

“国家空间规划论”要义：精准分析与适应性技术的方法及应用

王 凯 徐 辉 周亚杰

提 要 针对我国国情和区域空间特征，提出立足于美好人居环境建设的“国家空间规划论”，从理论上提出国家城镇空间的构建要以生态安全为前提，形成由差异性空间资源分析、适应性空间结构布局和动态性监测评估优化构成的区域空间理论认识，并随着城镇化进程的不断推进和所面临问题的不断变化，将其内涵不断拓展和完善。以此为基础，提出精准分析与适应性技术的区域空间优化方法，从自然生态、安全风险两个维度，构建由区域精准分析、适应性空间规划、动态性监测评估优化等三大技术构成的全周期的区域空间优化技术体系。以20年来多个不同尺度的区域性规划实践为例，阐述该方法的具体应用。
关键词 区域空间研究；国家空间规划论；精准分析；适应性技术

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202206002
文章编号 1000-3363(2022)06-0008-09

作者简介

王 凯，全国工程勘察设计大师，教授级高级城市规划师，博士，中国城市规划设计研究院院长，caupdwk@163.com
徐 辉，中国城市规划设计研究院，教授级高级城市规划师
周亚杰，中国城市规划设计研究院，高级城市规划师

The Essence of "National Spatial Planning Theory": Methods and Applications of Precise Analysis and Adaptive Technology

WANG Kai, XU Hui, ZHOU YaJie

Abstract: Given China's national and regional spatial characteristics, the paper puts forward a "national spatial planning theory" aiming toward building a beautiful living environment. The proposed national spatial planning theory advocates that China's national urban system should be based on the premise of ecological security and reflects theoretical understandings in different spatial resources, adaptive spatial structures, and processes of dynamic monitoring, evaluation and optimization. As urbanization continues and problems confronting societies change, the scope of the theories will keep expanding. Based on this understanding, a regional spatial optimization method of precise analysis and an adaptive technology are proposed. By taking into consideration of the ecological system and security risks, the paper constructs a full-cycle regional spatial optimization system composed of regional precise analysis, adaptive spatial planning, and the process of dynamic monitoring, evaluation and optimization. Finally, drawing examples from regional planning practices at different scales in the past 20 years, the paper expounds the application of the proposed method.

Keywords: regional spatial research; national spatial planning theory; precise analysis; adaptive technology

改革开放40年来，中国经历了全球最大规模的城镇化，实现了“乡村中国”向“城市中国”的巨大转变。在这一过程中，面对城镇化的快速发展以及我国资源环境约束总体偏紧、安全风险挑战复杂严峻等问题，如何统筹保护与发展、安全与发展的关系，实现国土空间安全和可持续的发展是需要解决的关键问题。作为大国空间治理不可或缺层次和手段，区域空间研究和相关实践在引领区域发展、坚守环境和安全底线、指导城市建设和改善人居环境等方面具有不可替代的作用。吴良镛先生^[1]提出“积极开展区域规划，在区域规划与实施过程中创造良好的人居环境，这是一条必由之路”。因此，开展区域空间理论和方法的创新研究十分必要^[2]。

我国幅员辽阔、地域广袤，区域空间多元化、差异化特征显著；此外，受自然、人为等复杂因素的影响，我国区域空间的特征和面临的问题也始终处于动态变化之中，具有很大的不确定性。这就要求我国的区域空间研究必须找到适合国情且能够有效应对动

态变化的方法，才能实现“创造良好人居环境”的美好愿望。但以往的研究和实践大都以经济竞争力为核心目标导向，对资源环境和安全风险的考虑相对不足，难以解决当前复杂国情下区域发展所面临的问题。本文立足于安全和可持续的区域空间发展目标，针对我国国情及区域空间差异化和动态性的特征，提出了“国家空间规划论”的理论认识，构建了一套基于精准分析与适应性技术的区域空间优化方法和技术体系，并在过去20年多尺度的区域性规划实践中开展应用。

1 研究背景与进展

1.1 我国的区域空间特征

1.1.1 差异性

我国区域空间的差异性体现在气候、高程、地形地貌、水文等自然地理条件的差异，以及经济、人口、城市建设等经济社会发展情况的差异等不同方面。在自然地理条件方面，根据海拔高程，我国地势西高东低，大致呈3级阶梯状分布，包括平均海拔4000 m以上的青藏高原地区、海拔1000—2000 m的主要高原地区和海拔多在500 m以下的主要平原地区；根据气候对建筑设计的影响，《民用建筑设计统一标准》（GB 50352—2019）将我国划分为7个主气候分区。在经济社会方面，受自然资源、区位、政策、历史、文化等多重因素的影响，我国区域发展差异显著，“胡焕庸线”以东的地区人口密集、经济发达，以43%的国土面积聚集了全国93%左右的耕地、94%左右的人口和95%左右的GDP；以超大、特大城市为核心的城市群、都市圈地区人口和经济更是高度集聚，2020年，京津冀、长三角、粤港澳、成渝城市群常住人口5.53亿人，占全国比重达到40%^①。区域空间的差异性为人居环境的建设提供了多元化的本底和前提，从而要求区域空间研究的方法和技术应因地制宜。

1.1.2 动态性

区域空间的动态性特征体现在以下方面：首先，在气候变化影响下，区域的自然地理条件在不断变化。2020年全球平均温度较工业化前水平（1850—1900年平均）高出1.2℃^②，1951—

2021年中国地表年平均气温呈显著上升趋势，升温速率为0.26℃/10年，其中西北、华北、东北和青藏高原为变暖最为显著的区域^③。1961—2018年，我国水资源一级区降水分布有显著变化，2001—2019年西北诸河年均降水量较1956—2000年增加9.2%，而辽河区、海河区、黄河区、淮河区等均呈小幅减少^④。其次，区域的经济、人口、城镇化水平等经济社会要素一直在连续动态变化。如：在我国40年的城镇化历程中，前30年的人口流动情况是大量的农村剩余劳动力流入以东南沿海为代表的地区；而近10年来，我国的人口流动呈现出东部减缓、中西部提升、东北加速流出的态势^⑤。区域空间的动态性特征导致区域所面临的内外环境、问题矛盾和目标需求也在动态调整，从而要求区域空间研究的方法和技术应因地制宜。

综上所述，我国的区域空间具有差异性、动态性的特征，要求区域空间研究的方法和技术应因地制宜、因地制宜。

1.2 我国区域空间研究的问题认知

我国大量的区域空间研究和相关实践是在工业化和城镇化快速发展的背景下，以追求区域的经济增长和竞争力的提升为主要目的，在借鉴国外理论和方法的基础上，以中心地理论、增长极理论等为理论基础延伸和构建的技术方法^⑥。它们在构建区域空间的城市体系格局、引导经济活动向城镇空间集聚发挥了重要作用。然而，面对人地矛盾尖锐、各类灾害频发等复杂问题，以及区域空间差异化、动态性的特征，经济发展导向下的区域空间研究在引导不同区域和城市的科学发展、各类资源的有效保护、安全风险的防范应对和美好人居环境的建设方面难以充分发挥应有的作用。

1.2.1 技术方法单一、成果内容趋同

经济发展导向下的区域空间研究和相关实践主要是通过确定发展轴线、中心城市、不同功能区等构建区域的城镇体系结构^{⑦-⑧}。这类研究和实践对区域的资源环境、安全风险等方面差异性、动态性的特征相对忽视，缺乏对区域特性的精准分析和基于精准分析的适应性技

