

国外海水淡化简况

1884年,英国制成第一台船用海水淡化器,以解决远洋航运的饮水问题。本世纪五十年代,随着电渗析与反渗透等淡化技术的发展,苦咸水面积较大的美国(苦咸水占国土面积的三分之一)、荷兰等国,相继把淡化技术由海上推广到陆地。中东石油工业的迅速发展,又给海水淡化创造了有利条件,干旱缺水的科威特、沙特阿拉伯、埃及和以色列等国利用廉价石油蒸馏海水,解决了本国严重缺水问题。于是几年之中,中东地区淡化水产量即达到美国、荷兰淡化水总量的三、四倍以上。到六十年代,工业发达的国家耗水量剧增,尤其是淡水源遭到污染破坏后,城市工业用水十分紧张,因此淡化技术又成为给各工业部门提供淡水和纯水的重要手段。海水淡化日益为世界各国所重视。

一、国外热衷搞海水淡化的原因

据一些资料分析,主要原因是:

(1) **城市用水开始紧张** 五十年代,淡水不足的只是中东地区的少数干旱沙漠国家。自1965年以来,欧美和日本的城市工业稠密地区也开始感到淡水不足,有的已形成严重威胁。日本号称是多雨之国,平均年降雨量一千八百毫米,但据推算即使在1985年以前再建四百八十个水库,最大限度地利用河水,每年仍大量缺水,仅东京地区每年将缺水三十亿吨。1965年时,日本大约平均每人每天需半吨水,现在已超过一吨,美国则需十吨左右。他们城市用水量每年要增加百分之四左右。

(2) **公害破坏水源** 工业与生活污水的排放,严重地破坏了淡水河流湖泊。以日本鹿岛工业基地为例,在六十年代日本曾吹嘘鹿岛是“无公害新型工业基地”,但不到四年,由于每天流入淡水湖六万多吨污水,使贮水十亿吨的北浦湖受到破坏,其含盐浓度已超过工业用水标准一至五倍,因而不得不另找出路。

(3) **水价急剧上涨** 欧美各国淡水价格每年约上涨百分之五。1961年每吨为零点零七美元,1971年涨到零点一美元。由于淡水不断涨价,预计1975年以后淡化水成本将接近天然淡水价格,1980年以后可能比天然淡水还便宜,这就会促使资本主

义企业考虑兴建海水淡化厂。

(4) **淡化技术有所进展** 沿海城市寻求淡水的来源,不外是以下几个:①提取地下水,这可能造成地面沉降和海水渗入的严重后果;②污水净化回收,但成本高,技术上难题较多,而且可回收利用的污水也有限;③跨流域水源调拨,困难是基建规模过大,投资过高;④修建河口水库,这是最大限度保留水和利用水的重要措施,问题是占地面积过大,海水反渗透也是个难题。以上各种方法都有很大的局限性。目前,世界上寄以极大希望的就是海水淡化,因为海洋水源取之不尽,不受季节影响,而且技术上也比较成熟,预计在今后十年有可能成为沿海城市主要淡水的来源。

(5) **军事特殊需要** 在潜艇、战舰、哨所、海岛、海底工程,以及边远无水地区的军事活动都需要淡化设备。一九六六年,美帝在侵越战争中就在流动的野战医院内配备了日产十三吨淡水的淡化器,从苦咸水、污水中回收医用净水。

二、一些国家的海水淡化概况

进入六十年代,海水淡化工作由企业分散搞而转向政府直接插手组织工作的阶段。

美国 1952年成立了国家盐水局,总管海水资源开发工作。它是政府插手海水淡化最早的国家。1963年,又在总统科技办公室下建立海水淡化工作组,该组决定在洛杉矶市近海修建原子能发电与海水淡化联合工厂。1967年以后,淡化实验厂的规模为日产淡水万吨,目标是建成日产淡水十九万吨的淡化厂。其总目标是在二十五年后具备日产淡水一亿一千万吨的能力。为此,准备先在美国西南部的墨西哥湾一带建设日产四百万吨的淡化厂。

英国 1965年,英国政府指定国家原子能局总管海水淡化工作,每三年制订一次规划。研究计划的目标是提高多级闪蒸发器的生产效率,长期目标是寻求代替多级闪蒸的新技术,同时还制订有原子能发电与生产淡水的综合研制计划,准备建成发电四十万千瓦和日产淡水二十七万吨的综合水电厂,预算投资为两亿美元。

法国 1966年,以科技部长和原子能宇航部

部长为首组成法国海水淡化委员会，并以国家原子能局为职能机构。1970年开始为科威特研制生产五台日总产十二万吨淡水的淡化厂，法国与日本正在中东展开淡化器市场的激烈争夺。

