

述评与讨论

蓝色经济下的水技术变革

郝晓地, 李天宇, Mark van Loosdrecht, 江瀚, 曹达启
(北京建筑大学北京未来城市高精尖创新中心 中—荷未来污水处理技术研发
中心, 北京 100044)

摘要: 蓝色经济广义上其实就是循环经济,它与未来环保产业的发展趋势关联度极高。以水技术变革为中心,调整经济运行模式并提升社会普遍接纳程度乃未来水技术向蓝色经济转型发展的主要内容。蓝色经济下的水技术变革既不是对现有工艺的否定,也不提倡盲目求新,而是“强迫”人类不断向大自然取经,让人类自身发展再次与自然、生态融为一体。对此,需要重新审视原生态文明下的朴素“技巧”与现代文明中的高技术。顺应自然、敬畏生态是发展蓝色经济的全部内涵。为此,应以遵循自然水文循环为前提,在水量上忌“巧取豪夺”、水质上要“完璧归赵”。蓝色经济的实现其技术并非关键,关键是人们的意识和观念,特别是“官智”的作用。只要“官智”打开,便可制定出符合生态原则的政策/法规和经济奖惩措施,才能调动水行业乃至整个社会对发展蓝色经济的积极性和接纳程度。

关键词: 蓝色经济; 水技术变革; 原生态文明; 集中处理; 水文循环; 官智
中图分类号: TU99 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2017)02-0005-08

Reform of Water Technologies under Blue Economy

HAO Xiao-di, LI Tian-yu, Mark van Loosdrecht, JIANG Han, CAO Da-qi
(Sino-Dutch R&D Centre for Future Wastewater Treatment Technologies, Beijing Advanced
Innovation Center of Future Urban Design, Beijing University of Civil Engineering and
Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract: Blue economy actually refers to circular economy in a broad sense, which is highly associated with development trend of future environmental protection sector. Focus on reform of water technologies, adjustment of economic operation mode and enhancement of social acceptance will be major concerns about transformation of future water technologies into the blue economy. Reform of water technologies under the blue economy does not deny existing water processes and does not innovate blindly towards high-techs either, which is actually to “compel” human beings to learn from nature and to let human development integrate into nature and ecology again. In this respect, simple “skills” under originally ecological civilization and high-techs under modern civilization should be reevaluated. Complying with nature and reverencing ecology are the crux of the blue economy. For this reason, the following strategies should be adopted: obey the natural hydrologic cycle, avoid plundering water quantity and return original

water quality after use. Technologies are not a controlling factor in accomplishing the blue economy, and human consciousness and concepts decide everything, especially controlled by officials' intelligence. As long as the officials' intelligence is opened, reasonable policies/regulations and measures of bonus-penalty will be formulated, which will promote enthusiasm and acceptance of water sector and even the whole society for developing the blue economy.

Key words: blue economy; reform of water technologies; originally ecological civilization; centralized treatment; hydrologic cycle; officials' intelligence

万物生长皆离不开自然界中的水、营养物、能源这三种基本要素。其中,营养物与能源之间的相互串联保证了生态系统的稳定性与持续性,而水作为一种最重要的溶剂与基质无疑在这一串联的循环过程中扮演了极为重要的角色。在生态系统中,一个过程产生的副产品总是会被输入到另外一个过程之中。从这个角度来说,生态系统中应该是没有废弃物产生的。蓝色经济的概念便由此而出。蓝色经济,从生态设计角度出发,在生态系统中寻找改变高度浪费的生产和消费模式之灵感,像大自然一样将营养物和能源串联利用,以保持人类发展的可持续性。其实,蓝色经济在广义上指的就是循环经济,它摒弃对废物的传统认识,提出一种模拟自然的经济发展模式,可以提高人类对自身需求所做出的反应。与传统经济模式和绿色经济相比,蓝色经济具有4个显著特点:创造就业机会、创造经济价值、模拟生态系统与零排放。显然,蓝色经济与环境产业未来趋势有着非常高的契合度。

地球上的自然水文循环首先是万物生长皆离不开的最基本要素(基质);其次,水又充当着生物所需养分与能量的溶剂和传输介质。然而,因人口增长、财富积累、气候变化以及社会对清洁产品的迫切需求与资源有效利用等,地球目前正面临着日益加剧的水资源危机大挑战。一方面,满足增长需求并避免全球灾难性水危机需要水技术变革;另一方面,也需要水技术行事方式的某些变革。这些推动/供给与拉动/需求因素理论上应齐头并进,但是,现实中缺乏的却是体制—经济协调与管理架构。此外,尽管在诸如循环经济等一些概念上增加了一些政策与政治方面的内容,但是,基于面向“蓝色经济”的成本效益与有效经济政策手段之显见转变策略似乎还未真正出现。

