



DOI: 10.20103/j.stxb.202210212996

王柯文, 马海涛. 天山北坡经济带城镇化与资源环境系统的关系研究进展——基于文献计量分析. 生态学报, 2023, 43(18): 7807-7819.

# 天山北坡经济带城镇化与资源环境系统的关系研究进展

## ——基于文献计量分析

王柯文<sup>1,2</sup>, 马海涛<sup>1,2,\*</sup>

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

**摘要:**天山北坡经济带长期面临城镇化进程与资源环境系统的系列问题,区域城镇化与资源环境系统的关系备受关注。运用文献计量分析工具对 1995—2022 年的相关中英文文献进行全面分析,并对天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系研究的几个重点问题进行评述。研究发现,中文研究整体关注城镇化背景下的生态环境问题与对策探讨,英文研究侧重气候变化背景下城镇化进程中的水土资源利用与驱动因素,而中英文均普遍关注城镇化过程中的水资源问题,且近期不断加强城镇化与资源环境系统的协调关系及影响因素研究。相关研究存在共识,认为天山北坡经济带的城镇化与资源环境系统存在互动互馈关系,资源环境系统对城镇化发展的约束效应具有倒 U 型趋势,城镇化发展对资源环境系统的影响效应呈现 U 型趋势,而当下二者的耦合协调水平总体偏低,应坚持走可持续发展、绿色发展与高质量发展的城镇化道路。未来研究可从区域多尺度空间嵌套关系、多源数据库构建、多元化方法创新、格局-过程-机理剖析等方面开展。

**关键词:**城镇化;资源环境系统;关系研究;耦合协调;文献计量分析;天山北坡经济带

开展城镇化与资源环境系统的交互关系研究,是国际上地球科学与可持续性科学研究的前沿与热点,旨在通过认识与厘清其互动关系规律,以采取适当的城镇化发展模式来优化资源环境利用方式,进而促进二者协调发展<sup>[1-2]</sup>。中国政府积极推动的新型城镇化进程,旨在探索转变城镇化方式,从注重数量转向注重质量<sup>[3]</sup>,将生态文明理念融合到城镇化发展过程中,引导资源消耗、环境污染与碳排放量不断降低,以低资源环境投入获取高社会经济效益<sup>[4-5]</sup>,最终促进城镇化与资源环境系统质量的共同提升。

天山北坡经济带是形成于新疆天山北麓洪-冲积扇的条带状绿洲带,凭借丰富的能源资源、优越的区位条件和相较完善的基础设施,成为了国家西部大开发战略中的重要增长极和“丝绸之路经济带”的核心枢纽,具体包括归属地方管辖的乌鲁木齐市、克拉玛依市、吐鲁番市、哈密市、昌吉回族自治州和博尔塔拉蒙古自治州全域,塔城地区的塔城市、沙湾市、乌苏市、额敏县、托里县和裕民县,伊犁哈萨克自治州的奎屯市,以及归属兵团管辖的石河子市、五家渠市、胡杨河市和双河市(图 1)。天山北坡经济带是新疆人口和城市密度最高、社会经济最发达的区域,不断强化的内部集聚效应与外向型经济优势共同助推城镇化快速发展<sup>[6]</sup>;同时,其地处亚欧大陆腹地干旱区,城镇化需依托绿洲作为空间载体,但区域内存在大量无植被覆盖的未利用地且水体分布稀疏,城镇化过程面临着可利用水土资源有限、土地荒漠化与土壤盐渍化等资源环境系统约束,且城镇化的

基金项目:第三次新疆综合科学考察项目(2021xjkk0905)

收稿日期:2022-10-21; 网络出版日期:2023-05-09

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: maht@igsnr.ac.cn

快速推进也加剧了对资源环境系统的胁迫效应。因此,天山北坡经济带的城镇化与资源环境系统关系问题非常复杂<sup>[7-9]</sup>,不但在中国,而且就全球而言,都具有典型性和代表性。多年来虽有不少学者对这一问题开展了系列研究,但少有整体性与系统性梳理,从而难以窥探全貌。2021 年新疆第三次科学考察进入实施阶段,探讨天山北坡经济带城镇化的资源保障路径和绿色发展成为一项重要研究内容,有必要对已有研究进行全面梳理和评述,以便在前人基础上开展更具针对性的工作。鉴此,本文基于全面的文献计量学分析,选择天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系的几个热点领域进行文献评述,并针对性提出未来研究的重点方向。

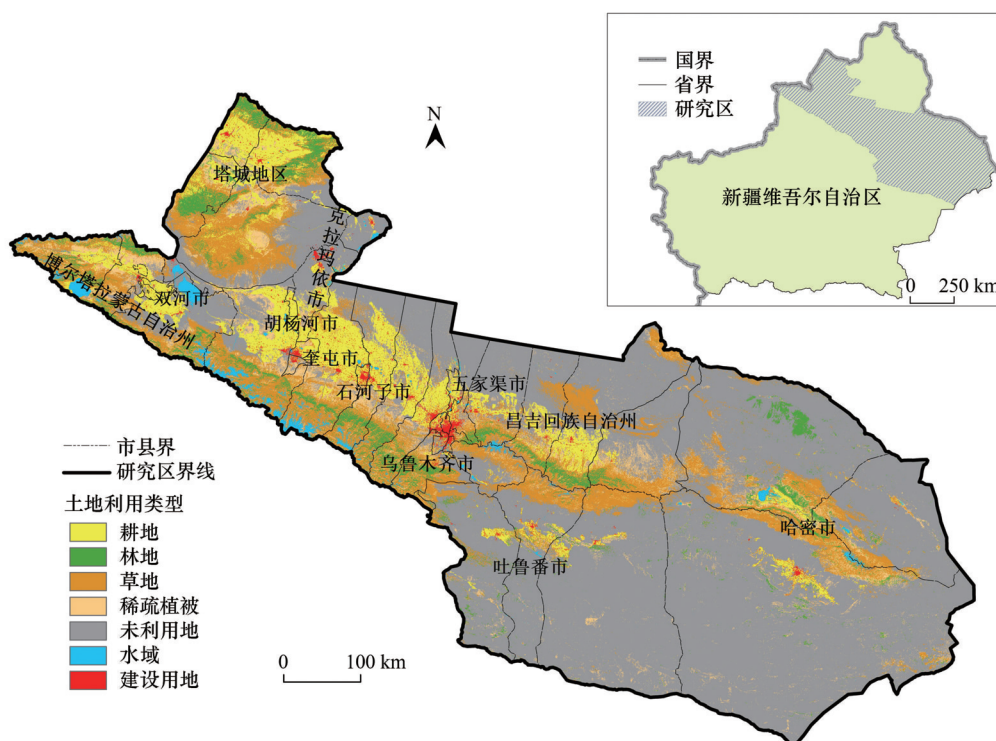


图1 研究区概况

Fig.1 Overview of the study area

本图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2019)1822 号的标准地图制作,底图无修改

## 1 文献计量学分析

使用文献计量学分析工具 CiteSpace 6.1.R3 全面梳理 1995—2022 年天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系研究的总体情况及发展态势。文献库选择上,分别选择 CNKI 中的北大核心、CSSCI、CSCD 三类期刊和 WOS 核心合集的 SCI、SSCI 两类期刊,以增强检索结果的可靠性。检索式构建上,将主题词设定为四大方向:①城镇化进程(包含城镇化、人口流动、土地扩张、产业集聚、工业化和老龄化),②资源环境系统(包含水资源、土地资源、资源开发、生态环境和环境污染),③城镇化与资源环境系统的优化协调(包含可持续发展、高质量发展和绿色发展),④城镇化与资源环境系统的空间载体(包含城市群、都市圈和都市区);同时,将天山北坡经济带作为地域限定性关键词,为避免检索文献疏漏,分别从宏观区域尺度到微观城市尺度设定关键词,包含新疆、兵团、天山北坡、天山北坡经济带、乌鲁木齐、昌吉、石河子、克拉玛依、哈密、吐鲁番、塔城、奎屯、五家渠、胡杨河和双河。通过剔除研究区域不属于天山北坡经济带或其内部城市以及研究主题不相关的文献,最终在 CNKI 和 WOS 中分别检索获得 796 篇中文文献和 151 篇英文文献,共计 947 篇。

