

工程地质与地貌

黄河水利职业技术学院 盛海洋 主编

黄河水利出版社

工程地质与地貌

黄河水利职业技术学院 盛海洋 主编

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书共分六章,其主要内容有:岩石;地质构造;地貌;地下水;水利工程的主要地质问题;水利水电工程地质勘察及坝址选择的工程地质评价。

为配合教材,加强实践性教学环节,本书最后还编写了“课程实习与复习思考题”作为附录,供师生参考使用。

本书适用于高等专科学校、高等职业技术学校和中等专业学校水工建筑、工程测量、水利工程、农田水利工程等专业,也可供水利水电类其他专业师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质与地貌/盛海洋主编. —郑州:黄河水利出版社,
1999.6(2002.1重印)

ISBN 7-80621-213-2

I. 工… II. 盛… III. 水利工程-工程地质-专业学校-
教材 IV. P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 15279 号

责任编辑:胡志扬 许立新		封面设计:郭 琦	
责任校对:赵宏伟		责任印制:温红建	
出版发行:黄河水利出版社			
地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮编:450003			
发行部电话:(0371)6022620			
E-mail:ynep@public2.zz.ha.cn			
印 刷:	黄河水利委员会印刷厂		
开 本:	787mm×1092mm 1/16	印 张:	11.75
版 次:	1999 年 6 月 第 1 版	印 数:	2 001—3 500
印 次:	2002 年 1 月 郑州第 2 次印刷	字 数:	300 千字

定 价:20.00 元

前 言

《工程地质与地貌》是水利高职及中专工程测量专业的一门技术基础课。根据水利部颁布的《工程地质与地貌》教学大纲的授课内容和要求,目前全国水利高职及中专学校尚无出版教材。为满足教学需要,我们依据水利部水利水电类高职及中专工程测量专业教学计划和《工程地质与地貌》教学大纲,在广泛吸收兄弟学校经验基础上,对1996年我们编写的《地质地貌基础》内部使用教材进行了重行修订编写。

本书由盛海洋任主编,王克亚、宋传中、尹会珍、王传胜、马文婷任副主编。其中绪论、第四章及第五、六章部分内容由黄河水利职业技术学院盛海洋编写,第一章及第四章部分内容由开封市地方公路管理处宋传中编写,第二章由开封市交通学校马文婷编写,第三章及第二章部分内容由河南大学王克亚编写,第五章由内蒙古水利学校尹会珍编写,第六章及第二章部分内容由开封市建筑设计院王传胜编写。全书由盛海洋负责统稿和定稿,武汉水利电力大学封翠兰教授主审。

本教材在编审过程中,曾广泛征求并吸收了有关兄弟学校的意见,注重体现高职教材特色并兼顾中专教学,以本学科的基本理论、基本概念、基本技能为主,结合教学与生产实践,理论联系实际,精选内容、深浅适度。

本教材在编写中参考和引用了一些大学、中专学校和生产单位的一些教材和成果资料,在此一并衷心致谢。

鉴于编者水平有限,时间仓促,不当之处,诚希读者批评指正。

编者

1999年3月

2000.10.1

黄河水利职业技术学院图书馆

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一章 岩石	(3)
第一节 地壳及地质作用	(3)
第二节 造岩矿物	(5)
第三节 岩石	(10)
第四节 岩石风化	(21)
第五节 岩石的水文工程地质评述	(24)
第二章 地质构造	(26)
第一节 地壳运动概述	(26)
第二节 水平构造和倾斜构造	(27)
第三节 褶皱构造	(29)
第四节 断裂构造	(32)
第五节 地震	(37)
第六节 地质时代	(42)
第七节 地质图	(46)
第三章 地貌	(52)
第一节 概 述	(52)
第二节 河流地貌	(53)
第三节 岩溶地貌	(61)
第四节 冰川与冻土地貌	(68)
第五节 风沙地貌与黄土地貌	(72)
第四章 地下水	(81)
第一节 地下水的基本概念及研究意义	(81)
第二节 地下水的物理性质和化学成分	(82)
第三节 地下水的基本类型	(83)
第四节 地下水泉	(91)
第五节 地下水运动	(92)
第六节 地下水资源及评价	(95)
第五章 水利工程的主要地质问题	(101)
第一节 概 述	(101)
第二节 水库的工程地质问题	(104)
第三节 坝(闸)的工程地质问题	(110)
第四节 渠道的工程地质问题	(116)

第五节	岩质边坡稳定的工程地质分析	(120)
第六节	地下洞室围岩稳定的工程地质评价	(131)
第六章	水利水电工程地质勘察及坝址选择的工程地质评价	(138)
第一节	水文工程地质勘察	(138)
第二节	不同坝型对地质条件的要求	(146)
第三节	坝址选择的工程地质评价	(149)
附录 I	课程实习	(152)
附录 II	复习思考题	(164)

