水利水运工程学报
HYDRO-SCIENCE AND ENGINEERING

黄河流域多尺度区域界定及其应用选择

左其亭，吴青松，姜龙，张伟

Multi-scale regional definition and its application selection in the Yellow River Basin

ZUO Qiting, WU Qingsong, JIANG Long, ZHANG Wei

在线阅读 View online: https://doi.org/10.12170/20210923001

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

黄河流域典型流域水文气象变化与径流过程模拟
Typical hydro-meteorological changes and runoff process simulation in Yellow River basin
水利水运工程学报. 2019(5): 36 https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2019.05.005

气候变化下黄河流域未来水资源趋势分析
The future water resources regime of the Yellow River basin in the context of climate change
水利水运工程学报. 2020(2): 1 https://doi.org/10.12170/20200216001

近55年京津冀地区降水多尺度分析
Multi-scale analysis of precipitation in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration in the past 55 years
水利水运工程学报. 2020(6): 23 https://doi.org/10.12170/20191019001

黄河流域砒砂岩区地貌-植被-侵蚀耦合研究进展
Research progress of spatial distribution about geomorphology-vegetation-water erosion in Pisha stone area of Yellow River
水利水运工程学报. 2020(4): 64 https://doi.org/10.12170/20191229002

基于BP-ARIMA的混凝土坝多尺度变形组合预报模型
Multi-scale deformation combination forecast model for concrete dam based on BP-ARIMA
水利水运工程学报. 2018(2): 52 https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2018.02.007

黄河上游连续弯曲多滩险河道整治方案数值分析
Numerical analysis of regulation schemes of continuous bending and multi-beach dangerous channels in the upper Yellow River
水利水运工程学报. 2020(2): 9 https://doi.org/10.12170/20190901001

DOI:10.12170/20210923001
左其亭, 吴青松, 姜龙, 等. 黄河流域多尺度区域界定及其应用选择 [J]. 水利水运工程学报, 2022(5): 12-20. (ZUO Qiting, WU Qingsong, JIANG Long, et al. Multi-scale regional definition and its application selection in the Yellow River Basin[J]. Hydro-Science and Engineering, 2022(5): 12-20. (in Chinese))

黄河流域多尺度区域界定及其应用选择

左其亭[1,2,3], 吴青松[1], 姜　龙[1], 张　伟[2,3]

(1. 郑州大学 水利科学与工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 郑州大学 黄河生态保护与区域协调发展研究院, 河南 郑州 450001; 3. 河南省水循环模拟与水环境保护国际联合实验室, 河南 郑州 450001)

摘要: 黄河流域涉及区域广阔、问题复杂多样, 相应的研究内容较为丰富, 存在空间研究范围和分区不一致的问题。立足于黄河重大国家战略目标任务和不同研究需求, 考虑流域与沿黄行政区在资源利用-经济发展-生态保护等方面的关联性, 将黄河流域空间研究范围界定为黄河流域区、黄河干流流经区、黄河流域涉及区和黄河全行政区, 并对其他研究范围及分区进行了说明; 从空间范围、研究内容、行政管理 3 个方面对比分析 4 种区域界定方案, 明确了不同方案之间的联系和区别; 依据针对性和目的性等原则, 系统梳理了不同研究内容对空间范围的选择情况, 解决了什么情况下可以或应该选择某个特定空间范围的问题。研究成果可为后续黄河流域相关研究提供统一标准和参考依据。

关　键　词: 多尺度; 区域界定; 方案对比; 应用选择; 黄河流域

中图分类号: TV231.4　　**文献标志码:** A　　**文章编号:** 1009-640X(2022)05-0012-09

黄河是中华民族的母亲河, 孕育了世界上最古老灿烂的中华文明, 保护黄河是实现中华民族伟大复兴的重要举措[1]。黄河流域具有丰富的战略性和基础性资源, 在促进我国经济社会发展和保障生态、粮食、能源安全方面均发挥着十分重要的作用[2-3]。黄河流域涉及区域广阔, 研究范围难以统一, 为切实支撑和贯彻黄河重大国家战略, 要求相关研究应具有针对性和目的性, 因此多尺度界定流域空间研究范围并研究其应用选择具有重要意义。关于黄河流域的研究历来是热点问题, 尤其是黄河重大国家战略提出以来, 涌现出一大批研究成果, 包括生态治理[4]、高质量发展[5]、水资源开发利用[6] 等诸多方面。已有研究涉及了黄河流域不同的空间研究范围: 高歌等[7] 以自然流域为研究区, 评估了流域内的降雨侵蚀力特征及其未来潜在变化; 李贝歌等[8] 将流域研究范围界定为除去四川和内蒙古东四盟市的 8 个省区, 并以地市尺度测度了其工业生态效率。由上可知, 由于不同学者的研究目的和考虑范围的差异, 导致经常出现不同文献中研究范围和分区不一致的问题, 故有必要系统梳理并进行流域多尺度区域界定。黄河流域的各种空间研究范围有着各自的特点, 范围之间也不是彼此独立的, 在诸多方面均呈现出明显的联系和区别, 目前研究缺乏对上述内容的对比和讨论[9]。此外, 黄河流域问题复杂多样、涉及学科庞杂, 相应的研究内容较为丰富[10], 在开展流域保护与发展等相关科学研究时, 应结合研究需求针对性选择合适的空间范围。针对不同的研究内容, 依据什么原则选择相应的范围, 哪些情况下可以或应该选择某个特定的范围, 仍有待进一步探索。

