

浙江省城镇化与生态环境的耦合协调分析

毛惠萍¹, 孙佳蓉¹, 何月峰¹, 刘瑜¹, 曾林慧²

(1. 浙江省生态环境科学设计研究院, 浙江杭州 310007; 2. 杭州市西湖区城市管理保障服务中心, 浙江杭州 310007)

摘要 从人口城镇化、经济城镇化、空间城镇化和社会城镇化 4 个维度, 以及生态环境水平、生态环境压力和生态环境保护 3 个维度, 构建城镇化与生态环境评价指标体系, 测算城镇化和生态环境水平, 并借助耦合协调度模型, 对 2007—2017 年浙江省城镇化与生态环境耦合协调度进行测度与实证分析。结果表明, 2007—2017 年浙江省城镇化、生态环境指数以及城镇化与生态环境耦合协调度总体均呈上升趋势, 城镇化与生态环境间的耦合协调度由 0.011 6 提升至 0.785 6, 两者间关系实现了从不协调到良好协调的转变。为进一步提升两者的耦合协调关系, 结合浙江省实际, 提出城镇化战略和城镇化发展方式应体现生态环境保护的要求、推动生态环境保护与城镇化发展统筹规划、同步实施、协调发展等建议。

关键词 城镇化; 生态环境; 耦合协调; 浙江省

中图分类号 X 24 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)23-0051-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.23.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Coupling and Coordinating Analysis of Urbanization and Ecological Environment in Zhejiang Province

MAO Hui-ping, SUN Jia-rong, HE Yue-feng et al (Environmental Science Research and Design Institute of Zhejiang Province, Hangzhou, Zhejiang 310007)

Abstract The urbanization and ecological environment evaluation index system was constructed based on the four dimensions of population urbanization, economic urbanization, spatial urbanization and social urbanization, as well as the three dimensions of ecological environment level, ecological environmental pressure and ecological environmental protection to measure urbanization and ecological environment level. And the coupling coordination model was used to measure and empirically analyze the coupling coordination of urbanization and ecological environment in Zhejiang Province from 2007 to 2017. The results showed that the urbanization, ecological environment index and the degree of coordination between urbanization and ecological environment all showed an overall upward trend in Zhejiang Province from 2007 to 2017, the degree of coupling and coordination between urbanization and the ecological environment had been increased from 0.011 6 to 0.785 6, and the relationship between the two had changed from incoordination to good coordination. In order to further enhance the coupling and coordination relationship between the two, combined with the actual situation of Zhejiang Province, it was proposed that the urbanization strategy and urbanization development mode should reflect the requirements of ecological environmental protection, and promote the overall planning, simultaneous implementation and coordinated development of ecological environmental protection and urbanization development.

Key words Urbanization; Ecological environment; Coupling coordination; Zhejiang Province

随着城镇化、工业化的快速发展, 许多城市面临着空气、水环境、垃圾、噪声等污染, 以及自然资源退化等问题。近十多年来, 我国城镇化率每增 1 个百分点, 平均需多消耗合 4 940 万 t 标煤的煤炭、石油、天然气等能源、645 万 t 钢材和 2 190 万 t 水泥。从 1999 年起, 城市生活污水排放超过工业废水排放成为主要污染源, 生活源化学需氧量、氨氮、总磷等成为主要污染物^[1]。城镇化与生态环境之间存在着极其复杂的交互耦合关系。在资源环境条件约束下, 厘清城镇化与生态环境的耦合协调关系, 对于推进城镇化的绿色转型具有积极的理论和现实意义。

关于城镇化和生态环境关系的研究较多, 主要从理论和实证 2 个方面展开。宗宁等^[2-4]探讨了城镇化进程中存在的生态环境问题, 并针对性地提出解决对策。何刚等^[5]运用全局 Moran 指数和局部 Getis-Ord Gi 指数, 探讨了城镇化对区域生态环境质量的空间影响。周正柱等^[6]运用 VAR 模型, 探讨了城镇化与生态环境互动关系, 认为城镇化发展对生态

环境发展的影响具有阶段性和波动性。部分学者采用理论研究或者借助综合评价模型、耦合协调度模型、面板数据模型等手段, 从城市群、省、市等层次研究了城镇化和生态环境间的影响制约关系^[7-11]。

