

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2018.03.08

污染排放约束下中国水稻生产用水效率与影响因素分析

薛超,周宏

(南京农业大学经济管理学院,江苏南京 210095)

摘要:利用松弛变量度量(slack based measure,SBM)的超效率模型,对污染排放约束下中国2004—2014年23个水稻生产省(市、自治区)的水稻生产用水效率进行测度分析,并通过Tobit模型分析影响水稻生产用水效率的因素。结果表明:在污染排放约束下很多地区的水稻用水效率没有达到生产的前沿面,各地区的水稻生产用水效率存在很大差异,总体上各地区的水稻用水效率呈不断提升的趋势。从水稻生产区域来看,长江中下游地区的水稻生产用水效率最高,而华北地区的水稻生产用水效率多年来一直最低,东北地区和西南地区的水稻生产用水效率的年度波动幅度较大。农村居民人均纯收入、水稻播种面积占比和水稻机械化水平对水稻生产用水效率有显著的正向影响,而水资源丰裕程度、农田水利设施和节水农业发展水平对水稻用水效率并没有显著影响。

关键词:污染排放;水稻用水效率;松弛变量度量超效率模型;影响因素

中图分类号:F323.3

文献标志码:A

文章编号:1004-6933(2018)03-0052-05

Analysis on rice production water use efficiency and its influencing factors in China under constraint of pollutant emission

XUE Chao, ZHOU Hong

(College of Economics and Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Using the slack based measure (SBM) super based measure, the rice production water use efficiency in 23 provinces from 2004 to 2014 was analyzed and its influencing factors was discussed by Tobit model. The results showed that the production water use efficiency in many provinces under the constraint of pollution emission did not reach the production frontier. The rice production water use efficiency in different regions varied greatly and showed a rising trend. The rice production water use efficiency in the middle and lower reaches of the Yangtze River was the highest, which was the lowest in North China for many years. The annual rice production water use efficiency in the northeast and southwest regions fluctuated greatly. The per capital net income of rural residents, proportion of rice sown area, and rice mechanization level had a significant positive effect on the rice production water use efficiency. And the water resources abundance, farmland water conservancy facilities and water-saving agriculture development level had no significant effect on the rice production water use efficiency.

Key words: pollution emission; rice production water use efficiency; slack based measure; super-efficiency model; influencing factor

基金项目:国家自然科学基金(71473121);国家社会科学基金(13&ZD160);江苏现代农业(水稻)产业技术体系(SXGC[2017]293)

作者简介:薛超(1990—),男,博士研究生,研究方向为农业技术经济。E-mail:2016206014@njau.edu.cn

通信作者:周宏,教授。E-mail:zhouhong@njau.edu.cn

在水资源日益紧缺和农业用水不断被挤占而用水需求却持续加大的背景下,实现农业水资源的高效利用是保障水安全和粮食安全的根本途径^[14]。为提高水资源的利用效率,需要对当前状况下水资源的利用效率进行测度,目前对农业用水效率进行测算的方法有随机前沿分析和数据包络分析(data envelopment analysis,DEA)等方法^[5-8],一些学者在此基础上采用非径向方向性距离函数模型和考虑非期望产出的松弛变量度量(slack based measure,SBM)模型等方法测算了环境约束下水资源的使用效率^[9-11]。此外,有学者采用Tobit模型、Bootstrap断尾回归模型等方法对农业水资源利用效率的影响因素进行分析,发现农业用水效率受到自然因素、经济因素、制度因素多个方面的共同作用^[12-13]。

水稻作为中国最重要的粮食作物,其生产不仅是农业产业的重要组成部分,也是维系国计民生的根本,亦是保障国家粮食安全的主力军。相比于其他作物,水稻对水资源的依赖程度更高,属于水资源密集型农作物。水稻作为“第一大用水大户”,其用水效率的提高对确保整个农业用水的安全以及整个社会的用水安全具有非常大的作用。基于此,本文将借助于考虑非期望产出的SBM超效率模型,将水稻用水量、劳动力、土地和资本作为输入,将水稻产量作为期望产出,水稻生产过程中的氮排放和磷排放作为非期望产出,测度中国2004—2014年23个水稻生产省(市、自治区)水稻生产过程中的用水效率,并进一步分析影响水稻生产用水效率的因素。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