综上, 本文考虑不同研究目的和需求, 结合文献分析和 GIS 技术, 提出黄河流域的多尺度空间研究范围, 按照不同方法和标准对其进行区域界定, 并从多个角度对比分析不同区界方案, 系统梳理研究内容对空间范围的选择情况, 以期为黄河流域后续研究工作提供统一标准、参考依据和基础支撑。

收稿日期: 2021-09-23

基金项目: 河南省重大公益性科技专项资助项目(201300311500); 国家重点研发计划资助项目(2021YFC3200201); 中国科技智库青年人才计划(20220615ZZ07110090)

作者简介: 左其亭(1967—), 男, 河南固始人, 教授, 博士, 主要从事水文学及水资源研究。E-mail: zuoqt@zzu.edu.cn

1　多尺度研究范围及分区

1.1　不同尺度研究范围

以黄河流域自然范围为基础, 同时考虑流域与行政区在资源开发利用、经济社会发展和生态环境保护等方面的关联性, 总结得到黄河流域研究范围的 4 种界定方案, 分别是黄河流域区、黄河干流流经区、黄河流域涉及区和黄河全行政区(图 1)。黄河流域区(Yellow River basin)指黄河从源头到入海区间内水系所影响的地理上流域范围的区域(包括内流区), 是以黄河干支流为骨干、控制面积为空间范围而划定的区域, 主要依据水系特征和地形地貌进行确定。黄河干流流经区(administrative regions that the Yellow River mainstream flows through)指九个省区境内黄河干流流经的所有地级行政区(市、州、盟)组成的区域, 其主要地理特征是由黄河干流向两侧扩张。黄河流域涉及区(prefectural regions involved in the Yellow River basin)指黄河流域自然边界涉及到的所有地级行政区, 包括干流流经区的同时向外侧进一步辐射, 将整个流域全部包括在内。黄河全行政区(entire provincial regions that the Yellow River flows through)是指黄河流经的 9 个省区全境的所有行政区域。

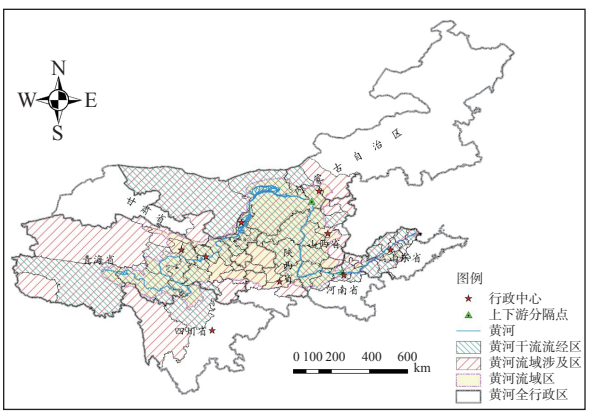

图 1　黄河流域多尺度研究范围

Fig. 1　Multi-scale research ranges of Yellow River Basin

1.2　不同尺度的研究分区

1.2.1　黄河流域区　流域区是研究黄河干支流及流域的自然地理范围和贯彻黄河重大国家战略的最直接区域, 东西长约 1 900 km, 南北宽约 1 100 km, 地势西高东低, 海拔差异明显。从西到东横跨青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和黄淮海平原 4 个地貌单元, 以内蒙古河口镇、郑州桃花峪为界, 分为上中下游 3 部分, 在此基础上又细分为 8 个二级流域区(表 1)和 29 个三级流域区。其中, 上游流域包括龙羊峡以上、龙羊峡至兰州、兰州至头道拐、内流区 4 个二级流域, 面积约占 52.5%; 中游包括头道拐至龙门、龙门至三门峡、三门峡至花园口 3 个二级流域, 面积约占 44.6%; 下游流域主要为花园口以下区域, 占比仅约 2.9%。黄河流域区涉及的九省区中, 豫、鲁两省省会紧邻黄河, 青、甘、宁、蒙、晋、陕六省区的省会或自治区首府均在流域内, 与黄河的关系十分密切。流域内共有龙羊峡、刘家峡、海勃湾、万家寨、三门峡、小浪底等大中型水库 219 座, 包括小型水库共计 3 100 余座, 总库容约 580 亿 m^3。河套平原、汾渭盆地及引黄灌区等诸多农业生产基地遍布于流域内, 同时也是我国重要的水电、煤炭、石油、天然气、有色金属储备基地。

表 1　黄河流域区范围及基本情况[11]

Tab. 1　Scope and basic condition of Yellow River Basin[11]

