

56.5819
03693

史 长 春

水利电力出版社

水文地质勘察

上册

水文地质勘察

上册

史 长 春

水利电力出版社

内 容 提 要

全书分上下两册出版。内容主要侧重水文地质勘察工作的基本原理、方法及其应用方面的论述。本书上册共六章。内容包括：绪论，水文地质测绘，水文地质物探，水文地质钻探，水文地质试验，地下水的动态长期观测与均衡试验研究等。

本书可供水利和地质等有关部门从事水文地质工作的技术人员阅读，也可供有关院校师生参考。

* * *

本书由王秉忱副教授和白世英工程师负责审校工作，并在初稿的基础上分别改写了第六章和第一章。最后由王秉忱副教授负责全书稿的审查定稿工作。

水文地质勘察

上 册

史 长 春

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 17.125印张 457千字

1983年2月第一版 1983年2月北京第一次印刷

印数0001—5930册 定价2.35元

书号15143·5068

前 言

地下水是人类生存和发展所不可缺少的宝贵天然资源，是有前景的能源之一，在国民经济建设中具有重要的意义。人们在勘察、开采和利用地下水以及对其危害进行斗争的长期实践中，创立和形成了水文地质学。

水文地质勘察是水文地质学的重要组成部分，属于实践性较强的方法论的科学。建国三十多年各条战线上从事水文地质生产、科研、教学等工作的广大科技人员，在水文地质普查、勘探、试验、计算、评价、编图等科学理论与技术方法的研讨方面都积累了丰富的经验。实践证明，尽管我国地质、水利、电力、煤炭、石油、铁道、冶金、建筑、国防、环保等部门进行着不同目的的水文地质工作，都有其自己的水文地质专业体制、工作目的、要求和规程规范。但就其基本的水文地质工作方法、各种技术手段和工作程序而言，则大体是一致的或大同小异的。为了适应水文地质工作发展的需要，配合我国社会主义建设中对地下水资源的勘察和评价，我们搜集了国内外有关部门的先进经验和技术资料，试图结合我国实际情况，系统地总结和概括建国以来水文地质工作的基本工作方法和工作内容，介绍各种技术方法的实用过程和步骤，旨在对今后的水文地质勘察工作有所助益，以期达到普及与提高的双重目的。

本书侧重于水文地质勘察工作的基本原理、方法及其应用方面的论述。在内容方面首先对现有的大量水文地质勘察方法进行了必要的选择，以常用的和行之有效的新技术、新方法、新经验为主，力争反映出国内外先进技术水平 and 经验。书中涉及的专业知识较广，为了便于读者学习起见，对与水文地质勘察方法有关的基础知识，进行了必要的阐述。

在本书编写过程中，曾得到水利、电力、地质系统等部门的大力支持，并提供有关资料。初稿完成后，由王秉忱副教授和白世英工程师负责全书稿的审校工作，并在初稿的基础上分别改写了第六章和第一章。最后由王秉忱副教授负责全书稿的审查定稿工作。在此一并致以诚挚的谢意。侯佩文同志参加了部分资料的搜集和整理工作，也给作者以不小的帮助。

本书大部分编写工作和绘图工作是在野外工地进行的，限于条件和水平，不足和错误之处，恳请读者不吝指正。

编 著 者

一九八二年六月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 地下水的形成与分布.....	1
第二节 地下水在国民经济建设中的意义.....	12
第三节 水文地质勘察的目的、任务与阶段划分.....	16
第四节 水文地质勘察设计书的编制.....	20
第二章 水文地质测绘	25
第一节 水文地质测绘的目的与要求.....	25
第二节 野外测绘的基本工作方法.....	26
第三节 野外地层岩性的调查方法.....	54
第四节 地质构造的观察与研究.....	69
第五节 地貌调查.....	94
第六节 第四纪地质调查.....	101
第七节 岩溶调查.....	122
第八节 水文地质调查.....	131
第九节 水文地质测绘资料的整理.....	137
第三章 水文地质物探	143
第一节 遥感技术在水文地质勘察中的应用.....	143
第二节 多波段卫星照片和航空照片的地质解译.....	171
第三节 地面物探的基本方法.....	193
第四节 电法勘探成果的解释和应用.....	229
第五节 井下物探的基本方法.....	256
第六节 测井解释模型及成果的应用.....	271
第四章 水文地质钻探	287
第一节 水文地质钻探的目的与任务.....	287

