

中等专业学校教学用书

水文地质学

長春冶金地質專科學校 編

冶金工业出版社

中等专业学校教学用书

水文地质学

长春冶金地质专科学校 編

冶金工业出版社

內容提要

本書論述水文地质基本知識、地下水的起源和分类、地下水的主要类型、地下水的物理性质和化学成分、地下水的运动規律、钻孔、坑道湧水量的計算方法。此外，还介紹地质勘探中的水文地质工作、矿床水文地质的一般知識及水化学找矿方法等。

本书不仅可用做中专地质勘探、矿山地质等专业的教学参考書，也可供地质勘探人員閱讀。

水文地质学

长春冶金地质专科学校 編

1961年1月第一版 1961年1月北京第一次印刷 7,615册

开本 $850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32}$ • 字数140,000 • 印张 $5 \cdot \frac{20}{32}$ • 定价0.66元

统一书号 15062 • 2403 冶金工业出版社印刷厂印 新华书店科技发行所发行
各地新华书店經售

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第 093 号

序 言

自从1958年教育革命以来，我們深深感到現有的中等地质勘探专业的水文地质教材存在一些缺点：內容重复，部分深浅不一，且結合我国实际情况不够；迫切需要編出一本結合我国情况，适合专业需要的水文地质教材。为此，我們在学校党委的领导下，本着大胆尝试的精神，編写了这本教材。

本书系参照1959年制訂的中等地质勘探专业四年制水文地质教学大綱編写而成。书中第一章至第八章論述了水文地质基本知識、地下水的成因和分类、地下水的物理性质和化学成分、地下水的主要类型；第九章和第十章扼要地討論了地下水运动的基本規律、钻孔、坑道湧水量的計算和抽水試驗等；第十一章叙述了有关矿床水文地质基础知識；此外，为了适应地质勘探工作的发展需要，增添了第十二章水化学找矿一章。

本书由我校水文地质教研組李墨林等同志負責編写。由于編者水平所限，錯誤和不恰之处在所难免，敬希讀者指正。

編者

1960.6.

目 录

第一章 緒論.....	8
§ 1—1 水文地质学的内容及与其他科学的关系.....	8
§ 1—2 水文地质工作在国民經济建設中的作用.....	9
§ 1—3 水文地质学发展簡史.....	11
第二章 影响地下水的气象和水文条件.....	14
§ 2—1 自然界中的水.....	14
§ 2—2 自然界中的水循环.....	14
§ 2—3 影响地下水的气象因素.....	16
1. 空气的湿度.....	16
2. 大气降水	17
3. 蒸发	18
§ 2—4 影响地下水的水文因素.....	20
1. 河流的形态.....	20
2. 河流的补給类型	22
3. 逕流	22
第三章 岩石的物理性质和水理性质.....	26
§ 3—1 岩石的多孔度和孔隙度.....	26
§ 3—2 粒度成分.....	30
§ 3—3 天然湿度.....	33
§ 3—4 岩石的水理性质.....	34
§ 3—5 水存在岩石中的几种形式.....	39
第四章 地下水的物理性质和化学成分.....	44
§ 4—1 研究地下水水质的意义.....	44
§ 4—2 地下水的物理性质.....	44
§ 4—3 地下水的化学成分.....	47
§ 4—4 地下水水质的評价.....	53

1. 饮用水的评价	53
2. 工业技术用水的评价	54
§ 4—5 地下水的化学分析	55
§ 4—6 地下水的化学分类	56
§ 4—7 地下水化学分析资料的整理	58
§ 4—8 地下水化学成分的形成	61
第五章 地下水的起源和分类	64
§ 5—1 地下水的起源	64
§ 5—2 地下水的分类	67
第六章 包气带水和潜水	71
§ 6—1 包气带水	71
1. 土壤水	71
2. 沼泽水	71
3. 土层滞水	73
§ 6—2 潜水	74
1. 潜水的特征和埋藏形式	74
2. 潜水面形状和等水位线图	76
3. 潜水和地表水的相互关系	80
4. 潜水的补给和动态	82
5. 潜水的分带性	84
6. 潜水的主要类型	85
第七章 承压水	91
§ 7—1 承压水的一般概念	91
§ 7—2 承压水的埋藏条件	91
§ 7—3 承压水的储量	96
§ 7—4 我国承压水的几个主要地质构造类型	96
第八章 裂隙水及喀斯特水	97
§ 8—1 裂隙水	97
1. 岩石裂隙类型及其含水性	97