浙江省是实施城镇化战略的先行省份, 城镇化水平快速提升, 2017 年浙江省常住人口的城镇化率为 68%, 高出全国约 10 个百分点, 但也较早遭遇了城镇化发展中的资源环境瓶颈, 如城市生态空间被挤占以及水体、空气、噪声污染加重等。笔者分析了浙江省城镇化和生态环境的耦合协调关系及其演变历程, 以期促进浙江省城镇化与生态环境保护的良性互动与协调发展, 同时也为其他地区提供有效参考。

1 资料与方法

1.1 指标体系构建 城镇化和生态环境都是极其复杂的概念, 建立科学合理的评价指标体系是研究城镇化和生态环境耦合协调关系的前提。城镇化过程是一个集合了经济、社会、文化等因素的过程, 主要表现为人口、经济、空间、社会等方面的城镇化, 其中空间城镇化是外在表现, 社会城镇化是内在本质^[12]。因而将城镇化分解为人口城镇化、经济城镇化、空间城镇化和社会城镇化 4 个维度。根据压力-状态-响应(PSR)模型, 生态环境可由生态环境压力、生态环境水平和生态环境保护 3 个维度的指标来表征^[13-15]。遵循科学性、可获得性和可比较性的原则, 结合浙江省实际情况, 选取 10

基金项目 国家重点研发计划下属于子课题“典型地区‘美丽中国’建设模式示范研究——以浙江省为例”(K2020A012); 浙江省生态环境科学设计研究院学术创新团队建设课题“绿色发展研究创新团队”。

作者简介 毛惠萍(1989—), 女, 浙江嘉兴人, 工程师, 硕士, 从事环境规划与管理研究。

收稿日期 2021-07-15; **修回日期** 2021-08-11

项城镇化指标和 8 项生态环境指标(表 1)来量化表征城镇化发展和生态环境综合情况。

表 1 浙江省城镇化和生态环境评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of urbanization and ecological environment in Zhejiang Province

目标层 Target layer	一级指标 First-level index	二级指标 Second-level index	权重 Weight	属性 Property
城镇化 Urbanization	人口城镇化	城镇人口比重//%	0.117 7	正向指标
		人口密度//人/km ²	0.078 4	正向指标
	经济城镇化	人均 GDP//元	0.061 3	正向指标
		第二产业产值占 GDP 比重//%	0.127 4	正向指标
		第三产业产值占 GDP 比重//%	0.088 4	正向指标
	空间城镇化	建设用地面积//km ²	0.060 4	正向指标
		人均城市道路面积//km ²	0.080 6	正向指标
	社会城镇化	城镇居民人均可支配收入//元	0.159 1	正向指标
		每千人口拥有在校大学生数//人	0.100 3	正向指标
		每千人口应有医疗床位数//张	0.126 3	正向指标
生态环境水平		园林绿地面积//hm ²	0.065 0	正向指标
生态环境 Ecological environment	生态环境水平	地表水达到或优于Ⅲ类水质比例//%	0.102 3	正向指标
		县级以上城市环境空气质量达到国家二级标准的比例//%	0.081 5	正向指标
		生态环境压力	人均工业废水排放量//t	0.108 5
	生态环境压力	人均工业废气排放量//m ³	0.108 5	负向指标
		人均工业固体废物产生量//t	0.108 5	负向指标
	生态环境保护	污水处理率//%	0.212 9	正向指标
		工业固体废物综合利用率//%	0.212 9	正向指标

1.2 耦合协调度模型 采用线性加权法对城镇化与生态环境指数进行测算,具体计算公式如下:

$$U_{\text{城}} = \sum_{j=1}^m w_j \times x_j \quad (1)$$

$$E_{\text{环}} = \sum_{j=1}^n w_j \times y_j \quad (2)$$

式中, x_j 、 y_j 分别代表城镇化和生态环境指标, w_j 为指标对应权重。 $U_{\text{城}}$ 、 $E_{\text{环}}$ 分别代表城镇化和生态环境指数,其数值越大表示城镇化水平和生态环境质量越高。

耦合度(C)通常反映系统间相互影响、相互作用的程度,在这里主要体现城镇化与生态环境的相互影响程度^[16-17]。耦合协调度(D)可以更加科学准确地反映系统间的融合程度,在这里能更好地评判城镇化与生态环境交互作用的整体和谐程度^[18]。基于相关研究文献^[19-21],采用耦合协调度模型,探讨浙江省城镇化和生态环境的耦合协调度,具体计算公式如下:

$$C = \left\{ (U_{\text{城}} \times E_{\text{环}}) / (\alpha U_{\text{城}} + \beta E_{\text{环}})^2 \right\}^k \quad (3)$$

$$D = \left\{ C \times (\alpha U_{\text{城}} + \beta E_{\text{环}}) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

