

解 读 地 球 密 码

丛书主编 孔庆友

健康之水 矿泉水

Spring Water
The Healthy Water

本书主编 刘小琼 吴国栋

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

天然矿泉水是含有对人体健康有益的常量和微量元素的健康之水，常分为饮用矿泉水和医疗矿泉水。饮用矿泉水不含热量，可以补充矿物质，是有益于人体健康的天然饮品。



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

解 读 地 球 密 码

丛书主编 孔庆友

健康之水 矿泉水

Spring Water
The Healthy Water

本书主编 刘小琼 吴国栋



图书在版编目(CIP)数据

健康之水——矿泉水 / 刘小琼, 吴国栋主编. —济南: 山东科学技术出版社, 2016.6
(解读地球密码)
ISBN 978-7-5331-8369-1

I. ①健… II. ①刘… ②吴… III. ①矿泉水—普及读物 IV. ①TS275.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 141413 号

丛书主编 孔庆友
本书主编 刘小琼 吴国栋
参与人员 郭加朋 王莹 王建

解读地球密码

健康之水——矿泉水

刘小琼 吴国栋 主编

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司
出版者: 山东科学技术出版社
地址: 济南市玉函路16号
邮编: 250002 电话: (0531)82098088
网址: www.lkj.com.cn
电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn
发行者: 山东科学技术出版社
地址: 济南市玉函路16号
邮编: 250002 电话: (0531)82098071
印刷者: 山东金坐标印务有限公司
地址: 莱芜市嬴牟西大街28号
邮编: 271100 电话: (0634)6276023

开本: 787 mm× 1092 mm 1/16
印张: 5.5
版次: 2016年6月第1版 2016年6月第1次印刷

ISBN 978-7-5331-8369-1
定价: 32.00 元

普及地質科學知識
提高民族科學素質

李延棟

2016年九月

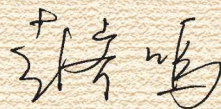
传播地学知识，弘扬科学精神，
践行绿色发展观，为建设
美好地球村而努力。

翟裕光
2015年10月

贺 词

自然资源、自然环境、自然灾害，这些人类面临的重大课题都与地学密切相关，山东同仁编著的《解读地球密码》科普丛书以地学原理和地质事实科学、真实、通俗地回答了公众关心的问题。相信其出版对于普及地学知识，提高全民科学素质，具有重大意义，并将促进我国地学科普事业的发展。

国土资源部总工程师



编辑出版《解读地球密码》科普丛书，举行业之力，集众家之言，解地球之理，展齐鲁之貌，结地学之果，蔚为大观，实为壮举，必将广布社会，流传长远。人类只有一个地球，只有认识地球、热爱地球，才能保护地球、珍惜地球，使人地合一、时空长存、宇宙永昌、乾坤安宁。

山东省国土资源厅副厅长



编著者寄语

- ★ 地学是关于地球科学的学问。它是数、理、化、天、地、生、农、工、医九大学科之一，既是一门基础科学，也是一门应用科学。
- ★ 地球是我们的生存之地、衣食之源。地学与人类的生产生活和社会可持续发展紧密相连。
- ★ 以地学理论说清道理，以地质现象揭秘释惑，以地学领域广采博引，是本丛书最大的特色。
- ★ 普及地球科学知识，提高全民科学素质，突出科学性、知识性和趣味性，是编著者的应尽责任和共同愿望。
- ★ 本丛书参考了大量资料和网络信息，得到了诸作者、有关网站和单位的热情帮助和鼎力支持，在此一并表示由衷谢意！

