

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2022.02.016

再生水利用激励机制研究

王 丰^{1,2}, 王红瑞^{1,2}, 来文立³, 曾 萌^{1,2}

(1. 北京师范大学水科学研究院, 北京 100875; 2. 城市水循环与海绵城市技术北京市重点实验室, 北京 100875;
3. 海南师范大学地理与环境科学学院, 海南 海口 571158)

摘要: 针对我国再生水事业推进缓慢、再生水利用激励措施不健全等突出问题, 初步探析了我国再生水利用激励机制的基本框架, 系统地阐述了该机制的激励理论和建立过程。再生水利用激励机制是一种政府作为激励主体, 对从事再生水生产的企业和用户产生激励作用的框架体系。通过对激励过程理论、马斯洛需求层次理论的分析, 指出了当前再生水利用不同主体在激励过程面临的障碍, 结合激励机制理论和环境经济学原理, 提出了促进再生水利用经济外部性内部化的主要途径和激励手段。再生水利用激励机制将政府、再生水企业、用户有效地结合起来, 妥善处理其中的利益关系, 从而推动我国再生水市场健康发展。

关键词: 再生水利用; 马斯洛需求层次理论; 激励机制; 激励过程

中图分类号: TV213.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-6933(2022)02-0112-07

Research on incentive mechanism of reclaimed water utilization // WANG Feng^{1,2}, WANG Hongrui^{1,2}, LAI Wenli³, ZENG Meng^{1,2} (1. College of Water Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Beijing Key Laboratory of Urban Hydrological Cycle and Sponge City Technology, Beijing 100875, China; 3. College of Geography and Environmental Science, Hainan Normal University, Haikou 571158, China)

Abstract: In view of the slow progress of China's reclaimed water industry and incomplete incentives for reclaimed water utilization, the basic framework of reclaimed water utilization incentive mechanism is investigated, and the incentive theory and establishment process of the mechanism are systematically explained. Reclaimed water utilization incentive mechanism is a framework system, in which the government acts as the main incentive to stimulate enterprises and users to implement the reclaimed water production. Through the analysis of incentive process theory and the theory of Maslow's hierarchy of needs, obstacles of different reclaimed water utilization entities in the incentive process are pointed out. Combining the theory of incentive mechanism and the principles of environmental economics, the main ways and measures to promote the internalization of economic externalities in reclaimed water utilization are proposed. The reclaimed water utilization incentive mechanism effectively combines the government, reclaimed water enterprises, and users, and properly handles the relationship of interests, so as to promote the healthy development of reclaimed water market.

Key words: reclaimed water utilization; theory of Maslow's hierarchy of needs; incentive mechanism; incentive process

随着我国城市化进程的加快, 社会经济活动强度增大, 人类开发利用水资源的力度也在加大, 使得城市供水不足, 严重影响了城市的健康发展^[1]。城市化进程的不断推进对水资源的数量和质量有了更高的要求, 同时污水的排放和生态用水的减少又加剧了水体污染, 导致城市面临水资源短缺、水环境恶化和水生生态破坏等问题^[2]。

一般可将城市化发展与水资源的关系分成 3 个

阶段^[3]: ①初级阶段(供大于需), 处于有利状况; ②供需平衡阶段, 处于正常发展阶段; ③水荒阶段(供小于需), 处于节水发展模式。城市化导致的水需求推动了污水回用的发展, 我国再生水利用从 20 世纪开始, 经历初步利用阶段、技术开发阶段和快速发展阶段, 有效地缓解了城市水危机。为了有效促进我国再生水产业的发展, 我国已经从法律、政策、标准、经济手段出发采取了一些措施, 推动了我

基金项目: 国家自然科学基金(51879010)

作者简介: 王丰(1997—), 男, 硕士研究生, 主要从事水资源系统分析研究。E-mail: wangfengbnu@163.com

通信作者: 王红瑞(1963—), 男, 教授, 博士, 主要从事水资源系统分析研究。E-mail: henrywang@bnu.edu.cn

国再生水利用的发展,但由于再生水项目具有外部性、公益性、垄断性等特性^[4],再生水利用政策体系不够系统,再生水利用市场机制不够健全,无法有效激励更多企业从事再生水生产和更多潜在用户使用再生水,导致再生水利用发展缓慢^[5-6]。

