

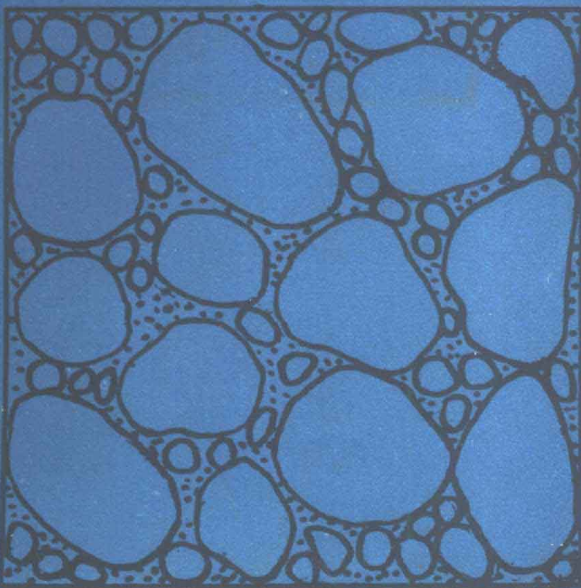
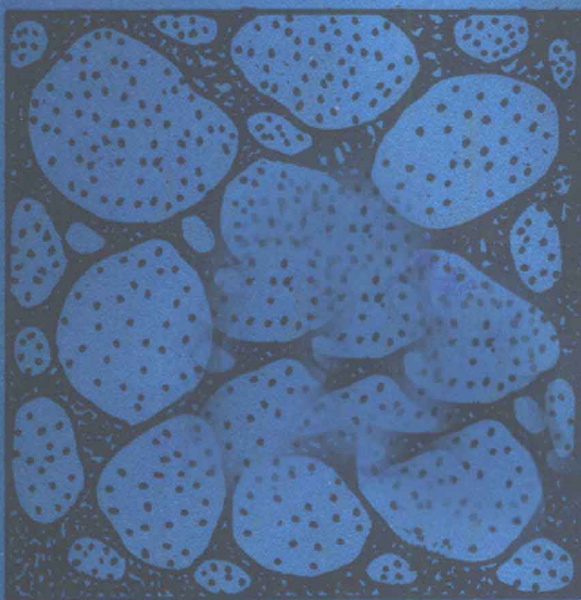
水文地质学概论

区永和 陈爱光 王恒纯 编

SHUI WEN DI
ZHI XUE GAI LUN

B28573

● 高等学校教材 ●
中国地质大学出版社



高等学校教材

水文地质学概论

区永和 陈爱光 王恒纯 编

中国地质大学出版社

高等学校教材

水文地质学概论

区永和 陈爱光 王恒纯 编

责任编辑: 邓祥明

*

中国地质大学出版社

石油地质印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 11.375 字数 256 千字

1988 年 6 月第 1 版 1988 年 6 月第 1 次印刷

1990 年 11 月第 2 次印刷

印数 3001—6000 册

ISBN 7-5625-0059-2/P·27

定价: 2.40 元

内 容 提 要

本书阐述了地下水的起源、形成、赋存、运动规律、地下水化学成分、地下水的动态、均衡、地下水资源、环境水文地质、地下水地质作用、成矿作用、矿床水文地质、矿床开采中的工程地质及水文地质调查等基本问题。同时，对水文地质计算问题也作了必要介绍。

本书不仅可以作为地质类专业（包括物探、探工）学生教材，还可供水利、农林等有关专业学生学习之用。也可供从事上述各专业的工程技术人员参考。

前 言

供地质类专业用的水文地质学教材，我们曾于1961年、1965年和1980年先后编写过三次。前二次均称《水文地质学基础》，第三次改称《水文地质学》。本书是20多年来第四次编写。

随着生产和科学技术的发展，人们愈来愈清楚地看到，水文地质学与许多学科都存在着密切的联系。地质类专业（包括物探、探工）的学生，尽管将来并不直接从事水文地质工作，但他们从事的专业工作总是直接或间接地与地下水圈相关，获得有关地下水圈的基本知识，对他们从事本专业工作及在专业上进一步发展都是大有好处的。

