

本刊专稿

生态学在美丽中国建设中的作用

李若男, 郑华*, 朱永官

摘要 美丽中国建设以生态保护和绿色发展为核心, 致力于实现人与自然和谐共生, 构建生态文明国家。生态学作为研究生物与环境关系的科学, 与美丽中国建设密切相关。一方面, 生态学为美丽中国政策制定和实施提供理论支持; 另一方面, 美丽中国建设为生态学理论创新和实践提供了机遇, 促进了生态学与现代科技的融合。从美丽中国建设中的生态学内涵出发, 识别其中涉及大气环境治理、生物多样性保护、推动绿色经济发展、水污染和土壤污染、治理等的重点生态学领域, 实施中的经验和成效, 如能源结构优化、自然保护地体系建设、推动“双碳”目标实施等, 从技术方法、理论支持、评估决策及法律机制等方面解析了美丽中国建设对生态学的需求, 最后指出了其在概念扩展、理论突破、技术创新、应对气候变化及完善法律机制方面带给生态学未来发展的机遇和启示。

关键词 美丽中国; 生态学; 生态环境保护; 人与自然和谐共生

改革开放以来, 中国经济发展经历了从追求数量和速度到注重质量和效益的深刻转变。在此背景下, 为解决生态环境对经济发展的制约问题, 确保实现国家和人类社会的永续发展目标, 党的十八大报告提出美丽中国建设理念, 将其纳入“十三五”规划; 随后, 党的十九大和二十大报告进一步明确了分阶段的实践目标。在美丽中国建设的推动下, 预计到 21 世纪中叶, 中国将全面实现生态文明提升, 构建绿色发展方式和生活方式, 重点领域实现深度脱碳, 生态环境健康优美, 生态环境治理体系和治理能力现代化, 全面建成美丽中国。美丽中国建设的核心不仅在于保护和恢复生态系统, 还强调绿色发展的推广与资源的高效利用, 其总体和阶段性目标明确体现了建成生态环境良好的生态文明国家, 以及实现人与自然和谐共生

的双重含义。

生态学作为研究生物与环境相互关系的科学, 与美丽中国建设有着天然的联系。从核心理念看, 美丽中国倡导人与自然和谐共生, 这一理念与生态学中生物与环境动态平衡原则高度契合。从相互关系看, 生态学在美丽中国建设中发挥着重要作用。一方面, 生态学研究为美丽中国政策制定与实施提供了理论支撑^[1]。例如, 保护生物多样性不仅有助于维持生态平衡, 还能推动旅游业发展; 生态农业的推广不仅提升了农产品质量, 还减少了环境污染。此外, 生态学基本概念使人们认识到生态系统提供的多种服务(如水源涵养、空气净化、土壤肥力维持)的重要性, 从而使生态保护在政策设计中占据更加重要的位置。通过生态学视角, 决策者能够更加全面地评估生态保护与经济发展的关系, 推动可持续发展。另一方面, 美丽中国建设为生态学理论和方法的发展提供了宝贵的实践机遇。其在空间优化和

中国科学院生态环境研究中心, 区域与城市生态安全全国重点实验室, 北京 100085

收稿日期: 2024-11-09; 修回日期: 2025-01-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(41925005, 42361144872)

作者简介: 李若男, 研究员, 研究方向为流域生态系统服务, 电子信箱: rmln@rcees.ac.cn; 郑华(通信作者), 研究员, 研究方向为生态系统过程与服务, 电子信箱: zhenghua@rcees.ac.cn

引用格式: 李若男, 郑华, 朱永官. 生态学在美丽中国建设中的作用[J]. 科技导报, 2025, 43(11): 22-33; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2025.01.00099

“双碳”目标上的积极实践,激发了科研人员在生物多样性保护、土地资源管理、碳汇等领域的新探索,推动了新的理论框架和实践经验的形成^[3];基于人工智能、大数据和遥感技术的发展,科研人员得以实现更全面的生态数据分析,深化对生态系统演变规律的认知,同时促进生态学与其他学科的交叉融合^[3];此外,美丽中国建设通过加强公众参与和市场机制引入,不仅提高了公众的生态意识,还为生态学提供了新的数据来源和应用场景,进一步推动了生态系统在自然-社会-经济复合生态系统中的理论创新和 method 改进^[4]。

为深入阐释生态学的美丽中国建设的相互作用,本文在识别美丽中国建设与生态学相关重点领域的基础上,梳理了国内外研究进展与治理成效;结合中长期目标,提出美丽中国建设对生态学研究的新需求与挑战。研究成果不仅为生态学领域的理论与实践发展提供了有益指引,也为全球生态治理体系的完善、人居福祉的提升,以及绿色经济和产业转型提供了重要支持。

1 美丽中国建设中的生态学意义

1.1 美丽中国的背景和内涵

为应对改革开放以来中国经济发展结构及发展模式的转变,从重发展的数量、速度变为向发展要质量和效益,并从根本上解决生态环境对经济发展的制约,维系中国乃至人类社会永续发展的目标,在党的十八大报告中提出了美丽中国建设奋斗目标,将其纳入“十三五”规划;并在十九大、二十大报告中,提出了分阶段的具体研究目标:到2027年,绿色低碳发展深入推进,主要污染物排放总量持续减少,生态环境质量持续提升,国土空间开发保护格局得到优化,生态系统服务功能不断增强,城乡人居环境明显改善,国家生态安全有效保障,生态环境治理体系更加健全,形成一批实践样板,美丽中国建设成效显著。到2035年,广泛形成绿色生产生活方式,碳排放达峰后稳中有降,生态环境根本好转,国土空间开发保护新格局全面形成,生态系统多样性稳定性持续性显著提升,国家生态安全更加稳固,生态环境治理体系和治理能力现代化基本实现,美丽中国目标基本实现。展

望21世纪中叶,生态文明全面提升,绿色发展方式和生活方式全面形成,重点领域实现深度脱碳,生态环境健康优美,生态环境治理体系和治理能力现代化全面实现,美丽中国全面建成。这体现了美丽中国建成生态环境良好的生态文明国家和建设人与自然和谐共生的生态文明社会的双重含义。

随着美丽中国概念的不断深化完善,其所坚持的让人类共享自然之美、生命之美、生活之美的主旨内涵也日益显现^[5]。享自然之美在于创造良好的生态空间,提供舒适宜居的生活环境,实现山清、水秀、天蓝的生态家园;享生命之美需遵循人与自然生命共同体的理念,尊重、顺应自然规律,坚持绿色及可持续发展,实现人与自然和谐共生;享生活之美则体现了为人类创造美好生活的价值引领,也是将美丽中国的具体目标转化为提升人类生活质量、结合幸福指数的重要保障。因此,明晰美丽中国在生态学方面的重点建设领域,梳理国内外的先进经验,并在此基础上阐明未来美丽中国建设对生态学的需求以及挑战,不仅能够启示美丽中国建设的未来发展方向,还能够为创新中国特色的生态文明制度体系提供支持。

