

# 自贸港建设背景下海南生态农业发展刍议

姬卿<sup>1</sup>, 徐涛<sup>2</sup>, 陈海鹰<sup>3</sup>, 闵义<sup>4</sup>, 傅国华<sup>5\*</sup>

(1. 海南大学成果转化办公室, 海南海口 570228; 2. 海南大学管理学院, 海南海口 570228; 3. 海南大学旅游学院, 海南海口 570228; 4. 海南大学生命科学与药学院, 海南海口 570228; 5. 海南大学校长办公室, 海南海口 570228)

**摘要** 在自贸港建设大背景下, 海南生态农业发展迎来重大历史机遇。但分析发现, 海南与全国相比, 83% 指标低于或反向于全国平均水平, 仅有 17% 的指标高于或优于全国平均水平。海南生态农业发展面临农业基础设施投入严重不足, 过量施用化肥和农药, 自贸港建设经济发展和生态保护之间矛盾更加突出, 农产品在海外零关税商品冲击下, 价格上可能毫无竞争力等严峻挑战。为此, 提出以下政策建议: 优化空间布局, 做好顶层设计; 大力发展生态循环农业; 积极探索农民市民化; 积极应对零关税对农产品的冲击和让自贸港税收优惠政策惠及“三农”。

**关键词** 生态农业; 自贸港; 挑战; 政策建议; 海南

中图分类号 F323.22 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)06-0245-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.06.056



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Study on the Development of Ecological Agriculture in Hainan in the Context of the Free Trade Port Construction

Ji Qing<sup>1</sup>, Xu Tao<sup>2</sup>, Chen Hai-ying<sup>3</sup> et al (1. The Achievement Transformation Office of Hainan University, Haikou, Hainan 570228; 2. Management School of Hainan University, Haikou, Hainan 570228; 3. Tourism College of Hainan University, Haikou, Hainan 570228)

**Abstract** In the context of the free trade port construction, the development of ecological agriculture in Hainan has ushered in a major historical opportunity. However, analyses show that 83% of the indicators in Hainan are lower than or contrary to the national average, and only 17% are higher or better than the national average. In developing ecological agriculture, Hainan is facing many problems such as a serious shortage of agricultural infrastructure investment, overuse of chemical fertilizers and pesticides, a more prominent contradiction between economic development and ecological protection in the free port construction process, and the uncompetitive price of agricultural products under the impact of zero-tariff products from overseas. Therefore, this paper proposed the following policy recommendations to cope with this situation: optimizing the spatial layout and improving top-level design; vigorously developing ecological recycling agriculture; actively exploring transforming farmers to urban residents; responding to the impact of zero tariffs on agricultural products; allowing the tax preferential policies in the free trade port to benefit agriculture, rural areas, and rural residents, etc.

**Key words** Ecological agriculture; Free trade port; Challenges; Policy recommendation; Hainan

迫于生态环境压力和为了生产更多生态农产品以满足人们对美好生活的需要, 生态农业正成为现代农业发展的一个重要选择<sup>[1-4]</sup>。生态农业能够协调统一经济效益、生态效益和社会效益, 成为近 30 年来国内外现代农业极为重要的研究领域。

国外对生态农业的研究起始于 20 世纪 20 年代<sup>[1]</sup>。1924 年鲁道夫·斯蒂纳(Rudolf Steiner)主讲的“生物动力农业”课程成为生态农业的开端。1971 年, 美国密苏里大学土壤学家 William Albrecht 提出生态农业的概念, 自此西欧一些发达国家如法国、德国、荷兰等, 以及亚洲一些国家如日本、菲律宾等先后开启了生态农业理论的探究<sup>[3]</sup>。1981 年英国农学家 Kiley-Wortington<sup>[2]</sup>给生态农业下了定义, 认为生态农业是生态上能自我维持, 低输入, 经济上有生命力, 在环境、伦理和审美方面可接受的小型农业。

在我国, 对生态农业的研究开启于 20 世纪 80 年代。为了促进农业产业结构的调整, 著名农业生态经济专家叶谦吉<sup>[5]</sup>教授首次提出了“生态农业”, 随后, 著名经济学家厉以宁提出“生态农业”的定义, 认为生态农业是把农业的经济效益和生态效益相结合的统一整体<sup>[6]</sup>。我国生态农业的发展

大致可分为 3 个阶段: 起步阶段(从 20 世纪 70 年代末至 80 年代初)、探索阶段(1984—1992 年)、稳定发展阶段(1993 年以后)<sup>[7]</sup>, 现已建成生态农业示范县国家级 100 多个, 省级 500 多个, 生态农业示范点 200 多处<sup>[8]</sup>。

