

黄河流域高质量发展对水资源承载力的影响

王喜峰 沈大军*

摘要:黄河流域生态保护和高质量发展关系重大,事关中华民族伟大复兴。本文首先分析了高质量发展与水资源承载力之间的作用机制,然后利用黄河流域8个省份的投入产出表,构建分析高质量发展与水资源承载力的可比价混合型投入产出模型进行结构分解分析。研究发现,从黄河流域各个省份来看,经济增长和灌溉面积占比增加体现了水资源承载力的增加,也就是说水资源承载力在各个年份都有了很大程度的提高。分省份来看,水资源承载力从大到小依次为山东、河南、宁夏、甘肃、陕西、内蒙古、山西、青海。分年份来看,发现用水技术进步较大,但是产业结构在部分年份却朝着不利于水资源承载力的方向变化,这在山西、内蒙古、甘肃表现更为明显。基于研究结论,本文的政策建议包括继续推动新一轮的技术革命,提高粮食、能源行业的全要素生产率,减少水资源的浪费,提高水资源利用效率。

关键词:高质量发展;水资源承载力;黄河流域

一、前言

2019年9月18日,习近平总书记主持召开黄河流域生态保护和高质量发展座谈会,对黄河流域生态保护和高质量发展提出要求。保护黄河是事关中华民族伟大复兴的千秋大计,黄河流经我国九个省份,全长5464公里,是我国第二大河,世界第五长河。2018年黄河流域省份总人口为4.2亿,占全国的30.3%,地区生产总值23.9万亿元,占全国的26.5%。黄河流域的重要性远远超过其人口和经济占全国的比重。黄河流域是我国重要的生态屏障,连接青藏高原、黄土高原、华北平原,是北方干旱、半干旱、半湿润地区的生态廊道,多个国家公园和国家重点生态功能区涵盖其中,流域内高原、沙漠、湖泊、湿地、河道、三角洲等与生物多样性息息

*王喜峰,中国社会科学院数量经济与技术经济研究所,邮政编码:100732,电子信箱:wxfass@qq.com;沈大军(通讯作者),中国人民大学环境学院,邮政编码:100872,电子信箱:dajunshen@yahoo.com。

本文系国家重点研发计划“‘水-能源-粮食’协同安全保障关键技术”(2017YFC0404603)的阶段性成果。感谢匿名审稿专家的宝贵修改建议,文责自负。

相关。同时,黄河流域是我国重要的经济带。流域拥有黄淮海平原、汾渭平原以及河套灌区等农产品主产区,粮食和肉类产量占全国三分之一。流域内有我国多个重要的能源、化工、原材料和基础工业基地,煤炭储量占全国50%以上,石油、天然气和有色金属资源极为丰富。此外,由于自然条件和历史等原因,黄河流域经济社会发展相对滞后,高质量发展和脱贫攻坚的任务相对较重。

黄河流域是我国生态安全、能源安全、粮食安全、经济安全的重要地区。黄河流域既要维系和提升良好的生态环境,提供优质的农产品、能源、资源,又要推动区域高质量发展。这些任务的背后都需要区域水资源的大力支持。水是维系良好生态环境的必要条件,粮食和肉类生产大量消耗水资源,能源行业、化工行业、有色金属行业都是重要的耗水行业。除了支撑本地区的经济社会发展之外,黄河流域还承担向流域外天津、河北的常规调水任务,同时还有向北京、天津、河北的应急调水任务。黄河流域以不足长江流域7%的水资源总量,支撑了相当于长江流域71%的人口和65%的区域生产总值。目前黄河流域水资源开发利用率高达80%,远远超过40%的生态警戒线,流域水资源短缺和水资源利用效率低下的矛盾突出(王喜峰,2018)。从这个角度来看,对黄河流域的高质量发展和水资源承载力的研究具有重要现实意义。

二、高质量发展与水资源承载力的关系

(一)水资源承载力概念

根据现有研究文献,具有代表性的水资源承载力概念如表1所示,其基本定义可以为“在一定条件下,某种结果的最大(最优)值”。这些国内有代表性的水资源承载力的内涵,可以分为三个方向:一是一定条件下区域水资源最大开发利用能力,是水资源量的概念;二是一定条件下区域水资源能够支撑的最大人口数量,这与国际上资源承载力的研究内涵相似;三是一定条件下区域水资源能够支撑经济、社会系统以及生态环境系统的可持续发展能力,其内在暗含着最优的发展能力。其中第一个方向是以承载主体(水资源系统)为研究对象,以供给能力为表征,以最大发展水平为最终的目标;第二和第三个方向是以承载客体(社会经济生态系统)为研究对象,以人口、经济规模等作为表征,以最优发展能力作为最终目标。

如果是在现状条件下对水资源承载力进行研究,只要利用反映承载的指标进行表达即可。然而很多时候,恰恰是为了研究未来水资源是否能够支撑社会经济增长。因此在这种语境下,表1所示的“条件”的内容与水资源利用的关系就值得更深入研究。事实上,水资源承载力的研究更多地是将“条件”列示的内容看作是边界条件。由于“条件”列的经济发展水平、产业结构、技术水平等迅速发展,从已有的研究成果对区域水资源承载力的预测明显偏小;更常见的现象是水资源利用量增长速度低于经济增长的速度。

王喜峰等(2019)认为有两个路径促成了这种现象,一条是在生产纵向的技术进步方面,包括用水环节技术进步、关键耗水资源的技术进步、总体投入的技术进步;另一条在宏观层面

上,区域产业结构调整、高耗水产品的进口替代等。也就是说水资源利用与经济增长存在两个力:促进水资源利用与经济增长的脱钩力、社会经济增长驱动水资源利用的增长力。当脱钩力大于增长力时,表现为水资源利用的下降;当增长力大于脱钩力时,表现为水资源利用的上升;当两者平衡时,水资源利用表现稳定。脱钩力来自于生产过程中的技术进步、产业结构调整以及进口替代为代表的外部效应,增长力来自于经济增长即社会生产力的增长。而技术进步、产业结构升级、进口替代等都是经济增长到一定水平时有条件形成的。