2. 裂隙水的分类.....	100
§ 8—2 喀斯特水.....	100
第九章 地下水的运动和水文地质计算	103
§ 9—1 地下水流向和流速的测定.....	103
§ 9—2 地下水运动的基本规律.....	110
§ 9—3 地下水运动基本方程式.....	113
1. 地下水在均质岩层中的运动	113
2. 地下水在非均质岩层中的运动.....	117
§ 9—4 地下水向集水建筑物的运动.....	121
1. 集水建筑物的类型	121
2. 垂直集水建筑物的涌水量计算.....	122
3. 水平集水建筑物的涌水量计算.....	127
4. 坑道钻孔涌水量与水位降低间的关系	127
§ 9—5 集水建筑物的相互影响.....	128
第十章 渗透系数的测定	132
§ 10—1 根据粒度成分分析资料计算渗透系数 的公式.....	131
§ 10—2 用仪器测定渗透系数的方法.....	131
§ 10—3 抽水试验测定渗透系数.....	133
1. 试验地段的選擇和钻孔的布置.....	133
2. 抽水试验的设备	134
3. 抽水试验的步骤	141
4. 抽水试验资料的整理	142
第十一章 勘探矿床中的水文地质工作	147
§ 11—1 一般概念.....	147
§ 11—2 影响矿床充水的因素.....	147
§ 11—3 矿床水文地质类型的划分.....	149
§ 11—4 矿床水文地质工作的要求和內容.....	153
§ 11—5 矿床地下水的化学成分.....	155

§ 11—6 坑道涌水量的测定.....	157
§ 11—7 开采矿床时疏干方法.....	162
第十二章 水化学找矿方法.....	170
§ 12—1 水化学在找矿勘探工作中的意义.....	170
§ 12—2 金属的水文地球化学找矿基本原理.....	170
§ 12—3 水文地球化学找矿的基本工作内容.....	175

第一章 緒 論

§ 1—1 水文地質學的內容及與其他科學的關係

水文地質學是一門研究地下水的科學。它研究地下水的起源、埋藏條件、分布和運動規律，地下水與圍岩及地表水的相互關係，地下水物理性質、化學成分和氣體成分等。此外，水文地質學還研究地下水的實際問題，如供水水源；在興建各種工程建築物和進行採礦時，妥善處理地下水的措施等。

由於地下水存在於地殼上部岩石的孔隙、裂隙和溶洞中，與組成地殼的岩石性質有着密切關係，因此，無論地下水的埋藏條件、分布、運動規律和化學成分等，都受着自然條件的控制；同時，大氣降水、地表水也和地下水有着密切的聯繫，它們彼此間的關係涉及到自然界水循環問題，以及地下水的來源問題。

由此可見，水文地質學所研究的範圍很廣，牽涉到許多科學知識，如氣象學、水文學、地貌學、土質學、岩石學、構造地質學、水力學和採礦學等等，尤其是與地質學的關係更為密切。

水文地質學是一門綜合性的科學，隨着生產發展的需要，它已經發展成為幾門獨立的學科：

1. 普通水文地質學：主要研究自然界中水的循環，地下水的起源、動態、水的物理性質、化學成分和地下水的分類等問題。

2. 地下水動力學：研究地下水在岩石中的運動規律、集水建築物的湧水量，以及興建水工建築物和灌溉水渠時研究潛水的迴水等等。

3. 地下水普查與勘探：研究水文地質試驗、調查工作方法；研究為各種實際目的，如供水、水工建築、農田灌溉等進行

的水文地质調查。

4. **矿床水文地质学**：研究矿床的水文地质特征、地下水对坑道的影响，以及采矿时防止地下水措施等。

5. **区域水文地质学**：研究地下水的分布规律；不同地区的水文地质条件。

6. **矿水学**：研究医疗水和有经济价值的地下水的来源与形成规律，研究这种水的分布和开采方法等。

近年来，苏联在放射性水文地质和水化学方面的研究，給水文地质科学增添了新的内容，而且还在創立着像古水文地质学、历史水文地质学等科目。随着科学的发展，如何利用热的地下水作为能量的来源，即研究地热也是水文地质学的一个新的发展方向。

