

# 我国低碳农业发展目标·转型困境·路径选择

张江彦 (中国政法大学政治与公共管理学院, 北京 100088)

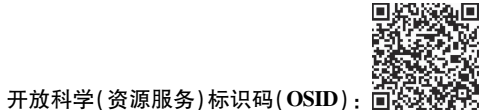
**摘要** 发展低碳农业不仅是维护粮食、食品、生物安全和农业可持续发展的必然选择,也是适应全球气候变化的客观要求,更是实现乡村振兴和共同富裕的必然诉求。推动低碳农业发展就是致力于当前我国低碳农业转型升级,面临着效率低下、代价太高、收益太低、配套不全四大困境,为了克服这些障碍,从以下4个方面提出了低碳农业转型升级的路径选择:一是加强政府主导、激励优先的制度设计,推动农业转型升级;二是调整结构,全链整合;三是通过体制机制创新,推动农业要素低碳化;四是强化低碳农业技术支撑体系。

**关键词** 低碳农业;发展目标;转型困境;路径选择

**中图分类号** S-9 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)24-0252-05

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.24.060



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Development Objectives, Dilemma and Path Selection of Low Carbon Agriculture in China

ZHANG Jiang-yan (School of Political Science and Public Administration, China University of Political Science and Law, Beijing 100088)

**Abstract** The development of low-carbon agriculture(LCA) is not only an inevitable choice for maintaining food safety, biosecurity and sustainable agricultural development, but also an objective requirement for mitigating and adapting to global climate change, and an inevitable demand for rural revitalization and common prosperity. At present, the dilemma of transformation and upgrading of LCA in China is facing four major dilemma: low efficiency, high cost, low income, and incomplete supporting facilities. Those problems are solved by the following four suggestions: First, to strengthen the government-oriented, incentive-first system design to promote agricultural transformation and upgrading; Second, to adjust the structure and integrate the whole chain; Third, to promote the elements of LCA through institutional and mechanism innovation; the fourth is to strengthen the technology support system about LCA.

**Key words** Low carbon agriculture; Development objectives; Dilemma; Path selection

我国农业支撑着14亿人口的生计,在国民经济中占有极高的战略地位,生态安全、粮食安全、食品安全是国家安全的重要内容。在推进农业现代化时,世界各国纷纷按照工业现代化思维,使得农业成为继工业之后的温室气体第二大来源,高碳农业的发展模式是高能耗、高排放、高污染、低效率(简称“三高一低”)的传统模式,受制于资源日趋紧缺,高碳农业终将不可持续。相对于“三高一低”的高碳农业而言,低碳农业是通过构建循环农业、生态农业、绿色农业、有机农业的发展模式来实现农业全产业链的节能减排,实现碳排放与农业产量增长的“脱钩”<sup>[1]</sup>。低碳化的农业生产方式减少自身的温室气体排放,还可以吸收其他行业的碳排放,从而推动“碳中和、碳达峰”目标的早日实现。因此发展低碳农业是实现农业节能减排的重要手段,也是构建绿色低碳循环体系的重要部分。

### 1 低碳农业发展目标

**1.1 三位一体:粮食、食品、生物安全** 近些年来,新冠肺炎疫情持续蔓延,世界形势复杂严峻,世界各国在粮食安全上都面临着不同程度的危机。基于18亿亩耕地红线和15.6亿亩高标准农田,尽管我国目前在粮食进口方面仍然存在局限性,但依然能够满足人民的粮食需求,然而,当前我国加快发展低碳农业是有必要性、紧迫性的。一是保障粮食安全,低碳农业既能增强粮食生产能力,在低投入、低污染、低排放中提高粮食产量,而且能够维护粮食安全。过去依赖加大化肥农药投入来换取产量增加的方式必须要得到遏制,农业化学投入品增加—粮食产量增加—污染严重—土地肥力下降—