流域分段	二级流域分区	流域面积/10^4 km^2	面积占比/%	2012—2019年平均降水量/mm	2010—2019年平均耗水量/10^8 m^3	大型水库/座	中型水库/座
上游	龙羊峡以上	13.12	16.5	537.4	1.62	1	0
	龙羊峡至兰州	9.14	11.5	545.4	22.79	9	5
	兰州至头道拐	15.26	19.2	303.1	126.39	2	30
	内流区	4.21	5.3	330.6	4.10	0	1
中游	头道拐至龙门	12.24	15.4	513.1	16.78	3	42
	龙门至三门峡	19.08	24.0	552.3	84.49	11	59
	三门峡至花园口	4.14	5.2	615.3	31.69	4	24
下游	花园口以下	2.31	2.9	587.0	135.51	4	24
全流域		79.50			423.37	34	185

注:《黄河水资源公报》中各二级流域分区年降水量具体数值从2012年开始公布, 因此表中计算2012—2019年平均降水量。

1.2.2 黄河干流流经区 黄河干流自河源至入海口流经了青海 1 市 4 州、四川 1 个州、甘肃 2 市 2 州、宁夏 4 个市、内蒙古 5 市 1 盟、山西 4 个市、陕西 3 个市、河南 8 个市、山东 9 个市，共计 44 个地级行政区(表 2)。从地形地貌上看，黄河流经了黄土高原水土流失区、五大沙漠地区，沿河两岸分布有东平湖和乌梁素海等湖泊、湿地，跨越了我国的青藏地区、西北地区和北方地区三大地理区域，涉及了干湿分区中的干旱、半干旱和半湿润地区。干流流经区总面积 142.18 万 km^2，是黄河流域面积的 1.79 倍，约占九省区总面积的 39.8%，其中河南和山东流经的地级行政单元较多，而四川则仅有阿坝州。该区域是九省区的人口相对聚集地和重要的经济带，也是高新产业发展中心和创新示范区重点发展基地，拥有多个国家公园、水利风景区和重点生态功能区。区域内各地级行政区在充分享受黄河带来的发展机遇和综合效益的同时，也担负着河流生态环境治理、洪涝灾害防控、物种多样性保持等诸多责任，其对黄河的管理水平和能力直接影响河流的健康状态。

表 2 黄河干流流经区及流域涉及区范围及其基本情况[12]

Tab. 2 Scope and basic condition of administrative regions that the Yellow River mainstream flows through and prefectural regions involved in the Yellow River Basin[12]

省区	地级行政区	行政面积/10^4 km^2	2019年人口/万人	2019年GDP/亿元
青海省	西宁市	0.77	238.7	1 327.8
	海东市*	1.32	149.3	487.7
	海北州	3.41	28.5	91.7
	黄南州*	1.82	28.0	100.9
	海南州*	4.45	47.8	174.7
	果洛州*	7.64	21.2	46.2
	玉树州*	26.70	42.3	59.8
	海西州	32.58	52.1	666.1
四川省	甘孜州	15.30	109.9	388.5
	阿坝州*	8.42	94.6	390.1
甘肃省	兰州市*	1.32	379.1	2 837.4
	白银市*	2.01	174.1	486.3
	天水市	1.43	336.9	632.7
	武威市	3.23	182.5	488.4
	平凉市	1.11	212.5	456.6
	庆阳市	2.71	227.9	742.9
	定西市	1.96	282.6	416.4
	陇南市	2.78	264.3	445.1
	临夏州*	0.82	207.1	303.5
	甘南州*	3.85	75.0	218.3
宁夏回族自治区	银川市*	0.90	229.3	1 896.8
	石嘴山市*	0.53	80.6	511.2
	吴忠市*	2.14	142.2	580.2
	固原市	1.05	125.0	322.7
	中卫市*	1.76	117.5	437.6
内蒙古自治区	呼和浩特市*	1.72	313.7	2 791.5
	包头市*	2.78	289.7	2 714.5
	乌兰察布市	5.45	209.0	808.4
	鄂尔多斯市*	8.69	208.8	3 605.0
	巴彦淖尔市*	6.51	169.4	875.0
	乌海市*	0.18	56.6	551.0
	阿拉善盟*	27.00	25.1	295.3
山西省	太原市	0.70	446.2	4 016.2
	大同市	1.41	346.3	1 311.2
	长治市	1.40	347.8	1 639.9
山西省	晋城市	0.94	235.3	1 355.2
	朔州市	1.06	178.5	1 056.7
	晋中市	1.64	338.9	1 447.6
	运城市*	1.42	537.3	1 553.5
	忻州市*	2.52	317.3	991.7
	临汾市*	2.03	450.8	1 448.4
	吕梁市*	2.12	389.1	1 507.0
陕西省	西安市	1.08	1 020.4	9 321.2
	铜川市	0.39	78.0	354.7
	宝鸡市	1.81	376.1	2 223.8
	咸阳市	0.95	435.6	2 195.3
	渭南市*	1.31	527.8	1 828.5
	延安市*	3.70	225.6	1 663.9
	榆林市*	4.29	342.4	4 136.3
	商洛市	1.93	237.9	837.2
河南省	郑州市*	0.76	1 035.2	11 589.7
	开封市*	0.62	457.5	2 364.1
	洛阳市*	1.52	692.2	5 034.8
	安阳市	0.74	519.2	2 229.3
	鹤壁市	0.22	163.2	988.7
	新乡市*	0.83	581.4	2 918.2
	焦作市*	0.41	359.7	2 761.1
	濮阳市*	0.42	361.0	1 581.5
	三门峡市*	1.05	227.7	1 443.8
	济源市*	0.19	73.4	687.0
山东省	济南市*	1.02	890.9	9 443.4
	淄博市*	0.60	469.7	3 642.4
	东营市*	0.82	218.0	2 916.2
	济宁市*	1.12	835.6	4 370.2
	泰安市*	0.78	563.5	2 663.6
	德州市*	1.04	574.9	3 022.3
	聊城市*	0.86	609.8	2 259.8
	滨州市*	0.97	392.3	2 457.2
	菏泽市*	1.22	878.2	3 410.0

