

中等专业学校教学用书

水文地质与 工程地质

阜新煤矿学院编

学校内部用书



中国工业出版社

中等专业学校教学用书



水文地质与工程地质

阜新煤矿学院編

学校内部用書

中国工业出版社

本書在簡單介紹普通水文地質學理論知識的基礎上，着重講述礦山水文地質的主要問題，即礦井涌水的預測和礦井水的防治方法；最後，聯繫礦井建設的特點，闡明工程地質學的理論基礎，特別是岩石力學的主要性質指標。

本書是煤礦中等專業學校礦井建築專業的試用教材。

水文地質與工程地質

阜新煤礦學院編

*

中國工業出版社出版（北京朝陽門外大街10號）

（北京市書刊出版事業許可證出字第110號）

中國工業出版社第四印刷廠印刷

新華書店科技發行所發行·各地新華書店經售

*

開本 787×1092¹/₃₂·印張 3⁵/₁₆·字數 66,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印數 001—683·定價 (9—4) 0.33元

統一書號: 15165·683 (煤炭—31)

目 录

緒 言	5
-----	---

第一篇 普通水文地質

第一章 自然界中的水体及水的循环	8
------------------	---

§1. 自然界中的水	8
§2. 自然界中水的循环	11
§3. 地下水的起源	16

第二章 岩石的水理性質	18
-------------	----

§1. 岩石的孔隙性	18
§2. 疏松岩石的机械成分	21
§3. 透水性	22
§4. 岩石的水容性	24
§5. 溶解度	26
§6. 排水度(給水度)	26

第三章 地下水的化学成分	27
--------------	----

§1. 地下水化学成分分析	27
§2. 地下水的評價	30

第四章 地下水的分类	32
------------	----

§1. 土壤水	33
§2. 潜水	33
§3. 层間水	40
§4. 喀斯特水	46
§5. 裂隙岩层中的地下水	48

第五章 地下水动力学基础	50
--------------	----

§1. 水在岩层中的运动形式	50
§2. 地下水运动的基本規律	51

§3. 地下水流的基本方程式	54
----------------------	----

第二篇 矿山水文地质

第六章 矿井水的概念及影响井巷涌水的因素	65
§1. 矿井水及含水系数的概念	65
§2. 影响井巷涌水的因素	66
第七章 井巷涌水量预测	70
§1. 竖井涌水量计算	70
§2. 巷道涌水量计算	72
§3. 生产矿井涌水量的测定	76
第八章 矿井水的防治	79
§1. 矿区疏干原则	79
§2. 防止地表水渗入巷道	80
§3. 在开拓和开采过程中矿床的疏干方法	81

第三篇 工程地质学基础

第九章 一般概念	86
§1. 在工程地质学中岩石的分类	86
§2. 岩石力学概念及其与建井工作的关系	89
第十章 岩石物理力学性质指标	91
§1. 岩石指标的意义及种类	91
§2. 岩石重要物理性质指标	92
§3. 岩石的主要力学性质指标	97
第十一章 与地下水有关的现象	103
§1. 潜蚀	103
§2. 流砂	104

緒 言

水文地質学主要研究地下水的来源、分布、运动和变化规律，水质、水量、以及水的防治和利用等问题。

广义来说：凡是在地面以下天然存在的水都叫地下水，其存在状态可能是固态、液态或气态。而水文地質主要是研究在岩石空隙中呈饱和状态的液态地下水。

地下水赋存于岩石之中，所以研究地下水不能离开了解和联系地質条件（地质、岩性、构造等）。地下水以某种形式出露于地表后，可以变成地表水而流走，也可以蒸发成水汽。地表水（河流、海洋等）和大气降水又可以渗至地下，变为地下水，所以地下水是不断运动着和循环着的地球水体中的一部分。由上可见，水文地質学是建立在地質学的基础上，并且和气候学、水文学等有密切的联系。

工程地質学主要研究工程建筑方面的地質问题。它的研究内容主要是：

1. 岩石的特性（物理和力学性质）及其与建筑物相互作用时所表现的性能。
2. 自然地質变化过程及其影响建筑物破坏的可能性。
3. 建筑物的兴建及使用时所发生的工程地質现象。
4. 区域的工程地質条件及其空间分布的规律。
5. 各种建筑物的工程地質勘察方法。
6. 加强建筑物的稳定性及改善建筑地区工程地質条件的措施。

