

陕北农牧交错区生态环境影响因素评价

文 琦^{1,2}

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 咸阳师范学院资源环境与城市科学系, 陕西 咸阳 712000)

摘 要: 运用主成分分析法对陕北农牧交错区生态环境的主要影响因素进行了提取。研究表明: 自然生态压力与水资源利用效率因子、资源与人类活动压力因子、农业生产压力与水资源压力的综合因子是影响陕北农牧交错区生态环境的主要因子; 通过线性回归模拟分析发现, 1994~2005 年, 榆阳、神木、横山、府谷 4 县(区)的生态环境综合得分分别以 $-0.10/a$ 、 $-0.06/a$ 、 $-0.04/a$ 、 $-0.01/a$ 的速率下降, 而靖边和定边 1999 年后出现扭转, 分别以 $0.09/a$ 、 $0.08/a$ 的速率呈现上升态势; 从陕北农牧交错区生态环境空间变化分析, 榆阳区在 12 年中生态环境综合平均得分为 1.32, 属潜在脆弱区, 靖边和横山平均得分 0.61 和 0.43, 为轻度脆弱区, 神木平均得分为 -0.26 , 属中度脆弱区, 府谷和定边平均得分为 -1.14 和 -1.01 , 属重度脆弱区。结合变化趋势可以看出, 靖边生态环境逐渐趋于好转, 而府谷生态环境状况逐步退化, 且现状已不容乐观。

关键词: 生态环境; 影响因素; 主成分分析; 陕北农牧交错区

中图分类号: X171.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)01-0206-06

陕北农牧交错区是能源富集、经济贫困、生态脆弱的耦合区域, 也是全球气候变化、生态变迁及土地利用等研究的焦点地区, 其发展关系到国家能源安全、区域生态稳定、以及当地人民脱贫致富等诸多问题。近年来, 有关农牧交错区相关研究主要集中在土地利用与生态环境效应分析^[1,2]、生态环境的空间演变格局^[3,4], 同时, RS&GIS 及数学模型^[5~7]的引入, 促使该领域的研究工作从各个层面展开。陕北农牧交错区在景观格局上具有明显的地带过渡性: 地貌上属于风沙地貌向黄土地貌过渡的区域, 以风沙地貌为主; 在气候类型上, 是半干旱气候向半湿润气候的过渡区; 地带性植被呈现出荒漠、荒漠性草原向森林草原过渡的特征; 经济活动上, 是典型的农牧交错区与工矿业过渡的区域。正是多种过渡特性的叠加, 决定了该区生态环境的多样性、复杂性和脆弱性, 生态问题历来比较突出, 干旱、风沙、水土流失等脆弱的生态环境条件已成为制约区域可持续发展的瓶颈, 甚至对整个黄土高原乃至黄河中下游地区的发展都产生了影响。因此, 对该区域的生态环境影响因素分析有重要的现实意义。

1 研究区域概况和数据来源

1.1 研究区域概况

陕北农牧交错区位于北纬 $36^{\circ}57' \sim 39^{\circ}34'$, 东经 $107^{\circ}28' \sim 111^{\circ}15'$, 地处陕西省北部, 毗邻甘肃、

