

水资源约束下雄安新区建设 对京津冀地区的经济影响

——基于城市间投入产出优化模型的分析

李元杰 张卓颖 石敏俊

摘要 作者利用京津冀城市间投入产出优化模型探讨了雄安新区建设对京津冀地区的经济影响。研究发现，一方面，雄安新区的中期和远期建设将分别带来4.3亿 m^3 和10.9亿 m^3 的用水缺口，这部分用水缺口转移到周边地区将导致京津冀其他地区的最优GDP分别下降0.08%和0.26%，其中，受影响最大的部门是农业，受影响最大的城市是衡水。另一方面，雄安新区的中期和远期建设会通过需求拉动使京津冀其他地区的最优GDP分别增长4.76%和6.82%，其中，受益较大的部门包括机械设备制造业、电气机械和电子通信业、石油炼焦及化学工业等，受益较大的城市为保定（除雄安）、北京和天津。总体来看，雄安新区建设对京津冀地区经济的正面效应远大于负面效应，可成为促进京津冀地区经济发展的新契机和新抓手。

关键词 水资源约束 经济影响 投入产出分析 雄安新区 京津冀地区

【中图分类号】F061.5；F062.1 【文献标识码】A 【文章编号】2095 - 851X (2020) 03 - 0050 - 19

一、引言

设立河北雄安新区是我国在经济新常态和体制机制深化改革时期作出的重大战略

【基金项目】国家社会科学基金重大项目“中国经济绿色发展的理论内涵、实现路径与政策创新”（批准号：15ZDC006）；国家自然科学基金项目“水资源约束下的京津冀产业协同发展研究”（批准号：71874183）。

【作者简介】李元杰（1988 - ），中国科学院大学经济与管理学院博士研究生，河北工业大学经济管理学院讲师，邮政编码：100190；张卓颖（1983 - ），中国科学院数学与系统科学研究院副研究员，中国科学院管理、决策与信息系统重点实验室副研究员，邮政编码：100190；石敏俊（1964 - ），浙江大学公共管理学院城市发展与管理系主任、求是特聘教授，浙江大学雄安发展中心主任，本文通讯作者，邮政编码：310058。

致谢：感谢审稿专家匿名评审，当然文责自负。

决策。雄安新区作为北京非首都功能疏解集中承载地，肩负着调整优化京津冀空间结构的重要使命，也是京津冀世界级城市群建设的战略步骤之一。根据《河北雄安新区规划纲要》（以下简称《纲要》），到2035年，雄安新区将基本建成绿色低碳、信息智能、宜居宜业、具有较强竞争力和影响力、人与自然和谐共生的高水平社会主义现代化城市。

作为推动高质量发展的样板，雄安新区建设必将给京津冀地区经济发展带来深远影响。孙斌栋和陈玉（2017）认为，设立雄安新区将构造新的京津冀增长极和多中心空间格局，有助于突破“灯下黑”的局面，带动区域增长，改善“环京津贫困带”。李峰和赵怡虹（2018）指出，设立雄安新区可为破解京津冀都市圈长期积累的深层次矛盾提供助力，有助于化解大城市病及拓展城市群发展新空间，推动创新优势转化为全球产业优势与竞争优势，促进区域经济增长方式转变与协调发展。方大春和裴梦迪（2018）认为，设立雄安新区将提高京津冀城市群的整体经济联系强度，有利于促进京津冀城市群、京津石核心区的打造。

然而，雄安新区建设面临严峻的水资源约束。2017年京津冀地区人均水资源量只有 161.4m^3 ，不到全国人均水资源量的 $1/10$ ，远低于国际公认的 500m^3 极度缺水线标准（夏军、张永勇，2017）。雄安新区所处的保定市缺水程度尤其严重，人均水资源量仅为 144m^3 ，雄安新区人均水资源也只有 156m^3 。与此同时，该地区还存在地下水超采、白洋淀生态用水不足等问题（李维明等，2018；徐舜岐等，2019）。学者们就雄安新区面临的水资源挑战进行了讨论。杨瑞祥等（2019）认为雄安新区建设存在一定的用水缺口，需要增强跨流域调水和上游节水能力，新区及周边地区需要加强节水。王海涛等（2019）认为雄安新区的地下水短缺问题日益严重，为防止地下水位持续下降，必须努力提高用水效率，加强地下水监测。Xu等（2018）认为白洋淀治理是雄安新区建设不可或缺的部分，而这将加剧雄安新区以及京津冀地区的水资源短缺形势。

已有文献大多是对雄安新区面临的水资源短缺作出定性判断，对于雄安新区建设所需水资源的量化分析以及水资源约束下雄安新区建设带来的经济影响则鲜有涉及。此外，已有研究中关于雄安新区建设对京津冀地区的经济影响分析主要集中于对京津冀整体发展以及产业布局等宏观方面的定性分析，细化到城市层面和产业层面的定量分析很少，而这对于城市间经济发展水平和水资源禀赋均存在显著差异的京津冀地区来说是十分必要的（Li et al., 2019a）。

基于上述情况，本文首先估算了雄安新区建设的水资源需求量，通过与2012年用水情况对比，估算新区建设对水资源供需格局的影响，为新区建设面临的水资源约束提供量化参考；其次，充分考虑京津冀内部的城市间经济联系，基于京津冀城市间投入产出优化模型，将雄安新区建设带来的用水分配变化以及需求拉动效应纳入统一的分析框架，综合判断雄安新区建设对京津冀地区的经济影响。本文的研究结果可为雄安新区建设及京津冀协同发展的政策制定提供科学依据。

二、雄安新区建设需水量测算

(一) 用水参数设定

本文采用定额法测算 2012 年雄安三县用水量以及《纲要》中雄安新区建设的需水量。由于新区建设是一个动态过程, 测算用水量应考虑不同建设时期的具体情况, 本文以人口规模为标准将雄安新区建设划分为中期和远期两个阶段, 分别测算新区建设需水量。关于雄安新区未来的人口规模, 不同机构和学者给出了不同的预测结果。摩根士丹利认为, 未来 10~20 年雄安新区人口规模将达到 340 万~670 万人; 长江证券认为, 未来雄安新区人口或达 600 万人; 杨开忠根据水资源稀缺程度提出, 雄安新区人口规模不应超过 300 万人; 中国社会科学院京津冀协同发展智库课题组则建议, 雄安新区初始人口规模在 100 万人左右, 远期控制在 500 万人左右。^① 综合参考上述观点, 本文将 200 万人和 500 万人的人口规模作为新区建设中期与远期的划分标准。各种用水参数的确定方式如下。

1. 生活用水参数

本文将 2012 年保定市生活用水定额作为该年雄安新区的生活用水定额, 根据雄安三县常住人口规模测算 2012 年新区生活用水量。新区建成后的居民生活用水定额参考北京市居民生活用水定额进行修订; 同时, 按照北京市 2017 年城市化率 (86.5%) 测算雄安新区中期和远期的城镇人口规模和农村人口规模。最后得到的雄安新区生活用水参数如表 1 所示。

