

2000—2016 年宁夏植被覆盖景观格局遥感动态分析

裴志方¹, 杨武年¹, 吴彬², 张齐飞³

(1. 成都理工大学 国土资源部地学空间信息技术重点实验室, 成都 610059;

2. 电子科技大学, 成都 611731; 3. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

摘 要:宁夏地处西北, 干旱少雨, 植被稀少, 是我国生态环境十分脆弱的地区。基于 MODIS NDVI 数据, 利用像元二分模型估算宁夏地区 2000—2016 年的植被覆盖度, 并定量分析其植被覆盖景观格局变化及发展趋势, 为宁夏地区生态环境建设提供科学依据。研究表明: 2000—2016 年, 宁夏植被覆盖整体向良好方向发展, 呈现极低植被→低植被→中植被→高植被覆盖转移趋势, 高植被覆盖有向中植被覆盖转移, 但转移比例较小; 农田植被区高植被覆盖程度不断增强, 自然植被区极低植被与低值被覆盖占全区面积的 70% 以上, 且低值被覆盖有向极低值被覆盖转移的情况, 生态环境建设不容懈怠。

关键词: 植被覆盖; 景观格局; 像元二分模型; MODIS NDVI; 宁夏

中图分类号: TP79; X87

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2018)01-0215-05

Analysis of Dynamic Vegetation Cover Landscape Pattern in Ningxia Hui Autonomous Region from 2000 to 2016 Using Remote Sensing

PEI Zhifang¹, YANG Wunian¹, WU Bin², ZHANG Qifei³

(1. Key Laboratory of Geospatial Information Technology, Ministry of Land and Resources, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China; 3. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

Abstract: Ningxia is located in the northwest China, where the climate is dry and the vegetation is scarce, the ecological environment is very fragile. Based on MODIS NDVI, the vegetation coverage of Ningxia from 2000 to 2016 was estimated by using the binary model, and the changes and development trend of vegetation cover landscape pattern were quantitatively analyzed in order to provide scientific basis for the construction of ecological environment in Ningxia. The results showed that: the vegetation cover in Ningxia was developing in a good direction from 2000 to 2016, showing a very low vegetation → low vegetation → medium vegetation → high vegetation cover transfer trend, high vegetation had a transfer to the medium vegetation cover, but the transfer ratio was low, and the coverage of high vegetation in farmland vegetation area was increasing. In the natural vegetation area, very low vegetation and low value covered more than 70% of the total area, and low vegetation had a transfer to the very low vegetation cover, the ecological environment construction can not be slacked.

Keywords: vegetation cover; landscape pattern; pixel dichotomy model; MODIS NDVI; Ningxia Hui Autonomous Region

植被是覆盖地表植物群落的总称, 是生态系统的重要组成部分。植被覆盖变化直接反映了自然演变与人类活动对生态环境产生的作用, 因此, 通过植被覆盖变化来对生态环境进行监测并掌握其变化特征, 为区域生态环境建设提供科学依据意义重大。植被

覆盖景观格局变化是表征植被覆盖空间分布及其在环境异质性和干扰状况综合控制下的动态变化特征^[1]。随着 RS 和 GIS 的发展, 越来越多的学者开始采用 RS、GIS 与景观生态学理论三者结合的模式对大尺度生态系统空间格局进行研究, 利用景观指数对

空间格局进行量化研究是这种研究模式的基本内容^[2]。王新闯^[3]等对河南省植被覆盖度及其景观格局时空变化进行了研究,马骏^[4]等对不同时期三峡库区重庆段植被覆盖景观格局变化进行了研究,杨磊^[2]等对川中丘陵区植被覆盖度景观格局变化进行了研究,这些都为其研究区域的生态保护提供了一定的科学依据。

宁夏处于中国干旱半干旱地区,大部分地区干旱少雨,植被稀少,生态环境十分脆弱^[5],因此,对宁夏植被覆盖变化进行研究,把握生态环境变化十分必要。已有学者对宁夏地区植被覆盖进行研究,但很少学者采用景观格局角度对其进行定量分析,此外学者们对宁夏植被覆盖的研究时间大多处于2012年之前,不具有时效性。本文基于宁夏2000年、2005年、2010年、2016年四个时相的MODIS NDVI数据,利用RS、GIS与景观生态学理论对宁夏近十几年来植被覆盖景观格局变化进行研究,分析其植被覆盖变化特征及发展趋势,从而为该区域的生态环境建设提供科学依据。