现代激励概念首先出现在心理学和行为学中,此后行为科学家、心理学家、社会学家等对激励问题进行了更为深入的研究,并逐渐发展成为完整的激励理论,目前激励理论被广泛运用到管理学、经济学、法学等诸多领域^[7]。政府部门在再生水利用政策体系建设中提出健全激励机制来促进我国再生水发展,但关于再生水利用激励机制的研究还十分欠缺。当前促进再生水利用的研究主要集中在产业体系、再生水定价、融资模式、补偿机制等方面^[4,8-10],因此,很有必要对我国再生水利用的激励机制进行顶层设计,激励再生水利用。

针对再生水利用所面临的问题,本文分析了再生水利用激励过程面临的障碍,初步探讨了再生水利用激励机制,以期政府部门推进再生水激励政策实施、促进再生水产业健康发展、缓解城市水资源供需矛盾等提供参考。

1 激励过程分析

1.1 激励过程

健康的再生水利用发展模式要有一套健全的激励机制,不断为再生水利用中的不同主体输入新的利用动机,帮助社会主动持续地推进整个再生水利用的过程。要设计成功的再生水利用激励机制体系必须先了解不同主体的行为动机激励过程。不同主体的行为都是由动机驱使的,是为了实现某个或某些目标,而动机的产生又从人的需求开始。目标的实现与否反过来又作为结果反馈使人产生新的更高级的需求,继而产生新的动机及行为^[11]。

由于城市在发展的过程中对水资源的需求不断增大,特别是进入到一种供需失衡的状态时,即水资源供小于需,为了改变这种供需失衡的状态,便产生一种力求满足需求和消除供需矛盾的内在驱动力,也就是动机。城市缺水导致城市用水紧张、用水受到限制时,对水资源强烈而迫切的需求势必造成城市居民的紧张与恐慌,影响社会稳定。为此城市的

不同主体就会采取行动满足自身需求以达到平衡,此时动机作为人的一种内驱力会寻找和选择目标,使得行为朝向所期望的目标努力。当达到目标后,水资源的需求得到满足,城市水资源供需失衡得以消除,更高层次的需求继续产生。目标的不断完成促进需求层次的不断提升,激励过程就这样螺旋递进式循环进行。再生水利用中的主体有政府、再生水企业、用户,其激励过程的主要内容见表1。

1.2 需求层次分析

在需求层次上,马斯洛需求层次理论将需求按优先顺序分为生理需求、安全需求、社交需求、尊重需求和自我实现需求5个层次,在不断满足不同层次需求的过程中实现发展,同时推动人类社会的进步^[12]。侯保灯等^[13]从人类需求的心理和活动规律出发,引入马斯洛需求层次理论,提出了水资源3级需求层次理论。参考马斯洛需求层次理论和水资源3级需求层次理论,本文将再生水利用发展的需求分为3级需求层次:基本需求、健康需求、和谐需求。

a. 再生水利用基本需求属于较低级的需求,对应马斯洛需求层次理论中的生理需求和安全需求。水资源是城市发展的基础资源,随着工业化和城市化的快速发展,资源型和水质型双重缺水特征凸显,水资源供需失衡将会严重限制城市的发展。水资源短缺指水资源相对不足,不能满足人们生产、生活和生态需要的状况^[14],而再生水的利用将配合常规水资源满足生产生活用水、环境基本用水、河流生态需水等,主要体现在满足水资源数量上的需求;在此层次上,政府的各种再生水相关政策是推动再生水发展的关键,再生水的开发利用量补充到城市水资源配置中,使水资源供需达到平衡,满足城市用水的基本需求。

b. 再生水利用健康需求属于中级层次的需求,对应马斯洛需求层次理论中的社交需求和尊重需求。再生水纳入水资源统一配置,与常规水资源互补,逐步提高水资源供给保障能力,维持城市健康水循环^[15];在此层次上,市场机制在再生水利用中起主要推动作用,通过不断挖掘再生水利用的潜力和提高再生水水质标准,优化水资源配置,满足城市经济社会的快速发展,使城市水安全得到全面保障。

表1 再生水利用主体激励过程主要内容

Table 1 Main content of incentive process of reclaimed water utilization entities

