

111867

P641.5
3461

中国饮用天然矿泉水

沈照理 许绍倬等编著

中国地质大学出版社

前 言

饮用天然矿泉水和天然矿泉水配制的系列饮料已大量涌入消费市场，并广泛受到人们的欢迎。“天然矿泉水”这一术语也已成为日常生活用语之一。然而，究竟什么是天然矿泉水，什么是饮用天然矿泉水，饮用天然矿泉水有哪些类型，各有什么保健价值，如何选用适宜于自己健康需要的天然矿泉水等等，都是人们渴望了解的知识。这本小册子就是为给不具备这方面专业知识的广大读者提供一本通俗易懂的介绍矿泉水有关知识的普及读物。期望通过它能使广大消费者对饮用天然矿泉水的基本知识有些粗略了解；对饮用天然矿泉水中含有的各种矿物质和微量元素与人体健康的关系有个大概的认识。此乃本书的写作目的。

我国矿泉水资源调查和开发起步较晚，因此，目前我国天然矿泉水资源的蕴藏和分布状况不十分明了，资料也比较分散、零乱。通过这本小册子将我们手中掌握的饮用天然矿泉水有关资料加以编纂、汇集，提供给从事矿泉水调查、开发和研究的同志们参考，以期对我国饮用天然矿泉水资源开发起一点促进作用。

书中引用的我国矿泉水的有关资料，主要参考了历次学术会议交流材料及部分矿泉水地质调查报告。因涉及单位和个人甚多，恕不一一署名，谨此致谢。

这本小册子是在沈照理、许绍倬主持和参与下编写的，

参加编写的还有汤鸣皋、韩庆之、周宏等同志。耿菌、邓祥明、王永梅也参与部分资料整理工作。

由于时间紧迫和资料的限制，在内容和文字上难免有谬误或欠妥之处，介绍的资料也难免挂一漏万，热忱欢迎广大读者批评和指正。

编 者

1988.4.2

内 容 提 要

本书是由沈照理教授和许绍倬副教授等组织编写的介绍饮用天然矿泉水有关知识的科普读物。该书深入浅出地系统介绍了什么是饮用天然矿泉水,矿泉水是怎样形成的,矿泉水中所含矿物质和各种微量元素与人体健康的关系等方面有关知识,同时还对我国矿泉水形成分布特征和我国已发现的饮用天然矿泉水作了扼要介绍。本书内容丰富,文字生动,不仅可帮助广大矿泉水消费者获取矿泉水有关知识,对于从事矿泉水调查和开发的人员也有一定参考价值。可供具有中等以上文化程度的读者阅读。

目 录

一、珍贵的矿产资源——饮用天然矿泉水	(1)
天然水、地下水和矿泉水.....	(1)
什么是饮用天然矿泉水.....	(5)
饮用天然矿泉水的类型.....	(8)
饮用天然矿泉水是宝贵的矿产资源.....	(11)
二、微量元素与人体健康	(14)
生命的基础——化学元素.....	(14)
饮用天然矿泉水中主要微量元素的保健作用...	(17)
微量元素与衰老和长寿.....	(30)
三、天然矿泉水是怎样形成的	(34)
含碳酸矿泉水.....	(35)
含偏硅酸矿泉水.....	(40)
含锶矿泉水.....	(44)
含锂矿泉水.....	(48)
含锌矿泉水.....	(51)
含硒矿泉水.....	(54)
含溴和碘的矿泉水.....	(56)
四、我国矿泉水的形成和分布特征	(60)
我国矿泉水的地理分布.....	(61)
我国矿泉水资源形成特征.....	(70)

五、中国饮用天然矿泉水简介	(78)
多种微量元素和化学组分达标的优质饮用天然 矿泉水	(78)
两种微量元素和化学组分达标的饮用天然矿泉 水	(83)
其它不同类型饮用天然矿泉水	(94)
附录	(109)
附录一 中华人民共和国国家标准 UDC 饮用 天然矿泉水 GB××××—87	(109)
附录二 饮用天然矿泉水水样采集和保存过程 中必须注意的有关事项	(118)
附录三 请君饮用天然矿泉水——我国部分天 然矿泉水点选登	(122)