为此,国际水协(IWA)以及旗下《Water Research》与《Water Resources and Economics》拟共同

举办主题为“水技术变革在蓝色经济中的角色”之第四届 Water Research 国际会议(2017年10月10日—13日,加拿大滑铁卢),旨在交流、讨论向蓝色经济转型发展的成熟思路与相应研究。此次会议特别强调水科学与技术变革以及相应的体制—经济环境配套政策,以促进人类在水利用方面向可持续方向转变。围绕会议主题及其重点内容,总结蓝色经济下目前国内外水技术变革的内容、思路与技术。

1 水与蓝色经济

长期以来,水行业偏公益性,鲜与经济发展挂钩。然而,现今地球水资源问题不断加剧,并逐渐演变为遏制经济发展的重要瓶颈。加之,人类一味强调经济发展,导致资源与能源过度消耗,使未来社会经济发展亟需向蓝色经济方向转变。在此背景下,水行业与蓝色经济需要紧密联系,具体如图1所示^[1]。水行业与蓝色经济之间存在多元素、跨学科、互相关联的内在关系,涉及技术、经济、社会以及管理等多方面内容,特别是城市、农村水系统基础设施与技术理念转变和技术变革是向蓝色经济转型发展的关键所在。

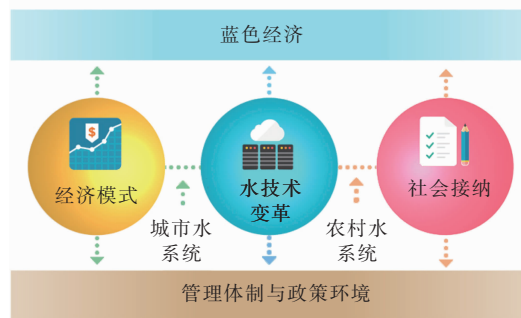


图1 水行业与蓝色经济的相关关系

Fig.1 Correlativity between water sector and blue economy

宏观上,蓝色经济下的水技术变革应基于好的管理体制和政策保障等软性环境。微观上,水技术的研发应回顾人类文明中所创造出的原生态文明习惯,并以现存技术手段尽可能恢复和保护人类几千

年来所缔造的、具有朴素可持续性的原生态文明。这就构成了如图 1 所示的蓝色经济框架下的水技术变革方式,即,以水技术变革为中心,调整经济运行模式并提升社会普遍接纳程度(即所谓宏观上的一个中心、两个基本点)。具体来说,应首先建立、健全有效的管理体制和相关政策法规,鼓励维系原生态文明技术实践,转变“唯经济论”行政思维;以顺应自然为主旋律,从水文循环、农业循环入手,恢复水、营养物、能源的生态流动与循环,建设美丽乡村及生态城市。其次,应调整现有经济运行模式,采用监管框架、PPP 模式、自愿协议和经济政策工具(如定价和全成本回收模式);引进全生命周期(LCA)分析、环境影响评价和其他决策分析方法,强化环境外部效应与收益的经济评价(如水质改善);通过新的经济、金融与商业模式大力支持向蓝色经济方向过渡与转型。最后,需要提升社会公众对蓝色经济的接纳程度,特别是公众的感知度、环境风险评估以及公众健康与幸福指数等。

2 水技术变革策略与方向

2.1 转变技术理念

蓝色经济下水技术变革并非是一次“废旧出新”技术革命的开始,而首先是一场回归生态、顺应自然的理念变革。在以“经济建设为中心”的年代,获取的幸福指数多半是以牺牲自然生态为代价的。在“低”技术没有高效解决缺水与水污染的情况下,某些当政者寄希望以强大的经济实力驱动“高”技术来解决现实问题。然而,有些高技术要么是逆自然的,要么是难以驾驭的,最后结果往往事与愿违,以至于出现在污水设施普及的同时黑臭水却开始肆虐之现象。

其实,污水处理技术发展的最高目标也是一个中心(可持续)、两个基本点(碳中和、磷回收)^[2]。这实际上与我国几千年创造的“粪尿返田”之原生态文明习惯殊途同归,差别只在技术难度与管理水平。因此,对量大、面广、被土地包围的农村来说,最大限度恢复和维持“粪尿返田”之原生态文明习惯就是最为朴实的蓝色经济。虽然农村旱厕存在卫生和气味等一些环境问题,但这些问题相对于污水处理技术来说如汤沃雪,以源分离为基础的“生态卫生”排水方式可有效解决之^[2];对卫生部门担心的病原菌传播问题则可通过“沤肥”等简单灭菌方式加以解决。

