

# 陆地水资源危机的成因与对策

徐 祝

党福江

(辽宁省朝阳市农业学校·朝阳市·122000) (辽宁省水土保持研究所)

**摘 要** 陆地水资源出现危机,引起世人的关注。水资源危机产生原因的有以下几方面:(1)由于地史的发展,陆地水体退却,水资源持续性减少。(2)在大气环流运动作用下,形成某地长期干旱少雨。同时受距海远近和地形地势的作用,愈向内陆腹地降水愈少,地面径流也愈强,水资源补给不足,形成干旱与沙漠气候。(3)人类活动对生态系统的破坏,造成水土流失;过度开发与对水资源的污染,加剧水资源紧缺状况。(4)地球本身对水分的消耗以及其它对水循环系统的负作用,是陆地水资源亏缺的成因。在科学技术发展的今天,探讨和研究阻止水资源的这种发展势态,使之向着有利于人类发展方面转化的关键是人类对此有足够的认识,实施系统的保护和增加水资源工程,则可以缓解或消除水资源危机对人类生存与发展带来的威胁。

**关键词:** 水资源危机 水分循环 地面径流 蓄储水能力 人工增雨

文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(1999)03-0010-05 中图分类号: TV213

## Crisis and Countermeasures of Land Water Resource

XU Zhu

(Chaoyang Agricultural School, Chaoyang City, Liaoning Province, 122000, PRC)

DANG Fu-jiang

(Liaoning Institute of Soil and Water Conservation)

**Abstract** Land water resource have reached a crisis, which has aroused a general concern from people all over the world. There are several causes to this problem. (1) The water on land recedes, water resource reduces continuously with the development of the history of the earth. (2) The action of atmospheric circulation movement makes some place been droughty and rainless. Meanwhile, as a result of the influence of the distance from sea and the function of topography and relief, the nearer it is towards the inland, the less it rains and the stronger the surface runoff is. Water resource is in short supply and it becomes droughty and desert. (3) The destruction of ecosystem caused by the activities of mankind leads to soil erosion. Excessive exploiting water and water pollution make the condition of water shortage more worse. (4) Water consumption by the earth itself and other side effects on water circulation system are the causes of being short of land water resource. Science and technology are developing rapidly today, it is necessary to analyze and study on how to prevent water resource from being in a bad way and let water resource bring more benefits to mankind. The key to this problem is that people should have a deep knowledge of water resource, protect and build more water resource projects systematically in order to ease or overcome the water resource crisis, which can make threats against people's live and human development.

**Keywords** the water resources crisis; water circulation; surface runoff; water-stored ability; artificial rainfall

## 1 陆地水资源现状

据联合国统计,由于人口增长,20世纪以来,全世界用水量增加了 7 倍,每年淡水使用量已达  $3.24 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 。目前世界上大约有  $1.5 \times 10^9$  人缺乏饮用水。1998 年在巴黎召开的“水与可持续发展”会议上发出信息,保护世界淡水资源,以利人类生存与发展已变得刻不容缓<sup>[1]</sup>。依联合国国际“水文计划”资料记载,地球水体总储量约为  $1.39 \times 10^{15} \text{ m}^3$ ;但其中  $1.34 \times 10^{15} \text{ m}^3$  是目前难以利用的咸水。从面积上看,地球表面积为  $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$ ,其中水体表面积为  $3.6 \times 10^8 \text{ km}^2$ ,占地球表面积的 7%。如此巨大水体和表面积,为什么会产生水资源危机?其原因在于地球上淡水资源仅为  $3.5 \times 10^{13} \text{ m}^3$ ,占全球总水量的 2.5%,而且陆地生物只能利用其中 0.007% 的河水、湖水和浅层地下水<sup>[2]</sup>。在人口和经济发展缓慢时期,人们并未感觉到水资源的短缺,然而在人口与经济飞速发展的今天,人类对水的需求量迅猛增加,表现出水资源的短缺。这样发展下去,将威胁人类的生存与发展。因此探讨与研究水资源短缺的成因,如何采取科学的、合理的防御措施,控制水资源短缺的势态发展,充分利用现有水资源,并能保护和增加可利用自然资源的问题,就显得至关重要。