一

珍贵的矿产资源——饮用天然矿泉水

天然水、地下水和矿泉水

在我们居住的地球上，分布最广泛、与人类关系最密切的物质，毋庸置疑是水。无论是地球的表面、地球的内部，还是地球外围的大气圈中，以及生存于地球上的一切生物体内，无不蕴涵着大量的水。这就是天然水——人类生存所不可缺少的物质之一。

自然界中的水尽管具有不同的状态和不同的物理、化学特征，也占据着不同的空间。但是，它们都是具有密切联系的有机整体，这就是人们通常所说的“地球的水圈”。水圈内的水份不断进行着相互交替和转换，这就是自然界中的水循环。

大气中经常存在的水量大约有1.38万立方公里，它们通常以气态存在，即水汽。水汽冷凝为液态或固态降水，如雨、雪、霜、露等，又转移到地球表面上来。

地球表面聚积的水量约有14亿立方公里。其中将近98%（约13.7亿立方公里）贮聚在海洋中，覆盖着地球表面面积的

70.8%，而余下不到30%的面积是陆地。在陆地上，还发育有纵横交错的河流、星罗棋布的湖泊、巍巍的雪山、茫茫的冰盖，它们又覆盖去陆地面积的12%以上。这些以液态或固态赋存于地表的水，统称为地表水。地表水一部分通过蒸发、汽化返回大气圈；一部分渗入地下成为地下水。所以说地球表面是自然界水循环过程中的一个巨大“中转站”。

地表以下的土壤和岩石就象饱含水的“海绵”一样被水浸透着，土壤和岩石空隙中的水就是通常所说的地下水。地下水的绝大部分是由降水或地表水渗入地下岩土空隙之中而形成，水文地质学家称其为渗入成因的水或渗入水；也有少部分地下水来源于地壳以下的地球内部，它们随着上涌的岩浆进入地壳浅部，在岩浆冷凝时分异出来进入岩石空隙之中，这种来源于地球内部的水称为内生水或初生水。大多数水文地质学家认为初生水在整个地下水中只占5—10%左右。此外，还有少量地下水是过去地质历史时期中的地表水，随同沉积物一起沉积后，被封存埋于地下岩石空隙之中，这种成因的水称为埋藏水或沉积水。也有人形象地称其为“化石水”。地下水的成因虽然是多种多样的，但它们都是地球水圈中的一个组成部分，也在参与着自然界水的交替和循环。

地下水也是不断运动着的。在地下洞穴或暗河中，地下水的流动就和地表河流一样。而地下水大部分是在松散土石的孔隙或隙缝中进行着缓慢地渗透，这一缓慢渗透的过程称为渗流。地下水渗流速度很慢，一般每昼夜迁移的距离只有几十米或几米，甚至有时只有几十厘米。当地下水在渗流途径中遇到透水性很弱的岩层阻挡时，就可能在地形低洼的河谷或山前涌溢地表形成泉（图1），从而结束了它在地下运

