

车高红,刘 辉,赵元杰. 河北省生态环境安全评价及可持续发展对策[J]. 江苏农业科学,2017,45(7):272-276.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.07.071

河北省生态环境安全评价及可持续发展对策

车高红,刘 辉,赵元杰

(河北师范大学资源与环境科学学院/河北省环境演变与生态建设实验室,河北石家庄 050024)

摘要:在构建河北省生态环境安全评价指标体系的基础上,根据生态环境安全评价原则,运用层次分析法,结合定性、定量分析对河北省 2005—2014 年生态环境安全进行评价,分析生态环境安全变化的影响因素。结果表明,2005—2014 年河北省生态环境安全指数为 3.40~3.68,平均值为 3.55,随年份增长呈小幅波动、总体下降趋势;河北省生态环境安全等级为 4 级,总体处于较安全状态,但存在退化现象,生态环境安全形势严峻;河北省生态环境安全变化是由自然因素和人为因素共同作用,相互影响。

关键词:生态环境;层次分析法;安全评价;退化;影响因素;对策;河北省

中图分类号:X821 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)07-0272-05

生态环境问题对人类生存发展构成严重威胁,生态环境安全已提升到了和国家安全、社会安全同等的高度^[1]。党的“十八大”作出“大力推进生态文明建设”的战略决策,将生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设相并列,形成建设中国特色社会主义“五位一体”的总布局。广义的生态环境安全是指人在生活、健康、基本权利、生活保障、资源保障、社会秩序及适应环境变化能力等方面不受威胁的状态,包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全等^[2]。生态环境安全评价不同于生态安全评价和环境安全评价,是更高层次上的一种可持续发展评价。本研究对河北省 2005—2014 年生态环境安全进行评价,分析其生态环境安全变化的影响因素,并提出可持续发展对策,对促进河北省生态省建设,实现人口、资源、经济社会和生态环境的和谐可持续发展具有重要的现实意义^[2]。

1 研究区概况

河北省是我国生态类型最齐全、生态环境问题最复杂的生态区之一^[2],位于 113°27′~119°50′E、36°03′~42°40′N 之间,环抱北京、天津,呈西北高、东南低走势,由西北向东南倾斜;地貌复杂多样,高原、山地、丘陵、盆地、平原类型齐全,有坝上高原、燕山和太行山山地、河北平原三大地貌单元,分属于坝上高原生态区、山地生态区、平原生态区^[3]。坝上高原生态区属内蒙古南缘、河北省北部,包括张北县等 4 县,存在土地沙漠化、沙尘暴等生态环境问题;山地生态区位于河北省西部和北部地区,包括承德县、崇礼县等 36 个县(区、市),存在水土流失、滑坡、泥石流等生态环境问题;平原生态区位于燕山以南、太行山以东地区,包括滦南县、定州市等 96 个县(区、市),存在

干旱化、水资源紧缺、土壤盐渍化等生态环境问题^[2]。

2 河北省生态环境安全评价方法

2.1 生态环境安全评价原则

生态环境安全评价一般遵循 4 项原则:一是综合性原则,评价指标反映生态环境的整体性和综合性特征^[4-5];二是主导因素原则,选择具有代表性、起主导作用、最能反映生态环境本质特征的指标^[5];三是可操作性原则,指标的量化数据要易于获得和更新^[5];四是简明性原则,指标选择有针对性,评价指标尽可能少,评价方法尽可能简单^[4-5]。

2.2 生态环境安全评价指标体系建立及权重确定

生态环境安全评价研究尚处于探索阶段,尚未建立权威的评价指标体系。目前,比较常用的评价方法有综合评价法、层次分析法、生态模型法、特尔斐法、景观生态学法等^[6-7],其中层次分析法是运用较多的一种定量方式分析定性问题、以目标决策为最终目的的评价方法^[8]。本研究依据生态环境安全评价原则,结合层次分析法、特尔斐法及河北省生态环境安全现状,在突出不同生态区的生态环境问题、反映区域经济、社会、资源与环境协调发展程度基础上,参考相关文献,探索构建出一个目标层、系统层、指标层构成的递阶层次结构评价指标体系^[4](表 1)。河北省生态环境安全评价为目标层,包括坝上高原生态区、山地生态区、平原生态区 3 个生态区;系统层包含生态系统、自然资源、生物多样性、食物、基因、社会生态系统等 6 个生态环境安全构成要素^[9];指标层由具有代表性的指标因子组成。参考相关文献,对系统层、指标层的各指标进行合理性权重分配。

