

典型国家海水淡化水定价机制及对我国的启示

邢淑颖, 刘淑静, 李磊, 王静

(国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所, 天津 300192)

摘要:近年来,我国海水淡化技术发展较快,海水淡化产业已成为重要的海洋战略性新兴产业。但海水淡化进入市政供水仍然存在着对外供水范围窄、接收用户不足、水价偏高、产水面临亏损等问题。与作为公用事业的市政自来水相比,海水淡化水缺乏市场竞争优势。选取以色列、西班牙、新加坡、沙特阿拉伯、科威特 5 个将海水淡化纳入市政供水的典型国家,对其海水淡化水进行市政供水的运营经验和定价机制进行全面总结和分析,系统研究其中对我国的启示和借鉴,提出我国海水淡化进入市政供水的发展建议,为完善我国海水淡化水的定价机制提供参考依据。

关键词:海水淡化;市政供水;水价;定价机制

中图分类号:F726.2

文献标识码:A

文章编号:1003-9511(2014)03-0031-04

当前,海水淡化已成为许多国家和地区应对水资源短缺的重要手段。据国际脱盐协会统计,截至 2011 年底,全球淡化水总产量已达到 7 740 万 m^3/d ,其中 80% 用于饮用水,解决了世界上 2 亿多人口的饮水问题。在多年的发展实践中,一些国家根据国情和社会发展状况,逐步摸索建立了适合自身特点的海水淡化水定价机制,这在其海水淡化规模化应用和产业化发展中起到了关键性的促进作用。

1 典型国家海水淡化水定价机制研究

1.1 以色列

以色列是一个干旱国家,严重的水资源短缺促使其十分重视水资源的开发利用,并在非常规水源利用方面走在了世界前列。以色列水资源供给由国家供水企业麦考罗特公司负责,该公司在政府的监督下独立运作,为城镇居民、农民和工业提供了大量供水^[1]。以色列生活用水价格实施阶梯水价,一般约为 0.7 ~ 1.0 美元/ m^3 ,居民用水量在每户 8m^3 以内的,采用一级价格 0.8 美元/ m^3 ;在 15m^3 以内的,以一级水价为基础,每增加 1m^3 水价相应提高^[2]。

以色列政府非常关注海水淡化厂的建设和运行情况,其海水淡化厂多采用 BOOT(建设—拥有一运营—转让)或 BOO(建设—拥有一运营)模式,由私人企业作为承包商与政府签订合同,负责项目的建

设和运营,并代表政府承担相应义务。政府对淡化厂的初期投资给予资金支持,并在合同中规定,淡化厂投入运营后由政府以签约水价购买淡化水,以保证淡化厂的最低销售水量^[3]。海水淡化水的收购价格不是一成不变的,根据能源价格、消费物价指数等的浮动,政府对淡化水成本进行评估并适时调整收购价格。表 1 为以色列主要海水淡化工程的政府签约水价和调整水价^[4]。

表 1 以色列主要海水淡化工程的政府签约水价和调整水价

工程名称	工程规模/ (万 $\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$)	签约 时间	签约水价/ (美元 $\cdot \text{m}^{-3}$)	调整水价/ (美元 $\cdot \text{m}^{-3}$)
阿什凯隆海水淡化工程	10 000	2001-11 2002-04	0.509	0.655
帕勒马希姆淡化工程	3 000	2002-10	0.562	0.736
哈代拉海水淡化工程	10 000	2006-11	0.595	0.609

注:①表中调整水价为 2006 年 12 月时的水价;②阿什凯隆海水淡化工程分两期建设,每期 5 000 万 m^3/a ,签约水价为两次签约水价的平均值。

麦考罗特公司收取的水价由国家基础部和财政部确定,并经以色列议会通过。海水淡化水价由政府测算的固定成本和可变成本决定。以阿什凯隆海水淡化工程为例,合同水价的定制中,固定成本考虑投资成本、固定运行维护成本和部分利润,占总成本的 58%;可变成本考虑能源成本、可变运行维护成本、膜材料成本、化学药剂成本和部分利润等,占总