海南自 1999 年以来就坚持“生态立省”, 生态文明建设和生态环境保护取得重大成效。习近平总书记考察海南时多次强调, 青山绿水、碧海蓝天是海南最强的优势和最大的本钱, 是一笔既买不来也借不到的宝贵财富, 破坏了就很难恢复。《中共中央 国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》和《海南自由贸易港建设总体方案》皆强调, 海南必须走绿色发展之路, 将“绿水青山”优势转变为现实的“金山银山”。在自贸港建设大背景下, 海南生态农业发展迎来了重大历史机遇。

## 1 自贸港建设有力促进生态农业发展

海南作为全国唯一的热带岛屿省份, 拥有得天独厚的自然生态环境, 在全面推进国家生态文明试验区建设和高标准高质量建设自贸港新形势下, 对生态环境治理体系和治理能力提出更高要求, 自贸港建设不能为了经济利益而毁了生态环境。

在建设自贸港的大背景下, 生态农业建设发展迎来了历史机遇, 将有力促进海南生态农业发展。一是国家政策导向。2018 年, 习近平总书记在庆祝海南建省办经济特区 30 周年大会上的讲话中指出: 海南要发挥热带地区气候优势, 做强做优热带特色高效农业, 打造国家热带现代农业基地,

**基金项目** 海南省哲学社会科学规划课题(HNSK(ZC)20-02); 海南省自然科学基金高层次人才项目(720RC577); 中国工程科技发展战略海南研究院咨询研究项目子课题(19-HN-ZD-03-⑤)。

**作者简介** 姬卿(1975—), 男, 贵州织金人, 副教授, 博士, 从事农业经济管理、生态经济管理研究。\*通信作者, 教授, 博士, 从事农业经济管理研究。

**收稿日期** 2021-06-15

进一步打响海南热带农产品品牌。《中共中央 国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》和《国家生态文明试验区(海南)实施方案》皆要求海南“推动生态农业提质增效”“全面建设生态循环农业示范省,加快创建农业绿色发展先行区”等。

二是自贸港建设自身要求。《海南自由贸易港建设总体方案》提出,创新生态文明体制机制,积极探索生态产品价值实现机制。农业农村部贯彻落实《中共中央国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》实施方案明确,推动海南建设农业绿色发展先行区。支持海南省整省创建生态循环农业示范省,以及支持制定整省创建绿色发展先行区规划,以海南省水土资源环境承载力为基准,整体规划设计农业绿色发展,加快创建农业绿色发展先行区。

三是海南生态优势。海南四面濒海,有独立完整的热带海岛生态环境,属海洋性气候,降水充沛,植被生长良好,生物多样性资源丰富,生态系统稳定。海南岛入春早,升温快,

日温差大,全年无霜冻,冬季温暖,稻可三熟,菜满四季。海南山好、水好、光热条件充裕,生物、土壤、辐射生态环境状况等级为优<sup>[9]</sup>。这些生态优势对海南生态农业发展起到了基础性和决定性作用,为生态农产品的培育提供了先天条件。

## 2 海南生态立省以来生态农业发展情况及面临挑战

### 2.1 海南生态农业建设发展情况

纵观海南农业发展历史,生态农业被早早提上发展议程。自1999年海南省确立生态省建设以来,海南省的农业和农村经济发展迅速。随着海南生态省建设的提出和国家对海南生态文明建设的高度重视,海南的生态农业有了长足的发展。在过去21年,海南遵循生态学原理和采用先进的科学技术进行农业生产,提高生产效率,减少环境污染,避免资源的浪费,减少环境恶化,增加园林绿化,改善生态环境,促进海南农业经济的转变,生态农业建设有较大的提高,农业投入有所增加,农业生产总值实现了大幅增长,加快农业现代化的进程。笔者对1999—2019年海南省生态农业发展情况进行统计,结果见表1。

表1 1999—2019年海南省生态农业发展情况

Table 1 The development of ecological agriculture in Hainan Province during 1999—2019