2.3 数据来源

生态环境安全评价数据来自于 2005—2014 年《河北省统计年鉴》《河北省经济年鉴》《河北省农村统计年鉴》《河北省环境公报》《河北省国民经济与社会发展统计公报》^[10-14]等,部分数据来自于公开发表的期刊论文、科研成果等,缺失数据采用省域值或根据已有数据估算得出(表 2)。

2.4 安全指数的确定

2.4.1 生态环境安全评价指标安全指数的确定 针对有分

收稿日期:2016-01-20

基金项目:河北省软科学研究计划(编号:14454208D);河北省重点学科自然地理学建设项目。

作者简介:车高红(1989—),女,甘肃天水人,硕士研究生,从事区域生态与环境变化研究。E-mail:ecotope@126.com。

通信作者:赵元杰,教授,博士生导师,从事区域生态与环境变化研究。E-mail:ecoenvir@163.com。

表 1 河北省生态环境安全评价指标体系

目标层/权重	系统层/权重	分区	指标层/权重	分级标准或基准值
坝上高原生态环境安全/0.032 8	生态系统安全/0.200 1	坝上高原生态区	地表地质敏感性指数 $Z_{B1}/0.126\ 0$	1~10, 分为 5 级
			土壤侵蚀敏感性指数 $Z_{B2}/0.107\ 0$	1~10, 分为 5 级
			植被覆盖敏感性指数 $Z_{B3}/0.208\ 0$	1~10, 分为 5 级
			降水量 (mm) $Z_{B4}/0.288\ 0$	300, 450, 分为 5 级
			风力敏感指数 $Z_{B5}/0.271\ 0$	1~10, 分为 5 级
		山地生态区	地表地质敏感性指数 $Z_{M1}/0.103\ 0$	1~10, 分为 5 级
			土壤侵蚀敏感性指数 $Z_{M2}/0.103\ 0$	1~10, 分为 5 级
			植被覆盖敏感性指数 $Z_{M3}/0.183\ 0$	1~10, 分为 5 级
			降水变率 (%) $Z_{M4}/0.528\ 0$	40, 10, 分为 5 级
			水土流失面积比重 (%) $Z_{M5}/0.083\ 0$	40, 10, 分为 5 级
		平原生态区	人均耕地面积 (hm ² /人) $Z_{P1}/0.045\ 5$	0.053
			耕地面积比重 (%) $Z_{P2}/0.047\ 8$	13.55
			林地面积比重 (%) $Z_{P3}/0.168\ 6$	22.0
			耕地盐渍化指数 $Z_{P4}/0.130\ 1$	5.0
			化肥使用量 (kg/hm ²) $Z_{P5}/0.141\ 0$	255.0
山地生态环境安全/0.373 3	自然资源安全/0.149 9	坝上高原生态区	农药使用量 (kg/hm ²) $Z_{P6}/0.141\ 0$	0.13
			人口自然增长率 (%) $Z_{P7}/0.163\ 0$	0.133
			人口密度 (人/km ²) $Z_{P8}/0.163\ 0$	128.78
			人均土地面积 (hm ² /人) $Z_{P1}/0.500\ 0$	0.777
			人均水资源占有量 (m ³ /人) $Z_{P2}/0.250\ 0$	2 240.0
		山地生态区	人均能源可开采量 (t/人) $Z_{P3}/0.250\ 0$	111.38
			种子植物占全国的比例 (%) $Z_{B6}/0.232\ 0$	2.5、10.0, 分为 5 级
			蕨类植物占全国的比例 (%) $Z_{B7}/0.346\ 1$	2.5、10.0, 分为 5 级
			脊椎动物占全国的比例 (%) $Z_{B8}/0.232\ 0$	3.5、14.0, 分为 5 级
			生物丰度指数 $Z_{B9}/0.189\ 9$	0.2、0.8, 分为 5 级
		平原生态区	蕨类植物占全国的比例 (%) $Z_{M6}/0.2017$	2.5、10.0, 分为 5 级
			脊椎动物占全国的比例 (%) $Z_{M7}/0.2590$	3.5、14.0, 分为 5 级
			自然保护区面积所占比例 (%) $Z_{M8}/0.2229$	2.4、9.6, 分为 5 级
			生物丰度指数 $Z_{M9}/0.3164$	0.2、0.8, 分为 5 级
			裸子植物占全国的比例 (%) $Z_{P9}/0.224\ 1$	2.0、19.4, 分为 5 级
平原生态环境安全/0.593 9	生物多样性安全/0.166 7	坝上高原生态区	脊椎动物占全国的比例 (%) $Z_{P10}/0.213\ 1$	3.5、14.0, 分为 5 级
			自然保护区面积所占比例 (%) $Z_{P11}/0.260\ 3$	2.4、9.6, 分为 5 级
			生物丰度指数 $Z_{P12}/0.302\ 5$	0.2、0.8, 分为 5 级
		山地生态区	人均食物总量 (kg/人) $Z_{P4}/0.310\ 1$	447.0
			人均粮食占有量 (kg/人) $Z_{P5}/0.116\ 2$	155.0
			动物性食品比例 (%) $Z_{P6}/0.080\ 0$	20.0
