

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2015.02.003

流域景观生态健康演变及其驱动因子贡献分析

谈娟娟,董增川,付晓花,徐伟,刘倩

(河海大学水文水资源学院,江苏南京 210098)

摘要:从景观格局的角度对漳卫南运河流域 3 个年代(20 世纪 80 年代、20 世纪 90 年代、21 世纪 00 年代)的流域景观状态进行健康评价;在分析其生态健康演变趋势的基础上,识别气候变化以及人类活动的影响作用,基于土地类型分析区分不同人类活动的贡献大小。结果表明:20 世纪 80 年代以来,漳卫南运河流域的景观生态健康呈现持续下降趋势;气候变化以及人类活动对流域景观生态健康演变的贡献大小分别为 13.95% 和 86.05%;不同人类活动中水资源开发利用、水土保持和城镇化对流域景观生态健康演变的贡献大小分为-34.89%、25.72% 以及-37.19%。

关键词:景观格局;流域景观生态健康;气候变化;人类活动;驱动因子贡献率;漳卫南运河流域

中图分类号:X826 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-1980(2015)02-0107-07

Analysis of watershed landscape ecological health evolution and contribution of driving factors

TAN Juanjuan, DONG Zengchuan, FU Xiaohua, XU Wei, LIU Qian
(College of Hydrology and Water Resource, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: In terms of the landscape pattern, this study made an assessment of the landscape ecological health of the Zhangweinan River Basin in three eras (the 1980s, 1990s, and 2000s). This study identified the impact of climate change and human activities on the basis of analysis of the evolution trends of watershed landscape ecological health and also quantitatively determined the contribution of different human activities. The results show that, since the 1980s, the landscape ecological health of the Zhangweinan River Basin has presented a worsening trend. The contributions that climate change and human activities made to the evolution of the landscape ecological health are 13.95% and 86.05%, respectively. As driving factors of human activities, urbanization and the utilization of water resources have negative effects on watershed landscape ecological health evolution, with contribution rates of -37.19% and -34.89%, respectively, while soil and water conservation has positive effects on watershed landscape ecological health evolution, with a contribution rate of 25.72%.

Key words: landscape pattern; watershed landscape ecological health; climate change; human activity; contribution rate of driving factors; Zhangweinan River Basin

近年来随着工业化、城镇化的推进,不合理的人类活动对流域生态系统造成了严重威胁。寻求流域生态系统和社会经济发展的平衡点,寻找一个适合于流域生态系统特征的健康评价方法,成为了研究者的普遍关注点。人类活动会造成流域面上土地利用类型的转变,土地利用/覆被变化客观记录了人类改变地球表面特征的空间格局,且再现了地球表层景观的时空变化过程^[1]。因此,流域景观格局研究也成为流域生态健康研究的方向之一。

1939 年,Troll 通过航空照片研究东非土地利用问题时,首次提出了“景观生态学”概念。基本理论包括景观、生态及其综合系统论 3 个方面。20 世纪 90 年代,Forman 等^[2]、Graham 等^[3]提出组成景观的结构单元

收稿日期:2014-03-26

基金项目:水利部公益性行业科研专项(201101017);“十二五”国家科技支撑计划(2012BAB03B00);中央高校基本科研业务费专项(2014B34714)

作者简介:谈娟娟(1990—),女,江苏苏州人,硕士研究生,主要从事水资源规划与管理研究。E-mail:tanjuanjuan00@163.com

有3种:斑块、廊道、基质。Costanza 等^[4]、Rapport 等^[5]提出了包括组织力、活力、恢复力、平衡能力生态健康的度量标准,这一理论充分考虑了景观结构与功能之间的拓扑关系,推动了景观格局的分析研究。国内学者王宪礼等^[6]运用 RS 和 GIS 等手段对辽河三角洲湿地景观格局及异质性特征进行了分析;陈文波等^[7]、肖笃宁等^[8]深入系统地介绍了景观生态学的理论体系和实际应用,提出了景观指数应用的一般原则。然而随着生态健康理念日益突出,流域景观格局变化及其生态效应的研究逐步展开,张宏锋等^[9]分析了 1976—2005 年新疆玛纳斯河流域的景观格局变化及其生态效应;郝彩莲等^[10]对滦河流域的景观格局变化趋势及驱动因子进行了分析。然而这些基于景观生态理论流域景观格局研究大多局限于时空变化分析,未能揭示自然和人类活动的影响。笔者引入景观生态健康的概念,从景观生态学的角度建立景观结构与过程或现象的联系,通过对景观生态环境现状的评价来指示流域景观生态结构和功能的健康状况。