根据本课程在各专业中的作用及我们多年来的教学实践，并考虑到学科的发展现状和趋势，我们编写本书的指导思想是：①重点放在基本原理、概念和分析方法的阐述上，同时兼顾生产实际中经常遇到的某些应用问题；②以现代水文地质学的成就为基础，对内容作了较大的更新与扩大，以利于读者扩大视野，开阔思路；③内容阐述力求深入浅出，以便于初学者接受。因此，和以往版本比较，本书在内容与章节安排上均作了较大的变动。绪论部分重点叙述地下水的作用问题，使学生对学习本课程的意义有初步了解。第一篇（1—8章）为本课程的基础理论部分，着重阐述水文地质学的一般原理、概念和分析方法。第二篇（9—13章）主要介绍地下水在实用上的一些问题。本书内容既考虑到适应不同地质类专业的需要，同时在章节结构上也考虑了各专业使用的方便，即在使用本教材时，可根据专业的具体要求从中选用某些相应的章节。

本书由区永和主编。第五章由王恒纯执笔，第八、十、十一、十二章由陈爱光执笔，绪论及其余各章由区永和执笔。书稿承蒙张人权教授审阅，有关工程地质部分又承蒙潘别桐副教授审阅，他们都对书稿提出了许多宝贵意见。朱敬毅、张瑛玲、王增银、杨金丹等同志协助誊清原稿，作者在此表示深切的谢意。由于时间仓促，加之我们水平有限，书中难免有错，我们期待读者对本书不吝赐教。

编者

1987年5月

目 录

绪 论	(1)
第一篇 水文地质学的一般概念和原理	
第一章 地球上水的来源、分布与循环	(7)
第一节 地球上水的来源	(7)
第二节 自然界中水的分布与循环	(9)
一、自然界中水的分布	(9)
二、自然界中的水循环	(10)
第二章 地下水的赋存	(13)
第一节 岩石中的空隙	(13)
一、孔隙	(13)
二、裂隙	(16)
三、溶穴	(17)
第二节 岩石中水的存在形式	(17)
一、结合水	(18)
二、重力水	(18)
三、毛细水	(19)
四、气态水	(19)
五、固态水	(19)
六、矿物中的水	(19)
第三节 岩石的水文地质性质	(19)
一、容水性	(19)
二、持水性	(19)
三、给水性	(20)
四、透水性	(20)
第四节 含水层、隔水层及含水系统	(21)
一、含水层与隔水层	(21)
二、含水系统	(22)
第三章 不同埋藏条件的地下水	(24)
第一节 包气带水	(24)
第二节 潜水	(24)
一、潜水概述	(24)
二、潜水面形状	(25)

第三节 承压水	(27)
一、承压水的特征	(27)
二、承压水等水压线图	(29)
三、承压含水层的储水与释水	(30)
第四章 地下水的运动	(32)
第一节 水力学的某些概念	(32)
一、静止液体的位置高度、测压管高度、测压管水头	(32)
二、液体运动的流线、流动状态、稳定流动与非稳定流动	(33)
三、稳定液流的能量方程	(33)
第二节 地下水运动的特点及有关概念	(34)
一、地下水运动的特点	(34)
二、过水断面、渗透流速、实际流速	(35)
三、水头、水力梯度	(36)
第三节 地下水运动的基本规律	(37)
一、线性渗透定律——达西定律	(37)
二、非线性渗透定律	(38)
第四节 流网	(38)
第五节 达西定律应用举例	(40)
一、地下水天然流量计算	(40)
二、井流计算	(40)
三、运用达西定律分析问题	(43)
第五章 地下水的化学成分及其形成作用	(46)
第一节 概述	(46)
第二节 地下水的化学成分	(46)
一、地下水中主要气体成分	(46)
二、地下水中主要离子成分	(48)
三、地下水的同位素成分	(51)
四、地下水中的其它成分	(54)
第三节 地下水化学成分的形成作用	(54)
一、溶滤作用	(54)
二、浓缩作用	(55)
三、脱碳酸作用	(56)
四、脱硫酸作用	(56)
五、阳离子交替吸附作用	(56)
六、混合作用	(57)
第四节 地下水化学成分的分析内容及分类	(57)
一、地下水化学成分的分析内容	(57)
二、地下水化学成分分类与表示方法	(58)

