退化影响很大。Rouse 等在对 RVI 非线性归一化处理后得到了归一化差值植被指数(NDVI)^[9]。归一化差值植被指数增强了对植被的响应能力,是目前应用最为广泛的植被指数。归一化差值植被指数的计算公式为: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$; 其中, R 和 NIR 是 TM3 和 TM4 波段地表反射率^[10]。目前关于归一化差值植被指数运用到山区土地生态环境质量时空变化的研究还很少。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

北京的山地自北、西、东三面环抱北京,山区外围线从房

山区十渡镇到平谷区金海湖,全长 710 km,呈扇状半环京城。北京全市在依山傍水这一总背景下,生态地理的自然格局变化清晰,地势大致呈阶梯式下降,依次为中山—低山—丘陵—台岗地—山前洪积扇—平原带状分布。山地—平原的这种阶梯—分带式自然环境结构,决定了全市总倾斜的地势,以及水、土、生物等自然条件的许多特征和地表物质迁移的总方向,北京市生态地理环境各要素构成了复杂的地域组合。山区自然地理环境复杂,垂直变化大,自然资源丰富多样,开发利用潜力较大。在全市 18 个县区中,房山区、门头沟区、昌平区、延庆区、怀柔区、密云区、平谷区 7 个山区县区的山区面积都超过了本辖区总面积的一半以上,分别占 66.6%、98.5%、59.2%、72.0%、81.9%、56.2%、57.2%。此外,海淀、石景山、丰台、顺义 4 个区也有少量山地。依据最新的 10 m 等高距的地形图生成的 DEM,按照“坡度大于 6°、高程差大于 100 m”的标准界定山地,具体为:山地面积占乡镇面积的比重大于或等于 55%但小于 100%的乡镇为半山区乡镇,乡镇面积 100%为山地的乡镇则为山区乡镇。据此标准,北京 7 个山区县区共有 77 个山区、半山区乡镇(图 1)。

1.2 遥感影像选取

遥感影像为 1992 年 9 月 landsat_TM 影像、2003 年 7 月 landsat_ETM+ 遥感影像和 2013 年 6 月 Landsat_OLI/TIRS,这 3 期影像的可见光和近红外波段的空间分辨率分别为 30、30、30 m(图 2)。

1.3 植被指数归一

通过研究不同地形坡度下 1992 年、2003 年、2013 年 3 年北京山区归一化植被指数 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)的变化来间接反映植树造林和山区水土流失的情况。将 3 期遥感影像生成 NDVI,得到北京山区 3 个阶段的归一化植被指数分布图(图 3)。

1.4 不同坡度地区的 NDVI 变化

假设这 3 年 NDVI 图像能分别代表其所在年份前后 5 年的大体情况,且不同时期的水热条件变化不大。然后通过 3

收稿日期:2017-04-11

基金项目:国土资源部重点实验室项目(编号:2009A596);国家民委项目(编号:14HSZ002);河北省承德市科技局项目(编号:201707A033)。

作者简介:崔娟敏(1979—),女,河北承德人,硕士,副教授,主要从事区域土地资源研究。E-mail:cuijuanmin@163.com。

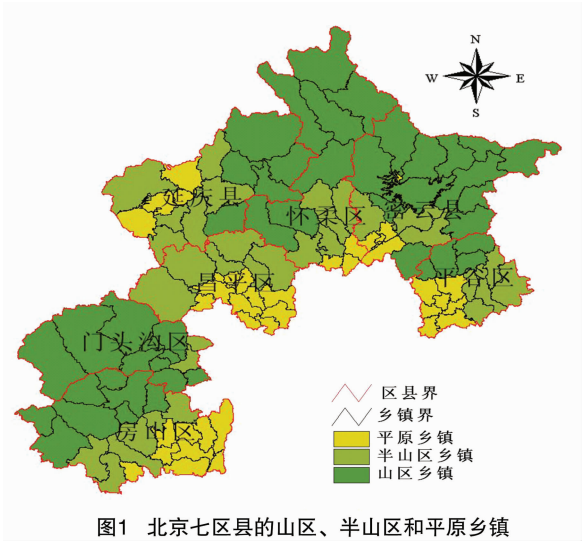


图1 北京七区县的山区、半山区和平原乡镇

幅影像两两相减,即可得到不同时期间的 NDVI 变化趋势。由于山区植被受地形坡度的影响,因此,需要通过 DEM 数据生成坡度图(图 4)。然后将坡度图和年 NDVI 变化图相比