1 研究区概况

宁夏,位于中国西北地区,约6.6万km²,是中国面积最小的省区之一。宁夏属温带大陆性半湿润半干旱气候,年均气温5~9℃,年降雨量180~680mm,均由南向北递减,降雨多集中于6—9月,且年变化率大。宁夏年均径流量为9.493亿m³,年均径流深18.3mm,耕地hm²均水量、人均水量均远低于全国和黄河流域平均值,干旱威胁严重。宁夏植被覆盖自南向北呈现森林草原—干草原—荒漠草原—草原荒漠化的水平分布规律,土壤以黑垆土、灰钙土为主,由于长期人工灌溉,银川平原等地发育了非地带性的灌淤土,并分布有较多的草甸、沼泽、盐生植被,中部部分沙地生长着沙生植被。宁夏以草地比重最大,草地主要以荒漠草原和干草原为主,宁夏森林面积较小,尤其是天然林资源更为贫乏,集中分布在六盘山、贺兰山、罗山,湿地主要集中在银川平原,未利用的土地以沙地戈壁为主,水田主要分布在沿黄河两岸市县^[6]。近年来,宁夏不断加大植被保护力度,生态环境得到进一步提升,据统计,2015年,宁夏耕地面积约129.33万hm²,林地面积约76.8万hm²,草地面积约209.33万hm²。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

研究数据来源于美国航空航天局EARTHDATA平台提供的地球科学数据(<https://earthdata.nasa.gov>),所用的数据为MODIS/Terra NDVI产

品,产品类型编号为MOD13Q1,空间及时间分辨率分别为250m,16d。该数据已经过辐射校正、云体掩膜、大气校正等处理,并经过了较大时空范围的精确评估,可用于科学研究^[7]。由于夏季植被生长状态最佳,选取2000年、2005年、2010年、2016年四个时相的每年7—9月数据进行研究,为消除异常值的影响,采用最大合成法(MVC)进行处理,并利用ENVI 5.3软件对数据进行格式转换和投影变换,最终以宁夏自治区界限裁剪四个时相的NDVI数据。

此外,为了研究宁夏地区农田植被与自然植被的变化特征,本研究处理了宁夏地区2000—2016年的MCD12Q1数据产品,该数据是MODIS三级数据土地覆盖类型产品。本研究采用IGBP的全球植被分类方案,根据宁夏地区实际情况,将宁夏每年MCD12Q1数据分为农田植被区与自然植被区,并将其合成,从而研究宁夏地区农田与自然植被区的植被覆盖变化。

2.2 研究方法

2.2.1 植被信息提取与分级 本研究基于像元二分模型的原理对研究区植被覆盖度进行提取^[8-9],假设像元由裸土和植被两部分构成,利用NDVI数据估算植被覆盖度的公式如下:

$$F_c = \frac{(\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\text{soil}})}{(\text{NDVI}_{\text{veg}} - \text{NDVI}_{\text{soil}})}$$

式中:NDVI_{soil}为裸土或无植被覆盖区域的NDVI值,即无植被像元的NDVI值;而NDVI_{veg}则代表完全被植被所覆盖的像元的NDVI值,即纯植被像元的NDVI值。

对于NDVI_{soil}和NDVI_{veg}值的选取,结合西北地区的植被覆盖度的实际情况,参照Gutman^[10]提出的估算NDVI_{veg}和NDVI_{soil}的方法,并根据整幅影像上NDVI的灰度分布,以0.5%置信度截取NDVI的上下限阈值分别为NDVI_{veg}和NDVI_{soil}。参照水利部颁布的《土壤侵蚀分类分级标准SL190—2007》中植被覆盖度分级标准及前人研究^[11-13],结合宁夏地区植被覆盖特点及目视解译结果,将植被覆盖度划分为四个级别,分别为Ⅰ级极低植被覆盖、Ⅱ级低植被覆盖、Ⅲ级中植被覆盖、Ⅳ级高植被覆盖,从而生成宁夏地区不同时相的植被覆盖级别图(附图9)。

