

西安市人口压力定量评价

王永丽^{1,2}, 于君宝¹, 马心璐³, 陈会民⁴

(1. 中国科学院 烟台海岸带研究所滨海湿地生态实验室, 中国科学院 山东省海岸带环境过程重点实验室, 山东 烟台 264003; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 3. 西北核技术研究所, 陕西 西安 710024; 4. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要:在对传统人口压力指标体系评述的基础上, 将无形资源纳入人口压力指标体系, 用人口自然增长率、人口密度、人均GDP、初高中在校人数百分比、性别结构、人口年龄结构等指标构建衡量人口压力的指标体系; 运用层次分析法计算确定各承压因子的权重, 探讨定量研究人口压力的方法和步骤; 并以2006年西安市统计资料为依据, 在ArcGIS 9.0平台上对西安市13个县级行政区划单位的人口压力进行赋值、量化、分级。结果发现: 首先, 西安市人口压力最大的地区是碑林区, 最小的是阎良区。其次, 西安市人口压力等级值接近正态分布, 中间等级居多, 占64.54%, 总体人口压力等级中。再次, 西安市经济欠发达地区人口压力一般较大, 经济相对发达地区的人口压力一般较小。

关键词:人口压力指数; 层次分析法; ArcGIS; 西安市
中图分类号:C922 **文献标志码:**A

Quantitative Evaluation of Population Pressure in Xi'an

WANG Yong-li^{1,2}, YU Jun-bao¹, MA Xin-lu³, CHEN Hui-min⁴

(1. Laboratory of Coastal Wetland Ecology, Key Laboratory of Coastal Zone Environmental Processes, Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Northwest Institute of Nuclear Technology, Xi'an 710024, China; 4. College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: On the basis of a literature review of population pressure, the intangible resource was put into the evaluation index system of population pressure, including eleven indexes such as the natural increase rate of population, population density, the average gross domestic product per person, the percentage of population in high school, the sex structure, the population age structure and so on. This paper adopts AHP method to determine the weight of population pressure factors and seeks methods and models that can evaluate population pressure quantitatively. Finally, the gross index of population pressure of 13 counties in Xi'an was calculated, classified and expressed with the platform of ArcGIS 9.0 with statistical data from the Xi'an yearbook of 2006. The research has reached the following findings: First of all, the largest population pressure region is Beilin District in Xi'an, the smallest is Yanliang District. Second, the population pressure levels are close to normal distribution. And mostly are middle levels, accounting for 64.54 percent. The overall grade of

收稿日期:2011-06-24 收稿日期:2011-07-15

基金项目:国家自然科学基金项目(40873062)

作者简介:王永丽(1984—),女,博士生,主要从事GIS与生态环境研究。

population pressure is moderate. Third, generally the population pressure in developed regions is relatively small but while relatively large in underdeveloped areas.

Key words: index of population pressure; AHP; ArcGIS; Xi'an City

人口问题是全球性最主要的社会问题之一,是当代许多社会问题的核心。以中国为例,当前社会生活和发展所遇到的种种问题,无一不直接或间接地与巨大的人口压力相联系。人口压力是指人口的非适度状态,即人口系统与经济、社会、资源和环境等系统的不适应或不协调。人口压力既包括人口的过剩,又包括人口的不足;既包括人口数量对其他系统的压力,又包括人口质量、人口结构等其他系统的压力;既可以在人口增长率高的地区出现,又可以在人口增长率低的地区出现;既表现在耕地、粮食产量等有形资源的占有,也表现在获取无形资源的能力、社会经济发展、收入分配和生活水平等方面^[1]。随着社会经济的发展,人口压力将更多地表现在人口与知识、技术、信息获取等无形资源的关系上。

西安市(包括新城、碑林、莲湖、灞桥、未央、雁塔、阎良、临潼、长安 9 个区和蓝田、周至、户县、高陵 4 个县)人口增长速度快,人口分布不均,各区县经济、人口素质、年龄结构、性别结构、人民生活水平等均存在着较大差别,尤其是城乡之间差别更大。因此,可以借助人口压力的定量化评价来对西安市人口空间分布的合理性进行研究。在参考前人研究成果的基础上,用人口密度、人均耕地面积、人均社会消费品零售额、人均可支配收入、人均 GDP、人均粮食占有量、人口抚养比、人口自然增长率、初高中在校人数比、男女人口数量差值人口等多项指标构建了衡量人口压力的指标体系,并计算出人口压力指数,对西安市人口压力进行定量化表示。同时应用 GIS 软件对西安市人口压力进行分级,以实现人口压力空间分布状况的可视化表达,从而为西安市政府相关部门制定人口与经济、社会发展政策提供参考依据。