术，空间方案与空间资源分析之间的联动性不足，从而导致研究成果内容同质化的问题较为突出。如在不同的区域空间普遍采用城市群、都市圈以及大中小城市相结合的空间结构模式，忽略了区域空间差异化的特征。如：对于河北省来说，中等城市多且多处于地区的中心，应更多地立足于发展中等城市、探索中小城市与农村城镇发展相结合的模式^⑨；而对于东北、青藏高原、南海等自然地理条件较为极端的地区，城镇发展模式与传统地区更是具有较大差异，更不能将单一模式进行简单的套用。

1.2.2 缺少对不确定性和动态性的应对

外部环境的不确定性以及区域空间的动态性特征，要求区域空间研究和实践应体现多目标、多方案的适度弹性特征。但我国大量的研究和实践多以绘制终极发展蓝图为目标，缺乏应对不确定性和动态性的多情景方案模拟，导致一旦区域的外部形势和内在要素发生预期外的变化，“蓝图”就会“失灵”，区域发展和城市建设就会陷入被动的困境，甚至面临严峻的风险挑战。如郑州“7·20”特大暴雨事件中，郑州的最大日降雨量达到624.1 mm，是我国50年一遇24 h设计防涝标准199 mm的3.1倍；最大小时降雨量达到201.9 mm，突破了我国气象观测记录历史极值^⑩。由于规划建设缺乏对复杂多变的气候情况的预测和应对，该事件造成了重大的人员伤亡和经济损失。此外，这些研究和实践大多仅停留在规划编制层面，缺少对后续建设实施和发展演变的动态监测评估和优化调整，未形成完整的工作闭环，难以应对区域空间动态变化尤其是近年来气候变化加剧的特征。

1.3 国外区域空间研究的理论方法与实践经验

区域空间相关理论和方法的研究起源于西方，现代城市规划早在酝酿时期就包含了区域思想。格迪斯^⑪曾经提出，“每一项正当的规划方案，应当且必须体现出对当地及区域条件的充分利用，展示当地的和区域性的个性”。20世纪前后，在快速工业化的背景下，以追求经济增长为目标、以研究经济活动规律为核心内容的中心地理论、增长极理论、

核心-边缘理论等理论和相关研究方法是当时的主流。进入20世纪后期,随着资源环境与快速发展之间的矛盾日益突出,可持续发展的理念逐渐受到区域空间研究领域的重视,将对区域各类资源要素的分析作为重要发展前提的理念和方法,越来越受到关注。通过分析研究国外近年来较新的区域空间研究和相关实践,总结出在技术方法上主要有以下两点可供借鉴。

首先,对重点区域和重点问题开展精准分析和监测,并用于指导空间优化方案。“2030巴黎大区战略规划”(SDRIF, Le Schéma Directeur de la région Île-de-France 2030)^[10]深入分析了生物多样性保护和恢复的要点,包括生态源地和廊道的范围、重点修复的水源涵养区、保持生态连贯性的关键区域等多个方面,为规划决策提供支撑。“美国密西西比河上游流域恢复与保护战略规划”(Upper Mississippi River and Basin Restoration and Protection Strategies)^[11]通过精准监测流域内的土地利用情况、河流生态系统变化情况和地质条件变化情况,分析识别流域各个子系统面临的生态问题和安全风险,以此为基础提出应对策略以统筹安全与发展的平衡。“美国2050”(America 2050: A Prospectus)^[12]通过对人口密度分布、通勤数据、生态区划、住房可负担性开展精准分析,提出巨型都市区域在灾害防控、交通和基础设施规划等方面的规划策略。

其次,通过前瞻性建模为空间优化的多情景方案模拟提供支撑。在“欧洲国土情景及愿景”(ET2050: Territorial Scenarios and Visions for Europe)^[13]中,通过对MULTIPOLES(人口统计)、MASST3(经济)、MOSAIC(交通运输)、METRONAMICA(土地利用)、SASI(综合空间发展)等模型的优化分解,以及综合性更强的跨行业元模型(TV+、PASH+)的更广域覆盖,研究了欧盟2010年到2030年和2050年不同情景和政策假设下社会、经济和国土凝聚力的可能发展变化,以便更好地应对未来的不确定性。正如报告所指出的,虽然模型结果和解释永远“不会完全摆脱个人主观性,但为了远离一厢情愿的想法,使用定量数据以及采用稳健可靠的预测

模型是不可或缺的”。

综上所述,近年来国外的区域空间研究和相关实践已经开始针对特定领域、特定问题开展较为精准的分析并提出适应性的空间策略,并借助模型开展多情景的方案模拟。鉴于我国区域多元化、差异化的国情以及面临的矛盾和问题与国外有较大差异,国外的经验可以作为借鉴和参考,但不能直接照搬,需要构建一套完整的适用于我国国情的区域空间研究理论和方法体系。

2 “国家空间规划论”要义

经济发展导向下的区域空间研究是基于对经济活动空间规律的认识而形成的以中心地理论、增长极理论为代表的理论认识和研究方法,而面对人地矛盾尖锐、各类灾害频发等问题,区域空间研究应突破经济发展导向的局限性,进一步关注美好人居环境的建设,强调保护与发展、安全与发展的平衡。区域空间研究核心目标的拓展和转变,决定了其理论认识也应有所调整。

2.1 “国家空间规划论”的理论认识

“国家空间规划论”就是立足于良好的人居环境建设,以实现国土空间安全、可持续发展为目标而构建的空间规划理论。“国家空间规划论”是以吴良镛先生所创建的人居环境科学为理论基础,最早从理论上提出国家城镇体系的构建要以生态安全为前提,开展全国空间资源的分析。将空间资源分为生态安全层、基础设施层和人居生活层:生态安全层是以自然和生态要素为基础的空间资源,是人居环境的基础;基础设施层是以交通为核心的基础设施网络,是空间的骨架;人居生活层是不同类别、不同层次的人类聚居点,是人类生活的核心。以3个层次的分析为基础,结合人口流动趋势和产业发展分析,多方面综合研判城镇空间的发展趋势,构建安全均衡的国家和区域空间结构^[14],为解决我国复杂国情下的区域发展问题奠定理论基础。

面对我国区域空间多元化、差异化的复杂特征以及全球气候变化加剧带来的不确定性,对区域的空间资源开展有针对性的精准分析,与之联动构建适应

性的空间结构,并在后续动态变化过程中对空间不断地优化调整是保障国土空间安全和可持续发展的有效手段。因此,“国家空间规划论”进一步提出了由差异性空间资源分析、适应性空间结构布局、动态性监测评估优化构成的全周期的区域空间研究方法,即通过“定发展底盘”“布发展棋局”“优动态棋势”,为全国不同地区构建动态适应性的空间格局、实现长久的安全和可持续发展提供重要支撑。

2.2 “国家空间规划论”的内涵拓展

“国家空间规划论”最早于21世纪初提出,随着我国城镇化进程的不断推进,全球气候变化的不断加剧,区域和城市发展所面临问题的不断变化,其理论内涵也在不断拓展和完善。

在我国40余年的城镇化历程中,前30年是城镇化快速发展的阶段,在资源环境约束总体偏紧的条件下,平衡快速发展的需求与可持续发展的目标是这一阶段空间规划需要解决的核心问题。因此,这一时期“国家空间规划论”强调以生态优先为前提,开展以自然和生态要素为主的区域空间资源分析和进行适应性的空间结构布局。