表1 水资源承载力定义

研究	表征	条件
施雅风和曲耀光(1992)	最大可承载(容纳)的农业、工业、城市规模和人口的能力	在一定社会历史和科学技术发展阶段,在不破坏社会和生态系统时
惠泱河等(2001)	经过优化配置,对该地区社会经济发展的最大支撑能力	在某一具体历史发展阶段下,以可以预见的技术、经济和社会发展水平为依据,以可持续发展为原则,以维护生态环境良性循环为条件
冯尚友和刘国全(1997)	水资源所能够持续供给当代人和后代人需要的规模和能力	在一定区域内,在一定物质生活水平下
王浩等(2004)	经过优化配置,对该地区社会经济发展的最大支撑能力	在某一具体的历史发展阶段下,以可预见的技术、经济和社会发展水平为依据,以可持续发展为原则,以维护生态与环境良性发展为条件
阮本青和沈晋(1998)	一定区域(自身水资源量)用直接或间接方式表现的资源所能持续供养的人口数量	在未来不同的时间尺度上,一定生产条件下,在保证正常的社会文化准则和物质生活条件下
孙洪烈(2000)	当地天然水资源能够维系和支撑的人口、经济和环境规模总量	在不同阶段的社会经济和技术条件下,在水资源合理开发利用的前提下
夏军和朱一中(2002)	当地水资源系统可支撑的社会经济活动规模和具有一定生活水平的人口数量	在特定历史阶段的特定技术和社会经济发展水平条件下,以维护生态良性循环和可持续发展为前提
许有鹏(1993)	水资源可最大供给工农业生产、人民生活 and 生态环境保护等用水的能力,也即水资源最大开发容量	在一定的技术经济水平和社会生产条件下
王建华等(2017)	水量、水质、水域空间和水流4个维度的状态	在生态系统完整的前提下
左其亭(2017)	最大经济社会规模(能力)	维系生态系统良性循环的前提下
王喜峰等(2019)	水资源与其他资源结合后拉动经济动态发展的能力	考虑经济社会发展对承载力反馈的条件下

从上面分析可知,当社会经济达到一定水平时,脱钩力大于或等于增长力,这时水资源利用量不再增长,但社会经济仍然持续发展。脱钩力的大小来自于发展方式:当发展方式有利于技术进步、产业结构升级时,脱钩力就大,反之就小。当脱钩力更大时,在平衡的条件下,就

给经济增长提供更大空间,这时水资源承载力就更大。

(二)高质量发展的内涵辨析

我国经济总量快速提升的同时,发展还面临结构失衡、资源环境容量不足、效率低下、收入差距加大以及粗放式发展问题(陈诗一、陈登科,2018)。发展质量问题制约着我国进一步发展。对经济增长质量的研究,经济全要素生产率是常用的指标(李平等,2017)。此外,还有学者认为增加值率可以表征经济增长质量(沈利生,2009),范金等(2017)认为增加值率反映增长质量具有门槛效应。另外,企业中间投入产出率、投资效率、劳动生产率等也被拿来表征经济增长质量。经济增长质量的研究虽多,但是多数学者并不认为高质量经济增长与高质量发展等同(魏敏、李书昊,2018;任保平,2018),认为“发展”的内涵较“增长”更丰富,范围更宽,涵盖经济、社会以及环境等方面。金碚(2018)认为从经济学意义上讲,高质量发展是能够更好满足人民不断增长的真实需要的经济发展方式、结构和动力状态。任保平(2018)认为高质量发展不仅注重供给有效性和发展公平性,还要考虑生态文明建设与人的全面发展,在实践上,要求遵循经济发展规律,推进经济结构中高端化,实施创新驱动战略,探索文明道路。魏敏和李书昊(2018)认为经济高质量发展包括经济结构优化、创新驱动发展、资源配置高效、市场机制完善、经济增长稳定、区域协调共享、产品服务优质、基础设施完善、生态文明建设和经济成果惠民10个方面。本文认同高质量发展具有更丰富的内涵,但限于研究数据和研究实际需要,仅关注经济高质量增长方面,包括经济结构优化、创新驱动发展、资源配置高效、经济增长稳定等方面。

(三)高质量发展提升水资源承载力的机制

根据以上分析,水资源承载力的提升来自于脱钩力,而脱钩力来自于经济结构优化、技术进步、资源配置效率提升等,这些也都是高质量发展的内涵。可以看出高质量发展能够提升水资源承载力,具体作用机制如图1所示。

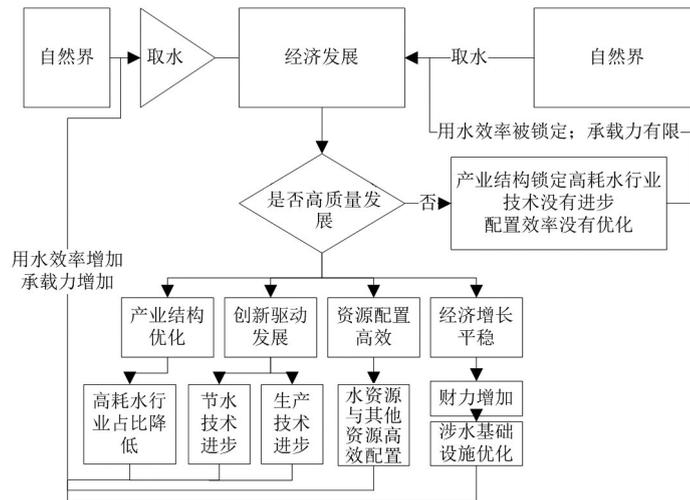


图1 高质量发展提升水资源承载力的路径图

(1)经济结构优化提升水资源承载力的机制。经济结构优化的内涵包括产业结构优化、投资消费结构优化、经济开放结构优化等。高耗水的行业是农业、采掘业、能源行业、钢铁行业、化工行业,这些行业都是基础行业。产业结构优化指这些产业的比重降低,意味着水资源承载力提升。投资消费结构优化多以第三产业投资消费比重为正向指标来衡量,第三产业的单位产值水资源利用量较低,因此这种优化可以间接提升水资源承载力。经济开放结构优化,将更多不符合当地水资源禀赋的生产环节转移到区域外并作为中间投入来进口,区域内只布局低耗水的生产环节,这种方式意味着水资源承载力的提升。

