

新世纪的水

THE WATER OF NEW CENTURY

李志学 主编

辽宁大学出版社

新世纪的水

THE WATER OF NEW CENTURY

李志学 主编

辽宁大学出版社

©李志学 2008

图书在版编目 (CIP) 数据

新世纪的水/李志学主编. —沈阳: 辽宁大学出版社, 2008. 4

ISBN 978-7-5610-5597-7

I. 新… II. 李… III. 水—普及读物 IV. P33—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 041292 号

出 版 者: 辽宁大学出版社

(地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036)

印 刷 者: 鞍山新民进电脑印刷有限公司

发 行 者: 辽宁大学出版社

幅面尺寸: 185mm×260mm

印 张: 10.25

字 数: 230 千字

插 页: 6

印 数: 1~500 册

出版时间: 2008 年 4 月第 1 版

印刷时间: 2008 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑: 祝恩民 谷 峰

封面设计: 郭 刚

责任校对: 李 金

书 号: ISBN 978-7-5610-5597-7

定 价: 30.00 元

联系电话: 024—86864613

邮购热线: 024—86830665

网 址: <http://press.lnu.edu.cn>

电子邮件: lnupress@vip.163.com

《新世纪的水》编辑委员会

主 任 王 伟

副主任 李 娜 谷 峰

顾 问 崔 志 盛长顺

主 编 李志学

副主编 赵丹朔 林 秋

主要参加人员

秦振江 高光松 王 兰 曹志鹏

潭 萍 李 斌 孙振东 于国洪

黄新威 孙 冰 盖文洪 舒丽荣

王海峰 朱天真 邓方霞 龙际淼

刘亚君 金春玉 张杰华 张伟华

前 言

为了适应新世纪对水的更大更高的需求,适应水利工作着重点由工程型向资源型的转变;为了宣传和普及有关水和水资源知识,提高全民爱水、节水、保护水的自觉性,增强对水的忧患意识,实现水资源科学合理的开发利用;为了推进水资源和水环境保护,为新世纪社会经济持续发展,人民生活水平不断提高,做好水资源管理和保护工作,我们编写了这本《新世纪的水》。

本书立足辽宁省,面对各级水利和水资源管理部门、主要用水单位及水环境保护单位,面对与水有关、对水有兴趣的广大干部群众。愿以此引玉之砖,与全省水利同仁共勉,为搞好节水型社会建设,开创水资源管护工作的新局面而共同努力!

在本书编写过程中,承蒙辽宁省水资源处、省水科院、省水电设计院等单位的领导和专家积极提供资料、指导编写,并对书稿进行认真审查,提供宝贵修改意见,为此致以衷心感谢。

鉴于编写人员水平有限,资料不足,时间仓促,调查研究不够,定会有许多不妥之处,敬请专家和广大读者批评指正。

编 者

2008年3月

目 录

第一章 形形色色的水	1
第一节 水是什么	1
第二节 水的自然特性	3
第三节 水的一些奇异特性	7
第四节 五花八门的水	10
第五节 新品种水	16
第二章 无所不在的水	19
第一节 蓝色的星球	19
第二节 浩瀚无际的海洋	23
第三节 雄伟壮观的冰川	26
第四节 星罗棋布的湖泊	28
第五节 奔流不息的江河	30
第六节 导演天气瞬息多变的水汽	33
第七节 藏在地下的水	36
第八节 无所不在的水	41
第三章 维系生命的水	43
第一节 生命的源泉	43
第二节 人类祖先最早也诞生于水	46
第三节 植物的生命决定于水	48
第四节 动物生存与水息息相关	50
第五节 人类生存的第一需要	52
第六节 水与医疗保健	58
第四章 神通广大的水	62
第一节 大自然的主宰	62
第二节 环境的要素	64
第三节 重要的能源	66
第四节 工业的血液	69
第五节 农业的命脉	71
第六节 古老而便利的水上运输	72

第七节 城市发展的生命线	73
第八节 水与政治和军事	75
第九节 水与社会发展	76
第十节 水与人类文明	78
第十一节 水与水文化	80
第五章 重要资源的水	85
第一节 水资源的基本概念	85
第二节 水资源的自然特性	88
第三节 水资源的经济特性	91
第六章 干枯的水	95
第一节 联合国拉响了世界缺水警报	95
第二节 中国缺水形势严峻	97
第三节 缺水困惑着辽宁	99
第四节 是水少了吗	101
第七章 哀叹的水	104
第一节 水质及水污染	104
第二节 我国河流水质状况的演变	107
第三节 辽河流域片的水污染	109
第四节 水环境恶化	112
第八章 21 世纪的水	116
第一节 新世纪最重要的自然资源	116
第二节 《中国 21 世纪议程》与水资源保护及开发利用的指导原则	119
第三节 21 世纪的中国水需求	123
第四节 中国可持续发展与水资源可持续利用	126
第九章 新世纪的供水	130
第一节 统一规划 强化管理	130
第二节 下大力量提高用水效率	132
第三节 节水高效的现代化农业用水战略	134
第四节 节流优先,多渠道开源的城市水资源战略	139
第十章 新世纪的水环境	145
第一节 中国的水安全问题	145
第二节 水污染防治	146
第三节 生态环境建设	148
第四节 控制地下水超采	152
第五节 新世纪水的呼唤	153
参考文献	156