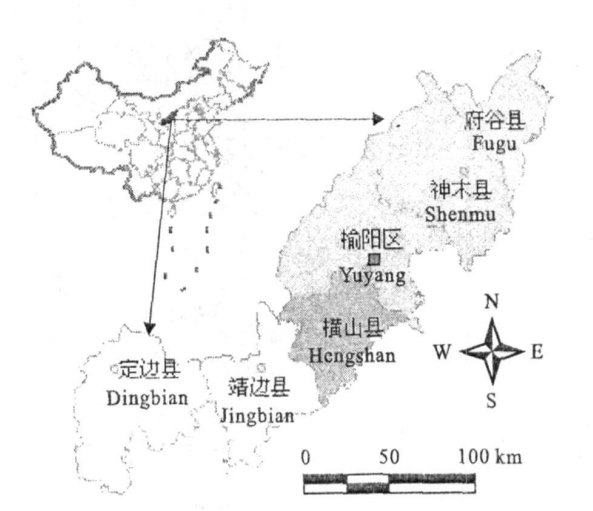


图 1 研究区域范围、区位示意图

Fig. 1 The sketch map of research area

宁夏, 北连内蒙古, 东与山西隔黄河相望, 处于毛乌素沙漠南缘、陕北黄土高原北端, 海拔高度 $900 \sim 1\,400\text{ m}$ 。行政区划上包括榆阳、神木、府谷、横山、定边、靖边等 6 县(区)(图 1), 总面积 3.37 万 km^2 , 2005 年, 该区域总人口为 200.20 万人, 其中农业人口 158.45 万人。区域农村发展以农业经济为主, 且种植业占据中心地位, 由于区域自然条件恶劣, 特别是不合理的利用土地、滥垦滥伐, 大量植被和草原遭到严重破坏, 全区风蚀沙化十分严重, 生态环境逐渐恶化。

1.2 数据来源

水资源数据来源于《榆林市水资源公报》(1998~2006)^①;社会经济发展数据来自于《榆林市统计年鉴》(1998~2006)^②;气候数据采用 1975~2005 年榆林市 11 个基准观测站的逐年年均温、降水量和蒸发量。

2 陕北农牧交错区生态环境评价

生态环境变化受人为因素与自然因素的双重影响,且人为与自然因素间及两个子系统内部各因素之间作用错综复杂。陕北农牧交错区地处毛乌素沙漠边缘,生态环境十分脆弱,其变化受到自然环境演变与社会经济发展的双重干扰。因此,对生态环境的评价首先应该对影响因子进行简化处理,这里选用主成分分析法对因子进行降维处理。

2.1 指标选择

在对陕北农牧交错区 6 县(区)生态环境和经济发展模式深入分析的基础上,本着科学性、区域性、代表性和易获取性的原则,选取了 12 项指标,从自然因素、资源存量、人口因子、水资源利用效率和农业活动影响 5 个层面构建了该区域发展的生态环境影响评价指标体系(表 1)。

表 1 陕北农牧交错区生态环境评价指标体系

Table 1 The assessing indicators of ecological environment in northern of Shaanxi

指 标 Index	
自然因素 Natural factor	年均温(℃) X1 Average annual temperature
	年均降水量(mm) X2 Average annual precipitation
资源存量 Natural resources quantity	人均水资源量(m ³ /人) X3 Average water resources per capita
	人均森林面积(km ² /人) X4 Average coverage of forest for each person
	人均耕地面积(hm ² /人) X5 Average coverage of cultivated land for each person
人口因子 Population factors	人口密度(人/km ²) X6 Population density
	人口自然增长率(‰) X7 Natural population growth rate
水资源利用效率 Utilization efficiency of water resources	万元产值用水量(m ³ /万元) X8 Industrial water utilizing per 10000 yuan production
	工业用水重复利用率(%) X9 Repeated utilization ratio of industrial water
农业活动影响 Impact of agricultural production	化肥使用强度 X10 Intensity of chemical fertilizer use
	农膜使用强度 X11 Intensity of film for agriculture use
	农药使用强度 X12 Intensity of pesticide use

2.2 生态环境影响因素的主成分辨识

鉴于影响生态环境的因素繁多,且相互间作用错综复杂,因此,对主导因子的判别,以及合理改善主导因子对于调控区域生态系统稳定性具有重要意义。这里选用主成分分析法对陕北农牧交错区生态环境的主要因素进行辨识,并评价农村发展的生态支撑能力。主成分分析(Principal component analysis)是从研究相关矩阵内部的依赖关系出发,将分散在一组变量上的信息集中到某几个综合指标(主成分)上的统计分析方法,以便利用主成分描述数据集内部结构,实际上也起着数据降维的作用^[9]。当这几个主成分(或综合因子)的累计方差和(即贡献率)达到 85%以上时,就说明这几个主成分集中反映了研究问题的大部分信息。另外,主成分分析法进行多指标综合评价时所用的权数属于信息量权数,以指标所含区分样本的信息量多少来确定指标的重要程度,是由数学变换产生的,受主观人为因素影响小,有助于客观地反映样本间的真实关系,可提高综合评价的有效性。