基金项目:国家海洋局青年海洋科学基金项目(2013730);中央级公益性科研院所基本科研专项基金项目(K-JBYWF-2012-G9)

作者简介:邢淑颖(1979—),女,天津人,工程师,从事海水利用发展战略研究。E-mail:xingshuaying428@163.com

成本的 42%^[5]。除以上产水成本外,海水淡化水进入市政供水还需要管道建设和维护成本。据以色列政府对阿什凯隆海水淡化工程的测算,考虑配套设施建设,加上项目风险预留值,淡化水的成本将提高 15.5%^[6]。为保证海水淡化水顺利实现市政供水,管道和泵站等的建设和维护费用由以色列政府承担。

1.2 西班牙

西班牙位于欧洲西部伊比利亚半岛,水资源分布极不均衡。根据不同地区的缺水情况,西班牙的居民用水水价在 0.43 ~ 1.56 欧元/m³ 之间,西班牙不同区域生活用水水价和用水量情况^[7]如表 2 所示。利用淡化水的地区,水价普遍较高,如加那利群岛水价为 1.56 欧元/m³,巴利阿里群岛水价为 1.24 欧元/m³,塞古拉河流域水价为 1.02 欧元/m³。

表 2 西班牙不同区域生活用水水价和用水量情况

区域	水价/(欧元·m ⁻³)	用水量/(L·人 ⁻¹ ·d ⁻¹)
西北地区	0.49	274
北部地区	0.65	323
东北地区	0.86	331
杜罗河流域	0.43	346
塔霍河流域	0.68	286
瓜迪亚纳河	0.49	250
瓜达尔基维尔河	0.58	290
南部地区	0.80	255
塞古拉河流域	1.02	222
胡加河流域	0.66	275
埃布罗河流域	0.48	382
加那利群岛	1.56	275
巴利阿里群岛	1.24	290
北非地区	0.58	294

2004 年 4 月,西班牙政府实施了一项水资源利用管理计划,其中水源工程中的 50% 为海水和苦咸水淡化,涉及淡化工程 22 项,淡化水每年新增供水达到 5.66 亿 m³^[8]。为实施该项计划,西班牙政府成立了 AcuaMed 公司,负责购买产品水、定价和输送给消费者。西班牙政府对于淡化水的支持政策始于 1983 年,为使淡化水的价格与生活用水的平均价格相接近,政府对于使用淡化水的地区进行供水差价补贴。1983—1996 年,政府依据《西班牙总预算法》对淡化水进行补贴,补贴金额主要考虑水资源短缺程度、淡化水生产成本、能源消耗、淡化水进入管网比例和人口密度等因素,补贴对象主要是负责生产和输送饮用水的特许公司。自 1997 年起,政府对淡化水补贴的计算公式进行了简化。西班牙政府对淡化水的价格补贴政策,提高了淡化水产量和可用水量,实现了西班牙淡化产业的可持续增长^[9]。

1.3 新加坡

新加坡是一个没有腹地和天然蓄水层的国家。为缓解水资源不足,新加坡制定了一项独特的多元化水资源开发策略,包括从马来西亚进口淡水、雨水收集、再生水利用和海水淡化,被称为国家“四大水喉”。新加坡水务管理机构是公用事业局,为遏制浪费、发挥水价机制良好的调控作用,新加坡市政供水的定价要高于其他国家,并征收了污水处理费和公共基础设施维护费。新加坡实行阶梯水价,用水量低于 40 m³ 时水价为 1.17 新元/m³,超过 40 m³ 按 1.4 新元/m³ 征收。

2005 年 9 月,新加坡大士新泉海水淡化厂投入运营。该厂每天生产淡化水 13.6 万 m³,可满足新加坡 10% 的用水需求,其产品水先送至公用事业局所拥有的水库,与其他饮用水以 1:2 的比例进行混合后,统一输送至用水户。该工程采用 DBOO(设计—建设—拥有一运营)模式,特许经营期为 20 年,其产品水售价根据能源价格和物价变化情况,按既定公式进行及时调整^[10]。该厂运行第一年每吨淡化水的成本仅为 0.78 新元,与较高的居民水价相比,海水淡化水是具有竞争力的。根据推算,新泉海水淡化厂第一年的盈利可达到 2 000 万新元^[11]。2013 年 9 月,新加坡大泉海水淡化厂建成,每天可生产淡化水 31.85 万 m³,两座海水淡化厂产水量合计起来,将能满足新加坡 25% 的用水需求。为应对与马来西亚供水协议的到期,未来新加坡还计划把海水淡化生产能力提高 10 倍^[12],以逐步实现新加坡供水水源的自给。