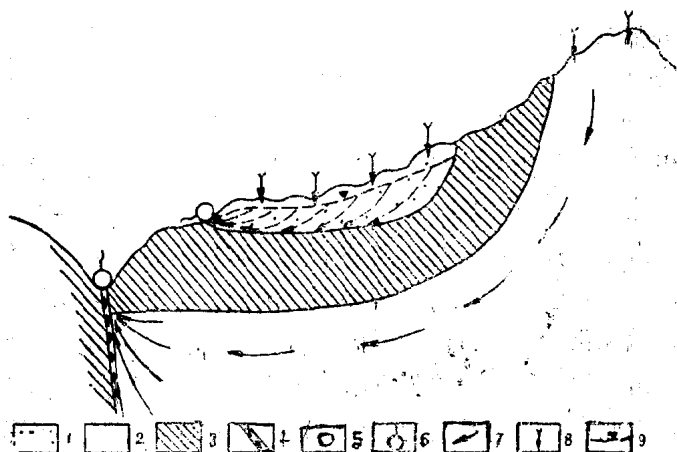


图1 泉的形成条件示意图

1.浅部含水层 2.深部含水层 3.隔水层 4.导水通道 5.地下水浅循环形成的泉 6.地下水通过深循环形成的泉 7.地下水流动方向 8.降水入渗补给地下水 9.地下水位。

行的历程，重新成为地表水。由于地下水在地下运移的远近不同，运行速度也不同，因此在地下滞留的时间长短差别很大。渗流距离短或流速快的，只有几天或几个月就结束了地下旅程；而渗流途径长，流速又缓慢的，通常要经过几十年、甚至几百年才能返回地表。象埋藏于地下的“化石水”，有的可能在地下已滞留了几十万乃至几百万年。地下水在地下滞留时间的长短，对其化学成分的形成起着重要的作用。

众所周知，水是一种很活泼的溶剂，具有很强的溶解能力，地球上几乎没有什么物质是完全不溶于水的。地下水在

岩土空隙中渗流过程也就象把不同岩石浸泡在水中一样，水与岩石之间会发生各种不同的化学作用。岩石中的各种化学成分都有可能转入水中，当水中某些化学组分过饱和时，也会析出新的矿物在岩石空隙中沉淀下来。所以说，地下水是一种成分非常复杂的化学溶液，可以溶有各种不同的化学组分、气体组分和微量元素等。目前在地下水中发现的化学元素已达到70多种。

由于不同岩石的化学组分不同，而且不同地区地质结构、地球化学环境也有显著差别，因此，地下水在不同地质、地球化学环境下，和不同的岩石进行相互作用，所“造化”出来的地下水必然具有不同的化学成分和不同的化学性质，因此也就具有不同的利用价值。譬如说，同是大气降水渗入形成的地下水，当其渗入地下深度不很大，而且渗流途径又不长时，通常只溶有少量矿物质，这就是地下淡水，可作为工农业或生活用水的水源；当降水在火山活动区渗入地下，或者是渗入地下相当深的部位，即可能为地下热源所加温而成为地下热水，可作为地热能源或医疗热矿水开发利用；当其在某些特殊的地质和地球化学环境中渗入时，就可使水中富集某些有用的化学组分、气体组分或微量元素等，从而具有特殊的用途，就成了矿水，通常也称为矿泉水。能够形成矿水的特殊地质环境称之为“矿水床”。因此说，矿泉水就是普通地下水经过“矿水床”的特殊环境造化出来的、具有特殊化学成分和特殊利用价值的地下水。

矿泉水按其化学成分和利用价值的不同，可区分为不同的类型。按其用途，可分为工业矿水、医疗矿水和饮用矿水。

地下水的含盐量达到 50 克/升以上（海水含盐量一般在 35 克/升）或其所含稀有元素达到工业开采标准时，即称为地下卤水或工业矿水。可从中提取盐类或其它化工原料。我国西南、西北地区均分布有地下卤水矿床。我国早在 2000 多年以前的秦汉时期已有了开采地下卤水制盐的技术。目前仅四川自贡市每年由地下卤水中提取的盐和钾、溴、碘、硼等元素就达数十万吨。

