

秦岭北麓生态承载力定量评价研究

王书转¹,肖 玲¹,吴海平²

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062; 2. 西南大学政法学院, 重庆 北碚 400715)

摘 要: 基于生态承载力理论, 计算和分析了秦岭北麓的生态承载力状况, 结果表明: 秦岭北麓的生态弹性指数大于 50, 生态系统具有中等的自我维持与自我调节能力; 水资源与土地资源均具有较高的承载能力, 但土地资源的承载能力更具优势, 承载指数大于 70, 水资源的承载指数则小于 70; 从资源的承载压力度来看, 土地资源的承载压力比较小, 水资源的承载压力则非常大, 已超负荷。11 个区县中, 最低的水承载压力度为 2. 84, 最高的已达到 33. 89 的强压水平, 水资源已成为社会经济发 展的“瓶颈”。

关键词: 承载指数; 承载压力度; 生态承载力; 秦岭北麓

中图分类号: X 171. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006)01-0148-03

Quantitative Estimative Study of Ecological Carrying Capacity on the North Slope of Qinling Mountains

WANG Shu-zhuan¹, XIAO Ling¹, WU Hai-ping²

(1. College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;
2. Institute of Political Science and Law, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715, China)

Abstract: Based on the ecological carrying capacity theory, the situation of the ecological carrying capacity on the north slope of Qinling Mountains is calculated and analyzed. The result shows: the ecological elastic index on the north slope of Qinling Mountains is above 50, the ecosystem itself has medium keeping and regulating ability; both water resource and land resource have higher carrying-capacity, but the land resource carrying capacity has more advantage, its carrying index is above 70 while the water resource carrying index is under 70. Seen from the resource carrying-pressing index, the land resource has a little pressure, but the water resource carrying-pressing index is very great, it has already overloaded. In 11 counties, the lowest water carrying-pressing index is 2. 84, the highest one is already up to 33. 89, the water resource has already become the restriction factor of social progress and economic development.

Key words: carrying index; carrying-pressing index; ecological carrying capacity; the north slope of Qinling Mountains

为实施可持续发展战略, 全面掌握秦岭北麓生态环境及资源现状, 为建设秦岭北麓重要生态功能保护区提供科学决策依据, 对秦岭北麓目前的生态承载能力进行研究显得非常必要, 这对于有效保护其生态环境及资源, 遏制某些人为因素对秦岭山系的破坏, 逐步实现区域经济社会可持续发展及区域经济与环境协调发展, 具有十分重要的意义。

1 研究区域概况

秦岭北麓地处 33°55' ~ 34°35' N, 106°28' ~ 110°25' E 之间, 面积约为 1. 45 万 km², 是一个介于高大的秦岭山地与广阔的关中平原之间的过渡地带。该区属于暖温带半湿润区, 有秦岭山地、沿山丘梁、黄土残原和峪口冲积扇四种地貌类型, 地带性土壤是黄棕壤, 植被以常绿与落叶阔叶混交林为主, 自然资源丰富, 具有独特的生物多样性格局, 生态系统具有脆弱性和过渡性, 且受人为影响较大。

秦岭北麓在行政区划上包括宝鸡、咸阳、渭南四个市所辖的部分县(区), 其中最为临近秦岭北坡的县(区)由西向东依次是宝鸡市所辖渭滨区、陈仓区、眉县; 西安市所辖周至、户县、长安区、蓝田; 渭南市所辖临渭区、华县、华阴市、潼关共 11

个县(区), 其社会人文特点也具有过渡性, 既不同于山地内部(人口稀少, 交通不便, 经济落后), 也有异于平原地区(人口稠密, 城市密集, 交通网络完善, 经济发达)。该区域开发历史悠久, 人口密度相对较大, 距大城市近, 但由于自然条件的限制, 生产主要以农业为主, 经济增长缓慢, 景观为农业景象。

2 研究方法

国内学者高吉喜提出了一种评价区域可持续发展的理论——生态承载力理论, 并以黑河流域为例进行了实证评价^[1], 王景福等也用此理论对绵阳涪江流域的生态承载力进行了评价^[2], 鉴于该理论较之其它理论更加简单可行, 且涵盖面广, 综合性强, 所以本文采用的也是这一理论。