### 1.1 发文量及趋势

从天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系研究的发文量上看(图 2),中文研究起点较早、数量较多,

研究期内发文量总体多于英文研究,1999 年以来呈现快速增长趋势,但在 2014 年达到峰值后,出现波动下降态势;英文研究起点较晚且发文总量偏少,但在 2014 年以来呈现显著的逐年上升趋势,并于 2022 年达到峰值,不断缩小与中文研究的发文量差距。整体来看,中英文研究的关注时间存在差异,2000 年正式启动的西部大开发战略推动中国学界对新疆及其核心增长极——天山北坡经济带开展了广泛研究,而 2013 年末“一带一路”倡议的提出可能很大程度上促进了该领域国际关注度的不断提升。然而,当前中英文研究的发文量均相对较少,亟需紧抓丝绸之路经济带核心区建设和第三次新疆科学考察的重大机遇,加快国内外研究。

### 1.2 发文机构共现分析

为明确对天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系研究贡献较大的机构及机构间合作关系,进行发文机构共现分析(表 1)。在发文量方面,中英文研究的相关机构均主要来源于中国科学院、中国科学院大学以及新疆的高校和科研院所,国内其他省份院校及国外学术机构的研究相较稀缺,尤其体现在英文文献方面;与中文研究相比,英文研究的机构间发文量差距更大,排名第 1 的中国科学院是第 2 名中国科学院大学的 3 倍多,且仅有 3 家机构的发文总量超过 10 篇。同时,中心度用以测度研究机构在合作网络中的重要程度,当中心度值 $\geq 0.1$ 时,表明该机构具有核心枢纽作用,因此,中英文研究的核心枢纽机构均为中国科学院(主要为中国科学院新疆生态与地理研究所)和新疆大学。综合来看,当前各机构在该领域研究上已初步形成相互合作的发展态势,但未来应进一步加强国内外机构间的合作研究。

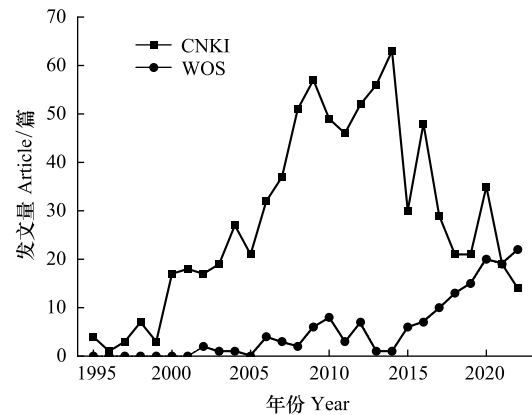


图 2 1995—2022 年天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系研究的发文量演化

Fig.2 The number of papers about the relationship between urbanization and resource-environment system of the Northern Slope Economic Belt of Tianshan Mountains from 1995 to 2022

表 1 天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系的研究机构情况

Table 1 The institutions about the relationship between urbanization and resource-environment system of the Northern Slope Economic Belt of Tianshan Mountains

| 排名<br>Rank | 中文文献高频机构<br>High-frequency organization<br>of Chinese literature | 发文量/篇<br>Articles | 中心度<br>Centrality | 英文文献高频机构<br>High-frequency organization<br>of English literature | 发文量/篇<br>Articles | 中心度<br>Centrality |
|------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1          | 中国科学院新疆生态与地理研究所                                                  | 169               | 0.24              | Chinese Academy of Science                                       | 80                | 1.09              |
| 2          | 新疆大学                                                             | 108               | 0.14              | University of Chinese Academy of Sciences                        | 26                | 0.08              |
| 3          | 石河子大学                                                            | 86                | 0.08              | Xinjiang University                                              | 22                | 0.29              |
| 4          | 中国科学院大学                                                          | 77                | 0.06              | Shihezi University                                               | 7                 | 0.06              |
| 5          | 新疆农业大学                                                           | 71                | 0.09              | Xinjiang Agricultural University                                 | 6                 | 0.08              |
| 6          | 新疆财经大学                                                           | 35                | 0.01              | Xinjiang Normal University                                       | 6                 | 0.04              |
| 7          | 中国科学院地理科学与资源研究所                                                  | 34                | 0.07              | Xinjiang University of Finance & Economics                       | 4                 | 0.03              |
| 8          | 新疆师范大学                                                           | 26                | 0.05              | Beijing Normal University                                        | 4                 | 0.02              |
| 9          | 北京师范大学                                                           | 15                | 0.02              | China Meteorological Administration                              | 4                 | 0.05              |
| 10         | 塔里木大学                                                            | 12                | 0.03              | Nanjing Normal University                                        | 3                 | 0.05              |



### 1.3 关键词共现分析

通过关键词共现分析,掌握 1995—2022 年天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系的总体研究状况与进展(图 3、图 4)。由表 2 可知,中英文文献的前 15 位高频关键词具有一定程度的一致性,如水资源(water resource)、干旱区(arid region)、城镇化(urbanization)和影响因素(impact/impact factor)等,表明水作为天山北坡经济带城镇化进程中最重要的约束性资源,受到相关研究的普遍关注,且各系统或要素的影响因素分析也极为关键。而两者差别在于中文文献重点强调新疆城镇化背景下的生态环境研究,关注天山北坡及其内部重点城市(如乌鲁木齐、吐鲁番)城市化与工业化过程中的水资源利用、绿洲发展、生态足迹等问题,并积极探讨协调城镇化与生态环境关系的各类对策;英文文献则突出强调气候变化背景下新疆城市或重要生态区的水资源利用及演化情况、城镇化进程中的土地利用情况,并将相关领域的影响因素或驱动力分析作为研究的重要方面。