加大农业化学投入,这种恶性循环发展模式造成了土壤和水的持续污染,制约着农业的可持续发展,直接威胁着人类健康。发展低碳农业经济可以跳出这种恶性循环,减少农业污染。二是维护食品安全。高碳农业需要广泛使用化肥农药,而这些农兽药残留会通过生物链直接传递给人类。发展低碳农业有利于维护食品安全,根据2018年美国哈佛大学的研究报告显示,CO<sub>2</sub>排放量的增加导致粮食中可供吸收蛋白质含量减少,从而导致青少年营养不良、发育缓慢以及老年人提前死亡<sup>[2]</sup>。三是生物安全。发展低碳农业是为聆听生物多样性和生态系统的平衡。由于高碳农业是工业革命的思维产物,导致农田的过度开垦、大规模经营和集中连片种植,挤占了动植物的生存空间,引起了物种数量的减少和结构的改变,甚至是打破了生态系统的平衡。由于农药和化肥的滥用,不仅造成土地的荒漠化、毒化,肥力下降,极大地增加了农产品不安全性隐患,而且破坏了物种的多样性,导致生物多样性的骤减。

**1.2 农业可持续发展:增收益、减压力** 作为环境友好型、资源节约型的现代农业,低碳农业以“三低一高”为特征,经历过机械化、化学化、绿色化之后,低碳农业成为引领农业未来发展方向的必然选择,也是实现农业可持续发展的题中应有之义。一是,有利于增加收益。低碳农业相较于高碳农业来说是一种知识密集型、资本密集型行业,农业由高碳向低碳转型可以提高农产品的附加值,提高经济效益的同时维护社会健康发展。低碳农业相对于传统的高碳农业来说具有显著优势,有利于为社会经济的内涵式发展提供动力,能够成为经济增长的新引擎,激发高质量发展的活力和生命力。二是,可以缓解农业发展的环境压力。过去的几十年里,我国用仅占世界7%的耕地,养活了占世界22%的人口,这是我国

**作者简介** 张江彦(1994—),女,河北石家庄人,经济师,在读硕士,从事环境公共政策研究。

**收稿日期** 2022-06-08

为全球作出的重大贡献之一。但随着农药化肥的大量使用,高碳农业弊端逐渐凸显,一方面直接污染了土壤、水和空气,另一方面通过食物链输入到动植物体内。由于农药化肥滥用导致耕地数量和质量下降、水资源短缺和生态环境恶化,已经成为我国农业发展面临的三大顽疾<sup>[3]</sup>,严重威胁到农业的可持续发展。因此,发展低碳农业成为当务之急。

**1.3 变局中开新局:减缓和适应气候变化** 减缓和适应气候变化是中国农业绿色发展的前提,而且也是它的长期目标。气候变化已成为全球共同面对的挑战,世界各国采取积极举措,发达国家率先做出表率,并且帮助发展中国家和岛屿国家以减缓气候变化。农业生产兼顾自然生产和社会再生产的双重作用,农业兼顾减少碳汇和提供碳源的两大好处,在减缓和适应气候变化中作用重大。由于全球范围温室气体排放→冰川消融、海平面上升、极端天气增多→飓风、淡水短缺、区域性高温干旱、冰冻暴雨洪灾→洪涝和干旱灾害→粮食减产绝收,一方面是尽可能减少其负面影响,另一方面需要提高应对气候变化的综合能力,常态化适应气候变化。总之,气候变化已经直接和间接威胁到了农业生产,改变了全球农业生产格局。

## 2 中国低碳农业转型困境

### 2.1 效率低下:高碳农业资源约束日益趋紧

**2.1.1 化肥利用率低。**我国是世界最大的化肥消费国,但化肥有效利用率较低。农业农村部年度报告数据显示,2017年中国化肥有效利用率为38.8%,远低于欧美发达国家55%~65%的水平,氮、磷、钾的利用率均未超过40%,同样远低于国际标准。每年多消耗超过1 000万t的化肥,按照3 000元/t价格计算,造成的直接经济损失高达300亿元。

**2.1.2 农业用水利用率低。**我国农业灌溉用水在4 000亿t以上,占总用水量的70%以上,农业用水量且利用效率低成为制约我国农业发展的关键因素。据水利部农水司测算,目前我国灌溉水利用系数约为0.50,我国的农田灌溉水利用系数和水分生产率仅相当于世界先进水平的60%。灌溉后农田水的利用效率也很低,每吨水生产的粮食约1 kg,而英、美、澳大利亚等发达国家每吨水生产的粮食产量大概在2 kg,中国仅是它们的一半。

