

宁夏绿洲生态稳定性评价

孙素艳 裴源生 张金萍

(中国水利水电科学研究院水资源研究所 北京 100044)

摘要 考虑绿洲生态系统自身的特点、指标体系构建原则以及数据可获取性等因素,构建了宁夏绿洲生态稳定性评价指标体系,并确定了各指标的权重和相对的分级标准,对现状年宁夏绿洲生态稳定性进行了评价。评价结果表明,现状年宁夏绿洲生态稳定性状况整体处于良好状态。

关键词 绿洲生态稳定性,评价指标体系,宁夏绿洲

中图分类号:X171 文献标识码:A 文章编号:1006-7647(2006)S1-0027-04

宁夏绿洲位于我国西北内陆地区,九曲黄河从中部进入宁夏回族自治区,给该绿洲带来了丰富的水源,使其成为该区最富庶的地区,素有“天下黄河富宁夏”之说。然而,宁夏绿洲干旱少雨,日照充足,蒸发强烈,干燥度大,因此降水产生的当地水资源极其贫乏,唯黄河而存在与发展。同时,当地水资源开发利用不当加剧了水资源的紧缺。近年来,我国西北地区持续干旱,降水量减少,黄河来水持续偏枯,全区经济社会用水和生态环境状况形势严峻,经济生活用水挤占生态环境用水,农田扩张草地,使得脆弱的绿洲生态朝着更加恶劣的方向发展,极大地危害着绿洲的可持续发展。所以,在发展经济的同时,绿洲的生态环境用水必须得到保证。在经济社会用水和生态环境用水高度竞争的情况下,必须对绿洲的水土资源进行合理配置,以确保绿洲生态的稳定,实现人与自然的和谐共处。那么,只有通过建立一套评价绿洲生态稳定性的指标体系,才能对现状绿洲生态稳定性状况有一个更好的评估,同时通过对绿洲生态稳定性理论的理解和指标体系的建立,在今后的区域发展过程中,保持绿洲生态的稳定性并促使绿洲进入可持续发展的轨道^[1-4]。所以,建立绿洲生态稳定性评价指标体系对现状绿洲生态稳定性状况进行评价,对明确今后的发展方向具有重要的理论意义和实践意义。

1 绿洲生态稳定性评价指标体系的建立

1.1 评价指标体系构建原则^[3-4]

- a. 科学性原则 绿洲生态稳定性评价指标体系应建立在充分认识、系统研究绿洲的科学基础上,能客观地反映绿洲发展的状态,并能较好地量度绿洲生态稳定性主要目标实现的程度。
- b. 整体性原则 指标体系应是一个有机整体,不但应该从各个不同的角度反映出被评价系统的主要特征和状况,而且还要反映系统的动态变化,并能体现出系统的发展趋势。
- c. 可操作性原则 指标体系中的指标取舍要考虑到指标量化及数量取得的难易程度和可靠性,指标内容应简单明了、容易理解、可比性强、容易获取等。
- d. 层次性原则 绿洲系统是一个复杂的系统,应根据系统的结构分解出若干个亚系统,亚系统再分为若干个子系统,使指标体系结构清晰、层次分明、便于操作。
- e. 前瞻性原则 绿洲生态稳定性评价指标体系应反映绿洲发展的趋向性,它不但能揭示历史的发展情况,并且能为未来的绿洲演变提供间接信息,如预测指标等。

1.2 评价指标体系的具体设置

根据宁夏绿洲的特点、选用评价方法的需要以及所获信息的情况,按照上述确定的原则,并通过专家咨询,建立了如表 1 所示的评价指标体系^[3-7]。该

基金项目 科技部西部开发重大项目(2004BA901A17)
作者简介 孙素艳(1979—),女,吉林白城人,硕士研究生,从事水文水资源研究。E-mail:sunsy2003@163.com