科学指导

李廷栋 中国科学院院士、著名地质学家

翟裕生 中国科学院院士、著名矿床学家

编著委员会

主 任	刘俭朴	李 琥				
副 主 任	张庆坤	王桂鹏	徐军祥	刘祥元	武旭仁	屈绍东
	刘兴旺	杜长征	侯成桥	臧桂茂	刘圣刚	孟祥军
主 编	孔庆友					
副 主 编	张天祯	方宝明	于学峰	张鲁府	常允新	刘书才
编 委	(以姓氏笔画为序)					
	卫 伟	方 明	方庆海	王 经	王世进	王光信
	王怀洪	王来明	王学尧	王德敬	冯克印	左晓敏
	石业迎	刘小琼	刘凤臣	刘洪亮	刘海泉	刘继太
	刘瑞华	吕大炜	吕晓亮	孙 斌	曲延波	朱友强
	邢 锋	邢俊昊	吴国栋	宋志勇	宋明春	宋香锁
	宋晓媚	张 峰	张 震	张永伟	张作金	张春池
	张增奇	李 壮	李大鹏	李玉章	李金镇	李勇普
	李香臣	杜圣贤	杨丽芝	陈 军	陈 诚	陈国栋
	范士彦	郑福华	侯明兰	姚春梅	姜文娟	祝德成
	胡 戈	胡智勇	贺 敬	赵 琳	赵书泉	郝兴中
	郝言平	徐 品	郭加朋	郭宝奎	高树学	高善坤
	梁吉坡	董 强	韩代成	潘拥军	颜景生	戴广凯
书稿统筹	宋晓媚	左晓敏				

目 录

CONTENTS

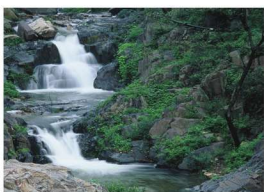
Part 1

矿泉水概念释义



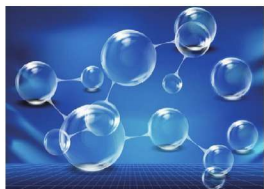
水的基本知识 / 2

古代哲学家认为，水是万物之源，万物皆复归于水。《水经注》里有“天下之多者水也，高下无不至，万物而不润”的论断。为更好地了解矿泉水，我们先从水的结构、特性及水中组分中去探求。



矿泉水的基本概念 / 8

矿泉水是从地下深处自然涌出的或经人工揭露的、未受污染的地下矿水；含有一定量的矿物盐、微量元素或二氧化碳气体；在通常情况下，其化学成分、流量、水温等动态在天然波动范围内相对稳定。矿泉水是在地层深部循环形成的，含有符合国家标准规定的矿物质及限定指标。

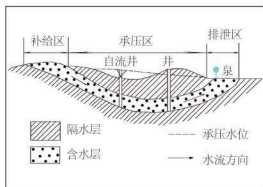


矿泉水分类 / 14

矿泉水的分类方法很多，目前国际上尚无统一的标准。一般会按用途、泉水涌出形式和矿泉水的物理性质及化学成分、矿化度等进行分类。

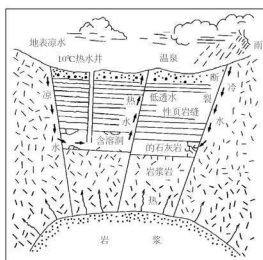
Part
2

矿泉水成因揭秘



深循环矿泉水 / 19

在地壳深部水流缓滞，水循环交替速度缓慢，地下水在漫长的地下深循环中，长期与围岩接触，受溶滤、离子交换等一系列物理化学作用影响，最后沿地壳裂隙运移上升，涌出地表形成各种类型的矿泉水。



地壳活动断裂形成矿泉水 / 20

地壳在形成过程中，受多期构造运动的影响，出现一系列断裂和复杂的地质结构，并形成了丰富、良好的储水空间，断裂带为地下水的运动提供了通道，地下水沿断裂上涌至地表形成矿泉。



近代火山活动形成矿泉水 / 21

在火山活动过程中，当火山活动产生的水、汽上升通道被岩浆淤塞时，水、气就封存在地下，并随着火山活动的结束，而渐渐冷却下来，形成大量深藏地下的含有二氧化碳并富含多种微量元素的矿泉水。当有构造断裂和此种水系统连通时，矿泉水就会涌出地表形成矿泉。

Part
3

矿泉水益人健康



微量元素与人体健康 / 25

水是维持人体健康所需元素的重要物质，也是致害因素的媒介。矿泉水是一种理想的人体微量元素补充剂，其含有的钙、镁、硅、锂、锌、硒、锶、碘、溴等特征元素是生命构成的基础，与人体健康联系紧密。



医疗矿泉水与保健作用 / 34

明代名医李时珍的《本草纲目》中记载：“温泉主治诸风湿、筋骨挛缩及肌皮顽症、手足不遂、无眉发疥癣诸症……”温泉具有消炎止痛、降血压、调节神经系统的功效和作用，对皮肤病、风湿性关节炎、神经衰弱等多种疾病有显著疗效。