如图 2 所示,城市今后普遍追求的可持续污水技术无论在技术内涵与管理水平上都不可能与原生态文明习惯同日而语,非一般专业技术人员所能掌握(如厌氧氨氧化与好氧颗粒污泥技术),绝非原生态文明来得那么简单和容易。管理者若能认清这一形势,我国至少还有一半人口有机会去维持/恢复原生态文明习惯的机会。一方面要教育农民,粪尿返田绝非生活陋习,而是原生态文明习惯;另一方面,政府在经济上应补贴/鼓励农民首先使用自家粪尿返田,更要奖励“他人肥水流进自家田”的做法,最大限度避免以处理方式去除营养物、有机质的逆生态行为。其实,只要在粪尿返田问题上适当给予农民一些“好处”,农民还是愿意继续实践的。尽管农家肥的肥效不能与化肥相比拟且作物产量相对偏低,但施用农家肥种出的庄稼却是目前市场上广受热捧的“绿色”食品,价格是化肥作物的几倍。

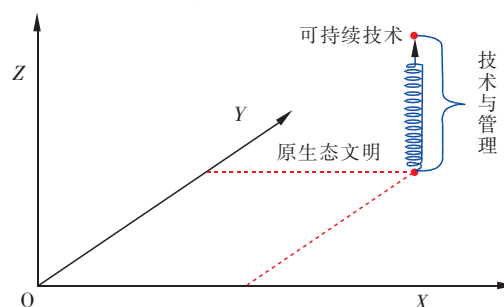


图 2 可持续技术与原生态文明

Fig. 2 Sustainable technologies vs originally ecological civilization

可见,维系农业生产原生态文明习惯才是解决我国农村水污染问题的重要手段,也正是蓝色经济呼唤的内容。这显然与现时所追求的高技术趋势完全相反,首先需要的是转变观念,特别需要的是“官智”要开。本来就存在于“民智”下的粪尿返田实践,再加上应该开启的“官智”(限制化肥使用、鼓励农家肥施用),才能真正以“顶层设计”方式鼓励和引导农民自觉自愿地去维系原生态文明之习惯。

对既有城市来说,集中式污水处理方式肯定仍然成为主流,但也绝非去一味追求所谓高大上的新技术。在蓝色经济框架下,“碳中和”与“磷回收”可以有效解决生物污泥和化学污泥问题,使污水处理过程有望实现零排放。然而,实现污水处理“碳中和”与“磷回收”双重目标的关键并不仅是技术问题,同样也需“官智顿开”。只有“官智”开了,方能

像欧美国家一样制定鼓励政策并讨论补贴方式。否则,“唯技术论”的结果恐怕是“拿着熊猫当猪养”,出现不接地气的严重问题。

2.2 扼守水文循环规律

水文循环是地球形成后经几十亿年的“千锤百炼”才炼成的固有模式,也是前5代非智慧生物均未改变过的自然规律。人类作为地球上偶然兴起的第6代物种中唯一的“智慧”生物实际上已成为目前地球上的“兽中之王”,不但对其他物种掌握着“生杀大权”,而且还在肆无忌惮索取自然资源、满足自己“一己私利”的同时,不断试图改变人类出现前业已形成的水文循环自然规律,妄想着“人定胜天”。殊不知,自然界并不需要人类,而人类则离不开自然!诚然,经历了100多年的工业革命,人类历史上前所未有的“现代文明”使人类生活变得越来越舒适、方便。但是,人类赖以生存的自然环境却遭到了前所未有的巨大破坏。远的不说,近年来我国普遍出现的重雾霾、黑臭水、毒土壤、高噪音等一系列环境问题就是最明显的征兆。可见,人类只追求科学而不尊重自然规律的后果是多么的可怕!对人类赖以生存的生命之水来说,科学研究水文循环恢复手段、研发模拟水循环下的水量/水质流动与净化技术才是水科学技术今后的发展目标,也是蓝色经济框架下的水技术之路。

2.3 顺应自然的水技术方向

2.3.1 水量调节

小规模形式的拦水、筑坝对自然生态并无大碍,但是,大规模拦水、筑坝行为肯定是逆自然、悖生态的,终将会受到大自然的报复。同理,小规模调水方式对水文循环影响无足轻重,而大规模远距离调水肯定也是悖生态的。洪水肆虐不过是水文循环的自然属性,是水回“娘家”(海洋)的一种急迫表现形式。在这个问题上,是筑坝修堤让水为人让路,还是避水而居人给水让路?这其实是一个逆反自然还是顺应自然的问题。

