黄国勤.中国南方稻田耕作制度发展的成就、问题及战略对策[J].华中农业大学学报,2022,41(1):1-20.
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2022.01.001

中国南方稻田耕作制度发展的成就、问题及战略对策

黄国勤

江西农业大学生态科学研究中心,南昌 330045

摘要　南方稻田耕作制度在我国农业生产及整个耕作制度体系中占有极其重要的战略地位。新中国成立以来,我国南方稻田耕作制度不断调整、改革与发展,取得了巨大成就,包括产量增加、品质改善、模式增多和功能增强等。当前,我国南方稻田耕作制度发展面临诸多问题与挑战,如熟制缩减、耕地撂荒、生态破坏、环境污染、土壤退化、生物多样性衰退、自然灾害频发、经济效益降低以及可持续发展能力减弱等。针对存在的以上问题与挑战,必须采取积极而有效的战略对策与措施,具体是:(1)明确一个目标,即建立我国南方稻田耕作制度高质量发展的战略目标;(2)遵循三大原则,即资源开发、利用与保护相结合的原则;发展质量、速度与效益相统一的原则;以及经济效益、社会效益与生态效益相协调的原则;(3)采取"一保""二扩""三建""四改""五节"的具体措施,即保护耕地资源;扩种冬作、扩大稻作;建设绿色生态、建设高标准农田、建立防灾减灾体系;单季稻改双季稻、籼稻改粳稻、普通品种改优质品种、连作改轮作;节地、节水、节肥、节药、节能。

关键词　稻田;耕作制度;绿色发展;高质量发展;可持续发展;保护性耕作;节能降碳;稳产增效;综合种养

中图分类号　S 511;S 344　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　1000-2421(2022)01-0001-20

中国南方系指秦岭—淮河以南的广大地区,包括长江中下游区(上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北和湖南)、西南区(四川、重庆、贵州和云南),以及华南区(福建、广东、海南和广西),共 15 个省(自治区、直辖市)。广义的南方还应包括中国香港特别行政区、中国澳门特别行政区和中国台湾省,因掌握资料所限,为方便起见,上述三地区暂不列入本文分析[1]。

我国南方农业在我国整个农业发展战略中占有极其重要的地位,起着举足轻重的作用。我国南方以占全国 27%的土地(陆地)面积、40%的耕地面积,养活了全国 59%的人口;生产了全国 40%以上的粮食、77%的稻谷、50%以上的油料;南方的木材产量占全国的 84%、肉类产量占全国 56%、水产品产量占全国 74%;2019 年南方全年农林牧渔业总产值占全国 57%以上(表 1)[2-3]。

1　主要成就

南方稻田耕作制度是我国南方整个农田耕作制度的重要组成部分,其主要功能就是进行粮食(主要是稻谷)等农产品生产,从而为人们提供粮食(稻谷)、油料(如油菜籽)、饲料(发展畜牧业)等农产品。新中国成立 70 多年来,南方稻田耕作制度经过不断调整、改革、建设和发展,取得巨大成就。

1.1　产量增加

农产品数量增加是 70 年(1949—2019 年)来我国南方稻田耕作制度取得的最突出和最显著的成就。这里以稻谷为例予以说明。水稻是我国南方稻田耕作制度中最重要的作物。稻谷产量的高低、增减,在很大程度上可以反映我国南方稻田耕作制度生产力的大小和变化状况。从稻谷单产来看,1949 年我国南方稻谷单产为 1 958.7 kg/hm^2,2019 年达到 6 947.6 kg/hm^2,净增长 2.6 倍;从稻谷总产量来看,1949 年我国南方稻谷总产量为 4 733.8 万 t,2019 年达到 16 173.6 万 t,净增长 2.4 倍;在各省(自治区、直辖市)中,安徽省稻谷单产和总产增加最多,分别净增长 4.6 倍和 7.8 倍(表 2)。

收稿日期:2021-11-16
基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0300208);国家自然科学基金项目(41661070);中国工程院咨询研究项目(2017-XY-28)
黄国勤,E-mail:hgqjxes@sina.com

表1 我国南方农业在全国农业中的战略地位(2019年)

Table 1 Strategic position of Southern China agriculture in national agriculture (2019)

地区 Region		人口(2020年,万人) Population (2020 year)	陆地/万 km^2 Land	耕地/万 hm^2 (2017年) Cultivated land	农作物总播种面积/万 hm^2 Total sown area of crops	粮食 Food		稻谷 Rice		棉花 Cotton		油料 Oil		木材/万 m^3 Wood	肉类/万 t Meat	水产品/万 t Aquatic products	农林牧渔业总产值/亿元 Total output value of agriculture, forestry, animal husbandry and fishery
						面积/万 hm^2 Area	总产/万 t Total output	面积/万 hm^2 Area	总产/万 t Total output	面积/万 hm^2 Area	总产/万 t Total output	面积/万 hm^2 Area	总产/万 t Total output				
长江中下游区 Middle and lower reaches of the Yangtze River	上海 Shanghai City	2 487.09	0.63	19.16	26.14	11.74	95.90	10.37	88.00	0.01	0.00	0.28	0.80	0.10	10.80	28.00	284.80
	江苏 Jiangsu Province	8 474.80	10.72	457.33	744.26	538.15	3 706.20	218.43	1 959.60	1.16	1.60	28.32	94.30	232.50	274.50	484.10	7 503.20
	浙江 Zhejiang Province	6 456.76	10.55	197.70	199.96	97.74	592.10	62.75	462.10	0.56	0.80	14.04	31.90	123.50	94.30	576.70	33 55.20
	安徽 Anhui Province	6 102.72	14.01	586.68	878.20	728.70	4 054.00	250.90	1 630.00	6.03	5.60	52.82	161.40	509.70	402.80	231.50	5 162.10
	江西 Jiangxi Province	4 518.86	16.69	308.60	552.12	366.51	2 157.50	334.62	2 048.30	4.27	6.60	67.71	120.80	277.00	299.80	258.80	3 481.30
	湖北 Hubei Province	5 775.26	18.59	523.59	781.59	460.86	2 725.00	228.68	1 877.10	16.28	14.40	127.86	313.90	304.40	349.20	469.50	6 681.90
	湖南 Hunan Province	6 644.49	21.18	415.10	812.28	461.64	2 974.80	385.52	2 611.50	6.30	8.20	136.55	239.20	331.40	459.40	254.40	6 405.10
华南区 South China	福建 Fujian Province	4 154.01	12.14	133.69	159.93	82.24	4 93.90	59.92	388.80	0.00	0.00	7.75	22.00	647.60	255.20	814.60	4 636.60
	广东 Guangdong Province	12 601.25	17.98	259.97	435.74	216.06	1 240.80	179.37	1 075.10	0.00	0.00	34.83	110.20	945.10	412.10	866.40	7 175.90
	海南 Hainan Province	1 008.12	3.54	72.24	67.62	27.26	145.00	22.97	126.50	0.00	0.00	3.16	8.70	208.80	67.10	172.20	1 689.40
	广西 Guangxi Zhuang Autonomous Region	5 012.68	23.67	438.75	598.92	274.70	1 332.00	171.29	992.00	0.11	0.10	25.36	71.60	3500.20	380.00	342.10	5 498.80
西南区 Southwest	四川 Sichuan Province	8 367.49	48.41	672.52	969.30	627.93	3 498.50	187.00	1 469.80	0.29	0.30	149.51	367.40	243.80	559.50	157.70	7 889.30
	重庆 Chongqing City	3 205.42	8.24	236.98	334.57	199.93	1 075.20	65.51	487.00	0.00	0.00	32.99	65.20	62.90	163.80	54.20	2 337.80
	贵州 Guizhou Province	3 856.21	17.62	451.88	548.16	270.94	1 051.20	66.47	423.80	0.04	0.00	59.81	103.00	309.00	205.90	24.40	3 889.00
	云南 Yunnan Province	4 720.93	39.41	621.33	693.89	416.58	1870.00	84.15	534.00	0.00	0.00	31.41	62.50	745.50	405.90	63.70	4 935.70
南方 South		83 386.08	263.28	5 395.52	7 802.68	4 780.98	27 012.10	2 327.95	16 173.60	35.05	37.60	772.40	1 772.90	8 441.50	4 340.30	4 798.30	70 926.10
全国 Nationwide		141 177.87	960.00	13 488.12	16 593.10	11 606.40	66 384.30	2 969.40	20 961.40	333.90	588.90	1 292.50	3 493.00	10 045.90	7 758.80	6 480.40	123 967.90
南方占全国比重/% Proportion of the south in the country		59.06	27.42	40.00	47.02	41.19	40.69	78.40	77.16	10.50	6.38	59.76	50.76	84.03	55.94	74.04	57.21

注:资料来源于《第七次全国人口普查公报(第三号)》[2]和《中国统计年鉴(2020年)》[3]。Note: The data comes from *The Seventh National Census Bulletin* (*No*. 3)[2] and *China Statistical Yearbook* (2020)[3].

表 2　1949 年与 2019 年我国南方稻田稻谷产量比较

Table 2　Comparison of paddy production in Southern China rice fields in 1949 and 2019

地区 Region		1949		2019		2019 年比 1949 年净增加/倍 Net increase in 2019 compared with 1949 (times)		备注 Remark
		单产/(kg/hm²) Yield	总产/万 t Total output	单产/(kg/hm²) Yield	总产/万 t Total output	单产/(kg/hm²) Yield	总产/万 t Total output	
长江中下游区 Middle and lower reaches of the Yangtze River	上海 Shanghai City	3 031.07	36.10	8 486.02	88.00	1.80	1.44	
	江苏 Jiangsu Province	1 897.50	339.10	8 971.30	1 959.60	3.73	4.78	
	浙江 Zhejiang Province	2 119.44	333.60	7 364.14	462.10	2.47	0.39	
	安徽 Anhui Province	1 170.03	185.80	6 496.61	1 630.00	4.55	7.77	
	江西 Jiangxi Province	1 604.86	361.72	6 121.27	2 048.30	2.81	4.66	
	湖北 Hubei Province	2 302.59	378.20	8 208.41	1 877.10	2.56	3.96	
	湖南 Hunan Province	2 437.25	567.10	6 773.97	2 611.50	1.78	3.61	
华南区 South China	福建 Fujian Province	1 470.03	210.70	6 488.65	388.80	3.41	0.85	
	广东 Guangdong Province	1 505.86	621.35	5 993.76	1 075.10	2.94	0.93	海南于 1988 年建省办经济特区，之前属广东省一部分
	海南 Hainan Province			5 507.18	126.50			
	广西 Guangxi Zhuang Autonomous Region	1 481.28	331.60	5 791.35	992.00	2.91	1.99	
西南区 Southwest	四川 Sichuan Province	2 700.81	928.00	7 859.89	1 469.80	1.87	1.11	1997 年设立重庆直辖市，之前重庆属四川省一部分
	重庆 Chongqing City			7 433.98	487.00			
	贵州 Guizhou Province	2 694.37	211.05	6 375.81	423.80	1.37	1.01	
	云南 Yunnan Province	2 670.47	229.50	6 345.81	534.00	1.38	1.33	

注：资料来源于《中国统计年鉴(2020 年)》[3]和《新中国农业 60 年统计资料》[4]。Note: The data comes from *China Statistical Yearbook* (2020) [3], *New China Agriculture 60 Years Statistics*[4].