表 1 绿洲生态稳定性评价指标体系

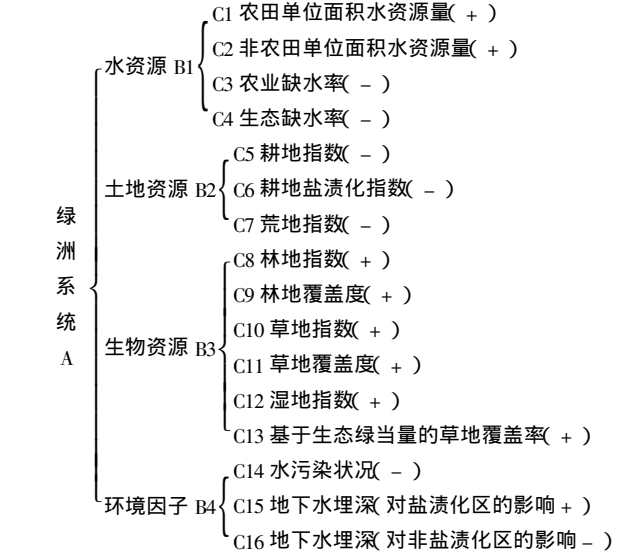


表 1 中 + 为正指标, - 为逆指标。农田单位面积水资源量 = 农田上的水资源量/农田面积, 非农田单位面积水资源量 = 非农田上的水资源量/非农田面积, 农业缺水率 = 农业缺水量/农业需水量, 生态缺水率 = 生态缺水量/生态需水量, 耕地指数 = 耕地面积/绿洲总面积, 耕地盐渍化指数 = 各盐渍化程度的面积加权值/耕地总面积, 荒地指数 = 荒地面积/绿洲总面积, 林地指数 = 林地面积/绿洲总面积, 林地覆盖度用绿洲区内各林地覆盖度的加权值表示, 草地指数 = 草地面积/绿洲总面积, 草地覆盖度用绿洲区内各草地覆盖度的加权值表示, 湿地指数 = 湿地面积/绿洲总面积, 基于生态绿当量的草地覆盖率 = 基于生态绿当量转换后的标准草地面积/绿洲总面积, 水污染状况用每年面污染源排放污水入河量表示, 地下水埋深用单元平均地下水埋深表示。

1.3 绿洲生态稳定性等级划分和单指标分级标准

基于绿洲生态稳定性评价理论, 将绿洲生态稳定性等级划分为 5 级, 即优、良、一般、差、极差。根据绿洲生态稳定性划分的等级以及相应各指标的特点, 将各单项指标按稳定性划分等级进行分级。具体各单项指标的分级标准见表 2。

1.4 指标量化

为了达到用不同的指标来划分绿洲生态稳定性等级的标准统一, 可引入相应的转换函数对各单项指标进行量化。不同学者对单项指标转换函数应用不同的转换标准, 本次根据实际情况及各单项指标的特点建立相应的转换函数:

a. 耕地盐渍化指数转换函数

$$y = \begin{cases} 1 & x = 0 \\ 0.8667 - 1.3333x & 0 < x \leq 0.65 \\ 0 & x > 0.65 \end{cases}$$

表 2 各单项指标分级标准

指 标	优	良	一般	差	极差
农田单位面积水资源量/(m ³ ·hm ⁻²)	>7800	6600~7800	5400~6600	4200~5400	<4200
非农田单位面积水资源量/(m ³ ·hm ⁻²)	>3750	3000~3750	1950~3000	1050~1950	<1050
农业缺水率	<0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	>0.4
生态缺水率	<0.05	0.05~0.1	0.1~0.15	0.15~0.2	>0.2
耕地指数	<0.5	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.8	>0.8
耕地盐渍化指数	<0.05	0.05~0.2	0.2~0.35	0.35~0.5	>0.5
荒地指数	<0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	>0.5
林地指数	>0.1	0.06~0.1	0.04~0.06	0.02~0.04	<0.02
林地覆盖度	>0.3	0.2~0.3	0.1~0.2	0.05~0.1	<0.05
草地指数	>0.3	0.2~0.3	0.1~0.2	0.05~0.1	<0.05
草地覆盖度	>0.8	0.5~0.8	0.2~0.5	0.05~0.2	<0.05
湿地指数	>0.1	0.05~0.1	0.03~0.05	0.01~0.03	<0.01
基于生态绿当量的草地覆盖率	>0.8	0.5~0.8	0.2~0.5	0.05~0.2	<0.05
水污染状况/(t·a ⁻¹)	<4000	4000~6000	6000~8000	8000~10000	>10000
地下水埋深/m (对盐渍化区的影响)	>2.5	2.0~2.5	1.5~2.0	1.0~1.5	<1.0
地下水埋深/m (对非盐渍化区的影响)	<1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	4.0~5.0	>5.0

