

气候变化与国土空间治理的变革性适应研究

□ 王 伟, 武占云, 李广宇, 李 磊, 贺 蕊

【摘要】气候变化已成为当今世界及今后相当长时期内人类共同面临的巨大挑战,我国国土空间治理亟需大规模、系统性、长期性、创新性的转变,构筑全方位、系统性的安全防线,以把握应对气候变化的主动权。文章基于国际气候变化适应进展前沿,归纳提出气候变化下我国国土空间治理工作面临的思维性、实践性、制度性三大挑战,进而引入“变革性适应”的概念,从适应目标、适应模式、适应策略、适应手段和适应机制5个方面展开内涵阐释,并提出变革性适应视角下国土空间治理的提升策略,即全面构筑适应气候变化的韧性国土空间治理体系、系统优化适应气候变化的主体功能区战略规划传导路径、协同响应适应气候变化的城乡气象阈值场景矩阵,以期为中国式现代化提供坚实的空间支撑。

【关键词】气候变化;国土空间;治理;变革性适应

【文章编号】1006-0022(2023)02-0011-10 **【中图分类号】**JTU981 **【文献标识码】**A

【引文格式】王伟,武占云,李广宇,等.气候变化与国土空间治理的变革性适应研究[J].规划师,2023(2):11-20.

Transformative Adaptation of Territorial Space Government Towards Climate Change Wang Wei, Wu Zhanyun, Li Guangyu, Li Lei, He Rui

【Abstract】 Climate change has become a major challenge for the world today and for mankind in the long run. China's territorial space governance is in urgent need of large scale, systematic, and innovative changes to build a comprehensive security line so that we hold the initiative in dealing with climate change. Based on the forefront of global progress in climate change adaptation, the paper concludes three major challenges in China's territorial space governance: thought, practice, institution; introduces and explains the concept of transformative adaptation from five aspects: objective, model, strategy, approach, mechanism; and proposes improvement strategies from the perspective of transformative adaptation: construction of resilient territorial space governance system, optimization in strategic planning transmission of main functions, collaborative response to the urban and rural meteorological threshold scene matrix, in order to provide a solid spatial support for Chinese path to modernization.

【Key words】 Climate change, Territorial space, Government, Transformative adaptation

以全球变暖为显著特征的气候变化是当今世界以及今后相当长时期内人类共同面临的巨大挑战。1951~2020年全球平均气温升温速率为0.15摄氏度/10年,而同期我国平均气温升温速率为0.26摄氏度/10年。气候变化所带来的极端天气气候事件和各类缓发不利影

响已对我国的经济社会发展及人民生活安全造成了严重威胁,成为实现第二个“百年目标”进程中面临的重要风险。统筹安全和发展,建设更高水平的平安中国,以新安全格局保障新发展格局,将是迈向第二个“百年目标”的治国理政核心原则。国土空间安

【基金项目】 国家社会科学基金重点项目(21AZD043)、国家社会科学基金重大项目(20ZDA086)、国家自然科学基金项目(42207553)、中央财经大学一流学科建设项目(CUFEZF202201)、中央财经大学2022年度教学方法研究项目

【作者简介】 王 伟,博士,中央财经大学政府管理学院城市管理系主任、副教授。

武占云,通讯作者,中国社会科学院生态文明研究所国土空间与生态安全研究室副主任、副研究员。

李广宇,博士,生态环境部环境发展中心副研究员。

李 磊,中央财经大学政府管理学院硕士研究生。

贺 蕊,中央财经大学政府管理学院硕士研究生。

表 1 六次 IPCC 评估报告的核心观点演进

年份	报告名称	核心观点	贡献
1990 年	第一次评估报告 (IPCC AR1)	过去一个世纪内, 全球平均地表温度上升了 0.3°C~0.6°C, 海平面及大气中温室气体浓度也均有不同程度的上升	推动了《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC) 的制定与通过, 开启了全球应对气候变化的国际治理进程
1996 年	第二次评估报告 (IPCC AR2)	二氧化碳排放是人为导致气候变化的最重要因素, 并表示气候变化带来许多不可逆转的影响	促进了具有法律约束力、以定量减排为目标的《京都议定书》的通过
2001 年	第三次评估报告 (IPCC AR3)	明确了观测到的地表温度上升主要归因于人类活动, 称由人类活动引起气候变化的可能性为 66%, 并预测未来全球平均气温将继续上升, 几乎所有地区都可能面临更多热浪天气的侵袭	报告科学论证以量化的数字不断加深人们的认知
2007 年	第四次评估报告 (IPCC AR4)	全球气候系统的变暖毋庸置疑, 观测到的全球平均地面温度升高很可能是人为排放的温室气体浓度增加导致的 (可能性达到 90%)	IPCC 获得 2007 年诺贝尔和平奖
2014 年	第五次评估报告 (IPCC AR5)	20 世纪 50 年代以来全球大部分 (50% 以上) 的地表平均气温升高“极有可能” (95% 以上可能性) 是人类活动导致的	为《巴黎协定》的制定提供了主要的科学支撑, 并要求各缔约国依据 IPCC 的方法学及指标来核算各国的温室气体减排力度
2021 年、2022 年	第六次评估报告 (IPCC AR6) (《2021 年气候变化: 自然科学基础》于 2021 年 8 月 9 日发布; 《2022 年气候变化: 影响、适应和脆弱性》于 2022 年 2 月 28 日发布; 《2022 年气候变化: 缓解气候变化》于 2022 年 4 月 4 日发布)	世界各个地区都在经历气候变暖及其伴生的组合性变化, 如干、湿、风、雪、冰等的变化; 自 20 世纪 50 年代起, 受人类活动影响, 复合极端天气气候事件发生概率显著增加; 世界上有 33 亿~36 亿人的居住环境极易受气候变化影响, 不同地区、不同物种的脆弱性呈现出差异性; 被评估的物种中约半数显示出向极地或高海拔地区迁徙的趋势, 同时一些不可逆或者接近不可逆的影响已开始发生; 从人类系统的角度来看, 大量证据显示, 自 IPCC AR5 发布以来, 气候变化对人类健康、城市运营、基础设施等诸多方面造成了广泛影响; 未来气候变化风险呈现出复杂特征, 复合灾害并发对社会经济系统各个方面产生影响; 风险会在不同行业、不同领域、不同地区之间延伸传导, 其中 8 个最具代表性的关键风险类别分别为低海拔沿海、陆地和海洋生态系统、关键基础设施、生活水平、粮食安全、水安全、和平与迁移性风险; 风险之间存在复杂的相互作用, 使得风险管理越来越困难	—

资料来源: 根据相关材料整理。

全与可持续发展是国家整体安全的重要基石, 面对气候变化这一非传统安全因素蕴含的慢变量与快变量的挑战, 亟需对国土空间治理进行大规模、系统性、长期性、创新性的转变, 构筑全方位、系统性的安全防线, 以把握应对气候变化的主动权, 保障国土空间安全与可持续发展。

