

中国农村致富丛书之一

KUANGQUANSHUI

朱济成 编著

轻工业出版社

实用的矿泉水

中国农村致富丛书之一

实用的矿泉水

朱济成 编著

轻工业出版社

内 容 简 介

本书是一本介绍地下水的天然露头——泉的科普读物，书中通俗地阐述了什么是泉？什么是温泉和矿泉？以及各种泉水的形成、泉水的热量和化学成分的来源及其与人体的关系。同时，还详细地说明了淡水泉、温泉和矿泉对于人类的重要用途，人类应当怎样开发利用与保护珍贵的泉水资源等。

本书内容通俗易懂，具有一定的实用性，可供具有中等文化程度的广大工农兵、青年学生，以及轻工、食品、饮料、旅游、水利、地质和乡镇企业等有关专业人员阅读参考。

中国农村致富丛书之一

实 用 的 矿 泉 水

朱济成 编著

地质工业出版社出版

（北京广安门内大街2号）

地质出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米^{1/32} 印张：6^{12/32} 字数：135千字

1987年11月 第一版第一次印刷

印数：1—6,000 定价：1.35元

统一书号：13042·098

ISBN7-5019-0016-7/N·002

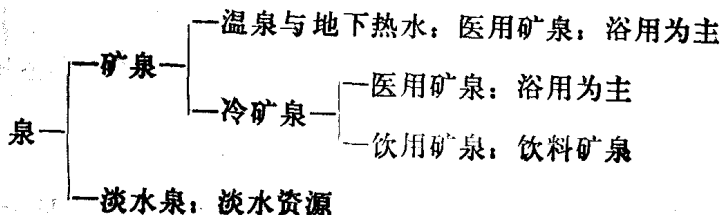
前 言

水是地球上分布最广泛的一种物质，它占据了天空，覆盖着地面，深藏于地下，它无处不在，无时不有。地球上的总水量有14亿立方公里左右，其中海水约13亿立方公里，即占地球总水量的96%以上。而地球的南北两极和世界各地的高山之巅却是一片冰雪世界，那里的水量约相当于二千四百多万立方公里，接近地球总水量的2%。全球各处的滔滔江水、茫茫湖泊，常常容易给人一种错觉，以为它们拥有无穷无尽的水源，实际上全世界的江河湖泊水体只有一百多万立方公里，即占地球总水量的万分之一左右。以水蒸气、冰雪晶体和云雾滴状态自由漂浮在天空中的大气水，约有十多万立方公里，即占地球总水量的十万分之一左右。但是，在人们脚下的大地，则是另一种水源——地下水活动的广阔地域。不论是在江河纵横、雨水充沛的地区，还是在河干地裂、飞沙走石、雨水稀少的干旱与沙漠地区；也不论是在广阔无垠的平原地带，还是在峰峦连绵的山地丘陵地区，都广泛地存在着地下水。不仅在靠近地面的地层中，而且在地下十三、四公里的深处，也都有地下水的踪迹。地下水是地球上的重要水资源，它的数量高达一千万立方公里左右，约占地球上总水量的百分之一。这个数值虽然远远比不上海洋的水量，也比不上高山和地球两极的冰雪总量，但它却是江河湖泊水与大气水总和的数十倍。地下水自行流出地表的天然出露点，就是我们通常所说的“泉”。绝大多数泉属于冷的淡水泉，这些泉分布广泛，温度较低，水质清澈晶莹，清冽可口，不仅是优

良的饮用水源，而且有很多的泉水积聚在山区，并形成瀑布、溪流和池塘，股股清泉与瀑布，点缀风景，补给河流，灌溉土地，供人们发展工农业生产之用。

温泉是地下热水的天然出露点，地下热水是蕴藏在地球内部的一种储量十分丰富的新能源，也即所谓的“地热”。目前，地下热水已被广泛地用于工农业生产和生活。使用地热能不仅可节约大量的人力、设备与资源，而且不排放大批的废气、废渣等污染物，对环境不造成污染，所以地热能被人们称为清洁的能源。

