



全球淡水资源逐年减少，人类面临的水资源危机所带来的挑战愈发严重/Seaq68

全球淡水资源危机愈演愈烈

陈二烈

(辽宁大学 经济学院, 辽宁 沈阳 110036)

2021年10月，世界气象组织(WMO)发布《2021年气候服务状况：水》报告指出，气候变化特别是极端高温天气发生频次的增加，将会导致一场全球性水危机，各国政府及相关国际组织的应对还缺乏有效的措施。截至2018年，全球有36亿人每年至少有一个月的用水量严重不足，这一数字预计到2050年将突破50亿人。当前，全球气候变暖愈演愈烈，频繁的高温、干旱和各类极端天气事件导致水资源危机日渐严重。由此，厘清当下的水资源危机及其带来的各种挑战，强化国际组织和各国政府的协同应对能力是应对全球性水资源危机的唯一出路。

地球上还有多少淡水资源？

1977年3月，在阿根廷马德普拉塔召开的联合国水资源会议上，与会的各国代表及科学家认为，水资源短缺是人类未来面临的最大危机，是影响人类可持续发展的核心问题。此次会议上出台的《联合国水会议宣言》进一步指出，通过各国的通力合作共同开发利用水资源是应对危机的主要办法。事实上，40多年时间过去了，水资源危机并未消除，反有愈演愈烈之势。在20世纪70年代，就有很多科学家发出警告，如果不节约利用水资源，或许未来的某一天，地球上最后的一滴水就是人类的眼泪。这一观点并非危言耸听，

作者简介：陈二烈，博士研究生，研究方向为环境经济。E-mail: chenerlie@163.com

上述 WMO 的报告就从侧面印证了这一警告。

地球 71% 的表面积被海洋占据,如今随着全球气候变化的加剧,南北两极冰川不断融化,海平面不断上升,表面上看,地球上的水资源是越来越多,理应不会出现水资源危机,但实际上,又苦又涩的海水对于人类而言根本无法使用,人类真正需要的是淡水资源。对于偌大的地球而言,淡水资源真是少之又少。地球上仅有 2% 的淡水是人类真正可以利用的淡水资源,其他看起来永不枯竭的水资源,很难被人类所使用。地球上的淡水资源主要来自以下几个方面:高山积雪、冰川融化后形成的融水,江河湖泊中的淡水,以及地下水资源。这些水资源共同养育着地球上的无数生物,当然也包括人类自己。

随着人口的不断增长及经济的快速发展,地球上的淡水资源正不断减少。过去 300 年内,淡水资源的使用量增加了 35 倍之多,导致了全球很多地区出现水资源危机。早在 1986 年时,科学家就指出,经济社会发展对淡水资源的污染,特别是工业污染和生活废水排放等,使得地球上大约有 10 亿人口长期无法获得安全的饮用水。这就意味着,即便是人类不为淡水资源短缺的问题而苦恼,也要为水资源安全问题感到忧虑。污染严重的淡水资源,对于很多国家和地区而言,因去污技术水平低和去污成本高,根本无法将这些被污染的淡水资源转化为安全的饮用水。同时,全球气候变化趋势日趋加剧,极端干旱和高温也进一步恶化了淡水资源短缺问题。WMO 在报告中指出,过去 20 年内,地球上的淡水资源正在以每年 1 厘米的速度在下降。这就意味着地表上的淡水储存量在不断减少,人类面临的水资源危机所带来的挑战愈发严重。

总体而言,人类面临的水危机挑战主要存在以下三个方面:首先,淡水资源分布的严重不均衡。这就意味着很多国家和地区水资源禀赋较差,需要花费更高的成本才能获取淡水资源。同时也意味着工业发展、城市运转和农业生产必须要花费更多的投入才能将水资源引到需要的地方。在人口总量不断增长特别是城市人口逐步膨胀的情况下,既要满足人口生活用水需求,也要解决农业灌溉面临水资源不足的问题。正是如此,各国普遍存在地下水资源过度开发现象。其次,气候变化引发水文循环无常,引发相关自然灾害。降雨太多会导致洪涝灾害,降雨太少会引发干旱问题。尽管自古以来人类就不断与水、旱等自然灾害抗争,但气候变化导致很多国家和地区的降雨频次、季节及范围等方面发生了巨大的改变,使得极端自然灾害的

预测变得更加困难。最后,水资源清洁技术亦是巨大挑战。自然状态下的淡水一般不适合人类饮用,缺少清洁水源困扰着很多发展中国家和地区。随着工业化和城市化的发展,水污染问题会日渐严重,污染物的大量排放加剧了人们获得清洁淡水资源的成本。