主体	需求	动机	行为	目标
政府	缓解城市水资源供需矛盾	节约、再利用水资源	鼓励支持再生水发展	满足城市发展需要,产生社会、环境效益
再生水企业	再生水市场	投资、运营再生水产业	生产再生水	产生经济效益
用户	降低用水成本,提高用水保障程度	减少用水限制	使用再生水	提高自身效益

c. 再生水利用和谐需求属于高级层次的需求,对应马斯洛需求层次理论中的自我实现需求。人水和谐是人类追求的一种理想的人水关系^[16],绿色发展是一种以人为本自然观为基础的新理念^[17]。在此层次上,再生水利用的潜力得到完全开发,并建立了有效的再生水回用水质安全保障体系,市场机制成为再生水资源开发和利用中的决定性因素,用水效率极高,公众形成了节水意识,节水型社会全面建成,水资源需求得到全面满足,实现人水和谐、绿色发展。

再生水利用的3级需求层次从低到高,按层次递升,低层次的需求实现后,该需求仍存在,但不再是主要的激励因素,下一级高层次需求将取代其成为激励不同主体行为的主要驱动力。在这一过程中,人的积极性被充分调动,不断从事有目的的对象化实践活动,不断为满足需求而努力,再生水发展3级需求激励过程如下:基本需求→动机→行为→基本目标→正反馈→健康需求→动机→行为→健康目标→正反馈→和谐需求→动机→行为→和谐目标。

2 激励过程障碍分析

2.1 政府障碍

目前我国政府部门以法律、法规、通知、规划和技术政策的形式来制定再生水利用政策框架,见表2。政府部门制定的政策是推动再生水利用的动力^[6],但政府想要通过推进再生水发展来获取社会、经济、环境效益的目标远未达到,使得再生水利用激励过程的正反馈效果不明显,有效的再生水利用激励机制还未形成。政府部门推动再生水发展的行为面临以下障碍:

a. 再生水利用具有综合性和复杂性。几乎所有的城市都在国家和省级政策的指导下鼓励污水再生利用,但在大多数城市再生水还没有被纳入水资源的统一管理,以至于再生水难以有效地在城市水资源系统中进行分配^[18]。住房和城乡建设部主要实施再生水利用的政策,包括拟订再生水利用的发展战略和规划、指导再生水利用设施和配套管网建设等,但水资源配置则是水务部门的职责,而其他部门如生态环境部、农业农村部、国家市场监督管理总局,也对环境改善、灌溉和水质标准等方面拥有管辖权^[19]。再生水未纳入统一管理,导致各部门监管权力没有明确界定,监管工作难以协调。

b. 再生水项目融资渠道单一。再生水的配套管网等基础设施的建设需要大量资金投入,“十三五”城镇污水处理及再生水利用设施建设共投资约5 644 亿元,新增再生水生产设施投资158 亿元。城市再生水设施属于社会公益性事业,传统的城市再生水设施由国家和地方政府投资建设,这种政府管理运营模式在一定程度上推动了再生水产业的建设和发展,但政府对运营再生水项目的管理水平和效率较低,技术更新速度缓慢,这也阻碍了再生水市场的健康发展。目前城市现有的基础设施也会成为再生水管道系统建设的障碍^[20],造成再生水配水管网的连接率较低^[21]。

2.2 企业障碍

随着我国污水处理率的大幅提高,城市需水量不断增加,再生水回用的市场潜力十分巨大,特别是政府部门积极构建的再生水利用政策框架刺激了社会资本参与投资、运营、管理再生水产业的动机。企业从事再生水生产的激励过程面临以下障碍:

表2 再生水利用政策框架

Table 2 Policy framework for reclaimed water utilization

政策类型	颁布机构	时间	政策法规
法律	全国人大	2002 年	《中华人民共和国水法》
		2013 年	《城镇排水与污水处理条例》
法规	国务院	2015 年	《水污染防治行动计划》
		2012 年	《关于实施最严格水资源管理制度的意见》
部门规章	国务院	2013 年	《关于加强城市基础设施建设的意见》
		2004 年	《市政公用事业特许经营管理办法》
	住房和城乡建设部	2015 年	《城镇污水排入排水管网许可管理办法》
		2009 年	《关于加强城市污水处理回用促进水资源节约与保护的通知》
	水利部	2013 年	《关于加强城市污水处理回用促进水资源节约与保护的通知》
		2015 年	《关于水资源费征收标准有关问题的通知》
	国家发展改革委员会等多部门	2019 年	《基础设施和公共事业特许经营管理办法》
		2021 年	《国家节水行动方案》
		2015 年	《关于推进污水资源化利用的指导意见》
		2015 年	《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》
规划	生态环境部	2019 年	《关于进一步深化生态环境监管服务推动经济高质量发展的意见》
		2016 年	《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》
		2021 年	《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》
		2021 年	《“十四五”节水型社会建设规划》