第五节 地下水基本成因类型及其化学成分特征	(60)
一、地下水基本成因类型概念	(60)
二、渗入成因地下水及其化学成分特征	(62)
三、沉积成因地下水及其化学成分特征	(62)
四、内生成因地下水及其化学成分特征	(64)
第六章 地下水的补给、排泄与径流	(68)
第一节 地下水的补给	(68)
一、大气降水的补给	(68)
二、地表水的补给	(69)
三、含水层之间的补给	(70)
四、地下水的其它补给来源	(72)
第二节 地下水的排泄	(72)
一、泉	(72)
二、泄流	(75)
三、蒸发	(76)
第三节 地下水的径流	(76)
一、地下水径流方向与径流系统	(76)
二、地下水径流强度与径流模数	(78)
第四节 地下水的动态与均衡	(80)
一、地下水的动态	(80)
二、地下水的均衡	(82)
第七章 不同空隙岩层中的地下水	(85)
第一节 孔隙水	(85)
一、洪积物中的地下水	(85)
二、冲积物中的地下水	(86)
第二节 裂隙水	(88)
一、构造裂隙水	(88)
二、成岩裂隙水	(92)
三、风化裂隙水	(92)
第三节 岩溶水	(93)
一、岩溶发育的基本条件	(94)
二、差异性溶蚀与地下河系化趋势	(95)
三、岩溶水的特征	(96)
第八章 地下水的地质作用	(99)
第一节 地下水与地壳变形和破坏	(99)
第二节 地下水对岩石的剥蚀、运移和沉淀作用	(102)
第三节 地下水在岩浆活动和变质过程中的作用	(103)
第四节 地下水与成矿作用	(103)

第五节 地下水与油气田.....	(105)
第六节 地下水与地热.....	(107)

第二篇 水文地质学的实用问题

第九章 地下水资源概况.....	(111)
第一节 地下资源的特征和分类.....	(111)
一、地下资源的特征.....	(111)
二、地下资源的分类.....	(114)
第二节 地下资源评价中应注意的几个问题.....	(114)
第十章 与地下水有关的环境问题.....	(117)
第一节 区域地下水位持续下降与水源枯竭.....	(117)
第二节 地面沉降及塌陷.....	(117)
第三节 海水入侵.....	(119)
第四节 地下水污染.....	(120)
第五节 土壤盐渍化和沼泽化.....	(121)
一、土壤盐渍化.....	(121)
二、土壤沼泽化.....	(122)
第十一章 矿床开发中的水文地质工程地质问题.....	(123)
第一节 矿坑充水.....	(123)
一、矿坑充水水源.....	(123)
二、矿坑充水途径.....	(126)
三、按充水岩层划分的主要矿床水文地质类型及其特征.....	(128)
第二节 矿山热害.....	(135)
一、热水引起的热害.....	(135)
二、岩温引起的热害.....	(135)
三、兼有岩温及热水引起的热害.....	(136)
第三节 矿区供水.....	(136)
一、需水量的确定.....	(137)
二、水质评价.....	(137)
三、矿区地下水排供结合.....	(138)
第四节 矿区工程地质问题.....	(139)
一、坑道变形和破坏.....	(140)
二、露天边坡及山体失稳.....	(145)
三、地表塌陷.....	(148)
四、岩爆.....	(150)
第十二章 矿山排水及供水水量计算的一般方法.....	(151)
第一节 水文地质比拟法.....	(151)
第二节 涌水量曲线方程外推法.....	(152)

第三节 水均衡法.....	(154)
第四节 解析法.....	(156)
一、稳定井流原理及应用条件.....	(156)
二、非稳定井流的原理及应用条件.....	(157)
第五节 数值法.....	(159)
一、地下水运动的偏微分方程及定解条件.....	(159)
二、有限差分及有限单元法的基本原理.....	(160)
三、数值法计算的过程和步骤.....	(161)
第十三章 地下水调查概要.....	(162)
第一节 地下水调查的任务及要求.....	(162)
一、水文地质普查阶段的任务及工作要点.....	(162)
二、水文地质勘探阶段的任务及要求.....	(164)
第二节 水文地质调查所应用的工作方法种类.....	(167)
一、水文地质测绘.....	(168)
二、水文地质勘探.....	(168)
三、水文地质试验.....	(168)
四、水文地质长期观测.....	(168)
五、地球物理勘探方法的应用.....	(168)
六、遥感技术的应用.....	(168)
七、同位素技术的应用.....	(169)
第三节 水文地质图.....	(169)
参考文献.....	(171)