注：表中所有地级行政区为黄河流域涉及区，地级行政区名称后加*表示其属于黄河干流流经区。2019年1月，国务院批复同意撤销地级莱芜市，辖区划归济南市，故表中未单独考虑莱芜市。

1.2.3　黄河流域涉及区　如表 2 所示, 黄河流域涉及区包括 69 个行政单元, 总面积 228.23 万 km^2, 约占九省区总面积的 64.0%, 其中包括了青海和宁夏的全部区域, 其他省区的大多数地市也均被划分在内。该区遵循的划分原则是“行政区划与黄河流域范围存在重叠部分”的所有地级行政区均包括在内。需要补充说明的是, 有些单元与流域关系不太密切, 在研究时又被忽略掉, 比如, 有些文献把玉树州、海西州、甘孜州、武威市、陇南市、阿拉善盟和大同市去掉, 针对最具代表性的 62 个行政单元进行研究[13]。黄河流域涉及区是黄河开发利用与保护的主要影响范围, 因此, 进行该区域界定是十分必要的。具体来说, 二次开发工程(水力发电、防汛抗旱工程等)将使黄河带来的经济、社会、生态效益惠及流域涉及地区; 反过来, 各地区在黄河重大国家战略贯彻落实中也发挥着重要的作用, 均需将黄河流域保护与发展纳入各自发展规划中, 结合区位特点切实开展相关工作, 将其一体化考虑有利于实现多地区的协同发展。

1.2.4　黄河全行政区　黄河流域涉及九省区的全行政区总面积约 356.86 万 km^2, 是黄河流域面积的 4.49 倍, 大多数省区的流域面积远小于行政区面积, 如四川和山东, 而宁夏、陕西和山西的流域面积占行政区面积较大, 均超过了 60%(表 3)。流域尺度上, 青海和山东的流域面积分别为最大值(15.22 万 km^2)和最小值(1.36 万 km^2), 占流域总面积的 19.1% 和 1.7%。全国尺度上, 九省区行政面积、人口、耕地面积和粮食产量均占全国 30% 以上, 但 GDP 仅占 25.0%, 甘、青、宁和蒙四省区的风能和光伏发电装机总和均占到全国总量的 45% 以上[14]。九省区经济社会发展差异明显, 呈阶梯状分布, 上游地区发展相对滞后, 黄河源头的青海玉树州与入海口的山东东营市人均地区生产总值相差超过 10 倍。从系统的角度看, 黄河流域生态保护和高质量发展目标的实现, 不只是某些地区或某个省份的事情, 政策制度、法律法规、文化教育、科技创新、工程建设等诸多方面都需要九省区共同行动、团结合作。尽管部分省区黄河干流河段较短, 且仅有小部分流域面积, 但把九省区作为一个研究整体考虑, 能够有效解决涉及多部门、多行业、多层次、多区域的复杂现实问题。

表 3　黄河九省区范围及基本情况[11, 15]

Tab. 3　Scope and basic condition of nine provinces along the Yellow River[11, 15]

省区	行政区划面积/10^4 km^2	2019年人口/万人	2019年耕地面积/10^8m^2	2019年GDP/万亿元	2019年水资源总量/10^8 m^3	流域面积/10^4 km^2
青海省	72.23	608	56.4	0.30	919.3	15.22
四川省	48.60	8 375	522.7	4.66	2 748.9	1.70
甘肃省	42.58	2 647	521.0	0.87	325.9	14.32
宁夏回族自治区	6.64	695	119.5	0.37	12.6	5.14
内蒙古自治区	118.30	2 540	1 149.7	1.72	447.9	15.10
陕西省	20.56	3 876	293.4	2.58	495.3	13.33
山西省	15.67	3 729	387.0	1.70	97.3	9.71
河南省	16.70	9 640	751.4	5.43	168.6	3.62
山东省	15.58	10 070	646.2	7.11	195.2	1.36
合计	356.86	42 180	4 447.3	24.74	5 411.0	79.50