(2)创新驱动发展提升水资源承载力的机制。创新驱动发展提升水资源承载力的机制包括以下三种:一是真实用水环节的技术进步,这种生产环节的技术进步是实际用水、耗水过程的技术进步,包括农业的节水灌溉技术进步、工业锅炉用水的技术进步等;二是生产的技术进步,以工业为例,水资源一般是消耗在能源环节,当生产技术进步时,不再需要更多的能源消耗,从而间接地降低了水资源利用;三是其他中间投入的技术进步,意味着产品生产过程中其他中间投入的减少,由于其他中间投入的生产也消耗水资源,因此,这个方面的技术进步也会提升水资源承载力。

(3)资源配置高效提升水资源承载力的机制。这里主要研究水资源配置效率提升对水资源承载力形成的提升机制。一是利用工程和非工程措施,将水资源在生产、生活、生态和环境功能间有效配置,提升区域水资源承载力。二是利用工程和非工程措施将水资源配置到条件较好的区域,提升区域整体水资源承载力。三是利用市场机制,将水资源配置到增加值较高的产业,提升水资源承载力。

(4)稳定经济增长提升水资源承载力的机制。经济规模的增加是驱动用水增加的一般动力。然而从另一个角度来看,经济持续增长是经济结构优化的必要不充分条件,经济结构优化一定是经济持续稳定增长的产物,而经济持续稳定增长并不一定会带来经济结构优化。稳定的经济增长带来研发的投入增加,进而推动技术创新;稳定的经济增长带来区域财力增长,进而可以修建新的水资源配置工程、节水改造工程、生态修复工程等,从而提升水资源承载力。

三、数据及模型构建

由于流域边界和行政边界不重合,本文中黄河流域选择黄河流经的8个省份指代,分别是山西、内蒙古、河南、山东、陕西、甘肃、青海和宁夏。数据基础为8个省份2002年、2007年、2012年三个年份的投入产出表。由于不同年份间的部门有一定差别,为了研究的统一,对部门进行合并,部门的合并参考王喜峰等(2019)的研究,部门编号与该文一致。关于可比价投入产出表的构建,将2002年作为基期,采用“双重平减法”进行构建。

投入产出模型的基本公式为:

$$X=(I-A)^{-1}Y=LY \tag{1}$$

其中, X 为总的产出, A 为总的技术系数矩阵, Y 为最终需求, L 为列昂惕夫逆矩阵。

表 2 指标逻辑及动力类型

指标类型	范围	子类型	具体指标	正向驱动力类型
经济规模(G)	全部行业	经济总量	生产法核算 GDP	增加力
人口	全区域	常住人口	常住人口	增加力
城镇化率	全区域	城镇化率	城镇化率	增加力
用水技术 进步(C)	其他行业	其他行业用水系数($C2$)	其他行业单方水的产出	脱钩力
	农业	灌溉面积变化($A1$)	灌溉面积占总耕地面积比重	增加力
		灌溉用水技术变化($A2$)	亩均灌溉用水量	脱钩力
		种植业生产技术变化($A3$)	种植业单位产值占用耕地面积	增加力
		农业生产结构($A4$)	种植业产值占农业的比重	增加力
	制造业	制造业真实用水技术变化($Z1$)	单位物质和能源投入的用水量	脱钩力
		资源投入技术变化($Z2$)	物质和化学投入占中间投入的比重	增加力
		物质投入技术变化($Z3$)	中间投入占总投入的比重	增加力
	生活	单位城镇居民生活用水量	单位城镇居民生活用水量	增加力
		单位农村居民生活用水量	单位农村居民生活用水量	增加力
生产技术 进步(L)	全部行业	生产过程对其他行业的 消耗	投入产出表完全消耗系数	脱钩力
经济结构 变化	制造业	制造业产业结构	以最终需求核算的制造业结构矩阵	脱钩力
	全部行业	除制造业之外其他行业 产业结构	以最终需求核算的其他行业 结构矩阵	脱钩力

考虑到用水在投入产出表中的关联:

$$W=C^i X \tag{2}$$

其中, W 为行业生产的用水; C^i 为各行业水资源的投入强度即用水技术系数, 表征单位产值用水量。由此得到:

$$W=C^i LY \tag{3}$$

Y 为最终需求的矩阵, 可以将 Y 分为最终需求总量和各需求结构矩阵的乘积。即:

$$Y=MPG \tag{4}$$

式(4)中, M 为最终需求衡量的制造业产业结构矩阵, 该矩阵为对角矩阵, 在对角线上, 制造业部分为产业份额数值, 其他为 1。 P 为最终需求衡量的其他产业结构, 为 26×1 矩阵, 其中制造业部分为 1, 其他为产业份额数值(王喜峰等, 2019)。这样两个矩阵相乘, 结果为产业结构矩阵。 G 为经济总量。 ΔW 可以分解为:

$$\Delta W = W^1 - W^0 = C^1 L^1 M^1 P^1 G^1 - C^0 L^0 M^0 P^0 G^0 \quad (5)$$

其中, W^1 为1期水资源利用量; W^0 为基期水资源利用量。公式(5)中, C 表示用水技术变化, L 表示生产技术变化, M 代表制造业结构变化, P 为其他产业结构变化, G 表示最终需求总量变化。将原有的技术变化(C)分为农业中的灌溉面积比重($A1$)、灌溉定额($A2$)、单位产值占用耕地($A3$)、农业生产结构($A4$), 制造业中的单位物质和能源投入的用水量($Z1$)、物质和化学投入占中间投入的比重($Z2$)、中间投入占总投入的比重($Z3$)以及其他行业技术系数 $C2$ 。具体计算中参考 Fujimagari(1989)和 Betts(1989)提出的两极分解法; 利用 Dieteenbacher 和 Los(2000)的方法处理变量之间的相关性。相关指标的详细说明见表2。

