

毛乌素沙地县域生态环境质量评价研究

——以宁夏回族自治区盐池县为例

周铁军¹, 赵廷宁¹, 戴怡新², 张维江³, 孙保平¹, 丁国栋¹
(1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083;

2. 北京林业管理干部学院人事处, 北京 102600; 3. 宁夏大学土木与水利工程学院, 银川 750021)

摘要: 以宁夏回族自治区盐池县为例, 建立了毛乌素沙地县域尺度上的生态环境质量综合评价指标体系, 应用层次分析法, 对各指标进行了量化处理, 全面地评价了盐池县 1991 ~ 2000 年间的生态环境质量动态变化状况, 并且对盐池县生态环境质量状况进行了发展趋势预测。在定量和动态的层面上, 对该地区的生态环境建设及可持续发展提供了参考和借鉴。
关键词: 毛乌素沙地; 生态环境质量; 评价; 盐池县
中图分类号: X 171. 1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2006)01-0156-04

The Assessment for Eco-environmental Quality in County of Maowusu Sandy Land

——A Case Study in Yanchi County, Ningxia

ZHOU Tie-jun¹, ZHAO Ting-ning¹, DAI Yi-xin²,
ZHANG Wei-jiang³, SUN Bao-ping¹, DING Guo-dong¹
(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;
2. Beijing Forestry Management Staff College, Beijing 102600, China;
3. Civil Works and Hydraulic Engineering College, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: A comprehensive assessment index system of eco-environmental quality in county of Maowusu sandland is put forward with a case of Yanchi County, Ningxia. The method of AHP is applied to quantify the indexes, assessing the dynamic variation of eco-environmental quality, and forecasting the developmental tendency. It provides references for environmental construction and sustainable development on quantitative and dynamical level of the region.
Key words: Maowusu sandy land; eco-environmental quality; assessment; Yanchi county

生态环境质量评价是根据选定的指标体系和质量标准, 运用恰当的方法评价某区域生态环境质量的优劣及其影响作用关系。生态环境质量综合评价是一项系统性研究工作, 涉及自然及人文等学科的许多领域, 其中生态学、环境科学及资源科学的理论与方法对指导生态环境质量评价具有重要意义^[1]。而且在某种意义上讲, 生态环境质量已成为评价一个国家和地区可持续发展能力的重要方面。在我国, 有关生态环境质量评价的研究起步于 20 世纪 80 年代末 90 年代初, 但到目前为止, 还没有形成统一的概念和原理^[2]。产生这一问题的主要原因是, 由于研究范围和大小的改变, 进行生态环境质量评价所采用的指标体系是不同的, 选择指标要以自然地理条件和生物因素为主, 综合考虑人文、经济和社会等因子。也就是说指标的选择不是固定不变的, 而要本着适时适地的原则分别对待。

位于毛乌素沙地西端的宁夏回族自治区盐池县, 属于我国

北方农牧交错带。由于自然地理条件特殊, 不合理人为经济活动频繁等原因, 盐池县生态环境状况极其脆弱。长期以来, 基于盐池县生态环境状况进行了大量的研究, 但是大多数是在定性、静态的层面上, 很少涉及到动态和定量评价。因此, 对盐池县生态环境质量进行定量研究, 提出一套针对该县切实可行的生态环境质量评价指标体系, 进行生态环境质量综合评价, 客观地认识和了解盐池县生态环境质量的变化, 对正确制定盐池县社会经济发展战略和产业配置规划、改善生态环境质量、确保经济与环境持续、协调发展, 具有重要的意义。

1 研究区概况

1.1 自然生态环境概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部, 居北纬 37°04' ~ 38°10', 东经 106°30' ~ 107°41' 之间, 属陕、甘、宁、蒙四省(区)交界地带, 东邻陕西定边县, 南接甘肃环县, 北靠内蒙古鄂托克

¹ 收稿日期: 2005-03-16
基金项目: 国家“十五”科技攻关课题“宁夏河东沙地退化草场植被恢复与风蚀沙化防治技术示范区(盐池)”(2002BA517A)
作者简介: 周铁军(1978-), 男, 硕士, 主要研究方向: 水土保持与荒漠化防治; 责任作者: 赵廷宁(1962-), 男, 博士, 副教授, 主要从事荒漠化防治、生态环境恢复与重建研究。