Part 4

中外矿泉水大观



全球矿泉水精华 / 40

全球各地的天然矿泉水，都是未经任何的物理和化学加工。有的来自无人居住区的天然冰川，有的来自森林保护区的地下岩层，有海岛天然沉积水，也有火山岩层储水，有水龄过万年的原生态水，也有近于纯净的冰河水。



中国矿泉水荟萃 / 46

我国天然饮用矿泉水资源分布较广，矿泉水点遍及全国，矿泉水中以碳酸、硅酸、锶矿泉水为数最多。其形成分布规律受地质构造、火山活动、地形地貌、地层岩性、地下水类型等因素控制。



山东矿泉水聚珍 / 55

山东省处于亚欧板块与太平洋板块交接处，地壳活动活跃，为矿泉水的形成创造了有利的地质条件。具有矿泉水类型多、水化学类型复杂、矿化程度较低、赋存岩类及矿泉水含水岩组齐全、岩性复杂、受构造控制明显等特征。主要类型矿泉水在各类岩石中的分布也具有一定的规律性。

Part
5

矿泉水开发及保护



矿泉水开发利用历史与现状 / 67

世界各国有关矿泉水的历史文化可追溯至公元前2000年。欧洲是世界上矿泉水开发最早的地区，其中尤以法国、德国等国家的矿泉水开发尤为悠久。我国对矿泉水的开发利用也有着悠久的历史，人们从利用天然温泉治疗疾病开始，发展到饮用，经历了漫长的过程，目前，对矿泉水的开发手段已经相当成熟。



矿泉水水源地的保护 / 72

天然矿泉水含有丰富的宏量元素和微量元素，并且不含有任何热量，也未经污染，是一种人体理想的矿物质补充来源。它是在几百万年甚至更久远的地质年代中所形成的，人类要珍惜和保护这些宝贵的资源。

参考文献 / 76

地学知识窗

地球水是怎样产生的？ / 2 水 / 3 纯净水是怎么发明的？ / 7 矿泉水为什么宝贵？ / 20 矿泉水的年龄 / 23 人体中的宏量元素和微量元素 / 26 为什么有些矿泉水有点咸？ / 28 水在人体组成中的位置 / 33 矿泉水特征组分含量多好还是少好？ / 34 矿泉水年龄与含矿泉水岩石年龄 / 48 什么是山泉水？ / 60 为什么矿泉水中有时会有矿物盐沉淀？ / 68 地下多深才算地下深处？ / 72 矿泉水为什么不宜冰冻？ / 73

Part 1

矿泉水概念释义

矿泉水是从地下深处自然涌出的或者是经人工抽取的、未受污染的地下矿水。它来自地下数千米深处，经过数百年、上千年甚至上万年的深部循环，在地质作用下形成的，含有一定量的矿物质和微量元素。由于矿泉水未受污染，形成周期长，资源有限，它是已脱离了水属性的宝贵矿产资源。



水的基本知识

一、水的结构

为更好地了解矿泉水，我们先来了解水的结构、特性及水中组分。有的学者将水概括为八个字：惊人、迷人、平凡和奇特，让我们通过以下的介绍来领会这八

个字的真正含义。

现在可以人工合成胰岛素，DNP结构也已清楚，但水的结构仍然是个谜，是一个已进行大量研究但仍然存在不少争论的课题。

——地学知识窗——

地球水是怎样产生的？

水是氢和氧的最普遍的化合物，化学式（ H_2O ）（图1-1）。起初水以结晶水的形式存在于陨石之中。地球内部剧烈运动造成地震和火山爆发，晶体水变成水气，连同岩浆热气喷发出来，漂移在大气中。随着地壳逐渐冷却，大气的温度也慢慢地降低，水气以尘埃为凝结核，变成水滴，越积越多，形成雨滴，降落地面，顺川谷形成河流，沿途渗入地下，流至地球最凹处形成原始海洋。