第一章 形形色色的水

水是世界上分布最广的物质,天上、地面、地下,无所不在;水是最普通又最廉价的自然物质,随处可见,随手可得;水有时又是非常紧缺的物质,“滴水贵如油”,为水还可能引起争端,甚至诱发战争;水是人们最常见、最熟悉的物质,但有些问题却又比较陌生;水是人类研究最多,也是知之尚少的物质。因此又有人说:水是最大的科学未解之迷之一。我们遨游水世界,还是要先从最浅的地方开始。

第一节 水是什么

水的足迹,遍布于世界的各个角落,渗透在地球上万物的每个细胞中。水最平常、最普通,与人类关系最密切。然而,人们对于水的认识,却经历了一个漫长的历史过程。

一、水是元素还是化合物

水是自人类开始萌生在这个地球上,就与之朝夕相处、密不可分的重要物质。可是对水的基本结构,人们最早却认为是一种元素。不论是作为“四大文明古国”之一的中国,还是近代文明的欧洲,在这一点上是不谋而合的。这种关于水的最初认识东西方的一致性,并非是一个偶然的巧合,实际上反映了人们对物质的认识规律,即从初步到深化、从感性到理性认识的必然性。

中华民族,还是在远古时代,水就以元素的面貌,出现在人们的心目中。当时开始萌芽的朴素元素论——“五行说”,就是把水作为五行之一的一个最基本元素。到了战国末期,“五行说”有了文字记载:“……五行:一曰水、二曰火、三曰木、四曰金、五曰土。”(《尚书·洪范》)这里,把水放在五行之首,足以说明我们的祖先,是把水作为一种元素,而且是一种非常重要的元素看待的。

在欧洲,对水的认识最早也是当成元素的。他们认为水是万物之母,进而又有人认为一切物质都是由土、水、气、火四种东西组成的。这种以水为元素的观念,一直延续到18世纪末叶。还是英国大科学家卡文迪许第一个用实验证明了水不是元素而是化合物的。他用了一个非常奇特的方法,将水蒸气通过一个被烧红的枪管,结果使他惊奇地发现,获得了一种能够燃烧的气体。而这种气体与它使金属作用于稀酸而获得的,被称为“易燃烧空气”的那种气体一模一样。这就足以证明,水是可分的,不是元素,是一种可分解的化合物。以后又经过多位科学家研究证实,水确实不是元素,而是由氢和氧两种元素构成的化合物。而卡文迪许得到的“易燃烧的空气”,正式命名为氢,其原意则是构成水的元素。

现在,我们已经清楚地知道:水是由氢和氧两种元素组成的化合物,每个水分子中含有两个氢原子和一个氧原子。因此水的分子式被表示为 H_2O 。水的分子很小很小,用肉眼是无法看到单个水分子的。如果我们把15万亿亿个水分子聚集在一块的话,它的体积也只不过像从滴管里滴出的一滴水那么大。

对于水的分子结构,科学家借助于X射线已经进一步弄清。水的分子虽小,却是个复杂的世界,水分子是个偶极分子,氧原子居中心,两个氢原子位于一个面的两侧,形成一个

钝角的三角形结构。在这个三角形中,氧原子位于钝角顶角上,两个氢原子位于氧原子的两侧边,它们之间形成 104 度 40 分的钝角。

在水分子的结构中,氢原子(元素周期表中的第一个元素)具有一个正电荷的原子核和一个负电荷的电子,电子在一定轨道中围绕着原子核旋转。而氧原子的原子序数为 8,氧原子是由带 8 个正电荷的原子核和 8 个带负电荷的电子组成的。这 8 个电子成对地在 4 条不同的轨道上围绕原子核旋转。由于氧原子拉电子的能力,要比氢原子强得多,因此在水分子中负电荷的总和偏向于氧原子一方,而正电荷的总和偏向于氢原子的一方,这样使水分子成为一个强极性的分子。水分子的极性使分子互相吸引形成氢键,氢键导致水分子之间彼此结合,形成聚合的水分子(H_2O)。也正因为水分子为强极性的分子,才有后面所要言及的水的一些自然特性。

二、五光十色的水域

水是什么颜色?这似乎也是不值得一谈的问题。谁都知道,纯净的水是无色、无味、透明的液体。可是为什么又有人称青山绿水,又说大海碧波荡漾,称海水是湛蓝的呢?因此,我们还是要问:大自然中这五光十色的水域,又是怎么形成的呢?首先要说清楚世界上任何物体的颜色都是由太阳光打扮的。太阳光看起来似乎是清一色的,其实它是一种混合光,是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七色组成的。如果物体把照射到它身上的光线,全部或大部分反射回去,这种物体看上去就是白色的。如果把照射到它身上的光线全部吸收了,那么看起来就漆黑一团。当它吸收了部分光线而又反射另一些光线时,则出现这几种色光的混合颜色。当太阳光照射到浅的水层时,光线几乎毫无阻挡地全部透过,因此,浅层水是无色透明的。而太阳光线照到深层海水中,由于红、黄、橙等一类波长较长的光,被水吸收变成热能,而蓝紫等波长较短的光受到水分子的散射和反射,加之人们的眼睛对海水的反射,紫光敏感性差,因此蓝光就突显出来,上升为最主要的显色因素。再具体一点说,能透过液态水的光最大波长约 4700 埃,该波长位于可见光的蓝色部分,所以较深的水体人们看上去总是蓝色的。这就是深海的水为什么是湛蓝色的道理。