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)》; 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; 市县级国土空间总体规划已基本已形成成果, 即将进入报批程序。理念决定行动的指向和价值归属, 立足众多规划即将完成审批进入实施阶段的关键节点, 本文引入变革性适应视角, 探讨推动传统理念或惯性思维倾向的深层次转变, 希望助力国土空间治理的深化与进化。

1 国际气候变化适应进展前沿

1.1 政府间气候变化专门委员会评估报告的演进

20 世纪 70 年代, 世界各地水旱灾害及低温冻害等对全球经济和可持续发展造成严重负面影响。在此背景下, 国际社会开始讨论气候变化的问题。世界气象组织 (WMO) 和联合国环境署 (UNEP) 于 1988 年联合建立了政府间气候变化专门委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 以下简称“IPCC”), 目的是定期科学评估气候变化及其影响和风险, 并规划适应和减缓行动路线。IPCC 由 3 个工作组组成, 分别为气候变化的自然科学基础, 气候变化影响、适应和脆弱性, 以及气候变化的减缓, 其发布的报告是国际气候谈判的重要依据, 大致每六年发布一次 (表 1)。每份 IPCC

评估报告都以科学的数据和模型展开推演及预测, 推动全球气候政策不断向前。整体来看, IPCC 评估报告更加明确显示, 人类活动导致气候变暖加速, 观测到的极端天气气候事件突发、多发、频发, 使得全球气候风险加剧。

1.2 亚洲地区的气候变化脆弱性

若将地球视为一个系统, 经过长时间的演变, 这个系统与外界形成了稳定的能量交换体系。工业革命以来, 随着大量化石能源的开采与使用, 人与自然的的关系进入新的历史周期, 超级大干旱、强降水、极寒等极端气候将极有可能成为很多城市治理面临的真实场景。从全球范围来看, 全球受极端降水增加影响的人口约占 10%, 极端降水威胁人类的粮食和生存安全。IPCC AR6 中对亚洲气候变化的具体影响和风险进行了详细解

表 2 IPCC AR6 中亚洲气候变化的影响和风险

领域	影响和风险
极端天气气候事件	高温热浪、干旱灾害、洪水灾害、冰川融化
生态系统	生物多样性和适宜栖息地丧失
人体健康	热浪、洪水、干旱、空气污染物等危害增加，暴露度和脆弱性更高，病媒传播和水传播疾病、营养不良、精神障碍和过敏性疾病增加；强降水增多和气温升高将增加热带及亚热带亚洲地区的腹泻病、登革热与疟疾的患病风险
食物和水	对粮食供应和粮食价格产生不利影响；严重的水资源短缺
能源	制冷的能源需求迅速增加；面临能源不安全和工业系统风险
冰冻圈	冰川湖溃决洪水将威胁到高山地区当地和下游居民区的安全；多年冻土变暖，并在未受干扰的地区增加解冻深度，而在建筑区，这些转变因人类活动而加剧
城市和居住点	气候变化让基础设施受损、服务中断和供应链受到影响

资料来源：根据 IPCC 评估报告整理。

表 3 气候变化带给我国不同区域的影响和风险

区域	影响和风险
东北地区	夏季洪涝风险加剧、湿地面积减少、冻土脆弱性增加等
华北地区	暖干化显著，水资源供需矛盾突出，超大城市热岛效应严重
华东地区	台风强度增强，城市暴雨内涝和高温热浪事件增多，海平面上升威胁沿海城市安全
华中地区	旱涝灾害频发，湖泊和湿地面积萎缩与生态退化风险增大，生物多样性下降
华南地区	高温热浪、暴雨洪涝、台风、风暴潮等极端天气气候事件频发，咸潮与海水入侵等灾害加剧
西北地区	冰雪消融加速，融雪性洪水频发，水资源与生态系统脆弱性加剧
西南地区	冬春干旱加重，水土保持、石漠化治理、生物多样性保护压力增大
青藏高原	呈现暖湿化，冰川退缩、冻土退化、湖泊扩张、河流径流增加明显，冰雪灾害、地质灾害和链式灾害风险加剧

资料来源：根据《国家适应气候变化战略 2035》整理。

读 (表 2)。在人口高密度集聚的亚洲城市地区，对气候变化的影响脆弱性和适应措施格外关注，如极端气温与城市热岛威胁人们的生命健康，增加的极端降水频率和强度可能会导致洪涝灾害的影响范围扩大，气温升高、降水减少与城市化人口迁移、土地利用变化等共同影响城市水资源供给与安全，寒潮、滑坡、火灾和空气污染等灾害对城市及关键基础设施的影响加剧。在城市规划不合理、保障制度不完善或缺乏基本服务的区域，气候变化脆弱性更高。

1.3 将适应气候变化纳入城市规划

IPCC 评估报告认为，适应是指根据实际或预期的气候刺激及其影响对自然、社会或经济系统进行的调整。气候变化

下城市的主要致灾因子包括极端天气、城市热岛、洪水、海平面升高等，以及由此导致的人口、基础设施、健康等方面的风险。目前，超过 170 个国家在其气候政策中纳入了适应措施。许多城市也将适应气候变化纳入城市规划中，主要围绕能源、建筑、交通、通信、市政及居民生活等工程性基础设施，教育、文化、社区、健康、政策等无形的社会性基础设施，以及绿地、湿地、自然生态空间等自然基础设施展开规划探讨。例如，与水相关的气候变化风险适应可以带来经济、制度或生态等方面的综合效益，在所有适应措施中占据主要地位；基于生态系统的适应 (Ecosystem-based Adaptations, 简称“EbA”) 作为应对气候变化和保护生态环境的双赢措施，受到

政府和科学界的广泛关注，并与基于工程的解决方案结合起来，以降低适应成本。

2 气候变化下我国国土空间治理进展情况与面临的挑战

我国气候类型复杂，是全球气候变化的敏感区和影响显著区，其不利影响呈现显著的区域差异 (表 3)。科技部牵头联合相关单位于 2002 年启动了国家气候变化评估工作，分别于 2006 年、2011 年、2015 年和 2022 年发布了四次气候变化国家评估报告。最新评估报告显示，在全球气候变暖背景下，我国近地面气温也呈显著上升趋势，年降水总体呈增加趋势，沿海海平面上升高于同期全球海洋平均水平。气候变化对粮食安全、生态安全、国土安全和水资源保障安全带来不同程度的威胁，适应气候变化在构建国土空间现代化治理体系中的位置愈加重要。

2.1 适应气候变化的国家战略布局

我国推进和实施适应气候变化重大战略，积极开展适应气候变化行动，不断完善应对气候变化工作的体制机制。在国家层面，国家应对气候变化及节能减排工作领导小组于 2007 年成立，目前由生态环境部、国家发展和改革委员会等 30 个相关部委组成；2018 年国务院机构改革后，国家应对气候变化工作职能由国家发展和改革委员会调整至生态环境部。目前，由国家应对气候变化及节能减排工作领导小组统一领导、气候变化主管部门归口管理的工作机制初步形成。在我国提出二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取于 2060 年前实现碳中和的目标后，碳达峰碳中和工作领导小组于 2021 年成立，碳达峰碳中和工作领导小组办公室设在国家发展和改革委员会。

