

我国农业绿色发展的现状与发展对策

李 婷

四川大学经济学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年8月22日; 录用日期: 2025年10月2日; 发布日期: 2025年10月15日

摘 要

农业绿色发展是新时代推动农业高质量发展的重要途径,也是破解资源环境约束与实现可持续发展的关键手段。本文从资源环境约束与高质量发展的双重视角出发,系统分析了我国农业绿色发展的现状、成效及存在的问题。研究发现,我国在政策体系完善、绿色生产方式推广、绿色农产品供给能力提升及农业资源利用效率提高等方面取得显著成效,但仍面临区域发展不平衡、绿色农产品价格优势不显著、人才紧缺与流失及市场体系尚不健全等问题。为进一步推动农业绿色发展,本文提出完善评价体系、构建数字化体系、培育新型经营主体及健全市场体系等对策建议,以期为实现农业高质量发展和乡村全面振兴提供理论支撑和实践指导。

关键词

农业绿色发展, 高质量发展, 资源环境约束, 乡村振兴

The Current Status and Development Strategies of Green Agriculture Development in China

Ting Li

School of Economics, Sichuan University, Chengdu Sichuan

Received: August 22, 2025; accepted: October 2, 2025; published: October 15, 2025

Abstract

Green agricultural development is a crucial pathway for promoting high-quality agricultural development in the new era and a key approach to overcoming resource and environmental constraints to achieve sustainable development. Based on the dual perspectives of resource and environmental

constraints and high-quality development, this paper systematically analyzes the current status, achievements, and existing problems of green agricultural development in China. The study finds that China has made significant progress in improving policy frameworks, promoting green production methods, enhancing the supply capacity of green agricultural products, and increasing agricultural resource use efficiency. However, challenges remain, including regional development imbalances, a lack of significant price advantages for green agricultural products, shortages and outflow of talent, and underdeveloped market systems. To further advance green agricultural development, this paper proposes strategies such as improving evaluation systems, constructing digital frameworks, cultivating new types of business entities, and perfecting market systems, aiming to provide theoretical support and practical guidance for achieving high-quality agricultural development and comprehensive rural revitalization.

Keywords

Green Agriculture Development, High-Quality Development, Resource and Environmental Constraints, Rural Revitalization

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

农业绿色发展是新时代推动农业高质量发展的重要途径，也是破解资源环境约束与实现可持续发展的关键手段。要在保障国家粮食安全和重要农产品有效供给的同时，推动农业生产方式向资源节约型、环境友好型转变，实现经济效益、社会效益和生态效益的协调统一。我国农业发展长期面临资源环境约束加剧的挑战。一方面，耕地和水资源短缺、农业面源污染严重等问题制约着农业可持续发展；另一方面，人民群众对优质安全农产品的需求日益增长，对农业生态环境质量提出了更高要求。在此背景下，推进农业绿色发展既是破解资源环境瓶颈的必然选择，也是满足人民美好生活需要的重要途径。

自 2015 年我国提出农业绿色发展理念以来，通过一系列政策措施和工程实施，农业绿色转型取得了显著成效。然而，与全面推进乡村振兴和加快建设农业强国的要求相比，农业绿色发展仍存在一些问题和短板。研究我国农业绿色发展的现状、成效及问题，对于深入推进农业供给侧结构性改革、加快农业现代化建设具有重要意义。本研究基于资源环境约束与高质量发展的双重视角，旨在系统分析我国农业绿色发展的进程，总结经验做法，找出存在的问题，并提出针对性的对策建议，为推动农业绿色发展、实现农业高质量发展提供理论支撑和决策参考。

2. 我国农业绿色发展的理论基础

2.1. 农业绿色发展的概念

有学者认为农业绿色发展就是要逐步采用高新农业技术，形成现代化的农业生产体系、流通体系和营销体系，在生产过程中保证农产品质量安全，最终实现农业可持续发展和推进农业现代化[1]。部分学者则把农业绿色的关键要素界定为 3 个阶段，即为去污(农业生产过程的清洁化)、提质(产地绿色化和产品优质化)、增效(绿色成为农业高质量发展的内生动力) [2]。