事实上,自然界的水并不是纯净的。天然水均含一定的杂质,这些杂质大体可分成三类:一类是溶解物质,包括钙、镁、钠、钾、铁、锰、硅等盐类和二氧化碳、氮气、氧气、硫化氢等气体;另一类是胶体物,如硅胶、腐殖质胶体等;第三类是悬浮物,包括细菌、藻类、原生动物、泥沙以及其他漂浮物。自然水中这些杂物的存在,直接影响着水的质量和性状,也影响水的颜色。

大自然是丰富多彩、绚丽多姿的。作为大自然重要组成的江、河、湖、海等水域,其水体颜色也不是单调划一、清一色都是蓝色的。地球上五彩斑斓,有五光十色的水域。比如多色的湖,彩色的河,这些我们将在第二章有关节中介绍,这里我们只是先看看最大的水域——浩瀚大海的五光十色。比如,红海的海水是红色的,白海是白色的,绿海的海水是绿色的,而我国的黄海则可见黄澄澄的海浪翻滚。那么,这五颜六色的海水,又是谁为之打扮的呢?

红海,位于阿拉伯半岛与非洲东北部之间,系印度洋西北的长条形的内海。长 2100 公里,最宽处 300 公里,面积约 43.8 万平方公里。平均深度 558 米,中部最深处达 2514 米。红海,是大量滋生蓝绿藻的世界,熙熙攘攘的藻类挤满整个水面。藻类的寿命最短,所谓“朝菌不知晦朔”,当它们短暂的生命结束之后,大量的尸体充塞水域,藻类体内的藻红素

将整个海洋染成红色。所以,红海就成了名副其实的“红色海洋”了。

绿海,位于阿拉伯半岛与伊朗高原的“两河流域”之间,即波斯湾。长约 1000 公里,宽约 180~320 公里,面积 23.9 万平方公里,平均深 25 米,最深达 102 米。由于这一水域内有着大量的绿色藻类,海水呈绿色,所以人们称之为绿海。绿海沿岸和海底蕴藏着丰富的石油。

白海,北冰洋的边海,深入俄罗斯西北部,位于科拉半岛东南。面积约 9 万平方公里,平均深度 60 米,最深处达 330 米。结冰期长约 6 个月。因为白海紧靠着冰天雪地的北冰洋,海面经常被一层厚厚的白雪覆盖,银装素裹。远远望去大海是雪白一片,一尘不染,银光灿灿。故此,都称之为白海。

黑海,位于乌克兰与土耳其两国之间,系欧洲东南部与小亚细亚间的内海。面积 42 万平方公里,平均水深 1200 米,最深达 2212 米。因为海底沉积着黑色霉臭的烂泥而得名。

黄海,位于中国的渤海与东海之间。面积为 40 万平方公里,平均水深为 40 米,为典型的大陆海区。它的颜色则是由黄河下泄的泥沙“染”成的。黄河水素有“石水六斗泥”或“一碗水,半碗泥”之称,每年向黄海倾倒 10 多亿吨泥沙。近年来虽有所减少,仍有近 10 亿吨泥沙流入海内,把海水变成层层黄浪翻滚的汹涌波涛,因而称之为黄海。

三、水是自然的,也是社会的

水是地球上分布最广最多的物质,覆盖着地球表面的大部分,没有固定的形状,以固、液、气三态存在于世界上的一切一切。或雨或雪,或雾或霜;或滔滔江河,或平静的湖泊;或雄伟的冰山,或浩瀚的海洋;或喷涌的山泉,或潺潺的涧溪;或袅袅舞上天,或默默潜入地下。千姿百态,变化莫测。水的内涵是什么?是自然的,也是社会的;是物质的,也是精神的。是浩繁的历史长卷,又是浪漫的歌赋、诗画;是深邃的哲学,又是无与伦比的美学……对于水我们知道了些什么?神奇的特性,卓著的功绩,伟大的作用……,没有水就没有生命的存在,没有水就没有这五彩缤纷的世界。水多水少都成灾,有水没水皆关切。新世纪最重要的自然资源,维系着经济发展、人类进步、社会安定、生活幸福。对于水,要说的话太多太多,我们还是要先从水的一些自然特性谈起。

第二节 水的自然特性

水是人们须臾难离,又比较熟悉的物质。然而,要深入研究一下,对水的诸多奇异的特性,有些或许还比较陌生。在一定意义上说,人们对这种普普通通的水,有些问题尚不十分熟知。现代科学,对水的各种不同的自然特性有了进一步了解。对水的特性,从各个不同的侧面,也有不同的认识。对化学家来说,水几乎是万能的溶剂;对物理学家来说,水是许多物理量的基础标准;对生物学家来说,水不仅是产生生命的介质,同时也是直接参加有机体中物质交换的要素……下面,让我们先回顾一下水的一些比较普通的物理特性和化学特性。