选取前述指标的 1994~2005 年陕北农牧交错区 6 县(区)的截面混合数据作为分析样本,这里只列举 2005 年分析过程,应用 SPSS12.0 软件对数据进行分析相关系数矩阵、特征值、主成分贡献率与累积贡献率,因子旋转载荷矩阵,主成分特征向量矩阵见表 2~5。

从表 2 可以看出,影响陕北农牧交错区生态环境的 12 个因子中存在不同程度的相关,其中 X3 和 X12,X4 和 X7,X11 和 X7,X10 和 X12,具有很强的相关性,相关系数分别为 0.903,0.917,0.841,0.882;X5 和 X9,X4 和 X11,X2 和 X8,X8 和 X4 存在着较强的相关性,相关系数分别为 0.705,0.725,0.650,0.601,这些充分体现了影响生态环境的各因子之间存在着较高的相互作用关系。

从表 3 可知,第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ主成分累计贡献率达 94.59%,根据主成分分析的要求条件,提取了前 4 个因子作为影响陕北农牧交错区生态环境的公共因子。为了合理解释每个公共因子,我们利用方差最大正交旋转法对因子载荷矩阵进行正交旋转变换,从而达到使各主成分表征因子的明确化。旋转后的因子载荷矩阵见表 4。从表 4 可以看出,主成分Ⅰ拥有全部信息的 33.87%,是一个相当重要的因子,在万元产值用水量($r=0.8492$)、年均温($r=$

① 榆林市水资源管理办公室·榆林市水资源公报·1998~2006。
② 榆林市统计局·榆林市统计年鉴·1998~2006。

0.7370)、年均降水量($r=0.8158$)三个指标上有较大的载荷量,说明主成分Ⅰ是表征水资源利用效率与自然生态压力的综合因子。主成分Ⅱ与人均森林面积($r=0.9813$)、人口自然增长率($r=0.9725$)、农膜使用强度($r=0.7896$)等三个指标有很大的相关性,是表征资源与人类活动压力的综合因子。主成分Ⅲ在农药使用强度($r=0.9877$)、化肥施用强度($r=0.9420$)、人均水资源量($r=0.8495$)三个指

标上有较大载荷,是表征农业生产压力和水资源压力的综合因子。主成分Ⅳ与年均降水量的相关系数为0.4071,这种影响在主成分Ⅰ中已经有所体现,因此这里将它剔除,结合以上相关因子进行整理分析,将影响陕北农牧交错区生态环境的因子可以概括为水资源利用效率与自然生态压力综合因子、人类活动生态压力因子、农业生产与水资源压力因子三类影响因子。

