

令人深思的咸海干涸问题

PROBLEM OF ARAL SEA DRYING UP

田裕钊

一、一个热门话题

当今世界上，在颇为人们重视的诸多环境问题之中，苏联中亚地区咸海干涸问题尤其引人注目。由于咸海湖的变化是发生在人类开发利用自然资源的过程中，属于人类社会与自然环境相互关联的复杂问题，无论在理论上，还是在实践上都引起了广大公众和科学界的重视。加之，咸海干涸直接影响苏联乌兹别克、土库曼、哈萨克三个加盟共和国的经济发展和社会稳定，更增加了问题的复杂性和重要性。因此，不仅在苏联国内，在国际上，尤其是在美国和法国，许多科学家都纷纷涉足，参加讨论和研究。

咸海位于苏联哈萨克和乌兹别克两个加盟共和国辖区，南北长 428 公里，东西宽 235 公里，面积 64 500 平方公里，是世界第四大湖泊。大部湖区的水体不深，约为 20~25 米，最深处 68 米。平均湖水贮量 1 000 立方公里左右。

自 1960 年后，湖水水面开始下降。1961~1989 年间，水面下降 13 米，水量减少近 60%，湖水盐的浓度增加一倍。干涸出的湖底面积 2.4 万平方公里，已成了盐土荒漠。预测咸海水面将继续下降，到本世纪末，水深将再下降 19 米，面积将减到仅原水域的 40% 左右。有人估计，未来的咸海将是一个依赖地下水补给和排放洗盐水的的海湖。更有人断言，40 年后，咸海将完全干涸，从地球上消失。留给后人的将是一片盐土荒漠，不仅寸草不生，且是一个巨大的盐尘发源地，给人们带来不尽的灾

害。不论这些预言的准确程度有多大，但咸海这一天然大湖在人类经济活动的影响下将引起一系列令人生畏的变化却是确凿无疑的。

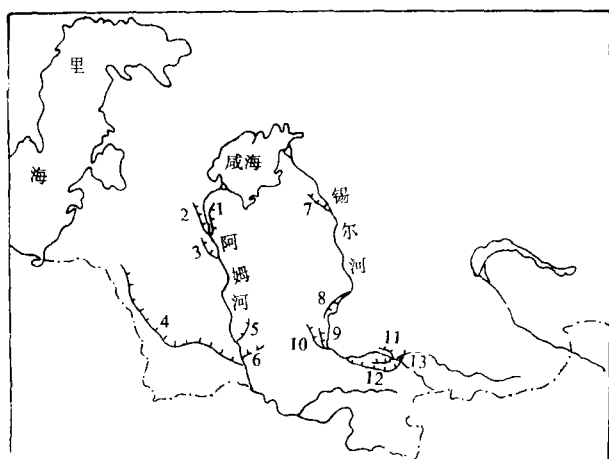
二、咸海干涸的原因

大量研究资料已表明，开辟新的绿洲，扩大水浇地，改变了天然水道的分布格局，这是造成咸海干涸的主要原因。

咸海为干旱荒漠所包围，干灼的气流使湖面的年蒸发量多达 60.7 立方公里。中亚地区的两条大河阿姆河和锡尔河每年注入咸海约 54.8 立方公里淡水，再加上湖面接受的天然降水 5.9 立方公里，按 50 年代末期的资料，咸海的水位波动范围不过 3 米，年内的季节性变化平均仅为 25 厘米。湖水水面基本稳定。

由于光照充足，热量充沛，中亚地区和哈萨克斯坦的南部很适宜发展水浇地种植业。据统计，在中亚地区每公顷旱地所获产品的价值为 5~10 卢布，而从每公顷水浇地则可获价值高达 500~2 000 卢布的产品。水浇地不仅产量高、价值大，而且生产稳定，还能提供一些高利润的喜温作物产品，如长绒棉、油料、大麻和葡萄等。因此，自 50 年代后期，苏联开始较大规模地建设水利设施。以阿姆河为例，1954 年动工的卡拉库姆大运河，完工后渠首流量达 960 立方米/秒，每年引水总量为 19 立方公里。1973 年建成的卡尔申总干渠，年均分出阿姆河水量 3.3~5.25 立方公里，可扩大水浇地 35 万公顷。总长为 235 公里的阿姆布哈拉水渠，年均