当地下水中含有某些特殊的化学组分、微量元素或气体成分时，具有治疗疾病的特殊功效即称为医疗矿水*。

矿泉水的另一种类型，即是饮用天然矿泉水。这是本书所要介绍的主要内容。

什么是饮用天然矿泉水

饮用天然矿泉水是矿泉水的一个类型，它既不同于饮用淡水，也与医疗矿泉水有一定区别。普通地下淡水虽然也含有一定矿物质和气体成分，但含量一般较低，微量元素含量则更少，而饮用天然矿泉水中的矿物质含量，或有益于人体健康的气体成分和微量元素，必须至少有一种达到一定的数量。医疗矿水是用以医治某些疾患的，因此它对其中所含化学成分、气体成分和微量元素的限量是按治疗效果而确定的。并且医疗矿泉水可用不同方式加以应用，如洗浴、短期限量饮服等，以达到治病的效果。因此医疗矿泉水中各种微量元素的

* 有关医疗矿水的一般知识，请参阅《中国矿泉与医疗》（河南科技出版社，1988 年出版）一书。

限量标准一般均高于饮用矿泉水，即使医疗矿泉中还含有少量不利于人体健康的元素，但只要其副作用远小于治疗效果，在医生指导下采取不同的应用方式仍可以使用。但是，饮用矿泉水作为一种天然饮料，必须保证无须医生指导，长期饮用也不会对人体产生危害。所以对饮用矿泉水水质的要求必须更加严格。因此，饮用天然矿泉水也更加珍贵难得。那么，应该具备哪些条件才能成为饮用天然矿泉水呢？

首先，饮用天然矿泉水中所含的化学组分、气体成分或微量元素都必须是在自然环境中天然形成的，不得人为地添加任何矿物质使其达到饮用天然矿泉水的水质要求。因为长期的实践和大量的实验资料表明，天然矿泉水具有的医疗保健效果是人工配制的“矿化水”所无法比拟的，即使其化学成分可模拟得完全相同，但其医疗保健效果则大不一样，甚至有的人工矿化水完全达不到天然矿泉水的医疗保健效果。例如富含二氧化碳气体的碳酸矿泉水，对肠胃系统、循环系统疾病和高血压、冠心病等都有一定医疗效果。但是人工制造的汽水也富含二氧化碳气体则达不到治病的目的，其原因何在？目前还是一个未揭开的“谜”。有些研究水的科学家猜想，这个谜底可能是至今还未被认识的水分子或同位素的独特结构。正因为如此，饮用天然矿泉水特别强调其出自“天然”。同时，矿泉水的化学成分要达到一定含量要求，必须是渗入地下深部、经过深循环形成的地下水。因为只有在地下经过相当长时间的滞留，才有可能形成其独特的化学构成。当然，强调经过深循环还有另一层意义，因为循环深度越大，受人为活动的影响或污染的可能越小，这样就可保证饮用天然矿泉水是形成于天然和未受污染的优质水源。因此，由轻

工业部食品发酵工业科学研究所、地质矿产部水文地质工程地质研究所、中国预防医学科学院环境卫生监测所负责起草的我国饮用天然矿泉水国家标准*（以下简称饮用天然矿泉水国家标准）中首先明确规定饮用天然矿泉水必须是经过地下深循环的地下水。

再者，饮用天然矿泉水中所含的化学组分、气体成分或微量元素，必须有一种或一种以上达到适当的含量。这是因为近代医学研究表明，在人的肌体内几乎可以找到自然界存在的所有化学元素，有的构成了肌体的主要组分，如碳、氢、氧、氮、钙、磷、镁、钠、钾、氯、硫等，还有一些为微量元素。各种微量元素在体内含量虽然甚微，但是它们往往是某些生物作用所不可缺少的，而且它们在肌体内经常保持着恒定的浓度范围，过剩或不足都会导致肌体的病变而危害健康。因此，人体内必须经常补充各种矿物质和微量元素，以保持体内各种化学元素的恒定浓度，保证人体新陈代谢的平衡。而饮用天然矿泉水则是最为理想的矿物质和微量元素的补充剂。它既不含有热量，也不含脂肪和蛋白质之类营养素，可以避免通过食物补充微量元素而造成摄入热量或其它营养素过剩的副作用。但是，通过饮用天然矿泉水补充体内矿物质和微量元素时，也必须防止微量元素的过量摄入而造成的副作用。所以，饮用天然矿泉水中所含的矿物质和微量元素都必须适量。也正因为如此，我国饮用天然矿泉水试行标准中对各种微量元素的含量既规定了下限——界限指标，