总的来说，农业绿色发展是一种全新的发展理念和模式，是“绿水青山就是金山银山”科学论断在农业领域的具体体现。其内涵丰富，是农业生产、生态、生活的全过程全方位绿色化，包括农业资源保

护、农业生态系统修复等内容。其是以资源环境承载力为基准，以资源利用节约高效为基本特征，以生态保育为根本要求，以环境友好为内在属性，以绿色产品供给有力为重要目标的人与自然和谐共生的发展新模式[3]。

2.2. 农业绿色发展的价值与意义

农业绿色发展是对传统农业发展理论的重大创新和发展。它突破了过去单纯追求产量和效益的狭隘思维，将生态环境保护纳入农业发展的核心目标，体现了生态文明理念。农业绿色发展理论的提出和实践，丰富和发展了中国特色社会主义农业理论体系，为新时代农业农村发展提供了科学指导。

农业绿色发展同样具有重要的现实意义：一是有利于保障国家粮食安全和重要农产品有效供给。农业绿色发展通过提高资源利用效率、改善生态环境，可以提高农业综合生产能力，增强农业可持续发展能力，从而为国家粮食安全和重要农产品供给提供坚实保障；二是有利于提高农业质量效益和竞争力。农业绿色发展注重提高农产品质量和附加值，发展绿色优质农产品，可以提升农业效益和国际竞争力，促进农业由增产导向转向提质导向；三是有利于改善农业生态环境。农业绿色发展强调环境友好型生产方式，可以有效减少农业面源污染，保护耕地、水资源等农业资源，修复农业生态系统，改善农村人居环境。四是有利于促进农民持续增收。农业绿色发展通过发展绿色农业、生态农业，延长产业链，提高附加值，拓宽了农民增收渠道，有利于实现农民收入持续稳定增长；五是有利于推动乡村全面振兴。农业绿色发展是实施乡村振兴战略的重要内容和路径，可以促进农业全面升级、农村全面进步、农民全面发展，加快农业农村现代化进程；六是有利于实现农业可持续发展。农业绿色发展注重资源节约和生态保护，可以缓解资源环境压力，增强农业发展后劲，实现农业可持续发展，为子孙后代留下良好的发展空间。

总之，推进农业绿色发展是新时代中国特色社会主义农业发展的必然选择，对于加快农业农村现代化、实现乡村全面振兴、建成社会主义现代化强国具有重大而深远的意义。

3. 我国农业绿色发展的现状

3.1. 农业绿色发展政策体系逐步完善

自2015年以来，国家陆续出台了一系列重要文件和行动纲要，目的在于提升农业经营效益、农产品竞争力、农业可持续发展能力、农业生态环境治理能力以及生态与发展协同能力[4]。为农业绿色发展提供了重要的顶层设计和规划指导。这些政策文件涵盖了农业可持续发展、农业绿色发展行动、农业绿色发展体制机制创新、农业绿色发展技术指导、农业绿色发展示范区建设等多个方面。政策体系的逐步完善标志着我国农业绿色发展的政策框架正在形成，为推进农业绿色发展提供了重要的政策支持和指导。这些政策涵盖了总体规划、技术指导、示范推广、年度工作部署等多个方面，形成了较为完整的政策框架，为农业绿色发展的实践提供了有力支撑。通过这一系列政策的实施，我国在化肥农药减量、农业废弃物资源化利用、畜禽粪污处理等方面取得了显著成效。

3.2. 农业绿色生产方式不断推广

近年来，我国农业绿色生产方式在政策引导和技术支持下不断推广，取得了显著成效。通过实施化肥农药减量增效行动、农业废弃物资源化利用工程以及绿色农业技术推广项目，传统农业生产方式逐步向绿色化、生态化转型。此外，绿色生产方式的推广还得益于科技创新和区域差异化发展策略的实施。科技提升是实现绿色发展的必要条件[5]，通过推动资源循环利用技术、生物防治技术等绿色农业科技的

应用，以及因地制宜地制定区域性绿色生产方案，不同地区根据其自然条件和发展目标实现了设施升级和技术赋能。譬如，在东北地区，通过黑土地保护与高标准农田建设相结合，提升了土壤质量和生产效率；在南方地区，通过水稻种植与生态养殖相结合，实现了种养平衡与环境保护的双赢。这些举措为我国农业绿色生产方式的全面推广奠定了坚实基础，并为实现农业高质量发展提供了重要支撑。