漳卫南运河流域位于东经 112°~118°,北纬 35°~39°,主要河流自西向东由漳河、卫河、卫运河、南运河和漳卫新河组成,流经山西省、河北省、河南省、山东省,在天津市入渤海。近年来不合理的人类活动严重改变了流域的景观格局,降雨、气温等自然因素对流域的景观状态也有一定程度的影响。定量计算气候变化以及不同人类活动对流域景观健康演变的影响大小,对于保障流域景观状态的健康发展、促进和谐社会建设具有重要参考价值。

研究区(山东聊城临清水文站以下为狭长河道,景观格局单一,故选择临清站以上为研究区域)流域总面积 37 700 km²,山区、丘陵区面积 25 466 km²,占流域总面积的 68%;包含 9 个行政区:邯郸、长治、晋城、晋中、新乡、安阳、焦作、鹤壁及濮阳市,行政区划如图 1 所示。

1 资料来源

本文采用的资料有:漳卫南运河流域 1:250 000 数字高程模型(DEM);漳卫南运河流域 20 世纪 80 年代、90 年代以及 21 世纪 00 年代 3 个年代土地利用调查数据(来源于美国 Landsat 卫星 TM 影像数据);漳卫南运河流域行政区划图(包括地级市及县);流域水文年鉴。研究区 3 个年代土地利用变化如图 2 所示。

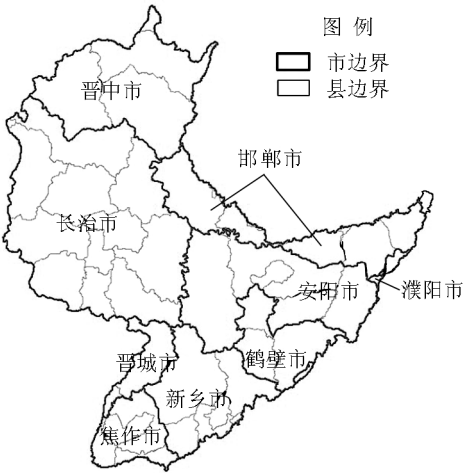


图 1 漳卫南运河流域行政区划图
Fig. 1 Administrative zoning map of Zhangweinan River Basin

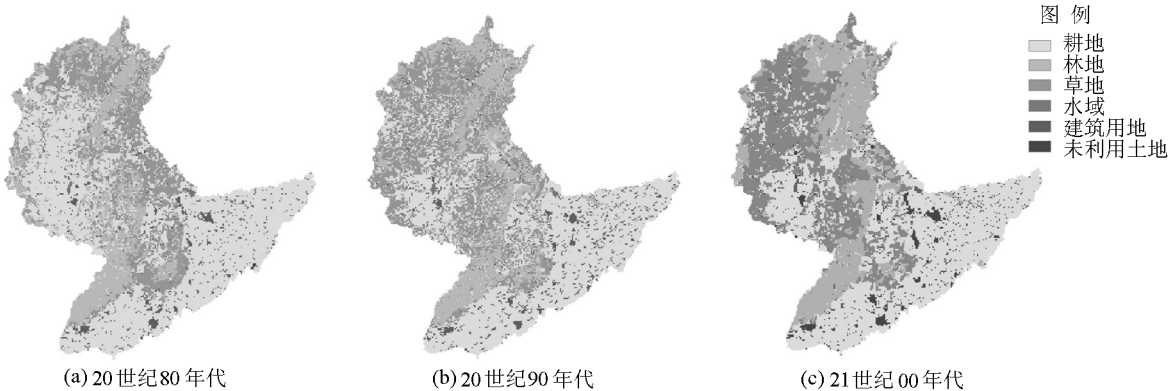


图 2 漳卫南运河流域 20 世纪 80 年代、90 年代及 21 世纪 00 年代土地利用变化
Fig. 2 Changes of land use of Zhangweinan River Basin in three eras (1980s, 1990s, 2000s)