第二节	勘探线、网的布置方法	288
第三节	钻进方法与钻探设备的选用	302
第四节	钻孔设计	308
第五节	成井工艺	324
第六节	钻孔的简易水文地质观测	338
第七节	岩心的地质编录及成果提交	346
第五章	水文地质试验	359
第一节	抽水试验	359
第二节	回灌试验	407
第三节	连通试验	422
第四节	渗水试验	424
第五节	注水试验	428
第六节	地下水流向和实际流速的测定	429
第六章	地下水动态长期观测与均衡试验研究	433
第一节	地下水动态与均衡的基本概念	433
第二节	地下水动态长期观测与均衡试验研究的组织与工作方法	444
第三节	地下水动态长期观测与均衡试验资料的整理和分析	487
第四节	地下水动态预测方法	502
参考文献		540

第一章 绪 论

第一节 地下水的形成与分布

地下水是地球水圈中水体的一部分，它分布于地下十几公里深度内的岩石空隙（包括孔隙、裂隙、溶洞）之中。地下水的形成不论是在过去的地质年代中，还是在现代水循环中，都与大气圈中的水及地球表面分布的水相互联系在一起。我们把分布、运动在大气圈中的水称为大气水，它包括水蒸汽、雨、露、霜、雪、雹；把分布在地球表面的水称为地表水，它包括河流、湖泊、海洋、冰川。所谓地球水圈就是由有水体分布的岩石圈、地球表面和大气对流层所组成。分布于地球水圈中的大气水、地表水和地下水之间存在着三水相互转化的循环过程。地球水圈中总的水体积约为14亿立方公里，其中海水为 137×10^7 立方公里，陆地上的冰雪水体积为 2.4×10^7 立方公里，包括内海在内的河流、湖泊的水体积为 751×10^3 立方公里，埋藏在16公里以内的地下水的水体积为 1175×10^3 立方公里，大气水体积为 14×10^3 立方公里。水圈中三水体积的大致比例为大气水：地下水：地表水 = 1 : 10 : 100000。

一、地球水圈中的水循环与水均衡

地球水圈中的水循环反映了大气水、地表水、地下水三者之间在数量上和状态上的互相联系与转化。在太阳辐射热的作用下，水被从海面、陆地水体、植被的叶面与地下水通过陆面蒸发，变成水汽升到大气圈中。在气流移动遇冷的条件下凝结成雨、露、霜、雪、雹的形式，又降到陆面或海面。降到陆面的水，一部分以地表径流的形式汇入河、湖和海洋；一部分再度蒸发返回大气中；另一部分则渗入地下形成地下水。而地下水中的

一部分又以地下径流和泉水的形式排入河、湖和海洋；另一部分则通过陆面蒸发返回到大气中。水循环可分为大循环与小循环两种。大循环的过程是水从海洋表面蒸发变成大气水，随气流运动至陆地上空以大气降水的形式落到地面后，又以地表径流和地下径流的形式汇入海中。小循环则是从海洋蒸发的水汽又以降雨的形式回降到海洋；或者是陆面水体、植被、地下水通过陆面蒸发的水汽又复降到陆面（图 1-1）。地球水圈中的水循环并不是到处相同的，所以有干旱区与湿润区之别。就我国的情况而言，降水的形成主要靠大循环，但在一些内陆地区，小循环同样是不可忽视的。乱伐森林、破坏植被或不科学地采水、调水，都将恶化一个地区的生态平衡，使小循环向坏的方向发展。相反，若能大量地植树造林和科学地调蓄地表水与地下水，则能促成小循环向有利的方向发展。地下水的形成与分布除了所处的地质条件外，主要决定于当地的水循环条件，也就是当地的水文、气象因素。地下水在水循环过程中的主要特点是其运移速度相对于大气水和地表水来说是十分缓慢的，原因在于地下水是在有空隙的地质体中形成、分布和运动。它的渗入补给速度、蒸发排泄速度，以及径流速度很小。