1.2 美丽中国研究内容中的生态学内涵

中共中央、国务院在2024年1月11日印发了《关于全面推进美丽中国建设的意见》(下简称《意见》)。《意见》在锚定主要目标的基础上,着重指出了美丽中国建设的转型方向、重点领域、重点地域,并从培育弘扬生态文化、践行绿色低碳生活方式、建立多元参与行动体系等方面部署了美丽中国全民行动的主要内容,从改革完善体制机制、强化激励政策、加强科技支撑、加快数字赋能等方面完善了健全美丽中国建设的保障体系。

从《意见》的具体要求看,美丽中国是生态文明在生态环境领域的具象化,其建设过程中所涵盖的理论与方法覆盖了生态学中的各个分支。从生态要素上看,需要充分认知水、土、气等生态环境要素的迁移转化机理;从生态系统结构和功能上看,需要彻底阐明生态系统的空间分布和时间动态规律,以及影响因素;从生态产品的供需来看,需要厘清供需关系、传输路径及受益范围;从生态经济角度看,亟需完善相关法律法规,以及补偿和激励机制。

2 重点生态环境研究领域及经验成效

2.1 美丽中国建设中的重点领域识别

对中国知网数据库近 5 年含有美丽中国关键词的科研论文采用 VOSviewer 科学知识图谱软件进行网络分析(图 1),结果可以看出,其中涉及生态环境领域呈现出 4 项主要类别:首先,针对大气领域的研究最为集中,其中重点关注与雾霾和京津冀相关的内

容^[6-19];第二类为生物多样性领域,包含了自然保护区、国家公园、国土空间、生态文明、生态系统服务等关键词^[20-30];第三类聚焦绿色低碳和“双碳”目标领域,包含可持续发展、绿色金融、生态文明建设等关键词^[31-37];第四类是水污染和土壤污染治理领域,二者协同或者与大气污染三者协同治理是该领域关注的重点^[38-47]。本文将针对以上重要领域展开进展及成效分析。

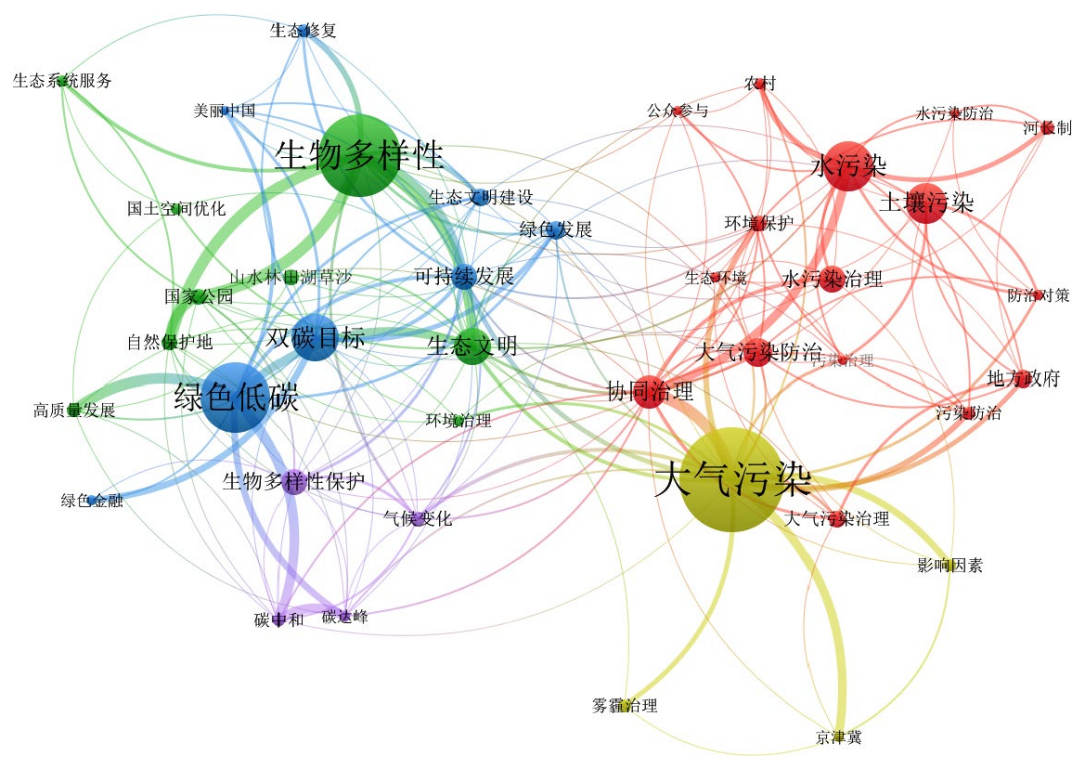


图 1 美丽中国建设中重点生态学领域网络分析

2.2 大气环境领域进展及经验成效

2.2.1 大气环境治理研究进展

人类对大气污染的关注始于 20 世纪欧美地区发生的严重烟雾事件,如:20 世纪 30 年代比利时马斯河谷烟雾,40 年代美国洛杉矶及多诺拉烟雾,50 年代的伦敦烟雾等。这些由工业发展而引发的大气污染事件,在短时间内对公共安全造成了极大的危害,使得如何遏制短期空气污染从而减少与之相关的暴露人口死亡成为大气领域最初研究的重点^[48]。随着污染源的迁移、工业生产水平及污染物治理技术的提升,全球大气中甲烷、氮氧化物、硫化物和颗粒物的浓度已有明显降低^[49]。

目前,大气环境治理目标已经由解决短期空气污

染过渡到遏制失控的长期气候变化。虽然大气污染物的涵盖范围远超过导致气候变化的温室气体,但在治理大气污染的过程中,使得应对气候变化方面也取得了一定的效果^[50-51]。有研究表明,依靠技术的提升和政策的导向,对气候变化影响大但寿命短的污染物(如甲烷、臭氧等)治理已取得了明显的成效,显著地降低了触发危险气候临界点的概率^[48,52-53];与此同时,二氧化碳、氟化物这类在大气中存留时间长的污染物仍需要引起人类持续的关注^[50,54-55]。

现阶段,大气环境治理中还面临气候变化和污染物类型转换带来的新问题。近年全球平均地面风速下降,静息天气增加,近地面大气扩散条件变差^[56];全球能源结构转型正持续展开,大气污染物类型也由传