a. 社会资本难以进入再生水市场。再生水项目的前期投资巨大、回收期长、收益率低、风险大,社会资本进入再生水市场的积极性不高,而面对基础设施建设的巨大投资需求,政府财政没有充足资金投入再生水项目建设,造成再生水项目融资困难^[10]。再生水投融资的特点降低了再生水企业参与投资、运营再生水产业的动机。城市再生水项目采用基础设施特许权 (build-operate-transfer, BOT)、政府和社会资本合作 (public-private partnership, PPP) 的模式可以帮助解决资金短缺问题、带来先进管理经验^[10,22]。

b. 再生水定价机制偏离市场规律。当前自来水的价格主要由资源水价、工程水价、环境水价等构成,主要以成本回收为基础,没有将水视为一种资源物品,水价调节水资源供需的效果并不明显^[23]。城市水系统从水资源取水、供水、用水、排水、再生利用,其水质的变化反映了水的价值变化。再生水由于公众接受程度较低和其水质不如自来水,在价格上与常规水资源的竞争优势不明显。我国现行的再生水的价格因区域不同略有差异,一般为自来水价格的 30% ~ 40%^[9]。再生水作为城市污水资源的衍生品,水价结构的不合理也导致再生水的定价产生扭曲^[24],再生水价不能反映其真正价值,再生水生产企业盈利的目标难以实现,再生水利用的市场激励过程无法实现正反馈。再生水的价格不能反映其真实的供求关系,且价格和供求是市场机制的基本要素,这导致再生水交易不能在市场机制的规律下正常运行。

c. 再生水水质标准缺乏一致性。再生水用于城市卫生、消防、环境改善、作物及绿地灌溉、地下水补给的不同类别的水质标准由各自相关的政府部门机构制定,再生水企业在处理技术、参数、数值限值以及监测协议等方面未达成一致^[5,25]。目前,根据不同的再生水用途颁布了一系列水质标准,见表 3,这些标准由不同机构的专家们在不同年份提出,水质指标和数值以及监测方法缺乏一致性,而一个再生水厂生产的再生水常常分配给不同的用户。再生

水水质标准与污水排放标准不衔接,污水处理厂的水源没有达到规定要求,再生水企业无法有效保证再生水水质^[19]。

2.3 用户障碍

再生水作为城市的“第二水源”,在众多领域开展了许多应用,用户使用再生水降低了用水成本、减少了用水限制,从而提升自身用水保障程度、扩大生产。用户使用再生水的激励过程面临以下障碍:

a. 公众接受度不高。城市化进程中引发了水危机,一方面城市管理者努力提高水资源供给保障能力,但用户因城市水危机引发的水资源短缺的认识没有加强。再生水利用不仅可以节约大量的常规水资源,而且可以降低污水排放对环境的影响,产生巨大的生态环境效益,包括资源效益、环境效益和对人体健康的效益等^[26]。公众尚不明确再生水在城市的使用程度以及再生水利用的利弊,但公众的参与对扩大城市污水资源再利用项目起着至关重要的作用。部分公众对于污水回用具有本能的心理反感,对再生水中潜在的微生物、病原体、化学物质感到恐惧,将再生水放入环境缓冲区再回用可以提高公众对污水回用的接受度^[27]。

b. 再生水安全问题。由于处理工艺和运行成本的限制,再生水中仍残留一定数量的污染物^[28]。水质安全保障(包括对人体健康的影响、对生态环境的影响和对生产安全的影响)是再生水利用的关键和前提,但由于再生水的自然属性欠缺,水质安全难以保障,这对再生水回用技术、工艺和水质监管提出更高的要求^[29]。

