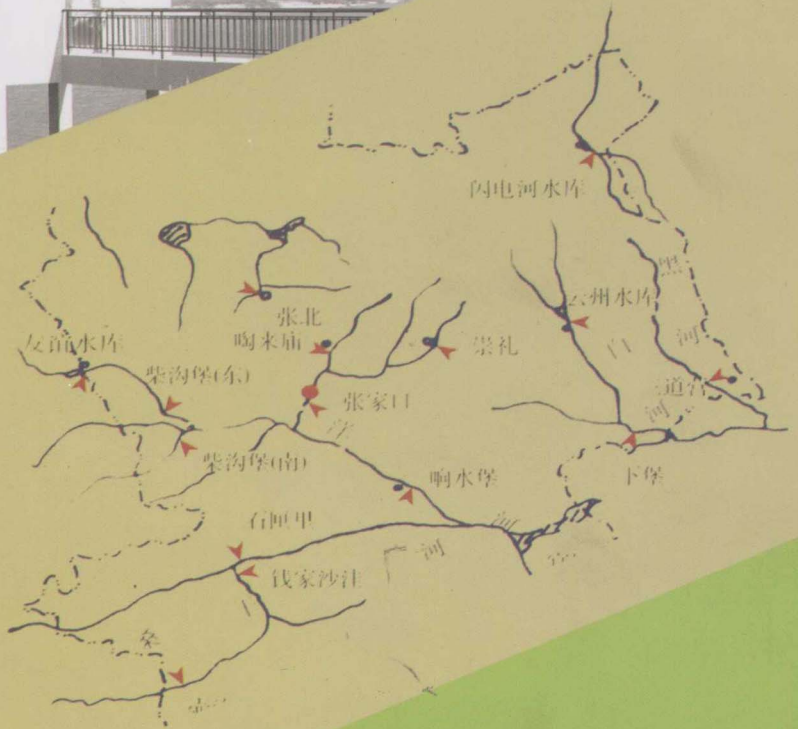


普通高等学校给排水专业新编系列规划教材

供水水文地质学

Gongshui shuiwen dizhixue

王晓华 编



武汉理工大学出版社

供水水文地质学

王晓华 编

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

内 容 提 要

本书主要包括地质基础知识、地下水的基本概念、地下水的物理性质和化学成分、地下水的稳定渗流运动、地下水的非稳定渗流运动、供水水质评价、供水水文地质勘察等内容。

本书不仅可作为给水排水专业学生的教材和给水排水专业技术人员考注册工程师的参考书,还可作为水文地质、工程地质、地质勘察、水利、环境工程、水资源管理专业的教学参考书,以及供有关的工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

供水水文地质学/王晓华编. —武汉:武汉理工大学出版社,2011.8
ISBN 978-7-5629-3481-3

I. ①供… II. ①王… III. ①供水水源-水文地质-高等学校-教材 IV. ①P641.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 166577 号

项目负责人:	陈军东 彭佳佳	责任编辑:	彭佳佳
责任校对:	邓 兵	装帧设计:	牛 力
出版发行:	武汉理工大学出版社		
社 址:	武汉市洪山区珞狮路 122 号		
邮 编:	430070		
网 址:	http://www.techbook.com.cn		
经 销:	各地新华书店		
印 刷:	武汉理工大印刷厂		
开 本:	787×1092 1/16		
印 张:	12.5		
字 数:	312 千字		
版 次:	2011 年 9 月第 1 版		
印 次:	2011 年 9 月第 1 次印刷		
印 数:	1—2000 册		
定 价:	25.00 元		

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87394412 87383695 87384729 87397097(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

前 言

本书根据本科给水排水专业的供水水文地质教学大纲而编写。编写本书的指导思想是：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；内容阐述力求深入浅出，以便于初学者理解。

本书第1章阐述了用地下水作为供水水源的优缺点；第2章介绍了为看懂水文地质报告以及简单图件，而有必要掌握的最基础的地质知识及基本地质术语；第3章主要讲解了地壳浅部岩石圈中的水系统；第4章重点阐述了地下水的物理性质及地下水的化学成分、地下水化学成分的性质、总矿化度、pH值、水的硬度及水的侵蚀性等内容；第5章和第6章的内容主要涉及地下水的运动，运用大量的流体力学知识，对实际工程的设计提供了大量的理论和实践依据；第7章和第8章分别介绍了实际操作过程中的水质评价及水文地质勘察等内容。

