

Anquan 安全

Jiankang 健康

Yinyongshui

刘斐文 严子春 编著

饮用水

中国环境科学出版社

兰州交通大学“青蓝”人才工程基金项目资助

安全·健康饮用水

刘斐文 严子春 编著

中国环境科学出版社·北京

【读者注意】：本书为“安全·健康饮用水”系列丛书之一，旨在向广大读者介绍饮用水安全知识，提高公众对饮用水安全的认识。本书内容详实，图文并茂，是广大读者了解饮用水安全的必读之书。本书由刘斐文、严子春编著，中国环境科学出版社出版。

封面设计：刘斐文
责任编辑：刘斐文
封面设计：刘斐文

中国环境科学出版社
(100005 北京 崇文门内大街 10 号)

网 址: <http://www.cesp.cn>

联系电话: 010-67152803 (总编室)

发行部电话: 010-67152803

北京市城市出版社

北京市城市出版社

2007 年 10 月第一版

2007 年 10 月第一次印刷

880×1230 1/32

1.2

120 千字

1.20 元

图书在版编目(CIP)数据

安全·健康饮用水/刘斐文, 严子春编著. —北京:
中国环境科学出版社, 2007.10
ISBN 978-7-80209-645-5

I. 安… II. ①刘… ②严… III. 饮用水—
影响—健康—研究 IV. R123

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 160332 号

责任编辑 丁 枚 连 斌

责任校对 扣志红

封面设计 龙文视觉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店经销
版 次 2007 年 10 月第一版
印 次 2007 年 10 月第一次印刷
开 本 880×1230 1/32
印 张 4.5
字 数 120 千字
定 价 15.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前言

人类生活的环境可分为自然环境和社会环境两部分。自然环境包括岩石、土壤、河流、湖泊、森林、空气等；社会环境包括工作生活的建筑物、交通工具、文化活动场所等。人类通过改造自然环境，创造了人类的社会文明。然而，地球上任何自然环境较大的人为改变，都有可能给人类的生存带来某些不良的后果。尤其是近代物质文明建设使人类的自然环境和社会环境都发生了深刻而巨大的变化。

这些自然环境的变化主要表现在高比例的水源污染、大面积的天然森林减少、冰川消融、臭氧层破坏、城市空气质量变差等许多方面。其中水环境的恶化是相当突出的，它不仅严重地影响了人类的健康，同时也严重地影响了其他生物物种的存在。

水是生命的源泉；水是人类文明的摇篮；水是人类生存和发展必不可少的物质。但是，由于人类的活动，严重地破坏了地球水环境，导致各类水体的水质不断恶化。今天地球上已经很难找到不经处理就可以饮用的水了。饮水的安全与卫生对人体健康的影响已引起人们的普遍关注。

笔者根据多年水处理科研经验和对局部水环境的调研，深感饮用水在水源保护、管理、执法以及饮用水商品等方面存在

着严重问题。为此参考有关资料编写了本书，奉献给广大读者。

本书主要讨论什么样的水才是安全的？健康的饮用水及其相应的保证措施。第一，饮用水不应含有对人体健康有害的物质；第二，饮用水中最好还含有对人体生理过程和健康有益的成分；第三，健康饮用水需要可靠的技术措施作保障；第四，水是人们日常的生活消费品，消费者对水的情况应有知情权。

本书特别关注水厂的出水水质，因为被污染的不良水会给人体带入损害健康的有毒物；同时，还简要介绍了人体内的需水和水代谢，即使优质的水，若饮量不足，也会使体内因缺水而代谢紊乱。

本书内容主要依据有关的法规和标准；同时编进了许多学者关于饮水与健康关系的研究成果；还参考了互联网上有关资料；笔者亦提出了一些看法和建议，特别是对健康饮用水的认识和水市场透明度问题。希望引起重视和讨论，不当之处，诚请读者指正。

本书在编写中得到同行王萍教授、张淑英教授的帮助，得到刘恩芝教授在水质卫生方面提出的许多宝贵意见。还得到兰州交通大学“青蓝”人才工程基金项目（QL-05-05A）的资助，在此致以衷心的感谢。