2.1 生态承载力概念

生态承载力是指生态系统的自我维持、自我调节能力, 资源与环境的供容能力及其可维育的社会经济活动强度和具有一定生活水平的人口数量。对于某一区域, 生态承载力主要强调的是系统的承载功能, 而突出的是对人类活动的承载能力。系统的承载能力来自于系统自身的弹性能力、资源的供给能力、环境对污染物的容纳能力, 对人类活动的承载能力则通过

¹ 收稿日期: 2005-03-08
基金项目: 陕西省软科学研究计划项目(2003KR02)
作者简介: 王书转(1978-), 女, 河南南阳人, 硕士研究生, 主要从事环境退化与治理方面的研究。

其支持的社会经济活动强度和一定生活水平的人口数量来表现, 因此, 要想判断一个特定的生态系统是低载还是超载, 就是要确定其承载媒体的客观承载能力大小, 以及所承受的压力程度大小, 为此, 研究者选取了承载指数、压力指数、承载压力度三个指标来描述特定生态系统的承载情况。

2.2 生态承载力的度量

2.2.1 生态系统承载指数表达模式

系统承载功能体现的三个方面: 生态弹性能力、资源承载能力和环境承载能力的大小分别用生态弹性指数、资源承载指数和环境承载指数来确定。

(1) 生态弹性指数

$$CSI=\sum_{i=1}^nS_i\times w_i\tag{1}$$

式中: CSI ——生态弹性指数; S_i ——生态系统特征要素: 地形地貌、土壤、植被、气候和水文五要素之分值; w_i ——要素 i 相对应的权重值, $n=5$ 。

(2) 资源承载指数

$$CSI=\sum_{i=1}^nS_i\times w_i\tag{2}$$

式中: CSI ——资源承载指数; S_i ——资源构成要素之分值; w_i ——资源构成要素之权重。

因条件所限, 环境数据不全, 且本文中压力指数选取的都是一些标准, 故在此不列出环境承载指数和压力指数的表达模式, 具体见著作^[1]。

2.2.2 生态系统承载压力度

$$CCPS=(P_t\times Q_s)/Q_t\tag{3}$$

式中: $CCPS$ ——以人口表示的资源承载压力度; P_t ——总人口; Q_s ——资源实有量; Q_t ——标准人均资源占有量。

3 研究结果及分析评价

以临近秦岭北麓的 11 个区县为研究单位, 依据上述度量模式进行计算, 结果如下:

3.1 生态弹性指数结果及分析评价

用层次分析法确定各因素的权重, 根据公式 4 确定分值, 然后依据公式 1 计算, 结果见表 1。

$$C_i=F_i/F_0\times 100\tag{4}$$

式中: C_i —— i 因子的分值; F_i ——实际测量值或出现值; F_0 ——标准值、目标值或理想值。

表 1 秦岭北麓各区县生态弹性指数

区县	渭滨区	陈仓区	眉县	周至	户县	长安区	蓝田	临潼区	华县	华阴市	潼关
CSI	57.8	69.5	54.9	75.3	57.6	63.6	69.2	50	60.1	52.2	51.1
分级	中等 稳定	较稳 定	中等 稳定	较稳 定	中等 稳定	较稳 定	较稳 定	中等 稳定	较稳 定	中等 稳定	中等 稳定

从表 1 可以看出秦岭北麓 11 个区县中生态弹性指数分级有 6 个是中等稳定, 5 个是较稳定, 指数大小均在 50 以上, 这说明秦岭北麓目前的生态系统自我调节能力、抗干扰和受干扰后的恢复能力属于中等水平。这一点与事实吻合的相当好, 秦岭是南方地区和北方地区的地理分界线, 故其承载水平也应介于南方和北方之间。

从与对秦岭北麓背景了解较深的专家学者讨论各因素权重的确定可以发现, 植被和水文对秦岭北麓生态弹性指数的大小有决定性影响, 植被的权重为 0.464 6, 水文的权重为 0.248 4, 不同地区生态弹性指数的差异也主要是由这两因素决定的, 如生态弹性指数最高的周至县, 其地表水径流量为 $9.435\ 7\times 10^8\ \text{m}^3$, 地下水径流量为 $4.000\ 5\times 10^8\ \text{m}^3$, 均为各区县之首, 而且年均降水量 674.3 mm, 也比较高, 因此, 其