表 1 生活用水参数

时期	总人口 (万人)	城镇人口(万人)	需水定额 [升/(人·日)]	农村人口 (万人)	需水定额 [升/(人·日)]
2012 年	106.28	40.24	60.57	66.02	61.02
中期	200.00	173.00	130.00	27.00	80.00
远期	500.00	432.50	130.00	67.50	80.00

2. 农业用水参数

本文将 2012 年保定市农业用水定额作为该年雄安新区农业用水定额, 结合雄安三县的农业产出测算 2012 年新区农业用水量。按照 2012 年保定市有效灌溉面积占耕地总面积的比例测算, 雄安新区的有效灌溉面积约为 64950 公顷, 根据《纲要》, 将雄安新区的中期和远期有效灌溉面积分别设定为 40000 公顷和 20231 公顷。

^① 王红茹 (2017): 《雄安未来该有多少人?》, 《中国经济周刊》第 33 期, <http://www.ceweekly.cn/2017/0821/202459.shtml> [2020-06-20]。

考虑到技术投入，以 0.75 的农田灌溉有效系数修订灌溉用水定额。雄安新区建设的产业定位为高起点布局高端高新产业，不可能大规模发展果树种植和畜牧业；现有果树种植和畜牧业在整个国民经济中的占比很低，对于水资源的消耗相比种植业要少得多，因此保持一定量的果树种植和畜牧业不会给水资源带来过多的压力，同时还可以为新区建设提供一定量的生活资料。基于此，参考王雪梅（2015）的相关研究设定果园面积和畜牧存栏数以 2012 年水平为基准保持不变。雄安新区农业用水参数见表 2。

表 2 农业用水参数

时期	耕地灌溉		果园灌溉		牲畜养殖	
	面积 (公顷)	定额 ($\text{m}^3/\text{公顷}$)	面积 (公顷)	定额 ($\text{m}^3/\text{公顷}$)	数量 (万头)	定额 [升/(头·日)]
2012 年	64950	3440.52	2098	861.18	39.09	16.98
中期	40000	3073.53	2098	861.18	39.09	16.98
远期	20231	3073.53	2098	861.18	39.09	16.98

3. 工业和服务业用水参数

本文按照 $200\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{年})$ 的用水标准预测新区建设需水量，同时结合生活用水参数和农业用水参数，预测新区工业和服务业的需水量。以 2012 年保定市工业和服务业用水定额为基础，结合雄安新区工业、服务业增加值，测算其 2012 年工业、服务业的用水量。中期和远期则参考北京市生产情况调整新区用水定额和产业结构。雄安新区工业和服务业用水参数见表 3。

表 3 工业和服务业用水参数

时期	工业		建筑业		服务业	
	增加值 (万元)	定额 ($\text{m}^3/\text{万元}$)	增加值 (万元)	定额 ($\text{m}^3/\text{万元}$)	增加值 (万元)	定额 ($\text{m}^3/\text{万元}$)
2012 年	1135497	20.50	106079	2.66	451604	6.20
中期	7233565	14.84	1679773	5.23	30016122	4.26
远期	21020918	14.84	4881463	5.23	87227589	4.26

4. 生态环境用水参数

根据《2012 年河北省水资源公报》，2012 年雄安三县生态环境用水量非常小，生态环境用水可以被认为是完全由于新区建设带来的额外需水量。根据中期和远期规划面积及绿化率（远期绿化率参考 2017 年北京市水平），设定绿化用水定额为 $0.75\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，分别计算得到中期和远期绿化用水量约为 $0.75\text{亿}\text{m}^3$ 和 $1.94\text{亿}\text{m}^3$ 。参照北京市环卫绿化用水定额，计算得到雄安新区中期和远期建设阶段农村环卫绿化

需水量分别为 0.016 亿 m^3 和 0.013 亿 m^3 。此外,根据《纲要》,新区建设要实施退耕还淀,确保白洋淀 4 亿 m^3 的正常蓄水量。2012 年白洋淀的年均蓄水量为 2.27 亿 m^3 ^①,还需要 1.73 亿 m^3 的补水。

(二) 雄安新区用水需求测算结果

雄安新区建设用水需求的测算结果表明,雄安新区中期建设需水量为 7.1 亿 m^3 ,其中生活用水、生产用水和生态环境用水量分别为 0.9 亿 m^3 、3.7 亿 m^3 和 2.5 亿 m^3 ;远期建设需水量为 13.7 亿 m^3 ,其中生活用水、生产用水和生态环境用水量分别为 2.2 亿 m^3 、7.8 亿 m^3 和 3.7 亿 m^3 (见表 4)。通过对比新区 2012 年用水量与不同建设阶段需水量发现,雄安新区建设中期将带来 4.3 亿 m^3 的用水缺口,远期建设将带来 10.9 亿 m^3 的用水缺口。

表 4 雄安新区用水量测算结果

单位:亿 m^3

时期	生活用水量		生产用水量				生态环境用水量		合计
	城镇居民	农村居民	农业	工业	建筑业	服务业	环卫绿化用水	白洋淀补水	
2012 年	0.089	0.147	2.280	0.233	0.003	0.028	0.000	0.000	2.780
中期	0.821	0.079	1.270	1.074	0.088	1.279	0.766	1.730	7.107
远期	2.052	0.197	0.660	3.120	0.255	3.716	1.953	1.730	13.683

三、模型设定与数据来源

(一) 京津冀城市间投入产出表编制

2012 年京津冀城市间投入产出表是在 Chenery-Moses 框架下基于京津冀地区 13 个城市 2012 年投入产出表编制而成 (Li et al., 2019b)。京津冀城市间联系的刻画主要基于城市间交通流量矩阵,根据 2012 年河北省境内 371 个高速公路收费站车辆流量数据采用衰减曲线模拟的区域间投入产出建模方法计算得到 (Zhang et al., 2015)。除了京津冀城市间高速公路交通流量数据以外,模型构建过程中还用到很多其他数据以刻画城市间特定产业的联系,这些数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》等。为了进一步刻画雄安新区建设对京津冀其他区域的影响,以雄安三县分行业产出、增加值及其构成以及居民消费等数据为基础,将雄安新区从保定市分离出来,基础数据来源于《保定经济统计年鉴 2013》,从而形成新的包括雄安新区在内的京津冀 14 × 14 城市间投入产出表,结构如表 5 所示。需要指出的是,

^① 《2012 年河北省水资源公报》, <http://slt.hebei.gov.cn/a/2018/03/02/2018030221902.html> [2020 - 06 - 20]。

受数据可得性的限制，本文所使用的京津冀城市间投入产出模型为竞争型模型，隐含的假设为进口产品、京津冀地区以外国内其他地区调入产品与京津冀同类产品具有完全替代的竞争关系。因此在模型计算中，按照竞争型投入产出模型计算的常规做法，通过引入进口系数（进口量占本地总需求的比例）矩阵和调入系数（调入量占本地总需求的比例）矩阵来剔除中间流量与最终需求中非本地产品的部分。