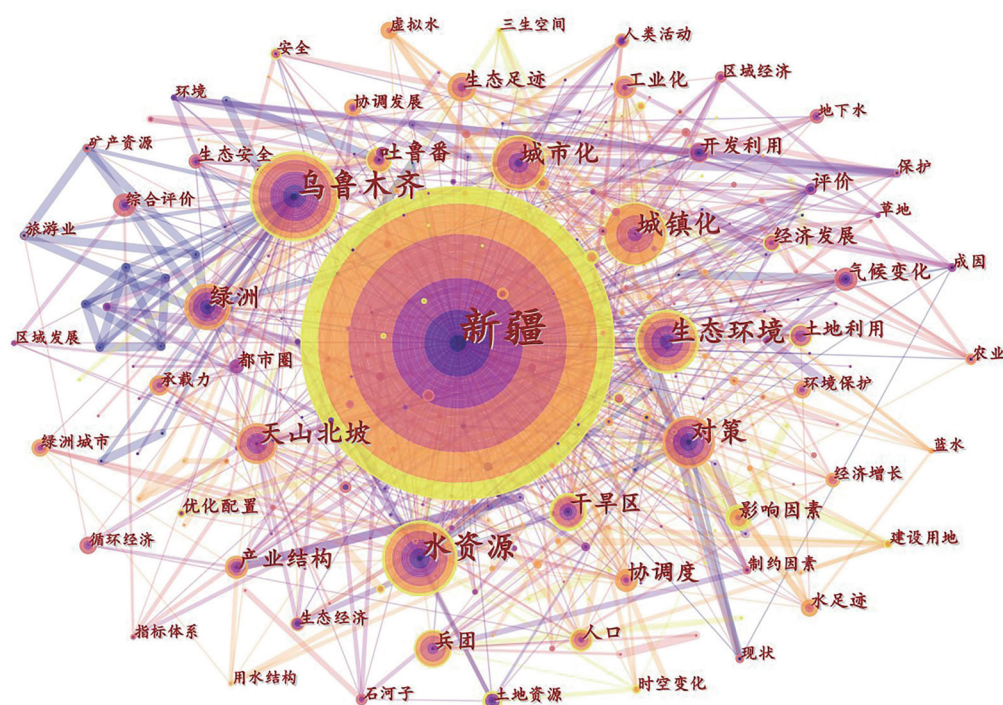


图 3 中文文献关键词共现网络图谱

Fig.3 The co-occurrence network map of key words about Chinese literature

### 1.4 研究热点及演变

关键词突现图谱反映了天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系领域在各时段的研究热点(图 5、图 6)。突现强度方面,中文研究整体强于英文研究,可能是由于英文发文量总体偏少;突现时间方面,中文研究对某一热点的关注持续性更强,60%的关键词突现时间达到 9 年及以上,而英文研究中虽个别热点的持续性较长,但近 60%的关键词突现时间仅达到 4 年。具体来看,中文文献的关注热点早期集中为区域人地关系协调的对策思考、生态环境问题和以棉花为代表的农业生产情况(1995—2004 年);中期多以城镇化发展的空间载体(天山北坡、都市圈、重点城市等)为研究区域,围绕城市化与工业化进程中的各类问题展开研究(2005—2014 年);后期则将关注焦点转向为城镇化与资源环境系统的耦合协调发展,并不断结合地理学视角,深入研究相关要素的时空格局变化及影响因素(2015—2022 年)。英文文献起始时间相对较晚,较长时间内的研究热点表现为城镇化发展产生的资源环境问题,如流域水资源问题、道路扬尘、重金属污染、二氧化碳排放等(2002—2016 年);近年来,一方面为缓解人地关系矛盾,突出研究污染源解析、风险评估等问题,另一方面强化开展在城镇化快速发展、资源环境系统不断恶化的现实背景下,区域土地利用变化及其驱动因素的研究





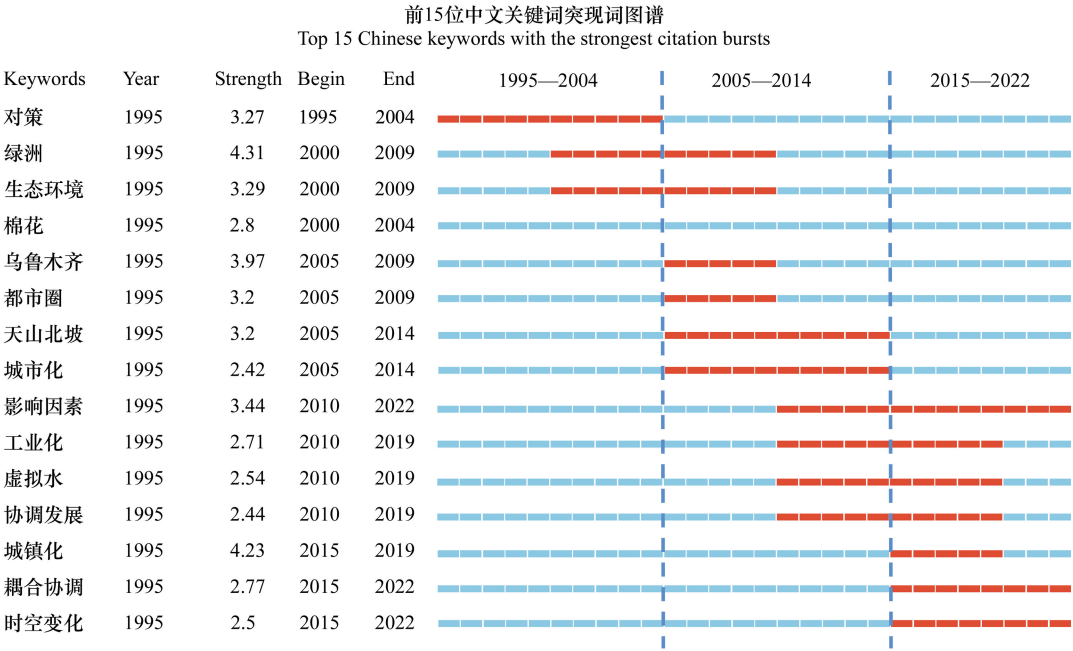


图5 中文文献突现词图谱

Fig.5 The map of burst words about Chinese literature

“strength”代表某一关键词的突现强度,“begin”和“end”分别代表该关键词突现的起始和结束年份

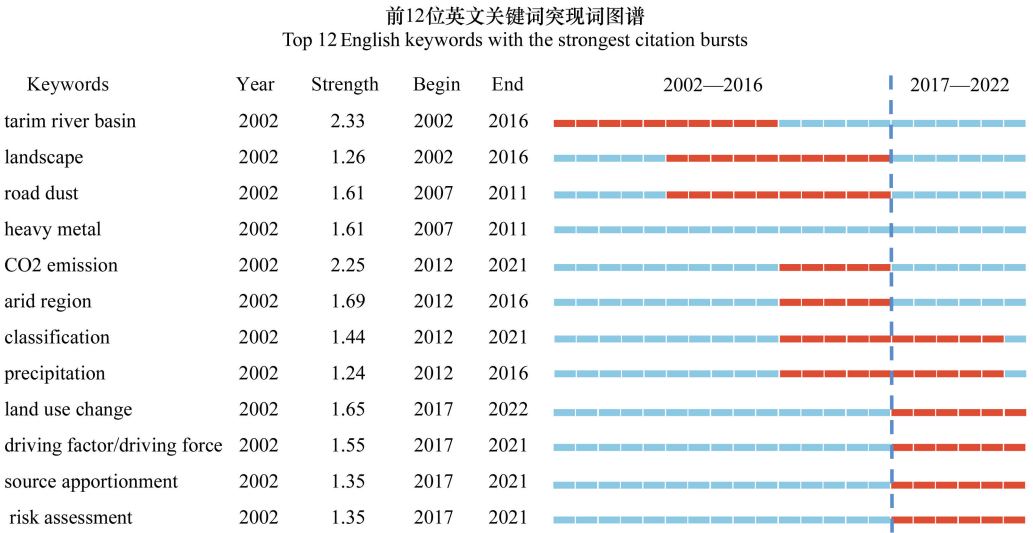


图6 英文文献突现词图谱

Fig.6 The map of burst words about English literature

化背景下人类活动的加剧也会对于干旱地区脆弱的生态环境带来重大挑战。同时,基于 CiteSpace 文献计量学分析,水资源、土地利用、生态环境等资源环境系统关键词在已有研究中具有较高频次,因此,选择与天山北坡经济带城镇化关系最密切的水资源、土地资源和生态环境,对城镇化与三者关系的相关研究进行深入阐述。

2.1 天山北坡经济带城镇化与水资源的关系研究

水资源是城镇化最基础的供给要素,城镇化也对水资源产生多种影响。城镇化与水资源关系的动态平衡,既要求水资源足以承载城市的社会经济发展与生态环境建设,又要求城市发展不断降低对水资源的负面影响,最终促进城镇化与水资源的良性互动<sup>[10-12]</sup>。天山北坡经济带的城镇化与水资源关系备受关注,主要体