1.4 沙特阿拉伯

沙特阿拉伯位于阿拉伯半岛地区,本地水资源十分有限。由于缺少常规饮用淡水资源,沙特阿拉伯政府将海水、苦咸水和地下水作为城市的主要供水水源。沙特阿拉伯的水资源供给由农业水利部负责,海水淡化厂的建设、运营和维护由国家海水淡化公司负责,政府对各种海水淡化方法进行评估,并配套建设市政供水管网,将淡化水输送到沿海和内陆城镇^[13]。沙特阿拉伯海水淡化供水实行政府补贴,2000 年沙特阿拉伯淡化水在城市供水中占 41%,以当时的世界能源价格计算,并考虑输水费用,海水淡化水成本约为 0.7 ~ 1.0 美元/m³,而市政饮用水的水价范围为 0.03 ~ 1.6 美元/m³^[14]。表 3 为 2000 年沙特阿拉伯淡化水成本与供水价格对比情况。

政府的高额补贴使得沙特阿拉伯居民供水价格比实际生产成本低很多。据沙特阿拉伯政府估算,中等收入家庭也仅仅支付了不足 20% 的制水成本。为使供水价格达到居民能够负担的程度,产水成本

表3 沙特阿拉伯淡化水成本与供水价格对比情况

用水额度/ ($\text{m}^3 \cdot \text{月}^{-1}$)	淡化水成本/ ($\text{美元} \cdot \text{m}^{-3}$)	供水价格/ ($\text{美元} \cdot \text{m}^{-3}$)
1 ~ 100	0.7 ~ 1.0	0.03
101 ~ 200	0.7 ~ 1.0	0.59
201 ~ 300	0.7 ~ 1.0	1.07
>300	0.7 ~ 1.0	1.6

与售价之间的差额一直由政府给予补贴。近年来,沙特阿拉伯海水淡化产水量不断增长。截至2011年底,沙特阿拉伯共建成配套输水管道4000 km,海水淡化水占全国饮用水的比例提高到70%。

1.5 科威特

科威特位于阿拉伯半岛东北部,其境内无常年有水的河流和湖泊,地下水大部分为微咸水,不能供饮用。严峻的水资源短缺状况使科威特十分重视污水回用、海水/咸水淡化等。在科威特,几乎90%的用水需求要通过淡化水来满足,淡化水主要通过地下微咸水混合,经处理后供居民饮用。为充分利用淡化水,科威特20世纪70年代就在全国内建成了连接各大淡化厂、泵站、水库和水处理厂的淡水/海水双套管网,其中淡水管网中的淡水由淡化水和微咸水混合而成。2008年,科威特建成淡水供水管网8802 km^[15]。1989年,科威特海水淡化水成本为8.3美元/m³时,居民饮用水的供水水价仅为0.25~0.67美元/m³,远低于淡化水的生产成本,更无法弥补后处理和淡化水输送费用,其价差由科威特政府进行补贴。

2 国外海水淡化水定价经验对我国的启示

从选取的以色列、西班牙、新加坡、沙特阿拉伯、科威特5个不同国家海水淡化水纳入市政供水的经验来看,其共同点是:在海水淡化水纳入市政供水发展的初期,政府积极从政策和资金两个方面鼓励海水淡化产业发展,政府的支持对于海水淡化厂的建设运营以及海水淡化水进入市政供水系统起到了至关重要的作用。但是,由于不同国家市政水价和水价机制等的不同,政府鼓励海水淡化工程建设和海水淡化水进入市政供水的经验也有所不同。从这几个海水淡化国家来看,总体可分为三类:第一类是在以色列、新加坡等经济较发达国家,在市政供水中注重体现水资源价值,市政水价本身就高于海水淡化水成本,海水淡化水进入市政供水的市场竞争力较强;第二类是在沙特阿拉伯、科威特等中东国家,市政供水的水价较低,淡化水成本与之相比存在较高差额,政府给予水价补贴,以低于成本价出售淡化水;第三类是在西班牙等国家,供水价格与地区缺水水平紧密相关,在海水淡化水进入市政供水的地区,

