



国家十五规划重点/中国21世纪环境观察丛书

水！ 资源危机

21世纪全球热点资源环境问题

刘文祥 耿世刚 刘金洁 李喜俊 孙树涛 李贵君

贵州科技出版社

TV213.4
L687

水！资源危机

21世纪全球热点资源环境问题

刘文祥 耿世刚 刘金洁 李喜俊 孙树涛 李贵君

贵州科技出版社

913951

图书在版编目(CIP)数据

水资源危机/刘文祥等编著. —贵阳:贵州科技出版社, 2001. 9
(中国 21 世纪环境观察丛书)
ISBN 7-80662-002-8

I. 水… II. 刘… III. 水资源—资源短缺—研究—中国 IV. TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 053634 号

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

出版人:丁 聪

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

850mm × 1 168mm 32 开本 9.5 印张 240 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

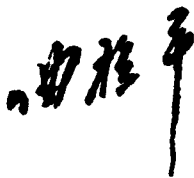
印数 1—2 000 定价:16.80 元

序

在我们看到 20 世纪科学技术的飞速发展把人类带入前所未有的物质文明的同时,也给人类环境带来深重的灾难,威胁到人类的生存与发展。

“前事不忘,后事之师”,现在,一个可喜的现象就是人类在开始认识自然规律,并为此而采取了一系列积极行动,一场由环境保护而引发的绿色变革,正在全球以迅猛的势头向前推进。这场变革将冲破旧的观念,促使人类师法自然,建立新的秩序,重塑人类的生活,创造人类新的文明。

本套丛书的编著者以自己的研究为基础,吸纳国内外最新研究成果,以期为读者提供全面了解在人类实施可持续发展战略中所面临的环境问题及解决问题的一些宏观思路。诚然,从认识到解决问题还有一个漫长的过程。但是,只要我们按自然规律办事,按照科学程序办事,在创造更加丰富物质文明的同时,恢复和创造一个碧水、蓝天和翠绿的大地也是可能的。



2000 年 12 月 25 日

· 序作者曲格平为全国人民代表大会常务委员会委员,全国人民代表大会环境与资源保护委员会主任委员。

目 录

第一章 水与人类	(1)
第一节 生命之源——水	(1)
一、水是生物机体的主要组成部分	(1)
二、地球上的水	(2)
三、三态转化与循环再生——水的基本特征	(4)
第二节 水与人体健康	(5)
一、天然水与人体健康	(5)
二、污染水与人体健康	(6)
第三节 水与人类环境	(7)
一、人类环境	(7)
二、水与环境结构	(7)
三、水与环境变化	(8)
第四节 水与社会进步及经济发展	(9)
一、水功能	(9)
二、水与居民生活	(9)
三、水与农业生产	(10)
四、水与工业生产	(10)
五、水与科技进步	(10)
第二章 水资源及其开发利用	(12)
第一节 世界水资源概况	(12)
一、自然界水的储量及分布	(12)
二、自然界水的循环	(14)

三、世界水资源量	(18)
四、世界水资源分布特征	(20)
五、水资源的特性	(21)
第二节 中国水资源状况	(24)
一、中国水资源量	(24)
二、中国水资源特点	(28)
第三节 水资源的开发利用	(32)
一、全球水资源的开发利用	(32)
二、中国水资源的开发利用现状	(32)
三、开发利用中存在的主要水问题	(37)
第三章 水资源短缺及其特征	(45)
第一节 概述	(45)
第二节 全球水资源短缺现状	(48)
第三节 中国水资源短缺状况	(51)
一、大范围区域性缺水	(53)
二、城市缺水	(57)
三、河流断流,湖面萎缩	(61)
四、地下水超量开采,水位下降,水资源趋于枯竭	(64)
五、污染性缺水问题非常突出	(67)
第四章 水体污染及其危害	(69)
第一节 概述	(69)
一、水体污染	(69)
二、主要水污染物	(70)
三、水污染物来源	(73)
四、环境质量标准	(74)
五、水环境容量	(75)
六、水体自净能力	(76)