2.2.2 景观指数选取 景观指数指能够高度浓缩景观格局信息,表征其结构组成及空间配置某些方面特征的简单定量指标^[14]。结合研究区的特点及研究目的从斑块类水平及景观水平两个方面选取指数^[15-16]。斑块水平上选取能够描述斑块优势地位的最大斑块指数(LPI),能够指示斑块自然连通性的斑块结合度指数(COHESION);景观水平上选取能够

描述景观复杂程度的景观形状指数(LSI)、能够度量不同景观要素团聚程度的蔓延度指数(CONTAG)、能够反映景观类型分布的复杂化均匀化程度的香浓多样性指数(SHDI)、能够表征景观中不同景观类型分配均匀程度的香浓均匀性指数(SHEI)^[17]。景观格局指数均可以通过 Fragstats 3.3 软件计算得出。

2.2.3 植被覆盖度转移计算 为了更好的描述宁夏地区农田与自然植被区植被覆盖演变情况,利用 ArcGIS 分别将 2000 年与 2005 年,2005 年与 2010 年,2010 年与 2016 年,2000 年与 2016 年植被覆盖图进行叠加,通过统计分析,得到农田与自然植被区不同级别植被覆盖在四个期间的转移特征及空间分布情况,从而定量分析四个期间不同级别植被覆盖转移的特征及趋势,从而监测植被的变化。

3 结果与分析

3.1 植被覆盖面积变化特征分析

根据生成的四个时相植被覆盖级别图(附图 9)可以

表 1 2000—2016 年宁夏农田与自然植被区不同级别植被覆盖面积变化

年份	区域	I 级		II 级		III 级		IV 级	
		面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
2000	农田植被区	844.04	8.90	3349.64	35.33	3106.97	32.77	2180.93	23.00
	自然植被区	17840.12	43.67	18813.76	46.05	2957.67	7.24	1244.27	3.05
2005	农田植被区	919.76	9.70	1890.18	19.94	3735.22	39.39	2936.42	30.97
	自然植被区	18201.87	44.55	16104.82	39.42	4784.96	11.71	1764.17	4.32
2010	农田植被区	832.55	8.78	1176.49	12.41	2773.18	29.25	4699.36	49.56
	自然植被区	15682.96	38.39	14767.87	36.15	6607.57	16.17	3797.42	9.29
2016	农田植被区	643.22	6.78	1248.99	13.17	2281.50	24.06	5307.87	55.98
	自然植被区	14151.16	34.64	15594.85	38.17	6478.61	15.86	4631.21	11.34

3.2 植被覆盖斑块类水平分析

最大斑块指数(LPI)描述了斑块的优势地位。斑块结合度指数(COHESION)度量植被覆盖度的自然连通度,比例降低,连通性降低;反之连通性提高^[19]。对宁夏地区 2000—2016 年农田与自然植被区内不同级别植被覆盖斑块类指数进行分析(图 1)。

2000—2016 年,农田植被区 I, II, III 级植被覆盖 LPI 主要呈递减趋势,说明 I, II, III 级植被覆盖斑块优势地位减弱,干扰逐渐减弱,IV 级植被覆盖 LPI 呈递增趋势,斑块优势地位不断增强,植被覆盖增强;I, II, III 级 COHESION 主要呈降低趋势,连通性降低,IV 级植被覆盖 COHESION 呈增加趋势,连通性高,扩展性好。自然植被覆盖区 I, II 级植被覆盖 LPI 大于 III, IV 级植被覆盖 LPI,低植被覆盖仍占优势地位;I, II 级植被覆盖 COHESION 呈降低趋势,III, IV 级植被覆盖 COHESION 呈增加趋势,但

看出:2000—2016 年,宁夏极低植被和低植被覆盖主要集中在宁夏中部,中植被和高植被覆盖主要分布在宁夏北部与南部。中部降水稀少且无大的河流经过,大部分地区植被稀少,北部有银川平原常年受黄河灌溉,农业发展优良,植被覆盖较高,南部处于山区,六盘山林区气候湿润,适宜林木生长,植被覆盖程度较高^[18]。