世界多地遭遇严重水荒

2019 年 8 月,总部位于美国华盛顿的世界资源研究所(WRI)发布的报告认为,当前全球有 17 个国家处于极端缺水状态,而这些国家的总人口占到了全球总人口的 25%。所谓极端缺水状态,是每年的耗水量占可用水量的 80% 以上。这 17 个国家有 12 个位于中东和北非地区。事实上,类似的报告、警报近年来始终不绝于耳。2019 年 3 月,联合国发布的《2018 年世界水资源开发》的报告称,全球 65% 的饮用水集中在水资源丰富的 13 个国家,全球有 50% 的人口居住在缺水地区。同时,因人类生活方式和消费方式的改变,即便是现有的人口不再增长,需要消耗的水资源量也会以每年 1% 的速度增长,而且这一增速在未来 20 年内会有进一步加快的趋势。

一份份报告、一組组数据的背后,是全球水资源告急的严峻现实。2018—2020 年,纳米比亚的雨季没有如期而至,大多数河流的干涸给这个野生动物资源丰富的国家带来了严重的影响,造成了近 100 年来最为严重的干旱。2018 年 5 月、2019 年 6 月,该国两次宣布进入自然灾害紧急状态,全国 60% 人口的生计遭到严重威胁,特别是农民,同时也造成了 6 万多只野生动物死于缺水。印度政府 2019 年 6 月发布报告称,印度进入了历史上最严重的水危机时期,全国 6 亿人受到不同程度的影响。因供水不足及水污染等问题,印度每年大约有 20 万人死亡。2018 年 4 月,印度政府在一份关于水污染治理的报告中称,新德里、金奈等 21 个大中城市的地下水到 2023 年将会完全枯竭。南非也遭遇近年来较为严重的水荒,2018—2021 年,该国有多个城市宣布进入紧急状态,出现了不同程度的饮用水危机。2018 年 3 月持续的干旱是该国历史上近 30 年来最严重的干旱,西开普省受到的影响最为严重。2022 年欧洲的干旱依然在持续,西班牙卡塞雷斯省 40℃ 的高温使得瓦尔迪卡纳斯水库水位不断回落,有着 5 000 年历史的多尔曼巨石阵重见天日,卡塞雷斯省当局称该水库水位已经降至水库容量的 28%。欧洲流域面积最大的河流多瑙河因高温天气,水位不断下降。世界水理事协会(WWC)指出,从西班牙南部到巴基斯坦,再到非洲之角的这一广大区域是世界上水资源最匮乏的区域,缺水人口超过 20 亿。

WWC 指出，水资源危机并不仅仅是缺水或水污染问题，还会引发其他的社会危机。近年来的欧洲难民危机就是水危机的延伸。叙利亚危机的一个重要原因就是长期的干旱和缺水，使得农牧民失去了生计，这些人被迫离开家园逃亡欧洲。在中东地区复杂的政治关系中，缺水是难以忽视的诱发因素。20 世纪七八十年代，伊拉克、叙利亚、土耳其三国的关系紧张，就是因土耳其在安卡拉修筑大坝所致，大坝影响了伊拉克和叙利亚获取底格里斯河和幼发拉底河的水资源。

WRI 高级经理萨拉·沃克尔认为，如果不能解决好当下的水资源危机，对人类的粮食安全会造成严重影响。毫无疑问，全球人口基数会不断扩大，而极端干旱、高温天气发生频率又不断增加，两者之间的矛盾会使得全球大部分地区面临着极大的水资源压力。按照当前全球人口出生率，到 2050 年全球粮食产量必须增加 56% 才能满足人们的温饱需求。这就意味着，要养活如此庞大的人口，需要更加合理地利用水资源。如果不改变农业种植方式及灌溉体系，随着水资源的减少，人类的粮食安全难以得到保障。WRI 在公布的旨在描述水资源与粮食安全关系的“水压力地图”中完整标出了小麦、水稻、玉米、大豆等 40 多种农作物在不同区域面临的灌溉风险。通过这一地图，各国政府、企业及农业生产者能够更加直观地认识到水危机对粮食安全带来的长期影响。