1.2　品质改善

新中国成立至今 70 多年来，我国南方稻田耕作制度的成就不仅表现在农产品数量的增加，还表现在农产品品质的改善。具体表现在以下几方面。

一是优质品种多，优质率高。2017 年末，上海市建成设施粮田(稻田)8.65 万 hm²，主要农产品良种使用率基本达到 100%[5]。“十三五”期间，湖北省累计审定水稻品种 260 个，其中，国标三级以上优质稻品种 83 个，占审定总数的 31.9%[6]。2018 年，湖北省优质稻种植率达到 77.3%[7]。2002－2018 年，广东省先后培育出高产、优质、抗病的中档优质稻品种 18 个[8]，且多个品质达国标优质三级米以上的中档优质常规稻新品种。这些品种的共同特点是产量高(单产达 5.4～7.4 t/hm²)、抗病性好、直链淀粉含量相对较低，米饭软滑可口，是产量、抗性和品质兼顾的新一代优良品种，极大推动了广东省乃至整个南方稻区的优质稻产业发展和稻田耕作制度改革。张卫星等[9]于 2016－2020 年在全国 17 个水稻主产省份的 455 个重点县(市、区)抽取 5 879 份稻谷样品，研究分析了 12 项品质性状和优质率，结果表明，南方有 5 个省(自治区)稻米优质率达到 30%以上，如广东、安徽、广西、江苏、贵州等省(自治区)

稻米优质率分别为37.20%、34.88%、31.92%、31.88%、31.16%。其他省份稻米优质率也多在20%以上,如湖北29%、福建27.33%、云南24.76%、浙江22.05%、江西20.51%、重庆20.44%、湖南20.25%。2021年,浙江省新审定的39个水稻新品种中,优质率达到87.20%[10]。

二是推广面积大,效益高。优质籼粳杂交稻品种"甬优1540",于2014年通过浙江省审定,2015年通过国家审定,2017年全国推广种植面积突破6.67万hm^2,2021年突破13.33万hm^2[10]。该品种已在浙江、上海、江苏、湖北、湖南、江西、福建、广西、贵州等省(自治区、直辖市)大面积种植,不仅高产(连作晚稻最高达到12 026.85 kg/hm^2,创造了浙江省连作晚稻的最高产量纪录),更兼具米质优良的特性。2019年11月24日,广东省南方名牌农产品推进中心发布的"粤字号"县域名特优新农产品区域公用百强名单中,有9个大米公用品牌进入100强,其中,广东"台山大米"位列大米公用品牌的榜首,品牌价值高达83.8亿元。"台山大米"等9个品牌价值总生产规模达到18.1万hm^2,年产值52.5亿元,以占广东全省10.1%的种植面积和9.0%的产量,获得16.1%的产值[8]。

三是"三品一标"数量多,发展快。农产品品质改善最重要、最明显的标志是"三品一标",即无公害农产品、绿色农产品、有机农产品和地理标志农产品的数量和发展速度。我国南方稻田耕作制度生产的农产品中,"三品一标"数量多,且近年来发展速度快。表3反映了我国南方各省(自治区、直辖市)近年来水稻等农产品"三品一标"生产情况,从中不难看出,"十二五"至"十三五"期间我国南方包括稻谷(稻米)在内的"三品一标"农产品数量之多、发展速度之快,是之前几十年不可比拟的。

表3 我国南方各省(自治区、直辖市)近年"三品一标"生产情况

Table 3 Southern China provinces (autonomous regions and municipalities directly under the central government) in recent years, " San pin yi biao" production situation

地区 Region		近年"三品一标"生产情况 Production of "San pin yi biao" in recent years	资料来源 Data source
长江中下游区 Middle and lower reaches of the Yangtze River	上海 Shanghai City	截至2018年末,全市获得"三品一标"认证农产品6 396个,其中,无公害农产品5 824个,绿色农产品536个,有机农产品22个;农产品地理标志14个。	上海市统计局等[11]
	江苏 Jiangsu Province	截至2020年底,江苏省有绿色农产品3 678个(居全国第3位),有机农产品106个。	曹爱兵等[12]
	浙江 Zhejiang Province	2019年浙江省新增绿色食品产品426个,总数达1 421个;新增农产品地理标志21个,总数达到104个。	邬赟燕[13]
	安徽 Anhui Province	截至2019年9月初,安徽省已拥有农产品地理标志品牌69个,种类扩充至粮食等9大类型。2019年,安徽省新增"三品一标"农产品1 390个,增速23.7%。至此,全省"三品一标"农产品总数已达7 262个,数量居全国第6位,较上年上升3位。	高思安[14]
	江西 Jiangxi Province	截至2019年6月,江西省"三品一标"农产品总量达5 335个,其中绿色有机地理标志农产品2 555个。	卢慧等[15]
		据统计,近年江西省每年通过"三品一标"认证的大米品牌超过500个,如"万年贡米""金佳大米""玉珠大米"等品牌。	余艳锋[16]
	湖北 Hubei Province	截至2018年底,湖北省共创建国家级"三品一标"标准化生产基地44个,总量居全国第5位;农业农村部对湖北省农产品质量安全例行监测总体合格率达98.6%,连续8年位居全国前列。	冷凯君等[17]
		截至2019年5月,湖北省已审水稻品种429个,早、中、晚,籼、粳,粘、糯稻品种无一不全,国标三级以上品种254个,约占60%;品种结构优化,品种应用向优质、特色方向发展,早稻以加工专用型为主,中稻以优质、稳产、抗逆为主,晚稻以优质、抗逆为主。	曹鹏等[7]
	湖南 Hunan Province	截至2017年底,全省"三品一标"认证总数达到3 590个,其中无公害农产品2 121个、绿色食品1 209个、有机食品216个、农产品地理标志产品44个。	李慧[18]
		2018年,全省三等以上优质稻种植面积268.95万hm^2,占水稻总面积的67.1%,其中二等以上优质稻种植面积达到71.11万hm^2,占水稻总面积的18%。优质稻大面积推广,使湖南省稻米品质的整体水平得到明显提升。	张雄飞等[19]
		截至2019年末,湖南省拥有绿色食品1 756个,有机食品233个,获得农业农村部颁发的农产品地理标志登记保护产品80个,包括粮油、蔬菜、果品、畜产品、茶叶、药材及水产品。	赵玲玲等[20]

续表 3 **Continued Table** 3

地区 Region		近年“三品一标”生产情况 Production of “San pin yi biao” in recent years	资料来源 Data source
华南区 South China	福建 Fujian Province	经过多年努力，福建“三品一标”农产品达 4 578 个，处于全国上游水平。	崔永辉[21]
		据福建省农业农村厅 2020 年工作报告显示，2019 年全省农产品质量安全总体合格率 98.6%，位居全国前列。	李娇[22]
	广东 Guangdong Province	迄今(截至 2020 年底)，广东省拥有国家地理标志保护产品 5 个，如“增城丝苗米”等；国家地理标志产品 5 个，如“台山大米”等；稻米区域公用品牌 12 个，如“罗定稻米”等。	王丰等[8]
	海南 Hainan Province	2017 年，海南省首次评出海南芒果等 10 个产品作为首批省级农产品公用品牌；2018 年农民丰收节，海南文昌鸡、三亚芒果被农业农村部列入全国百个农产品品牌榜单；2019 年 11 月，农业农村部发布中国农业品牌目录 2019 农产品区域公用品牌，其中三亚芒果等 4 个地理标志登记保护产品入选，三亚芒果品牌价值 38.63 亿元；截至 2019 年 12 月 31 日，海南已有三亚芒果等 30 个地理标志农产品。	李晓慧等[23]
	广西 Guangxi Zhuang Autonomous Region	截至 2020 年 12 月，广西全区“三品一标”(农业部门认证种植业、畜牧、水产)产品获证总数达 2 344 个，其中无公害农产品 1 499 个、绿色食品产品 533 个、有机食品产品 158 个、农产品地理标志 154 个。“三品一标”总面积222.25 万 hm^2，产量 4 632.63 万 t。	广西壮族自治区生态环境厅[24]
	重庆 Chongqing City	2020 年，重庆市新发展绿色食品 822 个，有机农产品 27 个，地理标志农产品 12 个。截至 2020 年 12 月，重庆市有效期内“三品一标”产品总数 5 593 个，总产量 1 346.24 万 t，总面积 70.56 万 hm^2。目前，重庆市绿色食品有效数 2 610 个，全国排名第 5 位；地理标志农产品达到 65 个，产量突破 1 000 万 t。	《南方农业》编辑部[25]
西南区 Southwest	四川 Sichuan Province	截至 2019 年，四川省农业农村部门管理的“三品一标”农产品已达 5 357 个，其中无公害农产品 3 684 个、绿色食品 1 385 个，有机农产品 122 个，地理标志农产品 166 个。	侯红梅[26]
	贵州 Guizhou Province	截至 2017 年，贵州省共有大米品牌 116 个，其中获得无公害认证大米品牌 55 个，绿色大米认证品牌 20 个，有机大米认证品牌 10 个，在西南地区处于领先地位。	李敏等[27]
	云南 Yunnan Province	2011－2015 年，云南省无公害稻米产品总数量为 31 个，绿色稻米总数量为 23 个，有机稻米 1 个，没有国家地理标志稻米产品。	邓安凤等[28]
		2017－2019 年间，云南省绿色食品认证产品由 793 个增长至 1 746 个，年均增长 48.4%，全国排名由第 11 位上升至第 8 位；有机产品获证数量由 806 个增长至 1 023 个，年均增长 12.6%，全国排名由第 8 位上升至第 6 位。	许旭华等[29]

1.3　模式增多

从 1949 年至今，由于农业生产条件不断改善、科学技术水平不断提高，以及人们对农产品数量和品质需求不断升级等原因，我国南方稻田耕作制度发生量和质的变化，其突出表现就是耕作制度模式增多，尤其是新型模式不断涌现(表 4)。据笔者调查，在实际生产中，我国南方稻田新型耕作制度模式数量是传统模式的 5～10 倍，甚至达到 10 倍以上。从表 4 可以看出，与传统模式相比，稻田新型耕作制度模式具有以下几个特点：一是熟制较低，主要表现在三熟制降为二熟制，或二熟制变成一熟制，但模式组成的物种增多，往往是不仅有作物如大田农作物、药用植物等，还有鸭、鱼、蛙等动物和微生物(如食用菌等)；二是模式立体结构(空间结构)更趋复杂，表现在间、混、套作方式增多；三是模式效益提高、功能增强，具体情况见本文“1.4 功能增强”。

1.4　功能增强

我国南方传统农业稻田耕作制度往往功能比较单一，而现代农业稻田耕作制度则功能不断拓展、增强，换言之，南方稻田耕作制度功能的不断拓展和增强，正是南方稻田耕作制度发展取得的重要成就之一。其具体表现在以下 3 个方面。

1)用途增多，一物多用。在我国南方传统农业稻田耕作制度中，冬季种植紫云英主要功能是增加土壤肥力(紫云英翻沤入田)，而南方现代农业的稻田耕作制度中，冬季种植紫云英则同时具有多种用途和功能[33]。一是肥用，紫云英是优质的有机肥，养分齐全且含量较高，翻沤入田对提高土壤肥力具有不可替代的作用。二是籽用，紫云英留种，为翌年发展绿肥生产打下基础。三是饲用，用紫云英作青贮饲料，对发展畜牧业生产、促进南方稻区农牧结合具有重要意义。四是菜用，紫云英植株嫩梢鲜嫩多汁，口感好，是春季良好的时令蔬菜和特色蔬菜。五

