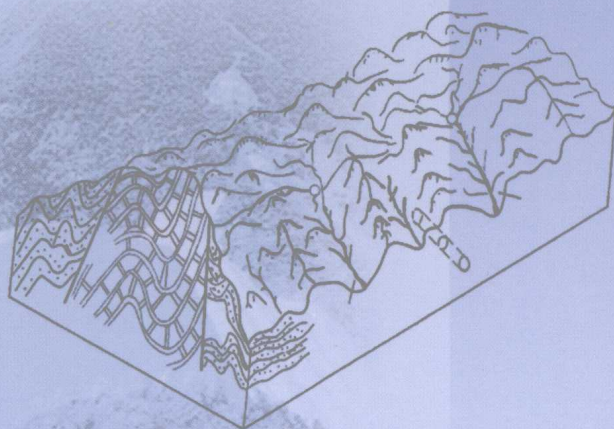


水文地质 与电测找水技术

刘春华 李其光 宋中华 霍家喜 等编著



SHUIWEN DIZHI YU DIANCE ZHAOSHUI JISHU

黄河水利出版社



内 容 提 要

全书共分三卷,第一卷为地质找水技术,简洁地论述了有关地质找水方面的地质学和水文地质学方面的基础知识,系统地论述了地质找水方面的专业知识和技术工作方法;第二卷为电测找水技术,简要介绍了电测找水的基本工作原理,系统论述了电测找水常用技术方法以及工作方法;第三卷为山东区域地层表,其特点是以能够满足找水工作的需求为原则,全面实用,便于查阅。本书编写时力求系统、全面、简洁、实用,面向基层找水工作者,是从事找水技术人员的专业书籍。

图书在版编目(CIP)数据

水文地质与电测找水技术/刘春华等编著. —郑州:黄河水利出版社,2008. 10

ISBN 978 - 7 - 80734 - 514 - 5

I. 水 … II. 刘 … III. ①水文地质②地下水 - 水文地质勘探 - 电测法 IV. P641

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 151379 号

组稿编辑:岳德军 手机:13838122133 E-mail:dejunyue@163.com

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hslcbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:20

字数:460 千字

印数:1—2 000

版次:2008 年 10 月第 1 版

印次:2008 年 10 月第 1 次印刷

定价:49.00 元

前 言

水文地质找水技术主要是依据地质科学中的地层学、岩石学、构造地质学、地质力学以及地下水动力学的基本理论,结合找水实践,科学地确定储水构造、含水层和补给区的基本定义。以此为基础,对各类岩层在不同力学性质作用下形成的储水构造体系进行分类,对不同岩性地层、不同力学性质构造的控水性进行研究,以此为依据进行的地质找水选井工作,是一门涉及多学科的综合性较强的应用技术。由于地质体的充分复杂性、岩石构造裂隙发育的不均匀性和地质体本身一些不可预见因素的客观存在,使得找水工作在某些地区或地层上充满了挑战和风险。因而,找水工作者的责任,应定义为是根据自身的专业知识和经验,对打井定位提供程度不同的技术咨询和服务,提供一种专业判断。既然是一种技术咨询和服务,是在提供一种专业判断,就应在说明定位的理由和成井的可能性的同时,恰如其分地阐明其可能存在的风险,以做出决断。

地球物理勘探,简称物探,是用物理方法来勘探地壳上层岩石的构造与寻找可用资源的一种手段,主要包括电法勘探、地球物理测井、地震勘探和声波探测等类别。其中电法勘探又分为直流电法勘探和交流电法勘探,以及人工场源法和天然场源法。电测找水属于一种电法勘探,它是利用地下各类岩层、构造等在富水的情况下所表现出来的导电性差异,达到找水的目的。目前各种物探找水方法的解释基本上是一种间接判断,其解释结果在许多情况下具有多解性,加之地质体的复杂性、岩石构造裂隙发育的不均匀性和地质体本身一些不可预见因素,因而其解释结果应充分结合地质及水文地质条件分析,才有可能做出较为正确的判断。