现在以下三个方面。

一方面,天山北坡经济带水资源供应对城市工农业生产活动、城镇体系结构、城市扩张速度与规模等施以重要影响<sup>[13-15]</sup>,这种影响在干旱缺水型城市往往表现为不同程度的胁迫力,但胁迫力会伴随城镇化水平的提升及水资源利用方式与社会经济发展模式的优化而发生改变。从时间尺度的研究上看,天山北坡经济带水资源对城镇化发展的胁迫力表现为倒U形趋势,总体经历了较强胁迫—强胁迫—较弱胁迫的演化过程<sup>[16]</sup>。从空间尺度的研究上看,水资源对不同等级规模城市的胁迫作用存在差异。例如,相关研究发现大城市水资源供应日益紧缺,但较为发达的经济与技术创新水平助推其用水效率较高;中等城市面临水资源供应充足与用水效率低的矛盾;小城市供水能力相较充裕且用水效率较高,使得城镇化发展受水资源限制相对较少;小城镇却同时面临供水量低与用水效率低的双重困境,水资源对城镇化的约束效应尤为突出<sup>[13]</sup>。从水资源约束下的城镇化适用模式研究上看,学者们认为各城市应依据现存水资源量而采取不同的城镇化速度,通过城镇化速度的优化调整以及城镇化质量的提升,逐步减弱水资源的胁迫效应<sup>[17-18]</sup>。

另一方面,天山北坡经济带的快速城镇化也对水资源产生深刻影响,并伴随城镇化水平与质量的提升,逐步由负向转为正向影响效应。在负向效应方面,由于绿洲城镇主要依赖出山径流量,城镇化背景下的水资源大规模开发利用会加剧对水资源配置、水资源承载、水资源适宜性和水资源效益的不利影响,从而强化水资源的脆弱性与稀缺性<sup>[19-21]</sup>。具体来看,城镇化发展导致以工业为代表的各类产业和居民用水需求大幅提升,稀缺的地表水资源和低于全国平均水平的水资源利用率,衍生出水资源浪费、水环境污染、地下水位下降和地面沉降等问题,从而降低水资源利用效益<sup>[22]</sup>。同时,部分地区城镇化进程中的水资源开发已形成一定规模,即将突破现有水资源承载力,其中,乌鲁木齐、克拉玛依和石河子等城市已面临严重的水资源供需矛盾,亟需合理协调水资源利用与保护的关系且遵循区域异质性<sup>[23]</sup>。在正向效应方面,伴随城镇化水平及相应发展模式的优化,其在加大水资源需求量的同时,也通过产业结构调整、节水技术开发、水利设施建设、资源管理政策引导等路径提升水资源供应量与利用效率,从而促进区域水资源综合效益的改善<sup>[24]</sup>。

近年来,为进一步明确城镇化与水资源的互动关系、判断其发展态势,越来越多的学者基于城镇化发展评价指标和水资源利用评价指标来构建耦合协调度模型,多数研究认为,多年来天山北坡经济带的城镇化发展和水资源利用水平呈现共同提升态势,且逐步良性协调发展<sup>[24-26]</sup>。例如,傅茜等<sup>[27]</sup>将“城市用水普及率”、“地下水供应量”、“水资源超采量”等水资源指标融入绿洲城市城镇化质量评价指标体系,探讨城镇化质量与规模的协调性情况,发现天山北坡经济带总体处于高水平耦合状态,且昌吉回族自治州极度协调,进一步表明区域城镇化与水资源关系有所缓和。但也有学者指出受绿洲水资源有限性影响,城镇化与水资源耦合度高值区集中在以乌鲁木齐为核心的天山北坡中部地区,多数城镇在未来较长时段内处于协调发展的低值状态<sup>[7]</sup>。

## 2.2 天山北坡经济带城镇化与土地资源的关系研究

土地资源承载城镇化进程中的各项社会经济活动,通过城市用地扩张来推动城镇化发展<sup>[28]</sup>,但土地资源的有限性决定其无法持续满足城市“摊大饼式”冒进扩张<sup>[29]</sup>;同时,城镇化发展也会对土地利用类型与结构、土地生态系统、土壤理化性质等土地资源要素产生深刻影响<sup>[30-31]</sup>。

关于天山北坡经济带的研究,一种观点认为土地资源对其城镇化发展具有显著的约束效应。该区域土地面积广阔,但城镇发展需以绿洲为载体,而绿洲大多被沙漠与戈壁分割为相对独立的地理单元。由于绿洲土地资源的有限性与分散性以及土地开发利用的敏感性,城镇化的大规模集聚受到了极大限制<sup>[25]</sup>。因此,与我国其他区域的土地城镇化进程相比,天山北坡经济带的建设用地扩张幅度相对较弱,总体呈现规模偏小、空间分散的绿洲城镇体系<sup>[7]</sup>。然而,伴随城镇化发展带来的经济增长与技术进步,各类水利基础设施与区域调水工程推动了人工绿洲的建设与发展,从而在一定程度上削弱了土地资源对城镇化发展的约束作用<sup>[32]</sup>。

另一种观点认为天山北坡经济带的城镇化进程导致城市快速扩张与土地利用方式转变,并深刻影响土地资源效益与承载力、土地利用功能与适宜性<sup>[19, 33]</sup>。首先,以建设用地扩张、生态用地锐减为表征的用地类型变化是该区域城镇化对土地资源最直接的消极影响<sup>[8]</sup>。城镇化发展通过对绿洲区域优质耕地、林地和草地



的占用与填充,导致地表植被覆盖度显著减少,从而快速压缩碳汇规模,而建设用地急剧扩张背景下的能源开发、工业发展、兵团建设与居民生活导致碳源规模逐步扩大,最终产生土地利用高碳排放量,危及区域土地资源效益<sup>[34]</sup>。近年来,天山北坡的土地城镇化速度相对减缓,滞后于经济城镇化,但仍领先于人口城镇化,需要进一步协调人地关系、优化土地资源配置效率<sup>[35]</sup>。其次,城镇化发展也会对天山北坡经济带土地资源产生积极影响。快速城镇化有助于逐步形成并发挥城市土地利用多样性功能,各类城市用地在长期发展过程中实现权衡与协同机制,从而对土地资源产生正向推动作用;例如,当前乌鲁木齐的居民生活、农业生产与生态环境用地大致处于 73% 的协调水平,土地资源效益呈现良好提升趋势<sup>[36]</sup>。

此外,天山北坡经济带城镇化发展与土地资源利用的耦合协调关系研究也得到关注<sup>[25, 37]</sup>。部分学者认为天山北坡的土地集约利用水平具有明显的地域性差异,导致大部分城市城镇化发展与土地集约利用的耦合协调关系不相匹配,二者的耦合协调度呈现下降趋势<sup>[38]</sup>;也有学者认为耦合协调度的下降主要集中在天山北坡的东疆地区,即吐鲁番和哈密,以乌鲁木齐、石河子、奎屯为代表的北疆地区略有提升<sup>[39]</sup>。

### 2.3 天山北坡经济带城镇化与生态环境的关系研究

城镇化与生态环境通过物质、能量与信息等要素的交换与流动,形成相互作用与制约的耗散结构<sup>[40]</sup>。以大气环境、水环境、土壤环境等为代表的生态环境对城镇化发展具有约束与承载效应<sup>[41]</sup>;同时,城镇化发展也对生态环境具有胁迫与促进效应<sup>[42—43]</sup>。