表 2 因子相关系数矩阵
Table 2 Factors correlation matrix

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
X1	1	0.450776	-0.11273	-0.31765	-0.43608	0.146441	-0.47542	0.42815	-0.63907	-0.41014	-0.87089	-0.25121
X2	0.450776	1	-0.02321	-0.06422	-0.53673	-0.15484	-0.42716	0.64991	-0.73547	0.230674	-0.47068	0.011141
X3	-0.11273	-0.02321	1	0.362565	-0.73637	0.164594	0.443149	0.145552	-0.15689	0.651548	0.267779	0.903134
X4	-0.31765	-0.06422	0.362565	1	-0.30887	-0.2187	0.917385	0.601189	0.170296	-0.04276	0.724872	0.045274
X5	-0.43608	-0.53673	-0.73637	-0.30887	1	-0.21867	-0.16027	-0.66702	0.705399	-0.34411	0.19301	-0.54454
X6	0.146441	-0.15484	0.164594	-0.2187	-0.21867	1	-0.03497	-0.10471	-0.51766	-0.15175	-0.15936	0.103894
X7	-0.47542	-0.42716	0.443149	0.917385	-0.16027	-0.03497	1	0.285419	0.360285	-0.03889	0.840629	0.150222
X8	0.42815	0.64991	0.145552	0.601189	-0.66702	-0.10471	0.285419	1	-0.55955	-0.18369	-0.0617	-0.15731
X9	-0.63907	-0.73547	-0.15689	0.170296	0.705399	-0.51766	0.360285	-0.55955	1	-0.02381	0.592016	-0.08436
X10	-0.41014	0.230674	0.651548	-0.04276	-0.34411	-0.15175	-0.03889	-0.18369	-0.02381	1	0.206652	0.882376
X11	-0.87089	-0.47068	0.267779	0.724872	0.19301	-0.15936	0.840629	-0.0617	0.592016	0.206652	1	0.18717
X12	-0.25121	0.011141	0.903134	0.045274	-0.54454	0.103894	0.150222	-0.15731	-0.08436	0.882376	0.18717	1

表 3 因子特征值与方差贡献率
Table 3 Total variance explained

项目 Items	特征根 Initial eigenvalues	贡献率 Contribution rate	累计贡献率 Cumulative contribution rate
Ⅰ	4.0649	33.8746	33.8746
Ⅱ	3.5920	29.9331	63.8077
Ⅲ	2.3342	19.4517	83.2593
Ⅳ	1.3594	11.3283	94.5876

表 4 因子旋转载荷

Table 4 Rotated component matrix

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
X1	0.7370	-0.3903	-0.2951
X2	0.8158	-0.2376	0.1094
X3	0.1763	0.3618	0.8495
X4	0.1342	0.9813	0.0204
X5	-0.7945	-0.2213	-0.5191
X6	0.1119	-0.1109	0.0524
X7	-0.1657	0.9725	0.0885
X8	0.8492	0.4758	-0.1449
X9	-0.8623	0.2508	-0.1072
X10	-0.0680	-0.0927	0.9420
X11	-0.5203	0.7896	0.1874
X12	-0.0131	0.0420	0.9877

表 5 主成分特征根向量

Table 5 Component eigenvector

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
X1	-0.4334	0.0158	0.1304
X2	-0.3441	0.2041	0.0850
X3	0.1163	0.4630	-0.1924
X4	0.2624	0.2676	0.4448
X5	0.1862	-0.4804	-0.0475
X6	-0.1211	0.0607	-0.1153
X7	0.3641	0.2151	0.3182
X8	-0.1739	0.2914	0.4826
X9	0.4047	-0.2404	-0.0346
X10	0.1033	0.3043	-0.4421
X11	0.4614	0.1006	0.1300
X12	0.1088	0.3821	-0.4216

2.2.1 水资源利用效率与自然生态压力综合因子
构成第Ⅰ主成分的主要因子是万元产值用水量(X8),年均降水量(X2),年均温(X1),其中X8最大,其次是X2、X1。说明陕北农牧交错区水资源利用对其生态环境的影响十分显著。2005年,该地区万元产值用水量为56.69 m³,同比青岛市工业万元产值用水量为14.2 m³,德国、英国、日本工业万元

产值用水量分别为 8.6、6.3、3.8 m³。2005 年,陕北农牧交错区工业用水重复利用率仅为 16.76%,不到全国平均水平(60%)的 1/3,相当于全国 20 世纪 80 年代平均水平。虽然该区以重工业为主,耗水量较大,重复利用率难以提高,但相比同类工业其整体水平仍偏低。