当地下水中的某种或多种微量元素、气体组分或者水温达到了一定的标准时，就称这些地下水为矿水，而矿水天然出露到地表时，就成为矿泉水了。矿泉水通常可以分为医用矿泉水和饮用矿泉水两大类。温泉和地下热水既具有较高的温度又往往含有较多的微量元素和气体组分，因而具有某些医疗作用，所以温泉和地下热水不仅是一种清洁的能源，也是一种医用矿泉水。其医疗使用方法以浴用为主。饮用医疗必须在医生的指导下方可进行。冷的医用矿泉水也是以浴用为主，饮用医疗也需医生的指导。由于近几十年来，城市和工农业生产迅速发展，全球水源紧张，水质污染严重，于是水质优良、清冽可口、有益于人体健康的某些矿泉水，经过加工便成为高级矿泉水饮料。淡水泉和矿泉水都是人类珍贵的水资源。这些泉水之间的分类关系如下表所示：



本书阐述了淡水泉、矿泉的形成、化学成分及来源，又详细地说明它们对于人类的重要用途，既介绍了有关泉水的一般科普知识，而且还介绍了对矿泉的评价、开发利用和保护。

在本书的编写过程中，承北京石油学院研究生部副教授楚泽涵同志予以详细的审阅，并提出了很多宝贵的意见，编著者特此表示谢意。

由于矿泉水在我国普遍的开发利用还只有几十年的历史，并且编著者的水平有限，了解情况还不全面，错误、疏漏之处在所难免，敬希广大读者给予批评指正。

编 著 者

目 录

第一章 泉的概况	(1)
第一节 什么是泉.....	(1)
第二节 泉的形成与种类.....	(5)
第三节 泉水的成分.....	(11)
第四节 泉水的利用.....	(32)
第五节 我国的名泉.....	(40)
第二章 地热与温泉	(50)
第一节 温泉的成因.....	(50)
第二节 温泉对人体的影响与作用.....	(56)
第三节 医疗保健矿泉.....	(62)
第四节 地热能源的开发与利用.....	(72)
第五节 我国著名的温泉.....	(86)
第三章 饮用矿泉	(94)
第一节 矿泉与矿泉水.....	(94)
第二节 饮用矿泉的利用.....	(103)
第三节 我国饮用矿泉的产地.....	(116)
第四章 矿泉开发	(124)
第一节 矿泉的勘查.....	(124)
第二节 矿水的测定与成分分析.....	(131)
第三节 人工矿泉水.....	(143)
第五章 泉水保护	(148)
第一节 防止泉的断流或干涸.....	(148)
第二节 开源节流.....	(154)

第三节 保护水质, 严防污染.....	(170)
结束语.....	(173)
附录: 饮料矿泉水水质标准.....	(174)
附表.....	(181)
附注.....	(193)

第一章 泉的概况

第一节 什么是泉

泉是地下水的一种天然出露形式。地下水又是从哪里来的呢？我们知道，无论是澎湃的海洋、奔腾的江河、如镜的湖泊、晶莹的冰川，还是广阔无垠的陆地上，都有大量的水分被蒸发，它们变成水蒸气飘浮在大气层中。这些水蒸气上升到高空遇冷后，就凝结成为极细小的水珠，从而形成了云。云在冷热空气交汇时或在其它适当的条件下，可以变成雨滴或雪花，重新降落到海洋、江河、湖泊、冰川和陆地上。降落到地面上的水有三种出路：一部分从地面和其它承接雨水的表面（如植物叶片、建筑物表面等）重新蒸发，回到空中；一部分沿地面流动，汇集到江河里，流进海洋；还有一部分则渗透到地下，储存在松散岩石（如砂砾石等）的孔隙里、坚硬岩石（如片麻岩、岩浆岩等）的裂隙里和碳酸盐岩石（如石灰岩、白云岩等）的溶洞里，而成为地下水（图1）。我们把

