

# 基于层次分析法的陕西省城市绿色发展区域差异测度分析

李文正

(咸阳师范学院 旅游与资源环境学院, 陕西 咸阳 712000)

**摘要:**从环境健康与基础设施绿色水平、环境承载潜力绿色水平、经济增长绿色水平和环境治理绿色水平 4 个方面,构建了城市绿色发展水平的综合评价指标体系,运用层次分析法和聚类分析法对陕西省 10 个地级市 2013 年城市绿色发展水平进行了综合测度与分析。结果发现:(1) 各市之间绿色发展水平差异显著,可将 10 市划分为五种类型区:高水平均衡发展区(安康市、延安市和宝鸡市)、中等水平均衡发展区(汉中市、商洛市和榆林市)、中等水平非均衡发展区(西安市)、低水平均衡发展区(铜川市和咸阳市)和超低水平均衡发展区(渭南市);(2) 从空间上看,陕南地区整体水平较高;陕北地区南部水平高,北部水平低;关中地区从西部到东部,水平逐渐由高变低。陕西省各市绿色发展综合水平与经济社会发展水平存在一定的背离现象;(3) 环境承载潜力绿色水平和经济增长绿色水平对各市综合水平差异影响最大,这两个方面权重重大,并且各市在这两个方面的得分差距大。而土地面积、工业规模与技术水平以及经济增长方式又是影响这两方面的主要因素。研究结果为陕西省城市绿色发展规划与决策提供参考。

**关键词:**陕西省;城市绿色发展;区域差异;层次分析法(AHP);聚类分析法

中图分类号:X822

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)05-0152-06

## Measure and Analysis on the Regional Differences of Urban Green Development in Shaanxi Province Based on Analytic Hierarchy Process

LI Wenzheng

(College of Tourism and Resources & Environment, Xianyang Normal University, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

**Abstract:** We constructed a comprehensive evaluation system for urban green development level from the four aspects: the green level of environmental health and infrastructure, green level of environment carrying potential, green level of economic growth, and green level of environmental treatment. With the methods of analytic hierarchy process and cluster analysis, the synthesized measure and analysis on the urban green development level of 10 prefecture level cities of Shaanxi Province in 2013 were carried out. The results are as follows. (1) There are great differences among cities in terms of the green development level, and the 10 cities can be classified into five types: high level balanced development regions(Ankang, Yan'an and Baoji); medium level balanced development regions(Hanzhong, Shangluo and Yulin); medium level non-balanced development region(Xi'an); low level balanced development regions(Tongchuan and Xianyang); ultra-low level balanced development region(Weinan). (2) In view of the spatial differences, the comprehensive level of southern Shaanxi is generally high; the northern part of northern Shaanxi is medium, and its southern part is high; from the western part of Guanzhong to central and eastern parts, the comprehensive level is decreasing from high to medium and low status. There are deviations of the urban green development level from its economic-society development level in Shaanxi Province. (3) The green level of environment carrying potential and the green level of economic growth are the most important factors affecting the gap of comprehensive level among different cities. The two aspects have great weight, and the score gap among cities is big in the two aspects. The land area, industrial scale and technology level,

收稿日期:2015-07-11

修回日期:2015-08-24

资助项目:陕西省普通高等学校优势学科建设项目(0602);咸阳师范学院教学改革研究项目(200802024);陕西省社会科学基金资助项目(2014D20);咸阳师范学院专项科研资助项目(07XSYK287);陕西省社科界重大理论与现实问题研究项目(2015Z066)

第一作者:李文正(1963—),男,陕西咸阳市人,副教授,主要从事资源环境与经济地理研究。E-mail:lwzh6302@163.com

and economic growth mode are the main factors affecting these two aspects. The results of this research can offer reference for the urban green development plan and decision in Shaanxi Province.