一、水的透明性

如前所述,纯净的水是无色无味透明的液体。水为什么会是透明的呢?这是因为水对人眼最敏感光的波长是透明的,如果水层不深,几乎让各种色光都全部透过,它就是无色透明的。因此说透明体的颜色是由它所透过的色光决定的。

水的透明性具有重要作用。因为水是透明的,太阳光的紫外线才得以穿透,使其在海水中发生光化反应,原始生命就是在这种条件下出现的。由于水具有透明性,所以它本身才能经受住日光无限期的照射而不会变化。太阳的红外线只有 10% 的光线能穿透 1 米水深;只有 1% 的光线能穿透 2 米水深。红外线光绝大部分被水吸收转化为热能。正因为水是透明的,一些水生动物才能在水中遨游,繁衍生息……

二、较强的流动性

水没有固定形状,它不仅不像人有一定身材、容貌,也有别于其他一切物体有一定的形状。它是具有流动性的液体,这也是人所共知的。为什么水体不固定又是流动的呢?是因为水的黏度(即流动阻力)很小,所以保持不了固定的自然形状,受其自身重力作用,向低处不断运动。所以水总是保持其向低势能变化的流动性。也就是人们常说的人往高处走,水往低处流。然而,正是由于水具有较强的流动性,陆地上才形成大大小小的河川,蕴藏着巨大的水势能。人们利用这一自然特性,发展水力机械,大搞水力发电,还利用潮汐的流动性进行潮差发电等。由于水具有流动性,日夜奔泻的江河水流,带走泥沙和各种废物,成为净化地球的巨大自然力。如果没有水的流动性,没有流动的雨水和流水的净化作用,地球上早已覆盖着厚厚的废物层。也正是因为水具有较强的流动性,在大自然中默默无闻地工作,塑造地球表面,雕塑奇山异景,才演出这万紫千红、婀娜多姿的世界。

三、特殊的比重

物有大小、轻重,水也有多少、重轻。水的轻重是用一个叫“密度”的来衡量的。水的密度也叫比重。水的比重,即在标准大气压下,在 4℃ 时,自然淡水的比重为 1,其单位为克每立方厘米。水的密度在 4℃ 时最大,当水温高于或低于 4 度时,其密度都向略为减小的方面变化。水的这一特性,是世界上几百万种不同的液体中只有三种液体才具有的怪异特性。正是因为水有特殊的比重,才产生出一些神奇的作用。当水温度降低到 0℃ 时开始结冰,而冰的密度只有水密度的 6/7,因而水结冰时在表面形成冰盖,冰的传热性小,它在水体表面形成保温层,使得冰下水体任何情况下,不低于 4℃,这样冬季一些鱼类和水生生物才能在冰下赖以生存。生命之所以开始出现于海洋,这也是一个基本条件。

四、巨大的浮力

水具有浮力,而且是很大的,这也是人们久已感知的问题。水能举物,是水的浮力作用的结果。人们在长期生活和生产实践中,发现浸在水里的物体要受到水的向上托力的作用,这个上托力也就是水的浮力。人类对水的浮力的感知和开发利用得很早。现在人类发现一些公元前 8000 年的桨和公元前 7250 年的船只,可谓人类对水的浮力的运用历史悠久。但是,对水浮力大小的测定研究还是在 2000 年前才开始的。自从希腊学者阿基米德(公元 287~212 年)得出了阿基米德定律,即浸在液体里的物体受到向上浮力的大小等于该物体所排出的液体的重量,人们对浮力的认识才开始上升到理性阶段,为更广阔的现代航海业奠定了坚实的理论基础。

正是因为水具有巨大的浮力,江河湖海才能行舟楫之利。陆地上江河纵横,湖泊星罗棋布,浩瀚的大海占据了 70% 的地球表面。广阔的水域,方便的航行,使水运成了最普遍、最经济,历史最悠久的运输形式。有了水运,经济才得以飞快发展;有了海运,世界经济交流才为之一新。人们利用水的浮力,也进行一些其他生产活动和体育运动,使大千世界更

有声有色,多滋多味。

五、不可压缩性

水的压缩率很小,体积压缩系数为 4.74×10^{-10} 米/牛顿,因此一般认为水具有不可压缩的特性。它没有弹性,当受到切变时控制形态变化的刚性系数等于零,当受到拉张和压缩时表示伸张和缩短的杨氏模量也等于零。地震的横波,不能通过液体的水。水的不可压缩的性质,在工业生产上得到普遍利用,用它制成万吨水压机,做成各种压力转换器等。也由于水具有不可压缩的特性,地下水起着支持地面的作用。如果大量超采地下水,形成大范围的地下水降落漏斗,就会引起地面沉降,产生一系列严重后果,从而形成一种新的环境危机。

六、汽化膨胀系数极大

水由液态变为气态时,它的体积急剧膨胀。当在一个大气压力下,一公斤的水变为饱和水蒸气时,其体积要增大 1672 倍。水的这一特性也逐步得到人们的广泛利用,如瓦特根据这一特性,发明了蒸汽机,从而引起第一次工业革命,使 18 世纪作为人类文明标志的重要里程碑而载入史册。这是瓦特的功劳,也同样不可忽视水的神奇作用。