近10年来,随着城镇化进入快速发展的中后期以及全球气候变化的不断加剧,前30年规划建设累积的安全问题集中爆发,近几年的武汉疫情、郑州暴雨、上海疫情等事件造成的重大损失,暴露出我国的区域和城市在应对灾害风险上存在着严重的短板,人居环境的安全性正在面临严峻的挑战。因此,“国家空间规划论”进一步向关注安全问题拓展,安全至上成为开展区域空间资源分析和构建适应性空间格局的另一关键前提。此外,为了应对气候变化带来的不确定性,“国家空间规划论”也更加强调在后续的实施建设过程中加强对空间动态性的监测评估预警以及适时的优化调整。

至此,“国家空间规划论”已形成了自然生态、安全风险两个维度以及差异性空间资源分析、适应性空间结构布局、动态性监测评估优化等3个环节的理论框架,为区域空间优化方法和技术体系的构建奠定了理论基础(图1)。

3 精准分析与适应性技术的方法和技术体系

基于“国家空间规划论”的理论认识，形成由区域精准分析、适应性空间规划和动态性监测评估优化三大技术构成的全周期的区域空间优化方法和技术体系（图2）。综合应用多种工具和方法，促进大数据、信息化与规划技术的高效融合，建立更加综合的空间分析和优化推演模型，为区域空间的优化提供新的工具手段。

“区域精准分析”是指从自然生态、安全风险两个维度出发，对区域空间的各资源要素开展差异化、有针对性的精准分析，不仅包括对区域空间现状情况和特征的静态分析，还应包括对历史变化情况以及未来可能出现情景的动态分析和预判。“适应性空间规划”是指在精准分析的基础上，对区域空间提出适应性的空间结构布局，因地制宜、因时制宜地解决不同区域在不同阶段面临的问题，不仅是终极目标下的发展蓝图，而且是基于多元目标情景下的多方案模拟^⑤。“动态性监测评估优化”是指对区域空间的发展情况进行动态监测和评估，使其在应对气候变化等动态变化的过程中，适时地进行空间调整和优化，从而实现对各种变化情况的动态适应和长久可持续发展。

3.1 区域精准分析技术

对应自然生态、安全风险两个维度，对区域空间开展人居环境适宜性评价和人居环境安全性评价，包括对区域空间现状情况和特征的静态分析，以及对历史和未来变化情况的动态分析。首先，选取对生态和安全有重要影响的多个评价要素和因子，建立评价指标模型；对于不同区域，可结合自身区域空间特征，有针对性地删减因子或增加特殊因子。在此基础上加入时间维度，对各评价因子的现状情况、历史变化情况和未来可能变化情况开展时间序列分析，其中对未来可能变化情况采用多情景分析预测方法，以应对未来的不确定性。综合静态和动态分析的结果，获得最终分析结果。精准分析的分析结果包括两个方面：

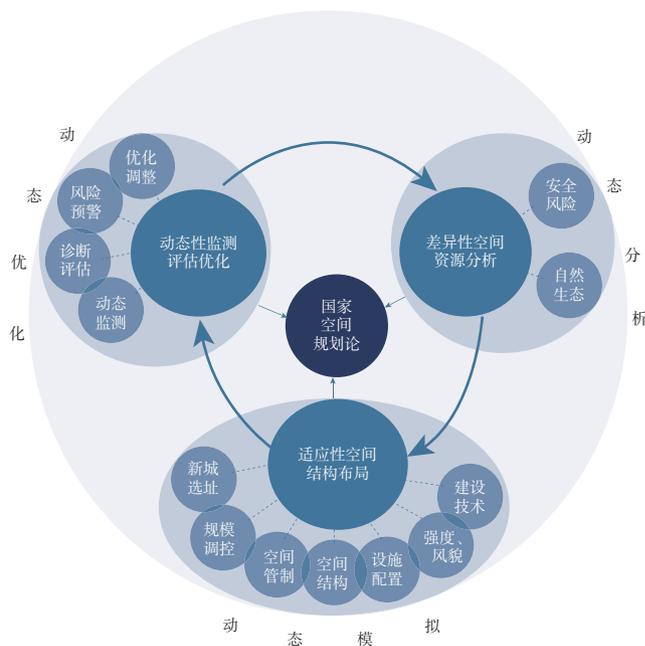


图1 “国家空间规划论”的理论认识

Fig.1 Understanding of the "national spatial planning theory"

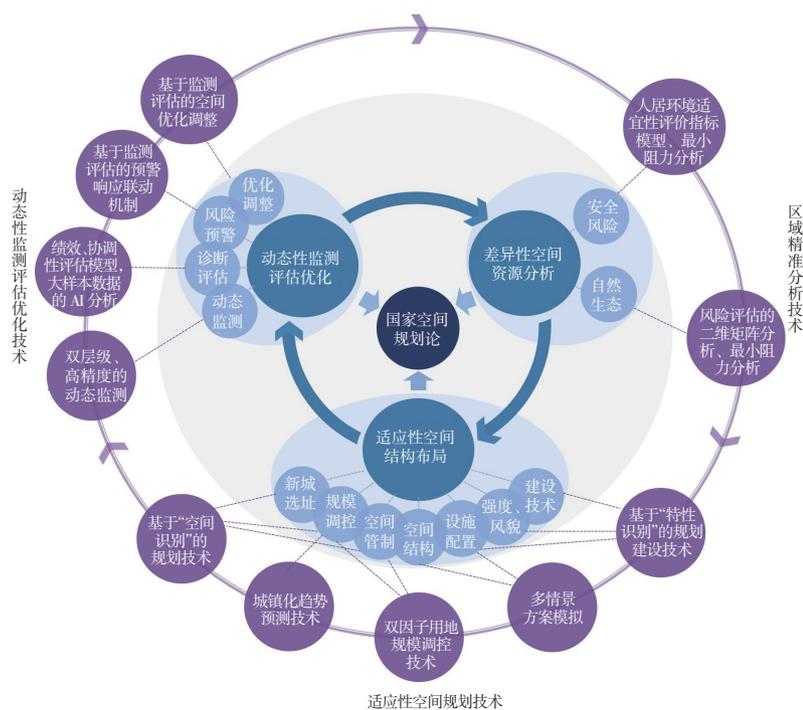


图2 区域空间研究的技术图谱

Fig.2 Technical map of regional spatial research

一是“空间识别”，即对区域空间中的人居环境适宜性和安全性进行等级评价，精准识别“建设”“非建设”空间；二是“特性识别”，即精准识别区域在自然生态、安全风险等方面的特性，明确“建设”空间中规划建设的基础条件和要

求（图3）。

在人居环境适宜性评价中，选取高程、地形地貌、水文、气候等自然地理条件评价因子，以及水土保持功能、水源涵养功能、生物多样性维护功能、防风固沙功能、水土流失脆弱性、土地沙

化脆弱性等生态系统功能重要性和脆弱性评价因子，建立人居环境适宜性评价指标模型。综合静态和动态分析结果，对区域空间的人居环境适宜性进行等级评价，结合基于最小阻力模型的空间拓展模拟，精准识别“宜居”与“非宜居”空间，并对区域的自然生态特性进行识别和归纳。

