

城市化与水资源开发利用的互动机理及调控模式

鲍超 方创琳 (中国科学院地理科学与资源研究所,北京,100101)

【摘要】城市化与水资源开发利用均是影响城市与区域可持续发展的关键因素,二者之间存在着相互作用与反馈的机制。一方面,城市化引起区域用水总量、用水结构、用水效率等发生变化,并对这种变化产生胁迫与优化作用;另一方面,水资源开发利用对区域城市化具有支撑和约束作用,在水资源短缺地区可以成为城市化速度和规模的重要决定因素。本文探讨了二者之间的响应与反馈机理,并据此提出了调控模式与主要建议。

【关键词】城市化;城市用水;水资源开发;响应与反馈;调控模式

【中图分类号】F299.21 **【文献标识码】**A

城市化是当今世界最重要的社会经济现象之一,主要表现为一定的地域空间范围内,城镇数量不断增加,城镇建设用地不断扩大,人口、经济、自然资源和社会经济资源等各种生产生活要素向城镇建成区高度集聚。1978-2008年,我国城市数量从193个增加到655个,建制镇从2173个增加到19322个,城市化水平从17.9%提高到45.7%,非农经济占GDP的比重从71.9%提高到88.7%。城市化创造了巨大的投资与消费需求,成为我国经济增长与结构调整的强劲动力。但由于城市范围小,主要依靠辖区外的客水支持,用水又高度集中,污染排放也集中,而且城市用水供水保证率要求高,因此城市化引发的水资源问题备受瞩目^[1]。1980-2008年,我国国民经济用水总量由 $4437 \times 10^8 \text{ m}^3$ 增加到 $5790 \times 10^8 \text{ m}^3$ (不包括生态与环境补水),农业、工业、生活用水比重由88.2%:10.3%:1.5%演变为63.3%:24.1%:12.6%,城市生活和工业用水比重增长较快。据预测,到2020年我国城市化水平将提升到55%,2030年提升到62%,社会经济用水及其结构也将发生显著变化^[2]。虽然目前国内外对我国城市发展的用水问题进行了大量卓有成效的研究^[3],而且建设节水型社会和节水型城市已成为全国各地的实际行动,但由于城市化系统、水资源系统以及二者之间的相互作用极为复杂。虽然人们很早就认识

到在不同的城市化阶段水资源开发利用阶段也不相同^[4],但对于城市化是否会引发水危机,目前认识还不完全统一^[5]。尤其在城市化与水资源开发利用之间的相互响应和反馈机理研究方面,目前还很不系统,亟待加强。

1 区域城市化对水资源开发利用的胁迫与优化机理

城市化一般直接表现为区域和城市人口、经济、建设用地等的规模扩张与结构变化两个方面,同时也伴随着社会经济发展质量和效率的变化。这些变化一方面会对水资源系统产生压力或胁迫作用,进而对区域和城市水资源开发利用的规模与结构提出限制性要求;另一方面也会促进区域用水结构的优化、用水效率的提高和水资源管理水平的提升。

1.1 胁迫机理

城市化对水资源开发利用的胁迫作用以及水资源开发利用对城市化的不良响应主要体现在城市化所带来的社会经济规模、结构、质量及功能提升进而引起供水、用水和管水难度的增加以及水资源压力的增大。

(1)城市化引起社会经济规模扩张和居民生活质量提高可导致缺水加剧。城市化通过聚集经济和产业结构升级两种作用机制来快速地推动生产效率提高和经济增长^[6],并不断地刺激社会扩大再生产。同时,城市化对扩大物质财富、创造现代文明、提高居民生活质量等方面的作用显而易见^[7]。但由于用水效率提高需要一定的过程,在用水效率相对提高较慢

基金项目:国家自然科学基金项目(40901087);中国科学院地理科学与资源研究所自主部署创新项目(200905008);中国科学院优秀博士学位论文获得者科研启动专项资金项目。

而区域经济增长相对较快的情况下,区域生产用水不断增加,从而导致生产用水挤占生态环境用水和区域缺水现象的出现。同时,由于城市化直接导致城市人口和经济快速增加,城市家庭用水设备的普及、公共市政设施与服务业的发展也导致城市生活用水定额增加,直接导致城市的生活和工业用水大幅度增加,城市缺水的现象更为严重。在城市化快速发展阶段以及经济增长迅猛的城市化地区,水资源开发利用越来越受到水资源可开发利用总量、经济技术成本和生态环境政策等各种因素的限制。