## 2 陆地水资源的地史发展简述

根据地质学家研究地史证实,在太古代地球表面由浅海组成,后来由于地壳活动,形成陆核,不断抬升、扩大,继而发展成大片陆地,出现海陆分异,此时在海陆之间繁衍生物。到了中生代陆地形成许多湿热盆地。目前世界上几乎所有著名大沙漠都找到或探明埋藏有巨量的煤炭和石油,充分证明这些地区曾经历过漫长的湿热气候地史时期。到了新生代陆地雏形接近现代地史状况,陆地边缘浅海退去,内陆水体减少,转而形成干燥少雨、冷热变化剧烈,具有较强风力等气候特征。第四纪各个时期堆积黄土的性质及所含动植物化石证明,从早更新世到全新世,沉积环境有由湿润逐渐变干的趋势,反映了第四纪期间气候干湿变化的波动性。因此广大内陆水体蓄积量逐渐减少,甚至发展成为干旱与沙漠气候。地史发展到今天这种趋势仍在继续。如 20 世纪以来黄河发生断流,其中气候变化是一个重要因素。60 年代花园口以上年降水量为 471 mm,径流量为  $5.06 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ;到 90 年代降水量平均为 384 mm;径流量为  $2.95 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ,减少了 42%<sup>[3]</sup>。另据报道,我国土地荒漠化面积每年也以  $2460 \text{ km}^2$  速度漫延,生态环境面临严峻的考验。这些足以说明在地史发展中,陆地水资源减少,并具有持续发展之势态。

## 3 陆地水资源亏缺的成因分析

陆地水资源随着地史发展逐渐减少,其成因比较复杂。通过深入研究与分析,主要是以下几方面作用,改变了水资源的有机有序循环系统,使陆地水资源补给不足,出现短缺,严重者发生危机。

### 3.1 大气环流对陆地水资源的影响

气象观测表明,大气环流是地面接受太阳辐射的差异,加之海洋与陆地热特性不同,产生了一定稳定性的气流运动,在地面形成独立的、单一的天气系统。如在高压环流天气系统控制下,空气做下沉运动,气温升高,地面水分蒸发加快,随环流辐散运动而散失,很难形成降水。若某一地区长期在它的控制下,则降水稀少,陆地水资源缺乏,而发展成为干燥与沙漠气

候。世界上著名的北非撒哈拉、西南亚的阿拉伯、澳大利亚的维多利亚、南非的卡拉哈里等大沙漠,都是在高压环流天气系统控制下形成的典型实例。另外,大气环流还影响到海陆之间的水分大循环过程,因内陆降水主要靠海面水分蒸发而不断向内陆补给。但这种补给水分的能力,随输送距离延伸而降低,若内陆又无充足水资源补给,就难以成云致雨。所以越是内陆水资源表现得越匮乏,气候自然向干燥少雨方面发展。如我国东南沿海年降水量在 1000 mm 以上,到西北内陆地区年降水量减少为 500 mm 以下<sup>[4]</sup>,局部地区甚至滴雨不落,发展成为沙漠气候。

### 3.2 地形地势对陆地水资源的影响

3.2.1 地形对陆地水资源的影响 地形主要对降水量有明显影响。因潮湿气流在运行时,遇到地形抬升作用,温度降低,而凝结成雨。当海洋潮湿气流向内陆运行时,受地形抬升而产生降水,抬升作用愈明显,降水就愈多,气流中的水汽含量减少得愈多,一般认为当气流中水汽含量小于  $1 \text{ g} / \text{m}^3$  时,地面又缺少水源补给时,要想产生降水变得异常艰难。所以,气流愈向内陆运行,降水愈少,气候也就愈干燥。如“全新世以来,青藏高原及其周沿山岭仍在继续抬升之中……,从长远看,我国沙漠、戈壁地区的干旱气候仍有继续加强之势”<sup>[5]</sup>。

3.2.2 地势对陆地水资源的影响 地势主要对陆地水资源蓄积量有影响;水因重力作用,自然从地势高的地方向低的地方流动,汇集到河槽、湖泊流向海洋,完成水分大循环的最后环节——径流。径流量的大小,除受降水强度和地面植被覆盖度等因子影响之外,凸凹不平的地形地势有利于地面集水径流;同时海陆之间高差,又决定着径流完成速度,落差愈大,径流环节完成的愈快,水资源也就愈易于流失;水资源蓄储量减少,蓄储时间短暂,易于引起水资源缺乏。如长江由海拔 6600 m 多青藏高原奔向东海,在长江上游地区年降水量达 1000 mm 以上,而径流量高达 500 mm 以上<sup>[4]</sup>,有 1/2 以上的降水以径流的形式直接归还大海,地面水资源蓄储量相对较少。