绪 论

水文地质学是研究地下水圈的科学。

要说明什么是地下水圈，还得从地下水谈起。分布于地壳浅部含水层中可供生活和生产使用的井水和泉水是我们较为熟悉的。然而，赋存于含水层中的水仅是地下水的一部分。平原地区打井或开挖基坑当接近地下水面时，常可看到湿土，含水量可达50%以上，但水却流不出来。这些水被吸附在岩土颗粒表面，在通常情况下虽不能直接提供使用，但在一定的条件下可以和含水层中的水相互转化。火山喷发时，其喷发物往往伴随大量的水汽，据E.K.马尔欣宁推算，仅千岛群岛因火山喷发，平均每年携出的水量约为500万吨，这些水主要来自岩浆源，由此可见，在地球内部很深的地方仍分布有大量的水分。地壳中还有存在于矿物结晶格架内部及格架之间的矿物水。

上述各种不同形式的水，都可统称为地下水，它们分布在地表以下的各个层圈中，彼此联系密切，在地质历史过程中可以相互转换，构成一个统一的整体——地下水圈。Φ.A.马卡连科等(1972)认为，地下水圈从地球最上部的水文带起，直到下地幔带与地核之间的界限止是一个完整的统一体。

基于上述原因，水文地质学的研究不能局限于地下水圈的某一部分，应以整个地下水圈作为自己的研究对象。在内容上，水文地质学不仅研究地下水本身，并研究水与周围环境的相互关系；研究在各种自然因素与人为活动影响下地下水的质与量的形成及在时空上的变化规律；研究地下水作为一种地质营力在其形成的整个过程中对环境的改造作用；并研究如何掌握利用其规律，以便兴利除害。

水文地质学从人类打井取水开始作为萌芽时期，至今已有数千年了。然而，作为科学分支的水文地质学是于1856年达西定律问世之后才开始建立的。从这一百多年来的发展过程看，地下水这个名词有广义与狭义之分，水文地质学的研究对象也有所变化。传统水文地质学从供水角度出发，主要研究狭义地下水——饱水带岩石空隙中的水（从实际情况看，相当长一个时间里水文地质学的研究对象还要窄，基本上限于含水层中的重力水），以后才扩大到包气带，以地面之下岩石空隙中的水作为研究对象。近20年来，地质科学的成就推动地下水理论向纵深发展。地球内部深成水的存在已得到证实，人们对地下水的起源及其演变过程有了更为成熟的看法。事实说明，若不把地下水圈作为一个整体来考虑，则对地球内的许多水文地质过程便无法理解。E.C.加弗里连科明确地将水文地质学定义为研究地下水圈的科学。故从发展趋向上看，水文地质学的研究对象正在向广义地下水的方向发展，即从地壳浅部到下地幔带以各种形式存在的水，除了岩石空隙中的重力水、毛细水、结合水以外，还包括矿物和岩浆中的水，甚至包括分解为氢离子和氧离子的“水”。

鉴于目前探测深度有限，对深部层圈水文地质过程的了解尚不够。从实用方面看，与人类关系最为密切的乃是浅部层圈地下水。故水文地质学目前仍以浅部地壳空隙中的

水作为重点研究对象。由于上述认识,本书在后面各章节中有关“地下水”一词,除了在某些特殊情况下指的是广义地下水外,一般是指浅部地壳空隙中的水。

在系统阐述课程内容之前,有必要先讨论一下地下水的作用,以便使读者对学习本课程的意义有所了解。

1. 地下水是一种宝贵的资源

据估计,分布于地球表部(包括大气圈、地表及地壳浅部)的水,总量为 $14 \times 10^8 \text{ km}^3$ 左右,其中海水占97.31%,冰川和冰盖约占2.07%,剩下的又有很大部分是内陆湖(咸水),实际可取用的淡水约只占0.61%,主要是分布于陆地上的淡水湖、河流及地下。其中地下水所占份额达98.5%(指地壳浅部空隙中的水),可见地下水是人类最重要的淡水资源。地下水作为供水水源具有分布广、水质净、保证率高等优点。故自古以来除少数有地表水源地的地区外,人们无不广泛地利用地下水以供生活、生产等方面的需要。