为统筹开展全国适应气候变化工作，国家发展和改革委员会等 9 个部门于 2013 年发布了《国家适应气候变化战略》，战略目标期到 2020 年，按照全国主体功能

区规划有关国土空间开发的内容，针对城市化、农业发展和生态安全三类区域提出了各有侧重的适应任务。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，明确加强气候影响、灾害综合风险评估信息与国土空间信息融合，丰富全国国土空间规划“一张图”，全面提升不同主体功能区的适应能力，保障国土空间安全。

2.2 适应气候变化的国家部委协同分工

2016年，国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部联合制定了《城市适应气候变化行动方案》和《气候适应型城市建设试点工作方案》，启动建设气候适应型城市试点工作，要求将气候变化因素纳入城市规划建设管理考虑，采取趋利避害的有效适应行动，保障城市运行安全与可持续发展。住房和城乡建设部自2018年起开展城市体检工作，将城市体检作为实施城市更新行动、统筹城市规划建设管理、推动城市人居环境高质量发展的重要抓手，把安全韧性列为八项体检内容之一。此外，国家发展和改革委员会先后开展了三批国家低碳城市试点工作，目标重点在于加快建立以低碳为特征的工业、能源、建筑、交通等产业体系和低碳生活方式。

“十四五”期间，各部门落实适应气候要求，直接或间接地不断推动将适应气候变化纳入国土空间治理。自然资源部从国土空间规划着眼，于2021年发布《国土空间规划城市体检评估规程》，

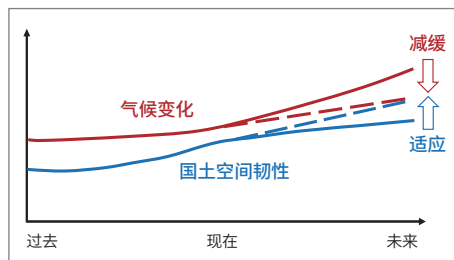


图1 人类应对气候变化的两大基本策略示意图

从水安全、粮食安全、生态安全、文化安全、城市韧性和规划管控等维度提出城市安全评估指标。财政部、住房和城乡建设部、水利部于2021年发布《关于开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》，组织开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作，推动建设宜居、绿色、韧性、智慧、人文的城市。生态环境部于2021年印发《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》，从加强生态环境源头防控出发，要求将应对气候变化要求纳入“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）及环境影响评价等政策制度。

2.3 气候变化背景下国土空间治理面临的挑战

减缓和适应是人类应对气候变化的两大策略（图1）。国际上的气候变化适应与风险应对，既注重经济、制度或生态等方面的综合效益，也强调基于自然的解决方案与基于工程的解决方案的协同。相较而言，气候变化背景下我国国土空间治理研究和实践仍面临一系列挑战。

2.3.1 思维性挑战

长期以来，受制于思维定式和体制机制，我国形成了以减缓为主的顶层设计和以适应为主的地方实践，国家政策体系对地方适应行动的支撑远远不足。然而已有科学研究表明，鉴于气候系统的巨大惯性，即使人类社会停止所有碳排放，在全球气候系统达到一个新平衡前，升温效应仍不可避免，主动适应气候变化更为关键。郑州“7·20”特大暴雨等极端天气气候事件充分表明，在减缓行动难以于短期内削弱气候变化及其影响的情况下，必须通过适应行动降低脆弱性、提高对各种潜在风险的应对能力。虽然生态环境部等17个部门联合印发了《国家适应气候变化战略2035》，但是相比支撑减缓层面的碳达峰、碳中和和“1+N”政策体系，适应层面的理念认知、顶层设

计、行动方案和相关政策支撑仍进展缓慢。

此外，适应气候变化基础性工作欠账较多，相关理论研究与技术研发相对薄弱，知识和经验供给仍不充分。气候变化范围和人类对气候系统的影响是极其复杂的，关于气候变化的科学认知仍存在不确定性，尤其是相对于减缓策略，社会公众、规划师及地方决策管理部门对适应策略的科学认知不足，影响了适应行动的科学性和有效开展。例如，Huntjens等人对欧洲流域适应气候的案例研究表明，由于对干旱与洪涝风险的认知差异，即洪水威胁往往被认为比干旱威胁更具紧迫性和尖锐性，针对水安全的适应策略往往比针对干旱等极端天气气候事件的适应策略更有效和成熟。再如，我国《国土空间规划城市体检评估规程》中的防洪堤防达标率、降水就地消纳率等指标均是对极端降水和洪涝风险的考量，然而已有评估表明，全国28个气候适应型城市试点中有2/3的城市的主要灾害风险为干旱。无论是全球的适应实践还是我国的适应行动，对气候变化风险的科学认知和应对仍远远不足，亟需从科学认知水平上加强对气候变化的趋势、机理和模式的研究。因此，气候变化背景下融合国土空间安全多目标要求的理论和实践研究亟待深入，特别是急需深化气候变化预测、气候风险评估和气候模型构建，推进科学研究与实践应用的融合互促，为国家层面的顶层设计和地方适应行动提供科学基础。

2.3.2 实践性挑战

从实践层面看，一是缺乏空间规划领域可操作性的适应技术标准或指南。国家机构改革后，自然资源部在建立全国统一的国土空间规划技术标准体系方面取得了重大进展，但住房和城乡建设部制定的《城乡规划技术标准》仍是我国市级以下国土空间规划的编制依据，该标准在制定时尚未考虑气候变化尤其是极端天气气候事件的影响，基础设施等规划设计标准不足以应对气候变化风

险。例如，暴雨强度公式是编制城市排水设施规划的重要依据，但我国城市的暴雨强度公式大部分建立于 20 世纪 80 年代、90 年代以前。虽然近年来已有部分城市完成了对暴雨强度公式的修订，但是绝大部分城市仍在沿用原公式，使得排水管网标准过低，远不能适应全球气候变化背景下极端天气的冲击，这也是近年来我国城市频频出现内涝的重要原因之一。二是将适应气候变化目标纳入国土空间规划仍存在技术难点。例如，从时间尺度来看，气候变化所隐含的时间跨度确实很长，甚至以世纪为单位，远远超出国土空间规划期限，以及规划师所擅长的预测范畴，如何在空间规划的近中期目标中体现适应气候变化的长期影响成为关键。又如，从空间尺度来看，应对气候变化的行动目标往往针对全球、国家或地方尺度，如何在中观层面的城市空间总体规划作出应对宏观气候变化的正确决策？最新的第六次国际耦合模式比较计划 (Sixth International Coupled Model Comparison Program) 指出全球气候模式的空间分辨率为 100 ~ 300 km，如何将其应用于城市、区域等中观尺度的气候变化评估？由于缺乏具体的规划技术指南，很多地区不清楚如何将适应气候变化的内容纳入国土空间规划，规划目标侧重于宏观和定性表述，规划内容和规划实施更是缺少实质性的、可操作性的适应策略。