一、国内外人口压力的研究现状及意义

马尔萨斯用人口繁殖力和土地生产生活资料的能力对比来分析人口压力,而当代马尔萨斯主义的代表人物则用人口与食物供给、人口与土地承载力、人口与经济增长和生活水平的提高等指标对人口压力进行研究。福格特(W Vogt)用一个表达人地关系的公式展开自己的分析,即: $C = B : E$,其中 C 代表土地的承载力; B 代表生物潜能,即土地上的绿色植物为人类提供住所、衣着尤其是粮食的能力; E 代表环境阻力,即限制资源利

用的阻力因素。他将人口压力由单纯的经济领域引向更广阔的资源环境利用领域。法国著名地理学家阿·德芒戎(Albert Demangeon)在对人口过剩和人口最佳状态的研究中指出,为了说明最佳状态可用某些启示性的现象:人口密度与生活水平。“在居民情况相等的两个国家内,一个可能是人口过剩,比如它有更高的生活水平,就会要求高度的舒适;另一个可能不是,比如它的居民生活较低。这样,人们就可能找到一个比较灵活、比较全面的研究人口过剩概念的方法”^[2]。到 20 世纪 50 年代中期,汤普森(Thompson W S)和赫茨勒(Hertzler J O)引向了更广泛的社会学领域。赫茨勒认为,人口压力应以农业为主要生产活动的社会可使用人口与土地之比,即粗人口密度来表示。而今天的人口过剩包括多种含义,主要是以经济发展的需要为标准的,以人均收入和人均产量最大值,即经济适度人口为测量点,同时也考虑了其他社会福利因素^[3]。

《中国可持续发展战略报告》对中国各地区的人口压力进行了定量研究,使用了人口自然增长率压力、人口生存空间压力和潜在人口生存空间、人均教育年限和人口识字水平等 4 项指标,即从人口数量压力和人口质量压力两方面进行分析,获得了各省、市、自治区的人口压力指数。其中:人口增长率压力以各省、市、自治区人口自然增长率达到零增长时的距离和难度作为衡量标准;现有人口的生存空间和潜在人口的生存空间以人均耕地为标准(人均耕地面积小于 0.08 hm^2 者,即为土地资源出现压力的临界值,对低于此数值的地区对其空间压力进行评价,并获得压力指数);人均受教育年限以 9 年为教育压力降到零的临界值;成人识字率达到 100% 为不受压力的标准,凡低于此数者按其指标大小计算其压力指数,据此得出中国人口压力的量化结果^[4]。

上述有关人口压力的研究状况,对本研究具有较好的参考价值,但也存在一定的缺陷。赫茨勒提出了一些指标,但没有进行量化,这主要是由于统计资料的局限。中国科学院可持续发展课题组虽然提出了指标,并进行了量化,但这些指标及方法之缺陷是明显的。如:人口增长率固然是衡量人口压力的一个指标,但以自然增长率达到零时的距离和难度作为标准,实际中难以操作。什么时候人口自然增长率达到零增长,这只是一种

测算。本研究认为,人口增长率高对人口压力高低有重要影响。高人口增长率会带来人口压力。现有人口生存空间压力指数和潜在人口的生存空间压力指数有一些雷同,特别是潜在人口的生存空间压力,计算起来非常繁琐,非现有统计资料所能为。

二、人口压力评价指标选取

本文认为,人口压力一词正在不断扩大其使用范围,它应具有更广泛的代表性,也可认为它是人口影响于社会经济持续发展的阻力。因此,不应只以人均耕地或粮食、人口经济密度或人均资源占有量中三两个指标简单地衡量对比区域人口压力水平,人口压力的承载因子应包含多项指标,人口压力评估是典型的综合评价问题。

