

海底淡水可解沿海水荒

刘海龄 杨树康 陈丽红

(中国科学院南海海洋研究所)

(一) 人类正面临着淡水资源危机的威胁

早在 1977 年联合国人类环境 and 世界水资源会议就向全世界发出警告：“石油危机之后，下一个危机就是水！”时隔 20 年后的今天，水资源问题已成为世界各国共同面临的维系民生的一大难题。具体表现在两个方面：一是相对水资源量的急剧减少，这主要是因为人口和经济的增长使需水量急速上升而引起；二是由于人类造成的环境污染，安全水量日益减少。目前，世界上有近几亿的城市居民因无法获得安全的用水而使生命、健康和幸福受到巨大的威胁，每年有近 400 万婴幼儿因此而丧生。据报道，1991 年因水质和卫生设施极差而造成的霍乱，使利马市居民深受水荒之害。更堪忧虑的是，水资源问题正呈恶化的趋势。1992 年都柏林举行的国际水事与环境问题会议提醒人们应注意今后可能出现的“水荒”，会像发生于 70 年代、最终改变了世界进程的石油危机一样。甚至“地球淡水资源短缺带来的全球震荡，可能比 70 年代石油危机更加严重”。1996 年 9 月 14 日设在华盛顿的世界观察研究所在名为“分配水资源”报告中指出：“到 2025 年，即再过一代人的时间，世界上 40% 的人将生活在长期缺水或供水紧张的国家里”。该报告认为，未来许多地区冲突将

因水而起。1997 年初，联合国发表的一份题为“对世界淡水资源的全面评估”的报告又一次指出：缺水问题将严重制约下世纪的经济和社会发展，并可能导致国家间冲突。

中国的水资源问题较世界其他地区更为突出。作为世界上需水量最大国家之一的中国一直是一个缺水的国家，人均水资源量不到世界人均水资源量的 $1/4$ ，而且随着人口和经济的增长，大陆上有限的淡水资源正呈日益枯竭和被污染之势。水资源的匮乏严重地制约着经济的发展。据报载，中国城市每年因缺水造成的经济损失达 1200 亿元以上。缺水之苦在苦旱的北方内陆自不必说，就连沿海地区也已令人不堪忧虑，估计到 2000 年，沿海地区缺水将达 150 亿立方米。广东近海 700 多个海岛由于严重缺水，大多数海岛村落难以聚集，长期成为无人荒岛。就是“水乡泽国”的珠江三角洲地区也在报上出现“广州用水偏紧”、“咸涩新会，嗷嗷待水”的警呼和“我国沿海地区能否保持持续稳定的发展？”的疑问。1991 年广东春旱，为保香港用水，深圳连续 7 天因缺水每天经济损失 200 万元以上。包括香港、澳门在内的珠江口 185 个海岛普遍缺水。为维系香港经济高速发展和繁荣而兴建的东江—深圳供水工程的供水能力已近极限，大量抽水已导致东江出海径流量减少，水位下降，咸

潮上溯，引发了一系列环境问题，严重威胁东江航运、东江三角洲农业用水和居民用水，枯季咸潮上溯已影响广州水质。如考虑全球变暖、海平面上升，广州及整个珠江三角洲淡水供应形势更为忧虑。类似的情况也见于沿海的其他地区。

水是人类赖以生存和发展的不可替代的、珍贵资源，是生命的源泉。面对水资源严重短缺的形势，任何乐于关心人类共同利益的人士都不得不要认真地思索解决这一重大问题的对策。

(二) 解决水资源危机的关键在于

节流开源

联合国环境与发展大会《21世纪议程》建议的、1993年1月18日第47届联合国大会193号决议确定的“世界水日”（每年3月22日）宣传活动，对综合统筹规划、管理、保护全球水资源起到积极的推动作用，对增强人们关心水资源、珍惜水资源的意识具有很好的宣传教育意义。在地球的水圈系统中，目前所知淡水储量仅占水资源总量（约14亿立方公里）的2.5%，即3.5亿亿立方米，且其中绝大部分被固化在南极冰原和北原冰山，能供人类生产和生活直接利用的仅为105万亿立方米的地表水。针对如此有限的水资源，要满足人类日益增长的需求量，人们应该采取的行动首先是“节流”。人类必须以有效的方法来合理地使用现有的水资源。“节约用水”应成为全世界人人遵守的公德。事实上现代社会中水的浪费是很惊人的，特别是发展中国家的城市中，据报道，在那里，有60%的经过净化的安全用水因输送系统等原因而被浪费掉。人类应该立即着手遏制这种浪费。另一方面，人类还必须善待现有的水资源，有效地保护人类全部生活和活动的水质不受污染，避免受污之水传播疾病，特别是在城市中。目前城市水源因日益增多的未经处理的工业废水和每天大

约200万吨的人类粪便而受到污染，迫城市不得不花巨资处理地表用水或从越来越远的地方取水或增加钻井深度以利用其有限的地下水，造成用水成本越来越高。其结果势必是导致社会用水分配不公：向富有群体供水过多，实乃鼓励了水的浪费；因贫困群体支付不起其生命必需的用水费用而抑制其用水，实则无异于使其生命的源泉趋向枯竭，降低社会的这部分生产力。无论哪一方都将对社会发展带来不良影响。