年份 Year	耕地面积 Cultivated land area hm <sup>2</sup>	农田水利有 效灌溉面积 Effective irrigation area of farmland water conservancy hm <sup>2</sup>	农业生产 总值 Gross agricultural production 亿元	化肥 施用量 Fertilizer application rate//万 t	农药 施用量 Pesticide application rate//万 t	农业固定 资产投资 Agricultural fixed asset investment 亿元	农业固定 资产投资 所占比例 Proportion of agricultural fixed asset investment %	单位地区生 产总值能耗 Energy consumption per unit of GDP t 标准煤/万元	农业机械 总动力 Total power of agricultural machinery 万 kW	农业从业 人员 Agricultural practitioners 万人	农村用电量 Rural electricity consumption 万 kW·h
1999	429 599	176 799	279.23	57.00	0.91	17.02	10.69	0.914	191.65	198.80	14 136
2000	433 181	179 778	311.94	65.00	1.26	16.15	12.24	0.926	200.87	203.93	14 930
2001	425 888	180 824	325.13	70.00	1.10	10.49	7.80	0.918	212.16	203.73	17 598
2002	423 336	187 960	353.68	76.00	1.36	13.38	8.93	—	210.24	205.59	22 691
2003	418 185	177 274	395.68	86.08	1.34	17.03	7.27	1.249	219.74	210.71	29 850
2004	417 765	169 822	452.92	126.00	1.56	12.83	4.50	0.940	243.94	212.47	33 111
2005	416 178	168 266	475.88	93.60	1.81	13.87	4.09	0.916	268.21	215.10	38 452
2006	727 500	—	492.12	—	—	14.60	3.68	0.905	—	218.76	—
2007	409 995	169 915	548.32	106.73	2.49	17.26	3.65	0.898	328.54	221.43	46 949
2008	438 422	175 937	664.98	115.27	3.24	14.12	2.11	0.875	338.21	221.24	51 044
2009	435 538	178 922	705.05	117.42	4.68	14.71	1.56	0.850	396.07	225.59	56 404
2010	419 123	179 880	813.80	117.50	4.55	7.17	0.57	0.808	421.52	221.45	59 480
2011	425 350	163 973	1 002.35	101.03	3.63	9.70	0.61	0.670	404.51	224.98	70 733
2012	419 498	178 555	1 082.15	119.44	3.96	30.03	1.40	0.648	442.81	230.79	85 876
2013	418 196	195 969	1 125.93	124.05	4.35	29.79	1.09	0.621	491.99	222.45	96 271
2014	424 886	197 611	1 227.14	131.30	3.99	42.66	1.40	0.605	522.84	231.14	108 944
2015	422 835	197 638	1 294.00	135.74	3.98	51.72	1.54	0.591	504.22	229.86	130 231
2016	427 335	192 461	1 433.88	130.43	3.40	40.74	1.09	0.504	516.57	229.46	138 860
2017	439 200	193 818	1 488.86	132.87	3.34	53.25	1.29	0.493	556.86	235.35	155 189
2018	439 032	184 983	1 535.73	124.85	2.32	33.29	0.95	—	561.27	229.96	174 095
2019	438 000	186 042	1 689.40	116.93	2.19	26.78	0.93	—	558.21	223.18	186 840

注:数据来源于《海南统计年鉴》2000—2020

Note: The data come from Hainan Statistical Yearbook during 2000—2020

从表1可以看出,海南省农田水利有效灌溉面积21年来仅增长9 243 hm<sup>2</sup>,年均增长率仅为0.26%,这与农业固定资产投资密切相关。1999—2019年海南省农业固定资产投资从17.02亿元增加到26.78亿元,年均增长率为2.29%,但同时,21年来海南农业固定资产投资占全社会固定资产的比重却在以年均11.49%的比例下降。

即便如此,海南农业生产总值却大幅增长。21年来,海南农业生产总值从279.23亿元增加到1 689.40亿元,年均增长率为9.42%。这一方面与化肥和农药施用量有关。化肥

施用量呈大幅上涨之势,但近年来有下降趋势,21年来年均增长率达到3.66%。农药的施用量与化肥极其相似,也是先增后降,年均增长率达到4.49%。另一方面,也与农业机械的投入和用电量有关。1999年海南省农业机械总动力为191.65万kW,2019年达到558.21万kW,年均增长5.49%。同理,1999年海南省农村用电量为14 136万kW·h,2019年达到186 840万kW·h,年均增长13.78%。

在农业生产总值大幅增长的同时,海南省农业从业人员仅以极小幅度增加,且单位地区生产总值能耗呈下降趋势,可以说

海南农业发展效率得到了极大的提高。1999 年海南省农业从业人员为 198.8 万,2019 年为 223.18 万,年均增长率为 0.58%。同理,1999 年海南省单位地区生产总值能耗为 0.914 t 标准煤/万元,2017 年为 0.493 t 标准煤/万元,年均降速为 3.37%。