1.3　其他研究范围及分区说明

除上述 4 种界定方案外, 还存在黄河供水区、干支流及其缓冲区、涉及县级行政区、流域城市群等不同尺度研究范围。其中, 黄河供水区是指将黄河水作为供水水源的所有地级行政区组成的区域, 除九省区外还应将河北和天津考虑在内, 包括干流流经区和跨流域调黄河水的地区, 例如河南省除沿黄 8 市外还包括安阳、鹤壁、平顶山、许昌、商丘和周口 6 市[16], 山东省主要为沿黄 9 市和胶东 4 市(青岛、烟台、威海、日

照)。干支流及其缓冲区主要是指黄河干支流河道水体及受其直接影响的岸边区域,相较于其他尺度可视为线型单元,范围相对较小。主要包括黄河干流,湟水、白河、黑河、洮河等 13 条主要支流和数百条溪川,及其对应的河床、河漫滩、阶地、谷坡等,是黄河环境状态和健康水平的直接反映区域。涉及县级行政区指黄河干流流经和行政区划内有黄河流域面积的县级行政单元,是对地级行政区的进一步细化,以该尺度开展相关研究的成果精度更高,对黄河流域保护与发展借鉴意义更大。但县级尺度的统计资料不完整、数据不易获取,部分县级行政区尚未形成完善的资料库,且由于涉及区域较多,工作量非常大。流域城市群是指位于黄河两岸、与黄河流域有较大重叠面积、主要由流域涉及地级行政区组成的七大城市群,分别为兰西、宁夏沿黄、呼包鄂榆、晋中、关中平原、中原和山东半岛城市群。城市群建设能够增强中心城市的辐射带动作用,带动城市群内部其他城市的发展,实现资源的优化配置,以城市群尺度进行研究能够揭示黄河周边城市的经济、社会、政治、文化发展在空间上的集聚现象和差异程度。

2 不同尺度区域界定方案对比分析

2.1 空间范围方面

基于以上 4 种尺度划分的区域,其面积的大小关系为:黄河全行政区>流域涉及区>干流流经区>流域区,在范围上具有明显的阶梯性。但在地理位置上,四者之间并不是严格的包含关系,其中流域区为自然地理范围,最能体现流域的河湖水系、水文气象、生态环境等特征,干流流经区遵循“黄河干流流经的地级行政区”的原则确定,主要反映黄河沿岸地级行政区的情况,因此并未完全包括流域区,即流域区内部分地级行政区由于离干流较远未被划入。相较而言,流域涉及区同时包括了流域区和干流流经区,并在二者的基础上进一步扩大,黄河全行政区是目前黄河流域研究的最大行政区单元,完全将流域区包含在内,呈现出由流域区向四周发散的空间特征。

2.2 研究内容方面

一般而言,流域区直接以流域整体或流域内不同地段、分区为研究对象,不以行政区划来近似反映其基本情况,研究内容旨在分析流域的各种自然特征和科学解决流域特有的复杂问题,如资源数量调查评价,流域水沙关系、水文气象特征分析等。干流流经区和流域涉及区则以各自对应的地级行政区为研究单元,立足于“干流流经”和“流域涉及”两个基本原则,考虑黄河的作用和影响,分析各地区对黄河的开发利用和保护情况。黄河全行政区主要把沿黄九省区作为研究对象,是目前常用和较易开展研究的尺度,研究内容丰富,重点关注不同省区之间空间分布和时间演变的对比分析[17]。

2.3 行政管理方面

目前,黄河流域各方面工作的协调管理由黄河水利委员会总体负责,其作为水利部的派出机构,在发挥水利行业特色和优势的同时也存在着行业局限性,不能全面解决黄河流域保护和发展的诸多问题。黄河全行政区中九省区的行政管理体系均已十分完善,有些也已经针对黄河流域成立了专门的综合性部门或机构,但上下游、左右岸如何系统保护与治理,不同省区之间如何协同发展仍尚未明确,“条块分割”、“多龙治水”的局面依旧存在。由于干流流经区和流域涉及区主要由九省区的地级行政区组成,各地区虽然能够依据自身条件贯彻好黄河重大国家战略,但地区之间存在着受辖于不同省区政府的隔阂,难以实现区划范围的统一管理。因此,在黄河流域生态保护和高质量发展方面,既要基于流域区范围,又要考虑行政区范围,统筹考虑,协同治理,统一管理。