**Keywords:** Shaanxi Province; urban green development; regional difference; analytic hierarchy process; cluster analysis

城市是人口和经济活动高度集聚的区域,也是人类对自然环境影响最深刻的区域,走绿色发展道路已成为世界各国的共识。当前陕西省正处于城市化和工业化迅猛发展的阶段,要解决好城市发展产生的资源环境问题,要提高城市化质量和人的幸福感,必须摆脱传统的高消耗、高排放、高扩张、低效率和低效益的“黑色发展”模式,积极推动城市发展转向新的“绿色发展”模式。绿色发展是将经济发展置于资源与环境承载力约束条件下,以保护环境为前提,通过转变经济增长方式,依靠技术和管理的不 断革新,降低消耗,减少污染,提高经济效率和效益,实现经济社会进步与环境保护相统一的发展模式<sup>[1-7]</sup>。城市绿色发展水平已成为衡量城市化质量和城市现代化程度的重要标志,而当前有关城市绿色发展水平的定量研究还

较少,尤其是针对省域范围内各城市绿色发展水平的比较评价研究很少。鉴于此,本文通过对陕西省 10 个地级市绿色发展水平现状进行测度与分析,为正确认识陕西省城市绿色发展状况、发现存在的问题、做好城市绿色发展规划以及采取有效措施,促进陕西省城市绿色发展提供理论参考。

1 评价陕西省城市绿色发展的指标体系

从城市绿色发展的内涵出发,并参考相关研究成果<sup>[8-13]</sup>,将指标体系分为三层,以城市绿色发展综合水平为目标层(第一层),以环境健康与基础设施绿色水平、环境承载潜力绿色水平、经济增长绿色水平和环境治理绿色水平四个方面为准则层(第二层),最基层为指标层(第三层),设计了 27 个指标,见表 1。

表 1 陕西省城市绿色发展评价指标体系及权重

A 目标层	S 准则层	A—S 单 排序权重	U 指标层	指标 性质	S—U 单 排序权重	A—U 总 排序权重
A 城市 绿色 发展 综合 水平	S <sub>1</sub> 环境 健康与 基础设 施绿色 水平	0.1667	U <sub>1</sub> 建成区绿化覆盖率(%)	正	0.2371	0.0395
			U <sub>2</sub> 城市人均绿地面积(m <sup>2</sup> )	正	0.1287	0.0215
			U <sub>3</sub> 城区空气质量日报优良率(%)	正	0.2371	0.0395
			U <sub>4</sub> 人均水资源量(m <sup>3</sup> )	正	0.1287	0.0215
			U <sub>5</sub> 城市用水普及率(%)	正	0.1287	0.0215
			U <sub>6</sub> 城市燃气普及率(%)	正	0.0699	0.0117
			U <sub>7</sub> 城镇居民每万人拥有公共汽车(辆)	正	0.0699	0.0117
	S <sub>2</sub> 环境 承载潜 力绿色 水平	0.3333	U <sub>8</sub> 单位土地面积工业二氧化硫排放量(t/km <sup>2</sup> )	逆	0.2500	0.0833
			U <sub>9</sub> 单位土地面积工业化学需氧量排放量(t/km <sup>2</sup> )	逆	0.1250	0.0417
			U <sub>10</sub> 单位土地面积工业氨氮排放量(t/km <sup>2</sup> )	逆	0.1250	0.0417
			U <sub>11</sub> 单位土地面积工业烟(粉)尘排放量(t/km <sup>2</sup> )	逆	0.2500	0.0833
			U <sub>12</sub> 单位土地面积工业废水排放量(万 t/km <sup>2</sup> )	逆	0.2500	0.0833
	S <sub>3</sub> 经济 增长绿 色水平	0.3333	U <sub>13</sub> 单位 GDP 能耗(吨标准煤/万元)	逆	0.1460	0.0487
			U <sub>14</sub> 单位工业增加值能耗(吨标准煤/万元)	逆	0.0754	0.0251
			U <sub>15</sub> 万元 GDP 耗水量(亿 m <sup>3</sup> /万元)	逆	0.1460	0.0487
			U <sub>16</sub> 单位 GDP 工业二氧化硫排放量(t/亿元)	逆	0.1460	0.0487
			U <sub>17</sub> 单位 GDP 工业化学需氧量排放量(t/亿元)	逆	0.0754	0.0251
			U <sub>18</sub> 单位 GDP 工业氨氮排放量(t/亿元)	逆	0.0754	0.0251
			U <sub>19</sub> 单位 GDP 工业烟(粉)尘排放量(t/亿元)	逆	0.1460	0.0487
			U <sub>20</sub> 单位 GDP 工业废水排放量(万 t/亿元)	逆	0.1460	0.0487
			U <sub>21</sub> 第三产业占 GDP 比重(%)	正	0.0441	0.0147
	S <sub>4</sub> 环境 治理绿 色水平	0.1667	U <sub>22</sub> 城镇生活污水集中处理率(%)	正	0.2222	0.0370
			U <sub>23</sub> 生活垃圾无害化处理率(%)	正	0.2222	0.0370
			U <sub>24</sub> 工业固体废弃物综合利用率(%)	正	0.1111	0.0185
			U <sub>25</sub> 工业烟尘去除率(%)	正	0.1111	0.0185
			U <sub>26</sub> 工业二氧化硫去除率(%)	正	0.1111	0.0185
			U <sub>27</sub> 工业废水处理率(%)	正	0.2222	0.0370

