

DOI: 10.13476/j.cnki.nsbddqk.2018.0092

杜朝阳,于静洁.京津冀地区适水发展问题与战略对策[J].南水北调与水利科技,2018,16(4):17-25. DU C Y, YU J J. Issues on the sustainable development of Beijing-Tianjin-Hebei Region based on the limited water resources[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2018, 16(4): 17-25. (in Chinese)

京津冀地区适水发展问题与战略对策

杜朝阳¹, 于静洁^{1,2}

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所 陆地水循环及地表过程重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院大学 资源与环境学院, 北京 100190)

摘要: 阐述了适水发展理论的产生背景、内涵及对象与任务。适水发展是依靠科技进步, 开发利用广义水资源、提高用水效率, 根据水资源条件转变用水模式、优化用水结构和水资源配置, 拓展水资源开发利用新空间, 实现水资源可持续利用。从适水发展的角度, 系统分析了京津冀发展面临的严峻的水资源问题, 主要有水资源极度短缺、用水压力大、生态持续恶化和非常规资源利用程度低等问题, 严重制约京津冀协同与可持续发展。针对存在的主要问题, 提出了京津冀走适水发展道路的战略对策, 实行水资源开发利用的多方面战略性转变, 重塑京津冀适水型产业体系, 构建适水型现代工业, 发展适水型现代农业, 建设适水型城市, 实现京津冀地区社会-经济-生态健康永续发展。

关键词: 京津冀地区; 适水发展; 广义水资源; 用水模式; 用水效率; 水资源问题; 战略对策

中图分类号: TV 213 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-1683(2018)04-0017-09

Issues on the sustainable development of Beijing-Tianjin-Hebei Region based on the limited water resources

DU Chaoyang¹, YU Jingjie^{1,2}

(1. Key Laboratory of Water Cycle and Related Land Surface Process, Institute of Geographic Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: This paper expounds the water-adaptability based development theory in terms of its background, connotation, objects and tasks. The water adaptability based development is exploiting general water resources and improving water use efficiency on the basis of sciences and technologies, changing water use mode and optimizing water consumption structure and water resources allocation in light of the water resources conditions, expanding the available space of water resources, and realizing the sustainable utilization of water resources. This paper analyzes and describes the severe water resources problems facing the synergistic development of Beijing-Tianjin-Hebei region, including the extreme shortage of water resources, large water supply pressure, ecological deterioration, and low utilization of unconventional water resources, all of which seriously restrict the sustainable development of Beijing-Tianjin-Hebei region. Finally, this paper proposes the strategic countermeasures for the water adaptability-based development of Beijing-Tianjin-Hebei region, including the strategic transformation of water resources development, remodeling economic system, constructing water adaptability based modern industry, developing water adaptability based modern agriculture, and building a water adaptability-based city, so as to achieve the sustainable development of society, economy, and ecology in Beijing-Tianjin-Hebei region.

Key words: Beijing-Tianjin-Hebei region; water adaptability based development; general water resources; water consumption mode; water use efficiency; water resources issues; strategic countermeasures

收稿日期: 2018-04-18 修回日期: 2018-06-04 网络出版时间: 2018-06-08
网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20180607.1056.004.html>
基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0401402)

Fund: The National Key Research and Development Program of China (2016YFC0401402)

作者简介: 杜朝阳(1986), 男, 河南兰考人, 助理研究员, 博士, 主要从事水文水资源研究。E-mail: du cy. 12b@igsrr.ac.cn

通讯作者: 于静洁(1964), 女, 吉林四平人, 研究员, 博士, 主要从事水文水资源研究。E-mail: yujj@igsrr.ac.cn

京津冀地区作为我国政治、经济、文化与科技中心,也是我国三大粮仓之一,成为全国经济最具活力、创新能力最强、吸纳人口最多的区域之一。京津冀地区以全国2.3%的国土面积,承载着全国8%的人口,贡献了全国10%的GDP,但水资源量占不到全国的1%。京津冀地区长期高强度的开发利用水资源引起了水资源缺乏、生态恶化、水污染、河道断流、地下水漏斗区域化等水资源问题,该地区成为我国乃至全世界人类活动对水循环扰动强度最大、水资源承载最大、水资源安全保障难度最大的地区^[1-4]。因此,在强人类活动干扰和脆弱生态约束下,水资源已经成为严重影响京津冀适水发展的关键要素。

自京津冀协同发展战略提出后,有关京津冀涉水方面的规划和研究等工作迅速展开。水利部已印发实施《京津冀协同发展水利专项规划》^[5]。根据中国知网、维普期刊、万方数据、Web of Sciences 数据库、亚马逊和当当网上书店,截止2018年4月15日,题名含有“京津冀”和“水”的期刊论文仅96篇、专著仅4部。京津冀地区水资源方面的研究很薄弱,与国家的战略需求不符。因此,需要开展有关水资源承载力、供需平衡和配置等方面的定量研究,也需要开展有关京津冀水资源问题诊断、管理与对策等战略性研究。为此,“十三五”国家重点研发计划启动了“京津冀水资源安全保障技术研发集成与示范应用”项目,由中国水利水电科学研究院牵头,20多家高校与科研机构参加^[3]。该项目针对京津冀地区水循环显著变异、人水关系严重失衡和水资源安全保障技术短板,围绕拟解决的两大科学问题和四项关键技术,设置了9项研究任务。其中任务二是“京津冀水资源需求管理与适水发展布局”(该任务由本文作者于静洁研究员负责),主要是基于京津冀协同发展与水资源需求互馈关系,根据京津冀社会经济布局与水资源利用效率频谱,提出适水发展战略及布局方案,为京津冀协同发展的水资源安全提供科技支撑。本文主要阐述在水资源硬约束条件下适水发展的产生背景、内涵及对象和任务,系统总结分析京津冀地区适水发展所面临的水问题,并提出解决这些问题的战略对策。