前旗, 西连本区灵武、同心两市(县), 东西宽约 66 km, 南北长约 110 km, 总土地面积 7 130 km²。

盐池县地处鄂尔多斯台地与黄土高原的过渡地带, 地势南高北低, 平均海拔 1 600 m。南为黄土丘陵区, 其间山峦起伏、沟壑纵横、形成丘陵、梁、峁、沟、畔相间的特殊地貌。北为鄂尔多斯缓坡丘陵区, 其间地势平缓起伏, 由侵蚀高丘陵、缓坡丘陵、沙丘、湖泊等地貌单元组成。

盐池县深居内陆, 属典型中温带大陆性季风气候, 冬寒长, 春暖迟, 夏热短, 秋凉早, 干旱少雨, 风大沙多, 日照充足。多年平均气温 7.7℃, 极端低温- 27.6℃, 极端高温 35℃, 日照年平均 2 875 h, 无霜期年平均 140 d, 年平均降水量 348 mm, 其中北部为 296.4 mm, 南部为 355.1 mm。年平均风速北部为 2.8 m/s, 南部为 4.1 m/s, 年大风日北部 24.2 d, 南部 45.8 d, 沙暴日分别为 20.6 d 和 7.8 d。

鄂尔多斯台地以灰钙土和风沙土为主; 黄土丘陵区以黄绵土、黑垆土为主。自然植被有灌丛、草甸、草原、草原带沙生植被和荒漠 5 个植被型, 其中以草原带沙生植被为主体, 草原植被次之, 草原植被从南到北由干草原逐渐过渡到荒漠草原。

1.2 社会生态环境概况

盐池县辖 3 个镇, 13 个乡, 99 个行政村和 679 个自然村。县北部包括近 12 个乡镇, 约占总面积 80%; 南部包括 4 个乡镇, 约占总面积的 20%。

盐池县社会经济主要以农业为主, 粮食作物主要有小麦 (*Triticum aestivum* L.)、糜子 (*Panicum miliaceum*)、荞麦 (*Fagopyrum esulentum*)、马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 等, 经济作物主要有胡麻 (*Linum usitatissimum* L.)、芸芥 (*Eruca sativa*) 等油料作物, 同时以滩羊为主的畜牧业在国民经济中也占有重要地位。

境内工业着重发展以开发加工甘草 (*G. lycyrrhiza* Spp.)、苦豆子 (*Sophora alapeuroides*) 为主的医药系列, 以皮毛、地毯为主的畜产品加工系列和以水泥为主的建材系列等^[3]。

2 评价指标体系的建立

2.1 评价指标体系建立的原则

生态环境质量评价指标体系选取的合适与否, 直接影响到评价结果的准确性和可靠性。为此, 特依据如下构建指标体系的原则。

2.1.1 科学性原则

评价指标体系应在科学准确的基础上, 选取最能反映该地区生态环境质量主要方面、变化特点及后果的要素和因子。

2.1.2 主导性原则

生态环境质量受自然、社会、经济等影响因素的制约, 在众多的因子中, 各种因子的作用过程及作用方式是不同的。因此, 应选择具有代表性的, 能直接反映地区生态环境质量主要特征的主导性指标。

2.1.3 可操作性原则

指标体系的设计, 应尽可能考虑数据的易获性和可采集性, 遵循简洁、方便、有效、实用的原则。

2.1.4 综合性原则

要全面衡量所考虑的诸多环境因子, 进行综合分析和评价, 做到既能作单项分析又便于作综合分析。在单项指标的选取上要尽可能多地反映生态环境的本质信息; 在整个指标体系中要全面反映自然、生态和社会系统的特征。

2.1.5 简便性原则

指标体系要简单明了, 指标要尽可能地少, 计算方法要尽可能地简单, 表达的意义要尽可能地通俗易懂; 各项指标

的具体数据容易获得^[4]。

2.2 评价指标体系的建立

根据盐池县自然环境特点、主要生态环境问题和人口社会经济状况, 构建出由社会生态环境、自然生态环境、自然灾害和环境污染三方面组成的盐池县生态环境质量评价体系。

为改善盐池县生态环境质量, 实现盐池县的可持续发展, 将盐池县生态环境质量确定为体系的总目标, 包括自然生态环境、社会生态环境、自然灾害和环境污染三个制约层; 在社会生态环境制约层中包括人口指标、经济指标、科教指标、社会福利指标和生活质量指标五个方面的要素层指标, 自然生态环境制约层包括气候指标、土地自然指标和生物指标三个方面的要素层指标^[5, 6], 自然灾害和环境污染制约层包括自然灾害指标和环境污染指标两个要素层指标; 在要素层下面又设有相应的具体指标层。盐池县生态环境质量评价的指标体系由 3 个制约层, 10 个要素, 共计 37 个指标构成, 具体指标见表 1 所示。