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源与标准化处理

本文中 27 个指标的原始数据是根据《陕西统计年鉴 2014》、《中国城市统计年鉴 2014》、《陕西区域统计年鉴 2014》和《2013 年陕西省水资源公报》上相关数据换算得到或直接查得的,同时对个别存在质疑的数据,笔者在到相关政府职能部门进行调研时对其进行了核准。

为了消除不同指标量纲和量级的差异,使不同指标数值具有可比性,同时将逆向指标正向化(即指标值越大越好),本文选用极差标准化方法对指标原始数据进行处理。对于正向指标,其处理公式为:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{i\min}}{X_{i\max} - X_{i\min}} \quad (1)$$

对于逆向指标,其处理公式为:

$$Y_{ij} = \frac{X_{i\max} - X_{ij}}{X_{i\max} - X_{i\min}} \quad (2)$$

式中: $Y_{ij}$ ——标准化后数值(取值范围为 0~1); $X_{ij}$ —— $i$  指标在城市  $j$  的实际指标数值(本文中  $i = 1, 2, \dots, 27; j = 1, 2, \dots, 10$ ); $X_{i\max}, X_{i\min}$ —— $i$  指标的最大值和最小值。

### 2.2 运用层次分析法确定指标权重

层次分析法(简称 AHP 法)是美国运筹学家 T. L. Saaty 于 20 世纪 70 年代提出的一种定性与定量相结合的决策分析法,模拟人的决策思维过程,将多要素构成复杂系统分解为若干层次和若干因素,在各因素之间通过比较和计算,便可确定各因素重要性的权重值。与其他确定指标权重的方法相比,AHP 法最大的优点是通过一致性检验,保证专家逻辑思维上的一致性。用层次分析法确定指标权重过程如下<sup>[14-16]</sup>。

(1) 构建两两比较的判断矩阵。本研究采用 Saaty 提出的 1—9 标度法<sup>[14]</sup>,通过对政府环境保护部门、发改委、城建部门和高校从事城市化与城市环境研究的专家学者进行访谈调研,在与多位专家分析讨论的基础上,构建目标层与准则层构成的判断矩阵  $A-S_{1-4}$  和准则层与指标层构成的判断矩阵  $S_1-U_{1-7}, S_2-U_{8-12}, S_3-U_{13-21}, S_4-U_{22-27}$ 。

(2) 层次单排序和判断矩阵的一致性检验。层次单排序是计算本层次中各个指标相对于他们所属的上一层指标的权重。对判断矩阵进行一致性检验是为了考察得出的权重是否合理。这里以构建的判断矩阵  $A-S_{1-4}$  为例(见表 2),说明具体方法。