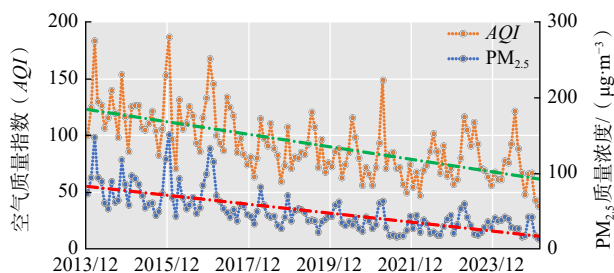
统的化石能源污染物转变为受国际公约管控的持久性有机污染物、内分泌干扰物等新兴污染物^[57-58]。为应对这些变化,全球各国从不同侧面探索大气污染、气候变化及经济发展三者之间的协同途径。丹麦通过立法、增税及设立国家层面的相关项目来控制含氟气体的排放、禁止氢氟碳化合物的使用,并开发替代产品^[59];芬兰通过立法、公众参与及能源替代等方案极大地降低了黑碳的排放,并通过能源与环境伙伴关系项目(The Energy and Environment Partnership Program, EEP)实施技术开发及转让^[60];德国利用提高全国能源绩效的一揽子措施,制定了提升空气质量、控制空气污染的行动计划,有效减少了大气中细颗粒物及黑碳的浓度^[61]。这些经验均表明,大气污染的治理需要从顶层制度开始设计,推动产业变革、健全相关制度,协同应对气候变化与大气污染控制,才能在气候、健康和经济发展等多方面取得共赢。

2.2.2 中国大气环境治理经验成效

在美丽中国建设中,大气环境治理始终是生态保护的重要内容,并因其显著的感官效果成为污染防治的核心领域。2013年,国务院发布《大气污染防治行动计划》(“大气十条”),提出了涵盖重点行业整治、产业结构调整、能源优化、机动车污染治理等35项措施的综合治理方案。此后,《打赢蓝天保卫战三年行动计划》和《空气质量改善行动计划》等接续出台,通过因地制宜调整治理方案,取得了显著成果。在“十三五”期间,全国空气质量显著提升,达标城市数量明显增加,优良天数比例提升,PM_{2.5}浓度下降超出规划目标。2023年,全国地级及以上城市PM_{2.5}年均质量浓度为30 μg/m³,优于年度目标,标志着“十四五”治理继续取得成效。

通过美丽中国建设过程中的大气污染治理攻坚,京津冀及周边地区的重污染成因机理被全面辨识,北京市PM_{2.5}的改善程度被联合国环境规划署评价为“北京奇迹”(图2)。

中国大气污染成功的防治经验来源于以下4大机遇和关键举措:(1)能源结构优化:2013—2020年,中国天然气消费量翻番,全国淘汰40多万台燃煤锅炉和窑炉,减少煤炭消费约5亿t。(2)供给侧结构性改革:淘汰落后产能、清理“散乱污”企业、调整化工产业布局等行动为区域环境改善奠定基础。(3)科技



绿色及红色点划线分别为AQI及PM_{2.5}线性拟合趋势,

数据来源:中国环境监测总站

图2 北京市空气质量指数及PM_{2.5}月均值

创新突破:通过自主研发高水平治理设施和精准预测系统,有效解决了跨区域污染和复杂污染问题。(4)完善督查机制:中央环保督察制度的推行确保地方政府对空气质量负责,实现治理闭环管理。

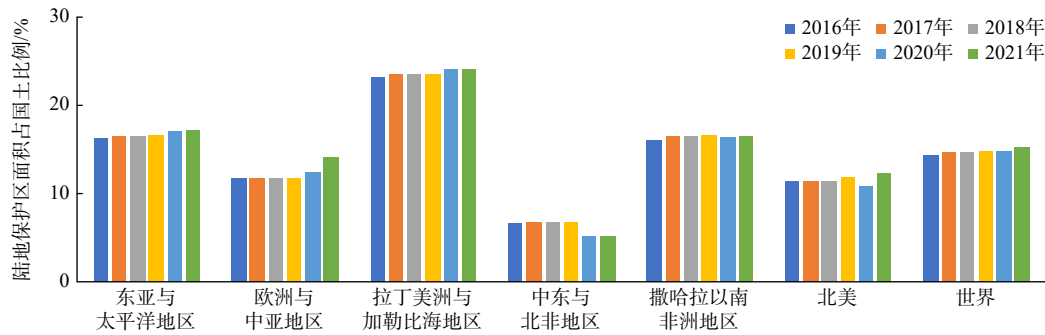
2.3 生物多样性保护领域进展及经验成效

2.3.1 生物多样性保护进展

人类对生物多样性的保护源于生态系统退化带来的切身危机感受。较早的生物多样性保护主要针对人类捕杀较多的物种,如19世纪末期对野象的关注^[62]。随着人类对自然干扰的加剧,生物多样性保护理论与实践也逐渐发展成熟,为应对日益严重的生物多样性丧失,1992年,各国政府在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上共同签署了《生物多样性公约》。在后续几十年间,各国政府陆续设立并签署了多项与生物多样性保护相关的战略计划,但全球生物多样性丧失的趋势并未发生实质性改变^[63-64]。

在此种情况下,全球各地区自然保护区制度的设立及发展成为生物多样性保护过程中不可多得的亮点,为生态系统及生物多样性保护做出了贡献(图3)。

联合国在《生物多样性公约》第八条中对各个缔约方在自然保护区生物多样性保护方面提出了明确的要求,例如建立自然保护区体系、恢复退化的生态系统、促进受威胁物种的保护与种群恢复、防控外来入侵物种等。在联合国环境规划署(UNEP)发布的《2020年保护地球报告》中,全球所有记录的自然保护区和受保护区域占陆域和海域的比例分别达到16.64%和7.74%。美国作为世界上最早建立自然保护区的国家,已经建立了较为完整的国家等级的保护地体系,包括国家公园、国家荒野保护地、国家森林、国家野生生物避难地等,占国土陆地面积的16%^[65];



数据来源: 联合国环境署和世界保护监测中心

图3 全球主要地区保护地占国土陆地面积比例

德国构建了占国土面积 25% 的自然保护地体系,包括自然公园、国家公园、自然保护区、生物保护圈等^[66]。对于已建立自然保护地体系的国家来说,其管理模式大多在世界自然保护联盟(IUCN)6类分级管理基础上^[67],结合自身特征进行构建。除了差异化的管理制度外,美国、日本、俄罗斯、加拿大等国家还通过严格的立法加强保护地的建设和管理,并明确了管理的授权和责任归属^[68]。

目前,生物栖息地退化丧失、自然资源过度消费、环境污染、气候变化、外来物种入侵等严重威胁着生物多样性。联合国报告已指出,生物多样性的丧失会极大增加疾病从动物传播给人的风险;但也强调,虽然 2010 年在名古屋通过的“爱知生物多样性目标”并未完全实现,但几乎所有国家现在都在采取措施来保护生物多样性。

2.3.2 中国生物多样性保护经验成效

自然保护地体系建设是实现生态系统完整性和生物多样性保护的重要抓手。中国虽起步较晚,但已构建了以国家公园为核心,结合自然保护区和自然公园等多层级保护体系。国家公园试点于 2015 年启动,2021 年设立首批 5 个国家公园(如三江源、东北虎豹等),形成了具有全球价值和国家象征的生态保护网络^[69]。2024 年 1 月,中国更新发布了《中国生物多样性保护战略与行动计划(2023—2030 年)》,围绕生物多样性主流化等 4 个优先领域部署了 27 个优先行动和 75 个优先项目,成为《生物多样性公约》第十五次缔约方大会(COP15)后率先展开行动的国家之一。