分出阿姆河水量 1.48 立方公里，灌地 14 万公顷。阿姆河流域本是古老的灌溉农区。在 1917 年以前，农业用水还未超过总径流量的 7%，到 1955 年分出用于灌溉的河水量占 15%，修建了系列水利设施后，农业灌溉用水已远远超出总径流量的 50%。另一条注入咸海的锡尔河，在河流上游也修建了长达 270 公里的费尔干纳大渠，继而又建了引水量分别为 74 立方米/秒和 500 立方米/秒的左、右两岸两个引水渠，以及南饥饿草原引水渠（长 126 公里，引水能力 300 立方米/秒）。因此，实际上自 1974 年起锡尔河早已没有注入咸海的长年径流。



- | | | |
|-----------|------------|-------------|
| 1. 克兹克特肯渠 | 6. 卡尔申渠 | 7. 克孜尔-奥尔金渠 |
| 2. 列宁渠 | 8. 克孜尔库姆渠 | 9. 基洛夫渠 |
| 3. 塔什萨卡渠 | 10. 南饥饿草原渠 | 11. 北费尔干纳渠 |
| 4. 卡拉库姆运河 | 12. 大河集热渠 | 13. 大费尔干纳渠 |
| 5. 阿姆布哈拉渠 | | |

阿姆河和锡尔河流域兴建的主要引水渠系位置示意

(据波里舒克 B. П., 1979)

上述事实表明，咸海湖的干涸正是人为改变天然水道分布格局的直接后果。

三、不是非此即彼的结论

综上所述，咸海的变化是人类开发水利资源，引水灌溉农田的直接后果。但是人们却不能就此而得出在干旱地区不应进行改变水体天然格局的结论来。原因在于事物本身的复杂性不能用“非此即彼”的简单公式来认识。

在干旱地区，自古以来水就被看作是“生命之源”。中亚地区早就世代相传着立命在水的格言。因而开发天然水源灌溉农田曾是长期以来人们为之奋斗的目标。难怪面对着两条流经荒漠土地并年复一年地白白蒸发掉近 44 立方公里径流的现实，苏联著名的地理学家穆尔扎耶夫大声疾呼：“为期不远的这一天就会到来，那时苏联人将结束这种浪费状况，把这些河流的水分配给当今依然荒芜的那些土地，

从而使它们复苏。”更何况干旱地区的内陆河流，在自然条件下，不仅不能兴利，还会经常制造灾害。穿行荒漠区 1 000 公里后流入咸海的阿姆河，在进入平原以后，有很大的破坏力，被称之为“疯癫之河”。洪水来时，河流摆动无常，使人“只能知道昨天它从那里流过，而无法得知明天将从那里穿行”。

丰富的水资源、沿河大面积的宜垦土地，加上众多的劳力和传统的农艺技术，促使苏联人民和科学家决定去实现复苏土地的目标。

将阿姆河之水引入荒漠的卡拉库姆大运河工程便是有影响的工程之一。卡拉库姆运河设计全长 1 400 公里，已建成 1 100 公里。运河修建前，所在地区有水浇地 16.6 万公顷，1975 年水浇地扩大到 51.4 万公顷。这些水浇地到 1974 年生产了 280 万吨棉花。此前，修建运河的所有投资都已收回，1972 年时已获纯利 10 亿卢布。开工后的第 25 年，纯收益达 31 亿卢布。在 1 100 公里的运河线上，昔日荒漠的土地开辟出 55 个大型专业化农场，河水影响着土库曼 150 万居民的生活（占土库曼加盟共和国人口的 60%），并为 500 万公顷的干旱草场供水，从根本上改变了这个地区的面貌。运河被当地人称之为“生存的命脉”。

这些成功确实来之不易。运河开挖前，科学家和设计人员就通过实地勘察逐一否决了几个北线方案，最终采纳了南线方案。开工后，挖开的河道在未通水前就被风力搬运的沙土重新堵塞，因而有 1/4 的工时花在重新开挖和疏通业已完工的河道上。通水后，又遇上河道内迅速长满水草，水流不畅的难题。科学家依照食物链理论从远东引进放养食草的鱼种，除掉了部分水草，终止了水道的堵塞，增加了运河和水库库区的生物产量。