§ 1—2 水文地质工作在国民經济建設中的作用

地下水在一个国家的国民經济建設中起着重大的作用，但除了好的方面也有它坏的方面。

从地下水好的作用方面来讲，可以用来供水、灌溉；矿水可以提取化工原料、治疗疾病等，例如：

新兴城市的发展或大型厂矿地址的选择，往往在很大程度上取决于水源的确定。如果事先不很好地考虑水源問題，往往会造成万事俱备，只缺水源，以致不得不重新勘探水源或者从远处引水，这样势必要增加国家的投資，也浪費了時間，有时甚至不得不考虑轉移地址。在我国的市政事业中，多半利用地下水，特别是利用承压水作为供水水源，因为地表水（如河水）带有大量的悬浮泥沙，而且其变化幅度很大，因此，我国很多大城市，如北京、烏魯木齐、西安、包头、太原、济南等，都以地下水作为供水水源。随着我国很多大城市的改建和扩建，必将更加广泛地利用地下水作为供水水源。

在铁路建設中地下水也有着很大的意义，我国很多铁路干綫

多次穿过缺水的沙漠地区，在这些地区，解决車站供水問題也是一个重大問題。

水文地质工作能为农田灌溉用水提供資料。研究地下水的动态，对农业发展有很大的关系。不合理的灌溉，会导致潛水水位上升，从而造成土壤的盐渍化。为此，必須根据地下水动态长期观测資料，研究如何調节灌溉用水和設法降低地下水位。

我国具有丰富的矿水資源。由于矿水是重要的医疗用水，对发展我国保健事业有很大的作用；而从矿水中还能提炼出盐、溴、碘等工业原料，因此，調查矿水資源也是水文地质工作的一项重要任务。

但是，地下水也有它坏的作用，例如：在采矿过程中，地下水会影响采矿工作，有时由于缺乏必要的矿床水文地质資料，矿井会遭到被地下水突然淹沒的危险，因此，为了排除和疏干矿井和采矿场的水，就需要有大量的排水設備，这样就增加了矿产开采的成本。

地下水对于民用建筑、工业建筑、道路建筑等，也起着有害的作用。当工程建筑区潛水水位高时，为了降低水位，就需要排水設備，这不仅不利于施工，而且也会影响到建筑物的稳定性。

此外，地下水的化学成分，有时对建筑物的混凝土部分和金属起着侵蝕作用，为此，必須采用价值很高的防水层以保护基础和地下管道免受水的破坏。

上述情况表明，研究某一地区的水文地质条件，了解地下水的水量、水质及其动态，不仅从利用地下水作为工业、农业和飲用供水观点来看是重要的，而且从国民經济其他需要（如城市规划、工矿建設、道路、隧道工程 and 地下管道等等）来看，也是必要的，因此，水文地质工作对国家的工农业发展起着重要的作用，及时的解决有关上述的問題，就会促进国民經济建設計劃順利的实现。

§ 1—3 水文地质学发展简史

水文地质学是一门比较新兴的科学，它是在本世纪20年代随着生产的发展才成为一门独立的科学。但是，人类对于地下水的利用和认识，可以追溯到几千年以前。在我国相传作于唐尧时代的一首击壤歌中就提到：“凿井而饮，耕田而食”。公元前250年的战国时代，我们的祖先就在四川自贡一带凿井汲取卤水煎盐。汉朝在利用地下水的技术上有很大的改进，当时已经能取埋藏在地下200余米深处的承压水。这是世界上最早的自流井，比公元1126年在法国的阿尔土瓦省打的自流井要早1500~2000年。据史記河渠书所载“穿渠自征引洛水至商顏，下岸善崩，乃凿井，深者四十余丈，往往为井，井下相通行水。”这就是公元前100年左右我国所凿的一个坎儿井（井渠）——陕西省大荔县西面的龙首渠。

我国的灌溉和水利工程也开始得很早，远在公元前400年李冰父子在四川灌县岷江上修建了有名的都江堰，灌溉成都平原的大片土地。公元前300年陕西开凿了郑国渠，引泾灌田，这是当时黄河流域最大的水利工程。公元前540年开凿沟通长江和淮河邗沟，这是我国大运河最早的一段，直到公元1289年该运河全部建成，长达1700公里。在这些巨大的水利工程中，无疑地需要解决许多有关地下水的問題。