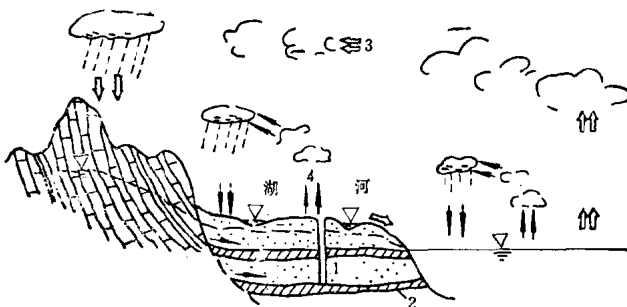


图 1-1 自然界中水的循环

1—含水层；2—隔水层；3—大循环；4—小循环

在三水循环转化过程中，外层空间并没有水注入地球水圈中，而地球水圈中的水同样没有泄出到外层空间中去。所以循环

于地球水圈的三水遵从一定的数量均衡关系，这就是地球水圈中的水均衡原理，可用下列水均衡方程式表征：

$$Z_m = X_m + Y$$

$$Z_c = X_c - Y$$

$$Z_m + Z_c = X_m + X_c$$

式中 Z_m ——海面年蒸发量；
 X_m ——海面年降水量；
 Z_c ——陆面年蒸发量；
 X_c ——陆面年降水量；
 Y ——地表及地下径流量。

表 1-1 自然界中水的均衡（年）

区 域	面 积 (公里 ²)	水均衡要素	水 的 体 积 (公里 ³)	水层厚度 (毫米)
海 洋	360 × 10 ⁶	降 水	411.6 × 10 ³	1140
		蒸 发	447.9 × 10 ³	1200
		河水流入量	36.3 × 10 ³	100
陆地外流区	117 × 10 ⁶	降 水	99.3 × 10 ³	850
		蒸 发	63.0 × 10 ³	540
		河 流 径 流	36.3 × 10 ³	310
陆地内流区	33 × 10 ⁶	降 水	7.7 × 10 ³	240
		蒸 发	7.7 × 10 ³	240
整个地球	510 × 10 ⁶	降水或蒸发	518.6 × 10 ³	1017

注 表中数字为概略数(据《水文地质手册》一书)。

表1-1中列举了地球水圈中水均衡的各项数值。水均衡方程式中都是采用多年平均值。在全球范围内多年平均降水量等于多年平均蒸发量。这种水量的均衡关系在多年内是恒定的，同时也适用于地球上某一个自然单元或流域。这种基本的水均衡方程式，可以根据不同的自然条件具体地用来评价一个地区或一个流域的水资源。在实际评价一个地区或一个流域乃至一个含水层的

地下水资源时，也都是建立在这种水均衡理论基础上的。例如某流域的地下水资源即取决于该流域地下含水层这个储水系统的流入量和流出量的多年均衡。关于地下水均衡研究及地下水资源评价问题，将在后面的有关章节中详细论述。

二、地下水在岩石中的存在形式

(一) 汽态水

汽态水是赋存和运动在岩石非饱水带中的一种蒸汽水。在水汽张力差的作用下，由张力大（绝对湿度大）的地方向张力小的（绝对湿度小）的地方运动。它与岩石空隙中其他形式的水及大气中的水蒸汽处于一种经常变化的动力平衡状态，蒸发作用使它向大气中运移，凝结又使它变为其他形式的地下水。

(二) 吸着水

吸着水是岩石颗粒表面由于静电引力而吸附的一层很薄的水膜。这种吸着的水膜与岩石颗粒表面之间的分子作用力可高达10000大气压以上，因而二者的结合很紧密，又称强结合水。这种水不能产生流动，更不能被植物的根系吸收，在加热条件下可以变成水蒸汽。

(三) 薄膜水

薄膜水是在吸着水外围逐渐加厚而形成，又称弱结合水。它与吸着水的区别在于它能从薄膜厚的地方向薄膜薄的地方运动。薄膜水的外层可以被植物的根系吸收。吸着水和薄膜水的形成与岩石颗粒表面的吸附能力有关。这种吸附能力又取决于岩石颗粒的比表面积和分散度。例如颗粒极细小的粘土所能吸附的结合水量，可以达到其体积的18~45%；而在颗粒较粗的砂土中只占其体积的0.5~2%。

(四) 毛细水

毛细水是存在于由岩石颗粒组成的细小毛管中的水，它是由水的表面张力、重力与毛管壁面对水分子的吸附力平衡作用的结果。它可以上升到一定的高度，称毛细上升高度。毛细水可以传递静水压力，并被植物的根系吸收。在土壤次生盐渍化地区，详