在人居环境安全性评价中，针对地震、滑坡、泥石流、洪涝、台风、暴雨等各类灾害，从灾害危险性和承灾体易损性两个角度开展风险评估的二维矩阵分析，综合静态和动态分析结果，对区域空间的人居环境安全性进行等级评价，结合基于最小阻力模型的空间拓展模拟，精准识别“安全”与“不安全”空间，并对已建成环境可能面临的风险类型、等级和易损性进行识别。

3.2 适应性空间规划技术

与精准分析“空间识别”“特性识别”两个方面的分析结果相对应，适应性空间规划技术包含基于“空间识别”的技术和基于“特性识别”的技术两个方面。基于“空间识别”的技术是指根据精准分析对国土空间中的“宜居”与“非宜居”“安全”与“不安全”空间的识别，综合确定区域中的“建设”和“非建设”空间，并结合城镇化趋势预测和用地规模调控等技术，确定新区新城选址、建设用地规模、城市体系和空间结构布局，并实施差异化的空间用途管制。基于“特性识别”的技术是指根据精准分析对区域的自然特性，以及已建成环境安全风险类型、等级和易损性的识别，进一步优化完善区域的空间结构布局、公共服务和基础设施配置，如：基于对区域气候特征的识别，确定区域空间中的隔离绿带和通风廊道布局；基于已建成环境安全风险和易损性的识别，明确相应公共服务设施和韧性基础设施的配置标准和空间布局。

进一步延伸开来，虽然本文探讨的核心是区域尺度的研究方法和技术，但区域精准分析在城市（城区）、街区、建筑和工程设施等不同尺度的技术方法上也能发挥重要作用。如：基于对区域自然特性的识别，分析确定城市开敞空间的组织、建筑组群的布局、建筑舒适性

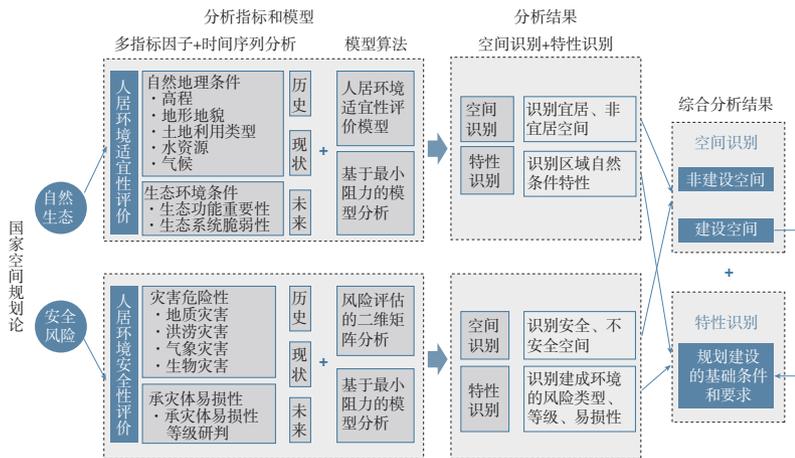


图3 区域精准分析的技术框架

Fig.3 Technical framework of regional precise analysis

与节能建设技术；基于对区域安全风险的识别，分析确定城市的开发强度和建设规模、基础设施工程和建筑工程的建设标准和建设技术。因此，基于区域精准分析的适应性技术贯穿于区域、城市、街区、建筑、工程设施等不同空间尺度，最终形成多维度、多尺度的知识图谱(图4)。需要指出的是，随着适应性技术的空间尺度的不断下沉，精准分析的分析精度也应不断提升。

在工作方法上，基于不同的国家和区域发展政策、生态环境保护目标、多情景的灾害风险预判、经济发展和人口变化、科技进步和生产生活方式转变等差异化因子，构建多目标、多情景下的方案模拟推演优化模型，对不同情景下的空间方案进行模拟和方案比选。方案模拟推演优化模型包括方案模拟子系统、方案评估子系统和方案优化子系统等三个子系统。通过搭建方案模拟子系统，利用预置的人工智能和参数化设计算法，根据传入的指标自动生成模拟方案；通过搭建评估推演子系统，可以根据模拟方案自动实现对诸如资源载荷、服务水平等在指标汇算，实现对模拟方案的评估推演；通过搭建方案优化子系统，通过将评估推演结果反馈给方案模拟子系统，经过反复“方案生成—评估推演—迭代优化”最终形成科学、合理的优化方案。通常来说，在模型设定的理想情景和规则下，计算所得的方案是最优的。然而，模型能够考虑到的目标和约束有限，不能完全涵盖现实世界的全

部条件和要求，仍存在大量未考虑或无法量化的规划目标。因此，应将智能化手段与人工规划技术相结合，确定最终方案。

3.3 动态性监测评估优化技术

区域空间的动态性特征和外部环境的不不断变化要求区域空间研究不应仅仅局限于规划编制环节，建立实时监测、定期评估、动态维护、适时调整优化的监测评估优化制度是应对动态变化和不确定性的有效手段^[15]。

构建“区域—城市”双层级、多要素的监测评估优化技术。由于区域性规划实践的包含两个层面——通过将规划内容转化为区域层面的政策工具和建设行为的“直接”实施和通过区域面向城市层面传导的“间接”实施，因此，对于区域层面的监测评估也应从区域和城市两个尺度开展，通过构建多要素的指标模型，全面掌握实施情况和动态变化情况。区域层面的监测评估包括对区域资源环境、基础设施等多个单项要素的评估^[16]，以及对区域的空间集约绩效、空间协同性等综合效益的评估，不同区域可针对自身特征开展针对性的评估内容(图5)。城市层面的监测评估包括对城市的人口密度、建筑密度、设施密度等多个要素开展的总体体征监测，以及针对特定城市自身特征而开展的专项评估，如针对武汉疫情，从“城市—街区—社区”3个尺度对疫情涉及的密度、设施、生态空间等开展专项体检，

