



水污染与水体保护

中国科学院地理研究所 编

科学出版社

水污染与水体保护

中国科学院地理研究所 编

科 学 出 版 社

1 9 7 6

内 容 简 介

水污染与水体保护的研究,是当前环境科学研究的重要方面之一。本书从水在地球上的起源和分布谈起,介绍水污染的产生和分类,污染物质的迁移、转化和自净以及做好水源保护、防止水体污染、搞好水污染调查等一般知识。

本书为中级科学普及读物,可供广大工农兵、工矿企业基层干部以及从事环境保护工作的人员阅读。

水 污 染 与 水 体 保 护

中国科学院地理研究所 编

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1976年12月第一版 开本:787×1092 1/32

1976年12月第一次印刷 印张:4

印数:0001—26,500 字数:74,000

统一书号:13031·523

本社书号:765·13—18

定价: 0.34 元

毛主席语录

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

我们的责任，是向人民负责。

前 言

人类环境问题是世界各国人民普遍关心的一个问题。应该指出,造成环境的严重污染和破坏,正是资本主义社会资产阶级为了攫取巨额利润,任凭工业废水、废气、废渣污染自然环境的恶果,反映了资本主义世界的日暮途穷。

要防止污染,就必须了解污染。毛主席教导:**“人们为着要在自然界里得到自由,就要用自然科学来了解自然,克服自然和改造自然,从自然里得到自由。”**研究和认识水污染、大气污染和土壤污染等,可以帮助我们了解污染的发生和发展过程,有害的污染物质的来源和危害。

在局部地区,由于人类活动引起的环境污染问题,它带给自然界的变化远比自然过程本身的变化强烈得多。污染物质通过水、大气、土壤、生物在地表迁移和累积的强度,是随着污染物质来源的情况,自然环境的特征和污染物质本身的物理化学性质而变化。水在其中起了介质的作用,它不但溶解了污染物质,也携带着污染物质,顺流而下,迁移到其他地方。因此,我们认识污染,特别是广泛存在于地球表面的水体污染,对于我们认识环境,保护环境,改造自然是十分有帮助的。

人类活动时时刻刻都不能离开水。水是地球上宝贵的财富。人类在生产和生活中大规模使用水的同时,也要防止水

体污染,做好水源保护。任何一个生产或生活水源受到污染,都将直接影响人类的身体健康。

人与环境的关系,决定的因素是人,人类在同自然界的长期斗争中,逐步掌握客观规律,在改造自然的过程中也改造了环境,使其更好的为人类服务。我们国家关于保护和改善环境的基本方针是:“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”。许多地区、部门、单位的实践证明,认真执行了这条方针,环境是可以得到保护和改善的。社会主义制度为我们保护和改善环境创造了优越的条件。

环境保护工作是涉及范围十分广泛的综合性科学。我们这本通俗小册子,仅仅介绍了污染问题的一个方面——水污染。从水在地球上的起源和水分循环开始,介绍水体污染的发生、类型;水体自净作用;污染物质通过水在生物体中的累积;防止水污染,做好水源保护的具体措施。本书稿曾得到国务院环境保护办公室的有关同志审阅,对此我们表示感谢。由于我们水平有限,错误在所难免,希读者批评指正。

1975年6月

目 录

前言	iii
一 水在环境中的作用	1
1. 水的起源与存在状态	1
2. 水是生命存在和发展的必要条件	2
3. 水的化学组成和性质	3
4. 自然条件下有纯水吗	7
5. 水在工农业生产中的作用	10
二 水的循环	13
1. 水在地球上的分布	13
2. 自然界水分循环	15
三 水污染与污染物质的来源	20
1. 水是怎样被污染的	20
2. 水中污染物质的类型和组成	22
3. 水污染的分类	23
4. 水污染的几种主要类型和来源	30
四 水污染物质的迁移和转化	47
1. 污染物质是怎样迁移和积累的	48
2. 影响水污染物质迁移和积累的因素	59
3. 水体的自净作用	64
五 水中几种主要污染物对人和生物的影响	73

1. 什么叫食物链.....	73
2. 滴滴涕、汞、镉、砷等对生物和人体健康的影响	75
六 水体保护	84
1. 水体保护的重要性.....	84
2. 怎样进行水体污染调查.....	85
3. 水体污染的监测和监测网的建立.....	101
4. 工业废水处理与利用的基本方法简介.....	107