**2.1.3 农药利用率低。**我国农药施放量仍以传统的作业人员的经验为判断依据,施放效率和农药利用率都很低。根据国务院发展研究中心的数据显示,中国农业生产中的农药年使用量约180万t,位居世界首位,单位面积耕地农药施用量是世界平均水平的2.5倍<sup>[4]</sup>。农业农村部公布2020年我国水稻、玉米、小麦三大粮食作物的农药利用率达到40.6%,而美国、日本等发达国家的农药利用率已达到70%以上,碳排放量位居高位,农业由高碳向低碳转型困难重重。

**2.1.4 农副产品的利用率低。**农业在生产过程中会产生大量的温室气体,除此之外,农业本身产生的秸秆和禽畜养殖生成的粪便以及发酵排放的气体,都是产生温室气体的重要来源。这些农副产品的利用率低下,会增加温室气体的排放量,不利于节能减排。以秸秆为例,秸秆可以用作肥料、饲

料、燃料和原料,由于草产品的区域分布不均衡、季节性特征明显,饲草资源的开发力度不够、技术有待创新,导致了秸秆利用率低的问题依旧存在。我国禽畜粪便还田的比例较低,作为有机肥的还田率仅为50%左右<sup>[5]</sup>,禽畜粪便利用率低导致其排放总量持续增长。

### 2.2 代价太高:农业生产污染严重

**2.2.1 农业污染居高不下。**近年来,我国农业污染问题日趋严重。据生态环境部公布的数据,农业污染量已占到全国总污染量的33%左右。根据《第二次全国污染源普查公报》数据显示,农业水污染已占到总体的49.77%(以化学需氧量为例),农业污染已成为水体的重要来源,对食品安全、人体健康和农业农村现代化的威胁较大。在化肥污染上,我国化肥流失率约为61.2%,化肥流失率的居高不下,不仅直接造成了水体污染,而且造成了土壤板结农药残留和土壤污染问题,化肥通过农田的毛细管间接造成了地表水体污染问题,甚至是地下水污染和空气污染问题。在农药污染上,我国67%的农药未被农作物直接吸收,对于粮食安全、食品安全、健康安全的威胁进一步加大。在地膜污染上,近年来我国地膜的年使用量达到245万t的峰值后迅速回落,但仍居全球第一,经济与技术的双重约束依旧导致了地膜年残留量和残留率居高不下。大量残留地膜造成了“白色污染”,已经影响农业环境质量,造成农作物的边际产量和边际收益递减。

**2.2.2 食品危害事件频发。**新时代下我国在食品安全制度体系建设中取得了诸多成就,但就多种多样的农产品市场和食品市场环境而言,食品安全问题依然严重,食品安全事故率仍然可以大幅度下降。根据市场监管总局食品抽检司数据,2020年全国重点食品安全检测抽检合格率为97.69%,微生物污染超标、超范围超限量使用食品添加剂和农兽药残留超标是影响食品安全的三大隐患,这些食品抽检不合格率分别为2.83%、1.79%和0.98%,相应地分别占不合格样品总量的23.0%、35.3%和16.2%。同年全国处置不合格食品案件13.60万件次,约3 600t不合格食品被依法处理,罚没金额高达10.93亿元,这些数据的背后是食品安全责任依然严峻。

**2.2.3 农副产品污染。**以禽畜粪便为例,它是造成点源污染的罪魁祸首,我国禽畜粪便年产量超过70亿t,并以10%的增长率递增<sup>[6]</sup>,其未经科学处理后直接排除,对空气、水源、水体造成严重污染。副产品的资源化、无害化和循环再利用,减少环境污染的同时提高经济效益。禽畜粪便的处理通常有两种方式,一种是加工成有机肥,另一种是变成沼气可供发电,对于减少农业面源污染、提高农产品的品质、减少农药化肥的使用量和防止病虫害,都具有良好效果。又如,秸秆还田是一种传统的精耕细作方式,这种有机肥既能增加土壤的有机物质的含量,又能提高土壤活力。而中国秸秆还田率约为15%,美国秸秆还田率近90%<sup>[7]</sup>。

**2.3 收益太低:低碳农业生产成本高、效益低** 一般而言,单纯就农业生产所获得的回报是远远低于工业和服务业的回报,而且“干农没出息”的传统观念和“农业真苦农业真累”

的现实情况,让农业对劳动者的吸引力存在天然不足。加之,农业主要集中在农村,在农村地区获得的较高收益的机会也远远少于城市,农村地区生活的单调乏味,导致了越来越多的人不愿意留在农村,更不愿意留在农业从事农事活动。农地“非粮化”、农民“非农化”的现象凸显,农民的主要收入来源不在农业,农村的主要生活不依赖农业。在此背景下,尽管低碳农业是有助于农业发展的和增强农民收益的农业形式之一,但农民不愿意从事低碳农业。更何况低碳农业需要的专业知识程度较高、实施难度大、资金投入多、回报周期长、风险高等特点,农民不愿意以低碳农业发展模式作为增收的主要形式。