第一步,计算判断矩阵每一行元素的乘积  $M_i$ 。 $M_1 = 1/4, M_2 = 4, M_3 = 4, M_4 = 1/4$ 。

表 2 判断矩阵  $A-S_{1-4}$

$A$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
$S_1$	1	1/2	1/2	1
$S_2$	2	1	1	2
$S_3$	2	1	1	2
$S_4$	1	1/2	1/2	1

第二步,计算  $M_i$  的  $n$  次方根  $\overline{W}_i$ ,这里  $n=4$ 。 $\overline{W}_1 = 0.7071, \overline{W}_2 = 1.4142, \overline{W}_3 = 1.4142, \overline{W}_4 = 0.7071$ 。

第三步,将向量  $[\overline{W}_1 \overline{W}_2 \overline{W}_3 \overline{W}_4]^T$  归一化,即得到指标权重  $W_i$ 。 $W_1 = 0.1667, W_2 = 0.3333, W_3 = 0.3333, W_4 = 0.1667$ 。

第四步,计算判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{\max}$ :

$$A \cdot W = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0.1667 \\ 0.3333 \\ 0.3333 \\ 0.1667 \end{bmatrix}$$

$(AW)_1 = 0.6667, (AW)_2 = 1.3334, (AW)_3 = 1.3334, (AW)_4 = 0.6667$ 。

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i} = 4.0000$$

第五步,判断矩阵的一致性检验。当判断矩阵的  $\lambda_{\max}$  接近  $n$  时( $n$  为判断矩阵的阶数),表明具有满意的一致性,当  $\lambda_{\max} = n$  时,判断矩阵具有完全一致性。显然,判断矩阵  $A-S_{1-4}$  具有完全一致性。如果计算出的  $\lambda_{\max} \neq n$ ,则需要对判断矩阵进行一致性检验,检验公式为:

$$CR = CI / RI \quad (3)$$

式中:CR——判断矩阵的随机一致性比率;CI——判断矩阵的一致性指标,  $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ ;RI——判断矩阵的平均随机一致性指标,RI 值可查表获得(见表 3),本矩阵是 4 阶,所以  $RI = 0.90$ ;当  $CR < 0.1$  时,表明判断矩阵具有满意的一致性,说明权重分配合理,否则需要对判断矩阵进行调整,重新计算权重和一致性检验。对具有完全一致性的判断矩阵,  $CI = CR = 0$ 。

表 3 平均随机一致性指标 RI

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

根据上述方法,对准则层与指标层构成的 4 个判断矩阵进行计算,分别算得指标  $U_1-U_7, U_{8-12}, U_{13-21}$  和  $U_{22-27}$  的单排序权重,见表 1。同样,对这 4 个判断矩阵进行一致性检验,算得判断矩阵  $S_1-U_{1-7}$  的  $\lambda_{\max} = 7.0213, CI = 0.0036, RI = 1.32, CR = 0.0027 < 0.1$ ;判断矩阵  $S_2-U_{8-12}$  的  $\lambda_{\max} = 5.0000, CI = 0, RI = 1.12, CR = 0 < 0.1$ ;判断矩阵

$S_3-U_{13-21}$  的  $\lambda_{\max}=9.0186, CI=0.0023, RI=1.45, CR=0.0016<0.1$ ; 判断矩阵  $S_4-U_{22-27}$  的  $\lambda_{\max}=6.0000, CI=0, RI=1.24, CR=0<0.1$ 。显然, 这 4 个判断矩阵均获得满意的一致性。

