

# 黄河流域城市群与产业转型发展

邓祥征<sup>1</sup>, 杨开忠<sup>2</sup>, 单菁菁<sup>2</sup>, 董锁成<sup>1</sup>, 张文鸽<sup>3</sup>, 郭荣星<sup>4</sup>,  
谈明洪<sup>1</sup>, 赵鹏军<sup>5</sup>, 李宇<sup>1</sup>, 苗长虹<sup>6</sup>, 崔耀平<sup>7</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国社会科学院生态文明研究所, 北京 100710;  
3. 黄河水利委员会黄河水利科学研究院, 郑州 450003; 4. 首都经济贸易大学管理工程学院, 北京 100070;  
5. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871; 6. 河南大学黄河文明与可持续发展研究中心暨黄河文明省部共建协同创新中心, 开封 475001; 7. 河南大学黄河中下游数字地理技术教育部重点实验室, 开封 475001)

**摘要:** 黄河流域生态保护与高质量发展是国家重大战略之一。城市群和产业转型发展是实现黄河流域生态保护与高质量发展的内在要求和根本保障, 揭示流域尺度城市群发展与产业转型升级的路径对指导黄河流域高质量发展意义重大。为此, 本文聚焦“城市群和产业转型发展”, 联合来自中国科学院地理科学与资源研究所、中国社会科学院生态文明研究所、黄河水利科学研究院、首都经济贸易大学、北京大学、河南大学等单位的专家学者, 从生态保护、资源配置、动态演化、空间结构、整合调控等视角, 探讨黄河流域城市群与产业转型发展的重要议题, 以求服务于黄河流域生态保护与高质量发展的国家重大战略实施。核心观点如下: 识别水资源、城市群和产业发展的关系是促进产业转型和城市转型协同、经济转型和社会转型并进的关键; 分析流域生态保护和高质量发展复杂耦合与动力演化机制对于实现流域高质量发展意义重大; 揭示黄河流域典型城市群和产业空间演变机理, 构建城市群与产业转型发展空间一体化目标与模式, 是促进黄河流域的高质量发展的有效途径; 在全球化和能源革命导致贸易不确定性增加、社会经济与生态环境关系复杂、“双循环”的新发展格局构建背景下, 黄河流域“城市群和产业转型发展”亟需更全面的整合调控机制。

**关键词:** 城市群; 产业发展; 水资源; 产城互动; 流域管理

黄河发源于青藏高原, 流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东九省(自治区), 干流全长 5464 km, 是我国仅次于长江的第二长河。黄河流域(包括上述青海省等沿黄 8 省全境和四川省阿坝州与甘孜州)总面积 334.6 万 km<sup>2</sup>, 分布有三江源、祁连山等重点生态功能区和国家公园以及河套平原等粮食主产区, 煤炭储量占到全国一半以上, 是我国重要的生态屏障、农牧业生产基地和能源基地。黄河流域上游生态屏障区、中游能源富集区和下游经济增长区具有不同区段的典型特征, 沿河主要城市群包括代表重要产业基地的兰西城市群, 代表绿色生态发展示范区的关中平原城市群和中原城市群, 代表重要能源与原材料基地的“几”字湾都市圈, 以及代表蓝色经济示范区的山东半岛城市群等(图 1)。

黄河流域生态保护与高质量发展是国家重大战略之一。习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上指出“保护黄河是事关中华民族伟大复兴的千秋大计”。当

收稿日期: 2020-11-06; 修订日期: 2020-11-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(41771568)

作者简介: 邓祥征(1971-), 男, 山东日照人, 博士, 研究员, 主要从事环境地学分析、自然资源管理与发展地理学等相关领域研究。E-mail: dengxz@igsnrr.ac.cn



注: 本图基于自然资源部标准地图服务系统下载的标准地图制作, 底图无修改。

图1 黄河流域及典型城市群范围

Fig. 1 Typical urban agglomeration in the Yellow River Basin

前推动黄河流域生态保护和高质量发展的整体方案、宏观规划与具体举措亟待研究与论证。黄河流域生态脆弱、水资源短缺、社会经济发展相对落后等问题突出, 城市群及其产业转型发展面临着严峻挑战。在全面建成小康社会的关键时期, 将黄河流域生态保护和高质量发展上升到国家战略层面, 转变区域经济发展方式, 实现高质量发展, 是新发展理念中绿色和协调发展在国家战略上的充分体现, 也是生态文明建设在空间格局上的重要实践<sup>[1]</sup>。实现黄河流域生态保护和高质量发展, 要基于新的发展理念, 摆脱传统发展模式的路径依赖<sup>[2,3]</sup>, 以保护生态环境、走可持续发展的路线为突破口, 推动黄河全流域及干支流协同治理和系统发展。

黄河流域生态保护和高质量发展事关我国经济社会发展和生态安全。2019年黄河流域人口总量为3.24亿人, 占全国人口总量的23.31%。黄河流域是连接青藏高原、黄土高原和华北平原的生态廊道, 是我国打赢脱贫攻坚战的重要区域。习近平总书记指出“治理黄河, 重在保护, 要在治理”。根据各地区的比较优势, 因地制宜发展黄河流域城市群和产业, 注重黄河流域协调发展“一盘棋”, 构建高质量发展的动力系统是实现黄河流域高质量发展的重要议题<sup>[4]</sup>。然而, 黄河流域上中下游地域广阔, 覆盖中西部城市群, 城市群经济高质量发展面临多重困难。黄河流域沿线集聚着7个城市群, 上中下游依次包括三个区域级城市群(关中平原城市群、中原城市群和山东半岛城市群)和4个地区性城市群(兰西城市群、宁夏沿黄城市群、呼包鄂榆城市群和晋中城市群)。黄河流域的经济增速放缓, 其地区生产总值(GDP)占全国的比例从2008年的23.2%下降到2018年的22%。黄河流域2018年的经济增速落后于长江流域1.21个百分点。黄河流域区域空间关联少, 区域内部不平衡, 2018年山东省的GDP是除河南以外的流域其他地区GDP之和就是最好的例证。黄河流域城市群辐射带动能力较弱, 郑州和西安两大城市的GDP位于九大国家中心城市后两位。黄河流域内省会城市首位度总体偏低, 西宁、兰州以及银川等首位度相对较高的城市, 反而由于经济实力较弱, 辐射带动能力有限。2020年政府工

作报告明确指出,编制黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要是一下一阶段的重点任务。产业过重同构,经济提质难和环境压力并存的现状对黄河流域高质量发展提出了严峻挑战。研究黄河流域城市群与产业转型发展不仅服务于国家重大战略,也为黄河流域的相关规划提供科学支撑。

流域尺度城市群发展与产业转型升级路径研究是国际学术前沿议题之一,对指导黄河流域高质量发展意义重大。在全球变化和人类活动驱动下,社会系统与生态系统均处在不断加剧的动态变化中,揭示社会—生态耦合系统的互馈机制是保持和增强系统弹性和可持续性的科学基础,也是当前研究的主要难点<sup>[6]</sup>。黄河流域是中国人口、资源、环境矛盾最集中的区域之一,脆弱的自然条件加之人类长期高强度的利用导致了该区域生态系统发生了剧烈的变化,伴随着耕地与水体缩减,非农业植被覆盖与建设用地显著增加。同时,黄河流域生态恢复与社会经济发展加剧了水资源与土地资源的供需矛盾,如何在保障生态环境及粮食安全的前提下实现城市群与产业的转型发展成为黄河流域社会—生态系统面临的主要问题。此外,黄河流域自然环境的脆弱性、生态保护的必要性及其对黄河下游水沙协调的重要性使得该区域区别于其他社会—生态系统。因此,识别黄河流域社会经济与生态系统关键要素,厘清城市群与产业发展过程、驱动机制与交互作用是保障区域可持续发展的重要基础。综上所述,为服务黄河高质量发展的国家重大战略,支撑黄河流域相关规划,亟需厘清全球化、市场化、一体化条件下流域城市群和产业转型发展调控机制,为黄河流域生态保护与高质量发展提供科学依据。

