

【生态文明与区域发展】

“双碳”目标下国土空间优化的挑战与应对*

薛领 赵威 刘丽娜

摘要:国土空间优化与调控始终是现代化建设面临的重大理论和实践问题。现有的国土空间规划研究多聚焦于对低碳空间治理思路、框架、工具的整体性把握,尚缺乏明确的碳约束目标及行动指南,亟待将“双碳”目标全面融入国土空间规划的目标体系、决策体系和保障体系,发挥规划在空间治理上的统筹引领作用。首先,国土空间优化光论“地”不谈“天”不行,也不能“就土论土、就地论地”;其次,低碳和“双碳”目标并不完全等同,要避免“双碳”研究中忽视国土,也要在研究国土问题中厘清“双碳”;再次,空间优化是个复杂动态过程,需要高度重视深度不确定性。因此,未来有必要建立国土空间抗解性识别分析范式和方法,开发应对深度不确定性的国土空间协同演化集成模型,构建国土空间多目标优化调控理论体系,并沿着科学认知、信息技术、智能规划、创新制度四个主轴展开深入研究和理论构建。

关键词:“双碳”目标;国土空间优化;深度不确定性;抗解问题;范式转型

中图分类号:F323 **文献标识码:**A **文章编号:**2095—5766(2024)01—0043—09 **收稿日期:**2023—09—28

***基金项目:**2022年国家社会科学基金重点项目“新时代实施区域协调发展战略研究”(22AZD043);2020年国家社会科学基金重大项目“健全国土空间规划和用途统筹协调控制制度研究”(20ZDA086)。

作者简介:薛领,男,北京大学政府管理学院教授,博士生导师(北京 100871)。

赵威,男,北京大学政府管理学院博士生(北京 100871)。

刘丽娜,女,广州市城市规划勘测设计研究院助理规划师(广州 440104)。

一、问题的提出

自工业革命以来,经济增长、科技进步等现代化过程中化石燃料的大量消耗,对人类和生态系统产生了深刻影响。实现碳中和、控制温室效应已成为全球应对气候变化的共识。2020年9月,习近平主席在第75届联合国大会一般性辩论上提出,中国碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和。实现碳达峰、碳中和(以下简称“双碳”)是中国在新发展阶段应对极端气候、温室效应等环境问题,建设生态文明体制、落实高质量发展所作出的重大战略部署。2021年1月,生态环境部印发《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》,要求将应对气候变

化纳入“三线一单”(生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单)和环境影响评价等政策制度。2021年10月,中共中央、国务院印发了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》,强调将“双碳”目标要求全面融入经济社会发展中长期规划,发布《2030年前碳达峰行动方案》,制定落实碳达峰的具体路线图。2022年,生态环境部等17个部门联合印发了《国家适应气候变化战略2035》,要求构建适应气候变化的国土空间,强化区域适应气候变化行动,提升重大战略区域适应气候变化能力。

党的二十大报告提出,深入实施区域协调发展战略、区域重大战略、主体功能区战略、新型城镇化战略,优化重大生产力布局,构建优势互补、高质量发展的区域经济布局和国土空间体系。随着世界

百年未有之大变局加速演进、中华民族伟大复兴踏上新征程,世界之变、时代之变、历史之变的特征更加明显,如何认识中国式现代化面临的挑战,厘清对国土空间演变机制和调控机理的科学认知,研究面向深度不确定性时代的国土空间优化与调控的方法技术,是提升国土空间治理现代化水平,落实区域发展战略,促进城镇可持续发展急需回答的重要时代命题(薛领等,2023)。

“双碳”目标是新阶段经济高质量发展的核心议题,是中国高质量发展阶段下生态文明建设和可持续发展的内在要求,推动实现“双碳”目标将是中国长期坚持的一项重大战略。“双碳”目标与国土空间规划具有较强的内在联系和作用机制。一方面,国土是生态文明建设的空间载体,是承载碳源活动和碳汇要素的场所。“双碳”目标下的国土空间优化过程,本质上是从国土空间资源供给侧出发,在降碳和增汇约束下对生态、生产、生活中的“山水林田湖草沙冰海”等国土资源和要素进行空间的优化配置,强调底线与安全的可持续发展,是实现“多规合一”规划体制机制变革的重要内容。另一方面,“双碳”目标明确了经济和生产活动中碳排放达峰和碳排碳汇中和的进程和拐点,影响国土空间开发和利用的数量、规模 and 方向。崔金丽和朱德宝(2022)认为在短期内,碳排放增速达到峰值的约束性将放大发展与减排之间的矛盾。这一矛盾在国土空间规划中呈现为增量发展模式与土地财政依赖性之间的冲突,以及与以存量为主的绿色化发展模式之间的矛盾,尤其体现在城镇建设用地开发利用、永久基本农田和优质耕地保护等方面。为了应对这一挑战,国土空间规划采取了一系列强制性政策,包括国土空间底线管控、建设用地空间有限供给和策略性布局,旨在推动空间利用结构和发展方式的转变。