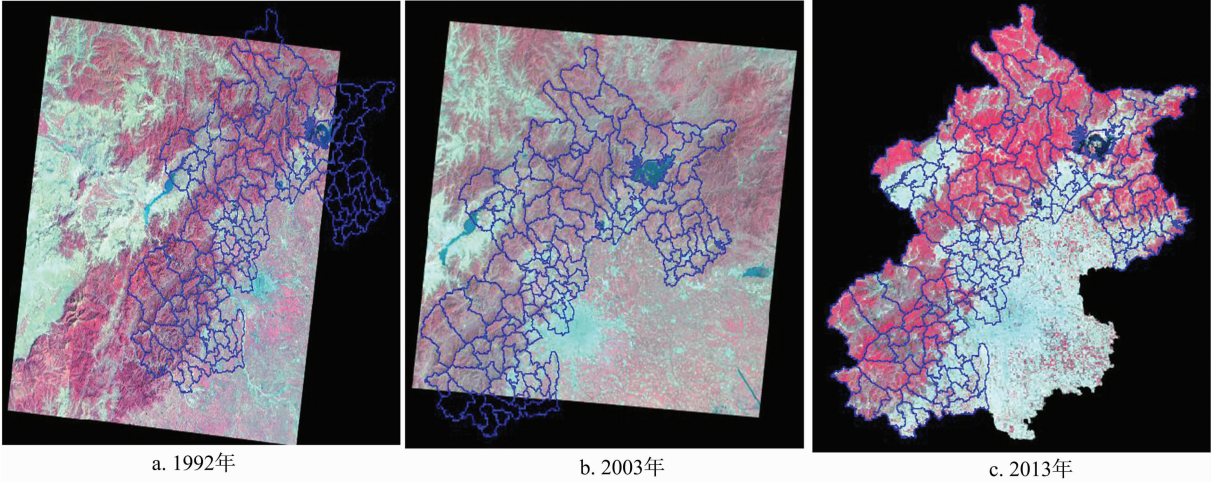
较,即可得到不同坡度地区的 NDVI 变化。

为了方便,本研究将年际间 NDVI 差值扩大 100 倍后取整,再加上 76。这样变化图中 0 值部分为 NDVI 值未发生变化的部分,其值变成 76。考虑到误差的存在,本研究定义 75~77 范围(蓝色部分)为 NDVI 未发生变化值域。则小于 75 的部分(红色、橙色部分),说明 NDVI 变小,植被减少;大于 77 的部分(绿色、黄色部分),说明 NDVI 有所提高,植被数量增加。

2 结果与分析

2.1 水土流失

北京山区 3 期归一化植被指数(NDVI)分布图(图 5、图 6、图 7)中绿色越深的区域说明植被覆盖越好。将 3 幅图对比可以看出,2000 年初期比 90 年代初期大部分地区的植被指数明显增大,而到了 2010 年前后在接近山麓平原的地区或山地中地势较平的区域 NDVI 又逐渐下降,且部分地区甚至比 1992 年还要低。这充分表明,人为活动和城市建设对植被的破坏作用,这一点尤其在地势较平的山麓平原地带尤为明显,而在海拔较高,且坡度较大的地方,NDVI 却是持平,或是