水稻产量和稻田土地投入及水稻播种面积的数据可通过《中国农村统计年鉴》直接获得;水稻生产过程中的氮排放量和磷排放量是通过水稻生产过程中氮肥和磷肥(折纯)的使用量乘以相应的氮肥和磷肥的流失率计算而得。其中氮磷公顷施用量(折纯量)的范围分别为30~225 kg和0.15~52.5 kg;氮磷排放系数的范围分别为5%~35%和1%~10%,其中氮肥、磷肥使用量来源于《全国农产品成本收益汇编》,各地区的氮肥和磷肥的流失率参照赖斯芸^[14]的相关研究成果;水稻生产用水量是根据文献^[15]中各地区每公顷水稻的生产用水量乘以各地区水稻播种面积估算得到,水稻生产用水量的范围为3000~20000 m³/hm²;劳动力与物质资本投入是由各地区公顷投入乘以水稻播种面积得到,公顷投入的数据由《全国农产品成本收益汇编》得到。在测算水稻生产用水效率后,进一步分析影响水稻

生产用水效率的因素。选取了农村居民人均纯收入、人均水资源拥有量、有效灌溉面积占比、节水灌溉面积占比、水稻播种面积占比、水稻机械化水平等变量作为水稻用水效率的影响因素,这些数据可从《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国农业机械工业年鉴》中获取。各变量的描述统计见表1。

1.2 研究方法

本文的水稻用水效率是指水稻用水的技术效率,即将水稻生产用水作为农业生产的投入要素之一,在生产函数的基础上计算水稻生产用水的技术效率,水稻用水效率就是指在农业要素投入量不变的情况下,农业最大的产出值或者产出一定条件下,最小的生产用水量与实际用水量的比值。为测算基于非期望产出的水稻生产用水效率,本文构建考虑非期望产出的SBM超效率模型^[16],其具体形式为

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = \min \left[\frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{ik}}{1 + \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} s_r^+ / y_{rk} + \sum_{t=1}^{q_2} s_t^{b-} / b_{rk} \right)} \right] \\ \text{s. t. } \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} + \mathbf{s}^- = \mathbf{x}_k \\ \mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda} - \mathbf{s}^+ = \mathbf{y}_k \\ \mathbf{B}\boldsymbol{\lambda} + \mathbf{s}^{b-} = \mathbf{b}_k \\ \boldsymbol{\lambda}, \mathbf{s}^-, \mathbf{s}^+, \mathbf{s}^{b-} \geq 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

式中: ρ 为目标函数; m 为投入要素个数; k 为评价单元; s_i^- 为第*i*项要素投入的松弛变量; x_{ik} 为第*i*项要素投入量; q_1 、 q_2 分别为期望产出个数和非期望产出个数; s_r^+ 为第*r*项期望产出的松弛变量, y_{rk} 为第*r*项期望产出量; s_t^{b-} 为第*t*项非期望产出的松弛变量; b_{rk} 为第*r*项非期望产出量; \mathbf{X} 、 \mathbf{Y} 、 \mathbf{B} 分别为投入向量、期望产出向量与非期望产出向量; $\boldsymbol{\lambda}$ 为调整矩阵, \mathbf{s}^- 为要投入的松弛变量; \mathbf{s}^+ 为期望产出的松弛变量; \mathbf{s}^{b-} 为非期望产出的松弛变量; x_k 、 y_k 、 b_k 分别为实际的投入量、期望产出量与非期望产出量。目标函数 ρ 关于 \mathbf{s}^- 、 \mathbf{s}^+ 和 \mathbf{s}^{b-} 严格单调递减的,且 $0 < \rho \leq 1$;当 $\rho = 1$ 时,生产单元完全有效;当 $\rho < 1$ 时,生产单元存在效率损失。

将水稻生产投入向量 \mathbf{X} 分离出水稻生产用水量和其松弛变量,记为 X_w 和 s_w 。则水稻的生产用水效率可以表示为

$$E_{it} = (X_{w_{it}} - s_{w_{it}}) / X_{w_{it}} \quad (2)$$

式中: E_{it} 为*i*地区*t*时期的水稻生产用水效率; $X_{w_{it}}$ 和 $S_{w_{it}}$ 分别为*i*地区*t*时期水稻的生产用水量及松弛变量。