3 不同研究内容对空间范围的选择

开展黄河流域相关研究时,应针对不同的研究内容或需求选择合适的空间范围。不同空间范围的选择

建议如下, 供研究参考和横向对比。

3.1　选择黄河流域区的情况

(1)自然地理特征研究: 包括气候(气候类型、气温、降水、干湿变化)、地形(地形类型、海拔、地貌)、土壤(分类、肥力、特点)、植被(种类、分布状况)等。(2)资源禀赋调查评价: 包括水资源、耕地、能源、粮食、矿产、有色金属等资源数量、质量和开发利用情况调查, 再分析其格局变化与分异趋势, 评估其带来的经济、社会及生态效益。(3)水沙调控与水安全保障: 包括黄河泥沙(产生原因、形成过程、分布规律、水沙关系、作用机制、和谐调控)分析、水土流失防控与治理、水利工程空间布局优化、重大工程间水资源联合调度、流域水资源供需关系分析、水安全保障布局和措施等。(4)流域生态环境保护: 如“山水林田湖草沙冰”共同体构建及治理平台搭建、生态监测-预警系统构建及风险防控、生态环境区划及分区目标优化、水源涵养能力保护及修复等。(5)其他方面: 如流域横向生态补偿机制和制度、土地利用变化与生态系统服务价值响应、植被演变格局与气候变化关系、流域径流演变特征分析与模拟等[18]。

3.2　选择黄河干流流经区的情况

(1)分析黄河对地区发展的作用: 如防洪工程滩区移民安置和补偿、洪涝灾害防控及洪水资源化利用、沿岸风土聚落及地域分布特征等。(2)研究地区发展对黄河的影响: 如污废水排放特征及空间格局分析、污染密集型产业集聚与河流健康关系评估、人为净磷输入对水体危害、河流污染成因分析及系统治理等。(3)黄河沿线资源开发与保护: 包括沿黄生态廊道建设与管理、水利风景区开发建设、国家生态功能区建设、文化旅游融合发展等。(4)其他方面: 主要是内容与黄河存在关联、同时又具有地区特色的一些研究, 如黄河经济带协同发展策略制定、生态足迹与经济增长关系分析、产业生态化评价及路径优化等。

3.3　选择黄河流域涉及区的情况

(1)内容与黄河流域存在关联, 同时具有地区特色的研究: 如虚拟水消费与贸易核算、区域生态安全评估、农业面源污染影响因素辨识、信息联系网络空间结构架构、区域发展优势与经济带生成可能剖析等。(2)高质量发展产业布局和绿色发展研究: 包括产业结构调整和高新技术产业发展、重点产业(如煤炭、化工等)布局优化、匹配黄河国家战略的工业布局模式研发、现代化经济体系和创新体系建设等。(3)国家战略导向下相关措施对地区发展影响研究: 如环境规制对绿色全要素生产率和经济增长、环境治理激励对生态效率提升、技术创新对城市绿色发展等方面。(4)其他方面: 主要是考虑行政区内流域影响和战略目标实现的一些研究, 如经济-人口-资源-环境和谐发展水平评估[19]、水资源承载能力评估及调控、城镇化与生态安全交互作用分析、生态保护与高质量发展耦合关系等。

3.4　选择黄河全行政区的情况

(1)需要打破省区行政壁垒的研究: 如上、中、下游协同推进高质量发展对策制定及实施、跨省区污染联防联控法律机制设计、碳达峰与碳中和实现路径优选、黄河流域国家级综合性立法等。(2)涉及诸多方面的复杂问题研究: 空天地一体化大数据平台构建、水-能源-粮食协同优化及和谐调控、流域高质量发展“内外循环”建设、省区间经济协同发展合作机制构建、绿色产业与“一带一路”和大运河文化带协同发展、水资源税改革等。(3)保护、传承、弘扬黄河文化: 包括黄河文化遗产保护、黄河国家文化公园建设、文化传承思路方法及制度体系探索、黄河文化传播途径塑造、河流-景观-遗产互联式保护等。(4)其他方面: 如高质量发展水平评估及预测、经济社会发展空间均衡程度量化、科技创新水平和能力提升等。

3.5　其他情况

(1)选择黄河供水区的情况。主要是推进水资源节约集约利用的相关研究: 包括水权市场建设及交易管理、黄河水量综合-动态-和谐分配、水资源综合规划与管理、水资源科学调度、水资源适应性利用、水资源系统评价体系构建等。(2)选择干支流及其缓冲区的情况。①针对干支流河道的研究: 如河湖水系格局演变及均衡管控, 河流水质[20]、水环境、水生物调查评价, 河流健康评估及生态流量保障, 河流水体遥感提取及径流量反演等。②针对干支流缓冲区研究: 如典型岸线保护与利用、区间河段植被恢复和物种保育、下

游滩区及三角洲协同治理、淤地坝拦沙作用及效果评估等。(3)选择涉及县级行政区的情况。①以县级尺度开展更为合适的研究：如黄河水患与社会响应剖析、县乡村三级国土空间规划、生态系统服务供需关系分析等。②旨在摸清县级行政区情况的研究：如农业水土资源利用评价及均衡优化调控、碳排放格局演变及空间效应测度、居民脱贫情况及幸福感调查等。(4)选择流域城市群的情况。主要是科学认识流域城市群协同发展状况、助力流域整体乃至全国经济发展的相关研究，如中心城市带动作用量化评估、城市群经济联系和网络结构比较、城市群合作格局优化、“几”字湾都市圈协同发展路径优选等。