绪 论

一、工程地质学的任务及在水利水电建设中的意义

地质学是研究地球的科学。限于目前的科学技术水平,地质学现阶段是以地球的表层(地壳)为主要研究对象,主要研究地壳的物质组成(矿物岩石学等)、促使地壳运动变化的各种地质作用(动力地质学等)、地壳的发展历史(地史学、古生物学等)及地质学在有关领域中的应用等等。随着生产实践的需要和科学的发展,地质工作的范围越来越广,地质学也相应发展成许多分支。工程地质学作为其中的一个分支,主要是研究与工程建设的设计施工和正常运用有关的地质问题的科学,是一门应用地质学。

由于一切水利工程建筑物都要建筑在地壳上,在兴建和使用的过程中,必然会遇到各种各样的地质问题。实践证明,要使水利工程安全可靠、经济合理,除了和建筑物本身的结构有关外,还决定于建筑地点的地质条件。因此,在进行水利建设的同时,必须进行相应的地质工作,研究解决其中的地质问题。例如修建水库时,首先就要进行地质工作,搞清地形、地貌、岩石、地质构造等有关地质条件及工程地质问题,以便充分利用有利的地质条件,避开或改造不利条件,从而保证大坝(或其他主要建筑物)的地基稳固,不产生有害的沉陷和滑动;确保水库不产生大量的渗漏;能够预测水库工程运行过程中可能出现的地质问题。实践证明,在大规模的水利水电工程建设中,常常出现因对地质工作忽视或重视不够,使一些严重的地质问题未被发现或发现了而未进行可靠的处理,结果给工程造成隐患的现象,有时甚至产生严重的后果。据国际大坝委员会 1973 年对世界 110 个国家和地区(未包括我国在内)已建的 12 900 余座大坝(坝高在 15m 以上者)进行的调查统计资料,发生过失事事故的 589 座大坝中,大多数与不良的地质条件密切相关。如 1959 年 12 月 2 日法国的马尔帕赛(Malpasset)拱坝(坝高 66m)的崩溃,曾震动了国际水利界。该坝由于坝基左岸岩石软弱,施工中又未经地基处理,结果导致蓄水后发生位移达 210cm,最后发展到整个坝体全部崩溃,水库拦蓄的 3 000 万 m^3 水下泄时形成的洪水,造成下游 400 余人死亡,损失达 6 800 万美元。

我国从 1949 年以来,已建成坝高 15m 以上的水库大坝 12 000 余座。由于党和政府非常重视工程地质工作,因此,直接由于地质问题而产生的垮坝事故极为罕见。然而,因对工程地质条件研究不够,或对工程地质问题处理不当而造成的坝基漏水,水库淤积及边坡滑塌、隧洞塌方等工程事故也屡见不鲜。如北京的十三陵水库,坝基和库区存在着深厚的渗透性较强的古河道冲积层,由于建坝初期未作垂直防渗处理,致使水库多年不能正常蓄水,60 年代兴建抽水蓄能电站并在库区增加一道防渗墙后,才彻底解决了漏水问题。又如黄河三门峡水库,1957 年动工,1960 年 9 月建成蓄水。由于设计时对黄土地区可能产生的工程地质问题估计的错误,水库蓄水后黄土边坡形成大面积的塌岸,再加上黄河水含沙量本来就很高,因此水库蓄水后不到两年,就淤积泥沙 14.9 亿 t。库区尾部潼关一带河床淤积高达 5m 以上,形成库尾三角洲。此外,淤积还沿河向上游延伸,导致支流渭河河床淤积抬高,河水外溢,给两岸造成巨大经济损失。

综上所述,工程地质工作在水利水电建设中的作用是相当重要的,已成为水利水电建设事业中不可缺少的一个重要组成部分。由此可见,工程地质工作的任务是:查明建筑物及与之有关地区的工程地质条件,指出可能出现的工程地质问题,并提出解决这些问题的建议,为工程设计、施工和正常运用提供可靠的地质资料,以保证建筑物修建得经济合理和安全可靠。

二、本教材的主要研究内容

一般来讲,进行大型水利水电工程建设时,地质工作主要由专业地质人员进行。但水工建筑、工程测量、水利工程、农田水利专业了解一些工程地质的基本知识也是非常必要的,这是生产实践的需要。一个工程设计人员没有一定的工程地质知识是很难搞好本职工作的。水利水电工程的设计方案,决不能脱离地质条件而孤立存在。这就要求我们懂得一些基本的普通地质知识和主要地质因素对工程的影响,并能阅读和初步分析地质资料,以便在设计与施工中应用地质资料,充分地考虑地质因素的影响,从而采取相应措施,使设计工作建立在坚实的基础上。

根据水工建筑、工程测量、水利工程、农田水利专业的特点,本教材的主要内容是:

(1)与水工建筑、工程测量、水利工程、农田水利有关的基本地质知识,如矿物岩石、地质构造、地貌、水文地质等。

(2)工程地质勘测方法及基本地质图件的阅读。

(3)岩体稳定分析的基本方法及坝址、坝型选择的工程地质评价。

本课程是一门实践性很强的科学。在教学中应运用辩证唯物主义观点,由浅入深、循序渐进,并要理论联系实际,尽量采用电化教学手段进行教学,只有这样,才能达到预期的目的。为加强实践性教学,应安排实验课和练习课以及野外地质实习,以巩固和印证课堂所学的理论知识,提高学生实际动手的技能。

第一章 岩石

第一节 地壳及地质作用

一、地壳

地球是太阳系行星家族中的一个壮年成员,是一个具有圈层结构的旋转椭球体。地球由表及里可分为外圈和内圈。外圈又分为大气圈、水圈和生物圈;内圈平均半径 6 371km,根据地震波传播速度的突变,将其分为地壳、地幔及地核,见图 1-1、表 1-1。

地球最内部的核心部分称为地核,包括内核、过渡层和外核三部分,厚约 3 473km,其体积约占地球总体积的 17%。据推测,地核密度为 $9.71 \sim 17.9\text{g/cm}^3$,温度在 $2\,000 \sim 3\,000^\circ\text{C}$,压力可达 $300 \sim 360\text{GPa}$,主要由含铁、镍量很高,成分很复杂的物质组成。

地幔介于地核和地壳之间,又称中间层,可分上下两层,其上部与地壳的分界面为莫霍(Mohorovicic, A)面,地幔下部与地核的分界面为古登堡(Gutenberg, B)面,厚约 2 800km。其体积约占地球总体积的 82%,密度从 3.32g/cm^3 递增到 5.66g/cm^3 ,温度一般为 $1\,200 \sim 2\,000^\circ\text{C}$,压力随深度增加而增加,界面上压力约为 140GPa ,主要由铬、铁、镍、二氧化硅等物质组成。

从地表至莫霍面的固体外壳称为地壳,它主要由各种岩石组成。地壳的厚度很不均匀,各地有很大差异。地壳分为大陆型和大洋型两种类型。大陆型地壳分布在大陆及其边缘地区,其厚度较大,平均厚度为 33km,愈向高山区其厚度愈大,如我国青藏高原地区,厚度可达 70km 以上;大洋型地壳厚度较小,平均厚度只有 6km,如大西洋和印度洋厚度为 $10 \sim 15\text{km}$,而太平洋中央部分厚度为 5km,最薄处印度洋的马里亚纳海沟地壳厚仅 1.6km。

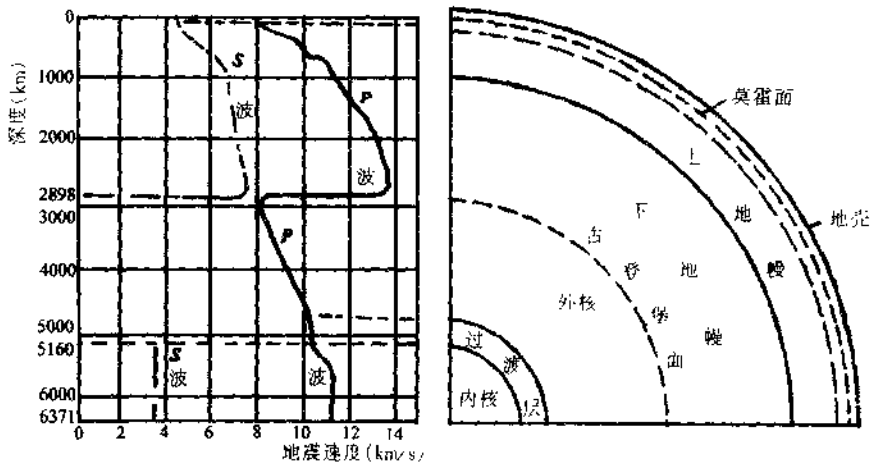


图 1-1 地球内部结构图

表 1-1

地球内部分层结构

分 层	不连续面	深 度 (km)	位置深度 (km)	纵波速度 (P) km/s	横波速度 (S) km/s	密 度 (g/cm ³)	压 力 (atm)	
地 壳		海平面(6 371)	地面	5.5	3.2	2.7		
			10~15	5.6	3.2			
	康拉德界面	(6 351)	20	6.4	3.7	2.8		
	莫霍界面	6 338	33	7.6	4.2	2.9	9 000	
地 幔	上部地幔	古登堡低速层	地下 50~250	80	8.1	4.6	3.32	
				150	7.8	4.5	3.37	
		低速度带		190	7.9	4.4	3.42	
				270	8.1	4.4	3.47	
				413	8.4	4.6	3.53	
	下部地幔	拜尔勒界面	(5 958)	413	8.97	5.0	3.64	140 000
		高里村高速层	720(最深地震)	900	11.3	6.3	4.60	270 000
		霍波茨界面	(5 387)	984	11.42	6.3	4.64	382 000
		古登堡界面		1 800	12.5	6.8	5.13	
				2 700	13.6	7.3	5.60	
地 核	外核	速度 降低 (1 667)			8.1	-	9.71	
			4 703				11.7	3 18 0 000
			4 980		10.4	-	12.0	
	过渡层		5 120		11.2	-	15.0	
		(1 216)	5 154			约 16	大约 3 300 000	
			5 200		9.6	-		
核 心	内核	中心		6 371	11.3	-	17.9	大约 3 60 0 000