书中难免存在疏漏之处，敬请专家、同行及广大读者指正。

编 者

2011年5月25日

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
小 结	(2)
习 题	(2)
第 2 章 地质基础知识	(3)
2.1 地球的层圈构造和自然界水的分布	(3)
2.1.1 地球的层圈构造	(3)
2.1.2 表部层圈水	(4)
2.1.3 深部层圈水	(4)
2.2 自然界中的水循环	(5)
2.2.1 水文循环	(5)
2.2.2 地质循环	(5)
2.3 矿物与岩石	(6)
2.3.1 主要造岩矿物的特征	(6)
2.3.2 岩石的分类	(6)
2.3.3 岩层的年龄	(7)
2.4 地质构造	(9)
2.4.1 倾斜岩层及其产状要素	(9)
2.4.2 褶皱构造	(9)
2.4.3 断裂构造	(11)
2.4.4 褶曲和断层在地质图上的表示	(12)
2.5 不同地貌地下水的分布特征	(12)
2.5.1 地面流水的地质作用与冲、洪积物的形成	(12)
2.5.2 河谷平原区的地下水	(14)
2.6 地下水的溶蚀作用	(14)
2.7 水文地质参数	(15)
小 结	(15)
习 题	(17)
第 3 章 地下水的基本概念	(18)
3.1 地下水的赋存	(18)
3.1.1 岩石中的空隙	(18)
3.1.2 岩石中水的存在形式	(19)
3.1.3 岩石的水理性质	(20)

3.1.4	含水层、隔水层及含水系统	(20)
3.2	不同埋藏条件的地下水	(21)
3.2.1	上层滞水	(21)
3.2.2	潜水	(21)
3.2.3	承压水	(23)
3.3	地下水的循环	(26)
3.3.1	地下水的补给	(26)
3.3.2	地下水的排泄	(27)
3.3.3	地下水的径流	(28)
3.4	地下水的动态	(29)
3.4.1	气候因素的影响	(30)
3.4.2	地表水的影响	(30)
3.4.3	人为因素的影响	(30)
3.4.4	地下水位动态曲线图	(30)
3.4.5	地震对地下水动态的影响	(31)
3.5	地下水的均衡	(31)
小 结		(32)
习 题		(35)
第4章	地下水的物理性质和化学成分	(36)
4.1	地下水的物理性质	(37)
4.2	地下水的化学成分	(38)
4.2.1	地下水常见的化学成分	(38)
4.2.2	地下水化学成分的性质	(40)
4.2.3	地下水的化学成分分析与按化学成分的分类	(42)
4.3	地下水化学成分的形成与演变	(44)
4.3.1	溶滤作用	(44)
4.3.2	浓缩作用	(44)
4.3.3	阳离子的交替和吸附作用	(44)
4.3.4	脱硫酸作用	(45)
4.3.5	脱碳酸作用	(45)
4.4	不同环境地下水化学特征与人类生存的关系	(45)
4.4.1	地下水中化学成分天然分布不均匀对人体的影响	(45)
4.4.2	地下水污染及其与人类生存的关系	(46)
小 结		(46)
习 题		(48)
第5章	地下水的稳定渗流运动	(49)
5.1	地下水运动特征和渗透基本规律	(49)
5.1.1	线性渗透定律——达西定律	(49)
5.1.2	非线性渗透定律	(50)

5.2	平面渗流问题的流网解法	(51)
5.2.1	概述	(51)
5.2.2	应用流网求解渗流	(52)
5.3	地下水向完整单井的稳定渗流运动	(54)
5.3.1	地下水流向潜水完整井	(54)
5.3.2	地下水流向承压水完整井	(55)
5.3.3	裘布依公式的讨论	(56)
5.3.4	裘布依型单井稳定井流公式的应用范围	(57)
5.4	地下水流向非完整单井的稳定渗流运动	(59)
5.4.1	半无限承压含水层中的非完整井	(61)
5.4.2	含水层厚度有限的承压水非完整井	(63)
5.4.3	潜水含水层中的非完整井	(64)
5.5	边界附近地下水向单个完整井的稳定渗流运动	(66)
5.5.1	汇流、源流和势函数	(66)
5.5.2	映像法	(68)
5.5.3	直线边界附近的完整抽水井	(68)
5.6	地下水向完整干扰井群的稳定渗流运动	(71)
5.6.1	潜水完整井群	(71)
5.6.2	承压干扰完整井群	(73)
5.6.3	非完整井群	(75)
	小 结	(75)
	习 题	(77)
第6章	地下水的非稳定渗流运动	(78)
6.1	非稳定渗流基本概念及其基本微分方程	(78)
6.1.1	轴对称二维非稳定潜水井渗流基本微分方程	(78)
6.1.2	非稳定承压井渗流基本概念及其基本微分方程	(80)
6.2	无越流含水层中的单个定流量完整井渗流	(86)
6.2.1	无限承压含水层中单个定流量完整井渗流	(86)
6.2.2	无限潜水含水层中单个定流量完整井渗流	(93)
6.3	有越流补给时承压含水层中的单个定流量完整井渗流	(97)
6.3.1	第一类越流系统地下水流向承压完整井的非稳定运动	(98)
6.3.2	第二类越流系统地下水流向承压完整井的非稳定运动	(102)
6.4	集中开采区定流量完整干扰井群	(103)
6.4.1	圆形开采区	(103)
6.4.2	矩形开采区	(105)
6.5	无越流含水层中水流向完整干扰井群的非稳定渗流	(108)
6.5.1	承压完整干扰井群	(108)
6.5.2	潜水完整干扰井群	(108)
6.5.3	边界附近地下水向井的非稳定渗流	(109)