1 适水发展理论

1.1 适水发展的产生背景

建国以来,特别是改革开放后,我国水资源形势发生深刻变化,水资源开发利用对社会全局的影响越来越大。水资源是经济持续发展不可替代的支撑条件,是现代农业建设不可或缺的基础条件,是生态

健康保护不可亏缺的保障条件。因此,水资源保障情况关系到国家的供水安全、经济安全、粮食安全和生态安全,在国民社会经济发展中具有十分重要的基础性、公益性、安全性和战略性作用。

随着社会经济快速发展和受全球气候变化的影响,我国面临着愈来愈紧迫的水资源问题。我国水资源绝对量丰富,位居世界前几位,2016年水资源总量为3.2万亿 m^3 ,但是人均水资源量仅有2348 m^3 ,远远低于世界平均水平。另外,水资源利用效率低、用水结构不合理、浪费严重、水污染和生态环境恶化导致水资源十分紧缺,经济发展越来越受水资源相对不足的限制^[6]。不同时代采取了不同的适应对策。第一阶段是用水利工程建设来满足用水需求;第二阶段是对地表、地下水资源进行开发和技术节水,提高用水效率;第三阶段是用综合配置进一步提高用水效益。由于社会经济缺水程度在不断加深,需要在社会经济发展和科技进步过程中不断创新用水模式,选择适宜的生产方式和生活方式,提高适应能力或减少对水的过分依赖。以节水促发展、适水求发展的用水战略正是在这种背景下孕育产生的。

1.2 适水发展的理论内涵

为了探寻水资源紧缺条件下的可持续发展道路,水资源专家郑连生提出了“适水发展”这一研究命题,将水资源可持续利用与社会经济发展、科技进步联系在一起进行战略性思考,力争全面对水资源利用适应性做出分析,在科技进步和经济社会发展条件下,提出了农业、工业、城市建设及生产生活用水的适水发展对策^[7]。

适水发展是指在水资源短缺约束下,依靠科技进步开发利用广义水资源、创新用水模式、提高水资源利用效率和效益,选择适宜的生产方式和生活方式,对水资源进行多层优化配置,实现社会、经济、生态的协调发展。而在水资源充足的条件下,社会经济发展采用量水发展模式,通过开发、利用、节约、保护和优化配置地表水与地下水,解决生活、生产、生态用水需求。这种模式追求的是规模效益,当人口、经济规模发展到一定程度,水资源成为社会经济发展的瓶颈,发展是不可持续的。

适水发展是建立在广义水资源的基础上,不仅仅包括地表水和地下水的狭义水资源,还包括一切可能被利用的水,如降水、土壤水、微咸水、淡化海水、再生水、区域外调水、虚拟水等。适水发展坚持以水定地、以水定人、以水定产、以水定城、以水定绿的用水模式,这种以供定需求的节水型用水模式追求的是有质量的用水效率和效益,依靠科技进步、结

构调整和合理布局解决水短缺下生产、生活、生态之“三生”协调发展,提升社会经济发展适应缺水的能力,实现社会经济永续发展。

1.3 适水发展理论的对象与任务

根据适水发展的理论内涵,其研究对象包括广义水资源、用水模式和用水效率。

(1) 广义水资源。在地表水和地下水资源紧缺的情形下,需寻求替代水资源,拓展水资源开发利用空间。随着科技水平提高和社会经济发展,非传统水资源(雨洪资源、咸水、海水淡化、虚拟水、云水、凝结水等)被纳入水资源的范畴,并逐渐显现出开发潜力和使用价值。这些可能被开发利用的潜在水资源构成了适水发展的基础。

(2) 用水模式。量水发展采用以需定供的用水模式,这种模式无视水资源的不确定性、周期性和有限性,导致水资源最终无法满足社会经济用水需求。需要根据水资源条件,调整用水结构,选择适宜的生产生活方式,创新用水模式。对用水模式(水资源的开发、利用、保护、配置与管理)实施战略性转变。重视生态对人类生存发展的基础性作用,转向以需水管理为基础的用水模式,转变传统水资源配置思路。

(3) 用水效率。水资源高效利用是提升适应缺水能力的有效途径,是更高层次水资源优化配置的约束条件,是实现可持续开发的关键。在适水发展中,由于水资源基础与用水模式的改变,用水效率的含义变得更广更深。用水效率是指广义水资源的综合高效利用和用水结构的高效,追求的是质量效益而不是规模效益。因此,用水效率是适水发展的重要内容。

适水发展作为缺水地区可持续发展的必由之路。其主要任务是依靠科技进步,实施用水模式的战略性转变,综合开发广义水资源,提高用水效率和效益,以科技换取水资源开发利用的新空间,实现缺水条件下社会、经济、生态的协调与可持续发展。

2 京津冀协同发展面临的水资源问题

2.1 京津冀地区水资源极度短缺

京津冀地区水资源量随降水量变化,在波动中呈减小趋势。据统计,1956-2014年京津冀地区多年平均水资源量为240亿 m^3 ,其中北京34亿 m^3 ,天津15亿 m^3 ,河北190亿 m^3 ;1956-2000年京津冀多年平均水资源量为258亿 m^3 ,但2001-2014年多年平均水资源量降为184亿 m^3 ,减少了约30%^[8],区域水资源总量减少已是一个不争的事实。导致区域水资源减少的直接原因是降水量下降。从