节流的再一个方面是兴水利、广蓄水，减少地表水的流失。

更为重要的是“开源”。人类在合理地管理、保护、使用现有水资源的同时，还应积极地寻找新的水资源，开辟水资源理论和勘探的新领域。这是一条艰辛而又必须得走的征途。在这条征途上人们首先想到的自然是向占地球水资源总量的97.5%的咸海海洋要淡水。当前世界不少国家和地区把注意力集中在海水淡化理论和技术的研究上，在海湾地区已形成一大新兴产业。然而，在降低海水淡化成本方面至今未取得技术上的突破，每立方米的淡化海水成本仍然高达1.6~2.2美元，这给海水淡化业的推广带来了困难。

近年来，由于海洋开发的需要，对海洋，特别是对沿海河口和近岸海岛附近水域进行的大量海洋地质调查资料向人类显示了一种可望找到新型淡水的库源：河口海底淡水，以缓解世界、特别是经济发达的沿海地区的淡水紧缺问题。

(三) 河口海底古河道：不可忽视的

淡水新库源

向大海要甘泉，初听起来很像神秘的神话。其实大自然早已向人类泄露了其中的秘密。1498年著名意大利航海家哥伦布率领的航行队在奥里诺科河口海域中曾意外地获得了淡水，解决了其船上断水的危急局面。粤

东韩江河口南澳岛澳前湾海滩上, 1279 年挖掘的三口宋皇井因 1918 年地震而沉陷于海后, 每当特大海潮发生, 它们便会突然重现, 并喷涌出纯净清甜的泉水。珠江口横琴岛海漫滩上亦见甘甜淡水。大量的海洋地质调查研究揭示: 河口海底蕴藏着可观的淡水并非神话, 而完全是由其固有的海洋地质条件决定的。

新生代近岸浅海区的地质构造运动和全球气候变化引起的海、陆环境变迁及与之相关的海、陆沉积体系的互层发育, 为海底淡水的赋存提供了优良的“生、运、滤、储、盖”组合条件。根据“冰川控制说”, 大陆架是在第四纪冰期的低海平面时期大陆边缘陆地受侵蚀和堆积的产物。陆地水系, 尤其是地下含水层会向海域延伸, 从而赋存海底淡水资源。第四纪, 特别是晚第四纪以来海平面多次升降相应地使在大陆架大河口区的古河谷经历多次“河流下切—河床冲积—海侵进积—海退前积”的周期性发育过程, 从而造就多期巨大规模的埋藏古河道系统, 如密西西比、古巽他、黄河、长江、珠江等河口。这些巨大规模的埋藏古河道常发育多套由河流相砂、砾质沉积和三角洲前缘相或浅海相粘土层交互组合的海退、海侵沉积旋回。其中河流相粗粒沉积层, 孔隙度大, 透水性好, 厚度大, 含水量丰富, 是良好的储水层; 含水层之上广泛覆盖的三角洲前缘相和浅海相的粘土质沉积层, 孔隙度小, 透水性差, 分布面积广且连续而稳定, 厚度几米至十几米, 构成良好的隔水顶板层, 隔绝海水下渗, 保护含水层内淡水不受污染破坏。海底古河道的向海自然坡降造成上、下游水位差, 使含水层具良好的径流动力, 同时其上游与陆上三角洲平原埋藏古河道相通, 直

接受地表淡水补给区的源源补给, 下游伸入陆架前缘埋积谷, 在陆架前缘开口, 使原积咸水得以排泄, 补给新淡水, 水流循环, 经长距离砂层过滤, 水质更新, 形成优质天然淡水。加上非破坏性的、与古河道有水力联系的控水构造、导水构造的存在, 更会使古河道地下淡水的补给、径流、排泄、储存条件得到改善而大大提高古河道的淡水补给量和静储量。所以, 在具备合适的“生、运、滤、储、盖”条件的海底, 完全可以形成巨大的优质淡水库。

目前, 国内外海底淡水资源研究开发已进入起步阶段。中国科学院南海海洋研究所所在珠江三角洲陆区和海区发现多处砂砾质埋藏古河道和古溺谷, 并在 1991 年向珠海市有关部门提出开发海底淡水、就近解决万山群岛缺水难的建议。浙江省舟山市正着手引采海底淡水, 以解岛上水荒。1992 年, 俄罗斯科学家在远东海域开展了海底淡水资源调查。1993 年, 中国地矿部第三海洋地质调查大队在长江口早更新世晚期的古河道沉积层中首次钻获两层可供饮用的淡水, 估算储量为 23 亿立方米以上, 揭开了开发海底淡水的序幕, 向人类宣告了: 在茫茫大海之下, 存在着规模巨大的“淡水库”。可以预料, 海底淡水资源以其埋藏浅、储量大、易开采、水质好、邻近严重缺水的海岛和经济发达的沿海地区、勘探开采成本低廉、不造成环境污染等优势, 在下一世纪将形成一大新兴产业。这是一个不可忽视的产业, 人类早一日合理开发利用海底淡水资源、早一日保护海底淡水资源免遭河口区的盲目挖砂等工程的破坏和污染, 人类便早一日获益。以水资源的开发带动沿海及岛屿地区的发展, 其社会效益与经济效益均是难以估量的。 □