一 水在环境中的作用

1. 水的起源与存在状态

打开世界地图,或者看一看地球仪,我们所居住的巨大的地球,其表面大部分为蓝色的海洋所覆盖。它占据着地球面积的三分之二,它的平均深度大约为三千八百米。海洋是一个浩瀚的“水库”。在大陆上和大陆间还有许许多多的海湾、内陆湖泊、大大小小的淡水湖、河流、冰川,这里面也都积存着大量的水,此外在大气中存在着水蒸汽,地层中还蓄存有大量地下水,地球上大约有十四亿立方公里的水!地球上存在着这么多的水,是哪里来的?这个问题,目前尚未定论,可以肯定,随着科学的发展和进步,这个问题将得出肯定的解答。现今有一种看法,认为地球上的水与地球的发生和发展有着密切的联系,他们认为水是地球演化过程中的一种产物,在地壳形成的初期,由于火山喷发等原因,从地球内部释放出大量的气体,这些气体的主要成分是水蒸汽和二氧化碳,其次还含有氮及其他微量气体,当地壳表层的温度逐渐冷却到足以使水蒸汽凝结的时候,大部分的水蒸汽凝结成为液态的水,这些水汇集到硬质地壳的低洼部分,形成现今地球上的海洋和天然湖泊。由于地表存在着蒸发、植物蒸腾与凝结、降水,即大小

循环,地球表层的水始终是在运动着,通过水的循环过程,淡水不断的补给地表径流和地下水,为人类的利用不断地提供丰富的水源。

自然条件下的水由于气温的变化,可以三种不同的状态存在于自然界,大体上,地球的南北两极地区和高山雪线以上的地带,由于气温常年都在摄氏零度以下,水则以固体状态的冰雪终年堆积着。靠近赤道的地区,由于气温常年都在摄氏零度以上,地表的水总是大量的以液体形式存在,而处于以上两个地带之间的广大中纬度地带,由于气候的四季变化,河流和湖泊往往有一个冰封时期,在一些地区,甚至随着昼夜的更替,地表水的液、固态也随着变化。水存在的状态及其转化,对水的利用,水对环境的作用和水在自然条件下的净化能力都有很大的作用,在地球化学上也有很大的意义。

2. 水是生命存在和发展的必要条件

地球的外层(实际上它没有一个严格的界限,大体上来说,它的上界在地球大气的对流层上部,即地球硬壳向上大约十几公里;下界在海洋的底面或陆地表面以下3—4公里的样子),居住着小到用高倍显微镜才能观察到的微小生物,像细菌等,大至数吨重的哺乳类动物和高大的树木等百万多种生物,它们在这里生长繁殖,传种接代,构成了一个丰富活跃的世界。这些生物为什么能够产生和存在呢?这和水的是有着密切关系的,没有水的地方就不能存在生命,如果地球上

没有水,就会和月球一样,成为一个没有生命的死寂的球体。水是生命产生和存在的基本前提,它们是相依相存的,这是因为水是构成任何生物体的基本成分。有的生物体含水的比例很高,例如水母身体中的含水量占其体重的95%,鱼类体内的水分可达70—80%以上;就是陆地上的生物,体内的水分也可占其体重的50%以上。水对生物体的重要作用,还在于水是生物新陈代谢的一种介质,生物从外界环境中吸取养分,通过水把各种营养物输送到机体的各个部分。又通过水把代谢产物排除机体外,水作为介质把生物体的营养和代谢过程联系起来,通过这样一个过程,维持着生命的活力。水对生物体还起着散失热量,调节体温的作用。从以上叙述,我们可以看出水是生命产生、存在、发育和繁殖的基本前提,可以说,没有水就没有生命。

3. 水的化学组成和性质

上面谈过了,水与生命是不可分离的。水在国民经济建设和我们日常生活中都是十分重要的,特别是随着我国社会主义建设事业的飞速发展,对淡水的需要和利用越来越广泛。水为什么会如此重要?这和水具有特异的物理化学性质有关。那么,水有哪些重要的物理化学特性?

首先,水具有良好的溶解性能,它能溶解各种固态的、液态的和气态的物质。有些物质能以很大的比例,甚至任何数量的比例溶于水中,完全不溶于水的物质几乎没有,只不过

由于其溶解的数量太小,可以忽略不计。但在大多数情况下,一定数量的水中只能溶解一定数量的物质。为了比较各种物质溶解在水中的多寡,就确定在某一温度下 100 克水中所能溶解某物质的最大数量称为该物质的溶解度。例如:硝酸钾在 20℃ 时的溶解度是 31.5 克,即在 20℃ 时,100 克的水中最多只能溶解 31.5 克的硝酸钾,再多了,硝酸钾就会呈结晶析出。一切物质的溶解度都和温度有关。一般说来,大多数固体物质,随着温度的增加而溶解度增大,以硝酸钾为例,溶解度和温度的关系如表 1.1。从表中可以看出,随着温度的升高,硝酸钾的溶解度很快的增加,属于这种溶解特性的物质是很多的,例如食糖等。但有些物质不是这样,如我们吃的食盐 (NaCl, 氯化钠),它随着水温的上升,溶解度变化不大。而硫酸钠的溶解度,在 32.4℃ 以下时溶解度增加很快,在 32.4℃ 以上,随着温度的升高,反而其溶解度变小。