20世纪60年代以来,受人类活动和气候变化影响,京津冀地区降水量平均每10年减少10mm;20世纪60-70年代平均降水量为540mm,20世纪80年代平均降水量为520mm,20世纪90年代平均降水量为510mm,21世纪以来多年平均降水量为503 $mm^{[9-10]}$ 。另外,降水与水资源时空分布不平衡也加剧了水资源短缺^[10]。因此,京津冀地区水资源禀赋条件较差。

京津冀地区是我国重要的粮食和工业基地,人口密集,人均水资源量极低。根据2000-2016水资源公报,多年人均水资源量为180 m^3 ,不到全国人均水资源量的1/10,其中北京140 m^3 、天津103 m^3 、河北201 m^3 ,由于京津冀地区自产水资源下降和人口增加的双重作用,人均水资源量由20世纪90年代的300~400 m^3 下降到2000年以来的不足200 $m^3^{[11]}$,远低于世界公认的人均500 m^3 的极度缺水标准^[12]。因此,京津冀地区水资源极为紧缺。

2.2 京津冀地区用水压力巨大

根据2000-2016年的水资源公报,京津冀地区多年平均用水量为256.7亿 m^3 ,其中北京为36.2亿 m^3 、天津为22.9亿 m^3 、河北为198.1亿 m^3 。京津冀地区用水量呈逐年下降趋势,由2000年的275.2亿 m^3 下降到2016年248.6亿 m^3 ,约减少了10%。但是,除2012年外,其他年份用水量均超过当地水资源量,水资源缺口达75亿 m^3/a ,京津冀地区仍面临很大的用水压力。

虽然京津冀地区整体用水量在减少,但北京市和天津市的用水量逐年增大,这是由于三地用水结构不同所致。河北省是京津冀地区的用水主体,其用水量和用水结构的变化影响整个区域变化趋势。河北省近些年农业用水大幅减少,弥补了生活用水翻番增长和工业用水稳定上升带来的增量,因此,河北省产业结构和用水结构有较大调整空间。北京市农业和工业用水的缩减量被稳步增加的生活用水和迅速增加的生态用水填补,导致北京市用水量不降反升。随着人口继续增长、生活水平不断提高和经济规模持续扩大,北京市生活用水和生态用水仍继续增长,而农业和工业用水几乎无缩减空间,因此,北京市用水结构调整空间非常小。近些年,天津市用水量增长主要是生态用水增多所致,农业、工业、和生活用水量基本保持稳定,因此,天津的用水结构存有调整空间。总体上,京津冀三地用水结构差异很大,存有不合理之处。

2.3 京津冀生态环境破坏严重

水资源与生态承载状况过重。京津冀地区建有

许多水库,其中大、中型水库有75座,造成了河道水流不畅、生态流量匮乏。2000—2016年地表水资源开发利用率高,已严重超采地下水造成区域地下水位持续下降,并且漏斗面积持续扩大。水资源的过度开发导致河道长期干涸、湖泊湿地萎缩、地下水位持续下降等问题日益严重,并在短期内难以修复。

据《京津冀发展报告(2013承载力测度与对策)》显示,北京的综合承载力已进入危机状态,天津已到警戒线,河北发展空间有限^[14]。京津冀地区的生态屏障与城市水源等分布在周边河北地区,这些地区生态和资源被过度开发,直接导致了生态贫困地区增多,其生态环境容量和承载能力对京津冀的发展有一定的制约性^[15]。另外,京津冀地区城市用地面积从2004年的2949 km²扩张到2012年的3776 km²,快速的城镇化建设改变了原有的自然景观格局,破坏了自然生态系统,水资源与生态的承载力持续走低。

水环境状况堪忧。由于京津冀地区水资源匮乏,加之水资源开发利用过度,造成“有河皆干、有水皆污”的极差的水环境状况。根据《2000—2016年水资源公报》,北京污水排放量净增约6亿t,Ⅰ类至劣Ⅴ类的河长占总河长的比例增加,由2000年的34.9%增到2016年47.6%。天津2000—2016年污水排放基本维持在5~7亿t/a,但河道污染严重,Ⅰ类至劣Ⅴ类河长占总河长比由2000年36.7%增大到93.4%,主要污染物为总磷、氨氮、高锰酸盐指数和氟化物;2016年,80个评价水功能区全年达标率仅为2.5%。河北省的河道水质一直很差,2000—2016年Ⅰ类至劣Ⅴ类河长占总河长的45%~60%,另外还存在干涸河道;2000年17座大型水库中,仅有2座水库水质为Ⅰ类,其余均为Ⅱ至Ⅴ类,但是2016年18座大型水库中,11座水库达不到Ⅲ类水质标准,并且有17座水库出现轻度、中度富营养化。2015年10月,环保部通报了2014年重点流域水污染防治专项规划考核结果,海河流域的北京、天津、河北三地的考核结果为差^[16]。《全国地表水水质月报》显示,2016年京津冀地区地表水总体为中度污染,因此京津冀地区的水污染问题已严重制约社会经济发展和生态健康,成为走适水发展道路不容忽视的问题。

地下水漏斗扩大,地面沉降加剧。京津冀地区严重超采地下水引发一系列环境地质问题。从20世纪60年代以后,随着经济社会发展,用水需求量

增多,地下水开采量明显增加,水位开始逐年下降。到了20世纪80年代后,用水紧张的局面加剧,深层承压水开始被大量开采,使得补给水位下降迅速,京津冀地区出现了不同程度的深层地下水下降漏斗^[17]。每年地下水开采量近200亿m³,形成地下水降落漏斗面积达7万多km²。地下水过量开采引发了严重的地面沉降。华北平原累积沉降大于200mm的面积达6.4万km²,北京最大的沉降速率达到11cm/a^[18]。随着未来经济社会发展和人口的增长,水资源紧张的形势将加剧,而因地下水超采而导致的沉降问题也将愈加突出。这些环境地质问题威胁人们生命和财产安全及社会经济发展。