(2)城市化引起产业结构和用水结构变化对农业和生态用水及水环境产生胁迫。由于生活用水不能保障会危及生命并引起社会恐慌,工业用水不能保障会引起企业减产或停产,甚至波及上下游产业,造成巨大的经济损失,而农业灌溉效率由于管理和技术进步的阶段性只能逐步下降,因此粮食安全以及农民的生活用水在城市生活和工业用水迅速增长的情势下都面临着严重威胁。同时,农民会从自身利益出发,利用一切可能利用的水资源,造成原来用于维系生态系统的水资源被农业用水挤占,生态环境面临着不断退化的威胁。此外,由于工商企业多以追求利润最大化为目标,因此会尽可能减少处理自身产生的大量废水的成本,甚至将水污染的环境成本转移给公众;而城市化进程中虽然农业发展相对较慢,但农业生产已形成规模,而且许多工业产品如化肥、农药等被广泛应用于地域广阔的农村,致使农业面源污染严重。而水环境的恶化则进一步加剧了水资源短缺。

(3)城市化引起用水空间格局和生态环境变化加大了供水保障难度。由于城市一般都位于水资源和地形条件等相对较好的地方,这些地方在农业时代就已经进行了大规模的水土资源开发,城市发展起来后其周围可利用的水资源基本开发殆尽。随着城市化的快速发展,为了保障不断增加的城市生活和工业用水,要么挤占城市周边的农业用水和生态环境用水,要么到更远的地方去开辟水源,要么通过各种经济技术手段减少城市需水量。而在城市化初级和中级发展阶段,前两种方法更常为人们所采用,最终导致城市供水水源越来越远,供水距离越来越长,供水保障程度越来越低,正常供水的成本越来越大。另一方面,城市化还能产生许多负面的资源环境效应^[8]。其中,城市化将直接改变区域的生态景观和水系分布格局,增加了局地气候和水文变化的

复杂性与不确定性,也增加了城市供水、用水和管水的难度。

2.2 优化机理

城市化对水资源开发利用的优化作用以及水资源开发利用对城市化的良性响应主要体现在城市化所带来的社会经济规模、结构、质量及功能提升进而促进供水、用水和管水效率的全方位提高并实现用水零增长或负增长。

(1)城市化提高城市规模效益和综合实力进而提高区域供用水效率。城市化促进城市规模效益提高后,一方面可以减少区域公共供用水设施建设的边际成本,即同样公共投入的供水设施、节水设施、排水设施、污水处理设施等可以被更多的人和企业分享;另一方面可以提高工农业和第三产业的生产效率,这将从一定程度上减少各行各业的用水定额。而城市化促进城市综合实力提高后,原来造价巨大的节水设备和治污设施逐渐变得可以承受,成本相对较高但效益也高的节水技术和治污技术逐渐可以普及,产业结构和用水结构优化升级能力也逐渐得到提升,原来一些耗水高但对城市经济发展具有重要支撑作用的产业可以逐步被淘汰,城市逐步有能力发展科技含量高、效益好但耗水较少的产业,并通过这些产品与区外交换耗水高的产品,从而大幅度提高供用水效率,在一定程度上抑制社会经济用水总量的增长,减少社会发展对水资源系统的压力。

(2)城市化优化产业结构和用水结构进而优化水-生态-经济系统结构。城市化可以通过加快发展用水效率相对较高的第二产业和第三产业,实现在相同社会经济用水总量下,通过降低农业用水比重而实现社会经济用水的平衡。第一产业中高效节水的经济作物、饲料作物等种植业加快发展而低效高耗水的粮食作物有选择地发展,可以使灌溉用水定额大幅下降,一旦超过了灌溉面积增加的速度,灌溉用水就趋于减少。第二产业由于着重发展技术-知识密集型的节水高效型工业,有选择地发展甚至限制发展劳动-资源密集型的高耗水工业,也可实现用水零增长或负增长。而随着第三产业的发展,娱乐、餐饮、住宿等消耗的水资源不断增长,但由于区域总人口、城市人口、外来流动人口都有增长极限,因此城市生活用水总量最终也将趋于稳定。总体而言,城市化可以促进水资源在国民经济各行业的优化配置,甚至可以将节余的生产生活用水转化为生态用水,改善生态环境。