表4 南方稻田耕作制度典型模式举例

Table 4 Examples of typical patterns of paddy farming systems in Southern China

地区 Region		传统模式 Traditional mode	新型模式 New mode
长江中下游区 Middle and lower reaches of the Yangtze River	上海 Shanghai City	麦(或油)—稻;肥(或麦、油)—稻—稻	肥(油、麦或冬休)—稻,麦/玉米—稻,麦/西瓜—稻;稻×蛙,稻×鳖,稻×虾
	江苏 Jiangsu Province	小麦(或油菜、绿肥)—单季稻;绿肥(紫云英)—早稻—晚稻,冬闲—早稻—晚稻	草莓—水稻,大蒜(白蒜)—水稻,西瓜—水稻,番茄—水稻,花生—水稻,黑麦草—水稻,麦/玉米—稻;稻×虾(蟹、鳖、鳅)
	浙江 Zhejiang Province	肥(或油、麦、蚕豆、豌豆)—稻—稻;春粮(麦类)—春玉米(春大豆)—晚稻,春粮—早稻—秋旱粮(玉米、大豆、甘薯)	雪菜—水稻,甘蓝—水稻,西瓜—水稻,鲜食大豆—水稻,生姜—水稻,元胡—水稻,香菇—水稻,黑木耳—水稻;鲜食蚕豆/春玉米—晚稻,春马铃薯—早中稻—秋马铃薯;单季稻×鱼,头季稻×鱼—再生稻×鱼
	安徽 Anhui Province	小麦(或油菜)—水稻,花生—水稻,冬闲—早稻—晚稻	浅水藕—晚稻,油菜‖冬季蔬菜(如包菜、大蒜等)/西瓜—晚稻,黑麦草/鲜食玉米—晚稻,紫菜薹—玉米—晚梗稻;稻×虾、稻×鳅、稻×鳖、稻×鱼、稻×蟹
	江西 Jiangxi Province	肥(油、麦、蚕豆、豌豆)—稻—稻;冬闲—双季稻,烟草—稻,早稻—甘薯,早稻—玉米‖大豆	冬菜(大蒜等)—双季稻,油菜—早稻—再生稻,油/瓜—稻;油菜—单季稻,马铃薯—单季稻,大球盖菇—优质稻,莲藕/晚稻,早稻—禾根豆(大豆);稻×鱼,稻×虾,稻×蟹,稻×鳖,稻×鳅,稻×蛙,稻×珍珠蚌
	湖北 Hubei Province	肥(或油、麦)—稻—稻;油菜—中稻,马铃薯—水稻,烟草—水稻;冬闲—中稻(或一季晚稻)	冬闲—早稻—晚稻,早稻—再生稻,麦—稻,玉米—水稻,蔬菜—水稻;稻×虾(包括"一稻一虾"、"一稻两虾"、"一稻三虾"3种形式),稻×鱼,稻×鳖,稻×蟹,稻×鳅
	湖南 Hunan Province	肥(或油、蔬菜、马铃薯)—稻—稻;绿肥—水稻,油菜—水稻,烟—稻;冬闲—水稻	混播绿肥(紫云英×油菜×肥田萝卜)—双季超级稻,黑麦草—双季超级稻,蚕豌豆—双季超级稻,蔬菜—双季超级稻;油菜—水稻,蔬菜—水稻,玉米—水稻,西瓜‖玉米—晚稻,辣椒—晚稻;冬闲—中稻,混播绿肥—中稻;稻×鸭,稻×虾,稻×鱼,稻×鳖,稻×蛙,稻×蟹
华南区 South China	福建 Fujian Province	肥(或油、麦)—稻—稻,冬作(大麦、小麦)—春大豆—晚稻,蚕豆—早稻—晚甘薯;冬作(绿肥、油菜)—单季中(晚)稻,早稻—秋大豆(或秋花生);春大豆(或春花生)—晚稻	紫云英—中稻—再生稻,紫云英—蔬菜—晚稻,蔬菜—早稻—再生稻;早稻—再生稻,中稻—再生稻,蔬菜(如西红柿)—晚稻,席草(灯心草、龙须草、蒲草)—晚稻,黑麦草—水稻;稻×鱼,稻×萍×鱼,稻×虾,稻×螺,稻×鳅
	广东 Guangdong Province	稻—稻—稻,肥(或麦、油、蚕豆、豌豆、薯、菜)—稻—稻;早稻—晚稻,早稻—薯(或花生),花生(烟、薯)—晚稻,冬(春)蔗—晚稻	冬种作物(绿肥、冬小麦或冬季蔬菜)—早稻—再生稻—晚稻;冬小麦—早稻—再生稻,早稻—再生稻—晚稻,早稻—再生稻—二次再生稻,一季中稻—再生稻;菜—稻(中晚稻)—菜,甜玉米—中晚稻—马铃薯,蔬菜—中晚稻—甜玉米;稻×鱼,稻×鸭
	海南 Hainan Province	冬闲—稻—稻,稻—稻—稻,绿肥(或豆、甘薯)—稻—稻;冬薯—晚稻,瓜菜—晚稻	冬瓜菜—稻—稻,早稻—中稻—晚秋薯,花生(春花生)—稻—薯(晚秋薯),玉米—稻—稻
	广西 Guangxi Zhuang Autonomous Region	绿肥(或大麦、小麦、蚕豆、豌豆、冬烤烟、油菜、冬玉米、冬甘薯、冬季饲料)—稻—稻;大麦(或小麦、油菜)—中稻;玉米—中(晚)稻,春花生—晚稻,早稻—秋花生	冬季蔬菜—早稻—晚稻,冬季蔬菜—早稻—秋季蔬菜;冬闲—稻—稻,马铃薯—中稻,蚕豆(豌豆)—中稻,蔬菜—中稻,莴苣—中稻,大蒜—中稻,西瓜—晚稻,甘蔗—晚稻;优质早稻×鱼—再生稻×鱼,冬绿肥—稻(再生稻)×鱼,稻×螺,稻×蛙

续表 4 **Continued Table** 4

地区 Region		传统模式 Traditional mode	新型模式 New mode
西南区 Southwest	重庆 Chongqing City	冬闲—双季稻，大麦（或小麦）中稻—再生稻；绿肥（或油菜、小麦）—中稻；冬闲—中稻	菜—稻—菜，中稻—再生稻，榨菜—水稻，黑木耳—中稻，蘑菇—中稻；稻×鸭，稻×小龙虾，稻×鲫，稻×大鳞副泥鳅，稻×中华绒螯蟹，稻×虾×蟹（罗氏沼虾×中华绒螯蟹）
	四川 Sichuan Province	麦（或油）—稻，冬闲（冬水田）—中稻，中稻—再生稻；肥—稻—稻，麦—稻—秋大豆，麦—玉米—稻，油—玉米—稻；冬水田（养鱼）—中稻	冬水田—中稻，蚕豆—中稻，豌豆—中稻，多花黑麦草—中稻，绿肥（饲料、蔬菜）—中稻；油菜—中稻—再生稻，麦—早中稻—秋马铃薯，油菜—早中稻—秋马铃薯，春马铃薯—水稻—秋马铃薯，冬季蔬菜—水稻—秋马铃薯；稻×草鱼，稻×田鱼（土著鱼），稻×甲鱼（中华鳖）
	贵州 Guizhou Province	冬闲（炕冬或泡冬）—水稻；绿肥（紫云英、苕子）—中稻，油菜（或小麦、蚕豆、豌豆、马铃薯）—中稻；绿肥（或麦、油）—稻—稻；稻（垄）×鱼（沟）	大蒜—水稻，早熟蔬菜（辣椒、番茄、黄瓜）—水稻，西瓜—水稻；肥/瓜—稻，油/瓜—稻，菜/早玉米—稻，菜—稻—菜，草莓—稻—菜，油菜—中稻—再生稻；稻×虾，稻×蛙，稻×蟹×鱼，稻—鱼—鸭
	云南 Yunnan Province	小麦—早稻—晚稻，冬闲—稻—稻，冬闲—稻—再生稻，麦—稻，油菜—水稻，蚕豆—中稻，春烟—水稻	小麦（油菜、蚕豆、豌豆）—水稻，羊肚菌—水稻，水稻—水稻；冬作/瓜—稻，冬作—早稻—再生稻，冬玉米（鲜食）—稻—秋玉米（鲜食）；冬马铃薯—玉米—水稻；稻×鸭×鱼‖埂种果，稻×鸭×鱼‖埂豆，稻×鳅—菜，稻×鱼，稻×鱼×鸭，稻×蟹

注：‖，间作（间种）；×，混作（混播、混种、混养）；/，套作（套播、套种、套栽）；—，平播接茬（接茬复种）；资料来源于笔者对南方稻田耕作制度长期调查，并参考相关文献，如刘巽浩等[30]、陈阜等[31]、黄国勤等[1,32]。Note：The meaning of the symbol ‖，intercropping (intercropping)；×，mixed cropping (mixed cropping，mixed cropping，polyculture)；"/"，intercropping (intercropping，intercropping，intercropping)；"— "，flat sowing (stubble and multiple cropping). The data comes from the author's long-term investigation and thinking on the rice farming system in Southern China，and reference and citing related literature，such as Liu et al.[30]，Chen et al.[31]，and Huang et al[1,32].

是蜜用，紫云英是重要的蜜源植物之一，花期长、药粉质量高，是南方稻区发展养蜂业最好的蜜源，且紫云英蜜品质上等，对降低人体胆固醇、抗动脉硬化和抗辐射均有良好作用。六是药用，紫云英作为一种中草药，在《本草纲目》《食疗本草》中都有记载，紫云英根、叶子、种子、全草及花中均含有多种药物成分和多种维生素，皆可入药，有明目、健脾、止痛之功效。七是观赏用，紫云英碧绿的叶、紫红的花，且花期长（可陆续开花达数月之久），已成为现代乡村旅游业中的一道美丽风景。八是开发富硒产品，紫云英为黄芪属植物，是自然界为数较少的富硒植物之一，能将土壤中的无机硒转化为可被人体安全吸收利用的有机态硒，其硒含量平均为 4.92 mg/kg[34]。目前，开发紫云英富硒产品（如紫云英花茶、紫云英干菜等）已成为提升我国南方稻田耕作制度功能和效益的热点和新的增长点。九是利用紫云英进行稻田生态修复。我国南方部分地区稻田由于施肥不合理等多种原因出现严重酸化问题，而土壤酸化带来的直接影响是重金属污染增加。种植紫云英作绿肥还田能够提高土壤 pH 值、降低土壤中交换态镉的含量、提高稻作土壤中氧化锰结合态和有机质结合态镉含量，从而提高作物的安全性。这将成为我国南方稻田冬种绿肥紫云英种植面积恢复和功能提升的重要诱因。

与紫云英相类似，在我国南方稻田广泛种植的具有多种用途和功能作物还有很多，如油菜就兼有油用（油菜籽榨油）、菜用（油菜薹可以即食也可以经过脱水加工形成脱水保鲜蔬菜和风味咸菜）、肥用（油菜在盛花期压青还田肥效好）、饲用（油菜可作青贮饲料且油菜饼粕又是优质蛋白质饲料）、蜜用（油菜花蜜已成为我国南方最大宗稳产的蜜种且质量优效益佳）、观赏用（"彩色油菜花"旅游已发展成为"油菜花经济"）、能源用（油菜是能源作物可用于生产生物柴油）、生态用（芥菜型油菜茎叶能同时富集镉、铅、砷等多种重金属，现已用于我国南方重金属污染稻田土壤的生态修复）等用途和功能[35-37]。

此外，彩色稻在南方现代农业特别是休闲农业、创意农业发展，以及稻田耕作制度优化与创新等方面的作用也越来越受到各方关注和重视[38-39]。

2）产出增加，一田多产。在南方，传统稻田耕作制度主要生产稻谷等植物性农产品，产品种类和结构相对单一。近年来我国南方稻田耕作制度发生质的飞跃，由单一种植水稻等农作物变成既种植

又养殖即实行稻田综合种养，既生产稻谷等植物性农产品，又生产鱼、虾等水产品，形成“一水多用、一田多产”的良好发展态势，有效地拓展了稻田的作用和功能[40-41]。2018－2019年，南方稻渔综合种养面积与产量分别占全国总量的90%和95%(表5)[42-43]。

表5 我国南方各省(自治区、直辖市)稻渔综合种养面积与产量

Table 5 Area and yield of integrated rice and fishery farming in Southern China provinces (autonomous regions and municipalities directly under the central government)

地区 Region		2018 面积/hm² Area	2018 水产品产量/t Output of aquatic products	2019 面积/hm² Area	2019 水产品产量/t Output of aquatic products
长江中下游区 Middle and lower reaches of the Yangtze River	上海 Shanghai City	75	219	979	1 748
	江苏 Jiangsu Province	241 058	249 994	192 120	319 309
	浙江 Zhejiang Province	46 434	134 876	51 982	151 674
	安徽 Anhui Province	150 636	218 811	271 892	366 973
	江西 Jiangxi Province	66 996	97 950	101 122	147 566
	湖北 Hubei Province	393 171	690 722	459 850	820 115
	湖南 Hunan Province	300 148	298 049	313 011	391 457
华南区 South China	福建 Fujian Province	15 914	15 850	16 233	14 717
	广东 Guangdong Province	3 643	1 674	3 690	1 929
	海南 Hainan Province	69	212	12	22
	广西 Guangxi Zhuang Autonomous Region	45 414	25 275	47 064	31 649
西南区 Southwest	四川 Sichuan Province	312 230	383 431	312 765	401 035
	重庆 Chongqing City	35 295	9 376	35 801	12 684
	贵州 Guizhou Province	119 624	45 581	179 312	63 960
	云南 Yunnan Province	111 947	64 543	97 379	55 090
南方 South		1 842 656	2 236 563	2 083 212	2 779 928
全国 Nationwide		2 028 262	2 333 268	2 317 488	2 913 330
南方占全国比重/% Proportion of the south in the country		90.85	95.86	89.89	95.42

注：根据《中国稻渔综合种养产业发展报告(2018年)》[42]《中国稻渔综合种养产业发展报告(2019年)》[43]《中国稻渔综合种养产业发展报告(2020年)》[44]相关资料整理而成。Note: According to the *Development Report of China's Rice-fishing Comprehensive Planting and Farming Industry* (2018)[42], *China's Rice-fishing Comprehensive Planting and Farming Industry Development Report* (2019)[43], *The Development of China's Rice-fishing Comprehensive Planting and Breeding Industry Report* (2020)[44] related materials are compiled.