供水定价高出其他地区较多,充分体现了水资源的制造成本和经济价值。

在我国,据不完全统计,全国已建海水淡化工程规模约77.4万m³/d,其中用于工业用水的占66%,用于居民饮用水的占34%。海水淡化水作为市政供水的地区主要有浙江省舟山群岛、天津市滨海新区、河北省渤海新区等地。同时,我国沿海其他多个城市和海岛也在积极筹划将海水淡化水纳入市政供水。然而,由于海水淡化水成本较高,导致一些海水淡化企业遭受了严重的水价瓶颈。同时,由于下游水厂需求不振,产品水往往寻不到合适的“买家”,致使一些海水淡化厂未按设计规模进行产品水制备,开工率严重不足。海水淡化水进入市政供水存在着对外供水范围窄、接收用户不足、水价偏高、产水面临亏损等现实问题。

从国外海水淡化水纳入市政供水的经验来看,产业化发展初期,为鼓励并支持海水淡化产业发展,降低海水淡化工程的投资运营风险,政府会在项目建设投资上给予一定支持。此外,在海水淡化工程实际运营中,政府与企业各负其责,海水淡化厂由私人企业承建,政府与承包商签订购水协议,淡化厂到市政供水管网的输水管道,是作为公用基础设施进行建设和维护的。一些国家根据自身国情和自来水供水情况制定了海水淡化的水价补贴政策,并努力帮助降低淡化水成本,运用经济杠杆不断完善水价定价机制。

我国海水淡化进入市政供水还处于起步阶段。与城市自来水相比,海水淡化水还没有建立科学合理的价格体系,海水淡化进入市政供水主要靠市场行为,与自来水相比没有竞争优势。针对海水淡化水与自来水存在的价差问题,亟须结合我国海水淡化产业发展实际,制定海水淡化进入市政供水的水价支持政策,建立合理的水价定价机制,采取多种措施对海水淡化进入市政供水加以引导和扶持。

3 我国海水淡化水进入市政供水的发展建议

3.1 建立畅通的海水淡化水购销渠道

目前,作为战略性新兴产业,海水淡化在市场开发方面还存在一定难度。而国外在海水淡化水进入市政供水方面,通常将海水淡化水作为公用事业,由政府出资进行管网建设或改造,并由国有水务部门或自来水公司与海水淡化厂签订购水协议。因此,可借鉴国外经验,政府与海水淡化厂签订购销协议,将海水淡化供水管道纳入市政基础设施范围,建立合理的海水淡化水输配送体系。同时,将各种水源

进行统筹管理,合理规划各种水源的使用,按照不同地区的用水需求核定淡化水生产指标,保障居民供水安全,有效引导海水淡化水进入市政供水的良性发展。

3.2 加快完善良性的水资源价格形成机制

目前,我国海水淡化水进入市政供水,海水淡化厂既要考虑产水问题,还要考虑输送问题,其水价与市政供水相比要高出不少,无法与市政供水进行市场竞争。而我国自来水水价普遍偏低,水费的收取仅供运营的部分支出,水利工程、市政基础设施和供水管网的建设均由政府承担,并没有真正反映产品水的实际价值,水资源价格体系有待进一步完善。因此,水资源作为稀缺资源,应加快完善良性的水价形成机制;海水淡化水作为重要补充水源,应建立合理的定价机制,以充分体现其经济价值,从而真正达到合理利用各种水源、保障经济社会可持续发展的目的。