中国国家公园体系建设取得了显著成效。(1) 保护范围和物种增加:覆盖 23 万 km²,保护近 30% 陆域国家重点保护物种。(2) 制度逐步完善:构建了 10 余

项管理标准,形成较为系统的制度框架。(3) 旗舰物种恢复显著:如藏羚羊种群增至 7 万多头,东北虎和东北豹数量显著增长。(4) 生态系统稳定性提升:长江、黄河、澜沧江源头等区域实现整体保护。

2.4 “双碳”目标及绿色经济领域进展及经验成效

2.4.1 “双碳”目标及绿色经济研究进展

“双碳”目标的设定源于人类对气候变化的关注。1992 年,各国政府在巴西里约热内卢签署的《联合国气候变化框架公约》(以下简称《公约》)表明了全人类应对气候变化的决心。《公约》的最终目标是将温室气体浓度稳定在“防止气候系统受到危险的人为干扰的水平”上,并指出,“这一水平应当在足以使生态系统能够自然地适应气候变化、确保粮食生产免受威胁并使经济发展能够可持续地进行的时间范围内实现”。《公约》明确了工业化国家在应对全球气候变化中的行动责任,并指出工业化国家同意支持发展中国家应对气候变化,除了向发展中国家提供资金支持外,还要专门为其气候行动提供财政和技术支持。

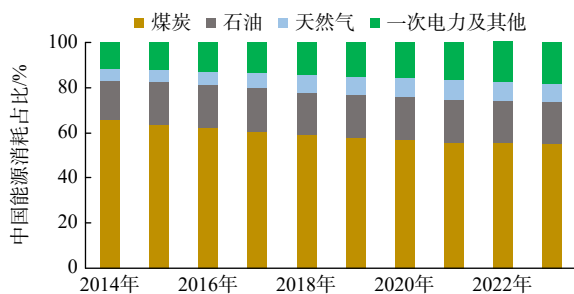
2015 年《巴黎协定》,全球重要经济体均对碳中和做出了时间承诺。欧盟及欧洲主要国家制定了系统的转型策略,并确定了以碳中和引领经济增长的战略方向^[70];1992 年至今,欧盟签署了一系列与气候变化及碳排放相关的政策及法规,积极推动减碳政策和经济措施的实施,并取得了较好成效;从排放量看,欧洲 2020 年碳排放量为 36.2 亿 t,比 1990 年下降了 33.7%^[71]。与欧洲相比,日本将碳中和过程视作新的经济增长点,制定了绿色经济增长战略,减碳政策以新能源开发利用、创新减排技术和绿色发展产业为主;日本环境省公布的数据显示,日本温室气体排放 2013 年达到 14.08 亿 t 后连续下降,2020 年排放量

为 11.49 亿 t,同比减少 5.1%^[72]。

此外,为了有效降低实现碳中和的社会经济成本,各国在不同程度上运用了财税政策和市场机制进行调控。欧盟的碳交易机制(The European Union Emissions Trading System, EU-ETS)于 2005 年正式实施,并促使欧盟能源结构发生了巨大变化^[73]。统计数据显示,2012—2020 年,欧盟通过在碳市场拍卖碳配额获得了超过 570 亿欧元的总收入,这些资金被投入由欧盟资助的气候项目中。2010 年,日本在东京构建了世界上第一个城市级强制排放交易体系,并实现了良好的履约率;以此为基础,日本陆续设立了国内多层次碳交易系统。尽管美国在 2020 年正式退出了《巴黎协定》,但多个州、市政府加快了气候行动,自发建立了区域性碳减排政策,较为有代表性和影响力的计划包括区域温室气体倡议(Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI)、西部气候组织(Western Climate Initiative, WCI)和芝加哥气候交易(Chicago Climate Exchange, CCX)等^[74]。

2.4.2 中国绿色低碳发展经验成效

中国自加入《巴黎协定》以来实施了一系列应对气候变化战略、措施和行动,积极参与全球气候治理,在应对气候变化方面取得了积极成效。借助美丽中国理念,中国积极推进应对气候变化的国家战略,积极减缓并主动适应气候变化。《中国应对气候变化的政策与行动 2023 年度报告》显示,中国 2022 年碳排放强度比 2005 年下降超过 51%,非化石能源占能源消费比重达到 17.5%(图 4);《中国电力发展报告 2023》显示,2022 年全国发电量 8.7 万亿 kW·h,非化石能源发电量达到 36.2%;中国还积极推进产业结构调整优化升级,新能源车产销量已连续 8 年位居全球第一(截至 2023 年 6 月底,全国新能源车保有量达



数据来源:国家统计局

图 4 中国能源消耗占比

1620 万辆,占全球 1/2 以上)。

此外,中国还协同其他国家,积极推动全球可再生能源的商业化,例如经由技术突破,使得全球风电和光伏发电成本分别下降了 80% 和 90%;在协助其他发展中国家应对气候变化方面,中国已与 40 个发展中国家签署 48 份气候变化南南合作谅解备忘录,通过合作建设低碳示范区、开展减缓和适应气候变化项目、组织能力建设培训等方式,为其他发展中国家提供支持。

2.5 水、土污染治理研究进展及经验成效

2.5.1 水、土污染治理领域研究进展

水、土污染由于其地域性特征,使得其治理措施及相关政策也随具体问题而变化。随着经济发展及人口扩张,人类对水量及水质的需求日益增加,对土壤安全的要求也日趋提升,世界各国都十分注重水、土资源的综合性统筹规划和管理。欧美等工业化国家在发展过程中均经历过地表水黑臭、土壤和地下水污染的治理改善过程,但解决途径和侧重点各有不同。

德国在 20 世纪处理莱茵河跨境水体污染问题时,高度重视整体理念的构建。成立了由德国、法国、瑞士等国家共同组成的“保护莱茵河国际委员会”,实施整体性生态规划,注重莱茵河大生态系统治理的理念,对城市、农村和社区以及森林、湖泊进行协同治理^[75]。在处理鲁尔区土壤污染问题时,首先立足构建于全面解决老矿区遗留下来的土地破坏和环境污染问题的理念框架;在矿山治理方面建立起比较完备的法律体系,如《德国经济补偿法》《德国矿产资源法》等,保证煤炭开采补偿有法可依。美国在治理水体和土壤污染问题时十分注重立法先行。美国最早的水法是与饮用水相关的《联邦水污染控制法》,该法在 1977 年修订后改名为《清洁水法》,与《安全饮用水法》构成了美国水土污染排放控制和水源地保护的框架,为美国的水安全提供了根本保障;此外,美国还建立了一套完善的水质监测与应急体系,监测内容涵盖了常规和非常规污染物,并通过检测结果指导后续管理措施的制定^[76]。