从碳达峰到碳中和,中国仅有30年的时间,而英国和美国分别有约60年和超过40年的时间。在当前“双碳”目标导向与“多规”融合背景下,如何构建以“双碳”为目标的国土空间规划和治理体系,如何提升“双碳”目标下对国土空间优化过程、机制、调控的科学认知,全国各地区能源结构转型、产业结构调整与国土空间优化如何协同推进,如何应对深度不确定性开展国土空间优化和调控,这些是新时代构建区域高质量经济布局的重要问题。

二、国土空间规划的演进、发展和局限

自改革开放以来,中国在国土空间规划方面取得了显著进步,逐步完善了与现代化建设密切相关的政策体系。这些规划的发展不仅体现在实质性理论的拓展,还包括在规范性理论、体制、技术工具和方法上的创新。然而,国土空间规划在低碳和“双碳”目标的实现上面临挑战,包括在低碳空间规划的目标设定、土地空间结构与碳排放关系的研究,以及空间供给方面的考虑不足等问题。此外,国土空间规划与“双碳”研究之间存在割裂,需要更加注重国土空间在实现“双碳”目标中的关键作用,强化其在空间治理中的协调引领功能。总体来看,中国国土空间规划的不断完善和深化,是指导国家可持续发展和优化未来空间布局的关键所在。

1. 国土空间规划政策体系逐步完善

国土空间治理始终是中国式现代化建设面临的重大理论和实践问题。改革开放以来,我国在国土空间优化与调控方面开展了大量研究,并展开了多轮规划。第一轮全国国土规划纲要编制以1998年机构改革后,把国土(土地)规划职能从国家计划委员会转到国土资源部为截止时间点。尽管由原国家计划委员会牵头,技术专家主导,历时近十年,并在1987—1990年间多次报国务院,经过数次修改,但由于种种原因,《全国国土总体规划纲要(草案)》最终未能获得国务院批复。第二轮国土空间规划从1998年机构改革后,国土资源部土地利用规划扩展为广义的国土空间规划开始,由原国土资源部牵头,从试点到国务院批复历时近二十年。2005—2010年,国家发展和改革委员会编制完成《全国主体功能区规划》并获国务院批准实施。虽然主体功能区制度成为国土空间开发保护的基础制度,但后续不再继续编制。原国土资源部吸纳了《全国主体功能区规划》的成果,并在国家发展和改革委员会的支持下于2017年完成了《全国国土规划纲要(2016—2030年)》。第三轮国土空间规划从2019年中共中央、国务院发布《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》开始到现在。2022年,自然资源部牵头编制完成《全国国土空间规划纲要(2021—2035年)》。目前,省级国土空间规划已全部形成规划成果,正按程序

由省级人民政府呈报国务院审批。地方市县国土空间规划同步推进,市县级国土空间总体规划均已基本形成成果,即将进入报批程序。

我国国土空间规划经过多年的不断探索和积累,取得了巨大进步,目前来看主要集中体现在以下几个方面:第一,在实质性理论上,从生产关系决定论、地理环境决定论向全要素、全地域、全过程耦合系统论拓展,实现了从“多规分割”向“多规合一”的转变,国土空间规划体系“四梁八柱”基本形成。第二,在规范性理论上,形成了以“双评价”“双评估”“三区三线”为基础的优化调控规程。第三,在体制性理论上,形成了以“两统一”为基础的“五级三类”优化调控体制和编制审批体系、实施监管体系、法规政策体系、技术标准体系四大体系。第四,在技术工具和方法上,从转移矩阵、经济基础分析等简单方法向分形、元胞自动机(CA)、基于自主体的建模(ABM)、人工神经网络(ANN)、遗传算法(GA)、机器学习、数字孪生等复杂技术方法拓展,开发了一系列数据库和基于GIS的数字平台。第五,形成了渊源、视角不同的多学科综合,涵盖地理学、测绘科技、城市规划、土地利用规划、发展和空间统筹、社会科学等不同流派。

国土空间规划是对未来进行优化的过程,它是指导国家可持续发展的空间蓝图,也是各种开发、保护和建设活动的基本依据(郝庆等,2022)。在空间层面上,国土空间规划发挥着重要的作用,可以控制和引导“减排降耗、固碳增汇”目标的实现。因此,迫切需要将“双碳”目标全面纳入国土空间规划的目标体系、决策体系和保障体系,以使规划在空间治理方面发挥协调引领的作用。然而,目前的国土空间规划研究主要关注低碳空间治理的思路、框架和工具,缺乏明确的碳约束目标和行动指南。

2. 低碳和“双碳”目标的区别尚未厘清

现有部分文献和政策法规对低碳和“双碳”目标的区别在认知上存在一定误区,与国土空间规划和优化调控的相关研究多聚焦低碳,而忽略“双碳”目标。本质上,低碳仅是实现“双碳”目标的一个重要途径,而“双碳”目标是应对气候和环境问题的系统性概念,涉及碳排和碳汇两个方面。根据魏一鸣团队(2022)的研究,不同经济社会发展情景下,全国碳排放需在2026—2029年达峰,能源系统相关CO₂排放(含工业过程排放)峰值为117亿—127亿