(3) 城市化促进人口素质和管理水平提高加快节水防污型社会建设。城市化是传统农业文明社会向现代城市文明社会转变的过程。在城市化初期,人口素质普遍较低,民众对水资源和水环境的严峻形势认识不足,而且对节水科技掌握不够,节水工作不到位、投入不落实、措施不得力,节约用水宣传和社会监督力度不够,激励公众参与节水防污型社会建设的机制和管理机制不健全,往往导致缺水又浪费水的现象出现。随着城市化的加速,更多的人口积聚到城市接受良好的教育,城市的经济实力也逐渐增强,对乡村的辐射和渗透能力也逐渐加强,人们的综合素质、节水意识、环保意识、法律意识、节水技能、管理能力也逐渐增强,大大加快了节水防污型社会建设的进程,从而在一定程度上减少了社会经济发展对水资源的需求,促进了生产-生活-生态用水的优化和协调。

2 区域水资源开发利用对城市化的支撑与约束机理

在城市化对区域水资源开发利用产生胁迫和优化作用的同时,水资源开发利用也会对城市化产生反作用。其中水资源开发利用所引起的社会经济可利用水资源总量和用水结构变化会对城市化产生重要影响。理论上讲,水资源开发利用对城市化既有支撑作用,又有约束作用,二者之间的相互作用同时存在着正反馈和负反馈机制。

2.1 支撑机理

水资源开发利用对城市化的支撑作用以及城市化对水资源开发利用的良性响应主要体现在开发利用的水资源以其自然、经济和社会属性为城市化提供直接和间接服务,进而保障城市化健康发展。

(1) 水作为生命之源支撑人类生活和农业发展进而为城市化提供基础支持。水是人体和其他动植物的重要组成部分,不仅供人类饮用,直接参与人体和其他动植物的新陈代谢,而且为人类提供沐浴、洗涤等基本的需求和享受,为人们日常生活和第三产业的发展提供支持。同时,还可以满足农林牧渔业发展中动植物对水资源的需求,为农业发展提供基本保障。而农业的发展是城市化的重要基石。农业提供的粮食、肉类、水产品等满足了城乡居民对食物的基本需求,提供的各种农产品为城市发展工业提供基础原料,农业剩余劳动力的流转是城市化进行的基本条件。因此,几乎所有城市都是在水资源开

发利用条件以及原来农业基础较好的地区发展起来的,水资源开发利用对农业发展、城镇布局 and 空间结构以及城镇体系的形成具有重要的决定作用。

(2) 水作为工业血液支撑工业发展进而为城市化提供核心动力。在现代工业中,没有一项工业不和水直接或间接发生关系。水参与了工矿企业生产的一系列重要环节,在制造、加工、冷却、净化、空调、洗涤等方面发挥着重要作用,被誉为工业的血液,甚至有些工业产品直接就是水的化身。世界各国的实践表明,城市化是随着工业化的出现而快速发展的,工业化是城市化的“发动机”和引擎。工业化为城乡生产力的解放、农村剩余劳动力的吸纳、城市人口的积聚、城市经济规模的扩大等提供了源源不断的动力。大部分国家和地区的工业化和城市化是同一个过程,二者相互促进。而且从广义城市化来理解,由于大部分工业都布局在城镇,所以工业化过程实质上就是经济城市化的重要内容。因此,人类通过水资源的开发利用,支撑了工业的快速发展,并为城市化的全方位推进提供了可能。

(3) 水作为生态环境的关键因子支撑城市化健康持续发展。水资源是缺水地区生态环境的生命线,是城市景观的重要组成部分。一旦城市内部的绿化系统以及城市周边的生态系统用水量在较长时间内小于最低临界需水量,地表植被将因失去水分逐渐枯死,动物因缺水和生境变迁将会迁徙或死亡,生态系统将会逐渐退化,城市人居环境质量将会下降。同时,水资源具有调节区域和城市局地气候的功能。通过水循环和水体吸收、放出热量,可以调节温度和湿度,减小城市热岛效应;通过水在液态、气态、固态等不同形式的转变,可以使城市四季分明,更适合于人类生存与发展。此外,水具有输送营养物质以及消纳城市污染物的功能,使得城市废污水经处理后可排放到河流进行自然净化。因此,合理利用水资源的自然生态功能,可以有效支撑城市化健康持续发展。