近代,随着科学技术不断进步,人类“从高到低”居住的情况越来越多,甚至挤占了河道或洪水易发区域,这缘于水利防洪工程的兴建。然而,密集的城市人工建筑以及被硬化了的地面道路导致径流系数大幅增加,而人工排水设施又“不舍得”以百年一遇、甚至千年一遇的标准去兴建,以至于逢雨必涝、城市看海的现象频发。结果,出现大自然开始惩

罚人类的现象。

显然,顺应自然的“避水”技术而非“水让人”的“防洪”技术才是今后水技术的发展方向。若不与水抢道,那就应“人往高处走”;若想与水亲近而占据水道,那“避水”技术则势在必行。人类既然可以修建昂贵的立体交通系统,那也完全可以建得起让水流动十分通畅的人工立体通道(下水道)。荷兰水利工程闻名于世,当年围海造田、填河占地的事例屡见不鲜。但如今,这些水利工程大都显示出其在自然生态上带来的负面效应。于是,筑“生态坝”、“还地于河”的行动已在荷兰悄然启幕^[3]。

在水量调节方面,我国四川的“都江堰”古代水利工程可谓是人类历史上以原生态方式利用水资源的伟大工程,它的修建变害为利,使人、地、水三者高度和谐统一,开创了中国古代水利史上的新纪元,在世界水利史上也写下了光辉的一章。

目前,在我国城市雨洪利用与控制方面,多以“用而去其害”为主,过分强调对雨水的截留/利用,而忽视了水文循环的基本规律;75%的大气(陆地)降雨在自然水文循环下是要经蒸腾、蒸发回归大气的^[4],肆意截留雨水不仅造成大部分水量难以回归大气,而且剩余水量回归大海都成了问题。如果大规模实施,其后果不仅是对水文循环的直接撕裂,更可怕的是还会出现“人工影响气候”的现象。

2.3.2 水质改善

农业文明之时的地表、地下水水质藉“粪尿返田”之原生态文明习惯以及水体自净功能使水回归大海之前可恢复如初、洁净无瑕。其中,粪尿返田对保护水质起到了举足轻重的作用。如上所述,在蓝色经济原则指导下,水处理技术应立足于营养物、能源和水的生态流动与循环。可持续污水处理技术目前追求的正是这一“最高境界”。而事实上,这一最高境界早已在我国实践了几千年。可见,高端的“境界”亦能被低端的做法所满足,关键在于认识的高度和深度。从这个意义上说,面对我国约占总人口一半、污染当量与城市旗鼓相当的广大农村区域,目前还存在最后一次恢复和保留“粪尿返田”之原生态文明习惯的机会。况且,与高大上的可持续技术相比,粪尿返田毫无技术难度可言。

粪尿返田生态而不卫生,所以,卫生部门过分担心病原菌传播的问题。其实,这只是粪尿返田习惯中存在的一个小小的瑕疵,与其巨大的生态效应和

污水处理的经济性来比简直就是九牛一毛。传统的“沤肥”方式已在很大程度上可以消除病原菌传播问题。如果仍然担心“笨”办法解决不了全部问题,那也可以通过源分离为基础的“生态卫生”排水方式加以解决^[2]。不然,将城市污水处理技术引入农村,再简单、再便宜也是以“去除”为目的,其结果是将处理“干净”后的水用作灌溉,而再行施加化肥。况且,农村污水处理设施闲置、弃用现象比比皆是。

远离土地的城市,集中式既有排水以及污水处理显然不宜推倒重来而去建设农村那样的“生态卫生”分散式收集/处理系统。因此,集中式污水处理的目标必须定位于营养物、能源和水的人工循环,即,追求可持续污水处理目标。视污水为资源与能源载体的观念是可持续污水处理的基本原则,但是过分强调从污水中回收“万物”,在经济上、生态上并非可取。例如,如果单一强调从污水中回收氮,技术上肯定不存在任何问题,只是因回收带来的经济成本远比从大气(70%的 N_2)中合成氨要高得多,不如污水通过硝化/反硝化将氨氮转化为氮气而回归大气更为实惠。因此,在以可持续为中心的指导原则下,未来集中式污水处理技术的资源回收目标定位于“碳中和”与“磷回收”最为迫切和实际。

