



海水淡化是解决水资源短缺的重要途径,愈来愈得到一些沿海国家的高度重视,海水淡化技术快速发展。

一、现状及趋势

(一)海水淡化已成为解决全球水资源短缺的重要途径

尤其在中东地区和一些岛屿地区,淡化水在当地经济和社会发展中发挥了重要作用。以色列 70%的饮用水来自于海水淡化水,2005年日产海水淡化水量达 73.8 万立方米;阿联酋饮用水主要依赖海水淡化水,2003年日产海水淡化水量达 546.6 万立方米;意大利西西里岛 500 万居民,2005年日产海水淡化水量为 13.5 万立方米,约占全部可饮用水源的 15%~20%。

目前全球海水淡化的市场年成交额已达到数十亿美元。著名的海水淡化公司有:法国 Sidem 公司、英国 Weir 热能公司、韩国斗山重工公司、以色列 IDE 公司、意大利 Fisia 公司等。截止到 2003 年 12 月,全球已有 130 多个国家应用海水淡化技术,海水淡化日产水量约 3775 万立方米。其中,80%用于饮用水,解决了 1 亿多人的供水问题,即世界上 1/50 的人口靠海水淡化提供饮用水。

二、海水淡化技术日趋成熟,淡化规模不断扩大,成本不断降低

多级闪蒸(MSF)、低温多效(MED)和反渗透(RO)是当今海水淡化三大主流技术(表 1)。多级闪蒸技术成熟、运行可靠。主要发展趋势为提高装置单机造水能力,降低单位电力消耗,提高传热效率等。低温多效蒸馏技术由于节能的因素,近年发展迅速,装置的规模日益扩大,成本日益降低。主要发展趋势为提高装置单机造水能力,采用廉价材料降低工程造价,提高操作温度,提高传热效率等。反渗透海水淡化技术发展很快,工程造价和运行成本持续降低。主要发展趋势为降低反渗透膜的操作压力,提高反

国外海水淡化

发展现状、趋势及启示

表 1 三种海水淡化工艺关键技术参数对比表

主要技术参数	多级闪蒸	低温多效	反渗透
操作温度(℃)	<120	<70	常温
主要能源	蒸汽、电 (热能、电能)	蒸汽、电 (热能、电能)	机械能 (电能)
蒸汽消耗(t/m ³)	0.1~0.15	0.1~0.15	无
电能消耗(kWh/m ³)	3.5~4.5	1.2~1.8	3~5
典型源水含盐量(ppm TDS)	30000~45000	30000~45000	30000~45000
产品水质(ppm TDS)	<10	<10	<500
典型单机产水能力(m ³ /d)	3000~70000	3000~20000	1~20000

渗透系统回收率,廉价高效预处理技术,增强系统抗污染能力等。

国外海水淡化装置不断向大型化方向发展。如世界产水最大的低温多效海水淡化厂——阿联酋 Taweelah Al 海水淡化厂,共有 14 套装置组成,每台装置日产水量为 17143 立方米。

伴随海水淡化技术发展和社会需求量加大,海水淡化工厂的淡化规模不断扩大。其规模从最初的日产几百立方米,发展到现在的日产几十万立方米。目前,世界上最大的多级闪蒸海水淡化厂是沙特阿拉伯的 shuaiba 海水淡化厂,日产淡水 46 万立方米;世界上最大的低温多效海水淡化厂是阿联酋 Taweelah Al 海水淡化厂,日产淡水 24 万立方米;世界最大的反渗透海水淡化厂是以色列南部地中海岸工业区的阿什凯隆海水淡化厂,日产淡水 33 万立方米。不久前,韩国斗山公司签约承建了世界上最大的沙特阿拉伯热膜耦合(MSF+RO)海水淡化厂,计划 2009 年建成,日产淡水 88 万立方米。

在海水淡化规模不断扩大的同时,海水淡化成本也逐渐降低。其



参考资讯

中,典型的大规模反渗透海水淡化吨水成本已从 1985 年的 1.02 美元降至 2005 年的 48 美分。且在成本的组成上,运行及维护、能源消费和投资成本均逐年下降。目前,国外吨淡化水出厂价格一般为 0.6~0.9 美元。