## 主题主持人

**邓祥征:** 揭示水资源与城市群和产业发展交互影响是流域高质量发展的关键

邓祥征,中国科学院地理科学与资源研究所研究员,博士生导师,中国地理学会发展地理学专业委员会主任,中国自然资源学会资源流动与管理专业委员会主任。近年来主要从事资源管理与政策、区域可持续发展等相关领域的研究。

**核心观点:** 水资源是城市群和产业发展的重要限制因素,识别水资源与城市群和产业发展交互作用成为高质量发展的关键。流域水资源、城市群与产业发展联系密切,认识并调控好三者的关系是促进产业转型和城市转型协同、经济转型和社会转型并进的关键。

水资源约束下城市群发展成为区域高质量发展的引擎。城市群的崛起和发展对区域经济发展具有巨大的带动和辐射作用,是经济发展的重要引擎。其中,水资源是影响社会经济发展、战略布局等重大措施实施的资源制约因素之一<sup>[6]</sup>。黄河流域城市群规模小、经济发展水平相对低、发展空间大,对水资源的需求大。然而,黄河水资源总量不到长江的7%,流域人均水资源占有量仅为全国平均水平的27%,缺水比较严重。水资源需求持续增长,水资源供需矛盾逐渐凸显,水资源短缺问题逐渐成为限制区域发展的重要因素,也会成为城镇化、工业化发展及城市群发展的关键制约因素。随着城乡生产、生活用水增长与有限水资源之间的矛盾日益尖锐,城市缺水和城市水环境问题将更严峻,水资源将对城市群可持续发展产生重要影响<sup>[7]</sup>。因此,以水资源为约束,研究城市群的发展路径可为其高质量发展提供科学支撑。

水稀缺影响下产业转型成为高质量发展的动力。水作为生产活动的必要投入,不可避免地会对产业发展产生重大影响。工业集聚和城市化加剧了水资源的供需矛盾,水稀缺

成为制约地区产业和社会经济可持续发展的瓶颈<sup>[8]</sup>。目前,黄河流域整体处于工业化中期到后期的转型发展阶段<sup>[9]</sup>,产业结构单一化和刚性化,“千城一面”现象突出,农业、采矿业以及传统制造业等水资源敏感性产业较为聚集,黄河流域一二产业的发展耗水比达到80.62%,水资源利用效率低下。近年来,黄河流域中下游省份不断加快推进传统产业向绿色化、高端化转型,把新能源新材料、电子信息、生物医药、高端装备制造等作为新的产业发展方向,不断加大投入和培育力度,在提高水资源利用效率方面取得了一定成效<sup>[10]</sup>。黄河流域相对稀缺的水资源限制了生产力的发展,制约着经济的高质量发展,调整产业结构是提高水资源综合利用效率从而实现经济高质量发展的有效措施。

资源、城市群和产业发展协同调控是黄河流域高质量发展的有效保障。城市群发展依赖于产业协同集聚、产业分工协作与产业转型发展,而产业发展需消耗水资源,水资源—城市群—产业的协调发展是保障流域区段间差异化发展的关键<sup>[11,12]</sup>。黄河流域高质量发展包括产业结构转型与升级、城镇化与城市群发展、资源循环利用与绿色发展和减贫与区域可持续发展等<sup>[13,14]</sup>。水资源、城市群和产业协同发展与黄河流域高质量发展紧密联系。提升水资源利用效率,尤其是流域中的耗水大户农业部门用水效率,调整流域产业结构促使产业结构平衡,进而实现城市群与产业转型发展是黄河流域高质量发展的前提条件。因此,充分发挥水资源、城市群和产业协同作用,以水定产,以水定城,量水而行,合理配置和高效利用黄河水资源,实现区域人水协适,提出黄河流域调控产业用水、优化城市用水、管理虚拟水的多尺度调控方案,对推动黄河流域经济的高质量发展具有重要意义。

## 主题参加人

**杨开忠:** 提升流域生态系统服务品质是黄河流域长期兴盛的根本之策

杨开忠,中国社会科学院生态文明研究所研究员,博士生导师,中国区域科学协会会长,全国国土空间规划编制专家。主要从事空间经济学、生态经济学、城镇化与区域发展研究。

**核心观点:** 集聚人才是兴盛黄河流域的关键,竞价能力强的人才在生态系统服务品质优的地方相对集聚,先进文明在生态系统服务优的地区繁荣发展。因此,提升流域生态系统服务品质,是黄河流域长期兴盛的根本之策。

克服黄河流域低效的经济地理特征,应走高质量空间一体化、基于产品独特性竞争优势的专业化、集中式城市化和向中心城市和城市群区域大规模移民的绿色之路。然而,黄河流域历史悠久,经济社会发展路径依赖严重,克服低效经济必须从技术、制度、行政、管理、文化等全方位跳出路径依赖,开展路径创新。显然,在这里,汇聚视野广远、勇于创造的各方面人才是关键。因此,必须以人才兴黄河。

那么,一个地区的人才是怎样集聚的呢?

生态系统为人类提供生活不可或缺的服务,包括:食物、淡水、燃料等供给服务,气候调节、水文调节、疾病控制等调节服务,精神与宗教价值、故土情节、娱乐与生态旅游等文化服务,以及土壤形成、养分循环、提供栖息地等支持服务,是人类生存发展的物质基础。因此,习近平总书记强调,“绿水青山就是金山银山”“生态兴文明兴”,在黄河流域尤其如此。

“生态兴文明兴”关系模式不是一成不变的。在一个没有流动性的世界里,生态兴文明兴呈非线性的曲线关系,即随着生态系统服务品质改善,人类文明发展呈倒“U”变化,开始是有利于人类文明发展的,到达一定水准后生态系统服务品质进一步提升,会让人类缺乏来自自然的挑战,不思进取,不利于提升生活品质、不利于人才发展,不利于人类文明的发展。因此,黄河流域、美索不达米亚(即两河)流域、尼罗河流域等世界人类古文明源地,既不在自然条件最恶劣的地方,也不在自然条件最优越的地区,而是介于二者之间的、不太好也不太差的地区。

然而,与没有流动性的世界不同,在黄河流域这个人类可以自由流动的“世界”,当面对自然界较大挑战时,人类自然会选择“背井离乡”,迁入生态系统服务品质更优、让他生活更美好更幸福的地方。人人都倾向选择生态系统服务品质好的地方,但品质优的地方是有限的,只有竞价能力强的人才在生态系统服务品质优的地方相对集聚,先进文明在生态系统服务优的地方繁荣发展。因此,“生态兴文明兴”趋向直线关系。

