

加快海水利用步伐,缓解淡水资源供需矛盾

宋建军¹ 刘颖秋²

(国家发展改革委员会国土开发与地区经济研究所¹,副研究员 北京 100038;

国家发展改革委员会宏观经济研究院²,研究员 北京 100038)

(摘要) 海水作为沿海城市的主要供水水源,已越来越被更多的沿海国家所重视。我国海水利用存在生产规模小、利用数量少、产业化进程慢等问题,已难以适应日趋严峻的水资源供需形势。应通过提高全民利用海洋资源意识、降低海水淡化成本、国家对海水资源利用给予一定的扶持和优惠政策等措施,促进海水淡化设备制造业发展和海水淡化产业化,以解决沿海缺水地区水资源制约经济、社会发展的矛盾。

(关键词) 海水利用 缓解 淡水 供需矛盾 (中图分类号) TV F2

我国淡水的人均资源量只相当于世界平均水平的 1/4,是全球 13 个贫水国家之一。随着经济发展和人口增加,水资源需求量不断增加,供需矛盾日益突出。全国 660 个城市中有 400 多个城市缺水,其中有 110 个城市严重缺水,主要分布在华北和部分沿海地区,水资源已成为这些地区社会、经济发展的制约因素。

国外海水利用已有近百年历史,海水已成为沿海城市和地区水资源的重要组成部分。向海洋要淡水是沿海国家共同的发展趋势。我国淡水资源短缺的东部沿海地区毗连渤海、黄海,具备利用海水来弥补淡水资源不足的有利条件。充分利用丰富的海水资源,是解决这些地区淡水不足的有效途径。

海水利用包括海水直接利用、海水淡化和海水化学资源综合利用。本文所指的海水利用主要包括海水直接利用和海水淡化两个方面。

一、海水直接利用现状

海水直接利用是以海水为原水,直接代替淡水作为工业用水、生活用水和农业用水,如海水冷却、海水脱硫、海水冲厕、海水冲灰、洗涤、消防、制冰、印染等。

海水直接用于工业冷却水已有近 10 年的历

史,有关设备、管道防腐和防海洋生物附着的技术已经成熟。日本在这方面处于世界领先地位,早在 1995 年日本电力工业直接用海水量就超过 1 200 亿立方米,现在日本工业冷却水用水总量的 60%是海水,每年用海水作为冷却水的用量高达 3 000 亿立方米。美国大约 25%的工业冷却用水是直接使用海水,海水作为冷却水每年约 1 000 亿立方米。

海水脱硫技术始于 20 世纪 70 年代,是一种湿式烟气脱硫方法。具有投资少、脱硫效率高、运行费用低等优点,可广泛应用于电力、化工等行业。

海水作为大生活用水方面,香港利用海水作为居民冲厕用水已有 40 多年的历史,目前香港已有 76%的人口采用海水冲厕,达 2 亿立方米/年,平均每天使用海水量达 58 万吨,约占日均耗水量的 18%。

海水作为农业用水方面,美国已培育出用海水灌溉的可作为饲料的海蓬子 SOS-7、SOS-11 号;印度用海水灌溉 860 万公顷海滨沙丘,收获了 200 万~250 万吨谷物。

相比之下,我国直接利用海水量要少得多。据不完全统计,2001 年我国海水作为冷却水用量只有 150 亿立方米,只有日本的 1/20。青岛、大连、上海、天津等市是我国利用海水作为工业冷却水最早的地区。青岛、大连和天津等滨海城市的发电、石油和

卖、定价出售或无偿分配等,并通过建立用水定额交易市场使这种权利能合法地买卖。在用水定额市场上,用水者从其利益出发,自主决定其采取节水措施的程度,从而买入或卖出用水定额。实现用水定额交易的关键是政府创造条件降低交易成本,真正实现市场化流通,以促进节约用水和有限水资源的有效配置。

用水定额交易与用水超额加价收费都是在缺水情况下基于市场准则的资源管理手段,但它们的区别也很明显:用水超额加价收费制度是先确定一个价格,然后让市场确定总用水量;而用水定额交