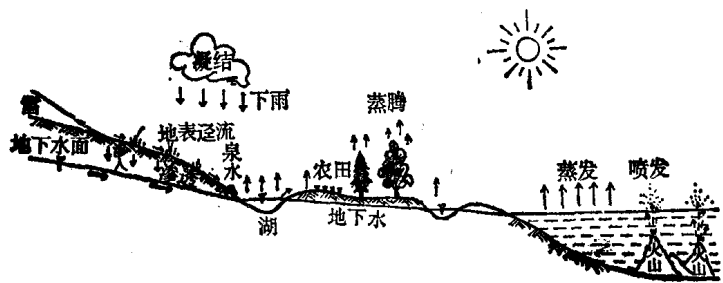


图 1 自然界地下水的形成

这些储水的岩层叫做含水层或透水层；而把无孔隙、裂隙与溶洞的、不含水的岩层（如粘土层、页岩、花岗岩等）叫做隔水层或不透水层（图2）。但是，在气候非常干旱、蒸发量

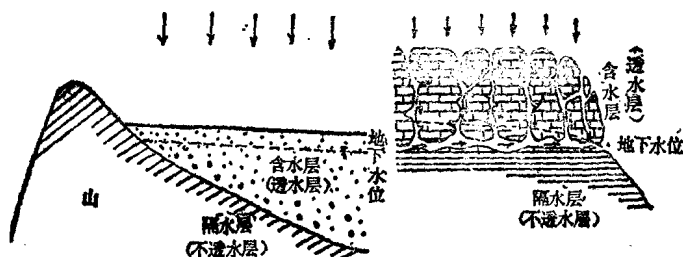


图 2 含水层（透水层）与隔水层（不透水层）示意图

极高的沙漠地区，有时也能找到丰富的地下水，这又是什么原因呢？原来，沙漠中的地下水主要来源于空气中的水蒸气。因为沙漠中昼夜温差悬殊，白天气温很高，夜晚气温很低，甚至在摄氏零度以下，因而使空气中的水蒸气在地面沙土中直接凝结成小水珠，许多水珠聚集起来又渗入沙漠下面，储存在砂石的孔隙中，这就形成了地下水。还有一部分地下水，它既不是大气降水渗透到地下而形成的，也不是水蒸气在沙土里凝结而形成的，它是由岩浆中的分离物直接形成的。这种水的数量不多，但是它往往含有特殊的化学物质、气体组分或较高的温度，所以更有其重要的意义。

地下水存在的方式主要分为潜水和层间水两类。什么是潜水呢？从地面向下渗透的水，如果遇到了隔水层挡住了流向，它就会聚集在这个隔水层之上，这种埋藏在地面以下第一个隔水层上的地下水，叫做潜水或无压水（图3）。潜水在自然界中分布最广，并且有一个自由的地下水水面，水面不承受压力，称为潜水面。

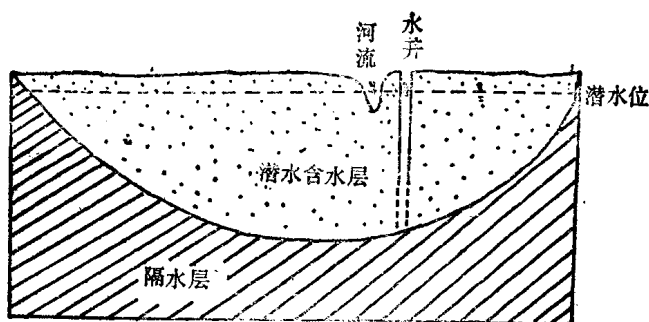


图 3 潜水（无压水）示意图

什么是层间水呢？层间水是埋藏于地表以下任何两个不透水层之间的地下水，层间水又分为层间无压水和层间承压水两种。层间无压水经常是局部地充填在透水层中，并具有不承受压力的水面。层间承压水是处于静水压力作用下的层间水，水充满了两个不透水层之间的全部透水层，透水层中的水就象自来水管中流动的水一样，具有一定的压力。如果人们在这种地区打井，当打穿了含水层上部的隔水层而出现一个“窗口”的时候，水就通过这个“窗口”上升，甚至喷出地表，形成自流井（图4）。