## 2.4 配套不全:相关制度及配套设施有待健全

**2.4.1 资源、环境产权制度不健全。**产权既可以使自己受益或受损,也可以让他人受益或受损<sup>[8]</sup>。产权与收益紧密挂钩,一般而言,“产权界定越明确,财富被无偿占有的可能性就越小”<sup>[9]</sup>。产权越明晰,其价值就越大,产权越模糊,其成本就越高,产权的模糊程度导致经济主体获得资源收益的大小,并且使得他人承担相应的交易费用。由于农村资源的集体性使得产权在一定程度上的虚化和弱化,再加上环境的公共性使得产权难以有效界定,而环境资源的使用主体与所有主体发生了分离,作为使用主体的承包人是理性的经济人,为了在短期内收回成本,获得更多利益,对资源采取掠夺式开发、压榨式消耗、无偿式使用,最终必然导致农业资源滥用、农村环境恶化、生态危机重现。

**2.4.2 农业环境治理制度不完善。**环境资源是属于典型的公共品,而环境污染行为又具有负的外部性,则是典型的市场失灵。负外部性不仅破坏了市场价格机制、进入退出机制、竞争机制实现的前提条件,而且使得资源配置偏低,加剧了环境污染和资源浪费,存在巨大的帕累托改进空间<sup>[10]</sup>。这集中表现在两个方面:一是,农业环境法律法规不健全。与发达国家相比,我国的农业环境污染防治法律体系还不够完善,已有的部门规章和规范性文件实用性、可操作性和有效性有待进一步提高。例如,《环境保护法》是各部门构建环境保护规章的参考依据,而它仅对农业环境保护的指导框架还未形成,未能将农业资源、生态和环境的保护有机结合起来。尽管《农业法》最为详细地规定了农业环境保护,但这些规定并未将环境保护与农业发展紧密挂钩,环境保护在法律层面并未植入或嵌入农业发展中,而且即使是有所规定,但可操作性不强。二是,农业环境监管体系不健全。从环境法规来看,由于农业生态环境保护法的指导思想稍显落后、法律之间交错叠加、法律主体未能覆盖行为主体等原因,治理农业面源污染难度很大、形式严峻<sup>[11]</sup>。我国大多数乡镇级基层未成立环保机构,环保机构、环保人员、监测部门、监测人员严重供应不足,导致的污染事故也时有发生。另外,环境统计和检测体系不健全,环境监察和监测工作处在起步阶段,发展缓慢。

**2.4.3 碳市场交易制度严重缺乏。**一般而言,包括低碳农业在内的农业发展离不开完善的市场环境和制度环境,同样

的,低碳农业的发展离不开完善的碳交易市场环境和制度环境,而我国目前的碳交易市场和制度环境亟待建立。《京都议定书》(COP3)中规定的清洁发展机制(CDM)是一种督促缔约方减排的有效承诺,国际上的碳交易制度往往是以此为基准形成的,全球碳交易市场正在不断完善和发展。尽管我国碳交易市场潜力巨大,但由于起步过晚、前提条件极不成熟,与欧美国家相比,我国碳金融产品单一、数量较少、结构不优、效益不高,两者差距较大。我国现有的碳交易市场主要是基于 CDM,农业领域的碳交易市场也是基于此机制,因此,体制机制创新空间很大,选择很多。但目前涉农类的碳交易市场普遍缺乏碳金融衍生品,金融产品创新力度非常小,而且启动碳交易市场试点工作也被搁置,科学合理的利益补偿机制和金融定价议价权利严重缺乏,更没有固定的碳交易场所和碳期货、碳现货的交易平台<sup>[12]</sup>。与低碳农业相适应的碳金融市场体系、碳金融组织体系、碳金融产品体系和政策体系也不够完善<sup>[13]</sup>,尤其是低碳农业碳金融模式需要构建以合作社为主导、第三方机构广泛参与、外部金融主体为关键支撑的碳金融组织体系<sup>[14]</sup>。这些体系的缺失严重制约着我国低碳农业的发展壮大。

