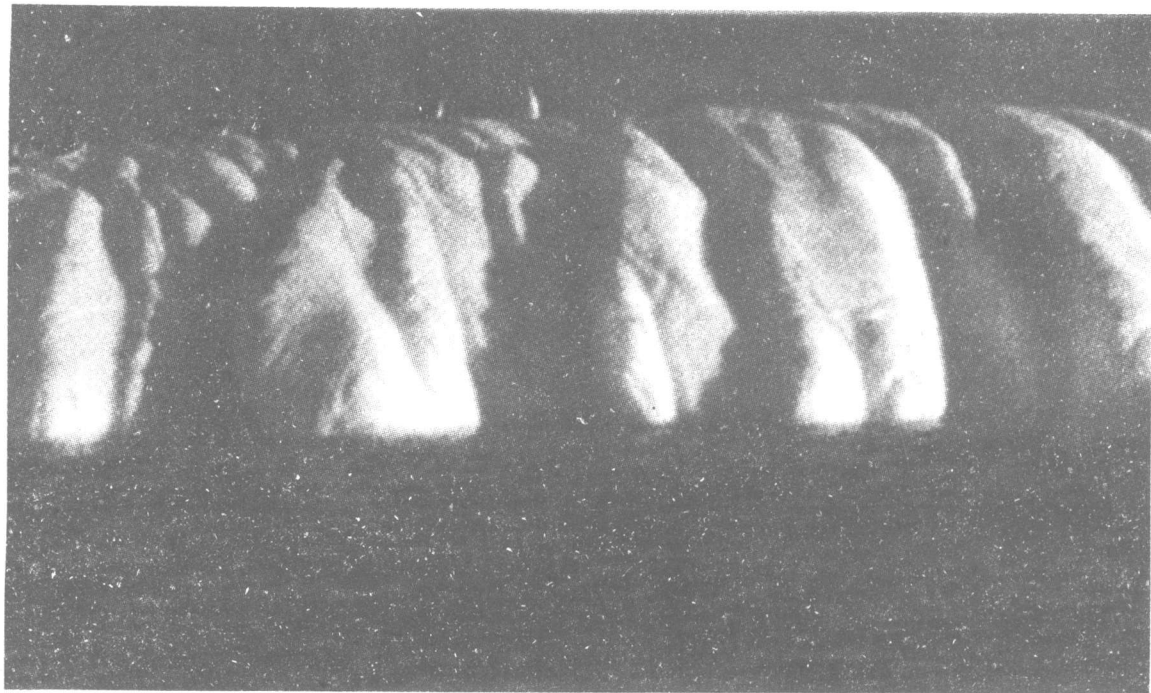




世界淡水之“源” ◆◆ 海洋

——以山东省胶东半岛水资源开发为例

刘 康（山东省社会科学院海洋经济研究所）

水资源特别是淡水资源是人类生存的根本。生命的衍续、人类生活时时刻刻离不开淡水。随着世界上人口的增加和工农业生产的发展，人类对于淡水资源的需求日趋增加，为了生存和发展，人类被迫去寻求途径解决淡水短缺问题。从长远来看，向海洋要淡水已成为世界淡水开发的趋势。

地球作为宇宙中现知的唯一水球，其总的水资源量大得惊人，可其中绝大部分是人类不能直接利用的咸水和半咸水，占地球总水量的 96.5%，而人类所必需的淡水储量只占 3.5%，可供利用的总淡水量约 1.062×10^6 立方米，占地球总水量的 0.766%，而且分布极不平衡，这在很大程度上制约了淡水资源短缺地区的社会经济发展。目前，世界上严重缺水的

富裕国家如西亚石油输出国、欧美一些国家，已“临渴掘井”开始实施或者考虑向海洋要淡水的计划。通过海水淡化来满足生活和生产需要，已成为沿海国家和地区未来淡水资源开发的方向之一。到 1989 年底，全世界海水淡化装置已有 7 536 套，日产淡水 133 万吨，其生产能力 55% 分布在中东地区；其次是美国，占 14.6%；欧洲和亚洲分别占 11.4% 和 7.9%。主要海水淡化利用大国有：沙特、美国、科威特、阿联酋、利比亚、日本、伊拉克、西班牙、意大利等国。海水淡化已成为中东地区以及许多岛屿淡水供应的主要来源。可以预料，今后若干年沿海人口的用水将来自海洋。