6.6	地下水向非完整井的非稳定渗流运动基本方程式	(110)
6.7	水文地质参数的确定	(111)
6.7.1	利用稳定流抽水试验计算水文地质参数	(111)
6.7.2	无越流含水层中利用非稳定渗流抽水试验计算水文地质参数	(119)
6.7.3	越流系统中利用非稳定渗流抽水试验计算水文地质参数	(128)
6.7.4	给水度的确定	(134)
6.7.5	降水渗入系数 α 的确定	(135)
6.8	承压水变流量井的非稳定渗流	(136)
	小 结	(137)
	习 题	(141)
第7章	供水水质评价	(143)
7.1	水质指标	(143)
7.2	饮用水水质评价	(143)
7.2.1	饮用水对水的物理性质的要求	(143)
7.2.2	对饮用水中普通盐类的评价	(144)
7.2.3	对饮用水中有毒物质的限制	(144)
7.2.4	我国对细菌学指标的限制	(144)
7.3	锅炉用水水质评价	(144)
7.3.1	成垢作用	(144)
7.3.2	起泡作用	(145)
7.3.3	腐蚀作用	(146)
	小 结	(147)
	习 题	(147)
第8章	供水水文地质勘察	(148)
8.1	概 述	(148)
8.1.1	供水水文地质工作者的任务	(148)
8.1.2	水文地质资料的收集	(148)
8.1.3	勘察工作的内容与程序	(149)
8.1.4	勘察阶段的划分	(149)
8.1.5	允许开采量的精度及其保证率要求	(149)
8.2	水文地质测绘	(150)
8.2.1	水文地质测绘的内容	(150)
8.2.2	不同地区水文地质测绘的特点	(151)
8.3	水文地质物理勘探	(152)
8.3.1	电阻率法	(152)
8.3.2	电测井法	(153)
8.3.3	地震折射法	(153)
8.4	水文地质钻探	(153)
8.4.1	钻探的任务	(153)

8.4.2	水文地质钻孔布置原则	(154)
8.5	抽水试验	(154)
8.5.1	抽水试验的主要任务	(154)
8.5.2	抽水试验的基本类型	(155)
8.5.3	抽水试验的技术要求	(155)
8.5.4	抽水试验资料的整理与分析	(157)
8.6	地下水动态观测	(158)
8.6.1	地下水动态观测的内容	(158)
8.6.2	地下水动态观测点的选择和布置原则	(158)
8.6.3	地下水动态观测资料的整理	(159)
8.7	地下水资源评价	(159)
8.7.1	地下水资源的评价内容及评价原则	(159)
8.7.2	地下水资源的补给量和储存量的计算	(160)
8.7.3	地下水资源允许开采量的评价方法	(163)
8.8	供水水文地质勘察报告	(176)
8.8.1	文字报告的内容	(176)
8.8.2	水文地质图件	(176)
8.8.3	其他资料	(177)
8.8.4	勘察报告的阅读和分析	(177)
小 结	.....	(178)
习 题	.....	(182)
习题参考答案	.....	(183)
附录 泰斯公式的博尔兹门变换解法	.....	(185)
参 考 文 献	.....	(188)