### 3.3 人类活动对水资源的影响

人类为了生存,大量砍伐森林,开垦草场为耕地,不仅削减了植被涵养水源能力,减少了地面可供蒸发水源,直接影响到陆地水分小循环,促成地表径流。地面也因失去植被保护,引起气候干旱,土地沙化。随着人口数量的增加,人们的生活水平提高,对水的需求量呈直线上升,如美国人均需水  $0.6 \text{ m}^3 / \text{d}$ 。一旦水资源供应不足,往往采取过度开发的方法来满足需求,人口相对集中的地区,水资源的矛盾更为突出,如沈阳市每年提取地下水达  $2.14 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ,已到开采极限,形成了地下漏斗。同时农业用水占去水资源的 70%,由于灌溉方式落后,有严重浪费现象。特别是当人类活动超过水资源承载力时,人类就向新的“湿地进军”;研究人类发展史时,不难发现人类居住地不断由内陆地区或高地向沿海地区、河流两岸及低湿地区迁徙。20 世纪的“围湖造田”、“围海造田”、“向河滩要地”等口号说明了人类对湿地的进犯。自 1954 年以来长江中下游水系的天然水面减少了  $12000 \text{ km}^2$ <sup>[6]</sup>;东北的三江平原“瓢舀鱼”时代已一去不复返。工农业生产与人类生活对水体的污染作用,使水体溶质的质量浓度增加,海上石油开采与运输过程中的石油泄漏,在水面形成油膜以及其它污染物覆盖作用,减弱了水面的蒸发力,从而影响海洋水汽向陆地的输送总量,也加重了陆地干燥程度。

### 3.4 水分子的分解与化合作用

科学家在研究大气成分时,发现氧和臭氧的含量无论怎样消耗,维持 20.9% 的比例不变。在探讨氧和臭氧来源时,发现只有水中存在着大量的结合氧。大气如何从水分子中获取氧呢? 回答有 2 条,“其一是水蒸汽分子在大气层外侧受紫外线的辐射作用被破坏的结果。其二是由

于光合作用使水分破裂,同时吸收  $\text{CO}_2$ ,形成碳水化合物和氧,不过这 2 种作用极易逆转<sup>[7]</sup>。但水分子一旦分解出氢,极易“逃逸出去(地球),氧留下来<sup>[8]</sup>”与其它物质化合,沉积在地质环境之中。有人试图通过地球损失氢数量来计算出被消耗的水分子数,但由于“太阳风”的存在使计算变得极为复杂,转而通过储藏在地层中的氧间接推算,结果在地层中储藏的氧量竟达  $5.9 \times 10^{16} \text{ t}^{[7]}$ ,充分证明地球在消耗巨大水体来获取氧,而保持其平衡。另据化学试验表明,水分子在  $1000^\circ\text{C}$  以上高温时同样发生分解。人类生产生活中,大量使用水作为冷却物质和传热介质;煤炭加水以助燃,有水分存在的有机物燃烧等作用;都可分解一定数量的水分子。在地史发展中又把部分水分子结合到岩层与矿物之中成为结晶水,这些必然要消耗掉地球上的水,而减少地球水体总储量。地球是否会发展到有一天整个水体都产生枯竭,是有待进一步研究与观察的新课题。

### 3.5 大气升温对陆地水资源的影响

资料表明,由于人类活动对大气的污染,主要指燃烧、汽车尾气等向大气中排放的  $\text{CO}_2$ 、甲烷、氯氟烃等有害气体,对大气起到保温作用,“自 80 年代以来,全球气温普遍升高,据有关专家估计,近 100 a 来全球平均气温升高了  $0.3^\circ\text{C} \sim 0.6^\circ\text{C}^{[9]}$ ”。大气升温本身可提高容纳水汽的能力,同时还可加快地面蒸发,减少降水量,形成不良的水分循环系统。因而在不同程度上影响世界各地降水的形成,使干燥少雨气候有加剧之势。

以上对地球水资源变动成因分析表明,陆地水资源的供给依赖于海陆间的水分大循环作用。由于地史的发展和人类活动影响水分大循环和陆地小循环的各个环节,水循环过程出现了新的不平衡。因水是可再生资源,在某种程度上掩盖了陆地水循环的不平衡。从以上分析可知,陆地获得海洋输送水汽量越向内陆愈少,沿海与内陆水资源补给表现不均;在陆地小循环中,因各种因素影响,参与地面径流数量增加,而归入海洋。所以陆地水资源持续减少,久而久之出现亏缺,愈向内陆愈明显。如我国长江以南及东部沿海地区年水分收支基本平衡,而西北、西部地区都存在着严重水资源的短缺,塔里木盆地东缘水资源亏缺量达 1000 mm 以上<sup>[4]</sup>。因此,在大陆腹地水资源的短缺,气候转干,导致沙漠与戈壁气候形成,面积逐年扩大,是地史的发展以及生物与人类活动综合作用的结果。