蓝色矢量图为北京山区乡镇图,影像中红色代表植被
图2 北京地区 3 期遥感影像

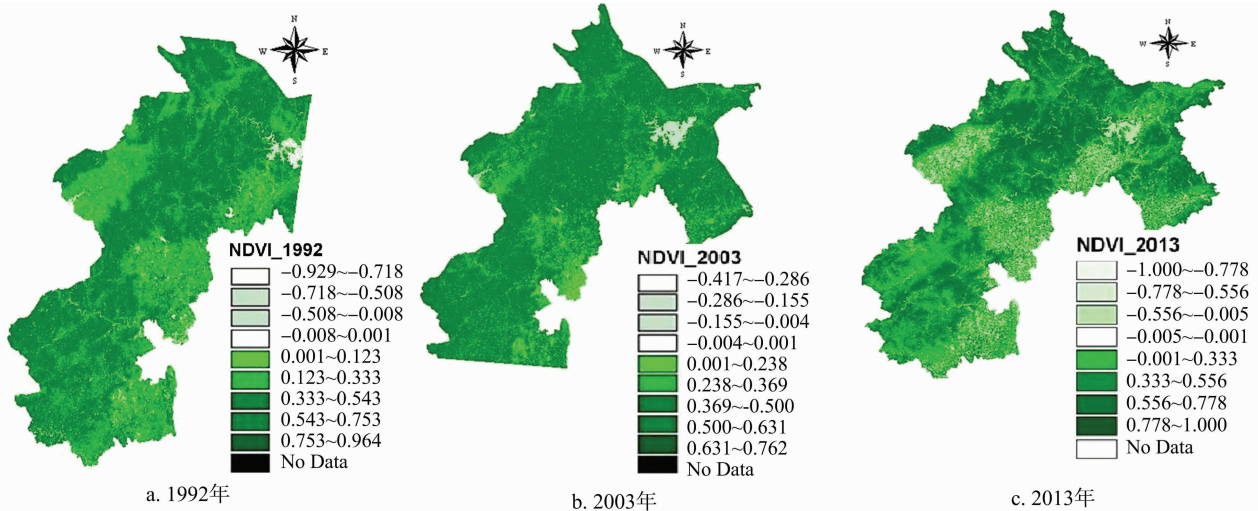


图3 北京山区 3 期归一化植被指数(NDVI)分布

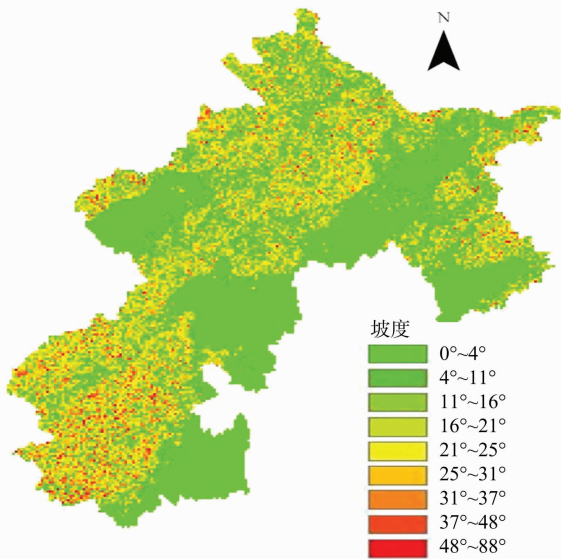


图4 北京山区坡度

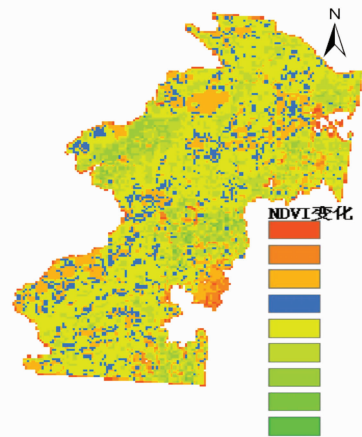


图5 1992—2002 年 NDVI 变化

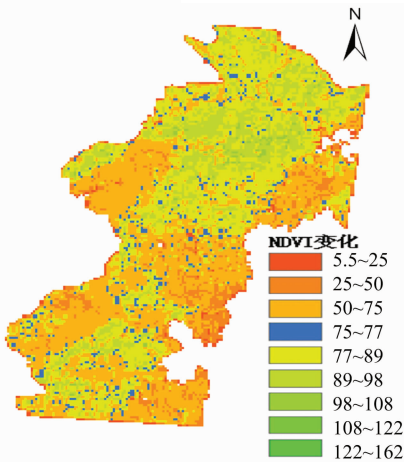


图6 1992—2013 年 NDVI 变化

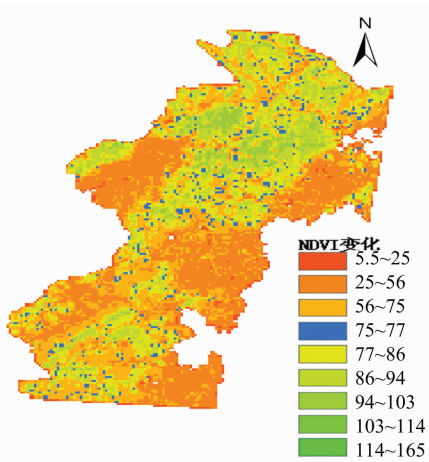


图7 2003—2013 年 NDVI 变化

表 1 北京市水土流失情况调查

年份	山区县 面积	微度	侵蚀面积	其中		
				轻度	中度	强度
1996	12 650.62	7 880.30	4 770.32	2 554.82	2 003.73	211.77
2010	12 650.62	8 322.48	4 328.14	3 038.43	1 289.72	0
2016	12 650.62	8 611.15	4 039.47	2 941.41	1 098.06	0

注:本数据为遥感调查数据;包括房山区、门头沟区、昌平区、延庆区、怀柔区、密云区、平谷区。强度分级:微度为土壤侵蚀模数小于 200 t/(km²·年),无侵蚀;轻度为土壤侵蚀模数 200~2 500 t/(km²·年);中度为土壤侵蚀模数 2 500~5 000 t/(km²·年);强度为土壤侵蚀模数 5 000~8 000 t/(km²·年)。