第 1 章 绪 论

供水水文地质学是研究地下水作为供水水源的一门科学。

用地下水作为供水水源有下列优点：

①地下水在地层中渗透,经过天然过滤,水质透明无色,一般不需净化处理。

②地下水(特别是深层地下水)因有上部岩层作为天然屏障,一般不易受地表污染物的污染,卫生条件较好。

③地下水温较低,常年变化不大。

④地下水取水构筑物可适当地靠近用水户,输水管道较短,构筑物较简单,建设费用较低,占地面积也小。

⑤地下水水量、水质受气候影响较小,一般能保持较稳定的供水能力,因此在很多缺少地表水的地区(如干旱、半干旱的山前地区、沙漠、岩溶山地),地下水常常是唯一的供水水源。

⑥可以利用含水层调蓄多余的地表水,增加有效水资源总量;工业上还可利用含水层的保温和隔热效应,开展地面水的回灌循环,达到节能、储水、节水的目的。

正因为地下水有以上优点,所以在很多国家的供水总量中地下水供水量占有很大的比重,地下水常常是重要的供水水源。

目前,在开采利用地下水作为供水水源的过程中,已遇到一些新问题。由于大量开采地下水,在最近几十年,我国绝大多数使用地下水的城市都出现地下水的大范围降落“漏斗”,并且水位连续下降,地下水资源面临枯竭或水质恶化,部分地区甚至出现地面下沉等现象。正是由于这些原因,故取水工程首选的水源应为地面水。

随着国民经济各部门对水的需要量逐年增加,特别是在一些新建设的工矿区,为满足生产和生活用水需要,寻求和勘探地下水常常成为急待解决的问题,这些是直接影响企业能否建成或是否能按计划投产并关系到城市能否发展的关键问题。

取水工程很重要的任务就是开发、利用与管理好水资源,其中就包括地下水的开发。给排水工作者必须学会阅读和利用由水文地质工作者提供的水源地地质勘察报告,读懂报告中提供的所有条件;了解进行水资源评价的计算方法与依据以便进行地下水供水源地的合理设计,即设计井的布局、井的结构、供水管网,以及进行开采后生产井的管理工作。

选择水源和设计取水构筑物的依据是水文地质资料。地质条件是分析水文地质条件的重要依据,学生通过学习本课程可以正确理解和利用水文地质勘察报告;能够掌握基本地质知识;熟悉地下水的水质、水质的污染与保护;懂得地下水的计算方法,即能根据不同的水文地质条件,恰当地选择计算公式,并掌握主要的计算方法以及对地下水的水量评价。具备地下水取水工程的基础知识,是正确选择水源和合理设计取水构筑物的必要条件。

50多年来,为解决工、农业生产和生活用水的需要,在供水水文地质的基础理论和勘察技术方面的研究均取得了重大进展。地下水运动的研究从裘布依的稳定渗流理论发展到泰斯的

非稳定渗流理论;地下水资源评价的理论与概念也在不断地完善与发展,已从20世纪50年代的普洛特尼柯夫的“四大储量”(动储量、调节储量、静储量、开采储量)计算法,逐步形成“三量”(补给量、储存量和允许开采量)评价法;在供水水文地质勘察中,广泛应用卫星和航空图像解释水文地质条件,为区域性的水文地质调查开创了新途径。

小 结

1. 什么是供水水文地质学? 它的研究对象、研究任务是什么?

供水水文地质学是研究地下水作为供水水源的一门科学。要求给水排水专业的学生能够掌握地下水的基本地质知识;熟悉地下水的水质、水质的污染与保护;懂得地下水的计算方法——能根据不同的水文地质条件,恰当地选择计算公式,掌握主要的计算方法以及对地下水的补给量、储存量和允许开采量的水量评价及供水水质的评价。

2. 本课程对给水排水专业学生的要求。

正确理解和利用水文地质勘察报告,掌握基本地质知识;读懂报告中提供的所有条件;了解进行水资源评价的计算方法与依据,以便进行地下水供水源地的合理设计,即设计井的布局、井的结构、供水管网,以及进行开采后生产井的管理工作。总之,要使学生具备地下水取水工程的基础知识,以便能正确地选择水源和合理地设计取水构筑物。

习 题

地下水水质很好,不需要处理就可直接饮用,水量也充足;而地面水水质一般,请问要建水厂首选的是地下水还是地面水,为什么?