3 激励机制设计

不同层次、不同部门再生水利用的政策、法律条例、标准构成了再生水利用的外在动力,同时激励过程面临一些障碍,包括:部门协调不一致、再生水未纳入统一管理、融资模式单一、市场机制未建立、公众接受度不高等,需要对现有激励措施进一步整合,设计一套促进再生水健康发展的激励机制。

表 3 再生水水质标准

Table 3 Reclaimed water quality standard

标准号	标准名称	归口单位
GB/T 19772—2005	《城市污水再生利用 地下水回灌水质》	住房和城乡建设部
GB/T 19923—2005	《城市污水再生利用 工业用水水质》	住房和城乡建设部
SL 368—2006	《再生水水质标准》	水利部水资源管理局
HG/T 3923—2007	《循环冷却水用再生水水质标准》	全国化学标准化技术委员会
GB 20922—2007	《城市污水再生利用 农田灌溉用水水质》	住房和城乡建设部
GB/T 25499—2010	《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》	住房和城乡建设部
GB/T 18921—2019	《城市污水再生利用 景观环境用水水质》	全国城镇给水排水标准化技术委员会
GB/T 18920—2020	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》	全国城镇给水排水标准化技术委员会

3.1 经济学理论分析

整个再生水发展的激励过程中反馈机制未能有效运行,即再生水利用的社会、经济、环境效益目标无法实现,不能有效刺激再生水利用中不同主体新的需要产生。水资源系统和经济系统间存在一种辩证关系,水资源是社会经济发展的重要物质基础,经济是水资源开发保护的^[30]动力。水资源系统为经济系统提供水资源供给保障,水资源经过经济系统的利用产生大量污水重新回到自然-社会水系统中,污水资源经过开发利用,则可以重新回到水资源系统中被经济系统再次利用。两者紧密相连,既相互促进又相互制约,因此有必要基于经济学理论探求再生水利用与经济系统之间的协调关系。

a. 产权理论。污水本身无价值,具有一定的社会危害性,治理污水需要社会成本。再生水厂将污水进行净化处理后生产再生水,这一生产过程具有劳动价值,因此再生水具有一定价值。再生水企业拥有再生水的所有权、使用权、收益权、处置权等。产权的作用可以帮助人们在再生水交易中形成合理的预期,减少交易中的不确定性。在市场经济中,任何经济交往都以一定的产权为前提,水质标准的制定和再生水配水管网的建设有利于产权交易。促进再生水产权交易对再生水的配置效率十分重要,能够产生激励作用,引导再生水利用行为。

b. 公共物品理论。再生水是具有外部效应、竞争性的准公共物品,兼具公共物品和私人物品两种属性,其中公共物品属性主要来自于对常规水资源的替代而产生的社会效益^[8]。由于再生水具有外部效应,政府应该给予矫正,否则会造成再生水资源配置失效。矫正的方法主要是政府对再生水利用中的相关主体进行补贴和资助,激励更多用户消费再生水以产生更多正外部性激励。

c. 环境价值理论。根据劳动价值论,没有劳动参与的东西就没有价值,因此环境资源没有价值的;根据效用价值论,环境资源可以满足人类的需要,环境资源具有效用价值。从对环境资源价值的认识发展过程来看,环境资源已经过渡到有价值阶段,这为环境资源的有偿使用提供了理论依据。再生水厂通过技术手段在一定程度上减少了排放污染物的种类和数量,降低了水资源污染的风险,有效地保护了下游河道的水环境。再生水资源具有明显的外部价值,但再生水企业却并未得到相应的补偿。此外,再生水用于河道生态补水、地下水补充、绿化等满足了人类需求,产生了社会、环境效益,在再生水交易时应该加上环境资源的经济价值。

d. 外部性理论。再生水利用的社会收益远大

于私人收益,再生水厂将再生水出售给其他用水户获取收益,同时极大地缓解了城市水资源短缺和城市水环境恶化的状况,带来非市场性的影响,因此,再生水利用具有外部经济性即正外部性。而污水排放具有外部不经济性,污水治理的社会成本大于私人成本,再生水利用可以缓解污水排放的负外部性,因此,必须促进再生水利用的经济外部性内部化。