**2.4.4 低碳农业基础设施有待完善。**低碳农业基础设施是发展低碳农业的基础,提高低碳农业的发展水平必不可少的是完善低碳农业基础设施<sup>[15]</sup>。低碳农业基础设施建设对低碳减排技术的采纳有显著的正向影响<sup>[16]</sup>。从我国低碳农业基础设施的现状来看,主要表现在几个问题:一是,低碳基础设施水平低,基础设施水平提高有利于减少农用柴油的消耗、农产品贮藏时间和进入市场时间,从而减少碳排放。二是,低碳农业基础设施建设区域不平衡。提升机械化水平是实现低碳农业的一种措施,较早应用大型农业机械装备,这些地区农业机械化、自动化、智能化水平较高,有利于提高农业生产积极性,而不适合农业规模经营的地区往往缺乏大型农业机械装备或者难以利用,这些地区的农业生产往往是人工收割、人工种植等方式,导致该地区的农业生产效率较低。三是,节水灌溉设施水平低。我国是水资源短缺的国家,而农业又是用水大户,通过健全节水灌溉设施大大降低了农业用水量,发展高效节水灌溉设施可以做到水资源的存量优化和增量优化并举,做到“取之于农、用之于农”,甚至是破解水资源供需失衡的难题。以色列同样是缺水国家,但其通过大力发展节水基础设施从而彻底摆脱了“任水摆布”的国家级难题。

**2.4.5 低碳农业技术的水平有待提高。**低碳农业技术发展水平构成了低碳农业发展的内生动力,低碳农业技术发展水平也决定了人力资本的宽度和深度。目前,我国低碳农业技术整体水平保持在低位运行,主要表现在以下几个方面:低碳农业技术投资回报率偏低,低碳农业技术自主研发水平低,低碳农业技术“不接地气”,配套技术政策支持十分匮乏等。技术开发者难以通过低碳技术获得合理的收益,而技术采纳者和中介对技术的运用兴趣不高,使得低碳农业难以持续发展。

### 3 低碳农业转型升级的路径选择

#### 3.1 顶层设计:加强政府主导、激励优先的制度设计,推动农业转型升级

农业资源的效率低和农业环境污染是市场失灵造成的,必须依靠政府来加以规范。低碳农业致力于经济效益、环境效益和社会效益的统一,而政府通过环境保护的立法、司法、执法工作为低碳农业发展提供一个稳定、可预期的政策环境,引导低碳农业的健康发展<sup>[18]</sup>。具体来说主要包括2种制度:一是农业资源产权制度创新。加快对农业资源产权的界定与保护,使得私有产权与公有产权的权利主体更加明确,推动所有权与经营权实现分类别的合并和分离,对于排他性、竞争性强的这类农业资源积极推动两者的分离,对于公益性和外部性强的这类农业资源积极推动两者的结合。二是农业碳交易制度创新。首先,完善碳源碳汇的计量体系,计量精准可靠是形成合理的交易价格的前提条件,只有计量体系的建立健全,才能保证定价议价中的公平正义。其次,完善各种交易机构的组织功能。充分利用环境权益交易所、碳排放交易平台、期货交易所、产权交易所、资源能源交易所的专业服务能力、基础设施、交易结算等优势,为碳交易提供制度保障。最后,建立农业环境影响评价制度。对农业生产政策、流通政策、消费政策进行环境成本收益分析,实质上是将农业政策与环境政策紧密挂钩,环境收益较好的政策才能通过和实施,有理有据地推进低碳农业建设工作。

#### 3.2 抢占先机:调整结构,全链整合

**3.2.1 鼓励和引导“资本下乡”。**发挥市场在资源配置中决定性作用,城市工商企业投资发展适合产业化经营的低碳农产品的加工和营销,形成产学研金中介一体化的低碳产业链。低碳农业产业化龙头企业的做大做强是具有示范效应的,低碳龙头农企的发展壮大是市场加速低碳农业发展的必然结果,但由于低碳农业的外部性和公共属性,行业本身并不会自在自为地进行,而是需要一定的前提条件。目前低碳经济和低碳发展是引领全球发展的基本途径之一,普遍对低碳农业的发展趋势一致看涨,面对人类的生态危机资本低碳化是题中应有之义,现有资本是站在低碳农业发展轨道上的“哨兵”,政府创造出有利于低碳农业发展的营商环境和制度环境,毫不动摇地坚持鼓励和引导资本的低碳化,推动涉农企业的低碳化,并以此为突破口,推动低碳农业产业化龙头企业做大做强,最终实现农业的高质量发展。