易正好相反,即首先确定总用水量,然后再让市场确定价格。市场确定价格的过程就是优化资源配置的过程,也是优化资源责任配置的过程。

参考文献

- [1]马中主编.环境与资源经济学概论[M].北京:高等教育出版社,1999,204-225
- [2]厉以宁,章铮.环境经济学[M].北京:中国计划出版社,1995,154-159
- [3]北京市城市规划设计研究院,北京市节约用水办公室.北京市城市节水 2010 年规划研究,1996.73-74

(责任编辑 王宏章)

化工等部门每年直接利用海水量 50 多亿立方米,广东大亚湾核电站每年用海水作为直接冷却水的总量为 28 亿立方米,天津大港发电厂每年用海水量 14 多亿立方米。目前,我国沿海地区直接利用海水作为冷却水的主要有电力、钢铁、石化和化工等行业;深圳妈湾电厂和漳州后石电厂利用海水脱硫已取得了成功的经验。但是,我国的海水利用无论在技术还是在利用数量上,与日本、美国、欧洲等国家相比存在很大的差距。

总之,海水直接用于工业、农业和日常生活,为解决淡水资源危机展示了美好前景。

二、海水淡化情况

海水淡化是指通过水处理技术脱除海水中的大部分盐类,使处理后的海水达到生活用水或工业纯净水标准,作为居民饮用水和工业生产用水。

目前工业化的海水淡化工艺主要有多级闪蒸(MSF)、多效蒸馏(MED)、反渗透膜法(RO)三大类。从海水淡化的发展历程看,20 世纪 30 年代主要采用多效蒸发法,50 年代至 80 年代中期主要是多级闪蒸法,至今利用该方法淡化的水量仍占相当大的比重;20 世纪 50 年代中期出现的电渗析法(ED)、70 年代的反渗透法和低温多效蒸发法(LT—MED)逐步发展,特别是反渗透膜法海水淡化已成为目前发展速度最快的技术。大型多级闪蒸海水淡化技术已经成熟,日产 5 万吨以上的大型海水淡化厂约 80%集中在严重缺水的中东地区。多效蒸发海水淡化方法,以法国、日本和以色列等国的研究成果较为先进,1992 年法国为意大利提供了日产淡水 9 000 立方米的低温多效蒸发海水淡化系统。从 1974 年日本建成世界上第一座采用电渗析工艺的海水淡化厂,日产淡水 120 吨,到 1992 年底全世界已建成采用电渗析方法的海水淡化站 773 座,日产淡水 89.8 万吨。美国用反渗透膜法在斯托克岛上建成的大型海水淡化厂,日产淡水 11 350 立方米。

目前,世界上已有 40 多个国家和地区相继开展了海水淡化工作,建立了约 1.1 万家海水淡化厂。据国际脱盐协会统计,到 2001 年底,全世界海水淡化日产淡水量达 3 250 万立方米,解决了 1 亿多人的用水问题,现仍以每年 10%~30%的速度增长,海水淡化在国际上已成为一门新兴产业。沙特阿拉伯是世界上海水淡化厂和产水量最多的国家,自上世纪 80 年代建立第一个大型海水淡化联合企业起,现已建成 25 个大型现代化海水厂,日产淡水总量近 200 万立方米。欧洲海水淡化应用也较为广泛,在地中海沿岸的希腊、意大利、西班牙等国家均利用海水淡化。几十年的实践证明,海水淡化技术日趋成熟,可以安全、稳定地提供水源,而且不受降水季节的

