

庆阳市资源与环境综合承载力研究

李林芝, 罗珠珠

(甘肃农业大学资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 对庆阳市资源、环境的现状进行调查分析, 利用单因素评价模型, 分别从该地区环境纳污能力、资源供给能力和人类支持能力3个分目标层; 土壤环境、水环境、大气环境、土地资源、水资源、植被资源、管理与建设水平以及社会经济进步8个准则层对全区资源环境承载力进行综合评价。结果表明, 3个目标层中资源供给能力对反映区域承载力的大小重要程度最大, 准则层中植被和水对整个区域资源与环境承载力影响较大。庆阳市8个县区内资源与环境承载力存在一定的地域差异。

关键词: 庆阳市; 资源承载力; 环境承载力

中图分类号: Q149 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)08-0007-07

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.08.004

Study on Comprehensive Carrying Capacity of Resources and Environments of Qingyang City

LI Linzhi, LUO Zhuzhu

(College of Resources and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: With the development of the society and economy, the contradictions among population, resources and environment are increasing, and the capacity of resources and environment become one of the focal issues to the concern of contemporary ecological environment research. In this paper, we investigate and study present situation of resources and environment based on the review of the capacity of domestic and foreign resources and environment. to evaluate of the capacity of resources and environment in Qingyang, we appraise three objective layer including assimilative capacity of environment, supply capacity of resources and support capacity of human, and also soil environment, water environment, atmospheric environment, land resources, water resources, vegetation resources, the level of management and construction and the progress of economic and social, totally eight criteria layer, by using single factor evaluation model. The result shows that the supply capacity of resources gave highest impact on reflecting the regional capacity in three target layer, and in criteria layer, vegetation and water resources gave higher impact on the regional resources and environment capacity. The comprehensive evaluation of carrying capacity of resources and environment indicate that the bearing capacity of resources and environment exists regional differences in 8 counties of Qingyang city.

Key words: Qingyang city; Capacity of resources; Capacity of environments

资源与环境是人类赖以生存和发展的基础, 当人类活动对环境的索取超过一定限度时, 会对生态环境造成严重的破坏, 使其资源与环境承载力大大下降, 环境系统的结构和功能便会发生质的变化, 它将反过来危及人类的生存和发展。因

此, 资源与环境承载力的研究已经成为了当代生态环境研究的热点和趋势^[1-4]。资源环境承载力, 指的是在一定时期和一定区域范围之内, 维持区域资源结构符合可持续发展的需要, 承受人类各种社会经济活动的的能力, 它是一个国家和地区可

收稿日期: 2015-05-22

基金项目: 甘肃省财政厅高校基本科研业务费项目(037-041014)资助

作者简介: 李林芝(1983—), 女, 甘肃甘谷人, 硕士, 助教, 主要从事土壤生态的研究与教学工作。E-mail: lilinzhi@gsau.edu.cn

通讯作者: 罗珠珠(1979—), 女, 甘肃天水人, 副教授, 主要从事土壤生态研究工作。E-mail: Louzz@gsau.edu.cn

与持续治理研究回顾与展望[J]. 中国农业科学, 2007, 40(增刊1): 177-183

[3] 陈万权, 康振生, 马占鸿, 等. 中国小麦条锈病综合治理理论与实践[J]. 中国农业科学, 2013, 46(20): 4 254-4 262.

[4] 鲁爱军, 赵多长, 张升恒, 等. 天水市 2005 年小麦

条锈病流行特点及综合治理措施[J]. 甘肃农业科技, 2007(1): 36-38.

[5] 赵多长. 天水市小麦条锈病综合治理的措施与经验[J]. 甘肃农业科技, 2008(3): 45-47.