3 评价方法及过程

盐池县由于生态环境影响因素多而复杂, 且目前生态环境调查资料稀少, 因此评价时, 在分析盐池县主要生态环境问题基础上, 对该县的生态环境质量进行了初步定量研究。首先, 建立适合该地区的评价指标体系, 然后采用层次分析法确定各项指标权重, 再对各指标进行等级评价, 最后根据指标评分和指标权重计算出盐池县各年的生态环境质量综合评分值, 并做出等级评价。

3.1 评价方法

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process) 简称 AHP 法, 一种定性与定量相结合的分析和评价方法, 它能够反复统一处理决策中的定量与定性问题, 直到接近客观要求, 在处理复杂系统的评价中有独特的优点。此方法可以检验并减少主观因素的影响, 使分析评价工作更加客观和科学, 因而逐步在生态环境质量评价中得到应用^[7-11]。层次分析法的基本步骤如下:

3.1.1 建立层次结构模型

将生态环境质量作为一个复杂系统进行评价。首先要把复杂问题分解为不同的层次。同一层次的要素作为准则, 对下一层的某些要素起支配作用, 同时它又受上一层要素的支配。处于最上面的一层称为目标层, 这个最高层次通常只有一个要素, 是分析问题的目标; 中间层次称为制约层, 制约层的下一层次是于要素层; 最低一层的层次称为指标层, 这层是解决问题的预选方案。层次之间要素的支配关系不一定是完全的, 即可以存在这样的要素, 它并不支配下一层的所有要素。

3.1.2 构造判断矩阵

在每一层次上, 对该层的因子进行逐对比较, 按照规定的标度量化后, 写成矩阵形式, 这是层次分析法最为关键的一步。而所谓规定的标度是指在进行多因子、多目标的生态环境质量评价的过程中, 对各个评价因子彼此间重要程度的量度。

3.1.3 层次单排序及其一致性检验

层次单排序实际上是求单目标判断矩阵的权数, 即根据判断矩阵计算对于上一层某因子而言, 本层次与其有关的元素的重要性次序的权数。所谓一致性检验, 是指对判断矩阵是否具有 consistency 进行检验。当一致性指标 $CR < 0.1$ (其计算公式为: $CR = CI / RI$) 时, 则认为判断矩阵具有满意的一致性, 否则需要重新构造判断矩阵。

3.1.4 层次总排序及其一致性检验

层次总排序就是利用层次单排序的结果计算各层次的组合权值。当然, 同层次单排序一样, 在进行层次总排序的过

程中,也要对其结果进行一致性检验。

3.2 评价指标权重的确定

盐池县生态环境质量评价是一个整体评价,在评价时,应该考虑到各个指标的不同程度影响,因此评价需要对各个指标进行权重分析,根据层次分析法的步骤,从目标层到指标层,建立一、二、三级评价单元,然后按照顺序求出每一评价单元中各指标的权重。先在每一个评价单元建立判断矩阵,然后求最大特征根和特征向量,并进行一致性检验和层次单排,从而求出每一指标的权重^[12~15]。盐池县生态环境质量评价指标体系权重见表 1。