细研究毛细水有重要意义。

(五) 重力水

重力水是当岩石空隙全部被水饱和时，只在重力作用下运动的地下水。重力水是水文地质研究的主要对象。这种重力水既可以自由流动，又可以传递静水压力。

(六) 固态水

固态水是呈固态冻结在岩石空隙中的地下水。它在岩石温度低于水的冰点时形成。在多年冻土区，固态水终年以固态冰的形式存在，而在季节性冻土区的一定深度内，只有在封冻季节呈固态，其他季节则融化为重力水。

三、地下水的分类及各类地下水的基本特征

地下水的分类是一个相当复杂的问题，它可以根据地下水在岩石空隙中的存在形式、地下水的物理性质和化学成分、地下水的水力性质、岩石空隙性质、地下水埋藏条件，以及地下水在现代水循环中的水交替速度等标志进行分类。通常传统的分类是根据地下水的埋藏条件，把地下水分为上层滞水、潜水和承压水。还有按岩石空隙性质，把地下水分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。下面介绍几种对水文地质勘察工作有指导意义的地下水分类及其基本特征。

(一) 按地下水埋藏条件的分类

1. 上层滞水：上层滞水是存在于松散堆积物的饱气带中的局部隔水层之上的重力水，是当地季节性的降雨或地表水渗入到局部隔水层受阻而赋存起来的距地表最近的地下水。它的分布范围很小，常常是雨季补给时存在，旱季蒸发时消失，是一种不稳定的季节性地下水。

2. 潜水：潜水是埋藏在地表以下第一个稳定隔水层^①（弱透水层）以上，具有自由水面的重力水。从自由水面到隔水层的垂

① 从现代水文地质学概念出发，很多学者认为：自然界没有绝对的隔水层。——审注

直距离为潜水含水层的厚度。这个厚度是一个变数，补给期出现高水位时厚度变大，排泄期出现低水位时则厚度变小。潜水从高水位流向低水位。潜水的静水压力表现不明显，所以又称无压水。潜水水位往往和地形起伏相一致。它主要受大气降水和地表水补给，当其下面有高水头的承压水存在时，有时也通过所谓渗透性较好的“天窗”而获得承压水的补给，或其底板为弱透水层时，也可出现所谓承压水向上的越层（流）补给。潜水的径流速度除了岩溶暗河或粗颗粒组成的河谷潜流外，一般是很小的。潜水的排泄方式有泉水流出，以地下径流补给河湖等地表水或当其埋藏较浅时通过包气带而蒸发。潜水主要埋藏在第四纪松散堆积物中，其次是基岩裂隙风化带中。潜水在现代水循环中处于一种积极交替的过程，所以是一种再生能力较强的地下水资源。

3. 承压水：承压水是充满两个隔水层或两个相对弱透水层之间含水层中的地下水。当这种含水层中的地下水未被充满时，称为层间水，具有潜水的水力性质。承压水承受静水压力，所以被钻孔或井揭露后地下水涌出并高出隔水层底板，承压水涌出地表的称自流水。承压水的形成条件与地质构造及含水层与隔水层的空间分布有关。例如，向斜构造、单斜构造常常形成承压水；在由第四纪松散沉积物组成的多层结构条件下，也有利于承压水的形成。有的承压水可分为补给区、承压区和排泄区。补给区往往小于分布区。补给区分布在上游，常常是深埋的潜水；排泄区分布在下游，常是地表上升泉的分布地带。有的承压水并没有明显的补给区和排泄区。例如，在过去地质年代里形成的封存水，它具有很高的承压水头，但划分不出补给区与排泄区。

（二）按岩石空隙性质的分类

1. 孔隙水：孔隙水是埋藏运动在第四纪松散沉积物，弱胶结的沉积岩和岩浆岩、变质岩风化带孔隙中的地下水。孔隙水分布均匀而且连续，呈层状，有连续稳定分布的水位。根据埋藏深度的不同，孔隙水可以分别形成上层滞水、潜水和承压水。孔隙水的形成与分布同第四纪沉积物的成因类型有着密切关系，其富水

性取决于含水层的颗粒大小、分选程度及含水层的厚度。

2. 裂隙水：裂隙水主要分布在坚硬、半坚硬岩石的各种裂隙之中，根据含水层产状，可分为裂隙层间水和裂隙脉状水；根据裂隙的成因又可分为风化裂隙水、成岩裂隙水和构造裂隙水三种。在第四纪松散沉积物中有时也出现一种裂隙水，如黄土中的裂隙水和冲积平原下游的粘土裂隙水。

