

# 黄山风景区步道土壤理化性质变化特征分析

韦大山, 方凤满, 杨仲元

(安徽师范大学 国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241003)

**摘 要:**步道作为旅游景区重要的基础设施之一,是旅游活动冲击的主要对象,尤其以步道两侧土壤环境受影响最为显著。在黄山风景区内选择 7 条主要步道,设置 14 条调查样带,每条样带按照距步道远近依次选取 5 个连续样方,每个样方的面积设置为 1 m×1 m。在野外调查和实验室分析的基础上,采用多重比较等方法并建立土壤影响指数模型来探讨旅游活动对黄山风景区土壤环境的影响程度和规律。结果显示:旅游活动对土壤的硬度、pH 值、有机质、全磷、全钾等因子的变化有显著的影响,其受影响范围主要集中在距步道 4 m 内;由于游客访问比例不同,不同步道受影响的程度有明显差异,其中以玉屏景区和北海景区受影响较为严重,天海景区和西海景区次之,上山道和下山道受影响最小。

**关键词:**土壤理化性质;旅游活动;黄山风景区

中图分类号:S151.9;S153.6

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)02-0175-05

## Analysis on the Change of Soil Physico-chemical Properties of Trails in Huangshan Scenery District

WEI Da-shan, FANG Feng-man, YANG Zhong-yuan

(College of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241003, China)

**Abstract:** As an important infrastructure of traveling scenic area, trail is the main object impacted by tourist activities, which especially influences on the soil environment of two sides of trail. Within the Huangshan Mountain Scenery District, 7 major trails were selected, where 14 transect belts were set up. In each belt, five 1 m×1 m continuous samples with different distance away from the trails were investigated. This study investigated the level and range of tourist impacts on the soil environment in Huangshan Mountain Scenery District by using multiple comparison method and building soil index model based on field survey and experimentation. The results demonstrate that the qualitative change of soil such as soil rigidity, soil organic matter, pH, TP, TK and so on has a prominent correlation to tourism activities, and the influence mainly concentrated in the range of 4 m from trails; due to the difference in proportion of visitors, the influences on different trails have obvious differences, Yuping scenic spot and the Beihai scenic spot are seriously affected, followed by Tianhai scenic spot and Xihai scenic spot, while the downhill trail and the uphill trail have suffered the fewest influences.

**Key words:** soil physico-chemical properties; tourism activities; Huangshan Scenery District

随着旅游业的快速发展,游憩活动给旅游景区带来的环境问题日益突出,有关旅游对生态环境影响的研究成为当今环境和旅游研究的重点之一。旅游活动对自然生态环境的影响涉及大气、土壤、植被、水体、动物、景观等因素,其中以土壤和植被影响较为明显<sup>[1-5]</sup>,如景区步道派生出平行路径、步道土壤变得紧

实、步道变宽、步道两侧植物消失或者种群发生变化、土壤含水量变化、土壤有机质层消失等<sup>[6]</sup>,这些影响不仅会破坏景区的生态环境质量,也会影响到游客的旅游体验<sup>[7]</sup>。因此,研究旅游活动对土壤的影响具有重要的意义。本研究采取“既成事实调查法”(after-the-fact analysis)<sup>[8]</sup>,基于实地调查环境受旅游活动

影响的事实,通过样地与对照地的比较来分析旅游活动对土壤理化性质的影响。然后构建综合评价模型,以此来评价游客践踏对各景区步道外缘土壤的综合影响。通过对各景区样地各小区均值改变率加权求和即得各景区的土壤影响指数,以土壤影响指数来评价各景区土壤受影响的大小,以使旅游活动对步道的影响最小化,为步道的规划、建设与管理提供科学依据。

1 研究区域和研究方法

1.1 研究区域

黄山风景区位于安徽省南部黄山市境内,面积 160.6 km<sup>2</sup>,东起黄狮,西至小岭脚,北始二龙桥,南达汤口镇,分为温泉、云谷、玉屏、北海、松谷、钓桥、浮溪、洋湖、福固 9 个管理区,缓冲区面积 490.9 km<sup>2</sup>,黄山风景区成立于 1979 年,1985 年入选全国十大风景名胜,1990 年 12 月被联合国教科文组织列入《世界文化与自然遗产名录》,2004 年 2 月入选世界地质公园,2007 年被国家旅游局评定为国家 5A 级旅游景区。黄山动植物资源特别丰富,2005 年森林覆盖率达 84.7%,植被覆盖率达 93%。黄山土壤属亚热带北缘的黄红壤带分类系统,土壤一般呈酸性,基质通常是花岗岩和石英岩,具有明显的水平和垂直地带性特征。土壤类型由低到高为黄红壤—黄壤—暗黄棕壤—山地草甸沼泽土(局部)—山地草甸土(局部)—酸性棕壤<sup>[9]</sup>。