第二节 主要水污染类型及其危害	(76)
一、水污染分类	(76)
二、水污染环境效应	(97)
三、主要污染类型及其环境危害	(101)
第五章 我国水污染状况及发展趋势	(107)
第一节 水污染源及其发展趋势	(107)
一、废水排放总量及发展趋势	(107)
二、工业污染源	(107)
三、生活污染源	(113)
四、农业非点源	(114)
第二节 我国河流污染及发展趋势	(116)
一、主要环境问题	(116)
二、主要河流水污染状况	(119)
三、河流水污染发展趋势	(125)
第三节 我国湖泊污染及发展趋势	(128)
一、我国湖泊(水库)污染状况概述	(129)
二、湖泊退缩与水量剧减	(130)
三、湖泊氮磷污染与富营养化	(132)
四、湖泊有机污染	(142)
五、湖水的盐碱化	(144)
六、重金属污染	(145)
七、有毒有机物污染	(146)
第四节 地下水污染	(147)
一、污染概况	(147)
二、沿海地区的海(咸)水入侵	(148)
三、硝酸盐污染	(149)
四、石油和石油化工产品的污染	(151)

第五节 我国主要水污染问题	(151)
第六章 水资源危机带来的生存与发展问题	(154)
第一节 严重制约社会经济发展	(154)
一、造成巨大的经济损失	(154)
二、对农业发展的影响	(156)
三、对工业发展的影响	(156)
四、对城镇供水和居民生活的影响	(158)
第二节 严重危及人类健康	(159)
一、水传染疾病	(160)
二、水污染的健康影响	(160)
三、废水灌溉对健康的影响	(164)
第三节 威胁自然生态系统,诱发自然灾害	(165)
一、栖息地的影响	(165)
二、生物多样性的影响	(167)
三、自然景观的影响	(169)
四、诱发的自然灾害	(169)
第四节 引起地区冲突和国际争端的重要潜在因素	(171)
一、引起国际争端	(171)
二、国际间移民冲突	(172)
三、水危机激发社会矛盾	(172)
第七章 21 世纪水资源危机	(174)
第一节 概述	(174)
一、水资源有限性和分布不均匀性与水资源短缺	(175)
二、全球气候变化与水资源危机	(176)
三、人口剧增与水资源危机	(180)
四、城市化与水资源危机	(181)

五、经济发展与水资源危机	(181)
六、开发利用与水资源短缺	(183)
七、生态破坏与水资源危机	(186)
八、水体污染与水资源危机	(190)
第二节 未来发展趋势	(191)
一、概述	(192)
二、全球气候变化	(193)
三、人口增长与城市化发展趋势	(197)
四、经济增长与人类发展	(203)
五、粮食需求与农业发展	(205)
六、工业发展	(209)
七、不断增加的能源利用	(210)
第三节 21 世纪水资源危机	(210)
一、水资源需求量急剧增加	(211)
二、水资源危机继续加重	(212)
三、水污染问题日益突出	(213)
四、水资源危机呈现强烈的区域特征	(213)
第八章 水资源的管理	(214)
第一节 水资源的管理	(215)
第二节 水资源保护战略	(218)
一、控制人口数量	(220)
二、加强管理	(220)
三、提高水利用率、节约水资源	(223)
四、污染防治	(227)
五、加强舆论宣传和监督工作	(229)
第九章 水污染的防治	(232)
第一节 水污染防治技术的发展	(232)

第二节 水污染防治的基本途径和技术方法·····	(236)
一、污水处理的基本途径·····	(236)
二、污水处理技术方法·····	(237)
第三节 城市水污染控制技术与方法·····	(237)
一、源内预处理·····	(238)
二、主要行业废水的集中控制·····	(239)
三、废水的联合或分区集中处理·····	(240)
四、城市污水处理厂·····	(240)
五、城市污水的自然处理技术·····	(242)
第三节 非点源污染控制技术与方法·····	(246)
一、非点源污染特征·····	(247)
二、非点源污染防治的途径与总体设计·····	(254)
三、非点源污染控制技术·····	(259)
第四节 区域水污染防治·····	(291)
参考文献·····	(293)
后 记·····	(295)