生活用水对区域水资源承载力同样有很大的影响。在水资源承载力的研究中, 人口是重要的因素。但由于本文尚不能完全解释经济高质量发展对生活用水的影响机理, 因此只对生产用水进行研究, 生活用水和生态环境用水不包括在内。

四、黄河流域高质量发展对水资源承载力的影响结果分析

(一)分省份分析

1. 上游省份

黄河上下游分界线为内蒙古河口镇, 从地图上可以看出, 黄河上游的省份大致可以分为甘肃、宁夏、青海和内蒙古4个省份。具体的结果如表3所示。

根据计算结果可以看出, 首先, 经济增长驱动用水的增长力非常大: 2002-2007年, 甘肃、青海、宁夏和内蒙古分别为77.49、20.27、78.79和43.14亿立方米; 2007-2012年, 大部分上游省份经济增长驱动用水的增长力有所下降, 甘肃、青海和宁夏下降为53.10、18.68和53.15亿立方米, 内蒙古上升为55.17亿立方米。其次, 灌溉面积比重增加也是增加力的来源之一: 2002-2007年, 甘肃、青海、宁夏和内蒙古带来的增加分别为14.39、0.63、12.54和4.60亿立方米; 2007-2012年, 黄河流域上游灌溉面积比重增加带来的用水增加都有所下降, 其中宁夏还减少了0.36亿立方米。在2002年的生产用水基础上加上经济增长和灌溉面积增长驱动用水的增长力, 可以看到, 除了青海之外, 其他省份都超过本地水资源量, 这些省份的水资源都难以支撑发展质量不变情况下的经济增长和灌溉面积比重的增加; 然而从实际来看, 尽管水资源紧缺, 实际生产用水并没有大幅增长, 也就是说发展质量的提升有利于提升水资源承载力。

对于甘肃的高质量发展驱动来说, 首先用水技术进步分别在2002-2007年、2007-2012年带来了33.71亿立方米和47.14亿立方米的脱钩力; 生产技术进步分别带来了脱钩力13.95亿立方米和6.23亿立方米; 用水技术进步中农业和制造业外的用水技术进步分别带来了10.19亿立方米和16.13亿立方米的脱钩力; 农业和制造业在2002-2007年和2007-2012年都是用水技术进步的主要行业。其次, 从农业的因素来看, 农业的灌溉用水技术进步在2002-2007年

贡献脱钩力 7.57 亿立方米,在 2007-2012 年贡献脱钩力 20.06 亿立方米。种植业生产技术进步在 2002-2007 年贡献脱钩力 22.39 亿立方米,在 2007-2012 年贡献 19.70 亿立方米。农业生产结构在 2002-2007 年贡献脱钩力 6.70 亿立方米,在 2007-2012 年贡献增长力 3.56 亿立方米,表明这个时期更耗水的种植业比例上升。最后从产业结构因素来看,制造业产业结构的变化分别带来了增长力 4.27 亿立方米和脱钩力 34.70 亿立方米;其他行业的产业结构在 2002-2007 年、2007-2012 年分别带来脱钩力 38.29 亿立方米和增长力 34.71 亿立方米。

表 3 上游省份水资源承载力驱动力变化情况 (单位:亿立方米)

省份	年份	G	C	L	M	P	C2	A1
甘肃	2002-2007	77.49	-33.71	-13.95	4.27	-38.29	-10.19	14.39
	2007-2012	53.1	-47.14	-6.23	-34.7	34.91	-16.13	5.26
青海	2002-2007	20.27	-4.23	-2.66	-2.79	-7.21	0.61	0.63
	2007-2012	18.68	-17.8	-1.26	3.05	-7.04	-15.71	0.37
宁夏	2002-2007	78.79	-37.83	4.67	-1.33	-55.97	-3.45	12.54
	2007-2012	53.15	-25.28	-15.16	-41.41	27.21	-2.85	-0.36
内蒙古	2002-2007	43.14	-16.57	-3.94	-1.61	-22.08	-15.5	4.6
	2007-2012	55.17	-65.52	11.48	26.15	-15.41	-13.45	1.79
省份	年份	A2	A3	A4	Z1	Z2	Z3	
甘肃	2002-2007	-7.57	-22.39	-6.7	-1.9	-0.01	0.66	
	2007-2012	-20.06	-19.7	3.56	0.14	-0.07	-0.14	
青海	2002-2007	0.09	-1.97	0.3	-3.07	-0.47	-0.36	
	2007-2012	-0.56	-0.15	-0.01	-1.48	-0.78	0.51	
宁夏	2002-2007	-13.53	-35.73	4.21	-1.2	0	-0.67	
	2007-2012	-10.69	-10.71	0.33	-0.98	-0.01	0	
内蒙古	2002-2007	-5.76	0.05	0.2	-0.52	0	0.36	
	2007-2012	-3.54	-46.2	-3.99	-0.4	-0.01	0.28	

对于青海的高质量发展来说,首先,用水技术进步分别带来了 4.23 亿立方米和 17.8 亿立方米的脱钩力;生产技术进步分别带来了脱钩力 2.66 亿立方米和 1.26 亿立方米;农业和制造业外的用水技术进步分别带来了增长力 0.61 亿立方米和脱钩力 15.71 亿立方米;青海农业和制造业在 2002-2007 年是用水技术进步主要行业,而在 2007-2012 年不是用水技术进步的主要行业。其次,从农业的因素来看,农业的灌溉用水技术进步在 2002-2007 年贡献增长力 0.09 亿立方米,在 2007-2012 年贡献脱钩力 0.56 亿立方米。种植业生产技术进步分别贡献脱钩力