表 1.1 硝酸钾溶解度和温度的关系

温 度 (°C)	0	20	40	60	80	100
溶 解 度 (克)	1.35	31.5	64	110	169	247

水和其他液态物质接触时,有三种情况。一种情况是可以混溶,例如酒精和水可以任何比例互相溶解。第二种情况是互不混溶,例如水和水银,它们相互接触时,水银比重大,沉在底部,水在水银的液面上,两种液体界限分明。第三种情况是在一定限度内两种状态物质可以相互溶解。例如水和乙醚,这两种物质混在一块,表现为水层中有醚,醚层中有水,也就

是它们各能溶解其对方的一部分。液态物质之间的溶解度，在很多情况下，也随着温度的升高而增大。

水中能溶解气体，鱼的呼吸和水中进行的氧化作用，都是因为水中溶解有氧气。水中通常还溶解有二氧化碳等气体。气体在水中的溶解度与温度有很大的关系，气体在水中的溶解度随着温度的升高，明显的降低。以氧为例，在一个大气压下(760 毫米水银柱)，氧在水中的溶氧度见表 1.2。

表 1.2 不同温度时氧在水中的溶解度

温 度 (°C)	溶 解 氧 (毫克/升)	温 度 (°C)	溶 解 氧 (毫克/升)	温 度 (°C)	溶 解 氧 (毫克/升)
0	14.62	15	10.15	30	7.63
5	12.80	20	9.17	35	7.1
10	11.33	25	8.38	40	6.6

从表 1.2 可以看出，水中溶解氧随着温度的升高，而明显下降。水中溶解气体的能力还和压力有很大的关系，实验表明，一定体积中的水，所溶解的气体的重量和压力成正比，压力增大，水中溶解氧增加，天气变化，也会影响到水体中的溶解氧的含量。水中溶解氧的含量对水生生物有很大的影响，当水体被易于氧化的有机质污染时，由于氧化作用进行得很快，水不能从空气中很快地把氧补充进来，溶解氧渐渐消耗减少，以致造成水中溶解氧含量过低，使鱼类等窒息死亡。在这种情况下，厌气菌繁殖起来，有机物发生腐烂，使水体发生臭气，因此水中溶解氧的含量多少与水体的自净能力有密切的关系。

水的溶解作用，在地理环境中具有重要的意义。当大气降水，降落地面，由地形高的部位，经山坡流向平原，再汇集到

河流、地下水或海洋中,在这个过程中很多其他物质会溶解进来。在地质时期,由于这一作用而形成沉积矿床,现今我们所开采的石灰岩,就是在地质时期海洋中碳酸钙沉积而成。因为水是一种特别好的溶剂,所以它又是造成水体污染的一个主要因素。在工业和农业生产中施用或排出的化学物质,可以借助于水的这种溶解性,随水流而扩大其污染范围。

在实验室里可以制造“纯水”,这种水若严格地说,只能是接近纯水。纯水是无色、无味、无臭的。它在温度 4°C 时,每毫升重 1 克,凝固点为 0°C ,即当水温降低到 0°C 以下时,水就结成冰,变成固体状态。当把水加热至 100°C 时,水就沸腾气化。同样单位体积的水,在 4°C 时最重,当水结冰时,体积就会增大、膨胀,冰的比重比水小,浮在水面上。水的这一特点对自然界的生命有着重大的意义。在北方当冬季河流、湖泊结冰时,冰漂浮在水面上,这水面的冰层就会保护了冰下水层,使其不致于进一步冷却结冰,从而也保护了冰下水中生物仍能存活。

水所以具有这些物理化学特性,是和水分子的结构有密切关系的。水是由氢和氧两种元素化合而成,它的最简单的分子式是 H_2O ,从它的分子式可以看出,水是由二个氢原子和一个氧原子组成,当氢气在空气中燃烧,就会有水气生成,这是由于氢和空气中的氧化合形成了水。

液态水中除含有简单的水分子 H_2O 外,同时还含有由简单的水分子结合而成的较复杂的水分子 $(\text{H}_2\text{O})_x$, x 在这里代表 2、3、4、5、……等等。它们通常处于平衡状态: $x\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$