(本文责编: 陈 珩)

持续发展的基础^[5]。资源环境承载力由承载体、承载对象、环境承载率三要素所组成, 衡量承载力的指标可分为环境生产支持力, 自然资源支持力和社会经济技术支持水平 3 项指标^[6]。目前, 对各种类型资源环境承载力的研究已经形成了一个环境生产力集合, 如资源环境综合承载力、资源环境要素承载力、区域环境承载力等。环境承载力是环境系统活力的体现, 也是环境系统产出能力和自我调节能力的体现^[7]。环境承载力从人类-环境-经济相关系统中, 通过探讨环境状况与经济活动之间的相互关系, 表述环境对人类社会经济活动的支持力^[8]。对于人类活动来说, 环境系统的价值主要体现在它能为人类社会生存发展活动的需要提供有力支持。由于环境系统的组成物质在数量上有一定的比例关系、在空间上具有一定的分布规律, 因此它对人类活动的支持能力有一定的限度。当今存在的种种环境问题, 大多是人类活动与环境承载力之间出现冲突的表现。当人类社会经济活动对环境的影响超过了环境所能支持的极限, 即外界的“刺激”超过了环境系统维护其动态平衡与抗干扰的能力, 也就是人类社会行为对环境的作用力超过了环境承载力。因此, 人们用环境承载力作为衡量人类社会经济与环境协调程度的标尺。

20 世纪以来, 随着科技进步和社会生产力的极大提高, 加速和推进了人类文明发展的进程, 与此同时, 各类环境问题也日益突出, 威胁到人类的生存和发展。目前庆阳市处于经济高速发展的时期, 工业化、城市化进程日益加快, 在发展过程中人们不断认识到环境资源的稀缺性, 而目将随着经济的发展这一问题会变得越来越突出, 成为庆阳市经济和社会发展的主要制约因素^[9]。我们通过对庆阳市环境与资源承载力水平与生态承载状况进行系统分析和评价, 旨在探明庆阳市环境承载力现状, 为庆阳市的可持续发展提供参考依据。

1 研究区概况

庆阳市位于甘肃东部, 介于东经 106° 20' ~ 108° 45' 与北纬 35° 15' ~ 37° 10' 之间, 全区共辖西峰、庆城、正宁、宁县、华池、合水、镇原、环县 7 县 1 区。该区系黄河中下游黄土高原沟壑区, 是陇东黄土高原的一个主要组成部分。北靠羊圈山, 东依子午岭, 西接六盘山, 四周高而中间低, 故有“陇东盆地”之称。地势南低北高, 海

拔在 885 ~ 2 082 m。山、川、塬兼有, 沟、峁、梁相间, 高原风貌雄浑独特。全区地形分为 3 种类型: 一是中部黄土高原沟壑区(亦称黑垆土农业区), 包括华池县城壕以西的庆城、西峰、宁县、正宁、镇原、合水县的大部分地区; 二是北部黄土丘陵沟壑区(亦称黄绵土农牧区), 包括环县全部华池大部 and 镇原、庆城北部地区; 三是东部黄土丘陵区(亦称子午岭林区), 包括华池、合水、宁县、正宁的东部地区。土地总面积 27 119 km²。年均温 7 ~ 10 ℃, 无霜期 140 ~ 180 d, 年均降水量 480 ~ 660 mm, 年均蒸发量 520 mm。2005 年末全市总人口为 258.58 万人。

2 研究方法

2.1 建立单因素评价模型

各个评价因素在优劣之间是渐变的, 承载力所受到的影响亦是渐变的, 并在中间过渡中呈现亦此亦彼性, 即对各个评价因素的评价具有模糊性, 且反映承载的各个因子之间具有连续性质。本研究借助模糊数学原理, 建立了连续性质的隶属度函数, 确定各指标的阈值, 从而建立单因素的评价模型, 将各个评价指标的实测值转换为 0 ~ 1 的数值, 实现对各指标的量纲归一化。

2.1.1 “S”型(升型)隶属函数 指标与承载力效应之间的曲线呈“S”型, 即在一定范围内的评价因素指标值与承载力之间呈正相关关系, 而高于或低于此范围的评价因素指标值的变化对承载力的影响则很小。在建立这些指标的隶属函数时, 可将“S”型曲线近似成升半梯形分布。其隶属函数为:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x \geq b \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 0 & x \leq a \end{cases} \quad (1)$$