1.97亿立方米和0.15亿立方米。农业生产结构在2002-2007年贡献增长力0.30亿立方米,在2007-2012年贡献脱钩力0.01亿立方米。青海的制造业真实用水技术进步分别带来了脱钩力3.07亿立方米和1.48亿立方米。最后,从产业结构因素来看,制造业的产业结构在2002-2007年、2007-2012年分别带来了脱钩力2.79亿立方米和增长力3.05亿立方米;其他行业的产业结构分别带来脱钩力7.21亿立方米和7.04亿立方米。

宁夏用水主要依靠过境黄河水,用水已严重超出当地自产的水资源总量,高质量发展是宁夏产业用水并未大幅增加的原因。对于宁夏的高质量发展来说,首先,用水技术进步分别带来了37.83亿立方米和25.28亿立方米的脱钩力;生产技术进步分别带来了增长力4.67亿立方米和脱钩力15.16亿立方米;用水技术进步中农业和制造业外的用水技术进步分别带来了脱钩力3.45亿立方米和2.85亿立方米;宁夏农业和制造业是用水技术进步的主要行业。其次,从农业的因素来看,农业的灌溉用水技术进步在2002-2007年贡献脱钩力13.53亿立方米,在2007-2012年贡献脱钩力10.69亿立方米。种植业生产技术进步分别贡献脱钩力35.73亿立方米和10.71亿立方米。农业生产结构在2002-2007年贡献增长力4.21亿立方米,在2007-2012年贡献增长力0.33亿立方米。宁夏的制造业真实用水技术进步分别带来了脱钩力1.20亿立方米和0.98亿立方米。最后从产业结构因素来看,制造业的产业结构影响分别为-1.33亿立方米和-41.41亿立方米,表明制造业产业结构的变化分别带来了脱钩力1.33亿立方米和41.41亿立方米。其他行业的产业结构分别带来脱钩力55.97亿立方米和增长力27.21亿立方米。

对于内蒙古的高质量发展来说,首先,用水技术进步分别带来了16.57亿立方米和65.52亿立方米的脱钩力;生产技术进步分别带来了脱钩力3.94亿立方米和增长力11.48亿立方米,表明内蒙古在2007-2012年生产技术进步,不符合高质量发展要求;用水技术进步中农业和制造业外的用水技术进步分别带来了15.50亿立方米和13.45亿立方米的脱钩力。其次,从农业的因素来看,农业的灌溉用水技术进步在2002-2007年贡献脱钩力5.76亿立方米,在2007-2012年贡献3.54亿立方米。种植业生产技术进步在2002-2007年基本不变,在2007-2012年贡献脱钩力46.20亿立方米,成为该时段最大的脱钩力。农业生产结构分别贡献增长力0.20亿立方米、脱钩力3.99亿立方米。内蒙古的制造业真实用水技术进步带来的脱钩力分别是0.52亿立方米和0.40亿立方米,相对较少。最后,从产业结构因素来看,制造业的产业结构在2002-2007年、2007-2012年的影响分别为-1.61亿立方米、26.15亿立方米,表明制造业产业结构的变化分别带来了脱钩力1.61亿立方米,增长力26.15亿立方米。其他行业的产业结构分别带来脱钩力22.08亿立方米和15.41亿立方米。

2. 中游省份

黄河流域中下游分界线位于河南省郑州市,考虑到河南与山西和陕西的发展水平相当,将中游省份定位陕西、山西与河南3个省份,其结果如表4所示。

从主要的增加力来看,首先,经济增长驱动用水的增长力:2002-2007年,山西为41.9亿立方米,也就是说在不考虑增长质量的话,单纯的经济总量的增长会驱动用水增长41.9亿立方米,河南、陕西为154.05亿立方米、56.17亿立方米;2007-2012年,山西、河南和陕西为31.83、87.03和54.70亿立方米,增长力都有所下降。其次,灌溉面积比例增加贡献的增长也有所下降。结合各省份实际水资源状况,在没有高质量发展的情况下,中游省份水资源难以承载其经济增长和灌溉面积占比增加。

从山西高质量发展来看,首先,用水技术进步分别带来了15.46亿立方米和24.81亿立方米的脱钩力;生产技术进步带来了3.86亿立方米和8.61亿立方米的脱钩力;用水技术进步中农业和制造业外的用水技术进步带来了14.39亿立方米和6.85亿立方米的脱钩力;农业和制造业在2002-2007年不是用水技术进步的主要行业,而在2007-2012年成为了主要技术进步行业。其次,从农业的因素来看,农业的灌溉用水技术进步贡献脱钩力为5.76亿立方米和3.55亿立方米。种植业生产技术进步在2002-2007年基本不变,在2007-2012年贡献脱钩力13.46亿立方米,成为该时段最大的脱钩力。农业生产结构在2002-2007年贡献增长力0.2亿立方米,在2007-2012年贡献脱钩力2.63亿立方米;而制造业脱钩力很小。最后,从产业结构因素来看,制造业的产业结构分别带来了脱钩力1.61亿立方米和增长力20.74亿立方米;其他行业的产业结构在分别带来脱钩力22.04亿立方米和6.68亿立方米。

表4 中游省份水资源承载力驱动力变化情况 (单位:亿立方米)