年,即光绪十四年,门头沟区和房山区的泥石流和山洪造成 1.8 万人死亡,49 个村庄被毁,为泥石流灾害档案中最重的一次。1950—1991 年,根据调查和灾情资料统计,北京地区发生的泥石流有 21 次,其中 20 世纪 50 年代集中发生在门头沟区、房山区的山区,50 年代末到 90 年代则主要发生在密云区和怀柔区。

北京市 20 世纪 90 年代以来一直处于干旱少雨状态,泥石流活动相对减缓,出现了一定时间的间歇。鉴于北京大部分山区的地形条件及暴雨出现的概率和强度,决定了今后还

少量增加的。由此可见,为了防止山区水土流失,人为地在山上植树造林、护林和种草起了很大作用。另外,根据北京市 3 期的遥感影像判读出的水土流失调查数据中显示,近些年水土流失的面积在减少,强度减弱,水土流失总体上得到了控制(表 1)。

2.2 土壤侵蚀

由遥感调查数据可以看出,1996 年以来,北京山区的土壤侵蚀在一系列的措施下有所控制。轻度以上侵蚀面积从 1996 年的 4 770.32 km² 减少到 2016 年的 4 039.47 km²,减少了 730.85 km²,而且侵蚀强度有所下降,强度侵蚀已经从 211.77 km² 到完全没有,中度侵蚀也减少了 905.67 km²。

2.2.1 地质灾害 地质灾害中的主要类型是滑坡和泥石流,其活动强弱基本与洪水活动高低周期相一致,且取决于灾害性降雨出现周期。1950 年以前,强度降雨相对频繁,如 1900 年、1917 年、1929 年、1939 年均出现了大暴雨,这期间山洪泥石流灾害也较多。据 1949 年以前的史料不完全记载,北京山区在 1867—1946 年,共有 14 次灾害严重的泥石流,其中 1888