表1 变量描述统计

变量	水稻产量/ 万 t	氮肥流失量/ t	磷肥流失量/ t	水稻用水量/ 亿 m ³	劳动力投入/ 万 d	水稻播种面积/ 10 km ²	物质资本投入/ 万元
均值	833.48	16958.84	637.3400	57.91	17233.03	1275.87	581947.10
标准差	702.42	19361.79	755.9500	46.42	14107.48	1090.45	532102.40
最小值	47.30	1159.79	0.0228	3.87	631.87	64.40	30258.44
最大值	2634.00	90112.72	3927.4700	166.21	69793.73	4120.70	2288216.00

变量	人均纯收入/ 万元	人均水资源拥有量/ 万 km ³	有效灌溉面积 占比	节水灌溉面积 占比	水稻播种面积 占比	水稻机械化 水平
均值	0.5110	0.1912	0.4701	0.0508	0.2267	0.5322
标准差	0.2215	0.1343	0.1936	0.0651	0.1628	0.2203
最小值	0.1722	0.0134	0.1413	0.0002	0.0091	0.0996
最大值	1.4098	0.5610	0.8571	0.2993	0.6107	1.0000

2 污染排放约束下水稻的生产用水效率

根据考虑非期望产出的 SBM 超效率模型通过 MaxDEA 软件测算出中国 23 个水稻生产地区 2004—2014 年的水稻生产用水效率(表 2)。由表 2 可知,在污染排放约束下各地区的水稻生产用水效率

表 2 各省(市、自治区)水稻生产用水效率

地区	2004 年	2006 年	2008 年	2010 年	2012 年	2014 年
河北	0.4735	0.4824	0.5704	0.5687	0.5237	0.5358
内蒙古	0.6587	0.6979	0.7076	0.9205	1.0000	0.7107
辽宁	0.6142	0.6003	0.6893	0.6116	0.6941	0.7560
吉林	0.7488	0.8241	0.9746	0.9276	0.8420	0.8726
黑龙江*	0.9645	0.8252	0.9036	0.9480	1.0000	1.0000
江苏*	0.6849	0.7643	0.7584	0.9543	0.9996	1.0000
浙江	0.9491	0.9818	0.9893	0.9806	1.0000	1.0000
安徽*	0.7360	0.7712	0.7926	0.9054	0.9342	0.9441
福建	0.5286	0.5381	0.5991	0.5963	0.6320	0.6403
江西*	0.8010	0.8816	0.9636	0.9546	1.0000	1.0000
山东	0.5031	0.7415	0.8700	0.7790	0.7973	0.7746
河南	0.7046	0.7003	0.7449	0.7683	0.8421	0.8535
湖北*	0.9221	0.8909	0.9490	0.9375	1.0000	1.0000
湖南*	0.9427	0.9452	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
广东*	0.5293	0.5259	0.5098	0.5425	0.5828	0.5786
广西*	0.5594	0.6102	0.6339	0.6432	0.6695	0.7352
海南	0.5195	0.5337	0.5549	0.5053	0.5783	0.5987
重庆	1.0000	0.7964	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
四川*	0.8423	0.7391	0.7427	0.8700	0.9658	1.0000
贵州	0.6344	0.6986	0.7980	0.7594	0.6670	0.6662
云南	0.5676	0.6038	0.5836	0.5796	0.5759	0.5686
陕西	0.3989	0.4330	0.4800	0.5080	0.5696	0.6002
宁夏	0.6854	0.7911	0.7170	0.7379	0.9369	0.7551

注:其中标*的省份为根据水稻播种的面积和产量确定的水稻主产省(区),其标准为水稻播种面积大于 1000 hm²且水稻产量大于 1000 万 t 的省份(区)。以 2014 年的水稻生产数据确定了湖南、江西、黑龙江、江苏、安徽、湖北、广西、四川和广东 9 个省(区)为水稻主产省(区)。

率存在明显的差异。其中,黑龙江、浙江、江西、湖北、湖南和重庆等地的水稻生产用水效率较高,效率值基本上都在 0.8 以上,有些省份在部分年份已达到了前沿面,尤其是在 2014 年,这些省份均达到了前沿面。而河北、福建、广东、海南、云南和陕西等地