自改革开放以来,黄山风景区旅游业快速发展,游客量逐年增加。1979 年仅为 10.43 万人,2009 年已增至 235 万人,其中旺季(4—11 月)人数占全年游客量的 90%左右。黄山风景区有三条上山路线,

1979—2009 年间分别有约 50% 从云谷寺上山,约 40% 游客从慈光阁上山,其余从北坡松谷庵上山。三条索道开通后,大部分游客经索道上山,乘索道上山人数从 1995 年的 61.6% 增至 2009 年的 85%,而山上玉屏楼—天海—西海—北海—白鹅岭间只有步道相连<sup>[10]</sup>。

1.2 野外取样

在黄山风景区选取 7 条主要的游览步道(图 1),共设置了 14 条样带(表 1),即:云谷寺—白鹅岭、白鹅岭—北海、北海—排云亭、排云亭—光明顶、光明顶—玉屏楼、玉屏楼—天都峰、天都峰—慈光阁,每条样带设立 5 个垂直于步道的连续样方,每个样方面积为 1 m×1 m。采用五点法采集每个样方 0—10 cm 的土样,装袋保存。同时,用土壤硬度计测定土壤硬度,并记录样带的环境背景值,包括经纬度位置、海拔高度、步道长度和宽度。



图 1 黄山风景区土壤采集样点分布

表 1 黄山风景区各调查样带的地理环境概况

样带编号	纬度	经度	海拔/m	宽度/m	长度/m	所属步道	所属景区	游客游览比例/%
1	30°07.336'	118°11.216'	851	1.7	7500	云谷寺—白鹅岭	上山道	10
2	30°07.631'	118°10.840'	1118	1.7	7500	云谷寺—白鹅岭	上山道	10
3	30°08.347'	118°10.082'	1692	1.7	7500	云谷寺—白鹅岭	上山道	10
4	30°08.614'	118°10.014'	1611	2.2	1000	白鹅岭—北海	北海	100
5	30°08.641'	118°09.840'	1619	2.0	500	北海—西海	北海	100
6	30°08.543'	118°09.544'	1579	1.5	500	西海—排云亭	西海	30
7	30°08.545'	118°09.415'	1593	1.5	4000	排云亭—光明顶	西海	30
8	30°08.493'	118°09.447'	1605	1.7	4000	排云亭—光明顶	天海	100
9	30°07.746'	118°09.835'	1759	1.7	2800	光明顶—玉屏楼	天海	100
10	30°07.381'	118°10.231'	1533	1.7	2800	光明顶—玉屏楼	玉屏	100
11	30°07.271'	118°10.265'	1502	1.7	500	玉屏楼—天都峰	玉屏	100
12	30°06.999'	118°10.213'	1266	1.7	6000	天都峰—慈光阁	下山道	10
13	30°06.971'	118°10.223'	1097	1.7	6000	天都峰—慈光阁	下山道	10
14	30°06.553'	118°10.083'	885	1.7	6000	天都峰—慈光阁	下山道	10

据以往研究结果发现,旅游活动对步道土壤的影响主要分布在距离步道两侧 3~4 m 处<sup>[11]</sup>,加上现场目测发现,4 m 以外土壤环境影响很少,所以设置距离步道 5 m 处的样方为对照点。另外,旅游活动对土壤的影响在空间上具有高度集中性,即大部分影响的发生都局限在几条游道及游客集中休息点<sup>[9,12]</sup>。而坡度较大,开阔面积较小的区域则受影响较少,因此,样点布置主要在坡度小于 50° 的区域。