七、万能的溶解剂

水不仅是制造生命的液体,也是一种神奇的物质。水的非凡特性,包括它作为溶液的适应性和它能溶解大多数物质的能力。许多物质,无论气体、液体或固体,水都能兼收并蓄,加以溶解;不但能溶解离子型化合物,而且能溶解某些单质和某些分子型化合物。在第一节中已介绍过水的分子式为 H_2O ,即由两个氢原子和一个氧原子构成的化合物,而氢原子一侧带正电,氧原子一侧带负电,形成两极。正因为水分子具有极性,而且极性很强,所以水才能溶解各种物质,成为自然界中最重要而且非常好的溶剂。也正因为水有溶解物质的本领,所以流水才能侵蚀岩层,塑造出丰富多彩、千姿百态的大地表面,成为地球演变中功绩卓著的重要角色。也由于水有溶解作用,才使河流、湖泊等水域具有一定的自净能力。

正是由于水具有较强的溶解性,故此水中有较充足的溶解氧。在空气中氮和氧的比例接近 4:1,而在水中的氮和氧则接近于 2:1。这是鱼类和其他水生生物能在水中生存的一个重要条件。也正因为有水的这一重要特性,地球上的生命和生物才能最早诞生于水中,水才成为“生命的摇篮”。

八、强大的表面张力

所谓表面张力,是指液体表面分子间的相互吸引力。由于有表面张力的作用结果,使任何与空气接触的液体表面层,都具有收缩的趋势。故此水蜘蛛等一类的小动物能够在水面上滑行而不沉入水底。还有如荷叶上的小水滴,草叶上的露水珠等所以呈球型,都是表面张力使液面收缩的结果。因为在体积相等的各种形状中球形的表面积最小。

水的表面张力很大,仅次于水银,在常温情况下其表面张力系数为 0.073 牛顿/米。在与其挥发度相同的液体中,水的表面张力比其他液体都大。正因为水具有较强的表面张力,水体才能够沾湿其他固体。在附着力和表面张力的共同作用下,水能沿毛细管上升,称为毛细管现象,而且水具有较强的毛细管作用。管的直径越小,水爬得愈高。一般情况下,管内液体表面张力向上作用的拉力跟管内升高的液柱向下重力相等的时候,管内液体就停止上升,达到了力的平衡。水的表面张力很大,可达 33.5 个大气压力。所以通过毛细

管作用,可以把水提升到 335 米的高度。水在土壤中上升,在植物体导管内上升、蒸腾,都是水的表面张力所产生的毛细管现象的具体体现。也正因为水的毛细管作用,在水壤中,使地下水或层间水,沿毛细管上升而为植物根系所吸收,加之上面所说的水的较强溶解性,才能把土壤中各种营养盐类,经水充分溶解,又通过毛细管作用从植物的根部吸收,输送到植物的枝、茎、叶各部,所以才使大自然变得郁郁葱葱,生机一片。也正因为水的这些特性,才能使生态系统的物质循环和能量交换得以实现。从这一点来说,水的功能和作用,也是别的任何物质所难以替代的。

九、水的浸润性

当液体与固体接触时,液体与固体的接触面形成薄薄的附着层。附着层的分子,一方面受到液体内部分子的作用;另一方面又受到固体分子的作用。由于受固体分子的作用,在附着层里的分子分布比起表面层来,总是要密一些。如果固体分子跟液体分子间的吸引力比较弱,虽然附着层分子的分布比表面层密,但仍比液体内部稀疏。这时在附着层就出现跟表面张力相似的收缩力,液体跟固体的接触面就有缩小的趋势,也就是形成了不浸润现象。假如固体分子跟液体分子间的吸引力相当强,那么,在附着层里就跟表面层里的情形相反,液体间出现了互相排斥的力,这时液体跟固体接触的面积就有扩大的趋势,也就是说形成了浸润现象。这就是为什么把一滴水放在玻璃板上,会立即向外扩,能形成一个水层,附着在玻璃板上;而如果把一滴水银放在玻璃板上,水银则收缩成小球,在玻璃板上滚来滚去。这两种不同情况,就是浸润和不浸润现象。也就是说,水与玻璃的接触是浸润现象;而水银与玻璃接触称不浸润现象。正因为水对玻璃等物质是一种浸润液体,所以水在玻璃管中会出现向上弯曲液面,也就是所称的凹液面。

水的浸润性,使水在工业、农业生产和人民生活中,具有诸多其他物质所不能替代的作用,将在以后有关章节叙述之。

十、巨大的热容量

为了认识水的热容量,要先了解一下水的比热、汽化热和冰的融解热等一些概念。把物体加热,它的温度就会升高,水也具有这种特性。使单位体积的物体温度提高 1℃所需的熱量称为比热。把 1 克水加热使其温度提高 1℃就要消耗 1 卡的热量,因此说水的比热是 1 卡/克·度。水是比热最高的一种液体,其他如苯的比热是 0.4 卡/克·度,煤油的比热是 0.51 卡/克·度,酒精的比热是 0.58 卡/克·度等,都小于水。由于水的比热高,液态水是一种能量的载体和气温调节剂。使单位水体由液态而变成汽体时所需的热量称为水的汽化热。即在一个大气压下,把一克水完全汽化所需的热量为 539 卡,也就是说水的汽化热为 539 卡/克。如果把已经结成的冰再融解为水也需要热量。把单位体积的冰融解为水,需要 80 卡热量,也就是说冰的融解热为 80 卡/克。冰的融解需大量的热量,这就回答了为什么冰体融化时会感到气候变冷,因为冰融解时吸收了周围空气中的热量的缘故。