(3) 层次总排序和一致性检验。层次总排序是计算本层次各指标针对自己所属的更高一层指标的权重, 而对于最高层指标而言, 算出的下面第二层单排序同时也是第二层的总排序。本项研究中指标共有三层, 指标层某个指标相对目标层的权重=该指标在单排序中的权重 $\times$ 该指标所属准则层的权重, 计算结果见表 1。对评价层次总排序结果一致性的检验与单排序类似, 按下列计算公式:

$$CI=\sum_{i=1}^n a_i CI_i \tag{4}$$

$$RI=\sum_{i=1}^n a_i RI_i \tag{5}$$

$$CR=\frac{CI}{CR} \tag{6}$$

针对本项研究,  $a_i$  为准则层 4 个指标的权重,  $CI_i$  与

$RI_i$  为准则层与指标层构成的 4 个判断矩阵的一致性指标和平均随机一致性指标。算得层次总排序的随机一致性比率  $CR=0.0011<0.1$ , 故一致性检验通过。

2.3 计算城市绿色发展水平得分

根据各市 27 个指标的标准化数据与按层次总排序确定的权重, 运用线性加权求和法分别计算各市准则层 4 个方面得分和目标层得分, 可写成公式:

$$F_j=\sum_{i=k}^p W_{i总} Y_{ij} \tag{7}$$

式中:  $F_j$ —— $j$  城市准则层某方面水平得分或目标层综合水平得分;  $W_{i总}$ ——指标  $i$  在总排序中的权重,  $Y_{ij}$ —— $j$  城市的  $i$  指标标准化数据。

3 结果与分析

3.1 测算结果

采用上述方法, 测得陕西省 2013 年 10 个地级市城市绿色发展综合水平得分与准则层 4 个方面水平得分, 结果见表 4。

表 4 陕西 10 市城市绿色发展水平得分及排序

区域	环境健康与基础设施		环境承载潜力		经济增长		环境治理		绿色发展	
	绿色水平 $S_1$		绿色水平 $S_2$		绿色水平 $S_3$		绿色水平 $S_4$		综合水平 $A$	
	得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序
西安	0.0946	6	0.1273	10	0.3077	1	0.1288	2	0.6585	6
铜川	0.1159	2	0.2164	7	0.1833	8	0.0677	9	0.5833	8
宝鸡	0.1260	1	0.2707	5	0.2431	4	0.1413	1	0.7811	3
咸阳	0.0784	8	0.1679	8	0.2378	5	0.0847	7	0.5688	9
渭南	0.0631	10	0.1553	9	0.0949	10	0.0922	6	0.4055	10
延安	0.0980	5	0.3276	2	0.2949	2	0.0628	10	0.7834	2
汉中	0.1020	3	0.3069	3	0.1801	9	0.1254	3	0.7143	4
榆林	0.0791	7	0.2597	6	0.2310	6	0.0682	8	0.6381	7
安康	0.1006	4	0.3298	1	0.2601	3	0.1051	4	0.7957	1
商洛	0.0677	9	0.3022	4	0.2132	7	0.0970	5	0.6801	5

3.2 各市绿色发展综合水平差异分析

从表 4 可以看出, 陕西省各市绿色发展综合水平差异显著, 水平最高的安康市得分(0.795 7)是水平最低的渭南市得分(0.405 5)的近 2 倍。综合水平的差异又与各市的 4 个准则层得分紧密相关。为了从总体上把握陕西省城市绿色发展水平的空间差异特点, 利用 SPSS 19.0 软件, 对陕西省 10 个市的绿色发展综合水平得分和 4 个准则层指标得分进行聚类分析, 采用系统聚类的 Q 型聚类方法(对观察样本进行分类), 选择“组间联接”和“欧式平方距离”, 得到的聚类谱系图, 见图 1。对聚类结果分析, 将陕西省 10 个市分成 5 种类型区较合适, 即高水平均衡发展区、中等水平均衡发展区、中等水平非均衡发展区、低水平均衡发展区和超低水平均衡发展区。