吨。那么,具体到每个省市的实际情况,中国区域发展差异巨大,在全国整体碳达峰以后,各地情况不一,有的还在爬坡,有的已经进入碳中和阶段,各地碳排碳汇的规模和强度目标怎么设置更合理,全国各地能源结构转型、产业结构调整与国土空间优化如何协同推进值得深入思考研究。

目前,各类低碳空间规划还存在一些问题。首先,它们无法明确反映本地何时实现碳达峰和碳中和目标。这些规划主要以指导性政策和原则性要求为主,缺乏明确的碳减排目标、有效的策略方法和行动路径。其次,这些规划缺乏对国土空间规模、结构和布局与碳汇、碳排放之间关系的研究关注,规划编制实施对碳排放的影响无法进行量化评估。尽管各地区在国土空间规划编制方面已经融入了低碳理念,但大多数地方并不清楚国家“双碳”目标与本地碳排放和碳汇之间的关系,也不了解碳配额与用地指标之间的关系。再次,由于碳循环过程与空间要素之间的脱节,现有的低碳空间规划在空间供给方面缺乏对用地管控的全面考虑,决策多集中在能源消费端的产业、交通和建筑等领域。

3. 国土空间与“双碳”研究脱节

近年来,“双碳”和国土空间的研究存在明显的割裂。一个较为普遍的问题是研究“双碳”的学者不重视国土,有关国土的研究搞不清“双碳”。关于“双碳”的相关研究不重视国土空间的重要性,而国土空间相关研究又鲜有理清“双碳”内涵。后者尤其体现在定量的分析工具和模型上。从现有的各类气候变化综合集成评估模型(IAM)来看,其主要模块主要体现在宏观经济、产业以及各类能源等,并与气候和碳循环模块相互集成,土地利用仅仅是一个总量。这类集成系统里面没有“山水林田湖草沙冰海”,更无法实现精细地理单元的优化配置和调控。从现有的各种土地利用动态模型来看,尽管各种土地利用类型的空间分辨率(栅格)可能很高,但又往往存在“就土地论土地,就本地论本地”的窠臼。“就土地论土地”是指将经济集聚、人口迁移、产业演进、能源转型等社会经济活动的空间过程视为一个黑箱,也不考虑气候变化,大多通过土地自身的转换规则实现动态演化。“就本地论本地”是指这类土地利用模型往往聚焦局部,重视某一个地区自身高精度地理单元的空间动态模拟。整个模型局限在某一个特定区域,重局部优化,轻全局优化,无

法兼顾大尺度全域和高分辨精细模拟(龙瀛等, 2014)。当前,我们鲜有涵盖全要素、多尺度、多维度的系统性优化和调控模型,更不能反映区域之间、地区之间的互动关联和要素动态流动,忽略了空间经济过程。低碳国土空间规划须将“数量上”的碳减排目标落实到“空间化”表达(林坚等, 2021)。

三、“双碳”目标下国土空间治理的挑战

当前,世界百年未有之大变局加速演进,世界之变、时代之变、历史之变的特征更加明显,不确定性、不稳定性明显增加。从最新发布的全球“不确定性指数”(World Uncertainty Index)来看,过去10年所观察到的不确定性水平超过了过去60年的总和,全球不确定性背景正在成为当代中国式现代化的重要底色和关键变量(文军, 2023),也是“双碳”目标下国土空间治理面临的现实挑战。

1.不确定性的内涵

对于不确定性内涵的认知是决策和优化过程中更好地管理各种不确定性的关键(武占云等, 2023)。不确定性可以被视作人类认知水平的不同等级,范围从完全确认(complete determinism)到完全无知(total ignorance)。为了在决策制定中考虑不确定性,学者们在完全认知和完全未知之间定义了四个中间等级(见表1)。第一级是决策者了解决策的后果,并知道这些后果发生的可能性有多大。第二级是决策者了解多种决策后果的可能性,并知道这些后果发生的概率。第三级是决策者对于事件发生的函数关系和各变量的统计特性并不清楚。第四级是程度最高的不确定性,即人类完全不知道任何信息的情况。基于此,第三级和第四级的不确定性被称为深度不确定性。Marchau等(2019)则从背景、系统模型、系统结果和权重等方面进行定义并讨论了不同等级的不确定性。

表1 不确定性的等级分类

		级别1	级别2	级别3	级别4		
					4a	4b	
背景	完全确定	确定的未来	一定概率可以选择的未来	少量看似可能的未来	大量似乎都有可能的未来	完全未知,任何可能性都存在	完全未知
系统模型		确定的系统模型	一个随机的系统模型	几个可选择的系统模型	大量可替代的系统模型	未知的系统模型: 已知的未知	
系统结果		对每个结果进行点估计	每个结果的置信区间	结果的有限范围	结果的广泛范围	未知的结果: 已知的未知	
权重		权重的单一设定	设置几个权重,每个设定都有一定的发生概率	具有有限范围的权重	具有广泛范围的权重	未知的权重: 已知的未知	