			成灾面积比例 (%) $Z_{P7}/0.077\ 7$	20.0
			农产品生产价格指数 (%) $Z_{P8}/0.250\ 8$	103.9
		平原生态区	恩格尔系数 (%) $Z_{P9}/0.165\ 2$	60.0
			转基因作物种植面积所占比例 (%) $Z_{P10}/0.500\ 0$	40.0、10.0, 分为 5 级
			转基因作物产量所占比例 (%) $Z_{P11}/0.500\ 0$	40.0、10.0, 分为 5 级
			大学以上教育人口所占比例 (%) $Z_{P12}/0.171\ 0$	6.16
			基尼系数 $Z_{P13}/0.293\ 0$	0.325
			人均 GDP (元/人) $Z_{P14}/0.037\ 0$	16 813
			经济增长率 (%) $Z_{P15}/0.010\ 0$	9.0
			生态足迹 (hm ² /人) $Z_{P16}/0.489\ 0$	1.510
平原生态环境安全/0.593 9	食物安全/0.166 7	坝上高原生态区	恩格尔系数 (%) $Z_{P9}/0.165\ 2$	60.0
			转基因作物种植面积所占比例 (%) $Z_{P10}/0.500\ 0$	40.0、10.0, 分为 5 级
			转基因作物产量所占比例 (%) $Z_{P11}/0.500\ 0$	40.0、10.0, 分为 5 级
			大学以上教育人口所占比例 (%) $Z_{P12}/0.171\ 0$	6.16
			基尼系数 $Z_{P13}/0.293\ 0$	0.325
		山地生态区	人均 GDP (元/人) $Z_{P14}/0.037\ 0$	16 813
			经济增长率 (%) $Z_{P15}/0.010\ 0$	9.0
			生态足迹 (hm ² /人) $Z_{P16}/0.489\ 0$	1.510
		平原生态区	人均食物总量 (kg/人) $Z_{P4}/0.310\ 1$	447.0
			人均粮食占有量 (kg/人) $Z_{P5}/0.116\ 2$	155.0
			动物性食品比例 (%) $Z_{P6}/0.080\ 0$	20.0
			成灾面积比例 (%) $Z_{P7}/0.077\ 7$	20.0
			农产品生产价格指数 (%) $Z_{P8}/0.250\ 8$	103.9
平原生态环境安全/0.593 9	基因安全/0.149 9	坝上高原生态区	恩格尔系数 (%) $Z_{P9}/0.165\ 2$	60.0
			转基因作物种植面积所占比例 (%) $Z_{P10}/0.500\ 0$	40.0、10.0, 分为 5 级
			转基因作物产量所占比例 (%) $Z_{P11}/0.500\ 0$	40.0、10.0, 分为 5 级
			大学以上教育人口所占比例 (%) $Z_{P12}/0.171\ 0$	6.16
			基尼系数 $Z_{P13}/0.293\ 0$	0.325
		山地生态区	人均 GDP (元/人) $Z_{P14}/0.037\ 0$	16 813
			经济增长率 (%) $Z_{P15}/0.010\ 0$	9.0
			生态足迹 (hm ² /人) $Z_{P16}/0.489\ 0$	1.510
		平原生态区	人均食物总量 (kg/人) $Z_{P4}/0.310\ 1$	447.0
			人均粮食占有量 (kg/人) $Z_{P5}/0.116\ 2$	155.0
			动物性食品比例 (%) $Z_{P6}/0.080\ 0$	20.0
			成灾面积比例 (%) $Z_{P7}/0.077\ 7$	20.0
			农产品生产价格指数 (%) $Z_{P8}/0.250\ 8$	103.9
平原生态环境安全/0.593 9	社会生态系统安全/0.166 7	坝上高原生态区	恩格尔系数 (%) $Z_{P9}/0.165\ 2$	60.0
			转基因作物种植面积所占比例 (%) $Z_{P10}/0.500\ 0$	40.0、10.0, 分为 5 级
			转基因作物产量所占比例 (%) $Z_{P11}/0.500\ 0$	40.0、10.0, 分为 5 级
			大学以上教育人口所占比例 (%) $Z_{P12}/0.171\ 0$	6.16
			基尼系数 $Z_{P13}/0.293\ 0$	0.325
		山地生态区	人均 GDP (元/人) $Z_{P14}/0.037\ 0$	16 813
			经济增长率 (%) $Z_{P15}/0.010\ 0$	9.0
			生态足迹 (hm ² /人) $Z_{P16}/0.489\ 0$	1.510
		平原生态区	人均食物总量 (kg/人) $Z_{P4}/0.310\ 1$	447.0
			人均粮食占有量 (kg/人) $Z_{P5}/0.116\ 2$	155.0
			动物性食品比例 (%) $Z_{P6}/0.080\ 0$	20.0
			成灾面积比例 (%) $Z_{P7}/0.077\ 7$	20.0
			农产品生产价格指数 (%) $Z_{P8}/0.250\ 8$	103.9