国家空间规划论	区域精准分析	适应性规划建设技术																									
		国家										城市(城区)					街区 and 建筑										
		城市体系与空间格局	城镇化分区和城镇建设模式	重大工程设施	新城新区选址	用地规模调控	城市体系与空间结构布局	公共服务设施配置	基础设施配置	空间用途管制	用地规模管控	空间结构布局	公共服务设施配置	基础设施配置	密度强度管控	建筑风貌管控	建筑组群布局	建筑舒适性	节能建设技术	工程建设技术							
自然生态	自然生态环境适宜性评价	高程	高海拔地区不宜作为城镇化重点地区(重要城市群、都市圈中心城市)	高海拔地区不宜作为城镇化重点地区	连通高海拔地区的国家交通廊道和交通设施规划	高海拔地区不宜建设新城新区	高海拔地区不宜建设新城新区	高海拔地区不宜建设新城新区	高海拔地区不宜建设新城新区	高海拔地区不宜建设新城新区	高海拔地区不宜建设新城新区	—	连通高海拔地区的城市交通廊道和交通设施规划	基于海拔高度的差异化空间用途管制	高海拔地区不宜建设新城新区	高海拔地区不宜建设新城新区	高海拔地区不宜建设新城新区	—	连通高海拔地区的城市交通廊道和交通设施规划	高海拔地区避免环境相协调的调建筑风貌	与高海拔自然环境的建筑风貌	应对高海拔风热环境的建筑组群布局	高海拔地区气候适应性的工程建设技术				
		地形	坡度大的地区不宜作为城镇化重点地区	坡度大的地区不宜作为城镇化重点地区	—	坡度大的地区不宜建设新城新区	坡度大的地区不宜建设新城新区	坡度大的地区不宜建设新城新区	坡度大的地区不宜建设新城新区	坡度大的地区不宜建设新城新区	坡度大的地区不宜建设新城新区	—	适应地形条件的区域交通廊道和交通设施规划	基于地形坡度的差异化空间用途管制	坡度大的地区不宜建设新城新区	坡度大的地区不宜建设新城新区	坡度大的地区不宜建设新城新区	—	适应地形条件的城市道路交通规划布局	基于山地地质的建筑高度管控	与山体相协调的建筑风貌	适应山地环境条件的建筑组群布局	山地建设和工程建设技术				
		地貌	大起伏山地、沙丘等不宜作为城镇化重点地区	大起伏山地、沙丘等不宜作为城镇化重点地区	—	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	—	基于地貌的差异化空间用途管制	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	大起伏山地、沙丘等不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	特殊地貌地区的建设和工程建设技术			
		土地利用类型	沙地、戈壁、盐碱地等不宜作为城镇化重点地区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜作为城镇化重点地区	—	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	—	基于土地利用类型的差异化空间用途管制	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	沙地、戈壁、盐碱地等不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	—	特殊地区的建设和工程建设技术		
		气候	气候较为极端地区不宜作为城镇化重点地区	气候较为极端地区不宜作为城镇化重点地区	应对不同气候的国家级能源基础设施规划布局;基于风能、太阳能等资源的国家清洁能源基地建设	气候较为极端地区不宜建设新城新区	气候较为极端地区不宜建设新城新区	气候较为极端地区不宜建设新城新区	气候较为极端地区不宜建设新城新区	气候较为极端地区不宜建设新城新区	气候较为极端地区不宜建设新城新区	气候较为极端地区不宜建设新城新区	—	应对不同气候的区域能源基础设施规划布局;基于风能、太阳能等资源的清洁能源基地建设	—	基于建筑气候通风廊道、防护隔离绿带的规划布局	通风廊道、防护隔离绿带的规划布局	—	—	—	应对不同气候的城市能源基础设施规划布局;基于风、热等条件的清洁能源基地建设	基于日照间距的密度强度管控	气候适应性建筑形式	基于风热环境优化的建筑组群布局	气候适应性的工程建设技术		
		水资源	—	水资源短缺地区应合理调控城市人口和用地规模	基于不同地区水资源条件的国家水利工程建设规划;基于水资源条件的国家水力发电设施建设	—	基于水资源约束的人口和用地规模管控	—	—	—	—	—	—	区域水利工程建设规划;基于水资源条件的区域水力发电设施建设	—	基于水资源约束的人口和用地规模管控	—	—	—	城市供水基础设施规划布局;基于水资源条件的城市水力发电设施建设	—	—	—	—	水利工程建设和技术		
		生态功能重要性	生态功能重要地区不宜作为城镇化重点地区	生态功能重要地区不宜作为城镇化重点地区	—	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	—	—	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	生态功能重要地区不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	—		
		生态脆弱性	生态脆弱地区不宜作为城镇化重点地区	生态脆弱地区不宜作为城镇化重点地区	生态脆弱地区的重大流域治理和生态修复工程	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	—	区域生态脆弱地区的综合治理和生态修复工程	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	生态脆弱地区不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	—	生态修复、水体治理等工程技术	
		安全风险	人居环境安全适宜性评价	地震	地震断裂带、高危险地区不宜作为城镇化重点地区	地震断裂带、高危险地区不宜作为城镇化重点地区	国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	—	区域应急救援中心、应急医疗卫设施规划	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	基于地震危险性识别的差异化空间用途管制	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	地震断裂带、高危险地区不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	基于地震风险识别的建设和工程的抗震设防标准和建设技术
				滑坡	高危险地区不宜作为城镇化重点地区	高危险地区不宜作为城镇化重点地区	国家重大应急救援中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	—	区域应急救援中心、应急医疗卫设施规划	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	基于滑坡危险性识别的差异化空间用途管制	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	滑坡治理工程技术
泥石流	高危险地区不宜作为城镇化重点地区			高危险地区不宜作为城镇化重点地区	国家重大应急救援中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	—	区域应急救援中心、应急医疗卫设施规划	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	基于泥石流危险性识别的差异化空间用途管制	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	高危险地区不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	泥石流沟道建设工程技术	
洪水	区域性高危险地区不宜作为城镇化重点地区			区域性高危险地区不宜作为城镇化重点地区	国家重大水利枢纽工程、国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	区域性高危险地区不宜建设新城新区	区域性高危险地区不宜建设新城新区	区域性高危险地区不宜建设新城新区	区域性高危险地区不宜建设新城新区	区域性高危险地区不宜建设新城新区	区域性高危险地区不宜建设新城新区	—	区域防洪基础设施规划建设;区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	基于危险性识别的差异化空间用途管制	区域性高危险地区不宜建设新城新区	区域性高危险地区不宜建设新城新区	区域性高危险地区不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	—	防洪基础设施建设和建设技术		
内涝	—			—	—	地势低洼地区不宜建设新城新区	地势低洼地区不宜建设新城新区	地势低洼地区不宜建设新城新区	地势低洼地区不宜建设新城新区	地势低洼地区不宜建设新城新区	地势低洼地区不宜建设新城新区	—	区域排涝基础设施规划建设;区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	基于危险性识别的差异化空间用途管制	地势低洼地区不宜建设新城新区	地势低洼地区不宜建设新城新区	地势低洼地区不宜建设新城新区	—	—	—	—	—	—	—	排涝基础设施建设和建设技术		
台风	—			将台风危险性等级识别作为城镇化分区的依据之一	国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	区域防风林规划建设	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	—	建筑防风工程建设和技术		
暴雨	—			将暴雨危险性等级识别作为城镇化分区的依据之一	国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	区域应急救援中心、应急医疗卫设施规划	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	—	应对暴雨的建设和工程建设技术		
冰雹	—			将冰雹危险性等级识别作为城镇化分区的依据之一	国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	区域应急救援中心、应急医疗卫设施规划	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	—	应对冰雹的建设和工程建设技术		
雪灾	—			将雪灾危险性等级识别作为城镇化分区的依据之一	国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	区域应急救援中心、应急医疗卫设施规划	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	—	应对雪灾的建设和工程建设技术		
高温	—			将高温危险性等级识别作为城镇化分区的依据之一	国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	区域应急救援中心、应急医疗卫设施规划	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	—	应对高温的建设和工程建设技术		
低温	—	将低温危险性等级识别作为城镇化分区的依据之一	国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	区域应急救援中心、应急医疗卫设施规划	区域生命线工程、应急避难场所、救援通道、备灾中心和备灾仓库的规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	—	应对低温的建设和工程建设技术				
传染病	—	—	国家重大应急救援中心、医学中心、备灾中心、备灾仓库规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	区域疾控中心、应急医疗卫设施规划;平疫结合的公共服务设施体系	区域生命线工程、应急避难场所规划建设	—	—	—	—	—	—	—	—	—	有利于减少疫情传播的公共空间结构布局				

基于“空间识别”的适应性技术 基于“特性识别”的适应性技术

图4 适应性技术的知识图谱

Fig.4 Knowledge map of adaptive technology

资料来源:课题组根据多个实践项目整理自绘

分析武汉在疫情防控、管控方面的短板。此外，构建上下联动的层级传导指标体系，将区域和城市的监测评估指标通过不同层次的空间或网络逐次分解到城市的功能单元之内，从而对城市和区域的发展起到精准调控作用。