2 研究方法

2.1 流域生态健康演变分析方法

2.1.1 生态健康评价指标体系的建立

为了定量地描述流域景观生态健康,需建立流域景观生态健康评价体系。随着 GIS 与 RS 在景观生态学方面的应用,新的景观指数不断出现,选取适于生态系统健康评价且能够代表格局的景观指数十分必要。

李秀珍等^[11]专门研究了不同景观格局指标对景观格局的反应,并提出总斑块数目大小、分维数、蔓延度、多样性及均匀度等指数是值得推荐的指标。基于景观指数的分类及应用原则^[7-8]综合考虑研究区的特点、研究目的及资料情况,选择活力、组织力、恢复力、生态系统服务功能4个生态系统度量来反映生态系统自身的结构和功能。活力指系统的能量和活动性,反映景观生态系统的生产能力。组织结构反映流域景观的多样性、组成结构。恢复力是当系统受到干扰和胁迫后,能够保持系统结构和功能稳定并恢复系统的健康状况。生态系统服务功能指自然景观为人类提供生存环境及各种生活必需品的服务价值,评价体系见表1(括号中的数据为权重值)。

2.1.2 评价指标的提取

2.1.2.1 活力

利用迈阿密(Miami)模型计算生物潜在第一生产力:

$$N_t = \frac{3\,000}{1 + \exp(1.315 - 0.119t)} \tag{1}$$

$$N_R = \frac{3\,000}{1 - \exp(-0.000\,66R)} \tag{2}$$

$$N = \min(N_t, N_R) \tag{3}$$

式中: N_t ——以多年平均气温为自变量计算出的生产潜力; N_R ——以多年平均降水量为自变量计算出的生产潜力; N ——生物潜在第一生产力; t ——年平均气温; R ——年平均降水量。

2.1.2.2 组织力

选取4个景观格局指标来表征流域景观生态系统的组织力:香农多样性指数、香农均匀度指数、蔓延度指数以及混布与并列指数。其中,香农多样性指数能够反映景观异质性,强调稀有斑块类型对信息的贡献;香农均匀度指数反映景观中不同类型斑块分布的均匀程度;蔓延度指数用来描述景观里不同斑块类型的团聚程度或延展趋势;混布与并列指数表示斑块混合或者分散的程度。

2.1.2.3 综合弹性指数

植被是生态系统的控制性组分,同时也是生态系统运动变化综合反映的结果,因此可以通过植被类型变化判断生态系统的综合弹性指数。系统组成越复杂多样,各构成类型的健康与安全状况就越好,系统的弹性指数越大。因此,参考刘明华等^[12]对不同土地利用类型的生态恢复力研究,确定流域不同土地利用类型的弹性分值。综合弹性指数计算公式为

$$F = D_i \sum S_i R_i = (- \sum S_i \log_2 S_i) \sum S_i P_i \tag{4}$$

式中: D_i ——第*i*种土地利用类型多样性指数; S_i ——第*i*种土地利用类型的面积, R_i ——第*i*种土地利用类型的弹性分值, P_i ——第*i*种土地利用类型所占的百分比。

综合弹性指数越大,生态系统越健康。

2.1.2.4 生态系统服务价值

生态系统服务是指生态系统维持人类赖以生存的自然环境,以及为人类提供各种生活必需品(包括食品、工业原料等)的能力。经济学家和生态学家做了很多生态系统服务价值的研究,本文参考李加林等^[13]计算得到的各类用地生态服务功能价值来近似地衡量流域生态系统服务价值。不同土地类型弹性分值及单位面积生态系统服务功能价值见表2。

2.1.3 指标权重、评价方法及评价标准的确定

各个指标因子对区域生态系统健康状况的贡献大小需要用指标权重来确定。目前权重的确定方法较

表1 流域景观生态健康评价指标体系
Table 1 Evaluation index system of watershed landscape ecological health

景观生态健康评价指标	活力(0.2000):生物潜在第一生产力(1.0000)	
	组织力(0.4000)	香农多样性指数(0.4233)
		香农均匀度指数(0.2705)
		蔓延度指数(0.1608)
		混布与并列指数(0.1453)
	恢复力(0.2000):综合弹性指数(1.0000)	
	服务功能(0.2000):生态系统服务价值(1.0000)	