目 录

第 1 章	水与人体健康	1
一、	水在人体内的生理功能	1
二、	水的特殊理化性质	3
三、	人体需水量	4
四、	人体缺水症	5
第 2 章	我国饮用水水源现状	9
一、	饮用水水源污染严重	9
二、	农村饮水安全问题	11
第 3 章	新颁《生活饮用水卫生标准》解读	19
一、	摘录《生活饮用水卫生标准》	19
二、	解读《生活饮用水卫生标准》	26
三、	要保障用户饮水水质知情权	35
第 4 章	水中对人体有害的物质	39
一、	水中污染物对人体健康的主要危害	39
二、	无机有害物	44
三、	有机有害物	52
四、	致病微生物	62
五、	放射性指标	63
六、	内分泌干扰物	64

第5章 水中对人体有益的元素.....	67
一、元素在人体内的含量与分布	67
二、人体中必需的微量元素	69
三、水中钙、镁、钠、钾与人体健康的关系.....	73
第6章 分质供水	77
一、分质供水的方式	77
二、分质供水的处理技术	78
第7章 家用净水器	85
一、家用净水器的质量、技术要求.....	85
二、净水器类型简介	86
第8章 瓶（桶）装水	91
一、纯净水	91
二、矿泉水	99
三、其他瓶装水	103
第9章 饮用水二次污染及防治.....	105
一、生活饮用水二次污染及防治	105
二、瓶（桶）装饮用水二次污染及防治.....	119
结 语	125
一、饮用水质量的研究与讨论	125
二、安全饮用水	127
三、健康饮用水	128
四、人人要有节约用水的意识	131
参考文献	133

第1章

水与人体健康

人体在新陈代谢过程中，不断与周围环境进行着物质和能量的交换，水是最重要的交换物质之一，发挥着其他物质不可替代的作用。水的质量直接影响着人类的健康。

一、水在人体内的生理功能

1. 水是人体内物质运动和代谢的介质

氧气、水、食物三者是人在每天正常生活中需要摄取的物质。这些物质在人体内进行复杂的生化反应，完成人体中新陈代谢过程。代谢过程包括各种特殊的物质交换，此过程中水是不可缺少的介质。水是人体各种营养物质的载体，肠道吸收的食物消化产物由水输送到人体各个组织，产生的废物也由水带出体外。水作为介质使血液、淋巴液在体内循环。人体内水分不足，将引起体液输送能力下降，唾液分泌减少，影响食欲和消化。

2. 水是人体组织、细胞和体液的主要组成部分

人体由 25% 的固形物和 75% 的液态物（水约占 65%）组成。人体的各部分均含有水。人体血液中水占 91%~92%，脑组织中水占 70%~85%，肌肉中水占 70%~80%，骨中水占 44%~50%。

水在人体内的含量随年龄而变化：婴儿体内水占 80%~90%，成人体内水占 60%~70%，老年人体内水约占 50%。可见，随着人的衰老，体内的水分不断减少，因而，老年人更要注意水分的补充。

人体衰老，体内水分将减少；同时，水分的不足也会加速衰老。人体内水分缺乏还会导致体液失衡、血液的浓度增高和 pH 降低。pH 降低会影响正常代谢，还会引起许多疾病。

3. 水参与人体新陈代谢的生化过程

人体内的一系列生理生化过程都必须有水参与，如食物在人体内消化、吸收、进一步代谢及代谢废物的排泄过程。淀粉水解为葡萄糖、蛋白质水解为氨基酸都是水参与生化过程的例子。

4. 水可以发散余热、调节体温

人体的生化反应会产生能量，但是人体不能有过多能量蓄积。人体需保持一定的温度，但温度过高会破坏体内的有关平衡。因此人体通过出汗发散余热，可使体内保持适宜的温度。

5. 水可以润滑体内关节和血管

人体关节需要经常活动，如果没有水的润滑作用，关节的活动将会受到限制。人体内脏器官的细胞和血管若得不到水的润滑，物质就不能顺利通过。

综上所述，水是生命过程中人体正常代谢的必需物质，同时它也是人体不可缺少的营养物质。

人们习惯上将糖、脂肪、蛋白质、维生素和某些矿物质视为营养物质。传统的营养学研究中注意的物质仅占人体的 35%，而忽略了占人体 65% 的液态水。另外，从人体中元素正常含量的角度来看，氧元素占体重的 65.0%，碳元素占 18.0%，氢元素占 10.0%，氮占 3.0%，钙占 1.3%，磷占 1.0%。以上六种元素占人体重量的 98.5%，其中氧、氢合占 75.0%。人体中的氢、氧元素主要以水 (H_2O) 的形式存在，而其余少部分则存在于脂肪、蛋白质等化合物分子中。