### 1.3 土壤分析方法

土壤硬度用硬度计现场测定,土壤的 pH 值、有机质、全磷、全钾的含量分别用电极法、重铬酸钾容量法、碳酸钠熔融法和 ICP 来测定。

### 1.4 土壤评价方法

1.4.1 土壤单因子变化率 单因子变化率用来确定各条样带不同距离样方土壤的平均硬度、pH 值、有机质、全磷、全钾的含量与对照区各因子的之间的改变程度。土壤因子改变率的公式为<sup>[11]</sup>:

$$SCR = \frac{N_i - N_0}{N_0} \times 100$$

式中:SCR——土壤因子改变率; $N_i$ ——第  $i$  样方土壤因子值; $N_0$ ——对照样方土壤因子值。

1.4.2 土壤因子变化综合指数 旅游干扰对土壤的影响是多方面的,因此以单因子的变化程度来衡量整个步道土壤环境的变化是不科学的,该研究引入一个能够衡量土壤受影响程度的综合模型。该模型通过对各条带因子改变率的均值加权求和得出各条步道所在景区的土壤影响综合指数,根据距离步道越近受影响程度越大的规律,将距步道 1 m 样方、2 m 样方、3 m 样方、4 m 样方的因子权重分别设定为 0.4, 0.3, 0.2, 0.1。该评价为<sup>[11]</sup>:

$$SII = \sum_{i=1}^4 W_i \sum_{j=1}^5 \frac{|N_{ij} - N_{0j}|}{N_{0j}}$$

式中:SII——土壤影响指数; $N_{ij}$ ——距步道  $i$  米样方土壤第  $j$  因子测定值; $N_{0j}$ ——对照区土壤第  $j$  因子的测定值; $W_i$ ——权重。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤硬度的变化

以前的研究发现旅游过程中游客的践踏能使步道两侧土壤硬度增加<sup>[13]</sup>,游客对土壤的干扰集中在步道两边 3~4 m 处,4~5 m 处变化较少,因此设置 5 m 处为对照样点。图 2 为各景区步道连续样方的土壤平均硬度变化趋势,各景区步道连续样方在 1~4 m 处的土壤硬度值呈递减的趋势,尤其是 1~3 m 处变化明显。在各景区步道中,以上山步道环境影响最为严重,景区中两个连续样方 1 m 和 2 m 的平均土壤

硬度增加率分别为 170.7% 和 119.6%,天海景区次之,两个连续样方 1 m 和 2 m 的平均土壤硬度增加率分别为 140% 和 62.1%,下山道影响最小,这是由于上山道是挑山工运输的道路而且选择此路上山的游客比例较多,天海景区则因为是重要景点和服务设施分布较多带来的游客量大,由于进山的两条索道的使用以及山道坡度较大,下山道改变率最小。

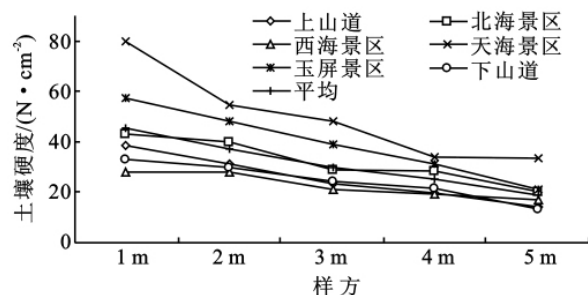


图2 各景区道连续样方的土壤硬度

### 2.2 土壤 pH 值的变化

土壤 pH 值是衡量土壤环境的重要指标,黄山风景区土壤的 pH 值大致为 4~6,属酸性土壤,且海拔较高景区的 pH 值较低。随着步道距离的增加,土壤 pH 值呈下降的趋势,与对照点相比,各样带 1 m, 2 m, 3 m, 4 m 处的平均 pH 值分别增加了 29%, 22%, 13%, 7%, 改变率较高的样点位于 1~3 m 处(图 3)。从另外一个角度看,不同景区的步道土壤的平均 pH 值改变率相差不大,尤其是距步道 3 m 以外的样点。这些都与旅游活动带来的外援物质的污染以及践踏地表相关。除此之外,地表枯枝落叶腐殖质的破坏以及有机质的下降都会引起土壤 pH 值的变化。