省份	年份	<i>G</i>	<i>C</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>P</i>	<i>C2</i>	<i>A1</i>
山西	2002-2007	41.9	-15.46	-3.86	-1.61	-22.04	-14.39	4.6
	2007-2012	31.83	-24.81	-8.61	20.74	-6.68	-6.85	1.8
河南	2002-2007	154.05	-69.26	-62.94	2.4	-19.12	-29.91	7.08
	2007-2012	87.03	-35.23	-18.62	19.56	-26.73	-28.09	2.61
陕西	2002-2007	56.17	-24.48	-14.36	-6.69	-9.52	-8.99	12.11
	2007-2012	54.7	-33.75	-2.71	9.07	-20.13	-10.64	0.44
省份	年份	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A4</i>	<i>Z1</i>	<i>Z2</i>	<i>Z3</i>	
山西	2002-2007	-5.76	0.05	0.2	-0.52	0	0.36	
	2007-2012	-3.55	-13.46	-2.63	-0.38	-0.01	0.27	
河南	2002-2007	-30.84	-7.13	-8.15	-2.56	-0.16	2.4	
	2007-2012	3.56	-15.57	4.2	-4.36	-0.11	2.53	
陕西	2002-2007	2.72	-23.84	-4.87	-1.05	-0.01	-0.55	
	2007-2012	-0.39	-23.42	1.77	-0.99	0.02	-0.55	

从河南的高质量发展来看,首先,用水技术进步分别在2002-2007年、2007-2012年带来了69.26亿立方米和35.23亿立方米的脱钩力。生产技术进步分别带来了脱钩力62.94亿立方米和18.62亿立方米。用水技术进步中农业和制造业外的用水技术进步分别带来了29.91亿立方米和28.09亿立方米的脱钩力;河南农业和制造业在2002-2007年是用水技术进步的主要行业,而在2007-2012年不是用水技术进步的主要行业。其次,从农业的因素来看,农业的灌溉用水技术进步在2002-2007年贡献脱钩力30.84亿立方米,在2007-2012年贡献增长力3.56亿立方米,表明在2007-2012年,河南真实节水技术退步了。种植业生产技术进步贡献脱钩力7.13亿立方米和15.57亿立方米。农业生产结构在2002-2007年贡献脱钩力8.15亿立方米,在2007-2012年贡献增长力4.20亿立方米,表明这个时期更耗水的种植业比例上升。河南的制造业真实用水技术进步带来的脱钩力分别是2.56亿立方米和4.36亿立方米,制造业的物质投入贡献增长力为2.40亿立方米、2.53亿立方米。与其他省份不同,河南制造业的发展水平提升很快。最后,从产业结构因素来看,制造业的产业结构的变化分别带来了增长力2.40亿立方米和19.56亿立方米。其他行业的产业结构则分别带来脱钩力为19.12亿立方米、26.73亿立方米。

从陕西的高质量发展来看,首先,用水技术进步分别带来了24.48亿立方米和33.75亿立方米的脱钩力。生产技术进步分别带来了脱钩力14.36亿立方米和2.71亿立方米。用水技术进步中农业和制造业外的用水技术进步分别在2002-2007年、2007-2012年带来了8.99亿立方米和10.64亿立方米的脱钩力;陕西农业和制造业在此期间都是用水技术进步的主要行业。其次,从农业的因素来看,农业的灌溉用水技术进步在2002-2007年贡献增长力2.72亿立方米,在2007-2012年贡献脱钩力0.39亿立方米,表明在2002-2007年,陕西真实节水技术退步。种植业生产技术进步贡献脱钩力23.84亿立方米和23.42亿立方米。农业生产结构在2002-2007年贡献脱钩力4.87亿立方米,在2007-2012年贡献增长力1.77亿立方米,表明这个时期更耗水的种植业比例上升。陕西的制造业真实节水技术进步带来的脱钩力分别是1.05亿立方米和0.99亿立方米。最后,从产业结构因素来看,制造业产业结构的变化分别带来了脱钩力6.69亿立方米和增长力9.07亿立方米。其他行业的产业结构则分别带来脱钩力为9.52亿立方米、20.13亿立方米。

3. 下游省份

下游省份只有山东,其结果如表5所示。根据计算结果得到山东经济增长驱动用水的增长力在2002-2007年为173.68亿立方米,2007-2012为120.28亿立方米。这种情况下,山东水资源难以承载其经济增长。由A1可知,灌溉面积的比重增加,在不考虑其他因素的话,单单灌溉面积比重的增加会驱动用水增加,2002-2007年为5.60亿立方米,2007-2012年为4.39亿立方米。

山东生产水资源承载力并未严重突破,主要是经济增长质量提升带来的脱钩力所驱动。

根据表5可知,用水技术进步分别带来了105.27亿立方米和31.22亿立方米的脱钩力。生产技术进步则带来了增长力19.97亿立方米和脱钩力70.13亿立方米,表明山东在2002-2007年生产技术退步,在2007-2012年生产技术进步。用水技术进步中农业和制造业外的用水技术进步分别带来了47.17亿立方米和9.4亿立方米的脱钩力;山东农业和制造业在2002-2007年和2007-2012年都是用水技术进步的主要行业。

从农业的因素来看,灌溉用水技术变化在2002-2007年贡献脱钩力30.62亿立方米,在2007-2012年贡献19.87亿立方米。种植业生产技术进步在2002-2007年贡献脱钩力26.4亿立方米,在2007-2012年贡献增长力8.27亿立方米,农产生产技术有一定退步。农业生产结构分别贡献脱钩力5.67亿立方米和16.9亿立方米。山东的制造业真实用水技术进步带来的脱钩力分别是1.81亿立方米和0.30亿立方米。制造业的物质投入在2007-2012年贡献增长力为2.68亿立方米,表明这个时期依靠能源和化学品投入比重增加。

从产业结构因素来看,制造业的产业结构的变化分别带来了脱钩力97.15亿立方米和49.55亿立方米。其他行业的产业结构在2002-2007年、2007-2012年分别带来脱钩力29.6亿立方米和增长力39.6亿立方米。

表5 山东水资源承载力驱动力变化情况 (单位:亿立方米)

年份	<i>G</i>	<i>C</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>P</i>	<i>C2</i>	<i>A1</i>
2002-2007	173.68	-105.27	19.97	-97.15	-29.6	-47.17	5.6
2007-2012	120.28	-31.22	-70.13	-49.55	39.6	-9.4	4.39
年份	A2	A3	A4	Z1	Z2	Z3	
2002-2007	-30.62	-26.4	-5.67	-1.81	-0.01	0.8	
2007-2012	-19.87	8.27	-16.9	-0.3	-0.09	2.68	