表 1 盐池县生态环境质量评价指标体系及其权重

生态环境质量 A				
权重	B1	B2	B3	权重总排序
社会生态环境评价指标 B1	0.2583			
人口指标(C1)	0.2516			
人口自然增长率 (D01)	0.5149			0.0335
社会劳动人口比重 (D02)	0.1602			0.0104
人口密度 (D03)	0.3249			0.0211
经济指标(C2)	0.5016			
人均国内生产总值 (D04)	0.2720			0.0353
农业总产值比重 (D05)	0.1798			0.0233
工业总产值比重 (D06)	0.1798			0.0233
第三产业产值比重 (D07)	0.1798			0.0233
失业率 (D08)	0.0943			0.0122
地方财政收入 (D09)	0.0943			0.0122
科技教育指标(C3)	0.1322			
人均科教文化费用 (D10)	0.4231			0.0144
每一教师承担学生数(D11)	0.1223			0.0042
适龄儿童入学率 (D12)	0.2273			0.0078
每万人在校初中人数(D13)	0.2273			0.0078
社会福利指标(C4)	0.0732			
万人拥有医生数 (D14)	0.5000			0.0095
万人拥有病床数 (D15)	0.5000			0.0095
生活质量指标(C5)	0.0414			
城乡人口比 (D16)	0.0788			0.0008
城镇居民人均收入 (D17)	0.1372			0.0015
农村居民人均收入 (D18)	0.1372			0.0015
卫生经费收支比 (D19)	0.4021			0.0043
万人拥有电话数 (D20)	0.2446			0.0026
自然生态环境评价指标 B2	0.6370			
气候指标(C6)	0.1220			
年均降水量 (D21)	0.3026			0.0235
降水变率 (D22)	0.1844			0.0143
蒸发/降水 (D23)	0.1844			0.0143
年均气温 (D24)	0.1034			0.0081
日照百分率 (D25)	0.1034			0.0081
无霜期 (D26)	0.0560			0.0044
日照时数 (D27)	0.0560			0.0044
土地自然指标(C7)	0.3196			
有效灌溉面积比重 (D28)	0.2500			0.0509
人均耕地面积 (D29)	0.2500			0.0509
荒漠化土地面积比重(D30)	0.5000			0.1018
生物指标(C8)	0.5584			
林木覆盖率 (D31)	0.5000			0.1778
草地面积率 (D32)	0.5000			0.1778
自然灾害、环境污染指标 B3			0.1047	
自然灾害指标(C9)			0.2500	
大风日数 (D33)			0.5000	0.0134
沙尘日数 (D34)			0.5000	0.0134
污染指标(C10)			0.7500	
化肥使用强度 (D35)			0.2958	0.0232
农药使用强度 (D36)			0.4694	0.0369
农膜使用强度 (D37)			0.2348	0.0184

3.3 指标评分

3.3.1 等级评价标准的确定

根据盐池县的生态环境状况,指标分级、评分标准主要参照国家制定和颁布的有关环境标准、行业标准与设计标准,同时参照宁夏回族自治区有关生态环境质量指标分级、评分标准和专家的建议加以制定。部分指标尚无借鉴时,则参考有关专题研究资料研究制定,得出各指标的评价等级标准见表 2。