3)功能增强，一制多功。1949－1977年，计划经济条件下，我国南方各地稻田耕作制度主要是种植水稻等粮食作物以及经济作物、绿肥和饲料作物等，主要体现其生产功能。改革开放后，我国南方广大农村地区和全国其他地区一样实行家庭联产承包责任制，稻田耕作制度的模式呈现多样化、高效化、

区域化发展趋势，作物一物多用、农田一田多产，极大地增强稻田耕作制度的功能，南方各地稻田耕作制度由单一的生产功能，向着同时兼具生产功能、经济功能、社会功能、旅游功能、生态功能和文化功能等多功能方向发展（表 6）。尤其值得注意的是南方稻田耕作制度的生态环境功能已日益受到人们的广泛关注和重视。总体而言，我国南方稻田耕作制度生态环境功能突出体现在以下几方面[32]：一是稻田耕作制度有利于水土保持，流失的土壤颗粒较少；二是稻田处于淹水还原状态，使多数污染物呈现无效或低效状态；三是稻田是有机质的储存库，有利于 CO_2 的固存，缓解全球气候变暖；四是稻田是天然的生物氮肥厂，每年固氮量比旱地多 30 kg/hm^2；五是稻田有利于调节气候，减少城市的热岛效应；六是稻田补给地下水的作用大，稻田抗御干旱的作用明显地优于旱地，其土壤剖面为水饱和状态，因而对地下水和周边旱地土壤不断补给水分，比没有水田的地区更能抗旱；七是“蓄水于田”，稻田耕作制度对防洪抗涝有重要作用。

表 6　南方稻田耕作制度的多功能性简述

Table 6　Brief description of the versatility of rice farming systems in Southern China

功能名称 Function name	具体表现 Specific performance	备注 Remark
生产功能 Production function	生产粮食（主要是稻谷）、棉花、油料、绿肥、饲料，以及鸭（稻田养鸭）和多种水产品（稻渔综合种养）等	
经济功能 Economic function	农田增效、农民增收，提高农民生活水平，助推乡村振兴	李小军[45]
社会功能 Social function	一是扩大农民就业；二是丰富农产品供给；三是促进社会和谐；四是推动全面建成小康社会	
旅游功能 Tourist function	建设稻田公园，促进乡村旅游和休闲农业发展。湖南省安仁县自 2014 年 3 月 21 日稻田公园开园以来，就引爆自驾游、乡村游，已接待来自北京、上海、广东等地区游客突破千万人次	李小军[45]
生态功能 Ecological function	水土保持功能、农田净化功能（转化土壤中有毒有害物质）、小气候调节功能、防灾减灾功能（蓄水抗旱功能）、绿色低碳功能（碳汇功能）、保护生物多样性功能	
文化功能 Cultural function	南方现有的入选“中国重要农业文化遗产”“全球重要农业文化遗产”项目中，约 2/3 都是稻田耕作制度系统，如浙江青田稻鱼共生系统、江西万年稻作文化系统、云南红河哈尼稻作梯田系统、中国南方稻作梯田系统（由福建尤溪联合梯田、广西龙胜龙脊梯田、江西崇义客家梯田、湖南新化紫鹊界梯田四个子项目组成）等	闵庆文[46]；黄国勤[47]

2　存在的主要问题

当前我国农业及整个经济社会已迈入高质量发展阶段[48]。就我国南方稻田耕作制度而言，必须适应这种变化，走耕作制度高质量发展之路。然而，与实现高质量发展这一目标和要求相比，我国南方稻田耕作制度尚存在以下突出问题与挑战。

2.1　熟制缩减

首先，我国南方广大地区适合发展稻田二熟制、三熟制，这既可充分利用光、热、水等资源，又能发挥作物生产潜力。特别是“双三制”（双季稻三熟制）曾经是我国南方双季稻生产区浙江、安徽、江西、湖北、湖南、福建、广东、广西、海南、云南等省（自治区）稻田耕作制度的主体，为增加粮食生产、确保国家粮食安全作出了巨大贡献。其次，从 1990 年代开始，我国实行社会主义市场经济，农业由高产向高效（高经济效益）方向转型，南方稻区特别是长江中下游地区的浙江、江西、湖南等省，出现将稻田三熟制改为二熟制、二熟制改为一熟制，以及双季稻改为单季稻（简称“双改单”）的大规模、大范围、大幅度、长时间的熟制缩减现象，尤其是进入 21 世纪之后，这种现象不仅没有停止，而且有进一步加剧之势，并一直持续至今（尽管国家有关部门采取了相应措施，仍没有完全遏制这种现象蔓延）。第三，我国南方稻田熟制缩减引发的后果是严重的，这不仅造成耕地利用率降低、耕地资源浪费，还造成水稻播种面积缩减、粮食产量下降，危及粮食安全。据资料显示[49]，1990－2015 年我国南方因“双改单”导致水稻播种面积减少 253.16 万 hm^2（且以长江中下游区表现最为突出），产量损失1 164.22 万 t。

2.2　耕地撂荒

耕地休闲、抛荒、撂荒是对耕地资源的最大浪费。近 20 年来，我国南方稻田撂荒现象极其普遍和严重。一是面积大。据不完全统计[50]，我国南方 15 省（自治区、直辖市）有冬闲水田（稻田）870 万 hm^2，占水田总面积的 50%，其中冬闲水田超过 66.67 万 hm^2 的省（自治区）有江西、湖南、广东、广西，南方可以直接利用的冬闲田面积近 666.67 万 hm^2[51]。李雨凌等[52]研究表明，2017 年我国南方粮食主产区江苏、安徽、江西、湖北、湖南、四川等 6 省共有撂荒耕地（主要指水田）143.12 万 hm^2，占全国 13 个粮食

主产区耕地撂荒总面积(405.53万 hm^2)的35.29%。二是比率高。据2018年对西南地区重庆市典型乡村耕地撂荒情况的深度调查[53],重庆市长寿区的A村耕地撂荒率达24.0%,重庆市彭水县的C村耕地撂荒率达34.5%。据李雨凌等[52]调查研究,江苏、安徽、江西、湖北、湖南、四川等省耕地撂荒率分别为2.94%、4.35%、8.79%、6.06%、3.52%、1.01%。三是损失重。撂荒问题突出,不仅直接减少粮食产量,还会引发水土流失,损害区域生物多样性和生态景观,对社会经济和自然生态产生双重负面效应。李雨凌等[52]研究表明,江苏、安徽、江西、湖北、湖南、四川等6个国家粮食主产区2017年因耕地撂荒共损失粮食819.7万t,占当年全国13个粮食主产区撂荒粮食损失总量(2 265.6万t)的36.18%,占当年6省(江苏、安徽、江西、湖北、湖南、四川)粮食总产量(18 587.2万t)的4.41%。

2.3 生态破坏

1)工业化、城镇化的快速推进,造成对大量稻田耕地资源的破坏、占用。随着我国南方各地经济社会快速发展,工业园区扩建、新城区开建、矿山开发、道路修建等开发建设项目不断增多,客观上造成对耕地资源特别是优质稻田资源的破坏或占用,致使耕地资源数量减少、质量下降。最新公布的第三次全国国土调查数据显示,目前我国拥有耕地1.278 7亿 hm^2,与第二次全国国土调查数据相比,10年间全国耕地减少0.075 3亿 hm^2[54],其中至少有一半以上发生在我国南方地区,且主要是南方水田耕地资源。

2)近年来南方大规模的稻渔综合种养对稻田资源造成的生态破坏。根据我们近来的实际调查,长江经济带稻田综合种养已对区域农业耕地资源、水资源造成不利影响,或者说,存在严重的耕地资源、水资源安全风险与隐患。首先,从耕地资源来说,由于实行稻田综合种养,必然要对原有稻田结构进行改造,要进行一系列的田间工程,如改造水利设施、修建田间道路,以及开挖养殖沟(坑),建造高标准蓄水沟、蓄水池等,由于操作不规范,随意扩大改造面积和规模,尤其是随意扩大养殖沟(坑)开挖深度和宽度,这就必然对稻田耕地资源造成3种后果:一是损毁耕地(破坏耕地资源);二是挤占耕地;三是减少耕地(面积减少),并最终对稻田这一优质良田、优质耕地资源安全造成无法挽回的损失。这种对稻田资源的破坏,往往是毁灭性、连续性和不可逆的(一旦不进行稻田种养,稻田难以恢复原状)。其次,从水资源来看,如稻田长期种植水稻,可实行节水灌溉、湿润灌溉,水稻生育中期(水稻有效分蘖末期至节间开始伸长期间)可进行晒田,这既可促进水稻稳产高产,还可节约水资源,提高水资源利用效率,对缓解水资源短缺、水资源危机具有重要意义。但若实行稻田综合种养,用稻田养殖鱼、虾等水生动物,其对水资源的消耗量必然大幅度增加,长此以往,必然对区域水资源安全造成不利影响。这种风险与隐患不可忽视。第三,有的地方将不适宜的稻田进行稻田综合种养即挖田改塘、抽水灌溉,既破坏了耕地资源,又浪费了水资源和能源资源,对资源安全带来风险和隐患,对稻田生态带来严重破坏。

3)高标准农田建设过程中对稻田造成的生态破坏。高标准农田建设本意是促进生态、改善生态、优化生态,使农田生产条件更加优化,更加适合实现农业的高产高效。然而在具体操作过程中,各地出现不同程度的偏差,如道路过度硬化(水泥化),农田田埂(田埂)和沟渠没有按生态化要求建设,农田绿化、林网化生态建设没有达到应有标准等。

此外,随着机械化的快速发展,大型机械对南方稻田碾压带来的生态破坏也是不容忽视的,如有的将稻田田埂(田埂)压坏,有的将稻田压成一个大窟窿,有的将水沟、水渠、水系"压破"或压坏,影响正常农业生产。

2.4 环境污染

环境污染直接对组成耕作制度的各种作物的产量及品质产生不利影响,从而危及耕作制度整体功能、效益与可持续发展能力[32]。2014年,原环境保护部和国土资源部发布的《全国土壤污染状况调查公报》[55]显示,全国耕地环境污染严重,耕地土壤点位超标率为19.4%,远超过林地、草地和未利用地。在耕地中,我国南方水田(稻田)环境污染尤其严重,特别是稻田土壤重金属污染问题突出。根据近年调查和研究,我国南方稻田土壤重金属污染有以下几个特点。一是面积大。以湖南省为例[56],湖南省被污染的耕地面积已占该省耕地总面积的23.7%,主要污染物为重金属镉(Cd)、铅(Pb)。2013年湖南省株洲市镉(Cd)重度污染土地面积达3.4万 hm^2,其中超标5倍以上的达到1.6万 hm^2[57]。二是分布广。我国南方15个省(自治区、直辖市)均存在稻田土壤重金属污染问题。覃焱等[58]对2018年中国南方长江中下游区江苏、浙江、湖北、湖南,西南区云南、贵州,华南区福建、广东、海南、广西,以及北方河南、新疆、宁夏等省(自治区)生产的70种市售大米

的 Cd、Pb、As、Hg 4 种重金属含量进行分析，结果表明，以上各省（自治区）大米中 4 种重金属几乎均被检出，其中，Cd、As、Pb 检出率多为 80％或以上，Hg 的检出率多为 20％或以上，大米样品 Cd、Hg、Pb、As 超标率分别为 27.14％、15.71％、11.43％、8.57％。我国南方各省（自治区）大米样品重金属平均检出率和超标率高于北方 3 省或自治区（河南、新疆、宁夏）。三是危害重。我国南方稻田土壤重金属污染带来的危害是严重的。生产的重金属超标的大米如“镉米”，人畜食用后，危害人畜健康；重金属超标的大米不受市场欢迎[59]，造成不良影响[60]。四是治理难。针对湖南省长（长沙）株（株洲）潭（湘潭）地区存在严重的耕地重金属污染问题，2014 年 3 月，原农业部（现农业农村部）、财政部正式批准启动“湖南重金属污染耕地修复及农作物种植结构调整试点”。目前治理工作已经实施了 5 年（试点工作已基本到期结束），但从治理整体效果看，可能偏离预期[61]。

2.5　土壤退化

土壤是稻田重要组成部分和物质基础。加强农田土壤管理，实行用地与养地相结合，不断提高农田土壤地力，这是建立合理耕作制度、实现耕作制度高质量发展的重要内容[30]。土壤退化是稻田生态退化的重要形式之一，直接影响稻田质量、降低稻田耕作制度生产力和生态经济效益，对稻田耕作制度高质量发展、可持续发展极其不利。当前，我国南方稻田土壤退化主要有以下几种形式。

1）土壤酸化。研究表明[62]，1988－2013 年间，中国南方的江苏、湖南、广东、广西、四川和云南 6 个省（自治区）水稻土显著酸化，土壤 pH 下降 0.59 个单位，平均每年下降 0.023 个单位。叶英聪等[63]研究表明，1979－2017 年间，水稻土受土壤酸胁迫程度加剧，特别是水稻土由酸性（pH 值为 5.5～6.5）转变成强酸性（pH 值≤5.5）的面积比例增加，这主要集中在长江中下游中部、南部和华南区中部、南部；39 年间水稻土平均 pH 值下降了 0.26 个单位，其中，长江中下游区、华南区 pH 值平均分别下降 0.29 和 0.58 个单位。1982—2017 年江西省进贤县稻田土壤 pH 呈下降趋势[64]。导致南方稻田土壤酸化的主要原因有：一是不合理的耕作方式和田间管理措施；二是不合理使用化肥、农药等化学投入品；三是全球气候变化造成的大气干湿沉降等多种自然因素。

2）局部土壤贫瘠化。新中国成立以来，南方稻田土壤肥力总体有所上升，但局部小区域的稻田土壤肥力下降是普遍存在的，尤其是有些地方稻田土壤有机质含量下降，缺肥（土壤“瘦”，肥力低）、缺素（土壤缺乏营养元素），尤其是钼（Mo）、硼（B）等微量元素缺乏，影响作物正常生长发育和成熟。