“水压力地图”中标注的风险是依照一个区域每年用水量和可循环供水量之间的比率得出来的。该地图显示，到 2040 年，全球将有超过 67% 的小麦、64% 的玉米和 20% 的水稻种植面临缺水困境。联合国粮农组织(FAO)的数据表明，小麦、玉米和水稻是世界三大主粮，这三类农作物所提供的热量供给占到了全球热量供给的 40% 以上，其中小麦是食用人口最多的主粮，其产量的多少直接决定了全球粮食安全的幅度。当前，世界上 72% 的农田依靠雨水耕作，28% 的农田是灌溉区域。雨水类作物受到气候变化的影响更加直接，气候变暖及高温天气的增多，加剧了雨水类作物的种植危机。灌溉类作物的种植面积要远少于雨水类作物种植面积，但担负着全球 40% 的热量供给。同时，世界上 33% 的灌溉类作物种植位于极端干旱地区，这些地区的农业灌溉用水还面临着人们生活用水和工业用水的激烈竞争。沃克尔认为，水资源供应途径和供应量在减少，但人类需求却在不断增加，未来各国对水资源的争夺将更加激烈，如果不能妥善管理水资源，人类将无法获得足够的粮食。

各国应对水危机的办法

地球上出现水资源危机并不是近几年的事情，特

别是在一些水资源禀赋较差的国家，为了应对水荒，人们想出了各种可能的办法。阿联酋是世界上最为干旱的国家之一，2019 年，阿联酋企业家阿卜杜拉·阿尔谢希提出了一个大胆的想法，从南极洲洋面寻找合适的冰山，用绳网将冰山套住，再用大型拖船将冰山运回阿联酋。运到阿联酋之后，用特殊器械将冰山切割，装入巨型储水罐，送到处理厂进行加工和过滤。与阿卜杜拉想法类似的方案，在 2018 年南非干旱时也有人提出过。甚至在 20 世纪 70 年代，沙特等国家还确实将这一想法付诸实践。但是，由于在操作过程中面临的技术困难及高昂的运输成本，这一设想依然无法成为中东石油富国应对水危机的现实办法。

以色列 60% 的国土是沙漠和旱地，也是世界上淡水资源最为匮乏的国家之一。但以色列立足于科学技术和精细化管理，不断开发新的淡水资源，提高水资源利用效率，减少水资源浪费和污染，已成为全球水资源开发利用和管理最成功的国家之一，不仅解决了水危机，还成为世界主要农产品出口国之一。该国建立了一套以《水资源法》为核心的水资源管理法律体系，为水资源开发利用和管理提供了完整的法律保障。同时，在做好制度保障的同时，以色列政府还极为注重培育和提升社会大众的节水意识，大力倡导建立节水型社会。另外，以色列还大力推进科技创新，建立了完整水资源循环利用系统，是世界上污水回收利用率最高的国家。重要的是，以色列海水淡化技术极为发达，产能规模大、成本低，淡化的海水在工农业生产、生活用水等领域占有重要地位，甚至开始成为河流湖泊的补给用水。

当前，还有很多企业在节水、循环利用等方面进行了大量的探索。2020 年，微软、陶氏化学等 27 家企业倡议成立了水资源恢复力联盟(WRC)，号召世界各国工业企业及其上下游产业链、供应链企业一起采取水资源保护行动，以减轻全球水资源压力。该联盟可能会影响未来几年全球 30% 的用水量。为此，WRC 鼓励各国大型工业企业通过回收废水加强利用、安装更为高效的工业用水冷却系统、更新能够减少水资源使用量的工艺技术等，以减少自身在工业生产中的用水量。例如，美国著名服装品牌李维斯在牛仔裤生产过程中，通过革新染整工艺，近年来累计节省了 30 亿升的淡水。法国达能集团在印度和比利时的工厂正在推行“零用水工艺”建设，不断提升雨水收集率，扩大废水的处理和循环利用。另外，WRC 还积极与世界各国政府、非政府组织、社区开展合作，已经在印度、印尼、巴西、墨西哥等 11 个国家开展了 12 个集体水行动项目，力争到

2023 年将这一行动项目扩大到全球 15 个重点河流域, 为 7.7 亿人口提供水资源利用开发和管理支持。

总体而言, 当前世界各国采取的水资源开发利用及管理体系, 对于节水、提高水资源利用率、减少水污染还是起到了一定的作用。归结而言, 现有的避免水危机的办法及技术有以下几种: 第一, 加强雨水、污水回收利用及循环。城市和农业有大量的水资源被浪费, 特别是水资源短缺地区在提升水资源循环利用效率方面依然有巨大的提升空间。在绝大多数城市, 雨水直接连通了下水道, 实际上雨水、废水等都可以在处理后进入循环利用系统。新加坡是水资源循环利用效率最高的国家之一, 雨水、污水处理后的循环利用满足了全国 40% 的用水需求。第二, 发展滴灌和其他的节水技术, 不仅能够提升灌溉的效率, 还能够大量节省水资源。第三, 加大海水淡化力度, 像以色列这种位于沙漠地区的国家能够避免遭遇水危机, 海水淡化是补充淡水资源的重要途径。第四, 做好污水净化工作, 即便是严重污染源也可以被净化, 前提是付出高昂的成本。