4 结 语

立足于黄河重大国家战略目标任务和不同研究需求，依据不同的界定标准和方法，将黄河流域空间研究范围界定为黄河流域区、干流流经区、流域涉及区、全行政区 4 个尺度，还考虑了黄河供水区、干支流及其缓冲区、涉及县级行政区、流域城市群 4 种范围；从空间范围、研究内容、行政管理 3 个方面对不同尺度的区域界定方案进行了对比分析，明确了不同方案之间的差异性和一致性；分析了不同空间范围的应用选择情况并给出了相应的原因，为将来针对性开展黄河流域研究提供借鉴和参考。

本文探索性地提出黄河流域区域界定方案并分析其应用选择，由于认知的局限和文献检索的不充分，所述内容可能不全面，未来仍有待进一步完善。需要特别说明的是，文章主要提出流域空间研究范围的界定方法，受行政区划调整、数据不一致等客观因素的影响，具体结果可能与其他文献有所偏差；此外，黄河流域研究内容涉及方面较多，虽然尽力搜集整理，但在应用选择中提到的可能只是一部分，开展其他研究时可参考选择对应的空间范围。

参 考 文 献：

[1] 左其亭. 黄河流域生态保护和高质量发展研究框架[J]. 人民黄河, 2019, 41(11): 1-6, 16.（ZUO Qiting. Research framework for ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin[J]. Yellow River, 2019, 41(11): 1-6, 16.（in Chinese））

[2] 王国庆, 乔翠平, 刘铭璐, 等. 气候变化下黄河流域未来水资源趋势分析[J]. 水利水运工程学报, 2020(2): 1-8.（WANG Guoqing, QIAO Cuiping, LIU Minglu, et al. The future water resources regime of the Yellow River Basin in the context of climate change[J]. Hydro-Science and Engineering, 2020(2): 1-8.（in Chinese））

[3] 习近平. 在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J]. 中国水利, 2019(20): 1-3.（XI Jinping. Speech at the symposium on ecological protection and high—quality development of the Yellow River Basin[J]. China Water Resources, 2019(20): 1-3.（in Chinese））

[4] LI J S, SUN W, LI M Y, et al. Coupling coordination degree of production, living and ecological spaces and its influencing factors in the Yellow River Basin[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 298: 126803.

[5] 左其亭, 姜龙, 马军霞, 等. 黄河流域高质量发展判断准则及评价体系[J]. 灌溉排水学报, 2021, 40(3): 1-8, 22.（ZUO Qiting, JIANG Long, MA Junxia, et al. Judgment criteria and evaluation system for high-quality development of the Yellow River Basin[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2021, 40(3): 1-8, 22.（in Chinese））

[6] 陈颖杰, 金保明, 金君良, 等. 变化环境下考虑物理机制的SD需水预测研究[J]. 水利水运工程学报, 2021(3): 84-95.（CHEN Yingjie, JIN Baoming, JIN Junliang, et al. System dynamics model-based water demand prediction under changing environment with consideration of physical mechanism[J]. Hydro-Science and Engineering, 2021(3): 84-95.（in Chinese））

[7] 高歌, 韩振宇, 殷水清, 等. 黄河流域1961—2017年降雨侵蚀力特征与未来变化预估[J]. 应用基础与工程科学学报, 2021, 29(3): 575-590.（GAO Ge, HAN Zhenyu, YIN Shuiqing, et al. Characteristics of rainfall erosivity during 1961—2017 and its change projections in future in the Yellow River Basin[J]. Journal of Basic Science and Engineering, 2021, 29(3): 575-590.（in Chinese））

[8] 李贝歌, 胡志强, 苗长虹, 等. 黄河流域工业生态效率空间分异特征与影响因素[J]. 地理研究, 2021, 40(8): 2156-2169.（LI Beige, HU Zhiqiang, MIAO Changhong, et al. Spatio-temporal evolution characteristics and influencing factors of the industrial eco-efficiency in the Yellow River Basin[J]. Geographical Research, 2021, 40(8): 2156-2169.（in Chinese））

[9] 左其亭, 张志卓, 李东林, 等. 黄河河南段区域划分及高质量发展路径优选研究框架[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2021, 19(2): 209-216.（ZUO Qiting, ZHANG Zhizhuo, LI Donglin, et al. Regional division and research framework for high-quality development path optimization in the Henan section of the Yellow River[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2021, 19(2): 209-216.（in Chinese））

[10] XU Z, ZHANG S H, YANG X Y. Water and sediment yield response to extreme rainfall events in a complex large river basin: a case study of the Yellow River Basin, China[J]. Journal of Hydrology, 2021, 597: 126183.