第 2 章 地质基础知识

本章 2.1~2.4 节介绍了最基本的地质知识,其中 2.1 节叙述的是地球的层圈构造及自然界水的分布,介绍了地球的外圈与内圈以及它们的大致位置。2.2 节自然界中的水循环是研究地下水补给、排泄条件的出发点。2.3 节矿物与岩石介绍了矿物的主要物理性质、岩石分类及各种岩石的特点与地下水的含水条件的关系。水文地质工作者往往根据当地的岩性分布就能大致了解这个地区是否含有丰富的地下水。2.4 节地质构造是本章重点,应掌握三个产状要素、倾斜岩层、褶皱构造、断裂构造及学会阅读和分析部分地质图;掌握哪些构造有利于使含水层储藏地下水。2.5 节不同地貌地下水的分布特征中应掌握几种松散沉积物(冲积物、洪积物、坡积物)的形成过程、分布的地形特点,岩性分布规律与地下水的关系以及它们之间的内在联系;还应了解河谷平原区地下水的分布。学习 2.6 节要求了解“地下水的溶蚀作用”的基本概念,因为岩溶发育的岩层可能成为很好的含水层。2.7 节介绍了常用的水文地质参数,水文地质参数数值的大小是含水层各种性能的综合反映。

2.1 地球的层圈构造和自然界水的分布

在地球形成的初期,由于热动态的影响,地球物质在铅直方向上发生分化,形成不同的层圈。即从球心往外分别为地核、地幔、地壳和大气圈。与此同时,水分的析出和聚集,在地球表层构成了水圈,其后又出现了生物圈,现代地球中的水包含于上述各层圈中,但不同层圈其水分含量、分布及物理化学状态都有很大差别。

2.1.1 地球的层圈构造

地球大体可划分为外圈和内圈,它们又是由几个连续的,由不同物质、不同状态的层圈组成。

2.1.1.1 地球的外圈构造

地球的外圈分为大气圈、水圈、生物圈。

大气圈:是地球的最外圈,其厚度在 1200 km 以上。大气圈按其物理特征和高度自下往上可分为四层——对流层、平流层、中间层和电离层。

水圈:包括海水,陆地上的河流、湖泊、冰川以及岩石中的地下水。这些水可以看成是包围地面的连续水层。

生物圈:是指地球上生物生存和活动的范围。在大气圈 10 km 的高空、地面以下 3 km 的深处和深、浅海底都发现有生物存在,但大量生物集中在地表和水圈的上层,形成一个完整的封闭圈。

2.1.1.2 地球的内圈构造

地球的半径约 6000 km,地球的内圈分为地壳、地幔、地核。

地壳:是由岩石等组成的,平均厚度约 17 km,在全球各处是不均匀的。海洋地壳较薄,最薄处仅约 5 km,大陆较厚,平均为 33 km,最厚处(在我国青藏高原)在 65 km 以上。地壳的厚度仅约为地球半径的 1/400,所以它是地球外部的一层薄壳。地壳由各种岩石组成,是地下水运动与储存的场所。地壳和水、生物、大气直接接触,并且互相影响。火山、地震等地质构造运动发生的场所,是地质学研究的主要对象。

地幔:地壳以下至 2800 km 的深处称为地幔,它占地球总体积的 82%,是地球的主体。地幔一般分为两层,1000 km 以上的叫上地幔,1000 km 以下的叫下地幔,在上地幔的上部有厚 200~300 km 的软流圈,物质呈熔融塑性状态,是岩浆的发源地,软流圈以下的物质呈固体状态。

地核:自 2800 km 深处到地心称为地核。这里的温度估计可达 3000℃,压力估计大于 300 万个大气压,地核密度很高,其物质组成多数人认为主要是铁和镍,但也有不同看法,是个尚待研究的问题。

2.1.2 表部层圈水

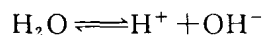
根据水的状态特点,我们把从大气圈到地壳的上半部称为地球的表部层圈,这里分布着大气水、地壳水和传统水文地质学所指的地下水。这些水与地球深部水不同,它不受高温高压影响,故其化学状态均以 H₂O 的分子形式存在。其物理状态有气态水、液态水和固态水,其中以液态水为主。地球上水的分布:据推测,整个地球表部层圈水的总量约为 1.4 × 10⁹ km³。在各个不同层圈中水的总量悬殊。大气圈中的水仅约占总水量的 0.001%,地壳浅部的地下水约占 0.60%,而地表水圈中的水却约占 99.4%,其中大部分分布于海洋中,成为地球表部层圈水的主体部分。

2.1.3 深部层圈水

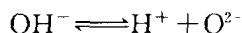
地壳的下部到下地幔与地核之间为地球的深部层圈。这里所包含的水分比表部层圈要多得多,但因深度大,环境的温度和压力增高,使水的物理化学状态发生变化。