$(\text{H}_2\text{O})_x$ 。由简单的水分子结合成比较复杂的水分子的现象叫水分子的缔合。水分子缔合现象的发生,是因为氢原子只带有一个电子,当它和氧原子结合时,氧的电负性很大,水分子中氢、氧两原子间的共用电子会强烈地移向氧原子,而使氢原子几乎变成了一个没有电子的半径极小的核。这样,带正电的核就会被另一个水分子中的氧原子所吸引,而发生分子缔合现象。

当水加热时,缔合的比较复杂的水分子 $(\text{H}_2\text{O})_x$ 即发生离解,使之复杂的水分子变成简单的水分子,在这个过程中需要吸收热量,因此把水加热时,热量不仅消耗于使水的温度升高,也消耗于使 $(\text{H}_2\text{O})_x$ 分子离解成 $x(\text{H}_2\text{O})$ 。同时也因为水的比热(比热是指使 1 克物质温度升高或下降 1°C 所需要的热量的卡数)最大。

水能和活泼的金属作用放出氢,能与许多金属氧化物作用生成碱,与非金属氧化物作用生成酸。酸与碱在水中发生中和作用生成盐。一些矿物与水分子结合生成结晶水化物,即金属矿物里含有结晶状态的水,水在理化性质上的这些特点,都与水的化学结构特点有关。

4. 自然条件下有纯水吗

在自然界存在着大量的天然水。按照天然水存在的地方不同,可分为大气水、地表水和地下水三大类。大气水指大气中含的水分,包括雨雪水;地表水包括湖泊水、河水、海水;地

下水是指存在于土层和岩石层内的水。天然水不是存在于真空中,它总是要和外界环境密切接触。水是一种良好的溶剂,能溶解各种固态的、液态的和气态的物质,当天然水在其运动过程中,和大气、土壤、岩石等物质接触,许多物质就会进入水中。因此从理论上推测,在自然条件下,是不可能存在纯水的。实验很容易证明这一点:我们把自然条件下存在的、看上去清澈透明的泉水、河水、湖泊水或天上降下来的雨雪水,拿到化验室里一化验,就知道里面有不少的化学元素和化合物。

天然水里通常含有三大类物质:溶解物质、胶体物质和悬浮物质。天然水中常常溶有各种钙、镁、钠、铁、锰、硅、铝、磷等的盐类或化合物,还溶有氧和二氧化碳等气体。

天然水中的胶体物质包括硅胶、腐植质胶体等。天然水中还存在有大量的非溶解性物质,包括粘土、砂、细菌、藻类,还有其他漂浮物质。当天然水与工业排放的废气、废水接触或受到农业施用的农药和化肥影响时,也会造成水质污染,这样的水,就会给生物和人体健康带来危害。

在降水过程中,水首先是和大气接触,大气中的一些物质就会进入雨水中,除了溶解一部分化学元素或化合物外,大气中的其他气体,大气中的尘埃、煤烟以及其他杂质也被搜罗进来。因各地区的环境条件不同,大气中的化学成分也有变化,使降水的成分受到影响,例如:在沿海地区,降水中的海盐成分氯化钠的含量往往高于内陆地区,而内陆地区大气成分中硫酸盐含量较高。热带和寒带,大气化学成分都有所不

同。最近一个世纪,特别是最近几十年来,由于工业排放的废气中含有大量的化学物质,使空气被污染。由汽车排出废气中所含的铅每年达数十万吨,这些铅以气溶胶的形式漂浮在大气中。另据估计,每年排放到大气中的二氧化碳、一氧化碳、氧化硫、碳氢化合物、氧化氮、烟粒等有近百万吨,这些物质进入大气后,对降水的成分发生影响。从局部地区的大气来看,工业废气的影响是很大的。有些地区降水的成分分析结果表明,除了自然来源的物质外,还含有工业来源的酚、氰、汞、砷等微量有害成分。

当降水与地面接触以后,再溶解土壤、岩石中的各种成分,当土壤和岩石的化学成分不同时,也会影响到地下水、地表水的成分,因此河水、地下水和湖泊水的化学成分变化较大。地下水和地表水的成分除了有某些地区性的特点外,还有某些地带性的规律,从两极到赤道的变化,以北半球为例:自北极向赤道,苔原地带河水富含有机质、重碳酸盐和二氧化硅。苔原带向南为森林带,这一带以重碳酸钙占优势,而在北半球干旱的荒漠地区,河水中富含氯化钠和硫酸钠。北半球的南部,临近赤道的热带和亚热带河水的成分富含有机质,以二氧化硅和重碳酸盐占优势。

湖泊水的化学组成也有明显的地带性特征,与河水的地带性有类似的特征,由于湖泊水迳流比较迟缓,化学成分的含量一般比河水高,变化幅度也较大。

地下水主要是由于雨水渗入地下,地面水通过河床渗入地下而形成的,当雨水或地面水渗入地下时,沿途就溶解了各