地层学是地质学的基础学科,亦是找水工作的重要依据之一。本书主要以山东省为例,阐述水文地质与电测找水技术。根据地层总体发育状况,山东省属于华北地层大区的晋冀鲁豫地层区的东南隅,地质条件复杂,其找水方法和技术,对我国其他地区亦具有重要的参考和借鉴价值。本书所列地层表主要是供找水工作者使用,其特点是以能够满足找水工作的需求为原则,遵循以往找水工作者的使用习惯和叫法,便于查阅,其主要编排依据如下:中国地质学编辑委员会、中国科学院地质所,1956,中国区域地层表(草案);山东省地质局 805 队,1966,1:50 万山东省地质图说明书;山东省区域地层表编写组,1978,华东地区区域地层表·山东省分册;山东省地质矿产局,1995,山东省岩

石地层;以及其他相关地质资料。

编写本书的宗旨是,力求系统、全面、简洁、实用,面向基层找水工作者。论述了有关地质和电测找水方面的技术知识,以及找水方面的专业知识和经验积累,是从事找水技术人员的专业实用书籍。

全书共分三卷,各部分编写分工如下:第一章由李其光执笔,第二章、第四章及第三卷荣成地层小区地层表由宋中华执笔,第三章及第三卷临清—丘县地层小区地层表、附录1、附录2由霍家喜执笔,第五章及第三卷蓬莱地层小区地层表由耿蕊执笔,第六章、第十六章及第三卷泰安地层小区地层表由韩名乾执笔,第七章、第九章、第十四章由岳成鲲执笔,第八章、第十二章及第三卷济宁地层小区地层表由孟宪静执笔,第十章、第十九章及第三卷胶南—东海地层小区地层表由董学刚执笔,第十一章、第十五章及第三卷莱阳地层小区地层表由刘谦执笔,第十三章由刘春华执笔,第十七章及第三卷潍坊地层小区地层表由刘延美执笔,第十八章、第二十一章及第三卷埕宁地层小区地层表由周建伟执笔,第二十章及第三卷济阳地层小区地层表由付作民执笔。全书由刘春华、李其光负责统稿。

由于编者水平所限,书中的缺点、错误在所难免,请读者多提宝贵意见,以便下次修订时加以改正。

作 者

2008年2月

目 录

前言

第一卷 地质找水技术

第一章 地球概况及地质作用	(3)
第一节 地球概况	(3)
第二节 地质作用及其分类	(5)
第三节 风化作用	(5)
第四节 地面流水的地质作用	(7)
第五节 地下水的地质作用	(9)
第六节 湖泊及沼泽的地质作用	(10)
第七节 海洋的地质作用	(11)
第八节 冰川的地质作用	(12)
第九节 风的地质作用	(13)
第十节 地壳运动	(14)
第二章 岩浆岩概论	(16)
第一节 岩浆岩及其物质成分	(16)
第二节 岩浆岩的结构和构造	(17)
第三节 岩浆岩的产状	(19)
第四节 岩浆岩的分类	(20)
第五节 橄榄岩 - 苦橄岩类(超基性岩类)	(21)
第六节 辉长岩 - 玄武岩类(基性岩类)	(23)
第七节 闪长岩 - 安山岩类(中性岩类)	(24)
第八节 花岗岩 - 流纹岩类(酸性岩类)	(24)
第九节 正长岩 - 粗面岩类(中性过渡性岩类)	(25)
第十节 霞石正长岩 - 响岩类(碱性岩类)	(26)
第十一节 碳酸岩类	(27)
第十二节 脉岩类	(27)
第三章 沉积岩概论	(29)
第一节 沉积岩的概念	(29)
第二节 沉积岩的物质成分	(30)
第三节 沉积岩的结构、构造和颜色	(32)
第四节 沉积岩的分类	(34)
第五节 陆源碎屑岩类	(34)