地震波变化表明,地壳内存在着一个次一级的不连续面,该面叫康拉德面,它将地壳分为两层,上层为硅铝层,下层为硅镁层。

(一)硅铝层(花岗岩层)

硅铝层是地壳上部分布不连续的一层,平均厚度约 10km。化学成分以硅、铝为主,故称硅铝层。密度较小,平均为 2.7g/cm³。

地震波在硅铝层的传播速度与花岗岩近似,其物质成分类似花岗岩,故又称花岗岩层。该层厚度各地不一,山区有时厚达 40km,海陆交界处变薄,海洋地区则显著变薄,在太平洋中部此层甚至缺失(如图 1-2)。

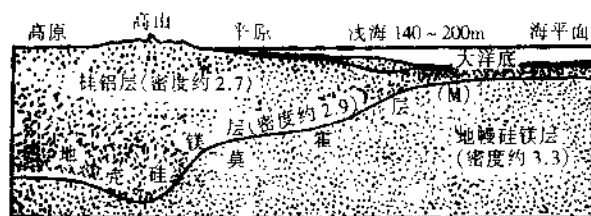


图 1-2 地壳构造示意图

(二)硅镁层(玄武岩层)

该层主要化学成分除硅、铝外,铁、镁相对增多,故称硅镁层。该层密度大,为 2.9g/cm³,因平均化学成分、地震波传播速度均与玄武岩相似,故又称玄武岩层。

硅镁层是地壳下分布连续的一层,在大陆及平原区厚度可达 30km,海洋区仅厚 5km~8km。

地壳是由各种化学元素组成的,根据地球化学分析,在地壳中已发现有 90 多种元素,但各种元素含量差异很大,其中以 9 种元素为主。在国际上,把各种元素在地壳中的平均含量称为克拉克值(表 1-2)

表 1-2 地壳中主要化学元素平均含量

元 素	氧 (O)	硅 (Si)	铝 (Al)	铁 (Fe)	钙 (Ca)	钠 (Na)	钾 (K)	镁 (Mg)	氢 (H)	其 他
按重量计(%)	49.13	26.00	7.45	4.20	3.25	2.40	2.35	2.35	1.00	1.87

注:谐音记忆“养闺女贴给哪家美”

地壳中的化学元素,往往集聚成各种化合物或以单质出现,形成矿物。矿物的自然集合体又形成岩石。因此,矿物和岩石是组成地壳物质的基本单位,它们都是在地壳发展过程中各种地质作用的产物。

二、地质作用

地球形成至今,经历了大约 50 亿年的发展历史,在这漫长的地质历史中,地球一直处在不停地运动、变化和发展中。例如,有些时候一些地方遭受挤压褶皱形成高山,而另一些地方就会凹陷形成海洋;高山不断遭受剥蚀被夷为平地,沧海又不断被泥土充填变成桑田;坚硬岩石破碎成为松软泥沙,而松软泥沙不断沉积形成新的岩石。这种由于自然动力所引起地球发展变化的作用称为地质作用。由地质作用所引起的各种自然现象称为地质现象。

地质作用是由各种自然力产生的。按照这些自然力的来源的不同,可分为两大类:即由地球内部能量引起地球发生变化的内力地质作用和由地球外部能量引起地壳形态发生变化的外力地质作用。内力作用能量来源主要是地球自转产生的动能和放射性元素蜕变产生的热能,表现形式主要有地壳运动、岩浆活动、变质作用和地震等,作用结果塑造山岭与凹地,是地形变化的主导因素。外力作用能量来源主要是太阳辐射热能以及重力位能,表现形式主要有风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和硬结成岩作用等,作用结果削平高山,填平凹地。

内力地质作用和外力地质作用在促使地球演化过程中,是相互联系又是互相矛盾的:内力作用对地球演化起着主导作用,通过岩浆作用、变质作用和地壳运动等不断地改造地壳,并使地表产生大陆、海洋、山脉、平原等巨型地形起伏。外力作用则是进一步加工塑造,起着削高补低的作用。总之,在内力和外力地质作用下,地球不断地发展变化。

第二节 造岩矿物

一、矿物及造岩矿物

矿物是在地质作用下形成的,具有一定化学成分和物理性质的单质或化合物。自然界中只有少数矿物是以自然元素形式出现的,如金刚石(C)、自然金(Au)、硫磺(S)等。而绝大多数矿物是由两种或两种以上元素组成的化合物,如石英(SiO_2)、方解石(CaCO_3)、石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)等。矿物绝大多数呈固态。固体矿物按其内部构造不同,分为晶质体和非晶质体两种。晶质体的内部质点(原子、离子、分子)呈有规律的排列,往往具有规则的几何外形,如岩盐(图