3.2.1 高水平均衡发展区 高水平均衡发展区包括

安康、延安和宝鸡, 这 3 市综合水平在全省排名第 1, 第 2 和第 3, 综合水平得分为 0.795 7~0.781 1, 远高于其他各市。同时, 这 3 市在 4 个准则层方面整体表现也最好, 发展较均衡, 只有延安在环境治理绿色水平方面得分排名很落后, 但该指标权重小, 对延安的综合得分影响不大。这 3 市相比而言, 安康和延安在两个权重大的环境承载潜力绿色水平和经济增长绿色水平方面优势最为突出, 宝鸡在这两个指标方面表现较好, 而在环境健康与基础设施绿色水平和环境治理绿色水平方面优势最为突出。结合各市在三级指标方面的表现及指标权重, 安康今后应加强提高公共汽车数量、燃气普及率、生活污水集中处理率、工业二氧化硫去除率和重视生产节水。但应当看到安康经济水平在全省很落后, 今后在保持环境优势的同时, 要加快经济发展。延安今后应提高工业污染物处理

率、提高第三产业比重和城市用水普及率。宝鸡重点要降低工业污染物排放量。

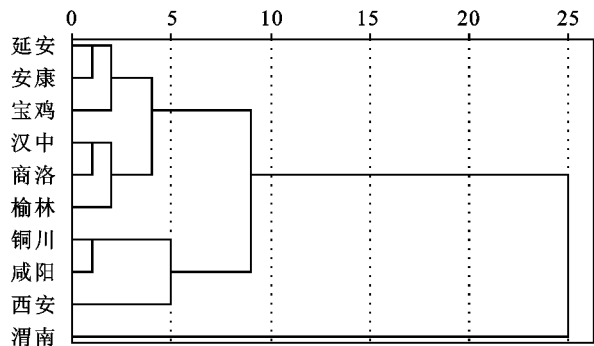


图1 陕西省10市城市绿色发展水平聚类谱系

**3.2.2 中等水平均衡发展区** 中等水平均衡发展区，包括汉中、商洛和榆林，这3市综合水平得分在10个市中分别排名第4，第5，第7，得分值为0.7143~0.6381，与10市平均值0.6609较接近，处于中等水平。同时，这3市的4个准则层发展水平较为均衡，只有汉中的经济增长绿色水平得分与其综合水平相比明显偏低，商洛的环境健康与基础设施绿色水平得分与其综合水平相比明显偏低。这3市相比，汉中和商洛在环境承载力方面相对具有一定优势，榆林在4个准则层方面发展相对更均衡。结合这3市的三级指标表现及指标权重，今后汉中和商洛在减少单位GDP能耗及产生的污染物、提升城市环境健康与基础设施水平和提高污染物处理方面都需要努力。同时，汉中和商洛的经济水平很落后，今后需要加快经济发展。榆林面积在全省排第1，比别的城市大得多，但工业规模也很大，产值已接近西安，远高于其他各市，是典型的依托能源开发发展起来的资源型城市，污染物排放量大，在环境承载力方面并无优势，在其他3个准则层方面也处于中等偏下水平，尤其是自然环境多风沙和水土流失较为严重。今后榆林应该利用经济和资本方面的优势，优化产业结构，加大生产技术设备的改造，提高对污染物的处理率以及加强对生态环境建设方面的投入。

**3.2.3 中等水平非均衡发展区** 中等水平非均衡发展区只有西安，综合水平得分在全省排名第6，处于中等水平。西安在4个准则层方面发展很不均衡，其经济增长绿色水平和环境治理绿色水平很高，分别排名全省第1和第2，环境健康与基础设施绿色水平排名第6，而权重大的环境承载力绿色水平却排名全省第10。显然，西安作为省会城市，第二、三产业规模很大，城镇人口最多，土地面积与其他市相比又小的多，所以环境承载力在全省最差，这也是大城市经济与环境之间最常见的矛盾。但另一方面，西安能

依靠生产技术的进步，单位产值对资源的消耗和排放污染物以及对污染物处理方面走在全省最前列，也体现了西安在环境保护方面的严格监管。西安的环境健康与基础设施绿色水平排名第6，主要是城市空气质量和人均水资源方面落后于其他城市，在城市自来水、燃气、公交车、绿地面积等方面，西安还表现最好。