与长江流域、珠江流域相比,黄河流域自古自然条件就相对比较恶劣,自然灾害相对多发,生态系统服务品质相对低劣。这一生态环境古时成就了黄河流域作为人类古文明源地之一和中国古代政治、经济、技术、文化中心的辉煌。然而,随着人类自由流动能力不断增强,宋朝以来,人才倾向背离黄河流域,流向生态系统服务相对优越的长江和珠江流域,经济中心南下,黄河流域开始趋于相对衰落。1949年以来,随着工业化和经济发展,黄河流域因煤炭、石油、天然气和有色金属等能矿资源禀赋,曾于20世纪50年代和21世纪第一个十年重化工业化过程中几度相对兴盛。例如,在2001—2010年新一轮重化工工业化过程中,黄河流域相对快速发展,GDP占全国比例不断提高,到2009年达到峰值23.32%。但是,1949年以来,黄河流域总体上是趋于相对衰落的。由于创新驱动本质上是人才驱动,进入创新驱动发展时代以来,黄河流域更是持续大幅衰落。例如,专利申请量占全国比例由2000年15%下降到2018年12.29%,GDP占全国比例逐步下滑至2019年的20.38%。

因此,提升流域生态系统服务品质,是黄河流域长期兴盛的根本之策。在建设高品质多样性的生态系统服务功能的基础上,为各类人才创造开放、包容、多样的人文社会环境,提供各类生活福祉设施,以文化、生态和社会全面繁荣的姿态吸引全国的人才建设黄河流域。因此,为吸引和集聚人才,必须在不断改善黄河流域生态环境品质的同时,配套建设其他各项优质的公共服务,全面提升基于生态系统服务的地方服务品质。

**单菁菁:**明确生态系统对黄河流域城市群和产业发展的基本约束和导向

**单菁菁,**中国社会科学院生态文明研究所研究员,博士生导师,《中国城市发展报告》(城市蓝皮书)主编。主要研究领域为城市与区域经济学、城市与区域发展战略、国土空间规划。

**核心观点:**黄河流域在我国生态安全保护和经济社会发展方面具有重要战略地位,但目前仍存在着流域生态环境脆弱、水资源保障形势严峻和发展质量有待提高等一系列突出问题。因此,以生态安全格局评价、生态承载力估算、生态红线划定和生态空间用途管制为基础,摸清黄河流域生态本底、强化黄河流域生态保护底线,明确生态系统对

黄河流域城市群和产业发展的基本约束和导向对于实现黄河流域高质量发展和生态环境高水平保护意义重大。

强化生态安全格局评价。充分考虑黄河流域区域生态敏感性和生态系统服务价值两大因素,做好生态安全格局评价工作。一是评价黄河流域生态敏感性,即生态系统对人类活动干扰和自然环境变化的反映程度,表征发生区域性生态环境问题的韧性区间和敏感性大小,敏感性的高低反映在不合理活动干扰时受到生态环境问题的发生概率。生态脆弱性由自然因素和人类活动共同决定,因此具有复杂性和综合性。二是黄河流域生态系统服务价值评价,该价值指人类直接或间接从生态系统得到的利益,包括供给服务(如提供食物和水)、调节服务(如控制洪水和疾病)等。生态系统在维护生态平衡、发挥生态系统服务功能等方面具有的重要生态价值,因此需要对区域生态系统典型服务功能的能力和价值进行评估。

做好生态承载力估算。要深刻认识黄河不同省区、不同城市群、不同区段的生态本底和开发强度的空间异质性,从生态施压和生态承压两个角度分析黄河流域生态承载力的供需平衡关系。城市群和产业发展所造成的施压水平应保持在生态承载力范围内。要选择适宜评价单元,采用多种方法开展承载力供需分析。生态施压方面,可以采用生态足迹法,用以衡量黄河流域人类社会消费对流域生态系统的施压水平。各种人类活动、生产过程都会通过资源消耗、废物产生以及对生态服务的占用对流域生态产生影响,这种影响应当被量化为要维持这些活动和过程所需要的生物生产性土地的面积。生态承压方面,可以采用承载力模型计算区域内真正拥有的生物生产性空间的面积,用以反映黄河流域生态系统对人类活动的供给程度。

科学划定生态红线。要以全面分析黄河流域重要生态资源的生态阈值为基础,科学划定生态红线,使之能够为黄河流域城市群和产业转型发展、空间格局优化提供理论依据。对于生态红线范围内的区域,则需要让自然力量发挥主要作用,按照基于自然的解决方案,采用退耕还林、退牧还草、生态移民等方式开展生态恢复,严格控制各类开发利用活动对生态空间的占用和扰动。将黄河流域生态红线的划定分为空间红线、面积红线和管理红线三条红线,共同构成生态红线综合管理体系。空间红线是指生态红线的空间范围,应包括保证生态系统完整性和连通性的关键区域,面积红线则属于结构指标,类似于土地红线和水资源红线的数量界限。空间红线和面积红线应以黄河流域生态脆弱性、生态服务功能和生态安全格局评价为基本划定依据。管理红线是基于生态系统功能保护需求和生态系统综合管理方式的政策红线,对于流域产业发展、城市群规模等方面制定严格且定量的标准,管理红线有生态阈值的意蕴,指城市群和产业发展不至对生态系统产生干扰的极限。管理红线的划定,需要根据流域产业系统与生态系统的耦合过程进行判断。

加强生态空间用途管制。要在生态安全格局评价、生态承载力估算和生态红线划定的基础上加强生态空间用途管制,严格落实《自然生态空间用途管制办法(试行)》,明确生态系统对黄河流域城市群和产业发展的基本约束和导向。对于生态红线范围内具有特殊重要生态功能的区域必须强制性严格保护,严格控制生态空间转为城市群和产业发展的建设用地,以保障黄河流域生态安全,促进黄河流域城市群和产业健康可持续发展。

### 董锁成:黄河流域中上游地区应构建生态经济带

董锁成,中国科学院地理科学与资源研究所研究员,博士生导师,俄罗斯自然科学院外籍通讯院士。主要从事区域生态经济、城市化与环境互动机理、区域可持续发展规划等方面的研究。

**核心观点:**黄河流域中上游地区位于我国中西部生态脆弱、经济欠发达边缘地区,面临经济高质量发展与生态保护双重艰巨任务。黄河流域中上游地区是生态保护的重点区域,应从生态保护优先角度出发培育农牧业、工业和旅游业,构建以生态产业为核心的高质量生态经济体系。

践行生态理念,构建生态工业为主体的高质量工业体系。在黄河中上游地区蕴藏着较为丰富的化石能源,根据其资源禀赋特征推广和应用清洁能源技术(如洁净煤技术等),提高资源利用效率并降低环境影响。黄河中上游地区是国家能源重化工业基地,能源原材料工业的集聚无疑加剧了该地区的生态环境压力。改造和提升传统工业,以生态经济理论为指导,践行生态理念,构建生态工业为主体的高质量工业体系。在黄河中上游地区蕴藏着较为丰富的化石能源,建立环境友好型、资源集约型的生态工业体系;通过建立流域不同区段间的产业技术协作和分级循环机制,实现区域工业生态化协同、高质量发展新格局,实现能源可持续利用,建设清洁能源供应基地。

培育和发展高效生态农牧业。黄河中上游地区是重要的农产品和畜产品生产基地,在这一地区开展农牧业生态建设能够有效减少农牧业生产的资源消耗和环境影响,对于实现高质量发展具有重要意义。种植业是黄河中上游地区的主导农业,在保证粮食安全的基础上,通过调整产业布局、技术升级和品种改良等方式,推动农牧业生态转型,建立生态产业链,实现区域经济高质量发展。黄河中上游地区水资源匮乏,发展相对落后,从区域自然禀赋出发,优先引进节水灌溉技术、改良农牧业肥料及施肥技术、推广农牧业病虫害综合防治技术,在此基础上重点培育农牧产品深加工及保鲜技术,提高农牧产品附加值;黄河中上游是生态保护的重点区域,在黄河流域生态保护和高质量发展的大背景下,以技术为主导发展生态农牧业及其加工业,拓展农牧业产业链,构建“企业+技术+个体+市场”的新模式,将生产重点放在有机食品和绿色食品生产线,打造生态农牧业品牌,构建完善的生产—加工产业体系,实现农牧业生产资源集约化。

