



人类与水

◎ 车安宁 著

大自然为地球创造了这么多水，真是一个奇迹

水在维系地球自然生态中起着其他任何物质不能替代的作用

水始终是人类社会生活和生产最基本、最廉价的资源

水是保证人类物质文明和精神文明发展的不竭源泉

能否实现水的永续利用，是大自然对未来人类智慧的重大考验



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

本书的出版得到甘肃省人民政府参事室和甘肃省科学技术协会的资助

人类与水

◎ 车安宁 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是一本科普书籍,以水为主题展开对相关知识的全面介绍和论述。作者以宏观视野论及人类与水的关系,从多个视角,不同层面向读者展示了水知识、水文化、水科学的魅力。论述范围横跨自然科学与社会科学两大领域,涉及自然地理历史、经济、文学、政治、文化、民俗、地质、天文、物理、化学、灾害、水利、生态等诸多学科,不仅从现代科学角度讲述水的形成、分布与分类,也大量引用古代典籍和典故,讲述传统的水文化及其演变过程,并延伸至今天的水利建设和节水环保等。

本书科学与文化融合,知识与趣味交织。同时,书中也涉及对当前一些社会热点问题的评论和建议,是作者对当代新型科普读物在创作方面的一次有益尝试。

阅读本书可让社会大众更客观、更全面地认识水、了解水,更好地使用水,也可供对人类与水感兴趣的读者研究参考。

图书在版编目(CIP)数据

人类与水 / 车安宁著. — 北京:中国水利水电出版社, 2016.5

ISBN 978-7-5170-4119-1

I. ①人… II. ①车… III. ①水—普及读物 IV. ①P33-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第131084号

书 名	人类与水
作 者	车安宁 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	170mm×240mm 16开本 17.75印张 290千字
版 次	2016年5月第1版 2016年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	45.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

序

这是一本全新的，具有时代特色的，全面介绍水知识的科普书籍。全书以 60 个相关命题作为各自独立的单篇文章，论述了一般人们所熟悉而又不详知的关于水的科学知识和历史文化知识，同时也展现了作者许多全新的学术观点和对于当代人类与水的社会学思考。

水无疑是包括人类在内的地球上一切生命体的摇篮和保障，也是人类文明的渊藪。世界几大文明的发源地都和水有着密切的关联，如尼罗河流域的古埃及文明、两河流域的古巴比伦文明、恒河流域的古印度文明、黄河长江流域的中华文明，以及之后的古希腊文明等莫不如此。

进入现代社会，人类的生活和生产更是离不开水。今天，虽然我们面对着水资源匮乏的现实，但是对于水的认识却还仅停留在单纯认为水是自然界的一种常见的普通物质的层面上。因此，要做到更好地利用水，我们就必须更全面、更科学、更深刻地认识水。

全书以“水”为主线，引出各种关于水的话题，从远古到当代，从太空到海洋，从地面到地下，从室内到原野，把自然科学知识与社会科学知识有机地结合与衔接起来，宏观、中观与微观并举，既有对科普知识的融会贯通，又有对人文地理历史知识的介绍，更进一步阐述了水对于维系地球生态圈的重要性，人类社会对水的依赖性以及水文化的发展轨迹等。作者同时也表明了自己对一系列水问题的思考和见解，从而帮助我们更好地结识水缘，以水为友，深层次的认识水的特性和本质。

作者在书中提出了“人类对水的利用也是人与动物重要的分界标志”的观点：除了远古时期开始的农业耕作需要巧妙地利用水，再如早期的制陶、泥草房的搭建及之后的青铜器冶炼、制盐、印染、水磨、水车等，这些人类早期的手工业，不仅开拓了人类对于水的利用的全新领域，也包含了工业发展的雏形，同时也奠定了人类与动物的根本分界。

作者在书中还叙述了西方启蒙运动后，随着人类对于水的科学探知，促进了人类化学、物理、数学、地学、气象等学科的发展。工业革命的兴起，人类开始大规模发明、制造和使用器械，水也在其中扮演着重要的角色，如蒸汽机、水压机、汽轮机，以及水电设备、导热制冷、造纸、印染、化工、钻探等都离不开水。随之，“人类对于水的依赖不是减弱，而是更加强化了。”从而把读者引向了“人类与水”这个命题的宏观视野和深层次思考的层面。