从传统意义上说,市政污水处理以 COD、N、P 作为三大去除目标。作为第一污染物的 COD 其实是一种潜在的绿色含能物质,1 kgCOD 约含 14 MJ 的代谢热^[5]。因此,传统污水处理技术不免被打上了“以能消能”的标签。对污水处理厂来说,污水中的有机能源(COD)、水温余热/冷实际上就是实现污水处理碳中和(能源自给自足)运行能量之所在^[6-9]。从这个意义上说,在以活性污泥法为主流的污水处理工艺中,只要能满足污染物(COD、N、P)的回收/去除,则不必介意剩余污泥量的多寡,现行趋势甚至需要的是“污泥增量”,而非“污泥减量”^[10]。污泥厌氧消化是极其传统的污泥处置技术,只不过需要对木质纤维素、腐殖质等难降解有机物进行强化分解或屏蔽/抑制^[11,12]。此外,水源热泵也是非常成熟的能源利用技术,只用不到 1/5 的处理水量便可满足 50% 以上的污水处理厂运行的能量需求^[8,13]。在碳中和运行方面,国内外已存在一些成功或接近目标的实践范例^[8,14-16]。

与氮不同,磷是自然界难以再生的有限资源。自磷元素从磷矿中被开采后,磷通过“化肥→作物

→人类/动物→河流→海洋”方式从陆地向海洋直线转移^[17]。原本藉“粪尿返田”之原生代文明习惯长期维持的人为磷循环几乎被完全阻断,绝大部分原本属于回归土地的磷最终全部流入难以回归陆地的海洋。这使得全球磷矿储量日益减少,以至于只够维持人类不足 100 年的使用时间^[17,18]。显然,磷危机远比水危机和能源危机来得更早、后果更可怕!因此,市政集中污水处理厂与动物粪尿处置在不能恢复原生代文明习惯的情况下,应特别强调从中回收磷,以最大程度上弥补现代文明带来的生态缺陷。从污水或动物粪尿中回收磷的技术其实并不复杂,只是包括我国在内的很多国家缺乏推动这一举措的管理措施和经济补贴政策。在这方面,欧盟国家走在了世界的前列,《欧盟肥料管理提案》为磷回收制定了统一标准,使回收产物既有保障又有出路^[19]。瑞士则已立法,规定从 2016 年 1 月 1 日起,强制污水处理厂回收磷,并使之回归土地^[20]。

其实,当污水中的有机能源(COD)以及氮、磷资源被回收后,污水随之变得“干净”许多,基本达到“中水”水质。可见,在可持续理念下,中水不再是“主”产品而成为一种“副”产品。这种理念的倒置便造就了荷兰有关未来污水处理厂的“NEWs”概念,即,污水处理厂今后将演变为营养物、能源与再生水三厂合一的工厂模式^[21]。

农业文明时期,无论地下水还是地表水均没有什么污染,井水、河水取用后可直接使用、烧开即饮。而工业革命后人类的饮用水源逐渐受到污染而变得不能直饮。面对此等情形,人类虽发明了很多给水处理技术,但是这些技术不免要消耗能量和资源,而且还会产生难以处置的化学污泥。传统给水处理技术显然与蓝色经济所强调的内涵存在很大偏差。这就需要研发清洁、无二次污染的给水处理新技术。在此方面,风力发电、(反渗透)海水淡化、盐业化工三位一体^[22,23]的生态方式极具应用潜力,这实际是一种跨领域的污染物“零排放”技术,只要“官智顿开”便可立即实施。

实际上,以混凝、沉淀、过滤、澄清为主要流程的传统地表给水处理工艺已很难满足日趋污染的地表水净化处理需求,以至于各种前端预处理以及后端高级处理技术不断涌现。一方面这样的补救措施拉长了水处理流程;另一方面在能耗、材料方面的需求不断加大;而且也解决不了化学污泥或产生其他副

产品的问题。其实,效仿海水淡化膜处理技术,今后地表水处理可向“膜处理+高级氧化”这一模式迈进;膜处理可解决全部颗粒状污染物,高级氧化则能去除溶解性微污染有机物的残留问题。膜过滤后剩余的浓缩液只要其中没有太多人为重金属存在,直接返田灌溉农作物未尝不可,因为其中大部分矿物质即来源于与其接触的岩石和土壤。

3 调整经济运行模式

蓝色经济作为一种广义上的循环经济,强调经济的可持续性,于 20 世纪末被我国政府确定为国家发展战略的重要组成部分^[24]。由于现实中缺乏完整的理论体系以及技术框架,我国并没有因此从根本上改变以牺牲资源、环境为代价的粗放型传统经济发展模式^[25]。尽管蓝色经济的本质仍是“经济”,但与环境产业未来发展趋势却有着非常高的契合度,因为蓝色经济强调的是循环经济发展模式。对水行业而言,未来水技术变革思路与方向应以回归原生态文明、顺应自然规律和水文循环为基础,所以,就技术层面来看,根本不存在任何实施难度,并不真正缺乏什么高技术。这对我国水技术变革来说,既简单又复杂,简单的是不需要太复杂的技术作为支撑,复杂的是“以经济建设为中心”下尝到甜头的“发展”理念难以转变,特别是那些刚开发或尚未开发的西部地区。因此,发展新型水经济运行模式便显得特别重要。