工程地質学以地質学的基本理论为基础，如动力地質学、

构造地質学、岩石学、地史学、地貌学及水文地質学等等都与工程地質学有密切联系。在解决具体工程地質問題时还需应用其它自然科学和工程技术，如数学、化学、水力学、理論力学、建筑力学、工程建筑学等的理論和成就。

工程地質和水文地質工作在发展国民經济中具有十分重要的作用。

在人类生活中不可一日缺水。很早以来，地下水就是人类生活用水的重要来源。在干旱和半干旱地区，由于地表水源缺乏，降水量不足，因此地下水源是否丰富和是否得到合理利用，就成为这些地区发展农业和畜牧业的重要条件。地下水也是工业用水的主要来源，工业用水不但数量多而且質量有严格的要求，因此在工厂未建立之前，要进行水源調查，使其在質量上和数量上得到可靠的保証。

但另一方面，在采矿工程中常常遇到地下涌水，如果事先不加預防或处理不当，就会給采矿工作造成极大困难，使劳动条件恶化，巷道难以支护，有时甚至造成涌水事故，停止生产，因此，必須了解地下水的規律，采取技术措施，防止地下水的灾害。国家规定，在地質勘探中必須进行水文地質勘探工作，在矿产資源的儲量报告中，必須有相应的水文地質工作資料，沒有水文地質資料，不可能設計或建設新矿井，不可能正确地开发国家資源。

工程地質工作与工农业的生产建設有密切关系。随着国民經济的发展和人民生活水平的提高，修建了大批各式各样的工程，如房屋、道路、工厂、矿井、水壩、水庫、海港等。这些建筑物的稳定程度与工程地質条件有直接联系。工程建筑物发生破坏变形事故，許多是由于工程地質条件不利或沒有正确掌握工程地質資料所引起的。例如，有些建筑物修筑在

不稳定的或原来就处在运动状态的岩石之上。有些建筑物的荷重超过了土的承载能力，等等。在采矿工业中，由于开凿井筒、硐室、巷道以及采掘工作之后在地下遗留很大的采空区，在一定程度上破坏了原来地质作用的平衡，如果不善加处理，也会产生井筒塌陷、片帮、冒顶等事故，引起地面建筑物的破坏。因此，必须充分研究工程地质条件，并善于鉴定这些条件对工程建筑物的影响，采取适当的技术措施，以避免上述可能发生的故事。

工程地质与水文地质这门课程是为了使矿井建筑专业的学生在学习煤矿地质学的基础理论之后，进一步掌握工程地质和水文地质的基本知识，以便在矿井建筑工程中，解决与工程地质和水文地质有关的问题，更好地为矿井建设服务。

第一篇 普通水文地質

第一章 自然界中的水体及水的循环

§1. 自然界中的水

自然界中的水在地球的大气圈，地面及地壳中均可遇到。在大气圈中，水呈气体状态，水滴状态（云、雾、雨）和固体状态（雪、冰雹）；在地表水呈固体（冰、雪）和液体（海、湖、河等等）状态；最后，地壳中的水，则呈气体液体状态，主要是液体状态存在于岩石孔隙之中。我们将后者水称为地下水。地下水是水文地質中主要研究的水，它在地面以下直接与岩石发生联系。

一、岩石中水的种类

在岩石与水之间有着一种经常的和紧密的相互作用，这种作用始终对水和岩石的性质有所影响。

根据岩石中水的性质和状态俄国农学家列别捷夫，将岩石中的水分以下几种：

1. 气态水：气态水通常充满在岩石的孔隙和裂隙内，并由水蒸气张力大的地方自由地移动至水蒸气张力小的地方。

2. 吸着水：成单独的分子状态或薄层（一个分子厚）包围岩石的颗粒，借水分子对岩石的吸附力而停留在岩石的颗粒表面上，所以它不会由一个颗粒移动至另一个颗粒上。

岩石中吸着水的量不是固定的，而是随空气的湿度而改变。

停留在岩石中的吸着水，甚至植物都不能将其夺去。只有通过蒸发方式才能消除岩石中的吸着水。因此，计算吸着水的水量时必须要在 $105^{\circ}\sim 110^{\circ}$ 温度下将岩石样品干燥至重量不变。根据岩石样品干燥前和干燥后重量的差数算出吸着水的水量。