书中还以多个单篇着重介绍了中国传统水文化、历代治水记载及中西方水文化对比等，同时也有如何识别健康饮水等具体的微观方面的问题，并对此有介绍、有论述、有评议，也有质疑，反映出作者对中国水文化的深入研究和批判。

作者在书中对诸如：地球地下深处是否有海洋、大禹治水、尼斯湖水怪、地下水超采、兰州牛肉面与水等问题提出了自己的见解，并给出更为科学的解释，同时也对“水变油”“水知道答案”这类伪科学命题给予了揭露。

书中把被污染的水称为“垃圾水”的提法、如何看待水灾、中国当今的治水理念、缺水与贫困的关系，以及对南水北调的看法都写得很具体，很有见地。同时，对于减少水库蒸发、以水治理雾霾、未来海上城市建设、水博物馆的革新，以及建立水经济学学科等也都具有标新立异的思路。

本书语言浅显而精雅，严谨而不失活泼，常常在叙事中能恰当地引出中外历史典故或引用成语，深刻而精辟，每每令人若有所思，遐想连篇。在惊叹作者知识面广博的同时，也对此书产生一种关于水知识的小百科全书的感觉。同时，作者还为我们潜移默化地提供了一种思考问题的方法，即对事物进行全方位的、正向和逆向的、历史和现实的辩证思维方式。

对于本书，常常是一篇读罢，掩卷深思，浮想联翩。作者仿佛把我们带到了一个博大的水世界，一个又像是过去与未来交汇的世界，但又是一个十分现实的世界。无论这个世界如何变幻，人类都离不开对水的需求和依赖。这就提示我们必须正确地认识水、珍惜水、保护水，更要节约用水。

最后，作者还谆谆告诫我们，为了生存，为了发展，为了子孙后代，为了千秋大业，为了实现“中国梦”，我们应当建设节水型社会，节约每一滴水，用好每一滴水……

流域水循环模拟与调控国家重点实验室主任
中 国 工 程 院 院 士



2016年5月28日



目 录

序

识水篇

1. 水是什么 3
2. 给水分子照个相 7
3. 地球上的水是从哪里来的 10
4. 地球上到底有多少水 13
5. 水对于地球生态圈的维系 17
6. 水的颜色是什么 21
7. 你知道与水相关的这些奇异现象吗 25
8. “流水不腐”与“谢皮罗现象” 30

观水篇

9. 如何利用水也是人与动物重要的分界标志 35
10. 水是如何影响人类文明发展进程的 38
11. 东西方水文化的异同 45
12. 如何认识水灾 52
13. 人类战争中的“以水代兵” 57
14. “尼斯湖水怪”不是谜 63
15. 《水知道答案》到底是一本什么书 66
16. “水变油”的说法“靠谱”吗 70



敬水篇

- | | |
|------------------------|-----|
| 17. 生命与水 | 75 |
| 18. 水的力量有多大 | 80 |
| 19. 假如海水不是咸的 | 85 |
| 20. 中国古代文化中的水崇拜 | 88 |
| 21. 河图与洛书究竟是什么符号 | 92 |
| 22. 中国古籍中关于河渠的记载 | 95 |
| 23. 《水经注》是一部怎样的书 | 102 |
| 24. 中国语言文化中的“水”字 | 107 |

忧水篇

- | | |
|-----------------------------|-----|
| 25. 地球上的水资源为何这么紧缺 | 113 |
| 26. 当代中国贫困人口存在的主因——缺水 | 119 |
| 27. 我国当代城市的缺水困境 | 124 |
| 28. 被超量开采的地下水到哪儿去了 | 128 |
| 29. 我们为什么要保护湿地 | 133 |
| 30. 中国向水污染宣战 | 138 |



释水篇

- 31. 自来水史话 147
- 32. 水的沸点与兰州牛肉面之谜 152
- 33. 古人寻找河中石兽的启示 154
- 34. 对日常生活中饮用水的认识 156
- 35. 茶饮与茶文化的变迁 161
- 36. 漫话酒水与酒文化 165
- 37. 由传统水烟联想到雾霾的治理 170
- 38. 新能源与水 173

惜水篇

- 39. 全球性水危机与我国面临的问题 179
- 40. 如何把握“根本的出路在于节水” 184
- 41. 向大海要淡水是未来的出路吗 190
- 42. 减少水面蒸发 实现水库节水 195
- 43. 城镇如何实现有效的节水 199
- 44. 应当建立一门水经济学 202