第六节 火山碎屑岩类	(36)
第七节 泥质岩类	(37)
第八节 碳酸盐岩类	(39)
第四章 变质岩概论	(43)
第一节 变质作用及变质岩	(43)
第二节 变质作用的类型	(43)
第三节 接触变质岩类	(44)
第四节 气成热液变质岩类	(46)
第五节 动力变质岩类	(47)
第六节 区域变质岩类	(47)
第五章 地层及地质年代	(50)
第一节 地层及地质年代表	(50)
第二节 岩相分析	(53)
第三节 地史简述	(55)
第六章 构造地质基础	(59)
第一节 岩层的成层构造及其产状	(59)
第二节 褶皱构造	(63)
第三节 节理	(66)
第四节 断层	(67)
第五节 劈理和线理	(71)
第七章 地下水的赋存	(73)
第一节 岩石中的空隙和水分	(73)
第二节 包气带和饱水带	(77)
第三节 含水层和隔水层	(78)
第四节 地下水分类	(79)
第八章 地下水的补给、排泄与径流	(83)
第一节 地下水的补给	(83)
第二节 地下水的排泄	(86)
第三节 地下水的径流	(89)
第九章 不同介质中的地下水	(91)
第一节 孔隙水	(91)
第二节 裂隙水	(94)
第三节 岩溶水	(98)
第四节 地下热水	(100)
第十章 山丘地区基岩地下水寻找方法	(102)
第一节 山区基岩找水要领	(102)
第二节 山区基岩找水的主要经验	(104)
第三节 碎屑沉积岩地区地下水寻找方法	(106)

第四节	火成岩地区地下水寻找方法	(108)
第五节	变质岩地区地下水寻找方法	(111)
第十一章	石灰岩地区岩溶裂隙水寻找方法	(114)
第一节	岩溶裂隙水的基本特征及其寻找方向	(114)
第二节	上层滞水(悬挂水)寻找方法	(115)
第三节	区域岩溶裂隙水寻找方法	(116)
第十二章	确定井位、井深及开采方式	(120)
第一节	井位的确定	(120)
第二节	地下水水位的确定方法	(121)
第三节	井深的确定方法	(123)
第四节	地下水的开采方式	(124)
第五节	提高成井率的其他因素	(125)

第二卷 电测找水技术

第十三章	电法勘探的基础知识	(129)
第一节	电法勘探概述	(129)
第二节	电阻率与各种因素的关系	(130)
第三节	视电阻率的概念	(133)
第十四章	电阻率法找水的方法原理	(134)
第一节	电阻率法找水的基本原理	(134)
第二节	电测深法的方法原理	(135)
第三节	电剖面测量的方法原理	(136)
第十五章	电阻率法找水的技术方法	(138)
第一节	电测深法的技术方法	(138)
第二节	联合剖面法的技术方法	(144)
第三节	对称四极剖面法的技术方法	(146)
第四节	常用技术方法的视电阻率计算公式	(148)
第十六章	电阻率法山区找水的应用	(149)
第一节	电阻率法山区找水的合理工作程序	(149)
第二节	找水应用实例	(150)
第十七章	电阻率法平原地区找水的应用	(154)
第一节	第四系地层找水的一般方法	(154)
第二节	黄泛平原深层淡水电测曲线的解释方法	(159)
第十八章	激发极化法基岩找水技术	(163)
第一节	激电法测试参数的选择	(163)
第二节	激电法的野外工作方法	(164)
第三节	激电法的资料整理和解释	(166)
第四节	影响激电法找水效果的因素分析	(167)

第五节 激电法找水效果及应用实例	(168)
第六节 激电法基岩找水机理的探讨	(171)
第十九章 瞬变电磁法基岩找水方法	(173)
第一节 瞬变电磁法的基本原理	(173)
第二节 瞬变电磁法的找水工作方法	(174)
第三节 瞬变电磁法找水应用实例分析	(177)
第二十章 电测井技术	(179)
第一节 电测井概述	(179)
第二节 电测井的主要装备	(179)
第三节 梯度电极系测井	(182)
第四节 电位电极系测井	(185)
第五节 二极法测井	(186)
第六节 自然电位法测井	(186)
第七节 各种测井方法的综合应用	(189)
第二十一章 直流电法勘探的仪器与装备	(192)
第一节 直流电阻率法仪器	(192)
第二节 CTE-1 型智能直流电法仪的使用方法	(193)
第三节 CTE-1 型智能直流电法仪的工作原理	(196)
第四节 直流激发极化法仪器	(198)
第五节 CTE-2 型智能激发极化仪的使用方法	(199)
第六节 电法勘探的其他装备	(202)