对此,应采用多维监管框架。首先要理顺政府在环保管理体制上的弊端,变以往的“块块”管理为未来的“条条(垂直)”管理^[26],以在最大程度上避免轻环保、重经济的地方保护主义。其次,传统经济监管框架多以政府为主。然而,政府主导性越强,水务企业的积极性就越弱。传统经济监管形式的主要弊端在于过分弱化了市场的角色和作用,使企业过度依赖政府,失去了应有的主动性和竞争力。在此情形下,新型多维监管框架便显得十分必要。多维监管框架强调弱化政府主导性、增加市场灵活性和企业主动性而实现有效监管,以规范水务企业的行为,有利于水行业内部的良性竞争和发展。

与此同时,基于多维监管框架下的 PPP(公司合营)模式是近两年从欧洲引进的一种新型、强调政府与私人组织之间合作伙伴关系的经济模式;这种模式有助于让政府从项目的提供者变为参与者和监督者,也有利于激发私企的参与热情^[27]。众所周

知,我国基础设施薄弱问题一直以来使政府饱受诟病,特别是城市水系统基础设施早就与城市快速发展不相适应。PPP 模式具有多主体供给和负责任的特点,采用该模式在理想情况下可以开辟新的资金来源,发挥政府资金“四两拨千斤”的杠杆作用,可提高公共物品供给的效率和质量,提升基础设施服务水平^[28]。因此,PPP 模式也为未来城市水系统基础设施升级、改造提供了一个新的思路。

此外,在各主体利益驱动下,签订自愿协议不失为一种较好的节能激励方式。国内外试点实践均表明,合理的激励政策选择和设计是环境自愿协议能否成功的关键^[29,30]。因此,这实际上仍然需要“官智顿开”,只有政府看清了环境与经济的内在关系、宏观上算清了“生态账”,才乐于为企业实现节能减排目标而实施政策扶持、税费减免、经济补贴,诱导企业在不赔本的前提下自愿加入节能减排计划。

再次,应考虑引进全生命周期(LCA)分析方法。该方法强调通过对能源、原材料消耗及气、液、固“三废”排放审核和计算来量化评估某种产品、过程或者其活动产生的环境影响,其评价周期为“从摇篮到坟墓”,贯穿从原材料开采到产品寿终正寝予以处置的全部过程。同时,作为 LCA 的补充,环境影响评价和其他决策分析方法也应同时考虑,从而强化环境外部效应与收益的经济评价。在国内,多数有着高额投入的水质改善项目(如滇池治理)往往结果不尽人意,这在很大程度上源于根本就没有做前期环境影响分析,而一味盲目“埋头治理”。

最后,通过新的经济、金融与商业模式大力支持向蓝色经济方向过渡与转型。政府应扶持水务企业发展蓝色经济,优先采购“蓝色产品”、鼓励引入“蓝色科技”,引导投资和消费方向向蓝色经济理念转变。同时,银行和信贷机构应实行差别利率等优惠政策,为“蓝色企业”提供更多的资金,帮助其解决融资难的问题,让“蓝色企业”带动“蓝色经济”的发展。这样一来,企业有了政府的优惠政策支持和利益保障,便会为更多的可持续、生态技术与产品打开大门,一方面解决了污染治理和排放不达标的问题,另一方面又保证了水务企业的既得利益。总之,借助于新的商业模式和鼓励政策有利于从根本上改变水行业固有的发展模式,推进水技术市场化,有利于水行业以多维度、立体化的方式向蓝色经济方向过渡。

4 提升社会接纳程度

宏观上,无论是转变水技术理念,还是调整经济发展模式,都离不开社会公众对蓝色经济理念的认可与接纳。这就需要政府加强对公众环保意识和生态意识的教育、说服、支持与鼓励力度,以调动全社会合理利用水资源的积极性。同时,通过改善既有水系统基础设施、策划环境文化项目等方式来提升居民幸福指数,树立蓝色经济意识。