一、

尽管我国总的淡水资源量相对其他国家并不贫乏,可我国人口众多,人均拥有量很少。同时由于区域分布不均,北方一些地区相继出现淡水短缺现象,特别是一些沿海地区。山东作为我国北方沿海人口大省,随着近几年经济的高速发展,特别是半岛地区化工、能源产业的发展,对淡水的需求日渐提高,这使本来就缺水的半岛地区面临着更加严峻的考验。其中,青岛、烟台、潍坊、威海、日照五市总面积约5万平方公里,淡水资源人均占有量仅为573立方米,是全国人均占有量2730立方米的21%,淡水资源的严重缺乏制约了该区经济的发展速度。

半岛地区淡水资源主要来自于地表水和地下水两部分,在平水年,全区淡水资源量为127.7亿立方米,可利用量为65.4亿立方米;枯水年为62.5亿立方米,可利用量45.5亿立方米,主要以地下水利用为主。淡水资源量随时间和区位变化很大。据调查表明:目前全区已开发利用的地下水水源地25处,实际开采量4.5亿立方米,其中超量开采13处,开采平衡7处,开采不足5处。尚有富水地段15处未开发利用。在已开采的水源地中,6处超采严重,造成海水倒灌;9处形成超采漏斗,水位逐年下降。在地表水利用方面,全区现有大、中、小型水库2800多座,总库容量78.5亿立方米,实际利用量已达可利用量的1/3,深度开发难度较大,特别是大中城市地区,淡水资源开发潜力已经很小,按照目前的工农业发展速度,全区年工业需水量为12.6亿立方米,农业为71亿立方米(枯水年为91亿立方米),全区合计需水量平水年90.5亿立方米,枯水年110.5亿立方米。从淡水供需平衡来看,区内供水量小于需水量,年淡水短缺量平水年22.9亿立方米,枯水年62.8亿立方米。尽管近几年该区从黄河调水1.5亿立方米/年,另外直接利用海水14亿立方米(折合淡水0.7亿立方米),仍远不能满足需求。淡水短缺将成为半岛地区今后工农业发展的制约因素之一,如何解决这一难题,将是今后半岛地区经济发展所面临的主要困难。

我国面临淡水短缺的状况是严峻的,若干年后,水资源会变成“滴水如油”,而与石油、煤、炭、电力等能源一样,制约着国民经济的发展,我们不能作涸辙之鲋,也不能临渊羡鱼,应该正视现状谋求生路方为

上策。目前,解决我国淡水短缺的出路不外乎如下几条:南水北调(引长江水或南方其他水源的水到北方)、人工降雨和海水淡化。南水北调工程目前已由中央作出决策,进入了运行实施前期准备阶段,可其主要对象在京津及华北地区,对胶东半岛则鞭长莫及。人工降雨由于技术及其他条件限制,其效果远低于期望水平,远水解不了近渴,解决不了什么根本问题,只有海水淡化从长远来看是半岛地区持续稳定的淡水来源。当前世界上海水淡化技术日趋成熟,海水多功能利用的方法多种多样,海水淡化已成为一些沿海缺水国家和地区淡水供给的主要来源。只是其成本相对昂贵,尚不能大规模开发利用,但就资源的相对长期短缺而言,其相对长期成本还是可以接受的。为了保障未来淡水资源的充足供给,在半岛沿海地区建设海水淡化厂进行大规模生产试点是完全有必要的。其一可以为将来大规模的海水利用打下基础,以避免淡水严重短缺所引起的社会动荡;其二可以补充一部分淡水供需缺口,节约一定的淡水资源,实现淡水资源的良性循环,保障现有淡水资源的合理开发。

二、

我国海水淡化研究开始于1958年,经过近40年的开发研究,已成功研制了小型电渗析,蒸馏法海水淡化设施,生产工艺也近于成熟,同时反渗透膜实用技术也已过关,进入实用阶段。

蒸馏法 是人们开发最早的一种海水淡化方法。目前其工业化的工艺流程主要有多级闪急蒸馏(MSF),多效蒸发(MED)和蒸汽压缩蒸馏(VC)三种。其中多级闪急蒸馏构造简单,方便易行,适用于大规模生产,其不足之处是海水循环量大,操作费用高昂;多级蒸发利用蒸汽的循环利用,能量利用率大为提高。当前新开发的低温多效淡化装置(LT-MED)不仅降低了设备造价,提高了热动力学性能,延长了设备寿命,而且降低了能源和淡水生产成本,是非常有前途的一种海水淡化方法,只是技术要求较高,不适于大规模海水淡化。蒸汽压缩蒸馏(VC)具有一次性外部热源、结构紧凑、机械功率消耗低等特点,可制成移动式淡化器。