(1)式中, $\mu(x)$ 为评价指标值的隶属函数, x 为指标值, a 、 b 表示指标阈值的下限和上限。

2.1.2 反“S”型(降型)隶属函数 评价指标与承载力效应之间的曲线呈反“S”型, 即在一定范围内评价因素指标值与承载力之间呈负相关关系, 而高于或低于此范围的评价因素指标值的变化对承载力的影响不大。在建立这些指标的隶属函数时, 可将反“S”型曲线近似为降半梯形分布。其隶属函数为:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x \leq b \\ \frac{x-a}{b-a} & a > x > b \\ 0 & x \geq a \end{cases} \quad (2)$$

(2)式中, $\mu(x)$ 为评价指标值的隶属函数, x 为评价指标值, a 、 b 分别表示指标阈值的上限和

2.2 确定因子权重

权重用来表征指标在评价中的重要程度。确定权重的方法有很多种, 诸如专家咨询法、相关系数法、主成分分析法、专家排序法、层次分析法和因子分析法等。在以往的研究中, 普遍采用人为打分来确定权重。为了避免人为主观的影响, 本研究采用多元统计分析法中的主成分分析法确定权重。

首先, 分别求出各个因子主成分的特征值、贡献率和累计贡献率; 其次根据因子载荷矩阵求出各个因子在各主成分上的负荷量, 最后计算各指标的权重。

$$W_i = \text{Component Capacity}_i / \sum_{i=1}^n (\text{Component Capacity}_i) \quad (3)$$

(3)式中, Component Capacity_{*i*}是第 *i* 项承载力评价指标的因子负荷量。

2.3 建立综合评价模型

资源与环境指标综合作用的结果是承载力, 因

此, 在对单因素进行评价之后, 需要将单因素评价的结果转换成由各个评价因子构成的承载力的综合评价。本研究根据加乘法, 建立承载力综合评价的模型, 计算不同区域的承载力综合指数 BCI:

$$BCI = \sum_{i=1}^n X_i \times W_i \quad (4)$$

4 式中, BCI 为承载力综合评价指数, X_i 为第 *i* 个评价因素的隶属度值, W_i 为第 *i* 个评价因素的权重, n 为评价指标的个数。

3 分析结果

3.1 指标体系构建

本研究评价指标体系选取遵循区域特殊性原则、系统协调性原则、综合性原则、层次性原则、可操作性原则的基础上, 构建了包括了环境纳污能力、资源供给能力和人类支持能力 3 个分目标层, 在 3 个分目标层下又进一步细分为土壤环境、水环境、大气环境、土地资源、水资源、植被资源、管理与建设水平以及社会经济进步 8 个准则层, 涵盖了 34 个一级指标(表 1)。

表 1 资源与环境承载力评价指标实测值

地区	化肥施用量 (t/hm ²)	水污染综合指数 (%)	SO ₂ 年日均浓度 (mg/m ³)	二氧化氮日均浓度 (mg/Nm ³)	总悬浮颗粒物 (mg/Nm ³)	人均耕地 (hm ²)	人均林地面积 (hm ²)	人均草地面积 (hm ²)	>15°耕地面积 (hm ²)	灌溉耕地面积 (hm ²)	土壤侵蚀强度指数 [t/(km ² ·a)]	粮食单产 (kg/hm ²)	复种指数 (%)	水资源利用率 (%)	地表水可开发利用率 (%)	地下水可开发利用率 (%)
西峰	0.67	0.05	0.01	0.01	0.30	0.12	0.02	0.10	6 873.33	11 106.67	5 500.00	3 571.50	152.08	26.36	40.63	8.93
庆城	0.68	0.13	0.02	0.04	0.69	0.17	0.08	0.36	11 440.00	2 880.00	7 500.00	1 875.00	146.72	34.30	44.44	5.56
环县	0.32	0.00	0.03	0.04	0.71	0.26	0.08	1.79	33 600.00	4 793.33	9 100.00	1 221.00	121.19	7.61	62.02	6.29
华池	0.53	0.02	0.01	0.03	0.60	0.23	0.88	1.24	10 693.33	2 533.33	7 000.00	2 457.00	138.43	8.83	66.83	3.18
合水	0.91	0.03	0.01	0.03	0.51	0.14	0.96	0.44	0	2 533.33	5 400.00	3 538.50	176.24	36.90	49.57	2.25
正宁	0.94	0.12	0.02	0.07	0.23	0.12	0.18	0.12	18 326.67	2 160.00	5 200.00	4 065.00	117.67	32.65	48.87	1.96
宁县	0.59	0.11	0.01	0.05	0.45	0.12	0.22	0.01	6 860.00	6 500.00	5 300.00	3 421.50	129.27	25.32	39.80	3.35
镇原	0.78	0.03	0.02	0.06	0.59	0.22	0.09	0.20	41 500.00	8 480.00	8 145.00	2 785.50	122.56	14.12	51.60	11.41