2.3.3 制度性挑战

《国家适应气候变化战略 2035》从完善和落实主体功能区战略高度，对国土空间规划、城市气候适应等作出安排。各部委已单独或联合发布了多项政策文件，在规划等方面推动了气候变化适应工作的开展。但现实工作中仍存在问题短板，包括各类试点政策仍以指导性、原则性要求为主，实施成效不明，多重性政策目标下不同部门政策协同性不足等。在实践层面，自上而下的传导、考核机制和指导约束机制均有待健全，适

应气候变化的技术标准体系尚未形成，多数地方未建立适应气候变化跨部门工作机制。IPCC AR6 对全球适应措施的可行性评估显示，技术、经济、社会、环境和地球物理 5 个维度的适应可行性处于中高水平，而制度维度的适应可行性则处于中低水平。

我国的气候适应制度亦存在气候适应的传导监督机制和法律法规不健全的问题：一是缺乏约束性的规划要求。自然资源部印发的《省级国土空间规划编制指南》(试行) 将应对气候变化风险作为规划编制的“指导性要求”，《市级国土空间总体规划编制指南(试行)》将气候变化影响作为重大专题研究的可选项，但二者均未将适应气候变化目标纳入规划指标体系，亦未明确要求气候变化高风险区将适应气候变化作为规划的强制性内容，使得市县级规划在气候应对方面缺乏上位规划的约束性指标和刚性管控要求，进而导致适应气候变化目标在国土空间规划中的逐级传导及落地存在困难。二是法律法规不健全。当前，将适应气候变化纳入国土空间规划已成为重要的国际政策趋势，如英国的多项空间规划政策均涵盖了适应气候变化议题；美国的《规划与气候变化的政策指引》明确规定了地方政策设计、自然资源管理、土地利用、交通设施布局等领域的适应气候变化目标和要求；德国的《空间规划法》将气候变化减缓和适应作为空间规划的原则与强制性内容。我国近年发布的一些政策文件虽然对提升国土空间气候适应能力提出了相关要求，但是尚未出台应对气候变化的法律法规，亟需加快推进《应对气候变化法》《国土空间规划法》等法律法规的制定，完善适应气候变化的制度体系。

3 气候变化的适应转型——变革性适应

气候变化直接和间接地给生态系统、

社会系统和经济系统带来威胁，其影响具有不确定性、复杂性、深远性和广域性等特征。适应气候变化的国土空间治理的基础是什么？这既涉及本体论的问题，又涉及认识论的问题。适应气候变化的本体既不是单纯的国土空间，也不是单纯的治理，而是二者的结合。

3.1 气候变化的适应转型

《巴黎协定》确立了提高适应能力、增强韧性、降低脆弱性的全球适应目标，提出主动适应气候变化、不断提高气候风险防范和抵御能力。然而，IPCC AR6 WGII 对目前的适应路径进行评估后，认为“适应差距依然存在，适应取得的进展分布并不均衡”，适应赤字广泛存在于各大洲城市，尤其是提升高风险和脆弱性城市区域的适应能力更具现实紧迫性，对于系统性复合气候风险则需要加强综合适应路径的设计，并明确指出“当前仍有一个短暂但将快速关闭的窗口期，全球协同行动的任何延误都将错失为所有人创造一个宜居和可持续发展未来的机会”。

气候变化机制的复杂性、未来气候场景的不可预测性、决策方案和决策结果的巨量可能性等，正在对我国国土空间系统产生深刻影响，使得国土空间安全运行面临风险的不确定性日益加大。国土空间规划与治理作为统筹发展和保护两大需求、适应气候变化的重要政策工具，但长期以来形成的传统空间治理模式存在错位性、滞后性和碎片化问题，已无法满足气候变化背景下国土空间系统高质量保护与发展的需求。为此，亟需推动我国气候适应由传统增量型适应 (Incremental Adaptation) 向变革性适应 (Transformative Adaptation) 转变。

3.2 变革性适应的内涵与特征

变革性适应是以气候变化背景下国土空间系统演进的复杂性、驱动机制的不确定性、治理目标的多元性为前提的，

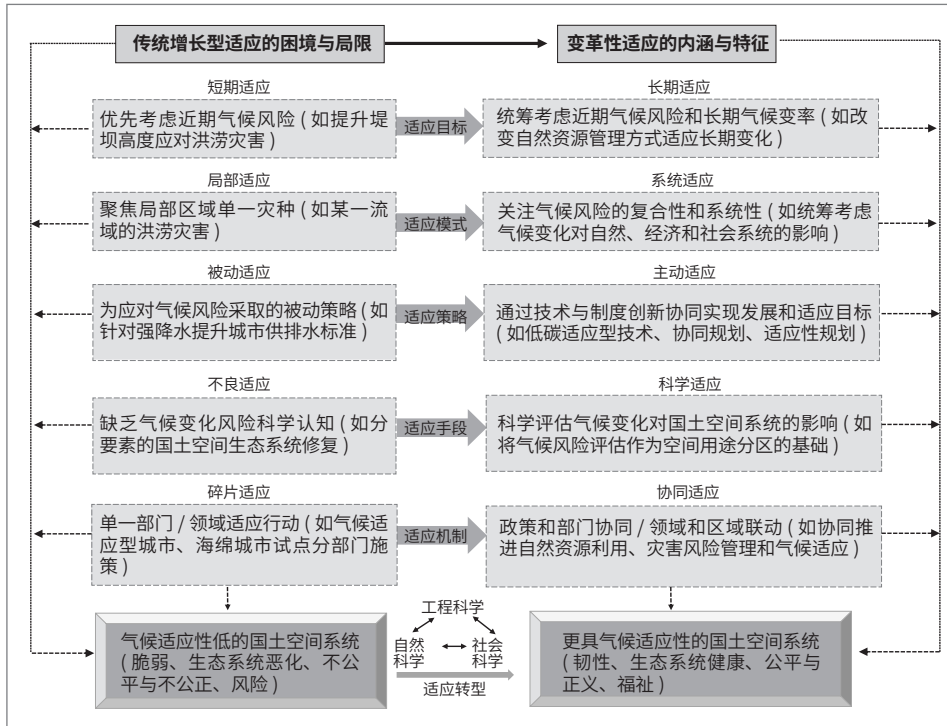


图2 传统增量型适应的困境与局限及变革性适应的内涵与特征示意图

统筹考虑近期气候风险（如高温、强降水、台风等）和长期气候变率（如干旱化、持续升温、海平面上升等），融合工程科学、自然科学和社会科学的理论与方法，利用技术方法和制度创新，将气候风险纳入国土空间规划与治理的全过程，通过规划和实施多部门、多领域、多尺度、多主体的适应行动，构建更具气候适应性的国土空间系统，同时为实现生态系统健康、人类福祉和公平正义提供有力支撑。相比传统增量型适应，变革性适应以长期适应、系统适应、主动适应、科学适应和协同适应为基本特征，通过适应目标、适应模式、适应策略、适应手段和适应机制的系统性变革，形成跨学科、跨部门、跨领域、跨行业、跨尺度的气候变化适应体系（图2）。