生态弹性指数最高, 达到 75.29; 而生态弹性指数最低的临渭区, 其地表水和地下水径流量都极其缺乏, 在各区县中最低, 分别为 $6\ 260\times 10^4\ \text{m}^3$ 和 $9\ 511\times 10^4\ \text{m}^3$, 故生态弹性指数最低。对植被覆盖度的计算是按照史培军教授所得的一个结论: 每 100 mm 的降水量, 年可支持 10% 的综合植被盖度, 这样的理论盖度在实际上很难达到的, 所以依此计算出的生态弹性指数可能要比实际略偏高一些。

就实际情况而言, 植被和水文对秦岭北麓确实起着很重要的作用, 植被涵养水源, 是各区县重要的水源保护地, 同时也是各区县的绿色生态屏障, 而水分对原本就比较缺水而且需水量又特别大的各区县来讲无疑起着决定性的影响。因为植被与水文的权重比较大, 因此它们的变化会很容易引起生态弹性指数的变化, 从而影响到生态系统自身的动态平衡。丁敏等对秦岭北麓气候变化的研究表明^[3]: 该地区气候变化趋势与全国和全球相似, 即向暖干化方向发展, 其中, 平均气温以每年 $0.006\ 9\ /^{\circ}\text{C/a}$ 的速度上升, 降水量则平均每年减少 $2.004\ 7\ \text{mm/a}$, 同时由于人为因素导致的空气污染而使年日照时数也呈现下降趋势, 这些变化对植被覆盖度的提高很不利, 从而又会导致生态弹性指数的降低, 因此, 必须进行生态环境建设, 以防于未然。

3.2 资源承载指数结果及分析评价

对秦岭北麓资源承载指数的评价选取了最主要的两种资源: 水资源和土地资源。

3.2.1 水资源承载指数的计算与分析评价

水资源的构成要素包括降水、地表径流和地下水三部分。根据《中国自然资源手册(程鸿, 1990)》提供资料, 我国单位面积年地表径流量在 $0.000\ 2\sim 0.010\ 7\times 10^8\ \text{m}^3$ 之间, 据此可将秦岭北麓地表径流量分成 10 个段次, 然后依径流量大小赋值; 与此相似, 依全国降水量大小变幅将不同降水量转换成相应分值; 依公式(4)确定地下水分值; 以不同水资源对秦岭北麓的实际贡献大小确定权重, 最后根据公式(2)计算得秦岭北麓各区县的水资源承载指数, 结果见表 2。

表 2 秦岭北麓各区县水资源承载指数

区县	渭滨区	陈仓区	眉县	周至	户县	长安区	蓝田	临潼区	华县	华阴市	潼关
CSI	68.4	65.3	60.9	67.3	60.8	61.5	68.5	53.7	68.3	59.3	59.9
分级	较高 承载	较高 承载	较高 承载	较高 承载	较高 承载	较高 承载	较高 承载	中等 承载	较高 承载	中等 承载	中等 承载

从表 2 可以看出, 秦岭北麓各区县的水资源承载指数都比较高, 大部分都在 60 以上, 但这只能说明秦岭北麓的水资源在数量上可承载的能力是较高的, 因为以这种模式计算出来的承载能力并没有考虑到水质等其它问题。据陕西省环保局、水文局 2000 年对秦岭北麓的主要河流渭河水质监测资料分析表明, 除渭河干流林家村河段和凤格岭以上两河段水质属Ⅲ类水质, 支流黑河黑峪口以上水质属Ⅲ类、灞河马渡王段属Ⅲ类水质外, 渭河其余河段及支流均受到一定污染, 水质为Ⅳ—Ⅴ类, 主要污染物为耗氧有机物、氨氮、石油类及挥发酚。同时由于地表水体污染和化肥农药的大量施用, 地下水体污染也日趋严重, 尤其是渭河宝鸡以下, 多数河段年均属Ⅲ类或超Ⅲ类水质, 导致两岸侧向补给的地下水部分水质超标。渭河是关中地区的“母亲河”, 这样的水质在一定程度上削弱了数量上的较高的承载力。因此, 只能得出秦岭北麓的水资源在数量上有较高的承载能力。