3.3 加大财政扶持力度给予淡化水价格补贴

目前,与居民自来水水价相比,海水淡化水价格较高,难以与居民水价相竞争。可参照其他战略性新兴产业的扶持办法,在确保淡化水水质和水量的基础上,对海水淡化水进行财政价格补贴,扭转目前海水淡化供水企业造水即亏损的局面,保证海水淡化厂的正常稳定运转。在产业发展初期,可设立海水淡化专项补贴基金,在允许海水淡化厂取得合理利润的前提下,综合考虑不同地区物价水平、现行自来水水价等因素,设定科学合理的政府收购水价,并成立专业评估机构,定期评估资金使用效果,并根据技术发展和成本变化情况,适时调整补贴标准和执行期限。

参考文献:

[1] 周刚炎. 以色列水资源管理实践及对我国的启示[J]. 水工业市场,2008(7):16-19.
[2] 郝晓地,宋虹苇,赵靖. 走向良性运行的水经济:以色列管水用水经验[J]. 水资源保护,2006,22(2):81-82.
[3] 陈飞宇,金鑫. 全球海水淡化产业发展现状及对我国的启示[J]. 经济论坛,2008(21):53-54.
[4] DREIZIN Y, TENNE A, HOFFMAN D. Integrating large seawater desalination plants within Israel's water supply system[J]. Desalination,2008,220:145.
[5] KRONENBERG G. The largest SWRO plant in the world: Ashkelon 100 million m³/y BOT project [J]. Desalination,2004,166:462.
[6] DREIZIN Y. Ashkelon seawater desalination project: off-taker's self costs, supplied water costs, total costs and benefits [J]. Desalination,2005,190:114.

[7] 惠绍棠,阮国岭,于开录. 海水淡化与循环经济[M]. 天津:天津人民出版社,2005:127-128.
[8] U. S. Foreign Commercial Service. Desalination Market in Spain[R]. Madrid: United States of American Department of Commerce in Spain,2004.
[9] GASCÓ G. Influence of state support on water desalination in Spain [J]. Desalination,2004,165:111-115.
[10] Net Resources International. Tuas Seawater Desalination Plant-Singapore[EB/OL]. [2005-09]. [http://www. water-technology. net/projects/tuas-seawater-desalination/](http://www.water-technology.net/projects/tuas-seawater-desalination/)
[11] 屈强,张雨山,王静,等. 新加坡水资源开发与海水利用技术[J]. 海洋开发与管理,2008(8):44.
[12] 张玉梅. 基于自给的新加坡水资源战略[J]. 再生资源与循环经济,2011,4(2):42.
[13] WALID A. ABDERRAHMAN. Urban Water Management in Development Arid Countries [J]. Water Resources Development,2000,16(1):12-13.
[14] Economic and Social Commission for Western Asia. The Role of Desalination Water In Augmentation of the Water Supply in Selected ESCWA Member Countries [R]. New York: United Nations,2001.
[15] Statics Dept & Information Center. Kuwait Statistical Year Book; Chapter 5 Fresh & Brackish Water Network [R]. Kuwait: Kuwait Ministry of Electricity & Water,2009.

(收稿日期:2013-12-03 编辑:陈玉国)

· 简讯 ·

河海大学6个学科获得江苏省重点支持

在2014年5月8日召开的江苏省学科建设与研究生教育工作会议上,江苏省政府办公厅公布了江苏高校优势学科建设工程一期项目考核验收结果、二期项目立项学科和江苏省重点序列学科名单。河海大学在一期工程中建设的水利工程、环境科学与工程、海岸带资源开发与安全学科群、土木工程安全与减灾学科群4个学科(群)考核验收结果均为“A”等;海洋科学、土木工程、水利工程、环境科学与工程4个学科入选二期工程,领域软件工程、技术经济管理2个学科入选江苏省重点序列学科。

江苏高校优势学科建设工程是江苏省委、省政府颁布实施的《江苏省中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》中的重要举措之一,旨在通过加强能力建设、人才培养和科研创新,建设一批高水平优势学科,全面提升江苏高等教育的水平和核心竞争力,使江苏高校学科整体实力在全国处于领先地位,部分学科进入国际前列。

(本刊编辑部供稿)