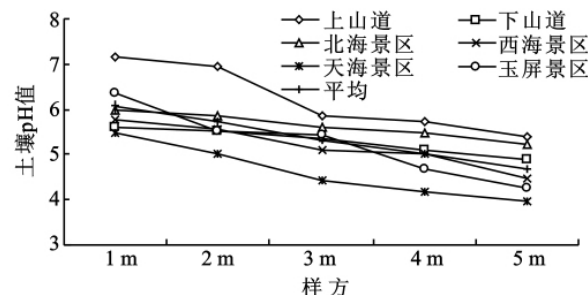


图3 各景区步道连续样方的土壤的 pH 值变化

### 2.3 土壤有机质的变化

随着步道距离的增加,土壤有机质呈升高趋势(图 4),1~3 m 处变化明显,3~4 m 处变化较小,由于 5 m 以外为乔木覆盖区腐殖质增多,有机质含量增大。与 5 m 处的对照点相比,各样带 1 m, 2 m, 3 m, 4 m 处的平均有机质分别降低了 56%, 39%, 24%, 20%。由于游客的践踏使土壤表面的枯枝落叶层和腐殖质层变薄甚至消失,土壤板结植物根系和微生物减少,从而导致土壤有机质的减少,影响植被的生长,破坏旅游环境。

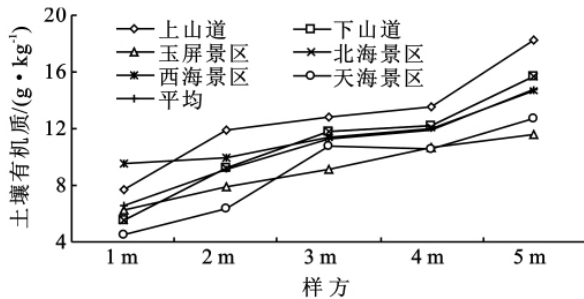


图 4 各景区步道连续样方的土壤有机质变化

## 2.4 土壤全磷的变化

随着步道距离的增加,各样方的土壤全磷含量总体呈上升趋势(图 5),其中 4 m 以内变化值明显,与对照点相比,各样带 1 m,2 m,3 m,4 m 处的平均全磷含量分别降低了 61%,52%,29%,6%。土壤磷主要来自磷灰石的风化,除土壤母质类型外,自然土壤含磷量还与有机质含量、土壤酸碱度等因素有关,土壤微生物和腐烂昆虫以及其他生命的躯体也会提供一定的磷。旅游干扰下,有机质减少、pH 值变化及土壤生物活动的改变等可能是引起土壤磷含量下降的重要原因<sup>[9]</sup>。

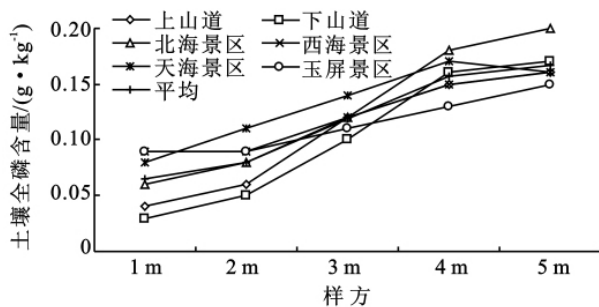


图 5 各景区步道连续样方的土壤全磷含量变化

## 2.5 土壤全钾的变化

随着步道距离的增加,各样带土壤全钾的含量均呈下降趋势(图 6),且影响范围集中在 5 m 以内,与对照点相比,各样带 1 m,2 m,3 m,4 m 处的平均全钾含量分别增加了 131%,92%,51%,25%。土壤中钾易于淋失,旅游干扰使土壤硬度增加,渗透性降低导致钾淋失量减少。此外土壤酸碱度变化以及土壤生物活动强度的改变都会影响土壤物质和能量的迁移转换,导致土壤养分含量变化<sup>[10]</sup>。

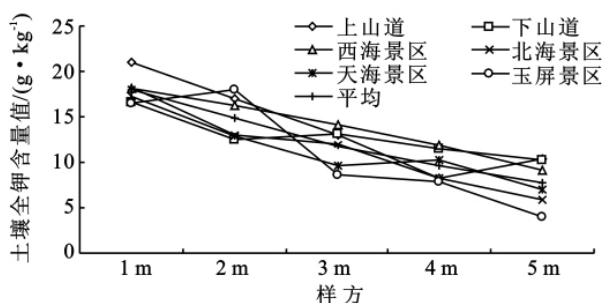


图 6 各景区步道连续样方的土壤全钾含量变化

## 2.6 旅游干扰对土壤的综合影响

根据土壤因子变化综合指数模型,将 5 个因子等权加和并计算平均值,得出黄山风景区各景区土壤的综合影响指数,如图 7 所示。各景区步道外缘土壤受影响程度不一样,其中,玉屏景区土壤影响指数为 4.5,为 6 个景区中影响指数最大值,说明其受旅游干扰的程度最大,其次为北海和天海景区,土壤影响指数分别为 2.6 和 2.3,西海景区、上山道和下山道影响指数较小,三者指数均约为 2。说明三者土壤受到的影响基本相当,且低于平均影响指数。