式中, k 为调节系数, $k=2$ 。 α 、 β 是待定系数,代表城镇化和生态环境 2 个系统对协调发展的作用大小,这里认定两者同等重要,因此 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

1.3 数据来源及处理 数据来源于《浙江统计年鉴(2008—2018 年)》《浙江省环境状况公报(2007—2017 年)》和《浙江自然资源与环境统计年鉴(2008—2018 年)》。由于各指标的属性、量纲、数量级等存在差异,因而采用离差标准化方法对原始数据进行标准化处理,确保数据具有可比性。正向指标的处理方法如式(5)所示,负向指标的处理方法如式(6)所示。

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (5)$$

$$X_{ij} = \frac{x_{j\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (6)$$

式中, X_{ij} 为 i 年 j 指标标准化后的值, x_{ij} 为 i 年 j 指标的原始数据, $x_{j\max}$ 、 $x_{j\min}$ 分别为所有年份中 j 指标的最大值和最小值。

该研究采用层次分析法进行赋权,通过发放调查问卷,请专家就指标间的重要性进行评分,从而确定评价指标权重。

2 结果与分析

2.1 城镇化发展水平分析 从人口城镇化、经济城镇化、空间城镇化和社会城镇化 4 项分指数(图 1)来看,经济城镇化和社会城镇化指数始终保持快速增长的趋势,人均 GDP、第三产业产值占 GDP 比例、城镇居民人均可支配收入不断提高,除个别年份外每千人拥有在校大学生数和每千人拥有医疗床位数总体呈上升趋势,第二产业产值占 GDP 比例不断下降,说明浙江省城镇化发展水平不断提高。2007—2013 年人口城镇化指数不断提高,但是在 2015 年人口城镇化有一个较大幅度的下降,之后又呈现不断上升的趋势,这主要是由于 2015 年第二次土地调查对全省土地面积进行了调整进而影响人口密度指标数值。空间城镇化指数总体呈增长趋势,但增长幅度不断减小,且 2017 年出现了下降态势,这主要是由于 2017 年人均城市道路面积较 2015 年有所下降。从综合指数来看,浙江省城镇化指数呈逐年上升趋势,且数值提高很快,由 2007 年的 0.002 8 提升至 2017 年的 0.960 8。浙江省城镇化进入快速发展时期,发展速度和发展质量总体呈不断提升态势。这是由于浙江省将推进城镇化作为一项

重要的战略决策,面对不断出现的新问题新情况,进行了理论、制度和模式等层面的探索,2006年首次提出了“走新型城市化道路”,2009年提出打造成为全国新型城镇化的先行区和示范区的目标,同时配套出台了《浙江省城镇体系规划(2011—2020年)》《浙江省深入推进新型城市化纲要》等一系列政策文件^[22]。