(二)脱钩力比较

将用水技术进步(*C*)与生产技术进步(*L*)合并为技术效应,将制造业结构效应(*M*)和其他结构效应(*P*)合并为总的结构效应,经济增长力经过技术效应和结构效应的脱钩力抵消后能够得到生产用水的实际变化。从表6可以看出,脱钩力中结构效应最高的为山东2002-2007年,效力值为-126.75亿立方米,技术效应最高的为河南2002-2007年的,效力值为-132.20亿立方米。技术效应都是脱钩力,而结构效应在部分年份表现为增加力,产业结构与高质量发展的要求相悖。总的来说,脱钩力中技术效应好于结构效应,主要原因是2007-2012年时间段,黄河流域部分省份产业结构并没有优化,产业结构朝着更加耗水的方向变化,而同时期的技术效应则承担了更大的脱钩力。从产业结构的情况来看,2007-2012年,高耗水行业中能源行业在这些省份的发展特别迅速,是这些省份的支柱产业,2007年后能源

行业在这些省份的迅速发展成为了结构效应乏力的主要原因。即使这些行业节水技术有所发展,其规模的大幅增长也严重恶化了当地水资源承载形势。

因此对于黄河流域来说,产业结构优化在高质量发展中应占有更高的位置。在能源行业高速发展的同时,应花大力气摆脱“资源诅咒”,避免产业结构被锁定在“高耗水”的能源相关行业。在缺水地区高位推动高耗水相关行业的发展,势必挤占水资源承载力,难以将水资源有效地配置到高效的行业中。

表6 结构效应和技术效应 (单位:亿立方米)

省份	年份	经济增长	技术效应	结构效应
山西	2002-2007	41.9	-19.32	-23.65
	2007-2012	31.83	-33.42	14.06
内蒙古	2002-2007	43.14	-20.51	-23.69
	2007-2012	55.17	-54.04	10.74
山东	2002-2007	173.68	-85.3	-126.75
	2007-2012	120.28	-101.35	-9.95
河南	2002-2007	154.05	-132.2	-16.72
	2007-2012	87.03	-53.85	-7.17
陕西	2002-2007	56.17	-38.84	-16.21
	2007-2012	54.7	-36.46	-11.06
甘肃	2002-2007	77.49	-47.66	-34.02
	2007-2012	53.1	-53.37	0.21
青海	2002-2007	20.27	-6.89	-10
	2007-2012	18.68	-19.06	-3.99
宁夏	2002-2007	78.79	-33.16	-57.3
	2007-2012	53.15	-40.44	-14.2

(三)年份比较

将经济增长的动力值设定为100%,得到两个时间段的技术效应和结构效应相对变化(见表7)。技术效应占比最高的是山西2007-2012年的变化为-105%,甘肃和青海的表现也超过100%,分别为-100.51%和-102.03%。结构效应表现最好的为山东和宁夏,在2002-2007年都在-72%以上。从平均值来看,2002-2007年技术效应和结构效应都在-50%左右。而到了2007-2012年技术效应达到-86.80%,结构效应只有-2.60%。可以看出,在2007-2012年,用水技术进步较大,但是产业结构却朝着不利于水资源承载力的方向变化,这在山西、内蒙古、甘肃表现更为明显。

表7 结构效应和技术效应的时间比较

省份	2002-2007年		2007-2012年	
	技术效应	结构效应	技术效应	结构效应
山西	-46.11%	-56.44%	-105.00%	44.17%
内蒙古	-47.54%	-54.91%	-97.95%	19.47%
山东	-49.11%	-72.98%	-84.26%	-8.27%
河南	-85.82%	-10.85%	-61.88%	-8.24%
陕西	-69.15%	-28.86%	-66.65%	-20.22%
甘肃	-61.50%	-43.90%	-100.51%	0.40%
青海	-33.99%	-49.33%	-102.03%	-21.36%
宁夏	-42.09%	-72.72%	-76.09%	-26.72%
平均	-54.41%	-48.75%	-86.80%	-2.60%

五、主要结论及政策建议

本文首先分析了高质量发展对水资源承载力的作用机制,认为高质量发展通过经济结构优化、技术进步、资源配置效率提升等提升水资源的承载力。在这个作用机制的基础上,本文利用黄河流域8个省份2002年、2007年、2012年的投入产出表,构建分析高质量发展与水资源承载力的可比价混合型投入产出模型进行结构分解分析。从分析可以得出以下结论:

一是从各个省份来看,经济增长和灌溉面积占比增加体现了水资源承载力的增加,也就是说水资源承载力在各个年份都有了明显的增加,不仅体现在经济总量大幅提升上,而且体现在灌溉面积比重的增加上。二是分省份来看,水资源承载力的提升来自于各个省份发展质量的提升。其中,按照经济总量来看,水资源承载力提升最高的省份依次为山东、河南、内蒙古、陕西、甘肃、宁夏、山西、青海。三是分年份来看,2002-2007年技术效应和结构效应都在-50%左右,而到了2007-2012年技术效应达到-86.80%,结构效应只有-2.60%。可以看出,在2007-2012年,用水技术进步较大,但是产业结构却朝着不利于水资源承载力的方向变化,这在山西、内蒙古、甘肃三个能源基地省份更为明显。针对黄河流域的水资源承载力现状,本文提出以下提升黄河流域高质量发展和水资源承载力的建议:

第一,创新驱动发展。深入贯彻供给侧改革,将创新驱动作为粮食、能源高质量发展的第一动力,摒弃粮食和能源过程中水资源、化学品高投入的粗放式生产理念,提高粮食、能源产业的全要素生产率。继续推动新一轮的技术革命,协调能源产业发展与其他高技术产业发展的关系,引导区域能源行业创新链条的延伸;以各大能源企业为抓手,高位推动大数据、物联