第一章 水与人类

水是生命之源,万物之本,没有水,就没有人类。水是人类生存和发展不可须臾或缺的物质。在漫长的人类发展史上,从起源、逐水草而居,到现代社会,水都是不可替代的。本章从水对人类的影响角度,论述水的重要性和不可替代性。

第一节 生命之源——水

水是生命的摇篮,最原始的生命是在水中诞生的;生物的进化是从水生到陆生的;人类的祖先们逐水草而居;现代的文明无处不遗留着水的痕迹。埃及的尼罗河、中国的黄河、印度的恒河以及古巴比伦的两河流域,都是人类最早文明的发祥地。

一、水是生物机体的主要组成部分

地球上生命起源于水。经过漫长化学过程形成的复杂有机化合物进入水体,并在水溶液中进化(演化)为原始生物,开始了生命进化过程。

哺乳动物体内的水分平均为体重的 60%~70%。成年人体重的 65% 为水分,每天饮水或者连同食物一起吸收的水分约为体重的 5%;新生婴儿体重的 80% 为水分。水是人体内有机和无机物质的溶剂,消化、新陈代谢、造血、组织合成都是在水溶液中进行。

人类离不开水,水生生物离不开水,陆生生物同样也离不开水。水是一切生命新陈代谢活动的介质,在生命活动过程中,不断产生热量,这些热就是通过水的蒸发,把它散发出去,以保持恒定

的体温。一个 60kg 体重的成年人,每天通过呼吸和体表散发约 1 000ml 的水,并带走约 539kcal 的热量。每人每日约需要 2~3L 的水,才能维持正常生存,如果不喝水,几天之内人就可能死亡。

生物通过水从外界吸收营养,又通过水向外界排出废物。在生生不息的生物圈内,生物地球化学循环是靠水进行调节的。能量的传递离不开水,物质的循环离不开水。

二、地球上的水

水是一个氧原子和两个氢原子构成的氢氧化合物,分子式为 H_2O 。

水一般是无色无臭无味的透明液体,常以固态、液态和气体三种聚集状态并存于自然界中,液态称为水,固态称为冰,气态称为水蒸气。水具有三态转化的特征,形成了地球上水的循环。

在一个标准大气压(101.325Pa)下,水的沸点为 $100^{\circ}C$,冰点为 $0^{\circ}C$, $4^{\circ}C$ 时密度达到最大值($1\ 000kg/m^3$),结冰时,密度减小,体积增大。水的比热为 $4\ 186.8J/(kg \cdot ^{\circ}C)$,是自然界热容量最大的物质;水能溶解许多物质,是最重要的溶剂,且是一种惰性溶剂,在溶解物质的过程中,本身很少发生化学变化。

地球表面积的 74% 被水以液态或固态所覆盖,全球的总水量约为 13.86 亿 km^3 。含盐量小于 0.1% 的水称为淡水,含盐量超过 0.1% 的水称为咸水。地球上的咸水有 13.51 亿 km^3 ,占全球总水量的 97.5%。其中,13.38 亿 km^3 储存于海洋,0.13 亿 km^3 储存于一些内陆湖泊及陆地的地下含水层中。地球上的淡水有 0.35 亿 km^3 ,占全球总水量的 2.5%,包括冰川、地下水、土壤水、湖泊水、沼泽水、河流水、大气水和生物水。