续表 1

地区	单位耕地水资源量 (万 m ³ /km ²)	生活用水量定额 [L/(d·人)]	工业用水量定额 (m ³ /万元)	人均水资源量 (m ³)	水资源供需平衡指数	森林覆盖率 (%)	人均公共绿地面积 (m ²)	人均拥有维护建设资金 (元)	交通、卫生、教育投资比重 (%)	城镇化率 (%)	人均道路面积 (m ²)	GDP 总量 (万元)	增长率 (%)	第一产业占比 (%)	第二产业占比 (%)	第三产业占比 (%)	人均纯收入 (万元)	有线电视入户率 (%)
西峰	24 926.53	122.97	17.54	434.97	0.81	4.81	0.89	1 021.00	5.26	28.67	7.89	385 266.00	14.50	12.19	50.36	37.45	2 273.00	18.10
庆城	13 567.13	92.37	62.74	316.36	0.78	8.24	0.88	132.00	5.25	23.86	7.75	387 551.00	9.60	8.71	78.51	12.78	1 787.70	16.60
环县	15 422.74	65.75	100.69	622.76	0.11	2.87	2.20	24.00	11.14	6.98	5.24	86 960.00	12.80	35.69	32.92	31.39	1 412.10	10.10
华池	14 657.05	89.34	44.33	922.10	0.13	28.97	7.62	1 314.00	2.43	16.96	10.42	229 658.00	13.10	6.90	83.81	9.29	1 690.00	11.70
合水	24 865.39	73.85	15.83	477.59	0.69	50.75	3.38	858.00	13.06	12.60	7.17	53 032.00	9.50	29.88	17.29	40.96	1 652.20	8.80
正宁	22 038.03	80.95	343.21	400.76	0.78	25.71	6.50	345.00	16.76	8.22	7.21	63 158.00	10.40	42.80	14.99	42.21	1 864.98	5.30
宁县	20 762.28	57.68	565.28	356.27	1.40	35.13	3.16	304.00	22.38	6.76	5.08	119 000.00	10.20	36.47	20.34	43.19	1 765.10	6.80
镇原	12 526.05	93.18	55.95	389.60	0.25	10.45	4.34	220.00	15.49	5.39	5.12	105 424.00	11.10	45.99	17.27	36.74	1 593.00	4.00

本研究中,人均耕地面积、人均林地面积、人均草地面积、灌溉耕地面积、粮食单产、复种指数、水资源利用率、地表水可开发利用率、地下水可开发利用率、生活用水定额、单位耕地水资源量、人均水资源量、水资源供需平衡指数、森林覆盖率、人均公共绿地面积、人均拥有维护建设资金、交通、卫生、教育投资比重、城镇化率、人均道路面积、GDP 总量、GDP 增长率、第一产业 GDP 比率、第二产业 GDP 比率、第三产业 GDP 比

率、人均纯收入、有线电视入户率等 26 项因子与资源与环境承载力呈正相关,采用升型分布函数式(1)。化肥施用量、污染综合指数、SO₂ 年日均浓度、二氧化氮日均浓度、总悬浮颗粒物、>15° 耕地面积、土壤侵蚀强度指数、工业用水定额等 8 项因子与资源与环境承载力呈负相关,采用降型分布函数式(2)。通过式(1)和式(2)将评价指标的实测值转换为介于 0~1 的数值,实现指标量纲归一化,即得到各评价因子的隶属度(表2)。