限制,为解决淡水资源危机提供了广阔的前景。

我国海水淡化工作起步早,但产业化发展非常缓慢。海水淡化技术研究始于 1958 年,起步技术为电渗析(ED),1965 年开始反渗透技术(RO)研究,1975 年着手研究大中型蒸馏技术。1981 年在西沙永兴岛建成 200 吨/日的电渗析海水淡化装置。1986 年批准引进建设日产 2×3 000 吨的电厂用多级闪蒸海水淡化装置,分别于 1989 年和 1990 年投入运行。国内自行设计的日产 1 200 吨的多级闪蒸淡水装置于 1997 年在大港电厂调试成功。1997 年在舟山的嵊山岛建成日产 500 吨的海水反渗透淡化装置。1999 年 4 月大连长海县日产 1 000 吨的海水反渗透淡化工程投产,沧州化工股份有限公司日产 18 000 吨的高浓度苦咸水反渗透淡化工程投产运行。山东荣成日产 5 000 吨淡水的反渗透淡化示范项目于 2003 年建成投产,这是国内反渗透单机规模最大的装置。山东黄岛发电厂 2×3 000 吨/日的低温多效海水淡化示范工程即将建成。

三、促进我国海水利用的几点建议

我国淡水资源匮乏的沿海地区,利用海水补充淡水资源不仅是非常必要的,也是可行的。为解决我国海水利用中存在的生产规模小、产业化进程慢的问题,促进我国海水利用产业的快速发展,提出以下几点建议。

1. 提高全民利用海洋资源意识,促进海水利用快速发展

近 20 多年来,我国海洋资源开发利用有了长足的发展,海洋增加值以年均 20%左右的速度增长,在海水养殖、海洋油气资源开发、海洋运输业等方面得到了快速发展。但在海水利用方面发展很慢,究其原因主要有:一是从主观上认为海水淡化成本高、技术复杂,缺乏利用海水的积极性,对海水淡化产业发展不重视;二是缺乏海水利用的法规、优惠政策和相应的管理体制,海水利用长期处于各自为政、行业分散的状态;三是国家对海水淡化的投入主要在科研领域,产业领域投入严重不足;四是政府对自来水长期实行财政补贴,并以公益性投入方式兴建水利工程,而海水淡化从一开始就要按市场化运作,将取水、设备、运营等费用全部计入成本,这种不平等的竞争在一定程度上影响了海水淡化产业化发展。

我国北方地区和许多沿海城市严重缺水,为缓解淡水资源的供需矛盾,除了全面节水、提高用水效率、兴建必要的跨流域调水工程外,应充分考虑利用丰富的海水替代淡水。沿海工业和滨海城市直接利用海水、利用淡化水在国内外已经积累了丰富的经验,实践证明技术上是成熟的、经济上也是可

行的。应提高全民利用海洋资源的意识,积极创造条件利用海水,如:调整和改善工业布局,将大耗水的火电厂、石油化工厂、钢铁厂尽量建设在滨海区,充分利用海水替代淡水;沿海城市集中新建的居民小区尽可能近海布局,以便配套建立大型海水处理厂,利用海水作为大生活用水。

2.降低海水淡化成本,促进海水淡化产业化

海水淡化成本的高低与淡化技术方法和工艺、生产规模、海水水质和水温、厂址的地形和气候条件、能源价格、淡化水的水质要求、投资来源、利率和税收等多种因素有关。海水淡化成本高是我国海水淡化产业化发展最主要的制约因素。据国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所对青岛市黄岛发电厂利用海水淡化作为锅炉用水、采用不同生产工艺的技术经济指标比较结果:低温多效蒸馏法的吨水费用为 5.478 元,海水反渗透法为 5.878 元,多级闪蒸法为 7.03 元,低温压汽蒸馏为 6.607 元,与美国海水淡化吨水成本 0.55~0.7 美元相比,我国尚存在一定差距。

近年来,海水淡化技术研究开发在国内外都有新的进展和突破,用核能替代常规能源进行海水淡化的技术已基本可行,与核能等新能源结合是降低海水淡化成本、走向大型化的趋势。中国核工业总公司已掌握了低品位核燃料的高效利用技术——核供热海水淡化技术,利用核供热堆与多效蒸馏(MED)淡化工艺相耦合,可降低能耗、提高效率。清华大学已研究开发了 20 万千瓦商用供热堆用于海水淡化的技术,2002 年在烟台完成了建设热功率 20 万千瓦核供热堆、日产 16 万立方米的淡化厂的可研报告,吨水成本不超过 4 元,为加速发展海水利用提供了现实可行性。