3.3. 绿色农产品供给能力持续提升

近年来，我国绿色农产品供给能力持续提升，得益于国家政策的积极推动和市场需求的不断增长。根据《中国农业绿色发展报告 2023》，在 2022 至 2023 年间，我国新发展绿色、有机农产品达 18221 个，同时新登录名特优新农产品 1351 个，建成绿色食品原料标准化生产基地约 1.77 亿亩。这些举措不仅增强了绿色优质农产品的生产能力，也为消费者提供了更多安全、健康的选择。而随着农业生产标准化水平的不断提高，国家农产品质量安全例行监测总体合格率达到 97.8%。这一成就反映了我国在确保农产品质量和安全方面所做的努力，进一步增强了消费者对绿色食品的信任。同时，绿色食品产业链的完善和绿色生产技术的推广，使得绿色优质农产品的市场供给不断扩大，为推动乡村振兴和实现农业现代化奠定了坚实基础[6]。通过这些综合措施，我国正在逐步构建一个更加高效、可持续的农业生产体系，以满足日益增长的市场需求和消费者期望。

3.4. 农业资源利用效率稳步提高

近年来，我国农业资源利用效率呈现稳步提升态势。在农业用水方面，通过推广高效节水灌溉技术和完善农田水利设施建设，农田灌溉水有效利用系数显著提高。在农业科技创新方面，通过实施科教兴农战略，农业科技进步贡献率持续提升，物联网和大数据等技术在农业领域得到广泛应用，农作物耕种收综合机械化水平不断提高。在化肥农药使用方面，通过推广测土配方施肥技术和绿色防控技术，化肥农药利用率稳步提升。在农业废弃物处理方面，通过建立健全农业废弃物收集、运输、利用体系，畜禽粪污、秸秆和农膜的综合利用率均达到较高水平。在农田建设方面，通过实施深耕深松、保护性耕作、秸秆还田等土壤改良措施，农田质量不断提升。此外，通过推广节水灌溉技术、发展智慧农业，农业生产效率和资源利用效率进一步提升。这些成效的取得，为保障国家粮食安全和农业可持续发展奠定了坚实基础。

4. 我国农业绿色发展面临的主要问题

4.1. 区域发展不平衡

我国农业绿色发展在区域层面呈现出明显的不平衡态势。东部沿海地区已经开始构建后工业化经济，服务业占 GDP 比重超过 50%，在能源和环境保护机制、高质量城市生活方式以及绿色就业等方面走在全国前列。相比之下，西部地区由于生态环境复杂、民族文化多样、贫困人口集中等因素，在推进农业绿色发展过程中面临更大挑战。特别是随着西部大开发战略的实施，大量投资涌入和产业转移带来的环境压力不断加大，地方政府对 GDP 增长的片面追求可能会破坏当地脆弱的生态系统。

这种区域发展不平衡的问题还体现在农业绿色发展水平的差异上。根据《中国农业绿色发展报告》显示，在资源节约与保育、生态环境安全、绿色产品供给等方面，各地区发展程度参差不齐[7]。一些地区已经探索出较为成功的经验模式与制度框架，而有些地区仍处于初步试验探索阶段。更为严峻的是，一些高污染企业从富裕城市向其他地区转移的现象仍然存在，使得区域间发展差距进一步扩大。这种不平衡不仅影响了农业绿色发展的整体推进，也加剧了区域间的资源环境压力，不利于实现农业高质量发展的目标。

4.2. 绿色农产品价格优势不显著

对于农业绿色发展而言,其基础与前提在于保障农户的经济效益。然而,目前绿色农产品具有生产成本低、季节性与区域性强、需求量大、消费空间广阔等特点,对市场要求较高,但由于信息不对称、产品定位模糊和营销力度不够等原因,产品价格优势并不显著。从农民收入结构来看,农村居民工资性收入占比不断提升,而经营性收入占比持续下降,绿色农产品所带来的收益主要体现在经营性收入中,这表明绿色农产品尚未给农民带来显著的经济效益。