普通液态水的化学结构是以两三个极化的水分子聚合在一起,分子聚合体之间通过氢键相互连接。通常情况下,地壳下部深度为 15 km 范围内所分布的水就是以这种液态水为主。在地壳下部深 15~35 km 处,地温达 400℃~425℃以上,同时压力也很大,故这里的水不可能以普通液态水或一般气态水形式存在,而成为一种被压密的汽水溶液。

关于地壳以下地幔带的含水量,有关学者通过不同方式得到了基本相同的结论,即未经去气作用的地幔熔融物质含有 5%~7%的水。熔融物质约占地幔总重量的 25%,地幔软流圈中所含水分总量相当于现代海洋水总量的 35~50 倍。但这里温度与压力都极高,推测各个水分子都将被电离成 H⁺ 和 OH⁻,即



到地幔的下部及地核之中,可能 OH⁻ 还会被电离成为 O²⁻ 和 H⁺,即



然而,这些反应都是可逆的,当环境的温度、压力降低时,反应便向左进行。因此,如果软

流圈中的熔浆沿某些通道上溢地表,则其中的离子便结合成 H_2O 而析出,故在新火山区,常见到岩浆喷发的同时,伴随有大量的水汽溢喷。

2.2 自然界中的水循环

由大气圈到下地幔的各层圈的水分是一个完整的统一体。它们彼此联系,不断地相互转化。这种彼此转化的过程便是自然界中的水循环。通过循环使整个自然界中的水构成一个动态平衡系统。

地下水是自然界水的一部分,大气水、地表水与地下水是不断相互转化的。事实上,在天然条件下,浅层地下水的水质、水量受气候条件的影响,进行着周期性的变化。这一现象清楚地反映了地下水是参与自然界水循环的。因此不能孤立地研究地下水,应把它看做自然界水循环的一部分来进行研究。

自然界的水循环过程十分复杂,按其循环形式及参与循环的层圈深度,可分为水文循环与地质循环两类。

2.2.1 水文循环

水文循环是指地球表部层圈中的水,即大气水、地球水及地壳浅部的地下水相互间的交替转换。

2.2.2 地质循环

地球深部层圈水与表部层圈水之间的相互转化过程称为地质循环。地质循环是上地幔带物质对流运动及其他过程所引起的水分循环。

目前许多地球科学研究者均认为,位于地核之上的巨厚的硅酸盐层圈,受到放射性同位素衰变加热,这种热引起地幔上部塑性岩石(软流圈)的大规模对流。如图 2.1 所示,软流圈物质对流驱动着上部的地壳。在上升流区导致地壳隆起,并在软流层顶部由对流转为平流,由此产生的水平分力使岩石圈形成深断裂,地壳破裂成板块。深断裂带成为上地幔熔融物质上升进入地壳或喷出地表的主要通道。包含于其中的水分便随同熔浆上溢和分异,转化为地球上部层圈中的水。这种由地幔熔浆物质直接分异出来的水称为初生水。马尔欣宁(1967年)利用千岛群岛火山研究成果,推算出全地球所有岛弧由于火山喷发作用、水热作用与喷气作用,每年溢出地表的初生水约有 2×10^8 t。在下降流区则发生另一种作用,即含有较多水分的地壳岩块在俯冲带处返回到地球内部,沉入地幔中,使地幔得到包括水分在内的物质补充。上述过程造成地幔与表部层圈之间的水分循环。

此外,自然界中水的地质循环,还有其他更为广泛和复杂的形式。可以说,一切有水参与的地质过程,都可能成为水的地质循环过程。

自然界中的两种水循环差别极大。水文循环是一种直接循环,相对来说,其循环途径较短,速度较快。由于水文循环是在表部层圈进行,故对地球气候、水资源分布、生态环境等起控制作

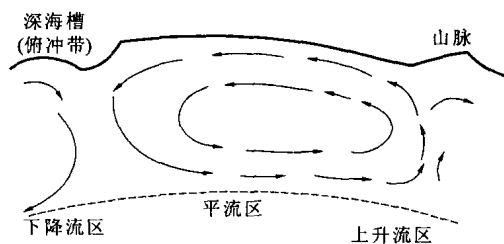


图 2.1 上地幔带对流作用示意图

用,与人类关系最为直接。而地质循环一般属于间接循环,它主要表现为伴随地球物质的运动、转移、变化过程而产生的水分循环,故循环途径长,速度缓慢,循环过程与地质历史过程一致。这两种水循环彼此相关,使地球各层圈中的水保持着稳定状态。