正因为水的比热大,具有巨大的热容量,溶解和蒸发的潜热也很高,地球上的水体能缓慢而有效地吸收和释放太阳的巨大热能,从而起着积蓄热能的重大作用。也正是由于水具有比热大这一特性,加之地球表面的 70%多又都覆盖着水体,也就是浩瀚的大海和陆地众多的江河湖泊等水体的巨大调节作用避免了地球上温度的骤变,才使地球表面始终维持一个比较适宜于人和生物生存的温度和气候,世界上才这么生机勃勃。如果设想地球也像月球或太阳系的火星、水星等其他行星那样没有水,昼夜温差那么大(如离地球

最近的月球,昼夜温差就 200°C),地球上还能有人类和其他生物吗?即使有还能继续生存下去吗?这是不言而喻的。也正是因为大海的水体广袤无边而且又有巨大的热容量,才使邻近海域的陆地具有良好的海洋性气候。昼夜温差小,不同季节的冷暖适宜,成为人们都留恋和向往的地方。陆地上的湖泊和大型水库等水体,虽然没有海洋那么大,但也能在一定程度上调节当地的小气候。由于同样的原因,在生物有机体内,水也能缓解新陈代谢所产生的热反应。也是因为水的热容量大,又最廉价,水才被最普遍地用于工业生产的热能转换上。用水进行冷却,用余热水取暖,经济适用。由于水的热传导、热容量、热膨胀、融解热、汽化热等几乎都比其他液体高,这也是水得到人类最广泛利用的一个重要方面。

十一、三态并存的特性

水,可以有固、液、气三种形态,而且在大自然中三态在不断转化循环中。在标准大气压下,温度在 $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间,水为液态;在 0°C 以下水则结为固态冰;在 100°C 以上则为气态。三态界限分明,易于转化。由于水有三态并存且互相转化的特性,才使自然界中的水形成强烈的周期性循环。水在大自然循环中的作用,不仅表现在空间位置的迁移和量的变化上,同时也表现出质的转换。由于水的三态转换和循环产生的大量降水,使动植物的残骸、粪便和垃圾等,得以冲刷、稀释加之水体中微生物的分解,将其分解为二氧化碳、水和无机盐等,并又是通过水的流动,毛细管作用等,使这些营养物质被植物吸收,也使得大自然得到净化和再生。如果没有水这样默默而又勤奋地工作,地球表面上将会是什么样的状态呢?

十二、受热的不变质性

温度的变化,可以改变水的形态,但其基本性质不变,也可以称之为水的稳定性。即水受热后只是形态变化,水的分子结构不变。即使把水加热到 2000°C ,也只有极少一部分水分子分解为氢原子和氧原子。而在这一温度下,绝大多数物质都难以保持原来的分子结构。正因为水具有受热不变质的特性,地球上有一部分水处于地壳深处,具有很高的温度,但不管经受怎样高的热度,从地下抽上来的水毫不变质。水的这种受热不变质的稳定性,对地球上生命的发展,当然也是十分有利的。

第三节 水的一些奇异特性

水是最普通、最平常的物质。上节我们已经介绍了一些人们比较熟悉的自然特性。然而,世界多奇妙,大自然千奇百怪,千变万化。就是这最普通平常的水的个性,也是极其丰富多彩的。现代科学已经证明,水还具有一些不寻常的、令人惊奇的物理和化学性质,所以有人又不得不称水为“普普通通的怪物”。认识、运用水的一般特性,已经使水对人类做出了重大贡献;而进一步探讨、掌握水的一些新的、奇异的特性,将使水的作用发扬光大,业绩更辉煌卓著。水之于人类的前途将更加光明、广阔。

一、水沸点的特殊性

水的几乎所有物理、化学性质,在自然界中都是与众不同的。水之所以具有一系列独特的,有时甚至是极其异常的性质,这是由于水的分子结构和分子间存在氢键决定的。而水的某些异常性质对于地球上一些重要的过程,如地球上生命的产生和维持、地球气候与