**2.2 海南与全国生态农业发展比较** 海南与全国生态农业发展比较见表 2。在表 2 中,笔者整理了 12 项指标,将其与全国平均水平进行比较。在这 12 项指标中,海南有 10 项指标低于或者反向于全国平均水平,占比为 83%。具体来看,首先是人均耕地面积,海南人均耕地面积仅 0.047 hm<sup>2</sup>,不到全国平均水平的一半。其次是农田水利有效灌溉面积占耕地比重,海南比全国平均水平低 8.05 百分点。第三是地均化肥施用量,海南为 2 669.70 kg/hm<sup>2</sup>,而全国仅为 418.95 kg/hm<sup>2</sup>,海南地均化肥施用量是全国平均水平的 6.4 倍。第四是地均农药施用量,与化肥施用量相似,海南地均农药施用量是全国平均水平的 4.1 倍。第五是农业固定资

产投资所占比例,海南仅为全国平均水平的 22.3%。第六是单位地区生产总值能耗,海南比全国平均水平多 0.062 t 标准煤。第七是农业从业人员占总人口比重,海南比全国平均水平高近 10 个百分点。第八是农村人均用电量,海南仅为 332 kW·h,而全国平均水平达到 1 719 kW·h,海南农村人均用电量仅为全国平均水平的 19.3%。第九是人均地区生产总值,海南为全国平均水平的 79.4%。第十是农村人均可支配收入,海南为全国平均水平的 94.3%。

高于或优于全国平均水平的只有 2 个指标,分别是地均农业机械总动力和地均农业生产总值。在亩均农业机械总动力方面,海南为 12.75 kW/hm<sup>2</sup>,全国平均水平为 7.65 kW/hm<sup>2</sup>。另一项指标是地均农业生产总值,是唯一一个显著高于全国平均水平的指标。海南地均农业生产总值为 35.10 万元/hm<sup>2</sup>,全国平均水平为 9.15 万元/hm<sup>2</sup>,海南地均农业生产总值是全国平均水平的 3.84 倍。

表 2 海南省与全国生态农业发展平均水平比较

Table 2 Comparison of the average level of ecological agriculture development between Hainan Province and the whole country

地区 Region	人均耕地面积 Per capita arable land area//hm <sup>2</sup>	农田水利有效灌溉 面积占耕地比重 The proportion of effective irrigation area of farmland water conservancy in cultivated land//%	地均化肥施用量 Average fertilizer application rate//kg/hm <sup>2</sup>	地均农药施用量 Average pesticide application rate kg/hm <sup>2</sup>	农业固定资产 投资所占比例 Proportion of agricultural fixed asset investment %	单位地区生产 总值能耗 Energy consumption per unit of GDP t 标准煤/万元
海南 Hainan	0.047	42.23	2 669.70	49.95	0.93	0.493
全国 The whole country	0.097	50.28	418.95	12.15	4.17	0.431
海南与全国的差值 The difference between Hain- an and the whole country	-0.050	-8.05	2 250.75	37.80	-3.24	0.062

  

地区 Region	地均农业 机械总动力 Average total power of agricultural machinery kW	农业从业人员 占总人口比重 The proportion of agricultural employees in the total population//%	农村人均用电量 Electricity consumption per capita in rural areas//kW·h	人均地区 生产总值 GDP per capita 万元	农村人均 可支配收入 Rural per capita disposable income 元	地均农业生产总值 Gross agricultural product per land//万元/hm <sup>2</sup>
海南 Hainan	12.75	23.82	332	5 619.6	15 113	35.10
全国 The whole country	7.65	13.89	1 719	7 075.0	16 021	9.15
海南与全国的差值 The difference between Hain- an and the whole country	5.10	9.93	-1 387	-1 455.4	-908	25.95

注:全国资料来自国家统计局官网 <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>,其中耕地面积来自国家第三次农业普查数据,农业固定资产投资为 2017 年数据,农村人口为 2012 年数据;海南省资料来自《海南统计年鉴 2020》,其中单位地区生产总值能耗为 2017 年数据

Note:The national data are from the official website of the National Bureau of Statistics <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>, of which the cultivated land area is from the third national agricultural census data, and the agricultural fixed asset investment is the data in 2017. The rural population is the data of 2012; the data of Hainan Province is from the *Hainan Statistical Yearbook 2020*, of which the energy consumption per unit of regional GDP is the data of 2017