表 2 资源与环境承载力评价指标隶属度

指标	西峰	庆城	环县	华池	合水	正宁	宁县	镇原
化肥施用量	0.43	0.42	1.00	0.66	0.04	0.00	0.56	0.27
水污染综合指数	0.60	0.00	1.00	0.88	0.77	0.03	0.17	0.78
SO ₂ 年日均浓度	1.00	0.20	0.00	0.87	0.73	0.27	0.80	0.47
二氧化氮日均浓度	1.00	0.57	0.57	0.66	0.76	0.00	0.28	0.21
总悬浮颗粒物	0.86	0.04	0.00	0.24	0.41	1.00	0.55	0.26
人均耕地	0.00	0.35	1.00	0.79	0.15	0.04	0.03	0.70
人均林地面积	0.00	0.07	0.07	0.92	1.00	0.17	0.21	0.08
人均草地面积	0.05	0.20	1.00	0.69	0.24	0.06	0.00	0.11
>15° 耕地面积	0.83	0.72	0.19	0.74	1.00	0.56	0.83	0.00
灌溉耕地面积	1.00	0.08	0.29	0.04	0.04	0.00	0.49	0.71
土壤侵蚀强度指数	0.92	0.41	0.00	0.54	0.95	1.00	0.97	0.24
粮食单产	0.83	0.23	0.00	0.43	0.81	1.00	0.77	0.55
复种指数	0.59	0.50	0.06	0.35	1.00	0.00	0.20	0.08
水资源利用率	0.64	0.91	0.00	0.04	1.00	0.85	0.60	0.22
地表水可开发利用率	0.03	0.17	0.82	1.00	0.36	0.34	0.00	0.44
地下水可开发利用率	0.74	0.38	0.46	0.13	0.03	0.00	0.15	1.00
单位耕地水资源量	1.00	0.08	0.23	0.17	1.00	0.77	0.66	0.00
生活用水定额	0.00	0.47	0.88	0.52	0.75	0.64	1.00	0.46
工业用水定额	1.00	0.92	0.85	0.95	1.00	0.41	0.00	0.93
人均水资源量	0.20	0.00	0.51	1.00	0.27	0.14	0.07	0.12
水资源供需平衡指数	0.54	0.51	0.00	0.01	0.45	0.51	1.00	0.11
森林覆盖率	0.04	0.11	0.00	0.55	1.00	0.48	0.67	0.16
人均公共绿地面积	0.00	0.00	0.20	1.00	0.37	0.83	0.34	0.51
人均拥有维护建设资金	0.77	0.08	0.00	1.00	0.65	0.25	0.22	0.15
交通、卫生、教育投资比重	0.14	0.14	0.44	0.00	0.53	0.72	1.00	0.65
城镇化率	1.00	0.79	0.07	0.50	0.31	0.12	0.06	0.00
人均道路面积	0.53	0.50	0.03	1.00	0.39	0.40	0.00	0.01
GDP 总量	0.99	1.00	0.10	0.53	0.00	0.03	0.20	0.16
GDP 增长率	1.00	0.02	0.66	0.72	0.00	0.18	0.14	0.32
第一产业 GDP 比率	0.14	0.05	0.74	0.00	0.59	0.92	0.76	1.00
第二产业 GDP 比率	0.51	0.92	0.26	1.00	0.03	0.00	0.08	0.03
第三产业 GDP 比率	0.83	0.10	0.65	0.00	0.93	0.97	1.00	0.81
人均纯收入	1.00	0.44	0.00	0.32	0.28	0.53	0.41	0.21
有线电视入户率	1.00	0.89	0.43	0.55	0.34	0.09	0.20	0.00