思水篇

45. 今天, 我们如何认识人水关系	207
46. 人类为什么要寻找天外之水	212
47. 地球内部隐藏着巨大海洋吗	215
48. 远古地下水的发现有什么意义	218
49. 青藏高原部分水量失踪之谜	222
50. “海市蜃楼”将不是梦幻	225
51. 海洋开发 大有可为	228
52. 对当代水科技馆建设的思考	232

治水篇

53. 大禹治水之谜	237
54. 今天, 我们该如何治水	241
55. “疯狂设想”与走出水危机	246
56. 三峡工程争议的焦点在哪里	249
57. 我国当代城市的水患治理	253
58. 我国水土流失的现状和原因	258
59. “南水北调”工程与“虚拟水”概念	262
60. 人类与水的未来展望	267

参考文献	271
------------	-----

后记	273
----------	-----



识水篇

几千年来，人类对于水的认识一直停留在直观的唯象阶段，随着现代科技的发展，人类对于水才有了科学的宏观和微观的全面认知，但是截至目前，这种认知还远远没有完结。

识水篇





1. 水是什么

在地球上，我们生活的地方，举目望去，到处都能看到水的踪影。甚至到了沙漠，人们也能找到水。如果到了大海边，那浩渺无尽的波涛，该赋予人们多少海阔天空的联想啊！

曾记得，在童年大约五六岁时，自己常常和小伙伴们玩泥巴，弄得满手都是泥，要回家了怕被妈妈斥责，一时又找不到水洗手怎么办？我们这些穿着开裆裤的小男孩自有办法——蹲下来一边撒尿，一边洗手，而且这“自来水”还是热乎的。有一次，我不小心被开水烫了手，事后，我问妈妈：“水是什么东西？”之所以这么问，是因为在我懵懵懂懂的生活实践中，感觉水有时候是冰的，有时又热得烫人；水既可以从井里打出来，又能从天上掉下来，还能把脏手洗净。还有在冬季的晚上，妈妈将一个圆圆的、扁扁的铁水壶中灌满热水，放在被窝里就可以暖和一整夜了。这对当时我这样的小孩子来说，实在是有些不可思议！

妈妈当然回答不了我的问题，或者说当时的回答我也听不懂。现在想来，古往今来不知有多少人曾经提出过类似的问题。人们似乎都知道水是什么，因为人类很早就开始对水产生了兴趣和认识，东西方朴素的物质观中都把水视为一种基本的组成元素，如：水在中国古代是五行之一；西方古代的四元素说中也把水列为其中之一。但是无论中外，包括那些赫赫有名的大学者们，也只是笼统地说“水的重要”“水的不可或缺”和“水的神奇”等，但是谁也不能准

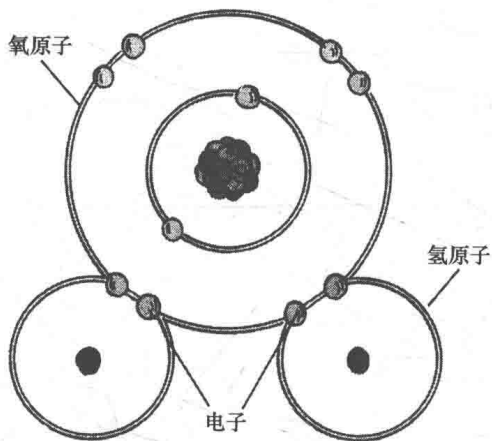
确、圆满地回答，水到底是什么？

可以说，一直到了近代随着西方科学技术的兴起，人类对物质的认识有了科学的概念，并确立了物理、化学、生物等学科；有了实验手段，认识到物质的分子结构，并有了高倍显微镜，才逐渐真正揭示了“水是什么”这个命题。

1784 年，英国科学家卡文迪许用实验证明水不是元素，而是由两种气体化合而成的产物。1809 年，法国化学家盖吕萨克测定：1 体积氧和 2 体积氢化合，生成 2 体积水蒸气，从而知道了水是一种氢氧化合物。