的水稻生产用水效率一直都比较低。此外,本文还根据水稻播种面积和产量选出 9 个水稻主产省,从表 2 可以发现这 9 个水稻主产省中除了广东和广西两省的水稻生产用水效率较低外,其余各省的水稻生产用水效率都比较高,说明水稻主产省在水稻生产用水效率方面具有一定的优势。

为进一步分析各地区之间水稻生产用水效率的差异,按照地区特征将 23 个水稻生产省份划分为东北地区(黑龙江、吉林、辽宁和内蒙古)、华北地区(河北、山东、河南、陕西和宁夏)、长江中下游地区(江苏、安徽和湖北)、南方地区(浙江、湖南、江西、福建、广东、广西和海南)和西南地区(四川、重庆、贵州和云南),测算这 5 个地区水稻生产用水效率(图 1)。由图 1 可知,这 5 个地区 2004—2014 年水稻生产用水效率呈不断上升的趋势,其中长江中下游地区、南方地区和华北地区上升的趋势比较明显,而东北地区和西南地区的水稻生产用水效率的年度波动幅度较大。长江中下游地区水稻生产用水效率最高,而华北地区随着水稻生产用水效率在不断上涨,但一直都处在最低的水平。

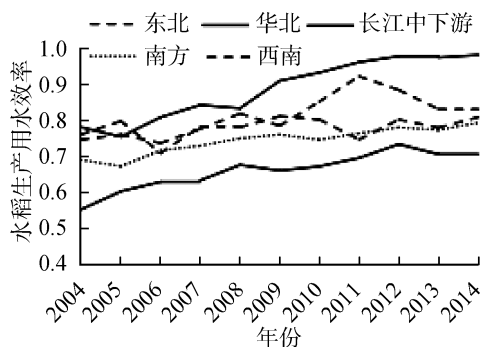


图 1 2004—2014 年各地区水稻生产用水效率

通过以上对各地区水稻生产用水效率的测度与分析可以发现各省(市、自治区)之间、不同地区之间以及不同时间段上的水稻生产用水效率均存在一定的差异,而且很多省份的水稻生产用水效率还比较低,还有很大的提升空间。

3 水稻生产用水效率的影响因素分析

影响各地区水稻生产用水效率的因素不仅包括自然条件,还包括经济、社会、文化等因素,为分析影响的具体原因,本文通过构建实证模型来分析。由于水稻生产用水效率值处于 0~1 的范围内,且明显偏向 0.5~1 这部分,因此采用 Tobit 模型进行回归分析。回归方程的具体形式为

$$E_{it} = \alpha + \beta X'_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中: X'_{it} 为影响 i 地区 t 时期水稻生产用水效率的因素; μ_i 为个体效应; ε_{it} 为扰动项; α 为常数项; β 为待估参数。

根据已有的文献和经验,本文在分析污染排放约束下的水稻生产用水效率的影响因素过程中主要选择了农业经济发展水平、水资源丰裕程度、农田水利设施、节水农业发展水平和水稻播种面积占比以及水稻机械化水平等因素。其中以用农村居民人均纯收入作为农业经济发展水平的代理变量,以人均水资源拥有量表示水资源丰裕程度,而农田水利设施有效灌溉面积占农作物播种总面积的比来表示,节水农业发展水平用节水灌溉面积占农作物播种总面积的比来表示。根据 LR 检验结果强烈拒绝“ $H_0: \sigma_u = 0$ ”,故认为存在个体效应,所以使用随机效应的面板 Tobit 回归模型进行回归估计,详细结果见表 3。

表 3 Tobit 模型回归结果

变量	系数	标准差
农村居民人均纯收入	0.118 **	0.0480
人均水资源拥有量	-0.0315	0.0699
有效灌溉面积占比	-0.0164	0.0803
节水灌溉面积占比	0.1130	0.2520
水稻播种面积占比	0.4800 ***	0.1720
水稻机械化水平	0.167 ***	0.0579
常数	0.513 ***	0.0602
个体效应标准差	0.142 ***	0.0226
随机干扰项标准差	0.0570 ***	0.0027
rho	0.8619	0.0399
样本数	253	
Wald 检验结果	137.55 *** (0.0000)	
LR 检验结果	348.35 *** (0.0000)	