2.2 约束机理

水资源开发利用对城市化的约束作用以及城市化对水资源开发利用的不良响应主要体现在水资源开发利用接近或超过水资源承载力之后,导致水资源约束力不断加大^[9],进而产生一系列不良后果。

(1) 水资源总量短缺和质量恶化限制城市化的速度与规模。在城市化进程中,由于水资源开发利用程度越来越高,城市供水有限,不时发生的缺水事

件会给城市工业、服务业造成直接的经济损失,限制城市经济发展速度和规模的扩大;另一方面会降低农民进城的意愿,妨碍城乡人口的正常流动和转移;同时由于缺水,许多社会经济效益很好但耗水较多的产业受到限制甚至不能发展,进而减缓了工业化和城市化进程。而水环境恶化也会直接限制社会经济功能的正常运转。例如,水污染可通过污染工农业产品、危害生态环境系统造成直接和间接的经济损失,削弱经济发展的成果和可持续性;水污染的处理会造成大量人力和经济投入,加大了生产成本,削弱了生产投资;还可能严重破坏水体景观的社会文化功能,更严重的是造成饮用水源短缺,威胁到居民饮水安全以及社会的稳定。另一方面,水污染相当于间接减少了水资源总量。

(2) 水资源开发利用程度较高胁迫生态环境进而约束城市化进程。在缺水地区,往往在农业时代水资源开发利用就已经接近或超过极限,留给生态环境的用水就已经很少,由水资源过度开发利用而引起的生态环境问题十分普遍。进入城市化和工业化时代后,由于社会经济用水在较长时间内还没有实现零增长,城市用水挤占农村用水和生态环境用水的威胁逐渐加大。当水资源开发利用程度较大时,由于社会经济用水对生态环境需水的挤占,生态系统将逐渐丧失正常功能,生态环境会不断恶化。恶化的生态环境不仅造成直接和间接的社会经济损失,而且对生态环境系统进行修复还需要大量投资并减少社会经济需水,最终的结果都会减慢社会经济和城市化发展的速度。

(3) 用水结构转换加剧工农业之间的矛盾进而阻碍城市化发展。从较大的时间尺度来看,水资源逐渐从农业部门流向投入产出效益更高的工业和服务业部门,是普遍规律。但如何统筹工农业用水,在实践中却是科学发展的重要难题。由于城市尤其是工业发展对水的消耗愈来愈大,城市往往依托优越的政治地位和雄厚的资金实力修建大型水利工程,控制了区域可利用的水资源。而且,工业用水逐渐增加的同时也增加了工业污水的排放,并将水污染转嫁给农业和农村。这些都严重影响了农村的生产和生活,恶化了本身就已经矛盾重重的城乡关系和工农业关系。农业因缺水而发展缓慢,农业发展水平低不能够为工业充分提供基础原料和消费市场,导致工业以及整个国民经济的发展速度减慢,最终会减缓城市化进程。

3 响应与反馈调控模式的建立及主要建议

根据城市化与水资源开发利用的互动机理,可初步建立二者之间的响应与反馈调控模式(图1),并可得出一些基本的结论与建议。

3.1 调控模式

城市化与水资源开发利用系统之间的相互作用可以归纳为三种机制:一方面,城市化发展可以胁迫水资源开发利用系统,水资源开发利用系统受到胁迫后可以约束城市化发展,进而减轻对水资源开发利用系统的胁迫,在二者之间形成负反馈循环机制;另一方面,水资源开发利用可以支撑城市化发展,城市化发展后可以优化水资源开发利用系统并进一步提高对城市化发展的支撑能力,进而在二者之间形成正反馈循环机制;第三种是由前两种正负反馈循环机制交互结合而形成的更为复杂的多种形式的作用机制。

因此,在协调城市化与水资源开发利用系统之间的关系时,应遵循二者之间的响应与反馈机制,选择城市化与水资源开发利用系统的规模、结构、质量、效率等关键要素作为调控因子。通过对人口城市化、经济城市化、空间城市化、社会城市化子系统以及生态用水、生活用水、农业用水、工业用水子系统之间的双向和多向调控,减少城市化对水资源开发利用系统的胁迫作用,提高城市化对水资源开发利用系统的优化功能;减轻水资源开发利用系统对城市化的约束作用,加强水资源开发利用系统对城市化的支撑能力。