资料来源:根据 Marchau(2019)整理。

2.本体和认知不确定性的性质和影响

不确定性包括本体不确定性(ontological uncertainty)和认知不确定性(epistemic uncertainty)。本体不确定性是不以人的意志为转移的系统内在特征。当前,全球正在进入一个动荡、灾难和危机频发的时代,各类风险和灾害的发生频率不断增加,并且呈现出跨区域、跨流域、多维度、多尺度的地理特征,规模也在不断扩大。这种不确定的发展环境凸显了空间治理的重要性和作用,同时也增加了空间治理的难度。国内发展方面,中国在2022年首次出现了60年来的人口负增长,面临着少子化、老龄化和性别失衡等三大结构性难题。在未来的人口负增长时代,一些城市和地区将继续扩张和集聚,而

其他地区则会持续萎缩和衰退。因此,中国经济发展面临着增速放缓、预期减弱、需求收缩和供给冲击等多重压力。同时,还面临气候风险、实现“双碳”目标、技术进步、产业转型,以及保障能源安全、粮食安全、生态安全、国防安全、边疆安全和金融安全等多个目标的挑战。我们需要认识到,各种变局正在相互交织、重叠纠缠,高速城镇化和大规模空间扩张的时代已经过去,过去的发展模式和规划方式不再适用,中国的国土空间结构正在发生深刻变化,国土空间优化和调控面临着日益加深的确定性,这加剧了国土空间优化和调控的难度,并凸显了空间治理的挑战(岳文泽等, 2021)。

认知不确定性是指人们对信息、情境或决策所

面临的不确定性的主观感知和理解程度。首先,气候变化程度的不确定性使人们难以准确预测未来的气候情况。其次,气候变化速度的不确定性意味着我们无法确定变化的速度和幅度。再次,气候变化对不同地区的影响的不确定性表明不同地区可能会面临不同的气候变化影响,而这些影响的具体情况难以确定。最后,为削减和适应气候变化所产生负面影响的相关政策的不确定性增加了决策制定过程中的不确定性。近年来,越来越多的学者更多地关注复合气候事件的研究,放弃对个别极端气候事件的分析。这些复合气候事件包含重大的气候动向和可能导致的灾害,现有的科学认知很难预测它们的发生,并且很难对其进行认知。

为了解决全球环境问题,学者们综合自然科学和社会人文科学的基本结构和解决方法,引入综合评估的政策评价过程,并开发了作为核心工具的跨多学科的大规模仿真模型,即IAM模型(Integrated Assessment Model)。但IAM模型中的不确定性是一个困扰人们的难题。温室气体排放引起的气候变化对环境 and 经济系统的影响存在很大的不确定性,在IAM模型中,这些损失通常用损失函数来衡量,而损失函数本身具有高度的不确定性,包括函数形式的不确定性(例如二次函数、幂函数、指数函数等)(张海玲等,2018)。Hasselmann(1997)强调社会经济系统与气候系统相互作用的不确定性比气候系统本身的不确定性更加复杂。而IAM恰恰涉及大量具有不确定性的关键参数,包括贴现率、人口增长率、气候—温室气体敏感性、减排成本函数截距、大气滞留率、社会经济驱动因素以及碳循环/气候参数等,这些关键参数的不确定性是科学评估气候变化经济影响和气候政策的重要问题,在实际模型模拟中考虑相关参数不确定性也能显著减少无效政策建议的提出,参数敏感性分析、不确定性下的连续决策、不同情景下的蒙特卡洛模拟、多模型对比分析以及参数扩展等方法被广泛应用于不确定性研究(魏一鸣等,2014)。

3. 深度不确定性下的国土空间研究困境

近年来的研究表明,理解和应对国土空间的演化规律面临着巨大的挑战和困难,尤其是在处理深度不确定性方面。尽管国土空间演化的理论和应用已经取得了进展,但由于实际情况的极端复杂性,其还面临一系列困难和挑战,包括对空间演化

的调控和管制、多元价值冲突、不确定性、不确定知性、歧义性、高维性、多层次体系结构以及中央与地方之间的博弈等问题。这些困难和挑战是相互交织的,需要综合考虑。首先,对于空间演化的调控和管制,需要找到平衡各种利益和目标的方法,确保合理的空间利用和规划。其次,多元价值冲突使得决策变得更加复杂,需要寻求可持续发展和公共利益的整合。不确定性、不确定性和歧义性使得预测和规划变得更加困难,需要灵活应对和适应变化。高维性和多层次的体系结构要求协调各级政府和利益相关方之间的合作与沟通。再次,中央与地方之间的博弈也是一个重要的考虑因素,需要找到合适的治理模式和决策机制。最后,国土空间系统是一个多主体、多要素、多目标、多维度、多尺度、多过程相互作用的系统,远远超出了传统复杂系统理论的认知范畴。这种复杂性导致了深度不确定性的存在,使得国土空间的演化变得复杂而难以预测,形成了所谓的“抗解问题”。此外,国土空间系统同时存在着“自下而上”和“自上而下”两种作用机制和路径,这进一步增加了理解和解决这一问题的复杂性。