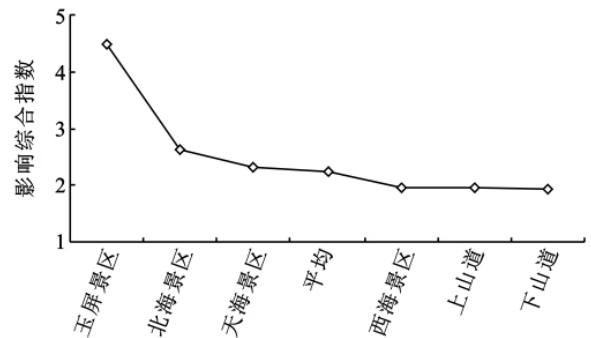


图 7 各景区土壤影响综合指数

根据资料统计和实地调查显示,2009 年黄山风景区游客数量达 235 万人,日均人数为 6 439 人,其中,50%游客从云谷寺上山,约 40%游客从慈光阁上山,其余从北坡松谷庵上山。随着三条索道开通,大部分游客经索道上山,乘索道上山人数从 1995 年的 61.6%增至 2009 年的 85%,从云谷寺—白鹅岭(上山道)和慈光阁—玉屏楼(下山道)游览风景区的游客减少,因而,该区步道外缘土壤受冲击较小。山上各景区中,以玉屏景区和北海景区为中心景区,其中玉屏景区著名景点较多,受游客欢迎,旅游干扰较大。北海景区地势较平坦,分布有旅游设施,人流量较集中,易受旅游活动的干扰。西海景区是山上景区影响最小的景区,除了与其景点分布太集中,游客涉及较少之外,也与该区地面的土壤较少,受冲击不明显相关。

## 3 结论

旅游活动对步道外缘土壤的硬度、pH 值、有机质、全磷和全钾产生较大的影响,其中以土壤硬度和有机质影响较大,土壤 pH 值最小。由于黄山风景区地势陡峭,且游客数量多,有限的空间承受较多的游客践踏,导致步道两侧的土壤板结,植被减少,在交叉路口形成了“节”和“链”,不但会破坏步道,危害游客安全,而且会破坏景区环境,在游客心中造成不好的印象。

通过本研究,发现黄山各主要景区步道土壤的受

影响程度,对于受影响较为严重的景区应该给以重视,应采取相应的措施减少旅游活动对环境的影响。首先,合理布局游道,定期维护检查;其次,严格控制旅游设施的建设,减少旅游设施运营对环境的影响;再次,通过工程和生物措施,如在步道两侧铺设植草砖来掩盖裸露土壤,增加景观美感,设置栏杆减少游客对外缘土壤的践踏;最后,加强宣传,提高游客环保意识,减少主动行为带来的负面影响。另外,本研究采取的“既成事实调查法”得出结果,只是一段时间内的数据采集,土壤采样的代表性不强,未来应加强长期的监测并建立模型才是更加合理和客观的方法。

#### 参考文献:

- [1] Van Der Duim R, Caalders J. Biodiversity and tourism impacts and interventions[J]. *Annals of Tourism Research*, 2002, 29(3): 743-761.
- [2] 程占红, 张金屯, 上官铁梁, 等. 芦芽山自然保护区旅游开发与植被环境的关系 II: 植被环境质量分析[J]. *生态学报*, 2002, 22(10): 1765-1773.
- [3] Boyle S A, Samson F B. Effects of nonconsumptive recreation on wild life: A review[J]. *Wild Life Society Bulletin*, 1985(13): 110-116.
- [4] Silsbee D G, Larson G L. Water quality of streams in

the Great Smoky Mountains National Park[J]. *Hydrobiologia*, 1982, 89(2): 97-115.