3）土壤僵板化。我国南方现有稻田中，约有2/3属于中低产田。导致中、低产的原因很多，其中土壤物理性状变差，造成僵化、板结是其重要原因之一[65]。我国南方稻田土壤僵板化有以下形式过程与特征：一是“冷”。南方稻区有大量冷浸田，长年浸水，潜育层深厚，排水不良、土壤通气透水性差。如江西省有冷浸田性质的潜育性水稻土 29.32 万 hm^2，以吉安、九江和上饶三市分布面积最大，南昌、鹰潭、赣州和宜春四市次之，主要分为表潜和全潜 2 种类型，表潜类型冷浸田主要有表潜灰麻泥沙田、表潜红沙泥田、表潜灰黄泥田以及表潜潮沙泥田，全潜类型冷浸田主要有麻泥沙田、灰麻泥沙田、紫沙泥田、灰紫泥田等 10 余种土壤类型[66]。二是“板”。土壤板结、僵板是我国南方中低产水稻田的典型特征。导致土壤板结的主要原因是黏粒含量过高且有机质含量较低，表土黏粒含量高易板结（黏韧性强），犁底层或心土层黏粒含量高则不利于水分下渗，易发生土壤上层滞水，并影响作物根系下伸等，同时也不利于土壤通气，且犁耕阻力大、耕性差，因而导致作物低产。长期施用化肥、土壤酸化、单一或不合理的耕作及种植模式等，也是导致土壤板结的重要原因。三是“毒”。稻田土壤中由于长年浸水，处于缺氧和阴冷的环境中，大量有毒、有害物质积累，直接抑制水稻等作物生长，导致低产低效[32,65]。

4）土壤次生潜育化。一方面，稻田土壤次生潜育化是我国南方低产水稻土的主要类型，且在各地普遍存在，直接影响稻田耕作制度的高产高效和可持续发展。它是在淹水条件下形成的还原性水稻土，其特点是排水不良、土壤渍水，由于地下水位高或受冷浸水的影响，该类土壤土温低、缺乏有效养分且还原性物质多，往往导致水稻迟熟低产。土壤次生潜育化是造成我国南方稻田土壤有毒、有害物质积累的重要原因之一。另一方面，我国南方稻田长期实行“绿肥（紫云英）—双季稻”复种连作模式，是导致土壤次生潜育化日趋严重的重要原因[67]。

2.6　生物多样性衰退

近 30 年来，我国南方稻田生态系统的生物多样性衰退迹象明显。其主要原因：一是稻田生物种类减少。在农业生产过程中大量使用化学农药，不仅消灭了病、虫和杂草危害，同时也杀死了有益生物，特别是害虫天敌[68-69]。二是稻田生物生境萎缩，南

方稻田多为良田，部分地区因工业化、城市化、城镇化的快速发展而被占用，导致稻田生物栖息空间严重萎缩，不利生物多样性的维护和发展[70]。三是生物入侵加剧稻田生物多样性衰退。如福寿螺已成为我国南方稻田生态系统的重要入侵生物，不仅对我国南方水稻的高产稳产产生不利影响，而且危及稻田生物多样性及稻田生态安全[71]。四是人为捕食有益生物甚至是害虫天敌，导致生物多样性加速衰减。

2.7 自然灾害频发

我国南方是农业自然灾害严重地区，农业自然灾害频发，造成巨大的损失(表7)。从表7可以看出[3]，2019年我国南方农业自然灾害具有以下特点：一是灾害种类多，包括旱灾、洪涝、地质灾害、台风、风雹、低温冷冻、雪灾等气象灾害和地质灾害；二是受灾面积大，农作物受灾面积占全国农作物总受灾面积40%以上，尤其是旱灾受灾面积达全国的57%以上，洪涝、地质灾害和台风受灾面积也占全国1/3以上；三是由灾害造成的损失大，我国南方全年(2019年)农作物绝收占全国36.76%；人口受灾8 323.9万人次，因灾死亡(含失踪)人口729人，分别占全国的60%以上和80%以上。我国南方当年因灾造成的直接经济损失2 117.8亿元，占全国近65%。

2.8 经济效益降低

经济效益高低不仅是衡量稻田耕作制度优劣的一个重要指标，而且是一种耕作制度能否广泛推广和持续发展的一个重要因素。近年来，我国南方稻田耕作制度的经济效益呈下降趋势，稻田耕作制度的可持续发展令人担忧。“种粮不赚钱”“种稻会亏本”，我国南方各地粮农、稻农对此反应越来越明显、强烈；不愿种、不想种、不去种的现象日趋严重。如果不采取积极而有效的措施，势必影响我国南方稻田耕作制度长远发展，进而影响南方乃至全国的粮食生产与粮食安全。

造成我国南方稻田耕作制度经济效益普遍降低的主要原因有：一是种子越来越贵。据湖南省农业经济和农业区划研究所调查[72-73]，2019年杂交稻种子平均价格为67.00元/kg，常规稻种子平均价格为5.80元/kg，较上年增加2%～6%。二是化肥、农药、农膜等农资价格越来越高。如2019年部分农药的价格相比2018年就上涨了近30%[74]。三是机械化成本上升。我国南方稻田生产过程中，机耕、机种(机播)、机收比例上升，但价格同样在不断上涨，用“机”成本提高。四是人工成本上升。目前，我国南方稻区农忙季节人工成本多为150～200元/d，有的地方(特别是城市郊区)可高达到250～300元/d[32]。五是土地(耕地)流转费用越来越高。江西省水稻田流转费用已达到500～600元/667 m^2，有的优质稻田高达700～800元/667 m^2[59]。六是严重的农业自然灾害常常造成水稻减产、失收，影响稻田经济效益持续稳定增加(表7)。七是由于第二、第三产业的高经济效益，其对农业特别是种植业的生产要素的吸引作用越来越大。从事种植业特别是水稻产业，其带来的经济效益与第二、三产业(如服务业、交通业、加工业)相比，差距甚远。这种反差使得越来越多的农户更不愿意种田、种稻，并逐步形成恶性循环。

2.9 可持续发展能力减弱

我国南方稻田耕作制度可持续发展能力减弱，具体表现在：

1)劳动力缺乏。如上所述，由于稻田耕作制度经济效益降低，使得从事农业生产和稻田耕作的农村劳动力日益减少，种田农民数量越来越少、年龄越来越老已成南方甚至全国的普遍现象。

2)养地削弱。养地制度(包括养地技术、养地措施、养地方法等)是耕作制度的重要组成部分，对确保耕作制度的高质量发展、可持续发展至关重要。从我国南方稻田养地的途径、方法和养地效果来看，存在明显的“削弱”现象。一是冬季绿肥紫云英种植面积减少、鲜草产量下降，生物养地大大削弱[75-76]；二是有机肥料，如猪牛栏粪、鸡鸭鹅屎、草皮树叶、河塘沟泥，以及生活垃圾等的积肥还田量大为减少，影响农田土壤培肥；三是实行精耕细作、用养结合的稻田越来越少，而“重用轻养”“只用不养”“粗放耕作”甚至是不耕作的稻田却在增多[32]，这对稻田耕作制度的可持续发展极为不利。

3)基础脆弱。根据我们近年来对南方农业、南方稻田耕作制度的考察和调研，南方农业的基础设施总体还是脆弱的，就农业水利设施而言，因为长年失修、老化，甚至有的遭到破坏，造成只有大约1/3的水利设施能正常运转，另有约1/3是带病作业，还有1/3是废品即根本无法发挥其应有的作用[77]。这种状况如不采取措施加以治理，势必影响我国南方稻田耕作制度及农业整体的可持续发展。

表 7　中国南方农业自然灾害及其造成的损失(2019 年)

Table 7　Agricultural natural disasters and their resulting losses in Southern China

区域 Region		合计受灾面积/万 hm^2 Total crop disaster area		旱灾/万 hm^2 Drought		洪涝、地质灾害和台风/万 hm^2 Floods, geology Disasters and typhoons		风雹灾害/万 hm^2 Hail disaster		低温冷冻和雪灾/万 hm^2 Low temperature freezing and snow		人口受灾/万 hm^2 Population disaster		直接经济损失/亿元 Direct economic loss
		受灾 Affected	绝收 No yield	受灾 Affected	绝收 No yield	受灾 Affected	绝收 No yield	受灾 Affected	绝收 No yield	受灾 Affected	绝收 No yield	受灾人口/万人次 Affected population	死亡人口(含失踪)/人 Death population (Including missing)	
长江中下游区 Middle and lower reaches of the Yangtze River	上海 Shanghai City	0.87	0.01	0.00	0.00	0.87	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	18.9	0	1.9
	江苏 Jiangsu Province	22.42	1.81	0.00	0.00	15.54	1.49	6.86	0.32	0.02	0.00	145.9	9	15.6
	浙江 Zhejiang Province	35.38	4.57	1.16	0.08	34.17	4.48	0.05	0.01	0.00	0.00	896.0	64	552.6
	安徽 Anhui Province	95.80	12.37	85.71	11.63	4.84	0.47	5.25	0.27	0.00	0.00	789.1	15	85.0
	江西 Jiangxi Province	120.07	21.68	49.26	9.22	67.11	12.27	3.70	0.19	0.00	0.00	1 545.9	56	333.6
	湖北 Hubei Province	142.98	20.20	115.34	17.36	21.90	2.27	4.58	0.52	1.16	0.05	1 281.6	49	100.7
	湖南 Hunan Province	99.78	17.95	35.66	4.78	60.73	12.16	1.06	0.15	2.33	0.86	1 173.9	31	243.1
华南区 South China	福建 Fujian Province	12.31	2.16	2.16	0.17	9.36	1.85	0.79	0.14	0.00	0.00	139.8	7	117.7
	广东 Guangdong Province	14.47	0.45	0.00	0.00	14.24	0.43	0.16	0.02	0.07	0.00	103.8	54	55.8
	广西 Guangxi Zhuang Autonomous Region	24.78	2.49	2.63	0.17	21.71	2.30	0.14	0.02	0.30	0.00	356.0	104	100.5
	海南 Hainan Province	0.36	0.05	0.00	0.00	0.35	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	12.9	8	1.7
西南区 Southwest	重庆 Chongqing City	7.83	1.27	4.29	0.72	3.10	0.48	0.44	0.07	0.00	0.00	145.9	27	19.6
	四川 Sichuan Province	32.38	3.32	7.90	0.13	23.77	3.05	0.69	0.14	0.02	0.00	487.6	159	340.9
	贵州 Guizhou Province	14.10	2.39	0.00	0.00	12.58	2.09	1.52	0.30	0.00	0.00	277.2	76	47.0
	云南 Yunnan Province	156.89	12.27	143.29	10.23	8.03	1.22	3.81	0.50	1.76	0.32	949.4	70	102.1
南方合计 South total		780.42	102.99	447.40	54.49	298.30	44.62	29.06	2.65	5.66	1.23	8 323.9	729	2 117.8
全国总数 Nationwide total		1 925.69	280.20	783.80	111.36	860.48	148.08	222.84	17.14	58.57	3.62	13 759.0	909	3 270.9
南方占全国比重/% National proportion		40.53	36.76	57.08	48.93	34.67	30.13	13.04	15.46	9.66	33.98	60.50	80.20	64.75

注:根据《中国统计年鉴(2020 年)》[3] 相关资料整理所得。Note: It is compiled based on the relevant data of the *China Statistical Yearbook* (2020) [3].