1-3);非晶质体的内部质点的排列则是没有规律的,杂乱无章,因此不具有规则的几何外形。地壳中的矿物绝大部分是晶体。

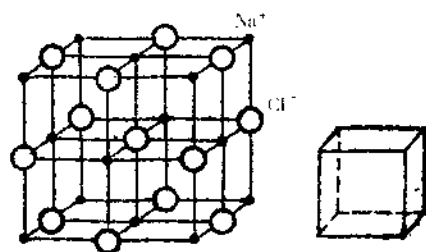


图 1-3 岩盐的内部构造和晶体

对矿物的全面和详细的研究,是矿物学的内容。我们只介绍其中最主要的造岩矿物。目前已发现的矿物在 3 000 种以上,但构成岩石并对岩石性质起决定性影响的矿物不过 30 多种,它们占岩石成分的 90%。一般把这些矿物称为造岩矿物(表 1-3),其中又以长石、石英、辉石、角闪石、橄榄石、黑云母、方解石、白云石最重要,它们的含量决定了岩石的名称及主要性质。

黄铁矿、石膏和黑云母这几种矿物,在评定岩石的工程地质性质时,具有重要的意义。因为,黄铁矿遇水和氧时易形成硫酸,可使岩石发生迅速、剧烈的破坏。石膏具有较大的可溶性和膨胀性,受水作用后易于溶滤而使岩石中形成空洞。云母极易分裂成薄片,常成夹层状包含在岩石中,使岩石的强度降低、性质不均匀,容易碎裂成单独的板块,特别是黑云母含铁质,较白云母更易于受到破坏。

二、矿物的肉眼鉴定

鉴定矿物的方法很多。需要精确地鉴定矿物时,可以采用光学和化学的分析方法,如吹管分析、差热分析、光谱分析、偏光显微镜分析、电子显微镜扫描等。但这些方法需要较复杂的设备,不适宜野外工作。野外工作中一般是采用肉眼鉴定法。

矿物的肉眼鉴定,主要是根据矿物的一些显而易见的特征或标志,用肉眼或仅借助于几种简单的工具(如小刀、条痕板、低倍放大镜等)和药品(如稀盐酸),在野外确定矿物的名称。这种鉴定方法简单、方便、迅速,是室内进一步鉴定的基础。

肉眼鉴定所依据的矿物的特征或标志主要是:

(1)形态。指矿物的晶体外形和集合体的状态。每种矿物一般都具有一定的形态,因而可以帮助识别矿物。常见的晶体有:片状(如云母)、板状(如石膏)、柱状(如角闪石)、菱面体(如方解石)和粒状(如白云石)等。集合体的形态主要有:纤维状(如纤维石膏)、钟乳状(如方解石)、鲕状(如赤铁矿)、土状(如高岭土)和块状(如石英)等。

(2)颜色。指矿物新鲜表面的颜色。矿物由于其本身的化学成分中含有带色的元素而具有一定的颜色(叫自色),如赤铁矿多呈红色,黄铁矿多呈铜黄色等。但是,当矿物中含有杂质时,将出现其他颜色(叫他色)。如石英,一般为无色或白色,含杂质时可呈黄、红、棕、绿等色。

有些矿物粉末的颜色与它呈块状时的颜色不同,且前者一般比较固定,如赤铁矿,整块的颜色可呈红、黑、钢灰等色,但其粉末只是樱红色。这种矿物粉末的颜色称为条痕色,简称为条痕。由于矿物的条痕较固定,所以在鉴定矿物时它比颜色更可靠。观察矿物的条痕时,应将矿