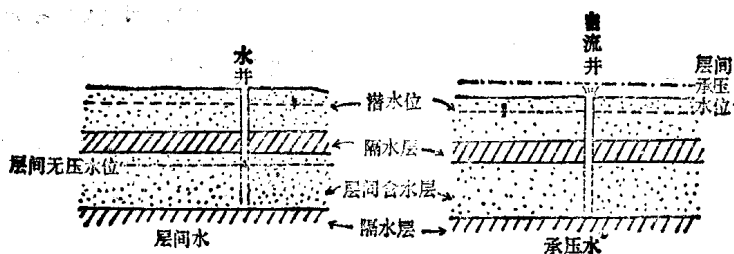


图 4 层间水、承压水、自流井示意图

由于绝大部分的地下水具有水质甜淡洁净、温度变化小和分布广泛等优点，因而成为地球上重要的淡水资源，也是世界各国居民生活和工农业生产的重要水源。如美国全部用水量中的百分之二十是地下水；1970年有三分之一的水浇地靠地下水灌溉。丹麦全国用水都需地下水供应。比利时居民用水的90%由地下水提供。联邦德国和荷兰用水量的75%依赖地下水。印度、伊朗等国的地下水大部分用于灌溉。据苏联资料统计，仅在1975年，每秒钟即开采地下淡水约700吨，其中300多吨用于城市，200吨左右用于农田灌溉。我国每年使用地下水约550亿吨，约占全国用水量的12%，尤其是在北方干旱地区，地下水更有重要的意义。在我国52个主要城市中，有三分之一以上的城市以地下水作为供水来源，北京、沈阳、西安、大连等城市的地下水日开采量均达到了100万吨以上。人们往往采取人工开挖水井的办法来取用地下水，我国早在数千年前就打筒井（直径一般为0.7~1.0米，深度一般在10米左右的砖砌土井）来开采取用地下水。并在二千多年前就能使用木制设备钻凿管井，最深可达100米。公元7~10世纪时，我国开凿井的深度已超过500米。现代用钻井机打出的管井又叫机井或深井，它的直径为0.2~0.5米左右，深度可从几十米到几百米，甚至上千米。据1981年底统计，仅我国北方十七个省、市、自治区，已有机井220多万眼，约占全国机井总数的80%，利用机井灌溉农田的面积已达1.7亿亩，占北方地区灌溉面积的三分之一。

地下水不需开挖就会源源不断地自行流出地面，这就形成了泉，我们将流出地面的地下水称为泉水。对于流出地下水的地点，我们除了称它为“泉”之外，还可称为“泉源”、“水泉”、“泉眼”等。

第二节 泉的形成与种类

泉的形成，主要与地下岩层及其变动的情况有关，虽然地下水在自然界中分布极为广泛，但泉却不是到处都有，即只有在地形、地质、水文地质条件恰当的地方才会有泉出露。

(一) 下降泉的形成

1. 接触泉

地下水日夜不停地在有孔隙的岩层里流动，当这个透水层的下面是坚硬的不透水层时，它们的接触面正好通到了地面，地下水就沿着接触面涌出地表，这样形成的泉叫接触泉。如图5(a)中，砂砾石含水层的下面是粘土隔水层，当河流或雨水冲沟冲刷并切断含水层以下的隔水层后，地下水就从暴露在外表的含水层与隔水层接触处流出成泉。