2.3 矿物与岩石

地壳是由岩石组成的,而岩石又是由矿物组成的,地壳中的各种化学元素是以矿物的形态存在的,下面介绍肉眼识别矿物的方法及几种主要造岩矿物。

2.3.1 主要造岩矿物的特征

矿物是地壳中各种地质作用的自然产物,具有一定的化学成分和内部构造,因而也就有一定的物理和化学性质。个别矿物可以由一种元素组成,如自然硫和金;但大多数的矿物是几种元素的化合物,如盐、石英、赤铁矿等。矿物是地壳的基本组成部分,是矿石和岩石的组成单位。

矿物绝大部分呈固态,少数呈液态(如水银)和气态(如天然气、硫化氢等)。

自然界的矿物很多,目前已知的有 3000 余种。各种矿物都有一定的外部形态和物理性质,这些特征是肉眼鉴定矿物的主要依据。矿物的主要物理性质有:晶形、颜色、光泽、条痕、硬度、解理和断口、相对密度。

晶形:自然界中的矿物可分为结晶的或非结晶的,其中结晶的占多数。结晶矿物由于内部质点(离子、原子或分子)作有规律的排列,外表常呈一定形态,矿物的晶体通常有:粒状、柱状、片状、板状、纤维状、放射状等。

颜色:指矿物新鲜面上的颜色。

光泽:指矿物的新鲜面上反射光线的的能力。

条痕:指矿物研成粉末后的颜色,通常指把矿物在较粗糙的瓷板上擦划后,所得痕迹的颜色。有些矿物能有好几种颜色,但条痕的颜色却是固定不变的。

硬度:指矿物抵抗摩擦及刻划的能力。测定矿物的相对硬度常用摩氏等级,即按照矿物硬度的差异划分出 10 个等级,等级越高表示硬度越大。如用甲矿物去刻划乙矿物,当乙矿物被刻出小槽并出现粉末,而甲矿物未受损伤,则甲矿物的硬度大于乙矿物。

解理:指矿物被敲击后沿一定结晶方向产生光滑平面的能力,裂开的光滑面就是解理面。

断口:矿物被敲击后,若所产生的破裂面既无一定方向又不光滑就称为断口。

组成岩石最主要的矿物有 20 多种,故称为造岩矿物。

2.3.2 岩石的分类

按岩石的成因可将其分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。

2.3.2.1 岩浆岩

岩浆是软流圈中的物质,是富有挥发性成分的高温硅酸盐熔融体。

岩浆岩一般富水性较差,其透水能力取决于岩浆岩中裂隙的发育程度。裂隙比较发育的岩浆岩,如果其裂隙未被不透水的物质填充,就可以构成含水层。

2.3.2.2 沉积岩

暴露在地表的各种已形成的岩石,受到种种地质作用的影响,崩裂分解,有的变成松散的碎块和砂粒,有的改变了化学成分,有的溶解在水中。这些破坏后的物质,位于原地或由流水等把它们搬运到适宜的地方,按照一定的方式沉积下来,再经过脱水固结作用、胶结作用及重结晶作用,便形成了坚硬的沉积岩。

也有些松散物质,虽经过搬运与沉积作用,但由于其沉积的时代比较晚,所以还来不及固结或胶结。这种沉积物质叫做松散沉积物。

松散沉积物包括黏土、亚黏土、亚砂土、砂、砾石、卵石及其混合物。

碎石土类及砂土类土中含有较大的孔隙,透水能力强,可以储藏地下水,可形成很好的含水层。黏性土类的透水能力一般都比较差,往往形成隔水层或弱透水层。

砾岩、砂岩的孔隙往往被胶结物(如铁质或钙质物)所填充,因而透水性不强,但岩石中往往含有许多裂隙,组成很好的通道,可储藏地下水。颗粒较均匀的砂土、卵砾石,亦可组成含地下水丰富的含水层,由于它大多分布在河谷地带,有较充沛的地表水补给。

石灰岩、白云岩往往含有大量溶洞,其透水能力强,可以形成含水量十分丰富的地下水,而页岩虽然往往裂隙发育很好,但由于裂隙中常被黏土质填充,透水能力差,因此页岩常起隔水层的作用。

2.3.2.3 变质岩

已形成的岩石处于较高的温度或较大的压力下,或有外来成分加入,在不改变原来岩石的固体状态下,岩石的矿物成分及结构、构造发生变化,形成的新岩石,叫变质岩。

变质岩一般来说所含地下水不是很丰富,只有找到裂隙发育又未被石英岩或砂岩等填充时,含水层才有一定含水能力,从而可作为中、小型供水源地。但比起溶洞发育的石灰岩或厚层砂、砾石层,它的含水量要小得多。