3 发展战略建议与对策

3.1 战略目标

2021年是“十四五”开局之年。立足新发展阶段,贯彻新发展理念,构建新发展格局,推动高质量发展,已成为全国上下共同奋斗的目标。新发展阶段,我国南方稻田耕作制度也必须适应这一新形势、新要求,走高质量发展之路,即建立高质量发展的稻田耕作制度,是当前及今后相当长时期我国南方地区稻田耕作制度建设和改革的战略目标与发展方向。我国南方地区高质量发展稻田耕作制度的具体要求,应是“六高三低”:“六高”,即高产量(稻田生产的农产品产量高)、高品质(农产品品质高、质量优)、高复种(耕地复种指数高、土地利用率高,实行多熟种植)、高效率(资源利用和转化效率高)、高效益(经济效益、生态效益和社会效益高);“三低”,即低消耗(资源、能源消耗低)、低污染(环境污染低,甚至是零污染、无废物的生产)、低碳(甲烷、氧化亚氮等温室气体排放量低,土壤固碳能力强,实现碳中和要求)。

3.2 遵循原则

我国南方稻田耕作制度调整、改革、建设与发展,必须遵循三大基本原则。一是坚持资源开发、利用与保护相结合的原则。农业生产的过程、稻田耕作制度发展的过程,实质上就是资源的利用与转化过程,就是将自然界的光、热、水、气(如氧气)、土(土壤)、肥等自然资源和劳动力、资金、技术等社会经济资源,通过绿色植物(农作物,如水稻等)的光合作用,转化为人类所需要的化学潜能(农产品)。在这一利用与转化过程中,必须将资源(自然资源和社会经济资源)的开发、利用与保护相结合,才能实现资源的永续利用、可持续利用,才能实现绿色发展、高质量发展。二是坚持发展质量、速度与效益相统一的原则。我国南方稻田耕作制度高质量发展,必须是发展质量、速度与效益三者的统一。即在进行南方稻田耕作制度改革时,在首先确保质量(如农产品品质)提高的前提下,应加快发展速度、提升发展效益。只有这样三者兼顾和统一的发展,才是高质量发展,才能同时满足人们对农产品质和量的需求。否则,就不是高质量发展。三是坚持经济效益、社会效益与生态效益相协调的原则。我国南方稻田耕作制度的高质量发展,还必须是经济效益、生态效益与社会效益相协调的发展。南方任何一种稻田耕作制度模式的推广应用,应既能满足农民的经济效益,使农民经济上增加收入,又能满足国家和全社会粮食安全、食品安全的要求,粮食产量不仅数量要多、要足,还要质量高、质量安全,要吃得好、吃得舒服、吃得健康即食品质优、安全、保健;还能有良好的生态效益,能保证子孙后代有吃、吃得饱、吃得好、吃得健康。这就需要保护生态环境、保持可持续发展能力——这就是高质量发展。

3.3 主要措施

在围绕上述目标、遵循三大原则的基础上,必须采取“一保”“二扩”“三建”“四改”“五节”的具体措施。

1)一保,即保护耕地资源。稻田耕地资源是稻田耕作制度建设与发展的基础,只有保护好稻田耕地资源,才有可能建设好稻田耕作制度、调整好稻田耕作制度、改革好稻田耕作制度,稻田耕作制度才有可能科学发展、绿色发展、高质量发展。要保护好稻田耕地资源,首先必须树立保护稻田耕地资源的意识,充分认识稻田耕地资源的意义、价值及其保护的必要性、重要性和紧迫性;其次,要按照国家有关法律、法规,加强管理和监督;第三,对违规者要加强教育,对违法者要绳之以法。

2)二扩,即扩种冬作、扩大稻作。我国南方冬闲田面积大,冬季农业薄弱,必须千方百计扩大冬季作物种植,挖掘冬季农业生产潜力。一是挖掘面积潜力,将我国南方现有冬闲稻田全部种上冬季作物,冬季披上绿装,这是稻田冬季农业开发的基础和前提。二是挖掘单产潜力,通过良田(优良农田)、良制(优良种植制度、种植模式)、良种(优良品种)、良法(优良栽培技术与方法)、良物(优良物质投入和精良物质装备)、良境(优良生态环境),“六良”配套,提高冬作单位面积产量。三是挖掘结构潜力,将我国南方冬闲稻田面积的40%种植冬季绿肥紫云英、30%种植冬季油菜、20%种植冬季粮食作物(马铃薯、蚕豆、豌豆等)、10%种植冬季蔬菜,其综合效益最佳。四是挖掘转化潜力,即将紫云英地上部1/3鲜草直接翻沤肥田,2/3鲜草用作青贮饲料,发展畜牧业,实行农牧结合,将植物性产品(紫云英鲜草)转化为动物性产品(发展养殖业生产畜产品),其整体效益、系统效益更加显著。

水稻是我国南方稻田耕作制度的主体和核心,在扩种冬季作物的基础上,还必须扩大稻田水稻种植面积。一是恢复双季稻,在南方双季稻生产区,要下决心并采取一切措施扩大双季稻种植面积,这对增加粮食生产、确保粮食安全至关重要。二是在发展稻渔综合种养时,切忌重渔轻稻、以渔挤稻,必须

在确保水稻种植面积和产量的前提下，发展稻田养殖业，稻田种稻是本，养鱼（或养鸭）是末，不能本末倒置。三是在有水源（灌溉）等条件的地方，可因地制宜适度实行旱改水（将旱地改为水田）、旱转水（将种旱作物改为水稻），以扩大水稻种植面积。

3）三建，即建设绿色生态、建设高标准农田、建立防灾减灾体系。一是建设绿色生态。为适应碳达峰、碳中和目标要求，我国南方稻田耕作制度要向扩绿、增绿方向转型，建设好稻田耕作制度周边绿色生态，包括田埂（田埂）绿化、道路绿化、沟渠绿化等。二是建设高标准农田。国家已制定《全国高标准农田建设规划（2021—2030 年）》（农业农村部农田建设管理司），南方各省（自治区、直辖市）要坚决按照该规划要求，扎扎实实推进。三是建立防灾减灾体系。要在遵循农业自然灾害发生发展规律的基础上，建立南方防灾减灾和稳产增收型稻田耕作制度模式与技术体系。

4）四改，即单改双、籼改粳、劣改优、连改轮。一是单改双。即将我国南方现有单季稻，在光、热、水等资源条件满足的条件下，要尽量改回双季稻即恢复双季稻种植。二是籼改粳。我国南方种植水稻多以籼稻为主，尤其是长江中下游地区的江西、湖北、湖南等地。由于粳稻在光温资源利用、稳产性、抗逆性，以及加工品质、蒸煮食味等方面较籼稻具有一定优势，符合稻优质转型的要求，因此，我国南方各地正在积极推动将种植籼稻改为种植粳稻，且已取得积极进展与成效[78]。三是劣改优。将我国南方稻田现有种植的低产、低效、“过时”的水稻品种，改为种植高产、高效、优质水稻品种。四是连改轮。根据作者调查和粗略估算，我国南方各地[79-80]，特别是长江中下游地区[81]约有 80%～90%的稻田长期实行连作（多为复种连作），导致农田不同程度地产生连作障碍，包括造成土壤缺肥、缺素，作物病害、虫害、杂草危害加重，以及土壤有毒、有害物质积累等，并最终影响农产品特别是稻米的产量和品质。为克服连作障碍，必须将连作或复种连作改为轮作或复种轮作，如可实行粮豆轮作、粮油轮作、粮菜轮作等多种水旱轮作模式。

5）五节，即节地、节水、节肥、节药、节能。一是节地。节省稻田耕地资源，将冬闲稻田（主要分布在长江中下游地区）、夏闲稻田（主要分布于华南区的广东等省）、秋闲稻田（分布于南方秋季干旱稻田）充分利用起来，实行适地适作（即适合种植什么作物就种植什么作物），不宜休闲、撂荒，不可浪费宝贵的稻田耕地资源。二是节水。可种植节水型作物或节水型水稻品种，实行节水型灌溉技术措施，包括湿润灌溉、间歇灌溉，以及滴灌、微灌、喷灌等。三是节肥。减少化肥施用量，倡导生物养地、有机肥养地，如种植绿肥紫云英，种植豆科作物，广辟有机肥源，实行有机肥与无机肥（化肥）相结合，以及建立用地与养地相结合的稻田种植制度等。四是节药。尽量减少化学农药使用，包括使用生物农药、绿色农药、低毒低残留农药；通过保护天敌、放养天敌（如赤眼蜂）等达到生物防治病虫害的目的；发展稻田养鸭、稻田养鱼等稻田复合种养模式，实现生态减灾、生态控害的目标[82]。五是节能。节省稻田能量投入，有利于实现“双碳”（碳达峰、碳中和）目标[83]。其具体措施，可因地制宜适度推行少耕、免耕等保护性耕作措施，或选用省油、节能、绿色、环保的新型农业机械；改进种植方式，可根据实际情况推广水稻直播、抛秧等轻简技术；在不适宜发展移栽双季稻（早稻—晚稻）的地区，可推行再生双季稻，即早季稻—再生稻模式。

总体来看，要实现我国南方稻田耕作制度高质量发展，“一保”是基础和前提，不保护好耕地资源，一切无从谈起；“二扩”是核心和关键，只有扩种冬季作物，开发南方稻田冬季农业，同时又扩大水稻种植面积，才有可能实现稻田耕作制度高质量发展；“三建”是保障，只有建设好了绿色生态环境、建设好了高标准农田、建立起防灾减灾体系，我国南方稻田耕作制度高产、高质、高效才有坚实保障；“四改”是手段，只有做到单改双、籼改粳、劣改优、连改轮，我国南方稻田耕作制度高质量发展才能落到实处；“五节”既是目标，又是必然结果，只有真正做到节地、节水、节肥、节药、节能，才能实现稻田耕作制度节能降碳、绿色发展、高质量发展。

参考文献 References

[1] 黄国勤，张桃林，赵其国.中国南方耕作制度[M].北京：中国农业出版社，1997. HUANG G Q，ZHANG T L，ZHAO Q G. Farming system in South China[M]. Beijing：Chinese Agriculture Press，1997(in Chinese).

[2] 国家统计局，国务院第七次全国人口普查领导小组办公室.第七次全国人口普查公报（第七号）：城乡人口和流动人口情况[J].中国统计，2021(5)：13. State Statistics Bureau，Office of the Seventh National Census Leading Group of The State Council. Bulletin of the seventh national census (No. 7)：situation of urban and rural population and floating population [J]. China statistical yearbook，2021(5)：13(in Chinese).

[3] 国家统计局.中国统计年鉴(2020年)[M].北京:中国统计出版社,2020.National Bureau of Statistics.China statistical yearbook(2020)[M].Beijing:China Statistics Press,2020(in Chinese).

[4] 中华人民共和国农业部.新中国农业60年统计资料[M].北京:中国农业出版社,2009.Ministry of Agriculture of the People's Republic of China.Statistics of agriculture in new China in 60 years[M].Beijing:Chinese Agriculture Press,2009(in Chinese).

[5] 龚骊.改革开放四十年 上海现代农业展新颜[J].统计科学与实践,2018(10):33-37.GONG L. A new look of modern agriculture in Shanghai during the forty years of reform and opening up[J].Statistical theory and practice,2018(10):33-37(in Chinese).

[6] 曹鹏,段志红,黄见良,等.湖北省水稻全产业链发展路径探析[J].作物研究,2021,35(5):450-453.CAO P,DUAN Z H,HUANG J L,et al.Analysis on the development path of whole rice industry chain in Hubei Province[J].Crop research,2021,35(5):450-453(in Chinese with English abstract).

[7] 曹鹏,张建设,蔡鑫.湖北省水稻产业高质量发展路径探析[J].农学学报,2021,11(3):84-88.CAO P,ZHANG J S,CAI X.The development path of high-quality rice industry in Hubei Province[J].Journal of agriculture,2021,11(3):84-88(in Chinese with English abstract).

[8] 王丰,柳武革,刘迪林,等.广东优质稻发展及稻米品牌建设与展望[J].中国稻米,2021,27(4):107-116.WANG F,LIU W G,LIU D L,et al.Development of high quality rice,construction and prospects of rice brand in Guangdong Province[J].China rice,2021,27(4):107-116(in Chinese with English abstract).

[9] 张卫星,马晨怡,袁玉伟,等.我国水稻三大优势产区稻米品质现状及区域差异[J].中国稻米,2021,27(5):12-18.ZHANG W X,MA C Y,YUAN Y W,et al.Current situation and regional difference of rice grain quality in three rice-production superiority areas of China[J].China rice,2021,27(5):12-18(in Chinese with English abstract).

[10] 祝梅,翁杰,李燕.浙江"头号"水稻良种飘香全国[N].浙江日报,2021-09-23(1).ZHU M,WENG J,LI Y.Zhejiang's "Number One"rice variety fragrant all over the country[N].Zhejiang Daily,2021-09-23(1) (in Chinese).

[11] 上海市统计局,国家统计局上海调查部队.2011年上海市国民经济和社会发展统计公报[J].统计科学与实践,2012(3):7-14.Shanghai Municipal Bureau of Statistics,Shanghai Investigation Unit of National Bureau of Statistics.2011 statistical bulletin of Shanghai national economic and social development[J].Statistical theory and practice,2012(3):7-14(in Chinese).

[12] 曹爱兵,姚瑶.江苏省农业绿色发展进阶思考与政策取向探讨[J].农产品质量与安全,2021(2):14-17.CAO A B,YAO Y.The study on advanced development of green agriculture and discussion on policy orientation in Jiangsu Province[J].Quality and safety of agro-products,2021(2):14-17(in Chinese).

[13] 邬赟燕.浙江省农业农村标准化发展现状与思考[J].浙江农业科学,2020,61(11):2197-2199,2204.WU Y Y.Current status and countermeasures of agricultural and rural standardization development in Zhejiang Province[J].Journal of Zhejiang agricultural sciences,2020,61(11):2197-2199,2204(in Chinese).

[14] 高思安.安徽省农产品区域品牌发展现状及对策研究[J].安徽农学通报,2020,26(14):13-15,81.GAO S A.Study on the development and countermeasures of Anhui regional brands for local agricultural products[J].Anhui agricultural science bulletin,2020,26(14):13-15,81(in Chinese with English abstract).