第三卷 山东区域地层表

一、埕宁地层小区	(205)
二、济阳地层小区	(208)
三、临清—丘县地层小区	(220)
四、潍坊地层小区	(227)
五、泰安地层小区	(244)
六、济宁地层小区	(265)
七、蓬莱地层小区	(274)
八、荣成地层小区	(289)
九、莱阳地层小区	(294)
十、胶南—东海地层小区	(301)
附录 1 山东省地质局 805 队奥陶系地层划分表(1966 年)	(307)
附录 2 山东省区域地层对比表	(308)
参考文献	(309)

第一卷 地质找水技术

第一章 地球概况及地质作用

第一节 地球概况

一、地球的形状和大小

地球是一个实心椭球体,它的赤道半径稍大,两极半径稍小。目前,通过人造卫星观测和计算,已能较精确地获得地球形状和大小的数据。根据 1975 年第 16 届国际大地测量和地球物理协会公布的有关地球形状和大小的数据如下:

赤道半径 a	6 378.140 km
两极半径 c	6 356.755 km
表面积 $4\pi R^2$	510 064 472 km ²
体积 $\frac{4}{3}\pi R^3$	$10\ 832 \times 10^8$ km ³

二、地球的表面形态特征

地球的表面高低不平,以海平面为界,分为海洋盆地与大陆两大地理单元。前者总面积有 3.61×10^8 km²,占地球表面积的 70.8%;后者总面积有 1.49×10^8 km²,占地球总面积的 29.2%。海洋盆地的平均深度为 3 729 m,最深处在西太平洋马里亚纳海沟的中段,最深点达 11 034 m。大陆的平均高度为 875 m,最高处为喜马拉雅山脉的珠穆朗玛峰,其高度为 8 844.43 m。

按高程和起伏特征,将陆地分为以下几类地形单元:

(1)山地。一般把海拔高程大于 500 m、切割深度大于 200 m 的正地形称为山或山地。其中海拔 500 ~ 1 000 m 的地区,称低山区;海拔 1 000 ~ 3 500 m 的地区,称中山区;海拔 3 500 ~ 5 000 m 的地区,称高山区;海拔超过 5 000 m 的地区,称极高山区。呈线状延伸的山地称山脉。我国是一个多山的国家,海拔超过 500 m 的地区面积(包括山地和高原)占全国总面积的 84%。

(2)丘陵。海拔低于 500 m、具有一定起伏,相对高差在 200 m 以下的地区,称为丘陵。

(3)平原。海拔低于 500 m 的广阔而平坦的地区,称为平原,如华北平原、长江中下游平原等。

(4)高原。海拔 600 m 以上,广阔而较为平坦的地区,称为高原,如青藏高原、蒙古高原等。

(5)盆地。四周被山地(或较高的高地)包围、中间较低且起伏不大的地区,称为盆

地,如塔里木盆地、四川盆地等。

三、地壳物质组成和地球年龄

组成地壳的各种化学元素,它们的分布是极不均匀的,丰度最大的前 10 种元素(O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、Ti、Mn),约占地壳总量的 99%,而 H、P、S、C 以及其他几十种元素加起来,还不足地壳总量的 1%(见表 1-1)。许多在工业上起重要作用的元素如铜、铅、锌、锑、钼、锡、金等,它们的克拉克值虽然很小,但在地质作用的影响下,往往可集聚起来,成为有经济价值的矿床。地壳中的各种化学元素绝大部分是以矿物产出的,再由矿物有规律地组合而形成各种岩石。

表 1-1 地壳中主要化学元素的克拉克值

化学元素	克拉克值	化学元素	克拉克值	化学元素	克拉克值
氧	47	钠	2.5	氢	0.07
硅	29	钾	2.5	磷	0.093
铝	8.05	镁	1.87	硫	0.047
铁	4.65	钛	0.45	碳	0.023
钙	2.96	锰	0.1	其他	0.187