水活跃在人体的各组织中，充当着重要的角色。水与人体的代谢、免疫、衰老都有着密切的关系，人们对其“营养价值”要有充分的认识。我们不仅关心人体正常的需水量，也要关心水的质量。近年来，人们加强了水与健康关系的研究，对液态水的结构、水的特殊理化性质都有了不少新的认识，更加重视水的质量，从而推动了制水技术的发展。

二、水的特殊理化性质

现代生活更加强调人对水质的要求。水科学中认为“水质”是水和水中杂质性质的综合表现。人们对水中有害杂质和有益元素对人体的影响的认识越来越深刻，但是对于水本身的结构和作用与健康关系的认识还仅仅是开始。关于水中有害杂质在后面章节中将作详细讨论，本节只介绍水的特殊理化性质和作用。

1. 水具有极强的溶解力

水分子是一种极性分子，它对无机物和极性有机物有良好的溶解作用。溶解状态下的物质可以在人体内顺利的输送，在相应的组织中进行代谢。

水还能溶解血管壁上沉积的杂物，使血管恢复弹性，对预防动脉硬化起到一定作用。人服用的药物经水充分溶解，才能被吸收而发挥疗效。

2. 水具有强的渗透力

水分子通过与人体内其他分子的相互作用，可以渗入人体组织及细胞，这样可以带进养分、排出废物，实现体内新陈代谢。

3. 水具有强的扩散作用

人的体液内的各种物质均有一定的平衡浓度，浓度过大或过小，均会使身体不适。水在体内的扩散可以调整溶解物的浓度。

4. 水分子具有缔合作用

人们对于水的液体结构至今还所知甚少，不过，有一点是可以肯定：液体水中的水分子缔合为大小不等的小集团。这一特性可以表示为：

$$n\text{H}_2\text{O} = (\text{H}_2\text{O})_n$$

式中： n ——缔合度。

近年来，有些研究表明缔合度不同的水分子集团具有不同的能量和不同的稳定性，在营养价值和生理功能上也有所不同。一般认为缔合度小的水分子集团容易扩散、渗透。同时，有些研究显示优质水的核磁共振谱共振幅窄，不宜饮用的水共振幅

宽；缔合度小的水，核磁共振幅窄。为此，不少水的研究者在设法降低水的缔合度。

三、人体需水量

人体的体液包括血浆、组织间液和细胞内液。体液的主要物质是水和电解质。正常情况下，体液处于平衡状态，包括渗透压平衡、阴阳离子平衡、酸碱平衡和进出量平衡。在处于平衡状态的体液中，相关物质的浓度稳定，pH 稳定，体液量也恒定。

水是体液的重要物质，它在人体内的量，要保持相对恒定。缺水、饮水过多都会破坏体液平衡，导致人体出现不适的感觉，甚至引发某些疾病，如脱水、水肿、水中毒。满足每天正常的需水量，是保证身体健康的一个重要方面。炎热夏季，人们容易口渴。有的人等到口渴才想起喝水，有的人不喝水则已，一喝水就猛灌。这种做法后患无穷，严重时甚至可造成“水中毒”。人在大量出汗后，不仅丢失了水分，也丢失了不少盐分，如果短时间内骤然大量饮水，血液中的盐分就会减少，吸水能力随之降低，一些水分就会很快被渗透到组织细胞内，细胞肿胀，从而发生“水中毒”，可出现头痛、呕吐、疲乏、嗜睡、呼吸及心率减慢甚至昏迷、抽搐等。

人体内水的流失一般经过以下几个过程。皮肤每日失水量：因调节体温而失去水分，成人每天 300~600 毫升。肺每日失水量：在气体交换的过程中不断失去水分，成人每天 200~400 毫升。通过胃肠道成人每天损失水 100~200 毫升。肾是通过排尿排出水分，成人每天 1 500~2 000 毫升。在正常情况下成人每天损失水约 2 700 毫升。为了补充上述过程造成的水损失，每天必须摄入等量的水以保持体内平衡。水的补充通常有三个来源：饮用水或者饮料（成人每天 1 200 毫升）、食物所含水（成人每天 1 000 毫升）、代谢产生的水（成人每天 300 毫升）。由此看出，水的补充主要靠饮入的水。以上数值为成人平均量，实际上人体需水量随人的年龄、体重、运动量、习惯、代谢以及气候等不同