区域人口压力定量分析评价指标国内已有多项研究发表^[5-7],在借鉴相关研究成果的基础上,并考虑到数据的可获取性,经过修正补充从3个方面(人口对环境资源压力、对经济发展压力及人口自身压力)选取7类11项因子作为评价指标。分别为:①人口生存空间压力,即人口密度指标,人口密度越高,人口生存空间压力越大;②人口生活质量压力,用城乡居民人均可支配收入和人均社会消费品零售额来衡量,生活水平越高,说明人口压越小;③人口经济压力,选用人均GDP和人均粮食占有量2个指标,人均GDP越高和人均粮食占有量越多,人口压力越小;④人口抚养和社会保障压力,用人口年龄结构衡量,以人口抚养比作为指标,比率越大,人口抚养和社会保障压力越大;⑤人口增长压力,用人口自然增长率衡量,人口自然增长率越高,人口增长率压力越大;⑥人口素质压力,用初、高中在校人数比率2项指标衡量,人口素质越高,人口素质压力越小;⑦人口系统稳定性压力,用性别结构衡量,男女人口数差值越大,人口系统稳定性压力越大。

三、研究方法

(一)评价指标权重的确定

人口承压因子选定后,人口压力水平就取决于各承压因子贡献值和权重。本文采用层次分析法(简称AHP法)计算确定承压因子的权重。层次分析法的基本思路与人对一个复杂的决策问题的思维、判断过程大体上是一样的。首先,把要解决的问题分层系列化,即根据问题的性质和要达到的目标,将问题分解为不同的组成因素,按照因素之间的相互影响和隶属关系将其分层聚类组合,形成一个递阶的、有序的层次结构模型。然后,对模型中每一层次因素的相对重要性,依据

人们对客观现实的判断给予定量表示,再利用数学方法确定每一层次全因素相对重要性次序的权值。最后,通过综合计算各层因素相对重要性的权值,得到最低层(方案层)相对于最高层(总目标)的相对重要性次序的组合权值,以此作为评价和选择方案的依据。

用AHP分析问题大体要经过以下五个步骤:(1)建立层次结构模型;(2)构造判断矩阵;(3)层次单排序;(4)层次总排序;(5)一致性检验,其中后3个步骤在整个过程中需要逐层地进行。运用层次分析法计算得到西安市人口压力评价指标权重(表1)。

(二)人口压力评价模型

为表达区域人口压力水平,我们需构造一个“人口压力指数 P ”,并建立以下评估模型。

(1)建立单因子函数评估体系。选定的评价指标中分两类:第1类是指标值越大,人口压力越大;第2类是指标值越大,人口压力越小。这是很重要的区别,为此我们构造2种单因子评价函数,分别计算两类不同指标数据对人口压力指数的贡献值。

设 i 区域的第 j 个指标的数据为 d_{ij} ,选取其最大值为 R_{\max}^j ,最小值为 R_{\min}^j ,则,

①A类效用函数:

$$U_{ij} = \frac{d_{ij}}{R_{\max}^j} \quad (1)$$

该式可求算第1类指标对人口压力的贡献值。

②B类效用函数:

$$U_{ij} = 1 + \frac{R_{\min}^j}{R_{\max}^j} - \frac{d_{ij}}{R_{\max}^j} \quad (2)$$

该式可求算第2类指标对人口压力的贡献值。

公式(1)、(2)的优点在于:一方面消除原始数据量纲,增强了可比性;另一方面使 U_{ij} 值在0~1,避免了数据普遍偏大与普遍偏小对后续计算指数 P 的不同影响。

(2)建立综合评价函数。设 P_i 为 i 区域的人口压力综合评价指数(简称人口压力指数); W_j 为第 j 个指标的权重; U_{ij} 仍表示第 i 区域第 j 指标的贡献值,则:

$$P_i = \sum_{j=1}^n W_j U_{ij} \quad P_i \in (0, 1] \quad (3)$$

式中 P_i 值越大,表示 i 区域的人口压力越大。

(三)处理分级原则

人口压力大小不仅在不同地区不同时间有所不同,而且即使在同一地区同一时间,采用不同的评价指标也会有不同的数值。因此,对西安市人口压力进行分级时,采取相对分级原则较为合适。

表1 人口压力评价指标体系及其权重

目标层	准则层		要素层		指标因子层		排序
	内容	权重	内容	权重	内容	权重	
西安市 人口压力	环境资源压力	0.539 6	人口生存空间压力	0.666 7	人口密度	0.239 9	1
					人均耕地面积	0.112 0	4
	社会经济压力	0.297 0	人口生活质量压力	0.333 3	人均社会消费品零售额	0.059 9	8
					人均可支配收入	0.119 9	3
					人均GDP	0.148 5	2
					人均粮食占有量	0.074 2	6
	人口自身压力	0.163 4	人口增长压力	0.648 3	人口抚养比	0.074 2	6
					人口自然增长率	0.105 9	5
					高中在校人数比	0.028 1	9
					初中在校人数比	0.009 4	11
		人口系统稳定性压力	0.112 0	男女人口数量差值	0.019 9	10	