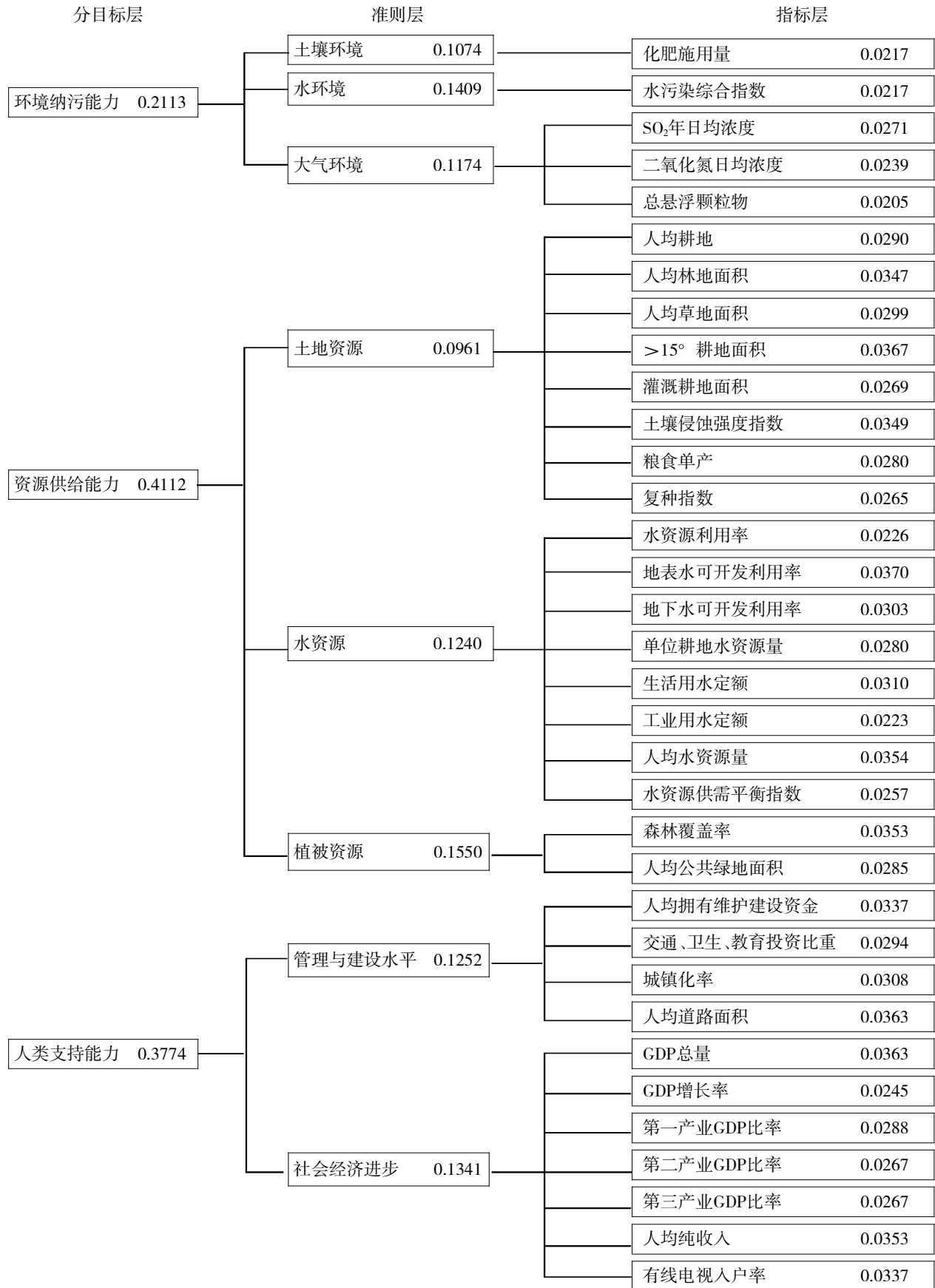


图 1 资源与环境承载力评价指标权重

纳污能力,说明资源供给能力对反映区域内承载力的大小重要程度最大。准则层的权重从大到小依次为:植被资源、水环境、社会经济进步、管理与建设水平、水资源、大气环境、土壤环境、土地资源,说明植被资源和水环境对整个区域内资源与环境承载力的发挥影响很大。随着科技的进步和全球经济一体化发展,一定区域内人们的生产和生活对区域内现有自然资源存量的依赖性将越来越低。从一级指标的权重值可以看出,各指标的权重相差不大,资源与环境承载力受到社会、科技、水土资源、经济、生态等多种因素的影响,而且各因素之间是相互影响、互为联系的。