(一)冰川

冰川为常年不融化的冰雪,有淡水 0.24 亿 km^3 ,约占淡水总量的 70%。地球被冰川覆盖的面积有 1 622 万余 km^2 ,其中约

1 400 万 km^3 位于南极大陆, 200 万 km^3 在格陵兰岛, 其余温带和热带的山区冰川约 22 万 km^3 。

(二) 地下水

在地壳内蕴藏的淡水量估计为 0. 105 亿 km^3 , 其中上部含水层中的大部分地下水, 由渗入土壤和岩石裂隙的大气降水所补给。

(三) 土壤水

地球的表土层除冰川、永冻层、荒漠以外, 总面积约为 8 200 万 km^2 。按照地表下 2m 左右的土层估算, 全球土壤中水的储量约 1. 65 万 km^3 。

(四) 湖泊水

湖泊的总面积约 200 万 km^2 , 总储水量为 17. 60 万 km^3 , 其中约 9. 1 万 km^3 为淡水。

(五) 沼泽水

沼泽土总面积约 300 万 km^2 , 淡水总量(主要是表土上的薄层水和土壤中的饱和水)约 1. 15 万 km^3 。

(六) 河流水

河流将流域内地表径流汇集输送到海洋、湖泊或沙漠。全球河流年径流量约为 4. 4 万 km^3 。在同一时间内河槽的总蓄水量估计为 0. 21 万 km^3 。

(七) 大气水

自在离地面高度 5 km 以下, 低层大气中的水蒸气及其凝结物——水滴和冰晶, 是产生地球降水的主要来源。地球的年降水量达 57. 7 万 km^3 , 在同一时间内大气层中的水分含量约为 1. 29 万 km^3 。

(八) 生物水

生物机体中含有的水分。地球生物圈中生物的含水重量为 1. 1 万亿 t, 合 0. 11 万 km^3 。

三、三态转化与循环再生——水的基本特征

在自然界条件下,水是惟一可以自由实现固态、液态以及气态转化的物质,并且物质结构稳定,这一特征决定了水的不可替代性。

地球上的水不是静止的,而是不断运动变化和相互交换的。在太阳辐射和地心吸引力的作用下,地球上各种状态的水从海洋面、江河面、陆地面和植物表面蒸发、散发变成水汽,上升于空中,或停留在空中,或被气流带到其他地区,在适当条件下凝结,然后以降水形式落到海洋面或陆地表面。到达地面的水,在重力作用下,部分渗入地下形成地下径流,部分形成地表径流流入江河,还有一部分重新蒸发回空中。此后再经蒸发、输送、凝结、降水、径流和汇流构成一个巨大的、统一的、连续的动态系统,这种循环往复的过程就是水循环。

水循环不是一个简单的重复过程,因为循环过程中各个环节都交错进行,使水循环复杂化。如蒸发并非单纯存在于江河、湖沼和冰雪表面,而是与土壤、植物体的蒸发和蒸腾同时进行。蒸发不仅是水循环的起点,而且它还贯穿于循环的全过程,如降水过程中随时、随处都可以蒸发,所以水循环是一个复杂的动态系统。

水循环是自然界最重要的物质循环之一。在水循环的过程中,水分的数量和状态不断地变化,并且组成一个动态系统。水循环更深层次的影响是对我们人类社会生存和发展的影响。水循环深刻地影响着全球环境的结构和环境的演变,影响自然界中一系列的物理过程、化学过程和生物学过程,从而影响人类社会的发展和生产活动;同时,自然环境和社会环境的变化又反过来影响水循环。

水循环使地球上各水体组合成一个连续的、统一的水圈,并把地球上四大圈层(大气圈、岩石圈、生物圈和水圈)联立组成既互相联系、又互相制约的有机整体。

水循环使地球上的物质和能量得到传递和输送。它把地表上获得的太阳辐射能重新分布,使地区之间得到调节;水量和热量的不同组合,又使地表形成不同的自然带,组成丰富多彩的自然景观。

水循环使地球上的水周而复始地补充、消耗和变化,供人们利用,是可再生的资源。水循环的强弱、循环路径等都会影响区域内水资源可开发利用的程度,对生态环境和经济发展均有重大影响。

