

# 山西环境承载力及其环境变化机制与驱动力分析

李素清 王向东

(太原师范学院城市与旅游学院 遥感与信息系统管理系,山西太原 030012)

〔摘要〕 文章依据生态学理论,采用环境承载力方法,对山西环境承载力、环境变化机制和驱动力分析进行了分析,指出太原市、运城市、临汾市等地级市的人口压力大于水土资源承载力,严重影响区域经济的可持续发展。资源型产业结构和粗放型经济发展模式是造成山西环境污染和生态恶化的直接诱因,进而提出了促进其资源环境与经济协调发展的对策。

〔关键词〕 山西;环境承载力;变化机制;驱动力分析;对策

〔文章编号〕 1672-2027(2007)03-0010-04 〔中图分类号〕 X196 〔文献标识码〕 A

## 0 引言

20世纪90年代以来,全球日益严峻的生态破坏和环境污染问题,引起了国内外学者和有关人士对环境问题的高度关注和重新评估,于是关于环境自净能力、环境容量、环境承载力等概念相继被提出,并受到世界各国的普遍重视。环境承载力的概念在环境与人类社会经济活动之间建立了联系桥梁,使环境与社会经济的协调有了宏观准则<sup>[1-4]</sup>,进行环境承载力研究,对于调节人类自身的社会经济活动,实现生态—经济—社会的可持续发展具有重要的理论和现实意义<sup>[5]</sup>。所谓环境承载力是指在一定生活水平和环境质量要求下,在不超出生态系统弹性限度条件下环境子系统所能容纳的污染物数量,以及可支撑的经济规模与相应人口数量<sup>[6]</sup>。目前关于环境承载力的研究还尚未形成公认的理论方法体系,缺乏能够同时描述环境承载力客观性、区域性及动态性的科学、系统的指标体系和综合评价模型及以环境承载力为依据,合理调整产业结构和生产布局,科学地制定社会经济发展目标,协调人类发展与环境关系的实际应用研究<sup>[5,7]</sup>。本文根据高吉喜等关于环境承载压力度的研究模型,采用承载饱和度公式,对山西资源环境承载力及环境变化机制和驱动力进行分析,以期为其资源环境与经济协调发展提供科学依据。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

山西地处华北地区西部,黄土高原东翼,地理坐标为 $34^{\circ}35' \sim 40^{\circ}43' N$ ,  $111^{\circ}15' \sim 114^{\circ}33' E$ ,总面积为15.63万 $km^2$ 。境内地形复杂,山地丘陵面积约占全省总面积的80%,大部分地区在海拔1000m以上,全省地貌大体分3个大的单元,东部以太行山为主脉形成块状山地,西部是以吕梁山为主干的黄土高原,中部为串珠分布的大同、忻定、太原、临汾、运城等一系列断陷盆地<sup>[8]</sup>。山西属典型的温带大陆性季风气候,年平均气温 $4^{\circ}C \sim 14^{\circ}C$ ,无霜期110d~220d。降水量400mm~650mm,降水量集中分布在7月~9月,占全年降水量的60%以上,境内煤、铁、铝土、旅游等资源丰富<sup>[9]</sup>。省辖太原、大同、阳泉、长治、晋城、朔州、晋中、运城、忻州、临汾、离石11个地级市,119个县(市)、区(含市辖区)。1949年以来,依托丰富的矿产资源优势和适中的地理区位,经过半个多世纪的发展,山西形成了以煤炭、电力、冶金、机械、化工等传统重工业为主体的资源型产业体系,成为全国重要的能源重化工基地。但目前山西是全国环境与资源破坏最严重的省份之一,区域可持续发展形势严峻<sup>[10-11]</sup>。

\* 收稿日期:2007-06-20

基金项目:山西省软科学研究项目(051013-2)资助。

作者简介:李素清(1963-),女,山西临汾人,博士,太原师范学院城市与旅游学院遥感与信息系统管理系副教授,主要从事环境生态学 and 恢复生态学教学与研究。

## 1.2 研究方法

根据高吉喜等研究<sup>[5]</sup>,环境承载压力度的基本表达式为:

$$CCPS = CCP / CCS$$

$CCS$ 和  $CCP$  分别为生态系统中支持要素的支持能力大小和相应要素的压力大小.在实际计算中,可根据具体情况对其进行转化.如资源承载力可转化为:

$$CCPS^{res} = 1 - P_t \times (Q_t^{res} / Q_s^{res})^{-1}$$

当以承载饱和度表示时,则为:

$$CCF^{res} = 1 - (Q_t^{res} / Q_s^{res}) \times P_t^{-1}$$

式中:  $CCPS$  - 以人口表示的  $R$ 资源压力度;  $Q_t^{res}$  -  $R$ 资源实有量;  $Q_s^{res}$  - 标准人均  $R$ 资源占有量;  $CCF^{res}$  - 承载饱和度;  $P_t^{-1}$  - 区域实际人口数.