3.2 激励手段分析

针对当前再生水利用的市场机制所面临的障碍,需要将其经济外部性内部化,将再生水利用实施者的成本和产生的社会效益转向内部,可采取两个主要途径:

a. 公共政策途径。①教育手段:提高公众对再生水的接受程度,争取公众支持,让公众理解再生水利用产生的巨大社会收益,扩大再生水利用的市场。②庇古手段:在外部性场合,必须通过政府行为使外部成本或效益内部化,对再生水利用采用非市场化的经济手段,如减免税收、财政补贴等,使再生水企业私人收益低于社会收益的部分得到补偿。

b. 私人解决途径。由科斯理论可知,在产权明晰的情况下,私人之间的契约同样可以解决外部性问题,如形成再生水利用的产业链、达成再生水水权交易协议等,从而实现再生水资源的最优配置。

3.3 激励机制的建立

当前对再生水开发利用管理的部门众多,包括:水利部、住房城乡建设部、生态环境部等,政府作为委托人,其追求的是外部价值与经济价值,即再生水利用产生的社会、经济、环境效益最大化。再生水企业作为代理人,是再生水利用项目的主要实施者,承担整个再生水市场的运转工作,追求自身利益最大化,对于再生水的外部价值关注不多。用户包括个人和社会群体,他们是再生水利用的直接受益者,同时也是有效推动和监督政府及企业行为的关键。从事再生水相关研究的科研机构可对再生水企业、政府部门提供技术支持和咨询服务。再生水利用具有一定的复杂性,政府部门、再生水企业、用户、科研机构的相关关系见图1。

政府可以通过政策和行政手段把再生水企业和公众行为有效地组织起来,妥善处理政府、企业和公众的利益关系。政府是整个再生水利用项目的倡导者与推动者,因此政府在激励机制中作为激励主体起着主导作用。从事再生水生产的企业和使用再生水的用户作为激励机制中的激励客体,是再生水利用的主要实施者和承担者。当前政府部门对再生水相关科研机构逐步增加科技投入、建立科研和推广体系,且科研机构在激励过程中的动机主要来自再

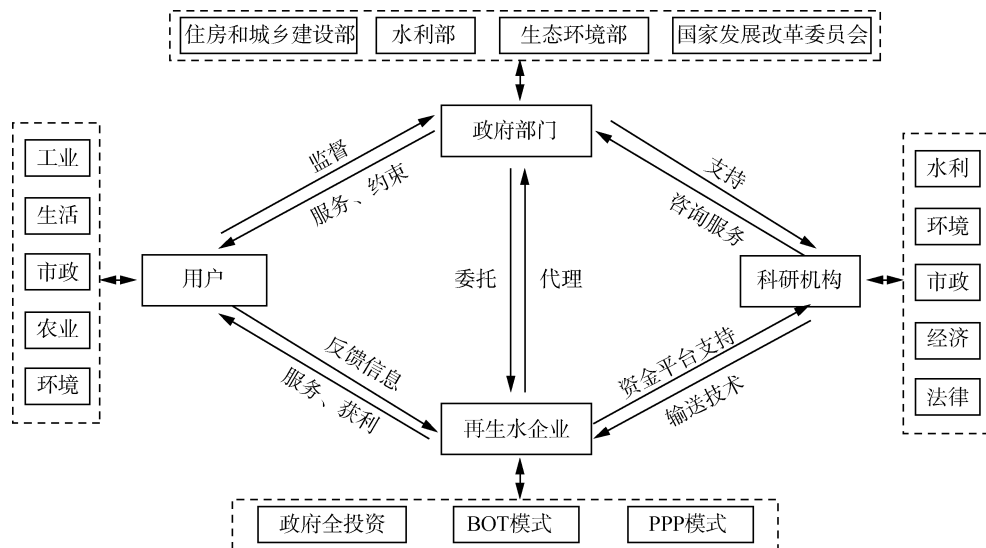


图1 再生水利用相关关系

Fig. 1 Relations in reclaimed water utilization

生水企业在技术上的需求,因此未将科研机构作为激励客体。

本文对再生水利用激励机制定义为:通过对再生水利用激励过程的障碍分析,激励主体在当前的激励环境下采取或加强各种激励手段对激励客体产生激励作用,使激励客体在追求个人利益的同时达到激励主体的目标,以促进再生水产业健康发展,实现社会、经济、环境效益的最大化。再生水利用激励机制框架见图2。