## 4 陆地水资源的调控与对策

### 4.1 搞好水土保持,增加植被覆盖度

植被有很强的涵养水源的能力,禁止滥伐森林,杜绝破坏性开垦草原,并在植被覆盖度低的干旱地区大力开展种草种树,增加植被覆盖度,开展以提高地面蓄储水能力为目的的绿化工程;据试验测定,造林拦蓄径流 40.8%,拦蓄泥沙 66.2%;种草拦蓄径流 47.2%,拦蓄泥沙 77.2%。同时大力开展修建水土保持工程,实施坡面截流,沟底拦蓄,以减少坡面沟壑地表水的流失,使有限的水资源渗入地下,以缓解干旱地区的水资源短缺问题。

### 4.2 普遍在水资源亏缺地区实施人工增雨工程

人工增雨是在有降水条件的云层中利用飞机进入云层作业,增加降水量,有效补给陆地水资源的措施。因它不受地形地势的影响,随云层覆盖都可得到水源补给,而且范围广、成本低,是解决陆地水资源亏缺的最佳方法。应强调的是,此法不但在干旱地区实施,也应考虑在半湿润地区实施,可使湿地向干旱地区延伸,增加陆地水循环数量。目前我国许多地方都在实施人工增雨,取得了明显的效果。现在的问题是要把人工增雨作业从单纯解决抗旱的局部思想,提

高到解决干旱气候的高度来认识。从长远来看应建立解决干旱气候的人工增雨组织机构,负责实施系统的、长期的人工增雨工程,不但使农业生产的水资源供应充足,同时使生态环境向着有序的良性方面发展

#### 4.3 采取有效措施抑制土壤水分蒸发

在水资源缺乏的地区裸露土壤表面上,研制和开发防止土壤水分蒸发的抑制剂,喷洒和覆盖土壤表面,减少土壤因蒸发而损失的水分。如在农业生产中使用塑料薄膜覆盖农田,有效抑制农田水分蒸发的措施均可借鉴,从而达到增加土壤含水量,保存地面水资源的蓄积量。

#### 4.4 控制水体污染和节约用水

控制水体污染主要是禁止人类活动向水体丢弃废物垃圾等对水面的覆盖和增加水体溶质浓度,而影响水体水面蒸发,使大气含水量减少的现象。同时有效控制向大气中排放有增温效应的气体,降低大气容水能力,产生有效的降水。

人类活动中节约用水问题,主要应从改善工农业生产大量提取地下水的不科学的做法开始,根据实际情况,在有条件的地方改用截流地表水,以保护地下有足够的水资源蓄积,提高地下水水位,以保证陆地小循环有充足的水资源供给。

人类所面临严峻而复杂的淡水资源危机问题,正在引起世界各国的关注,并致力于研究防治对策。只要人类共同努力,实现系统的水资源保护工程,有效遏制水资源亏缺的发展势态,定能解决水资源对人类生存与发展带来的危机,实现人类美好的生存愿望。

#### 参 考 文 献

- 1 杨京德.人类必须面对有限的淡水资源.中国教育报,1998(3)
- 2 Kuylenstierna J L, Bjorklund G, Nailis P.水的可持续利用——挑战与制约.舒乔生译.水土保持科技情报,1998(1): 30- 31
- 3 庞炳东.浅谈黄河下游断流.气象知识,1998(1): 4- 5
- 4 韩湘玲,郑剑非,曲曼丽,等.农业气候学.北京:农业出版社,1987. 107- 131
- 5 赵松乔.中国干旱地区自然地理.北京:科学出版社,1995. 1- 17
- 6 胡鞍钢,王毅,李立贤,等.生存与发展.北京:科学出版社,1996. 32- 34
- 7 Preston Cloud. Cosmos, Earth and Man, a Short History of the Universe. 黄开年,李鄂荣,黎勇奇,等译.北京:地质出版社,1986. 62- 74
- 8 Asimov I. Asimov's Guide to Science. 王涛,黔冬,等译.北京:科学出版社,1979. 240- 249
- 9 林学椿.天气、海洋与人类活动.气象知识,1998,99(1): 2- 3

## 本刊加入中国学术期刊(光盘版)及万方数据库的声明

本刊自 1998 年 1 月起加入中国学术期刊(光盘版)组织,自 1999 年 1 月起加入万方数据(ChinaInfo)系统科技期刊群,并进入因特网提供信息服务(网址: <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical>),1 年内,读者可通过因特网免费查询本刊内容(1 年后酌情收费)。于此同时,本刊所付稿酬包含所刊论文上网及上光盘服务报酬,不再另付。本刊热忱欢迎各界朋友多提宝贵意见,并积极投稿。凡本刊作者若有不同意其论文上网及光盘者请预先声明,多谢合作!

《水土保持通报》编辑部