当  $CCF^{res}$  为零时,表明  $R$ 资源承载压力度达到平衡,人口数量适中;当  $CCF^{res}$  为正数时,表明人口压力大于资源承载能力;反之,当  $CCF^{res}$  为负数时,表明资源承载能力大于人口压力,  $CCF^{res}$  越小,压力度越小<sup>[5,7]</sup>.

## 2 结果与分析

### 2.1 资源环境承载压力分析

山西人口的过快增长<sup>[12]</sup>,导致资源过度消耗与巨大压力,加剧了生态环境恶化的态势.从全省水资源承载压力度  $CCF$ 的计算结果(表 1,图 1)可以看出,晋中市水资源  $CCF$ 为零,表明晋中市的水资源承载压力度

表 1 山西 11 个地级市人口、资源环境承载压力度 ( $CCF$ )一览表

Table 1 CCF of population, resources and environment in 11 regional-level cities of Shanxi

地级市	人均水资源 (亿 $m^3$ / 万人)	人均耕地面积 (千 $hm^2$ / 万人)	水资源 $CCF$	耕地 $CCF$
全 省	0.021 2	1.311	—	—
太 原	0.010 8	0.469	0.493 5	0.642 3
大 同	0.017 2	1.456	0.188 3	- 0.110 2
阳 泉	0.027 4	0.588	- 0.291 9	0.551 2
长 治	0.023 5	1.159	- 0.106 1	0.115 8
晋 城	0.039 9	0.901	- 0.879 9	0.312 6
朔 州	0.035 4	2.175	- 0.665 8	- 0.658 8
晋 中	0.021 2	1.253	0.000 0	0.044 6
运 城	0.012 8	1.184	0.398 2	0.097 0
忻 州	0.034 7	2.358	- 0.632 8	- 0.797 9
临 汾	0.019 6	1.281	0.076 6	0.023 4
离 石	0.015 0	1.676	0.292 7	- 0.278 0

达到平衡,人口数量适中;太原市、大同市、运城市、临汾市、离石市的水资源  $CCF$ 大于零,表明该地区人口压力大于水资源承载能力,其中太原市和运城市的  $CCF$ 最大.阳泉市、长治市、晋城市、朔州市、忻州市  $CCF$ 小于零,表明该地区的人口压力小于水资源承载能力;从全省耕地承载压力度  $CCF$ 的计算结果可以看出,太原市、阳泉市、长治市、朔州、晋城市、晋中市、运城市、临汾市耕地  $CCF$ 大于零,表明该地区的人口压力大于土地资源承载能力.大同市、朔州市、忻州市、临汾市、离石市的耕地  $CCF$ 小于零,表明该地区的人口压力小于土地资源承载能力(表 1,图 1).

### 2.2 山西环境变化机制和驱动力分析

#### 2.2.1 资源型产业为主的粗放型经济发展模式是环境污染和生态恶化的直接诱因

以煤炭开发为主的资源型产业结构和粗放型经济发展模式是造成山西生态恶化和环境污染的主要原因与驱动力.一方面采选业、焦炭工业、冶金工业、电力工业、化学工业、非金属矿物制品业作为山西经济发展的主体行业,产值贡献率大,同时均为资源消耗型行业,原材料消耗系数和万元产值综合能耗高,“三废”排放量大,给生态环境造成了极大压力.另一方面由于管理滞后和相对落后的生产技术,高投入、低产出,资源消耗高,进一步加剧了生态环境破坏.粗放型经济发展模式在全省各产业中普遍存在,具体表现为只注重生产数量,不注重生产质量;只注重经济发展,不注重环境保护.其结果必然导致在生产发展的同时,造成严重的环