微观上,提升社会对蓝色经济下生态发展的接纳程度,具体表现在水处理技术难度与利益分配两个层面。从技术角度而言,研发高大上的污水处理技术对社会公众并没有太大的影响,因为是否采用高新技术往往与百姓无关,他们只在乎用水品质以及水环境质量,并不关心采用何种技术。事实上,技术进步影响的一般都是水务企业,过于高大上的新技术往往带来如图2所示的高难技术与管理水平,这虽会提升企业的技术水平,但管理与工资成本定会攀升。显然,对企业而言,技术并非越高越好,只要能解决问题,当然是技术含量与管理程度越低的技术越受青睐。在此方面,我国实践的“粪尿返田”之原生态文明习惯实际正合胃口,只是显得不上“档次”,似乎不具技术含量。其实,只要撇弃技术人员的“失面子”与“丢饭碗”的心理,一切都不成问题!从这个意义上来说,转型蓝色经济需要的并非超前的技术,而是理念的回归。

在利益分配上,政府角色至关重要。一方面水行业早已不能停留在公益事业的范畴;另一方面,社会公众也几乎都不愿意在无利可图的事情上付出时间。因此,在市场经济作用下,政府需要协调好各方利益,才会提升整个社会对蓝色经济发展的接纳程度。其实,我国作为一个农业历史大国,目前仍有着近一半农业人口,而农民利益其实才是最广大的人民的利益。近二十年农民“抛弃”了粪尿返田习惯的最直接原因莫过于化肥在短期内可为农民带来可观收益。这一短期效益背后不断积累的生态问题往往农民一时还没有觉悟去顾及,再加上卫生部门不断强调的旱厕卫生问题,农民误以为粪尿返田就是陋习,化肥种田才是“科学”之道。如果“官智”不开,任农民长此以往,农业生态问题后果将不堪设想。政府与其免费或资助农民去建所谓农村污水处理设施,倒不如将等量钱财用于鼓励农民粪尿返田,或对化肥征税。污水处理的结果是用“净水”浇地,

然后再施化肥。而粪尿返田是水、肥同施,生态效应显然大于前者。因此,只有政府算清了这笔生态账,方能出台正确的决策方案,以恢复和鼓励粪尿返田的传统农业习惯。对农民而言,只要有利可图,再脏、再臭的“掏”大粪活计也还是会有人去干。“没有大粪臭,哪来五谷香”,一句谚语也道出了人们目前对绿色、有机食品厚爱的原生态文明之根基。

发展蓝色经济,建立可持续水、营养物与能源之循环模式的最终目的实际上还是为了保障人类永续发展,寻求一种物欲与资源间的平衡点。因此,提升社会公众对蓝色经济的接纳程度不仅能够保障未来向蓝色经济转变的顺利推进,同时也能够反馈给公众更为积极和幸福的全新生活方式。

5 结语

蓝色经济实质为循环经济,与未来环保产业发展趋势关联度极高。对水而言,城市与乡村水系统是人类影响自然、干预生态的主要方面,需要在蓝色经济的框架下重新审视原生态文明下的朴素“技巧”与现代文明中的高技术。顺应自然、敬畏生态是发展蓝色经济的全部内涵。为此,应以遵循自然水文循环为前提,在水量上忌“巧取豪夺”、水质上要“完璧归赵”。恢复和维护自然水文循环,不再继续违背和破坏之才是今后水技术变革与发展的主要方向。

蓝色经济的实现其实技术并非关键,关键是人的意识和思想观念,特别是“官智”的作用。只要“官智”打开,便可制定出符合生态原则的政策/法规和经济奖惩措施,才能调动水行业乃至整个社会对发展蓝色经济的积极性和接纳程度。事实上,蓝色经济下的水技术变革既不是对现有工艺的否定,也不提倡盲目求新,而是“强迫”人类不断向大自然取经,让人类自身发展再次与自然、生态融为一体。

参考文献:

- [1] The International Water Association. The role of water technology innovation in the blue economy [EB/OL]. [http://www. waterresearchconference. com](http://www.waterresearchconference.com), 2016 - 08 - 31.
- [2] 郝晓地,张健. 污水处理的未来:回归原生态文明[J]. 中国给水排水,2015,31(20):1-7.
- [3] 郝晓地,宋鑫,曹达敏. 水国荷兰——从围垦排涝到生态治水[J]. 中国给水排水,2016,32(16):1-7.
- [4] 郝晓地,李天宇,胡沅胜. 北京聚水/排涝策略计算分