然而,自20世纪以来,随着人口的增长和工业、农业、城市建设的发展,世界用水量迅速增大。据有关资料统计,从1900年到1975年全世界农业用水量增长了5倍,工业用水量增长了20倍,城市生活用水量约增长12倍,许多国家已感到水源不足,尤其城市缺水已成为世界性的普遍现象。我国自解放以来由于同样的原因,用水量亦迅速增大。预计到本世纪末,全国年总用水量将从目前的 $4 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 增至 $7 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 。我国北方许多以地下水作为主要供水水源的地区已出现用水紧张的现象。在此情况下,对地下水资源进一步查明其形成与分布规律,实行合理开发,对包括地表水在内的整个水资源进行科学管理,实是势在必行了。

有时,地下水含有较多的盐分和富集某些稀有元素,从中可提炼食盐和提取溴、碘、硼、铯、钡等有用原料。这些地下水实际上是一种具有工业价值的液体矿床。含有某些特殊组分或具有某些特殊性质的地下水称为矿水。矿水对人体具有医疗保健作用。矿产资源在我国分布较普遍,不少地方已建立了矿泉疗养地。具有高温的地下水是一种理想的地热能资源。据统计,我国温泉数量之多,不下于2000处,并早就用于农业、医疗和生活供热等方面,近十几年来已开始用于试验性发电。

2. 地下水是一种活跃的地质营力

水是一种最常见的溶剂与载体。因而,分布于地表以下各层圈中的地下水在其活动过程中广泛地与周围物质进行各种物理和化学作用,从而不断地改造着周围的地质环境,同时也改造着地下水本身,这种水与环境介质相互作用的过程及结果即是地下水的地质作用。此作用进行的形式和强度与各种因素有关,如环境的温度、压力、水与围岩的物理化学特征等。

目前,在地球科学的许多学科中(诸如理论岩石学、矿床成因学、火山学、地热学等)业已公认,发生在地球深部的许多地质过程均有地下水参与。例如,在花岗岩化作用、交代作用、地核热迁移和金属矿床形成作用等许多地质过程中均有深成地下水参与并起着积极的作用。

在地壳上部,某些油田及某些金属次生矿带的形成是由于它们的原生基质被地下水摄获或溶解,并在一定的水动力条件下被搬运到合适的地点聚集或析出所致。而在另一种条件下,地下水却可以把已有的油田、金属矿或盐矿破坏掉。在矿体组分向水中转移

的过程中,地下水的化学特征必呈现出某种异常,利用这种异常可寻找原矿体,特别是一些盲矿体,这就是水化学找矿。它适用于寻找铜、铅、锌等金属矿以及油田、盐矿、放射性元素矿床等。

在分布有可溶性岩石(如各种碳酸盐岩、石膏、岩盐等)的地区,常可看到发育有各种奇特的洞穴和地貌景观,它的形成主要和地下水的溶蚀作用有关。某些结构疏松的岩土容易被地下水潜蚀而导致地面变形。发生在地表的滑坡、山崩、河流搬运与沉积、岩石风化、山坡改造等动力地质现象都与地下水的作用有密切关系。

3. 地下水是传递地球内部信息的载体

地球内部各层圈的各种物理、化学特征在今天的技术条件下仍然是不容易查明的。然而,广布于地下各层圈中的地下水为我们了解地球中的地应力、地热和地球化学的作用提供着有用的信息,这在理论和实用方面都有重要意义。

地壳内部是一个巨大而复杂的应力场,各点应力分布在正常的围压作用下处于相对平衡状态。当应力场受到诸如地震、火山活动、潮汐引力、气压波动、地面加载或卸荷等因素影响时,平衡状态将被破坏而产生应力变动。在应力集中的地方(如震中、火山源等)便以机械波的形式向四周传播释放应力,以便达到新的平衡。地壳中的水和岩石是传播这种机械波的弹性介质,在地应力变动过程中必将使含水岩层变形,从而使地下水位变化。当含水岩层被压缩时地下水位上升,膨胀时水位下降。封闭性较好的承压含水层对应力变动的反应尤为明显。例如,1972年7月31日美国阿拉斯加湾发生八级地震时,我国有20多口井记录到由此所引起的水位震荡现象。有些井孔几乎可以记录到世界所有七级以上的地震。

大量的地下水位动态资料还进一步证明,不同因素所造成的地应力变动使承压水的波动变化表现出不同的特征。例如,当由潮汐引力引起地应力变动时,水位作有规律的上下波动,其日间水位变化曲线呈一峰一谷或两峰两谷形状,变幅一般为10—300mm。而在地震波影响下,水位变化呈不规则的震荡,变幅也较大。因此,人们便可根据承压井的水位变化规律进行各种地应力分析,从中探索地球物理、地质变动或外力变动等问题。目前,结合其它观测将地下水水位、水质监测应用于地震预报方面也取得显著成效。