[15] 卢慧,聂园英,李庆.江西省品牌农业发展现状及对策研究[J].江西农业学报,2020,32(10):136-140.LU H,NIE Y Y,LI Q.Current situation and strategy of agricultural products brand in Jiangxi Province[J].Acta agriculturae Jiangxi,2020,32(10):136-140(in Chinese with English abstract).

[16] 余艳锋.江西省水稻产业绿色发展面临的问题与对策建议[J].浙江农业科学,2020,61(9):1729-1732.YU Y F.Problems and countermeasures of green development of rice industry in Jiangxi Province[J].Journal of Zhejiang agricultural sciences,2020,61(9):1729-1732(in Chinese).

[17] 冷凯君,马士华,潘林,等.湖北农产品供应链高质量发展现状与对策研究[J].供应链管理,2020,1(2):22-32.LENG K J,MA S H,PAN L,et al.High-quality development of agricultural products supply chain in Hubei Province:current situation and countermeasures[J].Supply chain management,2020,1(2):22-32(in Chinese with English abstract).

[18] 李慧.以"三品一标"促进湖南农产品高质量发展[J].甘肃农业,2019(8):102-103.LI H.Promoting the high-quality development of Hunan's agricultural products with"San pin yi biao"[J].Gansu agriculture,2019(8):102-103(in Chinese).

[19] 张雄飞,夏胜平,黄凤林,等.湖南优质大米开发路径与方法——以优质水稻兆优5431全产业链开发为例[J].湖南农业科学,2019(9):104-106,113.ZHANG X F,XIA S P,HUANG F L,et al.The way and method of developing high quality rice in Hunan Province:taking the development of high quality rice Zhaoyou 5431 industry chain as an example[J].Hunan agricultural sciences,2019(9):104-106,113(in Chinese with English abstract).

[20] 赵玲玲,刘胜男.补上"三农"领域绿色发展短板[N].湖南日报,2020-03-14(6).ZHAO L L,LIU S N.Make up the "agriculture rural areas and farmers" field green development short board[N].Hunan daily,2020-03-14(6) (in Chinese).

[21] 崔永辉.关于加快福建农业农村现代化的思考[J].发展研究,2021,38(3):1-7.CUI Y H.Thoughts on accelerating agricultural and rural modernization in Fujian Province[J].Development research,2021,38(3):1-7(in Chinese).

[22] 李娇.后疫情时代福建特色农产品品牌营销对策[J].台湾农业探索,2021(2):62-68.LI J.Countermeasures on the brand marketing of characteristic agricultural products in Fujian in the post-epidemic era[J].Taiwan agricultural research,2021(2):62-68(in Chinese with English abstract).

[23] 李晓慧,赵宏硕,周秋平.海南省农产品区域公用品牌发展现状及对策[J].热带农业科学,2020,40(11):135-139.LI X H,ZHAO H S,ZHOU Q P.Current development situation and

countermeasures of regional public brand of agricultural products in Hainan Province[J].Chinese journal of tropical agriculture,2020,40(11):135-139(in Chinese with English abstract).

[24] 广西壮族自治区生态环境厅.2020 年广西壮族自治区生态环境状况公报[N].广西日报,2021-06-03(10).Department of Ecology and Environment of Guangxi Zhuang Autonomous Region. 2020 report on ecological and environmental conditions of Guangxi Zhuang Autonomous Region[N].Guangxi daily,2021-06-03 (10) (in Chinese).

[25] 本刊编辑部.到 2025 年,重庆市优质绿色品牌农产品将稳定在 3000 个[J].南方农业,2021,15(1):11.The editorial department of this journal.By 2025,Chongqing's high-quality green brand agricultural products will stabilize at 3000[J].South China agriculture,2021,15(1):11(in Chinese).

[26] 侯红梅.地方特色农产品品牌塑造模式创新研究——以四川省为例[J].商业经济研究,2021(6):138-141. HOU H M. Research on brand building model innovation of local characteristic agricultural products:a case study of Sichuan Province[J]. Journal of commercial economics,2021(6):138-141(in Chinese).

[27] 李敏,曾涛,熊玉唐,等.贵州水稻生产及产业化现状[J].种子,2019,38(12):105-108,112.LI M,ZENG T,XIONG Y T,et al. Status of rice production and industrialization in Guizhou[J]. Seed,2019,38(12):105-108,112(in Chinese).

[28] 邓安凤,杨从党,罗俊,等.云南省水稻生产现状及绿色发展对策[J].中国稻米,2019,25(3):83-88.DENG A F,YANG C D, LUO J,et al.Present situation of rice production in Yunnan Province and countermeasures for green development[J].China rice,2019,25(3):83-88(in Chinese with English abstract).

[29] 许旭华,王怡瑾,王泽华.加快推动云南农业向高端发展[J].社会主义论坛,2021(3):10-11,27.XU X H,WANG Y J,WANG Z H.Accelerating the high-end development of Yunnan agriculture[J].Socialist forum,2021(3):10-11,27(in Chinese).

[30] 刘巽浩,牟正国.中国耕作制度[M].北京:农业出版社,1993. LIU X H,MOU Z G. Chinese farming systems[M].Beijing: Agricultural Press,1993(in Chinese).

[31] 陈阜,任天志.中国农作制发展优先序研究[M].北京:中国农业出版社,2010.CHEN F,REN T Z. A study on the priority of crop system development in China[M].Beijing:China Agricultural Press,2010(in Chinese).

[32] 黄国勤.长江中下游地区稻田耕作制度发展与研究[M].北京:科学出版社,2021.HUANG G Q.Development and study of paddy farming systems in the middle and lower reaches of the Yangtze River [M]. Beijing:Science Press,2021(in Chinese).

[33] 季卫英,单英杰,汪洁.浙江省紫云英综合利用现状及对策[J].浙江农业科学,2020,61(4):612-614,617.JI W Y,SHAN Y J, WANG J.Current situation and countermeasures of comprehensive utilization of *Astragalus sinicus* in Zhejiang Province [J].Journal of Zhejiang agricultural sciences,2020,61(4):612-614,617(in Chinese).

[34] 黄国勤.江西冬季农业开发模式及关键技术[M].北京:中国农业出版社,2009.HUANG G Q.Winter agricultural development mode and key technology in Jiangxi Province[M].Beijing:Chinese Agriculture Press,2009(in Chinese).

[35] 魏超,王美容,刘骉骟,等.中国多功能油菜利用的研究现状与前景分析[J].肇庆学院学报,2021,42(5):59-65.WEI C, WANG M R,LIU S S,et al.Current research situation and prospects of multifunctional utilization of oilseed rape[J].Journal of Zhaoqing University,2021,42(5):59-65(in Chinese with English abstract).

[36] 姚琳,孙璇,咸拴狮,等.油菜多功能利用及发展前景[J].粮食与油脂,2020,33(11):32-35.YAO L,SUN X,XIAN S S,et al. Multipurpose utilization and development prospects of rape[J]. Cereals & oils,2020,33(11):32-35(in Chinese with English abstract).

[37] 郭东,朱孝天,周可金.开源节流创建安徽油菜生产"双全万元"新模式[J].安徽农学通报,2021,27(9):50-53.GUO D,ZHU X T,ZHOU K J.Increasing revenue and reducing expenditure creates a new model of 'two whole industry chains gain 10,000 Yuan' for Anhui rape[J].Anhui agricultural science bulletin, 2021,27(9):50-53(in Chinese with English abstract).

[38] 何国平,刘大明,周亚娣.彩色稻创意种植在宁波市奉化区的初步探索[J].上海农业科技,2017(5):18,35.HE G P,LIU D M, ZHOU Y D.Preliminary exploration of colorful rice creative planting in Fenghua District,Ningbo City[J].Shanghai agricultural science and technology,2017(5):18,35(in Chinese).

[39] 王建,张宇曼,刘伟等.大地为幕 彩稻作笔 文化着色——彩色稻创意农业绽放田园农耕新画卷[J].云南农业,2021(9):6-7. WANG J,ZHANG Y M,LIU W,et al. The earth is the curtain,the colored rice is the brush,and the culture is colored: colorful rice creative agriculture blossoms into a new picture of farming in the field[J].Yunnan agriculture,2021(9):6-7(in Chinese).

[40] 郭瑶,肖求清,曹凑贵,等.稻虾共作对稻田杂草群落组成及物种多样性的影响[J].华中农业大学学报,2020,39(2):17-24. GUO Y,XIAO Q Q,CAO C G,et al.Effects of rice-crayfish ecosystems on weed community composition and species diversity in paddy fields[J].Journal of Huazhong Agricultural University,2020,39(2):17-24(in Chinese with English abstract).

[41] 陈松文,江洋,汪金平,等.湖北省稻虾模式发展现状与对策分析[J].华中农业大学学报,2020,39(2):1-7.CHEN S W, JIANG Y,WANG J P,et al.Situation and countermeasures of integrated rice-crayfish farming in Hubei Province[J].Journal of Huazhong Agricultural University,2020,39(2):1-7(in Chinese with English abstract).

[42] 农业农村部渔业渔政管理局,全国水产技术推广总站,中国水产学会,等.中国稻渔综合种养产业发展报告(2018)[J].中国水产,2019(1):20-27.Fisheries and Fisheries Administration Bureau,Ministry of Agriculture and Rural Affairs,National Fisheries Technology Extension Station,Chinese Fisheries Association,et al.Report on the development of rice and fishery comprehensive breeding industry in China(2018)[J].China fisheries,2019(1):20-27(in Chinese).

[43] 农业农村部渔业渔政管理局,全国水产技术推广总站,中国水

产学会,等.中国稻渔综合种养产业发展报告(2019)[J].中国水产,2020(1):16-22.Fisheries and Fisheries Administration Bureau,Ministry of Agriculture and Rural Affairs,National Fisheries Technology Extension Station,Chinese Fisheries Association,et al.Report on the development of rice and fishery comprehensive breeding industry in China(2019)[J].China fisheries,2020(1):16-22(in Chinese).

[44] 农业农村部渔业渔政管理局,全国水产技术推广总站,中国水产学会,等.中国稻渔综合种养产业发展报告(2020)[J].中国水产,2020(10):12-19.Fisheries and Fisheries Administration Bureau,Ministry of Agriculture and Rural Affairs,National Fisheries Technology Extension Center,Chinese Fisheries Association,et al. Report on the development of rice and fishery comprehensive breeding industry in China (2020)[J].China fisheries,2020(10):12-19(in Chinese).

[45] 李小军.转型升级稻田变公园[N].中国环境报,2016-09-08(3).LI X J.Transformation and Upgrading of paddy fields into parks[N].China Environment News,2016-09-08 (3) (in Chinese).

[46] 闵庆文.我国重要农业文化遗产发掘工作回顾与前瞻[J].自然与文化遗产研究,2020,5(6):1-9.MIN Q W.Investigation,application and designation of the important agricultural heritage systems in China:retrospect and prospect[J].Study on natural and cultural heritage,2020,5(6):1-9(in Chinese with English abstract).

[47] 黄国勤.江西农业文化遗产研究[M].北京:中国农业出版社,2018. HUANG G Q.Research on Jiangxi agricultural cultural heritage[M].Beijing:Chinese Agriculture Press,2018(in Chinese).

[48] 本报评论员.以高质量发展为"十四五"开好局[N].人民日报,2020-12-23(1).Commentator of our newspaper. A good start for the 14th Five-year Plan with high quality development[N].People's daily,2020-12-23(1) (in Chinese).

[49] 蒋敏,李秀彬,辛良杰,等.南方水稻复种指数变化对国家粮食产能的影响及其政策启示[J].地理学报,2019,74(1):32-43.JIANG M,LI X B,XIN L J,et al.The impact of paddy rice multiple cropping index changes in Southern China on national grain production capacity and its policy implications[J].Acta geographica sinica,2019,74(1):32-43(in Chinese with English abstract).

[50] 张建国,刘向东,曹致中,等.饲料稻研究现状及发展前景[J].草业学报,2008,17(5):151-155.ZHANG J G,LIU X D,CAO Z Z,et al.Current status and perspectives of research and utilization of forage rice[J].Acta prataculturae sinica,2008,17(5):151-155(in Chinese with English abstract).

[51] 刘巽浩,陈阜,吴尧.多熟种植——中国农业的中流砥柱[J].作物杂志,2015(6):1-9.LIU X H,CHEN F,WU Y.Multiple cropping:the principal part of China's agriculture[J].Crops,2015(6):1-9(in Chinese with English abstract).

[52] 李雨凌,马雯秋,姜广辉,等.中国粮食主产区耕地撂荒程度及其对粮食产量的影响[J].自然资源学报,2021,36(6):1439-1454.LI Y L,MA W Q,JIANG G H,et al.The degree of cultivated land abandonment and its influence on grain yield in main grain producing areas of China[J].Journal of natural resources,2021,36(6):1439-1454(in Chinese with English abstract).

[53] 唐丽桂.西南地区乡村衰落具体表现及诱发问题研究[J].中国农学通报,2020,36(10):158-164.TANG L G.Study on the specific performance and induced problems of rural decline in southwest China[J].Chinese agricultural science bulletin,2020,36(10):158-164(in Chinese with English abstract).