表2 不同土地利用类型弹性分值及服务功能价值
Table 2 Elasticity score and services value of different land use types

土地利用类型		弹性分值	单位面积价值/ (10 ⁶ 元·km ⁻² ·a ⁻¹)
耕	地	0.5	1.22
林	地	0.9	8.17
草	地	0.7	2.66
建筑用地		0.4	1.15
水	域	0.9	15.80
未利用土地		0	0.22

多,譬如因子分析法、层次分析法^[14-15]、熵权法、神经网络等。本文选择层次分析法确定指标权重,其基本思想是依据问题的性质及要求达到的目标,将问题分解成若干层和若干因素,通过两两比较的方法确定各要素间的相对重要性。

生态系统健康与否取决于标准值,而健康仅仅是一个相对的概念,标准值界定存在一定的困难,因此,生态系统健康评价可以作为一个模糊问题来处理。本文采用模糊综合评价方法^[14]将生态健康状况划分为5个等级,通过各层指标值对各个健康等级的相对隶属度大小来反映生态系统的健康状态。

为了对流域生态健康进行综合定量分析与评价,需要建立评价指标因子健康与否的可比性量化指标,即确定指标的阈值范围。参考方庆等^[16]对唐山市生态健康评价中景观生态指数评价标准的划分,结合研究区各指标值的实际大小范围进行各指标的量化分级,采用层次分析法确定评价指标权重(表1)及分级标准(表3)。

表3 评价体系指标分级标准

Table 3 Classification standard of evaluation indexes

健康分级	指标分级标准						
	生物第一潜在生产力	香农多样性指数	香农均匀度指数	蔓延度指数	混布与并列指数	综合弹性指数	生态系统服务价值
病 态	400	0.6	0.4	90	80	0.4	0.22
不健康	600	0.8	0.5	70	55	0.5	1.15
亚健康	800	1.0	0.6	50	35	0.6	3.17
健 康	1000	1.2	0.7	20	20	0.7	8.17
很健康	1200	1.4	0.8	10	10	0.9	15.80

2.2 流域生态健康演变驱动因子贡献分析方法

流域景观生态健康状况是气候变化及人类活动共同作用的结果。为区分气候变化及人类活动对流域景观生态健康演变的贡献大小,需识别这两大驱动因子相对应的评价指标。生物第一潜在生产力与流域降雨、气温有关,可作为气候变化的相应指标;通过景观指数分析软件 Fragstats 得到的各类景观指数以及综合弹性指数、生态功能服务价值可作为人类活动的响应指标。在其他指标保持不变的情况下,改变基准年指标中的活力值,可得到气候变化条件下流域的健康综合值,从而分离出气候变化对流域景观生态的影响。

区分人类不同活动对流域景观生态健康演变的贡献大小,需识别对流域景观生态变化起主要作用的人类活动。首先对土地利用变化进行统计分析,从宏观角度识别流域景观格局的变化,分析结果见表4。

表4 漳卫南运河流域各年代土地利用情况

Table 4 Land use of Zhangweinan River Basin in three eras

年 代	耕地		林地		草地		水域		建筑用地		未利用土地	
	面积/ km ²	比例/ %	面积/ km ²	比例/ %	面积/ km ²	比例/ %	面积/ km ²	比例/ %	面积/ km ²	比例/ %	面积/ km ²	比例/ %
20 世纪 80 年代	193.60	53.40	64.01	17.66	77.60	21.40	3.88	1.07	22.88	6.31	0.57	0.16
20 世纪 90 年代	189.06	52.15	65.43	18.05	80.71	22.26	2.71	0.75	24.36	6.72	0.27	0.07
21 世纪 00 年代	166.49	45.92	75.34	20.78	89.82	24.78	2.48	0.68	28.37	7.83	0.04	0.01

随着退耕还林政策的实施,漳卫南运河流域的耕地面积有一定程度的减少,林地、草地覆盖率逐年代增大,尤其是20世纪90年代至21世纪00年代,水土保持作用较为明显;漳卫南运河流域水资源短缺现象居整个海河流域之首,由于水资源高强度的开发利用,水域面积一直处于减少状态,到21世纪00年代水域面积比例只剩下0.68%;漳卫南运河流域的建筑面积在持续增加,21世纪00年代以来城镇化进程明显加快。可见城镇化建设、水土保持以及水资源开发利用对流域景观格局有着重要的影响,可作为人类活动三大驱动因子。