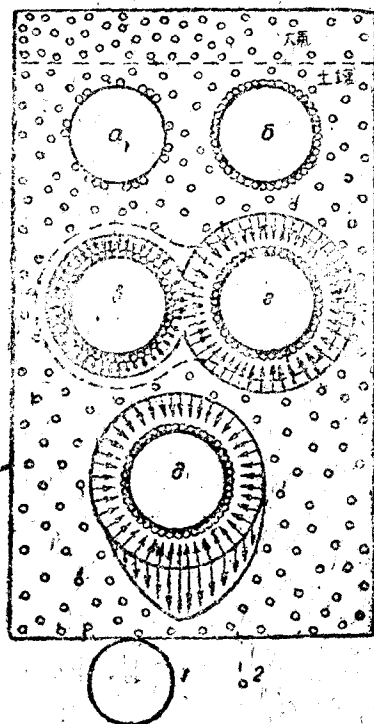


图 1-1 土壤中水的各种形态示意图

1—土壤颗粒；2—气态的水分子；a—不完全吸水性；b—最大吸水性；c和d—具有薄膜水的土壤颗粒；水由颗粒向薄膜较薄的颗粒移动；e—具有变成重力水的薄膜水之土壤颗粒。

不同的岩石所含吸着水的数量也不同。通常粗碎屑岩石含吸着水的数量比粘土少些。

3. 薄膜水：乃是借助于分子引力以連續的薄膜状停留在顆粒表面上的水。薄膜的厚度大于一个分子，可用百分之几微米来表示。在分子引力的影响下，薄膜水能由薄膜較厚的顆粒向另一薄膜較薄的顆粒移动。薄膜水停留在顆粒表面是非常牢固的。

4. 重力水：它的运动服从重力定律，所以它的性質完全和吸着水及薄膜水不同。根据性質的不同，重力水可再分为毛細管水和自由水。

毛細管水即充滿岩石中毛細管孔隙和在表面张力影响下停留在毛細管孔隙中的水。在多孔的岩石中，毛細管水上升得比自由水面要高，因此形成所謂毛細管帶。

自由水和毛細管水不同，它充滿岩石中的全部孔隙，与表面张力无关，只在重力影响下才移动，同时常形成地下水流。

以上四种水可以用图 1-1 來說明。

各种水的簡單性質（根据列別捷夫意見）列入表 1-1。

表 1-1

水的种类	主要特征与性質
吸着水	成薄的薄膜包围顆粒，薄膜受分子力吸引。不传导靜水压力。仅在气体状态时才能移动。在零下 78° 以下时結冰
薄膜水	成厚的薄膜包围顆粒，薄膜受分子引力吸引。很紧密。不传导靜水压力。由薄膜較厚的地方向薄膜較薄的地方移动。当温度在 0. C 以下时依据薄膜的厚度和冻结的时间而結冰
毛細管水	充滿毛細管孔隙之中。受毛細管力和表面张力的作用而移动。传导靜水压力。当温度在 0° C 以下时即結冰
自由水	充滿大的孔隙之中。受重力作用而移动。具有液体水的一般通性

二、地下水在垂直方向的分带

根据岩石中水存在的状态，可将由地面至第一层不透水层间的疏松岩层分为四带：

(1)包气(渗透)带；(2)毛细管上升带；(3)饱和带；(4)地下水的底层带(图1-2)。

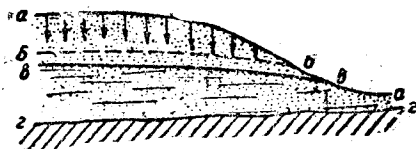


图 1-2 岩层中水的分布示意图

aa—地面；66—毛细管带面；e6—潜水面；z—不透水层面；
a6—包气(渗透)带；66—毛细管上升带；e6—饱和带。

位于包气带中的岩石里，含有各种类型的水，具有代表性的是：气态水，吸着水和薄膜水；重力水则处于自上而下的渗透状态。包气带的厚度是各种各样的，它可以由零（当地下水位与地面一致时），至几百米。