3.2 主要建议

针对我国城市化与水资源开发利用的严峻态势,根据区域城市化与水资源开发利用的响应与反馈调控模式,建议如下:

(1) 有限开源。主要是在节水无方时,采取“借水养市”的城市化模式。一方面可根据取水条件和成本少量地跨界调水供给城市;另一方面可通过虚拟水贸易方式,“充分利用国际、国内两个市场、两种资源”,逐步加大以耗水较少的非农化产品来换取水资源密集型的农产品和工业产品的力度,保障快速城市化进程中的用水增长。

(2) 最大限度节流。主要是采取节水型城市化模式。一方面大力发展和普及节水技术,有效抑制农业、工业和生活用水增长;另一方面构建节水型产业结构体系和国民经济体系,使农业用水快速向工

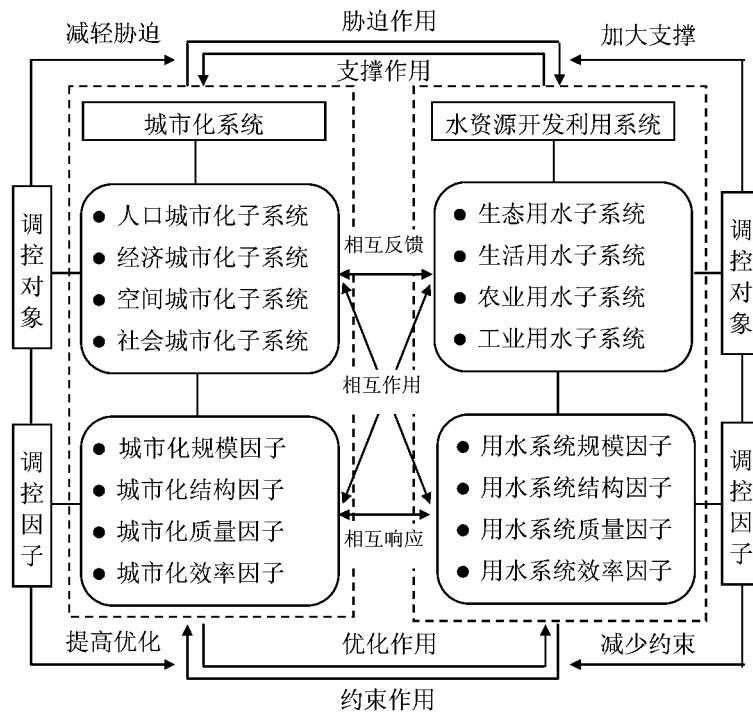


图1 区域城市化与水资源开发利用的响应与反馈调控模式

业用水和城市生活用水转移,控制用水总量增长的同时使农村和城市社会经济都得到快速发展。最终全面推进节水型社会建设,建立以水权、水市场理论为基础的水资源管理体制,形成以经济手段为主的节水机制,建立起自律式发展的节水模式,不断提高水资源的利用效率和效益。

(3) 千方百计防止水污染。主要是采取防污型城市化模式。一方面要强化水源地的水体功能保护,控制农业面源污染以及城市工业和生活的点源污染,严格保护水源地的水体功能;另一方面要推广城市污水处理回用,加快污水资源化进程;还应大力推行生态经济型环境水利模式和水资源循环经济模式,保持经济和生态的两个良性循环,力求经济、环境、社会效益的辩证统一。

(4) 有效促进农业用水向非农业用水转换。主要是完善城乡间的水利基础设施,建立和完善农业用水与工业用水、城镇生活用水间的水权转让机制与补偿机制,在水资源总量和生态环境用水的约束下,通过生产、生活用水结构的优化,保障城市化顺利推进。

(5) 不断加强水资源集成管理。主要是建立和完善水资源管理制度体系及水资源法规政策体系,实现地表水与地下水、常规水资源和非常规水资源的统一规划、统一配置和统一管理,实现城乡防洪、