表 2 盐池县生态环境质量评价等级标准

等级评价价值	优	良	中	稍差	差
	(100~90)	(90~80)	(80~60)	(60~40)	(40~0)
人口自然增长率/‰(D01)	<2	2~4	4~6	6~8	>8
社会劳动人口比重/%(D02)	>50.8	50.8~46.6	46.6~42.4	42.4~38.2	<38.2
人口密度/(人·km ⁻²)(D03)	1~40	40~60	60~80	80~100	>100
人均国内生产总值/(万元·人 ⁻¹)(D04)	>2.5	2.5~2.0	2.0~1.2	1.2~0.5	<0.5
农业总产值比重/%(D05)	>50	50~45	45~30	30~25	<25
工业总产值比重/%(D06)	>50	50~40	40~35	35~30	<30
第三产业产值比重/%(D07)	>50	50~45	45~40	40~35	<35
失业率/%(D08)	<4.2	4.2~5.0	5.0~6.7	6.7~9.2	>9.2
地方财政收入/万元(D09)	>3400	3400~2300	2300~1500	1500~1000	<1000
人均科教文化费用/(元·人 ⁻¹)(D10)	>201.3	201.3~183	183~166.4	166.4~149.8	<149.8
每一教师承担学生数/人(D11)	<10	10~15	15~25	25~40	>40
适龄儿童入学率/%(D12)	100~99	99~98	98~95	95~90	<90
万人在校初中生数/万人(D13)	>92.8	92.8~844	844~767	767~690	<690
万人拥有医生数/(人·万人 ⁻¹)(D14)	>100	100~60	60~40	40~20	<20
万人拥有病床数/(张·万人 ⁻¹)(D15)	>150	150~100	100~80	80~40	<40
城乡人口比/%(D16)	>24.9	24.9~22.6	22.6~20.6	20.6~18.5	<18.5
城镇居民人均收入/(千元·人 ⁻¹)(D17)	>6.2	6.2~5.0	5.0~4.3	4.3~3.8	<3.8
农村居民人均收入/(千元·人 ⁻¹)(D18)	>1.5	1.5~1.0	1.0~0.8	0.8~0.6	<0.6
卫生经费收支比/%(D19)	<67.5	67.5~75	75~83.3	83.3~91.6	>91.6
万人拥有电话数/座机/(台·万人 ⁻¹)(D20)	>2000	2000~1000	1000~500	500~150	<150
年均降水量/mm(D21)	>38.5	38.5~350	350~300	300~262	<262
降水变率/绝对/%(D22)	<10	10~15	15~25	25~30	>30
蒸发/降水/(D23)	<0.5	0.5~1	1~2	2~5	>5
年均气温/(D24)	>9.7	9.7~8.8	8.8~7.8	7.8~7.0	<7.0
日照百分率/%(D25)	>75	75~60	60~50	50~40	<40
无霜期/d(D26)	>235	235~190	190~159	159~143	<143
日照时数/h(D27)	>339.3	339.3~2488	2488~2262	2262~2036	2036~1131
有效灌溉面积比重/%(D28)	>85	85~75	75~60	60~40	<40
人均耕地面积/(hm ² ·人 ⁻¹)(D29)	>0.27	0.27~0.2	0.2~0.13	0.13~0.07	<0.07
荒漠化土地面积比重/%(D30)	<15	15~30	30~50	50~70	>90
林木覆盖率/%(D31)	>40	40~30	30~20	20~10	<10
草地面积率/%(D32)	>60	60~45	45~25	25~10	<10
大风日数/d(D33)	<8	8~10	10~12	12~14	>14
沙尘日数/d(D34)	<55	55~60	60~65	65~72	>72
化肥使用强度/(kg·hm ⁻²)(D35)	<1.3	1.3~2.7	2.7~4.0	4.0~5.3	>5.3
农药使用强度/(kg·hm ⁻²)(D36)	<3.3	3.3~6.7	6.7~10	10~13.3	>13.3
农膜使用强度/(kg·hm ⁻²)(D37)	<2.5	2.5~4.8	4.8~8.3	8.3~10.9	>10.9

部分指标说明: 社会劳动人口比重= 该县当年社会劳动人数/该县当年总人口数; 农业总产值比重= 该县当年农业总产值/ (该县当年农业总产值+ 工业总产值+ 第三产业总产值); 人均科教文化费用= 该县当年用于科学教育文化领域的费用/该县当年总人口数; 荒漠化土地面积比重= (流动沙丘面积+ 半固定沙丘面积+ 固定沙丘面积+ 浮沙地面积+ 盐渍化面积)/总面积

3.3.2 指标综合评分

根据指标等级评价标准,以及每年各个指标的实际值,采用内插法进行打分,得出各指标评分 X_i ,然后根据层次分

析法所得到的各指标的权重 W_i ,得出综合评分 $X = \sum_i (W_i \times X_i)^{1/6}$,从而得出每一年盐池县生态环境各指标的综合评分值,然后求出各年的生态环境质量评分值见表 3。