天山北坡经济带在常年干旱缺水、绿洲土地资源有限的基础上,还具有较为脆弱的生态环境。一方面,以草地、林地和耕地为代表的生态用地承载力不断下降,导致生态环境对城镇化的约束效应加剧<sup>[44—45]</sup>;当然也可通过优化城镇化与工业化空间布局、加强环境污染综合治理、打造循环经济型城市等途径来削弱其限制作用<sup>[46]</sup>。另一方面,快速城镇化推动区域人均生态足迹大幅增长,从而深刻影响生态环境质量。城市人口密度增加和城市土地复垦使得各类社会经济活动与生态环境的接触面不断扩大,从而造成绿地结构破碎与本土生物多样性锐减,且伴随大气污染、水体污染、土壤污染、固废污染等环境问题,进一步恶化生态系统、加剧生态风险<sup>[47—48]</sup>。然而,也有研究表明当城镇化发展跨越门槛迈入高水平阶段时,城镇化对生态环境的影响将由负向转为正向效应,表现为环境库兹涅茨倒 U 型曲线关系<sup>[49]</sup>。

较多学者利用耦合协调度模型或动态计量分析,深入剖析天山北坡经济带城镇化与生态环境的互动关系<sup>[50—51]</sup>。部分学者认为囿于先天不足的自然资源条件,天山北坡生态环境质量滞后于城镇化水平,而在各项宏观政策与规划引领生态文明建设的现实背景下,城镇化与生态环境的耦合协调度逐步提升,但总体水平不高<sup>[52—53]</sup>;也有学者认为当前天山北坡经济带的城镇化与生态环境尚未形成交互胁迫与相互促进的耦合协调状态,较为粗放的资源能源利用结构和恶劣的自然地理条件导致生态环境质量下降严重<sup>[54]</sup>。此外,还有研究认为耦合协调度模型存在局限性,采用面板向量自回归模型分析系统间内生关系,发现城镇化水平的提升受到生态环境制约,但生态环境主要受其自身发展惯性的影响,这可能源于天山北坡自然环境的特殊性<sup>[55]</sup>。

同时,天山北坡经济带城镇化与生态环境的耦合协调路径也得到广泛关注。诸如,张静等<sup>[56]</sup>提出优化调整产业结构,大力推动集技术创新与生态环境可持续于一体的新型工业化进程;王亚菲等<sup>[57]</sup>提出应结合区域自然与人文地理优势,走绿色可持续的旅游业发展道路;Shi L 等<sup>[58]</sup>指出可加快区域生态廊道建设,在乌鲁木齐、克拉玛依、昌吉、吐鲁番等城市构成密集的空间分布格局,从而减缓城市生态景观碎片化与孤立化态势。此外,学界还从优化资源能源利用结构、强化环境污染治理投资、加大绿洲与生态用水保护、提升技术创新与政策扶持水平等角度提出了快速城镇化进程下的生态可持续发展路径<sup>[59—60]</sup>。

综合来看,囿于特殊的地理位置和自然条件,水资源是天山北坡经济带资源环境系统中最核心的要素,它在很大程度上决定了绿洲空间范围从而限定人类可利用的土地资源,而水土资源的自然演化以及人类活动对两大资源的开发利用则会深刻影响区域生态环境。因此,天山北坡经济带城镇化与水资源、土地资源和生态环境三大要素的关系是紧密关联与相互依存的,需推动实现三大关系的共同协调发展,其中,城镇化与水资源的关系尤为关键突出。

### 3 讨论

上述梳理表明,天山北坡经济带的城镇化与资源环境系统存在互动互馈关系(图7)。一方面,由于位于常年缺水的干旱区,资源环境系统会对城镇化产生极大的约束效应,但这种约束效应会随着城镇化水平的提升发生转变。当城镇化水平较低时,经济、科技乃至思想观念的局限导致区域被动接受恶劣的资源环境状况,资源环境系统对城镇化发展的限制作用显著;当城镇化迈入较高水平阶段时,经济发展模式、技术创新水平与

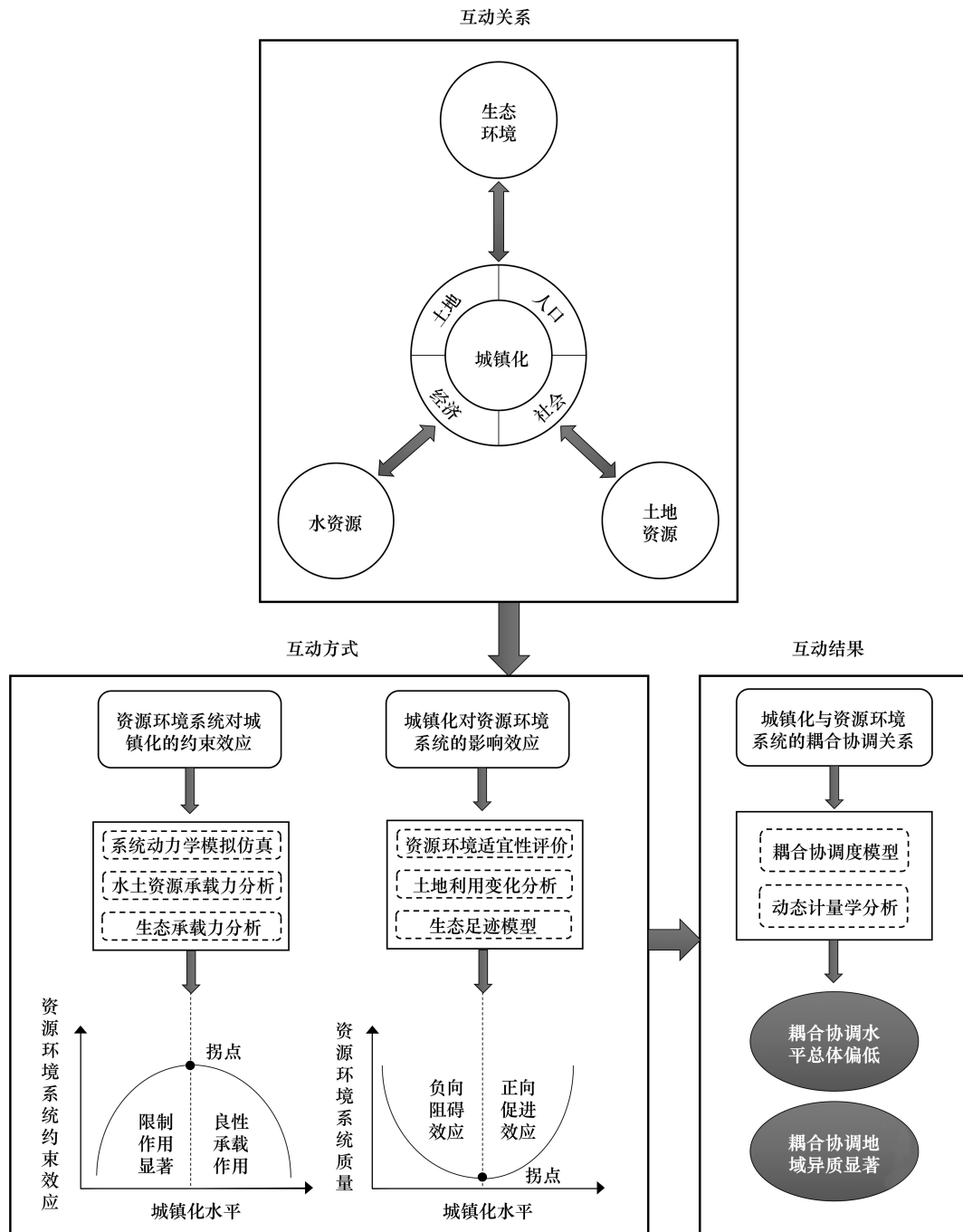


图7 天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系的互动机制

Fig.7 The interactive mechanism of the relationship between urbanization and resource-environment system of the Northern Slope Economic Belt of Tianshan Mountains