对宁夏地区 2000—2016 年农田与自然植被区不同级别植被覆盖面积变化进行分析(表 1):2000—2016 年,农田植被区 I 级植被覆盖面积先增加后降低,减少了 23.79%;II 级植被覆盖面积先降低后增加,减少了 62.71%;III 级植被覆盖面积先增加后降低,减少了 26.57%;IV 级植被覆盖面积一直增加,增加了 143.38%。自然植被区 I, II, III, IV 级植被覆盖面积变化趋势与农田植被区一样,I 级植被覆盖面积减少了 20.68%;II 级植被覆盖面积减少了 17.11%;III 级植被覆盖面积增加了 119.04%;IV 级植被覆盖面积增加了 272.20%。可见,农田与自然植被区植被覆盖程度均逐渐增强。

是 I, II 级植被覆盖 COHESION 仍比 III, IV 级植被覆盖 COHESION 高,连通性强。

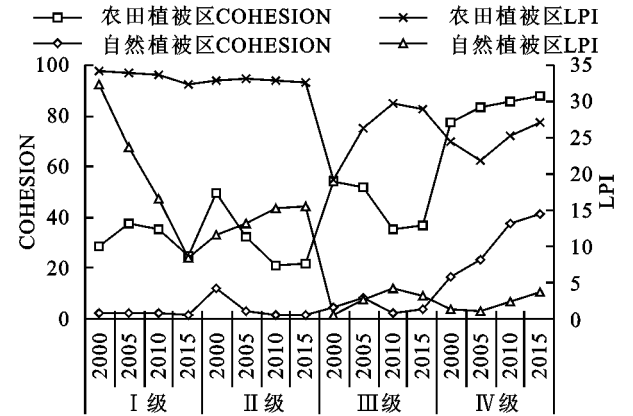


图 1 2000—2016 年农田与自然植被区不同级别植被覆盖斑块类指数变化

3.3 植被覆盖景观水平分析

在景观水平上选取 4 个景观指数对宁夏农田与

自然植被区景观特征进行了分析(图 2):景观形状指数(LSI)描绘了景观的复杂程度。2000—2016 年,宁夏农田植被区 LSI 呈逐渐递减趋势,降低了 8.83%,景观复杂性减弱;自然植被区 LSI 呈递增趋势,增加了 20.85%,景观复杂性增强。

蔓延度指数(CONTAG)描述了不同斑块类型的团聚程度或延展趋势,高蔓延值说明景观中某种优势斑块类型形成了良好的连接性,反之则表明景观具有多种要素的密集格局,景观破碎化程度高。2000—2016 年,宁夏农田植被区 CONTAG 一直增加,从 15.79%增到 27.99%,斑块类型连接性较好;自然植被区 CONTAG 一直降低,从 40.39%降到 22.08%,斑块类型连接性较差,景观破碎化程度高。

香浓多样性指数(SHDI)反映了景观的异质性,而香农均匀度指数(SHEI)是描述各级植被配置的均匀程度,数值越大类型分布越均匀。2000—2016 年,宁夏农田植被区 SHDI 与 SHEI 一直降低,分别降低了 13.22%,12.94%,景观异质性减弱,景观植被类型单一,主要为农作物。自然植被区 SHDI 与 SHEI 一直增加,

分别增加了 26.62%,25.97%,景观异质性增强,景观呈多样性发展,景观植被类型分布越来越均匀。

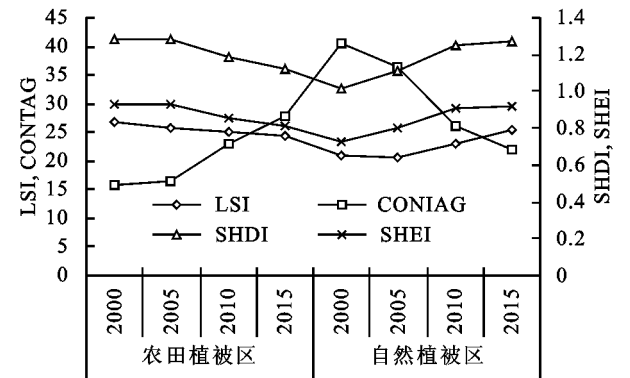


图 2 2000—2016 年农田与自然植被区景观指数变化

3.4 植被覆盖转移特征分析

对宁夏地区 2000—2016 年农田与自然植被区不同级别植被覆盖转移特征进行分析可得(表 2):2000—2005 年、2005—2010 年、2010—2016 年期间,农田植被区主要呈现极低植被→低植被→中植被⇒高植被覆盖转移趋势;自然植被区主要呈现极低植被⇒低植被⇒中植被⇒高植被覆盖转移趋势。