结合马斯洛需求层次理论,我国城市再生水发展仍处于基本需求层次,在再生水激励机制运行的过程中,需要对激励反馈、激励目标进行合理评价,验证当前城市再生水发展过程中基本需求的满足情况,实时动态调整激励手段,这有利于修正和改进激励机制、把握再生水利用实践活动的规律和方向。

当前多个政府部门参与到再生水利用的规划、建设与运营管理中,且再生水利用的全过程涉及多学科、多行业、多主体,因此激励机制的建立有利于

部门协调、学科交叉、主体利益合理分配,激发再生水各主体的主观能动性。

4 结 语

一个健康的再生水激励过程由再生水不同主体的需求、动机、行为、目标构成,目标的不断完成通过正反馈机制促进需求层次不断提升。本文结合马斯洛需求层次理论将再生水利用发展的需求分为:基本需求、健康需求、和谐需求,研究在3级需求激励过程下,实现再生水利用的良性发展。从政府、再生水企业、用户出发分析其在激励过程中面临的障碍,梳理了当前的再生水利用政策框架和再生水水质标准。从环境经济学的产权理论、公共物品理论、外部性理论、环境价值理论出发,分析了促进再生水利用经济外部性内部化的主要途径和激励手段。运用激励机制理论,确立了再生水激励机制中政府作为激励主体,从事再生水生产的企业和使用再生水的用户作为激励客体,制定并阐明了我国城市再生水利

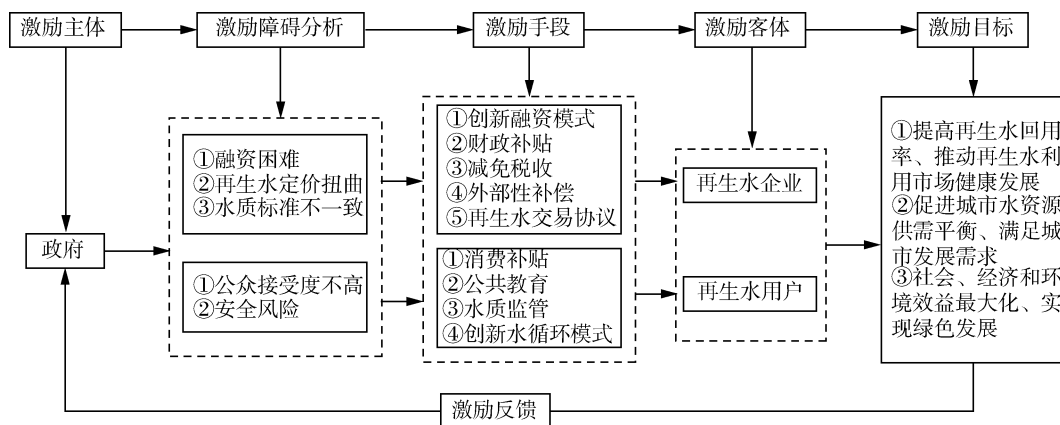


图2 再生水利用激励机制框架

Fig. 2 Framework of incentive mechanism for reclaimed water utilization

用激励机制框架,以促进我国再生水市场的健康发展。

参考文献:

- [1] 宋全香,左其亭,杨峰. 城市化建设带来的水问题及解决措施[J]. 水资源与水工程学报,2004(1):56-58. (SONG Quanxiang, ZUO Qiting, YANG Feng. Water problems brought out by citifying construction and measures[J]. Journal of Water Resources and Water Engineering,2004(1):56-58. (in Chinese))
- [2] 严登华,王浩,周梦,等. 全球治水模式思辨与发展展望[J]. 水资源保护,2020,36(3):1-7. (YAN Denghua, WANG Hao, ZHOU Meng, et al. Scientific ideas and development prospects of global water management[J]. Water Resources Protection, 2020, 36(3):1-7. (in Chinese))
- [3] 宋晓猛,朱奎. 城市化对水文影响的研究[J]. 水电能源科学,2008(4):33-35. (SONG Xiaomeng, ZHU Kui. Research progress of urbanization effect on hydrology[J]. Water Resources and Power, 2008(4):33-35. (in Chinese))
- [4] 吴晓萍. 基于外部价值分析的城市再生水资源利用补偿机制研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2018.
- [5] CHANG Dunhu, MA Zhong. Wastewater reclamation and reuse in Beijing: influence factors and policy implications [J]. Desalination, 2012, 297: 72-78.
- [6] ZHU Zhongfan, DOU Jie. Current status of reclaimed water in China: an overview [J]. Journal of Water Reuse and Desalination, 2018, 8(3): 293-307.
- [7] 党曦明. 激励机制设计理论及其应用[D]. 北京:北京邮电大学,2004.
- [8] 杨龙军. 政府视角下污水处理服务和再生水产业化模式研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2007.
- [9] 韩思茹. 再生水资源定价研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2015.
- [10] 陈小虎. 城市再生水项目 PPP 融资模式应用及风险研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2013.
- [11] 安福杰. 基于需要层次理论的教育游戏激励机制研究[J]. 中国电化教育, 2013(3): 96-100. (AN Fujie. Research on incentive mechanism of educational games based on the theory of needs level[J]. China Educational Technology, 2013(3): 96-100. (in Chinese))
- [12] 郝辽钢,刘健西. 激励理论研究的新趋势[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2003(5): 12-17. (HAO Liaogang, LIU Jianxi. New trends in incentive theory research[J]. Journal of Beijing Technology and Business University (Social Sciences), 2003(5): 12-17. (in Chinese))
- [13] 侯保灯,高而坤,吴永祥,等. 水资源需求层次理论和初步实践[J]. 水科学进展,2014,25(6):897-906. (HOU Baodeng, GAO Erkun, WU Yongxiang, et al. Water

resources demand hierarchy theory and preliminary practice[J]. Advances in Water Science, 2014, 25(6): 897-906. (in Chinese))

- [14] 王红瑞,洪思扬,秦道清. 干旱与水资源短缺相关问题探讨[J]. 水资源保护, 2017, 33(5): 1-4. (WANG Hongrui, HONG Siyang, QIN Daoqing. Discussion on related issues of drought and water shortage[J]. Water Resources Protection, 2017, 33(5): 1-4. (in Chinese))
- [15] 张杰,李冬. 城市水系统健康循环理论与方略[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2010, 42(6): 849-854. (ZHANG Jie, LI Dong. Theory and strategy on healthy circulation of urban water system [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2010, 42(6): 849-854. (in Chinese))
- [16] 左其亭. 人水和谐论及其应用研究总结与展望[J]. 水利学报, 2019, 50(1): 135-144. (ZUO Qiting. Summary and prospect of human-water harmony theory and its application[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2019, 50(1): 135-144. (in Chinese))
- [17] 郑德凤,臧正,孙才志. 绿色经济、绿色发展及绿色转型研究综述[J]. 生态经济, 2015, 31(2): 64-68. (ZHENG Defeng, ZANG Zheng, SUN Caizhi. The research summary of green economy, green development and green transformation[J]. Ecological Economy, 2015, 31(2): 64-68. (in Chinese))
- [18] CHANG Dunhu, MA Zhong, WANG Xin. Framework of wastewater reclamation and reuse policies (WRRPs) in China: comparative analysis across levels and areas [J]. Environmental Science & Policy, 2013, 33(Sup1): 41-52.
- [19] LYU Sidan, CHEN Weiping, ZHANG Weiling, et al. Wastewater reclamation and reuse in China: opportunities and challenges [J]. Journal of Environmental Sciences, 2016, 39: 86-96.
- [20] XUAN Xuejian, XU He. Use of reclaimed water in China: management issues and strategies [J]. Management Science and Engineering, 2009, 3(1): 17-25.
- [21] CHEN Zhuo, WU Qianyuan, WU Guangxue, et al. Centralized water reuse system with multiple applications in urban areas: lessons from China's experience [J]. Resources, Conservation & Recycling, 2017, 117: 125-136.
- [22] 魏星,赵敏. 城市再生水项目社会资本合作方选择[J]. 水资源保护, 2016, 32(5): 47-52. (WEI Xing, ZHAO Min. Selection of social capital partner in urban reclaimed water project [J]. Water Resources Protection, 2016, 32(5): 47-52. (in Chinese))
- [23] 曹国圣. 城市水循环经济发展的经济机制研究[J]. 水利经济, 2010, 28(1): 33-36. (CAO Guosheng. Research on economic mechanism of urban water recycling economy development [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2010, 28(1): 33-36. (in Chinese))

(下转第 146 页)