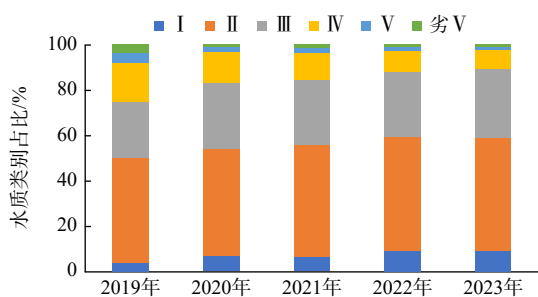
目前,全球水、土污染正面临着气候变化和人类活动的双重压力。频繁且严重的旱涝,一方面造成了环境容量的下降,同时还加剧了可利用水、土资源的短缺;另一方面不断出现的新型污染物也极大提升了

污染治理的经济成本和技术难度。为应对新的情势,各国政府均在激励工业和经济部门通过改变工艺和材料减少新污染源,并研发诸如土壤蒸汽提取等物理技术,以及旨在降解或固定土壤、水体污染物的化学生物处理技术,从源头和过程两面对水、土污染进行控制及治理。

2.5.2 中国水、土污染防治经验成效

蓝天、碧水、净土保卫战是美丽中国建设的重要战略组成。其中由于地表水-土壤-地下水间的强关联性,使得在治理修复时需进行协同考虑。近年来,中国陆续修正了《中华人民共和国水污染防治法》、实施了《水污染防治行动计划》《土壤污染防治行动计划》《全国地下水污染防治规划(2011—2020)》等政策方案,并取得了一定的成效。

“十三五”期间,全国地表水水质优良断面比例提高到 83.4%,劣 V 类断面比例下降到 0.6%,地级及以上城市黑臭水体消除比例达 98.2%(图 5);污染地块安全利用率达到 93% 以上,土壤环境风险得到有效管控;实现全国 1170 个地下水考核点位质量极差比例控制在 15% 左右,持续开展全国地下水状况调查评价,基本掌握 440 万 km² 1:25 万比例尺区域地下水质量。2023 年,全国主要水污染物排放总量继续保持下降,国家地表水优良水质断面比例达到 89.4%,地下水水质总体保持稳定;农用地土壤环境状况总体稳定,受污染耕地安全利用率达到 91% 以上。



数据来源:中国生态环境公报

图 5 全国地表水水质类别占比

3 美丽中国建设对生态学研究的需求

美丽中国建设是推动可持续发展的重要战略,强调生态文明和人与自然的和谐共生。其涉及范围广泛,包括生态修复、污染治理、资源循环利用等多项

内容,对生态学研究综合性、创新性和应用性提出了更高要求。面对复杂多变的生态问题,需要进一步整合多学科知识,从技术、方法、决策、机制等方面更好地服务美丽中国建设的宏伟目标。

3.1 对环境监测与数据分析新兴技术的需求

美丽中国建设要求更高效、精准的生态环境监测技术,以实时掌握生态环境动态,为科学决策提供有力支持。随着遥感、无人机等技术的发展,现代监测手段实现了从局部到全域的动态覆盖。高分辨率影像和实时数据分析技术能够快速捕捉生态环境的变化,如空气质量、水污染和土地利用等问题,从而提升监测效率和应急响应能力。大数据和人工智能技术为生态学研究带来了革命性突破。这些技术不仅加速了数据收集与分析,还使研究者能够揭示复杂生态系统的动态变化规律。通过多源数据整合与深度学习算法,生态学家能够更准确地预测生态风险,为政策制定者提供精确支持。

新兴技术的应用能够为公众参与创造条件。通过便捷的环境监测平台,公众能够实时获取环境数据,参与环境治理,增强环保意识。同时建立由政府、科研机构、企业和社会组织共同组成的多层次生态监测体系至关重要。协同合作可以实现全国范围内环境数据的高效共享与利用,提升整体生态管理能力。

3.2 对跨学科研究理论与方法创新的需求

实现美丽中国建设的目标需要多学科的深度协作。生态学、环境科学、经济学、社会学等需形成合力,共同解决复杂的生态问题。经济学的融入有助于探索绿色经济和循环经济的发展路径,为设计生态补偿机制和制定合理的环境政策提供理论基础;社会学的视角则能推动生态文明价值观的传播和公众意识的提升。

此外,研究方法的创新对于应对复杂环境问题也尤为重要。在自然-社会复合生态系统的研究中,需要开发更具预测性的综合模型。这些模型通过整合多学科知识,能够模拟不同情境下生态系统的变化,为生态治理与政策设计提供更加科学的依据。

3.3 对标准化评估与决策支持系统的需求

完善的生态系统健康评估体系对于美丽中国建设具有重要意义。基于多维度指标的评估体系不仅为生态修复提供了科学依据,也为政策决策提供了坚

实支持。智能化决策支持系统可以整合大数据、人工智能等技术,对生态系统的状态进行实时评估与优化,帮助决策者及时发现问题并制定差异化政策。智能化系统的优势还在于其动态反馈能力,不仅能支持政策制定,还可在政策实施中提供优化建议,从而提升生态治理的效率和质量。

结合数据融合、高性能计算等功能的标准化决策支持系统,能够实现参数统一化、评估方法标准化和决策智能化,为解决评估结果不可比、决策不实用等问题提供途径,有助于美丽中国建设效果的评估及政策应用。

3.4 对完善法律法规及市场机制的需求

中国与生态环境相关的法治体系仍在不断完善的过程中,许多历史遗留问题亟待解决,未来可能面临的问题也需要提前考虑。现阶段,地方生态治理缺乏统一标准,环境违法成本低、公众参与机制薄弱。在美丽中国建设中,国家公园体系和生态产品价值实现机制等方面的法律和制度短板日益明显。

对国家公园体系来说,国家层面目前仍无专项立法。国家公园作为新的也是最重要的自然保护地类型,法律地位不明确,规划设立、保护管理、保障监督等缺乏法律依据,已成为国家公园建设实践中亟须解决的问题。制定国家公园法,是高质量推进国家公园建设,科学保护和合理利用自然资源,促进人与自然是和谐共生,推进美丽中国建设的客观要求和迫切需要。

在绿色金融及生态产品价值实现方面,现有的市场机制并不健全,碳排放权交易、用能权交易、水权交易、林权交易、碳汇交易等市场交易活跃度有待提升。目前中国生态产权交易立法仍滞后于交易实践,明确权属、摸清底数、查清边界、发放权属证、确定经营管理模式等方面的政策尚不完善。此外,现有生态产品价值实现的制度严重滞后,适应生态产品价值实现的金融创新面临较多障碍,迫切需要国家进行涉及产权制度和市场交易规则的顶层设计。