探索“监测—诊断—预警—优化”的多环节联动工作方法。在监测环节，通过遥感数据、第三方大数据构建以建成区、建筑、道路网、绿地水体、交通通勤为主的数据底盘，通过密度、强度等指标精准刻画城市的人居环境本底，将监测精度提升至100 m，综合研判区域和城市发展质量。在诊断环节，在区域层面，通过建立区域空间集约绩效评估模型和区域协调性评估模型，分析区域的用地、人口、经济等不同要素集聚的特征和效率，以及与合作的协同关系，找出区域发展的短板，为区域空间的优化调整提供参考；在城市层面，借助大样本数据的AI分析技术，采用指标的空间关联性分析法、基于差异诊断的空间多维聚类法以及基于供需匹配的有效覆盖率法等诊断方法，找到城市规划建设的长板指标和短板指标，为精细化引导城市空间结构、功能体系优化调整提供参考；在预警环节，对区域和城市在动态变化过程可能出现的安全风险的类型、等级及承灾体易损性进行实时评估，并建立预警与应急响应联动机制；在优化环节，根据诊断和预警环节发现的问题，对区域空间的规划建设适时地进行局部优化调整。一旦外部条件发生较为重大的变化或面临较为严重的风险，则应进入新一轮的区域精准分析和适应性规划环节，对区域空间进行整体性、系统性的优化调整，最终形成全周期的空间优化技术闭环（图6）。

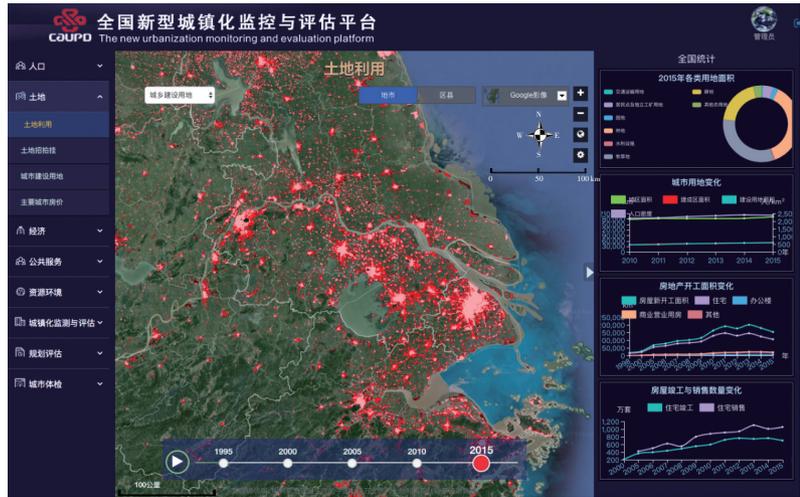


图5 全国新型城镇化监测与评估信息平台界面
Fig.5 Platform for monitoring and evaluating the new urbanization
资料来源：中规院研发的“全国新型城镇化监测与评估信息平台”

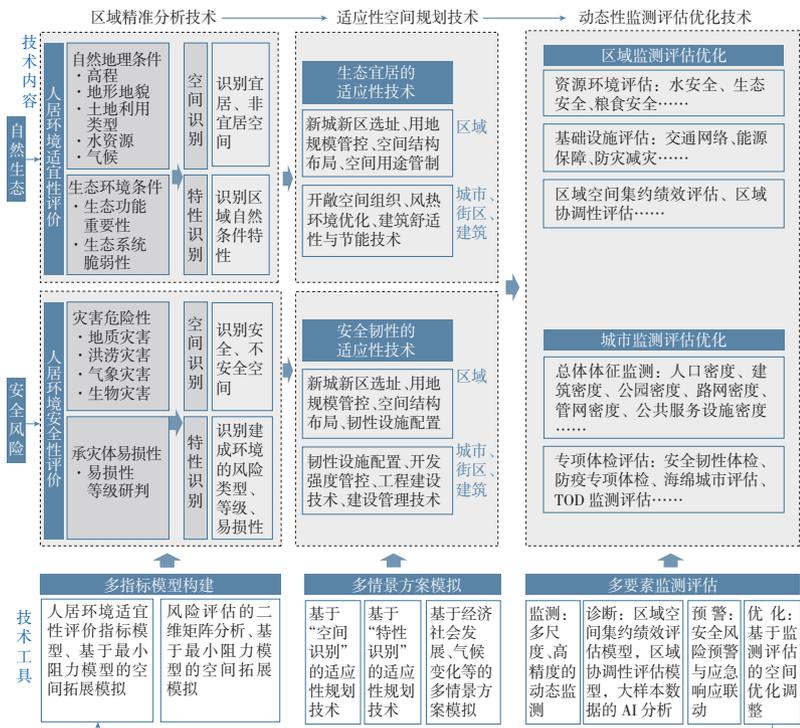


图6 区域空间优化的总体技术框架
Fig.6 Overall technical framework of regional spatial optimization

4 不同区域空间尺度的应用

以笔者主持的全国城镇体系规划、京津冀城乡规划、甘肃舟曲灾后重建规划等区域性实践为例，阐述精准分析与适应性技术方法的具体应用。需要指出的是，该方法正是在这些实践中不断摸索形成并逐步完善的。伴随着城镇化进程的不断推进、问题和需求的不断演变，以及大数据、信息化等技术工具的不断

进步，经历了由理念和思路的初步确立、技术工具的相对简单到理论认识不断拓展、技术方法不断完善的过程。

4.1 全国尺度的实践应用

在2006版“全国城镇体系规划”中，从自然地理条件、生态功能条件等角度开展全国人居环境适宜性评价（图7），精准识别出全国国土空间中的“宜

居”与“非宜居”空间。基于以上分析提出的陆域土地资源8.55%适宜城镇建设（扣除耕地）的论断，为全国城镇建设走集约紧凑、可持续发展的道路提供重要科学依据^[17]。依托国家“十二五”重点研发计划，以区县为基本单元，从灾害危险性、承灾体易损性两个角度开展全国人居环境安全性评价（图8），通过多灾种的时空分布分析，精准识别出

全国国土空间中的“安全”与“不安全”空间，为各类城市的科学选址和空间布局提供前提依据；通过开展多类型灾害风险与多样化城镇化模式之间的关联性分析，精准评价多灾种叠加对不同区域、城市的易损性影响程度，为不同地区采取差异化的城镇建设模式提供科学依据^[18]。

在以上精准分析的基础上，综合确定全国国土空间中的“建设”与“非建设”，并结合产业发展、人口流动和空间拓展的关联分析，构建“多元、多极、网络化”的适应性的全国城镇空间结构，并划定差异化的城镇化分区，引导各地区因地制宜地采取不同的城镇建设模式。

立足对国家空间发展动态的长期追踪，建立全国尺度的“监测—评估—预警—优化”技术。整合70多类空间数据，搭建全国新型城镇化监测平台，构建多尺度多维度的评估指标体系，对全国城镇化速度和质量、城镇空间结构、城市发展品质、社区生活品质、道路建设品质进行动态监测和评估，对全国空间格局的绩效、协同性、韧性等进行持续跟踪。