而有差别。例如，在炎热条件下从事重体力劳动的成人，每昼夜需水可达 8~10 升或更高。一般运动量的人群较为适宜的用水量为每天 30 毫升/千克（即 60 千克体重每日约 1800 毫升），但婴幼儿的需水量如按每千克体重计，可超出成人数倍。

喝水的时间不宜集中，可分作几个时段来饮用。可以在饭前半小时饮水，这样可以防止血液因进食而变稠，黏稠的血液会吸收细胞周围的水分。当人体水量充足时，血液保持适宜的黏稠度，关节、肌肉获得“润滑剂”，人体各系统正常工作；当水量不足时，体内水的自动调节会侵害一些组织和器官，产生疼痛的感觉。口渴是缺水的外在表现之一。根据医学上的观察，人失去体重 5% 的水就会口渴、恶心；失去体重 10% 的水就会眩晕、头痛、缺少唾液以至行走困难；失去体重 20% 的水时会导致死亡。

四、人体缺水症

美国学者巴特曼在《水是最好的药》一书中通过大量实例详细地讲述了缺水对人体健康的危害。

对于现代社会的人们，不仅要了解自来水厂的水质，还要了解水在人体内的运行和作用。“口渴”是人体干旱管理系统发出的缺水信号，表明此时人体的水代谢已不平衡。许多疾病是由于缺水引起人体水代谢紊乱引发的。

缺水有许多症状，如腰疼痛、颈椎疼痛、消化道溃疡、血压升高、哮喘、非依赖性糖尿病。慢性脱水症是多种人体衰退性疾病的根源。随着年龄的增大，人对的水的需求感减弱，不知不觉患上这些疾病。缺水引起的疾病用药物去治疗会造成大错。适宜的治疗方法是向体内供水，水是天然的保健良药。但不能简单地以茶或饮料代替，由于其中存在引起脱水的成分。

不要只把口渴作为人体缺水的唯一信号，如身体的哪个部位缺水，哪个部位就可能发生慢性疼痛。慢性疼痛包括消化不良疼痛、风湿性关节疼痛、心绞痛、腰部疼痛、行走时腿部疼痛、偏头痛、肠炎疼痛等。发生这些疼痛时，先考虑它是否是

缺水的反应，再考虑如何进行治疗。缺水引起的疼痛如果用镇痛剂治疗，不仅会发展为持久性脱水，还会危及生命，而通过调整用水量可治疗上述疼痛。

(1) 如果体内水分不足，会使消化过程不顺畅，导致消化不良，可在各种人群中引起疼痛，甚至可能发展为十二指肠溃疡。这种因缺水引起的疼痛被有些人误为消化不良，用药物治疗，反而延误或加重了病情。巴特曼博士用水就治好了 3 000 多个消化不良疼痛症患者。

(2) 缺水还会引起肠炎性疼痛，它往往由大便不畅等造成。补充足量的水使大便顺畅，疼痛会消失。

(3) 风湿性关节疼痛是由于关节的软骨表面缺水。正常人关节的软骨含水量很高，水起着润滑作用。水量充足时，摩擦损伤率最低，而在缺水时磨损增加。增加用水量，流进关节的血液得到稀释，软骨得到足够的水，关节疼痛会减轻或消失。

(4) 腰疼也是常见症状。人体的椎间盘核里也储存着水，除了在椎间关节处起润滑作用外，它还支撑着人的上半身大部分重量。做各种腰椎运动，需摄入一定量的水才可防止腰疼。

(5) 头的重量能把颈椎间盘的水挤出去，如果头部和颈部充分运动，就可以将等量的水再吸回来，颈椎得到润滑，从而可以防止颈椎病。

(6) 原发性高血压是身体因为水量不足进行自我调节的结果，因为当血液流量减少时，主要血管的孔径就会收缩。当饮水量不能满足身体的需求时，一部分细胞会脱水，让水进入血液循环系统。血流量由全身毛细血管床的活跃程度决定。毛细血管床有选择地关闭，就是因为身体缺水。毛细血管床处于闭合状态，会阻碍血液的循环，只有增加血液循环的压力才能保障血液在系统中畅通无阻。水是天然的利尿剂，高血压患者为了排尿充分，应增加饮水量。