地球的形成等都具有重要意义。所以我们为进一步研究开发水的功能和作用,更好地利用水,有必要进一步认识水的一些新的、奇异特性。首先,我们先从认识水沸点的特殊性开始。

在日常生活中,人们都比较熟悉的生活常识:把水加热到一定的温度,水就沸腾起来变成蒸气不翼而飞了。如果不注意满满一锅水会全部烧干,甚至会把锅烧坏。水在这翻滚沸腾时的温度叫做沸点。水的沸点随它所受到的压强大小而有所变化。在接近海平面的地方,也就是在一个大气压力之下,水的沸点为 100°C 。而在海拔 8848 米高的珠穆朗玛峰上,水的沸点只有 72°C ,如果再把气压降低到 $1/80$ 个大气压下,水的沸点将降低至 10°C 。如果在地表以下,由于气压随高度逐渐降低会不断增加,大约每增加 1000 米深度,会增加 0.3 个大气压,水的沸点温度也升高 3°C 。水的沸点随气压而变化的这一特性,是人们已经普遍熟知的常识。然而,却很少有人注意到水的这一沸点,即在标准大气压下,沸点为 100°C 并不是符合规律的。前面已经讲过水是氢和氧的化合物,而组成水的氢和氧的沸点均约为 -200°C ,两者的冰点也约为 -250°C ,而水的沸点却比构成它的元素的沸点高得多,则表现其沸点的特异性质。大家知道水的分子式为 H_2O ,分子式和水相似的同族化合物中,有硫化氢(H_2S)、硒化氢(H_2Se)和碲化氢(H_2Te)。而它们的沸点则分别为 -63.5°C 、 -41.5°C 和 0°C 。如果按照同族各种化合物沸点亦相似的分布规律要求看,水的沸点应当低于 -63.5°C 。如果真是这样的话,那可就不得了啦。因为在地球上通常的温度都高于 -63.5°C 这样的温度,地球上的水都在这一沸点以上,将全部成为水汽,而很难再找到液态的水,那么地球上的世界将变成什么样子呢?恰恰因为水具有这种奇异的沸点,可以说是“歪打正着”,地球上才得以有大量的液态水存在,地球上才有生命,才有动物、植物,才有这样五彩缤纷的世界。

二、水的导电性

水这种物质,虽然自人类诞生以来,就与人结下不解之缘,但是人们真正科学地认识水的内部构成还是 19 世纪初用电解的方法,才证明水是由两个氢原子和一个氧原子构成的。如前所述的水是一种分子物质,而不是离子物质,水是中性的分子组成的。当电流通过一种液体时,实际上是由离子在溶液中的移动把电荷一点一点输送的。而水是由分子组成的物质,因为绝对纯净的水是不含离子的,所以,一般地讲,纯净的水应是绝缘体,是不易导电的。但是,化学家认为,就是纯净的水多少也有导电性,其原因是水体中有来源于本身的离子。假定在两个水分子之间偶然有一个质子如(H^+),从一个分子转到另一个分子,那么,这两个分子就都变成了离子。如果在水中加入一些离子物质,可以大大提高水的导电性,而实际上一般水中都含有不同的离子杂质(盐类)等。所以一般水又具有导电性,尤其当水中含有一定盐类离子时,它变成了导体。由于一般自然界的水绝大多数不是纯水,都含有一定离子,所以本不该导电的水就又具有一定的导电性。而且在某些条件下,一般水的导电性可能很大,比如在室温时,水的导电率要比大多数非金属液体至少大 100 万倍,所以人们都比较注意水的导电性,手上带水时是不能接触电器的。

三、同素异形冰

前节已经介绍了,水有不可压缩的特性。即使在 20000~25000 个大气压下,水的体积都不会缩小,但是如果压力再增加,超出上述压力限度以后,水分子间的距离开始缩短,水的体积也就缩小了。在超高压情况下,水的体积逐渐缩小,当水的体积缩小到一定程度,就

形成各种形体的同素异形冰。这时的水就获得了新的特性。如在 100000 个大气压之下的水,则成为同素异形冰,又称为 VI 号冰。其熔点可为 360°C ,这时已经接近水银的沸点了。这种特殊的水,当然也又有新的更加奇特的功能。对此科学界正在深入地研究。可以说,目前我们对于水还有许多问题尚不十分清楚。

四、过热水

水能浮起比其比重小的物体,如木头、塑料等物质,这是人们所共知的。然而有一种水,它不仅能浮起木头,还能将木头“吃”(溶解)掉,这种水你知道吗?这种水就是过热水。也叫超临界水。

任何液体加热加压到一定程度时,它的液相和气相就难分了。水也是一样,如果对水同时加压又加热,当加热到 374.2°C 以上,加压压力达到 218.3 个大气压以上时,它的液相和气相就很难分了,便形成了过热水,这时的温度(374.2°C)称为水的临界温度,这时的压力(218.3 个大气压)称为水的临界气压。这时水的密度仅有 0.325 克/立方厘米。这时的水应保存在特殊的合金容器或高压容器内。继续再提高水温度和压力,如果把水加热到 375°C 以上时,过热水可以和氧、空气、氮混合,这就形成了一种特殊的过热水——空气——氧的混合物。如果把水加热到 500°C 时,它的密度仅为 0.1 克/立方厘米,这时的水,就是超临界水,仍称过热水。经过科学家研究证明,超临界水具有两种显著特性:一是具有极强的氧化能力,将需要处理的物质放入超临界水中,充入氧和过氧化氢,这种物质就会分解;二是可以与油等物质混合,具有广泛的融化能力。这些都是过热水的奇异功能。因此,当一些有机物质,如木头等,进入这种过热水和空气混合时,就会迅速燃烧,也就被剧烈氧化。但它不发光,不冒烟,却产生大量热,使过热水温度继续提高,直至木头等有机物在这种“燃烧”现象中完全“溶化”在水中。这就是我们说的水可以“吃”掉木头的道理和过程。国外有人打算利用这种过热水的“燃烧”现象来处理剧毒的物质和氢化物等废弃物。由于其“燃烧”放出的热量,会使废物的化学反应继续进行,因此说这将是一种先进有效的废物处理方法。由于这种“燃烧”节约能源,又能解决有毒、可燃易燃废物,所以颇受重视,目前有的国家已有专用的废物处理车供工业使用。