资源利用方式的改善会不断弱化资源环境系统的约束效应,更多发挥良性承载功能。因此,总体上看,资源环境系统对城镇化的约束效应呈现倒 U 型趋势。例如,聂春霞和秦春艳<sup>[16]</sup>指出天山北坡城镇化率由 2000 年的 65.8% 提升至 2016 年的 79.9%,用水总量对城镇化率的胁迫强度在 2000—2004 年、2005—2010 年和 2011—2016 年分别为 0.41、0.61 和 0.53,当城镇化率达到 73% 时,区域城镇化水平提升有助于推动水资源利用方式改善,从而引导胁迫强度由上升转为下降。另一方面,城镇化对资源环境系统也具有双向效应。当城镇化水平较低时,经济发展粗放低效、环保意识薄弱,城镇化不断加剧资源环境系统的脆弱性与稀缺性,表现为负向阻碍效应;当城镇化迈入较高水平阶段时,经济发展集约高效、环保意识显著,城镇化通过提升水资源利用效率、激发土地功能多样性、强化环境修复和保护等路径,发挥对资源环境系统的正向促进效应。因此,城镇化对资源环境系统的影响效应大致呈现 U 型趋势。任春艳等<sup>[49]</sup>以乌鲁木齐为例,发现 1990—2002 年区域城镇化发展与大气环境质量之间呈 U 型演化关系,符合环境库兹涅茨曲线规律,但尚未明确其拐点值。此外,研究普遍认为时下天山北坡经济带城镇化与资源环境系统的耦合协调水平总体偏低,王爱辉等<sup>[61]</sup>指出区域城镇化进程中经济增长与生态环境的耦合协调发展度仅由 2007 年的 0.571 波动提升至 2011 年的 0.593,除乌鲁木齐、克拉玛依、石河子等个别城市外,总体处于勉强协调阶段。这与我国其他区域多年来耦合协调度显著提升的发展态势不相吻合,需加强关注与施策。

同时,1995—2022 年对天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系的研究与该时段的宏观政策和规划引导紧密相关。通过梳理新疆和生产建设兵团的历次五年规划(图 8),发现在城镇化发展主题上,早期规划尚未明确天山北坡经济带的相关主题,中期转为协调城乡关系,近期则在统筹城乡关系的基础上,强调走可持续发展、绿色发展与高质量发展的新型城镇化道路。其中,可持续发展、绿色发展和高质量发展的规划思想与相关研究内容非常吻合;2010 年以来城镇化进程的可持续发展问题得到较多关注,学者们多从可持续发展的评价体系构建<sup>[62]</sup>、时空格局描述<sup>[63]</sup>、影响因素分析<sup>[64]</sup>、对策路径探讨<sup>[65]</sup>等方面开展研究;2017 年以来城镇化进程的绿色发展与高质量发展研究相继出现,并在绿色生产评估<sup>[66]</sup>、产业绿色发展路径<sup>[67]</sup>、高质量发展分析<sup>[68]</sup>等领域取得了一定进展。而三大发展观均体现了社会经济与资源环境的和谐共生,既能为实现城镇化与资源环境系统质量的共同提升指明方向,也将引导研究者的进一步关注。



图 8 天山北坡经济带城镇化发展主题与方向

Fig.8 The urbanization development theme and direction of the Northern Slope Economic Belt of Tianshan Mountains

资源来源于新疆与新疆生产建设兵团国民经济和社会发

展九五至十四五规划  
因此,基于现有研究,当前天山北坡经济带同时面临资源环境系统约束和城镇化发展的双重压力,可能将在未来一段时间内仍处于城镇化与资源环境系统的瓶颈发展阶段,由此映射出中国西北内陆地区普遍存在的“双压力型”干旱区绿洲城镇化发展特征,这需要不断优化城镇化的发展质量和强化对资源环境系统的高效利用与合理保护<sup>[69]</sup>。结合该区域资源环境系统约束效应曲线和城镇化影响效应曲线特征以及近期五年规划要求,应加快形成天山北坡经济带的绿色城镇化发展模式,通过发挥城镇化高水平城市对中低水平城市的综



合辐射带动效应和资源环境系统承载适宜城市对超载城市的调配机制<sup>[70-71]</sup>,引导各城市顺利跨过两大曲线拐点,最终实现城镇化与资源环境系统关系的可持续健康发展。

#### 4 结论与展望

天山北坡经济带的城镇化发展以绿洲为空间载体,受资源环境系统的影响巨大,其城镇化与资源环境系统的关系一直受到较多关注。通过文献计量分析发现,“一带一路”倡议提出后,国内研究转向国际期刊发表,表明该问题越来越受到国际社会关注;国内外期刊对该问题的关注点有所差别,国内期刊侧重城镇化的生态环境问题及对策研究,国际期刊注重将城镇化的水土资源利用置于气候变化背景下讨论,但城镇化过程中的水资源问题受到二者的普遍关注,且近期均不断加强城镇化与资源环境系统的协调关系及影响因素研究。通过对三个重点领域的文献梳理发现,相关研究对天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系的认知较为一致,即城镇化对资源环境系统的影响效应呈现 U 型趋势,资源环境系统对城镇化的约束效应呈现倒 U 型趋势。这一规律与国内外其他区域的研究基本一致,但与国内其他区域相比,天山北坡经济带城镇化与资源环境系统的耦合协调水平总体偏低,需要给与更多关注。

总体上看,当前天山北坡经济带城镇化与资源环境系统关系研究处于探索性阶段,仍存在发文总量偏少、研究机构地域性较强、国内外机构合作不足等问题,在研究区域综合性、研究方法多元性、研究内容系统性等领域还存有较大提升空间。未来可从以下五个方面开展重点研究。

(1)多尺度空间嵌套与区域异质性分析。城镇化与资源环境系统关系研究应着眼于从宏观到微观的连续空间尺度。目前多以新疆全域或乌鲁木齐、克拉玛依等重点城市为对象,进而挖掘或反映天山北坡经济带的相关情况,但对其本身的整体性与系统性研究不足。未来应以天山北坡经济带为主体,从经济带、城市群、都市圈/区、城市/区县等尺度,开展跨区域交叉研究,分析不同空间尺度下系统间关系的区域异质性<sup>[72-73]</sup>,并探索各具特色的城镇化绿色发展路径。

(2)多源数据库构建与多元化方法创新。目前多基于熵权法、生态足迹模型、耦合协调度等定量方法,或基于实地考察、问卷调查等定性方法,且主要依赖统计数据,从而难以有效支撑对城镇化与资源环境系统关系的全面分析。未来应把握第三次新疆科考的重要契机,一方面构建由统计数据、栅格数据、网络大数据、调查数据等组成的多源信息数据集,另一方面推动地理学、环境学、经济学、社会学等多学科理论方法交叉融合,实现定量与定性相结合的技术创新。

(3)城镇化与资源环境系统的格局-过程-机理剖析。城镇化进程由人口城镇化、土地城镇化、经济城镇化与社会城镇化等多维度组成,资源环境系统由水资源、土地资源、生态环境等多要素构成。由于时空尺度的多维性与内在机制的复杂性,当前少有对天山北坡经济带城镇化与资源环境系统内部各要素的时空格局、演化规律与作用机制分析。未来应重点研究各要素的时空异质性与关联性,剖析要素间的互动关系与影响机理,并持续关注要素间的耦合协调发展。

(4)城镇化发展的资源环境优化路径解析。目前关于区域城镇化与资源环境系统关系的优化对策或路径具有较强的普适性,尚未充分考虑当地独特的自然与人文特征。天山北坡经济带城镇化发展受到资源开发驱动、兵地融合驱动、对口支援带动和民族团结促动的综合影响,加之资源环境系统的脆弱性与复杂性,要求二者的协调发展对策应具有较强的地域内涵。未来应紧贴区域特征与目标要求,以城镇化的高质量发展与绿色发展为主题,集成多尺度与多维度的资源环境优化路径。