三)水电联产、热膜联产等多种技术集成是海水淡化技术主要发展趋势

水电联产主要是指海水淡化水和电力联产联供。由于海水淡化成本在很大程度上取决于消耗电力和蒸汽的成本,水电联产可以利用电厂的蒸汽和电力为海水淡化装置提供动力,从而实现能源高效利用和降低海水淡化成本。国外大部分海水淡化厂都是和发电厂建在一起的,是目前大型海水淡化工程的主要建设模式。

热膜联产主要是采用热法和膜法海水淡化相联合的方式(即 MED-RO 或 MSF-RO 方式),满足不同用水需求,降低海水淡化成本。目前,世界上最大的热膜联产海水淡化厂是阿联酋富查伊拉海水淡化厂,日产海水淡化水量为 45.4 万立方米,其中,MSF 日产水 28.4 万立方米,RO 日产水 17 万立方米。其优点是:投资成本低,可共用海水取水口。RO 和 MED/MSF 装置淡化产品水可以按一定比例混合满足各种各样的需求。

二、主要做法

(一)政府引导与市场化运作相结合

国外海水淡化工程的建设,过去通常为政府出资建设和政府实施管理,对于海水淡化发展发挥了至关重要的作用。随着海水淡化技术快速发展和市场机制的完善,现在,一些国家特别是中东国家采取政府引导与市场化运作相结合的模式,在保证政府对淡化水控制权的前提下引入竞争机制,允许私营经济和国外企业介入,进一步降低海水淡化工程的建设投资和运行成本。BOT(建设—经营—转移)和 BOO(建设—拥有一经营)是主要融资模式。BOT 方式是项目公司在协议期内拥有、运营和维护这项设施,并通过收取使用费或服务费用回收投资,取得合理利润。协议期满后,设施的所有权无偿移交给政府。BOO 则是承包商根据政府授予的特许权,建设并经营某项基础设施,但并不将此基础设施移交给政府。

阿联酋政府为了迅速改变水资源短缺现状,允许外国公司投资建设淡化水和电力联产联供的水电联合企业,外国企业可拿到 40% 的股权。但为了保障国家战略性资源水和电的安全,政府持有水电联合企业

60% 的股份,并且是水和电的买主。

以色列政府在海水淡化工程的建设 and 融资模式上主要采取 BOT 和 BOO 方式。海水淡化厂的承包商主要是私人企业,政府对初期投资给予支持并在合同中确定工厂生产后由政府保证最低购买量及购买价,以降低投资者的风险。

(二)制定政策,鼓励发展

许多国家政府为了解决日益紧缺的淡水资源问题和促进海水淡化产业的发展,在加大资金投入的同时,积极研究制定鼓励发展海水淡化政策措施。如:阿联酋对发电设施和供水设备的进口没有限制,只征收 4% 的关税。西班牙和意大利政府对海水淡化水给予补贴,但每立方淡化水补贴额不超过海水淡化的成本;以色列制定 2002~2010 年制水规划,对海水淡化、苦咸水淡化和废水回用等提出了明确目标;欧盟把海水淡化作为区域政策重点,对地中海沿海成员国在海水淡化工程建设方面给予资金支持,如西班牙的海水淡化工程项目,欧盟将提供 80% 左右的资金支持。

美国 2004 年颁布《脱盐电价优惠法》,明确规定能源部部长应对淡化厂给予每吨水 0.16 美元的直接补贴,或在 2015 年底前,与淡化厂就价格优惠问题签署书面协议,明确补贴总额。

日本政府把海水淡化作为公益供水工程,中央政府补助总投资额(347 亿日元)的 85% 建设了日本最大的冲绳岛反渗透海水淡化厂,日产淡水 4 万立方米,与附近的北谷净水厂的水相互混合后供给民用。