2.4 京津冀地区非常规水利用不足

微咸水资源丰富,但开发程度低。京津冀地区的微咸水分布主要在河北省,河北平原是全国微咸水分布最广最丰富的区域,微咸水总储量约1793.85亿m³^[19],其中20~50g/L的微咸水990.55亿m³,主要分布于沧州、衡水、邢台、唐山、邯郸和廊坊地区^[20]。20世纪80年代河北微咸水开发量不超过3亿m³/a,2000年以来其开采量呈减小趋势,2014—2016年的开采量在1亿m³/a左右,相对于每年有381亿m³补给量的浅层咸水来说,河北省的微咸水开发利用程度非常低。由于河北平原地质条件比较复杂,开发微咸水的技术有待提高。另外,政府层面亟待编制微咸水开发利用规划和制定相关引导政策。

雨水资源相对集中,但利用程度低。京津冀地区年均降水520mm,60%~80%的年降水集中在6月—9月,造成了城市内涝、雨水径流污染和汛期雨水流失等问题,雨水利用管理是统筹解决这些问题的根本途径。截止2010年底,北京市累计完成雨水利用工程688处,年可综合利用雨水1318万m³^[21],但是其雨水利用量非常小,未被统计在在水资源公报中。天津市雨水利用仍属于试探建设阶段,2004年天津市水资源公报将雨水利用与污水回用合并统计,二者合计年均利用量低于0.96亿m³/a,因此天津市的雨水利用量也非常小。河北省的城市雨水利用更低,与污水回用和海水淡化统计在一起。京津冀地区雨水资源利用低,主要因为:(1)水政部门对城市雨水问题认识不到位,片面强调资源利用或内涝防治等某一方面;(2)工程与技术体系不完善;(3)相关法律法规和管理政策不健全,雨水管理水平低^[21-22]。这些问题严重制约了京津冀雨水资源的开发利用水平。

再生水利用情况不理想,三地差异大。与海水

淡化、跨流域调水相比,再生水具有成本低、改善生态等优势。京津冀地区水资源匮乏,污水是重要的非常规水源,利用量连年增长。2016年的污水处理总量和再生水利用量分别是2005年的2.5倍和4.3倍,再生水利用率已达到33%。北京市再生水利用量是京津冀地区最高的,2005—2016年再生水利用量为6.8亿 m^3/a ,利用率高达55%,已成为北京市第二水源。而天津市的再生水利用量是京津冀地区最低的,2005年利用量只有0.08亿 m^3 ,2016年不到3.5亿 m^3 ,再生水利用率为2.2%。河北省的再生水利用情况介于北京和天津之间,2016年再生水利用量达6.0亿 m^3 ,利用率为22%。因此,京津冀地区再生水利用空间很大,天津、河北两地对再生水资源的认识不够、缺乏再生水与常规水资源的统一规划,缺少相关政策、规定和法律的支持,导致无法发挥再生水的优势和资源效能。

海水淡化利用规模落后于国家发展规划。目前,海水淡化的技术已很成熟。京津冀地区的海水资源丰富,沿海地区的海洋环境地质条件满足海水淡化规模生产的取水口建设和水量水质的要求^[23]。目前,京津冀沿海地区海水淡化利用项目共有5个,分别为河北国华、天津北疆、唐山曹妃甸、首钢京唐、河北大唐等公司,主要分布在唐山、沧州和天津^[23]。京唐公司的综合利用规划二期建设,海水淡化日产淡水量为20万 m^3 ,实现外购新水为零,三期、四期建设将达到日产280万 m^3 ,通过前置发电环节,每吨水的成本可以降到6元,未来年供水可达13亿 m^3 ,可向北京及周边城市供水^[24]。从京津冀三地的水资源公报获知,目前只有河北和天津将海水淡化作为供水水源,天津从2003起开始利用海水淡化水源,利用量200万 m^3/a ,逐年增加,到2014年增到3000万 m^3 ,但在供水总量中占比仅为1.2%。2012年国家发改委发布《海水淡化产业发展“十二五”规划》明确指出,海水淡化是水资源的重要补充和战略储备。2016年,国家发改委和国家海洋局联合发布关于印发《全国海水利用“十三五”规划》,其中重要任务之一是扩大海水利用应用规模。京津冀地区海水资源很丰富,海水淡化利用规模非常小,落后于国家大力开发利用淡化海水资源的举措,与京津冀协同发展战略需求不匹配。

3 京津冀适水发展的战略对策

3.1 京津冀适水发展的战略选择

随着经济社会快速发展,京津冀地区用水需求呈刚性增长,水资源面临的形势异常严峻。为了实

现社会经济可持续发展,必须走“节水促发展、适水求发展”的用水战略的道路。因此,需要在水资源管理、用水模式、节水、水资源配置方面进行战略转变。

从供水管理战略转向需水管理战略。传统的供水管理是基于社会经济的用水需求驱动下无约束用水理念和以需定供的水资源开发利用模式,这一模式不仅会加剧京津冀地区水资源供需矛盾,还会带来了一系列的生态与环境问题。供水管理战略已明显不能适应可持续发展的用水需求。因此,必须转向以供定需的需水管理战略。需水管理强调遵循水循环的再生和承载的自然规律,实现水资源对社会经济发展的基础支撑和保障作用,在水资源为硬约束条件的“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”方针下,需水管理战略选择需转变用水管理理念、管理对象和管理手段等,实现社会经济支撑功能和生态服务功能之间的用水均衡。