级标准的指标和有基准值的趋向性指标,采用不同方式确定安全指数,分级标准和评价基准值来源于国家、行业和地方相关部门规定的标准、全国平均值及国际公认值等^[3-4]。有分级标准的指标:将收集到的数据与分级标准逐个对比,确定评价指标的安全等级,安全等级分为 5 级,由安全到极不安全,安全指数分别为 5、4、3、2、1;有基准值的趋向性指标:通过偏离基准值程度,确定评价指标的安全指数,安全指数取值范围为 100%~0%,对应的安全等级值分别为 5、4、3、2、1。正安全趋向性指标:当 $X_i \geq Y_i$, 则 $RF_i = 100\%$, 当 $X_i < Y_i$, 则 $RF_i =$

$X_i/Y_i \times 100\%$;负安全趋向性指标:当 $X_i \leq Y_i$, 则 $RF_i = 100\%$, 当 $X_i > Y_i$, 则 $RF_i = Y_i/X_i \times 100\%$ 。式中, X_i 为评价指标的实际值; Y_i 为评价指标的基准值; RF_i 为评价指标的安全指数^[15]。

2.4.2 生态环境安全构成要素安全指数确定 根据生态环境安全构成要素,其评价模型为:

$$RS_i = \sum_{i=1}^n RF_i \times RW_i (i = 1, 2, 3, \cdots, n)。$$

式中: RS_i 为生态环境安全构成要素安全指数; RF_i 为生态环境安全指标层指标安全指数; RW_i 为生态环境安全指标层指标权

表 2 河北省生态环境安全评价指标要素数据

分区	指标类型	指标要素	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
坝上高原生态区	生态系统	Z_{B1}	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
		Z_{B2}	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
		Z_{B3}	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
		Z_{B4}	368.0	292.2	367.6	377.7	255.0	493.1	286.3	473.6	388.8	361.0
		Z_{B5}	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	自然资源	Z_1	1.333 8	1.330 2	1.323 1	1.303 9	1.285 8	1.281 1	1.275 1	1.279 4	1.272 2	1.268 1
		Z_2	186.04	209.91	211.23	209.05	215.83	218.68	211.63	214.87	208.06	203.27
		Z_3	7.21	7.18	7.14	7.09	7.05	7.01	6.98	6.96	6.93	6.89
	生物多样性	Z_{B6}	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
		Z_{B7}	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40
		Z_{B8}	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61
	食物	Z_{B9}	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
		Z_4	2 021.15	2 150.38	2 261.72	2 420.36	2 328.19	2 516.65	2 703.81	2 771.52	2 669.86	2 811.64
		Z_5	176.96	263.11	266.28	253.86	197.62	246.73	356.76	361.38	359.11	367.99
	基因	Z_6	11.48	12.41	12.24	12.32	12.11	12.69	13.03	13.16	13.42	13.57
		Z_7	41.15	38.89	38.41	37.64	36.81	36.13	35.77	33.86	34.23	32.22
		Z_8	102.45	100.22	116.15	108.98	99.70	115.13	110.86	100.66	107.83	109.92
		Z_9	39.12	38.69	37.83	37.17	37.69	36.95	36.53	35.87	35.96	35.75
		Z_{10}	33.58	34.84	36.05	37.28	38.31	39.04	39.98	40.66	41.12	42.01
		Z_{11}	21.43	23.38	25.32	27.27	28.51	29.18	30.77	31.63	32.34	33.02
	社会生态系统	Z_{12}	5.26	5.48	5.56	5.68	5.82	5.93	6.47	6.65	6.88	7.15
		Z_{13}	0.354 5	0.359 2	0.369 7	0.376 4	0.380 1	0.378 6	0.371 2	0.381 5	0.384 1	0.386 6
		Z_{14}	4 466.22	5 406.91	6 296.42	7 905.13	8 732.23	11 096.03	13 681.63	15 213.74	17 728.32	19 402.66
		Z_{15}	22.89	21.06	16.45	25.54	10.46	27.06	23.31	11.19	16.52	9.44