区分不同驱动因子的影响大小,可以通过特定土地利用类型在3个年代间的变化来指示相应驱动因子的影响。将建筑用地作为城镇化的指示地类,耕地、林地、草地以及未利用土地用于水土保持分析,用水域面积的变化来反映水资源开发利用情况。运用 ARCGIS 软件,对3个年代的土地利用图进行叠置转换,在作为基准年代的土地利用图上只改变某个驱动因子相关的土地利用类型分布,得到该驱动因子影响下的土地利用情况,计算相应指标数据以及健康综合值,其与基准年代指标数据计算得到的健康综合值之差即为该驱动因子的影响。

3 漳卫南运河流域生态健康演变结果分析

3.1 景观生态健康评价结果

采用模糊综合评价模型,对 20 世纪 80 年代以来漳卫南运河流域的景观生态系统健康状况进行综合评价,从很健康到病态分别以 5、4、3、2、1 表示,与对应的隶属度进行加权得到流域景观生态健康状况的综合值。流域景观生态健康状况评价结果见表 5。

表 5 漳卫南运河流域景观生态健康状况
Table 5 Landscape ecological health situation of Zhangweinan River Basin

年 代	隶 属 度					健康状态	健康综合值
	病态	不健康	亚健康	健康	很健康		
20 世纪 80 年代	0.10400	0.11985	0.32582	0.34853	0.10178	健康	2.90542
20 世纪 90 年代	0.07743	0.13808	0.46406	0.29837	0.02304	亚健康	2.72335
21 世纪 00 年代	0.03085	0.19253	0.43688	0.31690	0.02282	亚健康	2.70385

由表 5 可知,漳卫南运河流域 20 世纪 80 年代的景观生态状况处于健康状态,但其对健康的隶属度只有 0.34853,到 20 世纪 90 年代和 21 世纪 00 年代都下降至亚健康状态,对亚健康的隶属度为 0.46406 和 0.43688,20 世纪 80 年代以来流域景观生态服务功能有所增加,但由于流域景观均匀度减小,景观破碎化程度较为严重,漳卫南流域景观生态健康呈现持续下降的状态。

3.2 驱动因子贡献分离结果

3.2.1 气候变化与人类活动贡献分离结果

由表 6 可知,漳卫南运河流域 20 世纪 80 年代以来气候变化对流域景观生态健康影响的贡献率为 13.95%,人类活动贡献率为 86.05%。分析不同年代间的变化情况,从 20 世纪 80 年代至 90 年代,流域年平均降雨量减少,系统活力减弱,气候变化对流域景观状态的演变起到负向作用,贡献率约为人类活动影响力的 1/7,而从 20 世纪 90 年代至 21 世纪 00 年代,降雨量有所增加,系统活力增强,一定程度上促进了流域景观生态的健康发展,贡献率上升为人类活动的 1/6。

表 6 气候变化及人类活动对漳卫南运河流域景观生态健康演变贡献率

演变年代	流域景观状态 系统改变值	气候 变 化		人 类 活 动	
		影响值	贡献率/%	影响值	贡献率/%
20 世纪 80 年代至 90 年代	-0.18207	-0.02306	12.67	-0.15901	87.33
20 世纪 90 年代至 21 世纪 00 年代	-0.01950	0.01212	-14.21	-0.03162	85.79
20 世纪 80 年代至 21 世纪 00 年代	-0.20157	-0.02811	13.95	-0.17346	86.05

3.2.2 不同人类活动贡献分离结果

由表 7 可知,水土保持对流域的景观生态格局起到积极作用,而城镇化以及水资源的开发利用影响了流域生态景观的健康发展。漳卫南运河流域从 20 世纪 80 年代至 90 年代,水资源开发利用率、水土保持和城镇化的贡献率分为-43.74%、23.32%以及-29.71%,水土保持作用不明显,城镇化的发展和水资源的开发利用对流域生态环境的影响尤为严重。从 20 世纪 90 年代至 21 世纪 00 年代,水资源开发利用、水土保持和城镇化的贡献率分为-14.14%、40.37%以及-43.28%,与 20 世纪 80 年代至 90 年代相比,流域城镇化进程加快,对流域景观生态健康的负作用增强,然而由于水土保持措施的大力实施,流域水土流失有了较大改善,但仍未能抵消城镇化带来的负面作用。纵观 20 世纪 80 年代至 21 世纪 00 年代,水资源开发利用、水土