表5 分离出雄安新区的京津冀城市间投入产出表的基本结构

		中间需求						最终需求						出口	进口	总产出
		北京	…	雄安	…	衡水	其他地区	北京	…	雄安	…	衡水	其他地区			
中间投入	北京															
	⋮															
	雄安															
	⋮															
	衡水															
	其他地区															
增加值																
总投入																

（二）优化模型设定

雄安新区建设对京津冀地区经济影响的模拟是基于京津冀城市间投入产出优化模型进行的。一方面，将雄安新区建设带来的新增用水负担转移到其他城市，从而改变这些城市的水资源约束，进而改变京津冀地区所能达到的最优 GDP；另一方面，雄安新区建设带来的需求增加将拉动各城市的经济增长。具体目标函数与约束条件的设置如下。

1. 目标函数

目标函数设定为京津冀地区整体经济收益最大化，以区域内各城市所有部门增加值之和来表示。具体数据表达式如下：

$$\max \sum_{r=1}^m \sum_{i=1}^n v_i^r X_i^r \quad (1)$$

其中， m 表示城市数量， n 表示部门数量，在本文中， $m = 14$ ， $n = 16$ 。 v_i^r 表示 r 城市 i 部门的增加值率， X_i^r 则表示 r 城市 i 部门的产出。

2. 约束条件

（1）投入产出约束

投入产出模型是研究经济系统各部门间投入与产出相互依存关系的经济数量方法 (Leontief, 1936)。城市间投入产出表不仅能够刻画一个城市内部不同部门之间的生

产联系, 同时还可以体现不同城市间的各产业部门之间的联系。假设城市间投入产出模型中的城市数为 m , 每个城市的部门数为 n , 则城市间投入产出模型的基本结构包含了 $n \times m$ 个线性方程用以描述经济发展对区域内各部门之间以及城市之间的中间需求和最终需求的依赖程度。具体数学表达式如下:

$$X_i^r = \sum_s^m \sum_j^n x_{ij}^{rs} + \sum_s^m y_i^{rs} \quad (2)$$

其中, X_i^r 则表示 r 城市 i 部门的产出, x_{ij}^{rs} 表示 s 城市 i 部门对 r 城市 j 部门的中间投入量, y_i^{rs} 表示 s 城市 i 部门的最终需求。

通过引入直接消耗系数 a_{ij}^{rs} 可以进一步改写上述等式, 具体结果如下:

$$X_i^r = \sum_s^m \sum_j^n a_{ij}^{rs} X_j^r + \sum_s^m y_i^{rs} \quad (3)$$

其中, 直耗系数 a_{ij}^{rs} 表示增加 r 城市 j 部门的单位产出所需要的 s 城市 i 部门的投入量, 计算公式如下:

$$a_{ij}^{rs} = \frac{x_{ij}^{rs}}{X_j^r} \quad (4)$$

在优化模型中, 投入产出恒等式将转变为不等式, 以此确保各部门产品的需求不超过产出, 此时, 不考虑新区建设情况下的京津冀各城市(包含雄安三县)的约束条件如下:

$$\sum_s^m \sum_j^n a_{ij}^{rs} X_j^r + \sum_s^m y_i^{rs} \leq X_i^r \quad (5)$$

雄安新区的建设必然带来最终需求的增加, 从而通过城市间经济联系带动京津冀整个区域的发展。在需求拉动情景下, 雄安新区的投入产出约束条件发生相应变化, 具体如下:

$$\sum_s^m \sum_j^n a_{ij}^{*s} X_j^* + \sum_s^m (y_i^{*s} + \Delta y_i^{*s}) \leq X_i^* \quad (6)$$

其中, $\sum_s^m \Delta y_i^{*s}$ 表示新区建设带来的最终需求增量。

《纲要》指出新区建设要高起点布局高端高新产业, 加快改造传统产业, 建设实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的现代产业体系。同时明确了五大重点发展产业: 新一代信息技术产业、现代生命科学和生物技术产业、新材料产业、高端现代服务业、绿色生态农业。雄安新区目前主导产业以塑料包装等传统产业为主, 工业化尚未完成, 产业处于全球价值链中低端环节, 面临现有主导产业与新区发展定位不匹配的问题。因此, 雄安新区未来不仅需要推进传统产业转型升级, 更要加快培育壮大高端高新产业, 塑造新兴产业竞争新优势, 打造全国创新驱动引领区。

雄安新区各部门需求增量的确定方式如下：计算新区建设用水量的过程中，通过比较不同建设水平下大类产业的增加值确定增长率，结合雄安新区 2012 年生产情况，确定农业、工业、建筑业和服务业的产出增量，并进一步根据《纲要》中明确指出的产业定位调整各细化部门的产业结构（以北京市 2017 年产业结构为基础），最终确定各部门的产出增量。

(2) 部门产出约束

在优化模型求解过程中，为实现区域 GDP 最大化这一目标函数，很可能出现某些城市高耗水部门的最优产出值为 0 的情况，但部门产出为 0 不符合各城市实际情况和产业发展规律，为此对各部门的产出变动设定一个范围。表达式如下：

$$\underline{X}_i^r \leq X_i^r \leq \bar{X}_i^r \quad (7)$$

其中， \underline{X}_i^r 和 \bar{X}_i^r 分别表示 r 城市 i 部门产出的下限和上限，其中上下限确定方式为：基于统计年鉴中各部门增加值数据，计算最近 5 年的年均变动率，以该变动率和各部门产出为基础，计算各部门上下限（唐志鹏等，2017）。

(3) 水资源约束

为了确保最优生产的用水量不超过实际用水量，设定水资源总量约束不等式，如下：

$$\sum_{i=1}^n w_i^r X_i^r \leq W^r \quad (8)$$

其中， w_i^r 表示 r 城市 i 部门的直接用水系数， W^r 表示 2012 年 r 城市的实际生产用水总量，此约束为未考虑雄安新区建设时的水资源约束。

当考虑雄安新区建设时，其同流域城市将负担一定的用水保障任务，因此各市的水资源总量约束也相应变化（雄安新区未包括在内），具体如下：

$$\sum_{i=1}^n w_i^r X_i^r \leq W^r - \lambda^r \quad (9)$$

其中， λ^r 表示 r 城市对雄安新区建设提供的水资源保障量，若 r 城市不是新区建设的水资源保障城市，则 $\lambda^r = 0$ 。

雄安新区建设的用水总量约束为：

$$\sum_{i=1}^n w_i X_i \leq W + \sum_{r=1}^{r=h} \lambda^r \quad (10)$$

其中， w_i 表示雄安新区 i 部门的直接用水系数， W 表示雄安新区 2012 年生产用水总量， h 表示水资源保障城市数量， λ^r 表示 r 城市对雄安新区建设提供的水资源保障量，其具体值的确定方案如下。