毛细管带仿佛是包气带和饱和带之间的过渡带，此带有比地下水位为高的层位。此带中的水与饱和带中的水有水力联系，因此，其水位常发生变化。在粗碎屑的岩石中，毛细管带的厚度不大，但在粘土中则可达数米。

最后，在饱和带中，全部孔隙均充满着受重力影响的含水层的水。

§2. 自然界中水的循环

由太阳辐射出的热能是地面产生一切作用的主要能源。

太阳辐射作用也引起了自然界中水的运动或循环，水的循环即降落到地面的降水以蒸发的方式返回到大气圈中，然后又以降水形式降落到地面等等。

降落到地面的降水，其运动情况是：一部分水流入河流和海洋，一部分蒸发，而另一部分则渗入地下补充了地下水。后一部分水同样也要以某种方式流入海洋，之后又可自海洋面蒸发。

地球的各个区域中，蒸发、逕流和渗透相互的比例不是固定不变的，而是随区域的地理环境而有所不同。

一、降 水

降水量、降水强度和各季节降水的分布情况，对地下水的补给和分布起着很大的作用。

形成降水的主要原因是当空气向上上升时，其中水蒸气发生凝结。根据这一点，最大降水量必须是在空气中水蒸气很充足和空气上升运动很频繁的地区。降水量的多少对地下水蕴藏数量的丰富与否有很大的关系。此外，各降水的各季节分布和降水强度对补给地下水起着很大的作用。我国有些地区，在夏季由于降水迅速蒸发，因此只有少量的降水渗入土壤，在春季和秋季，降水量比较大，而蒸发量却很小，因而地下水的补给非常激烈。暴雨对地下水补给来说是很不利的，因为大部分的降水在这时顺地面流动而不能下渗；相反地，在寒凉的季节中细小的秋雨因不但降水的逕流率少，而且蒸发率也不大，因此则最适于渗入地壳。

测量降水量可以使用许多仪器，其中应用最广的是雨量器，雨量器在一切气象站中均有所装设。它是一个带有双层底（防止降水蒸发用）的直筒。筒的断面积为500平方厘米。

为了防止降水被风吹出，在筒的四周装有漏斗（图 1-3）。筒装设在高出地面 1.5 米的木桩上。降水量以在一定时间内降到该面积的降水水层的高度，以毫米来表示。例如，面积为 500 平方厘米的雨量器，一昼夜装满水 250 平方厘米。因此，每一平方厘米面积上降落降水量为

$$250:500=0.5\text{厘米},$$

或 5 毫米/昼夜。

二、逕流

降落到陆地的降水消失的方式有三种：一部分降水在原地蒸发，另一部分渗入地壳中，第三部分流入河流和注入海洋。

在一年四季内，逕流是不固定的，这是由于降水量的不同，而且降水量的蒸发有时增加或减少的缘故。因此，在春季或秋季，中纬度地方的河流完全充满水：因为春季是融雪时期，且蒸发量又不大，秋季是多雨时期，同时蒸发量比夏季也少得很多。冬季的逕流减少，因为降落的是固体形态，它不能在地面上流动。所以在一年内降水补给地表水的水量是不均衡的。干燥的地区，气候对逕流的影响最为显著，该地在夏季降水很少，而蒸发量却很大，因此，在夏季河流中很少有水，有时甚至完全干涸。