蒸馏法生产的淡水质量高,可以和廉价热源配套使用,也可以和太阳能、核能等配合使用,但由于

成本问题,大范围推广尚有困难。

反渗透法(RO) 此法起源于 50 年代,应用于 70 年代。杜邦公司开发了由芳香聚酰胺中空纤维制成的 B-9 反渗透器,利用不同浓度溶液渗透压的变化来完成海水的淡化。由于能耗低,淡水生产成本下降,且无污染,近年来其应用推广速度已远高于传统的蒸馏法。

电渗析法(EM) 由于成本及技术原因,此法应用范围较窄,技术水平要求相对较高,只适于小型淡化设备的应用。

经济成本分析 海水淡化当前存在的最大障碍是成本高昂,不仅初期投资建设费用高,折旧、维修、运行费用也远远高于一般可接受的水平,再加上能耗高,所有这些都大大阻碍了该技术的发展。对于不同规模的蒸馏法和反渗透法来说,反渗透法有着更大的灵活性。它的初期投资受设备规模的影响较小,与蒸馏法相比,设备规模越小,其投资越省,淡水生产成本也就越低。但总的来看,不论是蒸馏法还是反渗透法,设备规模越大,投资越经济。

从相同规模的不同淡化方法的投资运转费用来看,Leitner(1989)的研究表明:以日产淡水 2.3 万立方米计算,其初期投资以多级闪急蒸馏最多,多效蒸馏次之,反渗透法最少。在运转费用方面,其高低顺序基本相同。

社会环境成本分析 海水淡化小规模开发可以满足偏僻小岛、边远渔村、边防哨站的生活及生产用水,从而加速其地方经济建设,对于沿海偏僻地区的开发有着重要的社会意义。小规模的反渗透、电渗析淡化设备相对耗能少,环境负作用较小,不要求相应的配套设施,对当地居民的生产生活有着不可低估的社会效益和经济效益。

就中、大规模的海水淡化设备而言,由于其能耗高,要求大规模的相应配套设施及人员技术手段,这对于目前基础设施相对落后、能源交通都相对紧张的半岛地区是一种不可逾越的障碍。相对于目前社会的经济承受能力和环境的容纳程度来说,海水大规模的淡化开发还是相对遥远的事。尽管海水淡化对于今后长期内淡水供应的平衡,水环境的相对稳

定有着深远的社会效益和生态效益,其环境成本相对于大型水利工程、人工降雨等并不算高,但由于我国社会经济承受能力有限,只能做长期打算,待今后淡水资源相对资源的“影子价格”提高到一定高度后,再进行大规模的海水淡化利用。

相比较当前海水淡化的几种方式,以反渗透法的中小规模开发社会环境成本最低,是今后最具有前途的海水淡化方式。

三、

作为一种未来淡水资源短缺的解决途径,沿海地区开展海水淡化研究是必不可少的。尽管相对于目前淡水供给水平,海水淡化技术发展及成本现状都不切实际。高昂的费用,大规模的能源需求都是当前经济水平所不可接受的。但从长远来看,淡水资源是关系国计民生的大问题,一旦淡水供需矛盾加剧时,市场经济规律自然会引导财力、物力、人力投向这方面,海水的大规模淡化利用迟早要进行,这只是个时间问题。

因此,我们要加快海水淡化技术的研究,引进高新技术,做好技术储备。利用国内外生产工艺已相对成熟的蒸馏,反渗透等海水淡化技术,开发研制高效实用的小型海水淡化设备,以低能耗、小投资,短周期等特点满足沿海淡水资源严重匮乏的小岛、渔村的生活生产用水,以推动沿海地区、海岛乡镇的同步发展,避免因淡水短缺而造成的经济滞后现象。同时开发船用淡化设备,提高远洋船队的淡水自供率,以满足远洋渔业及货运、军事运输的需要。

此外,作为海水淡化的一种替代方式,或者说是一种过渡方法,海水直接利用还是有其开发利用前景的。一旦克服了某些技术或生理障碍,海水直接利用不失为一种缓解水危机的新方式。有关海水直接利用方面的先例也时常见诸报端,如英国、葡萄牙、西班牙等国联合进行的海水灌溉蔬菜计划,已进入深入研究阶段,海水直接用于发电厂的冷却循环水已走向实用,海水也可作为一般生活、生产用水的替代品(除饮用水、生活必需用水及一些特殊要求的用水以外)。

□