同样，人们也致力于锡尔河水资源的农业利用，修建水电枢纽 60 个，建设了汛期的调节水库。整个流域内的水浇地面积已达 200 万公顷，基本上把锡尔河的水分割完毕。

四、福祸相依相伏

付出巨大劳动和艰辛，把天然河水引入干渠，流进农田，促进了农业经济发展，但这并非意味着万事大吉。原因是涉及到人—社会—自然资源之间多维关联问题，福祸相依相伏的关系比想像的来得更鲜明，更迅猛。随着引水成功，副作用也逐渐显示出来。最大问题莫过于如前所述的咸海水面下降引起的一系列环境和经济问题。在阿姆河下游三角洲上，新生部分经常被洪水淹没，每年洪水量为：

立方公里,形成了这里的湖泊—沼泽地综合体。但1970~1980年两河进入下游三角洲的年均水量仅为1911~1960年间的1/6。受其影响,阿姆河下游三角洲的沼泽地水位下降3~5米,形成了许多盐土地,草甸沼泽和河滩地上的天然植被也相继衰败。自1960年起的14年内,三角洲上的芦苇面积由100万公顷缩减为7.7万公顷。据估算,由于咸海水位下降,仅阿姆河下游三角洲的年经济损失(1980年)已达9260万卢布。严峻的环境问题也由于咸海水面的缩小(从1966年起,湖岸线以每年90米左右的速度减退)相继而生。1975年5月,从航天器上观察到咸海湖底上空出现尘暴。咸海东北沿岸强风暴出现地面积达4800平方公里。1979年5月6日的沙尘云面积为45000平方公里,总量为100万吨。估算整个业已干涸的咸海湖底经过风蚀的结果,至少有0.5米的盐土层被吹走。被风吹走的沙尘和盐粒约8590万立方米。因此,不少科学家断言,当咸海完全干涸后,干析出的盐的重量将达100亿吨,对邻接地区的气候将产生影响。更为引人注意的景象是,正当咸海急剧变化,人们在寻求滞缓咸海消亡的各种途径时,在中亚地区,近几十年间,却出现了一些在原来的地图上查找不到的湖泊。萨雷卡梅什湖就是一个。它位于卡拉库姆大沙漠的北部,咸海西南200公里处。在60年代出版的一些图件、书刊中,统称其为萨雷卡梅什洼地。洼地的最低处在海平面以下38米,地表多龟裂土,上面生长有碱柴、黑梭梭、红杨等。为了将花刺子模和塔什乌斯绿洲中的农田洗盐水排出农区,修建了一条总排水干渠通向该洼地。60年代初,农田排出的水自动西流,泄入萨雷卡梅什洼地。25年间,在萨雷卡梅什形成了面积达2550平方公里的盐湖水湖。水量达26.1立方公里,湖的最深处为42米。预计到2000年,萨雷卡梅什湖水面积将达到3200平方公里,湖水总量34.9立方公里。湖泊的出现使周围地区的地下水位上升。

在锡尔河流域的阿依达尔低地上,由于同样的原因出现了另一个新湖——阿依达尔库里。饥饿草原垦区内的大量洗盐水沿洪水溢流的路径年复一年地排入低地,形成了一个东西长200公里的湖泊。粗略估计,湖水面积在3300平方公里左右。

类似的影响还发生在运河的两侧。由于卡拉库姆运河河床是利用河水天然携带的淤泥防止渗漏。土体河道渗漏的水大致占运河流量的17%。渗漏水使地下水位上升,并溢出地表,在运河两岸形成杂草丛生的沼泽、盐碱地和盐湖。农田上的灌溉系统

只有9%进行了混凝土衬砌;农场内部的灌溉渠系有管道和混凝土衬砌的只占总长度的6%,这不仅造成水的损失,也产生了次生盐渍化的不良后果。严重的是,当卡拉库姆运河水抵达古老的绿洲和新垦荒地以后,当地居民遗忘了爱水如命的传统,不再珍惜淡水,肆意扩大灌水量。目前,一些农场和农庄灌溉用水高出定额(每公顷8000立方米)的2~2.5倍。卡拉库姆运河流经地区和水浇地上,地下水埋深由10~15米上升到1~3米;地下水的矿化度普遍升高。受其影响,一些地区棉花产量每公顷已由20~25公担减为10~12公担。单位面积上排水沟的平均长度不足灌渠长度的一半。排水措施不力加剧了盐渍化的进程。