b. 荒地指数转换函数

$$y = \begin{cases} 1 & x \leq 0.1 \\ 1.2 - 2 \cdot x & 0.1 < x \leq 0.6 \\ 0 & x > 0.6 \end{cases}$$

同样可以得到农田单位面积水资源量、非农田单位面积水资源量、农业缺水率、生态缺水率、耕地指数、林地指数、林地覆盖度、草地指数、草地覆盖度、基于生态绿当量的草地覆盖率、水污染状况、地下水埋深(对盐渍化区的影响)和地下水埋深(对非盐渍化区的影响)等指标的转换函数, 受篇幅所限, 本文不再赘述。

引入转换函数后, 可求得与绿洲生态稳定性等级对应的单项指标转换函数关系为: 优(0.8, 1.0), 良(0.6, 0.8), 一般(0.4, 0.6), 差(0.2, 0.4), 极差(0, 0.2)。

1.5 评价指标权重的确定

由于各指标因子在指标体系中的作用不同, 对绿洲系统的影响程度有差异, 为了区分其对系统影响的差异性, 采用加权评价法。确定权重的方法有主观赋权法和客观赋权法, 主观赋权法是利用专家或个人的知识或经验确定, 客观赋权法是从指标的统计性质来考虑, 由调查所得的数据决定^[3]。本次采用主观赋权法, 具体权重值见表 3。

表 3 绿洲生态稳定性指标体系权重

目标层	基准层	指标层	权重
绿洲系统 A 100	水资源指标 B1 33.04	C1 农田单位面积水资源量	7.83
		C2 非农田单位面积水资源量	8.70
		C3 农业缺水率	7.83
		C4 生态缺水率	8.70
	土地资源指标 B2 16.52	C5 耕地指数	4.35
		C6 耕地盐渍化指数	6.09
		C7 荒地指数	6.09
	生物资源指标 B3 36.96	C8 林地指数	6.09
		C9 林地覆盖度	6.96
		C10 草地指数	5.22
		C11 草地覆盖度	4.78
		C12 湿地指数	6.96
	环境因子指标 B4 13.48	C13 基于生态绿当量的草地覆盖率	6.96
		C14 水污染状况	3.91
		C15 地下水埋深 (对盐渍化区的影响)	4.35
		C16 地下水埋深 (对非盐渍化区的影响)	5.22

1.6 综合评价指数的计算方法

根据绿洲生态稳定性指标体系的特点,选用加权线性和法来完成各指标的综合合成,方法如下^[8]:

$$I_{OSI} = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i / \sum_{i=1}^n \omega_i$$

式中: I_{OSI} 为被评价对象得到的综合评价值(即绿洲生态稳定性指数); ω_i 为各评价指标的权重; x_i 为单个指标标准化后的值; n 为评价指标个数。

根据指标综合方法可以计算出评价单元的综合评价价值,在此基础上进行加权可以得到整个研究区的综合评价价值,与综合评价标准进行比较,分析评价单元和整个研究区的绿洲生态稳定性状况。这样,就需要划分一个综合评价标准,根据各单项指标的划分标准以及各指标相应的转换函数分析,对综合评价标准的划分可以采用5个等级,相应的标准见表4。

表 4 绿洲生态稳定性状况评价的综合评价标准

绿洲生态稳定性状况	综合评价标准	绿洲生态稳定性状况	综合评价标准
优	$I_{OSI} \geq 0.8$	差	$0.2 \leq I_{OSI} < 0.4$
良	$0.6 \leq I_{OSI} < 0.8$	极差	$I_{OSI} < 0.2$
一般	$0.4 \leq I_{OSI} < 0.6$		