境污染、水土流失、土地退化、生物多样性破坏等一系列生态恶化的后果。

2.2.2 经营方式低级重复和生产规模简单扩张导致环境污染源多而分散

20世纪80年代以来,山西小型企业和乡镇企业是迅速发展,如1999年小型企业数和产值比重分别占89.1%、41.8%,这些小型企业和乡镇企业分布分散,多以采煤挖矿、炼铁炼焦为主,由于设备落后,技术水平低,能源消耗量大,污染物排放强度高,对自然资源和生态环境的破坏严重。

2.2.3 环境治理与短期经济利益的矛盾限制了有效环境管理系统的形成

受环境无价观念的影响和经济利益的驱动,山西多年来在经济发展过程中,片面追求经济增长速度,而忽视生态建设与环境保护,在环境污染治理和企业技术改造方面的投资少而不连续,对环境污染缺乏行之有效的监督与管理,限制了企业治理环境污染的力度。全省企业参与生态环境保护的总体水平较低,对“谁污染,谁治理”的保护责任不强,环境建设的效果不理想,屡屡出现边建设边破坏的现象,甚至建设速度赶不上破坏速度,以至全省环境呈现局部改善,整体恶化的态势。

2.2.4 环境保护的政策机制缺乏

长期以来,山西缺乏有利于环境保护的政策机制。1)缺乏鼓励对环境保护进行长期投资的金融政策。全省环境保护缺乏资金来源,对有利于环境保护的长期投资项目缺乏实质性的优惠政策支持。2)没有建立起有效的生态环境补偿政策,难以对生态环境保护和改善提供有力的资金支持。3)缺乏有利于生态环境保护的科技投入政策机制,难以调动广大环保科技人员的工作积极性,严重影响着我省环境保护科技成果的推广应用和产业化发展。

### 3 结论及对策

太原市、大同市、运城市、临汾市、离石市的水资源承载压力度  $CCF$  大于零,表明该5个地级市的人口压力大于水资源承载能力,其中太原市和运城市的水资源承载压力度  $CCF$  最大;太原市、阳泉市、长治市、晋城市、晋中市、运城市、临汾市耕地承载压力度  $CCF$  大于零,表明该7个地级市的人口压力大于土地资源承载能力,亟待对上述地区进行水、土资源的调控和科学管理。

以煤炭开发为主的粗放型经济发展模式是造成山西生态恶化和环境污染的主要原因与驱动力,为此应加大加快产业结构调整力度,积极倡导循环经济发展模式,以市场为导向,依靠科技,大力发展生态农业、清洁能源、绿色冶金工业生态旅游等生态产业和环境保护产业,改造提高传统产业,建立具有山西特色的清洁、集约型生态产业结构新框架,促进山西生态—经济协调发展,提高区域可持续发展能力。

管理不善是造成山西资源破坏严重,利用率低的主要原因,为此要强化资源管理,提高资源综合效益,制定合理的资源开发利用与保护规划,坚持开发与保护并重,增加资源开发利用的技术含量,加强水资源管理,严格限制高耗水工业的发展,实施矿产资源有偿占用、有偿开采制度,搞好矿产资源综合利用,提高矿产资源综合效益,积极培育、保护林草植被资源,通过退耕还林还草,加强生态防护林、经济林、用材林、人工草地等建设,提高林草植被覆盖率,保护土地资源,建立土地资源管理信息系统,实现土地资源动态管理,强化土地用途管制,确保耕地总量动态平衡,全面整治退化土地,提高土地利用效率,实现资源可持续利用<sup>[13,14]</sup>。

环境保护意识弱,执法、监督与管理不力是造成山西生态恶化和环境污染严重的主要原因,为此要加强环境保护宣传教育,立法和执法力度,根据山西生态环境状况,制定全省生态建设行动规划和环境保护规划,对重大工程项目的建设要进行环境影响评估,坚决取缔无证经营、非法排污,依法严惩各种破坏生态环境的