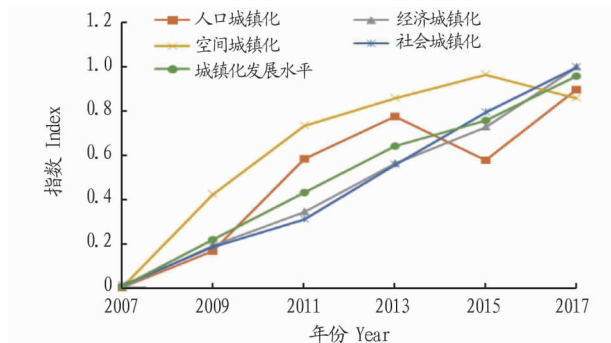


图1 浙江省城镇化指数变化趋势

Fig. 1 Change trend of urbanization index in Zhejiang Province

2.2 生态环境发展水平分析 从生态环境水平、生态环境压力和生态环境保护3项分指数(图2)来看,生态环境压力指数呈现波动下降趋势,人均工业废水排放量呈现逐年下降趋势,除个别年份外人均工业废气排放量和人均工业固体废物产生量总体呈上升趋势。生态环境水平指数呈现波动上升趋势,园林绿地面积呈逐年升高趋势;2007—2011年地表水达到或优于Ⅲ类水质比例不断上升,2013年有所下降,之后又呈不断上升的态势,这主要是由于2012年对地表水监测断面进行了调整,水环境质量总体还是呈不断向好趋势;县级以上城市环境空气质量达到二级标准的比例呈波动趋势,2009年前监测指标为32个省控城市环境空气质量达到二级标准的比例,2011年起监测指标为69个县级以上城市环境空气质量达到二级标准的比例,且2012年颁布了《环境空气质量标准(GB 3095—2012)》。生态环境保护指数在2007—2013年呈上升趋势,之后呈不断下降趋势,这主要是由于2013年起工业固体废物综合利用率不断下降。从综合指数来看,浙江省生态环境指数呈波动上升趋势,由2007年的0.4450上升至2013年的0.6216,之后略有下降,主要是受人均工业废气排放量、人均工业固体废物产生量和工业固体废物综合利用率指标影响。近年来,浙江省在大力推进城镇化的过程中,重视资源能源节约集约利用和生态环境保护,坚持开发与节约并举,促进污染物减排和生态环境质量改善。然而,城镇化和生态环境之间的矛盾依然存在,生态环境压力仍然较大,尤其是工业废气和工业固体废物排放强度不断加大,固体废物处置能力不足,生态环境保护水平有待进一步提升。

2.3 城镇化与生态环境耦合协调水平分析 结合浙江省城镇化和生态环境的耦合协调度水平以及张云峰^[23]的研究成果,将耦合协调度划分为4个等级,即0~0.39,不协调;0.40~0.69,基本协调;0.70~0.89,良好协调;0.90~1.00,优质协调。从城镇化与生态环境耦合协调度演变曲线(图3)

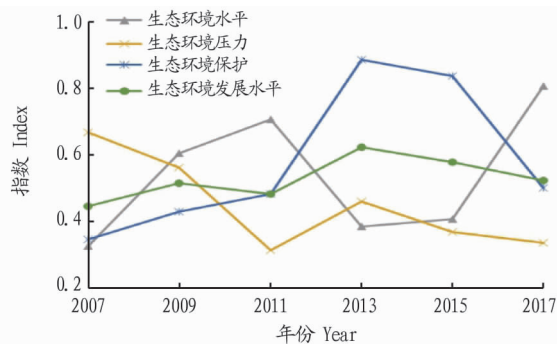


图2 浙江省生态环境指数变化趋势

Fig. 2 Change trend of ecological environment index in Zhejiang Province

可以看出,2007—2017年城镇化与生态环境耦合协调度实现了从不协调到良好协调的转变,大致可以分为2个阶段:第1阶段是2007—2013年,耦合协调度快速上升,由2007年的0.0116上升至2013年的0.7953,达到良好协调;第2阶段是2013—2017年,耦合协调度保持在0.70以上波动,这一阶段耦合协调度均维持在良好协调的水平。尽管经济增长和城镇化发展给生态环境带来了一定压力,但浙江省深入实施新型城镇化战略,始终把保护城市生态环境摆在更加突出位置,加强环境基础设施建设,大力开展生态环境综合治理,积极推进园林城市系列和森林城市创建,全面推进海绵城市建设,以绿色理念进万家为抓手增强全民生态意识,总体上城镇化与生态环境的交互作用逐渐走向和谐与协调。

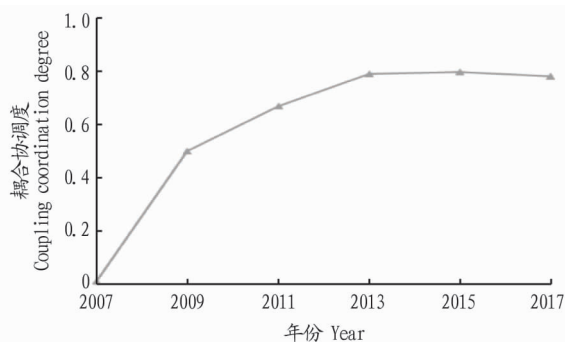


图3 浙江省城镇化与生态环境耦合协调度变化趋势

Fig. 3 Change trend of the coupling coordination degree of urbanization and ecological environment in Zhejiang Province

3 结论与建议

该研究基于城镇化与生态环境间的相互关系,以协调生态环境保护和城镇化发展为目的,测算了浙江省城镇化和生态环境的耦合协调度。结果表明,浙江省城镇化发展水平呈逐年上升趋势,从2007年的0.0028上升至2017年的0.9608,整体提升明显;2007—2017年浙江省生态环境发展水平呈波动上升趋势,总体处于较高水平;浙江省城镇化和生态环境的耦合协调度从2007年的0.0116上升至2013年的0.7953,之后一直维持在较高水平,经历了从不协调到良好协调的转变。