**3.2.4 低水平均衡发展区** 低水平均衡发展区包括铜川和咸阳，这2市综合水平得分在全省分别排名第8和第9，得分值为0.5833~0.5688，比10市平均值0.6609还低约15%。这2市在4个准则层方面水平也都低，较为均衡，只有铜川的环境健康与基础设施水平排名显著高于其综合排名，咸阳的经济增长绿色水平排名显著高于其综合排名。铜川由于土地面积远比其他市小的多，使其环境承载力在全省居后，同时由于其重工业规模大，经济增长绿色水平和环境治理绿色水平都很低，所以未来重点要减少工业排污及提高污染物处理率。咸阳由于工业规模大，产值在全省排第3，而土地面积在全省排第8，环境承载力水平低，同时，在环境健康与基础设施水平和污染物处理率方面水平也低，今后重点要在减少污染物排放量和改善城市生态环境方面提高绿色发展水平。

**3.2.5 超低水平均衡发展区** 超低水平均衡发展区只有渭南，其综合水平得分在全省排名最后，比低水平的铜川与咸阳还低30%，综合水平显著超低。准则层有3个水平都很低，只有环境治理绿色水平排名第6，明显高于其综合水平排名。渭南工业产值在全省居第5，而土地面积相对较小（在全省居第7），在环境承载力、单位GDP能耗及产生的污染物和环境健康与基础设施方面水平都很低。今后在产业结构升级改造、提高生产技术水平、转变粗放的经济增长方式、提高城市人居环境质量和基础设施水平等方面，政府与企业都应在提高城市绿色发展水平方面采取有效措施。

## 4 结论及讨论

(1) 评价城市绿色发展水平涉及许多方面及其众多指标，因此，应该采用多指标综合评价方法。对各指标权重运用层次分析法确定较为科学实用，该方法既能体现不同专家的知识经验，又可防止专家判断的随意性。

(2) 陕西各市绿色发展综合水平差异较大，可分为5种不同的类型区，针对不同类型区今后应采取不同的绿色发展政策和促进策略。陕西各市绿色发展综合水平高低受环境承载力和经济增长绿色水平这两个方面影响最大，这两个方面指标不仅权重很

大,而且各市在这两个方面的水平差距较大。而土地面积、工业规模与技术水平以及经济增长方式又是影响这两方面的主要因素。面积大对提高城市绿色水平贡献大,相反,工业规模大,尤其是能源工业比重高的城市,其绿色水平一般明显受到影响,只有西安受此影响小,虽然西安工业规模很大,面积中等,但在节能减排和污染物处理方面做得好,所以绿色发展水平表现为较低而不是很低。环境健康与基础设施绿色水平、环境治理绿色水平这两个指标权重小,各市得分差距也小,所以对综合水平影响小。

(3) 陕西省各市绿色发展综合水平与经济社会发展水平之间存在一定的背离现象。整体上看,陕南地区城市绿色发展综合水平高,而陕南地区的经济社会水平在陕西省却最落后;陕北地区南部的延安绿色发展综合水平高,北部的榆林绿色发展综合水平低,但这两市的经济社会水平却正好与此相反;关中地区绿色发展综合水平表现为从西向东,水平由高到中等再到低逐渐降低的特点,但从整体上看,关中地区城市绿色发展综合水平低,而关中地区经济社会水平却在全省最高。这种绿色水平与经济社会水平的背离,说明陕西省各市在追求经济增长速度时对环境保护重视不够,揭示出陕西省经济增长模式依然存在着一定的落后性。

(4) 根据陕西省各市绿色发展综合水平差异特点,今后要从空间上合理规划和调整陕西的工业分布格局,要加大对落后地区的经济投入,在自然环境条件较差的地区要重点发展绿色产业,要从优化产业结构、提高企业技术水平、提高资源和能源的利用效率、减少污染物排放量、加强环境治理和环境执法等方面促进陕西省绿色发展水平的提升。