假定雄安新区的外部供水在京津冀地区的分配格局基本不变，即新区建设带来的用水增量将按照固定比例分摊到河北省内部分城市。考虑到河北省地下水严重超采的

情况,设定通过调节地表水来满足雄安新区建设的用水需求,以确保不会造成地下水超采情况的恶化。考虑到调水的便利和成本问题,将与雄安新区所属同一水系(海河南系)的7个城市作为雄安新区的水资源保障区,包括保定市(除雄安)、石家庄市、邯郸市、邢台市、衡水市、沧州市和廊坊市。根据《2012年河北省水资源公报》,上述7个地市2012年生产活动中地下水和地表水使用量分别为103.93亿 m^3 和20.80亿 m^3 ,其中地表水使用量远大于雄安新区建设带来的用水缺口,说明该用水保障方案具有可操作性。在具体用水分摊过程中,用水效益高的地方少调水,用水效益低的地方多调水,即按照2012年各地区单位用水产生的增加值倒数为权重确定分摊比例(见表6)。

表6 2012年7个地市生产活动地表水、地下水使用情况及用水分摊系数

地区	地下水使用量(亿 m^3)	地表水使用量(亿 m^3)	分摊比例(%)
保定市(除雄安)	25.32	2.16	16.53
沧州市	9.42	2.60	12.84
廊坊市	6.99	1.44	12.06
石家庄市	23.34	4.30	14.23
衡水市	12.93	1.89	16.73
邯郸市	13.03	5.35	10.86
邢台市	12.90	3.06	16.75
合计	103.93	20.80	100

(三) 数据来源

京津冀地区各城市农业的直接用水量分别来自《2012年北京市水资源公报》《2012年天津市水资源公报》《2012年河北省水资源公报》,承德、唐山和张家口三个城市的分行业工业用水量直接来自《承德统计年鉴2013》《唐山统计年鉴2013》《张家口经济年鉴2013》,结合投入产出表数据可以直接得出上述地市的农业、工业部门用水系数。北京市、天津市与河北省其他8个城市的工业和服务业部门用水系数则是在相关数据的基础上基于已有文献推算得到(Chen et al., 2017),其他相关基础数据来源于《中国经济普查年鉴2008》《北京市第一次水务普查公报》《天津市第一次水利普查公报》《河北省第一次水利普查公报》。

四、雄安新区建设对京津冀地区的经济影响

(一) 雄安新区建设对京津冀地区经济的总体影响

雄安新区建设对京津冀地区经济影响的结果主要是通过求解前文所建立的城市间投入产出优化模型得到。具体来讲,在水资源需求变化、最终需求变化以及

二者同时变化三种情形下，分别求出各地市在新区建设时能达到的最优 GDP 减去未考虑新区建设时所能达到的最优 GDP 的差值，以此表示新区建设给各地市带来的影响。

模拟结果表明，雄安新区建设带来的用水增加将导致京津冀地区 GDP 略有下降，中期和远期建设将会使最优 GDP 分别下降 66 亿元和 225 亿元，下降幅度分别为 0.08% 和 0.26%，表明雄安新区建设将通过水资源负担转移给京津冀地区的经济带来一定的负面影响。与此同时，雄安新区建设带来的最终需求增加将会使京津冀地区 GDP 得到较大幅度的提升，中期和远期建设将会使最优 GDP 分别增长 4137 亿元和 5930 亿元，增长幅度分别为 4.76% 和 6.82%。综合来看，雄安新区的建设将会使除雄安之外的京津冀地区 GDP 在中期和远期分别增长 4071 亿元和 5705 亿元，增长幅度分别为 4.68% 和 6.57%。可见，尽管雄安新区建设引起的水资源需求增加给京津冀地区经济带来一定的负面影响，但需求拉动效应足以抵消这部分负面影响，最终在一定程度上促进京津冀地区的经济发展。

（二）雄安新区建设对京津冀经济影响的城市差异

雄安新区建设用水需求增加给京津冀地区带来的经济影响具有明显的城市差异性（见表 7）。承担雄安新区建设水资源保障的 7 个城市所受到的影响明显大于其他地区。具体来看，除保定市（除雄安）GDP 略有增长外，其他 6 个城市的 GDP 将不同程度下降，其中衡水市最明显，中期和远期的最优 GDP 将分别下降 16.0 亿元和 41.3 亿元，下降幅度分别为 1.44% 和 3.72%，其余 5 个城市的中期和远期最优 GDP 的下降绝对量分别接近或超过 10 亿元和 30 亿元。未承担新区建设水资源保障的城市受到一定的经济影响，从中期来看，最优 GDP 略有增长，其中北京和天津表现最明显，最优 GDP 分别增长 4.1 亿元和 1.0 亿元；从远期来看，未承担水资源保障城市的经济同样受到一定的负面影响，但比承担雄安新区建设水资源保障的城市所受影响小得多，其中北京和天津表现最明显，最优 GDP 分别下降 1.9 亿元和 6.6 亿元。

表 7 雄安新区建设对京津冀各城市的经济影响

单位：亿元，%

地区	用水需求增加				需求拉动				总体经济影响			
	中期		远期		中期		远期		中期		远期	
	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例
北京市	4.1	0.01	-1.9	-0.01	638.1	2.25	693.5	2.44	642.1	2.26	691.6	2.44
天津市	1.0	0.00	-6.6	-0.03	845.5	4.08	1178.7	5.69	846.5	4.09	1172.1	5.66
张家口市	0.4	0.02	-0.2	-0.01	113.7	5.70	155.0	7.77	114.1	5.72	154.9	7.76
承德市	0.3	0.01	-0.3	-0.01	133.8	5.56	234.4	9.75	134.1	5.58	234.1	9.74

续表

地区	用水需求增加				需求拉动				总体经济影响			
	中期		远期		中期		远期		中期		远期	
	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例
秦皇岛市	0.1	0.01	-0.2	-0.01	47.6	2.90	61.4	3.73	47.7	2.90	61.2	3.72
唐山市	0.5	0.01	-0.9	-0.01	259.5	2.86	377.0	4.15	260.0	2.86	376.1	4.14
石家庄市	-9.2	-0.17	-31.7	-0.59	504.6	9.47	847.8	15.91	495.4	9.30	816.1	15.32
保定市(除雄安)	6.9	0.18	3.4	0.09	623.9	16.25	862.1	22.46	630.8	16.43	865.6	22.55
沧州市	-11.7	-0.30	-31.6	-0.81	219.3	5.63	240.3	6.17	207.7	5.33	208.6	5.36
廊坊市	-13.1	-0.63	-33.5	-1.63	92.5	4.49	156.9	7.62	79.4	3.86	123.5	5.99
邯郸市	-14.7	-0.33	-40.3	-0.91	414.5	9.35	723.8	16.33	399.8	9.02	683.4	15.42
邢台市	-14.8	-0.74	-39.5	-1.97	198.8	9.91	331.4	16.52	183.9	9.17	291.9	14.55
衡水市	-16.0	-1.44	-41.3	-3.72	45.0	4.06	67.3	6.06	29.0	2.61	26.0	2.34
京津冀	-66.2	-0.08	-224.6	-0.26	4136.8	4.76	5929.6	6.82	4070.5	4.68	5705.1	6.57