造成这一问题的原因是多方面的。首先,绿色农产品标准化程度不高,产品质量参差不齐,市场供需信息不对称,导致优质优价机制难以建立。其次,农产品多而不优、品牌杂而不亮,绿色标准体系还不健全,全产业链绿色转型任务繁重,还不适应消费结构升级的需要[8][9]。此外,与农业绿色发展相适应的法律法规和监督考核机制还不健全,生态产品价值实现机制尚未形成,绿色生态的政策激励机制还不完善,这些都制约了绿色农产品价格优势的形成。

4.3. 人才紧缺和流失问题突出

人才是农业绿色发展的关键支撑,但我国目前面临着人才紧缺与流失的突出挑战。一方面,农村地区实用人才比例仍然偏低,人才短缺问题明显。从人力资本与人才开发视角来看,尽管乡村振兴战略推动了农村人才队伍的不断壮大和体系建设的完善,但乡村人才总体数量和质量仍然不足,人才供给增长缓慢,且人才培养与社会发展需求存在脱节。尤其是农业绿色发展对先进生产理念和新技术接受能力的要求较高,农村人才素质的不足进一步加剧了人才短缺的状况。另一方面,由于城乡发展差距不断扩大,农村精英人才大量流向城市,人口受教育程度整体下降。加快的城市化进程导致大量农村青壮年劳动力流失,农村劳动力结构中老年人和妇女比例上升,不利于新技术和新理念在农业绿色发展中的推广和应用。同时,农村地区公共服务供给不足以及缺乏有效的人才激励与保障机制,难以吸引和留住高素质人才。城乡收入差距和职业发展有限等因素,成为人才流失的重要驱动力。

因此,为有效推动农业绿色发展,必须从多维度入手,建立科学的人才培养机制,完善农村公共服务,缩小城乡收入和发展差距,搭建合理的职业发展平台,强化人才激励和保障政策,努力留住和吸引本土及高层次人才。只有解决人才供给不足和流失问题,农业绿色发展才能获得持续的智力支持与创新驱动。

4.4. 市场体系尚不健全

农业绿色发展的市场体系建设仍存在诸多不足。第一,绿色农产品标准认证体系“碎片化”问题突出,面临着资源与环境的双重约束,治理农业面源污染任重道远,优质安全农产品供应不充分[10]。虽然我国已基本建立绿色产品认证的顶层设计,但实践中仍存在绿色产品相关认证较多、不同标准认证之间的区别和联系不够清晰、与国际标准的衔接不够顺畅等问题。除“中国能效标识”外,其他绿色可持续相关认证标准及标识的消费者认知度均不超过50%,通过绿色产品认证的消费者仅占35.9%。这种标准认证体系尚未得到消费者的普遍认可,严重影响了绿色农产品的市场信誉。第二,绿色农产品销售渠道不够完善,市场监管机制亟待加强。一些企业以“绿色”名义大幅提高产品价格,甚至有企业为获取高额利润将“伪绿色”产品混入其中,以假充真,不仅损害消费者权益,也破坏了“绿色产品”的信誉。同时,绿色产品在销售和推广途径上和普通产品并无明显差异,绿色产品销售区、销售摊位等专门销售渠道尚未建立,这不利于消费者对绿色产品的识别和购买。此外,与农业绿色发展相适应的法律法规和监督考核机制还不健全,生态产品价值实现机制尚未形成,绿色生态的政策激励机制还不完善,这些都制约了农业绿色发展市场体系的健全完善。

5. 促进我国农业绿色发展的对策建议

5.1. 完善农业绿色发展评价体系

目前,我国已初步建立了包括资源节约保育、生态环境安全、绿色产品供给和生活富裕美好等维度的农业绿色发展评价指标体系。但仍需进一步健全和完善评价体系,建立科学合理的评价标准。应在坚持系统性、完整性、协同性、科学性和可行性原则的基础上,构建涵盖社会、经济、生产力、资源和环境等多个维度的综合评价指标体系[11],确保评价指标能够真实反映农业绿色发展水平。

为确保评价体系的有效运行,应建立健全农业绿色发展组织体系、领导干部农业生态资源离任审计以及农业绿色发展考核奖惩制度。同时,要加强农业生态资源数据采集与统计体系建设,建立长期固定观测试验站,对资源利用、投入品使用、废弃物回收利用、农产品产出和价格、环境指标变化等情况进行系统监测和分析。此外,还要注重评价结果的应用,依据监测评价结果找准薄弱环节,加快补齐短板,并将评价结果作为制定相关政策和改进工作的重要依据,从而推动农业绿色发展水平的持续提升。