培育和发展大生态文化旅游产业。黄河中上游地区丰富的自然与人文生态资源赋予了其发展旅游业的资源优势,同时,其作为我国北方重要生态安全屏障的战略地位决定,其旅游业必须实施大生态旅游发展战略,以大生态旅游为动力产业,带动相关产业,实现人与自然的协调发展。以生态经济理念为指导,统筹考虑当地人口、社会、经济、环境和资源现状与发展趋势,充分考虑资源与生态环境对旅游业发展的承载能力,坚持旅游资源生态化开发,使旅游业在给予当地最大经济效益和实现游客最大满意度的同时,对当地环境和文化的冲击减到最小,实现社会效益、经济效益和生态环境效益的协调统一。根据黄河中上游地区旅游资源的共性和特性构建旅游产业带,实现大生态旅游产业的跨区域合作。加快整合黄河中上游地区旅游资源、共建旅游产品体系,设计、规划千里黄河风情带、塞上江南、大漠风情、草原风光、河套文化等精品线路,提高区域旅游业发展效率与水平,实现区域优势互补、客源互送、共同发展,推动黄河中上游地区生态旅游协调发展。

**张文鸽：**提炼水资源与城市群和产业发展协同管理方案是流域高质量发展的要求

张文鸽，黄河水利科学研究院水资源所副所长，教授级高工。主要从事黄河流域水资源利用与管理、水资源配置、水权水市场理论与技术等研究。

**核心观点：**水资源是城市群发展及产业结构优化的重要约束条件，水资源优化管理是流域生态保护和高质量发展的必然要求。揭示黄河流域典型城市群和产业发展的水资源需求变化规律及其影响机制，提出黄河流域调控产业用水、优化城市用水、管理虚拟水的多尺度调控管理方案，可为黄河流域生态保护与高质量发展提供科学依据。

水资源优化管理是流域生态保护和高质量发展的必然要求。目前，黄河流域对水资源—城市群—产业的协同管理研究主要集中于水资源与城市群的协调发展、水资源承载力与城市群、水资源与产业发展、城市群产业集聚与产业转型发展等方面<sup>[15,16]</sup>。研究方法主要涉及水足迹分析、协调发展模型、投入产出分析等<sup>[17]</sup>。水资源—城市群—产业优化管理的核心是水资源的优化配置和协同管理。当前水资源配置和协同管理研究提出了许多结合水资源短缺、水环境污染与城市规模和社会经济发展的方案，但是未完全深入到流域城市群经济发展与水资源、产业发展三者之间的综合协调。

以经济、社会、生态环境综合效益为最优的水资源协同管理可为黄河流域水资源、城市群和产业协同发展提供决策依据。水资源协同管理方法从线性规划、动态规划发展到多目标及大系统协调配置，优化配置的求解也从一般的优化算法到采用进化算法或模拟计算方法。水资源协同管理研究不仅在理论方法上快速发展，针对不同应用对象，具体应用也存在诸多不同，包括取水用户、行业、水利工程控制单元、区域、流域水资源管理和跨流域水资源管理等，其中流域和跨流域水资源协同管理结构复杂、矛盾突出、影响因素众多，亟需开展流域视角下基于城市群和产业发展和水资源可持续利用等不同目标的水—城市群—产业协同优化研究，服务于黄河流域高质量发展。

流域多主体系统调控管理是解决水资源、城市群和产业协同发展的有效手段。厘定黄河流域典型城市群经济、产业与生态等复杂多利益主体间水资源利用配置的权衡与协同关系；分析黄河流域水资源与城市群和产业发展的协同路径与调控方案，模拟不同调控方案下流域内典型城市群和产业发展的生态效益、经济效益和社会效益和协同关系；从目标、过程和区域协同三个角度提炼黄河流域水资源—城市群—产业发展的协同调控路径和优化管理方案，为黄河流域生态保护和高质量发展提供理论支撑和技术指导。

**郭荣星：**应从历史维度分析黄河流域古城（都）的一般发展规律

郭荣星，首都经济贸易大学教授，入选北京市“高层次人才引进和支持计划”，长期从事国际与区域经济发展、文明源地以及跨边界资源管理等相关领域的研究工作，在澳大利亚国立大学、美国布鲁金斯学会以及经济合作与发展组织（OECD）等机构从事跨界资源管理与国际经济合作研究。

**核心观点：**从历史维度分析黄河流域古城（都）的一般发展规律，不仅为我们全面诠释黄河流域作为中华文明主要源地的人—地交互作用机制提供具体案例素材，同时它们本身就是中华文明各历史时期辉煌成就的重要见证和组成部分。

从中华文明的发展历程来看，黄河流域社会经济发展水平明显呈非线性模式。历史

上,地处黄河流域的许多古城(都)曾经有过长期的辉煌,但在近现代也经历了严重的衰退。新中国建立初期,黄河中下游的河南、陕西两省的经济水平在全国各省的排名处于末端。1978年改革开放以来,尽管这些地区的人均GDP名次有了明显提高,其他地方却相对退步了。西方主流教科书长期以来不仅误导了对文明起源以及古文明史的研究,而且还扭曲了包括人和环境等因素在人类与国家长期发展过程中所产生的非线性作用和效应。值得庆幸的是,黄河流域本身就是所谓的文明源地(或摇篮);更为重要的是,根植于黄河的中华文明是人类所创立的六大本土文明(Indigenous Civilizations)中唯一一个未经中断、延续至今的文明。这为我们研究文明源地之独一无二人文地理条件下经济增长/发展的原动力和长期非线性模式提供了原汁原味的素材。

黄河流域城市与产业发展的独特机制亟需探究。黄河流域的自然地理条件相对较差、干旱与洪涝相关的自然灾害频发,这也是这一区域相对于其他“环境友好型”区域(如长江流域)较早由游牧采集社会进入农业社会的动因之一。黄河作为一种特殊的资源,其对人类文明和城市发展的影响是非常复杂的。理性对待黄河和黄河文明,既是黄河两岸城市必须面对的一个永久性话题,也是民族智慧面临的一次考量。黄河既是宝贵的资源,同时也曾经对黄河流域特别是黄河两岸人们的生活和生命带来过伤害。因此,在研究过程中,需要对黄河以及以黄河为载体的各种环境要素(包括水、泥沙、上游人类活动带来的各种污染物等)做深入分析与判断。为加深了解黄河流域资源型城市经济社会的非线性发展过程,需要抛弃或至少要修正西方经济学的部分理论与方法、全面认真评估这些因素(特别是人类自身)所可能发挥的作用。

**谈明洪:**生态约束和气候变化驱动下城市群与产业发展的动态演化亟待研究

谈明洪,中国科学院地理科学与资源研究所研究员,博士生导师,中国科学院大学岗位教授。研究方向为土地利用与土地变化、城市用地增长及其效应研究。

**核心观点:**从长时间尺度上研究生态约束和气候变化驱动下黄河流域城市群和产业发展动态演化过程,基于历史数据解析黄河流域城市群和产业发展协同演化的区域差异、分布规律及其关键因素,揭示城市群和产业发展的动态演化机制具有十分重要的理论和现实意义。