表 2 2000—2016 年农田与自然植被区不同级别植被覆盖转移特征 %

期间	类型	农田植被区				自然植被区			
		I 级	II 级	III 级	IV 级	I 级	II 级	III 级	IV 级
2000—2005	I 级	68.18	23.75	7.16	0.91	80.19	19.29	0.46	0.06
	II 级	9.95	43.88	42.66	3.52	20.61	65.07	13.84	0.48
	III 级	0.25	6.00	60.23	33.52	0.37	13.35	65.35	20.93
	IV 级	0.16	1.54	17.18	81.13	0.50	2.14	13.43	83.94
2005—2010	I 级	75.80	18.19	4.13	1.88	77.05	22.03	0.77	0.15
	II 级	5.65	41.26	42.53	10.56	10.17	64.86	23.11	1.86
	III 级	0.50	4.45	42.50	52.55	0.36	5.95	54.07	39.61
	IV 级	0.34	2.15	11.71	85.81	0.22	1.49	8.97	89.33
2010—2016	I 级	62.40	31.83	4.24	1.53	73.17	25.67	0.98	0.17
	II 级	8.05	47.86	30.47	13.62	17.69	68.02	12.37	1.92
	III 级	0.69	11.49	44.91	42.91	0.80	20.97	56.65	21.58
	IV 级	0.21	2.18	13.67	83.95	0.25	3.64	19.87	76.24
2000—2016	I 级	43.96	27.48	11.87	16.69	59.68	35.28	3.29	1.76
	II 级	7.36	24.24	39.74	28.66	18.48	48.12	25.91	7.49
	III 级	0.55	4.12	19.66	75.68	0.73	6.78	31.50	60.98
	IV 级	0.40	3.54	10.98	85.09	0.50	3.79	6.86	88.86

总体分析,2000—2016 年,农田植被区 I 级植被覆盖主要向 II 级植被覆盖转移,转移了 27.48%,II 级植被覆盖主要向 III、IV 级植被覆盖转移,分别转移了 39.74%,28.66%,III 级植被覆盖主要向 IV 级植被覆盖转移,转移了 75.68%,IV 级植被覆盖主要向 III 级植被覆盖转移,转移了 10.98%;自然植被区,I 级植被覆盖主要向 II 级植被覆盖转移,转移了 35.28%,II

级植被覆盖主要向 I、III 级植被覆盖转移,分别转移了 18.48%,25.91%,III 级植被覆盖主要向 IV 级植被覆盖转移,转移了 60.98,IV 级植被覆盖主要向 III 级植被覆盖转移,转移了 6.86%。

4 结 论

(1) 本文对 2000—2016 年宁夏地区植被覆盖动

态变化进行了定量分析并探讨了其发展趋势,得出:2000—2016年,宁夏农田植被区以高植被覆盖为主,极低、低、中植被覆盖面积减少,高植被覆盖面积增加;自然植被区极低植被与低植被覆盖面积减少,中植被与高植被覆盖面积增加,但极低与低值被仍占全区面积的70%以上。斑块类水平上,农田植被区高植被覆盖占有优势地位,连通性强;自然植被区极低植被与低植被覆盖占优势地位,连通性强。景观水平上农田植被区景观复杂性、异质性均减弱,连接性较好,景观类型单一;自然植被区景观复杂性、异质性均增强,连接性较差,景观呈多样性发展,植被类型分布均匀。植被覆盖类型转移方面,农田植被区呈现极低植被→低植被→中植被→高植被覆盖转移趋势,高植被覆盖有向中植被覆盖转移,但转移比例较小,植被覆盖总体向良好趋势发展;自然植被区也呈现极低植被→低植被→中植被→高植被覆盖区转移趋势,但也出现低值被覆盖向极低值被覆盖及高植被覆盖向中植被覆盖转移的情况,需要引起注意。