《现代科技词典》的表述为：水（ H_2O ）是由氢、氧两种元素组成的无机物，水的纯净物在常温常压下为无色无味的透明液体。水是自然界最常见的物质之一，是包括人类在内所有生命生存的基础物质，也是生物体最重要的组成部分。水在生命演化过程中起着重要的作用。水在自然界所起的作用，是其他物质所不能替代的。

学过初中化学的人都知道，水的化学成分如果按质量比例计，含有 11.11% 的氢和 88.89% 的氧。水的化学分子式为 H_2O ，相对简单明了。因为水由分子构成，所以水具有分子特性：①水分子不停地做无规则运动；②分子间有空隙；③水分子之间有一定作用力。水的分子量为 18.0151，CAS 号为 7732-18-5。水除了有与其他液态凝聚态物质一样的一般特性外，也有其自身的特性。水的分子结构对称美观，也很形象，为 $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ ，三个原子的组成并不是连成一条直线，而是像一个挂衣服的架子，中间高两头低，两边对称，两个 $\text{H}-\text{O}$ 之间有一个 104° 的夹角。



水分子示意图

氧原子是由一个带正电的原子核和六个围绕核旋转的价电子组成（其最里层还有两个 K 电子在形成水分子时不参与反应）。氢原子也一样，只不过只有一个电子。一个氧原子和两个氢原子组成水分子全靠这八个电子维系。这八个电子两两结合组成四对，分别占据以氧原子为圆心的四个方向。由于相互排斥的原因，这四个方向必须相互距离最远，这就形成了所谓的正四面体（也就是等边三角锥体），它们之间的夹角都是 $109^{\circ}28'$ 。形成水分子的两个氢原子各占锥体一个角，另外两个角仍是由两对未成键的电子占据。因为氢原子核带正电，中和了一部分电子的斥力，使未成键的两对电子挤压了成键的两对电子的空间，所以两个 H-O 键之间的夹角就变成约 104° 了。

正因为如此，水分子才具有很强的极性，才会形成氢键，进而具有很大的热容。这是因为液态水要加剧分子热运动而升高温度或分散成单个分子而汽化，都需要克服氢键的作用，这就需要吸收较多的能量。所以在水多的地方，如海边温差就比较小。这是因为有太阳时水要蒸发就吸收大量热量，晚上空气中水冷凝时要释放大量的热量。水的这种独特的分子结构，使其具有恰当的极性而成为重要的分散剂，许多物质都能在水中溶解分散，形成溶液、悬浊液或乳浊液等。因此，许多化学反应都是在水溶液中进行的。



水蒸发实验

现代工业正是利用了水的这些特性，将其作为工作物质或生产介质，用以加热原料或冷却机器设备，并且还利用水的分散剂特性，制造了许多相关产品。

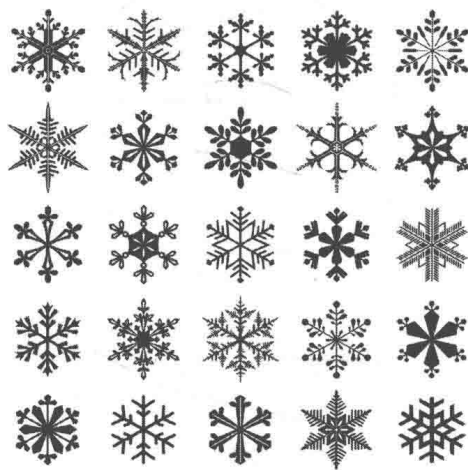
水也可以称为“氧烷”。如在“水”的前面加上定语，可以用来区分不同类型的水，例如淡水、海水、污水，及软水、硬水、蒸馏水、去离子水或重水等。

水的物理性质还有：沸点为 100°C （海拔为 0m ，气压为一个标准大气压

时);凝固点为 0°C ;三相点为 0.01°C ;比热容为 $4.2 \times 10^3 \text{J/kg}$;临界温度为 374.2°C 。冰的密度比水小;水的密度在 3.98°C 时最大,为 $1 \times 10^3 \text{m}^3/\text{kg}$,温度高于 3.98°C 时,其密度随温度升高而减小,在 $0 \sim 3.98^{\circ}\text{C}$ 时,水热缩冷胀,密度随温度的升高而增大。水在变成雪花时,会呈现出五彩缤纷,互不重复的、十分规则的六边形几何图案。