从工程供水战略转向科技用水战略。在以需定供的用水模式下,运用水利工程和技术措施来满足用水。水作为可再生资源,其持续供给能力以其循环更新能力为前提,以工程技术条件为基础,以生态与环境的基本需水保障为约束。但随着社会经济发展,用水需求不断增长,持续用水会突破水资源可更新能力;工程性开发利用水资源的经济成本会越来越高,持续工程性供水的费用会超过经济承受能力;工程性供水模式会导致污水排放量增多,增大污水处理的压力,同时增加用水代价。因此,必须转向科技用水战略,用科学技术提高社会水循环的更新能力,研发污水处理新工艺,提高污水处理率,降低用水成本。

控制用水需求,实施节水战略。京津冀地区水资源极度短缺,除了开源之外,节流是解决水资源短缺问题的另一个重要途径。控制用水需求,不是硬性缩减各产业、各行业及用户用水需求,而是通过调整产业结构、采用低耗水工业工艺和农业技术,降低产业用水量。实施节水战略不是单纯地主张少用水,是指通过建设节水型社会,对生产、生活用水采取各种节水措施,提高用水效率和效益、减少用水浪费,建立缺水适应机制,实现环境、经济、社会协同、可持续发展。

实施虚拟水资源战略。虚拟水资源是一种新的水资源理念。根据水资源利用的过程和机理,可直接看到产品或服务背后所蕴含的水资源量,这部分水资源成为虚拟水。因此只有将实体水资源与虚拟水资源放在一起才能真实反映一个地区的水资源需求与利用状况。近几年,京津冀地区的虚拟水进口

量已达到40亿 m^3 ,与实体水资源共同影响着京津冀社会经济发展,其作用和影响已不容忽略。实施虚拟水资源战略不仅要分析京津冀区域真实的水资源承载能力,揭示社会-经济-生态与水资源的真实关系,还要综合考虑实体水资源与虚拟水资源,进行用水结构调整、水资源供需平衡和优化配置。

3.2 重塑京津冀适水型高效产业体系

京津冀三地的产业结构存在很大的差异,北京第三产业优势突出,天津具有第二产业上的优势,河北在第一产业方面具有优势。但三省市存在产业同向的问题,均以资源密集型产业为发展重点,而且天津与河北存在产业重复,没有层次差异。另外,三省市的经济水平差距大,造成经济结构不互补、层次不分明、产业链不衔接。北京、天津两地经济发展程度高,其承载力已开始限制经济发展规模,对河北省的经济没有发挥带动和引领作用。京津冀地区的水资源匮乏,限制了高耗水的工业、农业的发展,因此需要构建适水型高效、互补、衔接的产业体系。

北京市应以政治、文化、国际交往、科技创新产业为主,靠软实力来支撑该区经济发展。将资源消耗型和加工型产业(如钢铁、耗水严重的企业等)迁出到京津冀沿渤海地区,紧靠港口,利用资源、产品运输出口等便利条件,降低耗水、耗电等成本。减轻北京的环境污染、人口、资源供应、交通运输压力,同时促进河北省、天津市的产业合理布局,带动以河北省为主的广大地区经济快速发展。

天津市应以研发制造、航运贸易、金融创新产业为主,靠高科技现代国际贸易引领天津新经济。发展低耗水、耗能的高科技制造产业,大力发展海水淡化及相关化工产业,缓解天津市及周边用水和调水压力。另外,天津是京津冀地区的出海口,是进出口贸易基地,应该统一协调京津冀的进出口高效方便通关体系,让天津港等港口成为京津冀对外贸易的窗口和主体功能区,让河北省和北京市能够从国际贸易中获得更大的经济效益。

河北省应加快产业转型升级、提质增效。要发展节水高效现代农业,满足京津冀地区对农产品的大量需求。要发展环境友好型资源高效利用型的产业,减少对京津冀地区生态、水体、大气的污染。要发展加工型产业,特别是高科技组装产业体系,通过全国现代商贸物流重要基地扩大贸易,提高经济效益。同时,河北省应积极争取建设港口贸易城市,与天津市国际航运贸易联成一体,发展国内国际贸易服务产业。河北省有海岸线长的优势,要加快发展海水淡化及相关产业,增加可利用水资源量,充分发

挥河北省在工农业资源等方面的优势,带动河北广大地区的经济收入提高。

3.3 构建京津冀适水型现代工业体系

适水型工业体系要四个基本条件:(1)生态系统的良性发展;(2)水资源高效利用;(3)符合区域社会经济可持续发展要求;(4)能实现高质量的经济效益^[25]。京津冀是我国工业发展的核心区域之一,已经进入工业化中期阶段,许多行业在全国属于领先水平。经过几十年的发展,京津冀地区工业新用水已实现零增长。但是目前仍存在高耗水型工业、水资源与耗水型工业结构矛盾突出,工业用水效率比较低,所形成的工业体系远非适水型工业体系。在水资源短缺的京津冀地区,要实现社会经济可持续发展,须走适水发展道路,逐步建立适水型工业体系。

控制生产布局,加速产业结构调整。应根据水资源约束状况,加速优化调整京津冀工业结构与布局,合理配置水资源。利用定额管理、水价、水资源税、污水处理费等经济手段,促进海水、咸水和再生水等非常规水源的开发利用。从区域整体生态效益出发,限制耗水工业在严重缺水地区布局和发展。对于京津冀地区的化工、冶金、电力、造纸、纺织等耗水企业,应逐步限制其发展规模,减缓其用水需求增长的压力,并将有些耗水企业搬迁至沿海地区,充分利用海水资源。

加强工业节水,大力发展环保清洁生产。积极发展节水型的产业和清洁生产,通过技术改造和产业升级,促进各类企业向节水型方向发展,新建企业必须采用节水技术。逐步建立行业万元GDP用水量参照体系,推进产业结构战略性调整和工业技术水平升级,提高工业用水效率和效益,减少用水量、抑制工业排污、环保清洁生产,适应缺水条件的可持续发展需求。