(2) 由于农田植被区主要为农作物,植被覆盖程度普遍较高,随着经济的快速发展,宁夏建设用地不断扩大,占用耕地面积较大,部分耕地也变成园地、畜牧养殖,加上一些退耕还林等因素,这些影响了农田植被区植被覆盖的变化。宁夏处于干旱与半干旱地区,气候对宁夏地区自然植被的影响很大,大部分地区植被稀少,草原沙漠化严重,政府主导了一系列的生态建设措施,如封山禁牧,退耕还林、退牧还草工程,“三北”防护林工程,六盘山、贺兰山天然林保护工程等,自然植被区植被覆盖发生了较大的变化,生态环境不断得到改善。

(3) 宁夏地区是我国生态十分脆弱的地区,对宁夏植被覆盖景观格局动态变化进行定量分析,能够更加直观地掌握地区植被覆盖总体变化特征及发展趋势,从而及时对地区生态环境进行改善与保护。由于数据原因,本文对植被景观格局变化的影响因素未做详细分析,需要在今后的工作中进一步进行研究完善。

参考文献:

- [1] 汪永华,苏志尧,陈北光. 广州白云山风景区植被景观格局探析[J]. 中国生态农业学报,2005,13(1):45-48.
- [2] 杨磊,张梅,罗明良,等. 基于MODISNDVI的川中丘陵区植被覆盖度景观格局变化[J]. 生态学杂志,2013,32

(1):171-177.

- [3] 王新闯,刘文锴,杨会军,等. 河南省植被覆盖度及其景观格局时空变化[J]. 水土保持通报,2015,35(6):242-247.
- [4] 马骏,马朋,李昌晓,等. 2000—2011年三峡库区重庆段植被覆盖景观格局变化[J]. 西南大学学报:自然科学版,2014,36(12):142-146.
- [5] 金晓媚,余秋生,薛忠歧,等. 宁夏回族自治区生态植被变化规律研究[J]. 科技导报,2007,25(10):19-22.
- [6] 杜灵通,田庆久. 宁夏植被覆盖动态变化及与气候因子的关系[J]. 中国沙漠,2012,32(5):1479-1485.
- [7] 孙晓鹏,王天明,邬建国,等. 北京市2008年奥运前后植被覆盖变化趋势[J]. 应用生态学报,2012,23(11):3133-3140.
- [8] 李登科,范建忠,王娟. 陕西省植被覆盖度变化特征及其成因[J]. 应用生态学报,2010,21(11):2896-2903.
- [9] 王传胜,李秋秋. 2000年以来西秦岭地区植被覆盖变化特征:以陇南市为例[J]. 水土保持研究,2016,23(2):308-312.
- [10] Gutman G G. Vegetation indices from AVHRR: An up date and future prospects[J]. Remote Sensing of Environment, 1991,35(2/3):121-136.
- [11] 范锦龙,张晓煜. 宁夏近18a植被动态变化遥感时序分析[J]. 干旱区研究,2009,1(1):53-58.
- [12] 王新军,赵成义,杨瑞红,等. 基于像元二分法的沙地植被景观格局特征变化分析[J]. 农业工程学报,2016,32(3):286-294.
- [13] 高彦净,谢余初,钱大文,等. 甘肃白龙江流域植被覆盖度及景观格局变化[J]. 水土保持研究,2015,22(1):181-187.
- [14] 邬建国. 景观生态学[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2009:106-120.
- [15] 何鹏,张会儒. 常用景观指数的因子分析和筛选方法研究[J]. 林业科学研究,2009,22(4):470-474.
- [16] 龚建周,夏北成. 景观格局指数间相关关系对植被覆盖度等级分类数的响应[J]. 生态学报,2007,27(10):4075-4085.
- [17] 郑新奇,付梅臣. 景观格局空间分析技术及其应用[M]. 北京:科学技术出版社,2010.
- [18] 侯静,杜灵通,马菁,等. 基于RS与像元二分模型的近20a宁夏植被覆盖研究[J]. 水土保持通报,2015,35(5):128-132.
- [19] 周淑琴,荆耀栋,张青峰,等. 毛乌素沙地南缘植被景观格局演变与空间分布特征[J]. 生态学报,2013,33(12):3774-3782.