注：表中变动数值为雄安新区建设时期最优 GDP 减去 2012 年 GDP 最优值，负数表示低于 2012 年 GDP 最优值。

这一影响可从水资源约束与城市间经济联动两个方面来解释。首先，水资源约束趋紧是城市最优 GDP 下降的主要原因。其次，城市间的经济联动也会使得雄安新区建设给周围地区经济带来一定的辐射带动作用。这种作用的大小与雄安新区经济联系密切程度相关，经济联系越紧密，新区的辐射带动作用越大。承担雄安新区建设水资源保障的城市中，保定市（除雄安）与雄安新区的联系最紧密，城市间的经济联动效应最强，足以弥补分摊用水需求增加给经济带来的负面影响（中期和远期）。雄安新区与其他承担新区建设水资源保障城市的经济联系较弱，城市间经济联动作用远不及水资源约束带来的负面影响，最终使得这些城市的最优 GDP 下降。未承担新区建设水资源保障的城市虽未受到水资源约束的影响，但城市间经济联动会传导雄安新区以及其他承担水资源保障城市的经济影响，从而引起其最优 GDP 的变动，具体表现为中期略有上升，而远期略有下降。

雄安新区建设通过需求拉动给京津冀地区带来的经济影响也具有明显的城市差异性。保定市（除雄安）受到的经济影响最大，中期和远期的最优 GDP 将分别增长 623.9 亿元和 862.1 亿元，增长幅度高达 16.25% 和 22.46%。其次，北京市、天津市的中期和远期最优 GDP 绝对增量分别超过了 600 亿元和 800 亿元，其上升幅度分别为 2.25%、4.08% 和 2.44%、5.69%，这一变化可能是由雄安新区建设的直接需求拉动和城市间经济联动共同作用的结果。目前，雄安新区的基础薄弱，无论是中期建设还是远期建设都将带来巨大的需求增量，这一需求增量通过城市间的经济联系传导

至京津冀内部各城市，因此与雄安新区经济联系紧密的城市具有较大的 GDP 增长潜力。

综合来看，雄安新区建设对各城市经济的拉动作用远大于水资源需求增加带来的负面作用，进而最终表现为对京津冀地区各城市经济不同程度的拉动作用。京津冀地区 13 个城市中，保定市（除雄安）受到的经济影响最大，中期和远期最优 GDP 将分别增长 630.8 亿元和 865.6 亿元，增长幅度高达 16.43% 和 22.55%；其次为北京市和天津市，其中期和远期最优 GDP 的绝对增量分别超过 600 亿元和 800 亿元，增长幅度分别为 2.26%、4.09% 和 2.44%、5.66%。此外，石家庄市和邯郸市受到的影响也较为明显，其中期和远期最优 GDP 的绝对增量分别接近或超过 400 亿元和 600 亿元，增长幅度分别接近或超过 10% 和 15%（见表 7）。

（三）雄安新区建设对京津冀经济影响的部门差异

雄安新区建设带来的用水需求增加给京津冀地区带来的经济影响具有明显的部门差异性，且远期建设的影响大于中期建设。从整个地区来看，农业是受负面影响最大的部门，中期和远期最优增加值将分别下降 72.7 亿元和 183.8 亿元，下降幅度分别为 2.63% 和 6.64%。此外，食品制造业、石油炼焦及化学工业和金属冶炼及压延业受到的负面影响也相对比较明显（见表 8）。新区建设带来的用水需求增加导致的负面经济影响集中于上述部门，一方面说明这些部门生产过程中耗水量大，另一方面也反映该地区资源型部门占比过高的产业结构。具体到城市层面，邯郸、邢台、沧州、廊坊和衡水 5 个城市的农业最优增加值下降明显，其中期和远期的绝对减少量分别超过 10 亿元和接近或超过 30 亿元。此外，石家庄的食品制造业、邯郸的金属冶炼及压延业、沧州和廊坊的石油炼焦及化学工业等部门的最优增加值在中期和远期也呈现下降趋势，且远期下降幅度大于中期；保定（除雄安）的农业、食品制造业、石油炼焦及化学工业和金属冶炼及压延业的最优增加值均呈现小幅上升（见图 1），这可能是雄安新区的产业带动作用超过了水资源约束产生的影响所致。

表 8 雄安新区建设对京津冀地区各部门的总体经济影响

单位：亿元，%

部门	用水需求增加				需求拉动				总体影响			
	中期		远期		中期		远期		中期		远期	
	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例
农业	-72.7	-2.63	-183.8	-6.64	-116.4	-4.20	-203.3	-7.34	-189.0	-6.83	-387.1	-13.98
采矿业	3.2	0.02	-4.3	-0.03	262.3	1.85	465.6	3.29	265.4	1.88	461.2	3.26
食品制造业	-1.6	-0.09	-7.8	-0.42	-56.7	-3.07	-58.8	-3.18	-58.3	-3.15	-66.6	-3.60
轻工业	0.3	0.01	-1.0	-0.04	104.8	4.18	178.5	7.12	105.1	4.19	177.5	7.08

续表

部门	用水需求增加				需求拉动				总体影响			
	中期		远期		中期		远期		中期		远期	
	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例	变动量	变动比例
石油炼焦及化学工业	2.0	0.04	-8.6	-0.16	592.5	10.82	624.8	11.41	594.5	10.85	616.3	11.25
非金属矿物制品业	0.0	0.00	-0.4	-0.04	74.5	8.46	182.2	20.69	74.5	8.45	181.8	20.64
金属冶炼及压延业	-0.6	-0.01	-4.3	-0.07	488.9	7.97	910.4	14.85	488.3	7.96	906.1	14.78
机械设备制造业	0.0	0.00	-1.8	-0.05	698.6	19.66	1202.1	33.83	698.6	19.66	1200.3	33.78
电气机械和电子通信业	0.2	0.00	-0.2	-0.01	627.5	16.86	1096.9	29.48	627.7	16.87	1096.7	29.47
其他制造业	0.5	0.02	-1.1	-0.04	213.4	6.84	314.2	10.07	213.9	6.85	313.1	10.03
电力、热力及水的生产和供应业	1.0	0.04	-1.5	-0.06	353.9	15.11	447.1	19.08	354.9	15.15	445.6	19.02
建筑业	0.0	0.00	-0.2	-0.01	8.7	0.31	11.2	0.39	8.7	0.30	11.1	0.39
交通运输业	0.3	0.01	-2.2	-0.04	583.0	10.08	280.5	4.85	583.3	10.08	278.2	4.81
批发和零售业	1.1	0.01	-2.4	-0.03	230.5	2.87	323.2	4.03	231.6	2.89	320.8	4.00
住宿和餐饮业	-0.2	-0.01	-0.4	-0.03	-280.5	-22.88	-282.7	-23.06	-280.6	-22.90	-283.1	-23.10
其他服务业	0.3	0.00	-4.8	-0.02	351.7	1.56	437.8	1.95	352.0	1.56	433.0	1.93
合计	-66.2	-0.08	-224.8	-0.26	4136.8	4.76	5929.6	6.82	4070.5	4.68	5704.9	6.57