地球内部由于放射性元素衰变释热及地幔熔融体的存在而蕴藏着巨大的热能。地球内部的热能通过岩石的传导及载热流体(包括水、汽、岩浆)的对流不断地从深处向地表输送和散发,形成热流。单位时间内通过地球表面单位面积散出的热量称为热流值。热流值高于全球平均值的地区便可看作地热异常区。地热异常区在地球上为数不少,其形成通常和近期火山活动及近期岩浆侵入有关。

地下水对促使地热异常的形成及其在地面上显示起着积极的作用。这是因为地下水具有流动性,在补给区接受了入渗水的补给,水沿岩石中的空隙或某些构造作用形成的通路循环至热源附近使水温升高,然后在热膨胀和静水压力作用下上升,使浅部显示地热异常。在合适的地形条件下可出露地表,形成温泉。在区域性的地热异常区,循环深度并不很大的地下水就可以有较高的温度。所以,这些地区的温泉数量较多,温度也比较高。在有些条件下,水可沿某些深大断裂作深循环运动,把深部的地热带到地表,

形成局部性的地热异常。因此，地下水是造成地热再分配并促使地热异常产生和显示的重要因素。正由于地下水源源不断地把地下热能输送到地表，人们才得以较经济又方便地开发利用这种新的能源。

由于水与岩石间的作用是相互的，因而，不同的地质环境必然赋予地下水以不同的物理化学特性。换言之，地下水的某些特征就成为反映其形成环境的一种标志。这些标志为我们研究地质历史上乃至现代的一些地质作用、地质环境、地球化学场等提供着有用的信息。

4. 地下水是重要的环境因素

地下水是自然环境活跃的组成部分，它和周围岩土及生态环境在水、盐、动力等方面保持着动平衡关系。人类的活动若不合理地干扰了地下水的作用过程，就会引起水对环境的损害。

有人以为地下水是有源之流，是取之不尽、用之不竭的。其实，这话只说对了一半。地下水是有源的，这就是从外界（包括大气水、地表水以及地壳深部层圈中地下水等）所获得的补给，但在一定的范围内这种补给量是一定的。因而，若人为地使地下水消耗量大于其补给量，地下水位就要下降；若长期如此而无新的补给量加入，将会导致水源枯竭。近二三十年来，水资源不足已成为世界性的问题，由于过量抽取地下水，不少地区已出现区域性的水位持续下降。反之，若人为地使地下水得到过多的补给，也会造成环境恶化。例如，某些平原地区盲目蓄水或不合理的灌溉，结果使地下水位抬高，形成土壤次生沼泽化与盐渍化。

除水量问题外，地下水的水质是影响环境的另一重要方面。某些地区天然地下水因含某些元素过多或过少使人饮用后引起某些地方病，这是一种天然的环境问题。但目前更为普遍的是人为活动使地下水水质恶化。例如，随着城市和工业的发展，大量未经处理的废水、废渣、废气随意排放，使许多地方地下水的水质直接或间接地受到不同程度的污染，危害着人们的身体健康。过量开采地下水，使沿海地区的淡水水源受海水入侵影响。即使非沿海地区，也会由于地下水的过量开采使水位大幅度下降，从而引起种种不良后果，如包气带变厚，入渗途径加长，使地下水中含有更多的易溶盐分；含水层变薄，地下水的储存量减少，使其稀释能力下降；一部分原来处于饱水带的矿物暴露在包气带中受到氧化而易于溶解。这些过程都可以导致地下水的水质恶化。如北京西南郊的水源四厂，在1959年到1979年的20年里地下水硬度增长8.9度， SO_4^{2-} 和 Cl^- 含量也分别从41mg/l和24mg/l增至143mg/l和63mg/l。类似情况在我国北方其它城市及国外某些地区亦不少见。

此外，过量抽取地下水或人为抬高地下水位还会引起诸如地面沉降、塌陷、滑坡、地震等。这是因为当地下水位发生大幅度变动时，水的压力产生变化而引起水-岩体系中应力产生转移或释放。目前，在世界许多国家的城市、矿山、水库都曾出现过这些现象，成为当今危害环境的一大祸害。