3.2.2 土地资源承载指数计算与分析评价

土地资源承载力的大小是通过衡量土地质量的高低来确定的。我国将土地按质量划分为不同的等级, 但由于某些区县未曾作过这样的工作, 因此在此是根据不同的土地利用类型赋

值, 然后根据模式 2 计算土地资源的承载指数, 结果见表 3。

表 3 秦岭北麓各区县土地资源承载指数											
区县	渭滨区	陈仓区	眉县	周至	户县	长安区	蓝田	临潼区	华县	华阴市	潼关
CSI	79	77.4	78.7	78.2	81.5	80.8	70.7	84.2	77.2	74.4	76
分级	较高	较高	较高	较高	高承	高承	较高	高承	较高	较高	较高
	承载	承载	承载	承载	载	载	承载	载	承载	承载	承载

从表 3 可以看出, 秦岭北麓各区县的土地承载指数也都比较高, 均在 70 以上, 说明该地区的土地生产潜力比较大, 这与事实相符。自古就有“八百里秦川”之称的关中地区, 土地比较平坦、肥沃, 年降水量 500 ~ 600 mm (局部达 700 mm), 光、热条件比较好, 可一年两熟或两年三熟, 加之工业、城镇、交通、文化、科技比较发达, 能源丰富, 劳动力素质高, 因而农业比较发达, 生态失调较轻, 所以其土地的承载能力应该也是比较高的。

两种资源相比可看出土地资源的承载能力更具优势, 水资源计算出来的较高的承载能力要比实际的偏高, 因此, 要保护土地这一优势资源, 同时要改善水质, 从质和量上真正提高水资源的承载能力。

3.3 资源承载压力度结果及分析评价

3.3.1 水资源承载压力度

选取世界水资源研究所提出的评估标准的中等水平 5 000 ~ 10 000 m³ 底线做为 人均水资源占有量标准, 按照公式 3 计算得出秦岭北麓各区县水资源承载压力度, 结果见表 4。

从表 4 可以看出秦岭北麓各区县的水资源承载压力度均大于 1, 说明秦岭北麓水资源的承载均超负荷, 而且大部分区县的 压力水平均在 中压以上, 说明大部分区县超负荷严重。其中潼关县的承载压力度已达到 8.724 的强压水平, 最高的是临渭区, 超负荷极其严重, 承载压力度达到了 33.89, 这主要是因为人口与 水资源的比例悬殊太大, 2003 年临渭区有 90.978 7 万人, 居秦岭北麓第二位, 但水资源总量仅 13 352 × 10⁴ m³, 仅比潼关县高, 因而导致其承载压力度比较高。

表 4 秦岭北麓各区县水资源承载压力度											
区县	渭滨区	陈仓区	眉县	周至	户县	长安区	蓝田	临潼区	华县	华阴市	潼关
CCPS	4.65	3.99	4.5	2.84	6.8	5.25	4.3	33.89	5.6	6.9	8.27
分级	中压	低压	中压	低压	较高压	中压	中压	强压	中压	较高压	强压

与表 2 对照可以发现, 水资源承载指数只是客观地反映了一个区域的水资源相对丰富程度与承载水平, 并不能反映出该区域的水资源可供情况, 水资源能否满足需求区域的需要除取决于水资源的拥有量外, 还取决于区域对水资源的需求压力。就秦岭北麓的关中地区而言, 人口占陕西省的 59.7%, 工农业总产值占全省的 72.7%, 耕地占全省的 51.8%, 灌溉面积占全省的 86.6%, 而水资源只占全省的 17.6%, 人均只有 380 m³, 相当于全国平均水平的 1/8, 比国际上公认的绝对缺水线还低, 每 1 公顷平均只有 3 750 m³, 相当于全国的 1/6, 可见需求与供给之间的差距。随着西部大开发战略和建设西部经济强省目标的推进, 将会对水资源提出新的更高的要求。工业用水、城

参考文献:

[1] 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.