1968年,Churchman首次提出了“抗解问题”这一术语。1973年,Rittel和Webber在《一般规划理论中的困境》一文中明确定义并系统阐述了抗解问题。他们将治理中的不确定性和复杂性问题定义为抗解问题,即那些没有明确目标和解决方案,无法通过技术理性主义途径解决的问题。其他学者也强调了抗解问题涉及多元利益主体和不同价值观,在寻求解决方案的过程中会产生大量冲突,并且从本质上来说是无法解决的。目前,学界普遍认为抗解问题具有三个典型特征,即复杂性、多元性和不确定性,这些特征共同构成了抗解问题的核心要素(Head和Alford,2015;Roberts,2000;Head,2008;Andersson和Tornberg,2018)。近年来,人们越来越认识到深度不确定性是抗解问题的核心所在。国际上,抗解性理论已经在公共环境治理、公共卫生治理、社会安全治理、水资源管理、气候变化等领域得到了应用。然而,国内对于抗解问题的研究还处于早期引入阶段,尚未系统地应用于以“双碳”目标为导向的国土空间优化领域。因此,抗解性理论可以更好地理解和应对国土空间优化中的深度不确定性问题(郝庆等,2021)。这意味着需要采用一种

综合性的方法,包括多元参与、协同决策和学习型管理来处理抗解问题。这将有助于我们在国土空间优化中制定更加灵活、适应性更强的策略,以应对未来的变化和挑战。

四、国土空间优化与调控的实践变革思路

“双碳”目标下,经济系统的演化会有很大的不确定性,导致“双碳”目标下的决策规划在一定程度上具有盲目性。此外,在经济系统和国土空间系统耦合下,国土空间的相关规划和政策制定在主观上都具有不确定性,于是产生了内涵更广的深度不确定性。深度不确定性主要体现为情景不确定、决策后果不确定、决策方案不确定(蒋存妍等,2021)。这种深度不确定性可能导致过度或不足的适应,从而使决策者和规划者做出次优决策。目前主流的方法无法解决深度不确定性下的决策量化问题,如何制定符合短期、中期和长期的动态适应国土空间规划

方案成为决策者和学者共同面临的难题。因此,本部分针对国土空间深度不确定性,从科学认知提升、计算实验和情景研判、稳健规划、治理体系和治理模式四个方面,以抗解性问题研究范式,提出“双碳”目标下的国土空间优化的理论创新与实践变革。

1.提升对国土空间优化和调控的科学认知

要针对国土空间系统内在本体不确定性和认知不确定性,通过定性理论研究提升对“双碳”国土空间格局、过程、机制、调控的科学认知(见图1)。重点研究“双碳”目标下国土空间协同演化机理与优化调控理论。建立综合系统发生过程、治理机制和方式、组织结构、风险和不确定性、结构—关系互动的“双碳”与国土空间系统深度不确定性识别分析框架,开发国土空间不确定性识别、度量的方法工具和算法模型方法。在此基础上,分析国土空间自组织行为、他组织行为混杂产生抗解性的原因和过程,揭示国土空间深度不确定性的特征、动因和应对路径。