避免水危机需要改革与合作

毫无疑问, 绝大多数解决水危机的技术及方法是建立在付费基础上的。对于缺水的城市而言, 如果不提高水费, 是难以应对海水淡化技术运作及基础设施建设成本的。美国圣地亚哥市 2015 年建立的大型海水淡化工厂是满足该市工业用水的重要渠道, 但从 2019 年开始该市就通过提高水费的形式来分担海水淡化的投资压力。实现清洁饮用水的代价同样巨大, 如果世界上各个国家都按照联合国出台的清洁饮用水标准来供应人们的生活用水, 每年至少需要付出 1 200 亿美元的投资, 这对于贫穷国家而言是难以承担的。又如减少农业用水, 改变用水方式等, 就必须提升水价以更加经济的形式来进行调控。不难发现, 包括新加坡、以色列等全球水资源利用率高的国家, 水费都比较高。虽然世界各国都有提高水费的动机, 但政策、伦理等因素也有较大的束缚。

人们始终认为, 政府的主要作用之一就是以免费或公共财政补贴的形式来为民众提供完善的公共服务, 其中包括清洁饮用水和农业灌溉用水服务等。世界上几乎所有国家都会通过修建水库、大坝等水利工程来为人们的生活用水和农业灌溉用水提供保障。而发达国家也不敢随意取消对农业灌溉的用水补贴, 毕竟农业生产者是很多国家的票仓。当然, 民众享有用水权, 以及由此建立的居民福祉, 得到了联合国的承认, 也写进了不少国家的宪法, 因此提高水价面临较强的伦理压力。在政治与伦理的双重压力之下, 各国政府不

敢直接提高水价。另外, 水资源定价问题本身就是难题, 特别是如何评估叠加在水资源上的各类文化、环境价值是难以操作的, 如尼罗河、恒河、印度河等所代表的文化价值是难以量化的。

即便是未来某一天各国政府能够毫无障碍地提高水价, 但又有多少人、有多少地区能够承担也未知。要使民众能够为最基本的公共产品支付更高的定价, 在富裕国家和地区实现相对容易, 但在大多数发展中国家几乎是不可能实现的。就全球范围看, 农民一直是用水的主要群体, 但也是收入最低的群体, 贸然提高水价会加剧农民弃农进城, 不仅导致城市拥挤和引发城市用水问题, 更可能会危及粮食安全。严重的水资源短缺, 本身就是一个国家或地区社会动荡的根源之一, 提高水价无疑会进一步加剧动荡。

各国政府需要对水资源在内的各类自然资源危机保持高度警惕。虽然南非开普敦水危机并没有引起人们预期的社会动荡和无政府状态, 但这并不意味着这种应对危机的方式具有普遍性, 在多数欠发达国家, 水资源的短缺是引发社会动荡和难民危机的主要原因之一。如果国际社会不大规模干预结束也门内战并重建供水系统, 在未来 20 年内, 这个国家的人口将会流失 80%, 约旦、叙利亚、伊拉克都面临类似问题。世界各国的通力合作是预防和解决水资源危机的前提。各国的政策制定者们应在认清水资源前提下重新调整政策关注点。包括联合国在内的大部分国际组织及各国政府都较为注重水危机本身, 其实很多水危机发生的根源是拥有共同河流国家之间的政治冲突。化解这类风险可以借助于外交手段, 从地缘政治格局入手来解决问题。联合国、各国政府及其他国际组织应从外交、安全等角度来预测人口流动、难民产生及其他风险, 避免就“治水而治水”。

各国政府特别是发达国家为水行业及使用者提供补贴, 不仅会降低水资源循环利用率, 还会造成巨大的水资源浪费。这些政策应逐步取消。但如果这样做, 大型水利设施、地下水开采等工程就难以吸引私人投资者的参与, 而且也会面临较大的政治压力。不过, 也有成功的先例可循。在美国, 以费城为代表的一些大中城市已经开始推动水价改革并初见成效, 其改革经验完全可以用于其他国家或地区。联合国水资源高级委员会也建立了一套水资源差异化评估和水价变动机制, 这一机制的实施能够有助于推进民众面对水价浮动达成共识。私人投资者一直觊觎水行业, 但长期以来因为效率低等问题阻止了他们的投资, 因此通过水价改革能够更好地吸引私人投资者进入, 对于提高水资源利用率有直接帮助。■