**2.3 海南生态农业发展面临挑战** 从以上分析看出,海南与全国生态农业发展相比,83% 指标低于或反向于全国平均水平,包括人均耕地面积、农田水利有效灌溉面积占耕地比重、地均化肥施用量、地均农药施用量、农业固定资产投资所占比例、单位地区生产总值能耗、农业从业人员占总人口比重、农村人均用电量、人均地区生产总值、农村人均可支配收入等。可以说海南省生态农业发展面临农业基础设施投入严重不足,过量施用化肥和农药等严峻挑战。

此外,海南省各市县生态农业绩效总体水平差异较大,地区之间发展不平衡,都面临着经济发展和生态保护的重要

任务,尤其是在自贸港建设的背景下,经济发展和生态保护之间的矛盾更加突出。

最后,随着海南自贸港零关税的实施,尤其是岛内居民消费的进境商品(日用消费品)正面清单出台后,大量物美价廉优质农产品将进入海南市场,这对海南农业和农民影响巨大。届时海南农产品在海外零关税商品冲击下,价格上可能毫无竞争力。海南必须未雨绸缪,积极思考采取措施应对。

### 3 发展海南生态农业建设政策建议

为实现自贸港建设背景下海南省生态农业的可持续发展,海南应加强以下几个方面的建设。

**3.1 优化空间布局,做好顶层设计** 目前,海南正在进行自贸港建设,需要大量场地和空间作为货柜场、仓储地等。为此,应预留足够空间,满足未来10~15年自贸港建设对土地和空间的需要。海南应从顶层规划和布局好生态农业发展和自贸港建设用地空间,做到协调发展。

**3.2 大力发展生态循环农业** 大力发展生态循环农业,将种植业、畜牧业、渔业等与加工业有机联系融合发展,为海南人民提供有机农产品。可先规划若干园区和农业龙头企业进行试点,2~3年后全省全面推行。重点在于通过生态循环农业的实施,大力减少化肥和农药的施用量。

**3.3 积极探索农民市民化** 积极探索农民市民化,降低单位面积农业劳动力的投入,转移农村劳动力融入自贸港建设。在海南,农业从业人员占总人口的比重比全国平均水平高出10个百分点,如五指山和陵水,单位面积投入的劳动力数量分别达到12和9人/hm<sup>2</sup>。为此,应通过科技和农业机械的投入,探索农民市民化,降低单位面积农业劳动力的投入,转移农村劳动力融入自贸港建设。一是加快农村土地流转,适当规模经营和机械化,原有耕地农民土地流转后转变为农业产业工人。二是土地流转后腾出的部分农民可主动服务旅游业、服务业和高新技术产业。三是根据自贸港建设发展需要,农民可作为自贸港建设所需的基础力量和从事贸易等。

**3.4 积极应对零关税对农产品的冲击** 一是通过调整农业产业结构,提高产品质量,培育农产品品牌和龙头企业等措

施来应对农产品零关税政策<sup>[10]</sup>。二是大力发展精致农业。海南农业规模小,要做到小而精,要大力发展精致农业,“绣花”般细心与精致地进行农业生产,提供高品质农产品,以便与进口农产品形成竞争优势。三是大力发展观光旅游型生态农业。海南要建设国际旅游消费中心,农业必须与旅游有机结合,海南生态农业要建成旅游农业、观光农业、休闲农业。