将面临着严重的泥石流威胁,因此必须提高警惕,加强预防。

2.2.2 矿区塌陷 北京西山地区地面塌陷自解放前至今均有发生,它与小煤窑的开采高潮相关,据实地调查,新中国成立以来出现了 2 个地面塌陷高峰期,其一是 1950 年前后,其二是 1980 年以来。前者是建国前各煤矿浅部开采所致,以地表塌陷坑、缝、山体滑塌为主,后者以建国后各煤矿深部开采因素为主,除地表塌陷坑、缝、山体滑塌外,还出现地下水位下降(井泉干枯)、地面不均匀沉降、强烈矿震等。虽然在不同的塌陷高峰期灾害造成损失的严重程度不同,但京西各煤田在发生灾害的时间上具有明显的趋同性。虽然各煤田在塌陷类型的分布上存在差异,但各类型塌陷相伴出现的特点具有一致性。

第二个高峰期主要是由于改革开放以来出现的大范围的乡镇集体和个体小煤窑开采活动导致的。乡镇、私营矿山开采正规程度相对较差,机械化程度虽不断提高,但总体水平仍较低。近期其采掘强度很高,产量很大且难以准确统计,并且其规划性不强,基础测量跟不上,开采范围很难掌握,采空区距地表较近等都增大了塌陷发生的危险性和灾害预测的困难。因此,小煤窑造成的危害较大,并有逐渐加重的趋势。

近几年来,北京市开始全面整治个体小煤窑,对于达不到要求的一律关停,在今后也将逐步关闭煤矿行业,因此,如何

治理以前遗留下来的塌陷地带和采空区也是今后工作的重点。

2.2.3 土地沙化 近些年,北京进行了一系列的风沙治理工程,其中不乏“京津风沙源治理工程”之类的重点工程,也取得了显著的成效。其中,延庆区的治理取得很大成果。延庆区位于北京的西北部,东南北三面环山,西临官厅水库,距北京 70 km,是西北地区风沙进入北京的咽喉要道,北京市五大风沙危害区之一的康庄地区就在延庆境内。延庆沙区面积 66 336.65 hm²,沙化土地 27 134.69 hm²,固定沙地面积为 8 933.78 hm²,妫河两侧 210 个村庄为风沙危害区。

延庆从 20 世纪 80 年代起开始治沙防沙,1993 年,该地区又被市政府批准为市重点绿化工程,在总面积 18 400.92 hm² 风沙危害区的核心部位制定了治理范围 3 733.52 hm²,造林 1 560.08 hm² 的治理规划。到 1998 年,3 733.52 hm² 重点治理区范围内的林木覆盖率由 1993 年的 37.80% 提高到了 79.90%,共营造农田林网 774 条,总长度

592 km。平均风速由过去 5 m/s 减为 3.50 m/s,大于 17 m/s 的风日由以前每年的 39 d 减少到现在的 15 d,降尘量也由过去的 11.50 t/(km²·月)减少到现在的 9 t/(km²·月)。

目前,延庆区森林面积已达 110 005.50 hm²,森林覆盖率由建国初期的 7% 增加到 55.40%,沙区的生态环境从很大程度上得到改善。

从沙尘暴的发生次数来看,2001 年北京遭受沙尘暴袭击多达 18 次,河北省怀来县境内官厅水库西南侧的天漠距北京只有 70 km,形势十分严峻。近年来随着京津风沙源工程的开展,沙尘暴发生次数明显减少,强度也逐渐减弱。

2.2.4 土壤污染 近些年,由于山区耕地的化肥和农药的使用量不断增加,对土壤的污染也不断加重。据统计数据显示,过去 10 年北京市土壤的农药污染水平在不断加重。从表 2 可以看出,2005—2015 年北京市农药使用总量和施用农药的面积均增加了约 21%,而且长期以来单位面积的农药使用量远远高于全国的平均使用水平(2.33 kg/hm²)。