巨大的改造自然的活動所带来的成功与教训,效益及问题,就像笑声与眼泪一样,戏剧性地交替着。

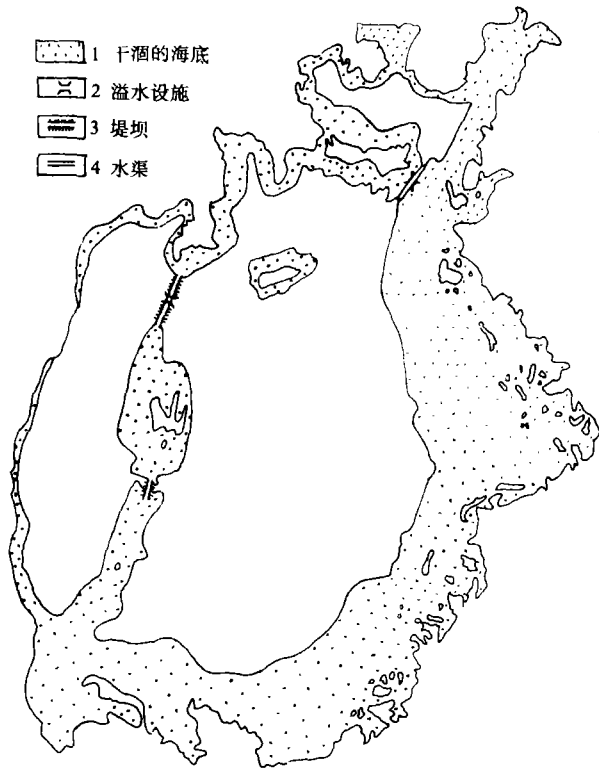
五、争论和对策

面对咸海问题,苏联学术界早在70年代就开始了针锋相对的争论。一些学者认为,某些专家在决定这一水体命运时,仅考虑了灌溉农业的发展,而把渔业、阿姆河和锡尔河三角洲的生存和大自然界中可能发生的生态变化置于一旁,忽视了咸海调节大陆气候的作用(失去咸海将会使咸海周围的温差加大,无霜期缩短),更未考虑到咸海湖内生物群落的丧失和荒漠化进程的加剧。他们强调“咸海的干涸是灾难性的”,因此主张“咸海应该存活下来”,“我们应该给后代留下一个日臻完美的大自然界”。

与此相反,有的学者则认为,咸海的干涸较之维持现状有利得多。首先,在这一地区,会得到大片肥沃的土地。据他们初步计算,这些土地每年可生产近150万吨棉花,仅经营这项作物,就足以抵偿当今存在的咸海渔业、航运业和其他副业的收入。他们还认为,“咸海的消失不会在本质上影响这一地区的自然景观”。他们说:“距离咸海100米处的气候和距离咸海100公里处的气候一模一样”,由此认为咸海对气候的影响是“庸人之见”。在学术观点上,可以智者见智,仁者见仁,听其继续观察和争论。但摆在苏联政府面前的,不仅是从哲学的深度来看待一个地区天然资源开发利用的合理性和限度问题,而已是一个需要实际解决的经济问题。

为此,1975年苏联国家科委专门成立了一个评价咸海水位变化对环境 and 经济影响的临时性科学技术委员会。1980年12月,乌兹别克科学院召开专题讨论会,苏联科学院、全苏农业科学院、哈萨克

斯坦科学院、土库曼科学院及全苏的一些政府机关共 57 个单位参加。与会人员讨论了解决咸海干涸问题的科学理论基础, 苏联水资源地区性重新分配的若干迫切问题, 西伯利亚河水调往中亚和哈萨克斯坦的技术和经济论证, 阿姆河下游生产力发展的当前任务、地区土壤改良的条件, 利用阿姆河下游三角洲自然经济综合体的前景和保护这个综合体的途径, 以及阿姆河和锡尔河流域水资源的合理利用, 排弃水的利用以及稳定咸海水位的一系列问题, 并提出了各种各样的对策方案。