X₂、X₁ 在第 I 主成分上的载荷量分别占到了 0.85 和 0.82,表征自然条件对陕北农牧交错区生态环境具有较大影响,该区域地处干旱与半干旱过渡地带,当地自然环境因素对生态演变也有较大作用。1975~2005 年,陕北降水在波动中减少,速率为 23.15 mm/10a,1990 年以来陕北地区降水减少的趋势显著,尤以夏秋两季更为明显,分别以 12.29 mm/10a、7.20 mm/10a 的速率在减少,该区年降水主要集中在夏秋两季,占全年的 80.43%,因此,夏秋两季降水减少直接导致陕北地区降水总量的减少。气温方面,陕北地区是我国气候暖干化较为显著地区之一,1975~2005 年,陕北地区气温在波动中呈现快速上升的趋势,倾向率为 0.87℃/10a,31 年上升了 2.70℃。可见,自然因子向着不利于生态环境建设的方向变化,这对于干旱与半干旱过渡地带的陕北农牧交错区影响也较大。

2.2.2 资源与人类活动压力因子 主成分 II 与人均森林面积(X₄)、人口自然增长率(X₇)、农膜使用强度(X₁₁)三个指标有很大的相关性,反映了人均资源状况和人口增长及人类活动对生态环境的影响程度。从反映资源丰度因子的人均森林面积和人均耕地面积都可以看出,陕北农牧交错区人均资源水平都呈现了下降的趋势,研究区人均森林面积由 1994 年的 0.60 hm²,减少至 2000 年的 0.55 hm²,2005 年更是跌至 0.52 hm²;1994、2000、2005 三个年份的人均耕地面积分别为 0.25 hm²、0.20 hm²、0.17 hm²,呈现明显的减少趋势,而同期农膜使用强度却快速上升,速率分别为 0.001、0.003、0.005。另外,根据以上三个年份的人口自然增长率发现,人口自然增长速度虽有所减缓,但人口总数仍然呈现增长势头。因此,人口增长以及对森林、耕地等超强度利用对生态环境产生了较大的影响。

2.2.3 农业生产和水资源压力综合因子 农药使用强度(X₁₂)、化肥施用强度(X₁₀)、人均水资源量(X₃)在主成分 III 上占有较大载荷,分别为 0.9877、0.9420、0.8495,表征了农业生产对当地生态环境也有较强的影响作用,另外资源存量也对陕北农牧交错区的生态环境有一定影响,特别是水资源存量对

当地生态影响较大。从农药使用强度、化肥施用强度来分析,1994 年,陕北农牧交错区两项指标值分别为 0.0003、0.0781,2000 年均有所上升,达到了 0.0004、0.1204,并且一直延续着上升的态势,2005 年达到了 0.0005、0.1799。化肥施用强度上升非常明显,12 年翻了 2.30 倍,农药施用强度增长了 1.67 倍。从人均水资源量来看,变化不大,但是仍有逐年减小的势头,这与干旱化和人口增长均有不同程度的相关性,干旱化所导致的该区域降水以 23.15 mm/10a 的速率在减少。另外,人口增长也使人均水资源量减少。

2.3 生态环境综合评价

在主成分分析的基础上,通过建立综合评价函数方法,以避免评价过程中人为确定权数的缺陷,具体过程主要有以下几个步骤。首先,选取 Z_i(i = 1, 2, 3) 为第 i 个主成分的得分,将 Z₁, Z₂, Z₃ 以每个主成分方差贡献率 λ_i(i = 1, 2, 3) 占前 3 位综合因子之和的比例作为权数 λ_i(m = 1, 2, ...3),构造综合评价函数 F:

$$W_m = \lambda_m / \sum_{i=1} \lambda_i \tag{1}$$

$$F = W_1Z_1 + W_2Z_2 + \dots + W_mZ_m \tag{2}$$

其次是将 3 个综合因子变量的权数和标准化后的原始数据代入表 5 所给出的 3 个综合指标的相关系数回归方程,可计算出各县在 3 个综合因子方面的名次;最后可以根据综合评价函数计算各县生态环境综合实力得分,并确定各县区生态环境的名次。综合评价函数值越大,区域生态环境质量越高。