表 3 盐池县生态环境评价指标综合评分表

年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
人口自然增长率	0	0	0	0.54	0.28	0	0.03	0.68	0.72	0
社会劳动人口比重	0.49	0.49	0.62	0.68	0.64	0.67	0.64	0.69	0.64	0.69
人口密度	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
人均国内生产总值	0.20	0.23	0.40	0.56	0.65	0.76	1.10	1.10	1.44	1.58
农业总产值比重	1.93	1.97	1.33	1.44	0.92	1.19	0.91	0.61	1.78	1.55
工业总产值比重	0.66	0.67	1.91	1.92	2.01	2.12	2.14	2.18	0.90	1.18
第三产业产值比重	0.85	0.82	0.75	0.75	0.76	0.46	0.42	0.39	0.75	0.86
失业率	0.71	0.96	1.20	1.20	1.20	0.88	0.98	0	0.97	0.96
地方财政收入	0.30	0.31	0.40	0.21	0.26	0.60	0.74	0.96	1.00	1.01
人均科教文化费用	0.31	0.33	0.37	0.44	0.45	0.44	0.43	0.85	1.44	1.44
每一教师承担学生数	0.32	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.34	0.35	0.35
适龄儿童入学率	0.70	0.74	0.71	0.62	0.71	0.55	0.61	0.73	0.78	0.71
万人在校人数中初中人数	0.54	0.52	0.65	0.47	0.47	0.44	0.35	0.34	0.45	0.36
万人拥有医生数	0.78	0.80	0.77	0.78	0.77	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
万人拥有病床数	0.18	0.17	0.14	0.13	0.13	0.10	0.10	0.10	0.13	0.11
城乡人口比	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
城镇居民人均收入	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.09	0.09	0.12	0.15	0.15
农村居民人均收入	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.11	0.12
卫生经费收支比	0.25	0.26	0.24	0.31	0.27	0.27	0.27	0.28	0.08	0.28
万人拥有电话数	0.03	0.08	0.07	0.11	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18
年均降水量	1.17	1.52	0.82	2.23	1.59	2.08	0.92	2.14	1.44	0.58
降水变率(绝对)	0.44	0.18	1.01	0.82	0.76	0.28	1.05	0.22	0.96	0.29
蒸发/降水	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	0.56	0.23	0.56	0.35	0
年均气温	0.65	0.56	0.50	0.67	0.58	0.55	0.68	0.73	0.72	0.67
日照百分率	0.59	0.50	0.51	0.51	0.56	0.55	0.64	0.59	0.63	0.60
无霜期	0.31	0.39	0.28	0.20	0.41	0.34	0.20	0.21	0.44	0.37
日照时数	0.26	0.21	0.22	0.21	0.26	0.24	0.33	0.28	0.31	0.28
有效灌溉面积比重	2.54	2.44	2.64	3.59	4.00	4.37	2.39	2.95	3.12	3.05
人均耕地面积	0.85	0.83	0.81	0.83	0.81	0.81	1.30	1.30	1.28	1.26
荒漠化土地面积比重	4.89	4.89	4.89	4.28	4.58	4.48	4.58	4.38	4.17	3.97
林木覆盖率	4.53	6.25	6.68	7.25	7.36	7.64	7.96	8.49	9.10	10.1
草地面积率	9.2	9.7	10.3	13.5	16.1	16.6	17.4	17.8	17.8	17.8
大风日数	1.29	0	0.53	0.47	0	0.27	1.21	1.21	1.13	1.07
沙尘日数	0.51	0.61	0.47	0.48	0.48	0.72	1.23	1.18	1.22	1.21
化肥使用强度	2.11	2.07	2.15	2.15	2.13	2.07	2.13	2.11	2.08	2.13
农药使用强度	3.35	3.32	3.39	3.33	3.25	3.27	3.38	3.42	3.34	3.41
农膜使用强度	1.81	1.81	1.83	1.83	1.81	1.71	1.75	1.71	1.66	1.73
综合评分	46.73	47.21	57.64	56.45	57.90	57.81	58.54	61.89	64.68	63.00

4 评价与分析

4.1 分析评价

根据盐池县县政府、统计局、环境保护局等提供的有关资料、外业调查数据、TM 遥感卫星影像解译成果,结合本县生态建设的需要,利用 AHP 法对盐池县生态环境质量评价指标进行量化,确定其权重,然后根据指标等级评价标准进行指标评分,最后依据指标权重和指标评分进行综合评分,并计算出盐池县近 10 年来的生态环境质量等级状况,评价结果如表 4 所示。

根据表 4、图 1 可见,盐池县生态环境质量等级从 1991 年至 1997 年皆为稍差(40~60),1998 年到 2000 年为中等(60~80),其中 1999 年为该县生态环境质量最好的年份,1991 年为生态环境最差的年份。生态环境质量评价结果为中等的三年,分析其原因是与“九五”期间该县经济、社会的迅速发展和推动是分不开的。对盐池县生态环境质量综合指数 10 年变化时序进行回归分析,可得回归方程式: $y=7.675 \ln(x)+45.592$,相关系数 $r=0.9370$ 。总的看来,盐池县生态环境质量在评价时段内(1991~2000 年),虽然生态环境

质量水平不高,但总体呈现由劣向好发展的趋势。

表 4 盐池县生态环境质量评价结果

年份	社会系统	自然系统	自然灾害、环境污染系统	综合评分	等级
1991	10.98	31.29	4.46	46.73	稍差
1992	11.36	31.43	4.42	47.21	稍差
1993	14.04	37.90	5.70	57.64	稍差
1994	13.90	36.95	5.60	56.45	稍差
1995	14.20	37.95	5.75	57.90	稍差
1996	14.20	37.86	5.75	57.81	稍差
1997	14.61	38.01	5.92	58.54	稍差
1998	15.53	40.07	6.29	61.89	中等
1999	16.29	41.79	6.60	64.68	中等
2000	15.89	40.66	6.45	63.00	中等