水面下降 15 米时的咸海(水面绝对高程为 38 米)

(据契尔年科 И. М., 1983)

议论最多、规模最大的方案是用西伯利亚的河水补给咸海。100 年前, 将西伯利亚河水人工调往中亚和哈萨克斯坦的设想就已出现。1871 年工程师捷姆钦科建议, 在鄂毕河和额尔齐斯河上建立高坝, 沿土尔盖低地开拓运河, 把西伯利亚河水南引。此后, 俄国的许多工程师和学者多次提出动议, 但从未实地从事勘察。1950 年初, 又有人重提这一主张, 继而一大批研究和设计机构从事这项工程的研究, 共提出 16 个方案。设计的中心思想是: 在不影响鄂毕河本身和北冰洋诸海状况的前提条件下, 把鄂毕河多余的径流南调。计划在额尔齐斯河和托博尔河交汇处的托博尔斯克修建水利枢纽, 造

成回水, 使托博尔河倒流; 运河在土尔盖谷地沿子午线向南延伸; 穿越土尔盖分水岭时, 五级提水, 把河水提升 84 米南引, 后联接注入锡尔河和阿姆河下游。第一期工程引水 25 立方公里, 第二期工程引水 60 立方公里。近期, 不少人把希望寄托在这项规模宏伟的工程上, 认为将西伯利亚河水南调到咸海, 才是“改善当今咸海悲惨命运的主要条件”。

但是, 利用一条长达 3 000 公里的运河, 同时在几个地理带上(泰加林地带到荒漠带)改造大自然, 这在世界上还不曾有过的。更何况, 这一人类干预自然的过程可能带来的后果, 没有人能说得清楚。实际上, 西伯利亚河水南调第一期工程的调水量只能用来发展哈萨克斯坦南部和中亚地区的水浇地, 只有在第二期工程结束, 输水能力提高到每年 60 立方公里时, 才有可能给咸海供水。真可谓远水不解近渴。1986 年 8 月 19 日, 塔斯社宣布了苏共中央和苏联政府关于停止与北部河水和西伯利亚河水南调有关的全部设计工作和其他工作的决定。这就使上述的设想全盘落空。

鉴于咸海有大片的浅水区, 有人提出在咸海内部人工筑坝, 把咸海分割, 以便有效地利用不多的注入咸海的径流, 保留一个含盐分较小的湖面。他们建议在咸海建一个长 30 公里, 高 5 米, 基部宽 22 米, 顶部宽 10 米的堤坝, 土方总量为 240 万立方米, 总投资约 130 万卢布。据认为, 堤坝将改善咸海的渔业条件, 可用所产生的效益来抵偿投资并获得利润。

所提出的比较实际的建议是设立一个专门性的咸海研究中心, 扩大目前的固定观测试验站, 利用业已获得的咸海及其补给系统的大量的水盐平衡资料, 从改善管理体制和控制用水量入手, 在宏观上确定各灌溉体系的分水定额, 完善用水制度, 以找出维持咸海的一个合理水位, 推迟和缓解不良后果的新发展。这可算当务之急。

六、启 示

在探讨“人与自然界”关系这一宏观命题时, 善于总结、运用、汲取他人的经验, 有极为重要的意义。原因是, 无论人类活动作用于自然界, 还是自然界反馈于人类, 其后果都非一朝一夕便见端倪的。作用过程漫长, 往往使科学家在一生的岁月里都难以目睹全过程。从这一角度出发, 对于苏联动用国家庞大力量进行的一系列旨在造福人民的改造自然的巨大工程, 无论是经验还是教训, 都应看作为人类留下的宝贵财富, 可供借鉴。因此, 笔者建