据記載我国远在秦汉以前，就已开始利用矿泉治病，陕西临潼的华清池，在2000年以前即已开始利用，辽宁湯崗子温泉在唐朝就被发现了。

我国的劳动人民在多年的生产实践中，积累了丰富的利用地下水知识，如明朝徐光启在他的“宝政全书”中，曾总结了当时流传于民间的盘试法、火试法和气试法等探寻地下水方法。清朝李

光倡議兴修水利，也提出凿井利用地下水灌溉。但近百年来，由于帝国主义的侵略，这些宝贵的經驗却一直未能加以总结。

在苏联由于規模宏伟的社会主义建設的需要，使水文地质学得到了飞速发展。苏联的这門科学創造了世界上最先进的理論，把資本主义国家远远抛在后面。

我国在解放以前，水文地质学实际上是一个空白点，在反动政府統治下的几十年中，仅有朱庭佑等人在江西、河南等地作过一些地下水的調查工作，对南京自流水有所描述，但多从地质观点出发，缺乏水文地质学的系統理論探討。

新中国成立十年多以来，在水文地质事业各个方面都取得了巨大的成就。

首先，区域水文地质普查工作，从1955年开始，經過短短的四~五年的时间，已在全国范围內迅速展开，并且許多地区已基本上完成了这项工作。

这些区域水文地质測量資料几年来在生产中发挥了重要作用。如在缺水的草原找到了丰富水源，基本上解决了牧区供水問題；在沙漠地区查明了地下水的一般分布埋藏規律，等等，为这些地区工农牧业提供了地下水資料；对农田水利亦起了重要作用。

其次，通过供水水文地质勘察工作，为新兴城市和扩建或改建的城市、工矿企业找到了丰富水源。对新兴的中小城市也进行了不同程度的供水勘探。随着經濟建設的发展，新的厂矿不断建立，城市日益扩大，人民公社农村居民点日益集中和扩大，为供水进行的水文地质工作的任务将更加迫切和繁重。

再有，在矿床水文地质方面，也进行了許多工作，配合各项矿产的勘探任务，完成了各阶段的水文地质工作，保证了各项矿产儲量能及时提交給国家进行設計并投入生产。

还有，为了解决内蒙、新疆、河西走廊及华北等地的土壤盐渍化，以及改良土壤和合理利用地下水，通过农田灌溉水文地质

工作，亦提供了必要資料。

此外，对已經兴修和計劃兴修的許多水利工程，水工建筑物，也进行了相应的水文地质調查和研究。

最后，在铁路建設方面，結合鷹廈、宝成、集二、丰沙、兰新等綫的工程地质工作，也进行了有关的水文地质調查，特别是关于集二、兰新等綫的机車用水問題。

总之，在短短的十多年中，我国水文地质事业，在党的正确领导下，取得了巨大的成就，我們确信在优越的社会主义制度下，随着国民經济高速度的发展，水文地质工作也将以更快的速度，更高的质量向前发展，以便尽快地赶上世界先进的水平。

第二章 影响地下水的气象和水文条件

§ 2—1 自然界中的水

在自然界中水以不同形态存在于大气圈、水圈、岩石圈和生物圈中。

大气圈中的水有三种状态：气态、点滴液态（云和雾）、固态（雪、雹）。

在水圈中水主要以液态聚积在海洋、河流、湖泊中，或呈固态的冰、雪存在地面上。

在岩石圈中有各种不同状态的水：气态水、吸着水、薄膜水、毛细水、重力水、固态水、结晶水和化学结合水（关于这些类型的水，将在有关章节加以详细讨论）。

在生物圈中，因为有动植物存在，水分是动植物有机体的主要组成部分。

根据B.И.维尔纳德斯基院士大致统计，在水圈中，水的体积约为十四亿二千零七十五万二百立方公里；岩石圈中，水的体积约四亿立方公里，大气圈中，水的体积约一万二千三百立方公里，约占全年降水量四十一分之一，在此基础上，推测大气圈的水每九天进行一次循环。