城市群和产业的形成是一个长期积累发展的过程,应将其置于动态的、演化的视野中去理解。在经济变革的大背景下,识别城市群和产业发展在气候变化及生态环境等因素影响下的动态演化过程是促进产业和城市经济转型和社会转型并进、增进其协同耦合的重要前提之一。区域发展是产业不断演化、转型与升级的过程。演化是一个自我发展、自我改造、震荡后自我再组织的过程,在很长的一段时期内会有序继承。近十多年来,经济地理学引入了演化转向,形成了演化经济地理学,基于过程思维提出了一系列新研究主题,如区域产业演化路径、区域新发展路径的形成机制、区域协同演化和区域韧性等。不同于历史动力学,演化经济地理学主要基于西方发达国家尤其是西欧国家的区域产业发展实践。当前,演化经济地理学对区域产业演化路径做了许多理论与实证研究,研究主要围绕两方面展开:第一,研究区域产业是否能在外部力量的推动下实现路径突破。第二,研究如何将内外部力量结合与组织起来进而推动区域发展的路径创造与路径更新,尤其是落后地区的发展路径创造和专业化地区的发展路径更新。但在理解区

域新发展路径的形成时, 仅仅关注外部力量是不充分的, 还要考虑存在于不同尺度的多个经济主体及不同区域之间的互动。

黄河流域内资源型城市路径依赖问题突出。资源诅咒 (Resource Curse) 是一经济学术语, 又被称作“富饶中的贫困悖论”, 指的是国家/区域拥有大量的某种不可再生的天然资源却反而形成工业化低落、产业难以转型、过度依赖单一经济结构的窘境。促进资源型城市可持续发展, 需要在系统总结资源型城市转型经验和掌握资源型城市基本情况的基础上, 深入分析黄河流域基于资源保障能力和可持续发展能力差异划分的成长型、成熟型、衰退型和再生型等类型城市的发展方向和重点任务。当前城市群和产业发展的研究主要着眼于其区域内的协同关系或资源环境影响评价。黄河流域作为资源相对丰富和产业亟待快速发展的地区, 迫切需要一套针对该地区的城市群目标定位、产业转型策略和潜在风险的分析和资源环境可持续发展的产业规划; 并构建基于人与自然的耦合系统, 以揭示黄河流域生态、城市群和产业发展交互作用机理, 发现黄河流域的比较优势, 提炼完整的协同发展模式。

#### 赵鹏军: 实现流域生态保护约束下的城市群和产业转型发展

赵鹏军: 北京大学城市与环境学院教授, 博士生导师, 北京大学“百人计划”引进人才, 北京大学城乡规划与交通研究中心主任, 新西兰国家可持续城市中心高级顾问, 国家科技专家库入选专家。从事城市规划、交通规划与管理、村镇规划等方面的研究。

**核心观点:** 生态环境在流域城市群发展中起到重要约束和支撑作用, 区域产业的空间一体化是促进典型城市群空间协调可持续发展的重要途径。揭示黄河流域典型城市群和产业空间演变机理, 促进黄河流域的高质量发展。

黄河流域是中华民族文化的摇篮, 开发历史悠久, 是中国区域发展战略格局的重要支撑区以及国土生态安全的关键区域, 也是国家重要的能源安全支撑区和粮食安全基地<sup>[18]</sup>。然而, 受区位条件、自然禀赋、地理环境等因素制约, 以能源重化工为主的产业结构加重了黄河流域地区生态环境负担, 严重威胁到流域安全、国家生态安全、粮食安全以及人居环境安全。黄河流域的自然差异很大, 流域内各地区在经济总量、人口分布、城市化及工业化、社会文化习俗等方面存在较大的空间差异。因此, 黄河流域经济空间开发模式也呈现多样化, 高质量发展任重而道远<sup>[19]</sup>。关于要素禀赋、生态补偿、水资源利用以及经济发展等问题, 一直是黄河流域研究的重点内容。要素禀赋的差异是黄河流域经济空间分异的重要原因, 研究表明黄河流域的综合要素禀赋与经济空间分异大致吻合, 要素禀赋充裕的下游比中上游经济实力强<sup>[20]</sup>。

流域城市群作为一种特殊的区域经济体, 相对于一般城市群的产业发展, 显现出一些特征。流域城市群以河流为纽带, 水资源及生态环境资源的保护和利用在流域产业发展中占据重要地位<sup>[21]</sup>。在自然条件、历史渊源、发展基础、技术革新等因素的影响下, 黄河流域社会经济与产业发展状况有明显的区段差异性, 同时又表现出流域内各地区之间产业的相互影响与制约<sup>[22]</sup>。影响流域城市群发展结构演变的主要因素有自然和技术、区位条件、历史背景、生产力的发展和社会的进步等<sup>[23]</sup>。因此, 黄河流域城市群的产业发展必须在认识各区域优劣势的基础上, 发展具有各自比较优势的产业, 才能改变区域产业结构同质化, 做到流域城市群的协调发展; 产业结构质量、资源环境质量和科技进

步水平是城市群经济发展质量提升的主要贡献因子,同时民族文化资源对流域地区及其文化产业发展的影响<sup>[24]</sup>。

资源环境条件在流域城市群的发展中起到重要约束和引导作用。黄河流域产业发展与生态环境问题的研究注重于研究要素的发展状态、问题以及经济发展、产业开发对生态环境单要素的影响分析等。黄河流域60余个城市的能源生态效率整体偏低,且中游区域的能源生态效率低于上游和下游区域,能源生态效率的提高依赖于效率改进而非技术进步,调整产业结构,发挥交通基础设施的作用是黄河流域高质量发展的重要环节<sup>[25]</sup>。过去三十年来,资源禀赋与经济空间集聚交织在一起共同促进黄河流域经济中心的成长。经济中心的成长开始于资源禀赋优越的地区,随着经济要素的空间集聚产生了经济聚集效应,更多的要素被吸引到经济中心,使得资源更加丰富,伴随这个不断自我强化的过程,经济中心逐渐成长。黄河流域的经济增长与产业发展也对环境资源造成了负影响,区域产业发展对生态环境本底、大气环境、水资源与水环境、生态功能形成胁迫,黄河流域应优化产业发展路径,积极推进以绿色循环为核心的新型工业化,提升产业发展层次。同时,黄河流域新型城镇化与生态环境耦合协调的时空格局表明黄河流域要针对上游和中下游地区采取差异化的策略来推动新型城镇化与生态环境耦合发展。

**李宇:** 优化黄河流域城市群和产业体系空间一体化规划

**李宇:** 中国科学院地理科学与资源研究所副研究员,硕士生导师,兼任中国生态经济学会区域生态经济专业委员会副主任。主要从事区域生态经济、城市化与区域可持续发展研究。

**核心观点:** 黄河流域目前未形成合理的产业分工,处于区域内部平行竞争时期。黄河流域城市群发展水平较低,在水资源约束条件下,亟需优化国土空间组织模式,通过流域内外协调发展机制,以实现产业空间一体化和区域可持续发展。

产业对国土空间布局具有导向作用,国土空间为产业发展提供载体,两者相互融合,是保持流域城市群持续发展的必要条件。随着我国城镇体系转型的加速重构,城市群的发展模式也在由行政区经济产业发展模式向一体化产业经济模式转型<sup>[26]</sup>。区域产业的空间一体化是产业区域分工的必然结果。分工通过企业的规模经济和地区的比较优势,提高了人力资本,促进了技术创新,提高了生产率,从而促进了经济增长。然而,现阶段的黄河流域沿岸大多数城市经济和产业发展都是以竞争为手段,以求得经济增长,而不是合作互赢,因此在空间上形成了产业发展的不连续<sup>[27]</sup>。由于市场经济尚不完善、行政条块分割、地区产业缺乏一体化的统筹考虑等原因,黄河流域产业同构现象严重,不同区段之间缺乏有效的产业关联与协作,区域整体效益差。“一体化(Integration)”最初来源于企业的组合,Burenstam等<sup>[28]</sup>提出经济一体化理论,使其逐渐应用于区域产业经济发展。依据国内外相关学者对产业空间一体化概念内涵的理解,可以将其概括为产业空间一体化。产业空间一体化是指在区域内部,通过多边、双边协议等规则或手段整合区域内部产业的空间布局 and 结构,以期提高区域经济整体竞争力的模式。流域城市群的产业空间一体化是以流域城市群内部经济紧密协作为发展基础,以流域内生态环境建设为基础,以消除流域市场壁垒、促进空间整合为目的,促进流域内部的产业