以上与地下水有关的环境问题若不及时解决，还会导致生态平衡的破坏。例如地下水位下降可引起土壤砂化，植被衰退等。一旦造成这类不良后果就很难消除。所以，在地下水开采中要随时注意这类问题。

在采矿过程中，往往要遇到矿坑充水问题。为了保证矿山正常生产就必须排水，这就增加了采矿成本。在某些工程建设中，如开挖基坑或穿凿隧道往往遇到地下水或与地下水有关的问题，这就使得工程难度增大。

综上所述，地下水具有多方面的作用，与人类有着密切而又复杂的联系，它具有积极与消极两方面意义。我们的任务就是要深入调查研究，在掌握地下水分布、形成规律的基础上，充分利用地下水资源、信息等积极作用为国民经济和科学技术的发展服务。还要充分认识地下水与生态环境的关系，控制调节地下水，使之处于对人类生活与生产最有利的状态，对已经出现的与地下水有关的种种问题，要及时采取控制及防范措施。

地下水的利与害及其转化是一个广泛的社会性问题，解决这类问题仅局限于水文地质专业队伍的工作是不行的，还要要求其它各有关部门的配合和支持，共同开采和管理好地下水。

水文地质学是一门综合性学科，它与地质学的其它各学科有着广泛的内在联系。同时，也与矿床勘探与开发、水工及土工建筑、环境保护等实用性学科有密切关系。水文地质学与各学科之间相互渗透，就能促进彼此的发展。

自第二次世界大战以来，随着科学技术和生产的发展，地下水科学经历了一个迅速发展的阶段，它已从传统水文地质学的束缚中解脱出来，在理论、实用的深度与广度上都有了很大的发展。其发展趋势可大致概括为：①由解决找水问题转移到解决地下水资源评价及与地下水有关的生态环境问题；②研究范围由饱水带的含水层扩大到包括非饱和带和相对隔水层在内的含水系统。目前又扩大到可以超出地质边界的地下水流动系统，以及把地表水和地下水联系在一起的水文系统；③研究对象由饱水带岩石空隙中的水扩展到地下水圈；④理论研究、实验研究与技术方法的应用相结合，从而推动了水文地质学由定性分析逐步向严密的定量分析方向发展。

第一篇

水文地质学的一般概念和原理

第一章 地球上水的来源、分布与循环

我们所居住的这颗星球——地球，可以说是一个“水的王国”。地球的周围是大气圈，大气的组成之一是水汽，其含量随地区及高度的不同而不同，平均为1.7%，这相当于在每平方米的空气柱中约含有16.5kg的水。在地球表面上约有三分之二面积被海洋覆盖，余下的陆地部分，河流纵横交错，湖泊、水库星罗棋布。在地表以下的地壳上部岩石空隙中均程度不同地储容有一定数量的水。正如B.И.维尔纳茨基所形容的：“地壳表层就好象是饱含着水的海绵”。在地壳之下的地幔至地核，到处都有水的形迹。只不过随着深度的加大，环境温度、压力增高，水的物理化学状态发生变化而已。地球上的水究竟从何而来？这些水又是怎样分布和相互联系的呢？下面就这些问题作些简要论述。

第一节 地球上水的来源

随着地球起源理论的发展，一些科学家认为，地球上的水来源与地球起源具有相同的形成过程。其中值得提出的是A.П.维诺格拉多夫（1959）关于地幔带是地球表面水和深部水的唯一源域的假说。随后，E.C.加弗里连科等许多学者又进一步发展了这种观点，具体阐述了在地球形成和发展过程中水的来源和演变。

关于地球的形成问题，目前许多研究者都比较一致地认为：地球与太阳系其它星体一样是由冷却的弥散物质演化而成的。如图1-1所示，在原始的星际空间里，几乎到处都均匀地充满着气体与尘埃，称为气-尘云物质。它们呈围绕太阳旋转的近平面圆环状。在运动过程中，这些星源物质由于气体摩擦及相互间无弹性的碰撞，使尘埃运动速度逐渐变小，并沉降于星云的中心平面上，形成具有物质密度较高的薄盘状星云（图1-1a）。以后，密度进一步加大，薄盘更薄而破裂成许多尘聚体（图1-1b）。继之，这些浓聚的沉团变得更密实并彼此融合形成一系列截面约为几十或几百公里的天体，即相当于现代小行星体的尺寸（图1-1c）。这些小行星型天体在运行过程中，有的发生相