参考文献:

[1] 胡鞍钢,周绍杰. 绿色发展:功能界定、机制分析与发展

战略[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(1):14-20.  
[2] 王玲玲,张艳国.“绿色发展”内涵探微[J]. 社会主义研究,2012,30(5):143-146.  
[3] 马洪波. 绿色发展的基本内涵及重大意义[J]. 攀登,2011,30(2):67-70.  
[4] United Nations Environment Programme. Towards a Green Economy[R]. 2011.  
[5] 石敏俊,刘艳艳. 城市绿色发展:国际比较与问题透视[J]. 城市发展研究,2013,20(5):140-145.  
[6] 王永芹. 中国城市绿色发展的路径选择[J]. 河北经贸大学学报,2014,35(3):51-53.  
[7] 郑德凤,臧正,孙才志. 绿色经济、绿色发展及绿色转型研究综述[J]. 生态经济,2015,31(2):64-68.  
[8] 北京师范大学科学发展观与经济可持续发展研究基地,西南财经大学绿色经济与经济可持续发展研究基地,国家统计局中国经济景气监测中心. 2012 中国绿色发展指数报告[M]. 北京:北京师范大学出版社,2012.  
[9] 耿天召,朱余,王欢. 城市绿色发展竞争力评价研究[J]. 环境监控与预警,2014,6(1):60-62.  
[10] 王婉晶,赵荣钦,揣小伟,等. 绿色南京城市建设评价指标体系研究[J]. 地域研究与开发,2012,31(2):62-65.  
[11] 汪娜,韩永刚,黄义雄,等. 福州市建成区生态系统健康评价研究[J]. 水土保持研究,2014,21(2):200-204.  
[12] 官冬杰,苏印,何政春. 基于模糊数学模型的城市生态系统健康动态变化评价[J]. 水土保持研究,2014,21(5):150-156.  
[13] Rainer W. Competences for green development and leap-frogging in newly industrializing countries[J]. International Economics and Economic Policy,2010,7(2):245-265.  
[14] 徐建华. 计量地理学[M]. 北京:高等教育出版社,2006:226-232.  
[15] 曾建权. 层次分析法在确定企业家评价指标权重中的应用[J]. 南京理工大学学报,2004,28(1):99-104.  
[16] 朱茵,孟志勇,阙树恩. 用层次分析法计算权重[J]. 北方交通大学学报,1999,23(5):119-122.



(上接第 151 页)

[6] 周择福,王延平,张光灿. 五台山林区典型人工林群落物种多样性研究[J]. 西北植物学报,2005,25(2):321-327.  
[7] 林开敏,黄宝龙. 杉木人工林林下植物物种  $\beta$  多样性的研究[J]. 生物多样性,2001,9(2):157-161.  
[8] 李清湖,庄雪影. 广东山区 3 种不同人工林林下植物多样性初步研究[J]. 广东林业科技,2012,28(2):37-45.  
[9] 杨承栋,焦如珍,屠星南,等. 发育林下植被是恢复杉木人工林地力的重要途径[J]. 林业科学,1995,31(3):275-283.  
[10] 阎海平,谭笑,孙向阳,等. 北京西山人工林群落物种多

样性的研究[J]. 北京林业大学学报,2001,23(2):16-19.  
[11] 苏平,牟长城,张彩虹. 哈尔滨城市人工林木本植物的多样性[J]. 东北林业大学学报,2007,35(5):32-35.  
[12] 罗德光. 不同强度人为干扰对马尾松林分结构及物种多样性的影响[J]. 福建林业科技,2005,32(4):90-94.  
[13] 黄登银. 不同密度马尾松林下植被和土壤性质[J]. 防护林科技,2009(2):21-23.  
[14] 谷长磊,刘琳,邱扬,等. 黄土丘陵区生态退耕对草本层植物多样性的影响[J]. 水土保持研究,2013,20(5):99-103.