2 现状年宁夏绿洲生态稳定性评价结果

2.1 评价单元的确定

本文的绿洲生态稳定性评价以资料及水资源配置为准,首先以行政区划为评价分析单元,然后再对整个研究区域的绿洲生态稳定性状况进行评价。根据宁夏绿洲的行政区划,分为10个县市进行绿洲生态稳定性评价,在此基础上对整个研究区域进行评价。

2.2 评价结果与分析

根据建立的绿洲生态稳定性评价指标体系及相应的评价方法,结合广义水资源合理配置模型的相关数据,计算各县市及全区的绿洲生态稳定性综合评价价值,与综合评价标准比较并分析绿洲生态稳定性状况。本次以2000年为现状年进行研究。现状年50%和75%黄河来水频率下的评价指标数据标准化后的值见表5和表6,各县市及全区的综合评价价值见表7。

评价结果表明:评价的10个县市中,现状年50%黄河来水频率下各县市的综合评价价值均处于0.69~0.74之间,绿洲生态稳定性状况均处于良好状态,75%黄河来水频率下仅平罗县的综合评价价值为0.59,绿洲生态稳定性状况处于一般状态,其他各县市的综合评价价值均处于0.60~0.66之间,绿洲生态稳定性状况均处于良好状态。从全区看,现状年50%和75%黄河来水频率下的综合评价价值分别

表 5 现状年 50%黄河来水频率下评价指标数据标准化后的值

指标代码	中卫市	中宁县	青铜峡市	永宁县	银川市	贺兰县	平罗县	石嘴山市	吴忠市	灵武市
C1	1.00	0.99	0.95	1.00	0.92	1.00	0.95	0.93	1.00	1.00
C2	0.72	0.95	0.71	0.73	0.77	0.93	0.70	0.55	0.57	0.87
C3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C5	0.92	0.99	0.91	0.86	0.74	0.63	0.82	0.99	0.99	0.86
C6	0.68	0.76	0.77	0.75	0.69	0.64	0.65	0.58	0.58	0.62
C7	0.34	0.74	0.72	0.52	0.80	0.79	0.78	0.58	0.60	0.74
C8	0.42	0.33	0.21	0.17	0.34	0.00	0.27	0.21	0.43	0.29
C9	0.90	0.82	0.81	0.77	0.84	0.84	0.81	0.84	0.82	0.84
C10	0.40	0.64	0.60	0.27	0.35	0.25	0.53	0.42	0.43	0.50
C11	0.48	0.45	0.47	0.57	0.60	0.57	0.48	0.61	0.59	0.51
C12	0.16	0.14	0.21	0.43	0.49	0.74	0.37	0.41	0.24	0.22
C13	0.67	0.66	0.65	0.68	0.73	0.72	0.66	0.70	0.70	0.68
C14	0.32	0.67	0.66	0.62	0.51	0.75	0.35	0.75	0.44	0.19
C15	0.77	0.69	0.62	0.62	0.61	0.53	0.47	0.58	0.76	0.73
C16	0.59	0.66	0.68	0.69	0.70	0.74	0.76	0.72	0.61	0.64

表 6 现状年 75%黄河来水频率下评价指标数据标准化后的值

指标代码	中卫市	中宁县	青铜峡市	永宁县	银川市	贺兰县	平罗县	石嘴山市	吴忠市	灵武市
C1	1.00	0.93	0.89	0.86	0.72	0.84	0.73	0.70	1.00	1.00
C2	0.70	0.93	0.69	0.71	0.74	0.89	0.67	0.52	0.53	0.82
C3	0.45	0.45	0.47	0.47	0.47	0.46	0.45	0.44	0.45	0.42
C4	1.00	0.67	0.59	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
C5	0.92	0.99	0.91	0.86	0.74	0.63	0.82	0.99	0.99	0.86
C6	0.71	0.78	0.78	0.77	0.72	0.68	0.68	0.67	0.63	0.67
C7	0.34	0.74	0.72	0.52	0.80	0.79	0.78	0.58	0.60	0.74
C8	0.42	0.33	0.21	0.17	0.34	0.00	0.27	0.21	0.43	0.29
C9	0.90	0.82	0.81	0.77	0.84	0.84	0.81	1.00	0.82	0.84
C10	0.40	0.64	0.60	0.27	0.35	0.25	0.53	0.42	0.43	0.50
C11	0.48	0.45	0.47	0.57	0.60	0.57	0.48	0.61	0.59	0.51
C12	0.16	0.14	0.21	0.43	0.49	0.74	0.37	0.41	0.24	0.22
C13	0.67	0.66	0.65	0.68	0.73	0.72	0.66	0.70	0.70	0.68
C14	0.40	0.71	0.70	0.68	0.57	0.79	0.43	0.79	0.51	0.28
C15	0.80	0.73	0.67	0.67	0.66	0.60	0.54	0.64	0.79	0.76
C16	0.57	0.63	0.65	0.67	0.67	0.71	0.73	0.69	0.58	0.61