注: *、** 和 *** 分别表示估计系数通过 0.1、0.05 和 0.01 的显著性检验;Wald 检验结果和 LR 检验结果中括号里是相应的 p 值。

由表 3 可知,农村居民人均纯收入对水稻的用水效率有显著的正向影响,随着农村经济社会的发展和人们收入水平的不断提高,人们会关注到水资源的紧张和水污染的状况,会采用先进的节水技术来提高水稻的生产用水效率;人均水资源拥有量对水稻用水效率有负向的影响,但影响并不显著;农田

水利设施和节水农业发展水平均的回归系数均没有通过显著性水平检验,可能的原因在于我国水稻的种植主要集中在南方以及长江流域水资源比较丰富,多以雨养农业为主,而灌溉条件并不是这些地区生产水稻的必要条件;此外,我国农田水利设施的建设还不够完善、农业节水灌溉技术相对比较落后,并没有发挥出节约用水的效果,尤其是水稻的节水灌溉技术发展缓慢,因此对水稻生产用水效率的提升并没有起到作用。水稻播种面积占比在 1% 的显著性水平上显著正向影响水稻用水效率,水稻播种面积占农作物播种面积的比在一定程度上反映了水稻种植的集中程度,集中程度较高的地区水稻在用水上更容易发挥规模效应,因而有利于提高水稻的生产用水效率;水稻机械化水平也在 1% 的显著性水平上显著正向影响水稻的生产用水效率,机械化水平的提高有利于提高水稻的产量和生产效率,在用水量不变的情况下,产量的提高可以提高水稻的用水效率。

4 结 语

首先通过考虑非期望产出的 SBM 超效率模型测算了我国 23 个水稻生产省(市、自治区)的水稻生产用水效率,发现虽然各地区的水稻生产用水效率在不断提升,但很多地区的水稻用水效率没有达到生产的前沿面,还有很大的提升空间。从水稻生产区域来看,长江中下游地区的水稻生产用水效率最高,而华北地区的水稻生产用水效率多年来一直最低。在水稻生产用水的影响因素分析中发现,农村居民人均纯收入、水稻播种面积占和农村机械化水平对水稻生产用水效率有显著的正向影响,而水资源丰裕程度、农田水利设施和节水农业发展水平对水稻用水效率并没有显著的影响。

水稻作为农业用水大户,其用水效率的提升对提高整个农业的用水效率有着非常重要的作用,而且在消减农业污染排放方面也具有很重要的意义。目前,各地区的水稻生产用水效率还有很大的提升空间,可以通过提升水稻机械化水平、大力推广水稻的节水灌溉技术等多种手段来提升水稻的用水效率。

参考文献:

[1] KHAN S, HANJRA M A. Footprints of water and energy inputs in food production: global perspectives [J]. Food Policy, 2009, 34(2) : 130-140.

[2] 康绍忠. 水安全与粮食安全 [J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(8) : 880-885. (KANG Shaozhong. Towards water and food security in China [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2014, 22(8) : 880-885. (in Chinese))