2.3.3 岩层的年龄

岩层的年龄有两种:一种是绝对年龄或称绝对地质时代,指地壳的岩层从形成到现在的延续时间,以“年”为单位。另一种称为岩层的相对年龄或称相对地质时代,指岩层形成的先后顺序和新老关系。

岩石的绝对年龄是利用放射性元素恒定的蜕变速度来计算的岩石形成后所经历的时间。天然条件下,放射性元素总是以稳定不变的速度进行蜕变,最后形成一些稳定的新元素。例如测定了岩石中所含放射性铀、钍、铅等的量就可计算出岩石形成的年龄。

岩石的相对年龄主要是根据生物的演变和地壳运动等重大变化来划分的。地球上生物的进化是不可逆的。因此,不同时代的沉积岩层就含有不同的生物化石;而不同地区含有相同化石的岩层,无论相距多远,都应属同一时代形成的。这样,生物化石就为我们进行地层对比提供了主要的依据,按照生物发展的顺序就可建立一个完整的地层系统,从而建立了统一的国际通用的地质年代表(表 2.1)。

表 2.1 地质年代表

代(界)	纪(系)	世(统)	距今年数 (百万年)	地壳 运动	我国地史主要特点	
新生代 Kz	第四纪Q	全新世(Q ₁) 晚更新世(Q ₂) 中更新世(Q ₃) 早更新世(Q ₄)	2或3	喜马拉雅 运动	冰川广布；地壳运动强烈；人类出现	
		上新世(N ₁) 中新世(N ₂)				
	第三纪R	新(N) 老(E)	渐新世(E ₁) 始新世(E ₂) 古新世(E ₃)		25	哺乳动物、鸟类急剧发展；主要岩石为陆相沉积的砂岩、页岩及砾岩，为主要成煤期
中生代 Mz	白垩纪K	晚白垩世(K ₁) 早白垩世(K ₂)	70	燕山 运动	大爬虫类灭亡，哺乳动物出现；东部造山运动，岩浆活动强烈，形成了多种金属矿产	
	侏罗纪J	晚侏罗世(J ₁) 中侏罗世(J ₂) 早侏罗世(J ₃)	135		恐龙极盛，鸟类出现；大部分地区已上升成陆地，主要岩石为砂页岩，为主要成煤期	
	三叠纪T	晚三叠世(T ₁) 中三叠世(T ₂) 早三叠世(T ₃)	180	印支 运动	恐龙开始发育，哺乳类出现；华北为陆相砂、页岩，华南为浅海灰岩	
古生代 Pz	晚古生代 P ₂	二叠纪P	晚二叠世(P ₁) 早二叠世(P ₂)	225	海西 运动	两栖动物繁盛，爬虫类开始出现；华北从此一直为陆地，主要成煤期；华南为浅海，晚期成煤
		石炭纪C	晚石炭世(C ₁) 中石炭世(C ₂) 早石炭世(C ₃)	270		植物繁盛，珊瑚、腕足类、两栖类繁殖；华北时陆时海，到处成煤；华南为浅海
		泥盆纪D	晚泥盆世(D ₁) 中泥盆世(D ₂) 早泥盆世(D ₃)	350		鱼类极盛，两栖类开始出现，陆生植物发展；华北为陆地，遭受风化剥蚀；华南为浅海
	早古生代 P ₁	志留纪S	晚志留世(S ₁) 中志留世(S ₂) 早志留世(S ₃)	400	加里 东运 动	珊瑚、笔石发育，陆地生物出现；华北为陆地，华南为浅海；形成石灰岩
		奥陶纪O	晚奥陶世(O ₁) 中奥陶世(O ₂) 早奥陶世(O ₃)	440		三叶虫、腕足类、笔石极盛；以浅海相灰岩为主，中奥陶世后华北上升为陆地
		寒武纪Є	晚寒武世(Є ₁) 中寒武世(Є ₂) 早寒武世(Є ₃)	500		生物初步大发展，三叶虫极盛；浅海广布，以沉积灰岩为主
元古代 Pt	晚Pt ₂	震旦纪Z	晚震旦世(Z ₁) 早震旦世(Z ₂)	600	吕梁 运动 五台 运动	低级生物藻类出现，开始有沉积盖层，上部为浅海相灰岩，下部为砂砾岩，变质轻微或不变质
太古代Ar	早Pt ₁	溱沱纪		900		晚期造山作用强烈，所有岩石均遭变质
	五台纪					地壳运动强烈，变质作用显著
地球最初发展阶段			3800			
			>4500			