苏联 对海水资源开发的兴趣比美国还大，特别是重视原子能电厂废热淡化海水的工作。已在里海边的舍甫琴柯市建成一个原子能淡化厂，发电十五万瓩，日产淡水十二万吨，同时还将在顿河下游和亚速海滨的日丹诺夫等地建成更大规模的原子能淡化厂。它们的研制重点是发展竖长管式多重效用蒸馏技术。据估计，它已达到日产五十万吨淡水的生产能力，相当世界淡水产量的四分之一。

日本 1969年政府出面组织海水淡化工作，并把海水淡化列为国家直接负责的重大研究项目。同时制订了七年海水淡化科研计划。1970年已为科威特研制生产日产一万八千多吨的世界现有的最大淡化器。船用淡化器（日产半吨到五百吨）每年的产量为五、六千台。用电渗析淡化器生产海盐，已占日本盐产量的百分之六十，目前正用此法建立年产二十万吨的海盐厂，计划在短期内实现海盐自给。现在日本电渗析薄膜产量已占世界总产量的百分之九十。日本规划的重点是大型多级闪蒸法以及海水资源综合利用。计划的主要目标是在1975年前完成日产淡水十万吨的淡化器，并实现从海水中回收钾和烧碱的目的，现在正在武丰火电厂作中间试验。日本还准备在1977年以前为科威特生产六台日产三万六千吨淡水的淡化器。目前国际淡化器买卖成交量的百分之八十控制在日本手里。

此外，墨西哥、科威特、希腊、埃及、西班牙、荷兰、意大利、沙特阿拉伯、印度和以色列等国，也都由政府出面组织海水淡化的研究工作。

由于各国政府积极参与海水淡化工作，这促使国际交往与国际会议等情报交流的活动大大活跃起来。据统计，1962年以前，几乎没有海水淡化的国际活动，可是在此后的八、九年中就召开近二十次国际会议。其中世界规模的有四次，人数最多的一次为1967年在华盛顿召开的海水综合利用会议，有一百多个国家的一千多名代表参加。专门讨论原子能发电厂废热淡化海水问题的国际会议，也有三十八个国家的代表参加。至于地区性的海水淡化会议就更多，如欧洲在希腊、意大利、南斯拉夫和西班牙召开了四次讨论会。两国双边会议以日美最为频繁，1965年以来每年都召开日美海水淡化会议，现已开过十次。

世界淡化水的产量在五十年代初期还极少，1965年以后产量剧增，到1970年日产达到一百一十多万吨。目前，世界日产淡水量已接近二百万吨，最大单机日产近二万吨，最大淡水厂已达日产五、六十万吨的规模。预计到1980年，世界日产淡水将达到一千五百万吨，单机日产将达到十至二十万吨，淡水厂的规模将达到日产四百万吨，其成本将接近天然淡水价格，可能基本上解决沿海城市的缺水问题。

三、海水淡化的发展动向

目前世界各国海水淡化的主攻方向是降低成本，把现在的生产成本（为自来水的三、四倍）降到每吨零点零五至零点零二美元。这已成为欧美和日本淡化技术的最大努力目标。

为了达到这个目的，它们主要从如下四个方面着手：

一、充分利用经济能源 动力成本是决定们化成本的主要因素，多级闪蒸法所以在国外发展较快，其根本原因是利用废热这个有利条件。一般火电厂燃料热能的百分之六十都变为废热进入冷却水流入河中，国外多利用这种废热作为经济能源使用。美国、苏联以及其它国家的海水淡化计划，几乎都是把利用原子能电厂的废热作为规划的基本依据。即把发展“发电淡化二重目的工厂”作为目标。美国在纽约准备修建发电两千五百万瓩，淡化水一万九千吨并同时能生产同位素的“三重目的工厂”。此外，如西德、英国、法国、埃及、西班牙、墨西哥、希腊、印度、以色列等国，也都在规划设计或施工建成这种类型的“二重目的工厂”。

二、开展产品的回收利用工作 充分回收利用海水中其它资源，是降低淡化水成本的又一重要途径。海水中约有八十种可以回收利用的元素，比较经济实惠的有盐、镁、溴、钾、铀等资源。因此，“二重目的厂”的周围还可建立制溴厂、镁厂、钾肥厂、氨碱厂、盐厂或氯气厂。

据计算，一千吨海水含有二十三吨盐、三吨氢氧化镁、四吨芒硝、近半吨钾、六十五公斤溴、二十六公斤硼、三克铀和九百六十五吨淡水，总计值六百美元，而目前只能回收总值的十分之一。日本认为最理想的方案是筹建发电一百万瓩的电厂，日产五十万吨的淡水厂以及年产一百九十万吨的盐厂、五千吨的溴厂、六十万吨的镁厂、四万五千吨钾厂的联合企业。综合利用各项资源，必将较大幅