4.2 京津冀城乡规划

在“京津冀城乡规划”中，针对京津冀地区水资源短缺、空气污染严重以及地下水超采地面沉降等问题，开展人居环境适宜性评价和人居环境安全性评价，精准识别空间中的可建设区域，得出除去现状城镇用地和生态廊道，京津冀地区可新增城镇建设用地的面积不超过3%的结论，为控制环北京地区用地的无序增长提供科学依据。针对京津冀地区大气污染严重的问题，进一步开展区域风场分析，基于区域内城市季节风向风频和大气污染源分析，科学识别区域大气污染物携带通道和大气扩散条件较好区域，为区域生态隔离带构建、城镇与产业空间布局提供技术支撑。

按照基于区域精准分析、构建适应性空间结构的思路，提出“以水资源条件分析定人口规模、以地质条件分析定城市选址、以气象条件分析定城市形态”的“三定”原则和技术路线，为非首都核心功能承载地的选择、京津冀城市群的空间组织和区域重大基础设施布局提

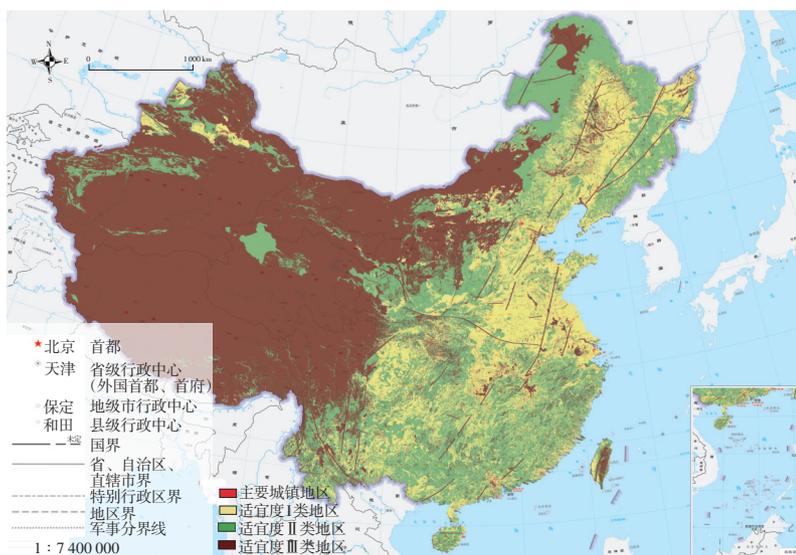


图7 全国人居环境适宜性评价

Fig.7 Suitability evaluation of national human settlements in China

资料来源：课题组根据2006版《全国城镇体系规划》，基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS2022(4307)号的标准地图制作，底图无修改



图8 全国人居环境安全性评价

Fig.8 Safety evaluation of national human settlements in China

资料来源：课题组根据国家“十二五”重点研发计划《城镇群类型识别与空间增长质量评价关键技术研究(2012BAJ15B01)》，基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS2022(4307)号的标准地图制作，底图无修改

供决策依据。其中“以气象条件分析定城市形态”是指结合风场和污染物排放分析，利用基于CA的SASUAGE模型对2030年京津冀城市群的不同城镇空间组织情景进行大气环境模拟和方案比选，为京津冀地区的绿色转型发展提供技术支撑。

依托国家“十二五”重点研发计划，对包括京津冀城市群在内的全国13个典型城市群开展区域尺度的监测评估——城市群发展质量评价。将城市群发展质量分解为经济绩效、用地与生态、公共服务、基础设施和公共安全等5个分项的评价，用熵值法、主成分法和德尔菲

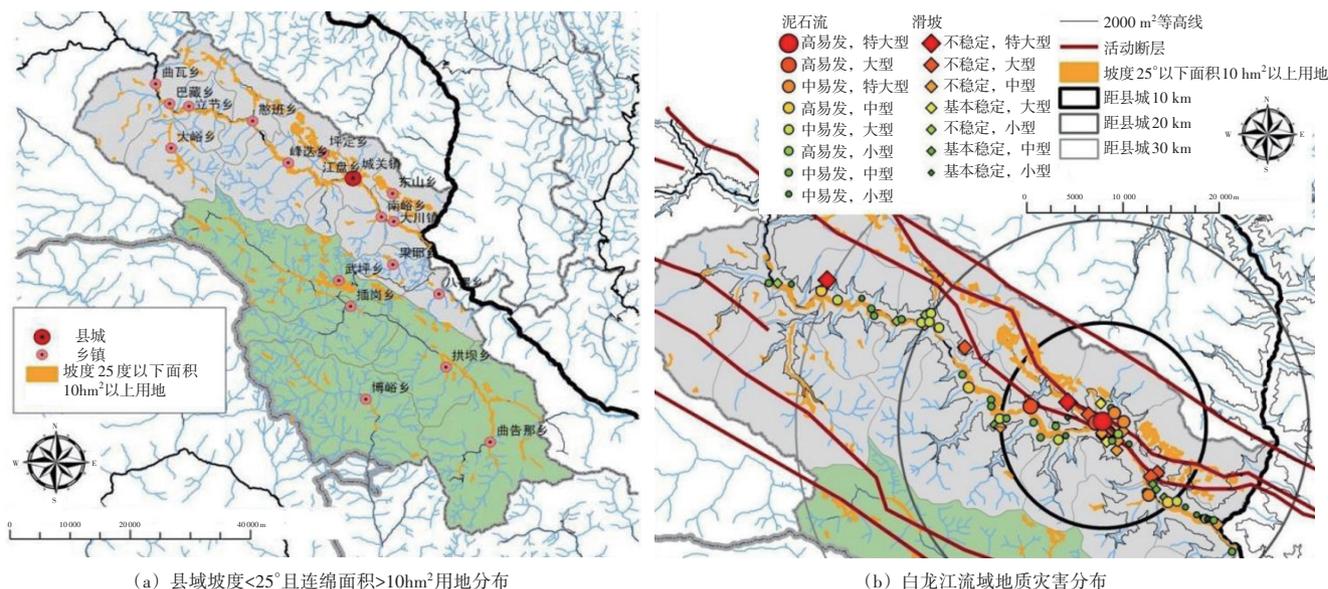


图9 舟曲的自然地理条件评价和地质灾害风险评价

Fig.9 Evaluation of natural geographical conditions and geological hazards in Zhouqu
资料来源：中国城市规划设计研究院.舟曲灾后重建规划，2010

法，对各分项的评价结果进行集成。评价结果显示，京津冀城市群在水环境、大气、工业污水排放等生态环境质量方面存在较大差距。研究团队进一步提出了优化和提升策略。

4.3 舟曲灾后重建规划

精准分析与适应性技术的方法在灾后重建规划中发挥了关键作用。在“舟曲灾后重建规划”中，为支撑灾后安置和新区的选址，针对舟曲地形条件复杂、用地空间狭窄以及地质灾害威胁突出的特点，在县域范围开展针对地质条件和地质灾害风险的精准分析。首先选取坡度、高程等地质条件评价因子，识别出坡度<25°且连绵面积>10 hm²的用地[图9 (a)]，在此基础上叠加两条地震活动断层，以及结合潜在人口密度可能增长区域的分析，初步确定新区选址的大致空间范围。进一步对该范围内的滑坡、泥石流等地质灾害进行分级评价[图9 (b)]，最终确定峰迭乡河谷地带更适宜作为灾后安置及城市拓展用地选址。

在新区的规划布局中，基于对滑坡、泥石流灾害风险的精准分析，规划和治理6条中等易发泥石流沟道，并对白龙江东岸和新区南侧滑坡体开展灾后重建治理；基于对洪涝灾害风险的精准分析，规划提出提高新区防洪标准，使其满足