**3.2.2 以农民专业合作社为“抓手”。**《农民专业合作社法》中指出农民合作组织是农民自愿联合、民主管理的互助性经济组织,在我国农业中占举足轻重的地位,并且在联结小农户与大市场中起到了无法替代的重要作用。低碳农业产业链整合离不开农民合作组织模式,农户按照自愿结合、平等互助原则成立的农业合作组织,如低碳供销合作社、低碳信贷合作社和低碳农产品加工服务的专业合作社等,既能为农户提供与低碳农业相关的产前、产中、产后服务,又能为低碳农产品加工、销售企业提供低碳农产品,降低交易环节中的物流成本和交易费用。合作组织还可以发展低碳农产品的加工和销售,创新流通方式,推动低碳农业与数字经济融合

发展,利用好、维护好和巩固好农产品电商交易平台,提高农产品附加值,推动农产品向高附加值环节延伸产业链,进而提高低碳农产品的生产经营收益,通过农业专业合作社把经营活动延伸到低碳农产品的产前服务环节,以及交换流通、售后服务等产后环节,低碳产业链的延长能够提高农民在低碳产业链中的既得利益,具体是以组织内部分红的方式来享受该利润的,一定程度上扭转了小农户在市场竞争中的劣势地位,保障低碳农业产业化和农业产业低碳化过程中农户的应得利益,有利于推进乡村振兴和实现共同富裕。

#### 3.3 弯道超车:通过体制机制创新,推动农业要素低碳化

**3.3.1 建立有利于低碳农业发展的激励约束机制。**一是利用财政激励和税收减免等优惠,发放环境补贴等,推进和引导其低碳转型<sup>[19]</sup>。政府加大农田、水利等公共的基础设施建设,鼓励发展农民专业合作社、信用合作社、家庭农场等新型农业经营主体从事低碳农业,对高碳农业征收生态补偿费用、资源环境税,限制新增农业经营主体从事高碳农业生产经营工作,“一增一减”从而有效地推动低碳农业快速发展。二是政府设立低碳技术专项资金投资,推动低碳技术的基础研究和降低研发阶段的风险,整合农业科学院、高等院系、涉农企业等低碳技术创新主体,构建利益共享机制,同时采取多种措施提高低碳技术研发、推广、扩散的收益,通过推广龙头农业企业的低碳发展模式,推动低碳技术成果的商业化应用。这种增加经济利益的方式,更有利于引导各农业生产经营主体自觉走上低碳发展之路。三是利用政府的行政管理职能,农业环境规划和项目审批中,优先考虑低碳农业项目等,为低碳农业提供政策倾斜,为低碳农业的发展提供绿色通道。

**3.3.2 健全低碳农业转型组织协调机制。**农业农村部统筹协调低碳农业转型相关战略、发展规划、行动方案和政策体系等。建立跨部门、跨区域、跨流域的生态安全、粮食安全与低碳农业发展协调机制,协调开展跨流域的低碳农业基础设施建设,加强低碳农业领域规划、重大工程与农村空间设计之间专项规划衔接,推动低碳农业根植于农村空间协调发展。按年度建立低碳农业转型的重大政策实施、重大工程建设台账,完善督导协调机制。

**3.3.3 建立健全低碳消费促进机制。**推进统一的低碳产品认证与标识体系建设,建立低碳消费认证机制,鼓励全社会优先使用低碳产品及服务,政府、事业单位、国企等公共机构应当作出表率。各地区应结合本地实际,大力宣传节能减排及低碳消费理念,深入开展低碳生活创建行动。鼓励有条件的地方开展高水平低碳消费示范建设,在全社会倡导节能减排行动。

**3.3.4 建立低碳农业转型监测评价机制。**重点监测评价各地区化肥农药地膜消费总量、农业消费碳排放系数等指标,评估低碳农业转型相关机制、政策的执行情况和实际效果。强化低碳农业发展考核机制,按照国民经济和社会发展规划纲要、年度计划及能源规划等确定的低碳农业约束性指标,强化相关考核。