(5)国土空间规划背景下的发展模式研判。国土空间规划是调控空间格局、实现区域可持续发展的基本依据和重要指南。为推动天山北坡经济带城镇化与资源环境系统的协调共生,必须全面把握其国土空间规划。在全疆新型城镇化和对外开放引领地带的发展定位下,该区域如何协调城市开发边界、永久基本农田和生态保护红线的空间关系,如何平衡城镇化进程中生产空间、生活空间和生态空间的发展格局<sup>[74-75]</sup>,都应开展深入研究,从而立足于更高站位,研判资源环境承载力范围内的城镇化高质高效发展模式。

## 参考文献 (References):

- [1] 方创琳, 周成虎, 顾朝林, 陈利顶, 李双成. 特大城市群地区城镇化与生态环境交互耦合效应解析的理论框架及技术路径. 地理学报, 2016, 71(4): 531-550.
- [2] 马海涛, 刘海猛, 张芳芳. 不同尺度空间的城镇化与生态环境关系研究评述. 世界地理研究, 2018, 27(5): 60-70.
- [3] 陆大道, 陈明星. 关于“国家新型城镇化规划(2014—2020)”编制大背景的几点认识. 地理学报, 2015, 70(2): 179-185.
- [4] 方创琳. 中国新型城镇化发展报告. 北京: 科学出版社, 2014.
- [5] 方创琳. 中国新型城镇化高质量发展的规律性与重点方向. 地理研究, 2019, 38(1): 13-22.
- [6] 向秀容, 潘韬, 吴绍洪, 刘卫东, 马丽, 王晓峰, 尹云鹤, 李静. 基于生态足迹的天山北坡经济带生态承载力评价与预测. 地理研究, 2016, 35(5): 875-884.
- [7] 董雯, 杨宇, 张豫芳. 绿洲城镇发展与水土资源开发的耦合效应及其时空分异. 资源科学, 2013, 35(7): 1355-1362.
- [8] 方创琳, 高倩, 张小雷, 程卫国. 城市群扩展的时空演化特征及对生态环境的影响——以天山北坡城市群为例. 中国科学: 地球科学, 2019, 49(9): 1413-1424.
- [9] 张军民, 荣城, 马玉香. 新疆城镇化绿色发展时空分异及驱动因子探究. 干旱区地理, 2022, 45(1): 251-262.
- [10] Mirchi A, Madani K, Watkins D Jr, Ahmad S. Synthesis of system dynamics tools for holistic conceptualization of water resources problems. Water Resources Management, 2012, 26(9): 2421-2442.
- [11] 曹祺文, 鲍超, 顾朝林, 管卫华. 基于水资源约束的中国城镇化 SD 模型与模拟. 地理研究, 2019, 38(1): 167-180.
- [12] Li W F, Hai X, Han L J, Mao J Q, Tian M M. Does urbanization intensify regional water scarcity? Evidence and implications from a megaregion of China. Journal of Cleaner Production, 2020, 244: e118592.
- [13] 张小雷, 雷军. 水土资源约束下的新疆城镇体系结构演进. 科学通报, 2006, 51(S1): 148-155.
- [14] Zhang X L, Lei J. Trend of urban system structure under the restriction of water and land resources in Xinjiang. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(1): 179-188.
- [15] 夏富强, 唐宏, 杨德刚, 汪菲, 张文彪. 绿洲城市水资源压力及其对城市发展的影响——以乌鲁木齐为例. 干旱区地理, 2014, 37(2): 380-387.
- [16] 聂春霞, 秦春艳. 天山北坡城市群水资源对城镇化的胁迫力研究. 人民黄河, 2020, 42(1): 57-62.
- [17] 聂春霞, 刘晏良. 水资源约束下的新疆城市化过程预测. 干旱区资源与环境, 2012, 26(6): 193-197.
- [18] 热孜娅·阿曼, 方创琳. 基于系统动力学模型的量水发展模式研究——以新疆为例. 生态经济, 2021, 37(3): 177-186.
- [19] 杨宇, 刘毅, 金凤君, 董雯, 李莉. 天山北坡城镇化进程中的水土资源效益及其时空分异. 地理研究, 2012, 31(7): 1185-1198.
- [20] 邓铭江, 李湘权, 郑永良, 章毅, 郝福良, 梁立功. 奎屯河流域“金三角”地区工业及城镇化发展未来的水资源配置分析. 干旱区地理, 2012, 35(4): 527-536.
- [21] Yin Q, Tang H, Ran R P, Sun Z L. Supporting capacity and structural optimization of water resources in the oasis city of Urumqi, China. Water Policy, 2018, 20(6): 1112-1128.
- [22] 朱自安. 转型初期新疆绿洲城市化对生态环境的影响与改善措施. 干旱区资源与环境, 2009, 23(9): 18-23.
- [23] 王艳, 石荣媛, 乔长录. 基于模糊综合评价模型的天山北坡经济带水资源承载力评价. 水土保持通报, 2018, 38(5): 206-212, 219.
- [24] 底阳阳, 张鹏程, 喻晓玲. 干旱区城镇化发展与水资源开发利用协调性分析——以新疆为例. 资源开发与市场, 2018, 34(3): 342-346, 407.
- [25] Lei J, Dong W, Yang Y, Lu J, Sterr T. Interactions between water-land resources and oasis urban development at the northern slopes of the Tianshan Mountains, Xinjiang, China. Journal of Arid Land, 2012, 4(2): 221-229.
- [26] 热孜娅·阿曼, 方创琳, 赵瑞东. 干旱区城镇化发展与水资源利用耦合协调研究. 人民黄河, 2022, 44(4): 67-73.
- [27] 傅茜, 杨德刚, 张新焕, 尹晶晶. 新疆绿洲城市城镇化质量与规模协调性空间格局. 中国科学院大学学报, 2015, 32(5): 635-643.
- [28] 王洋, 王少剑, 秦静. 中国城市土地城市化水平与进程的空间评价. 地理研究, 2014, 33(12): 2228-2238.
- [29] 郑宇, 冯德显. 城市化进程中水土资源可持续利用分析. 地理科学进展, 2002, 21(3): 223-229.
- [30] 张祚, 周敏, 金贵, 刘艳中, 罗翔. 湖北“两圈两带”格局下的新型城镇化与土地集约利用协调度分析. 世界地理研究, 2018, 27(2): 65-75.
- [31] 黄天能, 张云兰. 基于“三生空间”的土地利用功能演变及生态环境响应——以桂西资源富集区为例. 生态学报, 2021, 41(1): 348-359.
- [32] 韩春鲜, 熊黑钢. 天山北坡东部人工绿洲开发与环境的关系及持续发展探讨. 干旱区资源与环境, 2007, 21(11): 48-53.
- [33] 韩丹杰, 杜宏茹. 新疆建设用地适宜性分析及空间配置优化策略. 地域研究与开发, 2020, 39(4): 122-126.
- [34] 张茹倩, 李鹏辉, 徐丽萍. 城镇化对新疆土地利用碳排放的影响及其耦合关系. 生态学报, 2022, 42(13): 5226-5242.
- [35] 许雪爽, 包安明, 常存, 张鹏飞. 新疆重点城市建设用地扩张与土地配置协调性分析. 经济地理, 2017, 37(10): 92-99.
- [36] Xue M Q, Wang H W, Wei Y M, Ma C, Yin Y C. Spatial characteristics of land use multifunctionality and their trade-off/synergy in Urumqi, China: Implication for land space zoning management. Sustainability, 2022, 14(15): e9285.
- [37] 郑飞, 刘光远, 刘志有. 新疆土地利用变化及其与城市化和工业化的耦合关系. 水土保持研究, 2013, 20(5): 251-256.
- [38] 李平光, 李松, 郭路明, 刘晨, 綦群高. 新疆地区城市土地集约利用与城市化耦合协调性分析. 浙江农业学报, 2014, 26(6): 1688-1695.
- [39] 李松, 张小雷, 李寿山, 杜宏茹. 新疆城市土地利用与城市发展和谐度及时空分异. 干旱区资源与环境, 2014, 28(3): 23-30.