4 美丽中国建设带给生态学的发展机遇与启示

美丽中国为了应对及权衡生态环境与社会经济发展之间的矛盾和问题而提出,其建设过程不仅映射了生态环境保护在中国的发展历程,更是对生态环境

相关理论、方法和应用的一次全面考察和检验。美丽中国不仅要破解历史遗留并解决现有的生态环境问题,实现绿水青山的优美自然环境;还需要预判未来可能产生的重要生态环境问题,预留解决方案;更需根据不同区域生态系统特点,打造差异化的绿色发展模式;并要在体制机制上着力完善,为在中国贯彻生态文明思想,在全球推进生态文明建设、实现可持续发展目标奠定基础。主要从以下几个方面给生态学研究带来了机遇与启示。

4.1 促进生态学概念的扩展

生态学起源于欧洲的文艺复兴时期,最初是延续着生物习性和生态特征的相关知识发展起来^[77]。很长一段时间内,生态学在中国的学科框架下作为生物学下设的二级学科存在。随着中国对生态环境问题和生态文明建设的日益重视,见诸报端和人们口中的生态学与传统的生态学科定义已然大相径庭。目前,传统生态学科内涵和学科体系无法满足其学科建设和社会发展的需求。现代生态学在研究尺度上已经由个体和群落延伸至区域及全球规模;在研究对象上由传统的自然生态系统转向人地耦合的复合系统;研究目的也从单纯的机理机制走向与理论结合的实践应用。美丽中国及生态文明建设等概念的提出,使得生态学提升为对大自然的认识论与保护和改造自然的实践论的统一体^[78],成为一种价值观的体现形式,但尚缺乏系统性的理论支持,美丽中国建设为现代生态学概念的完善和延伸提供了机遇。

4.2 激励突破现有理论与技术壁垒

美丽中国建设过程中的研究重点涉及了大气、河湖、海洋和植被等关键生态环境要素。尽管中国在党的十八大以来在应对资源约束、环境污染和生态系统退化等方面均取得了突破性的成果,区域空气质量优良天数持续增加、地表水优良断面不断上升、土壤污染评估及普查全面落实,生态环境质量整体好转;但也应当意识到,实现美丽中国战略目标的过程中,尚存在如气候变化、污染物类型转化等诸多不确定因素,使得现有修复的效果并不稳固,未来的保护目标还未明晰,大气、水、土壤等生态要素保护与治理的技术壁垒仍需不断突破;在中国人民对优质生态产品日益增长的需求下,保障生态系统质量及提升生态系统服务的理论和方法仍存在不足。因此,迫切需要深

人展开相关理论和技术的研究,否则势必影响美丽中国目标的达成与实现。

4.3 促使提出差异化的可持续发展模式

中国地域辽阔,生态系统类型多样。美丽中国战略目标中的重点发展区、转型区、生态脆弱区存在显著空间差异,面临的生态环境和社会经济特点、问题各具特色。以绿色化、低碳化为目标的京津冀、长江经济带和粤港澳大湾区,工业和人口密度高,多介质复合污染问题突出,人居福祉差异明显;以脆弱生态系统保护为重点的西北荒漠区、北方农牧交错带、青藏高原区,在气候变化和人类干扰的双重胁迫下,其生态保护及治理步伐和速率与美丽中国的中远期目标尚存差距。美丽中国的建设过程蕴含着人与自然、人与人之间平等和谐的深刻哲学内涵^[79]。因此,针对不同区域间的地理特征和生态环境问题,统筹保护与发展的关系,从而解决人居福祉的公平和均衡问题,是美丽中国建设过程中带给生态学研究方法的启示。

4.4 深化应对气候变化对自然-社会系统的影响

未来全球气候变化和极端天气给自然-社会复合生态系统带来了前所未有的压力,积极应对气候变化是中国实现可持续发展的内在要求,也是实现美丽中国目标的重要突破口,更是中国履行大国责任、推动构建人类命运共同体的重大历史担当。生态系统结构的空间分布和时间动态与气候变化密切相关,生态系统功能及多样性都会直接或间接受到气候变化的调控。生态学研究需要重点关注生物多样性保护、生态系统服务优化及土地利用规划,以增强自然-社会复合生态系统的适应能力。通过改进生态模型和预测工具,科学家可以更准确地模拟生态系统对气候变化的反应,帮助决策者识别高风险区域并制定有针对性的保护措施。由于气候变化对生态系统的影响具有正负效应,所以其对美丽中国建设过程中的目标影响也是双向的。因此,在美丽中国远期目标的实施过程中,需要在考虑气候变化整体趋势及局部特征的差异下,对重点领域和主要区域进行动态调整,保障整体目标的有效达成。

4.5 促使建立完善符合国情的法规及机制

在美丽中国建设过程中,中国与国际上大部分国家在自然及社会资产权属和管理方式上存在较大差异的问题会愈发明显。在面临严重的生态环境问题

后,能够完整借鉴的法律法规及制度措施并不全面;加之在出现生态环境问题时,中国仍面临贫困人口多,经济发展任务重,生态环境相关科技薄弱等问题,需同时开展提高国民收入、保障社会发展、提升科技水平和完善生态制度一系列工作。这些工作会在不同阶段各有侧重,在过程中出现动态权衡。因此,急需完善符合中国国情的法律法规的建设,加快各类机制的研究与实践。相比于欧美等发达国家,中国开展生态建设的时间虽然较晚,但正逐渐摆脱“先污染、后治理”的传统路径,形成一套能够为世界其他欠发达地区借鉴的、协调经济发展与生态环境保护的模式与经验。

5 结论

生态学作为一门研究生命与环境关系的科学,与美丽中国建设目标高度契合。在推动人与自然和谐共生的过程中,生态学不仅为政策的科学制定与实施提供了理论支撑,还通过技术创新和多学科融合为生态修复和可持续发展注入了强劲动力。同时,美丽中国建设实践为生态学研究提供了宝贵的试验场,促进了生态学理论的深化与方法的创新。在未来,需要进一步强化生态学与绿色发展的互动,加强公众参与和国际合作,为建设美丽中国提供坚实的科学基础,并为全球生态治理贡献“中国智慧”。

参考文献(References)

- [1] 肖善才,张东海,胡涛,等.美丽中国建设的综合自然地理学透视[J].经济地理,2023,43(2):33-39.
- [2] 陈明星,梁龙武,王振波,等.美丽中国与国土空间规划关系的地理学思考[J].地理学报,2019,74(12):2467-2481.
- [3] 刘彦随,龙花楼,李裕瑞.全球乡城关系新认知与人文地理学研究[J].地理学报,2021,76(12):2869-2884.
- [4] 朱会义,杨林生,戚伟,等.美丽中国“35目标”和“50愿景”情景模拟[J].中国科学院院刊,2023,38(12):1754-1766.
- [5] 张强,安艺明.深刻认识全面推进美丽中国建设的重大意义[J].旗帜,2024(3):52-53.
- [6] 周健.新形势下环境工程中大气污染的危害和治理研究[J].中国资源综合利用,2024,42(12):197-199.
- [7] 罗佳.大气污染治理中的环境监测技术及治理策略研究[J].低碳世界,2024,14(11):49-51.
- [8] 冯汉坤.环境监测管理在大气污染治理中的作用探讨[J].中