[11] 水利部黄河水利委员会. 2019年黄河水资源公报[EB/OL]. (2020-10-23)[2021-09-23]. http://www.yrcc.gov.cn/other/hhgb/2019szygb/index.html#p.（Yellow River Conservancy Commission of MWR. Yellow River water resources bulletin in 2019 [EB/OL].（2020-10-23）[2021-09-23]. http://www.yrcc.gov.cn/other/hhgb/2019szygb/index.html#p.（in Chinese））

[12] 国家统计局. 2020年中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2020.（State Statistics Bureau. China city statistical yearbook in 2020[M]. Beijing: China Statistics Press, 2020.（in Chinese））

[13] 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[J]. 安徽师范大学学报(人文社会科学版), 2020, 48(2): 149-157.（SUN Wei. Analysis on the spatial and temporal differences of urban energy eco-efficiency in the Yellow River Basin and its influencing factors[J]. Journal of Anhui Normal University (Hum & Soc Sci), 2020, 48(2): 149-157.（in Chinese））

[14] 金凤君, 马丽, 许堞. 黄河流域产业发展对生态环境的胁迫诊断与优化路径识别[J]. 资源科学, 2020, 42(1): 127-136.（JIN Fengjun, MA Li, XU Die. Environmental stress and optimized path of industrial development in the Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2020, 42(1): 127-136.（in Chinese））

[15] 国家统计局. 2020年中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2020.（State Statistics Bureau. China statistical yearbook in 2020[M]. Beijing: China Statistics Press, 2020.（in Chinese））

[16] 张志强, 冯薇, 张修宇, 等. 河南省引黄受水区水资源节约集约度与经济社会要素匹配分析[J]. 人民黄河, 2021, 43(9): 79-84.（ZHANG Zhiqiang, FENG Wei, ZHANG Xiuyu, et al. Matching analysis of water resources saving and intensified utilization degree and economic and social factors in the Yellow River water-receiving area of Henan Province[J]. Yellow River, 2021, 43(9): 79-84.（in Chinese））

[17] 左其亭, 张志卓, 吴滨滨. 基于组合权重TOPSIS模型的黄河流域九省区水资源承载力评价[J]. 水资源保护, 2020, 36(2): 1-7.（ZUO Qiting, ZHANG Zhizhuo, WU Binbin. Evaluation of water resources carrying capacity of nine provinces in Yellow River Basin based on combined weight TOPSIS model[J]. Water Resources Protection, 2020, 36(2): 1-7.（in Chinese））

[18] 管晓祥, 金君良, 黄爱明, 等. 黄河流域典型流域水文气象变化与径流过程模拟[J]. 水利水运工程学报, 2019(5): 36-43.（GUAN Xiaoxiang, JIN Junliang, HUANG Aiming, et al. Typical hydro-meteorological changes and runoff process simulation in Yellow River Basin[J]. Hydro-Science and Engineering, 2019(5): 36-43.（in Chinese））

[19] 刘建华, 黄亮朝, 左其亭. 黄河下游经济-人口-资源-环境和谐发展水平评估[J]. 资源科学, 2021, 43(2): 412-422.（LIU Jianhua, HUANG Liangchao, ZUO Qiting. Evaluation of harmonious development of economy-population-resource-environment in the lower reaches of the Yellow River[J]. Resources Science, 2021, 43(2): 412-422.（in Chinese））

[20] 陆丹, 耿昭克, 闵敏, 等. 基于区间型贝叶斯模型的湟水干流水质评价[J]. 水利水运工程学报, 2020(2): 15-21.（LU Dan, GENG Zhaoke, MIN Min, et al. Water quality evaluation in Huangshui mainstream based on interval type Bayesian model[J]. Hydro-Science and Engineering, 2020(2): 15-21.（in Chinese））

Multi-scale regional definition and its application selection in the Yellow River Basin

ZUO Qiting[1, 2, 3], WU Qingsong[1], JIANG Long[1], ZHANG Wei[2, 3]

(1. *School of Water Conservancy Engineering*, *Zhengzhou University*, *Zhengzhou* 450001, *China*; 2. *Yellow River Institute for Ecological Protection & Regional Coordinated Development*, *Zhengzhou University*, *Zhengzhou* 450001, *China*; 3. *Henan International Joint Laboratory of Water Cycle Simulation and Environmental Protection*, *Zhengzhou* 450001, *China*)

Abstract: The Yellow River Basin involves a vast area, complex and diverse issues, and the corresponding research contents are relatively rich. There is a problem of inconsistency in the scope and partition of spatial research. Based on the Yellow River's major national strategic objectives, tasks and different research needs, considering the relevance of the river basin and administrative regions in terms of resources utilization, economic development and ecological protection, the defined spatial research scope of the Yellow River Basin covers the Yellow River Basin, the administrative regions that the Yellow River mainstream flows through, prefectural regions involved in the Yellow River Basin, and the entire provincial regions that the Yellow River flows through, and other research scopes and divisions are also expounded. Then, four regional definition schemes are compared and analyzed from multiple aspects (i.e., spatial scope, research object and content, administrative management), and the relationship between different schemes is further clarified. According to the principles of pertinence and purpose, we systematically sort out the selection of different research contents on the spatial scale, and solve the problem of under what circumstances a spatial scale can or should be selected. The research results can provide a unified standard and reference basis for subsequent studies in the Yellow River Basin.

Key words: multi-scale; regional division; scheme contrast; application selection; Yellow River Basin