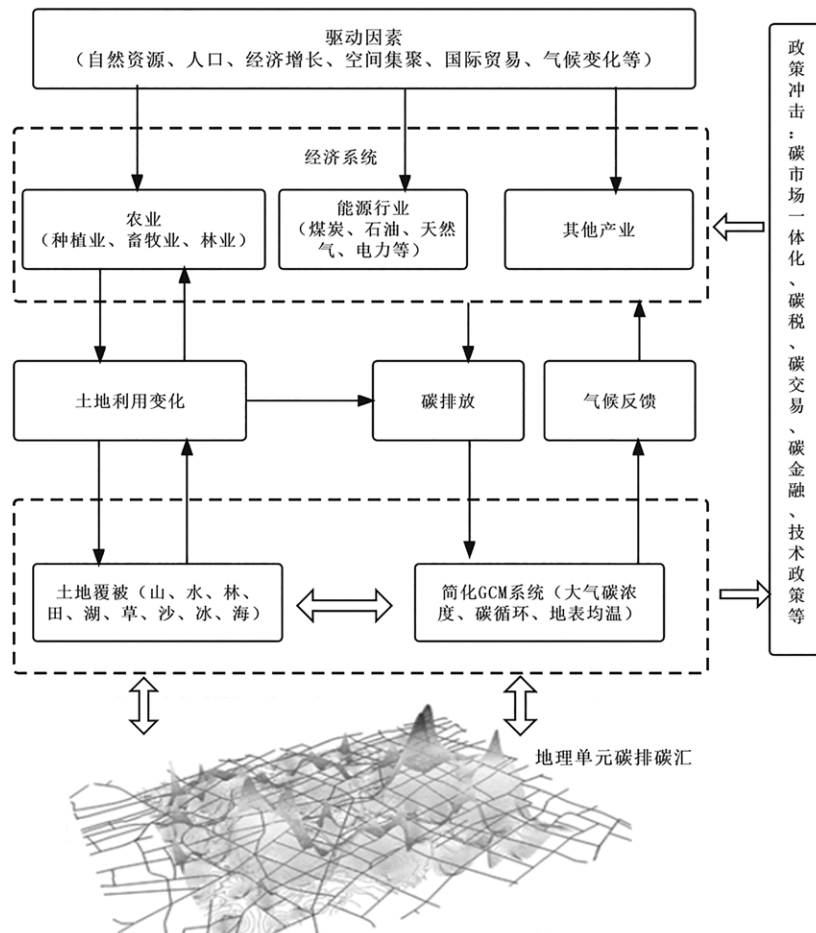


图1 “双碳”与国土空间协同演化机理框架

资料来源:作者绘制。

2.开展“双碳”约束下的国土空间情景发现和大规模计算实验

针对现有关于“双碳”和国土空间研究联系不紧密的问题,纳入“双碳”目标的减碳和增汇约束,要建立“双碳”目标下全域高分辨率国土空间优化“大模型”。开发新一代具备多主体博弈、多目标协同、多要素耦合,兼顾大尺度与精细单元的国土空间演化动态模型和计算实验平台。重点评估重大区域发展战略、区域协调发展战略对大尺度、精细化国土空间格局演化的影响,识别不同地区演化路径的特征和差异,提出能源结构转型、产业结构调整与国土空间优化协同推进的实施方案,构建优势互补、差异化的国土空间优化调控模式。

同时,要重视碳排和碳汇核算的量化统计和分析。从高分辨率地理单元聚焦人类经济社会活动产生碳排的重点领域和地区,围绕产业、交通、能源等方面,对全国各行业、各区域的碳排放总量、构成以及碳汇情况进行调查、研究、精确测算和预测,以确定不同空间优化方案下碳平衡状态和碳排放/吸收情况的过程。基于此,研究全国各省份在碳达峰和碳中和情景下碳排碳汇和城镇建设用地数量和规模的变化趋势(见图2)。着重探究碳中和背景下,土地和水消耗的减碳协同效应,并实现多源异构碳排放清单融合,在不同情景下对中国整体和各省份“双碳”的碳排趋势、低碳转型技术路径、能源发展路径、各种类型用地需求进行综合研判。

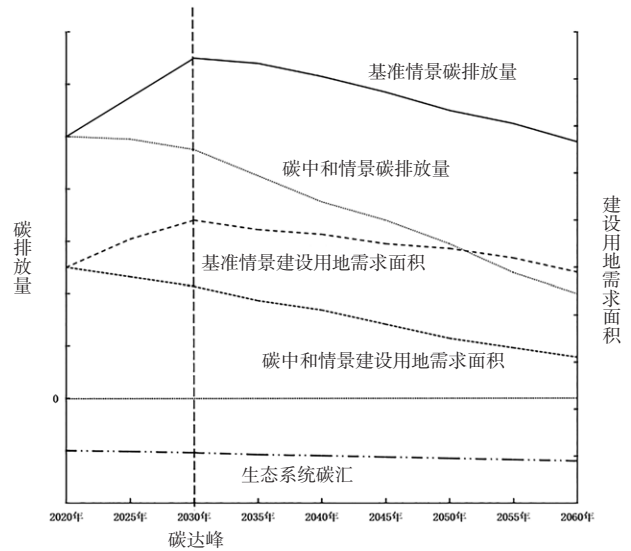


图2 不同情景下全国各省碳排放与建设用地需求变化示意图

资料来源:作者绘制。

3.实施应对深度不确定性的稳健性决策和动态适应性规划

针对国土空间演化过程中多主体、多目标、多尺度、多要素、多场景等不确定性不断增强的趋势,要充分考虑中国经济发展阶段和区域巨大差异的特殊性,研究稳健性规划与动态适应性规划结合的调控模式。采用稳健性规划决策方法对现有国土空间“五级三类”规划进行优化提升。构建涵盖情景发现、概率预测、影响分析在内的情景评估和预警模型,应用稳健性决策和动态适应性规划关键技术(见表2),在现有规划“三年一评估、五年一体检”

表2 应对不确定性的决策方法及对比

决策方法	度量不确定性策略	方法特点
稳健性决策	以未来气候因子和社会经济的变率区间组合未来情景,从而减少不确定性	基于情景探索和权衡分析提供各适应措施在未来情景下的表现情况,不提供严格意义的优劣排序
多目标稳健决策	通过对一组极不确定的参数进行采样来构建各种备选适应方案	通过不确定性分析、场景发现和交互式可视化,生成多种适应方案,对其进行性能评估和权衡分析,找到最优适应方案
动态适应性规划	指定一组目标和条件,设计由短期行动组成的初始计划,并建立一个行动框架,来指导未来(可能发生的)行动,并保持其稳健性	一种在高度不确定条件下的规划方法。它的核心是承认不确定性,即随着世界的变化和信息的可用性,传统(静态)计划需要调整,并在未来的实施中保持稳健性
适应对策路径	使用临界点分析判断适应方案的有效期限,制定不同的适应路径,以减少未来气候情景不确定性的影响	适应路径评分板,包含每个适应路径的实施难度和造价排序
动态适应性对策路径	未来气候变化、海平面上升的情景下,适应策略可能失效,需找到替代适应策略	该方法基于适应性计划的两种互补方法:“适应性决策”和“适应性路径”,寻求决策时机最大限度的灵活性和稳健性
实物期权分析	进行不确定性建模,考虑了不同海平面上升情景下灾害风险如何随时间变化,重点关注气候变化因子与风险之间的关系	可定量评估延续值和终止值两个指标确定措施的投资时机;也可在计算机模型中使用遗传算法,以确定在一系列气候变化情景中保持预期性能的最佳适应路径