		Z_{16}	2.3597	2.613 4	2.980 2	3.125 1	3.397 9	3.512 5	3.623 2	3.788 7	3.891 9	3.976 8
山地生态区	生态系统	Z_{M1}	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
		Z_{M2}	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
		Z_{M3}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
		Z_{M4}	11.13	20.89	13.21	4.89	13.52	2.33	8.48	12.51	5.19	22.32
		Z_{M5}	46.85	46.17	45.50	44.82	44.15	43.47	42.80	42.12	41.44	40.76
	自然资源	Z_1	0.641 1	0.588 3	0.575 6	0.559 8	0.543 3	0.569 9	0.550 3	0.546 2	0.537 8	0.539 6
		Z_2	283.24	276.12	278.98	272.82	269.85	266.68	261.17	259.39	257.77	254.36
		Z_3	677.67	672.21	668.98	664.38	657.91	653.69	649.56	645.37	641.34	638.81
	生物多样性	Z_{M6}	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55	19.55
		Z_{M7}	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58
		Z_{M8}	4.10	4.33	4.69	4.76	4.87	5.02	5.17	5.97	6.08	6.08
	食物	Z_{M9}	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16
		Z_4	1 667.28	1 810.26	1 953.31	2 097.56	2 128.26	2 197.35	2 258.83	2 316.77	2 386.29	2 442.22
		Z_5	346.94	357.36	351.81	381.09	363.66	371.18	379.92	386.77	388.62	382.21
	基因	Z_6	5.77	5.12	6.08	6.23	6.39	6.51	6.63	6.82	7.04	7.18
		Z_7	28.55	27.99	29.58	26.82	32.84	29.26	27.33	26.54	25.11	25.78
		Z_8	102.45	100.22	116.15	108.98	99.70	115.13	110.86	100.66	107.83	109.92
		Z_9	39.02	38.66	37.81	37.21	37.58	36.68	36.35	35.77	35.61	35.57
		Z_{10}	33.58	34.84	36.05	37.28	38.31	39.04	39.98	40.66	41.12	42.01
		Z_{11}	21.43	23.38	25.32	27.27	28.51	29.18	30.77	31.63	32.34	33.02
	社会生态系统	Z_{12}	5.26	5.48	5.56	5.68	5.82	5.93	6.47	6.65	6.88	7.15
		Z_{13}	0.354 5	0.359 2	0.369 7	0.376 4	0.380 1	0.378 6	0.371 2	0.381 5	0.384 1	0.386 6
		Z_{14}	10 906.78	12 989.29	15 608.54	19 613.13	21 325.12	24 140.49	28 637.05	31 219.18	33 710.27	35 977.26
		Z_{15}	22.91	19.09	20.16	25.65	8.73	13.21	18.62	8.91	7.98	6.72
		Z_{16}	2.359 7	2.613 4	2.980 2	3.125 1	3.397 9	3.512 5	3.623 2	3.788 7	3.891 9	3.976 8
平原生态区	生态系统	Z_{P1}	0.106 1	0.104 6	0.103 0	0.102 9	0.096 8	0.098 4	0.099 3	0.099 7	0.099 5	0.099 1
		Z_{P2}	57.84	58.96	60.55	61.67	61.95	62.75	63.83	63.74	63.18	62.87
		Z_{P3}	24.98	25.02	25.07	25.11	25.23	25.38	25.59	25.89	26.14	26.32
		Z_{P4}	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
		Z_{P5}	541.35	546.19	550.21	554.05	558.36	561.51	565.08	568.17	571.23	573.38
		Z_{P6}	13.48	13.77	14.07	14.42	14.61	14.88	15.02	14.81	15.23	15.09
		Z_{P7}	6.09	6.23	6.55	6.57	6.53	6.81	6.58	6.47	6.51	6.49