- [40] 孙平军, 修春亮, 张天娇. 畸变视角的吉林省城市化与生态环境的耦合关系判别. 应用生态学报, 2014, 25(3): 875-882.
- [41] 陈晓红, 周宏浩. 城市化与生态环境关系研究热点与前沿的图谱分析. 地理科学进展, 2018, 37(9): 1171-1185.
- [42] 孙心亮, 方创琳. 干旱区城市化过程中的生态风险评价模型及应用——以河西地区城市化过程为例. 干旱区地理, 2006, 29(5): 668-674.
- [43] 淳阳, 朱晚秋, 潘洪义, 周介铭. 重心转移视角下新型城镇化与生态足迹时空差异及其耦合关系研究——以四川省为例. 长江流域资源与环境, 2018, 27(2): 306-317.
- [44] 赵万羽, 李建龙, 陈亚宁. 天山北坡区域生态承载力与可持续发展——以阜康市为例. 生态学报, 2008, 28(9): 4363-4371.
- [45] 魏晓婕, 杨德刚, 乔旭宁, 张进英. 干旱区绿洲城市城市化与生态环境耦合——以乌鲁木齐为例. 干旱区资源与环境, 2008, 22(11): 101-107.
- [46] 邹广迅, 李彦武, 李小敏. 天山北坡经济带城市发展与环境风险的防范研究. 环境工程, 2015, 33(S1): 733-736.
- [47] Zhang Z P, Xia F Q, Yang D G, Zhang Y F, Cai T Y, Wu R W. Comparative study of environmental assessment methods in the evaluation of resources and environmental carrying capacity—a case study in Xinjiang, China. Sustainability, 2019, 11(17): e4666.
- [48] Li P H, Zhang R Q, Xu L P. Three-dimensional ecological footprint based on ecosystem service value and their drivers: a case study of Urumqi. Ecological Indicators, 2021, 131: e108117.
- [49] 任春艳, 吴殿廷, 董锁成, 王红强. 西北地区城市化与空气质量变化关系研究. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2005, 41(2): 204-208.
- [50] 王长建, 张小雷, 杜宏茹, 汪菲. 近 30a 新疆城市化与生态环境互动关系的动态计量分析. 中国沙漠, 2012, 32(6): 1794-1802.
- [51] 冯霞. 新疆城镇化与生态环境耦合关系分析. 地域研究与开发, 2016, 35(3): 123-127.
- [52] 赵学鹏, 孜比布拉·司马义, 盛永财. 新疆城镇化与生态环境耦合协调度及其空间特征分析. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2017, 40(6): 831-838.
- [53] 图尔荪阿依·如孜, 阿里木江·卡斯木, 高鹏文, 赵禾苗, 哈力木拉提·阿布来提. 多源数据融合下的城市化与生态环境耦合协调研究. 测绘通报, 2021(2): 1-6, 17.
- [54] 王长建, 张小雷, 杜宏茹, 汪菲, 张新林, 倪天麒. 城市化与生态环境的动态计量分析——以新疆乌鲁木齐市为例. 干旱区地理, 2014, 37(3): 609-619.
- [55] Zhang J J, Zhou Q, Cao M, Liu H. Spatiotemporal change of eco-environmental quality in the oasis city and its correlation with urbanization based on RSEI: a case study of Urumqi, China. Sustainability, 2022, 14(15): e9227.
- [56] 张静, 崔东, 高倩. 新疆新型工业化发展的时空差异特征. 地域研究与开发, 2016, 35(6): 27-30, 70.
- [57] 王亚菲, 瓦哈甫·哈力克, 王芳, 王新芸. 基于耦合模型的新疆旅游业—新型城镇化—生态环境协调关系量化分析. 湖南师范大学自然科学学报, 2018, 41(2): 1-7.
- [58] Shi L, Halik Ü, Mamat Z, Aishan T, Abliz A, Welp M. Spatiotemporal investigation of the interactive coercing relationship between urbanization and ecosystem services in arid northwestern China. Land Degradation & Development, 2021, 32(14): 4105-4120.
- [59] 聂春霞, 刘晏良, 甘昶春. 新疆城市化进程中生态预警研究. 长江流域资源与环境, 2013, 22(3): 379-385.
- [60] 刘国锋, 冶建明, 琚望静, 楚光明. 资源利用—生态环境—新型城镇化耦合协调发展分析与预测——以新疆为例. 资源开发与市场, 2021, 37(7): 800-806.
- [61] 王爱辉, 刘晓燕, 龙海丽. 天山北坡城市群经济、社会与环境协调发展评价. 干旱区资源与环境, 2014, 28(11): 6-11.
- [62] 任占峰, 李豫新. 新疆区域可持续发展水平分析与评价. 科技进步与对策, 2011, 28(14): 126-129.
- [63] 熊传合, 杨德刚, 张新焕, 唐宏. 新疆生态经济系统可持续发展空间格局. 生态学报, 2015, 35(10): 3428-3436.
- [64] Yang L, Ma Z L, Ma M D, Xu Y. Decarbonization, environmental regulation, and economic boom: an indicator assessment based on the industrial waste. Frontiers in Energy Research, 2022, 9: e838852.
- [65] 李光明, 邓杰. 产业支撑、生态保护与城市可持续发展研究——以乌鲁木齐为例. 干旱区地理, 2016, 39(4): 868-876.
- [66] Li D S, Wu R W. A dynamic analysis of green productivity growth for cities in Xinjiang. Sustainability, 2018, 10(2): e515.
- [67] 谢明辉, 白卫南, 白璐, 卢庆治, 乔琦. 天山北坡经济带工业绿色发展政策建议研究. 中国工程科学, 2017, 19(4): 79-87.
- [68] 杜宏茹, 唐钰婷, 张紫芸. 新疆干旱区城镇化的地域特征及其高质量发展路径. 经济地理, 2021, 41(10): 200-206.
- [69] 张丽芳, 方创琳, 高倩. 天山北坡城市群城市景观时空扩张过程及多情景模拟. 生态学报, 2021, 41(4): 1267-1279.
- [70] 方创琳. 天山北坡城市群可持续发展战略思路与空间布局. 干旱区地理, 2019, 42(1): 1-11.
- [71] 热孜娅·阿曼, 方创琳, 赵瑞东. 新疆水资源承载力评价与时空演变特征分析. 长江流域资源与环境, 2020, 29(7): 1576-1585.
- [72] Ma H T. Urbanization under globalization: how does the Belt and Road Initiative affect urbanization levels in participating countries. Journal of Geographical Sciences, 2022, 32(11): 2170-2188.
- [73] Ma H T, Sun Z. Comprehensive urbanization level and its dynamic factors for five countries in Central Asian countries. Journal of Geographical Sciences, 2020, 30(11): 1761-1780.
- [74] 王向东, 王康龙, 单娜娜, 沈孝强. 国土空间规划背景下的新疆国土空间综合发展区划. 经济地理, 2020, 40(11): 176-185.
- [75] 邓铭江. 天山北坡经济带“三生空间”发展格局与智能水网体系建设. 干旱区地理, 2020, 43(5): 1155-1168.