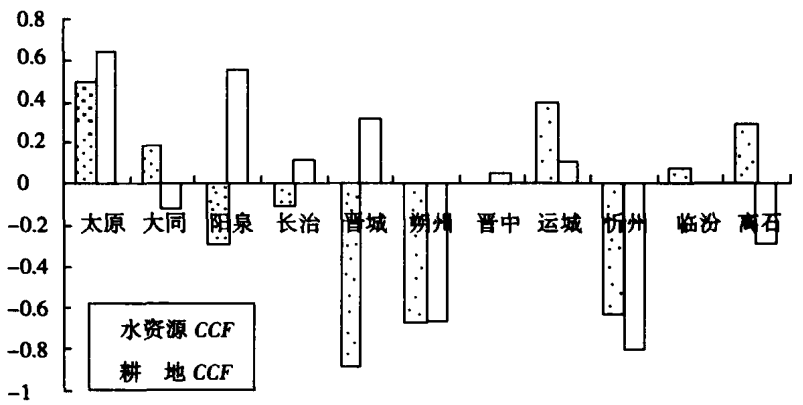


图1 山西11个地级市人口、资源环境承载压力度示意图

Fig. 1 CCF of population, resources and environment in 11 regional-level cities of Shanxi

犯罪行为, 实行环境责任和排污许可证制度, 坚持预防为主、防治结合、综合治理、污染者付费和谁污染谁治理的环境保护政策, 以水土保持、污染治理为核心, 重点搞好水土保持、污染治理, 大力调整工业结构与布局, 实行清洁生产和原材料多级利用, 高效利用自然资源, 降低污染物排放量<sup>[15, 16]</sup>。设立环境补偿基金, 强化对生态环境建设的投资力度, 特别是对重点生态功能区, 如自然保护区、水源地等的投资力度, 确保全省生态与环境建设的顺利进行和良性发展。

#### 参考文献:

- [1] 叶文虎, 梅凤桥, 关伯仁. 环境承载力的理论与科学意义 [J]. 环境科学研究, 1992, 5(suppl): 108-111
- [2] Clarke D P. Indicators of progress—the state of the nation's ecosystems: Measuring the lands, waters, and living resources of the United States [J]. Environment, 2003, 45(5): 40-43
- [3] Gregory R S, Keeney R L. Making smarter environmental management decisions [J]. Journal of the American Water Resources Association, 2002, 38(6): 1601-1612
- [4] Pavlikakis G E, Tsihrintzis V A. Integrating humans in ecosystem management using multi-criteria decision-making [J]. Journal of the American Water Resources Association, 2003, 39(2): 277-288
- [5] 王 俭, 孙铁琦, 李培军, 等. 环境承载力研究进展 [J]. 应用生态学报, 2005, 16(4): 768-772
- [6] 高吉喜. 可持续发展理论探索——生态承载力理论、方法与应用 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001
- [7] 张金屯, 李素清. 应用生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [8] 姚启明, 张纪仲, 王 铭, 等. 山西省地理 [M]. 太原: 山西教育出版社, 1994
- [9] 山西国土资源编写组. 山西国土资源概论 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995
- [10] 李素清, 张金屯. 山西生态环境破坏对可持续发展的影响及对策研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(2): 56-61
- [11] 中国科学院可持续发展研究组. 2005年中国可持续发展战略报告 [M]. 北京: 科学出版社, 2005
- [12] 山西统计局. 2004山西统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2004
- [13] 王宏英. 山西生态环境建设的技术经济政策研究 [J]. 经济问题, 2003(4): 57-59
- [14] 张成德, 董继彬, 阎宝礼, 等. 2004年山西经济社会形势分析与预测 [M]. 太原: 山西人民出版社, 2004
- [15] Rees W E. The ecology of sustainable development [J]. The Ecologist, 1990, 20(1): 18-23
- [16] Reid W C. Sustainable development: lesson from success [J]. Environment, 1989(31): 7-9

## Analysis on the Environmental Carrying Capacity, the Mechanisms of Environmental Changes and Its Drive Forces in Shanxi, China

Li Suqing Wang Xiangdong

(Department of Remote Sense and Information Management, College of Urbanism and Tourism, Taiyuan Normal University, Taiyuan 030012, China)

**[Abstract]** According to the theory of ecology, the environmental carrying capacity, the mechanisms of environmental changes and its drive forces in Shanxi were analyzed by using the method of environmental carrying capacity. The results showed that the population pressure in the regional-level cities of Taiyuan, Yuncheng and Linfen were much higher than that of the carrying capacities of water and soil resources, which seriously affected their regions' sustainable development. The main reasons causing the environmental pollutions and ecological degradation in Shanxi were due to its resources-oriented industrial structure and extensive economic mode, then the corresponding countermeasures to harmonize the development of resources, environment and economy in Shanxi was proposed.

**[Key words]** Shanxi; environmental carrying capacity; mechanisms of environmental changes; analysis of drive forces; countermeasures