注：表中变动数值为新区建设时期最优值减去2012年最优值，负数表示低于2012年最优值。

雄安新区建设通过需求拉动给京津冀地区各行业带来了不同程度的影响，且远期建设影响程度高于中期。分部门来看，无论是在新区建设的中期还是远期，农业部门最优增加值均呈现下降趋势，其主要原因可能是最终需求的拉动会扩大产业调整的空间，由于农业用水强度较高，在用水量约束和GDP最大化的目标下，生产规模会被压缩。具体到城市层面，石家庄和邯郸的农业最优增加值下降最明显，中期和远期最优增加值分别下降24亿元、45亿元和23亿元、41亿元，其次为唐山、承德、邢台和沧州（见图2）。

值得注意的是，北京市的住宿和餐饮业具有较大的下降空间，中期和远期最优增

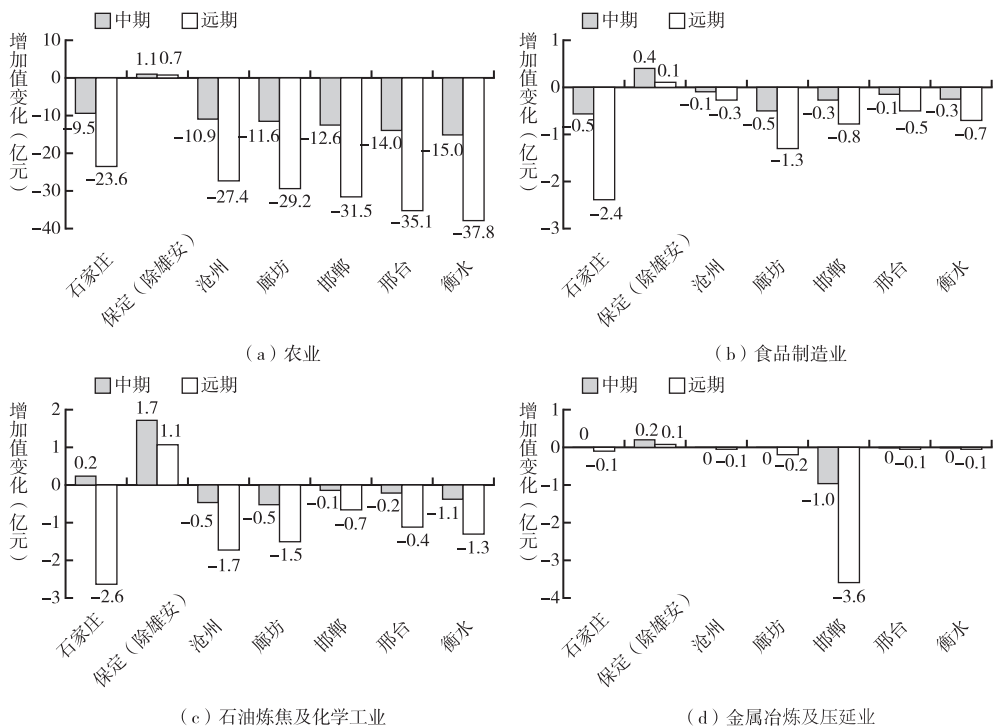


图1 雄安新区建设带来的用水需求增加影响的主要部门和城市

注：图中增加值变化为新区建设时期最优数值减去2012年最优数值，正值表示增加，负值表示减少。

增加值分别下降309.8亿元和309.6亿元，且降幅超过其他12个城市的上升总和，最终导致整个京津冀地区住宿和餐饮业的增加值下降。主要原因可能有以下几点：第一，根据北京市2012年各部门耗水情况，住宿和餐饮业是北京市继农业部门之后的第二大高耗水强度部门（ $16.3\text{m}^3/\text{万元}$ ），其用水强度远高于众多工业部门，因此成为优化过程中产出压缩的重点部门；第二，住宿和餐饮业属于服务业范畴，产业链较短，不仅与其他制造业部门的联系相对较弱，而且与其他城市间的经济联系也较弱，受到其他产业的关联效应较小，所以在GDP最大化的目标下，高耗水强度的住宿和餐饮业的增加值下降幅度较大。

除上述部门以外的其他部门最优增加值将明显上升，其中以机械设备制造业、电气机械和电子通信业的最优增加值上升最明显，其次为石油炼焦及化学工业，非金属矿物制品业，其他制造业，电力、热力及水的生产和供应业。具体到城市层面，邯郸市的金属冶炼及压延业，天津市的机械设备制造业、电气机械和电子通信业的最优增加值上升最明显，这些部门中期和远期的绝对增量分别接近或超过200亿元和300亿元。此外，最优增加值上升较明显的部门还有北京市的石油炼焦及化学工业，石家庄市的石油炼焦及化学工业、机械设备制造业以及电气机械和电子通信业，保定市