提高海水利用比例,积极发展滨海工业体系。在京津冀沿海地区,直接利用海水作为工业冷却、生活冲洗或生产工艺用水,是解决京津冀地区水资源紧缺的有效途径。目前,天津、河北沿海的部分企业已具有一定的海水利用基础,涉及产业有电力、化工、水产养殖、冶金、纺织、食品、制造等。应结合京津冀协同发展战略和国家海水利用“十三五”规划,三省市协同编制滨海海水开发利用规划,推动京津冀耗水工业重点向沿海地区布局,形成以地定产、以水定产、因地制宜的滨海产业体系,逐步提高海水淡化和海水利用水平,实现京津冀适水型工业结构的区域性调整。

3.4 发展京津冀适水型现代农业

适水现代农业有四个特点:(1)农业规模要适应水资源条件;(2)农业结构要符合区域发展需求;(3)农业用水要符合节水高效的要求;(4)农业发展要促进经济发展,且是可持续的。根据水资源公报,京津冀地区农业用水由2000年的190亿 m^3 逐年减小到2016年的145亿 m^3 ,农业用水仍占用水总量的60%以上。在如此缺水的地区,大量的农业用水会严重制约区域可持续发展,因此必须发展适水型现代农业,这是关乎京津冀农业全面综合发展的全局性问题。

构建适水发展的农业结构调整。随着经济发展,京津冀地区粮食结构和膳食结构发生了重大变化。口粮需求在减少,食物消费朝种类多样化、营养丰富、结构均衡的方向发展,饲料粮需求在迅速增加。因此,必须调整京津冀农业结构,在稳定口粮生产的基础上,压缩水稻、小麦等高耗水作物的播种面积,发展优质、节水高效的经济作物和饲料作物。将传统的粮食作物、经济作物二元种植结构转变为粮食、经济、饲料作物三元种植结构。另外,要根据水资源的情势,促进京津冀农业结构和用水结构的调整,综合调整种植结构、农业生产方式、农业林牧副渔的结构以及水资源开发利用方向。京津冀地区作为国家的粮食生产基地,关系着国家粮食安全。但是在口粮需求减少的背景下,作为一个严重缺水、生态严重危机的区域,京津冀地区作为商品粮基地的定位问题需要重新统筹考虑。

发展现代节水、高效、精准灌溉,提高农业用水效率。京津冀地区传统农业灌溉主要利用地表水和地下水资源,工程节水已经取得显著效益,发展到了瓶颈阶段。提高灌溉效益和土壤有效水分利用率是提高农业用水效率的关键,需要把工程节水与农艺节水、生物节水紧密结合,建设节水高效现代灌溉农业。这需要大力研究和推广高效输配水技术、水肥耦合技术、用水优化配置技术、精准灌溉技术、耕作栽培技术、墒情预报和保墒技术。通过工程节水、生物节水与农艺节水技术,综合配置与利用土壤水、雨水、再生水、微咸水,逐步减少使用地表水和地下水的灌溉用水量,提高农业综合生产能力、提高农业用水效率、提高农作物品质。依靠科技进步和创新实现农业高效用水,解决制约京津冀区域社会经济发展的农业水资源瓶颈问题。

3.5 建设京津冀适水型城市

京津冀地区已经形成城市群。随着京津冀城市

群人口与产业集聚、城市社会经济规模扩大,该地区成为中国乃至全市人类活动对水循环扰动强度最大的地区之一。系统性、复合性、长期性的城市水资源问题正在日益集中激化^[26]。为了解决京津冀地区城市的水资源问题,需要建设适水型城市。

建设良性的城市水循环系统。为了加强节水和治污力度、充分利用非常规水资源,需要根据城市规模、基础设施和水循环特点,规划建设城市绿地、湿地、公园、集雨设施、雨污分流管道、污水处理厂、海绵体、行洪河道等基础水循环设施。将城市自然水循环(降水、蒸散发、调蓄、径流)与城市侧支水循环(供、用、耗、排)联通,形成城市小海绵(LID)、中海绵(城市给排水管网)、大海绵(江河湖库)相互联系的城市水循环系统。

建设全面节水的城市。建立京津冀地区各城市的节水发展目标、规划和阶段性要求,优化城市经济结构,逐步将城市工业、农业及其他产业由耗水型转变为适水型。发展与当地水资源基础相适应的耗水量少、污染小的产业体系和适于水资源综合利用的工业布局。建立饮水系统和非饮用水系统,对水资源分质供水、优质优用。建立适合京津冀三地实际的城市水价,逐步完善京津冀的工程水价、环境水价和资源水价。建立和完善城市供水管网监测体系,加快城市供水管网改造,加强供水管网技术档案管理,减少城市供水管网漏失率。

协同规划与配置,扩大非常规水资源利用规模。要加快非常规水资源的开发,为京津冀适水发展创造水资源基础。三地要尽快成立水务联合部门,转变对非常规水资源的重要性的认识,加快非常规资源开发利用的协同规划,协同完善工程和技术规范与标准,协同制定相关法律法规和管理政策,提高管理水平,将非常规水资源纳入京津冀水资源体系和相关规划中,与常规水资源一起进行水资源配置。

加强适水型城市防洪建设与管理。京津冀地区汛期城市内涝十分严重,给人们生命和财产造成了威胁和损失。为此要建设适水型城市防洪体系:根据城市定位与发展目标,科学制定符合城市适水发展的防洪标准;建设较高标准的城市防洪排涝工程体系,并对旧工程除险加固;大力加强非工程防洪减灾体系建设;制定超标准暴雨洪水的应急方案和措施;建设城市水资源管理的监测、预警和应急系统,提高洪涝灾害的管理水平。