度地降低淡水成本。

三、加强海水预处理与防蚀材料的研究 防止设备的腐蚀与生垢，是降低淡化水成本的另一关键。各国都很重视这项技术的研究，其主要手段是加酸，加药品，离子控制和离子交换以及脱气脱碳技术等。日本用日产三千吨淡水的淡化器进行预处理技术试验，其目的是为防止将来日产万吨淡水设备的腐蚀与破坏作准备。

为了防止腐蚀，选用不受腐蚀的设备原材料是个方向。目前美日正在研究铝合金、塑料混凝土和防腐耐蚀的涂料应用的可能性。

四、加强淡化新技术的研究 按理论计算，淡化一立方米海水用电量为四分之三度，但现在实际用电量要八到二十度以上，这说明应用新技术减少能源消耗还大有潜力可控。

新技术的研究方向有如下两方面：

1. 向组合方式发展 由于各种淡化技术都有自己的长处，于是人们提出两种淡化法并用的设想，这大大提高了效率和质量。现在已经提出的组合方法有四种，一是多级闪蒸与多重效用联用，一是多级闪蒸与蒸气加压法联用，一是多级闪蒸与电渗析法联用，一是多级闪蒸与反渗透法联用。其中最受

人们重视的是第一种。美、苏等国已进入中间试验阶段，洛杉矶已搞了一个日产四万多吨淡水的十六重效用三级闪蒸的中间试验设备，1973年还建成日产八千五百吨淡水的十七重效用十九级闪蒸的设备。美国认为此法在最近五、六年内将可推广，在二、三十年以后将在海水淡化技术中占主导地位。它可使每吨淡水成本降到零点零一美元。甚至可以实现淡化水灌溉农田的理想。

2. 重点发展反渗透技术 反渗透技术能量消耗最少，技术潜力还很大。其方向是开发新的低压高效率的反渗透技术。现在美国在科罗拉多河已建成由头发丝那么细的中空纤维管膜组成的反渗透装置。据称，它将把现在的反渗透技术生产效率再提高两、三倍，而体积可以变得很小。因此，反渗透法是个有可能代替电渗析等淡化方法的最有前途的技术。但半渗透膜的研究需要生物物理学、生物学、生理学、生物化学、化学和仿生学等方面的技术人员共同合作，使人工半透膜接近精制、细密和高效能的生体膜水平。

中国科学技术情报研究所

1974年12月

四种海水淡化技术简介

这里介绍的四种海水淡化技术是：蒸馏法，电渗析法，反渗透法和冰冻法。

(一) 蒸馏法

原理： 加热蒸发海水使其变成蒸汽，经冷却而成淡水。根据炉体结构与应用能源的不同，又分为多级闪蒸、多效蒸发、蒸汽压缩和太阳能蒸馏四种。其中多级闪蒸法，技术比较成熟、经济效益较好，并具有较长时间的使用经验。目前该法是淡化海水的主要方法，世界淡化水总产量的百分之九十以上是用该法生产的。

多级闪蒸的基本过程： 海水进入闪蒸器与各级蒸发室中的蒸汽进行热交换，蒸汽被海水冷却凝为淡水，海水被预热升温。然后海水进入加热器，加热到需要的温度后进入第一级蒸发室。因蒸汽室内压力较低，海水迅速闪急蒸发，未蒸发的较浓的海水进入第二级蒸发室，此室压力较第一级低，

海水又闪急蒸发，以此类推，这样就大大节约了热能的消耗。该法的优点是：

1. 热能利用率高，并可用品质较低的热源，如发电厂排出的低压蒸汽，若与热电厂、化工厂、炼油厂等结合，可降低能源费用。
2. 适应性好，它既可做成日产淡水数十吨的小型设备(如船用或陆用移动式的造水机)，也可做成单机日产淡水量高达几万吨的大型淡化装置。既可淡化苦咸水(一般指含盐量为几千到一万毫克/升的原水)，亦可淡化海水(平均含盐量为三万五千毫克/升)，尤以淡化海水和高盐度水为宜。从淡水水质来讲，纯度既可达一毫克/升以下的高压锅炉补给水，也可以是数百毫克/升的饮用水或工业用水。
3. 结构简单紧凑，操作较容易，维修较方便。由于海水的加热和蒸发分别在两处进行，因而结垢情况大大降低。
4. 多级闪蒸在生产大量淡水的同时，也排出大