续表 2

分区	类型	指标要素	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
自然资源		Z_{P8}	624.85	631.08	628.31	638.37	646.71	667.29	674.77	679.94	681.82	683.98
		Z_1	0.211 3	0.209 2	0.208 1	0.204 2	0.201 6	0.199 8	0.198 5	0.199 1	0.197 9	0.196 7
		Z_2	255.96	251.25	240.51	245.16	241.38	237.96	232.14	220.32	225.83	217.99
生物多样性		Z_3	32.62	32.15	31.89	31.66	31.42	31.15	31.02	30.87	30.56	30.49
		Z_{P9}	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38
		Z_{P10}	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61
食物		Z_{P11}	2.02	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
		Z_{P12}	0.042	0.042	0.044	0.044	0.046	0.046	0.047	0.048	0.048	0.048
		Z_4	1 993.23	2 025.64	2 176.77	2 294.18	2 381.16	2 457.57	2 512.43	2 597.79	2 688.82	2 738.46
		Z_5	613.71	629.43	633.59	644.44	661.28	679.49	691.67	704.29	708.93	714.56
		Z_6	4.64	5.12	5.54	5.98	6.31	6.83	7.18	7.42	7.76	7.97
		Z_7	17.83	17.98	21.98	19.15	24.19	20.36	17.22	18.52	17.33	17.15
		Z_8	102.45	100.22	116.15	108.98	99.70	115.13	110.86	100.66	107.83	109.92
		Z_9	35.45	35.81	36.45	35.42	34.25	34.12	33.33	32.59	33.06	32.24
		Z_{10}	33.58	34.84	36.05	37.28	38.31	39.04	39.98	40.66	41.12	42.01
基因		Z_{11}	21.43	23.38	25.32	27.27	28.51	29.18	30.77	31.63	32.34	33.02
		Z_{12}	5.26	5.48	5.56	5.68	5.82	5.93	6.47	6.65	6.88	7.15
		Z_{13}	0.354 5	0.359 2	0.369 7	0.376 4	0.380 1	0.378 6	0.371 2	0.381 5	0.384 1	0.386 6
社会生态系统		Z_{14}	12 596.94	15 123.73	17 278.36	18 899.36	20 216.82	22 333.38	26 565.69	28 863.37	31 125.14	33 211.18
		Z_{15}	21.32	20.05	14.24	9.38	6.97	10.46	18.94	8.65	7.84	6.71
		Z_{16}	2.359 7	2.613 4	2.980 2	3.125 1	3.397 9	3.512 5	3.623 2	3.788 7	3.891 9	3.976 8

重; i 为生态环境安全指标层项数。生态环境安全构成要素安全指数在 5~0 之间,对应的安全等级值为 5、4、3、2、1(表 2)。

2.4.3 不同生态区生态环境安全指数确定 不同生态区生态环境安全指数(表 3)确定的评价模型为:

$$RrS_i = \sum_{i=1}^n RFr_i \times RWr_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)。$$

式中: RrS_i 为不同生态区生态环境安全指数; RFr_i 为不同生态区生态环境安全构成要素安全等级; RWr_i 为生态环境安全构成要素权重; i 为生态环境安全构成要素项数。

表 3 不同生态区及河北省生态环境安全指数

年份	分区生态环境安全指数			河北省生态环境安全指数	河北省生态环境安全等级
	坝上高原生态区	山地生态区	平原生态区		
2005	3.67	3.85	3.35	3.60	4
2006	3.47	3.85	3.35	3.59	4
2007	3.67	3.85	3.35	3.60	4
2008	3.67	4.05	3.35	3.67	4
2009	3.67	3.85	3.35	3.59	4
2010	3.47	4.05	3.35	3.68	4
2011	3.87	3.90	3.20	3.46	4
2012	3.31	3.70	3.20	3.40	4
2013	3.52	3.90	3.20	3.47	4
2014	3.52	3.70	3.20	3.40	4

2.4.4 河北省生态环境安全指数确定 利用 2012 年河北省国土面积、人口数量、GDP 统计数据分配不同生态区权重,计算河北省生态环境安全指数(表 3),其评价模型为:

$$HRrS_i = \sum_{i=1}^n RrS_i \times HRWr_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)。$$