资料来源:根据单薪蒙等(2021)整理。

的基础上,结合短期的情景评估结果,选择适用于近期规划实施的最优路径,对长期稳健的规划方案进行局部调整和优化,进一步明确刚性管控要求和边界,并预留出一定弹性空间,实现对不同情景下国土空间规划策略的协同和权衡。通过长期和近期规划技术的耦合,最终形成在时间和空间尺度上国土空间格局解析、功能匹配和多目标协同的系统调控模型工具。引导迈向“双碳”目标的同时,兼顾区域协调、城乡统筹、民生保障和公平发展,构建可持续发展的国土空间开发保护新格局,走出一条中国特色的降碳和发展、民生和公平多赢的道路。

4. 构建国土空间多元治理体系和国土空间优化调控治理模式

要积极构建相互促进、相互补充、相互嵌套的“自然—政府—市场—社会”四部门国土空间治理体系(李强等,2022)。在政府主导下,加强国土空间治理的宏观调控与微观规制,塑造“有效市场”与“有为社群”,并将自然治理机制嵌入到政府、市场、社会治理的各个环节,通过自然对人类社会经济活动的反馈和互动,进而形成自然约束和限制的治理机制。在四部门治理框架内,将“双碳”的总体目标、约束性指标和重点任务纳入国土空间体系,以低碳引领、固碳增汇、碳交易等方式贯穿国土空间规划、国土空间用途管制、自然资源开发利用、国土空间生态保护修复、自然资源所有者权益、自然资源调查监测和自然资源确权登记等七个方面,并细化各方面的碳指标体系,将增汇能力、节能减排、国土资源利用效率、绿色创新、低碳空间布局等要求,转化为可量化的控制性和引导性指标。

此外,要注重区域间“双碳”目标和国土空间的统筹和调控,根据不同地区的经济发展阶段、资源禀赋条件和主体功能定位,结合区域的“双碳”目标差异化实现路径,确立跨区域的“双碳”目标实现与国土空间开发责权的区域分工体系,以及碳排放权交易、碳汇交易和生态产品价值实现的空间机制。

五、结束语

“双碳”目标是新阶段经济高质量发展的核心议题,推动实现“双碳”目标将是中国长期坚持的一项重大战略。在当前“双碳”目标导向与“多规”融合背景下,以“双碳”为目标的国土空间规划体系亟

待构建。2022年,自然资源部牵头编制完成《全国国土空间规划纲要(2021—2035年)》。目前,报国务院审批的省级和省会城市、计划单列市等城市国土空间总体规划报批工作正在抓紧推进,市县级国土空间总体规划已基本完成,即将进入报批程序。

优化国土空间开发和保护格局、强化国土空间规划与用途管控,对于实现“双碳”目标具有极其重要的意义。如何在“双碳”目标下,优化国土空间发展格局,形成优势互补、高质量发展的国土空间开发保护新格局是新时代的重要课题。国土空间优化一方面在于匹配自然资源本底,国土空间格局与“双评价”结果越匹配,国土空间利用和开发效率就越高。另一方面,国土空间优化应当满足生产与生活需求,空间经济有其自身的发展规律,人类生活和生产的空间集聚所引致的土地需求是国土空间优化布局的基本逻辑。而随着“双碳”目标的提出,国土空间优化的核心转变为实现低碳、增汇的国土空间布局。国土空间规划通过对生态、农业、城镇等多空间以及“山水林田湖草沙冰海”等多要素的整体布局和优化,可以促进国土空间开发利用方式与“双碳”目标之间的协同,实现国土空间高质量发展与碳中和双赢目标,甚至实现经济增长与土地和碳排的“双脱钩”。

现有形成的“五级三类四体系”国土空间规划文本在层级传导与衔接机制上,尚未确立监督与评估体系,学术研究中缺少基于“双碳”目标的国土空间功能优化分区方案。涉及国土空间优化的研究多以空间布局优化为研究对象,尚未讨论以产业结构调整、经济增长、能源转型、居民福利等多方面为优化目标的国土空间优化研究。因此,本文提出需要科学识别不同类型区域国土空间高质量发展面临的关键性、深度不确定性问题,研究形成具有针对性和可操作性的国土空间优化调控治理模式和政策方法,推动构建“双碳”目标下国土空间优化调控与应用示范的路径模式。

参考文献

- [1] ANDERSSON C, TORNBORG P. Wickedness and the anatomy of complexity[J]. Futures, 2017(1):118—138.
- [2] CHURCHMAN C W. The systems approach [M]. New York: Delacorte press, 1968.
- [3] HASSELMANN K. Climate-change research after Kyoto[J].