- [5] 晋秀龙. 旅游活动对九华山风景区土壤的冲击影响[J]. *自然资源学报*, 2009, 24(11): 1881-1882.
- [6] Marion J L, Leung Y F. Trail resource impacts and an examination of alternative assessment techniques [J]. *Journal of Park and Recreation Administration*, 2001, 19(3): 17-37.
- [7] 钟林生, 柴江豪, 谢婷, 等. 旅游活动对黄石寨景区步道的的影响评估[J]. *地理研究*, 2008, 27(5): 1071-1077.
- [8] 石强. 森林公园环境影响评价[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2005.
- [9] 陆林, 巩劫, 晋秀龙. 旅游干扰对黄山风景区土壤的影响[J]. *地理研究*, 2011, 30(2): 209-223.
- [10] 巩劫, 陆林, 晋秀龙, 等. 黄山风景区旅游干扰对植物群落及其土壤性质的影响[J]. *生态学报*, 2009, 29(5): 2239-2251.
- [11] 石强, 雷相东, 谢红政. 旅游干扰对张家界国家森林公园土壤的影响研究[J]. *四川林业科技*, 2002, 23(3): 28-33.
- [12] Maning R E. Impacts of recreation on riparian soils and vegetation[J]. *Journal of the American water Resources Association*, 1979, 15(1): 30-43.
- [13] 刘鸿雁, 崔海亭. 旅游开发对东灵山高山草甸的影响[J]. *生态学杂志*, 1998, 17(3): 63-66.

(上接第 174 页)

#### 参考文献:

- [1] 马九杰, 崔卫杰. 农业自然灾害风险对粮食综合生产能力的影晌分析[J]. *农业经济问题*, 2005(4): 49-53.
- [2] 王秋香, 任向宁, 孙伟杰, 等. 广东省耕地粮食综合生产能力研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2008, 24(6): 68-71.
- [3] 黎莉莉, 胡晓群, 袁昌定, 等. 重庆市粮食综合生产能力及保护机制研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2010, 31(1): 27-32.
- [4] 张凤荣, 张晋科, 张迪, 等. 1996—2004 年中国耕地的粮食生产能力变化研究[J]. *中国土地科学*, 2006, 20(2): 8-14.
- [5] 郭淑敏, 马帅, 陈印军. 我国粮食主产区粮食生产影响因素研究[J]. *农业现代化研究*, 2007, 28(1): 83-87.
- [6] 熊伟, 林而达, 蒋金荷, 等. 中国粮食生产的综合影响因素分析[J]. *地理学报*, 2010, 65(4): 397-406.
- [7] 姜涛, 孔令聪, 王光宇, 等. 安徽省粮食生产能力研究与分析[J]. *中国农学通报*, 2009, 25(6): 285-289.
- [8] 牛创民, 温学飞, 王峰. 基于因子分析法的盐池县粮食生产影响因素分析[J]. *水土保持研究*, 2010, 17(6): 278-282.
- [9] 许月卿, 李秀彬. 河北省粮食生产灰色关联动态分析[J]. *地理研究*, 2002, 21(3): 339-346.
- [10] 马岩, 郑海峰, 赵新峰, 等. 黑龙江海伦市粮食产量稳定

性影响因素分析[J]. *干旱地区农业研究*, 2008, 26(4): 215-223.

- [11] 石淑芹, 陈佑启, 姚艳敏, 等. 东北地区耕地变化对粮食生产能力的影响评价[J]. *地理学报*, 2008, 63(6): 574-586.
- [12] 彭澧丽, 杨重玉, 龙方. 农业机械化对粮食生产能力影响的实证分析: 以湖南省为例[J]. *技术经济*, 2011, 30(1): 34-38.
- [13] 李裕瑞, 刘彦随, 龙花楼. 江苏省粮食生产时空变化的影响机制[J]. *地理科学进展*, 2009, 28(1): 125-131.
- [14] 程叶青, 张平宇. 东北商品粮基地粮食生产的区域分异[J]. *自然资源学报*, 2005, 20(6): 925-931.
- [15] 王树涛, 李新旺, 门明新, 等. 基于改进灰色关联度法的河北省粮食波动影响因素研究[J]. *中国农业科学*, 2011, 44(1): 176-184.
- [16] 李学梅, 李忠峰. 50 年来榆林地区粮食生产变化及影响因素分析[J]. *干旱区资源与环境*, 2008, 22(5): 123-126.
- [17] 张路路, 张悦国, 刘瑞卿, 等. 河北省粮食单产区域差异特征演变格局及动因分析[J]. *水土保持研究*, 2011, 18(2): 192-197.
- [18] 仇方道, 钱进, 佟连军, 等. 江苏省粮食生产时空格局演变及影响因素[J]. *农业现代化研究*, 2009, 30(1): 11-15.