**3.5 让自贸港税收优惠政策惠及“三农”** 如在生态农业投资、生产、加工等领域实施优惠税收政策。此外,借鉴美国经验,在个人所得税、财产税、投资税上给予农业和农民特别优惠政策。

## 参考文献

- [1] 林祥金.世界生态农业的发展趋势[J].中国农村经济,2003(7):76-80.
  - [2] KILEY-WORTHINGTON M. Ecological agriculture. What it is and how it works[J]. Agriculture and Environment, 1981, 6(4): 349-381.
  - [3] 谭明交,冯伟林.中国生态农业发展的理论探析与启示[J].区域经济评论,2019(1):137-142.
  - [4] 谢宇,黄兆祥.生态农业——实现农业可持续发展的必然选择[J].江西科学,2001,19(3):177-180.
  - [5] 叶谦吉.生态农业[J].农业经济问题,1982(11):3-7.
  - [6] 厉以宁.论生态效益型经济发展道路[J].科技导报,1991,9(7):20-23.
  - [7] 杨瑞珍,陈印军.中国现代生态农业发展趋势与任务[J].中国农业资源与区划,2017,38(5):167-171.
  - [8] 王宝义.中国高效生态农业发展的影响因素及未来趋势[J].现代经济探讨,2016(3):42-46.
  - [9] 海南省生态环境厅.2018年海南省生态环境状况公报[R].2019.
  - [10] 谢德保,郭坤龙.中国—东盟农产品零关税对我国农业的影响与对策[J].中国集体经济,2007(10):17-18.
- (上接第244页)
- 长制管理、建立一批可复制可推广的农村黑臭水体治理模式、建立稳定的农村生活污水治理资金及经费渠道为目标,构建循环利用绿色发展、水污染治理和管控、水生态保护和保育、水环境监督和考核、农村污水治理财税等五大体系,实施农村生活污水监管及团队力量建设、农村生活污水污染隐患研究、县域农村污水治理规划编制、衔接农村改厕、提升农村生活污水资源化利用率、农村污水差异化管控、农村黑臭水体环境修复、加大资金支持筹措力度等8项重点任务,全面提升农村生态环境治理能力和治理体系现代化,推动农村地区绿色发展和新农村人居环境建设。
- 参考文献**
- [1] 中央农村工作领导小组办公室,农业农村部,生态环境部等.关于推进农村生活污水治理的指导意见:中农发[2019]14号[A/OL].(2019-07-03)[2021-01-17].http://www.moa.gov.cn/govpublic/neshsycjs/201907/t20190712\_6320876.htm.
  - [2] HONG Y Y, HUANG G H, AN C J, et al. Enhanced nitrogen removal in the treatment of rural domestic sewage using vertical-flow multi-soil-layering systems: Experimental and modeling insights[J]. Journal of environmental management, 2019, 240: 273-284.
  - [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.农田灌溉水质标准:GB 5084—2005[S].北京:中国标准出版社,2006.
  - [4] 河北省环境保护厅,河北省质量技术监督局.农村生活污水排放标准:DB 13/2171—2015[S].石家庄:河北省环境保护厅,河北省质量技术监督局,2015.
  - [5] CAO J X, SUN Q, ZHAO D H, et al. A critical review of the appearance of black-odorous waterbodies in China and treatment methods[J]. Journal of hazardous materials, 2020, 385: 1-18.
  - [6] 江磊,朱德军,陈永灿,等.我国地表水体粪大肠菌群污染现状分析[J].水利水电科技进展,2015,35(3):11-18.
  - [7] CHENG P P, JIN Q, JIANG H, et al. Efficiency assessment of rural domestic sewage treatment facilities by a slacked-based DEA model[J/OL]. Journal of cleaner production, 2020, 267[2021-01-17].https://doi.org/10.1016/j.clepro.2020.122111.
  - [8] PANG H R, WU P, LI L F, et al. Effective biodegradation of organic matter and biogas reuse in a novel integrated modular anaerobic system for rural wastewater treatment: A pilot case study[J]. Chemical engineering and processing: Process intensification, 2017, 119: 131-139.
  - [9] 柴喜林.乡村振兴战略下农村生活污水治理模式优选之思考[J].中国环境管理,2019,11(1):106-110.
  - [10] YE F X, LI Y. Enhancement of nitrogen removal in towery hybrid constructed wetland to treat domestic wastewater for small rural communities[J]. Ecological engineering, 2009, 35(7): 1043-1050.
  - [11] YU Q Q, LIU R, CHEN J J, et al. Electrical conductivity in rural domestic sewage: An indication for comprehensive concentrations of influent pollutants and the effectiveness of treatment facilities[J/OL]. International biodegradation & biodegradation, 2019, 143[2021-01-17].https://doi.org/10.1016/j.jbiobid.2019.104719.
  - [12] 陈颖,于奇,贾小梅.借鉴日本《净化槽法》健全我国农村生活污水治理政策机制[J].中国环境管理,2019,11(2):14-17.
  - [13] WU S B, AUSTIN D, LIU L, et al. Performance of integrated household constructed wetland for domestic wastewater treatment in rural areas[J]. Ecological engineering, 2011, 37(6): 948-954.
  - [14] 龙世平.乡镇生活污水治理现状分析与对策:以渝东北地区为例[J].安徽农业科学,2020,48(11):82-84.
  - [15] 生态环境部土壤司.生态环境部土壤生态环境负责同志就《关于推进农村黑臭水体治理工作的指导意见》有关问题答记者问[EB/OL]. [2021-01-17].http://wx.h2o-china.com/news/view? id=294275.