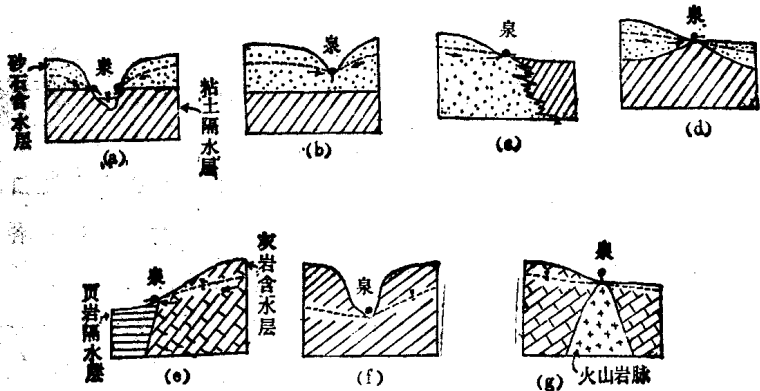


图 5 潜水形成的各种泉

2. 侵蚀泉

在河流、冲沟的侵蚀作用下，含水层被切割，使地下水出露后形成的泉叫侵蚀泉，如图5(b)。石灰岩溶洞含水层被

河流、冲沟冲刷后，切割到地下水面以下，使地下水出露成为侵蚀泉。

3. 溢出泉

由于含水层的透水性变弱(即含水层的孔隙、裂隙变小)或含水层下边隔水层隆起，使地下水流受到阻碍，地下水就溢出成泉，这种泉称溢出泉。如图5(c)中，山前砂砾石含水层向下游延伸，即变为弱透水层的粘质砂土层，地下水流不畅通，就溢出成泉。又如图5(d)中，砂砾石含水层中的地下水，在向下游流动的途中，因受局部隆起的粘土隔水层的阻挡，而使地下水溢出地表成泉。又如图5(e)中，石灰岩溶洞含水层中的地下水，在向下游流动的过程中遇到页岩隔水层的阻挡而溢出成泉。如图5(f)中砂岩含水层受水流冲刷后，切割到地下水面以下，使地下水出露成泉。又如图5(g)中，石灰岩溶洞含水层中的地下水在向下游流动的途中，受到岩浆岩侵入岩体的阻挡而溢出成泉。

上述的侵蚀泉、接触泉和溢出泉的地下水，都是潜水，通常把这类泉称为下降泉。

(二) 上升泉的形成

由于河流、冲沟切穿层间含水层，层间水就从这类缺口喷涌成泉。如图6(a)中，河谷切穿页岩及其下伏的石灰岩溶洞含水层，溶洞层间水即从此缺口喷涌成泉。由于岩层断裂，切割了层间含水层，地下水就沿着断裂缝上升，在地形低凹处涌出成泉，这种泉常常成群出现，形成“泄泉带”。如图6(b)中，由上部为页岩隔水层与下部为石灰岩溶洞含水层组成的地层，因断裂分割为两半，右半部分向下滑动后，下部石灰岩溶洞含水层中的层间水便沿断裂缝上升，并喷涌成泉。

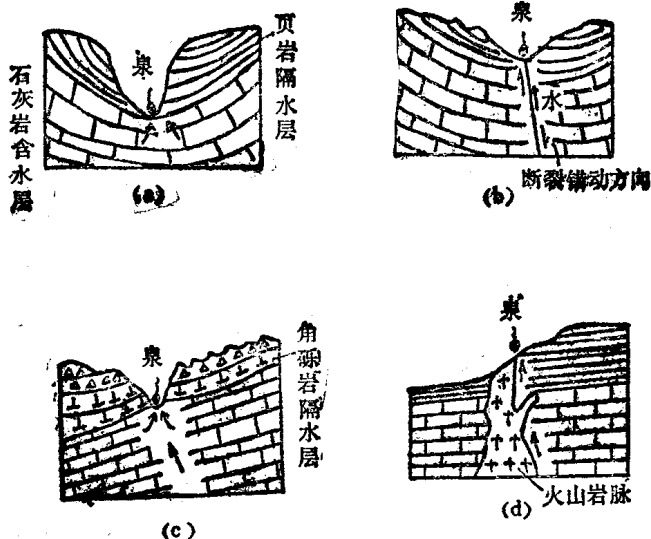


图 6 层间水形成的各种泉

由于地层岩石性质发生变化，或者某种岩石末端自然消失，从而造成了自流条件，并且其上面有隔水层覆盖时，地下水就沿着它的边缘低凹处涌出成泉。如图6(c)中，上部为角砾岩隔水层，因侵蚀而使下伏灰岩溶洞含水层在低凹处暴露，地下水就在此处喷涌成泉。

当有岩浆岩体或脉状岩浆岩从地下深处侵入到层间承压含水层与上部隔水层时，层间水在静水压力作用下，便沿着接触带的裂隙上升，涌出成泉。如图6(d)中，当有岩浆岩从地下深处侵入到石灰岩溶洞层间，承压含水层与上部页岩隔水层而到达地表时，溶洞承压层间水在静水压力作用下，便沿着岩浆岩与石灰岩、页岩之间的裂隙上升，涌出成泉。