根据式(1)和(2)可计算出陕北农牧交错区 6 县(区)的生态环境综合实力得分。同理,计算出其它各年份生态环境综合实力得分(表 6)。

3 生态环境时空格局动态演变特征

根据国家主体功能区划分等级标准,陕北农牧交错区为限制开发区,属于沙漠化防止类型区。结合各县生态环境综合得分结果,可以相对地划分为 4 个层次:①潜在脆弱区,生态环境较好,但有退化的倾向,分值大于 1;②轻度脆弱区,局部地区生态环境已经有微弱退化,对区域发展影响不大,分值在 0~1;③中度脆弱区,生态环境已经出现明显的退化,对区域发展构成影响,分值在 -1~0;④重度脆弱区,生态环境退化严重,对当地经济已经构成威胁,分值小于 -1。

表 6 1994~2005 年陕北农牧交错区生态环境综合实力得分

Table 6 The score of ecological environment in northern of Shaanxi from 1994 to 2005

年份 Year	榆阳 Yuyang	神木 Shenmu	府谷 Fugu	横山 Hengshan	靖边 Jingbian	定边 Dingbian
1994	1.2135	0.0432	-1.2595	0.6921	0.9527	-1.6420
1996	1.8462	-0.0583	-1.3055	0.5433	-0.0461	-0.9796
1998	1.5844	-0.0859	-1.0697	0.7565	-0.0814	-1.1040
1999	1.6024	-0.0977	-0.1788	0.5623	0.1982	-2.0864
2000	1.9220	-0.4082	-1.2126	-0.0138	0.5376	-0.8251
2001	1.3772	0.0206	-1.8244	0.0708	0.7986	-0.4429
2002	1.1681	-0.6823	-1.3326	0.4079	1.0006	-0.5616
2003	0.7139	-0.1994	-1.2904	0.8965	1.0828	-0.2244
2004	0.9966	-0.7738	-0.4690	0.1413	0.3346	-1.7773
2005	0.7425	-0.3502	-1.4971	0.2161	1.3509	-0.4622
平均 Mean	1.3167	-0.2592	-1.1440	0.4273	0.6129	-1.0105

对 1994~2005 年陕北农牧交错区 6 县(区)的生态环境进行线性回归模拟分析,发现榆阳、神木、横山、府谷 4 县(区)的生态环境呈现下降趋势。其中,榆阳区的生态环境退化最为明显,生态环境综合实力得分以 $-0.10/a$ 的速率下降,神木、横山、府谷三县生态环境综合实力得分也分别以 $-0.06/a$ 、 $-0.04/a$ 、 $-0.01/a$ 的速率下降。靖边和定边两县的生态环境在 1999 年后出现了扭转态势,生态环境综合实力得分分别以 $0.09/a$ 、 $0.08/a$ 呈现上升态势。从生态环境综合得分的分类等级来看,榆阳区在 2003 年以前一直为潜在脆弱区,但随着时间推移,整体呈现了下降态势,2004 年跌入了轻度脆弱状态。神木、府谷、横山整体上分别呈现中度脆弱区、中度脆弱区、轻度脆弱区,且有逐年下降的趋势。靖边和定边整体上分别为轻度脆弱区、重度脆弱区,但两县的生态状况呈现扭转态势(图 2)。

从空间尺度分析,1994 年陕北农牧交错区 6 县中,榆阳为潜在脆弱区,神木、横山、靖边为轻度脆弱区,府谷、定边为重度脆弱区。1998 年国家能源重化工基地的建立,极大地促进了该地区经济发展速度,但依靠能源开采带动经济发展的模式对当地生态环境有很大的影响作用,2003 年后,国家进一步加大生态环境的建设力度,靖边等局部地区生态环境有所好转。