集聚优化与空间功能协同。

产业合作与空间一体化的研究主要集中在产业分工合作的理论研究、作用机理及基于产业空间一体化的城市联系强度、社会网络等。在全球范围内经济一体化的背景下,国外研究主要集中于城市群经济联系的空间结构与空间组织。特别是经济全球化和以信息技术为标志的革命极大地促进了城市群的研究与发展。集聚—扩散效应推动着城市群的形成和发展,同时也衍生出区域的负外部性<sup>[29]</sup>,制约了城市群的空间一体化发展并导致了空间侵占、污染转移、发展剥夺、跨界污染等诸多问题<sup>[30]</sup>。在此背景下,黄河流域产业的空间一体化是促进黄河流域城市群区域协调可持续发展的重要路径。改革开放以来的持续快速经济发展中,由于黄河流域面积辽阔,不同地区间资源禀赋差异大,也受到历史积累的差异和国家政策倾斜等多种因素的影响,黄河流域不同地区、不同城市群经济与产业发展的不平衡状况也在加剧,面对新的形势,如何采用适当的地域空间组织模式,通过协调发展机制,以实现流域产业空间一体化和区域可持续发展成为我国区域规划专家、社会学家、经济地理学家等共同关注的热点,并引发了许多理论和实践探索。

水资源约束下的城市群国土空间利用与产业集群协同一体化发展是保持黄河流域持续发展的重要条件。在提升黄河流域城市群与产业空间一体化与经济发展的管理途径方面,研究多基于实证分析提出土地利用规划管控、政府治理、制度保障、交通基础设施建设等多方面政策举措建议。促进区域协调发展是黄河流域经济空间一体化发展的立足点。黄河流域高质量发展的突出问题是区域发展不平衡、缺乏整体协同性、内外链接基础设施不足、缺乏经济增长新动能核心区。吴江涛等<sup>[31]</sup>提出构建黄河流域产权交易共同市场的战略畅想,以促进产权自主交易和资本流动,形成区域内统一的公共服务体系。白永平等<sup>[32]</sup>在分析黄河流域甘宁青段的战略地位及发展现状基础上,提出以中心城市为依托,培育各具特色的经济增长极,以兰州为核心,建设综合经济区和工业走廊的构想。推动黄河流域生态空间一体化保护和环境协同化治理,需要加强顶层规划设计,优化生态空间布局。黄河流域西部地区经济增速较快,后发优势显著,而中部地区始终处于较低的发展水平,亟需调整产业发展策略,提高技术效率。要实现黄河流域生态保护和高质量发展,应综合考虑经济、社会、生态等多方面因素,其战略重点是严格生态综合治理,促进产业转型升级,加强交通基础设施建设。

**苗长虹:** 能源革命背景下黄河流域城市群高质量发展亟待产业转型升级

苗长虹, 河南大学黄河文明与可持续发展研究中心暨黄河文明省部共建协同创新中心主任, 教授, 中国地理学会常务理事、黄河分会主任。主要从事经济地理学、流域地理学与区域可持续发展等方面的研究。

**核心观点:** 当前黄河流域产业转型政策虽然发挥了积极效应,但在能源革命、后疫情时代等新的发展背景下亟待调整完善,以更好地融入和有力地支撑国内国际双循环新发展格局的形成。

城市群经济高质量发展依赖于产业转型发展和路径创造,产业转型升级离不开产业政策和区域政策的协同和指引。近年来,我国中央及地方政府出台了系列产业空间重构和转型政策,对推动城市群各类产业健康发展产生了积极影响。但就城市群和产业转型

政策调控效果来看,仍存在短期性、非均衡性和政策结果偏离目标等问题。为有效应对全球气候、环境变化以及能源危机,处理好能源资源利用与生态环境保护之间的矛盾,能源革命、碳排放约束的加速推进,以及我国城市群协同减排与气候治理的紧迫需求,对黄河流域城市群及其产业转型升级构成了空前的压力,也提供了重要历史机遇。新能源技术的发展和传统能源的清洁化利用正在推动着“新能源时代”的到来。而诸如新冠肺炎疫情等突发性事件以及全球化的高度不确定性,也将引发对城市群和产业发展“韧性”的考量。在经济内循环、空间一体化深入推进的趋势下,需要进一步研究城市群和产业发展的互动机理和调控策略。

城市群和中心城市是承载发展要素的主要空间载体。黄河流域作为中华文明的主要发祥地,城市发展历史悠久,山东半岛、中原、关中平原等城市群发育基础良好,但与长江流域、珠江流域和京津冀地区相比,中心城市综合实力弱,城市群发育整体水平低,水资源、生态本底和环境容量制约大,区域和产业发展的路径锁定强。如何提升其在全国城市体系 and 世界城市网络中的竞争力,是黄河流域能否实现高质量发展的一个战略关键。同时,黄河流域总体上处于工业化中期发展阶段,工业体系比较完整,但产业层次偏低,煤炭及高耗能的重化工业比例大,新动能弱小,新兴产业发展滞后,如何构建现代化产业体系,加快实现动能的新旧转换和产业结构的转型升级,是黄河流域能否实现高质量发展的又一大战略关键。在当前中美贸易摩擦、新冠肺炎疫情冲击、新一轮科技革命迅速发展等新形势下,能源革命给黄河流域城市群和产业转型发展带来什么样的机遇和挑战,如何推进国家现代能源经济示范区建设,应该实施什么样的整合调控政策,亟待深入研究。

**崔耀平:** 全球化背景下黄河流域亟需城市群和产业转型发展的整合调控机制

崔耀平, 河南大学教授, 博士生导师, 黄河中下游数字地理技术教育部重点实验室副主任, 中国科学技术出版社暨科普出版社科技与科普专家。主要从事土地利用与国土监测、区域生态环境模拟、气候变化等研究工作。

**核心观点:** 在全球化导致复杂的社会经济与生态环境关系、不确定性增加、构建“双循环”的新发展格局背景下, 黄河流域亟需更全面的整合调控机制。

流域城市群和产业转型发展的整合调控是提升全球化可持续竞争力的关键。人类社会活动推动了全球环境的变化, 且现代社会与生态环境的相互作用越来越具有破坏性, 社会经济的可持续性转型愈加迫切。可持续性转型是一种深刻的、持续的、非线性的系统变化, 通常涉及技术变革和创新的破坏性进程, 面对当前全球化的重大挑战, 流域城市群和产业的可持续转型尤为关键。目前, 流域地区的竞争力研究也受到学者们越来越多的重视。走可持续发展道路是提升流域城市群全球竞争力的必由之路。传统的以高消耗、高排放、低效率为主要特征的粗放型经济增长方式, 在不断创造社会财富的同时, 也给资源和环境带来了巨大的压力, 转变经济增长方式, 大力发展循环经济是保障国家经济安全、构建和谐社会的重大战略。城市群已经成为区域参与全球分工、竞争和合作的重要经济实体。