式中: $HRrS_i$ 为河北省生态环境安全指数; RrS_i 为不同生态区

生态环境安全指数; $HRWr_i$ 为不同生态区权重; i 为生态区项数。

3 河北省生态环境安全评价结果及影响因素分析

3.1 河北省生态环境安全评价结果

由图 1 可见,坝上高原生态区 2005—2014 年生态环境安全指数为 3.87~3.31,平均值为 3.59,安全指数整体呈正弦波动,其中 2010—2012 年波动幅度较大,安全指数最高值为 2011 年,安全指数 3.87,最低值为 2012 年,安全指数 3.31,生态环境总体处于较安全状态;山地生态区 2005—2014 年生态环境安全指数为 4.05~3.70 之间,平均值为 3.87,安全指数总体变化较小,呈正弦波动,安全指数最高值为 2008、2010 年,安全指数均为 4.05,最低值为 2012、2014 年,安全指数均为 3.70,生态环境总体处于较安全状态;平原生态区 2005—2014 年生态环境安全指数为 3.35~3.20,平均值为 3.29,安全指数总体变化不大,呈小幅下降趋势,生态环境总体处于较安全状态;河北省 2005—2014 年生态环境安全指数为 3.68~3.40,平均值为 3.55,安全指数呈小幅波动、总体下降趋势,安全指数最高值为 2010 年,安全指数 3.68,最低值为 2012 年,安全指数为 3.40,生态环境总体处于较安全状态,但存在退化现象,生态环境安全形势严峻;不同生态区相比,山地生态区生态环境安全指数相对最高,坝上高原生态区次之,平原生态区相对最低。

3.2 河北省生态环境安全变化影响因素分析

由表 2、表 3 可见,河北省生态环境安全变化受许多因素影响,是自然因素与人为因素共同作用、相互影响的结果。自然因素包括 3 个方面:一是土地资源、水资源、矿产资源等,资源短缺限制了区域经济发展;二是沙尘暴、滑坡、泥石流、旱涝

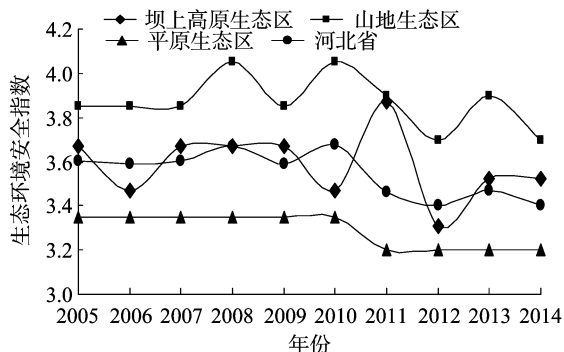


图1 不同生态区及河北省生态环境安全指数变化

等,灾害多发威胁区域生态环境安全;三是沙漠化、水土流失、土壤盐渍化等,生态环境问题突出。人为因素主要有经济快速发展、人口快速增长、不合理的人类活动,各种资源人均占有量不断下降,给生态环境带来更大压力,资源匮乏制约了经济发展,环境污染危害着人类健康,生态环境安全形势严峻。

3.3 可持续发展对策

3.3.1 控制人口数量,提高人口素质,人与自然协调发展 人口数量的过快增长,使人口密度增加,人均耕地减少,耕地压力指数增大,人均资源占有量减少,对生态环境产生极大的压力。因此,应控制人口数量,提高人口素质,实现人与社会协调发展;坚持以人为本,人与自然协调发展,提高人地协调度,做到生态环境与经济社会的可持续发展。

3.3.2 转换经济发展方式,合理利用自然资源 实现粗放式经济发展方式向生态型经济发展方式转变,保证生态与社会的协调平衡发展;合理开发和利用自然资源,实现资源的可持续性高效利用;进行生态环境影响评价,避免先污染后治理的问题出现;注重环境保护与资源开发利用的同时性,切实做到资源的绿色开发和全面利用。

3.3.3 加强宣传、教育,提高公众环保意识,着力改善生态环境 加强保护环境、优化生态、节能减排等的宣传教育,提高公众环保观念,引导和谐的消费模式,减轻资源环境压力;针对不同区域生态环境问题,着力改善生态环境,通过采用科学配方、确定肥料与农药种类、选择施肥与喷药最佳期等手段,提高化肥、农药的利用效率;降低转基因作物的播种面积和产量,增施有机肥和秸秆还田,防治土地荒漠化,维持生态平衡;保护生物多样性,防治水土流失;提高森林覆盖率,控制废物、废气排放,防治生态灾害,保护土地生态安全,实现“生产转型、天蓝水净、地绿山青”的目标。