表 7 不同人类活动对漳卫南运河流域生态健康演变贡献率

驱动因子	20 世纪 80 年代至 90 年代		20 世纪 90 年代至 21 世纪 00 年代		20 世纪 80 年代至 21 世纪 00 年代	
	影响值	贡献率/%	影响值	贡献率/%	影响值	贡献率/%
人类活动总影响	-0.15901	—	-0.03162	—	-0.17346	—
水资源开发利用	-0.13031	-43.74	-0.03015	-14.14	-0.13704	-34.89
水土保持	0.06947	23.32	0.08608	40.37	0.10103	25.72
城镇化	-0.08852	-29.71	-0.09228	-43.28	-0.14607	-37.19
其 他	-0.00965	-3.24	0.00473	2.22	0.00862	2.19

保持和城镇化的贡献率分为-34.89%、25.72%以及-37.19%。因此在城市化的过程中,需加强对生态环境的保护与整治,注重林地保护,综合治理水土流失,合理开发水资源,促进流域生态系统向健康的方向发展。

4 结 论

a. 从气候变化与人类活动对流域景观格局影响的角度出发,建立流域景观生态健康评价指标体系,并以年代为单位提取指标数据值。健康评价结果显示:自20世纪80年代以来,漳卫南运河流域景观生态健康状况呈现持续下降的趋势,流域景观均匀度减小,景观破碎化程度较为严重,但生态系统服务功能有所增加。

b. 基于对指标体系以及土地利用分析,分离出气候变化及人类不同活动对流域景观生态健康的影响,结果显示:20世纪80年代以来,气候变化及人类活动对流域景观生态健康演变的贡献大小分别为13.95%和86.05%。人类活动中水资源开发利用、水土保持和城镇化对流域景观生态健康演变的贡献大小分为-34.89%、25.72%以及-37.19%。

c. 运用ARCGIS软件,通过对土地利用图上不同地类的叠置分析来分离驱动因子的贡献大小,其结果有效性有待验证。另外由于主观判断和资料所限,景观生态健康评价指标体系有待进一步完善。

参考文献:

[1] 李坤,杨华. 近20年土地利用/覆被变化及其对景观格局影响:以重庆市北碚区为例[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版,2010,27(3):32-35. (LI Kun, YANG Hua. The land use/land cover change for nearly 20 years and their impact on landscape patterns: taking Beibei District for instance[J]. Journal of Chongqing Normal University: Natural Science, 2010, 27(3):32-35. (in Chinese))

[2] FORMAN R T T, LAND M. The ecology of landscape and Regions [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

[3] GRAHAM R L, HUNSAKER C T, O'NEILL R V, et al. Ecological risk assessment at the regional scale [J]. Ecology, 1991, 8(1):196-205.

[4] COSTANZA R, NORTON B G, HASSELL B D. Ecosystem health: new goals for environmental management [M]. Washington DC: Island Press, 1992.

[5] RAPPORT D J, COSTANZA R, MICHAELI J. Assessing ecosystem health [J]. Trends in Ecology and Evolution, 1998, 13(10):397-402.

[6] 王宪礼,肖笃宁,布仁仓,等. 辽河三角洲湿地的景观格局分析[J]. 生态学报,1997,17(3):317-323. (WANG Xianli, XIAO Duning, BU Rencang, et al. Analysis on landscape patterns of Liaohe delta wetland [J]. Acta Ecologica Sinica, 1997, 17(3):317-323. (in Chinese))

[7] 陈文波,肖笃宁,李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报,2002,13(1):121-125. (CHEN Wenbo, XIAO Duning, LI Xiuzhen. Classification, application, and creation of landscape indices [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(1):121-125. (in Chinese))

[8] 肖笃宁,李秀珍,高俊,等. 景观生态学[M]. 北京:科学出版社,2003.