矿物是指地壳及地球内层的化学元素通过各种地质作用形成的、在一定地质条件和物理化学条件下相对稳定的自然元素单质或化合物。例如自然金(Au)、汞(Hg)、石墨(C)和金刚石(C)等矿物是单质元素形成的,石英(SiO_2)、方解石(CaCO_3)等矿物则是由化合物构成的。绝大多数矿物质是化合物,矿物多为固态,仅少数矿物呈液态和气态,是组成岩石和矿石的基本单元。

目前已发现的矿物总数有 3 000 多种,但地壳中最常见的主要矿物不过十多种,其中长石、石英、辉石、方解石等矿物组成各种岩石,而磁铁矿和其他矿物则可通过一定成矿作用形成各种金属和非金属矿床(见表 1-2)。

表 1-2 地壳中主要矿物成分含量

矿物	含量(%)	矿物	含量(%)
斜长石	39	橄榄石	3
钾长石	12	方解石	1.5
石英	12	白云石	0.9
辉石	11	磁铁矿	1.5
角闪石	5	(+ 钛铁矿)	
云母	5	其他矿物	4.5
黏土矿物	4.6		

目前在南非、格陵兰岛发现的地球上最古老的岩石的年龄约为 38 亿年,它表明地壳的年龄至少有 38 亿年,而地球的年龄则应更长,据估计有 45 亿~46 亿年。

第二节 地质作用及其分类

一、地质作用的概念

地壳无时无刻不在受着各种作用,促使它产生运动变化,地质学把这种作用的动力称为地质营力(或地质动力)。由地质营力引起地壳的物质组成、内部结构和地表形态变化与发展的作用,称为地质作用。

有些地质作用进行得十分猛烈,如火山爆发、地震、山崩、洪水等;而有些地质作用进行得极其缓慢,在短期内不易被人们所觉察,如山脉隆起、海陆变迁、岩石风化等。但是这种缓慢的地质作用在漫长的地质时期中不停地进行着,因此可以产生更为惊人的结果。

产生地质动力的能量来自两方面:一方面来源于地球内部,称为内能,主要有放射性元素蜕变等产生的热能、重力作用形成的重力能和地球自转产生的旋转能等;另一方面来源于地球外部,称为外能,主要是太阳辐射能和日、月引力等。

二、地质作用的分类

地质作用分为外动力地质作用和内动力地质作用两大类。又根据这两类地质作用的性质、方式和结果的不同,将外动力作用分为风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和成岩作用等五种。将内动力地质作用分为岩浆作用、地壳运动、变质作用和地震作用等四种。

第三节 风化作用

风化作用按性质分为三类:物理风化作用、化学风化作用和生物风化作用。

一、物理风化作用

物理风化作用(或称机械风化作用)是指由于气温频繁升降的反复变化,使岩石在原地发生碎裂的过程。这种过程不改变原岩的化学成分。物理风化作用有以下类型。

(一)剥离作用

地表温度有日变化、年变化,特别是干旱地区,其变化幅度可达 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,各种矿物组成的岩石(如花岗岩由钾长石、斜长石、石英和云母等组成),由于各种矿物的热胀系数不同,在这种日温差达 $40\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的长期反复的作用下,矿物之间及矿物本身产生裂隙,小裂隙串通成大裂隙至裂隙网,导致岩石表层的逐层剥离。

(二)冰劈作用

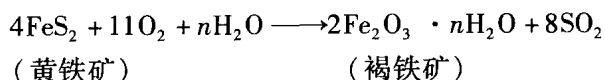
水结成冰时其体积可增大 9.2% 。白天水若渗入并充满岩石裂缝,夜晚自外向内逐渐冻结成冰,冰体将对裂缝壁产生 $2\,000\text{ kg/cm}^2$ 的巨大压力。白天冰融化,夜晚再冻结。长期、反复的挤压将逐渐使裂缝扩展而导致岩石崩解、垮落。物理风化作用的结果使岩石碎裂、崩解,大块变成碎屑和颗粒。这些碎屑大小混杂,散落在原地及附近。