表 7 现状年绿洲生态稳定性评价结果

县市	50%黄河 来水频率	75%黄河 来水频率	县市	50%黄河 来水频率	75%黄河 来水频率
中宁县	0.74	0.66	永宁县	0.69	0.60
贺兰县	0.73	0.64	平罗县	0.69	0.59
银川市	0.72	0.62	石嘴山市	0.69	0.60
青铜峡市	0.70	0.62	吴忠市	0.69	0.61
灵武市	0.70	0.61	中卫市	0.67	0.63

注：全区现状年 50%黄河来水频率为 0.70，75%黄河来水频率为 0.62。
为 0.70 和 0.62，绿洲生态稳定性状况整体处于良好状态。

3 结 语

a. 为了更好地评价现状年宁夏绿洲的生态稳定性状况，建立了一套绿洲生态稳定性评价指标体系，用该指标体系对现状年绿洲生态稳定性状况进行了评价，评价结果表明现状年绿洲生态稳定性状况整体处于良好状态。

b. 绿洲生态稳定性评价指标体系不是一成不变的，指标是为评价服务的，指标的调整与对绿洲生态的认识、资料情况相关，因此指标体系也是一个动态的体系，有一个不断调整改善的过程，还需要做进一步的工作。

参考文献：

[1] 韩德麟. 绿洲稳定性初探[J]. 宁夏大学学报:自然科学版, 1999(6): 136-139.
[2] 贾宝全, 慈龙骏. 绿洲景观生态研究[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
[3] 韦如意. 绿洲稳定性及其评价指标体系的研究——以新疆阜康绿洲为例[D]. 南京: 气象学院, 2004.
[4] 潘晓玲. 干旱区绿洲生态系统动态稳定性的初步研究

[J]. 第四纪研究, 2001(7): 345-351.
[5] 裴源生, 孙素艳, 于福亮. 黑河流域土壤墒情预报模型研究[J]. 水利水电科技进展, 2006, 26(4): 5-8.
[6] 裴源生, 王建华, 罗琳. 南水北调对海河流域水生态环境影响分析[J]. 生态学报, 2004(10): 2116-2123.
[7] 李云玲, 严登华, 裴源生, 等. 黑河流域景观格局研究[J]. 河海大学学报:自然科学版, 2005, 33(1): 6-10.
[8] 郭亚军. 综合评价理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

(收稿日期: 2006-05-15 编辑: 高建群)

· 简讯 ·

第 11 届全国水利量测技术综合学术研讨会在郑州召开

第 11 届全国水利量测技术综合学术研讨会于 2006 年 9 月 20 ~ 21 日在郑州召开。本次会议由中国水利学会水利量测技术专业委员会和黄河研究会共同主办，由黄河水利科学研究院和开封仪表有限公司协办。来自全国水利水电科研单位、设计单位、管理单位、高等院校、交通部科研院所等单位的 50 多位代表参加了研讨会。会议共交流论文 50 余篇。会前正式出版了《水利量测技术论文选集 第五集》。这些论文的内容涵盖了水利水电科学技术研究、原型观测、施工质量检测与监测等方面的信息获取、传输、控制系统的软件和硬件，包括传感技术、原型观测技术、水利水电信息化技术、试验研究测试技术等方面的新成就和经验总结。会议代表还参观了黄河水利科学研究院的物理模型黄河、原型黄河、小浪底水库等。

(编辑部供稿)