由于水的普遍存在和其具有的独特性和不可替代性,现代科学以水的冰点 0°C 作为温度的分界线;以水的沸点为 100°C ;以水的比重为 1;以海平面为海拔高度起点等。可见,人类对于水的利用还不仅仅限于实际生活和生产,还利用了水的特性作为科学观测和研究的基本实证和依据。

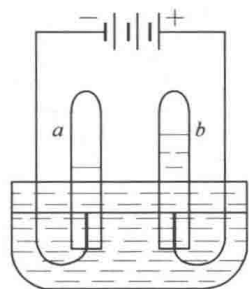
如果用一句通俗的话来定义水,应当怎样表述呢?笔者以为,可以这样表述:水是地球上一种普遍存在的普通物质,它对于维系地球生态与包括人类在内的所有生命至关重要,也是我们现代生活和生产最重要的自然资源之一。



2. 给水分子照个相

时至今日，人类对于水的认识还在继续深入。比如说，我们只知道水是由两个氢原子和一个氧原子构成的，科学研究发现，水的一个分子的质量大约是 $3 \times 10^{-26} \text{ kg}$ 。但是水分子到底长什么样？它们又是如何形成水分子的？这是人类肉眼无法观察到的。水作为地球上生命之源，其独特的氢键结构也一直让科学家们难以解释。

过去，人们对于水的研究，只是依靠简单的实验设备，如今的研究，早已深入到分子级别，因此，实验设备和手段都需要新的突破。



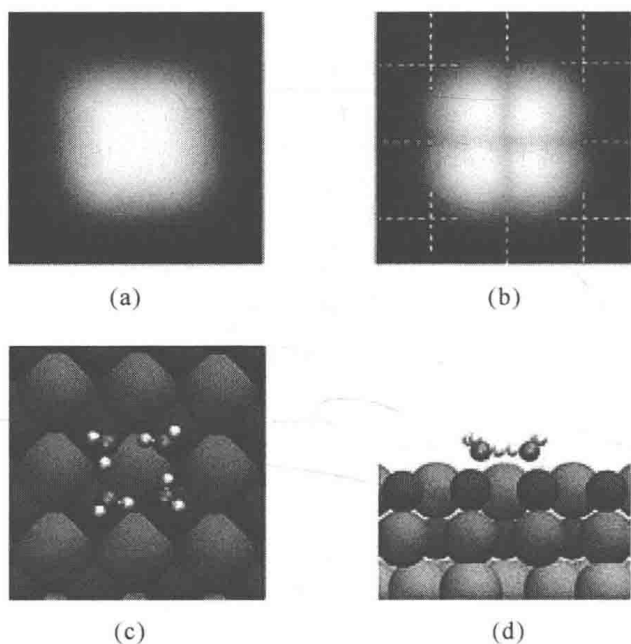
电解水实验

2014年1月16日《人民日报》报道：我国科学家在世界上首次拍摄到了水分子的内部结构，使得在实验中直接解析水的氢键网络构型成为可能。这一科研成果已于2014年1月5日在世界权威科学杂志《自然—材料学》上全文

在线发表。

该报道还说，给水分子拍照不是一件容易的事，因为它实在是太小了，直径只有一根头发丝的百万分之一，而且在液态情况下，水分子运动非常快。拍照的第一个难题，就是给它选择一个合适的衬底。

该文章发表以前，世界各国的科学家拍到的水分子照片，最多只是模糊的外形——“一个没有任何内部结构的圆形凸起”。这次我国科学家选取了金属表面生长的绝缘薄膜（氯化钠）作为拍摄的衬底，让水分子吸附在盐的表面进行观察，这大大减小了水分子和衬底之间的耦合，从而使水分子本征的轨道结构得以保留。



水分子照相图

拍摄水分子内部结构的另外一个挑战，就是单个水分子的信号强度异常微弱，对实验仪器的精度要求非常高。北京大学的江颖课题组和王恩哥课题组紧密合作，通过论证和探索，成功地把亚分子级分辨成像和操控技术应用到水科学领域，开创性地把扫描隧道显微镜的针尖作为顶栅极，以皮米（pm， $1\text{pm} = 1 \times 10^{-12}\text{m}$ ）的精度控制针尖与水分子之间的距离和耦合强度，调控水分子的轨道态密度在费米能级附近的分布，从而大大提高了成像的信噪比，捕捉到水分子更清晰的面貌。基于高分辨率的水分子图像，研究人员还可以进一步确