二、化学风化作用

化学风化作用是指在大气水和水溶液的作用下岩石发生的化学分解过程。化学风化作用有以下方式。

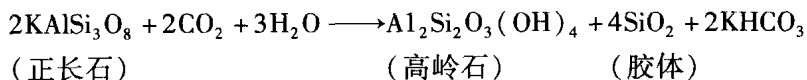
(一) 氧化作用

地下处于还原环境的矿物和岩石,一旦进入地表环境,就要发生氧化作用。例如,岩石和矿石常见有黄铁矿,在其进入地表环境后,黄铁矿会迅速地被氧化成褐铁矿。这种作用会使岩石或矿石的结构松散,强度降低。其反应式如下:

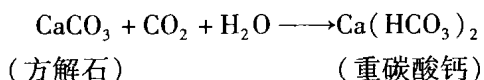


(二) 二氧化碳的化学风化作用

地面附近的大气中 CO_2 的含量是较高的,不含 CO_2 的水也是罕见的。许多岩石,包括岩石圈上部分布极广的花岗岩、石灰岩和白云岩,在纯水中几乎不溶解,但遇上富含 CO_2 的水时,则会因碳酸化作用而分解。花岗岩中长石的含量占岩石总重量的 60% ~ 65%,碳酸可夺取长石中的阳离子 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 成为可溶性碳酸盐被水带走;游离的二氧化硅成胶体随水漂移,或残留原地。其反应式如下:



石灰岩主要由方解石组成,其碳酸化反应式如下:



重碳酸鈣可溶於水中被流水帶走，因而石灰岩的表面易出現溝和石芽等凹凸不平現象。

(三) 水的化学风化作用

有少部分矿物和岩石可以溶解于水中(溶解作用),如沉积岩中的岩盐、钾盐等。还有一些矿物可以吸附一定量的水分子,形成含水矿物(水化作用),同时使其体积膨胀,如硬石膏吸附水而成石膏,其体积增大 30%。这些作用的结果,都会造成含这类矿物的岩石结构遭到破坏,使岩石的强度降低。

三、生物风化作用

· 生物的风化作用按其作用性质不同可分为生物物理风化作用和生物化学风化作用两类。

生物物理风化作用表现为生物对岩石进行的机械破坏作用。例如生长在岩石裂缝中的植物随其长大,根部逐渐把岩石胀裂开来,扩大裂缝,促使岩石崩裂、破碎等。

生物化学风化作用是微生物分解有机物时,常把其中的氢离子析出来。有些微生物通过它们的生命活动能放出 CO_2 、 O_2 、 CH_4 等气体,这些气体能对矿物、岩石进行强烈的化学风化作用。

四、风化壳

地表的岩石,一般同时受到各种风化作用的破坏,长期风化作用的结果形成的风化产物残留在基岩的表面上,这些残积在原地的风化产物叫残积物,残积物上常生长植物,发育成富含有机质的土壤。在大陆地壳的表面风化残积物组成一层不连续的薄壳,称为风化壳。

风化壳的厚度、结构及土壤的特征都与气候带关系密切。一般地说,热带和亚热带地区,风化壳厚度可达 50 ~ 100 m;温带的风化壳一般厚 20 ~ 50 m。干旱、半干旱地区和寒冷地区以物理风化作用为主,风化壳较薄,厚 15 m 左右或更薄。

风化壳自上而下分为多层:表层为富含腐殖质的残积层——土壤;向下逐渐变为基本不含腐殖质的残积层;再往下为半风化基岩;其下则过渡为未风化基岩。

第四节 地面流水的地质作用

一、暂时性流水的地质作用

在降雨或融雪时,地表水一部分渗入地下,其余的沿坡面向下流动。这种暂时性的无固定水槽的地面细流,称为坡流。坡流在流动的过程中对坡面产生剥皮式的破坏作用,称为洗刷作用。当降大雨时,在松散土粒组成的光秃斜坡上,洗刷作用表现得最强烈;当降小雨时,在坚硬岩石组成的有植被的斜坡上,则洗刷作用轻微。坡流搬运的碎屑物质,会堆积在坡麓构成坡积物。组成坡积物的颗粒通常是砂粒或砂质黏土,颗粒大小混杂,分选性不好。其成分与斜坡上的基岩密切相关。