**3.4 保驾护航:强化低碳农业技术支撑体系** 低碳技术是低碳农业最重要的支撑,要想发展低碳农业,就必须牢牢抓住科技创新这个“牛鼻子”,完善我国农业低碳技术体系,需要从以下4个方面着手解决:①自然资源高效利用的关键技术创新。推广缓控释肥技术,加强无公害农药技术的研究,推广资源节约型农业技术,包括节水灌溉技术、蓄水保水技术、测土配方施肥技术、水肥平衡技术等,大力推广滴灌、微灌和智能化间歇灌溉喷灌等节水农业技术,利用丰富的光热资源发展农田套种循环模式。②农业固碳技术创新。采用生态系统管理技术保持农业系统的长期固碳能力,采纳节能、节水、节肥、省工技术来间接固碳,实施限定性耕作技术来扩大碳库,以此增加农业系统的长期固碳能力。③农业可再生资源的循环利用技术创新。发展农业废弃物堆肥还田、直接还田等技术,农业废弃物就地循环再利用技术以及延长农业产业链、增加附加值的相关技术。④农田生物多样性配置技术创新。改变长期单一的作物结构,大力发展农田复合生态系统发展技术,加大作物育种创新力度,尤其是在种业层面,甚至是在基因层面,研发出产量高、品质优的抗逆品种,提高复种系数,维护粮食安全和生态安全、适应气候变化和推动农业可持续发展。

#### 参考文献

- [1] 胡新良.低碳农业生产:农产品质量安全管理的治本之策[J].江汉论坛,2011(8):15-19.
- [2] 张宁.气候变化或致全球粮食危机[J].生态经济,2021,37(8):5-8.

(上接第251页)

其存在的耕地利用风险,进一步创新和完善交易政策,使之更好地为保护耕地、保障国家粮食安全、实现建设用地节约集约利用和统筹城乡发展服务,为巩固脱贫攻坚成果和乡村振兴服务。

#### 参考文献

- [1] 国土资源部.关于印发《关于规范城镇建设用地增加与农村建设用地减少相挂钩试点工作的意见》的通知:国土资发[2005]207号[EB/OL].[2021-09-20].<https://www.doc88.com/p-79799983672254.html>.
- [2] 顾龙友.关注并防范新增耕地节余指标异地交易的经济社会风险[J].国土资源情报,2019(9):33-40.
- [3] 夏柱智.“土地扶贫”与县域发展模式困境:评土地增减挂钩扶贫政策[J].文化纵横,2019(6):109-116,143.
- [4] 中共中央 国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定[J].中华人民共和国国务院公报,2015(35):11-21.
- [5] 中华人民共和国自然资源部.《国土资源部关于支持深度贫困地区脱贫攻坚的意见》新闻发布会[EB/OL].[2021-09-27].<http://www.mnr.gov.cn/dt/zb/2017/tpgj/>.
- [6] 贺雪峰.论农村宅基地中的资源冗余[J].华中农业大学学报(社会科学版),2018(4):1-7,165.
- [7] 张耀宇,沙勇,周翼虎.以人口城镇化破解“空间贫困陷阱”:一个城乡联动的减贫新思路与制度创新[J].云南社会科学,2019(4):91-95.
- [8] 自然资源部对十三届全国人大二次会议第8757号建议的答复[EB/OL].(2019-07-09)[2021-09-27].[http://gi.mnr.gov.cn/201911/t20191106\\_2478960.html](http://gi.mnr.gov.cn/201911/t20191106_2478960.html).
- [9] 自然资源部:用足土地政策 助推脱贫攻坚[EB/OL](2018-10-18)[2021-09-27].[http://www.mnr.gov.cn/zt/zh/zrlyfzltgkj/tbgz/202004/t20200424\\_2509765.html](http://www.mnr.gov.cn/zt/zh/zrlyfzltgkj/tbgz/202004/t20200424_2509765.html).
- [10] 耿敬杰,汪军民.易地扶贫搬迁与宅基地有偿退出协同推进机制研究