4 结论与讨论

1) 运用主成分分析法对陕北农牧交错区生态环境的主要影响因素进行了提取,从主成分综合因子的载荷量可以将影响该地区生态环境的主要因素归纳为三类,即水资源利用效率与自然生态压力因

子、资源与人类活动压力因子、农业生产压力与水资源压力的综合因子。

2) 通过线性回归模拟分析发现,1994~2005 年榆阳、神木、横山、府谷 4 县(区)生态环境表现为退化趋势,生态环境综合实力得分分别以 $-0.10/a$ 、 $-0.06/a$ 、 $-0.04/a$ 、 $-0.01/a$ 的速率下降;靖边和定边两县在 1999 年后,生态环境出现了扭转态势,综合实力得分分别以 $0.09/a$ 、 $0.08/a$ 速率呈上升趋势。

3) 从空间差异分析,榆阳 12 年中生态环境综合平均得分为 1.32,属于潜在脆弱区,靖边和横山平均得分 0.61 和 0.43,为轻度脆弱区,神木平均得分为 -0.26 ,属中度脆弱区,府谷和定边平均得分为 -1.14 和 -1.01 ,属重度脆弱区。结合变化趋势,可以看出靖边生态环境逐渐趋于好转,而府谷生态环境状况逐步退化,且现状已不容乐观。

参 考 文 献:

[1] 刘彦随, Jay Gao. 陕北长城沿线地区土地退化态势分析[J]. 地理学报, 2002, 57(4): 543—550.

[2] 杨述河, 闫海利, 郭丽英. 北方农牧交错带土地利用变化及其生态环境效应——以陕北榆林市为例[J]. 地理科学进展, 2004, 23(6): 49—55.

[3] 蒋卫国, 陈云浩, 李 京, 等. 中国北方农牧交错带生态环境的空间格局演变[J]. 自然资源学报, 2005, 20(6): 871—878.

[4] 郝润梅, 海春兴, 雷 军. 农牧交错带农田景观格局对土地生态环境安全的影响——以呼和浩特市为例[J]. 干旱区地理, 2006, 29(5): 701—705.

[5] 杨云贵, 常庆瑞, 陈 涛. 陕北农牧交错带土地资源质量评价[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(3): 121—126.

[6] 甘 红, 刘彦随, 王 静. 中国北方农牧交错区土地利用类型转换驱动因子分析[J]. 水土保持学报, 2004, 18(4): 113—116.

[7] 张军涛. 东北农牧交错区生态环境影响因素研究[J]. 地域研究与开发, 2008, 27(1): 113—116.