表 2 北京市 2005、2015 年的农药使用情况

名称	2005 年	2015 年
农药施用总量(kg)	1 450 244	1 761 422
其中:生物农药总量(kg)	9 750.00	67 113.10
施用农药的耕地面积(hm ²)	270 205.26	329 109.32
其中:施用生物农药面积(hm ²)	20 599.63	47 670.80
施用农药耕地面积占总耕地面积的比例(%)	100	100
单位耕地面积平均农药施用量(kg/hm ²)	5.37	5.35

注:数据来源于“中东部地区生态环境现状调查表”,北京市环境保护监测中心制作。

另外,随着山区旅游业的兴起,随之带来的一系列的污染问题也引起了人们的关注,以前人迹稀少的地区,开发成景点后,就产生了大量的污水、固体废弃物等旅游垃圾,不但影响了景观,也污染了土壤。

2.3 山区土地生态质量

1992—2002 年 NDVI 变化显示,2003 年的 NDVI 比 1992 年大部分地区是提高了,尤其在靠近城市边缘地带。而在海拔较高地带 NDVI 是持平的。这充分说明由于历史原因,90 年代前,人们对植被破坏作用极大,使得 90 年代初期的植被状况较差,但经过十几年的山地绿化保护工作,山区土地生态质量得到明显好转。

1992—2013 年 NDVI 变化显示,2013 年与 1992 年相比,绝大多数高海拔山区的植被还是增加的,但接近山前平原或城市边缘地带,植被减少也较多,说明了人为活动对植被的破坏作用比较强烈。但是随着人们保护山地意识的增强,对山区植树造林活动的开展,高海拔山区的植被是增加的,可见山区的保护起到了一定作用。

2003—2013 年 NDVI 变化显示,2013 年植被与 2003 年相比,山前平原及城市边缘的植被减少比较明显,高海拔山区的植被逐渐增加,但近 10 年间城市边缘地区减少的幅度和高海拔山区植被增加的幅度均比近 20 年的变化幅度要大,说明随着经济快速发展,城市扩张剧烈,人们对北京山区山前平原地区和城市边缘地区的植被的破坏作用也很强烈。然而人们对山区植被的总体保护意识逐渐增强,因此高海拔山区近 10 年植被的增加也是明显的,土地生态质量得到了改善。

总体来看,1992 年至 2013 年以来,北京山区的植被指数

呈上升趋势,说明水土保持和植树造林卓有成效;而由于城市扩张影响,山区县区的山前平原和山间盆地(延庆盆地)的植被指数逐渐下降,且近些年的植被变化幅度更加明显,表明北京市部分县区山区土地生态环境逐渐遭到破坏,且土地生态治理面临严峻考验。

参考文献:

[1] 武锋强. 基于 RS、GIS 的生态环境评价与生态熵研究[D]. 成都: 成都理工大学,2016.

[2] 年立辉. 基于 RS 的土地生态环境质量评价指标体系构建——以徐州市为例[J]. 山西农经,2016(9):91-92.

[3] 武鹏达,鲁学军,侯伟,等. GIS 支持下土地生态环境敏感性评价——以金坛市为例[J]. 测绘科学,2016,41(2):81-86.

[4] 张彬,杨联安,向莹,等. 基于 RS 和 GIS 的生态环境质量综合评价与时空变化分析——以湖北省秭归县为例[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2016,47(1):64-71.

[5] 樊晏利. 开封市土地利用变化及生态环境质量评价[D]. 开封: 河南大学,2015.

[6] 贺金兰,张明月,田尉霞. 基于遥感影像的不同植被指数比较研究[J]. 科技创新与应用,2017(6):36-37.

[7] 王杰,李卫朋. 基于灵活的时空融合模型的植被覆盖度与植被指数关系[J]. 草业科学,2017,34(2):264-272.

[8] 吴志杰,何国金,黄绍霖,等. 南方丘陵区植被覆盖度遥感估算的地形效应评估[J]. 遥感学报,2017,27(1):159-167.

[9] 孙家柄. 遥感原理与应用[M]. 3 版. 武汉:武汉大学出版社,2013.

[10] 任永飞. 大同朔州地区生态环境时空演变规律——基于归一化植被指数的研究[J]. 能源与节能,2017(2):102-103.