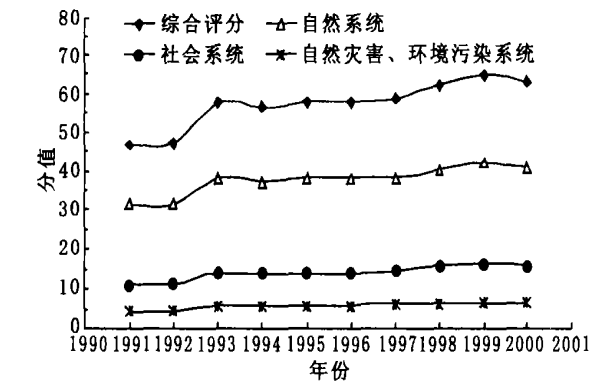


图 1 盐池县生态环境质量评价结果随时间变化曲线

盐池县自然生态环境系统评分,在评价时段内呈对数增长趋势,其回归方程为 $y=4.4509 \ln(x)+30.668$,相关系数 $r=0.9276$ 。生物指标在自然系统中所占权重最大,10 年间,通过种植、飞播、补植等造林方式,以及荒漠化治理,全县森林覆盖率、草地覆盖率逐年递增,到 2000 年底,全县森林覆盖率达 18.3%;土地自然指标在自然系统中的权重次之,其中 1993 年由于人均耕地面积的增长,有效灌溉面积比重的增加,评分指数增长幅度最大,而在 2000 年由于受到土壤荒漠化程度加重、经济发展结构不合理和自然灾害频繁发生的影响,导致评分指数出现负增长;在气候方面,由于受降水量少,蒸发量大以及降水、气温的年度变化影响,盐池县 10 年气候指标评分指数始终较小,且在 1994 年和 1997 年遭受霜冻和洪灾等自然灾害,对评价结果造成一定影响。

盐池县社会生态环境系统评分,在评价时段内呈幂函数增长,其回归方程为 $y=10.817x^{0.1706}$,相关系数 $r=0.9536$ 。经济指标在此系统中占有很大比重,其中,1993 年由于工业总产值的提高、全县人口中失业率的减少,使该年成为研究时段内经济增长幅度最大的年份。2000 年,由于农业生产的直接影响和自然环境的间接影响,使该年经济评分指数相对上年出现负增长。

自然灾害、环境污染系统评分,在评价时段内呈线增长趋势,其回归方程为 $y=0.2247x+4.458$,相关系数 $r=0.9166$ 。可以看出,在评价时间范围内,该县的自然灾害和环境污染情况在逐年变好,呈现良性发展势头。

4.2 发展趋势预测

根据 1991 至 2000 年盐池县生态环境质量动态评价结果数据,可以求得盐池县生态环境质量与时间之间的预测回归曲线(见图 2),其回归方程为 $y=3582.2 \ln(x)-27162$,相

(下转第 164 页)

2.4 加强水源区水土保持科研和监测工作

建议国家将水源区水土流失的水土保持列入国家或省级重大科技攻关项目,研究水源区水土保持与用水地社会经济发展之间的长远影响问题,包括水源区水土保持和生态环境建设的区域环境效应评价研究,对于本区域和相毗邻地区水、土、气、生态和经济的影响,水源区区域性大气降水增减、温度升降、季风环流变化等对水源区土壤侵蚀的影响;水土保持参考文献:

[1] 薛刚,等. 南阳市土壤侵蚀状况和施用化肥对土壤的影响[A]. 南阳市南水北调学术研讨会论文集[C]. 郑州: 河南人民出版社, 2003.

[2] 樊万选,等. 生态经济可持续性[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.

[3] 王德荣,等. 水资源与农业可持续发展[M]. 北京: 北京出版社, 2001.

[4] Environment Canada. Learning from future[M]. Canada - The Ecosystem Approach and integrated Land Management, The Green Lane, 2001. 15- 80.