5.2. 构建农业绿色数字化体系

构建农业绿色数字化体系,需要加快推进农业生产数字化、智能化与绿色化改造,组装集成适宜不同品种、不同区域的绿色技术,建立农业绿色发展技术体系。依托数字技术手段,探寻农业生产管理的潜在需求规律,驱动农业资源要素的集约化、标准化、规范化、协作化和高效化,优化产业分工合作模式[12]。同时,要加强农业数据管理和共享,完善数据管理,加快数字化转型,包括数字化资料收集、数据处理分析以及农业绿色发展背景下的数据利用。

在具体实施层面,要构建数字化绿色化农资供应与服务体系,支持联合农资生产、服务与流通企业力量,探索依托数字化平台搭建智能化绿色化农资供应体系。要加强数字技术在农业生产全过程的应用,通过三维建模、模拟仿真等数字化绿色设计技术,智能排产调度、先进过程控制等智能化生产技术,以及供应链信息共享平台等绿色供应链管理技术,优化生产效率、降低生产成本,实现低能耗、低排放。此外,还要推动数字技术赋能行业绿色转型从单一环节向多环节转变,推动数字赋能工业生产向上游绿色设计、下游废品回收再利用延伸,构建完整的农业绿色发展数字化产业链。

5.3. 培育新型农业经营主体

培育新型农业经营主体是推动农业绿色发展的重要力量。要坚持政府引导、市场主导、农民主体的原则,通过完善扶持政策体系,重点培育和发展家庭农场、农民合作社等新型农业经营主体[13]。应加大对新型农业经营主体的指导和服务力度,推进农民合作社质量提升,建立健全促进现代农业产业园区、产业强镇、产业集群绿色发展机制。同时,要支持新型农业经营主体带动普通农户发展绿色种养,提供专业化全程化绿色技术服务,推动农业生产数字化、智能化与绿色化改造。

要加强新型农业经营主体的科技创新能力建设。支持高等院校、科研院所与新型经营主体共建科研与农业技术推广生产基地,通过推行技物结合、农业高产创新、农机农艺结合、全程服务等模式,加大农业科技成果转化和推广投入。鼓励新型农业经营主体采用绿色防控技术模式,实施精准标准施肥,实现农业投入品减量增效,开展生态健康养殖,配套建设畜禽粪便收集、处理和资源化利用设施,实现种养结合、生态循环发展。据此,需要引导广大农民树立环保意识,理解科学种植的必要性,领悟可持续发展的意蕴,从而推动农业生产高效发展,全面提高农产品质量[14]。通过培育壮大新型农业经营主体,推动形成“政府-市场-农民”协力推进农业绿色发展的高效机制,为实现农业高质量发展提供有力支撑。

5.4. 健全绿色农产品市场体系

健全绿色农产品市场体系是推动农业绿色转型发展的关键保障。建议在政府主导和背书下，建设由第三方专业机构运营的全国性绿色农产品信息与交易平台，实现绿色农产品的实时信息共享与透明交易，提升市场运作效率与公平性。同时，应设计差异化补贴机制，针对小农户的实际情况降低认证门槛，激励其积极参与绿色认证，促进绿色产品供给的多元化与高质量发展。

此外，应加快农产品批发市场的转型升级，完善分拣加工、冷藏冷库、检验检疫及废弃物处理等配套基础设施，推动市场数字化信息体系建设，实现农产品供应链全过程可追溯。建立以产品品质为导向的“生产-追溯-监管”闭环管理体系，完善绿色农产品标准与认证体系，推动农业生产标准化、品牌建设与安全质量监管，促进优胜劣汰和产业质量提升。