表 1-3

最主要的造岩矿物及其特征

组别	序号	矿物名称	形态	物理性质			化学性质	其他
				硬度	颜色	光泽		
浅色	1	滑石 $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$	板状、鳞片状、致密块状	1	白、淡黄绿、黄、灰绿等	脂肪、珍珠	加硝酸焙烧之呈淡红色,加热后还可脱水变硬	* 有滑感,薄片具挠性
	2	高岭土 $Al_2(Si_2O_5)_2(OH)_4$	* 1 状	1	白、灰、黄等	暗淡	加硝酸焙烧之呈深蓝色,在硫酸中会分解	* 具粘性,滑感
	3	石膏 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	* 晶体为板状、纤维状,有时成纤维状集合体及燕尾双晶	2.5	无色透明或白、灰、红	玻璃、纤维	能溶于盐酸中,变为略溶于水	具挠性,为泻湖或海湾沉积物
	4	岩盐 $NaCl$	* 立方体晶粒	2.5	无色透明或白、灰	玻璃	易溶于水	* 味咸
中色	5	白云母 $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	* 晶体为六角板状,但多为叶状集合体	2.5~3	薄片呈无色透明或白、灰、黄、绿等	珍珠	抗风化力强	* 具弹性,易剥成薄片
	6	硬石膏 $CaSO_4$	多为块状及小板状集合体	3	无色透明或白、灰、红	玻璃	水化后变成石膏	具挠性,为泻湖或海湾沉积物
	7	方解石 $CaCO_3$	* 菱面体、偏角面体	3	白、灰、白、黄、绿、红、紫、黑等	玻璃	与稀盐酸剧烈反应,起泡,生成 CO_2	广泛存在于石灰岩、白云岩、大理岩等
	8	白云母 $CaMg(CO_3)_2$	常为菱面体块状,晶面常弯曲成板状	3.5~4	白、灰、或淡黄、绿、红等	玻璃	粉末与稀盐酸作用,起泡,生成 CO_2 (区别于方解石)	构成广泛存在的白云岩
深色	9	磷灰石 $(Ca_5F)(PO_4)_3$	针状六面体	5	白、绿、黄、棕、红等	油脂	加热易溶于稀盐酸和硝酸中	* 多成砂状块体,性脆
	10	正长石 $K(AlSi_3O_8)$	晶体为短柱状,常以板状出现,晶面及解理面上有双晶纹	6	白、灰、淡、红、肉红	玻璃	易风化或成高岭土	花岗岩、正长岩、片麻岩、伟晶岩中最多
	11	斜长石 $Ca(Al_2Si_2O_8)_{1-x}Na(AlSi_3O_8)_x$	晶体为短柱状,常以板状出现,晶面及解理面上有双晶纹	6	白、灰、淡、红、肉红	玻璃	风化后成高岭土,亦能分解为绿帘石	* No 多存在于酸性岩中,含Ca多者产于中、基性岩中
	12	石英 SiO_2	* 晶体为六方双锥状,但多为块状、晶面具晶纹	7	无色透明,含杂质时可呈各种颜色	断口呈油脂、贝壳状断口	为造岩矿物中最稳定者,极难风化,不怕酸	具脆性,晶簇、脉状产出或零散分布于岩石中

续表 1-3

指甲能刻划的	绿泥石 ($Mg, Fe)_2Al_2Si_2O_{10}(OH)_2$)	板状片状集合体	1-2	*绿	玻璃	不平坦	单向完全	可由铝硅酸盐在高压下分解而成,也可由角闪石辉石风化而成	薄片具挠性
13	黑云母 $K(Mg, Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH, F)_2$	晶体为六角板状,常 见为叶状集合体	2.5-3	*黑绿、深 棕	*珍珠		*单向完全	在水的作用下会失去弹性变成蛇纹石	*易剥成具弹性的薄片
14	蛇纹石 $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$	纤维块状,常夹纤维 状石棉细脉	3-4	*各种色 调的绿色	*脂肪 丝绢	贝壳状	单向完全	由橄榄石、辉石变化而成	*常与石棉伴生,色彩似蛇纹
15	黄铜矿 $CuFeS_2$	*晶体为四面体,但 多呈致密块状	3.5-4	*铜黄	金属	不平坦	无	能溶于硝酸,析出碱	*表面常呈现金彩,条纹绿黑色
16	褐铁矿 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	*致密块状,如乳 状结核状或土状,有 时呈立方体的假象	4-5.5	*黄褐或 棕褐	无光泽 或半金属 光泽	土状	无	胶体(非晶质)	含铁矿物风化后的产物
17	磁铁矿 Fe_3O_4	晶体为八面体,多呈 块状出现	5.5-6.5	铁黑	金属	贝壳状	无	风化后可变为褐铁矿,但较难风化	*具强磁性
18	赤铁矿 Fe_2O_3	致密块状或薄片状 (假象)	5.5-7	红褐至铁黑	无光泽 或半金属 光泽	土状	无	受水热作用后可 变成绿泥石或蛇纹 石	*多呈块状、鳞片 状、层状、条痕樱 红色
19	普通辉石 $(Ca, Mg, Fe, Al)_2(Si_2O_6)$	*晶体为八面柱状, 在岩石中常呈颗粒状	5-6	绿、褐、黑	玻璃	不平坦	*两 向完全, 交角近 87°	受水热作用后可 变成绿泥石或蛇纹 石	多产于基性火成 岩中或单独成辉岩
20	普通角闪石 $(Ca, Na)(Mg, Fe)_4(Al, Fe)_2(Si, Al)_4O_{11}(OH)_2$	*针状长柱体	5-6	深绿、黑	玻璃 纤维	贝壳状	*两 向完全, 交角56°	受水热作用后可 变成绿泥石或蛇纹 石	多产于中性火成 岩中
21	黄铁矿 FeS_2	*立方体或五角十 面体晶粒,晶面有 条纹	*6-6.5	*草黄	金属	不平坦	无	在氯和水的作用下 可生成硫酸和褐铁 矿	*常见于火成岩 中,条痕为黑色
22	橄榄石 $(Mg, Fe)_2(SiO_4)$	晶体为八面柱体,常呈 假象集合体	6.5-7	液黄至 绿色	玻璃	不平坦	不完全	*溶于碱酸时急 剧分解析出 SiO_2 之 胶体	产于基性火成岩 中或单独成橄榄片
23	磁石 SO_2	*块状、结核状或瘤 状	*7	不定,一般 较深,灰至黑 色	无光泽 或脂肪 光泽	贝壳状	无	为矿物中最稳定 者,抗风化力最强	为石英隙晶变种, 产于沉积岩中