3. 岩溶水：埋藏运动在可溶盐岩石的裂隙、溶洞中的地下水称岩溶水。岩溶水不但具有独特的性质，同时又是一种地质营力。因为岩溶水在储存、运动中不断地对可溶盐岩石进行溶蚀作用，所以也就不不断地在改变它自身的储存条件和运动条件。岩溶水的最大特点是其空间分布的不均一性，这种特殊分布取决于当地岩溶的发育规律。岩溶水在现代水循环过程中有着比较快的水交替速度，尤其是岩溶暗河，其水交替速度接近于地表径流。

四、影响地下水形成的气象、水文因素

除了埋藏很深的古代封存水外，一般的地下水都参与现代水循环。因此，地下水的补给量、储存量与排泄量，以及地下水水质的好坏，在很大程度上与当地的气象、水文因素密切相关。对地下水发生显著影响的气象、水文因素主要是降水、蒸发与水文网的分布。

降水是形成地表水和地下水的主要来源，降水有两种形式，一种是由水汽直接凝结而成，如露、霜；另一种是水汽在高空凝结而降至地面，如雨、雪、雹。前一种降水形式对于沙漠分布区地下水的形成有一定的影响。后一种降水形式是地下水形成的主要补给来源。降水对地下水的补给量取决于降水量的大小、雨时的长短、雨率的强弱及当地入渗条件的好坏。降水渗入作用是在分子力、毛细作用力和重力的共同作用下进行的。开始渗入的水分主要是在分子力和毛细力的作用下通过颗粒间的空隙迅速向下扩散，渗入水首先饱和表层，然后向下浸润，当达到毛细带时水分才在静水压力下逐渐达到地下水位而补给地下水。渗入作用的进行与当地地下水位埋藏深度、饱气带岩性与湿度，以及地形坡度、植

被覆盖等因素有关。在水文地质勘察过程中常常利用当地多年平均降水量与入渗系数来评价地下水资源的丰富程度和保证程度。所谓入渗系数就是地下水的大气降水补给量除以大气降水量，以百分数来表示。

蒸发往往是浅层地下水的主要排泄方式。自然界的蒸发分为水面蒸发、陆面蒸发与植被的叶面蒸发三种。地下水通过饱气带的陆面蒸发和地下水处于高水位下的植被叶面蒸发构成了地下水蒸发排泄的主要组成部分。陆面蒸发量的大小除了当地的日照、气温、空气湿度和风力外，还决定于地下水位的埋深、饱气带的岩性与湿度等条件。长期处于高水位状态的干旱、半干旱区的低平原、沿海平原和河水灌区中的地下水，在强烈的陆面蒸发作用下，常常改变地下水的化学成分，而变成大陆盐渍水。

水文网对地下水形成与分布的影响，主要表现为河流与地下水之间有非常密切的水力联系。一般在河流的上游地段，多为山区或丘陵地带的侵蚀、剥蚀区，含水层被切割使地下水呈泉水形式排泄而补给河流。在河流的下游地段，大多进入山间盆地或平原，使河床抬高后通过河床岸边渗透的方式补给地下水。在戈壁沙漠及岩溶分布区，河流常常形成无尾河，而全部渗入补给地下水，变成地下径流，当这种地下径流受阻使水位抬高后，则又溢出地面，呈泉群的形式或岩溶暗河出露又变为地表径流。河流在枯水期的流量是靠地下水补给的，在洪水期则受到大量的大气降水补给。所以，在一个流域内可以借助于研究枯水期的河流流量来间接地评价该流域内含水层的储水能力。通过多年的观测，可以近似地认为枯水期河流径流量等于同时期地下水的排泄量。这就是在河流径流过程曲线上采用水文分割法^①的理论基础。有的河流在枯水期受地下水补给而在洪水期又补给地下水。所以要在水文地质勘察过程中，认真地研究水文网的分布与地下水分布的关系，以及河水径流量全年的变化与地下水的补、