上述泉水都是由层间水形成的，所以又称这些泉为上升泉。

总之，在地下水流动的过程中，只要有通往地表的通道，它就会“出头露面”，形成泉。或者地下水在流动过程中受到阻碍，聚集起来，抬高了地下水位，成为高压含水层，地下水就能冲破上面的覆盖层，出露地表而形成泉。在地下水比较丰富的地区，在地形变化比较显著的地方（如山坡、山区和平原交界的地方），在河流与冲沟分布之处等，常常能见到泉。我国的地形、水文、气候和地质等条件多种多样，有利于泉的形成，所以我国几乎到处都可见到泉。据粗略估计，我国泉的总数约有十万多个。其中以水量大、水质好或历史、人物等原因而蜚声于世的名泉，也有几十处之多。

（三）某些奇特的泉

此外，自然界还有一些奇特的泉，如间歇泉、乳泉、海底淡水泉、盐泉等。

1. 间歇泉

在特定条件下的石灰岩地区，由石灰岩溶洞作用而形成的泉水，会出现一种使人感到特别神奇的现象，它时而断流，时而冲涌而出，总是由小到大，又由大到小，不厌其烦地按固定周期反复循环，人们把这种泉叫做间歇泉。如贵州中部石灰岩溶洞地区猫跳河间歇泉，它的泉水一昼夜周期性地涌出 35~42 次。间歇泉周期性涌水的现象是怎样形成的呢？原来它是由于石灰岩溶洞水和溶洞中聚集的气体压力作用而形成的。如图 7 中所示，当水流从溶洞左边上游通道流入气室时，并随同带来大量气体。因为流入水多于排出水，所以气室的水面渐渐地升高，而且气室里空气压力也不断地增大。当气压达到一定程度时，虹吸管左侧的水体突然向右侧压缩，由于压力加大，水流运动即加快，大量的水流突然

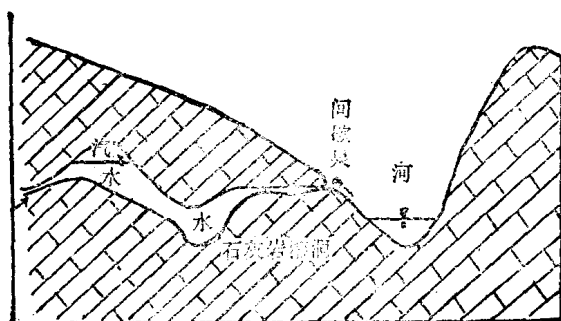


图 7 间歇泉形成示意图

流出，于是在泉出口处便形成一次涌水。当水涌出后，气室水面下降，又有来水使水面再次不断地升高，气室压力又加大，接着使虹吸管水位又一次被冲决，就又造成一次涌水。如此反复进行，就象海边一次次的潮汐一样。又如美国黄石公园里最有名的间歇泉——“老实人”喷泉，它喷发定时，大约是每隔33~95分钟喷一次，每次喷3~4分钟，喷出水柱高15~180英尺，其喷发周期稳定，百余年如一日。还有，在乌拉圭的内格罗湖畔有一眼间歇喷泉，每天早、中、晚定时喷涌，所以又被人们称之为“三餐泉”。

2. 乳泉

广西省上思县凤凰山上有一眼奇特的泉，泉水终年不干涸，有时呈乳白色，如将硬币置入水中，能浮而不沉。广西桂华西山也有一个乳泉，泉水出自乳泉井中。乳泉井座落在半山上的花岗岩石下。井水不深，只有一米。井水透明碧澈，井底花岗岩砾石历历在目。这口乳泉水看不见泉眼，舀不干，也不往外溢。地下水从半风化的较疏松的花岗岩孔隙中慢慢地渗出，有时叮当作响，宛若琴声贯耳。由于流量较小，所以泉水总是不多也不少。据史书记载：“此泉时有汁喷