若从完全成本考虑海水淡化,并不比大型远距离调水工程高出很多,且海水淡化的保证程度高。如果开展海水淡化副产品的综合利用,把浓缩水用来制盐和提取化学元素,海水淡化成本还将降低。我国海水淡化产业发展的条件已基本具备,为推动海水利用的快速发展,建议国家主管部门选择海水利用有一定基础的沿海城市,给予一定的扶持,建立海水利用示范城市;结合海水利用的不同特点和用途,建设几个海水利用典型示范区。应通过示范城市和典型示范区的实践,实现技术、经济 and 政策的有机结合,降低投资与市场风险,推动海水利用产业化。

3.国家对海水资源利用应给予扶持和优惠政策

海水资源的开发利用是解决淡水紧缺的长远战略措施,对确保国民经济的可持续发展有着重大的作用,应给予足够的重视。

海水利用技术产业属于新兴产业,在技术、市场开发,以及关键设备制造方面存在一定难度,国

家应给予政策方面的扶持和相应的优惠措施,促进海水利用及其产业的快速发展。为此建议:对海水淡化生产企业购置设备和技术改造给予贴息贷款,并适当降低营业税;对海水淡化企业生产的淡水要参照自来水给予同等补贴,经检验合格的淡水可以直接进入城市自来水管网;对利用海水作冷却水和淡化水作为锅炉用水的生产企业,实行税收奖励政策,每年由公共财政返还给企业一定的所得税;对海水淡化生产厂、海水淡化技术开发兼专业设备生产的企业给予 3~5 年免收所得税的优惠政策。

4.积极促进海水淡化设备制造业的发展

目前,我国海水淡化技术装备国产化水平低,高性能膜组件、多效蒸馏部件等主要靠进口,造成我国海水淡化成本居高不下;国内海水淡化设备的制造分散在各行各业,使海水利用技术装备的制造业难以形成一定规模;科研与生产脱节,技术开发和装备制造水平提高较慢,低水平重复建设严重。比如,广泛应用于海水淡化、海水化学元素提取、水净化、污水处理等方面的液体分离膜,国产的分离膜与进口高性能分离膜相比,质量上存在较大差距,国产膜使用寿命较短。为此,建议国家采取引导和鼓励政策,使具备条件制造海水淡化设备的生产企业与有关科研单位组成联合体合作开发、进行技术攻关,制造成套海水淡化技术设备,走产业化发展道路。

5.重视微咸水的利用

微咸水是指矿化度为 2~5 克/升的水,以浅层地下水或湖泊水的形式存在。我国北方沿海地区和西北内陆区分布有一定数量的微咸水,仅华北平原就储存有 58 亿立方米的微咸水。微咸水可作为农业灌溉、工业冷却水、杂用水等。微咸水利用在许多国家有成功的经验,如美国用矿化度 4 克/升的微咸水滴灌西红柿,用 6 克/升的咸水滴灌棉花。我国的河南、河北、天津等地也有用微咸水作为农业灌溉的经验,还有用微咸水养殖罗非鱼、淡水鱼的成功方法。微咸水也可以被处理成淡水加以利用。微咸水与海水一样具有良好的利用前景,应给予关注。

总之,21 世纪的水资源在经济、社会发展中的战略地位将越来越重要,我国的海水利用和海水淡化设备制造正面临着良好的发展机遇。抓住机遇,加快发展,既可以为沿海城市可持续发展提供水资源保障,还能培育出一个有巨大市场潜力的新兴产业。

主要参考文献

- [1]杜碧兰.开发利用海水资源的战略构想[J].国土经济,2003,(4)
- [2]侯纯扬等.开发利用海水资源实现水资源的可持续利用——海水资源开发利用现状与展望[N].中国海洋报,2003-3-26
- [3]惠绍堂.开发利用海水资源,实现水资源的可持续利用[N].中国海洋报,2003-3-28 (责任编辑 王宏章)