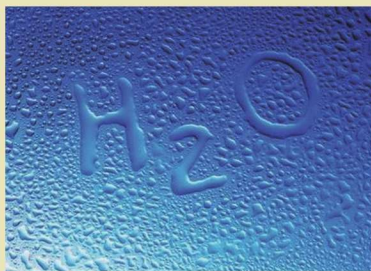


图1-1 H_2O

教科书上介绍了水的结构，水分子为偶极分子，氧原子居中心，两个氢原子位于一个面的两个对角，键角 104.5° 。氧原子的八个电子中有两个靠近原子核，

两个包含在与氢原子结合的键中，而两对弧对电子则形成两个臂，伸向与包含氧原子的面相对的另一面的两个对角，使正、负电子不重合，形成偶极分子，弧对电子

的两个臂能吸引邻近水分子中氢原子局部正电荷的带负电区域，借此把水分子联结起来（图1-2），分子间氢键力的大小为 18.81 kJ/mol ，相当于O-H共价键的 $1/20$ 左右。氢键使水分子发生缔合，缔合的水减弱了水分子的极性，传递离子的能力也降低，故长期静置的水缔合程度大，“活性”严重丧失而成为“死水”。在加热、外加磁场等作用下，水分子间的氢键将不同程度地被破坏，从而降低了缔合度而活化。因此，物质一般在热水中溶解度大。

氢键犹如联结相邻水分子内两个氧原子的桥梁，氢键有高度韧性，但键长不固定，可发生摆动而不易断开，以此来阻止水分子向蒸气飞脱，否则地球的海洋就会是气态的，而生命就不复存在。

（1）自然界中只有水呈气态时，才呈单分子水。由于氢键联结，相邻水分子能以 $(\text{H}_2\text{O})_n$ 的巨型分子存在，但它不引起水的化学性质的改变，这就是水分子的缔合作用。水的相态转化便是靠了这种氢键力的作用。液态水是巨型水分子 $(\text{H}_2\text{O})_n$ 和一些“比较自由”的水或单体水分子的混合物。

（2）液态水结构中除了正态结构外，还有双变态结构水。正态结构水中氢

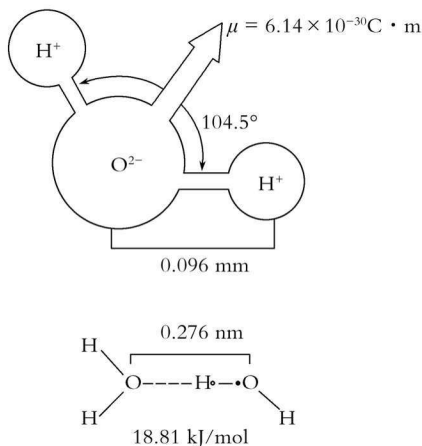


图1-2 水分子与氢键的结构参数图

——地学知识窗——

水

水是构成一切生物体的基本成分。

不论是动物还是植物，均有赖于水维持最基本的生命活动。所以，水是生命之源泉，也是人类最必需的营养素之一。

人的身体有50%~70%是水分。体内的水分主要与蛋白质、脂类或碳水化合物相结合，形成胶体状态。人体总水量中约50%是细胞内液，其余50%为细胞外液，包括细胞间液、血浆，维持着身体内环境水和电解质的平衡。

的两个原子位于一个侧面，而双变态结构水则被对角侧面所捕获，一般液态水中正态结构含量为0%~75%，双变态结构含量为25%~100%。

(3) 水在其他溶液中要离解，温度增高，压力增大时酸度增加。如25℃时，水的离解平衡常数 K_{aq} 为 1.8×10^{-16} (即 $\text{pH}=7.00$)，当温度为60℃时， K_{aq} 为 9.614×10^{-14} ($\text{pH}=6.51$)。水的电解产物有 H_3O^+ 、 H_2O_4^+ 、 OH^- 等。

(4) 温度和压力对水结构有影响。水的密度在4℃时出现最大值，超过或

低于此温度时，密度变小，说明4℃时水结构有一定的转化。在0℃时，液态水密度为 $0.99987\text{g}/\text{cm}^3$ ，冰的密度为 $0.917\text{g}/\text{cm}^3$ ，所以冰能浮在水面上。

天然矿泉水一般为深循环的地下水，地下深处温度、压力都高，这也是很多天然矿泉水富含硅酸的原因之一。

(5) 盐类离子进入水溶液后 (图1-3)，被水分子所包围形成水合层。不同离子的水合数不同，各国学者所做实验得出的水合数也不尽相同。但一般来说，电荷密度越高的离子水合程度越大。假若