表 3 各层次因子主成分分析

3.3 综合评价

参照(4)式计算可得出,庆阳市各县区资源与环境承载力综合指数从大到小排序是:西峰(0.581 0)、华池(0.567 9)、合水(0.533 3)、宁县(0.418 3)、正宁(0.389 2)、庆城(0.363 4)、环县(0.351 2)、镇原(0.327 6)(图2)。评价结果表明,庆阳市 8 个县区的资源与环境承载力存在一定的地域差异。西峰区的资源与环境承载力指数最高,原因是该地区单位面积的水资源量在全市最高,灌溉面积、复种指数和粮食单产均比较高,导致生产力水平也较高。而且优越的区位条件以及便利的交通使其与外界的交流非常方便,地域的开放性比较好,获得投入的机会多,经济基础好,城镇化率高,同时也为旅游业的发展奠定了一定基础,最终体现为资源与环境承载力较高。华池县和合水县自然环境条件优越,人均林地、草地面积和森林覆盖率在全市相对比较高,这对当地小气候的形成非常有利,有利于农业生产,其资源与环境综合承载力较强。宁县虽然自然环境条件、区位条件和交通上不及前面几个县有优势,但产业结构比较合理,畜牧业发展的势头良好,使得资源和环境承载力处于中等水平。庆城、镇

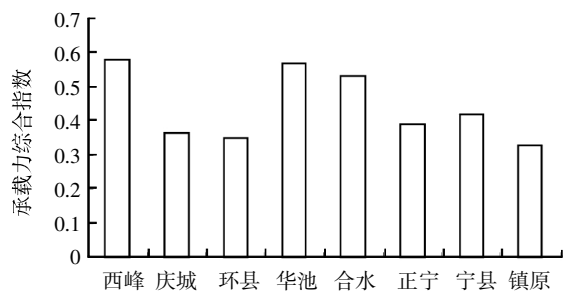


图 2 庆阳市资源与环境承载力综合指数

原县、正宁县和环县主要因为自然环境条件较差,多为山地和雨养耕地,灌溉面积较少,人均林地和草地面积较小,而且近年来林地面积仍然在不断减少,生态环境的持续性受到了威胁,系统的自我调节和抗干扰能力较差,再加上地理位置偏远,使其经济发展也受到限制,导致资源与环境综合承载力较低。

4 结论

1) 环境纳污能力、资源供给能力和人类支持能力 3 个分目标层权重从大到小依次为:资源供给能力、人类支持能力、环境纳污能力,说明资源供给能力对反映区域承载力的大小重要程度最大。准则层权重从大到小依次为:植被资源、水环境、社会经济进步、管理与建设水平、水资源、大气环境、土壤环境、土地资源,说明植被和水对整个区域资源与环境承载力的影响较大。

2) 庆阳市各县区资源与环境承载力综合指数从大到小排序是:西峰(0.581 0)、华池(0.567 9)、合水(0.533 3)、宁县(0.418 3)、正宁(0.389 2)、庆城(0.363 4)、环县(0.351 2)、镇原(0.327 6),表明庆阳市 8 个县区的资源与环境承载力存在一定的地域差异。

参考文献:

- [1] 蒋辉, 罗国云. 资源环境承载力研究的缘起与发展[J]. 资源开发与市场, 2011, 27(5): 453-456.
- [2] 柴国平, 徐明德, 王帆, 等. 资源与环境承载力综合评价模型研究[J]. 地球地球信息科学学报, 2014, 16(2): 257-263.
- [3] 王雪军, 付晓, 孙玉军, 等. 基于 GIS 赣州市资源环境承载力评价[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(6): 1 325-1 332.
- [4] 邓伟. 山区资源环境承载力研究现状与关键问题[J]. 地理研究, 2010, 29(6): 959-969.
- [5] 樊杰. 国家汶川地震灾后重建规划: 资源环境承载力评价[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [6] 齐亚彬. 资源与环境承载力研究进展及主要问题剖析[J]. 中国国土资源经济, 2005(5): 7-11.
- [7] 叶京京. 中国西部地区资源环境承载力研究[D]. 成都: 四川大学, 2007.
- [8] 吴跃明, 郎东锋. 环境-经济系统协调度模型及其指标体系[J]. 中国人口资源与环境, 1996, 6(2): 47-50.
- [9] 张智全. 庆阳市生态承载力与生态环境评价研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010.

(本文责编: 陈 珩)