为进一步促进城镇化和生态环境的耦合协调发展,结合

研究结果和浙江省城镇化发展和生态环境保护现状,提出如下建议:①城镇化战略和城镇化发展方式应体现生态环境保护的要求。将环境容量和城市综合承载能力作为确定城市定位和规模的基本依据,推动城市发展由外延扩张式向内涵提升式转变。依据不同环境功能区划及资源环境承载力要求,优化城镇功能配置,加快转变空间开发利用模式,优化土地利用结构,提升用地效率。控制城市开发强度,有序分配建设用地指标,盘活存量低效产业用地,深入推进“空间换地”,实施低效利用土地深度开发。优化城镇空间布局,引导开发和建设行为集聚,合理规划部署城市和产业区块。严格保护城市及周边自然山水资源,控制城市无序向外扩张和侵占生态用地,约束城市开发边界。推进绿道网络建设,营造滨水绿化体系,加快公园绿地和庭院空间建设,推行城市立体绿化,增加绿色空间的连通性和多样性。②推动生态环境保护与城镇化发展统筹规划、同步实施、协调发展。以环境规划和环境标准为手段,加强环境保护优化城镇化发展的顶层设计。将环境规划作为城镇规划的重要组成部分,以生态文明为指导,充分体现整体性和战略性。严格环境标准,尤其是在城市新区与新兴城镇建设中,从而实现经济社会发展与生态环境的协调发展。严格控制企业污染物排放,确保各类污染物达标排放;严格控制各类污染物的排放总量,确保污染物排放量不超过环境承载能力。开展以柴油升级和船舶污染治理为主的机动车和船舶尾气治理。推进固体废物源头减量化,促进固体废物资源化利用,有效提升固体废物管理水平。强化城镇环境基础设施建设,尤其是中小城镇、城市老城区,提高各类污染物的处理能力,保障城镇化良性发展。推进生态环境保护宣传和教,倡导绿色文化,引导公众践行绿色生活方式。

参考文献

- [1] 王勇. 推进中国特色的新型城镇化[N]. 江苏经济报, 2012-12-14 (A01).

(上接第34页)

试品种的高产稳产性及优质大米品牌建设,建议将显香两优8号、显两优馥占、桃优香占、农香42作为虾稻连作模式水稻直播应用的优选品种。

参考文献

- [1] 封高茂,童金炳,雷恩思,等. 江西省国营恒湖综合垦殖场稻虾产业发展现状与对策[J]. 江西水产科技, 2020(5): 3-5, 7.
- [2] 汪强. 虾-稻连作高效种养技术[J]. 现代农业科技, 2019(15): 208-209.
- [3] 金万洋,朱光荣,赵云振,等. 稻虾连作共作稻田生态系统中物质循环和经济效益初步探究[J]. 南方农业, 2019, 13(32): 32-33.
- [4] 张桂芝,李道来. “稻-虾”连作技术与分析[J]. 渔业致富指南, 2019(19): 40-43.
- [5] 费晓娟. 淮安地区稻虾共作种养模式技术探讨[J]. 农业开发与装备, 2020(11): 203-204.
- [6] 程云生,何吉祥,蒋业林,等. 冬闲稻田稻虾绿色种养安徽模式与技术探讨[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(17): 53-55, 64.
- [7] 本刊讯. 2020中国小龙虾产业发展报告[J]. 中国水产, 2020(7): 8-17.
- [8] 何汛锋,李祖军,田雪飞,等. 双季直播晚稻品种筛选及抗倒伏能力研