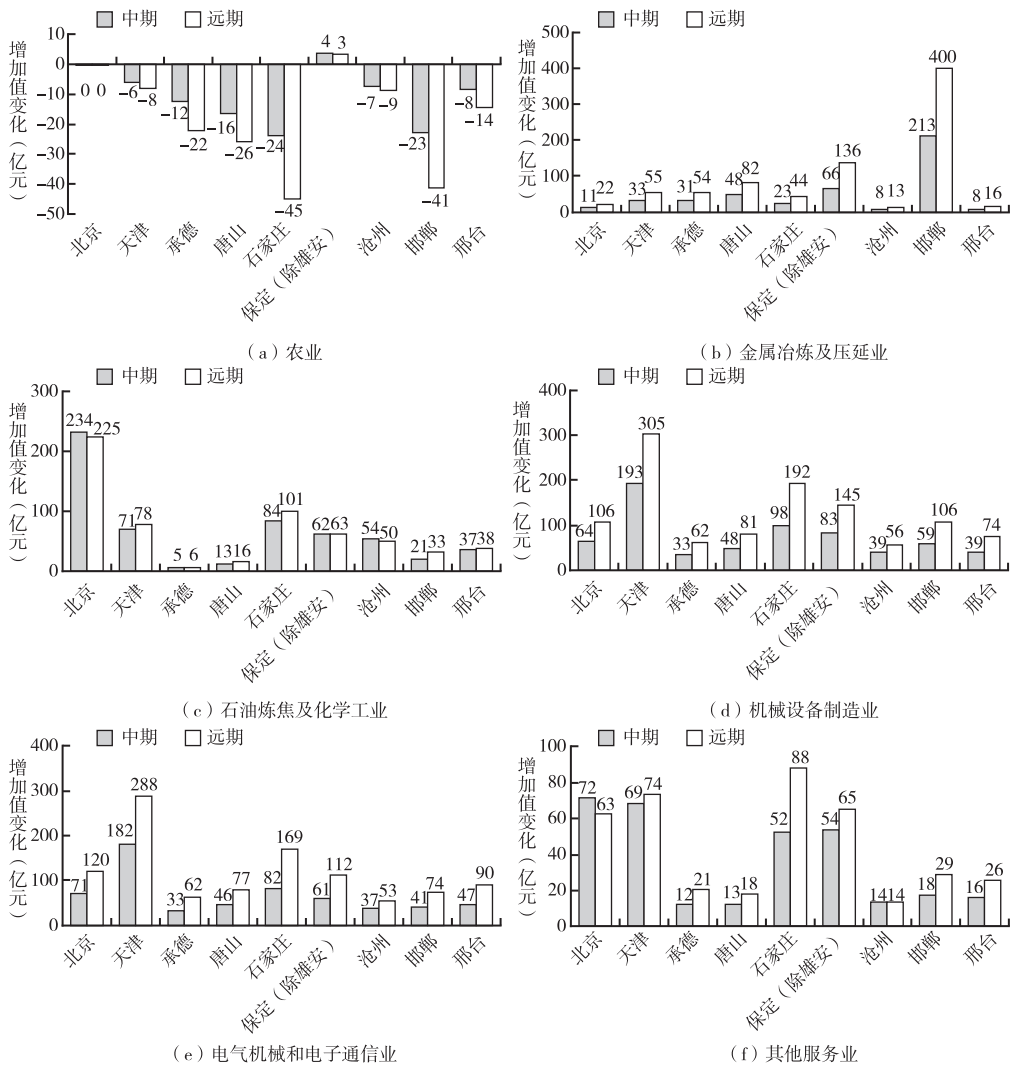


图2 雄安新区建设需求拉动影响的主要部门和城市

注：表中增加值变化为新区建设时期最优数值减去2012年最优数值，正值表示增加，负值表示减少。

(除雄安)和唐山市的石油炼焦及化学工业、机械设备制造业、电气机械和电子通信业(见图2)。

综合来看,雄安新区建设对于京津冀地区的经济影响表现出明显的部门差异性。农业、食品制造业及住宿和餐饮业3个部门受到一定的负面影响,中期和远期的增加值分别下降6.83%、3.15%、22.90%和13.98%、3.60%、23.10%(见表8)。具体到城市层面,保定市(除雄安)以外城市的农业最优增加值在中期和远期呈现不同程度的下降趋势,其中邯郸表现最明显,中期和远期将分别下降35.2亿元和72.8

亿元。同时，石家庄、唐山、邢台、承德、沧州、廊坊和衡水中期和远期的农业最优增加值的下降幅度也分别超过 10 亿元和 20 亿元（见图 3）。除廊坊之外的其他城市的食品制造业的最优增加值呈现一定程度的下降趋势，其中以北京表现最明显。此外，北京的住宿和餐饮业的最优增加值下降潜力较大，中期和远期将分别下降 309.8 亿元和 309.7 亿元，其降幅超过了其他城市升幅之和，最终导致整个京津冀地区的住宿餐饮业最优增加值下降。

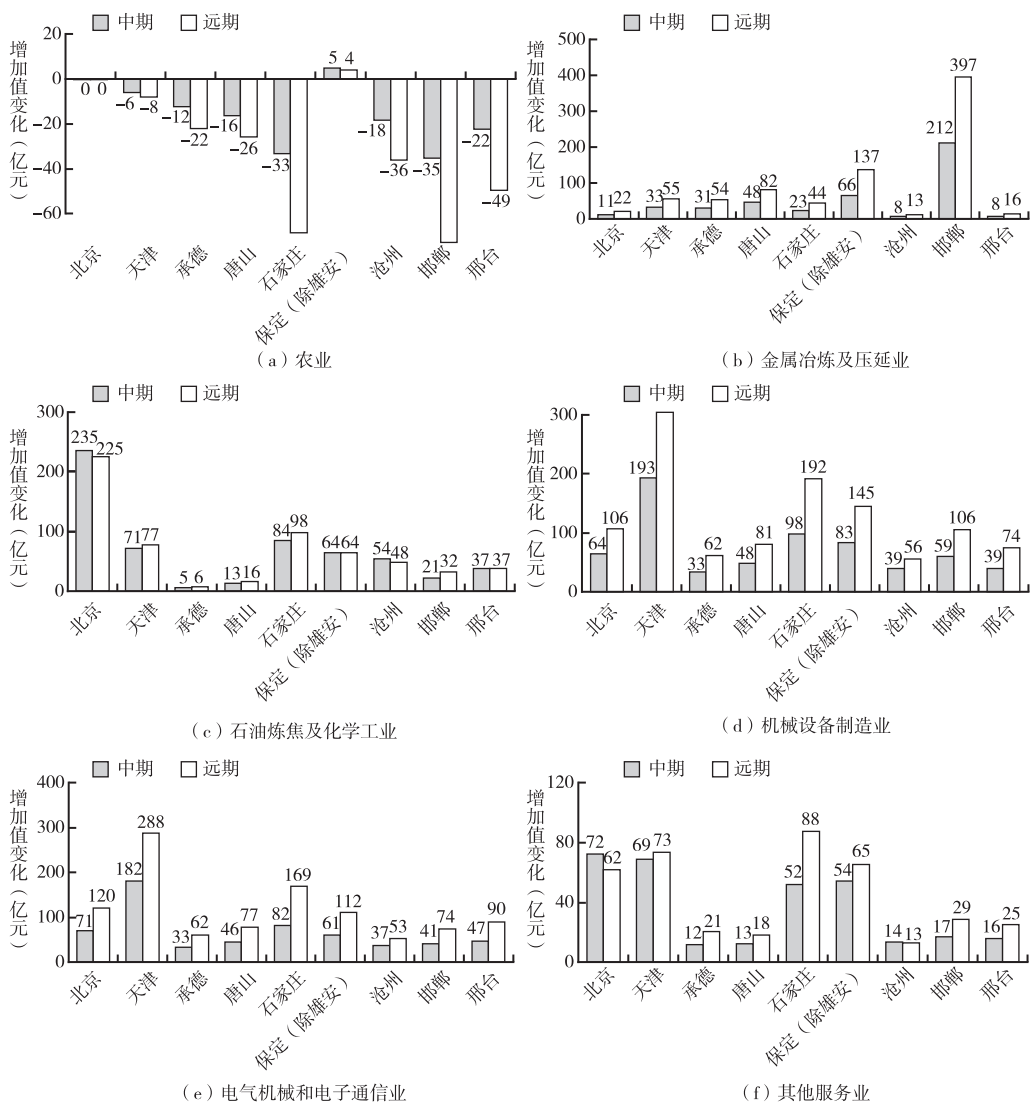


图 3 雄安新区建设主要影响的城市和部门差异

注：表中增加值变化为新区建设时期最优数值减去 2012 年最优数值，正值表示增加，负值表示减少。

除上述3个部门以外,其他部门的最优增加值均有不同程度的上升,其中以机械设备制造业以及电气机械和电子通信业表现最明显,其次为石油炼焦及化学工业,金属冶炼及压延业,非金属矿物制品业,电力、热力及水的生产和供应业(见表8)。具体到城市层面,中期来看,北京的石油炼焦及化学工业和天津的机械制造业以及电气机械和电子通信业的最优增加值上升最明显;远期来看,邯郸的金属冶炼及压延业、北京的石油炼焦及化学工业、天津的机械制造业以及电气机械和电子通信业的最优增加值上升最快。此外,部门最优增加值上升较明显的还有北京和天津的其他服务业,唐山、石家庄和保定(除雄安)的金属冶炼及压延业、机械制造业以及电气机械和电子通信业(见图3)。