[2] 王景福, 张金池, 林杰. 绵阳涪江流域生态承载力研究[J]. 中国水利, 2003, (21): 48– 49.

[3] 丁敏, 黄春长. 秦岭北麓平原对全球变暖的响应及其对果业发展的影响研究[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 235– 239.

[4] 国家统计局农村社会经济调查队. 中国粮食问题研究[M]. 北京: 中国统计出版社, 2003.

[5] 曹志平. 生态环境可持续管理——指标体系与研究进展[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.

[6] 王香鸽, 孙虎. 陕西秦岭北坡浅山地带生态环境保护研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2003, 31(3): 120– 124.

[7] 高雪玲, 刘康, 康艳, 等. 秦岭山地生态系统服务价值初步研究[J]. 中国水土保持, 2004, (4): 19– 22.

[8] 岳超源. 决策理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[9] 胡知能, 徐玖平. 运筹学—线形系统优化[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[10] 孙根年, 孙建平, 吕艳, 等. 秦岭北坡森林公园游憩价值测评[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2004, 32(1): 116– 120.

市用水、城乡居民生活用水将极度增大, 生态环境用水也将越来越受到重视, 伴随经济发展, 水污染问题也仍会出现, 因此, 水的供需矛盾将日趋尖锐, 水已成为经济社会可持续发展的“瓶颈”。为此, 经济的发展必须以资源定位, 特别是以水资源定经济发展的方向、速度和规模。根据实际情况, 以供定需, 以避免出现资源承载超负荷的现象。

3.3.2 土地资源承载压力度

以农业部计划司颁布的我国 20 世纪末年人均折合粮食总量 570 kg 为标准, 按照公式 3 计算, 结果见表 5。

表 5 秦岭北麓各区县土地资源承载压力度											
区县	渭滨区	陈仓区	眉县	周至	户县	长安区	蓝田	临渭区	华县	华阴市	潼关
CCPS	7.2	1.7	1.2	1.4	0.97	1.52	1.7	1.5	1.9	2	2.8
分级	较高压	低压	低压	低压	弱压	低压	低压	低压	低压	低压	低压

由表 5 可见, 秦岭北麓各区县的土地资源承载压力度比较小, 如果再算上森林、草地的话, 压力可能会更小一点。除了户县没有超负荷, 其他各区县都稍有不同程度的超负荷, 渭滨区超负荷比较严重, 承载压力度达到了 7.2, 这与其粮食产量、人口数量、耕地潜力以及改区之后土地利用发生变化有关。

与前面表 3 对照可以发现与水资源同样的问题, 即虽然土地资源的承载能力很高, 但依然满足不了需求。据中国粮食问题研究中对陕西省粮食动态平衡的分析^[4], 认为目前陕西省的粮食基本上处于温饱后的供需相对平衡阶段, 从 1995 年到 2000 年陕西省粮食人均占有水平基本稳定在 310 kg 左右, 这个标准离 20 世纪末的标准存在着比较大的差距, 因此这种平衡的存在是有压力的, 同时因为秦岭北麓农业开发历史悠久, 土地的垦殖指数都已接近极限, 而且耕地的后备资源很少, 耕地质量下降, 水资源不足, 部分地区具有干旱威胁, 退耕还林、还牧等政策的实施, 人为导致的耕地面积锐减, 人口、耕地逆向发展的矛盾突出等等, 都会对土地资源的可持续承载造成很大的难度。

4 结 语

综上所述, 秦岭北麓的生态弹性指数大于 50, 生态系统的弹性能力属于中等水平; 水资源和土地资源均具有较高的承载能力, 但土地资源的承载能力更具优势。土地资源的承载压力比较小, 水资源的承载压力较大, 已超负荷, 11 个区县中, 最低的承载压力度为 2.84, 最高的承载压力度已达到 33.89 的强压水平, 水资源已成为社会进步、经济发展的制约因素。

以上简单分析了秦岭北麓目前的生态承载能力, 各承载指数和承载压力度的动态变化与预测仍需进一步探究。虽然生态承载力理论涵盖面比较广, 但研究的因素比较孤立, 故关于资源、环境、经济三者之间相互作用的定量评价的综合模式还需进一步研究。