- [2] 宗宁. 城镇化建设中生态环境保护问题分析[J]. 乡村科技, 2021, 12(5): 109-110.
- [3] 郭红霞. 关于我国城镇化进程中生态环境保护的论述[J]. 河北农机, 2020(1): 84.
- [4] 王静. 城镇化建设中生态环境保护的问题及对策[J]. 产业创新研究, 2020(14): 95-96.
- [5] 何刚,杨静雯,鲍珂宇,等. 新型城镇化对区域生态环境质量的空间相关性及其效应分析[J]. 安全与环境学报, 2020, 20(5): 1958-1966.
- [6] 周正柱,王云云,刘庆波. 长江经济带城镇化与生态环境互动关系: 基于VAR模型的实证研究[J]. 哈尔滨工业大学学报(社会科学版), 2019, 21(1): 125-132.
- [7] 卜令蛟,李琳. 黑龙江省城镇化与生态环境协调发展研究[J]. 合作经济与科技, 2021(9): 12-13.
- [8] 姜亚俊,慈福义,史佳璐,等. 山东省新型城镇化与生态环境耦合协调发展研究[J]. 生态经济, 2021, 37(5): 106-112.
- [9] 夏赞才,贺湘君,邵伟强. 旅游产业、新型城镇化、生态环境耦合协调度分析: 以长株潭城市群为例[J]. 商学研究, 2021, 28(2): 32-43.
- [10] 马帅. 基于Google Earth Engine的城镇化与生态环境和谐发展动态研究: 以中国7大城市群为例[D]. 上海: 上海师范大学, 2021.
- [11] 谢慧,曾伟. 武汉市城镇化与生态环境耦合协调发展研究[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(4): 86-91.
- [12] 岳文海. 中国新型城镇化发展研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2013.
- [13] 张云峰,陈洪全. 江苏沿海城镇化与生态环境协调发展量化分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(S1): 113-116.
- [14] 倪泉丽. 浙江省城市化与生态环境协调发展研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [15] 段树国,周佳琦,奚秀梅. 新疆城镇化与环境系统协调发展度多维评价[J]. 城市学刊, 2018, 39(3): 17-23.
- [16] 张青峰,吴发启,王力,等. 黄土高原生态与经济系统耦合协调发展状况[J]. 应用生态学报, 2011, 22(6): 1531-1536.
- [17] 刘逸骁. 常州市经济与生态环境协调度评价与分析[J]. 管理观察, 2019(22): 104-106.
- [18] 韩远,徐建军,袁红清. 环杭州湾大湾区中心城市空间差异与协调度分析[J]. 中国软科学, 2019(3): 112-119.
- [19] 刘春雨,刘英英,丁晓干. 福建省新型城镇化与生态环境的耦合分析[J]. 应用生态学报, 2018, 29(9): 3043-3050.
- [20] 王羽,王宪恩. 基于生态文明理念的区域经济社会与资源环境耦合协调发展[J]. 环境保护, 2018, 46(6): 59-61.
- [21] 刘玲,智慧. 新型城镇化与生态环境耦合协调度的测算[J]. 统计与决策, 2019, 35(14): 137-141.
- [22] 徐明华,杨大鹏. 从山海协作、城乡统筹到实施区域协调发展战略[N]. 浙江日报, 2018-07-20(005).
- [23] 张云峰. 江苏沿海地区城镇化的生态效应研究[J]. 盐城师范学院学报(人文社会科学版), 2012, 32(3): 20-25.

究[J]. 西南农业学报, 2020, 33(12): 2745-2754.

- [9] 李祖军,何汛锋,谭义青,等. 直播晚稻品种的筛选及其丰产性分析[J]. 杂交水稻, 2020, 35(3): 46-52.
- [10] 熊清云,刘宗发,黄海燕,等. 水稻直播技术用于晚稻高产栽培初探[J]. 江西农业学报, 2008, 20(3): 96-97, 99.
- [11] 胡磊,田俊,卓红秀,等. 1961—2017年江西省晚稻寒露风时空演变特征[J]. 气象与环境学报, 2020, 36(4): 67-73.
- [12] 白光志,孔萍,余焰文,等. 江西省双季稻气象灾害风险评估研究[J]. 气象与减灾研究, 2014, 37(4): 50-55.
- [13] 赵为民. 水稻不同栽培模式的效益分析[J]. 农业科技通讯, 2020(2): 108-110.
- [14] 刘金花,秦江涛,张斌,等. 赣东北双季水稻轻型种植和耕作模式评价[J]. 土壤, 2012, 44(3): 482-491.
- [15] 禹盛苗,许德海,林贤青. 双季水稻不同栽培方式高产特性的研究比较[J]. 西南农业学报, 1998, 11(S3): 108-113.
- [16] 张岳平,张玉烛,曾翔,等. 一季晚稻直播栽培与育秧移栽的农艺性状比较[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2006, 32(6): 581-584.
- [17] 孙春梅,张山泉,钟平,等. 直播稻与机插秧优缺点分析[J]. 现代农业科技, 2008(24): 213, 217.
- [18] 李迈生,胡晓琴,王修慧,等. 鄱阳湖区湘早籼45号直播连作晚稻播期试验研究[J]. 现代农业科技, 2014(6): 26-27.