3.2.1 适应目标：由短期适应向长期适应转型

传统适应行动旨在应对当前气候变化影响或近期气候变化风险，多为小尺度、碎片化、增量型，如仅仅通过增加堤坝的高度提高防洪能力，短期适应不仅减少了转型适应的机会，还很难应对

长期风险。变革性适应则统筹考虑近期气候风险和长期气候变率，通过国土空间生态修复、绿色基础设施建设等适应短期气候风险，尤为注重改变自然资源管理方式（如开展适应性水资源综合管理），体现可持续发展要求，更加注重规划建设的长期性，综合提高国土空间应对长期气候变化风险和不确定性的能力。

3.2.2 适应模式：由局部适应向系统适应转型

传统适应行动聚焦洪涝、干旱、高温等单一气候风险采取局部适应措施，且以工程措施为主，无法应对气候变化背景下国土空间面临的复合性、复杂性和级联性风险。IPCC AR6 显示，随着全球气候变暖加剧，未来跨行业、跨区域的复合型气候变化风险将增加。变革性适应积极响应复合型气候变化风险，统筹考虑气候变化对生态系统、经济系统和社会系统的影响，采取工程性、技术性和制度性等多种措施，开展系统性适应行动。

3.2.3 适应策略：由被动适应向主动适应转型

传统适应行动重点弥补极端和新增

风险的适应赤字，如针对强降水提升城市供排水标准、开发海绵城市技术等。变革性适应则认为适应是人类社会面临气候变化不利影响和风险的主动行为，不但要遵循“趋利避害”原则适应气候变化，提升自然生态系统和经济社会系统的气候韧性，而且更重要的是要充分利用气候变化带来的有利因素，通过技术创新和制度创新变挑战为机遇，如采用低碳适应型技术、动态适应性规划协同实现发展和适应目标。

3.2.4 适应手段：由不良适应向科学适应转型

自 IPCC AR5 以来，全球越来越多的实践表明不良适应 (Maladaptation) 的存在，尤其是在缺乏气候风险科学认知下开展的适应行动，将会产生脆弱性、暴露度和风险的锁定效应。例如，“就山治山、就水治水”的传统适应策略，割裂了山水林田湖草沙的系统性；海堤建设在短期内可以有效降低居民和财产受到的影响，但长期可能产生锁定效应并增加气候风险。变革性适应则在科学评估气候变化对国土空间系统要素构成、演化机理和风险的基础上，将基于自然的解决方案、工程措施和社会性学习有机结合，制定符合短期、中期和长期的动态适应方案。

3.2.5 适应机制：由碎片适应向协同适应转型

适应行动是典型的跨部门、跨领域、跨尺度的系统策略，然而传统适应行动和政策仍是碎片化的分部门、分领域措施，不仅无法系统应对气候变化的挑战，不同部门和不同领域之间还存在适应进度不同甚至适应措施冲突等现象。变革性适应则将工程科学、自然科学与社会科学的技术手段有机结合起来，注重政策和部门协同、领域和区域联动、尺度和行业传导以及远期、中期、近期之间的衔接，完善应对气候变化的协同性和顶层设计，形成跨学科、跨部门、跨领域、跨行业、跨尺度的气候变化适应体系。

4 变革性适应视角下国土空间治理的提升策略

立足变革性适应视角，气候变化下我国国土空间治理要将新的战略思维贯穿于从总体布局到微观设计的缜密安排之中，贯穿于从思想认知到落地实践的转化当中，着力建体系、优机制、补短板、抓重点、强能力、促协同，进一步完善国土空间安全治理体系，提高国土空间安全保障效能，以新安全格局保障新发展格局。

4.1 全面构筑适应气候变化的韧性国土空间治理体系

气候变化下我国国土空间治理蕴含着多主体、多要素、多时空交织的复杂性，对其韧性的提升应做到“全时空感知、全要素联动、全主体参与、全场景覆盖、全链条防控、全天候响应、全周期治理”，从国家到社区多级联动，全面开展物质空间环境、多样设施功能、经济社会活动、政策制度等多维一体的系统优化提升，推动韧性国土空间治理的整体性进化，实现“软硬结合、远近兼顾、平灾并重”的韧性国土长治久安的战略目标(图3)。

首先，将“韧性”内化为国土空间治理系统价值，建立“安全—发展”耦合共构的新发展模式，将“韧性”作为一种系统能力与国土空间本体紧密交融，打造由理念价值体系、理论方法体系、法规政策体系、技术标准体系、实施监督体系组成的气候变化适应体，牵引国土空间系统的资源要素配置与发展路径选择。

其次，构建“宏观搭台—中观统筹—微观落地”的分层协同应对体系。气候影响具有尺度效应，将气候韧性嵌入国家、流域、区域、市、区县、乡镇、社区各个层级，以自上而下和自下而上相贯通的方式构建全方位、立体化的韧性国土基本框架，形成综合协调合力。在宏观层面，在国家级层面形成符合我国国情、适应气候变化的韧性国土建设方

案，通过出台相应法律法规在制度上予以顶层保障，并协调国家各级部门之间的分工合作关系；在中观层面，发挥省、市、区县在性质定位、发展方向、空间布局、用途管制和实施监管等方面的优势，构建多元协同的变革性适应治理格局，降低脆弱性与暴露度；在微观层面，从乡镇、社区的物资设施、空间改造、组织机制、队伍力量等方面提升全民参与的基层气候韧性。

再次，统筹全时空、全要素、全主体、全场景，将“韧性”全链条、全天候、全周期植入国土空间风险治理和安全体系建设的各层次、各领域。立足上文构建的“横向到边、纵向到底、上下贯通、条块结合”的韧性国土空间治理框架，面对国土空间运行的全时空、全要素、全主体、全场景，以“规划—建设—管理”一体化为基线，推动国土空间治理的空间韧性、工程韧性、管理韧性、社会韧性的全方位提升，实现高质量发展有空间、有余量、有弹性、有储备，形成全链条、全天候、全周期的国土空间安全保障体系。

最后，形成主动适应气候变化、“软硬结合—远近兼顾—平灾并重”共构的国土空间治理运转机制。其中，“硬韧性”

主要是指建筑工程、交通设施、生命线管网、生态保护设施、数字化新基建等有形载体；“软韧性”主要是指政府应急处置能力、人力资本、社区管理、地域精神文化等无形网络；“远、近、平、灾”则主要考虑国土空间治理系统具备合理冗余、应急转换、学习改进等特性，能够实现持续循环迭代。