- 国资源综合利用, 2024, 42(9): 161-163.
- [9] 张海峰, 沈坤荣, 梁若冰, 等. 生态补偿奖惩机制改革对大气污染治理的优势效应研究[J]. 管理世界, 2024, 40(6): 114-133.
- [10] 边秀春. 大气污染对生态环境的危害及其治理对策分析[J]. 清洗世界, 2024, 40(4): 139-141.
- [11] 于丹丹. 环境工程大气污染危害与治理技术研究[J]. 清洗世界, 2024, 40(3): 115-117.
- [12] 王锦龙. 浅谈大气污染现状及绿色化防治措施[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(18): 173-175.
- [13] 王莉, 薛飞. 大气污染的大数据治理效应测度[J]. 商业经济与管理, 2023(8): 71-82.
- [14] 公华林, 方洪科, 刘建军, 等. 环境监测在大气污染治理中的作用与策略[J]. 资源节约与环保, 2023(5): 57-60.
- [15] 陈娟, 魏鹏. 基于目标责任制的中央政府与地方政府大气污染治理演化博弈研究[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2021, 23(5): 41-48, 150-151.
- [16] 杨超. 城市环境管理中的大气污染治理方式[J]. 中国高科技, 2021(1): 52-53.
- [17] 柴发合. 我国大气污染治理历程回顾与展望[J]. 环境与可持续发展, 2020, 45(3): 5-15.
- [18] 王韵杰, 张少君, 郝吉明. 中国大气污染治理: 进展·挑战·路径[J]. 环境科学研究, 2019, 32(10): 1755-1762.
- [19] 邢华, 胡滢月. 大气污染治理的政府规制政策工具优化选择研究: 以北京市为例[J]. 中国特色社会主义研究, 2019, 10(3): 103-112.
- [20] 高吉喜, 万华伟, 卢龙辉, 等. “五基”协同生物多样性监测技术体系构建研究[J]. 环境科学研究, 2025, 38(1): 18-28.
- [21] 曹铭昌, 杨欢, 李婧婷, 等. 新时期中国生物多样性保护主要进展及建议[J]. 科技导报, 2024, 42(18): 28-36.
- [22] 唐小平, 田禾, 蒋亚芳, 等. 系统优化生物多样性就地保护格局[J]. 环境科学研究, 2024, 37(10): 2093-2099.
- [23] 黄晴, 尹仑. 云南省西双版纳州生物多样性保护成效与展望[J]. 西部林业科学, 2024, 53(4): 7-12.
- [24] 赵富伟, 李颖硕, 陈慧. 新时期我国生物多样性法制建设思考[J]. 生物多样性, 2024, 32(5): 5-15.
- [25] 赵新全, 徐世晓, 赵亮, 等. 三江源国家公园生物多样性保护创新及实践[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(12): 1833-1844.
- [26] 史雪威, 申文明, 马万栋, 等. 基于生态环境分区分管的生物多样性保护建议[J]. 环境影响评价, 2023, 45(6): 7-12.
- [27] 侯一蕾, 邢方圆, 马丽, 等. 应对气候变化与保护生物多样性协同: 全球实践与启示[J]. 气候变化研究进展, 2023, 19(1): 91-101.
- [28] 徐梦, 田大栓, 王易恒, 等. 国家尺度自然保护区生态系统联网监测指标体系构建与应用研究[J]. 植物生态学报, 2022, 46(10): 1219-1233.
- [29] 张谊佳, 彭蓉, 褚卫东, 等. 关于建立我国国家动物园构想
- 的思考[J]. 自然保护地, 2022, 2(4): 14-24.
- [30] 王夏晖, 刘桂环, 华妍妍, 等. 基于自然的解决方案: 推动气候变化应对与生物多样性保护协同增效[J]. 环境保护, 2022, 50(8): 24-27.
- [31] 肖仕刚, 桂靖翔. 国际绿色税收经验及借鉴[J]. 贵州工程应用技术学院学报, 2024, 42(2): 107-115.
- [32] 王红瑞, 刘艺欣, 张力, 等. “双碳”目标下流域生态城市绿色发展与高质量发展实施路径[J]. 水资源保护, 2024, 40(1): 16-24.
- [33] 闫志英, 李东, 王文国, 等. 污染物生物转化与资源化利用助力“碳中和”[J]. 应用与环境生物学报, 2023, 29(2): 235.
- [34] 张瑛, 郝璵. 财政政策推动绿色低碳转型路径分析[J]. 西部财会, 2023(4): 17-19.
- [35] 刘洁, 栗志慧, 周行. 双碳目标下京津冀城市群经济-人口-资源-环境耦合协调发展研究[J]. 中国软科学, 2022(增刊1): 150-158.
- [36] 樊亚平, 周晶. “双碳”目标下中国特色绿色金融理论: 历史镜鉴与践行指向[J]. 经济问题, 2022(9): 1-8.
- [37] 张甜甜. 我国绿色金融发展路径探析[J]. 产业创新研究, 2022(11): 100-102.
- [38] 徐敏, 秦顺兴, 马乐宽, 等. 水生态环境保护回顾与展望: 从污染防治到三水统筹[J]. 中国环境管理, 2021, 13(5): 69-78.
- [39] 刘瑞平, 宋志晓, 崔轩, 等. 我国土壤环境管理政策进展与展望[J]. 中国环境管理, 2021, 13(5): 93-100.
- [40] 赵慈, 宋晓聪, 沈鹏, 等. 我国土壤污染防治现状分析及未来路径研究[J]. 环境保护, 2021, 49(20): 42-45.
- [41] 赵芝灏. 土壤污染防治难点及对策研究[J]. 资源节约与环保, 2021(6): 35-36.
- [42] 何宇, 梁晓曦, 潘润西, 等. 国内土壤环境污染防治进程及展望[J]. 中国农学通报, 2020, 36(28): 99-105.
- [43] 马乐宽, 谢阳村, 文字立, 等. 重点流域水生态环境保护“十四五”规划编制思路与重点[J]. 中国环境管理, 2020, 12(4): 40-44.
- [44] 徐敏, 张涛, 王东, 等. 中国水污染防治40年回顾与展望[J]. 中国环境管理, 2019, 11(3): 65-71.
- [45] 陈景云, 许崇涛. 河长制在省(区、市)间扩散的进程与机制转变: 基于时间、空间与层级维度的考察[J]. 环境保护, 2018, 46(14): 49-54.
- [46] 唐伟佳, 丁欢. 浅析水污染防治中的公众参与制度[J]. 法制博览, 2018(20): 164.
- [47] 孙巍, 孙威. 浅析水污染防治中的生态补偿制度[J]. 北方经贸, 2018(2): 140-141.
- [48] Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, et al. Environmental and health impacts of air pollution: A review[J]. Frontiers in Public Health, 2020, 8: 14.
- [49] Sicard P, Agathokleous E, Anenberg S C, et al. Trends in urban air pollution over the last two decades: A global