根据西安市13个区县的人口压力综合指数P值的特点,同时考虑到既要比较详细地反映西安市各区县人口压力大小的空间差异,又要便于读者区分,按照等比分级法将西安市人口压力分为6级,等级越高,人口压力越大(表2)。

表2 人口压力分级标准

人口压力等级	人口压力指数P	人口压力定性描述
1	≤0.39	小
2	0.40~0.45	较小
3	0.45~0.50	中
4	0.50~0.55	较大
5	0.55~0.60	大
6	≥0.60	非常大

(四) 研究区数据计算与空间可视化

(1) 评价数据及计算过程。数据来源为2006年的西安统计年鉴,西安第五次人口普查数据以及西安市行政区划栅格扫描图。在Excel软件中,首先根据公式(1)对西安市13个评价单元进行计算,求得第1类指标(人口密度、人口抚养比、人口自然增长率及男女人口数量差值)对人口压力的贡献值;然后按照公式(2)计算第2类指标(人均耕地面积、人均社会消费品零售额、人均可支配收入、人均GDP、人均粮食占有量及初高中在校人数比率)对人口压力的贡献值;最后获得2005年西安市各区县不同人口承压因子对人口压力指数的贡献值(表3)。

完成以上工作后,再根据表1西安市人口压力评价指标权重及表3西安市不同人口承压因子对人口压力指数的贡献值按照公式(3)计算西安市各区县人口压力指数,获得2005年西安市各区县人口压力评价指数(表4和图1)。

(2) 空间可视化。地理信息的空间可视化是利用各种数学模型,把各类统计数据、实验数据、观察数据、地理调查资料等进行分级处理,然后选择适当的视觉变量以专题地图的形式表示出来,如分级统计图、分区统计图、直方图等。

西安市人口压力的空间可视化表达是选用R2V、ArcGIS 9.0软件,以矢量的西安市行政区划扫描图为底图,根据人口压力指数P值的大小,依据特定的分类原则,进行西安市人口压力的分级,生成2005年西安市人口压力分级专题图(图2),从而实现西安市人口压力空间分布状况的空间可视化表达。

四、西安市人口压力评价及空间差异分析

(1) 根据西安市各区县人口压力指数,西安市人口压力排名前3位的是碑林区、长安区、蓝田县和周志县;人口压力较小的区县依次为阎良区、未央区、雁塔区;人口压力适中的区县是新城区、临潼区、莲湖区。

(2) 西安市各区县人口压力等级值接近正态分布,中间等级居多,总体人口压力为2级的区县2个,3级的区县4个,4级的区县4个,分别占到15.38%、26.08%、23.08%;人口压力1级、5级

表3 人口承压因子对人口压力指数的贡献值

	人口密度	人均耕地面积	人均社会消费零售额	人均可支配收入	人均GDP	人均粮食占有量	人口抚养比	人口自然增长率	高中在校人数比率	初中在校人数比率	男女人口数量差值
新城	0.54	1.00	0.05	0.31	0.18	1.00	0.54	0.10	0.47	0.75	0.30
碑林	1.00	1.00	0.36	0.30	0.51	1.00	0.50	0.12	0.69	1.00	1.00
莲湖	0.47	1.00	0.30	0.32	0.32	1.00	0.55	0.13	0.93	0.93	0.36
灞桥	0.05	0.63	0.90	0.65	0.78	0.79	0.81	0.25	0.87	0.83	0.15
未央	0.05	0.83	0.55	0.57	0.15	0.92	0.77	0.38	0.89	0.84	0.13
雁塔	0.17	0.95	0.54	0.41	0.13	0.97	0.54	0.36	0.87	0.96	0.52
阎良	0.03	0.12	0.92	0.70	0.57	0.45	0.79	0.23	0.72	0.58	0.14
临潼	0.02	0.00	0.93	0.86	0.82	0.33	0.93	0.66	0.92	0.58	0.22
长安	0.02	0.34	0.90	0.86	0.86	0.46	1.00	0.94	0.84	0.74	0.31
蓝田	0.01	0.13	0.97	0.97	0.97	0.39	0.97	0.61	1.00	0.70	0.55
周至	0.01	0.27	1.00	1.00	1.00	0.40	0.99	0.43	0.84	0.44	0.84
户县	0.01	0.11	0.96	0.87	0.83	0.23	0.88	0.48	0.65	0.62	0.60
高陵	0.03	0.19	0.98	0.88	0.83	0.00	0.97	1.00	0.78	0.66	0.05