50年一遇防洪要求。此外，基于精准分析的分析结果，“舟曲灾后重建规划”还对老城提出了提升安全韧性的适应性规划措施，包括打通若干条安全疏散通道以畅通老城对外联系，在重要沟渠两侧预留空间作为排洪沟渠建设排导通道，以及建成泥石流地质灾害纪念馆和泥石流排导渠两侧绿地空间作为紧急疏散场地。

目前，项目组还在对舟曲重建后的发展情况进行持续跟踪和监测，并适时开展问题诊断和发展评价，对出现的安全隐患和问题及时排查和提出应对策略，以保障舟曲的长治久安。

5 结语和展望

面对我国高度“时空压缩”的城镇化进程与资源环境约束偏紧、安全风险挑战严峻之间的矛盾，区域空间研究应从聚焦经济竞争力的提升转向关注保护与发展、安全与发展的平衡，其理论认识和技术方法也应做出相应的调整。针对我国区域空间差异化的特征和气候变化不断加剧的现实情况，以对区域空间资源的分析为基础，构建适应性的空间结构，并在动态变化过程中对空间不断地调整优化是解决问题的有效手段。基于这一认识，笔者提出了适用于我国复

杂国情的“国家空间规划论”和基于“精准分析与适应性技术”的区域空间理论和技术方法，并结合20年的持续实践，在城镇化进程不断推进和所面临问题不断变化的过程中，将理论内涵和技术方法不断完善和拓展。展望未来，城镇化发展进入结构调整的新阶段，全球气候变化愈加剧烈，国家和区域发展面临的挑战进一步加大，完善区域空间研究的理论和方法、提出更加具有适用性的技术依然任重道远。

感谢中国城市规划设计研究院陈明、付凯、骆芊伊、陈志芬、石亚男、李长风、张淑杰、邵丹等同志提供的帮助。

注释

- ① 课题组根据国家统计局“七普”人口统计数据计算整理。
- ② 数据来源于政府间气候变化专门委员会(IPCC)于2021年发布的第六次评估报告(AR6)第一工作组报告《气候变化2021:自然科学基础》。
- ③ 数据来源于中国气象局2022年发布的《中国气候变化蓝皮书(2022)》。
- ④ 数据来源于国务院灾害调查组2022年发布的《河南郑州“7·20”特大暴雨灾害调查报告》。
- ⑤ 需要指出的是，本文提出的区域空间优化方法强调以自然生态、安全风险两个维度

的空间资源要素分析为基础,构建适应性的空间结构,但这并不意味着对区域经济发展和竞争力提升的忽视。在区域空间研究和实践中,对产业发展动力、人口流动趋势等方面的分析也至关重要,最终的适应性空间结构方案是建立在以上多要素分析之上的综合推演结果。这一部分内容将另文论述,本文不再赘述。

参考文献 (References)

- [1] 吴良镛. 区域规划与人居环境创造[J]. 城市发展研究, 2005(4): 1-6. (WU Liangyong. Region planning and the creation of human settlements[J]. Urban Studies, 2005(4): 1-6.)
- [2] 崔功豪, 樊杰, 王凯, 等. “区域协同发展的规划新态势、新方法和新机制”学术笔谈会[J]. 城市规划学刊, 2019(2): 1-11. (CUI Gonghao, FAN Jie, WANG Kai, et al. Symposium on “new situation, method and mechanism of regional cooperative development planning” [J]. Urban Planning Forum, 2019(2): 1-11.)
- [3] 张建云. 气候变化对国家水安全的影响及减缓适应策略[J]. 中国水利, 2022(5): 3-14. (ZHANG Jianyun. Impact of climate change on national water security and mitigation adaptation strategies[J]. China Water Resources, 2022(5): 3-14.)
- [4] 王凯, 林辰辉, 吴乘月. 中国城镇化率60%后的趋势与规划选择[J]. 城市规划, 2020(12): 9-17. (WANG Kai, LIN Chenhui, WU Chengyue. Trends and planning choices after China's urbanization rate reaching above 60%[J]. City Planning Review, 2020(12): 9-17.)
- [5] 方中权, 陈烈. 区域规划理论的演进[J]. 地理科学, 2007(4): 480-485. (FANG Zhongquan, CHEN Lie. Evolution of theory on regional planning[J]. Scientia Geographica Sinica, 2007(4): 480-485.)
- [6] 刘卫东, 陆大道. 新时期我国区域空间规划的方法论探讨[J]. 地理学报, 2005(6): 894-902. (LIU Weidong, LU Dadao. Methodological basis for making regional spatial planning in China in the new era: a preliminary study based on planning of key economic regions in developing western China[J]. Acta Geographica Sinica, 2005(6): 894-902.)
- [7] 陆大道. 我国区域开发的宏观战略[J]. 地理学报, 1987(2): 97-105. (LU Dadao. The macrostrategy of regional development in China[J]. Acta Geographica Sinica, 1987(2): 97-105.)
- [8] 宋家泰, 顾朝林. 城镇体系规划的理论与方法初探[J]. 地理学报, 1988(2): 97-107. (SONG Jiatai, GU Chaolin. Theory and methodology of urban system planning[J]. Acta Geographica Sinica, 1988(2): 97-107.)
- [9] 格迪斯. 进化中的城市: 城市规划与城市研究导论[M]. 李浩, 吴骏莲, 叶冬青, 等译. 中国建筑工业出版社. 2012. (GEDDES P. Cities in evolution: an introduction to town planning movement and to the study of cities[M]. LI Hao, WU Junlian, YE Dongqing, et al. translation. China Architecture & Building Press, 2012.)
- [10] Région île de France. SDRIF: Le Schéma directeur de la région île-de-France 2030 [R]. 2012. (Paris Region Government. Strategic planning of Paris region 2030[R]. 2012.)
- [11] Minnesota Pollution Control Agency. Upper Mississippi river and basin restoration and protection strategies[R]. 2017.
- [12] Regional Plan Association. America 2050: a prospectus[R]. 2006.
- [13] ESPON. European spatial planning observatory network. ET2050: territorial scenarios and visions for Europe [R]. 2013.
- [14] 王凯. 国家空间规划论[M]. 中国建筑工业出版社, 2010. (WANG Kai. National spatial planning[M]. China Architecture & Building Press, 2010.)
- [15] 石晓冬, 王吉力, 杨明. 北京城市总体规划实施评估机制的回顾与新探索[J]. 城市规划学刊, 2019(3): 66-73. (SHI Xiaodong, WANG Jili, YANG Ming. Review and exploration of Beijing's master plan(2016-2035)evaluation[J]. Urban Planning Forum, 2019(3): 66-73.)
- [16] 张尚武, 潘鑫. 新时期我国跨区域重大基础设施规划建设战略思考[J]. 城市规划学刊, 2021(2): 38-44. (ZHANG Shangwu, PAN Xin. Strategic thinking on the planning and development of large trans-regional infrastructure in the new era[J]. Urban Planning Forum, 2021(2): 38-44.)
- [17] 王凯. 国家空间规划体系的建立[J]. 城市规划学刊, 2006(1): 6-10. (WANG Kai. Study on Chinese national spatial development plan[J]. Urban Planning Forum, 2006(1): 6-10.)
- [18] 王凯, 陈明. 中国城市群的类型和布局[M]. 中国建筑工业出版社, 2019. (WANG Kai, CHEN Ming. Classification and distribution of China's city clusters [M]. China Architecture & Building Press, 2019.)

修回: 2022-10