- perspective[J]. *The Science of the Total Environment*, 2023, 858(Pt 2): 160064.
- [50] Maione M, Fowler D, Monks P S, et al. Air quality and climate change: Designing new win-win policies for Europe[J]. *Environmental Science & Policy*, 2016, 65: 48–57.
- [51] Puppim de Oliveira J A, Doll C N H, Kurniawan T A, et al. Promoting win-win situations in climate change mitigation, local environmental quality and development in Asian cities through co-benefits[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2013, 58: 1–6.
- [52] Mathew N, Somanathan A, Tirpude A, et al. The impact of short-lived climate pollutants on the human health[J]. *Environmental Pollution and Management*, 2024, 1: 1–14.
- [53] Lin J, Khanna N, Liu X, et al. Opportunities to tackle short-lived climate pollutants and other greenhouse gases for China[J]. *Science of the Total Environment*, 2022, 842: 156842.
- [54] Cape J N, Fowler D, Davison A. Ecological effects of sulfur dioxide, fluorides, and minor air pollutants: Recent trends and research needs[J]. *Environment International*, 2003, 29(2/3): 201–211.
- [55] Allen L H Jr. Plant responses to rising carbon dioxide and potential interactions with air pollutants[J]. *Journal of Environmental Quality*, 1990, 19(1): 15–34.
- [56] Dodgshun J. The stilling: Global wind speeds slowing since 1960[EB/OL]. (2017–05–10) [2025–01–18]. <https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/horizon-magazine/stilling-global-wind-speeds-slowing-1960>.
- [57] Alharbi O M L, Basheer A A, Khattab R A, et al. Health and environmental effects of persistent organic pollutants[J]. *Journal of Molecular Liquids*, 2018, 263: 442–453.
- [58] Rudel R A, Perovich L J. Endocrine disrupting chemicals in indoor and outdoor air[J]. *Atmospheric Environment*, 2009, 43(1): 170–181.
- [59] Purohit P, Höglund-Isaksson L. Global emissions of fluorinated greenhouse gases 2005–2050 with abatement potentials and costs[J]. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2017, 17(4): 2795–2816.
- [60] Helin A, Niemi J V, Virkkula A, et al. Characteristics and source apportionment of black carbon in the Helsinki metropolitan area, Finland[J]. *Atmospheric Environment*, 2018, 190: 87–98.
- [61] Weidner H. Air pollution control strategies and policies in the Federal Republic of Germany: Laws, regulations, implementations and principal shortcomings[M]. Berlin: Edition Sigma, 1986.
- [62] Barnes R F W. Is there a future for elephants in west Africa?[J]. *Mammal Review*, 1999, 29(3): 175–200.
- [63] Butchart S H M, Walpole M, Collen B, et al. Global biodiversity: Indicators of recent declines[J]. *Science*, 2010, 328(5982): 1164–1168.
- [64] Pereira H M, Leadley P W, Proença V, et al. Scenarios for global biodiversity in the 21st century[J]. *Science*, 2010, 330(6010): 1496–1501.
- [65] DellaSala D A, Staus N L, Strittholt J R, et al. An updated protected areas database for the United States and Canada[J]. *Natural Areas Journal*, 2001, 21(2): 124–135.
- [66] Barker M L. Comparison of parks, reserves, and landscape protection, in three countries of the eastern Alps[J]. *Environmental Conservation*, 1982, 9(4): 275–285.
- [67] Deguignet M, Juffe-Bignoli D, Harrison J, et al. United Nations list of protected areas[M]. Cambridge: UNEP-WCMC, 2014: 44.
- [68] 刘冬, 林乃峰, 邹长新, 等. 国外生态保护地体系对我国生态保护红线划定与管理的启示[J]. *生物多样性*, 2015, 23(6): 708–715.
- [69] 高吉喜, 刘晓曼, 周大庆, 等. 中国自然保护区整合优化关键问题[J]. *生物多样性*, 2021, 29(3): 290–294.
- [70] Chen L, Msigwa G, Yang M Y, et al. Strategies to achieve a carbon neutral society: A review[J]. *Environmental Chemistry Letters*, 2022, 20(4): 2277–2310.
- [71] Crippa M, Guizzardi D, Muntean M, et al. Fossil CO₂ emissions of all world countries–2020 Report, EUR 30358 EN[R]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020.
- [72] 董亮, 陈昊宁. 韩国与日本落实碳中和战略的对比分析[J]. *当代韩国*, 2024(3): 55–72.
- [73] Hintermann B, Peterson S, Rickels W. Price and market behavior in phase II of the EU ETS: A review of the literature[J]. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2016, 10(1): 108–128.
- [74] Wang J, Su L, Tan X, et al. Carbon neutrality policy measures in global major economies[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*, 2022, 37(4): 479–489.
- [75] 方世南. 德国生态治理经验及其对我国的启迪[J]. *鄱阳湖学刊*, 2016(1): 70–77, 126–127.
- [76] 郭甜, 黄锡生. 包容性发展视角下饮用水水源保护区的治理与完善[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(5): 167–176.
- [77] 林育真, 付荣恕. 生态学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2011.
- [78] 方精云, 朱江玲, 吉成均, 等. 从生态学观点看生态文明建设[J]. *中国科学院院刊*, 2013, 28(2): 182–188.
- [79] 唐韬. 人与自然生命共同体理念的内涵与价值[J]. *人民论坛*, 2024(10): 77–79.

The role of ecology in the construction of beautiful China

LI Ruonan, ZHENG Hua*, ZHU Yongguan

State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

Abstract Since the reform and opening-up, China's economic development has shifted from pursuing quantity and speed to quality and efficiency, while facing the challenges of ecological environment constraints and sustainable development. The 18th National Congress of the Communist Party of China proposed the concept of "Beautiful China" construction, and clarified the phased goals through the "13th Five-Year Plan" and the reports of the 19th and 20th National Congresses. The construction of Beautiful China is centered on ecological protection and green development, and is committed to achieving harmonious coexistence between man and nature and building an ecological civilization country. Ecology, as a science that studies the relationship between organisms and the environment, is closely related to the construction of "Beautiful China". On the one hand, ecology provides theoretical support for the formulation and implementation of "Beautiful China" policies; on the other hand, the construction of "Beautiful China" provides opportunities for ecological theoretical innovation and practice, and promotes the integration of ecology and modern science and technology. Starting from the connotation of ecology in the construction of "Beautiful China", this article identifies the key ecological fields involved, the experience and results of implementation, and analyzes the needs of "Beautiful China" construction for ecology from the aspects of technical methods, theoretical support, evaluation decision-making and legal mechanisms. Finally, it points out the opportunities and inspirations for the future development of ecology in terms of concept expansion, theoretical breakthroughs, technological innovation, response to climate change and improvement of legal mechanisms. It provides valuable experience for global ecological governance, green economic transformation and improving human well-being.

Keywords beautiful China; ecology; eco-environmental conservation; harmonious coexistence between humanity and nature ●



(责任编辑 徐丽娇)