网和云计算等技术在行业内和行业间的应用。

第二,务必节水优先。利用水资源高效配置以及市场、行政和社会管理的多重手段,不遗余力地节水。深刻认识节能减排与节水的关系。从生产工艺来说,节能、减少化学品投入和排放就是在节水。实施非常规水常规化利用制度,部分行业取水许可中强制优先利用非常规水源。

第三,协调协同发展。科学合理地实行黄河分水方案,协调优化黄河流域水资源承载力。加大对保障粮食安全和能源安全区域的横向转移支付力度,从工程和技术手段全面深化到培育高质量产业发展和教育的提升。

第四,继续外向发展。依靠“一带一路”扩大开放力度,依靠亚欧大陆桥的交通优势,发挥区位优势,承接京津冀、长三角等区域的外向型企业,提升对外开放层次和空间。将资源优势与外部的先进技术深入融合,将引入高新技术作为避免“资源诅咒”形成的首要手段。

参考文献:

- [1] 陈诗一,陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究,2018,53(02):20-34.
- [2] 范金,姜卫民,刘瑞翔. 增加值率能否反映经济增长质量?[J]. 数量经济技术经济研究,2017,34(02):21-37.
- [3] 冯尚友,刘国全. 水资源持续利用的框架[J]. 水科学进展,1997,8(4):301-307.
- [4] 惠泱河,蒋晓辉,黄强,薛小杰. 二元模式下水资源承载力系统动态仿真模型研究[J]. 地理研究,2001,5(2):191-198.
- [5] 金碚. 关于“高质量发展”的经济学研究[J]. 中国工业经济,2018,(04):5-18.
- [6] 李平,付一夫,张艳芳. 生产性服务业能成为中国经济高质量增长新动能吗[J]. 中国工业经济,2017,(12):5-21.
- [7] 任保平. 新时代中国经济从高速增长转向高质量发展:理论阐释与实践取向[J]. 学术月刊,2018,50(03):66-74+86.
- [8] 阮本青,沈晋. 区域水资源适度承载能力计算模型研究[J]. 水土保持学报,1998,4(3):57-61.
- [9] 沈利生. 中国经济增长质量与增加值率变动分析[J]. 吉林大学社会科学学报,2009,49(03):126-134+160.
- [10] 孙鸿烈. 中国资源科学百科全书[M]. 北京:中国大百科全书出版社,2000.
- [11] 施雅风,曲耀光. 乌鲁木齐河流域水资源承载力及其合理利用[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [12] 王喜峰,沈大军,李玮. 水资源利用与经济增长脱钩机制、模型及应用研究[J]. 中国人口·资源与环境,2019,11:146-152.
- [13] 王喜峰. 考虑区域承载力的水资源效率研究[J]. 城市与环境研究,2018,(02):97-110.
- [14] 王建华,姜大川,肖伟华,陈琰,胡鹏. 水资源承载力理论基础探析:定义内涵与科学问题[J]. 水利学报,2017,48(12):1399-1409.
- [15] 王浩,陈敏建,何希吾等. 西北地区水资源合理配置与承载能力研究[J]. 中国水利,2004,(22):43-45.
- [16] 魏敏,李书昊. 新时代中国经济高质量发展水平的测度研究[J]. 数量经济技术经济研究,2018,35(11):3-20.

- [17] 夏军, 朱一中. 水资源安全的度量: 水资源承载力的研究与挑战[J]. 自然资源学报, 2002, 17(3): 262-269.
- [18] 许有鹏. 干旱区水资源承载能力综合评价研究: 以新疆和田河流域为例[J]. 自然资源学报, 1993, 8(3): 229-237.
- [19] 左其亨. 水资源承载力研究方法总结与再思考[J]. 水利水电科技进展, 2017, (03): 1-6+54.
- [20] Betts, J. R. Two Exact, Non-arbitrary and General Methods of Decomposing Temporal Change[J]. *Economic Letter*, 1989, 30: 1-156.
- [21] Dietsenbacher, E. and B. Los. Structural Decomposition Analyses with Dependent Determinants[J]. *Economic Systems Research*, 2000, 12(4): 497-514.
- [22] Fujimagari, D. The Sources of Change in the Canadian Industry Output[J]. *Economic Systems Research*, 1989, 1: 187-201.

Impact of High Quality Development on Water Resources Carrying Capacity in the Yellow River Basin

Wang Xifeng^a and Shen Dajun^b

(a: Institute of Quantitative and Technical Economics, Chinese Academy of Social Sciences;

b: School of Environment, Renmin University of China)

Abstract: The ecological protection and the high-quality development of the Yellow River Basin are closely related to the great rejuvenation of the Chinese nation. This paper first analyzes the mechanism of high-quality development and water resources carrying capacity, and then uses the input-output table of eight provinces in the Yellow River Basin to build a comparable-price hybrid input-output model to analyze high-quality development and water resources carrying capacity by structural decomposition analysis. It is found that from the perspective of each province in the Yellow River Basin, the increase of economic growth and the proportion of irrigation area reflects the increase of water resources carrying capacity, that is to say, the water resources carrying capacity has been greatly improved in each year. In terms of provinces, the water resources carrying capacity is in the order of Shandong, Henan, Ningxia, Gansu, Shaanxi, Inner Mongolia, Shanxi and Qinghai. In terms of years, it is found that the progress of water use technology has a great impact, but the economic structure changes in some years in the direction that is not conducive to the water resources carrying capacity, which is more obvious in Shanxi, Inner Mongolia, Gansu. Based on the research conclusion, the policy recommendations of this paper include continuing to promote a new round of technological revolution, improving the total factor productivity of food and energy industries, reducing the waste of water resources, and improving the efficiency of water resources utilization.

Keywords: High Quality Development; Water Resources Carrying Capacity; Yellow River Basin

JEL Classification: Q56, C67

(责任编辑: 朱静静)