3.3.4 加强政府职能,创建综合治理与监管机制,加大资金投入 加强政府职能,完善“规范—检查—整治—监管—执行”的整体制度;政府部门应建立健全相关机构部门,做到各部门间的合理分工,相互合作、监督和管理;加大生态保护与建设资金投入,强化资金管理,多渠道筹集生态环境保护资金,各级政府应重视生态型经济发展方向的投资,改善生态环境应从实际要求出发,调整生产布局、优化产业结构,适当向生态经济型发展领域倾斜。

4 结论与讨论

生态环境安全评价研究很少涉及到复杂生态区。本研究以河北省这一复杂生态区为对象,将广义的生态环境安全概

念应用于区域生态环境安全评价,突出不同生态区的生态环境问题,并结合生态系统、自然资源、生物多样性、食物、基因、社会生态系统等6个生态环境安全构成要素,在探索构建河北省生态环境安全评价体系的基础上,对河北省2005—2014年生态环境安全进行评价。研究表明,河北省2005—2014年生态环境安全指数为3.68~3.40,平均值为3.55,生态环境总体处于较安全状态,但存在退化现象,生态环境安全形势严峻;不同生态区中,山地生态区生态环境安全指数相对最高,坝上高原生态区次之,平原生态区相对最低;河北省生态环境安全变化受自然与人为因素共同作用、相互影响。2005—2008年生态环境安全评价与赵元杰等评价结果^[3-4]较为一致;2009—2014年尚未有前人评价,本研究评价符合河北省的实际情况,较好地反映了河北省生态环境安全现状,时效性强,可为河北省生态环境建设和生态文明建设提供了参考。

须指出的是,研究数据并非全为实测数据,部分缺失数据采用了省域值或估算值,影响数据的精准性,对评价结果的科学性、准确性可能会产生一定的影响;评价指标体系构建、评价指标选择、权重确定均以参考文献为基础,并结合不同生态区生态环境特点而确定,指标选择、权重确定有待进一步筛选优化,以更加符合河北省的实际情况。

参考文献:

- [1]曹磊.河北省生态安全评价研究[J].中国环保产业,2013(12):61-66.
- [2]张振锋.复杂生态区生态环境安全评价与预警研究——以河北省为例[D].保定:河北工业大学,2011:21.
- [3]赵元杰,张振锋.河北省生态环境安全评价研究[J].干旱区资源与环境,2012,26(9):104-108.
- [4]张振锋,汪骏鸿,赵元杰.河北省生态环境安全测度与评价方法探讨[J].河北大学学报(哲学社会科学版),2009,34(5):70-74.
- [5]王清.山东省生态安全评价研究[D].济南:山东大学,2005:50-51.
- [6]李茜.区域土地生态环境安全评价及生态重建研究——以宁夏回族自治区为例[D].西安:陕西师范大学,2007.
- [7]李志祥,田明中,武法东,等.河北坝上地区生态环境评价[J].地理与地理信息科学,2005,21(2):91-93.
- [8]高辰晶.河北省生态环境质量变化及其影响因素研究[D].石家庄:河北师范大学,2014:3-4.
- [9]王立国.生态环境安全研究——以江汉平原为例[D].武汉:华中师范大学,2005:10-12.
- [10]河北省统计局.河北省统计年鉴(2005—2014)[EB/OL]. [2015-09-11]. <http://www.hetj.gov.cn>.
- [11]河北省统计局.河北省经济年鉴(2005—2014)[EB/OL]. [2015-09-11]. <http://www.hetj.gov.cn>.
- [12]河北省统计局.河北省农村统计年鉴(2005—2014)[EB/OL]. [2015-09-11]. <http://www.hetj.gov.cn>.
- [13]河北省环境保护厅.河北省环境公报(2005—2014)[EB/OL]. [2015-09-11]. <http://www.hetj.gov.cn>.
- [14]河北省统计局.河北省国民经济与社会发展统计公报(2005—2014)[EB/OL]. [2015-09-11]. <http://www.hetj.gov.cn>.
- [15]李玉平,蔡运龙.河北省土地生态安全评价[J].北京大学学报(自然科学版),2007,43(6):784-789.