议我国学者重视并积极参与对咸海问题的研究，从中吸取有益的启示。

花去半个世纪的时光，人们终于见到了在咸海问题上人类对自然的作用及作用后的反馈效应。在总结认识这些问题时，笔者既不敢与一味谴责决策者失误的人苟同，也不赞成为维护某些利益，对出现的问题视而不见的态度。面对现实不断呈现的新变化及时修正原来的观点，勇于纠正失误，这才是一切正直科学家和决策者应有的、受人尊敬的品格。科学本身就是一个以经验为基础的、永远开放的知识系统。笔者在追踪有关资料的过程中感到，苏联对一些改造自然的重大工程的决策，一般持审慎态度，无论是修建卡拉库姆运河，分割里海海湾，还是北水南调工程，都有大量的科学调查和论证做先导。仅以北水南调为例，自 1871 年至今的百余年内，提出了三组、16 种方案；近 20 年内，汇集千余名科学家，百多个研究所、设计院协同工作，虽然 1986 年 8 月宣布此项工程计划停止实施，但研究工作仍在继续。当初认为合宜的、合理的、可行的，在后来新的事实、新的变化、新的知识出现，特别是问题及副作用充分暴露之时，就要求人们在认识上有所提高和进步。从半个世纪前由于认识方法上的偏颇和对人与自然相互组合的大系统中作用与反馈认识不足而导致的问题得到启示，今天，对涉及人与自然的关系的重大决策进行科学讨论时，就更应运用现代科学成就，慎重地严格论证。这是因为，改造自然界本底状况的活动，技术上可能不等于生态上合宜；局部和部门利益需要，

不一定能为全局和整体宏观要求所容忍；眼前的成功，不能说明将来依然有效益。自然界本身是个庞大复杂的大系统，咸海事例向我们表明，人们在追求得手时，还要警惕另一方面的失算。人世间的许多事物，都犹如咸海问题一样，在成功的后面，相伴随的还有副作用。正是，“仰高者，不可忽其下；瞻前者，不可忽其后”。对自然界进行大手术，要审慎，再审慎。

令人忧虑的是，在我们现实生活中，资源开发活动的动因，往往来自近期经济效益的追求。对于所产生的某些后果，由于缺乏系统的分析记载，而不能引起人们普遍的注意；更忽视了开发利用的限度，造成过度利用，过度开发。一切事物存在着量与质的关系，当量变到一定度时，产生质的变化。忽视限度就会导向事物的反面。试想，如果在两河灌溉系统中节约用水，将灌溉水量限制在制定的定额以内，就可以提高水利效益 1 倍以上。采用多种多样的现代节水措施，完全有可能节省出大量河水，使之继续进入咸海。适度的利用将为维持咸海的存活提供可能。寻求到人类智慧和现代科学进步与各种利益的理想结合点，就为解决咸海干涸这一难题提供一个并非悲观的前景。

本文作者田裕钊 (Tian Yuzao) 系中国科学院、国家计委自然资源综合考察委员会副主任，研究员。

(责任编辑 冷远猷)

科技动态

能源湖

据意大利《欧洲人》周刊 1990 年 5 月 5 日报道，在玛格丽塔—迪萨沃亚的盐田中，有一个特殊的盐池，这是阿吉普公司建造的一个“太阳能湖”。太阳能湖的湖面就是一个巨大的采光板，由盐水组成，但每一层盐水的盐份浓度不同。它的作用原理同温室原理相似：阳光的热量可以透过湖面进入湖内，然后被下层盐份更浓的湖水吸收，湖水即被加热。

负责这一研究的扎诺尼工程师说：“在 5 个半月内，已使湖水的温度达到 70℃。”再过几个月可以达到 90℃。世界纪录是 105℃，是意大利女物理学家赞格拉多创造的。

玛格丽塔—迪萨沃亚的这个太阳能湖于今年 3 月底正式对

外开放，面积为 2.5 万平方米，可发电 500 千瓦，使用的水是 90℃ 的热水，相当于 350 吨石油的能量。同这个湖相联的是一个海水淡化装置。热水送入热交换器，然后带动海水淡化器，再把浓缩过的盐水注入湖底。这个湖一天可生产 100 到 120 升淡水。这只是阿吉普公司的一个样板，可根据客户的要求复制。这一样板的成本为 30 亿里拉（约合 260 万美元）。扎诺尼工程师说：“这并不是为了解一般的能源问题，而是为了应付特殊情况的需要。比如，有些发展中国家需要淡水，而其阳光和海水非常充足”。

现在有些地方也用这种太阳能湖生产热水供工业使用，或者用于供暖或空调。需要时也可用于发电，但效率比较低。

(摘自新华社《世界经济科技》)