- 析[J]. 中国给水排水, 2016, 32(20): 1-7.
- [5] 郝晓地. 可持续污水-废物处理技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [6] 郝晓地, 刘然彬, 胡沅胜. 污水处理厂“碳中和”评价方法创建与案例分析[J]. 中国给水排水, 2014, 30(2): 1-7.
- [7] 郝晓地, 黄鑫, 刘高杰, 等. 污水处理“碳中和”运行能耗赤字来源及潜能测算[J]. 中国给水排水, 2014, 30(20): 1-6.
- [8] Hao X D, Liu R B, Huang X. Evaluation of the potential for operating a carbon neutral WWTP in China[J]. Water Res, 2015, 87: 424-431.
- [9] Hao X D, Batstone D, Guest J S. Carbon neutrality: an ultimate goal towards sustainable wastewater treatment plants[J]. Water Res, 2015, 87: 413-415.
- [10] 郝晓地, 李季, 曹达啟. 污水处理碳中和运行需要污泥增量[J]. 中国给水排水, 2016, 32(12): 1-6.
- [11] 郝晓地, 曹兴坤, 胡沅胜. 预处理破稳污泥木质纤维素并厌氧降解实验研究[J]. 环境科学学报, 2014, 34(7): 1771-1775.
- [12] 郝晓地, 张璇蕾, 胡沅胜. 剩余污泥转化能源瓶颈与突破技术[J]. 中国给水排水, 2014, 30(8): 1-7.
- [13] 郝晓地, 黄鑫, 刘高杰, 等. 污水处理“碳中和”运行能耗赤字来源及潜能测算[J]. 中国给水排水, 2014, 30(20): 1-6.
- [14] 郝晓地, 程慧芹, 胡沅胜. 污水处理碳中和运行的国际先驱——奥地利 STRASS 厂案例剖析[J]. 中国给水排水, 2014, 30(22): 1-5.
- [15] 郝晓地, 任冰倩, 曹亚莉. 德国可持续污水处理工程典范——Steinhof 厂[J]. 中国给水排水, 2014, 30(22): 6-11.
- [16] 郝晓地, 魏静, 曹亚莉. 美国碳中和运行成功案例——Sheboygan 污水处理厂[J]. 中国给水排水, 2014, 30(24): 1-6.
- [17] 郝晓地, 王崇臣, 金文标. 磷危机概观与磷回收技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [18] 郝晓地, 衣兰凯, 王崇臣, 等. 磷回收技术的研发现状及发展趋势[J]. 环境科学学报, 2010, 30(5): 897-907.
- [19] European Sustainable Phosphorus Platform. EU fertiliser regulation proposal released [EB/OL]. <http://www.phosphorusplatform.eu/images/scope/scope-current-issue.pdf>, 2016-03-01.
- [20] Schenk K. Revidierte Technische Verordnung über Abfälle; Schritt zur Ressourcenschonung [EB/OL]. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-59785.html>, 2015-12-04.
- [21] 郝晓地, 金铭, 胡沅胜. 荷兰未来污水处理新框架——NEWs 及其实践[J]. 中国给水排水, 2014, 30(20): 7-15.
- [22] Hao X D. A megacity held hostage: Beijing's conflict between water and economy [J]. Water 21, 2012, (S10): 39-42.
- [23] 郝晓地, 李天宇, 曹达啟. 北京给水水源的历史变迁与终极选择[J]. 中国给水排水, 2016, 32(8): 1-7.
- [24] Mathews J A, Tang Y M, Tan H. China's move to a circular economy as a development strategy[J]. Asian Bus Manage, 2011, 10(4): 463-484.
- [25] 陆学, 陈兴鹏. 循环经济理论研究综述[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(5): 204-208.
- [26] 孙秀艳. 环保垂直管理, 执法挺直腰杆(绿色焦点·“十三五”, 环境短板怎样补)[N]. 人民日报, 2015-11-21(10).
- [27] 贾康, 孙洁. 公私伙伴关系(PPP)的概念、起源、特征与功能[J]. 财政研究, 2009, (10): 2-10.
- [28] 马威. 我国基础设施采用 PPP 模式的研究与分析[D]. 北京: 财政部财政科学研究所, 2014.
- [29] Hu Yuan. Implementation of voluntary agreements for energy efficiency in China[J]. Energy Policy, 2007, 35(11): 5541-5548.
- [30] 董战峰, 王金南, 葛察忠, 等. 环境自愿协议机制建设中的激励政策创新[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(6): 118-124.



作者简介: 郝晓地(1960-), 男, 山西柳林人, 教授, 从事市政与环境工程专业教学与科研工作, 主要研究方向为污水生物脱氮除磷技术、污水处理数学模拟技术、可持续环境生物技术。现为国际水协期刊《Water Research》区域主编(Editor)。

E-mail: haoxiaodi@bucea.edu.cn

收稿日期: 2016-07-16