三)统筹协调,监督管理

海水淡化是涉及多方面的系统工程,许多国家不断加大统筹协调力度,并不断完善制度和标准,加强监督管理,促进海水淡化产业健康、有序、快速发展。一是成立专门机构。如以色列专门设立了水资源委员会,具体负责海水淡化水的定价、调拨和监管;二是完善相关技术标准。如:法国的 Siderm 公司在海水淡化选材上制定了一系列企业标准;三是严格市场准入。如欧盟对大型海水淡化项目有十分严格的市场准入制度,对海水淡化项目进行环保论证和环境影响评价,对海水淡化水水质进行严格监测。阿联酋对海水淡化项目进行海洋环境影响前期论证和后期评估。

四)典型示范,积极推广

阿联酋、以色列、西班牙、意大利等海水淡化先进国家大都是从一个较小规模的示范工程起步,通过



我国首次发布绿色国民经济核算研究成果

9月7日,国家环保总局和国家统计局联合发布了《中国绿色国民经济核算研究报告2004》。这是中国第一份经环境污染调整的GDP核算研究报告,标志着中国绿色国民经济核算研究取得阶段性成果。

研究报告中指出,2004年,全国因环境污染造成的经济损失为5118亿元,占当年GDP的3.05%。其中,水污染的环境成本为2862.8亿元,占总成本的55.9%;大气污染的环境成本为2198.0亿元,占总成本的42.9%;固体废物和污染事故造成的经济损失为57.4亿元,占总成本的1.2%。虚拟治理成本为2874亿元,占当年GDP的1.8%。

绿色国民经济核算,简称绿色GDP核算,是指从传统GDP中扣除自然资源耗减成本和环境退化成本的核算体系,能够更为真实地衡量经济发展成果。目前世界上尚没有哪一个国家开展全面的环境经济核算工作,因此,中国环境经济核算工作的开展,为发展中国家提供了有益尝试。■



示范对海水淡化产业的发展进行引导,示范工程实际的建设成本、淡化水的水质、运行成本、以及对当地经济社会的推动作用解除了人们的疑惑,使海水淡化产业快速发展。

三、启示

一是政府引导是发展海水淡化产业的关键。国外海水淡化产业发达的国家,其发展海水淡化有一个共同的特点,即政府对于海水淡化发展起着主导和推动作用。我国已发布实施《海水利用专项规划》,国务院有关部门应加快研究制定相关财税激励政策,建立和完善海水利用标准体系、市场准入标准,积极开展试点示范,并对示范项目给予一定的资金支持。同时,各级政府应按照国家有关要求,加大水价改革力度,通过合理调整水价及其结构,促进海水淡化水的生产和使用。要依据有关规定,合理确定海水淡化水价格,允许进入城市供水系统,并保证一定的使用量。

二是技术创新是海水淡化产业化发展的源动力。国际上一些长期从事海水淡化技术研究的知名大公司,

虽然在当今的世界海水淡化市场上占据有力地位,但为了保持他们的地位,仍在加大新技术的研发力度。我国海水淡化经过四十余年的发展,在数量规模、技术水平等方面都取得了重要进展,基本具备产业化发展条件。但与国外一些国家相比,还存在着工程规模小、设备国产化率不高、关键设备还有赖于进口等突出问题。建议国务院有关部门进一步加大海水淡化技术原始创新、集成创新、引进消化吸收再创新力度。组织重大技术攻关,开发具有自主知识产权的共性技术和关键技术,提高海水淡化技术支撑能力和创新能力。

三是投融资机制创新是促进海水淡化产业发展的重要保障。国外特别是中东国家大都采取多渠道融资方式,促进海水淡化产业发展。在保证政府对淡化水控制权的前提下引入竞争机制,加快海水淡化工程项目建设,降低海水淡化工程的建设和运行成本。可以通过国家、地方、企业、社会多方筹集资金,采取企业自筹、银行贷款、社会融资、利用外资、地方配套、国家补助等多种方式,建立多元化、多渠道、多层次、稳定可靠的海水利用投入保障体系。■