注:加有“*”记号者,是最主要的鉴定特征

物放在白色无釉的素磁板(叫条痕板)上刻划,矿物留在素磁板上的颜色即为它的条痕色

(3)光泽。矿物表面对可见光的反射能力称为光泽。依据反射的强弱可以分为金属光泽(如金、银、铜)、半金属光泽(如赤铁矿)和非金属光泽。造岩矿物一般呈非金属光泽,如:①玻璃光泽。反射较弱,如同玻璃表面所呈现的光泽。②油脂光泽。某些透明矿物(如石英)断口上所呈现的,如同油脂的光泽。③珍珠光泽。如同蚌壳内表面珍珠层上所呈现的光泽。具极完全片状解理的浅色透明矿物,如云母等常具有这种光泽。④丝绢光泽。是一种较强的非金属光泽,纤维石膏及石棉等表面的光泽最为典型

(4)解理和断口。矿物受敲击后,常沿一定方向裂开成光滑平面,这种特性称为解理,裂开的光滑平面称为解理面。根据解理面方向的数目,分为一组解理(如云母)、二组解理(如长石)、三组解理(如方解石)及多组解理等。根据解理面发育的完善程度,解理又可分为:极完全解理、完全解理、中等解理、不完全解理等。若矿物受敲击后,裂开面无一定方向,呈各种凹凸不平的形状,如锯齿状(石膏)、贝壳状(石英)等,则称为断口。

(5)透明度。矿物透光的能力不同,表现出不同明暗程度,这种性质称为透明度。根据矿物的透明度可分为透明的(如水晶、冰洲石)、半透明的(如石膏)、不透明的(如磁铁矿)等

(6)硬度。矿物抵抗机械作用(如刻划、压入、研磨)的能力称为硬度。德国矿物学家摩氏(F·Mohs)取自然界常见的10种矿物作为标准,将硬度分为1度到10度10个等级,此即摩氏硬度,如表1-4所列。

表 1-4

摩氏硬度计

相对硬度等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
标准矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石

注:为记忆这10种矿物,可用顺口溜方法,即只记矿物的第一个汉字:“滑石方萤磷;长石黄刚金”或“滑石方 萤石长 石英黄玉、刚金刚”。

在野外工作中,常用随身携带的物品简便地确定矿物的相对硬度。这些物品相应的硬度等级分别为:软铅笔(1度);指甲(2~2.5度);小刀、铁钉(3~4度);玻璃棱(5~5.5度);钢刀刃(6~7度)。

(7)其他特性。如磁性(磁铁矿)、弹性(云母)、挠性(绿泥石)、滑感(滑石)、咸味(岩盐)等物理性质,以及与冷稀盐酸发生化学反应而产生气泡(CO_2)(如方解石、白云石)等现象,对鉴别某些矿物有重要意义。

在鉴定矿物时,要善于抓住主要矛盾,注意比较各种矿物的异同点,找出各种矿物的特殊点。表1-3可帮助进行造岩矿物的肉眼鉴定。应用这个表鉴定造岩矿物时,首先应根据颜色确定被鉴定的矿物是属于浅色的还是深色的,再以适当的物品确定出硬度范围,然后观察分析其他特征,即可作出结论。常见造岩矿物的肉眼鉴定,可在实习课上结合矿物标本进行学习

第三节 岩 石

岩石是构成地壳的基本物质单位,它们是一种或数种矿物的自然集合体。

岩石是建造各种工程结构物(包括水利工程)的地基、环境和天然建筑材料。因此,了解最主要类型岩石的特征和特性,无论对工程设计、施工或地质勘测人员都是十分必要的。

在研究各种岩石时,首先必须注意作为每一种岩石的特征并决定着它们的物理力学特性的下列性质,即:①产状。指岩石在空间所占有的形状。②成分。指岩石的矿物成分和化学成分。③结构。指构成岩石的(单个)矿物的结晶程度、颗粒形状和大小。④构造。指构成岩石的(集合体)矿物颗粒的排列形式。

岩石种类很多,根据成因可分为三大类,即:岩浆岩(火成岩)、沉积岩(水成岩)和变质岩。

对各种岩石进行详细、全面地研究,是岩石学的任务。这里我们仅对最常见的或最主要的岩石加以叙述。

一、岩浆岩(火成岩)

(一)岩浆岩的概念及产状

岩浆岩,又称火成岩,是由岩浆侵入地壳上部或喷出地表凝固而成的岩石。岩浆位于地壳深部和上地幔中,是以硅酸盐为主和一部分金属硫化物、氧化物、水蒸气及其他挥发性物质(F、Cl、CO₂等)组成的高温、高压熔融体。