在全球化导致复杂的社会经济与生态环境关系、不确定性增加、构建“双循环”的

新发展格局背景下,黄河流域亟需更全面的调控整合机制。当前,我国正处于经济社会发展惯性制约和承受国际社会减排压力的两难境地。理清产业活动、城市发展与生态环境间复杂的共生、博弈和演化关系,对贯彻新发展理念及实现全球化背景下区域高质量发展、提升全球化可持续竞争力意义重大<sup>[33,34]</sup>。目前,在演化经济地理视角下,虽然对区域或产业韧性研究尚处于起步阶段,但是已经引起众多学者关注。探讨区域经济韧性演变机制,增强产业韧性对处于经济全球化与可持续发展背景下的区域意义重大。当前不少文献聚焦于黄河流域的单一或主导产业的发展问题研究,缺乏从全局上分析流域整体性、产业间协调以及产业发展与生态环境治理的关系。全球化进程中的不确定性使得流域内城市产业转型面临新的国际压力,构建“双循环”的新发展格局任重道远,黄河流域城市群和产业转型发展需要更加全面、综合并面向全球化的整合性调控。提出以提升全球化可持续竞争力为核心的黄河流域城市群—产业整合调控战略与实现路径,对于服务和支撑黄河流域生态保护和高质量发展国家战略具有重要实践意义,对于黄河流域实现城市群与产业的转型发展,提高流域的全球化可持续竞争力具有重大实践意义。

## 结语

目前黄河流域城市群与产业转型发展亟需解决的关键科学问题主要包括以下几个方面,即如何解释流域生态系统服务、城市群和产业发展互动机理,如何刻画黄河流域城市群和产业动态演化过程及机制,如何揭示城市群—产业—资源环境空间交互模式与地域分异规律等。当前,我国正处于面临经济社会发展的惯性制约和国际环境深刻复杂变化的两难境地。理清产业活动、城市发展与生态环境之间复杂的共生、博弈和演化关系对贯彻新发展理念,对于实现气候变化与能源变革下的区域高质量发展具有积极的推动作用。同时,新冠肺炎疫情的冲击将强化重塑经济地理中对“韧性”的考量,经济和产业发展的本土化、区域化、多元化需求将愈发强烈,通过黄河流域的城市群和产业转型发展的研究,推动区域经济地理格局重塑,对实现国内经济一体化,发挥国内经济大循环优势具有重要意义。此外,科学合理的黄河流域城市群产业发展模式选择有助于黄河流域整合空间资源,形成统筹发展格局,相关的研究成果能够直接服务于黄河流域国土空间、产业发展的前期规划和后期落实,提高国家相关规划的实施效率。

因此,针对黄河流域城市群与产业发展面临的问题,亟需基于人与自然耦合系统,从黄河流域全局出发,系统揭示黄河流域水资源与生态保护约束、气候变化、能源革命、一体化和全球化条件下的城市群高质量发展和现代产业体系建设机制与路径,为黄河流域生态保护与高质量发展的国家重大战略需求提供坚实的科学基础支撑,抓住黄河流域生态保护和高质量发展这一难得的历史机遇,攻克上述关键科学问题,不仅将奠定流域城市群与产业转型发展的理论基础,而且对世界其他流域的城市群和产业转型发展也具有广泛的理论指导与实际应用价值。

## 参考文献(References):

- [1] 石敏俊,范宪伟,逢瑞,等.透视中国城市的绿色发展:基于新资源经济城市指数的评价.环境经济研究,2016,1(2): 46-59. [SHI M J, FAN X W, PANG R, et al. Perspective of green growth of Chinese cities: An evaluation based on new resource economy index. Journal of Environmental Economics, 2016, 1(2): 46-59.]
- [2] 刘秉镰,陈诗一.增长动力转换与高质量发展.经济动态,2019,(6): 63-72. [LIU B L, CHEN S Y. Transformation of

- growth impetus and high-quality development. *Economic Perspectives*, 2019, (6): 63-72.]
- [3] 高传胜, 李善同. 高质量发展: 学理内核、中国要义与体制支撑. *经济研究参考*, 2019, (3): 5-15. [GAO C S, LI S T. High-quality development: Academic core, China's essentials and institutional support. *Review of Economic Research*, 2019, (3): 5-15.]
- [4] 杨开忠. 新中国70年城市规划理论与方法演进. *管理世界*, 2019, 35(12): 17-27. [YANG K J. Urban planning theory and method evolution in past 70 years of China. *Management World*, 2019, 35(12): 17-27.]
- [5] 傅伯杰. 新时代自然地理学发展的思考. *地理科学进展*, 2018, 37(1): 1-7. [FU B J. Thoughts on the recent development of physical geography. *Progress in Geography*, 2018, 37(1): 1-7.]
- [6] 方创琳. 黄河流域城市群形成发育的空间组织格局与高质量发展. *经济地理*, 2020, 40(6): 1-8. [FANG C L. Spatial organization pattern and high-quality development of urban agglomeration in the Yellow River Basin. *Economic Geography*, 2020, 40(6): 1-8.]
- [7] 陆静超, 刘太鹏. 中国发展城市水资源循环经济的激励机制与对策研究. *环境科学与管理*, 2015, 40(12): 173-176. [LU J C, LIU T P. Incentive mechanism and countermeasures on circular economy of urban water resource in China. *Environmental Science and Management*, 2015, 40(12): 173-176.]
- [8] LI Y, ZHANG Z, SHI M. What should be the future industrial structure of the Beijing-Tianjin-Hebei city region under water resource constraint? An inter-city input-output analysis. *Journal of Cleaner Production*, 2019: 239, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118117>.
- [9] 杨永春, 穆焱杰, 张薇. 黄河流域高质量发展的基本条件与核心策略. *资源科学*, 2020, 42(3): 409-423. [YANG Y C, MU Y J, ZHANG W. Basic conditions and core strategies of high-quality development in the Yellow River Basin. *Resources Science*, 2020, 42(3): 409-423.]
- [10] 魏后凯, 年猛, 李功. “十四五”时期中国区域发展战略与政策. *中国工业经济*, 2020, (5): 5-22. [WEI H K, NIAN M, LI L. China's regional development strategy and policy during the 14th five-year plan period. *China Industrial Economics*, 2020, (5): 5-22.]
- [11] DENG X, GIBSON J. Improving eco-efficiency for the sustainable agricultural production: A case study in Shandong, China. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 144: 394-400.
- [12] 吴锋, 邓祥征. 内陆河流域水资源综合管理. 北京: 科学出版社, 2020. [WU F, DENG X Z. *Integrated Management of Water Resources in Inland River Basins*. Beijing: Science Press, 2020.]
- [13] XIANG X, SVENSSON J, JIA S. Will the energy industry drain the water used for agricultural irrigation in the Yellow River Basin?. *International Journal of Water Resources Development*, 2017, 33(1): 69-80.
- [14] HERRERA-LEÓN S, LUCAY F A, CISTERNAS L A, et al. Applying a multi-objective optimization approach in designing water supply systems for mining industries: The case of Chile. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 210: 994-1004.
- [15] 焦士兴, 崔思静, 王安周, 等. 河南省城镇化进程与水资源利用响应关系. *水土保持研究*, 2020, 27(4): 239-246. [JIAO S X, CUI S J, WANG A Z, et al. Response relationship between urbanization process and water resource utilization in Henan province. *Research of Soil and Water Conservation*, 2020, 27(4): 239-246.]
- [16] 刘慧, 李振国, 宋万增, 等. 边坡固结植生生态防护技术试验研究及应用. *人民黄河*, 2020, 42(9): 151-154. [LIU H, LI Z G, SONG W Z, et al. Experimental study and application of ecological technology for consolidation planting slope. *Yellow River*, 2020, 42(9): 151-154.]
- [17] RAO D K, CHANDRASEKHARAM D. Quantifying the water footprint of an urban agglomeration in developing economy. *Sustainable Cities and Society*, 2019, 50: 101686, Doi: 10.1016/j.scs.2019.101686.
- [18] 金凤君. 黄河流域生态保护与高质量发展的协调推进策略. *改革*, 2019, (11): 33-39. [JIN F J. Coordinated promotion strategy of ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin. *Reform*, 2019, (11): 33-39.]
- [19] 安乾. 地域文化与黄河流域经济空间开发模式选择研究. 开封: 河南大学, 2009. [AN Q. *Regional culture and the spatial economic development mode in the Yellow River Basin*. Kaifeng: Henan University, 2009.]
- [20] 李敏纳, 蔡舒, 覃成林. 黄河流域经济空间分异态势分析. *经济地理*, 2011, 31(3): 379-383, 419. [LI M N, CAI S, QIN C L. An analysis of situation of economic spatial dissimilarity in the Yellow River Valley, 2011, 31(3): 379-383, 419.]