① 水文分割法又称为河流水文图（成因）分解法或径流分割法。——审注

排关系。

五、地下水的水质

(一) 地下水的物理性质

1. 地下水的比重：地下水的比重决定于所含溶解盐分的含量，地下淡水的比重一般来说与化学纯水相同，其数值为1。溶解盐分含量很高的盐卤水，其比重均大于1。

2. 地下水的温度：地下水的温度与地下水的埋藏深度有关。浅埋的地下水温度受气温的影响，具有昼夜和季节变化的特点。温度有昼夜变化的地下水埋深在3~5米以内，即在日常温带以上；温度具有年变化特点的地下水埋深一般在50米以内，即在年常温带以上。在年常温带以下的地下水温度则随深度的增加而升高，受地热增温率（温度每升高1℃时所需要增加的深度）控制。地壳的平均地热增温率为30~33米/℃，各地由于地质条件不同，地热增温率也不相同，在有地热异常存在的地区，地下水的温度则遵从地热增温率，而受异常热源的控制。根据地下水的温度可把地下水分为低于0℃的过冷水；0~20℃的冷水；20~42℃的温水；42~100℃的热水和大于100℃的过热水。

3. 地下水的颜色：地下水的颜色取决于它的化学成分与悬浮物。常见的地下水是无色的，但含硫化氢气体时，地下水就呈翠绿色，亚铁含量较高时呈灰蓝色，含锰的化合物时呈暗红色，含有较多氧化铁时则呈红色，含腐植质的沼泽水常呈黄褐色。这些化学成分的含量较低时，并不影响地下水的颜色。

4. 地下水的气味与口味：地下水一般是无气味无口味的，但有时也具有强度不同的气味，如地下水中富含硫化氢时则有强烈的臭鸡蛋味等。当地下水中某些离子含量增高时，则出现不同的味道（口味）。例如，富含氯化钠的地下水具咸味，富含氯化镁与硫酸镁时具苦味，富含硫酸钠的具涩味，含大量有机质的具甜味等。所以地下水的味道也与其化学成分有关。

5. 地下水的导电性：地下水的导电性取决于所含电解质的数量与性质，通常和水的含盐量有直接的关系。因为离子含量越

多，离子价则越高，所以水的导电性也就越强。如高矿化度的咸水与低矿化度的淡水相比较，其导电性就大得多。

6. 地下水的放射性：地下水在不同程度上或多或少地都具有一定的放射性，但一般地下水的放射性是非常低的。仅当地下水与放射性矿床或放射性异常有关时，地下水才出现一定的放射性。

(二) 地下水的化学成分

1. 地下水的主要化学成分：地下水不是化学纯水，它的化学成分很复杂，可以从中找到很多人所共知的元素，这些元素成分以离子、气体、分子和胶体状态存在。地下水中所含的化学成分及其富集情况，与这些元素成分的溶解度有直接的关系。例如，在地壳中分布最广的氧、钙、镁、钾、钠等在地下水中是常见的，而硅、铁等虽在地壳中有很广的分布，但其溶解度较低，在地下水中就不多见。氯在地壳中分布虽少，但在地下水中却常常富集起来，形成氯化物水型就是由它的溶解度决定的。地下水中分布最多的离子有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 。其次有 H^+ 、 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 OH^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 及 PO_4^{3-} 。以未离解（化合）的分子状态存在的有 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 及 H_2SiO_3 等。地下水中常见的溶解气体成分为 CO_2 、 O_2 、 N_2 、 CH_4 、 H_2S 、 H_2 及Rn等。

2. 地下水的酸碱度（pH）：地下水的酸碱度是用氢离子浓度的对数值来表示的，即 $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ 。在纯水中氢离子浓度与氢氧根离子浓度相等，水呈中性反应。当水中 H^+ 浓度大于 OH^- 浓度时，水呈酸性反应。而当水中 H^+ 浓度小于 OH^- 浓度时，水则呈碱性反应。即 $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ 时， $\text{pH} = 7$ ，水呈中性。当 $[\text{H}^+] > 10^{-7}$ 时， $\text{pH} < 7$ ，水呈酸性，当 $[\text{H}^+] < 10^{-7}$ 时， $\text{pH} > 7$ ，水呈碱性。通常根据pH值把地下水分为强酸性（ $\text{pH} < 5$ ）、弱酸性（ $\text{pH} = 5 \sim 7$ ）、中性（ $\text{pH} = 7$ ）、弱碱性（ $\text{pH} = 7 \sim 9$ ）和强碱性（ $\text{pH} > 9$ ）五种。大多数地下水呈弱碱性反应，在硫化物矿床与煤田地区则见有酸性反应的水。

3. 地下水的硬度：地下水的硬度由水中的钙、镁离子构成。