(7) 人体内胆固醇过多，不一定是吃含胆固醇过多的食物引起的，也可能是由于身体缺水。吃饭前补充必要的水就可抗击胆

固醇形成。

(8) 增加饮水可以缓解成年人的哮喘病和过敏症。浓稠的血液进入肺部后，肺部会自动产生组胺，组胺会使支气管收缩。补水和补盐最好同时进行，盐可以防止组胺过量生成。

(9) 脱水状态下胰岛素的分泌会受到抑制，将会引发非胰岛素依赖性糖尿病。持续缺水和氨基酸代谢紊乱、精神压抑等致使胰脏细胞损坏时，还会引起胰岛素依赖性糖尿病。

人体缺水会引起相应组织脱水，脱水正是许多疾病的病因。慢性脱水会有不同的外在症状，早期的差异较大。在使用药物前，先补充水是更为科学的。

第2章

我国饮用水水源现状

饮用水水源包括地表水和地下水。江河湖泊的水为地表水，是主要的水源；地下水是分布于不同的岩层和地质构造中的水。两种水的水质有所差别，地下水一般含有较多的矿物质，而地表水的成分则与污染轻重密切相关。水源水质的优劣直接影响着饮用水的质量。

一、饮用水水源污染严重

我国的长江、黄河、淮河、辽河、海河、松花江、珠江等这些奔腾不息的江河为华夏亿万人民提供了生存、发展的水源。但是，随着近代工业的发展和化学品在生活和工农业生产上的应用，不少地方水源水质有了很大的改变。严重的污染破坏了水体原有的生态系统，使水体的生物遭到灭顶之灾，而这样的水已经不适合生命的需要，更不适合人们饮用了。现今人们饮用的水是经过处理的，但是处理不当的水也会引发疾病。

近年来，我国公开报道过的一些河流污染事件，说明了水体污染的现实严重性。

❖ 2004年8月，包头黄河段上游发生污染，水中高锰酸盐指数、氨氮、汞均超标，包头市民饮水出现困难，有些地方不得不用车运送地下水。包头市民遭受了上游排污之苦，然而，不幸的是包头市的化工厂、造纸厂和稀土材料厂也不断地向下游排放废水。

❖ 2005年11月13日，中石油吉林石化分公司双苯厂发生爆炸，导致松花江发生重大环境污染事件。期间，哈尔滨市全市停止供水4天，400万市民争相储备生活用水，

各超市内的水和饮料被抢购一空。黑龙江省紧急启动供水停水安全保障应急方案，以解决人们的饮用水安全问题。

- ❖ 2006 年 9 月 8 日，湖南省岳阳县城饮用水源地新墙河发生水污染事件，砷超标 10 倍左右，8 万居民的饮用水安全受到威胁。国家环保总局派工作组赶赴现场，与省政府密切配合进行防控，采取消防车运水措施解决居民吃水问题。按照通常防控方法，从上游大量调水进行稀释降解，但在两日内，新墙河水源取水口砷浓度仍居高不下。经进一步核查，发现上游大量调水冲刷后，将新墙河河床底泥中存积多年的砷污染物释放出来。直至 9 月 13 日 10 时，新墙河水源取水口砷浓度仍超标 2.3 倍。

- ❖ 自 2007 年 5 月 29 日起，太湖蓝藻集中暴发导致无锡部分地区自来水发臭，无法正常饮用。随后，无锡市城区超市的各种瓶装、桶装的纯净水被抢购一空，不少市民开始大量购买其他品种的饮料。继无锡太湖之后，6 月 11 日安徽巢湖蓝藻也开始暴发。这次蓝藻肆虐的直接原因是污染造成的水体富营养化，外加适宜的水温，为蓝藻生长提供了有利条件。

据建设部提供的信息，1997 年全国建制城市污水总量大约为 351 亿立方米，每年集中处理量仅为 13.4%，未经处理的水直接排放，已有 90% 的城市水源遭受污染，城区附近水环境严重恶化。预计到 2010 年污水排放量将增加到 640 亿立方米，大约为 1997 年污水排放量的 1.8 倍。

2005 年中国环境状况公报显示，珠江、长江水质较好，辽河、淮河、黄河、松花江水质较差，海河污染严重。河流型水源主要污染指标为大肠菌群；湖库型水源主要污染指标为总氮。主要城市和平原地区的地下水水质状况相对稳定，但局部地区有继续恶化的趋势。监测表明，地下水污染存在加重趋势的城市有 21 个，主要分布在西北、东北和东南地区。如我国兰州附近有水质优良