4.2 系统优化适应气候变化的主体功能区战略规划传导路径

国土空间作为经济社会发展的基础，决定了国土空间治理与国家治理的密切关系，而气候变化深刻影响着国土空间的环境承载力和开发适宜性。当前，国家治理与生态文明制度改革的联系日趋紧密，现阶段也是对国土空间结构进行调整优化的关键时期。各级国土空间规划作为国土空间开发利用的纲领性文件，对国家主体功能战略部署的贯彻与传导能力，以及对适应气候变化战略相关事务和资源配置的协调能力，决定了国土空间规划的能力和地位。而这种作用，并不仅仅包括传统规划中的战略概念和目标，更包括为实现主体功能战略目标而制定的一系列行动框架、过程和保障的集合，以“目标体系+科学分析+成果体

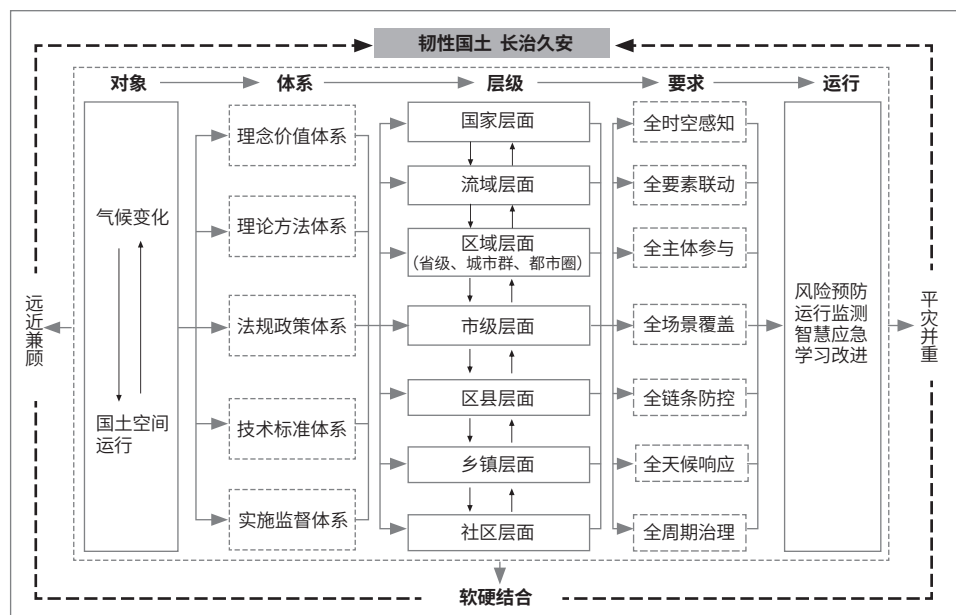


图3 韧性国土空间治理体系构筑示意图

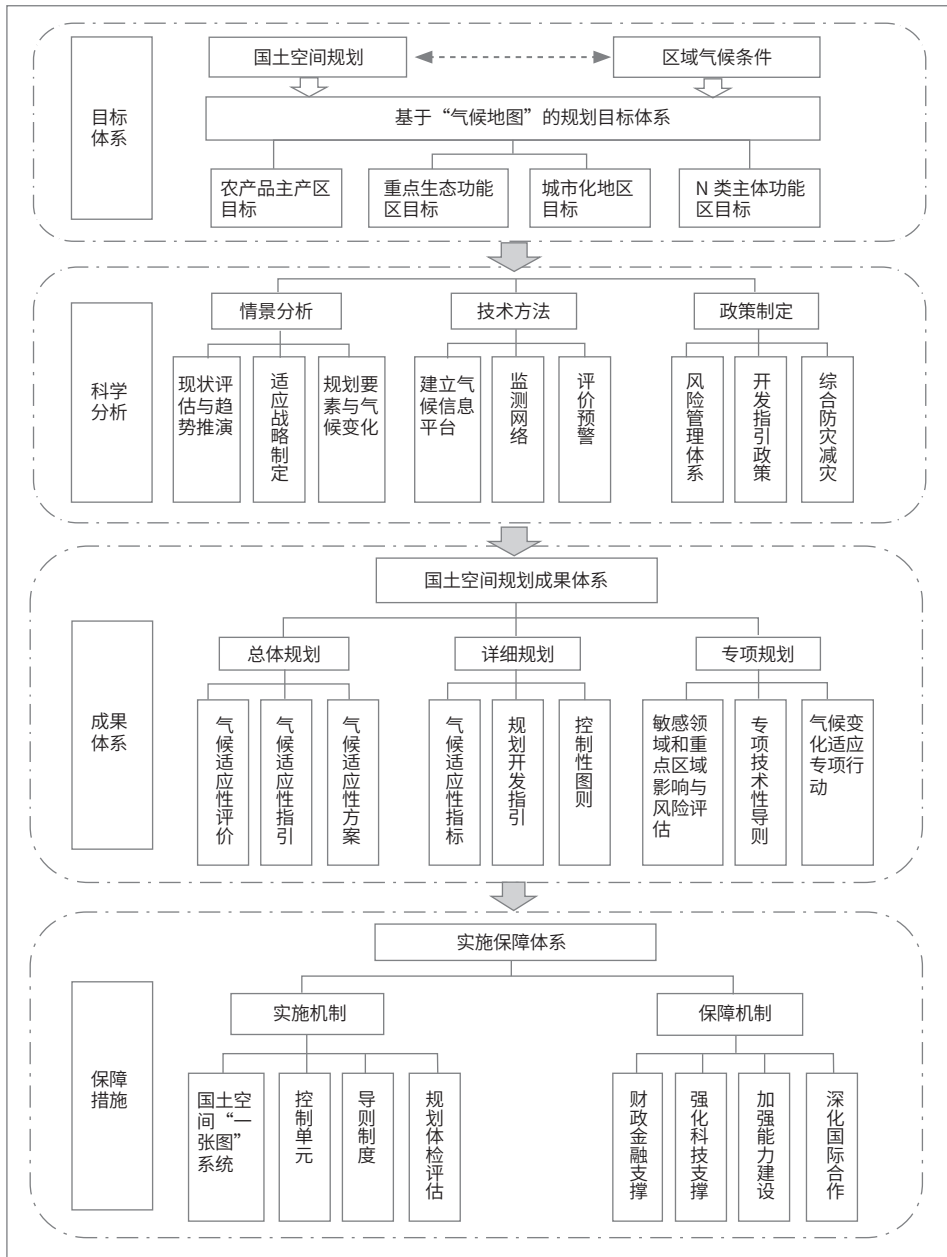


图4 优化适应气候变化的主体功能区战略规划传导路径示意图

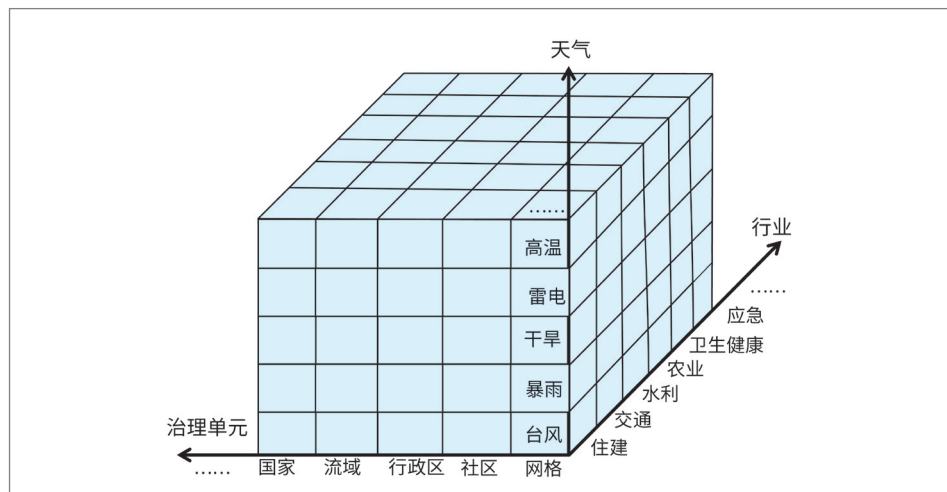


图5 城乡气象阈值场景矩阵示意图

系+保障措施”谋划和引导构建与适应气候变化协同融合的国土空间格局(图4)。

同时,还应将气候变革性适应融入主体功能区战略,结合“五级三类”国土空间规划编制实施,分类精准施策(表4),全面提升不同主体功能区的适应能力,保障国土空间安全。

4.3 协同响应适应气候变化的城乡气象阈值场景矩阵

郑州“7·20”特大暴雨极端天气气候事件提出了一个非常重要的问题:当前很多规划建设标准与应急预案都是基于历史经验而来的,然而随着气候变化,还需要考虑未来的不确定性。这种不确定性将为国土空间治理带来一种不可预见的极限治理场景,颠覆人们习以为常的经验认知、发生方式、建设标准、治理模式。为此,亟待加强系统性、预见性、创造性的气候风险研究。由于气候变化的复杂性、不确定性和长期性,IPCC研究认为,反复的“监测、研究、评价、学习和创新”过程能降低灾害风险。因此,可建立健全一套“气候系统观测、影响风险评估、综合适应行动、效果评估反馈”的工作体系,动态调整适应气候变化行动,力求做到“宁可十防九空,不可万无一失防”“宁可备而不用,不可用时无备”。

统筹考虑气候风险类型、自然地理特征、地域功能与开发规模等因素,本文将气象致灾因子、治理事权尺度、不同行业领域应对气候影响的措施体系关联构成一个多维矩阵——城乡气象阈值场景矩阵。该矩阵的核心是天气维度,它代表自然环境中能够对人类生命、财产或行业活动产生不利影响甚至造成灾害的各类罕见或极端的天气气候事件,应完善量化监测指标体系,开展精细化网格预报预测;矩阵的事权维度中包括了不同尺度范围所对应的网格、社区、重点单位、街镇、行政区等不同层级和处置力量,以及气象灾害风险普查信息等融合要素,应因地制宜地建立早期预

表 4 面向三类主体功能区的气候变化适应策略

主体功能区类型	目标	代表性适应策略