坡流顺着坡面向下流动会逐渐集中到低凹处,汇成一股较大的线状水流,顺凹地的沟谷快速奔腾地流动,这就是洪流。洪流猛烈冲刷沟谷内的岩石,这种破坏作用称为冲刷作用。冲刷作用可将凹地沟谷冲刷成两壁陡峭的冲沟,冲沟随着多次洪流的冲刷,会逐渐加长、加深,长期作用的结果,就形成冲沟系统。

洪流除冲刷作用外,由于流速快,搬运能力也很大,特别是每当降暴雨之后、山洪暴发之时,巨大的洪流挟带着大量泥沙、砾石、块石奔腾倾泻而下,迅猛异常。冲到冲沟的出口处,由于沟口地形开阔,水流分散,流速骤减,搬运力迅速减弱,于是挟带的物质就堆积下来,形成洪积物。洪积物堆积的地形,呈锥状者,称为洪积锥;呈扇状者,称为洪积扇。

洪积物在沟口堆积多、厚,颗粒粗大;愈向外堆积就愈少、薄,颗粒细小,具有明显的分带性。但由于洪流搬运距离不远,因此洪积物的磨圆度差,层理发育较差。

二、河流的地质作用

(一) 河流的侵蚀作用

河流对河床的侵蚀,按其侵蚀作用的方向可分为底蚀作用、侧蚀作用。

1. 河流的底蚀作用

河流在垂直方向上对河谷底部的冲刷作用,称为底蚀作用(下蚀作用)。一般说,在

河流的上游,河床纵坡降大,水流速度快,在这些地方,底蚀作用表现得最为强烈。强烈的底蚀使河谷不断被加深,常常造成“V”字形河谷,称为峡谷。我国最大的峡谷是金沙江虎跳峡。

上游河流在发生底蚀作用的过程中,往往在河床中形成急流和瀑布。云南金沙江的虎跳峡峡谷内,江水连续下跌7个陡坎,累积落差达170 m。黄河壶口至龙门是著名的急流瀑布区。在河床中软硬岩石相间的地方,硬的岩石凸起,软的岩石凹下,能形成落差很大的瀑布。贵州黄果树大瀑布,落差高达57 m,巨瀑似布如帛,溅起的水珠闪银亮玉,十分壮美。

2. 河流的侧蚀作用

河流在水平方向上不断地冲蚀河床,使谷坡不断坍塌,这种加宽河谷的侵蚀作用,称为侧蚀作用。河流总是有弯曲的,河床中的流水在离心力和地球自转产生的偏转力的双重影响下,水流不能立即顺河床的弯曲流动,而是流向凹岸,造成凹岸变陡后退;而在凸岸则发生堆积,形成边滩。

随着河谷的加宽,河床在河漫滩上自由摆动。形成一种蜿蜒如蛇形的河流,称为曲流。长江中游的河曲,有“九曲回肠”之称。河道随着曲流进一步地发展,两个相邻弯曲之间逐渐靠近,当洪水冲来时,极易冲断,造成自然的裁弯取直。被切断的河湾,由于泥沙淤塞封闭,形成牛轭湖。

(二) 河流的搬运作用

河流搬运物质的方式有拖运、悬运、溶运三种。河流中的巨大石块、砾石、粗砂,在河底以滑动、滚动或跳跃的方式前进,称为拖运。这些粗碎屑和石块在拖运的过程中,相互撞击、摩擦、破碎,经过长途搬运后,棱角被磨去,这一作用,称为磨圆作用。磨圆程度越好,一般显示其搬运距离越远。河流中的粉砂和黏土,由于颗粒细小,多悬浮在水流中,随着流水前进,称为悬运。当河流悬运物质的数量很多时,河水将变得浑浊不清。如黄河河水中平均每立方米含沙量高达36.9 kg,据测定每年输沙量达12亿t,为世界罕见。河流中的水流溶解了可溶性岩石和矿物。它们呈真溶液和胶体状态随流搬运,这种搬运形式,称为溶运。据科学计算,全球河流每年带入海洋中的溶解物为35亿t。当河流的流量、流速减小,尤其是流速减小时,会使河流的搬运能力降低,造成河流挟带的机械搬运物质沉积下来,这种沉积物,称为冲积物。冲积物具良好的分选性、较好的磨圆度、一般发育清晰的层理等特点。