[54] 孙眉.推进农业发展全面绿色转型[N].农民日报,2021-09-09(2).SUN M. Promoting comprehensive green transformation of agricultural development[N].Farmers' Daily,2021-09-09(2) (in Chinese).

[55] 环境保护部,国土资源部.全国土壤污染状况调查公报[J].中国环保产业,2014 (5):10-11.Ministry of Environmental Protection,Ministry of Land and Resources.National soil pollution survey bulletin[J].China environmental protection industry,2014(5):10-11(in Chinese).

[56] 罗琼,王昆,许靖波,等.我国稻田镉污染现状·危害·来源及其生产措施[J].安徽农业科学,2014,42(30):10540-10542.LUO Q,WANG K,XU J B,et al.Cadmium pollution situation,harm,source and production measures in paddy field of China[J].Journal of Anhui agricultural sciences,2014,42(30):10540-10542(in Chinese with English abstract).

[57] 方琳娜,方正,钟豫.土壤重金属镉污染状况及其防治措施——以湖南省为例[J].现代农业科技,2016(7):212-213,219.FANG L N,FANG Z,ZHONG Y.Status and countermeasures of Cd-pollution in soil:taking Hunan Province for example[J].Modern agricultural science and technology,2016(7):212-213,219(in Chinese with English abstract).

[58] 覃焱,韦燕燕,顾明华.中国市售大米重金属含量及健康风险评估[J].食品工业,2020,41(11):332-335.QIN Y,WEI Y Y,GU M H.The heavy metal content monitoring and dietary risk assessment of commercial rice in China[J].The food industry,2020,41(11):332-335(in Chinese with English abstract).

[59] 余艳锋,付江凡,周海波.江西粮食产业发展现状及对策建议[J].中国稻米,2019,25(4):88-92.YU Y F,FU J F,ZHOU H B.Present situation and countermeasures of Jiangxi grain industry[J].China rice,2019,25(4):88-92(in Chinese with English abstract).

[60] 茉琳.从"鱼米乡"之觞看国内土壤污染之痛[J].人人健康,2013(14):12-13. MO L. The areas rich in fish and food in the country are gradually declining due to soil pollution[J]. Every one is well,2013(14):12-13(in Chinese).

[61] 凌佳亨,詹思远,张敬业.土壤重金属污染下农业绿色发展的对策研究——基于对长株潭地区耕地的调查[J].农业农村部管理干部学院学报,2019(1):33-36.LING J H,ZHAN S Y,ZHANG J Y.Study on the countermeasures of agricultural green development under heavy metal pollution in soil:based on the investigation of cultivated land in Chang-Zhu-Tan area[J].Journal of Agricultural Management Institute of Ministry of Agriculture and Rural Affairs,2019(1):33-36(in Chinese).

[62] 周晓阳,周世伟,徐明岗,等.中国南方水稻土酸化演变特征及

影响因素[J].中国农业科学，2015，48(23)：4811-4817.ZHOU X Y，ZHOU S W，XU M G，et al.Evolution characteristics and influence factors of acidification in paddy soil of Southern China [J]. Scientia agricultura sinica，2015，48(23)：4811-4817(in Chinese with English abstract).

[63] 叶英聪，孙波，刘绍贵，等.中国水稻土酸化时空变化特征及其对氮素盈余的响应[J].农业机械学报，2021，52(2)：246-256. YE Y C，SUN B，LIU S G，et al.Spatio-temporal variation of paddy soil acidification and its response to nitrogen surplus in China[J].Transactions of the CSAM，2021，52(2)：246-256(in Chinese with English abstract).

[64] 王远鹏，黄晶，孙钰翔，等.近 35 年红壤稻区土壤肥力时空演变特征——以进贤县为例[J].中国农业科学，2020，53(16)：3294-3306.WANG Y P，HUANG J，SUN Y X，et al.Spatiotemporal variability characteristics of soil fertility in red soil paddy region in the past 35 years：a case study of Jinxian County[J]. Scientia agricultura sinica，2020，53(16)：3294-3306(in Chinese with English abstract).

[65] 赵其国，滕应.中国耕地轮作休耕制度研究[M].北京：科学出版社，2019.ZHAO Q G，TENG Y. Research on crop rotation fallow system in China[M].Beijing：Science Press，2019(in Chinese).

[66] 吕豪豪，刘玉学，杨生茂，等.南方地区冷浸田分类比较及治理策略[J].浙江农业学报，2015，27(5)：822-829.LÜ H H，LIU Y X，YANG S M，et al.Classification comparison and improvement techniques of cold waterlogged paddy in Southern district，China[J].Acta agriculturae zhejiangensis，2015，27(5)：822-829(in Chinese with English abstract).

[67] 龚予同，韦启墦，黄钺，等.关于水稻土的次生潜育化问题[J].土壤学报，1981，18(2)：122-136，203.GONG Y T，WEI Q F，HUANG Y，et al. The problem of secondary gleization of paddy soil[J].Acta pedologica sinica，1981，18(2)：122-136，203(in Chinese with English abstract).

[68] 蔡小宇，单正军，姜锦林，等.农药对稻田生态系统中土壤动物群落的影响[J].江苏农业科学，2019，47(15)：307-312.CAI X Y，SHAN Z J，JIANG J L，et al.Influences of pesticide on soil fauna community in field ecosystem[J].Jiangsu agricultural sciences，2019，47(15)：307-312(in Chinese with English abstract).

[69] 刘雨芳.中国稻田昆虫群落多样性及生态调控功能研究进展[J].应用昆虫学报，2019，56(2)：183-194.LIU Y F.A review of the diversity and ecological function of paddy field insect communities in China[J].Chinese journal of applied entomology，2019，56(2)：183-194(in Chinese with English abstract).

[70] 吕红亮，周霞，张文新，等.基于土地利用变化的长江经济带生态风险研究[J].北京师范大学学报(自然科学版)，2021，57(4)：517-523.LÜ H L，ZHOU X，ZHANG W X，et al.Ecological risks associated with changes in land use in the Yangtze River Economic Belt[J].Journal of Beijing Normal University (natural science edition)，2021，57(4)：517-523(in Chinese with English abstract).

[71] 章家恩，郭靖，赵本良，等.福寿螺的全方位综合防控技术体系构建与开发利用[J].生态学杂志，2019，38(12)：3831-3838. ZHANG J E，GUO J，ZHAO B L，et al.Research prospect of all-round controlling technology system constructing and resource-based utilization of *Pomacea canaliculata* in paddy fields[J].Chinese journal of ecology，2019，38(12)：3831-3838 (in Chinese with English abstract).

[72] 黄振国，陈俊宇，肖景峰，等.湖南水稻生产现状调查及对策研究[J].湖南农业科学，2020(4)：88-90.HUANG Z G，CHEN J Y，XIAO J F，et al.Current situation of rice production in Hunan Province and its countermeasures[J].Hunan agricultural sciences，2020(4)：88-90(in Chinese with English abstract).

[73] 刘英，邓文，刘贝，等.湖南粮食主产区水稻生产社会化服务现状调查与对策[J].农业科技管理，2020，39(5)：60-62，75.LIU Y，DENG W，LIU B，et al.Present situation and suggestions of socialized services for rice production in major grain producing areas of Hunan Province[J].Management of agricultural science and technology，2020，39(5)：60-62，75(in Chinese with English abstract).

[74] 潘向东.莫任“双季稻”改“单季稻”扩展[N].人民政协报，2019-12-16(6). PAN X D. The extension of Mo Ren's “double-cropping rice” to “single-cropping rice”[N].People's Political Consultative Conference，2019-12-16(6) (in Chinese).

[75] 曹卫东，包兴国，徐昌旭，等.中国绿肥科研 60 年回顾与未来展望[J].植物营养与肥料学报，2017，23(6)：1450-1461.CAO W D，BAO X G，XU C X，et al.Reviews and prospects on science and technology of green manure in China[J].Journal of plant nutrition and fertilizer，2017，23(6)：1450-1461(in Chinese with English abstract).

[76] 李忠义，唐红琴，韦彩会，等.乡村振兴战略下绿肥产业持续发展的 SWOT 分析与路径研究——以广西壮族自治区为例[J].中国农业资源与区划，2021，42(7)：165-174.LI Z Y，TANG H Q，WEI C H，et al.SWOT analysis and path study on the sustainable development of green manure under the background of rural revitalization：a case study of Guangxi Zhuang Autonomous Region[J].Chinese journal of agricultural resources and regional planning，2021，42(7)：165-174(in Chinese with English abstract).

[77] 黄国勤.中国南方农业生态系统可持续发展面临的问题及对策[J].中国生态农业学报，2017，25(1)：13-18.HUANG G Q. Problems and countermeasures of sustainable development of agricultural ecosystem in Southern China[J].Chinese journal of eco-agriculture，2017，25(1)：13-18(in Chinese with English abstract).

[78] 陈波，周年兵，郭保卫，等.南方稻区“籼改粳”研究进展[J].扬州大学学报(农业与生命科学版)，2017，38(1)：67-72，88.CHEN B，ZHOU N B，GUO B W，et al.Progress of “Indicarice to japonica rice” in Southern China[J].Journal of Yangzhou University (agricultural and life science edition)，2017，38(1)：67-72，88(in Chinese with English abstract).

[79] 黄国勤.中国南方稻田耕作制度的发展[J].耕作与栽培，2006(3)：1-5，28.HUANG G Q.The development of rice farming system in southern China[J].Culture with planting，2006(3)：

1-5,28(in Chinese).
[80] 黄国勤.南方稻田耕作制度可持续发展面临的十大问题[J].耕作与栽培,2009(3):1-2,5.HUANG G Q. Ten issues facing the sustainable development of the rice field farming system in southern China[J].Culture with planting,2009(3):1-2,5(in Chinese).
[81] 黄国勤.长江经济带稻田耕作制度绿色发展探讨[J].中国生态农业学报,2020,28(1):1-7.HUANG G Q.Green development of paddy field farming systems in the Yangtze River Economic Belt[J].Chinese journal of eco-agriculture,2020,28(1):1-7(in Chinese with English abstract).
[82] 李司棋,杨秋红,何绪刚,等.稻虾综合种养模式下吡虫啉的富集与残留消除[J].华中农业大学学报,2021,40(1):105-111.LI S Q,YANG Q H,HE X G,et al.Enrichment and residual elimination of imidacloprid in integrated rice and *Procambarus clarkii* breeding model[J].Journal of Huazhong Agricultural University,2021,40(1):105-111(in Chinese with English abstract).
[83] 陈松文,刘天奇,曹凑贵,等.水稻生产碳中和现状及低碳稻作技术策略[J].华中农业大学学报,2021,40(3):3-12.CHEN S W,LIU T Q,CAO C G,et al.Situation of carbon neutrality in rice production and techniques for low-carbon rice farming[J].Journal of Huazhong Agricultural University,2021,40(3):3-12(in Chinese with English abstract).

Achievements,problems and strategic countermeasures of development of paddy field farming systems in Southern China

HUANG Guoqin

Research Center on Ecological Sciences,Jiangxi Agricultural University,Nanchang 330045,*China*

Abstract The paddy field farming system in Southern China plays an extremely important strategic position and role in the agricultural production of China and the whole farming systems. Over the past 70 years since the founding of new China,the paddy field farming system in Southern China has been continuously adjusted,reformed and developed,and great achievements including increased yield,improved quality,increased models and enhanced functions have been made. At present,the development of paddy field farming system in Southern China is facing many problems and challenges including the reduction of multiple cropping area,abandonment of cultivated land,ecological damage,environmental pollution,soil degradation,decline of biodiversity,frequent natural disasters,reduction of economic benefits,weakening of sustainable development ability,and so on. In view of the problems and challenges mentioned above,we must take positive and effective strategic countermeasures and measures including clarifying a goal and establishing the strategic goal of "High-quality development" of paddy field farming system in Southern China and follow the three principles including the principle of combining resource development,utilization and protection,the principle of unifying development quality,speed and benefits,and the principle of coordinating economic benefits,social benefits and ecological benefits. Specific measures of "One guarantee,to protect cultivated land resources ","Two expansion to expand winter planting and rice planting ","Three construction to build green ecology,high standard farmland and establish a disaster prevention and reduction system ","Four reform to transform single cropping rice to double cropping rice,transform indica rice to japonica rice,transform inferior varieties to high-quality varieties,and transform continuous cropping to crop rotation " and "Five savings to save land,water,fertilizer,medicine and energy " should be taken. This article has important reference value and positive significance for the reform and development of paddy field farming system in Southern China at present and in the future.

Keywords paddy field; farming system; green development; high quality development; sustainable development; conservation tillage; energy saving and carbon reduction; stable production and efficiency increase; comprehensive planting and breeding

(责任编辑:陆文昌)