同时，应构建区域协同发展机制，充分发挥东中部地区市场和加工优势，以及西部地区原料和特色产品优势，形成优势互补和合作共赢的格局。探索建立统一的标准、认证与标识体系，加强绿色产品标识管理，推动与国际标准的衔接，有效构筑农产品质量安全防线，确保农产品从田间到餐桌全程无害化[15]。加大对绿色消费市场的监管执法力度，强化绿色产品的质量监测与市场秩序维护，完善农产品质量安全追溯制度，确保绿色农产品质量安全可靠。然而，该类措施在具体实施过程中存在一定风险。首先，信息平台的运营安全性与公正性需得到保障，防止数据滥用和市场操纵。其次，差异化补贴机制可能导致资源分配不均或激励失灵，应建立科学合理的补贴审核与动态调整机制。最后，标准体系的统一可能造成地方特色产品的发展受限，需在标准制订中兼顾区域差异和特色优势，避免“一刀切”。因此，应同步配套健全监管机制、风险防控体系及利益维护制度，确保绿色农产品市场体系的健康、稳定发展，从而有效促进农业绿色转型与生态环境的和谐共生。

6. 结论

我国农业绿色发展已取得显著成效，但仍面临诸多挑战。在政策体系逐步完善、绿色生产方式不断推广、绿色农产品供给能力持续提升以及农业资源利用效率稳步提高的同时，区域发展不平衡、绿色农产品价格优势不显著、人才紧缺和流失问题突出以及市场体系尚不健全等问题仍然存在。这些问题不仅制约了农业绿色发展的进程，也影响了农业高质量发展目标的实现。

为推动我国农业绿色发展迈上新台阶，需要采取系统性、综合性的对策。完善农业绿色发展评价体系，构建农业绿色数字化体系，培育新型农业经营主体，健全绿色农产品市场体系等措施的实施，将为农业绿色发展提供强有力的支撑。通过这些举措，我国农业有望在保障粮食安全和重要农产品有效供给的基础上，实现生产方式的绿色转型，提高资源利用效率，改善生态环境，最终达成农业可持续发展的目标。这不仅关乎农业自身的发展，更是实现乡村全面振兴和农业农村现代化的重要保障，对于建成社会主义现代化强国具有深远的战略意义。

参考文献

- [1] 尹昌斌, 程磊磊, 杨晓梅, 等. 生态文明型的农业可持续发展路径选择[J]. 中国农业资源与区划, 2015, 36(1): 15-21.
- [2] 金书秦, 牛坤玉, 韩冬梅. 农业绿色发展路径及其“十四五”取向[J]. 改革, 2020(2): 30-39.
- [3] 尹昌斌, 李福夺, 王术, 等. 中国农业绿色发展的概念、内涵与原则[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(1): 1-6.
- [4] 任晓刚, 李冠楠, 王锐. 农业绿色发展支持政策的问题、成因与路径[J]. 新视野, 2022(1): 62-66.
- [5] 周宇晗. 建设农业强国背景下农业绿色生产方式发展路径研究[J]. 生态经济, 2024, 40(1): 230-231.
- [6] 茅峰峰. 增加绿色农产品供给推进农业高质量发展[J]. 上海农村经济, 2022(7): 13-14.

-
- [7] 熊素, 罗蓉. 双碳目标下中国农业绿色发展: 理论框架、困境审视及破局之道[J]. 农村经济, 2023(2): 106-115.
- [8] 孙炜琳, 王瑞波, 姜茜, 等. 农业绿色发展的内涵与评价研究[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(4): 14-21.
- [9] 赵亮, 张婷. 四川省农业绿色发展水平评价及障碍因素分析[J]. 农村经济与科, 2024, 35(21): 108-111.
- [10] 于法稳. 新时代农业绿色发展动因、核心及对策研究[J]. 中国农村经济, 2018(5): 19-34.
- [11] 张建杰, 崔石磊, 马林, 等. 中国农业绿色发展指标体系的构建与例证[J]. 中国生态农业学报, 2020, 28(8): 1113-1126.
- [12] 胡霜, 王火根, 肖丽香. 数字技术赋能农业绿色发展: 内在机制与典型实践[J]. 中国工程科学, 2024, 26(2): 150-159.
- [13] 丁兴安. 发达国家绿色农业发展经验及对中国的启示[J]. 新疆农垦科技, 2024, 47(5): 59-62.
- [14] 余道年. 乡村经济助力农业绿色发展的内涵阐释和路径选择[J]. 中国集体经济, 2024(34): 1-4.
- [15] 李哲敏, 刘磊. 保障我国农产品质量安全面临的挑战及对策研究[J]. 中国科技论坛, 2012(10): 132-137.