农产品主产区	以增强农业生产适应气候变化能力为重点,保障国家粮食安全和重要农产品供应	开展农业气候精细区划,调整作物品种布局,推广节水灌溉与农艺,实施草畜平衡管理,发展气候智慧型农业,完善排灌系统和应急预案,利用热量增加调整作物品种与播期,完善输调水与灌区工程
重点生态功能区	以保护生态环境、增强生物多样性、提供生态产品供给为重点,维护国家生态安全	统筹规划重点水源与水资源配置工程,开发利用非常规水源;防控有害生物入侵蔓延,恢复林草植被,综合治理风沙源,加强山区水土保持与水利建设,适度退田还湖,保护湿地生物多样性,保护自然岸线,治理水土流失与石漠化,保护山地珍稀物种与水源涵养地;加强对融雪性洪水、沙尘暴、暴风雪、热浪、冰川灾害等灾害的监测预警与应急管理,加强自然保护区管理,健全高原生态保护体系;统筹推进水系连通,退耕、退养、还林、还湿,建立健全生态产品价值实现机制政策制度体系,构建生态廊道和生物多样性保护网络;强化自然生态空间用途管制,开展滨海湿地跨境联合保护,建立政府间生态环境联合监测机制,加强区域海洋保护地建设,推动全流域气候变化联网式综合监测评估
城市化地区	以降低人口、社会经济和基础设施的气候风险为重点,建设气候适应型城市,提升城市气候风险防控能力	科学规划都市圈/城市群布局,健全城乡基础设施,建成国际先进的气候适应型宜居城市群;实施基于自然的解决方案,提高蓝绿空间占比,丰富城市公园类型,构建大、中、小结合以及系统联通、分布均衡、特色鲜明的公园体系,改造城市不透水下垫面,优化绿道、步道等公共慢行系统;完善城市应急通道网络,调整建筑和交通工程布局,划定洪涝风险控制线,增强城市和区域调蓄空间管控,完善城镇安全韧性空间和基础设施,以社区生活圈为基础构建安全防御单元,优化公共卫生等应急空间网络,统筹城市地下空间综合利用,实施城市老旧燃气管道、供排水管道、电力电缆等更新改造工程,推进新型城市基础设施建设;加强供水应急备用水源建设,完善城市供水网络,完善城市再生水、集蓄雨水等非常规水资源利用系统,实施城市生态修复工程,调整重大工程与基础设施安全运行布局与技术标准,修订防灾工程技术标准;推广气候敏感产业适应技术,推动气候智慧型经济转型;加强极端天气气候事件监测预警、气候变化健康影响监测、实时高温健康监测、脆弱人群气候敏感疾病发病条件监测预警,创建气候适应型社区,建设韧性宜居城市;调整建筑物供暖、制冷和劳动保护标准,提高立体绿化覆盖率,改善住宅隔热、通风与遮阴条件;实施最严格水资源管理政策,落实“三线一单”;提高海岸防护标准,控制人工岸线扩张,加高加固海堤,提高海洋经济活动、交通、旅游等气象安全保障水平,加强气象与海洋灾害监测预警、风险评估和防护设施建设;实施城市群横向生态保护补偿制度,开展异地开发;建立气候变化风险监测与气候治理技术数字平台,促进气候智慧型经济转型发展,构建气候适应型社会;建立适应气候变化工作成效评估机制,完善财政金融支持政策,推动绿色金融市场创新,构建气候投融资保障体系;开展中长期气候变化情景预测和模拟研究,加强适应气候变化相关规划、设计、建设与运维标准研究,构建分领域、分产业、分区域的适应气候变化技术体系,开展基于未来长期气候变化情景的适应技术预研究;加强公众参与