* 我国饮用天然矿泉水国家标准，1987年提出，并于1988年8月1日颁布执行，详见附录一。

它是区别于其它饮用淡水的含量标志，也规定了上限——限量指标，它是保证不会对人体产生危害的安全界限。只有其含量限于界限值和限量值之间，才能确认为饮用天然矿泉水。

第三，饮用天然矿泉水是一种不经煮沸和其它方法消毒处理即可为人们直接饮用的天然饮料。因此，对其卫生要求必须特别严格。尤其对微生物指标、毒理指标、污染指标、放射性指标和感官性状特征（包括色、味、嗅、透明度和肉眼可见物等）均必须符合国际有关组织规定的饮用水水质卫生标准。

以上三个基本条件是所有饮用天然矿泉水必须完全具备，缺一不可的。因此，饮用天然矿泉水这一概念可概括为：在天然环境下，通过深循环形成的，其化学组分、气体组分或微量元素等的含量必须有一种或一种以上达到规定的界限值，且不超过限量指标、卫生学指标又完全符合饮用水水质要求的地下水。

饮用天然矿泉水的类型

前面说过，地下水中存在的化学元素目前已发现70多种。这些化学元素在人体内也大多存在。但它们与人体健康的关系却各不相同，有的是人体必须的；有的是对人体有益的；也有的是对人体有害的；还有一些化学元素在人体中的作用不明显或者说在人体内的作用还未被完全认识。有关这方面的知识在下一节中将详细介绍。作为饮用天然矿泉水标志的微量元素，都是经过医学研究确认是人体必须的或有益的微量

元素。我国饮用天然矿泉水国家标准规定将含有锶、锌、硒、锂、溴和碘等微量元素或者富含二氧化碳气体或偏硅酸等特殊气体和化学组分作为饮用天然矿泉水的特征组分。只要地下水中某一特征组分达到规定标准，即可确认为饮用天然矿泉水。那么，各种特征组分含量多少才达到饮用天然矿泉水的标准呢？我国饮用天然矿泉水国家标准是这样规定的：

锂 (Li) 含量标准为0.2—5.0毫克/升；锶 (Sr) 含量标准亦为0.2—5.0毫克/升；锌 (Zn) 含量为0.2—5.0毫克/升；溴 (Br) 含量为1毫克/升以上；碘 (I) 含量为0.2—1毫克/升；硒 (Se) 含量为0.01—0.05毫克/升；游离二氧化碳 (CO_2) 含量为250毫克/升以上，偏硅酸 (H_2SiO_3) 含量在25毫克/升以上；或者矿物盐类总含量达1000毫克/升以上。

以上九种微量元素或气体、化学组分只要有一种达到规定标准，就可确认为饮用天然矿泉水；如果有两种或两种以上特征组分达到规定标准，就可以认为是优质饮用天然矿泉水。由于不同的矿泉水中所含有达标元素或化学组分各不相同，因此可根据达标元素或化学组分区分为不同的类型，并以其加以命名。如含锌矿泉水、含锶矿泉水、含偏硅酸矿泉水等等。而多种（组分或元素）达标组成复合类型，如含锶、锌和偏硅酸矿泉水，含碳酸、偏硅酸和锶的矿泉水等等。

据不完全统计，我国目前已发现的饮用天然矿泉水类型有16种之多，它们是：含偏硅酸、锶、锌和锂的矿泉水，含偏硅酸、锂和锶的矿泉水，含碳酸、偏硅酸和锶的矿泉水，含偏硅酸、锶和锌的矿泉水，含偏硅酸和锂矿泉水，含