- Nature, 1997, 390 (6657): 225—226.
- [4] HEAD B W, ALFORD J. Wicked problems: Implications for public policy and management [J]. Administration & society, 2015(6): 711—739.
- [5] HEAD B W. Wicked problems in public policy [J]. Public policy, 2008, 3(2): 101—118.
- [6] MARCHAU V, WALKER W E, BLOEMEN P, et al. Decision making under deep uncertainty from theory to practice [M]. Berlin: Springer international publishing, 2019.
- [7] RITTEL H W J, WEBBER M. Dilemmas in a general theory of planning [J]. Policy sciences, 1973 (4): 155—169.
- [8] ROBERTS N. Wicked problems and network approaches to resolution [J]. International public management review, 2000(1): 1—19.
- [9] 崔金丽, 朱德宝. “双碳”目标下的国土空间规划施策: 逻辑关系与实现路径 [J]. 规划师, 2022(1).
- [10] 单薪蒙, 温家洪, 王军, 等. 深度不确定性下的灾害风险稳健决策方法评述 [J]. 地球科学进展, 2021(9).
- [11] 郝庆, 邓玲, 封志明. 面向国土空间规划的“双评价”: 抗解问题与有限理性 [J]. 自然资源学报, 2021(3).
- [12] 郝庆, 梁鹤年, 杨开忠, 等. 生态文明时代国土空间规划理论与技术方法创新 [J]. 自然资源学报, 2022(11).
- [13] 蒋存妍, 袁青, 于婷婷. 城市应对气候变化不确定性的动态适应性规划国际经验及启示 [J]. 国际城市规划, 2021(5).
- [14] 李强, 尚宇辰, 杨开忠. 生态文明时代“自然—政府—市场—社会”四部门国土空间治理体系构建研究 [J]. 经济纵横, 2022(6).
- [15] 林坚, 赵晔. 国土空间治理与央地协同: 基于“区域—要素”统筹的视角 [J]. 中国人民大学学报, 2022(5).
- [16] 龙瀛, 吴康, 王江浩, 等. 大模型: 城市和区域研究的新范式 [J]. 城市规划学刊, 2014(6).
- [17] 魏一鸣, 余碧莹, 唐葆君, 等. 中国碳达峰碳中和时间表与路线图研究 [J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2022(4).
- [18] 魏一鸣, 袁潇晨, 吴刚, 等. 气候变化风险评估研究现状与热点: 基于 Web of Science 的文献计量分析 [J]. 中国科学基金, 2014(5).
- [19] 文军. 回到“不确定性”: 社会风险研究的范式反变 [J]. 浙江学刊, 2023(3).
- [20] 武占云, 单菁菁, 魏后凯. 气候变化背景下流域治理的模式转型与对策研究: 基于“抗解性”理论视角 [J]. 中国软科学, 2023(5).
- [21] 薛领, 杨开忠. 中国式现代化背景下国土空间优化与调控: 抗解性范式转型 [J]. 经济纵横, 2023(6).
- [22] 岳文泽, 韦静娴, 陈阳. 国土空间开发适宜性评价的反思 [J]. 中国土地科学, 2021(10).
- [23] 张海玲, 刘昌新, 王铮. 气候变化综合评估模型的损失函数研究进展 [J]. 气候变化研究进展, 2018(1).

Challenges and Countermeasures of the Optimization of Territorial Space under the Dual Carbon Goals

Xue Ling Zhao Wei Liu Lina

Abstract: The optimization and regulation of territorial space is always a major theoretical and practical problem facing the construction of modernization. Most of the existing researches on territorial spatial planning focus on the ideas, frameworks and tools of low-carbon spatial governance, but there is still a lack of clear targets and action guidance of carbon constrain. It is urgent to fully integrate the Dual Carbon goals into the objective system, decision-making system and guarantee system of territorial spatial planning, in order to let planning play the overall leading role in spatial governance. First of all, it is not rational to talk about land without talking about climate change, and it is not possible to study land use uniquely and locally. Secondly, low-carbon and Dual Carbon goals are not exactly the same concept, and it is necessary to avoid the neglect of land in the study of Dual Carbon, and the confusion of Dual Carbon in the study of land space. Third, spatial optimization is a dynamic process, which requires great attention to deep uncertainty. Thus, It is essential for us to establish the identification and analysis method of the wickedness of territorial space, develop a coordinated evolution model of territorial space to cope with deep uncertainties, build a theoretical system of multi-objective optimization and regulation of territorial space. And it should carry out intensive research and theoretical construction along the four main axes: scientific cognition, information technology, intelligent planning and innovation system.

Key Words: The Dual Carbon Goals; Territorial Space Optimization; Deep Uncertainty; Wicked Problem; Paradigm Transformation
(责任编辑:文 锐)