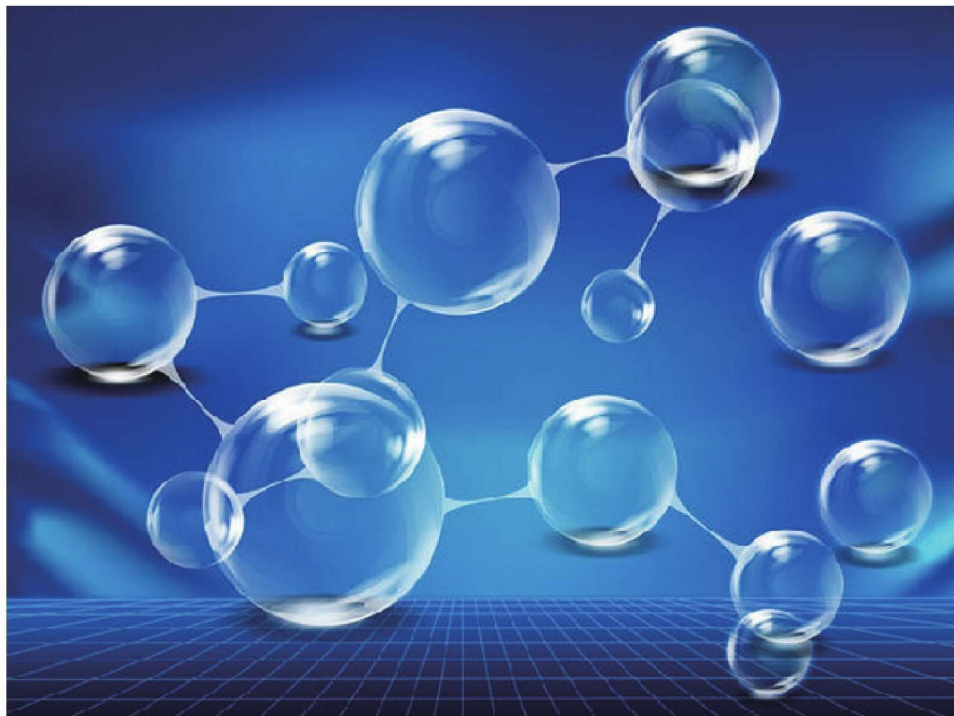


图1-3 盐类离子进入水溶液

是电解质溶于水,会使溶液的体积比溶质和溶剂原来体积之和要小。这是因为离子的库仑引力与水偶极的局部电荷相互作用,具有足够的强度,使水分子接近离子,因而缩小了紧靠离子附近溶剂的体积(电缩作用),说明电解质的加入在一定程度上加强了液态水的结构,并降低了水的流动性。

二、水的性质

水与其他液体相比,在物理、化学性质方面有着它自己独特的行为,也正因如此,水在自然界生命过程中起着特殊作用。水具有以下特性:

(1) 水具有独特的热理性质。水的生成热很高。生成热是指稳定单质生成1 mol化合物时的反应热,水的生成热为 -285.8 kJ/mol ,在2 000 K的高温下离解的百分数为0.588%,所以水能在地球形成初期的高温下存留下来。

水的热传导、热容、热膨胀、熔化热、汽化热几乎比所有其他液体都高。水具有反常高的热容,水运动输送的热量很大,能起调节自然界温度的作用,防止温差变化过大,如海洋的巨大热容量对昼夜和冬夏的温差起着调节作用,而无水的月球昼夜温差可达 200°C 。人体大部分由水组成,水能使人的体温趋于一致,因此地

球上的气候适于人类居住。

(2) 水的表面张力大。表面张力是由于液面层分子受到朝向液体内部的合力作用而使液面具有缩小趋势的力。液体中除汞以外,水的表面张力最大,并随温度升高而减小。

水较大的表面张力影响水的吸附,产生毛细现象。毛细现象是自然界生物圈中一种普遍而又重要的现象,在细胞生理学中很重要,控制着某些表面现象和点滴的形成。

(3) 水的黏滞度小。黏滞度是表示液体内部质点间阻力(内摩擦阻力)的程度。水分子由于氢键联结不易断开,但可不断摆动和拉长,使水结构易于变形,黏滞度就小。

(4) 水具有良好的溶解性。在所有的液体中,纯水的介电常数最高,常温下的介电常数为81,因而使水成为离子化合物的良好溶剂。

三、水中组分

天然水是一种成分极其复杂的溶液,是和环境作用形成的一个动平衡系统。它几乎包含了周期表中的所有元素。如矿物组分、有机质、气体、微生物、同位素等各种组分(图1-4)。它们可以以分子、离子状态存在,也可以以胶体