表4 2005年西安市各区县人口压力指数

	新城	碑林	莲湖	灞桥	未央	雁塔	阎良	临潼	长安	蓝田	周至	户县	高陵
人口压力指数	0.46	0.66	0.50	0.51	0.43	0.44	0.39	0.49	0.57	0.55	0.55	0.47	0.52

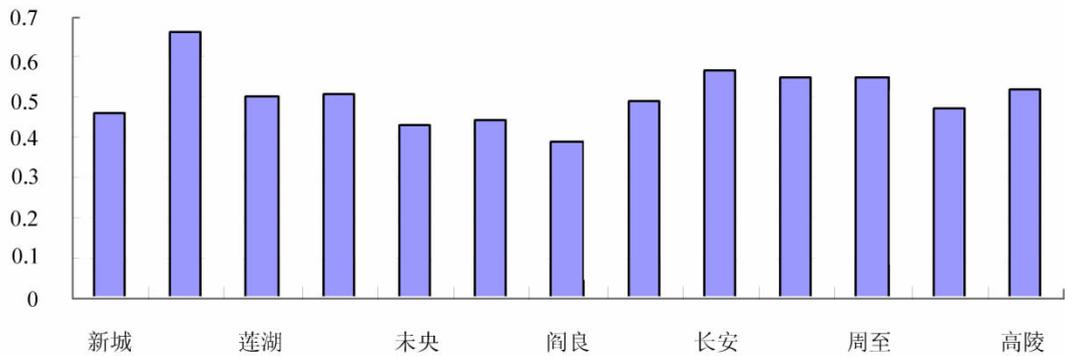


图1 2005年西安市各区县人口压力指数

和6级的区县(即人口压力非常大和非常小的区县)分别都仅有1个,占23.08%。由图1可以看出,西安市4个市辖县之间人口压力综合评价指数差距较小,但是其他9个市辖区之间人口压力综合评价指数有较大差距,其中最大值为0.66(碑林区),最小值为0.39(阎良区),相差0.27。

(3) 人口压力的大小不仅取决于人口与有形资源(如土地面积、耕地面积、粮食产量等)的关系,也取决于人口与无形资源(如经济、教育、知识等)的关系。传统体系主要借助于人口与有形资源的比率说明人口压力,而一般不考虑无形资源。现代社会,无形资源的重要性已显著上升,本研究显示,有形资源丰富、人口密度小的地区人口压力并不必然小,如西安市各市辖县的有形资源相对于市辖区(尤其是市城区)都显得