第二节 水与人体健康

一、天然水与人体健康

天然水是在其循环过程中改变了其成分与性质的。从雨水开始,天然水中已含有各种化学成分,雨水补给到各水体中,其化学成分会进一步增多,见表 1-1。

表 1-1 天然水体中化学组成

天然 水 中 的 物 质	溶解气体	主要气体— N_2 、 O_2 、 CO_2
		微量气体— H_2 、 CH_4 、 H_2S
	溶解物质	主要离子— Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}
		生物生成物— NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 PO_4^{3-} 、 Fe^{2+} 、 I^-
	胶体物质	微量元素— Br^- 、 I^- 、 F^- 、 Ni 、 Ti 、 V 、 Au 、 Ba 、 Rn 等
		无机胶体— SiO_2 、 $Fe(OH)_3$ 、 $Al(OH)_3$ 有机胶体—腐殖质胶体
	悬浮物质	细菌
		藻类及原生动物
		泥土、粘土 其他不溶物质

各种天然水中,都含有人体生长发育和生理机能所必需的化学元素,如碘、氟、钙、钾、钠、铁、镁等,除食物之外,饮水是人体获

得这些必需元素的重要来源。对于人来讲,水是生存和健康的重要物质。

二、污染水与人体健康

研究发现,与水有关的人类疾病有几百种之多,其中包括直接饮水或间接食用污染水体水产品而引起的急性或慢性中毒、癌症,以及与水相关的传染性疾病等,概括起来,与水相关的人类疾病包括:

(一)引起急性或慢性中毒

水体中的化学污染物通过饮用或食物链等途径,使人中毒。日本的水俣病、疼痛病就是水体污染引起的甲基汞、镉中毒。水体中的污染物砷、铬、氰化物、农药、多氯联苯、铅、氟等,都可对人体产生危害。

(二)致癌作用

某些具有诱发癌症化学物质如砷、铬、镍、铍、苯胺、苯并(a)芘、多环芳烃和卤代烃等污染水体后,可在悬浮物、底质和水生物体内蓄积,长期食用蓄积这些物质的生物可能诱发癌症。

进入水体中种类繁多的有机物绝大部分对人体有急性或慢性、直接或间接的致毒作用,有的还能积累在组织内部,改变细胞的DNA结构,对人体组织产生致癌变,致畸变和突变的作用。据世界卫生组织和国际癌症病机构通过大量的数据和材料证实,现时发现癌症的50%是由饮食不当造成的,而其中相当重要的是饮水质量低下。

(三)传播以水为媒介的传染病

通过人畜排放带有细菌、钩端螺旋体、病毒、寄生虫、昆虫等的粪便,可传播伤寒、副伤寒、霍乱、副霍乱、痢疾、肠炎等肠道传染病。

据联合国环境规划署的一项调查:“在发展中国家里,每五种

常见病中有四种是由脏水或是没有卫生设备造成的。而且在第三世界,由水传染的疾病每天平均导致 2.5 万人死亡。”

因此,清洁的水会有利于人体健康,污染的水将影响人体健康,水与人体健康有非常密切的关系。

第三节 水与人类环境

一、人类环境

人类环境是指人类生存的环境,以人为主体的,其他的生命物体和非生命物质均被视为环境要素。我国环境保护法中明确规定:“本法所称环境是指:大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生植物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等。”没有适宜的人类环境,人类就不可能生存。水是极其重要和不可缺少的环境要素,对于经过漫长进化过程形成的适宜的人类环境的稳定发挥着极其重要的作用。

二、水与环境结构

人类生活的地球表面是土壤-岩石圈、水圈、大气圈和生物圈的交汇处,是无机界和有机界交互作用最集中的区域,为人类的生存和发展提供了最适宜的环境。水循环使地球上各水体组合成一个连续的、统一的水圈,并把地球上四大圈层(大气圈、岩石圈、生物圈和水圈)联立组成既互相联系、又互相制约的有机整体。地球上的环境结构处于相对稳定和不断变化之中,任何一个环境要素的变化都会引起整个环境系统的结构变化,通过自身一定限度的调节,达到新的稳定状态。