五、结论

本文采用定额法测算了雄安新区建设的用水需求,并利用京津冀城市间投入产出优化模型模拟了雄安新区建设对京津冀地区的经济影响。主要发现如下。

第一,雄安新区建设中期需水量为7.1亿 m^3 ,用水缺口达4.3亿 m^3 ,用水缺口主要来源于生态环境用水需求,其次为生产用水,以服务业用水为主。雄安新区建设远期需水量为13.7亿 m^3 ,用水缺口为10.9亿 m^3 ,用水缺口主要来源于生产用水需求,其次为生态环境用水需求。

第二,综合来看,尽管雄安新区建设带来的水资源需求增加给地区经济带来一定的负面影响,中期和远期的下降幅度分别为0.08%和0.26%,但需求拉动效应足以抵消这部分负面影响,最终给京津冀地区带来正面的经济影响,会使京津冀其他地区GDP在中期和远期分别上升4.68%和6.57%。

第三,雄安新区建设对京津冀经济的影响具有明显的地区差异性和部门差异性。综合来看,受影响最大的地区是保定市(除雄安),其在雄安新区中期和远期建设时的最优GDP将分别上升16.43%和22.55%;其次为北京和天津,其在雄安新区中期和远期建设时的最优GDP上升幅度分别为2.26%、4.09%和2.44%、5.66%。在部门层面,受负面影响最大的部门是农业,其在新区中期和远期建设时的最优增加值分别下降6.83%和13.98%;受到正面影响较大的部门是机械制造业以及电气机械和电子通信业,其在新区中期和远期建设时的最优增加值上升幅度分别接近或超过20%和30%。

水资源短缺是雄安新区建设所要面临的重要挑战,在新区建设过程中务必要实施水资源综合管理,实现供水管理向需水管理的转变;实行开源节流,在地区和产业间科学调配水资源;加强新区与周边地区以水资源为代表的生态环境协同治理。

雄安新区建设是我国的千年大计、国家大事,是推进京津冀协同发展的重要举措。为确保雄安新区建设充分、发挥雄安新区对京津冀地区的带动作用,首先要完善以雄安新区为中心的交通网络,实现新区与周边地市的产业衔接,促进产业空间布局

合理化；其次要合理规划新区与周边城市间的产业分工，更有效地促进产业协同；最后要加大雄安新区与周边地区在协商沟通、利益协调、信息共享等方面的制度建设，最大限度地扫除京津冀协同发展过程中的制度障碍。

参考文献

- 方大春、裴梦迪（2018）：《雄安新区建设后京津冀城市群空间特征研究》，《当代经济管理》第4期，第60~65页。
- 李峰、赵怡虹（2018）：《雄安新区与京津冀城市群发展》，《当代经济管理》第5期，第51~56页。
- 李维明、何凡、谷树忠（2018）：《雄安新区水安全治理形势分析与思路建议》，《中国水利》第23期，第29~32页。
- 孙斌栋、陈玉（2017）：《雄安新区战略是破解“环京津贫困带”的抓手》，《区域经济评论》第5期，第67~71页。
- 唐志鹏、郑蕾、李方一（2017）：《环境约束下的中国八大经济区出口结构优化模拟研究》，《自然资源学报》第10期，第1651~1663页。
- 王海涛、赵本龙、李丽芳（2019）：《雄安新区地下水动态特征及影响因素分析》，《地下水》第1期，第51、78页。
- 王雪梅（2015）：《南水北调河北省受水区需水预测与水资源配置研究》，北京：中国水利水电科学研究院硕士学位论文。
- 夏军、张永勇（2017）：《雄安新区建设水安全保障面临的问题与挑战》，《中国科学院院刊》第11期，第31~37页。
- 徐舜岐、陈礼丹、陈艳春（2019）：《雄安新区水资源可持续利用问题研究》，《石家庄铁道大学学报（社会科学版）》第3期，第26~32页。
- 杨瑞祥、侯保灯、鲁帆等（2019）：《雄安新区水资源承载力分析及提升途径研究》，《水利水电技术》第10期，第1~9页。
- Chen, W., S. Wu and Y. Lei, et al. (2017), "China's Water Footprint by Province, and Inter-provincial Transfer of Virtual Water", *Ecological Indicators*, 74, pp. 321 - 333.
- Leontief, W. W. (1936), "Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States", *The Review of Economics and Statistics*, 18 (3), pp. 105 - 125.
- Li, Y. J., Z. Y. Zhang and M. J. Shi (2019a), "Restrictive Effects of Water Scarcity on Urban Economic Development in the Beijing-Tianjin-Hebei City Region", *Sustainability*, 11 (8), pp. 1 - 23.
- Li, Y. J., Z. Y. Zhang and M. J. Shi (2019b), "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*, 239, pp. 1 - 14.
- Xu, H. Q., T. T. Shi and M. Y. Wang, et al. (2018), "Predicting Effect of Forthcoming Population Growth-induced Impervious Surface Increase on Regional Thermal Environment: Xiong'an New Area, North China", *Building and Environment*, 136, pp. 98 - 106.
- Zhang, Z. Y., M. J. Shi and Z. Zhao (2015), "The Compilation of China Interregional Input-output Model 2002", *Economic Systems Research*, 27 (2), pp. 238 - 256.

The Economic Impacts of the Construction of Xiong'an New Area on the Beijing-Tianjin-Hebei Region under the Constraints of Water Resources

—Based on an Inter-city Input-output Model

LI Yuan-jie^{1,2}, ZHANG Zhuo-ying^{3,4}, SHI Min-jun⁵

(1. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2. School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China; 3. Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190; 4. Key Laboratory of Management, Decision and Information Systems, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 5. School of Public Affairs, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: Through applying the inter-city input-output optimization model of the Beijing-Tianjin-Hebei (BTH) region, this paper simulated the economic impact of the construction of Xiong'an New Area on the BTH region. The results showed that the mid-term and long-term construction of Xiong'an New Area would result in water gaps of 430 million m^3 and 1.09 billion m^3 , respectively, and the transfer of the water gap to surrounding areas would reduce the optimal GDP of the rest of the BTH region by 0.08% and 0.26%, and the most affected sector would be agriculture, and the most affected area would be Hengshui. Meanwhile, the medium-term and long-term construction of Xiong'an New Area would increase the optimal GDP of the rest of the BTH region by 4.76% and 6.82% through demand-driven effect. The mostly benefited sectors included Manufacture of machinery and equipment, Electrical machinery and electronic communication, and Petroleum, coking and chemical industry, and the mostly benefited cities included Baoding (Xiong'an excluded), Beijing and Tianjin. This study verified the positive effect of the construction of Xiong'an New Area in promoting the economic growth in the BTH region and thus empirically proved that the construction of Xiong'an New Area would be a new opportunity and starting point for further development of the BTH region.

Key Words: water resources constraint; economic impact; input-output analysis; Xiong'an New Area; Beijing-Tianjin-Hebei region

责任编辑: 庄立