[3] VANHAM D, BIDOGLIO G, BRANDER L. Does the water

- footprint concept provide relevant information to address the water-food-energy-ecosystem nexus? [J]. *Ecosystem Services*, 2015, 17: 298-307.
- [4] 苏小姗, 祁春节, 田建民. 水资源胁迫下基于粮食安全的现代农业技术创新趋势及策略[J]. *农业现代化研究*, 2012, 33(2): 207-210. (SU Xiaoshan, QI Chunjie, TIAN Jianmin. Modern agricultural technological innovation trend and realization strategy based on food security under threaten of water resources [J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2012, 33(2): 207-210. (in Chinese))
- [5] TONE K. Variations on the theme of slacks-based measure of efficiency in DEA[J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 200(3): 901-907.
- [6] 许朗, 刘金金. 农户节水灌溉技术选择行为的影响因素分析: 基于山东省蒙阴县的调查数据[J]. *中国农村观察*, 2013(6): 45-51. (XU Lang, LIU Jinjin. Study on influencing factors of farmers choice behavior for water saving irrigation techniques: based on survey data from Mengyin, Shandong Province [J]. *China Rural Survey*, 2013(6): 45-51. (in Chinese))
- [7] 田旭, 王善高. 中国粮食生产环境效率及其影响因素分析[J]. *资源科学*, 2016, 38(11): 2106-2116. (TIAN Xu, WANG Shangao. Environmental efficiency and its determinants regarding China's grain production [J]. *Resources Science*, 2016, 38(11): 2106-2116. (in Chinese))
- [8] 吴兆丹, 赵敏, LALL U. 基于多区域投入产出的我国省区虚拟水流动格局研究[J]. *河海大学学报(哲学社会科学版)*, 2016, 18(6): 62-69. (WU Zhaodan, ZHAO Min, LALL U. Patter of provincial virtual water flow in China based on multi-regional input-output analysis [J]. *Journal of Hohai University (Philosophy and Social Sciences)*, 2016, 18(6): 62-69. (in Chinese))
- [9] 李静, 马潇璨. 资源与环境双重约束下的工业用水效率: 基于SBM-Undesirable和Meta-frontier模型的实证研究[J]. *自然资源学报*, 2014, (6): 920-933. (LI Jing, MA Xiaocan. The utilization efficiency of industrial water under the dual constraints of resource and environment: an empirical study based on SBM-Undesirable and meta-frontier model [J]. *Journal of Natural Resources*, 2014(6): 920-933. (in Chinese))
- [10] 杨骞, 刘华军. 污染排放约束下中国农业水资源效率的区域差异与影响因素[J]. *数量经济技术经济研究*, 2015(1): 114-128. (YANG Qian, LIU Huajun. Regional disparity and influencing factors of agricultural water resources efficiency with the constraint of pollution [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2015(1): 114-128. (in Chinese))
- [11] 李静, 孙有珍. 资源与环境双重约束下的粮食生产用水效率研究[J]. *水资源保护*, 2015, 31(6): 67-75. (LI Jing, SUN Youzhen. Study on efficiency of agriculture water utilization under dual constraints of resource and environment [J]. *Water Resources Protection*, 2015, 31(6): 67-75. (in Chinese))
- [12] 王学渊, 赵连阁. 中国农业用水效率及影响因素: 基于1997—2006年省区面板数据的SFA分析[J]. *农业经济问题*, 2008(3): 10-18. (WANG Xueyuan, ZHAO Liange. Agricultural water efficiency and the causal factors: a stochastic frontier analysis based on Chinese provincial panel data: 1997—2006 [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2008(3): 10-18. (in Chinese))
- [13] FAN Y, WANG C, NAN Z. Comparative evaluation of crop water use efficiency, economic analysis and net household profit simulation in arid Northwest China [J]. *Agricultural Water Management*, 2014, 146: 335-345.
- [14] 赖斯芸. 非点源污染调查评估方法及其应用研究[D]. 北京: 清华大学, 2003.
- [15] 陈玉民, 郭国双. 中国主要作物需水量与灌溉[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1995.
- [16] COOPER W W, SEIFORD L M, TONE K. Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software [M]. 2nd ed. New York: Springer Science & Business Media, 2007. (收稿日期: 2017-12-21 编辑: 徐娟)

· 信息播报 ·

“2018 中国水生态大会”将于 9 月下旬在河海大学召开

由河海大学主办, 河海大学环境学院、河海大学河流生态景观研究中心、河海大学科学技术协会、《水资源保护》编委会等单位承办的“2018 中国水生态大会”, 拟于 2018 年 9 月 27—29 日在河海大学西康路校区召开。本次会议主题为“平衡开发与保护、构建河湖生态新格局”, 主要围绕河湖健康与水生态文明建设、河湖管理与河长制湖长制推广、黑臭水体治理、河流生态景观规划与设计、河湖水环境综合治理与水生态修复解决方案等内容, 邀请相关领导和专家以及企事业单位代表做主题报告, 并组织技术持有单位开展技术(产品)交流与现场咨询活动。

本次会议面向全国征集论文, 凡符合会议主题并与主题相关的, 未曾在国内外正式刊物或其他会议上发表的论文, 均可投稿。征文截止日期为 2018 年 9 月 14 日, 应征论文请提交至论文邮箱: lunwen@sinowbs.org, 并注明详细的联系方式(姓名、电话、传真、邮箱、通讯地址、邮政编码)和“2018 中国水生态大会征文”字样。

会议详情请见: <http://www.hehaiqikan.cn/szybh/ch/index.asp>。

(本刊编辑部 供稿)