此外，集水地区的面积大小、形状及地形；露天贮水池的有无和植物复盖情况对地表逕流也有影响。

对地表逕流影响最大的是地質因素。易透水的岩层最适合于下渗和聚集地下水。不透水的岩层能增加降水的部分逕

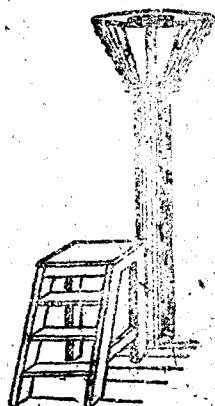


图 1-3 雨量器

流，可形成很大的洪水，并从而减少河流的经常流量。

某河流整个流域的地表逕流量可在該河的下游測定之。其步骤是借流速仪或浮标、水深測量器等測量出水的流速 v 和水流横断面的面积 F 。因此，河流的流量按下式計算：

$$Q = F \cdot v.$$

为了說明区域的特性起見，可引用所謂逕流系数 α ，逕流系数即在某時間內逕流量 y 与該時間內降水量 x 之比，亦即

$$\alpha = \frac{y}{x}, \quad (1-1)$$

或用百分数表示：

$$\alpha = \frac{y}{x} \cdot 100.$$

另一个說明河流逕流的是逕流率，即整个流域面积上的逕流水量 Q_0 (以升計) 与該流域面积 F 之比。

$$M_0 = \frac{Q_0}{F}. \quad (1-2)$$

逕流率在一年內常发生变化，可以有月、年和多年的平均逕流率。

逕流的概念不仅包括地表逕流，同样也包括地下逕流，根据苏联学者波利亚科夫的計算，小河的地下逕流占整个逕流的30%左右。这是一般的情况，在个别的情况下，如果水文地質因素和地形因素自然相結合，那末就能使該地区90%以上的降水注入到地下逕流中。

集水地区的面积很大时，地表逕流和地下逕流也就很大。同时，地表和地下逕流流域不一定要有相同的面积。最可能的情况是这些流域具有不同的界限，这点于图1-4中說明之。

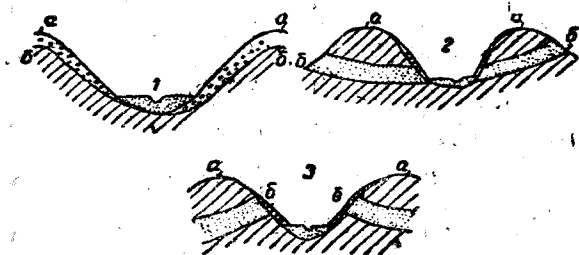


图 1-4 地表(aa)和地下(bb)逕流流域

1—流域均相同；2—地表逕流流域小于地下逕流流域；3—地下逕流流域小于地表逕流流域。

三、蒸 发

地面的蒸发是由大陆表面（湿土、雪和冰河、湖水面及植物叶面等）的蒸发所组成，因此测定蒸发是很困难的，通常以降水量和逕流之间的差数来测定蒸发。

区域的气候条件、岩石的性质和植物的生长情况，都影响蒸发的数值。水分自土壤及植物中蒸发与土壤中含有水分的多少有密切的关系。例如，如果长期无雨、土地干燥时自地面蒸发的就少，而雨后，蒸发则迅速增加。水面蒸发则与此相反，在干燥的时期中，自水面的蒸发很大，而雨后则又很小。这里需要弄清蒸发和蒸发量的概念。水由水面蒸发的性能叫做蒸发。而在一定时间内水面蒸发出一定水量的数值叫做蒸发量。

岩石的物理性质对蒸发的影响很大，可从下列几方面中看到。

1. 潮湿的岩石比水面蒸发快；
2. 致密的岩石比疏松岩石快；

3. 南坡蒸发比其他坡快;

4. 黑色岩石比浅色岩石蒸发快。

植物复盖层本身的蒸发是很大的, 但盖着植物的土壤比裸露土壤蒸发得慢, 因为植物不能使阳光直射到土壤上, 而且植物还能防止风对土壤的吹扬。由于这些原因森林中土壤的蒸发要比田野和草地慢。

干燥的风能大大的加速土壤的蒸发, 因为在颶风时空气中的水分很少。

在土壤内部同样也能产生蒸发, 由于温度的影响地下滴水逐渐变成水蒸气而进入大气圈。

测定蒸发量可采用各种仪器, 如維尔特蒸发器等, 这种仪器能得出水自蒸发层暴露面蒸发的数值(以公厘計)。必须指出测量中所有这些仪器的誤差是很大的, 所以在大的气象站裝設有专门的水池用来測定蒸发数值, 其得出的效果是很好的。

§ 3. 地下水的起源

研究地下水的成因問題有着很大的实际意义, 远在紀元前300~400年, 就有人从事这个問題的研究, 提出了地壳中淡水是来自海水的假說, 亦即海水滲經海底經過地壳深处特殊的地帶在該地帶中水失去盐而成淡水, 最后流出地面。

与此假設相反, 在紀元前 400 年曾經发表了地下水是由于山中空气冷凝而成的假說。

認為地下水是由于降水滲透而成的理論最先是在紀元前100年发表的, 該滲透理論暂时曾被遺忘, 但在十六世紀和十七世紀又重新出現, 并且长时期的都被認為是最正确的理論。