三、河流阶地

在河谷中常见有沿着河谷谷坡伸展的阶梯状的地形,称为河流阶地。河流在以侧蚀作用为主的时候,一方面河谷不断加宽,一方面河谷进行沉积,其后,由于侵蚀基准面下降等原因,底蚀作用加强,就会在原有的谷底上侵蚀出“新的河谷”来,原有的谷底相对抬高,不再被河水淹没,便形成了阶地。阶地有的只有一级,有的有几级。每一级阶地由一个平台和与之相连的阶地斜坡组成,这一平台的面,称为阶地面。在有几级阶地的情况下,最低的一级,称为一级阶地,往上为二级阶地,以此类推,阶地愈高形成的时期愈早,如图1-1所示。

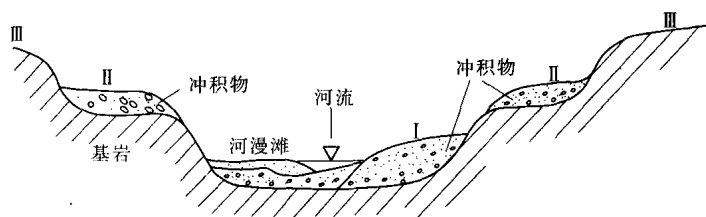


图 1-1 河流阶地类型示意图

I — 一级阶地(堆积阶地); II — 二级阶地(基座阶地); III — 三级阶地(侵蚀阶地)

第五节 地下水的地质作用

作为只占整个地壳水总量万分之一的地下水,它是水圈的组成部分,在参与自然界水圈循环的运动过程中,也不断地进行着地质作用(潜蚀、搬运、沉积),是重要的外营力。

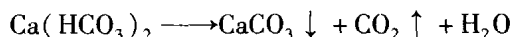
地下水的剥蚀作用,称地下水的潜蚀作用。潜蚀作用包括机械作用和化学作用两种方式。地下水在岩石的裂隙或土壤的空隙中流动很慢,因此它的机械冲刷能力较小。分布于斜坡上的岩石或土体,由于地表水的大量渗透而浸湿,不仅增加了岩石或土体的重量,而且在地下水的长期作用下,又减小了上、下部岩石或土体之间的摩擦力,从而导致上部岩石或土体失稳,并由高向低处滑移,这种现象称为滑坡。在黄土地区,由于地下水的浸湿,破坏了黄土的结构和稳定性,导致上部黄土发生沉陷现象,叫黄土湿陷。

地下水对可溶性岩石的溶解破坏作用,称为溶蚀作用。可溶性岩石在地下水和地面流水的共同作用下,在其演化的过程中所形成的种种地质现象,称为岩溶(亦称喀斯特)现象。岩溶现象中最典型、最常见的岩溶地貌有溶沟与石芽、漏斗与落水洞、溶洞与地下河、岩溶谷地与天生桥、石峰等。

由于地下水主要是在土壤空隙和岩石的裂隙中流动,流速很慢,所以它的机械搬运力极其微弱。只有在洞穴中的流水或是地下河才有一定的机械搬运能力,但规模不大。

地下水缓慢地流动在土壤空隙和岩石的裂隙中,能较充分地溶解其流经区的化学成分。即地下水中含有较多的溶解物质,它们随地下水悄悄溶运带走,并形成碳酸盐岩庞大的洞穴系统。

地下水的化学沉积主要分布在洞穴、裂隙和泉的出口之处。化学堆积物的形成是因为地下水中的溶解物质,在温度升高或压力减小诸环境因素的改变下,导致二氧化碳逸出,地下水的溶解能力减小,其矿物质就沉淀下来。例如,溶解于地下水中的碳酸氢钙的沉积,其化学反应式为:



化学沉积物主要有:

(1) 石钟乳、石笋、石柱。在溶洞中地下水从洞顶下滴,原来溶解于水中的碳酸钙沉积下来,形成悬挂于洞顶的圆锥,称为石钟乳。与其相对应的洞底位置生长的圆锥,称为石笋。久而久之,二者连为一体,称为石柱。

(2) 泉华。温泉或间歇泉由于水温较高,在地下溶解了大量的矿物质。当泉水流出