岩浆是熔融体,具有流动性。岩浆流动是地球物质运动的一种重要形式,常与构造运动相伴发生。当地壳运动出现大断裂带或者岩浆高度流动性和膨胀力超过了上覆岩层压力时,破坏了均衡条件,则岩浆向压力低的地方运动,沿断裂带或地壳薄弱地带侵入地壳上部岩层中称为侵入作用;若岩浆沿一定通道直至喷出地表,称为喷出作用。因此,在地壳较深的地方(一般是距地表3km以下)由于侵入作用形成的岩石称为深成岩;在地表由于喷出作用形成的岩石称为喷出岩;在地壳浅处(通常是地表以下3km以内)形成的岩石称为浅成岩。

按照岩浆活动和冷凝成岩的情况,岩浆岩体可具有各种复杂的产状,如图1-4。

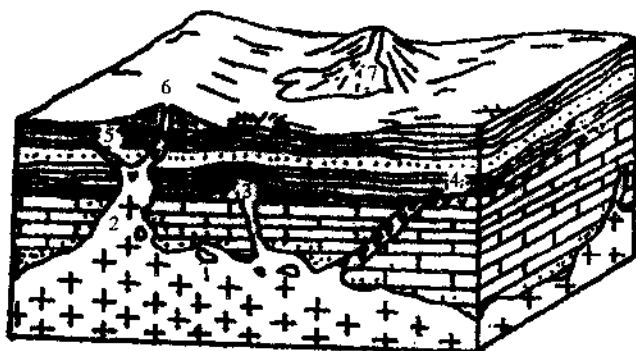


图1-4 岩浆岩体产状示意图

- 1 岩基; 2 岩株; 3 岩盘; 4 岩床;
5 岩墙和岩脉; 6 火山锥; 7 熔岩流

(二) 岩浆岩的化学成分及矿物成分

岩浆岩的主要化学成分是 SiO_2 , 约占 59.14%, 其次是 Al_2O_3 , 占 15.34%。 SiO_2 的含量, 在不同的岩浆岩中有多有少, 很有规律。因此, 根据 SiO_2 含量的多少, 可将岩浆岩分为酸性、中性、基性和超基性四类(表 1-5)。

组成岩浆岩的矿物主要是硅酸盐类矿物, 含量最多的有石英、长石类、云母、角闪石、辉石和橄榄石等 10 余种。按照矿物在岩石中的相对含量及其在分类中所起的作用, 分为主矿物、次要矿物和副矿物三类。①主矿物 是指岩石中那些含量多(一般超过 10%), 并对岩石大类命名起决定性作用的矿物。②次要矿物 在岩石中含量较少, 一般在 5%~10%。次要矿物对岩石大类的划分虽不起决定性作用, 但它的存在又是岩石进一步定名的依据。③副矿物 岩石中含量极少, 通常小于 1%。副矿物对岩石定名不起作用, 常见的副矿物有磷灰石、磁铁矿、独居石等。

岩浆岩中的矿物还可以按其颜色及化学成分的特点分为浅色矿物和暗色矿物两类。浅色矿物富含硅、铝, 如正长石、斜长石、石英、白云母等; 暗色矿物富含铁、镁, 如黑云母、辉石、角闪石、橄榄石等。但是, 对具体岩石来讲, 并不是这些矿物都同时存在, 而通常是仅由二三种主要矿物组成, 如花岗岩的主要矿物是石英、正长石、黑云母。

(三) 岩浆岩的结构和构造

在研究岩浆岩时, 除了要鉴定其矿物成分外, 还必须了解这些矿物是以什么样的方式组合构成岩石的。成分相同的岩浆, 在不同的冷凝条件下, 可以形成结构、构造不同的岩浆岩。即岩浆岩的结构和构造, 反映了岩石形成环境和物质成分变化的规律性, 与矿物成分一样是区分、鉴定岩浆岩的重要标志, 也是岩石分类和定名的重要依据之一, 同时它还是直接影响岩石强度高低的主要特征。

岩浆岩的结构, 根据结晶程度可分为全晶质、半晶质、玻璃质(图 1-5); 根据颗粒相对大小分为等粒、不等粒、斑状和似斑状(图 1-6)。一般侵入岩多为全晶质等粒结构(矿物颗粒全部结晶并大小相近似, 按晶粒大小还可分为粗粒、中粒、细粒)。喷出岩多为隐晶质致密结构(晶粒细小, 肉眼不能识别)和玻璃质结构(矿物没有结晶, 为玻璃质), 有时为斑状结构(矿物颗粒分为大小相差悬殊的两部分, 较大的晶体矿物叫斑晶, 细粒的微小晶粒或隐晶质、玻璃质叫基质)。



图 1-5 根据结晶程度划分的三种结构

左上图 全晶质结构; 下图 玻璃质结构;
右上图 半晶质结构



图 1-6 根据颗粒的相对大小划分的结构类型

左上图 等粒结构; 右上图 不等粒结构;
左下图 斑状结构; 右下图 似斑状结构