4 结语

随着社会经济的发展,用水需求不断增加,导致

社会缺水程度不断加深,特别是在北方缺水地区,因此需要提高经济社会对当地水资源条件的适应能力。适水发展理论正是在这种背景下产生的。

适水发展是依靠科技进步开源节流,利用所有可利用的水资源、创新用水模式、优化调整产业结构和用水结构、提高水资源利用效率,根据水资源条件选择适宜的生产方式和生活方式,实现节水促发展、适水求发展。本文从适水发展的角度,系统剖析京津冀协同发展所面临的主要水资源问题,京津冀地区面临着水资源极度短缺、用水压力大、生态环境恶化及非常规水资源利用不足等问题,严重制约京津冀地区协同、可持续发展。针对所面临的问题,提出了京津冀实现适水发展战略所需的对策:在水资源管理、用水模式、节水、虚拟水方面实施战略转变,重塑三省市适水型产业体系,构建适水型现代工业体系,发展适水型现代农业,建设适水型城市,实现京津冀社会经济可持续发展。

参考文献(References):

- [1] 刘登伟. 京津冀大都市圈水资源短缺风险评价[J]. 水利发展研究, 2010, 10(1): 20-24. (LIU D W. Risk assessment of water resource shortage in metropolitan area of Beijing Tianjin Hebei region[J]. Water Resources Development Research, 2010, 10(1): 20-24. (in Chinese)) DOI: 10.13928/j.cnki.wdr.2010.01.007.
- [2] 王晶, 李云鹤, 郭东阳. 京津冀区域水资源需求分析与供水保障对策[J]. 海水水利, 2014(3): 1-3. (WANG J, LI Y H, GUO D Y. Water resources demand analysis and water supply guarantee countermeasures in Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Haihe Water Resources, 2014(3): 1-3. (in Chinese)) DOI: 10.3969/j.issn.1004-7328.2014.03.001.
- [3] 赵勇, 翟家齐. 京津冀水资源安全保障技术研发集成与示范应用[J]. 中国环境管理, 2017, 9(4): 113-114. (ZHAO Y, ZHAI J Q. R & D integration and demonstration application of water and resources security technology in Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Chinese Journal of Environmental Management, 2017, 9(4): 113-114. (in Chinese)) DOI: 10.16868/j.cnki.1674-6252.2017.04.113.
- [4] 刘登伟. 京津冀都市(规划)圈水资源供需分析及其承载力研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2016. (LIU D W. Supply and demand analysis of water resources and its bearing capacity in Beijing Tianjin Hebei metropolitan area (planning)[M]. Zhengzhou: The Yellow River Water Conservancy Press, 2016. (in Chinese))
- [5] 水利部. 《京津冀协同发展水利专项规划》[J]. 中国防汛抗旱, 2016(3): 99. (Ministry of Water Resources. Special planning of water conservancy collaborative development of Beijing Tianjin Hebei[J]. China Flood & Drought Management, 2016(3): 99. (in Chinese))
- [6] 夏军, 翟金良, 占车生. 我国水资源研究与发展的若干思考[J]. 地球科学进展, 2011, 26(9): 905-915. (XIA J, ZHAI J L, ZHAN C S. Some reflections on the research and development of water resources in China[J]. Advances in Earth Science, 2011, 26(9): 905-915. (in Chinese))
- [7] 郑连生. 适水发展对策[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012. (ZHENG L S. Suitable water development strategy[M]. Beijing: China Water & Power Press, 2012. (in Chinese))
- [8] 鲍超, 贺东梅. 京津冀城市群水资源开发利用的时空特征与政策启示[J]. 地理科学进展, 2017, 36(1): 58-67. (BAO C, HE D M. Spatiotemporal characteristics of water resources exploitation and policy implications in the Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration[J]. Progress in Geography, 2017, 36(1): 58-67. (in Chinese)) DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.01.006.
- [9] 李鹏飞, 刘文军, 赵昕奕. 京津冀地区近50年气温、降水与潜在蒸散量变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(3): 137-143. (LI P F, LIU W J, ZHAO X Y. The changes of atmospheric temperature, precipitation and potential evapotranspiration in Beijing-Tianjin-Hebei region in recent 50 years[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2015, 29(3): 137-143. (in Chinese)) DOI: 10.13448/j.cnki.jalre.2015.094.
- [10] ZHAO N, YUE T, LI H, et al. Spatiotemporal changes in precipitation over Beijing-Tianjin-Hebei region, China[J]. Atmospheric Research, 2018, 202: 156-168. DOI: org/10.1016/j.atmosres.2017.11.029.
- [11] 封志明, 刘登伟. 京津冀地区水资源供需平衡及其水资源承载力[J]. 自然资源学报, 2006, 21(5): 689-699. (FENG Z M, LIU D W. A study on water resource carrying capacity in Jingjinji Region[J]. Journal of Natural Resources, 2006, 21(5): 689-699. (in Chinese))
- [12] 马东春, 刘建琴, 王宏伟, 等. 北京市产业部门用水效率研究[J]. 水利水电技术, 2017, 48(12): 27-33. (MA D C, LIU J C, WANG H W, et al. Study on water use efficiencies of industrial sectors in Beijing[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2017, 48(12): 27-33. (in Chinese))
- [13] 秦长海, 甘泓, 汪林, 等. 海河流域水资源开发利用阈值研究[J]. 水科学进展, 2013, 24(2): 220-227. (QIN C H, GAN H, WANG L, et al. Threshold value for water resources exploitation and utilization in Haihe River basin[J]. Advances in Water Science, 2013, 24(2): 220-227. (in Chinese)) DOI: 10.14042/j.cnki.32.1309.2013.02.007.
- [14] 文彪, 祝尔娟. 京津冀发展报告(2013承载力测度与对策)[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2013. (WEN B, ZHU E J. Annual report on Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan region development(2013 carrying capacity measurement and countermeasures)[M]. Beijing: Social Science Literature Press, 2013. (in Chinese))
- [15] 把增强, 王连芳. 京津冀生态环境建设: 现状、问题与应对[J]. 石家庄铁道大学学报(社会科学版), 2015, 9(4): 1-5. (BA Z Q, WANG L F. Ecological environment construction of Beijing-Tianjin and Hebei: current situation, problems and countermeasures[J]. Journal of Shijiazhuang Railway University (Social Science Edition), 2015, 9(4): 1-5. (in Chinese)) DOI:

- 10.13319/j.cnki.sjztdxxbskb.2015.04.01.
- [16] 曹红艳. 京津冀等地流域治污考核“差评”[N]. 经济日报, 2015-10-29(003). (CAO H Y. The river basin pollution control assessment in Jingjinji etc. was awarded "bad comment" [N]. Economic Daily, 2015-10-29(003). (in Chinese))
- [17] 王丽. 京津冀地区资源开发利用与环境保护研究[J]. 经济研究参考, 2015(2): 47-71. (WANG L. The study on resources development and utilization and environmental protection in Jingjinji region [J]. Review of Economic Research, 2015 (2): 47-71. (in Chinese))
- [18] CHEN M, TOMÁS R, LI Z, et al. Imaging Land Subsidence Induced by Groundwater Extraction in Beijing (China) Using Satellite Radar Interferometry [J]. Remote Sensing, 2016, 8 (6): 468. DOI: 10.3390/rs8060468.
- [19] 张亚哲, 申建梅, 王莹, 等. 河北平原地下(微)咸水的分布特征及开发利用[J]. 农业环境与发展, 2009, 26(6): 29-33. (ZHANG Y Z, SHEN J M, WANG Y, et al. The distribution characteristics and exploitation of (micro) saline water (brackish water) in Hebei plain [J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2009, 26(6): 29-33. (in Chinese))
- [20] 徐秉信, 李如意, 武东波, 等. 微咸水的利用现状和研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(36): 13914-13916, 13981. (XU B X, LI R Y, WU D B, et al. The status and research progress of brackish water utilization [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2013, 41(36): 13914-13916, 13981. (in Chinese)) DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2013.36.0.55.
- [21] 张书函. 北京雨水管理: 现状·问题·建议[J]. 建设科技, 2013(2): 39-42. (ZHANG S. The current situation, problems and suggestions of rain water management in Beijing [J]. Construction Science and Technology, 2013(2): 39-42. (in Chinese)) DOI: 10.16116/j.cnki.jskj.2013.02.012.
- [22] 续喆, 刘磊, 张晶晶. 天津市雨水资源化利用建议[J]. 资源节约与环保, 2013(4): 4, 6. (XU J, LIU L, ZHANG J J. Suggestions on utilization of rainwater resources in Tianjin. [J]. Resources Economization & Environmental Protection, 2013 (4): 4, 6. (in Chinese)) DOI: 10.16317/j.cnki.121377/x.2013.04.003.
- [23] 朱琴, 左丽明, 单科, 等. 京津冀沿海地区海水淡化取水适宜性分析[J]. 海洋开发与管理, 2017, 34(2): 70-75. (ZHU Q, ZU O L M, SHAN K, et al. Suitability analysis of water intake for seawater desalination in the coastal area of Beijing Tianjin and Hebei [J]. Ocean Development and Management, 2017, 34(2): 70-75. (in Chinese))
- [24] 余荣华, 记. 海水淡化为京津冀“水困”破题^[N]. 人民日报, 2014-09-29(010). (YU R H. Sea water desalination solves the "water trapped" issue for Beijing Tianjin Hebei^[N]. the People's Daily, 2014-09-29(010). (in Chinese))
- [25] 金凤君. 京津冀适水型工业结构调整研究[J]. 自然资源学报, 2000, 15(3): 265-269. (JIN F J. The improvement of industrial structure of Beijing Tianjin Hebei region based on the water utilization [J]. Journal of Natural Resources, 2000, 15(3): 265-269. (in Chinese))
- [26] 方创琳. 中国城市群研究取得的重要进展与未来发展方向[J]. 地理学报, 2014, 69(8): 1130-1144. (FANG C L. Progress and the future direction of research into urban agglomeration in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(8): 1130-1144. (in Chinese))

(上接第 16 页)

- [16] 罗吉. 西部地区产业结构转换能力比较的实证研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2004(2): 11-14. (LUO J. An empirical study on the comparison of industrial structure conversion capabilities in Western China [J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2004(2): 11-14. (in Chinese)) DOI: 10.3969/j.issn.1008-5831.2004.02.004.
- [17] 崔功豪, 魏清泉, 刘科伟. 区域分析与区域规划[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006. (CUI G H, WEI Q Q, LIU K W. Regional analysis and regional planning [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006. (in Chinese))
- [18] 陈佳贵, 黄群慧, 钟宏武, 等. 中国工业化进程报告(2007) [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2007. (CHEN J G, HUANG Q H, ZHONG H W, et al. China's Industrialization process report (2007) [M]. Beijing: China social sciences press, 2007. (in Chinese))
- [19] 张可云, 蔡之兵. 京津冀协同发展历程、制约因素及未来方向[J]. 河北学刊, 2014, 34(6): 101-105. (ZHANG K Y, CAI Z B. Process, constraints and future directions of Beijing-Tianjin-Hebei coordinated development [J]. Hebei Academic Journal, 2014, 34(6): 101-105. (in Chinese))