[9] 张宏锋,欧阳志云,郑华,等. 新疆玛纳斯河流域景观格局变化及其生态效应[J]. 应用生态学报,2009,20(6):1408-1414. (ZHANG Hongfeng, OUYANG Zhiyun, ZHENG Hua, et al. Landscape pattern change and its ecological effect in Manas River Basin of Xinjiang, China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(6):1408-1414. (in Chinese))

[10] 郝彩莲,王刚,张诚,等. 滦河流域景观格局变化及其驱动力因子分析[J]. 环境保护科学,2011,37(2):58-64. (HAO Cailian, WANG Gang, ZHANG Cheng, et al. Analysis on changes of landscape patterns in Luan River Basin and its driving factors [J]. Environmental Protection Science, 2011, 37(2):58-64. (in Chinese))

[11] 李秀珍,布仁仓,常禹,等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. 生态学报,2004, 24(1):123-134. (LI Xiuzhen, BU Rencang, CHANG Yu, et al. The response of landscape metrics against pattern scenarios [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(1):123-134. (in Chinese))

[12] 刘明华,董贵华. RS和GIS支持下的秦皇岛地区生态系统健康评价[J]. 地理研究,2006,25(5):930-938. (LIU Minghua, DONG Guihua. Ecosystem health assessment and driving force analysis in Qinhuangdao area based on RS & GIS [J]. Geographical Research, 2006, 25(5):930-938. (in Chinese))

[13] 李加林,许继琴,童亿勤,等. 杭州湾南岸滨海平原生态系统服务价值变化研究[J]. 经济地理,2005,25(6):804-809. (LI Jialin, XU Jiqin, TONG Yiqin, et al. Effects of land use changes on value of ecosystem service on coastal plain of south Hang Zhou Bay Bank [J]. Economic Geography, 2005, 25(6):804-809. (in Chinese))

[14] 李艳利,李东艳,李艳粉. 层次分析法与模糊综合评价法在城市生态系统健康评价中的应用[J]. 广州环境科学,2009,24(3):39-43. (LI Yanli, LI Dongyan, LI Yanfen. The analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation for the assessment of urban ecosystem health[J]. Guangzhou Environmental Sciences, 2009, 24(3):39-43. (in Chinese))

[15] 山成菊,董增川,樊孔明,等. 组合赋权法在河流健康评价权重计算中的应用[J]. 河海大学学报:自然科学版,2012,40(6):622-628. (SHAN Chenju, DONG Zengchuan, FAN Kongming, et al. Application of combination weighting method to weight calculation in river health evaluation [J]. Journal of Hohai University: Natural Science, 2012, 40(6):622-628. (in Chinese))

[16] 方庆,董增川,刘晨,等. 基于 PSR 模型的唐山地区生态系统健康评价[J]. 中国农村水利水电,2013(6):26-29. (FANG Qing, DONG Zengchuan, LIU Chen, et al. Ecosystem health evaluation of Tangshan based on PSR model [J]. China Rural Water and Hydropower, 2013(6):26-29. (in Chinese))

· 简讯 ·

河海大学王媛教授入选“长江学者奖励计划”特聘教授

2015 年 1 月 16 日教育部公布了 2013、2014 年度长江学者特聘教授、讲座教授名单,河海大学土木与交通学院王媛教授成功入选长江学者特聘教授。

王媛教授是河海大学岩土工程国家重点学科渗流方向的学科带头人,她长期致力于“岩土渗流破坏与控制”领域的研究工作。近年来主持或参与国家重点基础研究发展计划(973 计划)、国家自然科学基金、“十一五”科技支撑计划等重大科研项目 40 余项。发表学术论文 100 余篇,其中 SCI 检索论文 21 篇。研究成果获国家、省部级科技奖励 7 项,其中国家科技进步二等奖 1 项、省部级一等奖 4 项。先后入选教育部新世纪优秀人才和江苏省“333 工程”中青年科技领军人才。

教育部从 2011 年起实施新的“长江学者奖励计划”,作为国家重大人才工程的重要组成部分,该计划旨在加强高等学校高层次人才队伍建设,吸引和培养造就一批具有国际影响的学科领军人才。“长江学者奖励计划”每年聘任特聘教授 150 名、讲座教授 50 名。

(本刊编辑部供稿)