锶和溴的矿泉水；含硒和偏硅酸矿泉水；含锶、锂矿泉水；含碳酸、偏硅酸矿泉水；含锶、锌矿泉水；含碳酸和锶矿泉水；含偏硅酸、锶矿泉水；以上均为有两种以上组分达标的优质矿泉水。此外，还有碳酸矿泉水、偏硅酸矿泉水、锶矿泉水和锌矿泉水等不同类型的。对我国已发现的各类饮用天然矿泉水，后面将另作介绍。

顺便还要提到，我国饮用天然矿泉水国家标准中，对含锶和偏硅酸的地下水能否确认为饮用天然矿泉水，还规定了两个附加条件，即水温常年恒定在 20°C 以上，或水的同位素年龄测定，认定水在地下循环的时间达到10年以上。只有满足上述条件之一，含锶在 $0.2-0.4$ 毫克/升或含偏硅酸在 $25-30$ 毫克/升的地下水，才能确认为饮用天然矿泉水。

此外还要指出，含盐量达到 1000 毫克/升以上的地下水在自然界是极常见的。特别是干旱或半干旱地区的平原和山间盆地中的浅层地下水，含盐量通常都在 1000 毫克/升以上。象塔里木盆地、柴达木盆地中浅层地下水的含盐量有时可达 100 克/升以上。但是，这些含盐量很高的浅层地下水并不是饮用天然矿泉水。因为它们在地下循环的深度一般都比较浅，是由于干旱气候下强烈的蒸发浓缩作用使其含盐量增高的。因此不符合饮用天然矿泉水必须是通过地下水深循环而形成的这一基本要求。我国饮用天然矿泉水国家标准中，对含盐量大于 1000 毫克/升的盐类矿泉水未确定限量指标，这并不意味着含盐量越高越好。如地下卤水的含盐量均在 50 克/升以上，有的可达到 400 克/升以上，但它们不能作为饮用矿泉水，只能作为工业矿水开采利用。因为，含盐量过高不仅具有苦涩的口感，影响色度、透明度等感官指标，而

且过多盐分摄入人体对于身体健康是有害的。但由于生活在不同地区的人们生活习惯、口感和对盐类的适应性有很大差别，对盐类矿泉水的盐类限量指标不便统一规定。例如国际市场知名度很高的法国维希矿泉水，含盐量达到4000毫克/升；苏联有的矿泉水含盐量达到8000毫克/升；我国吉林抚松县松山矿泉水的含盐量也达到3430毫克/升。

盐类矿泉水主要是由重碳酸根 (HCO_3^-)、氯 (Cl^-)、硫酸根 (SO_4^{2-}) 和钾 (K^+)、钠 (Na^+)、钙 (Ca^{2+})、镁 (Mg^{2+}) 这7种离子组分所构成，它们按各自在地下水中的含量多少和主次地位可以组成不同类型的盐类矿泉水。如以 HCO_3^- 和 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为主组合而成的重碳酸钙镁型矿泉水；以 Cl^- 和 Na^+ 为主组合成氯化钠型矿泉水等等。目前世界上发现的盐类矿泉水大多是碳酸盐型和氯化物型，硫酸盐型矿泉水还较少见。在碳酸盐矿泉水中，碳酸钠型矿泉水，即苏打水，过去是极受消费者欢迎的天然矿泉饮料。但近代医学研究认为，人体摄入钠离子 (Na^+) 过多，会引起高血压和心血管疾病；而低钠高钙、镁的矿泉水，如重碳酸钙或重碳酸钙镁型矿泉水则可避免其副作用。因此后者已代替碳酸钠型矿泉水，成为最受消费者欢迎的天然矿泉饮料之一。

饮用天然矿泉水是宝贵的矿产资源

前面说过，饮用天然矿泉水因含有各种不同的化学组分、微量元素而具有保健价值，是一种理想的人体微量元素补充剂。尤其是在地表水和浅层地下水污染日益严重的当今世界，未受污染而又含有多种有益于人体健康的微量元素和化