现在整个地球上的水量包括海洋、陆地上的河、湖、地壳内、大气圈和生物圈等，约近于十八亿立方公里，大约占地球体积1%，其中每年只有极小部分0.03~0.04%参加水循环。

§ 2—2 自然界中的水循环

大气圈水、水圈水和生物圈水之间有着密切的联系，由于太

阳热的影响，水从海洋、河流、湖泊的水面和陆面、植物叶面蒸发，形成水气上升到大气圈中，在一定条件下凝結成为液态或固态水降落到地面。这些降水一部流回海洋，一部分渗入地下，而另一部分則蒸发重新回到大气圈里。渗入地下的水在合适的条件下，形成泉流出地表补給河流，由此可见，大气水、地表水、地下水是周而复始的，不断的进行轉化，在其轉化过程中水质也发生相应的改变。

水由地球上的某一圈轉到另一圈的过程称为自然界的水循环(图2—1)。水循环可分为大循环与小循环。

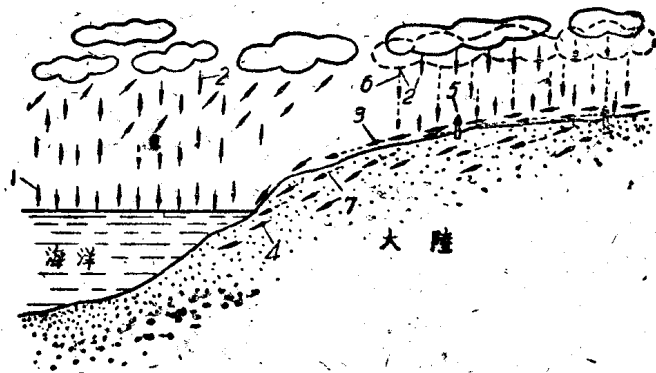


图 2—1 自然界中水循环图

大循环：1—海洋面上的蒸发；2—部分降到海洋，部分降到陆地上（大气降水）；3—来自大洋的大气降水沿着地表流回海洋；4—来自大洋的大气降水以地下逕流方式流回海洋；

小循环：5—陆地上蒸发的大气降水；6—由陆地蒸发所形成的的大气水降落在陆地上；7—渗入地下的的大气降水以地下逕流方式流入海洋

1. **大循环：**从海洋面上蒸发的水，被气流带到大陆上空，以降水形式落到陆地上，这些降水除消耗在蒸发和逕流上，又以河流及地下水形式返回到海洋中，称为大循环。

2. **小循环：**从海洋面上水经过蒸发以后，以降水形式直接回到海洋中，或者在大陆范围内，从湖泊河流以及植物的蒸发的

水仍然降回大陆上，二者均称小循环；有时后者又称为内循环。

内循环的强弱对于该地区的降水量有着密切的关系，在内循环强烈的地区的降水量，要比内循环弱的地区为多，因此我们改造自然的任务之一，也就是要加强这种内循环作用。解放以来，我国广泛的兴修水利，植树造林，已经使局部地区的内循环作用发生了变化。

§ 2—3 影响地下水的气象因素

在野外调查地下水时，了解一个地区的气象条件对地下水的影响是很重要的，因为地下水来源与大气降水有关，要研究地下水的形成与补给条件，必须对地区的气象资料、空气的湿度、蒸发有充分的了解。

1. 空气的湿度

空气的湿度取决于空气中水汽的含量，水汽含量又与温度有关，在大气圈中，水汽的含量是随着温度的增加而减少。

空气的湿度可用绝对湿度、相对湿度和湿度差来衡量。

绝对湿度 e 是以该时刻单位体积的空气中所含水汽的重量（克/米³）或相当于该量水汽的水汽压（毫米）来表示，由于空气的温度不同，地表以上的高度不同，空气的绝对湿度变化很大。

表 2—1

当空气完全为水汽饱和时空气的绝对湿度值

温 度 °C	-30	-20	-10	0	10	20	30
饱和水汽压 E (毫米)	0.4	1.0	2.2	4.6	9.2	17.5	31.9
饱和水汽重量 M (克/米 ³)	0.5	1.1	2.4	4.8	9.4	17.3	30.4

相对湿度 r 是指在某时刻空气中存在的水汽压 e 与在同体积