排涝、取水、供水、用水、节水、排水、污水处理、再生水回用、水土保持等涉水事务的统筹管理。

(6) 推进适度城市化。主要是制定科学合理的人口政策、产业政策、消费政策与土地政策等,引导人口、经济、社会和空间城市化适度增长。一方面应通过加快城市化进程提高城市与区域的用水效益和管水效率;另一方面要防止城市化速度过快导致城市生活和工业用水增长过快,进而过多地挤占农业用水和生态环境用水。△

【参考文献】

[1] 邵益生,等.中国城市发展问题观察[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
 [2] 方创琳,等.中国城市化进程及资源环境保障报告[M].北京:科学出版,2009.
 [3] 钱易,等.中国城市水资源可持续开发利用[M].北京:中国水利水电出版社,2002.
 [4] 高云福.城市化发展与水系统的演变[J].城市勘测,1998(3):5-8.
 [5] 鲍超,方创琳.西北干旱区水资源约束城市化进程的定量辨识[J].中国沙漠,2007(4):704-710.
 [6] 沈坤荣,蒋锐.中国城市化对经济增长影响机制的实证研究[J].统计研究,2007(6):9-15.
 [7] 赵雪雁,林曼曼.城市化与西北地区居民生活质量的互动关系分析[J].干旱区资源与环境,2007(2):1-4.
 [8] 盛广耀.城市化模式与资源环境的关系[J].城市问题,2009(1):11-17.

(下转第65页)

学术月刊,2001(5):37-42.

[2] 陆杰华,白铭文,柳玉芝. 城市老年人居住方式意愿研究——以北京、天津、上海、重庆为例[J]. 人口学刊,2008(01):35-41.

[3] 北京市老龄工作委员会办公室. 北京市2008年老年人口信息和老龄事业发展状况报告[R]. 2009(10).

作者简介:李雪妍(1969-),女,黑龙江省齐齐哈尔人,北京联合大学副教授,硕士,研究方向:城市与区域经济、房地产经营与管理。

收稿日期:2010-07-19

New Ideas of the Housing Industry for the Aged in the Beijing-tianjin-northern Hebei Region

LI Xueyan ,MENG Bin

【Abstract】 In recent years ,China's aging population is continually increased. Paying attention to the living patterns of senior citizens and exploring the development model of housing industry for the aged have great practical significance. Especially in Beijing ,Tianjin and other mega-cities ,with soaring prices and noise ,the development of housing industry for the aged faced with all sorts of difficulties. Fortunately ,the region integration process is accelerated in the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan areas. The small cities in northern Hebei and Beijing ,Tianjin are highly complementary and the development of housing industry for the aged should be overall planning and coordinated development from a regional perspective. We can not only solve the retirement problem for some senior citizens ,but also promote the development of the surrounding small cities ,in addition ,to a certain extent ,inhibit the housing prices rising too quickly.

【Keywords】 Beijing-Tianjin-Northern; Hebei Region; Housing Industry for the Aged; New Ideas

(上接第23页)

[9] 鲍超,方创琳. 水资源约束力的内涵、研究意义与战略框架[J]. 自然资源学报. 2006(5):844-852.

作者简介:鲍超(1978-),男,湖北麻城人,博士,中国科学院地理科学与资源研究所助理研究员,研究方向:

城市化与城市可持续发展;

方创琳(1966-),男,甘肃庆阳人,中国科学院地理科学与资源研究所研究员,博士生导师。研究方向:城市地理与城市规划。

收稿日期:2010-08-30

Interaction Mechanism and Control Modes on Urbanization and Water Resources Exploitation and Utilization

BAO Chao ,FANG Chuanglin

【Abstract】 Urbanization and water resources exploitation and utilization are both key influencing factors for urban and regional sustainable development. They interact and feed back with each other. On the one hand ,urbanization leads to changes of the amount ,structure and efficiency for regional water utilization ,and bring positive and negative effects on these changes. On the other hand ,water resources exploitation and utilization can sustain and constrain the process of urbanization. It can become an important determinant for the speed and scale of urbanization in water deficient regions. The response and feedback mechanism between urbanization and water resources exploitation and utilization is discussed. Subsequently ,some control and adjustment modes and suggestions are put forward.

【Keywords】 Urbanization; Urban Water Use; Water Resources Exploitation; Response and Feedback; Control and Adjustment Mode