资料来源:根据相关资料整理。

警平台和分灾种监测预报预警系统,建立多源资料融合的极端天气气候事件灾情数据库;行业维度则主要表征受气候变化影响的行业领域,不同行业领域的不同场景属性特征及对气象敏感性的差异决定了极端天气气候事件应急管理预案、应急处置和救灾响应机制(图5)。在城乡气象阈值场景矩阵建立后,可以定时对全量或部分场景进行预计算模拟,即对于某一次具体天气的发展、移动、消散全过程,可以以其影响的行业、影响的行政范围、实时动态映射至矩阵中的对应阈值元组,快速构建城乡国土空间精细治理场景,进而开展阈值场景下各类规划、建设、运行、管理、服务标准研究,定期进行压力测试,设计不同阈值场景预案并进行演练,推动实现全时段、全要素、全流程的城乡气象阈值

场景治理能力提升。

当前,结合自然资源部正在启动建设的国土空间规划实施监测网络,应协同建设集约、协同、高效的多圈层观测系统,强化跨层级、跨业务、跨部门、跨区域的互联互通,建立适应气候变化的信息共享机制和平台,提升信息化、智能化管理水平。与此同时,对于适应性治理行动,应充分考虑领域协同、部门协同及投入产出比。未来应进一步明确各部门的权责范围,建立健全相关制度保障,实现资源和信息在不同部门间的合理分布,避免出现危机时不同部门之间因职能重复而造成资源浪费,或是因存在管理上的空白而延误危机处理时机。在制定各类空间战略、规划、政策法规和技术标准时,需充分考虑适应气候变化与其他发展或治理目标的协同性,

如区域协调、新型城镇化、乡村振兴、节能节地节水、减污降碳、共同富裕等一系列可持续发展目标的兼容,为中国式现代化提供坚实的空间支撑。

5 结语

当前,我国国家安全和发展的内涵外延比历史上任何时候都要丰富,国土空间治理就是要在空间坐标点上实现安全和发展的正向统一。为此,国土空间规划体系的重构不仅在于处理若干规划的空间冲突,还要以国家治理中存在的问题为导向,防范和化解影响我国现代化进程的各种风险,使空间运行能够更“安全”。气候变化具有全球性、全局性、战略性影响,是国家治理必须高度重视的约束条件。如何在气候变化和可持续发展

这两条坐标轴交织的各个象限中，以国家繁荣富强、人民幸福安康、社会和谐稳定为目标，给出最恰当的空间路径方案，需要规划工作者深刻认识气候变化下自身知识能力储备的“破与立”，履行好国土空间规划与治理的重要职责和使命。

[参考文献]

- [1] IPCC. Special Report: Global Warming of 1.5° Glossary. 2022[EB/OL]. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/>, 2023-01-01.
- [2] 陈其针, 王文涛, 卫新锋, 等. IPCC 的成立, 机制, 影响及争议 [J]. 中国人口·资源与环境, 2020(5): 1-9.
- [3] 赵宗慈, 罗勇, 黄建斌. 回顾 IPCC30 年 (1988—2018 年) [J]. 气候变化研究进展, 2018(5): 540-546.
- [4] 韩振宇, 陆波, 石英, 等. IPCC AR6 报告关于气候变化影响和风险主要结论的解读 [J]. 气候变化研究进展, 2022(4): 389-394.
- [5] 汪军能, 秦年秀, 姜彤, 等. IPCC AR6 报告解读: 气候变化对城市、住区和关键基础设施的影响与适应 [J]. 气候变化研究进展, 2022(4): 433-441.
- [6] 王蕾, 张百超, 石英, 等. IPCC AR6 报告关于气候变化影响和风险主要结论的解读 [J]. 气候变化研究进展, 2022(4): 389-394.
- [7] 秦云, 徐新武, 王蕾, 等. IPCC AR6 报告关于气候变化适应措施的解读 [J]. 气候变化研究进展, 2022(4): 452-459.
- [8] 巢清尘, 严中伟, 孙颖, 等. 中国气候变化的科学新认知 [J]. 中国人口·资源与环境, 2020(3): 1-9.
- [9] 吴绍洪, 赵东升. 中国气候变化影响、风险与适应研究新进展 [J]. 中国人口·资源与环境, 2020(6): 1-9.
- [10] 生态环境部, 国家发展和改革委员会, 科学技术部, 等. 国家适应气候变化战略 2035[Z]. 2022.
- [11] 付琳, 曹颖, 杨秀. 国家气候适应型城市建设试点的进展分析与政策建议 [J]. 气候变化研究进展, 2020(6): 770-774.
- [12] Head BW. Evidence, Uncertainty, and Wicked Problems in Climate Change Decision Making in Australia [J]. Environment and Planning C, 2014(4): 663-679.
- [13] Huntjens P, Pahl-Wostl C, Rihoux B, et al. Adaptive Water Management and Policy Learning in a Changing Climate: A Formal Comparative Analysis of Eight Water Management Regimes in Europe, Africa and Asia [J]. Environmental Policy and Governance, 2011(3): 145-163.
- [14] 武占云, 王菡, 单菁菁. 我国生态安全面临的气候变化风险及应对策略 [J]. 中南林业科技大学学报 (社会科学版), 2022(4): 25-33.
- [15] 崔婷婷, 龙玉桥, 刘勇, 等. 城市暴雨强度公式修订对城市排水系统影响研究 [J]. 环境保护前沿, 2021(3): 428-433.
- [16] 武占云. 将适应气候变化纳入国土空间规划: 进展、困境与思路 [J]. 气候变化研究进展, 2021(5): 559-569.
- [17] Heal G, Kriström B. Uncertainty and Climate Change [J]. Environ Resour Econ, 2002(1-2): 3-39.
- [18] IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability [R]. 2022.
- [19] 姜彤, 翟建青, 罗勇. 气候变化影响适应和脆弱性评估报告进展: IPCC AR5 到 AR6 的新认知 [J]. 大气科学学报, 2022(4): 502-511.
- [20] Schoenefeld J J, Kai S, Bruch N. The Diffusion of Climate Change Adaptation Policy [J]. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 2022(3): 13.
- [21] 王伟. 气候风险引发的城市治理方式革新启示 [J]. 城市管理与科技, 2021(5): 28-31.
- [22] 王伟, 朱小川, 刘谦, 等. 风险社会应对: 国土空间规划治理范式转型与路径创新 [J]. 城市发展研究, 2021(3): 50-57, 91.

[收稿日期] 2023-01-03



“规划师论坛”栏目 2023 年每期主题

- 第一期：老年友好型社会的规划应对
- 第二期：适应气候变化的国土空间规划应对
- 第三期：数字国土空间规划与智慧治理
- 第四期：现代都市圈的规划理论与实践
- 第五期：乡村振兴与国土空间整治
- 第六期：全域城市设计与制度创新
- 第七期：新型智能产业发展与规划响应
- 第八期：生态产品价值实现与生态空间规划
- 第九期：国土空间规划实施机制与运行体系
- 第十期：国土空间规划体系下的交通规划与管控
- 第十一期：耕地保护长效机制与制度保障
- 第十二期：陆海统筹空间规划与治理