(上接第 159 页)

关系数 $r=0.9053$ 。经分析得出,盐池县的生态环境质量在 2008 年左右能达到等级良(综合评分 >80 分)以上,在 2015 年左右达到等级优(综合评分 >90 分)。

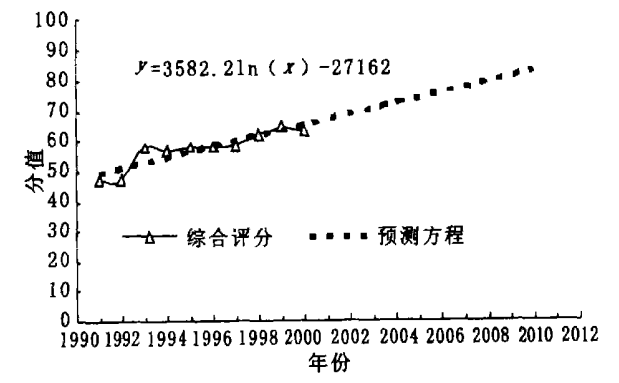


图 2 盐池县生态环境质量动态评价预测曲线

参考文献:

[1] 夏军. 区域水环境及生态环境质量评价- 多级关联评估理论及应用[M]. 武汉: 武汉水利水电大学出版社, 1999. 144- 150.

[2] 徐燕,周华荣. 初论我国生态环境质量评价研究进展[J]. 干旱区地理, 2003, 26(2): 166- 167.

[3] 武树伟. 盐池县志[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1985.

[4] 国家环境保护总局监督管理司. 中国环境影响评价[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.

[5] 仇方道. 县域可持续发展综合评价研究[J]. 经济地理, 2003, 3(23): 319- 326.

[6] 叶亚平, 刘鲁君. 中国省域生态环境质量评价指标体系研究[J]. 环境科学研究, 2000, 13(3): 33- 36.

[7] 邓新民,等. 层次分析法用于水环境质量评价[J]. 成都气象学院学报, 1990, 2(3): 22.

[8] 孟宪林. 层次分析法在环境质量评价中的不足与改进[J]. 四川环境, 2001, 20(1): 50- 52.

[9] 姚建. AHP 法在县域生态环境质量评价中的应用[J]. 重庆环境科学, 1998, 4(20): 11- 14.

[10] 谢承华. AHP 及其应用[J]. 兰州商学院学报, 2001, 2(17): 79- 82.

[11] 郭鹏, 郑唯唯. AHP 应用的一些改进[J]. 系统工程, 1995, 13(1): 28- 31.

[12] 朱东红, 上官铁梁,等. 区域生态环境质量评价方法[J]. 山西煤炭管理干部学院学报, 2003, (1): 64- 67.

[13] Charles J Strobel, et al. Environmental Monitoring and Assessment Program: Current of Virginian Province (U. S.) [J]. Estuaries, Environmental Monitoring and Assessment, 1999, 56: 13- 15.

[14] Fung T, Siu W. Environmental quality and it's changes, an analysis using NDVI[J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, (5): 1011- 1024.

[15] Harrow D O, Nixon JA. Environmental assessment in practice. [M]. London: Rutledge Publishers, 1999.

[16] 刘鲁君, 叶亚平. 县域生态环境质量考评方法研究[J]. 环境监测管理与技术, 2000, 12(4): 13- 17.

流失的适度治理与合理保护;开展水土保持的社会学研究等。

建议国家列出专项投资,积极开展水土保持监测预报,应用“3S”等高新技术,建立水源区水土保持监测网络和信息系统;开发经济适用的生态治理与恢复技术;寻求有经济效益的水土流失治理途径与方法;加强培训,搞好水源区水土保持科学普及和技术推广工作。

5 结 语

对区域生态环境质量进行评价,可以明确被评价区域在生态环境质量方面存在的问题,从而可以明确现状,找出建设与整治生态环境质量的对策,并为政府部门的科学决策服务。本文建立了毛乌素沙地县域尺度上的生态环境质量评价指标体系,为该地区生态环境质量的定量研究提供了科学依据,为相关生态环境质量评价研究提供了一个思路。

在研究过程中作者发现,虽然进行区域生态环境质量评价是可行的,也有着重要的现实意义,但也存在着很多需要深入研究之处。比如评价指标体系要根据研究区域地理位置与空间尺度大小来建立,而且它是动态的体系,有一个不断调整完善的过程;怎样根据各地实际情况来确定和调整评价体系中各指标权重值,使之能正确反映各因子的重要程度;如何制定出区域的生态环境质量评价标准,完全定量地确定某地的生态环境质量等等。