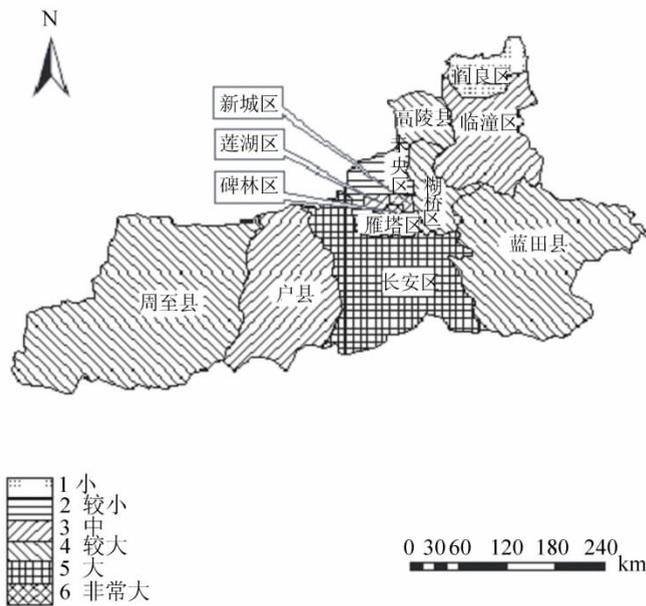


图2 2005年西安市人口压力分级

很丰富,但是人口压力却比这些地区要大。反之,有形资源相对来说不是很丰富,但是无形资源很丰富的地区人口压力相对较小。

(4) 经济欠发达地区的人口压力一般较大,经济相对发达地区的人口压力一般较小,这一结果与1999年中国科学院可持续发展研究组对全国各省的人口定量结果一致^[3]。西安市经济发展水平总体是市辖区要比市辖县高,市城区(新城区、碑林区、莲湖区)及与市城区毗邻的辖区(未央区、雁塔区、灞桥区)要比其他远离市中心的市辖区高。从分级结果来看:除人口压力等级为1级的阎良区远离市中心以外,人口压力等级为2级的区县和人口压力等级为3级的区县一半都是市城区及市城区毗邻的市辖区。除人口压力等级为6级的碑林区是市城区以外,人口压力为5级和4级的区县都是市辖县及远离市中心的市辖区。以上结果表明,人口压力与社会经济发展水平密切相关,要消除人口压力,必须要充分发展经济,变不发达为发达状态。

五、结 论

通过前面的分析和研究,本文得出以下结论:(1) 西安市各辖县的人口压力虽然存在差异,但其等级值总体上呈正态分布,中间等级居多,同时最大等级与最小等级评价指数之间又有着较大的差距;(2) 本文选取的指标体现了无形资源的重要性,发现西安市各市辖县的有形资源虽然相对于市辖区、市城区更丰富,人口密度更小,但其人口压力反而更大;(3) 从经济方面来看,分级的结果具有一定的科学性,从而证实了人口压力与社会经济发展水平的密切相关性。进入新世纪,中

参考文献:

- [1]李通屏. 中国人口压力的定量研究[J]. 人口学刊, 2004(1): 17-23.
- [2]阿·德芒戎. 人文地理学问题[M]. 北京: 商务印书馆, 1999: 19-20.
- [3]李竞能. 当代西方人口学说[M]. 太原: 山西人民出版社, 1992.
- [4]中国科学院可持续发展研究组. 1999年中国可持续发展战略报告[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 22.
- [5]程道平, 刘伟. 人口压力评价及其应用研究[J]. 中国人口·资源与环境, 1995(1): 47-51.
- [6]余永跃. 中国人口压力的指标体系[J]. 经济学家, 2000(6): 126-127.
- [7]杨晓猛. 人口压力与经济增长: 理论与中国的经验检验[J]. 中国人口科学, 2004(6): 24-30.
- [8]秦寿康. 综合原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [9]谭跃进. 定量分析方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2003.
- [10]徐晓敏. 层次分析法的运用[J]. 统计与决策, 2008(1): 156-158.
- [11]董臻圃. 数学建模方法与实践[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [12]王晖, 陈丽. 多指标综合评价方法及权重系数的选择[J]. 广东药学院学报, 2007(10): 583-589.
- [13]张善余. 人口地理学概论[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2004.
- [14]国家统计局. 2006西安统计年鉴[M]. 北京: 国家统计局, 2006.
- [15]陕西省第五次人口普查办公室. 陕西省2000年人口普查资料[M]. 北京: 中国统计出版社, 2002.
- [16]汤国安, 杨昕. ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [17]ESIR. ArcViewGIS[Z]. USA: Environmental System Research Inc, 1996.
- [18]Brown L R. Building a Sustainable Society[M]. New York: Norton W W, 1981.

国正在实施科教兴国战略和可持续发展战略。西安作为举世闻名的世界四大古都之一,中国七大区域中心城市之一,更应该注意继续控制人口增长,提高人口素质,保护和合理利用资源,加强生态建设,保护和治理环境,从而大力促进人口、资源和环境的协调发展。人口问题说到底还是经济发展问题,因此应该结合本地的实际情况,首先,合理利用当地的人力资源及军工装备工业的基础,发展相关产业;其次,在旅游业方面应该借助其悠久的历史资源,在加强城市卫生和治安的基础上大力开展精品休闲旅游;最后,西安应该充分利用其在教育科研方面的优势,储备充足的人才,为其进一步成为国际大都市奠定良好的基础。

总之,人口压力的测算不是一件简单的事情,选取什么样的指标、确定什么样的权重,并不存在整齐划一的标准。对人口压力的认识不同,选取的指标、确定的权重也会不同,得出的结果甚至会大相径庭。即使认识较为接近,由于指标选取不同,总压力指数也会差别很大。同样,对人口压力的认识一致、选取指标相同,但赋予分指标不同的权重,仍然会使总指数产生差别。因此本文给出的有关西安市人口压力的评价指标体系和方法,仍然是一种探索和尝试。而对于人口压力是什么,能否量化;选取什么样的指标;如要对总指数进行计算,应确定怎样的权重等问题,仍有很大拓展的空间,有待我们进一步的研究。