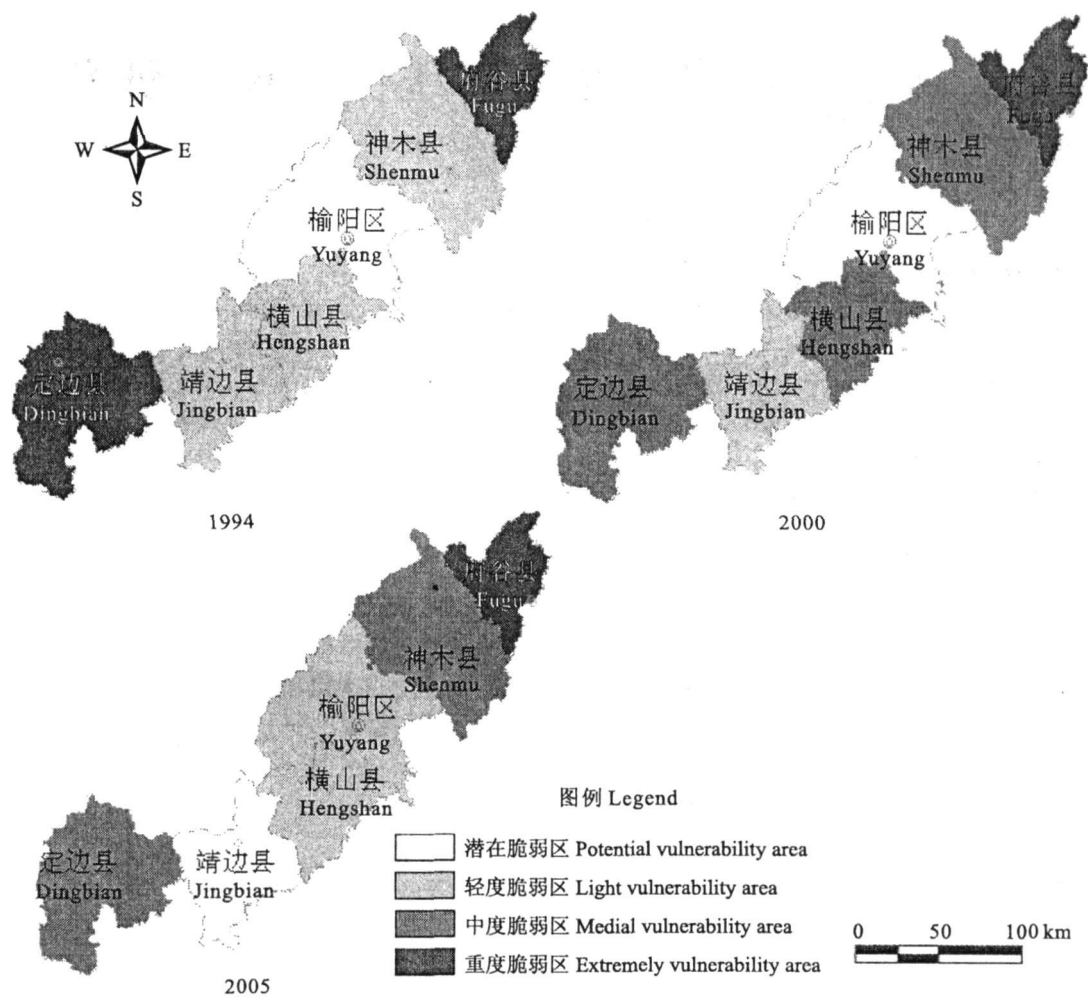


图 2 1994~2005 年陕北农牧交错区 6 县生态环境演变态势

Fig.2 The change situation of ecological environment in northern Shaanxi from 1994 to 2005

Analysis on the effective factors of eco-environment in agro-pastoral ecotone of northern Shaanxi

WEN Qi^{1,2}

(1. College of Tourism and Environmental Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;
2. Department of Resource and Urban Science, Xianyang Normal College, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

Abstract: The agro-pastoral ecotone is the most sensitive eco-environmental area in North China. It is also a typical region in which the eco-environment issues, such as soil erosion, desertification, and the grassland de-generation is prominent, which is attributed to the natural conditions and human activities. Using the method of principal component analysis, the main affecting factors are analyzed. The results indicate that the natural eco-logical pressure and water use efficiency factor, resources and human activities pressure, agricultural production and water resources pressure factor play important roles in eco-environmental evolution in this area. The linear regression analysis simulation indicates that the score of eco-environment quality takes on the degradation trends in Yuyang, Shenmu, Hengshan and Fugu from 1994 to 2005. On the contrary, the score of eco-environment has increased in 0.09/a and 0.08/a in Jingbian and Dingbian. The results of spatial changing of eco-envi-ronment indicate that Yuyang gets 1.32, which belongs to potential. Meanwhile, Jingbian and Hengshan get 0.61 and 0.43, belonging to light vulnerability area; Shenmu gets 0.26, belonging to medial vulnerability area; Fugu and Dingbian get -1.41 and -1.01, belonging to extreme vulnerability area.

Key words: eco-environment; effective factor; principal component analysis; agro-pastoral ecotone