上边讲的是人工生产过热水的方法,在自然界中也有自然形成的过热水。1979 年,科学家考察北纬 21° 附近加利福尼亚海湾海底的裂隙扩展中心发现,这里海底裂隙每年扩展 6 厘米。6 公里长 10.5 公里宽的热扩展地带有 20 多个热喷泉口,水温高达 350°C ,压力在 250 个大气压,这就是非人工的过热水。科学家也发现在附近的水域中,还有管形蠕虫动物和贝壳,双目失明的蟹、水母等动物生存。人们正在探索这大自然中的又一个奥秘。

五、超冷水

一般水在 0°C 以下要结冰,这也是人们熟知的常识。但在奇妙的大千世界中却也存在低于 0°C 的水。比如在南极进行科学考察的科学家就发现,在南极冰冠底下有九个湖,而湖水温度却是 -2°C 。科学家把这种低于 0°C 的水,称做“超冷水”。这种水的形成,和水所受的压力有关。

超冷水,有许多古怪的性质。例如,它比普通水粘,它可以更多地溶解空气和氧气;它的比重大于 1,也很不稳定。所受的压力一旦撤出,立即就变成普通的水,并且体积变大。据测定,在南极 3000 米深处,压力高达 270 个大气压,此时的水在 -2°C ,即已溶化成超冷水。由于这些超冷水聚集在低洼处,就形成了世界上特有的超冷水湖。

六、过热冰

科学家利用人工手段对地球上的冰进行高压试验研究,得到了如果不断加以高压,冰的熔点温度不断提高的规律,如果把冰加压到 21000 个大气压,这时要把它变成液体至少要加热到 65℃ 以上,当压力增大到大于 30000 个大气压时,冰的熔点就要提高到 130℃;当压力加到 39000 个大气压时,冰的熔点高达 192℃。在这样的温度下,普通水早已变成水蒸气了。而这种高压的冰却在高温情况下“无动于衷”。科学家称这种高压冰为过热冰。过热冰也同样具有一些特殊性质,并有更神奇的功能。

通过上述几种特定条件下水的一些奇异特性的介绍,可以预言,随着科技进步,人们进一步探索、掌握、运用水在超常情况下种种奇异的特性,将使水的功能放出更加灿烂的光辉。

第四节 五花八门的水

随着科学的发展,人类的进步,水在各方面的应用越来越广泛。由于各种不同目的,普通的水在各种不同的物理力作用下,形成了五花八门、各种各样的水。而人类对水的各种不同组成、性质,乃至功能、作用的认识,也越来越深刻。下面将进一步介绍由于自然力或人为加工形成的各种各样,性质各异的水,统称为“五花八门”的水,说明其特殊功能、作用。而对于人们日常生产、生活关系更直接更密切的特殊水则将浓笔叙之。

一、纯水

自然界中的水,都不是纯水,都含有一定量的强电解质及硅酸和二氧化碳等弱电解质,统言之都含有一定盐类。如果把自然水中盐类除掉到一定程度,就产生了纯水。亦即将易于去除的强电解质、硅酸和二氧化碳等弱电解质,去除到剩余含盐量在 1 毫克/升以下,就可称为纯水,又称去离子水或深度脱盐水。如果把水中的导电介质几乎完全去除,又将水中不电离的胶体物质、气体及有机质去除到最低程度,亦即剩余盐含量在 0.1 毫克/升以下,就叫做高纯度水。随着水的纯度提高,水的一些特性,尤其是其导电性将显著变化。目前为发展电子工业,人们对水尽量提纯,已经制出纯度达 99.99999%,含有的杂质仅为 0.01 毫克/升的高纯水。其电阻率已达到 1.8×10^6 欧姆·厘米,接近理论电阻率。

二、磁水

磁水,是磁液的一种。把颗粒直径为微米级的铁氧体磁粉在肥皂液等皂化剂的作用下,溶化在普通水中,形成 10^{18} 颗粒/厘米³ 的悬浮的乳化液体,这种水就叫磁水。

磁水有其特有的个性和功能:磁水的比重比普通水大;它有磁性,可以与磁铁作用。磁水的表面张力很大,可使磁液表面形成弧形。磁水的浮力很大,钨球都可以在磁液内浮动。磁水还有双折射现象,可使自然光通过时由一束变成两束。

磁水的用处很大。用磁水做成磁性墨水,可以在宇宙空间失重情况下进行自动记录;还可以用磁水作为特种真空泵中抽吸空气的介子;用作超大功率扬声器的阻尼磁铁;用磁水做成针剂可对人体任何部位病变进行治疗;也可用于新型磁染色工艺等等。

三、磁化水

水以某种流速通过一定强度的磁场,并垂直切割一定次数磁力线,这种经过磁场处理的水,叫做磁化水。