- [3] 隆少秋.中国农村系统发展研究[M].广州:华南理工大学出版社,2008.
- [4] 王佳新,李媛,王秀东,等.中国农药使用现状及展望[J].农业展望,2017,13(2):56-60.
- [5] 马林,柏兆海,王选,等.中国农牧系统养分管理研究的意义与重点[J].中国农业科学,2018,51(3):406-416.
- [6] 刘茹飞,陈刚,王明超,等.我国典型禽畜粪便资源化技术研究[J].再生资源与循环经济,2017,10(3):37-40.
- [7] 马晓旭.我国低碳农业发展的困境及出路选择[J].经济体制改革,2011(5):71-74.
- [8] 哈罗德·德姆塞茨.关于产权的理论[M]//科斯R,阿尔钦A,诺斯D,等.财产权利与制度变迁.上海:上海三联书店,1994.
- [9] 巴泽尔Y.产权的经济分析[M].费方域,段毅才,译.上海:上海三联书店,1997.
- [10] 孙晓伟.论我国发展低碳经济的制度安排[J].现代经济探讨,2010(3):10-14.
- [11] 祝创杰.“双重失灵”视角下我国农业面源污染的法律规制[J].云南农业大学学报(社会科学),2016,10(4):13-19.
- [12] 谢清河.发展低碳经济与金融创新的互动效应探析[J].现代经济探讨,2010(6):21-25.
- [13] 田云.认知程度、未来预期与农户农业低碳生产意愿:基于武汉市农户的调查数据[J].华中农业大学学报(社会科学版),2019(1):77-84,166.
- [14] 张艳,漆雁斌,贾阳.低碳农业与碳金融良性互动机制研究[J].农业经济问题,2011,32(6):96-102.
- [15] 姜晓东.低碳农业发展影响因素及路径探究[J].中国集体经济,2021(20):11-12.
- [16] 杨欣,董玥.农户低碳农业技术采纳行为的影响因素研究:基于潜江市、监利县的实证分析[J].国土资源科技管理,2019,36(3):118-128.
- [17] 廖媛红.低碳农业的发展模式研究[J].世界农业,2011(3):87-90.
- [18] 陈胜涛,周艳兰.构建低碳农业支持机制的作用探讨[J].农村经济与科技,2013,24(12):10-11,42.
- [19] 郑远红.低碳经济视角下我国农业现代化发展路径创新[J].农业现代化研究,2014,35(3):263-267.

- [10] 云南社会科学,2018(2):109-116.
- [11] 谭林丽,刘锐.城乡建设用地增减挂钩:政策性质及实践逻辑[J].南京农业大学学报(社会科学版),2014,14(5):76-83.
- [12] 王振波,方创琳,王婧.城乡建设用地增减挂钩政策观察与思考[J].中国人口·资源与环境,2012,22(1):96-102.
- [13] 刘鹏飞.河南规范补充耕地指标交易管理办法[J].资源导刊,2018(8):9.
- [14] 韩梅,桂徐雄.城乡建设用地增减挂钩政策的观察与思考[J].当代经济研究,2013(8):44-48.
- [15] 郑涛,黄敏.中国农地交易统计核算问题研究[J].广西大学学报(哲学社会科学版),2019,41(4):125-132.
- [16] 吴克宁,赵瑞,赵华甫.对当前我国耕地质量调查评价的思考[J].中国土地,2018(3):19-20.
- [17] 孙晶晶.耕地保护经济补偿的盈亏分区及运行机制[D].杨凌:西北农林科技大学,2018.
- [18] 夏毓斌.乡村振兴背景下的农村土地制度改革思考[J].南方农业,2019,13(8):90-91.
- [19] 夏柱智.土地增减挂钩扶贫:易地扶贫搬迁中的土地政策创新及其困境[J].贵州社会科学,2019(11):153-159.
- [20] 吴睿鹤.“增减挂钩”更应着眼城市存量土地[N].证券时报,2010-11-12(A03).
- [21] 方创琳,马海涛.新型城镇化背景下中国的新区建设与土地集约利用[J].中国土地科学,2013,27(7):4-9.
- [22] 牛建中,薄江宏,张文琴.基于新形势下的耕地质量分等定级研究[J].国土资源科技管理,2018,35(4):116-122.
- [23] 赵玉领,王巍.耕地分等定级现状及改进建议[J].中国土地,2019(2):12-14.
- [24] 卞清.破除城乡二元土地制度 促进城乡土地要素平等交换[J].当代经济管理,2017,39(5):1-6.
- [25] 蔡继明,刘梦醒.论我国城乡建设用地增减挂钩模式的转变[J].天津社会科学,2021(5):141-148.