- [21] 袁杭松, 陈来. 巢湖流域产业结构演化及其生态环境效应. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(s1): 349-352. [YUAN H S, CHEN L. Research on the change of industrial structure of Chaohu Basin and its eco-environmental effect. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(s1): 349-352.]
- [22] 陈湘满. 论流域开发管理中的区域利益协调. 经济地理, 2002, (5): 525-529. [CHEN X M. The coordination among regional profits in the river basin development and management. Economic Geography, 2002, (5): 525-529.]
- [23] 尹贻梅, 刘志高. 旅游产业集群存在的条件及效应探讨. 地理与地理信息科学, 2006, (6): 98-102. [YIN Y M, LIU Z G. Preconditions for the tourism cluster's existing and its effects. Geography and Geo-Information Science, 2006, (6): 98-102.]
- [24] 李敏纳, 蔡舒, 张慧蓉, 等. 要素禀赋与黄河流域经济空间分异研究. 经济地理, 2011, 31(1): 14-20. [LI M N, CAI S, ZHANG H R, et al. Factor endowments and the economic spatial dissimilarity in the Yellow River Valley. Economic Geography, 2011, 31(1): 14-20.]
- [25] 孙伟. 黄河流域城市能源生态效率的时空差异及其影响因素分析. 安徽师范大学学报: 人文社会科学版, 2020, (2): 149-157. [SUN W. Analysis on the spatial and temporal differences of urban energy eco-efficiency in the Yellow River Basin and its influencing factors. Journal of Anhui Normal University: Hum. & Soc. Sci., 2020, (2): 149-157.]
- [26] 杨海华. 新常态下我国城市群空间结构: 主体框架及演进机理. 改革与战略, 2018, 300(8): 94-100. [YANG H H. Urban agglomeration under the new normal: Main space frame and evolution mechanism. Reformation & Strategy, 2018, 300(8): 94-100.]
- [27] 许琨. 协作规划对我国跨流域城市发展的启示. 城市学刊, 2016, 37(2): 59-62. [XU K. Inspiration of the development of cross river basin in China based on collaborative planning. Journal of Urban Studies, 2016, 37(2): 59-62.]
- [28] BURENSTAM L S, BELA B. The theory of economic integration. Ekonomisk Tidskrift, 1962, 64(2): 74.
- [29] 卢伟. 我国城市群形成过程中的区域负外部性及内部化对策研究. 中国软科学, 2014, (8): 90-99. [LU W. A study on the internalization of regional negative externalities during the formation process of urban agglomeration in China. China Soft Science, 2014, (8): 90-99.]
- [30] BATABYAL A A, NIJKAMP P. Positive and negative externalities in innovation, trade, and regional economic growth: Positive and negative externalities. Geographical Analysis, 2014, 46(1): 1-17.
- [31] 吴江涛, 隋映辉, 赵琨. 我国黄河流域产权交易共同市场的构建及其战略. 经济研究参考, 2004, (10): 35-42. [WU J T, SUI Y H, ZHAO K. The construction and strategy of the common market of property right transaction in the Yellow River Basin of China. Review of Economic Research, 2004, (10): 35-42.]
- [32] 白永平, 刘春艳. 甘宁青段黄河经济带发展研究. 地域研究与开发, 2005, 24(1): 62-65. [BAI Y P, LIU C Y. A study on the development of Gan-Ning-Qing Section in the Yellow River Economic Zone. Areal Research and Development, 2005, 24(1): 62-65.]
- [33] DENG X, WANG Y, WU F, et al. Integrated River Basin Management: Practice Guideline for the IO Table Compilation and CGE Modeling, Springer Briefs in Environmental Science. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2014.
- [34] HUANG Y, ZHU S. Regional industrial dynamics under the environmental pressures in China. Journal of Cleaner Production, 2020, 265: 121917, Doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121917.

## Urban agglomeration and industrial transformation and development in the Yellow River Basin

DENG Xiang-zheng<sup>1</sup>, YANG Kai-zhong<sup>2</sup>, SHAN Jing-jing<sup>2</sup>, DONG Suo-cheng<sup>1</sup>,  
ZHANG Wen-ge<sup>3</sup>, GUO Rong-xing<sup>4</sup>, TAN Ming-hong<sup>1</sup>, ZHAO Peng-jun<sup>5</sup>,  
LI Yu<sup>1</sup>, MIAO Chang-hong<sup>6</sup>, CUI Yao-ping<sup>7</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. Research Institute for Eco-civilization, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100710, China; 3. Yellow River Institute of Hydraulic Research, Zhengzhou 450003, China; 4. School of Management Engineering, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China; 5. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 6. Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development & Collaborative Innovation Center on Yellow River Civilization, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China; 7. Laboratory of Geospatial Technology for the Middle and Lower Yellow River Regions, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China)

**Abstract:** Ecological protection and high-quality development of the Yellow River Basin is one of the major national strategies, in which urban agglomeration and industrial transformation development are the intrinsic requirements and fundamental guarantees. Thus, revealing the path of the river basin scale urban agglomeration development and industrial transformation and upgrading is of great significance to guide the high-quality development of the Yellow River Basin. Therefore, this paper brings together scholars from the Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Research Institute for Eco-civilization, Chinese Academy of Social Sciences, Yellow River Institute of Hydraulic Research, Capital University of Economics and Business, Peking University and Henan University, to discuss key issues on urban agglomeration and industrial transformation development in the Yellow River Basin from the perspectives of ecological protection, resource allocation, dynamic evolution, spatial structure, and integration and regulation. This paper aims to serve the major national strategy of ecological protection and high-quality development of the Yellow River Basin. The core views are as follows, regulating the relationship among water resources, urban agglomeration and industrial development is the key to promoting the coordination of industrial transformation and urban transformation, and the synchronized advances of economic transformation and social transformation; the analysis of the complex coupling and dynamic evolution mechanism of river basin ecological protection and high-quality development is of great significance for achieving high-quality development of the basin; it is an effective way to promote the high-quality development of the basin to reveal the evolution mechanism of typical urban agglomeration and industrial space and to construct the spatial integration target and mode of urban agglomeration and industrial transformation development; under the background of increasing uncertainty of trade caused by globalization and energy revolution, complex relationship between social economy and ecological environment, and the construction of a new development pattern of "dual circulation", the basin urgently needs a more comprehensive integrated regulation mechanism.

**Keywords:** urban agglomeration; industrial development; water resources; industry and city interaction; river basin management